

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۲۷، تابستان ۱۳۹۷

وصول مقاله: ۱۳۹۶/۴/۱۴

تأیید نهایی: ۱۳۹۶/۱۰/۱۷

صفحات: ۲۲۴ - ۲۰۵

## ارزیابی توان اکولوژیک شهر گرگان به منظور تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری

دکتر صالح آرخی<sup>۱</sup>، دکتر علی اکبر نجفی کانی<sup>۲</sup>، طاهره بابائیان<sup>۳</sup>

### چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی فرایند ارزیابی توان اکولوژیک شهر گرگان به منظور تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری است. روش تحقیق در این پژوهش از نوع توصیفی - تحلیلی است؛ بدین صورت که به منظور دستیابی به هدف تحقیق، ابتدا اطلاعات مورد نیاز منطقه با استفاده از منابع اطلاعاتی موجود و کار میدانی و مصاحبه با متخصصان مربوط جمع آوری شده و در ادامه با کاربرد رویکرد ارزیابی چندمعیاره و به طور مشخص استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی که یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمنظوره برای موقعیت‌های پیچیده‌ای که سنج‌های چندگانه و متضادی دارند، در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی به ارزشیابی، تجزیه و تحلیل، جمع‌بندی و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی پرداخته شده است. براساس نتایج به دست آمده، تمام منطقه مورد مطالعه از نظر معیار ارتفاع و بخش اعظم محدوده مورد مطالعه از لحاظ معیارهای شیب، کاربری زمین، راه‌های ارتباطی و بارش در جهت تعیین نقاط بهینه توسعه شهری مناسب و معیارهای جهت شیب، خاک، زمین‌شناسی، گسل، فاصله از رودخانه در محدوده مورد مطالعه در جهت توسعه شهری دارای محدودیت می‌باشند. در نهایت ۱۱/۷۳ درصد از این محدوده دارای قابلیت بسیار مناسب و ۲۱/۹۱ درصد دارای توان مناسب و ۲۷/۰۳ درصد دارای توان متوسطی برای توسعه شهری است. از سوی دیگر ۲۶/۰۷ درصد از این محدوده دارای توان نامناسب و ۱۳/۲۶ درصد دارای محدودیت بسیار زیاد برای توسعه شهری است. در مجموع، شهر گرگان در محدوده مورد مطالعه، بیشتر دارای توان متوسطی در جهت توسعه شهری است.

کلید واژگان: ارزیابی توان اکولوژیک، توسعه شهری، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، گرگان.

### مقدمه و بیان مسأله

همزمان با توسعه روزافزون شهرها، مشکلات بیشتری نیز برای جوامع شهری به وجود می‌آید و به صورت مسائل بسیار جدی در زندگی روزمره بشر ظاهر می‌شوند. از سویی، نمی‌توان توسعه شهرها را که از جنبه‌های ضروری برای ادامه حیات و فعالیت‌های انسان است، محدود ساخت؛ بلکه باید آن‌ها را متناسب با نیازهای امروز و فردای بشر آماده کرد، به گونه‌ای که از وارد آمدن آسیب بر محیط زیست نیز جلوگیری شود (قراگوزلو، ۱۳۸۴: ۱۶۰)؛ بنابراین توسعه مناسب شهری نیز هنگامی محقق می‌شود که از سرزمین به تناسب پتانسیل‌ها و قابلیت‌های آن استفاده شود. بر این اساس، شناسایی پتانسیل‌ها و قابلیت‌های سرزمین پیش از استقرار بر روی آن و بارگذاری کاربری‌ها و فعالیت‌های شهری بسیار حائز اهمیت است. در غیر این صورت توسعه شهرها و سکونتگاه‌ها به گونه‌ای صورت خواهد گرفت که محدودیت‌های طبیعی و اکولوژیکی مانع از استمرار فعالیت‌ها شده و عملاً بسیاری از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده به هدر خواهد رفت. بر این اساس می‌بایست قبل از هرگونه مداخله در اراضی، توان اکولوژیکی آن سرزمین به منظور توسعه مورد نظر ارزیابی شود تا براساس این توان و با مدنظر قراردادن نیازهای اقتصادی و اجتماعی، به توسعه مناسب شهرها پرداخت (پورجعفر و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۲-۱۱)؛ از این رو، در چند دهه اخیر، بسیاری از کشورها برنامه‌ریزی سرزمین براساس آمایش و ارزیابی توان اکولوژیکی را مهم‌ترین ابزار و عامل تحقق توسعه پایدار و مناسب به شمار آورده‌اند. در ایران نیز آمایش سرزمین برای هماهنگی ارتباط میان انسان، فضا و فعالیت‌های انسان در فضا انجام می‌شود و تأکید خاصی بر دیدگاه فضایی در برنامه‌ریزی توسعه و تکامل ملی دارد. هدف و آرمان چنین دیدگاهی، استفاده مطلوب از منابع طبیعی و نیروی انسانی در جهت کفایت اقتصادی و اجتماعی است (پوراحمد و شمعی، ۱۳۸۰: ۳۲-۳)؛ بنابراین با توجه به وضعیت منابع زیستی کشور، برنامه‌ریزی در خصوص توسعه

و عمران ملی و منطقه‌ای با نگرش به استعداد و قابلیت‌های سرزمین و در چارچوب توان و گنجایش محیط و با اجرای دیدگاه و تفکر آمایشی و اصول پایداری توسعه که همانا توسعه متوازن و متعادل است، صورت گیرد (میرداودی و همکاران، ۱۳۸۷: ۲۵۵-۲۴۲). ارزیابی توان اکولوژیکی به عنوان هسته مطالعات زیست‌محیطی با پیشگیری بحران‌های موجود، بستر مناسبی را برای برنامه‌ریزی زیست‌محیطی فراهم می‌آورد (عزیزیان و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۲۸-۱۱۳). از آنجا که یکی از وظایف مدیریت شهری، هدایت نحوه و شدت استفاده از اراضی با توجه به توان‌های برآوردی است؛ از این رو برنامه‌ریزی مبتنی بر توان‌های بالقوه سرزمین شاید بهترین راهکار در جهت جلوگیری از ادامه بحران‌های موجود و کاهش تأثیرات سوء آن‌ها باشد. همچنین افزایش جمعیت شهر گران در پی هجوم مهاجران، گسترش بی‌رویه و پرشتاب پیکره این شهر و توسعه صنایع، اگرچه زاینده مجموعه‌ای از عوامل اقتصادی و اجتماعی است، ولی سرچشمه بسیاری از مشکلات زیست‌محیطی نیز است؛ بنابراین به منظور توسعه پایدار منطقه مورد مطالعه و بهره‌گیری پایدار و درخور، شناسایی ویژگی‌های اکولوژیکی این منطقه و ارزیابی توان آن جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری، ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به اهمیت موضوع، این تحقیق سعی دارد با به کارگیری مدلی کلی‌نگر و انعطاف‌پذیر به ارزیابی توان اکولوژیکی توسعه شهری با بهره‌گیری از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی بپردازد که در آن، مهم‌ترین معیارهای توان اکولوژیکی توسعه شهری در قالب ساختاری سلسله‌مراتبی و با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی تحلیل شده، سپس نقشه پهنه‌بندی محدوده مورد مطالعه، براساس توان اکولوژیکی توسعه شهری ارائه شود.

### مبانی نظری تحقیق

در پی نابودی منابع و بروز بحران‌های زیست‌محیطی از جمله توسعه و رشد کلان‌شهرها، که بخش وسیعی از

پیش‌بینی ریاضی، پایگاه داده و اصول دانش را تلفیق می‌کنند، یکی از ابزارهای آینده‌نگری برای حل مشکلات محیط زیست منطقه‌ای می‌باشند؛ بنابراین، اطلاعات کیفی باید در اصول علمی GIS<sup>۱</sup> ذخیره شده و برای مدل‌های پیش‌بینی استفاده شوند. آن‌ها همچنین می‌گویند که ساختار GIS برای حل مشکلات منطقه‌ای به رهیافت جدیدی در جهت پیش‌بینی محیط زیست منطقه‌ای نیاز دارد. همچنین فنون تجزیه و تحلیل تناسب کاربری اراضی با کمک GIS به میزان زیادی ساختار جامع فعالیت‌های برنامه‌ریزی شهری، منطقه‌ای و زیست‌محیطی را تشکیل داده است (Wolfslehner et al, 2005:157-170).

حفاظت محیط زیست، نیاز به ایجاد تعادل بین توسعه مراکز و کانون‌های جمعیتی و عرصه‌های طبیعی دارد. یکی از ابزارهایی که به ایجاد این تعادل کمک می‌کند، ارزیابی توان اکولوژیک است که به‌عنوان ابزاری برای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین به‌منظور انتخاب کاربری بهینه و مدیریت زیست‌محیطی، برای دستیابی به توسعه پایدار است (شناور و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۴۹-۱۲۹). همچنین ارزیابی توان اکولوژیک سنجش موجودی و توان نهفته سرزمین با ملاک‌ها و معیارهای مشخص و از پیش طرح‌ریزی شده است (آل‌شیخ و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۰-۱) که به‌عنوان پایه و اساس آمایش سرزمین یا طرح‌ریزی محیط زیست برای کشورهای محسوب می‌شود که درصدد دستیابی به توسعه پایدار، همراه با حفظ منافع نسل‌های آتی هستند. در واقع، ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین، اطلاعات موردنیاز را درباره منابع زمین فراهم می‌کند و منطق تصمیم‌گیری در انتخاب استفاده از سرزمین، بر پایه تجزیه و تحلیل روابط بین این عناصر (تحلیل سیستماتیک) به‌منظور توزیع و استقرار فعالیت‌های (آمایش سرزمین) متناسب با ویژگی‌های جغرافیایی است (سرور، ۱۳۸۷: ۲۴۲). از سویی با توجه به اینکه در بررسی توان اکولوژیک سرزمین در بیشتر مواقع، منابع اکولوژیک متعددی را

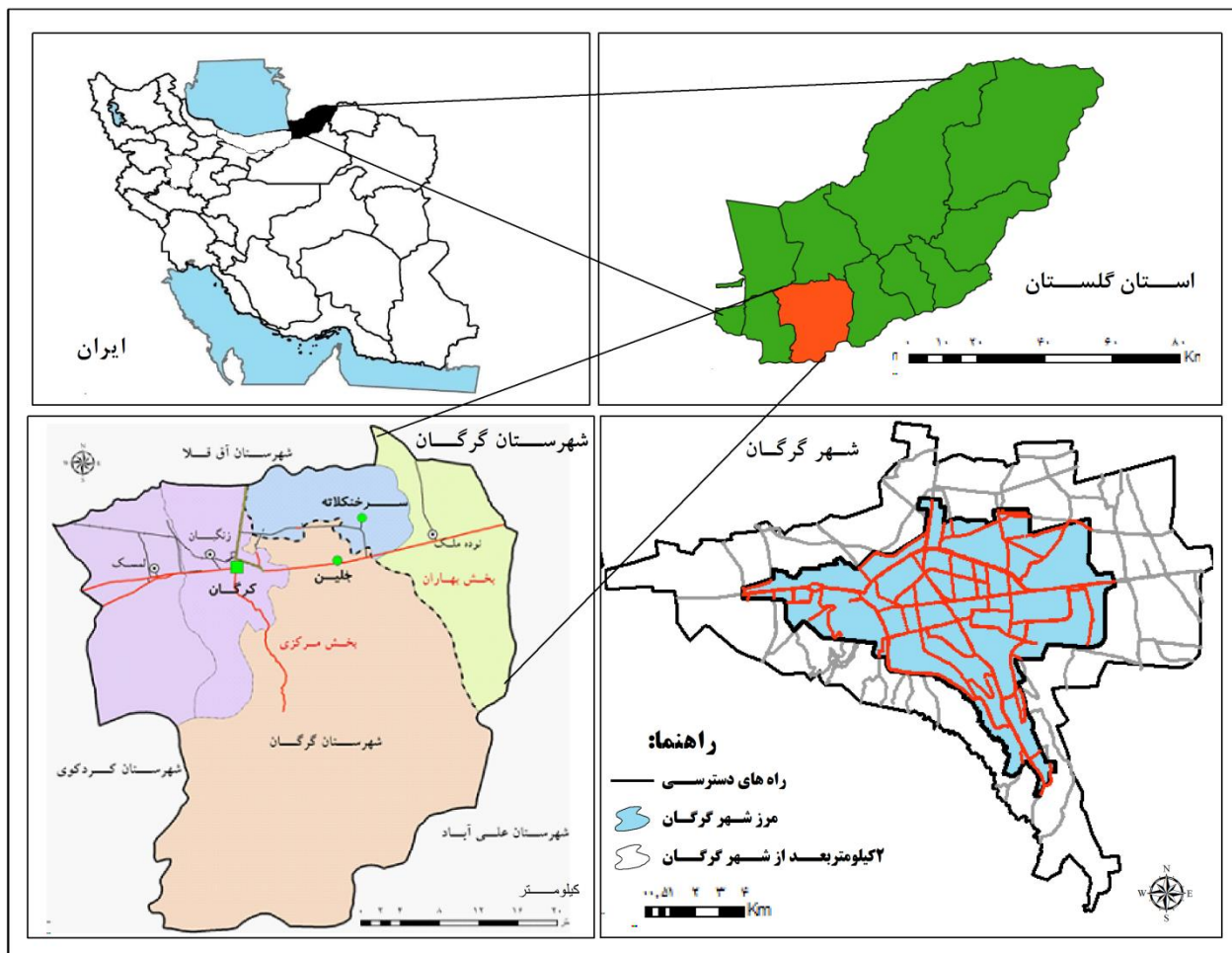
مرغوب‌ترین و مناسب‌ترین اراضی بلافصل شهرها، همانند زمین‌های کشاورزی و جنگلی مجاور را جذب کرده و تغییر شکل می‌دهد (قرخلو و همکاران، ۱۳۸۸: ۶۸-۵۱)، انسان به این نکته پی برد که برای آنکه بخواهد بهره‌برداری درخور و مستمر از محیط داشته باشد، بهتر است که روند بهره‌برداری در یک چهارچوب برنامه‌ریزی شده بر پایه شناخت خصوصیات جغرافیایی محیط را به اجرا بگذارد. به طوری که شناخت اجزای عناصر و عوامل سازنده و مؤثر در محیط، پیش‌نیاز هرگونه حرکت اندیشیده از سوی انسان است که برای اعمال مدیریت بر محیط و در محیط صورت می‌گیرد (رهنمایی، ۱۳۷۰: ۴۱۰)؛ از این رو در حال حاضر، منطقی‌ترین راه برای انجام مطالعات محیط زیست در چهارچوب برنامه‌ریزی منطقه‌ای، همان دخالت‌دادن جنبه‌های اکولوژیک درباره برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی کاربری زمین است (بهرام‌سلطانی، ۱۳۷۱: ۲۴۰). به طوری که مخدوم (۱۳۸۴) برنامه‌ریزی منطقه‌ای کاربری اراضی در جهت رسیدن به توسعه پایدار را تنظیم رابطه بین انسان، سرزمین و فعالیت‌های انسان در سرزمین به‌منظور بهره‌برداری درخور و پایدار از جمیع امکانات انسانی و فضایی سرزمین در جهت بهبود وضعیت مادی و معنوی اجتماع در طول زمان می‌داند. همچنین آندرسون (۱۹۸۷) معتقد است که در تجزیه و تحلیل توان تناسب اراضی، ارزیابی جامع با کمک پارامترهای اکولوژیک بایستی صورت گیرد. در همه روش‌های ارزیابی منابع، دیدگاه اکولوژیک موجودیت خود را حفظ کرده است؛ بنابراین در تحلیل اکولوژیک، انسان و محیط زیست هر دو مدنظر قرار دارند و رهیافت‌های اکولوژیک در فرایند برنامه‌ریزی زیست‌محیطی، برای رسیدن به اهداف کم‌وبیش یکسانی تلاش می‌کنند (قرخلو و همکاران، ۱۳۸۸: ۶۸-۵۱). سادھیرا و همکاران (۲۰۰۴) نیز بر این اعتقادند که مدل‌های پیش‌بینی و پیشرفت‌های روش‌شناختی در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، برای آنالیز منطقه‌ای و پیش‌بینی وضعیت محیط زیست مورد توجه هستند و تأکید دارند، این سامانه‌ها که مدل‌های

ارزش هر یک از نمونه‌های موردی مورد مطالعه محاسبه می‌شود، سپس با تجزیه و تحلیل لایه‌های مورد بررسی، پهنه‌های مستعد توسعه آتی شهر مشخص می‌شود.

### محدوده و قلمرو پژوهش

شهر گرگان به‌عنوان مرکز استان گلستان، بین طول جغرافیایی ۵۴ درجه، ۲۲ دقیقه و ۳۳ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه، ۴۷ دقیقه و ۱۷ ثانیه شمالی واقع شده است. این شهر در دشتی وسیع و حاصلخیز واقع شده است، که از شرق به شهرستان علی‌آباد، از شمال به مناطق مرزی ایران و ترکمنستان (از طریق شهرستان آق‌قلا) و از غرب به شهرستان کردکوی و از جنوب با ارتفاعات شاخه شرقی رشته‌کوه البرز و استان سمنان (شهرستان شاهرود) هم‌مرز است (نقشه شماره ۱). همچنین براساس آخرین تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۰، شهرستان گرگان از ۲ بخش (مرکزی و بهاران) و ۵ دهستان (استرآباد جنوبی، انجیرآباد، روشن‌آباد، استرآباد شمالی، قرق) و ۳ شهر (گرگان، جلین و سرخنکلاته) تشکیل شده و براساس اطلاعات سرشماری ۱۳۹۰، کل شهر گرگان از ۲ منطقه و ۶ ناحیه با جمعیتی برابر با ۳۲۹۵۳۶ نفر با ۹۸۰۱۹ خانوار و بعد خانوار ۳/۴ تشکیل شده است.

برای بررسی و شناسایی مورد ارزیابی قرار می‌دهند؛ بنابراین استفاده از انواع شاخص‌های کمی، بیش‌ازپیش ضرورت پیدا می‌کند؛ ولی در چنین شرایطی نیز، وارد کردن شاخص یا سنج‌های متعدد در ارزیابی با توجه به محدودیت عقلانی، کار ارزیابی را از حالت ساده تحلیلی که ذهن قادر به انجام آن است خارج می‌کند و به ابزاری تحلیلی و علمی قوی نیازمند می‌شود (سرور، ۱۳۸۳: ۳۸-۱۹)؛ از این رو در دهه‌های اخیر، توجه مسئولان به‌سوی مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری<sup>۱</sup>، برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده معطوف شده است. مدل تصمیم‌گیری چندمعیاری، انتخاب گزینه برتر با در نظر داشتن معیارهای بسیار است که بیش از یک معیار سنجش در انتخاب گزینه برتر دخالت دارند. این معیارها می‌توانند کمی یا کیفی، مثبت یا منفی باشند (Abdoos & Mozayeni, 2005, 743-747). همچنین فرایند تحلیل و ارزیابی مناطق بالقوه توسعه شهری به‌لحاظ اجرایی، یک فرایند تصمیم‌گیری چندمعیاره است؛ بدین جهت که معیارهای زیادی که قابلیت زمین به آن‌ها وابسته است وجود دارند که این معیارها هم کمی و هم کیفی‌اند و اهمیت نسبی معیارها تنها با به‌کارگیری ارزیابی چندمعیاری به‌خوبی قابل مقایسه است (حسین‌نژاد، ۱۳۹۱: ۲۵۰). در این راستا، روش AHP<sup>۲</sup> یکی از متداول‌ترین روش‌های ارزیابی چندمعیاره است که در بسیاری از مسائل تصمیم‌سازی مکانی برای گردآوری نظریات کارشناسان استفاده می‌شود. این روش در سال ۱۹۷۱ توسط توماس ال‌ساعتی به‌عنوان یک ابزار تحلیل تصمیم وسیع برای مشکلات مدل‌های بی‌ساخت همانند سیاست، اقتصاد، اجتماع و علم مدیریت به‌وجود آمد (son Yu, 2002: 1969-2001). در این تکنیک ابتدا ساختار سلسله‌مراتبی مسأله ساخته می‌شود. سپس با مقایسه زوجی بین معیارهای مورد مطالعه، وزن نسبی هر یک از آن شاخص‌ها تعیین می‌شود و در ادامه با توجه به وزن به‌دست آمده،



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه: شهر گرگان  
(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

### روش تحقیق

روش تحقیق در این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی است و شاخص‌های مؤثر برای ارزیابی توان اکولوژیک در جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه شهر گرگان براساس اطلاعات کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده است و در قالب پرسشنامه برای دسته‌بندی ارجحیت هر یک از معیارها، بین متخصصان سازمان محیط‌زیست و جهاد کشاورزی، استادان دانشگاه توزیع شد. آماده‌سازی معیارهای کمی و کیفی انتخاب‌شده با عملیات ژئورفرنس، تصحیح و ویرایش، رقومی‌سازی، تعریف سیستم مختصات (UTM-Z 40N) و به‌هنگام‌سازی انجام گرفت. پس از آنکه معیارهای ارزیابی به مقیاس‌های قابل مقایسه و استاندارد تبدیل شدند، وزن و اهمیت نسبی هر یک از آن‌ها در رابطه با هدف موردنظر با استفاده از روش فرایند تحلیل

سلسله‌مراتبی (AHP) تعیین شد که خصوصیت اصلی آن براساس مقایسات دوجه‌دو لایه‌هاست. این مقایسه‌های دوجه‌دویی سپس برای ایجاد یکسری وزن‌ها (که جمع جبری آن‌ها برابر با یک است)، تحلیل می‌شوند. وزن‌های نسبی به‌دست‌آمده برای هر یک از معیارها، داده‌های ورودی اصلی برای تحلیل ارزیابی چندمعیاری در محیط GIS می‌باشند. همچنین برای تعیین درجه (C.I) دقت و صحت وزندهی، از شاخص سازگاری استفاده می‌شود. چنانچه مقدار این شاخص معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد، وزندهی صحیح بوده، در غیر این صورت وزن‌های نسبی داده‌شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزندهی مجدداً باید انجام شود. بعد از اینکه وزن نهایی معیارهای موردنیاز محاسبه شد، همه نقشه‌های

معیارها و ارزیابی و طبقه‌بندی سرزمین صورت گرفته است.

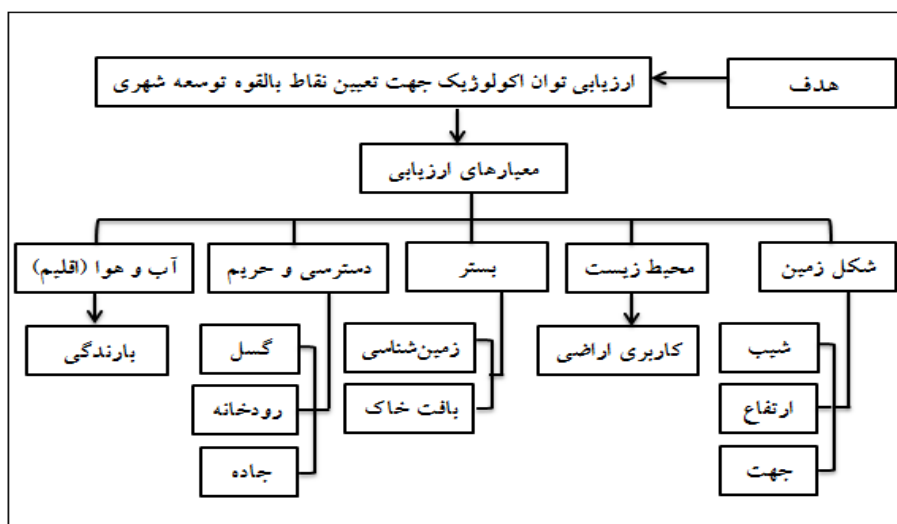
### ۱- شناسایی منابع اکولوژیکی

به منظور ارزیابی توان اکولوژیک شهر گرگان در جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری، از پنج شاخص و معیار کلی چون: شکل زمین، محیط زیست، دسترسی و حریم، بستر و آب و هوا (اقلیم)، به همراه ۱۰ زیرمعیار شامل شیب، جهت جغرافیایی، ارتفاع منطقه، فاصله از خط گسل، کاربری اراضی، پراکندگی بارش، فاصله از رودخانه، بافت خاک و زمین‌شناسی و فاصله از راه‌های دسترسی، استفاده شده است (شکل شماره ۲).

استاندارد شده مورد نیاز برای انجام تحلیل به همراه وزن‌های مربوط فراخوانی شدند و در Spatial analyst و در زیر منوی Raster calculate فرمول‌سازی شد و در نهایت نقشه نهایی به ۵ دسته توان کلاس‌بندی و نقاط بالقوه توسعه شهری گرگان مشخص شد.

### نتایج و بحث

در این تحقیق بررسی فرایند ارزیابی توان اکولوژیک شهر گرگان در جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری، در سه مرحله شناسایی منابع اکولوژیکی، تجزیه و تحلیل



شکل ۲. معیارهای مورد بررسی در ارزیابی توان اکولوژیک محدوده مورد مطالعه تحقیق (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

شماره ۱ که مقایسه زوجی بین معیارهای منتخب تحقیق را نشان می‌دهد، از بین ۱۰ معیار مورد استفاده وزن معیارهای کاربری اراضی، گسل و زمین‌شناسی نسبت به سایر شاخص‌ها بیشتر بوده و از اهمیت بیشتری در این مقایسه برخوردار بوده‌اند. به طوری که اولویت اول تا سوم در بین سایر معیارها را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین معیارهای فاصله از رودخانه و ارتفاع، از سایر معیارها ارزش کمتری داشته‌اند. در ادامه به مقایسه زوجی بین زیرمعیارهای تحقیق پرداخته شده است. در همه متغیرهای مورد بررسی، وزن اولیه براساس میانگین هندسی به دست آمده و

### ۲- تجزیه و تحلیل معیارها

بعد از تهیه معیارهای مورد نیاز، ابتدا ماتریس مقایسات زوجی معیارها و شاخص‌ها تهیه و پس از نظرخواهی از کارشناسان متخصص، ضریب هر معیار با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) انجام پذیرفته است. وزن‌دهی به زیرمعیارها نیز به همین روش صورت گرفته است. محاسبات نرخ سازگاری برای همه معیارها و زیرمعیارهای تحقیق همگی کوچک‌تر از ۰/۱ به دست آمده است؛ بنابراین مقایسات زوجی معیارهای مؤثر در جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری گرگان، از سازگاری برخوردار است. براساس اطلاعات جدول

کیلومتری بعد از شهر مورد ارزیابی قرار گرفته است. محدوده این حریم از طریق بسط buffer در زیر منوی Analysis tool → Proximity به دست آمده است.

برای دستیابی به وزن نهایی، تک تک طبقات بر وزن کلی خود معیار مورد نظر ضرب شد. همچنین مساحت طبقات مختلف هر معیار، برای تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری، محدوده کل شهر گرگان و حریم ۲

جدول ۱. مقایسه زوجی معیارها نسبت به هدف مکان یابی جهات توسعه

معیار	شیب	جهت	ارتفاع	بارندگی	رودخانه	زمین شناسی	خاک	کاربری اراضی	گسل	راه
شیب	۱	۰,۳۳۳۳	۰,۳۳۳۳	۰,۳۳۳۳	۰,۵	۰,۲	۳	۰,۱۱۱۱	۰,۱۴۲	۵
جهت	۳	۱	۳	۳	۲	۰,۵	۰,۳۳۳۳	۰,۱۴۲	۳	۰,۳۳۳۳
ارتفاع	۳	۰,۳۳۳۳	۱	۵	۰,۵	۰,۳۳۳۳	۰,۳۳۳۳	۰,۲	۰,۲	۰,۲
بارندگی	۳	۰,۳۳۳۳	۰,۲	۱	۳	۰,۲	۰,۳۳۳۳	۰,۲	۰,۲	۳
رودخانه	۲	۰,۵	۲	۰,۳۳۳۳	۱	۰,۵	۰,۲	۰,۲	۰,۳۳۳۳	۱
زمین شناسی	۵	۲	۳	۵	۲	۱	۳	۰,۳۳۳۳	۰,۳۳۳۳	۱
خاک	۰,۳۳۳۳	۳	۳	۳	۵	۰,۳۳۳۳	۱	۰,۲	۰,۲	۳
کاربری اراضی	۹	۷	۵	۵	۵	۳	۵	۱	۲	۰,۳۳۳۳
گسل	۷	۰,۳۳۳۳	۵	۵	۳	۳	۵	۰,۵	۱	۵
راه	۰,۲	۳	۵	۰,۳۳۳۳	۱	۱	۰,۳۳۳۳	۳	۰,۲	۱
وزن نهایی	۰,۰۶۵۸	۰,۰۹۰۹	۰,۰۴۹۴	۰,۰۵۶۴	۰,۰۴۰۶	۰,۱۰۷۹	۰,۰۸۷۷	۰,۲۲۱۱	۰,۱۷۸۹	۰,۱۰۱۴
اولویت معیار	۷	۵	۹	۸	۱۰	۳	۶	۱	۲	۴
CR = ۰										

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

سکونتگاهی، صنعتی، ساخت‌وساز شهری و غیره تأثیرگذار است (کرامتی و رشیدی فرد، ۱۳۹۲: ۱۶-۱). معمولاً برای احداث شهرها و یا تعیین نقاط توسعه آن، حداکثر شیب تا ۱۵ درصد پیشنهاد می‌شود و مناسب‌ترین شیب پیشنهادی برای شهرسازی نیز ۰/۵ تا ۶ درصد است (قرخلو و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۲۲-۹۹).

۱-۲- شیب: یکی از عوامل مؤثر در ساخت‌وسازهای شهری و چگونگی عملکرد فرایندها و پدیده‌های ژئومورفولوژی در مناطق شهری و روستایی، شیب اراضی است. به طوری که شیب دامنه‌ها تعیین‌کننده چگونگی بهره‌برداری و نحوه کاربری این سطوح است و به طور مستقیم و غیرمستقیم بر همه فعالیت‌های انسانی اعم از فعالیت‌های اقتصادی، مکان‌گزینی

جدول ۲. ماتریس مقایسه زوجی متغیرهای معیار شیب بر حسب واحد درصد

معیار شیب	۰-۲	۲-۵	۵-۸	۸-۱۲	۱۲-۱۵	۱۵ >	مساحت (مترمربع)	اولویت معیار
۰-۲	۱	۳	۳	۵	۷	۹	۷۷۷۸۳۳۷	۱
۲-۵	۰,۳۳۳۳	۱	۳	۵	۷	۹	۲۵۷۷۵۴۱۴	۲
۵-۸	۰,۳۳۳۳	۰,۳۳۳۳	۱	۳	۵	۷	۱۹۵۲۹۶۰۹	۳
۸-۱۲	۰,۲	۰,۲	۰,۳۳۳۳	۱	۳	۵	۱۵۵۲۷۴۵۹	۴
۱۲-۱۵	۰,۱۴۲	۰,۱۴۲	۰,۲	۰,۳۳۳۳	۱	۳	۷۲۱۹۹۲۳	۵
۱۵ >	۰,۱۱۱۱	۰,۱۱۱۱	۰,۱۴۲	۰,۲	۰,۳۳۳۳	۱	۲۰۵۸۷۶۳۲	۶
وزن نهایی	۰,۰۲۷۱	۰,۰۱۸۵	۰,۰۱۰۳	۰,۰۰۵۲	۰,۰۰۲۷	۰,۰۰۱۵	CR=۰,۰۱	

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

مطالعات توان اکولوژیک کاربرد گسترده‌ای دارد (جوزی و همکاران، ۱۳۸۸: ۸۴-۷۱). هرکدام از جهات شیب، شرایط متفاوتی را در برنامه‌ریزی دارند. به‌طوری که شیب‌های رو به سمت جنوب و جنوب‌غربی گرم‌ترین مناطق بوده و هرگونه تورفتگی در این جهت‌ها نیز گرم خواهند بود. شیب‌های رو به سمت جنوب‌شرقی و غرب از نظر گرما در درجه بعدی قرار داشته و هرگونه حفره یا منطقه‌ای که آفتاب در آن حبس شده و با دیوار یا پوشش گیاهی محصور شده باشد، اقلیم خرد مطبوعی را به‌وجود می‌آورد که با تابش آفتاب دمایی بیش از مناطق اطراف پیدا می‌کند. شیب‌های رو به سمت شمال‌غربی از حد معمول سردترند و شیب‌های رو به سمت شمال، شمال‌شرقی و شرق سردترین مناطق هستند (شیرمحمدی و نقیبی، ۱۳۸۶: ۳۸-۲۷)؛ بنابراین در تعیین نقاط توسعه، باید به جهت‌های شیب توجه شود.

براساس اطلاعات جدول شماره (۲) معیار شیب در ۶ طبقه امتیازدهی شده است. به‌طوری که کمترین عدد، بیشترین اولویت را در ارزش هر طبقه دارد؛ بنابراین بیشترین مساحت در محدوده مورد مطالعه، بین شیب ۲-۵ درصد با مقدار ارزشی ۲ که مناسب برای توسعه می‌باشد، قرار گرفته است. کمترین مساحت هم مربوط به شیب بین ۱۵-۱۲ درصد با مقدار ارزشی ۵ است که نامناسب برای توسعه است. در مجموع ۶۸۶۱۰۸۱۹ مترمربع در محدوده مورد مطالعه در نقاط مناسب برای توسعه شهر قرار دارد که شامل شیب بین ۱۲-۰ درصد است و ۲۷۸۰۷۵۵ مترمربع در نقاط نامناسب برای توسعه شهر قرار دارند، که شامل شیب بیش از ۱۲ درصد است؛ بنابراین از لحاظ شیب، بیشتر مناطق محدوده مورد مطالعه مناسب برای توسعه هستند (شکل شماره ۳).

۲-۲- جهت‌های جغرافیایی شیب: نقشه جهت‌های جغرافیایی به‌علت آسان‌تر دیدن جهت دامنه‌ها، در

جدول ۳. ماتریس مقایسه زوجی متغیرهای معیار جهت جغرافیایی

معیار جهت	صاف	شمال	شمال شرقی	شرق	جنوب شرقی	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غربی	مساحت (مترمربع)
صاف	۱	۹	۷	۵	۳	۰/۳۳۳۳	۳	۵	۹	۲۵۰۰۲۶۱
شمال	۰/۱۱۱۱	۱	۰/۲	۰/۳۳۳	۰/۱۱۱۱	۰/۲	۰/۳۳۳	۰/۱۴۲۹	۱	۱۹۷۹۲۰۱۰
شمال شرقی	۰/۱۴۲۹	۵	۱	۰/۳۳۳	۰/۱۴۲۹	۰/۱۴۲۹	۰/۲	۰/۲	۵	۱۲۷۹۲۰۱۰
شرق	۰/۲	۳	۳	۱	۰/۱۴۲۹	۰/۱۱۱۱	۰/۲	۰/۲	۵	۱۱۷۱۲۱۴۹
جنوب شرقی	۰/۳۳۳	۹	۷	۷	۱	۰/۱۱۱۱	۰/۳۳۳۳	۱	۳	۶۲۸۰۰۷۸
جنوب	۳	۵	۷	۹	۹	۱	۰/۱۴۲۹	۰/۳۳۳	۹	۶۴۳۳۹۹۹
جنوب غربی	۰/۳۳۳	۳	۵	۵	۳	۷	۱	۰/۲	۷	۶۶۹۰۶۸۵
غرب	۰/۲	۷	۵	۴	۱	۳	۵	۱	۳	۱۴۴۸۷۷۳۰
شمال غربی	۰/۱۱۱۱	۱	۰/۲	۰/۲	۰/۳۳۳	۰/۱۱۱۱	۰/۱۴۲۹	۰/۳۳۳	۱	۱۵۷۳۳۹۳
وزن نهایی	۰,۰۲۰۳	۰,۰۰۱۵۹	۰,۰۰۲۶	۰,۰۰۳۱	۰,۰۰۷۹۹	۰,۰۱۸۲	۰,۰۱۸۰	۰,۰۱۷۳	۰,۰۰۱۵۷	CR=۰,۰۰۱
اولویت معیار	۱	۸	۷	۶	۵	۲	۳	۴	۹	

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

مورد مطالعه در نقاط مناسب برای توسعه شهر قرار دارد که شامل جهت‌های غرب، جنوب، جنوب‌غرب، بدون جهت و جنوب‌شرق هستند. علاوه بر آن، ۴۵۸۶۹۵۶۲ مترمربع در نقاط نامناسب برای توسعه شهر گران قرار دارند که شامل جهت‌های شرق،

براساس اطلاعات جدول شماره (۳) معیار جهت شیب در ۹ طبقه امتیازدهی شده است. به‌طوری که مناطق صاف و جهت غرب بالاترین اولویت و جهات شمال، شمال‌غربی کمترین اولویت را به اختصاص داده‌اند. همچنین در مجموع ۳۶۳۹۲۷۵۳ مترمربع در محدوده



بسیاری دارد. به طوری که در مطالعات شهری، حداکثر ارتفاع ۱۶۰۰ متر برای توسعه مناطق مسکونی مناسب تشخیص داده شده است (کرامتی و رشیدی فرد، ۱۳۹۲: ۱۶-۱). همچنین ارتفاع از سطح دریا معرف تغییر نوسانات اقلیمی است و به دلیل اختلاف ارتفاع، میزان انرژی‌ای که هر نقطه از زمین از خورشید می‌گیرد، متفاوت است (جوزی و همکاران، ۱۳۸۸: ۸۴-۷۱).

شمال، شمال غرب، شمال شرق، هستند؛ بنابراین از لحاظ جهت شیب، بیشتر مناطق محدوده مورد مطالعه نامناسب برای توسعه هستند (جدول شماره ۳).

**۲-۳- طبقات ارتفاعی:** یکی از مهم‌ترین عوامل طبیعی تأثیرگذار بر توسعه شهرها، ویژگی‌های توپوگرافی منطقه‌ای است که شهر بر روی آن احداث شده است. توپوگرافی در بسیاری از مسائل اهمیت

جدول ۴. ماتریس مقایسه زوجی متغیرهای معیار ارتفاع بر حسب واحد متر

معیار ارتفاع	۰-۵۰	۵۰-۱۰۰	۱۰۰-۱۵۰	۱۵۰-۲۰۰	۲۰۰-۲۵۰	۲۵۰-۳۰۰	۳۰۰ >	اولویت معیار	مساحت (مترمربع)
۰-۵۰	۱	۱	۳	۵	۷	۷	۹	۱	۸۰۹۹۸۵۹
۵۰-۱۰۰	۱	۱	۱	۳	۵	۵	۷	۲	۳۶۸۵۹۰۵۸
۱۰۰-۱۵۰	۰,۳۳۳۳	۱	۱	۳	۳	۵	۷	۳	۲۳۲۶۴۳۰۲
۱۵۰-۲۰۰	۰,۲	۰,۳۳۳۳	۰,۳۳۳۳	۱	۳	۵	۷	۴	۹۷۱۴۱۴۱
۲۰۰-۲۵۰	۰,۱۴۲	۰,۳۳۳۳	۰,۳۳۳۳	۰,۳۳۳۳	۱	۳	۵	۵	۵۱۷۱۸۵۳
۲۵۰-۳۰۰	۰,۱۴۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۳۳۳۳	۱	۱	۶	۴۰۳۶۱۲۰
۳۰۰ >	۰,۱۱۱۱	۰,۱۴۲	۰,۱۴۲	۰,۱۴۲	۰,۲	۱	۱	۷	۹۳۲۶۶۵
وزن نهایی	۰,۰۱۷۱	۰,۰۱۱۵	۰,۰۰۹۲	۰,۰۰۵۵	۰,۰۰۳۱	۰,۰۰۱۵	۰,۰۰۱۲	CR=۰,۰۰۰	

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

398). همچنین یکی از چالش‌های مدیریت منابع زمین، توسعه شهرها در زمین‌های کشاورزی است (Batisani and Yarnal, 2009: 235-249)؛ بنابراین باید از توسعه شهر به طرف زمین‌های کشاورزی و تغییر کاربری این اراضی جلوگیری کنیم. یکی از اقدامات حفاظتی که در ایران برای حفاظت از اراضی کشاورزی انجام گرفته، استفاده از قانون حفظ اراضی زراعی و باغات مصوب ۱۳۷۴ شورای عالی شهرسازی است. طبق ماده ۲ این قانون، وزارت مسکن و شهرسازی مکلف است، مسیر توسعه شهرها و شهرک‌ها (متصل یا منفصل) را حتی المقدور در خارج از اراضی زراعی و باغ‌ها طراحی کند و تغییر کاربری اراضی زراعی و باغ‌های موجود داخل محدوده قانونی شهرها را به حداقل برساند (قرخلو و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۲۲-۹۹).

بر اساس اطلاعات جدول شماره (۴) معیار ارتفاع در ۷ طبقه امتیازدهی شده است. به طوری که کمترین عدد، بیشترین اولویت را در ارزش هر طبقه دارد. اطلاعات این جدول نشان می‌دهد، در محدوده مورد مطالعه، بیشترین مساحت به ارتفاع بین ۱۰۰-۵۰ متر، معادل ۳۶۸۵۹۰۵۸ مترمربع با مقدار ارزشی ۲ و کمترین مساحت به ارتفاع بین ۱۰۰-۵۰ متر با مقدار ارزشی ۷ معادل ۹۳۲۶۶۵ مترمربع، اختصاص دارد؛ بنابراین با توجه به اینکه بلندترین نقطه ارتفاعی در نقشه شماره ۴ ارتفاع ۸۵۴ متری است، پس تمام منطقه مورد مطالعه از نظر ارتفاع برای توسعه شهری مناسب است (شکل شماره ۴).

**۲-۴- کاربری زمین:** هسته اصلی و عملی برنامه‌ریزی شهری، برنامه‌ریزی کاربری زمین است که راهنمایی برای توسعه شهری می‌باشد (Koomen et al, 2007: )

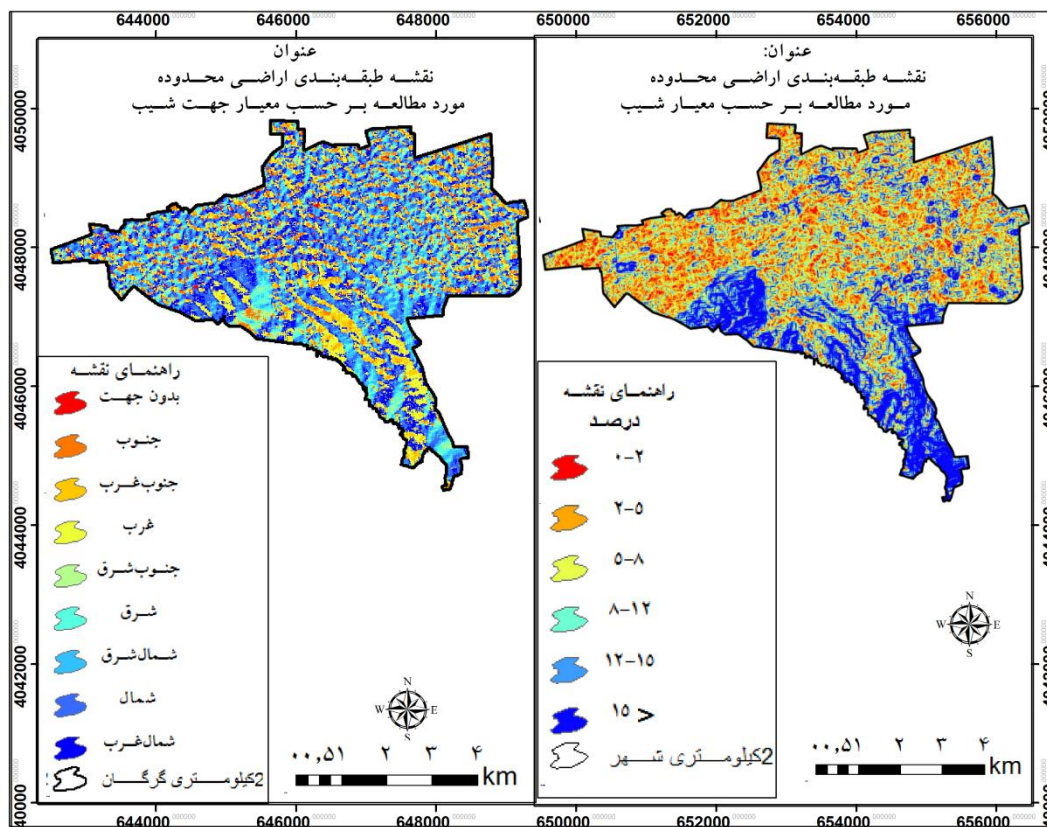
جدول ۵. ماتریس مقایسه زوجی متغیرهای معیار کاربری اراضی

مساحت (مترمربع)	اولویت معیار	اراضی جنگلی	اراضی زراعت دیم	اراضی کشاورزی	اراضی شهری	کاربری اراضی
۲۵۸۳۳۳۴۲	۳	۱	۱	۰,۱۱۱۱	۱	اراضی شهری
۵۱۸۷۸۳۵۰	۱	۹	۷	۱	۹	اراضی کشاورزی
۸۴۰۸۸۴۸	۲	۵	۱	۰,۱۴۲	۱	اراضی زراعت دیم
۱۰۳۱۳۰۹۱	۴	۱	۰,۲	۰,۱۱۱۱	۱	اراضی جنگلی
CR=۰,۰۱۱						وزن نهایی

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

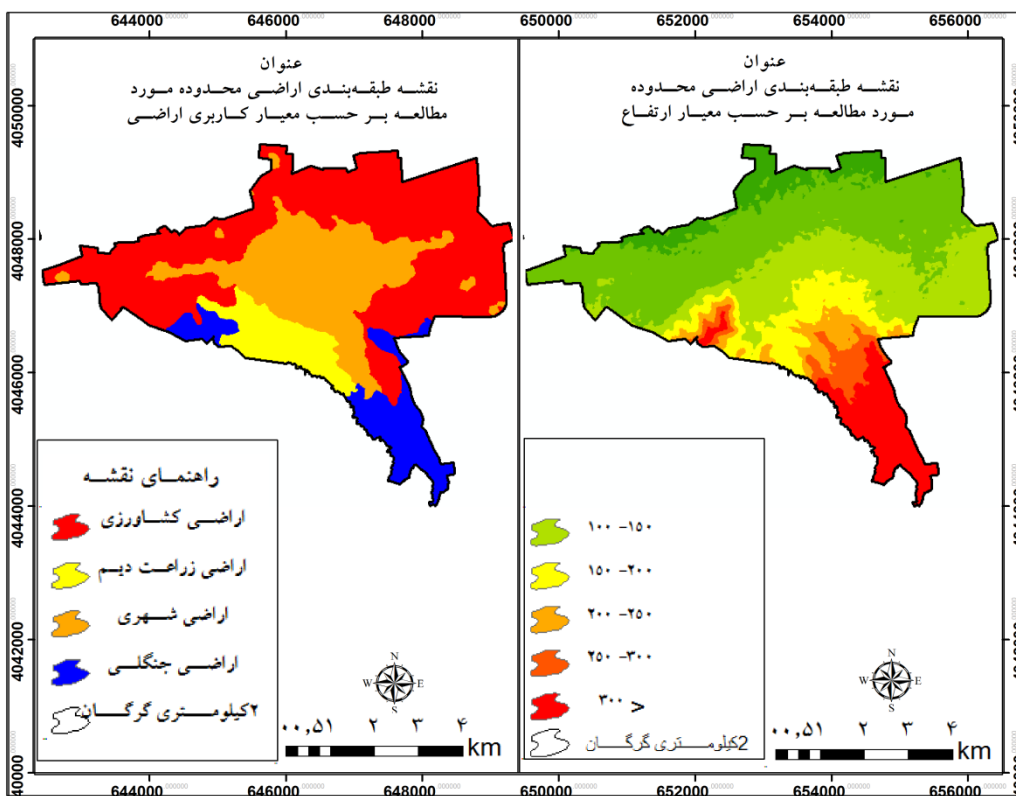
وزن کمتری به آن تعلق می‌گیرد. براساس اطلاعات این جدول، بیشترین مساحت محدوده مورد مطالعه به اراضی کشاورزی با مقدار ارزشی ۱ و کمترین مساحت به اراضی جنگلی با مقدار ارزشی ۴ تعلق دارد. در مجموع بخش اعظم محدوده مورد مطالعه (کل محدوده شهر گرگان و حریم ۲ کیلومتری بعد از شهر) با مساحتی معادل ۸۶۱۲۰۵۴۰ مترمربع از لحاظ کاربری زمین مناسب برای توسعه شهری است (شکل شماره ۴).

براساس اطلاعات جدول شماره (۵) معیار کاربری زمین در ۴ طبقه امتیازدهی شده است. به گونه‌ای که اراضی کشاورزی، زراعی و شهری به دلیل تناسب بیشتر و تملک شخصی افراد، بالاترین اولویت را در جهت توسعه شهری دارند؛ از این رو، وزن بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند. از سوی دیگر، اراضی و ذخایر ملی ارزشمندی چون جنگل که هم شامل جنگل انبوه و هم جنگل کم تراکم می‌شود و باید توسط دولت حفظ شود، اولویت کمتری در جهت توسعه شهری دارد؛ بنابراین



شکل ۳. نقشه‌های طبقه‌بندی اراضی شهر گرگان بر حسب معیار جهت شیب و جهت شیب

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)



شکل ۴. نقشه‌های طبقه‌بندی اراضی شهر گرگان بر حسب معیار ارتفاع و کاربری اراضی

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

انجام گرفته، لیتولوژی از جنس مخروط‌های جوان آبرفتی، آبرفت جوان بستر رودخانه و لس، مانعی برای توسعه شهر می‌باشند (قاسمیان و عابدینی، ۱۳۹۱: ۱۰-۱) و سنگ‌های گابرو، ماسه‌سنگ و شیست سبز در صورت نداشتن شکستگی در برابر فشار امواج زلزله و نیز فشار ناشی از تأسیسات و ساخت‌وسازهای شهری مقاومت بیشتری دارند (عباس‌نژاد و نجف‌زاده، ۱۳۸۷: ۳۷۰).

۲-۵- واحدهای زمین‌شناسی: از آنجا که مکانی که شهر بر روی آن احداث می‌شود یا در مسیر توسعه آن قرار می‌گیرد، ممکن است از نظر زمین‌شناسی محدودیت‌هایی داشته باشد و روند توسعه شهر را با دشواری‌هایی مواجه سازد؛ بنابراین مطالعه و شناسایی جنس زمین و استفاده صحیح از آن‌ها می‌تواند در بهره‌برداری اصولی از آن‌ها بدون ایجاد تأثیر نامطلوب بر منابع طبیعی ما را یاری رساند. براساس بررسی‌های

جدول ۶. ماتریس مقایسه زوجی متغیرهای معیار واحدهای زمین‌شناسی

واحدهای زمین‌شناسی	گابرو	ماسه سنگ	شیست سبز	لس	مخروط‌افکنه آبرفتی	آبرفت جوان بستر رودخانه	اولویت معیار	مساحت (مترمربع)
گابرو	۱	۲	۳	۵	۷	۹	۱	۲۰۴۹۵۶
ماسه سنگ	۰,۵	۱	۳	۵	۷	۹	۲	۱۱۶۶۶۱۴
شیست سبز	۰,۳۳۳۳	۰,۳۳۳۳	۱	۳	۵	۷	۳	۶۴۹۵۳۲
لس	۰,۲	۰,۲	۰,۳۳۳	۱	۵	۷	۴	۱۹۴۱۲۰۳۴
مخروط‌افکنه آبرفتی	۰,۱۴۲۹	۰,۱۴۲۹	۰,۲	۰,۲	۱	۳	۵	۸۸۹۲۰۸۵
آبرفت جوان بستر رودخانه	۰,۱۱۱۱	۰,۱۱۱	۰,۱۴۲۹	۰,۱۴۲۹	۰,۳۳۳۳	۱	۶	۶۶۱۰۴۱۳۸
وزن نهایی	۰,۰۴۱۲	۰,۰۳۲۷	۰,۰۱۷۵	۰,۰۰۸۹	۰,۰۰۴۶	۰,۰۰۲۶	CR=۰,۰۰۲	

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

مترمربع برای توسعه شهر نامناسب و مساحتی معادل ۲۰۲۱۱۰۲ مترمربع برای توسعه شهر مناسب است؛ بنابراین بخش اعظمی از منطقه مورد مطالعه از لحاظ زمین‌شناسی در جهت توسعه شهر دارای محدودیت است (شکل شماره ۵).

**۲-۶- بافت و عمق خاک:** برای انتخاب مناطق بهینه در جهت توسعه شهرها، در نظر گرفتن جنس خاک به لحاظ رانش و سستی و نفوذپذیری و مقاومت مکانیکی آن برای ایجاد تأسیسات و تحمل وزن ساختمان‌ها بسیار ضروری است (شیرمحمدی و نقیعی، ۱۳۸۶: ۲۷-۳۸). براساس مطالعات انجام‌گرفته، مناسب‌ترین خاک برای ساختمان‌سازی و تعیین نقاط بهینه توسعه شهرها، خاک‌های عمیق با بافت متوسط تا سنگین است و خاک‌های شنی نامناسب‌ترین خاک برای ساخت‌وساز و توسعه شهرها هستند (قرخلو و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۲۲-۹۹).

براساس اطلاعات جدول شماره (۶) معیار زمین‌شناسی در ۶ طبقه امتیازدهی شده است. به طوری که کمترین عدد، بیشترین اولویت را در ارزش هر طبقه دارد. براساس اطلاعات این جدول، در محدوده مورد مطالعه تحقیق، ۶ نوع سنگ وجود دارد که بر روند توسعه شهر تأثیرگذار می‌باشند. «سنگ گابرو» از دوران پالئوزویک از دوره دونین-کربونیفر با مقدار ارزشی ۱، «ماسه سنگ» از دوران مزوزویک و دوره ژوراسیک با مقدار ارزشی ۲ و «شپست سبز» از دوران پرکامبرین با مقدار ارزشی ۳، در تعیین نقاط بهینه توسعه شهر مناسب می‌باشند. از سوی دیگر در این محدوده، «سنگ لس» با مقدار ارزشی ۴، «مخروط‌های جوان آبرفتی» با مقدار ارزشی ۵ و «آبرفت جوان بستر رودخانه» با مقدار ارزشی ۶، که هر سه سنگ از دوران سنوزویک و دوره کواترنر می‌باشند، وجود دارد که برای توسعه شهر مناسب نیستند. در مجموع از کل محدوده مورد مطالعه، مساحتی بالغ بر ۹۴۴۰۸۲۵۷

جدول ۷. ماتریس مقایسه زوجی متغیرهای معیار بافت و عمق خاک

معیار بافت خاک	عمیق با بافت متوسط تا سنگین	عمیق با بافت خیلی سنگین تا سنگین	عمیق رسی لومی شنی	اولویت معیار	مساحت (مترمربع)
عمیق با بافت متوسط تا سنگین	۱	۷	۵	۱	۶۹۳۲۸۲۳۲
عمیق با بافت خیلی سنگین تا سنگین	۰,۱۴۲	۱	۳	۲	۹۹۴۱۸۹۳
عمیق رسی - رسی شنی لوم‌دار	۰,۲	۰,۳۳۳	۱	۳	۱۷۱۵۹۱۶۱
وزن نهایی	۰,۰۶۴۷	۰,۰۱۴۹	۰,۰۰۸۰۲	CR=۰	

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

۸۶۴۸۷۳۹۳ مترمربع در جهت تعیین نقاط بهینه توسعه شهری دارای محدودیت است (شکل شماره ۵).  
**۲-۷- فاصله از راه‌های دسترسی:** شبکه ارتباطی لازمه و پیش‌نیاز هرگونه مجتمع زیستی است و بدون ورود و خروج در مجتمع‌ها و دریافت و انتقال اطلاعات و حرکت کالا و انسان، فضای یک مجتمع بی‌معنی و بی‌ارزش خواهد بود (ابراهیم‌زاده و رفیعی، ۱۳۸۸: ۷۰-۴۵). با توجه به اینکه مصوبه‌ای در خرداد ۱۳۶۸ به منظور حفظ حریم راه‌ها در محدوده استحقاقی، در جهت جلوگیری از توسعه بی‌رویه شهرها به تصویب شورای عالی شهرسازی و معماری رسید، که هرگونه ساختمان و تأسیسات تا عمق ۱۵۰ متر از حریم راه در

براساس اطلاعات جدول شماره (۷) معیار خاک در ۳ طبقه امتیازدهی شده است. به طوری که کمترین عدد، بیشترین اولویت را در ارزش هر طبقه دارد. اطلاعات این جدول نشان می‌دهد، در تحقیق حاضر با سه نوع خاک مواجه هستیم، که شامل خاک عمیق با بافت متوسط تا سنگین در شمال محدوده مورد مطالعه با مقدار ارزشی ۱ که مناسب برای توسعه است، خاک عمیق با بافت خیلی سنگین تا سنگین در مرکز منطقه با مقدار ارزشی ۲ و خاک عمیق رسی و رسی شنی لوم‌دار در جنوب محدوده با مقدار ارزشی ۳ که برای توسعه شهر نامناسب است؛ بنابراین از لحاظ معیار خاک بیشتر، محدوده مورد مطالعه با مساحت معادل

تحقیق حاضر یک حریم ۱۵۰ متری با استفاده از بسط Distance در زیر منوی Spatial Analysis برای همه راه‌های جاده‌ای در محدوده مذکور تعیین شده است.

طرفین جاده‌های کمربندی و طرفین کلیه راه‌های بین شهری و دسترسی هم‌سطح جاده ممنوع است (قاسمیان و عابدینی، ۱۳۹۱: ۱۰-۱)؛ بنابراین در

جدول ۸. ماتریس مقایسه زوجی متغیرهای معیار فاصله از راه‌های دسترسی برحسب واحد متر

مساحت (مترمربع)	اولویت معیار	۲۰۰۰ >	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۹۰۰-۱۵۰۰	۵۰۰-۹۰۰	۱۵۰-۵۰۰	۰-۱۵۰	ف.راه دسترسی
۶۹۹۹۵۰۳۶	۱	۹	۷	۵	۵	۳	۱	۰-۱۵۰
۱۷۵۴۱۴۳۳	۲	۹	۷	۵	۱	۱	۰,۳۳۳۳	۱۵۰-۵۰۰
۵۰۰۹۸۱۴	۳	۹	۷	۵	۱	۱	۰,۲	۵۰۰-۹۰۰
۱۷۶۲۶۲۶	۴	۷	۵	۱	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۹۰۰-۱۵۰۰
۸۳۳۴۳۰	۵	۳	۱	۰,۲	۰,۱۴۲	۰,۱۴۲	۰,۱۴۲	۱۵۰۰-۲۰۰۰
۱۲۶۸۳۸۵	۶	۱	۰,۳۳۳۳	۰,۱۴۲	۰,۱۱۱۱	۰,۱۱۱۱	۰,۱۱۱۱	۲۰۰۰ >
CR=۰,۰۰۳		۰,۰۰۲۱	۰,۰۰۳۵	۰,۰۰۸۷	۰,۰۲۰۶	۰,۰۲۱۵	۰,۰۴۴۴۷	وزن نهایی

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

مطالعه از نظر جاده برای توسعه شهری مناسب است (شکل شماره ۶).

۲-۷- فاصله از گسل: گسل‌ها جزء پدیده‌های ژئومورفولوژی ساختمانی هستند و می‌توانند در یک منطقه تنگناها و محدودیت‌های ژئومورفیک ایجاد کنند. عملکرد و فعالیت گسل‌ها به صورت ارتعاشات زلزله و همچنین امکان تحریک حرکات دامنه‌ای در یک منطقه، تهدیدی جدی برای توسعه فیزیکی شهر به شمار می‌رود (کرامتی و رشیدی‌فرد، ۱۳۹۲: ۱۶-۱)؛ بنابراین در مطالعات شهری باید حریم گسل‌ها رعایت و نیز به نوع کاربری‌ها در خصوص خطوط گسل‌ها توجه کافی شده و تا حد امکان از ساخت‌وساز در این حریم‌ها جلوگیری شود.

براساس اطلاعات جدول شماره (۸) معیار راه‌های ارتباطی در ۶ طبقه امتیازدهی شده است. به طوری که کمترین عدد، بیشترین اولویت را در ارزش هر طبقه دارد؛ بنابراین به‌ازای افزایش فاصله از شبکه‌های ارتباطی، از ارزش اراضی در جهت گسترش شهری کاسته خواهد شد. اطلاعات این جدول نشان می‌دهد، در محدوده مورد مطالعه، بیشترین مساحت به فاصله بین ۰-۱۵۰ متر از جاده، معادل ۶۹۹۹۵۰۳۶ مترمربع با مقدار ارزشی ۱ و کمترین مساحت به فاصله بین ۱۵۰۰-۲۰۰۰ متر با مقدار ارزشی ۵ معادل ۸۳۳۴۳۰ مترمربع، اختصاص دارد؛ بنابراین با توجه به اینکه بیشتر محدوده مورد مطالعه، در حریم تعیین‌شده از سوی شورای عالی شهرسازی و معماری یعنی حریم ۱۵۰ متری راه‌های ارتباطی قرار دارد؛ منطقه مورد

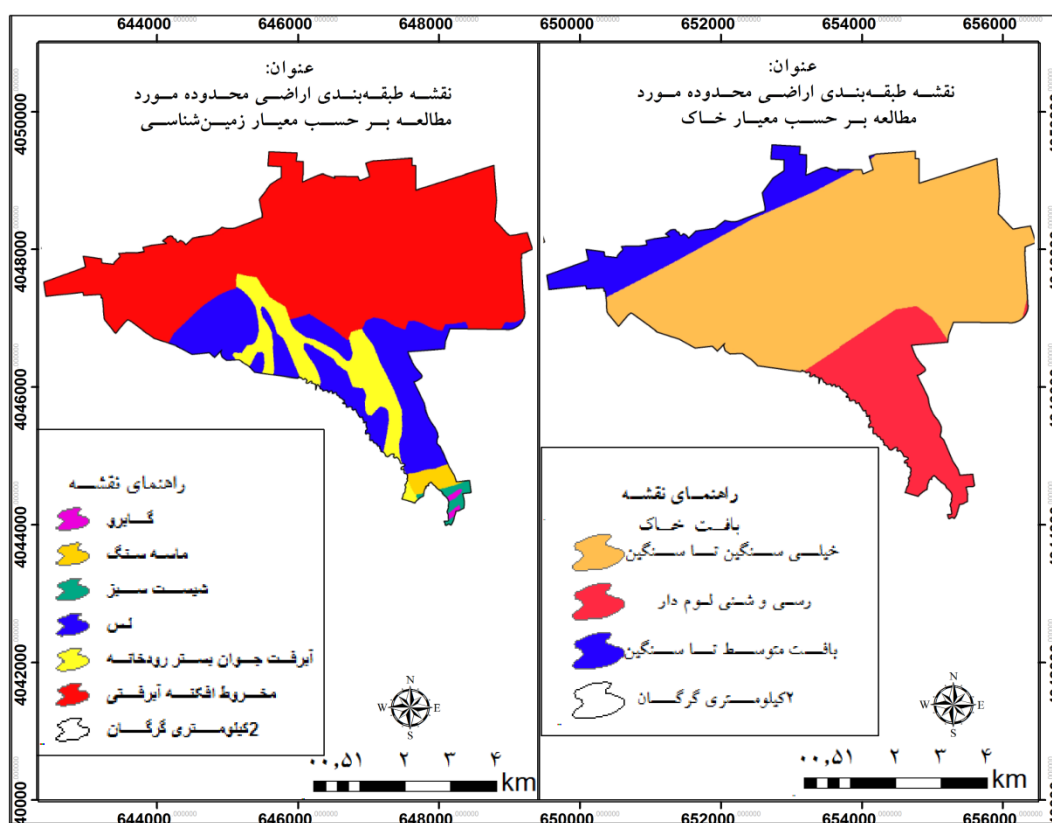
جدول ۹. ماتریس مقایسه زوجی متغیرهای معیار فاصله از خط گسل برحسب واحد متر

مساحت (مترمربع)	اولویت معیار	۴۰۰۰ >	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۰-۵۰۰	معیار ف. گسل
۱۲۰۳۷۹۲۸	۷	۰,۱۱۱۱	۰,۱۱۱۱	۰,۱۴۲	۰,۱۴۲	۰,۲	۰,۳۳۳۳	۱	۰-۵۰۰
۱۱۷۲۶۳۱۶۸	۶	۰,۱۱۱۱	۰,۱۴۲	۰,۱۴۲	۰,۲	۰,۳۳۳۳	۱	۵۰۰-۱۰۰۰	
۱۱۵۴۲۴۹۱	۵	۰,۱۱۱۱	۰,۲	۰,۲	۰,۳۳۳۳	۱	۳	۱۰۰۰-۱۵۰۰	
۹۶۱۷۶۱۱	۴	۰,۱۴۲	۰,۲	۰,۳۳۳۳	۱	۳	۵	۱۵۰۰-۲۰۰۰	
۱۷۵۰۳۰۹۴	۳	۰,۲	۰,۳۳۳۳	۱	۳	۵	۷	۲۰۰۰-۳۰۰۰	
۱۸۴۲۱۱۰۴	۲	۰,۳۳۳۳	۱	۳	۵	۵	۷	۳۰۰۰-۴۰۰۰	
۱۵۵۷۹۲۰۸	۱	۱	۳	۵	۷	۹	۹	۴۰۰۰ >	
CR=۰,۰۰۱		۰,۰۷۷۱	۰,۰۴۴۹	۰,۰۲۶۳	۰,۰۱۵۲	۰,۰۰۸۷	۰,۰۰۵۰	۰,۰۰۳۳	وزن نهایی

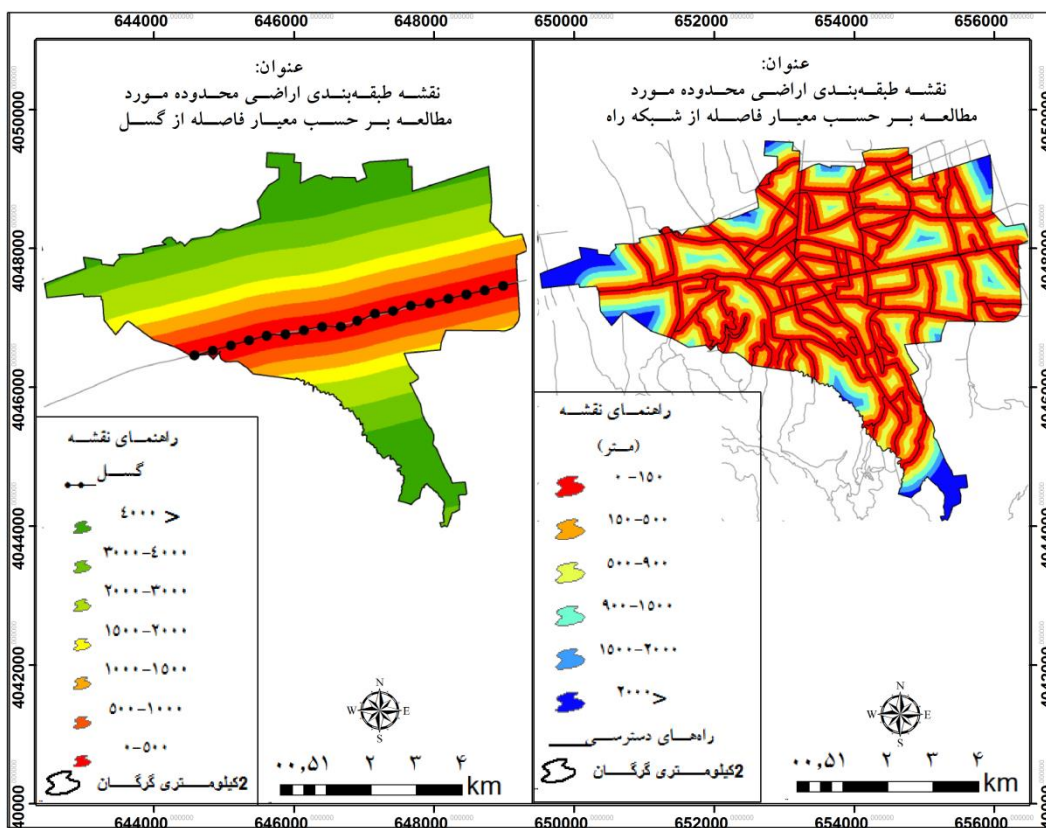
(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

اختصاص دارد؛ بنابراین با توجه به اینکه بیشتر محدوده مورد مطالعه با مساحتی معادل ۱۴۰۸۴۳۵۸۷ مترمربع نزدیک به حریم ۱۵۰۰-۰ متری گسل قرار دارد و بخش کمتری از منطقه با مساحتی برابر با ۱۲۲۲۴۲۰۳۴ مترمربع در حریم بیش از ۱۵۰۰ متر واقع شده است؛ بخش اعظمی از منطقه از نظر گسل برای توسعه شهر دارای محدودیت می‌باشد (شکل شماره ۶).

براساس اطلاعات جدول شماره (۹)، معیار گسل در ۷ طبقه امتیازدهی شده است. به‌گونه‌ای که کمترین عدد، بیشترین اولویت را در ارزش هر طبقه دارد؛ بنابراین به‌ازای افزایش فاصله از گسل، از وزن اراضی در جهت گسترش شهری کاسته خواهد شد. همچنین در این محدوده، بیشترین مساحت به فاصله بین ۵۰۰-۱۰۰۰ متر با مقدار ارزشی ۶ و کمترین مساحت به فاصله بین ۱۵۰۰-۲۰۰۰ متر با مقدار ارزشی ۴



شکل ۵. نقشه‌های طبقه‌بندی اراضی شهر گرگان بر حسب معیار خاک و واحدهای زمین‌شناسی (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)



شکل ۶. نقشه‌های طبقه‌بندی اراضی شهر گرگان بر حسب معیار شبکه راه و گسل

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

موقع طغیان، سیل و همچنین امکان لایروبی و نگهداری آن‌هاست (شیرمحمدی و نقیعی، ۱۳۸۶: ۳۸-۲۷)؛ بنابراین در مطالعات شهری به‌ویژه در تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری باید حریم رودخانه و آنها را حفظ شود.

۲-۸- فاصله از رودخانه: با توجه به اینکه بسیاری از شهرهای ما در کنار رودها بنا شده‌اند و منشأ کشاورزی دارند، بنابراین حفظ این رودها و نهرها برای ادامه حیات شهر لازم و ضروری است و رعایت حریمشان لازمه حفظ آن‌ها می‌باشد. این حریم‌ها توسط وزارت نیرو اعلام می‌شود و هدف از آن کاهش خسارت در

جدول ۱۰. ماتریس مقایسه زوجی متغیرهای معیار فاصله از رودخانه بر حسب واحد متر

فاصله از رودخانه	۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۲۵۰۰	۲۵۰۰-۳۰۰۰	۳۰۰۰ >	اولویت معیار	مساحت (مترمربع)
۰-۵۰۰	۱	۰,۳۳۳۳	۰,۲	۰,۱۴۲	۰,۱۱۱۱	۰,۱۱۱۱	۰,۱۱۱۱	۷	۲۵۵۱۰۱۳۹
۵۰۰-۱۰۰۰	۳	۱	۰,۳۳۳۳	۰,۲	۰,۱۴۲	۰,۱۱۱۱	۰,۱۱۱۱	۶	۱۸۹۱۲۰۸۲
۱۰۰۰-۱۵۰۰	۵	۳	۱	۰,۳۳۳۳	۰,۲	۰,۱۴۲	۰,۱۱۱۱	۵	۱۵۴۱۶۵۷۷
۱۵۰۰-۲۰۰۰	۷	۵	۳	۱	۰,۳۳۳۳	۰,۲	۰,۱۴۲	۴	۹۹۶۱۸۲۰
۲۰۰۰-۲۵۰۰	۹	۷	۵	۳	۱	۰,۳۳۳۳	۰,۲	۳	۱۱۲۵۱۴۱۱
۲۵۰۰-۳۰۰۰	۹	۹	۷	۵	۳	۱	۰,۵	۲	۶۵۰۴۹۳۴
۳۰۰۰ >	۹	۹	۹	۷	۵	۳	۱	۱	۸۸۷۰۰۶۸
وزن نهایی	۰,۰۰۰۷۳۸	۰,۰۰۱۰۹	۰,۰۰۱۸۶	۰,۰۰۳۳۴	۰,۰۰۵۹۶	۰,۰۱۰۳	۰,۰۱۷۳	CR=۰,۰۰	

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

۲-۹- بارندگی: برای انتخاب نقاط بهینه در جهت توسعه شهرها، در نظر گرفتن بارندگی ضروری است. به طوری که با داشتن نقشه پراکندگی بارش، به همراه نقشه سایر معیارها، می‌توان راحت‌تر به ارزیابی و سپس برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین پرداخت؛ بنابراین در تحقیق حاضر، به بررسی بارندگی به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در تعیین نقاط بهینه توسعه شهرها می‌پردازیم. با توجه به اینکه توسعه شهرها در نقاطی که بارش بین ۸۰۰-۵۰۰ میلی‌متر دارند (مخدوم، ۱۳۸۴: ۲۸۹)، مناسب‌تر است؛ در نتیجه در وزن‌دهی به لایه بارندگی فرض اصلی بر این اصل استوار است که هرچه بارندگی به میزان ۸۰۰ میلی‌متر نزدیک‌تر می‌شود، دارای قابلیت بیشتری در جهت توسعه شهری است.

بر اساس اطلاعات جدول شماره (۱۰)، معیار رودخانه در ۷ طبقه امتیازدهی شده است. به طوری که کمترین عدد، بیشترین اولویت را در ارزش هر طبقه دارد؛ بنابراین به‌ازای افزایش فاصله از رودخانه، از وزن اراضی در جهت گسترش شهری کاسته خواهد شد. اطلاعات این جدول نشان می‌دهد، در محدوده مورد مطالعه، بیشترین مساحت به فاصله بین ۵۰۰-۰ متر، معادل ۲۵۵۱۰۱۳۹ مترمربع با مقدار ارزشی ۷ و کمترین مساحت به فاصله بین ۳۰۰۰-۲۵۰۰ متر با مقدار ارزشی ۲ معادل ۶۵۰۴۹۳۴ مترمربع، اختصاص دارد؛ بنابراین با توجه به اینکه بیشتر محدوده مورد مطالعه با مساحتی معادل ۵۹۸۳۸۷۹۸ مترمربع نزدیک به حریم ۱۵۰۰-۰ متری رودخانه قرار دارد و بخش کمتری از منطقه با مساحتی برابر با ۳۶۵۸۸۲۳۳ مترمربع در حریم بیش از ۱۵۰۰ متر واقع شده است؛ بخش اعظمی از منطقه مورد مطالعه از نظر فاصله از رودخانه، در جهت توسعه شهر دارای محدودیت است (شکل شماره ۷).

جدول ۱۱. ماتریس مقایسه زوجی متغیرهای معیار بارندگی بر حسب واحد میلی‌متر

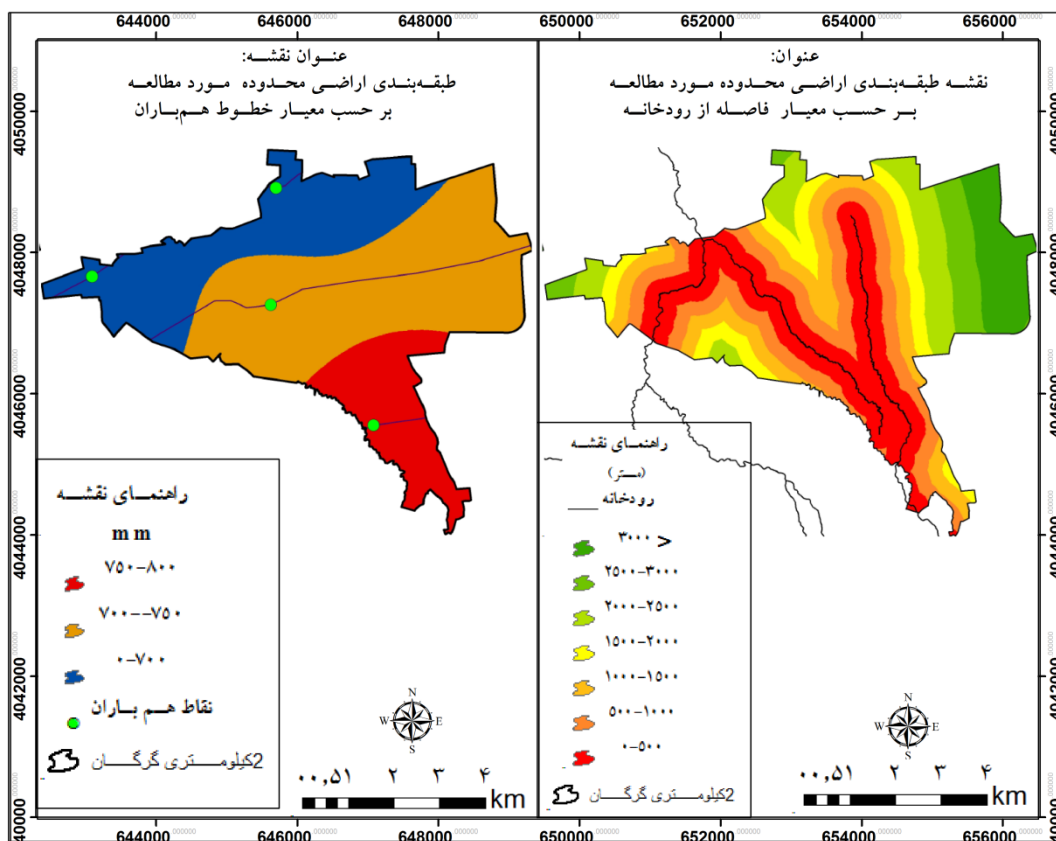
معیار بارندگی	زیر ۷۰۰	۷۵۰-۷۰۰	۸۰۰-۷۵۰	اولویت معیار	مساحت (مترمربع)
زیر ۷۰۰	۱	۰,۱۱۱۱	۰,۱۱۱۱	۳	۳۱۵۶۱۴۴۸
۷۵۰-۷۰۰	۹	۱	۰,۱۴۲	۲	۴۸۴۴۳۷۹۲
۸۰۰-۷۵۰	۹	۷	۱	۱	۱۶۴۲۵۷۶۱
وزن نهایی	۰,۰۰۲۴	۰,۰۱۱۵	۰,۰۴۲۳	CR=۰,۰	

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

۷۵۰-۷۰۰ میلی‌متر در مرکز منطقه با مقدار ارزشی ۲ با مساحتی معادل ۴۸۴۴۳۷۹۲ مترمربع که برای توسعه مناسب می‌باشد و بارش بین ۸۰۰-۷۵۰ میلی‌متر در جنوب محدوده با مقدار ارزشی ۱ با مساحتی معادل ۱۷۱۵۹۱۶۱ مترمربع که برای توسعه مناسب است؛ بنابراین از لحاظ معیار بارش بیشتر، محدوده مورد مطالعه در جهت توسعه شهری مناسب است (شکل شماره ۷).

بر اساس اطلاعات جدول شماره (۱۱) معیار بارندگی در ۳ طبقه امتیازدهی شده است. به طوری که کمترین عدد، بیشترین اولویت را در ارزش هر طبقه دارد. اطلاعات این جدول نشان می‌دهد، در تحقیق حاضر با سه میزان بارش مواجه هستیم، که شامل بارش کمتر از ۷۰۰ میلی‌متر در شمال محدوده مورد مطالعه یا مقدار ارزشی ۳ با مساحتی معادل ۳۱۵۶۱۴۴۸ مترمربع که نامناسب برای توسعه است، بارش بین





شکل ۷. نقشه‌های طبقه‌بندی اراضی شهر گرگان بر حسب معیار فاصله از رودخانه و خطوط هم‌باران (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

$$\text{Re class-street}] * 0.1014 + [\text{re class-soil}] * 0.0877 + [\text{re class-slop}] * 0.0658 + [\text{re class-river}] * 0.0406 + [\text{re class-rain}] * 0.0564 + [\text{re class-land use}] * 0.2211 + [\text{re class-geo}] * 0.1079 + [\text{re class-fault}] * 0.1789 + [\text{re class-dem}] * 0.0494 + [\text{re class-aspect}] * 0.0909$$

به طوری که ۱۱/۷۳ درصد از محدوده مورد مطالعه با مساحتی معادل ۱۱۲۸۹۲۶۶ مترمربع دارای قابلیت بسیار مناسب برای توسعه و ۲۱/۹۱ درصد با مساحتی برابر با ۲۱۰۷۸۹۵۱ مترمربع دارای توان مناسب برای توسعه شهر است. همچنین ۲۷/۰۳ درصد از منطقه مورد مطالعه با مساحتی معادل ۲۶۰۰۰۲۷۴ مترمربع به طور متوسط، برای توسعه شهر مناسب است. از سوی دیگر ۲۶/۰۷ درصد از این محدوده با مساحتی معادل ۲۵۰۸۳۷۰۸ مترمربع دارای توان نامناسب در جهت توسعه و ۱۳/۲۶ درصد با مساحتی برابر با ۱۲۷۵۹۵۳۵ مترمربع دارای محدودیت بسیار زیاد برای توسعه شهر

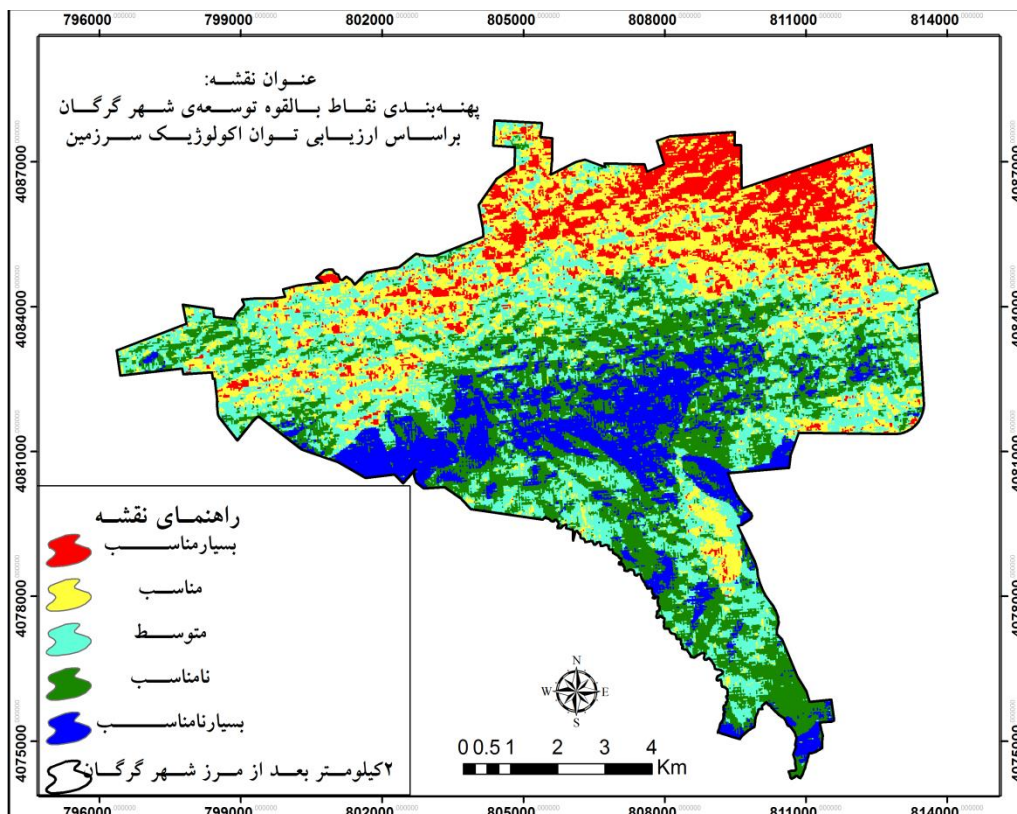
### ۳- ارزیابی و طبقه‌بندی سرزمین

به منظور ارزیابی و طبقه‌بندی داده‌ها از روش روی هم گذاری لایه‌های اطلاعاتی استفاده شده است. به گونه‌ای که ابتدا نقشه‌های وکتوری یا بُرداری تمام لایه‌ها از نقشه‌های کشوری برش داده شده است، سپس برای آنالیز به فرمت رستری و پلیگون تبدیل گشته و براساس ارزشی که طبقات و متغیرهای هر یک از معیارها داشته‌اند، براساس قوانین موجود، طبقه‌بندی مجدد انجام گرفت. سپس هر کدام از لایه‌ها با توجه به وزن طبقاتی که برای هر یک تعریف شده است، فراخوانی شده و در وزن کلی خود لایه ضرب شده و با توجه به فرمول شماره ۱ نتیجه تمام معیارها با هم جمع شد و در نهایت نقشه نهایی حاصل، از طریق کلاس‌بندی به ۵ دسته توان تقسیم (شکل شماره ۸) و نقاط بالقوه توسعه شهری گرگان مشخص شده است.

The formula Determine the potential of urban development<sup>1</sup>:

می‌دهد منطقه مورد مطالعه دارای توان متوسطی در جهت توسعه شهر است.

است؛ بنابراین در مجموع ارزیابی توان اکولوژیک شهر گرگان با توجه به ۱۰ معیار مورد بررسی، نشان



شکل ۸. نقشه پهنه‌بندی نقاط بالقوه توسعه شهر گرگان براساس ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۳)

### نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

امروزه با توجه به رشد روزافزون جمعیت شهرنشین و در پی آن گسترش شتاب‌زده و لجام‌گسیخته شهرها، مسائل و مشکلات متعددی پیش‌روی جوامع بشری قرار گرفته است؛ از این‌رو، افزایش سطح سکونتگاه‌های شهری در محدوده شهر گرگان نیز، بدون توجه به قابلیت‌ها و محدودیت‌های اراضی و فرایند ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری انجام می‌گیرد که هر روزه موجب نابودی سطح وسیعی از اراضی بارز می‌شود؛ بنابراین شناسایی پتانسیل‌ها و قابلیت‌های سرزمین پیش از استقرار بر روی آن و بارگذاری کاربری‌ها و فعالیت‌های شهری بسیار حایز اهمیت است. بر این اساس، این پژوهش در شهر گرگان با هدف طراحی و به‌کارگیری مدلی کلی‌نگر و انعطاف‌پذیر به‌منظور ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری با بهره‌گیری از

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی انجام گرفته است که در آن، مهم‌ترین معیارهای توان اکولوژیک توسعه شهری در قالب ساختاری سلسله‌مراتبی و با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی، تحلیل شده‌اند و نقشه پهنه‌بندی محدوده مورد مطالعه براساس توان اکولوژیک توسعه شهری تهیه شده است.

همان‌طور که نتایج مطالعات نشان داده است، معیار درصد شیب بیشتر در اراضی شمال شهر، معیار ارتفاع در تمام منطقه، معیار جهت شیب در جهات غرب، جنوب، جنوب‌غرب، بدون جهت و جنوب‌شرق منطقه، معیار کاربری اراضی شهری، کشاورزی، زراعت دیم در شمال منطقه، معیار خاک عمیق با بافت متوسط تا سنگین در بخش شمالی منطقه، معیار زمین‌شناسی در زیرمعیارهای سنگ‌های گابرو، ماسه سنگ و شیست سبز در جنوب منطقه، معیار شبکه دسترسی در تمام

توسعه جلوگیری می‌کند. به‌منظور جلوگیری از تغییرات خودروی کاربری اراضی با آثار مخرب و زیان‌بار نیز می‌توان با توانمندسازی روستائیان، از مهاجرت‌های بی‌رویه آنان به نواحی حاشیه‌ای شهرها جلوگیری کرد و با بورس‌بازی زمین به‌ویژه در مناطق دارای چشم‌اندازهای زیبای طبیعی نیز برخورد شود و بین سازمان‌ها و نهادهای ملی، منطقه‌ای و محلی در بهره‌برداری و مدیریت اراضی هماهنگی ایجاد شود. همچنین هدایت توسعه شهر به سمت اراضی شمال و شمال‌شرق منطقه برای حفظ زمین‌های کشاورزی و رعایت حریم‌ها در ساخت‌وساز مانند حفظ فاصله از حریم رودخانه و جاده‌ها و گسل در جهت پیشگیری از حوادث احتمالی باید در اولویت برنامه‌ریزی‌ها قرار گیرد.

#### منابع

ابراهیم‌زاده، عیسی؛ رفیعی، قاسم. (۱۳۸۸). مکانیابی بهینه جهت گسترش شهری با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مورد شهر: مرودشت. مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۵، پاییز، صص ۷۰-۴۵.

آل‌شیخ، علی؛ جوزی، علی؛ رضایان، سحر. (۱۳۸۵). طراحی مدل نوین ارزیابی توان اکولوژیک در جهت استقرار کاربری توسعه شهری و خدماتی، کنفرانس ژئوماتیک، سازمان نقشه‌برداری کشور، صص ۱۰-۱.

بهرام‌سلطانی، کامبیز. (۱۳۷۱). مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی، محیط زیست، ناشر: تهران، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، چاپ اول، ۲۴۰ صفحه.

پوراحمد، احمد؛ شمعی، علی. (۱۳۸۰). اثرات توسعه فیزیکی شهر یزد بر جمعیت بافت قدیم شهر، مجله نامه علوم اجتماعی، سال ۲۰، شماره ۱۸، صص ۳۲-۳.

پورجعفر، محمدرضا؛ منتظرالحجه، مهدی؛ رنجبر، احسان؛ کبیری، رضا. (۱۳۹۱). ارزیابی توان اکولوژیکی به‌منظور تعیین عرصه‌های مناسب توسعه در محدوده شهر جدید سهند، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۸، پاییز، صص ۲۲-۱۱.

جوزی، سیدعلی؛ مرادی‌مجد، نسرين؛ عبداللهی، هدی. (۱۳۸۸). ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه بوالحسن دزفول به‌منظور استقرار کاربری گردشگری به روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، پژوهش‌های مجله علوم و فنون دریایی، صص ۸۴-۷۱.

ارزیابی توان اکولوژیک شهر گرگان به‌منظور تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری منطقه و معیار بارش در بخش جنوب و مرکز محدوده مورد مطالعه، مناسب برای توسعه شهر شناسایی شده‌اند. همچنین معیار جهت شیب در جهت شرق، شمال، شمال‌غرب و شمال‌شرق منطقه، معیار کاربری اراضی جنگلی در جنوب شهر، معیار خاک عمیق با بافت خیلی سنگین تا سنگین و خاک عمیق رسی و رسی شنی لوم در بخش مرکزی و جنوبی منطقه، معیار زمین‌شناسی در زیرمعیارهای سنگ‌های لس، مخروط‌های جوان آبرفتی و آبرفت جوان بستر رودخانه در بخش شمالی و مرکزی منطقه و معیار دوری از گسل و فاصله از رودخانه در بخش اعظمی از منطقه مورد مطالعه، دارای محدودیت برای توسعه شهری شناسایی شده‌اند.

معیارهای مؤثر مطرح‌شده، در تصمیم‌گیری در جهت تعیین مناطق بهینه توسعه آبی شهر مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند و در نهایت بخش اعظمی از محدوده مورد مطالعه (شهر گرگان) به‌ویژه اراضی واقع در نواحی شمال و شمال‌شرقی، به‌عنوان پهنه‌های مستعد توسعه آبی شهر شناسایی شده‌اند. این پهنه‌های شناسایی شده می‌تواند، به‌عنوان الگویی در جهت آگاهی مدیریت کلان به‌منظور برنامه‌ریزی اصولی و منطبق با معیارهای توسعه همسو با محیط زیست و به‌منظور بهبود رویه‌های مدیریتی در سطح کلان مورد استفاده قرار گیرد. در نهایت با توجه به اینکه گسترش روزافزون شهر و دست‌اندازی به زمین‌های پیرامونی و ایجاد امکانات برای سوداگری بر زمین و ساختمان، چه در مرکز شهر و چه در نقاط پیرامونی آن، مواردی‌اند که سبب ایجاد مشکلات متعددی برای محیط زیست و جوامع محلی ساکن می‌شوند؛ بنابراین با توجه به بررسی‌ها و نتایج حاصل از این تحقیق، پیشنهادهای زیر ارائه شده است: جلوگیری از توسعه افقی شهر در اراضی کشاورزی پیرامون، توسعه شهر در اراضی بلااستفاده درون محدوده. همچنین ملزم کردن طرح‌های توسعه شهری به انجام‌دادن فرایندی کارآمد و مورد تأیید کارشناسان برای ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری، از تغییرات زیان‌بار و مخرب کاربری اراضی در چارچوب برنامه‌های

فیزیکی شهر بابلسر بر مبنای شاخص‌های طبیعی، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۳، تابستان، صص ۹۹-۱۲۲.

کرامتی، رحمت‌الله؛ رشیدی فرد، نعمت‌اله. (۱۳۹۲). بررسی روند رشد فیزیکی شهر، نمونه موردی: شهر دهدشت، اولین همایش ملی معماری، مرمت شهرسازی و محیط زیست پایدار، شهریور، صص ۱-۱۶.

مخدوم، مجید. (۱۳۸۴). شالوده آمایش سرزمین، چاپ ششم، انتشارات: دانشگاه تهران.

میرداودی، حمیدرضا؛ زاهدی پور، حجت‌اله؛ مرادی، حمیدرضا؛ گودرزی، غلامرضا. (۱۳۸۷). بررسی و تعیین توان اکولوژیک استان مرکزی از نظر کشاورزی و مرتع‌داری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، فصل‌نامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، سال ۱۵، شماره ۲، صص ۲۴۲-۲۵۵.

Abdoos, Monireh., & Mozayani, Naser. (2005). "Fuzzy Decision Making Based on Relationship Analysis between Criteria", proc, North American Fuzzy Information Processing Society Annual Conf, 26-28 jule, pp 743-747.

Anderson, Larz. (1987). "Seven methods for calculating land capability/suitability". American Planning Association. Planning Advisory Service, Report No. 402pp 1-20

Batisani, Nnyaladzi., & Yarnal, berent. (2009). "Urban expansion in Centre County, Pennsylvania: Spatial dynamics and Landscape transformations", Applied Geography, doi, pp 235-249.

Koomen, Eric, Still Well., John, Bakema, Aldrik., Scholten, Henk J. (2007). "Modelling Land-Use Change Progress and applications", Published by Springer, ISBN, 398p.

Son Yu, Chian. (2002). "A GP-AHP method for solving group decision-making fuzzy AHP problems "Computer & Operation research, Volume 29, Issue 14, December, pp 1969-2001.

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, Volume 5, Issue 1, February, pp 29-39.

Wolfslehner, Bernhard., Harald, Vacik., & Manfred, J.Lexer. (2005). "Application of the analytic network processing multi-criteria analysis of sustainable forest management", Forest Ecology and Management, Volume 207, Issues 1-2, 7 March, pp 157-170.

حسین‌نژاد، مجتبی. (۱۳۹۱). ارزیابی مناسب کاربری‌های آموزشی مقطع متوسطه شهری با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP فازی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه گلستان، ۲۵۰ صفحه.

رهنمایی، محمدتقی. (۱۳۷۰). توان‌های محیطی ایران، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری، تهران، ۴۱۰ صفحه.

سرور، رحیم. (۱۳۸۳). استفاده از AHP در مکان‌یابی جغرافیایی، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۹، پاییز، صص ۳۸-۱۹.

سرور، رحیم. (۱۳۸۷). جغرافیای کاربردی و آمایش سرزمین، ناشر: تهران، انتشارات سمت، چاپ سوم.

شناور، بامشاد؛ حسینی، سید محسن؛ اورک، ندا. (۱۳۹۱). کاربرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در ارزیابی توان سرزمین به‌منظور توسعه شهری در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۷، شماره دوم، تابستان، صص ۱۴۹-۱۲۹.

شیرمحمدی، حمید؛ نقیبی، فریدون. (۱۳۸۶). توسعه کالبدی شهر نالوس با در نظر گرفتن اثرات زیست‌محیطی به کمک GIS، نشریه هویت شهر، سال اول، شماره ۱، پاییز و زمستان، صص ۳۸-۲۷.

عباس‌نژاد، احمد؛ نجف‌زاده، علیرضا. (۱۳۸۷). زمین‌شناسی زیست‌محیطی، ناشر: دانشگاه پیام نور، چاپ دوم، ۳۷۰ صفحه.

عزیزیان، محمدصادق؛ نقدی، فریده؛ ملازاده، مهدی. (۱۳۹۲). ارزیابی توان اکولوژیک حاشیه شهر تبریز به‌منظور توسعه پایدار شهری با رویکرد MCE، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال ۴، شماره ۱۳، صص ۱۲۸-۱۱۳.

قاسمیان بهاره؛ عابدینی، موسی. (۱۳۹۱). بررسی توسعه فیزیکی شهرستان بیجار بر پایه شاخص‌های طبیعی و مکان‌یابی بهینه توسعه آبی آن، دومین همایش برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، صص ۱۰-۱.

قراگوزلو، علیرضا. (۱۳۸۴). GIS و ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست، ناشر: مرکز تحقیقات سازمان نقشه‌برداری کشور، چاپ دوم.

قرخلو، مهدی؛ پورخباز، حمیدرضا؛ امیری، محمدجواد؛ فرجی‌سبکبار، حسنعلی. (۱۳۸۸). ارزیابی توان اکولوژیک منطقه قزوین در جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال اول، شماره دوم، پاییز، صص ۶۸-۵۱.

قرخلو، مهدی؛ داوودی، محمود؛ زندوی، سیدمجدالدین؛ جرجانی، حسن‌علی. (۱۳۹۰). مکان‌یابی مناطق بهینه توسعه