DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijfpr.2013.3865

فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۱ شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۲۴۲-۲۳۱، (۱۳۹۲)

الگوی مکانی و نقشه خطر وقوع آتش‌سوزی در اراضی طبیعی استان لرستان

سودابه گراوند[۱]، نبی الله یارعلی[۲*] و حمد الله صادقی کاجی[۳]

[۱]- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.
پست الکترونیک: Soodabeh.garavand90@gmail.com
[۲*]- نویسنده مسئول، استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.
پست الکترونیک: Nabiollah.yarali@nres.sku.ac.ir
[۳]- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد
تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱/۱۷

چکیده

هدف از تعیین الگوی پراکنش مکانی آتش‌سوزی، کمی کردن برخی از ویژگی‌های رژیم آتش‌سوزی است. در این مطالعه آنالیز توزیع و تعیین الگوی پراکنش آتش‌سوزی‌های رخ داده، طی 5 سال گذشته در عرصه‌های طبیعی استان لرستان بررسی شد. بررسی توزیع نقاط با توجه به کاربریهای مختلف و عوامل فیزیوگرافی انجام گردید. برای تعیین الگوی پراکنش نقاط از سه روش کوادرات، نزدیکترین همسایه و K رایپلی و برای تعیین مناطق پرخطر از روش کرنل استفاده شد. نتایج نشان داد که بیشترین فراوانی آتش‌سوزی در طبقه ارتفاعی ۱۷۰۰-۱۳۰۰ متر، شیب‌های بین ۲۰ -۱۰ درصد و جهت‌های جنوب و جنوب‌غربی رخ داده است. بیشترین وقوع آتش‌سوزی در کاربری جنگل با تاج پوشش متوسط (۳۶٪) و مرتع با تاج پوشش متوسط (۲۵٪) مشاهده شد. نتایج آنالیز الگوی نقاط در هر سه روش، وجود الگوی کپه‌ای را تأیید می‌کند. با توجه به اینکه روش K رایپلی تصویر بهتری از الگوی نقاط در مقیاس‌های مختلف نشان می‌دهد، نتایج نشان داد که استفاده از این روش نسبت به دو روش دیگر در تعیین الگوی پراکنش نقاط آتش‌سوزی برتری دارد. در نهایت با استفاده از روش کرنل نقشه خطر تراکم آتش بدست آمد؛ که می‌تواند به‌عنوان راهنمایی در مدیریت مناطق پرخطر مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی، الگوی پراکنش مکانی، نقشه خطر، لرستان.

مقدمه

آتش به عنوان یکی از عوامل اصلی اختلال و تغییر در بیشتر اکوسیستم‌های طبیعی محسوب می‌شود (Goldammer & Price, 1998, Pew & Larsen, 2001, Fearnside, 2005). شروع و گسترش آتش‌سوزی به چهار عامل اصلی شامل ۱) کیفیت و نوع مواد سوختی شامل نسبت پوشش گیاهی مرده یا زنده، ترکیب، مورفولوژی، تراکم گونه‌ها، لایه‌بندی و ظرفیت رطوبتی ۲) ویژگی‌های فیزیکی محیط مثل شرایط آبی و توپوگرافی ۳) منابع احتراق (انسان و آذرخش) و ٤) سطح پیشگیری و جلوگیری از آتش مربوط می‌شود (Leblon *et al.*, 2002). به‌رغم گسترش تکنولوژی‌های نوین در زمینه کنترل و جلوگیری از آتش؛ گسترش آتش‌سوزی در سطح جنگل‌ها روبه افزایش است. افزایش مناطق سوخته و تخریب محیط زیست یکی از نتایج آتش‌سوزی‌های خارج از کنترل است (Leone *et al.*, 2003). در بین کشورهای خاورمیانه و شمال افریقا، کشور ایران در رتبه چهارم از لحاظ وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها قرار دارد (Adab *et*

(*al*., 2011). در ناحیه زاگرس آتش‌سوزی‌های مکرر در چند سال اخیر صدمات بسیاری به پوشش گیاهی و زیست محیطی جنگل‌ها و مراتع وارد نموده است. به طوری که تنها در استان لرستان بین سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۷۵ حدود ۳۳۷ مورد آتش‌سوزی در عرصه‌های طبیعی روی داده که مساحتی حدود ۷٤۰۰ هکتار را در بر می‌گیرد (Sepahvand, 2009). وقوع آتش‌سوزی‌های مکرر در این عرصه‌ها به عنوان یکی از عوامل اصلی تهدیدکننده جنگل‌ها و مراتع این استان محسوب می‌شود. با توجه به اهمیت جنگل‌های زاگرس در معیشت جنگل‌نشینان و همچنین نقشی که این جنگل‌ها در حفاظت از آب و خاک دارند (Fattahi *et al*., 1999; Ebrahimi Rastaqi, 2002) لزوم توجه به مشخصه‌های مختلف آتش برای مدیریت هر چه بهتر آتش‌سوزی در عرصه‌های طبیعی این مناطق بیش از پیش خود را نشان می‌دهد. بررسی ویژگی‌های مختلف آتش‌سوزی در یک ناحیه جغرافیایی تحت عنوان یک رژیم آتش‌سوزی(Fire regimes) بیان می‌شود. یک رژیم آتش‌سوزی در یک ناحیه با کمک عناوینی همچون نوع، شدت، مدت، اندازه، قدرت، دوره بازگشت، فصل و الگوی مکانی آتش‌سوزی بیان می‌شود (Agee, 1993 Christensen & Abbott, 1989,). یک رژیم آتش‌سوزی نتیجه اثر متقابل بین متغییرهای فیزیکی و بیوفیزیکی است؛ که بر ویژگی‌های پوشش گیاهی، توزیع گونه‌ها، چرخه‌های بیوشیمیایی و عملکردهای اکوسیستم در یک ناحیه اثر می‌گذارد. همچنین یک رژیم آتش‌سوزی در نتیجه شرایط اقلیمی و مداخله انسانی یک رژیم پویا است. دانش کافی در مورد کیفیت و رفتار کلی یک پدیده جغرافیایی ویژه از قبیل آتش‌سوزی مانند اطلاعات در مورد توزیع و الگوی مکانی آن بسیار مهم است (Vadrevu *et al*., 2008). بررسی آماری الگوی پراکنش مکانی نقاط آتش‌سوزی می‌تواند به طور موثری در کمی کردن برخی از ویژگی‌های رژیم آتش‌سوزی مورد استفاده قرار گیرد. اصطلاح الگو به مجموعه‌ای از نقاط بدون بعد که بر حسب فاصله نسبی‌شان از یکدیگر توصیف می‌شوند گفته می‌شود؛ توزیع مکانی نقاط می‌تواند با یکی از حالت‌های تصادفی، کپه‌ای و منظم یا یکنواخت توصیف شود (Jayaraman, 2000). برای بررسی الگوی مکانی روش‌های مختلفی وجود دارد که عمومی‌ترین آنها استفاده از روش قطعه نمونه با مساحت ثابت و روش‌های فاصله‌ای است (Stamatellos & panourgias, 2005) .شناخت و اندازه‌گیری الگوی توزیع نقاط (در اینجا نقاط آتش‌سوزی) یک گام بسیار مهم در آنالیز اطلاعات جغرافیایی است (Wong & Lee, 2005). یکی از کاربردهای بررسی توزیع نقاط (آتش‌سوزی) تعیین مناطق متراکم (پر خطر از نظر وقوع آتش‌سوزی) است. یکی از روش‌های مورد استفاده در تعیین تراکم نقاط (در اینجا نقاط آتش‌سوزی) استفاده از برآورد کننده‌های تراکم (Density estimators) مثل برآورد کننده نقطه‌ای (Point estimators) یا برآورد کننده کرنل (Kernel estimators) است. از مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان به مطالعه(Chuvieco & Salas,1996) در تهیه نقشه پراکنش آتش‌سوزی (Stolle *et al*., 2003) در بررسی رابطه نوع کاربری اراضی با آتش‌سوزی‌های رخ داده، (Vazquez & Moreno, 2001) و (Vadrevu *et al*., 2008) در بررسی الگوی پراکنش نقاط آتش‌سوزی و (Juan *et al*., 2004) در استفاده از روش کرنل در تهیه نقشه خطر تراکم آتش‌سوزی اشاره کرد. بیشتر مطالعات انجام گرفته در داخل کشور در زمینه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی با استفاده از عوامل موثر بر وقوع و گسترش آتش‌سوزی (شیب، جهت، ارتفاع و پوشش گیاهی و ...) و استفاده از روش های مختلف مثل AHP (Mohammadi *et al*., 1388)، استفاده از شاخص خطر (Adab *et al*., 2011) و ... بوده است و در زمینه تعیین الگوی پراکنش نقاط آتش‌سوزی و همچنین تهیه نقشه خطر تراکم آتش‌سوزی مطالعه‌ای انجام نگرفته است. با استفاده از اطلاعات مکانی نقاط آتش‌سوزی (حاصل از گشت‌های صحرایی

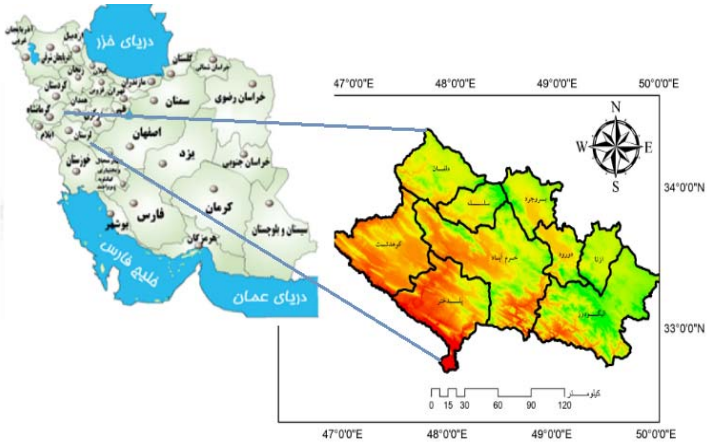
اکیپ‌های اطفاء حریق) می‌توان الگوی پراکنش نقاط آتش‌سوزی را بدست آورد. هدف از این مطالعه کمی کردن الگوی مکانی آتش‌سوزی‌های رخ داده بین سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸٦ در استان لرستان است. در واقع این مطالعه در پی یافتن پاسخ این سه سوال است که ۱) توزیع آتش‌سوزی‌های رخ داده در پوشش‌های مختلف و شرایط توپوگرافی مختلف چگونه است؟ ۲) الگوی مکانی آتش‌سوزی‌ها در سطح استان به چه صورت است؟ و ۳) چه مناطقی از استان به عنوان نقاط پر خطر از لحاظ وقوع آتش‌سوزی هستند؟ جواب به سئوالات بالا اهمیت زیادی در مدیریت آتش‌سوزی دارد.

شکل۱- نمایی از آتش‌سوزی در عرصه‌های جنگلی استان لرستان

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان لرستان مساحتی حدود ۲۸۲۹٤ کیلومتر مربع را در ناحیه جنوب‌غربی ایران به خود اختصاص داده است و از نظر جغرافیایی بین ٤٦ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳٤ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی از خط استوا قرار گرفته است (Farajzadeh *et al.*, 1389). میانگین ارتفاع استان حدود ۲۲۰۰ متر از سطح دریاست. این در حالیست که اختلاف ارتفاع بین بلندترین و پست‌ترین مناطق استان به بیش از ۳۵۰۰ متر می‌رسد. استان لرستان با میانگین بارش 450 میلی‌متر و میانگین دمای حدود 15 درجه سانتی‌گراد است.



شکل۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه

جمع‌آوری اطلاعات آتش‌سوزی

اطلاعات اولیه نقاط آتش‌سوزی از فرم‌های آتش‌سوزی موجود در اداره کل منابع طبیعی استان لرستان استخراج شد. تعیین موقعیت مکانی دقیق نقاط آتش‌سوزی با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) انجام گردید. در نهایت بانک اطلاعاتی از موقعیت مکانی (x , y) ۲۱۳ نقطه از مهمترین آتش‌سوزی رخ داده طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸٦ تهیه شد.

پوشش‌گیاهی و فیزیوگرافی

برای بررسی توزیع آتش‌سوزی در پوشش‌های مختلف از نقشه کاربری اراضی استان استفاده شد. نوع و تراکم پوشش گیاهی تأثیر زیادی بر سرعت و نحوه گسترش آتش دارد. هر چه پوشش گیاهی بیشتر باشد سرعت گسترش و شدت آتش‌سوزی بیشتر می‌شود (Jazirei, 1384). اثر فیزیوگرافی بر آتش‌سوزی از یک منطقه به منطقه دیگر متفاوت است. برای بررسی توزیع نقاط آتش‌سوزی نسبت به عوامل فیزیوگرافی از مدل رقومی ارتفاع (DEM) با اندازه پیکسل ۳۰ متر استفاده شد. ارتفاع یکی از عوامل فیزیوگرافی مهم است که در سرعت باد و احتمال وقوع آتش‌سوزی مؤثر است (Rothermel, 1991). آتش در شیب‌های کم به کندی و در شیب‌های زیاد به سرعت گسترش می‌یابد (Jaiswal *et al*., 2002). توزیع آتش با توجه به جهت‌های مختلف فرق می‌کند؛ زیرا جهت‌های مختلف از نظر دریافت نور، میزان پوشش و ظرفیت رطوبتی با هم تفاوت دارند (Saklani, 2008). برای بررسی توزیع نقاط در شیب و جهت‌های مختلف از نقشه شیب و جهت با اندازه پیکسل ۳۰ متر استفاده شد. برای طبقه‌بندی نقشه‌های موجود سعی شده است طبقه‌بندی به نحوی انجام گیرد که توزیع نقاط با توجه به عامل مورد نظر به خوبی مشخص باشد.

آنالیز آماری الگوی مکانی

ساده‌ترین مدل تئوری برای الگوی پراکنش نقاط، الگوی مکانی کاملا تصادفی (Complete spatial randomness) است (Diggle, 2003, Gatrell *et al*., 1996). برای نشان دادن ریاضی الگوی کاملاً تصادفی از توزیع پواسون استفاده می‌شود (Schabenberger & Gotway, 2005). این توزیع هیچ‌گونه ساختار مکانی ندارد و به‌عنوان فرض صفر در بررسی الگوی نقاط (point patterns) استفاده می‌شود. الگوی نقاط مشاهده شده در مقابل فرضیه الگوی کاملاً تصادفی آزمون می‌شود. اگر الگوی تصادفی رد شود باید با استفاده آنالیزهای دیگری اطلاعات بیشتری از طبیعت الگوی پراکنش نقاط بدست آورد. استفاده از

مشخصه یک توزیع احتمالی یا اندازه‌گیری به وسیله شمارش نقاط می‌تواند در تعیین الگوی تصادفی مورد استفاده قرار گیرد. آزمون آماری فرض تصادفی بودن می‌تواند به روش شمارش نقاط در یک ناحیه یا اندازه‌گیری فاصله‌ای (Distance-base measures) بر اساس موقعیت نقاط باشد. در این مطالعه با استفاده از سه روش کوادرات، نزدیکترین همسایه و K رایپلی و بسته نرم‌افزاری Past، ArcView و spss17 الگوی مکانی نقاط مشخص شده است.

۱- آنالیز به روش کوادرات (Quadrat analysis)

در این روش برای ارزیابی توزیع نقاط از مقایسه تغییر تراکم نقاط در مساحت‌های ثابت با الگوی تئوری استفاده می‌شود. برای پاسخ به این سئوال که توزیع نقاط کپه‌ای است یا از توزیع پواسون تبعیت می‌کند تراکم محاسبه شده به روش کوادرات با تراکم تئوری در الگوی پواسون مقایسه می‌شود (Wong & Lee, 2005). در این روش یک شبکه منظم (در این مطالعه یک شبکه شش ضلعی) با مساحت و فاصله ثابت بر روی داده‌های نقطه‌ای انداخته می‌شود. برای طراحی شبکه از DNR Random Tools Extension Sampling در نرم‌افزار ArcView استفاده شد. تعداد نقاط آتش‌سوزی در هر کوادرات شمارش گردیده و بر اساس تعداد نقاط شمارش شده در هر کوادرات یک الگوی پراکنش بدست می‌آید که این الگو با الگوی پراکنش تصادفی مقایسه می‌شود. در الگوی کپه‌ای شدید معمولا همه نقاط در یک یا تعداد کمی از کوادرات‌ها قرار می‌گیرد درحالی‌که در یک الگوی بسیار پراکنده ممکن است همه شبکه تعداد نقاط مشابه داشته باشند. برای بدست آوردن مساحت کوادرات‌ها از رابطه ۲A/r استفاده می‌شود که در این رابطه A مساحت منطقه مورد مطالعه و r تعداد وقوع آتش‌سوزی در توزیع مورد نظر است. برای مقایسه الگوی فراوانی نقاط مشاهده شده با توزیع پواسون از آزمون کلوموگروف اسمیرنوف در سطح احتمال ۹۵٪ استفاده شد.

۲- آنالیز روش نزدیکترین همسایه (Nearest neighbor analysis)

روش نزدیکترین همسایه مبتنی بر اندازه‌گیری فاصله تک تک نقاط تا نزدیک‌ترین همسایه‌شان است. در این روش فرض صفر این است که درختان بر اساس الگوی پواسون (به صورت تصادفی) پراکنده شده‌اند. برای آزمون فرض صفر از متوسط فاصله نقاط تا نزدیکترین همسایه‌شان استفاده می‌شود. در الگوی پواسون پراکنش فاصله نقاط برای نزدیکترین همسایه به صورت نمایی منفی با میانگین $\mu = \frac{\sqrt{A/n}}{2}$ است (Davis, 1986). شاخص R در روش نزدیکترین همسایه به صورت نسبت میانگین فاصله مشاهده شده به فاصله مورد انتظار بیان می‌شود. فاصله مورد انتظار در واقع میانگین فاصله درختان در حالت پراکنش کاملا تصادفی است. برای بررسی احتمال وجود الگوی پراکنش تصادفی از رابطه۱ استفاده می‌شود.

$$R = \frac{\bar{d}}{\mu} = \frac{2\bar{d}}{\sqrt{A/n}}$$ رابطه۱

که در این رابطه d برابر متوسط فاصله مشاهده شده بین نزدیکترین همسایه‌ها، A مساحت و n تعداد نقاط است. برای الگوی کپه‌ای 1 R، برای الگوی تصادفی 1~R، و الگوی پراکنش یکنواخت1 R است. در این روش کمیت دیگری به نام Z تعریف می‌شود که اگر مقدار آن بین ۱/۹۶+ و ۱/۹۶- باشد اختلاف معنی‌داری بین توزیع مشاهده شده و توزیع تصادفی وجود ندارد. در غیر این صورت توزیع تجمعی یا یکنواخت خواهد بود (Erfanifard *et al*., 2008).

۳- آنالیز الگوی نقاط به روش K رایپلی

مشکلی که آنالیز نزدیکترین همسایه دارد این است که نمی‌تواند بین مقیاس‌های مختلف تمایز قائل شود. الگوی نقاط ممکن است در مقیاس کوچک بسیار پراکنده (Over dispersion) باشد اما در مقیاس بزرگتر الگوی کپه‌ای داشته باشد. در آنالیز K رایپلی نقاط با افزایش فاصله از

یک نقطه مرکزی شمارش می‌شوند. این شمارش متوسط همه نقاط مرکزی است. K رایپلی در واقع متوسط تراکم نقاط بر اساس تابعی از فاصله هر نقطه است (Ripley, 1979). این روش مبتنی بر واریانس تمامی فواصل نقطه به نقطه در یک فضای دو بعدی است؛ که این نوع آنالیز می‌تواند مقیاس‌های مختلف الگوی مکانی و وجود حالت تجمعی یا یکنواختی را تشخیص دهد (Kiani *et al.*, 2011). برای الگوی پواسون منحنی به صورت افزایش یکنواخت تعداد نقاط در مقابل فاصله است. برای آزمون یکنواختی و ترسیم حدود اطمینان (Confidence Envelopes) از آزمون مونت کارلو (Monte Carlo) استفاده می‌شود. رابطه مورد استفاده برای نشان دادن تراکم نقاط به صورت رابطه۲ است.

$$k(d) = \frac{1}{An}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j\neq i} I(dij \leq d)$$ رابطه۲

که در این رابطه n تعداد نقاط، A مساحت منطقه، $\lambda = n/A$، d_{ij} فاصله بین نقاط i و j است. در مورد شاخص I اگر فاصله بین دو درخت i و j کوچکتر یا مساوی d باشد، برابر ۱ و اگر بیشتر باشد برابر صفر است (Hou *et al.*, 2004). برای مشخص کردن یکنواختی منحنی (الگوی پواسون) استفاده از تابع K (d) تصویر روشنی به ما نمی‌دهد و تحلیل این منحنی نیز کار راحتی نیست. بنابراین از شکل اصلاح شده آن یعنی L(d) استفاده می‌شود که جذر مربع K(d) است و یک خط مستقیم برای الگوی پویسون L(d)=d به ما می‌دهد.

$$l(d) = \sqrt{\frac{k(d)}{\pi}}$$ رابطه۳

در نهایت به نظر می‌رسد استفاده از تابع L(d)-d می‌تواند تصویر بهتری به ما بدهد؛ که در این تابع برای الگوی پواسون L(d)-d=۰ منحنی زیر صفر قرار می‌گیرد (Ripley, 1979).

$$l(d) - d = \sqrt{\frac{k(d)}{\pi}} - d$$ رابطه٤

٤- آنالیز به روش کرنل(Kernel density)

برآورد کننده کرنل یک روش آماری غیر پارامتریک برای برآورد احتمالی محدوده تراکم آتش‌سوزی در اکولوژی است (Seaman & Powell, 1996 ; Tufto *et al.*,1996 ; Worton,1989). از این روش برای بدست آوردن نقشه روشنی از تراکم نقاط در یک فضای دو بعدی استفاده می‌شود. همچنین این تکنیک برای نشان دادن الگوی مکانی رخداد آتش‌سوزی در سطح اکوسیستم بسیار مفید است (Seaman & Powell, 1996). در این مطالعه برای تعیین مناطقی که آتش‌سوزی در آنها زیاد به وقوع می‌پیوندد (Hotspot) از این روش در نرم‌افزار ArcGIS 9.3 استفاده شده است. در این روش با استفاده از یک تابع مشخص محدوده‌ای در اطراف هر نقطه مشخص می‌شود که این محدوده با فاصله گرفتن از آن نقطه باریک‌تر (کم رنگ‌تر) می‌شود. محدوده نزدیک به نقطه آتش‌سوزی شده دارای بیشترین خطر و هر چه از نقطه مورد نظر فاصله بگیرم خطر وقوع آتش‌سوزی کمتر می‌شود. تابع مورد استفاده در این مطالعه تابع Gaussian است؛ این تابع نسبت به توابع دیگر خروجی بهتری دارد (Hammer, 2009). که با رابطه۵ و ٦ نشان داده شده است. میزان شعاع در روش کرنل(r) با توجه به تراکم نقاط تعیین می‌شود.

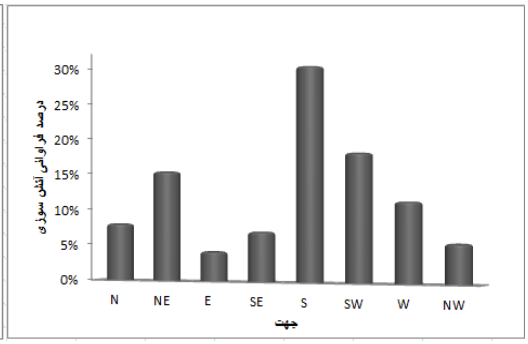
$$di = \sqrt{(x - xi)^2 + (y - yi)^2}$$ رابطه۵

$$f(x,y) - \frac{1}{\pi r^2}\sum_{i} exp\left(-\frac{di^2}{2r^2}\right)$$ رابطه٦

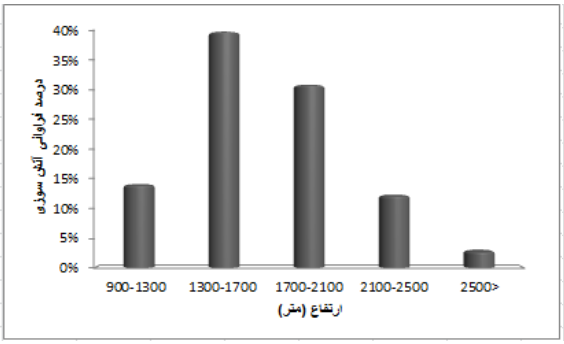
نتایج

از ۲۱۳ نقطه مورد مطالعه در ۲۰۱ نقطه علت آتش‌سوزی

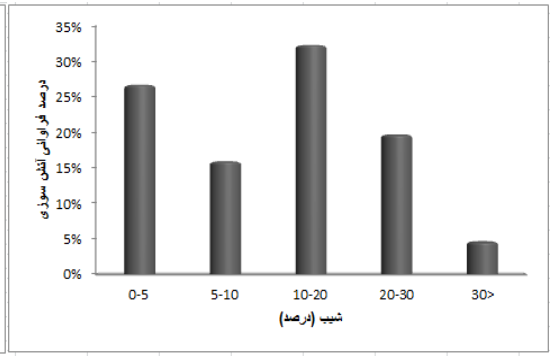
عامل انسانی (عمدی یا سهوی) و بقیه نقاط نامعلوم گزارش شده است. نتایج حاصل از بررسی توزیع نقاط آتش‌سوزی نشان داد که بیشترین درصد وقوع آتش‌سوزی در طبقه ارتفاعی بین ۱۳۰۰–۱۷۰۰ متر از سطح دریا، جهت‌های جنوب و جنوب غربی، شیب‌های ۲۰–۱۰ درصد و کاربریهای جنگل و مرتع با تاج پوشش متوسط روی داده است (شکل‌های ۳ تا ٦).



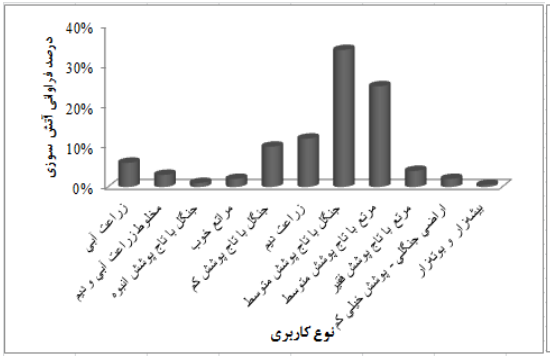
شکل۳– توزیع فراوانی آتش‌سوزی در جهت‌های مختلف



شکل٤– توزیع فراوانی آتش‌سوزی در طبقات ارتفاعی



شکل۵– توزیع فراوانی آتش‌سوزی در طبقات شیب

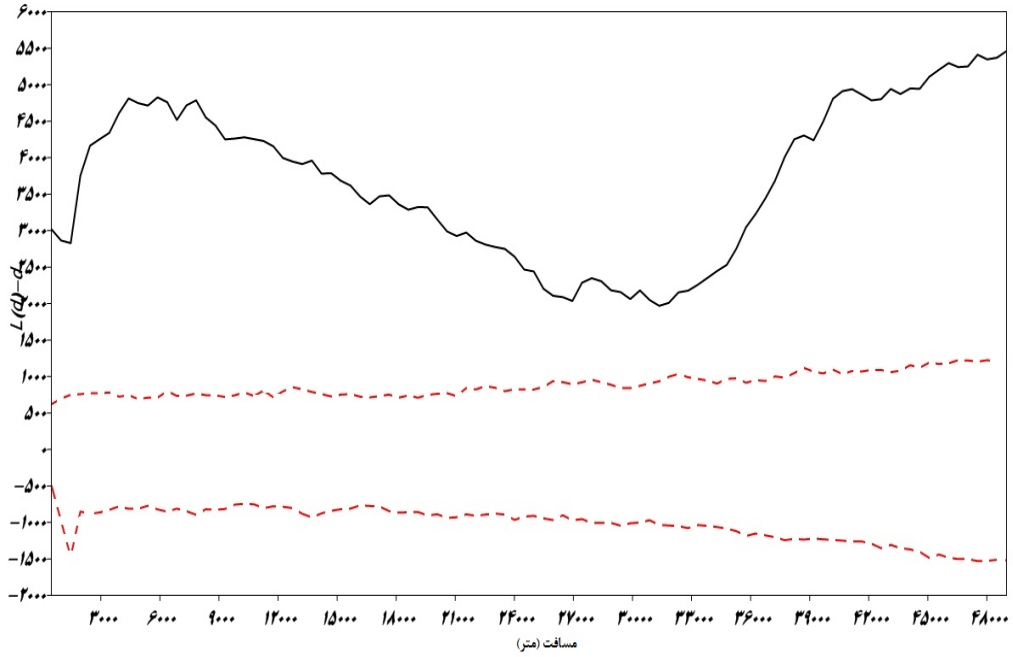


شکل٦– توزیع فراوانی آتش‌سوزی در کاربریهای مختلف

نتایج آنالیز به روش کوادرات و استفاده از آزمون معنی‌داری برای مقایسه توزیع نقاط مشاهده شده با توزیع تصادفی پیشنهادی آماره K-S که مقدار آن ۰.۲۲ است؛ نشان می‌دهد که این ارزش نسبت به سطح احتمال مورد بررسی (۰.۰٦۲ در سطح احتمال α=۰.۰۵) خیلی بیشتر است و با توجه به اینکه بیشتر کوادرات‌ها بدون آتش‌سوزی بودند توزیع نقاط آتش‌سوزی با این روش نشان‌دهنده وجود الگوی پراکنش کپه‌ای نسبی است. نتایج روش نزدیکترین همسایه با توجه به آماره Z نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین توزیع مشاهده شده و تصادفی وجود دارد و آماره R وجود الگوی پراکنش کپه‌ای را تأیید می‌کند (جدول۱). با توجه به شکل ۷، روش K رایپلی وجود الگوی کپه‌ای را نشان می‌دهد؛ به‌طوری‌که تا مسافت ۹ کیلومتر الگوی کپه‌ای افزایش یافته و از این مسافت تا ۳۰ کیلومتری الگوی پراکنش به سمت کپه‌ای نسبی و از آن به بعد میزان کپه‌ای شدن افزوده می‌شود.

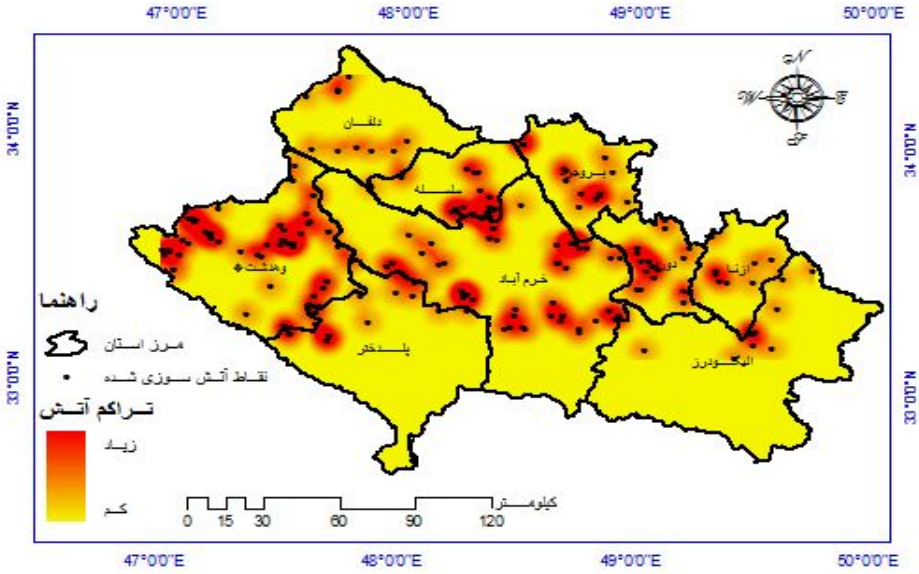
جدول۱– نتایج روش نزدیکترین همسایه

Nearest neighbors	
Mean distance	3209.4
Z value	-6.774
R value	0.68702



شکل۷- نمودار توزیع نقاط به روش K رایپلی به همراه حدود مونت کارلو (محدوده خط‌چین)

نقشه شکل ۸ نقشه کلی از خطر تراکم آتش‌سوزی در سطح استان است که با توجه به این شکل می‌توان به مناطق با خطر زیاد آتش را مشخص کرد.



شکل۸ – نقشه تراکم آتش‌سوزی تهیه شده با روش کرنل

بحث

تهیه بانک اطلاعاتی جامع و کاملی از رخداد آتش‌سوزی یکی از ضروریات برنامه‌ریزی برای کنترل و مبارزه با آتش‌سوزیهای رخ داده در سطح عرصه‌های طبیعی است. با توجه به حساسیت جنگل‌های ناحیه زاگرس و افزایش بحران‌های گریبانگیر این جنگل‌ها مانند خشکیدگی بلوط، توجه به اهمیت آتش به‌عنوان یک عامل دائمی تخریب در کنار سایر عوامل بسیار مهم به نظر می‌رسد. درحالی‌که بیشتر اهمیت آتش‌سوزی مربوط به برنامه‌ریزی برای کنترل و مبارزه با آتش در مقیاس‌های زمانی و مکانی است (Burgan *et al*., 1998). به دلیل نبود بانک اطلاعاتی جامع و کاملی از رویداد آتش‌سوزی در عرصه‌های طبیعی کشور مطالعه‌ای در مورد الگوی مکانی آتش‌سوزی انجام نشده است. هدف اصلی از بررسی الگوی مکانی آتش‌سوزی مشخص کردن مناطقی است که دارای خطر زیاد از نظر رخداد آتش‌سوزی هستند. شناخت الگوی مکانی آتش‌سوزی می‌تواند در مدیریت آتش نقش مؤثری داشته باشد. هدف از این مطالعه بررسی توزیع فراوانی آتش‌سوزیهای رخ داده در استان لرستان با توجه به عوامل طبیعی شامل فیزیوگرافی و پوشش گیاهی به‌عنوان عوامل اصلی در شروع و گسترش آتش‌سوزی و تعیین الگوی پراکنش و مناطق پرخطر بود. در این مطالعه ۹٤ درصد از آتش‌سوزیهای رخ داده عامل انسانی داشته است؛ به‌نحوی‌که تأثیر عوامل انسانی را می‌توان به مشکلات اقتصادی و اجتماعی گریبانگیر عرصه‌های طبیعی ناحیه زاگرس مثل وابستگی شدید مردم به عرصه‌های طبیعی، افزایش جمعیت (Fattahi *et al*., 1999) و دیگر مسائل اقتصادی و اجتماعی ربط داد. بیشترین وقوع آتش‌سوزی در جهت‌های جنوبی و جنوب غربی و شیب و ارتفاع‌های پایین مشاهده شده است که با تحقیقات انجام شده در مناطق دیگر همانند (Dong *et al*., 2005) و (Jaiswal *et al*., 2002) همخوانی دارد. وقوع بیشترین آتش‌سوزی در دامنه‌ی ارتفاعی (۱۷۰۰–۱۳۰۰ متر) و شیب‌های پایین (کمتر از ۲۰ درصد) می‌تواند به دلایلی مثل وجود فعالیت انسانی بیشتر در این نواحی و وجود بیشترین مساحت استان در این دامنه ارتفاعی و شیب باشد. در مورد کاربریهای مختلف بیشترین آتش‌سوزی در سطح جنگل و مرتع با تاج پوشش متوسط بوده که بیشترین مساحت اراضی طبیعی استان را تشکیل می‌دهند. با توجه به نتایج بدست‌آمده اغلب این آتش‌سوزی‌ها عامل انسانی داشته، ازجمله این عوامل انسانی می‌توان به وجود چوپانان، عشایر، جنگل‌نشینانی که قصد تصرف زمین‌های جنگلی را دارند، سهل‌انگاری‌هایی روی داده هنگام تفریح و تفرج، آتش‌سوزیهای رخ داده توسط نیروهای نظامی و ... اشاره کرد. پیش فرض الگوی کاملا تصادفی وجود همگنی (Homogeneity) در محیط است؛ درحالی‌که دو حالت یکنواختی یا کپه‌ای نشان‌دهنده وجود ناهمگنی (Hetrogeneity) در محیط است (در واقع هر چه الگوی پراکنش به سمت کپه‌ای شدن نزدیک شود نشان‌دهنده وجود ناهمگنی بیشتر در طبیعت است) (Ludwig & Reynolds, 1988). استفاده از سه روش مورد استفاده وجود الگوی کپه‌ای را تأیید می‌کند که با توجه به ناهمگنی زیادی (تفاوت در نوع و تراکم پوشش، عوامل انسانی، عوامل اقلیمی و ...) که در عوامل مؤثر بر آتش در قسمت‌های مختلف استان وجود دارد به راحتی قابل توجیه است. با توجه به این که آنالیز الگوی نقاط به روش K رایپلی شامل همه نقاط و فاصله تمام نقاط است و اینکه دقت این روش برای مشخص کردن الگوی کپه‌ای در سطح مقیاس‌های جغرافیایی بیشتر است (Wong & Lee, 2005). برای تعیین الگوی مکانی این روش نسبت به دو روش دیگر مورد استفاده می‌تواند تصویر بهتری از الگوی مکانی نقاط به ما نشان دهد (شکل7). نتایج این مطالعه قابلیت استفاده از تکنیک‌های مکانی در ارزیابی و کنترل محیطی را به خوبی نشان می‌دهد. نقشه خطر تراکم آتش‌سوزی نمایش کلی از خطر آتش است و برای مدیران

و برنامه‌ریزان عرصه‌های طبیعی به‌عنوان یک نقشه اولیه (برای مشخص کردن نقاط خطر) مورد استفاده قرار می‌گیرد، با مشخص شدن مناطق پرخطر مدیران این مناطق را در اولویت کاری خود قرار داده و برای هر منطقه با توجه به وضعیت هر منطقه راهکاری برای کنترل و کاهش خطر ارائه می‌دهند. آنالیز روش کرنل تراکم نقاط آتش‌سوزی را به سطح تبدیل می‌کند و نقشه سریعی (Rapid map) از قابلیت مناطق مسنعد به ما می‌دهد. در رابطه با مفهوم نقشه سریع منظور این است که برای پهنه‌بندی خطر تراکم آتش فقط از فراوانی نقاط آتش‌سوزی استفاده شده، در واقع از حداقل اطلاعات برای مشخص کردن مناطقی که بیشترین خطر را (از نظر فراوانی وقوع) دارند استفاده شد؛ در نقشه‌های پهنه‌بندی خطر معمول از ترکیب عوامل مختلف مؤثر در وقوع و گسترش آتش استفاده می‌شود که این عوامل باید وزن‌دهی شوند و در نهایت برای تهیه نقشه خطر آتش‌سوزی با هم ترکیب شوند. نقشه خطر تولید شده در این مطالعه فقط یک نمای کلی از مناطق پرخطر را نمایش می‌دهد و برای این که با حدقل اطلاعات موجود؛ از مناطق پرخطر آگاهی یابیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. در پایان پیشنهاد می‌شود بانک اطلاعاتی و مکانی جامعی از رخداد آتش‌سوزی در سطح عرصه‌های طبیعی کشور تهیه شود تا زمینه تحقیق و مطالعه بیشتر فرایند آتش در عرصه‌های طبیعی فراهم شود. همان‌گونه‌که از نتایج بررسی‌های آتش‌سوزیهای ۵ سال اخیر مشخص شده است بیشتر آتش‌سوزیهای رخ داده در سطح استان منشأ غیرطبیعی (عامل انسانی به صورت مستقیم یا غیرمستقیم) داشته، و واکاوی فراوانی آتش‌سوزی با عوامل اقتصادی و اجتماعی همانند تراکم جمعیت، میزان سواد، درآمد و ... می‌تواند با مشخص کردن عوامل مؤثر در وقوع آتش‌سوزی به‌عنوان یک راهبرد مدیریتی مؤثر در برنامه‌ریزی برای کنترل آتش مورد استفاده قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

References

- Adab, H., Kanniah, D. and Solaimani, K., 2011. GIS-based Probability Assessment of Fire Risk in Grassland and Forested Landscapes of Golestan Province, Iran, International Conference on Environmental and Computer Science, IPCBEE vol.19(2011): 170-175, IACSIT Press, Singapore.
- Burgan, R. E., Klaver, R. W. and Klaver, J. M., 1998. Fuel models and fire potential from satellite and surface observations. International Journal of Wildland Fire, 8(3): 159–170.
- Christensen, P and Abbott, I., 1989. Impact of fire in the eucalypt forest ecosystem of southern Western Australia: A critical review. Australian Forestry, 52: 103–121.
- Chuvieco, E. and Salas, J., 1996. Mapping the spatial distribution of forest fire danger using GIS. International Journal of Geographic Information Systems, 10: 333–345.
- Davis, J.C., 1986. Statistics and data analysis in geology. John Wiley & Sons, 656 p.
- Diggle, P., 2003. Statistical analysis of spatial point patterns. Oxford University Press Inc., New York, 8 p
- Dong, X., Min, D., Guo-fan, SH., Lei, T. and Hui, W., 2005. Forest fire risk zone mapping from satellite images and GIS for Baihe Forestry Bureau, Jilin, China. Journal of Forestry Research, 16(3): 169-174.
- Ebrahimi Rostaqi, M., 2002. Forests of Iran (sub-humid and semi-arid forests), Kimiaye Sabz Publication, Forest Deputy, Forests, Rangelands and Watershed Management Organization of Islamic Republic of Iran: 37-41.
- Erfanifard, Y., Feghhi, J., Zobeiri, M. and Namiranian, M., 2008. Comparison of two distance methods for forest spatial analysis (case study: Zagros forests of Iran). Journal of Applied Sciences, 8(1): 152-157.
- FarajZadeh, M. and Purnasir, F., 2010. Feasibility of rice cultivation in the province of Lorestan of Iran, using GIS, Journal of Application of GIS. RS in planning, 1: 41-51.
- Fattahi, M., Ansari, N., Abbasi, H. and Khan Hasani, M., 1999**.** Zagros forest management. Research Institute of Forests and Rangelands, Publication NO. 240, 471 p.
- Fearnside, P. M., 2005. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates, and consequences Conservation Biology, 19(3): 680-688.
- Gatrell, A. C., Bailey, T. C., Diggle, P. J. and Rowlingson, B. S., 1996. Spatial point pattern analysis and its application in geographical epidemiology. *Transactions of the Institute of British Geographers,* New Series, 21(1): 256-274.
- Goldammer, J. G. and Price, C., 1998. Potential impacts of climate change on fire regimes in the tropics based on MAGICC and a GISS GCM-

using GIS and AHP in a part of Paveh forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(4): 569-586.
- Pew, 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.
- Ripley, B.D., 1979. Tests of 'randomness' for spatial point patterns. Journal of the Royal Statistical Society B, 41(3): 368-374.
- Rothermel, R. C., 1991. Predicting behavior and size of crown fires in the northern Rocky Mountains. USDA Forest Service, Intermountain Research Station, Research Paper INT-438, 46p.
- Schabenberger, O. and Gotway, C. A., 2005. Statistical methods for spatial data analysis. Chapman & Hall / CRC Press, 562 p.
- Seaman, D. E. and Powell, R. A., 1996. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. Ecology, 77: 2075-2085.
- Sepahvand, K., 2010. Investigation on fire trend of natural resources of Lorestan Province of Iran. Proceedings of First International Symposium on Fire of Natural Resources, University of Gorgan, Gorgan, I.R. Iran, 8 p.
Saklani, P., 2008. Forest Fire Risk Zonation A case study, INDIA. Master thesis,71PP. Pauri Garhwal, Uttarakhand.
- Stamatellos, G. and panourgias, G., 2005. Simulating spatial distribution of forest trees by using data from fixed area plots. Forestry, 78(3): 305-312.
- Stolle, F., Chomitz, K. M., Lambin, E. F. and Tomich, T. P., 2003. Land use and vegetation fires in Jambi Province, Sumatra, Indonesia. Forest Ecology and Management, 179: 277–292.
- Tufto, J., Andersen, R.. and Linnell, J., 1996. Habitat use and ecological correlates of home range size in a small cervid: the roe deer. Journal of Animal Ecology, 65: 715-724.
- Vazquez, A. and Moreno, J. M., 2001. Spatial distribution of forest fires in Sierra de Credos (Central Spain). Forest Ecology and Management, 147: 55–65.
- Wong, D. W. S. and Lee, J., 2005. Statistical analysis of geographic information with Arcview GIS and ArcGIS. New York: Wiley.
- Worton, B. J., 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. Ecology, 70: 164-168.

derived lightning model. Climate Change, 39: 273–296.
- Hammer, Q., 2009. New methods for the statistical detection of point alignments. Computers & Geosciences, 35: 659-666.
- Hou, J.H., Mi, X.C., Liu, C.R. and Ma, K.P., 2004. Spatial patterns and associations in a *Quercus-Betula* forest in northern China. Journal of Vegetation Science, 15: 407-414.
- 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: 1–10.
- Jayaraman, k., 1999. A statistical manual for forestry research. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, 231 p.
- Jazirehai, M.H., 2005. Forest Conservation, Tehran University Press, 230 p.
- De la Riva, J., Pe´rez-Cabello, F., Lana-Renault, N. and Koutsias, N., 2004. Mapping wildfire occurrence at regional scale. Remote Sensing of Environment, 92(3): 363–369.
- Kayani, B., Tabari, M.., Hosseini, M.. and Parizi, M.., 2011. The use of nearest neighbor, mean squar and Rayply's K-function methods to determine spatial pattern of saxaul (*Haloxylon ammodenderon* C.A. Mey in Siahkooh protected area, Yazd province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(3): 356-369.
- Vadrevu, K.P., Badarinath, K.V. and Anuradha, E., 2008. Spatial patterns in vegetation fires in the Indian region. Environmental Monitoring and Assessment 147(1-3): 1–13.
- Leblon, B., Kasischke, E., Alexander, M., Doyle, M.. and Abbott, M.., 2002. Fire danger monitoring using ERS-1 SAR images in the case of Northern Boreal Forests. Natural Hazards, 27: 231–255.
- Leone, V., Koutsias, N., Martinez, J., Vega-Garcia, C. and Allgower, B., 2003. The human factor in fire danger assessment. In: E. Chuvieco (Ed.), Wildland fire danger estimation and mapping. The role of remote sensing data: 143–196, New Jersey, World Scientific.
- Ludwig, J. A. and Reynolds, J. F., 1988. Statistical ecology. A primer on methods and computing. John Wiley and Sons, New York, 201 p.
- Mohammadi, F., Shabanian, N., Pourhashemi, M., and Fatehi, P., 2010. Risk zone mapping of forest fire

Spatial pattern and mapping fire risk occurrence at natural lands of Lorestan province

Soodabeh Garavand [1], Nabiollah Yaralli [*2] and Hamdolla Sadeghi[3]

1- MSc Student, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord city, I.R. Iran. Email: Soodabeh.garavand90@gmail.com.

2- *- Corresponding author, Assistant Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord city, I.R. Iran. Email: Nabiollah.yarali@nres.sku.ac.ir

3- MSc Student, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord city, I.R. Iran. Email: sadeghihamdolla@gmail.com

Received: 20.11.2012 Accepted: 05.04.2013

Abstract

Quantification of wild fire characteristics is believed to be the main purpose of spotting fire spatial distribution. In the current study, we detected distribution pattern of all main fire events in the natural areas of Lorestan province over past six years. To do that, physiographic factors as well as applied features were come into consideration. Quadrat Analysis, Nearest Neighbor Analysis and Ripley's K function were applied for distribution allocation of fire spots and Kernel Estimation was used to outline areas with high fire risk. The highest fire frequencies were detected on the southern and south-western aspects with 1300-1700 meter above sea level elevation, and on 10-20% slopes. Forests with average coverage (36%) and rangelands with average coverage (25%) were affected most by the wild fires. All three distribution analysis methods (best elucidated by Ripley's K function at different map scales), showed a clumped pattern for fire spreading behavior in the province. Finally, based on Kernel Estimation function, a fire hazard map was produced, which would be a proper guide in natural area management.

Key words: fire, spatial distribution pattern, risk map, Lorestan**.**