

مکان‌گزینی ایستگاه‌های اتوبوس بر اساس مدل AHP با استفاده از GIS

(مطالعه موردی: شهر ایذه)

رحمان زندی

استادیار دانشکده ی جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری

Rahmanzandi@gmail.com

هادی سلیمانی مقدم

استادیار دانشکده ی جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری

ارسلان داوودی

کارشناس ارشد مهندسی راه و ترابری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۳/۱۴

چکیده

ایستگاه‌های سیستم اتوبوسرانی باید بر اساس چگونگی توزیع جمعیت و تنوع کاربری‌ها در مناطق مختلف شهری، طوری مکان‌گزینی گردند که علاوه بر افزایش دسترسی کاربران به این سیستم، زمان سفر را نیز کاهش دهند. این پژوهش با هدف مکان‌گزینی ایستگاه‌های اتوبوس در شهر ایذه انجام شده است که از نظر روش تحقیق با توجه به محتوی و مولفه‌های مورد بررسی در زمره تحقیقات توصیفی - تحلیلی و از نظر هدف مطالعه تحقیق کاربردی - توسعه‌ای محسوب می‌شود. اطلاعات و داده‌های اولیه‌ی پژوهش به دو شکل اسنادی و پرسشنامه‌ای جمع‌آوری شده و جهت تحلیل داده‌ها و تهیه نقشه‌های مورد نیاز از نرم‌افزار **ARC GIS** استفاده شده است. در این پژوهش از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (**AHP**) با استفاده از نرم‌افزار **Expert Choice** پرسشنامه‌های تکمیل شده توسط متخصصین تجزیه و تحلیل گردیده و برای وزن‌دهی به شاخص‌های مورد مطالعه استفاده شده است. منطقه‌ی مورد مطالعه شهر ایذه واقع در شمال شرق استان خوزستان می‌باشد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در بین شاخص‌های هفت‌گانه‌ی مورد استفاده، جمعیت محدوده با ضریب ۰.۳۴۶ دارای بیشترین اهمیت و شاخص ارتباط با نیاز سنجی شهروندان با ضریب ۰.۰۳۱ دارای کمترین اهمیت در مکان‌یابی ایستگاه اتوبوس در شهر ایذه می‌باشند، همچنین تعداد اتوبوس‌های مورد نیاز برای تغییر سیستم حمل و نقل منطقه‌ی مورد مطالعه، ۲۰۰ دستگاه می‌باشد.

واژگان کلیدی: مکان‌گزینی، تحلیل سلسله‌مراتبی (**AHP**)، **Expert Choice**، **GIS**، ایذه.

مقدمه

با افزایش جمعیت و تراکم شهری، ترافیک سنگین و همچنین چالشهای زیست محیطی چند دهه گذشته در شهرها، توسعه حمل و نقل شهری به منظور توسعه اقتصادی، افزایش دسترسی، امنیت و سلامت روانی و متاثر تغییرات سیاسی و اجتماعی و فناوری یکی از مسائل مورد توجه برنامه ریزان شهری است (موسوی، ۱۳۸۴).

رشد روز افزون جمعیت و به تبع آن توسعه شهرها باعث افزایش تقاضای سفر شده است. با بررسی های انجام شده ملاحظه می شود که تسهیلات حمل و نقل موجود کفایت این تقاضا را نمی کند و این مسئله شهرها را دچار مشکلات بسیاری در زمینه های تراکم ترافیکی، آلودگی هوا، افزایش مصرف سوخت، استهلاک وسایل نقلیه و غیره می نماید. از طرف دیگر مشاهده می شود که تقاضای حمل و نقل در آینده به خصوص در کشورهای در حال توسعه، استفاده بیش از پیش از سیستمهای حمل و نقل همگانی را توجیه می نماید (محمدی و همکاران، ۱۳۸۶). از آنجا که ایستگاههای اتوبوسرانی یکی از اجزای مهم این سیستم به شمار می آید و لازم است ایستگاهها در محلهایی تعبیه شوند که باعث افزایش این سیستم در مناطق مختلف شهر شود. در کنار این مسئله، احداث بی رویه ایستگاههای اتوبوس موجب بالا رفتن تعداد دفعات توقف و در نتیجه افزایش زمان سفر و کاهش سرعت این سیستم در معابر شهری می گردد (مصطفوی، ۱۳۹۲). از این رو، لازم است ایستگاههای سیستم اتوبوسرانی بر اساس چگونگی توزیع جمعیت و تنوع کاربریها در مناطق مختلف شهری، طوری مکان گزینی گردد که علاوه بر افزایش دسترسی کاربران برای این سیستم، زمان سفر نیز کاهش پیدا کند. طراحی ایستگاههای اتوبوس به صورت استاندارد، از جمله موارد مهمی هست که باعث پهلوگیری مناسب اتوبوس در ایستگاهها، کاهش زمان پیاده و سوار شدن مسافران و تاثیر منفی کمتر این سیستم بر تردد سایر وسایل نقلیه می شود. همچنین استفاده از تجهیزات مناسب در ایستگاهها به منظور استفاده کاربران باعث افزایش راحتی و در نتیجه افزایش تقاضای استفاده از این سیستم در سفرهای درون شهری می گردد (فرید، ۱۳۸۲).

شهر ایذه، یکی از محدودترین شهرهای کشور می باشد که هنوز سیستم اتوبوس رانی در این محدوده ایجاد نشده است. با توجه به روند رشد جمعیت شهری شهرستان و نبود زیر ساخت های مترو و خطوط ریلی درون شهری، استفاده از اتوبوس در این محدوده در آینده ای نزدیک امری اجتناب ناپذیر خواهد

بود. لذا در این پژوهش سعی بر آن است که با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مکان‌های بهینه‌ی ایستگاه اتوبوس در این شهرستان تعیین گردد.

در این پژوهش، با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و نرم‌افزار ARC GIS به بررسی مکانهای مساعد ایستگاههای حمل و نقل شهری پرداخته شده است. سه معیار کاربری، دسترسی و جمعیت ساکن، همراه با زیرمعیارهای خود وزن دهی شده و لایه‌های اطلاعاتی آنها در نرم‌افزار ARC GIS ساخته شده، در نهایت اوزان با لایه ترکیب و نقشه نهایی ایستگاه‌های حمل و نقل شهری تعیین گردید.

پیشینه تحقیق

از دید هیچ‌کسی پوشیده نیست که در دنیای امروز و بخصوص در کلانشهرها که جمعیت روبه افزایش است و به تناسب این افزایش نیاز به یک سیستم حمل و نقل عمومی مناسب که پاسخگوی نیاز ساکنین شهرها باشد بسیار حائز اهمیت است. تحقیقات بسیاری در رابطه با سیستم حمل و نقل عمومی و مکان‌یابی آن با استفاده از مدل AHP در سیستم اطلاعات جغرافیایی در خارج و بالاخص در داخل کشور صورت گرفته که خلاصه‌ای از آن عبارتند از:

لی و یانگ^۱ (۲۰۰۸)، یک مدل تصمیم‌گیری مکانی مبتنی بر AHP به منظور جستجوی یک مکان برای تأسیسات جدید ارائه کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که یک مدل AHP می‌تواند چهارچوب مناسبی برای کمک به تصمیم‌گیران در تحلیل فاکتورهای مکانی، ارزیابی گزینه‌های مختلف مکانی و انتخاب مکان‌های نهایی فراهم کند. این مدل نیازمند پیشنهاد یک تعداد از مکان‌های بالقوه می‌باشد.

شیمیز^۲ (۱۹۹۹)، در تحقیق خود مکان‌یابی مراکز آموزشی را در شهر کپنهاک دانمارک تحلیل کرده است. وی در این تحقیق الگویی برای مکان‌یابی فضاهای آموزشی ارائه کرده که بر مبنای محدوده بندی مثبت-نامی فضاها با توجه به مسیرهای انتخابی صورت گرفته است.

الدرندلی و نیل‌الدین^۳ (۲۰۰۴)، یک سیستم جدید را که در آن بکارگیری فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) از طریق کاربرد یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یکپارچه شده است، برای تعیین مکان

^۱.Yang.L And Lee.H

^۲.Schmitz.g

بهینه به منظور یک تسهیلات خاص ارایه کردند. این سیستم دو ابزار اصلی GIS و AHP را در روشی به کار می گیرد که دخالت کاربر را با هر عنصر دیگر و نیز سطح مهارت مورد نیاز برای کار با کامپیوتر راکاهش می دهد.

سونگ و همکاران^۴ (۲۰۰۵)، امکان پذیری اضافه کردن و مکان یابی ایستگاه راه آهن با استفاده از تکنیک AHP را پیشنهاد کرد، او مطالعاتی را در مورد نیازهای برخی از شهرهای امریکا به پارکینگهای جدید با استفاده از GIS انجام داد.

مانلون یانگ^۵ (۲۰۰۳)، در مطالعات خود با هدف مکان یابی فضاهای سبز در دونگوان چین با استفاده از GIS به مقایسه روش های وزن دهی مانند (رتبه ای و AHP) پرداخت.

اولسگان و همکاران^۶ (۲۰۱۲)، به این نتیجه رسیده اند مکان یابی ایستگاههای اتوبوس در یک روش طولانی با ارتقاء سیستم حمل و نقل عمومی توسط تقویت اصل دسترسی خوب کمک خواهد کرد که ایمن، کم هزینه، قابل دسترس و قابل اطمینان است.

فرهادی و پرهیزگار (۱۳۸۱)، در پژوهش خود، چگونگی توزیع و مکان یابی فضاهای آموزشی در منطقه ۶ تهران با استفاده از GIS را مورد بررسی قرار دادند، نتایج کار ایشان نشان داد که، مکان اکثر ساختمان های آموزشی دولتی مقطع ابتدایی در منطقه ی مورد مطالعه با معیارهای مورد نظر مطابقت زیادی ندارد و می توان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی امکانات مناسبی برای تجزیه و تحلیل وضع فعلی مدارس فراهم کرد.

فرج زاده و سرور (۱۳۸۱)، در پژوهشی با عنوان " مکان یابی مراکز آموزشی مقطع راهنمایی منطقه ۷ تهران " به این نتیجه رسیده اند که مدارس مورد مطالعه از لحاظ توزیع مکانی به صورت مطلوب توزیع نشده است.

صالحی و رضاعلی (۱۳۸۴)، الگوی مطلوب برای سامان بخشی واحدهای آموزشی دوره متوسط پسرانه زنجان را ارائه، و راهکارهایی را برای دسترسی جمعیت دانش آموزی به نواحی فاقد دسترسی پیشنهاد کرده اند.

³.Neiln Eldin and K.A Eldrandaly

⁴.Sung et al.

⁵.Manlun, Yang

⁶. Olsган et al.

زمانی (۱۳۸۸)، در پایان نامه کارشناسی ارشد خود مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی در شهر قم با استفاده از روش تحلیل چند معیاره ANP را مورد بررسی قرار داده است در این پژوهش معیارهای تأثیرگذار در مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌های (ANP) وزن‌دهی و اولویت‌دهی می‌شود.

مشکینی (۱۳۸۸)، در پایان نامه کارشناسی ارشد خود مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی در کلانشهرها (نمونه موردی منطقه ۳ شهر تهران) را مورد بررسی قرار داده است. در این رساله از روش‌های مختلف وزن‌دهی و تلفیق اطلاعات استفاده گردیده و نتایج این روشها با یکدیگر مقایسه شده است. در نهایت روش‌های وزندهی تخصیص امتیاز، AHP nine degree و Fuzzy AHP به عنوان روش‌های مناسب وزن‌دهی و روش همپوشانی شاخص به عنوان روش تلفیق مناسب انتخاب گردید.

حیدریه و احدنژاد روشنی (۱۳۸۸)، در همایش ژئوماتیک به بررسی و تحلیل توزیع فضایی و مکان‌یابی فضاهای آموزشی با استفاده از منطق فازی و GIS مدارس ابتدایی منطقه ۲ شهر زنجان پرداخته و نتایج 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.

صیامی و آخشینی (۱۳۹۱)، مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی با بهره‌گیری از الگوریتم فازی و مدل AHP مبتنی بر GIS (مطالعه موردی: منطقه ۹ شهرداری مشهد) را مورد بررسی قرار داده است. در این پژوهش از تکنیک‌های وزن‌دهی و تلفیق اطلاعات نظیر وزن‌دهی، تخصیص امتیاز، منطق فازی، تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و روش همپوشانی شاخص‌ها استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد از کل پهنه‌های مورد مطالعه، ۱۳ پهنه به عنوان پهنه‌های مطلوب بویژه در غرب و جنوب شرق منطقه از موقعیت مطلوبتری برای احداث پارکینگ برخوردارند.

مشکینی و همکاران (۱۳۹۰)، تعیین موقعیت بهینه فضا - مکانی پارکینگ‌های طبقاتی با رویکرد MCDM-GIS (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهرداری تهران) را مورد بررسی قرار داده است. در این پژوهش به منظور مکان‌یابی بهینه پارکینگ‌های طبقاتی در جهت کارایی بیشتر منطقه مورد مطالعه، ابتدا مطالعات اولیه جهت شناسایی معیارهای تأثیرگذار بر انتخاب محل بهینه پارکینگ انجام گرفت. سپس در

قالب تکنیکهای تصمیم گیری چند معیاری (MCDM) و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، وزن دهی معیارها صورت پذیرفته و آنگاه با مدل تاپسیس (TOPSIS) به رتبه بندی محدوده های مناسب پرداخته شد. در نهایت با ترکیب این مدلها در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) سه محدوده مناسب جهت احداث پارکینگهای طبقاتی پیشنهاد گردید.

اسفندیار زبردست و همکاران (۱۳۸۴)، در مطالعه ای با عنوان مکان یابی مراکز امداد رسانی (در شرایط وقوع زلزله) با استفاده از GIS و روش ارزیابی چند معیاری (AHP) سایتهای مورد نظر جهت استقرار مراکز امداد رسانی رامشخص کردند و برای تعیین بهترین سایت از روش فرآیند سلسله مراتبی (AHP) به منظور تصمیم گیری بهتر استفاده کردند.

عصرزادگان و همکاران (۱۳۹۱)، با استفاده از تکنیک تصمیم گیری چند معیاره AHP وزن شاخص های کیفی به دست آمده از نظر کارشناسان حمل و نقل و ترافیک شهری شاخص ها را به دست آمده از نرم افزار ARC GIS با استفاده از تکنیک TOPSIS در انتخاب نقاط پیشنهادی BRT به کار برده اند. به این نتیجه رسیده اند که بهینه سازی انتخاب ایستگاه های BRT، به کاهش هزینه های حمل و نقل عمومی و افزایش رضایت شهروندان و کاهش استفاده از خودروهای شخصی منجر می گردد.

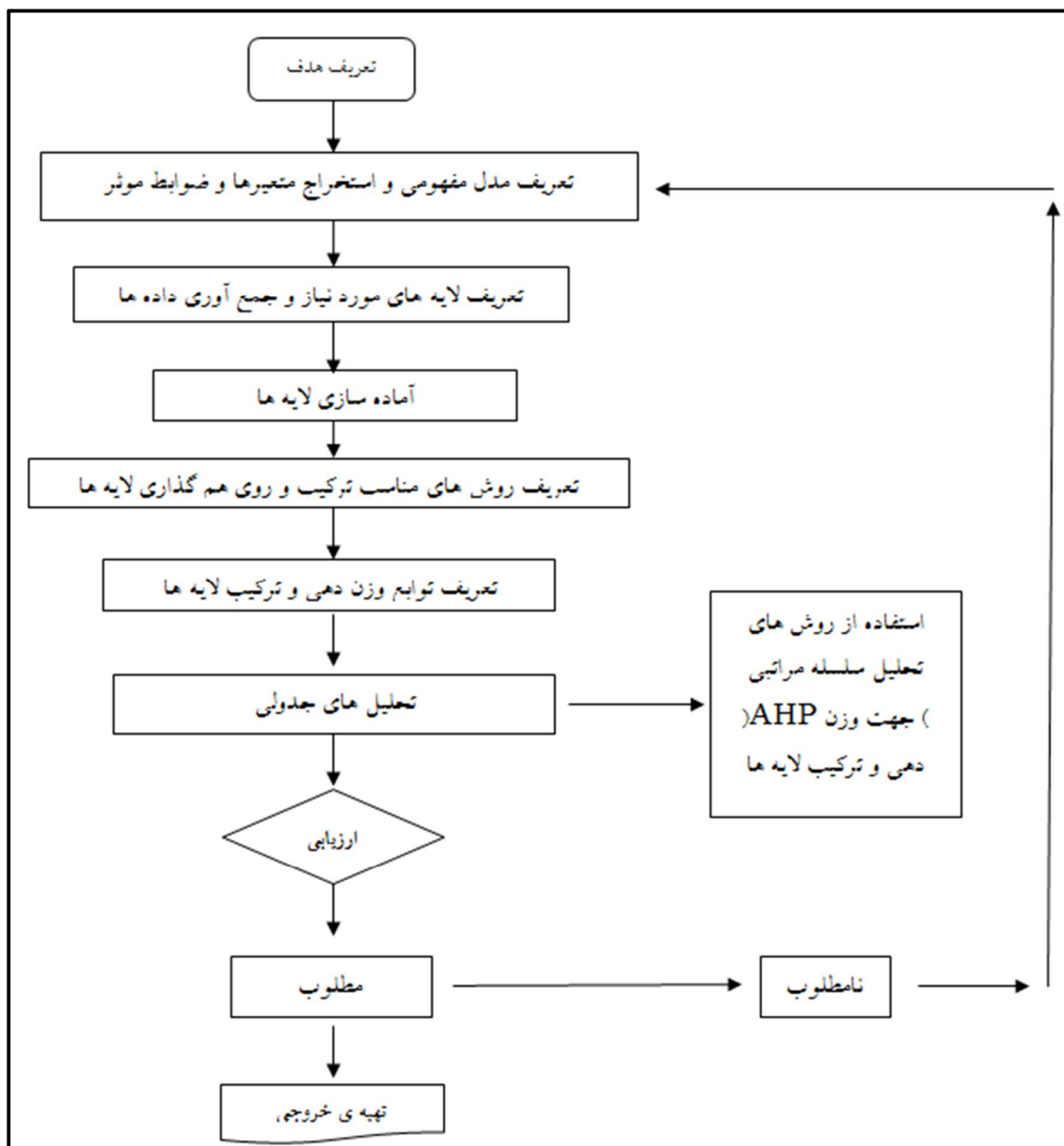
علیزاده طباطبایی و همکارانش در سال (۱۳۹۱)، در مطالعه ای با عنوان بررسی روش انتخاب سیستمهای حمل و نقل عمومی با استفاده از روش (AHP)، به این مورد اشاره کردند که ابتدایی ترین سیستم حمل و نقل عمومی که در اکثر شهرها شروع به فعالیت می کند سیستم اتوبوسرانی می باشد.

سوال های پژوهش

- ۱- معیارهای لازم برای مکان گزینی ایستگاههای اتوبوس کدامند؟
- مکان های بهینه ایستگاه های اتوبوس در شهرستان ایذه کدامند؟

روش پژوهش

این تحقیق از نظر روش و ماهیت، توصیفی- تحلیلی بوده و از حیث هدف پژوهش در دسته تحقیقات کاربردی قرار دارد. براین اساس، برای جمع آوری داده ها از روش کتابخانه ای و مطالعه میدانی استفاده می شود.



شکل ۱: الگوریتم جریانی مکان‌گزینی ایستگاه‌های اتوبوس

داده‌های این تحقیق اعم از آمار و اطلاعات، گزارشها، مقالات، کتابها، پایان‌نامه‌ها، نقشه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای در مقیاس ۱/۲۰۰۰، فایل‌های رقومی، به روش‌های اسنادی، منابع کتابخانه‌ای، جستجو در فضای مجازی و اینترنت و مشاهده میدانی فضای جغرافیایی منطقه و از معاونت هماهنگی و برنامه‌ریزی و معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری شهرستان ایزده جمع‌آوری می‌گردد.

پ - ابزار گردآوری اطلاعات (پرسشنامه ، مصاحبه ، مشاهده آزمون ، فیش ، جدول ، نمونه برداری ، تجهیزات آزمایشگاهی و بانک های اطلاعاتی و شبکه های کامپیوتری و ماهواره ای و غیره):
ابزار گرد آوری اطلاعات شامل تصاویر ماهواره ای، پرسشنامه، مشاهده میدانی و اطلاعات واحد IT شهرداری شهرستان ایذه می باشد.

ج - جامعه آماری و روش تجزیه و تحلیل اطلاعات :

در این پژوهش پس از تهیه ی پرسش نامه، جامعه آماری به تعداد ۵۰ نفر شامل افراد زیر می باشد:

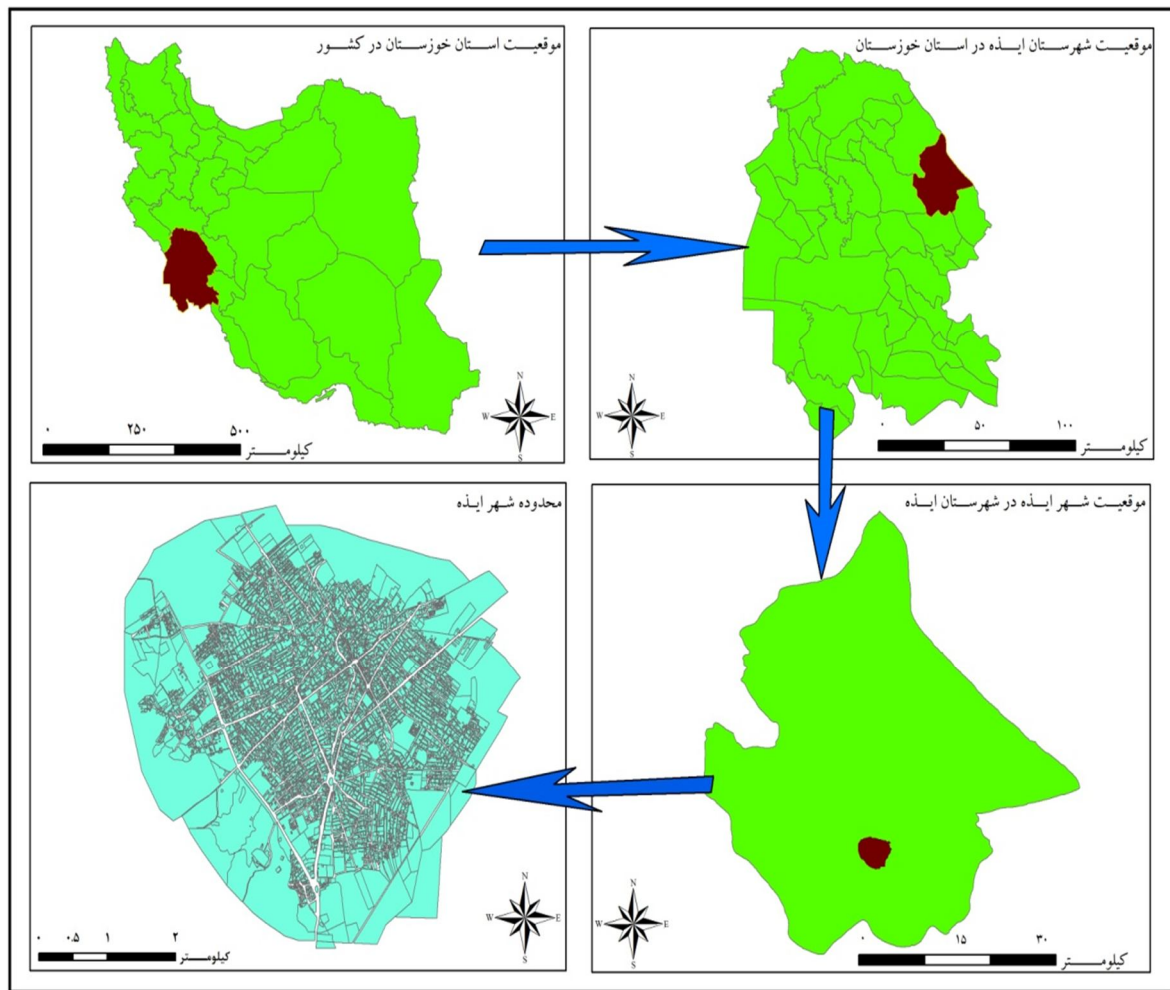
جدول ۱: جامعه آماری به تعداد ۵۰ نفر

عنوان شغلی	تعداد (نفر)	مدرک تحصیلی
کارمند شهرداری	۱۵	لیسانس و فوق لیسانس
کارمند مسکن و شهرسازی	۱۰	لیسانس و فوق لیسانس
استاد دانشگاه	۱۰	دکتری تخصصی
دانشجوی کارشناسی ارشد	۱۵	لیسانس

برای تجزیه و تحلیل داده ها، معیارهای مؤثر در مکان گزینی ایستگاه اتوبوس توسط روش وزن دهی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اولویت بندی گردیده و پس از همپوشانی لایه ها با استفاده از GIS و تجزیه و تحلیل های نهایی آنها نسبت به هدف پژوهش، نقشه ی نهایی مکان های بهینه ی ایستگاه های اتوبوس در شهرستان ایذه حاصل می گردد.

منطقه ی مورد مطالعه

شهر ایذه مرکز سیاسی شهرستان ایذه با مختصات جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۲ دقیقه طول شرقی و ۵۰ دقیقه عرض شمالی در شمال شرقی استان خوزستان در دشت نسبتاً وسیعی واقع گردیده که اطراف آن را کوه ها و ارتفاعات احاطه نموده است و ارتفاع متوسط آن از سطح دریای آزاد ۸۴۰ متر می باشد و مساحت آن ۱۶۲۳ هکتار می باشد. این شهرستان بین استان چهارمحال و بختیاری و استان کهگیلویه و بویراحمد و شهرستان مسجدسلیمان و باغملک قرار دارد. جمعیت این شهر بر اساس سرشماری سال ۱۳۸۵ بالغ بر ۱۰۵۹۹۵ نفر می باشد ((مهندسین مشاور آبان، ۱۳۷۶)) (مهندسین مشاور مآب، ۱۳۸۸)).



شکل ۲: نقشه موقعیت جغرافیایی شهر ایذه در شهرستان، استان و کشور

وضعیت حمل‌ونقل شهر ایذه

شهر ایذه به دلیل نبود زیر ساخت‌های منظم و مناسب حمل و نقل عمومی (اتوبوس رانی) با انواعی از مشکلات در حوزه حمل و نقل مواجه است. با توجه به دسترسی شهروندان در حوزه حمل و نقل شهری باید تلاش شود تا راهکارهایی مناسب در راستای بسط و بهینه‌سازی حمل و نقل شهری فراهم کرد و می‌توان شهر را به سمتی برد که هزینه‌های ناشی از مقیاس در ابعاد مختلف از جمله سوخت، آلودگی، دسترسی و ... را پایین آورد و از ترافیک و حجم بالای شلوغی خیابان‌ها در ساعات خاصی از روز کاست. از این جهت مکان‌یابی مناسب و دقیق ایستگاه‌های حمل و نقل شهری از جمله اتوبوس‌زمینه‌ساز تحول بزرگ در حمل و نقل شهر در حال توسعه ایذه خواهد بود. این موضوع نیازمند همکاری نهاد‌های

مرتبط و مجری با سازمان اتوبوسرانی (عدم وجود خارجی) از یک طرف و از طرف دیگر همکاری و فرهنگ سازی عمومی است. لذت در این پژوهش سعی بر آن خواهد شد تا مکان یابی مناسب و همچنین مطالعه دقیق و علمی برای مکان یابی صورت گیرد تا بتوان ایستگاه های اتوبوس را طراحی، ایجاد و ساماندهی کرد.

در حال حاضر تنها وسیله حمل و نقل عمومی شهری تاکسی است که از کل تاکسی های سطح شهر (۶۰۶ دستگاه تاکسی) زیر نظر واحد تاکسیرانی شهر ایذه، ۵۰۰ تاکسی فعال و ۱۰۶ تاکسی غیر فعال می باشند که در مسیر های ذیل فعالیت می کنند:

۱- چهار راه امام خمینی (ره) - حافظ جنوبی - چهار راه هلال احمر - چهار راه اشکفت سلمان و بالعکس.

۲- چهار راه امام خمینی (ره) - حافظ جنوبی - چهار راه هلال احمر - میدان شهدا - خیابان شهید اشکبوس نادری - میدان دانشجو - دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایذه و بالعکس.

۳- چهار راه امام خمینی (ره) - حافظ جنوبی - چهار راه هلال احمر - میدان شهدا - خیابان شهید اشکبوس نادری - میدان دانشجو - نور آباد - دانشگاه پیام نور و بالعکس.

۴- چهار راه امام خمینی (ره) - پارک بهاران (پارک جنگل) - خیابان محمد رسول الله (ص) و بالعکس.

۵- چهار راه امام خمینی (ره) - پارک بهاران (پارک جنگل) - خیابان شهید جهانگیر مرادی و بالعکس.

۶- چهار راه امام خمینی (ره) - میدان تختی - استادیوم ورزشی - خیابان حر - بیمارستان شهدای ایذه و بالعکس.

۷- چهار راه امام خمینی (ره) - میدان ولایت (میدان سرقنات) - شهدای گمنام - روضه الزهرا - خیابان شهید دستغیب (سرقنات) و بالعکس.

۸ - چهار راه امام خمینی (ره) - حافظ شمالی - جاده اصفهان و بالعکس.

۹ - پارک شهرداری (پارک امام رضا (ع) - میدان سپاه - میدان ولایت (میدان سرقنات) - بلوار چویل - ترمینال - خیابان شهید دستغیب و بالعکس.

۱۰ - میدان امام علی (ع) - چهار راه گاز - خیابان شهید صدوقی - خیابان جاده اصفهان - گنجشگیر و بالعکس.

آمار تاکسی های فعال در هر مسیر به شرح زیر می باشد:

مسیر شماره (۱ و ۲ و ۳) : ۱۰۵ : دستگاه تاکسی، مسیر شماره (۴ و ۵) : ۸۵ : دستگاه تاکسی، مسیر شماره (۶): ۸۰ : دستگاه تاکسی، مسیر شماره (۷) : ۴۰ : دستگاه تاکسی، مسیر شماره (۸) : ۱۵ : دستگاه تاکسی، مسیر شماره (۹) : ۹۵ : دستگاه تاکسی، مسیر شماره (۱۰) : ۸۰ : دستگاه تاکسی
ضمناً به همین تعداد سواری شخصی نیز در خطوط دهگانه به حمل و نقل درون شهری در منطقه ی مورد مطالعه مشغول می باشند.

تجریه و تحلیل

شرح معیارها:

در این پژوهش معیارهای متعدد با توجه به نیاز انتخاب که به شرح ذیل می باشند:

زمان دسترسی: تعداد پارکینگ‌ها، نرخ حمل و نقل عمومی، میزان سفر با توجه به نقاط جاذب سفر که با استفاده از روش AHP قابل اولویت بندی برای هر ایستگاه می باشد.

عرض مسیر عبوری: در این معیار با استفاده از نرم افزار ARC GIS خط بدنه ی مسیر عبوری از ایستگاه بدست می آید.

جمعیت در محدوده: در این معیار با استفاده از نرم افزار ARC GIS و با توجه به محدوده محلات نزدیک به هر ایستگاه به شعاع ۲۵۰ متر و به کمک لایه جمعیتی تعیین می گردد.

فاصله با میدان یا چهار راه: در این معیار با استفاده از نرم افزار ARC GIS و با توجه به فاصله ایستگاه با نزدیک ترین میدان یا چهار راه محاسبه می گردد.

ارتباط با نیاز سنجی از شهروندان: در نیاز سنجی انجام شده از شهروندان در برنامه استراتژیک شهرداری ایذه ارتباط هر محله نظر سنجی شده نزدیک به ایستگاه با ایستگاه پیشنهادی مشخص گردد.

جدول ۲: طبقه بندی کمی و کیفی برای مقایسه زوجی معیارها (Saaty & Alexander, 1981: 21)

مقدار عددی	درجه اهمیت در مقایسه دو به دو
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۳	کمی مرجح یا کمی مهم تر یا کمی مطلوب تر
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم تر یا کاملاً مطلوب تر
۸ و ۶ و ۴ و ۲	ترجیحات بین فاصله های بالا

نحوه محاسبه وزن بین معیارها

این مقادیر با نظر متخصصان و خبرگان حمل و نقل و ترافیک استخراج گردید. با استفاده از طیف کمی سازی تعریف شده که اهمیت معیارها را از نظر کارشناسان به صورت زیر نشان می دهد.

جدول شماره ۳- جدول به دست آمده از اهمیت معیارها طبق نظر کارشناسان

معیارها	زمان دسترسی	عرض مسیر عبوری	جمعیت در محدوده	فاصله با میدان یا چهارراه	تعداد موزه های بزرگ (بالای ۱۰۰ نفر)	قیمت زمین در نقطه احداث	ارتباط با نیاز سنجی شهروندان
زمان دسترسی	۱	۲	۱/۲	۲	۳	۳	۷
عرض مسیر عبوری	۱/۲	۱	۱/۴	۲	۱/۳	۲	۳
جمعیت در محدوده	۲	۱/۴	۱	۵	۳	۴	۷
فاصله با میدان یا چهارراه	۱/۲	۱/۲	۱/۵	۱	۱/۲	۲	۴
تعداد موزه های بزرگ (بالای ۱۰۰ نفر)	۱/۳	۳	۱/۳	۱/۳	۱	۳	۵

الگوریتم محاسبه نرخ ناسازگاری یک ماتریس

گام ۱. محاسبه بردار مجموع وزنی (WSV): ماتریس مقایسات زوجی (D) را در بردار وزن های نسبی ضرب کردیم.

$$WSV = D \times W$$

گام ۲. محاسبه بردار سازگاری (CV): عناصر بردار مجموع وزنی را بر بردار وزن‌های نسبی تقسیم کردیم.

گام ۳. محاسبه بزرگ‌ترین مقدار ویژهی ماتریس مقایسات زوجی (λ_{max}): برای محاسبه‌ی بزرگ‌ترین مقدار ویژهی ماتریس مقایسات زوجی، میانگین عناصر بردار سازگاری محاسبه گردید.

گام ۴. محاسبه شاخص ناسازگاری (II): شاخص ناسازگاری به سان زیر حساب شد.

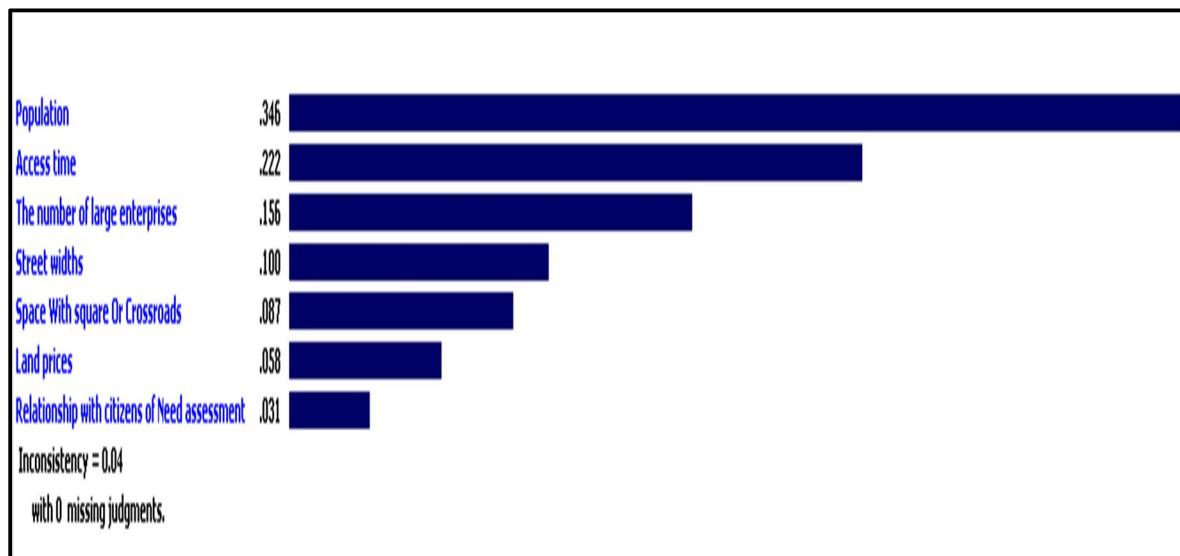
$$II = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$$

گام ۵. محاسبه نرخ ناسازگاری (IR): نرخ ناسازگاری به سان زیر حساب گردید:

$$IR = \frac{II}{IRI}$$

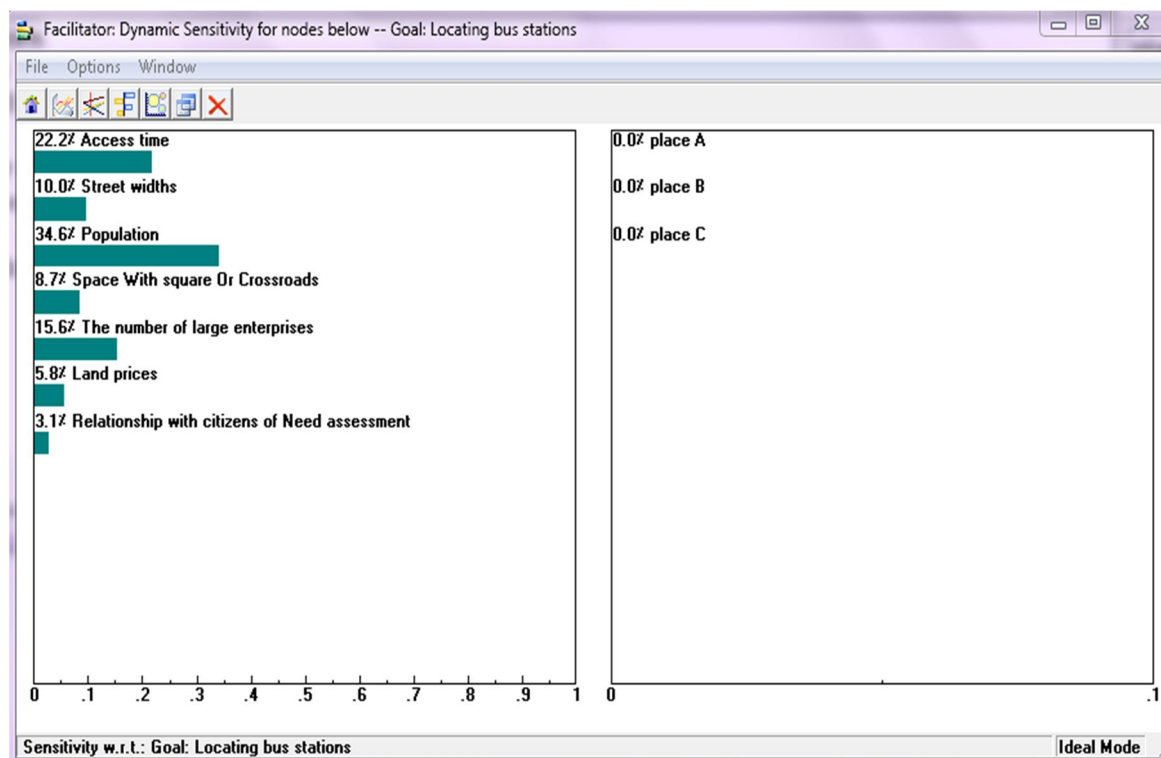
در اینجا (شاخص ناسازگاری تصادفی) مقداری است که از **Error! Reference source not found.** استخراج شد. مقادیر این نگاره بر پایه شبیه‌سازی تعداد زیادی از ماتریس‌های مقایسه زوجی $n \times n$ به دست آمده است (قدسی پور، ۱۳۸۱).

اگر نرخ ناسازگاری، کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱ باشد ($IRI \leq 0/10$) در مقایسات زوجی، سازگاری وجود دارد و می‌توان کار را ادامه داد. اگر نه، تصمیم‌گیرنده باید در مقایسات زوجی بازنگری کند. نرخ ناسازگاری در این پژوهش ۰.۰۴ می‌باشد (شکل شماره ۳).



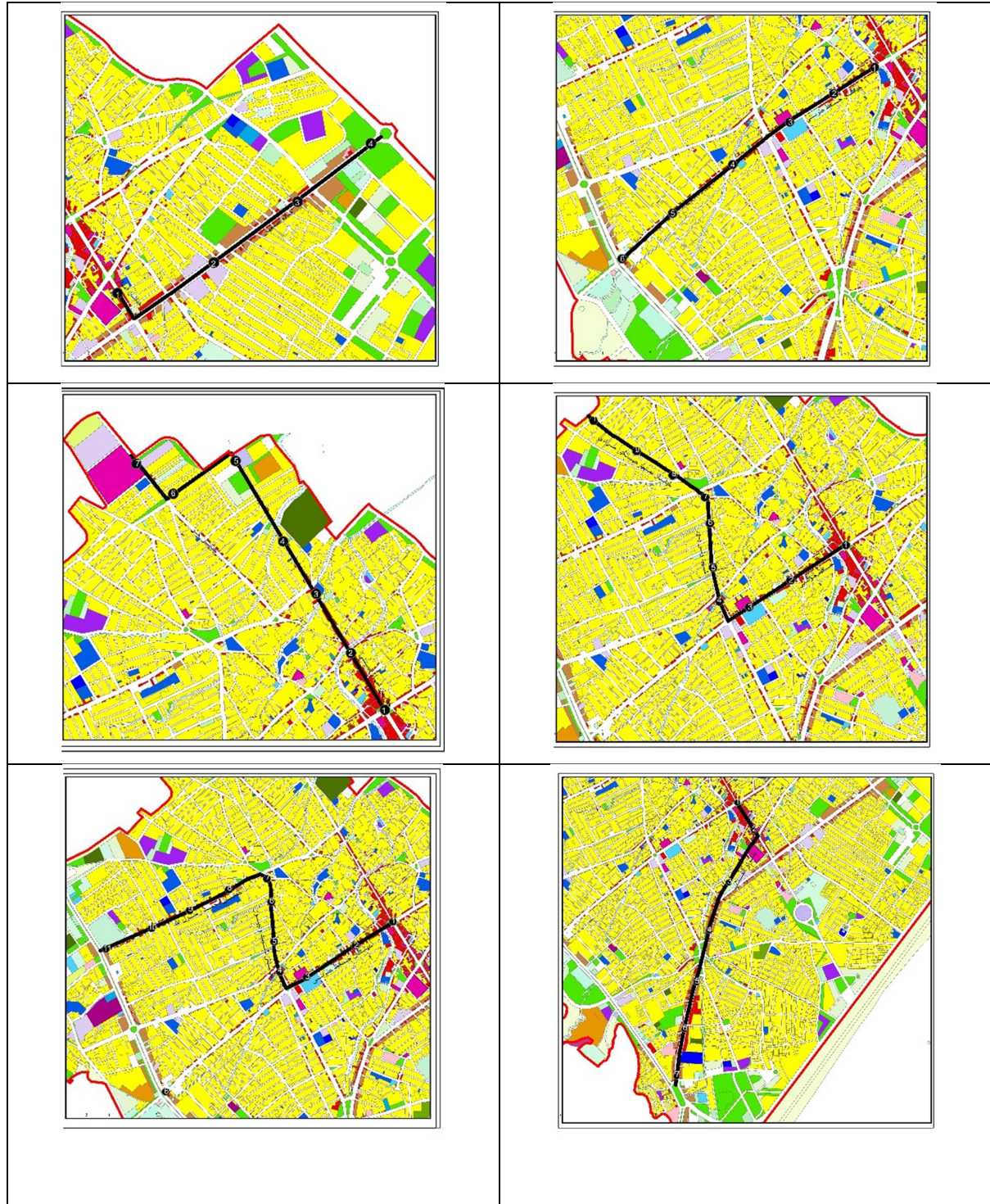
شکل ۳: نتایج بدست آمده و نرخ ناسازگاری

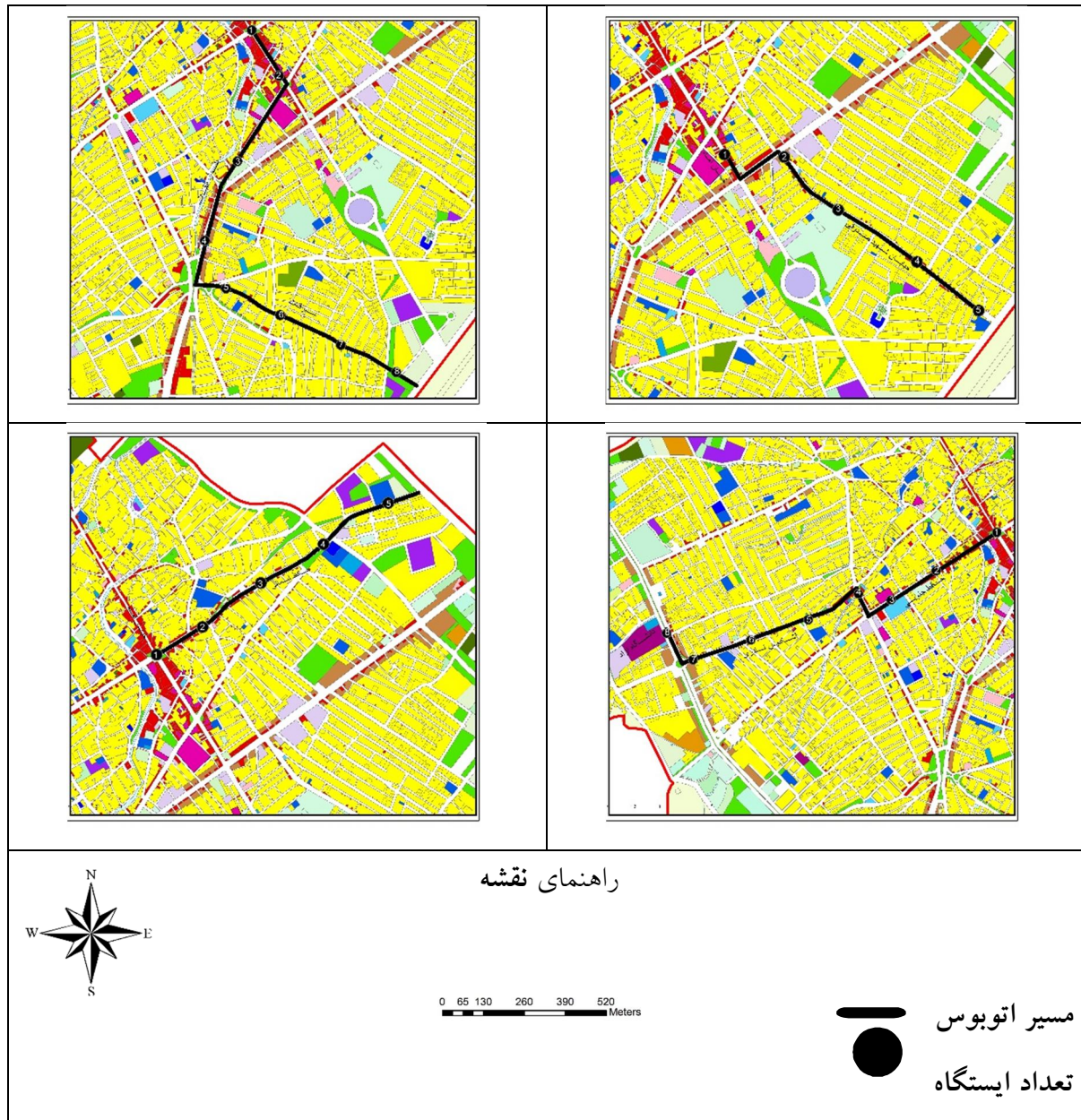
نتایج بدست آمده نشان می دهد که در بین شاخص های هفت گانه ی مورد استفاده، جمعیت محدوده با ضریب ۰.۳۴۶ و ۳۴.۶ درصد دارای بیشترین اهمیت و شاخص ارتباط با نیاز سنجی شهروندان با ضریب ۰.۰۳۱ و ۳.۱ درصد دارای کمترین اهمیت در مکان یابی ایستگاه اتوبوس در شهر ایذه می باشند.



شکل ۴: درصد وزن معیارهای مورد بررسی

پس از محاسبه ی وزن‌ها، اطلاعات بدست آمده به محیط نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی انتقال داده شد و با لایه های موجود ترکیب و نهایتاً نقشه های تعداد ایستگاه‌ها و مسیرها ترسیم گردید.





شکل شماره ۵: نقشه های نهایی مکان یابی ایستگاه اتوبوس شهر ایذه

تعداد اتوبوس مورد نیاز برای سیستم حمل و نقل در منطقه مورد مطالعه:

X = تعداد تاکسی های فعال

$X1$ = تعداد سواری های در بخش حمل و نقل داخلی

$C.B$ = ظرفیت اتوبوس

$$N.B = \frac{(X + X1) * C.T}{\frac{1}{2} * C.B}$$

$C.T =$ ظرفیت تاکسی

$N.B =$ تعداد اتوبوس مورد نیاز

بنابراین تعداد اتوبوس مورد نیاز برای خطوط دهگانه شهر ایذه ۲۰۰ دستگاه می‌باشد که ریز آن به شرح زیر می‌باشد:

مسیر شماره (۱ و ۲ و ۳) : ۴۲ دستگاه اتوبوس، مسیر شماره (۴ و ۵) : ۳۴ دستگاه اتوبوس، مسیر شماره (۶): ۳۲ دستگاه اتوبوس، مسیر شماره (۷) : ۱۶ دستگاه اتوبوس، مسیر شماره (۸) : ۶ دستگاه اتوبوس، مسیر شماره (۹) : ۳۸ دستگاه اتوبوس، مسیر شماره (۱۰) : ۳۲ دستگاه اتوبوس می‌باشد.

نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، مکان‌یابی بهینه‌ی ایستگاه‌های اتوبوس بر اساس مدل AHP و با استفاده از نرم افزار Arc GIS بود. برای حصول به این هدف، ابتدا کاربرهای اراضی در بخش‌های مختلف شهر مورد بررسی قرار گرفت بر اساس آن نقاط جاذب سفر مشخص گردید، سپس با توجه به فرآیند سلسله‌مراتبی (AHP) و با در نظر گرفتن ۷ معیار از مهمترین معیارهای تصمیم‌گیری برای انتخاب بهترین مکان برای ایستگاه اتوبوس که شامل: زمان دسترسی، عرض مسیر عبوری، جمعیت در محدوده، فاصله با میدان یا چهارراه، تعداد موسسه‌های بزرگ (بالای ۱۰۰ نفر) در محدوده ایستگاه، قیمت زمین در نقطه احداث، ارتباط با نیاز سنجی شهروندان می‌باشد. هر کدام از این معیارها می‌تواند تاثیر به‌سزایی در انتخاب مکان بهینه برای تاسیس و ایجاد ایستگاه اتوبوس داشته باشد. با مقایسه و ارزیابی این معیارها، توسط فرم ارزیابی ارائه شده به کارشناسان و بدست آوردن وزن نسبی این معیارها، جمعیت محدوده با ضریب ۰.۳۴۶ و ۳۴.۶ درصد دارای بیشترین اهمیت و شاخص ارتباط با نیاز سنجی شهروندان با ضریب ۰.۰۳۱ و ۳.۱ درصد دارای کمترین اهمیت در مکان‌گزینی ایستگاه اتوبوس در شهر ایذه می‌باشند. همچنین تعداد اتوبوس‌های مورد نیاز برای تغییر سیستم حمل و نقل منطقه‌ی مورد مطالعه، ۲۰۰ دستگاه می‌باشد. که جزئیات آن به شرح ذیل می‌باشد:

مسیر شماره (۱ و ۲ و ۳) : ۴۲ دستگاه اتوبوس، مسیر شماره (۴ و ۵) : ۳۴ دستگاه اتوبوس، مسیر شماره (۶): ۳۲ دستگاه اتوبوس، مسیر شماره (۷) : ۱۶ دستگاه اتوبوس، مسیر شماره (۸) : ۶ دستگاه اتوبوس، مسیر شماره (۹) : ۳۸ دستگاه اتوبوس، مسیر شماره (۱۰) : ۳۲ دستگاه اتوبوس می باشد.

نهایتاً با توجه به مراکز جاذب سفر و وزن بدست آمده برای هر معیار و فاصله ی حداکثر ۳۰۰ متر، مکان های بهینه برای ایجاد ایستگاه اتوبوس در مسیرهای دهگانه شناسایی و نقشه ی مسیر و مکان مناسب آنها طراحی گردید.

منابع

- ۱- پرهیزگار، اکبر (۱۳۷۶)، ارائه‌الگوی مناسب مکان‌گزینی مراکز خدمات شهری با تحقیق در مدل‌ها و GIS شهری، رساله دکتری، دانشگاه تربیت معلم تهران.
- ۲- پوراحمد، احمد و علی اصغر پیله ور (۱۳۸۳)، روند رشد و توسعه کلان‌شهرهای کشور (مطالعه موردی: شهر مشهد)، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۸، ص ۱۰۳-۱۲۲.
- ۳- حیدریه، عبدالله و محسن احد نژاد روشنی (۱۳۸۸)، بررسی و تحلیل توزیع فضایی و مکان‌یابی فضاهای آموزشی با استفاده از منطق فازی و GIS مدارس ابتدایی منطقه ۲ شهر زنجان، همایش ژئوماتیک.
- ۴- زبردست، اسفندیار (۱۳۸۴)، کاربرد فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، مجله‌ی دانشکده‌هنرهای-زیبا، شماره ۱۰.
- ۵- زمانی، وحید (۱۳۸۸)، مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی در شهر قم با استفاده از روش تحلیل چند معیاره ANP، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۶- صالحی، رحمان و منصور رضا علی (۱۳۸۴)، ساماندهی فضایی مکان‌های آموزشی (مقطع متوسطه) شهر زنجان به کمک GIS، پژوهش‌های جغرافیایی، دوره ۳۷، شماره ۵۲.
- ۷- صیامی، قدیر و طاهره آخشینی (۱۳۹۱)، مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی با بهره‌گیری از الگوریتم فازی و مدل AHP مبتنی بر GIS (مطالعه موردی: منطقه ۹ شهرداری مشهد)، مجله جغرافیا و توسعه‌ی شهری، سال اول، شماره ۲.
- ۸- علیزاده طباطبایی، سید محسن، محمدعلی نصیری و فرود لطفی (۱۳۹۱)، بررسی روش انتخاب سیستم‌های حمل و نقل عمومی با استفاده از روش (AHP)، دوازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل. تهران.
- ۹- فرج‌زاده، منوچهر و هوشنگ سرور (۱۳۸۱)، مکان‌یابی مراکز آموزشی مقطع راهنمایی منطقه ۷ تهران، تحقیقات جغرافیایی، دوره ۱۷، شماره ۶۷.
- ۱۰- فرهادی، رودابه و علی اکبر پرهیزگار (۱۳۸۱)، چگونگی توزیع و مکان‌یابی فضاهای آموزشی در منطقه ۶ تهران با استفاده از GIS، نشریه‌ی مدرس، دوره ۶، شماره ۲.
- ۱۱- فرید، بداله (۱۳۸۲)، جغرافیا و شهرشناسی، تبریز، انتشارات دانشگاه تبریز، چاپ پنجم.
- ۱۲- قدسی‌پور، سید حسن (۱۳۸۱)، مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، چاپ دهم، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- ۱۳- محمدی، جمال و محمد آقا زیارتی فراهانی (۱۳۸۶)، کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در مکان‌گزینی کاربری اراضی شهری (مطالعه موردی: مراکز آموزشی شهر بابلسر)، کنفرانس GIS شهری، دانشگاه شمال.

۱۴- مشکینی، ابوالفضل، محسن حاصل طلب، یاپنگ غراوی بای و محمد علوی (۱۳۹۰)، تعیین موقعیت بهینه فضا - مکانی پارکینگ های طبقاتی با رویکرد MCDM-GIS (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهرداری تهران)، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۱۳ ی.

۱۵- مشکینی، عبدالرضا (۱۳۸۸)، مکان یابی پارکینگهای عمومی در کلانشهرها (نمونه موردی منطقه ۳ شهر تهران)، پایان نامه ی کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

۱۶- مصطفوی، حسن (۱۳۹۲)، پایاننامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری، "بررسی روش ها و سیستم های حمل و نقل و توزیع کالاهای وارداتی به ایران"، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۱۷- معاونت عمرانی دفتر حمل و نقل و دبیرخانه شورای عالی همانگی ترافیک شهرهای کشور، "راهنمای ایستگاه های سیستم اتوبوس رانی" (1386)

۱۸- موسوی، عنایت الله (۱۳۸۴)، نقش عوامل جغرافیایی در توسعه کالبدی و فیزیکی شهر ایذه، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی

۱۹- مهندسین مشاور آبان (۱۳۷۶)، طرح جامع و تفصیلی شهر ایذه.

۲۰- مهندسین مشاور پارس ویستا (۱۳۸۰)، سرانه کاربریهای خدمات شهری (جلد اول- مطالعات نظری و تجارب جهانی) انتشارات سازمان شهرداری های کشور، چاپ اول.

۲۱- مهندسین مشاور مآب (۱۳۸۸)، طرح جامع و تفصیلی شهر ایذه.

22-Manlun, Yang (2003), Suitability Analysis of Urban Green Space System Based on GIS, ITC. May, A. (1996), Information Technology in Urban Planning, Rutledge, London.

23-Neiln Eldin and K.A.Eldrandaly (2007), a computer-aided system for site selection of major capital investment, international conference e-design in architecture Dhahran, Saudi Arabia.

24-Schmitz g (1999), Global competition and local cooperation: success and failure in the Sinus Valley, Brazil, World Development, 27:1627- 1650.

25-Sung Bong and Kihan and Dong Sun and Joe Hyun (2005), Development of the feasibility model for adding new railroad station using AHP technique, Journal of the eastern Asia society for transportation studies, volume6.

26-Yang. L And Lee. H (2008), an AHP decision model for facility location selection, Journal of the Facilities volume 15.