نشریّهٔ مطالعات نواحی شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان
سال دوّم، شمارهٔ ۴، پیاپی ۵، زمستان ۱۳۹۴

مطالعهٔ تطبیقی فضایی– کالبدی شهرهای جدید اطراف کلانشهر تهران با استفاده از منطق فازی*

دکتر فرزانه ساسان‌پور
استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
دکتر پرویز ضیائیان
دانشیار سنجش از دور، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
سیّده منظر خالقی**
کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

چکیده

امروزه با توجه به رشد سریع جمعیت و گسترش کالبدی شهرها، ضرورت ایجاد شهرهای جدید در اطراف کلانشهرها، از جمله تهران احساس می‌شود. برای استقرار شهرهای جدید اهداف خاصی مطرح است که مهمترین آنها سرریز پذیری جمعیت مادرشهر می‌باشد. در اطراف تهران نیز چهار شهرجدید (پرند، پردیس، اندیشه و هشتگرد) برای این منظور احداث شده‌اند که در اینجا سعی شده به مطالعه تطبیقی کاربری‌های ضروری آنها با یکدیگر و همچنین با طرح پیشنهادی خودشان (تطبیق در دو وجه)، پرداخته شود. در این راستا وضعیت معیارها و شاخص‌های فضایی-کالبدی (کاربری‌های مسکونی، تجاری، آموزشی، فضای سبز، حمل‌ونقل، بهداشتی، اداری و فرهنگی که تاثیر بسزایی در برنامه‌ریزی شهری دارند) در هر چهار شهر جدید مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. بدین منظور پس از لایه‌سازی از جداول کاربری اراضی و خارج کردن داده‌ها، حداقل‌ها و حدکثرها مشخص شدند؛ سپس برای یکسان سازی داده‌ها جهت تطبیق بهتر، عمل نرمال‌سازی روی داده‌ها انجام شد، تا مقادیر آنها بین ۰ تا ۱ باشد. اعداد به‌دست آمده، امکان مقایسه کمّی را به‌وسیله مدل فازی (در برنامهٔ متلب) فراهم می‌آورد. بعد از این مرحله، به اعداد، ارزش زبانی و تابع عضویت (خوب، متوسط، بد) اختصاص می‌گیرد و در گام بعدی قواعد (اگر – آنگاه) فازی بر روی آنها اعمال می‌شود. سپس در مرحله استنتاج، معیارهای فوق‌الذکر، در وضع موجود با طرح‌جامع پیشنهادی، و همچنین با یکدیگر (۴ شهر با هم) تطبیق داده شده‌اند. نتایج حاصل، نشان‌دهنده این است که شهر جدید پرند با داشتن مقادیر مربوط به تابع متوسط از دیگر شهرها به طرح جامع پیشنهادی خود قرابت بیشتری دارد؛ در صورتی که در مقابل، شهر جدید اندیشه جمعیت بیشتری را جذب کرده‌است.

واژه‌های کلیدی: شهرهای جدید، تهران، منطق فازی، نرمال سازی اعداد، نرم‌افزار متلب.

---

* صفحات: ۶۰-۴۳ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۶/۱۲ پذیرش نهایی: ۱۳۹۴/۱۰/۳

** نشانی پست الکترونیک نویسندهٔ مسئول: m.khaleghii@yahoo.com

۱- مقدّمه

آشنایی با مفاهیم و دیدگاه‌های نظری مربوط به تحقیق از جمله گام‌های مؤثر در شناخت هرچه بهتر موضوع مورد مطالعه می‌باشد، در واقع با این آشکارسازی، فضای عملی لازم، در تعیین نوع داده‌ها واطلاعات، گردآوری و کسب داده‌ها و همچنین تجزیه وتحلیل آنها در مرحلهٔ تحلیل یافته‌های تحقیق فراهم می‌آید. مطالعهٔ تطبیقی یک روش بسیار مهم در حوزهٔ مطالعهٔ دانش‌هاست که در موضوعات مختلف امکان‌پذیر است و به سخن دیگر، تطبیق با هر عنوان و موضوعی جمع‌پذیر است.

در فرایند توسعهٔ فضایی- کالبدی شهر تقسیمات مختلفی از انواع توسعهٔ شهری ارائه شده‌است، در این میان دو نوع تقسیم‌بندی از توسعهٔ شهر بیشتر مورد قبول صاحب‌نظران است: ۱- رشد شهر مطابق منشأ و ۲- رشد شهر مطابق جهت.

رشد شهرها مطابق منشاء در دوطبقهٔ زیر قابل تقسیم است: ۱- رشد طبیعی ۲- رشد برنامه‌ریزی شده. بیشتر شهرها در گذشته به صورت طبیعی رشد کرده‌اند، یعنی توسعهٔ شهر بدون برنامه‌ریزی آتی انجام شده و شهر به صورت اتفاقی توسعه می‌یافت. اما در الگوی رشد برنامه‌ریزی شده که در آغاز کار خود براساس طرح‌های‌جامع شهری رخ می‌داد، جای هر کدام از کاربری‌ها معلوم و مشخص است، و در طرح‌های‌جامع بیشتر تاکید بر کاربری زمین و میزان سرانه‌ها بوده‌است (رنگوالا، ۱۹۹۸).

طرح ایجاد شهرهای جدید دارای سابقه طولانی است. درطول قرن بیستم، اتحاد جماهیر شوروی سابق در ایجاد شهرهای جدید صنعتی و بریتانیا درایجاد شهرهای مسکونی، پیشرو محسوب می‌شدند. این امر در دوران پس از جنگ جهانی دوم، علاوه برشوروی سابق و بریتانیا درایالات متحده آمریکا، فرانسه و اروپای شرقی گسترش داشته و ایجاد شهرهای جدید درآن‌ها رو به‌فزونی بوده‌است. درقرن بیستم، کشور انگلستان از جمله اولین کشورهایی است که ایجاد شهرهای جدید را تحت مطالعه و اجرا قرارداد (ترنر، ۱۳۸۳).

با توجه به بررسی تجارب کشورهای مختلف از ساخت شهرهای جدید مشخص می‌گردد که هدف ایجاد این شهرها در بیشتر کشورها تمرکززدایی از شهرهای بزرگ و

یا اعمال سیاست‌های توسعهٔ اقتصادی همراه با اهداف سیاسی–اداری و توسعهٔ صنعتی بوده‌است. این اهداف در کشورهای مختلف با روش‌های متفاوت نسبت به سیاست‌های توسعهٔ اقتصادی اعمال شده و پاسخگوی مناسبی در جهت ساماندهی کاربری فضایی منطقهٔ مورد نظر بوده‌است.

شهرهای جدید پردیس، پرند، اندیشه و هشتگرد با هدف سرریزپذیری جمعیت، حل مشکل مسکن و نارسایی‌های زیربنایی، روبنایی و همچنین تمرکززدایی، در اطراف کلانشهر تهران طرح‌ریزی و احداث شده‌اند. توزیع مناسب و برنامه‌ریزی شده جمعیت در ناحیهٔ شهری تهران از طریق هدایت سرریز جمعیت کلانشهر تهران به این شهرها از جمله سیاست‌های عمدهٔ ایجاد و توسعهٔ آنها می‌باشد. از سوی دیگر، ارزیابی موفقیت شهرهای جدید در دستیابی به اهداف از پیش تعیین‌شده، از جمله اهداف جمعیتی، زیرساخت‌ها، دسترسی، آموزشی، فرهنگی، بهداشت، تسهیلات شهری (موجود در طرح پیشنهادی) دارای اهمیت بسزایی است.

تئوری مجموعه‌های فازی و منطق فازی، به عنوان نظریه‌ای ریاضی برای مدل سازی و صورت‌بندی ابهام و عدم قطعیت موجود در فرایندهای شناختی انسانی (لوتسما، ۱۹۹۷)، ابزارهای بسیار کارآمد و مفیدی برای این منظور به شمار می‌روند. این نظریه، حوزه‌های بسیاری از علوم مختلف را در بر گرفته است (کلیر و فلگر، ۱۹۸۸). نظریه مجموعه‌های فازی ابزارهایی فراهم می‌آورد که میتوان به وسیله آن نحوه استدلال و تصمیم گیری انسانی را صورت‌بندی ریاضی بخشید و از الگوهای ریاضی به دست‌آمده در زمینه‌های گوناگون علوم و تکنولوژی استفاده کرد (طاهری، ۱۳۷۸).

در رابطه با کاربرد منطق فازی نیز می‌توان به نوشتارهای متعددی اشاره کرد که از آن جمله، مقاله‌ای تحت عنوان کاربرد استنتاج منطق فازی در مطالعات برنامه‌ریزی و توسعه منطقه‌ای نام برد که در آن نه مورد از شهرستان‌های استان یزد با استفاده از شاخص‌های اولیه شامل جمعیت و اشتغال، کشاورزی، دامداری، خدمات اجتماعی، فرهنگ، انحرافات اجتماعی، صنعت، زیرساخت‌ها، تسهیلات شهری، ارتباطات، بهداشت و آموزش مورد بررسی قرار گرفته و سطح توسعهٔ کالبدی و توسعهٔ انسانی

آنها مشخص شده و در نهایت با استفاده از این مقادیر سطح توسعه‌یافتگی کلی محاسبه گردیده‌است (فسخودی، ۱۳۸۴).

تجزیه و تحلیل داده‌ها و کاربرد منطق فازی در GIS در بسیاری از نوشتارها مورد توجه بوده‌است، در این راستا بررسی خطر زمین لغزش در منطقه رودبار با استفاده از این مدل انجام گرفته است (عقدا و همکاران، ۱۳۸۴).

قنواتی برای آشکارسازی تغییرات مورفودینامیک در حوضهٔ آبخیز طالقان نیز با استفاده از منطق فازی و داده های سنجش از دور، به مطالعهٔ این تغییرات پرداخته است که در آن نوشتار از مجموعه‌های فازی و توابع فازی سود جسته است (قنواتی، ۱۳۸۶).

باید این نکته را نیز خاطر نشان کرد که منطق فازی با مدل‌های دیگر به طور همزمان در بسیاری از مقالات مورد استفاده بوده است، چنانچه اشاره شد در تحقیقات فوق، منطق فازی با نرم افزار GIS مورد استفاده بوده‌است. از دیگر مدل‌هایی که می‌توان با فازی به صورت توامان بهره جست، روش‌های سلسله‌مراتبی می‌باشد، همان‌طور که زبردست در ارزیابی روش‌های سلسله‌مراتبی و سطح‌بندی سکونتگاه‌ها از آن بهره گرفته است (زبردست، ۸۱). اجاق نیز از این مدل با روش تحلیل سلسله مراتبی برای پیدا کردن مکان بهینه استفاده کرده‌است (اجاق، ۱۳۹۰).

تحقیق دیگری که در این زمینه انجام گرفته‌است، سنجش سطح توسعه‌یافتگی نواحی روستایی با استفاده از روش منطق فازی می‌باشد که در این تحقیق هفت دهستان از شهرستان‌های آق‌قلا و بندرترکمن مورد بررسی قرارگرفته و براساس سطح توسعه‌یافتگی رتبه‌بندی گردیده‌اند که این سطح توسعه‌یافتگی با استفاده از ضرایب سطح توسعهٔ اجتماعی- فرهنگی، سطح توسعهٔ اقتصادی و سطح توسعهٔ کالبدی به‌دست آمده است (رضوانی، ۱۳۸۷).

در مقاله‌ای دیگر جرج گرکاسیس برای نشان دادن سیر تکامل شهری و رشد طبیعی شهر از شبکه‌های هوش‌مصنوعی و منطق فازی استفاده کرده است که مطالعهٔ موردی آن شهر آتن می‌باشد (گرکاسیس، ۲۰۱۳). نیکولا آرفیو در تحقیق خود با عنوان جی آی اس مبتنی بر متد فازی در برنامه‌ریزی شهری با استفاده از چهار معیار (فن آوری،

اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی) به ارزیابی‌های متعدد از قطعات زمین و آزمایش‌های عددی پرداخته است (آرفیو، ۲۰۱۵).

بنابراین تحقیق حاضر بر آن است تا با استفاده از معیارها و شاخص‌های برگرفته از ابعاد فضایی-کالبدی، به مطالعهٔ شهرهای جدید اطراف کلانشهر تهران بپردازد، سپس، موفق‌ترین شهر جدید نسبت به اهداف از پیش تعیین شده در طرح‌های پیشنهادی مشخص می‌شود. با توجه به مطالب مطروحه سوالات مقاله به شرح زیر است:

۱-شهرهای جدید اطراف کلانشهر تهران، از نظر فضایی -کالبدی تا چه حد با اهداف از پیش تعیین شده تطابق دارند؟

۲- کدام یک از شهرهای جدید با توجه به شاخص‌های فضایی - کالبدی در جذب جمعیت (هدف اصلی ایجاد) موفق‌تر بوده‌است؟

۲- داده‌ها و روش‌شناسی

فازی نظریه‌ای ریاضی است که برای مدل‌سازی و صورت‌بندی ریاضی ابهام و عدم قطعیت و دقت موجود در فرآیندهای شناختی استفاده می‌شود. سیستم فازی شامل یک مجموعهٔ ورودی ترد است که بوسیله توابع عضویت، فازی شده‌اند، و یک مجموعهٔ قوانین فازی که برای تحلیل ورودی‌ها به کار می‌رود و همچنین یک خروجی ترد.

۲-۱- کاربرد فازی در مقایسهٔ شهرهای جدید اطراف تهران (تعیین معیارها و شاخص‌ها)

در رابطه با جنبه‌های فضایی – کالبدی ۱۰ عدد شاخص (سرانه‌های کاربری اراضی که تأثیر بیشتری بر کیفیت و روند رو به جلو توسعهٔ شهرها دارند) انتخاب و داده‌های مربوط به آنها از طریق طرح‌های جامع و پیشنهادی از دفتر برنامه‌ریزی شهرهای جدید و همچنین در برخی موارد با مراجعه به دفتر عمران شهرهای جدید واقع در آنها، جمع‌آوری و جهت انجام پردازش‌های بعدی به محیط اکسل وارد می‌شود. جدول (۱) فهرست شاخص‌های انتخاب و استخراج شده از لایه‌های اطلاعاتی را نشان می‌دهد (شکل ۱ نشان‌دهندهٔ یکی از لایه‌های اطلاعاتی است). معیارهای مشخص شده میزان سرانهٔ مسکونی، تجاری، خدماتی، زیر ساختی (به انضمام معابر) هستند. معیارهای خدماتی و زیرساختی دارای شاخص‌هایی به شرح زیر می‌باشند:

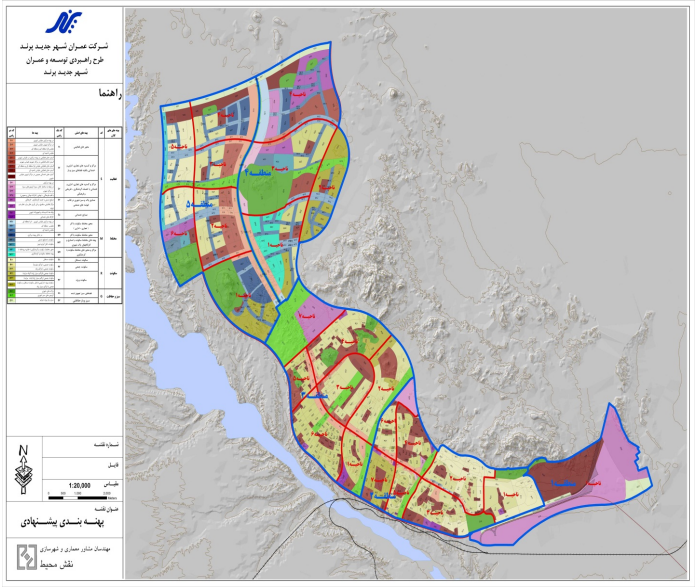
خدماتی: بهداشتی (یا درمانی)، آموزشی، اداری، فرهنگی.

زیر ساختی: تاسیسات و تجهیزات شهری، فضای سبز، حمل و نقل، پارکینگ، انبار و معابر (در برخی جداول کاربری با هم محاسبه شده بودند که باعث شد در رابطه با بقیه شهرها هم این کار انجام شود).

جدول ۱- سرانهٔ شهرهای جدید مورد مطالعه

شهرها	سرانه مسکونی	سرانه تجاری	خدماتی				زیر ساخت	
			سرانه بهداشتی	سرانه اداری	سرانه آموزشی	سرانه فرهنگی	سرانه تاسیسات و تجهیزات	سرانه فضای سبز
اندیشه	۳۳/۸	۰/۹۶	۰/۳۳	۰/۷	۳/۶۶	۰/۹۷	۱/۵۹	۵/۴۶
پردیس	۳۰/۲۰	۲	۰/۵۷	۰/۵۶	۵/۱۳	۰/۷۹	۲/۴۳	۱۱/۱۱
پرند	۱۸/۹	۷/۴	۲/۱	۰/۹	۲/۴	۰/۴	۰/۸	۱۰/۸
هشتگرد	۷۸/۲۵	۱/۴۷	۳/۲۹	۱/۹۹	۶/۰۷	۰/۰۰۴	۳/۳۶	۴۸/۸۷

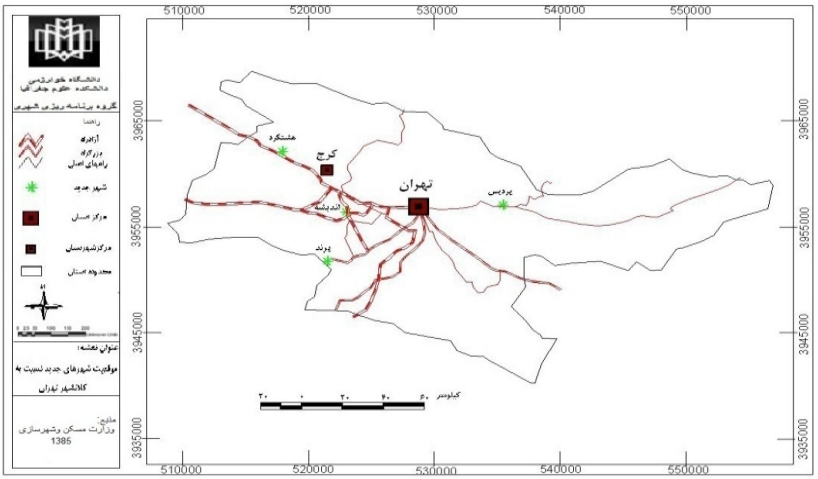
(مآخذ: مهندسین مشاور شهر و برنامه، سال ۱۳۸۰، ص ۴۹؛ مهندسین مشاور پی‌کده، سال ۱۳۸۷، ص۲۴۸؛ طرح بازنگری توسعه شهر جدید پرند، سال ۱۳۸۹، ص ۳۴؛ شرکت عمران شهر جدید هشتگرد، بازنگری طرح جامع شهر جدید هشتگرد، سال ۱۳۹۰، ص ۱۲۳)



شکل ۱- لایه اطلاعاتی شهر جدید پرند (مأخذ: طرح بازنگری توسعه شهر جدید پرند، سال ۱۳۸۹)

۲-۲- محدودهٔ مورد مطالعه

این مطالعه به بررسی شهرهای جدید اطراف کلانشهر تهران (پردیس، اندیشه، پرند و هشتگرد می‌پردازد که مشخصات و موقعیت جغرافیایی هر کدام از این شهرها در جدول (۲) و شکل (۲) آورده شده است.



شکل ۲- موقعیت شهرهای جدید نسبت به مادرشهر تهران

(مأخذ: وزارت مسکن و شهرسازی)

فواصل، جمعیت و نحوه قرارگیری این شهرها در جدول (۲) و شکل (۲) نشان داده شده است. به دلیل اینکه طرح پیشنهادی مربوط به قبل از تهیه طرح جامع می‌باشد، آمار جدول مربوط به سال ۱۳۸۵ می‌باشد.

جدول ۲- مشخصات شهرهای جدید مورد مطالعه در اطراف کلانشهر تهران

نام شهر جدید	فاصله از مادرشهر (کیلومتر)	سال شروع فعالیت	جمعیت پیش‌بینی‌شده (نفر) تا سال ۱۳۸۵	جمعیت تحقق‌یافته (نفر) تا سال ۱۳۸۵	جمعیت پیش‌بینی‌شدهٔ نهایی شهر
پردیس	۳۵	۱۳۷۰	۹۰۰۰۰	۵۸۰۰۰	۲۰۰۰۰۰
اندیشه	۲۵	۱۳۷۱	۹۵۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۳۲۰۰۰
پرند	۴۰	۱۳۶۹	۳۵۰۰۰	۵۹۰۰	۱۵۰۰۰۰
هشتگرد	۶۵	۱۳۶۷	۸۳۰۰۰	۴۷۳۲۰	۵۰۰۰۰۰

(مأخذ: شرکت عمران شهرهای جدید، دفتر برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، ۱۳۸۵)

۳- بحث

۳-۱- نرمال‌سازی داده‌های پایه

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، باید داده‌ها را نرمال‌سازی کرد (فازی‌سازی). هر کدام از کاربری‌ها دارای مقادیر متفاوتی هستند که برای استنتاج، لازم است یک مقیاس عمومی و واحد برای شاخصها مشخص کرد، که برای انجام عملیات استنتاج و محاسبات فازی مورد استفاده قرار گیرد. از این‌رو تک‌تک شاخص‌ها در دامنهٔ ۰ تا ۱ نرمال شدند. برای هر شاخص یک مقدار حداقل و یک مقدار حداکثر در نظر می‌گیریم، به طور مثال: در بخش تأسیسات و تجهیزات غالب سرانه‌ها بین ۰ تا ۵ متر مربع قرار دارند وسرانه‌های موجود در بخش حمل ونقل بین ۱۰ تا ۴۰ و در مواردی بیش از ۴۰ مترمربع بوده‌است (زیاری، ۱۳۸۹: ۱۵۷).

بعد از مشخص شدن حداقل و حداکثرها (جدول ۱) می‌بایست داده‌ها را نرمال‌سازی کرد (جدول ۳). مقدار هدف T_i، مقدار واحدی است برابر مقدار ماکزیمم شاخص (در صورتی که وضعیت واحد دارای مقدار ماکزیمم، بهینه و ایده ال باشد) که در غیر این صورت (که اغلب نیز چنین است) مقداری بزرگتر از مقدار ماکزیمم و با توجه به وضعیت تمامی واحدها خواهد بود. مقدار مینیمم نیز ازمجموعه واحدهای مورد ارزیابی اخذ می‌شود (آندریان، ۲۰۰۴).

چنانچه x_i مقدار شاخص مورد ارزیابی باشد، مقدار نرمال شدهٔ آن (y_i) از رابطهٔ (۱) به‌دست می‌آمده و به‌عنوان ورودی سیستم استفاده خواهدشد. جدول (۳) مقادیر نرمال شدهٔ شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

$$Y_i(x_i) = x_i - \min / \max - \min$$ رابطهٔ (۱)

در این رابطه، min و max میزان کمترین سرانه و بیشترین سرانه با توجه به جدول (۳) می‌باشد. لازم به توضیح است که در کاربری‌های بهداشتی، فضای سبز و حمل و نقل، به دلیل اینکه مقدار سرانهٔ هشتگرد بیشتر از مقدار ماکزیمم مطرح شده بود و برای جلوگیری از منفی شدن داده‌ها، میزان سرانهٔ هشتگرد به‌عنوان ماکزیمم محاسبه شده

است. در کاربری تجاری نیز به علت بالا بودن سرانهٔ پرند، این سرانه به‌عنوان ماکزیمم انتخاب شده است.

جدول ۳- مقادیر نرمال شدهٔ شاخص‌های ۹ گانه براساس رابطهٔ فوق

کاربری شهرها	مسکونی	تجاری	آموزشی	بهداشتی	اداری	فرهنگی	تاسیسات و تجهیزات	فضای سبز	حمل و نقل
اندیشه	۰/۲۲۴۰	۰/۰۶۵۷	۰/۳۶۸۸	۰/۰۶۷۶	۰/۱۱۱۱	۰/۹۷	۰/۲۱۸	۰/۱۱۱۴	۰/۰۸۶۲
پردیس	۰/۱۸۳۴	۰/۲۱۴۲	۰/۶۹۵۵	۰/۱۳۸۲	۰/۰۸۵۱	۰/۷۹	۰/۳۸۶	۰/۲۲۶۷	۰/۰۹۴۵
پرند	۰	۰/۹۸۵۷	۰/۰۸۸۸	۰/۵۸۸۲	۰/۱۴۸۱	۰/۴	۰/۰۶	۰/۲۲۰۴	۰/۰۵۲۸
هشتگرد	۰/۹۶۳۴	۰/۱۳۸۵	۰/۹۰۴۴	۰/۹۳۸۲	۰/۳۵	۰/۰۰۴۲	۰/۵۷۲	۰/۹۹۷۳	۰/۹۹۹۶

۳-۲- تشکیل پایگاه دانش

در این مرحله به هر کدام از کاربری‌های انتخاب‌شده متغیرهای زبان‌شناختی اطلاق داده می‌شود. که با به کارگیری منطق فازی و استدلالات تقریبی از داده‌های پایه استنتاج می‌شوند. از این‌رو ضرورت اصلی در طراحی یک سیستم خبره فازی، نخست انتخاب توابع عضویتی باکارایی بالا برای متغیرهای زبان‌شناختی فوق و تعریف مجموعه‌های فازی ورودی و خروجی هر مرحله و سپس کد کردن دانش جمع‌آوری شده در قالب قوانین منطقی «اگر – آن‌گاه» فازی (تشکیل پایگاه قانون) می‌باشد (کاتبی، ۱۳۸۱).

۳-۳- تشکیل توابع عضویت

در اینجا هر کدام از نه متغیر زبانی (شاخص‌ها) با سه ارزش زبانی ضعیف (w)، متوسط (m) و عالی (e) به عنوان ورودی در نظر گرفته می‌شوند.

معنای ضعیف و خوب بودن بر مبنای نزدیکی به بیشینه و کمّینه سرانه‌ها در محور افقی می‌باشد. در محور عمودی نیز میزان تعلق به ارزش‌های زبانی گفته شده، مورد توجه است که درجهٔ آنها بین ۰ تا ۱ مشخص‌شده است. سپس هر کدام از چهار شهر مورد نظر به صورت مجموعه‌های فازی با پنج مقدار (ارزش) زبانی خیلی ضعیف (VW)، ضعیف (W)، متوسط (M)، خوب (G) و خیلی خوب (VG) توابع عضویت مثلثی شکل برای استنتاج تعریف شد (در ادامه، شکل آن ارائه شده‌است).

دلیل استفاده از توابع مثلثی، علاوه بر سادگی محاسبات در قسمت‌های بعدی، قابلیت بیشتر آنها در به تصویر کشیدن و انتقال مفاهیم و روش‌شناسی منطق فازی نسبت به انواع دیگر است.

۳-۴- قواعد منطقی فازی

مهمترین بخش در روش استنتاج، ساختن پایگاه قانون است. مثالی از قواعد «اگر- آنگاه» مورد استفاده در ذیل آورده شده است:

- If (Capitation of Residential and commercial are (E)) AND (Capitation of Services are (E)) AND (Capitation of Infrastructure are (E)) THEN Capitation of Andishe is (VG)
- If (Capitation of Residential and commercial are (W)) AND (Capitation of Services are (W)) AND (Capitation of Infrastructure are (W)) THEN Capitation of Pradis is (VW)
- If (Capitation of Residential and commercial are (W)) AND (Capitation of Services are (M)) AND (Capitation of Infrastructure are (M)) THEN Capitation of Pradis is (M)
- If (Capitation of Residential and commercial are (W)) AND (Capitation of Services are (M)) AND (Capitation of Infrastructure are (E)) THEN Capitation of Hashtgerd is (M)

تعداد این قوانین در هرکدام از پایگاه‌های داده (چهار شهر و چهار پایگاه) به تعداد ورودی‌ها و تعداد طبقات بین ورودی‌ها (سطح مختلف مولفه‌ها) و همچنین نوع مجموعه‌های فازی تعریف شده (تعداد ارزش زبانی هر کدام از شاخص‌ها) بستگی دارد (آترا، ۲۰۰۲).

با به کارگیری «و» منطقی برای ترکیب شرایط در بخش اول (مقدم شرط)، تعداد $۱۹۶۸۳=۳^۹$ قانون برای استنتاج وضع کاربری هرکدام از شهرها لازم است. پایه سه را برای اینکه سه ارزش زبانی (ضعیف، متوسط، خوب) تعریف شده بود، در نظر گرفته شده و توان ۹، نشان دهندهٔ وجود ۹ شاخص می‌باشد. اما برای جلوگیری از بسط قوانین و به درازا کشیدن محاسبه و قوانینی که تعداد آنها برای هرشهر بالغ بر ۱۹۰۰۰ قانون خواهدشد که البته همگی پاسخگو نخواهندبود روش دیگری مورد استفاده است. روش جدید بدین صورت است که بخش زیرساخت، خدمات، مسکونی و تجاری به طور جداگانه محاسبه شده‌اند. به‌طور مثال در بخش خدمات ۴ کاربری وجود دارد که

۸۱ = $۳^۴$ قانون می‌شود و قوانینی که برای بخش زیرساخت نوشته خواهد شد، چون سه متغیر و سه ارزش زبانی وجود دارد، ۲۷ = $۳^۳$ خواهد بود (جدول ۶)، و به همین ترتیب ۹ قانون برای بخش مسکونی و تجاری. در جدول (۴) به‌طور نمونه، قوانین مشاهده می‌شود.

جدول ۴- بیست و هفت قانون برای قسمت زیرساخت

قانون r	«اگر» فضای سبز	«و» تاسیسات‌و تجهیزات	«و» حمل‌ونقل باشد:	«آنگاه» بخش زیرساخت
۱	عالی	عالی	عالی	خیلی خوب
۲	عالی	عالی	متوسط	خوب
۳	عالی	عالی	ضعیف	متوسط
۴	عالی	متوسط	عالی	خوب
۵	عالی	متوسط	متوسط	متوسط
۶	عالی	متوسط	ضعیف	متوسط
۷	عالی	ضعیف	عالی	خوب
۸	عالی	ضعیف	متوسط	ضعیف
۹	عالی	ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف
۱۰	متوسط	عالی	عالی	خوب
۱۱	متوسط	عالی	متوسط	خوب
۱۲	متوسط	عالی	ضعیف	ضعیف
۱۳	متوسط	متوسط	عالی	خوب
۱۴	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
۱۵	متوسط	متوسط	ضعیف	ضعیف
۱۶	متوسط	ضعیف	عالی	متوسط
۱۷	متوسط	ضعیف	متوسط	ضعیف
۱۸	متوسط	ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف
۱۹	ضعیف	عالی	عالی	خوب
۲۰	ضعیف	عالی	متوسط	متوسط
۲۱	ضعیف	عالی	ضعیف	خیلی ضعیف
۲۲	ضعیف	متوسط	عالی	متوسط
۲۳	ضعیف	متوسط	متوسط	ضعیف
۲۴	ضعیف	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف
۲۵	ضعیف	ضعیف	عالی	ضعیف
۲۶	ضعیف	ضعیف	متوسط	خیلی ضعیف
۲۷	ضعیف	ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف

۳-۵- فرایند استنتاج در (FIS)*

در مراحل قبل با تشکیل پایگاه داده، هر کدام از مؤلفه‌های خدماتی، زیر ساختی، مسکونی و تجاری به‌صورت متغیرهای زبانی (فازی)، و در قالب توابع عضویت برای سیستم تعریف و مشخص شدند. شاخص‌ها نیز نرمال‌شده و به‌عنوان ورودی‌های اصلی به سیستم معرفی شدند. تشکیل پایگاه قوانین نیز، دانش، مبنا و زمینهٔ منطقی لازم برای فرایند استدلال را فراهم‌آورده و اینک در این مرحله، به‌عنوان اصلی‌ترین مرحلهٔ تحلیل، استدلال تقریبی و استنتاج فازی به شکل قواعد «اگر-آنگاه» بر روی ورودی‌ها، اعمال شده‌است. در ادامه با توجه به گستردگی بحث (به علت اینکه هر چهار شهرجدید مورد مطالعه هستند) تنها به تعداد قوانین و استنتاج آنها در یک نمونه (زیرساخت در شهرجدید پرند) پرداخته شده‌است. لازم به ذکر است مراحلی که در ادامه ملاحظه می‌شود در هر چهار شهر به‌طور جداگانه انجام گرفته‌است.

۳-۵-۱- شهر جدید پرند

برای معیار خدمات، همراه با ۴ شاخصی که داشت، ۸۱= $۳^۴$ قانون و برای بخش زیرساخت با ۳ شاخص، ۲۷ قانون و برای مسکونی و تجاری به عنوان کاربری‌های اولیه ۹ قانون خواهیم داشت. در این مرحله (فازی کردن)، داده‌های مربوطه به‌دست آمده از معادلهٔ خطی مذکور، ورودی‌های فازی برای بخش محاسباتی موتور استنتاج خواهد بود (مقادیر جدول ۳). به‌دلیل حجم بالای نمودارها و قوانین و محدودیت حجم مقاله، تنها به توضیح بخش زیرساخت (با توجه به اینکه قوانین آن نیز آورده شده بود) پرداخته می‌شود. البته عملیاتی که در زیر مشاهده می‌شود در تمام بخش‌ها (خدمات، زیرساخت، مسکونی و تجاری) بر روی هر چهار شهر انجام شده است.

بخش زیرساخت

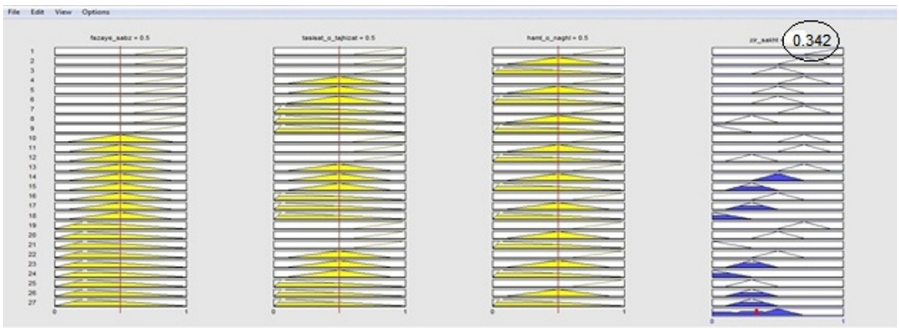
ورودی۱: فضای سبز به میزان ۰/۲۲۰ ضعیف و به میزان ۰ خیلی ضعیف و به میزان ۱ عالی است.

1- FUZZY Inference System

ورودی۲: تاسیسات و تجهیزات به میزان ۰/۰۶ ضعیف و به میزان ۰ خیلی ضعیف و به میزان ۱ عالی است.

ورودی۳: حمل و نقل به میزان ۰/۰۵۲۸ ضعیف و به میزان ۰ خیلی ضعیف و به میزان ۱ عالی است.

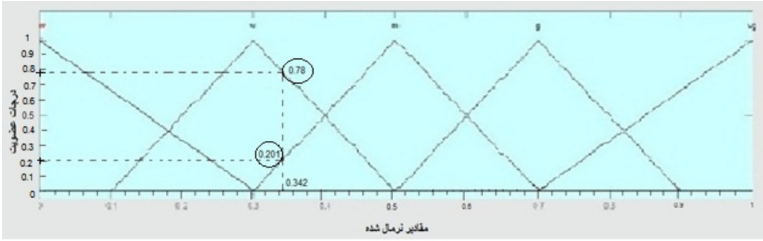
تنها قوانینی از پایگاه قانون (۲۷ قانون گفته شده)، با این ورودی‌ها سازگاری دارند که در آنها کاربری فضای سبز، تاسیسات و تجهیزات و حمل و نقل با ارزش زبانی ضعیف بیان شده باشند (شکل ۳). با مراجعه به قوانین، تنها ۸ قانون بیانگر شرایط بوده‌اند (ستون راست تصویر، قسمت‌های دارای محدودهٔ آبی، مشخص‌کنندهٔ نتایج هر کدام از قوانین هستند).



شکل ۳- نمونهٔ قوانین مربوط به بخش زیرساخت به‌صورت شماتیک

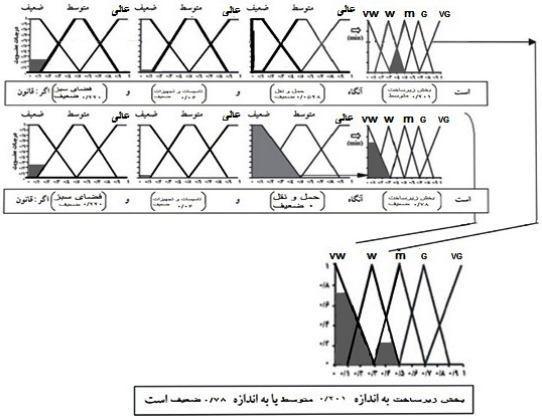
نتیجه‌ای که قوانین در بر داشته‌اند میزان ۰/۳۴۲ برای بخش زیرساخت در شهر پرند است که به میزان ۰/۲۰۱ متوسط و به میزان ۰/۷۸ ضعیف است (شکل ۴). عدد ۰/۳۴۲ از پایگاه قوانین به دست آمده که آن را در محور افقی می‌یابیم؛ سپس در محور عمودی، خطی بر آن نقطه عمود می‌شود تا نقاطی که محورها را قطع می‌کنند، مشخص شوند. نقاط مربوط به آن محور بر اساس میزان محور y ها حساب شده و درجهٔ تعلق به ارزش‌های زبای (خیلی‌ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب، خیلی‌خوب) را بازگو می‌کند. در اینجا با محور m در ۰/۲۰۱ yها و سپس با محور w در ۰/۷۵ y ها تلاقی داشته است. در استنتاج، از عملکرد max استفاده می‌شود، به این معنا که گفته می‌شود در این بخش، زیرساخت شهر پرند به میزان ۰/۷۵ به گروه ضعیف (w) تعلق دارد؛

چون همان‌طور که مشخص است ۰/۷۵ از ۰/۲۰۱ بزرگتر می‌باشد. پس معیار، نقطه تلاقی با محورها در y برای مشخص شدن ضعیف یا متوسط خواهد بود.



شکل ۴- استنتاج بخش زیرساخت

برخی از قوانین و همچنین نتیجه را در شکل (۵) می‌توان مشاهده نمود.



شکل ۵- نتیجهٔ مدل

۳-۵-۲- یافته‌ها برای سه شهر جدید دیگر

فرایند استنتاج تشریح شده در فوق برای تک‌تک شاخص‌های ذکر شده و برای هر کدام از چهار شهر جدید، به‌طور جداگانه و به کمک Tool Box منطق فازی در نرم افزار متلب اجرا شد. جدول (۵) نتایج حاصل از این استنتاجات را نشان می‌دهد. نحوه تعلق این مقادیر به توابع عضویت دقیقاً همانند انجام مراحل استنتاج ذکر شدهٔ قبلی است. در جدول (۵)، مقادیر کلی به‌دست آمده از استنتاجات قابل مشاهده است.

جدول ۵- بیان کمیّت‌ها در کاربری‌ها

نام شهر	مسکونی و تجاری	خدمات	زیرساخت
اندیشه	۰/۸	۰/۷۹	۰/۸
پردیس	۰/۸۲	۰/۵۶	۰/۸۲
پرند	۰/۹۹	۰/۵۶	۰/۷۸
هشتگرد	۰/۹۶	۰/۵۶	۰/۶

۴- نتیجه‌گیری

در پاسخ به سؤالات مطروحه در مقدمه و با توجه به داده‌ها و پردازش انجام شده، باید گفت که در مقایسه وضع موجود و پیشنهادی در جداول کاربری، هر چهار شهر با طرح پیشنهادی خود فاصله دارند. اما شهر پرند با توضیحاتی که خواهد آمد، به سرانه‌های پیشنهادی قرابت بیشتری دارد. لکن در خصوص جذب جمعیت، شهر جدید اندیشه موفق‌تر بوده است. باید توجه داشت که مقادیر نوشته شده با احتساب سیستم استنتاج که در زمان استنتاج از عملگر max استفاده می‌کند، آورده شده است. با این توضیح که میزان تعلق داده‌های به دست آمده، هرچه به ارزش‌های زبانی مشخص شده بیشتر باشد، داده را با آن ارزش زبانی خواهد شناخت.

در بخش زیر ساخت‌ها، ۰/۳۴ برای شهر اندیشه که به میزان ۰/۱۹ متوسط و به میزان ۰/۸ ضعیف (در جدول ۹ مقدار ۰/۸ آمده زیرا بیش از ۰/۱۹ است)، میزان ۰/۳۳۸ برای شهر پردیس که به میزان ۰/۱۸ متوسط و به میزان ۰/۸۲ ضعیف (همان توضیح قبل در اینجا صادق است)، میزان ۰/۳۴۲ برای شهر پرند که به میزان ۰/۲۰۱ متوسط و به میزان ۰/۷۸ ضعیف است (همان توضیح گفته شده) و ۰/۵۸۴ برای شهر هشتگرد که به میزان ۰/۳۸ خوب و به میزان ۰/۶ متوسط می‌باشد.

به‌طور کلی، شهر پردیس با ۰/۸۲ دارای ضعف بیشتر و شهر هشتگرد با میزان ۰/۶ که با متغیّر زبانی متوسط معرفی شده در این بخش، از کیفیت بهتری برخوردار است.

با توجه به جدول باید این نکته را خاطر نشان کرد که ضعف شهر اندیشه به‌خاطر جذب جمعیت بیشتر به‌دلیل نزدیکی به کلانشهر تهران می‌باشد که باعث شده، جمعیتی بیش از آنچه که در طرح‌های‌جامع پیش‌بینی شده بود به این شهر سرازیر شوند، پایین

بودن سرانه‌های کاربری در هرقسمت از کاربری‌های گفته شده مشهود است، به‌طوری که سرانه‌ها در کلیهٔ کاربری‌ها ضعیف می‌باشد. در نهایت با توجه به تحلیل‌های به دست آمده، مشخص شد که شهر جدید پرند به سرانه‌های معیار، نزدیکی بیشتری داشته در حالی که شهر اندیشه، در جذب جمعیت موفق‌تر بوده است.

با عنایت به مطالب گفته‌شده، پیشنهادهایی در خصوص طرح‌ها در شهرهای جدید مورد مطالعه ارائه می‌شود:

- با توجه به بالا بودن جمعیت‌پذیری شهر اندیشه، میزان سرانه‌ها، پایین آمده و میزان پایین سرانه‌ها، پایین آمدن کیفیت زندگی را به دنبال خواهد داشت. بنابراین برای توسعهٔ آتی و میزان بهتر سرانه‌ها در وضع موجود، می‌بایست برنامه‌ریزی دقیق‌تر و با توجه به آینده صورت گیرد.
- در شهر هشتگرد میزان سرانه‌ها برای کاربری‌های مختلف بالا می‌باشد، در حالی که سرانهٔ کاربری فرهنگی بسیار کم است. با توجه به جذب جمعیتی که خواهد داشت (به واسطهٔ ایجاد مسکن مهر و کشیده شدن خط مترو) باید جبران شود.
- در شهر پردیس کاربری‌های بهداشتی، اداری و فرهنگی در سطح پایینی هستند که ضعیف بودن این کاربری‌ها باعث پایین آمدن کیفیت زندگی شهروندان شده و با توجه به اینکه این شهر در آینده شاهد جمعیت بیشتری خواهد بود، نیازمند برنامه‌ریزی بهتری است و کاربری‌های مذکور نیز باید از سطح بالاتری برخوردار شوند.
- در پرند نیز با توجه به موقعیت بهتری که در رابطه با طرح جامع خود دارد، برای جلوگیری از دچار شدن آن به اوضاع شهر اندیشه، می‌بایست از هم‌اکنون به فکر توسعهٔ فضایی – کالبدی و گسترش فیزیکی آن بود. وجود دانشگاه، فرودگاه، کشیده شدن خط مترو و وجود مسکن مهر، همگی از جمله عواملی هستند که در جذب جمیت نقش مهمی را ایفا می‌کنند. بدین ترتیب در نظر داشتن میزان بیشتر سرانه‌ها در طرح‌های جامع از اهمیت خاصّی برخوردار است.

فهرست منابع

۱. اجاق، سروش. آل‌شیخ، علی‌اصغر. ملک، محمدرضا. (۱۳۹۰). **استفاده از منطق فازی و روش تحلیل سلسله‌مراتبی در تعیین مکان بهینه استقرار ایستگاه‌های امدادرسانی پس از وقوع بحران (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۱۰ تهران)**. همایش ژئوماتیک، تهران، سازمان نقشه‌برداری کشور.

۲. امینی‌فسخودی، عباس. (۱۳۸۴). **کاربرد استنتاج منطق فازی در مطالعات برنامه‌ریزی و توسعه منطقه‌ای**. مجلّهٔ دانش و توسعه، شمارهٔ ۱۷.

۳. پوراحمد، احمد. حبیبی، کیومرث و همکاران. (۱۳۸۶). **استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعهٔ موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر)**. فصلنامهٔ محیط‌شناسی، سال ۳۳، شمارهٔ ۴۲.

۴. رضوانی، محمّدرضا. صحنه، بهمن. (۱۳۸۷). **سنجش سطح توسعه‌یافتگی نواحی روستایی با استفاده از روش منطق فازی**. روستا و توسعه، دورهٔ ۸، شمارهٔ ۳.

۵. زبردست، اسفندیار. جهانشاهلو، لعلا. (۱۳۸۶). **بررسی عملکرد شهر جدید هشتگرد در جذب سرریز جمعیت**. جغرافیا و توسعه، شمارهٔ ۱۰.

۶. زیاری، کرامت الله. (۱۳۷۹). **برنامه‌ریزی شهرهای جدید**. تهران: انتشارات سمت.

۷. زیاری، کرامت الله. (۱۳۸۹). **برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری**. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۸. سعیدنیا، احمد. (۱۳۸۲). **کتاب شهرداری‌ها (جلد دوّم: کاربری زمین)**. تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور.

۹. فاطمی عقدا، سیّدمحمود و همکاران. (۱۳۸۴). **بررسی خطر زمین‌لغزش با استفاده از منطق فازی (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ رودبار)**. مجلّهٔ علوم دانشگاه تهران، جلد ۳۱، شمارهٔ ۱.

۱۰. کاتبی، سراج‌الدّین. (۱۳۸۱). **یادگیری تکاملی سیستمهای فازی (مجموعهٔ مقالات مباحثی در نظریه مجموعه‌های فازی**. زاهدان: دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۱۱. وزارت مسکن و شهرسازی. (۱۳۸۹). **بازنگری طرح جامع شهر جدید هشتگرد**. مرحلهٔ اول، جلد دوم.

۱۲. وزارت مسکن و شهرسازی. (۱۳۹۰). **طرح بازنگری توسعه و عمران شهر جدید پرند.**

۱۳. وزارت مسکن و شهرسازی، (۱۳۹۰)، **طرح تفصیلی شهر جدید اندیشه.** شرکت عمران شهرهای جدید.

14. Andrian Tiatsaholiniaina, L.A., V.S. Kouikoglou., et al., (2004). **Evaluating strategies for sustainable development: fuzzy logic reasoning and sensitivity analysis**. Ecological Economics, No. 48(2), pp: 149-172.
15. Aptronix , Inc., (1993). **Fuzzy Logic - From Concept to Implementation**. (Application Note EDU01V10-0193, (408) 428-1888).
16. Attar, Software., (2002). **Fuzzy Logic in Knowledge Builder**. A White Paper in: www.elsevier.com.
17. Bart, Kosko., Satoru, Isaka., (1993). **Fuzzy Logic**. Scientific American, Vol.269, July 1993, p.76.
18. G.J, Klir., T.A, Folger., (1998). **Fuzzy Sets**. Uncertainty and Information, (Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.).
19. George, Grekousis., Panos, Manetos., Yorgos, N.Photis., (2013). **Modeling urban evolution using neural networks,fuzzy logic and GIS: The case of the Athens metropolitan area**. Februrary 2013, Pages 193-203, Volume 30, Cities.
20. Huntington.Technical, Brief., D, Brubaker., (1992). **Fuzzy Motor Controller**. April 1992, No.25, Menlo Park, CA. **Fuzzy but Steady** (1991 Discover Awards) (Discover, Vol. 12, Dec. 1991, pp.73).
21. J.C, Bezdek., (1989). **The Coming Age of Fuzzy Logic**. Proceedings of the 1989 IFSA Congress. (University of Washington, Seattle, WA.
22. Nikolay, Arefiev., Vitaly, Terleev., Vladimir, Badenko., (2015). **GIS-based Fuzzy Method for Urban Planing**. September 2015, Vol.117, pp: 39-44, Procedia Engineering.