



## Locating fire stations with AHP Fuzzy model in GIS environment (case study: Khorramabad city)

Hamideh Hatami<sup>1\*</sup>, Nader Moradi<sup>2</sup>, Maryam Qaisundi<sup>3</sup>

1. PhD student of Geography and Rural Planning, Faculty of Social Sciences, Zanjan University, Iran.

2. MSs in environmental hazards, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.

3. PhD student in Climatology, Faculty of Social Sciences, Zanjan University, Iran.

Received Date: 07 September 2024 Accepted Date: 10 November 2024

### Abstract

**Background and Aim:** The creation of new urban facilities requires a detailed study on how to properly establish them in different areas of a city. In order to properly allocate urban facilities, the first essential point is to choose the optimal place according to different and sometimes conflicting conditions. This issue becomes important when very important factors such as saving human lives are considered. Therefore, the optimal selection of fire stations is considered to be a fundamental issue due to the importance of the lives of people who are at risk. and among the urban service centers, the fire department performs the task of providing security in order to prevent and deal with fire.

**Methods and Material:** In this research, by examining the effective factors in locating fire stations, slope, direction of slope, elevation classes, distance from roads, distance from faults, distance from urban centers, maps were prepared using Geographical Information System (GIS) and then classified. It is done again on it and then Expert choice software is used to weight the criteria using AHP hierarchical process. Finally, by applying the overlapping method, the weighted criteria are combined and the optimal location for the establishment of fire stations is determined.

**Results and Discussion:** In this research, by using the existing parameters of the optimal location in Khorramabad city, it has been determined that the maps can help the authorities to develop optimal location so that they are less injured in critical situations.

**Key words:** location, fire station, Arc GIS, AHP Fuzzy model, Khorramabad city.

---

\* Corresponding Author Email: hamideh\_hatami1393@yahoo.com

Cite this article: Hatami, H., Moradi, N., & Qaisundi, M. (2024). Locating fire stations with AHP Fuzzy model in GIS environment (case study: Khorramabad city). *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, 5(4), 130-144.



## مکانیابی ایستگاه های آتش نشانی با مدل AHP Fuzzy در محیط GIS (مطالعه موردی: شهرستان خرم آباد)

حمیده حاتمی<sup>۱\*</sup>، نادر مرادی<sup>۲</sup>، مریم قیسوندی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۲. کارشناس ارشد مخاطرات محیطی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳. دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۰

### چکیده

**زمینه و هدف:** ایجاد امکانات جدید شهری، نیازمند مطالعه دقیق در زمینه نحوه استقرار صحیح آنها در مناطق مختلف یک شهر است. جهت تخصیص درست امکانات شهری، اولین نکته اساسی، انتخاب مکان بهینه با توجه به شرایط متفاوت و گاه متضاد است. این مسأله زمانی اهمیت می یابد که فاکتورهای بسیار مهمی مانند نجات جان انسان ها مد نظر قرار داده می شوند. لذا انتخاب بهینه ی مراکز آتش نشانی به دلیل اهمیت جان افرادی که در معرض خطر واقع شده اند، مسأله های اساسی تلقی می شود. با افزایش جمعیت و تراکم آن در شهر، خدمات رسانی در زمینه های مختلف به دلیل کمبودهای موجود، دچار نارسایی در مکانیابی مراکز خدماتی می شود و از میان مراکز خدمات شهری، سازمان آتش نشانی وظیفه تأمین امنیت در جهت پیشگیری و مقابله با آتش را انجام می دهد.

**روش بررسی:** در این پژوهش با بررسی عوامل مؤثر در مکانیابی ایستگاه های آتش نشانی شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، فاصله از راهها، فاصله از گسل ها، فاصله از مراکز شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه ها تهیه گردید و سپس طبقه بندی مجدد بر روی آن انجام می شود و سپس جهت وزن دهی معیارها به روش فرایند سلسله مراتبی AHP از نرم افزار Expert Choice استفاده می شود. در نهایت با بکارگیری از روش همپوشانی معیارهای وزن دهی شده با هم تلفیق و مکان بهینه برای استقرار ایستگاه های آتش نشانی مشخص می شود.

**یافته ها و نتیجه گیری:** در این پژوهش با استفاده از پارامترهای موجود مکان بهینه در شهر خرم آباد مشخص شده که می تواند نقشه ها در جهت توسعه بهینه مکان یابی به مسئولان کمک کند تا در شرایط بحرانی کمتر دچار آسیب شوند.

**کلید واژه ها:** مکان یابی، ایستگاه آتش نشانی، Arc GIS، مدل AHP Fuzzy، شهر خرم آباد.

\* نویسنده مسئول: hamideh\_hatami1393@yahoo.com

ارجاع به این مقاله: حاتمی، حمیده، مرادی، نادر، قیسوندی، مریم. (۱۴۰۳). مکانیابی ایستگاه های آتش نشانی با مدل AHP Fuzzy در محیط GIS مطالعه موردی: شهر خرم آباد. فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای، ۵(۴)، ۱۳۰-۱۴۴.

## مقدمه و بیان مسأله

امروزه تراکم بیش از حد جمعیت در شهر و روند رو به رشد آنها از لحاظ کالبدی موجب تقاضا و توجه روز افزون به مسئله توسعه شهری گردیده است. تقاضا برای توسعه شهری از مهمترین مشکلات و موانع فراروی بشر در آینده است. بنابر این حل این مشکلات و موانع، سیستم ایمنی شهر نیز در همین جهت باید توسعه یابد تا بتواند پوشش کافی را بر کل سطح شهر داشته باشند. در واقع ایمنی شهر، مجموعه تمهیداتی است که جهت جلوگیری از بروز یا کاهش خسارات ناشی از عوارض نامساعد جانی و مالی، حوادث طبیعی و غیر طبیعی نظیر: سیل، آتش سوزی، زلزله، تصادفات رانندگی صورت می گیرد (ESRI, 2007: 5).

مهم ترین مشکل در جهت خدمات رسانی ایستگاه های آتش نشانی عدم توزیع نامناسب ایستگاهها و محدود بودن شعاع عملکردی ایستگاه های موجود می باشد. بنابراین توزیع کمی و کیفی ایستگاه ها به طور علمی و تخصصی، مورد بررسی قرار می گیرد. استفاده از روش های سنتی برنامه ریزی ایستگاه های آتش نشانی برای خدمات رسانی، به معنای هدر رفتن کاغذ و زمان می باشد. اما امروزه، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان ابزاری در جهت ایجاد بانک اطلاعاتی مناسب و کارآمد عمل می کند خدمات رسانی بهنگام ایستگاههای آتش نشانی، مستلزم مکان یابی صحیح آنها به منظور توزیع مناسب آنها می باشد؛ تا خسارات جانی و مالی را به حداقل خود برساند. مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی و تعیین تعداد و موقعیت ایستگاهها تضمین کننده ایمنی شهروندان به هنگام وقوع هر گونه حادثه می باشد. زیرساخت ها و خدمات شهری امروزی در این منطقه پوشش کافی ندارد، کارکردهای ناسازگار با مرکز تاریخی هنوز در این منطقه فعال هستند و همه این عوامل ارزش های باقیمانده در مرکز شهر را تهدید می کنند و بر بروز حوادث غیرمترقبه ای چون آتش سوزی می افزاید چراکه نه تنها این حادثه به خودی خود اثرات نامطلوبی را به جا خواهد گذاشت بلکه به علت عدم خدمات رسانی سیستم های آتش نشانی با وضع موجود شبکه ی ارگانیک، عدم وجود فضاهای باز کافی بین محلات در بافت و کم بودن تعداد خروجی های بازار، همجواری بازار و انبارکالا، فرسودگی بافت، تعداد کم ایستگاه های آتش نشانی و... قطعاً شاهد وقایع ناخوشایند خواهیم بود.

در این پژوهش سعی شده است با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (Arc Gis) و مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP Fuzzy و تلفیق داده ها به روش همپوشانی، مکان یابی بهینه ایستگاه آتش نشانی در شهر خرم آباد مشخص گردید. انتخاب مکان های بهینه دارای سابقه ای طولانی است و قدمتی به درازای تاریخ بشری دارد به طوری که از دوران پیش از تاریخ یکی از موضوع هایی که ذهن انسان را همواره به خود مشغول کرده، انتخاب مکان مناسب برای زندگی و فعالیت است (شمس الدینی و دهقانی، ۱۳۹۳: ۶۴).

از آغاز دوره یکجانشینی، موضوع مکان یابی مناسب محل سکونتگاه های شهری و روستایی، همواره به عنوان یک موضوع بسیار مهم برای انسان ها مطرح بوده است. افرادی چون «فون تانن» و «والتر کریستالر» از نخستین طراحان الگوهای مکان یابی نوین شناخته می شوند. در حقیقت سابقه مکان یابی، اولین بار توسط فون تانن در سال ۱۸۲۶ میلادی در زمینه فعالیت های کشاورزی در سال ۱۹۰۹ ابداع شد و اولین چارچوب علمی این نظریه به طور رسمی توسط «آلفرد وبر» معرفی شد. از آن زمان تاکنون پژوهش های متعدد و متنوعی در خصوص مکان یابی انجام شده است (جبل آملی ۲۰۱۰: ۴). مکان یابی با در نظر گرفتن تأثیرات اجتماعی، اقتصادی و محیطی، یکی از عوامل کلیدی در برنامه ریزی های منطقه ای است (سرور و یحیی پور، ۱۳۹۳: ۸۱).

در واقع مکان یابی مراکز تصمیم‌گیری مهم است که می‌تواند توسعه پایدار در منطقه را تحت تأثیر قرار دهد (رویزپونته و همکاران، ۲۰۰۷: ۲۳). هدف از انتخاب مکان مناسب، استقرار تجهیزات خدمات رسانی است، به طوری که بهترین عملکرد با توجه به اهداف مورد نظر طرح حاصل شود.

لیو و همکارانش (۲۰۰۶) در مقاله "بهینه‌سازی مکان ایستگاه آتش‌نشانی با استفاده از GIS و الگوریتم AHP" اشاره می‌کنند که مکان ایستگاه آتش‌نشانی به کارآمدی پاسخگویی در طول حادثه بستگی دارد و می‌توان با کمک الگوریتم ANT در محیط GIS، مکان‌هایی که زمان پاسخگویی را به حداقل می‌رساند، شناسایی نمود (Liu et.al...2006:1).

گمگسار و همکارانش (۲۰۱۱) در مقاله "تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از AHP در محیط GIS برای شناسایی مکان‌های بهینه گردشگری" به ارزیابی زیست‌محیطی گردشگری و بازسازی تصمیمات استراتژی‌ها به کمک AHP و GIS پرداختند. روش کار بدین صورت است که در ابتدا منابع اکولوژیکی و فاکتورهای مؤثر شناسایی می‌شود؛ سپس ارتباط بین متغیرهای مختلف توسط کارشناسان تعیین و با مدل‌سازی و همپوشانی لایه‌ها در محیط GIS، وزن‌ها توسط AHP تعیین می‌شوند. در نهایت نقشه مناسبی از گردشگری در منطقه تهیه شده در مرحله بعد ارزیابی اثرات زیست‌محیطی انجام می‌شود (Ghamgosar - et.al.2011:1).

ساوسار (۲۰۱۳) در مقاله "شبیه‌سازی مکان ایستگاه‌های آتش‌نشانی براساس موانع ترافیکی" اشاره می‌کند که مکان تسهیلات عمومی مانند ایستگاه آتش‌نشانی، تحت تأثیر توزیع مناسب و کیفیت خدمات می‌باشد. مهم‌ترین هدف در مکان‌یابی ایستگاه آتش‌نشانی به حداقل رساندن زمان پاسخگویی است. به کمک الگوریتم ANT در محیط GIS مکان بهینه مشخص شده است. همچنین مدل‌های برنامه‌نویسی چندهدفه‌فازی برای بهینه‌سازی مکانیابی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نهایتاً به کمک AHP وزن شاخص‌ها مشخص شد. (Savsar، ۲۰۱۳: ۱).

مورای در سال ۲۰۱۳ پیرامون بهینه‌نمودن موقعیت مکانی - فضایی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهری پژوهشی انجام دادند (Murra: ۲۰۱۳: ۱)، هیموتو و تاناکا در سال ۲۰۱۲، مدلی برای مقابله با آتش‌سوزی در محلات مسکونی شهری ارائه نمودند (Himoto، ۲۰۱۲: ۱۵۴).

چوالیر و همکاران در سال ۲۰۱۲، مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی را با رویکردی جامع در بلژیک ارائه کردند (chevalier، ۲۰۱۲: ۱۷۳).

سیهان و همکاران در سال ۲۰۱۳، روش‌های اکتشافی و استنتاجی را برای تحلیل زمانی - فضایی در نواحی مسکونی شهری انجام دادند. (Ceyhan، ۲۰۱۳: ۲۲۳)، ژانگ در سال ۲۰۱۳، تحلیلی جامع از مخاطرات آتش‌سوزی در شهرهایکو انجام دادند.

## مروری بر ادبیات موضوع

ایمنی یکی از شاخصه‌ها و مؤلفه‌های مهم و اساسی در زندگی شهری امروز محسوب می‌شود و شهر ایمن به عنوان یک شهر مطلوب همواره مدنظر برنامه‌ریزان و کارشناسان امور شهری قرار دارد. توجه به ایمنی شهروندان در کشورهای توسعه‌یافته یکی از اهداف مهم در طرح‌های توسعه شهری می‌باشد. در طرح‌های توسعه شهری ایران جایگاه خاصی به ایمنی اختصاص داده نشده و شاید تنها موارد مشخص، تعیین نقاطی برای ایجاد ایستگاه‌های آتش‌نشانی و تعیین حریم‌ها و ... می‌باشد. کمبود امکانات و تجهیزات خدمات‌رسانی شهری در زمینه ایمنی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به سبب دو ویژگی عمده «بعد زمانی» و «بعد مکانی» با بسیاری از نظریات مطرح علوم جغرافیایی، سنخیت علمی، محتوایی و اجرایی

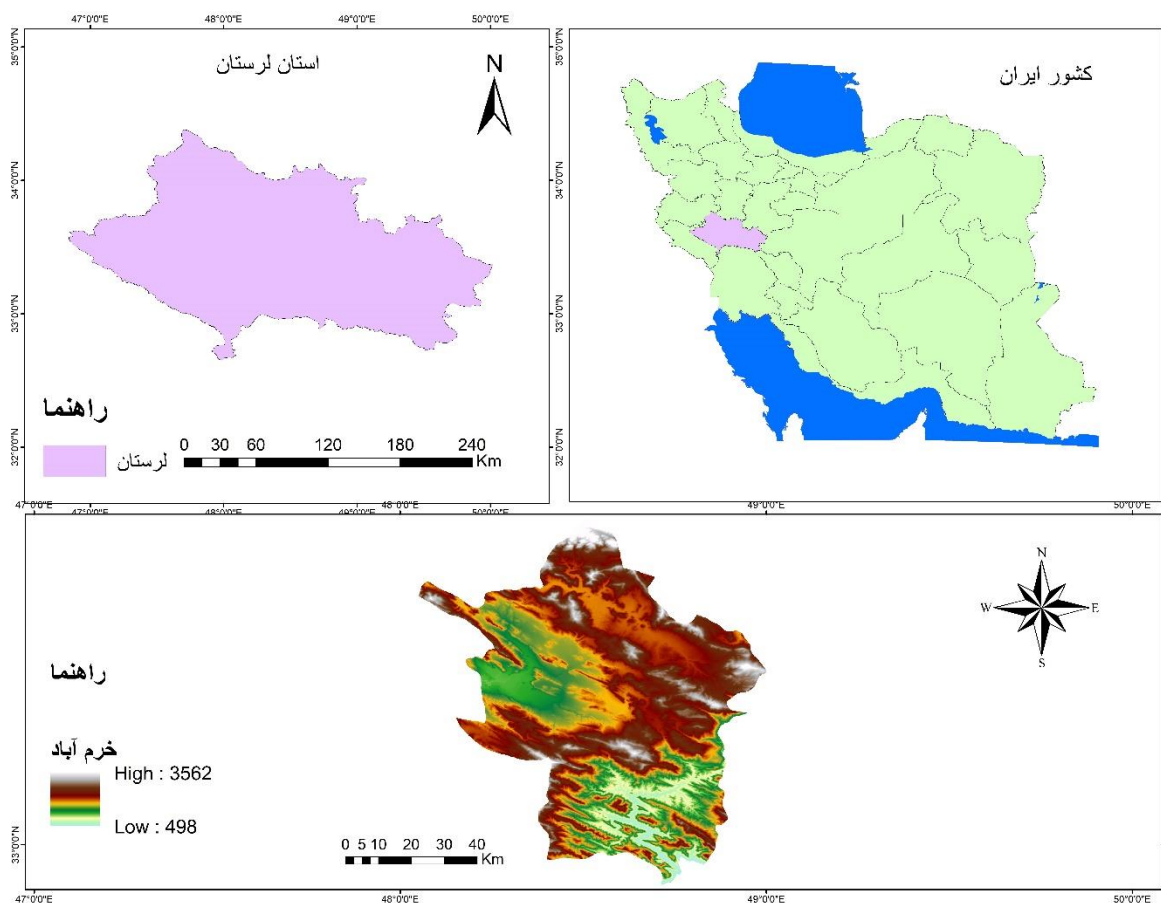
پیدا می نماید، از این رو، تحلیل های مکانی - فضایی بطور عام و خاص قابلیت تطبیق پذیری زیادی با موضوع ایستگاه های آتش نشانی و تصمیم گیری در خصوص مکان گزینی و تخصیص بهینه امکانات آنها دارد. مسأله تصمیم گیری در خصوص اولویت بندی منابع و امکانات مکانی - زمانی ایستگاه ها در سال های اخیر با استفاده از مدل های چند معیاری مورد توجه قرار گرفته است. (نورالهی، ۱۳۸۹: ۲۷). مجموعه بررسی ها و تجزیه و تحلیل های انجام شده در مورد حوادث آتش سوزی و نحوه عملکرد ایستگاه های آتش نشانی نشانگر آن است که محدودیت ها و نارسایی های عمده های در مکان گزینی و عملکرد مطلوب ایستگاه ها وجود دارد. این مشکلات و نارسایی ها را می توان به شرح زیر طبقه بندی کرد - عدم انطباق مکان و شعاع پوشش ایستگاه ها با کانون های بالقوه آتش سوزی - عدم تناسب تعداد ایستگاه ها با تعداد جمعیت تحت پوشش - عدم تناسب توزیع مکانی ایستگاه ها با الزامات و بافت شهری - عدم تناسب توزیع مکانی ایستگاه ها با استاندارد پوشش زمانی.

### کاربرد مدل AHP در مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی

فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روشی است منعطف، قوی و ساده که توسط آقای توماس ال ساعتی پیشنهاد شد (Saaty, 1980)، که برای تصمیم گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم گیری متضاد، انتخاب بین گزینه ها را با مشکل مواجه می سازد (زبردست، ۱۳۸۰: ۱) و تصمیم گیری باید در یک فضای چند بعدی صورت پذیرد مورد استفاده قرار می گیرد. یک روش اساسی جهت آزمون در مدل AHP روش مقایسه ای دوتایی می باشد. روش AHP تصمیم گیری ها ی پیچیده را از طریق یک ساختار گزیننده ها در یک چارچوب سلسله مراتبی حل می کند، و اساس روش AHP مبتنی بر مقایسات زوجی یا دو به دو بی آلترناتیو هـا و معیار هـای تصمیم گیری است (اصغرپور، ۱۳۸۷). AHP به طور گسترده برای حل کردن مسائل تصمیم گیری ها ی پیچیده استفاده شود. در این تحقیق این مراحل برای مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی دنبال شده و نتیجه آن در محیط GIS برای تعیین مکان های مناسب استقرار ایستگاه های آتش نشانی و تولید نقشه های خروجی مکان یابی مورد استفاده قرار گرفته است.

### محدوده مورد مطالعه

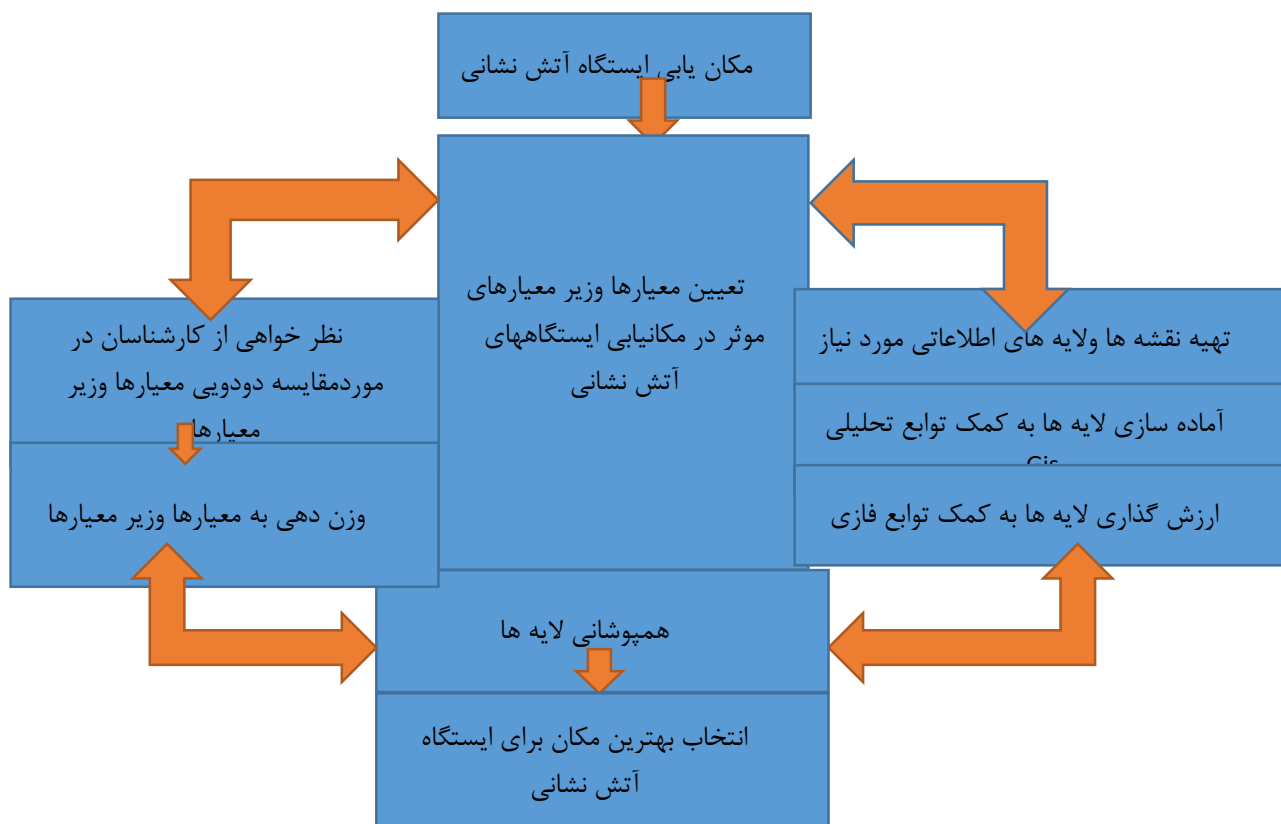
خرم آباد مرکز شهرستان خرم آباد و استان لرستان است. این شهرستان از شمال به شهرستان سلسله، از شمال شرق به شهرستان بروجرد، از شرق به شهرستان های دورود و الیگودرز، از جنوب به شهرستان اندیمشک و از غرب و جنوب غرب به شهرستان های دوره و پلدختر محدود می شود. خرم آباد در مختصات ۳۳/۴۸ شمالی و ۴۸/۳۵ درجه شرقی و در ارتفاع ۱۱۴۷۸ متری از سطح دریا قرار دارد. جمعیت خرم آباد طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران، ۳۷۳'۴۱۶ نفر بوده است.



شکل ۱- نقشه موقعیت محدوده مورد مطالعه

## موادوروش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و مبنای روش آن توصیفی - تحلیلی است. اطلاعات و داده های موردنیاز تحقیق از طریق منابع اسنادی و میدانی بدست آمده است به این ترتیب که در روش اسنادی و نرم افزاری از دستورالعمل های مکان یابی خدمات شهری (آتش نشانی) و از مقالات و پژوهش های علمی محققین استفاده شده است. در مطالعات میدانی و به منظور جمع آوری بخش دیگر از اطلاعات مورد نیاز، اقدام به مصاحبه با کارشناسان مسئول سازمان آتش نشانی شهر خرم آباد شده است. همچنین در این بررسی ها ایستگاه های موجود در شهر خرم آباد مورد ارزیابی قرار گرفته اند. در پژوهش حاضر با استفاده از روش سلسله مراتبی Fuzzy AHP و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS مبادرت به مکان یابی ایستگاه آتش نشانی در سطح شهر خرم آباد نموده و با مراجعه و بررسی میدانی و با استفاده از نقشه های موجود (نقشه طرح تفصیلی)، اطلاعات رقومی شده و به صورت Shape file و تهیه نقشه فاصله، وزن دهی شده این اطلاعات با استفاده از روش AHP انجام و در نهایت با استفاده از نرم افزار Arc GIS این اطلاعات به روش همپوشانی با هم تلفیق و به صورت نقشه مناطق مستعد برای مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی شهر خرم آباد ارائه گردید.



نمودار ۱: الگوریتم مکان یابی ایستگاه آتش نشانی (نگارنده)

## بحث و نتایج

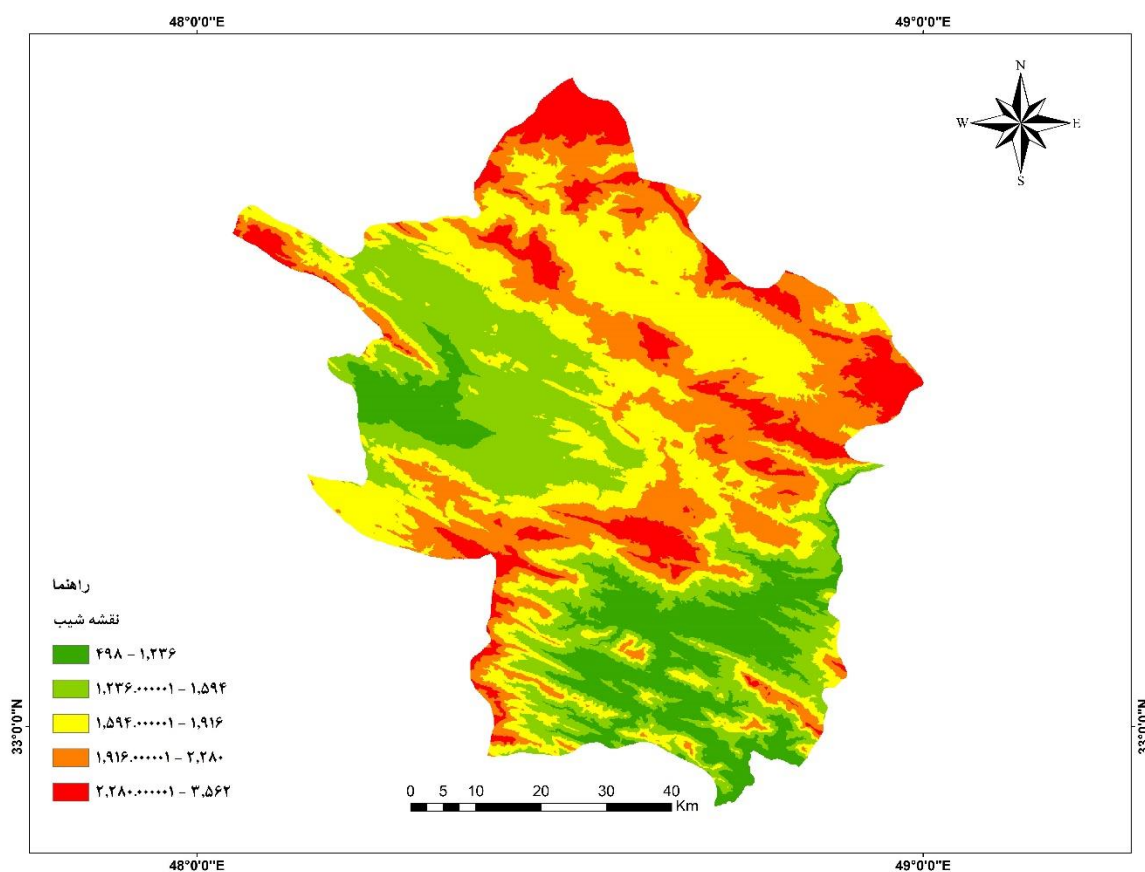
معیارهای اساسی و مؤثر در مکان یابی ایستگاه آتش نشانی

جدول ۱ لایه های اطلاعاتی و وزن دهی به آنها

ردیف	لایه های اطلاعاتی	وزن نسبی
۱	شیب	۰/۰۸۱۷
۲	جهت شیب	۰/۱۴۲۱
۳	ارتفاع	۰/۱۴۹۵
۴	فاصله از راهها	۰/۱۲۷۴
۵	فاصله از گسل	۰/۲۵۵۹
۶	فاصله از مراکز شهری	۰/۱۳۲۸

## شیب

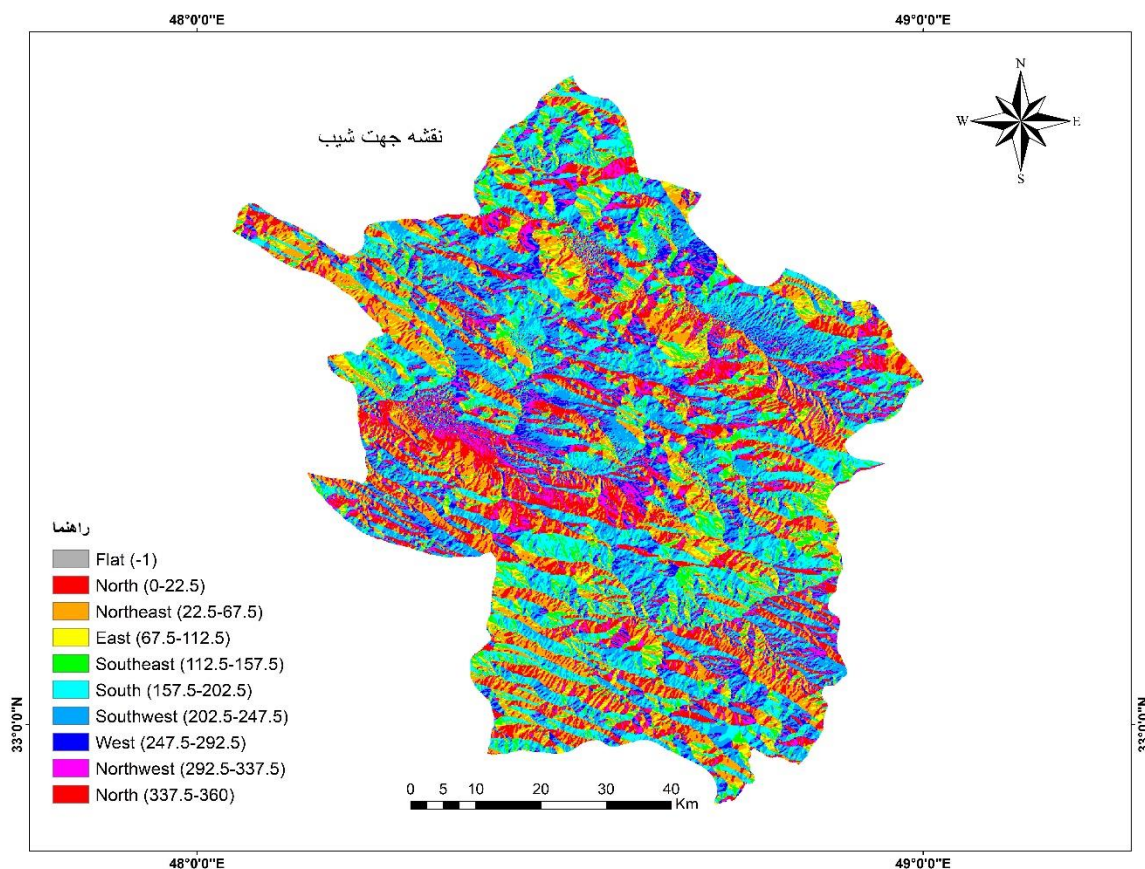
شیب یکی از مهم ترین عوامل استقرار شهر و توسعه خدمات شهری است. ساخت و سازها در مکان با شیب تند و یا مناطقی که دارای تغییرات شدید شیب می باشند چنانچه با رعایت اصول شهرسازی همراه نباشد به هنگام حوادث طبیعی و زیست محیطی بسیار آسیب پذیر می باشند ایستگاههای آتش نشانی باید در مناطق مناسب ساخته شوند تا در مواقع بروز بحران خود دچار آسیب نشوند. مناسب ترین شیب جهت ایجاد ایستگاه شیب ۰ تا ۵ درصد می باشد؛ بنابراین شاخص مورد نظر به منظور اولویت بندی محدوده های شیب زمین، درصد می باشد. وجود شیب ممکن است موجب بروز مشکلاتی مانند وقوع دشواری حمل و نقل، حرکات دامنه ای، ایجاد محدودیت در خدمات و ... شود. بر اساس استاندارد ارائه شده از سوی اتحادیه جغرافیایی بین المللی سطوح هموار کم شیب برای استقرار مناطق و خدمات شهرها مناسب اند. در این زمینه حداکثر شیب زمین برای این منظور، نباید از ۱۱ درصد تجاوز کند. البته بسته به شرایط محیطی این مقدار کمی تغییر می کند. شیب ۱۵ درصد به عنوان حد فوقانی شیب قابل اجرا برای ساخت و سازهای شهری در نظر گرفته شده است. بررسی نقشه شیب منطقه مورد مطالعه (شکل ۲) بیان کننده این است که بیش از ۸۰ درصد از منطقه مورد مطالعه دارای شیب کمتر از ۲۰ درصد هستند که بیانگر موقعیت مناسب آن برای توسعه شهر و خدمات شهر است.



شکل ۲- نقشه شیب

## جهت شیب

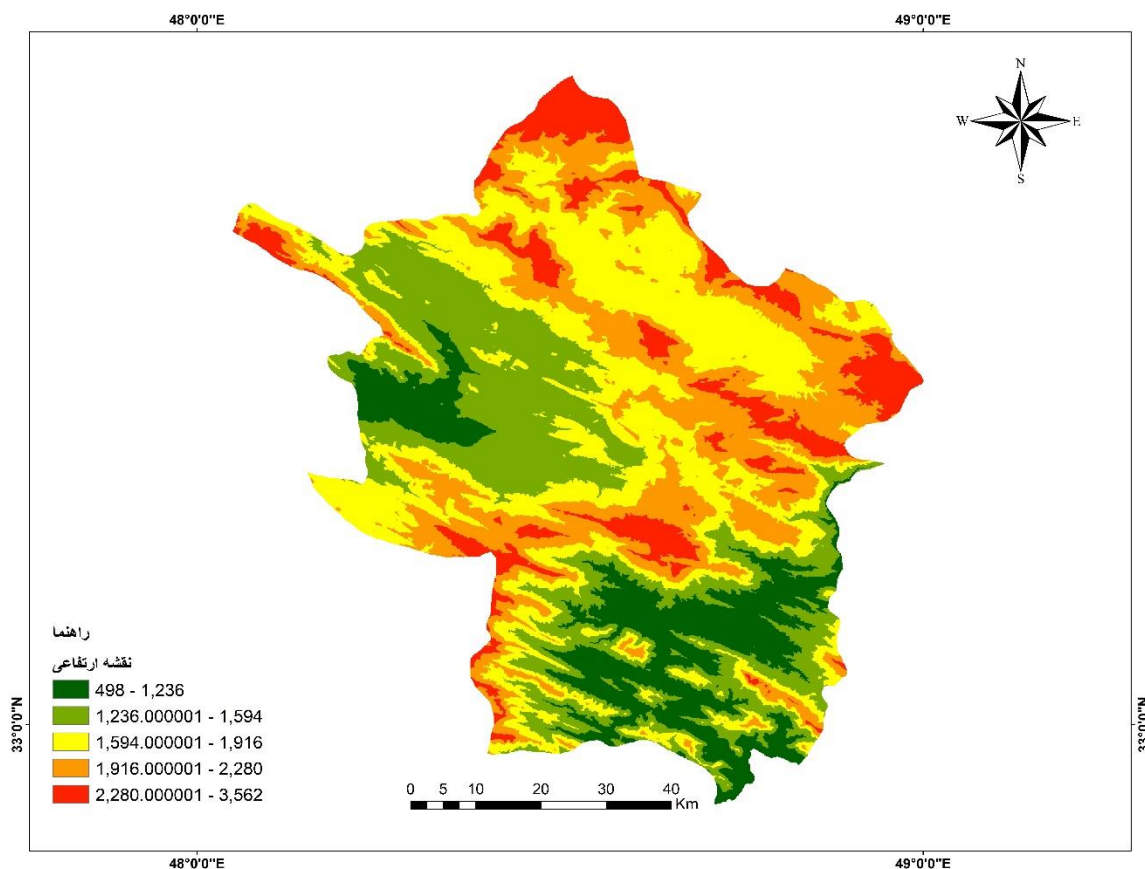
با توجه به اینکه دامنه های شمالی انرژی کمتری از دامنه های جنوبی دریافت می کنند، میزان رطوبت در این دامنه ها بیشتر از سایر دامنه ها است و با توجه به اینکه وجود رطوبت می تواند تشدید کننده لغزش باشد، جهت شیب به عنوان یکی از عوامل موثر در مکانیابی محسوب می شود. شکل ۳ جهت شیب حوضه را نشان داده است که در آن جهت رو به شمال دارای بالاترین شیب هستند.



شکل ۳- نقشه جهت شیب

## طبقات ارتفاعی

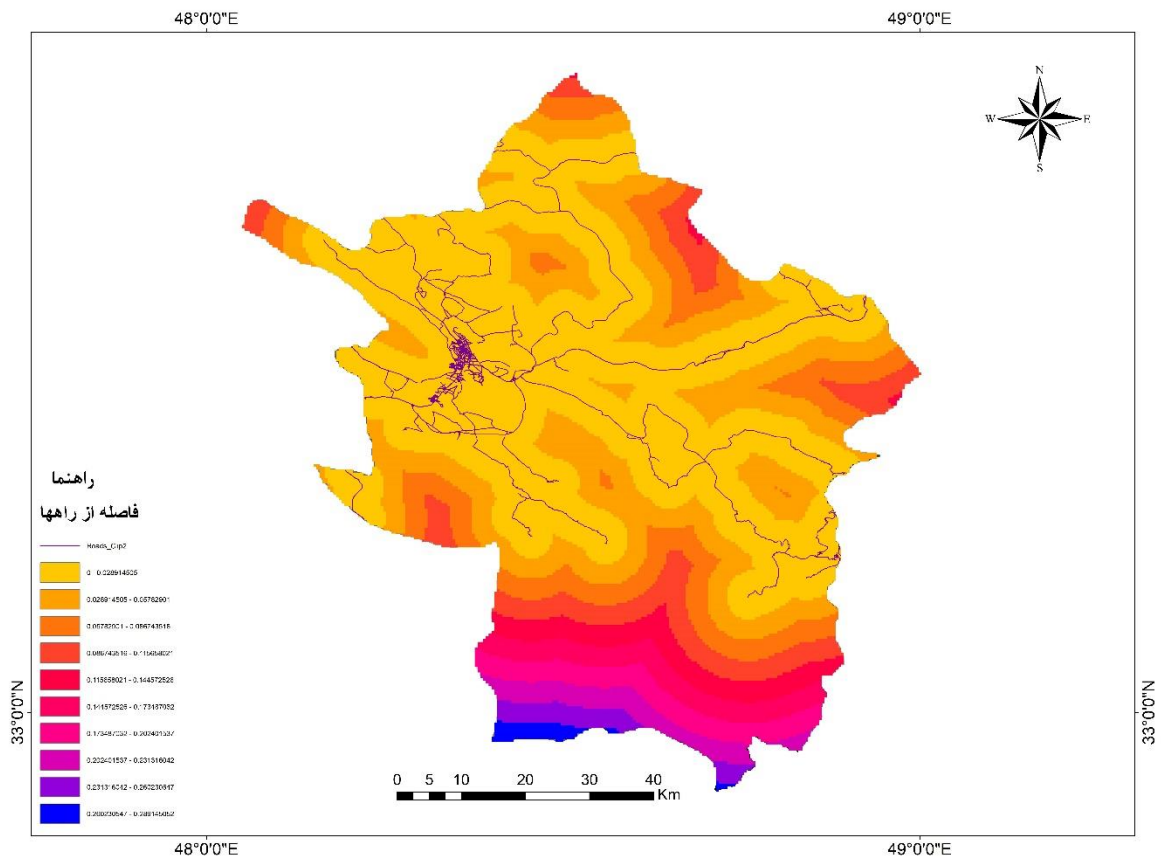
با توجه به معیارهایی که برای توسعه شهر و خدمات شهری در نظر گرفته می شود، می توان گفت که ارتفاعات یکی از عوامل مهم محدودکننده و مشکل ساز است. از جمله مشکلاتی که مناطق مرتفع با آن مواجه اند عبارت اند از: محدودیت در ارائه خدمات، حرکات دامنه ای و ... هستند. با توجه به شکل ۴ حدود ۷۰ درصد از منطقه مورد مطالعه دارای ارتفاع ۱۱۲۵ تا ۱۵۰۰ متر هستند که به دلیل اختلاف ارتفاع کم برای توسعه خدمات شهری مناسب اند.



شکل ۴- نقشه ارتفاعی

### فاصله از راهها

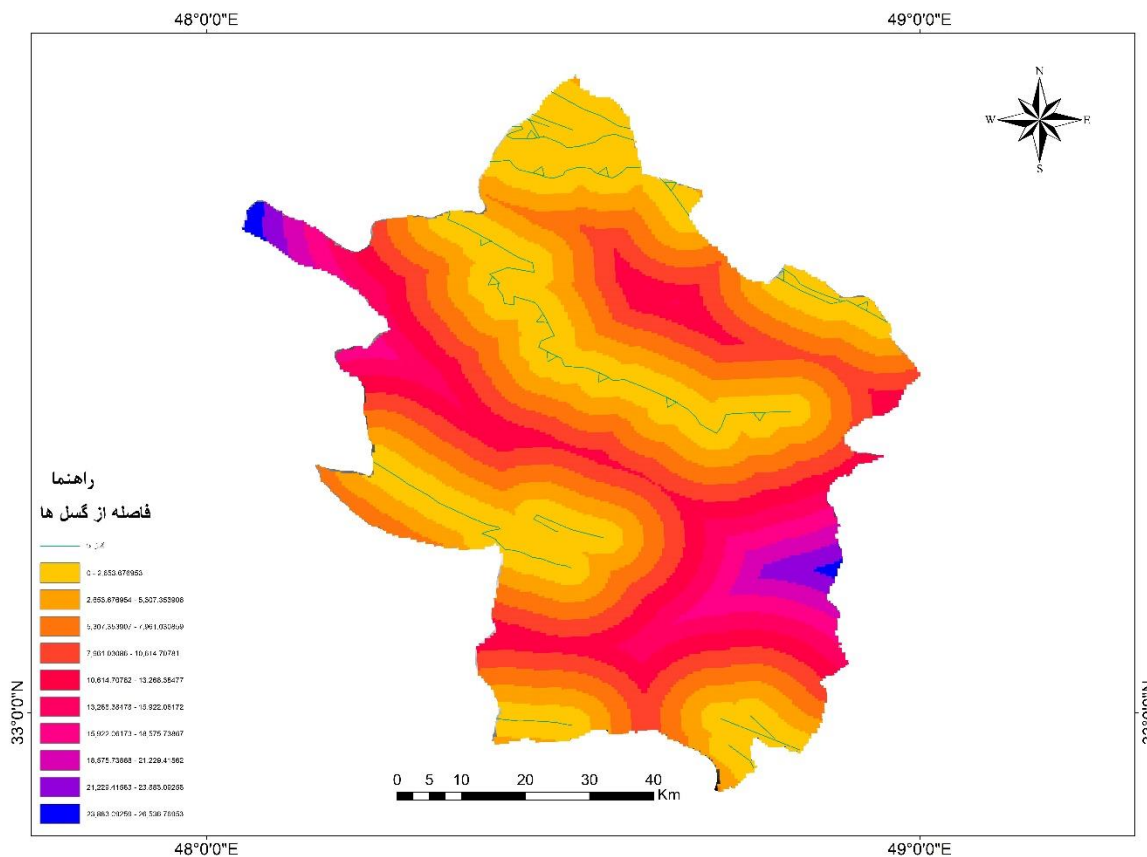
ضروری است در مکان یابی ایستگاه‌های جدید، مطالعه کافی در مورد ایستگاه‌های موجود و تعیین شعاع عملکرد مفید آنها صورت پذیرد و برنامه ریزی با آگاهی از حوزه خدماتی و شعاع عملکرد ایستگاه‌های موجود صورت گیرد. فاصله میان ایستگاه‌های آتش نشانی بسته به تراکم جمعیت و کاربری زمین به طور قابل ملاحظه‌ای تفاوت می‌کند و شعاع خدماتی و عملکرد مفید ایستگاه‌ها نیز با یکدیگر فرق دارد لذا در مکانیابی ایستگاه‌ها، اصل «حداکثر دسترسی» و «حداقل زمان» یعنی فاصله زمانی ۳ تا ۵ دقیقه (زمان بین شروع آتش سوزی تا شروع عملیات آتش‌نشانی عامل تعیین کننده می‌باشد زیرا بر اساس منحنی استاندارد زمان - درجه حرارت، چنانچه در ۵ دقیقه اول وقوع آتش سوزی نتوان در محل حادثه حضور یافت و به خاموش کردن آن اقدام نمود آتش از کنترل خارج می‌گردد و پیامدهای ناگواری در پی خواهد داشت. لذا توزیع ایستگاه‌های آتش نشانی در کل شهر با احتساب مقدار زمان واکنش مناسب، طراحی می‌شود. استانداردهای جهانی شعاع ۵ کیلومتر را برای هر ایستگاه پیش بینی می‌کنند.



شکل ۵- نقشه فاصله از راهها

### فاصله از گسل

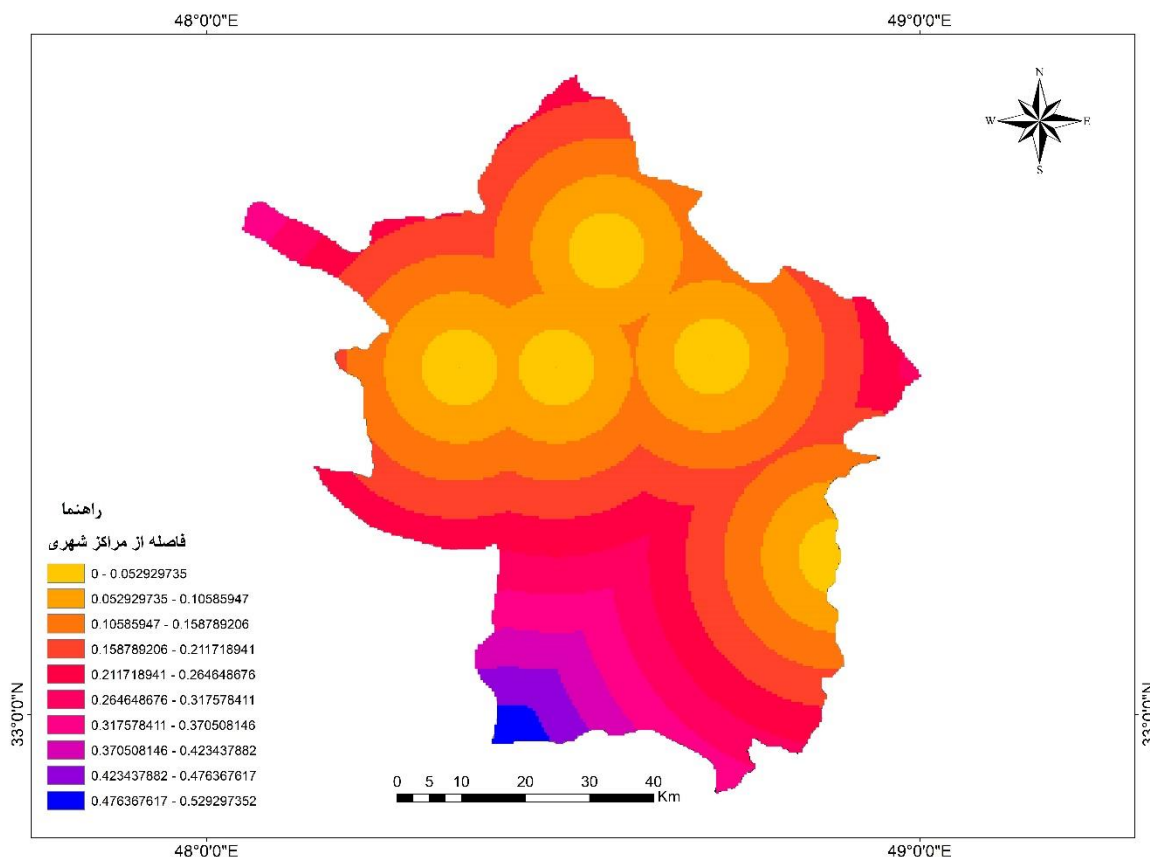
گسل ها یکی از موانع مهم در توسعه شهری محسوب می شوند که در برنامه ریزی های شهری بسیار مورد توجه قرار می گیرند. حیاتی ترین تأسیسات شهری باید در مطمئن ترین جای زمین احداث و با مقاومت بالایی در برابر فرایندهای شهری اثرگذار ساخته شود. مقاوم سازی تأسیسات شهری و مکان شناسی صحیح، از راه کارهای مهم جلوگیری از خطرات است. نزدیکی به گسل: گسل ها از نظر طول به سه دسته تقسیم می شوند، دسته اول طولی بیش از ۱۰ کیلومتر، دسته دوم بین ۲ تا ۱۰ کیلومتر و دسته سوم کمتر از ۲ کیلومتر طول دارند. انواع حریم ها، منطقه در اطراف گسل را به عنوان منطقه ممنوعه که تحت تأثیر مستقیم فعالیت گسل است، از امکان ساخت و ساز ممنوع می گرداند. با فاصله از گسل درصد خطر پذیری کمتر خواهد شد معمولاً تا فاصله ۲ کیلومتری خطر بالا، ۲ تا ۴ کیلومتری خطر پایین، ۴ تا ۶ کیلومتری خطر کم از ۶ کیلومتر فاصله، پهنه ی بی خطر محسوب می شود.



شکل ۶ فاصله از گسل‌ها

### فاصله از مراکز شهری

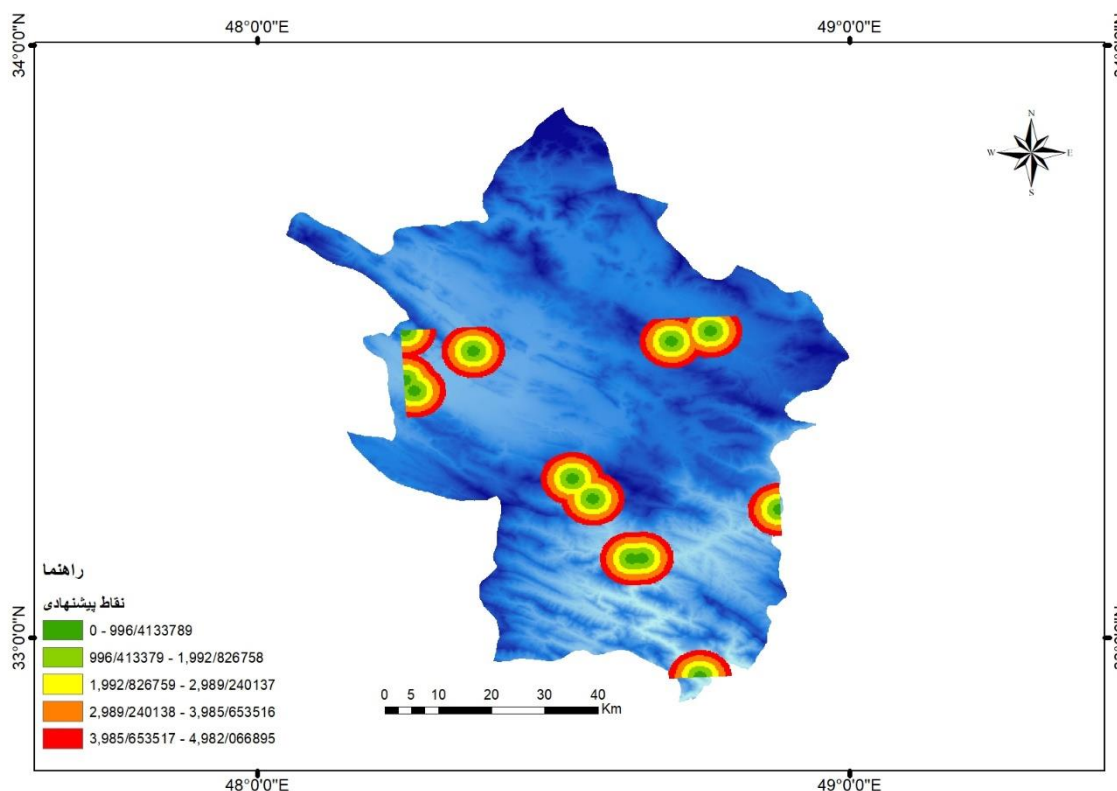
ایستگاه‌ها حتی الامکان باید در داخل شهر و نزدیک باشند تا در مواقع حادثه هر چه زودتر برسند. مشخص کردن مکان‌های پرخطر در سطح شهر و حداکثر ۱،۵ کیلومتر فاصله داشته باشند تا در مدت ۳ تا ۵ دقیقه به محل حادثه برسند.



شکل ۷- نقشه فاصله از مراکز شهری

#### همپوشانی لایه های اطلاعاتی و تولید نقشه نهایی

پس از بدست آوردن ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها، اکنون نوبت به گردآوری داده ها، رقومی نمودن و تشکیل پایگاه ها و در نهایت تولید لایه ها در تناسب با شاخص ها می باشد. برای این منظور با توجه به استانداردهای موجود و نظرات کارشناسان لایه های اطلاعاتی تولید گردید و با تولید لایه های اطلاعاتی و اعمال ضرایب اهمیت معیارها و همپوشانی لایه ها، نقشه ها و لایه های ترکیبی و همچنین نقشه های اولویت مکان برپایه هر معیار بدست آمد. - - - ده و با همپوشانی نقشه های ترکیبی اولویت های مکانی برای استقرار مکان یابی ایستگاه آتش نشانی شناسایی گردید. نقشه حاصل از روی هم گذاری لایه های اطلاعاتی است به طوری که وزن و اهمیت هر یک از لایه ها در آن لحاظ شده و مطلوبیتی از همه لایه های اطلاعاتی مذکور را داراست. محدوده های قرمز رنگ نماینده نقاط کاملاً ناسازگار با استقرار ایستگاه آتش نشانی اند، بنابراین در این محدوده ها نباید ایستگاه آتش نشانی مس - - - قرار دهد. که دارای کمترین ارزش هستند. - - - محدوده های سبز رنگ نشان دهنده ی نقاط مناسب برای استقرار ایستگاه آتش نشانی است نشان دهنده ی نقاط پیشنهادی با توجه به محدوده های استخراج شده مجاز در GIS هستند. که دارای بیشترین ارزش هستند.



شکل ۸- نقشه نهایی نقاط پیشنهادی ایستگاه آتش نشانی

### نتیجه گیری و پیشنهادها

یکی از مسائل مهم تخصیص منابع شهری، انتخاب مکان‌های بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی به منظور ارائه خدمات بهتر و نجات جان افراد در سوانح است. ایستگاه‌های آتش‌نشانی به عنوان مکان‌های استقرار و انتظار خودروهای آتش‌نشانی و امداد، از جمله مراکز مهم و حیاتی خدمات‌رسانی در شهرها هستند که نقش مهمی در تأمین ایمنی و آسایش شهروندان و توسعه اقتصادی شهرها ایفا می‌کنند. این اهمیت فراوان باعث می‌شود که اتخاذ فرایندی صحیح برای مکان‌یابی این ایستگاه‌ها ضروری به نظر برسد. در مکان‌یابی سایت‌های جدید در بافت‌های پرجمعیت و متراکم، اتخاذ تصمیمی که کمترین هزینه اقتصادی-اجتماعی را داشته باشد ضروری است. محدوده خدماتی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در ناحیه مطالعاتی در قالب طراحی شبکه شهری در محیط GIS بدست آمد. که با استفاده از معیارهای موثر شیب، جهت شیب، ارتفاع، فاصله از راه‌ها، فاصله از گسل‌ها، فاصله از مراکز شهری در انتخاب مکان بهینه شناسایی شده‌اند و سپس با وزن‌دهی این معیارها در محیط GIS و با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice وزن معیارها بدست آمده و سپس با فازی‌سازی لایه‌های در محیط GIS نقشه مکان بهینه برای ایستگاه‌های آتش‌نشانی بدست آمده است. که این نقشه‌ها می‌تواند به مسئولان در جهت توسعه شهری کمک کند. فرآیند تحلیل شبکه و سامانه اطلاعات مکانی به خاطر امکان مقایسه و ارزیابی مکان‌های مختلف و انتخاب مکان بهینه با توجه به معیارهای مورد نظر، کارآیی بالایی دارد و می‌تواند حاکی از نقش بالای GIS در مدل‌سازی پدیده‌های پیچیده زمانی و مکانی باشد.

ماشین های آتش نشانی، مجاز به عبور از خیابان های یکطرفه می باشند اما با توجه به بررسی های میدانی ، عملا در بسیاری از مسیرها، به دلیل کم عرض بودن خیابان های ناحیه مورد مطالعه، استفاده از خیابان های یکطرفه در خالف مسیر حرکت ماشین های آتش نشانی، مقدور نمی باشد. لذا می بایست تمهیداتی نسبت به به سازی و عریض نمودن خیابان ها صورت گیرد.

توجه جدی مسدولان شهری به مکانیابی ایستگاهها آتش نشانی برای خدمات رسانی در مواقع بحران. مجهز کردن وسایل وتجهیزات آتش نشانی برای مواقع بحران.

در نظر گرفتن پارامترهای زمانی، بتوان اقدامات مؤثرتری در انتخاب هر چه بهتر مکان های بهینه ایستگاه های آتش نشانی انجام داد.

شناسایی بافت های پرخطر وانبارهای قابل اشتعال در سطح شهروداشتن نقشه وشناسایی آنها.

و وضعیت بافت شهری برای رسیدن به محل حادثه در حداقل زمان ۳ دقیقه شعاع عملکردی حدود ۱،۵ کیلومتر طی می شود باید آمادگی کامل داشت.

استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی به منظور تعیین وزن هر یک از پارامترهای مؤثر بر مکانیابی ایستگاهها و تولید توابع عضویت فازی

## منابع و مأخذ

- ذاکرحقیقی، کیانوش (۱۳۸۲). مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی با GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد شهرسازی دانشکده هنرهای زیبا. دانشگاه تهران.
- رامشت. محمدحسین؛ علیرضا عرب عامری (۱۳۹۰). اولویت بندی نواحی شهری به منظور تأسیس ایستگاه های آتش نشانی با استفاده از دو روش تخصیص خطی و Topsis و با کمک تکنیک (GIS مطالعه موردی: شهر ماکو). مجله علمی تخصصی برنامه ریزی فضایی. شماره ۱.
- یزدان پناه، س، زیاری، ی، ۱۳۹۰. مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی با استفاده مدل AHP در محیط GIS (مطالعه موردی: شهرستان آمل). مجله چشم انداز جغرافیایی شماره ۱۴. صص ۷۴-۸۷.
- فروتن مقدم، م ، وحید نیا، م ، مهر منش، ۱۳۸۸. تعیین مکان های بهینه ایستگاه های آتش نشانی با استفاده از شبکه های عصبی.
- زبردست، اسفندیار، (۱۳۹۰). کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP در برنامه ریزی شهری و منطقه ای، مجله هنرهای زیبا، دوره ۲، شماره ۴۱، صص ۹۰-۷.
- علوی و همکاران (۱۳۹۲)، تحلیل فضا - مکانی عملکرد ایستگاه های آتش نشانی برپایه ی مدیریت بحران با استفاده از روش تلفیقی MCDM و تحلیل شبکه، مطالعه موردی :منطقه ی ۶ تهران، فصلنامه علمی - پژوهشی مدیریت بحران، شماره دوم، ص ۵
- نورالهی، (۱۳۸۹)، طرح های جامع راهبردی ایمنی گامی اساسی در افزایش ایمنی شهری، مجله مبلمان و خدمات شهری، شماره ۱، صص ۲۵-۳۰.
- فروتن مقدم، متین، و وحیدنیا، محمدحسین، و مهرمنش، امین، ۱۳۸۸، تعیین مکان های بهینه ایستگاه های آتش نشانی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، همایش و نمایش ملی ژئوماتیک ۸۸، سازمان نقشه برداری کشور.

مشکینی، حبیبی، تفکری؛ ابوالفضل، کیومرث، اکرم ۱۳۸۹، (تحلیل فضا - مکانی تجهیزات شهری و کاربست مدل تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS) مطالعه موردی: ایستگاه های آتش نشانی هسته مرکزی تهران، فصلنامه جغرافیا انسانی، شماره ۷۴، ص ۹۵.

قدسیپور، سیدحسن، ۱۳۹۱ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، انتشارات دانشگاه امیر کبیر، چاپ دهم، تهران. هندسین مشاور عرصه (۱۳۷۸)، پژوهشی درباره جایگاه و ابعاد حفاظت شهرها در برابر آتش سوزی، چاپ اول، انتشارات وزارت کشور.

منتظری، غلامحسین (۱۳۸۲). مکان‌گزینی مراکز خدمات شهری با تأکید بر ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر ساری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا. دانشگاه شهید بهشتی.

نظری عدلی، سعید (۱۳۸۵). (تحلیل عملکردی و مکان‌گزینی پارک‌های شهری با استفاده از الگوریتم‌های فازی در محیط GIS، دانشکده هنر و معماری. دانشگاه مازندران.

راهنما، محمد رحیم، آفتاب، احمد (۱۳۹۳). مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر ارومیه با استفاده از GIS و AHP: جغرافیا و توسعه.

Ahmadi, A., 1991. The location of fire stations and safety services in Tehran. Journal of Ravesh 9, 41.

16- Department of the Interior., 2004. Site selection criteria model and fire stations. parhizgar. Akbar. Tehran.

Howerton, C, 2006, GIS Network Analysis of Fire Department Response Time Dallas, Texa Fall

Ahadnejad Reveshty, Mohsen (2007). Site selection study for fire extinguisher stations using network analysis and A.H.P. Model, Case study: city of Zanjan, Asia map journal.

Yan Yu, Qingsheng Guo & Xinming Tang (2008). Gradual optimization of urban fire station locations based on geographical network, available at:<http://isprs-wgii-1.casm.ac.cn/source>.

Eldin Neiln and K.A. Eldrandaly (2004). A computer-aided system for site selection of major capital investment, international conference e-design in architecture Dhahran, Saudi Arabia, December.