مدیریت مخاطرات محیطی (دانش مخاطرات سابق)/ دورهٔ ۴، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۶/ ص ۴۳۶-۴۱۹

مکان‌گزینی جهات مناسب توسعهٔ شهری کامیاران با رویکرد مخاطره‌شناسی مبتنی بر اعمال مناطق ممنوع ژئومورفولوژیکی

ممند سالاری*
استادیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه کردستان
هادی نیری
استادیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه کردستان
خبات امانی
کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه تهران
حمید گنجائیان
دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت۱۳۹۶/۱۱/۱۴ – تاریخ پذیرش ۱۳۹۶/۱۲/۲۵)

چکیده

فعالیت‌های بدون برنامهٔ انسان در محیط، مخاطرات و خسارات مختلفی در پی دارد که هرکدام از این مخاطرات، جنبه‌های اجتماعی متعددی دارند که می‌توان آثار و عواقب فاجعه‌آمیز آنها را به‌کمک برنامه‌ریزی‌های قبلی و آمادگی برای اقدامات اضطراری کاهش داد. پژوهش حاضر توسعهٔ شهری کامیاران را با رویکرد محیطی و مخاطره‌شناسی مبتنی بر اعمال مناطق ممنوع ژئومورفولوژیکی بررسی می‌کند. با این هدف و در رویکردی سیستمی، متغیرهای محیطی شامل پارامترهای زمین‌شناسی (لیتولوژی و گسل)، پارامترهای مورفولوژیک (شیب، جهت شیب و ارتفاع)، پارامترهای هیدرومورفولوژیک (رودخانه) و پارامترهای انسانی (کاربری اراضی و فاصله از نقاط شهری و جمعیتی) در محدودهٔ مطالعاتی بررسی شده و برمبنای استانداردهای موجود و نیز شرایط منطقهٔ مطالعاتی، مناطق ممنوع مشخص شدند. در مرحلهٔ بعد، نواحی و پهنه‌های باقی‌ماندهٔ محدودهٔ مطالعاتی با استفاده از مدل‌های منطق فازی و ANP به رده‌های مناسب و بسیار مناسب طبقه‌بندی شدند. نتایج نشان داد که ۶۱/۴ کیلومتر مربع معادل ۳۷/۵ درصد از محدودهٔ مطالعاتی با توجه به استانداردها و شرایط موجود، منطقهٔ ممنوع است که اغلب منطبق بر قسمت‌های شمالی و شمال شرقی کامیاران است. از کل مساحت مورد بررسی نیز ۲۶/۵ درصد در پهنهٔ مناطق بسیار مناسب قرار دارد که بیشتر در قسمت جنوب غربی قرار دارد و بنابراین با توجه به مساحت کنونی شهر کامیاران، قسمت جنوب غربی پهنهٔ شهری، فضای بهینهٔ توسعه را برای چند سال آینده مبتنی بر حرکت در مسیر کم‌خطر در اختیار دارد. به‌عنوان نتیجهٔ نهایی می‌توان گفت که پژوهش حاضر مبتنی بر اعمال مناطق ممنوع و نگرش سیستمی آن زمینه‌ای برای مدیریت فضایی کارای توسعه‌های سکونتگاهی و به‌ویژه شهری و پیراشهری است.

واژه‌های کلیدی: ژئومورفولوژی، توسعهٔ شهری، کامیاران، مناطق ممنوع.

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۱۶۷۳۶۲۲ Email: m.salari@uok.ac.ir

مقدمه

محل استقرار سکونتگاه‌ها و دیگر تأسیساتی که انسان ایجاد می‌کند، کاملاً تحت تأثیر عوامل محیطی و به‌ویژه ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی است [۶]. استقرار و رشد شهرها بدون توجه به قابلیت‌های زمین و استعدادهای آن اثرهای مخرب و زیان‌بار فراوانی دارد و موجب افزایش چندبرابری خسارات جانی و مالی در مواقع بحرانی می‌شود. در کشورهای در حال توسعه، شهرنشینی همراه با توسعهٔ اقتصادی سریع سبب مشکلات توسعه‌ای می‌شود که یکی از این مشکلات افزایش بلایای ژئومورفولوژیکی است [۱۷]. مخاطرات ژئومورفولوژی علاوه‌بر اجزای تشکیل‌دهنده‌ای که علوم طبیعی به آن می‌پردازد، جنبه‌های اجتماعی قدرتمندی نیز دارند که از وقوع آنها نمی‌توان جلوگیری کرد، ولی می‌توان آثار و عواقب فاجعه‌آمیز آنها را به‌کمک برنامه‌ریزی‌های قبلی و آمادگی برای اقدامات اضطراری کاهش داد [۱۳]. در این زمینه، با توجه به آنکه احتمال خطر ناشی از مصیبت و بلایا در کشورهای کمترتوسعه‌یافته سه تا چهاربرابر کشورهای توسعه‌یافته و ثروتمند است [۲]، نگاه مدیریتی و مخاطره‌شناسی در پهنه‌های محیطی سکونتگاهی و به‌ویژه شهری ضرورت دارد. با این اوصاف، کاربرد و نقش ژئومورفولوژی در توسعهٔ پایدار شهری از طریق پژوهش‌های زیربنایی مورد نیاز پروژه‌های شهری و نیز آگاهی و استانداردسازی محیطی برای برنامه‌ریزان شهری و سیاستگذاران آشکار است [۱۲]. به‌صورت موردی، تأثیر پدیده‌های ژئومورفولوژیکی بر یک شهر را می‌توان در مکان‌یابی، مکان‌گزینی و تکامل شهر، گسترش فیزیکی و تعیین جهات گسترش شهر، مورفولوژی شهر و نیز ساخت‌وسازهای شهری طبقه‌بندی کرد [۳]؛ بنابراین لزوم مطالعات اولیه برای استقرار شهرها و سکونتگاه‌های انسانی بیش از پیش احساس می‌شود و ایجاد برنامه‌های مدون متناسب با محیط و اعمال آنها در تصمیم‌گیری‌ها در مقیاس‌های مختلف، ضروری به‌نظر می‌رسد.

با توجه به آنکه از دیدگاه مخاطره‌شناسی و مدیریتی، بیشتر خسارت‌ها ناشی از جایگزینی و مکان‌یابی نادرست ساختمان‌ها و بناهاست، اهمیت و ضرورت شناخت ویژگی‌های محیط‌های طبیعی به‌منظور تمییز و تشخیص نقاط مناسب برای ایجاد بناها و ساختمان‌ها از مناطق نامساعد معلوم می‌شود. برای شناخت بیشتر ویژگی‌های محیط طبیعی، مطالعهٔ ژئومورفولوژی نیاز است. در سایهٔ کسب این‌گونه آگاهی می‌توان قدم‌های مؤثری برای انتخاب مناسب‌ترین مکان به‌منظور گسترش شهرها برداشت و برای جلوگیری از خطر پدیده‌های طبیعی یا مقابله با آنها اقدامی جدی صورت داد [۱۳].

شهرنشینی شتابان و حرکت به‌طرف شهری شدن در جهان با انفجار جمعیت و گسترش ابعاد و تنوع الگوی توسعهٔ شهرها همسو شده است [۱۵]. این افزایش جمعیت در ایران در طی چند دههٔ گذشته با توان تجهیز فضاهای شهری و گسترش زیرساخت‌ها متناسب نبوده و مشکلاتی همچون گرانی مسکن، بیکاری و اسکان غیررسمی را به شدیدترین شکل ممکن در سیمای ظاهری شهرها به‌وجود آورده است [۷]. می‌توان گفت با توجه به آنکه امروزه تخصص اصیل شهرسازی فکورانه کمرنگ شده است و بسیاری از تفکرهای مبنایی در شهرسازی بی‌اثر شده‌اند [۱۲]، شناخت کاربری اراضی، شناخت تغییرات گذشته و نیز درک آیندهٔ آن تأثیر مهمی در مدیریت پایدار منابع دارد و می‌تواند بسیاری از خسارت‌های واردشده به انسان در بلایای مختلف را کاهش دهد و هزینه‌های اقتصادی را توجیه کند.

بر این اساس، در زمینهٔ مکان‌گزینی شهرها با استفاده از پارامترهای مختلف طبیعی و انسانی مطالعات زیادی دربارهٔ بسیاری از شهرهای داخل و خارج کشور صورت گرفته است و به‌ویژه در سال‌های اخیر به‌دلیل اهمیت موضوع و درک آن و نیز ضرورت موجود، پژوهش‌های این‌چنینی روندی صعودی یافته‌اند.

دِوندرا و شانکار [۱۹] به مکان‌یابی مناسب برای احداث نیروگاه حرارتی در هندوستان، براساس ملاحظات اجتماعی، فنی، اقتصادی، محیطی و سیاسی شناخته‌شده، با استفاده از مدل‌های STEEP-FUZZY AHP-TOPSIS پرداختند و متناسب با معیارهای مورد بحث، مناسب‌ترین محدوده را برای احداث آن در نظر گرفتند. گیبریل و همکاران [۲۰] برای شبیه‌سازی کاربری اراضی از مدل تلفیقی CLUE-s و VFHM در بخشی از چین استفاده کردند. از مدل VFHM با توجه به تقاضای انواع کاربری اراضی برای طراحی سناریوها استفاده شد؛ سپس با استفاده از مدل CLUE-s تخصیص مکانی صورت گرفت و کاربری اراضی برای آینده شبیه‌سازی شد.

هان و جیا [۲۱] به بررسی تغییرات کالبدی شهری و توسعهٔ شهری در فوشان چین پرداختند و با استفاده از الگوی توسعهٔ آن در ۲۰ سال گذشته، روند تغییرات آن را با استفاده از ویژگی‌ها و پارامترهای محیطی برای سال ۲۰۲۵ مشخص کردند و در نهایت الگوی شهری مورد نظر خود را معرفی کردند و اذعان داشتند که برنامه‌ریزی برمبنای آن موجب حفظ ویژگی‌های زیست‌محیطی در آینده می‌شود.

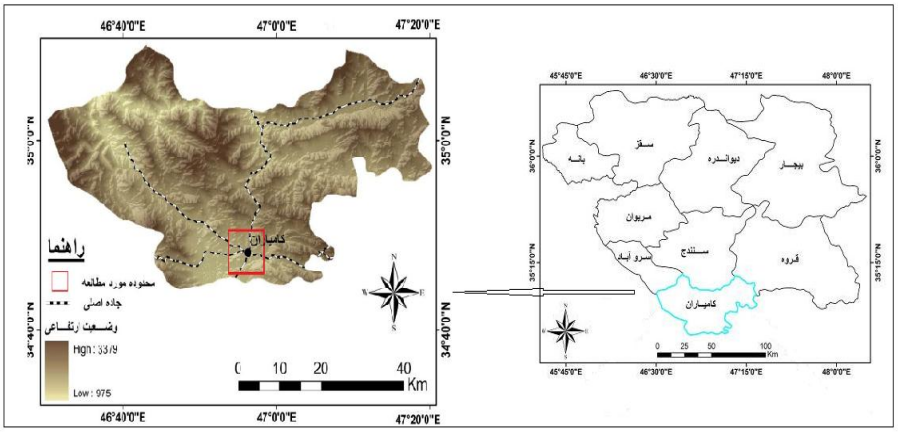
ملکی و همکاران [۱۳] به بررسی تنگناهای ژئومورفولوژیک توسعهٔ کالبدی شهر جوانرود با استفاده از مدل منطق فازی پرداختند و دریافتند که توسعهٔ شهری در دورهٔ نخست، بیشترین تأثیر را بر عوارض ژئومورفولوژیکی داشته است. همچنین در راستای توسعهٔ آتی شهر، مناسب‌ترین مکان‌ها اغلب در محدودهٔ شمال غربی شهر با مساحتی برابر ۱/۳۴ درصد کل

منطقه است کـه پراکندگی فضایی این اراضی نشان می‌دهد بیشتر منطقه دارای تناسب بسـیار اندکی بـرای توسـعهٔ شـهر است. پورطاهری و همکاران [۴] به ارزیابی میزان روایـی روش‌هـای تصمیم‌گیری چندشاخصـه در تعیـین پهنـه‌هـای مناسـب توسـعهٔ شـهری شهرسـتان آذرشـهر پرداختند و دریافتند که روش تحلیل سلسله‌مراتبی با بیشترین مقادیر نسبت به سـایر روش‌هـا بهینه‌ترین مدل با موضوع مورد بحث در منطقهٔ تحقیق است؛ زیرا هم ضریب کاپـای آن ۸۳/۱۴ درصد نسبت به دیگر روش‌ها بود و هم در این روش اهمیت گزینه‌های احتمالی هم مـورد نظـر است. در پژوهشی دیگر، ولدی و همکاران [۱۶]، با استفاده از متغیرهـای طبیعـی نظیـر شـیب، سطح ایستایی آب، مقاومت لیتولـوژی و فاصـله از گسـل بـه تحلیـل و پهنـه‌بنـدی مخـاطرات مورفوتکتونیک شهرستان کامیاران پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که از نظر تکتـونیکی، بیشترین خطر نسبی منطقه در محدودهٔ شمال، شمال شرق و جنـوب غـرب اسـت. بررسـی‌هـا بیانگر آن است که مطالعات متعدد دیگری در این زمینه توسط محققـانی همچـون موهاپـاترا و همکاران [۲۳]، دل‌مونته و همکـاران [۱۸]، رینـارد و همکـاران [۲۴] و شـکور و همکـاران [۸] صورت گرفته که دال بر اهمیت موضوع و جایگاه آن است.

بر این مبنا، در این پژوهش با دیـدگاه سیسـتمی- محیطـی و بـا ایـن تفکـر کـه مطالعـات ژئومورفولوژیکی شهری زمینه‌ساز شناسایی و نیز مدیریت محیط و کاهش خطرند، به ارزیـابی و مکان‌گزینی فضـاها و جهـات مناسـب توسـعهٔ شـهری کامیـاران بـا نگـرش ژئومورفولـوژیکی و مخاطره‌شناسی جدید مبتنی بر اعمال مناطق ممنوع ژئومورفولوژیکی و نیز مؤلفه‌های تأثیرگذار به‌صورت سیستمی پرداخته شده است.

محدودهٔ تحقیق

محدودهٔ مطالعاتی شهرستان کامیاران است که از شمال به شهرستان سنندج، از شمال شرق به قروه، از شرق به سنقر، از جنوب به کرمانشاه، از جنوب غرب به جـوانرود، از غـرب بـه پـاوه و از شمال غرب به سروآباد محدود مـی‌شـود (شـکل۱). کامیـاران جنـوبی‌تـرین شهرسـتان اسـتان کردستان است، به‌گونه‌ای که بر روی گسل مروارید قرار گرفته و حصاری از کوهستان‌های شاهو و بیستون اطراف آن قرار دارنـد. در تحقیـق حاضـر محـدودهٔ شـهری کامیـاران براسـاس نظـر کارشناسان تا شعاع حدود ۵ کیلومتر بررسی شد.



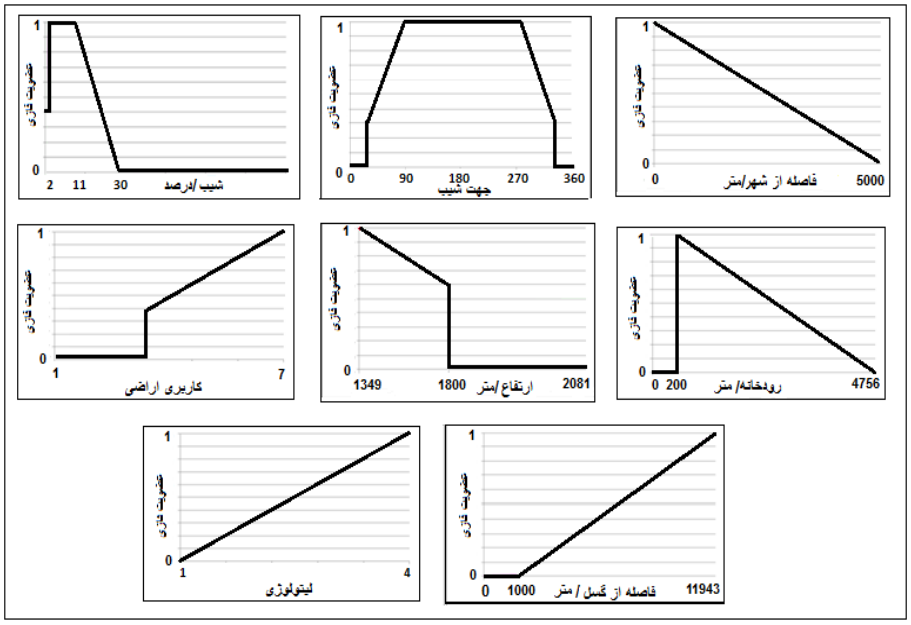
شکل ۱. موقعیت منطقهٔ تحقیق

روش تحقیق و تحلیل

تحقیق حاضر با دیدگاه مدیریتی و مخاطره‌شناسی و با هدف مکان‌گزینی مناطق مستعد توسعهٔ شهری با استفاده از روش مناطق ممنوع است. برای این منظور از مطالعات کتابخانه‌ای و تئوریک همراه با روش‌های خاص در محیط نرم‌افزاری و نیز مباحث کارشناسی استفاده شده است. برای انتخاب مناطق مستعد و متناسب با اهداف مورد نظر، هشت معیار و پارامتر محیطی مؤثر شامل ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، کاربری اراضی، لیتولوژی، فاصله از گسل و نقاط شهری در نظر گرفته شد.

ابتدا لایه‌های اطلاعاتی تهیه شد و سپس برای هر کدام از لایه‌ها براساس نظر کارشناسان، مناطقی که امکان توسعهٔ شهری ندارند یا برنامه‌ریزی در این زمینه با مشکلات و خطرهایی مواجه می‌شود، در طبقهٔ مناطق ممنوع قرار گرفتند. در واقع با این کار تمامی مناطق نامناسب از پهنه‌بندی خارج می‌شوند و در طبقهٔ مناطق ممنوع قرار می‌گیرند. پس از به‌دست آمدن لایهٔ مناطق ممنوع، سایر مناطق محدودهٔ مطالعاتی که خارج مناطق از ممنوع‌اند، برای اهداف توسعهٔ شهری براساس معیارهای مورد نظر پهنه‌بندی شدند و با توجه به اینکه مناطق نامناسب حذف شدند، این مناطق در بین وضعیت بسیار مناسب تا مناسب قرار گرفتند. برای این کار از دو مدل منطق فازی و ANP استفاده شد. ابتدا لایه‌های اطلاعاتی تهیه شد و به‌صورت فازی‌شده و مقایسه‌پذیر درآمد و برای هر یک از لایه‌های اطلاعاتی که از ابتدا در قالب رستر تعریف شدند، براساس مطالعات میدانی و نظر کارشناسی و شناخت روابط و معیارها، تابع فازی تعریف شد [۲۲]؛ سپس با استفاده از مدل ANP ارزش هر کدام از لایه‌ها محاسبه شد. در نهایت هر کدام

از لایه‌ها در نرم‌افزار ARC GIS با استفاده از دستور Raster calculator در وزن به‌دست‌آمده از طریق مدل ANP ضرب شده و با استفاده از منطق فازی این لایه‌های اطلاعاتی در محدودهٔ خارج از مناطق ممنوع با هم تلفیق شدند. برای تعدیل حساسیت خیلی زیاد عملگر فازی ضرب و همچنین حساسیت خیلی کم فازی جمع، از عملگر فازی گاما استفاده شد. در نهایت پس از همپوشانی، نقشهٔ مناطق مستعد توسعهٔ شهری و همچنین مناطق ممنوع در محدودهٔ تحقیق به‌دست آمد که با توجه به روش‌های به‌کار گرفته‌شده و نیز اعمال متغیرهای محیطی مؤثر به‌صورت سیستمی و جامع در این تحقیق، برخلاف دیگر پهنه‌بندی‌ها، مناطق قرارگرفته در طبقات مناسب، از نظر تمامی معیارهای موجود و تأثیرگذار، حداقل امتیازهای لازم را دارند.



شکل ۲. تابع عضویت فازی لایه‌های اطلاعاتی

بحث

با توجه به ماهیت پژوهش که با دید سیستمی- فضایی خود به دنبال مکان‌یابی و شناسایی جهات بهینهٔ توسعه با کمترین احتمال خطر است، در مرحلهٔ اول پارامترهای محیطی مؤثر در بررسی مناطق مساعد توسعهٔ شهری کامیاران شامل هشت پارامتر (ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، کاربری اراضی، لیتولوژی، فاصله از گسل و نقاط شهری) به‌عنوان لایه‌های

اطلاعاتی مؤثر واکاوی شد و در مرحلهٔ بعد مناطق ممنوع براساس نوع پارامترهای موجود و اهداف تحقیق به‌عنوان مناطق با احتمال خطر زیاد مشخص شده و سپس با به‌کارگیری روش‌های ارزیابی و پهنه‌بندی نقشهٔ نهایی تهیه شد.

واکاوی عوامل مؤثر در مکان‌یابی مناطق مستعد توسعهٔ شهری در منطقهٔ مطالعاتی

مجموعه پارامترهای هشت‌گانهٔ مؤثر در این پژوهش را می‌توان در کل به‌عنوان پارامترهای محیطی و به‌صورت موردی نیز در قالب پارامترهای زمین‌شناسی (لیتولوژی و گسل)، پارامترهای ژئومورفولوژیک (شیب، جهت شیب، ارتفاع)، پارامترهای هیدروژئومورفولوژیک (رودخانه) و در نهایت پارامترهای انسانی (کاربری اراضی و فاصله از نقاط شهری) در نظر گرفت. با توجه به اهداف پژوهش، برای هر یک از این پارامترهای مؤثر نقشهٔ طبقاتی و پهنه‌ای آن در سطح محدودهٔ مطالعاتی تهیه شد تا واقعیت موجود محدودهٔ مطالعاتی در مسیر توسعهٔ شهری و سکونتگاهی مشخص شود.

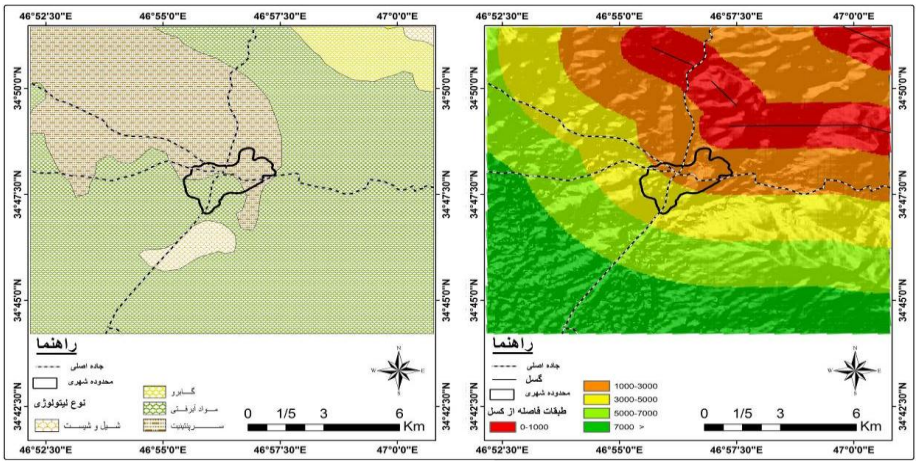
پارامترهای زمین‌شناسی (لیتولوژی و گسل)

نتایج بررسی این پارامترها به‌ترتیب نشان داد که مطابق نقشهٔ لیتولوژی، رسوبات آبرفتی و جوان بخش زیادی از محدوده را دربرگرفته‌اند و با توجه به هدف پژوهش که مکان‌یابی مناطق مستعد برای اهداف توسعهٔ شهری است، سازندهای مقاوم ارزش و اهمیت بیشتری دارند. همچنین نقشهٔ طبقاتی تکتونیک فعال و گسلی منطقه، بیان‌کنندهٔ این است که خطوط گسلی در جهت شمال غرب- جنوب شرق، شمال شرق محدوده را احاطه کرده‌اند و با توجه به اینکه از نوع گسل‌های فعال‌اند، این مناطق برای اهداف مورد نظر کاملاً نامناسب‌اند (شکل ۳).

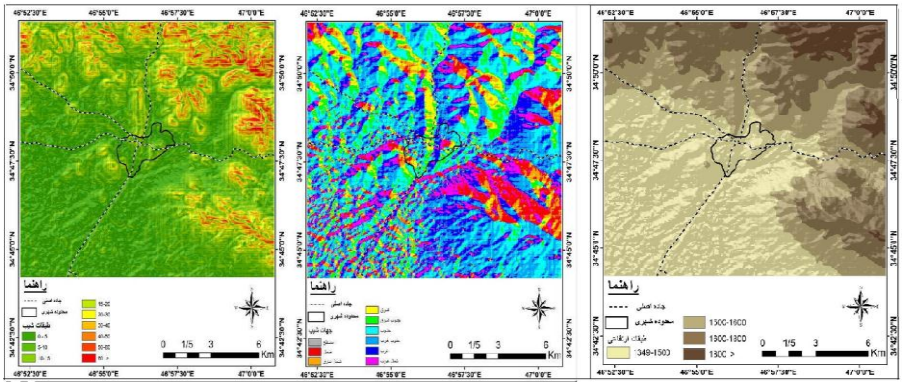
پارامترهای ژئومورفولوژیکی (شیب، جهت شیب و ارتفاع)

شیب عامل مهمی در برنامه‌ریزی منطقه‌ای است. مؤلفهٔ شیب در ارتباط با پارامترهای دیگر، زمینه‌ساز ارزیابی و برنامه‌ریزی آسان‌تر استفاده از سرزمین است [۱۱]. نقشهٔ طبقات شیب محدودهٔ مطالعاتی نشان داد که قرارگیری مناطق شمالی و شرقی محدودهٔ شهری کامیاران روی ارتفاعات سبب شده تا سطوح پرشیب بخش زیادی از این محدوده را احاطه کنند؛ از این‌رو، این مناطق برای اهداف مورد نظر، نامناسب و ممنوع تلقی می‌شوند (شکل۴- ب). در کنار شیب، جهت شیب نیز اهمیت زیادی در مکان‌گزینی‌ها دارد. با توجه به قرارگیری شهر کامیاران در یک منطقهٔ کوهستانی و ارتفاع زیاد، جهات آفتابگیر تناسب بیشتری با اهداف مورد نظر دارند؛ بنابراین دامنه‌های رو به جنوب، ارزش بیشتری دارند (شکل ۴). پارامتر ارتفاع، عامل مستقلی است که تأثیر مهمی بر عوامل اقلیمی نظیر دما، بارش و تبخیر دارد و با توجه به ارتباط نزدیک

با واحدهای ژئومورفولوژیکی به‌صورت مستقیم می‌تواند بر استقرار سکونتگاه نیز تأثیرگذار باشد و بر این اساس، یکی از پارامترهای مؤثر در نظر گرفته شده است. نقشهٔ طبقات ارتفاعی محدودهٔ مطالعاتی نشان داد که بخش زیادی از محدودهٔ تحقیق که منطبق بر حاشیهٔ نزدیک محدودهٔ شهری است، ارتفاعی کمتر از ۱۵۰۰ متر دارد (شکل۴).



شکل۳. نقشهٔ پارامترهای زمین‌شناسی محدودهٔ مطالعاتی



شکل ۴- الف. نقشهٔ پارامترهای مورفولوژیک و توپوگرافیک محدودهٔ مطالعاتی

شکل ۴- ب. توپوگرافی شمال شرقی کامیاران و محدودیت توسعهٔ سکونتگاهی

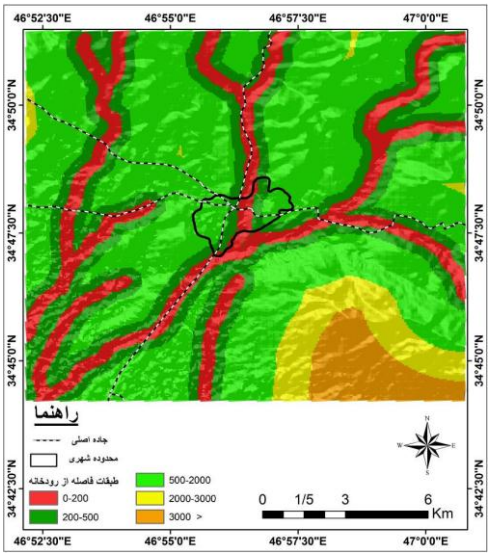
پارامتر هیدروژئومورفولوژیکی (رودخانه)

جریان‌های سطحی و به بیانی رودخانه‌ها از عوامل هیدروژئومورفولوژیکی و از مهم‌ترین عوامل جذب جمعیت و توسعهٔ شهری محسوب می‌شوند. در زمینهٔ نظام برنامه‌ریزی و مکان‌گزینی جهات توسعهٔ شهری، یکی از مهم‌ترین فاکتورها که باید لحاظ شود، رعایت حریم رودخانه است. در پژوهش حاضر با توجه به دیدگاه مخاطره‌شناسی موجود در سازوکار جریان‌های سطحی و از طرفی گرایش مردم به توسعه در این واحد ژئومورفولوژیکی، بر اساس شناخت از منطقه و نیز دوره‌های بازگشت موجود، حریم ۲۰۰ متری در نظر گرفته شد و سپس مناطق حاشیهٔ رودخانه برحسب فاصله از رودخانه طبقه‌بندی شد (شکل۵).

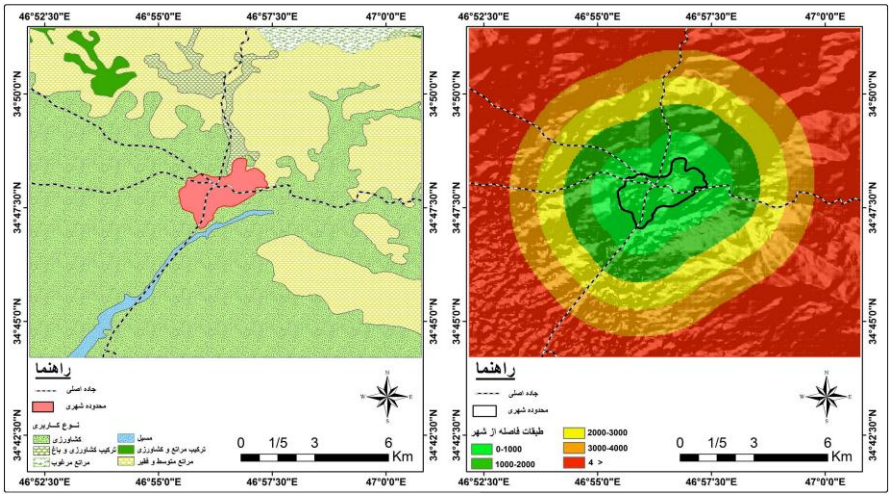
پارامترهای انسانی (کاربری اراضی و فاصله از نقاط جمعیتی و شهری)

در ارزیابی و تحلیل‌های محیطی، در کنار پارامترهای طبیعی همچون شاخص‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی، پارامترهای انسانی نیز اهمیت دارند؛ در همین زمینه، پارامترهای انسانی کاربری اراضی و فاصله از نقاط شهری و جمعیتی نیز در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه گسترش شهری و تغییرات الگوهای کاربری زمین سبب تأثیرات گستردهٔ اجتماعی و زیست‌محیطی می‌شود، در برنامه‌ریزی‌های شهری نوع کاربری اراضی، از عوامل مؤثر در برنامه‌ریزی محسوب می‌شود و برنامه‌ریزی‌ها باید منطبق بر نوع کاربری اراضی صورت گیرد. عامل انسانی دیگر، فاصله از نقاط شهری است. با توجه به نقش و اهمیت عامل دسترسی در مکان‌گزینی‌ها، بهترین مکان‌ها برای توسعهٔ سکونتگاه‌ها، مناطقی‌اند که افزون‌بر سایر شرایط به محدودهٔ کنونی شهرها نزدیک باشند

(شکل۶). در نقشهٔ طبقات پارامترهای انسانی به‌منظور نشان دادن وضعیت فاصلهٔ محدودهٔ مورد مطالعه از محدودهٔ شهری، محدودهٔ مطالعاتی به پنج طبقه تقسیم شده است؛ مناطق نزدیک به محدودهٔ شهری با توجه به موارد یادشده امتیاز بیشتری دارند.



شکل ۵. نقشهٔ طبقاتی فاصله از رودخانه



شکل۶. نقشهٔ طبقاتی پارامترهای انسانی

اعمال مناطق ممنوع

به‌منظور پهنه‌بندی و مکان‌گزینی مناطق مستعد توسعهٔ شهری، پس از تهیهٔ لایه‌های اطلاعاتی اقدام به فازی‌سازی لایه‌ها و اعمال مناطق ممنوع شد. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر، هدف استفاده از مناطق ممنوع و اعمال این مناطق در مکان‌گزینی جهت اهداف مورد نظر است، ابتدا مناطق ممنوع براساس پارامترهای مورد مطالعه مشخص شد و سپس عمل فازی‌سازی صورت گرفته است. مناطق خطرآفرین در مناطق مختلف ممکن است متفاوت باشد [۱۲]؛ در واقع با توجه وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه و دیگر شرایط حاکم می‌توان مناطق ممنوع را مشخص کرد. در تحقیق با توجه به منابع مورد استفاده، وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه و نظر کارشناسان مربوط مناطق ممنوع مشخص شده است (جدول ۱).

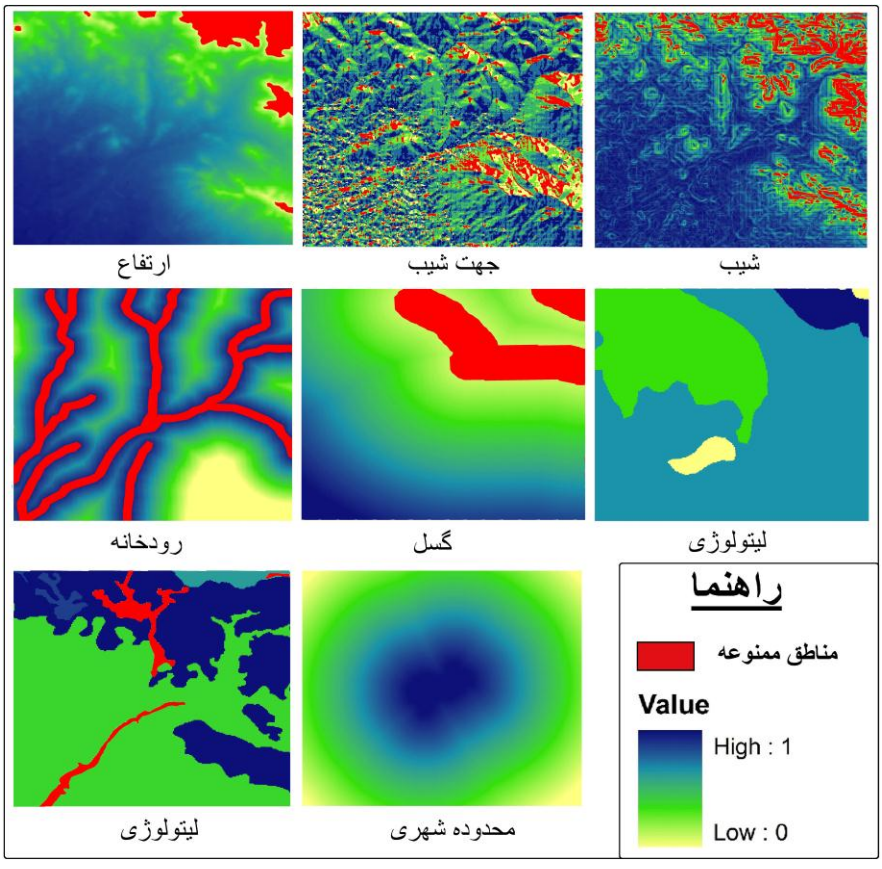
جدول ۱. مناطق ممنوع ژئومورفولوژیکی برای اهداف توسعهٔ شهری

ردیف	معیار	مناطق ممنوع	منابع استفاده‌شده
۱	شیب	شیب بیش از ۳۰ درصد	یکی از موارد استفاده از این معیارها استناد به منابع
۲	جهت شیب	جهات رو به شمال	است که پاره‌ای از آنها عبارت است از مقالهٔ عابدینی
۳	ارتفاع	ارتفاع بالاتر از ۱۸۰۰ متر	[۹] شهر اراک، میرکتولی همکاران [۱۴] شهر
۴	کاربری اراضی	مسیل‌ها	گرگان، رضایی مقدم و خیری‌زاده [۵] شهر ملکان،
۵	گسل	حریم ۱۰۰۰ متر	قدیری معصوم و همکاران [۱۰] شهر تربت‌جام و
۶	رودخانه	حریم ۲۰۰ متر	اسفندیاری و همکاران [۱] شهر اراک

مطابق جدول ۱ بخش عمده‌ای از مناطق شمالی محدوده که شیب بیش از ۳۰ درصد و ارتفاع بیش از ۱۸۰۰ متر دارند، در مناطق ممنوع واقع‌اند. برای معیار گسل و رودخانه نیز حریم‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰ متر در نظر گرفته شده است؛ همچنین جهات رو به شمال و مسیل‌ها نیز در مناطق ممنوع قرار دارند. پس از مشخص کردن مناطق ممنوع، این مناطق روی نقشهٔ نهایی اعمال شده است. هدف از اعمال مناطق ممنوع این است که مناطق مذکور در پهنه‌بندی در طبقات مناسب قرار نگیرند و مکان‌گزینی خارج از این مناطق صورت گیرد. با این روند، در واقع زمینهٔ احتمال خطر که در نواحی نامناسب و با دخالت عوامل انسانی و به‌ویژه مسائل توسعهٔ شهری بسیار فزونی می‌یابد، خیلی کم می‌شود و بر مبنای اعمال مناطق ممنوع، زمینهٔ مدیریت مخاطرات آسان‌تر فراهم می‌آید.

فازی‌سازی و وزن‌دهی به لایه‌ها

پس از تهیهٔ لایه‌های اطلاعاتی و اعمال مناطق ممنوع، فازی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی صورت گرفت و سپس با استفاده از مدل ANP وزن نهایی هر کدام از لایه‌ها محاسبه شد. برای این کار، پس از تشکیل ساختار شبکه‌ای و با توجه به رابطهٔ درونی و بیرونی معیارها، از ماتریس مقایسه‌ای شامل هشت سطر و هشت ستون برای تعیین رابطه و میزان اهمیت هر یک از این معیارها و زیرمعیارها استفاده شد. برای امتیازدهی به معیارها از پرسشنامه و دیدگاه‌های کارشناسان استفاده شد. برای محاسبات از نرم‌افزار Super Decisions استفاده شد و پس از به‌دست آوردن وزن‌های نهایی هر کدام از معیارها (جدول ۱)، در نرم‌افزار Arc GIS بر روی لایه‌های نقشه‌ای اعمال شد.



شکل ۷. فازی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی

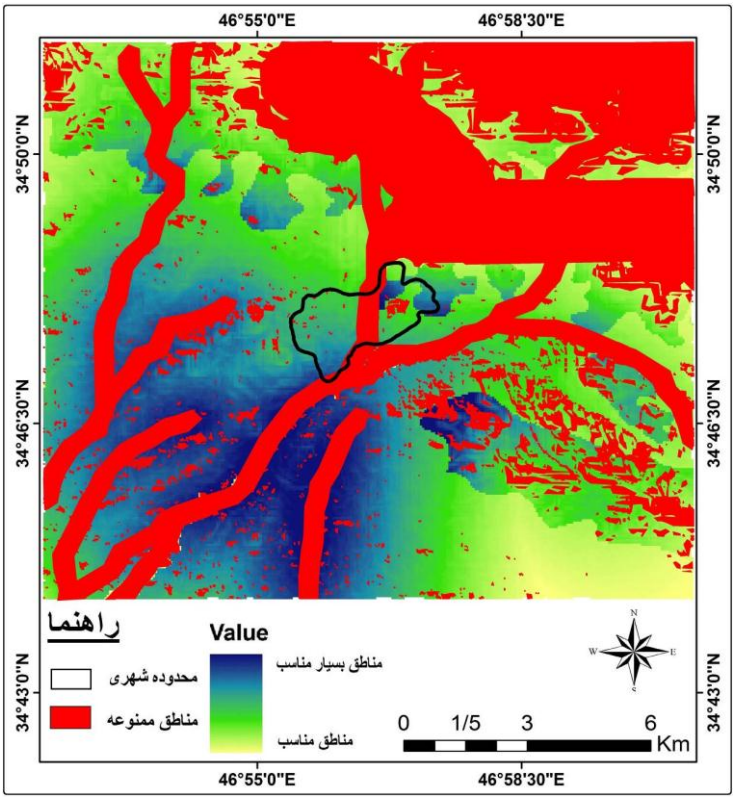
جدول ۲. وزن نهایی لایه‌های اطلاعاتی بر اساس مدل ANP

تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و اعمال مناطق ممنوع

پس از فازی‌سازی و وزن‌دهی لایه‌های اطلاعاتی و همچنین اعمال مناطق ممنوع، لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS و در محدودهٔ مطالعاتی با استفاده از دستور Raster calculator و عملگر گامای فازی تلفیق و ترکیب شدند و در نهایت نقشهٔ مناطق توسعهٔ شهری و سکونتگاهی محدودهٔ مطالعاتی کامیاران حاصل آمد. برای تعدیل حساسیت بسیار زیاد عملگر فازی ضرب و همچنین حساسیت خیلی کم فازی جمع، از عملگر فازی گاما استفاده شد (رابطهٔ ۱).

$$\mu = (\mu\ fuzzy\ sum)^{y} \times (\mu\ fuzzy\ product)^{1-y} \qquad (۱)$$

برای عملگر گاما، پس از تلفیق و ارزیابی هرکدام در نهایت از گامای ۷/. استفاده شد. از این‌رو پس از همپوشانی لایه‌ها، مناطق مساعد برای اهداف توسعهٔ شهری با نگاه سیستمی و براساس گامای فازی ۰/۷ استخراج شد (شکل ۸).



شکل ۸. نقشهٔ مناطق مستعد توسعهٔ سکونتگاهی محدودهٔ تحقیق

نتیجه‌گیری

این پژوهش با توجه به ماهیت آن که مکان‌گزینی جهات مناسب توسعهٔ سکونتگاهی و شهری در محدودهٔ مطالعاتی کامیاران بود، به شناسایی پهنه‌های مناسب توسعه‌ای سکونتگاهی مبتنی بر اعمال مناطق ممنوع با نگرش سیستمی و در نظر گرفتن بیشترین متغیرهای محیطی پرداخت. در این زمینه، در مرحلهٔ اول مؤلفه‌های محیطی در سطح محدودهٔ مطالعاتی با عنوان پارامترهای مؤثر زمین‌شناسی، ژئومورفولوژیک، هیدروژئومورفولوژیک و انسانی و شامل هشت مورد شناسایی شدند. پس از ارزیابی پارامترهای هشت‌گانهٔ محیطی و شرایط موجود آنها در سطح محدودهٔ کامیاران مشخص شد که از نظر لیتولوژیکی بیشتر محدودهٔ نقشه را رسوبات دوران چهارم پوشانده است و از این نظر مکان‌گزینی شهری در پهنه‌های مختلف شهری تفاوت چندانی ندارد؛ اما چندین خط گسلی در قسمت شمال شرقی محدوده قرار دارد که گسترش

شهر در این جهت را به‌شدت محدود می‌کند. از نظر پارامترهای شیب، جهت شیب و ارتفاع به‌جز تودهٔ کوهستانی شمال شرقی محدوده که ارتفاع بیش‌تر از ۱۸۰۰ متر دارد و شیب دامنه‌های آن بیشتر از ۳۰ درصد است در بقیهٔ قسمت‌های نقشه محدودیت خاصی از این نظر دیده نمی‌شود. جریان‌های سطحی موجود نیز از توده‌های کوهستانی شمال و شمال شرق شهر کامیاران سرچشمه گرفته‌اند و با شیب جنوب و جنوب غربی منطقه را زهکشی می‌کنند و بنابراین در زمینهٔ مخاطراتی همچون سیلاب‌های شهری و نیز آب‌گرفتگی و از طرفی بافت اغلب سست رسوبات موجود در آن، باید رعایت فواصل و حریم‌های ممنوع را در نظر گرفت. با توجه به بررسی متغیرهای محیطی و اعمال مناطق ممنوع می‌توان نتیجه گرفت که مناطق مناسب اغلب در فواصل نزدیک به محدودهٔ شهری، شیب کم، ارتفاع کم، جهات رو به جنوب، با رعایت فاصلهٔ مناسب از حریم رودخانه‌ها و دور از حریم خطوط گسلی قرار گرفته‌اند و مناطق ممنوع که در نقشهٔ نهایی نشان داده شده‌اند، پهنه‌هایی هستند که از نظر محیطی تناسب لازم را برای اهداف توسعهٔ شهری ندارند و هرگونه برنامه‌ریزی در این زمینه با افزایش هزینه و خطر مواجه خواهد بود.

نقشهٔ نهایی مؤید آن است که در قسمت‌های شمال شرقی شهر کامیاران زمینهٔ مناسب برای توسعهٔ شهری وجود ندارد و این منطقه باید به کاربری‌های کم‌تراکم انسانی اختصاص یابد؛ اما در نواحی جنوب غربی، مناسب‌ترین شرایط از نظر محیطی برای گسترش آتی شهر و نیز توسعه‌های پیراشهری فراهم است و به‌جز چند محدودهٔ خطی که رودخانه در آنها جریان دارد، محدودهٔ ممنوعی وجود ندارد.

نتیجهٔ نهایی پژوهش موجود که با هدف زمینه‌های توسعهٔ شهری و پیراشهری کامیاران است، بیانگر آن است که مجموع مساحت و محدودهٔ پژوهش حاضر ۱۶۶ کیلومتر مربع است که ۳۷ درصد آن یعنی ۶۱/۴ کیلومتر مربع در محدودهٔ ممنوع قرار گرفته و از منظر پارامترهای نئوتکتونیکی، لیتولوژیکی، توپوگرافیک و هیدرومورفولوژیک و... به‌نوعی در معرض خطر است. این محدوده، اغلب منطبق بر بخش شمال شرقی پهنه مطالعاتی است (شکل۸). با هدف توسعهٔ شهری و نیز پیراشهری و به‌صورت کلی سکونتگاهی، قسمت جنوب غربی پهنهٔ مطالعاتی، فضا و اراضی بسیار مناسب جهت توسعه‌های مدنظر کامیاران است که ۲۶/۵ درصد کل محدوده است و با توجه به اینکه مساحت کنونی شهر کامیاران حدود ۵ کیلومتر مربع است، می‌توان نتیجه گرفت که این شهر فضای بهینهٔ توسعه را برای چندین سال آینده مبتنی بر حرکت در مسیر کم‌خطر در اختیار دارد (شکل۸). بارزترین ویژگی این پژوهش، تشخیص اولیهٔ مناطق ممنوع توسعهٔ شهری و پیراشهری منطبق بر نگاه سیستمی و ارزیابی تمامی پارامترهای مؤثر است،

به‌گونه‌ای که فرایند پهنه‌بندی را در مراحل بعدی سهولت می‌بخشد؛ زیرا ممکن است یک محدوده از نظر بیشتر پارامترهای مورد بحث قابل قبول باشد، اما از نظر یک عامل در تنگنا قرار داشته باشد که در این حالت نتایج پهنه‌بندی را با مشکل مواجه می‌کند؛ بنابراین می‌توان گفت پژوهش موجود مبتنی بر اعمال مناطق ممنوع و نگرش سیستمی آن زمینه‌ای برای مدیریت فضایی کارای توسعه‌های شهری و پیراشهری است.

منابع

[۱]. اسفندیاری، مهدیه (۱۳۹۲). «بررسی نقش عوامل ژئومورفولوژیک بر توسعهٔ فیزیکی شهر اراک به‌منظور تدوین مدل دادهٔ مفهومی»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.

[۲]. اسمیت، کیت (۱۳۸۲). *مخاطرات محیطی*، ترجمهٔ ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی‌نژاد، تهران: سمت.

[۳]. امانپور، سعید؛ علیزاده، هادی؛ و قراری، حسن (۱۳۹۲). «تحلیلی بر مکان‌یابی جهات بهینهٔ توسعهٔ فیزیکی شهر اردبیل با استفاده از مدل AHP»، *فصلنامهٔ برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، دورهٔ ۳، ش ۱۰، ص ۹۷-۸۳.

[۴]. پورطاهری، مهدی؛ پاشانژاد، احسان؛ و احمدی، حسن (۱۳۹۵). «ارزیابی میزان روایی روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در تعیین پهنه‌های مناسب توسعهٔ شهری (مطالعهٔ موردی شهرستان آذرشهر)»، *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، دورهٔ ۲۰، ش ۱، ص ۲۰-۱.

[۵]. رضایی‌مقدم، محمدحسین؛ و خیری‌زاده آروق، منصور (۱۳۹۳). «شیبه‌سازی فضایی، مخاطرات و محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی توسعهٔ فیزیکی شهر ملکان»، *مدیریت مخاطرات محیطی*، دورهٔ ۱، ش ۱، ص ۲۴-۵.

[۶]. روستایی، شهرام؛ و جباری، ایرج (۱۳۹۱). ژئومورفولوژی مناطق شهری، چ چهارم، تهران: سمت.

[۷]. زیاری، کرامت‌الله (۱۳۸۴). *برنامه‌ریزی شهرهای جدید*، چ ششم، تهران: سمت.

[۸]. شکور، علی؛ شمس‌الدینی، علی؛ و توکلی، لیلا (۱۳۹۵). «نقش عوامل ژئوموفولوژیک در توسعهٔ فیزیکی شهرها با استفاده از نرم‌افزار GIS» (مطالعهٔ موردی: بخش میمند- فارس)، *فصلنامهٔ جغرافیای طبیعی*، دورهٔ ۹، ش ۲، ص ۳۴-۱۷.

[۹]. عابدینی، موسی؛ میرزاخانی، بهاره؛ و عسگری، آتنا (۱۳۹۴). پهنه‌بندی ژئومورفولوژیکی تناسب زمین در شهرستان اراک با استفاده از مدل منطق فازی (با رویکرد توسعهٔ آتی شهر اراک)»، *فصلنامهٔ برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، سال پنجم، ش ۱۸، ص ۷۲-۵۹.

[۱۰]. قدیری معصوم؛ مجتبی، جعفربیگلو، منصور؛ موسوی روزان، سیدمحمد؛ و بخشی، زهرا (۱۳۹۲). «نقش عوامل طبیعی در پراکنش فضایی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان تربت‌جام»، *فصلنامهٔ اقتصاد فضا و توسعهٔ روستایی*، دورهٔ ۲، ش ۴، ص ۵۴-۳۳.

[۱۱]. مخدوم، مجید (۱۳۸۴). *شالودهٔ آمایش سرزمین*، چ ششم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

[۱۲]. مقیمی، ابراهیم (۱۳۸۷). *ژئومورفولوژی شهری*، چ دوم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

[۱۳]. ملکی، امجد؛ دهساری، مهین؛ و رضائی، پیمان (۱۳۹۴). «تنگناهای ژئومورفولوژیک توسعهٔ کالبدی شهر جوانرود با استفاده از مدل Fuzzy Logic»، *مدرس علوم انسانی (برنامه‌ریزی و آمایش فضا)*، دورهٔ ۱۹، پیاپی ۹۰، ش ۴، ص ۱۸۴-۱۵۹.

[۱۴]. میرکتولی، جعفر؛ و حسینی، سید محمدحسن (۱۳۹۲). «ارزیابی تناسب اراضی میان بافتی شهر گرگان برای توسعهٔ میان‌افزا با استفاده ترکیبی از GIS و AHP»، *فصلنامهٔ مطالعات شهری*، ش نهم، ص ۸۰-۶۹.

[۱۵]. نظریان، اصغر (۱۳۸۹). *پویایی نظام شهری ایران*، چ دوم، مبتکران.

[۱۶]. ولدی، بختیار؛ خضری، سعید؛ و قربانی، محمدصدیق (۱۳۹۴). «تحلیل و پهنه‌بندی مخاطرات مورفوتکتونیک شهرستان کامیاران»، *دانش مخاطرات*، دورهٔ ۲، ش ۲، ص ۲۶۸-۲۵۱.

[17]. Chunyan, J., Yonggang, J., Hongxian, s., Changwei,T., Fanghui, j and Zhongnian, Y., (2011), "Coastal Urban Road Geo – Disaster Monitoring Problems of Laoshan District", Procedia Engineering, V. 21, pp: 368-375.

[18]. Del Monte, M., D Orefice, M., Luberti, G, M., Marini, R., Pica, A and Vergari, F, (2016), Geomorphological Classification of Urban Landscapes: the case study of Rome(Italy), Journal of Maps, V. 12, pp: 178-189.

[19]. Devendra, C., Shankar, R, (2012), "An STEEP-Fuzzy AHP-TOPSIS Framework for Evaluation and Selection of Thermal Power Plant Location: A Case Study from India" V. 42, (1), pp: 510-521.

[20]. Gibreel, T.M., Herrmann, S., Berkhoff, K., Nuppenau, E, A and Rinn, A, (2014), "Farm Types as an Interface between an Agro-Economical Model and CLUE-Naban Land Change Model: Application for Scenario Modeling", 36, pp: 766-778.

[21]. Han, Y and Jia, H, (2017), "Simulating the spatial dynamics of urban growth with an integrated modeling approach: A case study of Foshan, China", Ecological Modelling, V.23, pp: 107-116.

[22]. Malczewski, J, (2006). Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, V. 8(4), PP: 270-277.
[23]. Mohapatra, S, N., Pani, P and Sharma, M, (2014), Rapid Urban Expansion and Its Implications on Geomorphology: A Remote Sensing and GIS Based Study, Geography Journal, Hindawi, Article ID 361459, pp: 1-10.
[24]. Reynard, E., Pica, A and Coratza, P, (2017), "Urban Geomorphological Heritage. An Overview", Quaestions Geographicae, V. 36 (3), pp: 7-20.