

بنام خدا

## مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی شهر گرگان با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی

محسن عادلی، علی اکبر متکان، پرویز ضیائیان، حسین پورعلی

دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، گروه سنجش از دور و GIS

[adeli22000@yahoo.com](mailto:adeli22000@yahoo.com)

چکیده:

هدف اصلی تاسیس ایستگاه های آتش نشانی تامین بخشی از امنیت شهر در راستای اهداف از قبل تعریف شده آنها می باشد. لازمه رسیدن به این هدف، اعمال دید سیستماتیک و یکپارچه به عناصر شهری بصورت میکرو و جهت دهی ساختار شهر در قالب ماکرو است که این مهم در قالب استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) تا حد زیادی دست یافتنی است. تغییرات تصاعدی ساختار شهرها بخصوص در سال های اخیر عملا بیشتر از جهت بخش و کنترل آن ها بوده و در نتیجه ایستگاه های آتش نشانی از نظر ایفای نقش با چالش های زیادی روبرو شدند.

تعیین مکان مناسب جهت تاسیس این ایستگاه ها یکی از مهمترین وظایف و اهداف مدیران شهری است که باید قبل از اجرا، در یک چارچوب سیستماتیک آماده سازی گردد. در واقع هدف اصلی از مکان یابی، جلوگیری از هدر رفتن هزینه ها از یک طرف و تضمین کارآیی بهینه ایستگاه ها در تقابل با سیستم شهری است.

در تحقیق حاضر، هدف اصلی، تعیین بهترین مکان ها برای تاسیس ایستگاه های آتش نشانی شهر گرگان یا جابجایی مکانی برخی از آنها (در صورت لزوم) می باشد. بدین منظور در ابتدا و پس از تعریف مدل مفهومی، ضوابط موثر در مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی مشخص شده و اطلاعات مرتبط با هر یک از آنها آماده سازی گردید. در مرحله بعد و از میان مدل های ارزیابی تصمیم گیری چندمعیاره، فرایند تحلیل سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) بعنوان مدل مورد استفاده در وزن دهی معیارها در قالب مقایسات زوجی و بر اساس نظرات کارشناسان اعمال گردید. پس از جمع آوری نظرات کارشناسان و بمنظور جلوگیری از ورود برخی از نظرات احتمالی غیر کارشناسی، مقادیر سازگاری قضاوت ها، محاسبه گردید و پس از قابل قبول واقع شدن مقادیر CR، از این اوزان جهت بررسی های بعدی استفاده گردید. از بین مدل های ترکیب، مدل منطق فازی و در قالب استفاده از توابع عضویت که اکثرا بصورت کاربر مینا بودند، بکار گرفته شدند.

با توجه به اهمیت تحلیل شبکه و نقشی که GIS می تواند در بررسی شبکه حمل و نقل شهری گرگان داشته باشد، در بخشی مجزا، قابلیت های تحلیلی آن در انجام برخی از آنالیزهای معمول از جمله بهینه ترین مسیر ها برای حرکت ماشین های آتش نشانی از ایستگاه به محل وقوع حادثه و همچنین محدوده خدماتی ایستگاه ها در اوج بار ترافیک شبکه شهری (ساعت ۱۱/۵ صبح) مورد بررسی قرار گرفت، وجود همپوشی های مکانی بالا در بین ایستگاه ها در برابر خلاهای خدمات رسانی در بخش های دیگری از شهر، می تواند موید مکان گزینی ناعادلانه فضایی خدمات رسانی ایمنی شهر باشد. لذا پس از اولویت بندی مناطق مختلف شهر در جهت تاسیس ایستگاه ها، با در نظر داشتن موقعیت کنونی آنها از یک طرف و جابجایی پنجره ای نقاط در نقشه اولویت بندی شهر و در تناظر با شبکه حمل و نقل شهری، مکان های جدید پیشنهاد شدند.

کلمات کلیدی: سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، ایستگاه های آتش نشانی، مکان یابی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، مدل منطق فازی و تحلیل شبکه.

مقدمه:

در طی چند دهه اخیر شهرنشینی در ایران رشد سریعی داشته است. شتاب سریع این فرایند، مشکلات زیادی را برای شهرها که به عنوان یک سیستم پویا عمل می کنند، به بار آورد. یکی از اجزای این سیستم که از فرایند رشد سریع شهرنشینی و پیامدهای آن، تاثیر پذیرفته است، ایستگاه های آتش نشانی می باشند که در راستای تامین امنیت شهر ایجاد گردیده اند. بالتبع با توجه به افزایش سریع جمعیت و رشد غیر منطقی شهرها، سیستم ایمنی شهر نیز باید در همین راستا بهبود پیدا کند تا بتواند پوشش کافی را بر کل شهر داشته باشند. عوامل زیادی وجود دارند که با تاثیر بر شبکه شهری، ایمنی شهر را تحت تاثیر قرار می دهند. ایمنی شهر در واقع، مجموعه تمهیداتی است که جهت جلوگیری از بروز و یا تخفیف آثار و عوارض نامساعد جانی و مالی حوادث طبیعی و غیرطبیعی نظیر سیل، آتش سوزی، زلزله، تصادفات رانندگی و ... صورت می گیرد. تامین امنیت شهر، مکان یابی صحیح ایستگاه های آتش نشانی را به عنوان پیش فرض می طلبد. معیارها و ضوابطی که بمنظور مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی در نظر گرفته می شوند، دارای قالب های متفاوتی هستند که استفاده از آن ها جهت مکان یابی بهینه ایستگاه ها، نیاز به یک سیستم جامع مدیریت داده فضایی دارد، که این مطلوب تا حد زیادی در قالب استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی دست یافتنی است. در واقع مکان هایی که به عنوان خروجی در نظر گرفته می شوند، باید تا حد امکان پاسخگوی تغییرات آتی سیستم پویای شهری بوده و با انعطاف پذیری لازم، خدمات رسانی ایمنی شهر را جهت دهی نمایند.

### پیشینه تحقیقاتی

در زمینه مکان یابی مراکز خدماتی با استفاده از GIS در سال های اخیر مطالعاتی صورت پذیرفته که می توان بعنوان نمونه به موارد ذیل اشاره ای داشت:

- پرهیزکار (۱۳۷۶) ضمن مطالعه روش ها و الگوهای مکان گزینی مانند نظریه مکان مرکزی، مدل تاکسونومی عددی، مدل لاری و مدل های تصادفی، با مطالعه موردی در مکان یابی مراکز آتش نشانی شهر تبریز، توانایی GIS را نسبت به سایر مدل ها اثبات کرد.
- پوراسکندری، عباس، در تحقیقی که در گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۸۰ انجام پذیرفت، با استفاده از روش شعاعی، چند ضلعی های تیسن و تحلیل شبکه ضمن بررسی نحوه توزیع سوانح آتش سوزی در شهر کرج به مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی اقدام کردند.
- David Evans در ژانویه سال ۲۰۰۴ نقش GIS را در مدیریت بحران حوادث مرتبط با فعالیت های سازمان آتش نشانی تعیین کننده دانستند و اظهار داشتند علاوه بر اینکه GIS می تواند در کاهش خسارات در زمان قبل از وقوع حادثه با مکان یابی بهینه ترین مکان ها برای احداث ایستگاه ها موثر باشد می تواند کارآیی بالایی نیز در حین امداد رسانی ایفا نماید.

مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی، تحت تاثیر معیارها و ضوابط مختلفی هستند که بررسی آن ها در قالب سستی و استفاده از نقشه های کاغذی بسیار مشکل است. در این تحقیق تلاش شده است تا با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و ترکیب نقشه ها و لایه های مختلف، ضمن در نظر داشتن اولویت ها و معیارها، بهترین مکان ها برای تاسیس این ایستگاه ها در شهر گرگان پیشنهاد داده شوند.

معیارها و ضوابطی که به منظور مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی در نظر گرفته می شوند، از نظر قالب و ماهیت، بسیار متنوع هستند. اما بطور کلی می توانند در دو قالب معیارهای کمی و کیفی تقسیم بندی می شوند..

این ضوابط از بعدی دیگر، می توانند در دو قالب بررسی گردند:

الف: ضوابط مرتبط با خصوصیات مکانی ایستگاه های آتش نشانی

ب: ضوابط مرتبط با خصوصیات مکانی ایستگاه ها در ارتباط با سایر عناصر شهری

از آنجا که مطلوب بودن یا نبودن زمین شهری (مکان ساخت ایستگاه) علاوه بر خصوصیات خاص مکانی به وضعیت واحدهای همسایگی نیز بستگی دارد،- با این پیش زمینه- کاربری های مختلف شهری در قالب های مختلف همسایگی در ارتباط با مکان ایستگاه ها قرار می گیرند که در ذیل به آن ها پرداخته می شود:

همسایگی های سازگار، همسایگی های ناسازگار و همسایگی های نیمه سازگار

الف: همسایگی های سازگار شامل: نزدیکی به خیابان ها در ارتباط با سطوح دسترسی مختلف، کاربری های تجاری و صنعتی، پمپ بنزین ها و سایر محل های ذخیره سوخت، کاربری مسکونی، مراکز ورزشی کوچک (فوتسال و والیبال نشسته).

ب) همسایگی های ناسازگارمشمول بر: پایانه های مسافربری بین شهری، ایستگاه های اتوبوس درون شهری، بیمارستان ها و مراکز بهداشتی و درمانی، مراکز مذهبی، ورزشی بزرگ).

ج) همسایگی های نیمه سازگار: مدارس و مراکز ورزشی متوسط (کشتی).

علاوه بر ۳ همسایگی نام برده شده، معیارهایی از جمله قیمت زمین، نزدیکی به خیابان ها و تراکم جمعیت، معیارهای سطح اول تحلیل سلسله مراتبی را تشکیل می دهند.

## مواد و روش ها

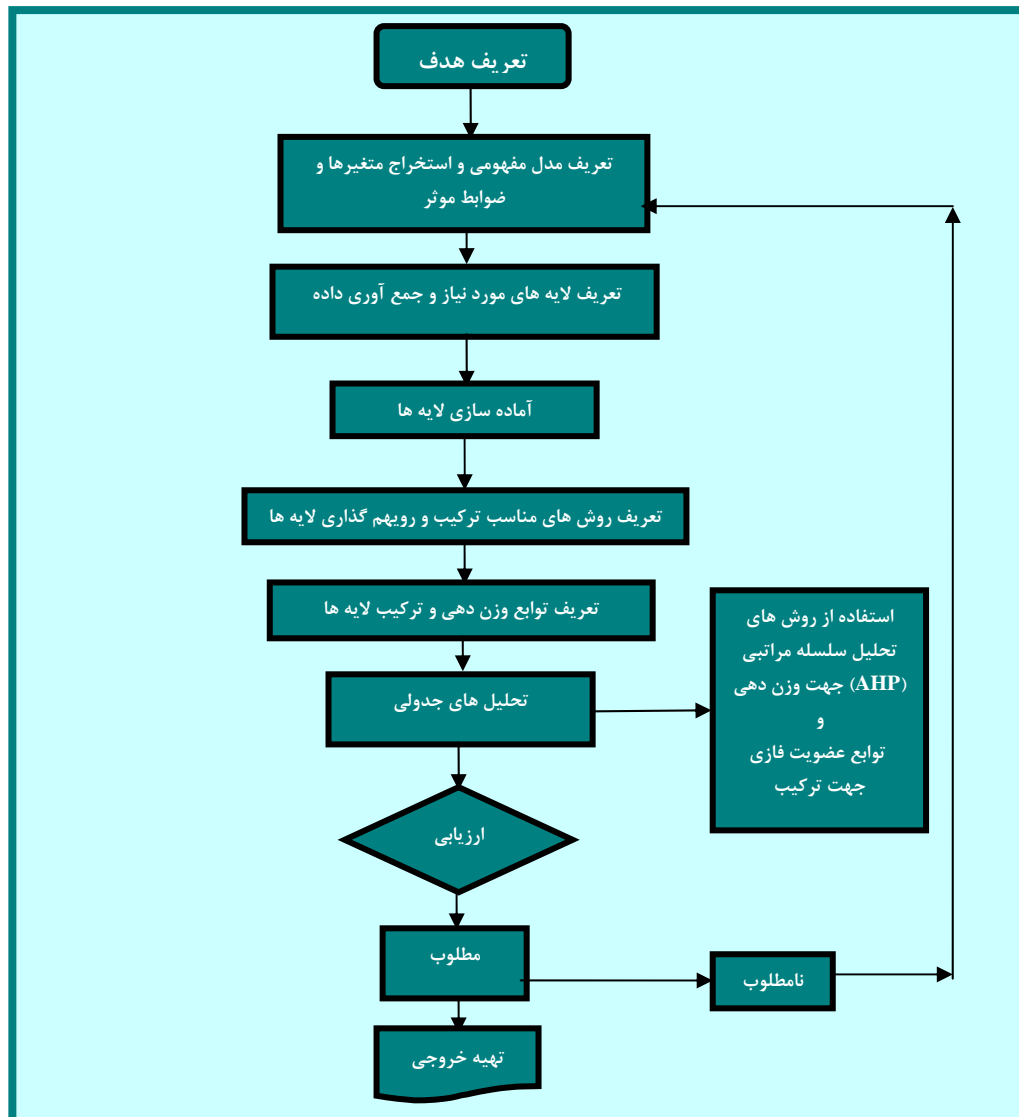
مشخصات منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه این تحقیق، شهر گرگان، مرکز استان گلستان می باشد. از نظر موقعیتی این شهر در شمال کشور ایران واقع شده و دو منطقه شهری را دربر می گیرد. مساحت شهر با احتساب حوزه نفوذ شهرستان، ۱۶۱۵/۸۱ کیلومتر مربع می باشد. شهر گرگان دارای جمعیتی معادل ۲۲۰۰۰۰ نفر بوده که این جمعیت با تراکم ۷۱ نفر در هکتار، توزیع شده اند.

این شهر از حداقل ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و از ۵۴ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۴۵ دقیقه طول شرقی گسترش یافته است.

از آنجا که شهر گرگان دارای پیشینه و هویت تاریخی بالایی است، مساحت بافت های تاریخی، قدیمی و فرسوده شهری در آن بالا می باشد. اکثر این بافت های قدیمی، متعلق به دوران صفویه، زندیه و علی الخصوص وابسته به سبک معماری دوران قاجار می باشند. علاوه بر این بافت ناهمگون فرهنگی شهر از دیگر خصایص آن می باشد.

الگوریتم جریانی فرایند مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی شهر گرگان در نمودار شماره ۱ بیان شده است. نمودار شماره ۱: الگوریتم جریانی مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی



### جمع آوری داده

- نقشه کاربری شهر گرگان در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ به منظور تهیه شبکه شهری.
- نقشه ۱:۲۰۰۰ شهر گرگان به منظور زمین مرجع کردن نقشه ۱:۱۰۰۰۰ و تصویر ماهواره IKONOS و مطالعه بهتر وضعیت گره های ترافیکی .
- نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ برای تهیه TIN منطقه و استخراج داده های شیب برای نقاط مختلف شهر.

- عکس های هوایی شهر بمنظور ایجاد دید سه بعدی از شهر و شناسایی بهتر قابلیت ها و محدودیت های شهر برای مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی.
- تصویر ماهواره IKONOS سال ۱۳۸۳، دید یکپارچه شهر گرگان و از بین بردن برخی از ناسازگاری های بین نقشه های شهری و واقعیت زمینی.
- تصویر ماهواره IRS سال ۱۳۸۲، دید یکپارچه منطقه بخصوص در قسمت های شمالی که خارج از پوشش تصویر ماهواره ای IKONOS بود و مطالعه بهتر وضعیت زمین های کشاورزی قسمت های شمالی و شرقی شهر گرگان.
- اطلاعات مربوط به میزان ترافیک خیابان ها در ساعات مختلف: آگاهی از میزان ترافیک خیابان ها در راستای تعیین مسیر وسایط امدادی، از نکات کلیدی محسوب می شود. برای تهیه این اطلاعات، به سازمان ترافیک شهر گرگان مراجعه شده و مقادیر میزان تردد وسایط نقلیه که تاثیر زیادی بر حرکت ماشین های امدادی دارند، جمع آوری گردید. علاوه بر این، در قالب عملیات میدانی، اطلاعات مورد نیاز جهت تکمیل تحلیل شبکه شهری از جمله: سرعت متوسط وسایط نقلیه در خیابان های مختلف شهر، در بعضی از ساعات شبانه روز و همچنین مدت زمان طی مسیر یک مقطع طولی از خیابان در برخی از ساعات شبانه روز تدارک دیده شد.
- اطلاعات مرتبط با چراغ های راهنمایی و رانندگی: اطلاعات مربوط به مکان چراغ های راهنمایی با بررسی های میدانی بدست آمد. از آنجا که ماشین های آتش نشانی مجاز به عبور از چراغ های راهنمایی هستند، در ایجاد شبکه، فقط آن قسمت از چراغ های راهنمایی و رانندگی به Geodatabase اضافه شده اند که برای ماشین های آتش نشانی نیز، تاخیر زمانی ایجاد می کردند.
- اطلاعات مربوط به تراکم جمعیت شهر در نقاط مختلف شهر به منظور تهیه نقشه تراکم جمعیت؛ برای رسیدن به این منظور با مراجعه به مراکز بهداشت شهر گرگان، اطلاعات جمعیتی در مقیاس محله ای جمع آوری گردید.
- برای تهیه اطلاعات مربوط به مانع سرعت گیر و لحاظ کردن تاثیر آن بر سرعت متوسط حرکت ماشین های آتش نشانی، ابتدا موقعیت آن ها با بررسی های میدانی مشخص شده و سپس میزان سرعت وسایط نقلیه، در روی محورهای دارای این مانع، بصورت عملی محاسبه شده است. در مقدار سرعتی که بعنوان متوسط یک بخش از خیابان در نظر گرفته شده، تاثیر مانع سرعت گیر نیز اعمال گردیده است.

## آماده سازی داده ها

اطلاعات جمع آوری شده، به شرح ذیل، آماده سازی شدند:

- تغییر فرمت نقشه های شهری ۱:۲۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰ از DWG و توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، از DGN به فرمت Shape file با استفاده از نرم افزارهای ArcView3.1 و ArcGIS9.
- زمین مرجع کردن نقشه ها و تصاویر ماهواره ای بر اساس نقشه های ۱:۲۰۰۰ شهری و با دقت ۰/۵ پیکسل با استفاده از نرم افزار ArcGIS9. سیستم مختصاتی که به عنوان مرجع، برای این تحقیق در نظر گرفته شد،

سیستم مختصات UTM با سطح مبنای WGS84 و زون ۴۰ شمالی بوده است. آماده سازی تمام نقشه ها و تصاویر بر اساس این سیستم مختصات صورت پذیرفته است.

- ویرایش و تصحیح نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی و ۱:۱۰۰۰۰ شهری بمنظور گویا سازی عوارض و ورود به محیط GIS با استفاده از نرم افزارهای ArcView3.1 و ArcGIS9.
- رقومی سازی و ویرایش عوارض مورد نیاز موجود در نقشه ها از جمله راه ها، کاربری های مختلف شهری، مکان ایستگاه های آتش نشانی فعلی و ... برای استفاده در تحلیل های بعدی با استفاده از نرم افزارهای ArcGIS9 و ArcView3.1

ورود داده های توصیفی به سیستم، جهت ساخت شبکه شهری مورد نیاز در تعیین محدوده خدماتی و تحلیل بهینه ترین مسیرهای تردد بین ایستگاه های آتش نشانی و محل وقوع حادثه پس از انجام عملیات فوق، برخی از داده های ضروری بخصوص در ارتباط با وضعیت شبکه راه ها به جداول اضافه شدند. از جمله این اطلاعات می توان به مواردی مانند: نام خیابان، طول خیابان، نوع خیابان از نظر ماهیت (بزرگراه، خیابان اصلی، فرعی یا کوچه)، یک یا دو طرفه بودن مسیر حرکت در خیابان، سرعت متوسط حرکت ماشین های آتش نشانی در خیابان و مدت زمان طی مسیر آن خیابان اشاره کرد. پس از ورود داده های مورد نیاز به سیستم، مرحله بعد، تهیه شبکه از عوارض بود که به انجام رسید.

#### ایجاد شبکه و اجرای آن در زمان اوج ترافیک

به منظور ایجاد و برقراری شبکه، پایگاه داده مربوط به لایه راه ها تهیه شد و در آن، اطلاعات جامع و کاملی از چگونگی اتصالات خطوط شبکه جمع آوری گردید. با توجه به هدف تحقیق، زمان اصلی اجرای مدل و تهیه اطلاعات مورد نیاز مطابق با شرایط اوج ترافیک شهر گرگان یعنی ساعت ۱۱/۵ صبح در نظر گرفته شد. شبکه نهایی در محیط نرم افزار ArcGIS9&9.1 ایجاد شده، ولی جهت اجرای شبکه از نرم افزار ArcView3.1 نیز استفاده شده است.

#### ارزیابی دقت زمانی ترافیکی شبکه

پس از اینکه شبکه شهری در محیط GIS تهیه گردید، برای ارزیابی دقت زمانی ترافیکی شبکه در ارائه بهینه ترین مسیر حرکت از یک نقطه به نقطه دیگر و همچنین سنجش میزان دقت محدوده خدماتی، ۸ مسیر بطور واقعی، مورد آزمون قرار گرفتند. لازم به ذکر است که مسیر های هشت گانه در دو روز غیر تعطیل و در ساعت ۱۱:۳۰ صبح، یعنی زمان اوج ترافیک شهر گرگان آزمایش گردیدند. در این عملیات نگارنده نیز بصورت حضوری در عملیات شرکت داشتند. این بررسی در روز اول با ماشین سنگین اطفاء و در روز دوم با ماشین سنگین دنیس انجام پذیرفته است. شایان ذکر است که ارزیابی شبکه در حالتی مشابه زمان وقوع حادثه، بررسی شده است. یعنی آژیر ماشین ها روشن بوده و حداقل دو نیروی امدادی، به راننده در باز شدن مسیر کمک می کردند. شروع حرکت از ایستگاه شماره ۱ نیز، به علت حادثه بودن شرایط ترافیکی، و وجود موانع و گره های زمانی، در مسیرهای اطراف آن بوده است.

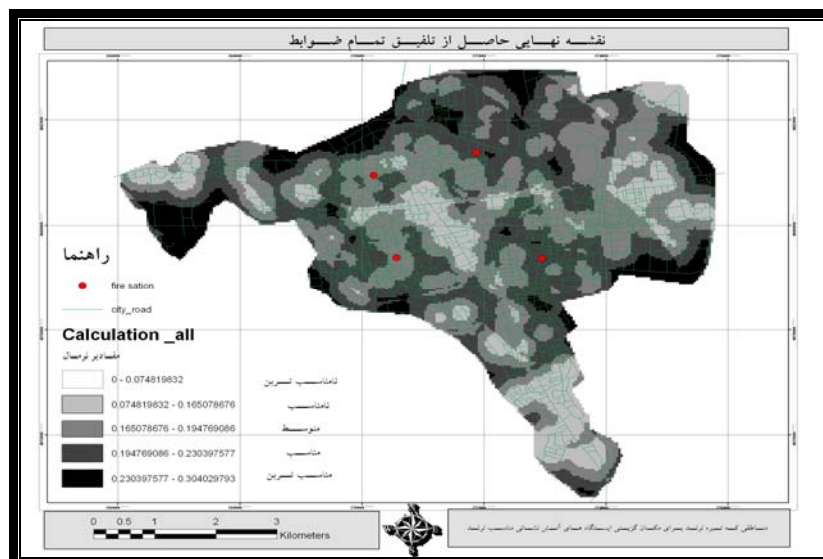
## وزن دهی معیارها و ضوابط

از بین روش های وزن دهی، از جمله روش نسبتی، رتبه ای، تحلیل توازن و تحلیل سلسله مراتبی، روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای وزن دهی متغیرها استفاده گردید. در تحقیق حاضر علی رغم وجود برخی از استانداردهای لازم در ارتباط با وزن دهی معیارها، به جهت کاربردی تر شدن تحقیق و بومی سازی مقادیر اوزان با شرایط واقعی شهر گرگان، نوعی تعدیل مقادیر با استفاده از نظرات کارشناسان انجام یافته است؛ و در واقع از دانش کارشناسی برای وزن دهی به ضوابط و کلاس های مناسب هر معیار استفاده شده است. از آنجا که روش AHP، بیشتر حالت کاربر مینا داشته و در آن از دانش کارشناسان استفاده می شود، نسبت به سایر روش های وزن دهی، مفیدتر می باشد. برای کاهش اشتباهات سلیقه ای کارشناسان در وزن دهی نیز، میزان نرخ سازگاری آن ها، در محیط نرم افزار IDRISI Kilimanjaro محاسبه شده و پس از اطمینان از سازگاری، اوزان بدست آمده جهت تحلیل در منطق فازی بکارگرفته شدند.

## ترکیب و تلفیق لایه ها و اطلاعات تهیه شده از ضوابط

داده ها و لایه هایی که در مراحل قبلی تهیه شدند، پس از وزن پذیری با روش AHP، در قالب مدل منطق فازی و استفاده از توابع عضویت که اکثرا بصورت کاربر مینا بودند، ترکیب و تلفیق گردیدند. هدف استفاده از توابع عضویت برای هر معیار، اعمال وزن دهی تدریجی و پیوسته برای آن معیار می باشد (علیمحمدی، ۱۳۸۳). در واقع وزن هر پیکسل منوط به مقدار عضویت آن پیکسل در مجموعه فازی تعیین می گردد. بررسی رفتار معیارها و ضوابط نیز در دو قالب زمانی یا مکانی و با توجه به عملکرد آنها صورت گرفت. در تعریف مقادیر فاصله برای برخی از معیارها، فاصله دسترسی و عملکردی مدنظر بوده است. در ذیل نقشه حاصل از ترکیب ضوابط بیان گردیده است.

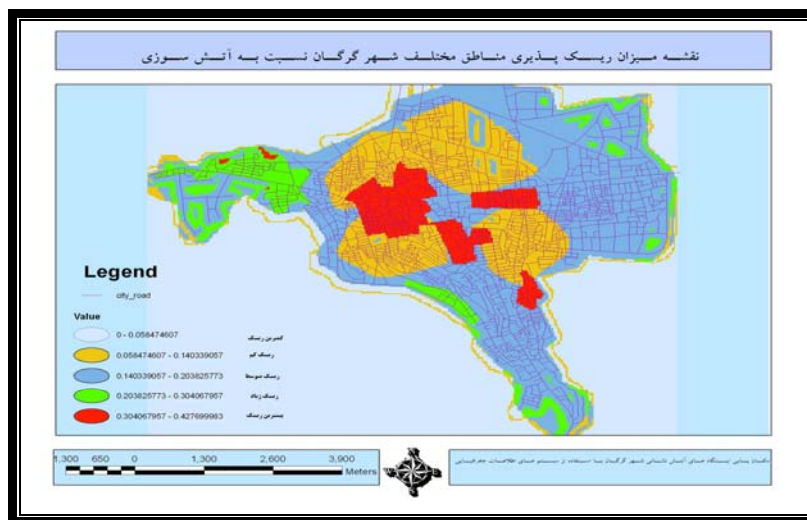
نقشه شماره ۱: نقشه حاصل از ضوابط سطح اول تحلیل سلسله مراتبی



نقشه شماره ۱، نقشه ای است که حاصل ترکیب و تلفیق ضوابط مختلف، با اعمال اوزان منطقی می باشند. اما صرف تکیه بر نتایج این نقشه، عملاً نمی تواند کارآیی لازم را جهت مکان یابی بهینه ایستگاه های آتش نشانی داشته باشد.

بنابراین ضروری به نظر می رسد که در ابتدا، میزان ریسک مناطق مختلف شهر نسبت به وقایع مرتبط با فعالیت ایستگاه ها مشخص شود. بدین منظور، پس از شناسایی معیارها و ضوابط موثر در تهیه نقشه ریسک پذیری مناطق مختلف شهر، به تهیه نقشه ریسک شهر در برابر حوادث مرتبط با فعالیت ایستگاه های آتش نشانی پرداخته شد. برای تهیه این نقشه از معیارهایی همچون جنس و مواد ساختمان، فاصله بین ساختمان ها، فاصله از راه ها، فاصله زمانی از ایستگاه های آتش نشانی در دو بافت قدیم و فرسوده شهری و همچنین غیر قدیمی و غیر فرسوده و فاصله دسترسی از پمپ بنزین و محل های ذخیره سوخت، استفاده گردید. نقشه شماره ۲، نقشه ای است که حاصل ترکیب و تلفیق این معیارها، در قالب روش وزن دهی **AHP** و مدل تلفیق فازی می باشد.

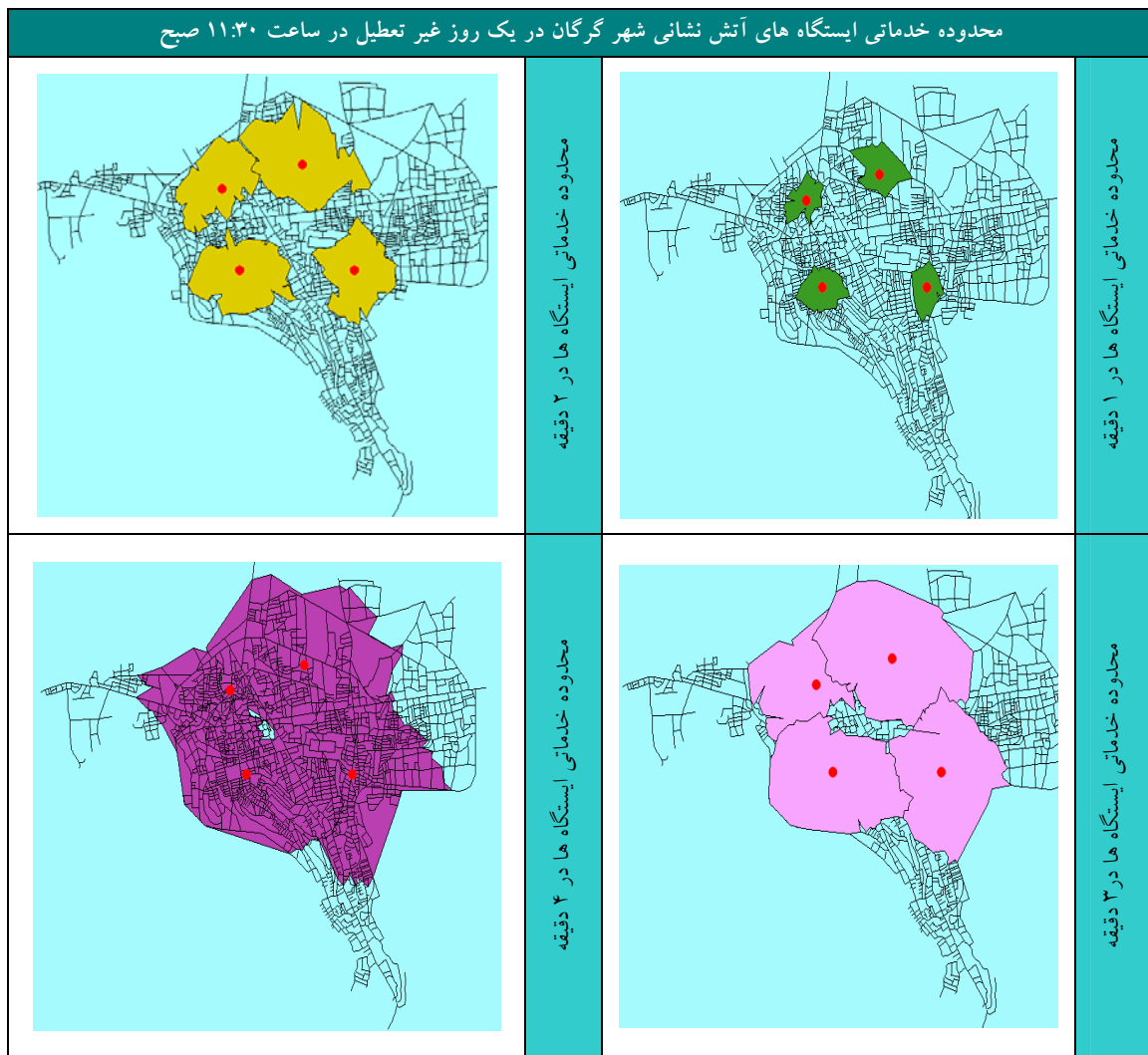
نقشه شماره ۲: نقشه میزان ریسک پذیری مناطق مختلف شهر در برابر حوادث مرتبط با فعالیت ایستگاه های آتش نشانی



یکی دیگر از تحلیل هایی که قبل از تهیه نقشه خروجی، بعنوان ماحصل تحقیق، مورد نیاز بود، تعیین محدوده خدماتی ایستگاه های موجود بود. پس از ایجاد شبکه شهری، عملیات آنالیز شبکه در قالب تعیین محدوده خدماتی ایستگاه های موجود، در سیکل های زمانی ۱ تا ۴ دقیقه صورت گرفت. نتایج حاصل از این آنالیز، کمک زیادی به مکان یابی ایستگاه ها نمود؛ زیرا مناطق مختلف شهر، از نظر میزان برخورداری از خدمات ایستگاه ها، از یکدیگر تمییز داده شدند. مناطقی از شهر وجود دارند که در حیطه پوشش هر ۴ ایستگاه، در فاصله زمانی ۴ دقیقه ای واقع شده اند. در حالیکه بعضی از مناطق، حتی در قلمرو عملکردی ۴ دقیقه ای یک ایستگاه هم قرار نمی گیرند. محدوده عملکردی هر ۴ ایستگاه آتش نشانی، در ساعت ۱۱:۳۰ صبح روز غیر تعطیل در جدول شماره (۱) مشاهده می شود.



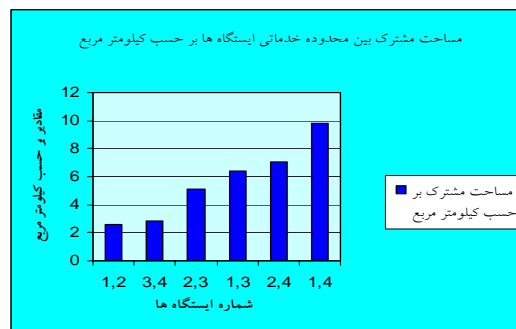
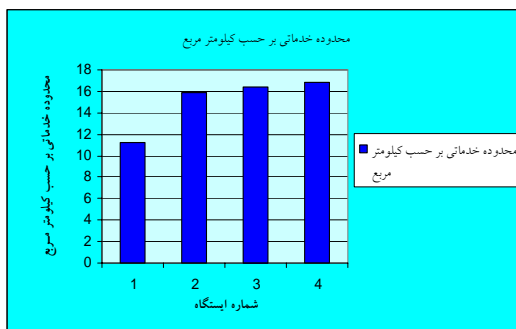
جدول شماره ۱: محدوده خدماتی ایستگاه های آتش نشانی شهر گرگان



پس از تعیین محدوده عملکردی ایستگاه ها، مقادیر حاصل از آن ها در قالب نمودارهای (۲ و ۳) نمایش داده شده اند.

نمودار شماره ۲: مساحت مشترک محدوده خدماتی ایستگاه ها بر حسب کیلومتر مربع

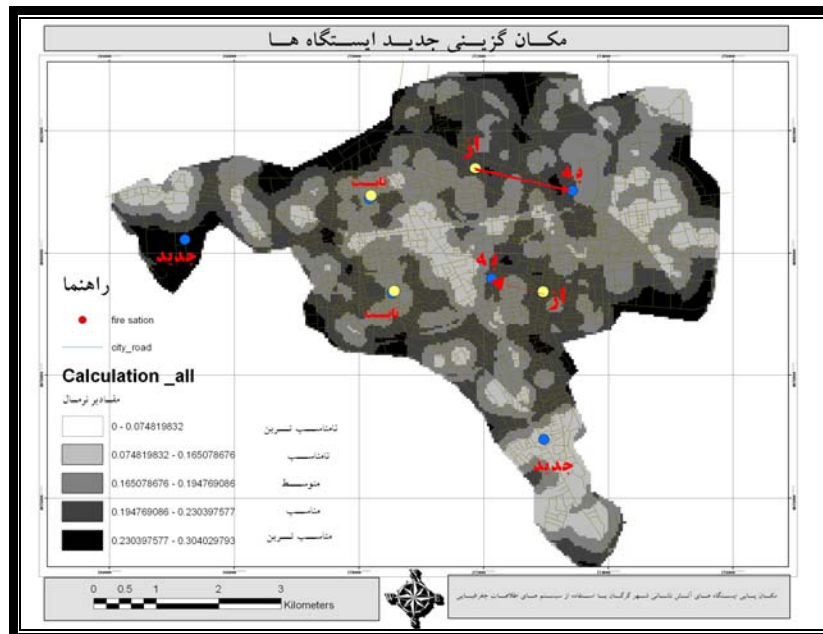
نمودار شماره ۳: محدوده خدماتی ایستگاه بر حسب کیلومتر مربع



بهرحال، پس از تهیه نقشه اولویت های مکان گزینی مناطق مختلف از نقشه شماره ۱ و همچنین تهیه نقشه ریسک پذیری مناطق مختلف (نقشه شماره ۲، در ابتدا، مناطقی که دارای ریسک بالا بوده اند، اما سرویس دهی به آن ها در زمان کمتر از ۴ دقیقه میسر نبوده است، مشخص گردیدند. در مکان یابی جدید، حداکثر سعی در جهت پوشش خلاها،

با کم کردن از میزان همپوشی ایستگاه ها و تغییر مکان آن ها انجام گرفت. نقشه نهایی (۳) که ماحصل تحقیق و خروجی نهایی می باشد در ذیل آمده است.

نقشه شماره ۳: نقشه خروجی و مکان گزینی پیشنهادی ایستگاه ها



### بحث و نتیجه گیری

ماشین های آتش نشانی، مجاز به عبور از خیابان های یک طرفه می باشند؛ اما با توجه به بررسی های میدانی، عملاً در بسیاری از مسیرها، به دلیل کم بودن عرض خیابان های شهر گرگان، استفاده از خیابان های یک طرفه در خلاف مسیر حرکت ماشین های آتش نشانی، مقدور نمی باشد.

- از بین کاربری های شهری، ۵ کاربری عمده در ارتباط با مکان ایستگاه ای آتش نشانی، از نظر نوع همسایگی، ناسازگار شناخته شده اند. که از بین آن ها، ضابطه کاربری های بهداشتی و درمانی با ۰/۳۷ وزن نرمال (از مجموع یک) بیشترین نقش و ترمینال بین شهری با ۰/۰۶ وزن نرمال، کمترین نقش را در مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی ایفا نمودند.
- با توجه به بررسی های میدانی انجام گرفته و با توجه به نتایج حاصل از جدول شماره ۱، بعلت وجود همپوشی های بالای مراکز خدماتی ایستگاه ها و خلاهای پوشش در برخی از نقاط دیگر، ۴ ایستگاه موجود، از نظر تعداد کافی نمی باشند.
- با توجه به نقشه خروجی (نقشه شماره ۳)، همانگونه که ملاحظه می شود، ۶ ایستگاه برای شهر گرگان پیشنهاد شده است. از بین ایستگاه های موجود، مکان ایستگاه های ۱ و ۳ مناسب تشخیص داده شده اند. اما در مکان یابی جدید، مکان ایستگاه های ۲ و ۴ به موقعیت های جدید منتقل گردیده اند. هیچ ابنیه ای در هر دو مکان پیشنهادی تاکنون ساخته نشده است.

- ایستگاه های آتش نشانی موجود، علی رغم احاطه شدن بخش مرکزی شهر توسط ساختمان های بسیار آسیب پذیر در برابر حوادث، عملا نمی توانند در کمتر از ۵ دقیقه خود را به این محل (بخش مرکزی شهر) برسانند. بنابراین لازم است تا نسبت به بهسازی و نوسازی این بخش از شهر در اسرع وقت اقدام گردد.
- مقدار مساحت محدوده عملکردی ایستگاه های آتش نشانی شهر گرگان که در قالب طراحی شبکه شهری در محیط GIS بدست آمد (جدول شماره ۱) با واقعیت زمینی (ارزیابی سیستم بوسیله ماشین های آتش نشانی در دو روز غیر تعطیل و در شرایط تقریبا برابر با هنگام وقوع حادثه) مطابقت خوبی را نشان می دهد که می تواند حاکی از نقش بالای GIS در مدل سازی پدیده های پیچیده زمانی و مکانی باشد. در اینجا ذکر این نکته نیز لازم است که مسیر حرکت ماشین های آتش نشانی نیز، توسط GIS و عملیات آنالیز شبکه بر مبنای مسیری با کمترین زمان ممکن بین ایستگاه و محل حادثه، تعیین گردیده است.

### پیشنهادات

- اگر بخشی از فرایند کنترل چراغ های راهنمایی و رانندگی، بخصوص در موقع امداد رسانی، در اختیار رانندگان ماشین های آتش نشانی باشد، فرایند امداد رسانی در زمان سریع تری به انجام خواهد رسید. بدین صورت که اگر یک سنسور با شعاع حساسیت ۵۰ متری بر روی چراغ های راهنمایی و یک سنسور دیگر با خصوصیات مشابه بر روی ماشین های آتش نشانی نصب گردد، در این هنگام، با استفاده از عملگر OR در همپوشی شعاع حساسیت بین دو سنسور، عملا کنترل چراغ راهنمایی و رانندگی می تواند در اختیار راننده ماشین آتش نشانی قرار گرفته و در انجام فرایند امداد رسانی، از نظر زمانی تا چندین ثانیه صرفه جویی گردد.
- استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی<sup>۱</sup> می تواند در شبیه سازی بهنگام<sup>۲</sup> شبکه حمل و نقل شهری، موثر باشد؛ که این امر کاهش زمان امداد رسانی حوادث مرتبط با ایستگاه های آتش نشانی را میسر می سازد. استفاده از این روش برای مطالعات آتی، پیشنهاد می گردد.
- استفاده از روش سلول های خودکار<sup>۳</sup> در جهت ارزیابی و بررسی دقیق تر مسیر توسعه آتی شهر، می تواند قابلیت های GIS را در جهت مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی بمنظور استفاده در زمان های طولانی تر، جهت دهی نماید. پیشنهاد می شود، در مطالعه ای جداگانه، به بررسی مسیر توسعه آتی شهر گرگان با استفاده از این روش پرداخته شود.
- استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی به منظور تولید توابع عضویت منطق فازی پیشنهاد می گردد.

1) Artificial Neural Network

2) Real Time

3) Cellular Automata

منابع

- پرهیزکار، اکبر. ۱۳۷۶. ارائه الگوی مناسب مکان‌گزینی مراکز خدمات شهری با تحقیق در مدلها و GIS شهری، پایان‌نامه دکترا دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.
- پوراسکندری، عباس. ۱۳۸۰. سنجش توزیع فضایی سوانح آتش‌سوزی در شهر با استفاده از GIS، مطالعه موردی شهر کرج، دانشگاه تربیت مدرس، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری.
- علیمحمدی سراب، عباس. ۱۳۸۳، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی. جزوه درسی، گروه سنجش از دور و GIS دانشگاه شهید بهشتی.

- **Evans, D., 2004. Investigation of Active Fire Protective Systems Project 4. Building and Fire Research Laboratory National Institute of Standards and Technology. U.S. Department of Commerce.**