

ارزیابی توان اکولوژیکی جهت توسعه شهری با استفاده از مدل های تصمیم گیری چند معیاره (مطالعه موردی: استان اردبیل)

کلثوم یارمحمدی؛ دانشجوی دکتری، جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

زهرا خدابخشی؛ دکترای جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

امین نظربور دزکی؛ دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۸

چکیده: یکی از مراحل اصلی آمایش سرزمین تعیین توان اکولوژیکی سرزمین است. از آنجا که نمی توان توسعه شهرها را محدود ساخت باید آنها را متناسب با نیازهای امروز و فردای بشر آماده نمود، به گونه ای که از وارد آمدن آسیب بر محیط زیست جلوگیری شود هدف از تحقیق حاضر ارزیابی توان اکولوژیکی استان اردبیل جهت توسعه شهری است. در این پژوهش به پهنه بندی توان اکولوژیکی استان اردبیل با استفاده از تلفیق مدل فازی و آنتروپی شانون پرداخته و سپس با بهره گیری از روش تاکسونومی عددی اقدام به اولویت بندی توان های محیطی استان اردبیل شده است تا در پنج بازه بسیار مطلوب، مطلوب، متوسط، ضعیف و بسیار ضعیف توان منطقه جهت توسعه پایدار شهری مشخص شود. به کارگیری مدل های چند معیاره از جمله استنتاج گر فازی و تولید نقشه هایی که به واقعیت نزدیک هستند کمک مؤثری برای تشخیص اراضی جهت استقرار و توسعه شهری استان اردبیل می تواند بکند. نتایج تحقیق نشان داد که در هر دو روش (فازی و تاکسونومی) قسمت های شمالی استان جز مناطق مناسب تا خیلی مناسب، قسمت های جنوبی متوسط تا نامناسب، بخش هایی از قسمت های شرقی متوسط تا مناسب و قسمت های غربی جز مناطق نامناسب به شمار می رود. براساس یافته ها مناطق خیلی مناسب ۱۲/۲۴ درصد، مناسب ۱۸/۲۷ درصد، متوسط ۲۰/۴۰ درصد، نامناسب ۲۵/۱۳ درصد، خیلی نامناسب ۲۳/۹۶ درصد استان را شامل می شود. نتایج تحقیق می تواند کمک شایانی در مکان گزینی مناسب شهرها جهت پیشگیری از بحران های محیط زیست و استفاده شایسته و پایدار از امکانات یک منطقه بشمار آید.

کلمات کلیدی: توان اکولوژیکی، منطق فازی، تاکسونومی عددی، توسعه شهری.

Evaluating Ecological Capability for Urban Development Using Multi-Criteria Decision making Models (Case Study: Ardabil Province)

Kolsum Yarmohammadi; PhD Student, Urban Planning, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran

Zahra Khodabakhshi; PhD, Geography and Urban Planning, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Amin Nazarpour; MA, Geography and Urban Planning, Kharazmi University, Tehran, Iran

Abstract: One of the main stages of land use is the ecological capability of the land. Since it is impossible to limit the development of cities, they should be tailored to meet the needs of today and tomorrow, so that environmental damage can not be avoided. The purpose of this study is to assess the ecological capability of Ardabil province for urban development. In this research, the zoning of the ecological capability of Ardabil province has been done by combining the fuzzy model and Shannon entropy, and then, using numerical taxonomy, priority has been given to environmental power in Ardabil province, in five optimal, favorable, moderate, Weak and very weak power of the region for sustainable urban development. The use of multi-criteria models, including fuzzy inference and the production of maps that are close to reality, can effectively assist in the identification of lands for the establishment and development of the city of Ardabil province. The results of this study showed that in both methods (fuzzy and taxonomic), northern parts of the province are suitable regions to the most suitable, the southern parts are inadequate, parts of the eastern parts are moderate to suitable and inappropriate western parts. According to the findings, the areas are very convenient 12.22%, suitable for 18.27%, 20.20%, inappropriate 25.13%, and very inappropriate 23.26% of the province. The results of the research can be of great help in locating the cities appropriately to prevent environmental crises and make sustainable and sustainable use of the facilities of a region.

Keywords: Ecological Power, Fuzzy Logic, Numerical Taxonomy, Urban Development.

مقدمه

ارزیابی توان اکولوژیکی به عنوان پایه و اساس آمایش سرزمین و با طرح‌ریزی محیط زیستی برای کشورهای که در صدد دستیابی به توسعه پایدار همراه با حفظ منابع نسل‌های آتی می‌باشند اجتناب‌ناپذیر خواهد بود (رادکلیفت، ۱۳۷۳). در نظر نگرفتن توان محیط و استفاده بیش از حد از آن ضمن برجای گذاشتن آثار سوء زیست محیطی باعث هدر رفت سرمایه‌گذاری‌ها می‌شود و پیامدهای ناگوار و جبران‌ناپذیری مانند تخریب محیط زیست را به دنبال دارد بنابراین غفلت از مطالعاتی نظیر ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی و هیدرولوژی خسارات هنگفتی را برای شهرها در پی خواهد داشت (نگارش، ۱۳۸۲: ۱۴۸). برای رسیدن به این منظور بایستی وضعیت منابع اکولوژیکی مانند شیب تیپ خاک و اقلیم مورد شناسایی و تجزیه و تحلیل، جمع‌بندی و ارزیابی قرار گیرد و قدرت بالقوه عرصه‌های مختلف سرزمین برای کاربری‌های مورد نظر تعیین گردد. چرا که برای انجام توسعه در محیط زیست بیش از برنامه‌ریزی باید به ارزیابی توان اکولوژیکی آن در چارچوب یک برنامه‌ریزی منطقه‌ای پرداخت. (Makhdoum, 1992).

تا کنون در زمینه توان اکولوژیکی و محیطی سرزمین در داخل کشور، مطالعات وسیعی صورت گرفته است از جمله این مطالعات، می‌توان به پژوهشی با عنوان مدل‌سازی توان اکولوژیکی سرزمین با استفاده از منطق فازی شهرستان برخوار و میمه توسط کریمی و همکاران (۱۳۸۸)، اشاره کرد. نتایج پژوهش آن‌ها نشانگر آن بود که با به کارگیری استنتاج گره‌های فازی می‌توان ارزیابی اکولوژیکی را به خصوص در اطراف مرز عوارض و کلاس‌های تشکیل دهنده نقشه‌های منابع اکولوژیکی، نزدیکتر به واقعیت انجام داد. قرخلو و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه‌ی قزوین جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه‌ی شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی توان اکولوژیکی منطقه‌ی مذکور به کمک مدل اکولوژیکی کاربری توسعه‌ی شهری و براساس تناسب اراضی (از طریق منطق بولین) مورد

امروزه به تبع رشد سریع جمعیت، توسعه ساخت و سازها اجتناب‌ناپذیر شده به گونه‌ای که تأثیر نامطلوب نیازهای بشر بر روی زمین و همچنین بهره‌برداری از مناطق اطراف شهرها برای ایجاد خانه و تأسیسات اقتصادی و صنعتی گسترش روزافزون یافته است (روستایی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱). از آنجا که نمی‌توان توسعه شهرها را محدود ساخت باید آنها را متناسب با نیازهای امروز و فردای بشر آماده نمود، به گونه‌ای که از وارد آمدن آسیب بر محیط زیست جلوگیری شود (قراگوزلو، ۱۳۸۴: ۳). بهره‌برداری بهینه و اصولی از منابع طبیعی سرزمین و ساماندهی کاربری اراضی بر اساس توان طبیعی (اکولوژیکی) آن، نقش مهمی در مدیریت محیط، جلوگیری از تخریب محیط زیست در راستای توسعه پایدار دارد. توسعه مناسب شهری هنگامی محقق می‌شود که از سرزمین به تناسب پتانسیل‌ها و قابلیت‌های آن استفاده گردد. به همین دلیل است که پیش از توسعه تعیین توان اکولوژیکی سرزمین برای کاربری‌های مختلف ضروری است (Makhdoum, 2001) توان اکولوژیکی در واقع، تعیین قدرت بالقوه و یا نوع کاربرد طبیعی سرزمین می‌باشد (Makhdoum, 1999). در حال حاضر منطقی‌ترین راه برای انجام مطالعات محیط زیست در چارچوب برنامه‌ریزی منطقه‌ای همان دخالت دادن جنبه‌های اکولوژیکی درباره برنامه‌ریزی و سازماندهی کاربری زمین است (سلطانی، ۱۳۷۱: ۱۰۷). با توجه به اینکه برنامه‌ریزی کاربری‌ها با دید اکولوژیکی یا آمایش سرزمین تنها راه حل منطقی گسستن چرخه فقر جامعه و بحران‌های زیست محیطی و ایجاد بستر لازم برای نیل به توسعه پایدار است (Ramakrishna, 2003). به همین دلیل ارزیابی توان‌های محیطی به عنوان یکی از ابعاد توسعه پایدار از جمله مهمترین مسائلی است که در تمام برنامه‌های توسعه ناحیه‌ای اعم از شهری و روستایی به آن توجه و تأکید می‌شود به گونه‌ای که هر بحث جدیدی درباره توسعه بدون توجه به مفهوم پایداری ناتمام تلقی می‌شود (بدری و افنخاری، ۱۳۸۲: ۹). در واقع

ارزیابی توان اکولوژیکی به منظور تعیین عرصه‌های مناسب توسعه در محدوده‌ی شهر جدید سهند عنوان پژوهش دیگری است که توسط پورجعفر و همکاران (۱۳۹۱) به منظور به تعیین توان زیست محیطی محدوده‌ی مورد مطالعه صورت گرفته و در نهایت با استخراج واحدهای محیطی و سنجش آن‌ها براساس معیارهای اکولوژیکی توان‌ها و استعدادهای بالقوه برآورد گردیده و محدوده‌های مناسب برای توسعه‌ی آتی شهر جدید سهند با مساحتی حدود ۳۲۰۰ هکتار پیشنهاد گردید. شیدایی کرکیج و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی توان توسعه اکولوژیکی و آمایش حوضه آبخیز قوری چای استان گلستان باروش کیفی قیاسی دریافتند که از کل مساحت منطقه ۱۲/۳ درصد به کشاورزی و مرتع‌داری، ۰/۴ درصد به تفرج گسترده، ۵۲/۲ درصد به جنگلداری، ۱/۱ درصد به آبی‌پروری، ۱/۷ درصد به توسعه شهری و روستایی ۳۲ درصد به حفاظت اختصاص پیدا کرد .

جوکار سرهنگی (۱۳۹۲) با تحلیل عوامل طبیعی مؤثر بر تراکم روستاها و تهیه نقشه توان توسعه بخش کوهستانی استان مازندران با استفاده از مدل همبستگی وزن هر عامل با استفاده از نرم‌افزار SPSS به دست آمد و مدل ارزش اطلاعات برای پهنه‌بندی منطقه مناسب‌تر است. ایشان هم چنین با ارزیابی تطبیقی از مکان‌گزینی و توسعه‌ی مراکز شهری استان مازندران با رویکرد اکولوژیکی با استفاده از شاخص‌های وزنی نقشه تناسب اراضی جهت استقرار و توسعه شهرها به دست آمد و پهنه‌های با توان مناسب برای توسعه شهری پس از حذف مناطق حفاظت شده و سطوح جنگلی تنها ۲۲/۷۵ درصد از مساحت منطقه را شامل می‌شود. ارزیابی توان اکولوژیکی حاشیه شهر تبریز به منظور توسعه پایدار شهری با رویکرد MCE که توسط عزیزیان و همکاران (۱۳۹۲) انجام یافته در این مقاله طی رویکرد ارزیابی چند معیاره با استفاده از روش ترکیب خطی وزندار و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، ارزیابی توان اکولوژیکی حاشیه شهر تبریز برای توسعه کالبدی بر پایه مشاهدات محیطی (طبیعی و انسانی به تعداد ۱۲ معیار

بررسی قرار دادند برای این کار، در هر یک از طبقات مدل فوق، شرایط و ویژگی‌های مناسب در منطقه را با کد ۱ و بقیه با کد صفر مشخص کردند نتایج نشان‌دهنده وجود تنها طبقه‌ی یک (مناسب) کاربری توسعه‌ی شهری در منطقه‌ی مورد مطالعه بود. در پژوهشی دیگر با عنوان ارزیابی توان اکولوژیکی محیط برای تعیین مناطق مستعد کشاورزی با استفاده از GIS که توسط نوری و همکاران (۱۳۸۹) به انجام رسیده ارزیابی توان محیط در چند مرحله انجام گرفته است. ابتدا اطلاعات مورد نیاز منطقه با استفاده از منابع اطلاعاتی موجود و کار میدانی جمع‌آوری تهیه نقشه‌های لازم، تجزیه و تحلیل، جمع‌بندی و تلفیق و GIS گردیده و در ادامه با استفاده از نرم افزارهای جغرافیایی ترکیب لایه‌های اطلاعاتی صورت گرفته و توان محیطی نواحی تعیین گردیده است. در پایان، با استخراج یگان‌های زیست-محیطی و سنجش آن‌ها با مدل اکولوژیکی، مناطق مستعد برای کاربری کشاورزی مشخص شده است .

از جمله پژوهش‌های دیگر در این زمینه می‌توان به ارزیابی توان اکولوژیکی کاربری توسعه‌ی شهری با مدل تصمیم‌گیری چند معیاری Mcdm و GIS شهرستان که توسط ساری میرکتولی (۱۳۹۰) به انجام رسیده اشاره کرد آن‌ها با انجام این پژوهش به این نتیجه رسیدند که از مجموع مساحت شهرستان ساری ۳۲۷۱۳/۲۳ هکتار به کاربری مناسب توسعه شهری اختصاص دارد. جوزی و مرادی‌مجد (۱۳۹۰) در تحقیقی تحت عنوان ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه بوالحسن دزفول به منظور استقرار کاربری گردشگری به روش Smith با استفاده از تلفیق نقشه‌ها و تعیین توان منطقه برای گردشگری به این نتیجه رسیدند که منطقه مورد مطالعه از شرایط ضعیف تا متوسط برای اکوتوریسم برخوردار می‌باشد. در تحلیل فضایی سکونتگاه‌های شهری بر اساس توان‌های محیطی استان کرمانشاه که توسط ضرابی و همکاران (۱۳۹۱) انجام گرفت، این نتیجه حاصل شده که از مجموع مساحت ۵۲ شهر استان ۸۷ درصد در پهنه‌ی مناسب ۹ درصد در پهنه‌ی متوسط و ۴ درصد در پهنه‌ی نامناسب کاربری شهری قرار گرفته است.

سنگ، خاک، پوشش گیاهی توان منطقه برای توسعه شهری مشخص شود.

مبانی نظری

توان محیطی و ارزیابی محیطی

مجموعه داده‌های محیط است که در بهره‌وری‌های اقتصادی از محیط توسط انسان مؤثر بوده در راستای فعالیت‌های اقتصادی انسان کاربری داشته باشند و منظور از ارزیابی توان محیطی طبقه‌بندی توان محیطی درجه‌ی مرغوبیت و مناسبت محیط برای فعالیت اقتصادی است (نوری، ۱۳۷۹). توانمندی‌های محیط طبیعی و انسانی هم شامل توان وضع موجود و هم شامل توان‌های نهفته منطقه می‌باشد که این توان‌های نهفته وسعتی گسترده دارد که با شناخت و ارزیابی دقیق آن به راحتی می‌توان تصویر توسعه‌ی آینده را نمایان ساخت (حسینی ابری، ۱۸: ۱۳۷۹). ارزیابی محیط به طور ساده به معنای دادن ارزش یک واحد سرزمین است و هدف ارزیابی اکولوژیک محیط پیدا کردن توان محیط یا اکولوژیک محیط برای استفاده انسان در چارچوب کاربری‌ها است از این قرار ارزیابی سرزمین ابزاری برای برنامه ریزی استراتژیک (راهبردی) استفاده از سرزمین است (مخدوم، ۱۳۸۵).

توان اکولوژیکی و ارزیابی اکولوژیکی

عبارت است از برآورد استفاده ممکن انسان از سرزمین برای کاربری‌های کشاورزی، مرتع‌داری، جنگل‌داری، پارک‌داری، امور نظامی و مهندسی و توسعه شهری، صنعتی و روستایی در چهارچوب استفاده‌های کشاورزی خدمات و بازرگانی است (مخدوم، ۱۳۸۵). توان بالقوه سرزمین در رابطه با قابلیت‌های اکولوژیکی آن برای توسعه یکی از موضوعات اساسی در فرایند آمایش سرزمین ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین است که عبارت است از سنجش موجودی و توان نهفته‌ی سرزمین با ملاک‌ها و معیارهای مشخص و از پیش طرح‌ریزی شده است (آل شیخ، ۲: ۱۳۸۵). ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین اطلاعات مورد نیاز درباره منابع زمین فراهم می‌کند و منطق تصمیم‌گیری در انتخاب استفاده از

صورت گرفته و نقشه‌نهایی در محدوده مذکور تهیه شده است. این نقشه نواحی مناسب برای توسعه کالبدی شهر را نشان می‌دهد. نتایج این پژوهش می‌تواند مورد استفاده برنامه‌ریزان شهری قرار گیرد. ارزیابی توان اکولوژیکی زمین در تعیین قابلیت زمین در حوزه شهری یاسوج با مدل اکولوژیک عنوان تحقیقی است که توسط شمسی پور (۱۳۹۲) انجام گرفته نتایج کاربست مدل حکایت از پتانسیل‌های وسیع محیطی و اکولوژیک در محدوده مورد مطالعه دارد که عوامل محدودکننده‌ای برای توسعه شهری به شمار می‌روند. همچنین پور قاضی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی توانمندی‌های محیطی شهرستان آذرشهر به عنوان دومین ژئوپارک ایران پرداختند بر اساس نتایج حاصله از این پژوهش، شهرستان آذرشهر با قابلیت‌های زمین‌شناسی ویژه از جمله، چشمه‌های تراورتن تاپ تاپان، حفره‌ها و دالانها و نیز غارهای انحلالی بسیار زیبا در حوالی روستای شیرامین، سواحل و جزایر منحصر بفرد دریاچه ارومیه، نزدیکی به کلان شهر تبریز، دارا بودن قابلیت‌های تاریخی و زیستی، قرارگیری در مسیر جاده تبریز-کردستان و... شرایط لازم جهت معرفی به عنوان ژئوپارک را داشته و می‌تواند نقش مؤثری در اشتغال‌زایی و درآمدزایی و در مجموع توسعه پایدار استان داشته باشد.

با توجه به اینکه هر منطقه ویژگی‌ها و توان‌های خاص خود را دارد شناخت این توان‌ها امکان برنامه‌ریزی بهتر را فراهم می‌کند تا در راستای آن بتوان به توسعه پایدار و تعادل بین انسان و طبیعت دست یافت. این مطالعه با هدف تعیین توان اکولوژیک استان اردبیل برای توسعه شهری و همچنین مشخص نمودن امکانات و توانمندی‌ها و محدودیت‌های منابع سرزمینی استان به عنوان بستر مناسب هر گونه برنامه‌ریزی در خصوص نوع استفاده از سرزمین می‌باشد. در پژوهش حاضر از روش تاکسونومی عددی و مدل همپوشانی وزنی استفاده شده است برای به دست آوردن وزن هر کدام از شاخص‌ها از آنتروپی شانون استفاده شده است تا با توجه به عوامل جغرافیایی هم چون اقلیم منطقه و عوامل طبیعی شامل شیب، ارتفاع، نوع

موقعیت پهنه‌ی مورد مطالعه

استان اردبیل در شمال غرب ایران با مساحتی معادل ۱۷۹۵۳ کیلومترمربع ۱/۱ درصد کل مساحت کشور را تشکیل می‌دهد، قرار گرفته است. این استان از لحاظ جغرافیایی در ۳۷°۴۵' تا ۴۲°۳۹' عرض شمالی و ۴۷°۳۰' تا ۴۸°۵۵' طول شرقی از نصف النهار گرینوچ در شمال غرب ایران واقع شده است. که از شمال به رود ارس، دشت مغان و بالها رود در جمهوری آذربایجان، از شرق به رشته کوه‌های تالش و بغرو در استان گیلان، از جنوب به رشته کوه‌ها، دره‌ها و جلگه‌های به هم پیوسته استان زنجان و از غرب به استان آذربایجان شرقی محدود می‌شود. این استان با شکل کشیده و طولی خود در جهت شمال - جنوب، و به دلیل شرایط خاص جغرافیایی از تنوع محیطی زیادی برخوردار است. ارتفاع از سطح دریا در این استان ۱۳۳۲ متر است. این استان شامل ۱۰ شهرستان اردبیل، بیله سوار، پارس آباد، خلخال، گرمی، گیوی، مشگین شهر، نمین و نیر می‌باشند

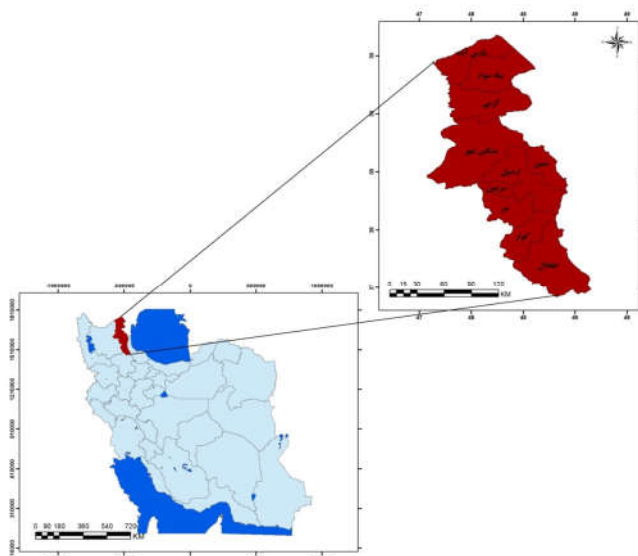
زمین بر پایه تجزیه و تحلیل روابط بین این عناصر به منظور توزیع و استقرار فعالیت‌های متناسب با ویژگی‌های جغرافیایی است (سرور، ۱۳۸۷:۱۰۵).

توسعه پایدار

بر طبق تعریف به عمل آمده از سوی کمیسیون توسعه و محیط زیست، توسعه پایدار فرایندی است که طی آن مردم یک کشور نیازهای خود را برآورده می‌سازند و به سطح زندگی خود ارتقا می‌بخشند بی‌آنکه به اصل موجودیت منابع اعم از آب، خاک، منابع ژنتیک، جانوری و ... را برای آیندگان فراهم آورد در توسعه پایدار اصل بر این است که منابع پایه به گونه‌ای محافظت شوند که نسل‌های آینده دست کم به اندازه نسل کنونی بتوانند به یاری آن‌ها تولید و مصرف کنند به این ترتیب توسعه پایدار توسعه‌ای است که بهبود زندگی نه فقط نسل حاضر، بلکه نسل‌های آینده را نیز در نظر داشته باشد (مقصودی و همکاران، ۱۳۸۳)

جدول (۱۱): موقعیت جغرافیایی شهرستانهای استان اردبیل

ارتفاع (M)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ایستگاه
۱۳۳۲	48°17' E	38°15' N	اردبیل
۳۱,۹	47°55' E	39° 39' N	پارس آباد
۱۷۹۶	48°31' E	37° 38' N	خلخال
۱۵۶۸,۵	47°40' E	38° 23' N	مشگین شهر
۱۰۲	47°36' E	39°12' N	بیله سوار
۱۵۰۰	47°01' E	37°27' N	کوثر
۷۴۹	47°30' E	38°50' N	گرمی
۱۴۵۰	47°11' E	38°06' N	نمین
۱۴۵۰	47°53' E	37°47' N	نیر
۱۶۵۰	47°40' E	38°23' N	سرعین



شکل (۱): موقعیت محدوده مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

ارزیابی توان اکولوژیکی برای توسعه شهری استفاده شده است. به این ترتیب که لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز جهت تعیین توان اکولوژیکی استان فازی سازی شده و برای تعیین درجه برتری هر کدام از معیارها ابتدا با استفاده از روش آنتروپی شانون میزان برتری هر یک از معیارها تعیین شد

این پژوهش به لحاظ هدف از نوع تحقیقات کاربردی و به لحاظ روش از نوع توصیفی - تحلیلی است. در این پژوهش به منظور تحقق هدف پژوهش پس از بررسی مفاهیم و مبانی نظری، از تلفیق مدل Fuzzy و آنتروپی شانون به منظور

علوم اجتماعی، فیزیکی و نیز در نظریه اطلاعات است. که میزان وزن شاخص‌ها با استفاده از تابع زیر می‌توان به دست آورد.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}$$

که در این فرمول W وزن شاخص یا معیارها و d میزان عدم اطمینان یا درجه انحراف در نظر گرفته می‌شود. که در جدول ۲ با در نظر گرفتن هر کدام از معیارها در بازه ۱ تا ۵ میزان مطلوبیت هر کدام از معیارها مشخص شده است به این طریق که هر چه عدد به یک نزدیک‌تر باشد کمترین امتیاز و هر چه به ۵ نزدیک‌تر باشد بیشترین امتیاز را گرفته است.

سپس وزن‌های حاصل از مدل آنتروپی شانون در لایه‌های فازی شده اعمال گردید تا مناطق دارای توان اکولوژیکی بهتر ارزیابی شود در نهایت با تلفیق لایه‌ها نقشه نهایی حاصل شده و با کمک تاکسونومی عددی بر مبنای اطلاعات موجود و معیارهای مورد نظر در زمینه ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه در سطح استان به اولویت بندی شهرستان پرداخته شده است. لازم به ذکر است که در طبقه‌بندی و امتیازدهی نیز از طیف لیکرت استفاده شده است.

روش آنتروپی شانون

وقتی که داده‌های یک ماتریس تصمیم‌گیری به طور کامل مشخص شده باشند، روش آنتروپی می‌تواند برای ارزیابی وزن‌ها به کار رود. آنتروپی یک مفهوم بسیار با اهمیت در

جدول (۲): طبقات معیارها و وزن لایه‌های ارزیابی توان‌های محیطی کاربری شهری در استان اردبیل

وزن آنتروپی	طبقات	معیار
۰/۱۵	کمتر از ۶ درصد (۵) - بین ۶ تا ۱۲ درصد (۴) - بیش از ۱۲ درصد (۱)	شیب
۰/۰۸	شمال (۱) - جنوب (۴) - شرق (۳) - غرب (۴) - بدون جهت (۵)	جهت شیب
۰/۱۲	کمتر از ۱۰۰ متر (۵) - ۱۰۰ تا ۷۰۰ متر (۴) - ۷۰۰ تا ۱۳۰۰ متر (۲) - بیش از ۱۳۰۰ متر (۱)	طبقات ارتفاعی
۰/۱۱	کمتر از ۱۲ درجه (۱) - ۱۲ تا ۱۶ درجه (۳) - بیش از ۱۶ درجه (۵)	میزان دما
۰/۱	کمتر از ۲۰۰ (۱) - ۲۰۰ تا ۴۰۰ (۳) - بیش از ۴۰۰ میلیمتر (۵)	میزان بارندگی
۰/۰۵	کمتر از ۵۰ درصد (۱) - بیش از ۵۰ درصد (۵)	رطوبت نسبی
۰/۱۷	کمتر از ۴ و بیش از ۸ متر بر ثانیه (۱) - بین ۸ تا ۴۸ متر بر ثانیه (۵)	سرعت باد
۰/۰۶	مناسب (۵) - متوسط (۳) - نامناسب (۱)	سنگ شناسی
۰/۱	مناسب (۵) - متوسط (۳) - نامناسب (۱)	خاک
۰/۰۶	ارضای پست و شور و کوهها (۱) - دشت‌های رودخانه‌ای و دشت‌های سیلابی (۳) - فلات‌ها و تراس‌های فوقانی (۵) - سایر (۲)	تیپ اراضی

روش تاکسونومی

مرحله ۲: تشکیل ماتریس داده‌ها و سپس محاسبه میانگین و انحراف معیار.
 مرحله ۳: نرمال سازی داده‌های ماتریس به دست آمده.
 مرحله ۴: تعیین فاصله مرکب بین گزینه‌ها.
 مرحله ۵: تعیین کوتاهترین فاصله.
 مرحله ۷: تعیین الگو یا سرمشق گزینه‌ها (C_{io}).
 مرحله ۸: درجه بندی یا رتبه‌بندی میزان توسعه یافتگی گزینه‌ها (F_i). که از فرمول زیر محاسبه شده است.

آنالیز تاکسونومی بر پایه تحلیل یک سری شاخص‌های از قبل تعیین شده است که در اولویت‌بندی یک سری گزینه‌ها بکار می‌رود و یک درجه‌بندی کامل برای ارزیابی گزینه‌ها ارائه می‌دهد. که شامل مراحل زیر است.
 مرحله ۱: مشخص نمودن گزینه‌ها با توجه به هدف موضوع مورد نظر و تعیین شاخص‌های مختلف جهت انتخاب گزینه‌ها.

شهرستان‌های استان اردبیل به دست آمده است. برای تعیین توان توسعه شهری در شهرستان‌ها براساس تاکسونومی عددی از ۱ تا ۱۰ رتبه‌بندی صورت گرفته که رتبه ۱ مناسبترین و رتبه‌های نزدیک ۱۰ نامناسبترین مکان‌ها می‌باشند.

$$F_i = \frac{C_{io}}{C_o}$$

که در این رابطه $C_o = C_{io} + 28C_{io}$ است.

در جدول ۳ با استفاده از تاکسونومی عددی، با مشخص کردن معیارها و گزینه‌ها، مقدار عددی مرحله ۷ و ۸ به تفکیک

جدول (۳): درجه‌بندی یا رتبه‌بندی میزان توسعه یافتگی گزینه‌ها

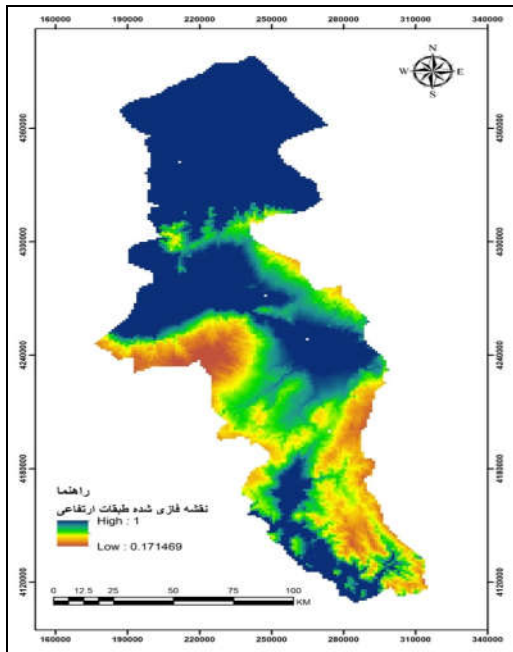
گزینه‌ها	C io	f i	رتبه
اردبیل	۵/۱۵	۰/۶۵	۶
مشگین شهر	۴/۶۷	۰/۵۹	۸
نیر	۶/۱۲	۰/۷۷	۴
کوثر	۳/۸۰	۰/۴۸	۱۰
نمین	۵/۱۱	۰/۶۴	۷
سرعین	۵/۳۰	۰/۶۷	۵
گرمی	۶/۵۹	۰/۸۳	۲
بیله سوار	۶/۵۱	۰/۸۲	۳
پارس آباد	۷/۰۹	۰/۸۹	۱
خلخال	۴/۲۷	۰/۵۴	۹

برای هر یک از لایه‌های اشاره شده توابع عضویت تعیین گردد (فرایند استاندارد سازی لایه‌ها) و ارزش لایه‌ها در بازه‌ای بین (۰/۱) قرار گیرد بدین منظور ابتدا رابطه هر یک از پارامترها جهت توان اکولوژیکی بررسی و سپس توابع مربوطه ارائه می‌شود. منظور از استاندارد سازی و اعمال توابع به هر یک از لایه‌ها این است که معیارها با واحدها و دامنه‌های مختلف برای یک پدیده را به یک محدوده استاندارد و مشابه تبدیل می‌کنیم به طوری که سطوح با بیشترین تأثیر در رابطه با توان توسعه شهری بالاترین مقدار عددی یعنی یک و سطوح با کمترین تأثیر در توان اکولوژیکی توسعه شهری پایین‌ترین مقدار عددی یا صفر را پذیرفته است اشکال زیر لایه‌های فازی شده برای پهنه‌بندی منطبق با قابلیت توان اکولوژیکی استان اردبیل جهت توسعه شهری را نشان می‌دهد.

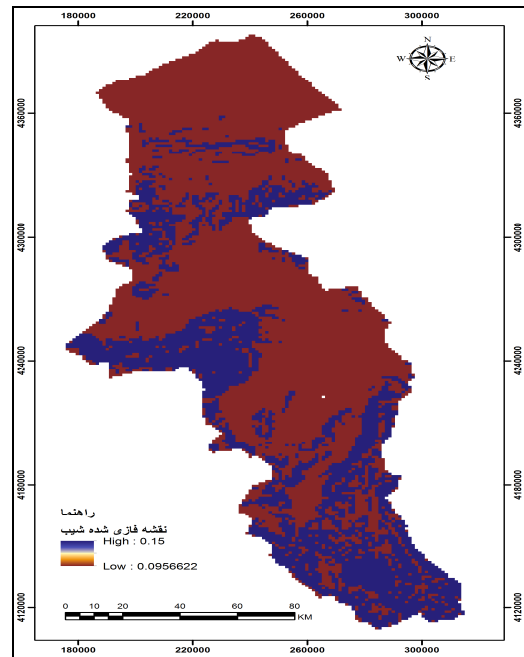
منطق فازی

براساس نظریه فازی مجموعه‌ها، مجموعه فازی زیر مجموعه‌ای است که مقدار عضویت عناصر آن در مجموعه اصلی با توجه به تابع عضویت حد واسط بین، صفر و یک باشد (Hansen,2003; Menhaj,2007; Ghazanfari,2006; Zaded,1965) بر این اساس مجموعه‌ای در نظر گرفته می‌شود که اعضای آن واحدهای هر کدام از نقشه‌های پایه و معیار عضویت در مجموعه مناسب بودن برای بین صفر و یک می‌باشد (آل شیخ و همکاران، ۱۳۸۱:۲۷).

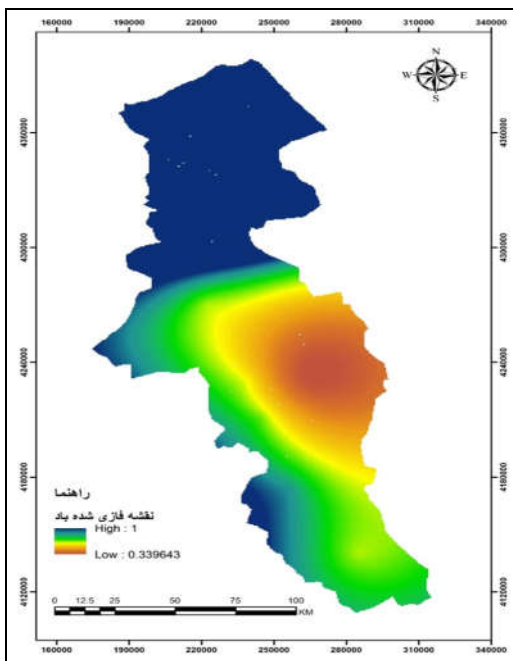
به طور کلی، اجرای مدل فازی شامل سه مرحله است مرحله اول، فازی‌سازی لایه‌ها یا تعیین و اعمال توابع عضویت بر لایه‌ها، مرحله دوم اعمال عملگرهای جمع جبری و ضرب جبری بر لایه‌ها، مرحله سوم اعمال عملگر گامای فازی جهت تعدیل حساسیت بالای عملگرهای جمع جبری و دقت کم عملگر جمع جبری، قبل از اجرای مدل فازی نیاز است که



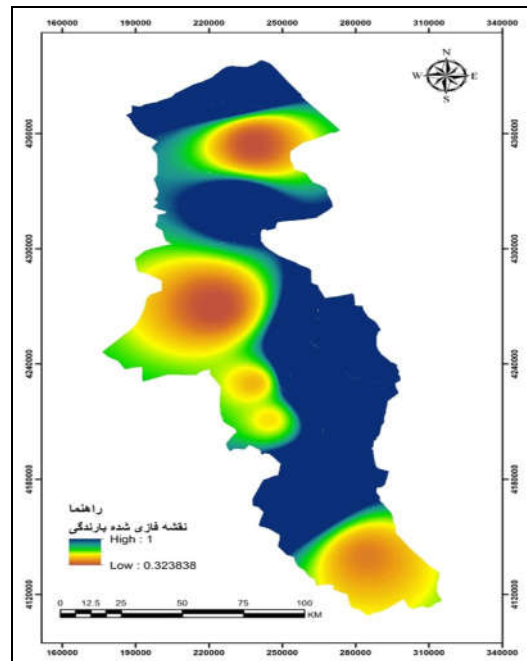
شکل (۳): نقشه فازی شده طبقات ارتفاعی



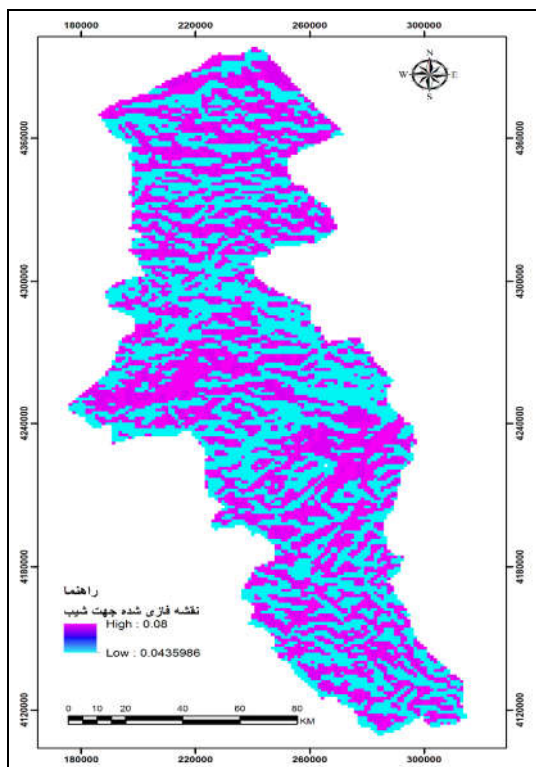
شکل (۲): نقشه فازی شده شیب



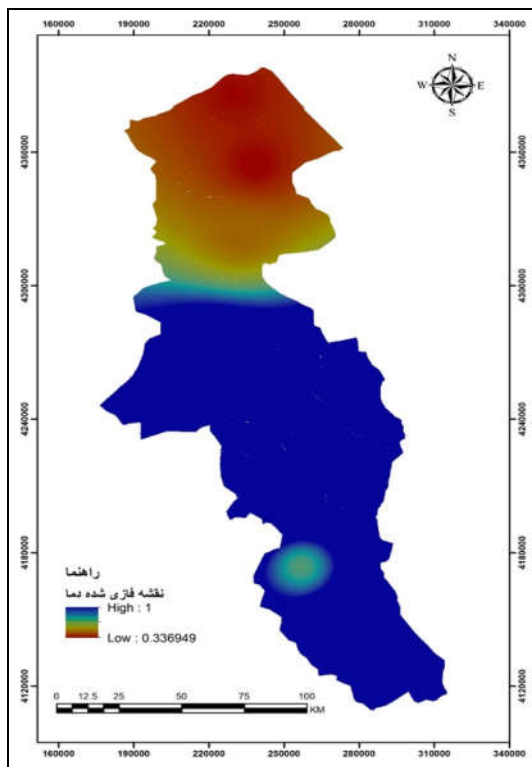
شکل (۵): نقشه فازی شده بارندگی



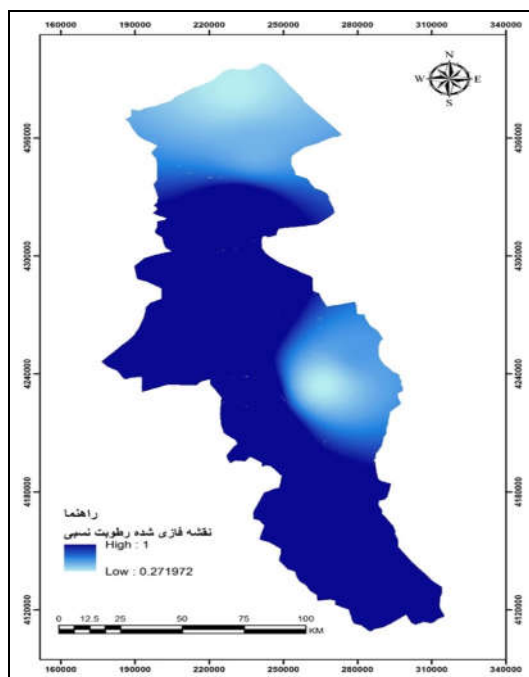
شکل (۴): نقشه فازی شده باد



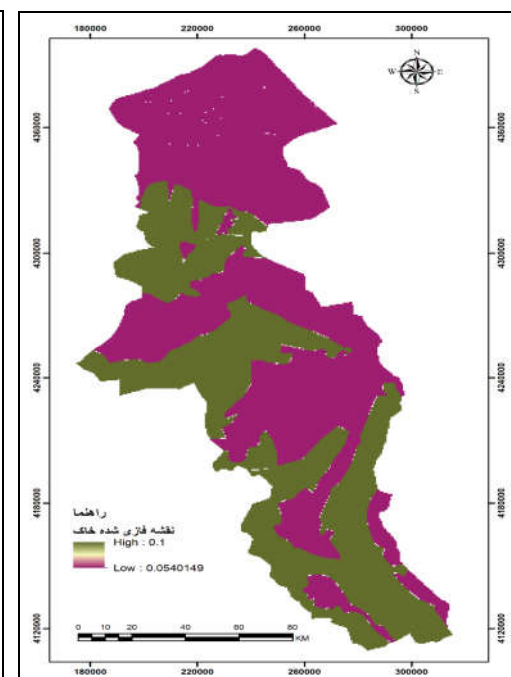
شکل (۷): نقشه فازی شده دما



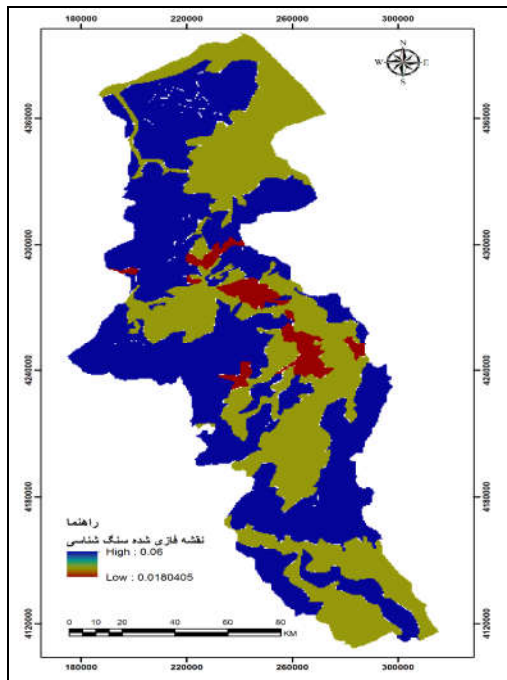
شکل (۶): نقشه فازی شده جهت شیب



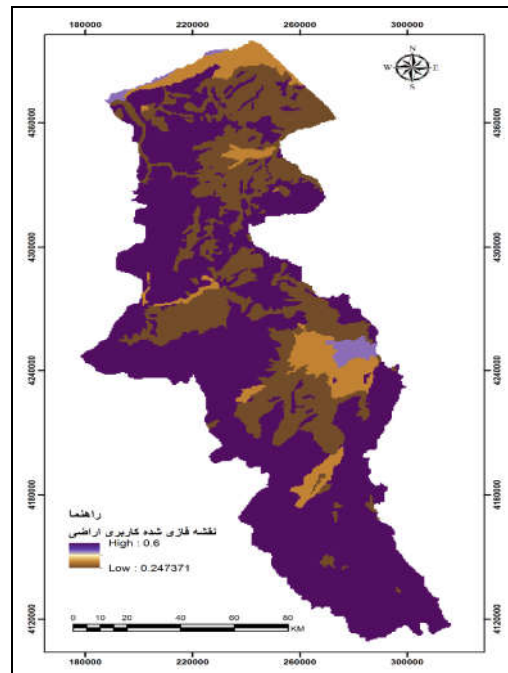
شکل (۹): نقشه فازی شده خاک



شکل (۸): نقشه فازی شده رطوبت نسبی



شکل (۱۱): نقشه فازی شده تیپ اراضی

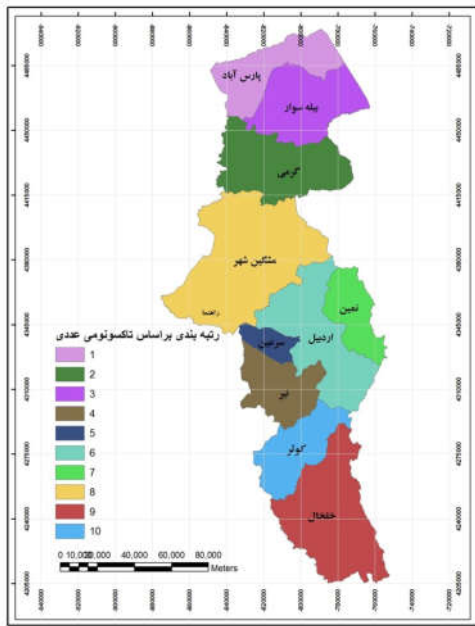


شکل (۱۰): نقشه فازی شده سنگ شناسی

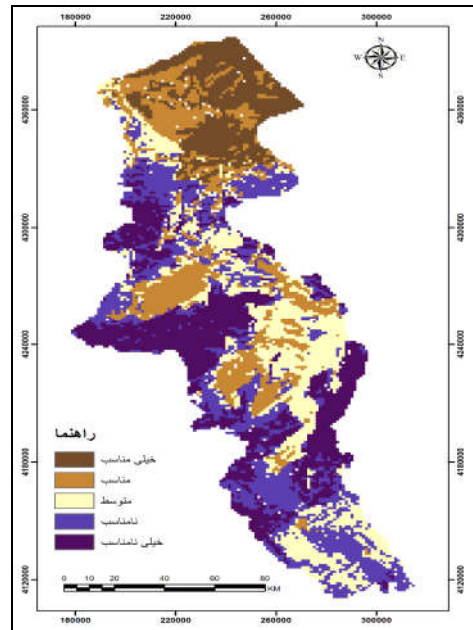
و اثر پاره‌ای دیگر افزایشی باشد. در واقع مقدار گاما تعدیل‌کننده بین صفر و یک است. گاما $0/9$ به عنوان نقشه نهایی انتخاب گردیده است. عملگر گاما، تحت ضوابط ضرب جبری فازی و جمع جبری فازی تعیین می‌شود. طبقه‌بندی نقشه نهایی طبق نظر کارشناسی با استفاده از قابلیت‌های محیط کاری ARCGIS و مطالعه سوابق کاری مشابه در پهنه‌بندی‌ها انجام گردید. این طبقه‌بندی براساس پنج سطحی انجام گردیده است. در این روش پس از تعیین تعداد طبقات نرم‌افزار با یک الگوریتم محاسباتی سعی در به حداقل رساندن اختلاف بین داده‌ها در هر طبقه و به حداکثر رساندن اختلاف بین طبقات می‌کند.

بعد از مرحله استاندارد سازی در نرم افزار ARCGIS عملگر گاما بر لایه‌ها اعمال گردید. عملگر گاما تحت ضوابط ضرب جبری فازی و جمع جبری فازی تعیین می‌شود و بوسیله معادله زیر به دست می‌آید. در اینجا گاما یک پارامتر انتخابی در دامنه (۰ و ۱) است.

$Combination = (sum)^Y * (product)^{1-Y}$
 وقتی Y برابر ۱ است، مشابه جمع جبری فازی و وقتی Y برابر با ۰ است، ترکیب برابر با ضرب جبری فازی است. گزینه انتخابی Y مقادیر خروجی را توافقی تضمینی بین گرایش افزایشی جمع جبری فازی و کاهش آثر ضرب جبری فازی است، ایجاد می‌کند (Bonham-Carter, 1994). این عملگر زمانی استفاده می‌شود که اثر برخی از شواهد کاهش



شکل (۱۳): نقشه حاصل از تاکسونومی عددی



شکل (۱۲): نقشه نهایی حاصل از تلفیق فازی و آنتروپی شانون

شده است؛ اما قبل از تلفیق باید دانست که در ارزیابی توان محیط برای توسعه شهری، همه‌ی معیارهای مورد استفاده در مدل اکولوژیکی هم وزن نیستند. برخی از معیارها به عنوان عامل کلیدی عمل می‌نمایند. یعنی نبودن آنها یا آماده نشدن شرایط مناسب برای آنها اگر سایر عوامل نیز وجود داشته باشد، باعث خواهد شد که منطقه مورد بررسی نامناسب ارزیابی گردد، مانند معیار آب، یا سنگ یا خاک (مخدوم ۱۳۷۴:۲۰۷). به همین دلیل وزن هر یک از معیارها متفاوت خواهد بود. که در جدول (۳) وزن هر کدام از لایه‌ها از طریق آنتروپی شانون آورده شده است. که با اعمال ضریب اهمیت هر یک از معیارها و از جمع حاصل ضرب آنها در محیط GIS نقشه پهنه‌بندی و تناسب اراضی برای توسعه شهرها با توجه به تمامی عوامل و معیارهای اکولوژیکی به دست آمد (شکل ۱۲). از طرفی با توجه به روش تاکسونومی شهرستان‌های پارس‌آباد، بيله سوار، گرمی و نیر از لحاظ توان اکولوژیکی توان توسعه مناسبی را دارند و خلخال، کوثر، مشگین شهر و نمین جهت توسعه شهری با توجه به توان اکولوژیکی نامناسب می‌باشند (شکل ۱۳). در این روش منابع و شرایط محیطی شهرستان‌های موجود استان اردبیل با توجه به

با توجه به اینکه هدف از این تحقیق در ابتدا پهنه‌بندی و تعیین تناسب اراضی جهت توسعه شهری استان اردبیل بوده، از این رو پس از بررسی منابع و اطلاعات و نقشه‌های موجود، از ۱۰ معیار جهت تعیین توان توسعه شهری با تلفیق روش آنتروپی و فازی و اولویت بندی تاکسونومی استفاده شده است. نتایج حاصل از اجرای روش‌های مذکور در شکل‌های ۱۲ و ۱۳ آمده است. این نقشه‌ها، مکان‌های با شرایط خیلی مناسب و مناسب برای توسعه شهری، مکان‌های با تناسب متوسط و مکان‌های خیلی نامناسب و نامناسب که فاقد شرایط توصیف شده است را نشان می‌دهد. در شکل ۱۲ مکان‌های مناسب برای توسعه شهری با توجه به عامل اقلیمی (دما، سرعت باد، مجموع بارندگی، رطوبت نسبی) و ژئومورفولوژی (شیب، ارتفاع، جهت شیب، لیتولوژی و خاک) و تیپ اراضی در قسمت‌های شمالی و مرکزی متمرکز شده است و قسمت‌های جنوبی بخش‌هایی از شرق و غرب استان برای توسعه شهری چندان مناسب نمی‌باشند. با تلفیق یا همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی فوق که با توجه به ساختار رقومی داده‌های مورد استفاده می‌باشد، لایه‌ی جدید بر اساس ترکیب اطلاعات مکانی نقشه‌های ورودی حاصل

توان توسعه مناسبی را دارند به همین دلیل این مناطق در اولویت توسعه شهری قرار دارند و برعکس خلخال، کوثر، مشگین‌شهر و نمین جهت توسعه شهری با توجه به توان اکولوژیکی نامناسب می‌باشند که جهت توسعه شهری جزو مناطق نامناسب به شمار می‌روند.

با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق جهت توسعه شهری در استان اردبیل به لحاظ توان‌های محیطی استان، جهت استفاده بهتر و پایدار از زمین و توسعه پایدار راهکارهایی زیر ارائه می‌گردد:

- جهت توسعه پایدار از زمین در استان اردبیل لازم است که برنامه ریزان از تخصص‌های مختلف در زمینه توان اکولوژیکی برخوردار شوند.

- در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی جهت توسعه شهری در سطح استان لازم است تا توان‌های محیطی و ظرفیت زمین برآورد و لحاظ شود.

- در ارزیابی توان اکولوژیکی به دلیل مطلوب بودن ارزش‌گذاری پارامترهای اکولوژیکی بهتر آن است که وزن پارامترها برای توسعه شهری به کار گرفته شود.

- در ارزیابی به روش تعیین اکولوژیکی پیشنهاد می‌شود ارزیابی به کمک GIS و انتخاب ارزش‌های بالای پارامترهای اکولوژیکی که براساس اولویت آن‌ها وزن‌دهی شده‌اند عمل ارزیابی انجام گیرد. تا نتایج مطلوبی در اختیار قرار دهد.

- به کارگیری تکنیک‌های مؤثر جهت اتخاذ تصمیم صحیح و به موقع در رابطه با توان اکولوژیکی سرزمین جهت توسعه شهری به لحاظ یاری برنامه‌ریزان.

منابع

۱. آل‌شیخ، علی؛ جوزی، سید علی؛ رضاییان، سحر، ۱۳۸۱، طراحی مدل نوین ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین ایران به منظور استقرار کاربری توسعه شهری و خدماتی.
۲. آل‌شیخ، علی اصغر؛ توتونچیان، سولماز، ۱۳۸۵، کاربرد GIS در مدیریت بحران مطالعه موردی بر قابلیت استفاده از GIS در مدیریت بحران منطقه عسلویه، همایش ژئوماتیک تهران.

معیارهایی از جمله شیب و جهت شیب، میزان دما و بارندگی، رطوبت نسبی و سرعت باد، لیتولوژی، خاک و تیپ اراضی مورد بررسی قرار گرفت و شهرستان‌ها با توجه به امتیازهای به دست آمده جهت توسعه شهری اولویت‌بندی شدند. در نهایت مساحت و درصد هر کدام از مناطق خیلی مناسب تا خیلی نامناسب محاسبه گردید.

جدول (۴): مساحت و درصد توان‌های محیطی استان اردبیل

درصد	مساحت بر حسب هکتار	ویژگی
۱۲/۲۴	۲۰۴۶۷۹/۸	خیلی مناسب
۱۸/۲۷	۳۰۵۴۷۰/۱	مناسب
۲۰/۴۰	۳۴۱۱۷۷/۹	متوسط
۲۵/۱۳	۴۲۰۴۰۸/۸	نامناسب
۲۳/۹۶	۴۰۰۶۰۱/۱	خیلی نامناسب

نتیجه‌گیری و ارائه راهکار

در مطالعه حاضر ارزیابی توان اکولوژیکی استان اردبیل با مدل‌های تصمیم‌گیری چند متغیره مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به بررسی‌های انجام گرفته می‌توان گفت که منطق فازی در مدلسازی نقشه‌های منابع اکولوژیکی انعطاف‌پذیرتر و مناسب‌تر است. چرا که با استفاده از این روش می‌توان مراحل تولید و تلفیق نقشه‌های منابع اکولوژیکی را به دنیای واقعی انجام داد اگرچه حجم محاسبات بیشتر از روش‌های متداول است. اما با وجود پیچیدگی‌هایی که دارد دارای مزایای بسیاری در مطالعه پدیده‌های مختلف مرتبط با سطح زمین می‌باشد. از جمله می‌توان به صحت و دقت بالای نتایج حاصل از این مدل و قابلیت تبدیل عبارات زبانی به ریاضی اشاره کرد. بنابراین می‌توان گفت که روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای تعیین توان اکولوژیکی منطقه و اولویت‌بندی در استان اردبیل مناسب می‌باشد. به گونه‌ای که نتایج تحقیق نشانگر آن بود که در هر دو روش (فازی و تاکسونومی) پارس‌آباد، بيله سوار، گرمی و نیر از لحاظ توان اکولوژیکی

۳. بدری، سید علی؛ رکن الدین افتخاری، عبدالرضا، ۱۳۸۲، ارزیابی پایداری مفهوم و روش، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲، صص ۹-۳۴.
۴. بهرام سلطانی، کامبیز، ۱۳۷۱، مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی محیط زیست، تهران، مرکز مطالعات و تحقیقات شهر سازی و معماری ایران، چاپ اول.
۵. بید آباد، ب، ۱۳۶۲، آنالیز تاکسونومی و کاربرد آن، تهران، انتشارات سازمان برنامه و بودجه.
۶. پور قاضی، جواد مهدی؛ گنجعلی، سعید؛ مؤذن، محسن، ۱۳۹۳، بررسی توانمندی‌های محیطی شهرستان آذر شهر به عنوان دومین ژئوپارک ایران، فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۳۱.
۷. پورجعفر، محمدرضا، منتظرالحجه، مهدی؛ رنجبر، احسان؛ کبیری، رضا، ۱۳۹۱، ارزیابی توان اکولوژیکی به منظور تعیین عرصه‌های مناسب توسعه در محدوده‌ی شهر جدید سهند، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۸، صص ۱۱-۲۲.
۸. حسینی ابری، سیدحسین، ۱۳۷۹، طرح چارجوب نظری و الگوی توسعه مجموعه‌های روستایی در بلوچستان، معاونت پژوهشی دانشگاه اصفهان.
۹. جوزی، سید علی؛ مرادی مجد، نسرين، (۱۳۹۰)، ارزیابی توان اکولوژیک منطقه بوالحسن دزفول به منظور استقرار کاربری گردشگری به روش SMITH، محیط زیست و توسعه، شماره ۳، صص ۷-۱۴.
۱۰. جوکار سرهنگی، عیسی، ۱۳۹۲، ارزیابی تطبیقی از مکان‌گزینی و توسعه‌ی مراکز شهری استان مازندران با رویکرد اکولوژیکی، جغرافیا و توسعه، شماره ۳۳، صص ۹۷-۱۱۲.
۱۱. رادکلیفت، م، مترجم نیر، ح، ۱۳۷۳، توسعه پایدار، مرکز مطالعات برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، وزارت کشاورزی، ص ۱۳۵، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۳، صص ۵۳-۶۲.
۱۲. روستایی، شهرام؛ جباری، ایرج، ۱۳۸۶، ژئومورفولوژی مناطق شهری، انتشارات سمت.
۱۳. زیاری، کرامت الله (۱۳۷۸)، برنامه ریزی شهرهای جدید، چاپ اول، تهران، انتشارات سمت.
۱۴. سرور، رحیم، جغرافیای کاربردی و آمایش سرزمین، ۱۳۸۷، تهران، انتشارات سمت.
۱۵. شمسی‌پور، علی اکبر؛ فیضی، وحید؛ ساعد موچشی، رامین، ۱۳۹۲، ارزیابی توان اکولوژیکی زمین در تعیین قابلیت زمین در حوزه شهری یاسوج با مدل اکولوژیک، مطالعات شهری، شماره پنجم.
۱۶. شیدای کرکج، اسماعیل؛ اکبری مجدر، حسین؛ علیجانپور، احمد؛ معتمدی، جواد، ۱۳۹۱، بررسی توان توسعه اکولوژیکی و آمایش حوضه آبخیز قوری چای استان گلستان با روش کیفی قیاسی، نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی، شماره چهارم، ۱۷. ضرابی، اصغر؛ دیوسالار، اسداله؛ کنعانی، محمدرضا، ۱۳۹۱، تحلیل فضایی سکونتگاه‌های شهری براساس توان‌های محیطی (مطالعه موردی: استان مازندران)، ۱۸. عزیزیان، محمد صادق؛ نقدی، فریده؛ ملازاده، مهدی، (۱۳۹۲)، ارزیابی توان اکولوژیک حاشیه شهر تبریز به منظور توسعه پایدار شهری با رویکرد MCE مجله پژوهش و برنامه ریزی شهری، شماره ۱۳، صص ۱۱۳-۱۲۸.
۱۹. کریمی، محمد؛ سعدی مسگری، محمد؛ شریفی، محمد علی، ۱۳۸۸، مدل سازی توان اکولوژیکی سرزمین با استفاده از منطق فازی (منطقه مورد مطالعه: شهرستان برخوار و میمه)، سنجش از دور و GIS ایران، دانشگاه شهید بهشتی.
۲۰. قرخلو، مهدی، ۱۳۸۸، ارزیابی توان اکولوژیک منطقه‌ی قزوین جهت تعیین نقاط بالقوه‌ی توسعه‌ی شهری با استفاده از سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، شماره ۲، صص ۵۵-۶۸.
۲۱. قراگوزلو، علی رضا، GIS و ارزیابی برنامه‌ریزی محیط زیست، تهران: انتشارات سازمان نقشه برداری کشور، ۱۳۸۴.
۲۲. مخدوم، مجید، ۱۳۸۵، شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران.
۲۳. میرکتولی، جعفر؛ کنعانی، محمد رضا، ۱۳۹۰، ارزیابی توان اکولوژیک کاربری توسعه‌ی شهری با مدل تصمیم‌گیری چند معیاری MCDM و GIS مطالعه موردی شهرستان ساری، استان مازندران، پژوهش جغرافیای انسانی، شماره ۷۷، صص ۷۵-۸۸.
۲۴. مخدوم، مجید، ۱۳۷۴، شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران.
۲۵. مقصودی، طهماسب؛ لشگر آرا، فرهاد، ۱۳۸۳، توریسم، توسعه و روستا، فصلنامه جهاد، شماره ۲۶۴.

32. Makhdoum, Majid,F,1999, fundamental of land use planning, publication of Tehran university, Third edition(Persian).
33. Menhaj, M,M, 2007, Fuzzy computing, 1st Ed. Amirkabir Pub, Tehran, iran.
34. Makhdoum,M.,1992. Environmental Unit: An Arbitrary Ecosystem for evaluation AGEE41. (2):209-214.
35. Makhdoum, M. 2001.Ecological evaluation of Gilan and Mazandaran region for urban
36. development, industrial and rural tourism, Journal of Environmental Studies, Eighteenth Year, No. 16, p 81.
37. Zadeh,L,A, 1965,Fuzzy sets, information and control.
38. Ramakrishna,N, 2003,production system planning for natural resource conservation in a micro watershed Electronic green journal, 1-10
39. Tawfigh,F,2006, Spatial planning, Global Experience and its comparison with the conditions of Iran, Urban planning &Architecture Resarch Center of Iran (persian)
۲۶. نوری، هدایت‌الله، ۱۳۷۹، تحلیل فضایی در جغرافیای کشاورزی، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۹.
۲۷. نگارش، حسین، ۱۳۸۲، کاربرد ژئومورفولوژی در مکان‌گزینی شهرها و پیامدهای آن، مجله جغرافیا و توسعه.
۲۸. نوری زمان‌آبادی، سیده‌هدایت‌اله؛ صیدایی، سیداسکندر؛ کیانی سلمی، صدیقه؛ سلطانی، زهرا؛ نوروزی اورگانی، اصغر، ۱۳۸۹، ارزیابی توان اکولوژیکی محیط برای تعیین مناطق مستعد کشاورزی با استفاده از GIS بخش مرکزی شهرستان کیار، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۱، صص ۳۳-۴۶.
29. Bonham, Carter, G,F, 1994, Geographic information systems for geoscientists, Modelling with GIS 1st Ed, pergamo press, oxford,UK.
30. Hansen, H,S, 2003, A Fuzzy Logic approach to Urban land use Mapping, proc,scan GIS 2003, Helsinki, Denmark:1-10.
31. Ghzanfari,M,2006, Introduction of Fuzzy sets Theory, 1st Ed, science and industry university Pud, Tehran,Iran.