

## بررسی و ارزیابی جهات بهینه توسعه فضایی - کالبدی شهر مهاباد

جمال امینی<sup>۱</sup>

منصور عزیزی<sup>۲</sup>

مهسا فرامرزی اصل<sup>۳</sup>

### چکیده

امروزه یکی از موارد بسیار مهم و پیچیده برای برنامه‌ریزان شهری، تصمیم‌گیری در مورد مکان‌های مناسب جهت گسترش آتی شهر و تعیین اراضی مناسب توسعه می باشد که این مهم تنها با نگاهی جامع نسبت به تمام عوامل تأثیرگذار در جهت‌یابی توسعه‌ی فیزیکی شهر، محقق خواهد شد. شناخت و تعیین تناسب و استعداد زمین برای توسعه کالبدی و شهری از اقدامات اولیه در برنامه‌ریزی‌های فضایی و محیطی است. هدف از انجام پژوهش این بود که با توجه به عوامل موثر در توسعه کالبدی شهر، نواحی مناسب برای توسعه کالبدی در شهر مهاباد شناسایی و پراکنش فضایی آن مشخص گردد. معیارهای مورد استفاده شامل لایه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، کاربری زمین، شیب، جهت شیب، حریم رودخانه، دسترسی به شبکه‌های ارتباطی و رعایت حریم گسل محدوده بودند. که تعیین تناسب زمین از طریق معیارهای مورد استفاده و مدل TOPSIS Fuzzy در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی صورت گرفت. تناسب زمین برای توسعه کالبدی به پنج طبقه خیلی مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و خیلی مناسب تقسیم شد و نقشه پهنه‌بندی آن تهیه

۱- کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS دانشگاه تربیت مدرس تهران (نویسنده مسئول)

Email: jamal.amini59@gmail.com

۲- دانشجوی دکترای شهرسازی دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

۳- دکتری شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

گردید. نتایج حاکی از آن است که از کل محدوده مورد مطالعه، ۱۱ درصد خیلی مناسب و بدون محدودیت، ۸/۷ مناسب، ۲۰/۳۲ درصد متوسط، ۲۹/۰۲ درصد نامناسب و ۳۰/۹۶ درصد از کل مساحت محدوده مورد مطالعه خیلی نامناسب برای توسعه کالبدی- فضایی شهر می‌باشد.

**واژگان کلیدی:** توسعه فیزیکی، تناسب زمین، مدل TOPSIS Fuzzy، شهر مهاباد

### مقدمه

شهر به عنوان پدیده‌ای پیچیده و پویاست که در گذر زمان همواره دچار تحولاتی کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و حتی سیاسی و فرهنگی می‌شود که چنین تحولات وسیعی متأثر از رشد گسترده جمعیت شهری است که به عنوان یکی از مهم‌ترین مشکلات به وجود آمده در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه نمود یافته است. این امر خود باعث رشد و توسعه شتابان و ناهمگون شهرنشینی در این کشورها گردیده است (حاتمی‌نژاد و فرجی ملایی، ۱۳۹۰: ۵۶).

در چند دهه‌ی اخیر، شهرها به عنوان مهم‌ترین سکونتگاه بشر بواسطه افزایش درجه‌ی شهرنشینی و جمعیت شهری که از مهمترین جنبه‌های تغییر جهانی است، مقدمه‌ی رشد و توسعه‌ی گسترده‌ی شهری را فراهم آورده است (Liu, 2004:1, Habital International, 2007:597 et al).

چنین رشد و توسعه‌ی بی‌رویه‌ی تغییرات وسیعی نیز از مقیاس محلی تا جهانی در کاربری زمین ایجاد نموده است. این رشد بی‌رویه و افزایش مهاجرت به شهرها، منجر به توسعه غیرقابل کنترل نواحی شهری، خلق سکونتگاه‌های جدید، کاهش سطح رفاه انسانی ساخت و سازهای بدون برنامه، گسترش مهار نشدنی و بروز تغییرات فراوان در ساختار فضایی شهرها، گرایش به سمت حومه‌نشینی، گستردگی شهری شده است (Garcia, Palomares, 2010:197; Ortega et al, 2011:2).

چنین مسأله‌ای منجر به بروز مشکلات فراوان برای مدیران مختلف شهری بویژه در کشورهای درحال توسعه شده است، به گونه‌ای که امروزه مسائل فوق زمینه مطالعه‌ی جدی

جغرافیدانان، برنامه ریزان شهری و همچنین سیاستمداران را فراهم نموده است-AL) (Ahmadi et al, 2009:80)

بنابراین باتوجه به اینکه رشد شهری هم از نظر جمعیت و هم از نظر گسترش فضایی در سراسرجهان، بویژه در کشورهای در حال توسعه، منجر به بروز تغییرات گسترده‌ی شهری شده است، باید این مقوله را به عنوان امری اجتناب ناپذیر که نمی‌توان از آن جلوگیری نمود، پذیرفت (Rafiee et al, 2009: 19). در نتیجه یکی از مشکلات عمده برنامه ریزی شهری با توجه به رشد جمعیت و کمبود مکان‌های مناسب برای رشد شهری، تعیین جهت مناسب و نحوه‌ی گسترش فیزیکی شهر برای جواب گویی به نیازهای فعلی و پیش بینی برای نیازهای آینده می‌باشد که باید مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد (نظریان و همکاران، ۱۳۸۸: ۶). به عبارتی مهمترین مسأله‌ای که در برابر توسعه شهری قرار می‌گیرد، مکان توسعه آتی آنها است (Merlin, 2000: 235).

از این رو در پژوهش حاضر، به منظور پی جویی راه حل مسأله و ارائه‌ی راهکارهای متناسب با نیازها و ضرورت‌های شهر، درصدد کنترل و هدایت گسترش فیزیکی متناسب شهر مهاباد می‌باشیم. این مهم مستلزم درنظر گرفتن معیارهای متعدد و چندگانه است، استفاده از مدل‌ها و فنون تحلیل‌های چند معیاری می‌تواند یکی از مظاهر برجسته‌ی عینیت بخشی به استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در مکان‌یابی جهات بهینه توسعه فیزیکی شهر باشد. در این تحقیق با استفاده از مدل Topsis Fuzzy به عنوان یکی از فنون برجسته تصمیم‌گیری چند معیاره، جهات بهینه رشد فضایی - کالبدی شهر مهاباد در آینده مشخص می‌شود.

مهم‌ترین هدف این پژوهش، مکانیابی جهات بهینه رشد و توسعه کالبدی - فضایی شهر مهاباد در آینده و ارزیابی رشد کالبدی - فضایی شهر در چند دهه اخیر می‌باشد.

تا به حال تحقیقات زیادی در ارتباط با توسعه کالبدی و فضایی شهر انجام گرفته است، که هر یک از آنها اهداف متفاوتی را دنبال و بر مبنای فرضیات مختلف استوار و از مدل‌ها و

روشهای متعدد با توجه به اهداف و فرضیات استفاده نموده‌اند، که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

بترلاس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۱) با استفاده از GIS و مدل‌سازی فرایند تحلیل سلسله مراتبی، نواحی مساعد برای رشد شهری در سه شهر یونان را با توجه به مخاطرات طبیعی مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که بین سمت رشد شهرهای مورد مطالعه و نواحی مساعد تعیین شده، هماهنگی وجود ندارد. آنان علت را عوامل اجتماعی و اقتصادی معرفی نمودند.

لیو و همکاران (۲۰۱۴)، در تحقیقی با استفاده از روش نقطه ایده‌آل و متوسط وزنی جهت تولید نقشه به این نتیجه دست یافتند که نتیجه هر دو روش بسیار مشابه بوده و سطح مناسب زمین از مرکز پکن به سمت حاشیه آن کاهش می‌یابد.

لطفی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی با استفاده از مدل‌های کمی به تحلیل الگوی گسترش کالبدی فضایی شهر مراغه می‌پردازد، نتایج تحقیق نشان داد که مراغه در گذشته رشدی آرام داشته و با افزایش جمعیت توسعه و گسترش شهر بصورت پراکنده بوده است.

اصغری زمانی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به تحلیل نقش معیارهای موثر در توسعه کالبدی ناموزون پیرانشهر و اثرات آن بر شکل‌گیری سکونتگاه‌های غیر رسمی پرداخته است. نتایج تحقیق حاکی از رشد اسپرال شهر بود.

احمدپور و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی با هدف ارزیابی و بهینه‌سازی رشد فیزیکی شهر ارومیه در جهت حفظ پوشش گیاهی، با استفاده از مدل AHP اراضی را براساس نیازهای توسعه شهری به پنج طبقه تقسیم نموده و به این نتیجه رسیدند که ۵/۰۸ درصد منطقه دارای شرایط کاملاً مناسب برای هدف مورد نظر است.

<sup>۱</sup>. Bathrellos et al.

## مبانی نظری

در بسیاری از منابع، گسترش فیزیکی شهرها، فرایندی پویا و مداوم تعریف شده است که طی آن محدوده های فیزیکی شهر و فضاها کالبدی آن در جهات عمودی و افقی از حیث کمیت و کیفیت افزایش می یابد (زنگی آبادی، ۱۳۷۱: ۵).

در این روند، افزایش محدوده شهر به اصطلاح گسترش افقی و رشد عمودی نیز به صورت درون ریزی جمعیت و الگوی رشد شهر فشرده نمایان می شود که در صورت رشد بی رویه، لجام گسیخته، عدم نگرش سیستمی و بی توجهی به نقاط قوت و ضعف پتانسیلهای طبیعی و انسانی شهر، بویژه در زمینه مکانیابی صحیح توسعهی آتی شهر، خطرهای مضاعفی دامن گیر شهر و شهروندان خواهد شد (رهنما و عباس زاده، ۱۳۸۷: ۲۱). بر این اساس مکانیابی مناسب توسعهی شهری، بهینه گزینی جهات گسترش و نحوه ی آن برای جوابگویی به نیازهای فعلی و پیش بینی نیازهای جمعیت آینده است (سلیمانی مقدم، ۱۳۸۵: ۲؛ قرخلو و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۰). سالیان پیش این مهم ابتدا توسط افرادی چون لانهارد<sup>۱</sup> و وان تونن<sup>۲</sup> در زمینهی شناخت عوامل مؤثر بر استقرار فضایی فعالیت های گوناگون شهری انجام شد (عابدین درکوش، ۱۳۸۵: ۸۰).

توسعه کالبدی - فضایی شهری در ایران سابقه ی چندانی ندارد. اکثر شهرهای ایران در طی مرحله ی زمانی ۱۳۱۰ تا ۱۳۲۰، عمده ترین تحولات بدون برنامه و مطالعه را پذیرفتند. توسعه کالبدی شهرها در فاصله سالهای ۱۳۲۰ تا ۱۳۳۲ مبتنی بر رشد موزون مهاجرت های روستایی است که به طور سنتی و تاریخی نیز وجود داشته است. در این سال ها شهر توسعه ای آرام را تجربه می کند. از سال ۱۳۳۲ به بعد دگرگونی های وسیعی در نظام کالبدی شهرها بوجود آمد؛ سیاست صنعتی کردن کشور، انجام اصلاحات ارضی، افزایش درآمدهای حاصل از نفت، جذب سرمایه های داخلی و خارجی به منظور سرمایه گذاری در بخش صنعت در درون شهرها، سیاست های توسعه شهر و تصویب فرهنگ شهری و ایجاد زمینه های تضاد شدید اقتصادی بین شهر و روستا، گرایش های شهرنشینی را در ایران تقویت کرده و

1 . Lanhard

2 . Von Tonen

موج مهاجرت های روستایی را سبب می‌گردد. بعد از انقلاب اسلامی ضرورت اصلاحات در دیدگاه‌ها، اهداف و اصول تدوین طرحهای شهری احساس شد (حبیبی، ۱۳۸۷: ۳۲ و ۳۳).

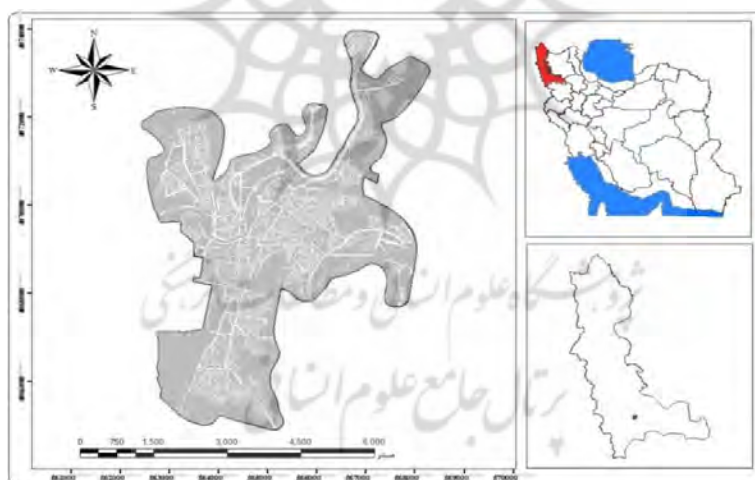
### مواد و روش ها

نوع تحقیق توسعه‌ای-کاربردی و روش بررسی آن توصیفی-تحلیلی است. تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده با توجه به روش‌های مبتنی بر پایگاه اطلاعاتی و با بهره‌گیری از مدل‌های مورد استفاده و نرم‌افزارهای مبتنی بر رویکرد سیستم اطلاعات جغرافیایی صورت می‌پذیرد. با توجه به اهداف تحقیق ابتدا معیارهای موثر در توسعه کالبدی شهر از طریق مطالعات کتابخانه‌ای شناسایی و با کارشناسان تکمیل و متناسب با معیارها، داده‌های مکانی سطح منطقه از طریق پیمایش برداشت شد. وزن هر کدام از معیارها و زیر معیارها پس از تکمیل پرسشنامه از سوی کارشناسان براساس مدل مورد استفاده مشخص گردید. شاخص‌ها و معیارها با استفاده از مدل TOPSIS Fuzzy با هم ترکیب شدند، که این مدل در شش مرحله اجرا می‌شود، ۱- ساختن ماتریس تصمیم‌گیری، ۲- ساختن ماتریس وزنی تصمیم‌گیری، ۳- مشخص کردن نقاط ایده‌آل مثبت و منفی، ۴- محاسبه فاصله‌ها، ۵- محاسبه شاخص نزدیکی، ۶- رتبه بندی کردن گزینه‌ها، فاصله میان آلترناتیوها با نقاط ایده‌آل مثبت و منفی با استفاده از فاصله اقلیدسی یا فاصله همینگ محاسبه می‌شود. که در ادامه چگونگی انجام تحقیق طور کامل تشریح می‌شود.

معیارهای ارزیابی به خصوصیات مسئله تصمیم‌گیری بستگی دارد، که این معیارها را می‌توان از طریق بررسی ادبیات مسئله مربوط و بهره‌گیری از عقاید و نظرات کارشناسان خبره در این مورد، تعیین نمود (پرهیزکار و غفاری‌گیلانده، ۱۳۹۰: ۲۰۰). در این تحقیق نیز با توجه به مطالب بیان شده، برای انتخاب معیارها هم از تحقیقات انجام شده در این موضع و هم نظرات کارشناسان خبره در این زمینه استفاده شده است. با توجه به بررسی تحقیقات و مطالعات مختلف انجام شده در ارتباط با توسعه کالبدی- فضایی شهر (مخدوم، ۱۳۸۹؛ کرم، ۱۳۸۷؛ کامیاب و همکاران، ۱۳۹۰؛ امانپور و همکاران، ۱۳۹۲؛ تقوایی و همکاران، ۱۳۹۲)، متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق شامل شیب، جهت شیب، کاربری اراضی،

زمین شناسی، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه، دسترسی به شبکه‌های ارتباطی است، لازم به ذکر است به علت اینکه منطقه مورد مطالعه از همگنی نسبی از نظر پارامترهای اقلیمی برخوردار بود، لذا از این داده‌ها در این تحقیق استفاده نشد. در ادامه نحوه آماده سازی داده‌های مورد استفاده به طور مفصل توضیح داده می‌شود.

منطقه مورد مطالعه، شهر مهاباد در جنوب استان آذربایجان غربی و در مختصات جغرافیایی ۴۵ و ۴۳ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۶ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. محدودیت توپوگرافی شهر مهاباد سبب گردیده که شهر با تنگناهای بسیار در مناطق نسبتاً کم ارتفاع و تپه ماهوری فضای حیاتی خود را پیدا نموده و از جوانب مختلف توسعه یابد. عدم تقارن هندسی و شکل غیرموزون محدوده مصوب شهر نیز ناشی از همین امر می‌باشد (مهندسین مشاور بوم نگار پارس، ۱۳۸۷). شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



نقشه شماره (۱)، موقعیت جغرافیایی شهر مهاباد

ایده مجموعه‌های فازی شهودی برای اولین بار توسط اتاناسو<sup>۱</sup> پیشنهاد گردیده است، این ایده با سه تابع که درجه عضویت<sup>۲</sup>، درجه عدم عضویت<sup>۳</sup> و درجه عدم قطعیت<sup>۴</sup> را بیان می‌کنند، توصیف می‌شود. درجه عدم قطعیت این امر را منعکس می‌کند، که تصمیم‌گیرندگان نمی‌توانند همواره درجه عضویت‌های مشخص و معین را انتخاب کنند، و<sup>۵</sup> IVFS هر دو یک مفهوم را دارند (Chen and Tsao, 2008: 1411)

اگر  $X$  یک مجموعه کلی معین باشد، مجموعه فازی شهودی  $A$  در  $X$  به شکل رابطه (۱) تعریف می‌شود:

(۱)

$$A = \{(x_j, \mu_{A_i}(x), v_{A_i}(x_j)) \mid x_j \in X\}$$

که در این رابطه:

$\mu_{A_i}(x)$ : درجه عضویت و  $v_{A_i}(x_j)$ : درجه عدم عضویت می‌باشد.

و برای هر عنصر  $x_j \in X$  رابطه  $0 \leq \mu_{A_i}(x) + v_{A_i}(x_j) \leq 1$  باید برقرار است. با توجه به درجه عضویت و درجه عدم عضویت، درجه عدم قطعیت از رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$= \pi_{A_i}(x_j) = 1 - v_{A_i}(x_j) - \mu_{A_i}(x_j) \quad (۲)$$

از این تئوری به خوبی می‌توان در شبیه‌سازی فرایندهای مرتبط با تصمیم‌گیریهای انسانی و هر فعالیتی که نیازمند تخصص و دانش انسانی باشد استفاده کرد (سیلاوی، ۱۳۸۵).

در مدل TOPSIS با توجه به ویژگی‌ها و معیارها دو نقطه ایده‌آل مثبت و منفی را انتخاب نموده و بهترین گزینه، گزینه‌ای است که همزمان نزدیک‌ترین فاصله را از ایده‌آل

1 Atanassov  
2 Degree of Membership  
3 Degree of Nonmembership  
4 Degree of Uncertainty  
5 Interval-value Fuzzy Sets



مثبت و دورترین فاصله را از ایده‌ال منفی داشته باشد. اهمیت TOPSIS Fuzzy در این مورد است که، اهمیت معیارها و عملکرد گزینه‌ها را با توجه به ویژگی‌های گوناگون، با استفاده از اعداد فازی به جای اعداد صحیح نسبت می‌دهد. IFS<sup>۱</sup> و IVFS<sup>۲</sup> هر دو یک مفهوم را دارند. IVFS با یک تابع عضویت تعریف می‌شود، که درجه عضویت هر عضو مجموعه با یک بازه [0, 1] بیان می‌شود.

مدل TOPSIS Fuzzy به طور کلی درشش مرحله اجرا می‌شود، ساختن ماتریس تصمیم‌گیری<sup>۳</sup>، ساختن ماتریس وزنی تصمیم‌گیری<sup>۴</sup>، مشخص کردن نقاط ایده‌ال<sup>۵</sup> مثبت و منفی، محاسبه فاصله‌ها<sup>۶</sup>، محاسبه شاخص نزدیکی<sup>۷</sup>، رتبه بندی کردن<sup>۸</sup> گزینه‌ها. فاصله میان آترناتیوها با نقاط ایده‌ال مثبت و منفی با استفاده از فاصله اقلیدسی یا فاصله همینگ محاسبه می‌شود، که در روش IVFS این فاصله با استفاده از روش‌های ارائه شده توسط Atanassov و Szmidt and Kacprzyk که فاصله‌های اقلیدسی و فاصله همینگ را عمومیت بخشیده و نرمالیز می‌کند، محاسبه می‌شود، که روش مربوط به محاسبه فاصله برای انجام این تحقیق در زیر آورده شده است. (Mahmoodzadeh, et al, 2007; Malczewki, 1999; Ting-Yu Chen, et al, 2008)

محاسبه فاصله مطابق روش Szmidt and Kacprzyk، فاصله اقلیدسی (Ting-Yu Chen, et al, 2008)

$$S_i^{e2} = \left\{ \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \left[ \left( \mu_{A_i} \cdot W(X_j) - \mu_{A^*} \cdot W(X_j) \right)^2 + \left( V_{A_i} \cdot W(X_j) - V_{A^*} \cdot W(X_j) \right)^2 + \left( \pi_{A_i} \cdot W(X_j) - \pi_{A^*} \cdot W(X_j) \right)^2 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}$$

- 1 Intuitionistic Fuzzy Sets
- 2 Interval-value Fuzzy Sets
- 3 Decision Matrix
- 4 Weighted Decision Matrix
- 5 Point Ideal
- 6 Separation Measures
- 7 Relative Closeness
- 8 Ranking

$$S_i^{g2} = \left\{ \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \left[ \left( \mu_{A_i \cdot W}(x_j) - \mu_{A^- \cdot W}(x_j) \right)^2 + \left( v_{A_i \cdot W}(x_j) - v_{A^- \cdot W}(x_j) \right)^2 + \left( \pi_{A_i \cdot W}(x_j) - \pi_{A^- \cdot W}(x_j) \right)^2 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}$$

در این روش  $(S_i^+ S_i^-)$  فاصله تفرق مثبت و منفی،  $\mu_{A_i}$  نشان دهنده درجه عضویت  $A_i$ ، نمایانگر درجه عدم عضویت  $A^-$  و  $\pi_{A_i}$  شاخص عدم قطعیت را نشان می‌دهند، که هر سه مورد برای آامین آلترناتیو و آامین ویژگی هستند و همچنین  $\mu_{A^+ \cdot W}(x_j)$  درجه عضویت،  $v_{A^+ \cdot W}(x_j)$  درجه عدم عضویت و  $\pi_{A^+ \cdot W}(x_j)$  شاخص عدم قطعیت، هر سه مربوط به بازه ایده‌آل مثبت و  $\mu_{A^- \cdot W}(x_j)$  درجه عضویت،  $v_{A^- \cdot W}(x_j)$  درجه عدم عضویت و  $\pi_{A^- \cdot W}(x_j)$  شاخص عدم قطعیت، هر سه مربوط به بازه ایده‌آل منفی هستند.

در ادامه مراحل انجام تحقیق و نتایج بدست آمده براساس مدل مورد استفاده، بطور کامل تشریح خواهد شد.

### یافته‌ها و بحث

جهت تعیین ارزش معیارها و زیر معیارها و براساس نظرات کارشناسان و مطابق با مدل TOPSIS Fuzzy، با توجه به ارزش هر معیار (لایه) در کلاس‌های (زیرمعیارهای) مختلف، این لایه‌ها به چند کلاس تقسیم می‌شود که هر کلاس در هر لایه با یک بازه  $[\mu_{A_i}^-(x_j), \mu_{A_i}^+(x_j)]$  متناظر می‌شود، که از نظر قوانین فازی هر کدام از مولفه‌های این بازه بین صفر و یک است و همچنین  $\mu_{A_i}^-(x_j) > \mu_{A_i}^+(x_j)$  و هر چه ارزش توسعه کالبدی در یک کلاس بیشتر باشد، بازه متناظر با آن به عدد یک نزدیک‌تر است و برعکس. با استفاده از بازه فوق، بازه سه مولفه‌ای  $[\mu_{A_i}(x_j), v_{A_i}(x_j), \pi_{A_i}(x_j)]$  بدست می‌آید، که هر سه مورد برای آامین آلترناتیو و آامین ویژگی هستند، که آلترناتیوها در این تحقیق

1 Degree of membership  
2 Degree of nonmembership

کلاس‌های اطلاعاتی و ویژگی‌ها، لایه‌های اطلاعاتی هستند و نحوه محاسبه این بازه سه مولفه‌ای با استفاده از بازه دو مولفه‌ای فوق، با استفاده از روابط (۳ و ۴ و ۵) محاسبه می‌شود.

$$= \mu_{A_i}(x_j) \mu_{A_i}^-(x_j) \quad (۳)$$

$$v_{A_i}(x_j) = 1 - \mu_{A_i}^+(x_j) \quad (۴)$$

$$+ \mu_{A_i}(x_j) = \pi_{A_i}(x_j) v_{A_i}(x_j) \quad (۵)$$

نتیجه این مرحله در جدول (۱) آمده است، این موارد اجرای مراحل ۱ و ۲ مدل OPSIS Fuzzy است.

در ادامه با توجه به اینکه نقش هر کدام از معیارها در ارزیابی توسعه کالبدی - فضایی شهر به یک میزان نیست، بنابراین در این مرحله ما به هریک از لایه‌ها با توجه به میزان تاثیر آنها در ارزیابی توسعه کالبدی - فضایی شهر یک بازه نسبت می‌دهیم، که در جدول (۲) نشان داده شده است، سپس این بازه، در بازه‌ای که در مرحله قبل به هر کلاس نسبت داده شده است، ضرب می‌شود.

جدول (۱): نتیجه حاصل از محاسبه بازه سه عضوی از بازه دو عضوی

بازه سه عضوی			بازه دو عضوی		طبقه	
$\pi_{A_i}(x_j)$	$v_{A_i}(x_j)$	$\mu_{A_i}(x_j)$	$\mu_{A_i}^+(x_j)$	$\mu_{A_i}^-(x_j)$		
0.1	0.1	0.8	0.9	0.8	۸-۲ درصد	شیب
0.2	0.2	0.6	0.8	0.6	۱۵-۸ درصد	
0.2	0.5	0.3	0.5	0.3	۲۰-۱۵، ۳۰-۲۰ درصد	
0.2	0.7	0.1	0.3	0.1	۳۰-۲۰ درصد	
0.08	0.9	0.02	0.1	0.02	بیش از ۳۰ درصد	
0.2	0.1	0.7	0.9	0.7	۵۰۰-۲۰۰ متر	فاصله از رودخانه
0.2	0.2	0.6	0.8	0.6	۹۰۰-۵۰۰ متر	
0.2	0.3	0.5	0.7	0.5	۲۰۰۰-۹۰۰ متر	
0.2	0.5	0.3	0.5	0.3	بیش از ۲۰۰۰ متر	
0.2	0.7	0.1	0.3	0.1	۲۰۰-۰ متر	
0.2	0.3	0.5	0.7	0.5	۲۰۰-۰ متر	فاصله از شبکه ارتباطی
0.2	0.4	0.4	0.6	0.4	۶۰۰-۲۰۰ متر	
0.2	0.5	0.3	0.5	0.3	۱۰۰۰-۶۰۰ متر	
0.3	0.6	0.1	0.4	0.1	بیش از ۱۰۰۰ متر	

0.1	0.1	0.8	0.9	0.8	جنوب	جهت شیب
0.2	0.2	0.6	0.8	0.6	غربی- شرقی	
0.2	0.5	0.3	0.5	0.3	شمالی	
0.1	0.8	0.1	0.2	0.1	سایر جهات	
0.2	0.3	0.5	0.7	0.5	مقاومت زیاد	زمین شناسی
0.2	0.5	0.3	0.5	0.3	مقاومت متوسط	
0.2	0.6	0.2	0.4	0.2	مقاومت کم	
0.09	0.01	0.9	0.99	0.9	بیش از ۴۰۰۰ متر	حریم گسل
0.2	0.3	0.5	0.7	0.5	۳۰۰-۴۰۰ متر	
0.2	0.5	0.3	0.5	0.3	۲۰۰۰-۳۰۰۰ متر	
0.2	0.6	0.2	0.4	0.2	۱۰۰۰-۲۰۰۰ متر	
0.1	0.85	0.05	0.15	0.05	۱۰۰۰-۰ متر	

جدول (۲): وزن معیارهای مورد استفاده

بازه سه عضوی		بازه دو عضوی			لایه ها (معیارها)
$\pi_{A_i}(x_j)$	$v_{A_i}(x_j)$	$\mu_{A_i}(x_j)$	$\mu_{A_i}^+(x_j)$	$\mu_{A_i}^-(x_j)$	
0.09	0.01	0.9	0.99	0.9	وزن لایه شیب
0.15	0.25	0.6	0.75	0.6	وزن فاصله از رودخانه
0.15	0.35	0.4	0.55	0.4	وزن فاصله از شبکه ارتباطی
0.1	0.6	0.3	0.4	0.3	وزن جهت شیب
0.1	0.35	0.55	0.65	0.55	وزن زمین شناسی
0.1	0.2	0.7	0.8	0.7	وزن حریم گسل

### تعیین نقاط ایده‌آل مثبت و منفی

در این مرحله با استفاده از روش IVFS در هر لایه، نقاط ایده‌آل (بازه‌های ایده آل مثبت و منفی) را تعیین می‌کنیم، به این صورت که برای تعیین ایده‌آل مثبت از اعداد مربوط به درجه عضویت بزرگترین عدد از میان طبقات مربوط به یک لایه را انتخاب می‌کنیم و از اعداد مربوط به درجه عدم عضویت کمترین عدد و برای تعیین شاخص عدم قطعیت، عدد

یک را از مجموع دو عدد به دست آمده کم می‌کنیم. برای تعیین ایده‌آل منفی نیز به همین طریق عمل می‌کنیم، با این تفاوت که در این مورد از اعداد مربوط به درجه عضویت کمترین عدد از میان طبقات مربوط به یک لایه و از اعداد مربوط به درجه عدم عضویت بزرگترین عدد را انتخاب می‌کنیم. جدول (۳) نتیجه این مرحله را نشان می‌دهد. در این جدول  $A^*$  نشان دهنده ایده‌آل مثبت و  $A^-$  نشانگر ایده‌آل منفی است.

جدول (۳): تعیین نقاط ایده‌آل مثبت و منفی

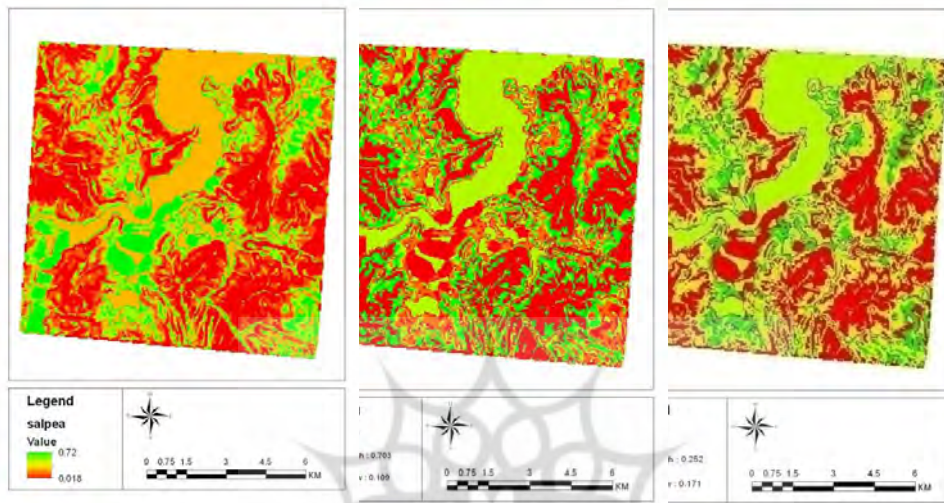
$\pi_{A_i}(x_j)$	$v_{A_i}(x_j)$	$\mu_{A_i}(x_j)$		$\pi_{A_i}(x_j)$	$v_{A_i}(x_j)$	$\mu_{A_i}(x_j)$	طبقه	
				0.171	0.109	0.72	۲-۸ درصد	شیب
				0.252	0.208	0.54	۸-۱۵ درصد	
				0.225	0.505	0.27	۱۵-۲۰، ۰-۲ درصد	
0.171	0.109	0.72	$A^*$	0.207	0.703	0.09	۲۰-۳۰ درصد	
0.279	0.703	0.018	$A^-$	0.873	0.109	0.018	بیش از ۳۰ درصد	
				0.255	0.325	0.42	۲۰۰-۵۰۰ متر	فاصله از رودخانه
				0.24	0.4	0.36	۵۰۰-۹۰۰ متر	
				0.225	0.475	0.3	۹۰۰-۲۰۰۰ متر	
0.255	0.325	0.42	$A^*$	0.195	0.625	0.18	بیش از ۲۰۰۰ متر	
0.315	0.625	0.06	$A^-$	0.465	0.475	0.06	۲۰۰-۰ متر	
				0.185	0.615	0.2	۰-۲۰۰ متر	فاصله از شبکه ارتباطی
				0.17	0.67	0.16	۲۰۰-۶۰۰ متر	
0.13	0.67	0.2	$A^*$	0.155	0.725	0.12	۶۰۰-۱۰۰۰ متر	
0.235	0.725	0.04	$A^-$	0.29	0.67	0.04	بیش از ۱۰۰۰ متر	
				0.12	0.64	0.24	۱ جهت	

				0.14	0.68	0.18	۲	شیب
0.56	0.2	0.24	A*	0.11	0.8	0.09	۳	
0.17	0.8	0.03	A-	0.77	0.2	0.03	۴	
				0.18	0.545	0.275	مقاومت زیاد	زمین شناسی
0.245	0.48	0.275	A*	0.16	0.675	0.165	مقاومت متوسط	
0.444	0.545	0.011	A-	0.15	0.74	0.11	مقاومت کم	
				0.162	0.208	0.63	بیش از ۴۰۰۰ متر	حريم گسل
				0.21	0.44	0.35	۴۰۰۰-۳۰۰۰ متر	
				0.19	0.6	0.21	۳۰۰۰-۲۰۰۰ متر	
0.162	0.208	0.63	A*	0.18	0.68	0.14	۲۰۰۰-۱۰۰۰ متر	
0.285	0.68	0.035	A-	0.645	0.32	0.035	۱۰۰۰-۰ متر	

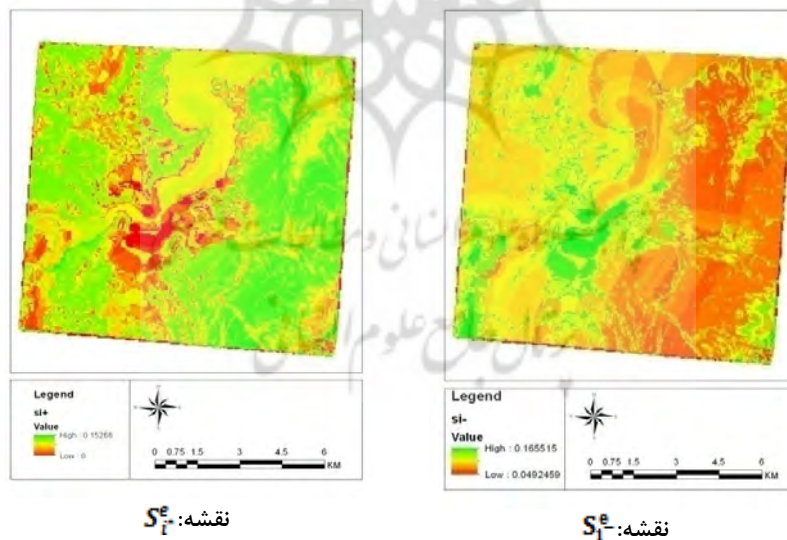
### محاسبه فاصله تفرق ( $S_i^+, S_i^-$ )

در این مرحله در محیط نرم افزار ARCGIS، هر کدام از لایه‌های رستری شیب، کاربری اراضی، زمین شناسی، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه، جهت شیب بر اساس اعداد مربوط به درجه عضویت، درجه عدم عضویت و شاخص عدم قطعیت به سه لایه رستری مجزا تبدیل می‌شوند که هر کدام از این لایه‌های رستری دارای ۵ کلاس هستند. برای نمونه شکل (۲) سه لایه اطلاعاتی مربوط به شیب را نشان می‌دهد که نقشه‌های مربوط به درجه عضویت، درجه عدم عضویت و شاخص عدم قطعیت هستند.

سپس این لایه‌ها، با استفاده از روش مربوط به محاسبه فاصله، در نرم افزار ArcGIS با هم ترکیب می‌شوند، که نتیجه این مرحله دو نقشه می‌باشد، یکی برای فاصله تفرق مثبت ( $S_i^+$ ) و دیگری برای فاصله تفرق منفی ( $S_i^-$ ) که نتایج حاصل از آن را در شکل (۳) مشاهده می‌کنیم.



شکل (۲): لایه‌های عضویت، عدم عضویت و عدم قطعیت مربوط به شیب



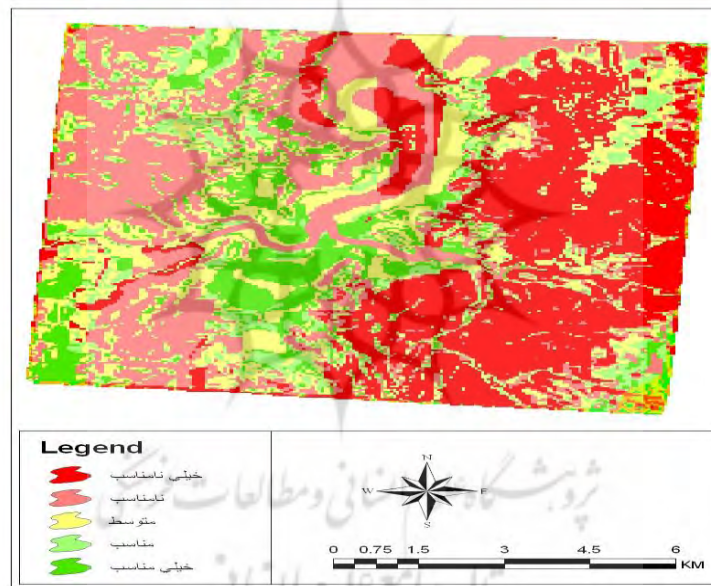
شکل (۳): نتیجه محاسبه فاصله تفرق



### محاسبه شاخص نزدیکی نسبی

در این مرحله که در حقیقت مرحله نهایی است، شاخص‌های فاصله تفرق مثبت و منفی ( $S_i^+ S_i^-$ ) را با استفاده از رابطه (۵) با هم ترکیب کرده، که نقشه‌های نهایی بدست آمده در شکل‌های (۶ و ۷) نشان داده شده‌است. هر چه  $C_i^+$  به یک نزدیکتر باشد ارزش آن کمتر است و برعکس.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (۵)$$



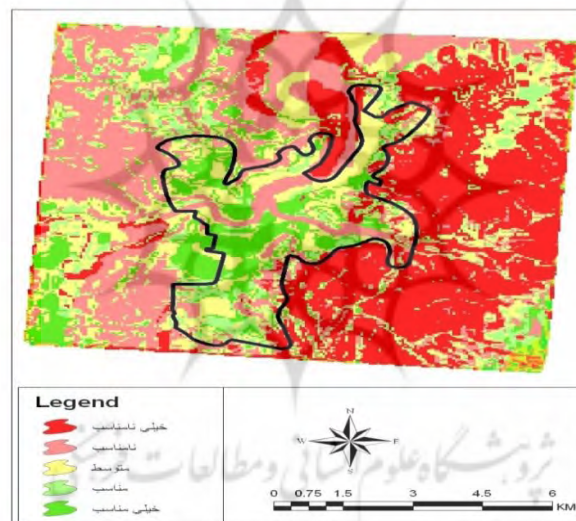
شکل (۴): نتیجه محاسبه شاخص نزدیکی

مطابق نتیجه نهایی (شکل‌های ۴ و ۵) طبقات مختلف، جهت توسعه شهر از خیلی نامناسب تا خیلی مناسب نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن است که از کل محدوده مورد مطالعه، ۱۱ درصد خیلی مناسب و بدون محدودیت، ۸/۷ مناسب، ۲۰/۳۲ درصد متوسط،



۲۹/۰۲ درصد نامناسب و ۳۰/۹۶ درصد از کل مساحت محدوده مورد مطالعه خیلی نامناسب برای توسعه کالبدی - فضایی شهر می باشد.

ولی همان طور که در (شکل ۵) نشان داده می شود، بخشی از اراضی بسیار نامناسب در داخل محدوده قانونی شهر، بخش شرقی و جنوب شرقی شهر واقع شده اند که بخاطر شیب زیاد آن محدوده است، که این وضعیت توسعه درونی و پر نمودن بافت های خالی داخل شهر و زمین های بدون استفاده اطراف شهر را در اولویت اول توسعه قرار می دهد. مقداری از اراضی مناسب و بسیار مناسب در خارج محدوده شهر قرار دارند (غرب و شمال غربی شهر).



شکل (۵): نتیجه همپوشانی محدوده شهر با نتایج تحقیق

### یافته ها و بحث

توسعه فیزیکی شهرها جزء ملزومات رشد شهری می باشند و اگر توسعه فیزیکی در شهرها بدون در نظر گرفتن اصول شهرسازی باشد و به صورت بهینه مکانیابی نشود، اثرات منفی بسیاری را چه از جنبه زیست محیطی و طبیعی و چه از جنبه عوامل

انسانی برای شهرها به بار می‌آورد و موجب به وجود آمدن خسارات مادی و معنوی و اتلاف سرمایه گذاری‌ها می‌شود. بنابراین لزوم توجه به توسعه و گسترش فیزیکی و جهت‌یابی بهینه‌ی آن امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

با توجه به رشد و گسترش سریع شهرها در چند دهه اخیر و تخریب اراضی کشاورزی و باغات اطراف شهرها، لزوم برنامه‌ریزی بیشتر جهت کنترل رشد لجام‌گسیخته شهرها احساس می‌شود. شهر مهاباد نیز مانند دیگر شهرهای کشور در چند دهه اخیر، رشد و گسترش زیادی پیدا کرده است. از سوی دیگر به دلیل محدودیت فضایی که توپوگرافی برای توسعه شهر مهاباد به وجود آورده است، توجه به این مسأله، جهت حفظ اراضی کشاورزی و باغات اطراف شهر مهم می‌نماید. در راستای اهداف پژوهش، توانمندی‌های موجود شهر به عنوان معیارهای مثبت با امتیاز دهی بالاتر و موانع موجود برای توسعه فیزیکی به عنوان معیارهای منفی و با امتیاز دهی پایین‌تر تعریف شدند. در نهایت تلفیق این معیارها با استفاده از مدل TOPSIS و ارایه نقشه نهایی، یک الگوی مناسبی برای توسعه آتی شهر ارایه می‌دهد.

مدل‌های زیادی جهت تحلیل و ارزیابی توسعه کالبدی- فضایی شهر ارائه شده است و تحقیقات مختلفی نیز صورت گرفته است. در تحقیقات صورت گرفته است اکثراً تنها از مدل AHP، برای بررسی توسعه کالبدی- فضایی شهر استفاده شده است (کرم، ۱۳۸۷؛ امانپور و همکاران، ۱۳۹۲؛ تقوایی و همکاران، ۱۳۹۲). مبحث دیگر اینکه در دنیای امروز با توجه به اینکه با عدم قطعیت و اطمینان در زمینه‌های مختلف روبرو هستیم و بسیاری از متغیرهای مربوط به مسایل موجود در دنیای واقعی، متغیرهای کیفی و زبانی هستند، بنابراین در این گونه مسایل بهتر است از مدل‌های تصمیم‌گیری فازی استفاده گردد، که در پژوهش‌های انجام شده مشاهده نمی‌شود. در این تحقیق موارد ذکر شده مدنظر بوده و با توجه به اینکه در بسیاری از موارد با عدم اطمینان روبرو هستیم، از مدل فازی در ارزیابی توسعه کالبدی- فضایی شهر استفاده شده است.

## منابع

- امانپور سعید، علیزاده هادی، قراری حسن (۱۳۹۲). «تحلیلی بر مکانیابی جهات بهینه توسعه فیزیکی شهر اردبیل با استفاده از مدل AHP (مطالعه موردی: شهر گرگان)»، *فصلنامه برنامه-ریزی منطقه‌ای*، سال سوم، شماره ۱۰، صفحات ۹۶-۸۳.
- کامیاب حمیدرضا، سلمان ماهینی عبدالرسول، حسینی محسن، غلامعلی فرد مهدی (۱۳۹۰). «کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی توسعه شهری (مطالعه موردی: شهر گرگان)»، *پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، شماره ۷۶، صفحات ۱۱۳-۹۹.
- احمدپور احمد، صالحی میثانی حیدر، وثوقی راد لیلا، رومیانی احمد (۱۳۹۴) ارزیابی توسعه فیزیکی شهر ارومیه به منظور حفظ پوشش گیاهی و اراضی کشاورزی، *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال ۱۹، شماره ۵۴، صفحات ۱۰۳-۸۳.
- اصغری زمانی اکبر، شریف زاده اقدم ابراهیم، شیخی عبدالله (۱۳۹۶) ارزیابی و مدل‌سازی الگوی رشد شهری در شهر پیرانشهر، *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال ۲۱، شماره ۶، صفحات ۱۸-۱.
- کرم امیر (۱۳۸۷)، «کاربرد روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در ارزیابی زمین برای توسعه کالبدی بر پایه‌ی عوامل طبیعی (مطالعه موردی: مجموعه شهری شیراز)»، *نشریه علوم جغرافیایی*، جلد ۸، شماره ۱۱، صفحات ۵۴-۳۳.
- تقوایی مسعود، قیومی محمدی حمید، نصیری یوسف (۱۳۹۲)، «تحلیل فضایی توسعه فیزیکی شهر اقلید با استفاده از روش AHP»، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، سال ۲۸، شماره ۳، صفحات ۵۲-۳۱.
- حاتمی نژاد، حسین، فرجی ملایی، امین (۱۳۹۰)، «امکان سنجی اجرایی طرح‌های استراتژی توسعه شهری در ایران»، *مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، سال دوم، شماره هشتم، صفحات ۷۶-۵۵.
- حبیبی، محمدعلی (۱۳۸۷) بررسی عوامل مؤثر بر گسترش فیزیکی شهر طبس بعد از زلزله سال ۱۳۵۷ پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

- لطفی صدیقه، منوچهری‌ایوب، آهازحسن (۱۳۹۲) تحلیل الگوی گسترش کالبدی فضایی شهر مراغه با استفاده از مدل‌های کمی، *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال ۱۷، شماره ۴۳، صفحات ۱۹۱-۲۳۲.
- مخدوم، مجید (۱۳۸۹) *سالوده آمایش سرزمین*، چاپ نهم، انتشارات دانشگاه تهران.
- عابدین درکوش، سعید (۱۳۸۵) *درآمدی به اقتصاد شهری*، چاپ هفتم، تهران، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران.
- قرخلو، مهدی؛ محمود داودی؛ سید مجدالدین زندوی؛ حسن علی جرجانی (۱۳۹۰) مکانیابی مناطق بهینه توسعه‌ی فیزیکی شهر بابلسر بر مبنای شاخصهای طبیعی، *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، شماره ۲۳.
- پرهیزکار، اکبر. غفاری گیلانده، عطا، ۱۳۹۰، *سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری*، چاپ دوم. انتشارات سمت.
- رهنما، محمدرضا؛ غلامرضا عباس زاده (۱۳۸۷) *اصول، مبانی و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر*، مشهد. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- زنگی آبادی، علی (۱۳۷۱) تحلیل فضای الگوی توسعه فیزیکی شهر کرمان، *پایان نامه کارشناسی ارشد*. دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- سلیمانی مقدم، هادی (۱۳۸۵)، بررسی تحولات کالبدی شهر مشهد برای تعیین جهات بهینه گسترش آتی آن، *پایان نامه کارشناسی ارشد*، GIS و RS با استفاده از دانشگاه تربیت معلم تهران
- سیلاوی طلوع، ۱۳۸۵، ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهر تهران با بکارگیری مدل‌های فازی شهودی، *پایان نامه کارشناسی ارشد GIS*، دانشگاه تهران.
- مهندسین مشاور پویا نقش شهر وینا (۱۳۸۵). طرح جامع شهر مهاباد، وزارت مسکن و شهرسازی.
- Al-Ahmadi, Khalid, See, Linda, Heppenstall, Alison, Hogg, James (2009). *Calibration of a fuzzy automata model of urban dynamics in Saudi Arabia*, journal homepage: [www.elsevier.com/locate/eco.com](http://www.elsevier.com/locate/eco.com).

- Chen.TY, Tsao. CY, (2008), the interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis, *Fuzzy Sets and Systems* 159, 1410 – 1428.
- Correa,CH ( 2000): *A new landscape: urbanization in third world*, Ltd publication.
- Bathrellos, George D., Papanastassiou, Kalliopi Gaki, Skilodimou, Hariklia D., Papanastassiou. Dimitrios, Chousianitis. And Konstantinos, G. 2011. Potential suitability for urban planning and industry development using natural hazard maps and geological–geomorphological parameters. *Environ. Earth Sci.*, 66: 537-548.
- Dong, Jiang, Zhuang. Dafang, Xu. Xinliang, and Ying, Lei, 2008. Integrated evaluation of urban development suitability based on remote sensing and GIS techniques—a case study in Jingjinji Area, China, *Sensors*, 8: 5975–5986.
- Garcia-Palomares (2010).urban sprawl and travel to work: the case of the metropolitan area of Madrid, *Journal of Transport Geography* 18.
- Habitat international (2004). Urbanization by implosion,Mohammad. Qadeer Published by Elsevier Science Ltd.1-12, www. elsevier.com /locate /habitant.
- Liu.c.xu.m,Chen.s.an.jm and Yan.pl (2007). Assessing the impact of urbanization on regional net primary productivity in Jiangyin County,China. *Journal of Environmental Studies*.
- Liu, Renzhi, Zhang. Ke, Zhang. Zhijiao, G.L. and Borthwick, Alistair, 2014. Landuse suitability analysis for urban development in Beijing. *Journal of Environmental Management*, 145, 170-179.
- Rafiee, Reza, Salman Mahiny, Abdolrassoul, Khorasani, Nematolah, Darvishsefat, Ali Asghar, Danekar, Afshin (2009). Simulating urban growth in Mashhad City, Iran through the SLEUTH model (UGM). journal homepage: www.elsevier.com/locate/cities.
- S. Mahmoodzadeh, J. Shahrabi, M. Pariazar, and M. S. Zaeri,2007- Project Selection by Using Fuzzy AHP and TOPSIS Technique,

*International Journal of Human and Social Sciences* 1;3 ©

www.waset.org Summer 2007

- Ting-Yu Chen, Chueh-Yung Tsao, 2008- The interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis, *Fuzzy Sets and Systems* 159 (2008) 1410 – 1428
- Ortega- Alvarez R., MacGregor- Fors I."Dsting-off the file: A review of knowledge on urban ornithology in Latin America", *Journal of landscape and Urban Planning* (2011).
- Malczewki, J. *GIS and Multi Criteria Decision Analysis*, John Wiley & Sons Inc.1999.

