نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال هجدهم، شماره ۵۱، زمستان ۹۷

# تحلیلی بر مکان‌یابی جهات بهینه گسترش فیزیکی شهرستان گرمی با استفاده از مدل VIKOR

**دریافت مقاله:** ۹۵/۶/۳ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۳/۱
**صفحات:** ۶۳-۴۱

**فریبا اسفندیاری درآباد:** دانشیار گروه ژئومورفولوژی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران[۱].
Fariba_sfandyary@yahoo.com
**صغری جدی:** کارشناس‌ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
sograjeddi@yahoo.com
**النازپیروزی:** دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
Piroozielnaz@yahoo.com

**چکیده**

**امروزه توسعه فیزیکی بی‌رویه و ناموزون شهری، آثار و پیامدهای متعددی را برجای گذاشته و شهرها را با مسایل و معضلات خاصی روبرو نموده است. شهرستان گرمی نیز به دلیل موقعیت جغرافیایی خود و قرارگیری بر روی پهنه‌های پرشیب و کوهستانی دارای محدودیت‌های متعددی است. بنابراین بررسی و تجزیه و تحلیل پدیده‌های مختلف طبیعی و عوامل انسانی منطقه و در نهایت ارائه راهکارهای کنترل و برخورد منطقی با این فرآیندها و محدودیت‌های حاصل از آن‌ها ضروری است. در همین راستا تحقیق حاضر با علم به اهمیت موضوع و با هدف بررسی مناطق مستعد جهت توسعه شهری تدوین گردیده است. جهت تجزیه و تحلیل فضایی و ارزیابی چند معیاری از نرم‌افزار Edrisi، و برای استانداردسازی ارزش‌ها (مقادیر) و یکسان‌سازی مقیاس‌ها در لایه‌های نقشه‌ای، از روش استانداردسازی بر مبنای درجه عضویت در تابع فازی استفاده گردید. برای وزن‌دهی به معیارها نیز روش Critic انتخاب شده و در تحلیل نهایی ارزیابی چند معیاری، تکنیک VIKOR مورد استفاده قرار گرفته و جهات مطلوب توسعه شهری تعیین شده است. نتایج نشان می‌دهد که بهترین جهت در اولویت اول برای توسعه، جنوب‌غربی شهر بوده و در اولویت دوم جهات شمال شرقی و تا حدودی اراضی شرق می‌باشد. همچنین تجزیه و تحلیل شاخص‌ها و متغیر-های منتخب و بررسی نقشه نهایی حاصل از مدل ویکور، نشان داد که مهم‌ترین عوامل طبیعی تاثیر-گذار بر توسعه فیزیکی شهر در محدوده مورد مطالعه ویژگی‌های تیپ اراضی، جنس خاک و جهت شیب می‌باشد. از مهم‌ترین عوامل انسانی تاثیرگذار هم شاخص‌های کاربری زمین است.**

**کلیدواژگان:** مکان‌یابی، گسترش فیزیکی، جهت توسعه، مدل ویکور، شهرستان گرمی.

---

**۱. نویسنده مسئول:** اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، گروه ژئومورفولوژی.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

**مقدمه**

توسعه فیزیکی شهر، فرآیندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن در جهت عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابند و اگر این روند سریع و بی‌برنامه باشد، به تنسیق فیزیکی و متعادل و موزون فضاهای شهری نخواهد انجامید؛ و در نتیجه سامانه‌های شهری را با مشکلات عدیده‌ای مواجه خواهد کرد (فردوسی، ۱۳۸۴: ۱۸). در مطالعه فیزیکی شهرها باید عوامل و موانع طبیعی و انسانی را مطالعه کرده و ارتباط و تاثیر متقابل این پدیده‌ها بر یکدیگر و بر توسعه‌ی شهر بررسی شود؛ زیرا نبود شناخت و آگاهی لازم از این محدودیت‌ها و رعایت نکردن حریم مناسب آن‌ها، باعث هدایت و گسترش شهر در جهت این موانع می‌شود که در نهایت شهر و فضاهای شهری را با مشکلات جدی مواجه خواهد کرد (ملکی و همکاران، ۱۳۹۶: ۵۷). سیلاب و آب‌گرفتگی در محدوده‌های شهری بعد از برخی بارندگی‌ها (به دلیل برهم خوردن شبکه زهکشی طبیعی زمین و تعرض به پهنه‌های سیلابی)، رخداد حرکات توده‌ای با شکل‌ها و انواع گوناگون (به دلیل برهم خوردن تعادل شیب زمین و بارگذاری‌های نامناسب)، فرونشست زمین (در نتیجه بهره‌برداری‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی) فقط نمونه‌هایی هستند که ضمن تهدید جان انسان‌ها، از نظر مالی نیز خسارت‌های زیادی به همراه دارند، به طوری که عامل کاهش فرآیندهای توسعه و مانع شکل‌گیری روند توسعه پایدار می‌باشند. با این حال شهرها همچنان توسعه می‌یابند و طرح‌های محلی، استانی، و غیره اجرا می‌شوند. در نتیجه توسعه برنامه‌ریزی شده بیش از پیش احساس می‌شود به طوری که بایستی جهت‌یابی توسعه شهر با توجه به عوامل تأثیرگذار به گونه‌ای باشد که همراه با توسعه فیزیکی کمترین خسارت به محیط زیست وارد گردد. بنابراین اجرای ساخت و سازها در خط لرزه‌خیزی، احداث واحدهای صنعتی در مسیر بادهای ورودی یا غالب شهر، احداث بناها در کنار مسیل‌ها و رودخانه‌ها و یا نواحی‌ای که از لحاظ فرآیندهای دامنه‌ای ناپایدار است و یا به طور کلی توسعه فیزیکی شهر، بیانگر عدم توجه به امکانات و محدودیت‌های محیطی و جغرافیایی می‌باشد (رهنمایی و شاه حسینی، ۱۳۸۶: ۱۶۱).

نمونه موردی این پژوهش شهرستان گرمی در استان اردبیل است که به دلیل دخالت عوامل انسانی و طبیعی از حالت تعادل و پایداری خارج شده و دارای توسعه بدون برنامه‌ریزی و نامطلوب در مکان‌های ناپایدار طبیعی می‌باشد. عمل زیربری رودخانه و برداشتن پاشنه دامنه، وجود گسل‌های اصلی و فرعی متعدد به همراه دخالت غیر اصولی بشر نظیر ایجاد ترانشه جاده و سازه‌های شهری، نفوذ آب به سازندها و افزایش بار دامنه‌ها از طریق چاه‌ها و غیره، همواره باعث ایجاد مشکلات عدیده و بروز مخاطرات طبیعی در نواحی مختلف شهر گشته است. همچنین به دلیل کوهپایه‌ای بودن این شهرستان، شیب دامنه‌ها همواره یکی از موانع توسعه در این منطقه می‌باشد. دامنه‌های پرشیب مشرف به شهر به دلیل دخالت عوامل انسانی و طبیعی از حالت تعادل و پایداری خارج شده و در طول چند سال گذشته ساکنان این شهر، شاهد حرکات دامنه‌ای مخصوصاً پدیده لغزش و نشست زمین شده و خسارات مالی فراوانی را متحمل شده‌اند. به طوریکه در بعضی قسمت‌ها مخصوصاً در دامنه‌های پرشیب مشرف به ناودیس گرمی و در حاشیه رودخانه گرمی‌چای مجبور به ترک خانه‌های مسکونی خود شده‌اند، و مراکز مهم دولتی از قبیل بیمارستان و ادارات و مدارس را نیز تغییر مکان داده‌اند. بنابراین در پژوهش حاضر سعی بر آن خواهد بود که پدیده‌های مختلف طبیعی و انسانی و امکان ایجاد محدودیت‌های

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

ناشی از آن‌ها در رابطه با توسعه شهرستان گرمی بررسی شده و جهات بهینه توسعه فیزیکی این شهرستان مشخص شود. در طی چند سال گذشته توجه ویژه به اهمیت آگاهی از محدودیت‌های فیزیکی برای توسعه شهرها موجب شده است تا تحقیقات و پژوهش‌های مختلفی در این رابطه شکل پذیرد. در برخی از این پژوهش‌ها تنگناها و موانع طبیعی و ژئومورفولوژیک موجود بر سر راه توسعه شهرها مورد بررسی قرار گرفته‌اند و در بعضی دیگر مخاطرات طبیعی و ژئومورفیک ناشی از گسترش شهرها موضوع مطالعه بوده‌اند. در هر دو صورت فعالیت‌های انسانی در قالب توسعه فیزیکی شهرها مد نظر بوده است. انتظار می‌رود که تداوم این پژوهش‌ها و ارایه الگوها و مدل‌های جدیدتر در پهنه‌بندی و شناسایی محدودیت‌ها و تلاش برای آگاهی مسئولین پیرامون این تنگناها در توسعه شهرها باعث شود تا مکان‌یابی برای توسعه‌های آتی شهرها در ایران از پشتوانه قدرتمند علمی و تجربی برخوردار شود. برای مثال در ایران، قرخلو و همکاران (۱۳۸۹)، بر مبنای شاخص‌های طبیعی اقدام به مکان‌یابی مناطق بهینه توسعه فیزیکی شهر بابلسر نموده‌اند. در این بررسی با همپوشانی نقشه‌های مختلف در محیط GIS دو منطقه جنوب‌شرق و جنوب‌غرب مناسب‌ترین مکان جهت گسترش آتی شهر مشخص شده‌اند. حسینی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی با عنوان مکانیابی جهات توسعه فیزیکی شهر دیواندره با استفاده از مدل فازی، در مطالعه خود با بهره‌گیری از ۱۰ متغیر مربوط به عوامل طبیعی تأثیرگذار در گسترش و توسعه کالبدی به جهت شرایط کوهستانی و وجود عوارض طبیعی در منطقه و با استفاده از توانمندی مدل فازی سعی کرده‌اند به هدف پژوهش که شناسایی جهت بهینه برای توسعه شهری شهر دیواندره با توجه به خصوصیات منطقه است دست پیدا کنند. نهایتاً نتیجه پژوهش نشان می‌دهد که با توجه به عوامل طبیعی موجود در منطقه و گسترش‌های رخداده در اطراف و جهات مختلف به خصوص جنوب و شمال، جهات شرقی شهر در کلاس مناسب برای توسعه قلمداد شده است و عدم مطالعات دقیق و بهره‌گیری از مبادی اصلی مکانیابی باعث گردیده ۰/۵۶ از گسترش‌های رخداده نامناسب جلوه داده شود. روستایی و همکاران (۱۳۹۳)، با استفاده از ۶ شاخص به پهنه‌بندی زمین برای توسعه شهری بخش مرکزی منطقه ارس با استفاده از مدل AHP پرداخته‌اند. نتایج به دست آمده نشانگر آن می‌باشد که مطلوب‌ترین مکان برای توسعه شهری بر اساس دوری از عوامل بحران آفرین طبیعی در سمت جنوب، جنوب‌غربی و غرب منطقه قرار دارد. همچنین در خارج از ایران، آلکانترا[1] (۲۰۰۲)، ارتباط ژئومورفولوژیک و مخاطرات محیطی در کشورهای در حال توسعه را ارزیابی و خاطر نشان کرده است که به رغم وقوع بلایای طبیعی در سراسر جهان، تأثیر و آسیب‌های آن در کشورهای در حال توسعه به دلیل موقعیت جغرافیایی (قرارگیری در مناطق بسیار مستعد ابتلا به خطرات طبیعی) بیشتر می‌باشد. فلورشیم و همکاران[2] (۲۰۰۸)، فرآیندهای ژئومورفیکی که در دره مرکزی کالیفرنیا به مخاطرات سیلاب منجر می‌شدند را بررسی کردند و نشان دادند تغییرات آنتروپوژنیک و انسانی در دشت‌های سیلابی مستعد طغیان، مانند ساخت بندها، تنظیم جریان رودخانه‌ها و غیره خطر وقوع سیل را افزایش داده و مخاطرات وقوع سیلاب‌ها را در نواحی کشاورزی و مناطقی که با رشد سریع توسعه

1. Alcantara
2. Florsheim
4. Wuhan

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

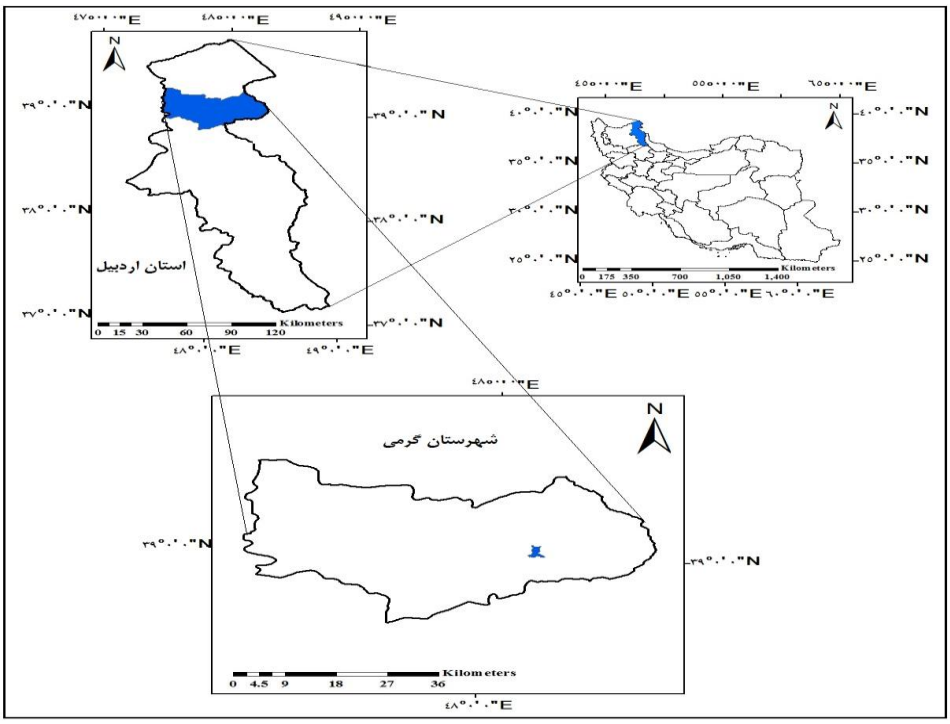
شهری مواجه هستند افزایش می‌دهد. لیو[1] و همکاران (۲۰۱۰)، در مطالعه‌ای تحت عنوان ارزیابی اثرات زیست محیطی برنامه‌ریزی استفاده از زمین در شهر وهان[2] بر اساس تحلیل تناسب اکولوژیکی تاثیر مستقیم الگوهای استفاده از زمین‌های منطقه‌ای را بر اساس تحلیل همپوشانی در محیط ArcGIS بررسی کرده و با تعیین سه کلاس نسبتاً مناسب، مناسب و نامناسب توسعه اکولوژیک محور شهر وهان را مشخص نمودند. یوسف و همکارانش (۲۰۱۱)، در کشور مصر با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی و با مدل AHP اقدام به شناسایی و رتبه‌بندی مکان‌های مختلف برای توسعه شهری، صنعتی و توریسم کردند و در نهایت، به این نتیجه دست یافتند که این مناطق برای توسعه شهری با مشکلات متعدد جغرافیایی و زیست محیطی روبه‌رو است.

## روش تحقیق

شهرستان گرمی یکی از شهرستان‌های استان اردبیل است که در شمال غربی کشور و شمال استان اردبیل بین ′۵۰ °۳۸ تا ′۱۰ °۳۹ عرض شمالی از خط استوا و ′۲۵ °۴۷ تا ′۱۲ °۴۸ طول شرقی نسبت به نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. این شهرستان دارای ۱۷۲۵/۲ کیلومترمربع مساحت است که معادل ۹/۶ درصد مساحت استان اردبیل می‌باشد. محدوده مورد مطالعه از جنوب به دامنه کوه‌های صلوات، از شمال به کوه‌های خروسلو، از غرب به دره رود و از شرق به بالقارچای (بالهارود) محدود می‌شود. پست‌ترین نقطه شهرستان در شمال غرب شهرستان و در روستای خان محمدلو واقع است که حدود ۲۴۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و مرتفع‌ترین نقطه شهرستان کوه‌های صلوات در جنوب است که حداکثر ۲۱۰۰ متر ارتفاع دارد (شکل ۱).

1. Liu
2 . Wuhan

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]




**شکل (۱). نقشه موقعیت جغرافیایی شهرستان گرمی در استان و کشور**

تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی، و از نظر ماهیت و روش در چاچوب توصیفی- تحلیلی می‌باشد. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق مشتمل بر اطلاعات مربوط به معیارها و ضوابطی هستند که در مکان‌یابی جهات بهینه توسعه فیزیکی به‌کار می‌روند (جدول ۱). در این رابطه به تناسب نیاز در تامین اطلاعات مورد استفاده، مراجعه به ارگان‌ها و سازمان‌های دست‌اندرکار در موضوع در برنامه‌ی کار قرار گرفت. همچنین برجسته‌ترین ابزار مورد استفاده در تحقیق مشتمل بر نرم‌افزارهایی است که به تناسب نیاز در فازهای مربوط به ورود داده‌ها، مدیریت و ذخیره‌سازی داده‌ها، استانداردسازی و تعیین وزن معیارها، پردازش و تحلیل داده‌ها و تهیه خروجی-های مورد نیاز مورد استفاده قرار گرفتند. این نرم‌افزارها عبارتنداز: آرک‌جی‌آی‌اس[1]، ادریسی کلیمانجارو[2]، نرم-افزار اکسل[3] (برای محاسبات کمی). عمده‌ترین روش مورد استفاده قاعده تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی گزینه‌ها بر پایه‌ی تکنیک تحلیل چندمعیاری ویکور[4] است. که در بکارگیری عملیاتی از آن، از توابع پایه‌ای مربوط به عملیات‌هایی عددی، همپوشی، تحلیل پیوست مجاورتی و تحلیل فاصله استفاده شده است. ارزش‌گذاری و

1. ArcGIS
2. IdrisiKlimanjaro
3. Excel
4. Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (واژه صربستانی)

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

استانداردسازی نقشه‌های معیار به روش فازی و تعیین وزن‌های معیار به روش کریتیک[1] از روش‌های برجسته دیگر مورد استفاده در این تحقیق هستند.

**جدول (۱). شاخص‌ها و متغیرهای اصلی تحقیق**

| هدف | معیار | زیر معیارها |
|---|---|---|
| مکانیابی مطلوب توسعه فیزیکی شهر | طبیعی | شیب، جهت شیب، خاک، گسل، لیتولوژی، حریم رودخانه، تیپ اراضی، عمق آبهای زیرزمینی، بارش |
| | انسانی | کاربری زمین، فاصله از روستاها |

**تکنیک ویکور**

مدل Vikor، مبتنی بر برنامه‌ریزی توافقی مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره است. تأکید این روش بر رتبه‌بندی و انتخاب از مجموعه‌ای از گزینه و تعیین راه‌حل توافقی برای مسأله با معیارهای متضاد می‌باشد (چن و وانگ[2]، ۲۰۰۹: ۲۲۴). درشرایطی که فرد تصمیم گیرنده قادر به شناسایی و بیان برتری‌های یک مسأله در زمان شروع و طراحی آن نیست، این روش می‌تواند به عنوان ابزاری مؤثر برای تصمیم‌گیری مطرح شود (عطائی، ۱۳۸۹: ۸۷). بنابراین، این روش بر دسته‌بندی و انتخاب از یک مجموعه گزینه تمرکز داشته و جواب‌های سازشی را برای یک مسأله با معیارهای متضاد تعیین می‌کند. به طوری که قادر است تصمیم‌گیرندگان را برای دستیابی به یک تصمیم نهایی یاری دهد. تفاوت اصلی این مدل با مدل‌های دیگر تصمیم‌گیری سلسله مراتبی یا شبکه‌ای این است که بر خلاف آن مدل‌ها، در این مدل‌ها مقایسات زوجی بین معیارها و گزینه ها صورت نمی‌گیرد و هر گزینه مستقلاً توسط یک معیار سنجیده و ارزیابی می‌گردد (اپروکویک و تزنگ[3]، ۲۰۰۷: ۵۱۷).

**مراحل انجام تکنیک ویکور**

مرحله اول: تشکیل ماتریس تصمیم با توجه به تعداد معیارها، تعداد گزینه‌ها و ارزیابی همه گزینه‌ها برای معیا-های مختلف ماتریس تصمیم، به صورت (رابطه ۱) است. این ماتریس بر اساس n آلترناتیو و m شاخص است، که در آن xij عملکرد گزینه i (i:1,2,…,m) در رابطه با معیار j (j:1,2,…,n) می‌باشد.

رابطه (۱)

$$Xij = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{22} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

مرحله دوم: استانداردسازی ماتریس تصمیم می‌باشد. دراین مرحله سعی می‌شود، معیارها با ابعاد مختلف به معیارهایی بی‌بعد تبدیل شوند. به عبارت دیگر، در فرایند ارزیابی ممکن است معیارها در واحدهای اندازه‌گیری متفاوتی مورد سنجش قرار گیرند، در نتیجه نمی‌توان عملیات ریاضی همچون جمع و تفریق را بر روی آن‌ها به انجام رسانید. حال اگر بخواهیم سر جمع امتیازی را که یک پیکسل، به لحاظ معیارهایی چون شیب و فاصله از

1. CRITIC
2. Chen and Wang
3. Aprocoquic and Tzng

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

گسل کسب کرده است، محاسبه کنیم این کار بدون استانداردسازی توأم با ارزش‌گذاری میسر نخواهد بود. در تحقیق حاضر نیز فرایند ارزش‌گذاری و استانداردسازی به صورت توأم و بر مبنای ارزش عضویت در مجموعه فازی صورت گرفته است. ارزش عضویت یا درجه تعلق در یک مجموعه فازی را می‌توان با شماره‌ای که دامنه آن بین مقادیری چون ۰ تا ۱ و ۰ تا ۲۵۵ قرار دارد تعیین کرد. در دامنه بین ۰ و ۱، اگر $\mu_A(x) = 1$ باشد در آن صورت عنصر x به صورت کامل به دامنه A تعلق دارد. به همین ترتیب اگر $\mu_A(x) = 0$ باشد در آن صورت عنصر x مشخصاً به دامنه A تعلق ندارد. درجه بالای ارزش عضویت یک عنصر به معنای نسبت بالای تعلق آن به مجموعه می‌باشد (مالچفسکی، ۱۳۸۵: ۶۴). در این تحقیق با استفاده از امکاناتی که در تابع FUZZY از نرم افزارIDRISI Kilimanjaro وجود دارد برای استانداردسازی نقشه‌هایی که به صورت نقشه‌های معیار تهیه شده‌اند استفاده شده است. در استانداردسازی در رابطه با هر معیار، دامنه‌ای از مقادیر در نظر گرفته شده است که اگر مقادیر اندازه‌گیری شده از معیار در پیکسل‌ها بیشتر یا کمتر از مقادیر تعیین شده در دامنه باشد به منزله درجه عضویت صفر در دامنه تعیین شده، تلقی گردیده و در نتیجه میزان مطلوبیت برابر با صفر می‌شود. از سوی دیگر اگر مقادیر اندازه‌گیری شده از معیار در پیکسل‌ها با درجه کامل عضویت در دامنه تعیین شده منطبق باشد به معنای مطلوبیت حداکثر در آن معیار است. سایر سطوح مطلوبیت نیز در حد فاصل درجه عضویت صفر و درجه عضویت حداکثر قرار دارد.

مرحله سوم: تعیین بردار وزن معیار است. در این مرحله با توجه به ضریب اهمیت معیارهای مختلف در تصمیم‌گیری، برداری به صورت رابطه (۲) تعریف می‌شود. به عبارت دیگر در این مرحله وزن‌ها (wj) اختصاص یافته به هر صفت را تعیین می‌کنیم؛ مجموع وزن‌ها باید به گونه‌ای باشد که ۱۰ و ۱= بدست آید.

رابطه (۲):

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_3]$$

به منظور وزن‌دهی معیارها، روش‌های متعددی؛ همچون Linmap ,AHP,CRITIC ,ANP و بردار ویژه، آنتروپی شانون وجود دارد. در این پژوهش جهت وزن‌دهی عوامل از روش CRITIC استفاده شده است. در این روش داده‌ها بر اساس میزان تداخل و تضاد موجود بین عوامل یا معیارها مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. در روش CRITIC برای هر معیار ارزیابی دامنه‌ای از تغییرات مقادیر اندازه‌گیری شده در میان پیکسل‌ها (گزینه) وجود دارد که در قالب یک تابع عضویت بیان می‌شوند. هر کدام از بردارهای تشکیل شده برای معیارهای مورد استفاده، دارای پارامترهای آماری از جمله انحراف معیار هستند. این پارامترها نمایانگر درجه تباین در مقادیر معیار مربوطه می‌باشد. پس از محاسبه انحراف معیار عوامل و معیارهای مورد بررسی، ماتریس متقارنی به ابعاد m×m ایجاد می‌گردد که شامل ضرایب همبستگی بین بردارهای تشکیل شده می‌باشد. با تعیین پارامترهای فوق، تضاد موجود بین معیار j با معیارهای دیگر از روی رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

رابطه (۳):

$$CjK = \sum_{k=1}^{m} (1 - rjk)$$

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

که در آن Cjk معرف مجموع تضاد معیار j با معیارهای k است که از k=1 شروع شده و تا k=m ادامه دارد و rjk، همبستگی بین دو معیار k و j را نشان می‌دهد. میزان اطلاعات عامل j ام را با استفاده از رابطه (۴) می‌توان محاسبه نمود.

رابطه (۴):
$$Cj = \delta j \sum_{k=1}^{m} (1 - rjk)$$

در این رابطه، Cj معرف میزان اطلاعات معیار j و انحراف معیار در مقادیر مربوط به عامل یا معیار j را نشان می‌دهد. با توجه به روابط فوق، معیارهایی که دارای Cj بیشتری باشند وزن زیادی به خود اختصاص خواهندداد. وزن هر عاملی مانندj از رابطه (۵) تعیین می‌گردد.

رابطه (۵):
$$Wj = \frac{\mathrm{cj}}{\sum_{k=1}^{m} \mathrm{c}_k}$$

که در آن Wj معرف وزن معیارj، و Ck معرف میزان اطلاعات مجموع معیارهای k است که ازk=1 شروع شده و تا k=m ادامه دارد.

مرحله چهارم: تعیین بهترین و بدترین مقدار، از میان مقادیر موجود برای هر معیار می‌باشد. بهترین مقدار و بدترین مقدار برای معیارها به ترتیب با روابط (۶ و ۷) محاسبه می‌شوند. در این مطالعه بهترین مقدار برای معیارها با توجه به نقشه استاندارد شده فازی ۲۵۵ و بدترین مقدار صفر در نظر گرفته شد.

رابطه (۶):
$$fj^* = \max_i f_{ij}$$

رابطه (۷):
$$fj^- = \min_i f_{ij}$$

مرحله پنجم: محاسبه مقدار سودمندی یا حداکثر مطلوبیت (S) و مقدار تأسف (R) می‌باشد. در این مرحله مقدارS با توجه به رابطه (۸) و R با توجه به رابطه (۹) محاسبه می‌شوند:

رابطه (۸):
$$S_i = \sum_{i=1}^{n} \mathrm{wi} \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-}$$

رابطه (۹):
$$R_i = Max \left\{ wi \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \right\}$$

که‌wj مقدار وزن مواد برای معیار j و هر نقشه معیار می‌باشد. در مطالعه حاضر با توجه به قابلیت‌های نرم افزار ادریسی و با استفاده از وزن هر معیار که با روش کرتیک به دست آمده بود و بهترین و بدترین مقدار هر معیار و نیز لایه‌ی اطلاعاتی هر عامل مرحله پنجم، با جانمایی در رابطه‌های فوق‌الذکر انجام گرفت.

مرحله ششم: محاسبه شاخصVIKOR(مقدارQ)می‌باشد. مقدارQ با توجه به رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود:

رابطه (۱۰):
$$Q_i = v \left[ \frac{S_i - S^-}{S^* - S^-} \right] + (1 - v) \left[ \frac{R_i - R^-}{R^* - R^-} \right]$$

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

در رابطه (۱۰) $R^* = Max_i,\ R^- = Min\ R_i,\ S^* = Max\ S_i,\ S^- = Min\ S_i$ می‌باشد. در این روابط: $\frac{S^*-S^-}{S_i-S^-}$ = بیان کننده نرخ فاصله از حل ایده آل می‌باشد.

$\frac{R^*-R^-}{R_i-R^-}$ با توجه به میزان توافق گروه v بیان کننده نرخ فاصله از حد ضد ایده‌آل و پارامتر تصمیم گیرنده انتخاب می‌شود. در صورت توافق بالا، مقدار آن بیش از ۰/۵، در صورت توافق با اکثریت آرا مقدار آن مساوی۰/۵ و در صورت توافق پائین، مقدار آن کمتر از ۰/۵ خواهد بود. مقدارQ تابعی از $S_i$ و $R_i$ می‌باشد. در این مطالعه این مقدار ۰/۵ در نظر گرفته شد.

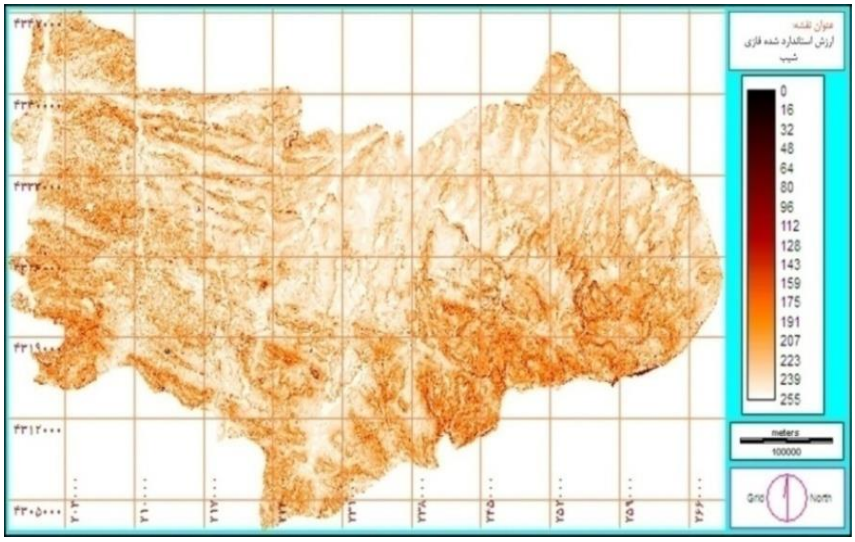
مرحله هفتم: مرتب کردن گزینه‌ها بر اساس مقادیر R، S و Q است. در این مرحله با توجه به مقادیر R، S و Q گزینه‌ها در سه گروه از کوچکتر به بزرگتر مرتب می‌شوند و در نهایت گزینه‌ای به عنوان گزینه برتر انتخاب که در هر سه گروه به عنوان گزینه برتر شناخته می‌شود (عطائی، ۱۳۸۹: ۹۰- ۹۱).

## نتایج

برای تحلیل شاخص‌های مؤثر در مکان‌یابی جهات بهینه گسترش فیزیکی شهرستان گرمی، شاخص‌های ۱۲ گانه شیب زمین، فاصله از گسل‌های موجود در منطقه، شبکه ابهای سطحی، لیتولوژی، جهت شیب، فاصله از سکونتگاههای روستایی، شبکه ارتباطی، خاک، بارش، کاربری اراضی، تیپ اراضی و عمق آب‌های زیرزمینی در منطقه مبنای تحلیل قرار گرفته است.

**شیب زمین:** شیب اراضی یک عامل بسیار مهم در چگونگی عملکرد فرآیندها و پدیده‌های ژئومورفولوژی در مناطق شهری و روستایی و از عوامل مهم در ایجاد تغییر و تحول در ناهمواری‌های زمین به شمار می‌آید (جباری و همکاران، ۱۳۸۹: ۳۸). شهرهای واقع در مناطق دشتی و هموار به علت عدم وجود موانع طبیعی محدودیتی از جهت گسترش شهر ندارند و توسعه کالبدی آن‌ها در جهات مختلف و به صورت پراکنده صورت می‌گیرد در حالی که شهرهای واقع در مناطق کوهستانی به علت محدودیت ناشی از شیب زیاد با کمبود اراضی در جهت توسعه کالبدی مواجه هستند و اشکال فشرده، خطی و یا گسسته را در رابطه با ناهمواری‌های پیرامون به خود می‌گیرند (غفاری، ۱۳۸۰ : ۶۵). شیب شهرستان گرمی بیشتر بین ۱- ۲۳ درصد می‌باشد. این شیب به عنوان شیب نامناسب در امر شهرسازی مشکلات عدیده‌ای را در پی خواهد داشت. از این رو می‌بایست در اجرای پروژه‌های شهری به این مؤلفه توجه کافی شود. شیب‌های کمتر از ۱۶ درصد عمدتاً در قسمت‌هایی از مرکز و شمال شهرستان مشاهده می‌شود. بیشترین شیب (بیش از ۳۰ درصد) قسمت‌هایی از جنوب شرق و جنوب غرب شهرستان گرمی را در بر می‌گیرد و کمترین شیب (شیب کمتر از ۵ درصد) نیز در قسمت‌هایی از شمال و شمال شرق شهرستان گرمی مشاهده می‌شود که مناطق بسیار هموار و مناسبی را برای کشاورزی فراهم آورده است. برای تهیه نقشه ارزش‌دهی شده شیب زمین ابتدا نقشه شیب با استفاده از نقشه DEM منطقه در محیط ArcGIS و گزینهSpatial analyst در ۹ طبقه تهیه گردید. در ادامه با استفاده از تابع FUZZY در محیط IDRISI Kilimanjaro بر مبنای درجه عضویت فازی در حد فاصل ۰- ۲۵۵ استانداردسازی شده و نقشه ارزش‌گذاری فازی میزان شیب به دست آمد. در این نقشه هرچه به عدد ۲۵۵ نزدیک‌تر می‌شویم میزان مطلوبیت بر پایه عمل شیب کاهش می‌یابد. شکل (۲).

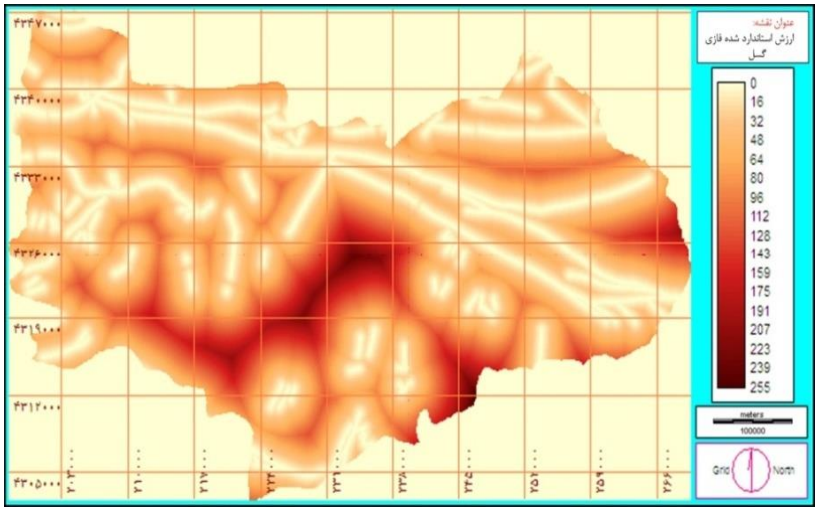
[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]




**شکل (۲). نقشه استانداردشده دامنه تغییرات شیب (درصد)**

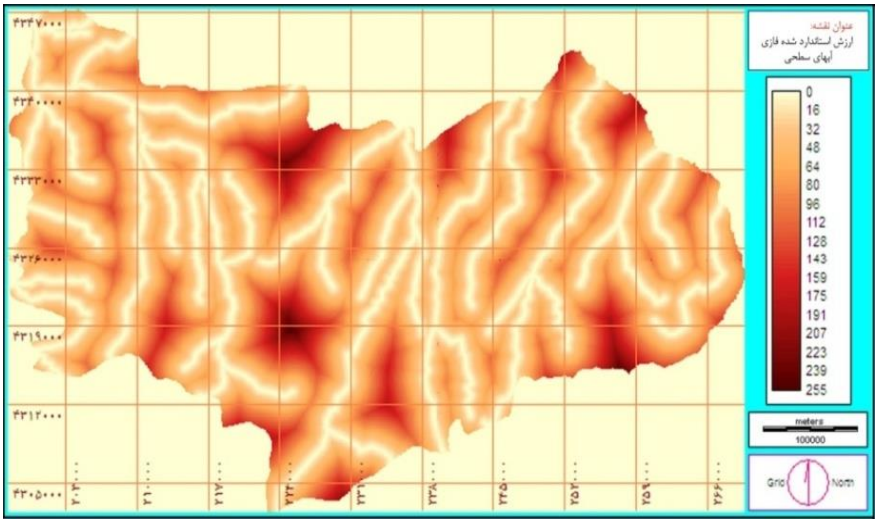
**فاصله از گسل:** با توجه به اینکه مسیر گسل‌های بالقوه جزء نقاط ناپایدار زمین می‌باشند و همچنین به دلیل ایجاد گسیختگی در دامنه‌ها و ایجاد شکستگی در لایه‌ها و خردشدگی توده‌های سنگی می‌توان احتمال داد، عامل فاصله از گسل، یکی از مهم‌ترین پارامترها در ایجاد زمین‌لرزه‌ها و همچنین ایجاد اشکال ژئومورفولوژیکی و محدودیت در توسعه شهر است. هر چند بیشترین تمهیدات برای جلوگیری از تهدید جانی و مالی ناشی از زلزله به مهندسی ساختمان و معماری آن مربوط می‌شود، لکن در این راه مهم‌تر از آن، مکان‌یابی جهت گسترش شهر خارج از حریم گسل‌هایی است که در مناطق شهری وجود دارند (ابراهیم‌زاده و رفیعی، ۱۳۸۸: ۵۸). هدف از رعایت حریم گسل‌ها نیز، قانونمند کردن توسعه سازه‌های بشری و زندگی شهری در مجاورت گسل‌های فعال است (جباری و همکاران، ۱۳۸۹: ۳۹). بنابراین بسترهای اختصاص یافته به ساخت و سازهای شهری را باید در محدوده‌هایی انتخاب کرد که در آن‌ها حریم خطوط گسل رعایت شده و از پایداری لازم به منظور کاهش خطرات ناشی از زمین‌لرزه احتمالی برخوردار باشند. در منطقه مورد بررسی در اثر چین‌خوردگی‌های آلپی گسل‌های متعددی با راستای شمالی- جنوبی و شمال غربی- جنوب شرقی به وجود آمده است که از جمله آن‌ها می‌توان به گسل‌های اصلی حمزه‌لو، مازان و گسل هاچاکندی اشاره کرد. بیشتر این گسل‌ها به موازات امتداد محورهای تاقدیس‌ها به وجود آمده‌اند. طولانی‌ترین گسل منطقه، گسلی است که از غرب تا شرق منطقه به طول تقریبی۱۶کیلومتر کشیده شده است. در تحقیق حاضر لایه‌ی پراکندگی گسل شهرستان گرمی مستخرج از نقشه زمین‌شناسی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی رقومی گردید. در ادامه با استفاده از تابع Distance در محیط IDRISI Kilimanjaro بر روی نقشه پراکندگی گسل‌ها در سطح منطقه نقشه فاصله از گسل ایجاد شد. در گام بعدی نقشه فازی استاندارد شده فاصله از خطوط گسل بدست آمد. در این نقشه هر چه فاصله از گسل بیشتر باشد یا به عبارت دیگر هرچه به عدد ۲۵۵ نزدیک شویم، موقعیت بهتری جهت توسعه شهری فراهم می‌گردد. شکل (۳).

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]




**شکل (۳). نقشه استاندارد شده‌ی فاصله از گسل (کیلومتر)**

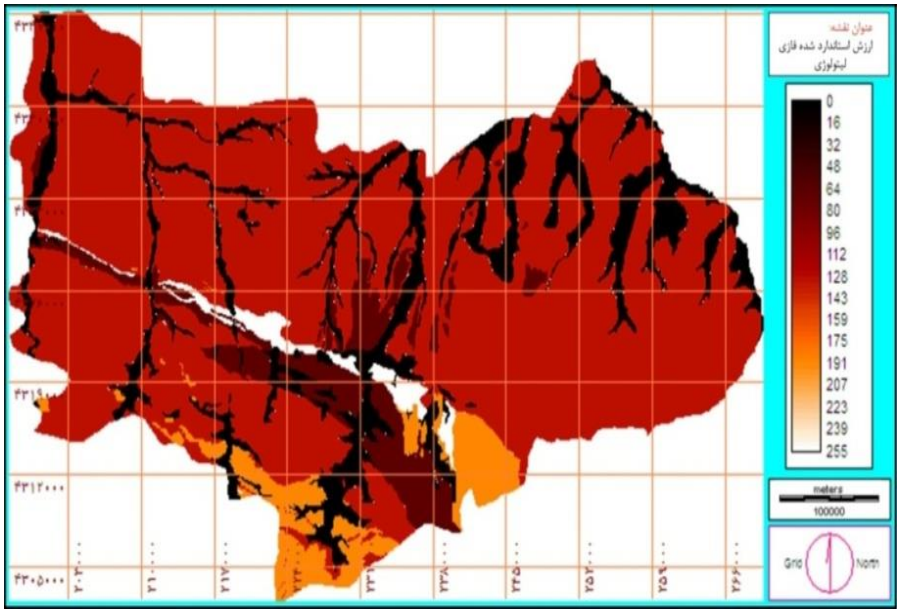
**شبکه آب‌های سطحی:** پدیده‌ها و فرآیندهای ژئومورفولوژیک بسیار متنوعی بر نواحی مسکونی و تأسیسات شهری و شکل‌گیری شهرها تأثیر می‌گذارد. یکی از این فرآیندها، مسیل می‌باشد. این اراضی در داخل شهرها و یا در حاشیه آن‌ها معمولاً برای برنامه‌ریزان شهری اراضی وسوسه انگیزی هستند و به همین علت است که مسیل‌ها در فرآیند توسعه شهری خیلی سریع تغییر کاربری داده و تبدیل به اراضی اکثراً مسکونی می‌گردند و تحت پوشش ساخت و سازهای شهری قرار می‌گیرند (کشتکار، ۱۳۸۱: ۱۰۶). به این منظور در این مطالعه شبکه آب‌های سطحی محدوده شهرستان گرمی از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ برداشت شده و در پایگاه سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS رقومی شده است. سپس با وارد کردن این نقشه به محیط IDRISI با استفاده از تابع FUZZY بر مبنای درجه عضویت فازی در حد فاصل ۰- ۲۵۵ استاندارد شده و نقشه ارزش‌گذاری شده فاصله از رودخانه‌ها بدست آمد. شکل (۴).




**شکل (۴). نقشه استانداردشده‌ی فاصله از آبراهه**

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

**لیتولوژی:** بررسی زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه از جهت مقاومت خاک به منظور استقرار بناها و تأسیسات، ثبات و پایداری زمین برای جلوگیری از تخریب و فرسایش، مقاومت در برابر خطرات زلزله، سیل، روانگرایی، لغزش زمین و سنگ‌ریزش و همین‌طور استفاده بهینه از اراضی موجود جهت کاربری‌های مختلف انجام می‌شود. برای تهیه نقشه ارزش‌گذاری شده معیار لیتولوژی ابتدا نقشه زمین‌شناسی شهرستان گرمی از روی نقشه‌های پایه زمین‌شناسی سازمان زمین‌شناسی کشور رقومی شد. در ادامه نقشه لیتولوژی سازندهای منطقه بر مبنای مقاومت فشاری تک محوری استخراج گردیده و بر اساس اولویت سازندها در رابطه با ساخت و سازهای شهری، در ۵ رتبه که از طیف مناسب تا نامناسب را شامل می‌شود، طبقه‌بندی گردید. در نهایت نقشه فازی استاندارد شده لیتولوژی در محیط IDRISI Kilimanjaro بر مبنای درجه عضویت فازی در حد فاصل بین ۰- ۲۵۵ بدست آمد. شکل (۵).

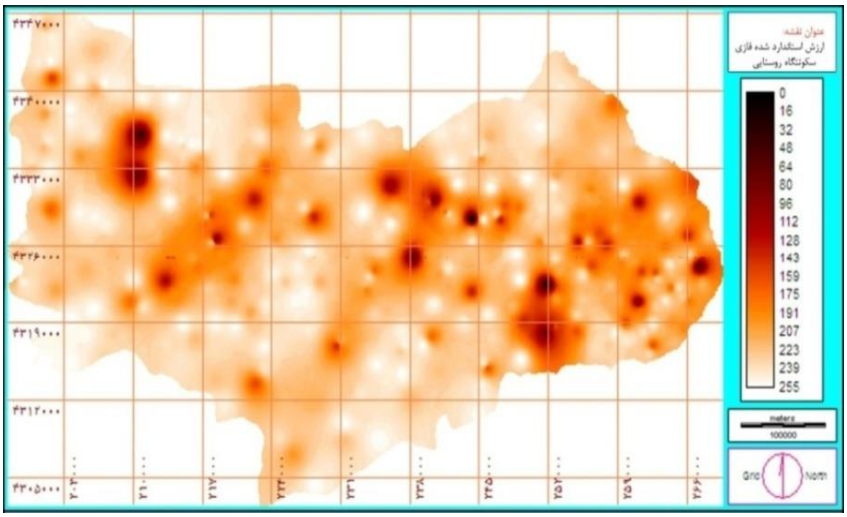



**شکل (۵). نقشه استاندارد شده تغییرات زمین‌شناسی سازندها (فشاری تک محوری)**

**جهت شیب:** جهت شیب از عوامل مهم و مؤثر در استقرار و مکان‌یابی شهرها، سامانه حرکت آب‌های سطحی، چگونگی دفع فاضلاب‌های شهری و وضعیت شبکه‌بندی گذرگاه‌ها محسوب می‌شود. بی‌توجهی به این ویژگی موجب می‌شود که ساخت و سازها در دامنه‌های پشت به آفتاب شکل گرفته و با یخزدگی سطح معابر و خیابان‌ها در فصول سرد سال رفت و آمد را با مشکل و خدمات رسانی را با وقفه روبرو کند. بنابراین ضروری است که در توسعه آتی شهر، به جهت‌های مختلف شیب در تعیین مسیر خیابان‌ها، معابر، واحدهای مسکونی و موارد دیگر توجه شود (ثروتی و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۱). در تحقیق حاضر نقشه جهت شیب با استفاده از خطوط منحنی میزان در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی و به کمک ابزار Spatial analyst در ۹ جهت جغرافیایی طبقه‌بندی شده است. عمده اراضی واقع در غرب شهرستان که شیب بیشتر از ۱۷ درصد دارند، دارای جهت جغرافیایی جنوب غربی می‌باشند و اراضی جنوب و جنوب شرقی منطقه نیز جهت جغرافیایی شمال غربی

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

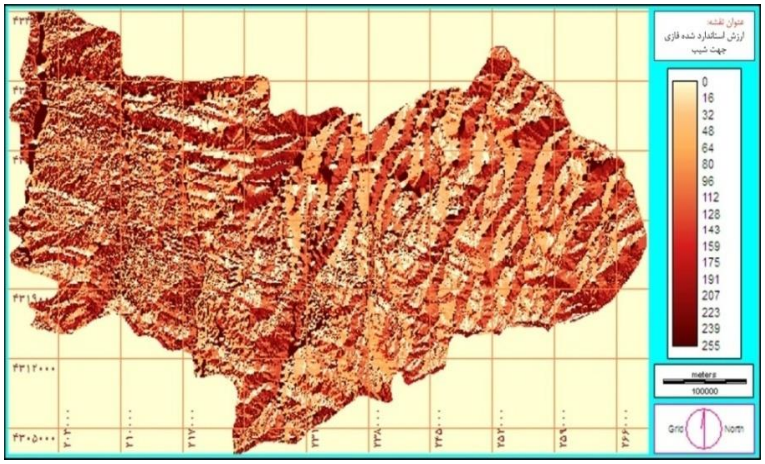
دارند. شیب‌های شمال غرب و غرب دارای بیشترین فراوانی در منطقه هستند و دامنه‌های شمال و جنوب غرب کمترین جهت شیب دامنه‌ها را شامل می‌گردند. در وزن‌دهی به این شاخص فرض بر این مبنا قرار دارد که به ازای افزایش درجه‌ی مناسب جهات شیب برای توسعه‌ی شهری به وزن آن افزوده می‌گردد. به عبارت دیگر جهات شیب مناسب از وزن بیشتری برخوردار می‌باشند. سطح صاف به دلیل امکان نورگیری از کلیه جهات و پایین بودن هزینه زیرساخت‌ها از بیشترین وزن برخوردار می‌باشد، جهات جنوب و جنوب غربی و جنوب شرقی نیز به دلیل واقع بودن ایران در نیمکره شمالی بعد از سطح صاف از اولویت بیشتری جهت توسعه شهری برخوردار می‌باشند. در ادامه با استفاده از تابع FUZZY در محیط IDRISI Kilimanjaro در نقشه فازی بدست آمد که در آن ارزش‌ها در حد فاصل ۰- ۲۵۵ قرار دارند. شکل (۶).




**شکل (۶). نقشه استانداردشده جهت شیب (درصد)**

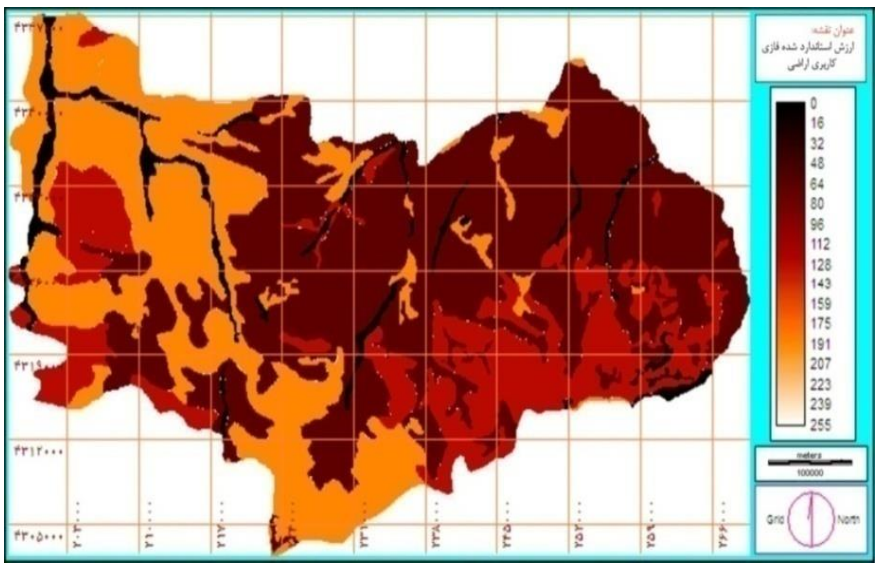
**فاصله از سکونتگاه‌های روستایی:** علت انتخاب این لایه، این می‌باشد که امروزه توسعه ناهماهنگ شهرها و بلعیدن زمین‌ها و روستاهای اطراف، باعث به وجود آمدن بافت‌های غیر شهری در حاشیه شهرها شده و رشد پیوندی شهر را باعث شده است. علاوه بر آن باعث می‌شود که تأسیسات و تجهیزات شهری به علت عدم زیرساخت‌ها و عدم هماهنگی و تناسب لازم با شهر به خوبی قابل استفاده نباشد. برای تهیه نقشه ارزش دهی شده این معیار ابتدا نقشه پراکندگی نقاط روستایی تهیه شد. در مرحله بعد از طریق ابزار جانبی Spatial analyst در محیط GIS اراضی اطراف نقاط روستایی از طریق Interpolate بر حسب جمعیت به ۵ طبقه تقسیم شد. بر اساس نقشه بدست آمده حاصل عملیات Interpolate اراضی اطراف روستاهایی که دارای جمعیت بیشتری هستند از وزن بیشتری برخوردار می‌باشند. در نهایت نقشه خروجی بدست آمده در مرحله قبل، با استفاده از تابع FUZZY در محیط IDRISI kilimangaro، در حد فاصل ۰- ۲۵۵ ارزش‌گذاری و استانداردسازی شد. شکل (۷).

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]




**شکل (۷). نقشه استاندارد شده فاصله از روستاها**

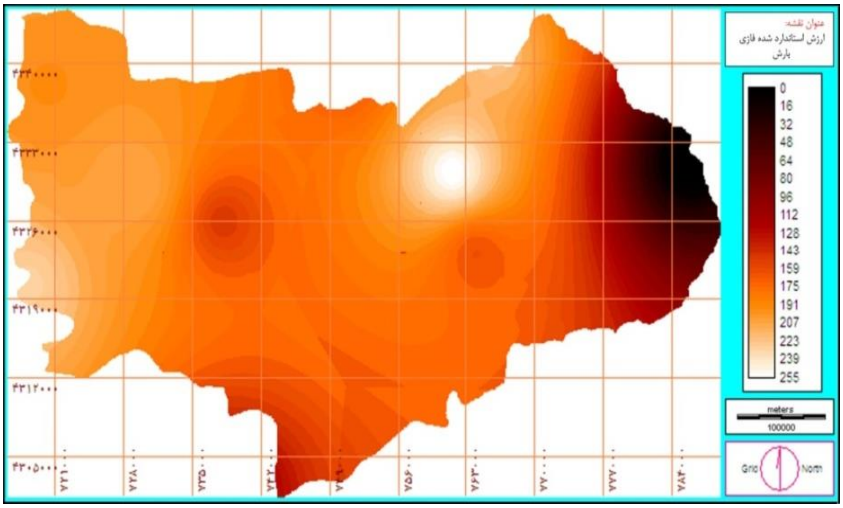
**بارش:** یکی از مهم‌ترین عوامل اقلیمی که نقش اساسی در تعیین کاربری‌ها دارد میزان بارش یک منطقه است. میزان بارش در تغذیه آب‌های سطحی و زیرزمینی و همچنین بر بسیاری دیگر از پدیده‌های اقلیمی و محیطی مانند رواناب، سیلاب، دمای هوا، رطوبت هوا و بسیاری از فعالیت‌های بشری مانند کشاورزی، نوع مسکن و ... مؤثر است. در این تحقیق از اطلاعات ۹ ایستگاه هواشناسی و باران‌سنجی در دوره آماری(۱۳۹۰-۱۳۷۶) برای تهیه نقشه هم‌بارش منطقه استفاده شده است. ابتدا با استفاده از نرم‌افزار ArcGis خطوط هم‌بارش ترسیم و سپس به محیط نرم‌افزار Idrisi وارد گردید. در مرحله بعد از روی نقشه پهنه‌های هم‌بارش، نقشه ارزش‌گذاری فازی بارش بر مبنای درجه عضویت فازی در حد فاصل بین ۰- ۲۵۵ بدست آمد که در آن درجه عضویت بالاتر نشانگر مطلوبیت بیشتر بر مبنای معیار بارش است. شکل (۸).




**شکل (۸). نقشه استانداردشده‌ی بارش (میل‌متر)**

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

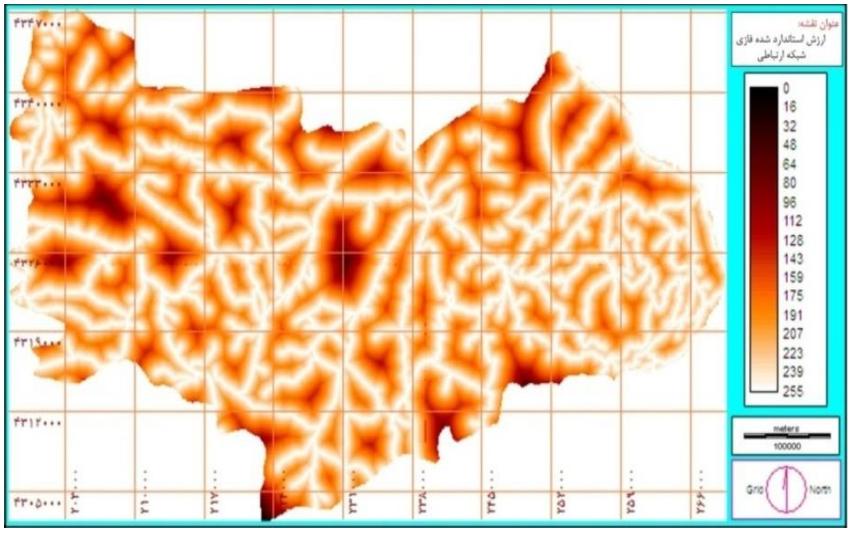
**کاربری اراضی:** نحوه استفاده از زمین در وضع موجود شهر و میزان اراضی دارای پتانسیل توسعه از موارد بسیار مهمی هستند که در مطالعات مختلف سیستم شهری مدنظر قرار می‌گیرند. اغلب شهرها در مسیر گسترش خود موجبات نابودی زمین‌های کشاورزی را فراهم آورده و آن‌ها را تحت پوشش گسترش شهری قرار می‌دهند. این مسأله از نظر اقتصادی و فعالیت‌های کشاورزی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه از مواردی است که توجه بیشتری را طلب می‌کند. زیرا زمین‌های کشاورزی در حاشیه شهرها علاوه بر تولید محصولات، فضای با ارزشی را نیز ارائه می‌دهند. با توجه به آنکه توسعه شهری در تقابل با حفظ اراضی کشاورزی قرار می‌گیرند، باید با برنامه‌ریزی صحیح در جریان هدایت توسعه کالبدی شهر، تا حد ممکن از توسعه شهر بر روی اراضی کشاورزی جلوگیری نمود (ابراهیم‌زاده و همکار، ۱۳۸۸: ۵۶). نقشه فازی مربوط به این معیار مستخرج از نقشه کاربری اراضی شهرستان گرمی، در محیط IDRISI kilimanjaro و با استفاده از تابع FUZZY در حد فاصل ۰- ۲۵۵ ارزش‌گذاری و استانداردسازی شد. شکل (۹).




**شکل (۹). نقشه استاندارد شده‌ی کاربری اراضی**

**شبکه ارتباطی:** از جمله عواملی که در پیش‌بینی جهت توسعه شهر در نظر گرفته می‌شود عامل فاصله از خطوط ارتباطی است. به عبارت دیگر مسئله حمل و نقل در شهرها یکی از عناصر تعیین کننده ساخت شهر می‌باشند و دسترسی شهر به شبکه‌های ارتباطی و نزدیکی به آن می‌تواند به عنوان عامل تشدیدکننده توسعه شهر باشد. در تحقیق حاضر برای محاسبه ارزش فاصله از راه‌های ارتباطی در مکان‌یابی بسترهای مناسب برای توسعه شهر، ابتدا نقشه فاصله از راه‌های ارتباطی تهیه گردید. در ادامه با استانداردسازی آن در حد فاصل ۲۵۵-۰، نقشه استاندارد شده و ارزش‌گذاری شده فاصله از راه‌ها بدست آمد. شکل (۱۰).

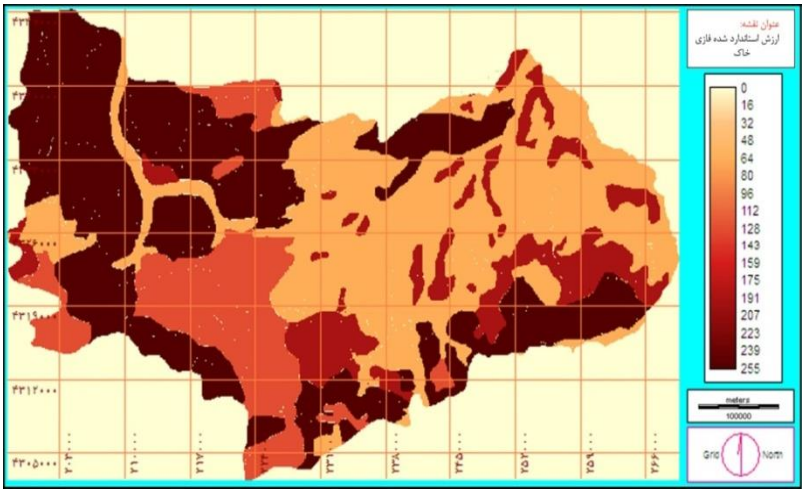
[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]




**شکل (۱۰). نقشه استاندارد شده فاصله از راه‌های ارتباطی (کیلومتر )**

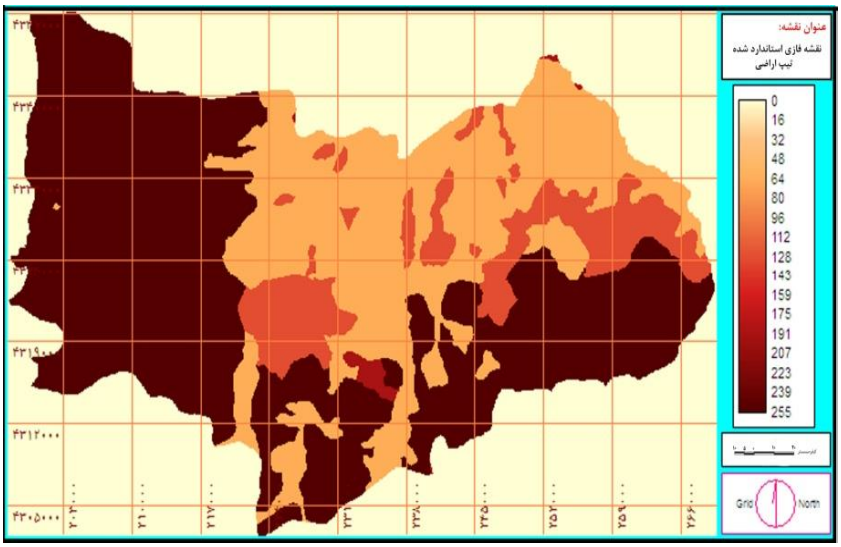
**خاک : خاک** از عوامل مؤثر در مکان‌گزینی، رشد و توسعه فیزیکی شهری است. به همان اندازه که عوامل آب و هوایی و سایر عوامل طبیعی بر بافت و ساخت شهرها تأثیر می‌گذارند، کیفیت خاک نیز بر این امر اثر دارد. جنس خاک در ارتباط با میزان نفوذ آب و بارندگی‌ها، و درجه مقاومت آن در مقابل ایستایی تأسیسات ساختمانی و طبقات ساختمان‌ها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مسلماً در صورت عدم مقاومت خاک نمی‌توان برای احداث ساختمان‌های چند طبقه و بزرگ بدون استفاده از تکنیک‌های فنی که هزینه‌های سنگینی را نیز به همراه دارد، همت گماشت. از طرف دیگر در صورتی که جنس خاک برای نفوذ هرز آب‌ها و فاضلاب‌ها مساعد نباشد، شهرها برای دفع چنین آب‌هایی با مشکلاتی روبرو خواهند بود (شیعه، ۱۳۷۹: ۱۹۴). مناسب‌ترین خاک برای ساختمان‌سازی خاک‌های عمیق با بافت سنگین است و خاک‌های شنی نامناسب‌ترین خاک برای ساخت و ساز و توسعه فیزیکی شهرها هستند. بنابراین بهترین مکان برای توسعه شهری بر اساس این عامل، گسترش در خاک‌های عمیق با بافت متوسط تا سنگین است (قرخلو و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۱۱). خاک‌های مناسب از نظر کشاورزی و معدنی نیز که قابلیت بهره‌برداری دارند می‌توانند در مکان‌گزینی، رشد و توسعه فیزیکی شهر شرایط مساعدی را فراهم آورند (شماعی، ۱۳۸۰: ۲۳۷).

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]




**شکل (۱۱). نقشه استاندارد شده خاک**

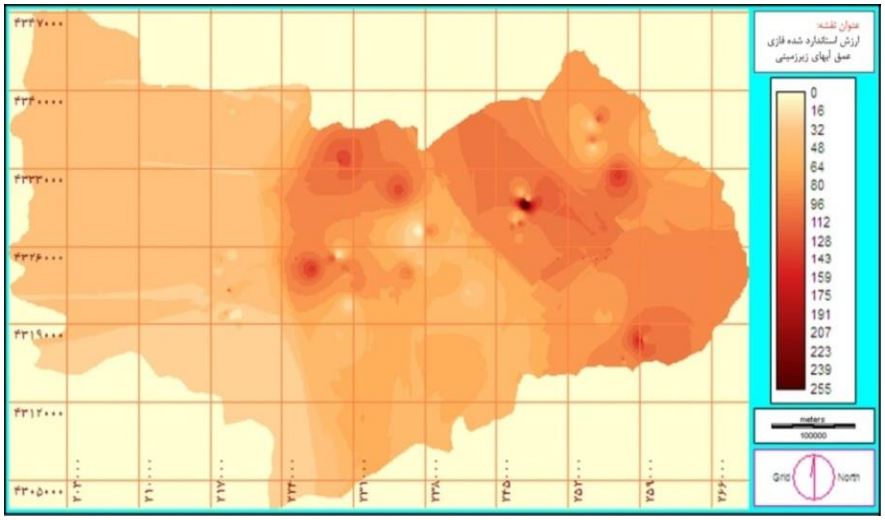
**تیپ اراضی**: از دیگر عوامل مؤثر در توسعه شهرها، تیپ اراضی است که لازم است مطالعات دقیقی در این زمینه صورت گیرد. با در نظر گرفتن لایه تیپ اراضی اطراف شهرها، به راحتی می‌توان از گسترش شهرها در زمین‌هایی که در معرض خطرات مختلف می‌باشد جلوگیری نمود. از منظر تیپ اراضی برای توسعه شهری، اولویت با دشت‌های دامنه‌ای، فلات و تراست است در صورتی که دیگر پهنه‌ها تنگناهایی همچون پستی و بلندی، فرسایش آبی، محدودیت عمق خاک، وجود سنگریزه، شیب زیاد و رخنمون سنگی را برای توسعه شهر فراهم می‌آورند. در وزن‌دهی به این عامل هر چه به عدد ۲۵۵ نزدیک می‌شویم بر میزان تناسب تیپ اراضی برای توسعه شهری افزوده می‌شود. شکل (۱۲).




**شکل (۱۲). نقشه استاندارد شده تیپ اراضی**

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

**عمق آب‌های زیرزمینی**: از دیگر فاکتورهای طبیعی که باید در توسعه فیزیکی شهرها به آن توجه شود مطالعه سطح و ارتفاع آب زیرزمینی است. این عامل در شهرهایی که آب‌های زیرزمینی در سطح بالایی قرار دارند یک عامل تعیین کننده در جهت توسعه شهر محسوب می‌شود (قرخلو و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۱۷). بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی می‌تواند مشکلاتی را از نظر فونداسیون بناها به ویژه بناهای مرتفع به وجود آورد. همچنین بالا آمدن هر چه بیشتر این آب‌ها در زمین‌های در رابطه با عدم وجود سیستم فاضلاب صحیح از دیگر مشکلات این مناطق به شمار می‌رود (شیعه، ۱۳۸۶: ۲۴۱). برای تهیه نقشه آب‌های زیرزمینی ابتدا اطلاعات مربوط به سطح آب‌های زیرزمینی شهرستان گرمی از سازمان آب منطقه‌ای استان اردبیل تهیه شده و با استفاده از دستورAdd XY Data به محیط ArcGis وارد شده و نقشه نقطه‌ای عمق آب‌های زیرزمینی به دست آمد. در ادامه به تهیه نقشه درون‌یابی شده از عمق آب‌های زیرزمینی از جعبه ابزارSpatial Analyst و گزینه[1] IDW اقدام گردید. در نهایت این نقشه وارد محیط نرم افزار IDRISI Kilimanjaro شده و با استفاده از تابعFUZZY، نقشه استاندارد شده و ارزش گذاری شده عمق آب زیرزمینی بدست آمد. شکل (۱۳).




**شکل (۱۳). نقشه استاندارد شده عمق آب زیرزمینی (متر)**

همان‌گونه که اشاره گردید در تحقیق حاضر روش CRITIC مورد استفاده قرار گرفته است. در جدول (۲) مجموع تضاد، انحراف معیار، میزان اطلاعات و وزن نهایی معیارهای مورد استفاده نشان داده شده است.

1 . Inverse Distance Weighted

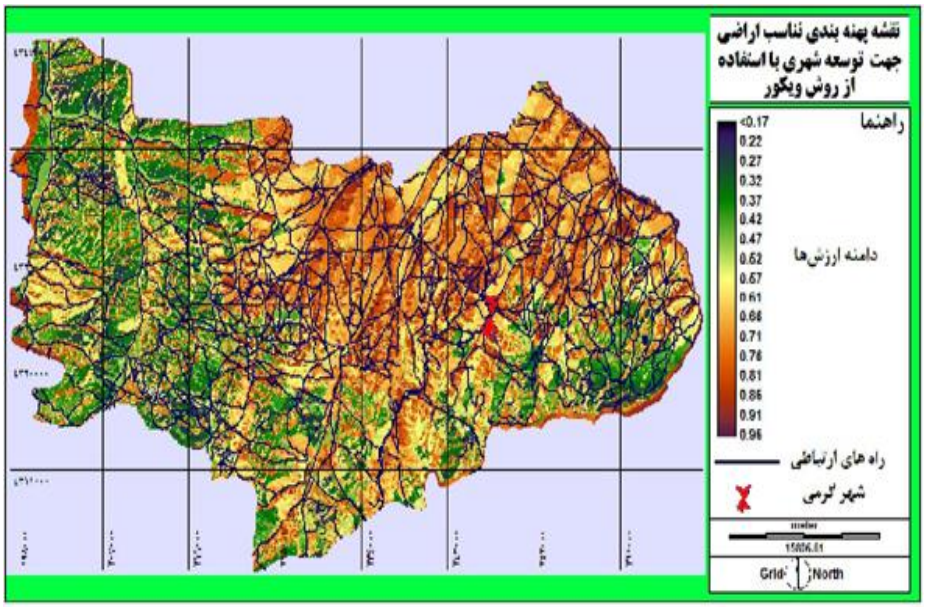
[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

**جدول (۲). مجموع تضاد، انحراف معیار، میزان اطلاعات و وزن نهایی معیارها**

| نام معیار | مجموع تضاد | انحراف معیار | میزان اطلاعات | وزن نهایی |
|---|---|---|---|---|
| شیب | ۱۱/۴۶ | ۲۴/۹۴ | ۲۸۶/۰۵ | ۰/۰۴۲ |
| جهت شیب | ۱۱/۲۴ | ۸۹/۲۹ | ۱۰۰۴/۴۲ | ۰/۱۴۶ |
| لیتولوژی | ۱۰/۹۸ | ۵۶/۳۱ | ۶۱۸/۸۶ | ۰/۰۹۰ |
| آب‌های سطحی | ۱۰/۹۰ | ۴۴/۰۶ | ۴۸۰/۴۴ | ۰/۰۷۰ |
| گسل | ۱۱/۴۵ | ۴۸/۰۱ | ۵۵۰/۰۳ | ۰/۰۸۰ |
| جاده | ۱۱/۶۰ | ۳۳/۳۴ | ۳۸۶/۹۴ | ۰/۰۵۶ |
| تیپ اراضی | ۱۰/۸۰ | ۹۱/۵۱ | ۹۸۸/۸۵ | ۰/۱۴۳ |
| نقاط روستایی | ۱۰/۵۹ | ۲۶/۳۳ | ۲۷۹/۰۲ | ۰/۰۴۰ |
| خاک | ۱۰/۴۸ | ۸۴/۷۲ | ۸۸۸/۰۸ | ۰/۱۲۹ |
| بارش | ۱۰/۵۹ | ۴۰/۶۱ | ۴۳۰/۲۹ | ۰/۰۶۲ |
| آب زیرزمینی | ۱۳/۱۸ | ۲۵/۹۱ | ۳۴۱/۷۳ | ۰/۰۵۰ |
| کاربری اراضی | ۱۰/۵۸ | ۶۰/۱۳ | ۶۳۶/۴۱ | ۰/۰۹۲ |

شکل (۱۴) نقشه‌ی نهایی مکان‌یابی بهینه جهات توسعه‌ی فیزیکی شهر گرمی را با استفاده از روش ویکور نمایش می‌دهد. دامنه‌ی ارزشی حاصل از مدل بین۰/۱۷ و ۰/۹۶ می‌باشد که دارای ماهیت فازی می‌باشند و هر چه مقدار ارزش یک پیکسل به سمت عدد ۰/۱۷ نزدیک باشد، بیانگر مکان بهینه و مناسب جهات توسعه‌ی فیزیکی شهر می‌باشد و هرچه میزان مقدار ارزش دریافت پیکسلی به سمت ۰/۹۶ میل نماید گویای نامناسب بودن آن پیکسل جهت توسعه‌ی فیزیکی شهر است. طبق نقشه‌ی مذکور بهترین جهت در اولویت اول برای توسعه، جنوب غربی شهر بوده و در اولویت دوم جهات شمال شرقی و تا حدودی اراضی شرق می‌باشد. علل اصلی این انتخاب بر اساس ارزش‌گذاری‌های صورت گرفته بر مبنای مدل ویکور برای متغیرهای پژوهش می‌باشد. به‌گونه‌ای که نتایج به دست آمده در مراحل تجزیه و تحلیل بر روی شاخص‌ها و متغیرهای منتخب و بررسی نقشه نهایی حاصل از مدل ویکور، مهم‌ترین عوامل طبیعی تأثیرگذار بر توسعه فیزیکی شهر در محدوده مورد مطالعه ویژگی‌های تیپ اراضی، جنس خاک و جهت شیب می‌باشد. از مهم‌ترین عوامل انسانی تأثیرگذار هم شاخص‌های کاربری زمین است.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]




**شکل (۱۴). نقشه نهایی اولویت‌بندی شده از تناسب اراضی برای توسعه شهری به روش ویکور**

## نتیجه‌گیری

از آنجا که الگوی توسعه فیزیکی هر شهر تأثیری اساسی بر پایداری یا ناپایداری توسعه آن دارد، مدیران و برنامه‌ریزان شهری می‌باید به منظور هدایت این الگو برای توسعه پایدار شهری، از الگوی گسترش فیزیکی و فضایی موجود شهرها شناخت کافی داشته باشند. با تجزیه و تحلیل‌های انجام گرفته و شناسایی عوامل طبیعی و انسانی مؤثر در رشد فیزیکی شهر، جهات بهینه توسعه آتی شهر تعیین گردید. عواملی که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفتند فاصله از جاده، فاصله از گسل، فاصله از آب‌های سطحی، خاک، تیپ اراضی، لیتولوژی، کاربری اراضی، شیب، جهت شیب، فاصله از سکونتگاه روستایی، بارش و شبکه ارتباطی بود. با استفاده از نرم‌افزارهای IDRISI Kilimanjaro و بر اساس میزان نقش هر کدام از این عوامل در رشد شهر، جهات نهایی توسعه بهینه شهر تعیین گردیده و مشخص شد که بهترین جهت در اولویت اول برای توسعه، جنوب غربی شهر بوده و در اولویت دوم جهات شمال شرقی و تا حدودی اراضی شرق می‌باشد. علل اصلی این انتخاب بر اساس ارزش‌گذاری‌های صورت گرفته بر مبنای مدل ویکور برای متغیرهای پژوهش می‌باشد. به‌گونه‌ای که نتایج به - دست آمده در مراحل تجزیه و تحلیل بر روی شاخص‌ها و متغیرهای منتخب و بررسی نقشه نهایی حاصل از مدل ویکور، مهم‌ترین عوامل طبیعی تأثیرگذار بر توسعه فیزیکی شهر در محدوده مورد مطالعه ویژگی‌های تیپ اراضی، جنس خاک و جهت شیب می‌باشد. از مهم‌ترین عوامل انسانی تأثیرگذار هم شاخص‌های کاربری زمین است.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

**پیشنهادها**

۱- توسعه شهر از درون: برای توسعه از درون، شهر گرمی با کمبود زمین‌های مناسب برای احداث ساختمان روبرو است. برای جبران کمبود زمین می‌توان تراکم ساختمانی بیشتری به ساختمان‌ها در شهر تخصیص داد. اما بالا رفتن تراکم ساختمانی نیز معضلاتی همچون افزایش ترافیک، کمبود خدمات شهری و ... را به همراه دارد. بنابراین شهر ناچار است به سمت بیرون گسترش یابد.

۲- توسعه شهر به سمت بیرون: در این تحقیق اراضی مناسب در امر توسعه شهری تعیین گردید. بنابراین توسعه فیزیکی باید در مناطق مذکور صورت گیرد تا گسترش شهر مشکلاتی برای شهر و اراضی هم‌جوار به وجود نیاورد.

۳- فرآهم آوردن شرایط مناسب اعطای تسهیلات از طرف دولت به بخش خصوصی در جهت بهسازی محله‌ها.

۴- بلند مرتبه‌سازی در اراضی کشاورزی کم بازده و زمین‌هایی که ظرفیت جمعیت‌پذیری را دارند.

در نهایت می‌توان گفت از امتیازهای مهم روش ویکور، آن است که به طور همزمان می‌توان از شاخص‌ها و معیارهای عینی و ذهنی استفاده کرد. با این حال لازم است در این مدل هنگام محاسبات ریاضی، تمامی مقادیر نسبت داده شده به معیارها از نوع کمّی باشند و در صورت کیفی بودن نسبت داده شده به معیارها، می‌باید آن-ها را به مقادیر کمّی تبدیل کرد. یکی از برجسته‌ترین ویژگی‌های روش‌های مبتنی بر فاصله از نقطه‌ی ایده‌آل در این است که به تناسب گستردگی معیارهای در نظر گرفته شده، رتبه‌بندی و اطلاعات قابل توجهی را در مورد فاصله نسبی هر گزینه نسیت به نقطه‌ی ایده‌آل در اختیار کاربر قرار می‌دهد. بنابراین معضل منتج از پیش فرض استقلال گزینه‌ها که در روش‌هایی چون AHP وجود دارد، مرتفع می‌شود. زیرا هر گزینه در کلیت خود و در ماحصل ارزهای منبعث از مجموعه صفات، یک صورت وضعیت کسب می‌کند که با صورت وضعیت ایده‌آل مقایسه می‌شود. مثال ملموس‌تر این قضیه را می‌توان در رابطه با شخصیت یک فرد مطرح کرد که می‌تواند با یک شخصیت ایده‌آل مقایسه شود. در این شرایط با ماحصل مجموعه‌ای از صفات مختلف که در قالب یک شخصیت عینیت یافته روبرو هستیم و شخصیت به صورت یک کل با شخصیت ایده‌آل به منزله‌ی یک کل مقایسه می‌شود. بنابراین وابستگی متقابل پیچیده در بین صفات معضلی ایجاد نمی‌کند. از سوی دیگر، استفاده از روش CRITIC، در وزن‌دهی معیارها در تحقیق حاضر می‌تواند گامی در جهت حل معضل استقلال صفات از یکدیگر می‌باشد که به هنگام مقایسه زوجی در چارچوب روش AHP و در شرایط عدم تحقق همبستگی بین صفات عینیت می‌یابد. زیرا در این روش وجود همبستگی بالای یک معیار با معیارهای دیگر، می‌تواند در کاهش وزن آن معیار اثرگذار باشد. بنابراین می‌توان، نتیجه گرفت که استفاده از مجموعه‌های فازی و روش ویکور به عنوان یکی از روش‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره، از دقت نسبی بالایی جهت مطالعه مکان‌یابی جهات بهینه توسعه شهر گرمی برخوردار است.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

## منابع


اسفندیاری، فریبا، (۱۳۸۹)، **بررسی تنگناهای توسعه ناشی از عوامل ژئومورفولوژیکی در شهرستان اردبیل**، طرح پژوهشی، دانشگاه محقق اردبیلی.

جباری، ندا؛ ثروتی، محمدرضا؛ حسین‌زاده، محمدمهدی؛ توکلی نیا، جمیله، (۱۳۸۹)، **بررسی روند توسعه فیزیکی بخش شمال غرب شهر تهران مطالعه موردی: حصارک**، فصلنامه جغرافیای طبیعی، ۳ (۱۰): ۳۳- ۵۲.

حبیبی، کیومرث، (۱۳۸۰)، **بررسی الگوی توسعه شهری سنندج با GIS و RS**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران: ۱۹۵-۱۵۷.

حسینی، هاشم؛ کرم، امیر؛ صفاری، امیر، (۱۳۹۰)، **ارزیابی و مکان‌یابی جهات توسعه فیزیکی شهر با مدل منطق فازی، نمونه موردی شهر دیواندره**، فصلنامه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۹ (۲۳): ۶۳-۸۳.

رهنمایی، محمدتقی؛ شاه حسینی، پروانه، (۱۳۸۶)، **فرآیند برنامه‌ریزی شهری در ایران**، تهران، انتشارات سمت.

شریفی‌کیا، محمد؛ معتمدی‌نیا، منیژه؛ شایان، سیاوش. (۱۳۸۹). **تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفولوژیکی ناشی از توسعه فیزیکی شهر ماهنشان**، فصلنامه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۳ (۱۶): ۱۰۵-۱۲۶.

شماعی، علی، (۱۳۸۰)، **اثرات توسعه فیزیکی شهر یزد بر بافت قدیم و راهکارهای ساماندهی و احیای آن**، رساله دوره دکتری در رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران : ۲۳۷.

شیعه، اسماعیل، (۱۳۶۹)، **مقدمه‌ای بر مبانی برنامه‌ریزی شهری**، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، تهران، چاپ اول : ۶۸.

عبداللهی، علی‌اصغر، (۱۳۹۴)، **اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر توسعه پایدار شهری در شهر کرمان**، فصلنامه علمی- پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، ۱۳ (۴۷): ۲۵۳- ۲۶۸.

عزیزپور، ملکه، (۱۳۷۵)، **توان سنجی محیط طبیعی و توسعه فیزیکی شهر، مطالعه موردی: تبریز**، پایان‌نامه دکتری جغرافیای انسانی، دانشگاه تربیت مدرس: ۳.

عطایی، محمد، (۱۳۸۹)، **تصمیم گیری چند معیاره**، چاپ اول، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، ۳۴۸.

علیزاده، هادی، (۱۳۹۵)، **تحلیل فازی شاخص‌های مؤثر در ارزیابی توان توسعه شهری نمونه موردی: حوضه آبریز غفار**، نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۰ (۵۶): ۲۱۷-۱۹۳.

غفاری، عطا، (۱۳۸۰)، **ارزیابی نظام توسعه کالبدی شهر و ارائه الگوی مناسب توسعه کالبدی شهر با استفاده از GIS در قالب مدل توسعه پایدار زمین**، مطالعه موردی: اردبیل، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۶۵.

قرخلو، مهدی؛ داوودی، محمود؛ زندودی، سیدمجدالدین؛ جرجانی، حسن‌علی، (۱۳۸۹)، **مکان‌یابی مناطق بهینه‌ی توسعه فیزیکی شهر بابلسر بر مبنای شاخص‌های طبیعی**، فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۹ (۲۳): ۹۹- ۱۲۲.

کمانه، سیدعبدالعلی؛ قادری، حیدر؛ دهقان، شهیده، (۱۳۹۴)، **بازخورد اقلیم و ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی توسعه شهری (مطالعه موردی: کلانشهر شیراز)**، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۵ (۱۹): ۱۹۸-۱۸۷.

مالچفسکی، یاچک، (۱۳۸۵)، ترجمه‌ی: پرهیزگار، اکبر. غفاری، عطا، **سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری**، چاپ اول، انتشارات سمت: ۵۹۷.

معماریان، حسین، (۱۳۷۷)، زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، انتشارات دانشگاه تهران: ۱۷۵- ۹۲.


[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]

ملکی، سعید؛ شجاعیان، علی؛ فرهمند، قاسم، (۱۳۹۶)، **رتبه‌بندی مناطق شهری از لحاظ توسعه‌یافتگی کالبدی-فضایی با رویکرد توسعه پایدار شهری و تلفیق عملگر فازی GIS و FAHP (موردشناسی: مناطق چهرگانه شهر ارومیه)**، جغرافیا و آمایش شهری، ۷ (۲۵): ۵۷- ۷۴.

Gupta, A., Rafi Ahmad. (2000). **Geography and the urban tropics: building an interface between and usage**; university of Leeds, school of geography.

Alcantara, I., 2002, Geomorphology, Natural Hazards, Vulnerability and Prevention of Natural Disaster in Developing Countries, Geomorphology, 47:107-124.

Boomer and Rodrigues. (2002). J.J Boomer and C.E Rodrigues. **Earthquake-induced landslides in Central America**. Eng. Geol.63 ,189-220.

Chen, L.Y., Wang, T.C., 2009, **optimizing partners'choice in IS/IT outsourcing projects: The strategicdecisionoffuzzyVIKOR**, International Journal of .Production Economics, 120(1), 55-79.

Chingkhei, R.K., Shiroyleima, A., Robert Singh, L., Kumar, A., 2013, **Landslide Hazard Zonation in NH-1A in Kashmir Himalaya**, India, International Journal of Geosciences, Vol.4, pp 1501-1508.

Compana. N. A, E. Carlose, M. Tucci, (2001), **predicting floods from urban development scenarios: case study of the Diluvio Basin, Porto Alegre, Brazil**, Journal of Urban Water, pp. 113- 124.

Lee, S., 2007, **application and veification of fuzzy algebriaic operators to land slide suseplibility mapping**, Environmental Geology, 50:847-855.

Liu, J., Ye, J., Yang, W., Yu, S. 2010. **Environmental Impact Assessment of Land Use Planning in Wuhan City Based on Ecological Suitability Analysis**, Journal of Procedia Environmental Sciences. Vo1.2.

Opricovic, S., Tzeng, G., 2006, **Extended VIKOR method in comparison with outranking methods, European Journal of Operational Research.** , European Journal of Operational Research, pp 514-529.

Sui, D.Z., 1999, **A Fuzzy GIS Modeling Approach for Urban land Evaluation". Computer,** Environment, and Urban systems. 16,101-123.

Yalcin, A., Reis, S., Aydinoglo, AA., Yomraliglu, T.,2011, **A GIS- based comparative study of feguency ratio, analytical hierarchy process, bivariate statistics and logistics metids for land slide susceptibility mapping in Trabzon, NE Turkey**. Geomorfology, Vol 85. PP 274-287.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.1.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.18.51.41 ]