

مکان‌یابی پهنه‌های مناسب احداث پارکینگ‌های عمومی شهری با استفاده از GIS فازی (مطالعه موردی: حوزه میانی غربی شهر مشهد)

محمد معتمدی، براتعلی خاکپور، حسین انفجاری

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیروان

Motamedi45@gmail.com

چکیده

مکان‌یابی صحیح پارکینگ، باعث کاهش سفرهای درون شهری می‌شود که اگر با کاهش یا عدم پارک حاشیه‌ای همراه باشد باعث افزایش عرض خیابان‌ها و روان شدن تردد وسایل نقلیه می‌گردد بدین منظور بایستی، معیارهای مؤثر طوری در نظر گرفته شود که باعث کاهش پارک حاشیه‌ای و روان تر شدن ترافیک معابر شود. در این تحقیق با اعمال معیارها و ضوابطی همچون فاصله از مراکز جاذب سفر، فاصله از معابر، هزینه تملک زمین، تراکم جمعیت و عمر بنا و با حذف کاربری‌های نامناسب جهت احداث پارکینگ مانند سطح خیابان‌ها، بیمارستان‌ها و .. سعی شده است که پهنه‌های بهینه و مناسب برای احداث پارکینگ با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی، مشخص شود. بدین منظور، ابتدا معیارهای مورد نظر با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی معمولی و فازی وزن دهی شده، سپس با استفاده از تابع عضویت فازی خطی لایه‌های مورد نظر ارزش گذاری شده و در انتها با هم‌پوشانی لایه‌های ارزش‌گذاری شده با استفاده از روش وزن‌دهی جمعی ساده (SAW)، پهنه‌های مستعد احداث پارکینگ در منطقه مورد نظر به دست آمد.

واژگان کلیدی: پارکینگ‌های عمومی، تحلیل سلسله مراتبی، منطق فازی، مکان‌یابی، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

۱. مقدمه

با رشد سریع شهرنشینی در دهه‌های اخیر و افزایش تعداد وسایل نقلیه موتوری، ترافیک در سطح معابر شهری به یکی از معضلات شهرهای بزرگ تبدیل شده است. لذا یکی از دغدغه‌های فکری مدیران شهری، حل معضل ترافیک به خصوص در شهرهای بزرگ می‌باشد. جهت روان شدن حرکت وسایل نقلیه و حل معضل ترافیک، اقدامات زیادی از جمله احداث زیرساختهای حمل و نقل شهری مانند راه‌های ارتباطی، زیر گذرها و روگذرها و گسترش حمل و نقل عمومی از قبیل مترو و اتوبوس‌های شهری، توسط مدیران شهری صورت گرفته است. در این راستا احداث پارکینگ‌های عمومی متعدد در مجاورت معابر شهری به منظور جلوگیری از پارک‌های طولانی و بی مورد در کنار خیابان‌ها، یکی از اقدامات مؤثر در کاهش ترافیک می‌باشد.

احداث پارکینگ‌های عمومی، زمانی با افزایش کارایی و دستیابی به اهداف مورد نظر همراه می‌شود که کلیه پارامترهای مؤثر در احداث پارکینگ‌ها مد نظر قرار گیرد، یکی از مهم‌ترین پارامترهای 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 مدت سفرهای درون شهری و افزایش آلودگی هوا را نیز به دنبال دارد.

۲. منطقه مورد مطالعه

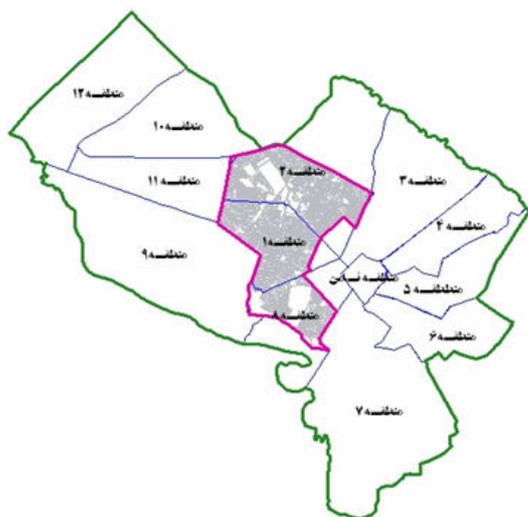
شهر مشهد با مساحتی بالغ بر ۲۵۶۹۶/۵ هکتار و جمعیتی معادل ۲۴۲۷۳۱۶ نفر، دومین کلان شهر مذهبی جهان و مهم‌ترین شهر کشور بعد از تهران می‌باشد که سالانه پذیرای تعداد زیادی زائر و مسافر است. حوزه مورد مطالعه (حوزه میانی غربی شهر مشهد) با قرارگیری در مرکزیت مکانی مشهد دارای جایگاه خاصی در ساختار فضایی شهر می‌باشد. همچنین به لحاظ کالبدی نیز به عنوان حوزه اتصال دهنده میان دو بافت ستاره‌ای (حوزه مرکزی) و شطرنجی (حوزه غربی) محسوب می‌گردد. این حوزه با مساحت ۴۰۰۳ هکتار، ۱۵/۵۸ درصد از مساحت کل مشهد را به خود اختصاص داده است و با توجه به جمعیت ۲۴۲۷۳۱۶ نفری شهر مشهد، ۲۱/۳۸ درصد این جمعیت که معادل ۵۱۹۰۸۶ نفر می‌باشد در حوزه میانی غربی جای گرفته است. با توجه به تراکم جمعیت ناخالص شهر مشهد (۹۴/۵ نفر در هکتار) این حوزه به طور متوسط از تراکم جمعیتی بیشتری، نسبت به میانگین شهر مشهد برخوردار است و مسلماً به تبع این امر، سرانه زمین در حوزه مورد مطالعه نسبت به کل شهر مشهد که معادل ۱۰۵/۸ متر مربع می‌باشد، کمتر است تمامی این موارد به تفصیل در جدول زیر ارائه شده است :

جدول ۱: مشخصات حوزه میانی غربی مشهد

نام حوزه	مناطق موجود در حوزه	مساحت کل مناطق (m ^۲)	مساحت موجود در حوزه (m ^۲)		درصد سایت از کل مناطق	جمعیت کل مناطق	جمعیت موجود در حوزه	درصد جمعیت از کل	تراکم جمعیتی حوزه (نفر در هکتار)		سرا نه زمین (m ^۲)
			۱	۲					۱	۲	
حوزه میانی غربی مشهد	منطقه ۱	۱۴۸۰۳۵۲۲	۱۳۸۱۶۷۹۴	۹۳٪	۱۷۲۵۲۲	۱۵۸۱۵۴	۹۱٪	۱۱۴/۴۶	۸۷/۳۶	۷۷/۱۲	
	منطقه ۲	۳۰۳۷۱۹۲۳	۱۸۰۸۸۵۶۳	۶۰٪	۳۸۰۴۵۴	۲۷۹۷۸۳	۷۳٫۵٪	۱۵۴/۶۷	۶۴/۶۵		
	منطقه ۸	۱۵۹۶۷۶۳۲۱	۸۱۲۷۷۶۶	۵۰٪	۱۰۳۲۰۵	۸۱۱۴۹	۷۸٪	۹۹/۸۴	۱۰۰/۱۵		

(نهاد مطالعات و برنامه ریزی توسعه و عمران شهر مشهد، ۱۳۸۷)

شکل‌های زیر نیز موقعیت این حوزه را نسبت به سایر حوزه‌ها و مناطق شهرداری مشهد نشان می‌دهد :



شکل ۲: موقعیت حوزه میانی غربی در مناطق شهرداری



شکل ۱: حوزه‌های برنامه ریزی شهر مشهد

در این تحقیق از نقشه‌های ۱:۶۰۰۰۰ و ۱:۱۲۰۰۰۰ شهری مربوط به سال ۱۳۸۷ تهیه شده توسط مهندسی مشاور پارسوماش برای استخراج لایه‌های مربوط به مراکز جذب سفر، معابر، کاربری‌های نامناسب جهت پارکینگ، ارزش ملک و... استفاده شده است.

۳. روش کلی مورد استفاده در مکان‌یابی

در این تحقیق، به منظور مکان‌یابی پهنه‌های مستعد ایجاد پارکینگ‌های عمومی شهری در حوزه میانی غربی، طرح تفصیلی مشهد با استفاده از قابلیت‌های GIS و منطق فازی، نیاز به روشی داشتیم که در طول انجام آن، بتوان از این دو قابلیت استفاده کرد بدین منظور روش وزن دهی جمعی ساده (SAW) به کار گرفته شد. روش مبتنی بر SAW را می‌توان برای استفاده از هر سیستم GIS که دارای قابلیت‌های همپوشی است، عملیاتی کرد. فنون همپوشی امکان ترکیب لایه‌های مترتب بر نقشه معیار ارزیابی را جهت تعیین لایه مرکب (نقشه‌های خروجی) فراهم می‌آورند [۳]. با توجه به روش مطرح شده جهت نیل به اهداف مورد نظر در این تحقیق، چهارچوب اصلی و روش کار انجام شده در نمودار زیر نشان داده شده است:



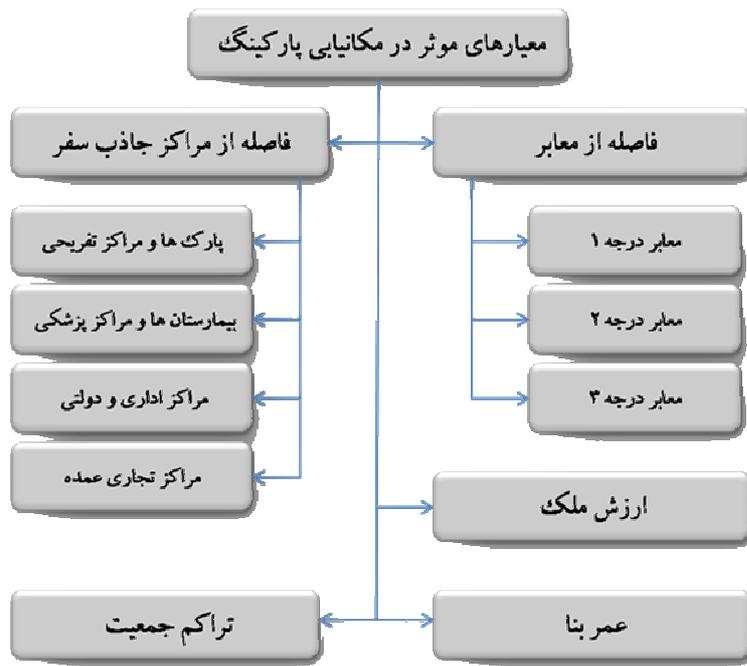
نمودار ۱: فرآیند مکانیابی پارکینگ

۴. معیارهای مؤثر در مکان‌یابی پارکینگ

عوامل و معیارهایی که در انتخاب مکان فعالیت‌های خدماتی، صنعتی، تجاری و... مؤثر بوده و بایستی مورد توجه قرار گیرند متنوع و متعدّداند، برخی از این عوامل متغیر و برخی دیگر ثابت هستند. بدین صورت که در طول زمان و با تغییر شرایط در برخی عوامل مانند زلزله‌خیزی و شرایط آب و هوایی تغییری ایجاد نمی‌شود در حالی که در برخی از عوامل نظیر راه‌های ارتباطی،

جمعیت، بلوک و... تغییراتی به وجود می‌آید. در ضمن تعدادی از عوامل کمی و قابل محاسبه، برخی کیفی و برخی نیز جنبه سلیقه‌ای دارند همچنین برداشت و تعبیر مجریان از متغیرهای مکانی یکسان نیست، به طور مثال ممکن است برداشتی که کارشناسان ترافیک در مورد معیارهای مؤثر در مکان‌یابی پارکینگ داشته باشند با آنچه که کارشناسان شهرسازی و معماری مد نظر دارند متفاوت باشد [۴].

اما معیارها و زیر معیارهای مورد استفاده در مکان‌یابی پهنه‌های مستعد احداث پارکینگ در حوزه مربوطه این تحقیق در شکل مقابل دیده می‌شود.



نمودار ۲: معیارهای مؤثر در مکان‌یابی پارکینگ

۵. وزن دهی به معیارها

از مشکلات رایج تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، اهمیت متفاوت معیارها و زیر معیارها برای تصمیم‌گیران است. از این رو اطلاعاتی در مورد اهمیت نسبی هر یک از معیارها و زیرمعیارها نسبت به هم مورد نیاز است. استخراج و تعیین وزن گام مهمی در استخراج معیارهای تصمیم‌گیری است. وزن داده شده به صورت یک عدد در ارزیابی دخالت داده می‌شود که این عدد بیانگر اهمیت نسبی آن معیار نسبت به سایر معیارها است. معمولاً وزن‌ها به صورتی که مجموع آنها برابر یک شود، نرمالیزه می‌شوند [۲]. در این تحقیق، از روش وزن دهی مقایسه دوتایی (AHP) استفاده شده است. روش مقایسه دوتایی به دلیل داشتن مبنای تئوریک قوی، دقت بالا، سهولت استفاده، دارا بودن ارزش اعتبار و درستی و دقت نتیجه، یکی از معتبرترین و پرکاربردترین روش‌ها می‌باشد [۳]. یکی از مشکلات در روش معمول AHP اعتماد کامل به نظر کارشناسی می‌باشد. از این رو در این روش به نظر کارشناسان یک عدد اختصاص داده می‌شود. در صورتی که در روش فازی این مشکل رفع شده و نظر کارشناسان بصورت بازه‌ای از اعداد، که نشانگر عدم اعتماد کامل به نظر کارشناسی می‌باشد، وارد فرآیند وزن دهی می‌شود که از آنها به عنوان اعداد فازی مثلثی یاد می‌شود که شامل سه عدد وزن متوالی از جدول مقایسه دو دویی ال ساعتی می‌باشد [۲].

با توجه به اهمیت زیاد سطح اول یعنی ضرایب معیارها، وزن‌های به دست آمده در این سطح محصول روش AHP فازی می‌باشند. ولی در سطح دوم وزن زیر معیارها از روش AHP معمولی و با استفاده از نرم افزار Expert choice به دست آمده است. نتایج به دست آمده پس از تهیه جداول مقایسه دو دویی و استفاده از دو روش نامبرده در جدول زیر نشان داده شده است :

جدول ۲: نتایج حاصل از فرآیند وزن دهی معیارها

عنوان	معیار	وزن	زیر معیار	وزن
مکان‌یابی پهنه‌های مناسب جهت احداث پارکینگ‌های عمومی شهری	فاصله از مراکز جاذب سفر	۰/۵۰۵	فاصله از پهنه‌های عمده تجاری و خدماتی	۰/۳۷۳
			فاصله از پهنه‌های عمده اداری و دولتی	۰/۲۷۲
			فاصله از پهنه‌های عمده بهداشتی و درمانی	۰/۲۰۴
			فاصله از پارک‌ها و مراکز تفریحی	۰/۱۵۱
	فاصله از معابر	۰/۳۵۸	فاصله از معابر درجه ۱	۰/۴۳۱
			فاصله از معابر درجه ۲	۰/۳۴۶
			فاصله از معابر درجه ۳	۰/۲۲۳
	ارزش ملک	۰/۱۰۱		
	تراکم جمعیت	۰/۰۲۱		
	عمر بنا	۰/۰۱۵		

۶. آماده سازی لایه‌ها

در فرآیند مکان‌یابی، استخراج لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز، اولین مرحله از مراحل عملی تحقیق می‌باشد که طی آن لایه‌های نقشه ای هر یک از معیارها و زیر معیارهای آنها استخراج شده و برای انجام مراحل بعدی وارد پایگاه داده GIS می‌شود. این مرحله شامل رقومی سازی، زمین مرجع نمودن و GIS Ready نمودن لایه‌های اطلاعاتی می‌باشد [۱].

پس از تهیه نقشه لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز معیارهای ذکر شده با استفاده از نرم افزار Arc GIS ۹.۳، در سیستم مختصات WGS_۱۹۸۴_UTM_Zone_۴۰N زمین مرجع شدند. لازم به تذکر است که در تمام محاسبات و آنالیزها در طول این تحقیق اندازه خروجی پیکسل‌های نقشه‌ها (output cell size) برابر یک متر در نظر گرفته شد یعنی کلیه محاسبات و آنالیزها بر روی مربعی به مساحت یک متر مربع در روی سطح زمین انجام می‌شود. هرچند که این مقدار حجم محاسبات را بالا می‌برد ولی از دقت بالاتری نیز برخوردار است.

۷. ارزش گذاری و تلفیق نهایی معیارها

تا این مرحله، اهداف، داده‌های مورد نیاز و شاخص‌های مؤثر در شناسایی پهنه‌های بهینه و وزن هر یک، مورد بررسی قرار گرفته اند. در فرآیند تصمیم‌گیری، پهنه بهینه محدوده ای است که در بررسی مجموع عوامل و معیارهای شناسایی دارای بهترین شرایط باشد. در این مرحله بایستی شرایطی فراهم شود تا جمع کلیه شاخص‌های مؤثر امکان پذیر باشد. بنابراین باید ارزش محدوده‌های شهر از لحاظ هر یک از شاخص‌ها به صورت کمی با واحد یکسان با سایر شاخص‌ها مشخص شود.

روش منتخب به منظور ارزش گذاری لایه‌های موضوعی، منطق فازی است. در این روش با استفاده از توابع عضویت فازی که برخی از آنها از پیش تعیین شده و دستورهای آن در نرم افزار وجود دارد و یا توسط کاربر تعریف می‌شود، محدوده مورد مطالعه در هریک از لایه‌ها در فاصله ای بین صفر تا یک ارزش گذاری می‌شود. جهت تلفیق لایه‌های حاصل با استفاده از وزن‌های به دست آمده، روش وزن دهی جمعی ساده (SAW) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

چون معیارهای مورد نظر دارای دو سطح می‌باشد، ابتدا این روش را در سطح دوم به کار برده و مناطق مستعد احداث پارکینگ از نظر فاصله از مراکز جاذب سفر و فاصله از معابر را بدست می‌آوریم. با توجه به الگوریتم روش SAW و لایه‌های ایجاد شده از مراکز جاذب سفر و وزن‌های به دست آمده، روابط زیر جهت هم‌پوشانی و تلفیق معیارها در سطح دوم به کار می‌رود:

= پهنه‌های بالقوه بر اساس معیار مراکز جاذب سفر

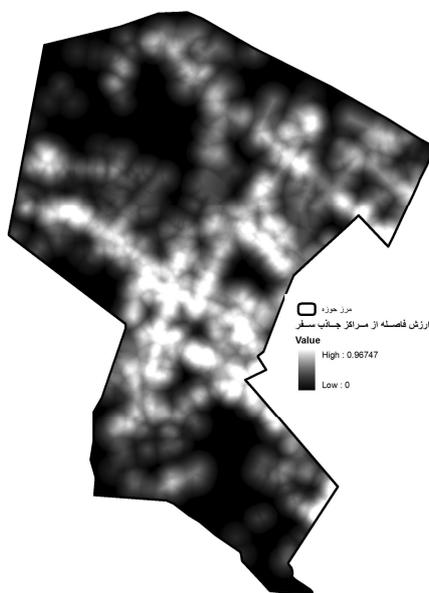
$$(فاصله از پهنه‌های عمده اداری و دولتی) * 0/272 + (فاصله از پهنه‌های عمده تجاری و خدماتی) * 0/373$$

$$(فاصله از پارک‌ها و مراکز تفریحی) * 0/151 + (فاصله از پهنه‌های عمده بهداشتی و درمانی) * 0/204$$

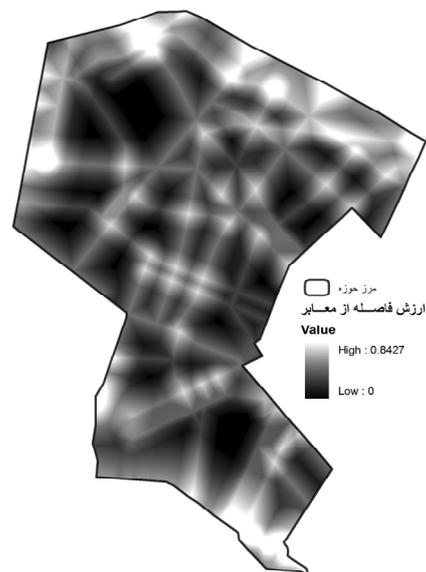
= پهنه‌های بالقوه بر اساس معیار فاصله از معابر

$$(فاصله از معابر درجه ۳) * 0/223 + (فاصله از معابر درجه ۲) * 0/346 + (فاصله از معابر درجه ۱) * 0/431$$

با توجه به روابط فوق، نقشه ارزش‌گذاری شده هریک از معیارهای مورد نظر در حوزه مورد مطالعه در شکل‌های زیر دیده می‌شود:



شکل ۴: ارزش فاصله از مراکز جاذب سفر



شکل ۳: ارزش فاصله از معابر



شکل ۷: ارزش عمر بنا

شکل ۶: ارزش تراکم جمعیت

شکل ۵: ارزش ملک

پس از ارزش گذاری لایه‌ها، نوبت به تلفیق لایه‌ها در سطح اول یا همان تلفیق نهایی لایه‌های تولید شده می‌رسد. با توجه به روش انتخاب شده جهت تلفیق، وزن‌های بدست آمده در سطح اول و لایه‌های نهایی ارزش گذاری شده (فازی) با ضرب هریک از ضرایب در ارزش هریک از پیکسل‌ها در لایه فازی شده، ارزش گذاری نهایی پهنه‌های حوزه با اعمال ضرایب اهمیت آنها به دست می‌آید که در نهایت تمام لایه‌های به دست آمده با هم جمع شده و ارزش نهایی هریک از پیکسل‌ها به دست می‌آید. یعنی جهت تلفیق نهایی لایه‌های موجود داریم :

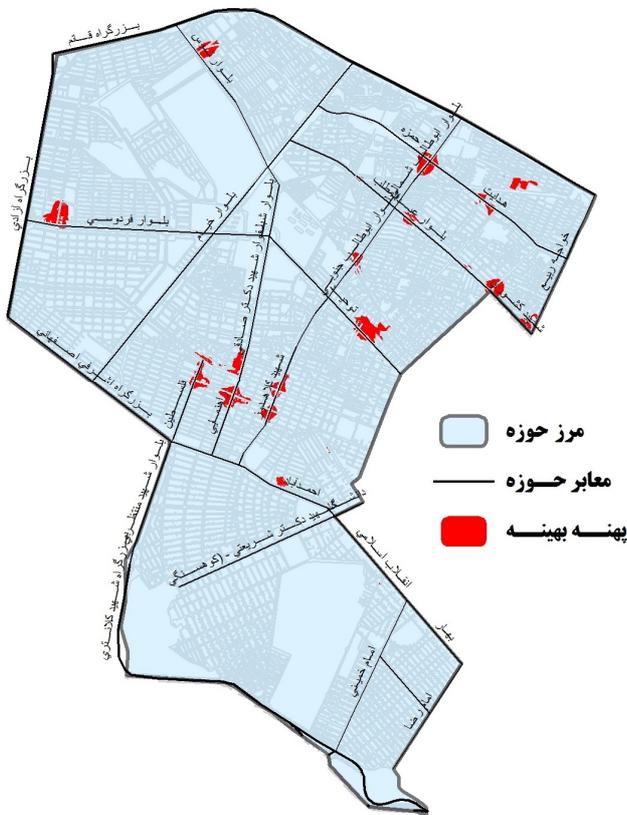
$$= \text{پهنه‌های بالقوه بر اساس کل معیارها}$$

$$= (\text{فاصله از معابر}) * 0.358 + (\text{فاصله از مراکز جاذب سفر}) * 0.505 + (\text{عمر بنا}) * 0.105 + (\text{تراکم جمعیت}) * 0.021 + (\text{ارزش ملک}) * 0.101$$

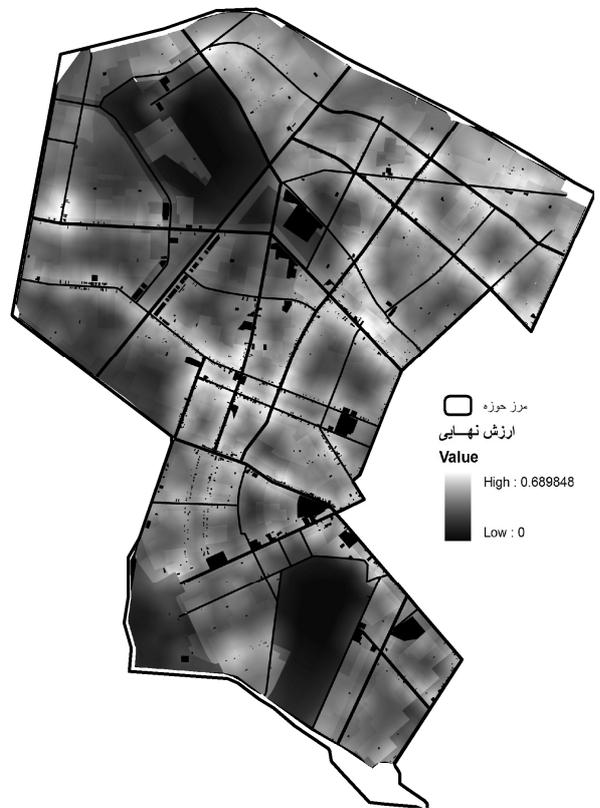
آخرین گام در شناسایی پهنه‌های مستعد احداث پارکینگ حذف بعضی از کاربری‌ها و مناطق از نقشه نهایی تلفیق لایه‌ها می‌باشد که تحت عنوان کاربری‌های نامناسب جهت احداث پارکینگ از آنها یاد می‌شود. از مهم‌ترین دلایل حذف این مکان‌ها می‌توان معیارهای اقتصادی از جمله هزینه تخریب و قیمت بالای این اماکن، معیارهای سیاسی و ... را نام برد. مهم‌ترین کاربری‌های ناسازگار که می‌توان نام برد عبارتند از: پهنه‌های اداری و دولتی، مراکز تجاری عمده و بالای سه طبقه، مراکز فرهنگی مانند مساجد و حسینیه‌ها، بیمارستان‌ها و مراکز توریستی و محدوده ممنوع اطراف آن‌ها و سطح خیابان‌ها را نام برد [۴].

شکل ۸ نقشه نهایی حاصل از تلفیق لایه‌ها و حذف کاربری‌های نامناسب از حوزه را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر این نقشه نتیجه نهایی حاصل از روش SAW را در مکان‌یابی پهنه‌های بهینه احداث پارکینگ بصورت ارزش گذاری شده بین صفر تا یک را نشان می‌دهد. بدیهی است هرچه ارزش یک پیکسل به یک نزدیک‌تر باشد مکان بهینه تری جهت احداث پارکینگ می‌باشد.

جهت شناسایی پهنه‌های بهینه بایستی نقشه ارزش‌گذاری شده نهایی طبقه بندی شود. در این طبقه بندی پیکسل‌هایی که ارزش آنها نزدیک به یک یعنی دارای وضعیت بهتر از نظر کلیه معیارها نسبت به سایر محدوده‌ها بوده اند و مساحت مناسبی جهت احداث پارکینگ داشتند به عنوان پهنه‌های بهینه در نظر گرفته شده اند. این طبقه بندی بر اساس تابع شکست طبیعی (Natural Break) که از توابع GIS می‌باشد انجام شده است. توسط این تابع جاهایی که تفاوت معنی داری نسبت به سایر مناطق داشته اند به عنوان پهنه‌های بهینه محسوب می‌شوند. شکل ۹ پهنه‌های بهینه و مناسب شناسایی شده جهت احداث پارکینگ دیده می‌شود که با توجه به سیاست گذاری مسئولین و نیاز منطقه و نظر کارشناسان مربوط می‌توان برای آنها اولویت نیز در نظر گرفت.



شکل ۹: پهنه‌های مستعد احداث پارکینگ



شکل ۸: نقشه حاصل از تلفیق نهایی معیارها

۸. جمع بندی و نتیجه گیری

در این تحقیق با استفاده از روش وزن دهی جمعی ساده (SAW) با به کارگیری منطق‌های تحلیل سلسله مراتبی (فازی و معمولی) و منطق فازی در محیط GIS نشان داده شد که مدل ترکیبی به کار رفته از توانایی بالایی در مکان‌یابی برخوردار است. ویژگی این مدل ترکیبی جدید و به خصوص مبتنی بودن آن بر GIS این امکان را به ما می‌دهد که با تغییرات نسبی برای اهداف مختلف و در شرایط گوناگون جغرافیایی به کار رود. برتری GIS در مکان‌گزینی بر دو معیار استوار است: ارزیابی از نظر کاربری و ارزیابی از نظر دسترسی. استفاده از GIS در مکان‌یابی پارکینگ به جای روش‌های سنتی باعث افزایش سرعت فرآیند مکان‌یابی و همچنین کارایی مناسب پارکینگ‌های احداث شده می‌گردد.

روش AHP فازی به علت استفاده از نظر کارشناسان به صورت بازه ای از اعداد، یکی از مشکلات اساسی در روش معمول AHP یعنی اعتماد کامل به نظر کارشناسی را حل نموده است. نتایج به دست آمده از تحقیق، به شرایط منطقه مورد مطالعه و وضعیت لایه های تعریف شده بستگی زیادی داشته و روش های مختلف مکان‌یابی در شرایط و مکان های مختلف ممکن است نتایج متفاوتی را ارائه کند. بنابراین همیشه، بهترین روش، روشی است که با توجه به شرایط و محدودیت های محلی بهترین نتیجه را ارائه دهد. نتایج حاصله به شدت از شرایط محلی تأثیر می‌پذیرند، این شرایط در واقع همان معیارهای تعریف شده به صورت لایه های اطلاعاتی می باشند که به عنوان کلاس های نامناسب یا محدودیت اعمال می شوند.

۹. پیشنهادها

- حل مشکلات ترافیکی منطقه مورد مطالعه تنها با مکان‌یابی و احداث پارکینگ های غیر حاشیه ای جدید حل نخواهند شد هر چند که این کار تأثیر زیادی در حل این مشکلات خواهد گذاشت. لذا پیشنهاد می شود مکان‌یابی و احداث پارکینگ غیر حاشیه ای با مدیریت و سازماندهی مناسب پارکینگ های حاشیه‌ای توأم شود.
- با توجه به تمرکز زیاد کاربری های جاذب سفر و تعداد کم معابر با ظرفیت بالا در برخی بخش های حوزه مورد مطالعه مانند خیابان راهنمایی و با توجه به ارزش بالای املاک این مناطق به عنوان یک امتیاز پیشنهاد می شود کاربری های با جاذبه سفر زیاد و قابل تغییر به کاربری های کمتر جاذب سفر تغییر یابند.
- می توان با افزایش تصاعدی هزینه‌های پارکینگ‌های حاشیه ای بسته به میزان توقف و افزایش آن در ساعات اوج تقاضای پارک (ده تا سیزده صبح و هجده تا بیست بعد از ظهر) رانندگان را تشویق به عدم آوردن وسایل نقلیه تا حد ممکن به مناطق مرکزی شهر نمود.
- در این تحقیق جهت ارزش گذاری لایه‌ها از روش فازی سازی خطی استفاده شده است، جهت رسیدن به نتایج مطلوب تر می‌توان از سایر روش‌های فازی سازی (نظیر small and larg , Near, Gaussian و ..) استفاده نمود.
- با توجه به اینکه در زمان انجام این تحقیق داده‌های ایستگاه‌های آلوده سنجی سازمان محیط زیست آماده نبودند و تنها داده‌های ایستگاه پارک وحدت (که در حوزه مورد نظر وجود ندارد) قابل دریافت بودند، پیشنهاد می‌شود که با جمع آوری داده‌های آنها و شناسایی مراکز آلوده شهری از این معیار نیز استفاده شود.

منابع و مآخذ

۱. احمدی آذری کیان؛ مکان‌یابی پارکینگ به کمک پیاده سازی الگوریتم تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به روش OWA در محیط GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی دکتر سعیدیان، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۶.
۲. کریمی وحید، عبادی حمید، احمدی سلمان؛ مدل‌سازی مکان‌یابی تأسیسات شهری با استفاده از GIS با تاکید بر مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی، همایش و نمایش ملی ژئوماتیک ۸۶، سازمان نقشه برداری کشور، ۱۳۸۶.
۳. مالچفسکی یاچک؛ سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری، ترجمه اکبر پرهزکار و عطا غفاری گیلانده، چاپ اول، انتشارات سمت، ۱۳۸۵.
۴. قاضی عسگری نائینی آرمان؛ ارائه روشی مناسب جهت مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی با استفاده از GIS، به راهنمایی دکتر مسعود ورشوساز، مطالعه موردی: بخش مرکزی شهر اصفهان، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی تهران، ۱۳۸۵.
۵. نهاد مطالعات و برنامه ریزی توسعه و عمران شهر مشهد؛ الگوی توسعه و طرح تفصیلی حوزه میانی غربی، مشهد، ۱۳۸۷.