جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۲۸، پاییز ۱۳۹۷
وصول مقاله : ۱۳۹۶/۵/۳
تأیید نهایی : ۱۳۹۷/۱/۲۵
صفحات : ۱۶ - ۱

امکان‌سنجی گسترش فیزیکی شهر سراب در ارتباط با عوامل طبیعی

دکتر فریبا اسفندیاری [۱]، دکتر مرتضی قراچورلو [۲]

چکیده

امروزه روند نابسامان گسترش شهر و شهرنشینی در ارتباط با رشد روزافزون جمعیت، شرایط ناگوار و نامطلوبی را برای محیط زیست به‌وجود آورده است؛ ازاین‌رو برنامه‌ریزان و مدیران حرفه‌ای شهری در استقرار و توسعهٔ شهرها توجه ویژه‌ای به حفظ تعادل زیست‌محیطی مناطق درون‌شهری و برون‌شهری پیدا کرده و سعی در به حداقل رساندن زیان‌های محیطی ناشی‌از گسترش فیزیکی شهرها دارند. بدیهی است گام نخست در رسیدن به این هدف، شناخت صحیح امکانات و قابلیت‌هایی است که محیط طبیعی برای برپایی و توسعهٔ آتی شهر به مناطق پیرامونی خود فراهم ساخته است. تحقیق حاضر با هدف ارزیابی امکانات مساعد و نامساعد محیط طبیعی برای گسترش فیزیکی شهر سراب انجام شد. متغیّرهای انتخابی شاملِ ارتفاع، شیب، لیتولوژی، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه، خاک و عمق آب‌های زیرزمینی بود که داده‌های آن‌ها ازطریق منابع مختلف کتابخانه‌ای فراهم شد. روش تحقیق توصیفی- تحلیلی بوده و از مدل تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ فازی به‌منظور تعیین پهنه‌های مساعد یا نامساعد برای گسترش فیزیکی شهر کمک گرفته شد. در این راستا آماده‌سازی، مدیریت و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و اطلاعات در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام پذیرفت. نتایج به‌دست آمده از تحلیل هم‌پوشانی بر مبنای عملگر فازی گامای ۰/۹ در قالب نقشهٔ نهایی تناسب اراضی نشان داد که اختلاف کمی به‌لحاظ درصد مساحت بین پهنه‌های مناسب (۳۸٪) و نامناسب (۴۲٪) برای گسترش فیزیکی شهر سراب وجود دارد. در این میان اگرچه شهر سراب از سمت جنوب با تنگناهای عمده‌ای به‌لحاظ شرایط طبیعی برای گسترش فیزیکی خود مواجه است، اما از جهات شرق، غرب و به‌ویژه شمال شرایط مناسبی برای گسترش دارد. در این راستا با درنظر گرفتن اوضاع طبیعی منطقهٔ مورد مطالعه، توجه ویژه به منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی آن ضروری به‌نظر می‌رسد.

کلید واژگان: گسترش فیزیکی، عوامل طبیعی، منطق فازی، تناسب یا قابلیت اراضی، شهر سراب.

۱- دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل esfandyari@uma.ac.ir
۲- استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل (نویسنده مسؤول) morchorloo@gmail.com

مقدمه

تنها واقعیت ثابت دربارهٔ شهرها این است که آن‌ها همواره درحال تغییرند (Hall, 2006:3). این تغییر را به‌لحاظ هندسی در قالب گسترش فیزیکی شهر می‌توان مشاهده کرد. توسعهٔ (گسترش) فیزیکی شهر فرایندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن در جهات عمودی و افقی ازحیث کمّی و کیفی افزایش می‌یابد (طاهری، ۱۳۸۱: ۴). ازآنجایی که وقوع این گسترش همواره در بستر محیط طبیعی صورت می‌گیرد، طراحان و مدیران شهری توجه عمده‌ای به پیامدهای زیست‌محیطی رشد شهری و به‌حداقل‌رساندن تأثیر مخرّب زیست‌محیطی و اصلاح مداوم برنامه‌ها برای رسیدن به یک مدیریت بهینه دارند (قنبری و همکاران، ۱۳۸۹: ۴۵). تجربیات نیز نشان داده است که عدم درنظرگرفتن ویژگی‌های محیط طبیعی باعث اشغال اراضی مناسب کشاورزی، بروز سیل، زمین‌لغزه، خزش خاک، به تحلیل کشاندن آب‌های زیرزمینی و شوری آن‌ها، تحدید حوضه‌های آبخیز، ازبین‌رفتن پوشش گیاهی و جنگل‌زدایی، آلودگی هوا، آب‌ها و نابودی حیات‌وحش می‌شود (تولایی، ۱۳۸۲: ۳). در دهه‌های اخیر، افزایش سریع جمعیت به‌عنوان مشخصهٔ اصلی اغلب شهرهای بزرگ کشورمان، باعث گسترش فیزیکی و کالبدی شهر بدون برنامه و لجام‌گسیخته، افزایش حاشیه‌نشینی و ایجاد شهرک‌ها در پیرامون کلان‌شهرها و شهرهای بزرگ کشور شده است؛ ازاین‌رو برای به‌حداقل‌رساندن اثرات نامطلوب زیست‌محیطی حاصل از چنین فرایندی لازم است (علاوه‌بر سایر فاکتورهای اقتصادی- اجتماعی و سیاسی) به فاکتورهای طبیعی و خصوصیات زمین به‌عنوان پایه و عناصر اصلی توسعهٔ (گسترش) فیزیکی توجه کافی و لازم شود (کرم و محمدی، ۱۳۸۸: ۶۰). مهم‌ترین عوامل طبیعی تأثیرگذار بر توسعهٔ شهرها شاملِ وضعیت توپوگرافی، شیب اراضی، آب و هوا، زمین‌شناسی، هیدرولوژی و ژئومورفولوژی می‌باشد (نظریان و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۳). آگاهی از این امکانات و محدودیت‌های برخاسته از عوامل طبیعی به‌منظور مکان‌گزینی بهینه در راستای آمایش سرزمین، رسالتی است که بیشتر بر عهدهٔ جغرافیدانان گذاشته شده و نیازمند هنر و خردورزی موشکافانه از سوی آن‌هاست. در این میان قابلیت سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در تلفیق داده‌ها و اطلاعات مختلف مربوط به محیط طبیعی و تحلیل به‌هم‌پیوستهٔ آن‌ها درجهت ارزیابی قابلیت یا تناسب زمین برای امور توسعه و عمران، آن را به‌عنوان ابزار تصمیم‌گیری مفید و سریع در این زمینه معرفی ساخته است. از سویی این ابزار نیازمند مدل‌ها و چهارچوب‌های دانش‌مبنایی برای تحلیل بهتر و واقع‌بینانه‌تر از شرایط و متغیّرهای محیطی است. یکی از این مدل‌ها که امروزه به‌عنوان مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره کاربرد وسیعی در رشته‌های علمی مختلف پیدا کرده، سیستم تصمیم‌گیری فازی است. سیستم مزبور بر پایهٔ منطق فازی استوار شده است که اولین بار توسط Lotfi Zadeh در سال ۱۹۶۵ به‌عنوان تعمیمی از منطق کلاسیک توسعه داده شد. وی مجموعه‌های فازی را به‌عنوان «دسته‌ای از اشیاء با یک سلسله از درجات عضویت» تعریف کرد؛ ارزش صفر به این معنی است که x عضوی از مجموعهٔ فازی نیست؛ ارزش یک به این معنی است که x کاملاً عضوی از مجموعهٔ فازی است. مقادیر بین صفر و یک اعضای فازی را مشخص می‌کنند که تعلق‌بخشی به مجموعهٔ فازی دارند (Rahami & Mokarram, 2012: 1800). کاربرد رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ فازی در زمینهٔ ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی (Rahami & Mokarram, 2012)، ارزیابی تناسب اکولوژیکی مرز رشد شهری (Sheng et al, 2012)، برآورد بارش-رواناب (Kardan Moghaddam et al, 2013) و مدل‌سازی تناسب زمین درجهت گسترش گونه‌های گیاهی (Qiu et al, 2014)، اشاره به اهمیت و جایگاه ویژه آن در مدل‌سازی مسائل محیطی دارد؛ اما در باب موضوع گسترش فیزیکی شهرها، تحقیقات متعددی از سوی کارشناسان و محققان مختلف صورت گرفته است که از آن‌جمله می‌توان موارد زیر را برشمرد.

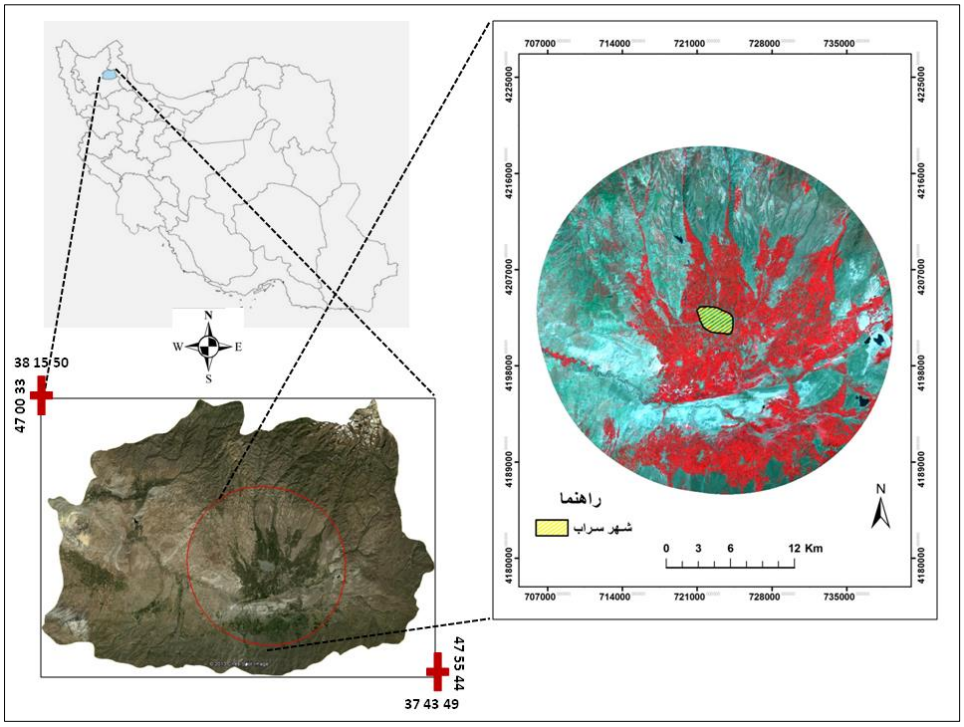
Abdel-Meguid et al. (1998) مخاطرات ژئوتکنیکی و زیست‌محیطی ناشی از استقرار شهر El Minia El Gedide در کشور مصر را مورد مطالعه قرار دادند. ایشان وجود آهک‌های کارستی و غارهای زیرزمینی همراه با خطر فعالیت‌های تکتونیکی را ازجمله مشکلات عمده بر سر راه استقرار شهر مزبور دانستند. Jose Afonso et al. (2006) به مطالعهٔ وضعیت هیدرومورفولوژی ناحیهٔ متروپلیتن پورتو در کشور پرتغال پرداخته و نقش اثرات منفی گسترش شتابان شهری را بر آب‌های سطحی و زیرزمینی ناحیهٔ مزبور تحلیل کردند. Guha et al. (2009) به کمک تصاویر ماهواره‌ای IRS P6، نقشهٔ ژئومورفولوژی شهر صنعتی کبرا را تهیه کرده و از آن در برنامه‌ریزی توسعهٔ شهری بهره بردند. Lakshminarayan (2010) در مطالعهٔ مخاطرات ژئومورفیک شهر کلکتهٔ هند دریافت که بروز مسائل ژئومورفولوژیک شهر مزبور با گسترش بی‌برنامهٔ شهر و اجرای ناقص پروژه‌های نوسازی شهری در ارتباط بوده است. Berhane & Welraevens (2012) با هدف حفاظت و برنامه‌ریزی منطقی ناحیهٔ شهری مکل در شمال اتیوپی، به بررسی عوامل زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی محدودیت‌زا در برابر گسترش فیزیکی شهر مزبور اقدام کردند. Parvaneh et al. (2016) با ارزیابی اثرات صنعتی‌شدن بر گسترش فیزیکی شهر عسلویه طی سال‌های ۱۹۵۶ تا ۲۰۱۱ به این نتیجه رسیدند که این اثرات در قالب ایجاد محدودیت برای توسعهٔ آتی، رشد لجام‌گسیخته، هجوم ساختمان‌های شهری به زمین‌های کشاورزی و نیز هجوم به منابع اکولوژیکی آشکار است؛ اما ازجمله تحقیقات داخلی نیز که در این زمینه صورت گرفته، می‌توان به مطالعات رجبی (۱۳۷۲) در شهر بناب، عزیزپور (۱۳۷۵) در شهر تبریز، طاهری (۱۳۸۱) در شهر رامسر، رضایی‌مقدم و ثقفی (۱۳۸۴) در شهر تبریز، ثروتی و همکاران (۱۳۸۸) در شهر سنندج، کرم و محمدی (۱۳۸۸) در شهر کرج، شریفی‌کیا و همکاران (۱۳۸۹) در ماهنشان زنجان، رضایی و استاد ملک‌رودی (۱۳۸۹) در رودبار گیلان، انصاری لاری و همکاران (۱۳۹۰) در ایلام، حسینی و همکاران (۱۳۹۰) در شهر دیوان‌دره و سرور و همکاران (۱۳۹۳) در شهر ملکان اشاره کرد.

شهر سراب ازجمله شهرهای کوچک استان آذربایجان شرقی است که شرایط محیط طبیعی نقش مؤثری در استقرار و توسعهٔ مراکز تجمع انسانی آن داشته است. به مانند بیشتر شهرهای دشتی کشور که در آغاز رشد خود با زمین‌های حاصلخیز پیرامون خود مشخص بودند، در اطراف شهر مزبور نیز اراضی گستردهٔ کشاورزی به چشم می‌خورد که با توجه به امکانات گسترش فیزیکی، با مشکل تهدید از سوی زمین‌های شهری روبه‌رو هستند. شواهد موجود نیز از گسترش تدریجی شهر به زمین‌های پیرامونی خود نشان از تخریب منابع آب و خاک در منطقه دارد؛ بنابراین ضرورتی پیش می‌آید تا ببینیم از یک سو به‌لحاظ جغرافیایی کدام جهات برای گسترش آتی شهر مزبور مناسب بوده و از دیگر سو کدام عوامل در این امر مؤثرتر است. تحقیق حاضر قصد دارد تا با تکیه بر تحلیل چندمعیارهٔ فازی و ارزیابی توان‌های محیط طبیعی موجود بر سر راه گسترش فیزیکی شهر سراب، به این موارد پاسخ دهد. با توجه به کاربری‌ها و پوشش زمین اراضی پیرامون شهر و نیز عوارض طبیعی موجود به‌نظر می‌رسد اولاً سمت جنوب با تنگنای جدی به‌لحاظ گسترش فیزیکی شهر روبه‌رو بوده و ثانیاً منابع آب و خاک نقش برجسته‌ای در این امر داشته باشند.

منطقهٔ مورد مطالعه

محدودهٔ مورد مطالعه، شامل شهر سراب و زمین‌های پیرامون آن به شعاع ۱۵ کیلومتر است. منطقهٔ مزبور با مساحت ۸۵۷ کیلومتر مربع در مختصات جغرافیایی ′۴۷ °۳۷ تا ′۵۰ °۳۸ عرض شمالی و ′۲۰ °۴۷ تا ′۴۳ °۴۷ طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). شهر سراب با ارتفاع ۱۶۵۰ متر از سطح دریا به‌عنوان مهم‌ترین نقطهٔ شهری شهرستان سراب مطرح است. حوضهٔ دشت سراب با بلندی‌های سبلان و رشته قوشه‌داغ از شمال و شرق و رشتهٔ بزغوش از سمت جنوب احاطه شده است و تنها از سمت غرب با مانع

ارتفاعی مهمی روبه‌رو نیست. با توجه به محصوربودن دشت سراب از سه طرف، برودت هوا در این ناحیه بارز بوده و دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد است. متوسط بارندگی در ایستگاه سراب ۲۴۰ میلی‌متر و در ایستگاه میرکوه ۳۵۰ میلی‌متر است. رودخانهٔ آجی‌چای که در میانهٔ دشت سراب جاری است، به‌دلیل عبور از پهنه‌های شور و نمکی ازلحاظ کیفی در وضعیت مناسبی قرار ندارد. درعوض، سرشاخه‌هایی که از ارتفاعات جنوب و به‌ویژه شمال منطقه سرچشمه گرفته و در میانهٔ دشت به رودخانهٔ مزبور می‌پیوندند، در آبیاری زمین‌های کشاورزی پیرامون شهر سراب از اهمیت خاصی برخوردارند. با تکیه بر این منابع آبی و تغذیهٔ نسبتاً خوب سفره‌های آب زیرزمینی است که زمین‌های پیرامون شهر سراب به کشاورزی آبی و دیم اختصاص یافته و فعالیت کشاورزی و دامداری به‌عنوان شغل اصلی مردم منطقه مطرح است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدودهٔ مورد مطالعه در شهرستان سراب

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

داده‌ها و روش تحقیق

پژوهش حاضر به‌لحاظ هدف، از نوع کاربردی و ازنظر روش، توصیفی- تحلیلی است. در انجام این پژوهش که به کمک تحلیل چندمعیارهٔ فازی میسر شد، به استناد تحقیقات صورت‌گرفته و منابع موجود، از ۷ معیار پرکاربرد در ارزیابی گسترش فیزیکی شهر شامل شیب، ارتفاع، لیتولوژی، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه‌های اصلی، خاک و سطح آب‌های زیرزمینی استفاده شد. داده‌های هریک از این معیارها از منابع و اسناد مختلف کتابخانه‌ای به شرح زیر استخراج و تهیه شد:

- ارتفاع از سطح دریا، شیب و فاصله از آبراهه از مدل رقومی ارتفاع (DEM)؛
- سنگ‌شناسی و فاصله از گسل از نقشهٔ زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰؛
- نوع خاک (خصوصیات فیزیکی) از نقشهٔ قابلیت ارضی متعلق‌به سازمان حفاظت آب و خاک؛
- سطح آب‌های زیرزمینی از داده‌های چاه‌های نمونهٔ گردآوری‌شده در سازمان آب منطقه‌ای.

این داده‌ها به کمک سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS) در قالب لایه‌های اطلاعاتی قابل پردازش آماده شد. پس از این که تغییر و تبدیل‌های اولیه بر روی این لایه‌ها به‌منظور دست‌یابی به لایه‌های رستری معیارهای انتخابی صورت گرفت، عملیات بازطبقه‌بندی (Reclassification) مقادیر ارزشی متغیّرها و امتیازدهی به لایه‌های مزبور در دامنهٔ ۰ تا ۱۰ اجرا شد که به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ نامناسب‌ترین و مناسب‌ترین گزینه در هریک از معیارهای منتخب بود (جدول ۱). لازم به ذکر است قدرت تفکیک تمامی لایه‌های رستری با توجه مقیاس مختلف داده‌های ورودی با انتخاب اندازهٔ سلول ۵۰ متری، یکسان‌سازی شده و امتیازدهی نیز برپایهٔ نتایج تحقیقات پیشین و درنظرگرفتن وضعیت منطقهٔ مورد مطالعه استوار شد. ازآنجایی که رویکرد این تحقیق بر پایهٔ تحلیل چندمعیارهٔ فازی بود، مرحلهٔ بعدی فازی‌سازی لایه‌های موردنظر (در دامنهٔ صفر تا یک) براساس تابع فازی متناسب با معیارهای مورد بررسی بود (جدول ۱). توابع فازی مورد استفاده شامل خطی و ذوزنقه‌ای بود؛ برای مثال دربارهٔ معیار شیب، از شیب ۰ تا ۳ درصد میزان عضویت فازی از ۰ به‌سمت ۱ میل کرده و در دامنهٔ ۳ تا ۶ درصد این میزان برابربا ۱ باقی‌مانده و از ۶ تا ۱۵ درصد روند کاهشی داشته و به ۰ میل می‌کند، درنهایت مقدار عضویت فازی از شیب بالای ۱۵ درصد برابر با ۰ باقی می‌ماند. پس تابع مورد استفاده شکل ذوزنقه‌ای به خود می‌گیرد. دربارهٔ تابع خطی از عامل لیتولوژی می‌توان نام برد. به این صورت که هرقدر میزان فرسایش‌پذیری سنگ بیشتر باشد، میزان عضویت فازی از ۱ به سمت ۰ میل می‌کند. پس از تهیهٔ لایه‌های فازی مربوط به هریک از معیارها، درنهایت با انجام عملیات هم‌پوشانی فازی لایه‌های حاصل، نقشهٔ نهایی قابلیت زمین برای گسترش فیزیکی شهر سراب به‌دست آمد. در پایان با مقایسهٔ لایهٔ قابلیت زمین و لایهٔ مربوط به زمین‌های کشاورزی (حاصل از تصویر ماهواره‌ای سنجندهٔ ETM)، سعی شد تا چگونگی پراکنش نواحی با تناسب مختلف برای گسترش فیزیکی شهر در ارتباط با زمین‌های کشاورزی پیرامون آن مشخص شود.

جدول ۱. ارزش‌های کمینه و بیشینهٔ گزینه‌ها و نوع تابع فازی اعمال‌شده مربوط به عوامل مؤثر در گسترش فیزیکی شهر

عامل	نامناسب‌ترین گزینه	مناسب‌ترین گزینه	نوع تابع فازی
شیب	بالای ۱۵ درصد	بین ۳ تا ۶ درصد	ذوزنقه‌ای
ارتفاع	بالای ۲۰۰۰ متر	پایین ۱۷۰۰ متر	کاهشی خطی
لیتولوژی (میزان فرسایش‌پذیری)	سطوح نمکی و آبرفت‌ها	آندزیت- بازالت و تراکی‌آندزیت	کاهشی خطی
فاصله از گسل	کمتر از ۲۰۰ متر	بیشتر از ۳۰۰۰ متر	افزایشی خطی
فاصله از رودخانه	پایین ۱۰۰ متر	مابین ۲۰۰ و ۵۰۰ متر	ذوزنقه‌ای
عمق آب زیرزمینی	کمتر از ۵ متر	بیشتر از ۳۰ متر	افزایشی خطی
خاک	کم‌عمق با بافت سبک	بسیار عمیق با بافت خیلی‌سنگین	افزایشی خطی

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

منطق فازی و تحلیل چندمعیارهٔ فازی

فازی یک فرامجموعه از منطق بولی است که بر مفهوم درستی نسبی دلالت می‌کند. منطق کلاسیک هر چیزی را براساس یک سیستم دوتایی نشان می‌دهد (درست یا غلط، ۰ یا ۱، سیاه یا سفید)، ولی منطق فازی درستی هر چیزی را با یک عدد که مقدار آن بین ۰ و ۱ است، نشان می‌دهد. مفاهیمی چون عدم‌قطعیت، نسبی‌بودن، پیوستگی و تدریجی‌بودن همگی در داخل منطق فازی قرار می‌گیرند. این ویژگی‌ها با ماهیت پدیده‌های طبیعی و عوامل محیطی مطابقتی را نشان می‌دهد؛ به همین دلیل نظریهٔ مجموعه‌های فازی در انجام تصمیم‌گیری‌های چند معیاره براساس عوامل طبیعی، مبنایی برای تبیین و تحلیل بهتر قابلیت‌ها و امکانات محیطی فراهم می‌سازد. اما مدل‌سازی فازی در تحلیل‌های چندمتغیّره یا چندمعیاره شامل مراحلی است که به‌ترتیب عبارت‌اند از: فازی‌سازی داده‌ها براساس توابع فازی، هم‌پوشانی فازی لایه‌های اطلاعاتی براساس عملگرهای فازی و از فازی درآوردن خروجی نهایی در قالب طبقات ارجحیت یا تناسب. درواقع فازی‌سازی داده‌ها یا تبدیل فازی، ارزش‌های اصلی پدیدهٔ موردنظر را به شکل احتمال عضویت آن‌ها به یک مجموعهٔ معیّن درمی‌آورد. این پدیده‌ها ممکن است برحسب متغیّرهای گوناگون مورد سنجش قرار بگیرند. درواقع تبدیلات فازی وظیفهٔ استانداردسازی و تطابق انواع متغیّرها (اسمی، رتبه‌ای، فاصله‌ای و نسبی) را برعهده دارد. عملگرهای فازی که اعمال قوانین فازی ازطریق آن‌ها صورت می‌گیرد، معادل عملگرهای و (AND)، یا (OR) و نه (NO) در منطق کلاسیک هستند. علاوه‌بر سه عملگر مذکور، دو عملگر دیگر باعنوان «ضرب فازی» (Fuzzy Product) و «گامای فازی» (Fuzzy Gamma) نیز وجود دارد که تعداد عملگرهای فازی را به پنج تا می‌رساند. در عملگر جمع جبری فازی (Fuzzy Sum) که معادل «و» منطق بولین است، نتیجه همیشه بزرگ‌تر یا مساوی بزرگ‌ترین مقدار عضویت فازی در لایه است؛ به همین دلیل در نقشهٔ خروجی ارزش گزینه‌ها یا همان پیکسل‌ها به‌سمت بالاترین ارزش یعنی یک میل کرده و درنتیجه پهنهٔ زیادی در طبقهٔ خیلی‌مناسب قرار می‌گیرد. درمقابل در عملگر ضرب جبری فازی که تمامی لایه‌های اطلاعاتی در هم ضرب می‌شوند، ارزش پیکسل‌ها به‌سمت صفر میل کرده و ازاین‌رو پهنهٔ بیشتری در طبقهٔ خیلی‌نامناسب جای می‌گیرند. معادلات مربوط به عملگرهای جمع و ضرب فازی به‌ترتیب در زیر آورده شده است.

رابطهٔ ۱: $\mu_{combination} = 1- \prod_{i=1}^{n}(1-\mu_1)$

رابطهٔ ۲: $\mu_{combination} = \prod_{i=1}^{n}\mu_i$

در روابط فوق μ_i، تابع عضویت فازی برای نقشهٔ i ام، و $i=1,2,\ldots n$ ، نقشه‌هایی هستند که باید ترکیب شوند. برای تعدیل حساسیت خیلی بالای عملگر ضرب فازی و حساسیت خیلی‌کم عملگر جمع فازی، عملگر دیگری موسوم‌به گامای فازی معرفی شده که حدفاصل این دو است. این عملگر براساس رابطهٔ زیر تعریف می‌شود.

رابطهٔ ۳:

$$\mu_{combination} = (\text{Fuzzy algebraic sum})^{\lambda} * (\text{Fuzzy algebraic product})^{1-\lambda}$$

در رابطهٔ فوق λ، لایهٔ حاصل از گامای فازی و پارامتر تعیین‌شده در محدودهٔ ۰ و ۱ است. وقتی λ برابر با یک باشد، ترکیبی که اعمال می‌شود همان جمع جبری فازی و زمانی که برابر با ۰ باشد، ترکیب اعمال‌شده برابر با ضرب جبری فازی است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۰: ۷۲ و ۷۳). در این بین بالطبع انتخاب صحیح میزان λ نقش مؤثری در تعدیل میان ضرب فازی و جمع فازی دارد که نیازمند آزمون صحیح است.

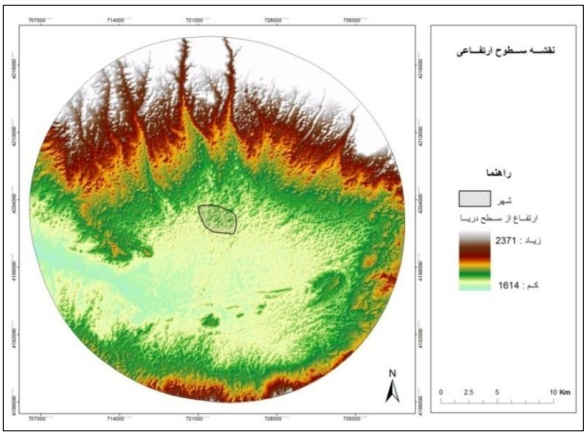
در تحقیق حاضر برای انجام مراحل فازی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی، هم‌پوشانی فازی آن‌ها و در نهایت تهیه نقشه خروجی در قالب طبقات تناسب یا قابلیت زمین از نرم‌افزار ArcGis استفاده گردید. همچنین عملیات پردازش تصویر ماهواره‌ای درجهت استخراج زمین‌های کشاورزی در محیط نرم‌افزار Envi صورت گرفت.

نتایج و بحث

در اینجا قبل از هرچیز وضعیت محدودهٔ مورد مطالعه در رابطه با اثرات منفی یا مثبت متغیّرهای دخیل در گسترش فیزیکی شهر تشریح شده و متعاقب آن به ارائه و تبیین یافته‌های نهایی تحقیق که همانا پهنه‌بندی تناسب اراضی به‌منظور گسترش فیزیکی شهر است، پرداخته شد.

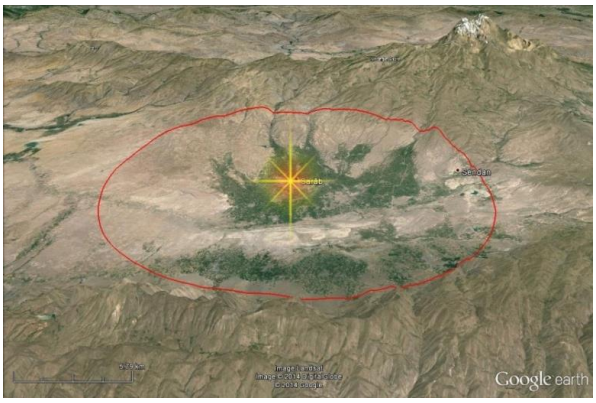
الف. توپوگرافی

پستی و بلندی زمین، جهت و میزان شیب از عوامل مهم و مؤثر در استقرار و مکان‌یابی شهرها، حرکت آب‌های سطحی، چگونگی دفع فاضلاب‌های شهری و وضعیت شبکه‌بندی گذرگاه‌ها محسوب می‌شوند (حبیبی و همکارن، ۱۳۸۴؛ به‌نقل‌از ثروتی و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۰). به‌لحاظ ارتفاعی، پهنه‌هایی که در ارتفاع بالای ۱۸۰۰ متر از سطح دریا قرار دارند، برای گسترش فیزیکی شهر نامناسب قلمداد می‌شوند. همان‌گونه که از شکل‌های ۲ و ۳ نیز پیداست، واقع‌شدن شهر سراب در پهنهٔ یک دشت آبرفتی هموار، نشانگر اهمیت واحدهای ژئومورفیک در برپایی و گسترش آن است. ناهمواری‌هایی که از سمت شمال (رشتهٔ قوشه‌داغ)، جنوب (رشتهٔ بزغوش) و غرب (تلاقی رشتهٔ بزغوش با رشته سبلان) این دشت آبرفتی را احاطه کرده‌اند، بالطبع با توجه به نقش برجسته خود در برودت هوا نه‌تنها ازنظر اقلیمی شرایط نامناسبی برای مکان‌گزینی جوامع انسانی فراهم ساخته‌اند، بلکه با نزدیک‌شدن به کوهپایه‌ها و ستیغ‌های پرشیب، احتمال بروز حرکات دامنه‌ای ازقبیل زمین‌لغزش و ریزش را نوید می‌دهند. به‌لحاظ توپوگرافی، کرانه‌های رودخانهٔ آجی‌چای در غرب محدودهٔ مزبور، پست‌ترین نقاط بوده و چنین به‌نظر می‌رسد که مکان‌های مناسبی برای استقرار تأسیسات و اماکن انسانی باشند؛ اما همین عامل (رودخانهٔ آجی‌چای)، مانع اصلی در برابر گسترش فیزیکی شهر از سمت جنوب بوده و باعث کشیده‌شدن مراکز تجمع انسانی به‌سمت شمال شده است. در این میان ارتفاعات کمتر از ۱۷۰۰ متر که خود شهر نیز در این گسترهٔ ارتفاعی واقع شده، بیش‌از ۳۵ درصد منطقهٔ مورد مطالعه را تحت پوشش خود داشته و به‌عنوان مکان‌های بسیار مناسب برای گسترش فیزیکی محسوب می‌شوند. درمقابل ارتفاعات بالای ۱۸۰۰ متر که بیشتر شامل اراضی واقع در شمال منطقه است، به‌عنوان مکان‌های نامناسب و بسیار نامناسب، بیش از ۲۲ درصد محدوده را اشغال کرده‌اند. متغیّر دیگری که بایستی در کنار عامل ارتفاعی و توأم با آن درنظر گرفته شود، عبارت از شیب زمین است. در این خصوص بایستی توجه داشت همان‌گونه که شیب‌های بیشتر از ۱۵ درصد شرایط را برای گسترش زمین‌های شهری نامساعد می‌سازند، شیب‌های خیلی‌کم (کمتر از ۱ درصد) نیز محدودیت‌هایی به‌ویژه برای سیستم زهکشی سطحی و زیرزمینی در شهرها ایجاد می‌کنند. هم‌چنان که از نقشهٔ شیب محدودهٔ مورد مطالعه (شکل ۴) نیز پیداست، شهر سراب از سمت جنوب فضای مناسب بیشتری بدین لحاظ برای گسترش فیزیکی خود دارد و از سمت شمال عمدتاً در امتداد درّه‌های رودخانه‌ای امکانات گسترش برایش فراهم است. در کل با توجه به قرارگرفتن بیش‌از ۸۰ درصد محدودهٔ مورد مطالعه در شیب‌های کمتر از ۱۰ درصد می‌توان گفت که منطقهٔ مزبور از این نظر، از تناسب متوسط تا خوب اراضی به جهت گسترش ساخت‌وسازهای شهری برخوردار است. در این مورد تنها ۱۰ درصد از منطقهٔ مورد مطالعه در شیب‌های نامجاز برای ساخت‌وساز شهری یعنی بالای ۱۵درصد قرار گرفته‌اند.



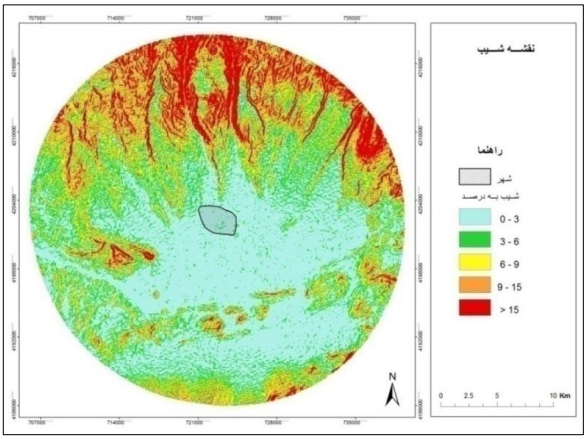
شکل ۲. نقشهٔ سطوح ارتفاعی محدودهٔ مورد مطالعه

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)



شکل ۳. نمایش سه بُعدی از وضعیت توپوگرافی منطقهٔ مورد مطالعه و جایگاه شهر سراب (با جهت رو به شمال)

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

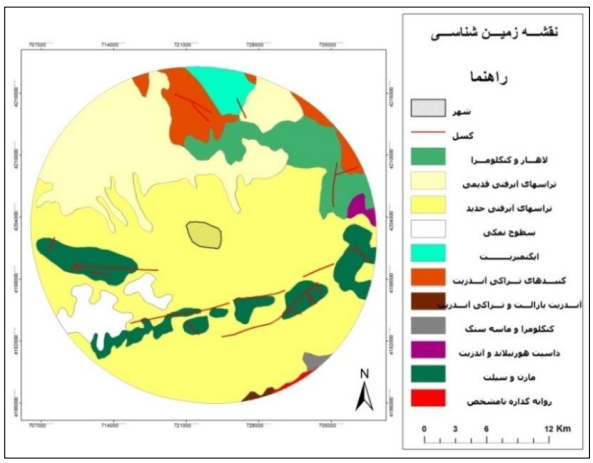


شکل ۴. نقشهٔ طبقات شیب محدودهٔ مورد مطالعه

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

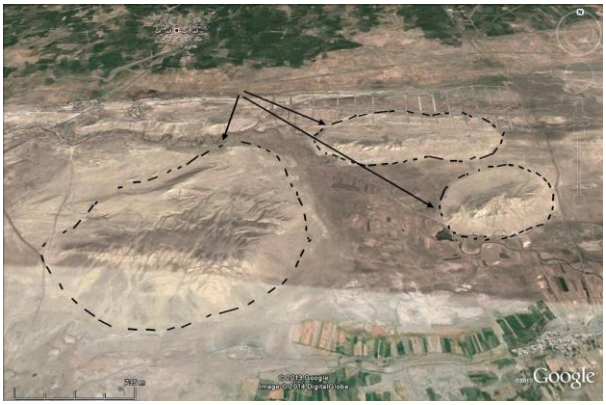
ب. زمین شناسی

نگاهی به نقشهٔ زمین‌شناسی منطقهٔ مورد مطالعه (شکل ۵) نشان می‌دهد که قسمت اعظم محدودهٔ مزبور و ازجمله محل استقرار شهر سراب از مواد آبرفتی کواترنری پوشیده شده است. از آنجایی که حضور سازندهای کواترنری و آهکی نشانگر تأثیرپذیری این نوع سازندها از نیروهای زلزله است (صدوق ونینی و همکاران، ۱۳۸۸: ۳۸)، محدودهٔ مورد مطالعه با تنگنای عمده‌ای از این نظر مواجه است. اهمیت این مسئله با توجه به وجود گسل میانی فعال دشت سراب (کرمی و رستم‌زاده، ۱۳۸۵: ۳۱۸) و گسل‌های دیگری که از جهات مختلف محدودهٔ مورد مطالعه را احاطه کرده‌اند، بیشتر آشکار می‌شود، هرچند که در این مورد عامل فاصله از گسل را نیز بایستی درنظر گرفت. وجود سازندهای گچی و مارنی در جنوب رودخانهٔ آجی‌چای و غرب منطقهٔ مورد مطالعه به همراه سازندهای آبرفتی جوان، شرایط را برای وقوع پدیدهٔ نشست ناشی از تراکم مواد (عزیزپور، ۱۳۷۵: ۱۷۳) فراهم ساخته و مانع دیگری در برابر توسعهٔ ساخت‌وسازهای شهری محسوب می‌شود. در مقابل سنگ‌های متصلی چون آندزیت، آندزیت- بازالت، داسیت و تراکی‌آندزیت که در جنوب شرق و به‌ویژه شمال شرق محدودهٔ مورد مطالعه واقع شده‌اند، از مقاومت و پایداری خوبی در برابر بروز مخاطرات مزبور برخوردارند. البتّه بایستی درنظر داشت سطوح مزبور با محدودیت‌های توپوگرافیکی به‌منظور ساخت‌وساز شهری روبه‌رو هستند.



شکل ۵. نقشهٔ زمین‌شناسی محدودهٔ مورد مطالعه

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

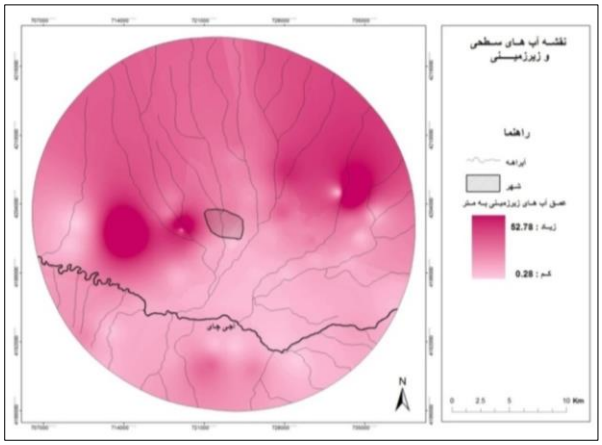


شکل ۶. محدودیت‌زایی تشکیلات مارنی درجهت گسترش فیزیکی شهر سراب در جنوب رود آجی‌چای
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

وجود تپه‌های مارنی نه‌تنها شرایط را برای برپایی تأسیسات شهری در منطقه دشوار ساخته است؛ بلکه توسعهٔ زمین‌های کشاورزی را نیز محدود می‌سازد (شکل ۶). از دیگر عوامل محدودیت‌زایی که بر سر راه گسترش فیزیکی شهر سراب و همچنین پراکنش زمین‌های کشاورزی دو طرف رودخانهٔ آجی‌چای قرار گرفته، عبارت از وجود زمین‌های شور و نمکی است. وجود این زمین‌ها بالطبع اثرات نامطلوبی بر منابع آب و خاک در محدودهٔ مورد مطالعه خواهد داشت که بایستی با مکان‌گزینی مناسب از آن اجتناب کرد.

ج. آب های سطحی و زیرزمینی

یکی دیگر از موضوعات بسیار مهم در شکل‌گیری و گسترش شهرها عبارت از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی است. مجاورت سکونتگاه‌های انسانی با رودها باعث می‌شود رودخانه‌ها ازطریق طغیان و لبریزشدن و تغییر شکل بستر خود موجب تخریب و ویرانی در ساختمان‌ها و مراکز مسکونی و صنعتی شهرها شوند (رجایی، ۱۳۸۲: ۲۱۳). از طرفی با توسعهٔ شهرنشینی و افزایش سطوح غیرقابل نفوذ، بر میزان رواناب سطحی افزوده شده و درمقابل میزان جریان پایه و سطح آب‌های زیرزمینی رو به کاهش می‌رود. این امر باعث بروز مسئلهٔ آب‌گرفتگی خیابان‌ها، پیاده‌روها و منازل مسکونی از یک سو و کاهش منابع آب زیرزمینی قابل استحصال در مناطق شهری می‌شود. رودخانه‌های بیوک‌چای، آغمیون‌چای، پیسلرچای و تاجیار که از دامنه‌های جنوب سبلان و رشتهٔ قوشه‌داغ سرچشمه گرفته و در مسیر خود به‌سمت ریزشگاه خود یعنی رود آجی‌چای از زمین‌های کشاورزی اطراف شهر می‌گذرند، با اینکه آب لازم برای مصارف شهری و روستایی می‌توانند موجب بروز سیل و آب‌گرفتگی در این مناطق شوند. تجمع دهستان‌های حومهٔ شهر و اراضی کشاورزی در امتداد درّه‌های رودخانه‌ای و همچنین استقرار خود شهر سراب در موقعیتی که رودخانهٔ تاجیار از وسط آن می‌گذرد، با توجه به بارش‌های بهارهٔ سنگینی که به‌طور تصادفی اتفاق می‌افتد، باعث تخریب و آسیب‌دیدگی این مراکز در برابر طغیان‌های فصلی می‌شود که بروز سیلاب سال ۱۳۷۵ در رودخانه‌های تاجیار و آغمیون (تدبیری، ۱۳۷۵: ۲-۱) شاهدی بر این مدعاست. همچنین در حادثهٔ سیلاب رودخانه‌های تاجیار، آقامعلی‌چای و پیسلرچای در بهار سال ۱۳۸۹ خسارات قابل‌توجهی به زمین‌های کشاورزی و منازل مسکونی وارد آمد (خبرگزاری ایرنا، ۱۳۸۹). اهمیت این مسئله و حفظ حریم رودخانه‌ها به‌خصوص با توجه به شیب کم شهر سراب، که موجب آب‌گرفتگی‌های درون شهری می‌شود، هرچه بیشتر معلوم می‌گردد.



شکل ۷- نقشهٔ عمق آب‌های زیرزمینی به‌همراه آبراهه‌های اصلی محدودهٔ مورد مطالعه
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

علاوه‌بر آب‌های سطحی که شرح آن رفت، بایستی به وضعیت آب‌های زیرزمینی محدودهٔ موردنظر نیز توجه

کافی شود؛ چراکه از یک طرف خود شهرها اثرات نامطلوبی بر کمیت و کیفیت آن می‌گذارند و از طرف دیگر بالابودن سطح آب‌های زیرزمینی در حالت عادی می‌تواند یکی از مشکلات برنامه‌ریزان شهری باشد؛ به‌طوری که در برخی مناطق موجب نم‌کشیدگی دیوارها و ساختمان‌ها، پرشدن چاه‌های فاضلاب، آلودگی آب‌ها و... می‌شود و قطعاً زیان‌های مالی هم به‌دنبال خواهد داشت (علمی‌زاده، ۱۳۸۸: ۶۶). همان‌گونه که از شکل ۷ نیز پیداست، عمق کم آب‌های زیرزمینی در بسیاری از نقاط روستایی اطراف شهر به‌وضوح مشاهده می‌شود. محل استقرار شهر سراب نیز از این قاعده مستثنی نبوده و به‌لحاظ گسترش شهری با مشکل بالابودن سطح آب‌های زیرزمینی روبروست. این موضوع با توجه به ترکیب زه‌آب‌های کشاورزی و آب فاضلاب‌های شهری و روستایی با این منابع باارزش، مسلماً باعث اُفت کمّی و کیفی آن‌ها خواهد شد. در این خصوص می‌توان گفت که شیب کم (اکثراً کمتر از ۲ درصد) این اراضی و جنس تشکیلات رسوبی دشت سراب در این امر دخالت اساسی دارد. کرمی و هاشم‌زاده (۱۳۸۵: ۳۲۰) نیز اظهار داشته‌اند که بالاآمدگی رسوبات میوسن و کاهش ضخامت آبرفت‌ها و ریزدانه شدن آن‌ها، موجب بالاآمدگی سطح آب‌های زیرزمینی و سبب پیدایش باتلاق‌های نمکی و نمک‌زارهای وسیع در مناطق پست دشت سراب شده است؛ بنابراین آنچه که در اینجا اهمیت یافته و توجه به آن ضروری است، چگونگی پیوند عوامل مختلف طبیعی با یکدیگر درجهت بروز یک محدودیت عمده در برابر گسترش فیزیکی شهر یعنی بالاآمدگی سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش کیفی و کمّی این منابع است.

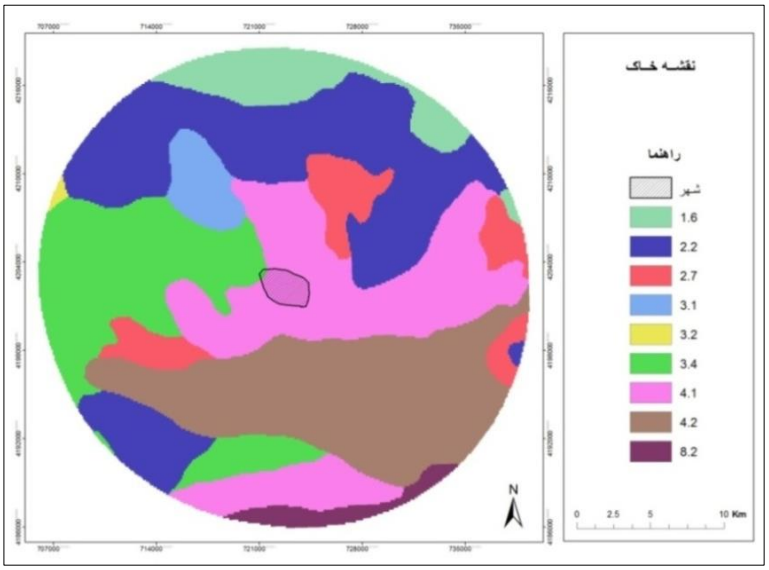
د. خاک

دربارهٔ عامل خاک بایستی گفت، علاوه‌بر این که ساخت‌وساز بر روی خاک‌های سبک و کم‌عمق با مشکلاتی ازقبیل بالاآمدن سطح آب‌های زیرزمینی و مقاومت کم در برابر تکان‌های ناشی‌از زمین‌لرزه مواجه می‌شود، از طرف دیگر توجه به حاصلخیزی خاک‌ها نیز ضروری است و توسعهٔ شهر باید به‌سوی اراضی برود که از انهدام خاک‌های حاصلخیز جلوگیری به عمل آید (قرخلو و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۱۰). نقشهٔ خاک محدودهٔ مورد مطالعه (شکل ۸) نشان می‌دهد شهر سراب بر روی خاک‌های نیمه‌عمیق تا عمیق با بافت سنگین واقع شده است و در جنوب آن با کمی تفاوت، خاک‌های عمیق با بافت سنگین حاکمیت دارند؛ بنابراین می‌توان گفت که گسترش شهر در داخل این واحدهای ارضی مناسب‌تر از سایر واحدهاست. هرچند که وجود اراضی شور اطراف رودخانهٔ آجی‌چای می‌تواند عامل محدودکننده در این زمینه باشد. وجود زمین‌های کشاورزی و باغاتی که در دو سمت رود آجی‌چای و به‌سمت پایکوه‌ها بر روی خاک‌های نسبتاً حاصلخیز واقع شده‌اند، شرایط را برای گسترش شهر نامساعد ساخته‌اند. با این حال از آنجایی که در اینجا عامل کاربری اراضی مدنظر نبوده و گسترش فیزیکی شهر با توجه به عوامل طبیعی بررسی شده است، اراضی مزبور جزء پهنه‌های مساعد برای این امر (به‌ویژه در سمت شمالی رودخانهٔ آجی‌چای) محسوب می‌شوند. در کل با درنظرگرفتن عامل خاک می‌توان گفت که شهر سراب از سمت شمال، شرق و به‌ویژه جنوب شرایط نسبتاً مساعدی برای گسترش فیزیکی خود دارد.

جدول ۲. واحدهای ارضی و مشخصات خاک‌های محدودهٔ مورد مطالعه

علائم واحد ارضی	مشخصات خاک
۱,۶	کم‌عمق تا نیمه‌عمیق با بافت متوسط تا سنگین
۲,۲	کم‌عمق تا نیمه‌عمیق با بافت متوسط تا سنگین سنگریزه‌دار
۲,۷	نیمه‌عمیق تا عمیق با بافت سبک تا سنگین
۳,۱	کم‌عمق تا نیمه‌عمیق با بافت متوسط تا سنگین
۳,۲	نیمه‌عمیق تا عمیق با بافت متوسط تا سنگین اغلب همراه با تجمع مواد آهکی در زیر
۳,۴	کم‌عمق تا نیمه‌عمیق با بافت سنگین عموماً همراه با تمرکز طبقهٔ آهکی
۴,۱	نیمه‌عمیق تا عمیق با بافت سنگین و عموماً تکامل پروفیلی
۴,۲	عمیق تا بسیارعمیق با بافت سنگین تا خیلی‌سنگین همراه با تمرکز طبقهٔ آهکی
۸,۲	نیمه‌عمیق تا عمیق سنگریزه‌دار با بافت متوسط تا سنگین

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

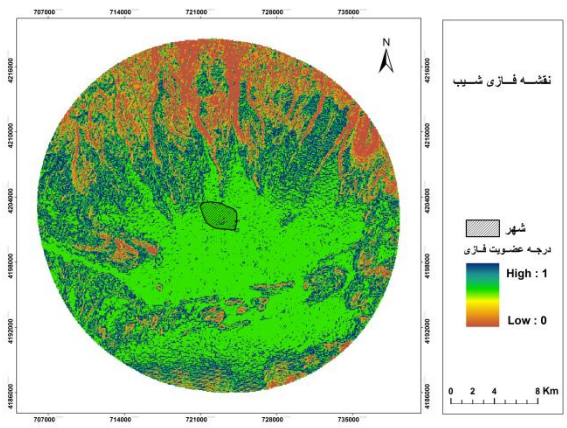


شکل ۸. نقشهٔ خاک محدودهٔ مورد مطالعه

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

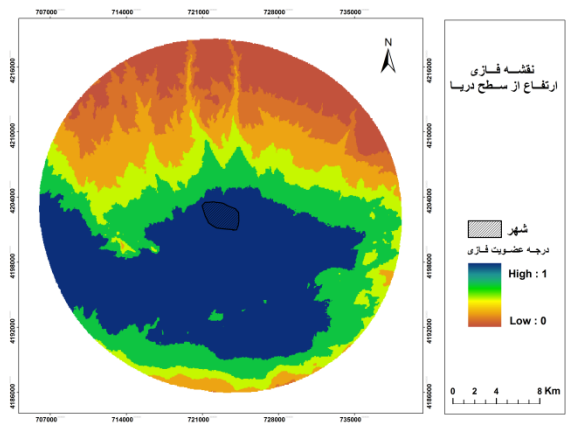
طبقه‌بندی تناسب اراضی درجهت گسترش فیزیکی شهر

نقشه‌های فازی‌شدهٔ معیارهای دخیل در ارزیابی گسترش فیزیکی شهر سراب در شکل‌های ۹ تا ۱۵ آورده شده است. هریک از نقشه‌ها درجاتی از تناسب ویژگی موردنظر را درجهت امر گسترش فیزیکی شهر در دامنهٔ فازی ۰ (تناسب کم) تا ۱ (تناسب زیاد) به معرض نمایش می‌گذارند.



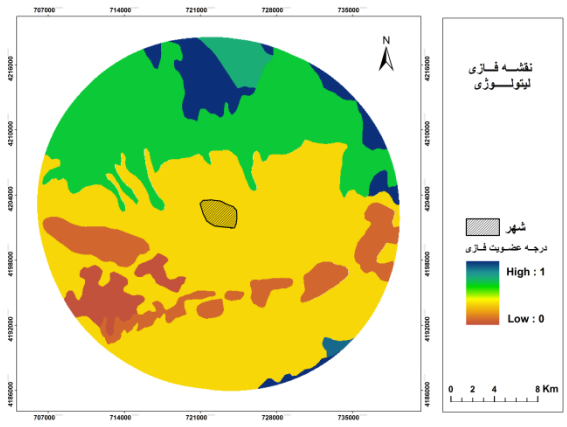
شکل ۹. نمایش فازی شیب

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)



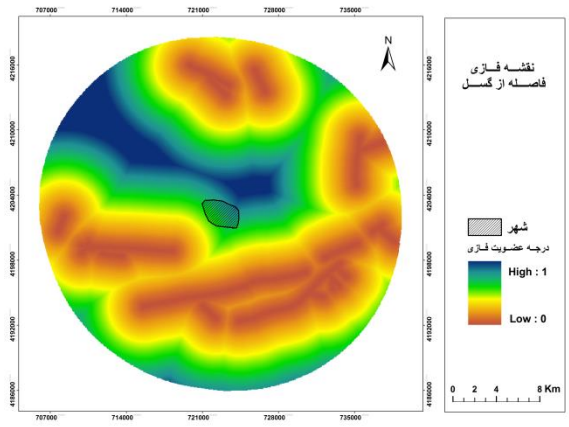
شکل ۱۰. نمایش فازی ارتفاع از سطح دریا

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)



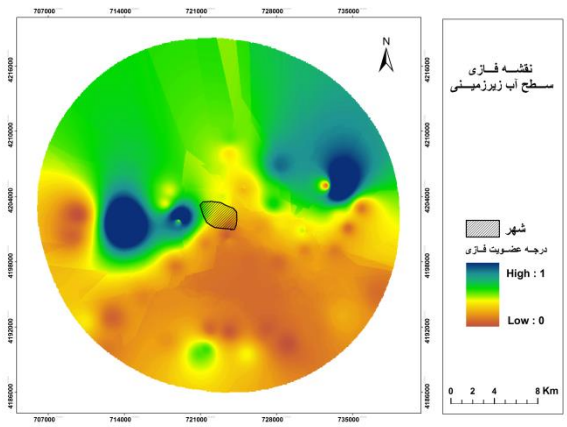
شکل ۱۱. نمایش فازی لیتولوژی

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)



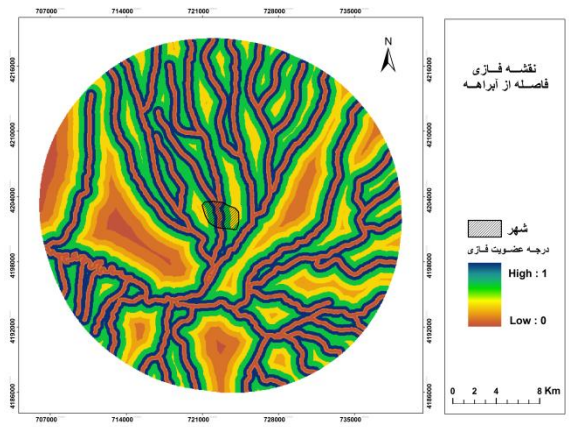
شکل ۱۲. نمایش فازی فاصله از گسل

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)



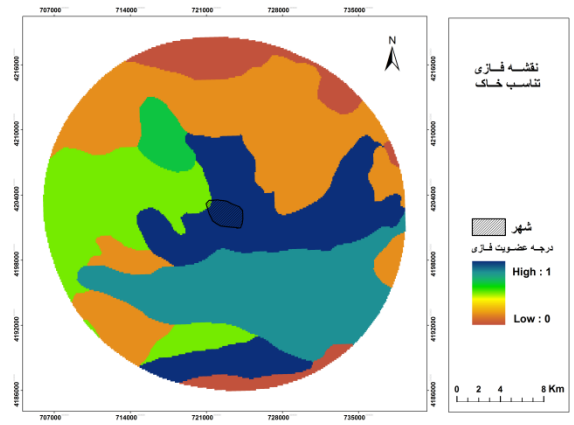
شکل ۱۳. نمایش فازی سطح آب زیرزمینی

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)



شکل ۱۴. نمایش فازی فاصله از رودخانه

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)



شکل ۱۵. نمایش فازی نوع خاک

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

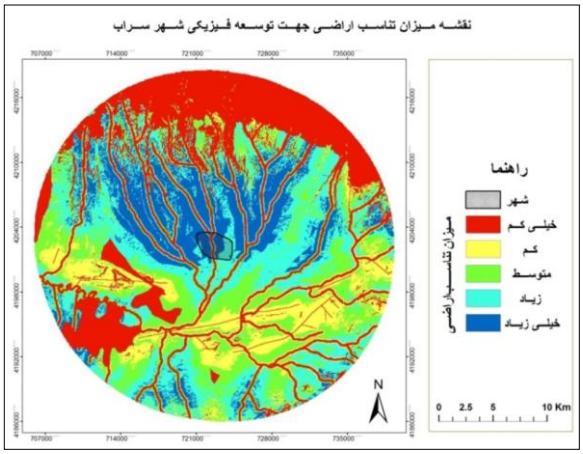
پس از تبدیل فازی لایه‌های رستری متغیّرهای هفت‌گانه، برای رسیدن به هدف اصلی پژوهش که همانا پهنه‌بندی قابلیت اراضی پیرامون شهر سراب به‌منظور گسترش فیزیکی آن بود، از تحلیل هم‌پوشانی فازی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. بدین منظور، با توجه به نتایج تحقیقات پیشین و کارایی خوب عملگر گامای فازی، به‌منظور اختصار و جلوگیری از دوباره‌کاری، تنها از این عملگر در تحلیل هم‌پوشانی و ارائهٔ نتایج بهره گرفته شد؛ ازاین‌رو عملگر فازی گاما با اعداد ۰/۷، ۰/۸ و ۰/۹ در سه نوبت مورد آزمون قرار گرفت تا نقشهٔ بهینهٔ نهایی به‌دست آید. انجام این مقایسه و انتخاب بهترین نقشه بیشتر مبتنی‌بر لایه‌های حریم رودها و سطح آب‌های زیرزمینی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل در گسترش فیزیکی شهر سراب بود. درواقع انطباق بیشتر نقشهٔ پهنه‌بندی‌شدهٔ نهایی با قابلیت‌ها و محدودیت‌های ناشی از منابع آب سطحی و زیرزمینی، ملاک انتخاب نقشهٔ بهینه قرار گرفت. درنهایت مدل گامای ۰/۹ به‌دلیل انطباق بیشتر درجهت انجام تحلیل هم‌پوشانی و ارائهٔ نقشهٔ نهایی انتخاب شد. نتایج حاصل از این تحلیل که در قالب اطلاعات جدول ۳ و نقشهٔ مربوط (شکل ۱۶) آورده شد، نشان می‌دهد ۳۸ درصد از محدودهٔ مورد مطالعه در شرایط خوبی به‌لحاظ گسترش فیزیکی شهر قرار دارد که این شرایط دربارهٔ جایگاه فعلی شهر سراب نیز صادق است. درمقابل، ۴۲ درصد از پهنهٔ مزبور شرایط نامساعدی را پیشِ‌روی گسترش فیزیکی شهر قرار داده است. شرایط مناسب برای این گسترش فقط از سمت جنوب با محدودیت مواجه بوده و جهت شمال با حفظ حریم رودخانه‌ها، بهترین شرایط را از این لحاظ عرضه می‌دارد. اختلاف کم‌درصد شرایط مناسب و نامناسب با یکدیگر و اختصاص درصد قابل‌توجهی از نقشهٔ پهنه‌بندی‌شده به طبقهٔ متوسط (۲۰ درصد)، نشان از قابلیت نسبتاً خوب محدودهٔ پیرامون شهر سراب برای مقاصد عمران و توسعهٔ ملزومات شهری دارد. به غیر از زمین‌های مساعد برای گسترش فیزیکی شهر سراب در سمت شمال رودخانهٔ آجی‌چای، در سمت جنوب و دشت پایکوهی رشتهٔ بزغوش نیز پهنه‌های مساعدی برای گسترش شهری وجود دارد. اگرچه با توجه به محدودشدن گسترش شهر سراب از سمت جنوب، این پهنه‌ها از بحث گسترش فیزیکی شهر مزبور خارج می‌شود، اما وجود مراکز جمعیتی قابل‌توجه در این ناحیه لزوم توجه به موضوع گسترش آن‌ها را آشکار می‌کند؛ ازجمله در میان مراکز تجمع انسانی این ناحیه، شهر کوچکی به‌نام اسب‌فروشان (جنوب غرب محدودهٔ مورد مطالعه) دیده می‌شود که به‌لحاظ قابلیت‌های کشاورزی و توریستی خود، پتانسیل گسترش در آینده را دارد. در این پهنه‌ها، با

درنظرگرفتن همهٔ عوامل مورد مطالعه، به‌نظر می‌رسد که بالابودن سطح سفره‌های آب زیرزمینی مهم‌ترین عاملی باشد که برنامه‌های گسترش شهری را با تنگنای جدی مواجه می‌سازد و بایستی بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

جدول ۳. نتایج پهنه‌بندی تناسب اراضی برای گسترش فیزیکی شهر سراب

طبقات تناسب اراضی	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد مساحت
خیلی کم	۲۵۷/۱	۳۰
کم	۱۰۲/۸	۱۲
متوسط	۱۷۱/۴	۲۰
زیاد	۲۰۵/۷	۲۴
خیلی‌زیاد	۱۲۰	۱۴
مجموع	۸۵۷	۱۰۰

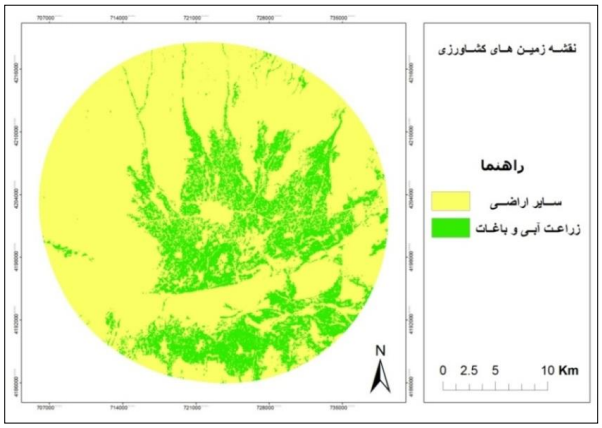
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)



شکل ۱۶. نقشهٔ نهایی طبقه‌بندی تناسب اراضی برای گسترش فیزیکی شهر سراب

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

همان‌طور که از مقایسهٔ نقشهٔ نهایی تناسب اراضی و نقشهٔ زمین‌های کشاورزی آبی و باغات (شکل ۱۷) نیز پیداست در کل می‌توان گفت بیشتر زمین‌های مساعد برای گسترش فیزیکی شهر سراب جزو پهنه‌هایی هستند که به زراعت آبی و باغات اختصاص یافته‌اند. این اراضی کشاورزی که اغلب در مناطق مساعد به‌لحاظ شرایط طبیعی گسترش یافته‌اند، درصورت گسترش آتی شهر به مناطق پیرامون خود از بین رفته و به زیر ساخت‌وسازهای شهری خواهند رفت؛ بنابراین پرداختن به این موضوع و درنظر گرفتن اراضی نامرغوب یا دیم پیرامون برای گسترش فیزیکی شهر، ضرورتی است که از هم‌اکنون توجه مسئولان و مدیران شهری و روستایی را می‌طلبد.



شکل ۱۷. پراکنش اراضی زراعت آبی و باغات در محدودهٔ مورد مطالعه

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

نتیجه‌گیری

عدم‌رعایت اصول و توان‌های محیط طبیعی در ارتباط با گسترش فیزیکی شهرها می‌تواند پیامدهای نامطلوبی را در فضای زیست‌محیطی پیرامون شهرها به‌دنبال داشته باشد؛ ازاین‌رو در برنامه‌های توسعه و عمران شهری قبل از هر چیزی لازم است به توان‌سنجی امکانات و شرایط محیط طبیعی درجهت گسترش فیزیکی شهر پرداخته شود. این مطالعه که شهر سراب را مخاطب این موضوع قرار داد، سعی داشت تا با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ فازی شرایط مناسب یا نامناسب برای گسترش فیزیکی شهر مزبور را بررسی و مشخص کند. در این راستا نتایج بررسی متغیّرهای طبیعی هفت‌گانهٔ شامل ارتفاع، شیب، لیتولوژی، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه، عمق آب‌های زیرزمینی و خاک نشان داد با اینکه استقرار شهر سراب در مکان مساعدی به‌لحاظ شرایط طبیعی صورت گرفته است، اما عوامل طبیعی از جهات مختلف شرایط را برای گسترش فیزیکی این شهر در آینده نامساعد خواهند ساخت. در این رابطه میزان محدودیت‌زایی عامل توپوگرافی در محدودهٔ مورد

مطالعه نسبت‌به سایر عوامل کمتر بوده و پهنه‌های مناسبی را برای گسترش فیزیکی شهر فراهم ساخته است. درمقابل، منابع آب سطحی و زیرزمینی جزو مهم‌ترین عواملی هستند که تنگناهایی را پیشِ‌روی گسترش فیزیکی شهر مزبور قرار داده‌اند. نتایج اعمال مدل تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ فازی درجهت تعیین میزان تناسب اراضی برای گسترش فیزیکی شهر سراب، ضمن تأیید قابلیت‌های خوب مدل مزبور در انجام مکان‌یابی که با نتایج محققانی چون Sheng et al., 2012؛ Qiu et al., 2014؛ حسینی و همکاران (۱۳۹۰)؛ سرور و همکاران (۱۳۹۳) همخوانی داشت، نشان داد در کل شرایط تقریباً برابری به جهت پهنه‌های مساعد و نامساعد برای گسترش شهر سراب فراهم است. در این بین، شهر سراب از جهات شرق، غرب و به‌ویژه شمال، قابلیت خوبی برای گسترش فیزیکی خود دارد. به‌علاوه با اینکه پهنه‌های چندی در بخش جنوبی منطقهٔ مورد مطالعه وجود دارند که از شرایط مناسبی برای این امر برخوردارند، اما وجود رودخانهٔ آجی‌چای و اثر قاطع عامل زمین‌شناسی در جنوب شهر سراب، گسترش شهر را از این جهت ناممکن ساخته است. در این میان اگرچه پهنه‌های مساعد و نسبتاً مساعد خوبی برای گسترش فیزیکی شهر سراب از جهات شمال، شرق و غرب مهیاست، اما با توجه به احاطهٔ شهر توسط زمین‌های کشاورزی و باغات بایستی به گسترش آتی شهر از جهات مزبور توجه بیشتری کرد. با توجه به کشیده‌شدن زمین‌های کشاورزی به‌سمت کنارهٔ رودخانه‌ها (شکل ستاره‌ای) چنین است که گسترش آتی شهر نیز از این الگو پیروی کند؛ بنابراین ضرورت توجه هرچه بیشتر به منابع آب‌های سطحی و متعاقب آن آب‌های زیرزمینی هرچه بیشتر احساس می‌شود. در این رابطه، حفظ حریم رودخانه‌ها و رعایت اصول توسعهٔ پایدار در بهره‌برداری از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌تواند بسیاری از موانع پیشِ روی گسترش شهری را مرتفع سازد. نظر به مسائل پیشِ‌رو پیشنهاد می‌شود ضمن توجه ویژه به عوامل طبیعی محدودیت‌زا و هدایت گسترش فیزیکی شهر به‌سمت نواحی مناسب تعیین‌شده، از اشغال اراضی حاصلخیز و مرغوب کشاورزی برای این امر نیز جلوگیری شود. در این راستا پهنه‌بندی میزان مرغوبیت اراضی کشاورزی پیرامون شهر موضوعی است که ضرورت مطالعهٔ آن در آینده احساس می‌گردد.

منابع

انصاری لاری، احمد؛ نجفی، اسماعیل و نوربخش، سیده فاطمه (۱۳۹۰). قابلیت‌ها و محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی توسعه فیزیکی شهر ایلام، آمایش محیط شماره ۱۵، صص ۱۶-۱.

تدبیری، مجید (۱۳۷۵). گزارش سیل در آغمیون‌چای و تاجیار سراب، آرشیو سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی.

تولایی، نسرین (۱۳۸۲). تبعات زیست‌محیطی توسعه فضایی بی-ضابطه شهر (جهان سوم) ارائه رهنمودهایی در چهارچوب توسعه پایدار، فصلنامه علوم اجتماعی شماره۲۲، صص ۳۸-۲.

ثروتی، محمدرضا؛ خضری، سعید و رحمانی، توفیق (۱۳۸۸). بررسی تنگناهای طبیعی توسعه فیزیکی شهر سنندج، پژوهش‌های جغرافیایی شماره ۶۷، صص ۲۹-۱۳.

حسینی، هاشم؛ کرم، امیر؛ صفاری، امیر؛ قنواتی، عزت ا...؛ و بهشتی جاوید، ابراهیم (۱۳۹۰). ارزیابی و مکان‌یابی جهات توسعه فیزیکی شهر با استفاده از مدل منطق فازی مطالعه موردی: شهر دیواندره، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی شماره ۲۳، صص: ۸۳-۶۳.

خبرگزاری ایرنا (۱۳۸۹). سیل اهالی هشت روستای سراب را بی خانمان کرد، مورخ ۱۳۸۹/۲/۱۵، مندرج در: http://tabriz.irna.ir/News/ 134255.

رجایی، عبدالحمید (۱۳۸۲). کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط، تهران، نشر قومس.

رجبی، معصومه (۱۳۷۲). ژئومورفولوژی و شهرها: مطالعه موردی، شهر بناب (آذربایجان شرقی)، نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تبریز، شماره‌های ۱۴۴ و ۱۴۵، صص ۱۲۷- ۱۰۲.

رضایی مقدم، محمد حسین و ثقفی، مهدی (۱۳۸۴) کاربرد تکنیک‌های جدید برای طبقه‌بندی و تحلیل مخاطرات ژئومورفولوژی در گسترش شهر تبریز، مدرس علوم انسانی، دوره ۹، شماره ۱، صص ۷۵-۴۷.

رضایی، پرویز و استاد ملکرودی، پروانه (۱۳۸۹). محدودیت‌های ژئوموفولوژیکی توسعه فیزیکی شهر رودبار، جغرافیای طبیعی شماره ۷، صص ۵۲-۴۱.

سرور، هوشنگ؛ خیری‌زاده آروق، منصور و لاله‌پرور، منیژه (۱۳۹۳). نقش عوامل محیطی در امکان‌سنجی توسعه فیزیکی بهینه شهر ملکان، پژوهش و برنامه‌ریزی شهری شماره ۱۸، صص ۱۱۴-۹۵.

شایان، سیاوش؛ پرهیزگار، اکبر و سلیمانی شیری، مرتضی (۱۳۸۸). تحلیل امکانات و محدودیت‌های ژئومورفولوژیک در انتخاب محورهای توسعه شهری، مدرس علوم انسانی دوره ۱۳، شماره ۳، صص ۵۳-۳۱.

شریفی کیا، محمد؛ معتمدی نیا، منیره و شایان، سیاوش (۱۳۸۹). تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفولوژیکی ناشی از توسعه فیزیکی شهر ماهنشان، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی شماره ۱۶، صص ۱۲۶- ۱۰۵.

صدوق ونینی، سید حسن؛ توکلی‌نیا، جمیله و زارعی، امید (۱۳۸۸). پهنه‌بندی زمین برای توسعه فیزیکی شهر شیراز با استفاده از GIS و AHP، سپهر، شماره ۷۲، صص ۳۹- ۳۲.

طاهری، غلامرضا (۱۳۸۱). ارزیابی الگوی توسعه فیزیکی شهر رامشیر و ارائه الگوی مناسب آن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

عزیزپور، ملکه (۱۳۷۵). توان‌سنجی محیط طبیعی و توسعه فیزیکی شهر، مطالعه موردی: شهر تبریز. رساله دکتری جغرافیای انسانی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

علمی‌زاده، هیوا (۱۳۸۸). کاربرد ژئومورفولوژی در توسعه و محدودیت شهر کرج، سپهر شماره ۷۱، صص ۶۷- ۶۳.

قرخلو، مهدی و همکاران (۱۳۹۰). مکان‌یابی مناطق بهینه توسعه فیزیکی شهر بابلسر بر مبنای شاخص‌های طبیعی، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۳، صص ۱۲۲-۹۹.

قنبری، عبدالرسول؛ موغلی، مرضیه و آبی، یوسف (۱۳۸۹). عوامل ژئومورفولوژیکی بازدارنده در آمایش فضایی شهر لار، جغرافیای طبیعی، شماره ۹، صص ۶۲-۴۳.

کرم، امیر و محمدی، اعظم (۱۳۸۸). ارزیابی و پهنه‌بندی تناسب زمین برای توسعه فیزیکی شهر کرج و اراضی پیرامونی بر پایه فاکتورهای طبیعی و روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، جغرافیای طبیعی، شماره ۴، صص ۷۴- ۵۹.

کرمی، فریبا و رستم زاده، هاشم (۱۳۸۵). بررسی عوامل موثر در شور شدن اراضی دشت سراب، منابع طبیعی ایران شماره ۲، صص ۳۲۹- ۳۱۵.

نظریان، اصغر؛ کریمی، ببراز و روشنی، احمد (۱۳۸۸). ارزیابی توسعه فیزیکی شهر شیراز با تأکید بر عوامل طبیعی، چشم انداز زاگرس، شماره ۱، صص ۱۸-۵.

Abdel-Meghid, A.A. (1998) Geotechnical and environmental hazards in desert new cities: a Case study of El Minia El Gedida site, Egypt. Natural Hazards 17: 47-67.

Berhane, G., Walraevens, K. (2012) Geological and geotechnical constraints for urban planning and natural environment protection: a case study from Mekelle City, Northern Ethiopia. Environmental Earth Sciences, 69: 783-798.

Guha, A., Vinod Kumar, K., Lesslie, A. (2009) Satellite-based geomorphological mapping for urban planning and development- a case study for Korba city, Chattisgarh. Current Science 12: 1760- 1765.

Hall, T. (2006) Urban Geography. Routledge Pub. London.

Jose Afonso, M., et al. (2006) Urban hydrogeomorphology and geology of the Porto metropolitan area (NW Portugal). IAGE, NO. 92.

Kardan Moghaddam, H., Khashei siuki, A., Dehghani, M., Rahimizadeh kivi, Z. (2013) Efficiency Assessment of Fuzzy logic membership models for evaluation SCS rainfall-runoff (Acase study Kameh river watershed). International Journal of Farming and Allied Sciences 2 (S2): 1384-1389.

Lakshminarayan, S. (2010) Urban geomorphic hazards: some examples from Kolkata. 4th Session of the IAG Working Hazards (IAGEOMHAZ)-Abstracts, p 66.

Parvaneh, M., Hajipour, K., Hosseinpour, M. (2016) Assessing impact of industrialization on urban expansion in surrounding cities (case study: Assalouyeh, Iran). Applied Sciences, 16: 167-177.

Qiu, F., Chastain, B., Zhou, Y., Zhang, C., Sridharan, H. (2014) Modeling land suitability/capability using fuzzy evaluation. GeoJournal 79:167–182.

Rahimi. D., Mokarram. M. (2012) Assessing the groundwater quality by applying fuzzy logic in GIS environment- A case study in Southwest Iran. International Journal of Environmental Sciences 2 (3): 1798-1806.

Sheng, J., Qing, G., Chun-yu, W., Bei, L., Xiao-dong, L., Guang-ming, Z., Zhong-xing, Y., Jie, L. (2012) Ecological suitability evaluation for urban growth boundary in red soil hilly areas based on fuzzy theory. Journal of Central South University 19: 1364−1369.