

## مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از شبکه‌ی عصبی پرسپترون (مطالعه‌ی موردی: شهر لاهیجان)

علی اصغر عبداللهی<sup>۱\*</sup>، مصطفی خبازی<sup>۲</sup>، زهرا درانی زاده<sup>۳</sup>

۱- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

دریافت: 98/5/1 ..... پذیرش: 98/11/18

### چکیده

امروزه، تغییر کاربری اراضی و پوشش زمین به چالش مهمی در بسیاری از کشورها تبدیل شده است. این تغییرات تأثیر مستقیمی بر اجزای محیط زیست، از جمله خاک، آب و اتمسفر، دارد. این موضوع باعث تغییر در پوشش سطح زمین و تبدیل عوارض طبیعی زمین، مانند خاک و پوشش گیاهی به بافت شهری می‌شود. با توجه به اینکه شهر لاهیجان همانند بسیاری از شهرهای ایران در سال‌های اخیر با گسترش ساخت‌وسازها مواجه بوده، دچار تغییر و تحولات قابل توجهی در زمینه‌ی کاربری اراضی شده است. هدف پژوهش حاضر مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از پرسپترون چندلایه است. این مدل‌سازی با استفاده از یکسری متغیرهای مستقل که در محدوده‌ی موردمطالعه وجود دارد و نقشه‌های تغییرات که طی سال‌های مختلف تهیه شده‌اند، نقشه‌های پتانسیل انتقال را تهیه می‌کند. در این راستا، برای اجرای این مدل به منظور شناسایی مکان‌هایی که بیشترین پتانسیل را برای تغییر کاربری اراضی در آینده دارند، از نقشه‌های تغییرات کاربری بین سال‌های 1389-1397 به عنوان متغیر وابسته و چهار متغیر مستقل فاصله از جاده،



فاصله از شالیزار، فاصله از جنگل و باغات و فاصله از اراضی ساخته شده به عنوان متغیرهای تأثیرگذار برای شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی بهره گرفته شده است. نتایج حاصل از این پژوهش تولید نقشه‌های پتانسیل انتقال با شاخص ارزیابی صحت مدل ۸۴,۵۸ است که نشان می-دهد متغیر فاصله از اراضی ساخته شده بیشترین تأثیر و فاصله از جاده کمترین تأثیر را بر تغییرات کاربری اراضی دارند.

**وازگان کلیدی:** تغییر کاربری اراضی، مدل‌سازی، پرسپکترون چندلایه، لاهیجان.

## ۱- مقدمه

رشد شهری منجر به توسعه زمین، صنعتی شدن و شهرنشینی می‌شود، اما مشکلات مربوط به جمعیت، ترافیک و تخریب محیط زیست را ایجاد می‌کند (Ali Akbar et al, 2019: 2). حال با توجه به اینکه شهر مأواه طبیعی انسان متمدن است و بشر رفاه و آسایش خود را در داخل شهر جستجو می‌کند، برنامه‌ریزی شهری به عنوان ابزاری سودمند برای سامان دادن، مستولیت هدایت توسعه آتی این سیستم ارگانیک را بر عهده دارد و باید چگونگی استفاده از زمین برای رشد آن را مورد توجه قرار دهد؛ زیرا مسئله زمین در شهر به قدری مهم است که دسترسی عادلانه به زمین و استفاده بهیه از آن، یکی از مؤلفه‌های اساسی توسعه پایدار به شمار می‌رود (امانپور و حسنپور، ۱۳۹۶: ۱). کاربری اراضی شامل انواع بهره‌برداری از زمین به منظور رفع نیازهای گوناگون انسان است. با اطلاع از نسبت کاربری‌ها در بک محیط شهری و نحوه تغییرات آن در گذر زمان می‌توان تغییرات آتی را پیش‌بینی نموده و برنامه-ریزی متناسب با آن را انجام داد (داودی منظم، ۱۳۹۳: ۱). به علاوه در استفاده از اراضی و بهره‌برداری بهینه از محیط توزیع عادلانه همه کاربری‌ها با توجه به تراکم و سرانه مناسب باید به گونه‌ای باشد که شهروندان بتوانند به خوبی از آن بهره‌مند گردند (شماعی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۴۳). تغییر کاربری زمین به عنوان فرایندی مؤثر در فضای شهری مطرح است. این تغییرات که غالباً در اثر فعالیت‌های انسانی روی می‌دهد به دلیل نبود برنامه‌های اصولی، بی-توجهی به توسعه‌پایدار، نداشتن مدیریت پایدار و در نظر نگرفتن محدودیت‌های زیست-محیطی به یکی از مهم‌ترین معضلات در فضای نوین شهری تبدیل شده است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۳۹۲). از این‌رو بسیاری از مسائل زیست‌محیطی نظیر فرسایش خاک، بیابان‌زایی، تخریب منابع، آلودگی‌های زیست محیطی و غیره ریشه در تغییرات کاربری اراضی دارند (Bia et al, 2017: ۱). در این میان در دو دهه اخیر استفاده از تکنولوژی سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان بهترین وسیله برای آشکارسازی و

ارزیابی تغییرات می‌تواند به عنوان ابزارهایی مکمل در تحلیل‌های توصیفی نقش کارآمدی را در شناخت، برنامه‌ریزی و ارزیابی طرح‌های کاربری زمین شهری ایفا کنند (شمی و کرمی- نژاد، 1393: 46). با این وجود تغییرات کاربری اراضی یک سیستم پیچیده به شمار می‌رود و همین امر سبب شده است که پیش‌بینی روند واقعی گسترش کاربری‌های شهری بسیار دشوار باشد. به همین دلیل، مدلسازی و شبیه‌سازی گسترش کاربری‌های شهری ابزاری سودمند و حیاتی در دست کارشناسان است تا با دیدی باز، مسیر واقعی این گسترش را با توجه به شرایط موجود مشاهده نموده و تمهداتی برای سوق دادن آن به مسیر مطلوب بدست آوردن (صوفی و همکاران، 1397: 104). بنابراین با توجه به کاربردهای فراوان سنجش از دور می‌توان از آن در آشکارسازی تغییرات و پیش‌بینی کاربری اراضی بهره برد (Lu et al, 2004: 2367). لذا در پژوهش حاضر از مدل شبکه عصبی پرسپترون برای شبیه- سازی تغییرات کاربری اراضی شهر لاهیجان استفاده گردید.

## 2- مباحث نظری

رشد روزافزون شهرها که متأثر از جمعیت و مهاجرت است، به ساخت و سازهای بدون برنامه‌ریزی و تغییرات زیاد در ساختار فضایی و گسترش شهرها منجر شده است (نظریان و همکاران، 1385: 2). این اتفاق باعث تغییر در پوشش سطح زمین و تبدیل عوارض طبیعی زمین، مانند خاک و پوشش گیاهی، به بافت شهری می‌شود (پورخبار و همکاران، 1394: 1). بنابراین، اولین پیامدی که با گسترش شهرها ظاهر می‌شود، تغییرات کاربری اراضی است (نورایی‌صفت و همکاران، 1395: 22). امروزه، تغییر کاربری اراضی و پوشش زمین به چالش مهمی در بسیاری از کشورها تبدیل شده است. ازین‌رو، بررسی این تغییرات نقش اساسی در مطالعات زیست محیطی جهان ایفا می‌کند (محمدی و همکاران، 1394: 141). تغییر کاربری به‌طور قطع مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر حفاظت از اکو سیستم‌های طبیعی است. از نظر تاریخی، مهم‌ترین تغییر کاربری که انسان انجام داده، از بین بردن جنگل‌ها و تبدیل آن‌ها به اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی بوده است. تغییرات الگوهای کاربری زمین باعث ایجاد تغییرات گسترده‌ای اجتماعی، زیست محیطی و کشاورزی می‌شود. این تأثیرات شامل کاهش فضاهای طبیعی، کاهش زمین‌های کشاورزی با توان تولید بالا، تأثیر بر زهکش‌های طبیعی و کاهش کیفیت آب است (فرج‌الهی و همکاران، 1394: 2). به عنوان مثال، تجاوز مناطق شهری به زمین‌های کشاورزی عواقب زیست محیطی بسیار نامطلوبی، مانند بیابان‌زایی و فرسایش خاک را دربر داشته است (Shalaby & et-al, 2004: 375-384). بنابراین، داشتن اطلاعات به روز و درست از تغییر کاربری اراضی برای درک و مدیریت پیامدهای چنین تغییراتی

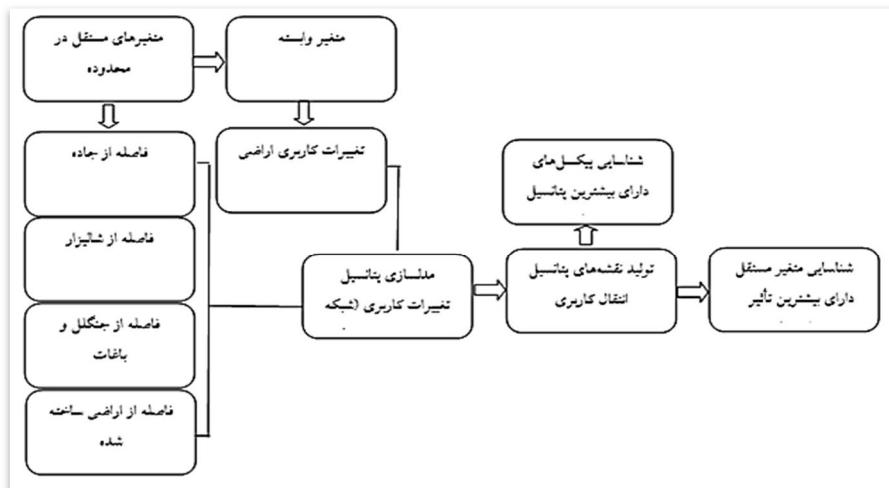
است (Giri & et-al, 2005: 123-132). از آنجا که تغییرات در کاربری اراضی به عنوان تغییرات برگشت‌ناپذیر تلقی می‌شوند، دسترسی به آمار و اطلاعات به روز و آگاهی از روند این تغییرات از عوامل کلیدی در برنامه‌ریزی‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و ابزارهای مدیریت در هر سازمانی هستند (حقوقی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۳: 656). برای مدیریت بهتر اکوسیستم‌های طبیعی و انسان‌ساخت و برنامه‌ریزی بلندمدت، مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی این تغییرات در آینده لازم است (فلاح‌تکار و همکاران، ۱۳۹۵: 164)، از این‌رو، با پیش‌بینی تغییرات کاربری، میزان گسترش و تخریب منابع مشخص می‌شود و این تغییرات در مسیرهای مناسب هدایت می‌شوند (علی‌محمدی و همکاران، ۱۳۸۹: 118). در ایران، گسترش فیزیکی شهرها که از دهه‌ی ۴۰ بدون هیچ نظارت و کنترلی از سوی سازمان‌های دولتی صورت گرفت، باعث ازبین رفتن تعادل و توازن بین کاربری اراضی شهری شد و قسمت زیادی از سطح زیرساخت شهرها به ساختمان‌های مسکونی و شبکه‌های معابر اختصاص یافت (کیانی و رئیسی، ۱۳۹۶: 264). بنابراین، تغییرات بدون برنامه‌ریزی کاربری اراضی به یک مشکل حاد تبدیل شده است و اکثر تغییرات کاربری اراضی بدون یک برنامه‌ریزی مدون و با توجه اندک به اثرات زیست‌محیطی آن‌ها صورت می‌گیرد. در طی دهه‌ی گذشته، تغییرات کاربری اراضی در ایران با سرعت فزاینده و در بعضی جهات نامطلوب به‌وقوع پیوسته است و این باعث تشدید روند تخریب اراضی شده است. از آنجا که تغییرات نیز در سطوح وسیع و گسترده صورت می‌گیرد، تکنولوژی سنجش‌از دور یک ابزار ضروری و بالرتش در ارزیابی تغییرات به‌دلیل پوشش مکرر و تکراری کره‌ی زمین است (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۳: 189). محدوده‌ی مورد مطالعه در پژوهش حاضر، شهر لاهیجان است. این شهر در چند دهه‌ی اخیر، رشد شتابان بی‌سروایه و بی‌ برنامه را دنبال کرده است؛ زیرا تحولات اقتصادی، اجتماعی و تکنولوژیکی جامعه در چند دهه‌ی اخیر و توسعه‌ی شهرنشینی و به‌تبع آن، گسترش فیزیکی شهرها، به تمرکز شدید جمعیت و فعالیت در شهرهای بزرگ دامن زده است و شهر لاهیجان نیز از این قاعده مستثنی نبوده است (سمیع‌زاده و نیakanی، ۱۳۹۴: ۵). بنابراین، گستردگی شهری در لاهیجان به تغییر کاربری زمین منجر شده است. ممکن است که این تغییر در زمین‌های زراعی و باغات صورت پذیرد و یا مراتع، جنگل‌ها و دامنه‌های کم‌ویش شیبدار کوه‌ها و تپه‌ها را در بر بگیرد. بنابراین، با مشخص شدن نوع تغییرات کاربری و ارائه راهکارهایی برای جلوگیری از تغییر کاربری و گستردگی شهری درجهت نیاز به زمین، مشکلات حاصل از گستردگی شهری کاهش می‌یابد و تغییرات ایجاد شده کمتر موجب ازبین رفتن اراضی کشاورزی و فضاهای سبز اطراف شهرها، مراتع و جنگل‌ها می‌شوند. از نقاط قوت شهر لاهیجان در ارتباط با کاربری اراضی، توزیع غیرخوشای کاربری‌ها در سطح شهر است و بالا بودن سطح فضاهای خالص شهری، تغییر کاربری قسمتی از کاربری‌های فضاهای سبز و زراعی شهر به دیگر کاربری‌ها (از جمله مسکونی) و پایین بودن سرانه‌ی کاربری فضای سبز از نقاط ضعف آن

محسوب می شوند (طرح جامع لاهیجان، 1392). در پژوهش حاضر، برای اولین بار در شهر لاهیجان، نقشه های پتانسیل انتقال کاربری اراضی با استفاده از مدل شبکه ای عصبی پرسپترون تهیه شده است. زمین مکانی است که تمامی فعالیت های انسانی روی آن انجام می شود و منبع مواد لازم برای این کار به شمار می رود. استفاده ای انسان از این منابع، کاربری زمین نامیده می شود که بسته به اهداف موردنظر، همچون تولید غذا، تأمین سرپناه، تفریح، خصوصیات زیستی - فیزیکی و ...، وضعیت متفاوتی را ارائه می کند. به نحوی استفاده از زمین و کارکردی که به آن تعلق می گیرد، کاربری زمین می گویند. این کارکرد ممکن است در مقیاس منطقه باشد یا در مقیاس سکونتگاه های انسانی و شهر. در اینجا، محور دوم مورد نظر است. اصطلاح و مفهوم کاربری زمین، ابتدا در غرب به منظور نظارت دولت ها بر نحوی استفاده از زمین و حفظ حقوق مالکیت مطرح شد؛ ولی با گسترش سریع شهرنشینی و تحول در برنامه ریزی شهری و منطقه ای، ابعاد و محتوای آن روز به روز وسیع تر و غنی تر شد (ملکی و همکاران، 1395: 6). بنابراین، بشر همواره در طول تاریخ، برای تأمین نیازهای اساسی خود به محیط طبیعی وابسته بوده و با بهره برداری بی رویه و نامناسب مشکلات عدیده ای را برای محیط پیرامون خود به وجود آورده است (پور طاهری و همکاران، 1395: 2). اصطلاح و مفهوم کاربری اراضی شهری ابتدا در غرب و به منظور نظارت دولت ها بر نحوی استفاده از زمین و حفظ حقوق مالکیت مطرح شد؛ ولی همراه با گسترش سریع شهرنشینی و رشد برنامه ریزی شهری و منطقه ای، ابعاد و محتوای این مفهوم روز به روز وسیع تر شده است (زیاری، 1381: 64). به دنبال آن، تغییرات پوششی و کاربری اراضی، از جمله مهم ترین تغییرات در اراضی سطح زمین هستند (Pelorosso & et-al, 2009: 53). این تغییرات با فرآیندهای طبیعی، نظری تغییر پوشش زمین و ...، در تعادل است؛ اما فرآیندهای اساسی که نوع، میزان و مشخصات فضایی تغییرات کاربری را کنترل می کنند به درستی درک نشده اند. بنابراین، فهم عوامل این تغییرات و تجربیات مدیریتی زمین برای بسیاری از زمینه های تحقیقی ضروری به نظر می رسد (Bouma & Varallyay, 1998: 105). در سطح شهرها نیز تغییر کاربری زمین ناشی از فرآیندهای شهرنشینی، یکی از مؤثر ترین عوامل تغییر در وضعیت محیط زیست است (Rolando & et-al, 2010: 414). بنابراین، از آنجا که روند سریع این تغییرات وسیع باعث تحولات چشمگیری در کره ای زمین، سطح کاربری ها و ازین بردن محیط زیست طبیعی شده، برنامه ریزان با مطالعه روی اراضی، علت این تغییرات را بررسی می کنند و از نتایج برای شناخت راهکارهای مبارزه با آن ها بهره می برند (کیانی سلمی و ابراهیمی، 1397: 72). امروزه، در زمینه های تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی، مدل ها نقش مهمی در کاوش توسعه ای آتی دارند. از قابلیت های تشریحی و پیش بینی آینده ای که مدل ها دارند، توانایی آن ها به عنوان ابزاری برای آگاهی افراد در تصمیم گیری های کاربری زمین است؛ به طوری که از این قابلیت آن ها می شود به عنوان سیستم های هشدار دهنده اولیه استفاده کرد و تصمیم گیران را از نتایج توسعه ای آینده و

مناطق دارای اولویت برای برنامه‌ریزی‌ها، تحلیل‌ها و سیاست‌های میانجی آگاه کرد (ممبی و عسگری، ۱۳۹۷: ۳۶). از این جهت، پیش‌بینی و مدل‌سازی تغییرات برای آگاهی از کمیت و کیفیت تغییرات احتمالی آینده اهمیت دارد. بنابراین، آشکارسازی و پیش‌بینی آن‌ها لازمه‌ی مراقبت از یک اکوسیستم، بهویژه در مناطقی با تغییرات سریع و اغلب بدون برنامه‌ریزی در کشورهای در حال توسعه است. روش‌های متنوعی برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی وجود دارد که نسبت تبدیل کاربری اراضی مختلف و امکان پیش‌بینی آن‌ها را در آینده فراهم می‌آورند (میرعلیزاده فرد و علی-بخشی، ۱۳۹۵: ۳۴). ازین‌رو، پیش‌بینی مکانی کاربری اراضی را می‌توان به وسیله‌ی مدل‌های تجربی براساس بروناهای الگوهای تغییری که در گذشته‌ی نزدیک مشاهده شده‌اند، با ارائه‌ای محدود از عوامل مؤثر بر این تغییرات انجام داد (وفایی و همکاران، ۱۳۹۳: ۳۲۴). شبکه‌ی عصبی پرسپترون چندلایه، از مدل‌های معروف شبکه‌ی عصبی است که با استفاده از الگوریتم آموزشی، پس از انتشار خطا اجرا می‌شود (رستمی گله و همکاران، ۱۳۹۶: ۹۸). سپس در مدل‌ساز تغییر زمین با تجزیه و تحلیل تغییرات رخداده طی یک دوره، نقشه‌های پتانسیل تغییر کاربری اراضی از یک طبقه به طبقه‌ی دیگر را تولید می‌کند (McConnel & et-al, 2004: 172). پتانسیل تغییر کاربری میزان احتمال تغییر از یک طبقه به طبقه‌ی دیگر را بیان می‌کند. بنابراین، برای این کار باید ابتدا متغیرها مشخص شوند. متغیرها محرك‌های اساسی در تبدیل یک کاربری به کاربری‌های دیگر محسوب می‌شوند (Perez-Vega & et-al, 2012: 12). برای انتخاب متغیرهایی با بیشترین صحت، باید مدل با چند سناریوی مختلف اجرا شود (پرما و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۳۱). پس از به‌دست آوردن بیشترین صحت و کمترین خطا، متغیرهای انتخابی وارد مدل می‌شوند و نقشه‌ی پتانسیل انتقال تغییر کاربری‌ها و مدل‌سازی تخریب جنگل‌ها به کار گرفته می‌شود (Easteman & et-al, 2009: 31). تاکنون، مطالعات و پژوهش‌های بسیاری در زمینه‌ی شناخت تغییرات کاربری اراضی انجام شده است. طاهری و همکاران (۱۳۹۲) مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین تبریز را با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی و زنجیره‌ی مارکوف انجام دادند. مدل‌سازی پتانسیل انتقال به‌کمک الگوریتم پرسپترون چندلایه‌ی شبکه‌ی عصبی مصنوعی با استفاده از شش متغیر مستقل انجام شد و میزان تخصیص تغییرات کاربری‌ها به یکدیگر به روش زنجیره‌ی مارکوف محاسبه شد. نتایج تحقیق نشان داد که بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۰، حدود ۵۱۹۵ هکتار به وسعت مناطق شهری و مسکونی افزوده شده است که اراضی مرتعی، اراضی کشاورزی و اراضی بایر به ترتیب بیشترین سهم را در افزایش اراضی شهری و مسکونی داشته‌اند. فتح‌الهی روباری و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی، مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهرستان نکا را با استفاده از روش مدل‌ساز تغییر سرزمین LCM انجام دادند. آن‌ها برای به‌دست آوردن نقشه‌ی کاربری اراضی منطقه از تصاویر لندست متعلق به سال‌های ۱۹۸۸، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۶ برای مدل‌سازی پتانسیل انتقال از روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی

و برای پیش‌بینی تغییرات کاربری‌ها از مدل زنجیره‌ی مارکوف استفاده کردند. نتایج نشان داد که در طی این دوره، از اراضی جنگلی کاسته و به اراضی کشاورزی و مناطق شهری افزوده شده است. پیش‌بینی آن‌ها برای سال 2030 این بود که مساحت جنگل‌ها کاهش و اراضی کشاورزی و مناطق شهری افزایش می‌یابند. آناند و همکاران (2018) از LCM برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی حوضه‌ی آبخیز گانگا در سال‌های 2030، 2060 و 2090 و ارزیابی آثار تغییر کاربری بر توازن آب استفاده کردند. آن‌ها برای این منظور، از سه نقشه‌ی کاربری اراضی متعلق به ماهواره‌ی لندست و سنجنده‌ی TM در سال‌های 1985، 1995 و 2005 با هدف بررسی روند تاریخی تغییرات منطقه‌ی پژوهش بهره برdenد. همچنین، از شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای تولید نقشه‌های پتانسیل انتقال و از زنجیره‌ی مارکوف برای کمی کردن انتقال از یک کاربری به کاربری دیگر استفاده کردند. نقشه‌های 1985 و 1995 به منزله‌ی لایه‌های مشاهداتی برای کالیبراسیون مدل LCM و نقشه‌ی واقعیت زمینی سال 2005 برای مقایسه با نقشه‌ی پیش‌بینی شده‌ی سال 2005 و صحت مدل به کار رفت. نتایج نشان‌دهنده‌ی کارایی زیاد مدل LCM در شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی بود. لولو و همکاران (2019) از مدل LCM برای تحلیل تغییرات کاربری اراضی و ارزیابی آثار آن بر فرسایش‌پذیری خاک استفاده کردند. عمده‌ترین تغییرات طی سال‌های 1995-2005 در کاهش مناطق جنگلی و افزایش در وسعت مراعع دیده شد. طی سال‌های 2005-2015 نیز کاهش پیوسته در اراضی جنگلی و افزایش در مراعع دیده شد.

## 2-1- چارچوب مفهومی پژوهش

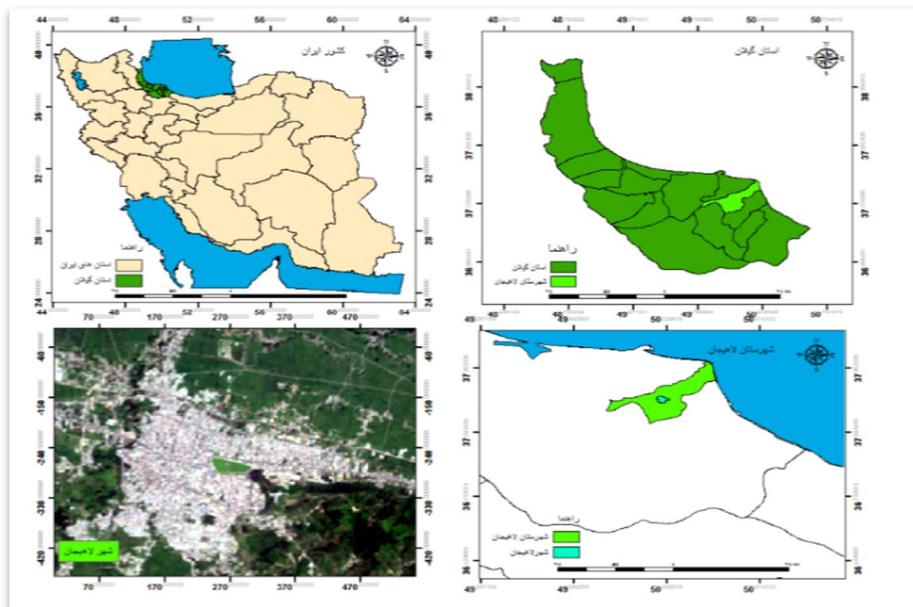


شکل ۱: چارچوب مفهومی برای تحقیق



## ۲- روش تحقیق

شهر لاهیجان در شرق استان گیلان و در بخش مرکزی شهرستان لاهیجان واقع شده است. این شهر به صورت یک شکل غیرهندسی بین عرض‌های جغرافیایی ۳۷ درجه و ۰,۴ دقیقه و ۵۰ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۲۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه‌ی شمالی و طول‌های ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۱۳ دقیقه‌ی شرقی قرار گرفته است (محمدی‌جو و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱۵). این شهر از شمال به دریای خزر، از شرق به لنگرود، از جنوب به دیلمان، از جنوب غربی به سیاهکل و از غرب به آستانه‌ی اشرفیه محدود می‌شود (زیاری و همکاران، ۱۳۹۶: ۶۰). این شهر در سرشماری نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، از ۳۴,۴۹۷ خانوار و ۱۰۱,۰۷۳ نفر جمعیت برخوردار بوده است که در این میان، ۵۰,۱۲۳ نفر را مردان و ۵۰,۹۵۰ نفر را زنان تشکیل می‌دهند (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵<sup>۱</sup>).



شکل ۲: محدوده‌ی مورد مطالعه

روش پژوهش از لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ ماهیت و روش، توصیفی - تحلیلی است. روش گردآوری داده‌ها در این تحقیق به صورت کتابخانه‌ای است. در این پژوهش، برای بررسی تغییرات کاربری اراضی در طی دوره‌ی زمانی ۲۹ ساله، ابتدا تصاویر لازم از وبسایت سازمان

۱. <https://www.amar.org.ir/>

زمین شناسی ایالات متحده آمریکا<sup>1</sup> تهیه شد. سپس، با استفاده از نرم افزار ENVI، عملیات پیش پردازش برای اعمال تصحیحات اتمسفری و رادیومتریکی روی آنها انجام شد. همچنین، نمونه های تعلیمی و طبقه بندی نظارت شده تصاویر برای کاربری اراضی در چهار طبقه (ارضی ساخته شده، شالیزار، جنگل و باغات و پهنه های آبی) تعیین شد. سپس، در نرم افزار IDRISI SELVA، با استفاده از شبکه های عصبی پرسپترون، تغییرات آینده شبیه سازی و پیش بینی شد.

جدول 1: مشخصات تصاویر ماهواره ای طبقه بندی شده در پژوهش

تعداد باند	تاریخ تصویر برداری	قدرت تفکیک مکانی (متر)	Path/Row	سن جنده	ماهواره
7	1368/04/12	1989/07/03	30	165/34	TM
8	1379/05/04	2000/07/25	30	165/34	ETM+
7	1389/04/06	2010/06/27	30 15 باند پانکروماتیک)	165/34	TM
11	1397/04/12	2018/07/03	30 15 باند پانکروماتیک)	165/34	OLI

### 3- تجزیه و تحلیل و یافته های تحقیق

#### 3-1- عملیات پیش پردازش تصاویر ماهواره ای

قبل از آنالیز اصلی داده ها و استخراج اطلاعات، باید عملیات پیش پردازش صورت بگیرد. در این مرحله، دو فرآیند تصحیح اتمسفری و رادیومتریکی روی تصاویر اعمال شد. به بیانی ساده، عملیات پیش پردازش به طور معمول پیش از تجزیه و تحلیل داده ها و استخراج صورت می گیرد. پیش از آنکه تصاویر رقومی تجزیه و تحلیل شوند، به درجه های از پیش پردازش نیاز دارند. این عملیات ممکن است شامل تصحیح رادیومتریکی باشد که هدف آن، حذف تأثیرات حاصل از سن جنده یا عوامل محیطی است.

#### 3-2- طبقه بندی کاربری اراضی به روش حداقل احتمال

از میان روش های طبقه بندی نظارت شده، روش حداقل احتمال تاکنون دقیق ترین و پراستفاده ترین روش های ذکر شده است (فتحی زاد و همکاران، 1394:63). این روش واریانس و کواریانس کلاس ها را ارزیابی می کند. برای این کار، فرض می شود که همه می مناطق آموزشی از پراکنش نرمال

1. <http://earthexplorer.usgs.gov>

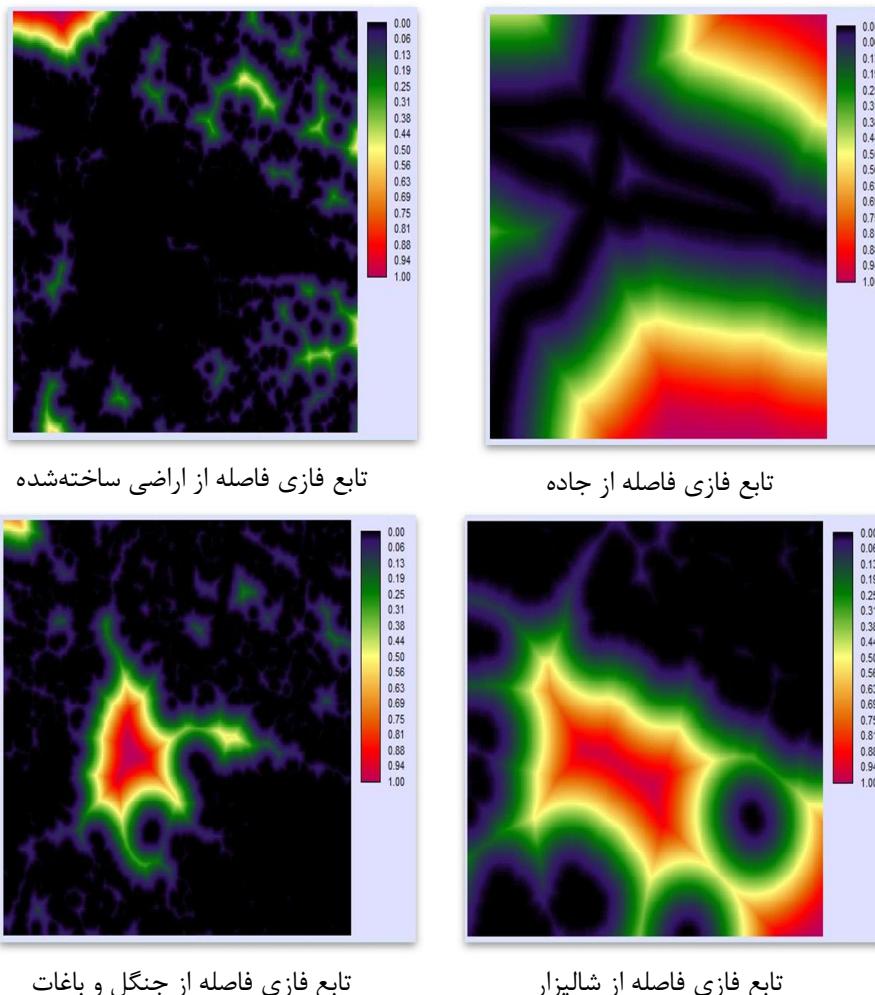


جدول 2: ضریب کاپا تصاویر طبقه بندی شده

ضریب کاپا (درصد)	صحت کلی (درصد)	سال
0/98	99/46	1368
0/99	99/49	1379
0/99	99/91	1389
100	100	1397

### 3-3- انتخاب متغیرهای مستقل

انتخاب متغیرهای تأثیرگذار در پیش‌بینی رشد شهری اطلاعات مفید و مهمی برای درک مطلوب عملکرد تغییرات کاربری اراضی در اختیار کاربر قرار می‌دهد و همچنین موجب تطابق مدل‌های پیش‌بینی با واقعیت می‌شود (اسماعیلی و شمس‌الدینی، 1398: 121). متغیرها ممکن است دینامیک یا استاتیک باشند. متغیرهای استاتیک جنبه‌های اساسی مناسب را برای انتقال در نظر گرفته شده بیان می‌کنند و با گذشت زمان تغییرناپذیر هستند. متغیرهای دینامیک به زمان متغیر (نژدیکی به زیرساخت‌ها یا جاده‌های موجود) وابسته هستند و در طول زمان دوره‌ی پیش‌بینی محاسبه می‌شوند. متغیر مستقل برای انجام مدل‌سازی، با ارزیابی از طریق ضریب همبستگی کرامر، انتخاب می‌شود. این ضریب همبستگی متغیرهای مستقل را در یک زمان با طبقه‌بندی موضوعی نقشه‌ی کاربری مقایسه می‌کند. ضریب کرامر نشان‌دهنده‌ی ارتباط بین متغیرها و طبقات کاربری اراضی است (علیمرادی و همکاران، 1396: 4). در پژوهش حاضر، متغیر فاصله از جاده به عنوان متغیر مستقل استاتیک و فاصله از شالیزار، فاصله از اراضی ساخته شده و فاصله از جنگل و باغات به عنوان متغیرهای مستقل دینامیک به کار رفتند. شکل 3 نقشه‌های فازی متغیرهای به کار رفته در پژوهش را نمایش می‌دهد.



شکل 4: تابع فازی متغیرهای مستقل

**3-4- مدل سازی تغییرات کاربری زمین به روش شبکه عصبی پرسپترون چندلایه (MLP<sup>1</sup>)** شبیه سازی رشد شهری در مسیری پایدار و بهینه، همواره از چالش های موجود در عرصه های مدیریت و برنامه ریزی شهری است (ابوالحسنی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۹۹). از جمله مدل هایی که در شبیه سازی تغییرات کاربری اراضی به کار می رود، شبکه های عصبی پرسپترون چندلایه است.

1. Multilayer Perceptron

این مدل را اولین بار روزن بلات در سال 1985 طراحی کرد. در این نوع شبکه ها، از یک لایه ورودی برای اعمال ورودی های مسئله ای یک لایه پنهان و یک لایه خروجی استفاده می شود که نهایتاً پاسخ های مسئله را ارائه می کند. آموزش این شبکه توسط الگوریتم پس از انتشار انجام می شود که شامل گسترش خطای لایه خروجی به منظور اصلاح مقادیر وزن است. (علیمرادی و همکاران، 1396: 5). در این پژوهش، برای مدل سازی تغییرات کاربری اراضی شهر لاهیجان، از مدل شبکه عصبی پرسپترون استفاده شد. دلیل استفاده از MLP ازین سایر روش های مدل سازی این است که مدل سازی چندین تغییر با هم، تنها در صورت استفاده از MLP امکان پذیر است. این در حالی است که در رگرسیون لجستیک و Sim Weigt، به مدل سازی آن ها به صورت جداگانه نیاز است. برای مدل سازی به روش رگرسیون لجستیک، باید ارتباط به متغیرها به صورت خطی باشد؛ اما در MLP، به ارتباط خطی بین متغیرها نیازی نیست. مدل ساز تغییرات زمین همیستگی بین متغیرهای تأثیرگذار بر مدل و کلاس های کاربری اراضی را در قالب ضریب کرامر محاسبه می کند که به شرح جدول 2 است. ضریب کرامر یکی از معیارهای برآوردگری مدل شبکه عصبی پرسپترون است که در آن، ارزش بالاتر نشان دهنده اهمیت بیشتر متغیر در روند مدل سازی تغییرات است. متغیرهایی در مدل قابلیت استفاده را دارند که میزان ضریب کرامر آن ها با 0,15 باشد.

جدول 3: ضریب کرامر متغیرهای مستقل

متغیر	Overall Cramers's V
فاصله از جاده	0,2460
فاصله از شالیزار	0,4541
فاصله از اراضی ساخته شده	0,4849
فاصله از جنگل و باغات	0,3824

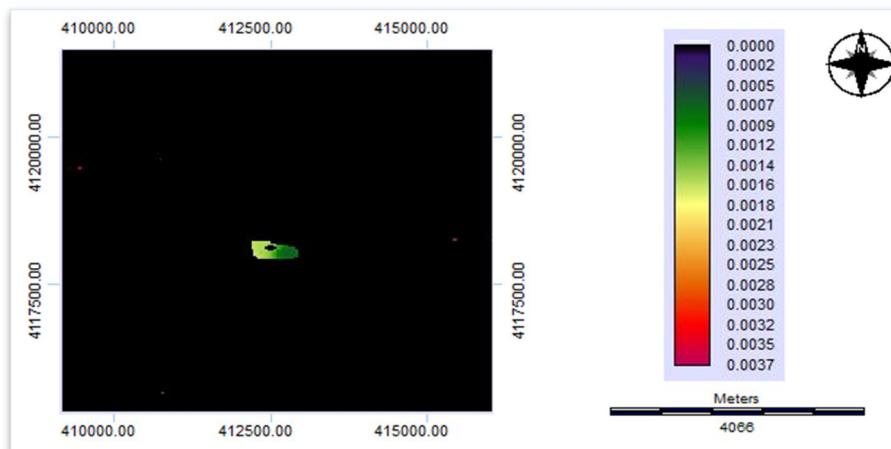
ضریب Cramer's V که نشان دهنده میزان ارتباط بین متغیرها و طبقات پوشش سرزمین است، محاسبه شد. هر چهار متغیر مستقل قابلیت استفاده در مدل را دارند؛ زیرا میزان آن ها بیشتر 0,15 است. همچنین زیرمدل ها (نقشه های تغییرات کاربری اراضی) برای استفاده در مدل شبکه عصبی باید صحت سنجی شوند. جدول 3 میزان صحت هر یک را نشان می دهد.



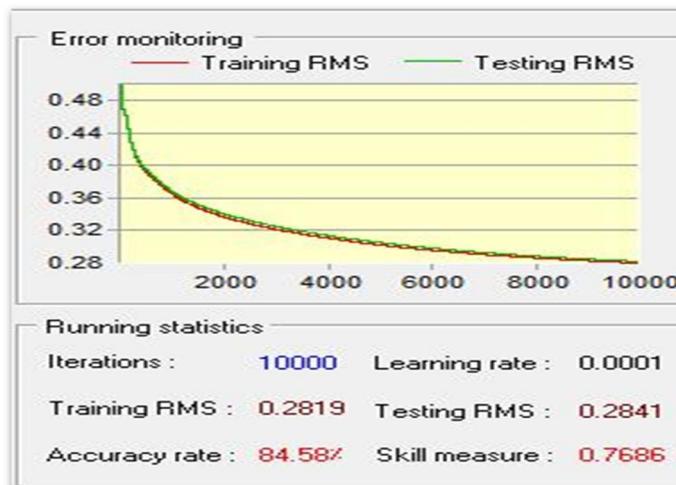
جدول ۴: میزان صحت و پارامترهای دیگر حاصل از اجرای مدل شبکه‌ی عصبی

خطای تست	خطای آموزش	ارزیابی صحت	زیرمدل‌ها
0,4998	0,4999	71,43	پهنه‌ی آبی به اراضی ساخته شده
0,3889	0,3891	83,97	جنگل و باغات به اراضی ساخته شده
0,2062	0,2038	97,34	جنگل و باغات به شالیزار
0,4261	0,4485	76	اراضی ساخته شده به پهنه‌ی آبی
0,2293	0,1890	93,88	اراضی ساخته شده به جنگل و باغات
0,1921	0,1936	95,40	شالیزار به اراضی ساخته شده
0,2693	0,2765	90,99	شالیزار به جنگل و باغات

تمام زیرمدل‌های استفاده شده در مدل قابلیت استفاده در مدل پیش‌بینی تغییرات را دارند. بنابراین هفت زیرمدل (پهنه‌ی آبی به اراضی ساخته شده، جنگل و باغات به اراضی ساخته شده، جنگل و باغات به شالیزار، اراضی ساخته شده به پهنه‌ی آبی، اراضی ساخته شده به جنگل و باغات، شالیزار به اراضی ساخته شده و شالیزار به جنگل و باغات) و چهار متغیر (فاصله از جاده، فاصله از شالیزار، فاصله از اراضی ساخته شده و فاصله از جنگل و باغات) برای مدل‌سازی پتانسیل انتقال با استفاده از پرسپترون چندلایه‌ی شبکه‌ی عصبی مصنوعی، انتخاب شدند. درنهایت، با توجه به زیرمدل‌ها و متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده، نقشه‌های پتانسیل تبدیل کاربری از طریق شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه، برای دوره‌ی زمانی هشت‌ساله (1397-1389) تولید شد. سپس، برای صحت‌سنجی نتایج مدل، شاخص ارزیابی صحت مدل ۸۴,۵۸ درصد، خطای آموزش معادل ۰,۲۸۱۹ و شاخص دقت کلی ۰,۰۰۰۱ محاسبه شد. زیاد بودن مقدار عددی شاخص ارزیابی صحت، دقت زیاد و اعتبار روند شبیه‌سازی را نشان می‌دهد. همچنین، مقدار شاخص دقت کلی، فاصله بین خطای آموزش و خطای تست را نشان می‌دهد. این مقدار دقت زیاد الگو و سازگاری متغیرهای انتخاب شده با یکدیگر را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، با توجه به نتایج، می‌توان گفت که همبستگی زیادی بین متغیرها و زیرمدل‌ها وجود دارد.

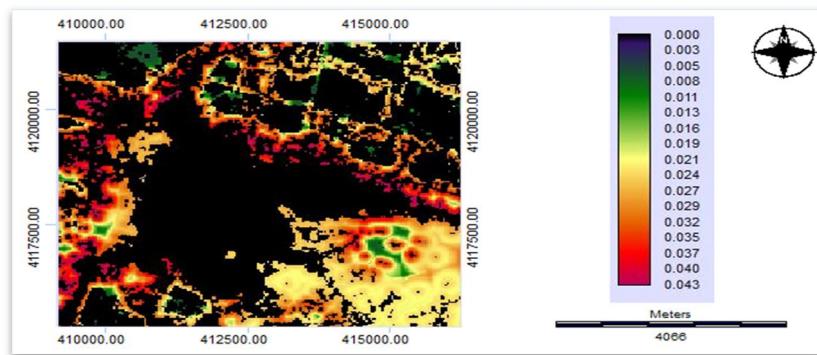


شکل 5: خطای RMS در مرحله‌ی آموزش و تست



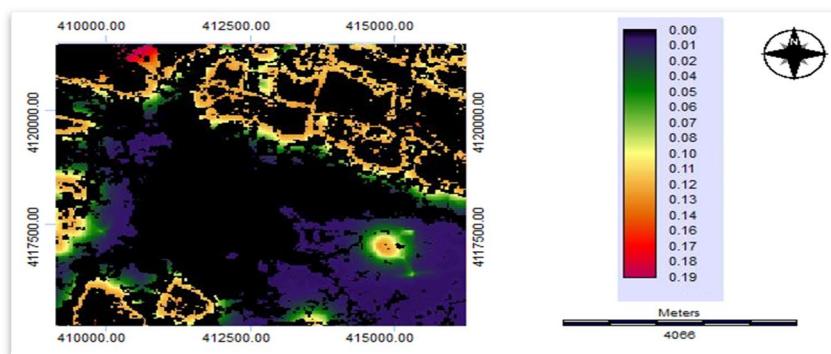
شکل 6: نقشه‌ی پتانسیل تغییر پهنه‌ی آبی به اراضی ساخته شده

شکل 6 نقشه‌ی پتانسیل تغییر کاربری پهنه‌ی آبی به اراضی ساخته شده است. پیکسل‌های به رنگ سبز کمترین پتانسیل را برای تبدیل از کاربری پهنه‌ی آبی به اراضی ساخته شده دارند. این منطقه محدوده‌ی استخراج لاهیجان است که در طبقه‌بندی‌ها، با عنوان طبقه‌ی پهنه‌ی آبی مشخص شده است و در دوره‌های مختلف، برای آبیاری اراضی کشاورزی به کار می‌رفته است.



شکل 7: نقشه‌ی پتانسیل تغییر جنگل و باغات به اراضی ساخته‌شده

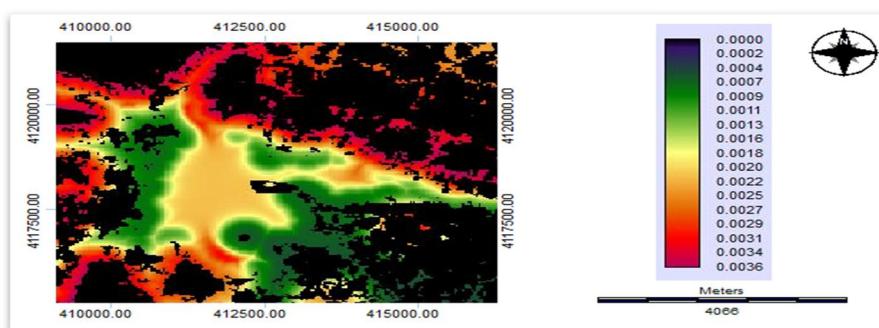
در شکل 7، مناطق دارای بیشترین پتانسیل برای تبدیل از اراضی جنگل و باغات به اراضی ساخته‌شده مشخص شده است. در این نقشه، پیکسل‌های به رنگ قرمز، نارنجی و زرد به ترتیب بیشترین پتانسیل را برای تبدیل از اراضی جنگل و باغات به اراضی ساخته‌شده دارند. همان‌طور که در نقشه مشخص شده است، هرچه از اطراف به مرکز محدوده‌ی موردمطالعه حرکت کنیم، بر شدت این تغییرات افزوده خواهد شد؛ یعنی این مناطق بیشتر تحت تأثیر دخالت‌های انسان قرار خواهند گرفت. پیکسل‌های به رنگ سبز کمترین پتانسیل را برای تغییر دارند.



شکل 8: نقشه‌ی پتانسیل تغییر جنگل و باغات به شالیزار

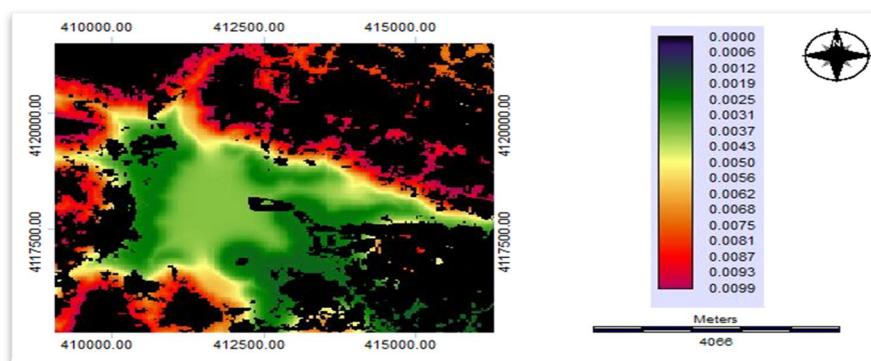
شکل 8 نقشه‌ی پتانسیل تغییر از اراضی جنگل و باغات به کاربری شالیزار است. اراضی به رنگ آبی که در قسمت جنوب شرقی و غرب محدوده‌ی موردمطالعه قرار گرفته‌اند، کمترین

پتانسیل را برای تبدیل از اراضی جنگل و باغات به شالیزار دارند. این اراضی محدوده‌ی متراکم پوشش‌گیاهی شهر لاهیجان را شامل می‌شوند. پیکسل‌های به رنگ قرمز و زرد در شمال محدوده، بیشترین پتانسیل را برای تبدیل دارند. این اراضی در مقایسه با اراضی جنوب شرق و غرب محدوده‌ی موردمطالعه پوشش‌گیاهی پراکنده‌تری دارند.



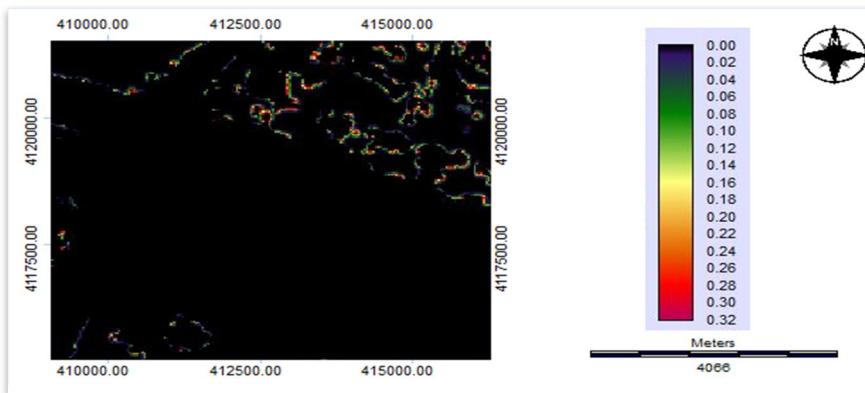
شکل 9: نقشه‌ی پتانسیل تغییر اراضی ساخته شده به پهنه‌ی آبی

شکل 9 نقشه‌ی پتانسیل انتقال کاربری ساخته شده به پهنه‌ی آبی است. در نقشه، پیکسل‌های به رنگ قرمز بیشترین پتانسیل برای تغییر از کاربری ساخته شده به پهنه‌ی آبی را دارند. پیکسل‌های به رنگ سبز کمترین پتانسیل را برای تغییر دارند و کمتر در معرض دخالت‌های انسانی قرار دارند. بنابراین، مناطق با ارزش بیشتر (قرمز) و ارزش کمتر (رنگ آبی) به ترتیب بیشترین و کمترین میزان احتمال برای تغییر به دیگر کاربری‌ها را دارند.



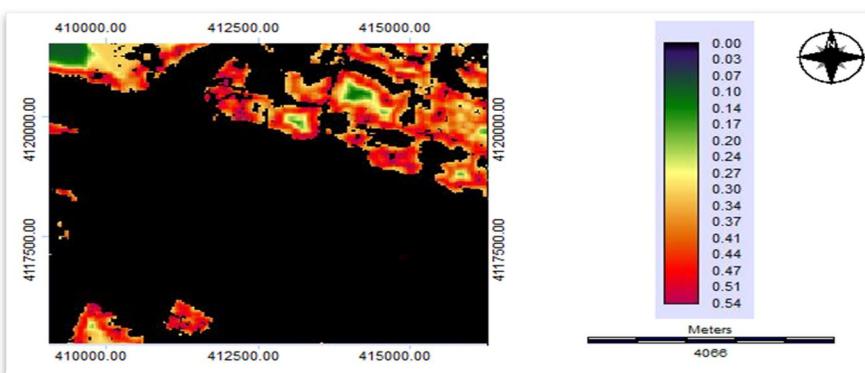
شکل 10: نقشه‌ی پتانسیل تغییر اراضی ساخته شده به جنگل و باغات

باتوجه به شکل ۱۰، مناطق اطراف شهر دارای بیشترین پتانسیل برای تغییر از کاربری ساخته شده به جنگل و باغات هستند و مناطق جنوب شرقی محدوده مورد مطالعه نیز کمترین پتانسیل تغییر را دارند.



شکل ۱۱: نقشه‌ی پتانسیل تغییر شالیزار به اراضی ساخته شده

شکل ۱۱ نقشه‌ی پتانسیل تغییر کاربری شالیزار به اراضی ساخته شده است. در این نقشه، قسمت‌های پراکنده‌ای از شمال و مقداری از جنوب غربی محدوده مورد مطالعه که بیشتر مناطق شالیزار لاهیجان را شامل می‌شود، بیشترین پتانسیل را برای تبدیل به اراضی ساخته شده دارند.



شکل ۱۲: نقشه‌ی پتانسیل تغییر شالیزار به جنگل و باغات

باتوجه به شکل ۱۲، مناطق شمال و جنوب غرب محدوده مورد مطالعه بیشترین پتانسیل را برای تبدیل از کاربری شالیزار به اراضی جنگل و باغات دارند. در این نقشه، پیکسل‌های به

رنگ قرمز بیشترین پتانسیل را برای تغییر نشان می دهد. با توجه به ضریب کرامر، متغیر فاصله از جاده کمترین تأثیر و متغیر فاصله از اراضی ساخته شده بیشترین تأثیر را بر تغییرات کاربری اراضی و مدل سازی پتانسیل انتقال داشته اند. سپس، نقشه های پتانسیل تبدیل کاربری از طریق شبکه های عصبی پرسپترون چندلایه، برای دور زمانی هشت ساله تولید شدند. در نقشه های تولید شده، مناطق دارای طیف رنگی گرم بیشترین پتانسیل را برای تغییر دارند و در مقایسه با مناطق دارای طیف رنگی سرد از آسیب پذیری بیشتری برخوردار هستند.

#### 4-نتیجه گیری

امروزه، تغییر کاربری اراضی و پوشش زمین به چالش مهمی در بسیاری از کشورها تبدیل شده است. این تغییرات تأثیر مستقیمی بر اجزای محیط زیست، از جمله خاک، آب و اتمسفر، دارد. بنابراین، بررسی تغییرات کاربری اراضی نقش اساسی در مطالعات زیست محیطی جهان دارد. استفاده از بافت فرسوده‌ی داخل شهرها و ابنيه‌ی خالی از سکنه در داخل شهر و اقدام به تراکم‌سازی در محدوده‌ی شهری به جای گسترش افقی شهر روی زمین‌های کشاورزی درجه‌ی یک پیشنهاد داده می‌شود. از آنجا که روند سریع این تغییرات باعث تغییرات چشمگیری در کره‌ی زمین شده، سطح کاربری‌ها را متتحول کرده و به ازین بردن محیط زیست طبیعی منجر شده است، با ایجاد قوانین منع ساخت و ساز روی زمین‌های مرغوب کشاورزی باید توسعه‌ی شهر به سمت زمین‌های غیرقابل کشت برود و با ایجاد زیرساخت‌های لازم در این مناطق، مردم به ساخت و ساز در این مناطق تشویق شوند. برنامه‌ریزان باید با مطالعه روی اراضی، علت این تغییرات را بررسی کنند و از نتایج برای شناخت راهکارهای مبارزه با این تغییرات مخرب بهره گیرند. بنابراین، تصاویر سنجش از دور توانایی ارائه جدیدترین اطلاعات درجه‌ی پوشش زمین و کاربری‌های اراضی را دارند. همچنین، روش‌های تشخیص تغییرات به صورت دیجیتال با استفاده از چند دوره تصاویر ماهواره‌ای به درک پویایی چشم‌انداز کمک می‌کند. از طرفی، مدل سازی و شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی نقش مهمی در مدیریت منابع دارد و به مدیران در برنامه‌ریزی بهتر کاربری اراضی یاری می‌دهد. در این مطالعه، مدل سازی نیروی انتقال با استفاده از پرسپترون چندلایه‌ی شبکه‌ی عصبی مصنوعی انجام شد. در مقایسه‌ی تطبیقی، نتایج پژوهش حاضر با تحقیق یوسفی و اشرفی (1394) با محوریت مدل سازی رشد شهری بجنورد با استفاده از داده‌های سنجش از دور (براساس شبکه‌ی عصبی - مارکوف و مدل ساز تغییر سرزمین) مقایسه شد. در این تحقیق، از تصاویر لندست مربوط به سال 1384 و 1392 برای تهیی ن نقشه‌ی کاربری اراضی و همچنین از متغیرهای فاصله از جاده و شبیه

استفاده شد. نتیجه‌ی این پژوهش تولید سه نقشه‌ی پتانسیل تغییر کاربری است. در پژوهش حاضر، هفت زیرمدل (پهنه‌ی آبی به اراضی ساخته‌شده، جنگل و باغات به اراضی ساخته‌شده، جنگل و باغات به شالیزار، اراضی ساخته‌شده به پهنه‌ی آبی، اراضی ساخته‌شده به جنگل و باغات، شالیزار به اراضی ساخته‌شده و شالیزار به جنگل و باغات) و چهار متغیر (فاصله از جاده، فاصله از شالیزار، فاصله از اراضی ساخته‌شده و فاصله از جنگل و باغات) برای مدل‌سازی پتانسیل انتقال با استفاده از پرسپترون چندلایه شبکه‌ی عصبی مصنوعی انتخاب شدند. بنابراین، در مقایسه با پژوهش بالا، از تعداد متغیرهای مستقل و زیرمدل‌های بیشتری برای مدل‌سازی برخوردار است. همچنین، هفت نقشه‌ی پتانسیل انتقال تولید شد. در مرحله‌ی بعد، پس از صحبت‌سنگی متغیرهای مستقل و زیرمدل‌ها، مشخص شد که همه‌ی آن‌ها قابلیت استفاده در مدل را داشتند. درنهایت، با توجه به متغیرهای مستقل درنظر گرفته‌شده، نقشه‌های پتانسیل تبدیل کاربری از طریق شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه، برای دور زمانی هشت‌ساله تولید شد. شاخص ارزیابی صحت مدل ۸۴,۵۸ درصد، خطای آموخت معادل ۰,۲۸۱۹ و شاخص دقت کلی ۰,۰۰۰۱ محاسبه شد. زیاد بودن مقدار عددی شاخص ارزیابی، صحت، دقت زیاد و اعتبار روند شبیه‌سازی را نشان می‌دهد. همچنین، مقدار شاخص، دقت کلی، فاصله بین خطای آموخت و خطای تست را نشان می‌دهد. این مقدار، دقت زیاد الگو و سازگاری متغیرهای انتخاب شده با یکدیگر را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، با توجه به نتایج، همبستگی زیادی بین متغیرها و زیرمدل‌ها وجود دارد. با تولید نقشه‌های پتانسیل انتقال، مشخص شد که متغیر فاصله از اراضی ساخته‌شده بیشترین و فاصله از جاده کمترین تأثیرگذاری را بر تغییرات کاربری اراضی دارد. همچنین، با توجه به مسئله‌ی پژوهش در ارتباط با شناسایی مکان‌هایی که بیشترین پتانسیل را برای تغییر کاربری دارند، می‌شود گفت که مناطق اطراف محدوده‌ی شهر لاهیجان بیشترین پتانسیل برای تغییر کاربری اراضی، به خصوص از کاربری جنگل و باغات به اراضی ساخته‌شده را دارند. این مناطق بیشتر با رنگ‌های گرم، مانند قرمز، نارنجی و زرد، مشخص شده‌اند. بنابراین، در برنامه‌ریزی‌ها، به این مناطق باید توجه بیشتری شود. همچنین، هرچه از پیرامون به سمت مرکز شهر حرکت کنیم، پتانسیل برای تغییر کاربری کمتر خواهد شد؛ یعنی کمتر تحت تأثیر دخالت‌های انسانی برای تغییر کاربری قرار خواهد گرفت. این مناطق با رنگ‌های سرد، مانند آبی و سبز، مشخص شده‌اند. پیشنهادهای زیر برگرفته از طرح جامع ۱۳۹۲ لاهیجان هستند که درجهت رشد کالبدی و توسعه‌ی شهر ارائه می‌شوند:

- توسعه‌ی شهر در داخل محدوده‌ی مطالعاتی با توجه به پیش‌بینی تمامی فاکتورهای دخیل در امر توسعه‌ی شهر؛
- ارزیابی مناطق حاشیه‌ی شهر برای توسعه تا اگر شهر براساس حوادث پیش‌بینی نشده‌ای به زمین برای اسکان جمعیت و توسعه نیاز داشته باشد، با مشکل مواجه نشود؛
- توجه به چشم‌اندازها در ارائه‌ی تراکم‌ها؛
- ارائه‌ی الگوی کلی توسعه و انتخاب الگوی بهینه؛
- جلوگیری از توسعه‌ی شهر به سمت شمال با حفاظت از اراضی زراعی؛
- جلوگیری از توسعه‌ی بی‌رویه و افزایش محدوده؛
- نظارت بر ساخت‌وسازهای جدید.

## 5- منابع

- ابوالحسنی، سمیه؛ طالعی، محمد و محمد کریمی (1394). «مدلسازی رشد شهری به وسیله خودکاره سلولی برداری پارسل مبنای». *فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضای اجتماعی*، ۱۹، ش. ۳، صص 231-199.
- اسماعیلی، شهربانو و علی شمس‌الدینی (1398). «ادغام خصیصه‌های اجتماعی- اقتصادی و سنجش از دوری به منظور مدلسازی رشد فیزیکی شهر کرج». *فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضای اجتماعی*، ۲۳، ش. ۱، صص 150-119.
- امانپور، سعید و سحر حسن‌پور (1396). «بررسی وضعیت توزیع فضایی کاربری اراضی شهری سمنان». *نشریه مطالعات نواحی شهری*، ۴، ش. ۱، صص 22-1.
- پرما، روح الله؛ ملکنیا، رحیم. شتابی، شعبان و حامد نقوی (1396). «مدلسازی تغییرات پوشش سرزمین بر پایه شبکه عصبی مصنوعی و پتانسیل انتقال در روش LCM مورد مطالعه: جنگل‌های گیلان غرب، استان کرمانشاه». *فصلنامه آمایش سرزمین*، ۹، ش. ۱، صص 151-129.
- پوراحمد، احمد؛ سیف‌الدینی، فرانک و زبیا پرنون (1390). «مهاجرت و تغییر کاربری اراضی در شهر اسلامشهر». *فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۵، ش. ۲، صص 152-131.
- پورخبراز، علیرضا؛ احمدی‌زاده، سید سعیدرضا؛ ناصری، عاطفه؛ ناصر پرویان (1394). «بررسی و تحلیل گسترش شهر و تغییرات کاربری اراضی در ایجاد جزایر حرارتی



- شهری (مطالعه موردي: شهر مشهد). اولين کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری. صص ۱-۸.
- پورطاهری، مهدی؛ پاشانزاد، احسان و حسن احمدی (۱۳۹۴). «ارزیابی میزان روایی روش - های تصمیم‌گیری چند شاخصه در تعیین پهنه‌های مناسب توسعه شهری». *فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا*. د ۲۰. ش ۱. صص ۱-۲۰.
- حقوقی‌فرد، احسان؛ آرفته، علیرضا؛ عسری مازمانی، احمد و مریم حسینی (۱۳۹۳). «کاربرد داده‌های سنجش از دور در آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهری مطالعه موردي: منطقه ۶ شهرداری شیراز». سومین کنفرانس سالانه بین‌المللی عمران، معماری، شهرسازی. صص ۶۵۶-۶۶۱.
- داودی منظم، زهره؛ عباس‌نیا، محسن و سیما پورهاشمی (۱۳۹۳). «پایش تغییرات کاربری اراضی کشاورزی شهرستان شهریار با استفاده از سنجش از دور طی بازه زمانی ۱۳۸۸-۱۳۶۶» نخستین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی (سنجش از دور و GIS) در آمایش سرزمین. صص ۱-۱۲.
- رستمی گله، فرهاد؛ قائمی، مرجان؛ شاد، روزبه و یاسمن لهرابی (۱۳۹۶). «مدلسازی و پیش‌بینی رشد افقی شهر مشهد با استفاده از تلفیق اتماتاتی سلولی فازی، شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک». نشریه مهندسی فناوری اطلاعات مکانی. س ۵. ش ۴. صص ۱-۱۱۱.
- زیاری، کرامت‌الله (۱۳۸۱). «برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری مورد: میناب». نشریه تحقیقات جغرافیایی، د ۱۷. ش ۳-۲. صص ۶۳-۷۸.
- زیاری، کرامت‌الله، جمال، کیوان و فرشید (۱۳۹۶). «ارائه الگوی توسعه‌پایدار گردشگری شهری نمونه موردي: شهر لاهیجان». نشریه گردشگری شهری. د ۴. ش ۴. صص ۵۵-۷۱.
- سلمی کیانی، الهام و عطالله ابراهیمی (۱۳۹۷). «ارزیابی تغییرات پوشش اراضی شهرکرد و پیش‌بینی آینده آن با بهره‌گیری از داده‌های دورسنجی و مدل CA-Markov». *فصلنامه علمی و پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا)*. س ۸. ش ۱. صص ۷۱-۸۸.
- سمیع زاده، فاطمه و مهرداد نیاکانی (۱۳۹۴). «تحلیل روند شهرنشینی در استان گیلان مطالعه موردي لاهیجان». اولين همایش بین‌المللی و چهارمین همایش ملی گردشگری. *جغرافیا و محیط زیست پایدار*. صص ۱-۱۲.

- شماعی، علی، جان بابانژاد، محمدحسین و زهرا زمانی (1394). «ارزیابی شاخص‌های کاربری اراضی شهری با تأکید بر سرانه مطلوب شهر سالم (مطالعه موردی: شهر بابل)». *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*. د 19. ش 54. صص 170-143.
- شمس، مجید و طبیه کرمی‌نژاد (1393). «ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی در توسعه فضایی شهر کرمانشاه با استفاده از GIS و RS (مطالعه موردی: محله جعفرآباد کرمانشاه)». *نشریه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*. س 9. ش 28. صص 57-5.
- صوفی، مینا، بهزادی، سعید و حسین آقامحمدی زنجیرآباد (1397). «توسعه یک راهکار عامل مبنا برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی». *نشریه علوم و فنون نقشه‌برداری*. د 7. ش 4. صص 118-103.
- طاهری، محمد؛ غلامعلی‌فرد، مهدی؛ ریاحی بختیاری، علیرضا و شاهین رحیم اوغلی (1392). «مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین شهرستان تبریز با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و زنجیره مارکوف». *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*. د 45. ش 4. صص 121-97.
- علی محمدی، عباس؛ موسیوند، علی جعفر و شایان سیاوش (1389). «پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل زنجیره‌ای مارکوف». *نشریه برنامه‌ریزی و آمایش فضایی*. د 14. ش 3. صص 130-117.
- علیمرادی، نیک‌زاد؛ جمالی، علی اکبر؛ مزرعه ملایی، محمد و حسین خواجه‌پور (1396). «بررسی روند میزان تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM و تصاویر ماهواره‌ای Landsat و پیش‌بینی آینده با استفاده از شبکه عصبی (MLP) منطقه مورد مطالعه حوزه شهرستان بروجرد». *همایش ملی ژئوماتیک*. د 24. صص 1-12.
- فتح‌الهی روباری، معصومه؛ خان‌محمدی، مهرداد و کامران نصیر‌احمدی (1397). «مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل‌ساز تغییر سرزمین (LCM) مطالعه موردی شهرستان نکا». *مجله اکو‌سیستم‌های طبیعی ایران*. دوره 9. ش 1. صص 69-53.
- فتحی زاد، حسن؛ فلاح شمسی، رشید؛ مهدوی، علی و صالح آرخی (1394). «مقایسه دو روش طبقه‌بندی حداقل احتمال و شبکه عصبی مصنوعی آرتمنپ فازی در استخراج نقشه پوشش مرتعی مطالعه موردی: مرتع حوزه دویچ دهستان». *فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران*. ج 22. ش 1. ص 72-59.



- فرج الهی، اصغر، عسگری، حمیدرضا؛ اونق، مجید؛ محبوبی، محمدرضا و عبدالرسول سلمان ماهینی (1394). «پایش و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی و زمانی کاربری/پوشش اراضی مطالعه موردي: منطقه مراوه تپه، گلستان». *فصلنامه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*. س. ۶. ش. ۴. صص ۱-۱۴.
- فلاحتکار، سامرہ؛ حسینی، سیدمحسن، سلمان ماهینی، عبدالرسول و شمس الله ایوبی (1395). «پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM». *فصلنامه پژوهش‌های محیط‌زیست*. س. ۷. ش. ۱۳. صص ۱۷۴-۱۶۳.
- کیانی، اکبر و احمد رئیسی (1396). «بررسی توسعه فیزیکی-کالبدی شهر فنوج بر اساس راهبرد رشد هوشمند». *نشریه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌بریزی*. س. ۲۱. ش. ۹. صص 263-280.
- محمدی، مجید؛ امیری، مجتبی و جعفر دستورانی (1394). «مدلسازی و بررسی تغییرات کاربری اراضی شهرستان رامیان در استان گلستان». *نشریه برنامه‌بریزی و آمایش فضا*. ج. ۱۹. د. ۱۹. ش. ۱۵۸-۱۴۱.
- محمدی‌جو، مینو؛ خانمحمدی، مهرداد و سیدمحمود هاشمی (1396). «آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی لاهیجان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سنجش از دور». سومین کنفرانس سالانه بین‌المللی عمران معماری و شهرسازی. صص 118-114.
- ملکی، سعید؛ نوذری، عبدالرحمن و رضا بدرا (1395). «بررسی و ارزیابی کاربری اراضی مناطق هشت گانه شهر اهواز با استفاده از روش مقایسه‌ای و مدل ضریب مکانی LQI». *مجله مطالعات محیطی هفت حصار*. ش. ۱۶. س. ۴. صص ۱۴-۵.
- ممبنی، مریم و حمیدرضا عسگری (1397). «پایش، بررسی و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی پوشش زمین با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف». *فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی*. د. ۲۷. ش. ۱۰۵. صص ۴۷-۳۵.
- مهدوی، علی؛ فتحی‌زاد، حسن و شعبان شتایی جویباری (1393). «ارزیابی و تحلیل انواع روش‌های آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی/پوشش گیاهی مطالعه موردي: جنگلهای حفاظت شده مانشت استان ایلام». *نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*. ج. ۲۱. ش. ۴. صص 210-187.
- میرعلیزاده فرد، سیدرضا و سیده مریم علی بخشی (1395). «پایش و پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف و مدلساز تغییر کاربری اراضی

- مطالعه موردي: دشت برتش دهلران ايلام». فصلنامه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافيايي در منابع طبيعي. س. 7. ش 2. صص 33-45.
- نظريان، اصغر؛ تولائي، سيمين و مريم خسروي (1385). «تعيين جهت توسعه فيزيكي شهر اندیمشک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS». فصلنامه جغرافیایی سرزمین، س. 3. ش 9. صص 1-9.
- نورائي صفت، ایثار؛ نظری، سجاد و سعید کریمی (1395). «بررسی روند تغییرات رشد و گسترش کالبدی شهر رشت و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی زمین‌های اطراف آن با تصاویر ماهواره‌ای». فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی. س. 5. ش 17. صص 21-32.
- نیازی، یعقوب؛ اختصاصی، محمد رضا؛ ملکی‌نژاد، حسین؛ حسینی، زین‌العابدین و جعفر مرشدی (1389). «مقایسه دو روش حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی در استخراج نقشه کاربری اراضی مطالعه موردي: حوضه سد ايلام». مجله جغرافیا و توسعه. ش 20. صص 132-119.
- وفایی، ساسان؛ درویش صفت، علی‌اصغر و مهتاب پیرباوقار (1393). «پایش و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM مطالعه موردي: منطقه مریوان». مجله جنگل ايران. س. 5. ش 3. صص 336-323.
- یوسفی، مريم (1394). «مدلسازی رشد شهری بجنورد با استفاده از داده‌های سنجش از دور (براساس شبکه عصبی-مارکوف و مدل‌ساز تغییرات زمین)». فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای. س. 6. ش 21. صص 192-179.

- Abolhasani, Somayeh, Talei, Mohammad, Karimi, Mohammad, Modeling Urban Growth by Cellular Automation of Parcell Base, The Journal of Spatial Planning, Vol. 19, No. 3, pp 232-199, 2015.
- Ali Akbar, T. A., Hassan, Q. K., Ishaq, S., Batoool, M., Butt, H. J., & Jabbar, H. Investigative spatial distribution and modelling of existing and future urban land changes and its impact on urbanization and economy. Remote Sensing, vol 11, No 2, 105, pp 1-15. 2019.
- Ali Moradi, Nikzad, Jamali, Ali Akbar, MazraeMolayi, Mohammad Khajehpour, Hossein, "The Study of the Land Use Change Changes Using the Lcm Model and Landsat Satellite Images and Future Forecasting Using the MLP The study



area of Borujerd County ", Geomatics National Conference, vol. 24, pp 12-1, 2017.

- AliMohammadi, Abbas, Mosivand, Ali Jafar, Siavash, Shayan, "Estimation of Land Use Change and Land Coverage Using Satellite Images and Markov Chain Model", The Journal of Spatial Planning, Vol 14, No. 3, pp 130-117, 2010.
- Amanpour, Saeed, Hassanpour, Sahar, Investigation of Spatial Distribution of Semnan Urban Land Use, Journal of Urban Area Studies, Vol. 4, No. 1, pp. 1-22. 2016.
- Anand, J., Gosain, A.K., Khosa., R, Prediction of land use changes based on Land Change Modeler and attribution of changes in the water balance of Ganga basin to land use change using the SWAT model, Science of the Total Environment, Vol 644, pp 503–519, 2018.
- Bia, X; Sharma, R.c; Tateishi, R; Kndoh, A; Wuliangha, B; Tana, G, A Detailed and High-Resolution Land Use and Land Cover Change Analysis over the Past 16 Years in the Horqin Sandy Land, Inner Mongolia, Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering, pp 1-13. 2017.
- Bouma, J., Varallyay, G., & Batjes, N. H, Principal land use changes anticipated in Europe. Agriculture, Ecosystems & Environment, 67(2-3), pp 103-119, 1998.
- Davoodi Monazam, Zohreh, Abbasnia, Mohsen, Pourhashemi, Sima, Monitoring of Agricultural Land Use Changes in Shahriar County Using Remote Sensing over the Period 1988-2010, First National Conference on the Application of Advanced Spatial Analysis Models (Remote Sensing and GIS) in Land Preparation, pp. 1-12, 2015.
- Eastman, R. J, IDRISI Andes, Guide to GIS and Image Processing. Clark University. pp 87-137, 2009.
- Esmaili, Shahrbanoo, Shamsadini, Ali, Integration of socio-economic characteristics and remote sensing in order to model physical growth in Karaj, The Journal of Spatial Planning, Volume 23, Issue 1, pp 150-119, 2019.

- Fallahtakar, Samareh, Hosseini, Seyyed Mohsen, Salman-Mahini, Abdolrasoul, Ayyoubi, Shamsullah, "Estimating Land Use Change Using the LCM Model", Journal of Environmental Research, seventh year, March 13, pp 174 -163, 2016.
- Farajolahi, Asghar, Asgari, Hamid Reza, Onagh, Majid, Mahboubi, Mohammad Reza, Salman Mahini, Abdolrasoul, "Monitoring and predicting the spatial and temporal changes of land use / land cover Case study: Marwa Tappeh, Golestan", Remote Sensing And Geographic Information System in Natural Resources, Sixth Year, No. 4, pp 1-14, 2015.
- Fathi Zad, Hassan, Fallah Shamsi, Rashid, Mahdavi, Ali, Arkhi, Saleh, "Comparison of Maximum Likelihood Classification Method and Fuzzy Artmap Artificial Neural Network in Extracting Rangeland Coverage" Case Study: Dehiraran Basin Range ", Iranian Journal of Rangeland and Desert Research, Vol. 22, No. 1, pp 72-59, 2015.
- Fathoalhi rodbari., Masoumeh, Khanmohammadi, Mehrdad, Nasir Ahmadi, Kamran, "Modeling Land Use Change Using Land Use Modeling (LCM) Case Study of Neka City", Journal of Natural Ecosystems of Iran, Ninth Volume , No. 1, pp 69-53, 2018.
- Giri, C. Zhu, Z & Reed, B, A comparative analysis of the Global Land Cover 2000 AND MODIS land cover data sets. Remote Sensing of Environment, 94, pp 123-132, 2005.
- Hoghaghifard, Ehsan, Arafte, Alireza, Asari Mazmani, Ahmad, Hosseini, Maryam, "Application of Remote Sensing Data in Detection of Urban Land Use Change Case Study: District 6 of Shiraz Municipality", Third Annual International Conference on Civil Engineering, Architecture, Urbanism, pp 661-656, 2014.
- Kiani, Akbar, Rayesi, Ahmad, "Investigating Physical-Physical Development of Fenjj City Based on Smart Growth Strategy, Jornal of Geography and Planing", 2010, No. 21, pp. 280-263, 1396.
- Lollo, J.A., Guerrero, J.V.R., Abe, A., and Lorandi, R, Land Change, Soil Degradation Processes, and Landscape Management at the Clarinho River

Watershed, Brazil, IAEG/AEG Annual Meeting Proceedings, San Francisco, California, Vol 2, pp 99–106, 2019.

- Lu, D; Mausel, P; Brondizio, E; Maron, E; Change detection techniques, International Journal of Remote Sensing, Vol 25, No 12, pp 2365-2407. 2004.
- Mahdavi, Ali, Fathihzad, Hassan, Shtaei Jouibari, Shaban, "Evaluation and Analysis of Various Methods of Detection of Land Use Change / Vegetation Coverage Case Study: Manhatt Protected Forests of Ilam Province", Journal of Wood and Forest Science and Technology, Vol. 21, No. 4, pp 210-187, 2014.
- Maleki, Saied, Nozari, Abdolrahman, Badri, Reza, "Evaluation and Evaluation of Land Use in Ahwaz Province's Eight Areas Using the Comparison and LQI Spatial Model", Journal of Environmental Studies, No. 16, Year 4, pp 14- 5, 2016.
- McConnell, W. J., Sweeney, S. P., & Mulley, B, Physical and social access to land: spatio-temporal patterns of agricultural expansion in Madagascar. Agriculture, Ecosystems & Environment, 101(2-3), pp 171-184, 2004.
- Miralizadeh Fard, Seyed Reza, Ali Bakhshi, Seyedeh Maryam, "Monitoring and forecasting land use change patterns using Markov chain model and land use change modeling case study: Dehloran Plain of Ilam Plain", Journal of RS and GIS Natural Resources, seventh year, number two, pp 45-33, 2016.
- Mohammadi, Majid, Amiri, Mojtaba, Dastorani, Jafar, "Modeling and studying land use change in Ramyan city in Golestan province, The Journal of Spatial Planning", Volume 19, Issue 4, pp 158-141, 2015.
- Mohammadi-Joo, Minoo, Khanmohammadi, Mehrdad, Hashemi, Seyyed Mohammad, "Detection of Lahijan Land Use Change Using Satellite and Remote Sensing", Third Annual International Civil Construction Architectural and Urban Development Conference, pp 118-114, 2017.
- Mombani, Maryam, Asgari, Hamidreza, "Monitoring, Investigation and Forecasting of Land Use Land Use Plot Processes Using Markov Chain Model",

Scientific Research Quarterly Of Geographical Data (Sepehr) , Vol.2, No.1, pp 47-35, 2017.

- Nazrian, Asghar, Toluai, Simin, Khosravi, Maryam, "Determination of Physical Development of Andimeshk City Using Satellite Data (RS) and GIS Geographic Information System", Journal of Geographical Engineering of Territory, Third Year, No. 9, pp 9 -1, 2006.
- Neyazi, Yaqub, Ekhtesasi, Mohammad Reza, Malekinejad, Hossein, Hosseini, ZeinoalAbedin, Morshdi, Jafar, "Comparison of Maximum Likelihood and Artificial Neural Network Methods in Extracting Land Use Plans Case Study: Ilam Dam Basin", Geography And Development Iranian Journal, No. 20, pp 132-119, 2010.
- Nouraisefat, Isar, Nazari, Sajad, Karimi, Saied, "The Investigation of the Processes of the Growth and Physical Development of the City of Rasht and the Evaluation of Land Use Change in Satellite Images", Journal of Geography and Environmental Studies, Vol. 5, No. Seventeenth, pp 32-21, 2016.
- Parma, Rohollah, Maleknia, Rahim, Shtai, Shaban, Naghavi, Hamed, "Modeling of Land Cover Change Based on Artificial Neural Network and Transmission Potential in LCM Method, case study: Gilan West Forests, Kermanshah Province" , Journal Town And Country Planning, Volume 9, Issue 1, pp 151-129, 2017.
- Pelorosso, R., Leone, A., & Boccia, L, Land cover and land use change in the Italian central Apennines: A comparison of assessment methods. Applied geography, 29(1), pp 35-48., 2009.
- Pérez-Vega, A., Mas, J. F., & Ligmann-Zielinska, A, Comparing two approaches to land use/cover change modeling and their implications for the assessment of biodiversity loss in a deciduous tropical forest. Environmental Modelling & Software, 29(1), pp 11-23, 2012.



- Pour Ahmad, Ahmad, Seyfadini, Farank, Parnon, Ziba, Migration and Land Use Change in Islamshahr, Journal of the Geographical Studies of Arid Regions, Vol. 2, No. 5, pp 131-152. 2011.
- Pourkhabaz, Alireza, AhmadiZadeh, Seyed Saeid Reza, Naseri, Atefe, Parviyan, Naser, "Analysis of city expansion and land use changes in Urban heat island case study: Mashhad city", the first annual conference on architecture, urban planning and management Urban, pp 8-1, 2015.
- Pourtaheri, Mehdi, Pashanejad, Ehsan, Ahmadi, Hassan, Evaluation of Validity of Multi-Attribute Decision Making Methods in Determining the Appropriate Areas of Urban Development Case Study: Azarshahr County, The Journal of Spatial Planning, Vol. 20, No. 1, pp 20-1, 2016.
- Rolando, E., Caravantes, D. and Sánchez-Flores, E, Water Transfer Effects on PeriUrban Land Use/Land Cover: A Case Study in a Semi-Arid Region of Mexico, Applied Geography, Vol. 31, No. 2, pp 413-425, 2010.
- Rostami Goleh, Farhad, Ghaemi, Marjan, Shad, Roozbeh, Lohrabi, Yaseman, "Modeling and predicting horizontal growth of Mashhad city using fuzzy cellular automata, neural network and logistic regression", Engineering Journal of Geospatial Information Technology Year 5, Issue 4, pp 111-93, 2017.
- Kiani salmi, Elham, Ebrahimi, Ataullah, "Assessment of Shahrekord landcover Changes and Future Forecasting Using Remote Sensing Data and CA-Markov model", Journal of Spatial Planning (Geography), Year 8 , No. 1, pp 88-71, 2018.
- Sami Zadeh, Fatemeh, Niakani, Mehrdad, "Urbanization Analysis in Guilan Province, Case Study lahijan", The 1st International Conference and 4th National Tourism Conference", Geography and Sustainable Environment, pp 12-1, 2015.
- Shalaby, A. Aboel Ghar, M. & Tateishi, R, Desertification impact assessment in Egypt using low resolution satellite data and GIS. The international Journal of Environmental Studies, 61(4), pp 375-384, 2004.

- Shamaei, Ali, Jan Babanejhad, Mohammad Hossein, Zamani, Zahra, Evaluation of Urban Land Use Indicators with Emphasis on Desirable Healthy Per capita (Case Study: Babol City), Journal of Geography and Planning, Volume 19, Number 54, pp 143-170, 2015.
- Shams, Majid, Karaminejad, Tayebeh, Evaluation of Land Use Changes in Spatial Development of Kermanshah City Using GIS and RS (Case Study: Jafarabad Neighborhood of Kermanshah), Journal of Human Resource Planning Studies, Year 9, No. 28, pp. 57-45, 2014.
- Sufi, Mina. Behzadi, Saeed. Aghamohammadi Zanjirabad, Hossein, Development of a Baseline Agent for Modeling Land Use Change, Journal of Surveying Science and Technology, Volume 7, Number 4, pp. 118-103. 2019.
- Taheri, Mohammad, Gholam AliFard, Mehdi, Riahi Bakhtiari, Alireza, Rahim Oghli, Shahin, "Modeling of Tabriz Land Development Coverage Using Artificial Neural Network and Markov Chain", Journal of Physical Geography Research Quarterly, Vol. 45, No. 4 , pp 121-97, 2013.
- Vafai, Sasan, Dervish sefat, AliAsghar, Pirbavagh, Mahtab, "Monitoring and predicting the process of land use change using LCM model Case study: Marivan area", Iranian Journal of Forest, Vol. 5, No. 3, pp 336 -323, 2014.
- [Www.earthexplorer.usgs.gov](http://www.earthexplorer.usgs.gov).
- [Www.amar.org.ir](http://www.amar.org.ir).
- Yousefi, Maryam, Ashrafi, Ali, "Bojnourd Urban Growth Modeling Using Remote Sensing Data (Based on Neural Network-Markov and Land Change Modeler), Journal Management System, Volume 6, Issue 21, pp 179-192, 2016.
- Ziyari, Karamatullah, "Urban Land Use Planning: Minab", Geographical Research Quarterly Journal, Volume 17, Issue 2-2, pp 78-63, 2002.
- Ziyari, Keramatollah, Jamal, Keyvan, Sadeghi, Farshid, "Providing Urban Tourism Development Patterns Case Study: Lahijan City", Journal of Urban Tourism, Vol. 4, No. 4, pp 71-55, 2017.