

## مکان یابی بهینه پارکینگ های عمومی در بافت مرکزی شهر اصفهان به

### کمک روش AHP در محیط GIS

سید محمدرضا سنبلستان ، منصور حاجی حسینلو ۲، سعید منجم ۳، مجید فاضلی ۴  
۱- دانشجوی دکترا مهندسی عمران (راه و ترابری)، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
۲- عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران (راه و ترابری)، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
۳- عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران (راه و ترابری)، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران (راه و ترابری)، دانشگاه صنعتی اصفهان

#### چکیده:

امروزه افزایش خودروها و رشد غیراصولی شهرها از یک سو و کمبود پارکینگ های عمومی در قسمت های مرکزی کلان شهرها از سوی دیگر موجب ازدحام وسایل نقلیه در بافت مرکزی کلان شهرها شده است که این موضوع ساکنین این مناطق و مالکان خودرو را با معضل جدی مواجه کرده است. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با توجه به امکانات خود توانایی در نظرگیری و سنجش مناسب معیارهای دخیل در بحث مکان یابی زیرساخت های شهری را دارا می باشد و استفاده از آن می تواند در تصمیم گیری همه جانبه مسائلی چون مکان یابی بهینه پارکینگ های عمومی کمک شایانی نماید. در این مقاله پس از بیان مقدمه و شرح مشکل به شناسایی معیارهای موثر در مکان یابی پارکینگ های عمومی پرداخته می شود. در ادامه معیارهای موثر طبقه بندی و با استفاده از پرسشنامه و نظر کارشناسان وزن معیارهای فوق با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی سنجیده می شود. در ادامه نیز با استفاده از GIS نقشه مطلوبیت مکانی معیارهای فوق ترسیم و نقشه مطلوبیت مکانی نهایی با استفاده از اوزان موجود تهیه می گردد. در پایان نتایج در قالب اولویت هایی برای مکان یابی پارکینگ های عمومی در قسمت های مختلف مطالعه موردی که بخش هایی از منطقه ۱ شهر اصفهان می باشد ارائه شده است.

واژگان کلیدی : سیستم اطلاعات جغرافیایی، تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، پارکینگ های عمومی

## ۱- مقدمه

امروزه با رشد سریع جمعیت هر سال بر تعداد وسایل نقلیه در شهرها افزوده می شود. این افزایش موجب افزایش تراکم و آلودگی هوا به ویژه در مناطق مرکزی شهرها و افزایش میزان تصادفات در شبکه راه ها می شود. (۱)

شهر اصفهان از جمله شهرهایی است که در بافت هایی خاص از آن کمبود پارکینگ به شدت به چشم می خورد. براساس آمار راهنمایی و رانندگی شهر اصفهان در سال ۱۳۹۲ با وجود بیش از ۱۳ هزار فضای پارک خیابان هایی چون طالقانی، شیخ بهایی، چهارباغ پایین و شمس آبادی با مشکلات اساسی در زمینه کمبود و جانمایی غلط پارکینگ های عمومی مواجه بوده اند. حال با توجه به افق ۲۰ هزار فضای پارک در پایان سال ۱۳۹۵ و افق های سال های بعد لزوم مکان یابی بهینه پارکینگ های عمومی در بافت های متراکم شهر اصفهان به صورت جدی احساس می شود. (۲) یکی از راهکارهای بهینه سازی مکان یابی پارکینگ های عمومی استفاده از GIS می باشد. از جمله فعالیت های انجام شده در زمینه مکان یابی مراکز خدماتی در کشورهای مختلف می توان به مقاله Ritsema Van Eck که با استفاده از نقشه فشار در ترکیب با GIS به ارزیابی برخی از مراکز خدماتی پرداخته اشاره نمود. در این دیدگاه براساس میزان استفاده افراد از یک مرکز خدماتی و هم چنین میزان فضای مرکز خدماتی در یک فاصله پیاده روی معقول مراکز خدماتی خاص که با کمبود مواجه اند شناسایی شده است. (۳) هم چنین می توان به مطالعات Weant در مورد نیاز برخی از شهرهای آمریکا به پارکینگ های جدید با استفاده از GIS اشاره نمود. (۴) Kligman و همکاران نیز مطالعاتی را در مورد تاثیرات ترافیک در بخش مرکزی شهر نیوتن و نقش پارکینگ ها و مدیریت آن ها در بهبود وضعیت اسکان در آن شهر انجام داده اند. (۳) در ایران نیز می توان به مطالعات قبری و عسگری نایینی در ارتباط با مکان یابی احداث پارکینگ های عمومی با استفاده از GIS اشاره نمود. در این مقاله نویسندگان با روش های مختلفی چون بولین، وزن دهی چندگانه و منطق فازی به شناسایی وزن معیارها و مناطق مناسب در مکان یابی پارکینگ های عمومی دست یافته اند. (۳) شکوبا و همکاران نیز در مقاله ای به مطالعه تحلیل فضایی شبکه معابر و مکان یابی بهینه پارکینگ های منطقه ۱۷ تهران پرداخته اند در این مقاله نویسندگان در پایان پیشنهاد ساخت انواع مختلف پارکینگ های عمومی در مناطق مختلف منطقه مورد مطالعه براساس معیارهای موجود در آن مناطق را پیشنهاد نموده اند. [۵] در ارتباط با تلفیق روش های تصمیم گیری چند معیاره و GIS نیز عباسی و همکاران این فعالیت را در مورد مکان

یابی بهینه پارکینگ های مناطق ۶ و ۱۲ شهر تهران انجام داده اند. (۶)

حاجی حسینلو و بلال در مطالعه ای تاثیر پارکینگ های حاشیه ای را بر روی ترافیک شهری بررسی و مکانیابی پارکینگ های طبقاتی و غیر حاشیه ای را از جمله راه حل های مشکل پارکینگ خودروها در مراکز شهری دانسته اند. (۷)

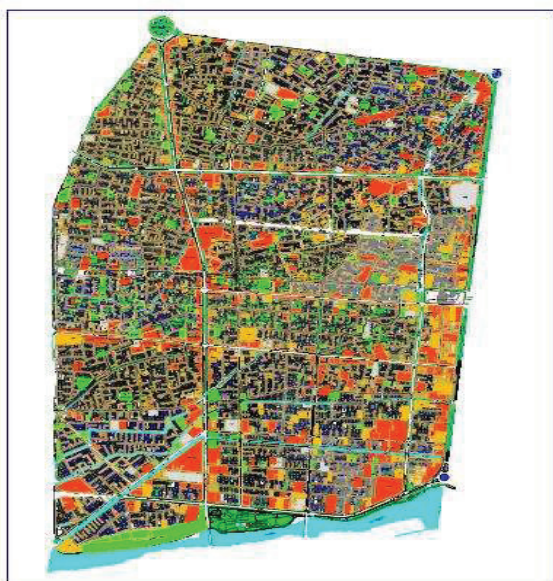
در این تحقیق با استفاده از تلفیق روش های تحلیل سلسله مراتبی و GIS به مکان یابی پارکینگ های عمومی جدید در مناطق پر ازدحام شهر اصفهان پرداخته شده است.

## ۲- تعریف مسئله

پارکینگ یکی از سه عنصر اصلی حمل و نقل شهری است. اغلب خودروهای سبک و سنگین باید در پایان انجام هر سفر در محلی متوقف شوند. حتی در مناطقی که حمل و نقل همگانی سرویس دهی می نماید خودروهای شخصی به عنوان وسیله نقلیه ارجح مطرح می باشند و لذا همواره تقاضای پارکینگ از روند رشد صعودی برخوردار است. ابتدا و انتهای هر سفری چه درون شهری و چه برون شهری با هر هدفی که انجام پذیرد در نهایت به توقف ختم می گردد. در پایان سفر لازم است خودرو در محلی مشخص و معین که دارای ممنوعیت قانونی نیز نباشد پارک گردد. محاسبات نشان می دهد که مدت زمان توقف هر خودرو بیشتر از مدت زمان حرکت آن است. پیش بینی و تدارک فضای کافی برای وسایل نقلیه در زمان هایی که از آن ها استفاده نمی شود از معضلات شهرها به ویژه شهرهای بزرگ است. دشواری کار بیشتر به این دلیل است که فضای خاص پارکینگ را اغلب باید در محدودترین و گران ترین نقاط شهر در نظر گرفت. (۸)

از عوارض این مشکل ترافیک ساکن ترافیک ساکن یا همان وسایل نقلیه ای که پارک شده هستند و اثرات آن ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است می باشد. از این رو می توان مشکلات مربوط به ترافیک ساکن را از جمله مشکلات عمده در برنامه ریزی ترافیک دانست. (۹)

براساس آمار موجود در شهر اصفهان روزانه بیش از ۶۶ هزار توقف خودرو در حاشیه معابر شهر صورت می گیرد که این آمار با توجه به پارکینگ های حاشیه ای متعارف در کلانشهرهای دنیا رقم بسیار بالایی است. (۲) ارقام فوق و مشکلات ازدحام خودرو در ساعت هایی از شبانه روز در مناطقی خاص از شهر اصفهان لزوم مکان یابی بهینه پارکینگ های عمومی که در سال های آینده در شهر اصفهان ساخته خواهد شد را به وضوح نشان می دهد. در کشور ما امروزه روش های سنتی با استفاده از معیارهای کمی در مکان یابی پارکینگ های عمومی مورد استفاده قرار می گیرد که این موضوع با



شکل ۱: منطقه ۱ شهرداری اصفهان

توجه به خطای بالا موجب اشتباهات ناخواسته در مکان یابی پارکینگ های عمومی خواهد شد. (۱۰) در نتیجه این موضوع در سال های اخیر در مواردی از سیستم های اطلاعات جغرافیایی در مکانیابی عناصر شهری هم چون پارکینگ های عمومی استفاده شده است. (۱۱)

### ۳-اهداف تحقیق

از جمله اهداف تحقیق می توان به موارد زیر اشاره نمود.

- بیان ضرورت مکان یابی بهینه پارکینگ های عمومی در برنامه ریزی های کاربری زمین شهری
- شناسایی معیارهای موثر در مکان یابی بهینه پارکینگ های عمومی و اوزان آن ها
- معرفی گزینه های مکان یابی بهینه پارکینگ های عمومی در بافت متراکم شهر اصفهان
- پیشنهاد اولویت بندی مکان های مناسب مشخص شده در پژوهش جهت احداث پارکینگ

### ۴-معرفی منطقه مورد مطالعه

برای تهیه نقشه مطلوبیت مکانی پارکینگ نیاز به انجام پروژه در منطقه ای خاص به صورت مطالعه موردی می باشد. به این منظور منطقه یک شهرداری اصفهان که در مرکز شهر و در داخل رینگ یک ترافیک شهری قرار دارد انتخاب گردید. این منطقه که موقعیت آن در شکل زیر نمایش داده شده است دارای وسعتی در حدود ۱۰۰۰ هکتار بوده و تعداد ۱۵ پارکینگ فعال در آن قرار دارد. منطقه فوق یکی از مناطق پرتراфик شهر بوده و از جهت قرارگیری خیابان چهارباغ عباسی در منطقه و مجاورت با رودخانه زاینده رود از جنبه های تفریحی و توریستی حائز اهمیت است. هم چنین با توجه به قرارگیری فشرده بافت های تجاری خدماتی در خیابان های چهارباغ عباسی، شیخ بهایی، شمس آبادی، طالقانی و سایر خیابان های مشابه این منطقه دارای ترافیک فراوان ناشی از کاربری های فوق نیز می باشد. در نتیجه این موضوع اهمیت فراهم سازی پارکینگ به منظور جلوگیری از کاهش روانی ترافیک بر اثر پارک حاشیه ای در این منطقه بیش از پیش حائز اهمیت است.

### ۵-روش تحقیق

#### ۵-۱-داده های مورد استفاده

در این تحقیق پس از تهیه نقشه های اطلاعاتی در قالب لایه های کاربری اراضی، دسترسی و شبکه معابر، تراکم جمعیت شهری، بلوک بندی و کیفیت ساختمان ها و دیگر لایه های مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار ArcGIS ۱۰ استفاده شده است.

#### ۵-۲-روند تحقیق

در این پژوهش پس از شناسایی منطقه مورد مطالعه و جمع آوری داده های اطلاعاتی مورد نیاز به شناسایی معیارهای موثر در مکان یابی پارکینگ های عمومی پرداخته شده است. در ادامه با استفاده از پرسشنامه هایی وزن معیارهای فوق با استفاده از نظر کارشناسان استخراج و لایه های اطلاعاتی مربوط به هریک از معیارها ترسیم شده است. سپس با استفاده از نقشه هم پوشانی وزن دار موقعیت های با امتیاز بالا انتخاب و با استفاده از روش AHP موقعیت های پیشنهادی برحسب اولویت پیشنهاد گردیده است.

#### ۵-۳-معیارهای موثر در مکان یابی پارکینگ

در مکان یابی بهینه پارکینگ های عمومی در سطح شهرها معیارهای مختلفی تاثیرگذار است که براساس نظر کارشناسان حوزه حمل و نقل و ترافیک این معیارها را می توان به صورت زیر طبقه بندی نمود.

جدول ۱: معیارهای موثر در مکان یابی پارکینگ های عمومی

معیارها	زیرمعیارها
معیار ۱: نزدیکی به مراکز جاذب سفر	زیرمعیار ۱-۱: نزدیکی به مجتمع های تجاری و خدماتی زیرمعیار ۲-۱: نزدیکی به مراکز اداری زیرمعیار ۳-۱: نزدیکی به مراکز درمانی، آموزشی، فرهنگی، تفریحی و تاریخی
معیار ۲: دسترسی مناسب	زیرمعیار ۱-۲: دسترسی به خیابان های شریانی درجه ۱ یا ۲ زیرمعیار ۲-۲: وضعیت عرض معابر زیرمعیار ۳-۲: فاصله از میادین اصلی
معیار ۳: بهینه سازی وضعیت ترافیکی منطقه	زیرمعیار ۱-۳: فاصله از پارکینگ های موجود زیرمعیار ۲-۳: قرارگیری در خیابان های دارای تراکم ترافیکی ساکن زیرمعیار ۳-۳: قرارگیری در خیابان های حاشیه طرح ترافیک
معیار ۴: تملک	زیرمعیار ۱-۴: هزینه تملک زمین
معیار ۵: قرارگیری در کاربریهای مناسب برای احداث پارکینگ	
معیار ۶: عدم قرارگیری در کاربریهای نامناسب و ممنوع برای احداث پارکینگ	

معیار نزدیکی به مراکز جاذب سفر را می توان مهم ترین پارامتر در مکان یابی بهینه پارکینگ های عمومی از دیدگاه کارشناسان حمل و نقل و ترافیک به حساب آورد. (۱۰) در منطقه مورد مطالعه نیز با توجه به گستردگی و تنوع کاربری هایی با جذب سفر بالا این معیار بیشتر حائز اهمیت است. با توجه به گستردگی این مراکز و نیاز به بررسی مجزای آن ها این معیار در قالب سه زیر معیار مختلف معرفی و در ادامه سه نقشه مطلوبیت مکانی مختلف برای هر یک ترسیم شده است. فاصله پیشنهادی از این مراکز از دیدگاه یک کارشناس در جدول زیر ۲ شده است.

جدول ۲: فاصله مناسب برای پیاده روی از پارکینگ تا مراکز جاذب سفر

نوع کاربری	فاصله مناسب
تجاری و خدماتی	۱۰۰-۳۵۰
اداری	۱۵۰-۳۰۰
سایر موارد (تفریحی-آموزشی-درمانی-زیارتی-فرهنگی)	۲۰۰-۳۵۰

کاربری های مناسب برای احداث پارکینگ زمین های بایر، فضای سبز پیشنهادی طرح تفصیلی که تا به حال اجرا نشده اند و ساختمان های فرسوده و متروکه هستند. هم چنین کاربری های نامناسب و ممنوع نیز شامل مراکز تاریخی، فرهنگی، زیارتی، مساجد و حسینیه ها، بیمارستان ها، فضای سبز و باغ ها، مراکز تجاری، اداری و تاریخی می باشند.

#### ۴-۵- تعیین وزن معیارها

در میان روش های مختلف ارزیابی چندمعیاره در این پژوهش از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP برای وزن دهی به معیارها استفاده شده است. روش AHP که برای اولین بار در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ال ساعتی مطرح شد یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل و میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می دهد. این موضوع از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم گیری چند معیاره می باشد. (۱۴ و ۱۳)

اولین گام در این روش ایجاد ساختار سلسله مراتبی می باشد. این اقدام برای درک بهتر و راحت تر مسئله انجام می پذیرد. تقسیم بندی یک مسئله بزرگ به مسائل کوچک تر باعث می شود ابعاد مختلف مسئله مورد توجه قرار گیرد و روابط و مفاهیم مسئله راحت تر درک شود. پس از ساخت ساختار سلسله مراتبی در گام دوم شاخص ها نسبت به هم مقایسه گردیده و امتیاز داده می شود. قضاوت ها در این مرحله شفاهی می باشد و گروه های تصمیم گیر برای مقایسه معیارهای مختلف مطابق جدول زیر اعدادی بین ۱ تا ۹ را برحسب نظر خود انتخاب می کنند.

معیار دسترسی مناسب موضوع دیگری است که بایستی در مکان یابی بهینه پارکینگ های عمومی مدنظر قرار گیرد. دسترسی مناسب به شریان های اصلی و قرارگیری پارکینگ در موقعیتی با عرض معبر مناسب ابتدا باعث جذب ترافیک خودرو بیشتر به پارکینگ خواهد شد. از جنبه دیگر نیز پارکینگ باید در مکانی احداث شود که بتواند حداکثر ظرف مدت نیم ساعت پنجاه درصد ظرفیت خود را تخلیه کند. (۱۲) در نتیجه بایستی نحوه دسترسی به شریان های اصلی و عرض معابر دسترسی به گونه ای باشد که در ساعات اوج با ایجاد تراکم ترافیکی در خیابان های مجاور ناشی از احداث پارکینگ این خیابان ها ظرفیت بار ترافیکی اضافی را داشته باشد.

معیار بهینه سازی وضعیت ترافیکی منطقه براساس وضعیت پارک های حاشیه ای و پارکینگ های عمومی موجود در منطقه مورد مطالعه سنجیده می شود. در معابر با تراکم ترافیکی ساکن با اعمال سیاست های مدیریتی مناسب می توان مشکلات معبر را کاهش و استفاده از پارکینگ را نیز بهینه نمود. هم چنین پارکینگ های موجود نیز بایستی در مکان یابی پارکینگ های جدید مدنظر قرار گرفته شود. از سوی دیگر قرارگیری پارکینگ ها در خیابان های حاشیه طرح ترافیک می تواند سبب کاهش ترافیک خودرو و پارک حاشیه ای در این خیابان ها و بازدهی مناسب پارکینگ ها شود.

دو معیار قرارگیری در کاربری های مناسب و عدم قرارگیری در کاربری های نامناسب و ممنوع برای احداث پارکینگ نیز در مطالعات نهایی برای انتخاب نقاط کاندید برای مکان یابی در نظر گرفته شده است.

جدول ۳: تعریف عدد برتری و میزان شاخص ها

میزان برتری	اصطلاح	تعریف
۱	اهمیت مساوی	در تحقق هدف دو معیار اهمیت مساوی دارند.
۳	اهمیت اندکی بیشتر	تجربه نشان می دهد که اهمیت $i$ کمی بیشتر از $j$ است.
۵	اهمیت بیشتر	تجربه نشان می دهد که اهمیت $i$ بیشتر از $j$ است.
۷	اهمیت خیلی بیشتر	تجربه نشان می دهد که اهمیت $i$ بسیار بیشتر از $j$ است.
۹	کاملاً مهمتر	اهمیت مطلق $i$ نسبت به $j$ به طور قطعی ثابت شده است.
۲، ۴، ۶ و ۸	-	هنگامی که حالت های میانه وجود دارد.

قضاوت های فوق در ماتریس مقایسات زوجی انجام و در این ماتریس درایه  $a_{ij}$  اهمیت شاخص  $i$  ام نسبت به شاخص  $j$  ام می باشد. هم چنین درایه های روی قطر ماتریس مقایسات زوجی نشانگر اهمیت هر شاخص نسبت به خودش می باشد که مساوی یک است.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & a_{ij} & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

در ادامه وزن معیارها به یکی از روش های حداقل مربعات و بردار ویژه انجام می پذیرد. در گام پایانی نیز می بایستی میزان ناسازگاری محاسبه و تحت عنوان نسبت ناسازگاری تعیین گردد. این نسبت بایستی کمتر از ۱۰۰ باشد. (۱۴و۱۳)

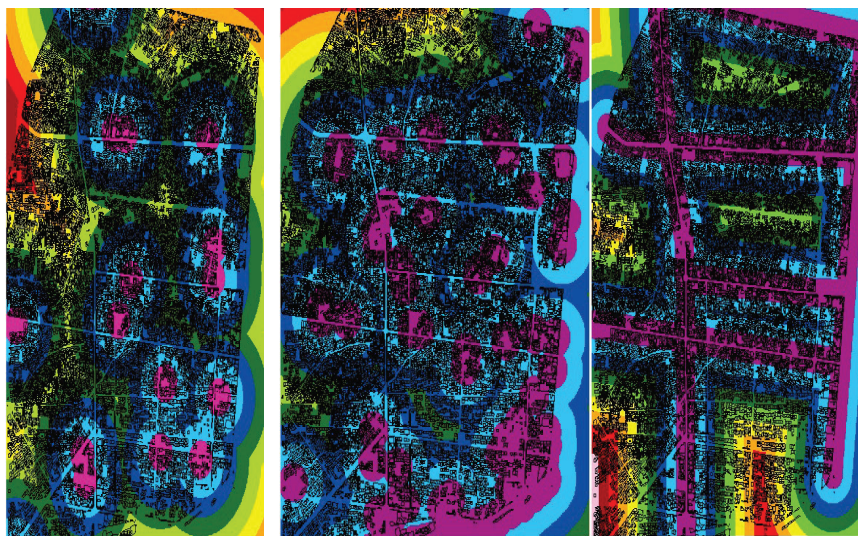
جدول ۴ وزن معیارهای مختلف را نشان می دهد.

جدول ۴: وزن معیارها و زیرمعیارهای موثر در مکان یابی پارکینگ های عمومی

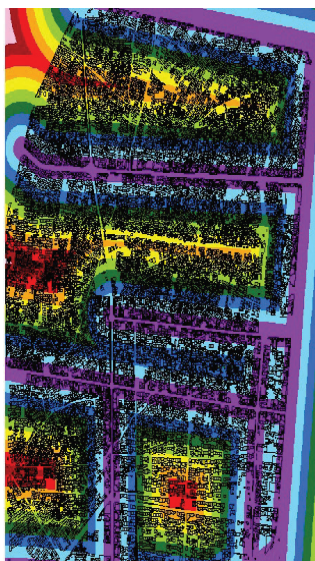
وزن زیرمعیار	زیرمعیار	وزن معیار	معیار
۰,۱۷۲	نزدیکی به مجتمع های تجاری و خدماتی	۰,۳۹۹	نزدیکی به مراکز جاذب سفر
۰,۰۸۰	نزدیکی به مراکز اداری		
۰,۱۴۷	نزدیکی به مراکز درمانی، آموزشی، فرهنگی، تفریحی و تاریخی		
۰,۰۸۶	دسترسی به خیابان های شریانی درجه ۱ یا ۲	۰,۲۰۹	دسترسی مناسب
۰,۰۷۷	وضعیت عرض معابر		
۰,۰۴۶	فاصله از میادین اصلی		
۰,۰۶۴	فاصله از پارکینگ های موجود	۰,۲۵۵	بهینه سازی وضعیت ترافیکی منطقه
۰,۱۰۱	قرارگیری در خیابان های دارای تراکم ترافیکی ساکن		
۰,۰۹۰	قرارگیری در خیابان های حاشیه طرح ترافیک		
۰,۱۳۷	هزینه تملک زمین	۰,۱۳۷	تملک

### ۵-۵-تهیه لایه های اطلاعاتی در محیط GIS

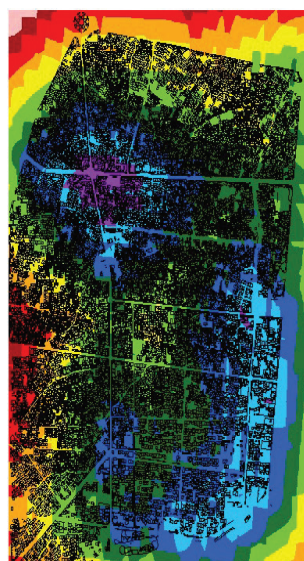
در این قسمت لایه های اطلاعاتی مربوط به معیارهای مختلف نمایش داده شده است. در این بخش هریک از لایه های اطلاعاتی از روی نقشه کاربری اراضی شهر اصفهان به فرمت shp در نرم افزار Arc GIS ۱۰ تهیه و سپس با استفاده از ابزار Reclassify در محیط نرم افزار ArcGIS برای استفاده های بعدی در رتبه بندی گزینه ها کلاس بندی شده است.



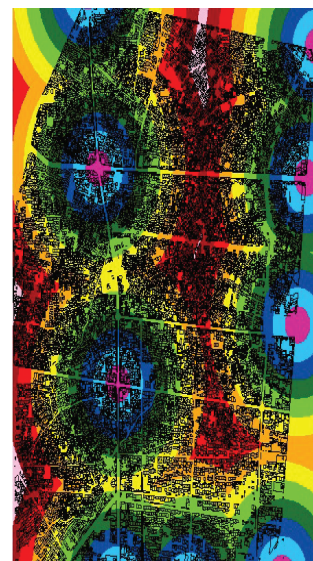
شکل ۱: لایه مطلوبیت مکانی معیار ۱-۳  
 شکل ۲: لایه مطلوبیت مکانی معیار ۱-۲  
 شکل ۳: لایه مطلوبیت مکانی معیار ۱-۴



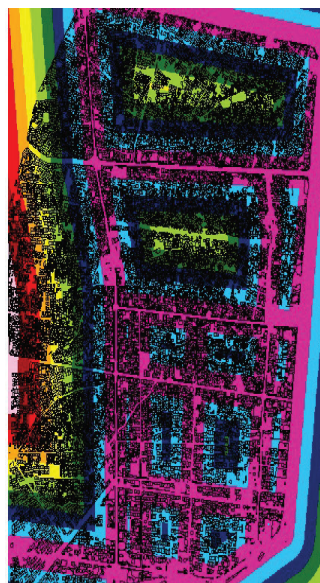
شکل ۱: لایه مطلوبیت مکانی معیار ۱-۲



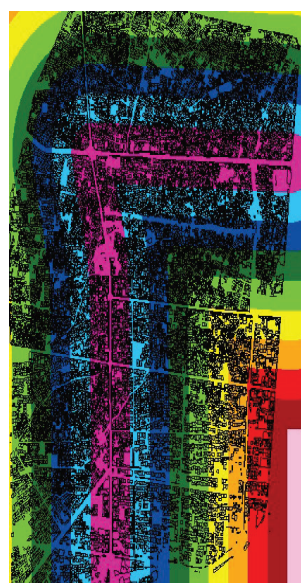
شکل ۲: لایه مطلوبیت مکانی معیار ۲-۲



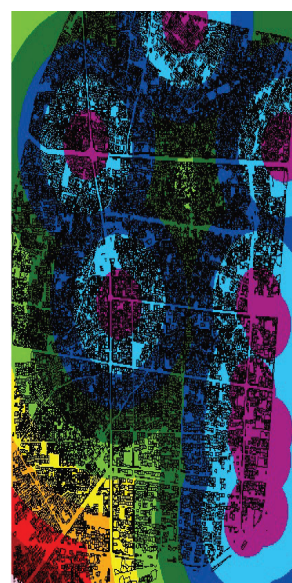
شکل ۳: لایه مطلوبیت مکانی معیار ۳-۲



شکل ۴: لایه مطلوبیت مکانی معیار ۱۰-۲



شکل ۵: لایه مطلوبیت مکانی معیار ۳-۳



شکل ۶: لایه مطلوبیت مکانی معیار ۱-۳

عضویت در مجموعه به صورت ۱ یا ۰ بیان می شود. در این روش در مجموعه مورد مطالعه هر موقعیت با زوج ۱ (درست) و یا صفر (نادرست) تعریف می گردد به طوری که مقدار یک نشان دهنده مناسب بودن و مقدار صفر نشان دهنده نامناسب بودن موقعیت مکانی آن پیکسل می باشد. مزیت استفاده از روش بولین و سادگی این روش می باشد. در این روش نقشه های موجود با استفاده از عملگرهای بولین شامل AND و OR با یکدیگر تلفیق شده و یک نقشه خروجی نهایی تشکیل می دهد. اگر تلفیق نقشه ها با استفاده از عملگر AND انجام شده باشد پیکسلهای حاوی ارزش

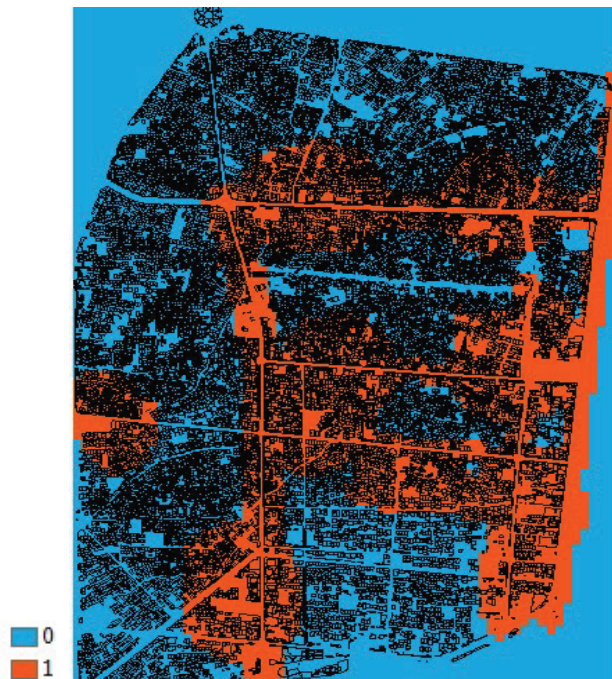
### ۵-۶- روش های ترکیب لایه ها در محیط GIS

پس از تهیه لایه های اطلاعاتی مربوط به هر یک از معیارها بایستی با استفاده از روش های تصمیم گیری قطعی و تصمیم گیری غیر قطعی فرآیند ترکیب لایه ها را انجام داد. در این پژوهش از دسته اول روش بولین و از دسته دوم روش همپوشانی وزن دار انتخاب شده است.

#### ۵-۶-۱- روش بولین

مدل سازی بولین با استفاده از هر یک از نقشه ها به عنوان یک شرط تعیین می نماید که هر موقعیت در منطقه مورد مطالعه شروط مورد نظر را دارا می باشد یا شرایط لازم برای انتخاب را دارا نیست.

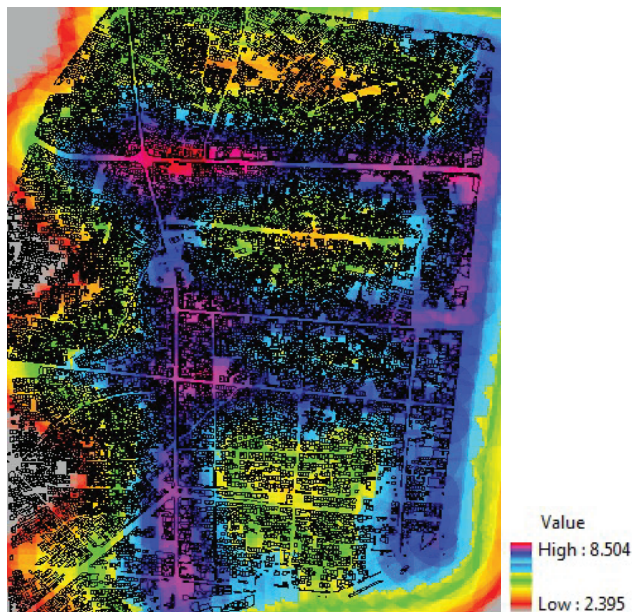
- ۱ در نقشه خروجی مکان هایی را نمایش می دهد که کلیه معیارهای مربوط به کاربرد مورد نظر را تامین نمایند. هم چنین در صورتی که نقشه های ورودی با استفاده از عملگر OR ترکیب شده باشد پیکسل های حاوی ارزش ۱ در نقشه خروجی مکان هایی را نمایش می دهد که یک یا چند معیار در آن ها صدق می کند.
- در این مقاله در منطقه مورد مطالعه پس از مشورت با کارشناسان محدودیت های زیر برای تصمیم گیری با استفاده از روش بولین اتخاذ شده است.
- با استفاده از عملگر OR پیکسل پیشنهادی بایستی یکی از شرایط حداکثر فاصله ۳۵۰ متر از کاربری های تجاری و خدماتی یا حداکثر فاصله ۳۰۰ متر از کاربری های اداری و یا حداکثر فاصله ۳۵۰ متر از کاربری های آموزشی، درمانی و ... را دارا باشد.
  - پیکسل پیشنهادی بایستی یکی از در فاصله کمتر از ۲۰۰ متر از خیابان های شریانی درجه ۲ و ۱ باشد.
  - با استفاده از عملگر OR پیکسل پیشنهادی بایستی یکی از شرایط قرارگیری در خیابان های دارای تراکم ترافیکی ساکن و یا قرارگیری در خیابان های حاشیه طرح ترافیک شهر اصفهان را دارا باشد.
  - در پایان با استفاده از عملگر AND بایستی پیکسل پیشنهادی الزاماً تمامی شرایط قبلی را دارا باشد.
- شکل ۱۱ مطلوبیت مکانی با استفاده از روش بولین را نمایش می دهد.



شکل ۱۱: لایه مطلوبیت مکانی با استفاده از روش بولین

#### ۵-۶-۲- روش همپوشانی وزن دار

در این روش نسبت به روش بولین انعطاف نتایج بیشتر بوده و به جای مقیاس صفر و یک هر یک از واحدهای مکانی در نقشه بر اساس اهمیت و امتیاز خود دارای مقداری هستند. در این روش با استفاده از اوزان به دست آمده در مرحله قبل از روش AHP تلفیق وزن دار لایه های مختلف انجام و لایه مطلوبیت مکانی نهایی با استفاده از اوزان فوق ترسیم می گردد. شکل ۱۲ نقشه مطلوبیت مکانی که با استفاده از روش همپوشانی وزن دار به دست آمده است را نمایش می دهد.



شکل ۱۲: لایه مطلوبیت مکانی با استفاده از روش همپوشانی وزن دار

#### ۵-۷- انتخاب نقاط کاندید و اولویت بندی آن ها

در این قسمت ابتدا موقعیت های با امتیاز بالا به عنوان نقاط کاندید انتخاب و با استفاده از اوزان به دست آمده از مرحله قبلی و امتیاز هر یک از معیارها در لایه های مختلف اولویت بندی نقاط انجام شده است. مجموعه مراحل فوق با استفاده از روش AHP در نرم افزار ExpertChoice انجام گرفته است به طوری که در ابتدا ماتریس تصمیم گیری که سطرهای آن هر یک از گزینه ها و ستون های آن هر یک از معیارهای مکان یابی پارکینگ می باشد تشکیل شده است. در ادامه این ماتریس نرمال شده و با استفاده از ضرایب مربوط به اوزان هر یک از معیارها رتبه بندی گزینه ها انجام شده است. در جدول ۵ ماتریس تصمیم گیری برای ۲۱ گزینه مورد بررسی براساس ۹ عامل موثر ارائه شده است.

جدول ۵: ماتریس تصمیم گیری

گزینه ها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A1	۱۰	۶	۹	۱۰	۷	۹	۲	۱۰	۹
A2	۱۰	۸	۱۰	۱۰	۷	۹	۲	۱۰	۸
A3	۱۰	۸	۱۰	۱۰	۸	۷	۱	۱۰	۳
A4	۱۰	۸	۹	۱۰	۷	۹	۱	۱۰	۱۰
A5	۱۰	۹	۹	۱۰	۸	۴	۳	۱۰	۱۰
A6	۱۰	۹	۱۰	۱۰	۱۰	۹	۲	۱۰	۱۰
A7	۱۰	۷	۹	۷	۹	۷	۲	۱۰	۱۰
A8	۱۰	۸	۹	۹	۷	۹	۲	۱۰	۱۰
A9	۱۰	۸	۸	۱۰	۷	۷	۴	۱۰	۱۰
A10	۱۰	۹	۱۰	۱۰	۸	۸	۶	۱۰	۱۰
A11	۹	۸	۱۰	۱۰	۹	۷	۱	۱۰	۴
A12	۸	۹	۱۰	۱۰	۹	۵	۱	۱۰	۴
A13	۸	۱۰	۱۰	۱۰	۹	۷	۱	۱۰	۴
A14	۱۰	۹	۸	۱۰	۹	۹	۱	۱۰	۵
A15	۱۰	۹	۹	۱۰	۸	۵	۲	۱۰	۶
A16	۱۰	۹	۹	۱۰	۷	۶	۲	۱۰	۹
A17	۱۰	۸	۱۰	۱۰	۹	۶	۱	۱۰	۳
A18	۱۰	۸	۱۰	۱۰	۸	۴	۲	۱۰	۵
A19	۱۰	۹	۱۰	۱۰	۸	۸	۳	۱۰	۹
A20	۸	۱۰	۹	۷	۷	۷	۲	۱۰	۸
A21	۹	۹	۱۰	۷	۷	۴	۳	۱۰	۷

در ادامه پس از نرمال سازی ماتریس فوق و ضرب مقادیر ماتریس نرمال شده تصمیم گیری ضرایب مربوط به اوزان معیارها در این ماتریس ضرب می گردد. نتایج نهایی اولویت مناطق مختلف برای احداث پارکینگ عمومی مطابق جدول ۶ است.

جدول ۶: اولویت بندی گزینه ها

ردیف	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21
مقدار در روش AHP	۷۴۰۰۰	۴۹۰۰۰	۴۲۰۰۰	۷۴۰۰۰	۴۰۰۰۰	۵۵۰۰۰	۷۴۰۰۰	۹۴۰۰۰	۱۵۰۰۰	۷۵۰۰۰	۶۴۰۰۰	۸۴۰۰۰	۶۴۰۰۰	۱۵۰۰۰	۶۴۰۰۰	۷۴۰۰۰	۶۴۰۰۰	۸۴۰۰۰	۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۴۴۰۰۰
رتبه بندی	۹	۶	۲۰	۱۰	۵	۲	۱۱	۷	۴	۱	۱۷	۲۱	۱۹	۱۵	۱۲	۸	۱۸	۱۴	۳	۱۶	۱۳

### ۶- نتیجه گیری

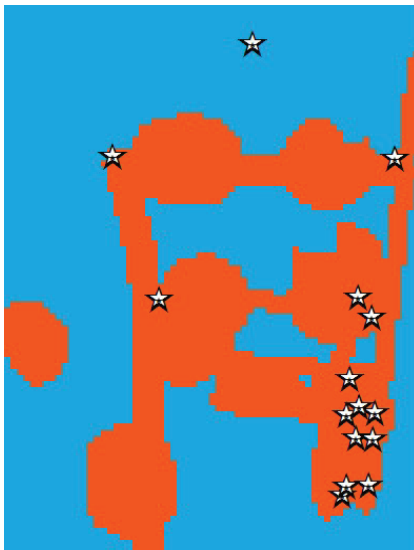
هدف از مطالعات مکان یابی تعیین مناسب ترین موقعیت ها با بالاترین امتیاز برای احداث پارکینگ های عمومی است. در این تحقیق نیز پس از شناسایی منطقه مورد مطالعه و معیارهای موثر در مکان یابی بهینه پارکینگ های عمومی در ادامه با استفاده از نظرات کارشناسان وزن هریک از معیارها مشخص و برای هر معیار نیز یک لایه مطلوبیت مکانی ترسیم گردید. سپس با استفاده از روش های بولین و هم پوشانی وزن دار تلفیق لایه ها انجام و موقعیت های مناسب برای احداث پارکینگ های عمومی مشخص گردید.

در این مقاله نتیجه گرفته شد معیارهایی چون ۱- نزدیکی به کاربری های جاذب سفر ۲- معیارهای مرتبط با دسترسی مناسب ۳- معیارهای مرتبط با بهینه سازی وضعیت ترافیکی منطقه و ۴- هزینه تملک زمین مهم ترین معیارها در مکان یابی بهینه پارکینگ های عمومی است.

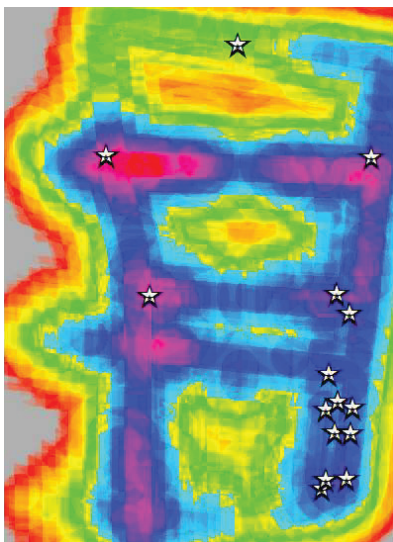
هم چنین نتایج به دست آمده از تلفیق لایه ها به صورت زیر است.

روش بولین: در این روش به دلیل سختگیرانه بودن عملگر AND نتایج حاصل دارای ریسک کمتر و اطمینان بیشتر می باشد. شکل ۱۳ نتایج به دست آمده از روش بولین و موقعیت پارکینگ های موجود را نمایش می دهد. نواحی مشخص شده با رنگ قرمز قسمت های مناسب برای احداث پارکینگ های عمومی را نمایش می دهد.

روش تلفیق وزن دار: در این روش مشابه شکل ۱۴ با استفاده از اوزان موجود و ترکیب لایه ها نقشه مطلوبیت مکانی تهیه شده است. حسن این روش انعطاف پذیری بیشتر و مساحت بیشتر موقعیت های بهینه نسبت به روش بولین و هم چنین امتیازدهی به پیکسل های مختلف است.



شکل ۱۴: روش تلفیق وزن دار به همراه موقعیت پارکینگ های موجود



شکل ۱۳: روش بولین به همراه موقعیت پارکینگ های موجود

## ۷-ارائه پیشنهادات

در پایان پیشنهادات زیر برای استفاده از این مقاله و بهبود روش ها برای پژوهش های بعدی ارائه می گردد.

- مجموعه لایه های تهیه شده در این پژوهش با استفاده از اطلاعات مربوط به کاربری ها و داده های ترافیکی و سایر موارد مرتبط در دسترس تهیه شده است. بدیهی است در نظر گرفتن داده های دقیق تر و وسیع تر می تواند دقت روش را افزایش و نتایج به دست آمده را کامل تر کند. در این راستا پیشنهاد می گردد در تحقیق های آتی معیارهایی چون فاصله از گسل ها، ارتفاع و شیب زمین، میزان آلودگی هوا در هر منطقه و دیگر معیارهای مرتبط نیز منظور گردد.

- پیشنهاد می گردد معاونت های عمرانی و حمل و نقل و ترافیک شهرداری اصفهان سرمایه گذاران را برای تشویق به ساخت پارکینگ های عمومی در موقعیت های پیشنهادی تشویق نمایند.

- پیشنهاد می گردد نهادهای مربوط در مناطق دارای پارکینگ در منطقه ۱ شهرداری اصفهان و مناطقی که در آینده پارکینگ های جدید در آن ها ساخته می شود پارکینگ های حاشیه ای را نیز برای کاهش ترافیک شهری مدیریت و ساماندهی نمایند.

- پیشنهاد می گردد پارکینگ های عمومی با روشی مشابه روش ارائه شده در این پژوهش برای تمامی مناطق شهرهای کشور یابی شده و در طرح های مربوط به برنامه ریزی کاربری زمین های شهری وارد گردد.

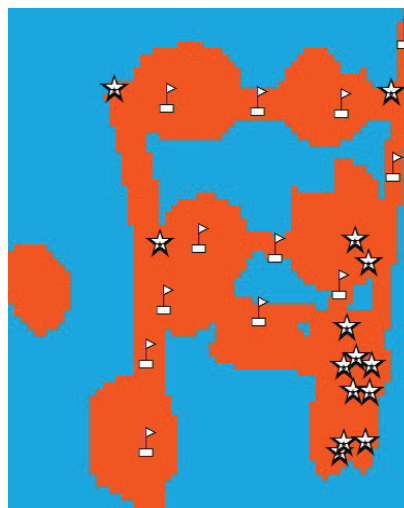
## ۸-منابع

- ۱- شهری، پ، نسخه الکترونیکی هفته نامه آموزشی و اطلاع رسانی شهرداری قزوین، ۱۳۸۸.
- ۲- کشاورزر، .، پارکینگ های خالی اصفهان نظاره گر ترافیک خیابان ها، ۱۳۹۲، روزنامه جوان.
- ۳- قنبری، س.، قاضی عسگر نایینی، .، مجله جغرافیا و برنامه ریزی شهری، ارزیابی روش های مختلف مکان یابی در مدیریت پارکینگ های عمومی در مرکز تجاری شهر اصفهان با استفاده از GIS، تابستان ۱۳۹۰، شماره ۴۲، صفحه ۱۸۲-۱۹۸.

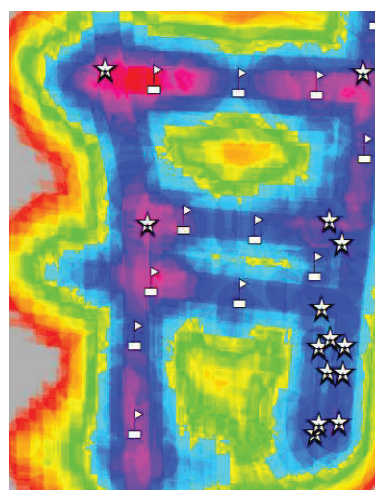
Weant , R. A. s. 1, Parking Garage-4 ENO ,1978, Planning and Operation Foundation for Transportation INC

۵-شکیبای، ع.، سجادی، ژ.،، چاوشی، ف.، تحلیل فضایی شبکه معابر و مکان یابی بهینه پارکینگ های عمومی، منطقه ۱۷ شهرداری تهران، دوازدهمین کنفرانس بین المللی حمل و نقل و ترافیک.

با توجه به نتایج به دست آمده می توان گفت که منطقه ۱ شهرداری اصفهان از نظر پارکینگ های عمومی موجود و توزیع آن ها در وسعت منطقه و هم چنین تعداد پارکینگ های مورد نیاز با مشکلات زیادی روبه رو است. نقشه های به دست آمده نشان می دهد توزیع پارکینگ های موجود مناسب نبوده و در این منطقه نیاز زیاد و فوری به ساخت پارکینگ های عمومی وجود دارد. هم چنین براساس بررسی های صورت گرفته و اولویت بندی موقعیت های مختلف در منطقه مورد مطالعه در خیابان چهار باغ پایین ۲ موقعیت، در خیابان شمس آبادی ۱ موقعیت، در خیابان شیخ بهایی ۲ موقعیت، در خیابان طالقانی ۲ موقعیت، در خیابان بهشتی ۲ موقعیت و در خیابان مسجد سید ۳ موقعیت و در مجموع ۱۲ نقطه دارای پتانسیل بالا برای احداث پارکینگ های عمومی معرفی شده است. در شکل های ۱۵ و ۱۶ موقعیت های پیشنهادی برای احداث پارکینگ های جدید نمایش داده شده است.



شکل ۱۶: موقعیت پارکینگ های موجود و پیشنهادی در نقشه روش تلفیق وزن دار



شکل ۱۵: موقعیت پارکینگ های موجود و پیشنهادی در نقشه روش بولین

۶-عباسی، م.، حجتی، م.، سامانی نیسانی، ن.، مکان  
گزینی بهینه پارکینگ های شهر تهران به کمک  
روش AHP و مدل ویکور در محیط GIS. چهاردهمین  
کنفرانس بین المللی حمل و نقل و ترافیک.

۷-حاجی حسینلو، م.، بلال، ا.، تاثیر پارکینگ های  
حاشیه ای بر جریان ترافیک شبکه های درون شهری  
با استفاده از نرم افزار Aimsun. دهمین کنفرانس بین  
المللی حمل و نقل و ترافیک.

۸-سعیدنیا، ا.، کتاب سبز شهرداری ها، جلد چهارم: نظام  
مراکز شهری و فضاهای مسکونی، ۱۳۸۲، تهران، سازمان  
شهرداری های کشور.

9- Z, XU. Urban Environment Planing, 1990,  
Wuhan Technical University of  
Surveying and Mapping

۱۰-طالبی، ر.، مکان گزینی بهینه پارکینگ های  
طبقاتی شهر تهران: نمونه موردی منطقه ۷، تهران، نشریه  
مدیریت شهری، ۱۳۸۹.

۱۱-فرهادی، ر.، مکان یابی مدارس به کمک GIS.  
تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت  
مدرس، ۱۳۷۹.

۱۲-مهندسی ترافیک، چاپ ششم، جلیل شاهی، مرکز  
نشر دانشگاهی، ۱۳۸۲.

۱۳- قدسی پور، ح.، مباحثی در تصمیم گیری چند  
معیاره، برنامه ریزی چند هدفه، نشر دانشگاه صنعتی  
امیرکبیر، ۱۳۸۲.

۱۴- قدسی پور، ح.، مباحثی در تصمیم گیری چند  
معیاره، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، چاپ یازدهم،  
نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۲.

## Optimal location of public parkings in downtown region of isfahan using AHP method in GIS

Majid, Saeed Monajjem<sup>۳</sup>, Mansour Hajihoseinlou<sup>۲</sup>, Sayed Mohammadreza Sonbolestan<sup>۱</sup>  
 Fazeli<sup>۴</sup>

- <sup>۱</sup>.PHD Candidate, Dept. of civil engineering, KNTU Univ. of Tech-
- <sup>۲</sup>.Assistant Professor, Dept. of civil engineering, KNTU Univ. of Tech-
- <sup>۳</sup>.Assistant Professor, Dept. of civil engineering, KNTU Univ. of Tech-
- <sup>۴</sup>.Graduate student, Dept. of civil engineering, Isfahan Univ. of Tech-

### Abstracts

Today, population growth on the one hand and the lack of public parking in the central parts of the metropolis on the other hand cause to heavy traffic in metropolitan and this phenomenon due to serious problem on the residents of these areas and car owners GIS with respect to ability of appropriate assessment criteria that involved in the location of urban infrastructure can decide on all aspects of issues such as optimal site of public parking In this paper after introduction of problem, efficient criteria in locating public parking were identify. Then effective criteria was classification and by means of questionnaire and expert opinion the weights were measure. Also with use of GIS, maps of each criteria is provided. of isfahan ) Then the result in terms of priorities for public parking located in part

**Keywords: Geographic Information System, Hierarchical Analysis (AHP), Public Parking**