برنامه‌ریزی و آمایش فضا
دوره 24، شماره1، بهار 1399

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

علی اصغر عبداللهی [1*]، مصطفی خبازی[2]، زهرا درانی زاده[3]

1- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
2- استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
3- 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، ازجمله 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. باتوجه به اینکه شهر لاهیجان همانند بسیاری از شهرهای ایران در سال‌های اخیر با گسترش ساخت‌وسازها مواجه بوده، دچار تغییر و تحولات قابل‌توجهی درزمینه‌ی 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 به‌منظور شناسایی مکان‌هایی که بیشترین پتانسیل را برای تغییر کاربری اراضی در آینده دارند، از نقشه‌های تغییرات کاربری بین سال‌های 1397-1389 به‌عنوان متغیر وابسته و چهار متغیر مستقل فاصله از جاده،

*نویسنده‌ی مسئول: E-mail: aliabdollahi1313@gmail.com

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

فاصله از شالیزار، فاصله از جنگل و باغات و فاصله از اراضی ساخته‌شده به‌عنوان 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 84,58 است که نشان می‌دهد متغیر فاصله از اراضی ساخته‌شده بیشترین تأثیر و فاصله از جاده کمترین تأثیر را بر تغییرات کاربری اراضی دارند.

واژگان کلیدی: تغییر کاربری اراضی، مدل‌سازی، پرسپترون چندلایه، لاهیجان.

1- 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 مأوای 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، مسئولیت 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، 1396: 1). کاربری اراضی شامل انواع بهره‌برداری از زمین به منظور رفع نیازهای گوناگون انسان است. با اطلاع از نسبت کاربری‌ها در یک محیط شهری و نحوه‌ی تغییرات آن در گذر زمان می‌توان تغییرات آتی را پیش‌بینی نموده و برنامه-ریزی متناسب با آن را انجام داد (داودی‌منظم، 1393: 1). 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، 1394: 143). 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 برنامه‌ای 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، 1390: 132). 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: 1). در این میان در دو دهۀ اخیر استفاده از تکنولوژی سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان بهترین وسیله برای آشکارسازی و

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

ارزیابی تغییرات می‌توانند به عنوان ابزارهایی مکمل در تحلیل‌های توصیفی نقش کارآمدی را در شناخت، برنامه‌ریزی و ارزیابی طرح‌های کاربری زمین شهری ایفا کنند (شمس 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 تمهیداتی برای سوق دادن آن به مسیر مطلوب بدست آوردند (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 ساخت‌وسازهای 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 (پورخباز 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. ازاین‌رو، بررسی این تغییرات نقش اساسی در مطالعات زیست‌محیطی جهان ایفا می‌کند (محمدی و همکاران، 1394: 141). تغییر کاربری به‌طور قطع مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی است. ازنظر تاریخی، مهم‌ترین تغییر کاربری که انسان انجام داده، ازبین بردن جنگل‌ها و تبدیل آن‌ها به اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی بوده است. تغییرات الگوهای کاربری زمین باعث ایجاد تغییرات گسترده‌ی اجتماعی، زیست‌محیطی 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). به‌عنوان مثال، تجاوز مناطق شهری به زمین‌های کشاورزی عواقب زیست‌محیطی بسیار نامطلوبی، مانند بیابان‌زایی و فرسایش خاک را دربر داشته است (Shalaby & et-al, 2004: 375-384). بنابراین، داشتن اطلاعات به‌روز و درست از تغییر کاربری اراضی برای درک و مدیریت پیامدهای چنین تغییراتی

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

است (Giri & et-al, 2005: 123-132). از آنجا که تغییرات در کاربری اراضی به‌عنوان تغییرات برگشت‌ناپذیر تلقی می‌شوند، دسترسی به آمار و اطلاعات به‌روز و آگاهی از روند این تغییرات از عوامل کلیدی در برنامه‌ریزی‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و ابزارهای مدیریت در هر سازمانی هستند (حقوقی‌فرد و همکاران، 1393: 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، 1395: 164). ازاین‌رو، با پیش‌بینی تغییرات کاربری، میزان گسترش و تخریب منابع مشخص می‌شود و این تغییرات در مسیرهای مناسب هدایت می‌شوند (علی‌محمدی و همکاران، 1389: 118). در ایران، گسترش فیزیکی شهرها که از دهه‌ی 40 بدون هیچ نظارت و کنترلی ازسوی 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، 1396: 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. درطی چهار 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 سنجش‌ازدور یک ابزار ضروری و باارزش در ارزیابی تغییرات به‌دلیل پوشش مکرر و تکراری کره‌ی زمین است (مهدوی و همکاران، 1393: 189). محدوده‌ی موردمطالعه در پژوهش حاضر، شهر لاهیجان است. این شهر در چند دهه‌ی اخیر، رشد شتابان بی‌سرمایه 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 نیاکانی، 1394: 5). 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 کم‌وبیش شیب‌دار کوه‌ها و تپه‌ها را دربر بگیرد. بنابراین، با مشخص شدن نوع تغییرات کاربری و ارائه‌ی راهکارهایی برای جلوگیری از تغییر کاربری و گستردگی شهری درجهت نیاز به زمین، مشکلات حاصل از گستردگی شهری کاهش می‌یابد و تغییرات ایجادشده 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 غیرخوشه‌ای 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 (ازجمله مسکونی) و پایین بودن سرانه‌ی کاربری فضای سبز از نقاط ضعف آن

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

محسوب می‌شوند (طرح جامع لاهیجان، 1392). در پژوهش حاضر، برای اولین بار در شهر لاهیجان، نقشه‌های پتانسیل انتقال کاربری اراضی با استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی پرسپترون تهیه شده است. زمین مکانی است که تمامی فعالیت‌های انسانی روی آن انجام می‌شود و منبع مواد لازم برای این کار به‌شمار می‌رود. استفاده‌ی انسان از این منابع، کاربری زمین نامیده می‌شود که بسته به اهداف موردنظر، همچون تولید غذا، تأمین سرپناه، تفریح، خصوصیات زیستی-فیزیکی و ... ، وضعیت متفاوتی را ارائه می‌کند. به نحوه‌ی استفاده از زمین و کارکردی که به آن تعلق می‌گیرد، کاربری زمین می‌گویند. این کارکرد ممکن است در مقیاس منطقه باشد یا در مقیاس سکونتگاه‌های انسانی و شهر. در اینجا، محور دوم مورد نظر است. اصطلاح و مفهوم کاربری زمین، ابتدا در غرب به‌منظور نظارت دولت‌ها بر نحوه‌ی استفاده از زمین و حفظ حقوق مالکیت مطرح شد؛ ولی با گسترش سریع شهرنشینی و تحول در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، ابعاد و محتوای آن روزبه‌روز وسیع‌تر و غنی‌تر شد (ملکی و همکاران، 1395: 6). بنابراین، بشر همواره درطول تاریخ، برای تأمین نیازهای اساسی خود به محیط طبیعی وابسته بوده و با بهره‌برداری بی‌رویه و نامناسب مشکلات عدیده‌ای را برای محیط پیرامون خود به‌وجود آورده است (پورطاهری و همکاران، 1395: 2). اصطلاح و مفهوم کاربری اراضی شهری ابتدا در غرب و به‌منظور نظارت دولت‌ها بر نحوه‌ی استفاده از زمین و حفظ حقوق مالکیت مطرح شد؛ ولی همراه با گسترش سریع شهرنشینی و رشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، ابعاد و محتوای این مفهوم روزبه‌روز وسیع‌تر شده است (زیاری، 1381: 64). به‌دنبال آن، تغییرات پوششی و کاربری اراضی، ازجمله مهم‌ترین تغییرات در اراضی سطح زمین هستند (pelorosso & et-al , 2009: 53). این تغییرات با فرآیندهای طبیعی، نظیر تغییر پوشش زمین و ... ، در تعادل است؛ اما فرآیندهای اساسی که نوع، میزان و مشخصات فضایی تغییرات کاربری را کنترل می‌کنند به‌درستی درک نشده‌اند. بنابراین، فهم عوامل این تغییرات و تجربیات مدیریتی زمین برای بسیاری از زمینه‌های تحقیقی ضروری به‌نظر می‌رسد (Bouma & Varallyay, 1998: 105). در سطح شهرها نیز تغییر کاربری زمین ناشی از فرآیندهای شهرنشینی، یکی از مؤثرترین 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 کره‌ی زمین، سطح کاربری‌ها و ازبین بردن محیط زیست طبیعی شده، برنامه‌ریزان با مطالعه روی اراضی، علت این تغییرات را بررسی می‌کنند و از نتایج برای شناخت راهکارهای مبارزه با آن‌ها بهره می‌برند (کیانی سلمی و ابراهیمی، 1397: 72). امروزه، درزمینه‌ی تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی، مدل‌ها نقش مهمی در کاوش توسعه‌ی آتی دارند. از قابلیت‌های تشریحی و پیش‌بینی آینده‌ای که مدل‌ها دارند، توانایی آن‌ها به‌عنوان ابزاری برای آگاهی افراد در تصمیم‌گیری‌های کاربری زمین است؛ به‌طوری که از این قابلیت آن‌ها می‌شود به‌عنوان سیستم‌های هشداردهنده‌ی اولیه استفاده کرد و تصمیم‌گیران را از نتایج توسعه‌ی آینده و

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

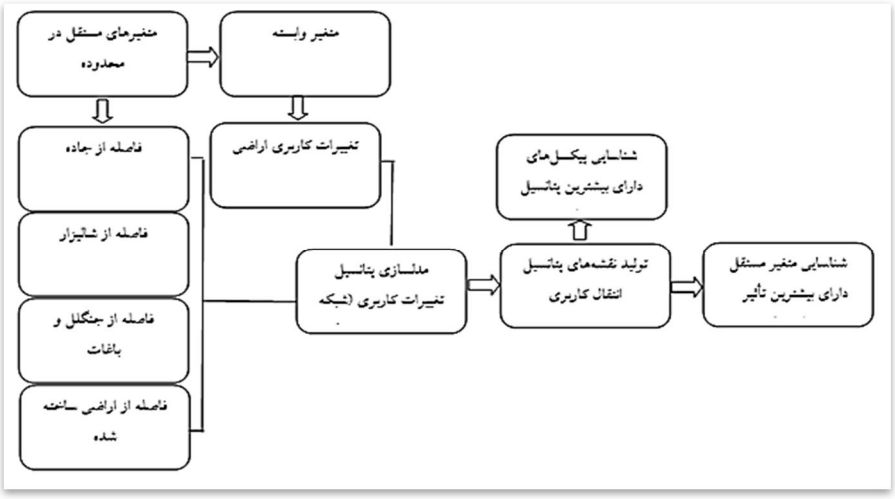
مناطق دارای اولویت برای برنامه‌ریزی‌ها، تحلیل‌ها و سیاست‌های میانجی آگاه کرد (ممبنی و عسگری، 1397: 36). از این جهت، پیش‌بینی و مدل‌سازی تغییرات برای آگاهی از کمیت و کیفیت تغییرات احتمالی آینده اهمیت دارد. بنابراین، آشکارسازی و پیش‌بینی آن‌ها لازمه‌ی مراقبت از یک اکوسیستم، به‌ویژه در مناطقی با تغییرات سریع و اغلب بدون برنامه‌ریزی در کشورهای درحال‌توسعه 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، 1395: 34). ازاین‌رو، پیش‌بینی مکانی کاربری اراضی را می‌توان به‌وسیله‌ی مدل‌های تجربی براساس برون‌یابی الگوهای تغییری که در گذشته‌ی نزدیک مشاهده شده‌اند، با ارائه‌ای محدود از عوامل مؤثر بر این تغییرات انجام داد (وفایی و همکاران، 1393: 324). 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، 1396: 98). 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 محرک‌های 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، 1396: 131). پس از به‌دست آوردن بیشترین صحت و کمترین خطا، متغیرهای انتخابی وارد مدل می‌شوند و نقشه‌ی پتانسیل انتقال تغییر کاربری‌ها و مدل‌سازی تخریب جنگل‌ها به‌کار گرفته می‌شود (Easteman & et-al, 2009: 31). تاکنون، مطالعات و پژوهش‌های بسیاری درزمینه‌ی شناخت تغییرات کاربری اراضی انجام شده است. طاهری و همکاران (1392) 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 1367 تا 1390، حدود 5195 هکتار به وسعت مناطق شهری و مسکونی افزوده شده است که اراضی مرتعی، اراضی کشاورزی و اراضی بایر به‌ترتیب بیشترین سهم را در افزایش اراضی شهری و مسکونی داشته‌اند. فتح‌الهی رودباری و همکاران (1397) 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 1988، 2002 و 2016، برای مدل‌سازی پتانسیل انتقال از روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

و برای پیش‌بینی تغییرات کاربری‌ها از مدل زنجیره‌ی مارکوف استفاده کردند. نتایج نشان داد که درطی 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 بردند. همچنین، از شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای تولید نقشه‌های پتانسیل انتقال و از زنجیره‌ی مارکوف برای کمّی کردن انتقال از یک کاربری به کاربری دیگر استفاده کردند. نقشه‌های 1985 و 1995 به‌منزله‌ی لایه‌های مشاهداتی برای کالیبراسیون مدل LCM و نقشه‌ی واقعیت زمینی سال 2005 برای مقایسه با نقشه‌ی پیش‌بینی‌شده‌ی سال 2005 و صحت مدل به‌کار 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 مراتع دیده شد. طی سال‌های 2005- 2015 نیز کاهش پیوسته در اراضی جنگلی و افزایش در مراتع دیده شد.

2-1- چارچوب مفهومی پژوهش



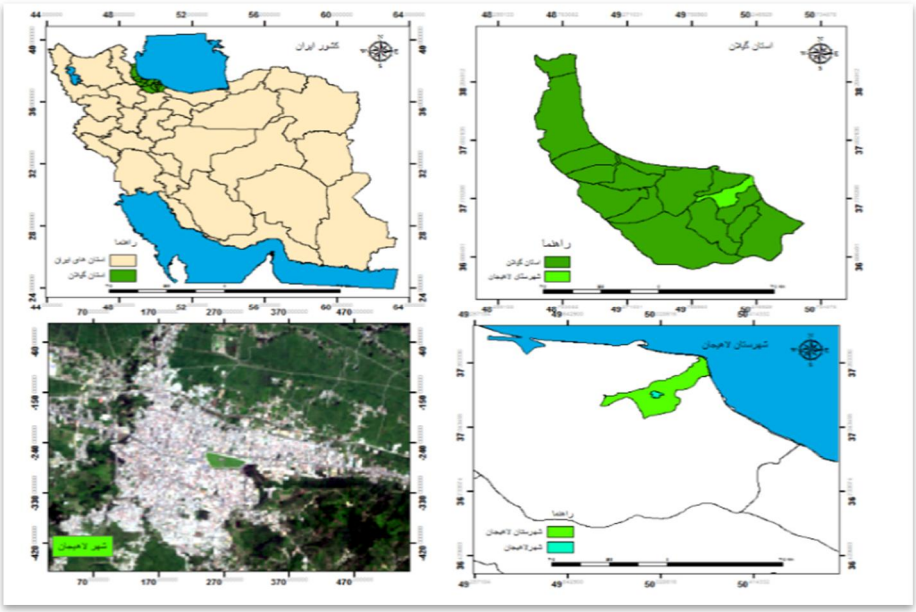
شکل 1: چارچوب مفهومی برای تحقیق

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

2- روش تحقیق

شهر لاهیجان در شرق استان گیلان و در بخش مرکزی شهرستان لاهیجان واقع شده است. این شهر به‌صورت یک شکل غیرهندسی بین عرض‌های جغرافیایی 37 درجه و 0,4 دقیقه و 50 ثانیه تا 37 درجه و 23 دقیقه و 30 ثانیه‌ی شمالی و طول‌های 49 درجه و 45 دقیقه تا 50 درجه و 13 دقیقه‌ی شرقی قرار گرفته است (محمدی‌جو و همکاران، 1396: 115). 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، 1396: 60). این شهر در سرشماری نفوس و مسکن در سال 1395، از 34,497 خانوار و 101,073 نفر جمعیت برخوردار بوده است که در این میان، 50,123 نفر را مردان و 50,950 نفر را زنان تشکیل می‌دهند (مرکز آمار ایران، 1395[1]).



شکل 2: محدوده‌ی موردمطالعه

روش پژوهش ازلحاظ هدف، کاربردی و ازلحاظ ماهیت و روش، توصیفی- تحلیلی است. روش گردآوری داده‌ها در این تحقیق به‌صورت کتابخانه‌ای است. در این پژوهش، برای بررسی تغییرات کاربری اراضی درطی دوره‌ی زمانی 29ساله، ابتدا تصاویر لازم از وب‌سایت سازمان

1. https://www.amar.org.ir/

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

زمین‌شناسی ایالات متحده‌ی آمریکا[1] تهیه شد. سپس، با استفاده از نرم‌افزار ENVI، عملیات پیش‌پردازش برای اعمال تصحیحات اتمسفری و رادیومتریکی روی آن‌ها انجام شد. همچنین، نمونه‌های تعلیمی و طبقه‌بندی نظارت‌شده‌ی تصاویر برای کاربری اراضی در چهار طبقه (اراضی ساخته‌شده، شالیزار، جنگل و باغات و پهنه‌ی آبی) تعیین شد. سپس، در نرم‌افزار IDRISI SELVA، با استفاده از شبکه‌ی عصبی پرسپترون، تغییرات آینده شبیه‌سازی و پیش‌بینی شد.

جدول 1: مشخصات تصاویر ماهواره‌ای طبقه‌بندی‌شده در پژوهش

ماهواره	سنجنده	Path/Row	قدرت تفکیک مکانی (متر)	تاریخ تصویربرداری		تعداد باند
لندست 5	TM	165/34	30	1989/07/03	1368/04/12	7
لندست 7	ETM+	165/34	30	2000/07/25	1379/05/04	8
لندست 5	TM	165/34	30 (15 باند پانکروماتیک)	2010/06/27	1389/04/06	7
لندست 8	OLI	165/34	30 (15 باند پانکروماتیک)	2018/07/03	1397/04/12	11

3- تجزیه و تحلیل و یافته‌های تحقیق

3-1- عملیات پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای

قبل از آنالیز اصلی داده‌ها و استخراج اطلاعات، باید عملیات پیش‌پردازش صورت بگیرد. در این مرحله، دو فرآیند تصحیح اتمسفری و رادیومتریکی روی تصاویر اعمال شد. به بیانی ساده، عملیات پیش‌پردازش به‌طور معمول پیش از تجزیه و تحلیل داده‌ها و استخراج صورت می‌گیرد. پیش از آنکه تصاویر رقومی تجزیه و تحلیل شوند، به درجه‌ای از پیش‌پردازش نیاز دارند. این عملیات ممکن است شامل تصحیح رادیومتریکی باشد که هدف آن، حذف تأثیرات حاصل از سنجنده یا عوامل محیطی است.

3-2- طبقه‌بندی کاربری اراضی به‌روش حداکثر احتمال

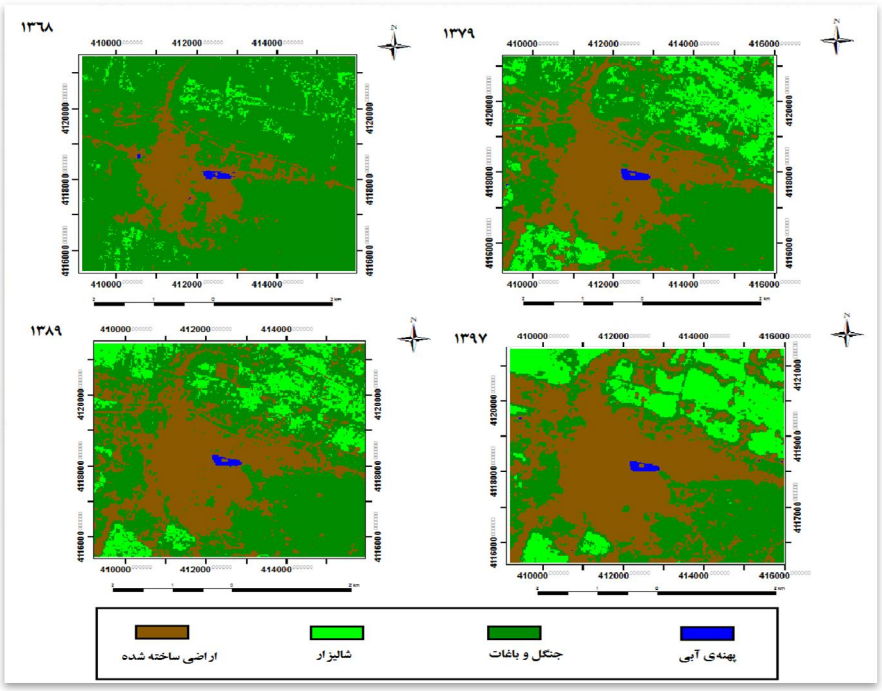
ازمیان روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده، روش حداکثر احتمال تاکنون دقیق‌ترین و پراستفاده‌ترین روش‌های ذکرشده است (فتحی‌زاد و همکاران، 1394: 63). این روش واریانس و کواریانس کلاس‌ها را ارزیابی می‌کند. برای این کار، فرض می‌شود که همه‌ی مناطق آموزشی از پراکنش نرمال

1. http://earthexplorer.usgs.gov

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

برخوردارند. درحقیقت، نمونه‌های کلاس‌های آموزشی باید معرف آن کلاس باشند؛ بنابرین، تا حد امکان باید از تعداد نمونه‌های بیشتری استفاده شود تا تغییرات بسیاری از ویژگی‌های طیفی در این گستره‌ی پیوسته قرار گیرد. ازاین‌رو، شرط توزیع نرمال در روش حداکثر احتمال اهمیت خاصی دارد (نیازی و همکاران، 1389: 123). به‌طور کلی، برای انجام طبقه‌بندی حداکثر احتمال، انتخاب نمونه-های تعلیمی از طبقات مختلف لازم است. در پژوهش حاضر، تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه‌ی استفاده‌شده در تحقیق پس از تصحیحات اتمسفری و رادیومتریکی، برای تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری زمین به‌کار رفتند. به این ترتیب، از آنجا که تفکیک و شناسایی پدیده‌ها ازلحاظ رنگ نتایج بهتری ارائه می‌کند، تصویر رنگی کاذب هر تاریخ با استفاده از ترکیب باندهای سبز، قرمز و مادون قرمز تولید شد. سپس، تصاویر برای تهیه‌ی این نقشه به چهار کلاس تقسیم شدند که عبارت‌اند از: اراضی ساخته‌شده، جنگل و باغات، شالیزار و پهنه‌ی آبی. درپایان، از طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال برای طبقه‌بندی کلاس‌های موردنظر استفاده شد. جدول 2 نتایج حاصل از صحت‌سنجی تصاویر طبقه‌بندی‌شده با استفاده از ضریب کاپا را نشان می‌دهد.



شکل 3: تصاویر طبقه‌بندی‌شده‌ی کاربری اراضی لاهیجان بین سال‌های 1367 تا 1398

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

جدول 2: ضریب کاپا تصاویر طبقه‌بندی‌شده

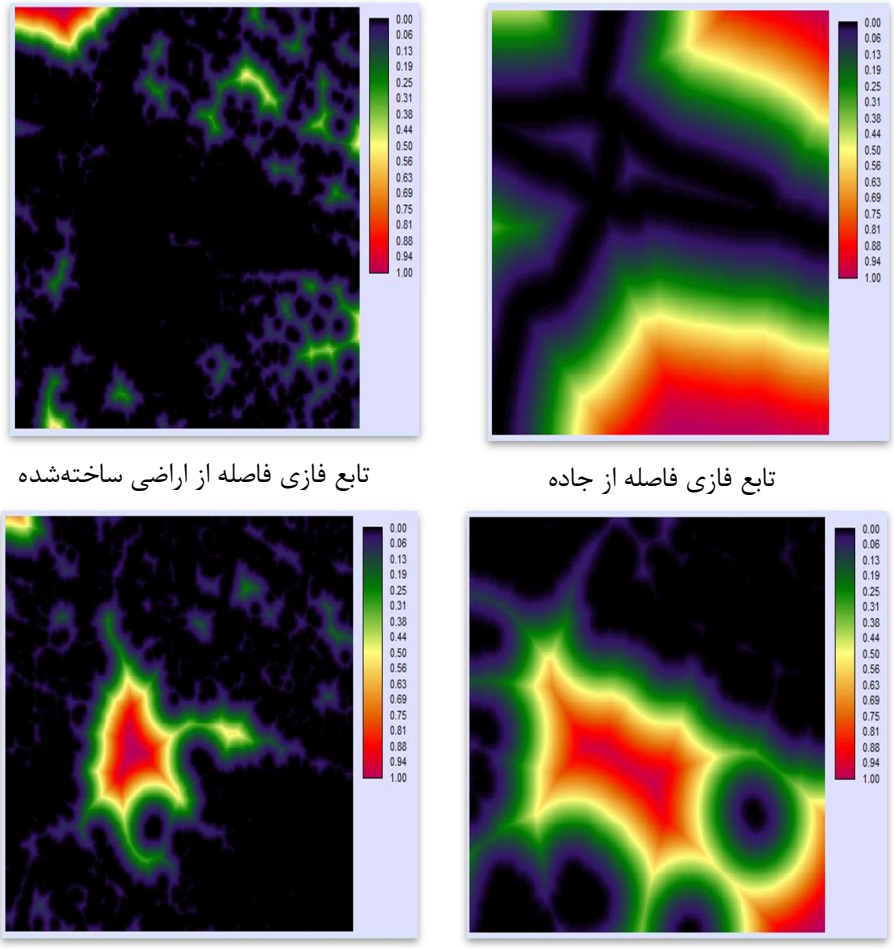
سال	صحت کلی (درصد)	ضریب کاپا (درصد)
1368	99/46	0/98
1379	99/49	0/99
1389	99/91	0/99
1397	100	100

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 درنظر گرفته‌شده بیان می‌کنند و با گذشت زمان تغییرناپذیر هستند. متغیرهای دینامیک به زمان متغیر (نزدیکی به زیرساخت‌ها یا جاده‌های موجود) وابسته هستند و درطول زمان دوره‌ی پیش‌بینی محاسبه می‌شوند. متغیر مستقل برای انجام مدل‌سازی، با ارزیابی ازطریق 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 به‌عنوان متغیر مستقل استاتیک و فاصله از شالیزار، فاصله از اراضی ساخته‌شده و فاصله از جنگل و باغات به‌عنوان متغیرهای مستقل دینامیک به‌کار رفتند. شکل 3 نقشه‌های فازی متغیرهای به‌کاررفته در پژوهش را نمایش می‌دهد.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]



شکل 4: تابع فازی متغیرهای مستقل

4-3- مدل‌سازی تغییرات کاربری زمین به‌روش شبکه‌ی عصبی پرسپترون چندلایه (MLP[1])

شبیه‌سازی رشد شهری در مسیری پایدار و بهینه، همواره از چالش‌های موجود در عرصه‌های مدیریت و برنامه‌ریزی شهری است (ابوالحسنی و همکاران، 1394: 199). ازجمله مدل‌هایی که در شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی به‌کار می‌رود، شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه است.

1. Multilayer Perceptron

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

این مدل را اولین بار روزن بلات در سال 1985 طراحی کرد. در این نوع شبکه‌ها، از یک لایه‌ی ورودی برای اعمال ورودی‌های مسئله‌ی یک لایه‌ی پنهان و یک لایه‌ی خروجی استفاده می-شود که نهایتاً پاسخ‌های مسئله را ارائه می‌کنند. آموزش این شبکه توسط الگوریتم پس‌ازانتشار انجام می‌شود که شامل گسترش خطا از لایه‌ی خروجی به‌منظور اصلاح مقادیر وزن است. (علیمرادی و همکاران، 1396: 5). در این پژوهش، برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهر لاهیجان، از مدل شبکه‌ی عصبی پرسپترون استفاده شد. دلیل استفاده از MLP ازبین سایر روش‌های مدل‌سازی این است که مدل‌سازی چندین تغییر با هم، تنها درصورت استفاده از MLP امکان‌پذیر است. این درحالی است که در رگرسیون لجستیک و Sim Weigt، به مدل‌سازی آن‌ها به‌صورت جداگانه نیاز است. برای مدل‌سازی به‌روش رگرسیون لجستیک، باید ارتباط به متغیرها به‌صورت خطی باشد؛ اما در MLP، به ارتباط خطی بین متغیرها نیازی نیست. مدل‌ساز تغییرات زمین همبستگی بین متغیرهای تأثیرگذار بر مدل و کلاس‌های کاربری اراضی را درقالب ضریب کرامر محاسبه می‌کند که به شرح جدول 2 است. ضریب کرامر یکی از معیارهای برازندگی مدل شبکه‌ی عصبی پرسپترون است که در آن، ارزش بالاتر نشان‌دهنده‌ی اهمیت بیشتر متغیر در روند مدل‌سازی تغییرات است. متغیرهایی در مدل قابلیت استفاده را دارند که میزان ضریب کرامر آن‌ها 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 ساخته‌شده	0,4849
فاصله از جنگل و باغات	0,3824

ضریب Cramer's V که نشان‌دهنده‌ی میزان ارتباط بین متغیرها و طبقات پوشش سرزمین است، محاسبه شد. هر چهار متغیر مستقل قابلیت استفاده در مدل را دارند؛ زیرا میزان آن‌ها بیشتر 0,15 است. همچنین زیرمدل‌ها (نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی) برای استفاده در مدل شبکه‌ی عصبی باید صحت‌سنجی شوند. جدول 3 میزان صحت هریک را نشان می‌دهد.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

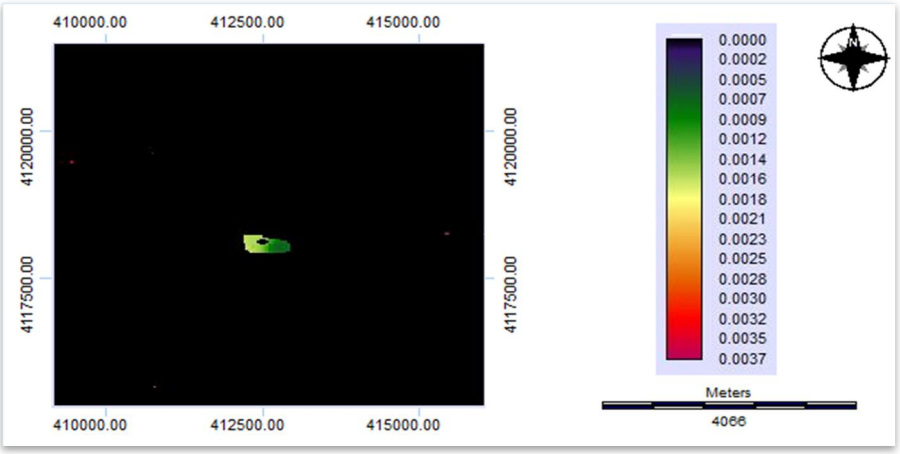
جدول 4: میزان صحت و پارامترهای دیگر حاصل از اجرای مدل شبکه‌ی عصبی

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

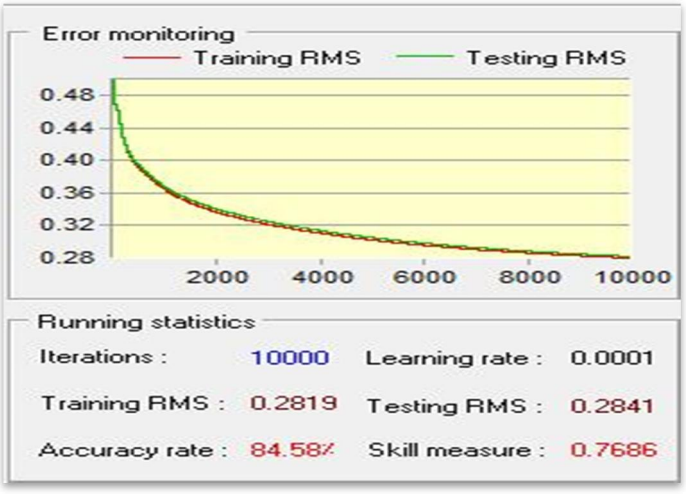
تمام زیرمدل‌های استفاده‌شده در مدل قابلیت استفاده در مدل پیش‌بینی تغییرات را دارند. بنابراین هفت زیرمدل (پهنه‌ی آبی به اراضی ساخته‌شده، جنگل و باغات به اراضی ساخته‌شده، جنگل و باغات به شالیزار، اراضی ساخته‌شده به پهنه‌ی آبی، اراضی ساخته‌شده به جنگل و باغات، شالیزار به اراضی ساخته‌شده و شالیزار به جنگل 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 چندلایه‌ی شبکه‌ی عصبی مصنوعی، انتخاب شدند. درنهایت، باتوجه به زیرمدل‌ها و متغیرهای مستقل درنظر گرفته‌شده، نقشه‌های پتانسیل تبدیل کاربری ازطریق شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه، برای دوره‌ی زمانی هشت‌ساله (1397-1389) تولید شد. سپس، برای صحت‌سنجی نتایج مدل، شاخص ارزیابی صحت مدل 84,58 درصد، خطای آموزش معادل 0,2819 و شاخص دقت کلی 0,0001 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 انتخاب‌شده با یکدیگر را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، باتوجه به نتایج، می‌توان گفت که همبستگی زیادی بین متغیرها و زیرمدل‌ها وجود دارد.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]



شکل 5: خطای RMS در مرحله‌ی آموزش و تست

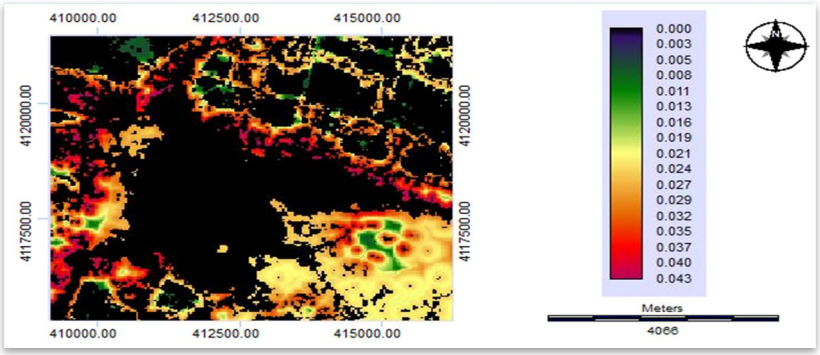


شکل 6: نقشه‌ی پتانسیل تغییر پهنه‌ی آبی به اراضی ساخته‌شده

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

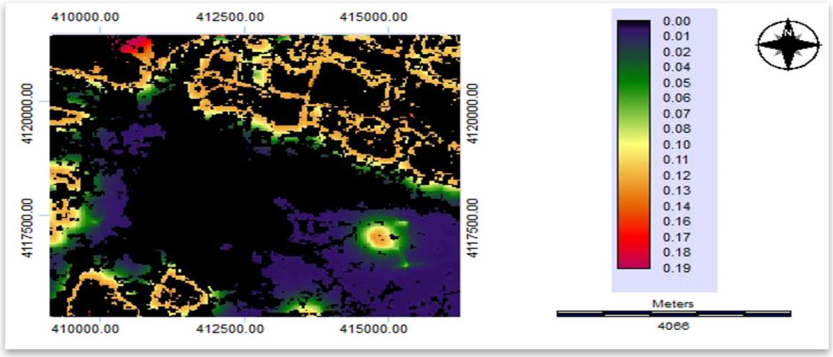
[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]



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 به‌ترتیب 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 تحت‌تأثیر دخالت‌های انسان قرار خواهند گرفت. پیکسل‌های به رنگ سبز کمترین پتانسیل را برای تغییر دارند.



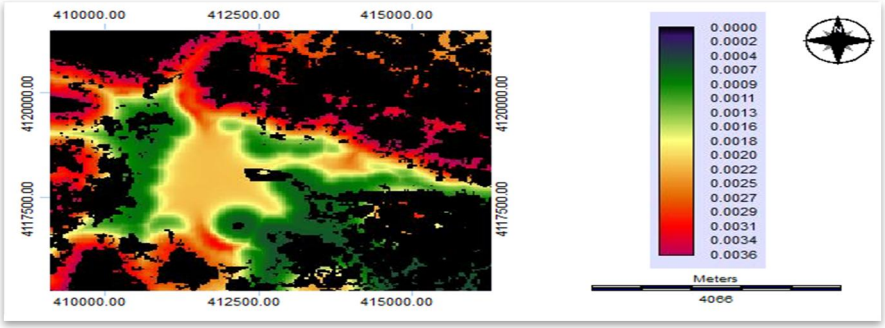
شکل 8: نقشه‌ی پتانسیل تغییر جنگل و باغات به شالیزار

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

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

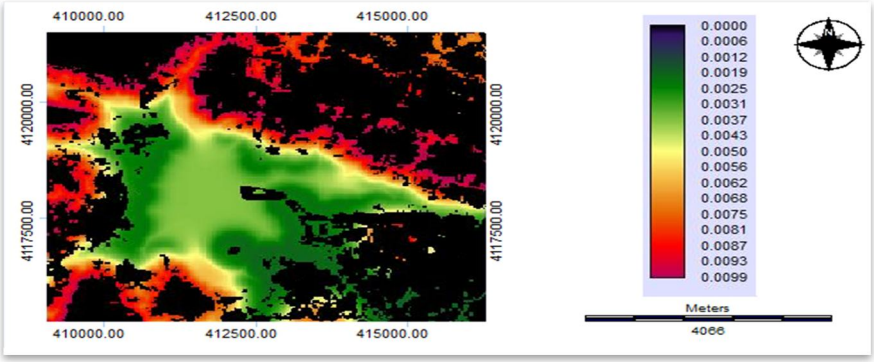
[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

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 درمقایسه با اراضی جنوب شرق و غرب محدوده‌ی موردمطالعه پوشش‌گیاهی پراکنده‌تری دارند.



شکل 9: نقشه‌ی پتانسیل تغییر اراضی ساخته‌شده به پهنه‌ی آبی

شکل 9 نقشه‌ی پتانسیل انتقال کاربری ساخته‌شده به پهنه‌ی آبی است. در نقشه، پیکسل-های به رنگ قرمز بیشترین پتانسیل برای تغییر از کاربری ساخته‌شده 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) به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان احتمال برای تغییر به دیگر کاربری‌ها را دارند.

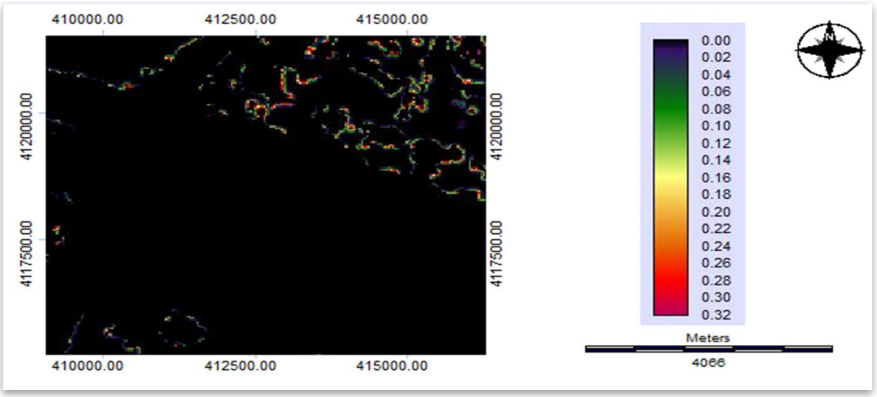


شکل 10: نقشه‌ی پتانسیل تغییر اراضی ساخته‌شده به جنگل و باغات

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

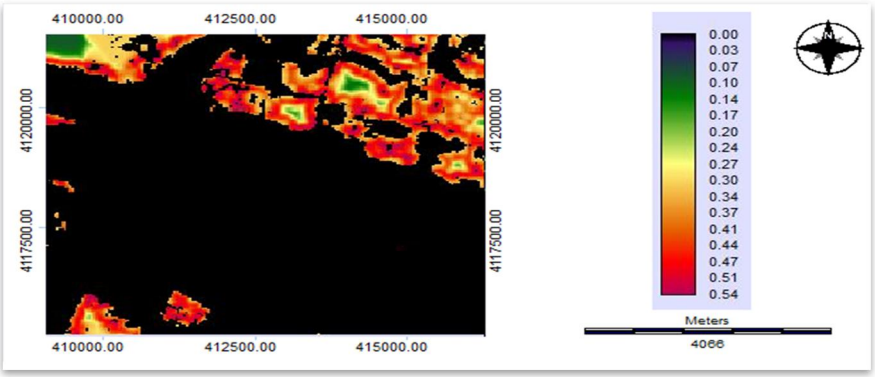
[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

باتوجه به شکل 10، مناطق اطراف شهر دارای بیشترین پتانسیل برای تغییر از کاربری ساخته‌شده به جنگل و باغات هستند و مناطق جنوب شرقی محدوده‌ی موردمطالعه نیز کمترین پتانسیل تغییر را دارند.



شکل 11: نقشه‌ی پتانسیل تغییر شالیزار به اراضی ساخته‌شده

شکل 11 نقشه‌ی پتانسیل تغییر کاربری شالیزار به اراضی ساخته‌شده است. در این نقشه، قسمت-های پراکنده‌ای از شمال و مقداری از جنوب غربی محدوده‌ی موردمطالعه که بیشتر مناطق شالیزار لاهیجان را شامل می‌شود، بیشترین پتانسیل را برای تبدیل به اراضی ساخته‌شده دارند.



شکل 12: نقشه‌ی پتانسیل تغییر شالیزار به جنگل و باغات

باتوجه به شکل 12، مناطق شمال و جنوب غرب محدوده‌ی موردمطالعه بیشترین پتانسیل را برای تبدیل از کاربری شالیزار به اراضی جنگل و باغات دارند. در این نقشه، پیکسل‌های به

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

رنگ قرمز بیشترین پتانسیل را برای تغییر نشان می‌دهند. باتوجه به ضریب کرامر، متغیر فاصله از جاده کمترین تأثیر و متغیر فاصله از اراضی ساخته‌شده بیشترین تأثیر را بر تغییرات کاربری اراضی و مدل‌سازی پتانسیل انتقال داشته‌اند. سپس، نقشه‌های پتانسیل تبدیل کاربری ازطریق شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه، برای دور زمانی هشت‌ساله تولید شدند. در نقشه‌های تولیدشده، مناطق دارای طیف رنگی گرم بیشترین پتانسیل را برای تغییر دارند و درمقایسه با مناطق دارای طیف رنگی سرد از آسیب‌پذیری بیشتری برخوردار هستند.

4-نتیجه‌گیری

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، ازجمله خاک، آب و اتمسفر، دارد. بنابراین، بررسی تغییرات کاربری اراضی نقش اساسی در مطالعات زیست‌محیطی جهان دارد. استفاده از بافت فرسوده‌ی داخل شهرها و ابنیه‌ی خالی از سکنه در داخل شهر و اقدام به تراکم‌سازی در محدوده‌ی شهری به‌جای 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 متحول کرده و به ازبین بردن محیط زیست طبیعی منجر شده است، با ایجاد قوانین منع ساخت‌وساز روی زمین‌های مرغوب کشاورزی باید توسعه‌ی شهر به‌سمت زمین‌های غیرقابل‌کشت برود و با ایجاد زیرساخت‌های لازم در این مناطق، مردم به ساخت‌وساز 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 سنجش‌ازدور توانایی ارائه‌ی جدیدترین اطلاعات درجهت مطالعه‌ی پوشش زمین و کاربری‌های اراضی را دارند. همچنین، روش‌های تشخیص تغییرات به‌صورت دیجیتال با استفاده از چند دوره تصاویر ماهواره‌ای به درک پویایی چشم‌انداز کمک می‌کند. از طرفی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی نقش مهمی در مدیریت منابع دارد و به مدیران در برنامه‌ریزی بهتر کاربری اراضی یاری می‌دهد. در این مطالعه، مدل‌سازی 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 مدل‌سازی رشد شهری بجنورد با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور (براساس شبکه‌ی عصبی- مارکوف و مدل‌ساز تغییر سرزمین) مقایسه شد. در این تحقیق، از تصاویر لندست مربوط به سال 1384 و 1392 برای تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی و همچنین از متغیرهای فاصله از جاده و شیب

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

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 چندلایه‌ی شبکه‌ی عصبی مصنوعی انتخاب شدند. بنابراین، درمقایسه 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 صحت‌سنجی متغیرهای مستقل و زیرمدل‌ها، مشخص شد که همه‌ی آن‌ها قابلیت استفاده در مدل را داشتند. درنهایت، باتوجه به متغیرهای مستقل درنظر گرفته‌شده، نقشه‌های پتانسیل تبدیل کاربری ازطریق شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه، برای دور زمانی هشت‌ساله تولید شد. شاخص ارزیابی صحت مدل 84,58 درصد، خطای آموزش معادل 0,2819 و شاخص دقت کلی 0,0001 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 انتخاب‌شده با یکدیگر را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، باتوجه 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 دارند. همچنین، باتوجه به مسئله‌ی پژوهش درارتباط 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، به‌خصوص 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 به‌سمت مرکز شهر حرکت کنیم، پتانسیل برای تغییر کاربری کمتر خواهد شد؛ یعنی کمتر تحت‌تأثیر 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 1392 لاهیجان هستند که درجهت رشد کالبدی و توسعه‌ی شهر ارائه می‌شوند:

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

- توسعه‌ی شهر در داخل محدوده‌ی مطالعاتی باتوجه به پیش‌بینی تمامی فاکتورهای دخیل در امر توسعه‌ی شهر؛
- ارزیابی مناطق حاشیه‌ی شهر برای توسعه تا اگر شهر براساس حوادث پیش‌بینی‌نشده‌ای 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 به‌سمت 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 مبنا». **فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا**، د 19، ش 3، 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 فضا**، د 23، ش 1، صص 150-119.
- امانپور، سعید و سحر حسن‌پور (1396). «بررسی وضعیت توزیع فضایی کاربری اراضی شهری سمنان». **نشریه مطالعات نواحی شهری**، س 4، ش 1، صص 22-1.
- پرما، روح الله؛ ملک‌نیا، رحیم. شتایی، 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**، د 9، ش 1، صص 151-129.
- پوراحمد، احمد؛ سیف‌الدینی، فرانک و زبیا پرنون (1390). «مهاجرت و تغییر کاربری اراضی در شهر اسلامشهر». **فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک**. س 2، ش 5، صص 152-131.
- پورخباز، علیرضا؛ احمدی‌زاده، سید سعیدرضا؛ ناصری، عاطفه؛ ناصر پرویان (1394).«بررسی و تحلیل گسترش شهر و تغییرات کاربری اراضی در ایجاد جزایر حرارتی

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

شهری (مطالعه موردی: شهر مشهد)». **اولین کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری**. صص 8-1.

- پورطاهری، مهدی؛ پاشانژاد، احسان وحسن احمدی (1394)« ارزیابی میزان روایی روش-های تصمیم‌گیری چند شاخصه در تعیین پهنه‌های مناسب توسعه شهری». **فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا**. د 20. ش 1. صص 20-1.
- حقوقی‌فرد، احسان؛ آرفته، علیرضا؛ عسری مازمانی، احمد و مریم حسینی (1393). «کاربرد داده‌های سنجش از دور در آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهری مطالعه موردی: منطقه 6 شهرداری شیراز». **سومین کنفرانس سالانه بین‌المللی عمران، معماری، شهرسازی**. صص 661-656.
- داودی منظم، زهره؛ عباس‌نیا، محسن و سیما پورهاشمی (1393). «پایش تغییرات کاربری اراضی کشاورزی شهرستان شهریار با استفاده از سنجش از دور طی بازه زمانی 1388-1366» .**نخستین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی (سنجش از دور و GIS) در آمایش سرزمین**. صص 12-1.
- رستمی گله، فرهاد؛ قائمی، مرجان؛ شاد، روزبه و یاسمن لهرابی (1396) .«مدلسازی و پیش‌بینی رشد افقی شهر مشهد با استفاده از تلفیق اتوماتای سلولی فازی، شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک». **نشریه مهندسی فناوری اطلاعات مکانی**. س 5. ش 4. صص 111-93.
- زیاری، کرامتالله (1381). «برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری مورد: میناب». **نشریه تحقیقات جغرافیایی**، د 17. ش3-2 .صص 78-63.
- زیاری، کرامت‌الله، جمال، کیوان و فرشید (1396). «ارائه الگوی توسعه‌پایدار گردشگری شهری نمونه موردی: شهر لاهیجان». **نشریه گردشگری شهری**. د 4 . ش 4. صص 71-55.
- سلمی کیانی، الهام و عطاالله ابراهیمی (1397). «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 8. ش 1. صص 88-71.
- سمیع زاده، فاطمه و مهرداد نیاکانی (1394). «تحلیل روند شهرنشینی در استان گیلان مطالعه موردی لاهیجان». **اولین همایش بین‌المللی و چهارمین همایش ملی گردشگری. جغرافیا و محیط زیست پایدار**. صص 12-1.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

- 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 طیبه 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 57-45.
- صوفی، مینا؛ بهزادی، سعید و حسین آقامحمدی زنجیرآباد (1397).«توسعه یک راهکار عامل مبنا برای مدلسازی تغییرات کاربری اراضی». **نشریه علوم وفنون 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 فضا**. د 14. ش 3. صص 130-117.
- علیمرادی، نیک زاد؛ 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 12-1.
- 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 حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی آرتمپ فازی در استخراج نقشه پوشش مرتعی مطالعه موردی: مرتع حوزه دویرج دهلران». **فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران**. ج 22. ش 1. ص 72-59.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

- 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 موردی: منطقه مراوه تپه، گلستان». **فصلنامه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی**. س 6. ش 4. صص 1-14.
- فلاحتکار، سامره؛ حسینی، سیدمحسن، سلمان ماهینی، عبدالرسول و شمس الله ایوبی (1395). «پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM». **فصلنامه پژوهش-های محیط‌زیست**. س 7. ش 13. صص 174-163.
- کیانی، اکبر و احمد رئیسی (1396).«بررسی توسعه فیزیکی-کالبدی شهر فنوج بر اساس راهبرد رشد هوشمند». **نشریه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی**. س 21. ش 9. صص 280-263.
- محمدی، مجید؛ امیری، مجتبی و جعفر دستورانی (1394).«مدلسازی و بررسی تغییرات کاربری اراضی شهرستان رامیان در استان گلستان». **نشریه برنامه‌ریزی و آمایش فضا**. ج 19. د 19. ش 4. صص 158-141.
- 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 بدری (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 16. س4. صص 14-5.
- ممبنی، مریم وحمیدرضا 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 27. ش 105. صص 47-35.
- مهدوی، علی؛ فتحی‌زاد، حسن و شعبان شتایی جویباری (1393).«ارزیابی و تحلیل انواع روش‌های آشکار سازی تغییرات کاربری اراضی/پوشش گیاهی مطالعه موردی: جنگل‌های حفاظت شده مانشت استان ایلام». **نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل**. ج 21. ش 4. 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

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

مطالعه موردی: دشت برتش دهلران ایلام». **فصلنامه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی**. س 7. ش 2. صص 45-33.

- نظریان، اصغر؛ تولائی، سیمین و مریم خسروی (1385).«تعیین جهت توسعه فیزیکی شهر اندیمشک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS». **فصلنامه جغرافیایی سرزمین**، س 3. ش 9. صص 9-1.
- نورائی 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 32-21.
- نیازی، یعقوب؛ اختصاصی، محمدرضا؛ ملکی‌نژاد، حسین؛ حسینی، زین‌العابدین و جعفر مرشدی (1389). «مقایسه دو روش حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی در استخراج نقشه کاربری اراضی مطالعه موردی: حوضه سد ایلام». **مجله جغرافیا و توسعه**. ش20. 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 موردی: منطقه مریوان». **مجله جنگل ایران**. س 5. ش 3. صص 336-323.
- یوسفی، مریم (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. ش21.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., Batool, 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

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

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, Shahrbano, 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.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

- 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.
- Hoghoghifard, 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

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

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

- Lu, D; Mausel, P; Brondi zio, 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, Saieed, 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",

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

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 Geograghical 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, Saieed, "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.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

- 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.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]

- 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, Pirbavaghar, 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.
- 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.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-12-18]

[DOR: 20.1001.1.16059689.1399.24.1.4.2]