علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، ویژه نامه شماره۳، زمستان ۱۳۹۵

ارزیابی توان اکولوژیک توسعه‌شهری با استفاده از تلفیق فرآیند تحلیل سلسله-مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعه موردی: شهرستان باغملک)

پانته‌آ آذری [۱]*

parinaz_azari@yahoo.com

علی شیرزادی بابکان [۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۰۷ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۰۸/۲۱**

چکیده

زمینه و هدف: رویکرد جدیدی که امروزه مورد توجه برنامه‌ریزان شهری قرار گرفته است، برنامه‌ریزی جهت دستیابی به توسعه پایدار شهری است. ارزیابی توان اکولوژیک به منظور انتخاب مکان های مطلوب برای توسعه شهری یک عامل مهم برای دستیابی به این امر محسوب می‌شود. در این مقاله با استفاده از تلفیق فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی توان اکولوژیک توسعه شهری در شهرستان باغملک مورد ارزیابی قرار گرفته تا پهنه‌های مناسب برای این منظور مشخص شوند.

روش بررسی: به منظور دستیابی به این هدف، ابتدا معیارهای موثر در توسعه شهری با توجه به تحقیقات انجام یافته در این زمینه و جمع آوری نظرات کارشناسان از طریق روش دلفی شناسایی شد و در نهایت ۵ معیار و ۱۲ زیرمعیار انتخاب گردید. سپس با استفاده از روش مقایسه زوجی، میزان اهمیت معیارها نسبت به هم تعیین و با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی معیارها وزن‌دهی شدند. در نهایت لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز در محیط Arc GIS 10.2 براساس منطق فازی ارزش دهی و وزن‌های به دست آمده به آن‌ها اعمال گردید و نقشه توان اکولوژیک با استفاده از رویهم‌گذاری وزنی لایه ها به دست آمد.

یافته ها : یافته های به دست آمده نشان می دهد که ۴۶/۶۵ ٪ از کل منطقه مطالعاتی دارای توان کاملاً نامناسب، ۶۲ /۳۹٪ دارای توان نامناسب، ۱۲/۲۷ ٪ دارای توان متوسط، ۱/۱۷ ٪ دارای توان مناسب و ۰/۲۹ ٪ دارای توان کاملاً مناسب برای توسعه شهری است.

نتیجه گیری: بر اساس نقشه نهایی طبقه بندی می توان نتیجه گرفت که پهنه های مساعد جهت توسعه فیزیکی آتی شهرستان باغملک بیش تر در بخش شمالی گسترش یافته است. از طرفی دیگر جهات جنوب شرقی و شرق به دلیل کوهستانی بودن در توسعه آتی محدودیت بیش تری را اعمال می‌کند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی توان اکولوژیک، توسعه شهری، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

۱-* (مسوول مکاتبات): کارشناس ارشد محیط زیست، ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

۲- دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.

J.Env. Sci. Tech., Vol 18, Special No.2, Winter 2016

Evaluating the Ecological Capacity for Urban Development Using a Combination of AHP and GIS (Case Study: Baghmalek District)

Panta Azari[1]*
parinaz_azari@yahoo.com
Ali Shirzadi Babakan [2]

Abstract

Background and Objective: Today, urban planners have become interested to consider sustainable development in their planning. Evaluation of ecological capacity for urban development in order to select appropriate locations is the main factor in sustainable development. In this study, it has been attempted to evaluate the ecological capacity in order to determine the best possible regions for urban development in Baghmalek district by applying a combination of Analytical Hierarchy Processes and geographic information system.

Method: In order to achieve this objective, first we recognized the effective criteria in urban development using the previous studies and by collecting opinions of the experts by Delphi methodology. Finally 5 criteria and 12 sub-criteria were selected. Then, we determined the priority of the criteria against each other by pairwise comparison method and by applying Analytical Hierarchy Processes. Finally, the required information layers were valuated based on fuzzy logic in environment of Geographical Information System (Arc GIS 10.2), the calculated weights were applied on them and ecological capacity map was prepared by weighted overlaying the layers.

Results: The results indicated that %46.65 of the studied area has a completely unsuitable potential, %39.62 has an unsuitable potential, %12.27 has an average potential, %1.17 has a suitable potential and %0.29 has completely a suitable potential for urban development.

Conclusion: According to the classification of the final map, it was concluded that the prone areas for future physical development in Baghmalek district can be further expanded in the northern part. On the other hand, Southeast and East directions because of having mountainous regions, face with more restrictions for future development.

Keywords: Ecological capacity evaluation, urban development, Analytical Hierarchy Process (AHP), Geographic Information System (GIS).

1- MSc in Environment – Land Use Planning and Assessment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Tehran, Iran. * *(Corresponding Author)*
2- PhD Student in GIS Eng., Faculty of Geodesy and Geomatics Eng., K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran.

مقدمه

امروزه فعالیت‌های انسانی و افزایش جمعیت، باعث گردیده تا ظرفیت و توان استفاده از منابع محیطزیست کاهش یابد. لذا برای بهره‌برداری‌های بهینه از منابع، اجرای طرح‌های توسعه بایستی براساس توان بالقوه و ظرفیت قابل تحمل محیطزیست صورت گیرد که مستلزم دستیابی به توسعه پایدار می‌باشد. توسعه پایدار رویکرد جدیدی است که در برنامه‌ریزی شهری به کار گرفته شده است و همزمان توسعه اقتصادی، توسعه اجتماعی و حفاظت محیطزیست را در بر می‌گیرد(۱) . در بسیاری از کشورها ارزیابی توان اکولوژیک به مفهوم "سنجش توان بالقوه سرزمین با معیارهای مشخص" به عنوان مهم‌ترین ابزار و عامل برای دستیابی به توسعه پایدار مورد توجه قرار گرفته است(۲). انتخاب مکان‌های بهینه و مطلوب در برنامه-ریزی محیطزیست به منظور نایل شدن به توسعه پایدار امری ضروری است و نیازمند استفاده از روش‌ها و فن‌آوری‌های جدیدی مانند روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد. روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ابزاری برای بهره برداری بهینه از زمین می‌باشند و در محدوده وسیعی از تصمیمات و موقعیت‌های مدیریتی مانند برنامه‌ریزی محیطزیست، برنامه‌ریزی منطق‌های و شهری، منابع آب، حمل و نقل، کشاورزی و... می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. روش-های MCDM در مقایسه با روش‌های سنتی که برخی از عوامل مهم را به سبب محدودیت‌های موجود نادیده می‌گرفتند، حایز اهمیت می‌باشند. از پرکاربردترین روش‌های تصمیم-گیری چندمعیاره میتوان تصمیم‌گیری چند شاخصه را نام برد که از یک رویکرد رتبه‌بندی استفاده می‌کنند. روش-های متفاوتی از تصمیم‌گیری چندشاخصه توسعه داده شده است که شناخته شده‌ترین آن روش تحلیل سلسله‌مراتبی است(۳). سیستم اطلاعات جغرافیایی نیز مناسب‌ترین سامانه به منظور ارزیابی سرزمین می‌باشد. توانایی این سامانه در پردازش همزمان اطلاعات مکانی، آمار و ارقام و تلفیق نقشه‌های مختلف، روی‌هم‌گذاری نقشه‌ها و تولید نقشه به همراه اطلاعات جدید باعث گردیده تا امروزه از این سیستم در ارزیابی توان اکولوژیک برای کاربری‌های مختلف استفاده شود. (۴).

ارزیابی هر منطقه نیاز به داشتن معیارها و همچنین سنجش آن‌ها دارد. سنجش این معیارها روش‌هایی را میطلبدکه نتایج مربوط به آن را تسهیل بخشد. منطق فازی راهکار جدید و علمی است که امکان و اجازه شبیه سازی پویایی یک سیستم را بدون نیاز به توصیفات ریاضی مفصل و با استفاده از داده‌های کیفی و کمی پدید آورده است (۵). برخلاف منطق بولین(کریسپ)که دو ارزشی بودن (صفر و یک) را مطرح می-کند، منطق فازی طیفی از ارزش‌ها در بازه صفر ویک را شامل گردیده تا امکان خطا کاهش و عدم قطیت به خوبی نشان داده شود. امروزه این مدل نسبت به مدل بولین ابزاری سودمند برای از بین بردن کاستی‌های آن و ارزیابی محیطی به شمار می‌آید.

در زمینه ارزیابی توان اکولوژیک برای توسعه شهری مطالعات متنوعی صورت گرفته است که در این پژوهش به برخی از آن‌ها به اختصار اشاره میشود.

در پژوهشی که توسط منوری و همکاران در شهر صیدون انجام شد، مطلوب‌ترین پهنه‌ها برای توسعه شهری با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی تعیین گردید. آن ها برای این منظور از ۶ معیار شیب، جهت، ارتفاع، پوشش گیاهی، جنس خاک و زمین استفاده کردند که نتایج حاصل از مطالعه آن ها نشان داد قسمت اعظم منطقه فاقد توان مناسب برای توسعه شهری است(۶).

در پژوهشی که توسط Polat انجام گرفت از سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری، تحلیل سلسله مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی در برنامه‌ریزی شهری استفاده شد. اولین هدف این پژوهش شناسایی نیازهای زیستگاه بود، سپس ارزیابی معیارها به وسیله تکنیک دلفی انجام گرفت و در انتها ماتریس مقایسه زوجی تشکیل گردید. این تحقیق نشان داد استفاده از تکنیک ترکیبی نتایج دقیق‌تری را در بردارد (۷). در پژوهش دیگری که توسط Sudhira در شهر منگالور هند انجام گرفت، معیارها و مدل‌سازی گسترش شهری با

استفاده از ترکیبGIS و مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی، مورد بررسی قرار گرفت و گسترش آتی شهر پیش بینی گردید (۸). Zhang توسعه پایدار شهرها را به منظور استخراج معادن ذغال سنگ در استان هیلونگجیان به عنوان مهم‌ترین اثر در اقتصاد پایدار و توسعه این استان با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی مورد بررسی قرار داد. نتایج او نشان داد توسعه اقتصادی و کیفیت محیطزیست به عنوان مهم‌ترین شاخص‌های اثرگذار می‌باشند (۹). در مطالعه‌ای دیگر آمایش شهری به منظور اصلاح وضعیت انتقال و جابه جایی کالاها در شهرها صورت گرفت و اثرات منفی آن را بر ساکنان شهرها و محیط-زیست‌شان کاهش داد. اولین قدم تشخیص معیارها بود، در مرحله دوم معیارها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی وزن‌دهی شدند. در مرحله سوم رتبه‌بندی گزینه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و در چهارمین مرحله آنالیزهای حساسیت به منظور انتخاب بهترین گزینه انجام پذیرفت(۱۰).

مطالعاتی دیگر در زمینه تعیین مطلوب‌ترین پهنه ها به منظور استقرارکاربری‌های مختلف:

Sehnnaz توان اکولوژیکی منطقه‌ای در ترکیه را به منظور دفن پسماند مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق۳ معیار و۱۰ زیرمعیار انتخاب شد که توسط فرآیند تصمیم گیری چندمعیاره فازی و با استفاده از نرم افزار GIS با یکدیگر تلفیق گردیدند. نتیجه تحقیق وی نشان داد که ۷۴٪ منطقه مورد مطالعه برای این کاربری نامناسب می‌باشد(۱۱). Svoray مناسب‌ترین پهنه‌ها برای کاربری‌های حفاظت طبیعی، مناطق جنگلی، مناطق مسکونی و مناطق صنعتی را مشخص کرد و یک لایه نهایی که مناسب‌ترین کاربری را برای هر قطعه از زمین مشخص نمود، فراهم آورد (۱۲). Peter بهترین مکان برای تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی در شمال غربی مصر را با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی تعیین نمود. نتایج تحقیق او نشان داد بهترین مکان برای تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی در شمال منطقه مطالعاتی است(۱۳). Chen در مطالعه‌ای از روش فازی برای انتخاب بهترین برنامه پیشنهادی در محیط تالاب استفاده نمود و تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین اولویت وزنی معیارها مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت پیشنهادهایی ارایه و کارآمد بودنشان اثبات و توضیح داده شد(۱۴). در پژوهشی دیگر ارزیابی توان اکولوژیکی و مدیریت راهبردی در منطقه قشم با استفاده از روش تصمیم-گیری چند شاخصه انجام گرفت و نتایج نشان داد ۳۲٪ از کل منطقه مطالعاتی توان پایین برای توسعه طبیعت‌گردی را دارا می‌باشد(۱۵).

ضرورت انجام این تحقیق از آن جاست که شهرستان باغملک منطقهای کوهستانی است و امکان محدودی برای توسعه فیزیکی آن وجود دارد. لذا با توجه به محدودیت فضای مناسب به منظور توسعه شهری برای این منطقه لازم است در ابتدا معیارهای فیزیکی مؤثر بر توسعه شهری را مورد مطالعه قرار داده و بعد از تعیین مناطق مناسب، اقدام به استقرار کاربری-های مورد نظر نمود. متاسفانه در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران برای مکانیابی مناطق مناسب برای استقرار کاربری-ها به شیوه سنتی عمل شده و همین عامل باعث گردیده تا عوامل مهم نادیده گرفته شوند و کاهش دقت و صحت در مکان‌یابی مناطق مناسب را به دنبال داشته باشد بنابراین پژوهش حاضر با هدف ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری منطقه باغملک با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS انجام پذیرفت تا اولویت‌بندی مکان‌ها برای کاربری یاد شده مشخص شود که با سرمایه‌گذاری در بخش‌های دارای پتانسیل بالاتر، بیش‌ترین بازده از توان شهرستان را بهره-برداری کنیم.

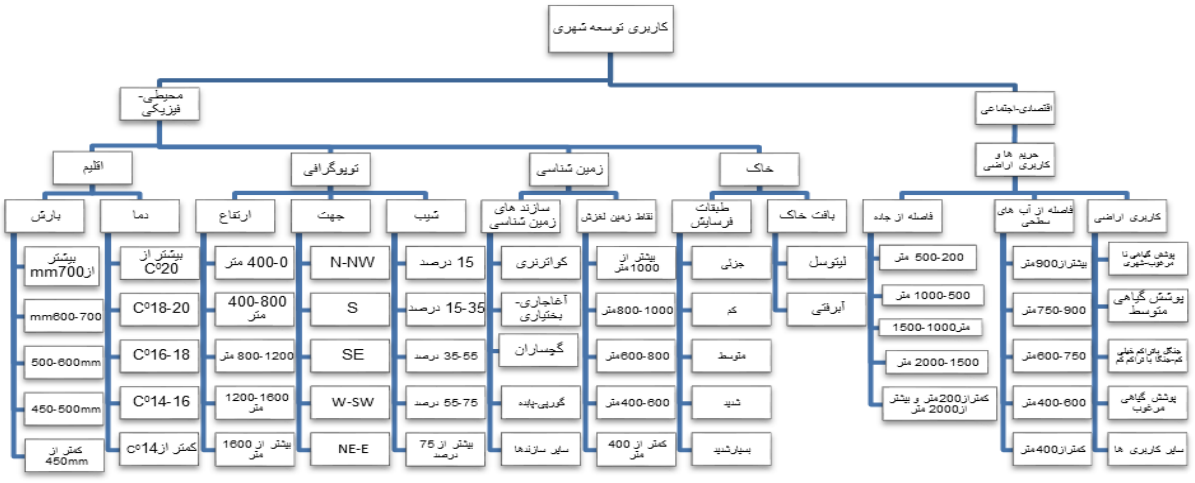
روش بررسی

در این تحقیق به منظور تعیین مطلوب‌ترین پهنه برای توسعه شهری، روشی مبتنی بر تلفیق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی ارایه شده و ارزش‌گذاری مبتنی بر منطق فازی (طیفی از ارزش‌ها) انجام گرفته است. مراحل روش پیشنهادی در ادامه به طور کامل توضیح داده شده است.

با توجه به روش به کار گرفته شده در این تحقیق (تلفیق فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی)، ابتدا نیازمند به تعیین معیارها و زیرمعیارهای توسعه شهری از

سوی متخصصان می باشیم. به این منظور برای تعیین معیارهای موثر در توسعه شهری از روش دلفی استفاده شد. این روش یک فرآیند تکراری است که به منظور کسب یک توافق نظر موثر از سوی متخصصان رشته‌های مختلف علمی ارایه شده است. ابزار مورد استفاده در این روش پرسش‌نامه است و اعتبار این روش بیش‌تر از این که به تعداد شرکت‌کنندگان بستگی داشته باشد، به خبرگی آنان وابسته است. به منظور تهیه پرسش‌نامه‌های دلفی، در ابتدا اطلاعات مورد نیاز در خصوص منابع اکولوژیکی از طریق مطالعات معتبر داخلی و خارجی انجام یافته در این زمینه جمع‌آوری شد. سپس این پرسش‌نامه‌ها در دور اول در اختیار یک گروه متخصص که با شهرستان باغملک آشنایی داشتند قرار گرفت، تا نظرات خود را نسبت به معیارهای انتخابی اعمال کنند. سپس پرسش‌نامه‌های تکمیل‌شده، جمع‌آوری و پاسخ‌های اولیه تحلیل و بررسی شدند و در تهیه پرسش‌نامه‌های دور دوم مورد استفاده قرار گرفت. پس از تهیه پرسش‌نامه‌های دور دوم، این پرسش‌نامه‌ها مجدداً برای متخصصان ارسال و سپس جمع‌آوری شد که در نهایت ۵ معیار و ۱۲ زیرمعیار از سوی متخصصان انتخاب شد.

بعد از نهایی شدن معیارهای انتخابی از سوی متخصصان اقدام به تهیه ساختار سلسله‌مراتبی گردید. معیارهای تعیین شده در سطح کلان به دو دسته اصلی اقتصادی- اجتماعی و محیطی- فیزیکی تقسیم شدند. در دسته اقتصادی- اجتماعی، معیارهای حریمها و کاربری اراضی با زیرمعیارهای کاربری اراضی، فاصله از جاده و فاصله از رودخانه قرار گرفتند. در دسته محیطی- فیزیکی، معیار خاک با زیرمعیار بافت خاک و طبقات فرسایش،معیار زمین شناسی با زیرمعیارهای سازندهای زمین-شناسی و نقاط زمین لغزش، معیار توپوگرافی با زیرمعیارهای شیب، جهت، ارتفاع و معیار اقلیم با زیرمعیارهای دما و بارش، قرار گرفتند. دراین تحقیق به دلیل فیزیکی بودن معیارهای انتخابی و واقع نشدن منطقه مطالعاتی در هیچ یک از مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست معیار حیات‌وحش از سوی کارشناسان در منطقه مطالعاتی انتخاب نگردید. در شکل ۱ ساختار سلسله مراتبی توسعه فیزیکی در شهرستان باغملک نشان داده شده است.



شکل ۱- ساختار سلسله‌مراتبی توسعه فیزیکی در شهرستان باغملک

Figure 1- Hierarchical structure of physical development in the Baghmalek district

پس از تشکیل ساختار سلسله‌مراتبی، ماتریس مربعی مقایسه زوجی برای تمامی معیارها و زیرمعیارهایی که دریک سطح از ساختار سلسله‌مراتبی قرار گرفته‌اند، تهیه گردید. سپس برای تعیین اولویت دو به دوی عوامل نسبت به یکدیگر، پرسش-نامه‌های مقایسه زوجی معیارها با استفاده از نظر کارشناسی تکمیل شد. مقایسه درجه اهمیت عوامل نسبت به یکدیگر (وزن‌های نسبی) بر اساس یک مقیاس پایه ۹ نقطه‌ای پیوسته، مطابق با جدول ۱ انجام گرفت.

جدول۱- مقیاس درجه اهمیت برای مقایسه زوجی

Table 1- The fundamental scale for pair-wise comparisons

ترجیحات		مقدار عددی
کاملاً مهم تر، کاملاً مطلوب تر	Extremely preferred	۹
مطلوبیت خیلی قوی	Very strongly Preferred	۷
مطلوبیت قوی	Strongly preferred	۵
کمی مهم تر، کمی مطلوب تر	Moderately preferred	۳
مطلوبیت یکسان	Equally preferred	۱
ترجیحات بین فواصل فوق		۸ ،۶ ،۴ ،۲

منبع: (۱۶)

به منظور تخمین وزن نسبی و نهایی و همچنین اولویت‌بندی معیارها از نرم افزار choice Expert استفاده گردید. امتیازهای ارایه شده توسط کارشناسان در پرسش‌نامه‌های مقایسه‌زوجی در نرم افزار Expert choice وارد گردید تا اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارها مشخص شود. در جدول۲ وزن نسبی و نهایی معیارها و زیرمعیارها نشان داده شده است.

جدول۲- وزن نسبی و نهایی معیارها و زیرمعیارها

Table 2- Local priority and overall priority of criteria and sub-criteria

ردیف	معیارها	وزن‌نسبی‌معیارها	زیرمعیارها	وزن‌نسبی‌زیرمعیارها	وزن‌نهایی‌زیرمعیارها
۱	حریم‌ها و کاربری اراضی	-	کاربری اراضی	۰/۵۷۹	۰/۱۰۶
۲	خاک	۰/۳۰۹	فاصله از رودخانه	۰/۱۶۳	۰/۰۳۰
۳	زمین شناسی	۰/۱۹۶	فاصله از جاده	۰/۲۵۸	۰/۰۴۷
۴	توپوگرافی	۰/۴۱۱	بافت خاک	۰/۷۵۰	۰/۱۸۹
۵	اقلیم	۰/۰۸۴	طبقات فرسایش	۰/۲۵۰	۰/۰۶۳
۶	-	-	نقاط زمین لغزش	۰/۲۲۴	۰/۰۳۶
۷	-	-	سازندهای‌زمین‌شناسی	۰/۷۷۶	۰/۱۲۵
۸	-	-	شیب	۰/۶۰۵	۰/۲۰۳
۹	-	-	جهت	۰/۲۷۲	۰/۰۹۲
۱۰	-	-	ارتفاع	۰/۱۲۳	۰/۰۴۱
۱۱	-	-	دما	۰/۲۵۰	۰/۰۱۷
۱۲	-	-	بارش	۰/۷۵۰	۰/۰۵۱

تخمین نسبت توافق (سازگاری) از مهم‌ترین مزایای روش تحلیل سلسله مراتبی در قضاوت‌هاست. نرخ سازگاری، میزان سازگاری مقایسه‌های انجام یافته را نشان می‌دهد و تعیین می‌کند تا چه اندازه می‌توان به اولویت‌های اعضای گروه اعتماد کرد. نرخ سازگاری [۱](CR) از نسبت اندکس استحکام [۲](CI) بر یک اندکس میانگین [۳](RI) به دست می آید(۱۶)، که در رابطه

1- Consistency rate
2- Consistency index
3- Random index

(۱) نشان داده شده است. اگر مقدار CR کم تـر از ۰/۱ باشـد، نشان‌گر آن است که قضاوت‌هـای انجـام یافتـه در سـطح قابـل قبولی انجام گرفته است. در غیر این صورت بایستی مقایسـه‌هـا بار دیگر، توسط افراد باتجربه و با دقت بیش تری صورت گیرد.

رابطـــــــه (۱) : CR= CI/RI

مقادیر اندکس میانگین ماتریس‌ها از پیش تعیـین شـده اسـت. ساعتی مقادیر RI را برای ماتریس هایی تـا مرتبـه ۱۵محاسـبه کرده است که در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول۳: مقادیر ارایه شده برای اندکس میانگین R.I

Table 3: The values presented for random Index

N فراوانی معیارها	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
R.I	۰/۰۰	۰/۵۲	۰/۹۰	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱

منبع: (۱۷)

مقدار این اندکس برای ماتریس‌هـایی بـا مرتبـه بـزرگ‌تـر از ۸ تقریباً ۱/۴۵ محاسبه شده است. مقادیر انـدکس اسـتحکام، کـه میزان انحراف از سازگاری را نشان می دهد، مسـتقیماً از رابطـه (۲) محاسبه می شود.

رابطه (۲) : $CI = \lambda max-n / n-1$

n : مرتبه ماتریس

λ_{max} : بزرگترین مقدار ویژه ماتریس

در این تحقیق میزان ناسـازگاری کلیـه مـاتریس‌هـای مقایسـه زوجی که در نرم افزار Expert choice محاسبه گردید، کم تر از ۰/۱ و میزان ناسازگاری کل معادل ۰/۰۵ می‌باشد که نشان-دهنده رعایت سازگاری در قضاوت‌هاست.

در نهایت به منظور رویهم‌گذاری وزنی لایه ها، تمامی لایه ها بـا سیستم مختصات جغرافیـایی (UTM: WGS1984 Zone 39N) و مقیاس ۱:۴۰۰۰۰۰ و پیکسـل سـایز یکسـان(۲۸) در محیط Arc GIS10.2 پردازش و با استفاده از ابزار Feature to raster از حالت وکتور به رستر و به صورت ارزشی از صفر تا یک تبدیل شد. سپس به روش روی‌هم‌گذاری وزنی همپوشـانی شد. در همپوشانی وزنی طبق رابطه (۳)، وزن هر لایـه در ارزش آمایشی اطلاعات آن لایه ضرب و سپس با لایه‌های دیگر جمـع گردید.

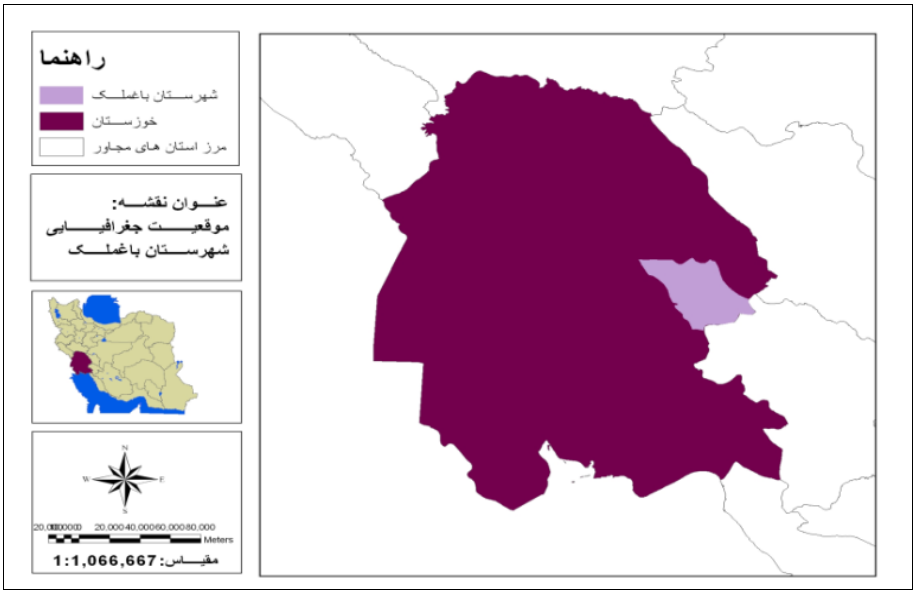
رابطه (۳) : $W1S1+W2S2+\ldots\ldots\ldots\ldots+WiSi$

Wi = وزن هرلایه که با استفاده از نرم افزار Expert choice محاسبه گردید.

Si = ارزش آمایشی اطلاعات هر لایه.

منطقه مورد مطالعه

شهرستان باغملک با مسـاحت ۲۲۵۱ کیلـومتر مربـع در شـرق استان خوزستان و در عرض جغرافیایی ۳۱ درجـه و ۳۱ دقیقـه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجـه و ۵۱ دقیقـه شـرقی واقـع شده است. این منطقه در ارتفاعی کم تر از ۴۰۰ متر در غرب تا بیش تر از ۳۰۰۰ متر از سطح دریا در شـرق قـرار داشـته و بـه طور کلی از غرب به شرق به ارتفـاع آن افـزوده مـی شـود(۱۸). برآورد کل جمعیت شهرستان باغملک در سـال ۱۳۸۹ برابـر بـا ۱۰۸۹۶۷ نفر می باشـد(۱۹). در شـکل ۲ موقعیـت جغرافیـایی شهرستان باغملک نشان داده شده است.

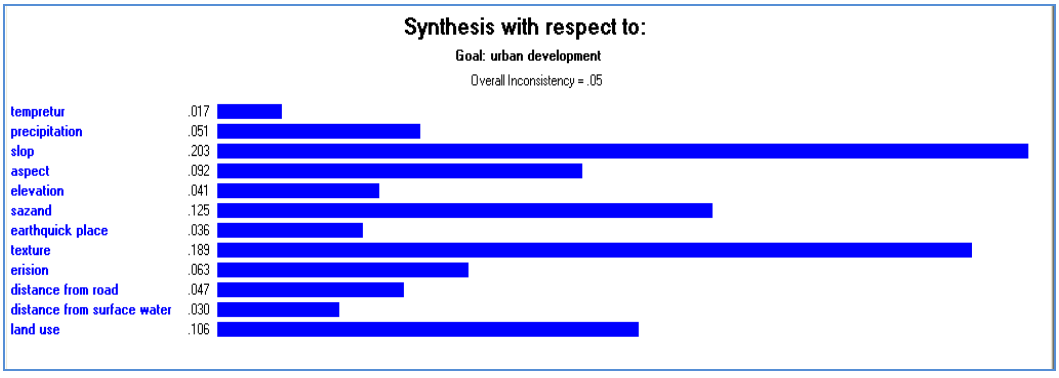


شکل ۲- موقعیت جغرافیایی شهرستان باغملک

Figure 2- Geographic location of Baghmalek district

یافته ها

آن چه در این تحقیق از اهمیت به سزایی برخوردار است، وزن زیرمعیارها می‌باشد، زیرا نهایتاً از هر زیرمعیار در محیط Arc GIS یک لایه مجزا ساخته می‌شود و با توجه به وزن‌شان با یکدیگر ترکیب می‌شوند. در شکل ۳ وزن نهایی زیرمعیارها نشان داده شده است. همان طور که در شکل دیده می شود بیش‌ترین وزن به زیرمعیار شیب تعلق گرفته است، بدین مفهوم که بیش‌ترین تاثیر را بر توسعه شهری داراست.



شکل۳- ناسازگاری کلی و رتبه بندی کلیه زیر معیارها بر اساس وزن‌نهایی

Figure 3- Overall inconsistency and ranking of sub-criteria according to overall priority

رویکرد ارزش‌دهی به لایه‌های مربوط به هر زیر معیار با توجه به منطق فازی (ارزش‌گذاری در طیف عددی صفر تا یک) در پنج کلاس شامل کلاس کاملاً مناسب با ارزش آمایشی ۱، کلاس مناسب با ارزش آمایشی ۰/۷، کلاس متوسط با ارزش آمایشی۰/۵، کلاس نامناسب با ارزش آمایشی ۰/۳ و کلاس کاملاً نامناسب با ارزش آمایشی صفر طبقه بندی شده است. در جدول۴ کلاسه‌بندی و ارزش آمایشی هر لایه جهت توسعه شهری نشان داده شده است.

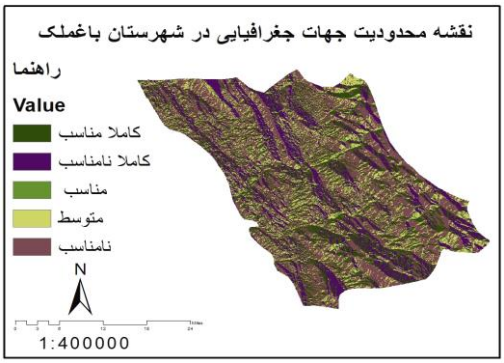
جدول۴- جدول رده بندی تناسب زیرمعیارها جهت توسعه شهری در منطقه

Table 4- Table of sub-criteria Suitability classification for urban development in region

ردیف	لایه ها	مقیاس	وزن	کلاسه	ارزش آمایشی	طبقه بندی کلاس ها
۱	دما	۱:۴۰۰۰۰۰	۰/۰۱۷	بیش تر از ۲۰ درجه سانتی گراد	۱	کاملا مناسب
				درجه سانتی گراد ۲۰-۱۸	۰/۷	مناسب
				درجه سانتی گراد ۱۸-۱۶	۰/۵	متوسط
				درجه سانتی گراد ۱۶-۱۴	۰/۳	نامناسب
				کم تر از۱۴ درجه سانتی گراد	۰	کاملا نامناسب
۲	بارش	۱:۴۰۰۰۰۰	۰/۰۵۱	بیش تر از ۷۰۰میلی متر	۱	کاملا مناسب
				میلی متر ۷۰۰-۶۰۰	۰/۷	مناسب
				میلی متر ۶۰۰-۵۰۰	۰/۵	متوسط
				میلی متر ۵۰۰-۴۵۰	۰/۳	نامناسب
				کم تر از ۴۵۰ میلی متر	۰	کاملا نامناسب
۳	شیب	۱:۴۰۰۰۰۰	۰/۲۰۳	٪۰-۱۵	۱	کاملا مناسب
				٪۱۵-۳۵	۰/۷	مناسب
				٪۳۵-۵۵	۰/۵	متوسط
				٪۵۵-۷۵	۰/۳	نامناسب
				بیش تر از ٪۷۵	۰	کاملا نامناسب
۴	جهت	۱:۴۰۰۰۰۰	۰/۰۹۲	N-NW	۱	کاملا مناسب
				S	۰/۷	مناسب
				S E	۰/۵	متوسط
				W-S W	۰/۳	نامناسب
				NE-E	۰	کاملا نامناسب
۵	ارتفاع	۱:۴۰۰۰۰۰	۰/۰۴۱	کم تر از ۴۰۰ متر	۱	کاملا مناسب
				متر ۸۰۰-۴۰۰	۰/۷	مناسب
				متر ۱۲۰۰-۸۰۰	۰/۵	متوسط
				متر ۱۶۰۰-۱۲۰۰	۰/۳	نامناسب
				بیش تر از ۱۶۰۰ متر	۰	کاملا نامناسب
۶	سازندهای زمین شناسی	۱:۴۰۰۰۰۰	۰/۱۲۵	کواترنری	۱	کاملا مناسب
				بختیاری-آغاجاری	۰/۷	مناسب
				گچساران	۰/۵	متوسط
				گورپی- پابده	۰/۳	نامناسب
				سایر سازندها	۰	کاملا نامناسب
۷	نقاط زمین لغزش	۱:۴۰۰۰۰۰	۰/۰۳۶	بیش تر از ۱۰۰۰ متر	۱	کاملا مناسب
				متر ۱۰۰۰-۸۰۰	۰/۷	مناسب
				متر ۸۰۰-۶۰۰	۰/۵	متوسط
				متر ۶۰۰-۴۰۰	۰/۳	نامناسب
				کم تر از ۴۰۰ متر	۰	کاملا نامناسب
۸	بافت خاک	۱:۴۰۰۰۰۰	۰/۱۸۹	لیتوسل	۱	کاملا مناسب
				آبرفتی	۰	کاملا نامناسب
۹	فرسایش	۱:۴۰۰۰۰۰	۰/۰۶۳	جزیی	۱	کاملا مناسب
				کم	۰/۷	مناسب
				متوسط	۰/۵	متوسط
				شدید	۰/۳	نامناسب
				بسیار شدید	۰	کاملا نامناسب
۱۰	فاصله از جاده	۱:۴۰۰۰۰۰	۰/۰۴۷	متر ۲۰۰۰-۱۵۰۰	۱	کاملا مناسب
				متر ۱۵۰۰-۱۰۰۰	۰/۷	مناسب
				متر ۱۰۰۰-۵۰۰	۰/۵	متوسط
				متر ۵۰۰-۲۰۰	۰/۳	نامناسب
				کم تر از ۲۰۰ متر و بیش تر از ۲۰۰۰ متر	۰	کاملا نامناسب
۱۱	فاصله از آب های سطحی	۱:۴۰۰۰۰۰	۰/۰۳۰	بیش تر از ۹۰۰ متر	۱	کاملا مناسب
				متر ۹۰۰-۷۵۰	۰/۷	مناسب
				متر ۷۵۰-۶۰۰	۰/۵	متوسط
				متر ۶۰۰-۴۰۰	۰/۳	نامناسب
				کم تر از ۴۰۰ متر	۰	کاملا نامناسب
۱۲	کاربری اراضی	۱:۴۰۰۰۰۰	۰/۱۰۶	شهری - پوشش گیاهی نامرغوب	۱	کاملا مناسب
				پوشش گیاهی متوسط	۰/۷	مناسب
				جنگل ترکیبی با تراکم خیلی کم - جنگل کم تراکم	۰/۵	متوسط
				پوشش گیاهی مرغوب	۰/۳	نامناسب
				سایر کاربری ها	۰	کاملا نامناسب

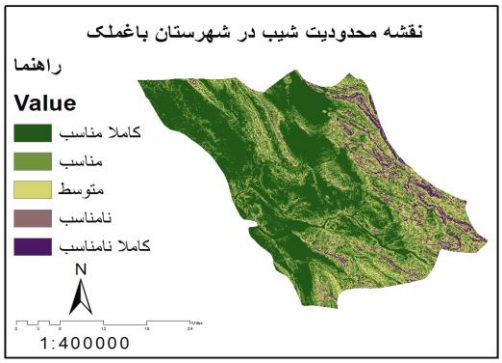
مطابق با جدول ۴ هر کدام از لایه‌های ۱۲ گانه به ۵ کلاس تقسیم شده (به استثنای لایه خاک که به دلیل وجود تنها دو نوع تیپ خاک، این لایه در دو طبقه کلاسه‌بندی شده است) سپس به هر کدام ارزش فازی بین صفر تا یک داده شد، محصول حاصل ضرب ارزش فازی کلاس‌های هرلایه در وزن لایه، ارزش نهایی هر سلول را از نظر توان اکولوژیک توسعه شهری مشخص کرد.

ارتفاع منطقه مطالعاتی از حدود ۳۵۰ متر تا۳۳۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد، حداکثر ارتفاع به منظور استقرار کاربری شهری ۱۶۰۰ متر تعیین گردیده، زیرا ساخت و ساز در مناطق کوهستانی مناسب نمی‌اشد و هزینه‌های زیادی، شامل تامین امکانات رفاهی همچون دسترسی به جاده، سوخت و انرژی، تامین آب و ... را متحمل می‌شود (شکل۶). همچنین از لحاظ شیب، اراضی مسطح برای توسعه شهری مناسب می‌باشند. در تحقیق حاضر شیب کاملاً مناسب برای استقرار کاربری شهری، تا ۱۵٪ تعیین گردیده و شیب‌های بالاتر مطابق با جدول ۴ برحسب ارزش آمایشی در طبقات بعدی قرار گرفتند (شکل ۵). در مورد جهت شیب، موقعیت شهرستان باغملک به گونه‌ای است که قسمت غرب و جنوب غربی را جنگل و زمین های کشاورزی و باغات در بر گرفته و همچنین در قسمت شمال شرقی نیز پوشش گیاهی قابل مشاهده است. قسمت شرق و جنوب شرقی منطقه نیز کوهستانی است که نشان دهنده نامناسب بودن این جهات برای توسعه شهری می‌باشد. بهترین جهت شیب برای استقرار توسعه شهری در بخش شمال، شمال غرب شهرستان و نیز در محدوده جنوبی می باشد. جهت رو به جنوب بیش تر از لحاظ بحث آفتاب گیر بودن و استفاده از انرژی حایز اهمیت می باشد(شکل ۴).



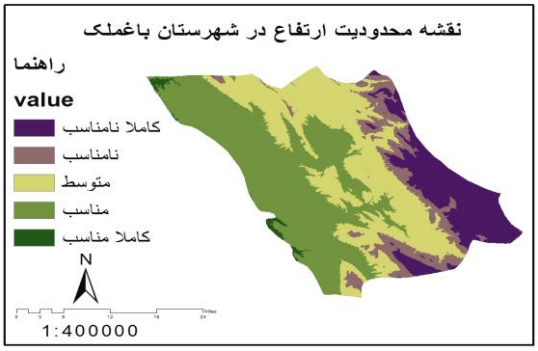
شکل۴-نقشه محدودیت جهات جغرافیایی

Figure 4- Restriction map of aspect



شکل۵- نقشه محدودیت شیب

Figure 5- Restriction map of slop

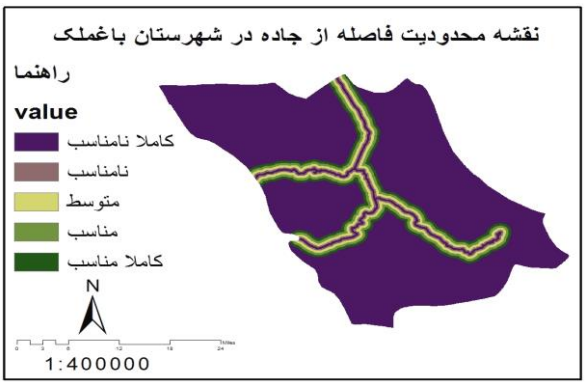


شکل۶- نقشه محدودیت ارتفاع

Figure 6- Restriction map of elevation

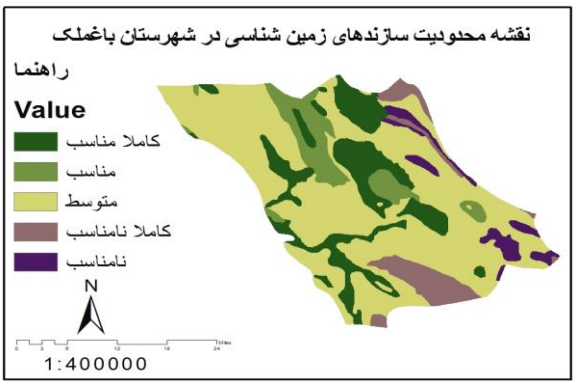
اطلاعات زمین‌شناسی به برنامه ریز امکان می‌دهد تا تعیین کند چه مکان‌هایی می‌توانند به دلایلی نامطمئن گردند و در کجا ساخت و ساز تنها به صورت هایی خاص ممکن می‌شود(۲۰). طبق مطالعات انجام یافته توسط احمدی با توجه به نوع سازند-زمین شناسی، میزان آهک و بافت خاک تاثیرات خود را اعمال می‌نمایند. نمک تشدیدکننده و آهک کند کننده حرکات توده-ای در سازندها عمل می‌کنند(۲۱). از بین سازندهای موجود، آغاجاری کواترنری و بختیاری تقریباً در یک کلاس قرار دارند و به دلیل آهکی بودن نسبت به فرسایش مقاوم هستند، اما سازند بختیاری و آغاجاری به دلیل خاصیت کنگلومرایی و سیمانی بودن برای توسعه شهری بسیار مناسب نبوده، بنابراین سازند کواترنری برای استقرار توسعه شهری ارزش آمایشی یک را شامل شده و دو سازند دیگر در طبقه مناسب قرار گرفته است. از بین سازندهای گورپی، پابده و گچساران تقریبا همه نمک دار هستند که حرکات توده ای را زیاد کرده و باعث زمین لغزش می گردد ولی سازند گچساران به دلیل داشتن ماسه سنگ و آهک نسبت به گورپی و پابده (که حاوی مارن و رس می‌باشند و رطوبت پذیری بالا دارند) پایدارتر می‌باشد(شکل۸). طبقات فرسایشی منطقه مطالعاتی شامل ۵ طبقه: فرسایش جزئی، کم، متوسط، شدید و بسیار شدید است که فرسایش کم‌تر برای استقرار کاربری شهری حایز اهمیت می باشد (شکل۱۰).

فاصله از آب‌های سطحی از نظر سانحه‌خیزی برای کاربری شهری قابل توجه می‌باشد. جاده‌ها و تاسیسات حاشیه رودخانه‌ها مهم‌ترین مکان هایی هستند که دستخوش خطرهای سیل می‌باشند. بنابراین رعایت فاصله مناسب از آب‌های سطحی می‌بایستی در نظر گرفته شود(شکل ۹). در مورد بافت خاک تقریباً تمام منطقه مطالعاتی را خاک لیتوسل (خاک‌های دارای قلوه سنگ) در برگرفته است که از نظر مقاومت خوب و در محدوده کاملاً مناسب برای کاربری شهری قرار گرفته است (شکل ۱۵). امروزه زیرساخت های ارتباطی دارای اهمیت فوق العاده ای هستند. علت این امر از بین رفتن محدودیت‌های زمانی و مکانی و فرصت های اقتصادی و اجتماعی است که در اختیار جوامع قرار می گیرد(۲۲). جاده‌های دسترسی می-بایستی از دو جنبه بررسی گردد: ۱- طرح های توسعه آتی برای جاده‌ها بایستی درنظر گرفته شود بنابراین فاصله ۲۰۰۰ متری از جاده مناسب است. ۲- فاصله بسیار زیاد نیز از جنبه عدم دسترسی به جاده حایز اهمیت می‌باشد بنابراین فاصله بیش تر از ۲۰۰۰ متر نیز به دلیل عدم دسترسی ارزش آمایشی صفر را به خود اختصاص داده است. در کل فاصله بیش تر از ۲۰۰۰ متر از جاده و کم تر از ۲۰۰ متر برای توسعه شهری بسیار نامناسب می باشد که در شکل ۷ این محدوده نشان داده شده است.



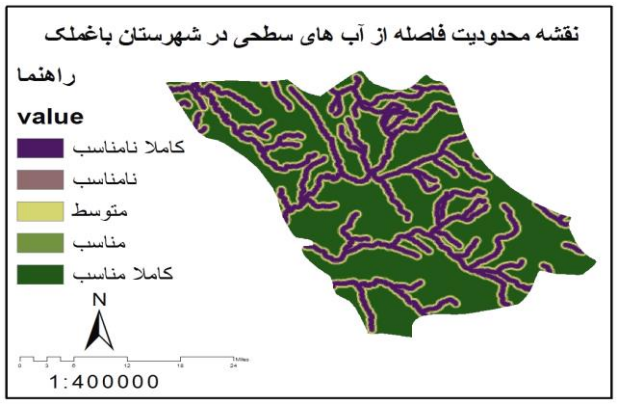
شکل۷- نقشه محدودیت فاصله از جاده

Figure 7- Restriction map of distance to road



شکل۸ – نقشه محدودیت سازندها

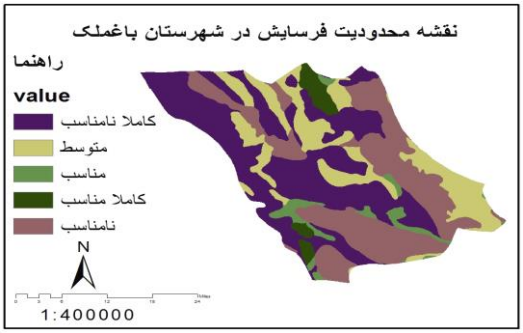
Figure 8- Restriction map of geological information



شکل۹- نقشه محدودیت فاصله از آب‌سطحی

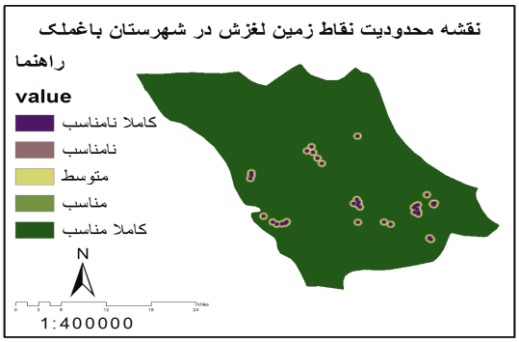
Figure 9- Restriction map of distance to surface water

نقشه دما در ابتدا به صورت منحنی‌های هم دمای ۱۲تا ۲۴ درجه سانتی گراد و نقشه بارش نیز به صورت منحی‌های هم بارش ۴۵۰ تا ۸۰۰ میلی متر است، که مطابق با جدول ۴ بر حسب ارزش آمایشی نقشه رستری آن تهیه گردید(شکل۱۲ و ۱۴).



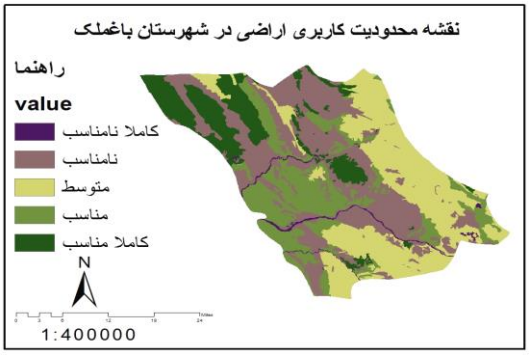
شکل۱۰- نقشه محدودیت فرسایش

Figure 10- Restriction map of erosion



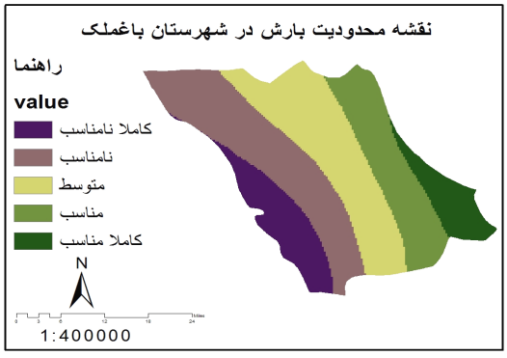
شکل۱۱- نقشه محدودیت نقاط زمین لغزش

Figure 11- Restriction map of landslide point



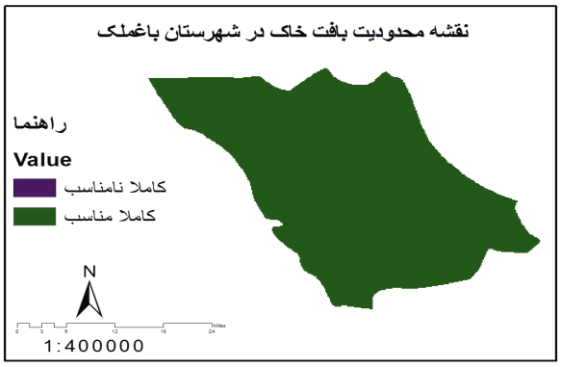
شکل۱۲- نقشه محدودیت بارش

Figure 12- Restriction map of precipitation



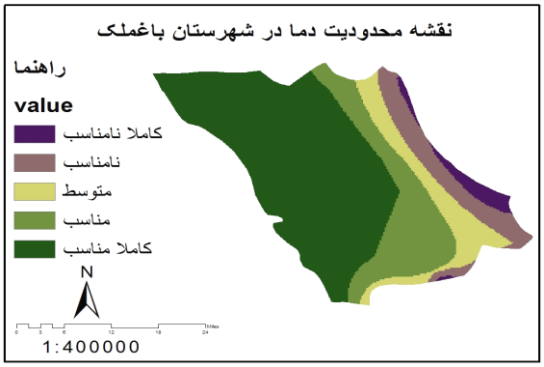
شکل ۱۳- نقشه محدودیت کاربری اراضی

Figure 13- Restriction map of land use type



شکل۱۴- نقشه محدودیت دما

Figure 14- Restriction map of temperature



شکل ۱۵- نقشه محدودیت خاک

Figure 15- Restriction map of soil

بعد از تهیه لایه‌های رستری با استفاده از رابطه خطی (۴) تمامی لایه ها رویهم گذاری وزنی شده و مناطق کاملاً نامناسب، نامناسب، متوسط، مناسب و کاملاً مناسب جهت توسعه فیزیکی‌شهرستان باغملک مشخص شدند. در جدول ۵ طبقات پنج گانه نقشه نهایی بر حسب درصد، تعداد پیکسل و وضعیت‌توان نشان داده شده است. نتایج حاصل از ارزیابی تناسب توسعه شهری موید آن است که این عرصه پتانسیل بسیار پایین برای کاربری توسعه شهری را داراست. در شکل۱۶ نقشه نهایی توسعه فیزیکی شهرستان باغملک نشان داده شده است.

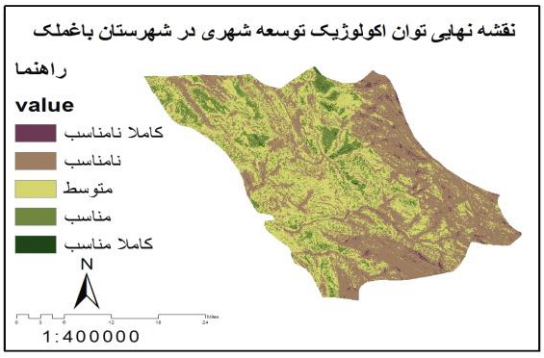
رابطه (۴) :

Irrigated physical Urban Development = (0.017 * [tempreture]) + (0.051 * [precipitation]) + (0.203 * [slop]) + (0.092 * [aspect]) + (0.041 * [elevation]) + (0.125 * [sazand]) + (0.036 * [earthquick place]) + (0.189 * [texture]) + (0.063 * [erision]) + (0.047 * [distance from road]) + (0.030 * [distance from surface water]) + (0.106 * [land use])

جدول۵- طبقات پنج گانه نقشه نهایی توسعه شهری بر حسب درصد، تعداد پیکسل و وضعیت‌توان

Table 5- Five class of final map classification according to percent, pixel and potential status

کلاس	تعداد پیکسل	درصد	وضعیت توان
۱	۳۱۳۰۵	۴۶/۶۵	کاملاً نامناسب
۲	۱۲۵۶۱۶	۳۹/۶۲	نامناسب
۳	۱۰۶۶۹۲	۱۲/۲۷	توان متوسط
۴	۳۳۰۴۳۸	۱/۱۷	مناسب
۵	۷۸۹۴	۰/۲۹	کاملاً مناسب



شکل۱۶- نقشه نهایی توسعه فیزیکی در شهرستان باغملک

Figure 16- Final map of physical development in Baghmalek district

بحث و نتیجه گیری

برنامه ریزی جهت توسعه و گسترش شهرها نیازمند شناخت ویژگی های منطقه می باشد. چنانچه کاربری ها متناسب با توان سرزمین مکان یابی نشوند، مشکلات بسیاری در توسعه آتی به وجود خواهد آمد. بنابراین انجام ارزیابی توان به منظور تعیین قابلیت و توان سرزمین برای استقرار کاربری ها امری ضروری است. امروزه به دلیل پیچیدگی مسایل شهری نیازمند معیارهای متعددی برای مکان یابی می باشیم که به دلیل حجم زیاد داده ها استفاده از روش های سنتی امکان پذیر نبوده. لذا در این مقاله سعی گردید با تلفیق روش تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی لایه ها بر اساس منطق فازی ارزش گذاری شوند تا مناطق مناسب برای توسعه شهری تعیین گردند. طبق منطق بولین مقدار یک به معنای مناسب بودن و مقدار صفر به معنای نامناسب بودن موقعیت مکانی پیکسل ها است و عضویت عناصر از الگوی صفر و یک تبعیت می کند. استفاده از منطق بولین به دلیل حذف لایه های کم اهمیت تر کاهش دقت کار را به دنبال دارد در حالی که منطق فازی بر عضویت درجه بندی شده تاکید می کند و نظرات مختلف را می توان در ارزش دادن به شاخص ها در نظر گرفت. همچنین می توان تغییر تدریجی میزان توان اکولوژیکی هر پهنه را واضح تر نشان داد که نشان دهنده مزیت روش تصمیم گیری چندشاخصه مبتنی بر منطق فازی نسبت به منطق بولین می باشد. تاکید این تحقیق بر تلفیق معیارهای فیزیکی موثر در توسعه شهری به صورت کمی است تا بتوان برنامه ریزی صحیحی برای مناطقی که دارای توان و معیارهای مناسب هستند، انجام داد. در این تحقیق ارزش¬دهی لایه¬ها بر اساس منطق فازی انجام گرفت، بدین مفهوم که هر لایه به پنج کلاس شامل کلاس کاملاً مناسب با ارزش آمایشی ۱، کلاس مناسب با ارزش آمایشی ۰/۷، کلاس متوسط با ارزش آمایشی۰/۵، کلاس نامناسب با ارزش آمایشی ۰/۳ و کلاس کاملاً نامناسب با ارزش آمایشی صفر طبقه بندی شدند، سپس وزن های محاسبه شده از طریق نرم افزار Export choice برای لایه های ۱۲ گانه از طریق روی‌هم گذاری وزنی اعمال شد و در نهایت حاصل ضرب ارزش فازی کلاس های هر لایه در وزن لایه، ارزش نهایی هر سلول را از نظر کاربری توسعه شهری نشان داد. بررسی موانع توسعه شهری در این پژوهش نشان داد که فضای شهری از جهات جنوب شرقی و شرق با ارتفاعات کوهستانی مواجه است که در توسعه آتی محدودیت ایجاد می کند و شرایط کاملا نامطلوبی را جهت توسعه شهر به وجود آورده است. همچنین نتایج حاصل حاکی از آن است که مناطق کاملاً مناسب برای توسعه شهری تقریباً در بخش شمالی گسترش یافته است و تنها ۰/۲۹ ٪ از کل منطقه مطالعاتی را در بر گرفته است. از آن جا که در این تحقیق تنها معیارهای فیزیکی به منظور استقرار کاربری توسعه شهری در نظر گرفته شد، لذا پیشنهاد می گردد در تحقیقات آتی معیارهای دیگر از جمله مسایل اجتماعی و فرهنگی و ... نیز مورد توجه قرار گیرند.

منابع

1- Mobaraki, o., Mohammadi, J., Zarrabi, A., 2012, Strategy for Sustainable Urban Development: A Case Study of Urmia City, Iran, Greener Journal of Social Sciences, V 2 n (1), p: 41-49.

2- Kheikhah Zarkesh, M.m., Almasi, N., Taghizadeh, F., 2011, Ecotourism Land Capability Evaluation Using Spatial Multi Criteria Evaluation ,Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology V3 n(7) p: 693-700

3- Ghamgosar, M., Haghyghy, M., Mehrdoust, F., Arshad, N, 2011, Multicriteria Decision Making Based on Analytical Hierarchy Process (AHP) in GIS for Tourism, Middle-East Journal of Scientific Research V10 n (4) p: 501-507

۴- مخدوم، مجید. درویش صفت، علی اصغر.« ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی»، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۰، ۳۰۴ صفحه.

5- Phillis, Y.A., L.A.A., 2001, sustainability: an ill-defined concept and its assessment using fuzzy logic, Ecological economic. N (37).p:453-456

۶- منوری، مسعود. کاشی ساز، مهناز. افخمی، مهران. کرباسی، عبدالرضا.«کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در ارزیابی توان اکولوژیک توسعه روستایی- شهری منطقه صیدون استان خوزستان»، مجله محیط زیست و توسعه،۱۳۸۹، جلد ۱،شماره ۱، صفحه ۴۳-۵۰.

7- Polat, E., 2012, an Approach for Land-Use Suitability Assessment Using Decision Support Systems, AHP and GIS, Green and Ecological Technologies for Urban Planning, n (12) P: 1-22

8- Sudhira, H.S., Ramachandra, T.V., Jagadish, K.S., 2004. Urban sprawl: metrics, dynamics and modeling using GIS. Internatoinal Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. V (5), p: 29-39.

9- Zhang, Y., Sun, Y., Qin, J., 2012, Sustainable development of coal cities in Heilongjiang province based on AHP method, International Journal of Mining Science and Technology V 22, n (1), P: 133–137.

10- Awasthi, A., Chauhan , S., 2012, A hybrid approach integrating Affinity Diagram, AHP and fuzzy TOPSIS for sustainable city logistics planning, science direct journal, V 36 n(2), p:573–584

11- Sehnnaz S., 2010, combining AHP with GIS for landfill site Journal of Engineering Science and Design, V1 N (3) p: 134-144

12- Svoray, T., Tsafra, B., 2005, Urban land-use allocation in a Mediterranean ecotone: Habitat Heterogeneity Model incorporated in a GIS using a multicriteria mechanism, Journal of Landscape and Urban Planning, V 72, p: 337–351

13- Peter H.S., Riad, Max Billib, Ahmed A., Hassan, Maha Abdel Salam ,Mohamed Nour El Din, 2011, application of the overlay weighted model and Boolean logic to determine the best locations for artificial recharge of groundwater, Journal of Urban and Environmental Engineering, v5 n(2), p.57-66.

14- Chen, V.Y.C., 2012, Fuzzy MADM approach for selecting the best wetlands environment plan, Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 13th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS), p: 2065 – 2069 .

15- Kohpayeh.M., Rashidi nejad, H., rashidi nejad, F., Ghasemi, S., 2013, Determination of the Ecological Potential and Strategic Management of Ecotourism Using MADM Method (Study Case: Qeshm Island), Reef Resources Assessment and Management Technical Paper, Vol. 38, n (5), p: 410 -419

۱۶- قدسی پور، سید حسن،« فرآیند تحلیل سلسله مراتبی»، چاپ نهم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۹۰، ۲۲۲صفحه.

17- Saaty, T.L., 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of Mathematical Psychology V15 n (3), 231–281.

۱۸- وزارت نیرو، سازمان آب و برق خوزستان، گزارش هواشناسی،۱۳۸۴، بازنگری مطالعات مرحله اول نیروگاه برقابی، صفحه ۱-۱۳۶.

۱۹- مرکز آمار ایران،۱۳۸۹، برآورد جمعیت شهرستان های استان خوزستان.

۲۰- سرور، رحیم، ۱۳۸۷، «جغرافیای کاربردی و آمایش سرزمین»، چاپ سوم، انتشارات سمت،۱۳۸۷،۲۴۱ صفحه.

۲۱- احمدی، حسن،« ژئومورفولوژی کاربردی: بیابان- فرسایش بادی»، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران،۱۳۸۵، جلد دو ،۷۰۶ صفحه.

۲۲- شورت جان رنای. هیوم کیم یونگ. جهانی شدن وشهر. ترجمه پوراحمد احمد. رستمی شایان.چاپ ۲. تهران. انتشارات؛ جهاد دانشگاهی. ۱۳۸۵. ۲۷۲صفحه.