

مکانیابی پارکینگ‌های شهری با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و تحلیل سلسله مراتبی (منطقه مورد مطالعه: بابلسر)

کریم عباسپور مرزبالی، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، موسسه آموزش عالی و علوم فناوری آریان، بابل، ایران
رضوان باباگلی*، مربی، گروه مهندسی عمران، واحد پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، پردیس، تهران، ایران

برات مجردی، استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

علیرضا عاملی، مربی، گروه مهندسی عمران، واحد ملارد، دانشگاه آزاد اسلامی، ملارد، تهران، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Rezvan_babagoli@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۲۵ - پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۲۰

صفحه ۸۷-۱۰۴

چکیده

امروزه با توسعه روز افزون شهری، رشد جمعیت و افزایش تراکم ترافیک، معضل کمبود محل توقف وسایل نقلیه بخصوص در مناطق مرکزی شهرها، گریبان‌گیر اکثر شهرهای بزرگ می‌باشد. پارکینگ‌های عمومی به عنوان یکی از اجزای مهم یک سیستم حمل و نقل شهری مدرن و وظیفه فراهم آوردن سطوحی، برای خارج کردن ترافیک ساکن از سیستم ارتباط شهری و در نتیجه کاهش شلوغی و راهبندانی‌های ترافیکی مرکز شهر را بر عهده دارند. سیستم اطلاعات مکانی (GIS) که علم و فناوری تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی هستند، سیستمی مناسب جهت یافتن بهترین مکان جهت احداث پارکینگ‌های عمومی بشمار می‌آیند. در این تحقیق پارامترهای موثر در مکانیابی پارکینگ‌های عمومی از چهار دیدگاه فاصله از مراکز جذب سفر، فاصله از معابر، ارزش ملک، کاربری‌های مناسب مورد مطالعه و تحلیل قرار گرفت. و معیارهای انتخاب شده با استفاده از جفت مقایسه تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در نرم افزار *Expert choice* نظرسنجی و وزن‌دهی شدند و بعد از آماده کردن لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS و با ماژول *Raster calculator* این معیارها با یکدیگر ترکیب شده و همزمان وزن محاسبه شده از طریق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به لایه‌ها اعمال شده و در نهایت مکان‌های مناسب برای احداث پارکینگ‌های شهری در پنج کلاس بسیار نامناسب تا خیلی خوب طبقه بندی شدند. ۱۵ سایت برای احداث پارکینگ پیشنهاد شدند. همچنین در این تحقیق مشخص شد که پارکینگ طبقاتی موجود شهر بابلسر از مکانی بهترین برای برخورداری نیست.

واژه‌های کلیدی: مکانیابی، پارکینگ، سیستم اطلاعات مکانی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

۱- مقدمه

افزایش تعداد اتومبیل در صورت عدم پیش بینی لازم تقاضای پارک را در مکان‌هایی افزایش می‌دهد که اغلب ناتوان از پاسخ‌گویی به چنین نیازهایی می‌باشند. در این میان پارکینگ‌های شهری با فراهم آوردن سطوحی با هدف جمع‌آوری ترافیک

شهرها مکان‌هایی با تراکم بالای جمعیتی، تمرکز فعالیت‌های اقتصادی و ساختارهای فضایی پیچیده بوده که به وسیله‌ی سیستم حمل و نقل شهری حمایت می‌شوند. حجم بالای ترافیک از رایج‌ترین مشکلات حمل و نقل شهری در شهرهای بزرگ می‌باشد.

ساکن از سطح خیابان‌ها، یکی از موثرترین اجزای سیستم حمل و نقل شهری به حساب می‌آید. امروزه با افزایش ترافیک در خیابان‌ها، تعداد خودروهایی که در خیابان‌ها به دنبال محلی برای پارک هستند نیز افزایش یافته است. سیستم حمل و نقل شهری با گسترش خیابان‌ها، بزرگراه‌ها و زیر گذر و روگذرها توانسته تا حدودی مشکل افزایش ترافیک در حال جریان را حل کند اما در مورد ترافیک ساکن کارهای اساسی انجام نشده است. ترافیک ساکن یکی از مشکلات عمده در حمل و نقل بوده که امروزه به عنوان یکی از معضلات اصلی برخی شهرهای بزرگ محسوب می‌گردد. پارکینگ‌ها از جمله زیر ساخت‌های شهری بوده که توجه چندانی به آن نشده است. کمبود پارکینگ در شهرها باعث توقف خودروها در کنار خیابان‌ها (پارک حاشیه‌ای) گردیده، بدین ترتیب عملاً سطوحی که باید در اختیار ترافیک سواره قرار گیرد به محل توقف تبدیل گردیده که عملاً باعث افزایش ترافیک معابر می‌شود. امروزه یافتن جای پارک به عنوان یکی از مسائل اصلی در شهرهای بزرگ با جمعیت فشرده می‌باشد.

اگر فرض شود هر سال ۸۷۶۰ ساعت بوده و هر اتومبیل در طول سال به طور متوسط بیست هزار کیلومتر بپیماید و سرعت متوسط سفر آن نیز ۴۰ کیلومتر بر ساعت باشد، مدت زمانی که یک اتومبیل در سال در حرکت است برابر با ۵۰۰ ساعت می‌شود. بنابراین هر اتومبیل به طور متوسط ۸۲۶۰ ساعت در سال در حال توقف می‌باشد و احتیاج به محلی برای توقف دارد. بنابراین باید امکان توقف وسیله نقلیه، اعم از توقف بلند مدت و یا کوتاه مدت به نحو مطلوب میسر باشد. ضمن آنکه تسهیلات لازم جهت دسترسی به این مکان‌ها و امکان استفاده از آن جهت همگان نیز می‌بایست فراهم شود. و یکی از راهکارهای اساسی برای مقابله با کمبود محل توقف، احداث پارکینگ‌های عمومی در بیرون از خیابان‌ها است. ولی یکی از مهمترین پارامترهای موثر قبل از احداث پارکینگ‌ها، مکان احداث آن‌ها می‌باشد نامناسب بودن محل پارکینگ‌ها و پراکندگی غیر اصولی آن‌ها، نه تنها باعث عدم کارایی این پارکینگ‌ها می‌شود، بلکه افزایش ترافیک شهری و در نتیجه افزایش تصادفات، افزایش زمان و مسافت‌های سفرهای درون شهری، افزایش مصرف سوخت و آلودگی هوا و آلودگی صوتی را نیز به دنبال خواهد داشت. لذا

لازم است در مکانیابی پارکینگ‌ها از سیستم‌های جدیدی که توانایی تجزیه و تحلیل تعداد زیادی پارامتر را بطور همزمان دارند، استفاده شود. یکی از این سیستم‌ها، سیستم GIS می‌باشد امروزه از توانایی‌های این سیستم در مکانیابی در زمینه‌های مختلفی استفاده می‌شود.

درخصوص مکانیابی و انتخاب بهترین مکان‌ها برای منظورهای مختلف، ارزیابی مکان موجود و میزان بهینه بودن مکان، همچنین استفاده از مدل‌های مکانیابی مانند مدل‌های AHP و بولین و تلفیق آن با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نیز تاکنون تحقیقات و پژوهش‌های نسبتاً قابل توجهی در سطح بین الملل و ایران انجام پذیرفته و مطالعاتی صورت گرفته که در ذیل به چند نمونه اشاره می‌کنیم.

قنبری و کاظمی‌زاد در شهر تبریز به مکانیابی پارکینگ‌های محله‌ای با استفاده از روش AHP و GIS انجام دادند و معیارهای تراکم جمعیت، فاصله پیاده‌روی، قیمت زمین، تقاضای پارکینگ، تعداد خودرو، تراکم ساختمانی، دسترسی، ظرفیت پارکینگ، عرضه پارکینگ را در نظر گرفتند و تعداد ۱۳ پارکینگ برای احداث پیشنهاد کرده‌اند [Ghanbari, kazemizad, 2010].

سرائی و قانع بافقی در مطالعه‌ای بر بافت مرکزی شهر یزد مکان‌های مناسب برای پارکینگ را در این شهر با استفاده از GIS و AHP و با در نظر گرفتن معیارهای کاربری‌های جاذب، فضای پارکینگ، دسترسی، زمین‌های مخروبه پیشنهاد کردند [Saraei, Ghaneif bafghi, 2010].

عباسی و سید حسینی در کلان شهر کرج مطالعه‌ای پیرامون گسترش روش مکانیابی پارکینگ‌های عمومی با استفاده از GIS انجام داده‌اند و معیارهای مکانیابی آن‌ها فاصله از مراکز جاذب سفر، فاصله از معابر، کاربری‌های مناسب بوده که از طریق فرآیند AHP وزن‌دهی کردند که حاصل نتایج تحقیق آنها ارائه مکان مناسبی برای پارکینگ در شهر کرج بوده است [Abbasi, Seyed Hoseini, 2010].

رحیم‌سرور و یحیی‌پور در منطقه ۱۵ تهران با استفاده از GIS و مدل AHP و بولین و با در نظر گرفتن معیارهای فاصله از مراکز جاذب سفر، شبکه‌های دسترسی و معابر شهری، کیفیت بنا و گره‌های ترافیکی اقدام به مکانیابی پارکینگ نموده و مکان‌های

مناسب برای احداث پارکینگ را پیشنهاد کردند [Rahimi, sarvar, Yahya pour, 2010].
مشکینی و حاصل طلب در منطقه ۶ شهرداری تهران نیز اقدام به مکانیابی پارکینگ‌های طبقاتی با رویکرد HCDM-GIS نموده‌اند که معیارهای اصلی مکانیابی فاصله از مراکز جاذب سفر، فاصله از گسل و قیمت زمین بود که در نهایت در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) سه محدوده مناسب جهت احداث پارکینگ‌ها طبقاتی پیشنهاد گردید [Meshkini, Hasel, talab, 2010].
عسکری نائینی و قنبری در پژوهشی با عنوان ارائه روش مناسب برای مکانیابی پارکینگ‌های عمومی در بخش مرکزی اصفهان با در نظر گرفتن معیارهای فاصله از مراکز جاذب سفر، نزدیکی به خیابان‌ها، ملک، جمعیت و کاربری‌های مناسب و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و روش‌های مختلف همپوشانی لایه‌ها مانند بولین و منطق فازی مکانیابی انجام دادند و در نهایت روش منطق فازی OWA بهترین گزینه شناخته شده است [Askari naeini, Ghanbari, 2010].

کریمی و عبادی به مدلسازی مکانیابی تاسیسات شهری با تاکید بر مکانیابی پارکینگ‌های طبقاتی با در نظر گرفتن معیارهای مراکز جاذب سفر، ترافیک، ارزش ملک مورد تحقیق قرار دادند و ضمن ارائه الگویی مناسب جهت مکانیابی بهینه پارکینگ‌های عمومی به وسیله GIS به مقایسه روش‌های مختلف وزندهی به لایه‌های مکانیابی پارکینگ پرداختند [karimi, Ebadi, 2007].

روبرت طی دهه‌های ۱۹۶۰-۱۹۹۰ مطالعاتی در زمینه استفاده از توانایی‌های GIS در مکانیابی مراکز خدمات شهری بخصوص پارکینگ و همچنین مطالعاتی در مورد نیازهای برخی از شهرهای آمریکا به پارکینگ‌های جدید با استفاده از GIS انجام داد [Robert, 1960-1990].

وینت در سال ۱۹۷۸ مطالعاتی را در مورد نیاز برخی از شهرهای آمریکا به پارکینگ‌های جدید با استفاده از GIS انجام داد [Weant, 1987].

والدراندالی در سال ۲۰۰۴ یک سیستم جدید را که در آن به کارگیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) از طریق کاربرد یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یکپارچه شده است، برای تعیین مکان بهینه به منظور یک تسهیلات خاص ارائه

کردند [Valderandli, 2004].

کلیگمان، ضمن توضیح کاربرد GIS در مکانیابی پارکینگ‌ها، به مکانیابی احداث پارکینگ در منطقه‌ی مرکزی شهر نیوتن پرداخت که شامل مجتمع‌های مسکونی، تجاری و مراکز خرید می‌باشد و پس از تلفیق لایه‌های مورد نیاز و همچنین بعد از محاسبه وسعت لازم برای احداث پارکینگ مکان‌های پیشنهادی را در محیط GIS اولویت بندی کرد [Kligman, 2002].

ضرورت انجام تحقیق

یکی از مهم ترین دلایل نابسامانی وضع فعلی پارکینگ در شهر بابلسر به دلیل مکانیابی نامناسب و عدم انطباق مکان پارکینگ‌ها با مراکز جذب سفر، عدم تناسب توزیع مکانی پارکینگ‌ها با الزامات و بافت شهری، ناکافی بودن تعداد پارکینگ‌ها نسبت به دو معیار جمعیت و مساحت شهر دانست. این امر موجب کندی تردد در گذرهای شهری بخاطر پارک‌های حاشیه‌ای کنار خیابان و توقف‌های دابل خودرو و خودروهای سرگردانی که به دنبال جایی جهت پارک خودرو می‌باشد، گردیده است. با توجه بیشتر به ترافیک ساکن و اینکه هر اتومبیل در مبدا و مقصد خود نیاز به فضای پارک دارد، ضرورت توجه به این امر و برنامه‌ریزی برای آن در شهر بابلسر برای ما آشکار می شود و هر پژوهشگری را مجاب می‌کند که به تحقیق بپردازد.

۲- پیشینه تحقیق

هدف اصلی این تحقیق مکانیابی پارکینگ‌های عمومی در شهر بابلسر با استفاده از GIS با تاکید بر روش وزندهی تحلیل سلسله مراتبی و تلفیق لایه‌ها، به منظور زمینه مناسب برای تصمیم‌گیری درست مدیران و تصمیم‌گیران.

پیشنهاد مکان‌های مناسب برای ساخت پارکینگ‌های عمومی در پنج کلاس مکان‌های خیلی مناسب تا مکان‌های خیلی نامناسب.

کمک به مسئولین شهرداری و راهنمایی و رانندگی برای مدیریت و کنترل ترافیک شهر.

کاهش آلودگی هوا و آلودگی صوتی.

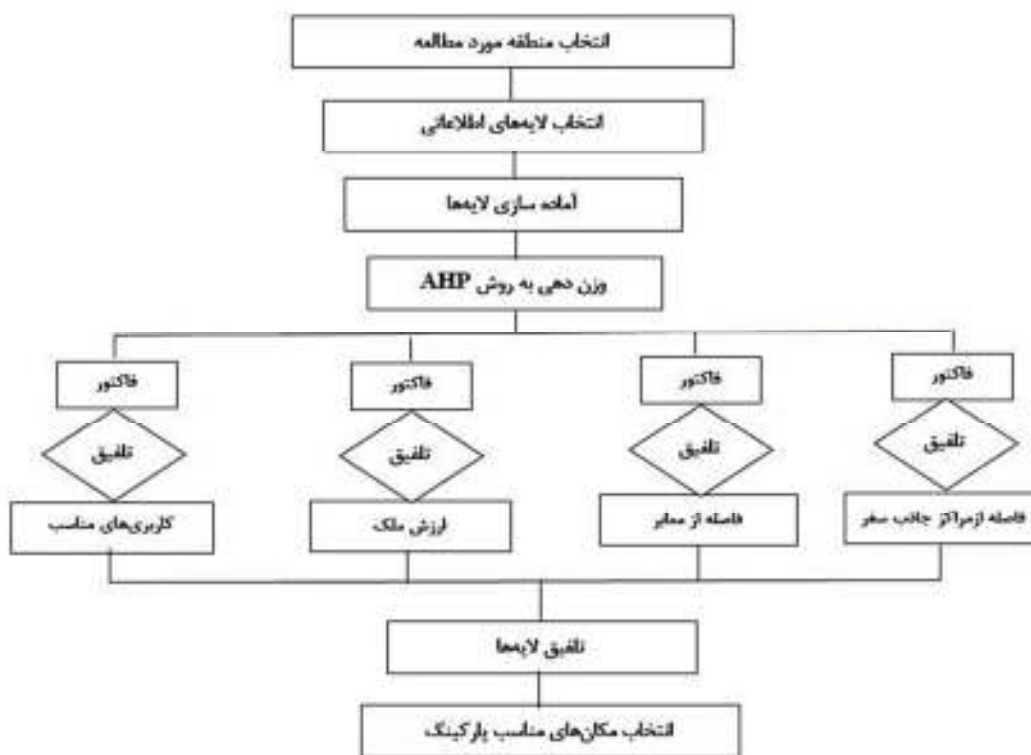
کاهش پارک حاشیه‌ای و در نتیجه افزایش عرض خیابان‌ها و روان شدن تردد وسایل نقلیه.

۳-روش تحقیق

این تحقیق از نظر روش و ماهیت، توصیفی-تحلیلی بوده و از حیث هدف پژوهش در دسته تحقیقات کاربردی قرار دارد. بر این اساس، برای جمع آوری داده‌ها از روش کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی استفاده شده است. داده‌ها این تحقیق اعم از آمار و اطلاعات، گزارش‌ها، مقالات، کتاب‌ها، پایان‌نامه‌ها، نقشه‌ها و فایل رقومی، جستجو در فضای مجازی و اینترنت و مشاهده میدانی فضای جغرافیایی منطقه و همچنین واحد فن آوری اطلاعات GIS شهرداری بابلسر جمع‌آوری شد.

۴-مراحل تحقیق

به منظور مکانیابی پارکینگ در GIS ابتدا می‌بایست منطقه مورد مطالعه و سپس پارامترهای موثر در مکانیابی پارکینگ تعیین شود، در ادامه این پارامترها وزندهی و لایه‌های اطلاعاتی با توجه به وزن‌های محاسبه شده و توابع تحلیلی GIS آماده می‌شوند. سپس لایه‌های آماده شده با یکدیگر تلفیق می‌شوند و در نهایت بعد از همپوشانی لایه‌ها مکان‌های مناسب برای احداث پارکینگ مشخص می‌شوند. شکل ۱ مراحل مختلف اجرای تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۱. مراحل انجام مکانیابی پارکینگ‌های شهری

۵-انتخاب منطقه مطالعاتی برای مکانیابی پارکینگ

اولین مرحله کار مکانیابی، انتخاب محدوده مطالعاتی است. بدین ترتیب شهر بابلسر بعنوان منطقه مطالعاتی انتخاب شد. بابلسر یکی از شهرهای استان مازندران، در شمال ایران، بین

دریای مازندران و رشته کوه البرز قرار دارد. این شهر مرکز شهرستان بابلسر است. این شهرستان ۱۲۴۳۳۳ نفر جمعیت دارد که معادل ۴/۴ درصد جمعیت کل استان است. بابلسر یکی از شهرهای توریستی ایران می‌باشد که در نوروز سال ۹۵ حدود

۱۵۳۶۹۶۵ نفر به این شهرستان سفر کردند. و بعلت دارا بودن مراکز تجاری، اداری، فرهنگی، آموزشی، بسیار متعدد در هسته مرکزی شهر و کم بودن عرض معابر اصلی شهر و عدم توزیع تناسب پارکینگ‌ها در سطح شهرها باعث ایجاد ترافیک در هسته مرکزی شهر شده است. در شهر بابلسر مطالعات جامع حمل و نقل انجام نشده ولی بازدیدهای عینی توسط کارشناسان ترافیک و شهرسازی و نقشه‌های ترافیکی گوگل مپ مشکل کمبود محل پارک و وسایل نقلیه را بخش مرکزی شهر را مشخص کرده است و نیاز به پارکینگ غیرحاشیه‌ای را در این شهر مشخص می‌کند پس انتخاب این شهر بعنوان منطقه مورد مطالعه مناسب می‌باشد.

معیارهای موثر در مکانیابی پارکینگ

با در نظر گرفتن نظرات کارشناسان ترافیک و شهرسازی و با توجه به استانداردهای موجود در این زمینه و اهداف مکانیابی پارکینگ شامل: کاهش سفرهای درون شهری، کاهش پارک حاشیه‌ای و در نتیجه افزایش عرض خیابان‌ها و روان شدن تردد وسایل نقلیه، کاهش آلودگی هوا و آلودگی صوتی و با در نظر گرفتن این موضوع که پارکینگ باید مطلوبیت لازم را، چه از جهت هزینه پارک و چه از جهت میزان پیاپی روی (فاصله بین محل پارک اتومبیل تا مقصد) برای پارک کردن داشته باشد. عوامل و فاکتورهای موثر در مکانیابی پارکینگ‌ها از چهار دیدگاه در این تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد:

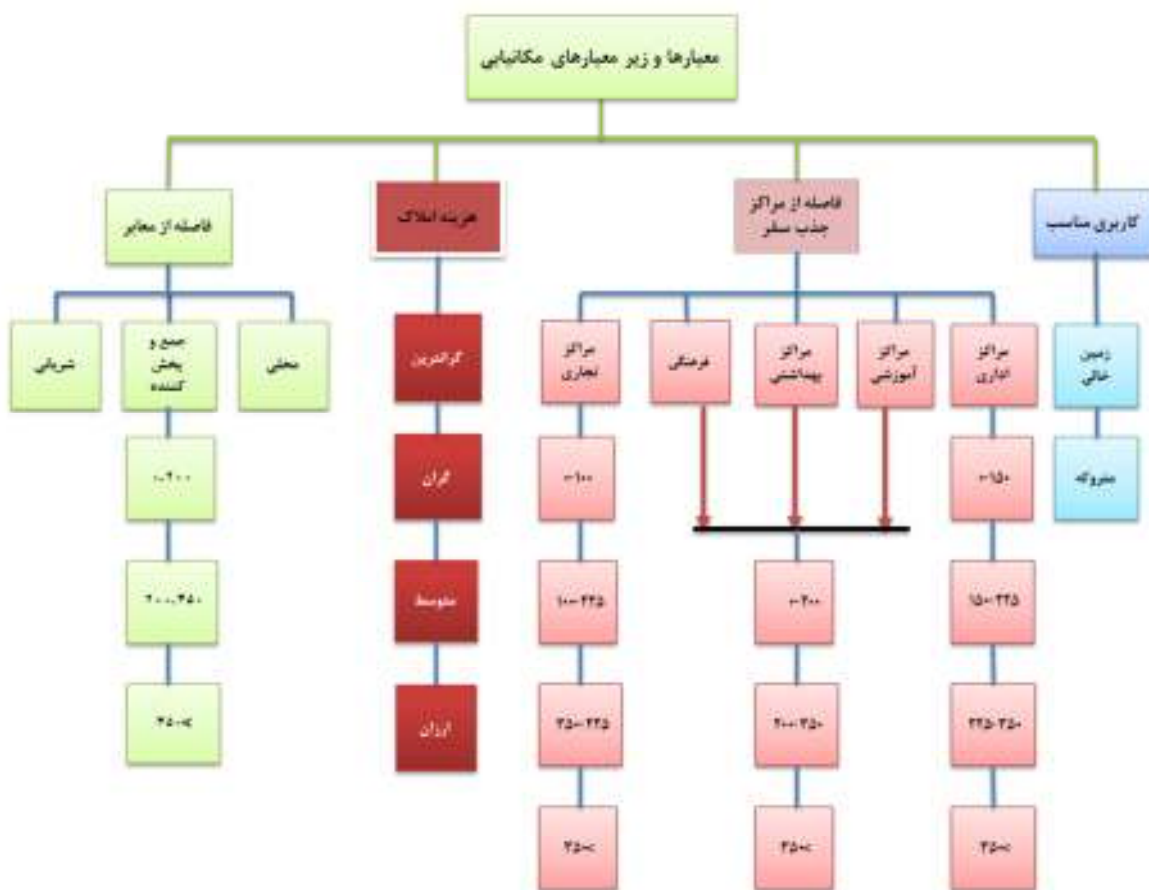
- ۱- فاصله پارکینگ از مراکز جاذب سفر عمده شامل مراکز تجاری و خدماتی، مراکز اداری، مراکز بهداشتی، مراکز فرهنگی و تفریحی، مراکز آموزشی می‌باشد. فاصله از مراکز جذب سفر مهمترین پارامتر در این تحقیق برای مکانیابی پارکینگ می‌باشد.
- ۲- فاصله از معابر و شبکه‌های ارتباطی که شامل معابر شریانی درجه دوم و معابر جمع و پخش کننده و معابر محلی می‌باشد. پارکینگ باید در یک فاصله مناسب از این معابر باشد.
- ۳- هزینه تملک زمین، هر چقدر ارزش ملکی که در آن پارکینگ احداث می‌شود کمتر باشد، بهتر است.
- ۴- کاربری‌های مناسب برای احداث پارکینگ که در این تحقیق شامل زمین بایر، متروکه می‌باشد. در شکل ۲ معیارهای مکانیابی پارکینگ‌های شهری در شهر بابلسر آورده شده است که طبق نظر

مهندسين ترافیک و شهرسازی، چهار معیار اصلی برای مکانیابی انتخاب شده است و معیار فاصله از مراکز جاذب سفر و معیار فاصله از معابر خود به چند زیر معیار برای مکانیابی پارکینگ طبقه بندی شدند.

۶- آماده سازی لایه‌ها

پس از اینکه پارامترهای موثر در مکانیابی پارکینگ‌های شهری شناخته شد و نمودار سلسله مراتبی آن تشکیل گردید، بایستی لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز را از نقشه‌های پایه شهری استخراج و آماده نمود. لایه‌ی مراکز جاذب سفر و لایه‌ی معابر و لایه‌ی کاربری مناسب برای احداث پارکینگ از طریق فایل SHP که از بخش اطلاعات مکانی شهرداری بابلسر گرفته شد، تهیه گردید. ولی لایه‌ی ارزش ملک شهر بابلسر با بهره‌گیری از نظرات مشاوران املاک در کلاس‌های مختلف از سطح گرانترین تا ارزاترین طبق نمودار سلسله مراتبی مساله، تهیه شد.

پس از انجام مراحل فوق در این مرحله قادر به انجام کلیه تحلیل‌های مکانی - فضایی می‌باشیم. در این مرحله ابتدا با استفاده از برنامه‌ی جانیبی تحلیل‌گر Distance ابزار Spatial Analyst در ArcGIS، فاصله اقلیدسی مراکز جذب سفر و شبکه معابر زده شد و بعد این فواصل زده شده را طبقه بندی یا Reclassify کردیم که این طبقه‌بندی را طبق تعداد کلاس‌های اشاره شده در شکل ۲ برای هر لایه انجام داده‌ایم. در طبقه‌بندی لایه‌ها باید متذکر شد، به هر طبقه از گروه پیکسل‌های مختلف در یک لایه که از نظر بهینه ایجاد پارکینگ برای ما مهم‌تر بودند، ارزش بیشتری داده شده، و به گروه پیکسل‌های کم اهمیت‌تر، ارزش کمتری تعلق گرفته است. مثلاً، برای لایه‌ی فاصله از مراکز تجاری، که آن را به چهار کلاس تقسیم کردیم از نظر پارک کنندگان بهترین فاصله پارکینگ از این مراکز در فاصله ۱۰۰ متری از این مراکز می‌باشد که برای مهم ارزش بیشتری دارد و هر چقدر این فاصله بیشتر شود، ارزش کمتری به آن می‌دهیم. جدول ۱ نمونه‌ای از انجام طبقه بندی لایه‌ی فاصله اقلیدسی مراکز تجاری عمده شهر بابلسر را نشان می‌دهد و برای دیگر لایه‌ها هم مشابه به این جداول هستند.



شکل ۲. معیارهای مکانیابی پارکینگ‌های شهری

جدول ۱. طبقه بندی لایه‌ی فاصله از مراکز تجاری

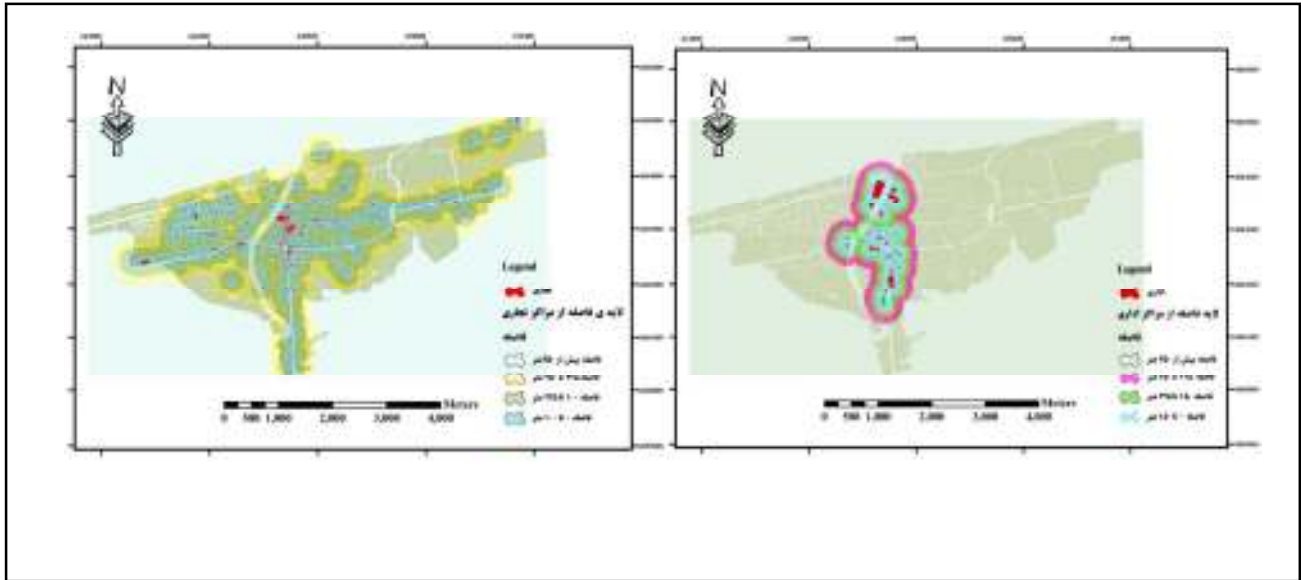
فاصله	۰-۱۰۰ متر	۱۰۰-۲۲۵ متر	۲۲۵-۳۵۰ متر	بیش از ۳۵۰ متر
ارزش جدید	۴	۳	۲	۱

همانگونه که ملاحظه می‌گردد، گروه پیکسل فاصله ۰-۱۰۰ متری بدلیل اهمیت زیاده‌تر آن نسبت به بقیه گروه پیکسل‌های همین لایه ارزش ۴ و گروه پیکسل‌های بیشتر از ۳۵۰ متر، بدلیل نامناسب بودن مکانیابی پارکینگ در این محدوده از پیکسل‌ها، با ارزش ۱، دارای کمترین ارزش بوده است. این ارزش در محاسبات نهایی مدل بسیار تاثیر گذار است. لایه‌ی وکتوری ارزش ملک مناطق نیز توسط تابع Convert Feature To

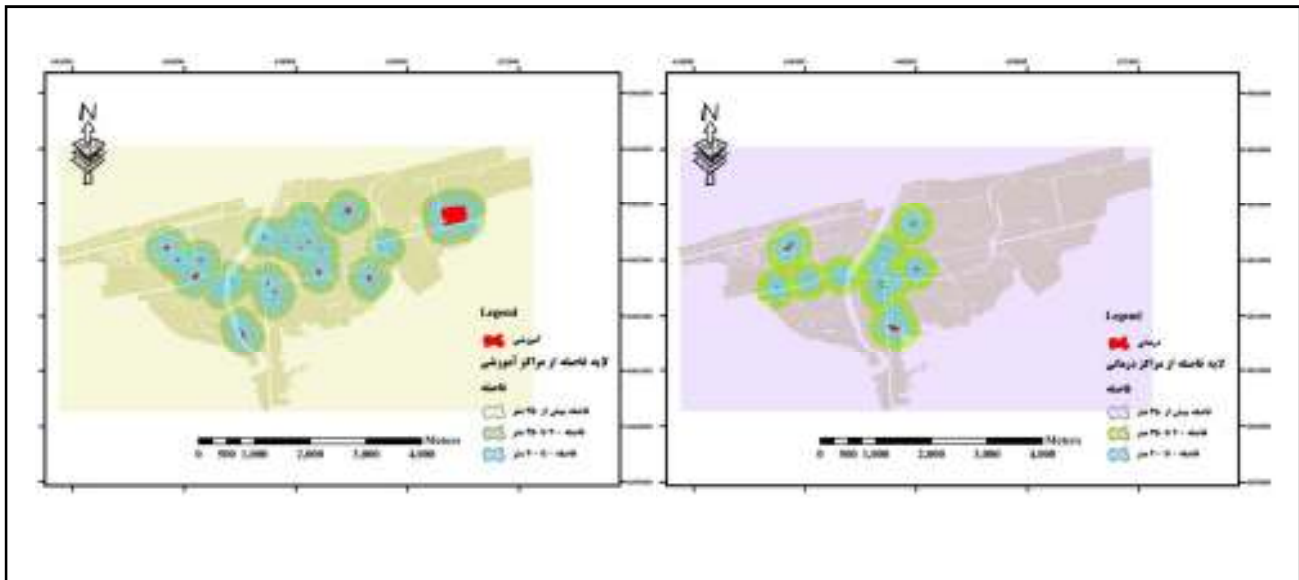
Raster به لایه‌ای رستری تبدیل و سپس طبقه‌بندی گردیده است. لازم به توضیح است، جهت ترکیب لایه‌های مختلف با ارزش‌های گوناگون، نظیر لایه‌ی فاصله اقلیدسی که کمی و بر حسب متر می‌باشد و لایه‌ی ارزش ملک که بطور کیفی است، عملیات طبقه بندی با هدف همجنس نمودن لایه‌ها و نرمالیزه کردن آن‌ها نیز بکار رفته است. برای ساخت لایه‌ی کاربری‌های مناسب برای احداث پارکینگ، ابتدا لایه‌ی وکتوری shp

زمین‌های بایر و ساختمان‌های متروکه می‌باشد. در شکل‌های ۳ تا ۷ لایه‌های مکانیابی پارکینگ‌های شهری که در فضای GIS آماده شدند نشان می‌دهد و بعد از آماده کردن لایه‌ها نوبت به وزن‌دهی پارامترهای مکانیابی به روش تحلیل سلسله مراتبی می‌رسد.

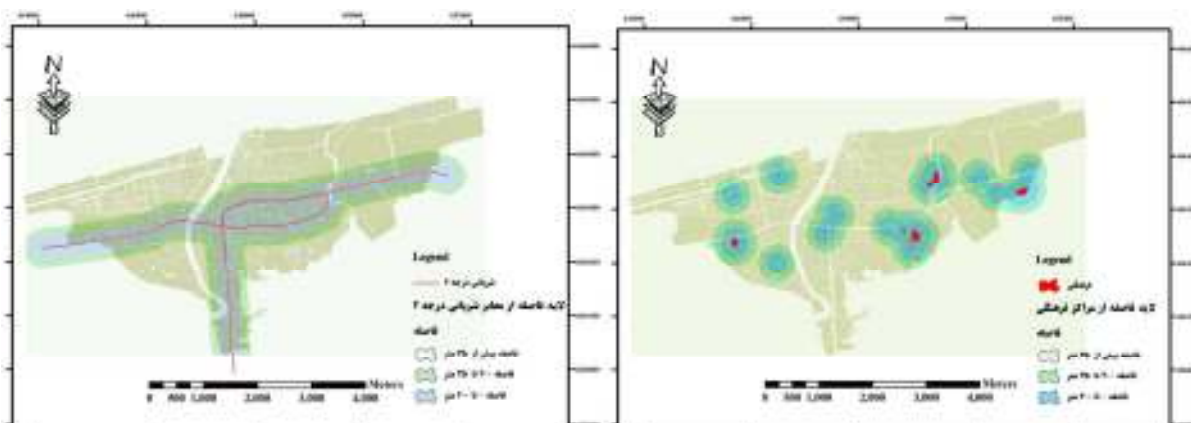
کاربری‌ها را توسط تابع *Conver Feature To Raster* به لایه‌ای رستری تبدیل می‌کنیم و بعد با استفاده از تابع *Reclassify*، لایه‌ی رستری کاربری‌ها را طبقه‌بندی می‌کنیم. مکان‌های مناسب برای احداث پارکینگ‌های شهری در این تحقیق



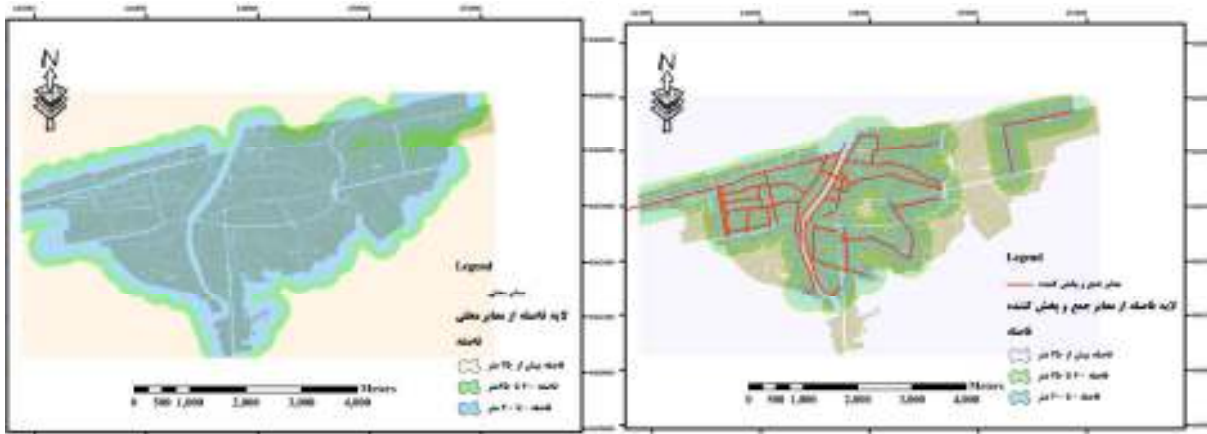
شکل ۳. لایه‌ی فاصله از مراکز تجاری و اداری



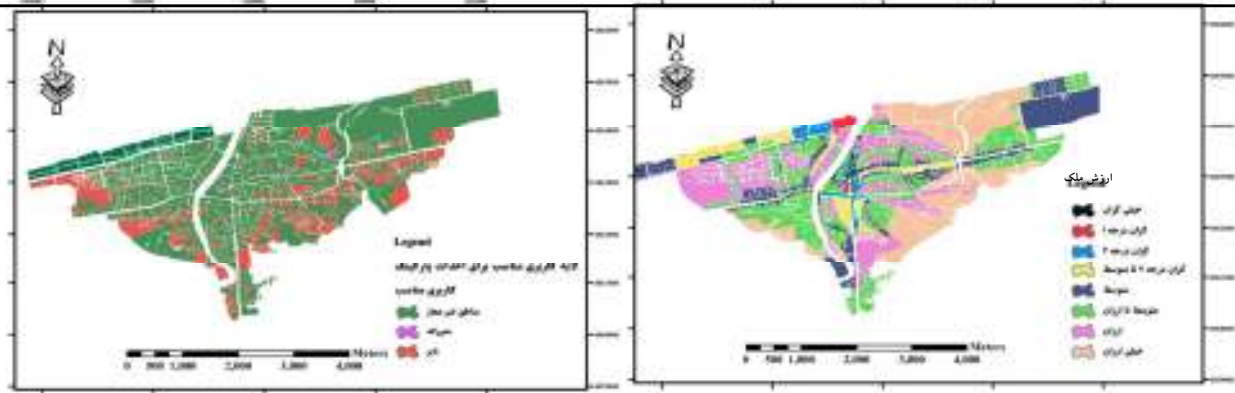
شکل ۴. لایه‌ی فاصله از مراکز درمانی و آموزشی



شکل ۵. لایه‌ی فاصله از مراکز فرهنگی و شربانی درجه ۲



شکل ۶. لایه‌ی فاصله از معابر جمع و پخش کننده و معابر محلی



شکل ۷. لایه‌ی ارزش ملک و کاربری‌های مناسب برای احداث پارکینگ

۶- وزندهی به معیارها

در این مرحله، بعد از مشخص شدن معیارهای موثر در مکانیابی پارکینگ، باید برای این معیارها وزنی مناسب تعریف شود که برای این کار روش‌های مختلفی برای وزندهی وجود دارد که از میان این روش‌ها، روش **AHP** به علت مقایسه دوتایی پارامترها و سهولت استفاده این روش و دقت بالای آن برای وزندهی به پارامترهای مکانیابی پارکینگ به سایر روش‌ها ترجیح داده شد.

این روش بر اساس نحوه تحلیل انسان از مسائل فازی توسط محقق به نام **saaty** در سال ۱۹۷۷ پیشنهاد گردید. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مبنی بر سه اصل "تجزیه"، "قضاوت مقایسه‌ای"، "ترکیب الویت‌ها" می‌باشد. اصل تجزیه نیاز به تجزیه مسائل تصمیم‌گیری به عناصر مختلف به صورت سلسله مراتبی دارد، یعنی مرحله اول ایجاد ساختار درختی برای معیارها و زیر معیارها است. اصل قضاوت مقایسه‌ای نیز به مقایسه دوتایی عناصر موجود در یک سطح ساختار سلسله مراتبی با در نظر گرفتن منشاء آن در سطح بالاتر اشاره دارد، به این ترتیب که عناصر هر سطح نسبت به عناصر همان سطح به صورت دوتایی براساس جدول ۲ مقایسه شده و اهمیت نسبی آن‌ها محاسبه می‌شود که به آن وزن نسبی گفته می‌شود. این وزن‌ها می‌تواند بصورت فردی محاسبه شده باشد و یا تلفیقی از قضاوت کارشناسان باشد که در این حالت جهت ترکیب نظرات مختلف کارشناسان در قضاوتی خاص، جواب‌ها با استفاده از میانگین هندسی تبدیل به یک جواب می‌شود. بعد از انجام مقایسه

دوتایی و استفاده از میانگین هندسی برای میانگین‌گیری از نظرات کارشناسان اعداد مقایسه دوتایی حاصل را در غالب ماتریسی، با عنوان ماتریس مقایسه در می‌آوریم. در این ماتریس درایه a_{ij} در حقیقت نتیجه مقایسه معیار A_i م با معیار A_j م با توجه به جدول ۲ می‌باشد. این روش یک مقیاس اساسی را با مقادیر از ۱ تا ۹ برای تعیین میزان اولویت‌های نسبی دو معیار بکار می‌گیرد: ابتدا فرض می‌کنیم که ماتریس مقایسه دو طرفه باشد. یعنی اگر معیار A دو برابر معیار B ارجحیت داشته باشد، معیار B به اندازه نصف معیار A ارجح است. بنابراین اگر معیار A به امتیازی برابر ۲ نسبت به معیار B برسد، معیار B در مقایسه با A معادل 0.5 (معکوس عدد ۲) خواهد گرفت. این منطق برای کلیه گوش‌های چپ پایینی ماتریس مقایسه‌های دوتایی بکار گرفته می‌شود و بدین ترتیب جدول تکمیل خواهد شد. و مقیاس هر معیار با خودش امتیاز ۱ را منجر می‌شود. بنابراین عدد ۱ در قطر اصلی ماتریس منظور می‌شود. برای محاسبه وزن معیارهای هر سطح در این تحقیق از نرم افزار **Expert Choice** استفاده شد. در جدول ۳ مقایسه زوجی بین معیارهای مکانیابی پارکینگ که با توجه به نظرات مهندسين ترافیک و شهرسازی نظرسنجی شده است را نشان می‌دهد. در این قسمت با کمک روش سلسله مراتبی ابتدا ۴ معیار اصلی با هم مقایسه می‌شوند و میزان اهمیت آن‌ها نسبت به هم مشخص می‌گردد. سپس زیر معیارهای هر معیار نیز نسبت به هم نظرسنجی و اولویت بندی شده‌اند.

جدول ۲. مقدار عددی قضاوت‌ها

مقدار عددی	اهمیت یک معیار نسبت به دیگری
۹	کاملاً مرجح
۷	ترجیح خیلی قوی
۵	ترجیح قوی
۳	کمی مرجح
۱	ترجیح یکسان
۲،۴،۶،۸	ترجیحات بین فواصل فوق

جدول ۳. مقایسه زوجی معیارهای مکانیابی

کاربری مناسب برای پارکینگ	ارزش ملک	فاصله از معابر	فاصله از مراکز جذب سفر
۴	۵	۲	۱
۲	۵	۱	۰/۵
۰/۵	۱	۰/۲	۰/۲
۱	۲	۰/۵	۰/۲۵

ناسازگاری بزرگتر از ۰/۱ شود باید قضاوت کارشناسی که در ماتریس مقایسه زوجی وارد می‌شود از نوع صورت گیرد. مراکز جذب سفر دارای بیشترین وزن بعنوان مهمترین معیار در مکانیابی پارکینگ و ارزش ملک دارای کمترین وزن و کم اهمیت ترین معیار در این تحقیق است. در جدول ۴ مقایسه زوجی زیر معیار مراکز جاذب سفر را که از طریق مهندسی ترافیک و شهرسازی نظرسنجی شد را نشان می‌دهد. و شکل ۹ وزن زیر معیار مراکز جاذب سفر که از طریق نرم افزار Expert Choice محاسبه شدند را نشان می‌دهد.

بعد از اینکه معیارهای مکانیابی پارکینگ‌های شهری طبق نظرات کارشناسان ترافیک و شهرسازی نظر سنجی شدند این مقایسات زوجی را وارد نرم افزار Expert Choice کردیم و با تشکیل ماتریس مقایسه زوجی در این نرم افزار، وزن معیارها محاسبه شدند. در شکل ۸ وزن معیارهای مکانیابی پارکینگ را که از طریق نرم افزار Expert Choice محاسبه شدند را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل دیده می‌شود نرخ ناسازگاری ۰/۰۲ محاسبه شد که کوچکتر از ۰/۱ می‌باشد که نشان دهنده قضاوت صحیح کارشناسان ترافیک و شهرسازی است. در صورتی که نرخ

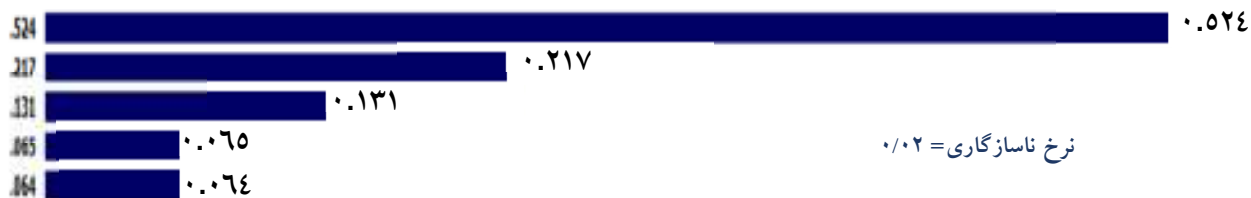


شکل ۸ وزن معیارها با استفاده از نرم افزار Expert Choice

جدول ۴. مقایسه زوجی زیرمعیارها فاصله از مراکز جاذب سفر

	تجاری	اداری	درمانی	آموزشی	فرهنگی
تجاری	۱	۳	۵	۶	۷
اداری	۰/۳۳	۱	۲	۳	۴
درمانی	۰/۲۰	۰/۵۵	۱	۳	۲
آموزشی	۰/۱۶	۰/۳۳	۰/۳۳	۱	۱
فرهنگی	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۲۰	۱	۱

مراکز تجاری
مراکز اداری
مراکز درمانی
مراکز آموزشی
مراکز فرهنگی



شکل ۹. وزن زیر معیار مراکز جاذب سفر با استفاده از نرم افزار Expert Choice

شکل ۱۰ وزن زیر معیار فاصله از معابر که از طریق نرم افزار Expert Choice محاسبه شدند را نشان می‌دهد.

جدول ۵ مقایسه زوجی زیر معیار فاصله از معابر را که از طریق مهندسین ترافیک و شهرسازی نظرسنجی شد را نشان می‌دهد. و

جدول ۵. مقایسه زوجی زیر معیار فاصله از معابر

	شریانی درجه ۲	جمع و پخش کننده	خیابان محلی
شریانی درجه ۲	۱	۲	۵
جمع و پخش کننده	۰/۵۰	۱	۴
خیابان محلی	۰/۲۰	۰/۲۵	۱



نرخ ناسازگاری = ۰/۰۲

شکل ۱۰. وزن زیر معیار فاصله از معاير با استفاده از نرم افزار Expert Choice

برای ترکیب لایه‌ها توسط ماژول raster calculator ابتدا لازم است که وزن زیر معیارها را نسبت به معیار اصلی نرمالیزه شود، بطوریکه مجموع تمام وزن‌ها ۱ شود برای این کار کافی است وزن معیار را در تک تک زیر معیارها مربوطه ضرب کنیم تا وزن نرمال شده محاسبه شود. جدول ۵ وزن نرمال شده پارامترهای موثر در مکانیابی پارکینگ در شهر بابلسر آورده شده است. و شکل ۱۱ وزن نرمال شده معیارهای مکانیابی پارکینگ که از طریق نرم افزار Expert Choice محاسبه شدند را نشان می‌دهد.

بعد از محاسبه وزن نهایی معیارهای مکانیابی پارکینگ نوبت به تلفیق لایه‌ها و وزن‌دهی شده می‌رسد که در این تحقیق از ماژول raster calculator نرم افزار آرک مپ استفاده شد. شکل ۱۲ تلفیق لایه‌های وزن‌دهی شده را در ماژول raster calculator را نشان می‌دهد همانطور که مشخص است ابتدا وزن مربوط به هر لایه را در لایه مربوط ضرب کرده و در نهایت جمع تمامی لایه‌های وزن‌دهی شده دامنه‌ای از ارزش‌های صفر تا پنج است که به خواص مناسب برای تهیه یک نقشه خروجی می‌تواند طبقه بندی شود. به عبارت دیگر لایه‌ی حاصل شامل پیکسل‌هایی می‌شود که ارزش آن‌ها بین ۰-۵ متغیر است و پیکسل‌هایی که دارای ارزش ۵ هستند بهترین مکان جهت احداث پارکینگ‌های شهری را نشان می‌دهند. و در نهایت مکان‌های مناسب برای ساخت پارکینگ در ۵ کلاس مکان خیلی خوب تا خیلی نامناسب طبقه بندی شدند.

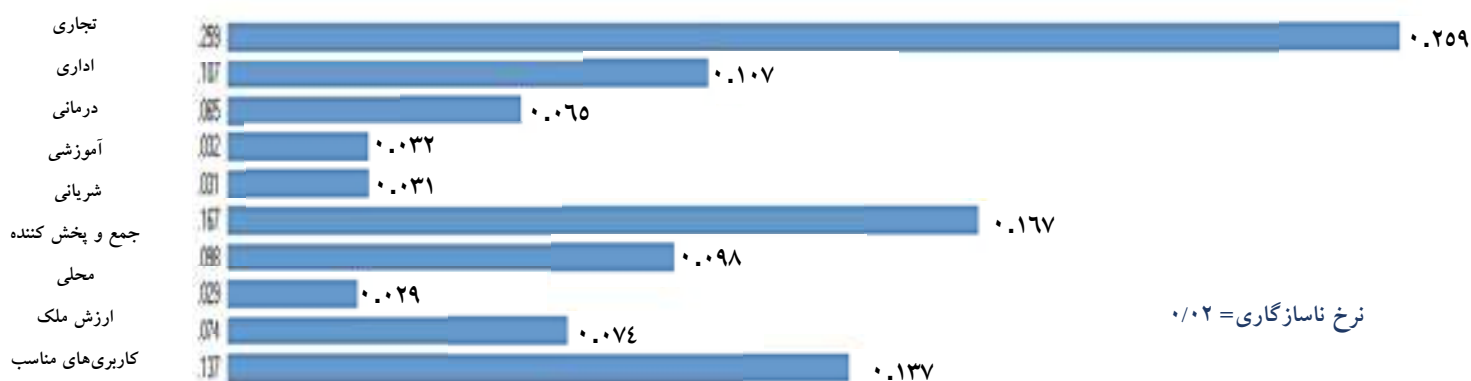
بعد از آماده سازی لایه‌ها در فضای GIS و وزن‌دهی معیارها با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در نهایت باید از طریق ماژول raster calculator این لایه‌های آماده شده با هم ترکیب شوند و هم‌زمان وزن‌های محاسبه شده به هر لایه ضرب - شود و از تلفیق این لایه‌ها وزن‌دهی شده، مکان‌های مناسب برای احداث پارکینگ در ۵ کلاس مکان‌های خیلی خوب تا مکان‌های خیلی نامناسب طبقه بندی شدند.

۷- تلفیق لایه‌ها

برای انجام تصمیم‌گیری‌های چند معیاره توسط GIS مانند مکانیابی، هر معیار به یک لایه‌ی اطلاعات مکانی تبدیل می‌شود. لایه‌های اطلاعاتی مجموعه‌ای از پیکسل‌ها هستند که هر پیکسل در هر لایه دارای ارزشی است که بیانگر درجه عضویت آن پیکسل به لایه مربوطه است. بنابراین پیکسل‌های متناظر در لایه‌های مختلف دارای ارزش‌های متفاوتی هستند. حال برای انجام تصمیم‌گیری بهینه و انتخاب پیکسل‌های برتر، باید وضعیت و ارزش پیکسل‌ها در تمام لایه‌ها مورد بررسی قرار گیرد که این بررسی توسط مدل‌های تلفیق لایه‌ها انجام می‌گیرد. مدل‌های تلفیق با استفاده از توابع و عملکردهای مختلف ریاضی و اعمال آن‌ها بر روی ارزش هر پیکسل در لایه‌های مختلف، این ارزش‌ها را با یکدیگر تلفیق کرده و به این ترتیب ارزش نهایی هر پیکسل با در نظر گرفتن تمام لایه‌های تصمیم‌گیری، محاسبه می‌شود. در آنالیزهایی مانند مکانیابی، ارزش نهایی محاسبه شده هر پیکسل معیار تصمیم‌گیری محسوب می‌شود.

جدول ۵. وزن نرمال شده معیارهای مکانیابی پارکینگ در شهر بابلسر

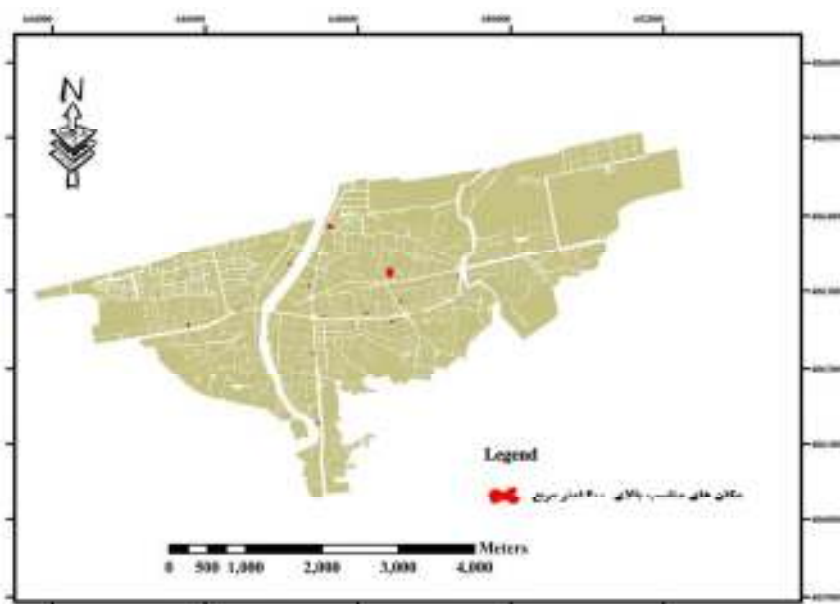
معیارها	زیر معیارها	وزن معیار	وزن زیرمعیار	وزن نرمال شده
فاصله از مراکز جاذب سفر	تجاری	۰/۴۹۵	۰/۵۲۴	۰/۲۵۹
	اداری		۰/۲۱۷	۰/۱۰۷
	درمانی		۰/۱۳۱	۰/۰۶۵
	آموزشی		۰/۰۶۵	۰/۰۳۲
	فرهنگی		۰/۰۶۴	۰/۰۳۱
فاصله از معابر	شریانی درجه ۲	۰/۲۹۳	۰/۰۵۷	۰/۰۱۶۷
	جمع و پخش کننده		۰/۳۳۳	۰/۰۹۸
	محلی		۰/۰۹۷	۰/۰۲۹
قیمت زمین		۰/۰۷۴		۰/۰۷۴
کاربری مناسب		۰/۱۳۷		۰/۱۳۸



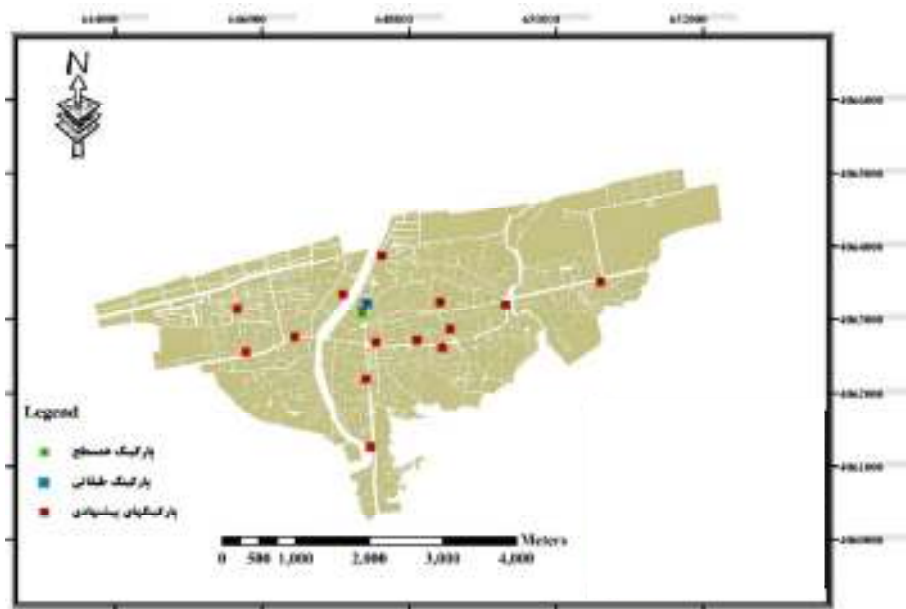
شکل ۱۱. وزن نرمال شده معیارهای مکانیابی پارکینگ‌های شهری با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice

قرار نگرفت و در جایی قرار دارد که بعلت مکانیابی نا مناسب باعث افزایش تراکم ترافیک در این نقطه می‌گردد.

شکل پارکینگ طبقاتی شهر بابلسر از مکانیابی بهینه‌ای برخوردار نیست و در مکان‌های پیشنهادی که در این تحقیق مکانیابی شدند



شکل ۱۴. مکان‌های مناسب برای ساخت پارکینگ در شهر بابلسر (مساحت بالای ۱۲۰۰ مترمربع)



شکل ۱۵. مکان‌های مناسب برای احداث پارکینگ به همراه پارکینگ همسطح و طبقاتی موجود

۸ - نتیجه گیری

امروزه معضل کمبود محل توقف وسایل نقلیه به خصوص در مناطق مرکزی شهر، گریبانگیر اکثر شهرهای بزرگ می‌باشد. پارکینگ‌های شهری به عنوان یکی از اجزای مهم یک سیستم حمل و نقل شهری مدرن، وظیفه فراهم آوردن سطوحی برای خارج کردن ترافیک ساکن از سیستم ارتباط شهری و در نتیجه کاهش شلوغی و راهبندان‌های ترافیکی مراکز شهر را بر عهده دارند. مکانیابی مناسب پارکینگ‌های عمومی باعث افزایش کارایی پارکینگ و در نتیجه کاهش پارک حاشیه‌ای و روانی ترافیک و به طور غیر مستقیم باعث افزایش عرض خیابان‌ها می‌گردد. تا چند سال پیش مکانیابی پارکینگ‌های عمومی به روش سنتی و بازدید از محل انجام می‌گرفت. در این روش در نظر گرفتن کلیه پارامترهای موثر در مکانیابی پارکینگ عمومی امکان پذیر نبوده و مکان‌های انتخابی فقط با لحاظ نمودن تعداد محدودی از پارامترها مانند قیمت زمین انجام می‌گیرد. این امر باعث دور افتادن پارکینگ از مراکز جاذب سفر و احداث پارکینگ در خیابان‌های شلوغ و افزایش ترافیک این خیابان‌ها می‌شود. سیستم اطلاعات جغرافیایی که علم و فناوری تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی هستند، سیستمی مناسب جهت یافتن بهینه‌ترین مکان جهت احداث پارکینگ‌های عمومی به شمار می‌آیند. استفاده از GIS در این زمینه باعث کاهش بازدیدهای زمینی و افزایش دقت و صحت کار می‌گردد. در این تحقیق با توجه به نظرات کارشناسان ترافیک و شهرساز، معیارهای موثر در مکانیابی پارکینگ انتخاب شدند. این معیارها عبارتند از: فاصله از مراکز جذب سفر، فاصله از معابر، ارزش ملک، کاربری‌های مناسب برای احداث پارکینگ. بعد از مشخص شدن پارامترهای موثر و منطقه مطالعاتی، نوبت به آماده کردن لایه‌ها می‌رسد. در این مرحله برای معیار مراکز جاذب سفر پنج زیر معیار مراکز تجاری،

ساخت پارکینگ طبقاتی در این نقطه از شهر بابلسر که داخل پهنه مرکزی شهر که بدون یک برنامه ریزی منسجم، جامع و هدایت گر و بدون در نظر گرفتن معیارهای تاثیر گذار برای مکانیابی است نتیجه‌ای غیر از تشویق بیش از پیش سفر با خودروهای شخصی را در پی نخواهد داشت که بازخورد منفی این پدیده به بحران ترافیکی ناشی از عبور و مرور خودروهای شخصی خواهد افزود. پارکینگ طبقاتی در این میان نقش مهمی دارند. این کاربری در حقیقت یکی از ابزارهای مهم پشتیبان برای توسعه حمل و نقل عمومی شهری است که خاصیت دوگانه و متضادی نیز در شهرسازی دارد و استفاده بی هدف از آن مشکلات عدیده‌ای را بر وضعیت فعلی ترافیک شهرها تحمیل خواهد کرد. به همین دلیل باید توجه داشت اگر پارکینگ طبقاتی در خارج از محدوده مرکزی شهر استقرار یابند، موجب کاهش تعداد خودروهای شخصی در گذرهای محدوده مرکزی شهر می‌شوند، اما ساخت آن‌ها در داخل محدوده ترافیک و مرکز شهر و در همسایگی کاربری‌های تجاری، اداری و تفریحی علاوه بر تشویق و بالا بردن انگیزه برای استفاده از خودروهای شخصی برای سفر تا مرکز شهر، عاملی جهت افزایش ترافیک و راه بندان در محدوده مرکزی شهر خواهد بود. از همین رو، در بسیاری از شهرهای جهان پارکینگ‌های طبقاتی با رعایت فاصله مناسب و حول مراکز خرید ساخته می‌شوند تا سر نشینان اتومبیل‌های شخصی پس از پارک در آن‌ها، بقیه راه را تا مقصد با وسایل نقلیه عمومی طی کنند. پارکینگ‌های طبقاتی در صورت کاربرد مناسب آن نقش بسیار مهمی در توسعه پایدار، ارتقا کیفیت محیط زیست، افزایش استاندارد زندگی شهری و گسترش وسایل حمل و نقل عمومی انسان گرا بازی خواهند کرد و علت اصلی آن نیز توجه و تاثیر آن در کاهش نقش خودروهای شخصی در گردونه ترافیک است و پارکینگ همسطح موجود در هسته شهر در شکل ۱۵ نشان می‌دهد که از مکان بهینه‌ای برخوردار است و تمام معیارهای تاثیر گذار در این تحقیق که شامل فاصله پارکینگ از مراکز جاذب سفر، فاصله از معابر، کاربری‌های مناسب برای احداث پارکینگ و ارزش ملک در آن لحاظ شده است.

- ۳- جریمه‌هایی که از جانب شهرداری، از بابت تخلفات ساختمانی به ویژه حذف پارکینگ در واحدهای مسکونی از احداث کنندگان اخذ می‌شود با وضع قوانین اجرایی در جهت رفع کمبودها سرمایه‌گذاری شود.
- ۴- جهت بهبود وضعیت ترافیکی اقداماتی چون فرهنگ‌سازی استفاده از خودرو عمومی انجام پذیرد.
- ۵- انجام مطالعات جامع حمل و نقل ترافیک، برای برآورد تقاضا برای جای پارک.
- ۶- پیشنهاد می‌شود روش‌های وزندهی دیگری مثل روش‌های فازی مورد استفاده قرار گیرد.

۹- مراجع

-Viana, Marcello, (2004), "Intelligent transportation systems and parking management: implementation potential in a Brazilian city". Vol. 21 No. 2, pp. 137- 148.

- اکبری لاکه، م.، (۱۳۹۳)، "پایان‌نامه مکانیابی پهنه‌های مناسب احداث پارکینگ‌های عمومی و طبقاتی در شهر لاهیجان"، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت.

-Hensher, david ., Jenny king (2001), parking demand and responsiveness to supply, pricing and location in the Sydney central business district. Transportation research, pp.177-196.

- متکان، ع. ا.، و شکبیا، ع و سید حسن پور، ع و عبادی، ع. (۱۳۸۸)، "تصمیم‌گیری قطعی و فازی در مکانیابی پارکینگ عمومی طبقاتی" فصل‌نامه علوم و محیطی، شماره سوم.

-Benson, i., Karel, M., salva ,b. (2008), parkagent: an agent- based model of parking in the city. Environment and urban systems .Vol.32, pp.431-439.

مراکز اداری، درمانی، آموزشی و فرهنگی در نظر گرفته شد. فواصل پیاده‌روی از این مراکز تا پارکینگ با نظر کارشناسان به کلاس‌های مختلف تقسیم و وزندهی شدند. و برای لایه‌ی فاصله از معابر که به سه زیر معیار خیابان شریانی درجه ۲ و خیابان جمع و پخش کننده و خیابان محلی نیز مطابق لایه‌ی فاصله از مراکز جاذب سفر، فواصل تقسیم و وزندهی شدند. در لایه‌ی ارزش ملک که توسط مشاوران املاک تهیه گردید، نقشه طبقه بندی قیمت‌های مناطق مختلف از گرانترین تا ارزانترین مشخص شد. لایه‌ی کاربری‌های مناسب برای احداث پارکینگ شامل زیر معیار زمین‌های بایر و متروکه وزندهی و آماده شدند. در ادامه لایه‌های مذکور با توجه به روش تحلیل سلسله مراتبی با مقایسه زوجی، وزندهی شدند و در نهایت وزن نرمال شده هر پارامتر مشخص شد.

در آخر از طریق ماژول raster calculator در نرم افزار آرک مپ این معیارها باهم ترکیب شدند و همزمان وزن هر معیار را به لایه‌ها اعمال شد و در نهایت مکان‌های مناسب برای احداث پارکینگ در ۵ کلاس مکان‌های خیلی خوب تا مکان‌های نا مناسب طبقه بندی شدند. و ۱۵ سایت برای احداث پارکینگ پیشنهاد شد که با توجه به تقاضای پارک در هر منطقه از بین سایت‌های انتخاب شده ارجح ترین مکان را برای ساخت پارکینگ در منطقه مورد نظر انتخاب می‌کنیم. همچنین در این تحقیق معلوم شد که پارکینگ طبقاتی موجود شهر بابلسر از مکانی بهینه‌ای برخوردار نیست ولی پارکینگ همسطح شهر بابلسر با توجه به معیارهای مکانیابی از مکانی مناسبی برخوردار است. برای مطالعات آینده و مدیریت بهتر شهر موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

- ۱- تشویق سرمایه‌گذاران در بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در ساخت پارکینگ‌های عمومی در سایت‌های پیشنهاد شده.
- ۲- ساماندهی و مدیریت مناسب پارکینگ‌های حاشیه‌ای به صورتی که باعث ترافیک نشود.

جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره پیاپی ۴۲، شماره ۲، ص. ۱۹۸-۱۸۳.

- کریمی، و.، عبادی، ح. و احمدی، س. (۱۳۸۷)، "مدلسازی مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی با استفاده از GIS با تاکید بر مقایسه روش‌های وزندهی و تلفیق لایه‌ها"، مجله دانشکده فنی دانشگاه تبریز، شماره ۳، پایگاه علمی جهاد دانشگاهی، ص. ۱۱-۱.

- زارع پیشه، ن. و اذانی، م. و قائد رحمتی، ص. و ستایشی، ح. (۱۳۹۱)، "مکانیابی پارکینگ‌های عمومی در ارتباط با توسعه پایدار شهری با استفاده از مدل AHP" نشریه جغرافیا و مطالعات محیطی، دوره ۱، شماره ۳، ص. ۸۷-۱۰۵.

-Ricardo Kligman, M., McDevitt, R., Todd, W. (2002), "Application Of Gis To A Parking Study In Newton Sponsoring Agency: City of Newton Department of Public Works Engineering Division. submitted to the Faculty of Worcester polytechnic institute.

-Weant, R A. (1978), "Parking Garage planning and Operation, the Eno Foundation for Transportation". Transportation Research Part A: General. volume 13. Issue4.

Neiln , E., Aeldrandlaly, K. (2004), "A computer-aided system for site selection of major capital investment. International conference e-design in architecture Dhahran. Saudi Arabia . pp.1-10.

Ricardo Kligman, M., McDevitt, R., Todd, W. (2002) . APPLICATION OF GIS TO A PARKING STUDY IN NEWTON Sponsoring Agency: City of Newton Department of Public Works Engineering Division. Submitted to the faculty of Worcester polytechnic institute.

-Garber, N.J., Hoel, L.A., (1997), "Traffic & Highway Engineering". PWS Publishing Company Washington.

- قاضی عسکرنائینی، الف.، و ورشوساز، ک. (۱۳۹۰)، "ارایه روش مناسب جهت مکانیابی پارکینگ‌های عمومی با استفاده از GIS"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

- قنبری، ح.، و کاظمی‌زاد، ش.، و نوریان، ر.، (۱۳۹۰)، "ارایه الگوی بهینه مکانیابی پارکینگ‌های محله ای با استفاده از روش AHP و GIS مطالعه موردی: منطقه ۳ و ۴ شهرداری تبریز"، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره ۲۳، ص. ۱۸۴-۱۶۳.

- عباسی کلکانی، ف.، و سیدحسینی، س. م. (۱۳۹۰)، "گسترش روش مکانیابی پارکینگ‌های عمومی با استفاده از GIS در کلانشهرها- مطالعه موردی منطقه ۳ کلانشهر کرج"، فصلنامه هویت شهر، شماره ۸، ص. ۴۷-۵۷.

- سرور، ر.، و یحیی پور، الف. (۱۳۹۰)، " مکانیابی بهینه پارکینگ‌های طبقاتی براساس مدل تحلیل سلسله مراتبی و منطق بولین- مطالعه موردی منطقه ۱۵ تهران" سپهر، دوره بیست و سوم، شماره نودم، ص. ۱-۵.

-Jelokhani-Niaraki, M., Malczewski, J. (2015), "A group Multicriteria Spatial Decision Support System For Parking Site Selection Problem: A Case Study . Land Use Policy. 0264-8377. Elsevier. pp.492-508.

- قاضی عسکرنائینی، الف. و قنبری، س. (۱۳۹۰)، "ارزیابی روش‌های مختلف مکانیابی در مدیریت احداث پارکینگ‌های عمومی در مرکز تجاری شهر اصفهان با استفاده از GIS"، مجله