

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 دانشگاه آزاد واحد اردبیل

زهرا خدابخشی

مدرس جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی

امین نظربور دزکی

دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی تهران

پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۲۷

دریافت: ۱۳۹۷/۲/۱۱

چکیده

یکی از مراحل اصلی آمایش سرزمین تعیین توان اکولوژیکی سرزمین است. از آنجا که نمی توان توسعه شهر ها 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 نامناسب، بخش هایی از قسمت های شرقی متوسط تا مناسب و قسمت های غربی نامناسب می باشند. 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.

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

مقدمه

امروزه به تبع رشد سریع جمعیت، توسعه ساخت و سازها اجتناب ناپذیر شده به گونه ای که تأثیر نامطلوب نیازهای بشر بر روی زمین و همچنین بهره برداری از مناطق اطراف شهرها برای ایجاد خانه و تأسیسات اقتصادی و صنعتی گسترش روزافزون یافته است (روستایی و همکاران، ۱۳۸۶:۱). 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 (قراگوزلو، ۱۳۸۴:۳). بهره برداری 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 می شود که از سرزمین به تناسب پتانسیل ها و قابلیت های آن استفاده گردد. به همین دلیل است که پیش از توسعه تعیین توان اکولوژیکی سرزمین برای کاربری های مختلف ضروری است (Makhdoum, 2001) توان اکولوژیکی در واقع، تعیین قدرت بالقوه و یا نوع کاربرد طبیعی سرزمین می باشد (Makhdoum, 1999). در حال حاضر منطقی ترین راه برای انجام مطالعات محیط زیست در چارچوب برنامه ریزی منطقه ای همان دخالت دادن جنبه های اکولوژیک درباره برنامه ریزی و سازماندهی کاربری زمین است (سلطانی، ۱۳۷۱:۱۰۷). با توجه به اینکه برنامه ریزی کاربری ها با دید اکولوژیک یا آمایش سرزمین تنها راه حل منطقی گسستن چرخه فقر جامعه و بحران های زیست محیطی و ایجاد بستر لازم برای نیل به توسعه پایدار است (Ramakrishna, 2003).

به همین دلیل ارزیابی توان های محیطی به عنوان یکی از ابعاد توسعه پایدار از جمله مهمترین مسائلی است که در تمام برنامه های توسعه ناحیه ای اعم از شهری و روستایی به آن توجه و تأکید می شود به گونه ای که هر بحث جدیدی درباره توسعه بدون توجه به مفهوم پایداری ناتمام تلقی می شود (بدری و افتخاری: ۱۳۸۲، ۹). در واقع ارزیابی توان اکولوژیک به عنوان پایه و اساس آمایش سرزمین و با طرح ریزی محیط زیستی برای کشورهای که درصدد دستیابی به توسعه پایدار همراه با حفظ منابع نسل های آتی می باشند اجتناب ناپذیر خواهد بود (رادکلیفت، ۱۳۷۳). در نظر نگرفتن توان محیطی و استفاده بیش از حد از آن ضمن برجای گذاشتن آثار سوء زیست محیطی باعث هدر رفت سرمایه گذاری ها می شود و

پیامدهای ناگوار و جبران ناپذیری مانند تخریب محیط زیست را به دنبال دارد بنابراین غفلت از مطالعاتی نظیر ژئومورفولوژی، زمین شناسی 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، جمع بندی و ارزیابی قرار گیرد و قدرت بالقوه عرصه های مختلف سرزمین برای کاربری های مورد نظر تعیین گردد. چرا که برای انجام توسعه در محیط زیست بیش از برنامه ریزی باید به ارزیابی توان اکولوژیکی آن در چارچوب یک برنامه ریزی منطقه ای پرداخت. (Makhdoum, 1992).

تا کنون در زمینه توان اکولوژیکی و محیطی سرزمین در داخل کشور، مطالعات وسیعی صورت گرفته است از جمله این مطالعات، می توان به پژوهشی با عنوان مدل سازی 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 گرهای فازی می توان ارزیابی اکولوژیکی را به خصوص در اطراف مرز عوارض و کلاس های تشکیل دهنده نقشه های منابع اکولوژیکی، نزدیکتر به واقعیت انجام داد. قرخلو و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی توان اکولوژیک منطقه ی قزوین جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه ی شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی توان اکولوژیک منطقه ی مذکور به کمک مدل اکولوژیک کاربری توسعه ی شهری و براساس تناسب اراضی (از طریق منطق بولین) مورد بررسی قرار دادند برای این کار، در هر یک از طبقات مدل فوق، شرایط و ویژگی های مناسب در منطقه را با کد ۱ و بقیه با کد صفر مشخص کردند نتایج نشان دهنده وجود تنها طبقه ی یک (مناسب) کاربری توسعه ی شهری در منطقه ی مورد مطالعه بود. در پژوهشی دیگر با عنوان ارزیابی توان اکولوژیک 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 جمع آوری تهیه نقشه های لازم، تجزیه و تحلیل، جمع بندی و تلفیق و GIS گردیده و در ادامه با استفاده از نرم افزارهای جغرافیایی ترکیب لایه های اطلاعاتی صورت گرفته و توان محیطی نواحی تعیین گردیده است. در پایان، با استخراج یگان

های زیست-محیطی و سنجش آن‌ها با مدل اکولوژیک، مناطق مستعد برای کاربری کشاورزی مشخص شده است.

از جمله پژوهش‌های دیگر در این زمینه می‌توان به ارزیابی توان اکولوژیک 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 مرادی مجد (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.

ارزیابی توان اکولوژیکی به منظور تعیین عرصه‌های مناسب توسعه در محدوده‌ی شهر جدید سهند عنوان پژوهش دیگری است که توسط پور جعفر و همکاران (۱۳۹۱) به منظور 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 کرکج و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی توان توسعه اکولوژیکی و آمایش حوضه آبخیز قوری چای استان گلستان با روش 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 نرم افزار SPSS به دست آمد و مدل ارزش اطلاعات برای پهنه بندی منطقه مناسب تر است. ایشان هم چنین با ارزیابی تطبیقی از مکان گزینی و توسعه ی مراکز شهری استان مازندران با رویکرد اکولوژیکی با استفاده از شاخص های وزنی نقشه تناسب اراضی جهت استقرار و توسعه شهرها به دست آمد و پهنه های با توان مناسب برای توسعه شهری پس از حذف مناطق حفاظت شده و سطوح جنگلی تنها ۲۲/۷۵ درصد از مساحت منطقه را شامل می شود. ارزیابی توان اکولوژیک 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 وز ندارد 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 (صورت گرفته و نقشه نهایی در محدوده مذکور تهیه شده است. این نقشه نواحی مناسب برای توسعه کالبدی شهر را نشان می دهد. نتایج این پژوهش می تواند مورد استفاده برنامه ریزان 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 پتانسیل های وسیع محیطی و اکولوژیک در محدوده مورد مطالعه دارد که عوامل محدود کننده ای برای توسعه شهری به شمار می روند. همچنین پور قاضی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی توانمندی های محیطی شهرستان آذرشهر به عنوان دومین ژئوپارک ایران پرداختند بر اساس نتایج حاصله از این پژوهش، شهرستان آذرشهر با قابلیت های زمین شناسی ویژه از جمله، چشمه های تراورتن تاپ تاپان، حفره ها 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 قابلیت های تاریخی و زیستی، قرارگیری در مسیر جاده تبریز -کردستان و شرایط لازم جهت معرفی به عنوان ژئوپارک را داشته و می تواند نقش مؤثری در اشتغال زایی و درآمدزایی و در مجموع توسعه پایدار استان داشته باشد.

با توجه به اینکه هر منطقه ویژگی ها و توان های خاص خود را دارد شناخت این توان ها امکان برنامه ریزی بهتر را فراهم می کند 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 هم چنین مشخص نمودن امکانات و توانمندی ها و محدودیت های منابع سرزمینی استان به عنوان بستر مناسب هر گونه برنامه ریزی در خصوص نوع استفاده از سرزمین می باشد. در پژوهش حاضر از روش تاکسونومی عددی و مدل همپوشانی وزنی استفاده شده است برای به دست آوردن وزن هر کدام از شاخص ها از آنتروپی شانون استفاده شده است تا با توجه به عوامل جغرافیایی هم چون اقلیم منطقه و عوامل طبیعی شامل شیب، ارتفاع، نوع سنگ، خاک، پوشش گیاهی توان منطقه برای توسعه شهری مشخص شود.

مبانی نظری

توان محیطی و ارزیابی محیطی

مجموعه داده های محیط است که در بهره وری های اقتصادی از محیط توسط انسان مؤثر بوده در راستای فعالیت های اقتصادی انسان کاربری داشته باشند و منظور از ارزیابی توان محیطی طبقه بندی توان محیطی درجه ی مرغوبیت و مناسبت محیط برای فعالیت اقتصادی است (نوری، ۱۳۷۹). توانمندی های محیط طبیعی و انسانی هم شامل توان وضع موجود و هم شامل توان های نهفته منطقه می باشد که این توان های نهفته وسعتی گسترده دارد که با شناخت و ارزیابی دقیق آن به راحتی می توان تصویر توسعه ی 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 چارجوب کاربری ها 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 کاربری های کشاورزی، مرتع داری، جنگل داری، پارک داری، امور نظامی و مهندسی و توسعه شهری، صنعتی و روستایی در چهارچوب استفاده های کشاورزی خدمات و بازرگانی است (مخدوم، ۱۳۸۵). توان بالقوه سرزمین در رابطه با قابلیت های اکولوژیکی آن برای توسعه یکی از موضوعات اساسی در فرایند آمایش سرزمین ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین است که عبارت است از سنجش موجودی و توان نهفته ی سرزمین با ملاک ها و معیارها ی مشخص و از پیش طرح ریزی شده است (آل شیخ، ۱۳۸۵: ۲). ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین اطلاعات مورد نیاز درباره منابع زمین فراهم می کند و منطق تصمیم گیری در انتخاب استفاده از زمین بر پایه تجزیه و تحلیل روابط بین این عناصر به منظور توزیع و استقرار فعالیت های متناسب با ویژگی های 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 می سازند و به سطح زندگی خود ارتقا می بخشند بی آنکه 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 گونه ای محافظت شوند که نسل های آینده دست کم به اندازه نسل کنونی بتوانند به یاری آنها تولید و مصرف کنند به این ترتیب توسعه پایدار توسعه ای است که بهبود زندگی نه فقط نسل حاضر ، بلکه نسل های آینده را نیز در نظر داشته باشد (مقصودی و همکاران، ۱۳۸۳)

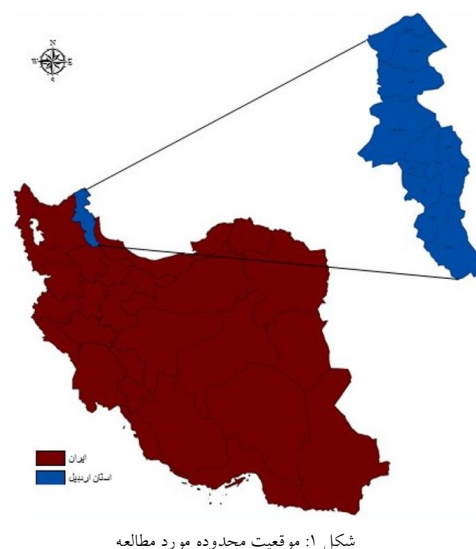
موقعیت پهنه ی مورد مطالعه

استان اردبیل در شمال غرب ایران با مساحتی معادل ۱۷۹۵۳ کیلومتر مربع ۱/۱ درصد کل مساحت کشور را تشکیل می دهد، قرار گرفته است. این استان از لحاظ جغرافیایی در ۳۷° ۴۵' تا ۳۹° ۴۲' 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 طالش و بغرو در استان گیلان، از جنوب به رشته کوه ها، دره ها و جلگه های به هم پیوسته استان زنجان و از غرب به استان آذربایجان شرقی محدود می شود. 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، بيله سوار، پارس آباد، خلخال، گرمی، گیوی، مشگین شهر، نمین و نیر می باشد.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی شهرستانهای استان اردبیل

ارتفاع (M)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ایستگاه
۱۳۳۲	48°17' E	38°15' N	اردبیل
۳۱۹	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	بيله 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



مواد و روش ها

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 ارزیابی توان اکولوژیکی برای توسعه شهری استفاده شده است. به

این ترتیب که لایه های 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 آنترویی شانون میزان برتری هر یک از معیارها تعیین شد سپس وزن های حاصل از مدل آنترویی شانون در لایه های فازی شده اعمال گردید تا مناطق دارای توان اکولوژیکی بهتر ارزیابی شود در نهایت با تلفیق لایه ها 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 طبقه بندی و امتیاز دهی نیز از طیف لیکرت استفاده شده است.

روش آنترویی شانون

وقتی که داده های یک ماتریس تصمیم گیری به طور کامل مشخص شده باشند، روش آنترویی می تواند برای ارزیابی وزن ها به کار رود. آنترویی یک مفهوم بسیار با اهمیت در علوم اجتماعی، فیزیکی و نیز در نظریه اطلاعات است. که میزان وزن شاخص ها با استفاده از تابع زیر می توان 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 می شود. که در جدول زیر 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 نزدیک تر باشد کمترین امتیاز و هر چه به ۵ نزدیک تر باشد بیشترین امتیاز را گرفته است.

جدول ۲: طبقات معیارهای ارزیابی توان های 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 ۸ 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	اراضی پست و شور و کوهها (۱) - دشت های رودخانه ای و دشت های سیلابی (۳) - فلات ها و تراس های فوقانی (۵) - سایر (۲)	تیپ اراضی

روش تاکسونومی

روش تاکسونومی روشی مناسب و عالی برای درجه بندی، طبقه بندی و مقایسه فعالیت های مختلف با توجه به درجه بهره مندی و برخورداری آن فعالیت ها از معیارهای مورد بررسی می باشد. از جمله نقاط مثبت این روش توانایی انجام هم زمان دو عمل در کنار هم است. یکی اینکه مجموعه مورد بررسی را براساس شاخص های ارائه شده به زیر مجموعه های همگن تقسیم کند و دیگری آنکه عناصر و اعضا هر زیر مجموعه همگن را درجه بندی کند. این روش هم چنین محدودیت ها را نیز به دنبال دارد (بیدآباد، ۱۳۶۲) در این روش نوع اطلاعاتی که باید تعیین گردد وابستگی بسیار زیادی به هدف انجام مطالعه دارند و ضمن اینکه تعداد این اطلاعات نیز تأثیر بسزایی بر کیفیت درجه بندی می گذارد به گونه ای که هر چه اطلاعات بیشتر باشد و یا اینکه هر چند موضوع این اطلاعات بیشتر توجیه کننده هدف باشد درجه بندی دقیق تر خواهد بود (زیاری، ۱۳۷۸). آنالیز تاکسونومی بر پایه تحلیل یک سری شاخص های از قبل تعیین شده است که در اولویت بندی یک سری گزینه ها بکار می رود و یک درجه بندی کامل برای ارزیابی گزینه ها ارائه می دهد. که شامل مراحل زیر است.

مرحله ۱: مشخص نمودن گزینه ها با توجه به هدف موضوع مورد نظر و تعیین شاخص های مختلف جهت انتخاب گزینه ها.

مرحله ۲: تشکیل ماتریس داده ها و سپس محاسبه میانگین و انحراف معیار.

مرحله ۳: نرمال سازی داده های ماتریس به دست آمده.

مرحله ۴: تعیین فاصله مرکب بین گزینه ها.

مرحله ۵: تعیین کوتاهترین فاصله.

مرحله ۷: تعیین الگو یا سرمشق گزینه ها (C_{i0}).

مرحله ۸: درجه بندی یا رتبه بندی میزان توسعه یافتگی گزینه ها (F_i). که از فرمول زیر محاسبه شده است.

$$F_i = \frac{C_{i0}}{C_0}$$

که در این رابطه $C_0 = C_{i0} + 2\delta C_{i0}$ است.

در جدول زیر با استفاده از تاکسونومی عددی، با مشخص کردن معیار ها و گزینه ها، مقدار عددی مرحله ۷ و ۸ به تفکیک شهرستان های استان اردبیل به دست آمده است. برای تعیین توان توسعه شهری در شهرستان ها براساس تاکسونومی عددی از ۱ تا ۱۰ رتبه بندی صورت گرفته که رتبه ۱ مناسبترین و رتبه های نزدیک ۱۰ نامناسبترین مکان ها می باشند.

جدول ۳: درجه بندی یا رتبه بندی میزان توسعه یافتگی گزینه ها

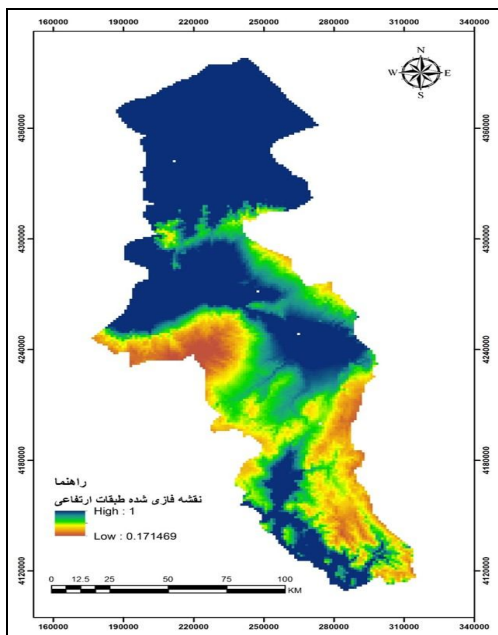
رتبه	fi	Cio	گزینه ها
۶	۰/۶۵	۵/۱۵	اردبیل
۸	۰/۵۹	۴/۶۷	مشگین شهر
۴	۰/۷۷	۶/۱۲	نیر
۱۰	۰/۴۸	۳/۸۰	کوثر
۷	۰/۶۴	۵/۱۱	نمین
۵	۰/۶۷	۵/۳۰	سرعین
۲	۰/۸۳	۶/۵۹	گرمی
۳	۰/۸۲	۶/۵۱	بیله سوار
۱	۰/۸۹	۷/۰۹	پارس آباد
۹	۰/۵۴	۴/۲۷	خلخال

منطق فازی

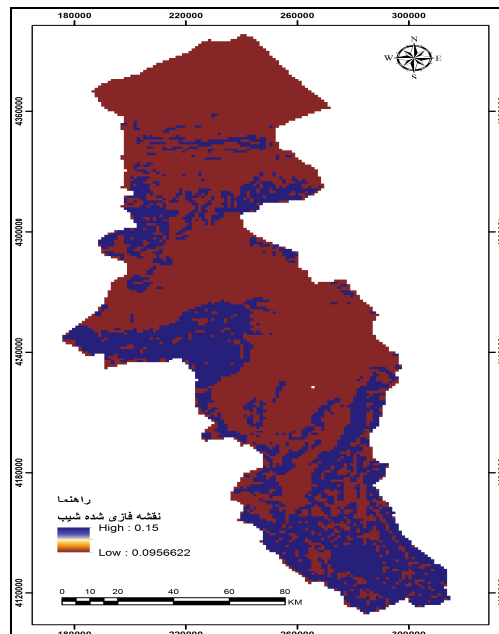
براساس نظریه فازی مجموعه ها، مجموعه فازی زیر مجموعه ای است که مقدار عضویت عناصر آن در مجموعه اصلی با توجه به تابع عضویت حد واسط بین، صفر و یک باشد (Hansen,2003; Menhaj,2007; Ghazanfari,2006; Zaded,1965). بر این اساس مجموعه ای در نظر گرفته می شود که اعضای آن واحد های هر کدام از نقشه های پایه و معیار عضویت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

به طور کلی، اجرای مدل فازی شامل سه مرحله است مرحله اول، فازی سازی لایه ها یا تعیین و اعمال توابع عضویت بر لایه ها، مرحله دوم اعمال عملگرهای جمع جبری و ضرب جبری بر لایه ها، 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 برای هر یک از لایه های اشاره شده توابع عضویت تعیین گردد (فرایند استاندارد سازی لایه ها) و ارزش لایه ها در بازه ای بین (۰/۱) قرار گیرد بدین منظور ابتدا رابطه هر یک از پارامترها جهت توان اکولوژیکی بررسی و سپس توابع مربوطه ارائه می شود. منظور از استاندارد سازی و اعمال توابع به هر یک از لایه ها این است که معیارها با واحد ها و دامنه های مختلف برای یک پدیده را به یک محدوده استاندارد و مشابه تبدیل می کنیم به طوری که سطوح با

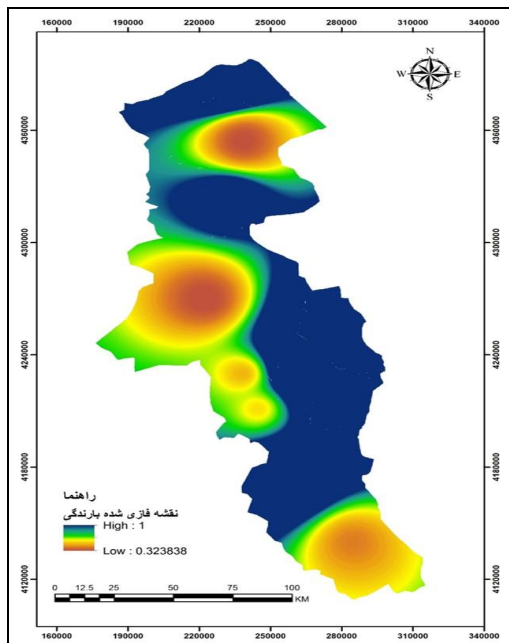
بیشترین تأثیر در رابطه با توان توسعه شهری بالاترین مقدار عددی یعنی یک و سطوح با کمترین تأثیر در توان اکولوژیکی توسعه شهری پایین ترین مقدار عددی یا صفر را پذیرفته است اشکال زیر لایه های فازی شده برای پهنه بندی منطبق با قابلیت توان اکولوژیکی استان اردبیل جهت توسعه شهری را نشان می دهد.



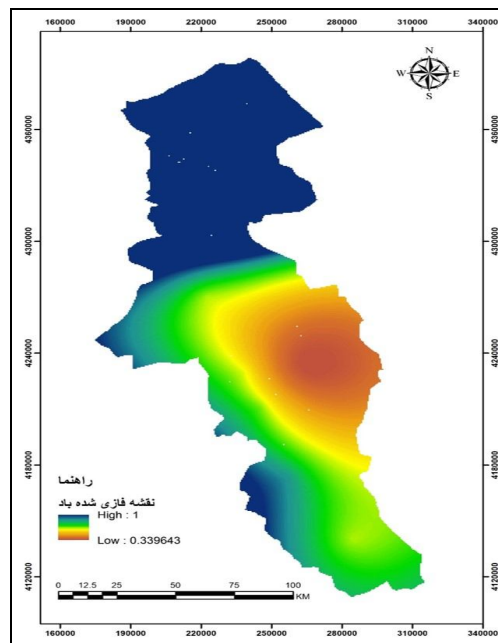
شکل ۳: نقشه فازی شده طبقات ارتفاعی



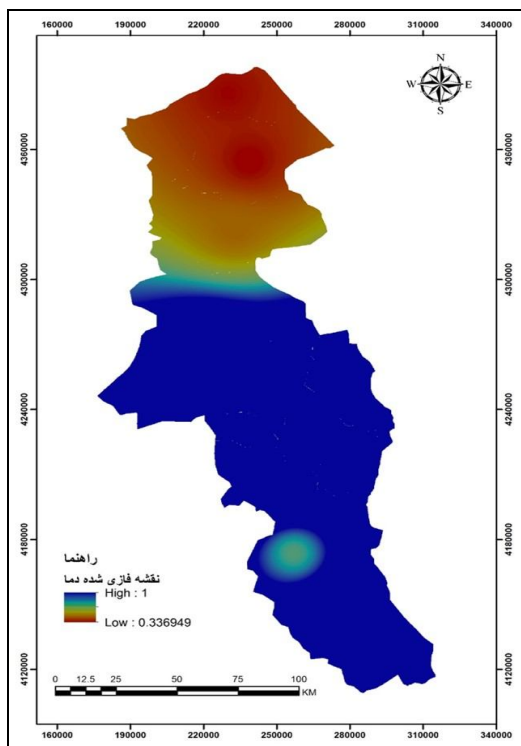
شکل ۲: نقشه فازی شده شیب



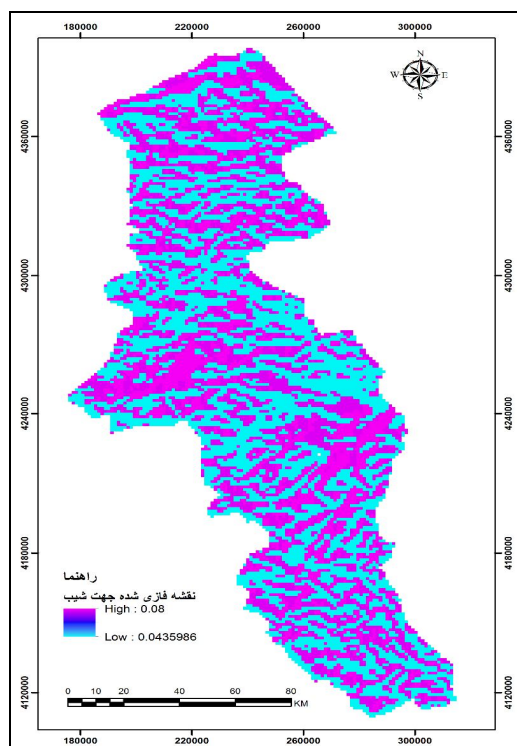
شکل ۵: نقشه فازی شده بارندگی



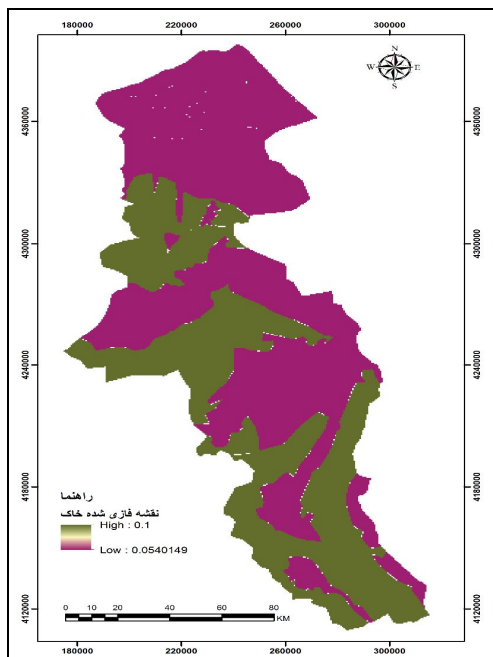
شکل ۴: نقشه فازی شده باد



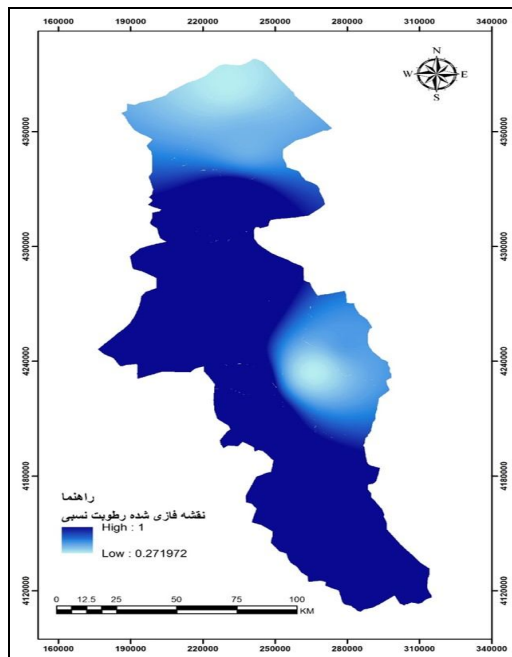
شکل ۷: نقشه فازی شده دما



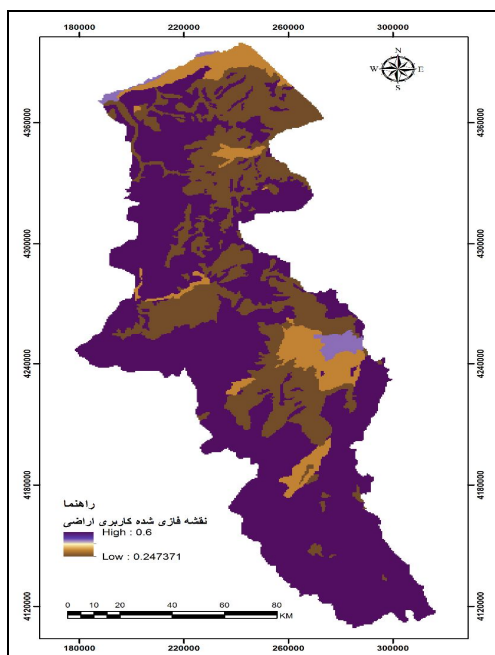
شکل ۶: نقشه فازی شده جهت شیب



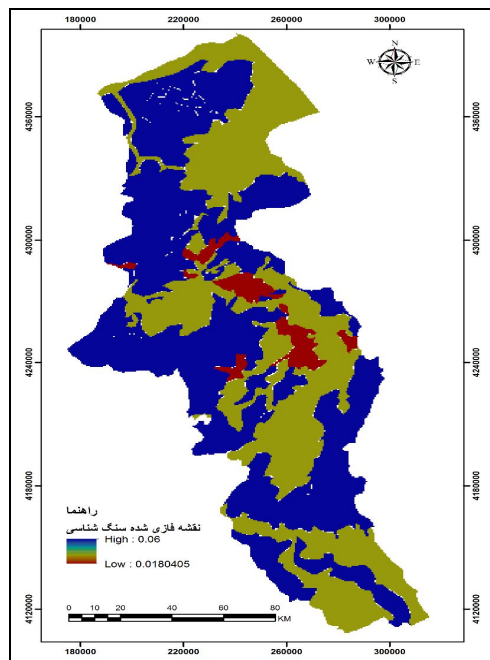
شکل ۹: نقشه فازی شده خاک



شکل ۸: نقشه فازی شده رطوبت نسبی



شکل ۱۱: نقشه فازی شده تیپ اراضی

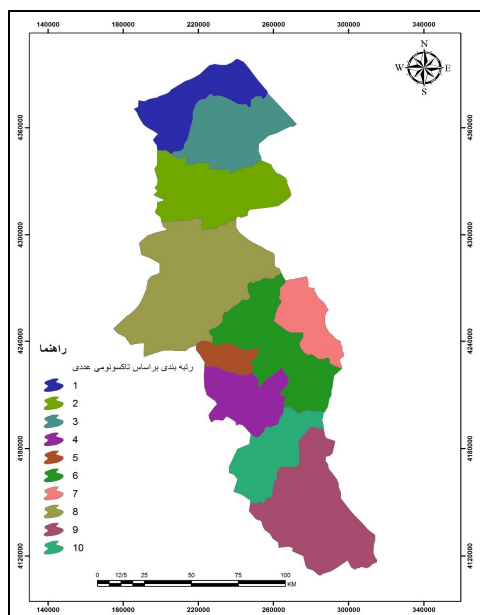


شکل ۱۰: نقشه فازی شده سنگ شناسی

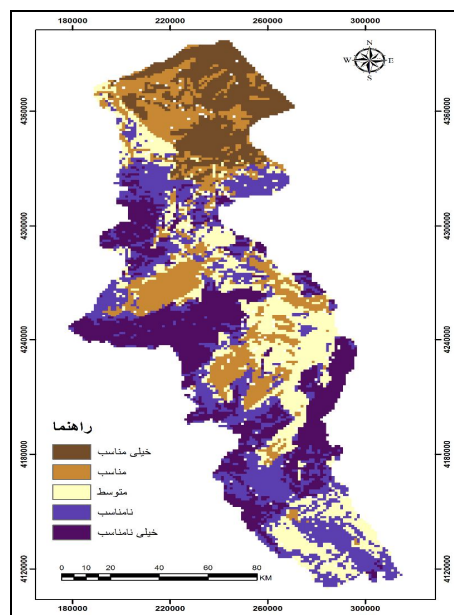
بعد از مرحله استاندارد سازی در نرم افزار ARCGIS عملگر گاما بر لایه ها اعمال گردید. عملگر گاما تحت ضوابط ضرب جبری فازی و جمع جبری فازی تعیین می شود و بوسیله معادله زیر به دست می آید. در اینجا گاما یک پارامتر انتخابی در دامنه (۰ و ۱) است.

$$\text{Combination} = (\text{sum})^Y * (\text{product})^{1-Y}$$

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 می کند (Bonham-Carter, 1994). این عملگر زمانی استفاده می شود که اثر برخی از شواهد کاهش و اثر پاره ای دیگر افزایشی باشد. در واقع مقدار گاما تعدیل کننده بین صفر و یک است. گاما ۰/۹ به عنوان نقشه نهایی انتخاب گردیده است. عملگر گاما، تحت ضوابط ضرب جبری فازی و جمع جبری فازی تعیین می شود. طبقه بندی نقشه نهایی طبق نظر کارشناسی با استفاده از قابلیت های محیط کاری ARCGIS و مطالعه سوابق کاری مشابه در پهنه بندی ها انجام گردید. این طبقه بندی براساس پنج سطحی انجام گردیده است. در این روش پس از تعیین تعداد طبقات نرم افزار با یک الگوریتم محاسباتی سعی در به حداقل رساندن اختلاف بین داده ها در هر طبقه و به حداکثر رساندن اختلاف بین طبقات می کند.



شکل ۱۳: نقشه حاصل از تاکسونومی عددی



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

با توجه به اینکه هدف از این تحقیق در ابتدا پهنه بندی و تعیین تناسب اراضی جهت توسعه ی شهری استان اردبیل بوده، از این رو پس از بررسی منابع و اطلاعات و نقشه های 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 روش های مذکور در شکل های ۱۲ و ۱۳ آمده است. این نقشه ها، مکان های با شرایط خیلی مناسب و مناسب برای توسعه ی شهری، مکان های با تناسب متوسط و مکان های خیلی نامناسب و نامناسب که فاقد شرایط توصیف شده است را نشان می دهد. در شکل ۱۲ مکان های مناسب برای توسعه ی شهری با توجه به عامل اقلیمی (دما، سرعت باد، مجموع بارندگی، رطوبت نسبی) و ژئو مورفولوژی (شیب، ارتفاع، جهت شیب، لیتولوژی و خاک) و تیپ اراضی در قسمت های مرکزی متمرکز شده است و قسمت های شمالی و جنوبی بخش هایی از شرق و غرب استان برای توسعه ی شهری چندان مناسب نمی باشند.

با تلفیق یا همپوشانی لایه های اطلاعاتی فوق که با توجه به ساختار رقومی داده های مورد استفاده می باشد، لایه ی جدید بر اساس ترکیب اطلاعات مکانی نقشه های ورودی حاصل شده است؛ اما قبل از

تلفیق باید دانست که در ارزیابی توان محیط برای توسعه شهری، همه ی معیارهای مورد استفاده در مدل اکولوژیکی هم وزن نیستند. برخی از معیارها به عنوان عامل کلیدی عمل می نمایند. 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 شماره ۳ وزن هر کدام از لایه ها 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 پهنه بندی 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 شهرستان های پارس آباد، 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 می باشند (شکل ۱۳). در این روش منابع و شرایط محیطی شهرستان های موجود استان اردبیل با توجه به معیار هایی 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 شهرستان ها با توجه به امتیاز های به دست آمده جهت توسعه شهری اولویت بندی شدند. در نهایت مساحت و درصد هر کدام از مناطق خیلی مناسب تا خیلی نامناسب محاسبه گردید.

جدول ۴: مساحت و درصد توان های محیطی استان اردبیل

ویژگی	مساحت بر حسب هکتار	درصد
خیلی مناسب	۲۰۴۶۷۹/۸	۱۲/۲۴
مناسب	۳۰۵۴۷۰/۱	۱۸/۲۷
متوسط	۳۴۱۱۷۲/۹	۲۰/۴۰
نامناسب	۴۲۰۴۰۸/۸	۲۵/۱۳
خیلی نامناسب	۴۰۰۶۰۱/۱	۲۳/۹۶

نتیجه گیری و ارائه راهکار

امروزه به دلیل اهمیت توسعه پایدار مطالعات آمایش سرزمین در هر کشور و منطقه ای امری ضروری و حیاتی محسوب می شود. خوشبختانه در برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران مطالعات آمایش سرزمین قانونی گردید (Tawfigh,2006). استفاده از سرزمین بدون در نظر گرفتن تفاوت های اکولوژیک و پتانسیل های محیطی باعث پیامدهای ناگوار و تخریب محیط زیست می شود که در نهایت منابع طبیعی را در معرض تهدید قرار داده و محیط را از توسعه پایدار دور می کند با توجه به منحصر به فرد بودن ویژگی های اکولوژیکی هر منطقه آن چه مسلم است این که عمل ارزیابی توان در هر منطقه معیارها و ضوابط خاص خود را در بر دارد. در مطالعه حاضر با ارزیابی توان اکولوژیکی استان اردبیل با مدل های تصمیم گیری چند متغیره مورد ارزیابی قرار گرفت.

با توجه به بررسی های انجام گرفته می توان گفت که منطق فازی در مدلسازی نقشه های منابع اکولوژیکی انعطاف پذیر تر و مناسب تر است. چرا که با استفاده از این روش می توان مراحل تولید و تلفیق نقشه های منابع اکولوژیکی را به دنیای واقعی انجام داد اگرچه حجم محاسبات بیشتر از روش های متداول است. اما با وجود پیچیدگی هایی که دارد دارای مزایای بسیاری در مطالعه پدیده های مختلف مرتبط با سطح زمین می باشد. از جمله می توان به صحت و دقت بالای نتایج حاصل از این مدل و قابلیت تبدیل عبارات زبانی به ریاضی اشاره کرد. بنابراین می توان گفت که روش های تصمیم گیری چند معیاره برای تعیین توان اکولوژیکی منطقه و اولویت بندی در استان اردبیل مناسب می باشد. به گونه ای که نتایج تحقیق نشانگر آن بود که در هر دو روش (فازی و تاکسونومی) پارس آباد، بيله سوار، گرمی و نیر از لحاظ توان اکولوژیکی توان توسعه مناسبی را دارند به همین دلیل این مناطق در اولویت توسعه شهری قرار دارند و برعکس خلخال، کوثر،مشگین شهر و نمین جهت توسعه شهری با توجه به توان اکولوژیکی نامناسب می باشند که جهت توسعه شهری جزو مناطق نامناسب به شمار می روند.

با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق جهت توسعه شهری در استان اردبیل به لحاظ توان های محیطی استان، جهت استفاده بهتر و پایدار از زمین و توسعه پایدار راهکار هایی زیر ارائه می گردد:

- جهت توسعه پایدار از زمین در استان اردبیل لازم است که برنامه ریزان از تخصص های مختلف در زمینه توان اکولوژیکی برخوردار شوند.
- در سیاست گذاری و برنامه ریزی جهت توسعه شهری در سطح استان لازم است تا توان های محیطی و ظرفیت زمین برآورد و لحاظ شود.
- در ارزیابی توان اکولوژیک به دلیل مطلوب بودن ارزش گذاری پارامترهای اکولوژیک بهتر آن است که وزن پارامترها برای توسعه شهری به کار گرفته شود.
- در ارزیابی به روش تعیین اکولوژیک پیشنهاد می شود ارزیابی به کمک GIS و انتخاب ارزش های بالای پارامترهای اکولوژیک که براساس اولویت آنها وزن دهی شده اند عمل ارزیابی انجام گیرد. تا نتایج مطلوبی در اختیار قرار دهد.
- به کار گیری تکنیک های مؤثر جهت اتخاذ تصمیم صحیح و به موقع در رابطه با توان اکولوژیک سرزمین جهت توسعه شهری به لحاظ یاری برنامه ریزان.

منابع

- آل شیخ، علی؛ جوزی، سید علی؛ رضاییان، سحر، ۱۳۸۱، طراحی مدل نوین ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین ایران به منظور استقرار کاربری توسعه شهری و خدماتی.
- آل شیخ، 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.
- بدری، سید علی؛ رکن الدین افتخاری، عبدالرضا، ۱۳۸۲، ارزیابی پایداری مفهوم و روش، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲، صص ۹-۳۴.
- بهرام سلطانی، کامبیز، ۱۳۷۱، مجموعه مباحث و روش های شهر سازی محیط زیست، تهران، مرکز مطالعات و تحقیقات شهر سازی و معماری ایران، چاپ اول.
- بید آباد، ب، ۱۳۶۲، آنالیز تاکسونومی و کاربرد آن، تهران، انتشارات سازمان برنامه و بودجه.
- پور قاضی، جواد مهدی؛ گنجعلی، سعید؛ مؤذن، محسن، ۱۳۹۳، بررسی توانمندی های محیطی شهرستان آذر شهر به عنوان دومین ژئوپارک ایران، فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۳۱.
- پورجعفر، محمد رضا، منتظرالحجه، مهدی؛ رنجبر، احسان؛ کبیری، رضا، ۱۳۹۱، ارزیابی توان اکولوژیکی به منظور تعیین عرصه های مناسب توسعه در محدوده شهر جدید سهند، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۸، صص ۱۱-۲۲.
- حسینی ابری، سید حسن، ۱۳۷۹، طرح چارچوب نظری و الگوی توسعه مجموعه های روستایی در بلوچستان، معاونت پژوهشی دانشگاه اصفهان.
- 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.
- جوکار سرهنگی، عیسی، ۱۳۹۲، ارزیابی تطبیقی از مکان گزینی و توسعه ی مراکز شهری استان مازندران با رویکرد اکولوژیکی، جغرافیا و توسعه، شماره ۳۳، صص ۹۷-۱۱۲.
- رادکلیفت، م، مترجم نیر، ح، ۱۳۷۳، توسعه پایدار، مرکز مطالعات برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی، وزارت کشاورزی، ص ۱۳۵، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۳، صص ۵۳-۶۲.
- روستایی، شهرام؛ جباری، ایرج، ۱۳۸۶، ژئومورفولوژی مناطق شهری، انتشارات سمت.
- زیاری، کرامت الله (۱۳۷۸)، برنامه ریزی شهرهای جدید، چاپ اول، تهران، انتشارات سمت.
- سرور، رحیم، جغرافیای کاربردی و آمایش سرزمین، ۱۳۸۷، تهران، انتشارات سمت.
- شمسی پور، 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.
- شیدای کرکچ، اسماعیل؛ اکبری مجدر، حسین؛ علیچانپور، احمد؛ معتمدی، جواد، ۱۳۹۱، بررسی توان توسعه اکولوژیکی و آمایش حوضه آبخیز قوری چای استان گلستان با روش کیفی قیاسی، نشریه حفاظت و بهره برداری از منابع طبیعی، شماره چهارم،

- ضرابی، اصغر؛ دیوسالار، اسداله؛ کنعانی، محمد رضا، ۱۳۹۱، تحلیل فضایی سکونتگاه های شهری براساس توان های محیطی (مطالعه موردی: استان مازندران)،
- 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.
- 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.
- قرخلو، مهدی، ۱۳۸۸، ارزیابی توان اکولوژیک منطقه ی قزوین جهت تعیین نقاط بالقوه ی توسعه ی شهری با استفاده از سامانه ی اطلاعات جغرافیایی، مطالعات و پژوهش های شهری و منطقه ای، شماره ۲، صص ۵۵-۶۸.
- قراگزلو، علی رضا، GIS و ارزیابی برنامه ریزی محیط زیست، تهران: انتشارات سازمان نقشه برداری کشور، ۱۳۸۴.
- مخدوم، مجید، ۱۳۸۵، شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران.
- میرکتولی، جعفر؛ کنعانی، محمد رضا، ۱۳۹۰، ارزیابی توان اکولوژیک کاربری توسعه ی شهری با مدل تصمیم گیری چند معیاری MCDM و GIS مطالعه موردی شهرستان ساری، استان مازندران، پژوهش جغرافیای انسانی، شماره ۷۷، صص ۷۵-۸۸.
- مخدوم، مجید، ۱۳۷۴، شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران.
- مقصودی، طهماسب؛ لشگر آرا، فرهاد، ۱۳۸۳، توریسم، توسعه و روستا، فصلنامه جهاد، شماره ۲۶۴.
- نوری، هدایت الله، ۱۳۷۹، تحلیل فضایی در جغرافیای کشاورزی، فصلنامه پژوهش های جغرافیایی، شماره ۳۹.
- نگارش، حسین، ۱۳۸۲، کاربرد ژئومورفولوژی در مکان گزینی شهرها و پیامدهای آن، مجله جغرافیا و توسعه.
- نوری زمان آبادی، سیدهدایت اله؛ صیدایی، سیداسکندر؛ کیانی سلمی، صدیقه؛ سلطانی، زهرا؛ نوروزی اورگانی، اصغر، ۱۳۸۹، ارزیابی توان اکولوژیک محیط برای تعیین مناطق مستعد کشاورزی با استفاده از GIS بخش مرکزی شهرستان کیار، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۱، صص ۳۳-۴۶.
- Bonham, Carter, G,F, 1994, Geographic information systems for geoscientists, Modelling with GIS 1st Ed, pergamo press, oxford,UK.
- Hansen, H,S, 2003, A Fuzzy Logic approach to Urban land use Mapping, proc,scan GIS 2003, Helsinki, Denmark:1-10.
- Ghazanfari,M,2006, Introduction of Fuzzy sets Theory, 1st Ed, science and industry university Pud, Tehran,Iran.
- Makhdoum, Majid,F,1999, fundamental of land use planning, publication of Tehran university, Third edition(Persian).
- Menhaj, M,M, 2007, Fuzzy computing, 1st Ed. Amirkabir Pub, Tehran, iran.
- Makhdoum,M.,1992. Environmental Unit: An Arbitrary Ecosystem for evaluation AGEE41. (2):209-214.
- Makhdoum, M. 2001.Ecological evaluation of Gilan and Mazandaran region for urban development, industrial and rural tourism, Journal of Environmental Studies, Eighteenth Year, No. 16, p 81.
- Zadeh,L,A, 1965,Fuzzy sets, information and control.
- Ramakrishna,N, 2003,production system planning for natural resource conservation in a micro watershed Electronic green journal, 1-10

Tawfigh,F,2006, Spatial planning, Global Experience and its comparison with the conditions of Iran, Urban planning &Architecture Resarch Center of Iran (persian)