

مکان‌یابی مناطق بهینه توسعه‌ی فیزیکی پایدار با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی: شهر همدان)

ابوذر رضانی^۱، کیهان خسروی فرد^{۲*}

^۱ استادیار گروه مهندسی ژئوماتیک - دانشکده مهندسی - دانشگاه سیدجمال الدین اسدآبادی
aramezani@sjau.ac.ir

^۲ دانشجوی کارشناسی مهندسی نقشه‌برداری - دانشکده مهندسی - دانشگاه سیدجمال الدین اسدآبادی
kayhankh73@gmail.com

(تاریخ دریافت شهریور ۱۳۹۸، تاریخ تصویب آبان ۱۳۹۸)

چکیده

امروزه توسعه فیزیکی و رشد جمعیتی در شهرهای ایران همانند سایر کشورهای در حال توسعه روندی رو به افزایش دارد. یکی از معضلات اصلی در حوزه شهری عدم توجه به پارامترهای تاثیرگذار در توسعه پایدار شهری است. در توسعه شهری عوامل مختلفی از جمله پدیده‌های طبیعی نقش ایفا می‌کنند و برای مکان‌یابی مناطق مناسب جهت توسعه فیزیکی پایدار می‌بایست پارامترهای تاثیرگذار در نظر گرفته‌شوند. در غیر اینصورت نوعی ناهمگونی و بی‌نظمی در توسعه فیزیکی شهر رخ خواهد داد و توسعه پایدار محقق نخواهد شد. مهمترین نوآوری این تحقیق ترکیب سامانه اطلاعات مکانی و منطق فازی جهت تعیین محدوده بهینه‌ی توسعه‌ی فیزیکی شهر همدان با رویکرد توسعه پایدار است. از آنجا که تعیین محدوده بهینه توسعه هنوز رخ نداده، و عوامل متعددی در آن دخالت داشته، و از طرفی پیش‌بینی این محدوده بسیار غیر قطعی می‌باشد، لذا استفاده از منطق فازی می‌تواند راه‌گشا باشد. در این تحقیق پارامترهای تاثیرگذار در توسعه شهری، از جمله، گسل، شیب، راههای دسترسی، فاصله از شهر و فاصله از رودخانه‌ها در نظر گرفته شده‌است. نتایج نشان می‌دهد، بهترین محدوده برای توسعه فیزیکی پایدار این شهر قسمت‌های شمال و شمال‌غرب شهر است. همچنین در صورتیکه اهمیت پارامتر زیبایی طبیعت کاهش یابد، شمال‌شرق شهر نیز برای توسعه مناسب خواهد بود. اما در هیچ یک از حالت‌های بررسی‌شده جنوب‌شهر برای توسعه مناسب نیست.

واژگان کلیدی: توسعه شهری، سیستم اطلاعات مکانی، منطق فازی، توسعه پایدار

* نویسنده رابط

۱- مقدمه

امروزه توسعه فیزیکی و رشد جمعیتی در شهرهای ایران روندی رو به افزایش دارد. شرایط و موقعیت مکانی و عوامل و پدیده‌های طبیعی نقش بسیار مؤثری در توسعه شهری ایفا می‌کنند. توسعه فیزیکی شهر می‌بایست با توجه به پارامترهای مختلف و شاخص‌های طبیعی صورت پذیرد تا ناهمگونی و بی‌نظمی در توسعه فیزیکی شهر رخ ندهد.

با توجه به این‌که پروژه توسعه شهری مبنای تجدید ساختارهای اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و حقوق شهری تلقی می‌شود که هدف آن در درجه اول بهبود شهرنشینی و روند شهرگرایی و ترمیم محیط‌زیست شهری، ساماندهی اقتصاد شهری و تقویت جنبه‌های سیاسی اجتماعی زندگی شهری است لذا باید کلیه فاکتورهای مرتبط با توسعه شهر مدنظر قرار گیرد. فاکتورهایی که در صورت رعایت هرکدام از آن‌ها توسعه پایدار شهری در راستایی مناسب و بهینه و اصولی صورت می‌پذیرد [۱]. توسعه پایداری که در جهت رعایت حریم‌های تعیین‌شده از نظر کاربری اراضی، قرارگیری در معرض حوادث طبیعی چون سیل، زلزله و قرارگیری در مسیر گسل‌ها، باد، طوفان، طغیان رود و رودخانه، مسیرهای ارتباطی و همانند آن هست. اگر توسعه شهری بر اساس ضوابط و رعایت قوانین و مقررات باشد در آن صورت ضمن اینکه به حفاظت از منابع محیطی شهر پرداخته‌شده به نیازهای شهروند آنچه در حال بلکه در آینده پاسخ داده می‌شود و توسعه شهری به سمت ارتقای کیفی خود پیش می‌رود.

در ایران یکی از موارد مهم فرایند شهرنشینی، گسترش سریع فیزیکی شهرهای آن است. افزایش بی‌رویه شهرها و رشد ناموزون آن‌ها به دلیل مهاجرت‌های بی‌رویه و افزایش جمعیت، یکی از مشکلات اساسی شهرهای کشور است. اکنون هم یکی از مسائل تمام شهرها، رشد شهرنشینی و به تبع آن گسترش شاخک‌های خزنده شهری بر اراضی پیراشهری است، که پیامدهایی چون: حاشیه‌نشینی، نابودی اراضی کشاورزی، افزایش جمعیت شهرها، عدم امکان پاسخگویی برخی از خدمات و کاربری‌ها در شهر، گسستگی بافت‌های فیزیکی، مشکلات زیست‌محیطی، خصوصاً آلودگی و نابسامانی سیمای شهری

داشته است. در کشورهای درحال توسعه، توسعه شهری سرعت بالایی گرفته‌است. در سال ۲۰۱۰، برای اولین بار تاکنون، بیش از نیمی از جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کردند. در ادامه با این روند، برآورد شده است که تا سال ۲۰۵۰، مناطق شهری به بیش از دوسوم از خانه‌ها خواهد بود. این سرعت سریع شهرنشینی، عمدتاً در کشورهای درحال توسعه، چالش‌های جدی برای مدیران شهری ایجاد کرده‌است [۲].

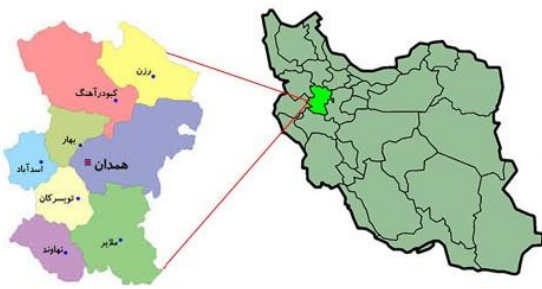
توسعه شهری پایدار مورد توجه محققان بسیاری بوده است. فنگ در مورد یافتن پارامترهای تاثیرگذار در توسعه شهری و مدل‌سازی آنها با سیستم‌های فازی تحقیقی را انجام داد [۳]. در این تحقیق به صورت عددی و تئوری مدلی برای ارزیابی توسعه شهری ارائه شد. اما نتایج تحقیق به صورت تئوری بوده و در تحقیق حاضر نمایش مکانی محل مناسب توسعه شهری ارائه شده است که بسیار کاربردی‌تر است. تحقیقات گذشته نشان داده که توسعه شهری یک روند بسیار پیچیده دارد [۴]. این موضوع دلیلی بر استفاده از سیستم‌های فازی جهت مدل‌سازی توسعه پایدار رشد شهری است. لی و فین [۵] با استفاده از اتوماتای سلولی و منطق فازی مناطق مناسب برای توسعه شهری در شهر سیدنی استرالیا را پیش‌بینی و مدل نمودند. همچنین در نظر گرفتن مناطق مناسب برای توسعه فیزیکی منافع اقتصادی به همراه خواهد داشت. در تحقیقی دیگر توسعه فیزیکی شهر رورکی در کشور هندوستان، از منظر ایجاد زیرساخت‌ها و افزایش منافع اقتصادی مورد بررسی قرار گرفت [۶]. این تحقیقات نشان دهنده اهمیت مکان‌یابی مناسب برای توسعه فیزیکی هستند که می‌توانند تبعات مالی و زیرساختی و محیطی به همراه داشته باشند. کومار و وسیم [۷] با استفاده از تکنیک‌های چندمعیاره و سیستم اطلاعات مکانی، به تحلیل مناطق مناسب برای توسعه شهر از منظر محیطی با کاهش آسیب به طبیعت پرداختند. در تحقیقی دیگر مناطق مناسب برای توسعه فیزیکی شهر اراک با در نظر گرفتن پارامترهای طبیعی بستر زمین‌شناسایی شده است [۸]. با توجه به اینکه شهر اراک بر بستری از رسوب‌های آبرفتی-سیلابی قرار گرفته است، در معرض سیلاب قرار دارد. در تحقیقی دیگر اهمیت توسعه پایدار شهری و تاثیر آن بر آنالیز توسعه پایدار برای شهر تهران با استفاده از AHP و GIS انجام شده است [۹]. این تحلیل‌ها می‌توانند

تصمیم‌گیران را در راستای توسعه پایدار برای مناطق شهری افزایش می‌دهند [۲۰].

یکی از کاربردهای سیستم اطلاعات مکانی یافتن مکان یا مکان‌هایی است که از شرایط ویژه ای برخوردار باشند. با کمک GIS می‌توان مکان‌هایی را پیدا کرد که پدیده خاصی در آن وجود دارد که در مدل‌سازی و ترسیم انعکاس این پدیده‌ها بسیار مهم و قابل کاربرد است. به کمک GIS می‌توان رفتار پدیده‌های طبیعی را مدل‌سازی و نقشه توسعه مکانی شهر را محاسبه و بدست آورد [۱۸].

۲- مواد و روش تحقیق

شهرستان همدان با ۳۵۲۱ کیلومتر مربع وسعت و متوسط ارتفاع ۱۸۲۰ متر بالاتر از سطح دریا، اولین قطب جمعیتی استان همدان محسوب می‌شود. این شهرستان یکی از ۹ شهرستان استان همدان به مرکزیت شهر همدان است. جمعیت این شهرستان بالغ بر ۶۷۶،۱۰۵ نفر در سال ۱۳۹۵ است. از طرفی مساحت شهر همدان ۶۲۰ کیلومتر مربع است که تقریباً تشکیل دهنده ۱۸ درصد از کل شهرستان است.



شکل ۱- نقشه‌ی موقعیت استان همدان در کشور

با توجه به این‌که توسعه فیزیکی یکی از عوامل مهم گسترش شهرنشینی است باید در جهت و سمتی باشد که تمامی قوانین و مقررات توسعه در شهرهای مختلف با موقعیت‌های گوناگون در آن رعایت گردد. همواره گسترش و توسعه فیزیکی نیازمند فضا و مکانی است که با رشد شهرنشینی و توسعه شهری فضاهایی با کاربردهای مناسب و رعایت شده از نظر قرارگیری در معرض حریم‌های مختلف صورت پذیرد. توسعه‌ی شهری نیز تعریفی است که در این مباحث در کنار توسعه فیزیکی مطرح شده است و عبارت است از گسترش هماهنگ و متعادل سطح اختصاص داده‌شده به ساختمان‌های مسکونی یک شهر با سطوح موردنیاز در سطحی استاندارد و قابل قبول. معمولاً

ابزاری جهت بهبود تصمیم‌گیری در زمینه تخصیص کاربری زمین باشند. در همین زمینه تحقیقات گسترده‌ای وجود دارد که تناسب جغرافیایی [۱۰]، گونه‌های حیات وحش [۱۱]، برای فعالیت‌های کشاورزی [۱۲]، برنامه‌ریزی و ارزیابی کاربری‌ها [۱۳]، برنامه‌ریزی منطقه‌ای [۱۴] و ارزیابی اثرات محیطی [۱۵] از جمله این تحقیقات هستند. بکارگیری منطق فازی در مکانیابی نیز در تحقیقاتی که در عملکرد پارامترهای تاثیرگذار به نوعی نایقینی وجود دارد، به چشم می‌خورد. از آن جمله مکانیابی شرکت‌های بیمه با استفاده از تحلیل‌های چندمعیاره و منطق فازی است [۱۶] و همچنین مکانیابی زیرساخت‌های حیاتی در مقابل سنجنده‌های صوتی با استفاده از منطق فازی است [۱۷]. آنچه در تحقیقات گذشته به آن توجه نشده است، مدل‌سازی پارامترهای مکانی تاثیرگذار در توسعه شهری بوسیله سیستم اطلاعات مکانی و نایقینی موجود در پیچیدگی مدل بوسیله سیستم‌های فازی است. یافتن مکان‌های مناسب برای توسعه شهری پایدار نیاز به تحلیل‌های مکان‌مبنا است. با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی می‌توان پارامترهای گوناگون و عوامل موثر بر توسعه‌ی شهری را با توجه به محدودیت‌های فیزیکی از جمله رودخانه، شیب، گسل و مانند آن مدل‌سازی نمود. مکان‌یابی توسط سیستم اطلاعات مکانی با جمع‌آوری، ذخیره، بازیابی و کنترل و ادغام و پردازش، تحلیل و مدل‌سازی و نمایش داده‌های مکانی می‌تواند ابزاری قوی برای استفاده بهینه از منابع و ذخایر در دست برنامه ریزان و مدیران باشد [۱۸].

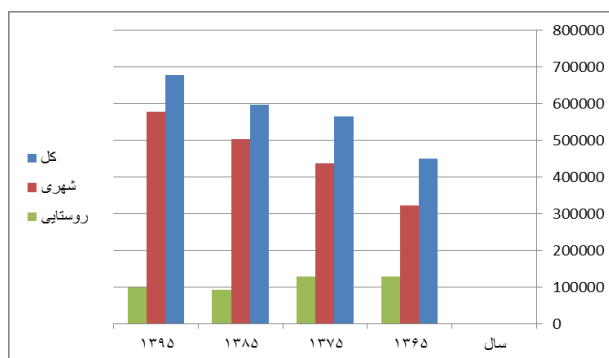
رویکرد فازی ابزار بسیار مناسبی برای حسابگری روی نایقینی‌ها و عدم اطمینان و مدل‌سازی متغیرهای زبان است. محاسبات فازی ابزاری بنیادی جهت استدلال‌گری تقریبی با استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی فراهم می‌آورد [۱۹]. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم و متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقیق و مبهم‌اند صورت بندی ریاضی بخشیده و زمینه را برای استدلال، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد.

نقشه‌های توسعه‌شهری یکی از ابزارهای توانمند برای یاری مدیران هستند، بطوریکه مدیران می‌توانند با بهره‌گیری از آن در بهبود خدمات، تصمیمات سریع، صحیح و مناسب اخذ کنند. همچنین این نقشه‌ها کارایی

توسعه شهری در ارتباط تنگاتنگ با میزان رشد شهری است و در این رابطه افزایش طبیعی جمعیت شهری، میزان مهاجرت به شهر، انتقال ساخت جمعیتی جوامع غیرشهری به شهر و ساخت جمعیت از عوامل اساسی به شمار می‌روند [۱]. در جدول (۱) و شکل (۱) آمار جمعیت شهرستان همدان طی دوره ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ نشان داده شده است.

جدول ۱- آمار تعداد کل جمعیت شهرستان همدان به تفکیک نقاط شهری و روستایی طی دوره ۹۵-۱۳۶۵

سال	کل	شهری	روستایی
۱۳۶۵	۴۵۰,۳۸۰	۳۲۱,۸۶۸	۱۲۸,۵۱۲
۱۳۷۵	۵۶۳,۴۶۶	۴۳۶,۰۴۴	۱۲۷,۴۲۲
۱۳۸۵	۵۹۶,۰۶۴	۵۰۳,۲۵۷	۹۲,۸۰۷
۱۳۹۵	۶۷۶,۱۰۵	۵۷۷,۴۵۸	۹۸,۶۴۳



شکل ۲- آمار تعداد کل جمعیت شهرستان همدان به تفکیک نقاط شهری و روستایی طی دوره ۹۵-۱۳۶۵

در جدول ۲ نسبت جمعیت شهری به جمعیت کل نشان داده شده است که تغییرات بسیار زیادی را نشان می‌دهد.

جدول ۲- نسبت شهرنشینی از کل جمعیت استان همدان

سال	سال	واحد اندازه‌گیری	نسبت شهرنشینی از کل جمعیت
سال (۱۳۸۸)	سال (۱۳۸۳)	درصد	۵۲/۷

طبق این آمار جمعیت شهری همدان در طی هر دهه افزایش یافته و جمعیت روستایی شهرستان همدان به‌مرور زمان تا سال ۱۳۸۵ کاهش یافته است.

برای سال ۱۴۰۰ پیش‌بینی می‌شود که جمعیت شهر همدان ۱۰۷,۰۹ درصد رشد داشته باشد، یعنی حدود ۴۱۰۰۰ نفر و با توجه به اینکه شهر همدان جز کلان شهر

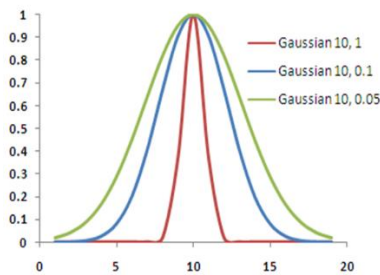
های ایران می‌باشد سرانه‌ی مسکونی برای هر نفر ۲۵ مترمربع می‌باشد. در نتیجه برای این جمعیت ۱۰۲۵۰۰۰ مترمربع فضای مسکونی نیاز است. همچنین در صورت توسعه برونزا، فضای سبز، فضای مذهبی، آموزشی و مانند آن نیز نیاز است که به مساحت مورد نیاز فضای مسکونی اضافه می‌شود.

مقداری از این جمعیت نیز در توسعه درون‌زا پوشش داده خواهد شد، ولی از آنجایی که در شهر همدان امکان توسعه فیزیکی در همه جهات وجود دارد، بلندمرتبه‌سازی نمی‌تواند راه‌حل کافی برای پوشش رشد جمعیت باشد.

باتوجه به این‌که پروژه توسعه شهری مبنای تجدید ساختارهای اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و حقوق شهری تلقی می‌شود که هدف آن در درجه اول بهبود شهرنشینی و روند شهرگرایی و ترمیم محیط‌زیست شهری، ساماندهی اقتصاد شهری و تقویت جنبه‌های سیاسی اجتماعی زندگی شهری است لذا باید کلیه فاکتورهای مرتبط با توسعه شهر مدنظر قرار گیرد. فاکتورهایی که در صورت رعایت هرکدام از آن‌ها توسعه شهری در راستایی مناسب و بهینه و اصولی صورت می‌پذیرد در آن صورت قاطعانه می‌توان واژه توسعه پایدار شهری را بیان کرد توسعه پایداری که در جهت رعایت حریم‌های تعیین‌شده از نظر کاربری اراضی، قرارگیری در معرض حوادث طبیعی چون سیل، زلزله و قرارگیری در مسیر گسل‌ها، باد، طوفان، طغیان رود و رودخانه، مسیرهای ارتباطی و همانند آن هست. اگر توسعه شهری بر اساس ضوابط و رعایت قوانین و مقررات باشد در آن صورت ضمن این‌که به حفاظت از منابع محیطی شهر پرداخته شده به نیازهای شهروند آنچه در حال بلکه در آینده پاسخ داده می‌شود و توسعه شهری به سمت ارتقای کیفی خود پیش می‌رود.

شاخص‌های مورد استفاده در مکان‌یابی نسبت به نوع کاربرد آن‌ها متفاوت اند اما همه‌ی آن‌ها در جهت انتخاب مکان مناسب همسو است. استفاده از این شاخص‌ها نیاز به داشتن اطلاعات صحیح و کامل از مکان مورد مطالعه دارد. باید بدانیم عده‌ای از متغیرها به یک صورت در طول دوره‌های مختلف تغییرپذیرند و تعدادی بدون تغییر و ثابت هستند. زلزله‌خیزی منطقه یا قرارگیری منطقه‌ی موردنظر بر روی گسل از عوامل ثابت هستند و منابع آبی مانند رودخانه‌ها و مسیل‌ها و همانند آن از دسته عوامل

طبق مطالعات پهنه‌بندی انجام‌شده جنوب استان همدان شامل شهرستان نهاوند در قسمت خطر خیزترین نقطه قرار دارد. گسل اصلی زلزله از ترکیه وارد ایران شده و بعد از گذر از استان کردستان و کرمانشاه وارد شهرستان نهاوند سپس بروجرد می‌شود. مناطق کم‌خطر از نظر زلزله در کشورمان عمدتاً مناطقی هستند که کسی در آن‌ها زندگی نمی‌کند که شامل «کویر لوت» است و کسی در آنجا توان زندگی ندارد. علاوه بر آن نوار سنندج - سیرجان ناحیه دیگر کم‌خطر زلزله است. این منطقه شامل اصفهان، سنندج، اراک و همدان می‌شود و همچنین ناحیه جنوب اهواز به سمت آبادان و خرمشهر از لرزه‌خیزی کمتری برخوردار هستند. اما بقیه مناطق ایران جزء مناطق پر لرزه هستند. برای لایه گسل نیز با توجه به اینکه ساختمان‌ها هر چه از گسل دورتر باشد ایمن‌تر هستند در نتیجه نوع عضویت دهی Large انتخاب می‌شود. شکل ۳ تابع عضویت فازی برای حریم گسل را نشان می‌دهد.



شکل ۳- تابع عضویت فازی Gaussian برای حریم گسل

۳-۲- حریم راه

یکی از عوامل مهم دیگر در توسعه شهرها، راه‌ها و حریم مربوط به آن‌ها می‌باشد. مصوبه‌ای هم در خردادماه سال ۱۳۶۸ به منظور حفظ حریم راه‌ها در محدوده استحفاظی و جلوگیری از توسعه بی‌رویه شهرها به سمت جاده‌ها به تصویب شورای عالی شهرسازی و معماری رسیده که عبارتند از:

- ۱- ایجاد هرگونه ساختمان و تأسیسات تا عمق ۱۵۰ متر از بر حریم راه در طرفین جاده‌های کمربندی واقع در حریم استحفاظی و همچنین ایجاد هرگونه راه دسترسی هم‌سطح به جاده‌های مذکور ممنوع است.
- ۲- احداث هرگونه ساختمان و تأسیسات در طرفین کلیه راه‌های بین‌شهری واقع در محدوده استحفاظی و حریم شهرها به عمق ۱۵۰ متر از بر حریم قانونی راه و همچنین ایجاد راه‌های دسترسی هم‌سطح به جاده اصلی ممنوع است.

متغیر و پویایی است که در دوره‌های مختلف آب و هوایی و در طی زمان تغییرات محسوسی دارند بنابراین باید شرایط و پارامترهای مناسب را شناسایی و ارزیابی نمود. مکان‌یابی فرایندی است که از طریق آن می‌توان بر اساس شرایط تعیین‌شده و با توجه به منابع و امکانات موجود، بهترین محل مورد نظر برای یک فعالیت را تعیین کرد. مکان‌یابی در واقع تجزیه و تحلیل توأمان اطلاعات مکانی و داده‌های توصیفی به منظور یافتن یک یا چند موقعیت مکانی با ویژگی‌های توصیفی مورد نظر کاربر است [۱۵]. انتخاب مکان مناسب برای یک فعالیت در سطح کشور، یکی از گام‌های اساسی برای انجام یک طرح گسترده است که نیازمند تحقیق در مکان از دیدگاه‌های مختلف است. یکی از مقولات مهم در برنامه‌ریزی شهری، تعیین مکان مناسب برای استقرار کاربری‌های شهری است. این بدان معنا است که فعالیت‌های مختلف شهری نیازمند فضای مناسب است و امکان استقرار آن‌ها در هر ناحیه‌ای از شهر وجود ندارد؛ بنابراین استقرار هر عنصر شهری در موقعیت فضایی کالبدی خاصی از سطح شهر، تابع اصول، قواعد و سازوکار خاصی است که در صورت رعایت شدن به موفقیت و کارایی عملکردی آن عنصر در همان مکان مشخص خواهد انجامید و در غیر این صورت مشکلات فراوانی بروز خواهد کرد [۲۱].

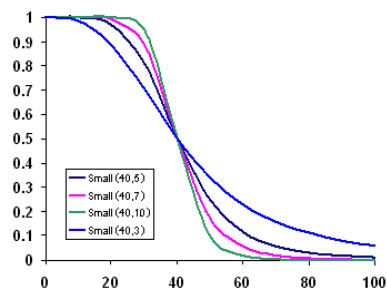
۳- بررسی شاخص‌های تأثیرگذار بر مکان‌یابی

توسعه فیزیکی پایدار شهر همدان

۳-۱- حریم گسلی

عامل مهمی که باید در مکان‌یابی توسعه فیزیکی رعایت شود گسل و حریم آن است. در راستای توسعه شهری باید از این مناطق اجتناب کرد و حریم مربوط به آن‌ها حتماً رعایت گردد. در انتخاب محل شهر و برنامه‌ریزی قبلی جهت آن بهتر است در صورت وجود گسل در منطقه نوع آن‌ها از نظر فعال بودن شناسایی شود و از غیرفعال بودن گسل اطمینان به عمل آید اما چنانکه شهری در کنار گسل‌ها شکل گیرد، ضروری است از استقرار بناها در طول خط گسل و مجاورت آن جلوگیری به عمل آید. معمولاً محدوده ۲۰ کیلومتری از گسل فعال را منطقه خطر معرفی می‌کنند؛ زیرا محدوده ۱۵ تا ۷۰ کیلومتری از گسل ناحیه مرکز زلزله است.

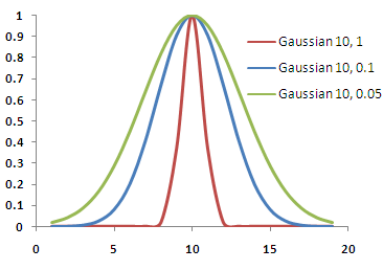
برای لایه راه‌ها با توجه به اینکه منطقه موردنظر هر چه به راه نزدیک‌تر باشد بهتر است در نتیجه نوع عضویت دهی Small انتخاب شده و شکل ۴ نمایی از تابع عضویت حریم راه را نشان می‌دهد.



شکل ۴- تابع Small برای تابع عضویت حریم راه

۳-۳- توپوگرافی

عامل دیگری که در توسعه فیزیکی شهرها و احداث بناها مهم می‌باشد، شیب توپوگرافی است. حداکثر شیب متعادل به‌منظور توسعه شهری ۱۰ تا ۱۵ درصد است با توجه به مسائلی چون دفع فاضل آب‌ها و سیلاب‌ها و ایجاد روان‌آب‌ها شیب این منطقه را موردبررسی قرار می‌دهیم. شکل ۵ تابع عضویت پارامتر شیب را نشان می‌دهد.



شکل ۵- تابع Gaussian برای تابع عضویت پارامتر شیب

۳-۴- کاربری اراضی

برنامه‌ریزی کاربری زمین به‌عنوان بنیان سیاست‌گذاری در طرح‌های شهری محسوب می‌گردد. تحقیقات مربوط به ساخت شهر در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که بدون برنامه‌ریزی کاربری زمین نمی‌توان به الگوی زیست در شهرها دست‌یافت و هسته اصلی و عملی برنامه‌ریزی شهری، برنامه‌ریزی کاربری زمین است که نه‌تنها به‌طور مناسبی در طبقه‌ی برنامه‌ریزی عملکردی جای می‌گیرد بلکه راهنمایی برای جهت دادن به توسعه شهری است. با افزایش جمعیت و رشد و توسعه شهری زمین‌های کشاورزی و جنگل‌ها همواره مورد تهدید

قرارگرفته‌اند. با تغییر کاربری اراضی کشاورزی و جنگل‌ها و اختصاص آن‌ها به زمین‌هایی با کاربری مسکونی در اغلب شهرها توسعه نامناسب فیزیکی را در بردارد.

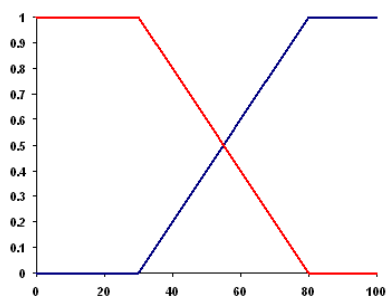
در این پروژه با توجه به شیب فایل کاربری اراضی‌ای که برای شهر همدان یافت شد تصمیم بر آن شد که کل منطقه شهری همدان را کاربری مسکونی در نظر بگیریم و تا حدود ۳۵۰۰ متر از اطراف شهر را نیز برای توسعه‌ی شهری، مسکونی در نظر بگیریم که با در نظر گرفتن پارامترهای دیگر مشخص می‌شود از این محدوده چه مناطقی برای توسعه مناسب هستند.

۳-۵- فاصله از مرکز شهر

چون در این تحقیق کل شهرستان همدان برای توسعه ی فیزیکی شهر همدان بررسی می‌شود، منطقه مناسب نباید فاصله زیادی از شهر داشته باشد به همین دلیل پارامتر فاصله از مرکز شهر نیز لحاظ شده است. با توجه به اینکه لایه فاصله از شهر را نمی‌توان با هیچ یک از توابع Fuzzy عضویت دهی نمود در نتیجه برای آن تابعی متفاوت تعریف شده است.

۳-۶- فاصله از روخانه

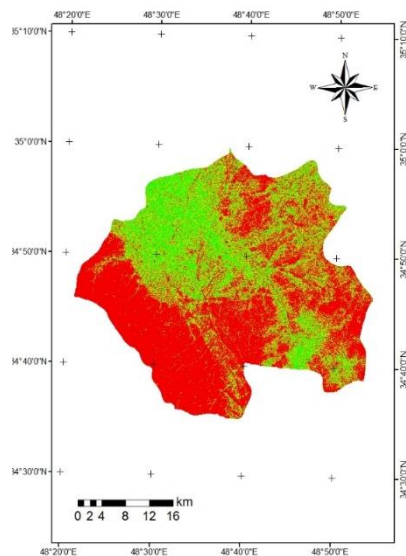
در توسعه ی شهری می‌توان از طبیعت اطراف رودخانه و زیبایی آن بهره برد. برای لایه رودخانه‌ها با توجه به اینکه منطقه موردنظر هر چه به فضای سبز اطراف رودخانه نزدیک‌تر باشد بهتر است و همچنین با توجه به مطالعات انجام‌شده فاصله‌ی ۵۰ متر تا رودخانه بیشترین مطلوبیت را دارد و فاصله‌ی بیشتر از ۲۰۰۰ متر عضویت صفر دارند. شکل ۶ تابع Linear برای فاصله از رودخانه را نشان می‌دهد.



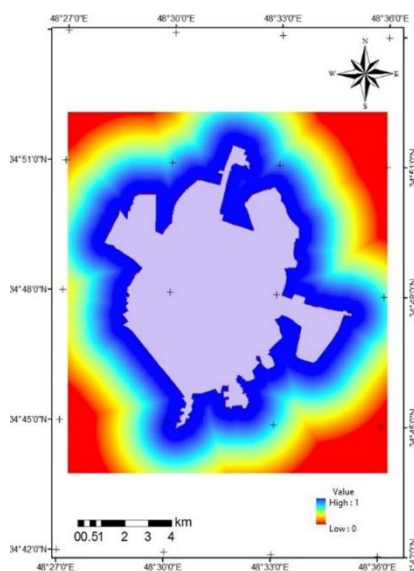
شکل ۶- تابع Linear برای فاصله از رودخانه

۴- بحث و یافته‌های تحقیق

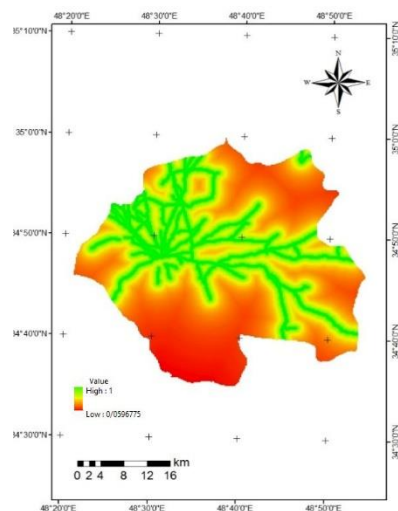
پس از تعریف توابع فازی، با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS این توابع بر روی لایه‌های اطلاعاتی اعمال می‌شوند. برای ترسیم و تعیین نقشه نهایی از سیستم فازی سوگنو استفاده شده است. سیستمی که در آن قاعده فازی از یک عبارت توصیفی با مقادیر زبانی، به یک رابطه ساده تبدیل شده و خروجی سیستم به صورت غیر فازی است. در این سیستم دیگر نیازی به اعمال عملگر بر روی سیستم و غیرفازی کردن نمی‌باشد. از مزایای سوگنو اینست که خروجی آن در اکثر موارد قابل استفاده است و نیازی به تغییر نیست. در این سیستم ورودی سیستم در روی قواعد اعمال شده و سپس در وزن هر قانون ضرب شده و حاصل بر مجموع مقادیر قواعد تقسیم می‌شود. شکل ۷ الی ۱۲ نمایی از اعمال توابع فازی بر روی پارامترهای تاثیرگذار را نشان می‌دهد.



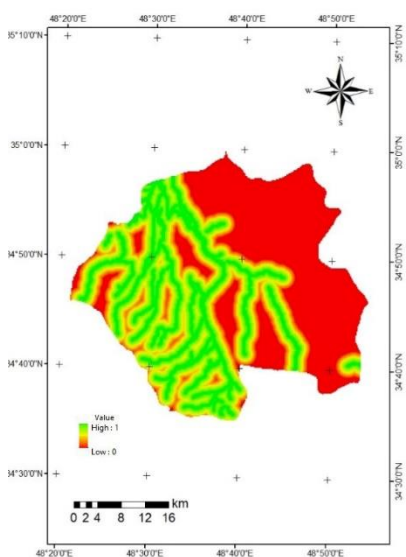
شکل ۹ - پارامتر شیب



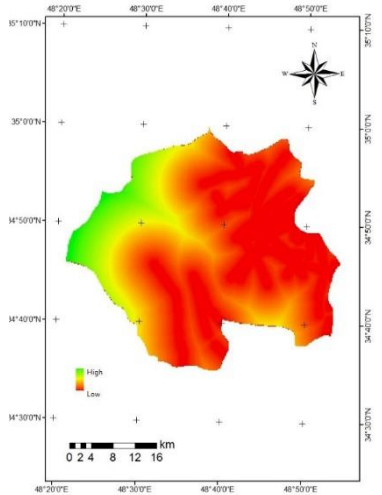
شکل ۱۰- پارامتر فاصله از شهر



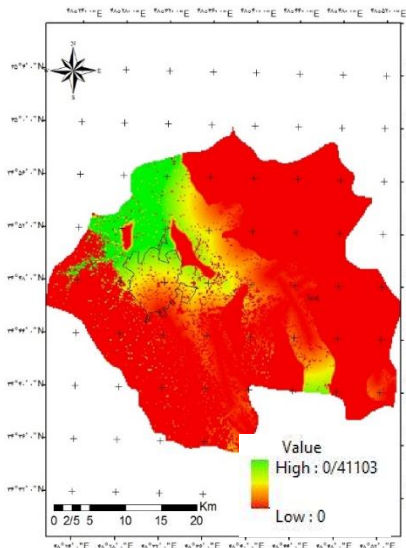
شکل ۷= پارامتر فاصله از جاده



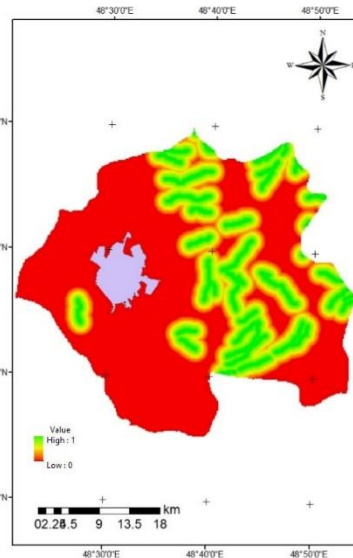
شکل ۱۱- نمایش فازی فاصله از رودخانه‌های نزدیک شهر



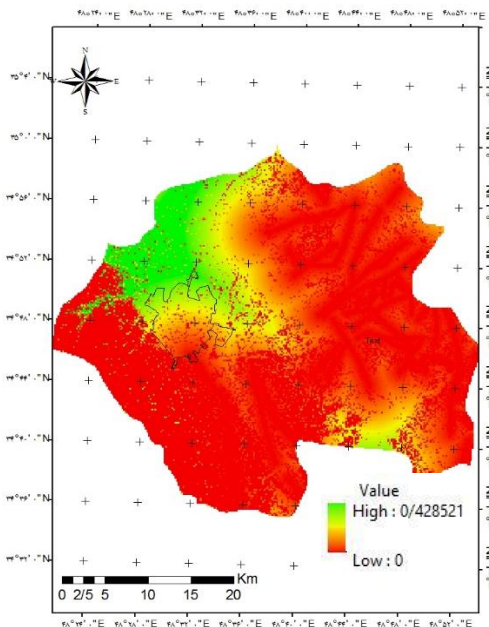
شکل ۸- پارامتر فاصله از غسل



شکل ۱۳- در نظر گرفتن همه پارامترها غیر از فاصله از شهر



شکل ۱۲- نمایش فازی فاصله از رودخانه‌های دور از شهر



شکل ۱۴- مناطق مناسب توسعه فیزیکی در کل شهرستان بدون در نظر گرفتن فاصله از شهر و فاصله از رودخانه

در این حالت نیز مناطق مناسب برای توسعه شهری در شمال غرب شهر واقع شده‌اند. در حالت سوم با در نظر گرفتن همه پارامترهای تاثیرگذار در توسعه فیزیکی شهر همدان مناطق مناسب جهت توسعه شهری مشخص شده است (شکل ۱۵).

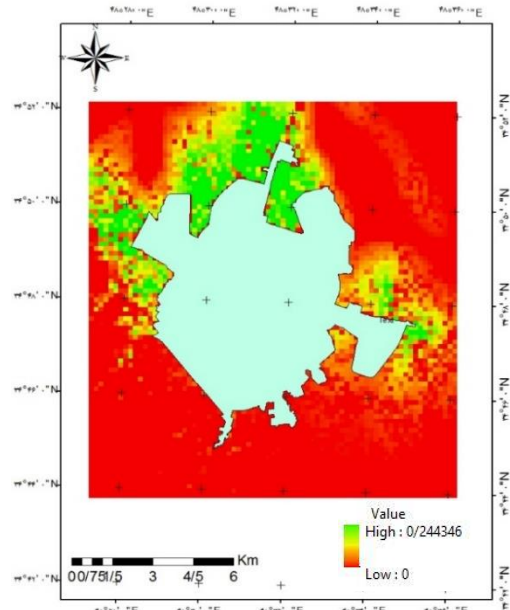
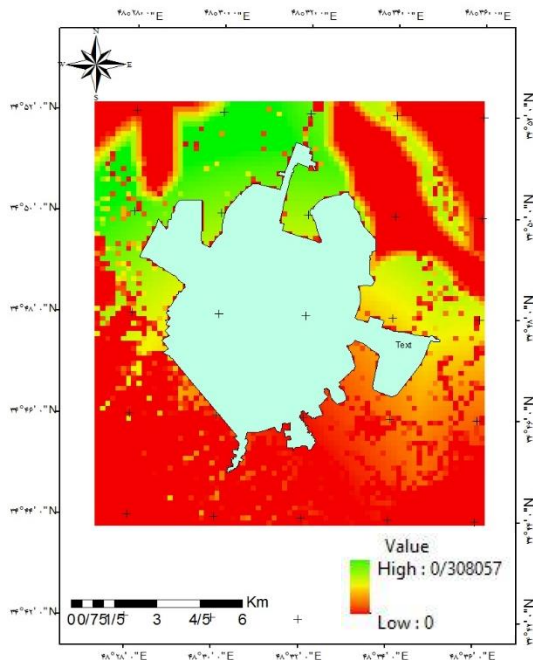
با توجه به اهمیت رودخانه در انتخاب مکانی مناسب برای رسیدن به نتیجه بهتر رودخانه‌ها به دو دسته دور و نزدیک تقسیم شده‌اند، زیرا ممکن است رودخانه‌های دور تأثیر منفی در نتایج داشته باشند. به همین علت این داده‌ها مورد بررسی قرار نمی‌گیرد و فقط رودخانه‌های نزدیک به شهر اعمال می‌شود.

۵- بهترین ناحیه برای توسعه

برای یافتن بهترین ناحیه برای توسعه حالت‌های مختلفی بررسی شده‌است.

حالت اول در نظر گرفتن همه پارامترها، غیر از پارامتر فاصله از شهر است. در واقع هدف از این حالت، مشخص نمودن مکان‌های مناسب برای توسعه شهری در کل شهرستان است (شکل ۱۳).

در شکل ۱۳ مناطق مناسب برای توسعه شهری به رنگ سبز مشخص شده است که شمال غرب شهر همدان است. حالت دوم، در نظر گرفتن همه پارامترها غیر از فاصله از شهر و فاصله از رودخانه‌ها است. مانند حالت قبل هدف از این کار نیز مشخص نمودن مکان‌های مناسب برای توسعه شهری در کل شهرستان هست با این تفاوت که به دلیل کم‌اهمیت بودن رودخانه‌ها نسبت به سایر داده‌ها در این حالت رودخانه‌ها در نظر گرفته نشدند (شکل ۱۴).

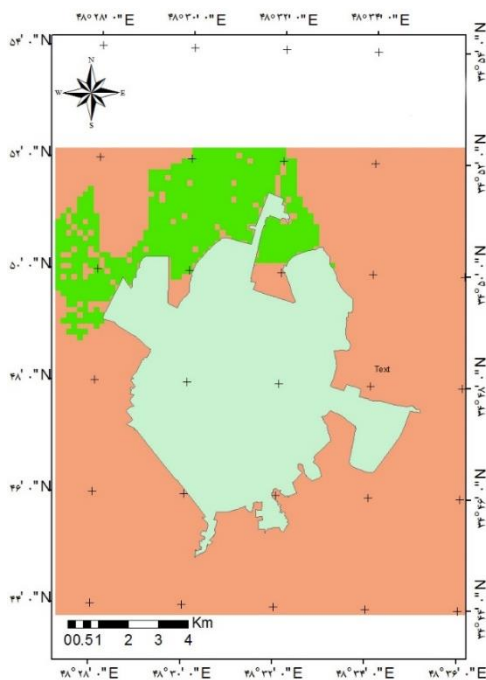


شکل ۱۵- مناطق مناسب توسعه شهری برای همه پارامترها

شکل ۱۷- در نظر گرفتن همه پارامترها به جز فاصله از روخانه برای شهر همدان

مقایسه‌ی حالت ۴ و ۵ نشان می‌دهد که دلیل نامناسب بودن شمال شرق همدان برای توسعه عدم وجود رودخانه‌ها در این منطقه می‌باشد.

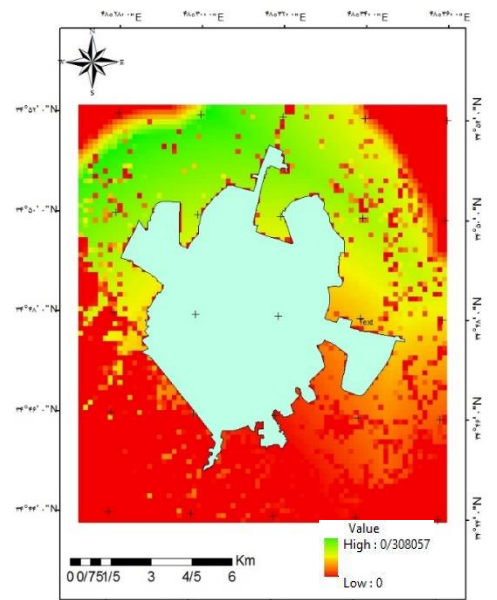
با توجه به حالات‌های مختلفی که بررسی گردید بهترین ناحیه‌ای که تقریباً در تمام حالات مشترک است در شکل ۱۸ نشان داده شده است.



شکل ۱۸- بهترین مناطق برای توسعه آبی شهر همدان

در این حالت نیز مناطق مناسب برای توسعه فیزیکی مناطق شمال و شمال غرب، قسمت‌هایی از غرب و مناطق کوچکی از شرق شهر است.

حالت چهارم استفاده از عملگر کمینه با در نظر گرفتن همه پارامترهای تاثیرگذار در توسعه شهر است (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- عملگر کمینه برای همه پارامترهای تاثیرگذار در توسعه فیزیکی شهر

در این حالت تقریباً تمامی مناطق شمال شرق، شمال و شمال غرب برای توسعه مناسب شناخته شده‌اند.

حالت پنجم، در نظر گرفتن همه پارامترهای تاثیرگذار در توسعه فیزیکی شهرها، به جز فاصله از رودخانه‌ها است (شکل ۱۷).

در شکل ۱۸ نشان داده شده است که بهترین مکان برای توسعه پایدار شهر همدان، قسمت شمالی شهر است. با فازی کردن پارامترهای تاثیرگذار در توسعه شهری، پیش‌بینی مدل به نحو بهتری صورت پذیرفته است. مسئولین شهری با استفاده از این مدل می‌توانند برنامه‌های آتی برای توسعه شهری را به سمت توسعه پایدار برنامه‌ریزی نمایند.

۶- نتیجه‌گیری

با توجه افزایش جمعیت و روند رو به رشد توسعه فیزیکی در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، می‌بایست با تکیه برای ابزارهای علمی و با بررسی عوامل مختلف این توسعه را به سمت توسعه فیزیکی پایدار پیش برد. با بررسی‌های آماری صورت گرفته مشخص گردید که جمعیت شهر همدان نیز در طول سال‌های گذشته افزایش یافته است. باید توجه داشت که در زمان

برنامه‌ریزی برای توسعه فیزیکی پایدار شهرها باید عوامل توسعه فیزیکی شهر مورد بررسی قرار گیرد و متناسب با آن عمل شود. در این تحقیق با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی برای تحلیل پارامترهای تاثیرگذار در رشد و توسعه پایدار شهر استفاده شد. از آنجایی که تاثیر پارامترهای مختلف در شهرنشینی همراه با ناپیوستگی می‌باشد، منطق فازی به عنوان ابزاری مناسب جهت مدل‌سازی این پارامترهای مورد استفاده قرار گرفت و در نهایت با ترکیب پارامترهای مختلف نتایج ارائه شد.

نتایج نشان می‌دهد، بهترین مکان‌ها برای توسعه فیزیکی پایدار شهر، قسمت‌های شمال و شمال غرب شهر است. البته اگر نزدیکی به رودخانه‌ها برای استفاده از فضای سبز و زیبایی و طبیعت مهم نباشد، شمال شرق نیز برای توسعه مناسب است. اما نکته قابل توجه این است که در هیچ یک از حالت‌های بررسی شده جنوب شهر برای توسعه مناسب نبود.

مراجع

- [۱] ق. دربان، امیراحمدی، پورهاشمی، زاهده، پورهاشمی، سیما، مکان‌یابی مناطق بهینه توسعه‌ی فیزیکی شهر سبزوار بر مبنای شاخص‌های محیطی، علوم جغرافیایی، ۱۳ (۲۰۱۸) ۱۴۶-۱۶۹.
- [2] A. Mabaso, M.D. Shekede, I. Christa, L. Zanamwe, I. Gwitira, E. Bandaiko, Urban physical development and master planning in Zimbabwe: An assessment of conformance in the City of Mutare, (2015).
- [3] S. Feng, L.D. Xu, Decision support for fuzzy comprehensive evaluation of urban development, Fuzzy Sets and Systems, 105 (1999) 1-12.
- [4] F. Shan, L.D. Xu, A hybrid knowledge-based system for urban development, Expert Systems with Applications, 10 (1996) 157-163.
- [5] Y. Liu, S.R. Phinn, Modelling urban development with cellular automata incorporating fuzzy-set approaches, Computers, Environment and Urban Systems, 27 (2003) 637-658.
- [6] K. Jain, Y.V. Subbaiah, Site suitability analysis for urban development using GIS, Journal of Applied Sciences, 7 (2007) 2576-2583.
- [7] M. Kumar, V.R. Shaikh, Site suitability analysis for urban development using GIS based multicriteria evaluation technique, Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 41 (2013) 417-424.
- [8] M. Abedini, M. Bahareh, Geomorphological zoning of the city of Arak using fuzzy logic model (The approach to the future development of arak), International Journal Of Geo Science and Environmental Planning, 1 (2016) 19-28.
- [9] M. Javadian, H. Shamskooshki, M. Momeni, Application of sustainable urban development in environmental suitability analysis of educational land use by using AHP and GIS in Tehran, Procedia Engineering, 21 (2011) 72-80.
- [10] G. Bonham-Carter, Geographic Information Systems for Geoscientists, Volume 13: Modelling with GIS (Computer Methods in the Geosciences), (1994).
- [11] R. Store, J. Kangas, Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling, Landscape and urban planning, 55 (2001) 79-93.
- [12] S. Kalogirou, Expert systems and GIS: an application of land suitability evaluation, Computers, environment and urban systems, 26 (2002) 89-112.

- [13] P.F. Vogt, M.J. Miller, Development and applications of amino acid-derived chiral acylnitroso hetero Diels-Alder reactions, *Tetrahedron*, 54 (1998) 1317-1348.
- [14] R. Janssen, P. Rietveld, Multicriteria analysis and geographical information systems: an application to agricultural land use in the Netherlands, in: *Geographical information systems for urban and regional planning*, Springer, 1990, pp. 129-139.
- [15] D. Moreno, M. Seigel, A GIS approach for corridor siting and environmental impact analysis, in: *GIS/LIS*, 1988, pp. 507-514.
- [۱۶] د. آرا، طراحی مدل ریاضی تعیین مکان بهینه ی استقرار شعب شرکت بیمه با استفاده از ترکیب روش های تصمیم گیری چند معیاره ی فازی. (2020). *Journal of New Researches in Mathematics*,
- [17] A. Ramezani, M. Malek, H. Sahami, R. Hosnavi, A.M. Zare, Vulnerability Assessment of Critical infrastructure against Acoustic Sensor of Smart and Unmanned aerial threats, *ADST Journal*, 7 (2016) 149-157.
- [18] P.A. Burrough, R. McDonnell, R.A. McDonnell, C.D. Lloyd, *Principles of geographical information systems*, Oxford university press, 2015.
- [19] R. Kruse, J.E. Gebhardt, F. Klowon, *Foundations of fuzzy systems*, John Wiley & Sons, Inc., 1994.
- [20] H. Eskandari, *Lessons in passive defense; land use planning from the perspective of passive defense*, 1" ed, Tehran: Boustane Hamid publication, (2011) 40-76.
- [21] F. Shan, L.D. Xu, Integrating knowledge-based simulation with aspiration-directed model-based decision support system, *Journal of Systems Engineering and Electronics*, 7 (1996) 25-33.