

برنامه‌ریزی و مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی شهر اهواز با استفاده از تلفیق مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مجید گودرزی^۱

استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۱۱

چکیده

از دیرباز مسئله‌ی پیدا کردن بهترین مکان برای استقرار منابع و امکانات، جزء اساسی‌ترین مراحل برنامه‌ریزی‌های شهری و منطقه‌ای بوده است. در حالت کلی بهترین مکان استقرار منابع و امکانات، مکانی است که بتوان در آن بیشترین استفاده (از نظر کمی) و در عین حال بهترین استفاده (از نظر کیفی) را داشت. در این بین سرویس‌های بهداشتی نیز یکی از این زیرساخت‌ها و تأسیسات شهری می‌باشد که در کلان‌شهر اهواز به واسطه ضعف خدمات‌رسانی مدیریت شهری عملاً به فراموشی سپرده شده است؛ به طوری که مشکلات زیادی را برای شهروندان اهوازی ایجاد کرده است. این مقاله با تأکید بر این مورد به دنبال مکان‌یابی این زیرساخت در کلان‌شهر اهواز با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی ((GIS و مدل تحلیل فرایند سلسله مراتبی ((AHP می‌باشد. روش کار نیز به صورت توصیفی-تحلیلی با ماهیت کاربردی می‌باشد و منبع جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات نیز طرح‌های گردشگری و طرح تفصیلی شهر است. همچنین با استفاده از منابع موجود، معیارهایی را جهت مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی معرفی نموده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که کلان‌شهر اهواز با کمبود فضاهای سرویس بهداشتی مواجه است و نیازمند مکان‌های جدید جهت احداث سرویس‌های بهداشتی به خصوص در مکان‌های گردشگری می‌باشد.

واژگان کلیدی: مکان‌یابی، سرویس بهداشتی، سیستم اطلاعات جغرافیایی ((GIS، تحلیل فرایند سلسله مراتبی ((AHP)، شهر اهواز.

مقدمه

فرآیند برنامه‌ریزی، تلاشی است برای ایجاد چارچوبی مناسب که طی آن برنامه‌ریزی بتواند برای رسیدن به راه‌حل‌های بهینه اقدام کند (Lee, 2012: 2). استقرار هر عنصر شهری در موقعیت فضایی، کالبدی خاصی از سطح شهر، تابع اصول و قواعد و سازوکارهای خاصی است که در صورت رعایت شدن به موفقیت و کارایی عملکردی آن عنصر در همان مکان مشخص خواهد انجامید و در غیر این صورت چه‌بسا مشکلاتی بروز کند (شهبان، ۱۳۷۶: ۲۱). توزیع بهینه‌ی کاربری‌ها و مراکز خدماتی و بهداشتی مسئله‌ای است که اغلب اوقات برنامه‌ریزان با آن سروکار دارند. چراکه به دلیل رشد پرشتاب جمعیت و کالبد شهرها، مشکلاتی مانند کمبود و عدم توزیع فضایی مناسب کاربری‌ها به وجود آمده است (Ahadnejad, 2010: 1). از میان کاربری‌ها و خدمات موجود در شهر، توزیع و مکان‌یابی بهینه سرویس‌های بهداشتی به دلیل اهمیت و توجه روزافزون به جذب گردشگر شهری به شهرها و ارائه خدمات مناسب بهداشتی به شهروندان از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است. در این مقاله این مسئله مطرح می‌شود که یکی از موارد اهمیت دار برای سرویس‌های بهداشتی، توجه به رفاه گردشگران و مسافران ورودی به شهر به‌خصوص کلان‌شهرها می‌باشد. در گذشته مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی عموماً یا در کنار ایستگاه‌های پمپ‌بنزین و یا در پارک‌های عمومی صورت می‌گرفت که با توجه به مسائل و معضلات پیش‌آمده از لحاظ نگهداری و تبدیل شدن این سرویس‌ها به مکان‌های امن برای جرم و ناامنی عموماً این سرویس‌های بهداشتی متروکه مانده و به‌مرور زمان تخریب شده‌اند. با توجه به اینکه امروزه با استفاده از GIS و مدل‌های تصمیم‌گیری می‌توان مکان‌های صحیح را برای این نوع خدمات بهداشتی پیشنهاد داد؛ لذا هدف پژوهش حاضر، برنامه‌ریزی و مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی شهر اهواز با استفاده از تلفیق مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS).

در مورد مکان‌یابی تحقیقات زیادی در ایران و جهان صورت گرفته است که از این میان می‌توان به:

کریمی و همکاران (۱۳۸۵) در مقاله‌ای تحت عنوان «مدل‌سازی مکان‌یابی تأسیسات شهری با استفاده از GIS» به مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی پرداخته است و در نهایت بهترین شیوه را که منطبق فازی می‌باشد، جهت مکان‌یابی و مدل‌سازی پارکینگ‌های عمومی پیشنهاد داده است. شاهپوندی (۱۳۸۵) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود در دانشگاه اصفهان به بررسی موضوع «مکان‌یابی فضای سبز شهر خرم‌آباد» پرداخته است و به این نتیجه رسیده است که شهر خرم‌آباد از جمله شهرهایی می‌باشد که از توزیع مناسب فضای سبز برخوردار نیست به‌طوری‌که سرانه اختصاص‌یافته فضای سبز برای هر نفر برابر با ۳,۱۱ مترمربع می‌باشد و این رقم اختلاف فاحشی با شاخص‌های تعیین شده دارد. به‌منظور تعیین مکان‌های مناسب برای احداث پارک‌ها و فضای سبز از مدل‌سازی GIS استفاده شده است. فتائی و همکاران (۱۳۸۶) در مقاله‌ای تحت عنوان «مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی شهر گیوی) با استناد به ضوابط و استانداردهای ملی و جهانی و با اعمال فاکتورهای محدودکننده با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان‌های مناسب در سطح شهرستان را تعیین کردند. حبیبی و همکاران (۱۳۸۶) در مقاله‌ای تحت عنوان «پیاده‌سازی الگوریتم تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS جهت مکان‌گزینی بهینه فضاهای عمومی شهری (نمونه مورد مطالعه: فضاهای ورزشی منطقه شش شهر

تهران)» سعی کرده‌اند با توجه به نیازها و مسائل موجود امروز شهر تهران، نقش سامانه اطلاعات مکانی در مدیریت و برنامه‌ریزی شهری از طریق برنامه‌ریزی فضاهای ورزشی در شهر، مورد بررسی قرار گیرد. گلی و همکاران (۱۳۸۷) در مقاله‌ای تحت عنوان «مکان‌یابی دستگاه‌های خودپرداز شعب بانک کشاورزی منطقه ۱۰ شهرداری تهران با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی» به ارائه شیوه‌ی نوینی برای انتخاب مناسب‌ترین مکان به منظور افزایش کارایی و خدمات‌رسانی این دستگاه‌ها پرداخته‌اند. همچنین نتیجه گرفته است با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی، هزینه و سود هر یک از جایگاه‌های پیشنهادی محاسبه و مناسب‌ترین نقاط استقرار و تعداد دستگاه‌های جهت پوشش نقاط محدودی مورد مطالعه تعیین گردیده است. رضایی (۱۳۸۸) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود به مهم‌ترین معیارهای مؤثر در مکان‌یابی فضاهای آموزشی پرداخته است. حیدری و همکاران (۱۳۸۸) در مقاله‌ای تحت عنوان «تحلیل توزیع فضایی و مکان‌یابی فضاهای آموزشی در منطقه ۲ شهر زنجان با استفاده از منطق فازی در محیط GIS»، با توجه به فاکتور جمعیت، شهر را به لایه‌های مختلفی تقسیم‌بندی نموده است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که مدارس ابتدایی موجود منطقه دو شهر زنجان برای پوشش دادن کل فضای منطقه کافی نبوده و برخی از محلات آن با داشتن تراکم دانش‌آموزی لازم از داشتن مدرسه ابتدایی محروم بوده و از پوشش مدارس موجود نیز خارج هستند و نیازمند مکان‌یابی و احداث مدارس جدیدی با در نظر گرفتن استانداردها و معیارهای مؤثر در مکان‌یابی فضاهای آموزشی می‌باشند تا کل فضای منطقه تحت پوشش مدارس موجود و جدید قرار گیرد. نائینی و همکاران (۱۳۸۸) در مقاله‌ای تحت عنوان «استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و منطق فازی در مدیریت مکان‌یابی مراکز خدمات عمومی شهری مطالعه موردی پارکینگ‌های عمومی» را بررسی کرده‌اند. در این مقاله پس از بررسی معیارهای مؤثر در مکان‌یابی پارکینگ و بررسی روش‌های مختلف تعیین وزن و در نهایت انتخاب روش تحلیل سلسله مراتبی و روش‌های مختلف ترکیب لایه‌ها در منطق فازی، از روش OWA در حالات مختلف ریسک و توازن وزن‌ها استفاده شده و استفاده از هر کدام از روش‌ها در موقعیت‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. هادیانی و همکاران (۱۳۸۹) در مقاله‌ای تحت عنوان «مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از روش تحلیل شبکه و مدل AHP در محیط GIS»، مطالعه موردی شهر قم را مورد بررسی قرار دادند؛ و به این نتیجه رسیده‌اند که الگوی پراکنش ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر قم در وضع موجود از الگوی مناسبی برخوردار نیست و فاصله‌ی زمانی رسیدن خودروهای آتش‌نشانی به آخرین نقطه منطقه تحت پوشش خود بیش از ۵ دقیقه می‌باشد که با مدت‌زمان استاندارد ۲ دقیقه اختلاف دارد و عملاً یک‌سوم شهر به این کاربری دسترسی مناسب ندارد. بنابراین بر اساس مدل‌های ذکر شده ۵ ایستگاه جدید برای شهر قم پیشنهاد و مکان‌یابی شده است. تقوایی و همکاران (۱۳۸۹) در مقاله‌ای تحت عنوان «برنامه‌ریزی و مکان‌یابی بازارهای روز اصفهان با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی» به برنامه‌ریزی و مکان‌یابی بازارهای روز مورد نیاز مناطق مختلف شهر اصفهان پرداخته‌اند. زیاری و همکاران (۱۳۸۹) در مقاله‌ای تحت عنوان «بررسی و مکان‌یابی مراکز خدمات پستی با استفاده از روش AHP در محیط GIS» به صورت موردی شهر سمنان پرداخته‌اند. در این مقاله ۱۰ معیار را به عنوان معیارهای مکان‌یابی مراکز پستی مورد سنجش قرار داده‌اند و در نهایت از این ۱۰ معیار ۷ معیار را به صورت نهایی گزینش کرده‌اند و در مدل تحلیل سلسله مراتبی وزن دهی کرده‌اند و سپس برای هر کدام از لایه‌ها مختلف نقشه‌ای تهیه شده است و با روی هم گذاری مکان‌های مستعد جهت احداث مراکز

پستی در شهر سمنان مشخص شده است. در مورد مکان‌یابی تحقیقات زیادی همچنین در جهان صورت گرفته است که از این میان می‌توان به گزارشات شرکت ایزری در سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷ در مورد موقعیت ایستگاه‌های آتش‌نشانی و خدمات‌رسانی آن‌ها اشاره کرد؛ که در این گزارشات بعد از بررسی بحران آتش‌سوزی و لزوم خدمات‌رسانی جامع، به فاکتورهای مهم در خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی می‌پردازد و به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی راهکارهای خوبی را برای مدیریت آن ارائه می‌دهد. - دیوید ایونس در ژانویه سال ۲۰۰۴ نقش GIS را در مدیریت بحران حوادث مرتبط با فعالیت‌های سازمان آتش‌نشانی تعیین‌کننده دانسته و اظهار داشتند علاوه بر اینکه GIS می‌تواند در کاهش خسارات در زمان قبل از وقوع حادثه با مکان‌یابی، بهینه‌ترین مکان‌ها را برای احداث ایستگاه‌ها مؤثر می‌تواند کارایی بالایی در حین امداد رسانی ایفا نماید.

سیدیکوئی (۲۰۰۵) روش تحلیل سلسله مراتبی را برای مکان‌یابی محل دفن پسماند توسط GIS ارائه داده است. در این مطالعه چهار معیار نزدیکی به شهر، نوع کاربری زمین، محدودیت خاک شامل (شیب، بافت، نفوذپذیری، عمق سنگ‌بستر) و عمق آب‌های زیرزمینی را در مکان‌یابی محل دفن زباله برای منطقه کیلوند در اوکلاهاما را مورد بررسی قرار داده و وزن‌ها را از روش مقایسه دوتایی محاسبه نموده است. واستاوا و ناسوات (۲۰۰۸) در تحقیق خود در اطراف شهر ندانسی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور با در نظر گرفتن معیارهای همچون زمین‌شناسی، گسل‌ها، شیب، نوع سنگ مادر، خاک، آب‌های سطحی و عمق آب‌های زیرزمینی، مراکز شهری، شبکه ارتباطی موجود، فاصله از فرودگاه و... با استفاده از این سیستم‌ها و وزن دهی به شاخص از طریق مقایسات زوجی ۵ محل مجزا در اندازه‌های مختلف را جهت دفن زباله این شهر ۸۰۰ هزار نفری انتخاب نموده است. هویبنا (۲۰۱۱) با استفاده از الگوریتم چند معیاره بر اساس مقایسه دوتایی اقدام به مکان‌یابی دفن زباله در شهر مینسک کرده است. هدف ایجاد مدل ارزیابی در این مطالعه، ارزیابی چند معیاره مدلی که توپولوژی برای تصمیم‌گیری درباره مکان مناسب دفن زباله را بالا می‌برد. در این مطالعه معیارهای مختلف مورد سنجش قرار گرفته است و هر کدام در فرایند تحلیل سلسله مراتبی وزن دهی شده‌اند و در نهایت با تعیین لایه‌های مختلف مکان‌های دفن زباله مشخص شده‌اند. با توجه به بررسی‌های به‌عمل‌آمده در زمینه پیشینه پژوهش‌های داخلی و خارجی صورت گرفته راجع به بحث مکان‌یابی، می‌توان اذعان نمود که در زمینه برنامه‌ریزی و مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی در داخل و خارج از کشور هیچ‌گونه پژوهشی صورت نگرفته است و اهمیت این پژوهش از این حیث است که می‌تواند نقطه آغازی در این زمینه باشد.

بنابراین در این پژوهش در پی پاسخگویی به این سؤال اساسی هستیم که آیا کلان‌شهر اهواز نیاز به احداث سرویس‌های بهداشتی جدید دارد یا نه؟ و اگر نیاز به ایجاد سرویس‌های بهداشتی جدید دارد، مناسب‌ترین مکان برای احداث این سرویس‌ها کدام‌اند؟

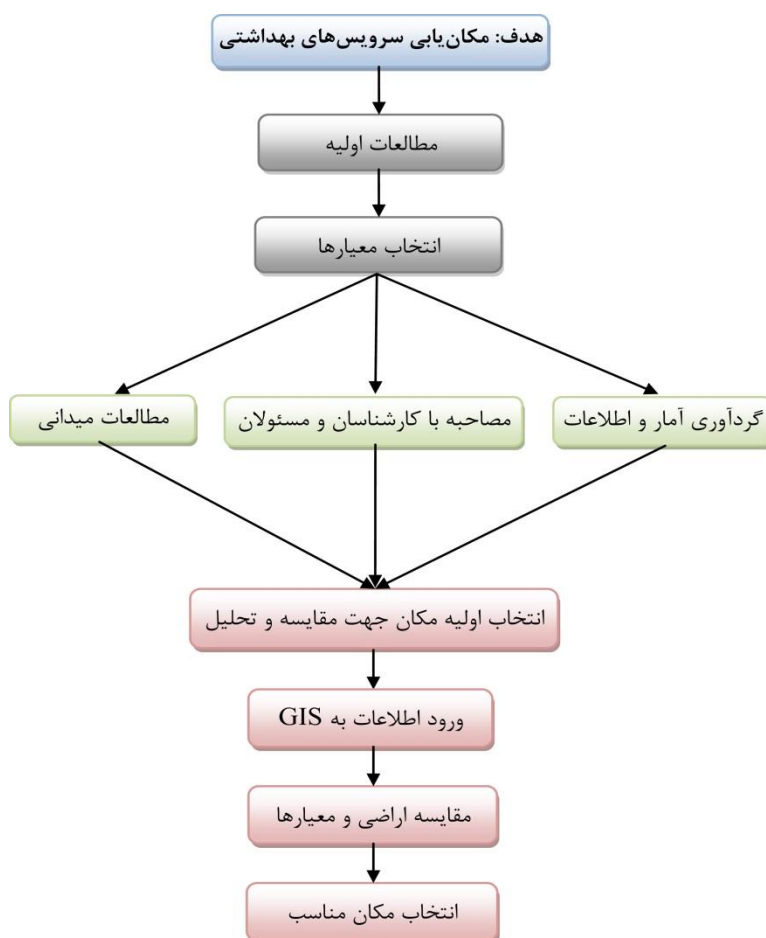
روش‌شناسی پژوهش

روش تحقیق حاضر توصیفی-تحلیلی با ماهیت کاربردی است. مبانی تئوریک آن بر اساس مطالعات اسنادی، کتابخانه‌ای و بازدید میدانی و مراجعه به سازمان‌ها و ارگان‌های مربوطه (شهرداری، سازمان میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری و مرکز بهداشت) انجام‌گرفته است. معیارهای مورد استفاده جهت مکان‌یابی بر اساس

ضوابط مکان‌یابی انتخاب‌شده است. با توجه به اینکه فرایند مکان‌یابی یک مسئله تصمیم‌گیری چند صفتی بوده و با استفاده از مدل رستری قابل انجام است، می‌بایست در انتخاب نرم‌افزار این نکته را موردنظر قرار داده و علاوه بر این موارد قابلیت استفاده از قواعد تصمیم‌گیری چند صفتی را نیز داشته باشد. در این راستا از طریق نرم‌افزار (Expert Choice) مقایسه زوجی معیارها جهت آماده‌سازی لایه‌ها برای تجزیه و تحلیل‌های فضایی در GIS و ابزار Spatial analyst انجام گرفته است، در نهایت پس از تحلیل لایه‌های وزن‌دار به دست آمده از انجام عملیات مذکور، مناطق اولویت‌دار ۱ و ۲ را برای سرویس‌های بهداشتی شهر اهواز، شناسایی شده‌اند.

مراحل انجام مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی شهر اهواز

مقاله حاضر، پژوهشی تحلیلی است که مراحل آن به‌طور کلی عبارت‌اند از: تعریف مسئله و تعیین اهداف پژوهش، ادبیات موضوع، گردآوری اطلاعات، تجزیه و تحلیل اطلاعات و نتیجه‌گیری می‌باشد. این مراحل به تفصیل در شکل شماره ۲ ارائه شده است. با توجه به اینکه هدف اصلی این پژوهش دسترسی مناسب گردشگران و شهروندان اهوازی به سرویس‌های بهداشتی می‌باشد، مکان‌های مناسب برای ارزیابی مشخص گردیدند. اطلاعات موردنیاز تحقیق از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، برداشت‌های میدانی و مصاحبه با کارشناسان و مسئولان ذی‌ربط (اداره بهداشت، میراث فرهنگی و شهرداری) تهیه شده است.



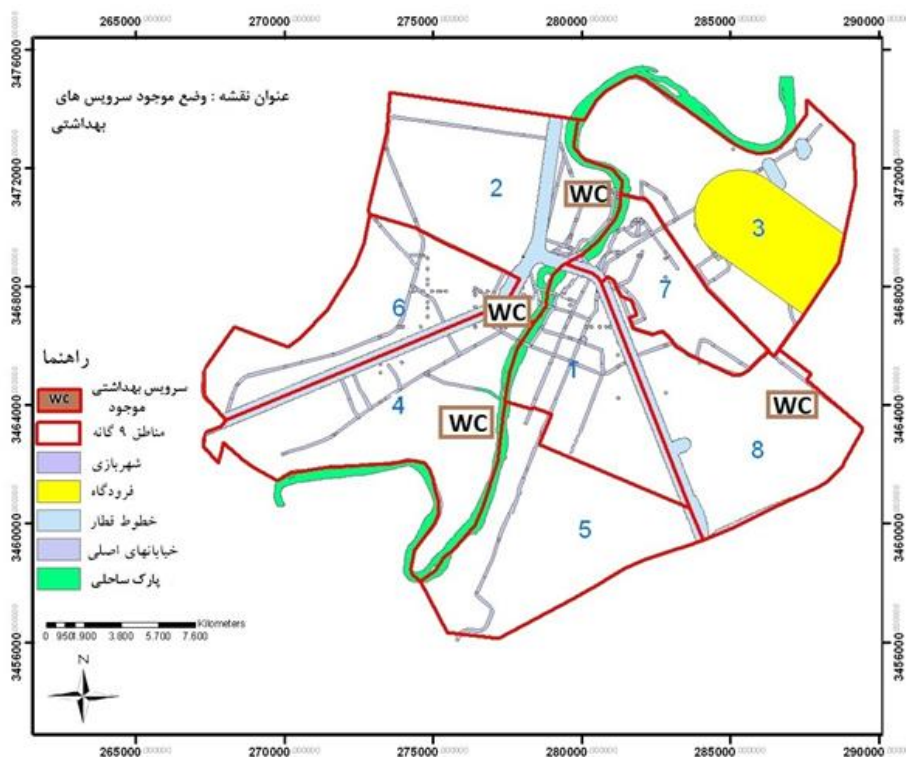
شکل (۲): مراحل انجام مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی در شهر اهواز

منبع: یافته‌های پژوهش

قلمرو جغرافیایی تحقیق

شهر اهواز با موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ درجه طول شرقی یکی از کلان‌شهرهای کشور است. این شهر با توجه به آخرین سرشماری کشور در سال ۱۳۹۰ جمعیت آن به ۹۸۵۶۱۴ هزار نفر رسیده است. مساحت شهر اهواز ۲۰۴۷۷ هکتار است که ۶۹۲۳ هکتار آن را بافت شهری تشکیل می‌دهد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰).

وجود سرویس‌های بهداشتی از تسهیلات اولیه و ضروری موردنیاز شهروندان است که رفاه حال آن‌ها را تأمین خواهد کرد. دسترسی سریع و آسان شهروندان به امکانات و خدمات شهری یکی از مهم‌ترین وظایف مدیریت شهری است. فراهم نبودن این زیرساخت به‌خصوص برای بیماران، سالمندان، کودکان و گردشگران در شهرها و به‌ویژه کلان‌شهرها با توجه به مسیرهای طولانی رفت‌وآمد، معضلی جدی برای شهروندان است و مطمئناً نبود این تسهیلات بیشتر برای گردشگران شهری مشکل‌ساز خواهد بود. در کلان‌شهر اهواز هم‌اکنون با دو معضل جدی مواجهیم: ۱- نبود سرویس‌های بهداشتی در نقاط پرتردد و مراکز خرید ۲- شیوه رسیدگی، نگهداری و نظافت سرویس‌های بهداشتی موجود با توجه به سرانه استاندارد ۰/۰۵ مترمربع به ازای هر نفر (شیعه، ۱۳۸۰: ۸۹) و جمعیت کنونی در شهر اهواز. اگر به ازای هر سرویس بهداشتی ۵ مترمربع به‌صورت استاندارد در نظر گرفته شود (مساحت هر سرویس بهداشتی به‌صورت استاندارد ۵ متر است) (احمدی، ۱۳۸۴: ۴۸) در این صورت برای ۴۹۲۸۰ مترمربع، ۹۸۰۰ چشمه بهداشتی نیاز می‌باشد که اگر هر مجموعه‌ای ۱۰ تایی در نظر گرفته شود در مجموع ۹۸۰ مجموعه بهداشتی نیاز می‌باشد (واحد شمارش سرویس بهداشتی چشمه می‌باشد) (محمدی، ۱۳۸۴: ۲۴).



شکل (۱): وضعیت موجود سرویس‌های بهداشتی شهر اهواز

منبع: شهرداری اهواز ترسیم: نگارندگان

جدول (۱): برآورد نیاز به سرویس بهداشتی در شهر اهواز

شهر	جمعیت (۱۳۹۰)	سرویس‌های بهداشتی مورد نیاز (مترمربع)	تعداد چشمه سرویس‌های بهداشتی	تعداد مجموعه سرویس بهداشتی
اهواز	۹۸۵,۶۱۴	۴۹,۲۸۰	۹۸۰۰	۹۸۰

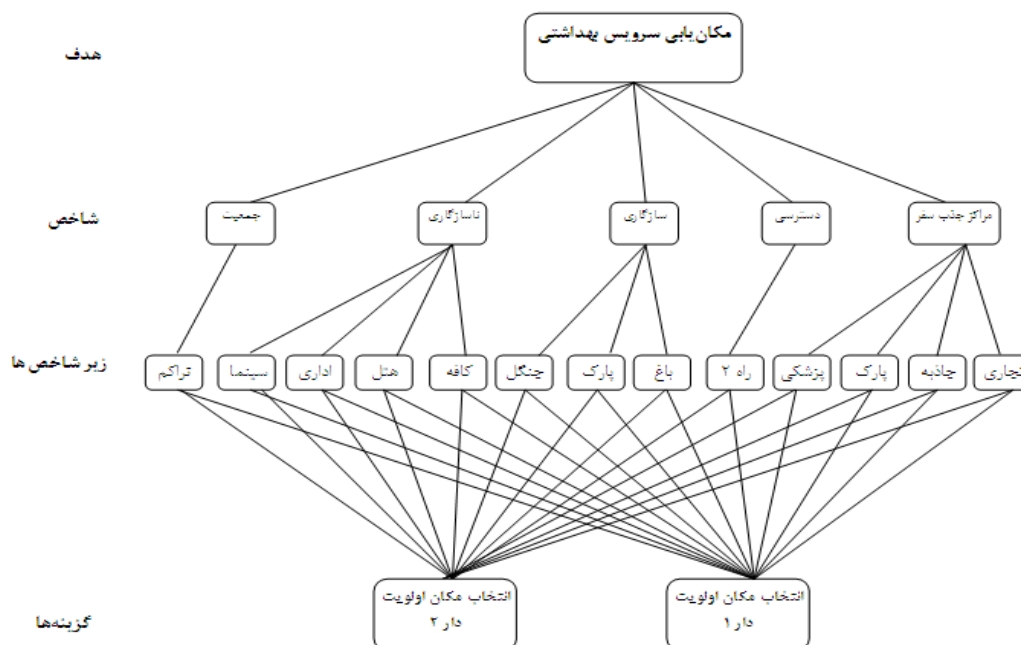
منبع: یافته‌های پژوهش

وضع موجود با وضع استاندارد پیش‌بینی شده تفاوت فاحشی دارد. بیش‌ترین تعداد سرویس‌های بهداشتی موجود ۱۱۳ عدد می‌باشد (شهرداری اهواز، ۱۳۹۳) که با استاندارد شهری بسیار اختلاف دارد. شاید نتوان به تعداد استاندارد رسید اما با پیش‌بینی و مکان‌یابی مناسب می‌توان وضعیت کنونی را بهبود بخشید.

تحلیل نتایج تحقیق

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی جهت استخراج مقایسه‌های نسبی از مقایسه‌ی زوجی داده‌های گسسته و پیوسته به کار می‌رود. این مقایسه‌ها ممکن است برای اندازه‌گیری‌های واقعی به کار رود یا اینکه نشان‌دهنده‌ی وزن نسبی ترجیحات باشد (Saaty, 2009: 412). در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، ابتدا مکان‌های انتخابی مناطق مختلف، از نظر معیارهای ذکر شده به‌طور جداگانه و به‌صورت زوجی مقایسه شده و وزن نسبی هرکدام نسبت به این معیار مشخص گردیده است. سپس وزن‌های معیارها نیز نسبت به یکدیگر موردسنجش قرار گرفته و با ترکیب آن‌ها وزن نهایی مکان‌ها تعیین شده است. شایان‌ذکر است فرایند وزن دهی و مقایسه‌ی اراضی از نظر معیارهای مختلف با بهره‌گیری از نظرات مسئولان، کارشناسان و مراجع ذی‌ربط صورت گرفته است. مراحل تحلیل با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice انجام گرفته است که شامل مراحل زیر می‌باشد.

گام اول: ایجاد ساختار سلسله‌مراتبی از موضوع موردبررسی شامل هدف، معیارها و گزینه‌ها



شکل (۳): الگوی سلسله‌مراتبی مکان‌یابی سرویس بهداشتی در شهر اهواز. منبع: یافته‌های پژوهش

گام دوم: جدول شاخص‌ها و امتیازات: با توجه به تنوع شاخص‌ها به لحاظ ماهیت کمی و کیفی و گسستگی و پیوستگی ابتدا باید شاخص‌ها را وزن دهی و به مقیاس رتبه‌ای نسبتاً یکسانی طبقه‌بندی نمود و با افزایش یا کاهش

امتیازات و رتبه‌ها امکان دستیابی به اهداف فراهم می‌شود (فرجی سبکبار، ۱۳۸۴: ۳۴). این وضعیت در جدول شماره ۲ مشخص شده است.

جدول (۲): طبقه‌بندی و امتیازبندی شاخص‌ها بر مبنای اطلاعات کارشناسی شده

ردیف	شاخص	زیر شاخص‌ها	رتبه (امتیاز) شاخص	رتبه زیر شاخص
		مراکز تجاری		۳
۱	مراکز عمومی و جذب سفر	جاذبه‌های گردشگری شهری پارک‌ها	۴	۳ ۲
		مراکز پزشکی		۲
۲	دسترسی	خیابان‌های درجه ۲	۲	-
		باغ و باغ‌وحش		۳
۳	سازگاری	مراکز تجاری	۲	۵
		جنگل و پارک‌های جنگلی		۲
۴	جمعیت	جمعیت با تراکم بالا	۱	-

منبع: یافته‌های پژوهش

گام سوم: انجام مقایسه‌های زوجی: آقای ساعتی برای مقایسه زوجی عناصر هر سطح این رویه را پیشنهاد می‌کند: در مقایسه زوجی عناصر، اگر i ام را با عنصر j ام مقایسه کردیم، یکی از حالات زیر می‌تواند میزان اهمیت (ارجحیت) عنصر i را به عنصر j تعیین کند. بر این اساس امتیاز مقایسه زوجی معیارها (شاخص‌ها) در جدول ساعتی بین حداقل ۱ و حداکثر ۹ تعیین شده است که در جدول شماره ۳ مشخص شده است (قدسی پور، ۱۳۸۴: ۱۴).

جدول (۳): مقیاس تعیین ارجحیت

شدت اهمیت	توصیف
۱	بااهمیت و ارجحیت مساوی
۳	بااهمیت و ارجحیت کمی بیشتر
۵	با ارجحیت و اهمیت قوی
۷	با ارجحیت خیلی قوی
۹	با ارجحیت بی‌نهایت
۲ و ۴ و ۶ و ۸	ارزش میانی

منبع: (قدسی پور، ۱۳۸۴: ۴۸)

در مقایسه زوجی ابتدا ارجحیت شاخص‌ها به لحاظ وزنی نسبت به یکدیگر با تشکیل جدول ماتریسی محاسبه و سپس به‌طور خودکار نرم‌افزار EXPERTCHOESE ضرایب نهایی را محاسبه می‌کند که در فرایند تحلیل مراتبی محاسبه وزن‌های نسبی و محاسبه وزن‌های مطلق (نهایی) بر اساس وزن شاخص‌ها در مقایسه با وزن گزینه‌ها انجام می‌شود. وزن‌های نسبی از ماتریس مقایسه زوجی به دست می‌آیند درحالی‌که وزن مطلق رتبه نهایی هر گزینه می‌باشد که از تلفیق وزن‌های نسبی حاصل می‌شود. وزن نهایی هر گزینه در یک سلسله مراتبی از مجموع حاصل جمع اهمیت معیارها در وزن گزینه‌ها به دست می‌آید (زبردست، ۱۳۸۰: ۲۴).

جدول (۴): مقایسه زوجی شاخص‌های اصلی جهت مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی شهر اهواز

ناسازگاری	جمعیت	سازگاری	دسترسی	مراکز جذب سفر	معیار
۱	۲	۴	۲	مراکز جذب سفر	
۳	۴	۲		دسترسی	
۲	۱			سازگاری	
۲				جمعیت	
				ناسازگاری	۰,۰۳

منبع: یافته‌های پژوهش

گام چهارم: تعیین امتیاز نهایی (تعیین لایه‌ها)

از تلفیق ضرایب اهمیت هر معیار با زیر معیارها و هر گزینه به ازای هر معیار یا زیرمعیار، امتیاز نهایی هر یک از گزینه‌ها تعیین شده است. در این امتیازدهی مراکز عمومی و جذب سفر با ۳,۲۶، معیار دسترسی با ۲,۸۹، جمعیت با ۱,۳۳، سازگاری با ۱,۳۳ و ناسازگاری با ۰,۰۳ می‌باشد. شکل (۴) نشان می‌دهد تأثیرگذارترین لایه جهت مکان‌یابی سرویس بهداشتی، جاذبه‌های سفر می‌باشد.



شکل (۴): تعیین وزن نهایی لایه‌های مختلف مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی

منبع: یافته‌های پژوهش

گام پنجم: بررسی ناسازگاری معیارها

نحوه محاسبه ضریب ناسازگاری نیز به این‌گونه است که در دنیای واقعی غالباً ناسازگاری وجود داشته است و ما نیز ممکن است این ناسازگاری را به مدل انتقال دهیم. طریقه محاسبه ناسازگاری از طریق نرم‌افزار می‌باشد که قابلیت محاسبه نرخ ناسازگاری را دارد. هنگامی که ناسازگاری صفر باشد، ما کاملاً در مکان‌یابی سازگاری داریم. هر چه این نرخ افزایش پیدا کند میزان ناسازگاری در قضاوت نهایی نیز افزایش پیدا می‌کند. در حالت کلی اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۱٪ باشد ناسازگاری نسبتاً قابل قبول می‌باشد در غیر این صورت بازنگری در قضاوت ضروری به نظر می‌رسد (قدسی پور، ۱۳۸۴: ۸۷). همان‌طور که شکل (۴) مشخص کرده است، بعد از اعمال ضریب میزان ناسازگاری شاخص‌های تأثیرگذار در مکان‌یابی توسط نرم‌افزار محاسبه شده است که برابر با ۰/۰۳ می‌باشد.

تحلیل مدل و معیارهای مؤثر جهت مکان‌یابی و مقایسه زوجی آن‌ها باهم

احداث سرویس‌های بهداشتی جهت رفع نیازهای شهروندان و گردشگران ورودی به شهر باید از معیارهای اساسی جهت مکان‌یابی برخوردار باشند. در این زمینه معیارهایی همچون مراکز عمومی و جذب سفر، که شامل؛ مراکز تجاری، مراکز پزشکی، جاذبه‌های گردشگری شهری، پارک‌ها می‌باشد، معیار دسترسی شامل؛ مسیر دسترسی درجه ۲، معیار سازگاری شامل باغ و باغ‌وحش، پارک‌ها، مراکز تجاری و جنگل‌ها، معیار ناسازگاری؛ شامل رستوران‌ها، سینماها، مراکز دولتی و معیار جمعیت شامل؛ مناطق با تراکم جمعیت بالا، از جمله معیارهای مهم در مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی می‌باشند که در زیر به شرح این معیارها می‌پردازیم:

معیار مراکز عمومی و جذب سفر

مراکز عمومی و جذب سفر از مهم‌ترین شاخص‌های تأثیرگذار جهت مکان‌یابی سرویس بهداشتی بین‌راهی می‌باشند که در محاسبات تعیین وزن، تأثیری برابر با ۳/۲۶ درصد جهت مکان‌یابی داشته است. این معیار به زیر شاخص‌هایی همچون (مراکز تجاری، مراکز پزشکی، پارک و نزدیکی به جاذبه‌های گردشگری شهری) تقسیم می‌شوند و جهت تعیین تأثیرگذارترین لایه زیر شاخص در شاخص اصلی، این ۴ معیار به صورت زوجی باهم مقایسه شده‌اند که نتیجه مقایسه به‌گونه‌ای است که زیر شاخص مراکز تجاری با ۳/۶۳ دارای بیشترین تأثیر می‌باشد. جدول شماره ۵ به

مقایسه زوجی زیرمعیارهای مراکز جذب سفر می‌پردازد و شکل شماره ۵ بعد از تعیین ضریب ناسازگاری، تأثیر هر لایه را مشخص کرده است.

جدول (۵): مقایسه زوجی زیر شاخص مراکز عمومی و جذب سفر

مراکز پزشکی	پارک	جاذبه‌های شهری	مراکز تجاری	معیار
۳	۲	۱	مراکز تجاری	
۲	۲		جاذبه‌های شهری	
			پارک	۱
			مراکز پزشکی	۰,۱
			ناسازگاری	۰,۱

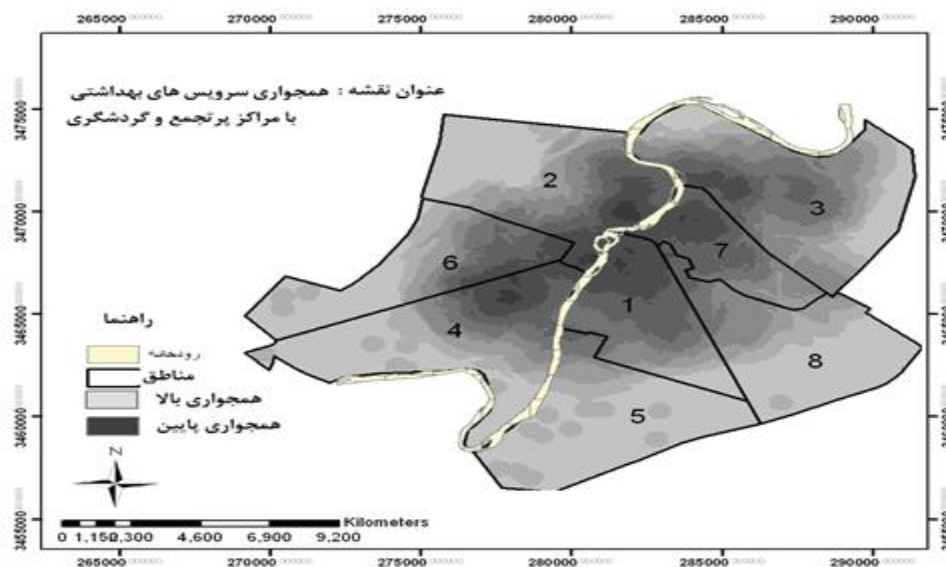
منبع: یافته‌های پژوهش



میزان ناسازگاری = 0.01

شکل (۵): تعیین ضریب ناسازگاری مراکز جذب سفر و تعیین وزن هر کدام از زیرشاخص‌ها

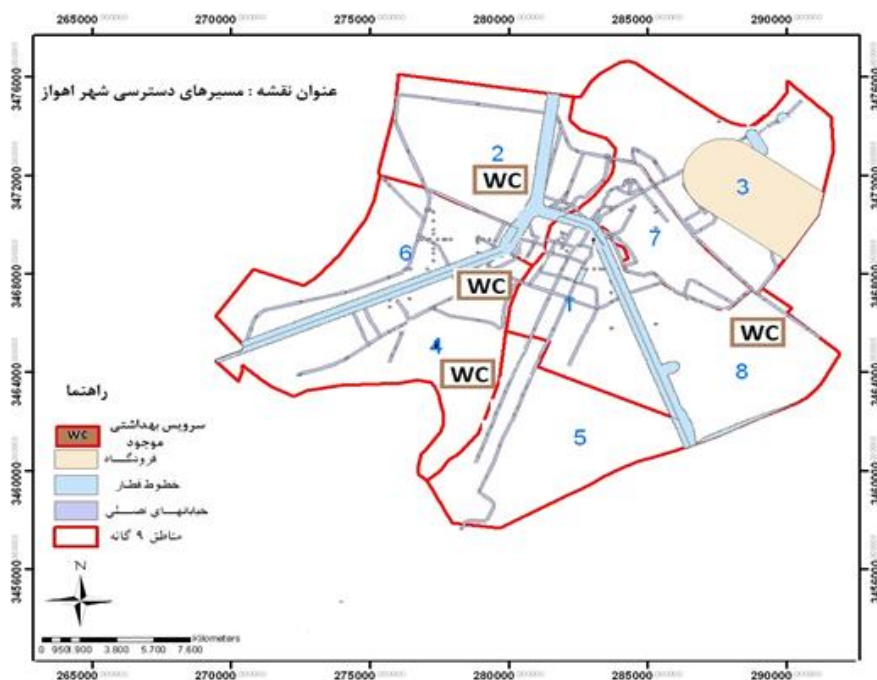
منبع: یافته‌های پژوهش



شکل (۶): تأثیر وزن مراکز جذب سفر توسط AHP در محیط GIS و مشخص شدن مناطق جذب سفر ترسیم: نگارندگان

معیار دسترسی

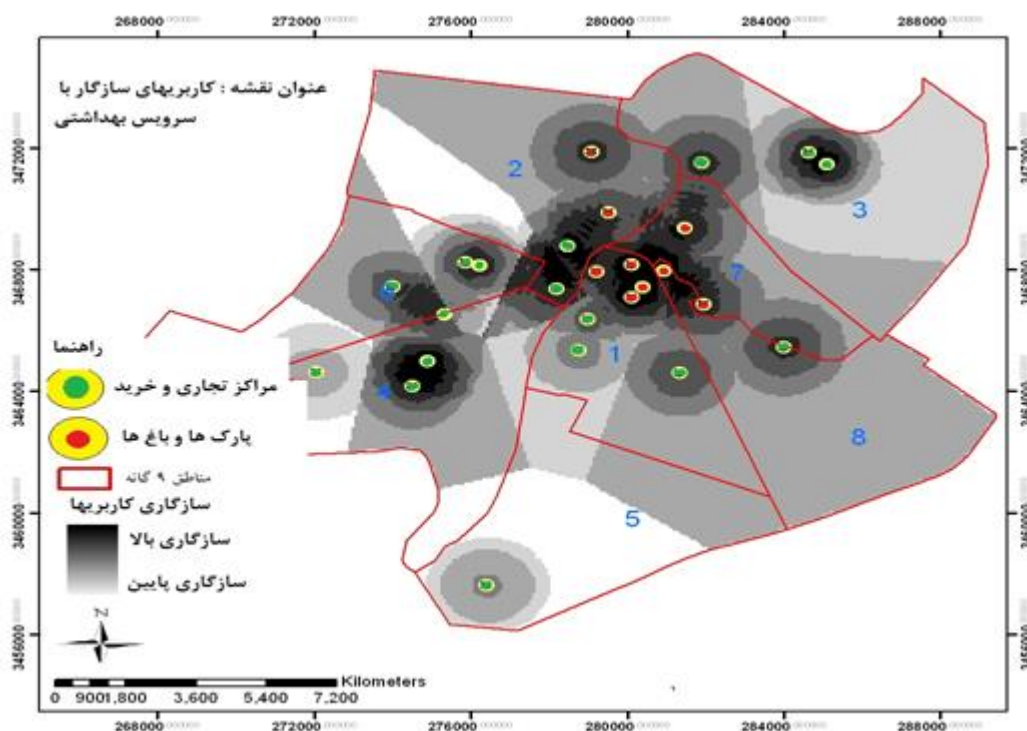
دسترسی، یکی از شاخص‌های مهم در مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی عمومی می‌باشد که در محاسبات تأثیر وزن با استفاده از ضریب ناسازگاری، تأثیری برابر با $2/89$ درصد داشته است که بعد از مراکز عمومی و جذب سفر دارای بیشترین تأثیر می‌باشد. شکل شماره ۸، موقعیت دسترسی‌های درجه ۲ با پوشش مناسب جهت مکان‌های احداث سرویس بهداشتی را در درون شهر اهواز مشخص کرده است.



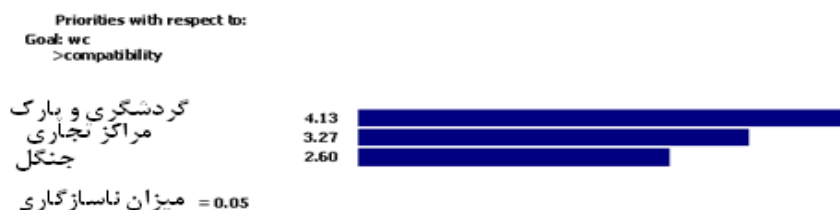
شکل (۷): تأثیر وزن معیار دسترسی توسط AHP در محیط GIS و مشخص شدن مسیرهای بهینه جهت مکان‌یابی ترسیم: نگارندگان

معیار سازگاری

سازگاری از جمله شاخص‌های مهم می‌باشد که در این مبحث با توجه به اعمال وزن‌های داده‌شده و محاسبه تأثیر شاخص، تأثیری برابر با ۱/۳۳ درصد داشته است. این شاخص از زیر شاخص‌هایی همچون (گردشگری و پارک، مراکز تجاری و همچنین جنگل) تشکیل شده‌اند که در شکل زیر در بین شاخص‌های ذکر شده به ترتیب پارک و مراکز تجاری دارای بیشترین تأثیر می‌باشد.



شکل (۹): تأثیر وزن معیار سازگاری توسط AHP در محیط GIS و مشخص شدن مناطق جهت مکان‌یابی ترسیم: نگارندگان ترسیم: نگارندگان



شکل (۸): تعیین ضریب ناسازگاری و تعیین وزن هر کدام از زیرشاخص‌های سازگاری منبع: یافته‌های پژوهش

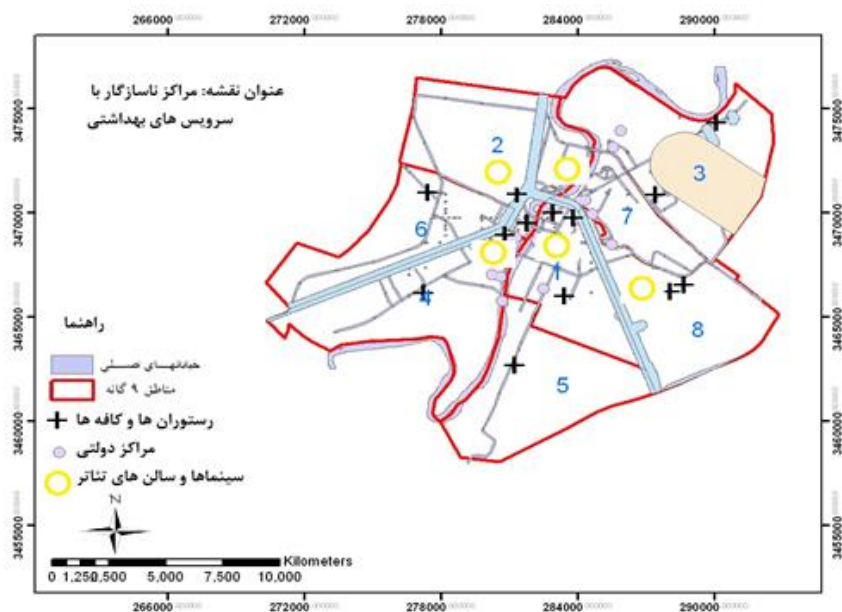
معیار ناسازگاری

شاخص ناسازگاری از جمله شاخص‌هایی می‌باشد که دارای کمترین تأثیر در مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی می‌باشد. به طوری که به دلیل تأثیر بیشتر سایر شاخص‌ها، این شاخص با ضریب ۱ محاسبه شده است. این شاخص از زیر شاخص‌هایی همچون کافه‌ها و رستوران‌ها، سینماها و سالن‌های تئاتر و مراکز اداری تشکیل شده است. با توجه به شکل شماره ۱۰ که زیرشاخص‌های ناسازگاری را بعد از مقایسه‌های زوجی ترسیم کرده است، مشخص شده است که در بین سه زیر شاخص ذکر شده، زیر شاخص رستوران دارای بیشترین ناسازگاری جهت احداث سرویس بهداشتی می‌باشد.



شکل (۱۰): تعیین ضریب ناسازگاری و تعیین وزن هر کدام از زیرشاخص‌های ناسازگاری

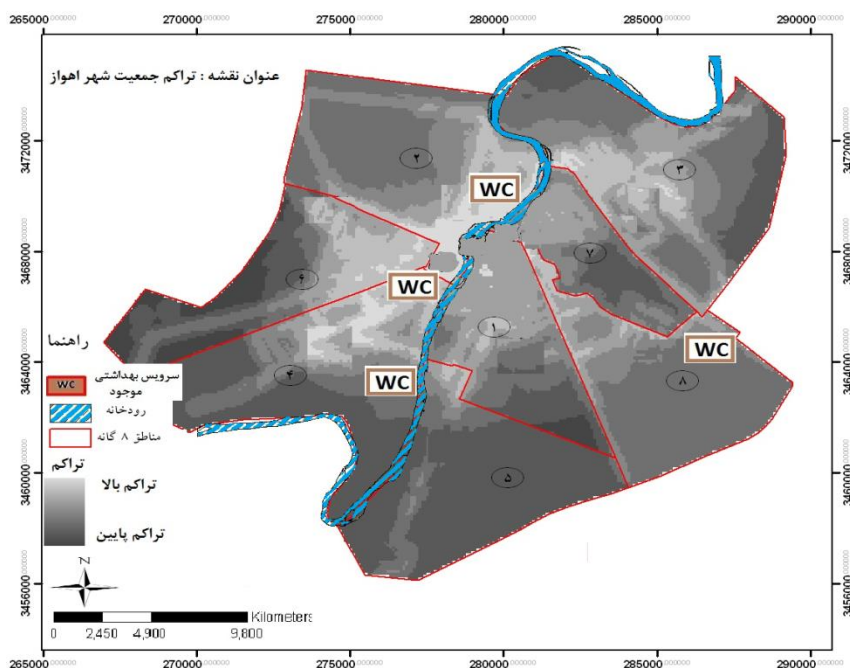
منبع: یافته‌های پژوهش



شکل (۱۱): تأثیر وزن معیار ناسازگاری توسط AHP در محیط GIS و مشخص شدن مناطق نامناسب ترسیم: نگارندگان

معیار جمعیت

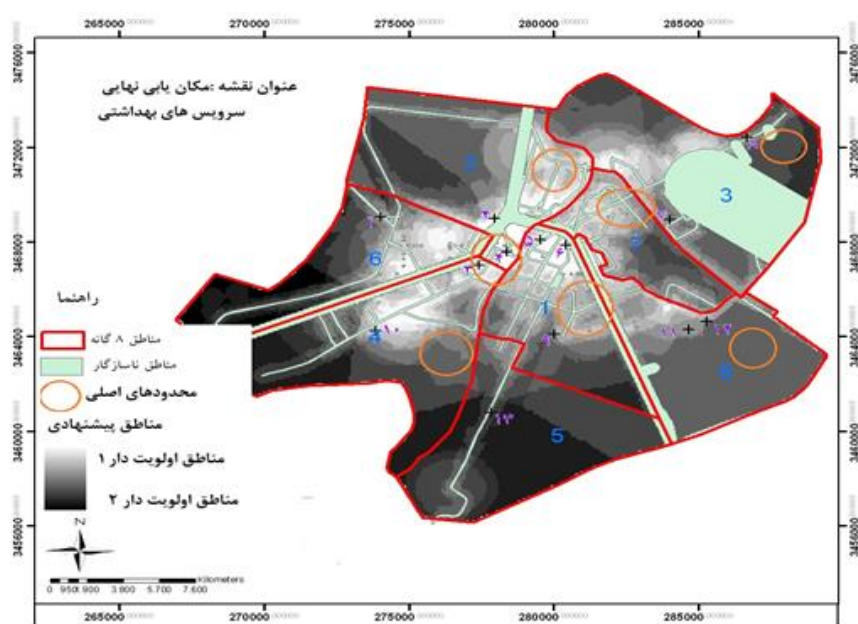
جمعیت نیز یکی دیگر از شاخص‌های تأثیرگذار در مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی می‌باشد. این شاخص در محاسبه وزنی و تأثیر لایه‌ها در مکان‌یابی دارای تأثیری برابر با $1/33$ درصد نسبت به سایر شاخص‌ها می‌باشد. در شکل شماره ۱۲، مکان‌هایی که دارای بیشترین تراکم جمعیتی می‌باشد و مناسب برای احداث سرویس بهداشتی می‌باشند مشخص شده است. عموماً مناطق با تراکم جمعیت بالا جهت احداث سرویس‌های بهداشتی پیشنهاد می‌گردند.



شکل (۱۲): تأثیر وزن معیار جمعیت توسط AHP در محیط GIS و مشخص شدن مناطق با تراکم بالا ترسیم: نگارندگان

تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و استخراج نقشه نهایی

در این مقاله ابتدا نقشه کاربری‌های گوناگون و معیارهای لازم جهت مکان‌یابی، از جمله تراکم جمعیت، مراکز جاذبه‌های جذب سفر، مناطق سازگار و مناطق ناسازگار شهری تهیه شده‌اند. سپس با روی هم گذاری لایه‌های اطلاعاتی طبق شکل شماره ۱۳، مناطق مستعد جهت احداث سرویس‌های بهداشتی مشخص شده‌اند. به این ضرورت که ابتدا هر کدام از لایه‌ها که قبلاً اطلاعات آن‌ها جمع‌آوری و مورد کارشناسی قرار گرفته، از طریق مدل AHP و در نرم‌افزار، تعیین وزن شده‌اند و سپس با محاسبه تأثیر نهایی و وارد کردن آن در GIS بر روی نقشه مبنای طرح تفصیلی اهواز، لایه‌های هر کدام به‌طور جداگانه نقشه آن‌ها تهیه شد و سپس از روی هم گذاری لایه‌ها، نقشه نهایی تهیه شده است.



شکل (۱۳): تأثیر نهایی معیار شناسایی شده جهت مکان‌یابی و تعیین مناطق مستعد جهت احداث سرویس‌های بهداشتی شهر اهواز

ترسیم: نگارندگان

نتیجه‌گیری و دستاوردهای پژوهش

در شهرهای بزرگ عدالت در توزیع خدمات یکی از دغدغه‌های اصلی یک مدیر هوشمند می‌باشد و این عدالت بدون تحلیل فضایی امکانات موجود و بررسی کمبودهای آن‌ها، امکان‌پذیر نیست. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) با توانایی نگهداری، روی هم گذاری و تحلیل لایه‌های مختلف اطلاعاتی که حجم وسیعی از اطلاعات را به‌خصوص در شهرهای بزرگ شامل می‌شود، تنها ابزار مناسب برای نیل به این هدف می‌باشد. در حال حاضر مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی به‌صورت سنتی و به‌دوراز هرگونه رعایت مسائل ایمنی در شهرها صورت می‌گیرد. عدم توانایی در به‌کارگیری کلیه پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی به‌طور هم‌زمان و زمان‌بر بودن از مهم‌ترین معایب این روش محسوب می‌گردد، که این معایب باعث عدم کارایی مناسب سرویس‌های بهداشتی از لحاظ موقعیت مکانی شده است. این امر موجب افزایش تمایل به استفاده از ابزارهای مناسب که توانایی تلفیق تعداد زیادی از پارامترهای مکانی را به‌صورت هم‌زمان دارند مانند GIS گردیده است. یکی از مهم‌ترین مراحل کاری در این زمینه فرایند وزن

دهی به معیارها و پارامترها می‌باشد که روش‌های مختلف وزن دهی منجر به نتایج متفاوت می‌شود. در این مقاله به‌کارگیری منطق‌های AHP در محیط GIS نشان داد که مدل ترکیبی به کار گرفته‌شده از توانایی لازم در بررسی فضایی وضع موجود و شناسایی مناطق نیازمند و نیز ارائه راه‌حل برای رفع این نیازها برخوردار است. ویژگی‌های این مدل ترکیبی جدید و به‌خصوص مبتنی بودن آن بر GIS، این امکان را به آن می‌دهد که با تغییرات نسبی و کالیبره کردن آن برای اهداف مختلف و در شرایط مختلف جغرافیایی به کار رود. به همین منظور مهم‌ترین شاخص‌ها و زیر شاخص‌های تأثیرگذار در مکان‌یابی، انتخاب و با استفاده از مدل ترکیبی، اقدام به سنجش و اولویت‌بندی این شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها و شناسایی نقاط مناسب شد. در این بین معیار مراکز عمومی و جذب سفر در محاسبات تعیین وزن، با ۳/۲۶ درصد دارای بیشترین تأثیر در مکان‌یابی بوده است. این معیار به زیر شاخص‌هایی همچون (مراکز تجاری، مراکز پزشکی، پارک و نزدیکی به جاذبه‌های گردشگری شهری) تقسیم می‌شوند که زیر شاخص مراکز تجاری با ۳/۶۳ درصد دارای بیشترین تأثیر بود. پس‌از این معیار، شاخص دسترسی با تأثیری برابر با ۲/۸۹ درصد، بیشترین تأثیر را داشت. پس از دو شاخص ذکر شده، شاخص سازگاری با توجه به اعمال وزن‌های داده‌شده و محاسبه تأثیر شاخص، تأثیری برابر با ۱/۳۳ درصد داشته است. این شاخص از زیر شاخص‌هایی همچون (باغ و پارک، جنگل و پارک‌های جنگلی و همچنین مراکز تجاری) تشکیل شده‌اند که به ترتیب پارک و مراکز تجاری دارای بیشترین تأثیر بودند. در بین شاخص‌های مربوط به مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی، شاخص ناسازگاری دارای کمترین تأثیر در مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی می‌باشد. به طوری که به دلیل تأثیر بیشتر سایر شاخص‌ها، این شاخص با ضریب ۱ محاسبه شده. این شاخص دارای زیر شاخص‌هایی همچون کافه‌ها و رستوران‌ها، سینماها و سالن‌های تئاتر و مراکز دولتی می‌باشد که در بین سه زیر شاخص ذکر شده، شاخص رستوران دارای بیشترین ناسازگاری جهت احداث سرویس بهداشتی می‌باشد. در نهایت شاخص جمعیت در محاسبه وزنی و تأثیر لایه‌ها در مکان‌یابی دارای تأثیری برابر با ۱/۳۳ درصد نسبت به سایر شاخص‌ها می‌باشد. عموماً مناطق با تراکم جمعیت بالا جهت احداث سرویس‌های بهداشتی پیشنهاد می‌گردند. پس از شناسایی شاخص‌های تأثیرگذار در مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی و مشخص شدن تأثیر آن‌ها، اقدام به روی هم گذاری لایه‌ها که قبلاً اطلاعات آن‌ها جمع‌آوری و مورد کارشناسی قرار گرفته بود، شد و از طریق مدل ترکیبی تعیین وزن شدند و نقشه نهایی که حاوی نقاط مربوط به احداث سرویس‌های بهداشتی جدید بود به دست آمد. نقاطی که در شهر اهواز به‌عنوان مناطق مستعد جهت مکان‌یابی شناسایی شده‌اند در سه سطح ارائه شده است. سطح مستعد که بیشتر مناطق مکان‌یابی شده در این سطح قرار می‌گیرند که در محدوده رودخانه کارون، ورودی و خروجی شهر شامل پایانه‌های ۱۷ گانه جنوب و پایانه شرق اهواز و همچنین مراکز تجاری مرکز شهر شامل سلمان فارسی و محدوده تجاری کیانپارس می‌باشد. در سطح دوم بیشتر در اطراف پارک‌ها و باغات نخلستان مکان‌یابی شده‌اند و در نهایت سطح سوم که مناطق ناسازگار یا ممنوعه جهت احداث سرویس بهداشتی می‌باشد که در سطح بلوارها و میدان‌ها، رستوران‌ها و هتل‌ها و همچنین ادارات دولتی می‌باشد که در سطح نقشه مشخص شده‌اند.

منابع

احمدی، محمد (۱۳۸۴). جزوه مجموعه قوانین استاندارد ساخت و ساز پیمانکاران در استان خوزستان، سازمان نظام‌مهندسی استان.

- پرهیزگار، اکبر (۱۳۸۳). ارائه مدل و ضوابط مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی، جلد سوم، مرکز پژوهش‌های شهری و روستایی، معاونت پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، سازمان شهرداری و دهیاری‌های کشور.
- تقوایی، مسعود، شیخ بیگلر، رعنا و مریم بند علی (۱۳۸۹). برنامه‌ریزی و مکان‌یابی بازارهای روز شهر اصفهان با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی، نشریه جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹.
- حبیبی، کیومرث و سعید نظری عدلی (۱۳۸۶). پیاده‌سازی الگوریتم تحلیل سلسله‌مراتبی در محیط GIS جهت مکان‌گزینی بهینه فضاهای عمومی شهری (نمونه مورد مطالعه: فضاهای ورزشی منطقه شش شهر تهران)، همایش ژئوماتیک ۸۶، سازمان نقشه‌برداری.
- حیدری، عبدالله و محسن احد نژاد (۱۳۸۸). تحلیل توزیع فضایی و مکان‌یابی فضاهای آموزشی با استفاده از منطق فازی در محیط GIS، مطالعه موردی؛ مدارس ابتدایی منطقه ۲ شهر زنجان، همایش ژئوماتیک ۸۸، سازمان نقشه‌برداری.
- رضایی، علی (۱۳۸۸). الگوی مکان‌گزینی مکان‌های آموزشی با تأکید بر مدارس دبیرستان شهر مسجدسلیمان، پایان‌نامه دوره کارشناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه شهید چمران اهواز.
- رنگزن، کاظم، موحد، علی، تقی زاده، ایوب و بلال زارعی (۱۳۸۶). مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر اهواز، همایش ژئوماتیک سازمان نقشه‌برداری کشور.
- زبردست، اسفندیار (۱۳۸۰). کاربرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، مجله هنرهای زیبا، شماره ۱۰.
- زیاری، کرامت‌الله و مهرناز رضوانی (۱۳۸۹). بررسی و مکان‌گزینی خدمات پستی با استفاده از روش AHP در محیط GIS، نمونه موردی شهر سمنان، فصلنامه جغرافیایی آمایش، دانشگاه آزاد اسلامی ملایر، شماره ۸، بهار ۸۹.
- سازمان آمار (۱۳۹۰). ارائه نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهر اهواز در سال ۱۳۹۰.
- شاهیوندی، احمد (۱۳۸۵). مکان‌یابی فضای سبز شهری (نمونه موردی؛ شهر خرم‌آباد)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان.
- شهبایان، شهرام (۱۳۷۶). مکان‌یابی فضاهای ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از GIS، نمونه موردی؛ ناحیه شهران، مجله شهر نگار، شماره ۳.
- شهرداری اهواز (۱۳۹۳). واحد آمار و اطلاعات.
- شبیعه، اسماعیل (۱۳۸۰). مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی شهری، انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
- فتائی، ابراهیم و علی آل شیخ (۱۳۸۶). مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (مطالعه موردی؛ شهر گیوی)، دهمین همایش ملی بهداشت محیط همدان، ۸ الی ۱۰ آبان ماه ۱۳۸۶.
- فرجی سبکار، حسنعلی (۱۳۸۴). مکان‌یابی واحدهای خدمات بازرگانی با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی، مطالعه موردی؛ بخش طرقله مشهد، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۱.
- قدسی پور، حسن (۱۳۷۹). مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- نائینی، آرمان و مسعود ورشوساز (۱۳۸۸). استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و منطق فازی در مدیریت مکان‌یابی مراکز خدمات عمومی شهری، همایش ژئوماتیک، سال ۸۸، سازمان نقشه‌برداری.
- هادیانی، زهره و شمس‌الله کاظمی زاده (۱۳۸۷). مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از روش تحلیل شبکه و مدل تحلیل سلسله‌مراتبی در محیط GIS، مطالعه موردی؛ شهر قم.
- کریمی، احمد و حمید عبادی (۱۳۸۵). مدل‌سازی مکان‌یابی تأسیسات شهری با استفاده از GIS با تأکید بر مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی، همایش ژئوماتیک سال ۸۵، سازمان نقشه‌برداری.
- کریمی، وحید (۱۳۸۴). مدل‌سازی مکان‌یابی تأسیسات شهری با استفاده از GIS با تأکید بر مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی، همایش ژئوماتیک سازمان نقشه‌برداری کشور.

گلی، علی و لعیا الفت (۱۳۸۸). مکان‌یابی دستگاه‌های خودپرداز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، مطالعه موردی؛ شعب بانک کشاورزی منطقه ۱۰ شهرداری تهران، نشریه جغرافیا و توسعه، شماره ۱۸.

Ahadnejad Reveshti, Mohsen (2010). Site selection study for fire extinguisher stations using network analysis and A.H.P. Model, Case study: city of Zanjan, Map Asia Journal.

Evans, d, (2004) Investigation of Active Fire Protective System Project 4 Building And Fire Research Laboratory National Institute Of Standars And Technology. U.S. Department Of Commerce.

Geographic Information Systems: A(2000), Powerful New Tool for Fire and Emergency Services An ESRI White Paper.

GIS for Fire Station Locations and Response Protocol.An ESRI ® White Paper, January(2007).

GIS Technology and Applications for the Fire Service An ESRI ® White Paper, March(2006) .

Hubina,T, (2011) GIS – Based Decision Support Tool For Optimal Spatial Planning Of Landfill In Minsk Region Balarus.

Lee,Colin (2012).Models in Planning, Oxford: pergamon Press, 1973. Lichfield,N. et al, Evaluation the Planning rocess, London.

Saaty T,Vargas,L.G(2009), The analytic hierarchy process Wash Criteria should not be ignored, Interntional Journal of Management and Decision Making,Vol.7,NO.2/3pp.412.

Siddiqui,M, (2005), Landfill Sitting Using Geographic Information System, A demonstration Journal Of Environmental Engineering.

Vastava,H, Nathawat, M. S, (2008), Selection Of Potential Waste Disposal Sites Around Ranchi Urban Complex Using Remote Sensing And GIS Techniques, Urban Planning, Map Asia Conference.