

# مکان یابی بهینه فضای سبز شهری با استفاده از مدل Fuzzy Logic و AHP، در محیط GIS ( نمونه موردی: شهر مشهد )

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۰۱/۱۶ تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۹۴/۰۶/۰۹

داود حاتمی\* (دانش آموخته کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه سیستان و بلوچستان)  
زهرا عربی (استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور)  
اسماعیل رحمانی (دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه سیستان و بلوچستان)

## چکیده

امروزه اهمیت و نقش فضای سبز شهری در حیات شهرها و پایداری آن ها و تأثیرات فیزیکی و طبیعی آن در سیستم شهری و بازدهی های مختلف اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی آن انکارناپذیر است؛ تا آنجا که کاربری فضای سبز در شهرها و سرانه های آن یکی از مباحث اساسی در برنامه ریزی و مدیریت شهری تلقی می شود. فضای سبز شهری، از جمله کاربری هایی است که توزیع و پراکنش آن در سطح شهر اهمیت زیادی دارد. شهر مشهد، از جمله شهرهایی است که وضعیت کاربری فضای سبز آن مناسب نمی باشد؛ به طوری که بر اساس یافته ها، متوسط سرانه فضای سبز شهر مشهد ۵۱ / ۵ متر مربع می باشد؛ که با استاندارد وزارت مسکن و شهرسازی که ۱۲ متر مربع سرانه را پیشنهاد داده است، فاصله زیادی دارد. در عین حال توزیع فضایی آن نیز بسیار نامتعادل و نامتناسب می باشد. چنانکه سرانه فضای سبز منطقه ثامن ۱ / ۲ متر مربع، و سرانه منطقه هفت ۲۱ متر مربع می باشد. پژوهش حاضر از نظر هدف نظری - کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی - تحلیلی است، نشان می دهد که برخلاف استانداردهای ملی و بین المللی ارایه شده برای سرانه فضای سبز، در این شهر سرانه فضای سبز بسیار پایین و توزیع فضایی آن در مناطق دوازده گانه شهر مشهد نیز متعادل نیست و در این زمینه با نارسایی شدید مواجه است. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل لایه های مورنیاز جهت تعیین مکان بهینه فضای سبز از مدل Fuzzy Logic، AHP و میانگین نزدیک ترین همسایه استفاده و برای انجام این عملیات از نرم افزار ARC/GIS و Expert choice بهره گرفته شده است. نتایج پژوهش بیانگر این می باشد که توزیع فضایی فضای سبز خوشه ای می باشد، که نتیجه تمرکز خدمات در یک قسمت از شهر است. در نهایت نقشه حاصل از تلفیق

لایه های اطلاعاتی، زمین های شهر را برای انتخاب مکان های مناسب برای فضای سبز شهری را در پنج طیف خیلی خوب، خوب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف اولویت بندی کرده ایم.

**واژه های کلیدی:** فضای سبز، Fuzzy Logic، مکان یابی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، شهر مشهد.



## ۱- مقدمه

گسترش روزافزون شهرها در کلیه کشورهای جهان و از جمله در ایران، از پیامدهای غیرقابل اجتناب عصر دانش و فناوری به شمار می‌رود (رضایی، ۱۳۹۲: ۲). تحولات اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و رشد شتابان شهرها در دهه های اخیر منجر به تحولات عمیقی در شهرهای کشور شده است (زیاری و رضوانی، ۱۳۸۹: ۷۴). رشد و توسعه ی شهرنشینی با گسترش کالبدی شهرها رابطه مستقیم داشته و دوری از طبیعت و قطع رابطه ی انسان با محیط زیست طبیعی را موجب می‌شود (رضایی، ۱۳۹۲: ۲). با افزایش جمعیت و توسعه و گسترش شهرنشینی، انسان‌ها به تدریج از طبیعت دور شده و تراکم بیش از حد جمعیت و دخالت در محیط طبیعی و ایجاد محیط های انسان ساخت، نیازهای زیست محیطی، جسمی و روحی انسان را بیش تر بروز داده است. برای رفع این نیازها انسان شهر نشین اقدام به ایجاد باغها و فضای سبز مصنوعی در داخل شهرها کرده است (سعیدنیا، ۱۳۸۳: ۱۰). تغییر شیوه زندگی و پیچیده شدن آن و روابط انسان ها لزوم تغییر در شیوه زندگی را ایجاب کرده است (لطفی و همکاران، ۱۳۸۹: ۴۴). همچنان که در عصر کنونی افزایش شتاب زندگی مدرن شهری و فرهنگ «بی تفاوتی مدرن شهرنشینان» منجر به کاهش تعامل اجتماعی شهروندان بایکدیگر و غفلت از اهمیت فضاهای عمومی بستر سازی برای این تعامل اجتماعی شده است. (سوزنچی، ۱۳۸۳: ۵). در اهمیت فضای سبز شهری می توان گفت امروزه اقلیم شهری بر اثر فرآیندهای تراکم و تمرکز فعالیت در شهرها، آنچنان دگرگون شده است که در مطالعات ناحیه ای شهرها، به صورت مشخص و جدای از اقلیم ناحیه ای بررسی می شود. آثاری که از طریق فضای سبز بر اکولوژی شهری بویژه در زمینه های اقلیم، هوا، خاک، آب های زیر زمینی و جانوران گذاشته می شود، آنچنان شدید است که عناصر سازنده ی آن را در محیط شهری به کلی دگرگون می کند (رهنما، ۱۳۷۱: ۲۵۵). مؤلفه های آثار توسعه ی شهری می توانند نظام زیستی شهرها را به شیوه های گوناگون مختل کنند. فضای سبز مناسب در شهرها از عوامل مؤثر در کاهش این آثار هستند و به ویژه در ارتباط با گردوغبار و آلودگی های هوا، فضای سبز شبه جنگلی، ریه های تنفسی شهرها به شمار می روند مهم ترین تأثیر فضای سبز در شهرها تعدیل دما، افزایش رطوبت نسبی، لطافت هوا و جذب گردوغبار است. دیگر آثار فضای سبز، در شهرها نقش نسبی دارند. به طور کلی وجود فضای سبز و تأثیر آن ها در شهرها گریزناپذیر است، به گونه ای که بدون آن ممکن نیست شهرها پایدار باقی بمانند (سعیدنیا، ۱۳۸۳: ۳۵).

این پژوهش سعی بر آن دارد تا بر اساس روش های تحلیل مکانی در GIS، و مدل Fuzzy، AHP Logic به مکان های بهینه برای مکان یابی فضای سبز در منطقه مورد مطالعه دست یابد. در نهایت با استفاده از قابلیت های سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل مذکور اقدام به مشخص کردن مطلوب ترین زمین ها برای احداث فضای سبز جدید در پنج طیف مناطق با اولویت خیلی خوب، خوب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف خواهد شد.

## ۲- روش تحقیق

روش تحقیق حاضر توصیفی - تحلیلی است، مبانی تئوریک آن بر اساس مطالعات اسنادی، کتابخانه ای و بازدید میدانی و مراجعه به سازمان ها و ارگان های مربوطه انجام گرفته است. معیارهای مورد استفاده جهت مکان یابی بر اساس ضوابط مکان یابی انتخاب شده است. با توجه به اطلاعات به دست آمده، ابتدا با استفاده از روش تحلیل نزدیک ترین همسایه، الگوی پراکنش فضایی فضای سبز در شهر مشهد مشخص گردیده است. برای وزن دهی به معیارها از مدل AHP از طریق نرم افزار Expert Choice استفاده شده است. آماده سازی لایه ها برای تجزیه و تحلیل های فضایی در GIS در محیط Model builder انجام گرفته است، در نهایت پس از تحلیل لایه های وزن دار به دست آمده، در محیط fuzzy overlay با استفاده از عملگر گاما لایه های وزن دار روی هم قرار داده و نقشه نهایی بدست آمده است.

## ۳- مبانی نظری

واژه فضای سبز، کمتر از نیم قرن است که در فرهنگ ادبیات شهرسازی جهان مرسوم شده است. منظور از فضای سبز شهری نوعی از سطوح کاربری زمین شهری با پوشش های گیاهی انسان ساخت است که هم واجد بازدهی اکولوژیکی و هم واجد بازدهی اجتماعی هستند. منظور از بازدهی های اکولوژیک عبارت است از: زیباسازی بخش های شهری، کاهش دمای محیط، تولید اکسیژن، افزایش نفوذپذیری خاک در مقابل انواع بارش و مانند اینها و از دیدگاه حفاظت محیط زیست، فضای سبز شهری بخش جاندار ساخت کالبدی شهر را تشکیل می دهد (Maleki et al, 2012: 804).

### ۳-۱- معیارهای بهینه در مکان یابی فضای سبز شهری

تعیین اصول دقیق مکان یابی فعالیت های مختلف در شهر به دلیل ماهیت پویای مسائل شهری اگر نه غیر ممکن بدون تردید بسیار دشوار است. هدف اصلی از سلسله اقدامات برنامه-ریزی کاربری اراضی شهری تامین رفاه اجتماعی و اقتصادی شهروندان است. معیارهای مکان-گزینی که در راستای هدف فوق؛ که کاربری فضای سبز شهری هم جدا از آن نیست به شرح زیر است :

#### - سازگاری<sup>۱</sup>

یکی از اهداف اصلی برنامه ریزی کاربری اراضی شهری مکان یابی مناسب کاربری ها و جداسازی کاربری های ناسازگار از یکدیگر است. مثلاً "سعی می شود کاربری هایی که آلودگی هایی از قبیل دود، بو، و صدا تولید می کنند دور از مناطق مسکونی، فرهنگی و اجتماعی استقرار یابند (عربی و حاتمی، ۱۳۹۲: ۴).

#### - آسایش<sup>۲</sup>

فاصله و زمان، عوامل مهمی در اندازه گیری میزان آسایش و راحتی انسان ها به شمار می-آید، چرا که بر اثر تامین آن ها سهولت دسترسی به خدمات شهری که یکی از اهداف مهم برنامه ریزی شهری میسر می شود (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۴۶).

#### - کارایی<sup>۳</sup>

یکی از عوامل اصلی تعیین کننده ی مکان کاربری ها در شهر، الگوی قیمت زمین شهری است؛ به لحاظ اینکه هر کاربری از لحاظ اقتصادی و سرمایه گذاری تابعی از قیمت زمین و هزینه های متصور بر آن است که بر اساس شیوه ی تحلیل هزینه و منفعت معین می شود (پورمحمدی، ۱۳۸۹: ۹۴).

---

1 Compatibility

2 Comfort

3 efficiency

## – مطلوبیت<sup>۴</sup>

منظور از مطلوبیت یعنی حفظ عوامل طبیعی، چشم اندازها، فضاهای باز، فضاهای سبز، شبکه ی معابر، راهها، فضاهای مسکونی است. در مطلوبیت شبکه راهها، جهات باید طوری مکان یابی شود که عابران پیاده و سواره بیش ترین لذت و دلپذیری را از مناظر شهری، حومه شهری و پیرامون شهری داشته باشند (رضایی، ۱۳۹۲: ۲۴).

## – سلامتی

منظور از شهر سالم، رعایت همه ی کاربری ها با توجه به تراکم و سرانه ی مطلوب و رعایت استانداردها و معیارهای سرانه است. رعایت مسائل زیست محیطی، فونداسیون، حفظ میراث-های فرهنگی، حراست از آسایش و غیره ضروری است. امروزه با قرار دادن لایه های دوجداره از خطرات آلودگی صدا، واحد های مسکونی را در امان نگه می دارند. به طور کلی در جهان امروز حفظ سلامتی و وجود شهر اجتماعی سالم در تبیین کاربری های شهری نهفته است (زیاری، ۱۳۸۱: ۳۰).

## – ایمنی

امنیت و عوامل امنیتی به عنوان یکی از مؤلفه های مهم در تعیین مکان کاربری های شهری است. مساله ی حفاظت از پدیده ها و تاسیسات و تجهیزات شهری و دفاع از شهروندان در مقابل حمله در زمان جنگ در شهرهاست (حاتمی، ۱۳۹۲: ۵۴).

## – مکانیابی اکولوژیکی

با توجه به توان اکولوژیکی فضای سبز شهری و فضاهای اطراف آن، اقدام به ایجاد کمربند-های سبز، جنگل های دست کاشت، تفرجگاه های جنگلی و پارک های جنگلی مصنوعی در فضاهای پیرامونی شهر می تواند در تعادل اکولوژیکی شهر و پیرامون بسیار موثر باشد (رضایی، ۱۳۹۲: ۲۴).

## – مکانیابی حقوقی

لازم است جهت ایجاد فضای سبز و پارک قبل از هر چیز مساله ی مالکیت حقوق اراضی روشن گردد، اولویت به کارگیری با اراضی ملی است که مالکیت آن مربوط به کشور و قیومیت آن با دولت می باشد، یا اراضی موات و بلا صاحب که آنان نیز عملاً" در اختیار دولت است، همچنین اراضی که مالکیت آن به شرکت های دولتی، وزارت خانه هاتعلق دارد و در نهایت در صورت عدم امکان بهره برداری از اراضی فوق الذکر، اراضی مربوط به اشخاص حقیقی یا حقوقی با مصالحه ی با آن ها جهت ایجاد فضای سبز به کار گرفته شود( عربی و حاتمی، ۱۳۹۲ : ۴).

## – مکان یابی اقتصادی

ضرورت و توجیه اقتصادی ایجاد فضای سبز در مقایسه با سایر کاربری ها در بکار گیری اراضی باید به اثبات رسیده باشد تا مکان در شهر به فضای سبز اختصاص یابد، در غیر این صورت هر کاربری که بازده اقتصادی بیش تری داشته باشد، فضا بدان تخصیص داده شود( ابراهیم زاده و عبادی جوکندان ، ۱۳۸۱ : ۶).

پژوهش های مکان یابی فضاهای سبز شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل های تصمیم گیری چند معیاره مبحثی است که در کشور ما، بر خلاف سایر کشورهای پیشرفته تحقیقاتی به نسبت کم تر صورت گرفته است که نشان دهنده نیاز مبرم به تحقیق در زمینه ی مذکور می باشد. در زیر برخی از موارد مرتبط با موضوع پژوهش که می توان به آن اشاره کرد.

– وارثی و همکاران(۱۳۸۷)، در مقاله ای تحت عنوان مکان یابی فضای سبز شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مورد شهر خرم آباد؛ به این نتیجه رسیده اند که زمین های با درجه خیلی خوب و خوب در حواشی رودخانه و در زمین های خالی داخل شهر که بیش تر مالکیت دولتی دارند و یا از تراکم زیادی برخوردار نیستند واقع شده اند.

– کیانی و خلیل نژاد(۱۳۸۹)، در مقاله ای تحت عنوان توسعه فضای سبز شهری بر مبنای اصول آمایش زمین، به این نتیجه رسیده اند که مهم ترین اولویت تفریحی شهروندان شهر بیرجند استفاده از پارک های شهری است ولی عواملی مانند کمبود تنوع گونه های گیاهی فضای سبز و عدم یکنواختی سطح شهر نارضایتی شهروندان را در پی داشته است.

– احمدی و همکاران(۱۳۹۰)، در مقاله ای تحت عنوان ارائه ی الگوی بهینه ی مکان یابی فضای سبز شهری با استفاده از GIS و روش AHP برای منطقه هفت شهرداری اهواز؛ به این

نتیجه رسیده اند که زمین های مناسب برای ایجاد فضای سبز در فاصله نزدیکی از مراکز مسکونی، فرهنگی و آموزشی واقع شده اند و زمین های طیف ضعیف و خیای ضعیف در فاصله دورتری تا کاربری های سازگار قرار داشتند.

- رستمی و همکاران (۱۳۹۰)، در مقاله ای تحت عنوان تحلیل پراکنش فضایی پارک های منطقه یک شهر کرمانشاه با استفاده از GIS؛ به این نتیجه رسیده اند که کمبود سرانه فضای سبز شهری در منطقه یک شهر کرمانشاه محرز می باشد اما از سوی دیگر ساکنان این منطقه تقریباً دسترسی مناسبی به این فضاها دارند.

- میرنجف موسوی و همکاران (۱۳۹۱)، در مقاله ای تحت عنوان مکان یابی بهینه فضای سبز شهری، مورد شهر بناب، زمین های خیلی خوب و خوب برای ایجاد فضای سبز را مشخص کرده اند.

- یغفوری، حسین و همکاران (۱۳۹۲)، در مقاله ای تحت عنوان تحلیلی بر چگونگی توزیع فضایی - مکانی فضای سبز (نمونه موردی شهر مهر)، به این نتیجه رسیده اند که در این شهر در مجموع سرانه فضای سبز ۷۷ / . متر مربع می باشد؛ که با استاندارد وزارت مسکن و شهرسازی که سرانه ۱۲ متر سرانه را مطلوب می داند، فاصله زیادی دارد. در عین حال توزیع فضایی آن نیز بسیار نامتعادل و نامتناسب است. چنانکه، سرانه فضای سبز محله ۱، (۱ / ۵۸) ، متر مربع می باشد. و محلات ۳ و ۵ که ۲۴ / ۸۹ درصد جمعیت شهر و ۲۳ درصد مساحت شهر را به خود اختصاص داده اند فاقد هرگونه سبزینه ای هستند.

- رضایی (۱۳۹۲)، در رساله کارشناسی ارشد خود تحت عنوان، ارزیابی کمی و کیفی فضای سبز شهری و بهینه سازی آن، مورد شهر داراب، به این نتیجه رسیده اند که سرانه فضای سبز در شهر داراب تا حدودی با سرانه استاندارد های ملی فضای سبز (۱۲ - ۷ مترمربع) مطابقت دارد اما با سرانه استانداردهای بین المللی (۲۵ - ۲۰ مترمربع) اختلاف فاحشی را نشان می دهد. از طرف دیگر نتایج حاصل از مقایسه سرانه ها و شاخص GDSI، نشان دهنده نوعی عدم تعادل در توزیع و پراکنش فضای سبز در نواحی شهر داراب می باشد.

#### ۴- منطقه ی مورد مطالعه

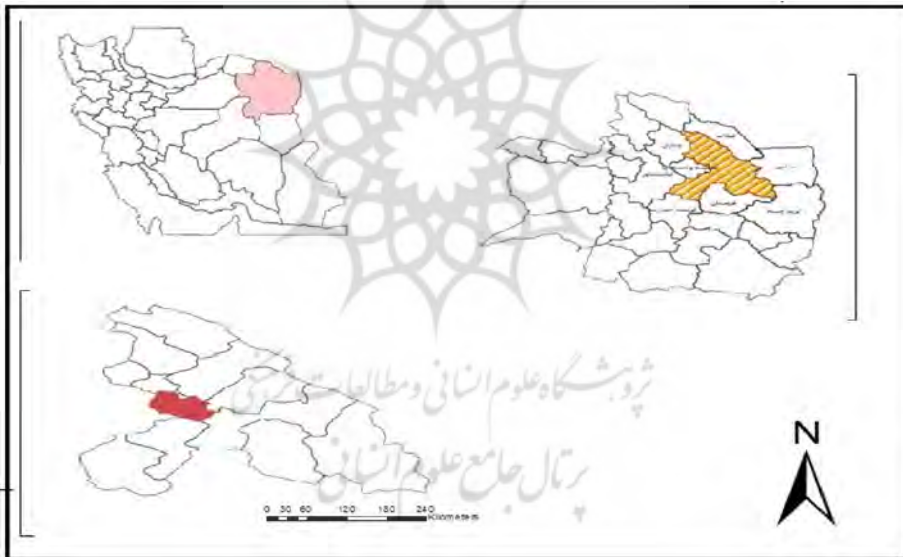
از آنجا که کاربری فضای سبز شهری و کمیت و کیفیت آن ارتباط تنگاتنگی با شرایط طبیعی و انسانی شهر مورد مطالعه دارد و از این لحاظ کاربری فضای سبز شهری در مکان های



مختلف وضعیت متفاوتی دارد، در اینجا جهت بررسی و تحلیل صحیح به برخی از ویژگی های طبیعی و انسانی شهر مشهد اشاره می گردد.

شهر مشهد، مرکز شهرستان مشهد و دومین شهر بزرگ کشور است و در شمال شرقی استان خراسان رضوی قرار دارد. این شهر در ۳۶ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی نسبت به مبدا گرینویچ واقع شده است (رضوانی، ۱۳۸۴: ۲۷). شهر مشهد شامل دوازده منطقه می باشد، شکل (۲).

در زمینه ویژگی های انسانی، مسائل جمعیتی و رشد فیزیکی شهر مشهد می توان گفت که کلانشهر مشهد، از جمله شهرهایی بوده است که رشد فزاینده و سریع جمعیتی را تجربه کرده است (عربی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۱). رشد سالانه جمعیت از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۵ در حدود ۶ / ۲ درصد بوده است. در سرشماری سال ۱۳۸۵ جمعیت شهر مشهد به ۲۴۲۷۳۱۶ نفر رسیده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۶).

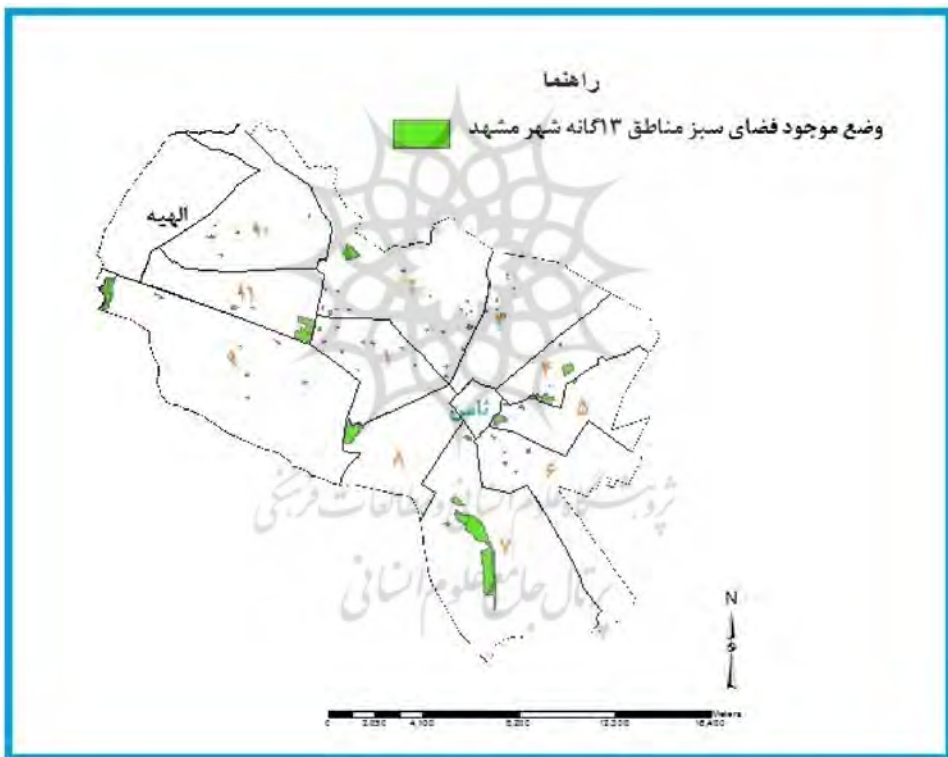


شکل (۱): موقعیت جغرافیایی شهر مشهد در کشور، استان خراسان رضوی و شهرستان مشهد (منبع: سایت شهرداری مشهد، ۱۳۹۳)

## ۵-وضع موجود فضای سبز شهر مشهد

فضای سبز شهر مشهد به صورت نامتعادل در مناطق ۱۲ گانه شهر پراکنده هستند؛ به طوری که سرانه فضای سبز در منطقه ثامن ۱ / ۲ متر مربع می باشد که هم با متوسط سرانه

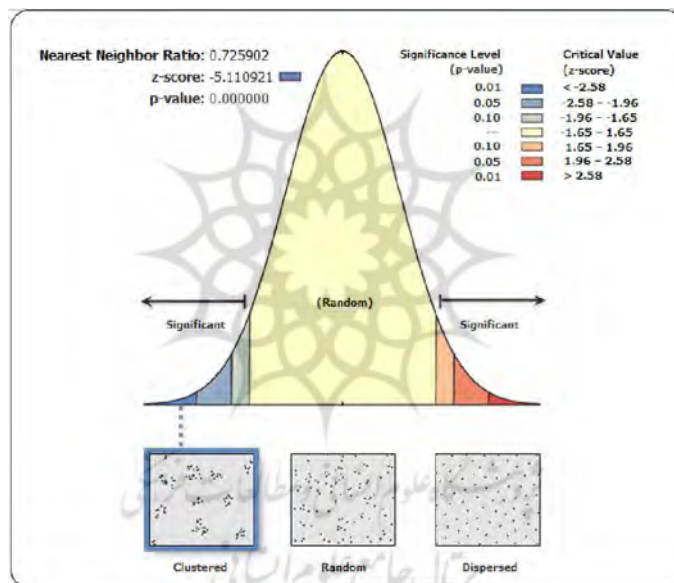
فضای سبز شهر مشهد که ۵/۱ متر مربع، اختلاف زیادی دارد. و هم با سرانه ۱۲ متر مربع- ای پیشنهاد شده از طرف مسکن و شهرسازی اختلاف زیادی دارد. از طرفی در منطقه هفت، سرانه فضای سبز ۲۱ متر مربع می باشد، که هم با سرانه متوسط شهر مشهد که ۵/۱ متر مربع می باشد و هم با سرانه استاندارد پیشنهادی از طرف وزارت و مسکن و شهرسازی که سرانه ۱۲ متر مربع را پیشنهاد داده اختلاف زیادی دارد. و علاوه بر این بین سایر مناطق هم در زمینه بهرمندی از فضای سبز تفاوت های آشکاری وجود دارد. با ملاک قرار دادن سرانه ۱۲ متر مربعی پیشنهاد شده از طرف وزارت مسکن و شهرسازی به عنوان سرانه استاندارد فضای سبز برای شهرهای ایران میزان کمبود فضای سبز در شهر مشهد ( ۱۵۷۴۵۳۰۶ )، متر مربع می باشد.



شکل ۲: توزیع فضایی فضای سبز مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد در وضع موجود  
(منبع: سایت شهرداری مشهد، ۱۳۹۳)

سپس با شاخص میانگین نزدیک ترین همسایه توزیع و پراکنش فضای سبز نشان داده شده است. شاخص میانگین نزدیک ترین همسایه مبتنی بر اندازه گیری فاصله تک تک کاربری ها تا نزدیک ترین همسایه شان است. نتایج حاصل نشان دهنده خوشه ای بودن توزیع فضایی عناصر فضای سبز در سطح ۹۹ درصد می باشد.

اکثر شهرهای جهان، الگوی توزیع پراکنده (منظم) عناصر خدماتی نشان دهنده بافت های برنامه ریزی شده و مبتنی بر عدالت اجتماعی است. الگوی رندمی که بیش تر در شهرهای جهان سوم مشاهده می شود حاصل از رشد ارگانیک و فاقد برنامه ریزی است. اما الگوی خوشه-ای نتیجه تمرکز خدمات و امکانات در یک قسمت از شهر یا نتیجه وجود یک عنصر تأثیر گذار در تک قطبی شدن شهر است (یغفوری و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۳۵).



شکل ۳: توزیع خدمات درمانی با استفاده از مدل نزدیک ترین همسایه (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۳)

## ۶-تحلیل یافته

### ۶-۱- تعیین مکان بهینه فضای سبز در شهر مشهد

از آن رو که تحلیل مکان یابی، ارزش گذاری و تدوین معیارها مرحله ای اساسی است. بنابراین شناخت معیار با توجه به هدف مورد نظر از اهم مسائل می باشد. در این پژوهش

براساس ضوابط مکان یابی فضاهای سبز شهری و متناسب با نوع مدل کاربردی در این نوع تحقیق (AHP) و شناخت شرایط جغرافیایی، اجتماعی - اقتصادی و کالبدی فیزیکی منطقه مورد مطالعه عوامل موثر در مکان یابی فضای سبز شهر، جهت تهیه لایه های اطلاعاتی به منظور شناسایی مناطق اولویت دار برای مکان یابی پارک های شهری شناسایی شدند. به شرح زیر می باشند:

نزدیکی به مراکز مسکونی، مراکز فرهنگی، مراکز آموزشی، مراکز ورزشی و فاصله از مراکز تأسیسات و تجهیزات و از پارک های موجود شهر مشهود؛ لازم به ذکر است که برای تهیه معیار- های فوق از اسناد و مدارک موجود و هم چنین از نظرات کارشناسان استفاده شده است.

## ۶-۲- مدل ها و تکنیک ها

### مدل منطق فازی

این نظریه برای اولین بار توسط دانشمند ایرانی پرفسور لطفی زاده استاد دانشگاه برکلی آمریکا برای اقدام در شرایط عدم اطمینان ارائه شد. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم و متغیرها و سیستم هایی را که نادقیق و مبهم هستند صورت بندی ریاضی بخشیده و زمینه را برای استدلال، کنترل و تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد. درجه عضویت - پذیری، اجتماع و اشتراک، متمم، ضرب، جمع، گاما توان های اساسی این مدل تلفیق محسوب می شوند برای ایجاد لایه ها و مجموعه های فازی می توان توابع ریاضی چون آستانه خطی، سیگموئید، S شکل، هایپرلینک ..... را به کاربرد.

عملگر گاما بر حسب حاصل ضرب جبری فازی و حاصل جمع فازی به صورت زیر تعریف می شود

$$\gamma \times \mu_{com} = (\text{fuzzy total})$$

(fuzzy product)

که در آن  $\gamma$  انتخاب شده در محدوده صفر و یک است. وقتی  $\gamma$  یک باشد ترکیب همان جمع جبری فازی خواهد بود و وقتی صفر باشد ترکیب برابر با حاصل ضرب جبری فازی است. انتخاب صحیح و آگاهانه  $\gamma$ ، مقداری هایی در خروجی به وجود می آورد که هر یک سازگاری قابل انعطافی میان گرایشات افزایشی جمع جبری فازی و اثرات کاهش یافته حاصل ضرب جبری فازی برقرار می کند.

## مدل AHP

روش مقایسه‌ی زوجی در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی ارائه شده است. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری است که اولین بار توسط توماس-ال ساعتی در سال 1980 مطرح شد. این تحلیل از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا امکان فرموله کردن مسائل رابطه صورت سلسله‌مراتبی فراهم می‌کند. این روش ابزاری قدرتمند و انعطاف‌پذیر برای بررسی کمی و کیفی مسائل چندمعیاره می‌باشد که خصوصیت اصلی آن بر اساس مقایسه زوجی می‌باشد. (Ngai, 2005: 29).

### شاخص میانگین همسایه

شاخص میانگین همسایه مبتنی بر اندازه‌گیری فاصله تک تک کاربری‌ها تا نزدیک‌ترین همسایه‌شان بوده و در تعیین همگرایی و واگرایی انواع کاربری‌های مختلف کاربرد دارد. هدف این نوع آنالیز این است که تعیین کند که آیا توزیع نقاط تصادفی است یا خیر و نیز الگوی پراکنش چگونه است (Camarero et al, 2000 : 5). در این روش شاخص نزدیک‌ترین همسایه بر اساس میانگین فاصله‌ای از هر کاربری تا نزدیک‌ترین همسایه‌هایش محاسبه می‌شود.

شاخص میانگین نزدیک‌ترین همسایه از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید

$$ANN = \frac{\bar{D}_O}{\bar{D}_E}$$

که در آن  $\bar{D}_O$  متوسط فاصله‌ی بین هر یک از شاخص‌ها به نزدیک‌ترین همسایه‌ها از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$\bar{D}_O = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

که میانگین فاصله مورد انتظار برای شاخص به دست آمده یک الگوی تصادفی:

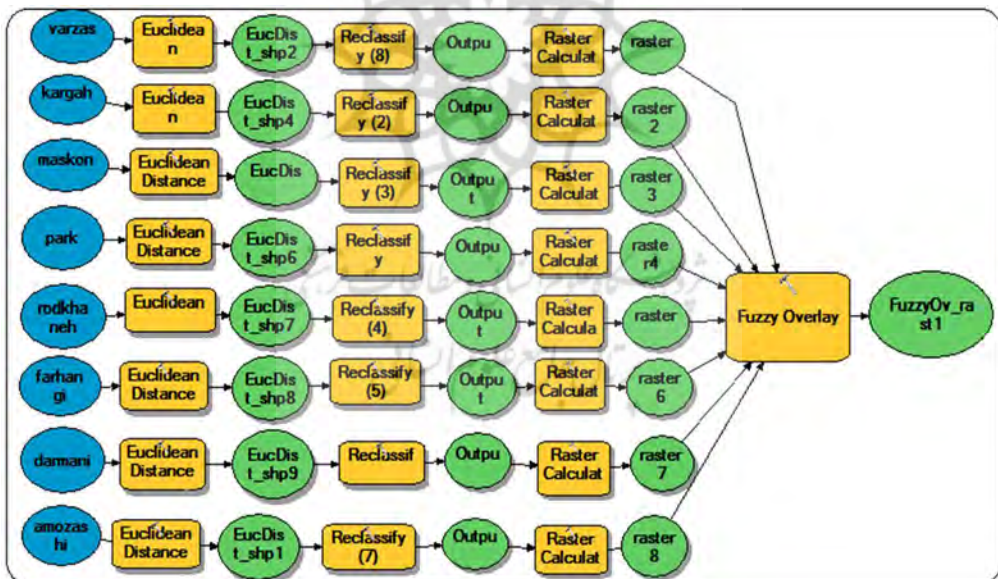
$$\bar{D}_E = \frac{0.5}{\sqrt{n/A}}$$

در معادله قبلی  $De$  برابر است با فاصله ای بین شاخص  $i$  و نزدیک ترین همسایه آن،  $n$  برابر است با تعداد شاخص ها و  $A$  برابر با کل مناطق مورد مطالعه ( احد نژاد و همکاران، ۱۳۹۲ : ۱۱۵).

### ۳-۶- استفاده از Model builder برای طراحی مدل مناسب جهت مکان گزینی

کاربرد مدل در جغرافیا به مدل هایی مانند مدل فن تونن، مدل مکان مرکزی کریستالر، مدل مکان یابی صنعتی وبر و..... باز می گردد، ولی امروزه با گسترش کامپیوتر و سیستم اطلاعات جغرافیایی ما می توانیم مدل های بسیار پیچیده را به راحتی حل کنیم. طراحی مدل در Model builder از قویترین تحلیل های GIS می باشد.

مدل شکل شماره ۴ و نقشه های مکان یابی بیانگر این تحلیل برای مکان گزینی پارک های شهری شهر مشهد می باشند. در واقع برای دست یابی به هدف، مکان یابی الگوی بهینه فضای سبز، مدل طراحی شده که فرایند کار براساس هدف پیش رفته است. مکان های بهینه فضای سبز انتخاب شده است.

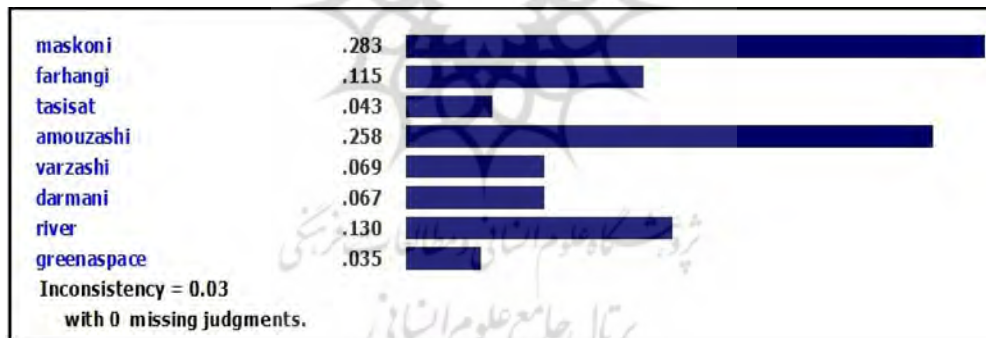


شکل ۴: مدل Model builder در GIS جهت مکان یابی بهینه فضای سبز

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۳)

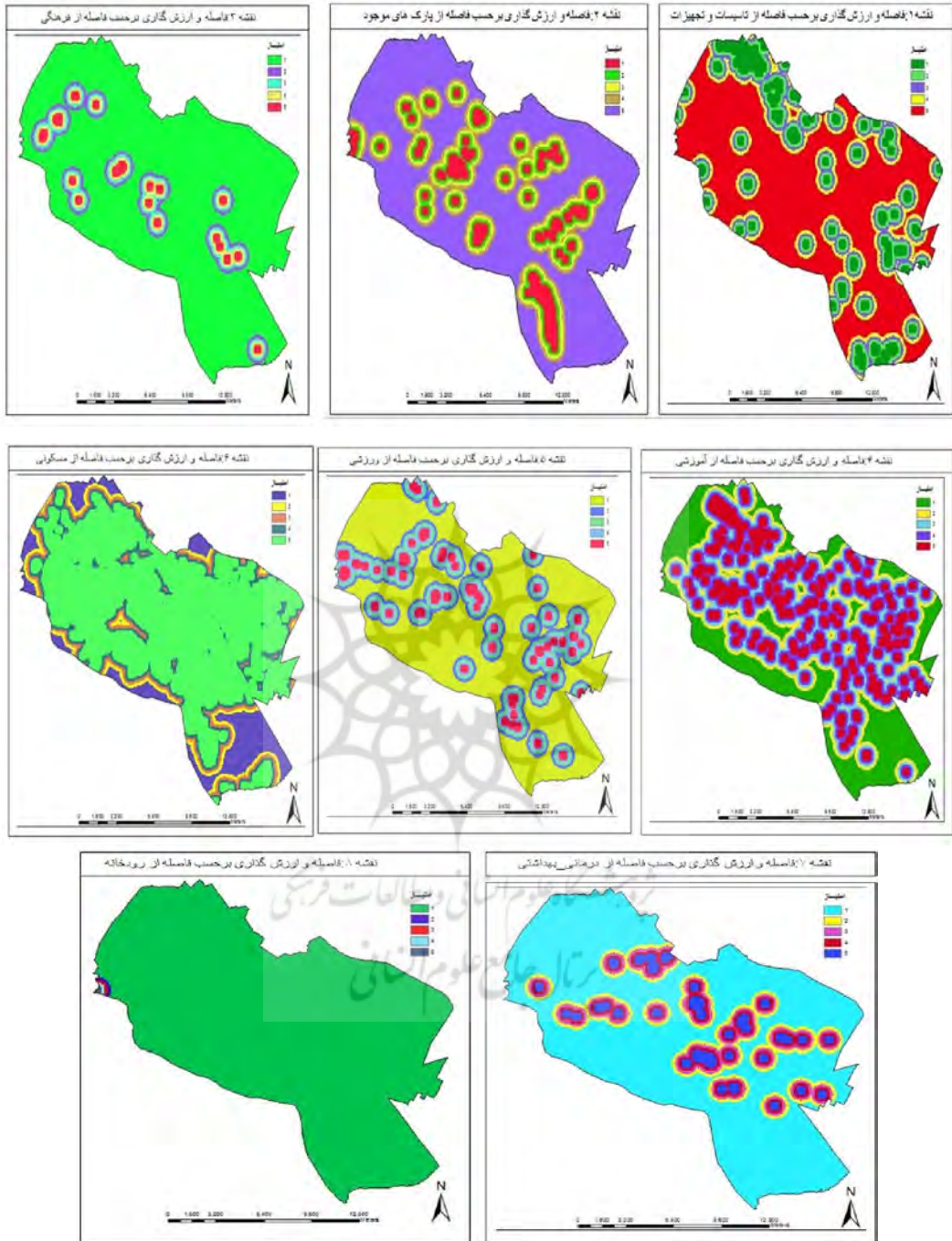
#### ۶-۴- ارزش گذاری لایه های اطلاعاتی برای انجام تحلیل و شناسایی مکان های بهینه الگوی

در این مرحله وزن دهی به معیارها در نرم افزار Expert choice برای این کار ابتدا هدف، معیار و زیر معیار در مکان یابی فضای سبز شهری مشخص گردید. سپس ماتریس مقایسه زوجی تشکیل شد. سپس معیارها به صورت دو به دو مقایسه می شوند در این مقایسه به عنوان مثال اگر A دو برابر معیار B ارجحیت داشته باشد، معیار B به اندازه نصف معیار A ارجح دارد. ضمناً مقایسه هر معیار با خودش امتیاز ۱ را منجر خواهد شد. بنابراین، عدد یک در قطر اصلی ماتریس منظور می شود. (محمدی، ۱۳۹۱: ۱۸۲). پس از به دست آوردن وزن نسبی معیارها وزن نهایی بدست می آید. در ادامه با وارد کردن وزن نهایی به جداول اطلاعاتی معیارهای مکان یابی نقشه های اطلاعاتی را تولید می کنیم. پس از مشخص شدن وزن معیارها سازگاری در قضاوتها مورد بررسی قرار می گیرد. چنانچه که شاخص سازگاری کم تر یا مساوی ۰/۱ باشد سازگاری در قضاوت مورد قبول است و گرنه باید در قضاوتها تجدید نظر شود. شایان ذکر است این نسبت (CR) برای داده های ما کم تر از ۰/۱ بدسد آمد که نشان دهنده قابل قبول بودن نتیجه می باشد.



شکل ۵: محاسبه وزن ها در expert choice

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۳)



شکل ۶: لایه های بدست آمده از فازی کردن نقشه ها

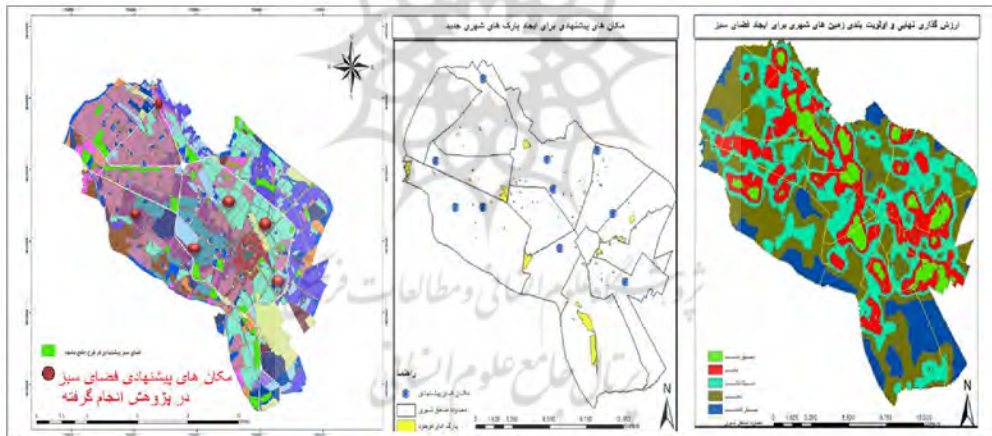
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۳)



## ۶-۵ - تلفیق لایه ها و تطبیق خروجی با طرح جامع و واقعیت

پس از ارزش گذاری لایه های اطلاعاتی، باید تمام لایه های اطلاعاتی موثر در مکان یابی با هم ترکیب شوند. در ترکیب لایه ها لایه جدید یا خروجی از ترکیب دو یا چند لایه ورودی بدست می آید. بدین ترتیب لایه صفتی اختصاص یافته به هر موقعیت در لایه خروجی تابعی از ارزش های لایه های ورودی است (فرج زاده، ۱۳۸۴ : ۱۸). در این پژوهش برای ترکیب لایه ها از عملگر گامای فازی استفاده شده است. گامای فازی نقش تعدیلی نسبت به نتیجه جمع و ضرب فازی دارد و حساسیت خیلی بالای عملگر ضرب فازی و حساسیت خیلی کم عملگر جمع فازی را تعدیل کرده و به واقعیت نزدیک تر می کند.

در نهایت در این پژوهش پس از مشخص شدن مکان های بهینه در GIS این مکان ها با مکان های پیشنهادی در طرح جامع تطبیق داده شدند. هم چنین مورد مشاهده میدانی قرار گرفتند و نهایتاً پس از تطبیق نتایج الگوی مکان یابی با واقعیت موجود در منطقه مورد مطالعه و شناسایی زمین های مورد نیاز چندتا مکان برای ایجاد فضای سبز جدید در شهر مشخص داده شد.



شکل ۷: مناطق اولویت دار برای ایجاد فضای سبز در محدوده مورد مطالعه

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۳)

## ۷- نتیجه گیری

در سال های اخیر به علت رشد سریع شهرنشینی، کاربری های خدمات شهری بطور عام و کاربری فضای سبز به صورت خاص با مشکلات متعددی همچون کمبود سرانه فضای سبز، توزیع

نامناسب و ناموزون، مکان‌گزینی نامتناسب و عدم پیش‌بینی چنین فضاها در سطح شهرها مواجه شدند. مساله فضای سبز از الزامات زندگی شهری به شمار می‌رود چرا که علاوه بر ارزش‌های جانسین نشدنی زیست مثل تلطیف هوا و تعدیل دما در زیباسازی شهر و حفظ و آرامش و شادابی شهروندان تاثیر مستقیم دارد. در زمان حاضر که آلودگی‌های زیست محیطی در اکثر شهرها در حال افزایش است، گسترش هماهنگ و عادلانه پارک‌های و سبز شهری برای ایجاد پایداری زیستی شهرها ایفا می‌کند. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که در سال (۱۳۸۵)، شهر مشهد دارای جمعیتی معادل (۲۴۲۷۳۱۶)، بوده است، و موجودی فضای سبز آن (۱۳۳۸۲۴۸۶)، متر مربع بوده و دارای سرانه ای معادل ۵۱ / ۵، متر مربع بوده است، که با استاندارد ۱۲ متر مربع ای پیشنهاد شده توسط وزارت مسکن و شهرسازی (۱۵۷۴۵۳۰۶)، متر مربع کمبود فضای سبز داریم. و علاوه بر آن توزیع فضایی - مکانی فضای سبز در مناطق مختلف متناسب با نیاز شهروندان نمی‌باشد؛ به طوری که سرانه فضای سبز در منطقه ثامن ۲ / ۱ متر مربع می‌باشد، و سرانه فضای سبز در منطقه ۷ شهر، ۲۱ متر مربع می‌باشد؛ که شرح مبسوط سرانه‌ها و نحوه‌ی توزیع فضایی - مکانی فضای سبز مناطق ۱۲ گانه شهر در متن مقاله آمده است و در اینجا برای پرهیز از دوباره‌گویی از ذکر آن‌ها پرهیز می‌شود. با افزایش جمعیت شهری و با وجود توریستی بودن شهرمشهد و همین‌طور گسترش فیزیکی سریع این شهر و در نتیجه افزایش آلودگی هوا، می‌بایست سطوح یافته به این مراکز در سطح محله‌ای افزایش یافته و تقویت شوند. بدین منظور، پس از تعیین تناسب اراضی برای کاربری‌های مورد نظر و وزن دهی به آن‌ها، نقشه‌ای حاصل شد که از تلفیق درجه اهمیت و وزن هر کاربری به دست آمد. این نقشه، تعیین‌کننده فضاها و مکان‌های مستعد برای ایجاد پارک‌ها و فضای سبز است. همچنین، بکار بردن مدل وزن دهی نسبی در این تحقیق تناسب اراضی برای احداث پارک‌ها را نیز مورد بررسی قرار داده و آن‌ها را طبقه‌بندی کرده است. ارزش‌گذاری نهایی در شکل (۷) نشان داده شده است و بهترین مکان‌ها برای ایجاد پارک و فضای سبز نواحی بوده‌اند که فاقد کاربری‌اند و در اطراف کاربری‌های مهم و سازگار واقع شده‌اند. نتایج حاصل از خروجی لایه نهایی حاصل از مدل AHP.Fuzzy Logic در محیط GIS و انطباق آن با نقشه کاربری اراضی شهر مشهد بیانگر این است، که مناطق با درجه تناسب خیلی خوب؛ نزدیک به مراکز مسکونی، آموزشی، فرهنگی هستند و از کاربری ناسازگاری و شعاع عملکردی پارک‌های موجود، فاصله دارند و هم‌چنین از کاربری کارگاهها. مراکز صنعتی فاصله داشته است.

## ۸-پیشنهادها

بنابراین لازم است برای بهبود وضعیت کاربری فضای سبز (پارک های شهری) شهر مشهد موارد زیر مورد توجه اساسی قرار گیرد:

اهمیت دادن به توزیع عادلانه فضای سبز در سطح شهر، به طوری که همه شهروندان بتوانند از فضای سبز در کمترین زمان و حداقل هزینه استفاده فضای سبز در کمترین زمان و حداقل هزینه استفاده نمایند.

بررسی عملکردی و مدیریت در زمینه های اجتماعی و روانی فضای سبز عمومی و پارک ها و توجیه و تبیین آن برای کارشناسان طرح های شهری.



## منابع و مآخذ

۱. ابراهیم زاده، ع، جوکندان، ع. ۱۳۸۷. تحلیلی بر توزیع فضایی - مکانی کاربری فضای سبز در منطقه ی زاهدان ، مجله ی جغرافیا و توسعه ، شماره ی ۱۱ ، بهار و تابستان .
۲. احدنژاد روشتی، م؛ صالحی میثانی، ح؛ وثوقی راد، ل؛ حسینی، ا. ۱۳۹۲. نقش ارکان اصلی شهر ایرانی اسلامی در مکان گزینی مراکز اقامتی (مورد شناسی: شهر زنجان). جغرافیا و آمایش شهری - منطقه ای، شماره ۷: ۱۲۶-۱۱۱.
۳. احمدی، ع، موحد، ع، شجاعیان، ع. ۱۳۹۰. ارائه الگوی بهینه مکان یابی فضای سبز شهری با استفاده از GIS و روش AHP مورد مطالعه؛ منطقه ۷ شهرداری اهواز، فصلنامه آمایش - محیط، شماره ۱۵ ، دانشگاه آزاد ملایر.
۴. احمدیان، م، محمدی، ج، ضرابی، ا. ۱۳۹۱. اولویت سنجی مکانی توسعه فضاهای سبز و پارک‌های شهری با استفاده از روش AHP ، مطالعه موردی شهر میاندوآب، فصلنامه علمی - پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال چهارم.
۵. پورمحمدی، م، قربانی، ر، بهشتی روی، م. ۱۳۸۹. سرانه فضای سبز شهری در ایران و جهان ، با تاملی بر کارآمدی ها و ناکارآمدی های آن در شهرهای کشور، نشریه علمی - پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی ، ۳۶ ، تابستان
۶. حاتمی، د. ۱۳۹۲. تحلیلی بر عملکرد مدیریت شهری با تاکید بر فضای سبز شهری و کارکردهای فضایی - مکانی آن، مورد شهر ایزده، رساله کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
۷. رستمی، م، بهمن اورامانی، م، خانه باده، ن. ۱۳۹۰. تحلیل پراکنش فضایی پارکهای منطقه یک شهر کرمانشاه با استفاده از GIS، چشم انداز جغرافیایی (مطالعات انسانی)، سال ششم، شماره ۱۵ ، تابستان.
۸. رضایی، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی کمی و کیفی فضای سبز شهری و بهینه سازی آن، مورد شهر داراب، رساله کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
۹. زیاری، ی، رضوانی، م. ۱۳۸۹. بررسی و مکان یابی مراکز خدمات پستی با استفاده از روش AHP در محیط GIS مطالعه موردی: شهر سمنان، مجله آمایش محیط، شماره ۱۰، دانشگاه آزاد ملایر
۱۰. زیاری، ک. ۱۳۸۱. برنامه ریزی کاربری اراضی شهری ، انتشارات دانشگاه یزد .

۱۱. سعید نیا، ا. ۱۳۸۳. کتاب سبز شهرداریها. جلد ۹، فضای سبز شهری، انتشارات سازمان شهرداریها و دهیاری های کشور .
۱۲. عربی ، ز، حاتمی، د، رحیمی، و. ۱۳۹۲. برنامه ریزی و ارتقاء کیفیت محیط زیست شهری با تاکید بر فضای سبز شهری، مورد مطالعه ی تطبیقی و مقایسه ای فضای سبز مناطق ۶ و ۷ شهر مشهد، اولین همایش ملی معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار، دانشکده فنی شهید مفتاح همدان، ایران.
۱۳. عربی ، ز، حاتمی، د، بحیرایی، م، طهماسبی، ق. ۱۳۹۱. توسعه پایدار شهری با تاکید بر فضای سبز شهری (نمونه موردی شهر مشهد)، پنجمین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
۱۴. فرج زاده، م. ۱۳۸۴. سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در برنامه ریزی توریسم، انتشارات سمت.
۱۵. کیانی، و، خلیل نژاد م. ۱۳۸۹. توسعه فضای سبز شهری بر مبنای اصول آمایش زمین، محیط زیست و توسعه، سال ۱، شماره ۱، بهار و تابستان.
۱۶. لطفی، ح، ایرانخواه، س، دشتی برنجه، ر، صادقی، ب. ۱۳۸۹. ارزیابی مراکز فرهنگی و ورزشی به جهت مکان یابی و احداث این مراکز با استفاده از سیستم GIS، مطالعه ی موردی : منطقه ۱۸ شهرداری تهران، مجله آمایش محیط، شماره ۱۰، دانشگاه آزاد ملایر
۱۷. محمدی، ج، حسین پور، ق، زارعی، ی. ۱۳۹۱. تحلیل مکانی\_ فضایی پارک های شهری شهر نورآباد با استفاده از GIS، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱.
۱۸. محمدی، م، پرهیزگار، ع. ۱۳۸۷. تحلیل توزیع فضایی و مکان گزینی پارک های شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS، مورد منطقه شهر زاهدان، فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۲۳، بهار.
۱۹. مرکز آمار ایران، نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۶.
۲۰. وارثی، م. محمدی، ج، شاهپوندی، ا. ۱۳۸۷. مکان یابی فضای سبز شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مورد شهر خرم آباد، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره ی دهم بهار و تابستان.
۲۱. یغفوری، ح، حاتمی، د، صحرایی، ا. ۱۳۹۲. تحلیلی بر چگونگی توزیع فضایی - مکانی فضای سبز به عنوان راهکاری جهت بهبود محیط زیست شهری (نمونه موردی شهر مهر)، اولین

همایش ملی معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار، همدان، انجمن ارزیابان محیط زیست هگمتانه،

۲۲. یغفوری، ح، کاشفی دوست، د، قادرمزی، ج. ۱۳۹۳. تحلیلی بر الگوی پراکنش و توزیع مراکز درمانی و مکان یابی بهینه درمانگاه های جدید (نمونه موردی: پیرانشهر)، مجله آمایش محیط، شماره ۲۵، دانشگاه آزاد ملایر

23. Camarero, J.J., Gutierrez, E. and Fortin, M.J .2000. Spatial pattern of sub-alpine grassland Eco tones in the Spanish central Pyrenees. Forest Ecology and Management, 134: 1-16.
24. Delaver, M.R (1996): The Development Of a Geographic information probability system with particular reference to remotery sensed information, Canberra, Australia.
25. Maleki et al, (2012): Investigation analysis and proposed per capita for urban green space (case study): Darab city, Iran, Indian Journal of Innovations and Developments December 2012
26. Ngai, E, W.T.E. W.C .2005. Chan, evolution of knowledge management tools using AHP, export systems with application

