

ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری با استفاده از تلفیق فرآیند تحلیل سلسله-

مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعه موردی: شهرستان باغملک)

پانته آ آذری*^۱

parinaz_azari@yahoo.com

علی شیرزادی بابکان^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۰۷

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 مکان‌های 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 ارزش‌دهی و وزن‌دهی به دست آمده به آن‌ها اعمال گردید و نقشه توان اکولوژیک با استفاده از رویهم‌گذاری وزنی لایه‌ها به دست آمد.

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

نتیجه‌گیری: بر اساس نقشه نهایی طبقه‌بندی می‌توان نتیجه گرفت که پهنه‌های مساعد جهت توسعه فیزیکی آبی شهرستان باغملک بیش‌تر در بخش شمالی گسترش یافته است. از طرفی دیگر جهات جنوب شرقی و شرق به دلیل کوهستانی بودن در توسعه آبی محدودیت بیش‌تری را اعمال می‌کند.

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

۱- * (مسئول 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.

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 Babakan²

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 برنامه‌ریزی 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 بهره‌برداری 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. روش‌های MCDM در مقایسه با روش‌های سنتی که برخی از عوامل مهم را به سبب محدودیت‌های موجود نادیده می‌گرفتند، حایز اهمیت می‌باشند. از پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره میتوان تصمیم‌گیری چند شاخصه را نام برد که از یک رویکرد رتبه‌بندی استفاده می‌کند. روش‌های 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، روی هم‌گذاری 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 میطلبد که 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 می‌کند، منطق فازی طیفی از ارزش‌ها در بازه صفر و یک را شامل گردیده تا امکان خطا کاهش و عدم قطعیت 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. آن‌ها برای این منظور از ۶ معیار شیب، جهت، ارتفاع، پوشش گیاهی، جنس خاک و زمین استفاده کردند که نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها 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 سلسله‌مراتبی 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 ترکیب GIS 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 جابه‌جایی کالاهای شهرها صورت گرفت و اثرات منفی آن را بر ساکنان شهرها و محیط‌زیست‌شان 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 پهنه‌ها به منظور استقرار کاربری‌های مختلف:

Sehnnaz توان اکولوژیکی منطقه‌ای در ترکیه را به منظور دفن پسماند مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق ۳ معیار و ۱۰ زیرمعیار انتخاب شد که توسط فرآیند تصمیم‌گیری 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 ارائه 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 تصمیم‌گیری 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 منطقه‌های 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 کاربری‌های مورد نظر نمود. متأسفانه در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران برای مکانیابی مناطق مناسب برای استقرار کاربری‌ها 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 اکولوژیکی 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 بهره‌برداری کنیم.

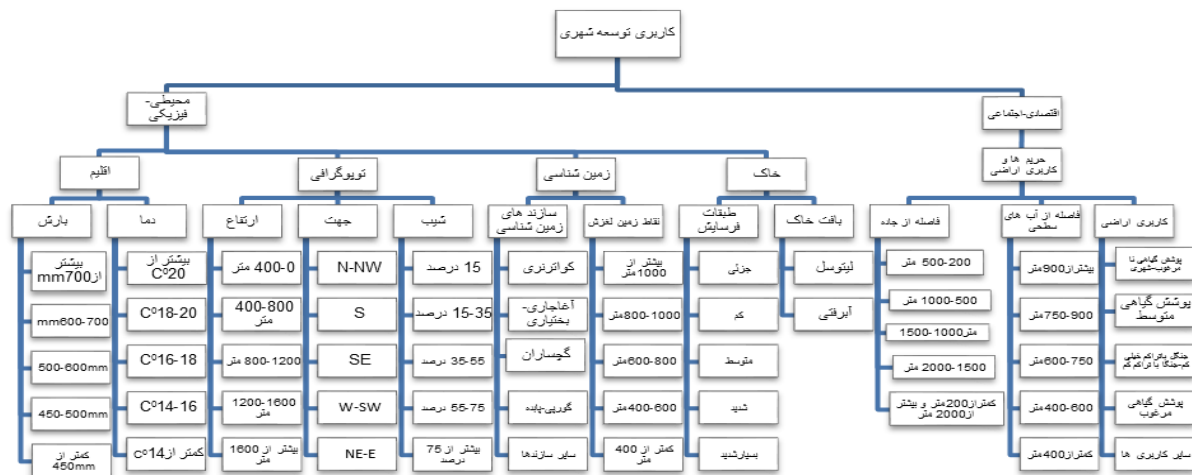
روش بررسی

در این تحقیق به منظور تعیین مطلوب‌ترین پهنه برای توسعه شهری، روشی مبتنی بر تلفیق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی ارائه 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

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. در این تحقیق به دلیل فیزیکی بودن معیارهای انتخابی و واقع نشدن منطقه مطالعاتی در هیچ یک از مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست معیار حیات وحش از سوی کارشناسان در منطقه مطالعاتی انتخاب نگردید. در شکل ۱ ساختار سلسله‌مراتبی توسعه فیزیکی در شهرستان باغملک نشان داده شده است.

سوی متخصصان می‌باشیم. 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 خیرگی 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.



شکل ۱- ساختار سلسله‌مراتبی توسعه فیزیکی در شهرستان باغملک

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

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.

پس از تشکیل ساختار سلسله‌مراتبی، ماتریس مربعی مقایسه زوجی برای تمامی معیارها و زیرمعیارهایی که در یک سطح از ساختار سلسله‌مراتبی قرار گرفته‌اند، تهیه گردید. سپس برای تعیین اولویت دو به دو عوامل نسبت به یکدیگر، پرسش-

جدول ۱- مقیاس درجه اهمیت برای مقایسه زوجی

Table 1- The fundamental scale for pair-wise comparisons

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

منبع: (۱۶)

اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارها مشخص شود. در جدول ۲ وزن نسبی و نهایی معیارها و زیرمعیارها نشان داده شده است.

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

جدول ۲- وزن نسبی و نهایی معیارها و زیرمعیارها

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

ردیف	معیارها	وزن نسبی معیارها	زیرمعیارها	وزن نسبی زیرمعیارها	وزن نهایی زیرمعیارها
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	-	-	سازندهای زمین شناسی	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

کرد. نرخ سازگاری^۱ (CR) از نسبت اندکس استحکام^۲ (CI) بر یک اندکس میانگین^۳ (RI) به دست می‌آید (۱۶)، که در رابطه

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

1- Consistency rate

2- Consistency index

3- Random index

رابطه (۱): $CR = CI/RI$

مقادیر اندکس میانگین ماتریس‌ها از پیش تعیین شده است. ساعتی مقادیر RI را برای ماتریس‌هایی تا مرتبه ۱۵ محاسبه کرده است که در جدول ۳ نشان داده شده است.

(۱) نشان داده شده است. اگر مقدار CR کم تر از ۰/۱ باشد، نشان‌گر آن است که قضاوت‌های انجام یافته در سطح قابل قبولی انجام گرفته است. در غیر این صورت بایستی مقایسه‌ها بار دیگر، توسط افراد باتجربه و با دقت بیش تری صورت گیرد.

جدول ۳: مقادیر ارایه شده برای اندکس میانگین R.I

Table 3: The values presented for random Index

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

منبع: (۱۷)

شد. در همپوشانی وزنی طبق رابطه (۳)، وزن هر لایه در ارزش آمایشی اطلاعات آن لایه ضرب و سپس با لایه‌های دیگر جمع گردید.

رابطه (۳): $W1S1+W2S2+.....+WiSi$

$Wi =$ وزن هر لایه که با استفاده از نرم افزار Expert

choice محاسبه گردید.

$Si =$ ارزش آمایشی اطلاعات هر لایه.

منطقه مورد مطالعه

شهرستان باغملک با مساحت ۲۲۵۱ کیلومتر مربع در شرق استان خوزستان و در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی واقع شده است. این منطقه در ارتفاعی کم تر از ۴۰۰ متر در غرب تا بیش تر از ۳۰۰۰ متر از سطح دریا در شرق قرار داشته و به طور کلی از غرب به شرق به ارتفاع آن افزوده می شود (۱۸). برآورد کل جمعیت شهرستان باغملک در سال ۱۳۸۹ برابر با ۱۰۸۹۶۷ نفر می باشد (۱۹). در شکل ۲ موقعیت جغرافیایی شهرستان باغملک نشان داده شده است.

مقدار این اندکس برای ماتریس‌هایی با مرتبه بزرگ‌تر از ۸ تقریباً ۱/۴۵ محاسبه شده است. مقادیر اندکس استحکام، که میزان انحراف از سازگاری را نشان می دهد، مستقیماً از رابطه (۲) محاسبه می شود.

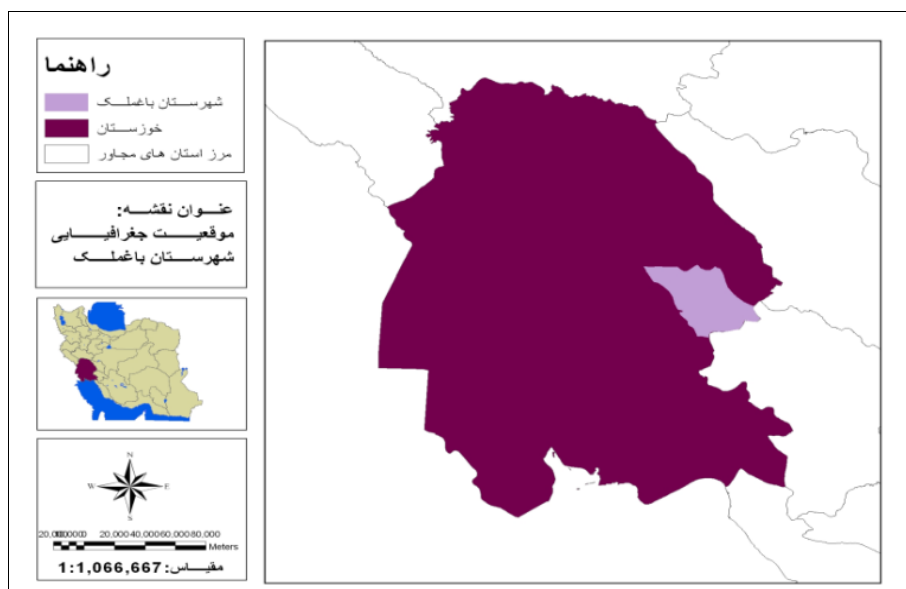
رابطه (۲): $CI = \lambda_{max-n} / n-1$

n : مرتبه ماتریس

λ_{max} : بزرگترین مقدار ویژه ماتریس

در این تحقیق میزان ناسازگاری کلیه ماتریس‌های مقایسه 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 لایه‌ها، تمامی لایه‌ها با سیستم مختصات جغرافیایی (UTM: WGS1984 Zone 39N) و مقیاس ۱:۴۰۰۰۰۰ و پیکسل سایز یکسان (۲۸) در محیط Arc GIS 10.2 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 روی هم‌گذاری وزنی همپوشانی



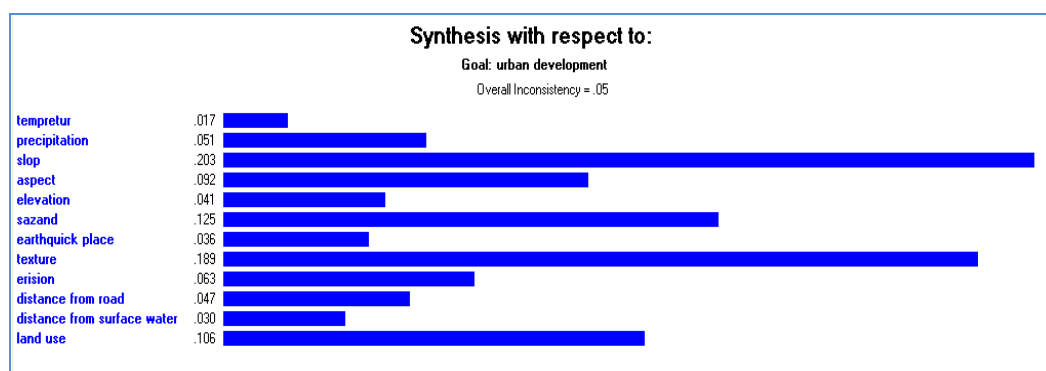
شکل ۲- موقعیت جغرافیایی شهرستان باغملک

Figure 2- Geographic location of Baghmalek district

یافته ها

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.

آن چه در این تحقیق از اهمیت به سزایی برخوردار است، وزن زیرمعیارها می باشد، زیرا نهایتاً از هر زیرمعیار در محیط Arc GIS یک لایه مجزا ساخته می شود و با توجه به وزن شان با یکدیگر ترکیب می شوند. در شکل ۳ وزن نهایی



شکل ۳- ناسازگاری کلی و رتبه بندی کلیه زیر معیارها بر اساس وزن نهایی

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

نامناسب با ارزش آمایشی ۰/۳ و کلاس کاملاً نامناسب با ارزش آمایشی صفر طبقه بندی شده است. در جدول ۴ کلاس بندی و ارزش آمایشی هر لایه جهت توسعه شهری نشان داده شده است.

رویکرد ارزش دهی به لایه های مربوط به هر زیر معیار با توجه به منطق فازی (ارزش گذاری 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 آمایشی ۰/۵، کلاس

جدول ۴- جدول رده بندی تناسب زیرمعیارها جهت توسعه شهری در منطقه

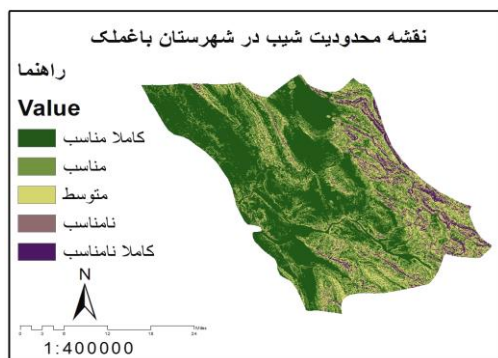
Table 4- Table of sub-criteria Suitability classification for urban development in region

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

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 زمین‌های 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 جهت برای توسعه شهری می‌باشد. بهترین جهت شیب برای استقرار توسعه شهری در بخش شمال، شمال غرب شهرستان و نیز در محدوده جنوبی می‌باشد. جهت رو به جنوب بیش تر از لحاظ بحث آفتاب گیر بودن و استفاده از انرژی حایز اهمیت می‌باشد (شکل ۴).

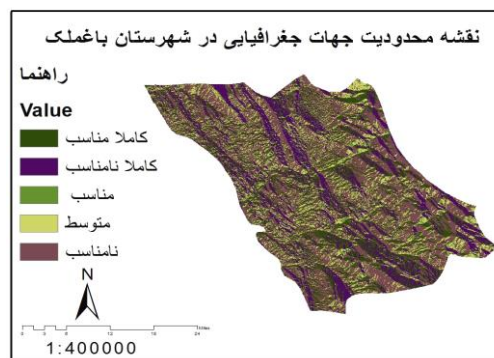
مطابق با جدول ۴ هر کدام از لایه‌های ۱۲ گانه به ۵ کلاس تقسیم شده (به استثنای لایه خاک که به دلیل وجود تنها دو نوع تیپ خاک، این لایه در دو طبقه کلاسه‌بندی شده است) سپس به هر کدام ارزش فازی بین صفر تا یک داده شد، محصول حاصل ضرب ارزش فازی کلاس‌های هر لایه در وزن لایه، ارزش نهایی هر سلول را از نظر توان اکولوژیک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

ارتفاع منطقه مطالعاتی از حدود ۳۵۰ متر تا ۳۳۰۰ 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 (شکل ۶). همچنین از لحاظ شیب، اراضی مسطح برای توسعه شهری مناسب می‌باشند. در



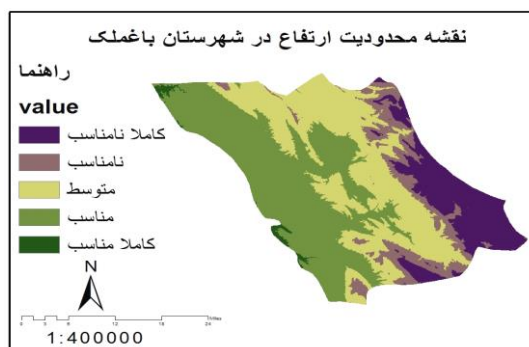
شکل ۵- نقشه محدودیت شیب

Figure 5- Restriction map of slope



شکل ۴- نقشه محدودیت جهات جغرافیایی

Figure 4- Restriction map of aspect

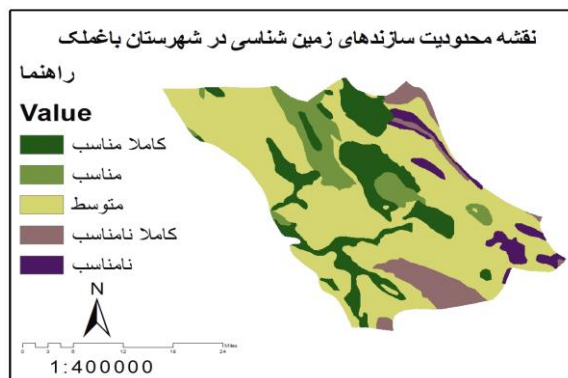


شکل ۶- نقشه محدودیت ارتفاع

Figure 6- Restriction map of elevation

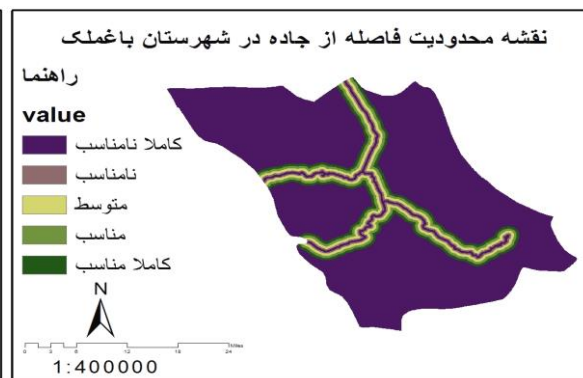
فاصله از آب‌های سطحی از نظر سانه‌خیزی برای کاربری شهری قابل توجه می‌باشد. جاده‌ها و تاسیسات حاشیه رودخانه‌ها مهم‌ترین مکان‌هایی هستند که دستخوش خطرهای سیل می‌باشند. بنابراین رعایت فاصله مناسب از آب‌های سطحی می‌بایستی در نظر گرفته شود (شکل ۹). در مورد بافت خاک تقریباً تمام منطقه مطالعاتی را خاک لیتوسل (خاک‌های دارای قلوه سنگ) در بر گرفته است که از نظر مقاومت خوب و در محدوده کاملاً مناسب برای کاربری شهری قرار گرفته است (شکل ۱۵). امروزه زیرساخت‌های ارتباطی دارای اهمیت فوق العاده‌ای هستند. علت این امر از بین رفتن محدودیت‌های زمانی و مکانی و فرصت‌های اقتصادی و اجتماعی است که در اختیار جوامع قرار می‌گیرد (۲۲). جاده‌های دسترسی می‌بایستی از دو جنبه بررسی گردد: ۱- طرح‌های توسعه آبی برای جاده‌ها بایستی در نظر 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 می‌باشد که در شکل ۷ این محدوده نشان داده شده است.

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 صورت‌هایی خاص ممکن می‌شود (۲۰). طبق مطالعات انجام یافته توسط احمدی با توجه به نوع سازند- زمین‌شناسی، 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، آغاچاری کواترنری و بختیاری تقریباً در یک کلاس قرار دارند و به دلیل آهکی بودن نسبت به فرسایش مقاوم هستند، اما سازند بختیاری و آغاچاری 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 تقریباً همه نمک دار هستند که حرکات توده ای را زیاد کرده و باعث زمین لغزش می‌گردد 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 (شکل ۸). 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 می‌باشد (شکل ۱۰).



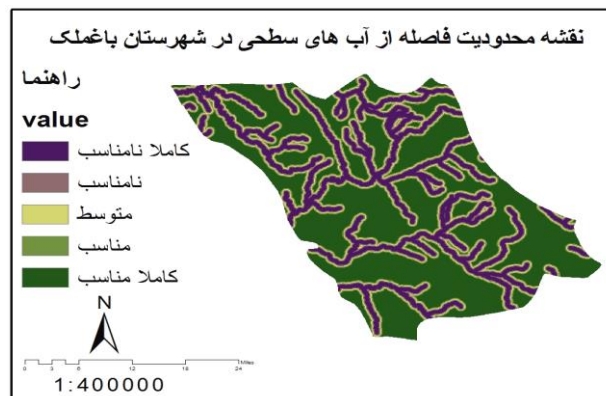
شکل ۸ - نقشه محدودیت سازندها

Figure 8- Restriction map of geological information



شکل ۷ - نقشه محدودیت فاصله از جاده

Figure 7- Restriction map of distance to road

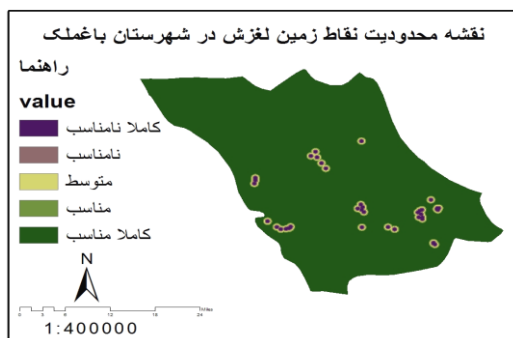


شکل ۹- نقشه محدودیت فاصله از آب سطحی

Figure 9- Restriction map of distance to surface water

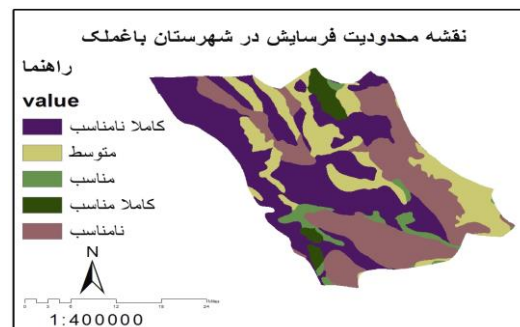
حسب ارزش آمایشی نقشه رستری آن تهیه گردید(شکل ۱۲ و ۱۴).

نقشه دما در ابتدا به صورت منحنی‌های هم دمای ۱۲ تا ۲۴ درجه سانتی گراد و نقشه بارش نیز به صورت منحنی‌های هم بارش ۴۵۰ تا ۸۰۰ میلی متر است، که مطابق با جدول ۴ بر



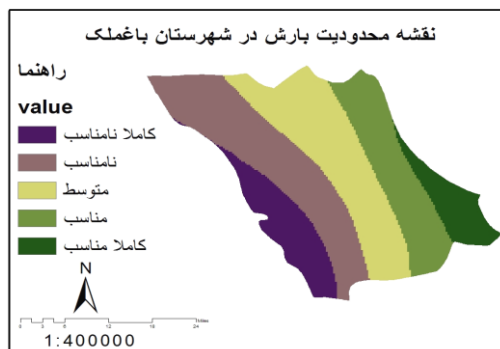
شکل ۱۱- نقشه محدودیت نقاط لغزش زمین

Figure 11- Restriction map of landslide point



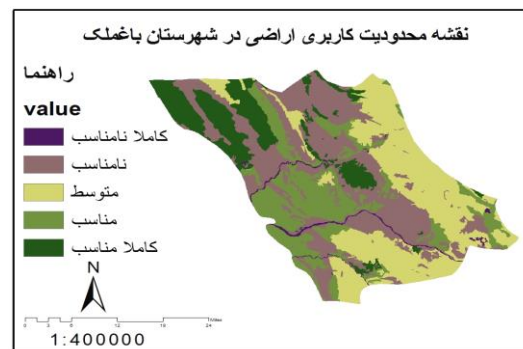
شکل ۱۰- نقشه محدودیت فرسایش

Figure 10- Restriction map of erosion



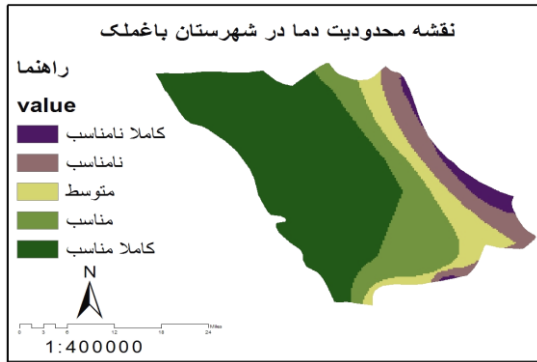
شکل ۱۳- نقشه محدودیت کاربری اراضی

Figure 13- Restriction map of land use type

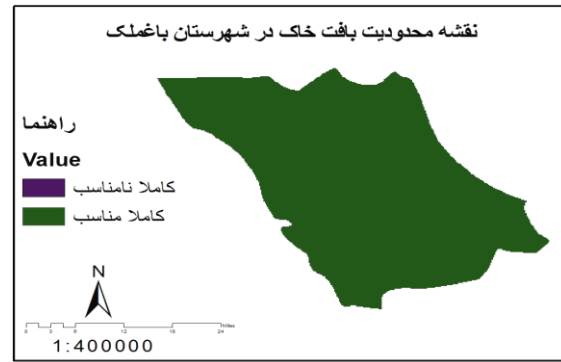


شکل ۱۲- نقشه محدودیت بارش

Figure 12- Restriction map of precipitation



شکل ۱۵- نقشه محدودیت خاک
Figure 15- Restriction map of soil



شکل ۱۴- نقشه محدودیت دما
Figure 14- Restriction map of temperature

رابطه (۴) :

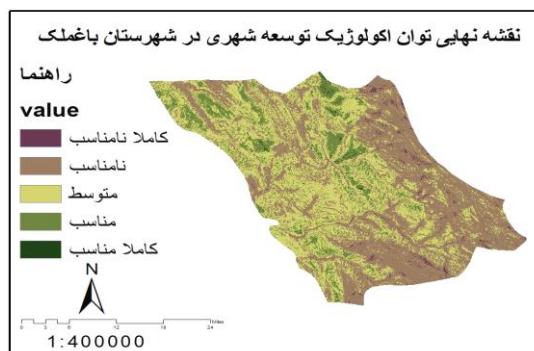
$$\text{Irrigated physical Urban Development} = (0.017 * [\text{temperture}]) + (0.051 * [\text{precipitation}]) + (0.203 * [\text{slop}]) + (0.092 * [\text{aspect}]) + (0.041 * [\text{elevation}]) + (0.125 * [\text{sazand}]) + (0.036 * [\text{earthquick place}]) + (0.189 * [\text{texture}]) + (0.063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

بعد از تهیه لایه‌های رستری با استفاده از رابطه خطی (۴) تمامی لایه‌ها رویهم گذاری وزنی شده و مناطق کاملاً نامناسب، نامناسب، متوسط، مناسب و کاملاً مناسب جهت توسعه فیزیکی شهرستان باغملک مشخص شدند. در جدول ۵ طبقات پنج گانه نقشه نهایی بر حسب درصد، تعداد پیکسل و وضعیت توان نشان داده شده است. نتایج حاصل از ارزیابی تناسب توسعه شهری موید آن است که این عرصه پتانسیل بسیار پایینی برای کاربری توسعه شهری را داراست. در شکل ۱۶ نقشه نهایی توسعه فیزیکی شهرستان باغملک نشان داده شده است.

جدول ۵- طبقات پنج گانه نقشه نهایی توسعه شهری بر حسب درصد، تعداد پیکسل و وضعیت توان

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

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



شکل ۱۶- نقشه نهایی توسعه فیزیکی در شهرستان باغملک

Figure 16- Final map of physical development in Baghmalek district

بحث و نتیجه گیری

هستند، انجام داد. در این تحقیق ارزش ۶ لایه ۶ها 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 آمایشی ۰/۵، 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 روی هم 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 کاملاً 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.

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

منابع

- 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. *International 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- Sehnaz 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.
- 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، مهنناز. 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*

- 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 و شهر. ترجمه پورا احمد احمد. رستمی شایان. چاپ ۲. تهران. انتشارات؛ جهاد دانشگاهی. ۱۳۸۵. ۲۷۲ صفحه.
- 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، ۲۲۲ صفحه.
- 17- Saaty, T.L., 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology* V15 n (3), 231–281.