

ارزیابی توان اکولوژیک کاربری شهری با مدل MCDM و GIS

(مطالعه موردی: شهر سهند)

زیبا بهشتی (دانشجوی دکتری ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران، نویسنده

مسئول)

zibabeheshti64@gmail.com

مسعود منوری (استادیار انرژی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران)

monavari.m@yahoo.com

تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۶/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۲۵

صص ۵۵-۴۱

چکیده

استفاده از سرزمین، بدون در نظر گرفتن تفاوت‌های اکولوژیک و پتانسیل‌های محیطی، باعث پیامدهای ناگوار و تخریب محیط زیست می‌شود که در نهایت، منابع طبیعی را در معرض تهدید قرار داده و محیط را از توسعه پایدار دور می‌کند. منطقه سهند با تنوع اکوسیستم‌های مناسب و مساعد برای زیست انسانی و تنوع جاذبه‌های طبیعی و چشم‌اندازها و مناظر بالارزش زیست‌محیطی، از مهم‌ترین نقاط جمعیت‌پذیر استان آذربایجان شرقی است. از این رو، رشد شهرها و سکونت‌گاه‌های روستایی و در پی آن سایر زیرساخت‌ها و تأسیسات انسانی مورد نیاز، ناگزیر از ارزیابی توان اکولوژیک کاربری مناسب و اختصاص پهنه‌هایی از منطقه برای این نوع کاربری شده است. پژوهش پیش رو با هدف تعیین کاربری مناسب توسعه شهری در منطقه سهند استان آذربایجان شرقی تهیه شده است. توسعه زیاد شهر سهند و فقدان مطالعات جامع علمی در خصوص ارزیابی توان اکولوژیک توسعه آن، موجب شد «ارزیابی توان اکولوژیک کاربری توسعه شهری سهند با مدل تصمیم‌گیری چندمعیاری MCDM و GIS» به عنوان موضوع پژوهش انتخاب شود. نتایج حاکی از آن است که از مجموع مساحت محدود مطالعاتی سهند که در ۱۷۲۱ واحد اکولوژیک شناسایی شده و دارای ۴۵۲۰۰ هکتار مساحت است، ۳۳۲۶ هکتار دارای توان درجه ۱ و ۴۲۷۹ هکتار دارای توان درجه ۲ برای توسعه شهری است در حال حاضر، پراکنش فضایی مراکز جمعیتی شهرستان بیشتر در کاربری درجه ۲ (متوسط) قرار دارد که از مهم‌ترین دلایل آن می‌توان به شیب متوسط، بافت نسبتاً خوب خاک، شرایط زه‌کشی مناسب و شرایط اقلیمی مساعد اشاره کرد.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی توان اکولوژیک، توسعه شهری، شهر سهند، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدل تصمیم‌گیری

چندمعیاری

۱. مقدمه

۱.۱. طرح مسئله

شهرهای جدید مستقل، اجتماع‌های برنامه‌ریزی شده‌ای هستند که با اهداف تمرکززدایی، بهره‌برداری از منابع، تقویت مناطق صنعتی، ایجاد قطب رشد در نواحی عقب‌مانده، توسعه ناحیه‌ای و تغییر ساخت سیاسی و خدماتی در نواحی ایجاد می‌شوند؛ زیرا هدف از ایجاد شهرهای جدید مستقل رد اصل ناشی از «سیاست تمرکززدایی» ملی و ناحیه‌ای و تعادل بخشی به نواحی مختلف کشور است. این شهرها در بیشتر نقاط دنیا به خصوص شوروی سابق احداث شده‌اند (پاپلی یزدی و ستاجردی، ۱۳۸۷، ص. ۲). شهرهای جدید اقماری به مثابه اجتماع‌های برنامه‌ریزی شده‌ای هستند که در حوزه کلان‌شهرها طراحی می‌شوند و پیوندهای عملکردی مستحکمی با مادرشهر دارند. شهرهای جدید اقماری از نظر شکل، تراکم و شیوه زندگی اصولاً تداوم الگوی سکونتی حومه‌نشینی به شمار می‌روند (رهنمایی و شاه‌حسینی، ۱۳۸۷، ص. ۲؛ جی^۱، ۲۰۱۰، ص. ۱۸۹). در این شهر نیاز به ایجاد و تأمین مشاغل نیست؛ زیرا این شهرها از بازار کلان‌شهرها بهره‌مند می‌شوند و از نظر خدمات وابسته به شهر مرکزی هستند. این رویه در کشورهای مختلف جهان به‌ویژه انگلستان، فرانسه و روسیه اجرا شده است. شهرهای جدید پیوسته را هاروی پارولوف برای توصیف شهرهایی که در محدوده شهرهای موجود احداث می‌شوند، به کار برد

(داداش‌پور، ۱۳۸۱، ص. ۱۱). شهرهای جدید پیوسته در جوار مادرشهر و مجتمع‌های بزرگ برای انباشتگی‌های مسکونی آن‌ها و نیز سامان‌دهی فضایی و تراکم‌زدایی از مادرشهر احداث می‌شوند (جوزی، ۱۳۸۸، ص. ۸۲). این الگو به دلیل قرارگرفتن در محدوده شهرهای بزرگ تراکم شدید جمعیتی دارد و خیلی سریع توسعه می‌یابد. نظریه شهرهای جدید پیوسته نتیجه مکتب شهرسازی استکهلم است که در کشورهای اسکاندیناوی با تکیه بر اصل تراکم‌زدایی و اصلاح ساختار شهری شهرها به‌خصوص پایتخت آن‌ها مطرح شد (جارزومبک^۲، ۲۰۰۳، ص. ۹). این شهرها در ایران به‌ویژه در تهران و اصفهان احداث شده‌اند؛ به طوری که می‌توان گفت بیشتر شهرهای جدید ایران در این طیف قرار می‌گیرند (میرکتولی، ۱۳۹۰، ص. ۷۰).

۲.۱. پیشینه تحقیق و مبانی نظری

کنعانی (۱۳۹۰) در پژوهش خود با هدف تعیین کاربری مناسب توسعه شهری، براساس شاخص‌های مدل ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری، روستایی و صنعتی ایران و با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاری (MCDM) بر پایه سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شهرستان ساری، استان مازندران به این نتایج دست یافت که از مجموع مساحت شهرستان ساری که در ۱۹۶۵ واحد اکولوژیک شناسایی شده است، ۳۲۷۱۳/۲۳ هکتار به کاربری مناسب، ۴۷۶۶۷/۴۶۵ هکتار به کاربری

متوسط و ۲۷۵۴۳۸/۳۹۹ هکتار به کاربری نامناسب اختصاص دارد.

رنجبر (۱۳۸۶) در تحقیقی مکان‌یابی ارزیابی توان اکولوژی اراضی کشاورزی شهرستان مرند را انجام داد. وی با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی مؤثر و با استفاده از روش‌های مختلف ارزیابی چند معیاری نظیر روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، وزن‌دهی افزودنی ساده (SAW) و ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) اقدام به تلفیق نقشه‌های موجود کرد و نقشه قابلیت کشاورزی منطقه تهیه شد. نقشه قابلیت کشاورزی منطقه با نقشه کاربری اراضی مقایسه شد و میزان مطابقت هر یک از آن‌ها با نقشه کشاورزی موجود (استخراج‌شده از تصاویر ماهواره‌ای) تعیین شد.

جعفری (۱۳۸۴) در تحقیقی مکان‌یابی عرصه‌های مناسب احداث صنعت در استان قم را انجام داد. وی برای این کار از روش سیستمی استفاده کرد. کلیه نقشه‌ها پس از اسکن‌شدن و انجام فرآیند رقومی‌سازی وارد محیط GIS شده و تجزیه و تحلیل شد. پس از آن ارزیابی توان سرزمین براساس هدف مورد نظر، مدل سه‌طبقه‌ای تدوین شد. به منظور ارزیابی توان اکولوژیکی و اقتصادی اجتماعی، پس از تهیه مدل توصیفی مربوطه، برای تبدیل آن به مدل ریاضی از ترکیب مدل رگرسیون و مدل برنامه‌نویسی خطی استفاده شد. وی پس از انجام این تحقیق نوعی مدل در زمینه مکان‌یابی استقرار صنایع تدوین کرد که برای مکان‌یابی دیگر کاربری‌ها نیز کاربرد فراوان دارد. امینی (۱۳۸۵) با روش‌های بولین و فازی با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست در محیط GIS

به مکان‌یابی محل دفن زباله در شهر ساری پرداخته است.

بلکینا^۱ (۲۰۱۰) در تحقیق خود با عنوان «طراحی استراتژیک برای توسعه شهری و ابزارهای مورد نیاز جهت اجرا» فاکتورهای زیربنایی در گذر از اقتصادی و اجتماعی به طراحی‌های استراتژیک شهرها را تحلیل می‌کند. یکی از اساسی‌ترین دیدگاه‌های وسیع بین‌المللی و کاری روسیه بر مدیریت در اجرای طرح‌های استراتژیک، نتایج ایجادشده در ارتباط نزدیک بین طراحی استراتژی و کنترل اجرای طرح در تمرین استراتژیک و عملکردهای مدیریت برای نوسازی شهر مبتنی است.

در پی اتخاذ سیاست احداث شهرهای جدید از سوی هیأت محترم وزیران، اقدامات اولیه جهت مکان‌یابی مقدماتی شهرهای جدید پیرامون تبریز با توجه به نیازها و امکانات اشتغال و سایر عوامل مؤثر بر امر مکان‌یابی در دستور کار قرار گرفت و به این ترتیب کارشناسان شرکت شهر عمران جدید سهند بررسی‌های لازم در این زمینه را از بهمن‌ماه سال ۱۳۶۶ آغاز کردند که حاصل آن گزارشی با عنوان «مکان‌یابی شهر جدید سهند» است. با انتخاب محل شهر جدید سهند در فاصله ۲۰ کیلومتری جنوب غربی شهر تبریز، مطالعات راهبردی شهر جدید، بر روی پهنه در نظر گرفته شده که دارای عوارض طبیعی تند و ناهمواری‌های بسیاری است و در مساحتی حدود ۱۲۶۵۰ هکتار آغاز شد تا با مطالعه محیط طبیعی و دسترسی‌ها و مراکز جمعیتی هم‌جوار، موقعیت مناسب استقرار و طراحی شهر مشخص

سوم: تحلیل‌ها به روش WLC و AHP انجام گرفته و نقشه توان اکولوژیک توسعه شهر سهند استخراج شده و با مقایسه با مدل توسعه شهری، طبقه بندی شد. مساحت شهر سهند در حال حاضر ۲۳۲۹ هکتار است.

۲.۲. متغیرها و شاخص‌های پژوهش

در پژوهش پیش‌رو از متغیرهای پایه و مؤثر در رشد فیزیکی یک شهر استفاده شده است. این متغیرها عبارت‌اند از: ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت شیب، فاصله از گسل‌ها، لیتولوژی، بافت خاک، فاصله از جاده‌ها، آب‌های زیرزمینی، آب‌های سطحی و فاصله از خطوط انتقال نیرو. این نقشه‌ها با استفاده از مدل فازی استاندارد شدند.

۳.۲. قلمرو جغرافیایی پژوهش

شهر سهند که در ناحیه شمال غربی مرکز شهرستان اسکو واقع شده است، بنا به آخرین سرشماری مرکز آمار ایران که در سال ۱۳۸۵ صورت گرفته است، با جمعیتی بالغ بر ۱۳۶۱۰ نفر هجدهمین شهر پرجمعیت استان آذربایجان شرقی است. شهر سهند در تاریخ ۵ تیر ۱۳۸۷ خورشیدی با احداث ساختمان شهرداری و انتخاب شهردار به عنوان پنجاه و هشتمین شهر استان آذربایجان شرقی و سومین شهر شهرستان اسکو شناخته شد. شهر جدید سهند با مختصات طول‌های شرقی جغرافیایی بین ۴۶-۳ و ۴۶-۱۵ و عرض‌های جغرافیایی بین ۵۳-۳۷ و ۵۹-۳۷ در ۲۰ کیلومتری جنوب غربی تبریز و در مجاورت جاده تبریز-مراغه و بر روی ارتفاعات مجاور دشت خسرو شهر و دره اسکو واقع است و اختلاف ارتفاع آن با نقاط مجاور در دره اسکو بیش

شود. با توجه به محدودبودن اراضی قابل عرضه به بازار مسکن در تبریز و نیز رشد ناگهانی قیمت زمین در سطح شهر در اثر فعالیت‌های مذکور، گروهی از صاحبان سرمایه و دست‌اندرکاران ساختمان متوجه شهر جدید سهند شدند. شهر سهند نیز تا این زمان توانسته است بخشی از زیرساخت‌های شهری لازم را فراهم کرده و زمینه را برای جذب متقاضیان مسکن در سطح میانی آماده کند.

۲. روش‌شناسی پژوهش

۲.۱. روش پژوهش

در این پژوهش هدف اصلی مکان‌یابی اصولی جهت پیشرفت فیزیکی شهر سهند است. در روش‌های MADM باید برای معیارهای مورد بررسی وزن‌هایی را تخصیص داد. این وزن‌دهی بسیار مهم و تعیین‌کننده است؛ به همین خاطر باید در انتخاب وزن‌ها نهایت دقت به عمل آید تا نتایج حاصل مطابق با انتظارات باشد. در این تحقیق از روش وزن‌دهی به روش AHP استفاده شده است. در مرحله اول: محدوده مطالعاتی سهند و پارامترهای فیزیکی اکولوژیکی مؤثر در مکان‌یابی طرح توسعه شهری در دو بخش فیزیکی (شامل بررسی‌های جغرافیایی، زمین‌شناختی، خاک‌شناختی، هیدرولوژیکی، هیدروژئولوژیکی، اقلیم‌شناختی و غیره) و منابع زیستی (شامل بررسی پوشش گیاهی و جانوری، مناطق تحت حفاظت و غیره) تعیین شد. در مرحله دوم: استانداردسازی و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS انجام گرفته و جهات توسعه شهری تعیین شد. در مرحله

شرق به شیب و عوارض طبیعی زمین افزوده می‌شود و در نهایت، اراضی بین دو دره به کوه سلطان از ارتفاعات سهند می‌رسد (شرکت عمران شهر جدید سهند، ۱۳۸۶).

از یک صد متر است جنوب این زمین با شیب بسیار تند از دره اسکو جدا می‌شود. این اراضی در شمال به دره زنجاب رود می‌رسد. شیب اراضی به طرف غرب با اندکی انحراف به سوی شمال است، به طرف

جدول ۱. ماتریس اولیه مقایسه دوتایی پارامترهای زیست‌محیطی توسعه شهر سهند

ف.گسل	ف.روز	ف.جاده	زه‌کشی	عمق خاک	کاربری اراضی	تراکم پوشش گیاهی	باقث خاک	زمین‌شناسی	جهت	ارتفاع	تیپ گیاهی	ف.چاه‌ها	ف.خطوط نیرو	ف.خطوط نیرو	شیب	شیب
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	شیب
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	ف.خطوط نیرو
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	ف.چاه‌ها
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	تیپ گیاهی
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	ارتفاع
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	جهت
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	زمین‌شناسی
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	بافت خاک
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	تراکم پوشش گیاهی
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	کاربری اراضی
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	عمق خاک
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	زه‌کشی
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	ف.جاده
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	ف.روز
۲,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۹,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	ف.گسل

ادامه جدول ۱

تراکم پوشش گیاهی	کاربری اراضی	عمق خاک	زه کشی	فا. جاده	فا. روز	فا. گسل	Sum
۰,۱۱	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۳۰	۰,۵۰	۱,۰۰	۰,۵۰	۷,۱۶
۲,۰۰	۷,۰۰	۹,۰۰	۰,۵۰	۸,۰۰	۹,۰۰	۰,۵۰	۶۸,۰۰
۳,۰۰	۹,۰۰	۸,۰۰	۹,۰۰	۹,۰۰	۹,۰۰	۹,۰۰	۷۲,۰۰
۲,۰۰	۸,۰۰	۴,۰۰	۸,۰۰	۸,۰۰	۸,۰۰	۹,۰۰	۶۲,۱۳
۰,۲۰	۷,۰۰	۷,۰۰	۷,۰۰	۷,۰۰	۷,۰۰	۸,۰۰	۴۱,۵۷
۰,۱۴	۸,۰۰	۷,۰۰	۷,۰۰	۶,۰۰	۸,۰۰	۷,۰۰	۴۰,۴۸
۰,۱۳	۴,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۰,۳۰	۴,۰۰	۷,۰۰	۱۰,۳۶
۰,۱۴	۴,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۰,۳۳	۷,۰۰	۲,۰۰	۱۲,۸۱
۱,۰۰	۸,۰۰	۸,۰۰	۸,۰۰	۸,۰۰	۷,۰۰	۲,۰۰	۶۲,۳۳
۰,۱۳	۱,۰۰	۰,۲۵	۰,۲۵	۹,۰۰	۱,۰۰	۸,۰۰	۳,۲۸
۰,۱۳	۴,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۸,۰۰	۱,۰۰	۰,۲۵	۱۰,۹۰
۰,۱۳	۴,۰۰	۰,۵۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۸,۰۰	۲,۰۰	۱۱,۱۵
۰,۱۳	۰,۱۱	۰,۱۳	۰,۵۰	۱,۰۰	۰,۲۵	۷,۰۰	۱۷,۴۹
۰,۱۴	۱,۰۰	۱,۰۰	۰,۱۳	۴,۰۰	۱,۰۰	۲,۰۰	۳۶,۱۶
۰,۵۰	۰,۱۳	۴,۰۰	۰,۵۰	۰,۱۴	۰,۵۰	۱,۰۰	۷۷,۰۶

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴

۳. یافته‌های پژوهش

برای انجام عملیات ارزیابی توان جهت توسعه شهری، از روش WLC و AHP استفاده شده است که در زیر مراحل انجام آن‌ها توضیح می‌آید.

فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه یا معیار تصمیم‌گیری روبه‌روست می‌تواند استفاده شود (ساعتی^۱، ۱۹۹۵، ص. ۳). معیار مطرح‌شده می‌تواند کمی و کیفی باشد. اساس این روش تصمیم‌گیری بر

1. Saaty

در این مرحله با استفاده از منوی MCE و گزینه WLC، نقشه‌های محدودیت و نقشه‌های معیار با اعمال کردن وزن‌های مربوط با یکدیگر تلفیق شدند. روش ترکیب خطی وزن‌دار به ترتیب زیر است:

۱. تعریف مجموعه معیارهای ارزیابی لایه‌های اطلاعاتی و گزینه‌ها
 ۲. استاندارد کردن هر لایه نقشه معیار
 ۳. تعریف وزن‌های مربوط به هر معیار؛ به این معنی که یک وزن «اهمیت نسبی» به هر نقشه معیار به طور مستقیم تخصیص داده شود.
 ۴. ساختن لایه‌های نقشه استاندارد شده دارای وزن؛ به این معنی که لایه‌های نقشه استاندارد شده را در وزن‌های مربوطه ضرب کنیم.
 ۵. دادن امتیاز نهایی به هر گزینه به کمک عملیات روی هم‌گذاری برای لایه‌های وزن‌دار نقشه‌هایی که استاندارد شده است.
 ۶. مرتب کردن گزینه‌ها براساس امتیاز ارجحیت کلی: گزینه دارای بیشترین امتیاز و رتبه بهترین گزینه است.
- نتیجه حاصل از این تلفیق، نقشه‌ای است که دارای ارزش‌هایی بین ۱-۰ است. مناطق دارای ارزش صفر نامطلوب‌ترین و مناطق دارای ارزش یک مطلوب‌ترین قسمت‌ها هستند. برای تهیه نقشه نهایی، نقشه مذکور به ۳ کلاس طبقه‌بندی شد.

مقایسات زوجی نهفته است (خوانروتا، ۲۰۱۱، ص. ۲۷۳).

تصمیم‌گیرنده با فراهم ساختن درخت سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری کار تحلیل را شروع می‌کند.

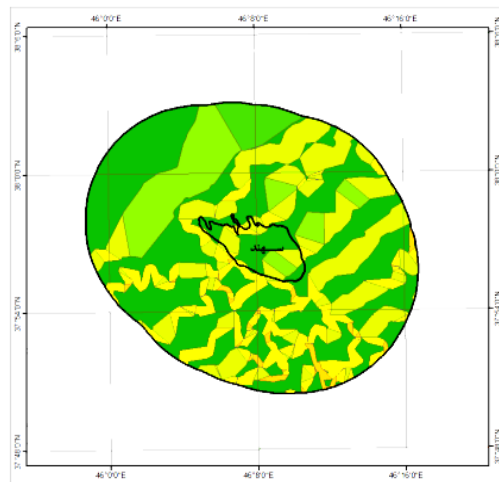
در سطح صفر هدف تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد و در سطح اول شاخص‌ها (معیارها) و در سطح دوم نیز گزینه‌ها جهت اولویت‌بندی قرار دارند که ممکن است با توجه به نوع مسئله تعداد سطوح معیارهای اصلی و فرعی بیشتر باشد.

پس از این که معیارهای اصلی و فرعی مشخص شدند و درخت سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری شد، بین شاخص‌ها مقایسات زوجی انجام می‌دهیم.

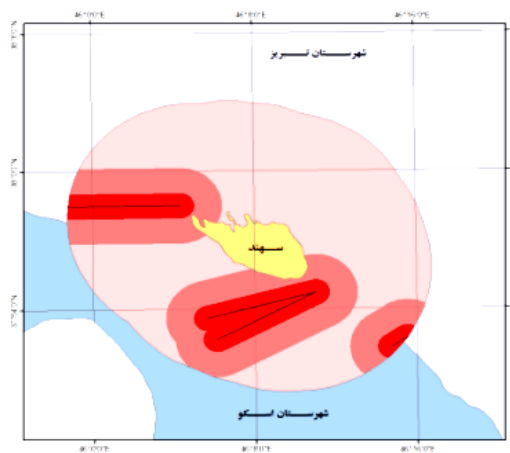
در مرحله بعد برای هر شاخص بین گزینه‌ها، مقایسه زوجی انجام می‌گیرد و سپس از الگوریتم زیر استفاده می‌کنیم:

- الف) به‌هنجار کردن ماتریس مقایسات زوجی
- ب) به‌دست آوردن میانگین حسابی هر سطر ماتریس به‌هنجار شده مقایسات زوجی
- ج) ضریب وزن‌های نسبی شاخص‌ها در میانگین حسابی گزینه‌ها
- د) محاسبه نرخ ناسازگاری و اصلاح مقایسات زوجی
- ه) رتبه‌بندی گزینه‌ها.

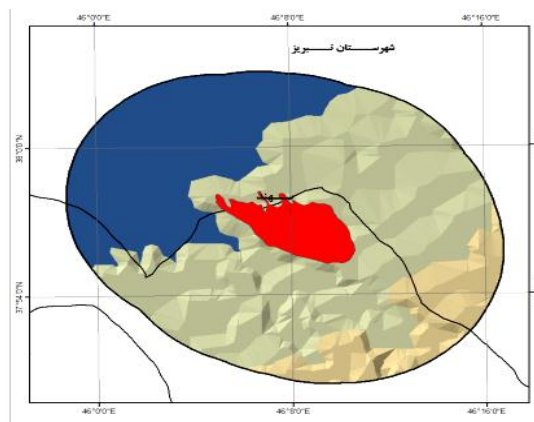
برای انجام عملیات تلفیق فازی و عملیات ارزیابی توان به روش WLC، با توجه به قابلیت‌های گسترده نرم‌افزار ایدریسی در مسائل آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره، از این نرم‌افزار استفاده شد.



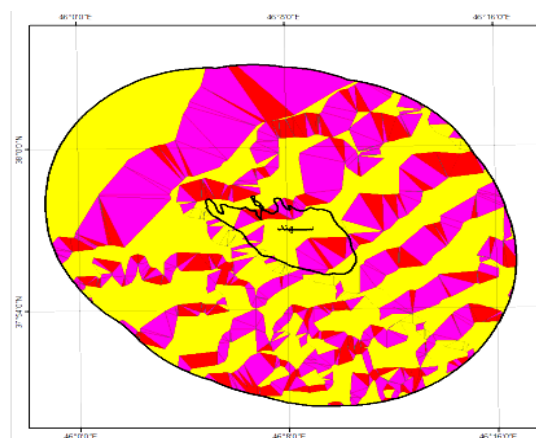
شکل ۱. نقشه استاندارد شده شیب به روش فازی
 مأخذ: نگارنگان، ۱۳۹۴



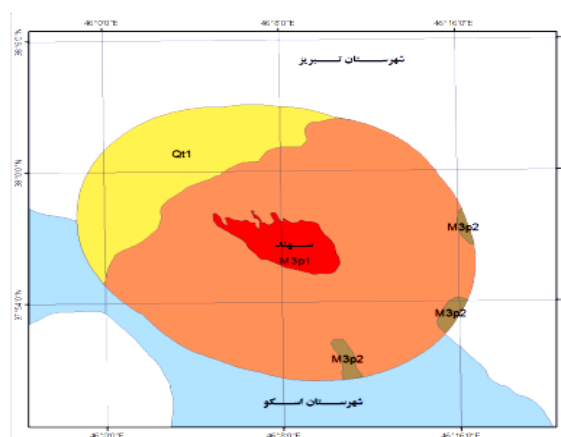
شکل ۲. نقشه استاندارد شده گسل ها به روش فازی
 مأخذ: نگارنگان، ۱۳۹۴



شکل ۳. نقشه استاندارد شده ارتفاع به روش فازی
 مأخذ: نگارنگان، ۱۳۹۴



شکل ۴. نقشه استاندارد شده جهت شیب به روش فازی
 مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴



شکل ۵. نقشه استاندارد شده زمین شناسی به روش فازی
 مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴

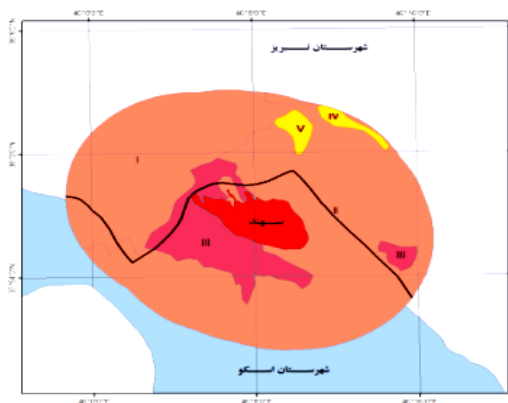


شکل ۶. نقشه استاندارد شده بافت خاک به روش فازی
 مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴



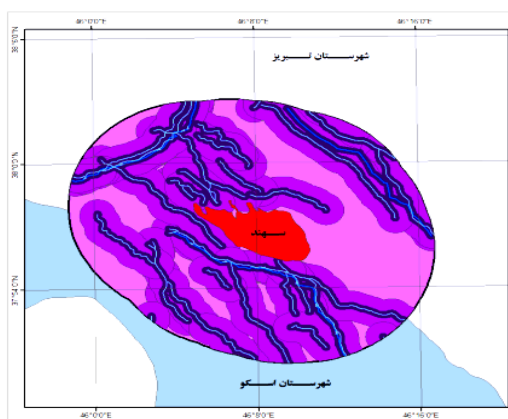
شکل ۷. نقشه استاندارد شده عمق خاک به روش فازی

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴



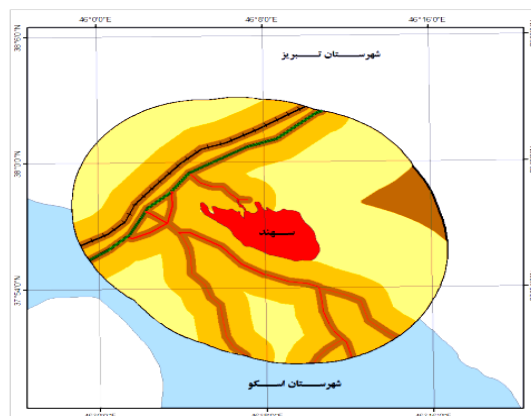
شکل ۸. نقشه استاندارد شده فرسایش خاک به روش فازی

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴



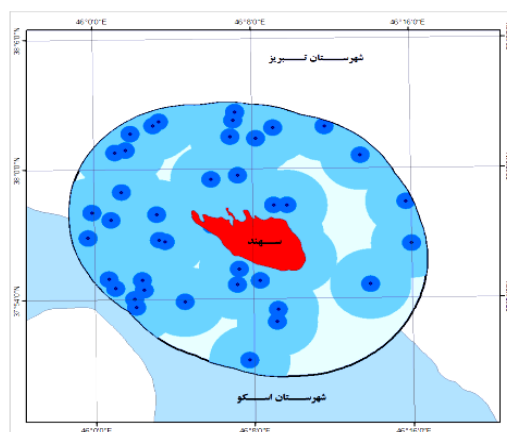
شکل ۹. نقشه استاندارد شده آب های سطحی به روش فازی

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴



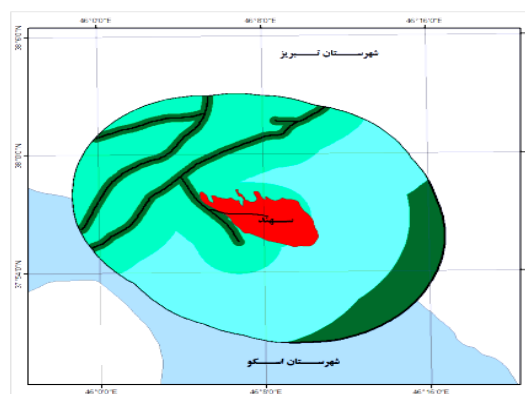
شکل ۱۰. نقشه استاندارد شده جاده‌ها به روش فازی

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴



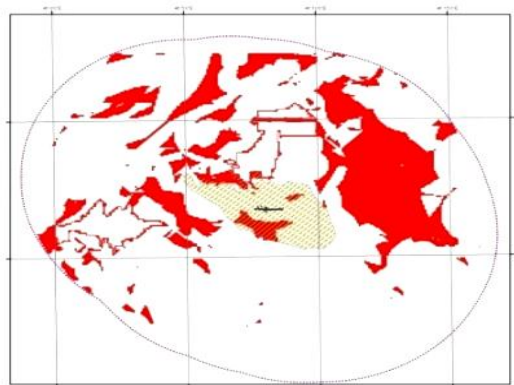
شکل ۱۱. نقشه استاندارد شده آب‌های زیرزمینی به روش فازی

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴



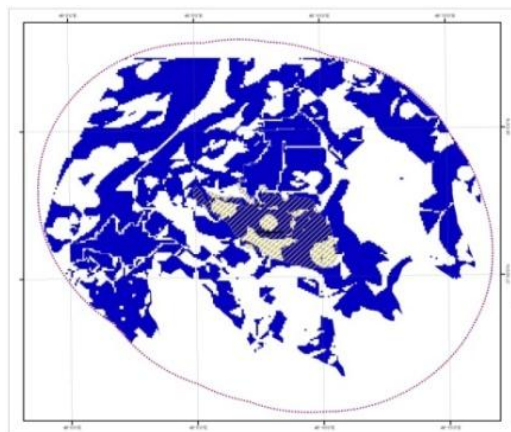
شکل ۱۲. نقشه استاندارد شده خطوط انتقال نیرو به روش فازی

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴



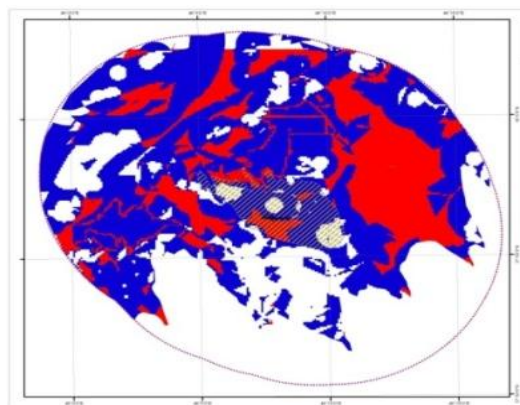
شکل ۱۳. توان اکولوژیک درجه توسعه شهری سهند با روش WLC

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴



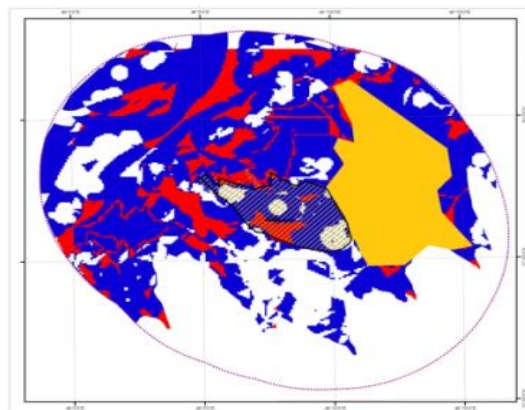
شکل ۱۴. توان اکولوژیک درجه ۲ توسعه شهری سهند با روش wlc

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴



شکل ۱۵. اولویت بندی توان اکولوژیک توسعه شهری سهند با استفاده از روش wlc

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴



شکل ۱۶. محدوده پیشنهادی برای توسعه شهری سهند

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

محدوده نهایی توسعه با برهم‌نهادن نقشه مربوط به توان مناسب اکولوژیکی و نقشه شیب‌های مناسب از نگاه شهرسازی تعیین می‌شود. در نقشه تقسیم‌بندی شیب ۰ تا ۸ درصد، ۸ تا ۱۲ درصد و ۱۲ تا ۱۵ درصد و ۱۵ تا ۲۰ درصد در نظر گرفته شده است. پیشنهاد شده است شیب ۱۵ تا ۲۰ درصد نیز به فضای سبز اختصاص یابد. همچنین، در محدوده پیشنهادی جدید از ایجاد گرده‌های با عرض نامناسب نیز اجتناب شده؛ زیرا هزینه‌های زیرساختی را بالا می‌برد. در تعیین محدوده توسعه جدید سعی شده تا از خطوط توپوگرافی حداکثر استفاده شود. بررسی نتایج مبین این واقعیت است که مدل طراحی شده به روش AHP ضمن شناسایی مکان‌های مناسب توسعه شهری در جهات قابل قبول، سایر مناطق را نیز پیشنهاد می‌کند و با اجرای مدل WLC جهاتی برای توسعه استخراج می‌شود که بر پایه شواهد میدانی و مقایسه نتایج حاصله با واقعیت‌های موجود مطابقت می‌کند. براساس جهات توسعه‌ای مشخص شده در

هر دو مدل AHP و WLC، بهترین جای‌گزین بر

مبنای رتبه‌بندی آن‌ها انتخاب شد.

سمت جنوب شهر را ارتفاعات پرشیب احاطه کرده و در حال حاضر بخشی از دامنه این ارتفاعات که خود شیب قابل ملاحظه‌ای دارند توسط حاشیه‌نشینان اشغال شده است. این بخش از شهر نه تنها فاقد قابلیت توسعه است؛ بلکه بخشی از جمعیت آن در صورت انجام عملیات بهسازی و نوسازی بافت‌های فرسوده جابه‌جا خواهند شد. این بخش به دلیل موقعیت از جمله به لحاظ شکل زمین، دارای محدودیت‌هایی نسبی است. سمت غرب ظرفیت بسیار محدودی برای توسعه، آن هم استقرار کارکردهای کلان‌شهری و مراکز اشتغال در طول محور قدیم سهند - تبریز دارد. پیچیدگی توپوگرافیکی سبب می‌شود که این سمت از شهر در ملاحظات توسعه و جمعیت‌پذیری فاقد نقش تعیین‌کننده باشد.

سمت غرب تماماً توسط صنایع بزرگ اشغال شده و به دلیل سمت بادهای غالب به هیچ وجه

قابلیت توسعه و استقرار جمعیت را ندارد. توسعه در این سمت و همچنین، سمت جنوب غربی به دلیل آن که فاصله شهر جدید سهند را کمتر کرده و یک پارچگی آن را با تبریز تسریع می کند، از این جنبه نیز جای تأمل داشته و قابلیت توسعه ندارد. اراضی سمت شرق با توجه به نقشه نهایی حاصل از مدل AHP و WLC به دلیل دارا بودن اراضی با شیب مناسب و رو به آفتاب و وضعیت مناسب پارامترهای محیطی اصلی ترین و طبیعی ترین امکان برای توسعه سهند است. بررسی مطالعات انجام گرفته در این زمینه از جمله طرح جامع شهر سهند نیز گویای این مطلب است که شهر سهند برای گسترش در سال های اخیر با موانع جدی بستر طبیعی روبه رو بوده و به ناچار بخش هایی از این بستر طبیعی را مورد هجوم قرار داده است که نابودی باغ های معروف اسکو حاصل این هجوم است. طرح جامع شهر سهند، با عنایت به موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی اطراف شهر، برای

توسعه فیزیکی شهر، استفاده از اراضی واقع در شرق و شمال شرقی را مناسب ترین جهت برای توسعه کالبدی شهر پیشنهاد کرده تا ضمن تأمین سطوح کافی برای توسعه شهر از فشردگی فضاهای شهری به شدت احتراز شود. بررسی مطالعات نشان داد که سمت جنوبی شهر سهند؛ یعنی حد فاصل سهند تا شهر اسکو دارای باغ های سرسبزی است که باید از تبدیل این اراضی جداً احتراز کرد. همچنین، نزدیکی نسبی بخش غربی سهند با صنایع بزرگ، امکان استقرار واحدهای تولیدی غیرآلوده را فراهم می سازد که در امتداد جاده تبریز - آذرشهر قرار دارند. نکته دارای اهمیت در روش AHP و WLC گزینش صحیح وزن ها و استفاده بهینه از لایه های اطلاعاتی است؛ به طوری که لحاظ نکردن وزن های مناسب در تصمیم گیری، علی رغم استفاده از لایه های اطلاعاتی متعدد، نتایج نامناسبی را به بار خواهد آورد.

کتاب نامه

۱. امینی، م. (۱۳۸۵). مکان یابی بهینه دفن زباله های جامد شهری با روش های بولین و فازی شهر ساری. *اطلاعات جغرافیایی*، ۲۴ (۹۶)، ۸۰-۹۰.
۲. پاپلی، م؛ رجبی ستاجردی، ح. (۱۳۸۷). *نظریه های شهر و پیرامون*. تهران: سمت.
۳. جعفری، ح. (۱۳۸۴). مکان یابی عرصه های مناسب احداث صنعت در قم با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی GIS. *محیط شناسی*، ۳۱ (۳۷)، ۴۵-۵۲.
۴. جوزی، ع. (۱۳۸۸). ارزیابی توان اکولوژیک منطقه بوالحسن دزفول به منظور استقرار کاربری گردشگری به روش تصمیم گیری چندمعیاره. *پژوهش های علوم و فنون دریایی*، ۴ (۴)، ۷۱-۸۴.
۵. داداش پور، ب. (۱۳۸۱). *ارزیابی میزان موفقیت شهرهای جدید، مطالعه موردی شهر جدید سهند*. پایان نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد. دانشگاه تبریز. تبریز، ایران.
۶. داده های آرشیو شرکت عمران شهر جدید سهند. (۱۳۸۶). *مطالعات زیست محیطی شهر جدید سهند*. تبریز: شرکت عمران شهر جدید سهند.

۷. رنجبر، غ. (۱۳۸۶). *ارزیابی توان اکولوژی اراضی کشاورزی شهرستان مرند*. پایان‌نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد. دانشگاه تبریز. تبریز، ایران
۸. رهنمایی، م. و شاه حسینی، پ. (۱۳۸۷). *فرآیند برنامه‌ریزی شهری ایران*. تهران: سمت
۹. کنعانی، م. (۱۳۹۰). *ارزیابی توان اکولوژیک کاربری توسعه شهری با مدل تصمیم‌گیری چندمعیاری MCDM و GIS شهرستان ساری*. پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۳ (۷۷)، ۷۵-۸۸
۱۰. مهندسین مشاور اورارتو. (۱۳۷۰). *مطالعات طرح جامع شهر جدید سهند*. (مطالعات کالبدی طراحی، ضوابط و مقررات، پدافند غیرعامل و تأسیسات زیربنایی). تهران: مهندسین مشاور اورارتو
۱۱. میرکتولی، ج. (۱۳۹۰). *ارزیابی توان اکولوژیک کاربری توسعه شهری با مدل تصمیم‌گیری چندمعیاری، شهرستان ساری*. پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، (۷۷)، ۷۵-۸۸
12. Belkina, T. (2010). Strategic plans of urban development and instruments for their implementation. *Studies on Russian Economic Development*, 21(3), 263-274
13. Bunruamkaew, K., & Murayam, Y. (2011). Site suitability for ecotourism using GIS & AHP: A case study of Surat Thani province, Thailand. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 21, 269-278
14. Jarzombek, M. (2003). *Sustainability – architecture: Between fuzzy system and wicked problems*. *Blueprints*, XXI (1), 6-9
15. Jozi, A. (2010). Evaluation of ecological capability using (SMCE). *International Journal of Environmental Science and Development*, 1(3), 273-277
16. Jozi, A. (2011, February). *Land evaluation for extensive recreation using spatial multi criteria evaluation method*. Paper presented at the 2nd International Conference on Environmental Science and Development IPCBEE, IACSIT press, Singapore
17. Liu, J. (2010). Environmental impact assessment of land use planning in Wuhan city based on ecological suitability analysis. *Procedia - Environmental Science*, 2, 185-191
18. Saaty, T. (1995). *Decision making for leathers: The analytic hierarchy process for decision in complex world* (3rd ed.). Pittsburgh, PA: RWS Publication