

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۶، بهار ۱۳۹۲

وصول مقاله: ۱۳۹۱/۴/۲۷

تأیید نهایی: ۱۳۹۱/۱۲/۲۳

صفحات: ۸۵ - ۹۶

بررسی تنگناهای طبیعی و انسانی برای توسعه فیزیکی - کالبدی شهرها در شهرستان گرمی با استفاده از GIS

دکتر فریا اسفندیاری درآباد^۱، صغری جدی^۲، محبوب ریحان^۳

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. ساخت و سازهای غیرمجاز، همجواری‌های نامناسب در کاربری‌ها، آلودگی‌های زیست محیطی و به هدر رفتن زمین‌های کشاورزی، تخریب اکوسیستم‌های طبیعی و گسترش به سمت پهنه‌های آسیب پذیر شهری از نظر مخاطرات محیطی از قبیل دره‌های سیلابی، دامنه‌های ناپایدار، حریم رودخانه‌ها و... نمونه‌ای از این مشکلات است که امروزه شاهد آنیم. 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 زمینه، تحقیق حاضر با علم به اهمیت موضوع و با هدف بررسی مناطق مستعد برای توسعه شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تدوین گردیده است. برای تجزیه و تحلیل فضایی و ارزیابی چند معیاری از نرم افزار 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 (برای مکان‌های مناسب توسعه شهر)، تکنیک Topsis مورد استفاده قرار گرفته و جهات مطلوب توسعه شهری تعیین شده است. نتایج نشان می‌دهد که توسعه شهر به سمت شمال شرق به علت برخورد با زمین‌های مرغوب کشاورزی، بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی و نزدیکی به خطوط گسل محدودیت دارد و جهت توسعه آن مناسب نیست و با توجه به سایر عوامل متناسب با شاخص‌های توسعه، بخش‌های شرقی و جنوبی شهر، بهترین جهات توسعه و گسترش شهری گرمی به حساب می‌آید. کلید واژگان: محدودیت‌های طبیعی-انسانی، GIS، شهرستان گرمی.

هر اندازه که شهرها گسترش پیدا کنند، برخورد آنها با واحدهای گوناگون توپوگرافی و ژئومورفولوژی و موضوعات مرتبط با آنها زیادتر می‌شود. واحدهای ژئومورفولوژی همیشه با پویایی و دینامیسم محیط طبیعی در ارتباط‌اند. هرگونه اقدام در راستای توسعه و عمران شهرها به نحوی با پویایی و دینامیسم مذکور و در نتیجه با پدیده‌های ژئومورفولوژی تلافی می‌کند و تعادل مورفودینامیک محیط به هم می‌خورد (رجایی، ۱۳۸۲: ۲۰۷). با این حال افزایش جمعیت، توسعه ساخت و سازهای مهندسی و افزایش فعالیت‌های صنعتی، افزون بر تخریب محیط زیست، موجب اختلالات اساسی در تعادل دینامیکی زمین می‌شود که پیامدهای آن را می‌توان در تشدید پدیده‌های ژئومورفولوژی خطرناک مشاهده کرد. به طوری که هموار نمودن زمین‌های شیب‌دار برای احداث مساکن، خاکریزی و احداث بزرگراه‌ها و... در کنار عوامل طبیعی، انسان را با معضلات جدیدی روبرو ساخته است (باهر طالاری و شاد، ۱۳۷۶: ۲). محیط انسانی اغلب متأثر از مسائل و مخاطرات محیطی است که گاهی اوقات به وسیله عامل انسانی نیز تشدید می‌شود. اهمیت مسأله از آن جا ناشی می‌شود که اگر شرایط محیطی یا بستر جغرافیایی به منزله ظرف، قابلیت بارگذاری برای ساخت و سازهای شهری را نداشته باشد و کالبد شهر بر اساس مقتضیات محیطی بستر، طراحی و ساخته نشود، پدیده‌های ژئومورفیک مانند لغزش زمین، سیل، زمین‌لرزه، طوفان‌های شن و ماسه، ناپایداری دامنه‌ای و دیگر پدیده‌های مشابه در عرصه‌های شهری سبب بروز اختلالات در شهر و ناکارآمدی عملکرد ساخت و سازها می‌شود (سعیدنیا، ۱۳۷۸). در مطالعه فیزیکی شهرها باید شرایط ژئومورفولوژیکی، آب و هوایی، هیدرولوژیکی، زمین شناسی و... مطالعه گردد و ارتباط و تأثیر متقابل این پدیده‌ها بر یکدیگر

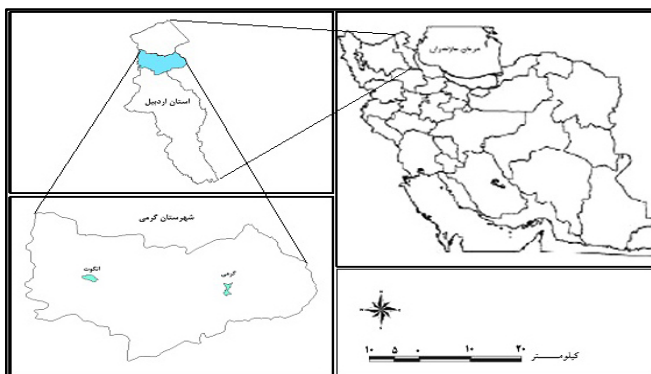
بررسی شود (رجایی، ۱۳۷۳: ۲۷۶). آنچه در این مقاله مورد بررسی قرار می‌گیرد اصول کلی انتخاب مکان‌های دارای محدودیت برای توسعه فیزیکی شهر می‌باشد. باید توجه داشت استفاده از روش‌های سنتی در مکان‌گزینی بهینه توسعه فیزیکی شهرها کارایی لازم را برای شهرها و مناطق شهری ندارد و لازم است از روش‌های علمی مناسب‌تر برای این منظور استفاده گردد. بنابراین همواره بشر در ارتباط و در جدال با محیط طبیعی است و لذا در حیات شهرها از ابتدا رابطه متقابل بین انسان و محیط وجود دارد و محیط به عنوان پدیده‌ای تعیین‌کننده عمل کرده است (عزیزپور، ۱۳۸۳: ۳). با آن که در طی سال‌های اخیر در برنامه‌ریزی برای توسعه فیزیکی شهرها اقداماتی جهت کاهش سوانح طبیعی انجام گرفته است، ولی رشد سریع اغلب شهرها به افزایش میزان سوانح طبیعی در محدوده شهرها منجر شده است. میزان آسیب پذیری این شهرها در مقابل خطرات و بلایای طبیعی بسیار متفاوت بوده است طوری که شهرهایی که محدوده توسعه و گسترش کالبدی آنها بر روی نواحی آسیب‌پذیر از قبیل بستر با توپوگرافی پر شیب، نزدیک به خط گسل، نواحی در معرض ریزش سنگ و سیل بود، به صورت زیادتری آسیب پذیر بوده‌اند. بنابراین در برنامه‌ریزی توسعه فیزیکی شهرها و مکان-یابی سمت توسعه آنها و همچنین ارزیابی میزان آسیب‌پذیری آنها، ضرورت دارد که محیط‌های پایدار و ناپایدار و نیز عوامل بر هم زنده‌ی پایداری مورد بررسی قرار گیرد. در گذشته روند رشد شهرها به گونه‌ای بوده است که این رشد، مسائل و مشکلات خاص امروز را برای شهرنشینان به ارمغان نمی‌آورد، در حالی که بعد از تحولات جدید شهرنشینی، رشد بی‌رویه شهرها مشکلاتی از قبیل نابودی اراضی حاصلخیز اطراف شهرها، آلودگی زیست محیطی، تخریب اکوسیستم‌های طبیعی و گسترش به سمت پهنه‌های آسیب‌پذیر

پایدار و ناپایدار را جهت گسترش فیزیکی این شهرستان مشخص نمود.

منطقه مورد مطالعه

شهرستان گرمی دارای ۱۷۵۲/۲ کیلومترمربع مساحت می‌باشد که معادل ۹/۶ درصد مساحت استان اردبیل می‌باشد با ۲ شهر و ۳ بخش و ۸ دهستان و ۳۲۵ آبادی و دارای ۱۱۰۰۰۰ نفر جمعیت که ۳۵۰۰۰ نفر شهری و ۶۵۰۰۰ نفر روستایی می‌باشد. این شهرستان بین ۵۰' ۳۸° تا ۱۰' ۳۹° عرض شمال از خط استوا و ۲۵' ۴۷° تا ۱۲' ۴۸° طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است (شکل ۱). شهر گرمی، مرکز شهرستان مغان استان اردبیل، با پهنه‌ای حدود ۷ کیلومتر مربع، در شمال شرقی استان اردبیل در مسیر راه اردبیل - پارس آباد در ۳۹ درجه و یک دقیقه پهنای شمالی و ۴۸ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی نسبت به نیمروز گرینویچ قرار دارد. 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.

شهری از نظر مخاطرات محیطی از قبیل دره‌های سیلابی، دامنه‌های ناپایدار، حریم رودخانه‌ها و... را به وجود آورده است (بارانی، ۱۳۸۹: ۷). با توجه به این موارد، شهرستان گرمی با وجود توان‌های بالقوه زیاد شهرهای آن از جمله شهر گرمی، به دلیل موقعیت جغرافیایی خود و قرارگیری بر روی پهنه‌های پرشیب و کوهستانی دارای محدودیت‌های متعددی است. این محدودیت‌ها عمدتاً ناشی از بروز خطرات و تهدیدات طبیعی است. در این شهر کاربری اراضی بی‌ضابطه بوده، زمین‌های کشاورزی زیادی به زیر ساختمان رفته، در ساخت و سازهای شهر به محیط طبیعی توجه نشده و بر این اساس خطرات محیطی که اغلب نیز تحت دخالت انسانها تشدید می‌شوند از قبیل سیل، پدیده لغزش، نشست زمین، جریانات واریزه‌های سنگی و خاکی و ... ساکنان شهرها را تهدید می‌کند. بر این اساس لازم است که محیط و ویژگی‌های آن به نحو مطلوب شناسایی شده، بین تنگناهای محیط با توسعه فیزیکی شهرها هماهنگی ایجاد گردد. اگر روند ناپایدار کنونی در شهرستان ادامه یابد، در آینده‌ای نه چندان دور مشکلات بسیار زیادی گریبانگیر ساکنان شهرها می‌شود که مستلزم سرمایه‌گذاری‌های فراوان و غیر قابل جبرانی خواهد بود. در نتیجه سعی بر این خواهد بود تا مجموع عوامل طبیعی و انسانی مؤثر در به وجود آمدن تنگناها در شهرستان گرمی با استفاده از مدل‌سازی مورد تحلیل قرارگیرد تا بتوان مکان‌های



شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه

پیشینه تحقیق

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 زمینه شکل پذیرد. انتظار می‌رود که تداوم این پژوهش‌ها و ارائه الگوها و مدل‌های جدیدتر در پهنه‌بندی و شناسایی محدودیت‌ها و تلاش برای آگاهی مسوولان از این تنگناها در توسعه شهرها، باعث شود تا مکان‌یابی برای توسعه آتی شهرها در ایران از پشتوانه قدرتمند علمی و تجربی برخوردار شود. با این اوصاف از جمله این تحقیقات که در غنای پایه‌های نظری تحقیق حاضر، نقش مؤثر و برجسته‌ای داشتند، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

بدر (۱۳۷۹)، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور جهت گسترش فیزیکی شهر رضی را مورد مطالعه قرار داده و با تجزیه و تحلیل‌هایی که در محیط نرم افزارهای Edrisi و Arcinfo انجام داد، قابلیت زمین‌ها را برای توسعه آتی شهر و در نهایت جهت بهینه توسعه شهر را مشخص کرد. غفاری (۱۳۸۰) ارزیابی نظام توسعه کالبدی شهری و ارائه الگوی مناسب توسعه کالبدی شهر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در قالب مدل توسعه پایدار - مطالعه موردی اردبیل - را تهیه نموده است. کرم (۱۳۸۴) پژوهشی را با عنوان تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمال غرب شیراز با استفاده از رویکرد ارزیابی چندمعیاری (MCE) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام داده است که از معیارهایی مانند شیب، قابلیت زمین، فاصله از شهر و راه‌های اصلی و... استفاده کرده است. نظریان و همکاران (۱۳۸۵) در مقاله‌ای تحت عنوان تعیین جهت توسعه فیزیکی شهر اندیمشک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی و با استفاده از عواملی مانند فاصله از شهر، فاصله از جاده،

فاصله از مراکز صنعتی، وجود خطوط گسل، شیب، ناهمواری‌ها و مسایل اقدام به پیش بینی و تعیین جهت گسترش شهر اندیمشک نموده‌اند. ثروتی و همکاران (۱۳۸۸) تنگناهای طبیعی شهر سنندج را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفته‌اند که عواملی همچون ارتفاعات آبدار، تپه‌های داخل شهر و رودخانه قشلاق تنگناهایی را برای توسعه شهر به وجود آورده‌اند به گونه‌ای که تنها ۴/۸۱ درصد از محدوده مورد مطالعه، مناسب توسعه شهر برشمرده می‌شود. ابراهیم‌زاده و همکاران (۱۳۸۸) مکان‌یابی بهینه جهت گسترش شهر مرودشت را با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام داده‌اند. ابتدا شاخص‌های طبیعی و انسانی تأثیرگذار در قالب ۱۰ شاخص شناسایی

شده‌اند؛ سپس با استفاده از توابع و مدل‌های تحلیلی GIS نقشه جهت بهینه گسترش فیزیکی در مورد هر شاخص تعیین گردیده، در نهایت پس از تلفیق نقشه‌های به دست آمده، نقشه نهایی جهت مناسب گسترش آتی شهر مرودشت بهینه‌گزینی و ارائه شده است. اسفندیاری (۱۳۸۹)، تنگناهای ژئومورفولوژیکی را در توسعه شهرستان اردبیل مورد مطالعه و بررسی قرار داده است. رضائی‌مقدم و همکاران (۱۳۸۹) طبقه‌بندی مورفولوژیکی توسعه شهری با استفاده از DEM ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی را در مورد شهر اهر انجام داده‌اند. در این مطالعه، مناطق مستعد توسعه آتی شهر اهر بر مبنای داده‌های مورفولوژی سطح زمین طبقه‌بندی شده و در نهایت نتایج مطالعه به گونه‌ای بصری ارائه شده است. از اقدامات دیگر پیرامون محدودیت‌های محیطی در توسعه فیزیکی شهرها می‌توان به این موارد اشاره کرد. زیزیره و همکاران^۱ (۱۹۹۹) در بررسی نقش عوامل وقوع زمین لغزش‌ها در شمال شهر لیسبون (پرتغال) دریافتند که ۲۰ درصد علت وقوع حرکات دامنه‌ای

^۱. Zezere, et al

منظور معیارهایی برای پهنه بندی عوامل طبیعی و انسانی مد نظر قرار گرفت و لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز از داده‌های فهرست شده در زیر استخراج گردید.

- ۱- نقشه رقومی شده توپوگرافی شهرستان
- ۲- نقشه‌های زمین‌شناسی، نقشه لیتولوژی و توزیع فضایی خطوط گسل
- ۳- نقشه هیدرولوژی و آمار عمق آب‌های زیرزمینی در منطقه
- ۴- نقشه کاربری اراضی سطح شهرستان
- ۵- آمار داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک و باران‌سنجی منطقه
- ۶- نقشه خطوط ارتباطی
- ۷- نقشه پراکندگی نقاط روستایی
- ۸- نقشه تیپ اراضی

همچنین در این تحقیق برای تکمیل اطلاعات، از منابع اسنادی و مصاحبه با صاحب‌نظران و متخصصان نیز بهره گرفته شد. در نهایت برای تجزیه و تحلیل فضایی و ارزیابی چند معیاری از نرم افزار Idrisi Kilimanjaro، 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 (برای مکان‌های مناسب توسعه شهر)، تکنیک Topsis مورد استفاده قرار گرفته و جهات مطلوب توسعه شهری تعیین شده است.

یافته‌های تحقیق

✓ تشکیل ماتریس معیارهای ارزیابی
با محقق شدن مجموعه‌ای از معیارها در فرآیند ارزیابی، لازم است که هر معیار در دامنه‌ای از ارزش‌های مربوط ارزش‌گذاری شود و به صورت یک لایه نقشه در سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان داده

فعالیت‌های انسان در رابطه با توسعه شهر لیسبون از طریق حفر دامنه‌ها، بارگذاری روی شیب‌ها، انحراف مسیر رودخانه‌ها و غیره می‌باشد. الکانترا^۱ (2002) 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. مسینا^۲ (2003)، در برنامه‌ریزی توسعه حومه شهر مانزینی، به این نکته اشاره می‌کند که با توسعه شهر مانزینی، حومه‌های اطراف به شهر پیوستند که نشان می‌دهد توسعه بدون برنامه‌ریزی این سکونتگاه‌ها پایدار نیست. مسینا در این تحقیق از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی برای کنترل توسعه شهر کمک گرفته است تا آن را به طرف توسعه پایدار هدایت کند. فلورشیم و همکاران^۳ (2003) فرآیندهای ژئومورفیکی را که در دره مرکزی کالیفرنیا به مخاطرات سیلاب منجر می‌شدند، بررسی کردند و نشان دادند که 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 شهری مواجه هستند، افزایش می‌دهد.

مواد و روش تحقیق

به منظور تعیین جهات بهینه کشیده‌شدن شهرها و یافتن موقعیت‌های بحرانی و محدودیت‌دار، نیاز به معیارهایی است تا بتوان بر اساس آنها اقدام به پهنه‌بندی بر اساس عوامل محدودکننده نمود. به این

1. Alcantara

2. Masina

3. Florsheim, et al

هر یک از پیکسل‌ها را بر اساس معیارهای مختلف نشان می‌دهند. سطرهای این ماتریس به ترتیب به صورت $m, \dots, 1, \dots, 2, 1$ شماره‌گذاری شده‌اند که در آنها، i نشان‌دهنده یک پیکسل و m نشان‌دهنده تعداد کلی پیکسل‌ها می‌باشد.

شود. از این لایه‌ها تحت عنوان نقشه‌های معیار یاد می‌گردد. در تحقیق حاضر، انتخاب مکان‌های مناسب برای توسعه کالبدی شهر، بر پایه ۱۲ معیار صورت گرفته و به تناسب آن به ایجاد ماتریس ارزیابی اقدام شده است. عناصر این ماتریس، ارزش‌های مربوط به

جدول ۱: ماتریس معیارهای مورد استفاده

معیار \ پیکسل	شیب	جهت شیب	لیپوزی	رک	ف. جاده	ف. گسل	ف. نقاط روستایی	کاربری اراضی	عمق آب زیرزمینی	قابلیت اراضی	آب‌های سطحی	بارش
پیکسل ۱	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	...	...	...	X _{1n}
پیکسل ۲	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅	X ₂₆	X ₂₇	X ₂₈	...	...	...	X _{2n}
...
پیکسل m	X _{m1}	X _{m2}	X _{m3}	X _{m4}	X _{m5}	X _{m6}	X _{m7}	X _{m8}	...	...	...	X _{mn}

شده در دامنه باشد، به منزله درجه عضویت صفر در دامنه تعیین شده، تلقی می‌گردد 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 (غفاری، ۱۳۸۷: ۸۴). تغییرات درجه عضویت می‌تواند در دامنه $(0 \leq \mu_D(x) \leq 1)$ و دامنه $(0 \leq \mu_D(x) \leq 255)$ نشان داده شود.

✓ وزن‌دهی معیارها

تضاد موضوعی بنیادی در ارزیابی چند عامله است که هسته تصمیم‌گیری را تشکیل می‌دهد و در بررسی روابط عوامل بسیار حائز اهمیت است. بنابراین در این روش داده‌ها بر اساس میزان تداخل و تضاد موجود بین عوامل مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند (جهانی، ۱۳۷۶: ۷۸). در ارزیابی چند معیاری، مسأله به صورت

✓ ارزش‌گذاری و استاندارد سازی نقشه‌های معیار ارزش‌گذاری به معنای آن است که به مقادیر اندازه‌گیری شده از معیارها بر حسب میزان مطلوبیت ارزشی تعلق گیرد. استاندارد نمودن داده‌ها نیز به معنی همسان کردن دامنه تغییرات داده‌ها در دامنه‌هایی همچون ۰ تا ۱ و ۰ تا ۲۵۵ می‌باشد. در تحقیق حاضر فرآیند 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 این تحقیق با استفاده از امکاناتی که در تابع FUZZY از نرم‌افزار IDRISIKilimanjaro 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؛ اگر مقادیر اندازه‌گیری شده از معیار در پیکسل‌ها بیشتر یا کمتر از مقادیر تعیین

در مسائل چند عامله، اطلاعات در ارتباط با تداخل و تضاد بیان می‌شود. بنابراین میزان اطلاعات عامل z با استفاده از رابطه (۵) محاسبه می‌شود.

$$c_j = \delta_j \sum_{k=1}^m (1 - r_{jk}) \quad \text{رابطه (۵)}$$

c_j : میزان اطلاعات عامل z

δ_j : انحراف معیار عامل z

با توجه به رابطه فوق، عواملی که دارای c_j بیشتری باشند، وزن زیادی به خود اختصاص خواهند داد. وزن هر عامل مانند z از رابطه (۶) تعیین می‌گردد.

$$W_j = \frac{c_j}{\sum_{k=1}^m c_k} \quad \text{رابطه (۶)}$$

c_k : میزان اطلاعات مجموع عامل‌های k

W_j : وزن عامل z

در جدول (۲) مجموع تضاد، انحراف معیار، میزان اطلاعات و وزن نهایی معیارهای مورد استفاده نشان داده شده است.

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

مجموعه‌ای از گزینه‌ها و فاکتورهای مختلف بیان می‌شود. این موضوع به شکل زیر تعریف می‌شود.

$$\max\{f^1(a)f^2, \dots, \frac{f_j(a)}{a} \in A\} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$f_j(a)$: عامل ارزیابی z مربوط به گزینه a

A : مجموعه‌ای از گزینه‌ها

m : مجموعه عوامل ارزیابی

همان‌گونه که اشاره گردید در تحقیق حاضر روش CRITIC مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش برای هر عامل ارزیابی (f_j) یک تابع عضویت، (x_j) از نمرات عوامل تعیین می‌شود.

$$X_{aj} = \frac{f_j^{(a)} - f_j^+}{f_j^+ - f_j^-} \quad \text{رابطه (۲)}$$

X_{aj} : تابع عضویت عامل z و گزینه a نسبت به نقطه

ایده‌آل

$f_j^{(a)}$: ارزش گزینه a مربوط به عامل z

f_j^+ : ارزش تخصیص داده شده به بدترین نقطه

f_j^* : ارزش نقطه ایده‌آل

با استفاده از تابع فوق، ماتریس ارزیابی به ماتریسی

از نمرات نسبی تبدیل می‌شود.

$$X_j = X_j^{(1)} \cdot X_j^{(2)} \cdot \dots \cdot X_j^{(n)} \quad \text{رابطه (۳)}$$

پس از محاسبه انحراف معیار عوامل مورد بررسی ماتریس مقارنی به ابعاد $m \times n$ ایجاد می‌گردد که شامل ضرایب همبستگی بین بردارهای تشکیل شده می‌باشد. کمترین ضریب همبستگی بین عوامل به عنوان عدم توافق در نمرات گزینه‌های مربوط به دو عامل مانند z و k بیان می‌شود. با تعیین پارامترهای فوق، تضاد موجود بین عوامل مختلف مانند z و k از رابطه (۴) محاسبه می‌شود.

$$c_{jk} = \sum_{k=1}^m (1 - r_{jk}) \quad \text{رابطه (۴)}$$

c_{jk} : مجموع تضاد معیار z با معیارهای k که از $k=1$

شروع شده و تا $k=m$ ادامه دارد.

r_{jk} : همبستگی بین دو عامل z و k

تعیین روش TOPSIS:

مرحله ششم: ارزش حداقل (v_{-j}) را برای هر لایه نقشه استاندارد شده وزنی تعیین می‌کنیم (ارزش‌ها تعیین کننده نقطه ایده‌آل منفی هستند)؛

$$V_{-j} = v_{\max 1}, v_{\max 2}, \dots, v_{\max n}$$

مرحله هفتم: با استفاده از یک اندازه انفکاک، فاصله بین نقطه ایده‌آل و هر گزینه را محاسبه می‌کنیم؛

$$s_{i+} = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - v_{+j})^2} \quad \text{رابطه (۹)}$$

مرحله هشتم: با استفاده از همان اندازه انفکاک "فاصله" بین نقطه ایده‌آل منفی و هر گزینه را تعیین می‌کنیم؛

$$s_{i-} = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - v_{-j})^2} \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

مرحله نهم: با استفاده از نزدیکی نسبی به نقطه ایده‌آل (C_{j+}) را محاسبه می‌کنیم؛

$$C_{j+} = \frac{s_{i-}}{s_{i+} + s_{i-}} \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

به طوری که $0 < C_{j+} < 1$ می‌باشد. بر این اساس هر اندازه یک گزینه به نقطه ایده‌آل نزدیک‌تر باشد، C_{j+} به سمت ۱ میل می‌کند؛

مرحله دهم: گزینه‌ها را بر حسب یک ترتیب نزولی از C_{j+} رتبه‌بندی می‌کنیم؛ گزینه‌ای که با بالاترین ارزش از C_{j+} همراه باشد، بهترین گزینه است (مالچفسکی، ۱۳۸۶: ۳۷۵-۳۷۴).

د: روش تلفیق لایه‌های استاندارد شده وزنی و اولویت بندی گزینه‌های مکانی؛

این مرحله از عملیات در راستای استخراج نقشه نهایی اولویت بندی اراضی با استفاده روش ترکیب خطی وزنی و در قالب تابع MCE در محیط IdrisiKlimanjarو انجام پذیرفت (شکل شماره ۲).

تکنیک TOPSIS بر این مفهوم بنیان شده است که گزینه انتخابی کمترین فاصله را با راه حل ایده‌آل (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. از مزایای این روش آن است که به طور همزمان می‌توان از شاخص‌ها و معیارهای عینی و ذهنی استفاده نمود. روش کار مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی مشتمل بر مراحل ذیل می‌باشد (مالچفسکی، ۱۳۸۶: ۳۷۴).

مرحله اول: تشکیل ماتریس داده‌ها بر اساس n آلترناتیو و m شاخص.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{رابطه (۷)}$$

مرحله دوم: در این مرحله، دامنه مقادیر (X_{ij}) را به یک دامنه استاندارد در حد فاصل بین ۰ و ۱ تبدیل می‌کنیم و مقادیر استاندارد شده داده‌ها (V_{ij}) را به دست می‌آوریم.

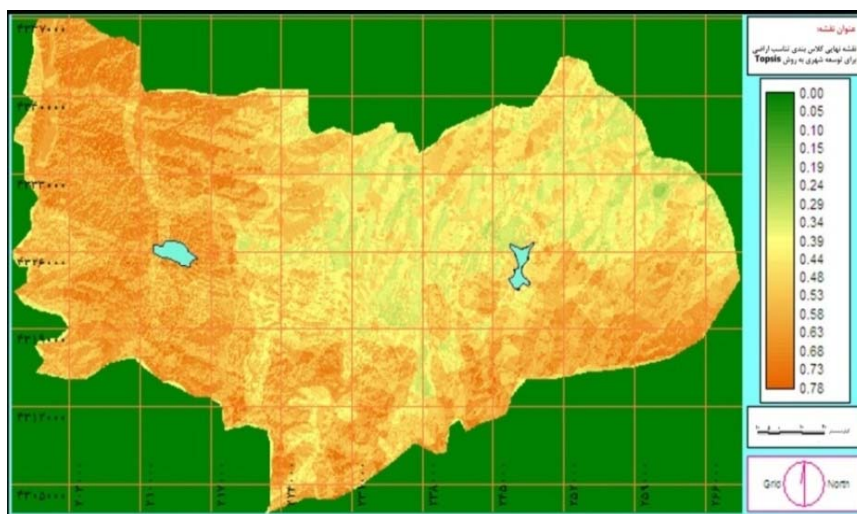
$$V_{ij} = \begin{bmatrix} V_{11} & V_{12} & \dots & V_{1n} \\ V_{21} & V_{22} & \dots & V_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ V_{m1} & V_{m2} & \dots & V_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{رابطه (۸)}$$

مرحله سوم: وزن‌های (W_j) اختصاص یافته به هر صفت را تعیین می‌کنیم.

مرحله چهارم: با ضرب هر ارزش از لایه صفت استاندارد شده v_{ij} در وزن متناظر بر آن، (W_j) لایه‌های نقشه استاندارد شده وزنی را ایجاد می‌نماییم.

مرحله پنجم: ارزش حداکثر (v_{+j}) را در رابطه با هر یک از لایه‌های نقشه استاندارد شده وزنی تعیین می‌کنیم (ارزش‌ها تعیین کننده نقطه ایده‌آل هستند)؛

$$V_{+j} = v_{\max 1}, v_{\max 2}, \dots, v_{\max n}$$



شکل ۲: نقشه نهایی اولویت‌بندی شده از تناسب اراضی برای توسعه شهری به روش TOPSIS

نتیجه‌گیری

توسعه فیزیکی شهرها جزو ملزومات رشد شهری است و اگر توسعه فیزیکی در شهرها مکان‌یابی نشود، اثرات منفی بسیاری را چه از جنبه زیست‌محیطی و طبیعی و چه از جنبه عوامل انسانی برای شهرها به بار می‌آورد. بنابراین لزوم توجه به توسعه فیزیکی و جهت‌یابی توسعه شهری امری ضروری است. در این تحقیق بررسی عوامل طبیعی و انسانی مؤثر در رشد فیزیکی شهر به تعیین جهات بهینه توسعه آتی شهر منجر گردید. بدین منظور داده‌های مکانی و توصیفی برای مکان‌یابی توسعه شهر از نظر عوامل انسانی و طبیعی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و از روی نقشه‌های مربوطه رقمی شده و لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز تهیه گردید. برای تحلیل فضایی و ارزیابی چند معیاری از نرم افزار Edrisi و قالب رستری استفاده گردید. بدین منظور لایه‌های نقشه‌ای از محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی به محیط Edrisi منتقل گردیدند. معیارها و متغیرهای در نظر گرفته شده برای بررسی مناطق مستعد توسعه شهری در این پژوهش شامل دوازده معیار بارش، شیب، جهت شیب، خاک، کاربری

شکل (۲) نشانگر نقشه نهایی اولویت‌بندی شده از تناسب اراضی برای توسعه شهری است که با استفاده از روش TOPSIS در حد فاصل ۰-۱ تهیه شده است. در این نقشه، هرچه به عدد یک نزدیک‌تر می‌شویم، نشان از مطلوبیت بیشتر برای توسعه شهری است. روشن است که توسعه مکانی - فضایی یا کالبدی - فیزیکی شهرها باید با در نظر گرفتن شعاع نفوذ محدودیت‌ها در هر یک از سطوح یاد شده باشد. ولی در هر حال کلاس‌بندی نشان داده شده در نقشه در تصمیم‌گیری نسبت به انتخاب زمین مناسب برای اختصاص دادن به توسعه کالبدی شهرها می‌تواند راهگشا باشد. باید توجه داشت که اولویت‌بندی نشان داده شده، به تناسب معیارهای مورد استفاده و بار وزنی آنها، به دست آمده است. با این اوصاف اگر پهنه‌های دارای امتیاز بالا، در وضعیت موجود توسط کاربری‌های دیگری غیر از کاربری‌های شهری اشغال شده‌اند، بالطبع باید سراغ اولویت‌های بعدی رفت.

معضلاتی همچون افزایش ترافیک، کمبود خدمات شهری و ... را به همراه دارد. بنابراین شهر ناچار باید 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 نیارد.

منابع و مآخذ

۱. ابراهیم‌زاده، عیسی، عبادی‌جوکنان، اسماعیل (۱۳۸۷)، تحلیلی بر توزیع فضایی-مکانی کاربری فضای سبز در منطقه ۳ زاهدان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۱.
۲. اسفندیاری، فریبا (۱۳۸۹)، بررسی تنگناهای توسعه ناشی از عوامل ژئومورفولوژیکی در شهرستان اردبیل، طرح پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی.
۳. بارانی، نازار (۱۳۸۹)، مطالعه تنگناهای ژئومورفیک توسعه فیزیکی شهر کرمانشاه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
۴. بدر، رضا (۱۳۷۹)، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و RS در تعیین جهات گسترش توسعه کالبدی شهر رضی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
۵. باهرطالاری، طاهر، شاد، فتاحی (۱۳۷۶)، بررسی علل لغزش شیب‌های بزرگراه شمالی تبریز و ارائه روش‌های بهینه جهت تثبیت، مجموعه مقالات دومین سمینار زمین لغزه و کاهش خسارت‌های آن، جلد اول، تهران.
۶. ثروتی، محمدرضا، خضری، سعید، رحمانی، توفیق (۱۳۸۸)، بررسی تنگناهای توسعه فیزیکی شهر سنندج، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۷.
۷. جهانی، ع. (۱۳۷۷)، قابلیت‌های اطلاعات ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعات ارزیابی زمین، مطالعه موردی حوزه آبریز طالقان، دانشگاه تربیت مدرس.
۸. رجایی، عبدالحمید (۱۳۷۶)، کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط، چاپ اول، تهران، نشر قومس.
۹. رجایی، عبدالحمید (۱۳۸۲)، کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی شهری، انتشارات سمت، ج ۱.

اراضی، لیتولوژی، گسل، رودخانه، فاصله از نقاط روستایی، فاصله از خطوط ارتباطی، تپ اراضی و عمق آب‌های زیرزمینی بوده‌اند. برای استانداردسازی ارزش‌ها (مقادیر) و یکسان‌سازی مقیاس‌ها در لایه‌های نقشه‌ای، از روش استانداردسازی بر مبنای درجه عضویت در تابع فازی استفاده شد. یکی از راه‌های مقایسه اهمیت و تأثیرگذاری عوامل، محاسبه وزن اهمیت عوامل به عنوان معیاری برای مقایسه بین آنهاست. بدین منظور برای وزن‌دهی به معیارها از روش Critic استفاده گردید. در تحلیل نهایی ارزیابی چند معیاری نیز (برای مکان‌های مناسب توسعه شهر)، تکنیک Topsis مورد استفاده قرار گرفت و در رابطه با توسعه شهری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتیجه حاصل بیانگر این واقعیت است که شهرهای این شهرستان خصوصاً شهر گرمی بر اساس هسته روستایی طی دوره‌های طولانی گذشته شکل گرفته و گسترش یافته است، ولی در دوره فعلی با محدودیت شدید ژئومورفولوژیکی مواجه گشته است و برای توسعه آتی از لحاظ کالبدی- فیزیکی با موانع و مسائل جدی روبرو خواهد بود. در نهایت با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزار IDRISI Kilimanjaro و بر اساس میزان نقش هر کدام از عوامل در رشد شهر، جهات نهایی توسعه بهینه شهر تعیین گردیده و مشخص شد که جهات شرقی و جنوبی از تناسب بالایی جهت مکان‌یابی توسعه فیزیکی شهر گرمی برخوردارند.

شهر گرمی با توجه به محصور بودن توسط اراضی کشاورزی و مناطق پرشیب دو گزینه برای توسعه فیزیکی پیش رو دارد:

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 داده شود. اما بالا رفتن تراکم ساختمانی نیز

۱۷. نظریان، ا.، ضیائیان، پ.، عبدالهی، ا. (۱۳۸۵). آشکارسازی مکان‌های بهینه جهت توسعه فیزیکی آتی شهر کنگان با استفاده از مدل منطق بولین و تکنیک‌های GIS و RS. مجموعه مقالات نهمین انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران.
18. Alcantara, I (2002). *Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries*, Department of civil and Environmental Engineering, Massachusetts institute of Technology, VOL47, 107-124PP.
19. Florsheim et al (2008). *Geomorphologic influence on flood hazards in a lowland fluvial-Tidal transitional area, Central Valley, California*, Natural Hazards Rev. Volume 9, Issue 3, pp. 116-124.
20. Zezere. J.L., Ferreira. A.B, Rodrigues. M.L (1999). *The role of conditioning factors in the occurrence of landslides: a case study in the area north of Lisbon (Portugal)*, *Geomorphology*, 30, 133-146.
21. Masina, Buse Konini phyla, (2003), *planning the growth of peril urban settlements: use study of mains in switzerland*.
۱۰. رضایی مقدم، محمدحسین، ثقفی، مهدی، شفیع، ابراهیم، عباس‌زاده، کریم (۱۳۸۹). طبقه‌بندی محدودیت‌های مورفولوژیکی توسعه شهری با استفاده از DEM ماهواره‌ای و GIS، مطالعه موردی (محدوده طرح جامع شهر اهر)، مجله علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، سال دهم، شماره ۲۹.
۱۱. سعیدنیا، احمد (۱۳۷۸). کتاب سبز، جلد دوم، کاربری زمین شهری، تهران، انتشارات مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهری وزارت کشور.
۱۲. عزیزپور، ملکه (۱۳۷۴). توانسنجی محیط طبیعی و توسعه فیزیکی شهر تبریز، دانشگاه تربیت مدرس، رساله دکتری در رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، تهران، دانشگاه تربیت مدرس.
۱۳. 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، ص ۶۵.
۱۴. فریادی، شیرزاد، شکور، علی، نگهبان، سعید، کریمی، هدی، روشن، غلام رضا (۱۳۸۶). مقایسه نقش و تأثیر عوامل محیطی طبیعی در توسعه فیزیکی - کالبدی (مطالعه موردی شیراز، یزد، بندر عباس).
۱۵. کرم، عبدالامیر (۱۳۸۴). تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمال غرب شیراز با استفاده از رویکرد ارزیابی چند معیاری (MCE) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج - GIS)، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۴.
۱۶. مالچفسکی، یاچک (۱۳۸۶). سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاری، ترجمه اکبر پرهیزکار و عطا غفاری گیلانده، تهران، انتشارات سمت، چاپ اول.