

امکان‌سنجی توسعه فیزیکی شهری با بهره‌گیری از داده‌های ژئومورفولوژیک و منطق فازی (مورد مطالعه: شهر دهگلان)

چکیده

یکی از عوامل اساسی در مکان‌گزینی و ترسیم مسیر رشد و توسعه فیزیکی شهرها، توجه به ویژگی‌های محیطی، به‌ویژه پارامترهای ژئومورفولوژیک است. عدم توجه به این ویژگی‌ها در فرآیند توسعه شهری می‌تواند منجر به مواجهه شهرها با خطرات و خسارات شدید ناشی از مخاطرات طبیعی شود. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی امکان‌سنجی توسعه فیزیکی شهر دهگلان بر اساس پارامترهای ژئومورفولوژیک انجام گرفته است. پارامترهای مورد مطالعه شامل شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، فاصله از گسل، کاربری اراضی و زمین‌شناسی می‌باشند. روش پژوهش به صورت توصیفی-تحلیلی بوده و از مدل منطق فازی برای تحلیل داده‌ها و دستیابی به نتایج استفاده شده است. محدوده مورد مطالعه، شهر دهگلان در استان کردستان است که به دلیل رشد مثبت جمعیت در سال‌های اخیر، نیازمند برنامه‌ریزی‌های دقیق در زمینه توسعه شهری می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده از اعمال مدل گامای فازی نشان می‌دهد که تنها ۲,۷٪ از محدوده شهری دهگلان شرایط بسیار مناسبی برای توسعه فیزیکی آتی دارد که این پهنه‌ها عمدتاً در جهت‌های شمال و شمال‌شرقی شهر واقع شده‌اند. با توجه به نامناسب بودن سایر جهت‌ها و همچنین محدودیت مساحت این پهنه‌های مناسب، نمی‌توان گسترش فیزیکی قابل توجهی را برای توسعه آتی شهر پیشنهاد داد. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود که رویکرد توسعه شهری در دهگلان بر گسترش عمودی و بهره‌برداری از اراضی قهوه‌ای، بایر و موات درون‌شهری متمرکز گردد. این رویکرد می‌تواند به مدیریت منابع طبیعی و حفظ محیط‌زیست در کنار توسعه پایدار شهری کمک کند.

واژگان کلیدی: توسعه فیزیکی شهر، ژئومورفولوژی شهری، پهنه‌بندی، منطق فازی، شهر دهگلان.

Feasibility of Urban Physical Development Using Geomorphological Data and Fuzzy Logic (Case Study: Dehgolan City)

Abstract

A crucial factor in site selection and determining the trajectory of urban growth and physical development is the consideration of environmental characteristics, particularly geomorphological parameters. Neglecting these characteristics during urban development can expose cities to significant risks from natural hazards. This study aims to evaluate the feasibility of physical development in Dehgolan City by analyzing geomorphological parameters such as slope, slope direction, proximity to rivers, distance from faults, land use, and geology. The research adopts a descriptive-analytical method and utilizes fuzzy logic modeling to analyze the data and draw conclusions. Dehgolan, located in Kurdistan Province, has recently experienced positive population growth, making careful urban development planning essential. Results from applying the fuzzy gamma model (0.9) indicate that only 2.7% of Dehgolan's urban area has very suitable conditions for future physical development, primarily concentrated in the northern and northeastern sections of the city. Given the unsuitability of other areas and the limited availability of these suitable zones, significant physical expansion for the city's future development is not advisable. Therefore, it is recommended that the urban development strategy in Dehgolan focus on vertical expansion and the utilization of brownfields, as well as barren and unused land within the city. This approach will foster sustainable management of natural resources and environmental conservation alongside urban development.

Keywords: Urban Physical Development, Urban Geomorphology, Zoning, Fuzzy Logic, Dehgolan City.

شهرها با توجه به مقر جغرافیایی که بر آن واقع شده‌اند، ممکن است برای توسعه آتی خود با پدیده‌های ژئومورفولوژیک مختلفی مواجه باشند. این پدیده‌ها ممکن است اسباب گسترش شهر را فراهم آورند یا تنگنا در توسعه و عمران شهری مطرح شوند (شایان و همکاران، ۱۳۸۸؛ مقیمی، ۱۳۸۹؛ روستایی و جباری، ۱۳۹۱).

در دنیای معاصر، شهرنشینی سریع و توسعه فیزیکی گسترده شهرها، همراه با تغییرات وسیع در کاربری اراضی و محیط‌زیست، چالش‌های جدی برای برنامه‌ریزان و مدیران شهری ایجاد کرده است. در بسیاری از مناطق، گسترش شهرها به نواحی نامناسب از نظر ژئومورفولوژیکی، نظیر دامنه‌ها، حریم رودخانه‌ها و مناطق سیلابی، رخ داده است. این تغییرات منجر به افزایش خطرات طبیعی و خسارات ناشی از آن‌ها شده است (نیری و همکاران، ۱۳۹۶؛ نگهبان و همکاران، ۱۳۹۸؛ Faccini et al., 2021). امروزه بیش از ۵۰ درصد جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند و پیش‌بینی می‌شود که این میزان تا سال ۲۰۵۰ به بیش از دو سوم افزایش یابد (World Bank, 2018). چنین روندی با فشارهای بی‌سابقه‌ای بر منابع طبیعی، زیرساخت‌های شهری و سکونتگاه‌های انسانی همراه است (کرم و حسینی، ۱۳۹۸؛ علی‌نژاد و همکاران، ۱۴۰۳). علاوه بر این، مطالعات متعدد نشان می‌دهند که بیش از یک‌سوم سطح زمین در دهه‌های اخیر تحت تأثیر تغییرات کاربری اراضی قرار گرفته است (هشنانی هویزه و زارعی، ۱۳۹۵). در این راستا، شناسایی توانمندی‌های ژئومورفولوژیکی و محدودیت‌های محیطی برای برنامه‌ریزی پایدار شهری، از اهمیت بالایی برخوردار است (فرقانی‌پور، ۱۴۰۲؛ Wierzbicki et al., 2021).

نادیده گرفتن ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی در فرایند برنامه‌ریزی شهری می‌تواند منجر به افزایش آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات طبیعی نظیر زمین‌لغزش‌ها، سیلاب‌ها، فرونشست زمین و تخریب محیط‌زیست شود (Youssef et al., 2021; Hassan et al., 2021). این تهدیدات نه تنها جان و مال انسان‌ها را به خطر می‌اندازد، بلکه توسعه پایدار شهری را نیز تهدید کرده و هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی سنگینی را به جوامع تحمیل می‌کند (Douglas., 2020; Morar et al., 2021). به همین دلیل، ضرورت دارد که فرآیندهای برنامه‌ریزی شهری با دقت بیشتری به ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی توجه کنند تا از بروز چنین مخاطراتی جلوگیری شود و توسعه شهری در راستای پایداری صورت گیرد.

در این پژوهش، شهر دهگلان در استان کردستان به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب شده است. این شهر به واسطه رشد سریع جمعیت و توسعه فیزیکی گسترده، به ویژه در نواحی با ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی نامناسب، با چالش‌های خاصی مواجه است. بررسی وضعیت ژئومورفولوژیکی این شهر می‌تواند گامی اساسی در جهت شناسایی مناطق مناسب برای توسعه و همچنین مدیریت بهتر مخاطرات طبیعی باشد.

پژوهش‌های مختلف بین‌المللی به تأثیر عوامل ژئومورفولوژیکی بر توسعه شهری پرداخته‌اند. به طور مثال، فرهان (۲۰۱۴) به ارزیابی ژئومورفولوژیک توسعه فیزیکی سواحل جنوبی عقبه در کشور اردن پرداخته است. نتیجه پژوهش نشان داد که درک قابل توجهی از ویژگی‌های ژئومورفولوژیک، اقلیمی و هیدرولوژیکی منطقه مورد بررسی

وجود نداشته است. گارسیا و همکاران (۲۰۲۰) در مکزیکوسیتی با استفاده از نقشه‌های ژئومورفولوژیکی، خطراتی چون فرونشست زمین و سیلاب‌ها را شبیه‌سازی کرده و راهبردهایی برای کاهش این خطرات ارائه دادند. همچنین، مورار و همکاران (۲۰۲۱) در رومانی، تأثیرات عوامل هواشناسی بر زمین‌لغزش‌ها و توسعه پایدار شهری را مورد بررسی قرار دادند. پژوهش‌های مشابهی در سایر نقاط دنیا، نظیر آنبریر بیکل (۲۰۲۱) در اتیوپی و اسکیلودیمو و همکاران (۲۰۲۱) در سوئد، نیز با استفاده از GIS و مدل‌های تحلیلی مشابه، به شناسایی مناطق پرخطر و راهکارهای بهینه پرداخته‌اند.

در ایران نیز تحقیقات مشابهی از دهه ۱۳۷۰ آغاز شده است. رجبی (۱۳۷۱) در تحلیل ژئومورفولوژی شهری بناب به ضرورت هماهنگی توسعه شهری با ویژگی‌های طبیعی تأکید کرده است. پژوهش‌های دیگری نظیر شایان و همکاران، (۱۳۸۸)، انصاری‌لاری و همکاران (۱۳۹۰)، آفریده و همکاران، (۱۳۹۳)، شایان و همکاران (۱۳۹۴)، پروین (۱۳۹۸)؛ قرقانی پور و همکاران (۱۴۰۲) به بررسی محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی در فرآیند توسعه شهری و پتانسیل سنجی توسعه فیزیکی پرداخته و در نهایت جهات مناسب برای توسعه آتی شهرهای مورد مطالعه را پیشنهاد داده‌اند. این تحقیقات اهمیت استفاده از رویکردهای مبتنی بر داده‌های ژئومورفولوژیکی در برنامه‌ریزی شهری را به وضوح نشان می‌دهند. با توجه به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر با استفاده از داده‌های ژئومورفولوژیکی و مدل منطق فازی، به تحلیل امکان‌سنجی توسعه فیزیکی شهر دهگلان پرداخته است. هدف این تحقیق، ارتقای دانش موجود در زمینه برنامه‌ریزی شهری و همچنین ارائه راهکارهایی برای مدیریت مخاطرات ژئومورفولوژیکی و تحقق توسعه پایدار شهری است. نتایج این پژوهش می‌تواند به‌عنوان الگویی برای دیگر شهرهای مشابه در ایران و حتی سایر نقاط جهان، در جهت برنامه‌ریزی شهری پایدار و مقاوم در برابر مخاطرات طبیعی به‌کار گرفته شود.

روش تحقیق

مطالعه حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش‌شناسی، توصیفی-تحلیلی است. روش گردآوری داده‌ها اسنادی بوده و در چند مرحله انجام شده است. در ابتدا، منابع علمی شامل کتب، مقالات، و پایان‌نامه‌ها بررسی و شاخص‌های ژئومورفولوژیکی مؤثر در توسعه فیزیکی شهری شناسایی شدند. در مرحله بعد، داده‌های مرتبط با شاخص‌های ژئومورفولوژیکی با استفاده از منابع رسمی نظیر سازمان زمین‌شناسی کشور، طرح‌های آمایش استانی و طرح جامع و تفصیلی شهر گردآوری شدند. جدول زیر داده‌های اصلی مورد استفاده در این پژوهش را به همراه مبنای آن‌ها نشان می‌دهد:

جدول ۱. داده‌ها و منابع اطلاعاتی

عامل	منبع
شیب	نقشه توپوگرافی
جهت شیب	نقشه توپوگرافی
کاربری اراضی	طرح جامع شهرستان دهگلان
زمین‌شناسی	نقشه زمین‌شناسی
فاصله از رودخانه	نقشه هیدروگرافی
فاصله از گسل	زمین‌شناسی

منبع: شایان و همکاران (۱۳۸۸)؛ انصاری لاری و همکاران (۱۳۸۹)؛ آفریده و همکاران (۱۳۹۳)؛ شایان و همکاران (۱۳۹۴)؛ نیری و همکاران (۱۳۹۶)؛ نگهبان و همکاران (۱۳۹۸)؛ پروین (۱۳۹۸) و فرقانی‌پور و همکاران (۱۴۰۲)

داده‌ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نرم‌افزار ArcMap در قالب لایه‌های اطلاعاتی آماده‌سازی شدند. در گام بعدی، با استفاده از دستور Euclidean Distance، داده‌ها به صورت رستر (Raster) مدل‌سازی شدند و سپس با بهره‌گیری از ابزار Reclassify، داده‌ها در پنج طبقه مختلف دسته‌بندی شدند، به طوری که طبقه صفر دارای کمترین ارزش و طبقه پنج دارای بیشترین ارزش بود. در مرحله بعد، داده‌ها فازی‌سازی شدند. فازی‌سازی به کمک توابع عضویت فازی انجام شد که در آن، هر عنصر در دامنه‌ای از ۰ تا ۱ ارزش‌گذاری شد.

بعد از فازی‌سازی، عملیات هم‌پوشانی لایه‌ها با استفاده از عملگرهای فازی مانند ضرب جبری (Product)، جمع جبری (Sum)، و گامای فازی (Gamma) انجام شد. در این مرحله، عملگرهای فازی به منظور ترکیب داده‌های مختلف و استخراج نتایج نهایی مورد استفاده قرار گرفتند. عملگر جمع جبری، مقادیر پیکسل‌ها را به سمت بیشترین مقدار (۱) سوق می‌دهد و به این ترتیب، مناطق بیشتری به‌عنوان مناسب شناخته می‌شوند. در مقابل، عملگر ضرب جبری، پیکسل‌ها را به سمت کمترین مقدار میل می‌دهد و بنابراین، تعداد بیشتری از مناطق به‌عنوان نامناسب طبقه‌بندی می‌شوند.

برای تعدیل حساسیت میان این دو عملگر، از عملگر گامای فازی استفاده شد. در این عملگر، پارامتر λ نقش مهمی دارد و می‌تواند ترکیب میان جمع جبری و ضرب جبری را تنظیم کند. در صورتی که λ برابر با ۱ باشد، ترکیب مشابه جمع جبری فازی است و در صورتی که برابر با ۰ باشد، ترکیب مشابه ضرب جبری خواهد بود. به این ترتیب، انتخاب درست مقدار λ تأثیر زیادی در دقت نتایج نهایی خواهد داشت.

در نهایت، پس از فازی‌سازی و هم‌پوشانی لایه‌ها، نقشه نهایی استخراج شد. این نقشه با توجه به داده‌های فازی‌شده، اطلاعات ارزش‌گذاری‌شده در پنج طبقه مختلف را نمایش می‌دهد که می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای تحلیل توسعه فیزیکی شهری و شناسایی نواحی مناسب یا نامناسب برای توسعه استفاده شود.

مدل‌سازی فازی به دلیل قابلیت‌های ویژه خود در ترکیب داده‌های ناپیوسته و نسبی، ابزار مؤثری برای تحلیل‌های مکانی و محیطی به شمار می‌آید. از آنجا که داده‌های محیطی و طبیعی غالباً دارای ویژگی‌های عدم قطعیت، پیوستگی و نسبی بودن هستند، منطق فازی به‌ویژه در این‌گونه مطالعات کارایی بالایی دارد.

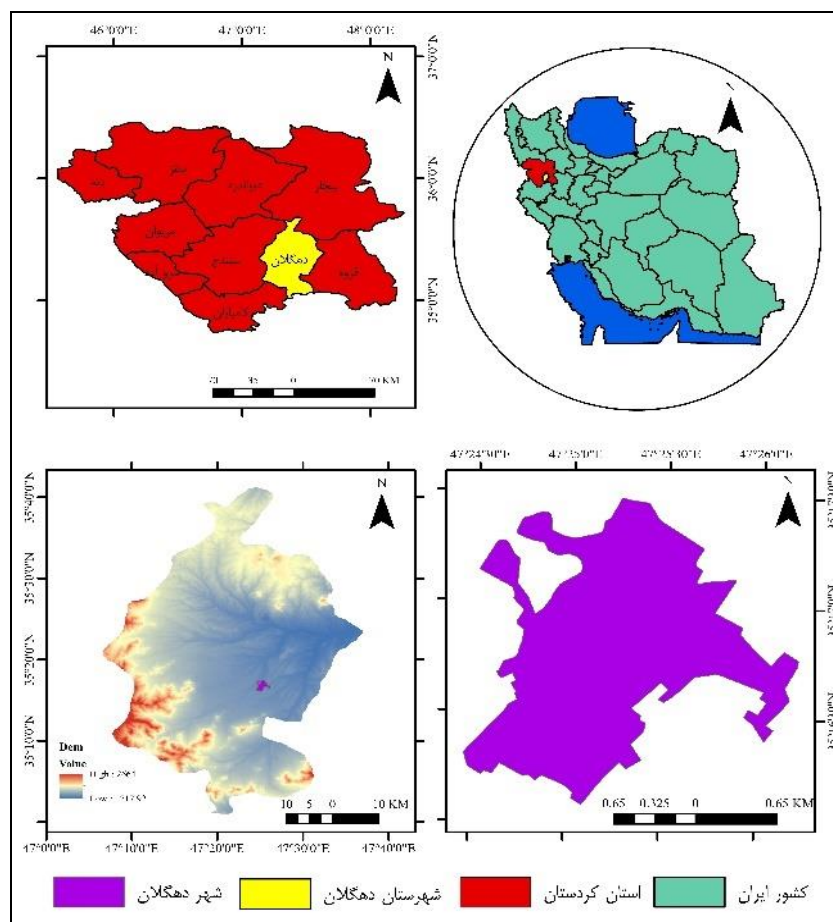
$$\mu_{combination} = 1 - \prod_{i=1}^n 1(1 - \mu_i) \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\mu_{combination} = \prod_{i=1}^n \mu_i \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$\mu_{combination} = (\text{Fuzzy Algebraic Sum})^\lambda \times (\text{Fuzzy Algebraic Product})^\lambda \quad \text{رابطه (۳)}$$

معرفی محدوده مورد مطالعه

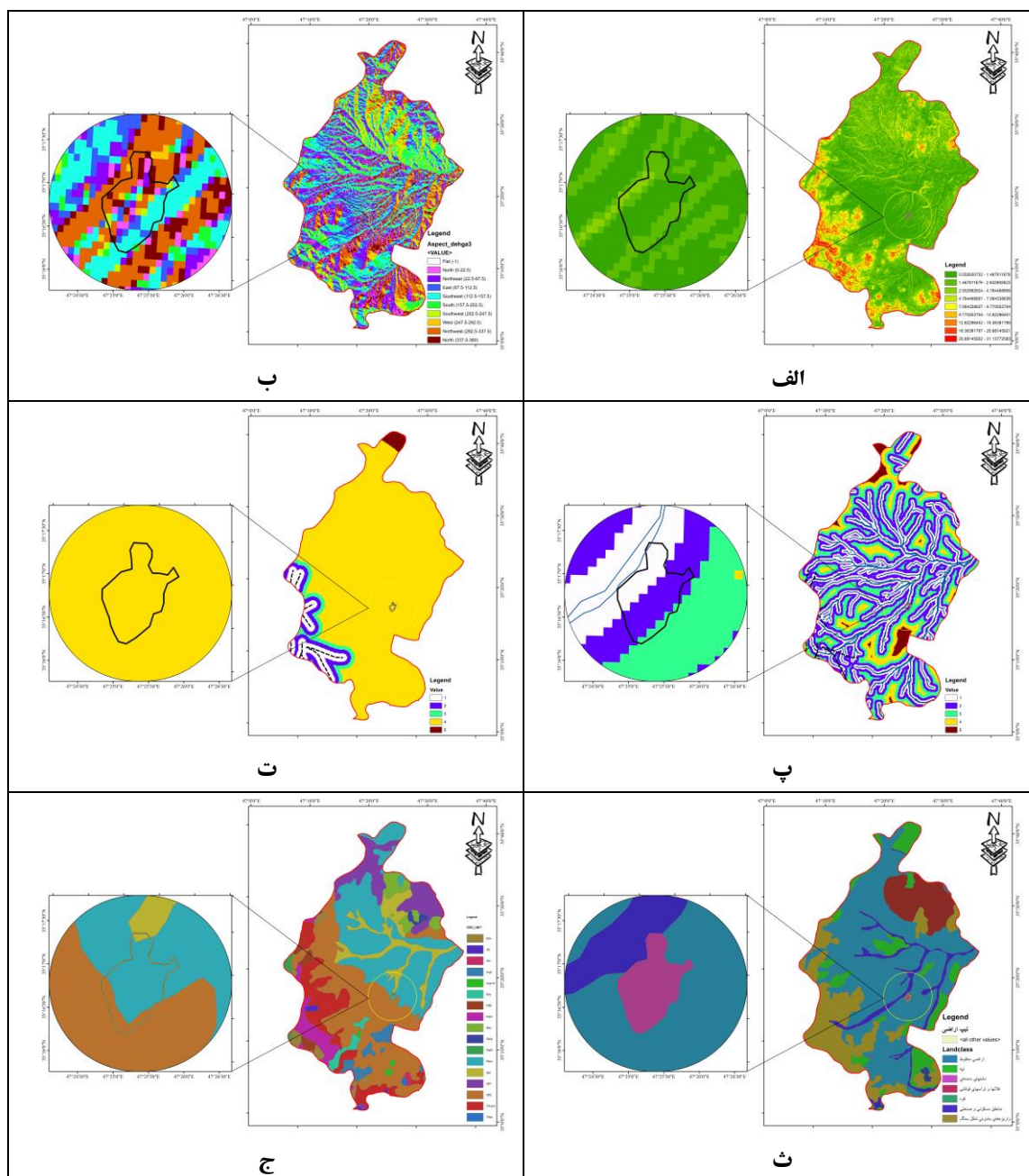
شهر دهگلان با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی، در ارتفاع ۱۸۲۵ متری از سطح دریا، در جنوب شرقی استان کردستان قرار دارد. این شهر از شرق با شهرستان قروه، از شمال با شهرستان‌های بیجار و دیواندره، از غرب با شهرستان سنندج و از جنوب با شهرستان‌های کامیاران و سنقر کلیایی هم‌مرز است (شکل ۱). از نظر توپوگرافی، شهر دهگلان در ناحیه‌ای هموار از دشت دهگلان واقع شده است. این شهر از سایر دشت‌ها و حوضه‌ها نظیر دشت قروه در شرق، خسروآباد و دارغیات در شمال، و حوضه آبریز قشلاق و گاورود در غرب و جنوب، توسط ارتفاعات خسروکش، عبدالرحمن، دربند، پنجه‌لی، نوربسر، ابراهیم عطار، بی‌خیر و ارتفاعات صلوات‌آباد جدا شده است (محمدی دهگلان، ۱۳۸۴). موقعیت خاص شهر دهگلان، که در فاصله بین دشت‌های ییلاق، بیجار و هوتور قرار دارد، موجب حاکمیت آب و هوای سرد، مرطوب، کوهستانی و نیمه‌خشک در این منطقه شده است.



شکل ۱. جایگاه محدوده مورد مطالعه در تقسیمات کشوری

پیش از سال ۱۳۶۵، دهگلان یک سکونتگاه روستایی بود. در سال ۱۳۶۵ این منطقه به یک نقطه شهری تبدیل شد و تا سال ۱۳۷۸ به عنوان مرکز بخش دهگلان در شهرستان قروه شناخته می‌شد. در سال ۱۳۸۷ با ارتقاء بخش دهگلان به شهرستان، این شهر به عنوان یکی از شهرستان‌های استان کردستان معرفی گردید. در زمینه جمعیتی، دهگلان از سال ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۵ شمس‌ی شاهد رشد جمعیتی قابل توجهی بوده است. به‌ویژه در فاصله سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۶۵، به دلیل تغییرات سیاسی و جنگ تحمیلی، این شهر بیشترین رشد جمعیتی را با نرخ ۱۴٫۸٪ تجربه کرد. به طور کلی، جمعیت ساکن در شهر دهگلان همواره در حال افزایش بوده است، هرچند شدت این افزایش تحت تأثیر شرایط اقتصادی و اجتماعی استان و کشور قرار دارد. تحلیل ضریب جمعیت‌پذیری دهگلان نشان‌دهنده جذابیت بالای این شهر در مقایسه با سایر نقاط استان و جمعیت شهری استان کردستان است. این نشان‌دهنده ظرفیت‌های بالقوه شهر دهگلان برای جذب جمعیت و توسعه شهری در سطحی بالاتر از استان است (قادرمرزی و رحمانی، ۱۳۹۵). براساس بررسی‌های انجام‌شده، ساختار اقتصادی دهگلان عمدتاً در بخش کشاورزی در سطح شهرستان و در بخش خدمات، بازرگانی و کشاورزی در سطح شهری متمرکز است (طرح تفصیلی شهر دهگلان، ۱۳۸۷). شهر دهگلان به عنوان یک شهر کوچک با اقتصاد پایه در بخش‌های کشاورزی و صنعت و اقتصاد غیر پایه در بخش خدمات شناخته می‌شود. این شهر می‌تواند نقش کلیدی در ارائه خدمات به ابعاد مختلف اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی، روستاها و دیگر شهرهای کوچک پیرامون خود ایفا کند (قادرمرزی و رحمانی، ۱۳۹۵).

شهر دهگلان به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص خود و ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی منحصر به فرد، انتخاب مناسبی برای انجام این پژوهش است. این شهر در فاصله میان دشت‌های ییلاق، بیجار و هوتور واقع شده و با چندین شهرستان هم‌مرز است که موجب ایجاد شرایط اقلیمی و توپوگرافی ویژه‌ای می‌شود. این شرایط می‌تواند تأثیرات زیادی بر فرآیندهای توسعه شهری و چالش‌های آن داشته باشد. همچنین، رشد جمعیتی چشمگیر دهگلان در دهه‌های اخیر، به‌ویژه در سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۶۵، همراه با تحولات اجتماعی و اقتصادی، ضرورت انجام مطالعات شهری و برنامه‌ریزی‌های دقیق را برای تأمین توسعه پایدار این شهر ایجاب می‌کند. ویژگی‌های جغرافیایی و اقلیمی خاص دهگلان، از جمله شرایط آب و هوای سرد، مرطوب و نیمه‌خشک، همچنین نزدیکی به مناطق آسیب‌پذیر از نظر مخاطرات طبیعی، بر لزوم ارزیابی قابلیت‌های توسعه فیزیکی این شهر با توجه به ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی تأکید می‌کند. بنابراین، این پژوهش می‌تواند به شناسایی راهکارهای مناسب برای برنامه‌ریزی شهری، بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی و پیشگیری از مخاطرات ناشی از توسعه نامتوازن کمک کند.



شکل ۳. لایه‌های خام: الف) شیب؛ ب) جهت شیب؛ پ) فاصله از رودخانه؛ ت) فاصله از گسل؛ ث) کاربری اراضی؛ ج)

زمین‌شناسی

شیب

بیشتر مناطق شهر دهگلان در محدوده دشتی با شیب ۱/۵ تا ۲/۵ درصد قرار دارند. شیب‌های شدید در جنوب غربی شهر دیده می‌شوند، جایی که تپه‌ای پست وجود دارد. با فازی‌سازی لایه شیب، مشخص شد که مناطق مرکزی، شرقی و شمالی شهر که شیب کمتری دارند (کمتر از ۱۰ درصد) از امتیاز بالاتری برخوردارند و برای توسعه فیزیکی مناسب‌تر هستند (شکل ۳-الف).

جهت شیب

جهت شیب یکی از پارامترهای ژئومورفولوژیک مهم است. در این تحقیق، جهات رو به جنوب و هموار به عنوان مناطقی با ارزش بیشتر در نظر گرفته شدند، زیرا این نواحی در فصول سرد از مشکلاتی چون یخ زدگی معابر و لوله ها جلوگیری می کنند. تابع فازی سازی برای این پارامتر به صورت افزایشی است (شکل ۳-ب).

فاصله از رودخانه (شبکه های زهکشی)

رودخانه ها از سرشاخه های اصلی رودخانه تروال در حوضه آبریز دشت دهگلان نشأت می گیرند. فاصله از رودخانه یکی از عواملی است که بر ریسک سیلاب تأثیر دارد. لایه فاصله از رودخانه با تابع فازی خطی افزایشی فازی سازی شد. طبق این فازی سازی، مناطقی که در نزدیکی رودخانه قرار دارند بیشتر مستعد وقوع سیلاب هستند و برای توسعه فیزیکی مناسب نیستند (شکل ۳-پ).

فاصله از گسل

طبق مطالعات زلزله شناسی، دهگلان در پهنه کم خطر وقوع زلزله قرار دارد. با فازی سازی لایه فاصله از گسل، مناطق دورتر از گسل ها امتیاز بالاتری در توسعه فیزیکی به دست آوردند. در این نواحی، توسعه شهری کمتر با خطرات زلزله مواجه خواهد بود (شکل ۳-ت).

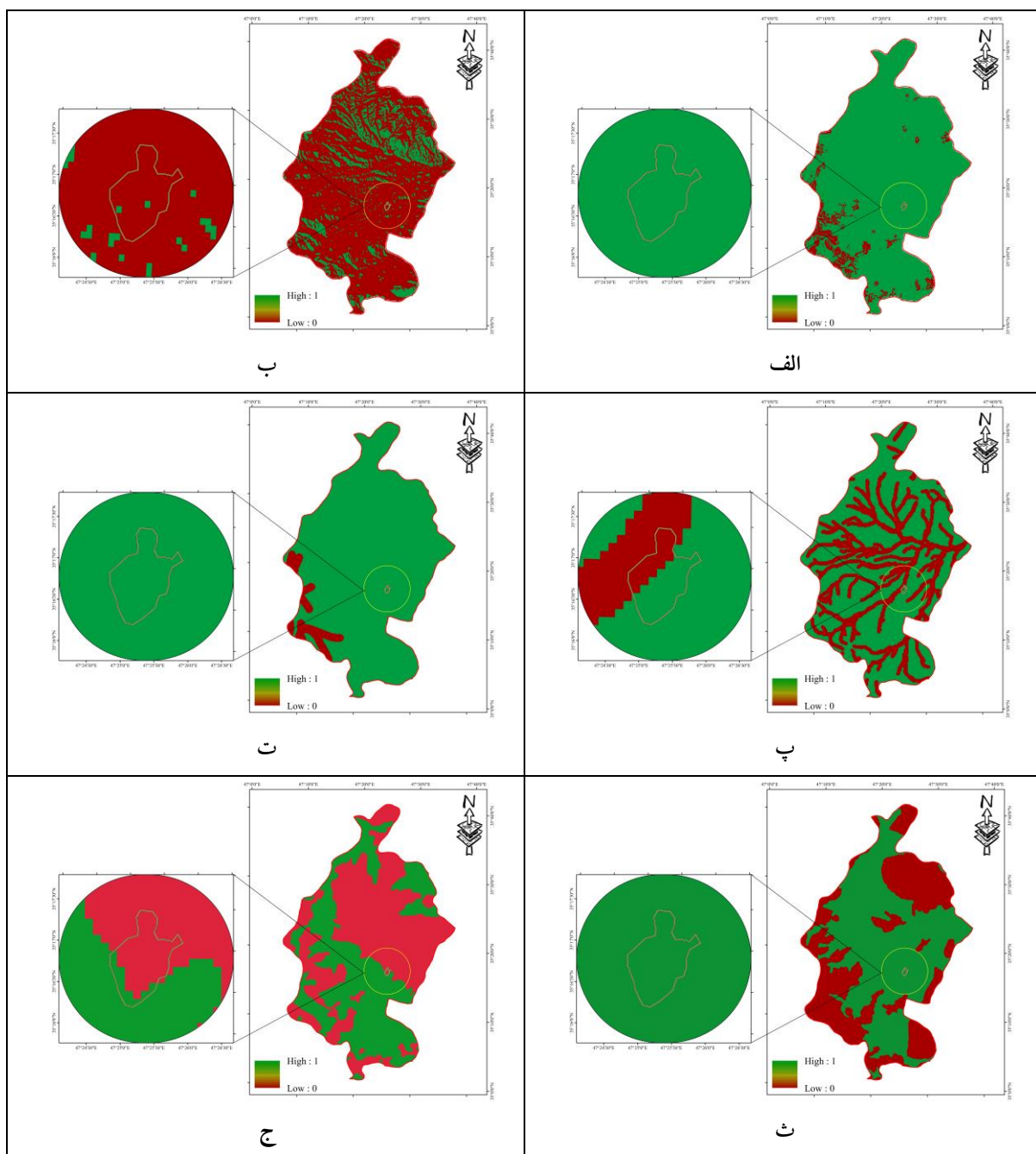
کاربری زمین

تغییرات کاربری اراضی در اثر توسعه شهری می تواند تأثیرات زیست محیطی و اجتماعی زیادی داشته باشد. در این تحقیق، اراضی دیمی و کشاورزی کم خطرتر از اراضی شهری برای توسعه فیزیکی در نظر گرفته شدند. با فازی سازی این لایه، اراضی کشاورزی و باغات به عنوان مناطق ممنوعه برای توسعه معرفی شدند (شکل ۳-ث).

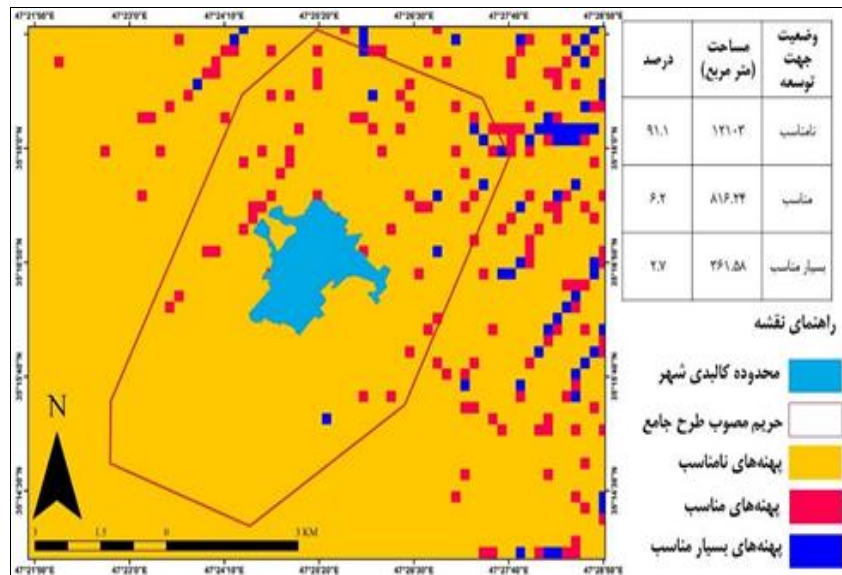
زمین شناسی

منطقه دهگلان از نظر زمین شناسی در زون سندج - سیرجان قرار دارد. فازی سازی لایه زمین شناسی بر اساس مقاومت سازندهای مختلف صورت گرفت. سازندهای سخت تر مانند بازالتی، اندریتی و آهکی برای توسعه فیزیکی مناسب تر شناخته شدند (شکل ۳-ج).

پس از فازی سازی لایه ها، از ابزار Fuzzy Overlay و گامای ۰,۹ برای همپوشانی لایه ها استفاده شد. نتایج حاکی از آن است که ۹۱/۱ درصد از اراضی پیرامون شهر دهگلان شرایط نامناسبی برای توسعه فیزیکی دارند. تنها ۶/۲ درصد از اراضی دارای شرایط مناسبی برای توسعه فیزیکی هستند و ۲/۷ درصد از اراضی وضعیت بسیار مناسبی برای توسعه دارند. در نهایت، مشخص شد که جهت های شمال، شمال شرق و شرق شهر دهگلان به طور ویژه از نظر توسعه فیزیکی مناسب هستند. همچنین، حریم مصوب طرح جامع شهر دهگلان دارای خلأهایی در این زمینه است و نیاز به توجه ویژه به پهنه های مستعد توسعه دارد.



شکل ۴. لایه‌های اطلاعاتی فازی شده: الف) شیب؛ ب) جهت شیب؛ پ) فاصله از رودخانه؛ ت) فاصله از گسل؛ ث) کاربری اراضی؛ ج) زمین‌شناسی



شکل ۵. پهنه‌بندی اراضی مستعد توسعه فیزیکی آبی شهر دهگلان

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، اهمیت توجه به ویژگی‌های محیطی و ژئومورفولوژیکی در فرآیند توسعه فیزیکی شهرها مورد تأکید قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که عدم ارزیابی دقیق این ویژگی‌ها می‌تواند منجر به افزایش آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات طبیعی و تهدیدات ناشی از آن‌ها، از جمله خسارات مالی و جانی قابل توجه شود. از این رو، بررسی و ارزیابی توان‌های محیطی پیش از هرگونه اقدام توسعه‌ای از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در ادامه، نتایج پژوهش حاضر درباره تأکید بر ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی و محیطی در توسعه فیزیکی شهرها با سایر تحقیقات مشابه مقایسه می‌شود. پژوهش حاضر که بررسی کاملی از نقش عوامل ژئومورفولوژیک در توسعه فیزیکی شهر دهگلان انجام داده است، به طور مشابه با نتایج پژوهش‌های (روستا و همکاران، ۱۳۹۲)، (ستایشی نساز و همکاران، ۱۳۹۷) و (قرقانی پور و همکاران، ۱۴۰۲) که نقش شیب، موقعیت گسل و جهت‌های مختلف شهر را در توسعه فیزیکی بررسی کرده‌اند، هماهنگی دارد. در تحقیقی دیگر (غلامی و همکاران، ۱۳۹۶) نشان داده شده است که شهر مهر در تمامی جهات (به ویژه در مناطق با فعالیت‌های فرسایش خندقی و شیب‌های بالا) برای گسترش فیزیکی-کالبدی با محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی مواجه است. این پژوهش‌ها نشان دادند که نادیده گرفتن این عوامل می‌تواند به افزایش مخاطرات طبیعی و خسارات جانی-مالی منجر شود، همان‌طور که در پژوهش حاضر نیز اشاره شده است.

همچنین، در این پژوهش، نقش مخاطرات ژئومورفولوژیکی در روند توسعه فیزیکی شهر بررسی شده است، که نشان می‌دهد عدم توجه به این مسائل می‌تواند منجر به افزایش آسیب‌پذیری شهرهای منطقه در برابر مخاطرات طبیعی شود. این یافته‌ها با نتایج پژوهش (علی نژاد و همکاران، ۱۴۰۳) درباره ضرورت برنامه‌ریزی دقیق و استفاده از سناریوهای توسعه پایدار هماهنگ است. علاوه بر این، تحقیقات دیگری (انصاری لاری و همکاران، ۱۳۸۹) نیز تأکید کرده‌اند که در انتخاب مکان شهرها و توسعه فیزیکی آن‌ها، عوامل ژئومورفولوژیکی، زمین‌شناسی و محیطی

باید به طور کامل مورد توجه قرار گیرند، زیرا نادیده گرفتن این عوامل می تواند منجر به محدودیت های عملیاتی و اقتصادی شود.

پژوهش حاضر به ویژه نشان داد که جهت های شمال، شمال شرق و شرق شهر دهگلان به لحاظ ویژگی های ژئومورفولوژیکی و محیطی پتانسیل مناسبی برای توسعه فیزیکی دارند. با این حال، مساحت این پهنه ها محدود است و به تنهایی نمی تواند پاسخگوی نیازهای توسعه فیزیکی در این منطقه باشد. به همین دلیل، توسعه این مناطق باید به طور دقیق و برنامه ریزی شده صورت گیرد تا از افزایش خطرات طبیعی و مشکلات زیست محیطی جلوگیری شود.

در راستای توسعه پایدار و مقاوم در برابر بحران ها، سه سناریوی آینده نگری برای توسعه فیزیکی شهر دهگلان پیشنهاد می شود:

- سناریوی گسترش عمودی^۱: به ویژه در نواحی مرکزی و پیرامونی شهر که بیشترین فشار جمعیتی را دارند، توسعه عمودی می تواند به بهبود تراکم جمعیت و استفاده بهینه از منابع موجود کمک کند. این رویکرد می تواند به کاهش فشار بر زمین های کشاورزی و طبیعی و همچنین کاهش آسیب پذیری در برابر مخاطرات طبیعی منجر شود.
- سناریوی استفاده از اراضی قهوه ای و موات^۲: بهره برداری از اراضی قهوه ای و زمین های موات در داخل شهر می تواند به عنوان یک رویکرد پایدار برای توسعه شهری در نظر گرفته شود. این اراضی معمولاً در نواحی نزدیک به بافت های شهری هستند و می توانند به بهینه سازی منابع و کاهش فشار بر محیط زیست کمک کنند.
- سناریوی توسعه پایدار در هماهنگی با محیط طبیعی: با توجه به ویژگی های خاص ژئومورفولوژیکی و خطرات طبیعی موجود در منطقه، توسعه فیزیکی شهر باید با حفظ تعادل با محیط زیست و کاهش آسیب پذیری در برابر مخاطرات طبیعی انجام شود. این سناریو تأکید دارد بر استفاده از فناوری های سازگار با محیط زیست و مدیریت دقیق منابع طبیعی، به ویژه منابع آب و انرژی.

در نهایت، این پژوهش بر ضرورت توجه به بوم شناسی و تحلیل دقیق قابلیت های محیطی در فرآیند توسعه شهری تأکید می کند و پیشنهاد می کند که برنامه ریزی های شهری در دهگلان باید بر اساس سناریوهای پیش گفته و با رعایت اصول توسعه پایدار و مقاوم در برابر بحران ها صورت گیرد. این امر می تواند علاوه بر بهبود کیفیت زندگی شهری، از بروز بحران های احتمالی در آینده جلوگیری کرده و موجب توسعه ای پایدار و متوازن در منطقه شود.

^۱ Vertical Expansion

^۲ Brownfield and Vacant Land Development

فهرست منابع

- اسفندیاری، فریبا؛ قراچورلو، مرتضی. (۱۳۹۷). امکان‌سنجی گسترش فیزیکی شهر سراب در ارتباط با عوامل طبیعی. *جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای*، ۸(۲۸)، ۱-۱۶. <https://doi.org/10.22111/gaij.2018.4101>
- افریده، فائزه؛ اسدی، اکرم؛ احمدی، امیر. (۱۳۹۳). پتانسیل سنجی توسعه فیزیکی شهر جدید پردیس با تأکید بر شاخص‌های ژئومورفولوژی. *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، ۲(۴)، ۵۲۱-۵۴۰. <https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2014.53598>
- امینی، جمال؛ عزیزی، منصور؛ فرامرزى اصل، مهسا. (۱۳۹۷). بررسی و ارزیابی جهات بهینه توسعه فضایی - کالبدی شهر مهاباد. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۲(۶۶)، ۴۵-۶۶. https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_8540.html
- انصاری لاری، احمد؛ نجفی، اسماعیل؛ نوربخش، سیده فاطمه. (۱۳۹۰). قابلیت‌ها و محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی توسعه فیزیکی شهر ایلام. *آمایش محیط*، ۴(۱۵)، ۱-۱۶.
- پروین، منصور. (۱۳۹۸). پهنه‌بندی مناطق مستعد توسعه شهری با تأکید بر محدودیت‌ها و مخاطرات ژئومورفولوژیکی (مطالعه موردی: شهر کرمانشاه). *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۵۱(۴)، ۵۸۱-۵۹۵. <https://doi.org/10.22059/jphgr.2019.267054.1007282>
- رجبی، معصومه. (۱۳۷۱). ژئومورفولوژی و شهرها: مطالعه موردی، شهر بناب (آذربایجان شرقی). *زبان و ادب فارسی* (نشریه سابق دانشکده ادبیات دانشگاه تبریز)، ۳۵ (شماره ۱۴۴ - ۱۴۵)، ۱۰۲-۱۲۷.
- روستا، زهرا؛ منوری، سید مسعود؛ درویشی، مهدی؛ فلاحتی، فاطمه؛ مروتی؛ مریم. (۱۳۹۲). ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر شیراز و تأثیر شرایط فیزیوگرافیک بر روی روند تغییرات کاربری اراضی. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۴(۱)، ۲۰۰-۱۸۳.
- سازمان مسکن و شهرسازی استان کردستان. (۱۳۸۷). *طرح توسعه و عمران (جامع) شهر دهگلان*.
- ستایشی‌نساز، حسن؛ روستائی، شهرام، عمرانی‌دورباش، مجتبی؛ زارع‌پیشه، نرگس. (۱۳۹۷). بررسی تنگناهای ژئومورفولوژیکی و تأثیر آن بر توسعه فیزیکی شهر با استفاده از GIS و روش AHP (مطالعه موردی: شهر گیوی). *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۲(۴)، ۱-۱۶.
- شایان، سیاوش؛ پرهیزکار، اکبر؛ سلیمانی‌شیری، مرتضی. (۱۳۸۸). تحلیل امکانات و محدودیت‌های ژئومورفولوژیک در انتخاب محورهای توسعه شهری (نمونه موردی: شهر داراب). *آمایش فضا و ژئوماتیک*، ۱۳(۲)، ۳۱-۵۳. <http://hsmssp.modares.ac.ir/article-21-8814-fa.html>
- شایان، سیاوش؛ شکیافر، محمدحسین؛ زارع، غلامرضا؛ رحیمی، حجت. (۱۳۹۴). اثرات لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی بر محورهای توسعه فیزیکی شهرها. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۶(۲)، ۱۴۷-۱۶۴. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085362.1394.26.2.10.1>
- شنانی‌هویزه، سیده مائده؛ زارعی، حیدر. (۱۳۹۵). بررسی تغییرات کاربری اراضی طی دو دهه دوره زمانی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ابوالعباس) *پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز*، ۷(۱۴)، ۲۳۷-۲۴۴.

علی نژاد، خلیل؛ عفیفی، محمدابراهیم؛ موغلی، مرضیه. (۱۴۰۳). ارزیابی مناطق مستعد توسعه شهری با تأکید بر قابلیت‌ها و مخاطرات ژئومورفولوژیکی (مطالعه موردی: شهر اصفهان). *جغرافیای طبیعی*، ۶۳(۱۷)، ۸۳-۹۹.
<https://sanad.iau.ir/Journal/jopg/Article/1126557/FullText>
غلامی، محمد؛ احمدی، مهدی؛ محمودی، مهران. (۱۳۹۶). تحلیل محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی در گسترش کالبدی شهر با تأکید بر فرسایش خندقی (مطالعه موردی: شهر مَهر در جنوب استان فارس). *مخاطرات محیط طبیعی*، ۶(۱۲)، ۱۲۴-۱۰۵. doi: 10.22111/jneh.2017.3061

قادرمرزی، محسن؛ رحمانی، محمد. (۱۳۹۸). بررسی نقش شهرهای کوچک در توسعه فضایی منطقه‌ای (نمونه موردی شهر دهگلان). *آمایش محیط*، ۱۲(۴۴)، ۲۱-۴۲. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.2676783.1398.12.44.2.6>

قرقانی پور، سمانه؛ شهریار، علی؛ شریفی پیچون، محمد. (۱۴۰۲). بررسی نقش عوامل ژئومورفولوژی بر توسعه فیزیکی شهر شهرضا. *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۱۴(۵۲)، ۹۷-۱۱۵.
<https://doi.org/10.22034/jargs.2023.373967.0>

کرم، امیر؛ حسینی، منصوره سادات. (۱۳۹۸). بررسی و تحلیل عوامل طبیعی موثر در گسترش کالبدی آتی شهر خوانسار با استفاده از روش فازی. *جغرافیای طبیعی*، ۴۵(۱۲)، ۵۳-۷۳.

<https://sanad.iau.ir/journal/jopg/Article/669663?jid=669663&lang=en>
نگهبان، سعید؛ گنجائیان، حمید؛ فریدونی کردستانی، مژده؛ چشمه سفیدی، زیبا. (۱۳۹۸). ارزیابی توسعه فیزیکی شهرها و گسترش به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی با استفاده از LCM (مطالعه موردی: شهر سنندج). *مخاطرات محیط طبیعی*، ۸(۲۰)، ۳۹-۵۲. <https://doi.org/10.22111/jneh.2018.21943.1317>

نیری، هادی؛ سالاری، ممند؛ گنجائیان، حمید؛ امانی، خبات. (۱۳۹۶). ارزیابی ژئومورفولوژیکی تناسب زمین برای گسترش کالبدی شهر سنندج با اعمال مناطق ممنوعه. *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، ۵(۱)، ۱۲۷-۱۴۵.
<https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2017.63213>

- Amini, J., Azizi, M., & Faramarziasl, M. (2019). Analysis and Evaluation of Optimal Directions of Spatial-Physical Development of Mahabad City. *Geography and Planning*, 22(66), 45-66. (In Persian).
- Ansari Lari, A., Najafi, I., & Norbakhsh, S. F. (2011). Geomorphological potentials and limitations for physical development of the city of Ilam. *Environmental Planning*, 4(15), 1-16. (In Persian).
- Bekele, A. M. (2021). *Identifying suitable settlement areas in Minjar Shenkora Woreda, Ethiopia* (Master's thesis, Department of Architecture, Urban Planning and Design, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Adama University of Science and Technology). □
- Douglas, I. (2020). Urban geomorphology. In *The Routledge handbook of urban ecology* (pp. 186-209). Routledge.
- Esfandiyari, D., & Gherachorlo, D. (2018). Study the Feasibility of Physical Expansion of Sarab City in Relation with the Natural Environmental Factors. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 8(28), 1-16. (In Persian). <https://doi.org/10.22111/gaij.2018.4101>

- Faccini, F., Giardino, M., Paliaga, G., Perotti, L., & Brandolini, P. (2021). Urban geomorphology of Genoa old city (Italy). *Journal of Maps*, 17(4), 51-64.
<https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1777214>
- Farhan, Y. (2014). Geomorphological Evaluation for Urban Development Using Remote Sensing and GIS, Southern Coast of Aqaba, Jordan. *Journal of Environment and Earth Science* www.iiste.org ISSN 2224-3216 (Paper) ISSN 2225-0948 (Online) Vol. 4, No.5.
- García-Soriano, D., Quesada-Román, A., & Zamorano-Orozco, J. J. (2020). Geomorphological hazards susceptibility in high-density urban areas: A case study of Mexico City. *Journal of South American Earth Sciences*, 102, 102667. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102667>
- Ghdermazi, M., Rahmani, M. (2019). Investigating the Role of Small Towns in Regional Spatial Development (Case Study in Dehgolan City). *Geography Environment Preparation*, 12(44), 21-42. (In Persian). <https://dorl.net/dor/20.1001.1.2676783.1398.12.44.2.6>
- Hassan, A., G Almatar, M., Torab, M., & Allen, C. D. (2020). Environmental urban plan for Failaka Island, Kuwait: a study in urban geomorphology. *Sustainability*, 12(17), 7125. <https://doi.org/10.3390/su12177125>
- Housing and Urban Development Organization of Kurdistan Province. (2008). *Master plan of Dehgolan city*.
- Kurdistan Housing and Urban Development Organization. (2008). *Comprehensive development and planning plan of the city of Dehgolan*. (In Persian).
- Mohammadi-Dehgolan, A. (2014). *Geomorphology of the Dehgolan plain watershed with emphasis on erosion* (Master's thesis, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University).
- Moradipour, F., Moghimi, E., Beglou, M. J., & Yamani, M. (2020). Assessment of urban geomorphological heritage for urban geotourism development in Khorramabad City, Iran. *Geoheritage*, 12, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00466-3>
- Morar, C., Lukić, T., Basarin, B., Valjarević, A., Vujičić, M., Niemets, L., ... & Nagy, G. (2021). Shaping sustainable urban environments by addressing the hydro-meteorological factors in landslide occurrence: Ciuperca Hill (Oradea, Romania). *International journal of environmental research and public health*, 18(9), 5022. <https://doi.org/10.3390/ijerph18095022>
- Parvin, M. (2019). Zoning the Areas Susceptible to Urban Development with Emphasis on Geomorphological Limitations and Hazards (Case Study: Kermanshah City). *Physical Geography Research*, 51(4), 581-595. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/jphgr.2019.267054.1007282>
- Rajabi, M. (1992). Geomorphology and cities: A case study of the city of Bonab (East Azerbaijan). *Language and Persian Literature* (Formerly the Journal of the Faculty of Literature, University of Tabriz), 35(144-145), 102-127. (In Persian).
- Wierzbicki, G., Ostrowski, P., Bartold, P., Bujakowski, F., Falkowski, T., & Osiński, P. (2021). Urban geomorphology of the Vistula River valley in Warsaw. *Journal of maps*, 17(4), 170-185. <https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1866698>
- World Bank. (2018). *Urban population (% of total)*. ZS. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL>
- Youssef, Y. M., Gmail, K. S., Sugita, M., AlBarqawy, M., Teama, M. A., Koch, M., & Saada, S. A. (2021). Natural and anthropogenic coastal environmental hazards: An integrated remote sensing, GIS, and geophysical-based approach. *Surveys in Geophysics*, 1-33. <https://doi.org/10.1007/s10712-021-09660-6>

