مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره هشتم، شماره بیستم، تابستان ۱۳۹۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۷/۰۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۴/۲۶

صفحات: ۵۲ - ۳۹

ارزیابی توسعه فیزیکی شهرها و گسترش به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی با استفاده از LCM (مطالعه موردی: شهر سنندج)

سعید نگهبان[۱*]، حمیدگنجائیان[۲]، مژده فریدونی کردستانی[۳]، زیبا چشمه سفیدی[۴]

چکیده

با توجه به محدودیت‌های توپوگرافی شهر سنندج، روند گسترش نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق مخاطره آفرین در طی سال‌های اخیر افزایش یافته است. در این راستا در تحقیق حاضر روند گسترش نواحی سکونتگاهی محدوده شهری سنندج در سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴ مورد ارزیابی قرار گرفته شده است. روش کار به‌گونه‌ای است که پس از تهیه تصاویر ماهواره‌ای (لندست ۵، ۷ و ۸) سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۴ و پیش پردازش تصاویر، نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی در ۴ کلاس نواحی سکونتگاهی، اراضی کشاورزی، باغات و مراتع برای هر کدام از سال‌های مذکور تهیه شده است. سپس به آنالیز تغییرات هر کدام از کاربری‌ها در طی سال‌های مذکور پرداخته شده است. برای این منظور از مدل LCM استفاده شده است. نتایج تحقیقات بیانگر این است که هر سال حدود ۱/۱ کیلومترمربع بر نواحی سکونتگاهی محدوده شهری سنندج افزوده شده است به طوری که در سال ۱۳۷۰ مجموع کل نواحی سکونتگاهی محدوده شهری سنندج ۲۷/۲ کیلومترمربع بوده است، درحالی‌که در سال ۱۳۹۴ این مقدار به ۵۴/۵ کیلومترمربع رسیده است. سپس در محیط ARC GIS لایه مناطق ممنوعه از نظر پارامترهای ژئومورفولوژیکی تهیه شده است. پس از تهیه لایه مناطق ممنوعه (ارتفاع بالای ۲۰۰۰ متر، جهات شیب شمالی، شیب بالای ۳۰ درصد، حریم ۱۰۰۰ متری گسل و ۲۰۰ متری رودخانه)، گسترش نواحی سکونتگاهی در سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۴ در مناطق ممنوعه ارزیابی شده است. نتایج محاسبات بیانگر این است که در سال ۱۳۷۰ حدود ۷/۸ کیلومترمربع از نواحی سکونتگاهی در مناطق ممنوعه قرار گرفته‌اند که این مقدار در سال ۱۳۹۴ به ۱۴/۸ کیلومترمربع افزایش یافته است. این مناطق عمدتاً در غرب محدوده شهری سنندج واقع بر ارتفاعات آبیدر و مناطق پرشیب و همچنین مناطق شرقی محدوده سنندج واقع بر حریم رودخانه قرار دارند.

واژگان کلیدی: سکونتگاه، ژئومورفولوژی، مناطق ممنوعه، LCM.

[۱]- استادیار ژئومورفولوژی، بخش جغرافیا، دانشگاه شیراز (نویسنده مسئول) snegahban@shirazu.ac.ir

[۲]- کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه تهران h.ganjaeain@ut.ac.ir

[۳]- کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی تهران mojdeh.kordestani@ut.ac.ir

[۴]- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس ziba.sefidi@gmail.com

مقدمه

امروزه رشد بی‌رویه جمعیت، صنعتی شدن شهرها، توسعه اقتصادی، اعمال سیاست‌های اقتصادی ویژه از سوی دولت‌ها و مهاجرت روستاییان به شهرها سبب گسترش سریع مناطق شهری شده است (کایا[1]، ۲۰۰۶). در واقع در سرتاسر جهان، کشورها به طور فزاینده‌ای در حال شهری شدن هستند (دوتا[2]، ۲۰۱۲) مطابق پیش‌بینی سازمان ملل احتمال می‌رود تا سال ۲۰۵۰ حدود ۸۰ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی کنند (جها و همکاران[3]، ۲۰۱۲). گسترش فیزیکی و کالبدی شهرها به دلیل افزایش سریع جمعیت، در کشورهای در حال توسعه با شدت بیش‌تری صورت می‌گیرد (سیلوریا و پنا[4]، ۲۰۰۵)؛ و در ایران با شروع انقلاب صنعتی در غرب و قانون اصلاحات ارضی در ایران، روند شهرنشینی با رشد چشمگیری مواجه شده است (میرکتولی و همکاران، ۱۳۹۱)، این شهرنشینی منجر به استفاده گسترده از اراضی و اثرات نامطلوب زیست محیطی می‌شود (شن[5]، ۲۰۱۲). همچنین در برخی موارد گسترش فضاهای شهری منجر به مخاطرات محیطی و تهدید برای جوامع انسانی می‌شود (ساندرز و کلارک[6]، ۲۰۱۰). در واقع اگر روند ایجاد سکونتگاه‌های جدید بدون تناسب با ظرفیت‌ها و امکانات طبیعی شکل گیرد پیامدهای ناخوشایندی را در فضای کالبدی- زیستی درون‌شهری به وجود می‌آورد. ازجمله این پیامدها: بروز مخاطرات طبیعی، برهم زدن تعادل محیط‌زیست و اختلال در امر خدمات‌رسانی می‌باشد (اسفندیاری، ۱۳۹۲). با وجود اینکه محیط شهری بخش کوچکی از سطح زمین را اشغال کرده‌اند، شهرنشینی به یکی از عوامل تغییردهنده محیط طبیعی تبدیل شده است (گاتمن و همکاران[7]، ۲۰۰۴) به طوری که شهرنشینی و فعالیت‌های انسانی در یک قرن گذشته سبب تغییر یک سوم از سطح زمین شده است (یانگ ولی[8]، ۲۰۱۳). بر این اساس، استقرار شهر و فعالیت‌های وابسته به آن در پهنه فضایی که از نظر زمین‌ساخت و سازندهای سطحی مورد بررسی قرار نگرفته باشد، دور از منطق جغرافیایی بوده و شناخت همه‌جانبه این فضا در راستای مکان‌یابی و گسترش شهرها در قلمرو جغرافیای کاربردی به‌ویژه ژئومورفولوژی کاربردی واقع است (نادرصفت، ۱۳۸۵). با توجه به موارد مذکور در تحقیق سعی بر آن شده است تا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (لندست ۵، ۷ و ۸، سنجنده‌های TM، ETM و OLI) سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۴ به بررسی وضعیت گسترش فیزیکی شهر سنندج پرداخته شود. برای این منظور توسعه فیزیکی محدوده مورد مطالعه در بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴ مورد ارزیابی قرار گرفته شده است. در واقع هدف اصلی تحقیق این است تا میزان گسترش نواحی سکونتگاهی محدوده شهری سنندج به سمت مناطق مخاطره‌آمیز ژئومورفولوژیکی به صورت کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار گیرد. در مورد توسعه فیزیکی شهرها و نقش عوامل ژئومورفولوژیکی و مخاطرات ناشی از آنها تحقیقات زیادی در سطح ایران و جهان صورت گرفته است که در زیر به تشریح پاره‌ای از آن‌ها پرداخته شده است:

1- Kaya
2- Dutta
3- Jha et al
4- Silveira & Penna
5- Shen
6- Sanders & Clark
7- Cutman et al
8- Yang & Li

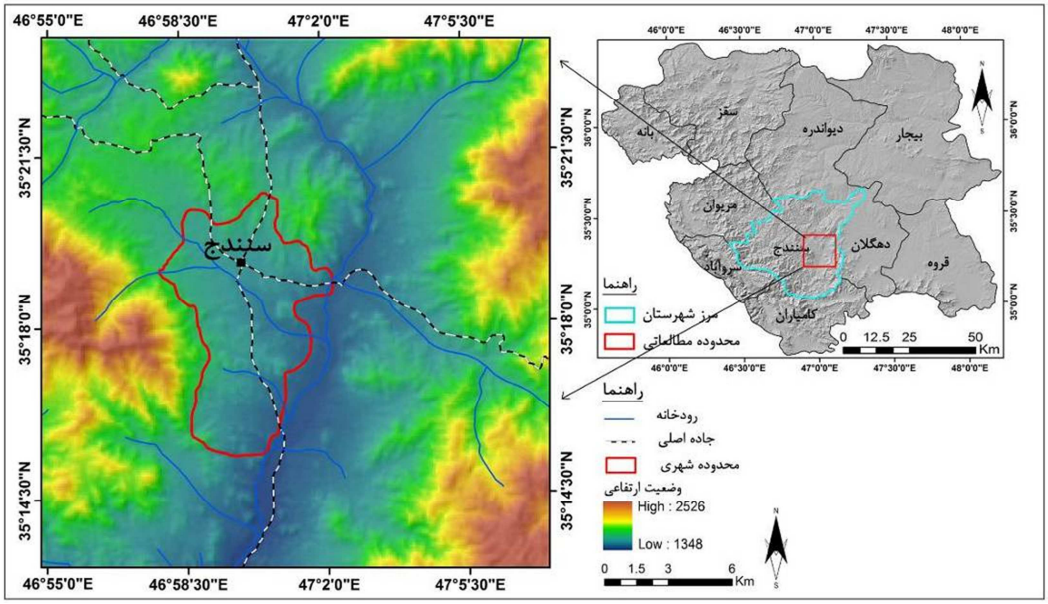
از جمله تحقیقات خارجی می‌توان به جنرت و همکاران[1] (۲۰۰۱) اشاره کرد که به منظور درک چگونگی تغییر چشم-انداز بیابان‌ها در مرکز آریزونا به واسطه گسترش مناطق شهری، به آنالیز مکانی مجموعه الگوی کاربری اراضی از سال ۱۹۱۲ تا سال ۱۹۹۵ پرداختند. در این تحقیق به منظور شبیه سازی تغییرات کاربری اراضی از مدل Markov-cellular automata استفاده شده است. نتایج تحقیق بیانگر رابطه مستقیم تغییر چشم‌انداز بیابان‌ها با گسترش شهری و افزایش جمعیت است. ویو و همکاران[2] (۲۰۰۶) از ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور برای بررسی تغییرات کاربری اراضی در بیجینگ چین استفاده کردند. نتایج آن‌ها بیانگر رشد قابل توجه کاربری شهری و کاهش مراتع طی سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۰۱ بوده است. کایا و همکاران[3] (۲۰۱۴) به پایش رشد شهر در قسمت‌های اروپایی استانبول با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۷، ۱۹۹۲، ۱۹۹۷ و ۲۰۰۱ پرداختند. در این تحقیق میزان رشد و توسعه رشد شهری در دو دهه اخیر در منطقه به صورت کمی نشان داده شده است. مقاهد و همکاران[4] (۲۰۱۵) به مدل‌سازی رشد شهری با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور در منطقه قاهره مصر پرداختند. در این تحقیق از تصاویر سال‌های ۱۹۸۴، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۴ استفاده شده است. در این تحقیق الگوهای رشد فضایی و زمانی با استفاده از معیارهای آماری انتخاب شده در نرم افزار FRAGSTATS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج این مدل، پس از اعتبار سنجی، نشان می‌دهد که ۱۴ درصد از پوشش گیاهی و ۴ درصد کویر در سال ۲۰۱۴ تا سال ۲۰۲۵ به نواحی سکونتگاهی تبدیل خواهد شد. هان و جیا[5] (۲۰۱۶) به بررسی تغییرات کالبدی شهری و توسعه شهری در فوشان چین پرداخته و با استفاده از الگوی توسعه آن در ۲۰ سال گذشته، روند تغییرات آن را با استفاده از ویژگی‌های محیطی برای سال ۲۰۲۵ مشخص کردند و در نهایت الگوی شهری مورد نظر خود را ارائه کرده و اذعان داشتند که برنامه‌ریزی بر مبنای آن باعث حفظ ویژگی‌های زیست‌محیطی در آینده می‌شود. از جمله تحقیقات داخلی نیز می‌توان به آرخی (۱۳۹۳) اشاره کرد که به پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM در منطقه سرابله پرداختند. در این تحقیق ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۶۷، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ وضعیت کاربری اراضی منطقه مشخص شده است و سپس با استفاده از مدل LCM بر پایه شبکه‌های عصبی مصنوعی و تحلیل زنجیره مارکوف وضعیت کاربری اراضی منطقه برای سال ۱۴۰۰ پیش‌بینی شده است. محمدی و همکاران (۱۳۹۴)، به مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهرستان رامیان در استان گلستان پرداختند. در این تحقیق تغییرات کاربری بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ با استفاده از تکنیک سنجش از دور مشخص شده است و همچنین تقاضای کاربری برای سال‌های آینده براساس برونیابی تغییرات گذشته کاربری اراضی محاسبه شده است. سپس با استفاده از رگرسیون لجیستیک نقش عوامل مؤثر بر کاربری اراضی بررسی شده است و در نهایت الگوی کاربری اراضی در رامیان برای سال ۲۰۳۰ با استفاده مدل CLUE-s شبیه سازی شده است. عطا و همکاران (۱۳۹۴) به

1- jeneretteand et al
2-wu et al
3- KAYA et al
4- Megahed et al
5- Han & Jia

ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهرها با استفاده از تصاویر چند زمانه و مدل CA_MARKOV در شهر گنبدکاووس پرداختند. در این تحقیق ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ وضعیت کاربری اراضی محدوه مطالعاتی بررسی شده است و سپس با استفاده از مدل CA_MARKOV، توسعه شهر گنیدکاووس برای سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی شده است. مشتاقیون و همکاران (۱۳۹۵) به پیش‌بینی رشد مکانی و توسعه پراکنده شهر یزد با استفاده از تحلیل‌های پیشرفته فضایی پرداختند. در این تحقیق برای پی بردن به نوع و میزان تغییرات رخ داده در منطقه فوق تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه لندست سال‌های ۱۹۹۹، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۳ مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفته است. همچنین برای پیش‌بینی روند تغییرات تا سال ۲۰۲۰ از دو روش CA-Markov و LCM استفاده شده است. نتایج تحقیق بیانگر این است بیشترین افزایش مساحت را برای کاربری مسکونی و ساخته‌شده به میزان ۵۱/۱۱ درصد و بیشترین کاهش را برای زمین بایر به‌میزان ۲۹ درصد می‌باشد. آرخی و همکاران (۱۳۹۴)، به تحلیل توسعه فیزیکی شهر گنبد با استفاده از RS و GIS پرداختند. در این تحقیق تغییرات رخ داده در بازه زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ مورد ارزیابی قرار گرفته شده است. تکنیک‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل تفاضل تصویر، نسبت‌گیری تصویر، تفاضل تجزیه مولفه اصلی، آنالیز برداری تغییر و مقایسه پس از طبقه بندی، تفاضل شاخص پوشش گیاهی بوده است. نتایج این تحقیق بیانگر این است که در محدوده شهر گنبد در طی بازه زمانی سال های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۰ بر اراضی کشاورزی آبی افزوده شده و همچنین از اراضی کشاورزی آبی کاسته شده است.

محدوده مورد مطالعه

شهر سنندج به‌عنوان مرکز استان کردستان و پرجمعیت‌ترین شهر استان محسوب می‌شود. با توجه به مهاجر پذیر بودن شهر سنندج، در طی سال‌های اخیر رشد چشم‌گیری داشته است و قرارگیری این شهر در یک منطقه‌ای کوهستانی و وجود کوه‌هایی مانند آبیدر کوچک و بزرگ در غرب و جنوب غرب محدوده شهری سنندج سبب شده تا رشد فیزیکی این شهر با محدودیت مواجه باشد. توپوگرافی نامناسب شهر سنندج سبب شده تا بخشی از شهر در مناطق پرشیب و در معرض خطر توسعه یابد و همچنین با توجه به قرارگیری در زون ناآرام اسفندقه – مریوان (درویش زاده، ۱۳۷۰) از نظر وقوع مخاطرات محیطی دارای پتانسیل بالایی است. از نظر اقلیمی نیز شهر سنندج بر اساس روش آمبروژه در اقلیم نیمه خشک سرد واقع شده است که که دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های معتدل است (حنفی و حاتمی، ۱۳۹۲). در شکل ۱ نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل ۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

داده‌ها و روش‌ها

با توجه به اهداف مورد نظر، فرایند انجام تحقیق از چند مرحله تشکیل شده است که در ادامه به تشریح هر کدام از این مراحل پرداخته شده است:

تهیه نقشه کاربری اراضی: با توجه به اینکه هدف بررسی توسعه شهری در طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴ است. برای این منظور از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۴ استفاده شده است. لازم به ذکر است که در انتخاب تصاویر سعی شده است که تصاویر تا حد امکان مربوط به یک ماه و روزهای نزدیک به هم باشد. پس از تهیه تصاویر، قبل از هرگونه تجزیه و تحلیل و پردازش، داده‌ها از نظر وجود خطای هندسی و رادیومتری بررسی شد. به‌منظور اطمینان از عدم خطا، با نمایش تک تک باندها و همچنین ترکیب‌های رنگی مختلف بر روی صفحه نمایش و با بزرگ‌نمایی قسمت‌های مختلف این تصاویر، داده‌های هر دو زمان ازلحاظ خطاهای رادیومتری مانند راه راه شدگی بررسی شد. برای بررسی وضعیت هندسی تصاویر و اطمینان از مناسب بودن هندسه تصاویر، لایه‌های برداری جاده‌های منطقه مورد مطالعه استخراج و روی تصاویر ماهواره‌ای قرار داده شده است. پس از پیش پردازش تصاویر، نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه تهیه شده است. از آنجا که تفکیک و شناسایی پدیده‌ها به لحاظ رنگ نتایج بهتری ارائه می‌دهد ولی نمایش داده‌های حاصل از اسکنرها در تک باندها با استفاده از گام‌های خاکستری است (کوهی و موریاما[1]، ۲۰۱۰)، تصویر رنگی کاذب تهیه شده است. برای تهیه تصاویر رنگی کاذب برای سال ۱۳۷۰ از

1- Khoi & Murayama

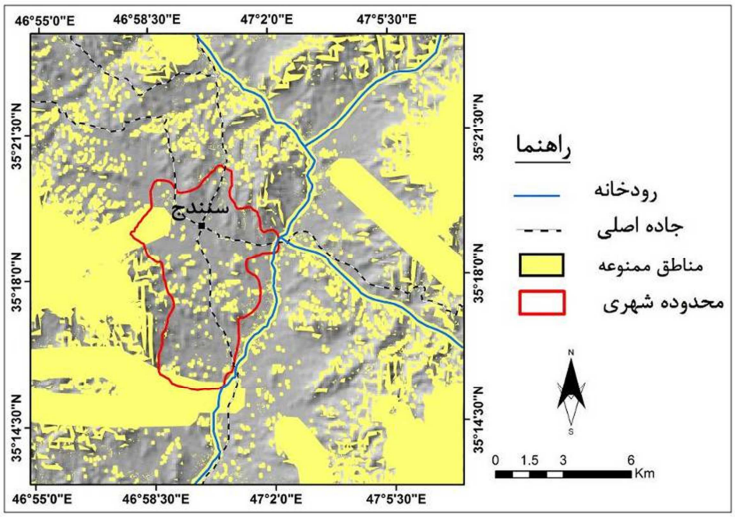
ترکیب (R:3- G:2-B:1)، برای سال ۱۳۷۹ از ترکیب (R:3- G:2-B:1)، برای سال ۱۳۸۶ از ترکیب (R:3- G:2-B:1) و برای سال ۱۳۹۴ از ترکیب (R:4- G:3-B:2) استفاده شده است. از روش طبقه‌بندی نظارت شده برای تهیه نقشه-های پوشش اراضی استفاده شد. اولین گام در انجام دادن یک طبقه‌بندی نظارت شده تعریف مناطقی است که به مثابه نمونه‌های تعلیمی برای هر کلاس استفاده می‌شوند (استمن[1]، ۲۰۰۶). نمونه‌های تعلیمی در چهار کلاس کشاورزی (آبی و دیم)، باغات، مراتع و نواحی سکونتگاهی تعریف شده‌اند. سپس نمونه‌های تعلیمی به شیوه رقومی کردن روی صفحه تولید و تفکیک شدند. با تعیین نمونه‌های تعلیمی با استفاده از روش حداکثر احتمال، نقشه‌های کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۴ تهیه شده است.

اعمال مناطق ممنوعه: پس از تهیه نقشه کاربری اراضی و مشخص شدن میزان توسعه و گسترش سکونتگاه‌ها در فواصل زمانی مدنظر، به ارزیابی میزان گسترش این نواحی در مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی پرداخته شده است. برای انجام این کار ابتدا نقشه مناطق ممنوعه تهیه شده است. برای این منظور در ARC GIS 10.2، ابتدا لایه‌های اطلاعاتی شامل رودخانه، ارتفاع، شیب، جهت شیب (با استفاده از DEM ۳۰ متر، سنجنده SRTM) و گسل (سازمان زمین‌شناسی کشور) تهیه شده است. پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و نظرات کارشناسان و با توجه به وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه مورد مطالعه، مناطق ممنوعه شامل ارتفاع بالای ۲۰۰۰ متر، جهات شیب شمالی، شیب بالای ۳۰ درصد، حریم ۱۰۰۰ متری گسل و ۲۰۰ متری رودخانه به‌عنوان یک لایه مجزا تهیه شده است (جدول ۱). پس از تهیه لایه مناطق ممنوعه (شکل ۲)، لایه مذکور بر روی کاربری نواحی سکونتگاهی سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۴ قرار داده شده است و سپس میزان گسترش نواحی سکونتگاهی و پیش‌روی آن به سمت مناطق ممنوعه در طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴ مورد ارزیابی قرارگرفته شده است.

جدول ۱: مناطق ممنوعه توسعه شهری

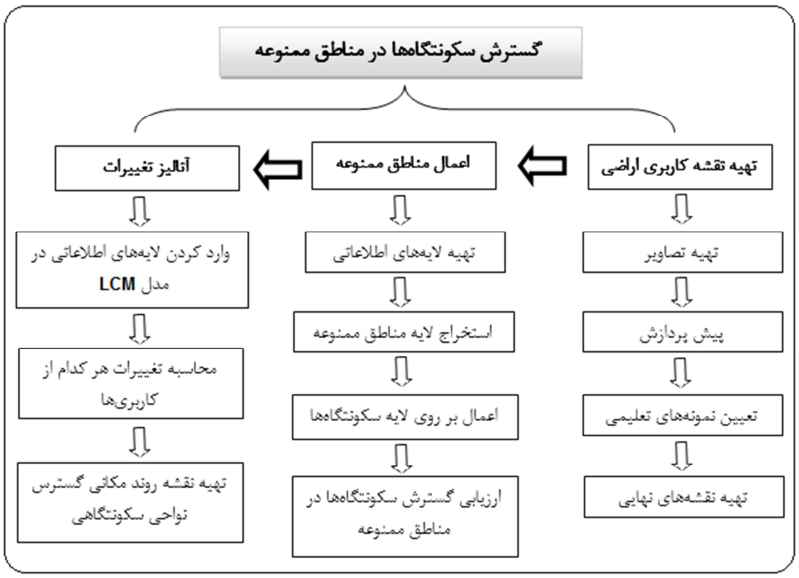
ردیف	معیار	مناطق ممنوعه
۱	ارتفاع	مناطق بالای ۲۰۰۰ متر
۲	شیب	مناطق داری شیب بیش از ۳۰ درصد
۳	جهت شیب	جهات رو به شمال
۵	گسل	حریم ۱۰۰۰ متری
۶	رودخانه	حریم ۲۰۰ متری

1- Eastman



شکل ۲: نقشه مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی

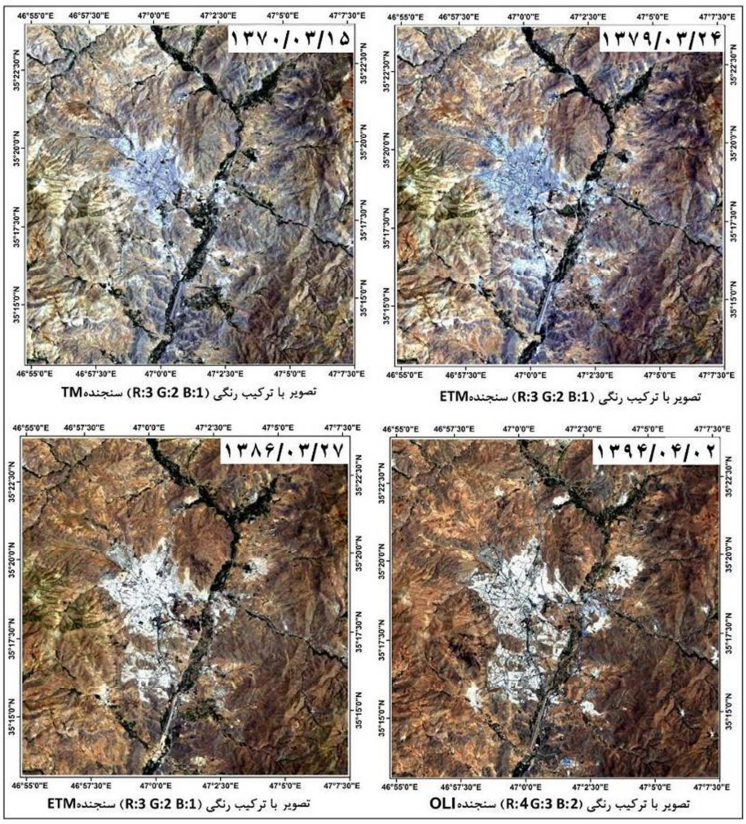
تجزیه و تحلیل تغییرات: به منظور آنالیز و تجزیه و تحلیل تغییرات، از مدل LCM (Land Change Modeler) استفاده شده است. این مدل نیاز به دو ورودی برای انجام مقایسه نیاز دارد که برای این منظور از نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۷۰ و ۱۳۹۴ استفاده شده است. پس از وارد کردن اطلاعات، کاهش و افزایش هر کدام از کاربری‌ها، میزان تغییر هر کاربری به کاربری دیگر محاسبه شده است. در نهایت با توجه به اینکه در تحقیق حاضر هدف ارزیابی وضعیت گسترش نواحی سکونتگاهی است، نقشه روند مکانی تغییرات نواحی سکونتگاهی در سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴ تهیه شده است. در شکل ۳ مراحل انجام تحقیق نشان داده شده است.



شکل ۳: چارت مراحل انجام تحقیق

نتایج و بحث

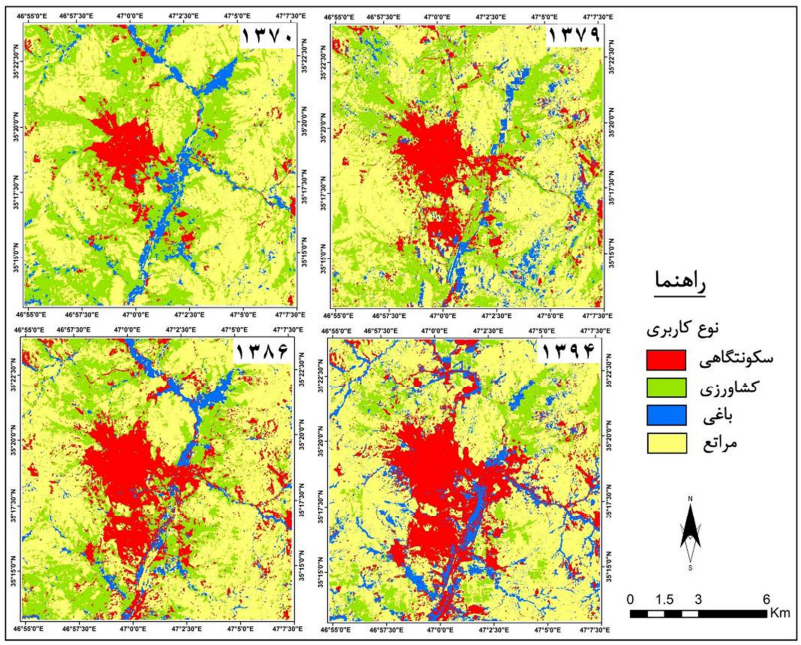
-**تصاویر ماهواره‌ای محدوده مطالعاتی:** با توجه به اینکه هدف از تحقیق ارزیابی تغییرات نواحی سکونتگاهی می-باشد، ابتدا تصاویر ماهواره‌ای محدوده موردمطالعه در سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۴ در ماه خرداد و تیر تهیه شده است که در شکل ۴ نشان داده شده است. بر روی هر کدام تصاویر تاریخ مربوط با سال، ماه و روز مربوط به اخذ تصور درج شده است.



شکل ۴: تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۴ محدوده مطالعاتی

-**میزان توسعه و گسترش سکونتگاه‌ها در بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴:** به‌منظور ارزیابی میزان گسترش سکونتگاه‌ها و تغییرات صورت گرفته در کاربری‌های اراضی محدوده مورد مطالعه، پس از تهیه تصاویر و انتخاب باندهای مناسب و سپس پیش‌پردازش تصاویر و با استفاده از طبقه‌بندی نظارت شده، طبقات کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۴ تهیه شده است (شکل ۵) که نوع کاربری‌ها و مساحت هرکدام از آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است و همچنین برای صحت‌سنجی طبقه‌بندی صورت گرفته ضریب کاپا و صحت کلی نقشه‌ها در جدول ۲ برآورد شده است. مطابق جدول ۳، نواحی سکونتگاهی در سال ۱۳۷۰، ۲۷/۲

کیلومترمربع بوده است که این میزان با حدود ۹ کیلومترمربع افزایش در سال ۱۳۷۹ به ۳۶/۳ کیلومترمربع می‌رسد. همچنین در ادامه روند توسعه، وسعت نواحی سکونتگاهی در سال ۱۳۸۶ به حدود ۴۵/۳ کیلومترمربع می‌رسد و در نهایت در سال ۱۳۹۴ وسعت نواحی سکونتگاهی به ۵۴/۵ کیلومترمربع افزایش می‌یابد.



شکل ۵: نقشه کاربری اراضی منطقه موردمطالعه در سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۹۴

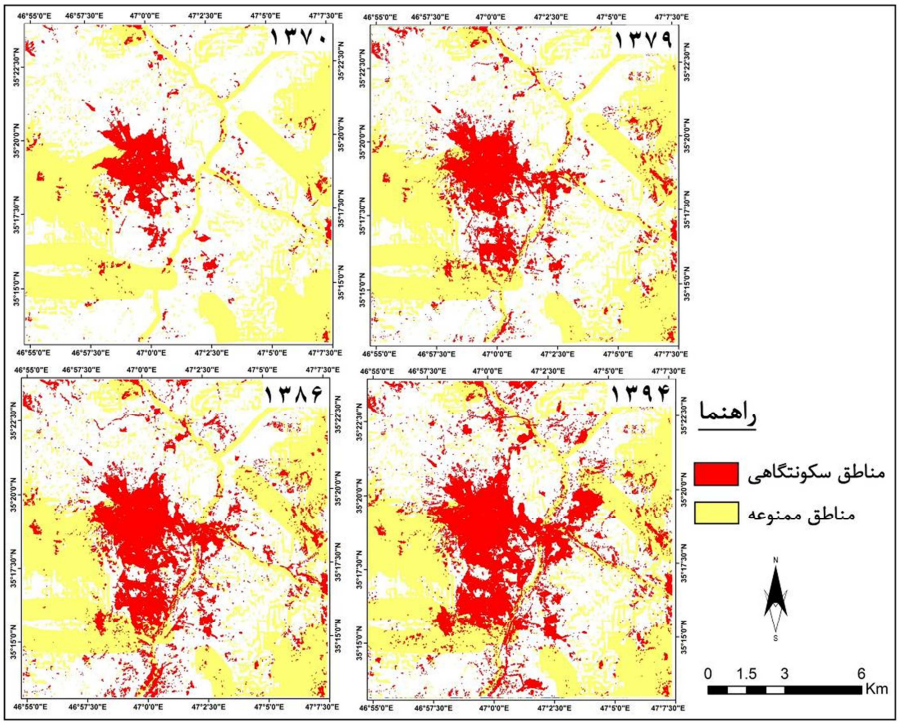
جدول ۲: مساحت کاربری‌های اراضی در سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۹۴ (کیلومترمربع)

نوع کاربری	۱۳۷۰		۱۳۷۹		۱۳۸۶		۱۳۹۴	
	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد
سکونتگاهی	۲۷/۲	۷/۰۶	۳۶/۳	۹/۴	۴۵/۳	۱۱/۸	۵۴/۵	۱۴/۲
کشاورزی	۱۱۰/۱	۲۸/۶	۹۵/۱	۲۴/۷	۸۱/۴	۲۱/۱	۷۷/۶	۲۰/۲
باغات	۳۳/۹	۸/۸	۱۷/۱	۴/۴	۲۵/۳	۶/۶	۲۴/۵	۶/۴
مراتع	۲۱۳/۸	۵۵/۵	۲۳۶/۶	۶۱/۵	۲۳۳/۱	۶۰/۵	۲۲۸/۴	۵۹/۳

جدول ۳: ارزیابی صحت نقشه‌های تولید شده

ارزیابی صحت	نقشه سال ۱۳۷۰	نقشه سال ۱۳۷۹	نقشه سال ۱۳۸۶	نقشه سال ۱۳۹۴
صحت کلی	۹۱	۹۰ درصد	۹۲ درصد	۹۲ درصد
ضریب کاپا	۸۷/۳	۸۷/۸ درصد	۸۹/۱ درصد	۸۹/۷ درصد

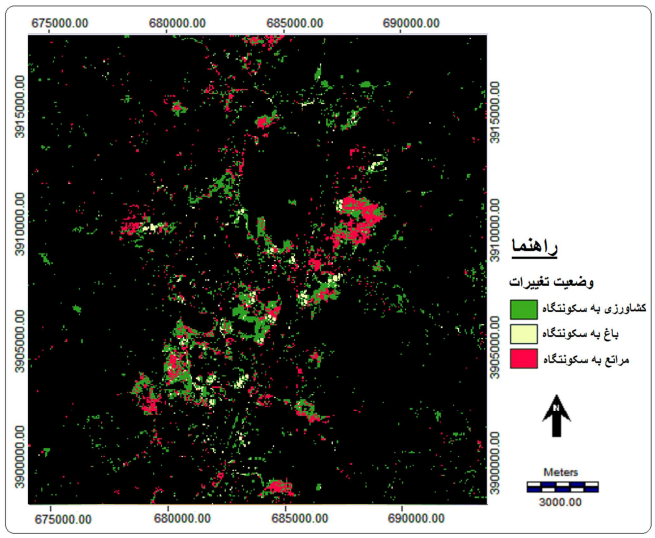
-میزان پراکنش نواحی سکونتگاهی در مناطق ممنوعه در طی سال‌های مورد مطالعه: در شکل ۶ نقشه پراکنش نواحی سکونتگاهی در مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی در طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴ نشان داده شده است. مطابق نقشه زیر، در سال ۱۳۷۰ بخشی از مناطق شمال غربی محدوده شهری سنندج در مناطق ممنوعه واقع شده‌اند که این مناطق شامل دامنه‌های کوه آبیدر و حریم خطوط گسلی هستند. روند افزایش جمعیت و توسعه نواحی سکونتگاهی سبب شده تا حرکت نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق ممنوعه در طی سال‌های بعد افزایش یابد به طوری که بخشی از نواحی سکونتگاهی در سال ۱۳۷۹ به سمت مناطق شرقی شهر سنندج و حریم رودخانه قشلاق حرکت کرده‌اند. در ادامه روند توسعه، نواحی سکونتگاهی تا سال ۱۳۸۶ به سمت مناطق جنوبی شهر سنندج توسعه بیشتری پیدا کرده‌اند و نبود زمین‌های مسطح سبب شده است تا بخشی از این نواحی به سمت مناطق پرشیب توسعه یابند و این رشد بی‌رویه سبب شده تا در سال ۱۳۹۴ میزان توسعه نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق ممنوعه به حدود ۱۴/۸ درصد از نواحی سکونتگاهی برسد.



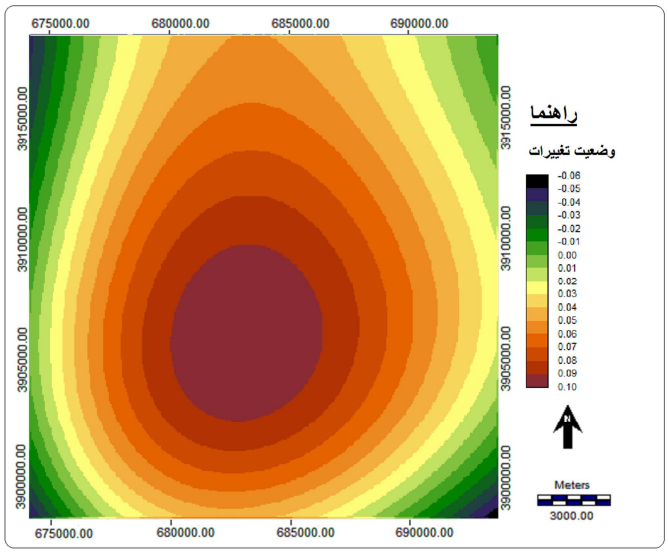
شکل۶: نقشه پراکنش نواحی سکونتگاهی سنندج در مناطق ممنوعه (سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴)

-آنالیز تغییرات و روند مکانی آن‌ها: به منظور آنالیز میزان تغییرات صورت گرفته در هرکدام از کاربری‌ها، از LCM(Land Change Modeler) استفاده شده است. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر میزان گسترش و تغییر کاربری‌های به کاربری شهری مد نظر است، در شکل ۷ نقشه تغییر کاربری، کاربری‌های باغات، اراضی کشاورزی و همچنین مراتع به کاربری شهری در سال ۱۳۹۴ نشان داده شده است. در واقع مناطق مذکور در سال ۱۳۷۰ دارای کاربری غیر سکونتگاهی بوده‌اند و در سال ۱۳۹۴ تبدیل به کاربری سکونتگاهی شده‌اند. همچنین در شکل ۸ نقشه

روند تغییرات مکانی کاربری‌های به کاربری سکونتگاهی نشان داده شده است که مطابق نقشه مذکور در مناطق جنوبی محدوده شهری سنندج بیش‌تر روند مکانی تغییرات کاربری به کاربری سکونتگاهی را داشته است و هرچه از محدوده دور شویم میزان تغییرات کم‌تر بوده است.



شکل ۶: آنالیز تغییرات کاربری‌های به کاربری سکونتگاهی بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴



شکل ۷: روند مکانی تغییرات کاربری‌های به کاربری سکونتگاهی بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴

نتیجه‌گیری

در زمینه گسترش نواحی سکونتگاهی تحقیقات مختلفی صورت گرفته است، اما بیشتر تحقیقات صورت گرفته در زمینه مکان‌یابی، شناسایی مناطق مخاطره آفرین و همچنین تعیین جهات مناسب برای گسترش نواحی شهری است، اما در تحقیق حاضر علاوه بر شناسایی مناطق مخاطره آفرین روند مکانی توسعه نواحی سکونتگاهی و میزان گسترش

نواحی سکونتگاهی به سمت این مناطق مورد ارزیابی قرار گرفته شده است. با توجه به وضعیت توپوگرافی شهر سنندج همان‌گونه که قابل پیش‌بینی بود، در طی سال‌های اخیر شاهد رشد نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی بوده‌ایم. در واقع می‌توان گفت که روند افزایش جمعیت و به تبع آن گسترش نواحی سکونتگاهی، وضعیت توپوگرافی و نبود زمین‌های مناسب باعث شده است تا در طی سال‌های اخیر مناطق مخاطره-آفرین به عنوان یکی از مقاصد سکونتگاهی تبدیل شوند. مقایسه نقشه‌های کاربری‌های اراضی بیانگر این است که از سال ۱۳۷۰ تا سال ۱۳۹۴ حدود ۲۷/۳ کیلومترمربع بر نواحی سکونتگاهی افزوده شده است بر این اساس می‌توان گفت که در هر سال حدود ۱/۱ کیلومترمربع بر نواحی سکونتگاهی منطقه مورد مطالعه افزوده شده است. روند مکانی تغییرات نیز بیانگر این است که بیش‌ترین میزان تغییر کاربری به کاربری نواحی سکونتگاهی منطبق بر نواحی جنوبی محدوده شهری سنندج است و به سمت مناطق حاشیه‌ای این مقدار کمتر می‌شود. با توجه به اینکه هدف از تحقیق حاضر ارزیابی میزان گسترش نواحی سکونتگاهی در مناطق ممنوعه است، میزان توسعه این نواحی در مناطق ممنوعه در سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴ محاسبه شده است که نتایج محاسبات بیانگر این است که در سال ۱۳۷۰، ۷/۸ کیلومترمربع بوده است که این مقدار با توسعه نواحی سکونتگاهی در سال ۱۳۷۹ به حدود ۱۲/۳ کیلومترمربع افزایش پیدا می‌کند. بیش‌ترین میزان حرکت نواحی سکونتگاهی در این دوره مربوط به غرب محدوده شهری سنندج واقع بر ارتفاعات و مناطق پرشیب و همچنین مناطق شرقی محدوده سنندج واقع بر حریم رودخانه هستند. با توجه به توپوگرافی منطقه و محدودیت‌های ناشی از آن، در کنار افزایش نواحی سکونتگاهی شاهد افزایش حرکت این نواحی به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی بوده‌ایم به طوری که روند افزایش نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق ممنوعه در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۹۴ به حدود ۱۳/۶ و ۱۴/۸ کیلومترمربع رسیده است. نتایج تحقیق حاضر بیانگر این است که در روند افزایش نواحی سکونتگاهی محدوده مطالعاتی عوامل ژئومورفولوژیکی مورد توجه قرار نگرفته است. در واقع محدود بودن مناطق مناسب و همچنین نبودن یک طرح مشخص و نظارت شده برای جلوگیری از توسعه به سمت مناطق ممنوعه سبب شده است تا یکی از چالش‌های منطقه، قرارگرفتن نواحی سکونتگاهی در مناطق غیراستاندارد و خطرآفرین ژئومورفولوژیکی باشد. عوامل مذکور بیان کننده این است که در صورت نداشتن برنامه مشخص و عدم توجه به مخاطرات ژئومورفولوژی در مکان‌گزینی سکونتگاه‌ها، روند توسعه نواحی سکونتگاهی به سمت این مناطق همچنان افزایش پیدا کرده و میزان ریسک ناشی از مخاطرات محیطی را افزایش می دهد؛ بنابراین لازم است به منظور کنترل حرکت به سمت مناطق خطرآفرین ابتدا نقشه مناطق ممنوعه ژئومورفولوژی منطقه تهیه و سپس مطابق بر آن روند توسعه و جهات مناسب برای توسعه نواحی سکونتگاهی تعیین شود.

منابع

آرخی، صالح (۱۳۹۳). پیش بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM در محیط GIS(مطالعه موردی: منطقه سرابله)، دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، جلد ۱۲، شماره ۱، صص ۱-۱۹.

آرخی، صالح؛ موسی زاده، حسین؛ خداداد، مهدی (۱۳۹۴). ارزیابی و تحلیل توسعه فیزیکی شهرهای میانی با استفاده از RS و GIS(مطالعه موردی: شهری گنبد)، فصل نامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم انداز زاگرس، دوره هفتم، شماره ۲۶، صص ۱۷-۴۵.

اسفندیاری، مهدیه (۱۳۹۲)؛ نقش عوامل ژئومورفولوژیک در توسعه فیزیکی شهر اراک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.

حنفی، علی؛ حاتمی، ایرج (۱۳۹۲)، تهیه نقشه اقلیمی استان کردستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجله سپهر، دوره ۲۲، شماره ۸۷، صص۲۴-۲۸.

درویش‌زاده، علی (۱۳۷۰)، زمین‌شناسی ایران، چاپ اول، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، تهران

عطا، بهنام؛ رهنما، محمدرحیم؛ آرخی، صالح (۱۳۹۴)، ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهرها با استفاده از تصاویر چند زمانه و مدل CA_MARKOV (مطالعه موردی: شهر گنبدکاووس)، مجله آمایش جغرافیایی فضا، فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان، سال هفتم، شماره ۲۳

محمدی، مجید؛ امیری مجتبی؛ دستورانی، جعفر (۱۳۹۴)، مدلسازی تغییرات کاربری اراضی شهرستان رامیان در استان گلستان، برنامه ریزی و آمایش فضا، دوره نوزدهم، شماره ۴، صص ۱۴۱-۱۵۸.

مشتاقیون، مریم؛ المدرسی، سیدعلی؛ جمالی، علی اکبر (۱۳۹۵)، پیش بینی رشد مکانی و توسعه پراکنده شهر یزد با استفاده از تحلیل های پیشرفته فضایی، دومین کنفرانس شهرسازی، مدیریت و توسعه شهری

میرکتولی، جفعر؛ حسینی، سیدمحمد حسن (۱۳۹۳)، ارزیابی تناسب اراضی میان بافتی شهر گرگان برای توسعه میان افزا با استفاده از مدل‌های GIS و AHP، فصلنامه مطالعات شهری، دوره ۳، شماره ۹، صص ۶۹-۸۰.

نادرصفت، محمدحسین (۱۳۸۵)؛ ژئومورفولوژی مناطق شهری، انتشارات سازمان سمت، چاپ سوم، تهران.

نیری، هادی؛ سالاری، ممند؛ گنجائیان، حمید و خبات امانی (۱۳۹۶)، ارزیابی ژئومورفولوژیکی تناسب زمین برای گسترش کالبدی شهر سنندج با اعمال مناطق ممنوعه، پژوهش های جغرافیایی برنامه ریزی شهری، مقاله ۹، دوره ۵، شماره ۱، صفحه ۱۲۷-۱۴۵.

Dutta, V., (2012), War on the Dream, How Land use Dynamics and Peri-urban Growth Characteristics of a Sprawling City Devour the Master Plan and Urban Suitability, A Fuzzy Multi-criteria Decision Making Approach, proceeded In 13th Global Development Conference"Urbanisation and Development: Delving Deeper into the Nexus",Budapest,hungary.

Eastman, J. R., (2006), IDRISI Andes. Guide to GIS and Image Processing. Clark Labs, Clark University, Worcester, MA.

Gutman, Garik. Janetos, Anthony. C. Justice, Christopher. O. Moran, Emilio. F. Mustard, John. F. Rindfuss, Ronald. R. Skole, D., Turner, B., Lee, C., Mark. A., (2004), land change science: observing, monitoring and understanding trajectories of change on the earth's surface, Remote sensing and digital image processing, 12(3), 251-264.

Han, Y., Jia, H., (2016), Simulating the spatial dynamics of urban growth with an integrated modeling approach: A case study of Foshan, China. Ecological Modelling, 15(2), 156-171.

Jenerette, G.D., WU, J., (2001), analysis and simulation of land use change in the central arizon phoenix region, USA, landscape ecology, 16(56), 611-626.

Jha, K., Miner, W., Geddes, S., (2012), Building urban resilience: principles, tools, and practice, The world Bank , p, 155.

Kaya, S., Curran, P.J., (2014), Modeling Spatial Changes in Suburban Areas of Istanbul Using Landsat 5 TM Data, FIG Congress 2014 Engaging the Challenges - Enhancing the Relevance Kuala Lumpur, Malaysia, 16 – 21

Kaya. S., Curran, P.J., (2006), monitoring urban growth on the European side of the Istanbul metropolitan area, an international journal of applied earth observation and Geoinformation 8(4), 18-25.

Khoi, D.D., Murayama, Y., (2010), Forecasting Areas Vulnerable to Forest Conversion in the Tam Dao National Park Region, Vietnam. Remote Sensing 2 (5), 1249–1272

Megahed, Y., Cabral, P., Silva, J., Caetano, M., (2015), Land Cover Mapping Analysis and Urban Growth Modelling Using Remote Sensing Techniques in Greater Cairo Region Egypt, ISPRS International Journal of Geo-Information, ISSN 2220-9964.

M. H., Clark P. D., (2010), Geomorphology: Processes, Taxonomy, and Applications. Nova Science Publishers, Inc. 216 P

Shen, Z., (2012), Geospatial Techniques in Urban Planning. Springer. 393 p.

Silveira, E., Penna., (2005), An agent based-model rural-urban migration analysis. ArXiv: physics/0506021vl, 2June2005

Yang, X., Li, J., 2013, Advances in mapping from remote sensor imagery: techniques and applications. CRC Press, Taylor & Francis Group.

Assessing the physical development of cities and extending to geomorphological prohibited areas Using Land Change Modeler (Case Study: Sanandaj City)

Saeed Negahban*[1], Hamid Ganjaeiyan[2], Mojdeh FeraydooniKordestani[3], Ziba Cheshmehsefidi[4]

Received: 23-09-2017 Accepted: 17-07-2018

Abstract

Considering topographic limitations of Sanandaj, the trend of spreading residential areas to hazardous areas has increased in recent years. In this regard, in the present study, the trend of the expansion of residential areas in the urban area of Sanandaj in the years 1991 to 2015 has been evaluated. The methodology is in such a way that after preparing satellite images (Landsat 5, 7, and 8) of 1991, 2000, 2007, and 2015 and preprocessing the images, land-use classification map have been prepared in four classes of residential areas, agricultural lands, gardens and rangelands for each of these years. Then, the analysis of the changes has been performed in each of the uses over the years. For this purpose, the Land Change Modeler model has been used. The results of the research indicate that each year about 1/1 km2 is added to the residential areas of the Sanandaj urban area, so that in 1991 the total urban area of Sanandaj city was 27.2 km2, while in 2015 this figure reached 54.5 km2. Then, the layer of prohibited areas in terms of geomorphologic parameters has been prepared in the ArcGIS environment. After preparing the layer of prohibited areas (Height above 2000 m, northern aspects, slopes above 30%, 1000 m of the fault zone and 200 m to riparian zone), the expansion of residential areas in the years 1991, 2000, 2007, and 2015 in prohibited areas has been evaluated. The results of the calculations indicate that, in 1991, about 7.8 km of residential areas were located in prohibited areas, which increased by 14.8 km2 in 2015. These areas are mainly located in the western part of the Sanandaj city located at Abidar highlands and in the steep areas, as well as in the eastern part of the Sanandaj area located on the riverside.

Keywords: Settlement, Geomorphology, prohibited areas, LCM.

[1]*- Assistant Prof., Department of Geography, Shiraz University, Iran. Email: snegahban@shirazu.ac.ir
[2]- M.A in Hydrogeomorphology, University of Tehran, Iran.
[3]- M.A in Hydrogeomorphology, Kharzmi University, Iran.
[4]- M.A in Hydrogeomorphology, Tarbiyat modares University, Iran.