مجلّه‌ی جغرافیا و توسعه‌ی شهری، شماره‌ی دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۱

مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی با بهره‌گیری از الگوریتم فازی و مدلAHP مبتنی بر GIS در منطقه ۹ شهرداری مشهد

قدیر صیامی(دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی دانشگاه فردوسی مشهد، نویسنده مسؤول)
Siami.fum@gmail.com
طاهره آخشینی(دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری دانشگاه بین‌المللی امام رضا)
tahereakhsheyni@yahoo.com

چکیده

این مقاله به مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی در منطقه ۹ کلان‌شهر مشهد با استفاده از الگوریتم فازی و مدلAHP در محیط Arc GIS می‌پردازد. روش این پژوهش از جهت هدفِ تحقیق، کاربردی – توسعه‌ای و از منظر چارچوبِ پژوهش، تحلیلی- توصیفی است، که در سطح منطقه ۹ شهرداری مشهد و نواحی آن انجام شده است. جمع‌آوری اطلاعات به صورت میدانی، کتابخانه‌ای و مصاحبه با کارشناسان و متخصصان امر صورت پذیرفته و پنج معیار کالبدی، ترافیکی، عملکردی، اقلیمی و اقتصادی، به عنوان شاخص‌های کلیدی مکان‌یابی پارکینگ در محدوده‌ی مورد مطالعه، در نظر گرفته شده است. تکنیک‌های وزن‌دهی و تخصیص امتیاز به شاخص‌ها مبتنی بر نظرکارشناسان ترافیک و مدیران شهری، تلفیق داده‌ها در بستر منطق فازی، تحلیل سلسله مراتبیAHP و روش هم‌پوشانی شاخص‌ها از وجوه برجسته این تحقیق است. یافته‌های این پژوهش منجر به پهنه‌بندی منطقه ۹ شهرداری مشهد به سه کلاس مطلوب، نسبتاً مطلوب و نامطلوب گردید. پس از آن، از بین نواحی با کلاس مطلوب، ۱۳ پهنه به عنوان نواحی با قابلیت بالا انتخاب شد و از بین آن‌ها در نهایت ٤ سایت با امتیاز بالای ۱۰۰۰، به عنوان اولویت‌های اول(A) در مکان‌یابی پارکینگ طبقاتی، معرفی گردید.

کلیدواژه‌ها: مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی، الگوریتم فازی، AHP، مشهد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۱۵ تاریخ تصویب:۱۳۹۱/۸/۲۲

مقدمه

عصر جدید با گسترش شهرها، افزایش تعداد مسافرت‌های شهری، پیشرفت‌های فناورانه، رشد فزاینده‌ی تولید خودرو، ارزان شدن قیمت آن‌ها، افزایش درآمد خانوارها و در نتیجه افزایش قابل توجه خودروها در سطح شهرها، به ویژه شهرهای بزرگ، همراه بوده است. از این رو گسترش زیر ساختهای حمل ونقل شهری، به ویژه پارکینگ‌های عمومی، به یکی از ضرورت‌ها و ترجیحات اجتناب ناپذیر در این شهرها بدل شده است(Hobbs,1974:155).

پارکینگ، یکی از بخش‌های مهم سیستم حمل و نقل شهری و فضایی برای توقف وسایل نقلیه در نظر گرفته می‌شود و پایان منطقی یک سفر با وسیله نقلیه است. تاریخ شکل‌گیری پارکینگ‌ها(گاراژها) به دهه‌ی ۱۹۲۰ و هم‌زمان با ظهور نخستین وسایل نقلیه عمومی باز می‌گردد. در آغاز، این کاربری‌ها سرویس دهی به مراکز خرید و محل‌های پارک را بر عهده داشتند. اغلب سفرها با وسایل نقلیه سنتی همچون درشکه‌های اسبی صورت می‌گرفت و پارک خیابانی بسیار محدود بود. بعد از جنگ جهانی دوم با افزایش قیمت زمین در مراکز شهری و ضرروت ایجاد فضای پارک در شهرها، تحولی شگرف در مفهوم، کارکرد و مکان‌یابی و ایجاد پارکینگ‌ها پدید آمد. دهه‌ی۱۹٤۰و۱۹٦۰، عصر تدوین مقررات و احداث گاراژ برای فروشگاه‌های بخش مرکزی شهر بود و از اواسط دهه‌ی ۱۹٦۰ تا زمان حال نیز، پارکینگ‌ها، به عنوان فضای مکمل کاربری‌های شهری، همچون هتل‌ها، بیمارستان‌ها، رستوران‌ها و... نمود قابل ملاحظه‌ای یافته‌اند(ذکر اللهی، ۱۳۸۰).

پارکینگ‌ها به دو دسته‌ی پارکینگ‌های حاشیه‌ای وغیر حاشیه‌ای(شامل پارکینگ هم‌سطح، پارکینگ طبقاتی، پارکینگ مکانیکی) تقسیم می‌شوند. پارکینگ‌های طبقاتی به منظور ساماندهی بهتر حمل و نقل شهری و پاسخگویی به نیازهای، جابجایی و توقف وسایل نقلیه‌ی شخصی ساخته می‌شود؛ از سوی دیگر افزایش قیمت زمین و انتظارات مردم جهت دست‌یابی به رفاه بیشتر، نشانگر این نکته است که پارکینگ‌های آینده در اغلب شهرها از نوع «طبقاتی» خواهد بود. در حال حاضر در اروپا و ایالات متحده، واگذاری امتیازات هوایی در بالای بزرگ‌راه‌ها و حتی رودخانه‌ها، به عنوان یکی از راهبردهای کسب درآمد پایدار شهرداری‌ها و نیز کاهش بار ترافیک، زمینه‌ساز گسترش ساخت پارکینگ‌های عمومی و طبقاتی شده است (احمدی،۱۳۸٦: ۲۳). مکان‌یابی و کاربرد بهینه‌ی پارکینگ‌های طبقاتی،

نقش بسیار مهمی در توسعه‌ی پایدار، ارتقاء کیفیت محیط زیست شهری، افزایش استاندارد زندگی شهری و گسترش وسایل حمل ونقل عمومی انسان‌گرا، ایفا می‌کنند. جهت دست‌یابی به بیشینه بهره‌وری پارکینگ‌ها در شهر، تدارک یک سیستم شبکه‌ای منسجم، هوشمند و مرتبط با یکدیگر امری ضروری است. انسجام این شبکه هوشمند از دو وجه ترافیکی و با شاخص‌هایی چون ضریب مالکیت خودرو، نزدیکی به شریان‌های اصلی، ورودی و خروجی‌های پارکینگ و وجه شهرسازی با معیارهای کالبدی و عملکردی از قبیل تأثیرات و روابط متقابل کاربری‌های هم‌جوار، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (ذکر اللهی،۱۳۸۰). پارکینگ‌ها باید سازگار با کاربری‌های پیرامون و در فاصله مناسب با مراکز تجاری، خدماتی، اداری، تفریحی و.. توزیع شوند؛ همچنین توزیع آن‌ها نباید از بُعد بصری و چشم انداز، سبب اغتشاش فضایی و در نتیجه ایجاد اثرات نامطلوب روانی در شهروندان شود، بلکه باید زمینه ساز ارتقاء کیفیت فضای شهری و ایجاد آرامش ساکنین شود. بنابراین در مکان‌یابی پارکینگ‌ها ضروری است به تمامی ابعاد ترافیکی، کالبدی، عملکردی، بصری، اقتصادی و اقلیمی توجه نمود.

به طور کلی می‌توان مکان‌یابی پارکینگ را، پیدا کردن محلی مناسب برای احداث پارکینگ که هم از لحاظ هزینه و هم از نظر پاسخ‌گویی به نیازهای منطقه مورد مطالعه، مکان بهینه باشد، تلقی کرد(احمدی آذری،۱۳۸٦: ۳٤). در انتخاب محل مناسب پارکینگ عمومی باید سعی شود محل پارکینگ‌های عمومی به کاربری‌هایی که مراجعین آن‌ها توقف کوتاه‌تری دارند، نزدیک‌تر باشد. برای توقف‌های میان مدت و طولانی مدت، مراجعین فاصله پیاده‌روی بیشتری را می‌پذیرند. در انتخاب محل پارکینگ، باید موقعیت محل اتصال پارکینگ به شبکه‌ی خیابان‌ها را کاملاً سنجید. در سنجش دسترسی پارکینگ به خیابان لازم است عواملی چون تداخل با ترافیک خیابان، تداخل با ترافیک متوقف در تقاطع‌ها در زمان قرمز بودن چراغ راهنما، تداخل با ممنوعیت گردش‌ها و یا سایر علایم و مقررات کنترل ترافیک را در نظر گرفت. همچنین باید نحوه‌ی گردش ترافیکی در داخل پارکینگ هماهنگ با گردش ترافیک در خیابان‌های اطراف درنظر گرفته شود و این موضوع گاهی در انتخاب محل پارکینگ مؤثر است(آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری، ۱۳۷۵). مکان‌یابی و احداث پارکینگ‌های عمومی از جمله اقدامات اساسی در تأمین رفاه و آسایش شهروندان است(عسکری، ۱۳۸۳: ٦۷)، که می‌بایست با توجه به تأثیر و تأثّر و روابط متقابل میان کاربری‌ها صورت پذیرد(متکان و دیگران،

۱۳۸۸: ۲۰۸). از طریق پارکینگ به مثابه بخش عمده از سیستم حمل و نقل شـهری و توقفگـاه موقـت وسایل نقلیه، فضای لازم و کافی برای وسایل نقلیه زمانی که از آن‌ها اسـتفاده نمـی‌شـود، پـیش‌بینـی و تدارک دیده می‌شود؛ اما دشواری مسأله آنجاست که این فضا را غالباً باید در محدودترین و گران‌تـرین نقاط شهر در نظر گرفت(احمدی آذری، ۱۳۸٦: ٤).

۱-طرح مسأله

طی چند دهه‌ی اخیر مکان‌یابی و احداث پارکینگ‌های عمومی در بافت شهر، بـه ویـژه شـهرهای بزرگ، از طریق فرایند تغییر سایر کاربری‌ها به کاربری پارکینگ صورت می‌گرفت کـه بـه دلیـل پـایین بودن تراکم، سفرهای درون شهری و کم بودن تعداد خودروها در گذشته، چندان مشکل آفـرین نبـود؛ ولی به تدریج این امر با افزایش حجم ترافیک، به یکی از مشکلات بزرگ سیستم حمـل و نقـل کـلان شهرها بدل شد(طالبی، ۱۳۸۹: ۱۲۰). منطقه ۹ شهرداری کـلان‌شـهر مـشهد از جملـه منـاطق نوبنیـاد و جدید در جنوب غربی این کلان‌شهر است که طـی سـال‌هـای اخیـر بـا رشـد چـشمگیر جمعیتـی و کالبدی، افزایش ضریب مالکیت خودرو و همچنین تعدد کاربری‌های فاقد پارکینگ مواجه شده اسـت. در سال‌های اخیر حجم بالای ترافیـک در سـاعات اوج سـفرهای درون شـهری در منطقـه، ازدحـام و راه‌بندان‌های طولانی در محدوده‌ی مراکز خـدماتی و تجـاری پرتقاضـا در سـاعات، روزهـا و فـصول پرتردّد، (به خصوص روزهای اوج حضور زائرین)، و ظرفیت ناکـافی پـارک ایـن مراکـز، بـه مـشکلی اساسی در مدیریت حمل و نقل و عامل نارضایتی شهروندان بدل شده است.

۲- اهمیت و ضرورت تحقیق

حجم بالای ترافیک عبور ومرور شریان‌های ارتباطی مهم، همچـون بـزرگ‌راه شـهید کلانتـری، بلـوار پیروزی، به عنوان واسط محدوده شرق به غرب منطقه، و محورهای شـریانی درجـه ۲ در داخـل سـایت، همچون بلوار هفـت تیـر، بلـوار هاشـمیه و نیـز قـسمتی از بلـوار شـهید برونـسی، محورهـای جمـع و پخش‌کننده‌هایی چون بلوار لادن، اقبال لاهوری، صیاد شیرازی، هنرستان، کوثر، باهنر و رضوی، و همچنین عبور خط یک قطار شهری از ضلع شمالی سایت کاربری‌های جاذب سفر شهری و فراشـهری، همچـون

دانشگاه فردوسی مشهد، دانشگاه علوم پزشکی، انبار شرکت برق منطقه‌ای خراسان، هتل پارس، هتل میثاق، مراکز متعدد درمانی و بیمارستانی و وجود تنها یک پارکینگ مسطح در منطقه(پارگینگ کوهستان پارک شادی با ظرفیت ۱۱۵۰ خودرو) در کنار بالا بودن متوسط قیمت زمین در منطقه۹، اهمیت و ضرورت جانمایی بهینه‌ی پارکینگ‌های طبقاتی در این منطقه را بیش از پیش نموده است. از سوی دیگر، مکان‌یابی عموماً سنتی پارکینگ‌ها در این کلان‌شهر بر اساس شاخص‌های محدودی چون قیمت زمین، کاربری و موقعیت؛ ضرورت به کارگیری سیستم‌های جدید و برخوردار از توان تجزیه و تحلیل هم‌زمان پارامترهای متعدد، همچون GIS و روش‌های تعیین کیفیت معیارها و نیز مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP برای امتیازدهی و اولویت بندی این معیارها را بیش از پیش ضروری ساخته است.

۳- اهداف پژوهش

۱- معرفی، تبیین و به کارگیری قابلیت‌های منطق فازی و مدل تحلیل سلسله مراتبیAHP در مکان‌یابی پارکینگ طبقاتی در کلان‌شهر مشهد.

۲- مکان‌یابی بهینه گزینه‌های احداث پارکینگ طبقاتی بر اساس تکنیک AHP و Fuzzy با استفاده از شاخص‌های ترافیکی، عملکردی، کالبدی، زیست محیطی و اقتصادی در منطقه.

۳- اولویت بندی پهنه‌های پیشنهادی بر اساس تحلیل نهایی و ارزش‌گذاری اراضی دارای پتانسیل احداث پارکینگ طبقاتی و معرفی سایت‌های با قابلیت بالا برای اجرا.

٤-سوابق و پیشینه پژوهش

استفاده از تکنیک AHP و منطق Fuzzy یکی از رایج‌ترین و در عین حال، مؤثرترین شیوه‌های مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی در شهرهاست. از جمله پژوهش‌های انجام شده در این زمینه می‌توان، به مطالعات وینت[1] در زمینه مکان‌گزینی موقعیت پارکینگ‌ها اشاره کرد. مطالعات وی در مورد نیاز برخی از شهرهای آمریکا به پارکینگ‌های جدید با استفاده ازGIS است (Weant,1978:89). در ایران طی چند سال اخیر بحث مکان‌یابی کاربری‌ها در محیط GIS و نیز استفاده از روش‌های AHP و Fuzzy مورد

1- Weant

توجه و اقبال بیشتری از سوی پژوهشگران قرار گرفته است. طالبی(۱۳۸۹) در پژوهشی با عنوان «مکان گزینی بهینه‌ی پارکینگ‌های طبقاتی شهر تهران»، با استفاده از روش AHP، AHP Nine Degree و روش Fuzzy، نسبت به مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی در منطقه هفت شهر تهران پرداخته است. کریمی و عبادی نیز در مقاله خود با عنوان«مدل سازی پارکینگهای عمومی با استفاده از GIS با تأکید بر مقایسه روش‌های وزن‌دهی و تلفیق لایه‌ها به کمک AHP و Fuzzy در شهر شیراز پرداخته‌اند. متکان و عبادی(۱۳۸۸) در تحقیق خود با عنوان «تصمیم گیری قطعی و فازی در مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی طبقاتی» جهت مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی از روش OWA و منطق فازی به عنوان بهترین روش برای ترکیب لایه‌ها نام برده‌اند. شهابی و برزگر(۱۳۹۰) نیز در پژوهشی، روش‌های رتبه‌ای و AHP را در مکان‌یابی پارکینگ‌ها در منطقه ۱۵ تهران مورد مقایسه و ارزیابی قرار داده و پس از بررسی چهار سناریو، آن‌ها را در سه کلاس مطلوبیت بالا، متوسط و پایین تقسیم نموده و در نهایت با استفاده از روش وزن‌دهی، مناسب‌ترین گزینه را انتخاب نموده‌اند.

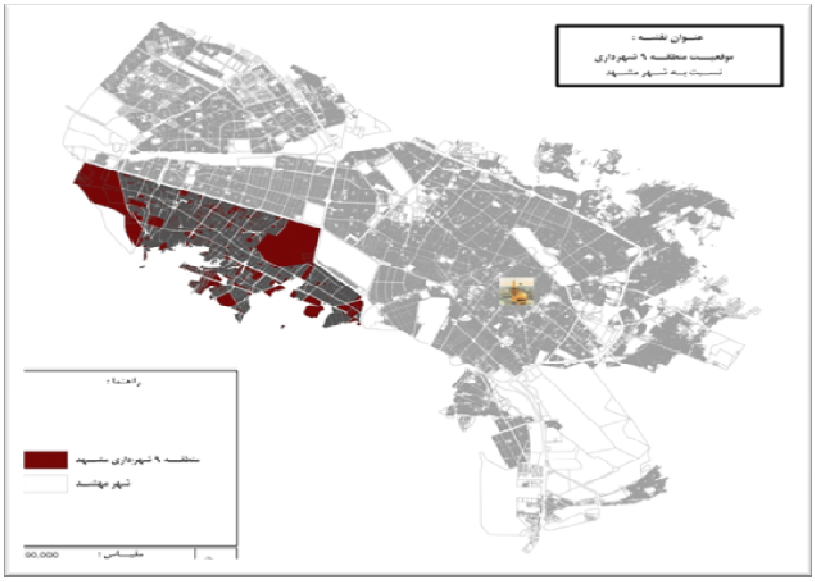
از جمله پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌ی برنامه‌ریزی و مکان‌گزینی پارکینگ‌ها در مشهد نیز می‌توان به «مطالعات جامع حمل ونقل مشهد» اشاره کرد، که یکی از مجلدات آن تحت عنوان «مطالعات پارکینگ برای سال ۱۳۸۰» با تقسیم بندی مشهد به ۱٤۱ ناحیه ترافیکی، به ارزیابی عرضه وتقاضای پارکینگ در مرکز شهر مشهد پرداخته است(مطالعات جامع حمل ونقل مشهد، ۱۳۸۰). درسال ۱۳۸۳ نیز مطالعات دیگری با عنوان «مطالعات پارکینگ در مجاورت مرزهای محدوده ممنوعه تردّد ویژه ایام خاص» در مشهد صورت گرفته است. این مطالعات شامل مطالعات عرضه پارکینگ، برآورد تقاضا برای پارکینگ، کمبود پارکینگ در وضعیت موجود ومحل‌های پیشنهادی احداث پارکینگ‌های طبقاتی در مجاورت مرزهای محدوده ممنوعه‌ی تردد (مهندسین مشاور بهین تردد،۱۳۸۳) است. همچنین می‌توان به پروژه مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی بر اساس طرح تفصیلی مرکز شهرمشهد نیز اشاره نمود(علاقه‌بند حسینی ،۱۳۸۲).

۵- محدوده و قلمرو پژوهش

منطقه ۹ شهرداری مشهد واقع در حوزه جنوب غربی این شهر واقع است و از وسعتی معادل ٤۰۱۰/۱ هکتار و جمعیتی در حدود ۲۷۱۰۵۸ نفر در سال ۱۳۸۷ و با نرخ رشد بالای ۳/٤۷درصد

جمعیت برخوردار است(آمارنامه شهر مشهد، ۱۳۸۸). تنها پارکینگ عمومی موجـود در داخـل سـایت، پارکینگ کوهستان پارک شادی به صورت هم‌سطح وبا ظرفیت ۱۱۵۰ است. خـط یـک قطـار شـهری مشهد در بلوار وکیل آباد از جوار سایت عبور می‌کند.

نقشه شماره۱:موقعیت منطقه ۹ شهرداری مشهد



سهم کاربری‌های مـسکونی ۳۸/۹٤ درصـد، کـاربری‌هـای خـدماتی ۳۱/٤۸ درصـد و شـبکه ارتباطی ۲۹/۵۹ درصد است. کاربری‌های عمده‌ی این محدوده عمدتاً در مقیاسی فراتـر از منطقـه و حتی شهر عمل نموده و در حدّ کاربری‌های منطقه‌ای نمی‌باشند.

عمر ابنیه‌ی قطعات مسکونی در منطقه ۹ به ترتیب قدمت بین ۱۵ تا ۲۰ سـال ۲۸٪ و ۰ تـا ۱۵ سال، ۲٦٪ است. بنابراین ساخت و ساز در این محدوده در چند سال اخیر بـه نـسبت زیـاد بـوده است(مهندسین مشاور نقش پیراوش، ۱۳۸۸).

از نظر مالکیت، بیشترین اراضی مربوط به مالکیت حقیقی و پس از آن آسـتان قـدس رضـوی است.

٦-فرایند روش‌شناسی پژوهش

روش‌شناسی انجام این پژوهش از نظر هدفِ تحقیق، کاربردی – توسعه‌ای و از منظر چارچوبِ پژوهش، تحلیلی- توصیفی است که به شیوه‌ی پیمایشی و در سطح منطقه ۹ شهرداری مشهد و نواحی آن انجام شده است. جمع‌آوری اطلاعات به صورت میدانی، کتابخانه‌ای و مصاحبه با کارشناسان و متخصصان امر صورت پذیرفته در آغاز امر هر یک از نقشه‌های تولید شده به روش فازی، تبدیل به نقشه‌های رستر شده[1] و سپس منطبق بر دسته‌های خواسته شده دوباره درجه‌بندی[2] می‌شوند؛ پس از آن نقشه‌های فوق توسط دستور هم‌پوشانی[3] روی هم‌دیگر قرار گرفته و یک نقشه واحد که پهنه‌های مطلوب استقرار پارکینگ عمومی می‌گردد، تولید می‌شوند. در فرایند تحلیل برای تبیین درجه اهمیت نقشه‌های زیرمعیار، ضریب نهایی زیر معیارها در AHP مشخص شده و اولویت‌های نهایی تعیین می‌گردد. مراحل کار در نمودار زیر نشان داده شده است:

مأخذ : نگارندگان

1-raster to feature
2 - reclassify
3-overlay

٦-١-معرفی شاخص‌ها و معیارهای پژوهش

اصولاً به کارگیری مؤثرترین، کارآمدترین و سازگارترین شاخص‌ها منطبق بر ویژگی‌های جمعیتی، اقتصادی، کالبدی، ترافیکی و .... هر منطقه می‌تواند نقشی مهم در مکان‌یابی بهینه‌ی پارکینگ‌های طبقاتی ایفا نماید. در همین راستا و با استناد به ضوابط و مقررات طرح‌های فرادست همچون مطالعات جامع حمل ونقل مشهد(۱۳۸۰)، مقالات و کتب حوزه ترافیک و شهرسازی و همگام با دیدگاه کارشناسان، مهم‌ترین و مؤثرترین شاخص‌های مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی، شناسایی و استخراج شده و در قالب ۵ دسته اصلی ارائه شده‌است:

٦-٢-١- معیارهای ترافیکی

الف- سطح سریس: برای سنجش کیفیت ترافیک، شش وضعیت به صورت‌های عالی‌ترین کیفیت(A)، کیفیت عالی(B)، کیفیت خوب(C)، کمینه کیفیت مورد قبول(D)، کیفیت در وضعیت استفاده از ظرفیت بیشینه(E)، کیفیت درحالت ناپایدار و راه بندان(F) استفاده شده است. در مسیرهایی که ترافیک روان است(وضعیت A وB) و مسیرهایی که وضعیت بحرانی وراه‌بندان (F) است، ایجاد پارکینگ نمی‌تواند مناسب باشد (مطالعات جامع حمل ونقل مشهد، ۱۳۸۰).

ب- شعاع دسترسی(فاصله از مراکز جذب سفر): فاصله پارکینگ از مراکز جاذب سفر باید طوری باشد که استفاده کنندگان از پارکینگ، کمترین پیاده‌روی را برای رسیدن به این مراکز داشته باشند(متکان، ١٣٨٦). بر همین اساس فاصله مناسب برای پیاده‌روی از پارکینگ تا مراکز مختلف جاذب سفر، برای کاربری‌های تجاری و خدماتی(۳۵۰-۱۰۰ متر)، اداری(۳۰۰-۱۵۰)، سایر موارد مانند تفریحی، درمانی، آموزشی، زیارتی و پایانه‌ها(۳۵۰-۲۰۰ متر) است(قریب،١٣٧٦).

ج- فاصله از ایستگاه‌های حمل ونقل عمومی: نیاز به احداث پارکینگ طبقاتی در محل بعضی از ایستگاه‌های قطار شهری و تراموا(ایجاد پارک سوار) به دلیل استفاده بسیاری از افرادی که وسیله

نقلیه خود را در آنجا پارک نموده و قصد ادامه مسیر از طریق حمل و نقل عمـومی دارنـد(مهندسـان مشاور فرنهاد، ۱۳۷۸).

د- فاصله از معابر(نزدیکی به شریان‌های اصلی): دسترسی مستقیم از بزرگ‌راه‌هـا و آزادراه‌هـا با هر نوع کاربری ممنوع است. در موارد خاص که تأمین دسترسی پارکینگ‌هـای عمـومی از طریـق خیابان‌های شریانی درجه ۱ اجتناب ناپذیر است، ایجاد یـک خـط اضـافی جهـت تطـابق و کنتـرل سرعت به منظور ورود و خروج ایمن و دید مناسب ضروری است. محـدوده‌هـایی کـه در حاشـیه خیابان‌های اصلی و شریانی درجه ۲ قرار دارند، به لحاظ تأمین دسترسی مناسـب بهتـرین شـرایط را برای مکان‌یابی پارکینگ دارا می‌باشند (همان، ۱۳۷۸).

٦-۱-۲ معیارهای کالبدی

الف- مساحت زمین: مساحت استاندارد ۲۰۰۰ مترمربع وبه شکل مربع مستطیل

ب- مالکیت: به ترتیب مالکیت‌های حقوقی(دولتی) و دولتی، پس از آن مالکیت‌های خـصوصی بیشترین پتانسیل و در انتها مالکیت‌های وقفی و آستان قدس، کمتـرین پتانـسیل را جهـت تملّـک و تغییر به کاربری پارکینگ دارند.

ج - شاخص قدمت و کیفیت ابنیه: نواحی جدید نسبت به نواحی قـدیم قابلیـت تغییرپـذیری کمتری دارد بنابراین برای تغییر و تبـدیل بـه کـاربری مـورد نظـر، قـدمت ابنیـه نیـز دارای اهمیـت است(مطالعات جامع حمل ونقل مشهد،۱۳۸۰).

٦-۱-۳ معیارهای عملکردی

الف- قابلیت انطباق با وضع موجود: کـاربری‌هـای مناسـب بـرای احـداث پارکینـگ، شـامل پارکینگ‌های فرسوده، مدارس و فضای سبز پیشنهادی و اجرا نشده‌ی طرح تفصیلی، سـاختمان‌هـای فرسوده و متروکه(متکان، ۱۳۸٦) و کـاربری‌هـای نامناسـب بـرای احـداث پارکینـگ، شـامل مراکـز فرهنگی، زیارتی، آموزشی، مساجد و حسینیه‌ها، سطح خیابان‌ها، بیمارستان‌ها، فضای سبز و باغ‌هـا و

تجهیزات شهری (متکـان، ۱۳۸٦) و نیـز ادارات، مراکـز تجـاری عمـده و مراکـز فرهنگـی و امـاکن توریستی می‌باشند(قاضی عسگری، ۱۳۸۳)

ب- هم‌جواری‌های سازگار: همسایگی کـاربری‌هـا تـأثیر بـسیار زیـادی بـر ایجـاد و احـداث پارکینگ ها دارند. به دلیل اینکه بسیاری از کاربری‌ها از جمله تجاری، درمانی، فـضای سـبز مقیـاس شهری، فرهنگی، محل ایستگاه‌های قطار شـهری، ترامـوا و . .. مـراجعین زیـادی دارنـد، کـه باعـث جذب جمعیت شده و بر ترافیک مـی‌افزاینـد، بـه همـین دلیـل لازم اسـت کـه در همـسایگی ایـن کاربری‌ها پارکینگ احداث گردد(متکان، ۱۳۸٦).

٦-۲-۱ سایر شاخص‌های تأثیرگذار

شاخص اقتـصادی و ارزش زمـین، شـاخص‌هـای محیطـی(جـنس و شـیب زمـین)، شـاخص جمعیتی(میزان جمعیت شب و روز در منطقه، جمعیت ساکن)(قاضی عسکر، ۱۳۸۳).

٦-۲ تبیین اصول روش‌شناسی منطق فازی و تحلیل سلسله مراتبی

در منطق فازی، هر کلاس مقدار عضویتی می‌گیرد که بیان کننده میزان مطلوبیت آن است و هـر لایه در مقیاسی بین صفر و یک درجه‌بندی می‌شود. از آن جهت که در سیستم‌های رایانه‌ای می‌تـوان از ۲۵٦-۰ را نشان داد، در این ارزیابی به جای مقیـاس صـفر و یـک، مقیـاس صـفر تـا ۱۰۰ مـورد استفاده قرار گرفته است؛ یعنی عدد ۱۰۰ از بالاترین مطلوبیت و عدد صفر فاقد مطلوبیت می‌باشـد و طیفی از مقادیر بین این دو عدد قرار می‌گیرند که هر چـه بـه ۱۰۰ نزدیـک‌تـر مـی‌شـود، مطلوبیـت افزایش می‌یابد. اولین قدم در فرآیند این تحلیل، شفاف سازی اهداف است. در این گـام بهتـر اسـت معیارها و زیر معیارها و گزینه‌های پیشنهادی معرفی شـود. دومـین گـام در AHP، تعیـین ضـریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها با توجه به تحلیل سلسله مراتبی، به شیوه مقایسه دودویی اسـت؛ یعنـی مثلاً اگر ٤ معیار موجود باشد، مقایسه به صورت یک ماتریس ٤ در ٤ است. معیار وزن‌دهی معیارهـا

و یا زیر معیارها از جدول ۹ کمیتی ساعتی[1] در قالب یک ماتریس n در n است که n تعداد معیارها و زیر معیارها است. این جدول مبنای تبدیل کیفیات به کمیّات است.

جدول ۱:جدول ۹ کمیتی ساعتی

امتیاز	تعریف کیفی	توضیح
۱	اهیمت مساوی	دو معیار اهمیت مساوی دارند.
۳	اهمیت اندکی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد برای رسیدن به هدف، اهمیت یکی از دیگری بیشتر است.
۵	اهمیت بیشتر	تجربه نشان می‌دهد اهمیت یک معیار از دیگری خیلی بیشتر است.
۷	اهمیت خیلی بیشتر	در عمل ثابت شده است یک معیار از دیگری پراهمیت‌تر است.
۹	اهمیت مطلق	اهیمت یکی نسبت به دیگری برای رسیدن به هدف به طور قطع ثابت شده است.
۲،٤،٦،۸	مقادیر بینابین	هنگامی که حالت میانه وجود دارد.

مأخذ: زبردست، ۱۳۸۰.

بدیهی است هرگاه اهمیت یک معیار نسبت به معیار دیگر برابر عدد a باشد اهمیت معیار دیگر نسبت به معیار اول بر اساس اصل شروط معکوس برابر 1/a خواهد بود.

$$\begin{bmatrix} \text{معیار}1 & 1 & x_1 & X_{n1} \\ \text{معیار}2 & \frac{1}{x_1} & 1 & \mathbf{Xn2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \text{معیار}n & \frac{1}{\mathbf{xn_1}} & \frac{1}{\mathbf{xn_2}} & \cdots \end{bmatrix}$$

برای پیدا کردن ضریب یا وزن کلی اهمیت معیار یا زیرمعیار روش‌های زیادی وجود دارد. در این تحقیق از روش هندسی که از اهمیت علمی بالاتری برخوردار است، استفاده شده است. پس از محاسبه ضریب اهمیت(وزن معیار) نرمال شده است.

1 -Saaeti

$$W_{\text{معیار ۱}} = \sqrt[n]{1 \times x_1 \times \ldots \times x_{n1}}$$

$$W_{\text{معیار ۲}} = \sqrt[n]{1/x_1 \times 1 \times \ldots \times x_{n2}}$$

$$W_{\text{nمعیار}} = \sqrt[n]{1/x_1 \times 1/x_2 \times \ldots \times 1}$$

$$W_{\text{کلی}} = W_1 + W_2 + \ldots + W_n$$

برای به دست آوردن وزن نرمال، وزن هر کدام از معیارها را نسبت به وزن کلی می‌سنجیم. طبیعی است که همواره بین صفر و یک خواهد بود؛ هر چه به یک نزدیک‌تر باشد، وزن دارای اهمیت بیشتری است.

$$W_{\text{معیار ۱ نرمال شده}} = W_{\text{معیار ۱}} / W_{\text{کلی}}$$

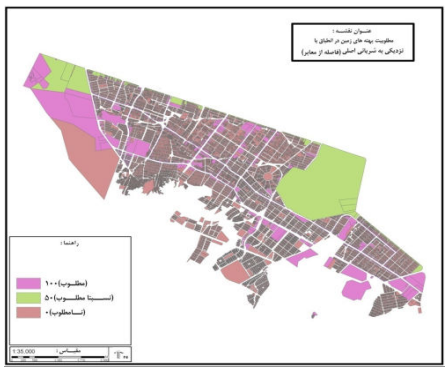
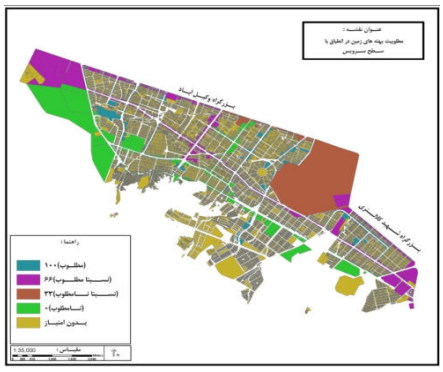
می‌توان اهمیت زیر معیارها را هم مثل معیارها محاسبه کرد.

گام سوم، تعیین ضریب ارجحیت گزینه‌هاست. در این مرحله هر یک از گزینه‌ها تنها در ارتباط با هر یک از زیرمعیارها مورد قضاوت و داوری قرار می‌گیرد. مبنای این قضاوت نیز جدول ۹ کمیتی ساعتی است. با این تفاوت که در اینجا به دنبال گزینه ارجح خواهیم بود(به جای اهمیت واژه ارجحیت بیشتر یا کمتر مناسب‌تر است). رتبه ماتریس تعیین ضریب اهمیت گزینه‌ها برابر با تعداد گزینه‌هاست. امتیاز نهایی هر گزینه بر اساس اصل ترکیب سلسله مراتبی که به آن بردار اولویت نیز می‌گویند، به شرح زیر خواهد بود که در آن W_kضریب اهمیت معیار، W_i ضریب اهمیت زیر معیار، G_{ij}امتیاز هر گزینه در ارتباط با زیرمعیار خواهد بود.

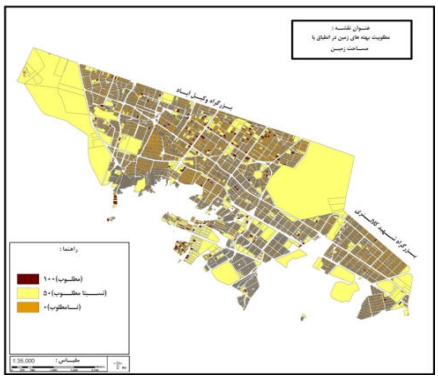
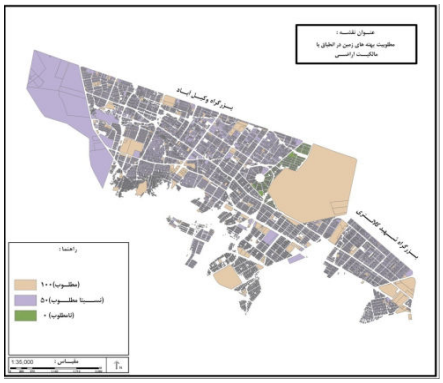
$$= \sum\sum W_k \times W_i \times (G_{ij})$$

۷-یافته‌های پژوهش

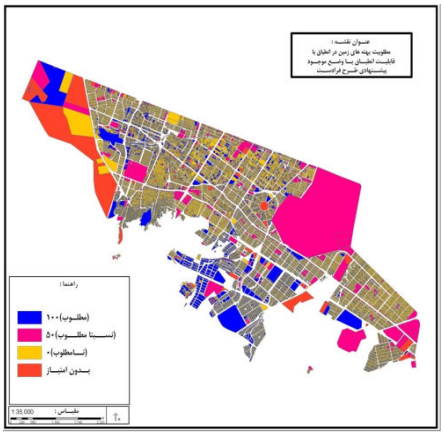
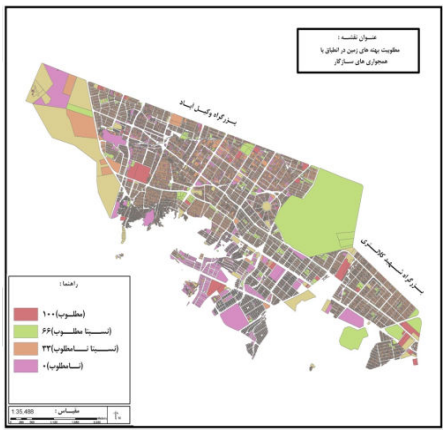
تولید نقشه‌ی زیر معیارها مبتنی بر منطق و روش فازی، که اساس مکان‌یابی و ارزش‌گذاری نهایی را تشکیل می‌دهد، در این مرحله صورت می‌گیرد. در زیر برخی لایه‌های منتج از معیارهای ترافیکی(سطح سرویس و نزدیکی به شریان‌های اصلی)، معیارهای کالبدی(مساحت و مالکیت) و معیارهای عملکردی(قابلیت تطبیق با وضع موجود و هم‌جواری سازگار) نشان داده شده است.

نقشه ۲ و ۳: معیارهای سطح سرویس و نزدیکی به شریانی اصلی

نقشه ٤و ٥: معیارهای کالبدی(مساحت و مالکیت)

نقشه ٦و ۷: معیارهای عملکردی(قابلیت تطبیق با وضع موجود و همجواری سازگار)

لازم به توضیح است که در منطق فازی، هر کلاس، مقدار عضویتی می گیرد، که بیان کننده‌ی میزان مطلوبیت آن است. در این ارزیابی به جای مقیاس صفر و یک، مقیاس صفر تا ۱۰۰ مورد استفاده قرار گرفته است؛ یعنی عدد ۱۰۰ از بالاترین مطلوبیت و عدد صفر فاقد مطلوبیت می‌باشد. طیفی از مقادیر بین این دو عدد قرار می‌گیرند، که هر چه به ۱۰۰ نزدیک‌تر می‌شود، مطلوبیت افزایش می‌یابد.

۷- اولویت‌بندی معیارها، زیر معیارها نسبت به یکدیگر و تلفیق لایه‌ها

بر اساس نزدیک بودن وزن معیارهای نرمال شده به یک، معیارها در این مرحله اولویت بندی شده‌اند. ابتدا پنج معیار اصلی با هم مقایسه می‌شوند و میزان اهمیت آن‌ها نسبت به هم مشخص می‌گردد، سپس زیر معیارهای هر معیار نیز نسبت به هم بررسی شده و اولویت بندی می‌گردند. همان‌طور که در جدول زیر مشاهده می‌گردد، معیار ترافیکی بیشترین اهمیت را داشته است و بعد از آن به ترتیب معیارهای عملکردی، اقتصادی، کالبدی و در پایان معیار ویژگی‌های محیطی و اقلیمی دارای اهمیت بوده‌اند.

جدول ۳ : ماتریس میزان اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر

	ترافیکی	عملکردی	اقتصادی	کالبدی	محیطی و اقلیمی	وزن معیار	وزن معیار نرمال شده	ترتیب اولویت
ترافیکی	۱	۳	۵	۷	۹	۳,۹٤	۰,۵	۱
عملکردی	۱/۳	۱	۳	۵	۹	۲,۱	۰,۲۷	۲
اقتصادی	۱/۵	۱/۳	۱	۳	۹	۱,۱	۰,۱٤	۳
کالبدی	۱/۷	۱/۵	۱/۳	۱	۷	۰,۵۷	۰,۰۷	٤
ویژگی محیطی و اقلیمی	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۷	۱	۰,۱۸	۰,۰۲	۵
جمع کل						۷,۸۹	۱	

علاوه بر اولویت بندی معیارهای اصلی، انجام اولویت بندی زیر معیارها نیز اقدامی ضروری است. بر این اساس، امتیاز نهایی زیر معیار به دست آمده در مرحله قبل، در عدد ۱۰۰ ضرب شده و برای استفاده در

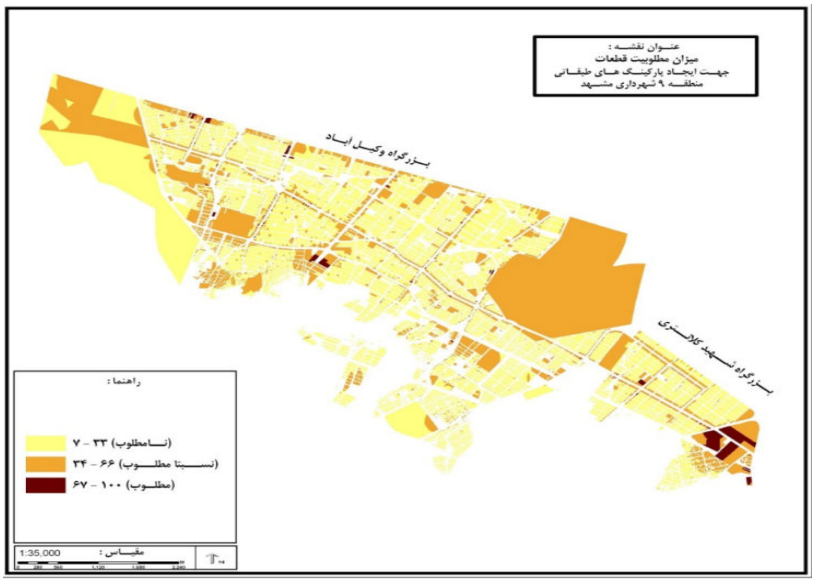
نرم افزار GIS تدقیق شده‌اند (جدول شماره ٤). تدقیق این زیر معیارها براساس میزان و درجه اهمیت هر یک از آن‌ها در این پژوهش، صورت گرفته است. به این ترتیب زیرمعیار «شعاع دسترسی» با بیشترین امتیاز اولویت اول و زیرمعیار «شیب زمین» با کمترین امتیاز در اولویت آخر قرار دارد.

جدول ٤: اولویت تمامی زیر معیارها نسبت به یکدیگر

معیار	زیر معیار	امتیاز معیار	امتیاز زیر معیار	امتیاز زیر معیار ×۱۰۰	امتیاز زیر معیار (تدقیق شده)	اولویت زیر معیارها
ترافیکی	سطح سرویس	۰.۵	۰.۲۱۵	۲۱.۵	۲۱	۲
	شعاع دسترسی		۰.۲۳	۲۳	۲۳	۱
	فاصله از قطارشهری		۰.۰۱۵	۱.۵	۲	۱۰
	فاصله از معابر		۰.۰۴	۴	۴	۶
عملکردی	قابلیت انطباق	۰.۲۷	۰.۰۶۴۸	۶.۴۸	۶	۵
	همجواری های سازگار		۰.۲۰۵۲	۲۰.۵۲	۲۰	۳
اقتصادی	ارزش زمین	۰.۱۴	۰.۱۴	۱۴	۱۴	۴
کالبدی	مساحت زمین	۰.۰۷	۰.۰۳۹۲	۳.۹۲	۴	۷
	مالکیت		۰.۰۴۹	۰.۴۹	۱	۱۲
	قدمت ابنیه		۰.۰۱۰۵	۱.۰۵	۱	۱۱
	کیفیت ابنیه		۰.۰۱۵۴	۱.۵۴	۲	۸
ویژگی محیطی- اقلیمی	شیب زمین	۰.۰۲	۰.۰۰۴۸	۰.۴۸	۰	۱۳
	جنس خاک		۰.۰۱۵۲	۱.۵۲	۲	۹
جمع کل		۱	۱	۱۰۰	۱۰۰	

پس از اولویت بندی، نقشه‌های تولید شده به روش فازی، به رستر تبدیل شده و سپس نقشه‌های رستری فوق مطابق با دسته‌های خواسته شده مجدداً درجه بندی شده و پس از آن، نقشه‌های فوق، برای دست‌یابی به «نقشه توزیع فضایی مطلوبیت پهنه‌ها برای مکان‌یابی نهایی» توسط فرمان هم‌پوشانی روی همدیگر قرار می‌گیرند. بر این اساس و پس از تحلیل نهایی و ارزش‌گذاری اراضی دارای پتانسیل قرارگیری پارکینگ‌های طبقاتی، میزان مطلوبیت قطعات جهت ایجاد پارکینگ‌های در سه کلاس مطلوب، نسبتاً مطلوب و نامطلوب تقسیم بندی شده است(نقشه‌ی شماره ۸).

نقشه ۸: تحلیل نهایی و ارزش‌گذاری اراضی دارای پتانسیل قرارگیری پارکینگ‌ها



بعد از تعیین درجه مطلوبیت، با هدف رتبه‌بندی نهایی پهنه‌های مطلوب برای مکان‌یابی، لازم است تا سایت‌های مطلوب تعیین شده، بر اساس امتیاز مطلوبیت زیرمعیارها، مجدداً امتیاز بندی شوند تا اولویت‌های نهایی آن‌ها مشخص شود. امتیاز هر کدام آن‌ها در هر زیر معیار در جدول (شماره۵) آورده شده است.

جدول ۵: ترتیب اولویت‌های پهنه‌های مطلوب احداث پارکینگ

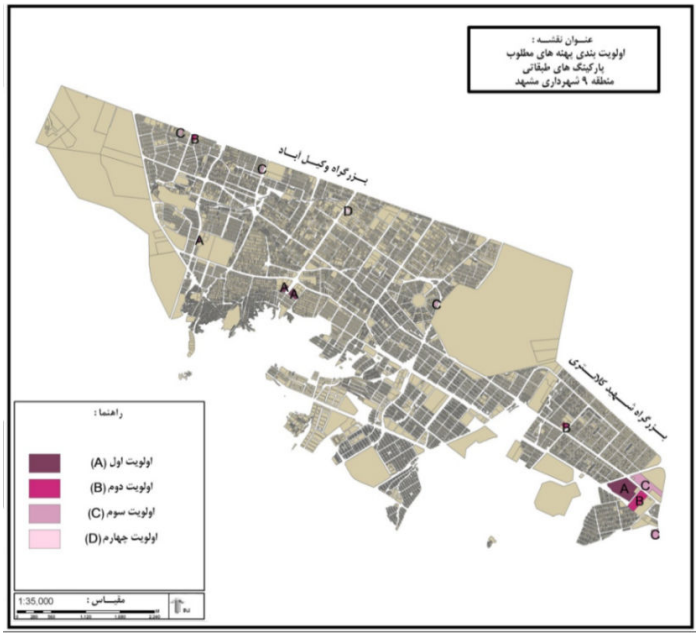
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
سطح سرویس		۶۶	۶۶	۱۰۰	۱۰۰	۶۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶
شعاع دسترسی	تجاری	۱۰۰	۱۰۰	۶۶	۶۶	۶۶	۱۰۰	۱۰۰	۶۶	۶۶	۱۰۰	۶۶	۶۶	۱۰۰	۳۳	۶۶	۳۳	۶۶	۶۶
	اداری	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
	سایر کاربریها	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۰
فاصله از ایستگاه قطار شهری		۱۰۰	۱۰۰	۵۰	۵۰	۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
شبکه دسترسی		۵۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۰
قابلیت انطباق با وضع موجود		۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰	۵۰	۵۰	۱۰۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۱۰۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
همجواری های سازگار		۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۵۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ارزش زمین		۰	۰	۰	۰	۵۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۰	۵۰	۰	۰	۵۰
مساحت زمین		۰	۵۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
مالکیت		۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۶۶	۰	۰	۶۶	۱۰۰	۶۶	۶۶	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
قدمت ابنیه		۱۰۰	۱۰۰	۳۳	۳۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۶۶	۶۶	۱۰۰	۶۶	۶۶	۱۰۰	۱۰۰	۶۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
کیفیت ابنیه		۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۳۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۶۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
شیب زمین		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۶۶	۳۳	۰	۳۳	۰	۰	۰
جنس خاک		۰	۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۵۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
جمع امتیازها		۸۸۲	۹۸۲	۸۶۵	۸۱۵	۷۸۱	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۱۴	۱۰۲۸	۱۰۸۲	۱۰۱۴	۱۰۶۴	۹۳۳	۸۹۹	۱۰۳۱	۹۴۹	۹۸۲	۸۳۲
ترتیب امتیاز پهنه ها		۱۰	۶	۱۱	۱۳	۱۵	۱۴	۱۴	۵	۳	۱	۵	۲	۸	۹	۴	۷	۶	۱۲

بر این اساس پهنه‌های مطلوب با امتیاز بـالای ۱۰۰۰ در اولویـت اول(A) ، پهنـه‌هـای بـا اولویـت ۱۰۰۰ – ۹۰۰ در اولویـت دوم (B) ، پهنـه‌هـای بـا امتیـاز ۹۰۰ – ۸۰۰ در اولویـت سـوم (C) و محدوده‌های کمتر از امتیاز ۸۰۰ در اولویت چهارم(D) قرار گرفته‌اند.

نتیجه‌ی نهایی و جمع بندی

در مکان‌یابی سایت‌های مناسب در احداث پارگینگ‌هـای طبقـاتی در منطقـه ۹ شـهرداری مـشهد، پس از وزن دهی و تلفیق شاخص‌ها با مدل AHP و در محیط GIS و حذف پهنه‌هایی کـه از کمینـه استانداردها برخوردار نبودند(مثل عرصه‌های زیر ۲۰۰۰ مترمربع)، تعـداد سـیزده پهنـه در چهـار دامنـه اولویت اول(A)، دوم(B)، سوم(D) و چهارم(D) مشخص گردید. بر این اساس چهـار سـایت در در اولویتA، سه سایت در اولویتB، پنج سایت در اولویتC و یک سـایت در اولویـت D مـشخص شدند(نقشه شماره٦).

نقشه ٦: اولویت‌بندی نهایی پهنه‌های مطلوب جهت ایجاد پارکینگ



کتابنامه

۱. احمدی آذری،کیان. (۱۳۸٦). *مکان‌یابی پارکینگ به کمک پیاده سازی الگوریتم تحلیل در محیط GIS*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته عمران(راه و ترابری). دانشگاه فردوسی مشهد.

۲. وزارت مسکن و شهرسازی. (۱۳۷۵). *آیین‌نامه طراحی راههای شهری*. جلد ۹. دسترسی‌ها. معاونت شهرسازی و معماری.

۳. سازمان حمل و نقل و ترافیک مشهد. (۱۳۸۸). پنجمین آمارنامه حمل و نقل شهر مشهد. دفتر مطالعات حمل و نقل.

٤. اداره تدوین و اجرای ضوابط و مقررات شهرسازی. (۱۳۸۳). طرح تفضیلی شهر مشهد(خازنی).

۵. ذکر اللهی، محمد. (۱۳۸۰). *روش شناسی مکانیکی وقیمت گذاری توقفگاه‌های تجمعی*. پایانامه کارشناسی ارشد. به راهنمایی محمود احمدی نژاد. دانشکده مهندسی عمران. دانشگاه علم وصنعت ایران.

٦. شهابی، هیمن. صادق، برزگر، سروش، کیهان فرد، سعید، کیهان فرد. (۱۳۹۰). مقایسه و ارزیابی روش‌های رتبه‌ای و AHP در مکان‌یابی پارکینگ‌ها. مطالعه موردی : ناحیه ٤ منطقه۱۵ تهران.

۷. علاقه‌بند حسینی. (۱۳۸۲). پروژه مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی بر اساس طرح تفصیلی مرکز شهرمشهد. سازمان حمل ونقل وترافیک. شهرداری مشهد.

۸ طالبی،رضا. (۱۳۸۹). «مکان گزینی پارکینگهای طبقاتی شهر تهران، مطالعه موردی : منطقه هفت شهرداری تهران». مجله مدیریت شهری. شماره ۲٦.

۹. مهندسان مشاور فرنهاد. (۱۳۸۷). طرح توسعه وعمران (جامع) کلان‌شهر مشهد مطالعات پایه حمل ونقل، ویرایش اول.

۱۰. قاضی عسکری، ارمان. (۱۳۸۳). «ارائه روشی مناسب جهت مکان‌یابی پارکینگ عمومی». همایش ژئوماتیک.

۱۱. قریب، فریدون. (۱۳۷٦). *شبکه ارتباطی در طراحی شهری*. چاپ دوم. انتشارات تهران.

۱۲. متکان، علی اکبر. (۱۳۸٦). «تصمیم گیری قطعی و فازی در مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی طبقاتی». مجموعه مقالات همایش ژئوماتیک.

۱۳. مرکز مطالعات وتحقیقات حمل ونقل دانشگاه صنعتی شریف. (۱۳۸۰). مطالعات جامع حمل ونقل مشهد. جلد مطالعات پارکینگ: سازمان حمل ونقل مشهد.

۱٤. مهندسان مشاور نقش پیراوش. (۱۳۸۷). الگوی توسعه و طرح تفصیلی حوزه جنوب غربی(مطالعات پیش نیاز تدوین الگوی توسعه). جلد اول.

۱۵. مهندسین مشاور نقش پیراوش. (۱۳۸۸). الگوی توسعه و طرح تفصیلی حوزه جنو ب غربی(مطالعات پیش نیاز تدوین الگوی توسعه، مطالعات حمل و نقل و محیط زیست). جلد دوم.

16. 16-Hobbs.F, D, (1974) Traffic planning and engineering, Pergamon Press, oxford. New York, pp.155-193.
17. 17- Moran, K, A. Charles and E. Button(2011), A GIS model for identifying eastern spade foot toad (Scaphiopus holbrookii) habitat in eastern Connecticut, Applied Geography, 31 (2011) 980-989
18. 18-Weant, R.A. (1978) Parking Garage Planning and Operation. ENO Foundation for Transportation INC, Jersey07632, pp.166-192.Nigeria
19. 19-Liu. Chong, (2005) Research Assistance, Institute of Transportation Engineering, Tsinghua University, "STUDY ON A PARKING PLANNING METHOD BASED ON GIS: A CASE ANALYSIS", Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 900- 9.