دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال نوزدهم، شماره‌ی ۶۵
بهار ۱۳۹۸، صفحات ۵۶-۳۷

فاطمه محمدیاری[۱]
*حمیدرضا پورخباز[۲]
حسین اقدر[۳]
مرتضی توکلی[٤]

پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی شهرستان بهبهان سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۶ با استفاده از مدل LCM

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۱/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۱/۱٤

چکیده

آشکارسازی تغییرات و همچنین پیش‌بینی تغییرات پوشش اراضی در دادن دیدی کلی برای مدیریت بهتر منابع طبیعی، حفاظت اراضی کشاورزی اطراف مناطق شهری و اتخاذ تدابیر سیاست‌های درازمدت بسیار مؤثر است. یکی از روش‌های مورد استفاده برنامه‌ریزان جهت کنترل روند تغییرات پوشش سرزمین و کاربری اراضی، مدل‌سازی می باشد. در این مطالعه نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های (۱۳۷۸ و ۱۳۹۲) شهرستان بهبهان با استفاده از روش طبقه-بندی حداکثر احتمال تهیه شد. همچنین با استفاده از زنجیره مارکوف و رگرسیون لجستیک نقشه کاربری اراضی سال (۱٤۰٦) به‌دست آمد. پس از تهیه نقشه مدل‌سازی شده آشکارسازی تغییرات با نقشه کاربری اراضی سال (۱۳۹۲ و ۱٤۰٦) با مدل LCM صورت گرفت. ارزیابی صحت، نقشه‌های کاربری اراضی سال (۱۳۷۸ و ۱۳۹۰) با ضریب کاپا و ارزیابی صحت روش رگرسیون لجستیک نیز با (ROC) محاسبه شد. یافته‌های حاصل از مدل‌سازی با رگرسیون لجستیک در تحقیق حاضر نشان داد که آماره ROC در تمام زیرمدل‌ها بیش از ۰/۹٤ است که این نتایج حاکی از ارائه بسیار خوب مدل رگرسیون لجستیک در زمینه تجزیه‌وتحلیل تغییرات مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی بود. نتایج نشان داد بیش‌ترین کاهش تغییرات عمدتا شامل تخریب مراتع و تبدیل آن به سایر کاربری‌ها

۱ - کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان.
*۲- گروه محیط‌زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان. (نویسنده مسئول). E-mail: Pourkhabbaz@yahoo.com
۳- کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS، دانشکدهٔ علوم دانشگاه شهید چمران اهواز.
٤- گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

می‌باشد. همچنین بیش‌ترین افزایش مساحت در کاربری کشاورزی دیده شد. روند تخریب مراتع می‌تواند زنگ خطری برای مدیران و برنامه‌ریزان شهری و منابع طبیعی باشد. برای جلوگیری از روند تخریب و سیر قهقرایی مراتع، احتیاج به ارائه‌ی راهکارهای مدیریتی مناسب و کارآمد در زمینه‌های چرای دام و برنامه‌های احیاء و اصلاح مراتع است.

کلید واژه‌ها: زنجیره مارکوف، آشکارسازی تغییرات، LCM، مدل‌سازی، رگرسیون لجستیک.

مقدمه

زمین یک سرمایهٔ طبیعی است که بشر حیات اجتماعی خود را از طریق توسعه روی آن شکل می‌دهد. با استناد به بحث‌های مطرح شده و نگرانی‌های موجود در مورد تهدیدهای محیط‌زیستی، مانند تغییرات اقلیمی، بیابان‌زایی، جنگل‌زدایی‌ها و به طور کلی از دست دادن تنوع زیستی، تغییرات کاربری اراضی و پوشش سرزمین در دهه‌های اخیر مورد توجه جدی کارشناسان محیط‌زیست قرار گرفته است (Kuemmerle, 2009: 1197). آشکارسازی تغییرات فرآیندی است که امکان مشاهده و تشخیص تفاوت‌ها و اختلاف سری زمانی پدیده‌ها، عارضه‌ها و الگوهای سطح زمین را فراهم می‌کند (Yang and Lo, 2002: 1798 ؛Chen et al., 2003: 1070). تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسانی که عامل تبدیل رویشگاه‌های طبیعی به دیگر کاربری‌ها است، باعث از دست رفتن زیستگاه، تخریب و چند تکه شدن آن می‌شود (Kelarestaghi and Jafarian, 2011: 407؛ Kamusoko and 0pp0Aniya, 2007: 230). همچنین شیوه‌های مدیریت کاربری اراضی بیش‌ترین تأثیر را بر روی منابع طبیعی از جمله پوشش گیاهی، آب، مواد غذایی و خاک دارد. بنابراین اطلاعات کاربری اراضی می‌تواند مشکلات مدیریتی منابع طبیعی را حل کند (Abbas et al., 2010: 11). مدیریت کاربری اراضی مستلزم ارزیابی دقیق و درست پتانسیل اراضی در خصوص خدمات مورد نیاز جامعه است از این رو اولویت‌بندی کاربری اراضی باید بر اساس ارزیابی مناسب از همه استفاده‌های ممکن هر واحد زمین باشد (Huston, 2006: 200). امروزه تغییرات بدون برنامه کاربری اراضی به یک مشکل حاد زیست‌محیطی تبدیل شده است. در چهار دهه گذشته تغییرات کاربری اراضی در ایران با سرعت فزآینده و در بعضی جهات نامطلوب به وقوع پیوسته و باعث تشدید روند تخریب اراضی شده است (Arekhi and Niyazi, 2009: 85). اثر تغییرات کاربری اراضی در آینده خیلی مهم بوده و لازم است قبل از اتخاذ هر گونه تصمیمی به مسئولان و تصمیم‌گیرندگان امور مربوطه در منطقه ارائه گردد. در این خصوص می‌توان اظهار داشت که سناریوها و مدل‌های تغییر کاربری اراضی یک ابزار ارزشمند و قوی را برای ارزیابی اثرات تغییرات آینده بر ساختار اکوسیستم و فرآیندهای مرتبط با آن فراهم می‌سازد (Geist and Lambin, 2001: 215). از آنجا که تغییرات در کاربری اراضی در سطوح وسیع و گسترده صورت می‌گیرد، بنابراین، فناوری سنجش از دور یک ابزار ضروری و با ارزش در ارزیابی این تغییرات به دلیل پوشش مکرر و تکراری سطح زمین است (Lu et al., 2004: 2405). برای ارائه کارایی بیش‌تر در تشخیص تغییرات کاربری اراضی، سنجش از دور اغلب با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ترکیب می‌شود

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

(Longley et al., 2005: 57). تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور (RS) و توسعه و پیشرفت این تکنیک‌ها در فراهم آوردن اطلاعات فضایی مناسب، استفاده آن‌ها در مدل‌سازی فضایی تغییرات کاربری اراضی و توسعه شهری را تسهیل کرده است (Takayama and Couclelis, 1997: 90). در بسیاری مطالعات با استفاده از سری‌های زمانی تصاویر سنجش از دور و در نتیجه استخراج پارامترهای تبدیل کاربری در سراسر چشم‌انداز، مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته است (Conway et al., 2005: 279). امروزه به دلیل ارزش بالای زمین و محدودیت منابع طبیعی، پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در آینده برای مدیران، متخصصان محیطزیست و سایر محققان از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است (Javadi, 2009: 48). با پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی و اتخاذ سیاست‌های مدیریتی مؤثر می‌توان در راستای هدایت اکوسیستم به سمت مطلوب گام برداشت (Koomen et al., 2007: 194). بنابراین در برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه منابع طبیعی و محیطزیست؛ آگاهی از نسبت تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی و عوامل ایجاد کننده آن از ضروریات محسوب می‌شود (Jensen, 2007: 432).

پیشینه پژوهش

Grami (2012) در تحقیقی با عنوان تغییرات کاربری اراضی منطقه گتوند عقیلی طی سال‌های (۲۰۰۰) تا (۲۰۱۰) با استفاده از تصاویر ETM و ALI به کمک سنجش از دور و GIS به مطالعه تغییرات این منطقه پرداخته و به این نتیجه رسیده است که در طی سال‌های مورد مطالعه پوشش گیاهی بیش‌ترین و مناطق مسکونی کم‌ترین تغییرات را از لحاظ مساحت داشته‌اند. Ahadnejad Roshti et al (2012) تغییرات اراضی حاشیه‌ی شهر اردبیل در طی سال‌های (۱۳٦۳) تا (۱۳۹۰) و پیش‌بینی این تغییرات تا سال (۱٤۰۰) را بررسی کردند. برای بررسی تغییرات از تصاویر سنجنده لندست TM سال‌های (۱۳٦۳)، (۱۳۷۰)، (۱۳۷۹) و (۱۳۹۰) استفاده کردند. نتایج نشان داد در طی این ۲۷ سال جمعیت منطقه حدود یک و نیم برابر افزایش یافته و در حدود ۳٤ درصد تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته که عمدتا ناشی از فعالیت‌های انسانی بوده است. Gomeh (2013) در پایان‌نامه خود روند تغییرات کاربری اراضی کلانشهر کرج و ارتباط آن با نمایه‌های سیمای سرزمین را با استفاده از داده‌های سنجش از دور شامل عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای IRS-P5 و IRS-P6 بررسی کرد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین نوع کاربری تبدیل شده به مناطق مسکونی مربوط به مراتع می‌باشد به طوری که در طی این سال‌ها مراتع به یک سوم کاهش یافته و مناطق مسکونی ۵۲ برابر شده‌اند. Ghorbani et al (2015) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه لندست ۵ و ۷ و تکنیک‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای شی‌گرا، تغییرات کاربری اراضی تبریز در مقطع زمانی (۲۰۱۱-۱۹۸٤)، را مورد ارزیابی قرار دادند و نقشه کاربری اراضی سال (۱٤۱۷) را پیش‌بینی کردند. براساس نتایج حاصله، مقدار مساحت کلانشهر تبریز از ٤۳/۰۲۲۷ هکتار در سال (۱۹۸٤) به ۲۸/ ٦٤۳۲۲ هکتار در سال (۲۰۱۱) رسیده است. مساحت قابل توجهی از توسعه اخیر بر بستر سیلابی و پهنه‌های آسیب‌پذیر از زلزله صورت گرفته که لزوم مدیریت توسعه آتی شهرهای محدوده را می‌طلبد. Fichera et al (2012) به بررسی تغییرات کاربری اراضی در ایتالیا

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

با استفاده از تصویر لندست و عکس‌های هوایی در یک دوره ۵۰ ساله (۲۰۰٤-۱۹۵٤) پرداختند. نتایج نشان داد که در این منطقه اراضی مسکونی افزایش و اراضی کشاورزی کاهش یافته‌اند. Aldoski et al (2013) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست تغییرات پوشش اراضی حلبچه در عراق را طی سال‌های (۱۹۹۰-۱۹۸٦) بررسی نمودند. نتایج نشان داد که در سال‌های مورد مطالعه اراضی کشاورزی ٤۰/۸ درصد کاهش و اراضی بدون پوشش و مناطق شهری به‌ترتیب ١٤ و ۵۷/۹ درصد افزایش یافته‌اند. Shahidul Islam (2011) و Ahmed تغییر کاربری اراضی در شهر داکا و منطقه سوار، واقع در بخش مرکزی بنگلادش را با مدل زنجیره مارکوف مورد بررسی قرار دادند. برای تجزیه‌وتحلیل کاربری اراضی/ پوشش و تغییرات حاصله بین کلاس‌های مختلف در طول دوره زمانی (۱۹۹۱) تا (۲۰۰۸) مدل‌سازی با استفاده از روش LCM انجام و نقشه‌های کاربری اراضی آینده شهر داکا در بنگلادش در سال (۲۰۲۰) و (۲۰۵۰) تهیه شد. فرض بر این است که این نوع از پژوهش در برنامه‌ریزی برای شکل دادن به فرم شهری کمک خواهد کرد. بنابراین داکا می‌تواند یک شهر با قابلیت زندگی بهتر و برنامه‌ریزی شده‌تر در آینده نزدیک باشد. با توجه به روند رو به گسترش تغییر کاربری اراضی در شهرستان بهبهان، ضرورت بررسی علل و عوامل مؤثر بر تغییر کاربری و اثرات ناشی از آن امری ضروری به نظر می‌رسد.

مبانی نظری

- روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال[5]

حداکثر احتمال (MLC) یک روش طبقه‌بندی نظارت شده برگرفته از قضیه بیز است، که بیان کننده یک توزیع استقرایی می‌باشد به عنوان مثال، احتمال این که یک پیکسل با بردار ویژگی ω متعلق به کلاس i باشد، برابر است با

$$p\,(\mathrm{i}\,\mathrm{l}\,\omega)= p\,(\mathrm{i}\,\mathrm{l}\,\omega)\,p\,(i)\,/\,p(\omega) \qquad (۱-۱)$$

در رابطه بالا $\mathbf{p(i|\omega)}$ تابع احتمال و $p\,(i)$ اطلاعات قیاسی می‌باشد. به عنوان مثال، احتمال رخ دادن کلاس i در محدوده مورد مطالعه و $p\,(\omega)$ احتمال آن‌که ω مشاهده شود (Ahmad, 2012: 6430). در این طبقه‌بندی، بیش‌ترین شباهت کلاسی به پیکسل مورد نظر اختصاص داده می‌شود که بیش‌ترین احتمال تعلق پیکسل به آن کلاس وجود دارد. این طبقه‌بندی با استفاده از فرمول توزیع نرمال چند بعدی سطوح تصمیم‌گیری را به شکل کوادراتیک نشان می‌دهند که در نتیجه این سطوح، شکل سهمی، بیضوی و دایره خواهند داشت. این شکل از سطوح تصمیم‌گیری انعطاف بیش‌تری را در تقسیم‌بندی فضای چند طیفی به‌دست می‌دهد که باعث تمایز دقیق‌تری نسبت به تقریب خطی-صفحه‌ای در طبقه‌بندی کوتاه‌ترین فاصله می‌شود (Norozi, 2013: 54).

- آشکارسازی تغییرات[6]

روش‌های متعدد آشکارسازی تغییرات برای ارزیابی تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی (LULC) با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ارائه شده است (Lu et al., 2004: 2402 ؛Singh, 1989: 153؛ Coppin et al., 2004: 1591

5- Maximum Likelihood
6- Change Detection

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

Dewan and Yamaguchi, 2009: 397؛ همچنین تکنیک‌های مقایسه‌های پیش‌طبقه‌بندی و پس‌طبقه‌بندی به‌طور گسترده‌ای استفاده شده است (Coppin et al., 2004: 1589؛ Singh, 1989: 154؛ Dewan and Yamaguchi, 2009: 400). با وجود مشکلات مربوط به مقایسه‌های پس‌طبقه‌بندی (Coppin et al., 2004 ؛Singh, 1989: 152 1592)، این روش به‌طور گسترده‌ای برای شناسایی تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی (LULC) (Lu et al., 2004) به‌ویژه در محیط‌های شهری استفاده می‌شود (Jensen and Cowen, 1999: 620).

- مدل‌ساز تغییر کاربری(LCM[۷])

مدل‌ساز تغییر کاربری زمین تجزیه‌وتحلیل کاملی از تغییرات زمین با ایجاد نقشه‌های تغییرات کاربری، نمودار، انتقال طبقه کاربری و روند آن‌ها را فراهم می‌کند. همچنین، قادر به ایجاد سناریوهای تغییر اراضی با ادغام عوامل زیستی، فیزیکی و اجتماعی و اقتصادی است که در تغییر کاربری اراضی تأثیرگذار هستند (Mas and Flores, 2008: 645). مدل‌ساز تغییر کاربری اراضی در نرم‌افزار IDRISI و به‌صورت الحاقی در ArcGIS، ابزاری برای ارزیابی و طراحی تغییر پوشش زمین فراهم و کاربری اراضی/ پوشش زمین را آنالیز می‌کند (Eastman, 2012: 28؛ Václavík Rogan, 2009: 15؛ Gontier et al., 2009: 13). آنالیز تغییرات و پیش‌بینی در مدل LCM به صورت زیرمدل‌ها و متغیرهایی سازماندهی شده‌اند. برای انجام مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از این مدل، ابتدا نقشه‌های کاربری اراضی در دوره‌های زمانی مورد نظر تهیه (۱۳۷۸-۱۳۹۲) و با استفاده از این نقشه‌ها آشکارسازی تغییرات انجام شد. سپس با استفاده از آنالیز نتایج آشکارسازی، زیر مدل‌های مناسب انتخاب گردید. برای انتخاب زیر مدل‌هایی که بالاترین صحت را داشته باشند، مدل چندین مرتبه با سناریوهای مختلف اجرا می‌شود (Hidarian, 2014: 48؛ Azizi, 2014: 37؛ Gholamali Fard et al., 2013: 115). همچنین بعد از انتخاب زیرمدل‌ها، ۹ متغیر تاثیرگذار برای مدل‌سازی انتخاب شدند. در مرحله بعد مدل‌سازی پتانسیل تبدیل هر کاربری با روش رگرسیون لجستیک صورت گرفت. خروجی این مرحله به عنوان ورودی مرحله پیش‌بینی به‌کار می‌رود. پیش‌بینی سناریوی آینده برای چشم انداز (۱٤۰٦) با استفاده از زنجیره مارکوف انجام شد.

- رگرسیون لجستیک

رگرسیون لجستیک روشی آماری است که ارتباط بین مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل و پیوسته و یک متغیر وابسته باینری را ارزیابی کرده و آن را بصورت مدل بیان می‌کند. رگرسیون لجستیک از روش برآورد حداکثر احتمال برای پیدا کردن بهترین مجموعه پارامترهایی که مدل را بهتر برازش می‌کنند، استفاده می‌کند. خروجی مدل، ضریب‌هایی بین صفر و یک خواهد داشت که از طریق تئوری فازی به احتمالات بالاتر از ۰/۵ ارزش ۱ (تخریب) و کم‌تر از ۰/۵ ارزش صفر (بدون تخریب) می‌دهد و نقشه بولین تخریب را تولید می‌کند (Bagheri and Shataee, 2011: 248). بعد از انتخاب زیرمدل‌ها و طبق متغیرهای انتخاب شده، نقشه‌های پتانسیل تبدیل هر کاربری برای هر یک از زیر

7- Land Change Modeler

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

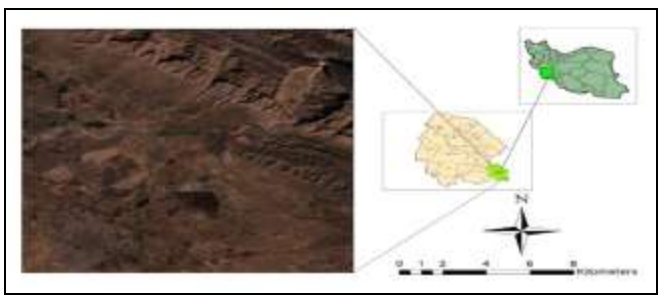
مدل‌ها از طریق رگرسیون لجستیک تولید شد. ارزیابی دقت مدل‌سازی با شاخص ROC[8] تعیین شد. این شاخص نموداری از حدود آستانه‌های احتمالی متفاوت است که در آن پیکسل‌هایی که به درستی به عنوان کاربری مورد مطالعه پیش‌بینی شده‌اند در برابر پیکسل‌هایی که نادرست شبیه‌سازی شده‌اند قرار می‌گیرند و سطح زیر منحنی رسم شده براساس آن، به‌عنوان شاخصی از کارایی مدل قلمداد می‌شود (Pontius and Schneider, 2001: 241).

- پیش‌بینی تغییرات آینده بر اساس زنجیره مارکوف

خروجی‌های مرحله مدل‌سازی پتانسیل انتقال به عنوان ورودی‌های مرحله پیش‌بینی تغییرات به‌کار می‌روند. مقدار تغییر هر تبدیل کاربری با استفاده از زنجیره مارکوف پیش‌بینی می‌شود و نقشه کل تغییرات کاربری اراضی با استفاده از دو مدل سخت و نرم در مدل LCM تهیه خواهد شد. بنیان گذار روش زنجیره مارکوف آندره آندرویچ مارکوف، آمار دان و ریاضی دان بزرگ روسی، است که این روش را در سال (۱۹۰۵) برای توصیف اصل حرکت سیکلوئیدی (زنجیره‌ای) بصورت سلسله آزمایش‌های زنجیره‌ای انجام داده است (Ahadnejad roshti and Hoseini, 2012: 110). آنالیز زنجیره مارکوف فرآیندی است که در آن حالت یک سیستم در زمان دوم با استفاده از حالت سیستم در زمان اول پیش‌بینی می‌شود و ماتریس احتمال‌های تغییر از هر کلاس پوشش به هر کلاس پوشش دیگر را ارائه می‌دهد (Eastman, 2006). در این روش ماتریس تغییرات ناحیه نشان می‌دهد تغییر تعداد پیکسل‌هایی از یک کلاس کاربری اراضی به کلاس دیگر در یک دوره مشخص به چه میزان خواهد بود (Hadavi, 2011: 41). آنالیز زنجیره مارکوف ابزاری مناسب جهت مدل‌سازی تغییرات کاربری و پوشش اراضی است و زمانی کاربرد دارد که تغییرات موجود در چشم انداز به راحتی قابل توصیف نباشد (Fan et al., 2007: 1326).

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بین طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۹۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ٤٥ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی قرار دارد که بالاترین ارتفاع آن ۱۳۸۰/۹۳ و پایین‌ترین ارتفاع آن ٢٦٧/١٤ متر از سطح دریا می‌باشد. میانگین حداقل دمای سالانه ۱۸/۱ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداکثر دمای سالانه ۳۲/۳۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. مساحت منطقه ٦١٥/٦ کیلومترمربع و اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن خشک می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت منطقه مطالعاتی

Figure 1: Location of the studied area

8- Relative Operating Characteristic

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

مواد و روش‌ها

در این تحقیق برای تهیه نقشه کاربری اراضی سال (۱۳۷۸) و (۱۳۹۲) از تصاویر ماهواره لندست استفاده شده است (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای

Table 1- Satellite Images

ردیف	تاریخ میلادی	تاریخ هجری شمسی	ماهواره	سنجنده	اندازه پیکسل	تعداد باند
۱	۲۰۰۰/۰۱/۲٤	۱۳۷۸/۱۱/٤	Landsat-7	ETM^+	۲۸/۵	۸
۲	۲۰۱٤/۰۱/۲۲	۱۳۹۲/۱۱/۲	Landsat-8	OLI	۳۰	۱۱

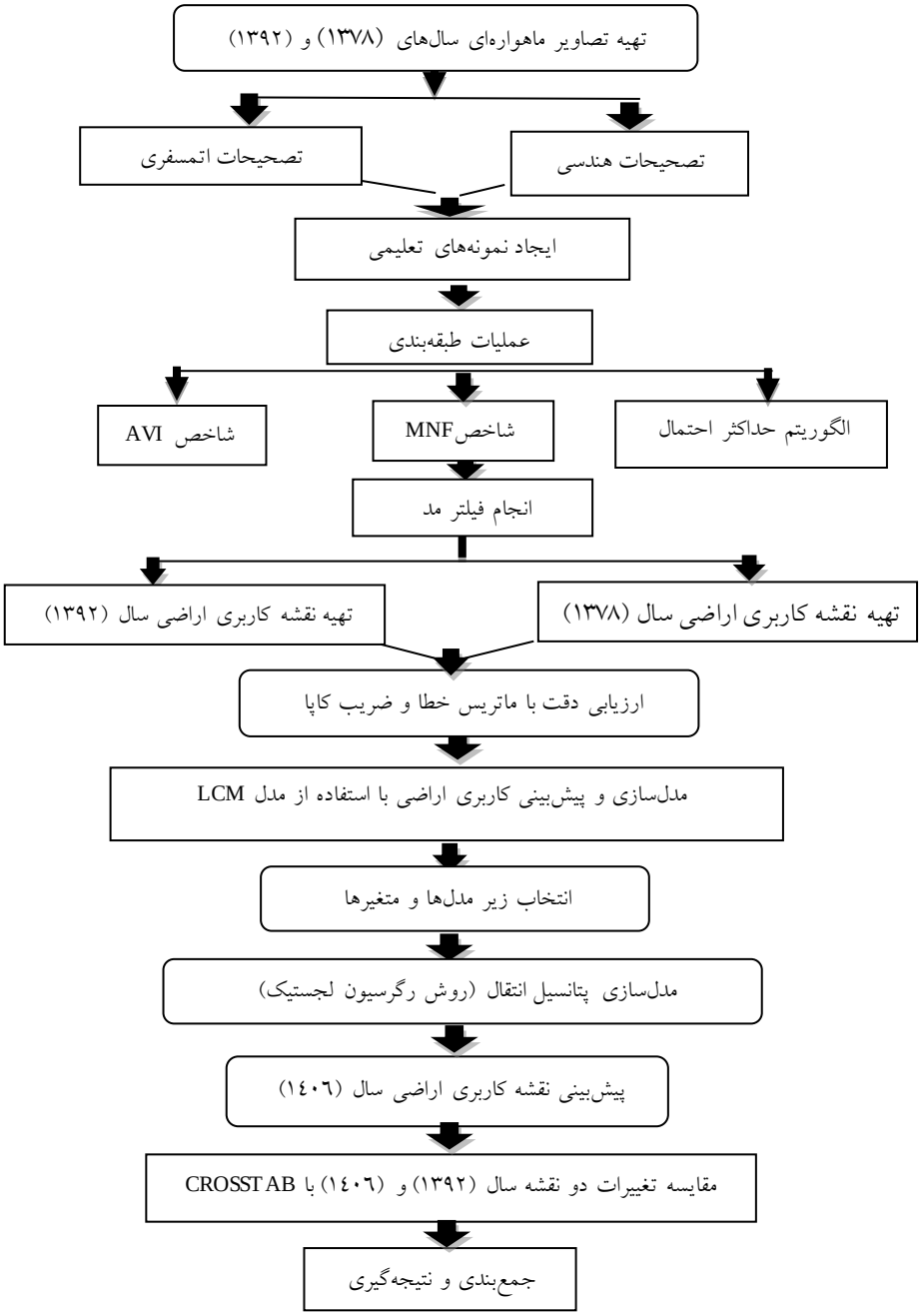
مراحل گام به گام طبقه‌بندی تصویر شامل ۱- تعیین یک سیستم طبقه‌بندی مناسب، ۲- پردازش، ۳- انتخاب نمونه‌های آموزشی، ٤- انتخاب مناسب روش‌های طبقه‌بندی و پردازش پس از طبقه‌بندی، ۵- ارزیابی دقت و صحت است (Lu and Weng, 2007: 855). برای انجام تصحیح هندسی ابتدا زمین مرجع نمودن تصاویر با استفاده از روش تصویر به تصویر انجام شد. برای تبدیل مختصات تصویر تصحیح شده به تصویر تصحیح نشده از تابع درجه اول استفاده گردید و برای نمونه‌گیری مجدد ارزش پیکسل‌های تصویر تصحیح‌نشده از روش نزدیک‌ترین همسایه[9] استفاده شد. هر چند بیش‌تر تصاویر ماهواره لندست زمین مرجع هستند اما برای دقت بیش‌تر در این امر تصاویر مجددا زمین مرجع شدند. به منظور این تصحیح تعدادی نقاط کنترلی برداشته واقدام به تصحیح هندسی تصاویر گردید. در مرحله نمونه‌های تعلیمی از شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده[10] نیز برای جداسازی طبقه پوشش سبز استفاده شد، تا بدین وسیله پوشش‌های گیاهی به‌راحتی از سایر پوشش‌ها جدا شده و کار نمونه‌گیری با دقت بیش‌تری انجام شود. تصاویر چند زمانهٔ استفاده شده در این تحقیق در نرم‌افزار IDRISI 16.3 با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال و شاخص MNF و AVI طبقه‌بندی گردیدند و نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های (۱۳۷۸) و (۱۳۹۲) به‌دست آمد. در طبقه‌بندی از سه مولفه اول تبدیل MNF و AVI استفاده شد که نشان دهنده افزایش چشم‌گیری در دقت طبقه‌بندی است. سپس به منظور ساده‌سازی تصاویر منتج از طبقه‌بندی و حذف قسمت‌های کوچک، فیلتر Mode بر روی نتیجه طبقه‌بندی اعمال گردید (Nahuelhual et al., 2012: 17). غالبا از فیلتر مد که بر اساس قانون اکثریت عمل می‌کند برای کاهش خطا در طبقه‌بندی استفاده می‌شود (Samadi and Alimohamadi, 2009: 63). نقشه‌های کاربری اراضی به‌دست آمده برای مدل‌سازی و آشکارسازی تغییرات وارد مدل LCM شدند. آنالیز تغییرات و پیش‌بینی در مدل LCM به‌صورت زیرمدل‌ها و متغیرهایی سازماندهی شده‌اند، لذا با توجه به نتایج

9- Nearest Neighberhood

10- Normalized Difference Vegetation Index

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

آشکارسازی تغییرات سال‌های (۱۳۷۸) و (۱۳۹۲) و ارزیابی آن، زیر مدل‌ها و متغیرهایی که بیش‌ترین و تاثیرگذارترین تغییرات را داشتند در نظر گرفته شد. در نهایت با استفاده از روش رگرسیون لجستیک و زنجیره مارکوف نقشه کاربری اراضی سال (۱٤۰٦) به‌دست آمد و با استفاده از مدل LCM به بررسی تغییرات بین سال‌های (۱۳۹۲) و (۱٤۰٦) پرداخته شد. روند تحقیق در شکل (۲) نشان داده شده است.



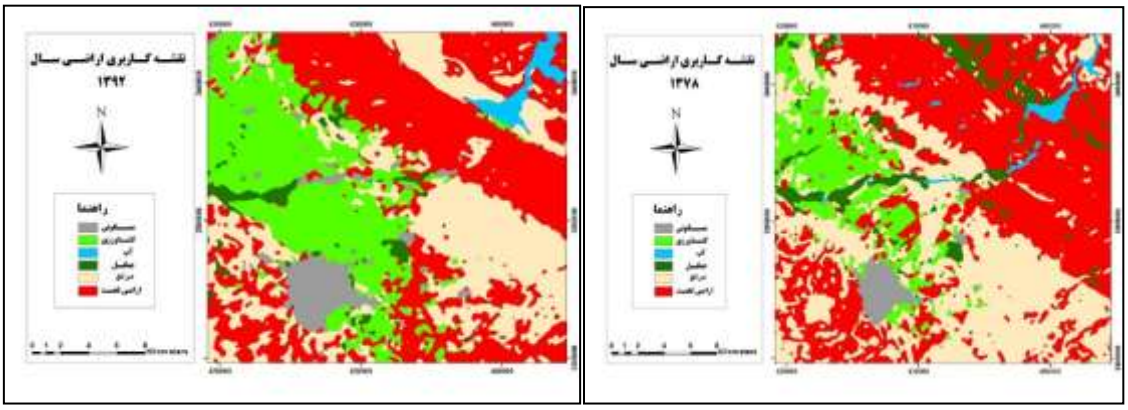
شکل ۲: فرآیند اجرای تحقیق

Figure 2: The process of conducting research

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

یافته‌ها و بحث

تعداد کلاس‌ها با توجه به تصاویر و نقشه‌های موجود، شرایط منطقهٔ مورد مطالعه و کلاس‌های مورد نیاز برای نقشهٔ پوشش زمین انتخاب شد و تفکیک شش کلاس به این شرح مورد توجه قرار گرفته است (شکل ۳). ۱: مناطق مسکونی؛ ۲: اراضی کشاورزی ؛ ۳: آب؛ ٤: جنگل؛ ٥: مرتع؛ ٦: اراضی لخت.



شکل ۳: نقشه‌های کاربری اراضی: راست: سال (۱۳۷۸)؛ چپ: (۱۳۹۲)

Figure 3: Land uses maps: Right: Year (2000), Left: (2014)

هیچ طبقه‌بندی تا زمانی که دقت آن مورد ارزیابی قرار نگرفته است، تکمیل نیست و برای کسب اطمینان از نسبت صحت نقشه استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای دقت آن باید مورد ارزیابی قرار گیرد (Lillsand and Kiefer, 2000: 53). به‌طور کلی، دقت طبقه‌بندی به میزان تطابق بین داده‌های سنجش از دور و اطلاعات مرجع اشاره دارد (Dewan and Yamaguchi, 2009: 395). برای سال (۱۳۷۸) با تفسیر تصاویر ترکیب رنگی کاذب و مناطقی که طی زمان تغییر نکرده بودند (۲۰۰ نقطه واقعیت زمینی) با استفاده از ماتریس خطا، صحت طبقه‌بندی تصاویر ارزیابی شد. همچنین برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر در سال (۱۳۹۲) با کمک Google Earth و برداشت نقاط کنترل زمینی (۲۰۰ نقطه) از ماتریس خطا استفاده شد و ضریب کاپا به‌دست آمد (Thapa and Murayama, 2012: 145). بر اساس استاندارد سازمان زمین شناسی امریکا (USGS) حداقل مقدار قابل قبول ضریب کاپا ۸۵ درصد می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول (۲) و بر اساس استاندارد USGS دقت به‌دست آمده از طبقه‌بندی تایید می‌گردد.

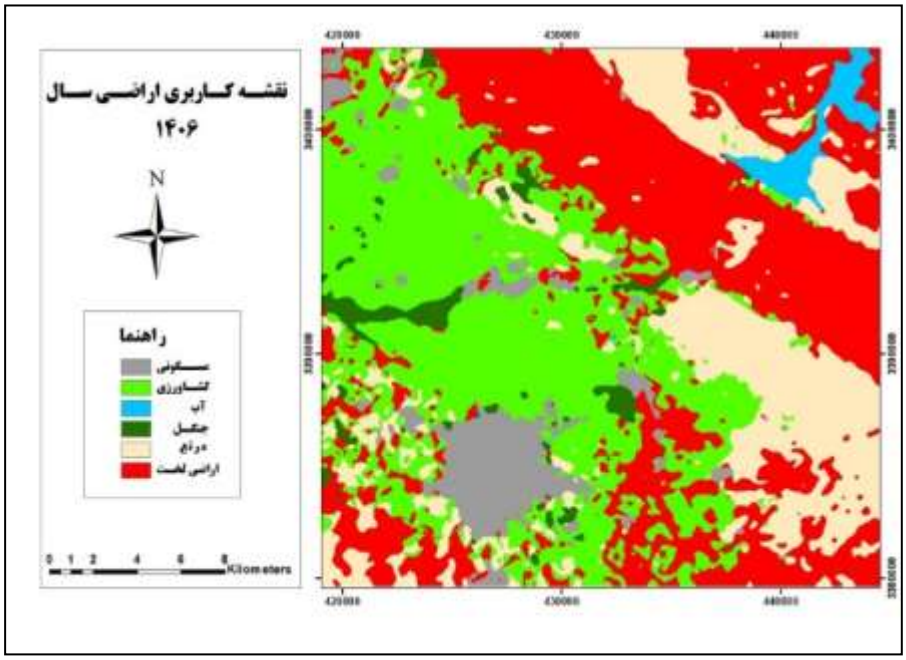
جدول ۲- نتایج صحت سنجی

Table 2- Results validation

نقشه کاربری اراضی	ضریب کاپا
سال (۱۳۷۸)	۰/۹۱
سال (۱۳۹۲)	۰/۹۲

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

در این پژوهش ٦ زیر مدل برای مدل‌سازی نیروی انتقال با استفاده از رگرسیون لجستیک درنظر گرفته شد. زیر مدل‌ها عبارتند از: کشاورزی به مسکونی، کشاورزی به مرتع، کشاورزی به اراضی لخت، مرتع به کشاورزی، اراضی لخت به مسکونی و اراضی لخت به کشاورزی. با بررسی ضریب همبستگی کرامر[11]، متغیرهایی که ضریب همبستگی آن‌ها بالای ۰/۱ می‌باشد برای مدل‌سازی انتخاب شد. این ضریب همبستگی متغیرهای مستقل را در یک زمان با طبقه‌بندی موضوعی نقشه کاربری اراضی مقایسه می‌کند (Eastman, 2006). در این مطالعه متغیرهای مدل رقومی ارتفاع، شیب، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از اراضی کشاورزی، فاصله از جاده و متغیر Evidence Likelihood مورد استفاده قرار گرفتند. با توجه به متغیرهای مستقل و زیر مدل‌های در نظر گرفته شده ابتدا نقشه‌های پتانسیل انتقال برای هر یک از زیر مدل‌ها از طریق رگرسیون لجستیک تولید شد. در نهایت مقدار تغییرات هر تبدیل کاربری با استفاده از زنجیره مارکوف پیش‌بینی شد و نقشه کاربری اراضی سال (١٤٠٦) در مدل LCM با روش رگرسیون لجستیک به‌دست آمد (شکل ٤). ارزیابی دقت نقشه مدل‌سازی نشان داد که آماره ROC در تمام زیرمدل‌ها بیش از ۰/۹٤ بود که این نتایج حاکی از ارائه بسیار خوب مدل رگرسیون لجستیک در زمینه تجزیه و تحلیل تغییرات مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی بود.



شکل ٤: نقشه‌ی کاربری اراضی سال (١٤٠٦)

Figure 4: Land use map in (2028)

مساحت کاربری‌های مورد بررسی در سال‌های (۱۳۹۲) و (١٤٠٦) در جدول (۳) آمده است.

11- Overall Cramer's

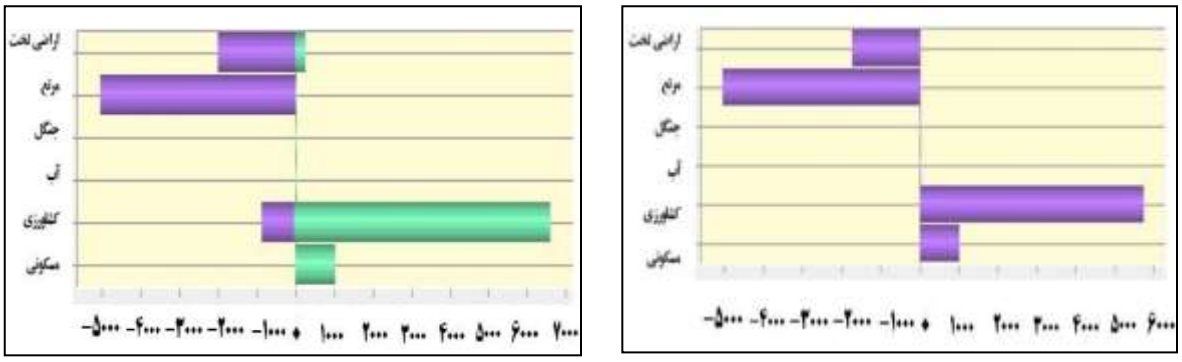
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

جدول ۳- مساحت کاربری‌ها

Table 3- Area of uses

	سال (۱۳۹۲)		سال (۱٤۰٦)	
کاربری	مساحت (KM^2)	مساحت (٪)	مساحت (KM^2)	مساحت (٪)
مسکونی	۳۱/۵۷۸۳	٪۵	۴۱/۸۰۸۶	٪۷
کشاورزی	۱۵۰/۳۰٤۵	٪۲٤	۲۰۷/۷۸۲۱	٪۳٤
آب	۱۱/٤۰۹۳	٪۲	۱۱/٤۰۹۳	٪۲
جنگل	۱۵/۷۳۲۹	٪۳	۱۵/۷۳۲۹	٪۳
مرتع	۱۷٤/٤۵۳۳	٪۲۸	۱۲۴/۰۴۸	٪۲۰
اراضی لخت	۲۳۲/۱۲۱۷	٪۳۸	۲۱۴/۸۲۱۲	٪۳۵
مجموع	٦۱۵/٦۰	۱۰۰	٦۱۵/٦۰	۱۰۰

پس از تهیه نقشه مدل‌سازی شده سال (۱٤۰٦) به روش رگرسیون لجستیک آشکارسازی تغییرات با نقشه کاربری اراضی سال (۱۳۹۲) صورت گرفت (شکل ۵). بیش‌ترین کاهش تغییرات عمدتاً شامل تخریب مراتع و تبدیل آن به سایر کاربری‌ها می‌باشد. همچنین بیش‌ترین افزایش مساحت در کاربری کشاورزی دیده شد.



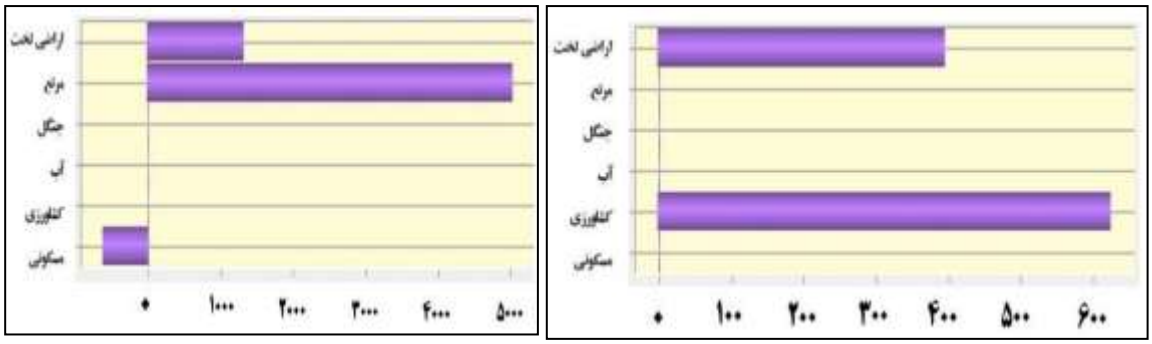
شکل ۵: کاهش و افزایش مساحت کاربری‌های اراضی: راست: درصد؛ چپ: هکتار

Figure 5: Reduce and increase the area of land uses Right: %, Left: Hectar

تغییرات خالص کاربری‌های اراضی در شکل‌های (٦ و ۷) نشان داده شده است. با توجه به نتایج تغییرات خالص کاهش مساحت در ناحیه مرتع و اراضی لخت به‌ترتیب ۵۰٤۰ و ۱۷۲۹ هکتار می‌باشد. از طرفی تغییرات خالص

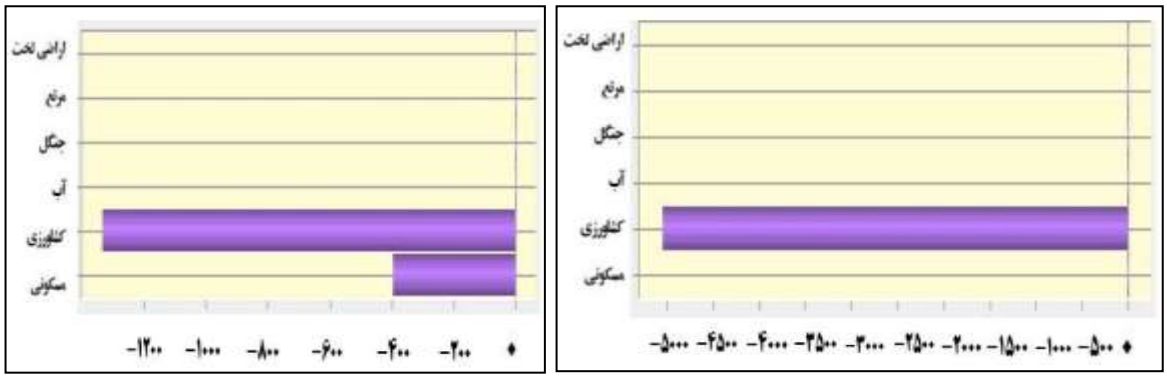
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

افزایش مساحت در نواحی کشاورزی و مسکونی به ترتیب ۵۷۴۹ و ۱۰۲۱ هکتار است. کاربری‌های جنگل و آب روند ثابت و تغییری نسبت به سال (۱۳۹۲) نداشته‌اند.



شکل ٦: تغییرات خالص کاربری‌ها بر حسب هکتار، راست: مسکونی، چپ: کشاورزی

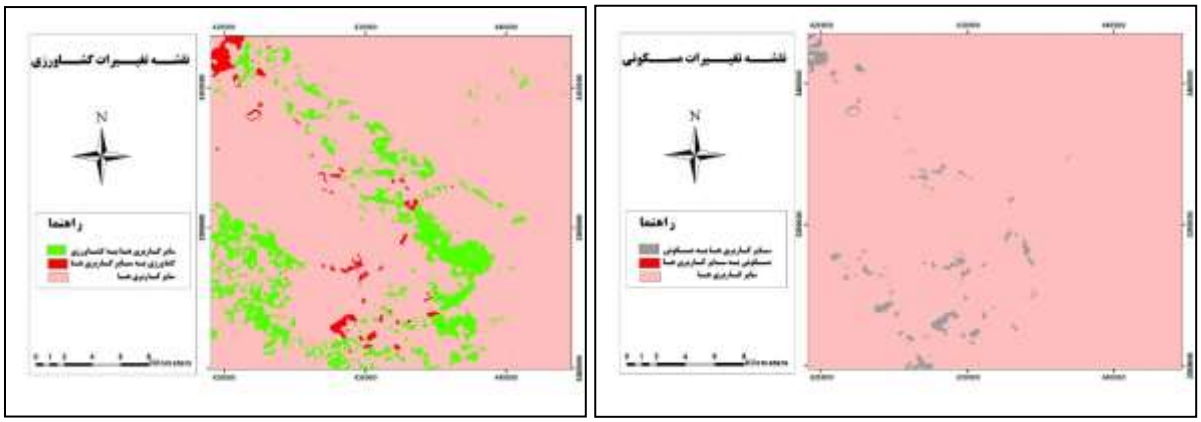
Figure 6: Changes in net uses per hectare, Right: Residential, Left: Agriculture



شکل ۷: تغییرات خالص کاربری‌ها بر حسب هکتار، راست: مرتع، چپ: اراضی لخت

Figure 7: Changes in net uses per hectare, Right: Rangeland, Left: Bare lands

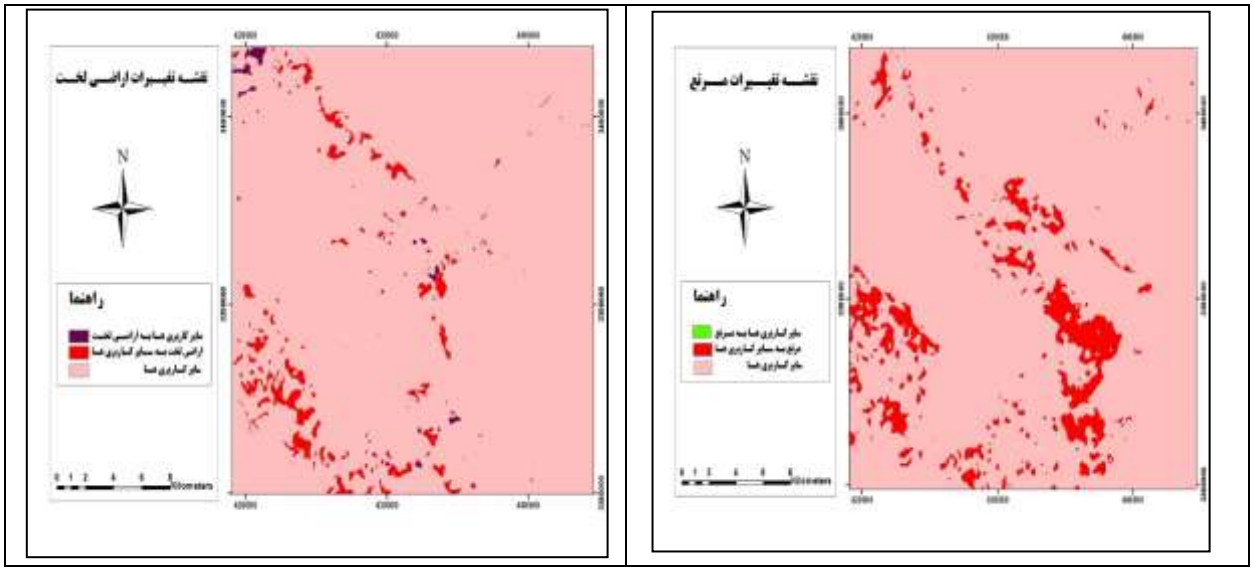
نقشه تغییرات که نشان‌دهنده مکان وقوع تغییرات هریک از کاربری‌ها بوده در شکل (۸) نشان داده شده است.



شکل ۸: نقشه‌های تغییرات

Figure 8: Changes maps

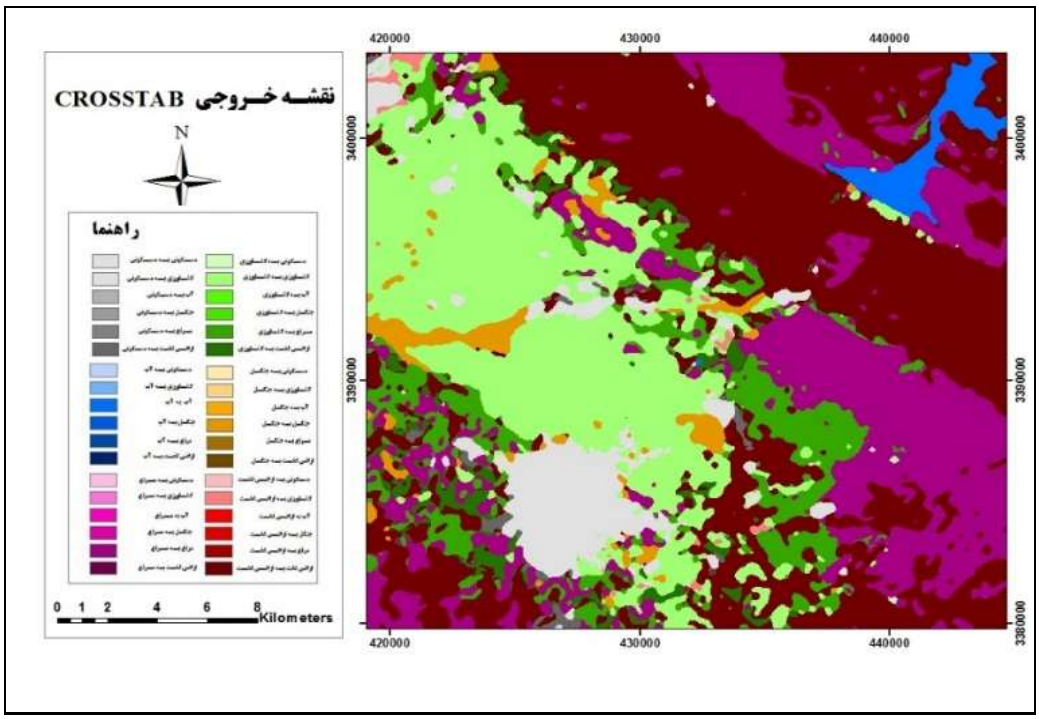
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]



ادامه شکل ۸: نقشه‌های تغییرات

Continue Figure 8: Changes maps

در نهایت به منظور آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی سال (۱۳۹۲) و سال (۱٤۰٦) از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی و به طور خاص از روش جدول‌بندی افقی استفاده شد (شکل ۹ و جدول ٤).



شکل ۹: نقشه CROSSTAB (جدول‌بندی افقی)

Figure 9: CROSSTAB map

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

جدول ٤- جدول‌بندی افقی بین نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های (۱۳۹۲؛ افقی) و (١٤٠٦؛ عمودی) (هکتار)

Table 4- CROSSTAB between land use maps of (2014, horizontal) and (2028 ,vertical) (hectar)

کاربری	مسکونی	کشاورزی	آب	جنگل	مرتع	اراضی لخت	مجموع
مسکونی	۳۱۵۷/۸۳	۰	۰	۰	۰	۰	۳۱۵۷/۸۳
کشاورزی	٦٢٤/٤٠	١٤١٤٧/٣٩	۰	۰	۰	۲۵۸/٦٦	١٥٠٣٠/٤٥
آب	۰	۰	١١٤٠/٩٣	۰	۰	۰	١١٤٠/٩٣
جنگل	۰	۰	۰	١٥٧٣/٢٩	۰	۰	١٥٧٣/٢٩
مرتع	۰	٥٠٤٠/٩٠	۰	۰	١٢٤٠٤/٤٣	۰	١٧٤٤٥/٣٣
اراضی لخت	٣٩٦/٦٣	١٥٩١/٩٢	۰	۰	۰	٢١٢٢٣/٦٢	٢٣٢١٢/١٧
مجموع	٤١٧٨/٨٦	٢٠٧٨٠/٢١	١١٤٠/٩٣	١٥٧٣/٢٩	١٢٤٠٤/٤٣	٢١٤٨٢/٢٨	٦١٥٦٠

در این پژوهش برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال که یکی از بهترین و دقیق‌ترین روش‌های طبقه‌بندی می‌باشد، استفاده شده است که محققانی مانند Taheri et al (2014)، Fan و Wang (2007) و Sabet Sarvestani et al (2011) در مطالعات خود این روش طبقه‌بندی را به کار برده‌اند. نتایج حاکی از این است که روش طبقه‌بندی ماکزیمم احتمال در این تحقیق کارایی بالایی در طبقه‌بندی تصویر و تهیه نقشه‌های کاربری اراضی داشته است. برای بالا بردن دقت طبقه‌بندی از الگوریتم‌های MNF و AVI استفاده شد که در مطالعات Rangzan et al (2012)، Hidarian (2014) و Azizi (2014) نیز از چنین روش‌هایی برای بالا بردن دقت طبقه‌بندی کمک گرفته‌اند. پس از طبقه‌بندی نیز فیلتر مد بر روی آن اجرا شد که Gholam Ali fard et al (2013) و Hidarian (2014) و Nahuelhual et al (2012) نیز از این فیلتر در تحقیقات خود استفاده کردند. رگرسیون لجستیک یکی از مدل‌های تجربی است که در تحقیقات بسیاری در زمینه تجزیه و تحلیل تغییرات گستره جنگل، مدل‌سازی رشد شهری و مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی به‌کار گرفته شده و نتایج بسیار خوبی ارائه داده است (Dendoncker et al., 2006: 74). در این مطالعه کارایی رگرسیون لجستیک در پیش‌بینی تغییرات آینده به خوبی مشخص است که Zaree Garizi et al (2012) نیز در مطالعه خود به این مطلب اشاره کرده‌اند. نتایج تغییرات مساحت کاربری‌ها در سال پیش‌بینی شده سال (١٤٠٦) نگران کننده و جای تامل دارد. مقایسه مساحت‌های نقشه مدل‌سازی شده با نقشه سال (۱۳۹۲) نشان می‌دهد که مناطق مسکونی و اراضی کشاورزی همچنان به روند رو به رشد خود ادامه می‌دهند به طوری که مناطق مسکونی از ۳۱۵۷ هکتار در سال (۱۳۹۲) به ٤١٨٠ هکتار در سال (١٤٠٦) افزایش می‌یابد و رشد ۲ درصدی داشته است که این میزان درصد رشد در بازه زمانی سال (۱۳۷۸) تا

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

(۱۳۹۲) نیز ۲ درصد بوده است. نکته جالب توجه این است که تعداد روستاهای منطقه در طی این ١٤ سال زیاد نشده بلکه بر وسعت اکثر مناطق روستایی شهرستان افزوده شده است. اراضی کشاورزی منطقه نیز از ۱۵۰۳۰ هکتار به ۲۰۷۷۸ هکتار افزایش پیدا کرده است. درصد افزایش رشد این کاربری که در بازه زمانی (۱۳۷۸) تا (۱۳۹۲)، ۱۰ درصد بوده در بازه زمانی (۱۳۹۲) تا (١٤٠٦) نیز همان ۱۰ درصد می‌باشد. اراضی لخت منطقه نیز با ۳ درصد کاهش رشد نسبت به سال (۱۳۹۲) کاهش مساحت و به ٢١٤٨٢ هکتار رسیده است. مساحت کاربری آب و جنگل نیز ثابت و بدون تغییر در طی این ١٤ سال بوده است که احتمال می‌رود در دهه‌های آتی شاهد روند کاهشی آب منطقه و سد مارون باشیم. متاسفانه روند تخریب مراتع نه تنها بهبود نیافته بلکه با شدتی به مراتب بیش‌تر از گذشته دنبال خواهد شد. این امر می‌تواند زنگ خطری برای مدیران و برنامه‌ریزان شهری و منابع طبیعی باشد. مساحت اراضی مرتعی در سال (۱۳۹۲)، ١٧٤٤٥ هکتار بوده که در نقشه مدل‌سازی شده به ١٢٤٠٤ هکتار رسیده است. با توجه به نتایج جدول‌بندی افقی نقشه سال (١٤٠٦) می‌توان بیان کرد که از مجموع کل مساحت منطقه، ٥٣٦٤٧/٤٩ هکتار از اراضی بدون تغییر و ۷۹۱۲/۵۱ هکتار از اراضی تغییر کاربری داده‌اند. همچنین بیش‌ترین تخریب صورت گرفته در اراضی مرتعی با ٥٠٤٠/٩٠ هکتار و سپس اراضی لخت با ۱۹۸۸/۵۵ هکتار می‌باشد. بر اساس نتایج تحقیق روند افزایش جمعیت در شهرستان بهبهان ادامه می‌یابد و بالطبع در سال (١٤٠٦) مساحت مناطق مسکونی بیش‌تر از سال (۱۳۹۲) می‌باشد. دلیل اصلی توسعه فیزیکی شهرستان رشد و گسترش جمعیت در مناطق مختلف شهری است که Munoz-Rojas et al (2011)، Zaeri Amirani and Sofyanian (2012) و Murayama and Thapa (2012) نیز در مطالعه خود بیان داشتند رشد جمعیت عامل اصلی افزایش سطح کاربری مسکونی می‌باشد. طبق جدول (٤) در سال (١٤٠٦)، ٦٢٦ هکتار از اراضی کشاورزی و ٣٩٦ هکتار از اراضی لخت به مناطق مسکونی تغییر کاربری داده‌اند. تخریب زمین‌های زارعی به نفع ساخت و سازها، دست‌اندازی به ارزش‌های زیست‌محیطی، توسعه در شیب‌های تند و همجواری‌های نامناسب در کاربری‌ها از جمله تبعات توسعه فیزیکی شهرنشینی در شهرستان بهبهان است که در سال‌های اخیر باعث بروز مسائلی مانند از میان رفتن اراضی مرتعی، باغات و کشاورزی برای توسعه مسکونی شده است. این امر خود گواه بر مدیریت ضعیف و غیر اصولی در استفاده از سرزمین است. برای به حداقل رساندن اثرات نامطلوب زیست محیطی حاصل از چنین فرآیندی، لازم است علاوه بر سایر فاکتورهای اقتصادی-اجتماعی و سیاسی به فاکتورهای طبیعی و خصوصیات زمین به عنوان پایه و عناصر اصلی توسعه فیزیکی توجه کافی و لازم مبذول گردد. روند توسعه‌ی شهر بهبهان باید با مدیریت صحیح و اهداف توسعه‌ی پایدار صورت گیرد. همچنین براساس خروجی CROSSTAB سال (١٤٠٦)، ١٥٩١ هکتار از اراضی لخت و ٥٠٤٠ هکتار از مراتع به کشاورزی تبدیل شده است و متاسفانه روند تخریب اراضی کشاورزی به منظور ساخت و ساز از ٢٩١ هکتار در سال (۱۳۹۲) به ٦٢٤ هکتار در سال (١٤٠٦) رسیده است. روی‌هم‌گذاری اراضی مرتع و اراضی لخت، تبدیل شده به کشاورزی در نقشه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

پیش‌بینی شده، نشان می‌دهد که شیب این مناطق بین ۰/۰۰۰۱٤ تا ۱۳/۱٤۲۷ و ارتفاع بین ۲٦۷/۱٤۰ تا ٥۱٤/٦٤۸ متر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه از مدل‌ساز تغییر سرزمین (LCM) برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی تغییرات در شهرستان بهبهان استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد بیش‌ترین تخریب کاربری‌ها در شهرستان بهبهان در اراضی مرتعی رخ داده است که تخریب این اراضی عواقب زیست محیطی و اقتصادی بسیاری را به دنبال خواهد داشت. با توجه به کاهش مساحت اراضی مرتعی می‌توان این گونه بیان کرد که افزایش جمعیت در روستاهای شهرستان بهبهان و به تبع آن افزایش تقاضا برای غذا روستاییان را وادار نمود تا بسیاری از اراضی مرتعی را به اراضی کشاورزی تغییر دهند. از طرفی با توجه به افزایش تعداد دام در بازه زمانی مورد بررسی، چرای مفرط دام که باعث تغییر ترکیب پوشش گیاهی می‌شود از دیگر دلایل تخریب مرتع می‌باشد. به گفته کارشناسان منابع طبیعی شهرستان بهبهان بهره برداری بی‌رویه و خارج از ظرفیت مراتع، تغییر کاربری مراتع علاوه بر چرای بیش از ظرفیت، عبور لوله‌های نفت و گاز از مراتع، برداشت غیر مجاز برای احداث معادن سنگ شکن و واگذاری انبوه و تغییر کاربری آن‌ها از مشکلات مهمی است که موجودیت زیست بوم‌های مرتعی شهرستان بهبهان را تهدید می‌کند. برای جلوگیری از روند تخریب و سیر قهقرایی مراتع، احتیاج به ارائه‌ی راهکارهای مدیریتی مناسب و کارآمد در زمینه‌های چرای دام و برنامه‌های احیاء و اصلاح مراتع است. در نهایت با توجه به این‌که نقشه‌های کاربری اراضی به‌عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و با تاکید بر این‌که اغلب هدف پیش‌بینی تغییر کاربری، ارزیابی پیامدهای سناریوهای مختلف به ویژه ادامهٔ روند موجود است؛ نتایج این پیش‌بینی به رغم اختلاف نسبت به آنچه در آینده اتفاق خواهد افتاد، می‌تواند هشداری برای وضعیت کاربری‌ها در آینده باشد. بنابراین در برنامه‌ریزی‌های آینده شهرستان بهبهان می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

References

- Abbas, I. I., Muazu, K. M., Ukoje, J. A., (2010), "Mapping land use-land cover and change detection in kafur local government, katsina, nigeria (1995-2008) using remote sensing and GIS", ***Research Journal of Environmental and Earth Sciences***, 2: 6-12.

- Ahadnejad Roshty, M., Hosiny, A., (2011), "Assess and forecast changes and temporal distribution of horizontal cities using satellite imagery and GIS, case study: Tabriz yers: 1984-2018", ***Research and urban planning***, 2 (4): 1-20. [In Persian].

- Ahmad, A., (2012), "Analysis of maximum likelihood classification on multispectral data", ***Applied Mathematical Sciences***, 129: 6425- 6436.

Al-doski, J., Mansor, S. B., Mohd Shafri, H. Z., (2013), "Monitoring land cover changes in Halabja City, Iraq", ***International Journal of Sensor and Related Networks***, 1: 20-30.

- Arekhi, S., Niyazi, Y., (2009), "Comparing evaluation of remote sensing techniques for monitoring land use change, (Case study: Darehshar catchment, Ilam province)", ***Journal - Range and Desert Research of Iran***, 1: 74-93. [In Persian].

- Azizy ghlati, S., (2013), "Land use change modeling using remote sensing and GIS techniques in the creeps Kuhmrh Province", Master Thesis, Faculty of Earth Sciences, Chamran University, Department of Remote Sensing and GIS. [In Persian].

- Baghery, R., SHtaee, S., (2010), "Reduction of the forest area using logistic regression modeling (case study: watershed forty tea Golestan Province)", ***Journal of forests Iran***, 38 (4): 109-124. [In Persian].

- Chen, J., Gong, P., He, C., Luo, W., Tamura, M., Shi, P., (2003), "Assessment of urban development plan of beijing by using a cA-based urban growth model", ***photogrammetric engineering and remote sensing***, 10: 1063-1071.

- Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., (2004), "Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review, ***Int. J. "Remote Sensing***, 9: 1565-1596.

- Conway, T. M., Lathrop R. G. Jr., (2005), "Modeling the ecological consequences of land-use policies in an urbanizing region". ***Environ Manage***, 35: 278-291.

- Dendoncker, N., Bogaert, P., Rounsevell, M., (2006), "A statistical method to downscale aggregate land use data", ***Journal of Land Use Science***, 2: 63-82.

- Dewan, A. M., Yamaguchi, Y., (2009), "Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization", ***Applied Geography***, 29: 390-401.

- Eastman, J. R., (2012), "***IDRISI selva***", Clark-Labs, Clark University, Worcester.

- Fan, F., Wang, Q., Wang, Y., (2007), "Land use and land cover change in Guangzhou, Chaina, from 1998 to 2003", ***Based on land sat TM/ETM+ imagery Sensors***, 7: 1323-1342.

- Fichera, C. R., Modica, G., Pollino, M., (2012), "Land cover classification and change-detection analysis using multi-temporal remote sensed imagery and landscape metrics", ***European Journal of Remote Sensing***, 45: 1-18.

- Geist, H., Lambin, E. F., (2001), "What drives tropical deforestation? LUCC report series" No 4, ***LUCC International Project office***, University of Louvain: London.

- Gholam Ali fard, M., Jurabian shoshtary, S. h., Hosiny kahnoj, M., Mirzaee, M., (2013), Modeling land use changes using LCM coast of the province in GIS environment, ***Journal of ecological***, 38: 109-124. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

- Ghorbani, R., Pur Mohammady, M., Mhmudzadeh, H., (2013), "Environmental approach in modeling land use change Tabriz metropolitan area using satellite images several times, multi-criteria assessment and automated cell Markov chain (1983-2039)", ***Journal of Urban Studies***, 32 (5): 13-31. [In Persian].
- Gontier, M., Mörtberg, U., Balfors, B., (2009), "Comparing GIS-based habitat models for applications in EIA and SEA", ***Environmental Impact Assessment Review***, 30: 8-18.
- Gomeh, Z., (2013), "Investigating the process of land use change in Karaj metropolitan area and its relation with landform profiles", Master thesis, Faculty of Earth Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz. [In Persian].
- Grami, V., (2012), "Land use changes in the Gotvand-Aghili area during 2000-2010 using ETM and ALI images using remote sensing and GIS", Master thesis, Faculty of Earth Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz. [In Persian].
- Hadavi, F., (2010), "Explore the development of the city in organizing physical space efficiency techniques using GIS", Master thesis, Faculty of Sciences, University of sari. [In Persian].
- Hidaryan, P., (2013), "Development of urban spatial modeling using GIS technology and spatial weighted regression metropolitan Tehran", Master Thesis, Faculty of Earth Sciences, Chamran University, Department of Remote Sensing and GIS. [In Persian].
- Huston, M., (2006), "The Need for Science and Technology in Land Management", (Online): http://www.idrc.ca/en/ev-29587-201-1-DO_TOPIC.html.
- Javadi, Y., (2009), "Modeling land cover changes using cellular automata in the GIS environment", Master's thesis, Faculty of Engineering Surveying and Spatial Information University of Tehran. [In Persian].
- Jensen, J. R., (2007), "***Remote sensing of the environment: An earth resource perspective***", Pearson Prentice Hall, 2nd Edition
- Jensen, J. R., Cowen, D. C., (1999), "Remote Sensing of Urban/ Suburban infrastructure and socio-economic attributes", ***Photogrammetric Engineering and Remote Sensing***, 5: 611-622.
- Kamusoko, C., Aniya, M., (2007), "Land use/cover change and landscape fragmentation analysis in the Bindura District, Zimbabwe", ***Land Degradation and Development***, 18: 221-233.
- Kelarestaghi, A., Jafarian Jeloudar, Z., (2011), "Land use/cover change and driving force analyses in parts of northern Iran using RS and GIS techniques", ***Arabian Journal of Geosciences***, 4, 401-411.
- Koomen, E., Stillwell, J., Bakema, A., Schol ten, H. J., (2007), "***Modeling land-use change***", progress and applications. Springer: Dordrecht.
- Kuemmerle, T., Chaskovskyy, O., Knorn, J., Radeloff, V. C., Kruhlov, I., Keeton, W. S., Hostert, P., (2009), "Forest cover change and illegal logging in the ukrainian Carpathians in the transition period from 1988 to 2007", ***Remote Sensing of Environment***, 6: 1194-1207.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R.W., (2000), "***Remote sensing and image interpretation***", 4th Ed. New York: John Wiley and Sons.
- Longley, P. A., Michael, F., David, J., (2005), "***Geogrphic information systems and science***", london: John Wiley and Sons, Ltd.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., Moran, E., (2004), "Change detection techniques". ***International Journal of Remote Sensing***, 25: 2365-2407.
- Lu, D., Weng, Q., (2007), "A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance", ***International Journal of Remote Sensing***, 5: 823-870.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

- Mas, J. F., Flores, J. J., (2008), "The application of artificial neural networks to the analysis of remotely sensed data (review article)", ***International Journal of Remote Sensing***, 29: 617-663.
- Munoz-Rojas, M., De la Rosa, D., Zavala, L. M., Jordán, A., Anaya-Romero, M., (2011), "Changes in land cover and vegetation carbon stocks in andalusia, southern spain (1956 - 2007)", ***Science of the Total Environment***, 14: 2796-2806.
- Nahuelhual, L., Carmona, A., Lara, A., Echeverria, C., González, M. E., (2012), "Land-cover change to forest plantations: proximate causes and implications for the Landscape in South-central Chile", ***Landscape and Urban Planning***, 1: 12-20.
- Norozi, M., (2013), " Investigation and forecasting land use change using LCM model (Case Study: Part of Tajan and Black River Rivers)", Master's thesis, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari University. [In Persian].
- Pontius, Jr. R.G. Schneider, L. C., (2001), "Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA, Agriculture", ***Ecosystems and Environment***, 85: 239-248.
- Rangzan, K., Esfandyari, A., Taghizadeh, A., (2012), "Detection and determination of sugarcane cultivars on the Hyperion superconductor image", Twentieth Geomatics National Conference, 15-19 May Tehran, pp 1-10. [In Persian].
- Sabet Sarvestania, M., Ibrahim, A. L., Kanaroglou, P., (2011), "Three decades of urban growth in the city of Shiraz, Iran: A remote sensing and geographic information systems application", ***Cities***, 28: 320-329.
- Samadi, Z., Alimohamadi, A., (2009), "Assessment medal medium filter modified to modify the classification of remote sensing data", ***Quarterly journal of humanities***, 13: 55-70. [In Persian].
- Shahidul Islam, M. D., Ahmed, R., (2011), "Land use change prediction in Dhaka city using GIS aided Markov Chain modeling", J. ***Life Earth Science***, 6: 81-89.
Singh, A., (1989), "Digital change detection techniques using remotely-sensed data", ***International Journal Remote Sensing***, 6: 989-1003.
- Taheri, M., Gholam Ali fard, M., Riahi Bakhtiyari, A., Rahim Oghali, Sh., (2014), "Modeling of land cover changes in Tabriz city using artificial neural network and markov chain", ***Journal of Natural Geography Research***, 45 (4): 97-121. [In Persian].
- Takayama, M., Couclelis, H., (1997), "Map dynamic integrating cellular automata and GIS through geo algebra". ***International Journal of Geographical Information Science***, 1: 73-91.
- Thapa, R. B., Murayama, Y., (2011), "Scenario based urban growth allocation in Kathmandu valley, Nepal", ***Landscape and Urban Planning***, 1-2: 140-148.
- Václavík, T., Rogan, J., (2009), "Identifying trends in land use/land cover changes in the context of post-socialist transformation in central europe", ***GIS Science and Remote Sensing***, 49: 1-32.
- Verbesselt, J., Hyndman, R., Newnham, G., Culvenor, D., (2010), "Detecting trend and seasonal changes in satellite image time series", ***Remote Sensing of Environment***, 1: 106-115.
- Yang, X., Lo, C., (2002), "Using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta", Georgia metropolitan area, ***International Journal of Remote Sensing***, 23: 1775-1798.
- Zaery amirany, A., Sefyaniyan, A., (2011), "The process of land cover change and

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

population growth within the city using remote sensing during the years 1366-1378", ***Nineteenth National Conference on Geomatics***, 15-19 May Tehran, pp 32-45. [In Persian].
- Zaree Garizi, A., Bordi shikh, V., Sadoldin, A., Salman Mahini, A., (2012), "Application of logistic regression method in modeling the spatial pattern of vegetation changes (Case study: Chehelchay watershed of Golestan province)", ***Geographic Space Quarterly***, 12 (32): 55-68. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]