تحلیل ساختار فضایی مکان های مستعد وقوع حوادث در سطح شهر با استفاده از قابلیت های نرم افزارArc GIS

صابر کاس کوزانی[۱]، مهسا یوسفی نیای نهزمی[۲]، هادی اسکندری عین الدین[۳]*، حسین واحدی[۴]

۱- کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

۲- کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

۳- دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، کارشناس طرح های هادی شهری و روستایی.

۴-دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

ایمیل نویسنده مسئول: hadi.eskandari@gmail.com۷۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۱

چکیده

از زمان‌های گذشته حوادث آتش‌سوزی مشکل اصلی مدیریت شهری و توسعه پایدار شهری بوده است. علاوه بر عوامل انسانی و اجتماعی، وقوع آتش‌سوزی‌ها تا حد زیادی تحت تأثیر محیط فیزیکی شهری است. تحقیق حاضر به لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ ماهیت توصیفی- تحلیلی می‌باشد. اطلاعات موجود حوادث آتش سوزی(طی دوره پنج‌ساله ۱۳۹۶-۱۴۰۰) با استفاده از تحلیل‌های مکانی موجود درGIS ، ازنظر زمانی- فضایی، تحلیل‌شدند. سپس با استفاده از تحلیل فضایی لکه های داغ الگوی توزیع فضایی حوادث آتش سوزی در سطح شهر اردبیل مشخص شد. همچنین از تکنیک تخمین تراکم کرنل (KDE) جهت تحلیل مقادیر زیاد یا پایین حوادث آتش سوزی در سطح شهر اردبیل استفاده شده است. طبق نتایج حاصل از پژوهش شدت تراکم حوادث در بخش‌های مرکزی و لکه‌هایی از حاشیه شهر بیشتر است.حدود (۴۰٪) از مساحت شهر در نواحی با خطر آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد قرار دارند. میزان آسیب‌پذیری در بخش مرکزی شهر و محله‌هایی که شرایط نامناسب اقتصادی-اجتماعی و محیطی دارند، بالا است.

کلمات کلیدی : تحلیل‌فضایی، مدیریت شهری،خطرآتش‌سوزی، GIS

۱- مقدمه

بلایا و مخاطرات محیطی از دیرباز بعنوان مخربترین عوامل آسیب رسان به انسان، جامعه و زیست گاهش مطرح بوده(Schneider, ۲۰۱۹). همانطور که جمعیت در طول صدسال اخیر به شدت رشد یافته است مخاطرات محیطی نیز شدت یافته است. چنان چه امروزه جهان با افزایش بی سابقه‌ای در شمار بلایا روبه رو است (Romanello et al. ۲۰۲۱). مخاطرات محیطی خود شامل مخاطرات طبیعی و انسانی است (Ben et al. ۲۰۱۹). چنانچه بیشتر مخاطرات قرن ۲۱ نیز مخاطرات ناشی از دخالت نامطلوب انسان است (Morganstein & Ursano, ۲۰۲۰). به گفته صلیب سرخ، در ۱۰ سال گذشته دو میلیارد انسان مستقیماً در دام فجایع محیطی گرفتار آمده‌اند(Imbach et al. ۲۰۱۷). منطقه آسیا، حادثه‌خیزترین منطقه جهان است(Lai, ۲۰۱۳). مطالعات دانشمندان و شواهد موجود نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی کره زمین، توسعه صنایع و در نتیجه افزایش آلاینده‌های زیست محیطی، نابود کردن پوشش گیاهی توسط انسان، رشد جمعیت، توسعه شهرنشینی، گسترش فقر و حاشیه نشینی و عدم توانایی اقشار آسیب‌پذیر برای فرار از این چرخه معیوب، سبب افزایش آسیب‌پذیری در برابر انواع مخاطرات شده که نتیجه این امر افزایش در میزان وقوع سوانح و بلایا است. این بلایای مکرر موجی از آسیب‌پذیری‌ها را در فرآیندهای اجتماعی، اقتصادی و سیاسی ایجاد می‌کند(Guha-Sapir, ۲۰۱۹).

امروزه یکی از مهم‌ترین و زیان‌بارترین بلایای محیطی در جهان آتش‌سوزی و گسترش آن هست. آتش‌سوزی‌ها سالانه بیش از ۳۰۰۰۰۰ مرگ و میر را به همراه دارند و چهارمین علت بزرگ مرگ و میر در سطح جهان (پس از تصادفات جاده‌ای، سقوط و غرق شدن) هستند(Twigg et al, ۲۰۱۷). خطر آتش‌سوزی به شدت با مناطق شهری شلوغ که در جهان شهری به سرعت در حال رشد هستند؛ مرتبط است(Xin & Huang, ۲۰۱۳). آتش‌سوزی در شهرهای بزرگ به دلیل تراکم بالای جمعیت و ارزش اقتصادی بالا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Moshashaei & Alizadeh, ۲۰۱۷). لذا با توجه به اهمیت عمیق آتش‌سوزی شهری در زندگی اجتماعی، سیاسی و اقتصادی موضوع مدیریت بحران آتش‌سوزی آشکار می‌گردد(Yagoub & Jalil, ۲۰۱٤).

- **مبانی نظری**

ایران مانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه که به سرعت در حال توسعه شهری است، شدیداً در برابر حوادث آسیب‌پذیر است. افزون بر دو سانحه عمده و ویرانگر (زلزله و سیل -خشکسالی)، آتش‌سوزی‌های وسیع، در مناطق شهری نیز هر ساله در بخشی از مناطق کشور حادث می‌شود که ضمن ایجاد خلل در زندگی شهروندان، روند برنامه‌ریزی و تحقق برنامه‌های توسعه پایدار را دچار کندی و مشکل می‌نماید. در ایران از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۷ به‌طور میانگین ۲۰۰۰۰ مورد آتش‌سوزی در شهرهای بزرگ و متوسط ایران گزارش شده است. برای مثال در سال ۲۰۱۷ ساختمانِ ۱۷ طبقه تجاریِ پلاسکو در بخش مرکزی تهران بر اثر آتش‌سوزی فرو ریخت وتعداد ۲۵ نفر کشته و ۲۳۵ نفر مجروح شدند و میلیون‌ها دلار خسارت به کسبه وارد شد(Belasri, ۲۰۲۱). هنوز در بسیاری از شهرهای ایران به دلایل مختلف از جمله قدیمی بودن ساختمان‌ها، خطر وقوع آتش‌سوزی، باقی

است(Kaleji & Murthy, ۲۰۱۱). شـهر اردبیـل، یکـی از شهرهای متوسط کشورایران درحال حاضر با توجه به تـراکم جمعیتـی، فشردگی کالبدی و ساختار فضایی قدیمی شهر، محدودیت دسترسـی و تعداد محدود ایستگاه‌های آتش‌نشانی همچنان با افزایش خطرات ناشی از آتش‌سوزی و خدمات‌رسـانی در مواقـع آتش‌سـوزی بـا چالش‌هـای زیادی همراه است. در این شهر تاریخی از سـال ۲۰۲۰-۲۰۱۵ سـالانه به طور میانگین ۳۰۰ مورد آتش‌سوزی ساختمانی در آن گـزارش شـده است.

آتش و آتش سوزی

کشف آتش موضوع مهمی بوده است که در پیشرفت تمدن بشر نقـش مؤثری بازی کرده است، پس ازاینکه بشر توانست آتش را مهـار کـرده وبه کار برد،از آن استفاده‌های بیشماری نموده است.بوسیله البته معلـوم نیست اولین دفعه چگونه آتش تهیـه شده‌اسـت وحـدس زده می‌شـود، آتش های اولیه طبیعت ایجاد شده باشد(باقری و همکاران.۱۳۹۵)، مثلا بوسیله رعد وبرق ویا مواد مذابی که از آتش فشـان‌ها خـارج شـده یـا اینکه اشعه‌سوزان آفتاب برگ‌ها وگیاه‌های خشک را سوزانده اسـت ودر وهله اول مسلما بشر از آتش ترسیده است، زیرا باعث سوختن درخت‌ها وجنگل‌ها می‌شده است وبه بدن او صدمه می‌رسانیده است، همین امرو از روی ترس بوده که مدتی انسـانها، آتـش را می‌پرسـتیدند ،بعـدا کـه بتدریج توانسته‌ند از آتش برای گرم‌کردن ویا پختن غذا استفاده نمایند، ترسشان کمتر شده است. آتش خدمت بزرگی به بشر کرده اسـت،تهیه غذا،پوشاک،ایجاد وسائل ساختمانی،حمل ونقل،ضدعفونی کردن اشـیاء وکشتن میکروب‌ها واکثـر مصـنوعات بشـری مـدیون پیـدایش آتـش هستند. ولی باید متذکر شدبرای استفاده مفید از آتـش بایـد آنـرا مهـار کرد. زیرا همان‌قدرکه می‌تواند خادم بشر باشد،اگر مهار نشـودبزرگترین وسیله مخرب ونابودی است،همه می‌دانیم کـه اگـر کبریتـی را روشـن نمائیم وبه قطعه‌ای کاغذ برسانیم، فورا آتـش می‌گیـرد و مقـداری دود وخاکستر بعد از سوختن از خود به جای می‌گذارد. درست است که بشر از هزاران سال قبل به وجودآتش پی برده بود واز آن اسـتفاده می‌کـرد (Mullerova, ۲۰۱۸).

آتش‌سوزی و اثرات اقتصادی آن

تاریخ تمدن بشر از یکسو گواه نقش تعیین‌کننده آتش در پیشرفت انسـان است و از سویی دیگر بـه نقـش آن در هلاکت انسان و از بین بردن مایل که آن اشاره می‌کند. آتش‌سوزی‌های مهیب لندن در سال ۱۶۶۶، قسـطنطنیه در سال ۱۷۰۵،مسـکو در سـال ۱۷۵۶،نیویـورک ۱۸۳۵ ،هنگکنـگ ۱۸۶۷ ،شـیکاگو ۱۸۷۱،حریق گسترده توکیو در اثـر زلزله دهه‌های اولیـــه قـرن نوزدهم، آتش‌سـوزی دهلی در اواسط همان قـرن، آتش‌سـوزی اوکلنـد کالیفرنیا ۱۹۸۰ و آتش‌سـوزی وسیع لس‌آنجلس ۱۹۹۲ ازجمله حریق‌های گسـترده هسـتند کـه همگی بخش بسـیاری از سـرمایه و تـلاش و فرهنـگ بشـر را بـه همـراه خـود نابـود کرده‌انـد. بـرای نمونـه، حریق لدن در سپتامبر ۱۶۶۶ طی سه شبانه‌روز، ۴۰۰ کوچه و خیابان، ۲۰۰.۱۳ ساختمان، ۹۲ کلیسـا، ۵۲ انبـار بـزرگ، تعداد زیادی بیمارستان، کتابخانه و ساختمان‌های دولتی و چندیـن دروازه پل را از بین برد و خسارتی بیـش از ۱۱ میلیون لیره استرلینگ برجای گذاشـت. لندن از جمعیـت خالی شد و سراسر شهری که پایتخت جهانی محســوب می‌شد پوشیده از آثار به‌جـای مانـده از آتـش گردیـد(اصلانی و حبیبی: ۱۳۹۶).

کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در مدیریت بحران آتش‌سوزی شهری

سیستم اطلاعات جغرافیایی در تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به آتش‌سوزی‌های شهری در زمان کنونی استفاده می‌شود زیرا توانایی تجزیه و تحلیل حجم داده‌های فشرده را دارد و در پاسخ به پرس و جوهای فضایی بسیار موثر است. اساساً برای بیش از یک دهه، سیستم اطلاعات جغرافیایی به ادارات آتش‌نشانی در کاهش خطر، افزایش کارایی و بهبود نتایج کمک کرده است. درحال‌حاضر، تیم مدیریت آتش‌نشانی و متخصصان فناوری اطلاعات درحال ابداع روش‌های مدرن و خلاقانه برای به‌کارگیری این فناوری جدید برای رفع نیازهای روزافزون خدمات آتش‌نشانی هستند(فرنام: ۱۳۹۹). سیستم اطلاعات جغرافیایی یک سیستم مدیریت اطلاعات قدرتمند است که دارای توانایی‌های منحصر به فردی برای جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و تجسم اطلاعات بر اساس مکان است (ESRI, ۲۰۱۸). سیستم اطلاعات جغرافیایی از برنامه‌ریزی، آمادگی، کاهش، واکنش و مدیریت حوادث پشتیبانی می‌کند و قابلیت نقشه‌ها – نقشه‌های هوشمند و تعاملی – با دسترسی به انواع اطلاعات، تجزیه و تحلیل و داده‌ها را افزایش می‌دهد.

با وقوع یک حادثه آتش‌سوزی، هرگونه تاخیر در پاسخگویی توسط شرکت‌های آتش‌نشانی می‌تواند بین نجات ساکنان و اموال در مقابل آسیب جدی یا مرگ و آسیب به کالا تفاوت ایجاد کند. همانطور که سیستم اطلاعات جغرافیایی به کاهش زمان بحرانی کمک می‌کند، پرسنل آتش‌نشانی را نیز از طریق ارزیابی خطرات، تجزیه و تحلیل تقاضای خدمات، و استقرار منابع. توانمند می‌کند(صادقی: ۱۳۹۵).

- **پیشینه پژوهش**

آگبولا و فالولا [۱] ۲۰۲۱ در مقاله‌ای در شهر آیبادان [۲] در جنوب غربـی نیجریه با اسـتفاده از تکنیک‌هـای توصـیفی، اسـتنباطی و پیش‌بینـی و سابقه آتش‌سوزی ۱۲ ساله، وقوع آتش‌سـوزی و ارتبـاط آن بـا فصـول، رویدادهای تقویم و شرایط آب و هوایی را بررسی می‌کنند. نتـایج نشـان می‌دهد که احتمال وقوع حوادث ناشی از آتش‌سوزی در پنج سال آینـده افزایش می‌یابد. بیشترین آتش‌سـوزی‌ها در فصـول جشـن و تعطـیلات مدرسه اتفاق می‌افتد. همچنین بین متوسط شرایط آب و هوایی و تعـداد موارد آتش‌سوزی تفـاوت معنـی‌داری وجـود دارد. توزیـع انـواع حـوادث آتش‌سوزی ازنظر مکانی در مناطق مختلف شهری توزیـع متفـاوت دارد اما دراین بین آتش‌سوزی مسکونی با میـانگین(۷۱.۷) درصـد در هسـته شهر متمرکزشده‌اند. اما تفاوت فصلی ضعیفی را نشان می‌دهند.سینک و همکاران ۲۰۲۱ [۳] در مقاله‌ای در شـهر نـاگپور [۴] در ایالـت مهاراشـترا در کشور هند با استفاده از تکنیک‌هـای آمـار فضـایی [۵] بـه تجزیـه‌وتحلیل زمانی-مکـانی آتش‌سـوزی بـرای یـک دهـه از سـال ۲۰۱۱ تـا ۲۰۲۰

[۱]- Agbola and Falola
[۲] - Ibadan
[۳]- Sing et al
[۴] - Nagpur
[۵] - Spatial statistics techniques

پرداختند. نتایج نشان می‌دهد مناطق مرکزی بالاترین تجمع آتش‌سوزی را به خود اختصاص داده‌اند و توزیع مکانی آتش‌سوزی بیشتر در مناطق تجاری و متعاقب آن مسکونی و صنعتی اتفاق می‌افتد که علت اصلی آتش‌سوزی‌ها اغلب اتصال کوتاه برق و نشت سیلندر گاز و به دنبال آن ناشناخته هست. همچنین توزیع زمانی نشان می‌دهد که حداکثر وقوع آتش‌سوزی در بعدازظهرهای پنجشنبه در ساعات گرم ظهر تا ۵ بعدازظهر و ساعات بیداری فعالیت‌های انسانی تا ساعت ۱۰ شب رخ می‌دهد شاما و همکاران[۱] ۲۰۲۱در مقاله‌ای در شهر خولنا[۲] در بنگلادش با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی[۳] و پرسش‌نامه و با استفاده از متغیرهایی از قبیل (فاصله از انبار، فاصله از ایستگاه برق، فاصله از بیمارستان و ایستگاه خدمات آتش‌نشانی و تراکم جمعیت، نرخ کودکان، سالخوردگان وزنان و کاربری اراضی اطراف، ،وضعیت سلامت، وضعیت اتصال الکتریک) به تعیین خطر آتش‌سوزی پرداختند. نتایج نشان داد که ۲۵٪ از ساختمان‌ها در معرض خطر کم، ۵۵٪ از آن‌ها در سطح متوسط و ۲۰٪ از ساختمان‌ها در سطح بسیار خطرناکقرار گرفتند. بنابراین نشان داد که علاوه بر متغیرهای اجتماعی- اقتصادی، متغیرهای محیط مصنوع و زیرساخت‌های شهری مانند کیفیت ساختمان‌ها، فاصله از ایستگاه‌های برق فشار قوی، دوری از ایستگاه‌ها و زیرساخت‌های خدمات آتش‌نشانی، نوع کاربری زمین، فاصله از انبارها و مراکز نگهداری یا توزیع سوخت نقش مهمی در کاهش یا افزایش خطر احتمالی وقوع آتش‌سوزی در ساختمان‌های شهری دارد. رانفورز و نیلسون[۴] ۲۰۲۱ در مطالعه‌ای در سوئد با استفاده از روش بولین آزمون تی[۵] نشان دادندکه خطر آتش‌سوزی احتمالی به‌طور قابل‌توجهی در نواحی شهری که نسبت بیشتری از مجتمع‌های بزرگ ساختمانی، افراد مسن، معلولان، ساختمان‌های قدیمی، جمعیت زیاد و فقر وجود دارد، افزایش می‌یابد. وانگ و همکاران۲۰۲۰[۶]در مقاله‌ای در شهر سانفرانسیسکو[۷] در ایالت کالیفرنیا با استفاده از مجموعه داده ۱۰ ساله (۲۰۱۰-۲۰۱۹) و الگوریتم کا [۸]به بررسی پویایی فضایی-زمانی حوادث آتش‌سوزی شهری پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که نسبت آتش‌سوزی در جنوب غربی سان‌فرانسیسکو ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. آتش‌سوزی بیشتر در ماه‌های سردتر یا ماه‌های گرم‌تر اتفاق می‌افتد و بیش از نیمی از آتش‌سوزی‌ها در طول ۱ بد از ظهر تا ۱۰ شب رخ می‌دهد. همچنین دریافتند که تفاوت‌هایی در توزیع زمانی حوادث آتش‌سوزی با مقایسه داده‌های آتش‌سوزی در سال‌های مختلف وجود دار

[۱] - Shama et al
[۲] -kholna
[۳]- Hierarchical analysis model
[۴] - Runefors and Nilson
[۵]- Boolean ,t test
[۶]- Wang et al
[۷] - San Francisco
[۸]- Algorithm k

۲- مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی و از حیث ماهیت و روش توصیفی- تحلیلی می‌باشد. روش گردآوری اطلاعات با توجه به ماهیت مطالعه به صورت اسنادی و کتابخانه‌ای بوده که شامل اطلاعات حوادث آتش سوزی در شهر اردبیل می‌باشد. بنابراین حوادث آتش سوزی طی دوره ۵ ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶)، با استفاده از فنون تحلیل فضایی در محیط نرم‌افزار ArcGIS، از نظر زمانی و مکانی تحلیل شدند. سپس با استفاده از تحلیل فضایی لکه های داغ، الگوی توزیع فضایی تخلفات ساختمانی در سطح شهر اردبیل طی دوره ۵ ساله مورد مطالعه مشخص شد. همچنین از تکنیک تخمین تراکم کرنل (KDE) جهت تحلیل مقادیر زیاد یا پایین حوادث آتش سوزی در سطح شهر اردبیل استفاده شده است.تکنیک تحلیل لکه های داغتحلیل لکه داغ (Hot spot Analysis) آماره گیتس اورد جی را برای کلیه عوارض موجود در داده‌ها محاسبه می‌نماید. بر اساس امتیاز z و امتیازp محاسبه می‌شود. امتیاز z نشان می‌دهد که در کجای داده‌ها مقادیر زیاد و یا کم خوشه بندی شده‌اند. این ابزار در حقیقت به هر عارضه در چارچوب عوارضی که در همسایگی اش قرار دارند نگاه می‌کند. آماره گتیس ارد جی به صورت معادله زیر تعریف می‌شود:

$$G_i^* \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}.x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^{n} w_{i,j}}{s\sqrt{\frac{n\sum_{j=i}^{n} x_{i,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}\right)^2}{n-1}}}$$

تکنیک تخمین تراکم کرنلKDE

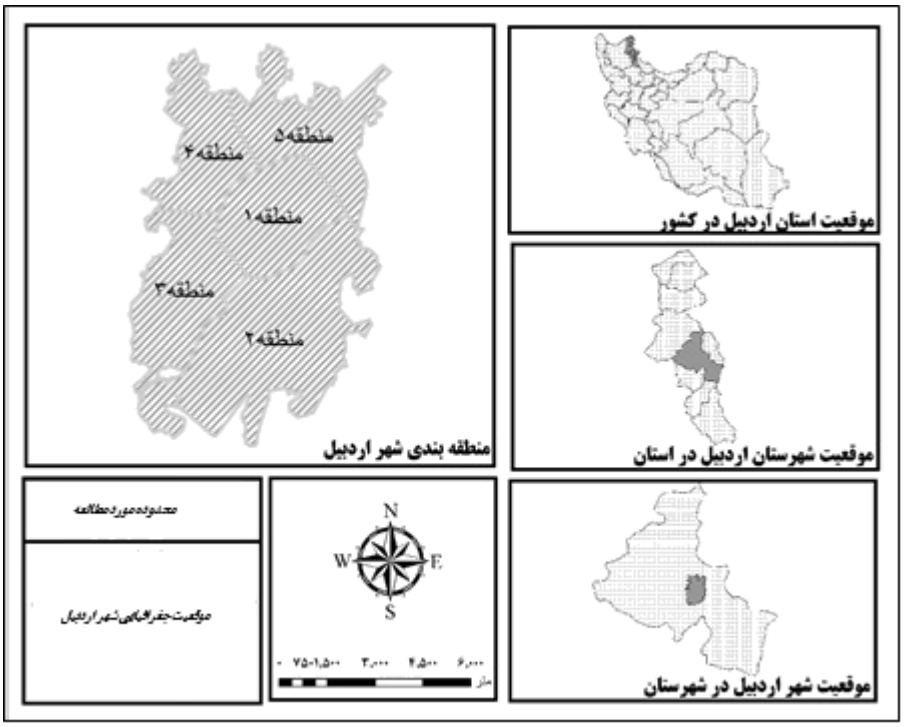
یکی از تکنیک‌های غیر پارامتری و مبتنی بر فاصله برای تجزیه و تحلیل شدت فضایی حوادث نقطه‌ای است (Plug ,Chen۲۰۱۷, Yao& Zhang۲۰۱٦ et al,۲۰۱۱).مناطق جغرافیایی با بیشترین یا کمترین تراکم ویژگی‌های نوع نقطه را در نقشه سطح چگالی صاف نشان می‌دهد(عسگری و همکاران،۱۳۹۰) و مناطق بحرانی، متراکم یا پرخطر را از نظر حوادث را نشان می‌دهد (Ceyhan et al, ۲۰۱۳).در این تکنیک مقدار هر سلول در سطح رستربه تعداد مقادیر (تراکم حوادث آتش سوزی) اشاره دارد (Ervin ۲۰۱۶). روش کرنل، پهنه‌های جغرافیایی با بالاترین و یا کمترین حجم حوادث آتس سوزی را در یک نقشه سطحی تراکم هموار به‌صورت پهنه‌های بحرانی و غیر بحرانی، نمایش می‌دهد (عسگری۱۳۹۱). ازنظر ریاضی، به‌صورت معادله زیر تعریف‌شده است:

$$f(x,y) = \frac{1}{nh^2}\sum_{i=1}^{n} K\left(\frac{d_i}{h}\right)$$

جایی که؛ f(x,y)is تخمین چگالی در محل (x,y)، n تعداد مشاهدات (تخلفات در این مورد)، h پهنای باند یا اندازه هسته، K تابع هسته و d_i است. فاصله بین مکان (x,y)و محل مشاهده i است.

- **محدوده مورد مطالعه**

شهر اردبیل به عنوان مرکزیت اداری- سیاسی استان اردبیل در دشتی به همین نام واقع شده و از لحاظ موقعیت مطلق در مختصات جغرافیایی ۱۱ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۱۰ درجه و ۹۳ دقیقه طول شرقی و ۹۱ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۹۰ درجه و ۹۹ دقیقه عرض شمالی قرار دارد و به صورت شعاعی گسترش یافته و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۵ متر می‌باشد. در آثار نویسندگان قدیم نام اردبیل به صورت‌های "ارتاویت "، "ارتاویل " و اردبیل " قید شده است. این شهر در ۵۸۰ کیلومتری تهران واقع شده‌است. شکل زیر نشان‌دهنده‌ی موقعیت شهر در نقشه ایران است(رشیدکلویر و اکبری: ۱۳۹۸).



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

۳- بحث و یافته ها

پردازش داده‌های مربوط به ۲۸۹۴ مورد حادثه آتش‌سوزی نشان می‌دهند که به‌طور متوسط سالانه، ۶۰۰ مورد حادثه آتش‌سوزی در این شهر اتفاق افتاده است و براثر آن، به‌طور میانگین، سالانه ۲۸ نفر مصدوم و ۵ نفر کشته‌شده‌اند. همان‌طور که جدول ۱-۴ نشان می‌دهد، علل وقوع حوادث در ۶ گروه (ستون ۱). شامل عمدی و وندالیسم (۱۲۸۷ مورد)، بازی بچه‌ها (۶۰ مورد)، نقص مکانیکی و الکتریکی (۵۳۸ مورد)، نشت گاز و مواد قابل اشتعال (۴۵۱ مورد)، بی‌احتیاطی (۴۵۰ مورد) و علل نامعلوم (۱۲۸ مورد)، دسته‌بندی‌شده است. همچنین نوع حوادث در ۷ گروه (ردیف ۱) شامل آتش‌سوزی در فضای تجاری (۲۶۸ مورد)، فضاهای باز و عمومی (۵۶۵ مورد)، فضاهای عمومی واداری (۴۰۰ مورد)، مسکونی (۸۸۸ مورد)، تجهیزات شهری (۷۰ مورد) خودروها (۴۹۶ مورد) و انبار و کارگاهی (۲۳۰ مورد) دسته‌بندی‌شده است. طبق یافته‌ها، آتش زدن عمدی و وندالیسم با سهم ۴۴.۴۷٪ بیشترین عامل وقوع آتش‌سوزی ساختاری در شهر اردبیل است. بیشتر آتش‌سوزی‌ها در واحدهای مسکونی ۳۰.۶۸٪ و فضاهای باز و سبز ۱۹.۵۲٪ اتفاق افتاده است.

جدول ۱: آمار مربوط به نوع و علت وقوع حوادث آتش‌سوزی در شهر اردبیل

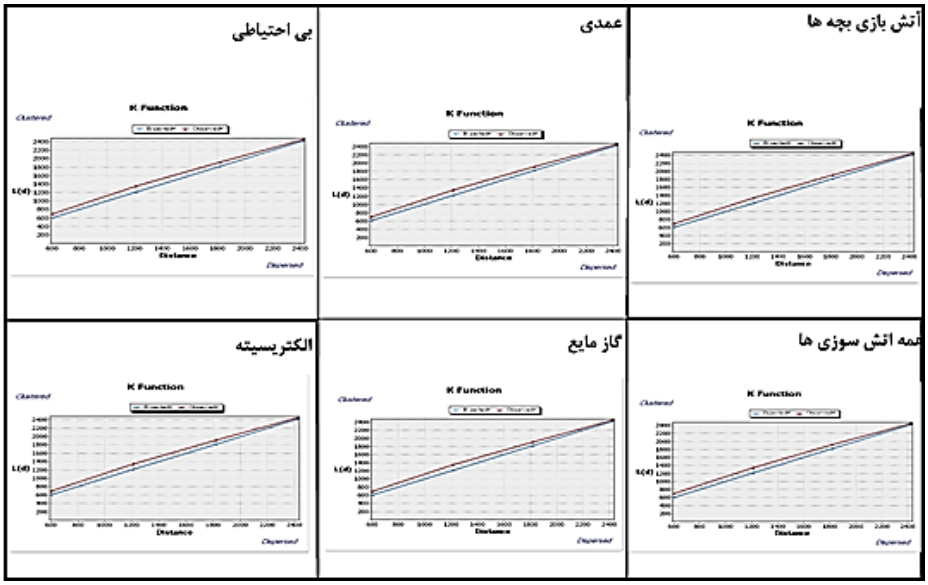
علل/ نوع حوادث	تجاری	فضای باز و سبز	اماکن عمومی واداری	مسکونی	تجهیزات شهری	خودرو	انباری و کارگاهی	جمع کل	درصد (ردیف)
عمدی	۶۴	۴۸۶	۲۹۲	۲۱۶	۴۵	۱۰۶	۷۸	۱۲۸۷	۴۴.۴۷
بازی بچه‌ها	۴	۱۱	۴	۲۹	۲۱	۳	۳	۶۰	۱.۷۳
الکتریسیته	۶۱	۹	۳۳	۱۸۰	۹	۲۳۷	۳۳	۵۳۸	۱۸.۵۲
گاز مایع	۵۷	۱۱	۲۵	۲۴۰	۲	۱۱۰	۳۰	۴۵۱	۱۵.۵۸
بی‌احتیاطی	۶۷	۲۰	۳۳	۲۲۸	۴	۳۸	۵۴	۴۵۰	۱۵.۲
نامعلوم	۱۹	۲۸	۱۱	۱۳	۰	۱۳	۴۴	۱۲۸	۴.۴۲
جمع کل	۲۶۸	۵۶۵	۴۰۰	۸۸۸	۷۰	۴۹۶	۲۳۰	۲۸۹۴	۱۰۰
درصد (ستون)	۹.۲۶	۱۹.۵۲	۱۳.۵۱	۳۰.۶۸	۲.۰۷	۱۷.۱۴	۷.۸۱	۱۰۰	-

مأخذ: یافته های پژوهشگر، ۱۴۰۲

توضیع فضایی حوادث آتش سوزی

شکلهای ۲، نتایج تحلیل الگوی توزیع فضایی حوادث به روش Replyes K-Function را نشان می‌دهد. مقدار k مشاهده‌شده

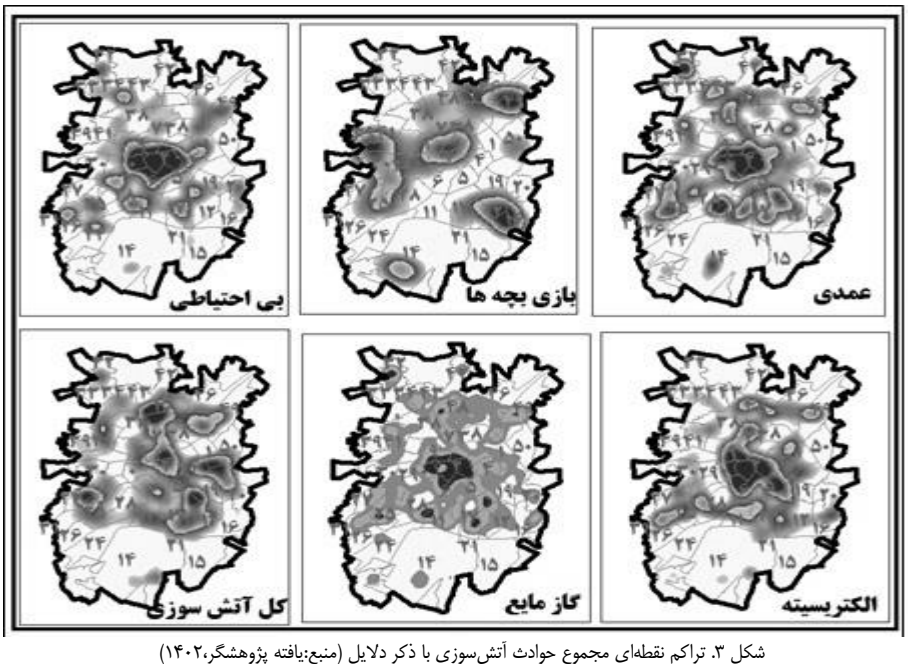
(خط قرمز) توزیع عوارض بالاتر از مقدار منتظره (خط آبی) است. درنتیجه، الگوی توزیع فضایی آتش‌سوزی از نوع خوشه‌ای است. به عبارت روشن، حوادث آتش‌سوزی به‌صورت خوشه‌ای در شهر پراکنده‌شده‌اند.



شکل ۲. الگوی فضایی پراکنش حوادث آتش سوزی (منبع:یافته پژوهشگر،۱۴۰۲)

شدت تراکم فضایی حوادث آتش‌سوزی

تحلیل مکانی تراکم نقطه‌ای حوادث آتش‌سوزی به تفکیک عوامل به روش تخمین تراکم کرنل KDEشکل ۳ نشان می‌دهد که بخش مرکزی و لکه‌هایی از حاشیه شهر دارای بیشترین تراکم نقطه‌ای از حوادث آتش‌سوزی هستند به عبارت روشن، نزدیکی وقوع آتش‌سوزی در این قسمت از شهر به یکدیگر، بیش از سایر قسمت‌های شهر بوده که بارنگ قرمز نمایش داده‌شده است. با توجه به نقشه تخمین تراکم کرنل نواحی قرارگرفته در محدوده رنگ قرمز می‌تواند به‌عنوان بلوک‌های مستعد و آسیب‌پذیر در برابر آتش‌سوزی معرفی گردد

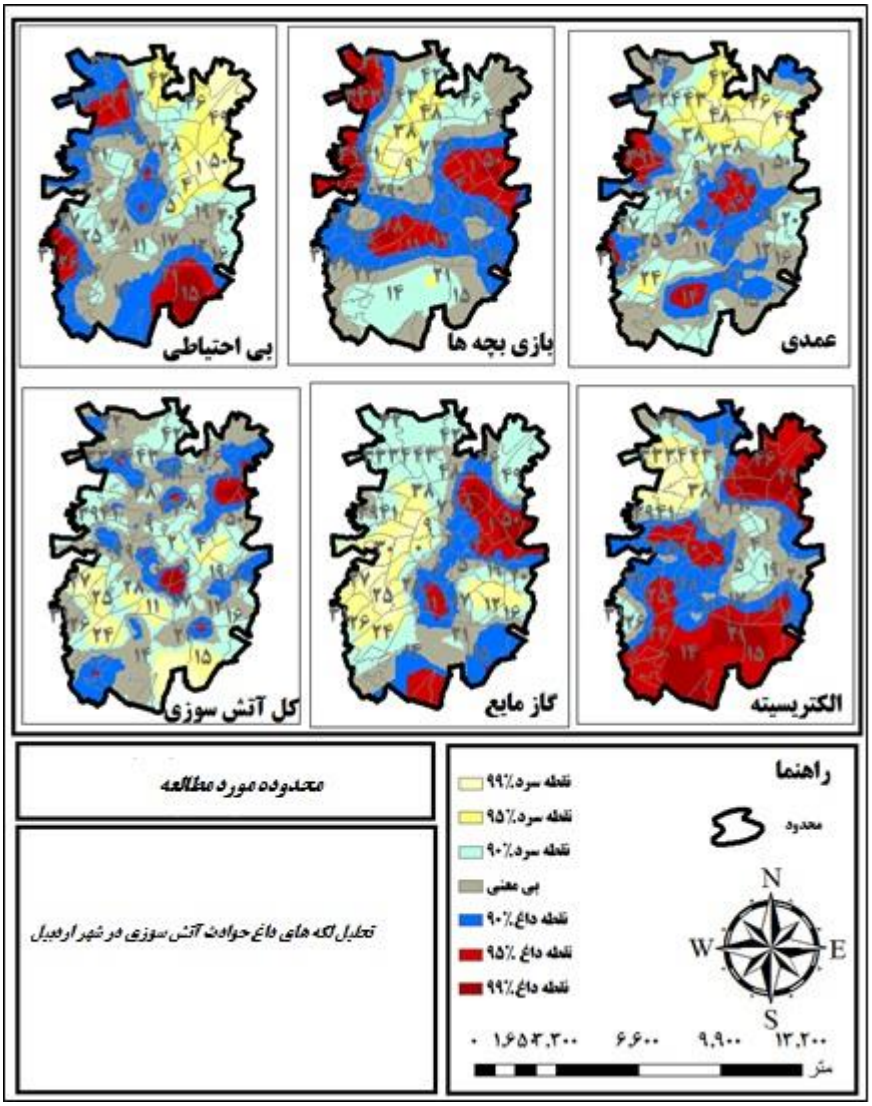


شکل ۳. تراکم نقطه‌ای مجموع حوادث آتش‌سوزی با ذکر دلایل (منبع:یافته پژوهشگر،۱۴۰۲)

تحلیل لکه های داغ

تحلیل لکه‌های داغ برای کلیه حوادث آتش‌سوزی با ذکر عوامل تهیه گردید (شکل ۴). امتیاز و یا آماره Z محاسبه‌شده نشان می‌دهد که در محدوده موردمطالعه حوادث آتش‌سوزی با مقادیر زیاد و یا کم به‌صورت خوشه‌های داغ و یا سرد تجمع یافته است. اماره Z مثبت بر روی نقشه که به‌صورت مثبت و به رنگ قرمز می‌باشند مقادیر بالا و خوشه‌های با لکه داغ را تشکیل داده هرچقدر مقدار امتیاز مربوط ازنظر عددی و دامنه رنگ موردنظر از قرمز به زرد کاسته می‌شود دارای معنی‌داری کمتر و

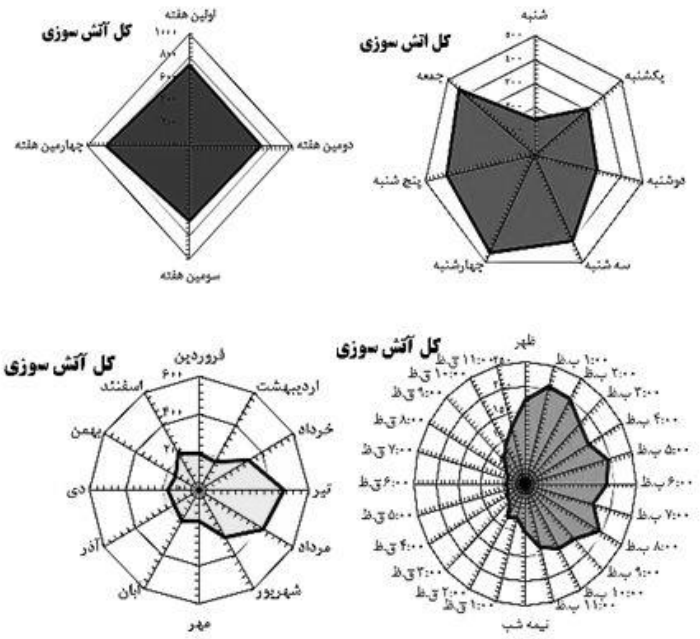
لکه‌های سرد بوده است. نواحی که تمرکز نقـاط داغ ۹۹ درصـد هسـتند به‌عنوان نواحی حادثه‌خیز معرفی می‌گردد.



شکل ۴. تراکم نقطه‌ای مجموع حوادث آتش‌سوزی با ذکر دلایل (منبع:یافته پژوهشگر،۱۴۰۲)

تحلیل زمانی حوادث آتش سوزی

شکل ۵(الف) نشان میدهد تعداد حوادث از ساعت ۱ ق.ظهر تا ۱۰ ق.ظهر کمترین فراوانی را دارد و به‌تدریج از ساعت ۱۰ ق.ظهر افزایش مییابد و در ساعت ۱ ب.ظهر به نقطه اوج می‌رسد. شکل ۵(ب) نشان میدهد که فراوانی اتفاقات آتشسوزی در روزهای سه‌شنبه، پنجشنبه و جمعه بیشتر از سایر روزهای هفته است. شکل ۵(ج) نشان میدهد که بیشترین حوادث در ماههای خرداد تا شهریور (تابستان و کمترین حوادث) در ماههای مهر تا اسفند سه ماه پاییز و کل زمستان اتفاق میافتند. همچنین شکل ۵(د) نشان میدهد که فراوانی تعداد حوادث، در هفته چهارم هرماه بیشتر است.



شکل ۵. تحلیل زمانی حوادث آتش سوزی(منبع:یافته پژوهشگر۱۴۰۲

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به منظور شناسایی،تحلیل‌فضایی پهنه‌های مستعد وقوع آتش‌سوزی انجام شده است. با استفاده از یافته‌های پژوهش، مشخص شد بیشتر آتش‌سوزی‌ها در واحدهای مسکونی ۳۰.۶۸٪ و فضاهای باز و سبز ۱۹.۵۲٪ اتفاق افتاده است. آتش زدن عمدی و وندالیسم با سهم ۴۴.۴۷٪ بیشترین عامل وقوع آتش‌سوزی در سطح شهر اردبیل است. الگوهای توزیع حوادث آتش‌سوزی بسته به علل و انواع آتش‌سوزی متفاوت است. لذا ، اوج آتش‌سوزی درست بعدازظهر، ساعت ۱۳:۳۰ است تابستان دارای بیشترین تعداد حوادث آتش‌سوزی است گذشته از آن. همچنین روزهای سه‌شنبه، پنج‌شنبه و جمعه در هفته چهارم هرماه بالاترین فراوانی آتش‌سوزی رادارند. اگرچه وقوع آتش‌سوزی در شهر از الگوی پیچیده‌ای تبعیت کرده است اما توزیع فضایی تعداد آتش‌سوزی‌ها از الگوی مرکز پیرامونی پیروی می‌کند. تراکم بیشتر حوادث در بخش‌های قدیمی و مرکزی شهر و سپس در مناطق حاشیه‌ای، این بخش از شهر را به‌عنوان نواحی حادثه‌خیز و بحرانی معرفی می‌کند.

منابع:

- اصلانی، ع و ا.حبیبی. ۱۳۹۶. ارزیابی ریسک حریق به روش FRAME و بررسی تاثیر تیم مدیریت بحران آموزش دیده بر سطح ریسک حریق در بیمارستان حضرت رسول اکرم (ص) فریدونشهر سال ۱۳۹۵. امداد و نجات. ۹(۱): ۵۵-۴۶.
- باقری، ف. ر. بصیری،ع، امیریان چکان. ا، محمدزاده و م. بازگیر، ۱۳۹۵. اثر آتش‌سوزی بر برخی ویژگی های شیمیایی خاک در جنگل های بانکول استان ایلام. پژوهش های علوم و فناوری چوب و جنگل,۲۳(۳):۶۹-۸۷.
- فرنام.ز. ۱۳۹۹. کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS، در مدیریت بحران آتش سوزی. اولین کنفرانس بین المللی و دومین کنفرانس ملی فناوری ها و کاربردهای نوین ژئوماتیک.
- روستایی، شهریور، فرخی صومعه، مینا، قربانی، رسول(۱۳۹۹). تحلیلی بر سبک زندگی مسکونی و الگوی سکونت شهری با تأکید بر رضایت، انتخاب و ترجیح (مطالعه موردی: کلان‌شهر تبریز). نشریه علمی جغرافیا و برنامه ریزی(۵۸).
- صادقی، ن. ۱۳۹۵. برنامه ریزی کاهش خطرپذیری آتش‌سوزی پس از زلزله با به کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی در پهنه استان تهران. دانش پیشگیری و مدیریت بحران .۲۲: ۹-۲۱.
- Agbola, S.B. and Falola, O.J., ۲۰۲۱. Seasonal and locational variations in fire disasters in Ibadan, Nigeria. International Journal of Disaster Risk Reduction, ٥٤, p.۱۰۲۰۳٥.
- Ben, Y., Fu, C., Hu, M., Liu, L., Wong, M.H. and Zheng, C., ۲۰۱۹. Human health risk assessment of antibiotic resistance associated with antibiotic residues in the environment: A review. Environmental research, ١٦٩, ٤٨٣-٤٩٣

- Schneider, J., ۲۰۱۹. World Public Order of the Environment. In World Public Order of the Environment. University of Toronto Press.
- Romanello, M., McGushin, A., Di Napoli, C., Drummond, P., Hughes, N., Jamart, L., Kennard, H., Lampard, P., Rodriguez, B.S., Arnell, N. and Ayeb-Karlsson, S., ۲۰۲۱. The ۲۰۲۱ report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. The Lancet, ۳۹۸(۱۰۳۱۱), ۱٦۱۹-۱٦٦۲.
- Morganstein, J.C. and Ursano, R.J., ۲۰۲۰. Ecological disasters and mental health: causes, consequences, and interventions. Frontiers in psychiatry, ۱.
- Imbach, P., Beardsley, M., Bouroncle, C., Medellin, C., Läderach, P., Hidalgo, H., Alfaro, E., Van Etten, J., Allan, R., Hemming, D. and Stone, R., ۲۰۱۷. Climate change, ecosystems and smallholder agriculture in Central America: an introduction to the special issue. Climatic Change, ۱٤۱(۱), ۱-۱۲.
- Lai, D., ۲۰۱۳. Asia-Pacific: A strategic assessment. Strategic Studies Institute and US Army War College Press.
- Twigg, J., Christie, N., Haworth, J., Osuteye, E. and Skarlatidou, A., ۲۰۱۷. Improved methods for fire risk assessment in low-income and informal settlements. International journal of environmental research and public health, ۱٤(۲), ۱۳۹.
- Moshashaei, P. and Alizadeh, S.S., ۲۰۱۷. Fire risk assessment: A systematic review of the methodology and functional areas. Iranian journal of health, safety and environment, ٤(۱), ٦٥٤-٦٦۹.
- Yagoub, M.M. and Jalil, A.M., ۲۰۱٤. Urban fire risk assessment using GIS: Case study on Sharjah, UAE. International Geoinformatics Research and Development Journal, ٥(۳), ۱-۸.
- Singh, P.P., Sabnani, C.S. and Kapse, V.S., ۲۰۲۱. Hotspot analysis of structure fires in urban agglomeration: a case of Nagpur City, India. Fire, ٤(۳), p.۳۸.
- Shama, S., Shurid, A.S. and Haque, M.N., ۲۰۲۱. Risk Assessment of Accidental Fire Breakdown in a Residential Area of Khulna City, Bangladesh. Journal of Engineering Science, ۱۲(۲), pp.۱۰۹-۱۱۸.
- Runefors, M. and Nilson, F., ۲۰۲۱. The Influence of Sociodemographic Factors on the Theoretical Effectiveness of Fire Prevention Interventions on Fatal Residential Fires. Fire Technology, ٥۷(٥), pp.۲٤۳۳-۲٤٥۰.
- Wang, Z., Zhu, G., Zhou, Y., Chu, T., Chai, G. and Tian, Z., ۲۰۲۰, April. Spatial and Temporal Analyses of Fire Incidents in San Francisco from ۲۰۱۰ to ۲۰۱۹. In ۲۰۲۰ IEEE ٥th International Conference on Cloud Computing and Big Data Analytics (ICCCBDA) (pp. ٥۳۷-٥٤۱). IEEE.
- Belasri, M., ۲۰۲۱. Privatisation of a socialist mall in Sarajevo. Urbana, ۲۲,۲۲.

Analysis of the spatial structure of places prone to accidents (fires) in the city using the capabilities of Arc GIS software

Saber Kas Kozani[۱], Mehsa Yousefi Niai Nahzmi[۲], Hadi Eskandari Ainuddin[۳]*, Hossein Vahedi Nijad[۴]

۱- Master of Geography and Urban Planning, Gilan University, Gilan, Iran

۲- Master of Geography and Urban Planning, Gilan University, Gilan, Iran

۳- PhD in Geography and Urban Planning, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

۴- PhD student of geography and urban planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Abstract

For a long time, the fire incident has been the main problem of urban management and sustainable urban development. In addition to human and social factors, the occurrence of fires is largely influenced by the urban physical environment. The current research is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of nature. The available information on fire incidents (during the five-year period of ۲۰۱٤-۲۰۱۸) was mapped and analyzed in terms of space and time using the spatial analysis available in GIS. Then, using spatial analysis of hot spots, the pattern of spatial distribution of fire incidents in Ardabil city was determined. Also, Kernel Density Estimation (KDE) technique has been used to analyze high or low fire incidents in Ardabil city. According to the results of the research, the density of incidents is higher in the central parts and in spots from the outskirts of the city. About (٤۰٪) of the city's area are located in areas with a high and very high risk of vulnerability. The degree of vulnerability is high in the central part of the city and neighborhoods that have unfavorable socio-economic and environmental conditions.

Introduction

Disasters and environmental hazards have long been considered as the most destructive factors that harm humans, society and their habitats (Schneider, ۲۰۱۹). As the population has grown tremendously over the last hundred years, environmental hazards have also intensified. As the world is facing an unprecedented increase in the number of disasters today (Romanello et al. ۲۰۲۱), environmental risks include natural and human risks (Ben et al. ۲۰۱۹). If most of the risks of the ۲۱st century are also the risks caused by undesirable human intervention (Morganstein & Ursano, ۲۰۲۰). According to the Red Cross, in the last ۱۰ years, two billion people have been directly caught in the trap of environmental disasters (Imbach et al. ۲۰۱۷). Asia region is the most accident-prone region of the world (Lai, ۲۰۱۳). The studies of scientists and the available evidence show that the climate changes of the earth, the development of industries and as a result the increase of environmental pollutants, the destruction of vegetation by humans, the growth of the population, the development of urbanization, the spread of poverty and marginalization and the inability of the vulnerable to escape from this. The flawed cycle has caused an increase in vulnerability to all kinds of hazards, the result of which is an increase in the occurrence of accidents and disasters. These frequent disasters create a wave of vulnerabilities in social, economic and political processes (Guha-Sapir, ۲۰۱۹).

Methodology

The current research is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of nature and method. According to the nature of the study, the method of collecting information is in the form of documents and a library, which includes information on fire incidents in Ardabil city. Therefore, fire incidents during a ٥-year period (۲۰۱۶-۲۰۲۰) were analyzed temporally and spatially using spatial analysis techniques in the ArcGIS software environment. Then, using the spatial analysis of hot spots, the pattern of spatial distribution of construction violations in the city of Ardabil during the ٥-year period of study was determined. Also, Kernel Density Estimation (KDE) technique has been used to analyze high or low fire incidents in Ardabil city.

Conclusion

This research was done in order to identify and spatially analyze areas prone to fire. Using the findings of the research, it was found that most of the fires happened in residential units ۳۰,٦۸٪ and open and green spaces ۱۹,٥۲٪. Deliberate arson and vandalism with a share of ٤٤,٤۷٪ are the most common cause of fire in Ardabil city. The distribution patterns of fire accidents are different depending on the causes and types of fire. Therefore, the peak of fire is in the afternoon, at ۱۳:۰۰.

Summer has the highest number of fire incidents, apart from that. Also, Tuesdays, Thursdays and Fridays in the fourth week of every month have the highest frequency of fires. Although the occurrence of fires in the city follows a complex pattern, the spatial distribution of the number of fires follows the center-periphery pattern. The higher density of accidents in the old and central parts of the city and then in the peripheral areas, introduces this part of the city as an accident-prone and critical area.

Keywords: Spatial analysis, urban management, fire risk, GIS.