دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال سیزدهم، شماره‌ی ۴۳
پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۳۸ -۱۹

کرامت اله زیاری[۱]
مجید شادمان رود پشتی[۲]
سیروس حسن پور[۳]
ابوالفضل مصطفایی[۴]

مکان‌یابی عرصه‌های مناسب فضای سبز شهری با استفاده از روش ترکیبی AHP و فازی در محیط GIS مطالعه موردی: منطقه ۱۴ شهرداری کلان شهرتهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱۰/۰۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۲/۱۸

چکیده

امروزه در کنار سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به طور گسترده‌ای برای حل مسائل فضایی به کار گرفته می‌شوند. سیستم‌های تصمیم گیری چند معیاره با توجه به نوع کاربرد در مقایسه با یکدیگر دارای نقاط ضعف و قوت مختص به خود هستند و انتخاب یکی از این سیستم‌ها با توجه به نقاط ضعف و قوت مذکور عاری از دشواری نیست. گاها ترکیب این سیستم‌ها در غالب یک سیستم ترکیبی روش مناسبی جهت کاهش ضعف‌ها و در عین حال افزایش کارایی این سیستم‌ها می‌باشد. در این مقاله با ترکیب دو روش AHP و مجموعه‌های فازی در جهت انتخاب مکان بهینه با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی سعی شده است. در این ارتباط معیارهای انتخاب مکان بهینه جهت ایجاد فضای سبز شهری مورد مقایسه قرار گرفته و به صورت فازی وزن دهی شدند و سپس این اوزان به عنوان وزن معیارها مورد استفاده قرار گرفتند. با استفاده از این سیستم ترکیبی

۱- استاد دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه تهران E- mail: zayyari@ut.ac.ir
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور GIS دانشگاه تهران E- mail: m_shadman64@yahoo.com
۳-دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور GIS دانشگاه تهران E-mail: hassanpour.saman@gmail.com
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور GIS دانشگاه تهران

Archive of SID
www.SID.ir

علاوه بر اینکه با استفاده از مجموعه‌های فازی در ترکیب با مدل سلسله مراتبی ابهام به عنوان بخشی از سیستم مدل می‌شود بلکه میزان خطای تورش ناشی از مقایسه‌ی دو به دوی لایه‌ها نیز کاهش خواهد یافت.

کلید واژه‌ها: سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، فضای سبز شهری، سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، FAHP، منطقه ١٤ شهرداری تهران.

مقدمه

گسترش و توسعه‌ی روز افزون شهرها در کلیه کشورهای جهان و از جمله ایران، از پیامدهای غیر قابل اجتناب عصر دانش و فناوری به شمار می‌رود. با رشد و توسعه شهرها، اطلاعات لازم برای مدیریت و برنامه ریزی شهری به شدت افزایش یافته و پیچیده می‌شوند و استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی برای گردآوری و پردازش این اطلاعات در قالب تئوریهای جدید مدیریت و برنامه ریزی شهری راه‌کار مناسبی به نظر می‌رسد (ثنایی نژاد، ١٣٧٦: ٧٣). توسعه بی رویه و ناپایدار شهری، باعث افزایش حاشیه نشینی، تخریب نواحی سبز شهری و بالا رفتن تقاضا برای زمین شهری می‌گردد، که خود زمینه ساز از بین رفتن فضاهای سبز درون شهری و تغییر کاربری این گونه اراضی است. فضای سبز، که بخشی از سیمای شهر را تشکیل می‌دهد، به عنوان یکی از پدیده های واقعی از نخستین مسایلی است که انسان همواره با آن در تماس بوده و خواهد بود. این مقوله دارای ابعاد زیست محیطی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و کالبدی می‌باشد. اهمیت فضاهای سبز در محیط شهری تا آن حد است که به عنوان یکی از شاخص های توسعه پایدار شهری مطرح می‌باشد.

در این ارتباط افزایش بی رویه جمعیت شهرها از یک سو و رشد و توسعه بی‌ضابطه آنها از سوی دیگر و همچنین صنعتی شدن و افزایش استفاده از سوخت های فسیلی، شهرها و جوامع بشری را در معرض یک فاجه بزرگ زیست محیطی قرار داده که نادیده گرفتن و عدم توجه به آن خسارات جبران ناپذیری را بر انسان و محیط اطراف آن وارد می‌نماید (صدوق، ١٣٨٣: ١١). از نکات مهم و اساسی در پیشگیری و کاهش اثرات مخرب یاد شده، کاهش منابع آلوده کننده محیط زیست و در کنار آن افزایش پوشش گیاهی و فضای سبز درون شهری است.

امروزه بسط وگسترش فضاهای سبز شهری و پارک‌های جنگلی نه تنها نیازمند حمایت و فعالیت همه جانبه سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مسولان و مردم است بلکه در کنار آن استفاده از متخصصان مجرب و آگاه و تامین امکانات و شرایط مورد نیاز آنها نیز دارای اهمیت فراوانی است. توجه به جانمایی و انتخاب محل مناسب احداث فضای سبز شهری و فراهم آوردن شرایط مناسب اولیه از اهمیت بسزایی برخوردار است به طوری که اگر این امر

Archive of SID

www.SID.ir

تحقق نیابد نه تنها هزینه‌های مربوط به فضای سبز شهری سرسام آور خواهد شد. بلکه اهداف زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی آن نیز تحقق نخواهد یافت. فضای سبز از جمله کاربری‌هایی است که چگونگی توزیع و پراکنش آن در سطح شهر از اهمیت بسزایی برخوردار است. نکته بسیار مهم در مکان یابی فضاهای سبز عمومی ضرورتهای اجتماعی ایجاد پارک است؛ از این روست که، منتقد شهرسازی معاصر، معتقد است که: «پارک باید در جایی باشد که زندگی در آن موج می‌زند، جایی که در آن کار، فرهنگ و فعالیتهای بازرگانی و مسکونی است. تعدادی از بخش های شهری دارای چنین نقاط کانونی ارزشمندی از زندگی هستند که برای ایجاد پارک های محلی یا میادین عمومی، مناسب به نظر می‌رسند» (جین جکوب)[1]. بر همین اساس چگونگی توزیع فضای سبز در سطح شهرها همواره به عنوان موضوعی مهم مورد توجه محققان، سیاستگذارن و برنامه ریزان شهری بوده است که در این ارتباط استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های تصمیم گیری چند معیاره برای انتخاب مکان-های مناسب فضای سبز در سالهای اخیر مورد توجه جدی واقع شده است (آرانف، ۱۳۷۵).

پیشینه تحقیق

در ارتباط با انتخاب مکان بهینه با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های تصمیم گیری چند معیاره تاکنون پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است که از آن میان می‌توان به مطالعه‌ی شریفی و وانوستن (۱۹۹۷) اشاره کرد که با استفاده از سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی به مکان‌یابی پسماند در شهر سین چینا واقع در کشور کلمبیا اقدام نمودند. (قدوسی، ۱۳۸۳: ۲۹) نیز ضمن تحقیقی به مطالعه‌ی مکان‌یابی و طراحی پارک‌های شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و واقعیت مجازی پرداخت. تال اسوری و همکارانش (۲۰۰۵) هم در ارتباط با چگونگی ترکیب سیستم‌های تصمیم گیری چند معیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای ارزیابی میزان مناسبت مناطق اکولوژیکی در ارتباط با چهار کاربری: حفاظت طبیعی، مناطق جنگلی، مناطق مسکونی و مناطق صنعتی تحقیق و بررسی پرداختند. (هیگز، ۲۰۰۶:۱۱۷-۱۰۵) نیز در پژوهش خود مزایا و فواید استفاده از سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در ترکیب با سیستم اطلاعات جغرافیایی را مورد بحث قرار

1- Jane Jacobs (the death and life of great American cities)

Archive of SID

www.SID.ir

می‌دهد. سیستم‌های تصمیم گیری چند معیاره تا درجه زیادی فضایی هستند. امروزه در کنار سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به طور گسترده‌ای برای حل مسائل فضایی از سامانه تصمیم گیری چند معیاره به کار گرفته می‌شوند. روش‌های تصمیم گیری چند معیاره شامل یک سری از تکنیک‌ها (از جمله جمع وزن ها یا تحلیل های همگرایی) هستند که اجازه می دهند، طیفی از معیارهای وابسته به یک مبحث امتیازدهی و وزن دهی شده و سپس بوسیله کارشناسان و گروه های ذینفع رتبه بندی شوند. (مالکزوسکی، ۱۹۹۹: ۱۷٦) تصمیم گیری چند معیاره بر فرآیند دادن ارزش به گزینه‌هایی که بوسیله چند معیار ارزیابی شده اند، دلالت دارد. (اصغرپور، ۱۳۸۸: ۳٦۰-۳۵۸) سیستم‌های تصمیم گیری چند معیاره به دو نوع سیستم‌های چند هدفه و سیستم‌های چند شاخصه تقسیم می‌شوند؛ که خود نیز انواعی داشته که با توجه به نوع کاربرد در مقایسه با یکدیگر دارای نقاط ضعف و قوت مختص به خود هستند و انتخاب یکی از این سیستم‌ها با توجه به نقاط ضعف و قوت مذکور عاری از دشواری نیست. به طور مثال نتایج مقایسات در روش AHP خصوصا در مطالعات فضایی که شرایط زمانی و مکانی مطرح است همواره دچار خطای تورش می‌باشد. به طور دقیق‌تر در مطالعه‌ی حاضر اگر به جای روش FAHP از روش AHP استفاده می‌شد مقایسه-ی دو شاخص از میان شاخص‌های موجود یک نسبت می‌داشت حال اینکه همواره این چنین نیست. یک شاخص بسته به شرایط زمانی و مکانی می‌تواند اهمیت کمتر یا بیشتری از شاخص دیگر داشته باشد؛ بنابراین در این مقاله به صورت مشخص با استفاده از روش FAHP در جهت انتخاب مکان مناسب برای ایجاد فضای سبز شهری در منطقه ١٤ شهرداری تهران پرداخته می‌شود.

شهر تهران از جمله شهرهایی است که با توجه به نحوه‌ی توزیع جمعیت از توزیع مناسب فضای سبز شهری برخوردار نیست. به گونه‌ای که در بعضی مناطق شهر تهران فضای سبز کمتری به ازای تراکم جمعیتی بیشتر و در بعضی مناطق نیز فضای سبز بیشتری به ازای تراکم جمعیتی کمتر وجود دارد. البته در برخی مناطق از جمله مناطق ۱۷،۱۰،۱۱و ۱۵ شهر تهران به دلیل تراکم مسکونی فضای سبز کمتری وجود دارد که در اجرای طرح‌های بازسازی و ترمیم بافت فرسوده می‌توان این معضل را نیز حل کرد. انتخاب مکان‌های بهینه‌ی جهت ایجاد فضای سبز شهری با توجه به معیارهای معمول و همچنین معیارهایی چون آلودگی، تراکم جمعیت و واحدهای فرسوده می‌تواند گام موثری در جهت ایجاد توازن جمعیتی و کاهش میزان آلودگیهای شهری باشد (بهمن پور و محرم نژاد، ۱۳۸٦: ۳۲-۳۱).

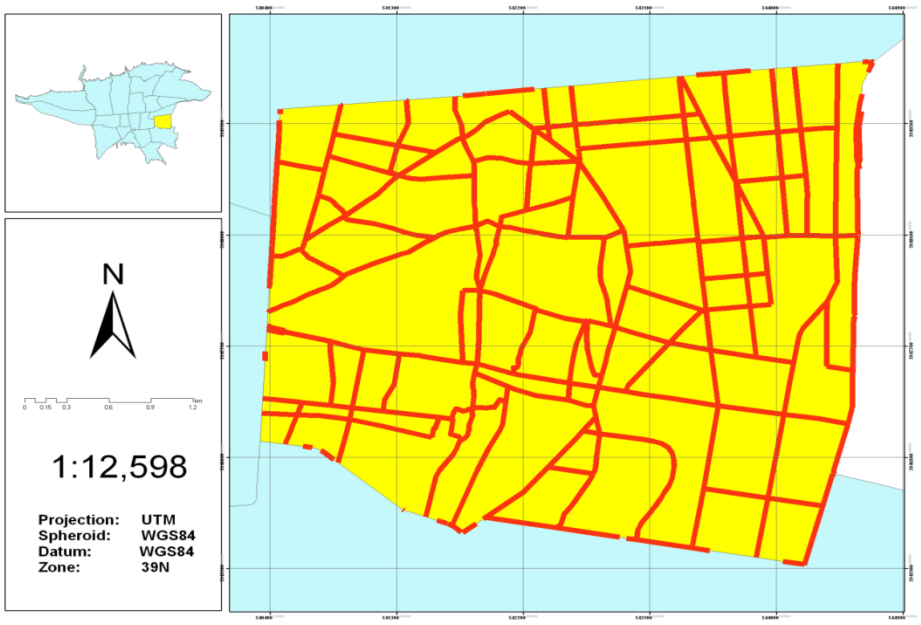
Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه ١٤ شهرداری در قسمت شرق تهران قرار دارد و در شمار مناطق کم وسعت تهران محسوب می‌شود. منطقه ١٤ شامل ٦ ناحیه و ٢٥ محله است که محلات دولاب، کوی بانک رهنی، سلیمانیه، سرآسیاب، صددستگاه غیاثی و قصر فیروزه از اهم آنها می‌باشد. وسعت منطقه بدون حریم آن برابر با ١٤/٥٤ کیلومتر و با احتساب حریم برابر ٢٣.٦٤ کیلومتر مربع می‌باشد که ٣/٢٪ از کل مساحت شهر تهران را به خود اختصاص داده و در شمار مناطق کم وسعت تهران محسوب می‌گردد (سازمان آمار کشوری، ١٣٨٥:٢٩٣).



شکل ١- محدوده‌ی مورد مطالعه

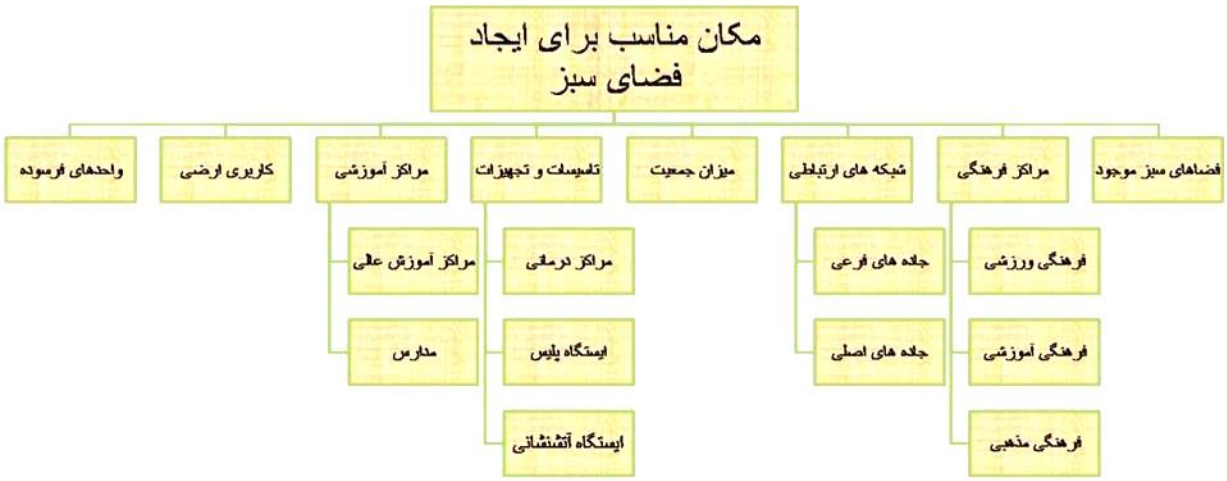
منبع: (بر گرفته شده از سایت اداره آمار و مطالعات شهرداری تهران ١٣٨٧)

داده‌های مورد استفاده

به منظور انجام یک مکان‌یابی مناسب باید ارزش زمین‌های منطقه توسط لایه‌های اطلاعاتی لازم مورد ارزیابی قرار بگیرد. معمولاً هر چه عوامل بیشتری در ارائه یک مدل دخیل باشند دقت مدل بالاتر خواهد بود. همچنین بر پیچیدگی

www.SID.ir

مدل هم افزوده خواهد شد .بهترین مدل، مدلی است که با کمترین تعداد عامل، بهترین نتیجه را ارائه نماید (آل شیخ، ۱۳۸۰، ۵۱). برای ارزیابی ارزش زمین‌های شهری با استفاده از تکنیک FAHP از مجموعه‌ای از لایه‌های اطلاعاتی[۱] استفاده شد که عناوین این لایه‌ها در شکل ۲ مشاهده می‌شود.



شکل ۲- عناوین منابع اطلاعاتی به کار رفته در مکان‌یابی فضای سبز شهری با استفاده از مدل FAHP

منبع: (بررسی عوامل موثر در توسعه پایدار فضاهای سبز شهری در شهر تهران، انتشارات شهرداری تهران، ۱۳۸٦)

سیستم‌های تصمیم گیری چند معیاره در ترکیب با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی پتانسیل زیادی را به منظور کاهش دادن هزینه و زمان و بالا بردن دقت در تصمیم گیری‌های فضایی، دارا می باشد و می‌تواند چارچوب مناسبی را برای حل مسائل فضایی فراهم بیاورد. در تجزیه و تحلیل مسائل فضایی، می بایست بطور همزمان حجم انبوهی از متغیرها در نظر گرفته شده و تصمیم گیری ها بر اساس ارزش و وزن هر یک از این متغیرها اتخاذ شود. بدیهی است عدم توجه کافی به متغیرهای تاثیرگذار در مسائل فضایی می‌تواند نتایج متصور از تصمیم های اتخاذ شده را با شکست مواجه کرده و خسارات سنگینی را بر جای بگذارد. در این راستا لابه‌های اطلاعاتی فوق‌الذکر پس از آماده سازی در محیط GIS وارد شدند.

مدل بکار رفته در تحقیق

روش پیشنهادی در مقاله‌ی حاضر به دنبال ترمیم نکات ضعف موجود در روش AHP است و طی آن سعی می‌شود ضمن ترکیب روش AHP با تئوری مجموعه‌های فازی از طریق کاهش میزان خطای تورش موجود در مقایسات دو به دوی لایه‌ها، مقایسات کمی دقیق‌تری بین لایه‌های مورد نظر انجام بگیرد.

۱- لایه‌ی اطلاعاتی آلودگی هوا به دلیل عدم وجود تغییرات از میان لایه‌های مورد نظر حذف گردید.

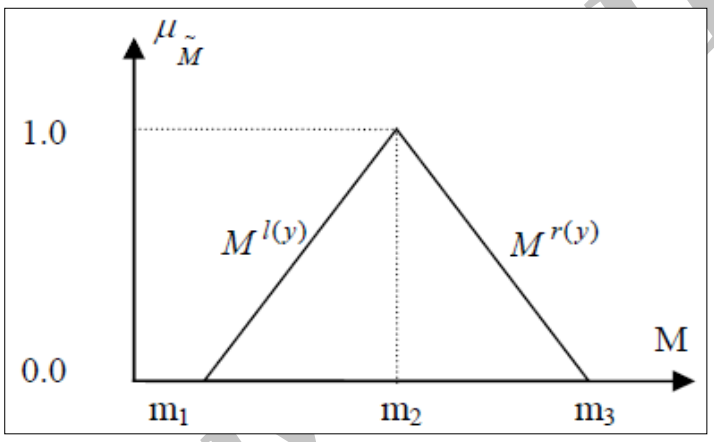
Archive of SID

www.SID.ir

روش FAHP

در شکل سنتی مدل AHP اعتبار مقایسات دو به دو صورت گرفته توسط اعداد قطعی بیان می‌شد (دنگ، ۱۹۹۹:۲۳۱-۲۱۵). حال اینکه بسته به شرایط، نظرات کارشناسان همیشه نمی‌تواند قطعی و دقیق باشد که این عدم قطعیت را می‌توان با منطق فازی نشان داد (بلمن **وزاده، ۱۹۷۰:۱۴۱). شایان ذکر است که در متد** FAHP **به طور مستقیم از اعداد فازی استفاده نمی‌شود بلکه فازی بو**دن به طور غیر مستقیم از نسبت‌های a_{ij} توام با یک ساختار رده‌ای استفاده می‌کند (اصغرپور، ۱۳۸۸:۱۵۸).

بیان نسبت فازی مثلثی به طورکلی به صورت زیر است:



شکل ۳- اعداد فازی مثلثی

اعداد فازی مثلثی با سه عدد قطعی (m_1, m_2, m_3) بیان می‌شوند. مقادیر به ترتیب کمترین مقدار ممکن، محتمل-ترین مقدار ممکن و بیشترین مقدار ممکن هستند که تابع عضویت آنها به صورت زیر است:

(۱)

$$\mu(x/\tilde{M}) = \begin{cases} 0, & x < m_1 \\ (x - m_1)/(m_2 - m_1), & m_1 \le x \le m_2 \\ (m_3 - x)/(m_3 - m_2), & m_2 \le x \le m_3 \\ 0, & x > m_3 \end{cases}$$

Archive of SID

www.SID.ir

به طور کلی روش FAHP الگوریتم‌های متنوعی را شامل می‌شود (باکلی، ۱۹۸۵). در سال ۱۹۹۶ روش دیگری تحت عنوان روش تحلیل توسعه‌ای۱ توسط یک محقق چینی به نام چانگ ارایه گردید. اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هستند. مفاهیم و تعاریفFAHP براساس روش تحلیل توسعه‌ای تشریح می‌گردد (روابط چانگ) . در روش تحلیل توسعه‌ای برای هر یک از سطرهای ماتریس تصمیم‌گیری، مقدار S_k، که خود یک عدد فازی مثلثی است (چانگ، ۱۹۹۶: ٦٤٥-٦٤٩) .سطرهای ماتریس تصمیم‌گیری با استفاده روابط چانگ از رابطه زیر محاسبه می-شود :

$$S_k = \sum_{j=1}^{n} M_{kj} * \left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} M_{ij}\right]^{-1} \quad (۲)$$

در رابطه بالا kبیانگر شماره سطر و i و j به ترتیب نشان دهنده گزینه‌ها و شاخص‌ها هستند.

در روش تحلیل توسعه‌ای، پس از محاسبه S_kها، باید درجه بزرگی آنها را نسبت به هم به دست آورد. به طور کلی اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی M_1 بر M_2، که با نشان $V(M_1 \geq M_2)$داده می شود، به صورت رابطه تعریف می‌شود:

$$\begin{cases} V(M_1 \geq M_2) = 1 & \text{اگر } \rightarrow m_1 \geq m_2 \\ V(M_1 \geq M_2) = hgt(M_1 \cap M_2) & \text{در غیراین‌صورت} \end{cases} \quad (۳)$$

هم چنین داریم :

$$hgt(M_1 \cap M_2) = \frac{m_2 - \acute{m}_1}{(m_2 - \acute{m}_1)+(\acute{m}_2 - m_2)} \quad (٤)$$

میزان احتمال بزرگی یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه (٦) به دست می‌آید:

$$V(M_1 \geq M_2, \ldots, M_k) = V(M_1 \geq M_2), \ldots, V(M_1 \geq M_k) \quad (۵)$$

برای محاسبه وزن شاخص‌ها در ماتریس تصمیم گیری به صورت رابطه (٦) عمل می‌شود:

1-Extent Analysis

Archive of SID

www.SID.ir

(٦)

$$\acute{W}(x_i) = Min\left\{V\left(S_i \geq S_k\right)\right\}, \qquad , k = ١, ٢, ٣, \dots, n. \qquad k \neq i$$

بنابراین، بردار وزنی شاخص‌ها [1] به صورت رابطه (۷) خواهد بود:

$$\acute{W}(x_i) = \left[\acute{W}\left(c_١\right), \acute{W}\left(c_٢\right), \acute{W}\left(c_٣\right), \dots, \acute{W}\left(c_n\right)\right]^T \qquad (٧)$$

در مرحله آخر به کمک رابطه (۸) از طریق نرمال‌سازی بردار وزنی نرمال شاخص‌ها را محاسبه می‌کنیم

$$W(x_i) = \left[W\left(c_١\right), W\left(c_٢\right), W\left(c_٣\right), \dots, W\left(c_n\right)\right]^T \qquad (٨)$$

نتایج نرمال شده حاصل از رابطه (۸) W نامیده می‌شود که شامل اعداد غیر فازی خواهد بود. (چانگ،۱۹۹٦: ٦٥٥-٦٤٩).

روش انجام کار

در ابتدا پس از وارد کردن لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز مرتبط با اهدف تحقیق حاضر (شکل ۲) در محیط نرم افزار ArcGIS این لایه‌ها به لایه‌های رستری تبدیل شدند سپس امتیاز اختصاص یافته به هر یک از طبقات داخلی در هر لایه اطلاعاتی به عبارتی ارزش گذاری پیکسل‌ها با توجه به میزان فاصله از عوامل تاثیرگذار با توجه به دو مولفه‌ی زمان و مکان بر حسب صد متر به صد متر در نظر گرفته شد (جدول ۱ و جدول ۲) و هر لایه‌ی اطلاعاتی با توجه به اهداف تحقیق در ۱۰ طبقه، طبقه بندی شد (به جز لایه‌های اطلاعاتی کاربری ارضی، تراکم جمعیتی و بلوک‌های فرسوده که بر مبنای فاصله مورد استفاده قرار نمی‌گیرند).

1 - Weight vector

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- ماتریس ارزش گذاری لایه‌های رستری بر حسب فاصله

فاصله (متر)	پارک‌ها	شبکه راه	م. فرهنگی	م. آموزشی	تاسیسات
۱۰۰-۰	۱	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۲۰۰-۱۰۰	۲	۹	۹	۹	۹
۳۰۰-۲۰۰	۳	۸	۸	۸	۸
٤۰۰-۳۰۰	٤	۷	۷	۷	۷
۵۰۰-٤۰۰	۵	٦	٦	٦	٦
٦۰۰-۵۰۰	٦	۵	۵	۵	۵
۷۰۰-٦۰۰	۷	٤	٤	٤	٤
۸۰۰-۷۰۰	۸	۳	۳	۳	۳
۹۰۰-۸۰۰	۹	۲	۲	۲	۲
۹۰۰- به بالا	۱۰	۱	۱	۱	۱

منبع: **(بررسی عوامل موثر در توسعه پایدار فضاهای سبز شهری در شهر تهران، انتشارات شهرداری تهران، ۱۳۸٦)**

جدول ۲- ماتریس ارزش گذاری لایه‌های رستری لایه‌های کاربری، تراکم جمعیت و بلوک‌های فرسوده

کاربری	امتیاز
باير، باغ	۱۰
ورزشی	۸
اداری، تجاری	٦
فرهنگی	٤
مذهبی، مسکونی	۲
فضای سبز	۰
شبکه راه‌ها	No Data

تراکم جمعیت	امتیاز
٤ -۱۱/٤	۱
۱۱/٤ -۱۸/۳	۲
۱۸/۳ -۲۵/۲	۳
۲۵/۲-۳۲/۱	٤
۳۲/۱-۳۹/۱	۵
۳۹/۱-٤٦/۱	٦
٤٦/۱-۵۳/۱	۷
۵۳/۱-۵۹/۹	۸
۵۹/۹-٦۷	۹
٦۷-۷۳/۸	۱۰

بلوک فرسوده	امتیاز
خیلی فرسوده	۱۰
قدیمی	۸
بینابین	٦
جدید	٤
نوساز	۲
در دست ساخت	۰

منبع: **(بررسی عوامل موثر در توسعه پایدار فضاهای سبز شهری در شهر تهران، انتشارات شهرداری تهران، ۱۳۸٦)**

در مرحله‌ی بعد وزن هر یک از لایه‌های اطلاعاتی با استناد به منابع مختلف در مکان یابی فضای سبز و اعمال نظر کارشناسی (جدول ۳) در هریک از شاخه‌های اصلی و یا زیرشاخه‌های فرعی بااستفاده از تکنیک FAHP به صورتی که در قسمت بعد بیان می‌شود محاسبه شد:

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ماتریس وزن‌های فازی

	کاربری	تراکم جمعیت	بلوک فرسوده	تاسیسات	م. آموزشی	م. فرهنگی	شبکه راه	پارک‌ها
کاربری	(۱،۱،۱)	(۰/۶ ،۱،۷۵/۱)	(۱، /۱۱۵، /۱۶۵)	(۱، /۱۴۵،۲)	(۱، /۱۴ ،/۱۹۷)	/۱۴۵، /۴۱) /۱۱۰	/۱۵، /۴۸۵) /۱۳،	(/۱۳ ،۲ ،۳۶۶)
تراکم جمعیت	(/۰۵۷،۱، /۱۷)	(۱،۱،۱)	(/۰۷۵ ،/۱۱ ،/۱۶۳)	(/۰۹ ،/۱۲۵ ،/۱۷۵)	(/۱۱ ،/۱۴ ،/۱۹)	(/۱۱ ،/۱۴ ،/۱۹۵)	(/۱۲ ،/۱۴ ،/۲۱)	(/۱۲۵ ،/۱۸۵ ،۳)
بلوک فرسوده	(۰/۶ ،/۰۸۷ ،/۱۴)	(/۰۶ ،/۰۹ ،/۱۳۳)	(۱،۱،۱)	(/۰۷۵ ،/۱۱ ،/۱۶۴)	(۱ ،/۱۲۵ ،/۱۵)	(/۱۱ ،/۱۴۳ ،/۱۵)	(/۰۹ ،/۱۳۳ ،/۱۷)	(/۰۹ ،/۱۵۵،۲)
تاسیسات	(/۰۵ ،/۰۶۹،۱)	(۵/۴،۰/۸،۰/۱۱)	(۰/۶ ،/۰۹ ،/۱۳۳)	(۱،۱،۱)	(/۰۸ ،/۱۲ ،/۱۴)	(۸/۵ ،/۱۲۵ ،/۱۴)	(/۰۸ ،/۱۳ ،/۱۵)	(۹/۲ ،/۱۴ ،/۱۶۵)
م. آموزشی	(۰/۵،۰/۷ ،۰/۹)	(۵/۲،۰/۷،۰/۹)	(۶/۷،۰/۸،۱)	(۷/۱ ،/۰۸۳، /۱۲۵)	(۱،۱،۱)	(/۰۷،۱، /۱۴)	(۸/۲ ،/۱۲، /۱۵۶)	(/۰۹، /۱۳۵ ،/۱۷)
م. فرهنگی	(۴/۷،۶/۹،۰/۹)	(۵/۱،۰/۷،۰/۹)	(۶/۷،۰/۷،۰/۹)	(۶/۷،۰/۸، /۱۱)	(۷/۱ ،۱، /۴۱)	(۱،۱،۱)	(۷/۵ ،/۱۱، /۱۴۵)	(/۰۹ ،/۱۳۵ ،/۱۶۵)
شبکه راه	(۳/۵ ،/۰۶۷ ،/۰۷۷)	(۴/۷،۰/۷ ،/۰۸۳)	(۵/۹ ،/۰۷۵ ،/۱۱)	(۶/۷،۷/۷،۲/۵۱)	(۶/۴ ،/۰۸۳ ،/۱۲)	(۶/۹ ،/۰۹ ،/۱۳۳)	(۱،۱،۱)	(/۰۷ ،/۱۲۵ ،/۱۴۵)
پارک‌ها	(/۰۲۷ ،/۰۵، /۰۷۷)	(/۰۳۳،۵/۴، /۰۸)	(/۰۵ ،/۰۶۴، /۱۱)	(/۰۶، /۰۷، /۱۰۸)	(۵/۸، /۰۷۴ ،/۱۱)	(/۰۶، /۷ ۰، /۱۱)	(۶/۹،۰/۸،۱)	(۱،۱،۱)

در این مرحله با استفاده از تعاریف فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، ضرایب هر یک از ماتریس‌های مقایسات زوجی، از طریق رابطه (۵) محاسبه می‌شود.

$$\left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} M_{ij}\right]^{-1} = \left(۳۹/۵ \quad ۶۳۸ \quad ۹۱/۲۱\right)^{-1} = \left(۰/۰۱ \quad ۰/۰۱۴ \quad ۰/۰۱۷\right)$$

$$S_{\text{کاربری}} = \left(۲/۱۱ \quad ۱۰/۵ \quad ۱۶/۹۸\right) * \left(۰/۰۱ \quad ۰/۰۱۵ \quad ۰/۰۱۷\right) = \left(۰/۰۸ \quad ۰/۰ \quad ۰/۰\right)$$

$$S_{\text{تراکم‌جمعیت}} = \left(۰/۸۷۷ \quad /۱۰۴ \quad ۰/۵۱۱\right) * \left(۰/۰۱ \quad ۰/۰۱۵ \quad ۰/۰۱۷\right) = \left(۰/۰۸ \quad ۰/۱۵ \quad ۰/۲۶\right)$$

$$S_{\text{بلوک‌فرسوده}} = \left(۶/۸۷ \quad ۴/۳۹ \quad ۰/۱۱۲\right) * \left(۰/۰۱ \quad ۰/۰۱۵ \quad ۰/۰۱۷\right) = \left(۰/۰۷ \quad ۰/۱۴ \quad ۲/۱۰\right)$$

$$S_{\text{تاسیسات}} = \left(۰/۲۶ \quad ۵/۸۳ \quad ۰/۱۵۰\right) * \left(۰/۰۱ \quad ۰/۰۱۵ \quad ۰/۰۱۷\right) = \left(۰/۰۶ \quad ۱/۲۰ \quad ۱/۸۰\right)$$

$$S_{\text{م‌آموزشی}} = \left(۵/۸۳ \quad ۷/۶۱ \quad ۹/۷۲\right) * \left(۰/۰۱ \quad ۰/۰۱۵ \quad ۰/۰۱۷\right) = \left(۰/۰۶ \quad ۰/۱۱ \quad ۰/۱۷\right)$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$S_{\text{م‌فرهنگی}} = (٥/٦٨ \quad ٧/٣٥ \quad ٥/٣٤) * (٠/٠١ \quad ٠/٠١٥ \quad ٠/٠١٧) = (٠/٠٥ \quad ٠/١٠ \quad ٠/١٦)$$

$$S_{\text{شبکه‌راه}} = (٠/٥١ \quad ٦/٨٩ \quad ٨/٩٦) * (٠/٠١ \quad ٠/٠١٥ \quad ٠/٠١٧) = (٠/٠٥ \quad ٠/١٠ \quad ٠/١٥)$$

$$S_{\text{پارک‌ها}} = (٤/٥٩ \quad ٥/٨٦ \quad ٨/٤١) * (٠/٠١ \quad ٠/٠١٥ \quad ٠/٠١٧) = (٠/٠٥ \quad ٠/٠٨ \quad ٠/١٥)$$

حال باید میزان احتمال بزرگی هر یک از لایه‌های اطلاعاتی را بر دیگر لایه‌ها محاسبه نماییم. محاسبات مربوط با بکارگیری رابطه (٦) انجام می‌پذیرد. جدول (٤) محاسبات مربوط را نشان می‌دهد.

جدول ٤- میزان احتمال بزرگی هر یک از لایه‌های اطلاعاتی بر دیگر لایه‌ها

$V(S_{\text{کاربری}} \geq S_{\text{شبکه‌راه}})$=۰/۵۳۸	$V(S_{\text{کاربری}} \geq S_{\text{م‌آموزشی}})$=۰/٦٤٢	$V(S_{\text{بلوک‌فرسوده}} \geq S_{\text{کاربری}})$=۰/۸٦۷	$V(S_{\text{کاربری}} \geq S_{\text{تراکم‌جمعیت}})$۱
$V(S_{\text{تراکم‌جمعیت}} \geq S_{\text{شبکه‌راه}})$=۰/۵۸۳	$V(S_{\text{تراکم‌جمعیت}} \geq S_{\text{م‌آموزشی}})$=۰/٦۹۲	$V(S_{\text{تراکم‌جمعیت}} \geq S_{\text{بلوک‌فرسوده}})$=۰/۹۲۸	$V(S_{\text{بلوک‌فرسوده}} \geq S_{\text{کاربری}})$=۱
$V(S_{\text{بلوک‌فرسوده}} \geq S_{\text{شبکه‌راه}})$=۰/٦٦۷	$V(S_{\text{بلوک‌فرسوده}} \geq S_{\text{م‌آموزشی}})$=۰/۷٦۹	$V(S_{\text{تاسیسات}} \geq S_{\text{بلوک‌فرسوده}})$=۱	$V(S_{\text{تاسیسات}} \geq S_{\text{کاربری}})$=۱
$V(S_{\text{تاسیسات}} \geq S_{\text{شبکه‌راه}})$=۰/۸۱۸	$V(S_{\text{تاسیسات}} \geq S_{\text{م‌آموزشی}})$=۰/۹۱٦	$V(S_{\text{م‌آموزشی}} \geq S_{\text{بلوک‌فرسوده}})$=۱	$V(S_{\text{م‌آموزشی}} \geq S_{\text{کاربری}})$=۱
$V(S_{\text{م‌آموزشی}} \geq S_{\text{شبکه‌راه}})$=۰/۹	$V(S_{\text{م‌فرهنگی}} \geq S_{\text{م‌آموزشی}})$=۱	$V(S_{\text{م‌فرهنگی}} \geq S_{\text{بلوک‌فرسوده}})$=۱	$V(S_{\text{م‌فرهنگی}} \geq S_{\text{کاربری}})$=۱
$V(S_{\text{م‌فرهنگی}} \geq S_{\text{شبکه‌راه}})$=۱	$V(S_{\text{شبکه‌راه}} \geq S_{\text{م‌آموزشی}})$=۱	$V(S_{\text{شبکه‌راه}} \geq S_{\text{بلوک‌فرسوده}})$=۱	$V(S_{\text{شبکه‌راه}} \geq S_{\text{کاربری}})$=۱
$V(S_{\text{پارک‌ها}} \geq S_{\text{شبکه‌راه}})$=۱	$V(S_{\text{پارک‌ها}} \geq S_{\text{م‌آموزشی}})$=۱	$V(S_{\text{پارک‌ها}} \geq S_{\text{بلوک‌فرسوده}})$=۱	$V(S_{\text{پارک‌ها}} \geq S_{\text{کاربری}})$=۱
$V(S_{\text{کاربری}} \geq S_{\text{پارک‌ها}})$=۰/٤٦۷	$V(S_{\text{کاربری}} \geq S_{\text{م‌فرهنگی}})$=۰/۵۷۱	$V(S_{\text{کاربری}} \geq S_{\text{تاسیسات}})$=۰/۷۱٤	$V(S_{\text{کاربری}} \geq S_{\text{تراکم‌جمعیت}})$=۰/۹٤۷
$V(S_{\text{تراکم‌جمعیت}} \geq S_{\text{پارک‌ها}})$=۰/۵	$V(S_{\text{تراکم‌جمعیت}} \geq S_{\text{م‌فرهنگی}})$=۰/٦۱۵	$V(S_{\text{تراکم‌جمعیت}} \geq S_{\text{تاسیسات}})$=۰/۷٦۹	$V(S_{\text{بلوک‌فرسوده}} \geq S_{\text{تراکم‌جمعیت}})$=۱
$V(S_{\text{بلوک‌فرسوده}} \geq S_{\text{پارک‌ها}})$=۰/۵۷۱	$V(S_{\text{بلوک‌فرسوده}} \geq S_{\text{م‌فرهنگی}})$=۰/٦۹۲	$V(S_{\text{بلوک‌فرسوده}} \geq S_{\text{تاسیسات}})$=۰/۸٤٦	$V(S_{\text{تاسیسات}} \geq S_{\text{تراکم‌جمعیت}})$=۱
$V(S_{\text{تاسیسات}} \geq S_{\text{پارک‌ها}})$=۰/٦۹۲	$V(S_{\text{تاسیسات}} \geq S_{\text{م‌فرهنگی}})$=۰/۸۳۳	$V(S_{\text{م‌آموزشی}} \geq S_{\text{تاسیسات}})$=۱	$V(S_{\text{م‌آموزشی}} \geq S_{\text{تراکم‌جمعیت}})$=۱
$V(S_{\text{م‌آموزشی}} \geq S_{\text{پارک‌ها}})$=۰/۷۵	$V(S_{\text{م‌آموزشی}} \geq S_{\text{م‌فرهنگی}})$=۰/۹۰۹	$V(S_{\text{م‌فرهنگی}} \geq S_{\text{تاسیسات}})$=۱	$V(S_{\text{م‌فرهنگی}} \geq S_{\text{تراکم‌جمعیت}})$=۱
$V(S_{\text{م‌فرهنگی}} \geq S_{\text{پارک‌ها}})$=۰/۸۳۳	$V(S_{\text{شبکه‌راه}} \geq S_{\text{م‌فرهنگی}})$=۱	$V(S_{\text{شبکه‌راه}} \geq S_{\text{تاسیسات}})$=۱	$V(S_{\text{شبکه‌راه}} \geq S_{\text{تراکم‌جمعیت}})$=۱
$V(S_{\text{شبکه‌راه}} \geq S_{\text{پارک‌ها}})$=۰/۸۳۳	$V(S_{\text{پارک‌ها}} \geq S_{\text{م‌فرهنگی}})$=۱	$V(S_{\text{پارک‌ها}} \geq S_{\text{تاسیسات}})$=۱	$V(S_{\text{پارک‌ها}} \geq S_{\text{تراکم‌جمعیت}})$=۱

پس از تعیین درجه بزرگی هر یک از عناصر بر دیگر عناصر نوبت به محاسبه بزرگی یک S_i نسبت به سایر S_i ها می‌رسد. محاسبات مربوط با بکارگیری رابطه (۹) انجام می‌پذیرد.

$$Min\, V(S_{\text{کاربری}} \geq S_{\text{تراکم‌جمعیت}} \quad S_{\text{بلوک‌فرسوده}} \quad S_{\text{تاسیسات}} \quad S_{\text{م‌آموزشی}} \quad S_{\text{م‌فرهنگی}} \quad S_{\text{شبکه‌راه}} \quad S_{\text{پارک‌ها}})$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$Min\ V\left(۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\right) = /۱۰۰$$

$$Min\ V\left(S_{\text{تراکم‌جمعیت}} \geq S_{\text{کاربری}}\ \ S_{\text{بلوک‌فرسوده}}\ \ S_{\text{تاسیسات}}\ \ S_{\text{م‌آموزشی}}\ \ S_{\text{م‌فرهنگی}}\ \ S_{\text{شبکه‌راه}}\ \ S_{\text{پارک‌ها}}\right)$$

$$Min\ V\left(۰/۹۴۷,\ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\right) = ۰/۹۴۷$$

$$Min\ V\left(S_{\text{بلوک‌فرسوده}} \geq S_{\text{کاربری}}\ \ S_{\text{تراکم‌جمعیت}}\ \ S_{\text{تاسیسات}}\ \ S_{\text{م‌آموزشی}}\ \ S_{\text{م‌فرهنگی}}\ \ S_{\text{شبکه‌راه}}\ \ S_{\text{پارک‌ها}}\right)$$

$$Min\ V\left(\ ۰/۸۶۷,\ \ ۰/۹۲۸,\ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\right) = ۰/۸۶۷$$

$$Min\ V(S_{\text{تاسیسات}} \geq S_{\text{کاربری}}\ \ S_{\text{تراکم‌جمعیت}}\ \ S_{\text{بلوک‌فرسوده}}\ \ S_{\text{م‌آموزشی}}\ \ S_{\text{م‌فرهنگی}}\ \ S_{\text{شبکه‌راه}}\ \ S_{\text{پارک‌ها}})$$

$$Min\ V\left(\ ۰/۷۱٤\ ,\ \ ۰/۷٦۹,\ \ ۰/۸٤٦,\ \ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\right) = ۰/۷۱٤$$

$$Min\ V(S_{\text{م‌آموزشی}} \geq S_{\text{کاربری}}\ \ S_{\text{تراکم‌جمعیت}}\ \ S_{\text{بلوک‌فرسوده}}\ \ S_{\text{تاسیسات}}\ \ S_{\text{م‌فرهنگی}}\ \ S_{\text{شبکه‌راه}}\ \ S_{\text{پارک‌ها}})$$

$$Min\ V\left(\ ۰/٦٤۲,\ \ ۰/٦۹۲,\ \ ۰/۷٦۹,\ \ \ ۰/۹۱٦,\ \ ۱,\ \ ۱,\ \ ۱,\right) = ۰/٦٤۲$$

$$Min\ V(S_{\text{م‌فرهنگی}} \geq S_{\text{کاربری}}\ \ S_{\text{تراکم‌جمعیت}}\ \ S_{\text{بلوک‌فرسوده}}\ \ S_{\text{تاسیسات}}\ \ S_{\text{م‌آموزشی}}\ \ S_{\text{شبکه‌راه}}\ \ S_{\text{پارک‌ها}})$$

$$Min\ V\left(\ ۰/۵۷۱,\ \ ۰/٦۱۵,\ \ ۰/٦۹۲,\ \ ۰/۸۳۳,\ \ ۰/۹۰۹,\ \ ۱,\ \ ۱,\right) = ۰/۵۷۱$$

$$Min\ V(S_{\text{شبکه‌راه}} \geq S_{\text{کاربری}}\ \ S_{\text{تراکم‌جمعیت}}\ \ S_{\text{بلوک‌فرسوده}}\ \ S_{\text{تاسیسات}}\ \ S_{\text{م‌آموزشی}}\ \ S_{\text{م‌فرهنگی}}\ \ S_{\text{پارک‌ها}})$$

$$Min\ V\left(\ ۰/۵۳۸,\ \ ۰/۵۸۳,\ \ ۰/٦٦۷,\ \ ۰/۸۱۸,\ \ ۰/۹,\ \ ۱,\ \ ۱,\right) = ۰/۵۳۸$$

$$Min\ V(S_{\text{پارک‌ها}} \geq S_{\text{کاربری}}\ \ S_{\text{تراکم‌جمعیت}}\ \ S_{\text{بلوک‌فرسوده}}\ \ S_{\text{تاسیسات}}\ \ S_{\text{م‌آموزشی}}\ \ S_{\text{م‌فرهنگی}}\ \ S_{\text{شبکه‌راه}})$$

$$Min\ V\left(۰/٤٦۷,\ \ ۰/۵,\ \ ۰/۵۷۱,\ \ ۰/٦۹۲,\ \ ۰/۷۵,\ \ ۰/۸۳۳,\ \ ۰/۸۳۳,\right) = ۰/٤٦۷$$

سپس می‌توان با استفاده از رابطه (۱۰) بردار وزنی شاخص‌ها را محاسبه کرد:

$$W(x_i) = \left[۱/۰\ \ \ /۹٤۷\ \ \ /۸٦۷\ \ \ /۷۱٤\ \ \ /٦٤۲\ \ \ /۵۷۱\ \ \ /۵۳۸\ \ \ /٤٦۷\right]^T$$

در نهایت بردار وزنی شاخص‌ها که در قسمت قبل محاسبه شد، باید نرمالیزه شود:

$$\left[۱۷٤/۰\ \ \ \ \ ۱٦٤/۰\ \ \ ۰/۱۵۰\ \ \ /۱۲٤\ \ \ ۱۱۰/\ \ \ /۱۰۰\ \ \ ۰۹۰/ ۳\ \ \ ۰۸۱/۰\ \right]^T$$

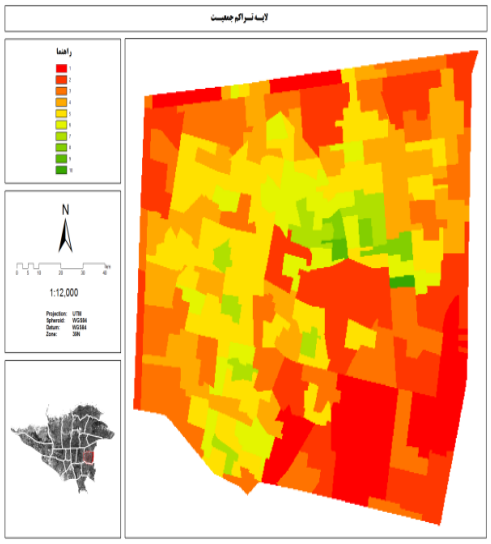
Archive of SID

www.SID.ir

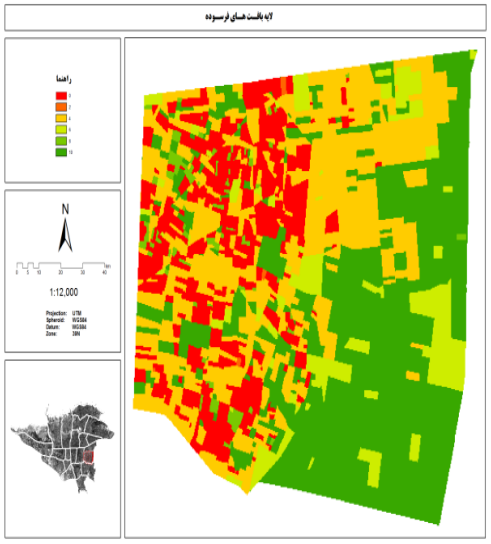
جدول ۵- ماتریس وزن‌های محاسبه شده از جدول فازی به شکل قطعی

پارک‌ها	شبکه راه	م. فرهنگی	م. آموزشی	تاسیسات	بلوک فرسوده	تراکم جمعیت	کاربری
۸۱	۹۳	۱۰۰	۱۱۱	۱۲٤	۱۵۰	۱٦٤	۱۷۴

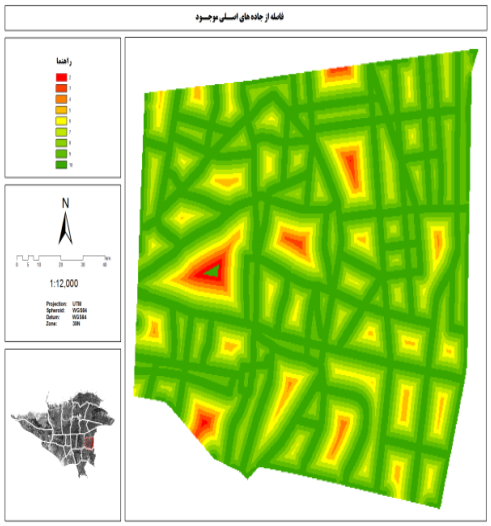
در ادامه اوزان فوق که در حقیقت خروجی مدل FAHP می‌باشند به عنوان وزن‌های لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده قرار گرفتند و نهایتا (نقشه های خروجی) یا نقشه هر یک از پارامترها و عوامل موثر در مکان‌یابی فضای سبز شهری در منطقه ١٤ شهرداری کلان شهر تهران با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه گردید.



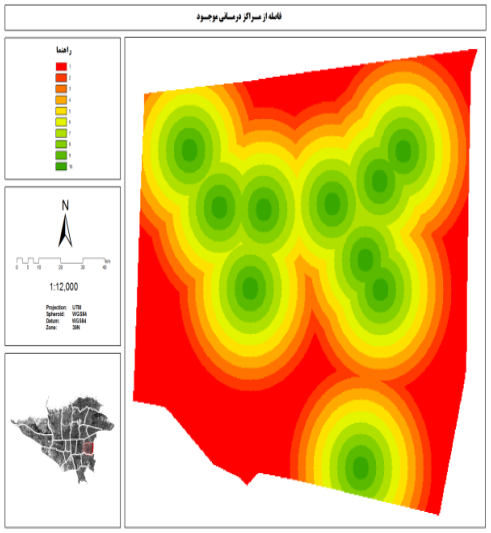
شکل شماره ٤- نقشه میزان تراکم جمعیت



شکل شماره ٥- نقشه تراکم بلوکهای فرسوده

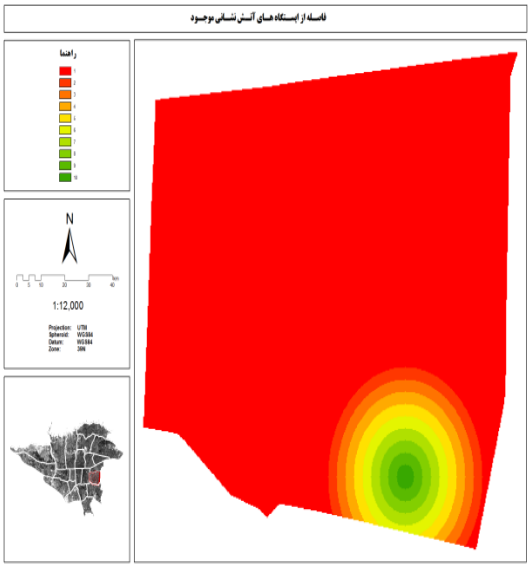


شکل شماره ٦- نقشه شبکه راه های اصلی

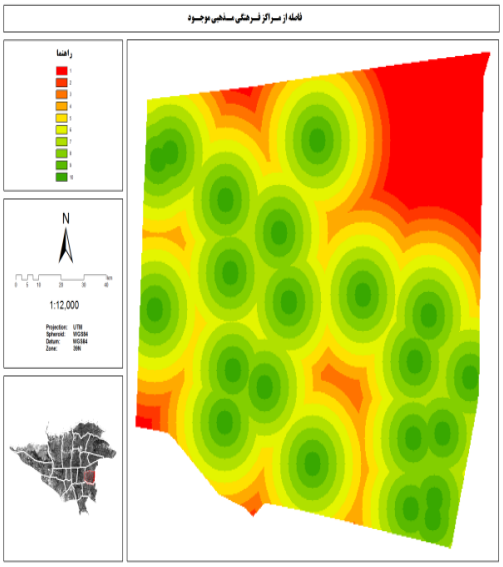


شکل شماره ٧- نقشه فاصله از مراکز خرید و تجاری

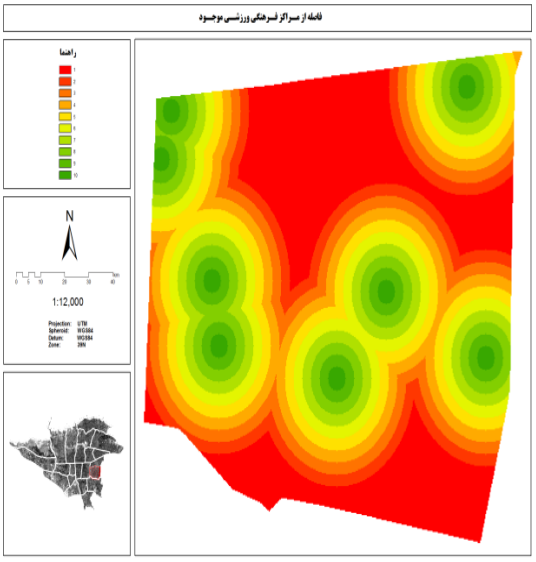
www.SID.ir



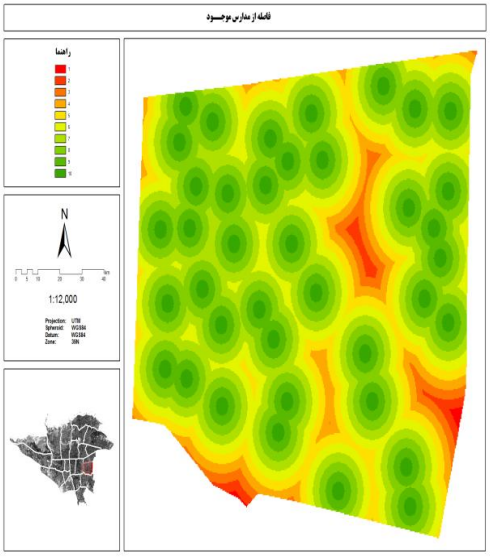
شکل شماره ۸–نقشه فاصله ایستگاه آتش نشانی



شکل شماره ۹– نقشه فاصله از مراکز مذهبی

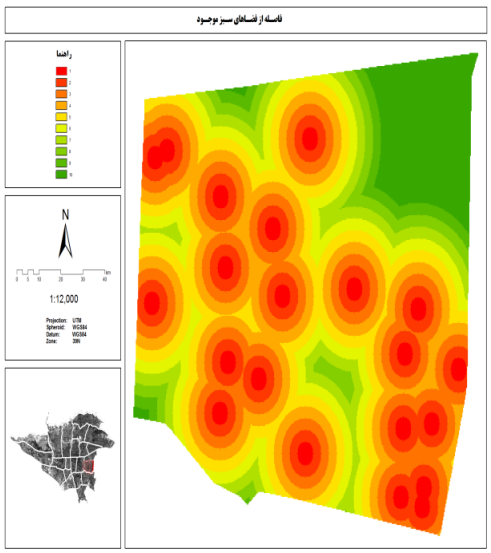


شکل شماره ۱۰– نقشه فاصله مراکز فرهنگی و ورزشی

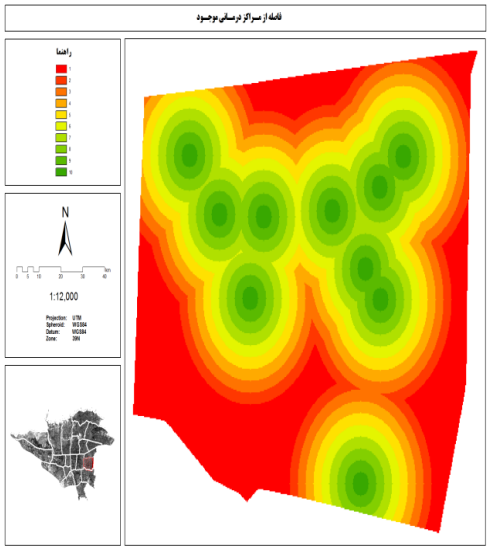


شکل شماره ۱۱– نقشه فاصله از مراکز آموزشی و مدارس

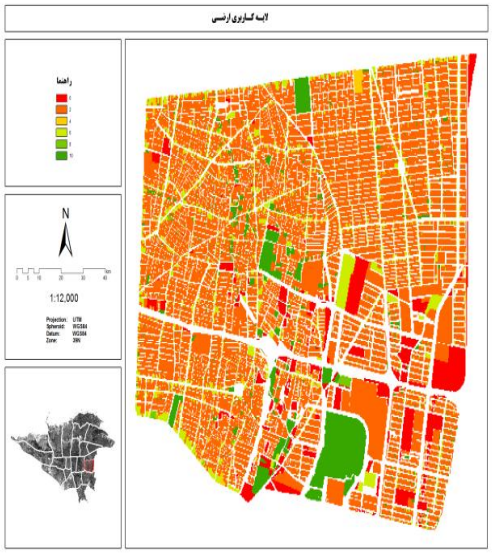
www.SID.ir



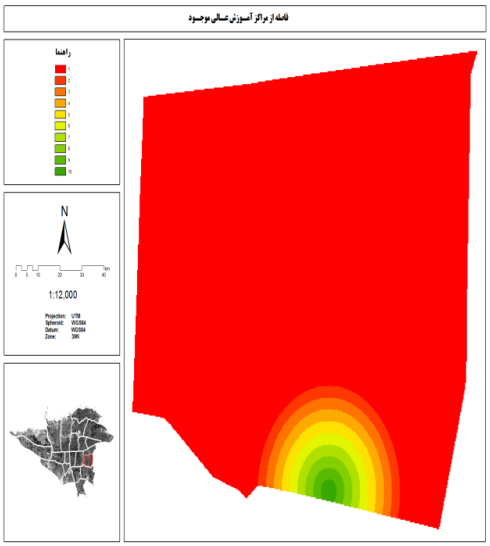
شکل شماره ۱۲ - نقشه فاصله از فضاهای سبز موجود



شکل شماره ۱۳- نقشه فاصله از مراکز درمانی



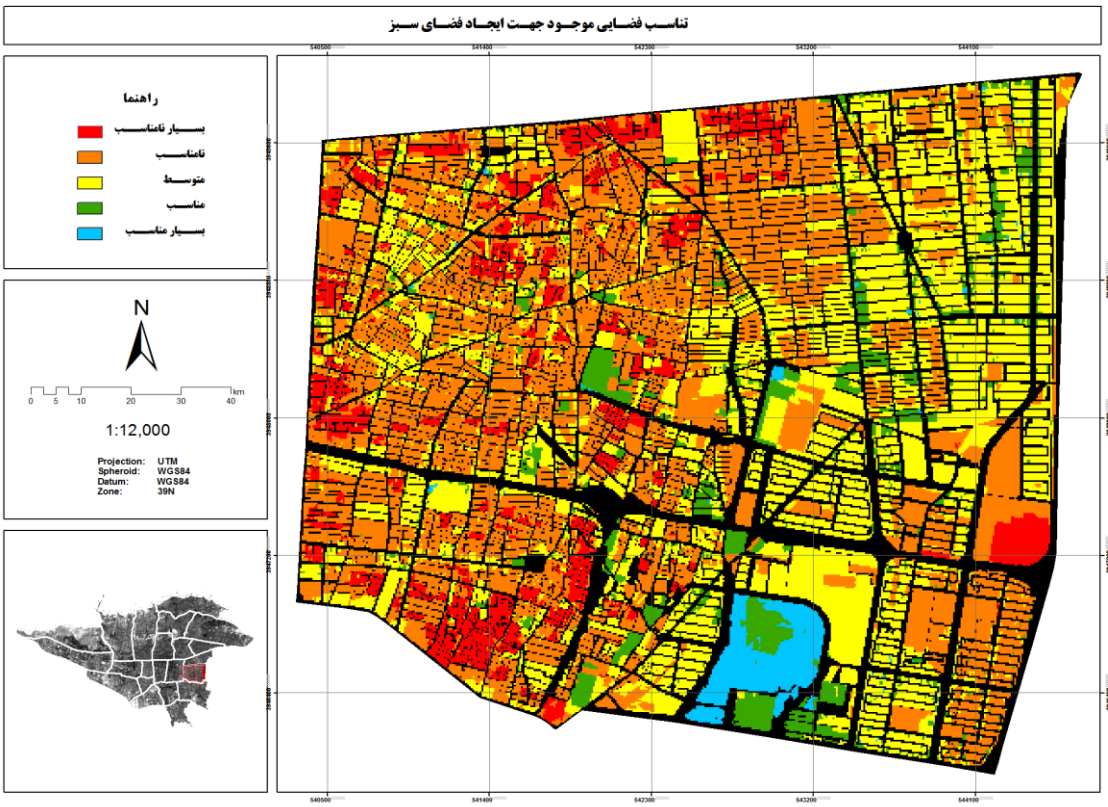
شکل شماره ١٤- نقشه کاربری اراضی



شکل شماره ۱۵- نقشه فاصله از مرکز پلیس

سپس نقشه لایه‌های اطلاعاتی هر یک از عوامل موثر در مکان یابی فضای سبز شهری منطقه ١٤شهری، کلان شهر تهران در محیط GIS با یکدیگر تلفیق گشتند. نتیجه حاصل شده از این تلفیق، خروجی نهایی مدل به صوت نقشه‌ی نهایی مکان بهینه‌ی فضای سبز شهری در منطقه ١٤ شهرداری شهر تهران در شکل ١٦ مشاهده می‌شود .

www.SID.ir



شکل ۱۶- نقشه نهایی مکان بهینه‌ی فضای سبز شهری در منطقه ۱۴ شهرداری شهر تهران با استفاده از مدل ترکیبی FAHP

نتیجه گیری

هر یک از سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به نوبه‌ی خود داری نکات ضعف و قوت مختص به خود هستند. یکی از راه‌های موجود برای بهبود بخشیدن یا حذف نقاط ضعف موجود در هر یک از این سیستم‌ها ترکیب دو یا چند تکنیک در غالب یک سیستم ترکیبی است. البته باید مد نظر داشتع باشیم که ترکیب این سیستم‌ها باید از پشتوانه‌ی منطقی و توجیه علمی برخوردار باشد. در این مقاله نویسندگان روش جدیدی را جهت حل مسائل فضایی با استفاده از ترکیب مجموعه‌های فازی، سیستم‌های تصمیم گیری چند معیاره و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی پیشنهاد کردند تا از این طریق به تصمیم گیرندگان مسائل فضایی کمک کنند تا از میان گزینه‌های موجود (مطالعه‌ی موردی مکان‌های مستعد جهت ایجاد فضای سبز شهری در منطقه‌ی ۱۴ شهرداری شهر تهران) بهترین گزینه موجود

Archive

www.SID.ir

را با اطمینان بیشتر و دشواری کمتر انتخاب کنند. در این ارتباط علاوه بر اینکه با استفاده از مجموعه‌های فازی در ترکیب با مدل سلسله مراتبی ابهام به عنوان بخشی از سیستم مدل می‌شود بلکه میزان خطای تورش ناشی از مقایسه-ی دو به دوی لایه‌ها نیز کاهش خواهد یافت. طبقه بندی مکان‌های موجود در سطح منطقه ١٤ شهر تهران جهت ایجاد فضای سبز با استفاده از تکنیک FAHP در ۵ طبقه، به صورت طبقه خیلی خوب با اوزان (۰/۹٤۷ تا ۰/۸٦۷)، طبقه خوب ، ۰/۸٦۷ تا ۰/۵۷۱ ، طبقه متوسط تا ۰/۵۷۱ تا ۰/٤٦۷، طبقه ضعیف۰/٤٦۷ تا ۰/۲۳۷ و خیلی ضعیف کمتر از ۰/۲۳۷ انجام گرفت. زمین‌هایی که از درجه تناسب خیلی خوب و خوب برخوردارند می‌توانند جهت ایجاد فضای سبز شهری مورد نظر قرار بگیرند (قسمت‌هایی که با رنگ آبی و سبز مشخص شده اند). این زمین‌ها از تمامی جهات نسبت به سایر زمین‌ها در ارتباط با ایجاد فضای سبز برتری داشته و از نظر تراکم جمعیتی نیاز بیشتری به فضای سبز دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- آل شیخ، علی اصغر (۱۳۸۰)، **کاربرد** GIS **در مکان یابی عرصه های پخش سیلاب، مجله تحقیقات جغرافیایی**، شماره ۵۱،صص۱۳-۲۸.

- آرانف، ا (۱۳۷۵)، «**سیستم های اطلاعات جغرافیایی**»، ترجمه توسط سازمان زمین شناسی کشور، مدیریت سیستم های اطلاعات جغرافیایی سازمان نقشه برداری کشور، تهران، انتشارات سازمان نقشه برداری کشور.

- اصغرپور، محمد جواد (۱۳۸۸)، «**تصمیم گیری‌های چند معیاره**»، تهران، موسسه انتشارات دانشگاه تهران.

- بهمن پور، هومن؛ محرم نژاد، ناصر (۱۳۸٦)، «**توسعه پایدار فضاهای سبز شهری در شهر تهران**»، مجموعه مقالات دومین همایش سراسری دست.

- ثنایی نژاد، سید حسین (۱۳۷٦)، «**مقدمه‌ای بر سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی**»، مشهد، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

- صدوق، م (۱۳۸۳)، «**مقدمه ای شناخت آلودگی هوا**»، انتشارات کل محیط ریست استان مرکزی.

- قدوسی، مهران (۱۳۸۱)، «**پارک‌های شهری دیروز، امروز، فردا**»، انتشارات شهرداری‌ها.

- Bellman R.E. and Zadeh L.A., (1970), "**Decision Making in a fuzzy environment**,« Management Science, 17: 141-164

- Boender, C.G.E., de Graan, J.G. and Lootsma, F.A. (1989), **Multicriteria decision analysis with fuzzy pairwise comparisons, Fuzzy Sets and S**ystems, 29: 133-143.

- Buckley, J.J., (1985), **Fuzzy hierarchical analysis, Fuzzy Sets and Syste**ms, 17: 233–247.

-Chen, G., and Pham, T. T., (2001), **Introduction to fuzzy, sets fuzzy, logic and fuzzy control systems**, Florida: CRC Press.

-Cheng, C. H., Yang, K. L., and Hwang, C. L., (1999), "**Evaluating Attack Helicopters by AHP Based on Linguistic Variable Weight**", European Journal of Operational Research, 116, 423-435.

-Deng, H. (1999), **Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparisons**, International Journal of Approximate Reasoning 21: 215-231.

-Higgs, G.,(2006), **Integrating multi-criteria techniques with geographical information systems in waste facility location to enhance public participation**, Journal of Waste Management & Research, volume 24: 105-117

-Malczewski, J., (1999). **GIS and Multicriteria Decision Analysis**. John Wiley and Sons, New York.

Archive of SID

www.SID.ir

- Sharifi, M.A.,Vanwesten. C . J., (1997) . **Siteselection for Wasted is Posal through Spatial Multiple Criteria Decision Making**, ITC,
- Tal Svoray, Pua Bar (Kutiel), Tsafra Bannet.,(2005). Urban land-use allocation in a Mediterranean ecotone: Habitat Heterogeneity Model incorporated in a GIS using a multicriteria mechanism, Journal of Landscape and Urban Planning, volume, 72: 337–351

Archive of SID

www.SID.ir