مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS

(مطالعهٔ موردی: شهرکرمانشاه)

اصغرنظریان[1]، پروانه یاری[2]، طیبه کرمی‌نژاد[3]

۱.استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تربیت معلم تهران، تهران، ایران.

۲.نویسندهٔ مسئول: کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، تهران، ایران.

Email:parvaneyari@yahoo.com

۳.کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، مدرس دانشگاه علمی و کاربردی واحد هلال‌احمر کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

دریافت:۹۳/۲/۲۲ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱

چکیده

مقدمه: با شکسته شدن ساختارهای پیشین و شتاب روند شهرنشینی در دهه‌های اخیر، شهرها به برنامه‌ریزی دقیق‌تر در خصوص تأمین نیازهای شهروندان و ارائه خدمات شهری از جمله تأمین بخشی از ایمنی شهر نیاز دارند. یکی از وظایف عمدهٔ برنامه‌ریزان و مدیران شهری برای تحقق این امر، تعیین مکان مناسب برای استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی است.

روش: **در** تحقیق حاضر که به صورت توصیفی-تحلیلی است، ابتدا معیارهای مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی تعیین شد، با توجه به اینکه اکثر معیارها، زیرمعیارهایی نیز دارند. در مرحلهٔ بعد، اطلاعات مکانی و توصیفی هر یک از معیارها جمع‌آوری و پس از تغییر فرمت نقشه‌های شهری DWG با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS لایه‌های مورد نیاز به فرمت shape file ایجاد گردید. سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) معیارها و زیرمعیارهای آنها وزن‌دهی شد و لایه‌های ایجاد شده با توجه به وزن خود طبقه‌بندی مجدد گردیدند و برای ترکیب نهایی، با استفاده از روش هم‌پوشانی شاخص‌ها با یکدیگر تلفیق و نقشهٔ نهایی مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر کرمانشاه را به وجود آوردند.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج، در بین کاربری‌های سازگار، کاربری هتل و پمپ بنزین به ترتیب کمترین و بیشترین نقش را در ارتباط با مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی ایفا می‌کنند. همچنین در بین همسایگی‌های ناسازگار، ترمینال بین شهری کمترین و کاربری بهداشتی درمانی بیشترین تأثیر را در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی دارند. نتایج کلی این تحقیق نشان می‌دهد که ایستگاه‌های موجود، شهر را به طور کافی و مؤثر تحت پوشش قرار نمی‌دهند و برخی از آنها در مکان‌های نامناسب احداث گردیده‌اند. نقشهٔ خروجی نشان‌دهندهٔ مکان‌های بهینه برای استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر کرمانشاه می‌باشد.

کلمات کلیدی: شهر کرمانشاه، ایستگاه‌های آتش‌نشانی، مکان‌یابی، GIS، AHP.

مقدمه

حرکت انفجاری جمعیت در نیم قرن اخیر رشد فزاینده‌ای در شهرنشینی به وجود آورده و جمعیت شهرها رو به افزایش نهاده است. چنین پدیده‌ای در کشور ما در ابعاد مختلف شروع به تجلّی کرده و مسائل و مشکلات عدیده‌ای به وجود آورده است.

یکی از این مشکلات، بحث تأمین امنیت و مکان‌گزینی نامناسب براساس برنامهٔ فعالیت‌ها و خدمات شهری است و ایستگاه‌های آتش‌نشانی که در خصوص تأمین امنیت شهر فعالیت می‌کنند بی‌تأثیر از پیامدهای این امر نیستند.

بنابراین با توجه به افزایش سریع جمعیت، سیستم ایمنی شهر نیز باید بهبود پیدا کند تا بتواند بر کل شهر پوشش کافی داشته باشد. لذا برای کاهش خسارات ناشی از حوادث و نیز سرویس‌دهی سریع‌تر باید مکان‌های مناسبی برای ایستگاه‌ها انتخاب شود.

انتخاب بهینهٔ این مکان‌ها، تابع اصول و ضوابطی است که بررسی آنها به شیوهٔ سنتی، کاری بسیار مشکل و وقت‌گیر است. از این‌رو، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌تواند راه‌حل این مشکل باشد، زیرا این سیستم ابزاری مؤثر و تواناست که قابلیت حمایت از برنامه‌ریزی، آمادگی، تسهیل و کاهش خطر واکنش و مدیریت خطر را دارد. بنابراین در این تحقیق سعی بر این است که با استفاده از کارایی GIS، معیارها و ضوابط موردنظر در رابطه با مکان‌یابی ایستگاه‌ها بررسی و بهترین و مناسب‌ترین مکان‌ها برای استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر کرمانشاه پیشنهاد گردد.

مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در جهان مسأله جدیدی نیست و در حقیقت آنچه در این زمینه گفته یا نوشته شده است عمدتاً مربوط به دههٔ ۶۰ و ۷۰ میلادی بوده است. استفاده از روش‌های نوین علمی در زمینهٔ تأسیسات شهری و مراکز خدمات‌رسانی، به‌ویژه استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مکان‌گزینی به دههٔ ۹۰ میلادی برمی‌گردد.

در سطح جهانی در سال ۱۹۹۸ پل بلوم[1] به بررسی نقش و کاربرد GIS در مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهرستان نورفولک پرداخت. همچنین در فوریهٔ ۲۰۰۰، پروژهٔ مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی وچیتا و کانزاس، تحت راهنمایی شرکت تری‌دیتا به کمک GIS انجام شد.

در سال ۲۰۰۵، Liand yeh در مکان‌یابی سایت‌های خدماتی چند منظوره از الگوریتم ژنتیک در محیط GIS استفاده کردند.

در ایران نیز دکتر پرهیزگار و همکاران در شهریور ۱۳۸۳ تحت پروژه‌ای با عنوان ارائه ضوابط مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به کمک تلفیق مدل ریاضی با GIS به بررسی معیارهای مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر کرج پرداختند.

محدودهٔ مورد مطالعه

کرمانشاه واقع در شرق استان بین ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۲ متر است. شهر کرمانشاه دومین شهر بزرگ و پرجمعیت منطقهٔ غرب و شمال غربی

[1] Paul Sean Bloom

کشور (پس از شهر تبریز) و بزرگ‌ترین شهر استان کرمانشاه، در میان کل شهرهای کشور با جمعیتی بالغ بر ۸۴۳۱۱۷ نفر در ردهٔ هشتم جمعیتی قرار دارد (نقشهٔ شمارهٔ ۱).

روش تحقیق

این تحقیق از نوع توصیفی- تحلیلی است. پس از انتخاب و شناخت موضوع تحقیق و وضع موجود شهر کرمانشاه، موقعیت و تعداد ایستگاه‌های آتش‌نشانی، ویژگی‌ها و خصوصیات آنها بررسی شد. برنامهٔ اجرایی پژوهش به شرح زیر می‌باشد:

الف) گردآوری اطلاعات: در فرایند مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر کرمانشاه طیف وسیعی از اطلاعات جمع‌آوری گردید:

- اطلاعات مربوط به مکان‌های ایستگاه‌های آتش‌نشانی و تجهیزات آنها؛
- اطلاعات مربوط به تراکم جمعیت شهر در نقاط مختلف شهر به منظور تهیهٔ نقشهٔ تراکم جمعیت؛
- اطلاعات مربوط به شبکهٔ ارتباطی شهر کرمانشاه و سرعت خودروها در هر یک از خیابان‌ها.

در مرحلهٔ بعدی اطلاعات جمع‌آوری شده به ترتیب زیر آماده‌سازی شدند:

- تغییر فرمت نقشه‌های شهری DWG به فرمت shapefile با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS9.3؛
- آماده‌سازی تمام نقشه‌ها براساس سیستم مختصات UTM با سطح مبنای WGS84 و 39 ZONE شمالی؛
- ایجاد لایه‌های موردنیاز در ARC GIS9.3 .

ب) تجزیه و تحلیل داده‌ها: در این مرحله داده‌های مکانی به داده‌های توصیفی اتصال داده می‌شوند و از بین روش‌های وزن‌دهی موجود، از روش تحلیل سلسله مراتبی برای وزن‌دهی متغیرها استفاده گردید.

بررسی معیارها و فاکتورهای موردنیاز در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی

معیارهای متعددی برای مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با توجه به استانداردهای جهانی وجود دارد و از آنجا که به کار بردن همه معیارها در مکان‌یابی به دلایل مختلف از جمله در دسترس نبودن تمامی اطلاعات و همچنین با توجه به شرایط کالبدی و طبیعی شهر کرمانشاه امکان‌پذیر نیست.

معیارهای زیر برای مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی انتخاب گردید:

شعاع پوششی، تراکم جمعیت، نزدیکی به شبکهٔ معابر، کاربری اراضی.

همچنین این کاربری‌ها از نظر نوع ارتباطی که با مکان ایستگاه‌های آتش‌نشانی دارند در دو قالب عمده بررسی می‌شوند:

الف) همسایه‌های سازگار: کاربری‌هایی که به دلیل خطرپذیری بالا باید در مجاورت ایستگاه‌های آتش‌نشانی قرار گیرند، مثلاً کاربری‌های تجاری، ورزشی کوچک، پمپ بنزین‌ها، هتل‌ها و باغ‌ها؛

ب) همسایگی‌های ناسازگار: کاربری‌های جاذب سفر بالا که باعث ایجاد گره‌های زمانی زیادی در مسیر حرکت ماشین‌های آتش‌نشانی می‌شوند و نباید در نزدیکی ایستگاه‌های آتش‌نشانی تأسیس شوند، مثلاً کاربری‌های بهداشتی و درمانی، مراکز مذهبی،

کاربری‌های ورزشی بزرگ و ترمینال‌های بین شهری.

هدف از این تحقیق، انتخاب مکان‌های مناسب به منظور استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی با توجه به معیارهای مذکور است که مسیر انجام کار را می‌توان بر اساس مدل AHP در فلوچارت شمارهٔ ۱ خلاصه کرد:

۱) ایجاد ساختار سلسله مراتبی: در ابتدای کار همان‌طور که گفته شد معیارها و ضوابطی که در کنش متقابل عملکرد ایستگاه‌های آتش‌نشانی هستند تعیین شدند. برخی از این معیارها زیرمعیارهایی دارند که اطلاعات مربوط به تمامی معیارها و زیرمعیارها شامل اطلاعات توصیفی و مکانی به منظور اعمال در مراحل بعدی جمع‌آوری گردید. در ادامه، ساختار سلسله مراتبی این معیارها همراه با زیرمعیارهای آنها در نمودار شمارهٔ ۲ ارائه شد.

مطابق نمودار، هدف کلی یافتن بهترین مکان برای استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی است که در بالاترین سطح قرار گرفته است. در سطح بعدی معیارهای مورد نظر شامل شعاع پوششی، تراکم جمعیت، همسایگی‌های سازگار و ناسازگار و نیز نزدیکی به شبکهٔ معابر است. این معیارها به غیر از معیار شعاع پوششی همگی به معیارهای جزئی‌تری تقسیم شده‌اند تا امکان مدل‌سازی فضایی و یافتن مکان‌های مناسب ایجاد شود.

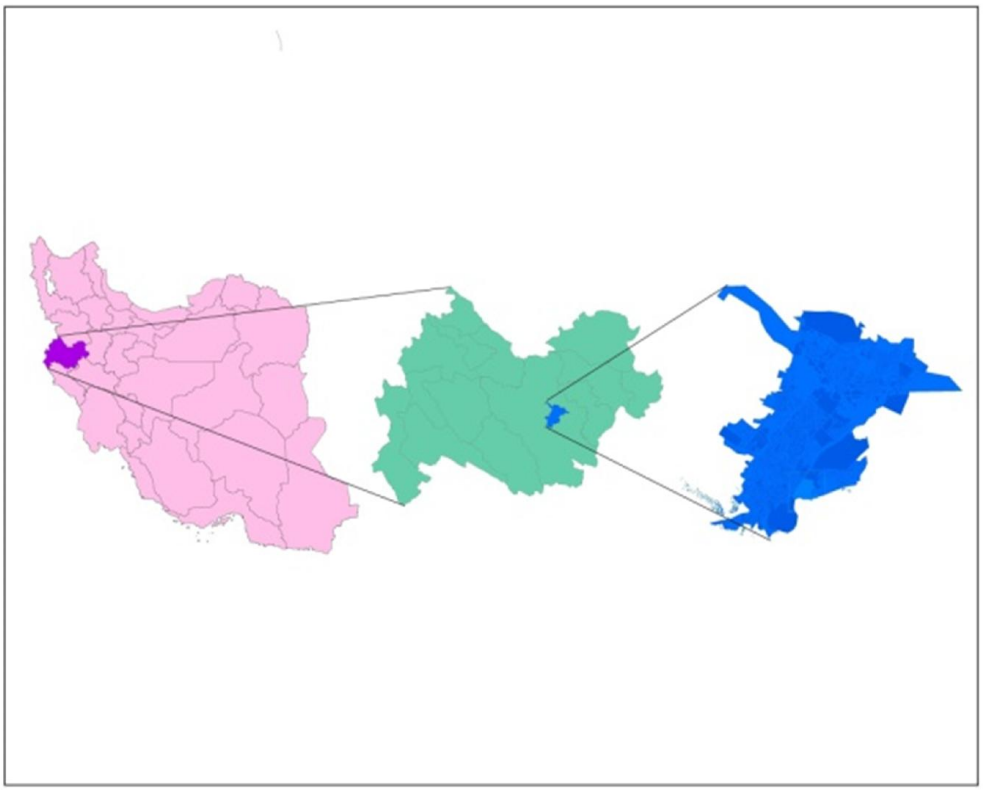
۲) محاسبهٔ وزن (ضریب اهمیت) معیارها و زیرمعیارها: پس از آنکه لایه‌های مربوط به هر یک از معیارها در محیط ArcGIS ایجاد شد و اطلاعات توصیفی مربوط به هر یک از لایه‌ها به صورت جداولی به آنها اضافه گردید. به منظور کاربردی‌تر شدن و بومی‌سازی مقادیر اوزان با شرایط واقعی شهر کرمانشاه از دانش کارشناسی[1] استفاده شده است.

تمامی معیارها و زیرمعیارها، بر اساس جدول شمارهٔ ۹ کمیّتی الساعتی، با یکدیگر دو به دو مقایسه و وزن‌دهی شدند. پس از تشکیل ماتریس مقایسهٔ زوجی معیارها، ضریب اهمیت (وزن نرمال) هریک از آنها محاسبه گردید. ماتریس مقایسهٔ زوجی معیارهای سطح اول مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در جدول شمارهٔ ۱ نشان داده شده است. به این ترتیب این ماتریس برای هریک از معیارها و زیر معیارها نیز تشکیل شد و ضریب اهمیت آنها طبق روش تحلیل سلسله مراتبی محاسبه گردید.

۴) طبقه‌بندی مجدد لایه‌ها[2]: لایه‌های ایجاد شده مربوط به کاربری‌ها در این مرحله به صورت نقشه‌های فاصله‌ای درآمدند، سپس هریک از این نقشه‌ها به پنج کلاس طبقه‌بندی و با توجه به اهمیت هر یک از کلاس‌ها، ارزشی بین ۱ (بدترین ارزش) تا ۹ (بهترین ارزش) دریافت کردند.

در ادامه، نقشه‌های وزن‌پذیری شدهٔ تراکم جمعیت (شمارهٔ ۲ تا ۱۵)، معابر، نقشه‌های فاصلهٔ کاربری‌های سازگار و ناسازگار و در نهایت نقشهٔ وزن‌پذیری همسایگی‌های سازگار و ناسازگار نمایش داده شده است.

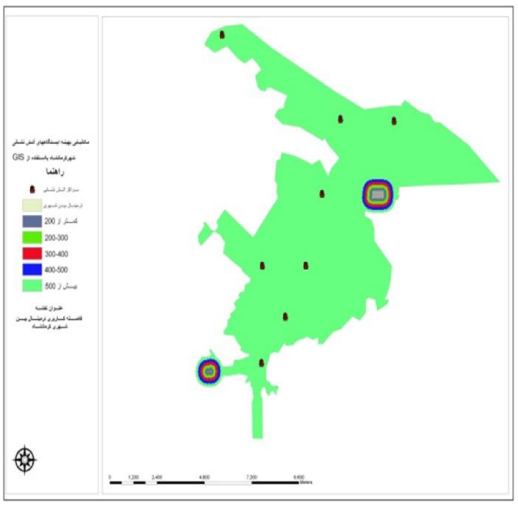
[1] Driven knowledge
[2] Reclassification



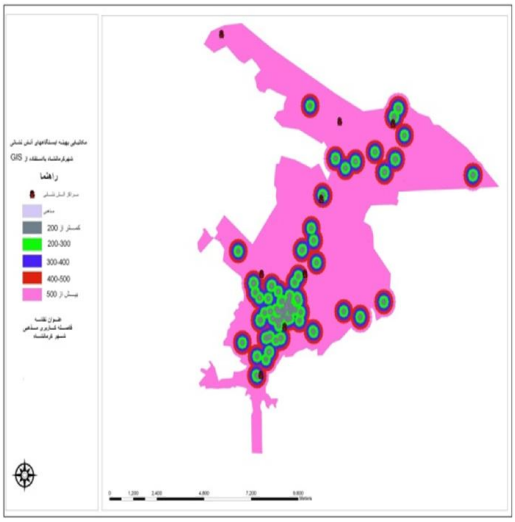
نقشهٔ شمارهٔ ۱: موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

جدول شمارهٔ ۱: ماتریس مقایسهٔ زوجی معیارهای تعیین‌کننده در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی

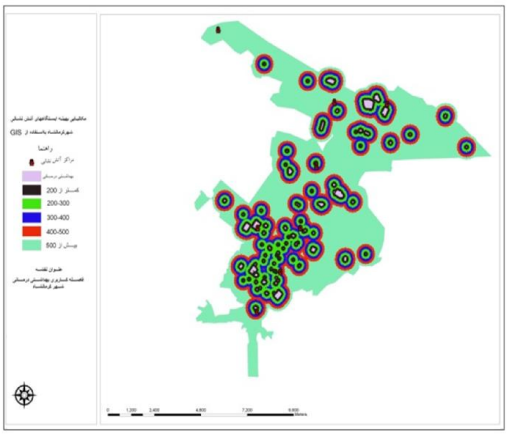
معیار	همسایگی‌های ناسازگار	همسایگی‌های سازگار	نزدیکی به شبکهٔ معابر	شعاع پوششی	تراکم جمعیت
تراکم جمعیت	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۵	۱
شعاع پوششی	۳	۳	۴	۱	۵
نزدیکی به شبکهٔ معابر	۱/۲	۱/۲	۱	۱/۴	۱/۲
همسایگی‌های سازگار	۱	۱	۲	۱/۳	۲
همسایگی‌های ناسازگار	۱	۱	۲	۱/۳	۲



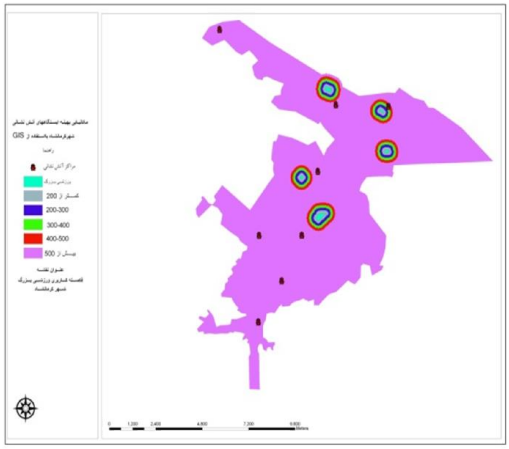
نقشهٔ شمارهٔ ۳: نقشهٔ فاصله کاربری ترمینال بین شهری



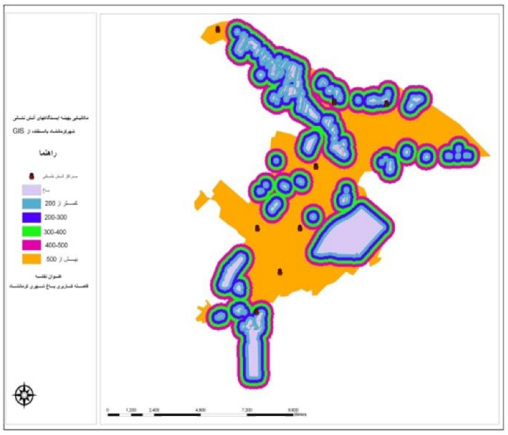
نقشهٔ شمارهٔ ۲: نقشهٔ فاصله کاربری مذهبی



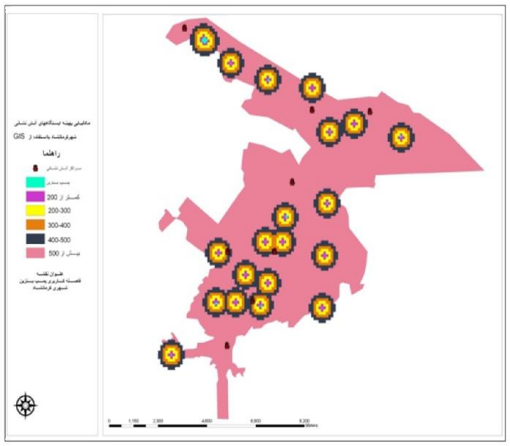
نقشهٔ شمارهٔ ۵: نقشهٔ فاصله کاربری ورزشی بزرگ



نقشهٔ شمارهٔ ۴: نقشهٔ فاصله کاربری بهداشتی-درمانی

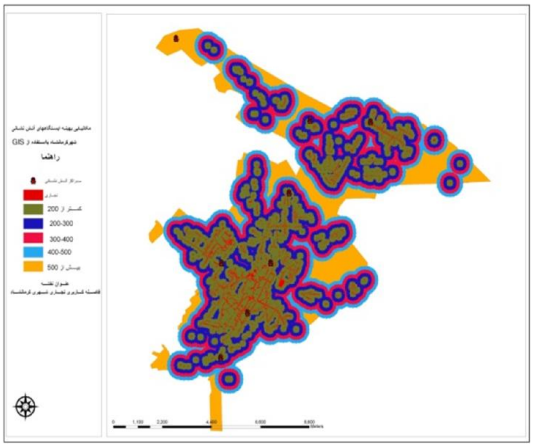


نقشهٔ شمارهٔ ۶: نقشهٔ فاصله کاربری باغات

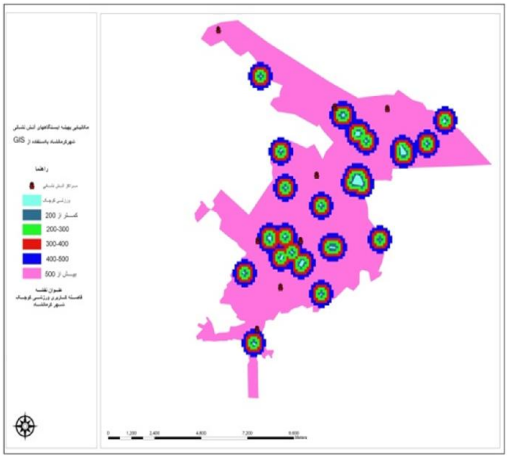


نقشهٔ شمارهٔ ۷ : نقشهٔ فاصله کاربری پمپ بنزین

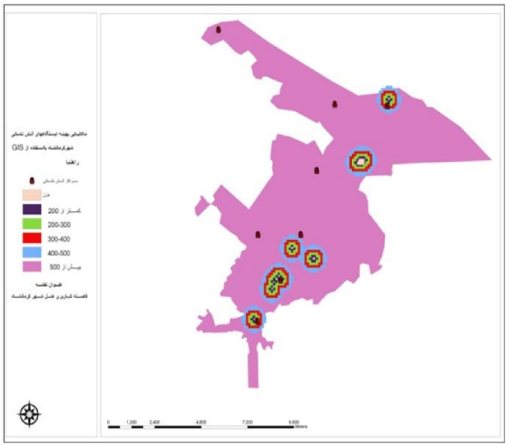
نقشهٔ شمارهٔ ۸: نقشهٔ فاصله کاربری مسکونی



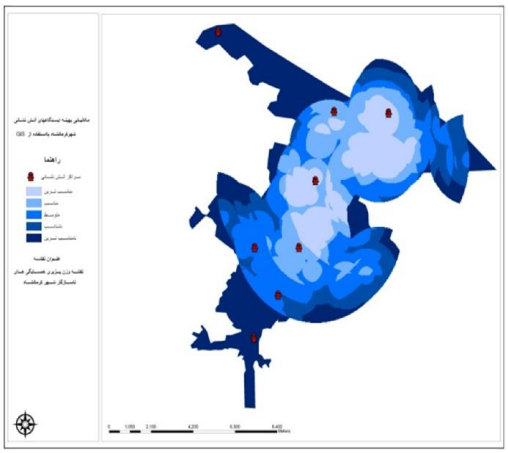
نقشهٔ شمارهٔ ۹: نقشهٔ فاصله کاربری تجاری



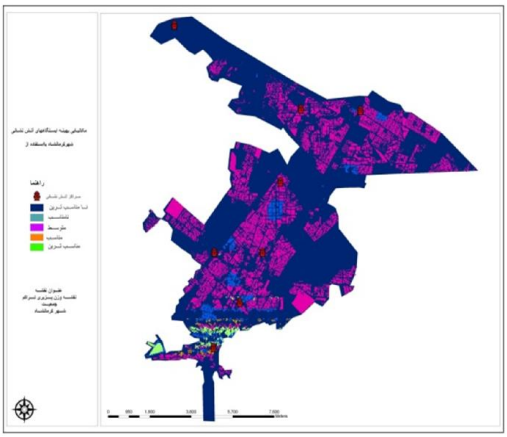
نقشهٔ شمارهٔ ۱۰: نقشهٔ فاصله کاربری ورزشی کوچک



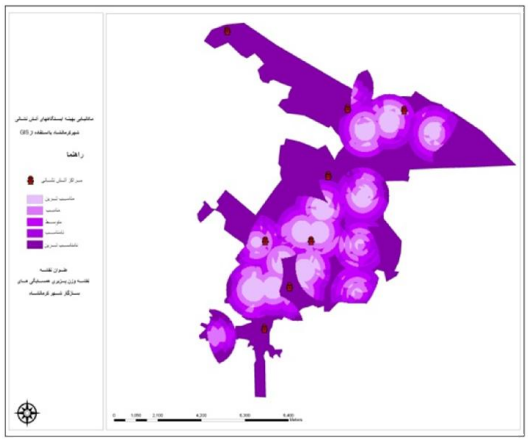
نقشهٔ شمارهٔ ۱۱: نقشهٔ فاصله کاربری هتل



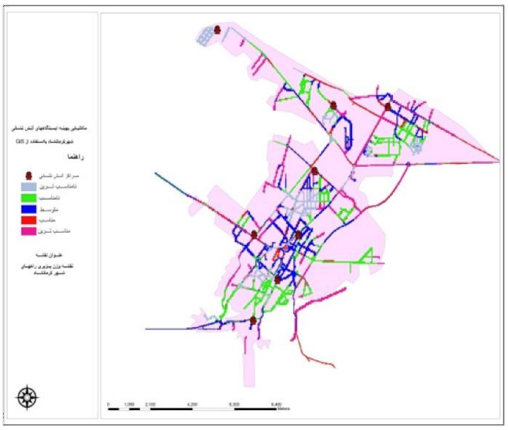
نقشهٔ شمارهٔ ۱۲: نقشهٔ وزن‌پذیری همسایگی‌های ناسازگار



نقشهٔ شمارهٔ ۱۳ : نقشهٔ وزن‌پذیری همسایگی‌های سازگار

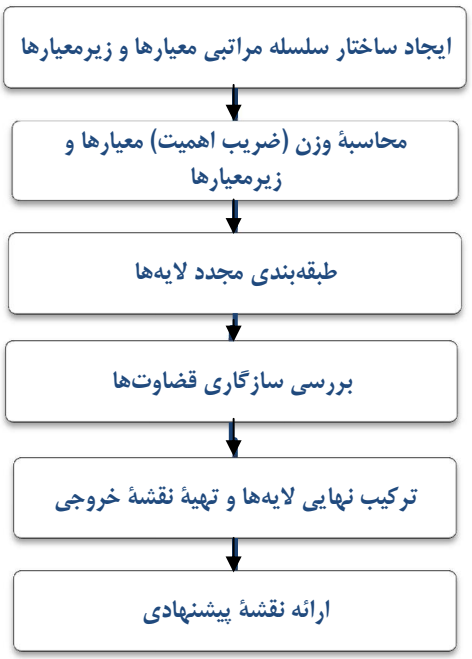


نقشهٔ شمارهٔ ۱۴: نقشهٔ وزن‌پذیری تراکم جمعیت

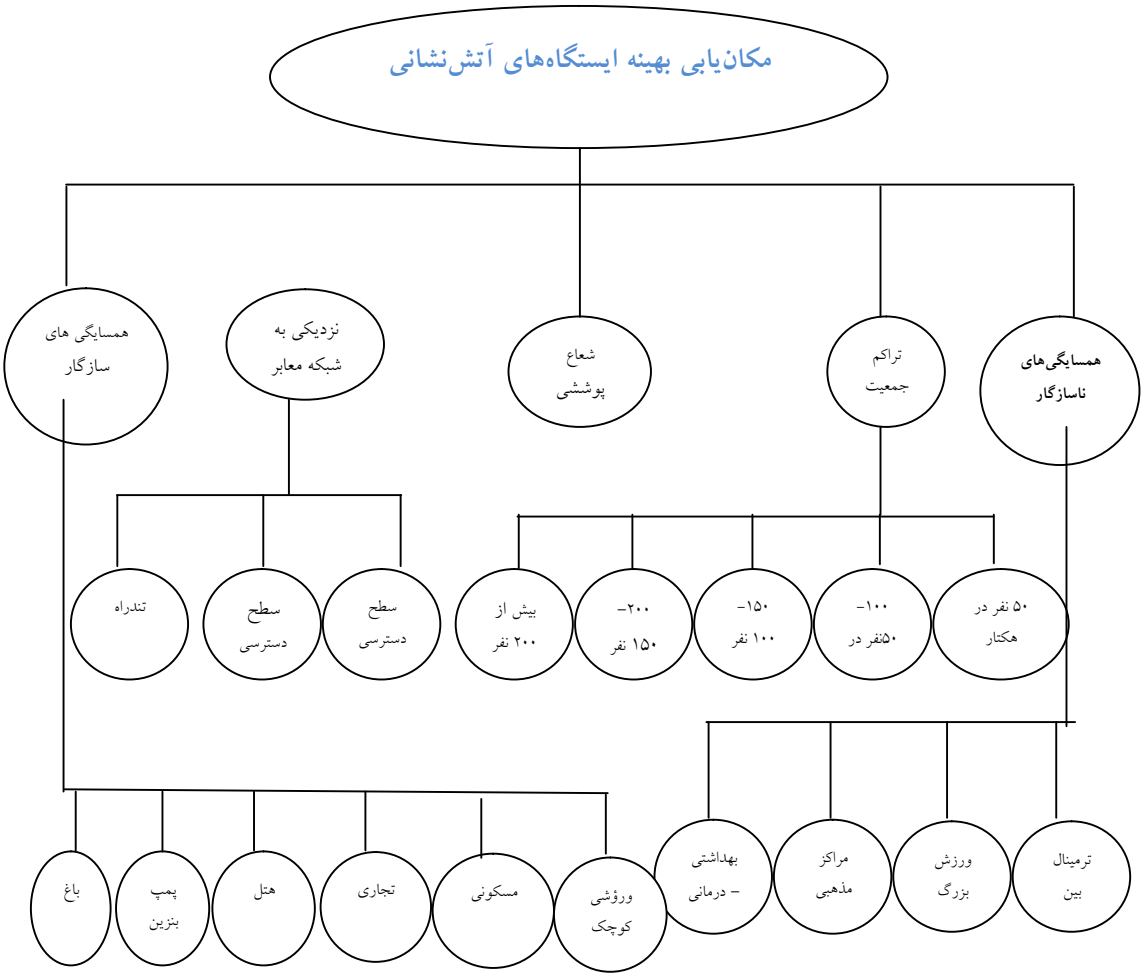


نقشهٔ شمارهٔ ۱۵: نقشهٔ وزن‌پذیری معابر

نمودار شمارهٔ ۱: مسیر انجام کار بر اساس مدل AHP



نمودار شمارهٔ ۲: ساختار سلسله مراتبی مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی



۵) بررسی سازگاری قضاوت‌ها: یکی از مزیت‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارهاست. طبق مکانیزمی که الساعتی برای بررسی سازگاری در قضاوت‌ها در نظر گرفت، در این مرحله ضریب سازگاری[1] (CR) از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

اگر نتیجه یعنی مقدار ضریب سازگاری کوچکتر یا مساوی از ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت‌ها قابل قبول است وگرنه باید در قضاوت‌ها تجدیدنظر شود. در این تحقیق نتایج حاکی از این است که سازگاری در قضاوت‌ها رعایت شده است و نیازی به تشکیل مجدد ماتریس مقایسهٔ زوجی معیارها نیست.

۶) ترکیب نهایی لایه‌ها و تهیه نقشهٔ خروجی: در این مرحله به منظور تعیین مکان‌های مناسب برای استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی، نقشه‌های ایجاد شده با استفاده از روش همپوشانی شاخص‌ها[2] با یکدیگر

[1] Consistency Ratio (CR)

[2] Index overlay

تلفیق شدند. نتیجهٔ حاصل از این تحقیق یک نقشهٔ خروجی است (نقشهٔ شمارهٔ ۱۶) که مناسب‌ترین تا نامناسب‌ترین مکان‌ها را برای احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر کرمانشاه ارائه می‌دهد.

بر همین اساس، نقشهٔ پیشنهادی برای مکان‌یابی بهینهٔ ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر کرمانشاه در بخش پیشنهادات ارائه خواهد شد.

نتیجه‌گیری

یکی از وظایف مهم و اساسی برنامه‌ریزان شهری، اختصاص زمین به کاربری‌های مختلف شهری با توجه به نقش و عملکرد آن و تأثیر و تأثر متقابل کاربری‌ها با یکدیگر است. تحقیق حاضر، با توجه به ضرورت این امر و تأمین مسائل ایمنی شهروندان به صورت موردی در رابطه با مکان‌یابی بهینهٔ ایستگاه‌های آتش‌نشانی که بخشی از خدمات شهری محسوب می‌شود، صورت گرفته است. پس از طی مراحل تحقیق که در قسمت‌های قبل شرح داده شد و تحلیل نهایی مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر کرمانشاه، این نتایج به دست آمد:

– استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی (به طور کلی در انتخاب مکان بهینهٔ یک سایت) به علت عدم وابستگی محض به قوانین تئوریک، کار بر مبنابودن آن و امکان مقایسه و ارزیابی معیارهای مختلف با یکدیگر، کارایی بالایی دارد.

– به علت حجم وسیع داده‌ها و عوامل مختلف و متعدد دخیل در امر مکان‌یابی، استفاده از نرم‌افزار GIS برای تحلیل‌های دقیق و سریع ضروری است.

– با توجه به برداشت‌ها و بررسی‌های میدانی صورت گرفته در محدوده‌های خدمت‌رسانی ایستگاه‌ها به علت وجود چراغ‌های راهنمایی و رانندگی متعدد، گره‌های ترافیکی و ضعف طراحی در دوربرگردان‌های موجود، گره‌های زمانی قابل توجهی برای ماشین‌های آتش‌نشانی ایجاد کرده است.

– ماشین‌های آتش‌نشانی مجاز به عبور، در جهت خلاف خیابان‌های یک طرفه هستند، اما در تعدادی از این مسیرها از جمله خیابان‌های معلم، هفده شهریور، سعدی و جوانشیر به علت کم عرض بودن خیابان، حرکت ماشین‌های آتش‌نشانی در جهت خلاف مسیر عملاً امکان‌پذیر نیست.

– از بین ۶ کاربری شهری که از نظر نوع همسایگی در ارتباط با مکان ایستگاه‌های آتش‌نشانی سازگار شناخته شده‌اند، کاربری هتل، با وزن ۰/۰۶ و کاربری پمپ بنزین با وزن ۰/۴۷ به ترتیب کمترین و بیشترین نقش را در ارتباط با مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی ایفا می‌کنند.

– در بین همسایگی‌های ناسازگار ترمینال بین شهری با ضریب اهمیت ۵/۱ کمترین و کاربری بهداشتی درمانی با ضریب اهمیت ۰/۵۱ بیشترین تأثیر را در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی دارند.

– طبق بررسی‌های میدانی و تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته در محیط GIS بخش مرکزی شهر از جمله خیابان‌های مدرس، جلیلی و شریعتی که ساختمان‌های بسیار آسیب‌پذیر در برابر آتش‌سوزی دارند، با وجود اینکه در شعاع پوششی ایستگاه آتش‌نشانی قرار دارند، اما به علت حجم بالای

ترافیک ماشین‌های آتش‌نشانی قادر به رسیدن به محل حادثه در کمتر از ۵ دقیقه نیستند.

– به علت وجود هم‌پوششی‌های بالای ایستگاه‌های آتش‌نشانی و خلاءهای پوششی در برخی نقاط، توزیع نامناسب ایستگاه‌های آتش‌نشانی و کمبود این ایستگاه‌ها از لحاظ تعداد احساس می‌شود.

پیشنهادات

۱) لازم است برای مدیریت بهتر شهر کرمانشاه، پایگاه دادهٔ مکانی آن شهر ایجاد شد تا تمام نقشه‌ها، آمارها و سایر اطلاعات توصیفی به صورت یکپارچه در آن ذخیره و برای اخذ تصمیم‌گیری درست در اختیار تمام مدیران شهر قرار گیرد؛

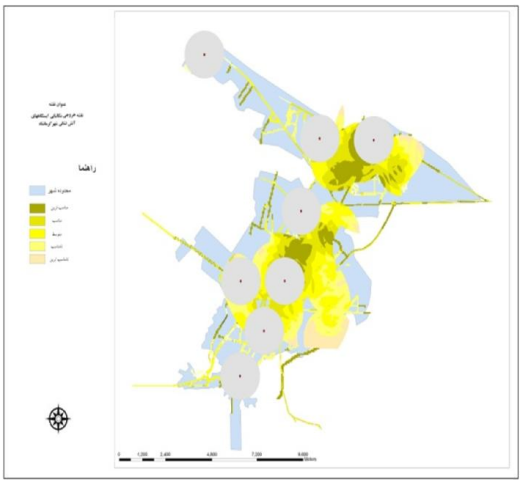
۲) همکاری و هماهنگی شهرداری، سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهر برای کسب اطلاعات به روز در مورد آمار جمعیت، مساحت شهر، کاربری‌های مختلف و نیز وضعیت راه‌ها و ترافیک خیابان‌ها مورد نیاز است؛

۳) استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مسیریابی ماشین‌های آتش‌نشانی برای صرفه‌جویی در زمان پیشنهاد می‌گردد؛

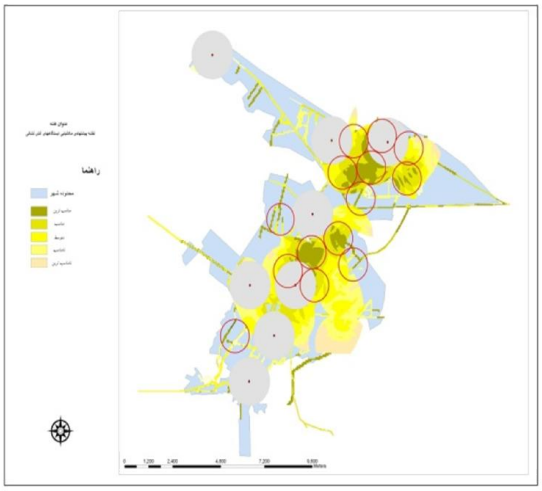
۴) با توجه به تمرکز زیاد کاربردهای جاذب سفر و کم‌عرض بودن معابر در بخش‌های مرکزی شهرداری باید تمهیداتی را برای کاهش ترافیک این بخش‌ها در نظر گیرد؛

۵) اگر بخشی از فرایند کنترل چراغ‌های راهنمایی و رانندگی در مواقع امدادرسانی در اختیار رانندگان ماشین‌های آتش‌نشانی قرارگیرد، عملیات امدادرسانی با سرعت بیشتری انجام می‌گیرد. بدین صورت که یک سنسور با شعاع حساسیت ۵۰ متری روی چراغ‌های راهنمایی و یک سنسور دیگر با همین ویژگی در اختیار رانندهٔ ماشین آتش‌نشانی قرار گیرد؛

۶) نقشهٔ شمارهٔ ۱۷، نقشهٔ پیشنهادی برای استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی می‌باشد که در آن مناسب‌ترین مکان‌ها مشخص گردیده است.



نقشهٔ شمارهٔ ۱۶: نقشهٔ خروجی حاصل از تلفیق لایه‌ها



نقشهٔ شمارهٔ ۱۷: نقشهٔ پیشنهادی مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی

References

1. Michael B. *Urban Modelling*. London, 1979
2. Belton, V. and Gear, T. *On a shortcoming of Saaty's method of analytic hierarchies*, omega, 1983, p.228
3. Evans D. *Investigation of active fire protective system project 4* , Building and Fire Research Laboratory National Institute of standards and Technology, Department of Commerce
4. GIS concepts kit PC ARC/ info, ESRI, New York, 1991
5. Huxhold, W.E. *An introduction to Urban Geographic Information system*s, Oxford University, Press, 1991
6. Mendelsohn J. *Education Planning* and *Management*, *and the use of Geographical*. *Information Systems*, UNESCO publishing, International Institute for educational planning, 1996
7. www.Kermanshah.icm.ir
8. www.Wikipedia.org
9. http//www.Sarifire.ir/content/id/28
10. http// km.uast.ac.ir
11. www.Portal – ks.ir
12. Parhizgar A, *modeling in site selection of urban services by studying models and GIS*, Thesis of PhD, Tarbiat Moddares University, Tehran, 1998
13. Ghodsipour, S H, *Analytic Hierarchies Process*, Amirkabir Publications, Tehran, Fifth edition, 2007
14. Pirmoradi, A. *Site selection of fire stations*, second international conference of electronic municipality, Tehran
15. Adeli M, *Site selection of fire stations in Gorgan* by GIS,1997
16. Karimi, Babraz, Site selection of Fire stations in Shiraz by GIS,2000
17. Batty Michael Urban Modeling London, 1979
18. www.portal-ks.ir
19. Saaty, T.L. *Decision making. network decisions, the Analytic Network Process* (ANP), RWS Publications, USA, 1996

Optimal positioning of fire stations by using GIS

(case study: Kermanshah)

Asghar Nazariyan, Professor of Geography and Urban Planning, Kharazmi University, Tehran, Iran
Corresponding author: Parvaneh Yari, MA in Geography and Urban Planning, Tehran, Iran **Email**: parvaneyari@yahoo.com
Tayebeh Karami nejad, MA in Geography and Urban Planning, lecturer in University of Applied Science and Technology, Kermanshah, Iran

Received: May 12, 2014 **Accepted:** February 20, 2015

Abstract

Background: With breakdown of the former structures and the acceleration of urbanization process in recent decades, cities need careful planning in order to provide citizens needs including safety city. Thus, one of the major tasks of planners and urban managers is to determine the proper location for the establishment of fire stations.

Method: In this descriptive-analytic study, given that most of the criteria have sub-criteria, effective measures were determined in selecting fire stations sites. In the next step, location and descriptive information of each criterion were collected; then by using ArcGIS software, layers needed to shape file format was created after changing urban plans DWG format. However, criteria and sub-criteria weighted based on AHP method and creating layers were reclassified. At the end, by using overlapping indexes the final map site selecting of fire stations in Kermanshah obtained.

Conclusion: According to the results, hotel and gas station as the compatible land use have the lowest and highest role in selecting fire stations sites. In addition, intercity terminal and health and care land uses have the lowest and greatest impact in selecting fire stations sites. The results show that the existing stations are not sufficient and some of them have been built in the wrong place. The output plan represents the optimal locations for the establishment of fire stations in Kermanshah

Keywords: Kermanshah, fire stations, site selection, GIS, AHP