کاربرد منطق فازی و الگوریتم جست‌وجوی ممنوعه (TS) در زمینه حل مسئله هاب به‌منظور مکان‌یابی بازارهای روز

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۰۸/۲۱ تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۰۱/۲۰/ ۹۹

غلامعلی خمر* (استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زابل)
زهرا سیدی (کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زابل)
فاطمه وظیفه‌جو (کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زابل)

چکیده

انتخاب نقاط مستعد به‌منظور ایجاد بازارهای روز محله، به‌عنوان واحدی خدماتی، یکی از وظایف خطیر برنامه‌ریزان شهری در زمینه علوم مکان‌یابی هست، که از سویی با تسهیل دسترسی‌های شهری و از سوی دیگر با کنترل ترافیک شهری ارتباط دارد. هدف پژوهش حاضر مکان‌یابی بازارهای روز محله در شهر زابل در راستای توزیع مناسب بازارهای روز به‌منظور تسهیل دسترسی و بهبود تقاضای سفر درون‌شهری می‌باشد. روش تحقیق پژوهش حاضر توصیفی – تحلیلی است. در این تحقیق در مرحله نخست کار، اقدام به شناسایی و بررسی عوامل مثبت و منفی مؤثر بر مکان‌یابی پرداخته شد. سپس از طی کردن مراحل جمع‌آوری داده‌ها، تهیه لایه اطلاعاتی، طبقه‌بندی و ارزش‌گذاری درونی لایه‌ها و وزن‌دهی و همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از افزونه الحاقی منطق فازی در محیط GIS شده و به اولویت‌بندی زمین‌های شهر زابل برای ایجاد بازارهای روز محله پرداخته شد و در نهایت ۶ نقطه مساعد به‌منظور مکان‌یابی بازارهای روز شناسایی شد. در ادامه با توجه به ویژگی‌های مربوط به هرکدام از نقاط انتخابی و محاسبه میزان دسترسی هرکدام از محله‌های چهل‌گانه شهر زابل نسبت به این نقاط از الگوریتم جست‌وجوی ممنوعه در زمینه حل مسئله مکان‌یابی هاب استفاده نمودیم. در نتیجه نرم‌افزار با تکرار ۱۰۰ و با وزن نهایی ۵۳۱ و در بازه زمانی ۱۱ ثانیه بهترین جواب ممکن را ارائه کرد. یافته‌های الگوریتم حاکی از آن است که به ترتیب نقاط ۲،۱، ۴ و ۵ مناسب‌ترین نقاط به‌منظور مکان‌یابی بازارهای روز می‌باشد. نقاط ۳ و ۶ نسبت به نقاط انتخابی نرم‌افزار، به علت محدودیت‌هایی مانند شکل پراکنش محلات شهر، تراکم کم‌تر جمعیت و دسترسی‌های محدودتر در مجموعه انتخابی قرار نگرفت.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، بازار روز، شهر زابل، منطق فازی، الگوریتم جست‌وجوی ممنوعه، مسئله هاب.

* نویسنده رابط: ah.khammar@gmail.com

مقدمه

۱-۱ طرح مسئله

افراد، خانوارها و مؤسسات برای رفع نیازهای خود خریدار کالاهای مصرفی و تجهیزاتی هستند که به‌وسیله واحدهای دیگری تولید و عرضه می‌شود. توزیع کالا جز در موارد استثنایی (فروش مستقیم از تولید به مصرف) مراحل مختلفی را دست‌کم در سطح تجارت عمده یا نیمه عمده و جزء طی می‌کند. این سلسله‌مراتب توزیعی، تابعی از سلسله‌مراتب شهری است (پورمحمدی:۹۷:۱۳۸۲). ازجمله خدمات شهری که به‌موجب قانون شهرداری‌ها ارائه آن به عهده مدیریت شهری است، ایجاد بازارهای روز محله و میدان‌ها میوه و تره‌بار به‌منظور عرضه سریع و مناسب مایحتاج روزانه‌ی شهروندان می‌باشد. (خواجه ارزانی،۱۱:۱۳۸۴).

شهرها با هر نقش و وظیفه‌ای که دارا باشند، نمی‌توانند دور از فعالیت‌های تجاری و بازرگانی قرار گیرند. شهر پایگاه اصلی تمدن انسانی و تبلور ذهنی و فنّاورانه بشر است. مطالعه سطوح و رشد شهرنشینی منعکس‌کننده این واقعیت است که رشد جمعیت شهری به‌سرعت در حال افزایش است (سیف‌الدینی، ۷۵:۱۳۷۸). با رشد سریع جمعیت جهان و تمرکز آن در شهرها، مفهوم توسعه پایدار شهری، به‌عنوان مؤلفه اساسی تأثیرگذار بر چشم‌انداز بلندمدت جوامع انسانی مطرح گردید (آکلیر[1]، ۱۹۹۷: ۱۲). امروزه ضرورت توجه به مقوله توسعه پایدار شهری بیشتر از هر زمان دیگری بر برنامه‌ریزان شهری هویداست؛ چراکه مرگ برنامه‌ریزی شهری سنتی در سال‌های اخیر بارها اعلام‌شده است (کاووسی و مکانیکی:۲:۱۳۹۲). ایجاد بازارهای روز و محلی نمونه بارزی از فعالیت‌های تجاری هستند که از زمان‌های گذشته نیز وجود داشتند؛ تمرکز فعالیت‌های تجاری در این بازارها سبب توزیع و مبادله‌ی سریع کالاها می‌شد. ایجاد بازارهای روز درواقع تمرکز بخشیدن به فعالیت‌های تجاری-خدماتی است که این تمرکز باعث سهولت دسترسی مصرف‌کنندگان، صرفه‌جویی در وقت و افزایش قدرت خرید آن‌ها، ارتباط مستقیم تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، تعدیل قیمت‌ها، ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا، حذف واسطه‌گری‌های غیراصولی و تقویت روابط محله‌ای می‌شود (تقوایی و همکاران: ۱۰۰،۱۳۸۸).

بازار روز محله از عمده‌ترین بخش‌های شهری محسوب می‌گردد؛ زیرا بحث تهیه مایحتاج روزانه و هفتگی در کمترین زمان ممکن، از دغدغه‌های اصلی خانوارها به شمار می‌رود. در صورت مکان‌یابی صحیح بازار روز محله در تمام محلات شهری می‌توان به کاهش حجم سفرهای درون‌شهری و کاهش مصرف سوخت و در نهایت توسعه پایدار شهری رسید. هدف این پژوهش

[1] - Auclair

این است که با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی و منطق فازی در سامانه اطلاعات جغرافیایی، به تجزیه‌وتحلیل و مکان‌یابی بهینه بازار روز در شهر زابل، در راستای توزیع مناسب بازارهای روز و بهبود تقاضای سفر پرداخته شود. آثار این مکان‌یابی عبارت‌اند از: بهبود تقاضای سفر با توجه به کاهش زمان، مسافت و هزینه، کاهش مصرف سوخت و انرژی و درنتیجه جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست شهری، رضایت شهروندان در توزیع فضایی مناسب کاربری تجاری محله در تمامی شهر، افزایش تسهیلات و خدمات عمومی، تقویت هویت محله‌ای، اعتلای کیفیت کاربری‌های ناسازگار، دسترسی تمام گروه‌ها به تسهیلات مورد نیاز و توزیع منافع حاصل از آن به‌طور برابر برای گروه‌های مختلف اجتماعی؛ بنابراین پژوهش حاضر به دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال می‌باشد: مکان‌های بهینه برای بازار روز در شهر زابل کجا می‌باشد؟

۱-۲ اهداف

فراهم نمودن دسترسی مناسب شهروندان شهر زابل به بازارهای روز و تأمین نیازهای آن‌ها در سطح محله، هدف اصلی این تحقیق است که اثرات آن عبارت‌اند از: افزایش رفاه حال شهروندان و تحقق عدالت اجتماعی، کاهش سفرهای درون‌شهری، کاهش ترافیک، صرفه‌جویی در وقت و هزینه‌ی مصرف‌کنندگان، تقویت روابط محله‌ای و غیره.

۱-۳ پیشینه تحقیق

در زمینه مکان‌یابی بازارهای روز محله تحقیقات محدودی صورت گرفته است که از میان آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

سهیلی زاده و فیلی (۱۳۹۰) در مقاله‌ای با عنوان «مکان‌یابی بازارهای روز شهری به روش جایابی چند تسهیلاتی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP به‌منظور مدیریت بهینه حمل‌ونقل شهری» با ارائه یک متدولوژی بسیار کارا با توجه به معیارهای لازم در جایابی این‌گونه بازارها با روش جایابی چند تسهیلاتی (Multifacility Location Problems) به‌گزینش منطقه بهینه پرداخته‌اند. همچنین به کمک روش AHP که در نرم‌افزار Expert choice عملی می‌شود بعد از تعیین سطوح سلسله مراتبی شامل هدف معیارها زیرمعیارها و گزینه‌ها مقایسه زوجی بین این سطوح را برای وزن‌دهی انجام داده‌اند و درنهایت از بین مناطق مجاز جهت احداث بهترین گزینه را انتخاب کرده‌اند. پس از وزن‌دهی پارامترها در این نرم‌افزار منطقه دو به‌عنوان منطقه بهینه برای احداث بازار روز شهری با ضریب اولویت ۰/۴۲۴ انتخاب گردید در پایان دو روش پیشنهادی مقایسه و استنباط گردید که روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP می‌تواند نتایج بهتری را در برداشته باشد.

شیخ بیگلو و همکاران (۱۳۹۱) در مقاله‌ای با عنوان «برنامه‌ریزی و مکان‌یابی بازارهای روز در مناطق شهری، مطالعه موردی: مناطق ۳ و ۴ شهر تبریز» برای فراهم نمودن دسترسی مناسب شهروندان مناطق ۳ و ۴ شهر تبریز به بازارهای روز محله‌ای، تعداد بازارهای روز مورد نیاز را برآورد کرده‌اند. در این پژوهش برای مکان‌یابی بازارها، کلیه اراضی بایر و فاقد کاربری در مناطق ۳ و ۴ مشخص گردید؛ ولیکن بامنظور کردن آستانه‌ی جمعیتی مذکور، اراضی بایر با مساحت ۶۰۰۰ مترمربع، مدنظر قرار گرفت. این اراضی با استفاده از ARC View تعیین گردیده که ۱۰۴ قطعه زمین است. پس از غربال‌گری اولیه، اراضی انتخابی با استفاده از AHP و بهره‌گیری از نرم‌افزار Expert Choice و بر اساس معیارهای اندازه (مساحت زمین)، شیب، شکل زمین، دسترسی، تراکم جمعیت، پتانسیل پارکینگ، سازگاری و قیمت زمین مورد تحلیل مقایسه‌ای و رتبه‌بندی قرار گرفتند و درنهایت پس از منطقه‌بندی قراردادی محدوده‌ی موردمطالعه، تعداد ۲۰ قطعه زمین جهت احداث بازار روز مشخص گردیده است.

کاووسی و مکانیکی (۱۳۹۲) در مقاله‌ای تحت عنوان «مکان‌یابی بهینه بازارهای روز با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی در سامانه اطلاعات جغرافیایی نمونه موردی: شهر بیرجند» با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی به اولویت‌بندی زمین‌های شهر بیرجند برای ایجاد بازارهای روز محله پرداخته‌اند و درنهایت زمین‌های این شهر را به پنج دسته خیلی مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و خیلی مناسب تقسیم‌بندی کرده و نتیجه را در قالب یک نقشه به نمایش گذاشته‌اند.

در اواخر دهه ۱۹۹۰ در موسسه آموزشی اشتغال (ETI) در دانشگاه ویسکانی-میلواکی، نسبت به مکان‌یابی بازارهای روز محلی اقدام شد که ضمن آن، قدرت خرید محلات کم‌درآمد و پرتراکم نواحی مرکزی شهر با محلات پردرآمد ارزیابی شد و این نتیجه حاصل شد که علی‌رغم تمایل خرده‌فروشان برای استقرار در نواحی پردرآمد، محلات کم‌درآمد و پرتراکم، مصرف بیشتر و درنتیجه منافع اقتصادی افزون‌تری را موجب می‌شوند (وانگ و همکاران[1]، ۲۰۰۴: ۸۳).

در سال‌های اخیر، کارایی شیوه‌های عرضه میوه و تره‌بار به شهروندان از برنامه‌های مهم در هندوستان بوده است؛ ازاین‌رو احداث میدان‌های میوه و تره‌بار موردتوجه قرار گرفت. این برنامه در مرحله اول در شهرهای بزرگ مانند احمدآباد و کلکته به اجرا درآمد. در این راستا تحلیل‌هایی جامع پیرامون تقاضای محلی، دسترسی مناسب و زیرساخت‌های حمل‌ونقل، پتانسیل فروش و غیره صورت پذیرفت (گاندی و همکاران[2]، ۲۰۰۶، ۱-۲).

تاکنون در زمینه مکان‌یابی کاربری‌ها پژوهش‌های زیادی انجام شده است ولی در این تحقیق

[1] - Wang. Et al
[2] - Gandi. Et al

برای اولین بار و با یک روش کار جدید اقدام به امر مکان‌یابی کاربری با استفاده از ترکیبی از روش‌های موجود و الگوریتم فرا ابتکاری کرده‌ام. در واقع نقطه قوت این تحقیق استفاده از روش کار مکان‌یابی هاب در زمینه مسائل شهری و با لحاظ کردن شاخص‌های مختلفی مانند، پخشایش بهینه، کاهش زمان دسترسی، صرفه جویی در سرمایه‌گذاری و در نهایت کسب رضایت شهروندان می‌باشد.

۱–۴ مبانی نظری

۱–۵ بازارهای روز

بازار روز محله مکانی است معین که برای تسهیل در امر تهیه و توزیع میوه و تره‌بار و فرآورده‌های کشاورزی اختصاص می‌یابد. پیش‌بینی و برنامه‌ریزی برای این بازارها و مکان گزینی مطلوب آن‌ها (به‌ویژه در سطح محله) بسیاری از مشکلات شهری را حل خواهد کرد (خواجه ارزانی، ۱۱:۱۳۸۴). مکان‌یابی بازارهای روز با توجه به ویژگی‌های فضایی-مکانی باید با در نظر گرفتن معیارهای خصوصیات زمین، مرکزیت، سلسله‌مراتب، دسترسی، سازگاری، تأسیسات زیر بنایی و آینده‌نگری صورت بگیرد. در زمینه معیارهای اقتصادی نیز باید عواملی همچون قیمت زمین، پتانسیل فروش و کاربری‌های اطراف را مدنظر قرارداد (شیخ بیگلو و همکاران،۱۰۹:۱۳۹۱).

۱–۵–۱ وسعت زمین

وسعت و زمین یکی از عوامل مؤثر در مکان‌یابی مراکز تجاری است؛ چراکه مکان موردنظر باید ازلحاظ مساحت، تأمین‌کننده‌ی نیاز جمعیت موجود و آینده باشد. آستانه‌های جمعیتی که برای تأسیس مراکز خرید محله‌ای و بازارهای روز میوه و تره‌بار لازم است، بر روی مساحت تأثیر می‌گذارد (سعیدنیا، ۵۳:۱۳۷۸). این آستانه جمعیتی در منابع مختلف، بسیار متنوع است. در جدول استاندارد واحدهای تجاری خرید روزانه-هفتگی در مقیاس محله، جمعیت خدمات دهنده بین ۲۵۰۰ تا ۴۰۰۰ نفر تعیین‌شده است (حبیبی و مسائلی، ۱۷:۱۳۷۸).

۱–۵–۲دسترسی

سیرکولاسیون، دسترسی و ارتباط، پیش‌شرط‌های اساسی زندگی شهری به شمار می‌روند (مسدن و همکاران[1]، ۲۰۰۲، ۱۳۳). دسترسی، به نزدیکی و مجاورت نسبی یک مکان نسبت به

[1] - Madsen. et al

مکان دیگر اطلاق می‌شود (پولار[1]، ۱۹۹۵: ۴۲۱). یک مرکز خرید به سبب آنکه مورداستفاده عموم مردم یک شهر، منطقه یا محله قرار می‌گیرد، باید ازنظر دسترسی موردبررسی قرار گیرد. آنچه در این مبحث حائز اهمیت است، سهولت و سرعت دسترسی می‌باشد. یعنی در مطالعات اقتصادی مربوط به دسترسی مرکز خرید باید به این نکته توجه نمود که مرکز خرید در آن قرار می‌گیرد به چه طریقی با نقاط مختلف شهر ارتباط برقرار می‌کند و اینکه این ارتباط با سهولت و سرعت انجام می‌شود یا خیر (شیرازیان و همکاران، ۳۳:۱۳۷۳).

۱-۵-۳ مرکزیت

ازآنجاکه فلسفه وجودی بازارهای روز تأمین تقاضای ساکنین محله هست و این تقاضا از نوع روزانه و ضروری است، بهتر است که مراکز تأمین‌کننده کالاها در یکجا متمرکز گردد؛ به‌شرط این‌که به یک عامل مزاحم برای ساکنین تبدیل نشود. منطق ریاضی حکم می‌کند که برای دسترسی برابر اهالی یک ناحیه، بهترین مکان مرکز ناحیه می‌باشد (تقوایی و همکاران، ۱۰۹:۱۳۸۸). جهت مقایسه نواحی ازنظر معیار مرکزیت، در نقشه‌های نواحی شهری زابل، به دور هر یک از مراکز نواحی یک buffer ترسیم گردید؛ نزدیکی به مرکز هندسی ناحیه، مبنای کسب امتیاز بیشتری قرار گرفت.

۱-۵-۴ سازگاری کاربری‌ها

برخی از کاربری‌ها به دلیل ماهیت عملکردی‌شان نمی‌توانند در مجاورت بازار روز قرار گیرند. بنابراین مطالعات مربوط به سازگاری باهدف جلوگیری از مزاحمت و تداخل فعالیت کاربری‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. برای تعیین میزان سازگاری یا ناسازگاری بین دو کاربری باید مشخصات و نیازهای هر کاربری را جهت انجام فعالیت عادی آن تعیین و سپس با مقایسه‌ی این مشخصات، موارد توافق و عدم توافق را مشخص نمود. چنانچه مشخصات به‌دست‌آمده با یکدیگر مساوی یا نزدیک باشد سازگارند و در غیر این صورت ممکن است کاملاً ناسازگار باشند (رضویان، ۲۴۳:۱۳۸۱).

۱-۵-۵ فرایند تحلیل سلسله مراتبی

مدل تحلیل سلسله مراتبی یکی از مدل‌هایی است که در قالب سیستم اطلاعات جغرافیایی از سال ۱۳۸۰ مطرح‌شده است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی جهت استخراج

[1] - Pooler

مقیاس‌های نسبی از مقایسه زوجی داده‌های گسسته و پیوسته به کار می‌رود. این مقایسه‌ها ممکن است برای اندازه‌گیری واقعی به کار رود یا این‌که نشان‌دهنده وضع نسبی ترجیحات باشد (ساتی[1]، ۴۱۵:۲۰۰۴). روش ارزیابی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی جزو روش‌های ارزیابی چند معیاری است، این مدل ترکیبی از مدل مقایسه‌های زوجی و مدل موریس است که برای سطح‌بندی، درجه‌بندی، تعیین مکان بهینه و... در ناحیه جغرافیایی قابل‌استفاده است (آسایش و استعلاجی،۱۳۸۲). با استفاده از این مدل به وزن‌دهی درونی و بینابین داده‌ها پرداخته سپس رتبه‌بندی مربوطه استخراج می‌گردد. وزن داده‌شده، به‌صورت یک عدد در ارزیابی دخالت داده می‌شود که این عدد بیانگر اهمیت نسبی آن نسبت به سایر معیارها است. معمولاً وزن‌ها به صورتی که مجموع آن‌ها برابر یک شود نرمالیزه می‌شود. یکی از مزایای این روش محاسبه نرخ ناسازگاری بوده که با مشخص شدن آن امکان تجدیدنظر در قضاوت‌ها به وجود می‌آید. باید نسبت به سازگاری قبل از به‌کارگیری وزن‌ها اطمینان حاصل کرد و نرخ ناسازگاری محاسبه شود که چنان چه این مقدار کمتر از ۰,۱ باشد سازگاری قابل‌قبول و در غیر این صورت برعکس می‌باشد (عظیمی حسینی و همکاران، ۷۳:۱۳۸۹).

۱-۵-۶ مدل منطق فازی

مدل منطق فازی تعمیمی از نظریه کلاسیک مجموعه‌ها در علم ریاضیات است و روشی نوین جهت بیان عدم قطعیت‌ها و ابهامات روزمره می‌باشد. مجموعه‌های فازی از طریق تابع عضویت تعریف می‌شوند. برای هر مجموعه فازی عددی بین صفر تا یک وجود دارد که صفر عدم عضویت کامل و یک کامل را نشان می‌دهد. ابزار کار مدل فازی با استفاده از عملگرهای مختلف صورت می‌گیرد. یکی از عملگرهای مهم مدل منطق فازی، عملگر ضرب جبری فازی (Fuzzy Product) می‌باشد که با استفاده از آن ترکیب لایه‌ها صورت می‌گیرد. در این اپراتور تمامی لایه‌های اطلاعاتی در هم ضرب شده و در لایه خروجی اعداد به سمت صفر میل می‌کنند. که این روند ناشی از ضرب چندین عدد کمتر از ۱ می‌باشد. درنتیجه تعداد پیکسل کمتری در کلاس خیلی خوب قرار می‌گیرد. در عملگر جمع جبر فازی (Fuzzy Sum) نتیجه همیشه بزرگ‌تر یا مساوی بزرگ‌ترین مقدار عضویت فازی در لایه می‌باشد. به همین دلیل در نقشه خروجی برخلاف عملگر ضرب جبری فازی ارزش پیکسل به سمت یک میل می‌کند. درنتیجه تعداد پیکسل بیشتری در کلاس خیلی خوب قرار می‌گیرد. فرمول مربوط به عملگر ضرب و جمع فازی به ترتیب به‌صورت روابط (۱) و (۲) تعریف می‌شوند.

[1] - Sati

رابطه (۱)

$$\mu_{combination} = \prod_{i=1}^{n} \mu_i$$

که در آن $\mu_{combination}$ لایه حاصل از حداقل سازی μ_i لایه فازی و $i=1,2,3,\ldots,n$ تعداد نقشه ترکیب‌شونده را نشان می‌دهد.

رابطه (۲)

$$\mu_{combination} = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - \mu_i)$$

که در آن $\mu_{combination}$ لایه حاصل از حداکثر سازی، μ_i لایه فازی و $i=1,2,3,\ldots,n$ تعداد نقشه‌های ترکیب‌شونده را نشان می‌دهد. در این عملگر ابتدا ۱ را از هر یک از لایه‌های فازی کم کرده و سپس تمامی لایه‌ها در هم ضرب می‌شوند. بعدازاین مراحل مجدداً عدد ۱ را از لایه نهایی کم کرده تا لایه جمع جبری فازی ایجاد شود.

برای تعدیل حساسیت خیلی بالای عملگر ضرب فازی و حساسیت خیلی عملگر جمع فازی، عملگر دیگری به نام گامای فازی (Fuzzy Gamma) معرفی‌شده است. که حاصل‌ضرب و جمع فازی می‌باشد. این عملگر برحسب حاصل‌ضرب جبری فازی و حاصل جمع جبری فازی بر اساس رابطه (۳) تعریف می‌شود.

رابطه (۳)

$$\mu_{combination} = (\text{Fuzzy Algebraic Sum})^{\gamma} (\text{Fuzzy Algebraic Product})^{1-\gamma}$$

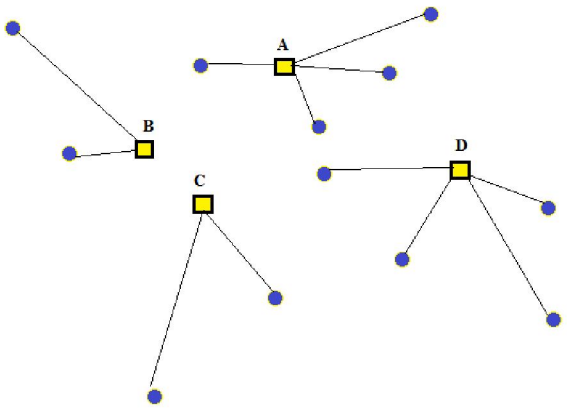
که در آن $\mu_{combination}$ لایه حاصل از گاما فازی و γ پارامتر تعیین‌شده در محدوده صفر و یک است. وقتی γ برابر با ۱ باشد ترکیبی که اعمال می‌شود همان جمع جبر فازی و زمانی که γ برابر صفر باشد ترکیب، برابر ضرب جبری فازی است. انتخاب صحیح γ مقادیری در خروجی ایجاد می‌کند که با اثر افزایشی جمع جبری و اثر کاهشی ضرب جبری فازی سازگاری دارد.

در این تحقیق ۵ شاخص جهت ارزیابی تناسب زمین مورداستفاده قرارگرفته است که در این رابطه جهت انجام فرایند فازی سازی برای استاندارد کردن لایه‌ها و تعیین توابع فازی ابتدا لازم است که تمامی لایه‌ها در محیط GIS سازمان‌دهی شوند. به همین ترتیب تمام لایه‌ها با مقیاس و سیستم مختصات مشترک گردآوری‌شده‌اند. برای آماده‌سازی و استانداردسازی لایه‌ها بر اساس منطق فازی از نرم‌افزار ARC GIS 10 استفاده‌شده و برای مدل‌سازی ابزار Raster calculator در تحلیل‌گر Spatial analyst به کار گرفته‌شده است.

۱-۵-۷ مسأله مکان‌یابی هاب

تحقیقات راجع به مکان‌یابی هاب(Hub location) در طول دو دهه اخیر جایگاه مهمی در زمینه مکان‌یابی به خود اختصاص داده‌است، این امر در نتیجه‌ی استفاده‌ی فراوان از شبکه‌های هاب در حمل‌ونقل و ارتباطات مدرن بوده است. این سیستم بجای ارتباط مستقیم بین هر مبدا- مقصد، شبکه‌ی هاب با مجموعه‌ی کوچکی از ارتباطات بین مبداها مقصدها و هاب و بین هر جفتی از هاب‌ها خدمت ارائه می‌دهد. (چهارسوقی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱و۲)

در واقع هاب‌ها تسهیلات ویژه‌ای هستند که به عنوان نقاط تعویض، انتقال و طبقه‌بندی در بسیاری از سیستم‌های توزیع به کار گرفته می‌شوند. تسهیلات هاب به جای خدمت‌رسانی هر جفت مبدأ-مقصد، جریان‌ها را به منظور استفاده از صرفه‌جویی‌های اقتصادی ناشی از آن متمرکز می‌نمایند. جریان‌ها از مبدأ یکسان با مقصدهای مختلف روی مسیرشان به یک هاب ترکیب‌شده و با جریان‌هایی که مبدأهای متفاوتی دارند امّا مقصدشان یکسان است ترکیب می‌شوند. یکی سازی بر روی مسیر مبدأ تا هاب و از هاب تا مقصد و نیز بین هابها صورت می‌گیرد. در مسائل مکان‌یابی هاب جریان‌های بین مقصدها و مبداها بیانگر تقاضا هستند و تسهیلات هاب به عنوان نقاط ارتباط یا یکپارچه‌سازی عمل می‌کنند (کامپبل[1]، ۲۰۰۳: ۱۲۱).



شکل ۱: هاب‌های چهارگانه، نقاط مبدا و یال‌های مرتبط کننده آن‌ها

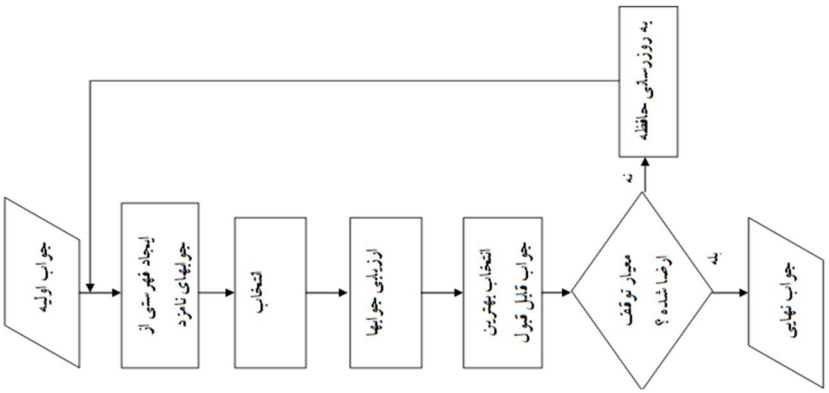
۱-۵-۸ الگوریتم جست‌وجوی ممنوعه

الگوریتم جست‌وجوی ممنوعه (TS[2]) یک استراتژی جستجوی حافظه‌ای می‌باشد که برای اولین بار توسط گلوور در سال ۱۹۸۶ مطرح‌شده است. این الگوریتم تقریباً مانند الگوریتم‌های جستجوی محلی کار می‌کند با این تفاوت که برای جلوگیری از دور تسلسل در جواب‌ها و

[1] - Campbell
[2] - Tabu Search

افتادن در دام جواب‌های بهینه محلی، از مفهومی به نام فهرست ممنوع استفاده می‌کند. در این الگوریتم جابجایی از جواب جاری به جواب همسایه امکان‌پذیر زمانی انجام می‌شود که در فهرست تابو قرار نداشته باشد. در غیر این صورت، جواب همسایه دیگری که در ارزیابی جواب‌های همسایه در رده بعدی قرارگرفته است، انتخاب‌شده و جابه‌جایی به آن صورت می‌گیرد.

برای رسیدن به جواب بهینه در یک مسأله بهینه‌سازی، الگوریتم جست‌وجوی ممنوعه ابتدا از یک جواب اولیه شروع حرکت می‌کند. سپس الگوریتم بهترین جواب همسایه را از میان همسایه‌های جواب فعلی انتخاب می‌کند. در صورتی که این جواب در فهرست ممنوعه قرار نداشته باشد، الگوریتم به جواب همسایه حرکت می‌کند؛ در غیر این صورت الگوریتم معیاری به نام معیار تنفس را چک خواهد کرد. براساس معیار تنفس اگر جواب همسایه از بهترین جواب یافت شده تاکنون بهتر باشد، الگوریتم به آن حرکت خواهد کرد، حتی اگر آن جواب در فهرست ممنوعه باشد. شمای کلی مراحل کار الگورتم جست‌وجوی ممنوعه به شرح شکل (۳) است.



شکل ۲: نمودار درختی مربوط به مراحل الگوریتم جست‌وجوی ممنوعه(TS)

لازم به ذکر است که روند به روز رسانی حافظه الگوریتم تا زمان برقراری شرط توقف که شامل تعداد تکرار مشخص، زمان مشخص، عدم بهبود و همگرایی می‌باشد ادامه خواهد یافت.

۱-۶ مواد و روش تحقیق

روش تحقیق در مقاله حاضر از نوع تحقیقات کاربردی، از نظر ماهیت از نوع تحقیقات توصیفی- تحلیلی در شهر زابل است و از حیث گردآوری اطلاعات ترکیبی از روش‌های اسنادی میدانی است. در مطالعه میدانی ابزار گردآوری اطلاعات با توجه به موضوع تحقیق از مشاهده مستقیم جهت برداشت وضع موجود کاربری‌های شهری و بازارهای روز موجود و تطبیق نهایی با

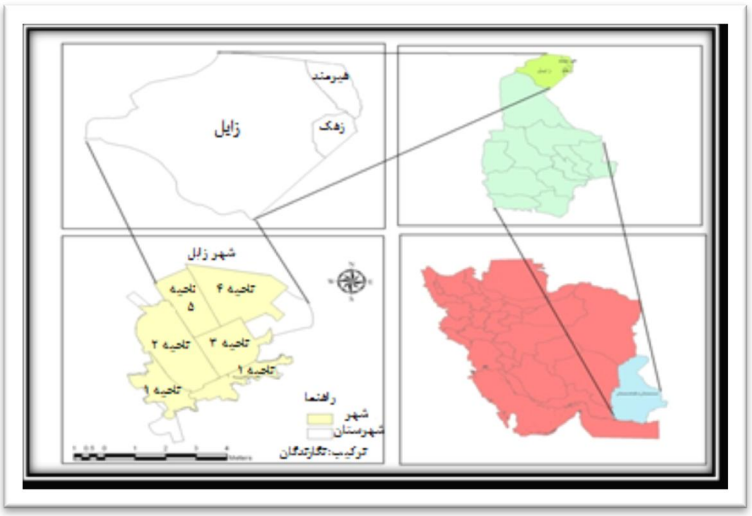
نقشه‌های تفضیلی و وضع موجود شهر زابل و مصاحبه با کارشناسان و شهروندان جهت کسب اطلاعات موردنیاز طبقه‌بندی و ارزش‌گذاری درونی لایه‌ها و وزن‌دهی نهایی استفاده‌شده است. در مطالعه کتابخانه‌ای، اطلاعات موردنیاز شامل اطلاعات آماری شهر زابل، مطالعات قبلی که در این زمینه انجام‌گرفته و همچنین گزارش‌ها، جمع‌آوری و از طریق فیش‌برداری موضوعی طبقه‌بندی گردید. با توجه به رویکرد ترکیبی قابلیت‌های سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی با مدل‌ها و فنون قابل‌استفاده در حل مسائل شهری و به‌ویژه مکان‌یابی بهینه کاربری‌های شهری، تجزیه‌وتحلیل هم بر اساس پارامترها و شاخص‌های موردنیاز برای مکان‌یابی مناسب بازار روز شامل ۱- شامل نزدیکی به مرکز ناحیه، ۲- نزدیکی به دسترسی‌ها، ۳- فاصله مناسب از کاربری‌های آموزشی، ۴- دوری از کاربری‌های ناسازگار، ۵- فاصله مناسب از فضای سبز می‌باشد. برای تهیه نقشه‌های مربوط به مکان‌یابی از منطق فازی در قالب Arc GIS استفاده می‌شود و در ادامه به منظور تدقیق هر چه بهینه‌تر نقاط انتخابی از روش حل مسأله هاب با الگوریتم جستجوی ممنوعه استفاده می‌شود. درنهایت پژوهش حاضر به دنبال پاسخ‌گویی به این فرضیه است که بین مکان استقرار بازار روز در شهر زابل و تقاضای سفر رابطه وجود دارد که در صورت بهبود موقعیت مکانی می‌توانند در وضعیت بهتری قرار بگیرند.

در این پژوهش برای اولین بار سعی شده است که ترکیب بین منطق فازی، Arc GIS و الگوریتم جست و جوی ممنوعه در زمنیه حل مسأله مکان‌یابی هاب را در رابطه با مکان‌یابی مربوط به مسائل جغرافیای انسانی به کار بندیم.

۱-۷ معرفی محدوده مورد مطالعه

شهر زابل مرکز شهرستان زابل است و در مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی قرارگرفته است. وسعت شهر زابل برابر ۲۰۸۴ هکتار است که ۰/۱۳ درصد از وسعت شهرستان را در برمی‌گیرد. زابل در فاصله زمینی ۲۱۰ کیلومتر از زاهدان در جنوب، ۱۵۳۸ کیلومتر از تهران در شمال، ۳۶۶ کیلومتر از بیرجند در شمال غرب و ۸۳۴ کیلومتر از مشهد بوده و بدین طریق با مراکز استان‌های هم‌جوار و سایر نقاط ارتباط می‌یابد. قدمت تمدن و شهرنشینی در منطقه سیستان از قرون و هزاره‌های قبل از میلاد نشأت می‌گیرد، اما قدمت شهر زابل به حدود ۲ تا ۳ قرن پیش می‌رسد. در زمان قاجاریه جهت ایجاد پایگاهی نظامی و سیاسی برای جوابگویی به نیازهای امنیتی و سیاسی، در نزدیکی روستای حسین‌آباد، قلعه نصرت‌آباد به‌عنوان مرکز محلی نظارت حکومت مرکزی در این منطقه و مناطق اطراف بنانهاده شد و پس از پیوستن این دو نقطه به هم روستای بزرگی تشکیل شد که در سال ۱۳۰۷ زابل نامیده شد.

شهر زابل در حال حاضر دارای دو بازار روز در قسمت‌های جنوبی و جنوب غربی خود است و این بازارها از عمده‌ترین بخش‌های اقتصادی این شهر محسوب می‌شوند زیرا این نوع از بازارها به عنوان مکانی برای عرضه محصولات تولیدی و تهیه مایحتاج جمعیت این شهر و روستاهای تابعه نقش قابل ملاحضه‌ای دارد. ولی در سال‌های اخیر با افزایش جمعیت شهر و گسترش شعاع دسترسی روستاهای اطراف کمبود قابل ملاحضه‌ای از لحاظ این نوع از بازارهای شهری حس می‌شود و همین مسأله ضرورت پرداختن به این موضوع را بیش از پیش می‌کند.



شکل ۳- موقعیت شهر زابل در کشور و استان
منبع: طرح جامع، ۱۳۸۵

یافته‌های تحقیق

ابتدا لایه‌های موردنظر شامل وضع موجود و تفضیلی کاربری‌های شهر زابل از سازمان‌ها و مراکز موجود جمع‌آوری گردید و سپس برای تمامی لایه‌ها سیستم مختصات مشخص و یکسان بر اساس سیستم UTM به‌عنوان سیستم مبنا تعریف شد و مراحل مختلف وزن‌دهی و تحلیل انجام گردید.

۱-۸ معیارهای موردمطالعه جهت مکان‌یابی بازارهای روز

اولین قدم در تأسیس هر نوع مرکز تجاری و ازجمله بازارهای روز و میادین میوه و تره‌بار، مکان گزینی آن است که باید نتیجه بررسی عمیق وضع بازار، موقعیت محل، فضاهای مشابه موجود، جمعیت، تأسیسات موردنیاز در آینده، منطقه‌ی تحت نفوذ و سطح زندگی اهالی باشد

(رضویان، ۱۱۵:۱۳۸۱). مکان‌یابی بازارهای روز با توجه به ویژگی‌های فضایی-مکانی باید با در نظر گرفتن معیارهای خصوصیات زمین، مرکزیت، دسترسی، سازگاری، تأسیسات زیربنایی و آینده‌نگری صورت بگیرد. در زمینه معیارهای اقتصادی نیز باید عواملی همچون قیمت زمین، پتانسیل فروش و کاربری‌های اطراف را مدنظر قرارداد (کامران پور، ۲۷:۱۳۷۲). بر این اساس در این تحقیق برای مکان‌یابی بازار روز از لایه‌های اطلاعاتی زیر استفاده‌شده است:

۱. نزدیکی به مرکز ناحیه
۲. نزدیکی به دسترسی‌های ناحیه
۳. فاصله مناسب از کاربری آموزشی
۴. فاصله مناسب از فضای سبز
۵. فاصله مناسب از کاربری‌های ناسازگار (کاربری‌های بهداشتی، اداری، فرهنگی، صنعتی، تأسیسات)

۱-۹ تهیه لایه‌های اطلاعاتی و انجام تحلیل‌های مکانی

در فرآیند مکان‌یابی، تهیه‌ی لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز، اولین مرحله از مراحل عملی تحقیق است که پس از مشخص شدن معیارهای مؤثر در مکان‌یابی، باید لایه اطلاعاتی هر یک از معیارها از روی نقشه پایه شهری استخراج و آماده شوند و برای انجام مراحل بعدی وارد پایگاه داده می‌شوند. این مرحله شامل رقومی سازی، زمین مرجع نمودن لایه‌های اطلاعاتی می‌باشد. تهیه نقشه فاصله از لایه‌های اطلاعاتی و تبدیل نقشه وکتوری کاربری اراضی به فرمت رستری در این مرحله صورت می‌گیرد. در این تحقیق از نقشه‌های وضع موجود و تفضیلی شهر زابل برای استخراج معیارها استفاده‌شده است.

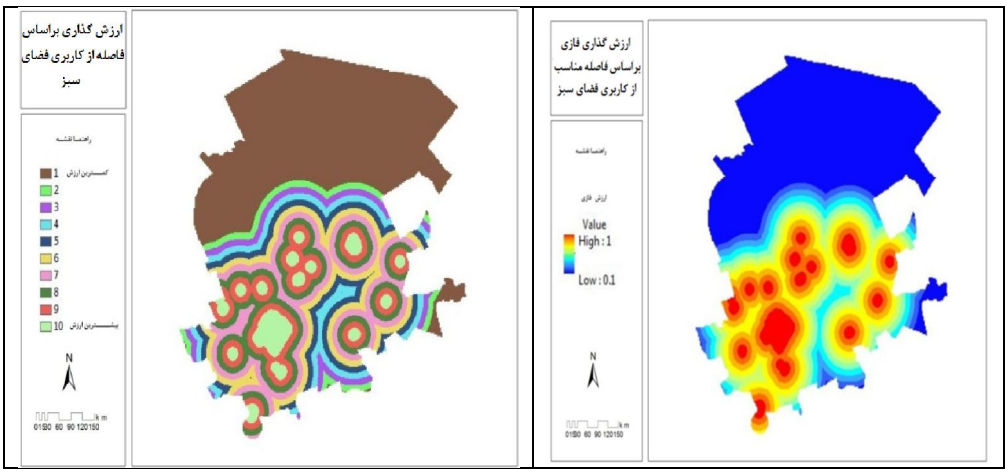
۱-۱۰ ارزش‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی

این مرحله یکی از مراحل اصلی مکان‌یابی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی است. در این مرحله مجموع داده‌ها به‌صورت مجدد طبقه‌بندی می‌شوند و لایه‌ها ارزش‌گذاری می‌شود. در ارزش‌گذاری لایه‌ها ارزشی بین پایین‌ترین و بالاترین ارزش برای هر یک از معیارها در نظر گرفته‌شده است. همچنین در ارزش‌گذاری لایه‌ها از منطق فازی جهت روشن‌تر شدن موضوع در سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده گردیده است.

۱-۱۰-۱ فاصله از فضای سبز

کاربری‌های فضای سبز و ویژگی‌های مربوط به آن با توجه به کاربردی که دارند دارای

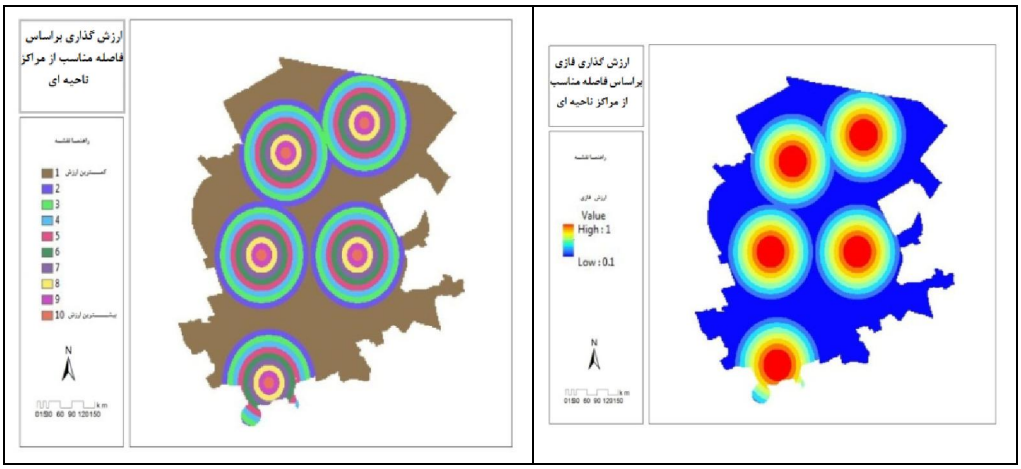
سازگاری بسیار بالایی به منظور استقرار در مجاورت بازارهای روز می‌باشند. نقشه شماره (۴) شکل پراکنش این نوع از کاربری‌ها و حریم مربوط به آن‌ها در سطح شهر را به شکل وکتوری و فازی نشان می‌دهد.



شکل ۴- نقشه ارزش‌گذاری فازی و غیر فازی بر اساس فاصله مناسب از فضای سبز
منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

۱-۱۰-۲ فاصله از مراکز ناحیه ای

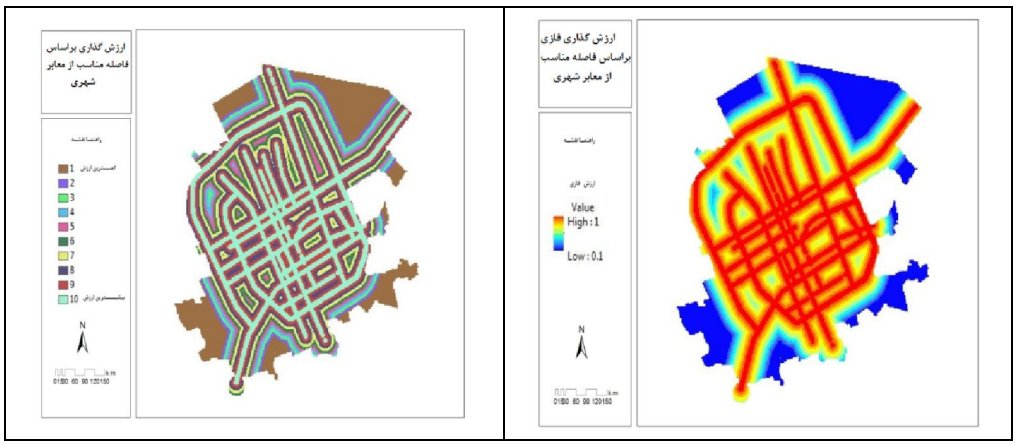
مراکز ناحیه‌ای و شکل پراکنش آن‌ها ارتباط مستقیمی با تراکم جمعیت دارد و جمعیت نیز به نوبه خود یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تأثیر گذار در زمینه مکان‌یابی و احداث بازارهای روز می‌باشد و بدین خاطر نیز در تقسیم اوزان مربوط به کاربری‌های تأثیرگذار، بالاترین وزن را به خود اختصاص می‌دهد. شکل شماره (۵) نقشه حریم مربوط به پراکنش مراکز ناحیه‌ای را به شکل وکتوری نشان می‌دهد. در این شکل، از نقشه فازی این نوع از کاربری‌ها نیز به منظور تدقیق هر چه بیشتر مرزهای بین نواحی استفاده شده است.



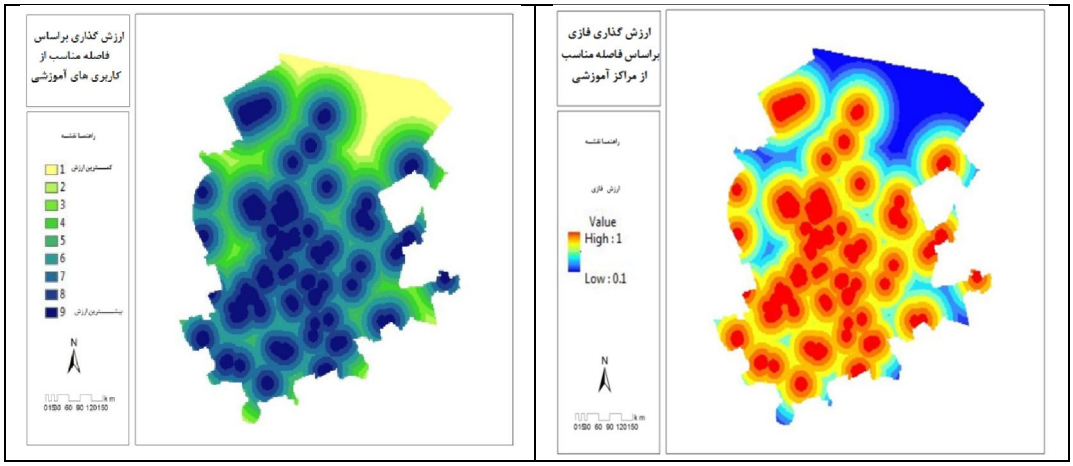
شکل ۵- نقشه ارزش‌گذاری فازی و غیر فازی بر اساس فاصله مناسب از مراکز ناحیه
منبع، یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

۱-۱۰-۳ دسترسی به راه‌های اصلی

یکی از عناصر تأثیرگذار در زمینه سهولت دسترسی به بازارهای روز مسأله معابر شهری است. راه‌های اصلی درون شهری و سطح خدمات حمل و نقل ارائه شده در این راه‌ها با پیوندی که بین مناطق و حتی محلات مختلف شهری ایجاد می‌کند یکی از کاربردی‌ترین شاخص‌ها در زمینه رونق و گسترش بازارهای روز می‌باشد. شکل (۶) زنجیره‌ای از راه‌های اصلی درون شهری درون شهری زابل به همراه حریم‌های مربوطه را در دو ساختار وکتوری و فازی نشان می‌دهد.

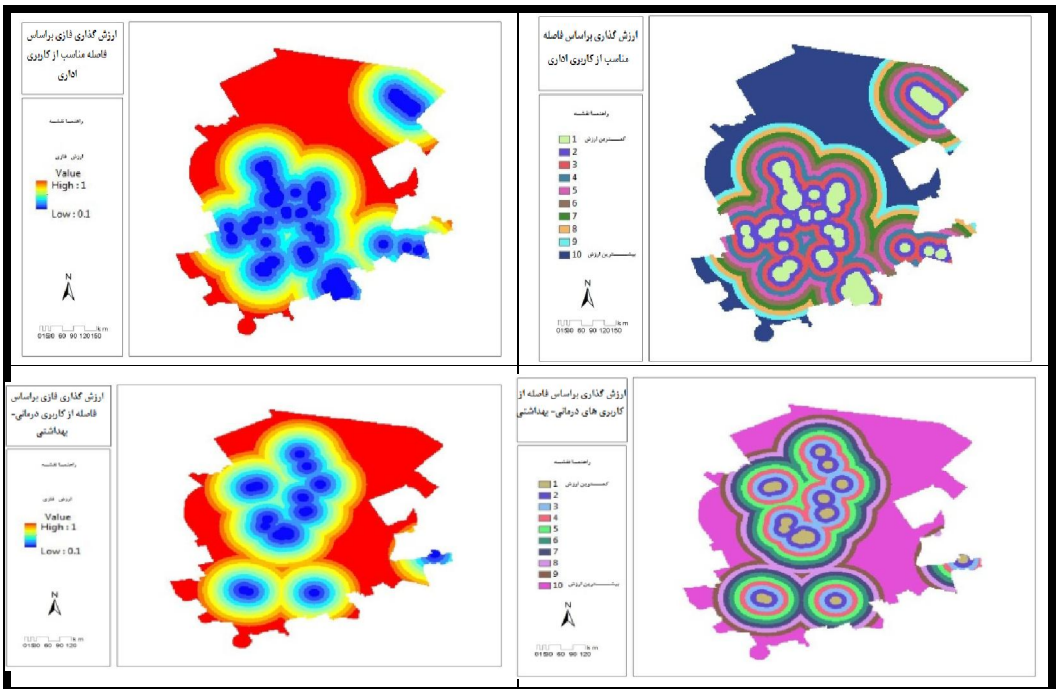


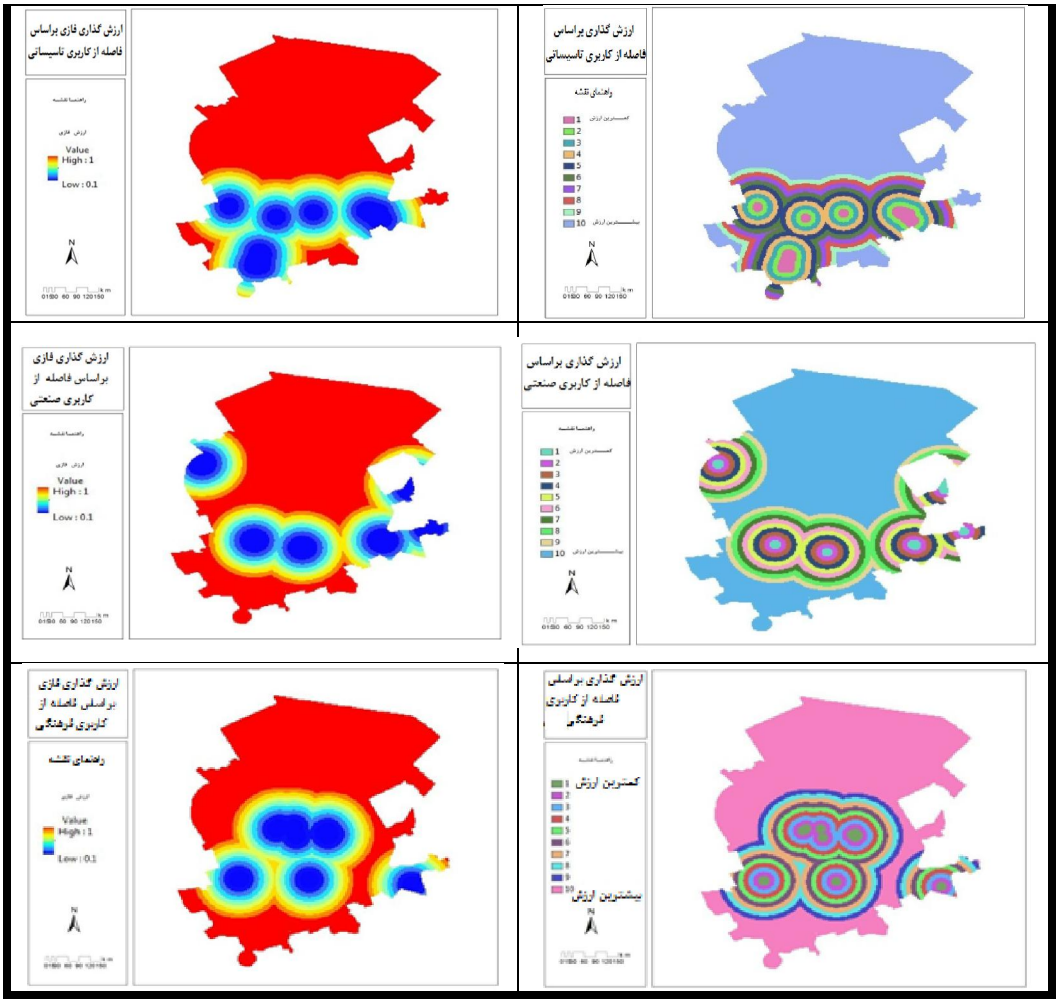
شکل ۶- نقشه ارزش‌گذاری فازی و غیر فازی بر اساس فاصله مناسب معابر
منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶



شکل ۷- نقشه ارزش‌گذاری فازی و غیر فازی بر اساس فاصله مناسب از کاربری‌های آموزشی

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶





شکل ۸- نقشه ارزش‌گذاری فازی و غیر فازی بر اساس فاصله مناسب از کاربری‌های ناسازگار با بازار روز (اداری، بهداشتی، تأسیساتی، صنعتی، فرهنگی)منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

۱-۱۱ وزن‌دهی به معیارها و لایه‌های اطلاعاتی

معیارهای گوناگون در مکان‌یابی بازار روز با همدیگر یکسان و همسو نیستند و هرکدام دارای ارزش خاصی در فرایند مکان‌یابی می‌باشد که در این شرایط روش‌های ارزیابی چند معیاری یا روش تحلیل سلسله مراتبی می‌تواند به‌عنوان ابزاری جهت اولویت‌بندی و شناسایی معیارها مورداستفاده قرار گیرد. در این روش ابتدا با شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای تصمیم‌گیری شروع می‌شود و سپس سنجه‌ها در یک ماتریس قرارگرفته و مقایسه زوجی بین معیارها با توجه به میانگین هندسی نظرات کارشناسان و شهروندان در مصاحبه‌های صورت گرفته صورت می‌پذیرد. برای این کار ماتریس تشکیل گردیده که در آن با توجه به اهمیت هر

یک از معیارها نسبیت به همدیگر به‌صورت دوبه‌دو مقایسه گردیده است. پس از تشکیل ماتریس مقایسه به ترتیب زیر وزن‌های نسبی معیارها به دست می‌آید: گام اول محاسبه مجموع مقادیر هر ستون در ماتریس مقایسه زوجی است. گام دوم استانداردسازی اعداد است؛ به این صورت که هر مؤلفه ماتریس حاصل از مقایسه زوجی به مجموع ستونش تقسیم‌شده و ماتریس مقایسه زوجی نرمال شده به دست می‌آید. گام سوم محاسبه میانگین مؤلفه‌ها در هر ردیف از ماتریس استانداردشده است؛ یعنی تقسیم مجموع امتیازات استانداردشده برای هر ردیف بر تعداد معیارها که حاصل هر یک ماتریس ستونی است. این میانگین‌ها تخمینی از وزن نسبی معیارهای مقایسه شده می‌باشد که در این رابطه نهایتاً وزن نهایی به دست می‌آید. وزن نهایی مبنایی برای تصمیم‌گیری بوده و به‌عنوان نسبت‌های کارایی هر معیار در رسیدن به هدف نهایی به کار گرفته می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود مجموع ضریب اهمیت معیارها معادل ۱ است و این نشان‌دهنده‌ی نسبی بودن اهمیت معیارهاست. یکی از مزیت‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام‌شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها است. چنانچه این ضریب کوچک‌تر یا مساوی ۰,۱ باشد، در قضاوت‌ها موردقبول است وگرنه باید در قضاوت‌ها تجدیدنظر شود. به‌عبارت‌دیگر ماتریس مقایسه‌ی دودویی معیارها باید مجدداً تشکیل شود.

جدول ۱- مقیاس‌های عددی ساعتی در فرایند تحلیل سلسله مراتبی

مفاهیم	ارزش عددی
اهمیت یکسان	۱
تا حدودی دارای اهمیت زیاد	۳
به‌طورجدی مهم و بااهمیت	۵
خیلی زیاد مهم و بااهمیت	۷
اهمیت در حد عالی	۹
ارزش‌های حد متوسط را ارائه می‌کنند	۲ و ۴ و ۶ و ۸

مأخذ: نگارندگان

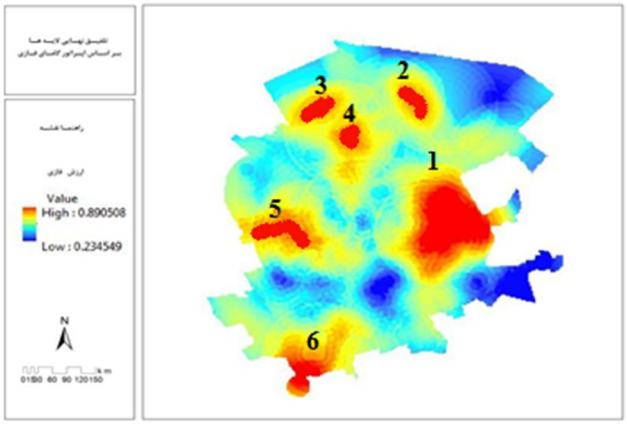
جدول ۲- ماتریس مقایسه زوجی

لایه‌های اطلاعاتی	فاصله مناسب از کاربری‌های آموزشی	فاصله مناسب از کاربری‌های ناسازگار	نزدیکی به مرکز ناحیه	نزدیکی به معابر	فاصله مناسب از فضای سبز	وزن نهایی
فاصله مناسب از کاربری‌های آموزشی	۱	۲	۳	۴	۵	٪۳۹
فاصله مناسب از کاربری‌های ناسازگار	۰,۵	۱	۲	۳	۴	٪۲۷
نزدیکی به مرکز ناحیه	۰,۳۳	۰,۵	۱	۲	۳	٪۱۸
نزدیکی به معابر	۰,۲۵	۰,۳۳	۰,۵	۱	۲	٪۱۱
فاصله مناسب از فضای سبز	۰,۲	۰,۲۵	۰,۳۳	۰,۵	۱	٪۶

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۳

۱-۱۲ ترکیب لایه‌ها

پس از تعیین معیارهای و وزن‌دهی آن‌ها بر اساس اهمیتشان بایستی لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از یک روش مناسب باهم تلفیق شوند. هدف اصلی پروژه‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی تلفیق و ترکیب لایه‌های فضایی از منابع گوناگون با همدیگر است تا به‌این‌ترتیب اثرات متقابل توصیف و تجزیه‌وتحلیل شده و برای تصمیم‌گیران تکیه‌گاهی فراهم شود. در این تحقیق برای ترکیب لایه‌ها از مدلFuzzy logic استفاده‌شده است که نتایج آن در شکل زیر نشان داده‌شده است. نقشه نهایی حاصل تلفیق لایه‌های مختلف بر اساس اپراتور گامای فازی در محیط GIS به‌دست‌آمده است.



شکل ۹- نقشه نهایی مکان مناسب برای احداث بازار روز بر اساس اپراتور گامای فازی در محیط GIS

همان طور که در شکل شماره (۹) مشخص است، به منظور مکان‌یابی بازارهای روز زابل، نرم‌افزار ۶ نقطه با ارزش‌های متفاوت و در مختصات جغرافیایی مختلف را پیشنهاد می‌دهد.

جدول ۳: نقاط شش گانه پیشنهادی به منظور احداث بازار

شماره	گره	طول جغرافیایی			عرض جغرافیایی		
		ثانیه	دقیقه	درجه	ثانیه	دقیقه	درجه
۱	1	۲۲	۳۰	۶۱	۴۴	۰۳	۳۱
۲	2	۵۱	۲۹	۶۱	۳۶	۰۲	۳۱
۳	3	۰۶	۲۹	۶۱	۲۶	۰۲	۳۱
۴	4	۲۰	۲۹	۶۱	۲۱	۰۲	۳۱
۵	5	۰۶	۲۹	۶۱	۴۰	۰۱	۳۱
۶	6	۲۲	۲۹	۶۱	۵۵	۰۰	۳۱

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

در ادامه با توجه به محلات ۴۰ گانه شهر زابل و با تکیه بر الگوریتم جستجوی ممنوعه در راستای حل مسأله مکان‌یابی هاب اقدام به معرفی بهینه‌ترین نقاط به منظور احداث بازار روز زابل می‌نماییم.

همان طور که در شکل شماره (۹) مشخص شد، نقاط شش گانه انتخابی نرم‌افزار در قسمت‌های مختلف شهر و با دسترسی‌های متنوع نسبت به محلات ۴۰ گانه شهر زابل پراکنده هستند. در این قسمت از تحقیق با توجه به پراکنش نامتوازن جمعیت در قالب محلات مختلف شهر زابل و با تکیه‌بر الگوریتم جست و جوی ممنوعه در راستای حل مسأله مکان‌یابی هاب اقدام به برنامه‌نویسی، تعریف و اولویت‌بندی نقاط شش گانه و معرفی مناسب‌ترین نقاط از لحاظ دسترسی محلات این شهر می‌کنیم.

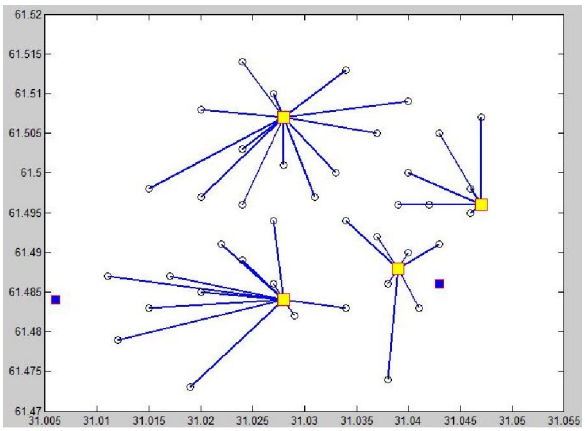
```
Iter = 85 BEST = 531.12
Iter = 86 BEST = 531.12
Iter = 87 BEST = 531.12
Iter = 88 BEST = 531.12
Iter = 89 BEST = 531.12
Iter = 90 BEST = 531.12
Iter = 91 BEST = 531.12
Iter = 92 BEST = 531.12
Iter = 93 BEST = 531.12
Iter = 94 BEST = 531.12
Iter = 95 BEST = 531.12
Iter = 96 BEST = 531.12
Iter = 97 BEST = 531.12
Iter = 98 BEST = 531.12
Iter = 99 BEST = 531.12
Iter = 100 BEST = 531.12
Best x = 1  1  0  1  1  0
Best Fitness = 531.12
Time = 11.3527
         Par: [40x2 double]
           D: [40x1 double]
         IDX: [40x1 double]
   SelectHub: [1 2 4 5]
```

شکل ۱۰: اجرای الگوریتم جستجوی ممنوعه به منظور اولویت‌بندی نقاط شش گانه

مأخذ، یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

با واردکردن اطلاعات موجود مربوط به یافته‌های قبلی تحقیق به محیط نرم‌افزار متلب و با تعریف تعداد ۱۰۰ تکرار، الگوریتم در وزن ۵۳۱ و بازمانی تقریبی ۱۱ ثانیه به بهترین جواب ممکن رسیده و نقاط ۲،۱، ۴ و ۵ را به ترتیب به عنوان مناسب‌ترین نقاط به منظور مکان‌یابی بازارهای روز پیشنهاد داد. نقاط ۳ و ۶ نسبت به نقاط انتخابی نرم‌افزار، به علت محدودیت‌هایی مانند شکل پراکنش محلات شهر، تراکم کم‌تر جمعیت و دسترسی‌های محدودتر در مجموعه انتخابی قرار نگرفت.

شکل شماره (۱۱) حالت شماتیک یافته‌های مربوط به مکان‌یابی بازارهای روز زابل را در قالب محیط الگوریتم نمایش می‌دهد.



شکل ۱۱: مکان‌یابی بازارهای روز با تکیه بر هاب‌های شش گانه

شکل (۱۱) نشان می‌دهد که از بین ۶ هاب معرفی‌شده به الگوریتم، تعداد ۴ هاب به دلیل پراکنش مناسب‌تر و زیادتر محلات در مجاورت این هاب‌ها به عنوان مکان‌های پیشنهادی معرفی می‌شوند که از بین آن‌ها نیز هاب شماره ۱ واقع در جنوب شرقی شهر و در نزدیکی محلاتی مانند جانبازان و هاشم آباد با پوشش ۱۳ محله مستقیم، ایده‌آل‌ترین گزینه به منظور مکان‌یابی و استقرار بازارهای روز زابل می‌باشد.

نتیجه‌گیری

تأمین اقلام ضروری و مایحتاج روزانه و هفتگی، یکی از مسائل مهم خانوارها محسوب می‌گردد، و تمرکز این‌گونه بازارها در مکان‌های بخصوصی از سویی باعث سهولت دسترسی به اقلام مختلف و از سوی دیگر باعث کنترل خیل عظیمی از سفرهای درون‌شهری می‌شود که به‌منظور تهیه مایحتاج انجام می‌گیرد. این مسئله در شهرهایی که فاقد این‌گونه مراکز هستند همواره باعث ایجاد مشکلات عدیده‌ای در سطح شهر هم برای مردم و هم برای مسئولین شهری می‌شود. برنامه‌ریزی شهری با تکیه بر علم مکان‌یابی در رفع این بحران فوق‌العاده مؤثر است.

با توجه به وجود تنها یک بازار روز برای شهر زابل با جمعیت بیش از ۱۲۰،۰۰۰ نفر، ایجاد یک یا چند هفته بازار برای این شهر یکی از نیازهای مبرم این شهر می‌باشد. بدین منظور در این تحقیق با بهره‌گیری نرم‌افزار الحاقی Fuzzy Logic در محیط Arc GISو فرایند تحلیل سلسله مراتبی و قواعد مربوط به مکان‌یابی اقدام به تجزیه‌وتحلیل نقشه‌های مرتبط با موضوع تحقیق نموده و با بهره‌گیری از اپراتور گامای فازی اقدام به معرفی نقاط شش گانه مساعد به منظور مکان‌یابی بازارهای هفتگی نمودیم. در ادامه با توجه به ویژگی‌های مربوط به هر کدام از نقاط انتخابی و محاسبه میزان دسترسی هر کدام از محله‌های چهل گانه شهر زابل نسبت به این نقاط از الگوریتم جست و جوی ممنوعه در زمینه حل مسأله مکان‌یابی هاب استفاده نمودیم. در نتیجه نرم‌افزار با تکرار ۱۰۰ و با وزن نهایی ۵۳۱ و در بازه زمانی ۱۱ ثانیه بهترین جواب ممکن را ارائه کرد. یافته‌های الگوریتم حاکی از آن است که به ترتیب نقاط ۲،۱، ۴ و ۵ مناسب‌ترین نقاط به منظور مکان‌یابی بازارهای روز می‌باشد. نقاط ۳ و ۶ نسبت به نقاط انتخابی نرم‌افزار، به علت محدودیت‌هایی مانند شکل پراکنش محلات شهر، تراکم کم‌تر جمعیت و دسترسی‌های محدودتر در مجموعه انتخابی قرار نگرفت.

به منظور روشن‌تر شدن هرچه بیشتر یافته‌های تحقیق، لیست مربوط به محله‌های چهل گانه شهر زابل به تفکیک هاب‌های (بازارها) اختصاص‌یافته به هر کدام از آن‌ها و مسافت‌های طی شده در قالب جدول شماره (۵) ارائه می‌شود.

هاب	مسافت	محله	هاب	مسافت	محله
1	0.00316	پادگان نظامی	1	0.00806	جانبازان
1	0.00849	هاشم آباد	1	0.00806	کشتارگاه
1	0.01044	لطفی	1	0.01581	احمد آباد
1	0.0086	هیرمند ۱	5	0.01726	حسین آباد
4	0.00781	القورآباد	5	0.01676	استادیوم
1	0.00922	هیرمند ۲	5	0.01304	گاراژ
1	0.01217	حاجی آباد	5	0.01421	قاسم آباد
2	0.00985	اسلامی	4	0.01404	محله پادگان
2	0.011	پادگان نظامی ۲	5	0.00806	پشت باسکول
2	0.00806	پادگان نظامی ۳	5	0.0114	شرکت فرش
2	0.00224	هیرمند	5	0.00922	ناسیونال
4	0.00447	محله پادگان	5	0.0064	جمالی
2	0.008	افشار	5	0.00224	فندق
4	0.00224	میدان جهاد	5	0.00608	ریگی
2	0.005	بریری ها	4	0.00539	پاسداران
2	0.00141	القورآباد	4	0.00224	ورقه
4	0.005	شهریاری	5	0.00224	ناسیونال ۲
4	0.00224	بنجار	5	0.01005	سه قلعه
1	0.01281	مسجد رضوان	1	0.0117	محمدآباد
1	0.00566	کمالی	1	0.006	سیاه مرد

شکل ۱۲: محله‌های چهل گانه شهر زابل به تفکیک هاب‌های مربوطه یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

همان طور که اشاره شد، در بین هاب‌های انتخابی الگوریتم جست و جوی ممنوعه به منظور مکان‌یابی بازارهای روز، هاب شماره ۱ واقع در جنوب شرقی شهر با پوشش مستقیم ۱۳ محله پرتراکم شهر زابل، اولیت اول برای استقرار این بازار است و در حیطه محله سیاه مرد قرار می‌گیرد. اولویت دوم نیز به هاب شماره ۵ واقع در غرب شهر و در محدوده محله سه قلعه اختصاص می‌یابد.

در نهایت پس از تطابق این نقشه با واقعیت زمینی، مشخص شد که زمین‌های فاقد کاربری و فضاهای سبز بالای ۲۰۰۰ مترمربع در دسته مناسب‌تری قرار دارند که در نقشه نهایی نشان داده‌شده است. همچنین با توجه به نقشه نهایی، مشخص شد که بهینه‌ترین مکان برای ایجاد بازار روز در قسمت جنوب شرقی شهر زابل می‌باشد که این امر می‌تواند نشأت‌گرفته از وجود امکاناتی مانند زمین‌های بایر، نزدیکی به فضای سبز و آموزشی، دسترسی مناسب به وسایط نقلیه، و دوری مناسب از کاربری‌های ناسازگار با بازارهای روز باشد.

پیشنهادها

در راستای یافته‌های تحقیق پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

- استفاده از نقشه پیشنهادی برای ایجاد مکان‌های جدید بازار روز در محلات جنوب شرقی شهر

- ارائه خدمات با توجه به اصل عدالت شهری در شهرداری زابل
- استفاده از الگوریتم‌های فرا ابتکاری و هوش مصنوعی به منظور مکان‌یابی بهینه کاربری‌های خدمات رسان شهری برای کاهش سفر درون‌شهری در شهر زابل

منابع و مآخذ:

۱- آسایش، حسین و علیرضا استعلاجی، (۱۳۸۲)، اصول و روش‌های برنامه‌ریزی ناحیه‌ای (مدل، روش‌ها و فنون)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری.

۲- بند علی، مریم، (۱۳۸۷)، تجزیه‌وتحلیل و مکان‌یابی میدان‌ها میوه و تره‌بار و بازارهای روز شهر اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشکده جغرافیا دانشگاه اصفهان.

۳- پورمحمدی، محمدرضا، (۱۳۸۲)، برنامه‌ریزی کاربری اراضی، چاپ اول، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).

۴- تقوایی، مسعود، شیخ بیگلو، رعنا، بند علی، مریم، (۱۳۸۸)، برنامه‌ریزی و مکان‌یابی بازارهای روز شهر اصفهان با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹، صص۱۲۵-۹۹.

۵- چهارسوقی، سید کمال. ممیزی، فرید. یزدخواستی، امین (۱۳۹۳). توسعه مدل مکان‌یابی هاب بر مبنای صرفه جویی اقتصادی جریان‌ها با استفاده از وسایل حمل و نقل ظرفیت دار و محدودیت جریان ورودی به هاب. نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، سال دوم، شماره چهارم.

۶- خواجه ارزانی، مهدی، (۱۳۸۴)، تحلیل مکان‌یابی بهینه میدان‌ها میوه و تره‌بار (منطقه ۸ اصفهان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای دانشگاه تربیت مدرس.

۷- رضویان، محمدتقی، (۱۳۸۱)، برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، تهران، انتشارات منشی.

۸- سهیلی زاده، حسین، فیلی، حمیدرضا، (۱۳۹۰)، مکان‌یابی بازارهای روز شهری به روش جایابی چند تسهیلاتی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP به‌منظور مدیریت بهینه حمل‌ونقل شهری، اولین کنفرانس اقتصاد شهری ایران.

۹- سیف‌الدینی، فرانک، (۱۳۷۸)، روند شهرنشینی، مسئله شهرهای بزرگ، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۶.

۱۰-شیخ بیگلو، رعنا، نعمت الهی بناب، سیمن دخت، شیخ بیگلو، حامد، (۱۳۹۱)، برنامه‌ریزی و مکان‌یابی بازارهای روز در مناطق شهری مطالعه موردی: مناطق ۳ و ۴ شهر تبریز، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال سوم، شماره ۱۰، ۱۲۴-۱۰۵.

۱۱-شیرازیان، مرجان، (۱۳۷۳)، مطالعات مقدماتی جهت طراحی مراکز خرید، جلد اول، بخش تحقیقات و مطالعات.

۱۲-عظیمی حسینی، نظری فر، محمدهادی و مؤمنی، رضوانه، (۱۳۸۹) کاربرد GIS در مکان‌یابی، تهران نشر مهرگان قلم.

۱۳-کامران پور، ندا و شهیدی، سعید، (۱۳۷۲)، مطالعات اقتصادی جهت احداث مراکز خرید، مهندسین مشاور ره شهر.
۱۴-کاووسی، الهه. مکانیکی، جواد، (۱۳۹۲)، مکان‌یابی بازارهای روز محله با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی در سامانه اطلاعات جغرافیایی نمونه موردی: شهر بیرجند، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال سوم شماره ۹، ۱۸-۲.

15- Auclair, C. 1997. The UNCHS (Habitat) Indicators Program, Sustainability indicatorsreport of the project on indicators of sustainable development, Wiley, New York, pp. 288-292.
16- Campbell, J.F., Ernst, A.T., Krishnamoorthy, M. (2002). Hub location problems. [book auth.] Z. DREZNER and H. W. HAMACHER. Facility
17- Gandhi, V.P. and Namboodiri, N.V. 2006. Marketing of Fruits and Vegetables in India: A study Covering the Ahmedabad, Chennai and Kalkata Markets, India.
18- Madsen, P and Plunz, R .2002. The Urban Lifeworld, Routledge, London.
19- Pooler, J A .1995. The use of spatial separation in the measurement of transportation accessibility. Transportation Research 29A(6).
20- Saaty, T.L. 2004. Mathematical Methods of Operations Research, Courier Dover Publications, New York.
21- Wang, C., Tsuchiya, H., Lee, J. and Ward, K. 2004. Urban Marketing Challenge: Attraction a Supermarket to Pittsburg's Hill District, Carnegie Mellon University, New York.