ارزیابی تناسب کاربری توسعه با استفاده از روش‌های فعلی و مدل جدید EMOLUP (مطالعه موردی: شهرستان سپیدان)

مسعود مسعودی[۱*] , فاطمه کریمی[۲]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه پیام نور شیراز

ایمیل نویسنده مسئول: masoudi@shirazu.ac.ir شماره موبایل نویسنده مسئول: ۰۹۱۷۳۳۹۹۸۷۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۲۸

چکیده

آثار منفی زیست‌محیطی رشد شهرها تا آن اندازه افزایش یافته که بزرگترین تهدید در مقابل زیست بوم‌ها شمرده می‌شود. این تحقیق در شهرستان سپیدان از توابع استان فارس با مساحت ۳۸۵۵ کیلومتر مربع انجام شد. هدف اصلی این تحقیق، اصلاح و توسعه مدل ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری، روستایی و صنعتی در منطقه مطالعاتی می باشد. در بررسی ارزیابی توان اکولوژیک، روش های مورد بررسی شامل روش مخدوم بر اساس منطق بولین، روش‌های پیشنهادی حداکثر محدودیت (منطق بولین)، میانگین حسابی، میانگین هندسی (EMOLUP) و روش‌های وزنی با ۳ طبقه صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که به طور کلی در روش های میانگین حسابی و حسابی وزنی 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 ولی روش های مبتنی بر میانگین هندسی (EMOLUP) بین سایر روش ها قرار گرفته است. همچنین بر اساس ارزیابی صحت مدل های مورد بررسی، مدل ارزیابی توان اکولوژیک با روش میانگین هندسیEMOLUP بدلیل سادگی آن بهتر از سایر مدل ها، توان محیط را برآورد می کند.

کلمات کلیدی:

"آمایش سرزمین"," مدل پیشنهادی", "مدل مخدوم","EMOLUP", "ارزیابی چند معیاره"

Land suitability of Development Use using Current Models and new model of EMOLUP (A case study: Sepidan Township, Iran)

Masoud Masoudi [1,*], Fatemeh Karimi[2]

[1*]Associate Professor, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Shiraz University, Iran

[2]MSc of Environment, Payame Nour University of Shiraz, Iran

[*]Email Address: masoudi@shirazu.ac.ir [*] Mobile Phone: +989173399877

A**bstract**

Negative environmental effects of urban growth have increased to such extent that is the largest threat in front of the ecosystem. This study was done in Sepidan county of Fars province with 3855 square kilometers. The main objective of this study is to evaluate and reform the ecological model of development of urban, rural and industrial in study area. Methods included Makhdoum method based on Boolean logic; the maximum limits proposed method (Boolean logic), arithmetic mean, geometric mean (EMOLUP), and weighting methods in 3 classes. The results showed in arithmetic mean & weighted sum mean method, most area was tending to good classes and in Boolean (Makhdoum & max limit) method most area was tending to weak classes, but the geometric mean method (EMOLUP) is among other methods. Also, based on assessment of the validity, geometric mean evaluation model (EMOLUP) is better than other models in estimation of environmental capability because of its simplicity.

Keywords

“Land use planning”,“Proposal model“,“Makhdoum model“,“EMOLUP“,“MCE“.

۱-مقدمه

در تمام شهرهای جهان گسترش و توسعه ی شهر در جهات عمودی و افقی یکی از عوامل مورد توجه مدیران و برنامه ریزان شهری می باشد. این مبحث در ادبیات علمی قدمتی کمتر از صد سال دارد. به طور دقیق کاربرد این اصطلاح از اواسط قرن بیستم متداول شد و آن زمانی بود که استفاده ی بی رویه از اتومبیل متداول گشت و بخش اعظم اعتبارات شهری به سوی گسترش بزرگراه ها و بسط فضاهای شهری سوق یافت (Hess, 2001).

هدف اساسی از مدیریت و برنامه ریزی آمایش سرزمین توزیع فعالیت های اقتصادی،اجتماعی،جمعیتی و ظرفیت های آشکار و پنهان با توجه به تحولات و دگرگونی های زمان و نیازهاست که عمدتا با دیدی دراز مدت و به منظور بهره برداری بهینه از امکانات آن و همچنین هویدا کردن نقش و مسئولیت خاص هر منطقه براساس توانمندی ها و قابلیت های آن به طور هماهنگ با دیگر مناطق است.براساس این نقش و مسئولیت که حاصل روندهای طبیعی و قانونمند هر منطقه به شمار می رود و همچنین برنامه ریزی های منطقه ای، برنامه توسعه ملی می تواند در مناطق گوناگون اجرا شود (Aden and Morgan, 2001)

تهیه و تدوین برنامه های توسعه شهری در جهان و ایران با مفهوم امروزی از قدمت زیادی برخودار نیست ولی تلاش های انجام گرفته در این خصوص به زمان های گذشته باز می گردد، نخستین تلاش هایی که به نوعی در راستای نظم دهی به سکونتگاه انسانی بوده است که اولین سرچشمه های تدوین برنامه توسعه را فراهم نموده است. ویژگی عصر ما شهرنشین شدن جمعیت، افزایش جمعیت شهرها و در پی آن توسعه شهرهای کوچک و بزرگ است (Gilbert and Galger, 1996)؛ بنابراین با توجه به توسعه روزافزون شهرها ، مشکلات بیشتری نیز بوجود می آید و به صورت مسائل بسیارجدی در زندگی روزمره بشر ظاهر می شوند.از سویی، نمی توان توسعه شهرها را که از جنبه های ضروری برای ادامه حیات و فعالیت های انسان است_محدود ساخت، بلکه باید آنها را متناسب با نیازهای امروز و فردای بشر آماده نمود، به گونه ای که از وارد آمدن آسیب بر محیط زیست نیز جلوگیری شود(قراگوزلو،۱۳۸۴،۳). مفهوم آمایش سرزمین عبارت است از(هماهنگی روابط بین انسان، سرزمین و فعالیت های انسان در سرزمین برای بهره برداری درخور و پایدار از تمام امکانات انسانی و فضایی سرزمین با هدف بهبود وضعیت مادی و معنوی اجتماع در طول زمان)است. به گفته ساده تر ، انسان باید آن استفاده ای از سرزمین داشته باشدکه ویژگی های طبیعی (اکولوژیکی) سرزمین، دیکته می کند؛ و سپس این ویژگی ها را با نیازهای اقتصادی اجتماعی خود سازگار کند(مخدوم،۱۳۸۵). بنابراین آمایش سرزمین، استفاده بهینه و عقلانی و پی بردن به ارزش های فضا برای کارکردهای مؤثر اقتصادی و اجتماعی است(پوراحمد،۱۳۸۰). از مهمترین ویژگی آن می توان به مواردی چون، نگرش همه جانبه به مسائل، آینده نگری، درون نگری و نتیجه گیری های مکانی از درونمایه های راهبرد توسعه ملی و عامل پیوند برنامه های کلان و برنامه های منطقه ای اشاره کرد(بحرینی، ۱۳۷۰). بنابراین یکی از موضوعات اساسی در فرایند آمایش سرزمین ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین است که عبارت از سنجش موجودی و توان نهفته سرزمین با ملاک ها و معیارهای مشخص و از پیش طرح ریزی شده است(آل شیخ و توتونچیان،۱۳۸۵).

ارزیابی توان اکولوژیک مهمترین و اساسی ترین مرحله آمایش سرزمین را تشکیل می دهد که در طی آن به بررسی توان های بالقوه و بالفعل پرداخته می شود (مخدوم،۱۳۷۸؛ دانه کار و همکاران، ۱۳۹۸؛ چهره آذر و همکاران، ۱۳۹۷). در طی این فرآیند قدرت بالقوه و یا نوع کاربرد طبیعی سرزمین برآورد می شود.روش های متعددی برای ارزیابی توان توسعه تا کنون ارائه شده که از مهمترین آن ها در کشور ایران مدل اکولوژیکی دکتر مخدوم می باشد. ارزیابی این مدل بر اساس منطق بولین استوار است. به طوریکه معمولا برای تفکیک مناطقی که دارای مجموعه ای از شرایط مورد نظر باشند کاربرد دارد (امیری و همکاران،۱۳۸۸). اجرای این نوع ارزیابی در مدل های ۸ کلاسه آمریکایی، ۶ کلاسه تناسب اراضی و روش Storie (خسروی و همکاران، ۱۳۹۱) مشاهده می شود. شاخصه مهم این قبیل روش ها، کیفی بودن و سخت گیرانه بودن آن ها می باشد. ولیکن مطالعات نشان داده که روش های کیفی ارزیابی موجب عدم انطباق توان سرزمین با ویژگی های واقعی سرزمین خواهد شد (Malczewski,2004). 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 می گردد (کرم و محمدی،۱۳۸۸). در تحقیق مسعودی و جوکار (۱۳۹۵ الف) برای ارزیابی توان اکولوژیکی کاربری‌های مختلف از مدل EMOLUP[1] در شهرستان جهرم استفاده کردند که نتایج نشان داد مدل EMOLUP قابلیت بالاتری برای ارزیابی توان اکولوژیکی کاربری‌ها در منطقه جهرم داشت. در خصوص آمایش

1 - Eco- Socioeconomic Model of Land Use Planning

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.

با توجه به هدف تحقیق حاضر، تعیین تناسب و درجه مرغوبیت شهرستان سپیدان در خصوص کاربری توسعه شهری و صنعتی با مطالعه فاکتورهای فیزیکی و زیستی دخیل در این کاربری با مدل پیشنهادیEMOLUP و مقایسه آن با روش اکولوژیک ایران به منظور مدیریت بهتر این اراضی است. برای رسیدن به این هدف، با نقشه سازی هر یک از این فاکتورها در سامانه اطلاعات جغرافیایی، ارزیابی تناسب توسعه شهری و صنعتی انجام گردید.

۲-مواد و روش ها

- **منطقه مورد مطالعه**

شهرستان سپیدان از توابع استان فارس با مساحت ۲۸۳۹ کیلومتر مربع و با مرکزیت شهر اردکان در فا صله ۷۵ کیلومتری شمال غرب مرکز استان فارس (شیراز) با ارتفاع ۲۲۴۰ متر از سطح دریا واقع شده است. این شهرستان در محدوده عرض $۳۰^{\circ}۱۶'$ شمالی و طول جغرافیایی ۵۱° شرقی‌قرارگرفته است. بخش عمده ای از این شهرستان کوهستانی و پوشیده از جنگل و دارای تابستانی معتدل و زمستانی سرد و پوشیده از برف که با توجه به موقعیت آب و هوایی آن از مناطق با اهمیت کشاورزی و دامداری شهرستان فارس است . شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.

- **روش تحقیق**

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 داده ها نیز با نرم افزار های 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 چالش های مهم در بخش ارزیابی توان توسعه می باشد تا در نهایت منجر به یک مدل پویا برای ارزیابی این کاربری باشد.

B. جمع آوری داده ها

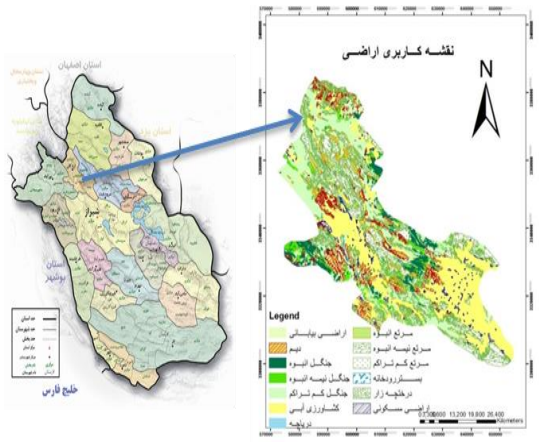
داده های مورد استفاده در این تحقیق شامل نقشه های توپوگرافی، خاک، زمین شناسی، پوشش گیاهی، منابع آب، اقلیم و ... است که از سازمان های مربوطه در استان فارس تهیه و جمع آوری گردیده شده است که پس از تهیه داده های مورد نیاز برای مدلسازی، این داده ها وارد سامانه اطلاعات جغرافیایی گشت تا محاسبات مورد نیاز با توجه به الگوریتم های تعیین شده برای محاسبه شاخص ها 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؛ مدل پیشنهادی برای کاربری توسعه شهری و صنعتی به ۳ طبقه (طبقه ۱: مناسب؛ طبقه ۲: نیمه مناسب؛ طبقه ۳: ضعیف و نامناسب) طبقه بندی می شوند. 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 مناسب ترین تکنیک های ریاضی خواهد بود و این تکنیک های ریاضی را بدون اطلاعات تکنیکی مناسب نباید به کار گرفت. نحوه ارزیابی و امتیازدهی در تحقیق فعلی با ۴ روش اعمال می شود:



شکل ۱- موقعیت شهرستان سپیدان در استان فارس

الف- روش مخدوم

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 نمی گنجد کد صفر اطلاق خواهد گشت. با این توصیف برای جدا کردن هر یک از طبقات کاربری ها بین تمامی فاکتورهای اکولوژیک مربوط به هر طبقه از منطق AND (تقاطع) استفاده می شود و مدل ارزیابی توان اکولوژیک کاربریها اجرا می گردد (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 الگو گیری از مدل مخدوم) به مدل های 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 حتی در ایران، و همچنین مناطقی که در دشت واقع هستند ولیکن در ارتفاعات بالایی قرار دارند؛ از اینرو با توجه به عدم در نظر گیری موارد فوق در مدل فعلی توسعه، شاخص ارتفاع حذف و معیار توپوگرافی با در نظر گیری شاخص های شیب و تیپ اراضی مورد ارزیابی قرار گرفت. این مدل بر اساس شاخص های جدول۱ و بر اساس منطق بولین ارزیابی شد.

ت- روش میانگین هندسی (EMOLUP)

مدل EMOLUP در این تحقیق یک مدل ارزیابی توان اکولوژیک و آمایش سرزمین است. در ارزیابی توان اکولوژیک به بررسی توان واقعی کاربری ها بر اساس تلفیقی از توان بالقوه و توان بالفعل سرزمین پرداخته می شود. بنابراین مسائل اقتصادی- اجتماعی را در فرآیند ارزیابی توان اکولوژیک دخالت می دهد.

در این روش هر یک از شاخص ها در مدل طبقه بندی می شوند (جدول۱) و به جای امتیاز دهی بر اساس منطق بولین، طبقات نرخ گذاری کمی می شوند. بدین صورت که به هر شاخص بر حسب تعداد کلاس های تعریف شده و اهمیت در هر طبقه، وزنی بین ۰ تا ۲ (کاربری ۳ کلاسه) داده می شود؛ که محدوده صفر بیانگر عدم توان محدوده مورد نظر برای کاربری مورد نظر و ۲ نیز بیانگر بهترین محدوده برای آن کاربری می باشد. سپس بر اساس رابطه ۱ و ۲ ابتدا شاخص های مرتبط با هر معیار در همدیگر ضرب می شوند تا معیار مربوطه حاصل گردد. در گام بعد معیارها در همدیگر ضرب می شوند و طبقه توان بر اساس محدوده های کمی در جدول ۲ مشخص می شود. بدلیل آنکه از امتیازات میانگین هندسی گرفته می شود، حد آستانه هر طبقه بر اساس نزدیکی به امتیاز طبقه در نظر گرفته شد (اختصاصی و سپهر،۱۳۹۰).

رابطه۱: $X1=[(Layer-1)\times(layer-2)\ldots\times(Layer-n)]^{l/n}$

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

رابطه۲: $X2=[(Layer-1)\times (layer-2)\ldots\times(Layer-n)]^{l/n}$

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

ث- روش میانگین حسابی (جمع) شاخصی و معیاری

در این روش به جای ضرب هندسی شاخص ها و معیارها، بر اساس میانگین حسابی بار اول از تمام شاخص های هر مدل کاربری میانگین گیری شد و برای بار بعد شاخص ها هرمعیار میانگین گیری شدند و به معیار تبدیل شدند و بین معیارها ارزیابی صورت گیرد و طبقه توان بر اساس محدوده های جدول ۲ مشخص می شود.

جدول ۱- معیارها و شاخص های موثر برای کاربری توسعه شهری،روستایی و صنعتی

معیار	شاخص	طبقه۱	طبقه ۲	طبقه ۳	منبع علمی
فیزیوگرافی	درصد شیب	۰-۱۵	۱۵ -۳۰	۳۰ <	نوری و شریفی پور (۲۰۰۴)، کرم (۱۳۸۴)
	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	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(اصلی ۱ کیلومتر و فرعی ۳۰۰ متر) و بستر خشک رودخانه، مسیل و آبراهه های طبیعی(حریم رودخانه تا شعاع ۱۰۰۰متر)	مخدوم؛ (قرخلو و همکاران،۱۳۸۸)
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

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

ج- میانگین حسابی وزنی معیاری یا شاخصی

در این روش ابتدا با توجه به وزن های موجود (اسدی فرد،۱۳۹۳) برای هر معیار و شاخص با استفاده از روابط ۳ و۴ برای هر کاربری میانگین وزنی محاسبه می شود. قابل به ذکر است مجموع وزن‌های شاخص‌ها یا معیارها برابر یک خواهد شد.

رابطه۳ برای بدست آوردن هر معیار توسط شاخص‌ها:

$X1=[(W1 \times Indicator1) +(W 2 \times Indicator 2)\ldots+(W n \times Indicator n)]$

W= وزن بدست آمده برای هر شاخص

رابطه۴ برای بدست آوردن عدد نهایی توسط معیارها:

$X2=[(W 1 \times Criteria1) +(W 2 \times Criteria 2)\ldots+(W n \times Criterian)]$

W= وزن بدست‌آمده برای هر معیار

جدول۳- نحوه امتیازدهی معیارها و شاخص‌ها

اهمیت در استقرار بهینه ی کاربری / شاخص یا معیار	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
.....	۱	۲	۳	۴	۵

ابتدا یک‌بار همه‌ی شاخص‌ها را بدون معیاربندی باهم باتوجه به وزن بدست آمده، به صورت فرمول ذکر شده محاسبه شدند و بدون معیاربندی شاخص‌ها باهم جمع شدند، بعد با توجه به جدول امتیاز-دهی ۲، طبقه‌ی توان برای تمامی کاربری‌ها تعیین شد.

برای روش معیاری، ابتدا شاخص‌های هر معیار باهم با توجه به وزن مورد نظرشان در آن معیار (جمع وزن‌های شاخص‌های معیار برابر یک است) ، معیار مربوطه محاسبه گردید و سپس معیارها با توجه به وزنشان (جمع وزنی معیارها برابر یک خواهد بود) جمع شدند. بعد با توجه به جدول امتیازدهی ۲ ، طبقه ی توان برای تمامی کاربری‌ها تعیین شد. البته قبل از اقدام به طبقه‌بندی باید مقدار ۱ اضافه شده به ارزش‌ها را باز کم کرد که میزان ارزش‌ها به حالت قبل برگردند.

فرآیند وزنی مقادیر وزنی مورد نظر برای تمامی معیارها و شاخص‌های وارد شده در مدل کاربری توسعه شهری به صورت زیر است:

- وزن‌های بدست آمده برای هر معیار عبارتند از: توپوگرافی:۰/۱۸ و اقلیم :۱۷ /۰ و خاک: ۰/۱۶ و زمین شناسی:۰/۱۵ و پوشش گیاهی:۰/۱۵ و آب: ۰/۱۹.
- وزن‌های بدست آمده برای شاخص‌های معیار توپوگرافی عبارتند از: درصد شیب: ۰/۵۵ و تیپ اراضی: ۰/۴۵.
- وزن‌های بدست آمده برای شاخص‌های معیار اقلیم عبارتند از: بارندگی(میلی متر): ۰/۲۵ و دما(سانتیگراد): ۰/۲۶ و رطوبت نسبی(درصد):۰/۲۴ و سرعت باد میانگین: ۰/۲۵.
- وزن‌های بدست آمده برای شاخص‌های معیار خاک عبارتند از: بافت: ۰/۲۶ و عمق: ۰/۲۲ و زهکشی: ۰/۲۶ و فرسایش خاک: ۰/۲۶ .
- وزن‌های بدست آمده در سنجش کلی همه‌ی شاخص‌ها باهم بدون معیاربندی: درصد شیب: ۰/۰۸ و تیپ اراضی: ۰/۰۷و بارندگی: ۰/۰۸ و دما: ۰/۰۸ و رطوبت نسبی:۰/۰۷ و سرعت باد میانگین: ۰/۰۸و بافت: ۰/۰۸ و عمق: ۰/۰۷ و زهکشی: ۰/۰۸ و فرسایش خاک: ۰/۰۸ و سنگ مادر: ۰/۰۷ و کمیت آب: ۰/۰۹و تراکم و نوع کاربری: ۰/۰۸.

د-میانگین حسابی وزنی معیاری یا شاخصی با درنظرگیری عامل محدودیت‌زا:

در روش‌های میانگین حسابی در حالت وزنی با اعمال عوامل محدودیت‌زا، به این صورت تصمیم گرفته شد که با در نظرگیری عوامل محدودیت‌زا در منطقه اجرا شود. به این صورت که مقادیر صفر که مربوط به ارزش‌گذاری بود را حفظ کنیم یعنی عوامل ایجاد-کننده محدودیت را هم وارد فرآیند ارزیابی کنیم. این روش کاملا شبیه روش‌های MCE متعارف فعلی است که سعی در نظرگیری عوامل محدودیت‌زا دارند. ابتدا در این روش همانند روش بالا تمامی فرآیندها محاسبه شد و در مناطقی که شاخص یا معیاری ارزش صفر (عامل محدودیت‌زای قطعی) را هم داشت، آن عامل وارد و نتیجه فرآیند را منطقی‌تر کرد. با این تکنیک قسمتی از مناطق در طبقه نامناسب قرار می‌گیرد. حتی این فرآیند برای بهترین حد کالیبره هم محاسبه شد.

رابطه۵:

$$X1=[(W1\times Indicator1) +(W2 \times Indicator2) \ldots+(W n \times Indicatorn)] \times ci$$

رابطه۶:

$$X2=[(W1 \times Criteria1) +(W2 \times Criteria2)\ldots+(Wn \times Criterian)] \times ci$$

Ci به ۲ مقدار عدد می‌پذیرد :

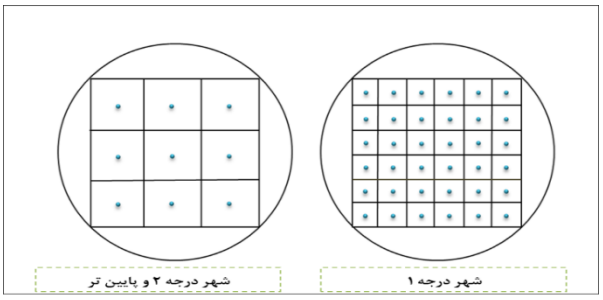
۱- اگر ارزش شاخص در پلی گونی صفر باشد، Ci صفر می‌شود.

۲- اگر ارزش شاخص در پلی گونی غیرصفر باشد، Ci یک می-شود.

E. بررسی صحت و عملکرد مدل طرح ریزی شده

در این تحقیق به منظور بیان صحت کمی، نقشه های توان اکولوژیک بررسی شده با واقعیت زمینی مقایسه و نتایج را در جدولی به نام جدول ماتریس خطا (Congalton, 1991). بررسی شد. طبقات نقشه طبقه بندی شده در ردیف های جدول و واقعیت زمینی در ستون های جدول درج می گردد. به این ترتیب تعداد پیکسل هایی(نقاط) که درست طبقه بندی شده اند در قطر جدول قرار خواهند گرفت. بر پایه این جدول می توان معیارهای کمی نظیر صحت کلی ، ضریب کاپا و ضریب درون طبقه ای را برای بیان صحت محاسبه نمود (رابطه ۳ و۴ و ۵).

نحوه نمونه گیری از طبقات واقعیت زمینی ماتریس (نقشه کاربری فعلی) به صورت تصادفی سیستماتیک می باشد و بعلت 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).



شکل ۲- نحوه نمونه گیری از طبقات ماتریس خطا برای طبقات مهم نسبت به سایر طبقات

رابطه۷: محاسبه صحت کلی

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

صحت کلی عبارت است از نسبت پیکسل هایی (نقاط) که درست طبقه بندی شده اند (قطر ماتریس) به تعداد کل پیکسل ها (نقاط) که بر حسب درصد محاسبه می شود.

رابطه۸: محاسبه ضریب کاپا

$$K = (Io-Ie) / (1-Ie) \text{ where, } Io= \text{overall accuracy, } Ie = [(A+B)*(A+C)] + [(C+D)*(B+D)] / N2$$

در محاسبه ضریب کاپا علاوه بر پیکسل هایی که درست طبقه بندی شده، پیکسل هایی که نادرست طبقه بندی شده اند نیز دخالت داده می شوند. از اینرو ضریب کاپا بعنوان یک معیار که برآیندی از صحت را نشان می دهد، برای ارزیابی صحت کارایی بیشتری دارد. به همین منظور میزان توافق (دقت) واقعیت زمینی با نقشه طبقه بندی را می توان بر اساس جدول ۴ مورد ارزیابی قرار داد (Landis and Koch, 1977).

رابطه ۹: محاسبه ضریب درون طبقه ای

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

ضریب درون طبقه ای عبارت است از نسبت پیکسل های درست طبقه بندی شده طبقه A به جمع پیکسل هایی که در طبقه A نسبت به واقعیت زمینی کم و یا زیاد طبقه بندی شده اند. این شاخص برای طبقات مهم تر ماتریس خطا که نمونه بیشتری گرفته شده از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.

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 نمونه ها به صورت تصادفی سیستماتیک و با الگوریتم Create Fishnet در هر ستون جدول (طبقات واقیت زمینی) پراکنده شد. سپس نقاط با نقشه های توان اکولوژیک تلفیق شدند و در نهایت با یک ماتریس ۲*۲ ارزیابی دقت صورت گرفت. جزئیات کار در جدول ۵ آمده است.

جدول۴- نحوه طبقه بندی ارزیابی صحت بر اساس ضریب کاپا

ضریب Kappa	میزان دقت مدل ها
۰≥	ضعیف
۰/۰۱-۰/۲۰	کم
۰/۲۱-۰/۴۰	نسبتا متوسط
۰/۴۱-۰/۶۰	متوسط
۰/۶۱-۰/۸۰	خوب
۰/۸۱-۱	عالی

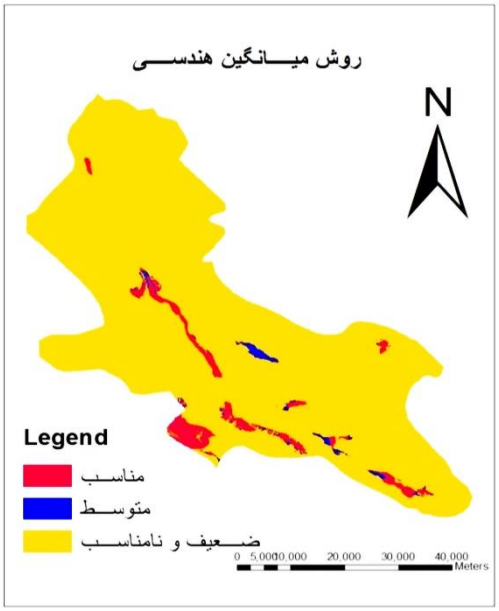
جدول۵- نحوه ارزیابی دقت در کاربری توسعه شهری، روستایی و صنعتی

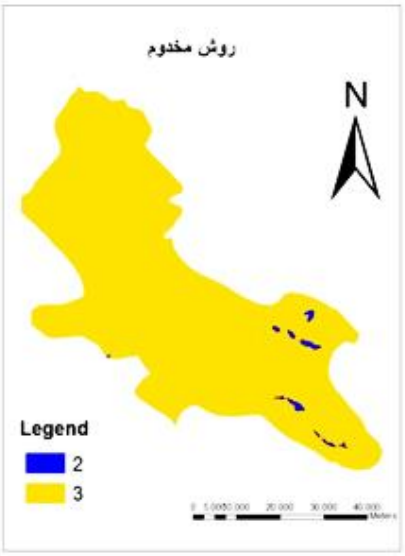
ماتریس توافق	واقعیت زمینی(شرایط فعلی)		
	طبقه	شهربالای ۷۰ هکتار	جنگل پر تراکم و نیمه متراکم موجود در کوه، اراضی بیابانی
طبقه بندی (شرایط بالقوه)	مناسب ومتوسط	*	*
	ضعیف و نامناسب		
	تعداد نقاط	۱۳۱	۶۳۱

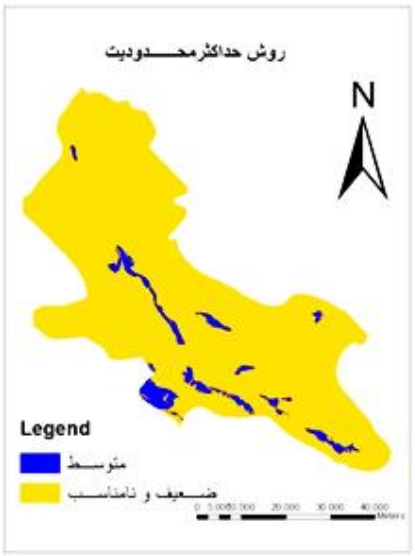
نتایج

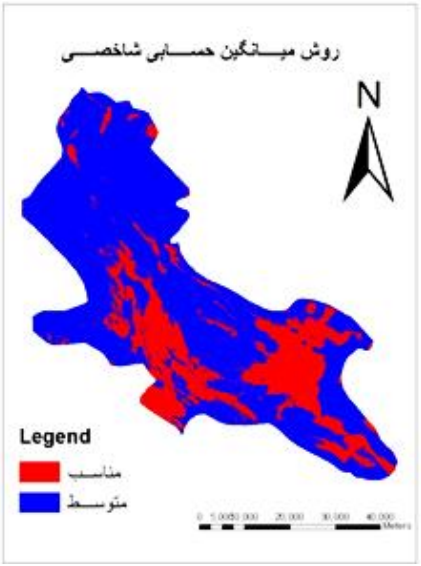
شکل ۳ نقشه های توان اکولوژیک با روش های ارزیابی توان مختلف شامل روش مخدوم، حداکثر محدودیت، میانگین حسابی شاخصی، میانگین حسابی معیاری، میانگین حسابی شاخصی وزنی، میانگین حسابی معیاری وزنی، میانگین حسابی شاخصی وزنی بااعمال عامل محدودیت زا، میانگین حسابی معیاری وزنی بااعمال عامل محدودیت زا، میانگین هندسیEMOLUP 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 و درصد طبقات کاربری توسعه صنعتی را نمایش می دهد. بر اساس شکل ۴، در روش اصلاح شده مخدوم (حداکثر محدودیت)، غالب منطقه با ۹۵/۴ درصد در طبقه ضعیف و نامناسب قرار دارد. طبقه متوسط (۴/۵ درصد) در رده بعدی قرار دارد. همچنین شهرستان فاقد طبقه مناسب توان می باشد. در روش میانگین حسابی معیاری، غالب منطقه با حدود ۶۷/۳ درصد در طبقه متوسط قرار دارد و طبقه مناسب (۳۲/۷ درصد) در رده بعدی قرار دارد. طبقه ضعیف و نامناسب نیز در این روش مشاهده نشد. در روش میانگین حسابی شاخصی، غالب منطقه با حدود(۷۳درصد) در طبقه متوسط قرار دارد و طبقه مناسب (۲۷ درصد) در رده بعدی قرار دارد. طبقه ضعیف و نامناسب نیز در این روش مشاهده نشد. در روش میانگین حسابی معیاری وزنی، غالب منطقه با حدود(۶۵/۹ درصد)در طبقه متوسط قرار دارد و طبقه مناسب با حدود(۳۴/۱ درصد) در رده بعدی قرار دارد. . طبقه ضعیف و نامناسب نیز در این روش مشاهده نشد.

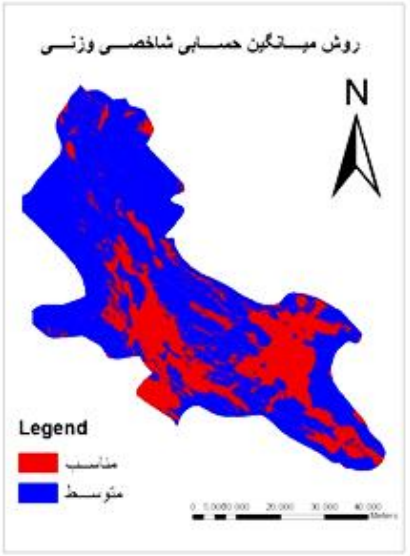
در روش میانگین حسابی شاخصی وزنی، غالب منطقه با حدود(۶۸/۷ درصد)در طبقه متوسط قرار دارد و طبقه مناسب با حدود(۳۱/۳ درصد) در رده بعدی قرار دارد. . طبقه ضعیف و نامناسب نیز در این روش مشاهده نشد. در روش میانگین حسابی معیاری وزنی با اعمال عامل محدودیت زا، غالب منطقه با حدود(۹۵/۴ درصد)در طبقه ضعیف و نامناسب قرار دارد و طبقه مناسب با حدود(۴/۴ درصد) در رده بعدی قرار دارد. . طبقه متوسط نیز در این روش (۰/۱۸ درصد) می باشد. در روش میانگین حسابی شاخصی وزنی با اعمال عامل محدودیت زا، غالب منطقه با حدود(۹۵،۵ درصد)در طبقه ضعیف و نامناسب قرار دارد و طبقه مناسب با حدود(۴ درصد) در رده بعدی قرار دارد. . طبقه متوسط نیز در این روش(۰،۵ درصد) می باشد.در روش میانگین هندسیEMOLUP، غالب منطقه با حدود ۹۵/۴۲ درصد در طبقه ضعیف و نامناسب قرار دارد. طبقات مناسب (۳/۶۵ درصد) و متوسط (۰/۹۲ درصد) در رده های بعدی قرار دارند. شایان یادآوری است که در مدل مخدوم(۹۹/۲ درصد) شهرستان در طبقه ضعیف و نامناسب قرار دارد و طبقه متوسط(۰/۷۳ درصد) در رده بعدی قرار دارد. همچنین شهرستان فاقد طبقه مناسب توان می باشد. به طور کلی در روش میانگین حسابی معیاری و میانگین حسابی شاخصی 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 EMOLUP بین سایر روش ها قرار گرفته است.

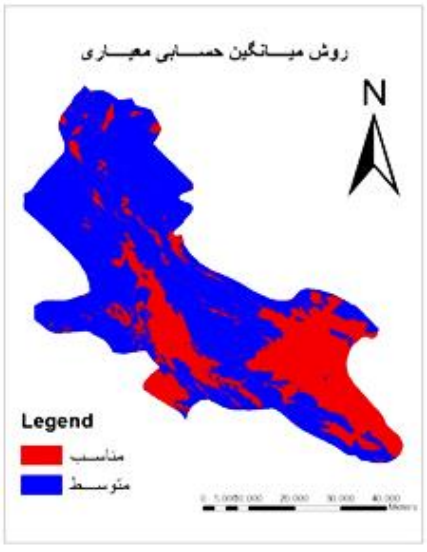


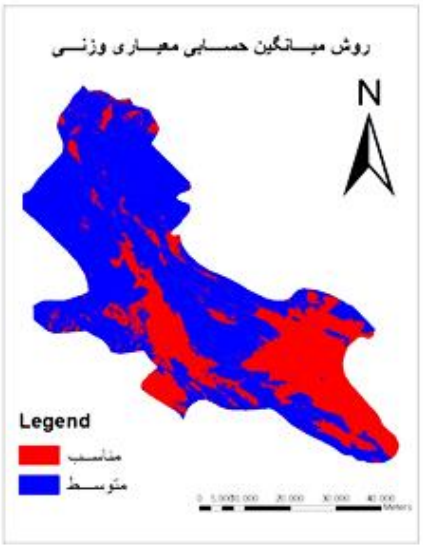

روش مخدوم
N
Legend
2
3

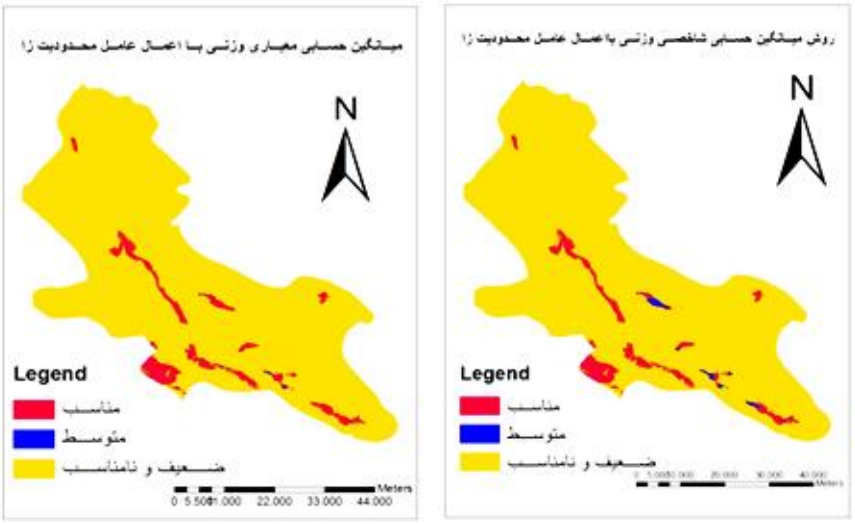

روش حداکثرمحـــــدودیت
N
Legend
متوسط
ضعیف و نامناسب


روش میـــانگین حســـابی شاخصـــی
N
Legend
مناسب
متوسط

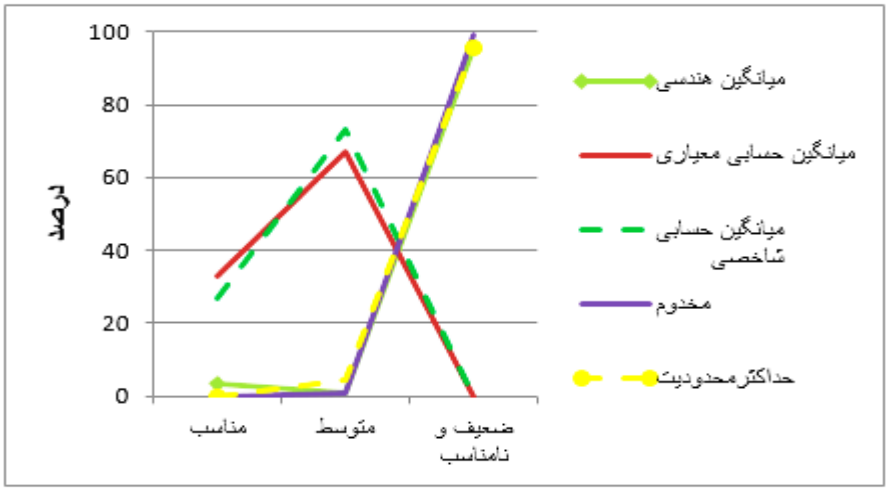

روش میـــانگین حســـابی شاخصـــی وزنـــی
N
Legend
مناسب
متوسط


روش میـــانگین حســـابی معیـــاری
N
Legend
مناسب
متوسط

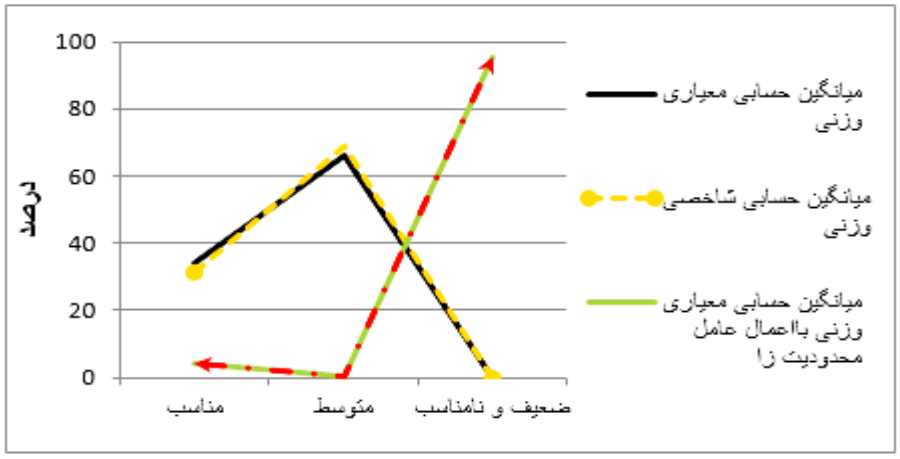

روش میـــانگین حســـابی معیـــاری وزنـــی
N
Legend
مناسب
متوسط



شکل ۳- نقشه های توان اکولوژیک کاربری توسعه (با روش مخدوم، اصلاح شده مخدوم (حداکثر محدودیت)، میانگین حسابی شاخصی، میانگین حسابی شاخصی وزنی، میانگین حسابی معیاری، میانگین حسابی معیاری وزنی، میانگین حسابی شاخصی وزنی با اعمال عامل محدودیت زا، میانگین حسابی معیاری وزنی با اعمال عامل محدودیت زا، میانگین هندسیEMOLUP)



الف: غیروزنی



ب: وزنی

شکل۴- مقایسه درصد طبقات توان در روش های ارزیابی توان اکولوژیک (۳ طبقه ای) کاربری توسعه

ارزیابی دقت مدل توسعه بر اساس رویکرد ماتریس توافق و با توجه به شاخص های موثر در صحت، انجام شد. بر اساس بررسی که بین روش های مختلف ارزیابی توان از جمله روش مخدوم، حداکثر محدودیت و میانگین (جدول ۶) به عمل آمد، مشخص شد که روش های میانگین هندسیEMOLUP و حداکثرمحدودیت و میانگین وزنی شاخصی و معیاری با اعمال عامل محدودیت زا با دقت کاپای خوب دارای بالاترین دقت نسبت به سایر روش ها می باشد،اما روش میانگین هندسی مناطق مناسب و نامناسب را به شیوه صحیح تری مکان یابی می کند اما روش حداکثر محدودیت غالب منطقه به سمت طبقات نامناسب سوق می دهد به همین دلیل با توجه به برابر بودن ضریب کاپای روش های میانگین هندسیEMOLUP وحداکثر محدودیت ،روش میانگین هندسیEMOLUP از برتری نسبت به روش حداکثرمحدودیت برخوردار است.همچنین با توجه به برابر بودن ضریب کاپای روش های میانگین هندسیEMOLUP، میانگین حسابی معیاری وزنی با اعمال عامل محدودیت زا، میانگین حسابی شاخصی وزنی با اعمال عامل محدودیت زا ،میانگین هندسی EMOLUP به دلیل راحت تر بودن روش نسبت به سایر روشها از برتری برخوردار است. شایان ذکر است که روش های میانگین حسابی معیاری و شاخصی، پایین ترین دقت بین روش های موجود قلمداد می شود.

جدول ۶- شاخص های ارزیابی صحت به منظور بررسی روش های ارزیابی توان اکولوژیک کاربری توسعه

مدل ارزیابی توان / شاخص ارزیابی صحت	مخدوم	حداکثر محدودیت	میانگین		
			حسابی		هندسی (EMOLUP)
			شاخصی	معیاری	
دقت کلی(٪)	۸۲	۸۸	۱۷	۱۷	۸۸
ضریب کاپا	۰	۰/۴۶	۰	۰	۰/۴۶
ضریب درون طبقه ای برای طبقات مهم	۰	۰/۵۲	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۵۲

ادامه جدول ۶

مدل ارزیابی توان / شاخص ارزیابی صحت	معیاری وزنی	شاخصی وزنی	با عامل محدودیت زا	
			معیاری وزنی	شاخصی وزنی
دقت کلی(٪)	۳۰	۳۰	۸۸	۸۸
ضریب کاپا	۰	۰	۰/۴۶	۰/۴۶
ضریب درون طبقه ای برای طبقات مهم	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۵۲

در ارتباط با کاربری توسعه صنعتی بر اساس شکل ۵، طبقات مناسب و متوسط بترتیب ۱۵/۸ و ۳۵/۵ درصد و طبقه نامناسب ۴۸/۷ را به خود اختصاص داده اند.

٤-بحث

در این مطالعه مدل توان اکولوژیک کاربری توسعه با به کارگیری روش های مختلف (منطق بولین و میانگین) و با نگرش همه جانبه به ویژگیهای محیطی شهرستان سپیدان 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) میانگین هندسی شد. همچنین با تغییر روش در شرایط میانگین هندسیEMOLUP بهتر از مدل اکولوژیکی مخدوم شد. شایان یادآوری است که در مدل مخدوم بدلیل درنظر گیری پارامتر ارتفاع ۹۹/۲٪و در سایر مدل ها ۹۵/۴٪ از منطقه نامناسب است. به طوریکه در تحقیق (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.

در ارتباط با مدل ها به طور کلی می توان گفت که در روش های میانگین حسابی معیاری، میانگین حسابی شاخصی، میانگین حسابی معیاری وزنی، میانگین حسابی شاخصی وزنی، 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 هندسیEMOLUP، میانگین حسابی شاخصی وزنی با اعمال عامل محدودیت زا، میانگین حسابی معیاری وزنی با اعمال عامل محدودیت زا بین سایر روش ها قرار گرفته است (شکل۴). این مسئله نشان می دهد که روش میانگین هندسی ، میانگین حسابی شاخصی وزنی با اعمال عامل محدودیت زا، میانگین حسابی معیاری وزنی با اعمال عامل محدودیت زا روش های متعادل برای ارزیابی توان محسوب می شوند که مناطق مناسب و نامناسب را به شیوه صحیح تری مکان یابی می کند. به همین دلیل با توجه به برابر بودن ضریب کاپای روش های میانگین هندسیEMOLUP، حداکثر محدودیت، میانگین حسابی معیاری وزنی با اعمال عامل محدودیت زا، میانگین حسابی شاخصی وزنی با اعمال عامل محدودیت زا ،میانگین هندسی در مورد کاربری های انسان ساخت (مانند توسعه)، شرایط به گونه ای است که عوامل اقتصادی اجتماعی به همراه عوامل اکولوژیکی به دلیل راحت تر بودن روش نسبت به سایر روشها از برتری برخوردار است.ای این تحقیق با نتایج (امیری و همکاران ۱۳۸۸؛ قدیمی و همکاران ،۱۳۸۹) انطباق دارد.

روش های اکولوژیک بولین تصمیم گیری سختگیرانه ای نسبت به مکان یابی کاربری ها دارد. این نوع تصمیم گیری (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 نگرش های محض و ایده آل گرایانه به محیط، عوامل اقتصادی اجتماعی را نادیده گرفته و برآوردی ناقص در توان واقعی سرزمین بعمل می آورند. بعبارت دیگر روش های فوق بیشتر نگرش محدودیتی نسبت به ارزیابی سرزمین دارند (Elaalem et al., 2010). 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 می توان 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 مکان یابی صحیح تری نسبت به شرایط بالفعل و بالقوه ایفا می نماید و هم عوامل محدودیت زا را در پهنه بندی سرزمین دخالت می دهد. به نوعی مدل پیشنهادی یک سیستم اکولوژیکی و اقتصادی- اجتماعی ساده است که نسبت به سایر روش های بررسی شده برتری دارد.

شایان ذکر است که در روش میانگین هندسی EMOLUP و تعیین معیار، تاثیر معیار هایی مانند خاک با تعداد شاخص بیشتر را نسبت به معیارهایی مانند توپوگرافی با شاخص کمتر (مثلا ۲ شاخص) کاهش می دهد. بدین ترتیب وزن هر دو معیار خاک و توپوگرافی معادل در نظر گرفته می شود که این مسئله در مدل های مطرح مانند MCE مشاهده نمی شود. همچنین با قرار دادن عدد صفر در معادله، بازه های اکولوژیکی که برای زمین ایجاد محدودیت یا خطر می نماید (مانند شوری خیلی شدید) با فرآیند ضرب هندسی، به سمت نامناسب میل پیدا می کند. با این رویکرد نگرشی که طرفداران حداکثر محدودیت (بولین) نسبت به مدلسازی و عوامل محدود کننده دارند، نیز لحاظ می شود که در این مورد با مدل های مطرح مانند MCE نیز همخوانی دارد. شایان یادآوری است که مدل پیشنهادی نیز خود نوعی روش ارزیابی چند معیاره می باشد.

در استقرار این کاربری ها نقش دارد. در این تحقیق نیز با میانگین گیری از عوامل اکولوژیکی و تغییر بازه های موثر 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. بعبارتی فرد در فرآیند مدلسازی باید پیچیدگی های محیطی به همراه درک و نحوه استفاده انسان از آن را در زبان ریاضی بگنجاند تا یک مدل پویا ایجاد شود.

۵-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 اکولوژیکی مخدوم و مقایسه با روش های پیشنهادی میانگین هندسیEMOLUP، میانگین حسابی معیاری، میانگین حسابی شاخصی، میانگین حسابی معیاری وزنی، میانگین حسابی شاخصی وزنی ،میانگین حسابی معیاری وزنی با اعمال عامل محدودیت زا ، میانگین حسابی شاخصی وزنی با اعمال عامل محدودیت زا ،وحداکثر محدودیت منطبق با شرایط اقلیمی منطقه مطالعاتی بود. نتایج نشان داد که روش میانگین هندسیEMOLUP بهتر از روش های مخدوم، حداکثر محدودیت و میانگین حسابی معیاری، میانگین حسابی شاخصی، میانگین حسابی معیاری وزنی، میانگین حسابی شاخصی وزنی ،میانگین حسابی معیاری وزنی با اعمال عامل محدودیت زا ، میانگین حسابی شاخصی وزنی با اعمال عامل محدودیت زا توان سرزمین را برآورد می کند.

پیشنهادات

- توجه به بررسی مستمر وضعیت کاربری ها از طریق افزودن معیارهای اقتصادی اجتماعی (متغیر های زمانی)، افزودن روند تخریب و تغییر 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 تامین زیر ساخت ها، خدمات رفاهی، آموزشی و زیربنایی.

منابع

- اختصاصی، م.، سپهر، ع.، ۱۳۹۰. روش ها و مدل های ارزیابی و تهیه نقشه بیابان زایی، چاپ اول، یزد، دانشگاه یزد، ۲۸۶ صفحه.
- اسدی فرد،ا.، ۱۳۹۳. آمایش سرزمین شهرستان فیروزآباد براساس رویکرد اصلاحی مدل فعلی با استفاده از GIS: رساله کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- آل شیخ، ع.، توتونچیان، س.، ۱۳۸۵. کاربرد GIS در مدیریت بحران، مطالعه موردی بر قابلیت استفاده از GIS در مدیریت بحران منطقه عسلویه، همایش ژئوماتیک، تهران.
- امیری، م.، سلمان ماهینی، ع.، جلالی، س.، حسینی، س .، 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، سال ۷، شماره ۲، ص ۱۲۳-۱۰۹.
- بحرینی، ح.، کریمی، ک.، ۱۳۸۱. برنامه ریزی محیطی برای توسعه زمین، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- پوراحمد، ا.، ۱۳۸۰. آمایش سرزمین و ایجاد تعادل در نظام شهری کشور، پژوهش های جغرافیا، شماره۱۶.
- چهرآذر، ف.، نهاوندچی، م.، بالیست، ج.، امیری، م.، ۱۳۹۷. مطالعه و ارزیابی توان گردشگری با بهره گیری از منطق فازی در محیط GIS (مطالعه موردی: شهرستان همدان)، مطالعات علوم محیط زیست، سال ۳، شماره ۱، ص ۶۵۹-۶۷۲.

- خسروی، ی.، کلانتری، م.، کوهستانی، ن.، ۱۳۹۱. تحلیل فضایی درجه تناسب اراضی برای فعالیت‌های 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 ۱، شماره ۳، ص ۲۹-۹.
- دانه کار، ا.، نوبخت، ع.، عطایی، ا.، بیات، د.، کرمی، ج.، داوودی، ی.، جوانمیری پور، م.، ۱۳۹۸. پهنه بندی کاربریها بر اساس توان اکولوژیک برای مدیریت چند منظوره جنگل در جنگلهای هیرکانی شمال ایران، مطالعات علوم محیط زیست، سال ۴ ،شماره ۱، ص ۹۶۵-۹۷۹.
- رضا سلطانی، ص.، منوری، م.، رفعتی، م.، ۱۳۸۸. آمایش صنعتی استان قزوین، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال ۶، شماره ۲۱، ص ۱۴۳-۱۲۹.
- زیاری، ک.، ۱۳۸۱. برنامه ریزی کاربری اراضی شهری، چاپ اول، انتشارات دانشگاه یزد، یزد.
- سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۰. ضوابط و معیارهای استقرار صنایع، سازمان حفاظت محیط زیست معاونت محیط زیست انسانی.
- . 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، سال ۱، شماره ۲، ص ۱۱۷-۱۳۰.
- فلاح شمسی، س.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، س.ر.، سبحانی، ه.، سعید،ا.، درویش صفت، ع.ا.، فرجی دانا، ا.، ۱۳۸۴. مدل برنامه ریزی خطی در تخصیص زمین به کاربریهای مختلف در حوزه آبخیز کلیبر چای وسطی، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۸، شماره ۳، ص ۵۷۹-۵۸۹.
- قدیمی، م.، حسینی، م.، پورقاسمی، ح.ر.، مرادی، ح.ر.، ۱۳۸۹. مدلسازی حفاظتی منطقه حفاظت شده مانشت و قلارنگ با استفاده از منطق فازی، علوم محیطی، سال ۸، شماره ۱، ص ۱۰۶- ۸۵.
- قرخلو، م.، پورخباز، ح، ر.، امیری، م، ج.، 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، شماره ۲، ص ۶۸-۵۱.
- کرم، م.، ۱۳۸۴. تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمالغرب شیراز، با استفاده از رویکرد ارزیابی چند معیاره (MCE) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، پژوهش های‌جغرافیای، سال۳۷، شماره ۵۴، ص ۱۰۶-۹۳.
- کاشی‌ساز، 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)، محیط زیست و توسعه، سال ۱، شماره ۱، ص ۵۰-۴۳.
- کرم، ا.، محمدی، ا.، ۱۳۸۸. ارزیابی وپهنه بندی تناسب زمین برای توسعه فیزیکی شهر کرج و اراضی پیرامونی برپایه ی فاکتورهای طبیعی و روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)، فصل نامه جغرافیای طبیعی، سال ۱، شماره۴، ص 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 برنامه ریزی محیط زیست با استفاده از سامانه های اطلاعات جغرافیایی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، تهران. ۳۰۴ صفحه.
- مسعودی، م.، جوکار، پ.، ۱۳۹۵الف. ارائه مدل پیشنهادیEMOLUP با رویکردی جدید در آمایش سرزمین کشور (گام اول: ارزیابی توان اکولوژیک کاربری‌های مختلف)، علوم محیطی، سال ۱۴، شماره ۱، ص۶۸-۵۱.
- 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، سال ۱۴، شماره ۲، ص۳۶- ۲۳.
- منوری، س. م.، شریعت، س. 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، شماره ۱، ص ۲۰۸-۱۹۹.
- 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، سال ۴، شماره۱، ص ۱۱-۱.

- Aden, J., Morgan, R. 2001. Regional Planning, A. Comperehensive View. Leonard Hill Books.
- Congalton, R. G. 1991. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. Remote Sensing of Environment, 37:.35-46.
- 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. P 245-247.
- Gilbert, A., Galger J. 1996. Cities, Poverty and Development, Urbanism in the Third Word Countries, Translated by karimi naseri , parviz, Tehran General Administration of Tehran.
- Hansen, N.M. 1968. French Regional Planning. Edinburgh Indian University Press.
- Hess, G.R. 2001. Just what is Sprawl Anyway? www.4.ncsuedu/grhess.
- 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., Sharifipour, R. 2004. Ecological capability evaluation of rural development by means of GIS. Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering, 1: 81-90
- Qaragozloo, A.R. 2005, GIS and Environ Mental Evaluation and Planning, Tehran.