

ارایه مدل بهینه توسعه یکپارچه شهری در استان تهران

صبا رضا سلطانی^{۱*}، سید مسعود منوری^۱، عبدالرسول سلمان ماهینی^۲ و علی اصغر آل شیخ^۳

^۱ گروه محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

^۲ گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۳ گروه مهندسی سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۶/۷ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۳/۲۸)

چکیده

توسعه شهری لگام گسیخته اثرات سوئی را بر ساختار طبیعت و منابع طبیعی وارد می‌سازد و منجر به پیامدهای منفی اقتصادی-اجتماعی و اکولوژیکی می‌گردد. لذا، مطالعات جامعی جهت پشتیبانی مدیریت توسعه شهری در سطح جهان و بالاخص کشورهای در حال توسعه مورد نیاز است. در ایران نیز همچون سایر کشورهای در حال توسعه، شهرگرایی و توسعه شهری روند رو به رشدی دارد. در کانون این تغییرات، استان تهران قرار دارد که به دلیل تمرکز امکانات و تسهیلات، شاهد مهاجرت‌های غیر اصولی و رشد روز افزون جمعیت و نهایتاً ساخت‌وسازهای بدون برنامه و تغییرات زیاد در ساختار فضایی شهر بوده است. لذا، هدف اصلی این مطالعه تحلیل تناسب زمین برای کاربری توسعه شهری در استان تهران با استفاده از رویکرد نظام‌مند و یکپارچه بوم‌شناختی-اقتصادی-اجتماعی می‌باشد. روش مورد استفاده و مدل ارایه شده در این تحقیق، می‌تواند به عنوان یکی از تلاش‌های نوین در مطالعات تحلیل تناسب زمین و همچنین به عنوان نمونه‌ای جهت دستیابی به توسعه پایدار شهری و ساماندهی توسعه فیزیکی در ایران، محسوب گردد. در این مطالعه، با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار و در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی، تناسب زمین برای توسعه شهری بر پایه ۱۵ معیار مختلف مشتمل بر ویژگی‌های بوم‌شناختی-اقتصادی-اجتماعی محاسبه شده است. برای وزن‌دهی معیارها از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و به منظور دستیابی به توافق جمعی در این فرایند، از نظرات ده کارشناس بهره گرفته شده است. نهایتاً، نقشه تناسب زمین که نشان‌دهنده نواحی اولویت‌دار و مناسب برای توسعه شهری است، ارایه شده است. این نواحی شامل شش پهنه با وسعت و تناسب مناسب در قسمت‌های جنوبی استان می‌باشد که می‌تواند مورد استفاده برنامه‌ریزان شهری و تصمیم‌گیرندگان فضایی قرار گیرد. نتایج این تحقیق به دلیل نظام‌مندی و ویژگی تکرارپذیر خود می‌تواند زمینه‌ای برای تعامل سازنده میان بازیگران اصلی صحنه توسعه شهری و دستیابی به توافق جمعی فراهم آورد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی چند معیاره، توان محیط زیست، توسعه شهری، سامانه اطلاعات جغرافیایی، ترکیب خطی وزن‌دار، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، استان تهران

مقدمه

توسعه شهری و رشد بی‌رویه شهرها از زمره مهمترین مسائلی است که جوامع امروزی با آن درگیر است (Merwe and Hendrik, 1997). توسعه شهری بدون برنامه‌ریزی درست و اصولی، اثرات سوئی بر اکوسیستم‌ها و ساختار طبیعت وارد می‌سازد و نبود مطالعات جامع در این خصوص، منجر به پیامدهای سوء اقتصادی-اجتماعی می‌شود (Liu et al., 2007). لذا، برنامه‌ریزان شهری همواره با این تصمیم‌گیری مواجه‌اند که کدام سیاست، در بردارنده بهترین الگوی کاربری سرزمین است (Adhvaryu, 2010). از این رو، تلاش‌ها و مطالعات متعددی جهت پاسخ به این پرسش و ساماندهی توسعه شهری در سطح جهان انجام شده و کاربرد بسیاری از روش‌ها به بوته آزمایش گذاشته شده است. از سوابق مطالعات انجام شده در ایران می‌توان به ارزیابی توان اکولوژیک منطقه ۲۲ شهرداری تهران برای کاربری توسعه شهری به روش تجزیه و تحلیل سیستمی (Nuri and Jouzi, 2002) ارزیابی توان اکولوژیک منطقه قزوین با استفاده از منطق بولین^۱ جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری (Gharekhlou, 2009) و تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمالغرب شیراز با استفاده از رویکرد ارزیابی چندمعیاری^۲ و روش ترکیب خطی وزن‌دار^۳ (Karam, 2005) اشاره کرد. از سایر مطالعات انجام شده نیز، ارایه مدل‌های توسعه شهری و زیست محیطی با کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی^۴ و سنجش از دور^۵ (Abbaspour and Gharaguzlu, 2006) و مطالعه فرایند تحلیل سلسله مراتبی^۶ در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای (Zebardast, 2001) قابل ذکر است. از سوی دیگر، مطالعات گسترده‌ای بر روی موضوع مدیریت کاربری توسعه شهری در سطح جهان انجام پذیرفته است (Merwe and Hendrik, 1997; Awad and Ela, 2003;)

Svoray et al., 2005; Taleai et al., 2007; Yang et al., 2008; Adhvaryu, 2010; Pütz, 2011; Zhang et al., 2011)، و روش‌های نوین ترکیبی مانند ابزار و رهیافت‌هایی نظیر سیستم اطلاعات جغرافیایی، روش دلفی^۷ و سامانه‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری مکانی مانند ارزیابی چند معیاره، میانگین وزنی مرتب شده^۸، و فرایند تحلیل سلسله مراتبی کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده‌اند (Malczewski, 2006; Makropoulos and Butler, 2006; Boroushaki and Malczewski, 2008; Zarghami and Szidarovszky, 2008; Boroushaki and Malczewski, 2010; Chen et al., 2011; Nadi and Delavar, 2011). با این وجود، هنوز نیاز به مطالعات بیشتری می‌باشد. به خصوص زمینه‌هایی نظیر مفاهیم وزن‌دهی، استانداردسازی و فازی‌سازی، نحوه انتخاب معیارها و اثرات آنها، نهایتاً انتخاب پهنه‌ها و اولویت‌بندی آنها، همچنان باید مورد بررسی و بحث قرار گیرند. مطالعات انجام شده در ایران نیز، اگرچه به عنوان سوابق مطالعات مکان‌یابی محسوب می‌گردند، ولی در بیشتر این مطالعات (Abbaspour & Gharaguzlu, 2006; Gharekhlou, 2009; Nuri and Jouzi, 2002) به علت استفاده از منطق بولین ضعف‌هایی وجود دارد که در این تحقیق سعی در رفع این نقیصه می‌شود. در روش بولین به علت محدود بودن انتخاب‌ها و دامنه مقادیر معیارها، انعطاف‌پذیری مناسبی در فرایند مکان‌یابی وجود ندارد، چرا که پهنه‌های سرزمین بر اساس معیارهای مطلق و قطعی انتخاب می‌شوند. روش بولین به علت سادگی عملیات و سهولت کاربرد مورد توجه است. در این روش هیچگونه نقیصی در انتخاب مکان مورد نظر مورد قبول قرار نمی‌گیرد. به عبارت دیگر، زمین‌های منتخب به وسیله این روش بطور قطع دارای شرایط مورد نظر برای انتخاب هستند. البته، این موضوع در مناطقی که زمین مناسب کم و یا داده‌ها همراه با خطا هستند (که اغلب اینگونه است)، یک عیب تلقی می‌شود چراکه قدرت مانور بر روی معیارهای مختلف تنها از طریق تغییر محدوده مقدار معیارها میسر است. در حالی که در تمام روش‌های

1. Boolean Logic
2. Multi Criteria Evaluation (MCE)
3. Weighted Linear Combination (WLC)
4. Geographic Information System (GIS)
5. Remote Sensing (RS)
6. Analytic Hierarchy Process (AHP)

7. Delphi method

8. Ordered Weighted Averaging (OWA)

در نظر می‌گیرند، لذا اتخاذ یک رهیافت یکپارچه که بسیاری از نیازهای کاربری‌های کلان را از جنبه‌های اکولوژیک، اقتصادی و اجتماعی در سطح ریز و به شکل منعطف در نظر گیرد، حائز اهمیت بسیار خواهد بود. استفاده از یک روش پیکسل-مبنا، فازی و وزن‌دار، انعطاف و سطح دقت لازم را برای این کار فراهم می‌کند. پژوهش حاضر، گامی در این راستا می‌باشد. اعتقاد بر این است که با تکرار و بهبود مطالعات مکان‌یابی یکپارچه نظیر این پژوهش، امکان انتخاب منعطف و بهینه‌سازی توسعه شهری فراهم شود. این ویژگی‌ها به خصوص در محدوده استان تهران که تقاضا برای زمین به شدت زیاد و عرضه زمین محدود است، اهمیت زیادی می‌یابد.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

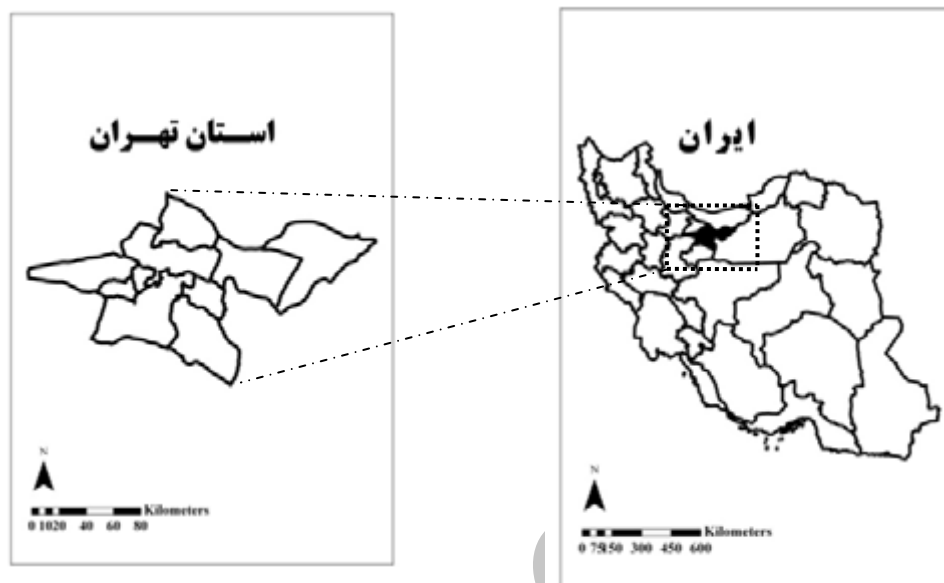
استان تهران به مرکزیت شهر تهران، با وسعتی حدود ۱۲،۹۸۱ کیلومترمربع در مختصات جغرافیایی $35^{\circ} 42' 42''$ درجه عرض شمالی و $51^{\circ} 24' 25''$ درجه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). در سال ۱۳۸۵ جمعیت این استان ۱۳،۲۸۱،۸۵۸ نفر بوده است. مرکز آن تهران و شهرستان‌های ری، قدس، شهریار، ورامین، دماوند، فیروزکوه، شمیرانات و اسلام‌شهر از دیگر مراکز جمعیتی مهم استان می‌باشند. در استان تهران سه عامل جغرافیایی رشته کوه‌های البرز، وزش بادهای باران‌زای غربی و دشت کویر نقش مؤثری در تعیین آب و هوا دارند. عامل ارتفاع نیز در آب و هوای استان نقش اساسی دارد. به همین جهت با کاهش ارتفاع از شمال به جنوب دما افزایش می‌یابد و میزان بارندگی کمتر می‌شود. موقعیت آب و هوایی استان تهران، چه در مناطق کوهستانی و چه در دشت‌ها، موجب پوشش گیاهی از نوع نیمه صحرایی شده است. خاک‌های استان نیز بیشتر تحت تأثیر شرایط نیمه‌مرطوب و کوهستانی در بخش‌های شمالی و اقلیم نیمه‌بیابانی و بیابانی در نواحی جنوبی می‌باشند. بنابراین در نواحی کوهستانی عمق خاک و فرسایش آبی مهمترین عوامل محدودکننده خاک

فازی (مانند ترکیب خطی وزن‌دار) به واسطه طیف گسترده دسته‌بندی مناطق (۰-۲۵۵ و یا ۰-۱) قدرت تصمیم‌گیری بالاتر است (Eastman, 2010). در این روش به طرق گوناگون می‌توان در نتایج حاصل به نحوی تغییر ایجاد نمود که پاسخ‌های قابل قبول‌تری بدست آید؛ از جمله تغییر در مقادیر آستانه، تابع فازی، وزن معیارها و تغییر محدوده طبقه‌بندی (Malczewski, 1999). لذا، جنبه نوآوری این تحقیق استفاده از رهیافت پیکسل-مبنا^۱ در برابر رهیافت پلی‌گن-مبنا^۲ است. امکان وزن‌دهی، استاندارد سازی با منطق فازی^۳ و انتخاب مناطق مستعد با طیفی از تناسب و توجه به انواع معیارهای محیط زیستی، بوم‌شناختی، و اقتصادی-اجتماعی از برتری‌های روش حاضر است. به طور مثال، در مطالعه عبدالامیر کرم، در خصوص تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی و استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی فقط تعداد محدودی معیار شامل (شیب، جنس و قابلیت زمین، فاصله با شهر و فاصله با راه‌های اصلی) مورد بررسی قرار گرفت (Karam, 2005). از سوی دیگر، در این تحقیق معیارها توسط ده نفر از کارشناسان ذی‌صلاح وزن‌دهی شد و برآیند این اوزان مورد استفاده قرار گرفت. لذا با برآیند گرفتن وزن‌های تعیین شده توسط کارشناسان مختلف، سعی در رفع تعارضات و اختلاف نظرات می‌شود. در شرایط بهینه، تغییرات انسان ساخت در طبیعت تا حد امکان بر اساس برنامه‌های از پیش تعیین شده و بر مبنای آمایش سرزمین صورت می‌گیرد و همه کاربری‌های ممکن^۴ با در نظر گرفتن همه معیارهای مؤثر بر کاربری‌ها^۵ دخالت داده می‌شود. ولی در شرایط کنونی، اغلب مؤسسات و نهادهای مختلف هر یک راساً اقدام به مکان‌یابی مناطق مستعد برای کاربری مورد نظر خود می‌نمایند و در این راه فقط معیارهای خاص آن کاربری را

1. Pixel- based
2. Polygon-based
3. Fuzzy Logic
4. Multi-Objectives
5. Multi-Criteria

شرایط بهتری حاکم است. به همین دلیل بیشتر اراضی کشاورزی و سکونتگاه‌ها در این ناحیه توسعه یافته‌اند (www.amar.org.ir).

محسوب می‌شوند. در حالیکه در نواحی جنوبی کمبود بارندگی محدوده‌کننده اصلی می‌باشد. در نواحی مرکزی استان که حالت حدواسط بین دو وضعیت فوق را دارند



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

ادبیات مربوط و مطالعات موردی و اسناد دولتی مرتبط با موضوع را می‌توان به عنوان راهنما در انتخاب معیارهای ارزیابی در رابطه با یک مسئله خاص در نظر گرفت (Malczewski, 1999). در نتیجه، در مرحله اول با مروری بر منابع و استانداردهای موجود و نظرات کارشناسی، معیارها و متغیرهای مختلفی که در برنامه‌ریزی توسعه شهری در استان تهران دخالت دارند انتخاب شدند. معیارها و متغیرهای در نظر گرفته شده برای تحلیل تناسب زمین در این بررسی شامل ۱۵ معیار: شیب، جهت، ارتفاع، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، اقلیم، فاصله از گسل، پوشش گیاهی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده و راه‌ها، فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از خطوط فشار قوی برق و گاز، فاصله از کاربری‌های صنعتی و معدنی، عمق آب‌های زیرزمینی و سرعت وزش باد است (Merwe and Hendrik, 1997; Ahsan, 2003; Makhdoum, 2003; Karam, 2005; Tofigh, 2005; Svoray et al., 2005; Mansor et al., 2006; Monavari and Tabibian, 2006; Abasspour and Gharaguzlu, 2006; Liu et al., 2007; Lotfi et al.,

ارزیابی تناسب سرزمین^۱ گام اساسی در برنامه‌ریزی و مدیریت کاربری‌های سرزمین است و از آنجا که ارزیابی هر واحد از سرزمین، وابسته به نیازهای کاربری مورد بررسی و توان و حساسیت آن واحد می‌باشد، اهداف ارزیابی تناسب هر کاربری می‌تواند از مصاحبه با صاحب‌نظران و سیاست‌گذاران حاصل آید (Liu et al., 2007). در واقع در فرایند ارزیابی چند معیاری، بعد از شناسایی هدف، مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی در کانون توجه قرار می‌گیرد که این معیارها پارامترهای قابل سنجش کمی در ارتباط با اهداف تصمیم‌گیری هستند و می‌باید جامع و قابل اندازه‌گیری باشند. نقشه‌های معیار در دو نوع، نقشه معیارهای عامل و نقشه‌های محدودیت تهیه می‌گردند (Larijani, 2007). باید توجه داشت که فنون فراگیر و جهانی برای تعیین مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی وجود ندارد. واضح است که مجموعه معیارها به سامانه طبیعی خاص مورد تحلیل وابسته است. بررسی

1. Land Suitability Assessment

استفاده کرد. در این راستا نقشه‌های معیار را می‌توان بر پایه نوع اطلاعاتی که برای ایجاد نقشه‌ها در دسترس است، طبقه‌بندی کرد. این طبقه‌بندی، در ارتباط با تمایز میان تصمیمات تعینی و تصمیمات ملازم با عدم اطمینان (تصمیمات مبتنی بر احتمالات و تصمیمات فازی) قرار دارد. بر همین اساس، نقشه‌های معیار را می‌توان در قالب‌های تعینی، احتمالاتی و فازی دسته‌بندی کرد (Malczewski, 1999). در این بررسی، برای استانداردسازی داده‌ها^۳ از روش فازی استفاده شد. به منظور فازی نمودن نقشه‌های فاکتور، تعیین مقادیر آستانه معیارها، نوع و شکل تابع عضویت ضروری است، که در این مطالعه با استفاده از نظر کارشناسی و مرور منابع تعیین شدند. در شکل ۳ توابع عضویت فازی داده‌های کمی نمایش داده شده است. داده‌های کیفی زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، اقلیم، جهت و پوشش گیاهی نیز توسط کارشناسان ذی‌صلاح استانداردسازی شدند.

وزن‌دهی معیارها و پارامترها

پس از آنکه معیارهای ارزیابی به مقیاس‌های قابل مقایسه و استاندارد تبدیل شد باید وزن و اهمیت نسبی هر یک از آنها را در رابطه با هدف مورد نظر تعیین کرد. در این پژوهش، از روش فرایند سلسله مراتب تحلیلی (AHP) برای تعیین وزن نسبی هر معیار ویژه استفاده شد. در این روش مجموعه‌ای از مقایسه‌های دو به دو بی‌دویی از اهمیت نسبی معیارها برای ارزیابی مورد نظر به عمل می‌آید. این مقایسه‌های دو به دو بی‌دویی سپس برای ایجاد وزن‌ها (که جمع جبری آنها برابر یک است) تحلیل می‌شود. معیارها و وزن‌های نسبی به دست آمده برای هر یک از معیارها، داده‌های ورودی اصلی برای تحلیل ارزیابی چند معیاری هستند. برای تعیین درجه دقت و صحت وزن‌دهی نیز از نرخ سازگاری^۴ که بر مبنای رویکرد بردار ویژه^۵ تئوری گراف^۶ محاسبه می‌گردد، استفاده می‌شود. چنانچه نرخ سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد وزن‌دهی صحیح

معیارها و زیر معیارهای تعیین شده در جدول ۲ (2009). نمایش داده شده‌اند. برای تحلیل فضایی و ارزیابی چندمعیاری نیز از نرم‌افزار ایدرسی و قالب رستری استفاده شد. به این منظور، لایه‌های نقشه‌ای از محیط Arc Info (Version 9.3) و فرمت shape به محیط ایدرسی منتقل شد. برای همه نقشه‌ها سیستم مختصات یکسان UTM و اندازه هر عنصر تصویر (پیکسل) در نقشه‌ها معادل ۳۰ در ۳۰ متر در نظر گرفته شد.

محدودیت‌های استفاده شده در این تحقیق نیز با مرور منابع و ادبیات مربوط و براساس محدودیت‌های موجود در قوانین کشوری تعیین شدند. این محدودیت‌ها در جدول ۱ درج شده است و شامل مناطق حفاظت‌شده، تصفیه خانه‌های فاضلاب، پالایشگاه‌ها، عرصه‌های سیل‌خیز و خطوط زهکشی و سیل‌گیر و گستره حائل پیرامون آنها می‌باشد. در این مرحله، با استفاده از منطق بولین به عرصه‌های دارای محدودیت، ارزش صفر و به مناطقی که قابلیت توسعه دارند ارزش یک اختصاص داده شد. به این ترتیب، عرصه‌های دارای محدودیت از روند مطالعه حذف شدند.

استانداردسازی داده‌ها

در مرحله بعد استانداردسازی معیارهای عامل و تبدیل آنها به مقیاس بایت^۱ پیوسته در بازه ۰ تا ۲۵۵ توسط تابع عضویت تعریفی کاربر^۲ انجام شد. استانداردسازی داده‌ها، به منظور تبدیل واحدهای نامتجانس فاکتورها به واحدهای مشابه و قابل مقایسه لازم و ضروری است (Eastman, 2006b). با توجه به اینکه در اندازه‌گیری صفات، دامنه متنوعی از مقیاس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، لازم است ارزشهای موجود در لایه‌های مختلف نقشه معیار به واحدهای قابل مقایسه و در تناسب با هم تبدیل شود. به بیان دقیق‌تر، اگر بخواهیم لایه‌های مختلف نقشه‌های معیار با هم ترکیب شود، مقیاس‌ها باید در تناسب با یکدیگر قرار داشته باشند. برای قابل مقایسه کردن نقشه‌های معیار با یکدیگر از چندین روش می‌توان

3. Standardization
4. Consistency Ration (C.R)
5. Eigenvector
6. Graph Theory

1. Byte
2. User Defined

پرسشنامه‌هایی که نرخ سازگاری آنها کمتر از ۰/۱ و قابل قبول بودند، انتخاب شدند و برآیند وزن‌های آنها محاسبه شد (جدول ۲). مقیاس ۹ کمیته ساعتی^۱ که برای مقایسه دو به دویی پارامترها مورد استفاده قرار گرفت در شکل ۲ درج شده است.

1. Saaty (1980)

است، در غیر این صورت وزن‌های نسبی داده شده به معیارها باید تغییر یابند و ضروری است وزن‌دهی مجدداً انجام شود (Lotfi et al., 2009; Svoray et al., 2005; Karam, 2005). در این تحقیق نیز به منظور دستیابی به توافق جمعی و اجماع نظر بین کارشناسان، پرسشنامه‌هایی مبنی بر وزن‌دهی پارامترها تهیه و توسط ۱۰ کارشناس تکمیل شدند. سپس، وزن معیارها و نرخ سازگاری هر پرسشنامه محاسبه گردید و آن دسته از

۱/۹	۱/۷	۱/۵	۱/۳	۱	۳	۵	۷	۹
بشدت	خیلی قوی	قوی	بطور میانه	بطور مساوی	بطور میانه	قوی	خیلی قوی	بشدت
اهمیت کمتر				اهمیت بیشتر				

شکل ۲- مقیاس ۹ کمیته ساعتی

منطق AND باشد. در واقع، WLC یک فن میانگین‌گیری است که نوع تحلیل‌ها را مابین دو نوع تابع AND (حداقل) و OR (حداکثر) قرار می‌دهد، یعنی نه حد نهایی ضد ریسک و نه حد نهایی ریسک‌پذیری (Eastman, 2010). در این روش، به منظور تلفیق لایه‌های محدودیت و تهیه لایه نهایی محدودیت‌های منطقه از منطق تقاطع بولین (منطق AND) یا به عبارتی حاصلضرب محدودیت‌ها، مطابق رابطه ۱ استفاده می‌شود. در تلفیق محدودیت‌ها با استفاده از این منطق، وزن همه معیارها برابر در نظر گرفته می‌شود (Eastman, 2006a).

$$C = \prod c_j \quad (1)$$

در این رابطه:

C: محدودیت نهایی

c_j: امتیاز معیار محدودیت j

Π: نمایه حاصلضرب

سپس، با استفاده از ترکیب خطی وزن‌دار به منظور انجام فرایند ارزیابی مطابق رابطه ۲ عمل شد:

$$S = \sum w_j x_i \quad \prod c_j \quad (2)$$

در این رابطه:

S: مطلوبیت

w_j: وزن فاکتور

ارزیابی چند معیاری

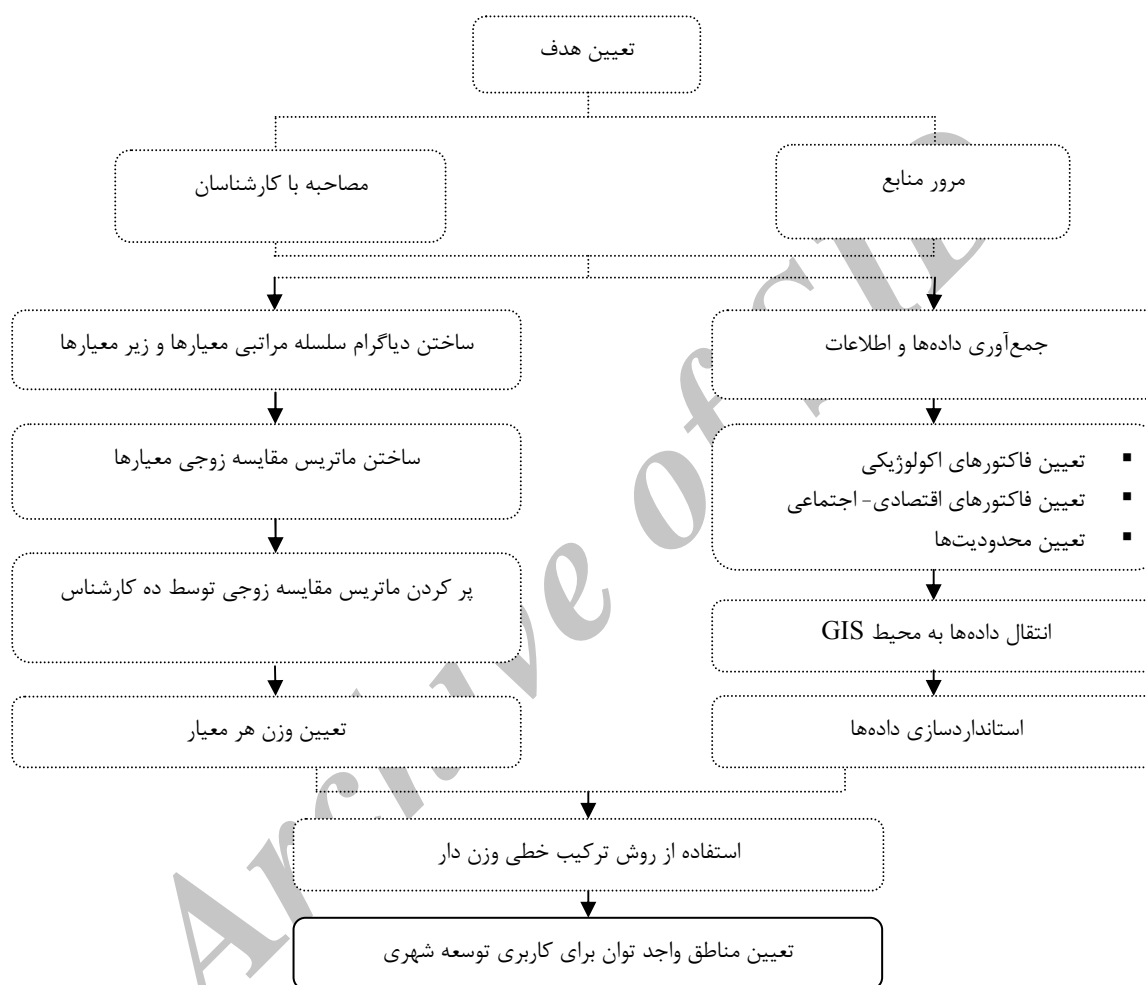
پس از استانداردسازی نقشه‌های معیار و تعیین وزن فاکتورها، مرحله بعد انجام فرایند ارزیابی چندمعیاری است. هدف از این ارزیابی، انتخاب بهترین گزینه یا بهترین مکان یا پیکسل بر مبنای رتبه‌بندی آنها از طریق ارزیابی چند معیار اصلی است. روش‌های متعددی برای تحلیل ارزیابی چندمعیاری وجود دارد. روش ترکیب خطی وزن‌دار رایج‌ترین فن در تحلیل ارزیابی تصمیم‌گیری چند معیاری است. این فن روش ساده وزن‌دهی جمع‌پذیر^۲ و روش امتیازدهی^۳ نیز نامیده می‌شود (Karam, 2005). این فرآیند ترکیب، نه تنها امکان حفظ متغیرها به صورت فاکتورهای پیوسته را فراهم می‌کند، بلکه امکان جبران فاکتورها را با هم نیز میسر می‌سازد. مطلوبیت پائین در یک فاکتور برای یک موقعیت ممکن است با مطلوبیت بالای فاکتور دیگر جبران شود. چگونگی جبران فاکتورها با هم توسط وزن فاکتورها که اهمیت نسبی هر فاکتور را نشان می‌دهد، برآورد می‌شود. ضمن آن که این نوع ترکیب باعث می‌شود که تحلیل‌ها به دور از افراط‌گرایی ضد ریسک

2. Simple Additive Weighting (SAW)

3. Scoring

ضرب آن در حاصلضرب محدودیت‌ها، مناطق نامناسب حذف می‌گردند و نقشه تناسب منطقه برای کاربری مورد نظر به دست می‌آید (شکل ۵) (Eastman, 2006a). به طور کلی مراحل اجرای تحقیق در شکل ۳ نمایش داده شده است.

ارزش فازی فاکتور
 c: امتیاز معیار محدودیت
 II: نمایه حاصلضرب
 به این صورت، ابتدا هریک از فاکتورها (عوامل) در وزن متناظر خود ضرب می‌شوند، سپس با جمع نتایج حاصل و



شکل ۳- نمودار نحوه تحلیل تناسب زمین به منظور کاربری توسعه شهری

نتایج

به وجود آورد که قابل واریسی از طرف شرکت‌کنندگان در ارزیابی و تعیین استعداد و توان اراضی می‌باشد. همچنین، توابع عضویت فازی مورد استفاده جهت استانداردسازی لایه‌های معیار در شکل ۴ نشان داده شده است. این توابع نیز تا یک محدوده مشخص قابل تغییر است و می‌توان با دخالت دادن نظر گروه‌های مختلف ذینفع نتایج جدیدی را در مدت زمان کوتاه فراهم آورد.

فهرست شش محدودیت و ۱۵ معیار عامل به کار رفته در این پژوهش در جدول‌های ۱ و ۲ درج شده است. البته باید توجه داشت که یکی از قابلیت‌های روش به کار رفته در این پژوهش تکرارپذیری آن است. از این رو، اعداد به کار رفته ضمن آنکه نشان‌دهنده اعتقاد اجرا کنندگان این پژوهش است می‌تواند در یک محدوده مشخص و قابل قبول، تغییر کند و نتایج جدیدی را در مدت زمانی کوتاه

جدول ۱- فهرست محدودیت‌های مورد استفاده در مکان‌یابی کاربری توسعه شهری

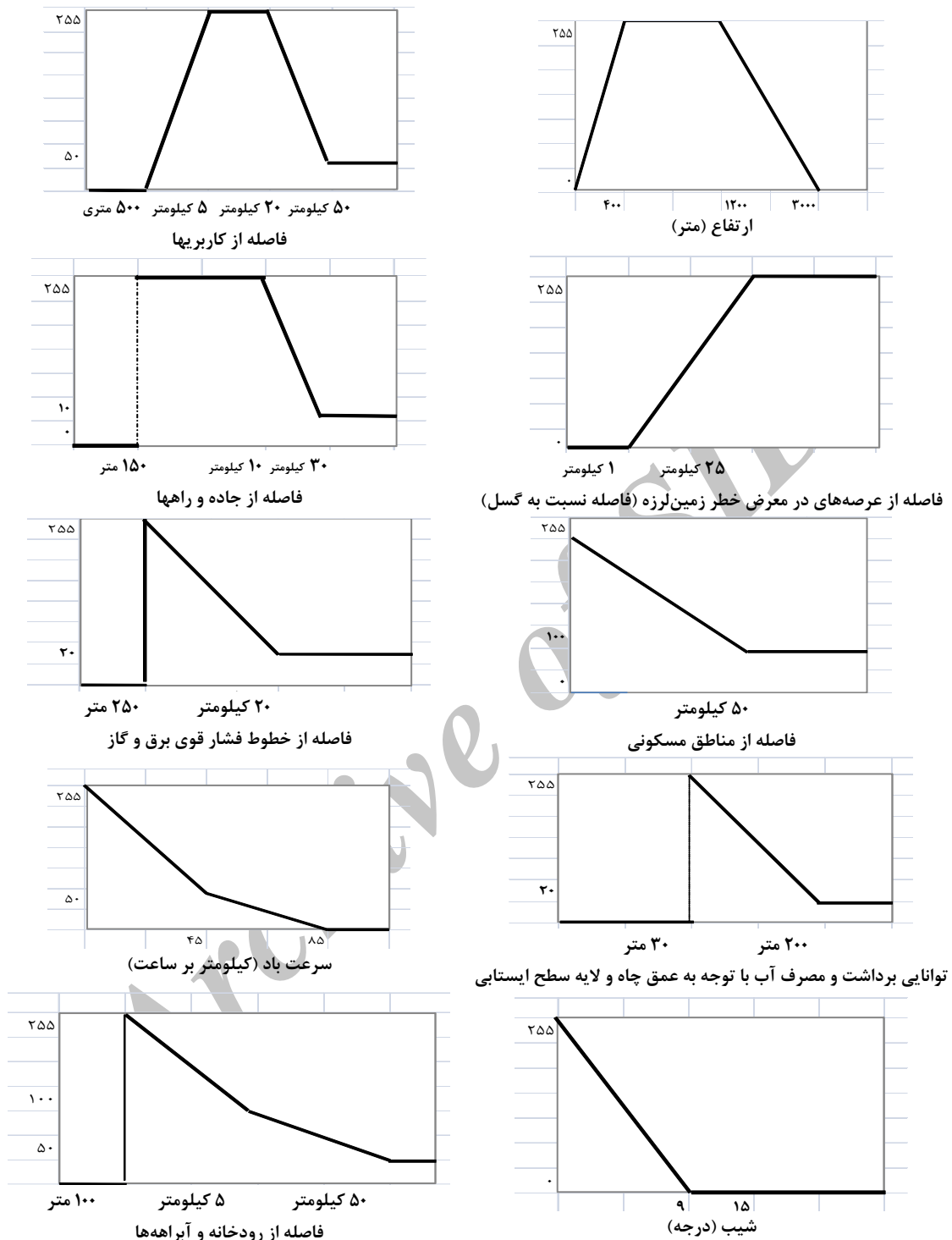
منابع	ارزش تصویر (منطق بولی)		محدودیت‌ها	ردیف
	گستره حائل (ارزش صفر)	خارج از گستره حائل (ارزش غیرصفر)		
Ahsan, 2003	۶ کیلومتر	بقیه تصویر	تصفیه‌خانه‌های فاضلاب	۱
Ahsan, 2003; Monavari and Tabibian, 2006	۱ کیومتر	بقیه تصویر	مناطق حفاظت شده	۲
Merwe & Hendrik, 1997	۱۰۰ متر	بقیه تصویر	خطوط زهکشی	۳
Liu et al., 2007	۱۰۰ متر	بقیه تصویر	پهنه‌های سیل خیز	۴
Ahsan, 2003	۳۰۰ متر	بقیه تصویر	خطوط نفت	۵
Ahsan, 2003; Mansor et al., 2006	۳۰۰ متر	بقیه تصویر	پالایشگاه‌ها	۶

جدول ۲- وزن معیارهای عامل برای توسعه شهری

ردیف	فاکتور	وزن فاکتور	وزن فاکتور	وزن زیر فاکتور
۱	شیب	۰/۱۴۳۴		
۲	جهت	۰/۰۱۵۷		
۳	ارتفاع	۰/۰۲۲۹		
۴	زمین‌شناسی	۰/۰۹۳۷	حساسیت سنگ به فرسایش	۰/۶
			مقاومت در برابر احداث سازه	۰/۴
			نوع خاک	۰/۲۵
۵	خاک‌شناسی	۰/۰۹۳۷	حساسیت خاک به فرسایش	۰/۴
			قابلیت اراضی	۰/۳۵
۶	فاصله از گسل	۰/۲۰۲۲		
۷	اقلیم	۰/۰۲۲۹		
۸	پوشش گیاهی	۰/۰۵۷۵		
۹	فاصله از مناطق مسکونی	۰/۰۵۷۵		
۱۰	فاصله از جاده و راه‌ها	۰/۰۵۷۵		
۱۱	فاصله از رودخانه‌ها و آبراهه‌ها	۰/۰۹۳۷		
۱۲	فاصله از کاربری‌های فعلی سرزمین	۰/۰۳۶۱	فاصله از صنایع	۰/۶۵
			فاصله از معادن	۰/۳۵
			فاصله از خطوط انتقال گاز	۰/۳۵
۱۳	فاصله از زیرساخت‌های نیرو و انرژی	۰/۰۲۲۹	فاصله از خطوط انتقال برق	۰/۴
			فاصله از نیروگاه‌های برق	۰/۲۵
۱۴	عمق آب‌های زیرزمینی	۰/۰۵۷۵		
۱۵	سرعت وزش باد	۰/۰۲۲۹		

نواحی مناسب برای توسعه شهری، نقشه‌ای است تلفیقی با فرمت رستری که مقادیر آن ارزش‌هایی بین ۰ تا ۲۵۵ را داراست (شکل ۵- الف). در این نقشه، کلیه عناصر تصویر (پیکسل‌ها) در طیف رنگی قرار می‌گیرند که انتخاب مکان‌های ویژه برای توسعه مناطق مسکونی را ممکن می‌سازد. مسئله اساسی در تصاویر پیوسته، انتخاب

به این ترتیب بعد از اجرای کلیه مراحل نمودار شکل ۳ و با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار مطابق رابطه ۲، نقشه‌ای حاصل می‌شود که در آن اراضی دارای توان توسعه برای کاربری توسعه شهری مشخص می‌گردند (شکل ۵). نقشه اولیه حاصل از ارزیابی چندمعیاری برای تعیین تناسب زمین در استان تهران (با هدف مکان‌یابی



شکل ۴- توابع عضویت فازی داده‌های کمی

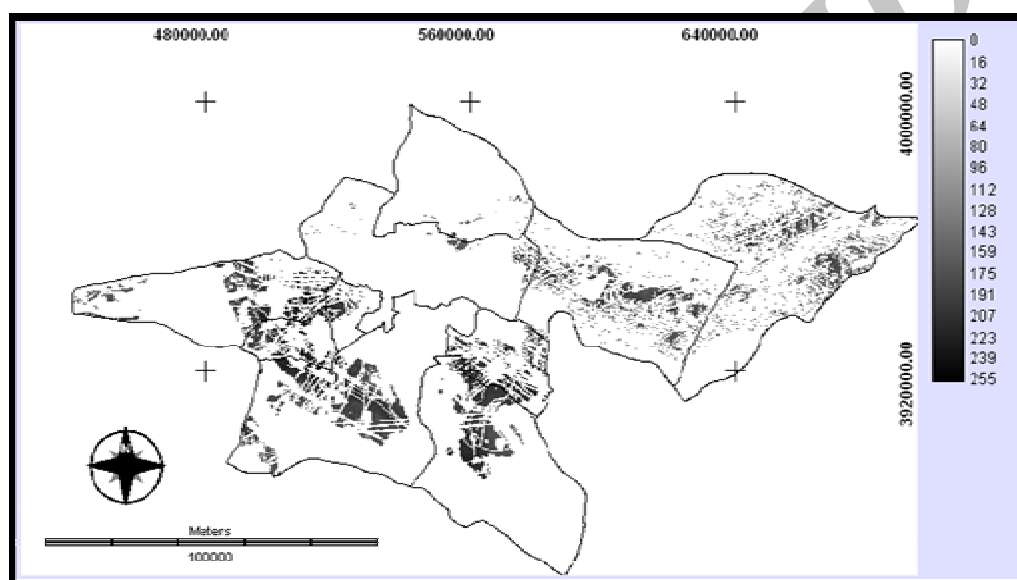
از ترکیب، مانند محدودیت وسعت حذف کرد. لذا در این تحقیق، لکه‌های کوچک (کوچک‌تر از ۳۰۰۰ هکتار) به دلیل اهمیت مسئله وسعت در انتخاب مکان‌های مناسب توسعه مسکونی حذف گردیدند. بر اساس نظر کارشناسان و صاحب‌نظران این عرصه، پهنه‌های با وسعت کمتر از

موقعیت‌های مکانی خاص در بین تمام موقعیت‌هایی است که هر یک درجه‌ای از مطلوبیت را دارند و مشخص است که مناطق مطلوب همیشه در مجاورت هم نیستند و معمولاً به صورت الگوهای قطعه قطعه‌ای پخش شده‌اند. این مشکل را می‌توان با اضافه کردن یک محدودیت پس

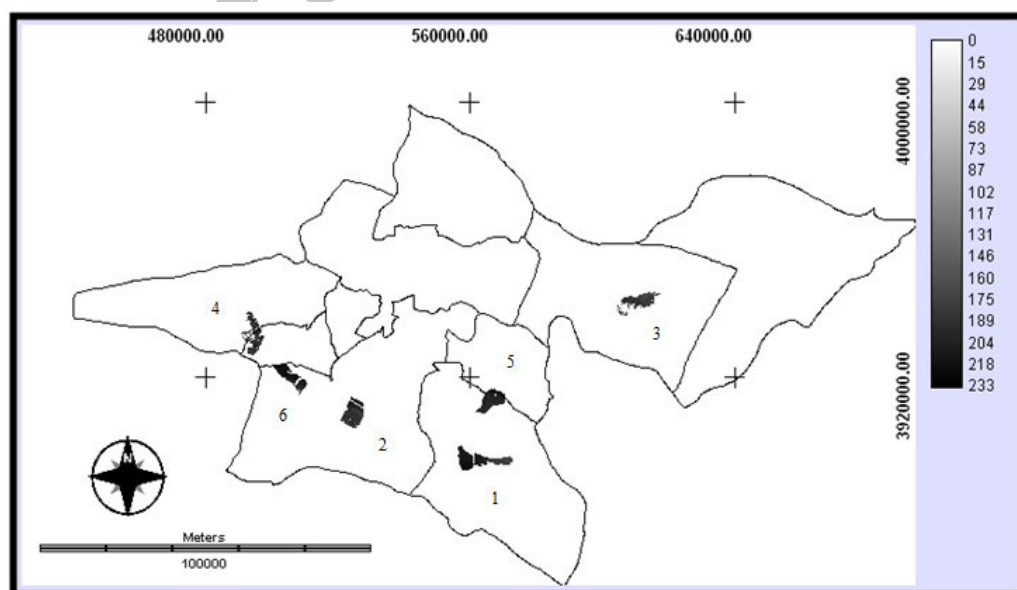
قلمداد گردد و مورد استفاده برنامه‌ریزان شهری و منطقه‌ای قرار گیرد (شکل ۵ - ب).

در شکل ۵ (ب) نتایج حاصل از ارزیابی چند معیاری برای تعیین تناسب زمین برای توسعه شهری استان تهران نمایش داده شده است. همانطور که در شکل مشاهده می‌گردد، نتیجه نهایی شامل شش چندضلعی با وسعت و درجه مطلوبیت دلخواه است. در جدول ۳ وسعت و مطلوبیت چندضلعی‌ها نمایش داده شده است.

۳۰۰۰ هکتار برای کاربری توسعه شهری و احداث شهرهای جدید مناسب نیستند. همچنین، چند ضلعی‌های با ارزش کوچک‌تر از ۱۵۰ نیز به علت رعایت نشدن تناسب خیلی از فاکتورها برای کاربری توسعه شهری، حذف شدند. نقشه نهایی تناسب زمین برای توسعه شهری، اراضی اولویت‌دار و مناسب برای توسعه شهری با وسعت بیشتر از ۳۰۰۰ هکتار و ارزش پیکسل بزرگتر از ۱۵۰ را نشان می‌دهد که می‌تواند به عنوان مبنایی برای مکان‌یابی‌های آتی جهت توسعه شهری



(الف)



(ب)

شکل ۵- نتیجه تحلیل تناسب زمین برای کاربری توسعه شهری در استان تهران

جدول ۳- ویژگی بهترین شش پهنه انتخاب شده برای توسعه

شهری در استان تهران			
شماره	وسعت (هکتار)	ارزش حداقل پیکسل	ارزش حداکثر پیکسل
۱	۴۸۱۰/۵	۱۵۰	۲۲۴
۲	۳۸۷۱/۸	۱۵۰	۲۱۹
۳	۳۵۳۶/۱	۱۵۰	۲۱۲
۴	۳۴۱۸/۳۸	۱۵۰	۲۲۳
۵	۳۳۹۶/۱۵	۱۷۵	۲۱۵
۶	۳۱۷۱/۲۴	۱۵۰	۲۳۳
جمع	۴۴۱۰۲۴۴/۰۸	-	-

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که روش ترکیب خطی وزن‌دار با توجه به خصوصیات ویژه‌اش می‌تواند در بررسی موضوعات مربوط به برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای کاربرد مطلوبی داشته باشد. این روش نسبت به منطق بولین دارای انعطاف‌پذیری بیشتری است و امکان استانداردسازی معیارها را در ساختاری پیوسته فراهم می‌کند و لذا اطلاعات مهم درباره درجه مطلوبیت را حفظ می‌نماید. این روش همچنین امکان اختصاص وزن‌های متفاوت را به فاکتورها می‌دهد که این کار منجر به جبران فاکتورها با هم می‌شود. این نوع ترکیب باعث می‌شود که تحلیل‌ها به دور از افراط‌گرایی ضد ریسک و رویکرد بولی باشند. این مسئله به ویژه هنگامی که داده‌ها از نظر مقیاس و دقت یکسان نیستند و درجات مختلفی از درستی دارند بسیار حائز اهمیت است. در بیشتر مطالعات انجام شده در ایران، در خصوص ارزیابی تناسب کاربری توسعه شهری، به علت استفاده از منطق بولین، ضعف‌هایی وجود دارد ولی این روش همواره بعلت سادگی عملیات و سهولت کاربرد مورد توجه بوده است. در روش بولین به علت محدود بودن انتخاب‌ها و دامنه مقادیر معیارها، انعطاف‌پذیری مناسبی در فرایند مکان‌یابی وجود ندارد، چرا که پهنه‌های سرزمین بر اساس معیارهای مطلق و قطعی انتخاب می‌شوند. این در حالی است که در روش ترکیب خطی وزن‌دار به واسطه طیف

گسترده دسته‌بندی مناطق (۲۵۵-۰ و یا ۱-۰) قدرت تصمیم‌گیری بالاتر است. در این روش به طرق گوناگون می‌توان در نتایج حاصل به نحوی تغییر ایجاد نمود که پاسخ‌های قابل قبول تری بدست آید: از جمله تغییر در مقادیر آستانه، تابع فازی، وزن‌های معیار و تغییر محدوده طبقه‌بندی. لذا، از برتری‌های روش حاضر، امکان وزن‌دهی، استانداردسازی با منطق فازی و انتخاب مناطق مستعد با طیفی از تناسب و توجه به انواع معیارهای محیط زیستی، بوم‌شناختی و اقتصادی-اجتماعی می‌باشد. از سایر دستاوردهای این تحقیق شامل تحلیل تعداد زیادی داده جغرافیایی، اجرای تحلیل پیکسل پایه در برابر پلی‌گون-پایه، استفاده از یک روش نظام‌مند تکرارپذیر، به رسمیت شمردن خطاهای داده‌ها و فراهم آوردن محملی برای مصالحه میان طرف‌های درگیر مسئله توسعه شهری می‌باشد. روش ارائه شده را به سادگی می‌توان در قالب یک مدل عرضه نمود، به گونه‌ای که طیف وسیعی از تصمیم‌گیران بتوانند بدون نیاز به دانش کارشناسی سطح بالا به تغییر قابل قبول وزن‌ها و حدود آستانه معیارها در فازی‌سازی بپردازند، لایه‌های جدید اطلاعاتی وارد نمایند و نتیجه کار خود را ببینند.

نقطه قوت دیگر این تحقیق، مدنظر قراردادن وزن‌های معیار به عنوان عناصر اصلی تحلیل حساسیت است. وزن‌های معیار به عنوان مبنایی برای قضاوت ارزشی به حساب می‌آیند و در واقع نمره‌های ذهنی در رابطه با چیزی هستند که تصمیم‌گیران می‌توانند بر روی آن متفق نباشند و احتمال اختلاف نظر بر روی آنها بیش از دیگر پارامترهاست. لذا در این تحقیق، با بدست آوردن برآیند وزن‌های تعیین شده توسط کارشناسان مختلف، سعی در رفع این تعارضات و اختلاف نظرها شده است. این رهیافت، ابزاری جهت حصول توافق میان کارشناسان، افراد و گروه‌های ذینفع و مدیران و تصمیم‌گیران محسوب می‌شود و انعطاف نتایج بدست آمده را در محدوده‌های مشخص افزایش می‌دهد. ارزش این رهیافت هنگامی بیشتر می‌شود که توجه نماییم تصمیم‌گیری بر مبنای پیکسل‌هایی با اندازه ۳۰ متر صورت می‌گیرد که خود

این چارچوب، امکان استفاده از روال‌های رایانه‌ای نظیر کوتاه‌ترین مسیر^۱ نیز به نحو مناسبی فراهم می‌شود.

مقیاس تحلیل را به میزان زیادی ارتقاء می‌دهد و در این حالت حتی تصمیم‌گیری در خصوص کاربری‌های متعارض خطی که عرض زیادی از سطح سرزمین را در بر نمی‌گیرد، بسیار تسهیل می‌شود. جاده‌سازی و مسیرهای انتقال آب و برق از مصادیق توسعه‌های خطی هستند. در

1. Shortest Path

References

- Abasspour, M., Gharaguzlu, A., 2006. Urban Development Model by Using Environmental Modeling and GIS and RS. *Geo Sciences*, 57, 54-61.
- Adhvaryu, B., 2010. Enhancing urban planning using simplified models: SIMPLAN for Ahmedabad, India. *Progress in Planning*, 73, 113-207.
- Ahsan, M., 2003. Collection of Urban Planning regulations and laws, First Volume: From beginning to 1999, Tehran: Ministry of Housing and Urban Development, Urban Planning and Architecture Adjutancy, Urban Planning and Architecture Research Center of Iran, 672p.
- Awad, A.R., Ela, M.T.A., 2003. Urban planning for low-income groups with developed optimization models. *Advances in Engineering Software*, 34, 607-619.
- Boroushaki, S., Malczewski, J., 2008. Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in Arc GIS. *Computers and Geosciences*, 34, 399-410.
- Boroushaki, S., Malczewski, J., 2010. Using the fuzzy majority approach for GIS-based multi criteria group decision-making. *Computers & Geosciences*. 36, 3, 302-312.
- Chen, Y., Li, K.W., Liu, S., 2011. An OWA-TOPSIS method for multiple criteria decision analysis. *Expert Systems with Applications*, 38, 5, 5205-5211.
- Eastman, J.R., 2006a. IDRISI Andes Guide to GIS and Image Processing, Manual Version 15.00, IDRISI production, Clark Labs, Clark University, Worcester, MA, USA. 327p.
- Eastman, J.R., 2006b. IDRISI Andes: Tutorial, IDRISI production, Manual Version 15.00, Clark Labs, Clark University, Worcester, MA, USA. 284p.
- Eastman, J.R., 2010. Applied Remote Sensing and GIS with Idrisi. Translated and compiled by: Mahini, A.S., Kamyab, H. Mehr mahdis Publications, Tehran. 582p.
- Gharekhlou, M., Pourkhabaz, H.R., Amiri, M.J., Sabokbar, H.A.F., 2009. Urban land evaluation of Ghazvin region with geographic information system. *Urban and Regional Studies and Researches*, 2, 51-68.
- Karam, A., 2005. Land suitability analysis for physical development in Northwest of Shiraz, applying Multi Criteria Analysis (MCE) with GIS. *Geographical Researches*, 54, 93-106.
- Larijani, A.J., 2007. Ecotourism Capability Assessment of the Behshahr Area Using Land Erodibility and Stability Indices by Using GIS. M.Sc. Thesis. Science and Research Campus. Islamic Azad University. Tehran, 170p.
- Liu, Y., Lv, X., Qin, X., Guo, H., Yu, Y., Wang, J., Mao, G., 2007. An integrated GIS-based analysis system for land use management of lake areas in urban fringe. *Landscape and Urban Planning*, 82, 233-246.
- Lotfi, S., Habibi, K., Koohsari, M. J., 2009. An Analysis of Urban land development using Multi-Criteria Decision Model and Geographical Information System (A Case Study of Babolsar City). *American Journal of Environmental Sciences*, 5(1), 87-93.
- Makhdom, M., 2003. Fundamental of Land use Planning, University of Tehran Press. 289p.
- Makropoulos, C.K., Butler, D., 2006. Spatial ordered weighted averaging: incorporating spatially variable attitude towards risk in spatial multi-criteria decision-making. *Environmental Modelling and Software*, 21, 69-84.
- Malczewski, J., 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. Translated by: Parhizkar, A., Gilandeh, A.G. Samt Publication, Tehran, 597p.
- Malczewski, J., 2004. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in planning*,

- 62, 3-65.
- Malczewski, J., 2006. Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis. *International journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8, 270-277.
 - Mansor, S., Ahmed, N., Shiriff, R., 2006. GIS Based Multi criteria Approaches to Housing Site Suitability Assessment, shaping the Change, XXIII FIG Congress, Munich, Germany, October 8-13.
 - Merwe, V.D., Hendrik. J., 1997. GIS-aided land evaluation and decision-making for regulating urban expansion: A South African case study. *Geo Journal*, 43, 135-151.
 - Monavari, M., Tabibian, S., 2006. Identification of environmental factors for site selection of new cities in Iran. *Journal of Environmental sciences and Technology*, 8, 3, 1-9.
 - Nadi, S., Delavar, M.R., 2011. Multi criteria, personalized route planning using quantifier-guided ordered weighted averaging operators. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 13(3), 322-335.
 - Nuri, J., Jouzi, S.A., 2002. Ecological land evaluation in 22nd region of Tehran municipality for urban development. *Journal of Environmental sciences and Technology*, 12, 33-43.
 - Pütz, M., 2011. Power, scale and Ikea: analyzing urban sprawl and land use planning in the metropolitan region of Munich, Germany. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 14, 177-185.
 - Svoray, T., Bar, P., Bannet, T., 2005. Urban land-use allocation in a Mediterranean ecotone: Habitat Heterogeneity Model incorporated in a GIS using a multi-criteria mechanism. *Landscape and Urban Planning*, 72, 337-351.
 - Taleai, M., Sharifi, A., Sliuzas, R., Mesgari, M., 2007. Evaluating the compatibility of multi functional and intensive urban land uses. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 9, 375-391.
 - Tofigh, F., 2005. Spatial Planning: International Experience and Its relevance for Iran, Tehran: Urban Planning and Architecture Research Center of Iran, 520p.
 - Yang, F., Zeng, G., Du, C., Tang, L., Zhou, J., Li, Z., 2008. Spatial analyzing system for urban land use management based on GIS and multi criteria assessment modeling. *Progress in Natural Science*, 18, 1279-1284.
 - Zarghami, M., Szidarovszky, F., 2009. Revising the OWA operator for multicriteria decision making problems under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 198(1), 259-265.
 - Zebardast, E., 2001. An application of analytical hierarchy process in regional and urban planning. *Honarhaye Ziba*, 10, 13-20.
 - Zhang, X., Wu, Y., Shen, L., 2011. An evaluation framework for the sustainability of urban land use: A study of capital cities and municipalities in china. *Habitat International*, 35(1), 141-149.
 - <http://www.amar.org.ir/>

An Improved Integrated Model of Urban Development for Tehran Province

S. Reza Soltani^{1*}, S. M. Monavari¹, A. Salman Mahiny² and A. A. Alesheikh³

¹ Department of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

² Department of the Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Golestan, Iran

³ Department of GIS Engineering, Geomatics Engineering Faculty, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran

(Received: 28-08-2011 – Accepted: 17-06-2012)

Abstract

Unplanned urban development imposes significant pressure on land resources and land use structures and brings about many negative socio-economic and environmental consequences. Therefore, comprehensive studies should be applied to support urban land use management in the world and especially in developing countries. In Iran, like many other developing countries, urban development is fast and often unharnessed. Tehran province is the main focus of urban sprawl, in which strong economic state and allocation of facilities and infrastructures encourage mass migration of people and cause unplanned construction and changes in spatial structure of the region. In this study, an integrated approach towards urban land suitability assessment in Tehran province including social – economic and ecological aspects has been implemented. The employed method and the developed model can be considered as an efficient sample of achieving sustainable urban development and regulating the physical development in Iran. In this research, a Weighted Linear Combination Method was conducted in a Geographical Information System considering 15 criteria, including social–economic and ecological factors. For weighting the criteria, the Analytic Hierarchy Process was used including opinions of ten experts. At the end, a land suitability map was produced showing suitable area for urban development. These areas include six arenas with suitable extent and desirable suitability in southern part of the province that can be used by urban planners and spatial decision makers. As the results are systematic and reproducible, they can be regarded as means of collaboration and consensus making among urban developers and decision makers.

Keywords: Multi criteria evaluation, Environmental capability, Urban development, Geographic information system, Weighted linear combination, Analytic hierarchy process, Tehran province