مجله کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی وسنجش از دوردر برنامه ریزی،دوره ۹، شماره ۲،تابستان ۹۷

تحلیل فضایی و مکان‌گزینی ایستگاه های آتش نشانی کلانشهر اصفهان

حمید صابری[۱]، فاطمه دانشور[۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۵/۱۳ **تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۶/۲۵**

صفحات: ۹۹-۸۳

چکیده

موجودیت شهرها عموماً با سرویس‌دهی و ارائه خدمات به ساکنان در محدوده قانونی و حریم‌شهرها آمیخته است و ایستگاه‌های آتش نشانی به عنوان مکان‌هایی برای استقرار و انتظار خودروهای‌آتش‌نشانی و نجات،از جمله مراکز مهم و حیاتی خدمات‌رسانی در شهرها هستند که، انتخاب بهترین مکان با دیدگاه فضایی برای ایجاد این مراکز ضروری می‌باشد.هدف از این پژوهش تحلیل فضایی ایستگاه‌های موجود در شهر اصفهان و مکان‌گزینی بهینه مراکزآتشنشانی درکلانشهر اصفهان می‌باشد. روش تحقیق پژوهش حاضرتوصیفی - تحلیلی است. در گام نخست مجموعه عوامل موثر بر مکان گزینیایستگاه های آتش نشانی با استفاده از آیین کار ضوابط مکان یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهری مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایرانو سایر تحقیقات معتبر شناسایی و تدوین شده است. دراین پژوهش از روش تحلیل شبکه فازی برای تعیین وزن هریک از معیارها و زیر معیارها استفاده شده است و هم‌پوشانی نهایی نقشه‌ها بصورت وزنی می‌باشد. از نظر کارشناسان بیشترین وزن به معیار فاصله از شریان‌های اصلی و فاصله از گره‌های ترافیکی تعلق دارد. نتایج نهایی این پژوهش نشان می‌دهد که،از بیست و چهار ایستگاه آتش‌نشانی شهر اصفهان، دوازده ایستگاه شهر اصفهان در پهنه‌های مناسب احداث شده است ، ده ایستگاه آتشنشانی شهر اصفهان در مکان‌های نامناسب احداث شده است و ایستگاه‌های شماره ۲۳ و ۲۴ در مناسب‌ترین مکان ایجاد شده است.با توجه به تراکم مناطق و درصد حوادث آتش‌سوزی در مناطق شهر اصفهان، نقاط انتخاب شده الویت‌بندی شده است نتایج نهایی الویت‌بندی نشان می‌دهد که، در مناطق هشت و ده شهر اصفهان نیاز به ایجاد ایستگاه‌های اتشنشانی بیش از سایر مناطق می‌باشد.

کلمات کلیدی: مکان‌گزینی، ایستگاه‌های آتش‌نشانی، مدل تحلیل شبکه فازی، شهر اصفهان

[۱] استادیارگروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران(نویسنده مسئول) Hamidsaberi2000@gmail.com

[۲] باشگاه پژوهشگران جوان، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

مقدمه

تجهیزات و تأسیسات پایه و اساس سکونتگاه‌های شهری را تشکیل می‌دهد. هر چه ارائه این خدمات بهتر باشد زندگی در آن راحت تر و هزینه زندگی در آن برای شهروندان کمتر خواهد بود(رامشت و عامری،۱۳۹۰ :۲)،از میان کاربری ها و خدمات موجود در شهر، توزیع بهینهٔ ایستگاه‌های آتش نشانی به دلیل اهمیت و توجه روزافزون به امر ایمنی در شهرها و ارایهٔ تمهیداتی در زمین پیشگیری و مقابله با آتش‌سوزی و حادثه از اهمیت قابل توجهی برخوردار است (پوراسکندری،۱۳۸۰: ۶).ایستگاه‌های آتشنشانی به عنوان مکانی جهت 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 می‌نمایند (مهندسین مشاور عرصه، ۱۳۷۸ :۱۴۰) همه ساله افراد بسیاری براثرسوانح مختلف مانند آتش‌سوزی، جان خود را از دست می‌دهند. ازجمله دلایل این امر میتوان به پراکندگی نامناسب ایستگاه‌های آتشنشانی، قرار گرفتن آنها در مناطق پرترافی کو فقدان پاسخگویی به زمان استاندارد در اطفای حریق اشاره نمود. در حالی که با اتخاذ تدابیر مناسب مانند اطفای حریق به موقع میتوان از گسترش آتش سوزی جلوگیری به عمل آورد (فروتن مقدم و همکاران، ۱۳۸۸: ۲) مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی برای تأمین ایمنی شهرها ،پیشگیری و مقابله با هرگونه حادثه وآتش‌سوزی از اهمیت قابل توجهی برخورداراست(سمیعپور، ۱۳۹۳ :۱). سیاست کلی ایجاد ایستگاه‌های آتشنشانی در ایران سیاستی بدون برنامه‌ی خاص و مدون بوده است به گونه‌ای که برای ایجاد هر ایستگاه مهمترین اصل، خالی بودن زمین و بدون مالک بودن آن در مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی در سطح شهرها تأثیرگذار بوده است (هادیانی و کاظمی راد، ۱۳۸۹ :۱۰۰)

دسترسی تمام بخش های شهر به این کاربری مهم مطابق استاندارد جهانی، ایمنی و رفاه شهروندان را به دنبال خواهد داشت توجه صرف به ساخت و استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی از نظر کمی و عدم توجه به تخصیص مکانی و پراکنش فضایی آن ها موجب اتلاف سرمایه و نیروی کار در ایستگاه‌ها شده و ناکارآمدی سیستم آتش نشانی شهر را به دنبال خواهد داشت . بررسی ها نشان میدهند که احداث ایستگاههای آتشنشانی،و هزینه های نگهداری و به رهبرداری و پرسنلی این ایستگاهها در مقایسه با سایرخدمات،از پرهزینه ترین خدمات سازمانهای محلی است.(موری[3]،۲۰۱۳:۱۰). امروزه، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان ابزاری در جهت ایجاد بانک اطلاعاتی مناسب و کارآمد عمل می‌کند (هاورتون، ۲۰۰۶: ۳) مطالعهٔ حاضر باهدف تعیین نقاط بهینه به منظور ایجاد ایستگاه‌های آتش‌نشانی مطابق با معیارهای استاندارد صورت گرفته و پرسش های زیر را دنبال میکند:

کدام ایستگاه‌های موجود شهر اصفهان در مکان مناسب ایجاد شده‌اند؟

مناسبت رینمکانه ایپیشنهادیبرایاستقرار ایستگاه های آتشنشانی متناسب با استانداردهاکدام است؟

ایجاد ایستگاه‌های جدید در کدام مناطق شهر اصفهان ضروری‌تر می‌باشد؟

[3]Murray

مبانی نظری پژوهش

شوالیه۴ و همکاران (۲۰۱۲) در مقاله‌ای تحت عنوان "مکانیابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی: یک رویکرد یکپارچه برای بلژیک» با استفاده از سیستم پشتیبان تصمیم گیری فضایی ۵ پارامترهایی مانند فاصله و تراکم جمعیتی و شعاع عملکرد 8 دقیقه‌ای و پوشش 90 درصد حوادث به ارزیابی پتانیسل ایستگاههای آتشنشانی برای واکنش به آتش سوزی ها پرداختند. نتایج مطالعهٔ آنها نشان دادکه 60 ایستگاه آتشنشانی موجود در کشور با شعاع عملکرد استاندارد، 67 درصدازحوادث احتمالی را پوشش می دهد(Chevalier et al., 2012)

اردن و کاکون(۲۰۱۰)مقاله ای تحت عنوان " مکانیابی چند معیاره برای خدمات آتشنشانی بر اساس مدل AHP و " GISانجام دادند. محققین در این پژوهش به کمک روش ترکیبی AHP و GIS مکان بهینه خدمات آتشنشانی را در استانبول مشخص کردند. معیارهای مورد مطالعه در این پژوهش شامل: تراکم جمعیتی بالا، نزدیکی به مسیرهای اصلی، فاصله ایستگاه‌های آتشنشانی موجود، فاصله نسبت به کاربری های پر خطر ،تراکم ساختمانی،فاصله از مناطق با خطر زلزله است؛نتایج نشان داد علاوه بر ۳۵ ایستگاه موجود، 17 ایستگاه دیگر باید احداث گردند.

ژانگ [۶]در سال 2013 ،تحلیلی جامع از مخاطرات آتش‌سوزی در شهرهای کو انجام دادند تجزیه و تحلیل جامع در مورد خطر آتش سوزی شهری از نظر ریسک حوادث آتش نشانی در مناطق شهری، بر اساس تجزیه و تحلیل، فرآیند سلسله مراتب تحلیلی انجام شد.

میورای[۷](۲۰۱۳) در مقاله خود تحت عنوان بهینه‌سازی مکان فضایی ایستگاه‌های آتشنشانی در کالیفرنیا استاندارد زمانی برای واکنش به آتش سوزی را 9 دقیقه در نظر گرفت . او برای مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی جدید از برنامه ریزی راهبردی استفاده کرد و با استفاده از ابزار بافر، توزیع مناسب ایستگاه‌های جدید را بررسی کرد .(Murray, 2013)

هان و همکاران[۸](۲۰۱۱) به بررسی مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی با استفاده از GIS و AHP در استان سورات تانی تایلند پرداختند و به این نتایج رسیدند که معیارهای دسترسی به خیابان، تمرکز جمعیت، بافت فرسوده، نزدیکی به مراکز دارای، تقاضای زیاد به آتشنشانی، برای مکانیابی این ایستگاه‌ها مناسب هستند.

لای و همکاران در سال 2011 درمقاله‌ای با نام مطالعه و پیاده‌سازی برنامه‌ریزی مکان های آتشنشانی بر اساس تکنیک AHPوGIS در چین به مکانیابی ایستگاههای آتشنشانی پرداختند. استاندارد زمانی در این مقاله 5 دقیقه واستاندارد فاصله 4 تا 7کیلومتر برآوردشده است.(Lai et al, 2011)

نظریان، و همکاران(۱۳۹۴) مکانیابی بهینه ایستگاه‌های آتشنشانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهر کرمانشاه به این نتیجه رسیدند که ایستگاه‌های موجود، شهر را به طور کافی پوشش نمی‌دهند و مکانهای بهینه برای استقرار ایستگاه‌های آتشنشانی پیشنهاد داده شده است.

اجزاء شکوهی و همکاران(1393) مکانیابی بهینه ایستگاه‌های آتشنشانی در شهر مشهد مکان فعلی ایستگاه‌ها از لحاظ خدمات‌رسانی مناسب نیستند و در نهایت ۲۸ ایستگاه جدید مکانیابی شدند.

4Chevalier P
5Spatial Decision-Support System (SDSS).
6Chevalier, Thomas, Geraets, Goetghebeur, Janssens, Peeters, & Plastria

7Murray
8Lai, Han-lun, Jing-yi & Yi-jiao

قدس و کامیابی (۱۳۹۳) با استفاده از تکنیک AHP در محیط GIS برای مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی شهر سمنان پرداختند.نتایج پژوهش مشخص نشان داد که استفاده از تکنیک AHP برای مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی مفید است و حداقل ۴ ایستگاه آتشنشانی جدید در شهر سمنان مورد نیاز است.

حیدری و رستمی در سال ۱۳۹۳ به ارزیابی و ارائه الگوی بهینه مکانیابی به منظور تأسیس ایستگاه‌های آتشنشانی با استفاده از GIS در شهر کرمانشاه پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که مدل تلفیقی AHP و GIS برای مکانیابی کاملا مناسب بوده و قسمت‌های شرق و شمال شرق شهر کرمانشاه برای احداث ایستگاه‌های جدید مناسب ارزیابی شد.

مشکینی و همکاران (۱۳۸۹) به تحلیل فضایی - مکانی ایستگاه‌های آتشنشانی هستهٔ مرکزی تهران پرداختند و در نهایت سایت‌هایی به منظور احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی پیشنهاد کردند که به کمک ایستگاه‌های موجود قادرند کل منطقه را تحت پوشش قرار دهند.

هادیانی و همکاران (۱۳۸۸) در مقالهٔ خود با استفاده از روش تحلیل شبکه و مدل AHP در محیط GIS ، به مکانیابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر قم پرداختند و به این نتیجه رسیدند که الگوی پراکنش ایستگاه‌های آتشنشانی شهر قم در وضع موجود از الگوی مناسبی برخوردار نیست و فاصلهٔ زمانی رسیدن خودروهای آتشنشانی به آخرین نقطهٔ منطقهٔ تحت پوشش خود بیش از ۵ دقیقه می‌باشد.

عوامل اصلی در مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی

اکثر ضوابط مربوط به مکانیابی ایستگاههای آتشنشانی به دنبال این هدف بوده اندکه بیشترین تعداد مردم را در کمترین زمان ممکن تحت پوشش قرار دهند. با توجه به خصوصیات شهرهای ایران و بررسی تجارب کشورهای دیگر، با توجه به مطالعات صورت گرفته در مجموع،عوامل اصلی برای مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی به صورت خلاصه در جدول شماره (۱) بیان شده است:

جدول(۱): ضوابط مربوط به مکانیابی ایستگاههای آتشنشانی

ویژگی	منابع
..قرارگیری ایستگاه‌ها درمجاورت بزرگراه ها وخیابانهای اصلی درجه یک به ویژه تقلاطع هلای اصلی از عوام مثبت مکانیابی خواهد بود	(ثقفی،۱۳۸۴)
محمناس معمولادرمحل تلاقی چندخیابان و در نقاطی تعین می‌شودکه حجم ترافیک مانع یا کند کننده حرکت خود روها و اکیپ آتشنشانی نگردد.	(ثقفی،۱۳۸۴)
استاندارد جهانی برای رسیدن خودروهای آتش نشانی به محل حریق را ۳ دقیقه در نظر میگیرد. اما استاندارد در ایران برای رسیدن خودروهای آتش نشانی به محل حریق را ۵ دقیقه میباشد. برای تعیین شعاع عملکردی ایستگاهها ابتدا باید سرعت مجاز خودروهای آتش نشانی درخیابان اصلی که ۳۵ کیلومتر در ساعت می باشد را در زمان استاندارد ضرب کنیم. هر ایستگاه ۲/۹ کیلومتر مسافت را پوشش می‌دهد. ۲/۹=۶۰÷۳۵×۵)	(اسکندری پور،۱۳۸۰)
جمعیت از شاخص های اصلی خدمات گوناگون محسوب می شود و با افزایش آن احتمال وقوع آتشسوزی و هزینه هاو خسارتهای ناشی از آن افزایش می یابد . در برخی از مطالعات،مناطق دارای تراکم جمعیتی بیشتر با اولویت بالاتری برای استقرار ایستگاه درنظرگرفته شده‌اند	(Lai et al,2011)

ایستگاههای آتشنشانی جدید باید در مکانهای یاحداث شوند که از یک طرف یشترین فاصله و ازطرف دیگر کمترین محدودهٔ خدماتی مشترکباایستگاههای موجود را داشته باشند ،به همین دلیل یکی از معیارهای تعیین کننده درمکانیابی ایستگاههای آتشنشانی،فاصلهازایستگاه‌های موجوداست.	
صنایع کوچک و کارگاهی در داخل محدوده شهر به دلیل دارا بودن مواد شیمیایی، نفتی، نساجی، مواد غذایی و... قابلیت اشتعال دارند بنابراین ایستگاههای آتش نشانی باید در نزدیکی این مراکز مکانیابی شود	(Lai et al,2011)
این مراکز به دلیل دارا بودن حجم زیادی از مواد قابل اشتعال و احتمال وقوع انفجار دسترسی سریع به ایستگاه‌های آتش نشانی دارند. بنابراین ایستگاه‌های آتش نشانی باید در نزدیکی این مراکز مکانیابی شوند.	(پرهیزکار، ۱۳۸۳)
کاربریهای مسکونی همیشه بیشترین آسیب‌پذیری را در برابر حوادث آتش‌سوزی دارند، و کاربری‌های تجاری و صنعتی و تولیدی بعد از کاربری مسکونی به ترتیب در رتبه های بعدی قرار میگیرند ،۱۸).	(پرهیزکار، ۱۳۸۳)
نزدیکی به مراکز تجاری با تراکم در سطح شهر به دلیل نوع کالاهای موجود در آنها	(پرهیزکار، ۱۳۸۳)
این مراکز هم به دلیل جمعیت زیاد این مراکز و همچنین سرو کار داشتن با ماده قابل اشتعال مثل کاغذ، باید ایستگاه‌های آتش نشانی در نزدیکی این مراکز مکانیابی شوند.	(پرهیزکار، ۱۳۸۳)
نزدیکی به مراکز درمانی به دلیل جمعیت زیاد و شرایط فیزیکی این مراکز اما به دلیل سر و صدای حاصل از ماشین‌های آتش نشانی در مواقع امداد و ترافیک سنگین در مسیرهای ارتباطی نزدیک به این مراکز در مجاورت آنها باید محدودیت فاصله قائل شویم. از احداث ایستگاههای آتش نشانی در ۵۰۰ متری از مراکزی به شرح زیر خودداری‌شود	(آیین کار ضوابط مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی شهری،۱۳۸۰)
در امر امداد و نجات نزدیکی به این مراکز ضروری می‌باشد. اما به دلیل حجم ترافیکی در ساعات مشخصی از روز در نزدیکی این مراکز، به جهت اختلال در خدمات رسانی ایستگاه‌ها، باید محدودیت فاصله قائل شویم. از احداث ایستگاههای آتش نشانی در ۵۰۰ متری از مراکزی به شرح زیر خودداری‌شود	(آیین کار ضوابط مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی شهری،۱۳۸۰)
مساجد به دلیل نقش مذهبی که دارند، تمرکز جمعیت در زمان انجام مراسم مذهبی و فرهنگی، در روزهای مشخصی، فوق العاده زیاد است. بنابراین در جهت خدمات رسانی ایستگاه‌ها از مجاورت با ایستگاه محدودیت فاصله قائل شویم. از احداث ایستگاههای آتش نشانی در ۵۰۰ متری از مراکزی به شرح زیر خودداری‌شود.(آیین کارضوابط مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی شهری)	(آیین کار ضوابط مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی شهری،۱۳۸۰)
از احداث ایستگاه‌های آتش نشانی در ۵۰۰ متری از مراکزی به شرح زیر خودداری‌شود	(آیین کارضوابط مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی شهری،۱۳۸۰)
در مکانیابی ایستگاههای آتش نشانی به همجواری با فضاهای سبز عمومی(پارکهای ناحیه‌ای و منطقه‌ای)، پارکینگ عمومی و فضاهای ورزشی (ناحیه‌ای و منطقه ای) تاکیدشود.	(آیین کارضوابط مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی شهری،۱۳۸۰)

محدوده مورد مطالعه

شهر اصفهان با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی قرار گرفته است(شفقی، سیروس،۱۳۸۱:۱۶). جمعیت این شهر ۱۹۶۱۲۶۰ نفر است که ۳۸/۳ در صد جمعیت استان را در خود جای داده است.بر اساس آخرین تقسیمات شهرداری ،این شهر دارای ۱۵ منطقه شهری است و رودخانه زاینده رود شهر را به دو نیمه شمالی و جنوبی تقسیم نموده است که مناطق ۶،۵ ۱۳ در

نیمه جنوبی و بقیه در نیمه شمالی شهر قرار دارند (آمارنامه سال ۹۵ شهر اصفهان)

داده‌ها و روش‌ها

این تحقیق نوعی تحقیق کاربردی است .روش تحقیق در این پژوهش به صورت توصیفی – تحلیلی انجام گرفته است که در بخش توصیفی به مطالعه‌ی اسنادی و کتابخانه‌ای پرداخته شده است و با استفاده از منابع معتبر ملی و جهانی معیارها و زیر معیار های مورد نظر برای مکانیابی انتخاب و سپس با بررسی شاخص ها در سطح شهر اصفهان لایه های مورد نظر انتخاب شده و سپس با استفاده از نظر کارشناسان و متخصصان (کارشناسان آتش‌نشانی، مدیریت بحران و اساتید دانشگاه) با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای فازی، با استفاده از روش هم پوشانی وزنی تلفیق شده و پهنه‌ها در چهار سطح بسیار نامناسب تا بسیار مناسب پهنه‌بندی شده است و موقعیت ایستگاه‌های پیشنهادی مشخص شده است و در نهایت بهترین نقاط بصورت سایت‌های پلی‌گن مشخص شده است. دو عامل تراکم و درصد حوادث آتش‌سوزی در مناطق تعیین کننده الویت‌بندی سایت‌های انتخابی است.

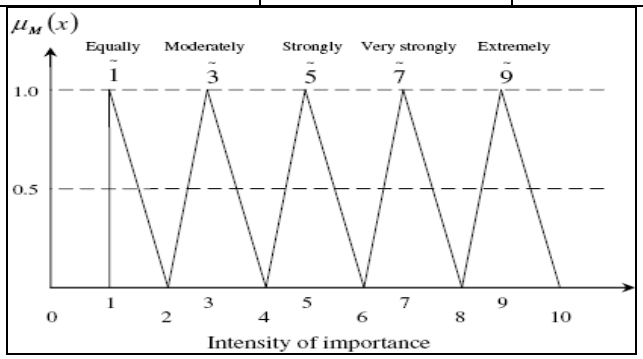
روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

روش محاسبات فازی

در این پژوهش از عبارت‌های کلامی به جای اعداد قطعی برای تعیین وزن شاخص‌ها و همچنین رتبه بندی گزینه‌ها استفاده شده است. جدول (۲)عبارت‌های کلامی را جهت توصیف اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر ارائه می‌کند.

جدول(۲) عبارت‌های کلامی جهت مقایسه‌های زوجی برای بیان درجه اهمیت(گاماس،۲۰۰۹)

عدد فازی	متغیر زبانی	مقیاس عدد فازی
۱	برابر	(۱،۱،۱)
۲	برتری خیلی کم	(۱،۲،۳)
۳	کمی برتر	(۲،۳،۴)
۴	برتر	(۳،۴،۵)
۵	خوب	(۴،۵،۶)
۶	نسبتا خوب	(۵،۶،۷)
۷	خیلی خوب	(۶،۷،۸)
۸	عالی	(۷،۸،۹)
۹	برتری مطلق	(۸،۹،۱۰)



شکل (۱) تابع عضویت مثلثی برای مقادی رزبانی

مراحل به‌دست آوردن وزن مؤلفه‌ها با تحلیل شبکه‌ای فازی

در این پژوهش وزن مولفه‌ها در چهار مرحله بدست آمده که در زیر شرح داده شده است.

مرحله اول: جهت تجمیع نظرات خبرگان، از مقایسات زوجی پاسخ دهندگان میانگین هندسی گرفته شده است.

رابطه (۱):
$$w_k^s = \frac{\left(\prod_{j=1}^{n} a_{kj}^s\right)^{1/n}}{\sum_{i=1}^{n}\left(\prod_{j=1}^{n} a_{ij}^m\right)^{1/n}}, \quad s \in \{l, m, u\}$$

به‌طوری‌که:

$$\tilde{w}_k = (w_k^l, w_k^m, w_k^u) \quad k = 1,2,3,\ldots,n$$

مرحله سوم: تشکیل ماتریس‌های بردار ویژه (W_{ij}): این ماتریس‌ها شامل بردارهای ویژه‌ای هستند که از مقایسات زوجیِ مرحله دوم به‌دست آمده‌اند.

به طور کلی می‌توان این ماتریس‌ها را به دو دسته تقسیم کرد:

ماتریس مقدار (۰,۰) قرار می‌گیرد. در سایر درایه-ها هم با توجه به رابطه افقی مؤلفه‌ها، مقادیر بردار ویژه به‌دست آمده از مرحله دوم قرار می‌گیرد.

توجه شود اگر در ماتریس بردار ویژه درون سطحی، یک یا چند درایه در قطر اصلی (۱,۱,۱) نشود بدین دلیل است که در آن ستون نرمال‌سازی صورت گرفته است. نرمال سازی بدین صورت است که تمامی اعداد فازی آن ستون بر جمع مقادیر میانی اعداد فازی آن ستون تقسیم می‌شوند.

مرحله چهارم: محاسبه اوزان نهایی سطوح: برای محاسبه وزن نهایی مؤلفه‌های هر سطح(W_i^*)

داده‌ها و روش‌ها

مرحله دوم: محاسبه بردار ویژه، برای محاسبه بردار ویژه هر یک از جداول مقایسات زوجی تجمیع شده، طبق رابطه (۱) از روش لگاریتمی حداقل مجذورات، استفاده می‌شود.

۱- ماتریس‌هایی که شامل بردارهای ویژه‌ای هستند که روابط بین سطحی(عمودی) را نشان می‌دهند. اگر بین دو مؤلفه رابطه‌ی بین سطحی وجود نداشته باشد در محل تلاقی آن دو مؤلفه در ماتریس مقدار (۰,۰) قرار می‌گیرد. در سایر درایه‌ها هم با توجه به رابطه عمودی مؤلفه‌ها، مقادیر بردار ویژه‌ی به‌دست آمده از مرحله دوم قرار می‌گیرد.

۲- ماتریس‌هایی که شامل بردارهای ویژه‌ای هستند که روابط افقی(درون سطحی) را نشان می‌دهد. این ماتریس‌ها مربعی بوده و قطر اصلی آن (۱,۱,۱) است. اگر بین دو مؤلفه رابطه‌ی درون سطحی وجود نداشته باشد در محل تلاقی آن دو مؤلفه در

می‌بایست حاصلضرب ماتریس بردار ویژه روابط درونی در بردار ویژه همان سطح را در وزن نهایی سطح بالاتر ضرب کنیم.

$$W_i^* = W_{ii} \times W_{i(i-1)} \times W_{i-1}^* \quad (۲):$$

در صورتیکه برای یک سطح ماتریس W_{ii} وجود نداشت، لازم است یک ماتریس یکه هم درجه جایگزین آن گردد. به عبارت دیگر می‌بایست از فرمول زیر استفاده نمایید.

$$W_i^* = I \times W_{i(i-1)} \times W_{i-1}^* \quad (۳):$$

به منظور دستیابی به هدف تحقیق پرسشنامه‌های مقایسات زوجی طراحی و بین ۳۰ خبره توزیع شد. (**Error! Unknown switch argument.**) میانگین هندسی نظرات خبرگان را نشان می‌دهد. در ستون آخر این جداول، بردار ویژه نشان داده شده است.با توجه به اینکه هر دو ضریب CR^mو CR^gکمتر از ۰.۱ می‌باشد بنابراین ماتریس فازی سازگار می‌باشدو در نهایت جدول(۶) **Error! Reference source not found.** را نشان می-دهد. نفشه معیارهای تعریف شده در شکل (۱) نشان داده شده است.

جدول (۳) میانگین مقایسات زوجی نسبت به گویه های مکان‌یابی

گویههای مکانیابی	فاصله از مرکز نظامی	فاصله از بیمارستان	فاصله از گره های ترافیکی	فاصله از ایستگاه های موجود	فاصله از مراکز تجاری و اداری	دسترسی به شریان های اصلی	فاصله از ایستگاه های پمپ بنزین و گاز	فاصله از مدارس	فاصله از مراکز گردشگری	برداروِیژه
فاصله از مرکز نظامی	(۱,۱,۱)	(۰.۸۷۱,۱.۱۳۴,۱.۳۲۷)	(۰.۵۳۴,۰.۶۳۲,۰.۷۹۱)	(۰.۵۸۳,۰.۶۹,۰.۸۵۳)	(۰.۴۶۴,۰.۵۷۳,۰.۷۳۵)	(۰.۹۱۹,۱.۱۸۹,۱.۴۰۱)	(۰.۸۱۳,۱.۰۵۷,۱.۳۰۴)	(۱.۲۵۶,۱.۶۳۴,۱.۹۶۲)	(۰.۶۶۷,۰.۷۷۱,۰.۹۰۵)	(۰.۰۸۳,۰.۱۰۱,۰.۱۲)
فاصله از بیمارستان	(۰.۷۵۳,۰.۸۸۲,۱.۱۴۹)	(۱,۱,۱)	(۰.۶۶۲,۰.۷۷۳,۰.۹۱۵)	(۰.۸۶۴,۱.۱۱۷,۱.۲۹۴)	(۱.۰۷۶,۱.۴۲,۱.۶۸۷)	(۰.۶۷,۰.۹۰۳,۱.۰۲۴)	(۰.۷۹۴,۰.۹۰۲,۱.۱۳۵)	(۰.۸۷۷,۱.۰۳۸,۱.۲۸۵)	(۰.۸۴۴,۱.۰۲۸,۱.۲۱۸)	(۰.۰۹۲,۰.۱۱,۰.۱۳)
فاصله از گره های ترافیکی	(۱.۲۶۴,۱.۵۸۲,۱.۸۷۴)	(۱.۰۹۳,۱.۲۹۳,۱.۵۱)	(۱,۱,۱)	(۰.۷۱۲,۰.۹۴۶,۱.۱۳۱)	(۰.۶۲,۰.۷۶۹,۱.۰۲)	(۰.۷۲۶,۰.۷۹۸,۱.۰۴۷)	(۰.۸۹۴,۱.۱۱,۱.۲۸۴)	(۱.۱۲۲,۱.۳۷۲,۱.۷۴۹)	(۱.۱۹۹,۱.۶۳۱,۱.۸۸)	(۰.۱۰۳,۰.۱۲۵,۰.۱۴۹)
فاصله از ایستگاه های موجود	(۱.۱۷۲,۱.۴۴۹,۱.۷۱۴)	(۰.۷۷۳,۰.۸۹۵,۱.۱۵۸)	(۰.۸۸۴,۱.۰۵۷,۱.۴۰۴)	(۱,۱,۱)	(۱.۰۶۸,۱.۲۹۲,۱.۶)	(۰.۸۲۵,۱.۰۴۳,۱.۲۲۶)	(۰.۷۶,۰.۹۹۸,۱.۲۰۷)	(۰.۶۴,۰.۸۶۹,۱.۰۳۲)	(۰.۷۲۴,۰.۸۴۶,۱.۰۷۵)	(۰.۰۹۵,۰.۱۱۴,۰.۱۳۸)
فاصله از مراکز تجاری و اداری	(۱.۳۶,۱.۷۴۵,۲.۱۵۴)	(۰.۵۹۳,۰.۷۰۴,۰.۹۲۹)	(۰.۹۸,۱.۳,۱.۶۱۳)	(۰.۶۲۵,۰.۷۷۴,۰.۹۳۶)	(۱,۱,۱)	(۰.۵۵۵,۰.۶۷۲,۰.۸۷۴)	(۰.۵۹,۰.۶۹۳,۰.۸۶۱)	(۰.۷۲۶,۰.۸۰۴,۱.۰۱۹)	(۰.۸۰۳,۰.۹۸۲,۱.۱۲۷)	(۰.۰۸۵,۰.۱۰۱,۰.۱۲۳)
دسترسی به شریان های اصلی	(۰.۷۱۴,۰.۸۴۱,۱.۰۸۸)	(۰.۹۷۷,۱.۱۰۸,۱.۴۹۲)	(۰.۹۵۵,۱.۲۵۳,۱.۳۷۷)	(۰.۸۱۵,۰.۹۵۹,۱.۲۱۳)	(۱.۱۴۵,۱.۴۸۹,۱.۸۰۳)	(۱,۱,۱)	(۰.۸۶,۰.۹۷۶,۱.۲۷)	(۱.۲۴۶,۱.۵۹,۱.۹۱۸)	(۱.۱۶۷,۱.۴۴۷,۱.۵۸۲)	(۰.۱۰۸,۰.۱۲۸,۰.۱۵۳)
فاصله از ایستگاه های پمپ بنزین و گاز	(۰.۷۶۷,۰.۹۴۶,۱.۲۳۱)	(۰.۸۸۱,۱.۱۰۸,۱.۲۶)	(۰.۷۷۹,۰.۹۰۱,۱.۱۱۹)	(۰.۸۲۸,۱.۰۰۲,۱.۳۱۵)	(۱.۱۶۱,۱.۴۴۴,۱.۶۹۵)	(۰.۷۸۷,۱.۰۲۴,۱.۱۶۳)	(۱,۱,۱)	(۰.۹۱۷,۱.۰۳۶,۱.۴۱۴)	(۰.۹۱۸,۱.۰۹۴,۱.۲۷)	(۰.۰۹۸,۰.۱۱۶,۰.۱۴)
فاصله از مدارس	(۰.۵۱,۰.۶۱۲,۰.۷۹۶)	(۰.۷۷۸,۰.۹۶۳,۱.۱۴۱)	(۰.۵۷۲,۰.۷۲۹,۰.۸۹۱)	(۰.۹۶۹,۱.۱۵۱,۱.۵۶۳)	(۰.۹۸۱,۱.۲۴۴,۱.۳۷۷)	(۰.۵۲۱,۰.۶۲۹,۰.۸۰۳)	(۰.۷۰۷,۰.۹۶۵,۱.۰۹)	(۱,۱,۱)	(۱.۹,۲.۲۵۱,۲.۷۱۲)	(۰.۰۹,۰.۱۰۹,۰.۱۳)

فاصله از مراکز گردشگری	(۱.۱۰۵,۱.۲۹۶,۱.۴۹۹)	(۰.۸۲۱,۰.۹۷۲,۱.۱۸۵)	(۰.۵۳۲,۰.۶۱۳,۰.۸۳۴)	(۰.۹۳,۱.۱۸۲,۱.۳۸۱)	(۰.۸۸۷,۱.۰۱۸,۱.۲۴۶)	(۰.۶۳۲,۰.۶۹۱,۰.۸۵۷)	(۰.۷۸۷,۰.۹۱۴,۱.۰۸۹)	(۰.۳۶۹,۰.۴۴۴,۰.۵۲۶)	(۱,۱,۱)	(۰.۰۸۳,۰.۰۹۵,۰.۱۱۳)
CR^m =0.026 CR^g =0.071 سازگار										

جدول (٤) ماتریس بردار ویژه سطح ۲ نسبت به سطح ۱

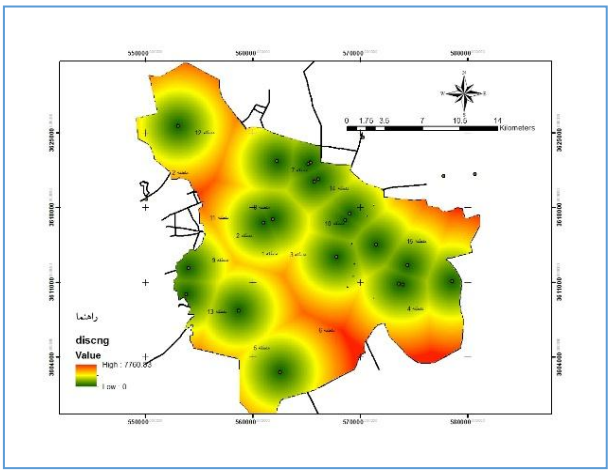
ماتریس بردار ویژه	گویههای مکانیابی
(۰.۰۸۳,۰.۱۰۱,۰.۱۲)	فاصله از مرکز نظامی
(۰.۰۹۲,۰.۱۱,۰.۱۳)	فاصله از بیمارستان
(۰.۱۰۳,۰.۱۲۵,۰.۱۴۹)	فاصله از گره های ترافیکی
(۰.۰۹۵,۰.۱۱۴,۰.۱۳۸)	فاصله از ایستگاه های موجود
(۰.۰۸۵,۰.۱۰۱,۰.۱۲۳)	فاصله از مراکز تجاری و اداری
(۰.۱۰۸,۰.۱۲۸,۰.۱۵۳)	دسترسی به شریان های اصلی
(۰.۰۹۸,۰.۱۱۶,۰.۱۴)	فاصله از ایستگاه های پمپ بنزین و گاز
(۰.۰۹,۰.۱۰۹,۰.۱۳)	فاصله از مدارس
(۰.۰۸۳,۰.۰۹۵,۰.۱۱۳)	فاصله از مراکز گردشگری

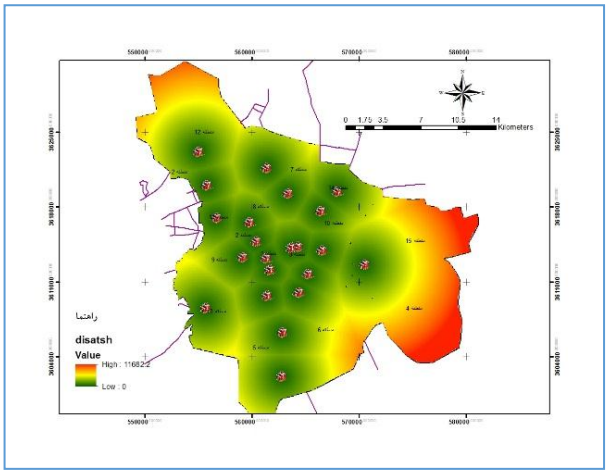
جدول(۵۱) ماتریس بردار ویژه سطح ۲ نسبت به سطح ۲

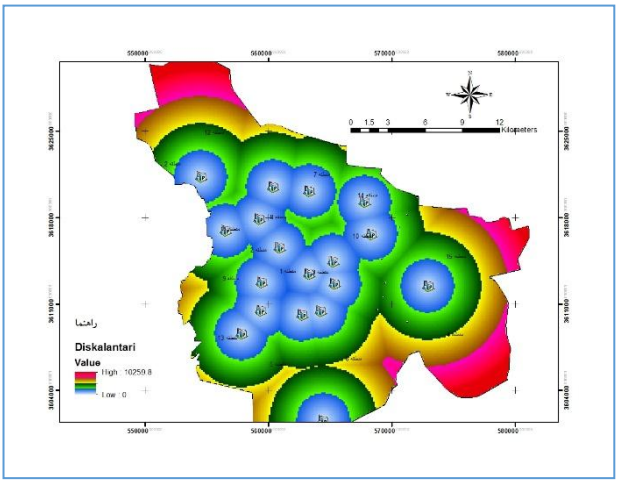
گویههای مکانیابی	**فاصله از مرکز نظامی**	**فاصله از بیمارستان**	**فاصله از گره های ترافیکی**	**فاصله از ایستگاه های موجود**	**فاصله از مراکز تجاری و اداری**	**دسترسی به شریان های اصلی**	**فاصله از ایستگاه های پمپ بنزین و گاز**	**فاصله از مدارس**	**فاصله از مراکز گردشگری**
فاصله از مرکز نظامی	(۱,۱,۱)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)
فاصله از بیمارستان	(۰,۰,۰)	(۱,۱,۱)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)
فاصله از گره های ترافیکی	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۱,۱,۱)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)
فاصله از ایستگاه های موجود	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۱,۱,۱)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)
فاصله از مراکز تجاری و اداری	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۱,۱,۱)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)
دسترسی به شریان های اصلی	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۱,۱,۱)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)
فاصله از ایستگاه های پمپ بنزین و گاز	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۱,۱,۱)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)
فاصله از مدارس	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۱,۱,۱)	(۰,۰,۰)
فاصله از مراکز گردشگری	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(۱,۱,۱)

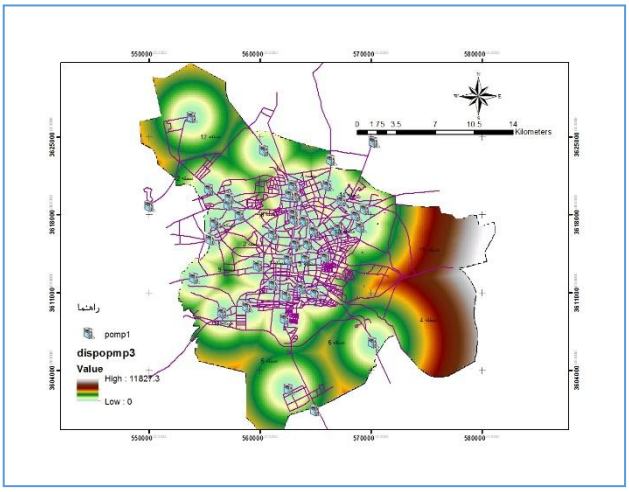
جدول(۶) ماتریس اوزان نهایی معیار ها نسبت به گویههای مکانیابی

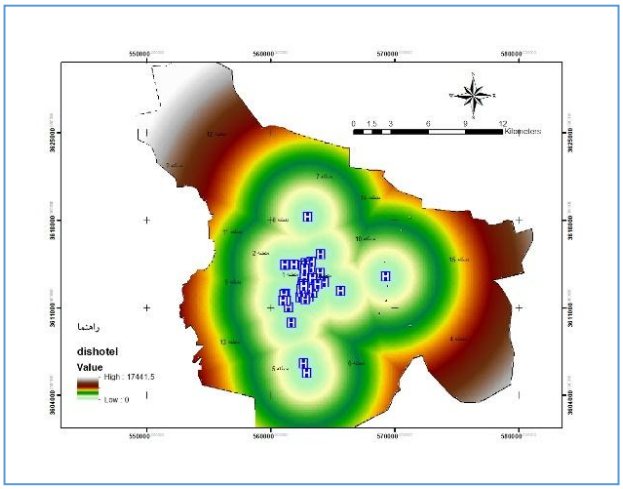
ردیف	مولفه	وزنفازینهایی	وزنقطعینهاییمولفهها
۱	فاصله از مرکز نظامی	(۰.۰۸۳,۰.۱۰۱,۰.۱۲)	۰/۱۰۱
۲	فاصله از بیمارستان	(۰.۰۹۲,۰.۱۱,۰.۱۳)	۰/۱۱
۳	فاصله از گره های ترافیکی	(۰.۱۰۳,۰.۱۲۵,۰.۱۴۹)	۰/۱۲۵
۴	فاصله از ایستگاه های موجود	(۰.۰۹۵,۰.۱۱۴,۰.۱۳۸)	۰/۱۱۵
۵	فاصله از مراکز تجاری و اداری	(۰.۰۸۵,۰.۱۰۱,۰.۱۲۳)	۰/۱۰۲
۶	دسترسی به شریان های اصلی	(۰.۱۰۸,۰.۱۲۸,۰.۱۵۳)	۰/۱۲۹
۷	فاصله از ایستگاه های پمپ بنزین و گاز	(۰.۰۹۸,۰.۱۱۶,۰.۱۴)	۰/۱۱۷
۸	فاصله از مدارس	(۰.۰۹,۰.۱۰۹,۰.۱۳)	۰/۱۰۹
۹	فاصله از مراکز گردشگری	(۰.۰۸۳,۰.۰۹۵,۰.۱۱۳)	۰/۰۹۶

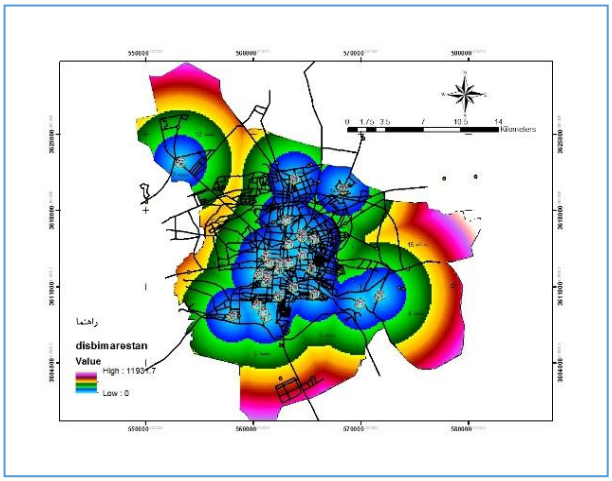

راهنما
discng
Value
High : 7768.83
Low : 0
0 1.75 3.5 7 10.5 14
Kilometers

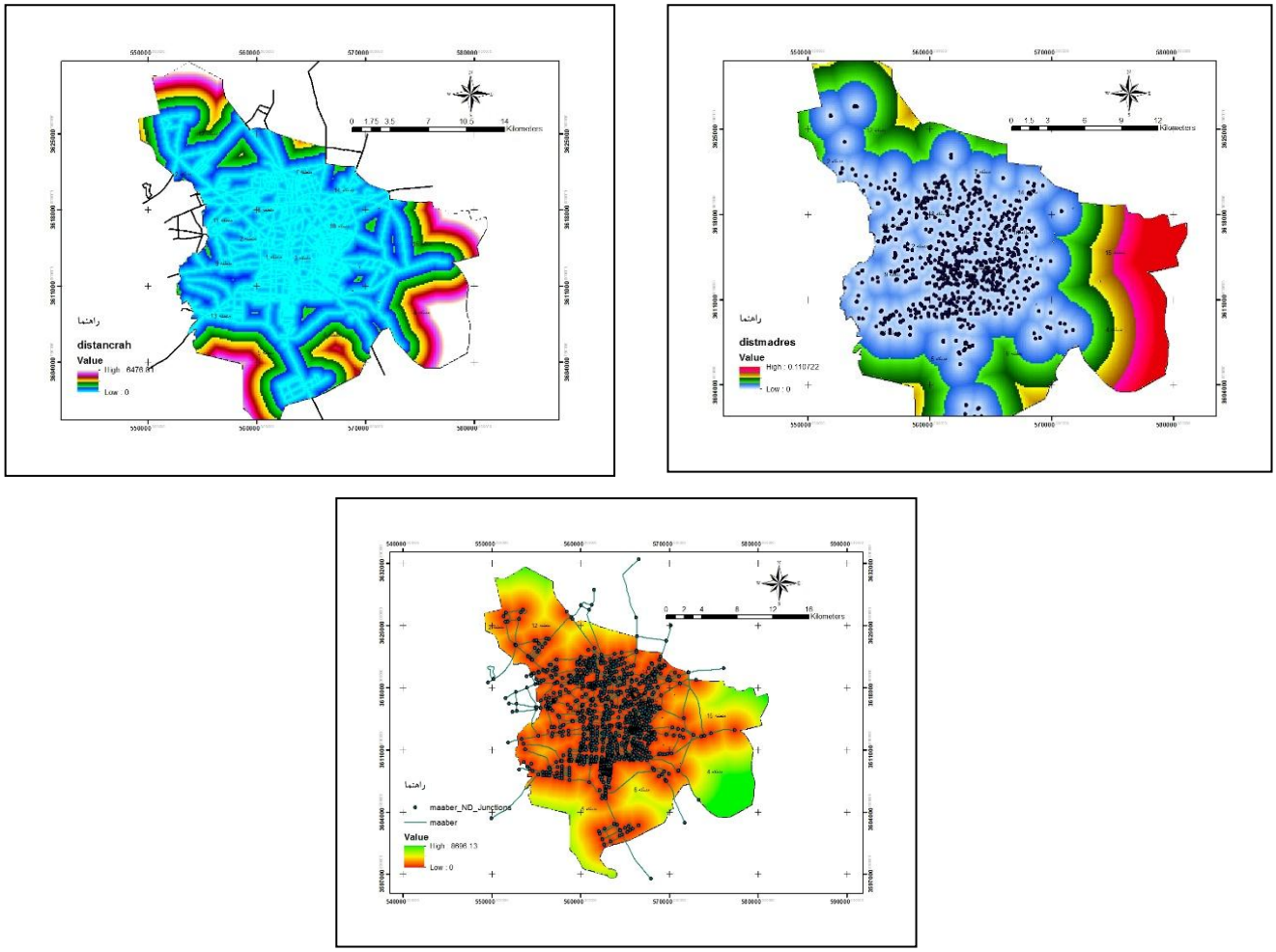

راهنما
disatsh
Value
High : 11682.2
Low : 0
0 1.75 3.5 7 10.5 14
Kilometers


راهنما
Diskalantari
Value
High : 10250.8
Low : 0
0 1.5 3 6 9 12
Kilometers

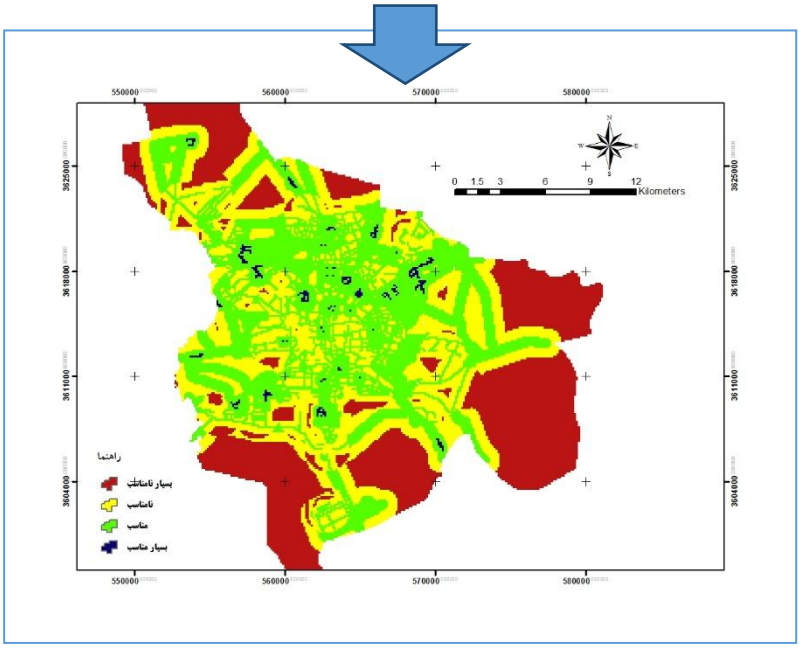

راهنما
pomp1
dispopmp3
Value
High : 11827.3
Low : 0
0 1.75 3.5 7 10.5 14
Kilometers


راهنما
dishotel
Value
High : 17441.5
Low : 0
0 1.5 3 6 9 12
Kilometers


راهنما
disbimarestan
Value
High : 11934.7
Low : 0
0 1.75 3.5 7 10.5 14
Kilometers



شکل(۱) لایه‌های ورودی برای اجرای مدل پیشنهادی برای مکانیابی و آمایش ایستگاه‌های آتشنشانی شهر اصفهان



شکل(۲) نقشه نهایی پهنه بندی مکانی ایستگاه آتشانی در شهر اصفهان

بررسی موقعیت ایستگاه‌های موجود

ابتدا با استفاده از نقشه نهایی (شکل ۲) به بررسی موقعیت ایستگاه‌های شهر اصفهان پرداخته شد نتایج در جدول(۷) نشان داده شده است. چنانچه نتایج نشان می‌دهد از ۲۴ ایستگاه موجود در شهر اصفهان ۲ ایستگاه شماره ۲۳ و ۲۴ در پهنه‌های بسیار مناسب ایجاد شده‌اند و ۱۲ ایستگاه در پهنه‌های مناسب و ۱۰ ایستگاه در پهنه‌های نامناسب ایجاد شده‌اند.

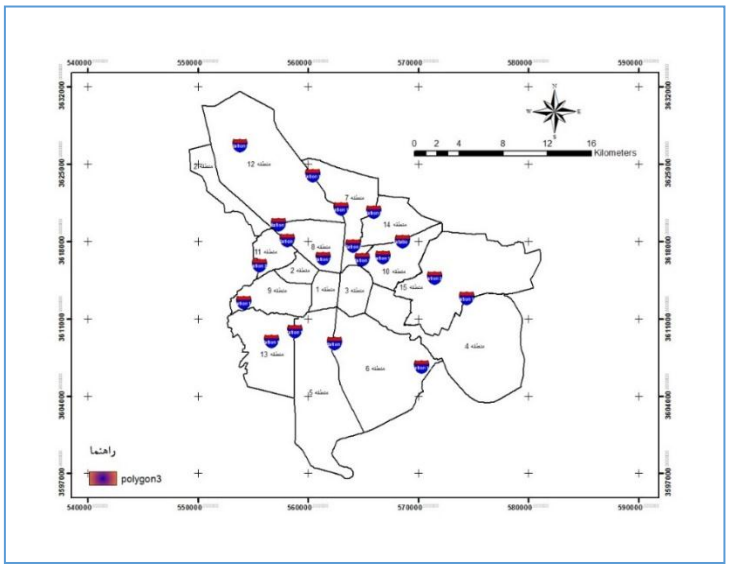
جدول (۷) موقعیت مکان‌گزینی ایستگاه‌های موجود شهر اصفهان

نام ایستگاه	منطقه	سطح پوشش ایستگاه(هکتار)	متوسط زمان رسیدن به محل حادثه	تعداد ناوگان عملیاتی هر ایستگاه	موقعیت
شماره ۱	۱	۲۸۵	۰۰:۰۳:٤۸	۸	نامناسب
شماره ۲	۲	۱۰۳۷	۰۰:۰٤:۰۷	۳	مناسب
شماره ۳	۵	۱۵۰۳	۰۰:۰٤:۰۲	۷	نامناسب
شماره ٤	٤	۱۳۳۷	۰۰:۰۳:٤۲	۸	مناسب
شماره ۵	٤	۱٤۵۱	۰۰:۰۳:۵٤	۸	مناسب
شماره ٦	۸	۳۲۹۹	۰۰:۰٤:۱۰	۹	مناسب
شماره ۷	۱۰	۱۳۱۸	۰۰:۰٤:۰۰	۸	نامناسب
شماره ۸	۹	۱۸۷۱	۰۰:۰٤:۲۹	۷	مناسب
شماره ۹	۳	۵۳۷	۰۰:۰٤:۱۳	۷	مناسب
شماره ۱۰	۲	۳۰۸۵	۰۰:۰٤:۰۷	٦	مناسب
ایستگاه ۱۱	۱۳	۳۳۱۸	۰۰:۰۵:۰۱	۷	مناسب
شماره ۱۲	٦	۲۵۷۷	۰۰:۰٤:۰۵	۷	نامناسب
شماره ۱۳	۵	٤۹۷۸	۰۰:۰۳:۳۵	۸	مناسب
شماره ۱٤	۱	٤۹۰	۰۰:۰۳:۳٤	٤	نامناسب
شماره ۱۵	۱۵	۸۳۰۵	۰۰:۰۳:۳۵	۸	نامناسب
شماره ۱٦	۲	۷٦۱	۰۰:۰٤:۰۱	٦	مناسب
شماره ۱۷	۳	۷۰	۰۰:۰۳:۳٦	۵	مناسب
شماره ۱۸	۱۲	۱۰۸۵	۰۰:۰٤:۰۵	۵	نامناسب
شماره ۱۹	۱٤	۱٤۷۸	۰۰:۰٤:۰٤	۵	نامناسب
شماره ۲۰	٦	۱۰۸۱	۰۰:۰٤:۰۲	۵	نامناسب
شماره ۲۱	۱۱	۱۲٤۵	۰۰:۰٤:۲۱	٦	مناسب
شماره ۲۲	۱۲	٦٦۰٦	۰۰:۰٤:۱٤	٦	نامناسب
شماره ۲۳	٦	۹۲٤۱	...	...	بسیار مناسب
شماره ۲٤	۱۰	۱۹۲۰	۰۰:۰۵:۰۰	٤	بسیار مناسب

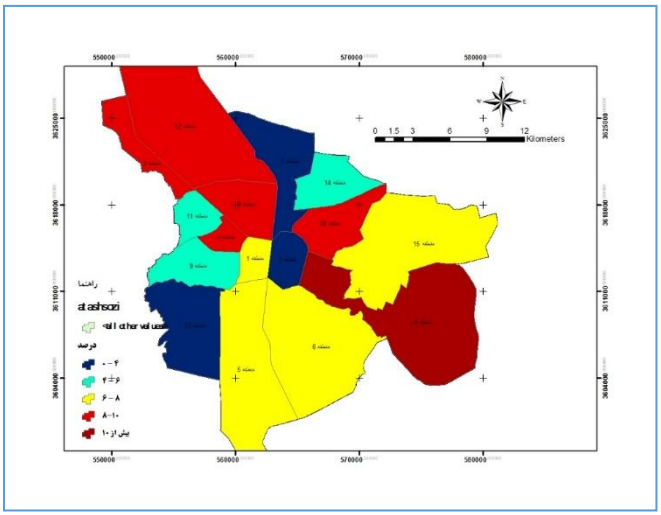
الویت بندی مکان‌های بهینه

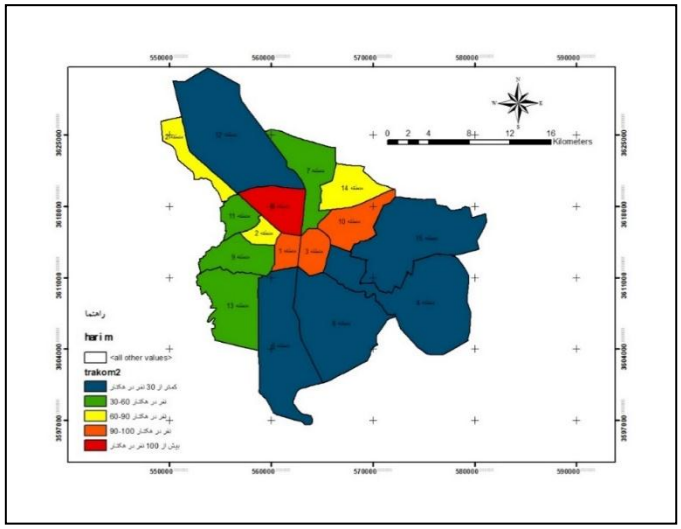
به منظور مشخص شدن بهترین سایت‌های پیشنهادی این پهنه‌ها بصورت سایت‌های پلی‌گونی در شکل(۳) نشان‌داده شده است و در نهایت با استفاده از دو معیار تراکم جمعیت و درصد حوادث آتش‌سوزی در سال ۱۳۹۵ مکان‌های انتخاب شده از لحاظ ضرورت احداث رتبه بندی شده‌اند.تراکم را میتوان به عنوان یک سیستم اندازه‌گیری تعریف کرد که ما را قادر می‌سازد تا به یک شکل ریاضی و ساده تعداد افراد در سطح معینی از زمین را به عنوان تراکم جمعیتی، یا مقدار زیربنای واقع در سطح معینی از زمین را به عنوان تراکم ساختمانی محاسبه و تعریف نماییم(عزیزی، 1382، ۲۱) تراکم شهرها تابعی از شمار جمعیت، موقعیت سیاسی، مسائل اقلیمی، شرایط اقتصادی، امکانات بالقوه و بالفعل محیطی (زیاری، ۱۳۸۱ :۲۰۲)و سلسله مراتب تقسیمات کاربری شهر، تقسیمات کالبدی شهر، چگونگی منطقه بندی شهر و بسیاری عوامل دیگر است (عزیزی، ۱۳۸۲ :۲۵۵)

جهت تهیه نقشه درصد حوادث از سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری اصفهان، تعداد حوادث آتش سوزی در مناطق شهر اصفهان در سال ۱۳۹۵ استفاده شده است؛ همان‌گونه که شکل(۴) نشان می‌دهد منطقه چهار شهر اصفهان با ۱۳.۴ بیشترین حوادث را در سال ۱۳۹۵ داشته است و پس از آن مناطقده،دو، هشت و دوازده با بیش از ۸ درصد، بیشترین درصد حوادث را داشته‌اند.با اطلاعات دریافت شده از شهرداری نقشه تراکم مناطق شهر اصفهان تهیه شده است که در شکل (۵) نمایش داده شده است . همان‌گونه که نقشه نمایش می‌دهد پرتراکم‌ترین مناطق به ترتیب مناطق ۸ ، ۱۰، ۳ می‌باشد و کم‌تراکم‌ترین مناطق به ترتیب ۱۲،۶ و ۱۵ می‌باشد.

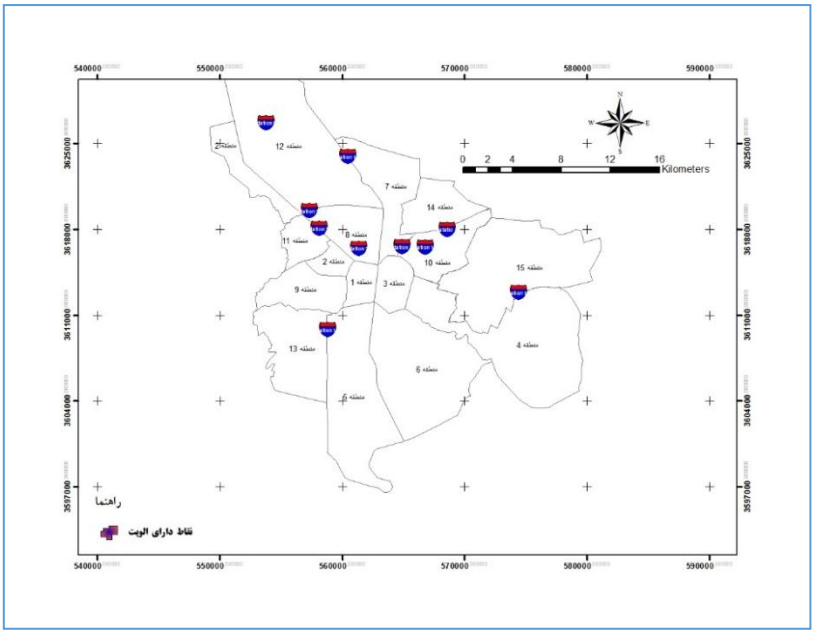


شکل(۳) نقشه نهایی مکان‌گزینی ایستگاه آتشانی در شهر اصفهان





شکل(۴) نقشه درصد حوادث آتش‌سوزی شهر اصفهان به تفکیک منطقه شکل(۵) نقشه تراکم مناطق شهر اصفهان



شکل(۶) نقشه ده نقطه دارای الویت

با توجه به درصد حوادث و تراکم مناطق، ۱۰ نقطه دارای الویت تعیین شده است؛ که در شکل شماره (۶) نمایش داده شده است؛ همان‌گونه که نقشه نشان می‌دهد اکثر مکان‌های دارای الویت در مناطق هشت و ده و سپس منطقه دوازده و چهارده می‌باشند.

نتیجه‌گیری:

انتخاب مکان های مناسب برای استقرار تسهیلات حساس و حیات یه م چون مراکز نظامی، ،پالایشگاه‌ها،بیمارستان‌ها،مراکزآتش نشانی و مراکز صنعتی از جمله مهمترین موضوعات مطرح در برنامه‌ریزی شهری محسوب میشود. با توجه با اهمیت مراکز آتش‌نشانی در این مقاله به مکان‌گزینی و تحلیل موقعیت ایستگاه‌های موجود در شهر اصفهان پرداخته شده است.

از نظر کمی، با توجه به تراکم جمعیتی بویژه در مناطق هشت و ده شهر اصفهان تعداد ایستگاه‌ها کافی

نمی‌باشد و از لحاظ بررسی موقعیت ایستگاه‌های موجود ، دو ایستگاه تازه تاسیس شماره ۲۳ و ۲۴ در مکان بسیار مناسب می‌باشند و ۱۰ ایستگاه در پهنه‌های مناسب ایجاد شده‌اند.

با توجه به اهمیت نظر کارشناسان در وزندهی به معیارهای مشخص شده در این پژوهش از مدل‌های فازی استفاده شده است تا میزان خطای انسانی را به حداقل برساند.

تعیین پهنه ها با توجه به ویژگی‌های متفاوت کالبدی و ساختاری مناطق بویژه در شهر اصفهان کافی نیست و به منظور بالا بردن دقت کار مکانیابی نیاز است تا بصورت مکان‌گزینی نقاط انتخاب شوند که در این مقاله به مهم پرداخته شده است و نقاط مشخص شده‌اند.

پس از انتخاب نقاط پارامترهای مهمی چون تراکم جمعیت و درصد حادثه خیزی مناطق در الویت بندی مناطق بهینه انتخاب شده بسیار موثر است که در این پژوهش با استفاده از این دو پارامتر موثر ده مکان دارای الویت انتخاب شده است

.

منابع:

۱) اجزاء شکوهی، محمد، شایان، حمید و محمدهادی درودی (۱۳۹۳)،مکان یابی بهینه ایستگاه‌های آتش نشانی در شهر مشهد«، فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره یازدهم، صص ۱۲۷ـ ۱۰۷

۲) پرهیزگار،اکبر،(۱۳۷۶)، الگوی مناسب مکان گزینی خدمات شهری با تحقیق در مدلهاو GIS شهری،دانشگاه تربیت مدرس تهران

۳) پوراسکندری، علی(۱۳۸۰)، سنجش توزیع فضایی سوانح آتش‌سوزی در شهر با استفاده ازGIS (مطالعهٔ موردی : شهر کرج)پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. منتشرشده در دانشگاه تربیت مدرس. ایران

٤) ثقفی،انوشیروان(۱۳۸۴)طرزهای واگذاری اراضی شهری و نقش در توسعه شهر .پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید بهشتی تهران

۵) حیدری، رسول و مسلم رستمی (۱۳۹۳)، ارزیابی و ارائه الگوی بهینه مکان یابی به منظور تأسیس ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: شهر کرمانشاه)، فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، شماره ۲۹ ،صص ۸۷ـ ۹۹.

٦) ذاکر حقیقی، کیانوش (۱۳۸۲)، مکانیابی ایستگاه‌های آتشنشانی با .GIS پایاننامه‌ی کارشناسی ارشد شهرسازی، دانشکده‌ی هنرهای زیبا، دانشگاه تهران .

۷) رامشت، محمدحسین و علیرضا عرب عامری،(۱۳۹۰)، اولویت‌بندی نواحی شهری به منظور تأسیس ایستگاه‌های آتشنشانی با استفاده از دو روش تخصیص خطی و GIS و با کمک تکنیک TOPSIS(مطالعه موردی: شهر ماکو)، مجله علمی تخصصی برنامه‌ریزی فضایی، شماره ۱.

۸) زیاری،کرامتالله، (۱۳۹۱)بررسی و سنجش عدالت فضایی در بهرهمندی از خدمات عمومی شهری بر اساس توزیع جمعیت و قابلیت دسترسی در شهر بابلسر،نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی،(۱۳)، 248-287 .

۹) سمیع پور، فاطمه ،(۱۳۹۳)،مکان یابی ایستگاه‌های آتشنشانی(نمونه موردی: شهر رودسر)، دومین همایش ملی معماری پایدار و توسعه شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در معماری و شهرسازی، قم .

۱۰) عزیزی،منصور(۱۳۸۳)،کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در مکانیابی، توزیع فضایی و تحلیل شبکه مراکز بهداشتی و درمانی،نمونه موردی :شهر مهاباد، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.

۱۱) فروتن مقدم، متین؛ وحید نیا، محمد حسن؛ مهر منش، امین (۱۳۸۸)، تعیین مکانهای بهینه‌ی

ایستگاه‌های آتشنشانی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، همایش ژئوماتیک.

۱۲) قدس، محسن و سعید کامیابی (۱۳۹۳)، استفاده از تکنیک AHP در محیط GIS برای مکانیابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی(مطالعه موردی: شهر سمنان)، فصلنامه کاوشهای جغرافیایی مناطق بیابانی، سال دوم، شماره سوم، ۱۶۵ـ ۱۸۵

۱۳) مهندسین مشاور عرصه (۱۳۷۸)،پژوهشی درباره جایگاه و ابعاد حفاظت شهرها در برابر آتش‌سوزی، انتشارات وزارت کشور، چاپ اول.

۱٤) نظریان، اصغر، یاری، پروانه و طیبه کرمی نژاد (۱۳۹۴)،مکانیابی بهینه ایستگاه‌های آتشنشانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(مطالعه موردی: شهرکرمانشاه) « فصلنامه امداد و نجات، سال هفتم، ۲۶-۳۷

۱۵) یمانی جاجرمی، حسین، (۱۳۷۵)، مطالعه‌ای در باب ایجاد سازمان‌های مرکزی آتش‌نشانی کشور ، وزارت کشور تهران : انتشارات مرکـز مطالعات برنامه‌ریزی شهری.

16) Chevalier, P., Thomas, I., Geraets, D., Goetghebeur, E., Janssens, O., Peeters, D., & Plastria, F. (2012). Locating fire stations: an integrated approach for Belgium. *Socio-Economic Planning Sciences*, *46*(2), 173-182.
17) Hadiani, Z., & KAZEMI, Z. S. A. (2010). Topology of Fire Stations by Using Network Analysis and AHP Model in GIS Case Study: Qom.
18) Howerton, C. (2006). GIS Network Analysis of Fire Department Response Time Dallas, Texa Fall, p.3.
19) Lai, W. E. I., Han-Lun, L. I., Qi, L. I. U., Jing-Yi, C. H. E. N., & Yi-jiao, C. U. I. (2011). Study and implementation of fire sites planning based on GIS and AHP. *procedia engineering*, *11*, 486-495
20) Liu, N., Huang, B., Chandramouli, M.(2006) . Optimal siting of fire stations using GIS and ANT algorithm. Journal of Computing in Civil Engineering 20(5), pp 361-369.
21) MESHKINI, A., HABIBI, K., & TAFAKORI, A. (2011). Location-spatial Analyses for Urban
22) Equipment and Using AHP in the GIS Environment.
23) Murray, A. T. (2013). Optimising the spatial location of urban fire stations. *Fire Safety Journal*, *62*, 64-71.
24) Murray, Alan T., (2013), Optimizing the Spatial Location of Urban Fire Stations, Fire Safety Journal, In Press, Corrected Proof, Avahilable online 29 April.
25) TErden and M. Z. Cos¸kun, (2010), Multi-criteria siteselection for fire services: the interaction with analytic hierarchyprocess and geographic information systems. Natural Hazardsand Earth System Sciences. Sci., 10, 2127–2134
26) Zhang, Y. (2013). Analysis on comprehensive risk assessment for urban fire: The case of Haikou City. *Procedia Engineering*, *52*, 618-623.

Spatial Analysis and Locating of Fire Extinguisher Stations in Isfahan Metropolis

Abstract

The existence of cities is generally mixed with the service and provision of services to residents within the legal boundaries of the cities. And fire stations as places to deploy and expected firefighters and rescue vehicles, One of the most important centers of urban services, Choosing the best location with space perspective is essential to creating these centers.

The aim of this study was to analyze the spatial status of existing stations in Isfahan and optimize the location of fire centers in Isfahan metropolis. The research method is descriptive-analytical. In the first step, a set of effective factors on the location of fire stations has been identified and developed using the rules of locating the firefighting stations of the Institute of Standard and Industrial Research of Iran and other reliable studies.

In this research, fuzzy network analysis method was used to determine the weight of each criterion and sub criteria

The results of this study indicate that ten firefighting stations in Isfahan have been constructed in inappropriate places. And in areas of eight and ten cities in Isfahan, it is necessary to build new fire stations.

Keywords:location, fire stations, fuzzy network analysis model, Isfahan city