

ارزیابی تناسب سرزمین برای کاربری توسعه شهری و صنعتی با یک مدل پیشنهادی (مطالعه موردی: شهرستان جهرم)

پرویز جوکار^۱ و مسعود مسعودی^{۲*}

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
parvizjokar2012@gmail.com

۲. دانشیار گروه منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۲۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۸/۶

چکیده

آمایش سرزمین 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 (به‌ویژه توسعه) و مدیریت زمین بدون توجه به قابلیت و توان سرزمین انجام می‌شود که سبب اتلاف سرمایه و کاهش ظرفیت محیطی می‌گردد. این تحقیق در شهرستان جهرم و باهدف اصلاح و توسعه مدل ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری، روستایی و صنعتی در منطقه مطالعاتی انجام شد. روش‌های مورد بررسی شامل روش ارزیابی توان اکولوژیک ایران بر اساس منطق بولین، روش‌های پیشنهادی حداکثر محدودیت (منطق بولین)، میانگین حسابی، میانگین هندسی و در نهایت کالیبره آن از طریق ادغام نقشه‌ها در GIS می‌باشد. نتایج نشان داد که روش‌های مبتنی بر میانگین هندسی و کالیبره آن بهتر از سایر مدل‌ها، توان محیط را برآورد کرده است. همچنین روش میانگین حسابی، پایین‌ترین دقت بین روش‌های موجود قلمداد شد. در ارتباط با کاربری توسعه صنعتی نیز مناطق پیشنهادی برای توسعه (طبقه ۱ و ۲) ۷/۶٪ از منطقه را تشکیل می‌دهد که این محدوده با توجه به پتانسیل بالای شهرستان در کشاورزی و باغبانی، به منظور توسعه صنایع مرتبط با این کاربری پیشنهاد می‌گردد.

کلیدواژه

آمایش سرزمین، مدل پیشنهادی، مدل ارزیابی توان اکولوژیک ایران، میانگین هندسی، ارزیابی چند معیاره

مقدمه

بنیادین در جوامع بشری بودند که پیامدهای زیست‌محیطی مهمی در برداشتند (غیاثوند، ۱۳۸۶). ساخت شهرها نیز نشان می‌دهد که بدون برنامه‌ریزی کاربری زمین نمی‌توان به الگوی بهینه زیست در شهرها دست یافت؛ بطوریکه برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری از جنبه‌های اصلی ساخت شهر است که در پی نابسامانی‌ها مسائل و مشکلات شهرها مورد توجه قرار گرفته است (زیاری، ۱۳۸۱). در کشور ایران نیز مشاهده می‌شود که به

جوامع بشری از بدو ظهور تاکنون با اتکا به بهره‌برداری از سرزمین، در نواحی مختلف کره زمین ساکن شده و تمدن خویش را بنا کردند. در این سیر تکاملی انسان در طبیعت، سه دوره شکارگری، کشاورزی و صنعتی را می‌توان به عنوان اصلی‌ترین دوران زندگی بشر در عرصه محیط‌زیست برشمرد که در این سیر، وقوع انقلاب صنعتی همراه دو فرایند شهرنشینی و صنعتی شدن شهرها از پیشرفت‌های

(خسروی و همکاران، ۱۳۹۱) مشاهده می‌شود. شاخصه مهم این قبیل روش‌ها، کیفی بودن و سخت‌گیرانه بودن آن‌ها می‌باشد. ولیکن مطالعات نشان داده که روش‌های کیفی ارزیابی موجب عدم انطباق توان سرزمین با ویژگی‌های واقعی سرزمین خواهد شد (مالچفسکی، ۲۰۰۴). باید یادآور شد که امروزه بر خلاف گذشته که ارزیابی کیفی در مد نظر بود، برنامه ریزان استفاده از سرزمین بیشتر نیازمند ارزیابی کمی هستند که جوابگوی نیازهای اقتصادی باشد (مخدوم، ۱۳۷۸). اهمیت این مسئله با توجه به رشد سریع جمعیت و نیاز به توسعه کالبدی از یکسو و اهمیت شرایط محیطی و جلوگیری از تخریب سرزمین از طرف دیگر دوچندان می‌گردد (کرم و محمدی، ۱۳۸۸).

از طرف دیگر مدل اکولوژیکی ساخته شده برای توسعه شهری، روستایی و صنعتی در ایران با توجه به نیازمندی‌های زیست‌محیطی یکسان، با هم و یکجا ارائه می‌گردد (مخدوم، ۱۳۷۸). ولیکن برپایی مناطق مسکونی و مناطق مرتبط با آن، تفاوت زیادی با برپایی صنایع دارد و این دو کاربری باید از همدیگر تفکیک شوند که در این تحقیق به این مسائل پرداخته شده است.

به طور کلی ارزیابی تناسب زمین برای توسعه یکی از مهم‌ترین مقولاتی است که جغرافیدانان و برنامه ریزان شهری با آن سر و کار دارند. با توجه به پیچیدگی این فرآیند سیستم اطلاعات جغرافیایی دارای قابلیت‌ها و توانمندی‌های متعددی در زمینه گردآوری، ذخیره، ویرایش، تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی می‌باشد (کرم، ۱۳۸۴). با توجه به هدف تحقیق حاضر، تعیین تناسب و درجه مرغوبیت شهرستان جهرم در خصوص کاربری توسعه شهری و صنعتی با مطالعه فاکتورهای فیزیکی و زیستی دخیل در این کاربری با یک مدل پیشنهادی و مقایسه آن با روش اکولوژیک ایران به منظور مدیریت بهتر این اراضی است. برای رسیدن به این هدف، با نقشه‌سازی هر یک از این فاکتورها در سامانه اطلاعات جغرافیایی، ارزیابی تناسب توسعه شهری و صنعتی انجام گردید.

منظور ایجاد شهرها و توسعه صنایع به مسائل آمایش سرزمین چه در مقیاس ملی و یا منطقه‌ای و حتی در شرایط حاضر توجه نمی‌شود (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین مطالعات آمایش و ارزیابی توان سرزمین به منظور استقرار این دسته از کاربری‌ها اهمیت و ضرورت خاصی پیدا می‌کند. در واقع بهره‌برداری مستمر از منابع طبیعی تجدیدشونده متضمن شناسایی توان اکولوژیک سرزمین در هر محیطی است و این شناسایی در دراز مدت اجازه می‌دهد تا از طریق استفاده از مدیریت بهینه و برنامه‌ریزی شده امکان استفاده از منابع فراهم و از تخریب محیط جلوگیری شود (کاشی‌ساز و همکاران، ۱۳۸۹).

ارزیابی توان اکولوژیک مهم‌ترین و اساسی‌ترین مرحله آمایش سرزمین را تشکیل می‌دهد که در طی آن به بررسی توان‌های بالقوه و بالفعل پرداخته می‌شود (مخدوم، ۱۳۷۸). در طی این فرآیند قدرت بالقوه و یا نوع کاربرد طبیعی سرزمین برآورد می‌شود. به عبارت دیگر ارزیابی توان اکولوژیک فرآیندی است که تلاش دارد از طریق تنظیم رابطه انسان با طبیعت، توسعه‌ای در خور و هماهنگ با طبیعت را فراهم سازد. در واقع این ارزیابی گامی مؤثر در جهت به دست آوردن برنامه‌ای برای توسعه پایدار محسوب می‌شود (منوری و همکاران، ۱۳۸۸). بنابه تعریف دیگر، ارزیابی توان سرزمین، توزیع بهتر جمعیت با توجه به منابع طبیعی و فعالیت‌های اقتصادی را به عنوان هدف، دنبال می‌کند و رفاه و توسعه کامل ظرفیت‌های بالقوه جمعیت را در نظر دارد (هانسن^۱، ۱۹۶۸).

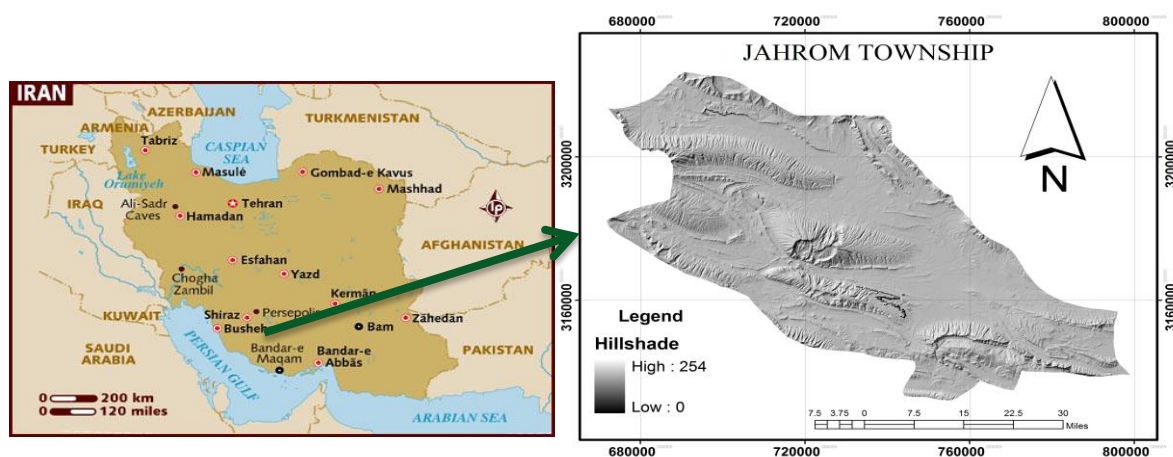
روش‌های متعددی برای ارزیابی توان توسعه تاکنون ارائه شده که از مهم‌ترین آن‌ها در کشور ایران مدل ارزیابی توان اکولوژیک ایران (مخدوم، ۱۳۷۸) می‌باشد. ارزیابی این مدل بر اساس منطق بولین استوار است. به طوری که معمولاً برای تفکیک مناطقی که دارای مجموعه‌ای از شرایط مورد نظر باشند کاربرد دارد (امیری و همکاران، ۱۳۸۸). اجرای این نوع ارزیابی در مدل‌های ۸ کلاسه آمریکایی، ۶ کلاسه تناسب اراضی و روش استوری^۲

معتدل می‌باشد. کشاورزی و باغداری در این شهرستان به صورت سنتی و نیمه صنعتی است اما به علت موقعیت خاص جغرافیایی، باغداری پایه اصلی اقتصاد این شهرستان را تشکیل می‌دهد. شهر جهرم مرکز شهرستان نیز جز پرجمعیت‌ترین شهرهای استان محسوب می‌شود (غلامی و رستگار، ۱۳۸۹). شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهرستان جهرم به مرکزیت شهر جهرم با وسعت ۵۷۳۷ کیلومتر مربع ۴/۶۸ درصد کل مساحت خاکی استان فارس را به خود اختصاص داده است. این شهرستان در محدوده عرض جغرافیایی ۲۸°۱۸'۷ تا ۲۹°۶'۲۳ و طول جغرافیایی ۵۲°۴۵'۳ تا ۵۴°۴'۲۵ قرار گرفته است. اقلیم منطقه گرم، خشک و نیمه خشک و در مناطق کوهستانی



شکل ۱. موقعیت شهرستان جهرم در استان فارس

ارزیابی توان توسعه می‌باشد تا در نهایت منجر به یک مدل پویا برای ارزیابی این کاربری باشد.

B. جمع‌آوری داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل نقشه‌های توپوگرافی، خاک، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، منابع آب، اقلیم و ... است که از سازمان‌های مربوطه در استان فارس تهیه و جمع‌آوری گردیده شده است که 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 شاخص‌های ارزیابی

یکی از مسائل مهم ساخت مدل، گزینش متغیرهایی است

روش تحقیق

روش تحقیق در این پژوهش از نوع "توصیفی-تحلیلی" می‌باشد و برای جمع‌آوری داده‌ها از ابزار کتابخانه‌ای و مطالعات و مشاهدات میدانی استفاده شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز با نرم‌افزارهای ArcGis9.3 و EXCEL صورت گرفته است.

فرآیند مدل‌سازی

مراحلی که برای ساختن مدل در این تحقیق انجام شد شامل ۷ مرحله زیر است (بر اساس اختصاصی و سپهر، ۱۳۹۰):

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

این تحقیق به دنبال رفع مسائل و چالش‌های مهم در بخش

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 حتی در ایران، و همچنین مناطقی که در دشت واقع هستند ولیکن در ارتفاعات بالایی قرار دارند؛ از این رو با توجه به عدم در نظرگیری موارد فوق در مدل فعلی توسعه، شاخص ارتفاع حذف و معیار توپوگرافی با در نظرگیری شاخص‌های شیب و تیب اراضی مورد ارزیابی قرار گرفت. این مدل بر اساس شاخص‌های جدول ۱ و بر اساس منطق بولین ارزیابی شد.

ت- روش پیشنهادی میانگین هندسی

مدل پیشنهادی در این تحقیق یک مدل ارزیابی توان اکولوژیک و آمایش سرزمین است. در ارزیابی توان اکولوژیک به بررسی توان واقعی کاربری‌ها بر اساس تلفیقی از توان بالقوه و توان بالفعل سرزمین پرداخته می‌شود. بنابراین مسائل اقتصادی- اجتماعی را در فرآیند ارزیابی توان اکولوژیک دخالت می‌دهد.

در این روش هر یک از شاخص‌ها در مدل طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۱) و به‌جای امتیاز دهی بر اساس منطق بولین، طبقات نرخ گذاری کمی می‌شوند. بدین صورت که به هر شاخص بر حسب تعداد کلاس‌های تعریف شده و اهمیت در هر طبقه، وزنی بین ۰ تا ۲ (کاربری ۳ کلاس) 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 شاخص‌های 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 محدوده‌های کمی در جدول ۲ مشخص می‌شود. به دلیل آنکه از امتیازات میانگین هندسی گرفته می‌شود، حد آستانه هر طبقه بر اساس نزدیکی به امتیاز طبقه در نظر گرفته شد (اختصاصی و سپهر، ۱۳۹۰).

که باید در مدل گنجانیده شود. بدیهی است که مدل باید قادر به بارز سازی پدیده‌های مورد نظر مدل‌ساز باشد؛ 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 شاخص‌ها

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 تکنیک‌های ریاضی را بدون اطلاعات تکنیکی مناسب نباید به کار گرفت. نحوه ارزیابی و امتیازدهی در تحقیق فعلی با ۴ روش اعمال می‌شود:

الف- روش ارزیابی توان اکولوژیک ایران (مخدوم، ۱۳۷۸)

این مدل بر اساس تلفیق منطق بولین استوار است 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 تیب اراضی (با الگو گیری از مدل ارزیابی توان اکولوژیک ایران) به مدل‌های فوق افزوده و

جدول ۱. معیارها و شاخص‌های مؤثر برای کاربری توسعه شهری، روستایی و صنعتی

| منبع علمی | طبقه ۳ | طبقه ۲ | طبقه ۱ | شاخص | معیار |
|-------------------------------------|---|---|--|---|---|
| نوری و شریفی پور (۱۳۸۴)، کرم (۲۰۰۴) | ۳۰ < | ۱۵ - ۳۰ | ۰ - ۱۵ | درصد شیب | فیزیک‌گرافی |
| پیشنهادی (بر اساس مدل مخدوم) | ۵۰ > | فلات‌ها و تراس‌های فوقانی (تپ ۳)، مخروط افکنه و واریزه (تپ ۸ و ۹) | دشت‌های دامنه‌ای، دشت‌های رسوبی، دشت پست | تپ اراضی | |
| مخدوم | ۳۰ < | ۵۰۱-۵۰۰ یا ۸۰۰ < | ۵۰۱-۸۰۰ | بارندگی (میلی‌متر) | اقلیم |
| مخدوم | ۸۰ < | ۲۴/۱-۳۰ یا ۱۸ > | ۱۸۱-۲۴ | دما (ساعتی گراد) | |
| مخدوم | ۶۰ < | ۴۰ > | ۴۰/۱-۷۰ | رطوبت نسبی (درصد) | خاک |
| مخدوم | ۵۰ < | ۷۰-۸۰ | ۱-۳۵ | میانگین سرعت باد (کیلومتر در ساعت) | |
| مخدوم | ۸۰ < | غالباً سنگین، رگرسول و لیتوسول | غالباً متوسط | بافت | زمین شناسی |
| مخدوم | ۵۰ < | کم عمق | عمیق و خیلی عمیق | عمق | |
| مخدوم | ضعیف | متوسط | ۰-۲۵ | درصد سنگریزه | پوشش گیاهی |
| مخدوم | شدید | متوسط | خوب | زهکشی | |
| مخدوم | خیلی ریز | متوسط | فاقد تا کم | فرسایش خاک | آب |
| مخدوم | کم تحمل یافته | ریز و درشت | متوسط | دانه‌بندی | |
| مخدوم | کم تحمل یافته | نیمه تحمل یافته | تحمل یافته | تحول یافتهگی | میزان آب موجود (لیتر در روز برای هر نفر در هکتار) |
| مخدوم؛ (قرخلو و همکاران، ۱۳۸۸) | مارن، شیبست و گنیس و آمفیبولیت، نمک طعام به صورت گنبدای نمکی و قشر نمکی، مرمر کلسیتی و دولومیتی، تپه ماسه ای، گنبد ژیبسی، گوار تزیت و گسل، حریم گسل (اصلی ۱ کیلومتر و فرعی ۳۰۰ متر) و بستر خشک رودخانه، مسیل و آبراهه های طبیعی (حریم رودخانه تا شعاع ۱۰۰۰ متر) | سنگ آهک و آهک دولومیتی، سنگهای آذرآاری و آتشفشانی حد واسط انوسن ایران، گرانیت، مخروط افکنه، شیل و رس سنگ و کنگلومرا، یادگانه آبرفتی، لس | ماسه سنگ، افولیت آمبره‌ای رنگی، رسوبات فلات قاره | تراکم (%) | |
| مخدوم | ۵۰ < | ۲۶-۵۰ | ۰-۲۵ | تراکم (%) | میزان آب موجود (لیتر در روز برای هر نفر در هکتار) |
| مخدوم | ۱۵۰ > | ۱۵۰-۲۲۵ | ۲۲۵ < | میزان آب موجود (لیتر در روز برای هر نفر در هکتار) | |

اکولوژیک بررسی شده با واقعیت زمینی مقایسه و نتایج را در جدولی به نام جدول ماتریس خطا^۴ (کانگالتون، ۱۹۹۱). بررسی شد. 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^۶، ضریب کاپا^۷ و ضریب درون طبقه‌ای^۸ و ... را برای بیان صحت محاسبه نمود (رابطه ۳ و ۴ و ۵).

نحوه نمونه‌گیری از طبقات واقعیت زمینی ماتریس (نقشه کاربری فعلی) به صورت تصادفی سیستماتیک می‌باشد و به علت توزیع پراکنده طبقات در شهرستان، بر اساس شکل ۲ از طبقاتی که از اهمیت بالاتر و شرایط اکولوژیکی مناسب تری 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).

رابطه (۱)

$$X1 = [(Layer-1) \times (layer-2) \dots \times (Layer-n)]^{1/n}$$

در رابطه فوق X1 معیار تعریف شده در هر کاربری، Layer شاخص‌های مرتبط با معیار و n تعداد شاخص است.

رابطه (۲)

$$X2 = [(Layer-1) \times (layer-2) \dots \times (Layer-n)]^{1/n}$$

در رابطه فوق X2 امتیاز نهایی در هر کاربری، Layer معیار و n تعداد معیار است.

ث- روش میانگین حسابی (جمع)

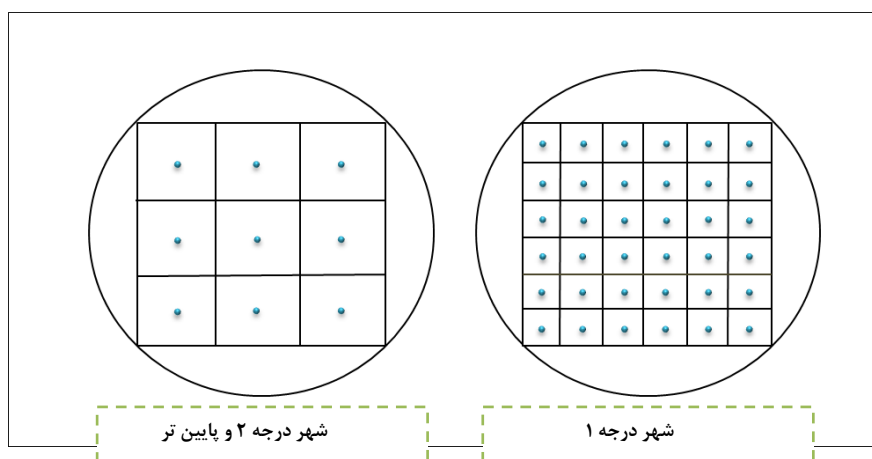
در این روش به جای ضرب هندسی شاخص‌ها و معیارها، بر اساس میانگین حسابی امتیازات شاخص‌های مدل کاربری، ارزیابی صورت می‌گیرد و طبقه‌بندی بر اساس محدوده‌های کمی در جدول ۲ مشخص می‌شود.

E. بررسی صحت^۳ و عملکرد مدل طرح ریزی شده

در این تحقیق به منظور بیان صحت کمی، نقشه‌های توان

جدول ۲. نحوه امتیازدهی طبقات توان بر اساس رویکرد کمی در روش میانگین هندسی و حسابی

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



شکل ۲. نحوه نمونه‌گیری از طبقات ماتریس خطا برای طبقات مهم نسبت به سایر طبقات

ضریب درون طبقه‌ای عبارت است از نسبت پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده طبقه A به جمع پیکسل‌هایی که در طبقه A نسبت به واقعیت زمینی کم و یا زیاد طبقه‌بندی شده‌اند. این شاخص برای طبقات مهم‌تر ماتریس خطا که نمونه بیشتری گرفته شده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

به منظور تست مدل توسعه شهری، روستایی و صنعتی، اراضی شهری به دو دسته شهرخوب (جهرم) و متوسط (سایر شهرها، اراضی روستایی) بر اساس شرایط محیطی و جمعیتی مورد بررسی واقع شدند. سپس نمونه‌ها به صورت تصادفی سیستماتیک و با الگوریتم Create Fishnet در هر ستون جدول (طبقات واقیت زمینی) پراکنده شد. سپس نقاط با نقشه‌های توان اکولوژیک تلفیق شدند و در نهایت با یک ماتریس ۳*۳ ارزیابی دقت صورت گرفت. جزئیات کار در جدول ۴ آمده است.

رابطه (۳) محاسبه صحت کلی^۹

$$\text{Overall Accuracy} = (A+D) / N$$

صحت کلی عبارت است از نسبت پیکسل‌هایی (نقاط)

که درست طبقه‌بندی شده‌اند (قطر ماتریس) به تعداد کل پیکسل‌ها (نقاط) که بر حسب درصد محاسبه می‌شود.

رابطه ۴: محاسبه ضریب کاپا

$$K = (I_o - I_e) / (1 - I_e) \text{ where, } I_o = \text{overall accuracy, } I_e = [(A+B)*(A+C)] + [(C+D)*(B+D)] / N^2$$

در محاسبه ضریب کاپا علاوه بر پیکسل‌هایی که درست

طبقه‌بندی شده، پیکسل‌هایی که نادرست طبقه‌بندی شده‌اند

نیز دخالت داده می‌شوند. از این رو ضریب کاپا به عنوان یک

معیار که برآیندی از صحت را نشان می‌دهد، برای ارزیابی

صحت کارایی بیشتری دارد. به همین منظور میزان توافق

(دقت) واقعیت زمینی با نقشه طبقه‌بندی را می‌توان بر اساس

جدول ۳ مورد ارزیابی قرارداد (لاندریس و کوخ^{۱۰}، ۱۹۷۷).

رابطه ۵: محاسبه ضریب درون طبقه‌ای

$$\text{Inclass Coefficient} = A / (B+C)$$

جدول ۳. نحوه طبقه‌بندی ارزیابی صحت بر اساس ضریب کاپا

| میزان دقت مدل‌ها | ضریب Kappa |
|------------------|------------|
| ضعیف | ≥ 0 |
| کم | ۰/۰۱-۰/۲۰ |
| نسبتاً متوسط | ۰/۲۱-۰/۴۰ |
| متوسط | ۰/۴۱-۰/۶۰ |
| خوب | ۰/۶۱-۰/۸۰ |
| عالی | ۰/۸۱-۱ |

جدول ۴. نحوه ارزیابی دقت در کاربری توسعه شهری، روستایی و صنعتی

| واقعیت زمینی (شرایط فعلی) | | | | ماتریس توافق |
|---|----------------------|----------|----------------|--------------------------|
| جنگل پر تراکم و نیمه متراکم موجود در کوه، اراضی بیابانی | سایر شهرها و روستاها | شهر جهرم | طبقه | |
| | | * | مناسب | طبقه‌بندی (شرایط بالقوه) |
| | * | | متوسط | |
| * | | | ضعیف و نامناسب | |
| ۸۴۹ | ۱۸۸ | ۶۹۸ | تعداد نقاط | |

F. کالیبره مدل

به منظور واسنجی مدل با توجه به نتایج شاخص‌های صحت در طبقات ماتریس خطا (خطای کمیسیون و امیسیون و...) و توجه به نقشه‌های توان و نقشه‌های موضوعی و همچنین الگوی مکانی کاربری، دامنه ارزش عددی طبقات (جدول ۲) تغییر داده می‌شود تا دقت مدل افزایش یابد و نتایج نزدیک به واقعیت گردد. این دیدگاه که نقشه‌های توان را بر اساس وضعیت فعلی (در این تحقیق کاربری فعلی) پدیده مورد نظر در منطقه کالیبره می‌نماید، در مدل‌هایی مانند مدل ارزیابی تخریب مدالوس نیز مشاهده می‌شود (کاسماس^{۱۱} و همکاران، ۱۹۹۹؛ سپهر و همکاران، ۲۰۰۷). یکی از دلایل مهم کالیبره پیشنهادی، دستیابی به آستانه (مرز^{۱۲}) ایدئال منطبق با کاربری است.

G. ارزیابی کاربری توسعه صنعتی

به دلیل آنکه کاربری توسعه شهری و صنعتی ایران با هم ارائه شده‌اند و همچنین به دلیل شرایط خاص برپایی صنایع، بایستی این دو کاربری از هم تفکیک شوند. به همین منظور برای ارزیابی توان کاربری صنعت بر اساس آیین‌نامه (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۸۰) یکسری

حریم (با استفاده از تابع Buffer در ArcGis9.3) بر اساس جدول ۵ صورت گرفت. مضاف بر این ممنوعیت‌هایی برای احداث صنعت نیز وجود دارد. به طور مثال، بر اساس ماده واحده ممنوعیت تغییر کاربری باغ‌ها و اراضی کشاورزی و احداث صنعت در آن‌ها (قانون حفظ کاربری اراضی زراعی و باغی مصوب ۷۴/۳/۳۱ مجلس شورای اسلامی) تبدیل کلیه اراضی زراعی و باغ‌ها در خارج از محدوده قانونی شهرها صراحتاً ممنوع است. بر این اساس از آنجائی که استناد این قانون بر کاربری اراضی بوده نه قابلیت اراضی لذا در این تحقیق کلیه عرصه‌های دارای کاربری کشاورزی فاریاب، دیم، مرتع متراکم و نیمه متراکم، جنگل متراکم و نیمه متراکم، جنگل دست کاشت در وضع موجود دارای ممنوعیت قانونی برای تغییر کاربری و احداث صنعت محسوب شده و حذف گردیدند (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۸).

شایان ذکر است که نقشه‌های حریم تعیین شده با نقشه توان اکولوژیک توسعه با بیشترین صحت روی هم گذاری^{۱۳} شد و نقشه کاربری توسعه صنعتی تهیه گردید.

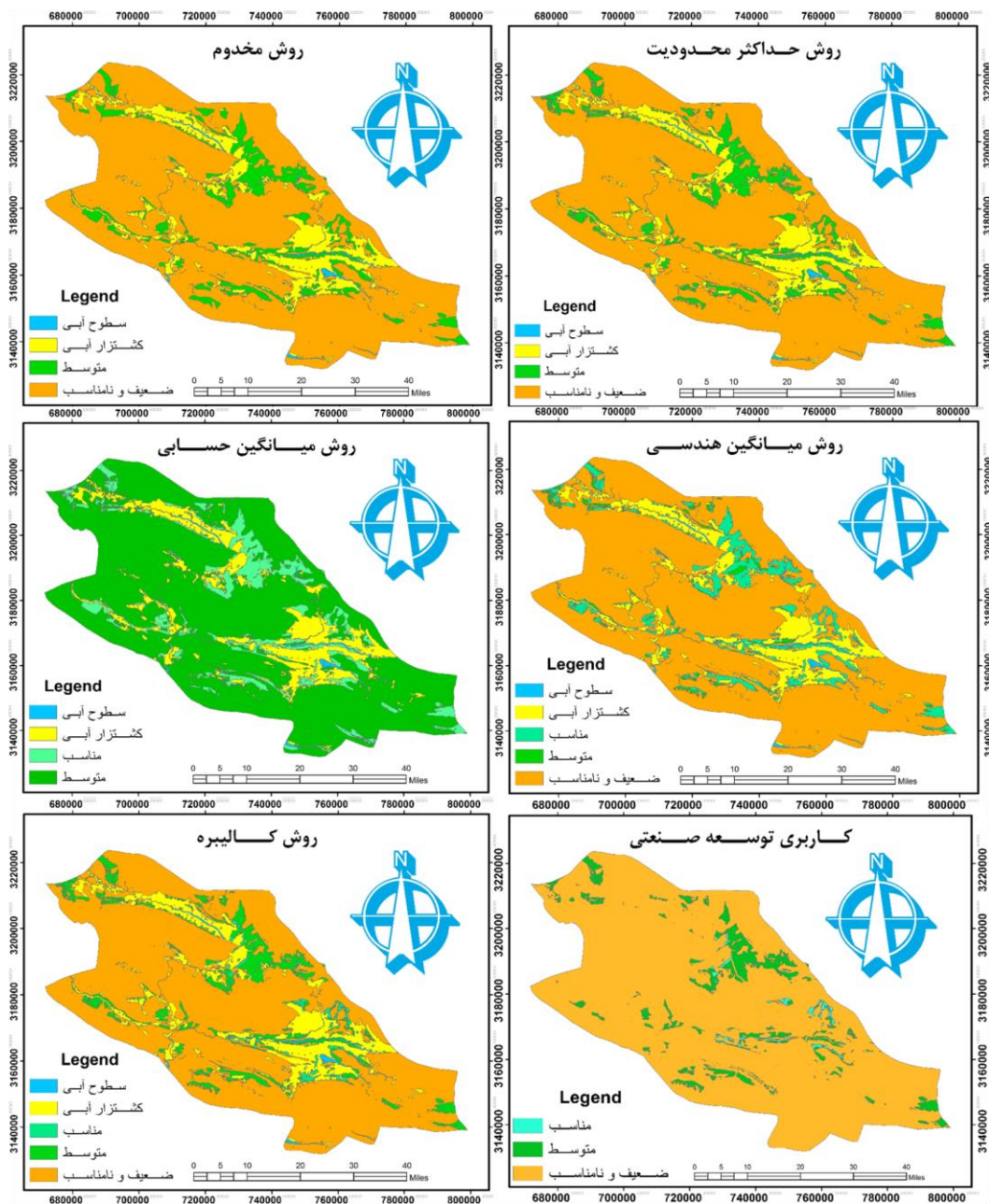
جدول ۵: فاصله صنایع گروه "د" و "ه" از مراکز حساس

| صنایع کد "ه" | صنایع کد "د" | فاصله از مراکز مختلف به متر |
|--------------|--------------|--|
| ۱۵۰۰ | ۱۰۰۰ | سکونتگاه‌ها |
| ۱۰۰۰ | ۵۰۰ | مراکز درمانی و آموزشی |
| ۲۵۰ | ۲۵۰ | بزرگراه و جاده ترانزیت (فاصله از محور) |
| ۱۵۰ | ۱۵۰ | جاده اصلی (فاصله از محور) |
| ۱۰۰۰ | ۱۰۰۰ | پارک ملی، تالاب، دریاچه، اثر طبیعی ملی |
| ۳۰۰ | ۲۰۰ | پناهگاه حیات وحش، منطقه حفاظت شده، رودخانه دائمی و قنات دایر |
| ۱۰۰ | ۱۰۰ | چاه‌های عمیق و نیمه عمیق |

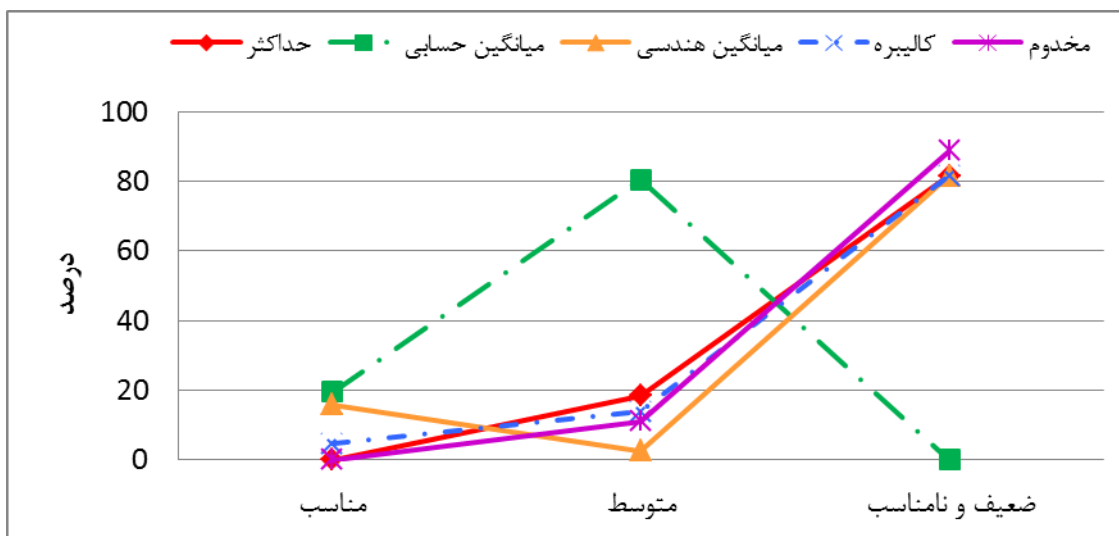
و درصد طبقات کاربری توسعه صنعتی را نمایش می دهد. بر اساس شکل ۴، در روش اصلاح شده ارزیابی توان اکولوژیک ایران (حداکثر محدودیت)، غالب منطقه با ۸۲ درصد در طبقه ضعیف و نامناسب قرار دارد. طبقه متوسط (۱۸ درصد) در رده بعدی قرار دارد. همچنین شهرستان فاقد طبقه مناسب توان می باشد.

نتایج

شکل ۳ نقشه های توان اکولوژیک با روش های ارزیابی توان مختلف شامل روش ارزیابی توان اکولوژیک ایران، حداکثر محدودیت، میانگین حسابی، میانگین هندسی و در نهایت کالیبره آن با ۳ طبقه و همچنین نقشه کاربری توسعه صنعتی را نمایش می دهد. را نشان می دهد. شکل ۴ و ۵ نیز به ترتیب درصد گسترش طبقات توان با روش های مختلف



شکل ۳. نقشه های توان اکولوژیک کاربری توسعه (با روش ارزیابی توان اکولوژیک ایران، اصلاح شده ارزیابی توان اکولوژیک ایران (حداکثر محدودیت)، میانگین حسابی، هندسی و کالیبره) و نقشه کاربری توسعه صنعتی



شکل ۴. مقایسه درصد طبقات توان در روش‌های ارزیابی توان اکولوژیک (۳ طبقه‌ای) کاربری توسعه

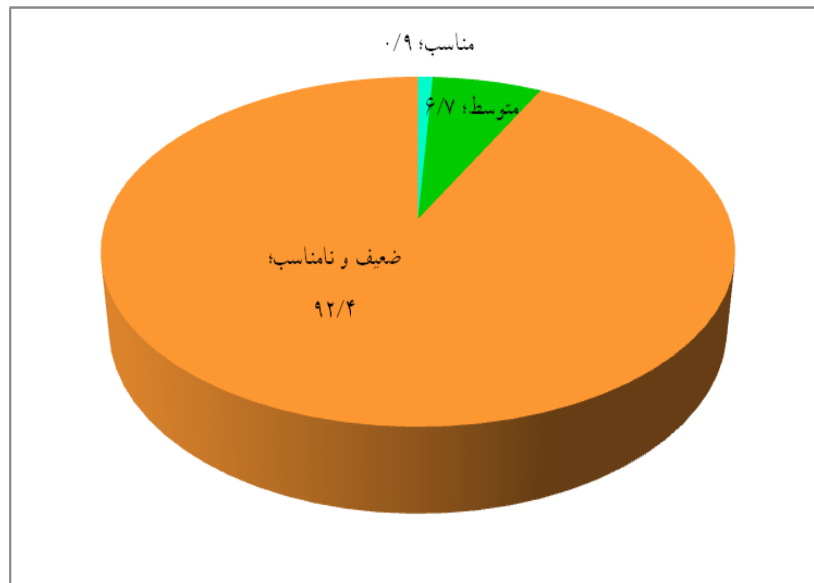
و در روش‌های مبتنی بر منطق بولین (ارزیابی توان اکولوژیک ایران و حداکثر محدودیت) غالب منطقه به سمت طبقات نامناسب سوق پیدا کرده و روش‌های مبتنی بر میانگین هندسی و کالیبره آن بین سایر روش‌ها قرار گرفته است.

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 ارزیابی توان اکولوژیک ایران، حداکثر محدودیت و میانگین (جدول ۶) به عمل آمد، مشخص شد که روش کالیبره (با تغییر محدوده کمی طبقه ۲ از ۰/۵-۱/۵ به ۰/۵-۱/۷۵) و میانگین هندسی با دقت کاپای خوب دارای بالاترین دقت نسبت به سایر روش‌ها هست. شایان ذکر است که روش میانگین حسابی، پایین‌ترین دقت بین روش‌های موجود قلمداد می‌شود.

در روش میانگین حسابی، غالب منطقه با حدود ۸۰ درصد در طبقه متوسط قرار دارد و طبقه مناسب (۲۰ درصد) در رده بعدی قرار دارد. طبقه ضعیف و نامناسب نیز در این روش مشاهده نشد. در روش میانگین هندسی، غالب منطقه با حدود ۸۲ درصد در طبقه ضعیف و نامناسب قرار دارد. طبقات مناسب (۱۶ درصد) و متوسط (۲ درصد) در رده‌های بعدی قرار دارند. در روش کالیبره، غالب منطقه با حدود ۸۲ درصد در طبقه ضعیف و نامناسب قرار دارد. طبقات متوسط (۱۴ درصد) و مناسب (۴ درصد) و در رده‌های بعدی قرار دارند. شایان یادآوری است که در مدل ارزیابی توان اکولوژیک ایران ۸۹ درصد شهرستان در طبقه ضعیف و نامناسب قرار دارد و طبقه متوسط ۱۱ درصد در رده بعدی قرار دارد. همچنین شهرستان فاقد طبقه مناسب توان می‌باشد. به طور کلی در روش میانگین حسابی غالب منطقه به سمت طبقات خوب

جدول ۶. شاخص‌های ارزیابی صحت به منظور بررسی روش‌های ارزیابی توان اکولوژیک کاربری توسعه

| میانگین | | | حداکثر محدودیت | مدل توان اکولوژیک ایران | مدل ارزیابی توان شاخص ارزیابی صحت |
|---------|-------|-------|----------------|-------------------------|-----------------------------------|
| کالیبره | هندسی | حسابی | | | |
| ۸۷ | ۸۶ | ۴۲ | ۵۴ | ۵۴ | دقت کلی (%) |
| ۰/۷۷ | ۰/۷۵ | ۰/۲۴ | ۰/۳۲ | ۰/۳۲ | ضریب کاپا |
| ۴/۵۶ | ۴/۳۶ | ۳/۹۳ | ۰ | ۰ | ضریب درون طبقه‌ای برای طبقات مهم |



شکل ۵. درصد طبقات در کاربری توسعه صنعتی

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.

در ارتباط با مدل‌ها به طور کلی می‌توان گفت که در روش میانگین حسابی غالب منطقه به سمت طبقات خوب و در روش‌های مبتنی بر منطق بولین (ارزیابی توان اکولوژیکی ایران و حداکثر محدودیت) غالب منطقه به سمت طبقات نامناسب سوق پیدا کرده و روش‌های مبتنی بر میانگین هندسی و کالیبره آن که بر اساس جدول ۳ در طبقه دقت کاپای خوب قرار گرفته‌اند، بین سایر روش‌ها قرار گرفته است (شکل ۴). این مسئله نشان می‌دهد که روش میانگین هندسی یک روش متعادل برای ارزیابی توان محسوب می‌شود که مناطق مناسب و نامناسب را به شیوه صحیح تری مکان‌یابی می‌کند. این تحقیق با نتایج (امیری و همکاران، ۱۳۸۸؛ قدیمی و همکاران، ۱۳۸۹) انطباق دارد. روش‌های اکولوژیکی بولین تصمیم‌گیری

در ارتباط با کاربری توسعه صنعتی بر اساس شکل ۵، طبقات مناسب و متوسط به ترتیب ۰/۹ و ۶/۷ درصد و طبقه نامناسب ۹۲/۴ را به خود اختصاص داده‌اند.

بحث

در این مطالعه مدل توان اکولوژیکی کاربری توسعه با به بارگیری روش‌های مختلف (منطق بولین و میانگین) و با نگرش همه جانبه به ویژگی‌های محیطی شهرستان جهرم 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 روش حداکثر محدودیت برابر (البته با کمی اختلاف که چشم پوشی شد) ارزیابی توان اکولوژیکی ایران شد. همچنین با تغییر روش در شرایط میانگین هندسی بهتر از مدل اکولوژیکی ارزیابی توان اکولوژیکی ایران شد. شایان یادآوری است که در مدل ارزیابی توان اکولوژیکی ایران به دلیل در نظر گیری پارامتر ارتفاع ۰/۸۹٪ و در سایر مدل‌ها ۰/۸۲٪ از منطقه نامناسب است. به طوری که در تحقیق (منوری و همکاران، ۱۳۸۸) به منظور ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه حوضه آبخیز زاخرد در قسمت شمال

شایان ذکر است که در روش میانگین هندسی پیشنهادی و تعیین معیار، تأثیر معیارهایی مانند خاک با تعداد شاخص بیشتر را نسبت به معیارهایی مانند توپوگرافی با شاخص کمتر (مثلاً ۲ شاخص) کاهش می‌دهد. بدین ترتیب وزن هر دو معیار خاک و توپوگرافی معادل در نظر گرفته می‌شود که این مسئله در مدل‌های مطرح مانند MCE مشاهده نمی‌شود. 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 (بولین) نسبت به مدل‌سازی و عوامل محدود کننده دارند، نیز لحاظ می‌شود که در این مورد با مدل‌های مطرح مانند MCE نیز همخوانی دارد. شایان یادآوری است که مدل پیشنهادی نیز خود نوعی روش ارزیابی چند معیاره می‌باشد.

در مورد کاربری‌های انسان ساخت (مانند توسعه)، شرایط به گونه‌ای است که عوامل اقتصادی اجتماعی به همراه 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 به لحاظ اهمیت مسائل اقتصادی اجتماعی با تحقیق (فلاح شمسی و همکاران، ۱۳۸۴) انطباق دارد.

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. به عبارتی فرد در فرآیند مدل‌سازی باید پیچیدگی‌های محیطی به همراه درک و نحوه استفاده انسان از آن را در زبان ریاضی بگنجانند 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 این رو در حالت کالیبره مدل (حذف و

سخت‌گیرانه‌ای نسبت به مکان‌یابی کاربری‌ها دارد. این نوع تصمیم‌گیری (حداکثر محدودیت و روش سیسستمی) با توجه به نوع نگرش به محیط و بررسی اجزای آن و نیز برآورد توان بدون پیش‌داوری و تنها بر اساس توان ذاتی سرزمین است (نجفی نژاد و همکاران، ۱۳۹۲). لیکن این نگرش‌های محض و ایده آل گرایانه به محیط، عوامل اقتصادی اجتماعی را نادیده گرفته و برآوردی ناقص در توان واقعی سرزمین به عمل می‌آورند. به عبارت دیگر روش‌های فوق بیشتر نگرش محدودیتی نسبت به ارزیابی سرزمین دارند (ایلام^{۱۵} و همکاران، ۲۰۱۰). در صورتی که مدل توان اکولوژیک باید علاوه بر شرایط محدودیت‌زا 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 هم رویکرد مکان‌یابی صحیح‌تری نسبت به شرایط بالفعل و بالقوه ایفا می‌نماید و هم عوامل محدودیت‌زا را در پهنه‌بندی سرزمین دخالت می‌دهد. به نوعی مدل پیشنهادی یک سیستم اکولوژیکی و اقتصادی-اجتماعی ساده است که نسبت به سایر روش‌های بررسی شده برتری دارد.

همچنین مدل پیشنهادی که بر اساس کاربری فعلی کالیبره شده است به مانند یک معادله، محدوده‌های کمی طبقه ۱ (پایین‌ترین ریسک) و ۲ را به سایر سرزمین تسری می‌دهد که این ویژگی مهم در ارزیابی و کاهش ریسک تغییر کاربری اراضی نقش مهمی ایفا می‌نماید. بطوریکه طبقات نامناسب (طبقه ۳) نیز از مدل حذف می‌گردد و مناطق با توان خوب (۱ و ۲) باقی می‌ماند. اهمیت توسعه طبقات با کمترین ریسک (طبقه ۱) نیز با شاخص ضریب درون طبقه‌ای مشخص شده است بطوریکه در روش کالیبره دارای بالاترین دقت است (جدول ۶).

پیشنهادات

توجه به بررسی مستمر وضعیت کاربری ها از طریق افزودن معیارهای اقتصادی اجتماعی (متغیرهای زمانی)، افزودن روند تخریب و تغییر^{۱۶} سرزمین به مدل ها و ... به منظور اجرای صحیح تر آمایش در بازه ۱۰ تا ۲۰ سال آینده. انجام محاسبات توان بر اساس رویکرد فازی در یک دامنه طیفی گسترده بر اساس ساختار رستری و پیکسل به پیکسل.

توجه به مدیریت منابع آب

اجرای برنامه جامع آمایش سرزمین در منطقه با تأمین زیرساخت ها، خدمات رفاهی، آموزشی و زیربنایی.

یادداشت ها

1. Hansen
2. Storie
3. Validation
4. ERROR MATRIX
5. Congalton
6. Overall Accuracy
7. Kappa Coefficient
8. Inclass Coefficient

۹. فرمول های ارزیابی صحت بر اساس یک ماتریس ۲*۲

10. Landis and Koch
11. Kosmas
12. Boundary
13. Overlay

۱۴. در این تحقیق صنایع گروه "ه" به دلیل آلاینده گی بیشتر مبنا قرار گرفت.

15. Elaalem
16. Land use change

افزودن شاخص، تغییر بازه های اکولوژیک یا بازه های کمی)، امکان انطباق با شرایط کاربری منطقه و آستانه های اکولوژیکی مناسب 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 دارد.

نتیجه گیری

مدیریت سرزمین باید با یک رویکرد تلفیقی از توسعه و حفاظت از طبیعت صورت گیرد. دستیابی به این هدف مهم در راستای توسعه پایدار با رویکرد ارزیابی توان و آمایش سرزمین امکان پذیر می باشد. هدف اصلی این تحقیق اجرای مدل ارزیابی توان اکولوژیک ایران و مقایسه با روش های پیشنهادی میانگین هندسی، میانگین حسابی و حداکثر محدودیت منطبق با شرایط اقلیمی منطقه مطالعاتی بود. نتایج نشان داد که روش میانگین هندسی و به ویژه کالیبره پیشنهادی بهتر از روش های ارزیابی توان اکولوژیک ایران، حداکثر محدودیت و میانگین حسابی توان سرزمین را برآورد می کند. در ارتباط با کاربری توسعه صنعتی نیز مناطق پیشنهادی برای توسعه (طبقه ۱ و ۲) ۷/۶٪ از منطقه را تشکیل می دهد که این محدوده با توجه به پتانسیل بالای شهرستان در کشاورزی و باغبانی، به منظور توسعه صنایع مرتبط با این کاربری پیشنهاد می گردد.

منابع

- اختصاصی، م و سپهر، ع. ۱۳۹۰. روش ها و مدل های ارزیابی و تهیه نقشه بیان زایی. چاپ اول، یزد، دانشگاه یزد، ۲۸۶ صفحه.
- امیری، م. سلمان ماهینی، ع. جلالی، س. حسینی، س. و. دهکردی، ف. ۱۳۸۸. مقایسه روش سیستمی ادغام نقشه ها و ترکیب منطق بولین - فازی در ارزیابی توان اکولوژیک جنگل های حوضه آبخیز ۳۳ و ۳۴ شمال ایران. مجله علوم محیطی، ۷(۲): صفحات ۱۰۹-۱۲۳.
- خسروی، ی. کلاتری، م. کوهستانی، ن. ۱۳۹۱. تحلیل فضایی درجه تناسب اراضی برای فعالیت های کشاورزی و منابع طبیعی با استفاده از مدل فائو و GIS (مطالعه موردی: شهرستان خدابنده زنجان). نشریه حفاظت و بهره برداری از منابع طبیعی، جلد اول، شماره سوم، صفحات ۲۹-۹.

- رضا سلطانی، ص. منوری، م. رفعتی، م. ۱۳۸۸. آمایش صنعتی استان قزوین. فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال ششم، شماره ۲۱، صفحات ۱۴۳-۱۲۹.
- زیاری، ک. ۱۳۸۱. برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، چاپ اول، انتشارات دانشگاه یزد، یزد.
- سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۸۰. ضوابط و معیارهای استقرار صنایع. سازمان حفاظت محیط‌زیست معاونت محیط‌زیست انسانی.
- غلامی، م. رستگار، م. ۱۳۸۹. بررسی و تحلیل توزیع فضایی جمعیت شهری استان فارس با استفاده از شاخص‌های نخست شهری و تمرکز. مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال اول، شماره دوم، صفحات ۱۱۷-۱۳۰.
- فلاح شمسی، س.ر. ۱۳۷۶. برآورد صحت نقشه‌های حاصل از داده‌های ماهواره‌ای به روش نمونه‌گیری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- فلاح شمسی، س.ر. سبحانی، ه. سعید، ا. درویش صفت، ع.ا. فرجی دانا، ا. ۱۳۸۴. مدل برنامه‌ریزی خطی در تخصیص زمین به کاربری‌های مختلف در حوزه آبخیز کلیبر چای وسطی. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۸، شماره ۳، صفحات ۵۷۹-۵۸۹.
- قدیمی، م. حسینی، م. پورقاسمی، ح.ر. مرادی، ح.ر. ۱۳۸۹. مدل‌سازی حفاظتی منطقه حفاظت‌شده مانشت و قارلنگ با استفاده از منطق فازی. علوم محیطی، سال هشتم، شماره اول، صفحات ۸۵-۱۰۶.
- قرخلو، م. پورخباز، ح. ر. امیری، م. ج. فرجی سبکبار، ح. ۱۳۸۸. ارزیابی توان اکولوژیک منطقه قزوین جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی. مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، شماره دوم، صفحات ۶۸-۵۱.
- کرم، م. ۱۳۸۴. تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمال غرب شیراز، با استفاده از رویکرد ارزیابی چند معیاره (MCE) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). پژوهش‌های جغرافیایی، سال ۳۷، شماره ۵۴، صفحات ۱۰۶-۹۳.
- کاشی ساز، م. منوری، م. افخمی، م. کرباسی، ع. ۱۳۸۹. کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در ارزیابی توان اکولوژیک برای توسعه روستایی-شهری (مطالعه موردی: منطقه صیدون استان خوزستان). محیط‌زیست و توسعه، سال ۱، شماره ۱، صفحات ۵۰-۴۳.
- کرم، ا. محمدی، ا. ۱۳۸۸. ارزیابی و پهنه بندی تناسب زمین برای توسعه فیزیکی شهر کرج و اراضی پیرامونی برپایه ی فاکتورهای طبیعی و روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال اول، شماره ۴، صفحات ۷۴-۵۹.
- مخدوم، م. ۱۳۷۸. شالوده آمایش سرزمین. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۲۸۹ صفحه.
- مخدوم، م. درویش صفت، ع. ا. جعفر زاده، ه. و مخدوم، ع. ۱۳۸۰. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی. چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، تهران. ۳۰۴ صفحه.
- منوری، س. م. شریعت، س. م. دشتی، س. سبزی قیابی، غ. ۱۳۸۸. ارزیابی توان محیط زیست حوضه آبخیز زاخرد برای توسعه شهری با استفاده از GIS. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، شماره یک، صفحات ۲۰۸-۱۹۹.
- نجفی نژاد، ع. پیشداد سلیمان آباد، ل. سلمان ماهینی، ع. ۱۳۹۲. مقایسه کارایی 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، سال چهارم، شماره ۱، صفحات ۱-۱۱.

Elaalem, M., Comber, A., Fisher, P. 2010. "Land Suitability Analysis comparing Boolean logic with fuzzy analytic hierarchy process". Accuracy 2010 Symposium, July 20-23, Leicester, UK. pp 245-247.

Hansen N.M. 1968. French Regional Planning. Edinburgh Indian University Press.

Kosmas, C., Poesen, J., Briassouli, H. 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.R. Koch, G.G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 33 (1): 159-174.

Malczewski, J. 2004. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. Progress in Planning, 62: 3-65

Nouri, J. and Sharifipour, R. 2004. Ecological capability evaluation of rural development by means of GIS. Iranian J Env Health Sci Eng, 1: 81-90

Sepehr, A., Hassanli, A. M., Ekhtesasi, M. R. & Jamali, J. B. 2007. "Quantitative assessment of desertification in south of Iran using MEDALUS method". Environmental Monitoring and Assessment Journal, 134: 243-254.