ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری و صنعتی در شهرستان فیروزآباد با مدل پیشنهادی EMOLUP

المیرا اسدی فرد [۱]، مسعود مسعودی [۲*]

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد رشته مهندسی منابع طبیعی- مدیریت مناطق بیابانی، بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی،دانشگاه شیراز

۲*- دانشیار بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی،دانشگاه شیراز

* ایمیل نویسنده مسئول:masoudi@shirazu.ac.ir

تاریخ دریافت : ۱۴۰۰/۰۲/۳۱ تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۰۳/۳۱

چکیده

آمایش سرزمین علمی است که با توجه به ویژگی‌های اکولوژیک سرزمین و شرایط اقتصادی اجتماعی آن، نوع استفاده بهینه از سرزمین را مشخص می‌سازد. در بسیاری از مناطق ایران، انتخاب کاربری و مدیریت زمین بدون توجه به قابلیت و توان سرزمین انجام می‌شود که سبب اتلاف سرمایه و کاهش ظرفیت محیطی می‌گردد. شهرستان فیروزآباد به مرکزیت شهر فیروزآباد، با وسعت ۳۵۵۹ کیلومترمربع ۲/۹ درصد کل مساحت خاکی استان فارس را به خود اختصاص داده است. هدف اصلی این تحقیق، تصحیح و توسعه مدل حاضر ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری، روستایی و صنعتی در منطقه مطالعاتی فیروزآباد می‌باشد. در بررسی ارزیابی توان اکولوژیک، روش‌های مورد بررسی شامل مدل مخدوم بر اساس منطق بولین، مدل‌های پیشنهادی حداکثر محدودیت (منطق بولین)، میانگین حسابی، میانگین هندسی و کالیبره و در نهایت روش وزنی که شامل مدل میانگین حسابی وزنی، میانگین هندسی وزنی و کالیبره وزنی است، از طریق ادغام نقشه‌ها در GIS می‌باشد. نتایج نشان داد که به طور کلی در روش میانگین حسابی یک مدل خوش‌بینانه که غالب منطقه به سمت طبقات خوب و مناسب و در روش‌های مبتنی بر منطق بولین (مخدوم و حداکثر محدودیت) که با یک پارامتر نامناسب، غالب منطقه به سمت طبقات نامناسب سوق پیدا کرده و روش‌های مبتنی بر میانگین هندسی و کالیبره آن بین سایر روش ها قرار گرفته است و با دادن وزن به پارامترها باز هم مدل میانگین هندسی و کالیبره نتایج منطقی‌تری را ارائه دادند . همچنین بر اساس ارزیابی صحت مدل‌های مورد بررسی، مدل روش میانگین هندسی و کالیبره آن با دقت کلی ۹۴ ، ضریب کاپا ۰/۵۷، ضریب درون طبقه‌ای ۱/۴۵ و صحت میانگین ۵۴/۲۴، بهتر از سایر مدل‌ها، توان محیط را برآورد می‌کند. شایان ذکر است که روش میانگین حسابی و روش میانگین حسابی وزنی، با میزان ۴/۳ دقت کلی، پایین ترین دقت بین روش‌های موجود از خود نشان دادند.

کلمات کلیدی

" مدل EMOLUP "، " مدل مخدوم "، " مدل حداکثر محدودیت "، " میانگین هندسی "، " میانگین حسابی "

۱- مقدمه

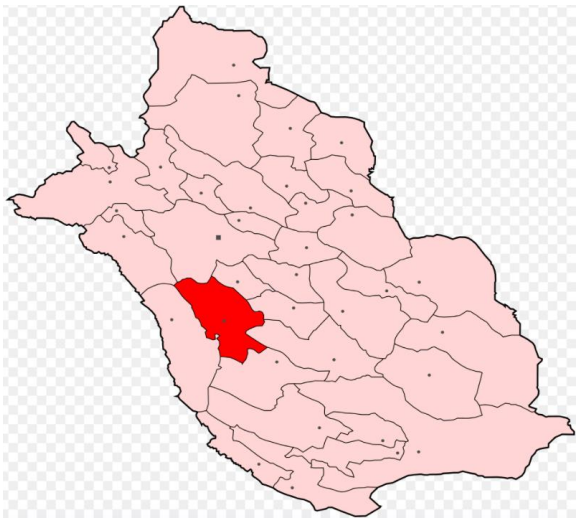
ویژگی عصر ما شهرنشین شدن، افزایش جمعیت شهرها و در پی آن توسعه شهرهای کوچک و بزرگ است (Gilbert & Galger,1996). ایجاد شهرها یکی از عظیم ترین انقلاب‌ها درفرهنگ انسان‌ها بوده است که موجب دگرگونی در روابط متقابل انسان با محیط گشته است (زارعی و آل شیخ،۱۳۹۱). این توسعه شهری به سوی مناطق بیرونی پیش رفته و موجب تغییراتی در کاربری اراضی از جمله کشاورزی می‌شود. از سویی، نمی‌توان توسعه شهرها را که از جنبه‌های ضروری برای ادامه حیات و فعالیت‌های انسان است، محدود ساخت؛ بلکه باید آنها را متناسب با نیازهای امروز و فردای بشر آماده نمود، به گونه‌ای که از وارد آمدن آسیب بر محیط زیست نیز جلوگیری شود (Qaragozloo,2005). اهمیت به کارگیری روش-های عقلانی و نظام‌مند برنامه‌ریزی در مدیریت و استفاده بهینه از منابع، به ویژه منابع طبیعی برای همگان روشن است. از آنجایی که توسعه کالبدی شهرها، نابودی اراضی کشاورزی و گسترش به سمت پهنه‌های آسیب پذیر، نظیر حوزه‌های سیلابی و نیز شیب‌های نامناسب را به دنبال دارد که در حقیقت باعث به هم خوردن تعادل و پایداری اکولوژیک در شهرها می‌شود، ضرورت ارزیابی توان اکولوژیک کاربری توسعه شهری به معنای عینیت بخشیدن به قابلیت بالقوه سرزمین مورد انتظار است (قرخلو و همکاران،۱۳۸۸). در کشور ما، سالی ۱/۵ میلیارد تن خاک فرسایش می‌یابد، سالانه ۴۸ هزار هکتار جنگل زدایی می-شود، ۱۳۰ هزار هکتار از مراتع در سال تخریب می‌شوند (مخدوم، ۱۳۷۰) و بسیاری موارد دیگر که در نتیجه عدم استفاده اصولی از منابع طبیعی توسط انسان پدید آمده است، که بهترین روش برای استفاده بهینه از این منابع و رسیدن به توسعه پایدار، ارزیابی تناسب و آمایش سرزمین می‌باشد (مخدوم،۱۳۷۸). ایجاد هماهنگی بین رابطه‌ی انسان، طبیعت و انواع کاربری‌های ممکن در ابتدا نیاز به شناخت توان اکولوژیک طبیعت و ارزیابی آنها دارد تا بتوان ضمن تعیین کاربری‌های مناسب، مطلوب‌ترین آنها را در نظر گرفت. ارزیابی توان اکولوژیکی عبارت است از تعیین قدرت بالقوه و یا تعیین نوع کاربری طبیعی سرزمین و ارزیابی سرزمین ابزاری برای برنامه‌ریزی استفاده از زمین است. برای حفاظت محیط زیست نیاز به ایجاد تعادل بین توسعه کاربری‌ها و عرصه های طبیعی می‌باشد (پناهی فر،۱۳۸۹). آمایش سرزمین نوع استفاده از سرزمین را با توجه به‌کلیه ویژگی‌های اکولوژیک سرزمین و با توجه به شرایط اقتصادی اجتماعی حاکم بر آن سرزمین مشخص می‌سازد و در یک فرآیند ارزیابی تناسب اراضی، مناسب (بهینه) ترین الگوی مکانی بر حسب اولویت‌ها، نیازهایی خاص اقتصادی- اجتماعی و ... برای کاربری‌های آینده تعیین می‌گردد

(Hwang et al. , 2001). در این رابطه، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) با توانایی‌های بالا در مدیریت داده‌ها و ارائه ستاده-های جدید به عنوان ابزاری کارآمد در برنامه ریزی زیست- محیطی مطرح می‌گردد (کرم،۱۳۸۴). در واقع یک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به منظور دستیابی به الگوهای مکانی به کار برده می‌شود (پایولیت و دوهم ، ۲۰۰۰). بنابراین، هدف نهایی از به کارگیری این سامانه، فراهم کردن پشتیبانی برای تصمیم گیری‌های فضایی است (فردوسی،۱۳۸۴). یکی از مهمترین توانایی‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی، توانایی تلفیق داده‌ها برای مدلسازی، مکان یابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزش‌گذاری پهنه سرزمین است (پور احمد و همکاران، ۱۳۸۶). چن و همکاران (۲۰۰۰) با استفاده از تکنیک سنجش از دور و GIS روند توسعه شهری در چین را بررسی نمودند که این دو تکنیک برای برنامه‌ریزی و مدیریت شهری ابزارهای مناسبی می‌باشد. سادهیرا و همکاران (۲۰۰۴) معیارها، پویایی و مدل سازی گسترش شهری را با کمک GIS در شهر منگالور هند بررسی نموده، به دنبال آن پیش بینی نوع گسترش آینده شهر را ممکن ساختند. سانته ریویرا و همکاران (۲۰۰۸) با کمک سیستم پشتیبان برنامه‌ریزی بر اساس GIS، مکان‌یابی کاربری اراضی روستایی را در ناحیهٔ تراچا اسپانیا انجام دادند. فلاح شمسی (۱۳۸۳) برنامه‌ریزی اقتصادی کاربری اراضی را با استفاده از ارزیابی چند عامله در حوزه آبخیز کلیبر چای وسطی (ارسباران شمالی) انجام داد. نتیجه انجام این مطالعه نقشه‌ای است که به روش ارزیابی چند عامله تناسب برای کشت جو، دیم، باغداری گردو، مرتع گوسفندداری، پارکداری و حفاظت در منطقه مورد مطالعه تهیه شده است. در ضمن این تحقیق نشان داد که درجه تناسب هر نقطه از سرزمین برای هر کاربری علاوه بر توان طبیعی و ذاتی سرزمین از شرایط اقتصادی منطقه ای که زمین در آن واقع شده نیز تأثیر می‌پذیرد. زارعی و آل شیخ (۱۳۹۱) با تلفیق اتوماسیون سلولی و الگوریتم ژنتیک مدلی مناسب جهت مدلسازی فرایند رشد شهری شیراز ارائه نمودند و در نهایت از دقت کلی و شاخص کاپا برای ارزیابی مدل استفاده نمودند. بدین ترتیب دقت کلی ۰/۹۱ و شاخص کاپا ۰/۶۸ برآورد شده است . اوینلوی و کافونی (۲۰۱۳) با مطالعه در ایالت لاگوس در نیجریه به بررسی تغییرات کاربری اراضی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای IKONOS (2000-2010) پرداختند. نتایج نشان داد که کاربری مسکونی و تجاری در طی این سال‌ها افزایش پیدا کرده‌اند. علاوه بر این استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا به منظور پایش تغییرات کاربری اراضی بسیار مؤثر است و اطلاعات ارزشمندی را در اختیار برنامه‌ریزان و محققان قرار می‌دهد. در تحقیق مسعودی و جوکار (۱۳۹۵ الف) برای ارزیابی توان اکولوژیکی کاربری های مختلف از مدل EMOLUP در شهرستان جهرم استفاده کردند که نتایج نشان داد مدل EMOLUPقابلیت بالاتری برای ارزیابی توان اکولوژیکی کاربری ها در منطقه جهرم داشت. در خصوص آمایش شهرستان جهرم هم در تحقیق دیگری از مسعودی و جوکار (۱۳۹۵ ب)، از ۵ روش شامل روش کمی و کیفی آمایش ایران، روش کمی و کیفی اصلاح شده (۴سناریو) و روش کمی با درنظرگرفتن دو سناریو اقتصادی و اجتماعی استفاده کردند و نتایج نشان داد که برای شهرستان جهرم بهترین روش برای اولویت‌بندی کاربری‌ها روش کمی با درنظرگرفتن دو سناریو اقتصادی و اجتماعی است. هدف تحقیق حاضر، تعیین تناسب و درجه مرغوبیت شهرستان فیروزآباد در خصوص کاربری توسعه شهری و صنعتی با مطالعه فاکتورهای فیزیکی و زیستی دخیل در این کاربری با مدل پیشنهادی EMOLUP و مقایسه آن با روش اکولوژیکی مخدوم و روش‌های رایج مانند روش وزنی به منظور مدیریت بهتر این اراضی است. برای رسیدن به این هدف، با نقشه‌سازی هر یک از این فاکتورها، ارزیابی تناسب توسعه شهری و صنعتی انجام گردید.

۲- روش انجام تحقیق

- محدوده مورد مطالعه

شهرستان فیروزآباد از شهرستانهای استان فارس است. شهرستان فیروزآباد به مرکزیت شهر فیروزآباد، با وسعت ۳۵۵۹ کیلومترمربع ۲/۹ درصد کل مساحت خاکی استان فارس را به خود اختصاص داده است. این شهرستان در محدوده جغرافیایی ۵۳ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. فیروزآباد، منطقه‌ای کوهستانی است که ارتفاعات آن عمدتاً دارای جهت شمال غربی به جنوب شرقی است. ارتفاع متوسط این شهرستان از سطح دریا، ۱۶۰۰ متر است. جمعیت این شهرستان بر طبق سرشماری سال ۱۳۸۵ برابر با ۱۱۶۶۲۲ نفر بوده‌است که ۲/۶۹ درصد از جمعیت استان را شامل می‌شود. میانگین بارندگی شهرستان فیروزآباد، طی سال‌های ۷۱-۸۱ به طور متوسط ۷۴۳/۱ میلیمتر در سال بوده است و بیشترین متوسط بارندگی ۱۵۳/۶ میلیمتر در آذر ماه می‌باشد. بخش زیادی از شهرستان فیروزآباد، از نظر اقلیمی براساس اقلیم نمای کوپن، در گروه اقلیمی معتدل و مرطوب قرار می‌گیرد و بخش‌هایی از این شهرستان که نزدیک به استان بوشهر است، از نظر اقلیمی در گروه اقلیم خشک قرار می‌گیرد. به علت برخورداری از اقلیم مناسب، محصولات کشاورزی گوناگونی از جمله گندم، جو، برنج، انواع مرکبات، صیفی‌جات، ذرت، خرما، انار، بادام، گردو، گل محمدی، زیتون، انگور و حبوبات در آن کشت می‌شود. صنعت گلابگیری و عرقیات گیری میمند فارس بخش عمده‌ای از محصولات تولیدی این شهرستان را به خود اختصاص داده است. همچنین لازم به ذکر است که میمند فیروزآباد بزرگترین تولید کننده گلاب در ایران می‌باشد (اداره آمار فناوری اطلاعات و تجهیز شبکه – پاییز۱۳۸۹، سیمای کشاورزی شهرستانهای استان فارس، ۱۳۸۸).



شکل ۱- موقعیت شهرستان فیروزآباد در استان فارس

- روش کار

روش تحقیق در این پژوهش از نوع "توصیفی- تحلیلی" می باشد و برای جمع‌آوری داده‌ها از ابزار کتابخانه‌ای و مطالعات و مشاهدات

میدانی استفاده شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز با نرم افزارهای ArcGis9.3 وEXCEL صورت گرفته است.

فرآیند مدلسازی

مراحلی که برای ساختن یک مدل باید به صورت سیستماتیک اجرا شود (اختصاصی و سپهر، ۱۳۹۰) عبارتند از:

A. تعریف و شناخت مسئله (پرداختن به علت اصلی مسئله)

مرحله تعیین مسائل و اهداف، حیاتی‌ترین و اولین مرحله هر فعالیتی است. این مسائل باید مشخص بوده و به طور صریح بیان شود.

B. جمع آوری داده ها

در این پژوهش شاخص‌های زیادی در ارزیابی و آمایش سرزمین منطقه مورد مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفته شد که غالباً به شکل نقشه‌های موضوعی و رقومی شده مورد بررسی قرار گرفت. پس از تهیه داده‌های مورد نیاز برای مدلسازی، این داده‌ها وارد سامانه اطلاعات جغرافیایی گشت تا محاسبات مورد نیاز با توجه به الگوریتم‌های تعیین شده برای محاسبه شاخص‌ها و ارزیابی تناسب صورت گیرد.

C. مشخص کردن معیارها و شاخص های ارزیابی

یکی از مسائل مهم ساخت مدل، گزینش متغیرهایی است که باید در مدل گنجانیده شود. بدیهی است که مدل باید قادر به بارزسازی پدیده-های مورد نظر مدلساز باشد؛ پس از تعیین متغیرها، تصمیمات لازم در خصوص نحوه طبقه‌بندی متغیرها باید اتخاذ گردد. گزینش روش‌های خاص برای طبقه‌بندی در ارتباط تنگاتنگ با هدف مدل است. مدل پیشنهادی برای کاربری توسعه شهری و صنعتی به ۳ طبقه (طبقه ۱: مناسب؛ طبقه ۲: نیمه مناسب؛ طبقه ۳: ضعیف و نامناسب) طبقه‌بندی می‌شوند. این مدل در جدول ۱ نشان داده شده است.

D .فرموله کردن مدل و ایجاد ارتباط بین معیارها و شاخص ها

مرحله بعدی ساخت مدل، مستلزم توصیف فرضیه (یا فرضیات) رفتار سیستم و تفسیر این فرضیه به شکل ریاضی یا نمادی است. این مرحله مستلزم گزینش مناسب‌ترین تکنیک‌های ریاضی خواهد بود و این تکنیک های ریاضی را بدون اطلاعات تکنیکی مناسب نباید به کار گرفت. خصوصیات مدل در زبان ریاضی معمولاً شامل پارامترهای گوناگونی است که به روابط مدل، بعد می‌دهند (یعنی پارامترها مقدار تغییرات یک متغیر را در رابطه با دیگر تغییرات تعیین می کنند). نحوه ارزیابی و امتیازدهی در تحقیق فعلی با ۴ روش اعمال می‌شود:

الف- مدل مخدوم (۱۳۷۸)

این مدل بر اساس تلفیق منطق بولین (AND,OR) استوار است. در استفاده از این روش با توجه به ویژگی‌ها و خصوصیات ذکر شده در هر مدل کاربری اراضی و با توجه به شرایط ارائه شده برای هر یک از طبقات کاربری، تمام پارامترها به کمک منطق بولین طبقه بندی صورت خواهد گرفت. عملیات منطقی در تابع روی هم گذاری، بر پایه جبر بولین استوار است و معمولا برای تفکیک مناطقی که دارای مجموعه ای از شرایط مورد نظر می‌باشند کاربرد دارند. بدین معنی که برای شرایط مساعد اکولوژیکی موجود در هر طبقه در منطقه مورد نظر کد ۱ و برای سایر مناطق نامساعد که در طبقه نمی‌گنجد کد صفر اطلاق خواهد گشت. با این توصیف برای جدا کردن هر یک از طبقات کاربری‌ها بین تمامی فاکتورهای اکولوژیک مربوط به هر طبقه از منطق AND (تقاطع) استفاده می‌شود و مدل ارزیابی توان اکولوژیک کاربریها اجرا می‌گردد (امیری و همکاران، ۱۳۸۸) .

ب- مدل اصلاح شده پیشنهادی بر اساس منطق بولین (حداکثر محدودیت)

شایان ذکر است که در بررسی معیار توپوگرافی برای کاربری توسعه شهری تغییراتی صورت گرفت. بدین ترتیب که شاخص تیپ اراضی (با الگوگیری از مدل مخدوم) به مدل‌های فوق افزوده و شاخص ارتفاع از سطح دریا نیز از کاربری فوق حذف گردید. نظر به اینکه برخی مناطق شهری در جهان هستند که واجد ارتفاعات پست هستند، مانند اروپا و همچنین مناطقی که در دشت واقع هستند ولیکن در ارتفاعات بالایی قرار دارند؛ از این‌رو با توجه به عدم در نظرگیری موارد فوق در مدل فعلی توسعه شهری شاخص ارتفاع حذف و معیار توپوگرافی با در نظرگیری شاخص‌های شیب و تیپ اراضی مورد ارزیابی قرار گرفت .

پ- روش پیشنهادی میانگین هندسی(EMOLUP)

در این روش هر یک از شاخص‌ها در مدل طبقه‌بندی می‌شوند و به جای امتیازدهی بر اساس منطق بولین، طبقات نرخ‌گذاری کمی می شوند. بدین صورت که به هر شاخص بر حسب تعداد کلاس‌های تعریف شده و اهمیت در هر طبقه، وزنی بین ۰ تا ۲ (کاربری ۳ کلاسه) داده می‌شود؛ که محدوده صفر بیانگر عدم توان محدوده مورد نظر برای کاربری مورد نظر و ۲ نیز بیانگر بهترین محدوده برای آن کاربری می‌باشد. سپس بر اساس رابطه ۱ و ۲ ابتدا شاخص های مرتبط با هر معیار در همدیگر ضرب می‌شوند تا معیار مربوطه حاصل گردد. در گام بعد معیارها در همدیگر ضرب می‌شوند و طبقه توان بر اساس محدوده-های کمی در جدول۲ مشخص می‌شود (مسعودی، ۱۳۹۶) .

$$X_1 = [(\mathrm{Layer}_1) \times (\mathrm{Layer}_2) \dots \times (\mathrm{Layer}_n)]^{\frac{1}{n}} \quad (۱)$$

در رابطه فوق X_1 معیار تعریف شده در هر کاربری، Layer شاخص‌های مرتبط با معیار و n تعداد شاخص است.

$$X_2 = [(\mathrm{Layer}_1) \times (\mathrm{Layer}_2) \dots \times (\mathrm{Layer}_n)]^{\frac{1}{n}} \quad (۲)$$

در رابطه فوق X_2 امتیاز نهایی در هر کاربری، Layer معیار و n تعداد معیار است.

ت- روش میانگین حسابی(ارزیابی چند معیاره)

در این روش به جای ضرب هندسی شاخص‌ها و معیارها، بر اساس میانگین حسابی امتیازات شاخص‌های مدل کاربری، ارزیابی صورت می‌گیرد و طبقه توان بر اساس محدوده‌های کمی در جدول ۲ مشخص می‌شود.

جدول ۱: معیارها و شاخص های موثر برای کاربری توسعه شهری،روستایی و صنعتی (مسعودی، ۱۳۹۶؛ مخدوم،۱۳۸۷؛مخدوم و همکاران،۱۳۸۰)

معیار	شاخص	طبقه۱	طبقه ۲	طبقه ۳	منبع علمی
فیزیوگرافی	درصد شیب	۰-۱۲	۱۲/۱-۲۰	۲۰<	مخدوم
	تیپ اراضی	دشتهای دامنه ای، دشتهای رسوبی، دشت پست	فلاتها و تراسهای فوقانی(تیپ ۳)، مخروط افکنه و واریزه(تیپ ۸ و ۹)	تپه، کوه و دشت سیلابی	پیشنهادی(بر اساس مدل مخدوم)
اقلیم	بارندگی(میلی متر)	۵۰۱-۸۰۰	۵۱-۵۰۰ یا ۸۰۰<	۵۰>	مخدوم
	دما(سانتیگراد)	۱۸/۱-۲۴	۲۴/۱-۳۰ یا ۱۸>	۳۰<	مخدوم
	رطوبت نسبی(درصد)	۴۰/۱-۷۰	۴۰> ۷۰-۸۰	۸۰<	مخدوم
	میانگین سرعت باد (کیلومتر در ساعت)	۱-۳۵	۳۶-۶۰	۶۰<	مخدوم
خاک	بافت	غالبا متوسط	غالبا سبک	غالبا سنگین،رگوسول و لیتوسول	مخدوم
	عمق(سانتی متر)	(عمیق و خیلی عمیق)	(نیمه عمیق)	(کم عمق)	مخدوم
	درصد سنگریزه	۰-۲۵	۲۶-۵۰	۵۰<	مخدوم
	زهکشی	خوب	متوسط	ضعیف	مخدوم
	فرسایش خاک	فاقد تا کم	متوسط	شدید	مخدوم
	دانه بندی	متوسط	ریز و درشت	خیلی ریز	مخدوم
	تحول یافتگی	تحول یافته	نیمه تحول یافته	کم تحول یافته	مخدوم
زمین شناسی	لیتولوژی و ژئوهیدرولوژی	ماسه سنگ، افیولیت آمیزه ای رنگی،رسوبات فلات قاره	سنگ آهک و آهک دولومیتی، سنگهای آذرآواری و آتشفشانی حد واسط ائوسن ایران،گرانیت، مخروط افکنه، شیل و رس سنگ و کنگلومرا، پادگانه آبرفتی، لس	مارن، شیست و گنیس و آمفیبولیت، نمک طعام به صورت گنبدهای نمکی و قشر نمکی، مرمر کلسیتی و دولومیتی،تپه ماسه ای، گنبد ژیپسی، کوارتزیت و گسل: حریم گسل (اصلی1kmو فرعی300m) و بستر خشک رودخانه، مسیل و آبراهه های طبیعی(حریم رودخانه تا شعاع۱۰۰۰m)	مخدوم؛ (قرخلو و همکاران،۱۳۸۸ بر اساس قوانین وزارت نیرو و مسکن و شهر سازی)
پوشش گیاهی	تراکم	۰-۲۵	۲۶-۵۰	۵۰<	مخدوم
آب	میزان آب موجود (لیتر در روز برای هر نفر در هکتار)	۲۲۵<	۱۵۰-۲۲۵	۱۵۰>	مخدوم

جدول ۲ : نحوه امتیازدهی طبقات توان بر اساس رویکرد کمی در روش میانگین هندسی و حسابی (مسعودی، ۱۳۹۶)

طبقه توان	۱ (مناسب)	۲ (نیمه مناسب)	۳ (کم تا نامناسب)
دامنه ارزش عددی	۱/۵-۲	۰/۵-۱/۴۹	۰/۵>

ج- روش وزنی

در این روش همانند روش "پ" عمل میکنیم با این تفاوت که هر شاخص در وزنش ضرب می‌کنیم و مرحله بعد هم هر معیار را در وزنش ضرب می‌کنیم.در نهایت براساس جدول ۲ امتیاز دهی می-شوند.

$$X_1 = [(W_i \times \text{Layer}_1) + (W_i \times \text{layer}_2) \dots + (W_i \times \text{layer}_n)]$$

(۳)

(برای شاخص‌ها)

$$X_2 = [(W_i \times \text{Layer}_1) + (W_i \times \text{layer}_2) \dots + (W_i \times \text{layer}_n)]$$

(٤)

(برای معیارها)

E . بررسی صحت و عملکرد مدل طرح‌ریزی شده

بعد از ساخت مدل اولیه، باید قابلیت این مدل با پدیده های واقعی باید مورد ارزیابی قرار گیرد و در واقع بررسی شود که مدل ساخته شده تا چه حد بیان درستی از دنیای واقعی در اختیار ما قرار می‌دهد. در

بسیاری از موارد روابط خاص موجود در مدل نتایجی را به بار می‌آورد که بر اساس اطلاعات گذشته و تجربه به کلی غیرمنطقی است. در چنین مواردی تحقیقات بیشتر در مورد شکل این روابط و یا تغییر ضرایب آن‌ها الزامی است تا نتیجه مطلوب و نزدیک به واقعیت حاصل گردد؛ به این فرآیند آنالیز حساسیت و واسنجی مدل اتلاق می‌شود. پس از واسنجی مدل مسئله اعتبار و ثبات مدل در طول زمان نیز اهمیت ویژه ایفا می‌کند. در این تحقیق به منظور بیان صحت یک نقشه به صورت کمی می توان آن را به صورت پیکسل به پیکسل با واقعیت زمینی مقایسه و نتایج را در جدولی به نام جدول ماتریس خطا (Congalton, 1991). درج نمود. طبقات نقشه طبقه‌بندی شده در ردیف‌های جدول و واقعیت زمینی در ستون‌های جدول درج می‌گردد. به این ترتیب تعداد پیکسل‌هایی(نقاط) که درست طبقه‌بندی شده‌اند در قطر جدول قرار خواهند گرفت. بر پایه این جدول می‌توان معیارهای کمی نظیر صحت کلی، ضریب کاپا و ضریب درون طبقه‌ای و ... را برای بیان صحت محاسبه نمود. نحوه نمونه‌گیری از طبقات واقعیت زمینی ماتریس (نقشه کاربری فعلی) به صورت تصادفی سیستماتیک می‌باشد و بعلت توزیع پراکنده طبقات در شهرستان، از طبقاتی که از اهمیت بالاتر و شرایط اکولوژیکی مناسب‌تری در ماتریس برخوردار هستند (مانند شهر درجه ۱ در کاربری توسعه)، نمونه بیشتری گرفته شد. وسعت طبقات نیز در بررسی صحت در نظر گرفته شد (فلاح شمسی،۱۳۷۶). به منظور تست مدل توسعه شهری، روستایی و صنعتی، اراضی شهری به دو دسته شهرخوب (فیروزآباد) و متوسط (سایر شهرها، اراضی روستایی) مورد بررسی واقع شدند. سپس نمونه ها به صورت تصادفی سیستماتیک و با الگوریتم Create Fishnet در هر ستون جدول پراکنده شد. سپس نقاط با نقشه های توان اکولوژیک تلفیق شدند و در نهایت با یک ماتریس ۳*۳ ارزیابی دقت صورت گرفت. جزئیات کار در جدول ۳ آمده است.

جدول ٤: نحوه ارزیابی دقت در کاربری توسعه شهری، روستایی و صنعتی

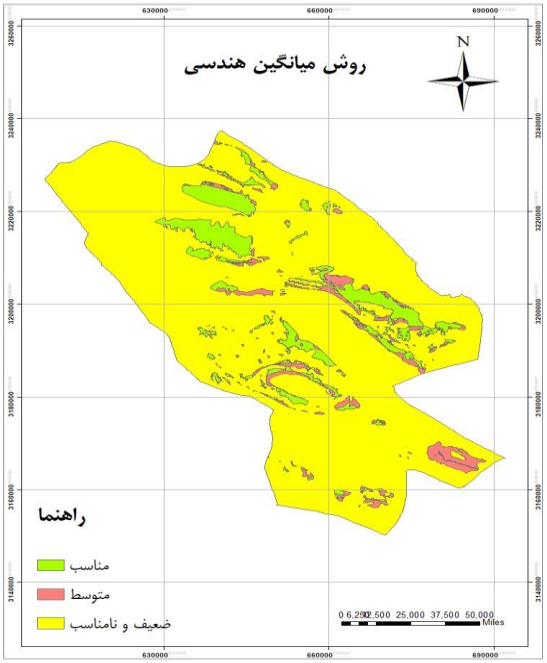
ماتریس توافق	واقعیت زمینی(شرایط فعلی)			
	طبقه	شهر فیروزآباد	سایر شهرها و روستاها	جنگل پر تراکم و نیمه متراکم موجود در کوه، اراضی بیابانی
طبقه بندی(شرایط بالقوه)	مناسب	*		
	متوسط		*	
	ضعیف و نامناسب			*
	تعداد نقاط	۳۵	۱۲	۸۸۰

F. کالیبره مدل

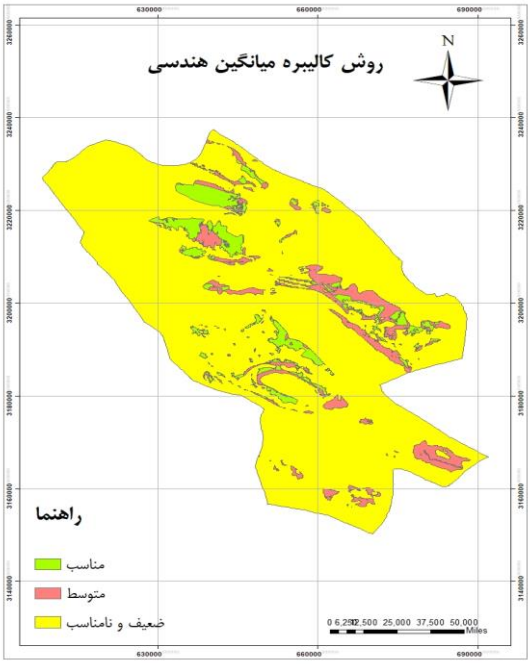
به منظور واسنجی مدل با توجه به نتایج شاخص های صحت در طبقات ماتریس خطا (خطای کمیسیون و امیسیون و...) و توجه به نقشه توان و نقشه های موضوعی و همچنین الگوی مکانی کاربری، دامنه ارزش عددی طبقات تغییر داده می شود تا دقت مدل افزایش یابد و نتایج نزیک به واقعیت گردد. این دیدگاه که نقشه های توان را بر اساس وضعیت فعلی پدیده مورد نظر در منطقه کالیبره می نماید، در مدل هایی مانند مدل ارزیابی تخریب مدالوس نیز مشاهده می شود (Kosmas et al., 1999).

۳- نتایج

شکل ۳ نقشه توان اکولوژیک با بهترین دقت (میانگین هندسی و کالیبره آن) با ۳ طبقه را نشان می‌دهد. به طور کلی در روش میانگین حسابی غالب منطقه به سمت طبقات خوب و در روش‌های مبتنی بر منطق بولین (مخدوم و حداکثر محدودیت) غالب منطقه به سمت طبقات نامناسب سوق پیدا کرده و روش‌های مبتنی بر میانگین هندسی و کالیبره آن بین سایر روش‌ها قرار گرفته است. همچنین روش‌های وزنی با عامل محدودیت از دقت بالاتری نسبت به روش‌های وزنی بدون عامل محدودیت دارند. این در حالیست که دقت روش‌های وزنی با عامل محدودیت با میانگین هندسی پیشنهادی برابر است اما بدلیل سادگی روش میانگین هندسی پیشنهادی این مدل در اولویت می‌باشد. ارزیابی دقت مدل توسعه بر اساس رویکرد ماتریس توافق و با توجه به شاخص‌های مؤثر در صحت، انجام شد. بر اساس بررسی که بین روش‌های مختلف ارزیابی توان از جمله روش مخدوم، حداکثر محدودیت و میانگین (جدول ۵) به عمل آمد، مشخص شد که روش کالیبره (با تغییر محدوده کمی طبقه ۳ از ۱/۵-۰/۵ به ۱/۶۲-۰/۵) و میانگین هندسی با دقت کاپای خوب دارای بالاترین دقت نسبت به سایر روش‌ها می باشد. شایان ذکر است که روش میانگین حسابی، پایین‌ترین دقت بین روش‌های موجود قلمداد می‌شود.



شکل ۲: نقشه توان اکولوژیک کاربری توسعه با روش میانگین هندسی یا EMOLUP



ش‌کل ۳: نقشه توان اکولوژیک کاربری توسعه با بهترین دقت (کالیبره میانگین هندسی یا EMOLUP)

٤- نتیجه‌گیری

در این مطالعه مدل توان اکولوژیک کاربری توسعه با به کارگیری روش‌های مختلف (منطق بولین و میانگین) و با نگرش همه جانبه به ویژگی‌های محیطی شهرستان فیروزآباد مورد بررسی قرار گرفت. در مدل کاربری توسعه شهری و صنعتی در معیار توپوگرافی با دلایلی که به منظور تغییر معیار توپوگرافی (حذف ارتفاع) اشاره شد، دقت مدل در شرایط میانگین هندسی بهتر از مدل اکولوژیکی و در روش بولین تقریبا برابر مخدوم شد. در تحقیقی که منوری و همکاران (۱۳۸۸) به منظور ارزیابی توان اکولوژیک منطقهٔ حوضه آبخیز زاخرد در قسمت شمال غرب شهرستان شیراز و شرق شهرستان کازرون در استان فارس را بررسی نمودند، نتیجه بررسی نشان داد که با در نظر گرفتن تمامی پارامترهای اکولوژیکی، کل منطقه برای توسعه شهری نامناسب است ولی با حذف پارامتر ارتفاع از ۷۵ یگان محیط زیستی ایجاد شده در منطقه، حدود ۹۱/۵۱٪ حوضه برای توسعه شهری دارای توان نامناسب است .

جدول ۵: شاخص های ارزیابی صحت به منظور بررسی روش های ارزیابی توان اکولوژیک کاربری توسعه

شاخص ارزیابی صحت مدل‌های ارزیابی	دقت کلی	ضریب کاپا	ضریب درون طبقه‌ای	صحت میانگین
مخدوم	۹۴/۱۷	۰	۰	۳۱/۶۳
حداکثر محدودیت	۹۱/۱۵	۰/۳۴	۰	۳۵/۹۱
میانگین حسابی معیاری	۴/۳۱	۰/۰۲۷	۰/۴۲	۰/۲۰
میانگین حسابی شاخصی	۴/۳۱	۰/۰۲۸	۰/۹۲	۰/۱۹
میانگین هندسی(EMOLUP)	۹۴	۰/۵۶۴	۱/۱۲	۵۰/۸۱
کالیبره‌ی میانگین هندسی	۹۴	۰/۵۷	۱/۴۵	۵۴/۲۴
میانگین حسابی معیاری وزنی	۴/۳	۰/۰۲۸	۰/۴۱	۰/۲۰
میانگین حسابی شاخصی وزنی	۴/۳	۰/۰۲۸	۰/۷	۰/۱۹
میانگین حسابی معیاری وزنی با اعمال عوامل محدودیت‌زا	۹۴/۱۷	۰/۵۶۳	۰/۸۳	۳۳/۱۳
میانگین حسابی شاخصی وزنی با اعمال عوامل محدودیت‌زا	۹۴/۱۷	۰/۵۶۳	۰/۸۱	۳۳/۱۳
کالیبره میانگین حسابی معیاری وزنی با اعمال عوامل محدودیت‌زا	۹۴/۱۷	۰/۵۶۴	۱/۱۲	۵۰/۸۱

در ارتباط با مدل به طور کلی می توان گفت که در روش میانگین حسابی غالب منطقه به سمت طبقات خوب و در روش های مبتنی بر منطق بولین (مخدوم و حداکثر محدودیت) غالب منطقه به سمت طبقات نامناسب سوق پیدا کرده و روش های مبتنی بر میانگین هندسی و کالیبره آن (EMOLUP) بین سایر روش‌ها قرار گرفته است. این مسئله نشان می‌دهد که روش میانگین هندسی و حتی میانگین هندسی وزنی یک روش اعتدال‌گرا برای ارزیابی توان محسوب می‌شود که مناطق مناسب و نامناسب را به شیوه صحیح‌تری مکان یابی می‌کند. این تحقیق با نتایج امیری و همکاران (۱۳۸۸)، قدیمی و همکاران (۱۳۸۹)، بارو و همکاران (۱۹۹۲)، دیویدسون و همکاران

(۱۹۹۴)، باجا و همکاران (۲۰۰۶) انطباق دارد. شایان ذکر است که در روش میانگین هندسی (EMOLUP) و تعیین معیار، تأثیر معیار-هایی مانند خاک با تعداد شاخص بیشتر را نسبت به معیارهایی مانند توپوگرافی با شاخص کمتر (مثلا ۲ شاخص) کاهش می‌دهد. بدین ترتیب وزن هر دو معیار خاک و توپوگرافی معادل در نظر گرفته می-شود. همچنین با قرار دادن عدد صفر در معادله، بازه‌های اکولوژیکی که برای زمین ایجاد محدودیت یا خطر می‌نماید (مانند شوری خیلی شدید) با فرآیند ضرب هندسی، به سمت نامناسب میل پیدا می‌کند. با این رویکرد نگرشی که طرفداران حداکثر محدودیت نسبت به مدلسازی و عوامل محدود کننده دارند، نیز لحاظ می‌شود. در مورد کاربری‌های انسان ساخت، شرایط به گونه‌ای است که عوامل اقتصادی اجتماعی هم وزن و گاهی هم مهمتر از عوامل اکولوژیکی در استقرار این کاربری‌ها نقش دارد. در این تحقیق نیز با میانگین‌گیری از عوامل اکولوژیکی و تغییر بازه‌های مؤثر در کاربری توسعه، به این دیدگاه نزدیکی شایانی پیدا کرده است که نتایج آن با تحقیق فلاح شمسی (۱۳۸۳) انطباق دارد. روش پیشنهادی در مقایسه با روش فائو (۱۹۷۶) از تعداد عوامل بیشتری (ارزیابی چند عامله) در پهنه‌بندی محیط برخوردار می‌باشد. در صورتیکه معیارهای ارائه شده در روش فائو (خاک و توپوگرافی) صرفاً بر اساس شرایط ذاتی زمین که منابع پایدار هستند، چیدمان شده است. در صورتی‌که یک اکوسیستم علاوه بر پارامترهای منابع پایدار، پارامترهای منابع ناپایدار که متغیر مکانی (مانند اقلیم و آب و حیات وحش) هستند را نیز شامل می‌شود و در بررسی ارزیابی سرزمین باید لحاظ شوند. در ضمن در روش فائو به پوشش گیاهی (به خصوص مدل جنگل و مرتع) که وضعیت فعلی را هم نشان می‌دهد توجهی نشده است. باید یادآور شد که نحوه برخورد با مسئله زمان (بررسی مستمر وضعیت) در مدل‌ها یکی از مهم‌ترین و در عین حال پیچیده‌ترین مراحل طراحی مدل می‌باشد که این وضعیت در مدل های فائو به ندرت مشاهده می‌شود). در مدل‌های فائو نحوه ارزیابی آن‌ها بر اساس حداکثر محدودیت است که این روش همانند روش مخدوم تصمیم‌گیری سختگیرانه‌ای نسبت به مکان‌یابی کاربری‌ها دارد. این نوع تصمیم‌گیری (حداکثر محدودیت و روش سیستمی) با توجه به نوع نگرش به محیط و بررسی اجزای آن و نیز برآورد توان بدون پیش داوری و تنها بر اساس توان ذاتی سرزمین است (نجفی نژاد و همکاران، ۱۳۹۲). لیکن این نگرش‌های محض و ایده‌آل گرایانه به محیط، عوامل اقتصادی اجتماعی را نادیده گرفته و برآوردی ناقص در توان واقعی سرزمین بعمل می‌آورند. بعبارت دیگر روش‌های فوق بیشتر نگرش محدودیتی نسبت به ارزیابی سرزمین دارند. در صورتیکه مدل توان اکولوژیک باید علاوه بر شرایط محدودیت زا بیانگر کلیماکس و اوج یک اکوسیستم نیز باشد. این شرایط کلیماکس که بیانگر توان بالقوه یک کاربری است را می‌توان در شرایط بالفعل آن جستجو کرد. یعنی اگر یک کاربری حاضر در سرزمین توانسته مستقر شود، امکانات و شرایط تبدیل بالقوه به فعلی وجود داشته است و مدل نیز باید قادر به تشخیص آن باشد. این تحقیق نشان داد که مدل پیشنهادی EMOLUPهم رویکرد مکان‌یابی مناسب‌تری نسبت به شرایط بالفعل و بالقوه ایفا می‌نماید و هم عوامل محدودیت‌زا را در پهنه بندی سرزمین دخالت می‌دهد. به نوعی مدل پیشنهادی EMOLUP یک سیستم اکولوژیکی و اقتصادی- اجتماعی ساده است که عوامل اکولوژیک و اقتصادی- اجتماعی را همزمان مورد بررسی قرار می‌دهد. در فرآیند مدلسازی بایستی آنچه که در طبیعت در حال رخ دادن است، چه به لحاظ اکولوژیکی و چه به لحاظ اقتصادی- اجتماعی به مدل القا شود. بعبارتی فرد در فرآیند مدلسازی باید پیچیدگی‌های محیطی به همراه درک و نحوه استفاده انسان از آن را در زبان ریاضی بگنجاند تا یک مدل پویا ایجاد شود. همچنین انعطاف‌پذیری مدل، نسبت به آنچه در ویژگی‌های زیست محیطی یک کاربری قابل انتظار است، در کالیبره آن خواهد بود. از این‌رو در حالت کالیبره مدل (تغییر بازه های اکولوژیک شاخص‌ها یا بازه های کمی و...)، امکان تغییر بازه‌ها منطبق با شرایط کاربری منطقه و آستانه‌های اکولوژیکی مناسب (مانند شهر درجه۱ یا اراضی کشاورزی با تولید بالا و...) و مورد نیاز جامعه وجود خواهد داشت. این نوع نگرش به آمایش سرزمین نه فقط صرفاً به مسائل اقتصادی اجتماعی بلکه به شرایط محیطی توجه و همچنین در ارزیابی و برآورد ریسک تغییر کاربری اراضی نقش مهمی دارد. در واقع برنامه‌ریزی برای بهترین استفاده از سرزمین ایده جدیدی نیست. در طول سال‌ها، کشاورزان برای فصول پی در پی برنامه‌ریزی می‌کردند تا درباره این که چه چیز کشت کنند و آن را کجا بکارند تصمیم بگیرند. تصمیمات آن‌ها مبتنی بر نیازهای خودشان، دانش و فناوری آن ها از زمین، نیروی‌کار و سرمایه قابل دسترس بود. از اینرو نمتوان نقش و اهمیت دانش بومی در فرآیند آمایش سرزمین را نادیده گرفت و در این فرایند برنامه ریزان و مردم باید در کنار هم قرار گیرند. درک این واقعیت در اجرای هر چه بهتر طرح‌های آبخیزداری و زیست محیطی منطبق با نیازهای جامعه بسیار اهمیت دارد.

منابع

- اختصاصی، م.، سپهر، ع.، ۱۳۹۰. روش ها و مدل های ارزیابی و تهیه نقشه بیابان زایی، یزد، دانشگاه یزد.
- اسدی فرد، ا.، مسعودی،م.، ۱۳۹۸. ارزیابی توان بوم شناختی جنگل داری با به کارگیری مدل های ارزیابی رایج و مدل جدید EMOLUP در شهرستان فیروزآباد، نشریه علمی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران، شماره ۲، ص ۱۴۵-۱۶۰.
- امیری، م.، سلمان ماهینی، س.، جلالی، غ.، حسینی، م.، دهکردی، ف.، ۱۳۸۸. مقایسه روش سیستمی ادغام نقشه ها و ترکیب منطق بولین - فازی در ارزیابی توان اکولوژیک جنگلهای حوضه آبخیز ۳۳ و ۳۴ شمال ایران، مجله علوم محیطی، دوره ۷، شماره ۲،ص ۱۰۹-۱۲۳.
- پور احمد، ا.، حبیبی، ک.، زهرایی، س.، نظری عدلی، س.، ۱۳۸۶. استفاده از الگوریتم های فازی و GIS برای مکان یابی تجهیزات شهری (مطالعهٔ موردی : محل دفن زبالهٔ شهر بابلسر)، فصلنامهٔ محیط شناسی، دوره ۳۲، شماره ۴۲ ، ص۳۱-۴۲.

- پناهی فر، ف.، ۱۳۸۹. ارزیابی توان اکولوژیکی دشت میان آب شوشتر جهت کاربری توسعه شهری و صنعتی با استفاده از GIS، همایش ملی سلامت، محیط زیست و توسعه پایدار.
- زارعی، ر.، آل شیخ، ع.، ۱۳۹۱. مدلسازی توسعه شهری با استفاده از اتوماسیون سلولی و الگوریتم ژنتیک(منطقه مورد مطالعه :شهر شیراز)، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، دوره ۳، شماره ۱۱، ص ۱-۱۶.
- غلامی، م.، رستگار، م.، ۱۳۸۹. بررسی و تحلیل توزیع فضایی جمعیت شهری استان فارس با استفاده از شاخص های نخست شهری و تمرکز، مجله پژوهش و برنامه ریزی شهری، دوره ۱، شماره ۲، ص ۱۱۷-۱۳۰.
- فردوسی، ب.، ۱۳۸۴ . امکان سنجی و کاربرد سیستم پشتیبان تصمیم گیری در توسعهٔ فیزیکی شهر (نمونهٔ موردی :شهر سنندج): پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس،گروه برنامه ریزی شهری.
- فلاح شمسی، ر.، ۱۳۷۶. برآورد صحت نقشه های حاصل از داده های ماهواره ای به روش نمونه گیری: پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- فلاح شمسی، ر.، ۱۳۸۳. ارزیابی اقتصادی کاربریهای مختلف در حوزه آبخیز کلیبر چای وسطی(ارسباران شمالی) با استفاده از برنامه ریزی خطی و سامانه اطلاعات جغرافیایی: رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- قدیمی، م.، حسینی، م.، پورقاسمی، ح.، مرادی، ح.، ۱۳۸۹. مدلسازی حفاظتی منطقه حفاظت شده مانشت و قلارنگ با استفاده از منطق فازی، علـوم محـیـطی، دوره ۸، شماره ۱، ص۸۵-۱۰۶ .
- قرخلو ، م.، پورخباز، ح.، امیری، م.، فرجی سبکبار، ح.، ۱۳۸۸. ارزیابی توان اکولوژیک منطقهٔ قزوین جهت تعیین نقاط بالقوه توسعهٔ شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، مطالعات و پژوهشهای شهری و منطقه ای، دوره ۱، شماره ۲، ص۵۱-۶۸ .
- کرم،ع.، ۱۳۸۴ . تحلیل تناسب زمین برای توسعهٔ کالبدی در محور شمال غرب تبریز با استفاده از رویکرد چند معیاری (MCE) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، پژوهش های جغرافیایی، دوره ۳۷، شماره ۵۴، ص۹۳-۱۰۶.
- مخدوم، م.، ۱۳۷۰. ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه گیلان و مازندران برای توسعه شهری صنعتی و روستایی و توریسم، محیط شناسی، شماره ۱۶، ص ۸۱- ۱۰۰ .
- مخدوم، م.، ۱۳۷۸. شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران.
- مخدوم، م.، درویش صفت، ع.، جعفر زاده، ه.، مخدوم، ع.، ۱۳۸۰. ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با استفاده از سامانه های اطلاعات جغرافیایی، تهران. انتشارات دانشگاه تهران.
- مسعودی، م.، جوکار، پ.، ۱۳۹۵الف. ارائه مدل پیشنهادیEMOLUP با رویکردی جدید در آمایش سرزمین کشور (گام اول: ارزیابی توان اکولوژیک کاربری‌های مختلف)، علوم محیطی، دوره ۱۴، شماره ۱، ص۵۱-۶۸ .
- مسعودی، م.، جوکار، پ.، ۱۳۹۵ ب. ارائه مدل پیشنهادیEMOLUP با رویکردی جدید در آمایش سرزمین کشور (گام دوم: اولویت بندی و آمایش کاربری‌های مختلف)، علوم محیطی، دوره ۱۴، شماره ۲، ص ۲۳-۳۶ .
- مسعودی، م.، ۱۳۹۶. آمایش رایانه ای سرزمین، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- منوری، م.، شریعت، م.، دشتی، س.، سبز قبایی، غ.، ۱۳۸۸. ارزیابی توان محیط زیست حوضه آبخیز زاخرد برای توسعه شهری با استفاده از GIS، علوم و تکنولوژی محیط زیست،دوره ۱۱، شماره ۱، ص ۱۹۹-۲۰۸.
- نجفی نژاد، ع.، پیشداد سلیمان آباد، ل.، سلمان ماهینی، ع.، ۱۳۹۲. مقایسهٔ کارآیی دو روش سیستمی و تخصیص سرزمین چند فاکتوره در فرآیند آمایش سرزمین با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، دوره ۱۴، شماره ۱، ص ۱۱-۱.
- Baja, S., et al. 2006. A conceptual model for defining and assessing land management units using a Fuzzy modeling approach in GIS Environment, Environmental Management, Vol. 29, P. 647-661.
- Burrough, P.A., et al. 1992. Fuzzy classification methods for determining land suitability from soil profile observations and topography, Journal of soil Science, Vol.43, P.193-210.
- Chen, S.H., et al. 2000. Remote Sensing and GIS for Urban Growth Analysis in China, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 66, P. 593-598.
- Collins, M. G., et al. 2001. Land-use suitability analysis in the United States: historical development and promising technological achievements, Environmental Management, Vol.28, P. 611–621.
- Congalton, R. G. 1991. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. Remote Sens Environ, Vol. 37, P. 35-46.
- Davidson, D.A., et al. 1994. A land evaluation project in Greece using GIS and based on Boolean and Fuzzy set methodologies, International Journal Geographic Information System, Vol.8, P.369-384.
- FAO. 1976. A framework for land evaluation, FAO soil's bulletin (No 32), Rome (Italy).
- Gilbert, A., Galger, J. 1996. Cities, Poverty and Development, Urbanism in the Third World Countries, Translated by Karimi Naseri, Parviz, Tehran General Administration of Tehran.

- Hwang, C., Yoon Hopkins, L. 1977. Methods for generating land suitability maps: a comparative evaluation, Journal for American Institute of Planners, Vol. 34, P. 19–29.
- Kosmas, C., et al. 1999. Key indicators of desertification at the Environmentally Sensitive Areas (ESA) scale, The Medalus Project: Mediterranean Desertification and Land Use, Manual on Key Indicators of Desertification and Mapping Environmentally Sensitive Areas to Desertification. Project report. European Commission.
- Landis, J., Koch, G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data, Biometrics, Vol. 33, P. 159–174.
- Masoudi, M., Asadifard, E. 2015. A New Model for Ecological Suitability Assessment of Ecotourism in Firuzabad Township, Iran, International Journal of Scientific Research in Knowledge, Vol.3, P. 153-161.
- Oyinloye, M., Kufoniyi, O. 2013. Application of IKONOS Satellite Images in Monitoring of Urban Landuse Change in Ikeja, GRA, Lagos, Nigeria, International Journal of Engineering Science Invention, Vol.2, P. 1-10.
- Pauleit, S., Duhme, F. 2000. GIS Assessment Of Munich's Urban Forest Structure For Urban Planning, Journal of Arboriculture, Vol.26, P. 133-14.
- Qaragozloo, A. 2005. GIS and Environ Mental Evaluation and Planning, Tehran Second Edition, Mapping Organization of the Country.
- Sante-Riveira, I., et al. 2008. GIS-based planning support system for rural land-use allocation, Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 63, P. 257-273.
- Sudhira, H., et al. 2004. Urban sprawl: metrics, dynamics and modeling using GIS, Internatoinal Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 5, P. 29-39.

Ecological potential evaluation of urban and industrial development in Firoozabad Township using proposed model of EMOLUP

Elmira Asadifard [1]، Masoud Masoudi*[2]
1- M.Sc. Graduated of Department of Natural Resources and Environment, Agricultural College, Shiraz University
*2- Associate Professor of Department of Natural Resources and Environment, Agricultural College, Shiraz University
*Email Address: masoudi@shirazu.ac.ir

Abstract
Introduction:

Evaluating ecological potential means giving value to each unit of land. It is estimating ecological capability for specified landuse. The land is a very sensitive source. If there is a development out of power, many damages will come to the land. Land use planning is a science that specified the optimized use of land based on ecological and socioeconomic characteristics. In fact, it is very important to first consider the potential of the land before any exploitation. That is, destruction is prevented by evaluation.

Methodology:
In many parts of Iran, the selection and management of land use (development, especially) is done regardless of land capability that it causes disinvestment and reducing the environmental capacity. Firoozabad city is one of the cities of Fars province. Firoozabad Township with the center of Firoozabad city, with an area of 3559 square kilometers, is dedicated to 2.9 percent of the total soil area of Fars province. This city is placed in the range of 53 degrees 31 minutes east longitude and 29 degrees 15 minutes north latitude. The heights of this Township are mainly observed in the northwest and southeast. The average height for this city is about 1600 m. The average rainfall of Firoozabad city during the years 71-81 was 743.1 mm per year and the highest average rainfall was 153.6 mm in December. A large part of Firoozabad Township has a temperate or mild and humid climate and parts of this Township which is close to Bushehr province, in terms of climate are in the dry climate group.This study's main goal is to evaluate the ecological potential of Firoozabad Township for urban development landuse using GIS. To assess the ecological potential of urban development landuse, we used the current methods in our country such as the Makhdom model (This model is based on the logic And and Or), Maximum limitation model (Boolean logic), Arithmetic mean model, EMOLUP (Eco-Socioeconomic Model of Land Use Planning) method or geometric mean model and the calibration of geometric mean or EMOLUP (with changed numerical limit for classification class of 3 in this area from 0.5-1.5 to 0.5-1.62), simple weight arithmetic mean based on criteria and simple weight arithmetic mean based on indicator and Arithmetic mean (based on criteria and indicator) with considering of limiting factor and calibration of these methods. The research method in this study is "descriptive-analytical". For analyzing data, the softwares of EXCEL 2010, ENVI 4.7, and ArcGIS 9.3 were used. Different data like physiographic, climatic, soil, geological, vegetation and water criteria were used to evaluate the ecological potential of urban development landuse in Firoozabad Twonship. The criteria also included several indicators. The total number of indicators was 16. In this study, the highest number of indicators was related to soil criteria and the lowest number of indicators was related to vegetation and water criteria. The proposed model for urban and industrial development is classified into 3 classes. class 1: suitable; class 2: moderately suitable; class 3: poor and none suitable. The results of the tests showed that the best ecological potential assessment model for urban development landuse among all models in this research in Firoozabad Township was the EMOLUP model and the calibration of EMOLUP model. For accuracy assessment 4 indics including the overall accuracy and kappa coefficient and intra-class coefficient and average accuracy were used. The results all of the accuracy evaluation indices (especially overall accuracy) showed that the highest value for the EMOLUP and its calibration. The EMOLUP method has the best function and calculation among the others models in this region. It should be noted that arithmetic means based on the criteria and indicator and weighted arithmetic mean methods based on the criteria and indicator,

are the lowest accuracy of existing methods. In fact, they had poor performance in the region. Makhdoum Model showed the lowest Kappa coefficient in this study. Makhdoum Model and maximum limitation model had the lowest intra-class coefficient in this reigon. In general, the Makhdoum model has been a weak model for assessment in this area of urban development landuse and this model is not recommended. After the EMOLUP model, Arithmetic's calibration means with considering of limiting factor based on the criteria and indicator showed the highest rate of accuracy indicators. The values of intra-class coefficient and average accuracy indices in arithmetic's calibration means with considering of limiting factor based on the criteria were higher than this model without any calibration in this region. It was concluded that the arithmetic's calibration means with considering of limiting factor based on the criteria is more accurate. The arithmetic mean method as an optimistic model, the dominant of the region (Firoozabad Township) goes toward good, and proper classes and in the methods of Boolean logic (Makhdoum model and maximum limit model) with an inappropriate parameter, dominant of the region goes towards inappropriate classes. The end result was that the geometric mean model showed a much more logical classification among all the models.

Conclusion:

Therefore, the EMOLUP model with calibration showed the best position in terms of performance and accuracy than other models in the Firoozabad Twonship. Comparing the results of this study were similar to the results of research of Masoudi and Asadifard (2015) in Firoozabad Twonship for ecotourism landuse and similar to the results of research of Asadifard and Masoudi research (2019) in Firoozabad Twonship for commercial forestry and protection forestry landuse and similar to the results of research of Jokar and Masoudi (2015) in the Twonship of Jahrom for urban development landuse. Finally, considering the climate and weather conditions of Firoozabad Township, EMOLUP model or geometric mean with calibration of this model is proposed for the urban development landuse. Therfore, this proposed model should be tested in all regions of the country with different climates and its results should be carefully examined. In this case, this model can be offered for the whole country.

Acknowledgements:

All faculty members of Universities in our country and all administrative agencies in Firozabad, Shiraz, Isfahan, Ahwaz city, and Mr. Jokar, Mrs. Alie and Mrs. Mehrabi great appreciation and thanks.

Key words:

EMOLUP model; Makhdoum model; Maximum limitation model; geometric mean arithmetic mean