

## پایش و پیش‌بینی روند تغییرات نواحی سکونتگاهی با استفاده از تصاویر چند زمانه (مطالعه موردی: شهر سنقر)

سعید نگهبان<sup>۱\*</sup>، حمید گنجائیان<sup>۲</sup>، عطیرین ابراهیمی<sup>۳</sup> و کامیار امامی<sup>۴</sup>

۱. استادیار، گروه جغرافیا، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۲. دانشجوی دکتری، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳. دانشجوی دکتری، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۴. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

(دریافت: ۹۷/۱۱/۱۷، پذیرش نهایی: ۹۸/۲/۲۴)

### چکیده

شهرنشینی یکی از عوامل انسانی مهم و تأثیرگذار بر کاربری اراضی و همچنین تغییردهنده ویژگی‌های مختلف سطح زمین است. با توجه به روند رو به رشد نواحی سکونتگاهی و افزایش میزان تخریب اراضی مستعد، این پژوهش سعی دارد تا روند تغییرات مناطق مسکونی در شهر سنقر را مورد ارزیابی قرار دهد و همچنین بر مبنای تغییرات صورت گرفته بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲، روند این تغییرات برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۴۰ پیش‌بینی کند. در واقع هدف اصلی تحقیق حاضر آگاهی از شرایط آینده کاربری اراضی در صورت ادامه یافتن روند موجود است. روش کار به این صورت است که پس از تهیه تصاویر ماهواره‌ای و پیش‌پردازش تصاویر، کاربری اراضی محدوده مطالعاتی برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ تهیه و با استفاده از مدل LCM میزان تغییرات کاربری اراضی آنالیز شده است. سپس بر اساس مدل زنجیره مارکوف میزان پتانسیل تغییر هر کاربری به کاربری سکونتگاهی سنجیده شده است. پس از محاسبه پتانسیل انتقال هر کاربری به کاربری سکونتگاهی با استفاده از داده‌های توصیفی موردنظر، نقشه پیش‌بینی سخت کاربری اراضی برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۴۰ تهیه شده است. نتایج حاصله بیانگر این است که نواحی سکونتگاهی محدوده مطالعاتی از ۸/۳ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۰ به ۱۲/۶ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۲ رسیده است که این مقدار بیانگر رشد قابل توجه نواحی سکونتگاهی دارد. همچنین نتایج حاصل از پیش‌بینی بیانگر این است که میزان گسترش نواحی سکونتگاهی تا سال ۲۰۲۵ و ۲۰۴۰ به ترتیب به ۱۸/۲ و ۲۴/۱ کیلومترمربع خواهد رسید.

واژه‌های کلیدی: سکونتگاه، سنقر، کاربری اراضی، تغییرات، LCM.

### ۱. مقدمه

زمین جهت فعالیت‌های کشاورزی، جنگلداری، مناطق مسکونی صنعتی، مناطق گردشگری و تنوع چشم‌انداز و مناطق طبیعی تأثیرگذار است. در این میان یکی از مهم‌ترین تغییراتی که بسیار مورد توجه قرار دارد، تغییرات مناطق شهری است. امروزه شهرنشینی به‌عنوان یکی از عوامل تغییردهنده سطح زمین تبدیل شده است (گاتمن و همکاران، ۲۰۰۴)، به طوری که افزایش جمعیت در صد سال گذشته حدود یک‌سوم از سطح زمین را تغییر داده است (یانگ و لی، ۲۰۱۳). مطالعات انجام شده بیانگر این است که نواحی شهری کشور ما با توجه به گسترش

تغییرات کاربری اراضی به‌منظور تأمین غذا و افزایش مناطق مسکونی یکی از مهم‌ترین تأثیرات انسان در محیط‌زیست جهانی و همچنین تغییرات منطقه‌ای مانند فرآیندهای هیدرولوژیکی است. در واقع تغییرات کاربری اراضی با برهم‌کنش مکانی و زمانی عوامل بیوفیزیکی و عوامل انسانی در مقیاس‌های مختلف تعریف می‌شود (لوئو و همکاران، ۲۰۱۰). امروزه تغییرات اراضی از جنبه تغییرات محیط‌زیستی جهان دارای اهمیت است و مورد توجه دانشمندان و تصمیم‌گیران قرار گرفته است (ماس و همکاران، ۲۰۱۴). تغییر کاربری اراضی بر میزان تقاضای

نامحدود و بدون برنامه خود سبب دست‌اندازی به محیط‌های طبیعی و از بین بردن آنها شده‌اند (جوادیان کوتنایی و همکاران، ۱۳۹۳) و این روند موجب حرکت به سمت پیرامون و تغییر کاربری اراضی شده است (باتی، ۲۰۰۵). با توجه به موارد مذکور در تحقیق حاضر سعی شده است تا روند تغییرات مناطق مسکونی در شهر سنقر مورد ارزیابی قرار گیرد و همچنین بر مبنای تغییرات صورت گرفته بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲، روند این تغییرات برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۴۰ پیش‌بینی شود.

با توجه به اهمیت تغییرات کاربری اراضی و شناخت این تغییرات، تحقیقات مختلفی در سطح ایران و جهان صورت گرفته است که در ادامه به تشریح پاره‌ای از آن‌ها پرداخته شده است. از جمله تحقیقات خارجی می‌توان به آدمولا و همکاران (۲۰۰۷) اشاره کرد که در تحقیقی به شناسایی عامل‌های مؤثر بر توسعه زمین‌های مسکونی، صنعتی و تجاری بین سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۰ در لاگوس پرداخته‌اند. آنها از روش رگرسیون لجستیک برای مدل‌سازی احتمال توسعه شهری به‌عنوان یک تابع از متغیر مستقل مکانی استفاده کردند. دسترسی، تأثیر تعامل مکانی و متغیرهای سیاسی، عامل‌های عمده تغییر استفاده از زمین بودند. همچنین واکلایک و روجان (۲۰۰۹) از مدل‌سازی تغییرات زمین برای آشکارسازی تغییرات منطقه اولوموک در جمهوری چک استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که ۶ درصد از جنگل مخلوط به جنگل پهن‌برگ تبدیل شده و ۳/۵ درصد افزایش در کاربری مناطق مسکونی رخ داده است. خوی و مارایاما (۲۰۱۰) از مدل‌ساز تغییر زمین و شبکه عصبی مصنوعی برای مدل‌سازی تغییرات جنگل در پارک ملی تام داو استفاده کردند. از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۹۹۳، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۷ به‌عنوان ورودی مدل آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات سطح جنگل برای سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۲۱ بهره‌جستند. نتایج آن‌ها نشان داد که جنگل اولیه از ۱۸/۰۳ درصد در سال ۲۰۰۷ به ۱۵/۱۰ درصد در سال ۲۰۱۰ کاهش یافته است و این مقدار در سال ۲۰۲۱ به ۱۲/۶۶ درصد کاهش خواهد یافت. میائو و

همکاران (۲۰۱۱) شبیه‌سازی کاربری اراضی در حوزه آبخیز هون تازی با مساحت ۲۷۳۰۰ کیلومترمربع با استفاده از مدل CLUE-s و بر اساس روند تاریخی، برنامه‌ریزی شهری و حفاظت اکولوژیکی برای سال ۲۰۲۰ را انجام دادند. گبریل و همکاران (۲۰۱۴) برای شبیه‌سازی کاربری اراضی از مدل تلفیقی VFHM و CLUE-s 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 گرفته و کاربری اراضی برای آینده شبیه‌سازی شد.

در ایران نیز نیمه نظام‌آبادی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه ساحلی عسلویه پرداختند و نتایج آن نشان داد تحت تأثیر تغییرات کاربری اراضی، چرخه فرسایش و رسوب منطقه دچار تغییر چشم‌گیری شده است. همچنین عزیزی قلاتی و همکاران (۱۳۹۳) تغییرات کاربری اراضی منطقه کوهمره سرخی استان فارس را با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در مدل LCM مورد مطالعه قرار دادند. برای این منظور نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از تصاویر لندست در سه دوره زمانی مربوط به سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۱ تهیه شده است. با توجه به تغییرات صورت گرفته در این سال‌ها، نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی شده است و نتیجه نهایی بیانگر این است که بیش‌ترین تغییر کاربری نسبت به سال ۱۳۹۱ در ناحیه کشاورزی آبی است. آرخ (۱۳۹۳) به پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM پرداختند. در این تحقیق از تصاویر سال‌های ۱۳۶۷، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ استفاده شده است. پس از تهیه نقشه کاربری اراضی سال‌های مذکور با استفاده از مدل LCM و بر پایه شبکه‌های عصبی مصنوعی و تحلیل زنجیره مارکوف پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته است. نتایج پیش‌بینی بیانگر کاهش اراضی جنگلی و افزایش اراضی بایر تا سال ۱۴۰۰ می‌باشد. محمدی و همکاران (۱۳۹۴) به مدل‌سازی و

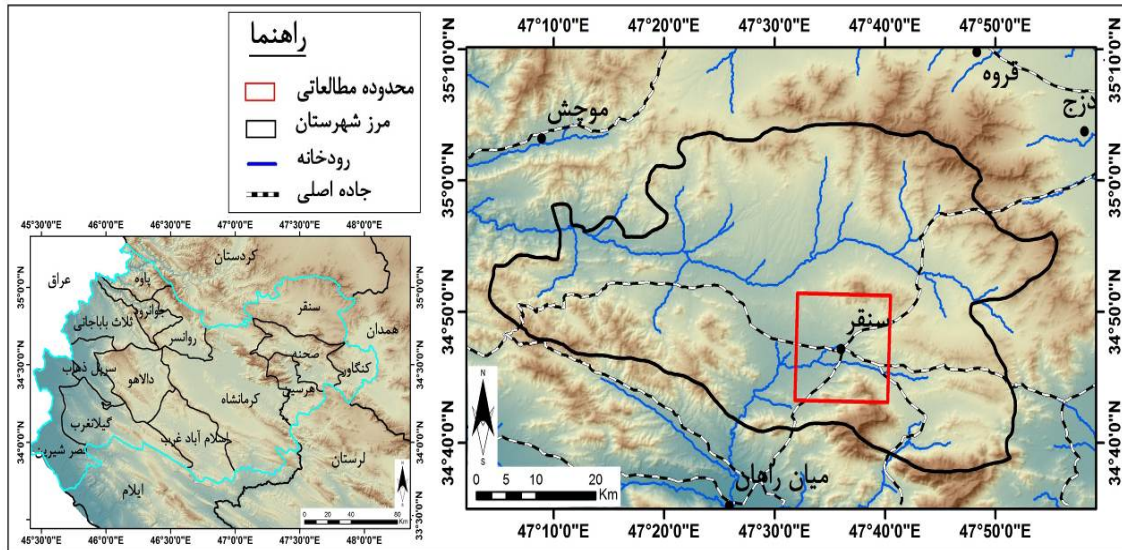
مرکز شهرستان سنقر محسوب می‌شود. این منطقه از نظر تقسیمات زمین‌شناسی، بر اساس تقسیماتی که از سوی آقاناتی صورت گرفته است، در زون سندج-سیرجان قرار دارد و بیشتر سنگ‌های آن از آهک، شیل، کنگلومرا و مواد آبرفتی می‌باشد (آقاناتی، ۱۳۸۳). از نظر ژئومورفولوژی این منطقه را می‌توان به واحدهای کوهستان، مخروطه‌افکنه، تپه ماهوار، پادگانه آبرفتی و دشت تقسیم کرد که بر اساس این تقسیم‌بندی، شهر سنقر در واحد دشت و بخش کمی از آن نیز در واحد پادگانه آبرفتی قرار می‌گیرد. نمای کلی حاکم بر منطقه نیز شامل یک دشت وسیع است که در اطراف توسط کوه‌هایی احاطه شده است. از نظر ارتفاعی، منطقه مطالعاتی بین ارتفاع ۲۶۰۰ تا ۱۷۰۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است که شهر سنقر در طبقه ارتفاعی ۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰ متر قرار گرفته است. رودخانه جامیشان به عنوان رودخانه اصلی این شهر محسوب می‌شود که از غرب محدوده گذشته و از کوه‌های اطراف سنقر و سراب سنقر جای سرچشمه می‌گیرد، در دشت دینور به رودخانه عالی سیاه پیوسته و رودخانه دینور را به‌وجود آورده‌اند و در بیستون به گاماسیاب پیوسته و سیمره تشکیل می‌دهند. از نظر وضعیت آب‌وهوایی نیز، متوسط بارش سالیانه منطقه در یک دوره آماری ۴۲ ساله، ۴۳۴ میلی‌متر و درجه حرارت نیز ۱۲/۲ درجه سانتی‌گراد بوده است و بیشترین مقدار متوسط دما مربوط به ماه تیر می‌باشد که به ۲۴/۹ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. اقلیم منطقه نیز در اقلیم نمای آمبرژه در اقلیم نمای سرد و خشک قرار می‌گیرد. (حسین‌زاده و پناهی، ۱۳۹۳). در شکل ۱ نقشه موقعیت استان، شهرستان و محدوده مطالعاتی نشان داده شده است.

بررسی تغییرات کاربری اراضی شهرستان رامیان پرداختند. در این تحقیق تغییرات کاربری اراضی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ مشخص شده است و سپس الگوی تغییرات کاربری اراضی برای در رامیان برای سال ۲۰۳۰ براساس نقشه‌های واقعی کاربری سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ با استفاده از تخصیص مکانی مدل CLUE-s شبیه‌سازی شده است. نتایج تحقیق بیانگر این است که مهم‌ترین تغییرات کاربری در شهرستان رامیان تبدیل جنگل‌ها و مراتع به زمین‌های کشاورزی و مسکونی بوده است. نگهبان و همکاران (۱۳۹۵) به ارزیابی تغییرات خط ساحلی با استفاده از سنجش از دور در محدوده ساحلی دریای عمان از چابهار تا بندر تنگ پرداختند. نتایج این تحقیق بیان‌کننده این است که بیشترین تغییرات در محدوده شهر چابهار، کنارک و اسکله‌ها و بندری است که در محدوده ساحلی این منطقه ایجاد شده است. عامل مهم و تأثیرگذار دیگر در پسروری خط ساحلی این منطقه حجم زیاد رسوب‌گذاری در مصب رودخانه‌های این محدوده می‌باشد. عامل دیگر که باعث بالا آمدگی ساحل این منطقه شده تکنونیک می‌باشد. با توجه به موارد مذکور، هدف اصلی تحقیق حاضر آگاهی از شرایط آینده کاربری اراضی در صورت ادامه یافتن روند موجود است که بدون شک آگاهی از شرایط کاربری در سال‌های آینده نقش زیادی در مدیریت کاربری و در صورت امکان تغییر روند کنونی تغییرات به‌منظور کاهش خسارات احتمالی خواهد داشت.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲-۱. محدوده مورد مطالعه

شهر سنقر در ضلع شمال شرقی استان کرمانشاه قرار دارد و



شکل ۱. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه.

جدول ۱. مشخصات تصاویر مورد استفاده.

تاریخ	سنجنده	نوع ماهواره
۲۰۱۷/۰۶/۲۸	TM	لندست ۵
۲۰۱۲/۰۶/۲۲	+ETM	لندست ۷
۲۰۰۰/۰۶/۲۹	OLI	لندست ۸

۲۰۰۰، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۷ تهیه شده است. به منظور تهیه و مقایسه درست تصاویر و با توجه به شرایط ابرناکی، همه تصویر در ماه ژوئن و تا حد امکان در روزهای نزدیک بهم انتخاب شده است. در جدول ۱ مشخصات تصویر نشان داده شده است.

#### ۲-۲-۲. پیش پردازش تصاویر

پس از تهیه تصاویر، قبل از هرگونه تجزیه و تحلیل و پردازش، ابتدا به تصحیح اتمسفری تصاویر با استفاده روش FLASH پرداخته شده است و سپس داده‌ها از نظر وجود خطای هندسی و رادیومتری بررسی شده است. به منظور اطمینان از عدم خطا، با نمایش تک باند‌ها و همچنین ترکیب‌های رنگی مختلف بر روی صفحه نمایش و با بزرگ‌نمایی قسمتی‌های مختلف این تصاویر، داده‌های

#### ۲-۲-۲. روش پژوهش

هدف از تحقیق حاضر بررسی روند توسعه سکونتگاه‌های محدوده مورد مطالعه در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ و پیش‌بینی این روند تا سال ۲۰۲۵ است. به صورت کلی روش کار به این صورت است که بر مبنای کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ و روند تغییر آن تا سال ۲۰۱۲ و همچنین سایر پارامترهای مؤثر، میزان گسترش نواحی سکونتگاهی تا سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۴۰ پیش‌بینی شده است. برای این منظور اقداماتی صورت گرفته است که در زیر به صورت مرحله‌ای به تشریح این مراحل پرداخته شده است:

#### ۲-۲-۱. تهیه تصاویر

با توجه به هدف تحقیق ابتدا تصاویر ماهواره‌ای سال‌های

همچنین به صورت افزونه برای نرم‌افزار ARCGIS در دسترس است. مدل‌ساز تغییر زمین، ابزاری را در اختیار قرار می‌دهد که به کمک آن می‌توان به ارزیابی و مدل‌سازی تجربی تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر زیستگاه گونه‌ها و تنوع زیستی پرداخت. مراحل مدل‌سازی در ۴ مرحله انجام می‌شود:

۱. بررسی تغییرات: برای بررسی تغییرات باید دو نقشه به‌عنوان ورودی وجود داشته باشد؛ که در تحقیق حاضر از نقشه کاربری اراضی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ استفاده شده است. در این مرحله میزان تغییرات هر کدام از کاربری‌ها در طی سال‌های مذکور مورد ارزیابی قرار گرفته شده است.

۲. مدل‌سازی پتانسیل انتقال: در این مرحله بر اساس مدل زنجیره مارکوف میزان پتانسیل هر کاربری به کاربری دیگر سنجیده شده است. به این معنی که هر پیکسل از تصویر برای تغییر از یک کاربری به نوع دیگر چقدر قابلیت دارد. سپس، بر مبنای تغییرات عمده رویداده در منطقه مورد مطالعه، ۴ زیر مدل انتقال تغییر کاربری که عبارت‌اند از تبدیل مراتع به نواحی سکونتگاهی، تبدیل کشاورزی آبی به نواحی سکونتگاهی و تبدیل کشاورزی دیم به نواحی سکونتگاهی به نواحی سکونتگاهی مشخص شده است. برای ساخت هر یک از زیر مدل‌های مذکور، از متغیرهای توصیفی مختلف استفاده شد که با استفاده از روش MLP مدل‌سازی شده و در نهایت به تولید نقشه‌های پتانسیل انتقال انجامیده است. متغیرهای توصیفی به کار رفته در تحقیق حاضر عبارت‌اند از: شیب، ارتفاع، فاصله از جاده و فاصله از نواحی سکونتگاهی می‌باشد.

۳. پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی: پس از محاسبه پتانسیل انتقال هر کاربری به کاربری سکونتگاهی با استفاده از داده‌های توصیفی مورد نظر، نقشه پیش‌بینی سخت کاربری اراضی برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۴۰ تهیه شده است.

۴. ارزیابی صحت پیش‌بینی: برآورد صحت برای درک نتایج به‌دست آمده و به کار بردن این نتایج برای

هر دو زمان ازلحاظ خطاهای رادیومتری مانند راه‌راه‌شدگی 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 پیش‌پردازش 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، تصویر رنگی کاذب هر ۲ تاریخ با استفاده از ترکیب ۲ (سبز) ۳ (قرمز) و ۴ (مادون قرمز نزدیک) تولید شده است (خوی و ماریاما، ۲۰۱۰). این تصاویر به تجسم انواع کاربری‌ها در منطقه کمک می‌کنند.

۲-۲-۳. تهیه نقشه کاربری اراضی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲

برای تهیه نقشه کاربری اراضی، از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده استفاده شد. اولین گام در انجام دادن یک طبقه‌بندی نظارت‌شده تعریف مناطقی است که به مثابه نمونه‌های تعلیمی برای هر کلاس استفاده می‌شوند (استمن، ۲۰۰۶). نمونه‌های تعلیمی در ۴ کلاس کشاورزی آبی، کشاورزی دیم، 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 ۲۰۰۰، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۷ تهیه شده است.

۲-۲-۴. آشکارسازی تغییرات با استفاده از LCM

آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی ابزاری برای تجزیه و تحلیل‌های محیط‌زیست، برنامه‌ریزی و مدیریت ضروری است. مدل‌ساز تغییرات زمین به صورت ابزار جانبی درون سامانه نرم‌افزاری EDRISI وجود دارد و

تصمیم‌گیری خیلی مهم هستند. معمول‌ترین پارامترهای برآورد دقت شامل دقت کل (Overall accuracy) و ضریب کاپا (Kappa Coefficient) هستند (لیو و همکاران، ۲۰۰۴). برای ارزیابی توان مدل LCM جهت تولید نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۲۵، ابتدا از نقشه‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ برای پیش‌بینی نقشه سال ۲۰۱۷ ماه ژوئن استفاده شده است. برای انجام این پیش‌بینی، ماتریس احتمال تغییرات و ماتریس مساحت‌های احتمالی تغییرات تهیه و بر مبنای زیر مدل‌های تعریف شده و نقشه‌های احتمال انتقال تغییرات، نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۷ تهیه شده است. سپس نقشه پیش‌بینی شده توسط مدل LCM با نقشه واقعیت زمینی مورد مقایسه قرار گرفته شده است. با محاسبه ضریب کاپای استاندارد، ضریب کاپای موقعیت، ضریب کاپای کمیت و محاسبه خطای False Alarm، Misses و وضعیت صحت برای موقعیت و کمیت پیکسل‌های هر طبقه به‌دست آمد. نتایج برآورد صحت نقشه در جدول ۲ نشان داده شده است که بیانگر صحت قابل قبول نقشه‌های تهیه شده است.

### ۳. نتایج و بحث

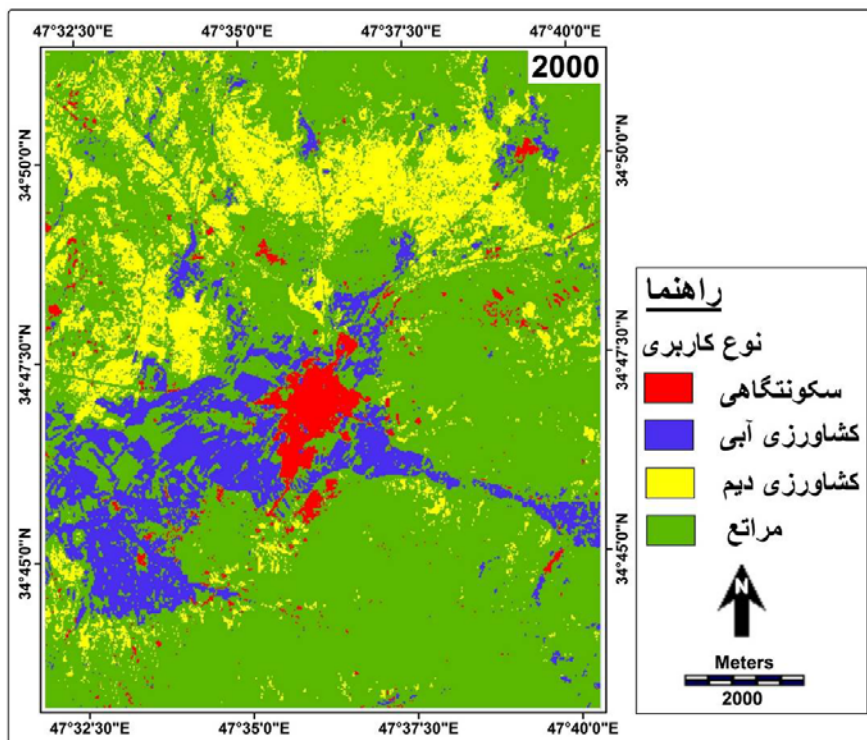
#### ۳-۱. وضعیت کاربری اراضی محدوده مطالعاتی در سال ۲۰۰۰

با توجه به اینکه برای پیش‌بینی میزان تغییرات کاربری اراضی در سال‌های آتی، کاربری سال‌های

قبل مورد نیاز است و در واقع پیش‌بینی بر مبنای همین کاربری‌ها صورت می‌گیرد، در تحقیق حاضر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ محدوده مطالعاتی که هر دو تصویر مربوط به ماه ژوئن می‌باشد نقشه کاربری اراضی برای سال‌های مذکور تهیه شده است. در شکل ۲ نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ محدوده مطالعاتی نشان داده شده است که مطابق نقشه مذکور محدوده مطالعاتی در ۴ کلاس اراضی کشاورزی آبی، اراضی کشاورزی دیم، نواحی سکونتگاهی و مراتع تقسیم شده است. لازم به ذکر است که اراضی‌های دیگری مانند باغات با توجه به نداشتن وسعت قابل توجه و همچنین به دلیل قرار گرفتن در اراضی‌های کشاورزی در طبقه اراضی کشاورزی قرار گرفته‌اند. همچنین طبقه مربوط به نواحی سکونتگاهی شامل مناطق مسکونی، تأسیسات، جاده و تمامی ساخت‌وسازها می‌باشد. نتایج حاصل از محاسبه کاربری اراضی در جدول ۳ نشان داده شده است که مطابق جدول مذکور در سال ۲۰۰۰ حدود ۸/۳ کیلومترمربع از محدوده مطالعاتی را نواحی سکونتگاهی و تأسیسات وابسته به آن در بر گرفته است، همچنین اراضی کشاورزی آبی و دیم به ترتیب ۲۹/۷ و ۲۱/۹ کیلومترمربع از محدوده را شامل می‌شوند؛ اما بیشترین میزان کاربری اراضی محدوده مطالعات به دلیل وجود واحد کوهستان و تپه‌ماهورهای اطراف محدوده شهری سنقر مراتع هستند که در سال ۲۰۰۰ حدود ۱۳۵ کیلومترمربع وسعت داشته است.

جدول ۲. ارزیابی صحت نقشه‌های تولید شده.

ارزیابی صحت	نقشه سال ۲۰۰۰	نقشه سال ۲۰۱۲	نقشه سال ۲۰۱۷
صحت کلی	۹۵ درصد	۹۴ درصد	۹۳ درصد
ضریب کاپا	۹۴ درصد	۹۲ درصد	۹۱ درصد



شکل ۲. نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی در سال ۲۰۰۰.

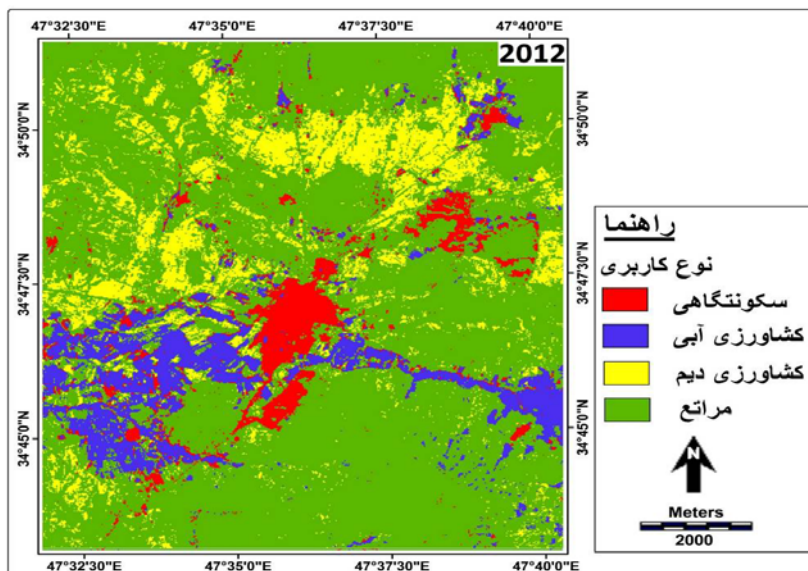
سال ۲۰۱۲ رسیده است که بیشترین میزان گسترش نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق جنوبی محدوده شهری سنقر بوده است. در مقابل افزایش نواحی سکونتگاهی شاهد کاهش وسعت سایر کاربری‌ها بوده‌ایم به طوری که اراضی کشاورزی آبی و دیم از ۲۹/۷ و ۲۱/۹ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۰ به ۲۷/۴ و ۲۰/۸ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۲ رسیده است، همچنین کاربری مراتع نیز از ۱۳۵/۱ به ۱۳۴/۲ کیلومترمربع کاهش یافته است.

### ۲-۳. وضعیت کاربری اراضی محدوده مطالعاتی در سال ۲۰۱۲

همانند نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۰، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۲ نقشه کاربری اراضی این سال نیز تهیه شده است. مطابق شکل ۳ و جدول ۳، نواحی سکونتگاهی در طی این دوره ۱۲ ساله شاهد رشد چشم‌گیری بوده است به طوری که وسعت نواحی سکونتگاهی و تأسیسات مربوطه از ۸/۳ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۰ به ۱۲/۶ کیلومترمربع در

جدول ۳. محاسبه مساحت و درصد مساحت کاربری‌های اراضی محدوده مطالعاتی در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲.

نوع کاربری	۲۰۱۲		۲۰۰۰	
	درصد	مساحت (کیلومترمربع)	درصد	مساحت (کیلومترمربع)
سکونتگاهی	۶/۵	۱۲/۶	۴/۳	۸/۳
کشاورزی آبی	۱۴/۱	۲۷/۴	۱۵/۲	۲۹/۷
کشاورزی دیم	۱۰/۷	۲۰/۸	۱۱/۲	۲۱/۹
مراتع	۶۸/۸	۱۳۴/۲	۶۹/۲	۱۳۵/۱



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی در سال ۲۰۱۲.

### ۳-۳. آنالیز تغییرات

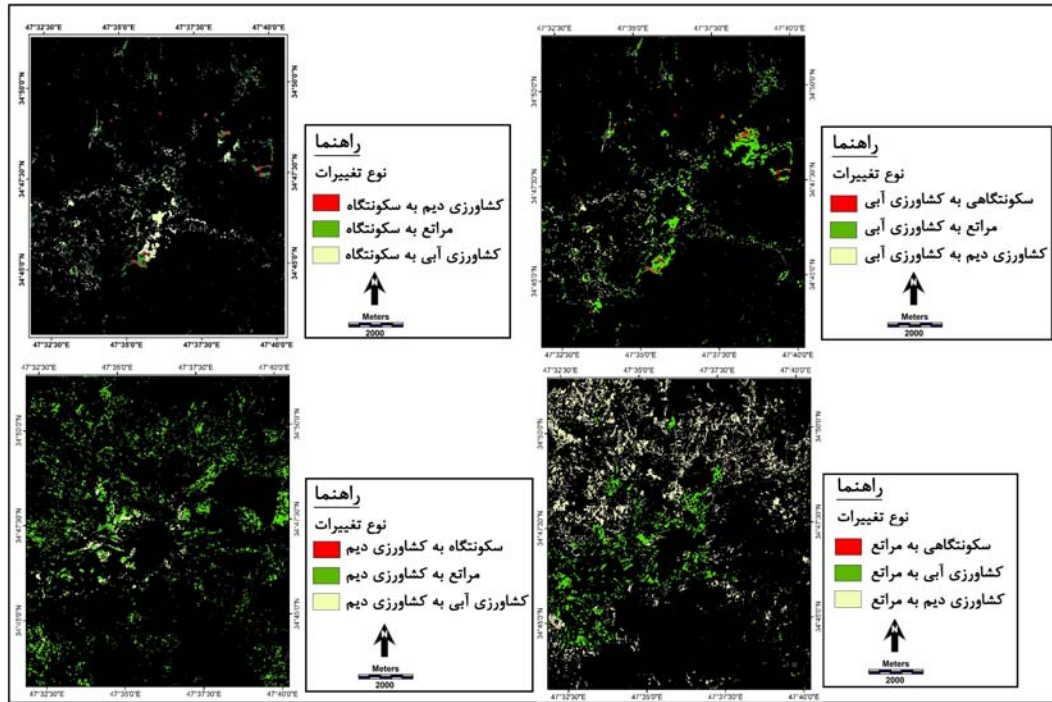
با توجه به روند تغییرپذیری کاربری اراضی، اراضی محدوده مطالعاتی نیز در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ شاهد تغییرات زیادی بوده است که در جدول ۴ میزان تغییرات از هر کاربری به کاربری دیگر نشان داده شده است. مطابق جدول مذکور میزان تغییر کاربری اراضی از کشاورزی آبی به کاربری سکونتگاهی در طی دوره ۱۲ ساله ۱/۹ کیلومترمربع بوده است که این مقدار برای کشاورزی دیم ۰/۶ کیلومترمربع بوده است، همچنین حدود ۱/۸ کیلومترمربع از مراتع نیز به کاربری سکونتگاهی تبدیل شده است. نتایج مذکور بیان‌کننده این است اراضی کشاورزی آبی حاشیه شهر سنقر به‌خصوص مناطق جنوبی و مراتع نزدیک به محدوده شهری بیشترین

میزان تغییر را داشته‌اند. در میان تغییرات سایر کاربری‌ها نیز حدود ۱۱/۵ کیلومترمربع از مراتع به کشاورزی دیم تبدیل شده‌اند. همچنین حدود ۱۲/۳ کیلومترمربع از اراضی دیم نیز به مراتع تبدیل شده است. لازم به ذکر است که اراضی بایر و بدون کشت در طبقه مراتع قرار گرفته‌اند بر این اساس در کلاسه‌بندی کاربری اراضی کشاورزی دیمی که در آن سال به‌صورت بایر بوده است در طبقه مراتع قرار گرفته شده‌اند. همچنین حدود ۴/۷ کیلومترمربع از اراضی کشاورزی آبی به مراتع یا اراضی بایر و حدود ۵/۱ کیلومترمربع از مراتع به کشاورزی آبی تبدیل شده است. در شکل ۴ میزان تغییرات هر کدام از کاربری‌ها به کاربری دیگر در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ نشان داده شده است.

جدول ۴. میزان تغییرات هر کدام از کاربری‌های به کاربری دیگر طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ در محدوده مطالعاتی.

ردیف	نوع کاربری	مساحت (کیلومترمربع)	ردیف	نوع کاربری	مساحت (کیلومترمربع)
۱	کشاورزی دیم به سکونتگاهی	۱/۶	۷	سکونتگاهی به کشاورزی آبی	۰/۲
۲	مراتع به سکونتگاهی	۱/۸	۸	مراتع به کشاورزی آبی	۵/۱
۳	کشاورزی آبی به سکونتگاهی	۱/۹	۹	کشاورزی دیم به کشاورزی آبی	۰/۴
۴	سکونتگاهی به کشاورزی دیم	۰/۱	۱۰	سکونتگاهی به مراتع	۰/۰۹
۵	مراتع به کشاورزی دیم	۱۱/۵	۱۱	کشاورزی آبی به مراتع	۴/۷
۶	کشاورزی آبی به کشاورزی دیم	۱/۶	۱۲	کشاورزی دیم به مراتع	۱۲/۳

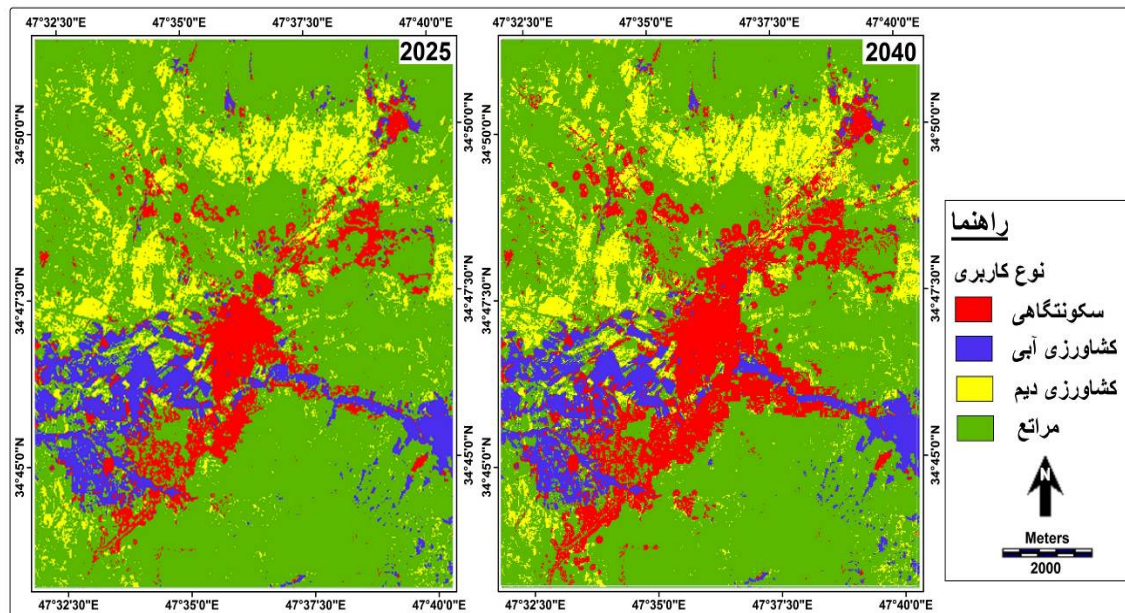




شکل ۴. نقشه تغییرات هر کدام از کاربری‌های به کاربری دیگر در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ در محدوده مطالعاتی.

کاربری سکونتگاهی داده‌های توصیفی تعیین شده‌اند. داده‌های توصیفی مطابق بر وضعیت ژئومورفولوژیکی و پارامترهای انسانی منطقه تهیه شده‌اند به این صورت که مناطق کم‌شیب، کم‌ارتفاع، نزدیک به جاده اصلی و نزدیک به محدوده شهری پتانسیل بالایی جهت انتقال به کاربری سکونتگاهی دارند. در نهایت بر مبنای داده‌های توصیفی و پتانسیل انتقال، نقشه پیش‌بینی گسترش نواحی سکونتگاهی برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۴۰ تهیه شده است (شکل ۵). مطابق نقشه مذکور، نواحی سکونتگاهی در سال ۲۰۲۵ به  $18/2$  و در سال ۲۰۴۰ به  $24/1$  کیلومتر مربع خواهد رسید. بررسی نقشه پیش‌بینی شده بیانگر این که بخش جنوبی محدوده شهری سنقر، پتانسیل بیشتری جهت توسعه اراضی شهری دارد و در آینده‌ای نزدیک، روند رشد شهری به سمت این مناطق خواهد بود. در واقع با توجه به اینکه در توسعه نواحی شهری، نزدیکی به راه ارتباطی و محدوده شهری، شیب و ارتفاع کم از مهم‌ترین عوامل جذب جمعیت هستند، گسترش نواحی سکونتگاهی تحت تأثیر این عوامل خواهد بود.

۳-۴. پیش‌بینی تغییرات برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۴۰ هدف از تحقیق حاضر پیش‌بینی میزان گسترش نواحی سکونتگاهی برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۴۰ می‌باشد، برای این منظور از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ در ماه ژوئن استفاده شده است. پس از تهیه تصاویر ماهواره‌ای و پیش‌پردازش تصاویر، کاربری اراضی محدوده مطالعاتی برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ تهیه شده است. سپس با استفاده از مدل LCM میزان تغییرات کاربری اراضی و روند مکانی تغییرات آنالیز شده است. سپس بر اساس مدل زنجیره مارکوف میزان پتانسیل تغییر هر کاربری به کاربری سکونتگاهی سنجیده شده است. به این معنی که هر پیکسل از تصویر برای تغییر از یک کاربری به نوع دیگر چقدر قابلیت دارد. سپس، بر مبنای تغییرات عمده روی داده در منطقه مورد مطالعه، ۳ زیر مدل انتقال تغییر کاربری که عبارت‌اند از تبدیل مراتع به نواحی سکونتگاهی، تبدیل کشاورزی آبی به نواحی سکونتگاهی و تبدیل کشاورزی دیم به نواحی سکونتگاهی مشخص شده است. پس از محاسبه پتانسیل انتقال هر کاربری به



شکل ۵. نقشه پیش‌بینی میزان گسترش نواحی سکونتگاهی برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۴۰.

#### ۴. نتیجه‌گیری

روند رو به رشد توسعه سکونتگاهی در مناطق مختلف متفاوت است و در محدوده شهری سنقر بیشتر به سمت مناطق جنوبی محدوده شهری در حال پیش‌روی است. با توجه به وضعیت ژئومورفولوژیکی محدوده مطالعاتی، بخش عمده‌ای از محدوده را مراتع دربر گرفته است. اراضی کشاورزی آبی نیز که سهم قابل توجهی دارند در حاشیه شهر سنقر واقع شده‌اند که این مناطق بیشتر دستخوش تغییر هستند. نتایج حاصل از ارزیابی نقشه‌ها بیانگر این است که نواحی سکونتگاهی محدوده مطالعاتی از ۸/۳ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۰ به ۱۲/۶ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۲ رسیده است که این مقدار بیانگر رشد قابل توجه نواحی سکونتگاهی دارد. در این میان با افزایش نواحی سکونتگاهی کاربری اراضی کشاورزی آبی که بیشتر در حاشیه شهر سنقر قرار دارد بیشترین میزان تغییر را داشته است به طوری که حدود ۱/۹ کیلومترمربع از این اراضی در طی سال‌های مذکور به کاربری سکونتگاهی تبدیل شده‌اند، همچنین حدود ۱/۸ کیلومترمربع از مراتع نیز به کاربری سکونتگاهی تبدیل شده‌اند؛ اما با توجه به دورتر بودن اراضی کشاورزی دیم به محدوده شهری

سنقر، میزان تغییر این اراضی به نواحی سکونتگاهی ۰/۶ کیلومترمربع بوده است. با توجه به هدف اصلی تحقیق، بر مبنای داده‌های توصیفی مد نظر شامل فاصله از راه ارتباطی، فاصله از محدوده شهری، ارتفاع و شیب میزان گسترش نواحی سکونتگاهی برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۴۰ پیش‌بینی شده است. نتایج حاصل از پیش‌بینی بیانگر این است که در صورت تداوم روند رو به رشد حاضر، میزان توسعه نواحی سکونتگاهی در سال ۲۰۲۵ به حدود ۱۸/۲ کیلومترمربع خواهد رسید که این رقم در سال ۲۰۴۰ به ۲۴/۱ کیلومترمربع خواهد رسید که با توجه به پتانسیل بالای مناطق جنوبی محدوده شهری سنقر بیشترین میزان توسعه نواحی سکونتگاهی به سمت این مناطق خواهد بود. نتایج حاصله بیانگر این است که رشد روزافزون نواحی سکونتگاهی شهر سنقر منجر به تخریب روزافزون اراضی کشاورزی مرغوب و مراتع خواهد بود که در صورت تداوم این روند اراضی کشاورزی آبی حاشیه شهر سنقر تا سال ۲۰۴۰ به کمترین مقدار خود خواهند رسید و بخش عمده‌ای از مراتع نیز تخریب خواهند شد. بنابراین لازم است که قبل از افزایش میزان تخریب، نواحی متناسب برای توسعه سکونتگاه‌ها مشخص شود تا

محدودیت‌های ژئومورفولوژیک توسعه فیزیکی و مکانیابی جهت‌های توسعه آینده شهر سنقر، مجله جغرافیا و توسعه فضای شهری، سال ۲، شماره ۱، ۲۸-۱۵.

عزیزی قلاتی، س.، رنگزن، ک.، تقی‌زاده، ا. و احمدی، ش.، ۱۳۹۳، مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در مدل LCM (مطالعه موردی: منطقه کوهمره سرخی استان فارس)، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، شماره ۴، ۵۹۶-۵۸۵.

محمدی، م.، امیری، م. و دستورانی، ج.، ۱۳۹۴، مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهرستان رامیان در استان گلستان، مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۱۹(۴)، ۱۴۱-۱۵۸.

نعیمی نظام‌آباد، ع.، قهرودی تالی، م. و ثروتی، م. ر.، ۱۳۸۹، پایش تغییرات خط ساحلی و لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی خلیج فارس با استفاده از تکنیک سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه ساحلی عسلویه)، مجله فضای جغرافیایی، سال دهم، شماره ۳۰، ۶۱-۴۵.

نگهبان، س.، رستمی، د. و گنجائیان، ح.، ۱۳۹۵، پایش تغییرات خط ساحلی با استفاده از سنجش از دور (مطالعه موردی: محدوده ساحلی دریای عمان از چابهار تا بندر تنگ)، مجله پژوهش‌های کمی، دوره ۵(۱)، ۲۷-۴۲.

اراضی مستعد کشاورزی و مراتع کمتر دچار تخریب شوند. در بسیاری از تحقیقات پیشین صورت گرفته در منطقه، توجه به تغییرات کاربری‌های اراضی و خصوصاً تغییرات اراضی سکونتگاهی و روند توسعه آن‌ها نادیده گرفته شده است، بنابراین آنالیز تغییرات صورت گرفته در تحقیق حاضر به‌منظور انجام برنامه‌ریزی‌های مختلف می‌تواند کارساز باشد زیرا که آگاهی از روند تغییرات آتی در تصمیمات می‌تواند نقش کلیدی داشته باشد.

### مراجع

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

آقائباتی، س. ع.، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۶۴۰ صفحه.

جوادیان کوتنایی، س.، ملماسی، س.، اورک، ن. و مرشدی، ج.، ۱۳۹۳، تدوین الگوی ارزیابی توان اکولوژیکی توسعه شهری با بهره‌گیری از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (نمونه موردی، شهرستان سازی)، مجله آمایش سرزمین، شماره ۱، ۱۷۸-۱۵۳.

حسین‌زاده، م. م. و پناهی، ر.، ۱۳۹۳، بررسی

Ademola, N., Braimoh, K. and Onishi, T., 2007, Spatial determinants of urban land use change in Lagos. *Land Use Policy*, 24, 502-515.

Batty, M., 2005, *Cities and Complexity, Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models and Fractals*, the MIT Press, Cambridge Massachusetts.

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

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. *Ecological Indicators*, No. 36, pp.

766-778.

Gutman, G., Janetos, A. C., Justice, C. O., Moran, E. F., Mustard, J. F., Rindfuss, R. R., and Cochrane, M. A., 2004, *Land change science: Observing, monitoring and understanding trajectories of change on the earth's surface* (Vol. 6). Springer Science & Business Media.

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

Lu, D., Mausel, P., Brondi'zio, E. and Moran, E., 2004, Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25(12), 2365-2407.

Luo, G., Yin, C., Chen, X., Xu W. and Lu, L.,

- 2010, Combining System Dynamic Model and CLUE-s Model to Improve Land Use Scenario Analyses at Regional Scale: A Case Study of Sangong Watershed in Xinjiang, China, *Ecological Complexity*, 7, 198-207.
- Mas, J. F., Kolb, M., Paegelow, M. and Camacho Olmedo, M. T., 2014, Inductive pattern-based land use/cover change models: A comparison of four software packages. *Environmental Modelling & software*. 51, 94-111.
- Miao, L., Yuanman, H., Wei, Z., Junjun, Z., Hongwei C. and Fengming, X., 2011, Application of Land-use Change Model in Guiding Regional Planning: A Case Study in Hun-Taizi River Watershed, Northeast China”, *China Geographical Sciences*, 21(5), 609–618.
- Vaclavik, T. and Rogan, J., 2009, Identifying trends in land use / land cover changes in the context of post socialist transformation in Central Europe: A case study of the greater Olomouc region, Czech Republic. *GIS science & Remote Sensing*, 46 (1), 54-76.
- Yang, X. and Li, J., 2013, *Advances in mapping from remote sensor imagery: techniques and applications*. CRC Press.

## Monitoring and predicting the trend of changes in residential areas using multi-timed images (Case study: Songhor city)

Negahban, S.<sup>1\*</sup>, Ganjaeian, H.<sup>2</sup>, Ebrahimi, A.<sup>3</sup> and Emami, K.<sup>4</sup>

1. Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Economics, Management & Social sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran

2. Ph.D. Student, Department of Physical Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

3. Ph.D. Student, Department of Physical Geography, Faculty of Geography and planning, Tabriz University, Tabriz, Iran

4. M.Sc. Graduated, Department of Physical Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

(Received: 6 Feb 2019, Accepted: 14 May 2019)

### Summary

Considering the ever-increasing changes in land uses and the need for managers and experts to know how changes have taken place in policy and options for solving the existing problems. Detection of changes to determine the trend over time seems necessary. On the other hand, modeling future changes is important for understanding the quality of future changes. Therefore, the full recognition of land use, its past changes and the prediction of future changes plays an important role in the sustainable management of resources. Modeling land use processes is an important tool in optimizing land use and land use planning. One of the models used to predict landslide changes is the model of artificial neural networks and Markov chain analysis. The features of the artificial neural network include the ability to learn and generalize and process information in parallel.

Considering the goal of urban development during the years 2000 to 2012, satellite imagery of the years 2000 and 2012 in June has been used. After the preparation of satellite imagery and pre-processing of images, the land use in the study area for the years 2000 and 2012 has been prepared. Then using the LCM model land use change patterns of changes were analyzed. Then, based on the Markov chain model, the potential for changing each use to residential use is measured. This means that each pixel was capable of showing change the image from one land use to another. Then, based on the major changes in the region in the survey, three sub-models of shifting change were identified as transforming pastures into habitat areas, converting agricultural production into settlements, and transforming dryland farming into settlements. After calculating the potential for the transfer of any land use to a settlement using descriptive data, a plan for predicting the use of land for 2025 and 2040 was then provided.

Given that the purpose of the present study was to assess the development of residential areas, the extent of changes in these areas were assessed during the years 2000 to 2012. The results indicate that the residential areas increased from 8.3 square kilometers in 2000 to 12.6 square kilometers in 2012, according to the land use map, and mostly changes in the urban area of Songhor area have been made. The results of the assessment of changes indicate that the land use change from irrigated agricultural to residential use during the 12 year period was 1.9 km<sup>2</sup>, which for dryland agriculture it was 0.6 kilometers, Also 1.8 km<sup>2</sup> of rangelands has become residential. The results of this study indicate that the irrigated agricultural lands of the city of Sangar, especially the southern regions and pastures near the urban area, have had most changes. Among the changes in other uses, about 11.5 km<sup>2</sup> of the rangeland has been converted into rainfed farming, and about 12.3 km<sup>2</sup> of land has also become rangelands and also, about 4.7 km<sup>2</sup> of irrigated agricultural has become arable land or Bayer land and about 1.5 km<sup>2</sup> of rangelands has become irrigated agricultural land.

The growing population has led to an increase in the number of habitat areas and, as a result, agricultural lands and pastures have undergone changes. The growing trend of settlement development varies from region to region, and in the urban area of Songhor more are moving toward the southern regions of the urban area. Considering the geomorphologic status of the study area, a large part of the range is covered by rangelands. Irrigated agricultural lands which have a significant share, are located on the outskirts of the city of Songhor, which are undergoing further changes. According to the main objective of the research, based on descriptive data such as distance from communication, distance from urban boundaries, elevation and slope, the amount of development of residential areas for 2025 and 2040 is also projected. The results of the forecast indicate that in the case of the growing trend, the development of the settlements will reach about 18.2 km<sup>2</sup> in 2025, and will reach 24.2 km<sup>2</sup> in 2040, due to the high potential of the southern regions of the city of Songhor, the highest rate of development of settlements will be towards these areas. The results indicate that the increasing number of settlements in the city of Songhor will lead to the degradation of high-quality agricultural lands and pastures. If the trend is continued, the irrigated agricultural around of the city of Songhor will reach the lowest level by 2040. Also most of the pastures will also be degraded. Hence, it is necessary to identify areas suitable for the development of a settlement before increasing of rate the destruction occur, so that less prone areas for agriculture and pastures can be degraded.

**Keywords:** Settlement, Songhor, Land Use, Changes, LCM.

---

\*Corresponding author:

snegahban@shirazu.ac.ir