

مکانیابی کاربری اراضی شهری با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی فازی (Fuzzy_GIS) (نمونه موردی پارکهای شهری زنجان)

دکتر فرشاد نوریان، استاد گروه شهرسازی دانشگاه تهران، مشاور مرکز اطلاعات جغرافیایی شهر

تهران (TGIS)

fnoorian@ut.ac.ir

مهندس علی شکوهی، کارشناس مهندسی ژئوماتیک از دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی و کارشناس
ارشد برنامه‌ریزی شهری از دانشگاه تهران، مدرس گروه مهندسی ژئوماتیک دانشگاه زنجان، عضو هیأت علمی
مؤسسه زنجان شناسی

Shokuhi@hotmail.com

چکیده:

کارآمدی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در طراحی‌ها و برنامه‌ریزی شهرها و برای توزیع مناسب کاربری‌ها در شهرها موضوع مهم و کمتر شناخته شده‌ای است. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در برنامه‌ریزی کاربری‌های شهری، امکان مکانیابی مناسب را برای عملکردهای شهری فراهم می‌آورد. اما توجه بیش از حد به داده‌های جغرافیایی در قالب نقشه‌های شهری در GIS موجب به کار نگرفتن قدرت فوق العاده سیستم‌های تجزیه و تحلیل نظیر GIS خواهد شد. تصمیم‌گیری‌های صرفاً مبتنی بر نتایج سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی موجود نه تنها مفید نخواهد بود بلکه به لحاظ فقدان اطلاعات جامع و همه جانبه از محیط پیرامون در این سیستمها و عدم قطعیت (Uncertainty) و پیچیدگی (Complexity) دنیای واقعی، زیان‌بار نیز خواهد بود.

در این میان استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی بر اساس منطق فازی (Fuzzy) از انعطاف بیشتری برخوردار بوده و هوش و نبوغ انسانی را در تصمیم‌گیری‌ها بهتر منعکس می‌کنند نتایج مفیدی را در پی خواهد داشت.

در این پژوهش که به صورت یک پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد به اجرا درآمده است نحوه طراحی و بکارگیری یک سیستم اطلاعات جغرافیایی فازی (Fuzzy_GIS) در مکانیابی کاربری‌های شهری مورد استفاده قرار گرفته و به صورت عملی در نمونه موردی بوستان‌های شهر زنجان به اجرا درآمده است.

نتایج و خروجی‌های حاصل از این پژوهش، که به صورت نقشه‌ای است با نقشه‌های حاصل از بکارگیری منطق دوازده‌گانه (غیرفازی) در GIS مورد مقایسه قرار گرفت (به صورت مشاهدات میدانی) و مشخص گردید که استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی فازی (Fuzzy_GIS) نتایج مفید و واقع‌تری را به دلیل لحاظ نمودن پیچیدگی‌های مسائل شهری در پی دارند.

کلمات کلیدی: سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) - منطق فازی - مکانیابی کاربری‌های شهری - بوستان‌ها (پارکها) شهری زنجان

۲- مقدمه:

انسانها عناصر هوشمند طبیعت هستند که برای درک محیط پیرامون خود اقدام به جمع آوری اطلاعات در قالب نقشه‌ها و اطلاعات توصیفی نموده و جهت نیل به اهداف خود اقدام به تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی می‌نمایند؛ انسانها برای نظم بخشیدن و اولویت‌بندی اطلاعات نقشه‌ای، از توانایی‌های ذهنی و ابزارهای تصمیم‌گیری نظیر GIS استفاده می‌کنند. اما به دلیل محدودیت اطلاعاتی ابزارهای تصمیم‌گیری از جهان پیرامون و نیز محدودیت قدرت استدلال جامع و دقیق آنها، معمولاً با عدم قطعیت و حتمیت مواجه هستیم؛ عدم حتمیت در رابطه با کفایت اطلاعات و عدم قطعیت در رابطه با جامعیت استنتاجات ابزارهایی مثل GIS.

در اینجا مهمترین مسأله‌ای که پیش روی است چگونگی تحت کنترل در آوردن پیچیدگی تغییرات عوارض شهری در محیط GIS است. بدین منظور بایستی از ابزارهای ساده‌سازی نظیر منطق Fuzzy برای مصالحه بین اطلاعات در دسترس GIS و میزان عدم حتمیت قابل قبول استفاده کرد.

یکی از کاربردهای مهم سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در برنامه‌ریزی شهری، مکانیابی کاربری‌ها و عملکردهای شهری است که به لحاظ پیچیدگی مسائل شهری و تاثیر عوامل غیرفیزیکی بر تغییرات عوارض شهری نتایج آنالیزها و تصمیم‌گیری‌های GIS قطعیت و حتمیت نخواهند داشت و در این مورد نیز نیاز به استفاده از سیستم‌های GIS فازی خواهد بود.

برای پاسخ به این نیاز، بایستی یک سیستم اطلاعات جغرافیایی نیمه هوشمند طراحی می‌گردید که به دنیای واقعی، نگرشی چند ارزشی داشته باشد. برای ایجاد این سیستم GIS فازی، برنامه‌نویسی‌ها و تغییراتی در نرم‌افزارهای موجود ایجاد گردید تا قابلیت آنالیزهای نیمه هوشمندانه را دارا گردند.

سپس این سیستم در نمونه موردی مکانیابی پارکهای شهری زنجان به کار گرفته شد. به لحاظ آنکه در سالهای اخیر استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در برنامه‌ریزی و مکانیابی کاربری فضای سبز شهری در نقاط مختلف کشور به کار گرفته شده است، مکانیابی کاربری فضای سبز، نمونه موردی (case study) مناسبی برای این پروژه بود تا بتوان با مقایسه نتایج آنها ویژگی‌ها و قابلیت‌های یک سیستم Fuzzy_ GIS را ارزیابی نمود.

۳- تحقیقات انجام شده به صورت کمی و کیفی:

۳-۱) بررسی روابط میان سیستم برنامه‌ریزی فضایی و سیستم محیط شهری

اگرچه از ورود تفکر سیستمی به برنامه‌ریزی شهری چندین دهه می‌گذرد و پیشرفتهای چشمگیری نیز در تبیین مسائل با این دیدگاه برای علم شهرسازی فراهم آمده است ولی بسیاری

از افراد که با ادبیات سیستمی کار نموده‌اند با مسائل شهری که دارای پیچیدگی‌های خاص انسانی و اجتماعی هستند، به صورت منطقی‌تری برخورد نموده‌اند که در بسیاری از موارد نتایج حاصل از این برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر آن با شکست مواجه بوده است. نتایج و خروجی‌های چنین سیستم‌های تصمیم‌ساز که صرفاً با منطق دو ارزشی مسائل شهری را تحلیل می‌نمودند گاه آنچنان طنزگونه جلوه می‌نمودند که نگارنده باها شاهد کنار گذاشتن چنین سیستم‌هایی در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی برای مسائل شهری توسط دستگاه‌های اجرایی بوده است.

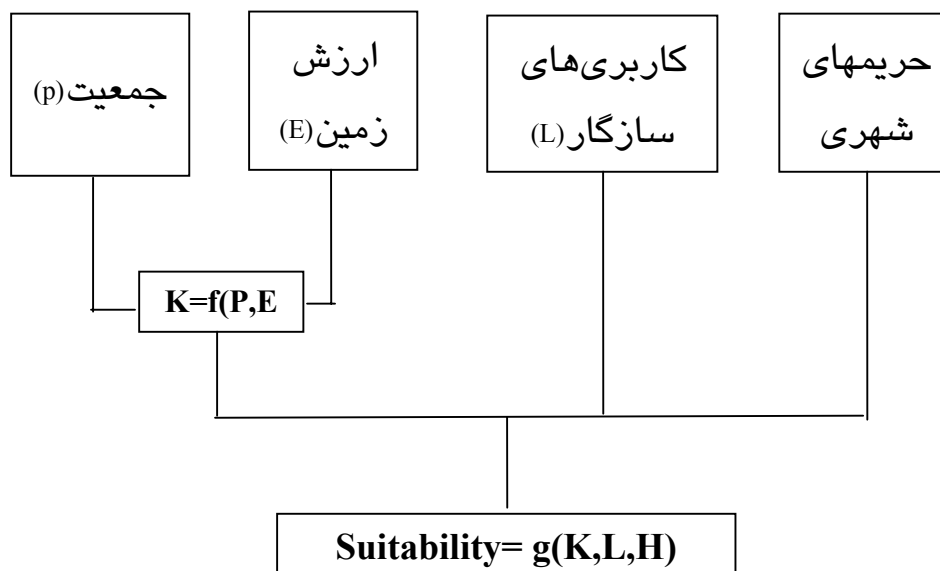
عدم کارایی چنین سیستم‌هایی از همان ابتدا قابل پیش‌بینی بود زیرا سیستم‌های محیطی با منطق فازی سازگاری بیشتری دارند. مرزها در سیستم‌های محیطی شهری با دقت و صراحت از یکدیگر تفکیک شدنی نیستند و نمی‌توان رفتار یک سیستم را با منطق صفر و یک ارزیابی نمود. تمام تلاش پژوهشگران در برنامه‌ریزی خطی آن است که با هر ترفندی ارتباط دو عنصر در طبیعت را به صورت یک خط بیان دارند حال آنکه آنچه در دنیای واقعیت رخ می‌دهد با این الگو تفاوت دارد.

اگر از روابط متقابل و متعامل بین پدیده‌ها و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر در مجموعه سیستمها نقش اساسی دارند بگذریم رفتار نهایی یک سیستم ناشی از دو نوع رابطه بین عناصر و اجزاء آن سیستم است: (که نمونه آن را در یک سیستم شهری می‌توان مشاهده کرد)

۱) روابط فضایی:

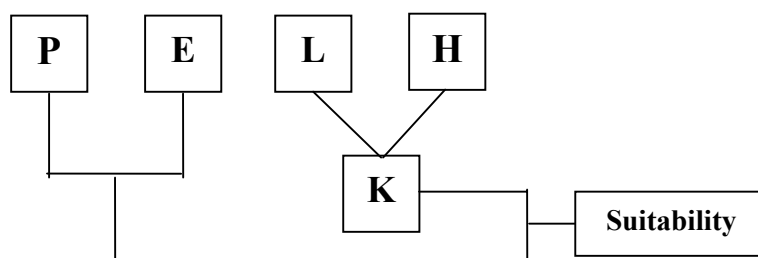
نحوه ارتباط فضایی و ساختار الگوی سلسله مراتبی یک عنصر را در سیستم با سایر عناصر مشخص می‌کند؛ این نوع از رابطه در سیستم‌های GIS طراحی شده برای پروژه‌های شهری لحاظ گردیده و می‌گردد.

به عنوان مثال اگر مناسبیت (suitability) مکانی یک پارک شهری را تابعی از عواملی نظیر جمعیت مناطق شهری، ارزش زمین، کاربری‌های سازگار مجاور و حریم‌های شهری بدانیم در مدل تصویری زیر نحوه شرکت این عوامل در انتخاب یک مکان به عنوان بوستان شهری ترسیم شده است. (شکل شماره ۱)



شکل شماره (۱)

حال می توان مدلی طراحی کرد که کلیه عناصر آن کاملاً مانند مدل قبلی باشد ولی رابطه ای که برای توصیف آنها به کار می رود با مدل قبلی تفاوت داشته باشد. (شکل شماره ۲)



شکل شماره ۲

آنچه در اینجا تغییر کرد، رابطه فضایی بین متغیرهاست. رابطه فضایی نحوه ارتباط و ساختار الگوی متغیرها در سیستم و یا الگوی سلسله مراتبی عناصر را در یک سیستم نشان می دهد. در اینجا محقق سعی دارد که با اندازه گیری های متعدد و لازم نحوه ارتباط تعاملی بین عناصر و متغیرها را تمیز داده، مرتبه و جایگاه این عناصر را در کل سیستم به دست آورد. یادآوری این نکته لازم است که مفهوم رابطه در اینجا الزاماً رابطه علی نیست.

ملاحظه می گردد که نوع رابطه فضایی بین عناصر سیستم، در نتیجه و تصمیم گیری نهایی کاملاً مؤثر است که خوشبختانه مجریان و محققان محترم در کشور به این مسأله توجه داشته اند؛ اما آنچه که معمولاً به فراموشی سپرده شده است رابطه منطقی میان عناصر یک سیستم است که در ادامه به تشریح آن پرداخته می شود:

۲) رابطه منطقی:

این رابطه در واقع دستگاهی است که در آن عناصر با یکدیگر ارتباط پیدا می کنند. در اینجا رابطه یک رابطه فضایی یا ساختاری نیست بلکه منطقی است که بر روابط بین عناصر حاکم است. منطق حاکم بر روابط سیستمها منطق ریاضی یا صفر و یک یا سیاه و سفید نیست. در اینجا منطق فازی قلمرو خود را تعریف می کند. در منطق صفر و یک تغییر یا رفتار سیستم به صورت یک خط با مفهوم هندسه اقلیدسی ترسیم می گردد حال آنکه کسیر تغییرات و رفتار یک سیستم در منطق فازی به صورت خطی نیست بلکه به صورت گره های حجمی است که همدیگر را پوشش می دهند و هر حجمی بخشی از گروه حجمی مجاور را شامل می شود.

برای مثال هنگام مشخص نمودن شعاع نفوذ یک پارک شهری در سیستم GIS با آنالیز Buffer، محدوده‌ها را نمی‌توان با یک مرز مشخص (Crisp) معین کرد. شعاع دسترسی استفاده کنندگان از یک پارک یک مرز دیواری سدگونه نیست.

بنابراین ملاحظه می‌گردد که در سیستم‌های شهری هنگامی که مسأله آستانه‌ها و محدوده‌ها مطرح می‌گردد یک مجموعه با مرز کاملاً مشخص مطرح نمی‌باشد. در این پژوهش روابط فضایی و منطقی فوق‌الذکر میان عناصر مجموعه در رابطه با نمونه موردی، معین گردید.

۲-۳) در مرحله بعدی شناخت کامل از وضعیت موجود پارکها و فضاهای سبز شهر زنجان با توجه به جمعیت مناطق مختلف شهر با مراجعه با سازمان پارکها و فضاهای سبز شهرداری زنجان، مرکز آمار ایران و مؤسسه زنجان‌شناسی صورت پذیرفت.

دگرگونی‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی رشد شتابان شهرها در سده اخیر منجر به تحولات عمیقی در شهرهای کشور شده است. اثرات این دگرگونی‌ها که به صورت تغییر شکل کالبدی و توسعه فضایی شهرها تبلور یافته نتایج مناسبی در شهرهای کشور نداشته است. رشد جمعیت شهرها و پیشی گرفتن آن بر میزان فضاهای خدماتی و نیز توزیع نامناسب خدمات و عدم مکان‌گزینی صحیح آنها از جنبه‌های نامناسب افزایش جمعیت است.

شهر زنجان نیز به دلیل موقعیت خاص خود در منطقه و استان از چنین رشد فزاینده‌ای برخوردار بوده است؛ در دهه گذشته وسعت شهر چندین برابر شده است به طوری که شهر با داشتن جمعیتی حدود ۳۰۰ هزار نفر مساحتی حدود ۵ هزار هکتار دارد که این توسعه افقی، موجب کمبود و نارسایی در ارائه خدمات شهری گردیده است.

در این میان، رشد، توسعه و توزیع فضاهای سبز شهر زنجان به عنوان بخش حیاتی ساخت کالبدی شهر، با رشد شتابان جمعیت و توسعه شهر همگام نبوده است. همین مسأله و به موازات آن گسترش غیر قابل کنترل شهر، افزایش غیر منطقی قیمت زمین و آلودگی هوا و خاک، فضای سبز موجود را نیز تهدید می‌کند. این در حالی است که نیاز مردم شهر به تماس با فضاهای سبز افزایش یافته است. از این رو چه پارکهای شهری و چه فضاهای سبز اطراف شهر تحت فشار شدید جمعیتی قرار دارند. این فشار خود باعث تخریب و فرسودگی فضای سبز می‌شود. توسعه کالبدی شهر به صورت آپارتمان سازی و حذف عنصر حیاط از واحدهای مسکونی از ابعاد دیگر نیاز به فضای سبز است؛ در شبهای گرم تابستان حتی میدانها و بلوارهای سبز شهری نیز علیرغم وجود آلودگی صوتی و نیز خطر تصادف کودکان با خودروهای در حال حرکت، مملو از جمعیت می‌شود.

آنچه که از دیدگاه محیط اجتماعی در ارتباط با فضای سبز شهری اهمیت دارد میزان فضای سبز عمومی برای شهروندان است. در همین جا بحث نسبتاً پیچیده «سرانه‌ها» مطرح می‌شود که در تعیین آنها عوامل زیادی مؤثرند که از جمله آنها می‌توان به وسعت و حجم فضای سبز موجود، فضای سبز مورد نیاز، نیاز اکولوژیکی به فضای سبز، نیاز محیط اجتماعی و آلودگی

محیط اشاره کرد. اما مهمترین مسأله در برنامه ریزی و ساماندهی فضای سبز تعیین الگوی فضای سبز برای شهر زنجان بوده است.

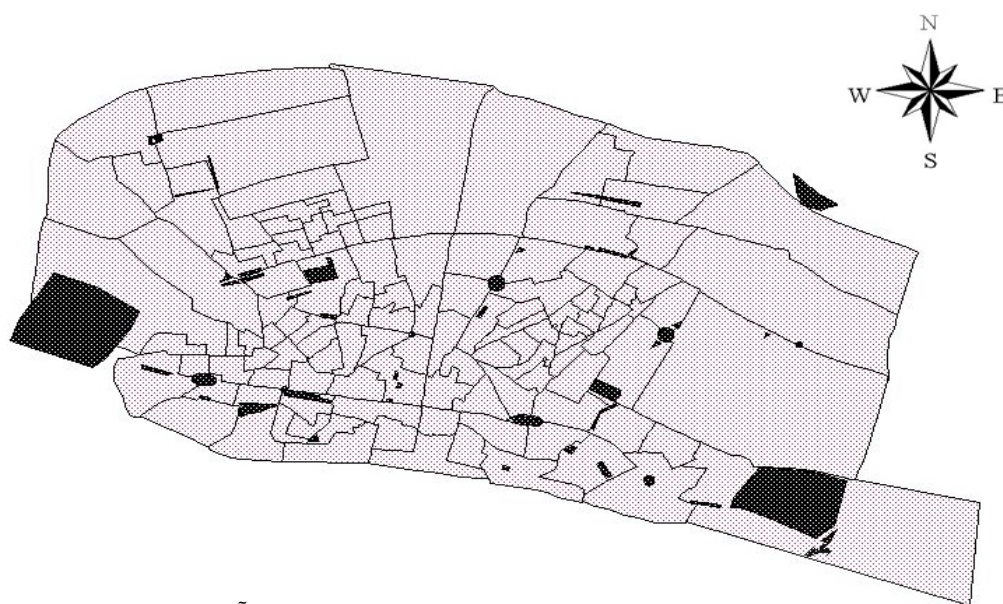
۳-۳) مرحله سوم این پژوهش دستیابی به الگوی بهینه فضای سبز برای شهر زنجان بود. در این مرحله تحقیقات زیر صورت گرفت:

الف) بررسی استانداردهای ایران و جهان برای وضع مطلوب و بررسی تجربه‌های ملی و بین‌المللی در تعریف سرانه استاندارد فضای سبز.

در این بخش سعی گردید که به معیارها و استانداردهای جهانی بیندیشیم اما برای تعیین استاندارد مناسب فضای سبز شهر زنجان با توجه به ویژگی‌های محلی (نظیر ویژگی‌های آب و هوایی و فرهنگی) عمل نماییم.

ب) تعریف معیارهای سلسله مراتب شهری و سلسله مراتب بوستانهای شهری و طبقه‌بندی فضاهای سبز موجود در شهر بر اساس مساحت و نقش و موقعیت استقرار .

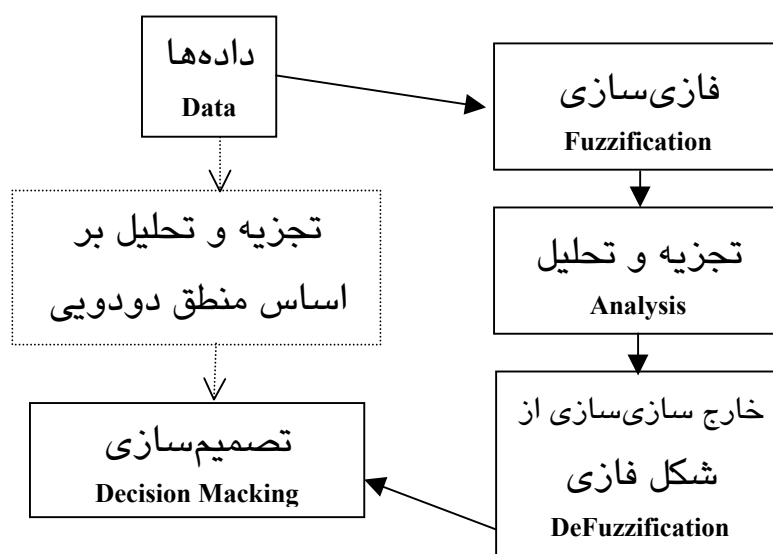
بررسی‌ها نشان داد که پارکهای شهر زنجان، از سلسله مراتب خاصی پیروی نمی‌کند و به طور اتفاقی احداث شده‌اند و لذا در ابتدای کار با استفاده از مطالعاتی که در زمینه استانداردهای پارک در مراجع مختلف به دست آمد، استاندارد متناسب با بوم منطقه برای تعداد جمعیت استفاده‌کننده از پارک، وسعت پارک، شعاع حوزه نفوذ، سرانه پارک در انواع مقیاسهای مشخص شده پیشنهاد گردید. این سلسله مراتب و مقیاس‌ها به صورت پارکهای همسایگی، محله‌ای، ناحیه‌ای و شهری مورد قبول واقع شد که در این امر وسعت پارک نقش تعیین‌کننده‌ای داشته است.



نقشه شهر زنجان همراه با پارکهای شهری آن

۳-۴) فازی سازی آنالیزهای GIS

این مرحله که یکی از دشوارترین بخشهای پژوهش را تشکیل می‌دهد شامل برنامه‌نویسی و اضافه نمودن Extention های لازم به یکی از نرم افزارهای موجود در بازار بود. در این راستا نرم افزار ArcView به لحاظ کاربرد وسیعی که در کشور یافته است انتخاب گردید و با برنامه‌نویسی و اضافه نمودن Script های لازم در Avenue این نرم افزار، آنالیزهای نرم افزار ArcView، نظیر Buffering از منطق دودویی به منطق چندارزشی فازی تبدیل گردید. روش مدل فازی در یک سیستم GIS با گراف زیر قابل نمایش است:



در اینجا لازم به ذکر است که نرم افزارهای GIS ای نیز که بر اساس منطق فازی عمل می‌نمایند به بازار جهانی عرضه شده‌اند که یکی از آنها ماژول FUZSIG مربوط به نرم افزار IDRISI است اما تحقیقات خارجی نشان می‌دهند که بسیاری از کاربران ترجیح می‌دهند که از این نرم افزارها به لحاظ نامشخص بودن نحوه عملکردشان اجتناب ورزند و به جای آن خود اقدام به برنامه‌نویسی و Customise نمودن نرم افزارهای موجود نمایند.

برای تشریح بیشتر این بخش می‌توان به دو آنالیز مهمی که در این پروژه بر اساس منطق فازی طراحی شدند اشاره کرد که عبارتند از آنالیز Buffer و Overlay. مثلاً در آنالیز رویهم گذاری (Overlaying) لایه‌ها، از عملگرهای منطق دودویی (نظیر OR, AND, ...) که نتیجه حاصل از آنها تولید محدوده‌هایی با مرز مشخص است استفاده نگردید. بلکه از پردازشهای ریاضیات فازی که درجه‌های مطلوبیت محدوده‌ها را در لایه‌های مختلف در نظر می‌گیرند استفاده شد که نتیجه آن تولید محدوده‌هایی بود که درجه مطلوبیت آنها بیش از مقدار معین K باشد.

مقدار K می‌تواند به صورت زیر تعریف گردد:

$K = d^*$ (تعداد لایه‌های مؤثر در مکانیابی پارک)

در این پژوهش مقدار d ، ۰/۸۵ لحاظ گردید.

۵-۳) تعریف مدل ریاضی:

یک مدل ریاضی تعریف گردید که در این مدل هدف، تعیین حوزه نفوذ هر بوستان در هر منطقه از شهر بر اساس منطق فازی بود در این مدل فاکتورهای زیر دخالت داده شدند: ۱- مساحت بوستان ۲- رده بوستان در طبقه‌بندی سلسله مراتبی پارکها (شامل همسایگی، محلی، منطقه‌ای، شهری) ۳- تراکم جمعیت منطقه محل استقرار پارک (بر اساس اطلاعات آماری برآورد شده از سرشماری جمعیت) ۴- استاندارد تعریف شده در این تحقیق برگرفته از براینند کارشناسی از استانداردهای موجود و پیشنهادی ایران و جهان (که بسیار با هم متفاوتند) و شرایط بومی و امکانات محلی شهر مورد مطالعه این پروژه است.

۶-۳) مکانیابی و انجام آنالیزهای لازم برای یافتن مکانهای مناسب برای احداث پارک آنچه که در مورد آنالیزهای بکار رفته در این پروژه قابل ذکر است آن است که نتایج حاصل از این آنالیزها، نقشه‌هایی نبود که شهر را به مناطقی با ارزش (۱) و بدون ارزش (۰) برای احداث پارک تقسیم نماید؛ بلکه نقشه‌های خروجی این پروژه با تنالیت‌های رنگی به نقاط مختلف شهر درجه‌ای از مناسبت (Degree of Suitability) را نسبت داده است که مقدار آن بین صفر و یک از نقطه‌ای به نقطه دیگر، تغییر می‌نماید. نقاطی که درجه مناسبت مکانی (Spatial Suitability) آنها ۱ بود مناسب‌ترین مکانها برای احداث پارک محسوب می‌شدند. بدین ترتیب کارشناسان برنامه‌ریزی شهری قادر خواهند بود با استفاده از یک Fuzzy GIS مکانیابی بوستانهای جدید را هوشمندانه‌تر از طریق رایانه انجام دهند؛ به عنوان مثال برنامه‌ریزی شهری می‌تواند در مکانیابی بوستانها درجه‌ای از مطلوبیت را لحاظ نماید و سپس بر اساس آن اقدام به تصمیم‌سازی کند. بدیهی است با افزایش درجه مطلوبیت مکانی، از مساحت مکانهای مناسب برای احداث پارکهای جدید کاسته خواهد شد.

در این پژوهش نتایج مکانیابی با این سیستم با نمونه‌هایی مورد آزمایش قرار گرفت و مکانهای بهینه برای احداث پارک به صورت میدانی مورد بازدید قرار گرفت. نتیجه آن بود که مکانیابی بر اساس این منطق علاوه بر آنکه به واقعیت نزدیکتر بود امکان تصمیم‌گیری بیشتری را نیز برای برنامه‌ریزان شهری فراهم می‌نماید.

۴) نتیجه‌گیری:

تفاوت دنیای ریاضی با جهان واقعی سبب شده است که منطق علمی دو ارزشی توانایی لازم برای تبیین رفتار سیستمهای شهری را نداشته باشد و در مقابل منطق فازی بیش از پیش با ساختار نظام‌ها و سیستمهای شهری سازگاری دارد و لذا بکارگیری این منطق در تحلیل مسائل شهری و بخصوص در تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری کارایی بهتری دارد. برای دستیابی به تصویری واقعی‌تر از جهان طبیعی محتاج بکارگیری اصول و معرفت‌شناسی سیستم GIS ای

هستیم که باید از بکارگیری منطق دودویی در آن اجتناب کنیم زیرا مسائل و مشکلات فعلی ما در پژوهش‌های برنامه‌ریزی شهری که در آنها از GIS بهره گرفته می‌شود منحصر به ضعف اطلاعات و یا عملکرد سیستم‌ها نمی‌شود بلکه باید منطق بکارگیری GIS در این پژوهش‌ها و پروژه‌های اجرایی را نیز تغییر داد و از منطق فازی در آنها بهره بیشتر برد.

۵) توصیه‌هایی برای تحقیقات بعدی:

الف) در عصر اطلاعات و توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در کشور، عدم تولید اطلاعات یعنی ادامه فقری که در آن دست و پا زده‌ایم. راه حل حضور در جامعه اطلاعاتی، تولید اطلاعات است. در این راستا طراحی و تولید نرم‌افزارها یا توسعه‌های الحاقی (Extention)‌هایی که در زمینه GIS بر اساس منطق فازی عمل نمایند برای محققان توصیه می‌شود. طرح تولید و اجرای چنین نرم‌افزاری را نیز سازمانی مقل سازمان نقشه‌برداری کشور که متولی بهره‌برداری صحیح و استاندارد از علوم ژئوماتیک در کشور است می‌تواند عهده‌دار گردد؛ بخصوص آنکه بنیانگذار منطق فازی در جهان (پروفسور لطفی‌زاده) یک ایرانی است و اجرای چنین پروژه‌ای نتایج سودمندی را در پی خواهد داشت.

ب) تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های لازم برای انتخاب «میزان درجه مطلوبیت» مناسب برای لایه‌های اطلاعاتی و عوارض جغرافیایی مختلف. (مقدار d).

ج) تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های لازم برای جمع‌آوری اطلاعات توصیفی عوارض بر اساس منطق فازی (تهیه پرسشنامه‌ها و فرمهای مناسب چندارزشی برای جمع‌آوری اطلاعات توصیفی) یعنی داشتن نگاهی فازی به داده‌های توصیفی.

۶) منابع و مآخذ:

Zimmerman, H.j.[1991]. Fuzzy set Theory and Its Applications. Kluwa. Boston. Ma.

Burrough, P.A.[1992] Fuzzy and Fractal objects for Intelligent Spatial analysis in GIS, Mandl, Olden bourg, Vienna, Munich,P.37-38.

http://www.scas.cit.cornel.edu/landeal/le_notes/s494ch5p.htm, Concepts on Fuzzy Logic and Continous Classification.

<http://www.sbg.ac.at/geo/idrisi/idrisi96/schmidt/cd-text.htm>, Impelementation of Fuzzu Logic in GIS Classification and Results.

-کلر، جی، ج: «تئوری مجموعه‌های فازی، اصول و کارکردها»، ترجمه دکتر محمد حسین

فاضل زرنندی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، زمستان ۱۳۸۱.

پورمحمدی، محمدرضا: «برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری»، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۸۲.

سعیدنیا، احمد: «فضای سبز شهری»، وزارت کشور، معاونت هماهنگی امور عمرانی، با

همکاری معاونت پژوهشی دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۷۹.

ترنر، تام: «شهر همچون چشم‌انداز»، ترجمه دکتر فرشاد نوریان، شرکت پردازش و

برنامه‌ریزی شهری، تهران، ۱۳۷۶.

آدرس: زنجان - شهرک کارمندان - فاز اول - خیابان سوم - قطعه ۸۹۵ -

کدپستی ۴۵۱۳۹-۸۵۶۸۵

تلفن: ۰۲۴۱-۴۲۴۹۹۸۱

همراه: ۰۹۱۲-۱۴۱-۰۶۸۱