

پتانسیل‌یابی مناطق توسعه شهری با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

(مطالعه موردی: شهر کرمانشاه)

میلاذ باقری - دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
محمدرضا جلوخانی نیارکی* - استادیار گروه سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
عبدالخالق چارکانه - دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
کیوان باقری - دانشجوی دکتری سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۸/۲۶ تأیید مقاله: ۱۳۹۷/۰۲/۳۰

چکیده

رشد سریع شهرنشینی و توسعه شهری به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، به درک الگو و فرایندهای پیچیده رشد شهری با روش علمی و کارآمد نیاز دارد. لازمه ایجاد رشد شهری پایدار و برنامه‌ریزی توسعه شهری، درک الگوهای صحیح رشد شهری است. کرمانشاه نهمین شهر پرجمعیت کشور و یکی از چهار شهر نخست ایران از نظر حادبودن معضل حاشیه‌نشینی است. هدف این پژوهش، بررسی پتانسیل توسعه شهری در این شهر است. بدین منظور، شبکه عصبی پرسپترون چندلایه (*MLP*) با الگوریتم آموزش لونیگ-مارکوات به کار رفت و داده‌های مؤثر در توسعه شهری به‌عنوان لایه‌های ورودی به شبکه تعیین شد. این لایه‌ها که در سه گروه اجتماعی-اقتصادی، کاربری زمین و بیوفیزیک قرار می‌گیرند، شامل ۱۶ لایه هستند. در ادامه، پانصد نقطه به‌عنوان نقاط آموزشی شبکه تهیه و ۱۲ لایه میانی نیز تعیین شدند. مطابق نتایج، با دورشدن از امکانات و مناطق شهری، پتانسیل‌ها به‌شدت کاهش پیدا می‌کنند و بیشتر مناطق دارای پتانسیل توسعه شهری در نزدیک‌ترین فاصله این امکانات و مناطق شهری قرار دارند. بیشترین مناطق پتانسیل‌دار توسعه شهری، در جنوب‌غرب شهر کرمانشاه و در اطراف جاده‌های اصلی کرمانشاه-اسلام‌آباد و کرمانشاه-کنگاور واقع است. مناطق شمالی شهر به‌دلیل ارتفاع و شیب زیاد، پتانسیل اندکی برای توسعه دارند. همچنین ضریب رگرسیون کلی ۹۵ درصدی شبکه که حاصل شرکت تمامی داده‌ها در شبکه است، کارایی زیاد شبکه عصبی پرسپترون چندلایه را در این مطالعه نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: پتانسیل‌یابی، توسعه شهری، شبکه عصبی، طبقه‌بندی، *MLP*

مقدمه

از پدیده‌های مهمی که در قرون اخیر در عرصه‌های اجتماعی و اقتصادی کشورهای مختلف جهان رخ داده است، ظهور شهرهای متعدد و جدید، توسعه شهرهای کهن، پیشرفت شهرنشینی و توسعه شهری است. در میان این موارد، توسعه شهری و تغییرات الگوهای کاربری ارضی، زمینه‌ساز تأثیرات گسترده اجتماعی و زیست‌محیطی می‌شود. این تأثیرات شامل کاهش فضاهای طبیعی، افزایش تجمع وسایل نقلیه، کاهش زمین‌های کشاورزی با توان بالای تولید، تأثیر بر زهکشی‌های طبیعی و کاهش کیفیت آب است (Pauchard et al., 2006: 274; Bella and Irwin, 2002: 220). رشد شهرنشینی و توسعه شهری، نتیجه مستقیم انقلاب صنعتی و ترقی اقتصاد سرمایه‌داری است که نخست در کشورهای غربی و سپس در کشورهای درحال توسعه رخ داد. بیشترین میزان افزایش جمعیت در آینده، در کشورهای درحال توسعه به‌ویژه کشورهای کمتر توسعه‌یافته خواهد بود (Tewolde and Cabral, 2011: 2149) که این مسئله به رشد غیرقابل کنترل، پراکندگی، گسترش افقی مناطق شهری، تغییر سریع در کاربری زمین و افزایش تخریب زیست‌محیطی منجر خواهد شد (Dewan and Yamaguchi, 2009: 390)؛ درحالی‌که رشد فضای اشغال شده با مناطق شهری درحال افزایش، سریع‌تر از جمعیت آن است. با توجه به برآوردها، بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۳۰، جمعیت شهری جهان ۷۲ درصد افزایش می‌یابد. در این میان، ممکن است جمعیت مناطق ساخته‌شده ۱۰۰ هزار نفری و بیشتر ۱۷۵ درصد افزایش یابد (Tewolde and Cabral, 2011: 2149). به‌منظور کاهش تأثیرات زیان‌بار رشد شهری بر محیط‌زیست و حفظ عملکرد بهینه اکوسیستم، الگوهای زمانی و مکانی تغییرات پوشش زمین و کاربری ارضی، و عوامل مؤثر بر این تغییرات، در توسعه نسبی سیاست‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی اهمیت زیادی دارند (Dewan and Yamaguchi, 2009: 390).

درباره تغییرات کاربری زمین شهری سال‌های زیادی مطالعه شده است، اما ظهور تصاویر ماهواره‌ای و فنون زمین‌مکانی، بعد جدیدی برای بازمینی و ارزیابی تغییرات پوشش کاربری زمین گشوده است (Tewolde and Cabral, 2011: 2149). سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان ابزار تجزیه و تحلیل و مدیریت داده‌ها استفاده می‌شوند و سنجش‌ازدور منبع، داده‌های سریع و دقیقی را از نظر مکانی فراهم می‌کند (آرنوف، ۱۳۹۱: ۵۹۰). خاصیت چندزمانی و چندطیفی تصاویر ماهواره‌ای برای ارزیابی تغییرات، به‌طور گسترده در بازمینی محیط‌زیست، ارزیابی روند تغییرات پوشش زمین، بازمینی جنگل و مطالعات شهری استفاده می‌شود و نقش مهمی در بسیاری از حوزه‌های کاربردی دارد (Subudhi et al., 2014: 284).

رشد سریع شهرنشینی و توسعه شهری به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، به درک الگو و فرایندهای پیچیده رشد شهری با روش علمی و کارآمد نیاز دارد. پژوهش درمورد شهر و توسعه شهری، با توجه به ابعاد گسترده آن از موضوعات دشوار است و باید از جنبه‌های مختلف انجام شود. توسعه سیستم شهری امری اتفاقی نیست و کنترل روند آینده آن به برنامه‌ریزی‌های دقیق نیاز دارد (صمدی، ۱۳۹۴: ۱۴).

لازمه مدیریت رشد شهری پایدار و برنامه‌ریزی توسعه شهری، درک الگوهای صحیح رشد شهری است. لزوم مدل‌سازی این توسعه با دو مسئله زیر فراهم می‌شود:

- نرخ بالای رشد جمعیت شهرنشین در ایران و کمبود زیرساخت‌های شهری؛
 - روند فزاینده تغییرات کاربری اراضی و از بین رفتن اراضی با ارزش زیست‌محیطی در شهرها و حاشیه شهرها به علت مشکلات حاشیه‌نشینی، آلودگی‌های صنعتی و دیگر فعالیت‌های انسانی (جوادی، ۱۳۸۷).
- به‌طور کلی می‌توان مدل‌های مورد استفاده را برای مدل‌سازی کاربری اراضی به سه گروه تقسیم کرد:
۱. مدل‌های تجربی و آمار پایه، مانند مدل‌های زنجیره مارکوف؛
 ۲. مدل‌های دینامیکی مانند سلول‌های خودکار؛
 ۳. مدل‌های بر پایه رگرسیون، شبکه‌های عصبی و...؛
 ۴. مدل‌های دینامیکی مانند سلول‌های خودکار؛
 ۵. مدل‌های عامل‌مبنا (Guan et al., 2011: 3761).
- از میان مدل‌های فوق، به روش‌های سلول‌های خودکار، مدل‌های عامل‌مبنا و شبکه‌های عصبی به دلیل توانایی مدل‌سازی بالای تغییرات شهری، توجه بیشتری شده است (Batty, 2007).
- برای مدل‌سازی سیستم‌های شهری، باید از روش‌های جدید استفاده کنیم که عبارت‌اند از: دینامیک، غیرخطی، غیرتجمعی، گسسته و از پایین به بالا (Junfeng, 2003: 8). از آنجا که رشد شهری، پدیده‌ای پیچیده است و در آن تعدادی از متغیرها با یکدیگر تعامل غیرخطی دارند، استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای مدل‌کردن توسعه و رشد شهری کاملاً منطقی است (Atkinson and Tattnall, 1997: 700). شبکه‌های عصبی مصنوعی با ساختار نقشه‌سازی غیرخطی و برای مدل‌سازی سیستم‌های متصل به یکدیگر مانند مغز، متشکل از نرون‌ها توسعه داده شده‌اند. شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه، از پرکاربردترین شبکه‌های عصبی مورد استفاده هستند (کامیاب و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۰). شبکه عصبی مصنوعی، مستقل از توزیع آماری داده‌هاست و به متغیرهای آماری ویژه‌ای نیاز ندارد؛ بنابراین، این ویژگی امکان ترکیب داده‌های سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی را تسهیل می‌کند. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل دقت، حتی با گروه داده‌های آموزشی اندک از منطقه امکان‌پذیر است؛ زیرا محاسبات پیکسل‌مبنا هستند (Park et al., 2011: 105).
- کامیاب و همکاران (۱۳۹۰) از شبکه عصبی برای مدل‌سازی توسعه شهری در گرگان استفاده کردند و سه گروه متغیرهای بیوفیزیکی، اقتصادی-اجتماعی و کاربری زمین را به کار بردند.
- دلفریت و همکاران (۲۰۰۵) روش شبکه عصبی مصنوعی را برای طبقه‌بندی مناطق شهری و آشکارسازی تغییرات آن‌ها استفاده کردند. در مطالعات زیادی، با استفاده از ترکیب انواع شبکه‌های عصبی و سلول‌های خودکار و مدل مارکوف، مدل‌سازی روند توسعه شهری انجام گرفت و الگوی آن برای سال‌های آینده پیش‌بینی شد (Lin et al., 2005; Pijanowski et al., 2002; Tayyebi et al., 2011; Kamal jain, 2011; Abidin et al., 2010).
- پوراحمد (۱۳۸۲) با توجه به ابعاد مختلف جغرافیایی و محیطی با استفاده از روش GIS و RS به مدل‌سازی توسعه شهر سندج پرداخت. برای این کار، وی ابتدا لایه‌های متعددی مانند شیب، ارتفاع، گسل، زمین‌های کشاورزی، توسعه

شهر، جنس خاک و نوع کاربری را تهیه کرد. سپس با استفاده از الگوی تحلیل سلسله‌مراتبی، وزن دهی و تلفیق لایه‌ها، درنهایت الگوی مناسب توسعه شهری سندج را پیشنهاد کرد.

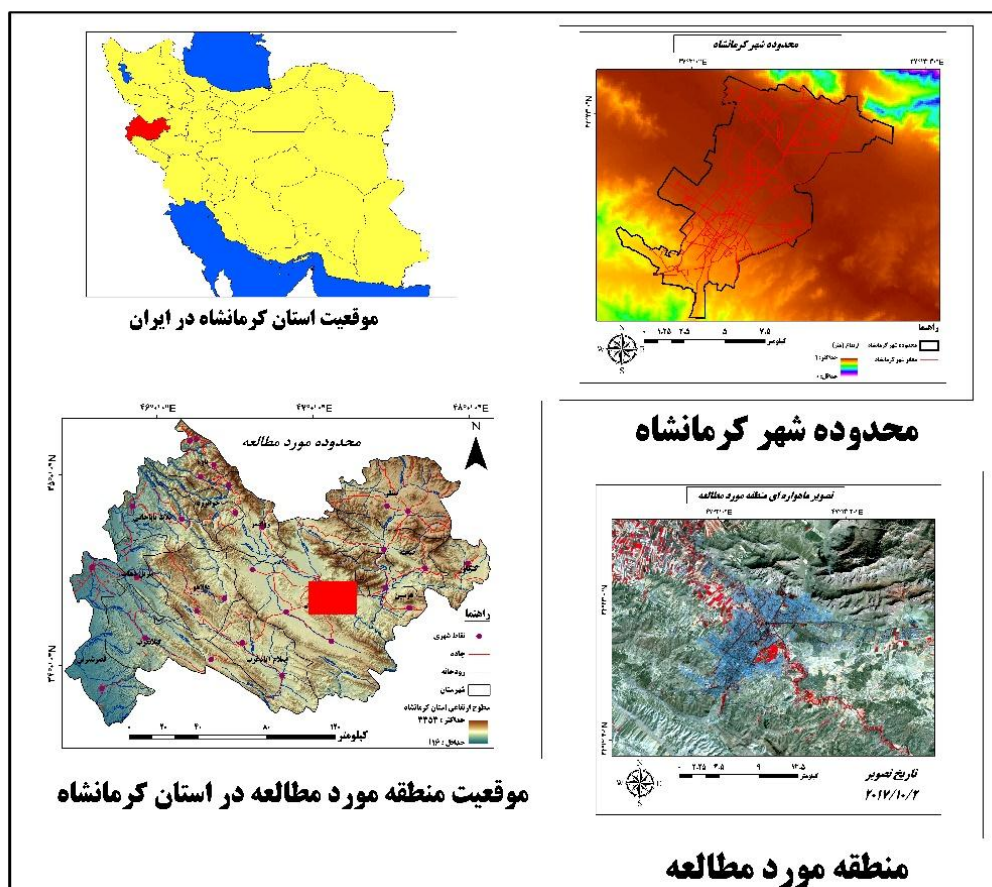
صمدی (۱۳۹۴) با اندازه‌گیری معیارهای کاربری پوشش گیاهی، کاربری مراتع و زمین‌های بایر، کاربری مناطق آبی، فاصله از مراکز تجاری، درمانی، آموزشی، انتظامی، پارک‌های شهری و جاده‌ها، و نقشه شیب به‌عنوان عوامل مؤثر در توسعه و رشد شهری و استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی، پتانسیل مناطق توسعه شهری را برای شهر میروان بررسی کرد.

کرمانشاه یکی از چهار شهر نخست ایران از نظر حادبودن معضل حاشیه‌نشینی است که جمعیت حاشیه‌نشینان آن نزدیک به ۳۷۰ هزار نفر برآورد می‌شود (روزنامه باختر، ۱۳۹۶؛ خبرگزاری دانشجویان ایران (ایسنا)، ۱۳۹۶). تأثیر این افزایش جمعیت و حاشیه‌نشینی، عمدتاً به‌صورت اسکان‌های غیررسمی و نابودی اراضی کشاورزی و باغ‌ها نمود یافته است. کرمانشاه در پنج دهه اخیر مانند بسیاری از شهرهای کشور، تغییرات زیادی در روند شهرنشینی و گسترش فیزیکی داشته و این تغییرات، مشکلات زیادی در ابعاد کالبدی-زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی-فرهنگی ایجاد کرده است.

یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که به‌دنبال گسترش شهر کرمانشاه بروز یافته، ناسازگاری کاربری‌ها و تخریب اکوسیستم‌های آبی و منابع خاک در پیرامون شهر است. با گسترش این شهر و دورشدن از هسته اصلی، مرغوب‌ترین زمین‌های کشاورزی و حساس‌ترین منابع طبیعی از بین رفته است و برخی روستاها در بافت شهری ادغام شده‌اند (پارسی و پیلوا، ۱۳۹۳)؛ بنابراین، در این پژوهش، با به‌کارگیری سیستم شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه، مناطق دارای پتانسیل بالای توسعه شهری کرمانشاه شناسایی شدند تا این مناطق بهتر مدیریت شوند و از آسیب‌های گسترش شهری پیشگیری شود.

محدوده مورد مطالعه

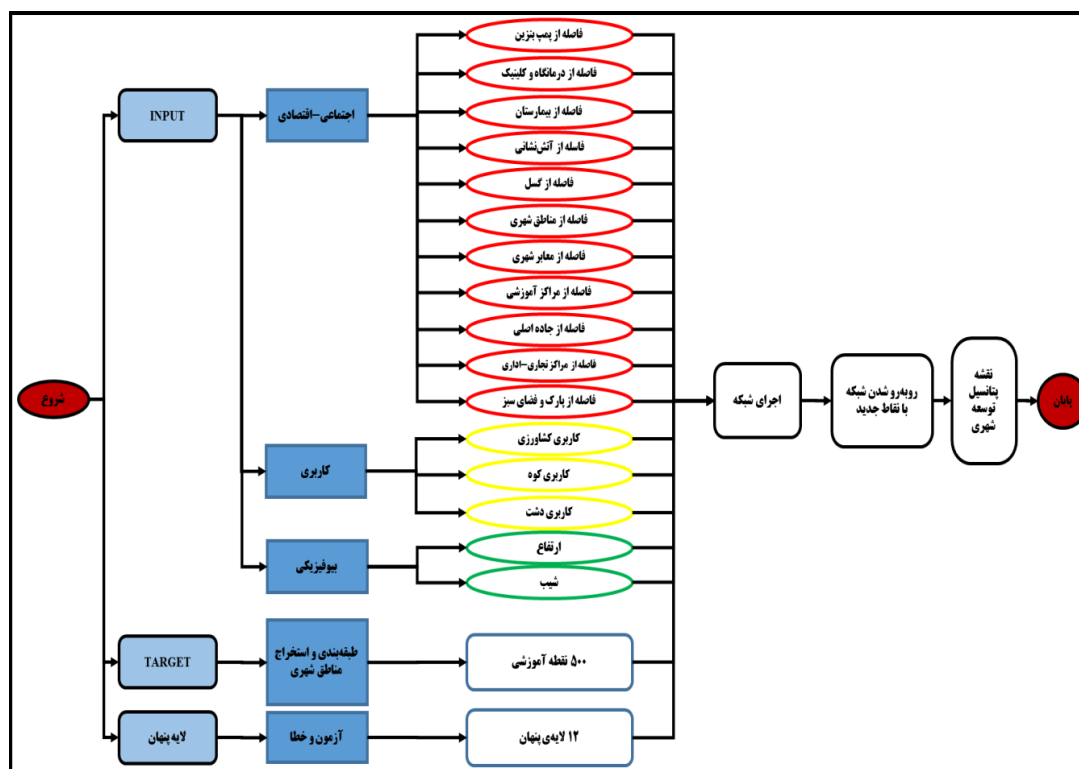
کرمانشاه با مساحت ۲۴۶۴۰ کیلومتر مربع، هفدهمین استان ایران از نظر وسعت است که ۱/۵ درصد مساحت کشور را تشکیل داده است. شهر کرمانشاه به‌عنوان مرکز استان در شرق استان کرمانشاه و در ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد. این شهر مانند غالب شهرهای قدیمی ایران، در ناهمواری‌های کوهپایه‌ای قرار دارد؛ با این تفاوت که دشت وسیعی آن را در بستر عبور شاهراه‌های منطقه‌ای قرار داده است. کرمانشاه نهمین شهر پرجمعیت و یکی از کلان‌شهرهای ایران و مرکز استان کرمانشاه با مساحت ۹۳۰۳۸۹۰۹۵۶ مترمربع است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، ابتدا تصاویر سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷ پس از پیش‌پردازش‌های اولیه طبقه‌بندی شدند؛ زیرا با استفاده از طبقه‌بندی سال ۲۰۱۷، برخی از پارامترهای مؤثر در توسعه شهری به‌دست آمد. همچنین با مقایسه طبقه شهری، تصاویر طبقه‌بندی‌شده سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷ مناطق توسعه شهری در این بازه زمانی استخراج شدند. برای کار با شبکه عصبی مصنوعی، ابتدا می‌بایست پارامترهای مؤثر در توسعه شهری، به‌عنوان لایه‌های ورودی به شبکه (INPUT) معرفی می‌شد که این عوامل از کاربری شهر، طبقه‌بندی سال ۲۰۱۷ و DEM منطقه تولید شدند. سپس لازم بود تا برخی نقاط تعلیمی در اختیار شبکه قرار گیرد تا شبکه با استفاده از این نقاط (TARGET) میزان تأثیر هر یک از لایه‌های ورودی را تعیین کند. درواقع، با این کار آموزش لازم برای روبه‌رو شدن شبکه با مناطق جدید فراهم شد. مناطق توسعه یافته شهری، به منظور آموزش شبکه مورد استفاده قرار گرفتند. پس از تعیین تعداد لایه‌های پنهان در ساختار شبکه که با استفاده از روش آزمون و خطا محاسبه شد، در نهایت کل منطقه مورد مطالعه در اختیار شبکه تعلیم‌دیده قرار گرفت و شبکه با استفاده از آنچه آموخته بود، کل استان را از نظر داشتن پتانسیل توسعه شهری پهنه‌بندی کرد.



شکل ۲. روند انجام گرفتن تحقیق

داده‌های مورد استفاده

به‌طور کلی، داده‌ها در این پژوهش به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند:

۱. داده‌های مورد استفاده برای استخراج کاربری‌های اراضی در منطقه مورد مطالعه، شامل تصاویر ماهواره‌ای؛
۲. داده‌هایی که به‌عنوان عوامل مؤثر بر گسترش شهری و تغییرات کاربری اراضی از آن‌ها یاد می‌شود.

شناسایی متغیرهای مؤثر بر ایجاد تغییرات، پیش‌نیاز اصلی برای توسعه مدل‌های کاربری زمین است (Wassenaar et al., 2007). در این مطالعه، از سه گروه متغیر مستقل شامل متغیرهای اجتماعی-اقتصادی، بیوفیزیکی و کاربری زمین استفاده شد. از آنجا که قوانین تصمیم‌گیری متعددی برای بهره‌برداری از این متغیرها وجود دارد، در این مطالعه، فاصله این متغیرها به‌عنوان شاخص مورد نظر مطرح شد؛ بنابراین، متغیرهای مذکور به‌صورت فاصله از مراکز و مکان‌های مؤثر در توسعه شهری استفاده شدند. پس از تهیه این لایه‌ها با فرمت SHAPE و با ساختار وکتوری از سازمان نقشه‌برداری کشور، لایه‌ها با استفاده از تابع تحلیلی فاصله در محیط ArcGIS به رستر تبدیل شدند.

تصاویر ماهواره‌ای

برای استخراج لایه‌های کاربری زمین که نود خروجی و بخشی از نودهای ورودی مورد استفاده در مدل از این لایه به‌دست می‌آید، مراحل زیر پس از دریافت تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷ انجام شد.

الف) پیش‌پردازش

تصحیحات رادیومتریک

برای تصحیح خطای اتمسفری از روش Flaash استفاده شد. مدل Flaash یکی از اولین ابزارهای تصحیح اتمسفری است که طول‌موج‌هایی را از گستره مرئی تا ۳ میکرومتر پوشش می‌دهد. این مدل بیشتر روی تصاویر چندطیفی و فراطیفی کار می‌کند. در این میان، بازیابی بخار آب و گردوغبار، تنها زمانی امکان‌پذیر است که تصویر شامل باندهایی با طول‌موج‌هایی در موقعیت مناسب باشد. با این مدل می‌توان تصویر را هم در هندسه دید قائم و هم در هندسه دید مایل از نظر تأثیرات اتمسفری تصحیح کرد (صفری و همکاران، ۱۳۹۳).

تصحیحات هندسی

تصویر سال ۲۰۱۷ گرفته‌شده از مرکز زمین‌شناسی آمریکا (USGS)، زمین‌مرجع (اورتوفتو) بود و سیستم مختصات UTM داشت؛ بنابراین، نیازمند تصحیح هندسی نبود. تصحیح هندسی تصویر سال ۱۹۹۵ با استفاده از تصویر سال ۲۰۱۷ زمین‌مرجع‌شده انجام می‌شود که این کار به روش تصویر به تصویر در نرم‌افزار ENVI صورت گرفت.

ب) طبقه‌بندی تصاویر

برای مطالعه دینامیک کاربری اراضی، به نقشه‌هایی نیاز داریم که وضعیت این کاربری را در زمان‌های مختلف نشان دهد. با توجه به هدف اصلی فناوری سنجش‌ازدور که شناسایی و تفکیک پدیده‌های زمینی و قراردادن آن‌ها در گروه‌ها یا طبقات مشخص است، می‌توان طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای را مهم‌ترین بخش تفسیر اطلاعات ماهواره‌ای به‌شمار آورد (زبیری و مجد، ۱۳۸۰: ۲۴۲). طبقه‌بندی تصویر، فرایندی پیچیده و نیازمند توجه به عوامل بسیار است. مراحل کلی طبقه‌بندی آن عبارت است از:

۱. تعیین سیستم طبقه‌بندی مناسب؛

۲. پردازش؛

۳. انتخاب نمونه‌های آموزشی؛

۴. انتخاب مناسب روش‌های طبقه‌بندی و پردازش پس از طبقه‌بندی؛

۵. ارزیابی دقت و صحت (Lu and Weng, 2007).

هیچ طبقه‌بندی‌ای تا زمانی که دقت آن ارزیابی نشود، کامل نیست؛ بنابراین، برای کسب اطمینان از نسبت صحت نقشه استخراج‌شده از تصاویر ماهواره‌ای، دقت آن باید ارزیابی شود. دقت طبقه‌بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشه استخراج شده است (رضایی‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۷). به‌منظور جمع‌آوری نمونه‌های تعلیمی از نقشه کاربری اراضی استان، از تصاویر گوگل ارث و تصاویر رنگی کاذب منطقه استفاده شد. در این پژوهش، روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده روش حداکثر احتمال برای کلاس‌بندی به‌کار رفت. برای این منظور، منطقه در چهار کلاس کاربری پوشش گیاهی، کاربری

کوه، کاربری دشت و زمین‌های بایر و کاربری شهری طبقه‌بندی شد. ارزیابی دقت نقشه‌های تولیدشده، با شاخص کاپا و دقت کلی صورت گرفت که مقادیر آن‌ها در بخش نتایج بیان شده است.

پس از تعیین انواع کاربری در منطقه، در مرحله بعد فرایند آشکارسازی تغییرات کاربری زمین با مقایسه نقشه‌های کاربری تهیه‌شده صورت گرفت. در این فرایند، تصاویر مورد نظر با هم مقایسه و تغییرات در هر پیکسل تعیین شد (Galdavi et al., 2013). این متغیر به‌عنوان نود خروجی که بیان‌کننده تغییرات و مناطق توسعه شهری طی دوره زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۷ است، در آموزش و آزمون مدل استفاده شد. علاوه بر استخراج مناطق توسعه شهری، استخراج بعضی پارامترهای مؤثر در توسعه شهری یا همان INPUT شبکه نیز از طبقه‌بندی سال ۲۰۱۷ صورت گرفت.

ب) تعیین و استخراج پارامترهای مهم در توسعه شهری

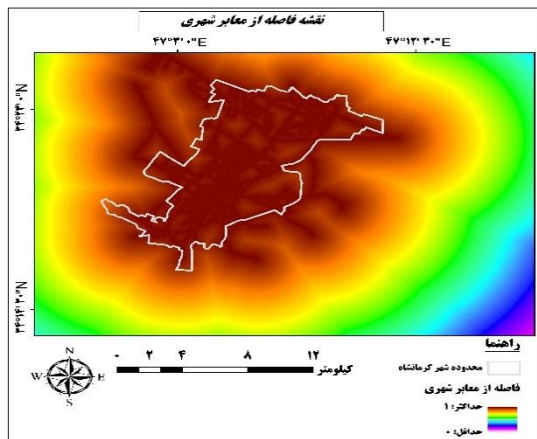
در این پژوهش، عوامل مهم و تعیین‌کننده توسعه شهری که پیش از این افراد دیگری آن را مطالعه کرده بودند، استخراج شدند. همچنین این عوامل با توجه به ویژگی‌های طبیعی منطقه به‌دست آمدند. بدین‌منظور، ۱۶ پارامتر مؤثر و کلیدی در توسعه شهری، شامل موارد زیر تعیین و تهیه شدند: فاصله از مناطق شهری (شکل ۳)، فاصله از معابر شهری (شکل ۴)، فاصله از بیمارستان (شکل ۵)، فاصله از درمانگاه و کلینیک (شکل ۶)، فاصله از جاده‌های اصلی (شکل ۷)، فاصله از مراکز تجاری-اداری (شکل ۸)، فاصله از مراکز آموزشی (شکل ۹)، فاصله از آتش‌نشانی (شکل ۱۰)، فاصله از گسل (شکل ۱۱)، فاصله از پمپ‌بنزین (شکل ۱۲)، فاصله از پارک و فضای سبز (شکل ۱۳)، کاربری کشاورزی (شکل ۱۴)، کاربری کوه (شکل ۱۵)، کاربری دشت و زمین‌های بایر (شکل ۱۶)، شیب (شکل ۱۷) و ارتفاع (شکل ۱۸).

پارامترهای ذکرشده به‌عنوان ورودی (INPUT) در سه گروه متغیر مستقل، شامل متغیرهای اجتماعی-اقتصادی، بیوفیزیکی و کاربری زمین قرار گرفتند که نحوه تهیه و قرارگیری هریک از آن‌ها در هر گروه در جدول ۱ نمایش داده شده است. پس از تهیه این پارامترها لازم بود برای ورود آن‌ها به شبکه عصبی مصنوعی، معیارها نرمال‌سازی و به مقیاس بین صفر و یک منتقل شود. هرچه فاصله از پارامترهای زیر کمتر باشد، پتانسیل توسعه شهر بیشتر است: شهر، بیمارستان، پارک و فضای سبز، کلینیک و درمانگاه، مراکز تجاری-اداری، آموزشی، معابر شهری، آتش‌نشانی و پمپ‌بنزین.

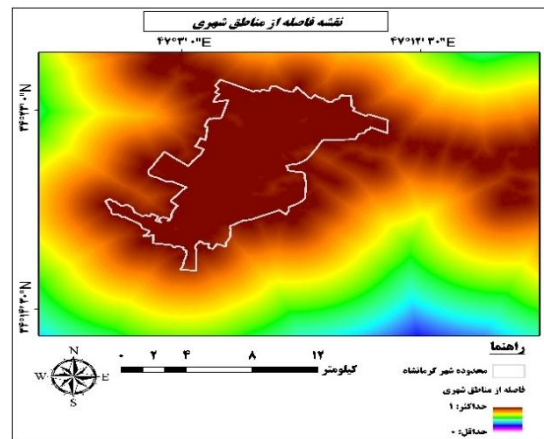
به کمترین فاصله ارزش یک، و به بیشترین فاصله ارزش صفر اختصاص داده شد، اما معیار فاصله از گسل برعکس این معیارهاست و برای بیشترین فاصله از گسل، ارزش ۱ یعنی بالاترین ارزش در نظر گرفته شد. در معیارهای شیب و ارتفاع به دلیل ایجاد شرایط نامساعد برای توسعه شهری، به بیشترین مقادیر کمترین ارزش یعنی صفر و به مناطق دارای شیب و ارتفاع کم، بیشترین ارزش یعنی ۱ داده شد. بقیه مقادیر بین صفر و یک نرمال شدند. به معیارهای کاربری زمین نیز تنها دو ارزش صفر و یک تعلق گرفت: ارزش ۱ در صورت وجود کاربری مورد نظر و ارزش صفر در صورت نبود آن.

جدول ۱. عوامل مؤثر در توسعه شهری

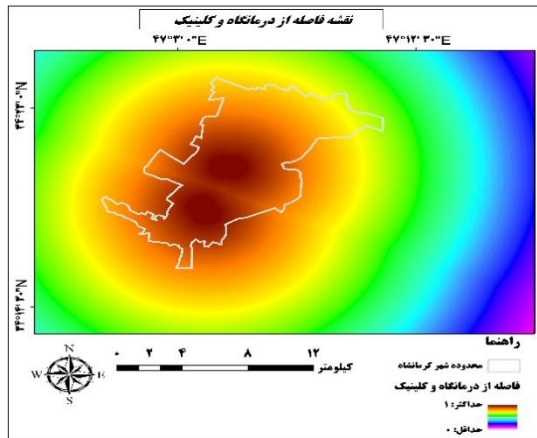
فکتورها	انواع لایه‌ها	منبع	پردازش‌های انجام شده
اقتصادی و اجتماعی	فاصله از معابر شهری	Yaakup (2007)	اعمال تابع تحلیلی فاصله در محیط ARCGIS روی داده‌های سازمان نقشه‌برداری و نرمال کردن لایه‌ها بین صفر و یک
	فاصله از بیمارستان	صمدی (۱۹۹۴)	
	فاصله از درمانگاه و کلینیک	صمدی (۱۹۹۴)	
	فاصله از پارک و فضای سبز	صمدی (۱۹۹۴)	
	فاصله از جاده‌های اصلی	صمدی (۱۹۹۴)	
	فاصله از مراکز تجاری-اداری	صمدی (۱۹۹۴)	
	فاصله از مراکز آموزش	صمدی (۱۹۹۴)	
	فاصله از آتش‌نشانی	Sliuzas (2004)	
	فاصله از گسل	Sliuzas (2004)	
	فاصله از پمپ‌بنزین	Sliuzas (2004)	
کاربری زمین	زمین‌های کشاورزی	صمدی (۱۹۹۴)	ایجاد نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصویر لندست-۸ سال ۲۰۱۷ و طبقه‌بندی مجدد نقشه در دو کلاس کشاورزی (عدد ۱) و غیرکشاورزی (عدد صفر)
	مناطق دشت و بایر	صمدی (۱۹۹۴)	ایجاد نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصویر لندست-۸ سال ۲۰۱۷ و طبقه‌بندی مجدد نقشه در دو کلاس دشت و زمین‌های بایر (عدد ۱) و غیردشت و بایر (عدد صفر)
	فاصله از مناطق شهری	صمدی (۱۹۹۴)	ایجاد نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصویر لندست-۸ سال ۲۰۱۷ و جدا کردن طبقه شهری و اعمال تابع تحلیلی فاصله در محیط ARCGIS روی آن و نرمال کردن
	مناطق کوه	Yaakup (2007)	ایجاد نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصویر لندست-۸ سال ۲۰۱۷ و طبقه‌بندی مجدد نقشه در دو کلاس کوه (عدد ۱) و غیرکوه (عدد صفر)
بیوفیزیکی	شیب	صمدی (۱۹۹۴)	گرفتن مدل رقومی ارتفاعی سنجنده ASTER با دقت ۳۰ متر ایجاد نقشه شیب و نرمال‌سازی بین صفر و یک
	ارتفاع	Yaakup (2007)	گرفتن مدل رقومی ارتفاعی سنجنده ASTER با دقت ۳۰ متر و نرمال‌سازی بین صفر و یک



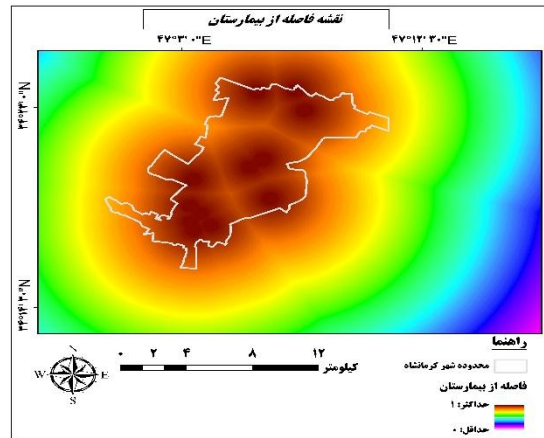
شکل ۴. نقشه فاصله از معابر شهری



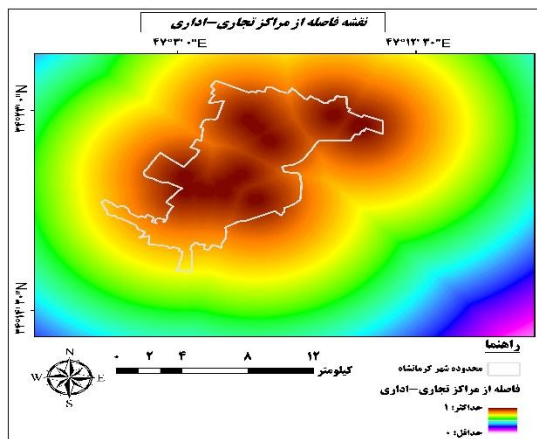
شکل ۳. نقشه فاصله از مناطق شهری



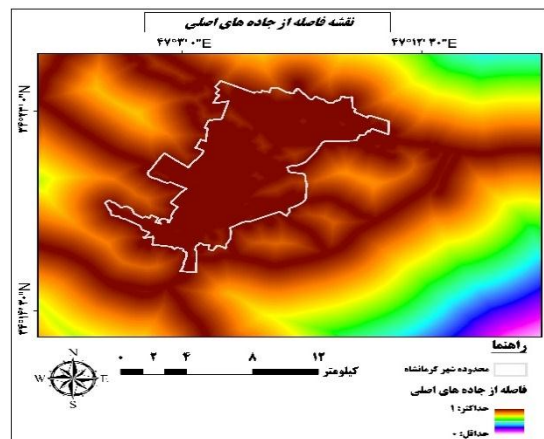
شکل ۶. نقشه فاصله از درمانگاه و کلینیک



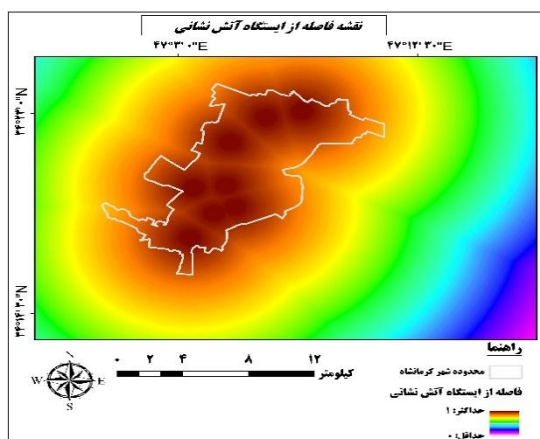
شکل ۵. نقشه فاصله از بیمارستان



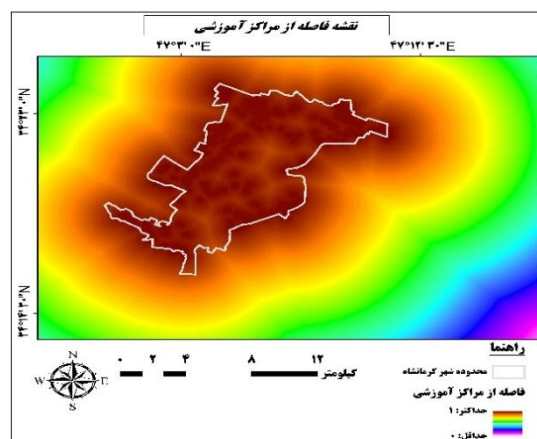
شکل ۸. نقشه فاصله از مراکز اداری-تجاری



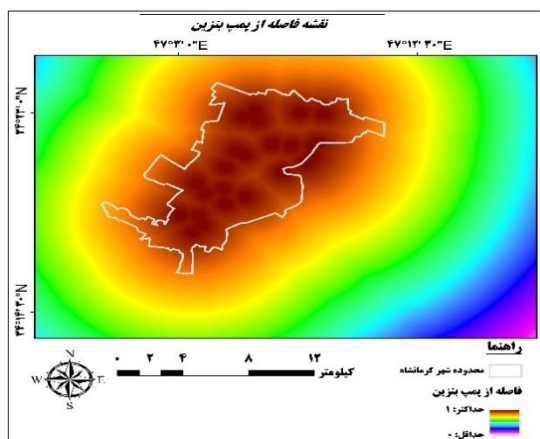
شکل ۷. نقشه فاصله از جاده‌های اصلی



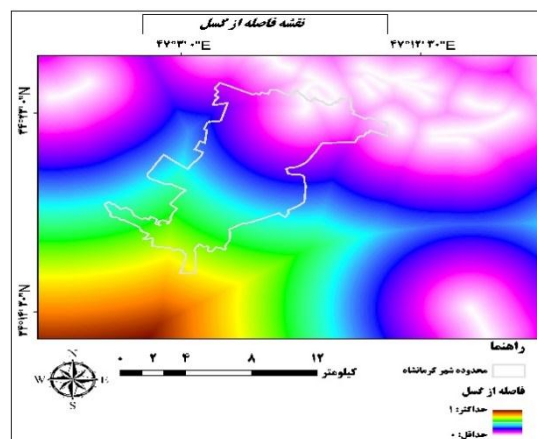
شکل ۱۰. نقشه فاصله از ایستگاه آتش نشانی



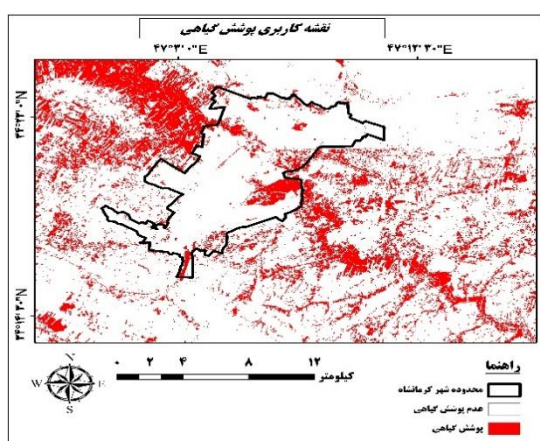
شکل ۹. نقشه فاصله از مراکز آموزشی



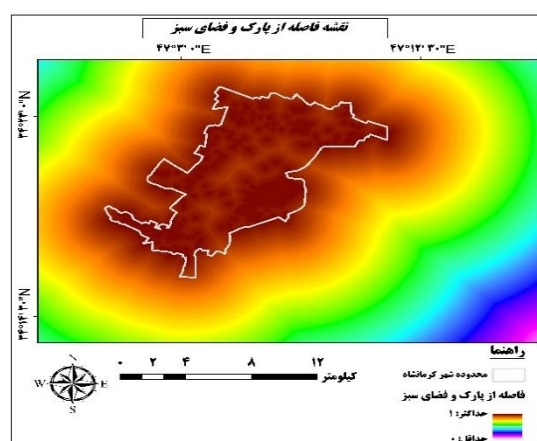
شکل ۱۲. نقشه فاصله از پمپ بنزین



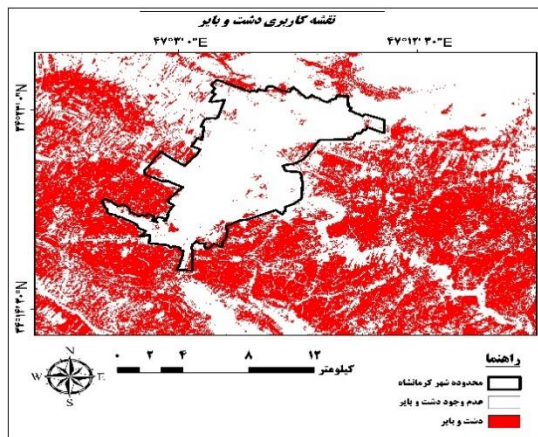
شکل ۱۱. نقشه فاصله از گسل



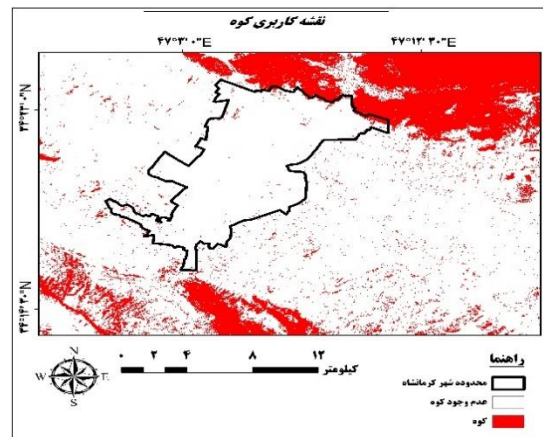
شکل ۱۴. نقشه پوشش گیاهی



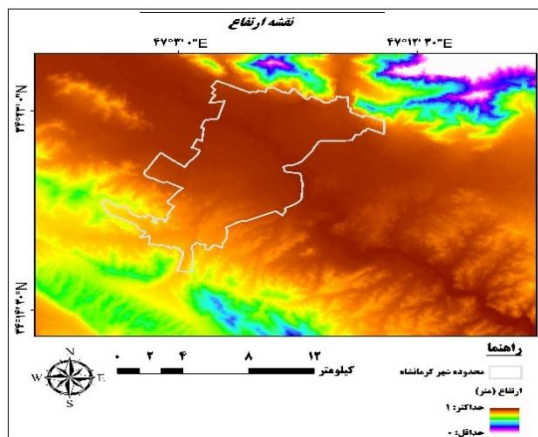
شکل ۱۳. نقشه فاصله از پارک و فضای سبز



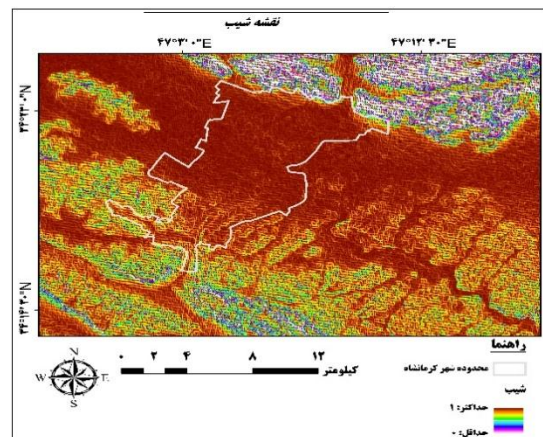
شکل ۱۶. نقشه دشت و بایر



شکل ۱۵. نقشه کاربری کوه



شکل ۱۸. نقشه ارتفاع



شکل ۱۷. نقشه شیب

شبکه عصبی انوعی دارد که در این مطالعه، از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه (Multilayer Perceptron) با الگوریتم پس انتشار خطا (back-propagation) استفاده شد. درواقع، یکی از الگوریتم‌های یادگیری MLP، الگوریتم پس انتشار خطاست که مبانی نظری آن، همان مبانی نظری روش‌های معمول مبتنی بر مشتقات جزئی گوس-نیوتون و نیتون-رافسون است (Sabasia, 2005: 78).

الگوریتم پس انتشار خطا سه الگوریتم یادگیری دارد: شبکه با ضریب یادگیری ساده (trainbp)، شبکه با ضریب یادگیری متغیر (trainbpx) و شبکه‌ای که از روش لونبرگ-مارکوات استفاده می‌کند (Noori et al., 2011: 439). در این مطالعه از روش لونبرگ-مارکوات برای آموزش شبکه MLP استفاده شد. برای اجرای شبکه عصبی پرسپترون چندلایه نیز نرم‌افزار MATLAB به کار رفت. اجرای شبکه نیازمند ورودی (INPUT) یا همان عوامل و متغیرهای مؤثر در توسعه شهری، خروجی (TARGET) یا همان نقاط آموزش شبکه و انتخاب تعداد لایه‌های میانی یا پنهان است. پس از تهیه شاخص‌های ورودی یا همان INPUT، برای تهیه TARGET، پانصد نمونه آموزشی انتخاب شد که به سه بخش تقسیم می‌شود.

۱. مربوط به آموزش شبکه؛
۲. متوقف کردن محاسبات هنگام افزایش خطا؛
۳. راستی‌آزمایی شبکه (Jalili Ghazi-Zadeh and Noori, 2008: 13; Huang et al., 2002: 246; (Kiartzis et al., 1995: 2).

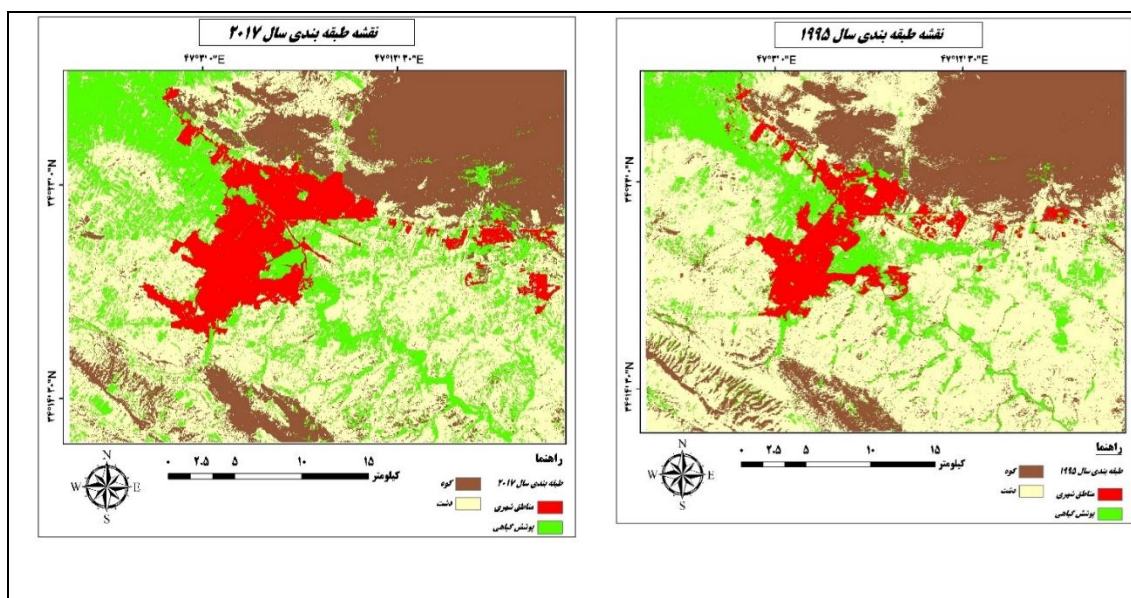
از پانصد نمونه آموزشی، ۷۰ درصد داده‌ها (۳۵۰ نقطه) در آموزش شبکه، ۱۵ درصد (۷۵ نقطه) به منظور اعتبارسنجی (برای کالیبره کردن مدل) و در نهایت ۱۵ درصد (۷۵ نقطه) باقی مانده به منظور ارزیابی و نتیجه‌گیری استفاده شد. برای تسهیل در همگرایی شبکه عصبی مصنوعی باید مقادیر مربوط به نرون‌های ورودی نرمال شوند؛ زیرا وارد کردن داده‌ها به صورت خام، سبب کاهش سرعت و دقت شبکه می‌شود (Yilmaz, 2009: 1126). برای نرمال‌سازی داده‌ها در این مطالعه از رابطه ۱ استفاده شد.

$$x_y = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

X_y ارزش (مقدار) نرمال‌شده لایه مورد نظر، x_i ارزش لایه ورودی، x_{\min} کمترین ارزش لایه و x_{\max} بیشترین ارزش لایه مورد نظر است. پس از انتخاب INPOT و TARGET باید تعداد لایه‌های پنهان مشخص شود. برای انتخاب تعداد نرون‌های لایه‌های میانی یا پنهان، روش‌های زیادی وجود دارد. یکی از کارآمدترین این روش‌ها روش آزمون و خطاست که در این مطالعه برای مشخص کردن تعداد لایه‌های پنهان از آن استفاده شد. در این روش، بهترین انتخاب برای تعداد نرون‌های لایه میانی، زمانی ایجاد می‌شود که طی مراحل آموزش و آزمایش شبکه، خطای شبکه به حداقل برسد. ۱۲ لایه پنهان در این شبکه انتخاب شد.

یافته‌ها

نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷ در زیر نمایش داده شده است: دقت نقشه‌های تهیه‌شده با شاخص کاپا و دقت کلی ارزیابی شد که مقادیر آن‌ها در جدول ۲ آمده است.



شکل ۱۹. طبقه‌بندی سال ۱۹۹۵ (سمت راست) و ۲۰۱۷ (سمت چپ)

جدول ۲. ضریب کاپا و دقت کلی طبقه‌بندی در سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷

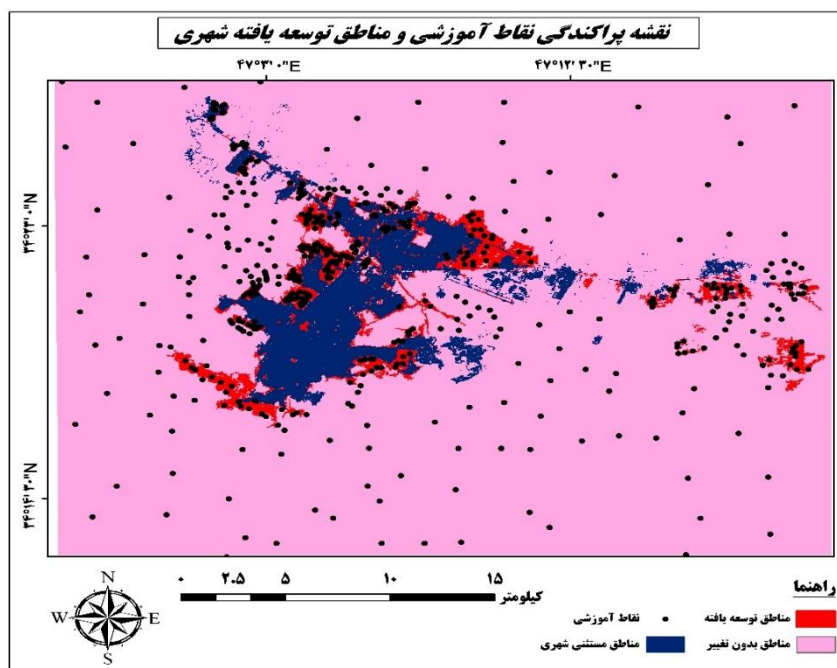
۲۰۱۷	۱۹۹۵	پارامترهای آماری
۰/۹۱	۰/۸۷	ضریب کاپا
۰/۹۴	۰/۹۰	دقت کلی

پس از طبقه‌بندی و استخراج مناطق توسعه شهری در این دوره ۲۳ ساله، نقاط آموزشی انتخاب، و مناطق مستثنای شهری حذف شدند.

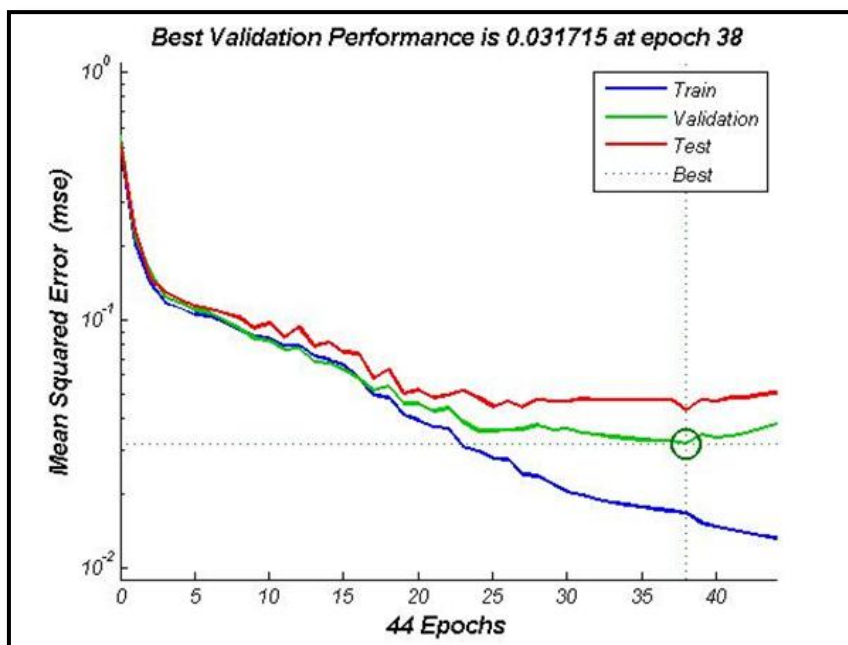
شبکه MLP با ساختار ۱۶ لایه ورودی (عوامل مؤثر در توسعه شهری)، ۱۲ لایه میانی (روش آزمون و خطا)، ۱ نرون در لایه خروجی که سبب یافتن نقشه خروجی می‌شود (نقشه نهایی پتانسیل توسعه شهری) و الگوریتم آموزش لونیگ-مارکوات اجرا شد. بدین ترتیب، آموزش‌های لازم برای روبه‌رو شدن با نمونه‌های جدید به شبکه صورت گرفت.

شکل ۲۱ تعداد تکرارها در شبکه را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است، شبکه پس از ۴۴ بار تکرار متوقف شد و به آموزش‌های لازم دست پیدا کرد. شبکه در تکرار ۳۸ به حالت بهینه، یعنی بیشترین هم‌بستگی و کمترین خطا رسید.

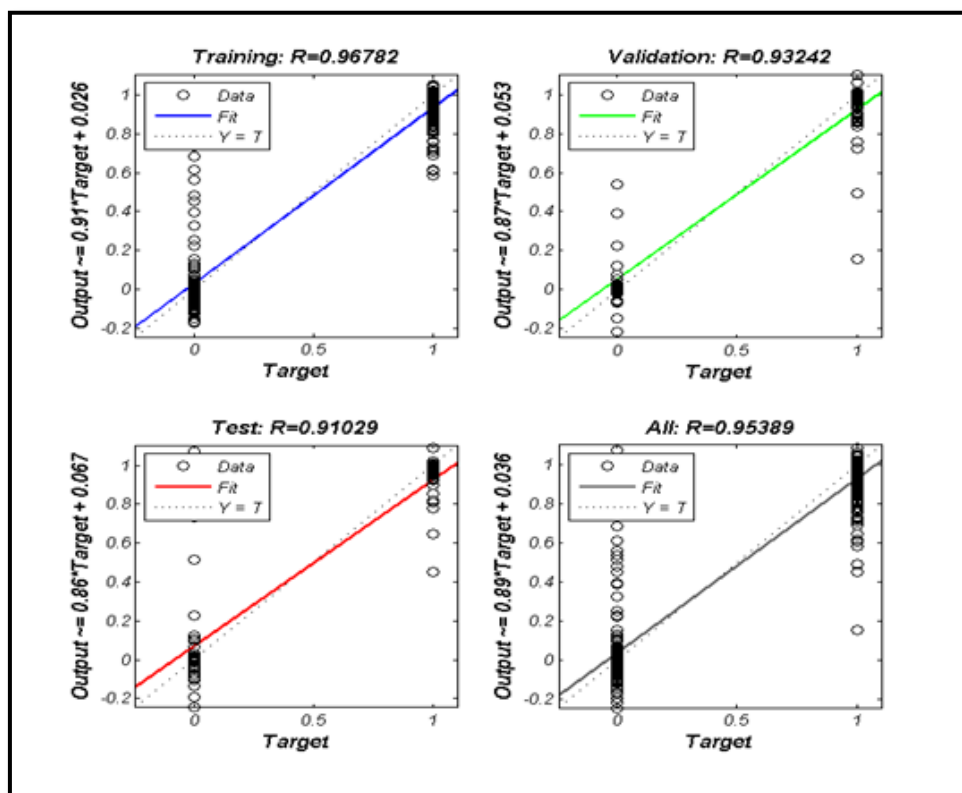
در شکل ۲۲، نمودار برازش و ضرایب رگرسیون مراحل آموزش، صحت‌سنجی و آزمون نهایی شبکه عصبی مشاهده می‌شود که بیانگر مقادیر بالایی است که برای این مراحل به‌دست آمد.



شکل ۲۰. پراکندگی نقاط آموزشی و مناطق توسعه شهری

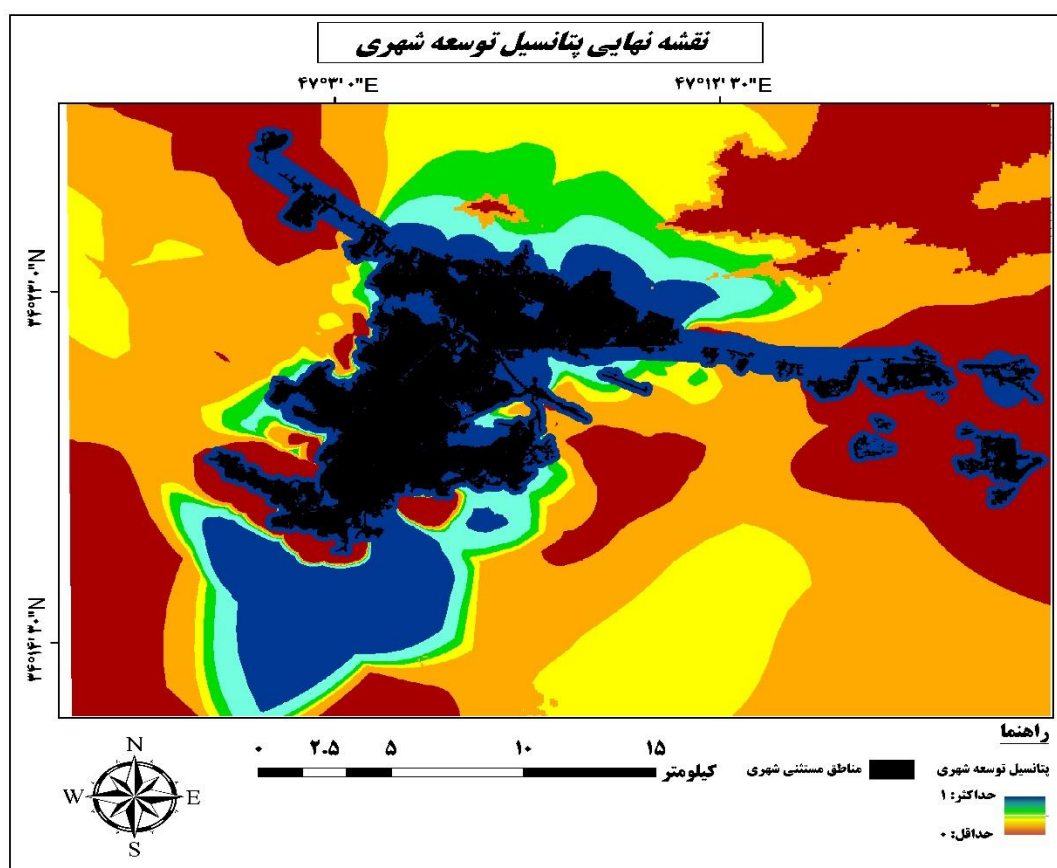


شکل ۲۱. برازش دفعات تکرار در شبکه عصبی



شکل ۲۲. نمودار برازش و ضریب هم‌بستگی در مراحل مختلف شبکه

در شبکه عصبی مصنوعی، جلوگیری از یادگیری بیش‌ازحد شبکه بسیار مهم است؛ زیرا در این حالت، شبکه به‌جای یادگیری و درک روابط بین پارامترها، حفظ کردن اطلاعاتی را که در اختیارش گذاشته شده است، آغاز می‌کند (Gomez et al., 2002: 23). بخش دوم داده‌های آموزشی برای همین امر در شبکه تعبیه شده است. با توجه به ضریب 0.93 این مرحله می‌توان مطمئن شد که از یادگیری بیش‌ازحد شبکه به‌خوبی جلوگیری شده است. درنهایت، ضریب رگرسیون کلی شبکه که حاصل شرکت‌دادن تمامی داده‌ها در شبکه است، 95 درصد حاصل شد. پس از اتمام مراحل، شبکه آموزش‌های لازم را برای مواجه‌شدن با مناطق جدید کسب می‌کند و می‌تواند مناطق جدید را براساس آنچه آموخته است، ارزش‌دهی کند؛ بنابراین، کل منطقه مورد مطالعه در اختیار شبکه قرار گرفت و شبکه براساس وزن معیارهایی که از آموزش کسب کرد، پهنه‌بندی را روی کل منطقه انجام داد. خروجی این مرحله، لایه‌ای با ارزش بین صفر و یک است که در شکل ۲۳ به‌صورت نقشه نهایی پتانسیل توسعه شهری نشان داده شده است.



شکل ۲۳. نقشه نهایی پتانسیل توسعه شهری

نتیجه گیری

رشد سریع شهرنشینی و توسعه شهری، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، به درک الگو و فرایندهای پیچیده رشد شهری به روش علمی و کارآمد نیاز دارد. مطالعه و پژوهش در مورد شهر و توسعه شهری، با توجه به ابعاد گسترده آن از موضوعات دشوار است و باید از جنبه‌های مختلف بررسی شود. لازمه مدیریت رشد شهری پایدار و برنامه‌ریزی توسعه شهری، درک الگوهای صحیح رشد شهری است.

کرمانشاه نهمین شهر پرجمعیت و یکی از کلان‌شهرهای ایران و مرکز استان کرمانشاه در ایران است که یکی از چهار شهر نخست در ایران از نظر حادبودن معضل حاشیه‌نشینی به‌شمار می‌رود. جمعیت حاشیه‌نشینان این شهر، نزدیک به ۳۷۰ هزار نفر برآورد می‌شود. هدف این مطالعه بررسی پتانسیل توسعه شهری در شهر کرمانشاه بوده است. با به‌کارگیری شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه، مناطق دارای پتانسیل توسعه شهری شهر کرمانشاه برای مدیریت بهتر و جلوگیری از آسیب‌های گسترش شهری در آینده تعیین شدند. همچنین در فراهم کردن اطلاعات ارزشمند از داده‌های اولیه و برای مدل‌سازی مناطق توسعه شهری، نگرشی بر مبنای سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌کار گرفته شد. در این زمینه، مطالعات زیادی صورت گرفته است. پارسی و پیلواپه (۱۳۹۳) به‌منظور تعیین جهت بهینه گسترش شهری در خارج از محدوده شهر کرمانشاه با به‌کارگیری اطلاعات توصیفی مانند جاده‌های شهری، مناطق صنعتی، خطوط انتقال برق

فشار قوی، ارتفاع، شیب، گسل، کاربری زمین و آب‌های سطحی و استفاده از روش AHP برای مرحله تصمیم‌گیری و وزن‌دهی و هم‌پوشانی لایه‌ها به این نتیجه رسیدند که ناحیه شرقی این شهر برای گسترش شهر در آینده، مناسب‌تر از مناطق دیگر است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که با دور شدن از امکانات و مناطق شهری، پتانسیل‌ها به شدت کاهش می‌یابد. مناطق دارای پتانسیل توسعه شهری، بیشتر در نزدیکی امکانات و مناطق شهری به‌ویژه جاده‌های اصلی خروجی شهر قرار دارند. بیشترین محدوده‌های دارای پتانسیل توسعه شهری، در جنوب شرق شهر کرمانشاه و اطراف جاده‌های اصلی کرمانشاه-اسلام‌آباد و کرمانشاه-کنگاور واقع‌اند. محدوده جنوب شرقی به دلیل داشتن شیب مناسب، فاصله از گسل و دشت بودن آن، محدوده‌ای مناسب برای توسعه تشخیص داده شد. همچنین محدوده اطراف جاده‌های اصلی به دلیل به صرفه بودن استفاده تجاری و مسکونی از این محدوده و کل محدوده متصل به شهر در همه جهات به دلیل داشتن فاصله کم از خدمات و راه‌ها به‌عنوان محدوده‌های مناسب برای توسعه تشخیص داده شد. تنها بخش اندکی از مناطق شمالی شهر که متصل به شهر است و شیب کمتری دارد، قابلیت توسعه شهری و توسعه گردشگری را دارد و بیشتر مناطق شمالی شهر به دلیل ارتفاع و شیب زیاد، پتانسیل اندکی برای توسعه دارند.

شاید بتوان از نتایج چنین مطالعه‌ای برای شناسایی مناطق پتانسیل‌دار و توسعه شهری استفاده کرد تا از شکل‌گیری و توسعه شهری نامناسب که تأثیرات منفی زیادی بر اکوسیستم شهری و زندگی ساکنان شهری دارد و سبب از بین رفتن سرمایه‌های شهر می‌شود، جلوگیری شود و برنامه‌ریزی آینده توسعه شهر کرمانشاه، متکی بر توسعه پایدار که کمترین صدمات و آسیب‌ها را داشته باشد، سرلوحه کار مدیران و برنامه‌ریزان شهری شود. با توجه به نتایج مطالعات می‌توان برای توسعه پایدار منابع و کاربری بهینه زمین پیشنهادهایی ارائه کرد؛ برای مثال، مناطق مستعد توسعه فیزیکی در برنامه‌ریزی‌های سازمان مسکن و شهرسازی در اولویت توسعه قرار گیرند و شهرک‌های آینده براساس اصولی مانند رعایت حریم گسل‌ها، کاربری مناسب زمین، شیب، فاصله از جاده اصلی و خدمات در منطقه مکان‌یابی شوند. علاوه بر آن، از گسترش در قسمت‌هایی که محدودیت دارند، جلوگیری شود.

منابع

- آرونوف، استن (۱۳۹۱)، *سنجش‌ازدور برای مدیران GIS*، ترجمه علی اصغر درویش‌صفت، مهتاب پیرباوقار و منیژه رجب‌پور رحمتی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- پوراحمد، احمد (۱۳۸۲)، «بررسی روند و الگوی توسعه شهری سنج با استفاده از GIS و RS»، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۱۶، صص ۱۵-۳۳.
- پیلوايه، سجاد و حمیدرضا پارسی (۱۳۹۳)، «تعیین جهت بهینه گسترش شهر کرمانشاه با استفاده از AHP و GIS»، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای (توقف انتشار)، سال ششم، شماره ۲۲، صص ۱۲۷-۱۴۲.
- جوادی، یاشار. (۱۳۸۷)، *مدل‌سازی تغییرات پوشش زمین با استفاده از Cellular Automata در محیط GIS*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران.
- خبرگزاری دانشجویان ایران (ایسنا): کرمانشاه جزء چهار شهر اول کشور از لحاظ حاشیه‌نشینی است، نوشته‌شده در ۲۲ آذر ۱۳۹۱؛ بازدید در ۲۶ مهر ۱۳۹۶.
- روزنامه باختر: حاشیه‌نشینی زخمی عمیق بر پیکره کرمانشاه ایجاد کرده است، نوشته‌شده در ۲۰ مهر ۱۳۹۶؛ بازدید در ۲۶ مهر ۱۳۹۶.
- رضایی‌مقدم، محمدحسین و همکاران (۱۳۸۹)، «طبقه‌بندی پوشش اراضی/ کاربری اراضی براساس تکنیک شیء‌گرا و تصاویر ماهواره‌ای، مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی» سال ۲۳، شماره ۲، صص ۱۹-۳۲.
- زبیری، محمد و علیرضا مجد (۱۳۸۰)، *آشنایی با فن سنجش‌ازدور و کاربرد در منابع طبیعی*، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران.
- صمدی، امیر (۱۳۹۴)، *به‌کارگیری تلفیقی شبکه عصبی مصنوعی و منطق فازی در توسعه شهری (نمونه موردی: شهر مریوان)*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- آوریده، حمیدرضا و همکاران (۱۳۹۳)، «برآورد عمق آب‌های ساحلی به کمک تصاویر سنجش‌ازدور فراطیفی»، نشریه علمی-ترویجی مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، سال ۶، شماره ۱، صص ۱-۱۰.
- کامیاب، حمیدرضا و همکاران (۱۳۹۰)، «کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی توسعه شهری (مطالعه موردی: شهر گرگان)»، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، سال چهل‌وسوم، شماره ۲، صص ۹۹-۱۱۴.
- Abidin, S. Z., Jamaluddin, M. F., and Abiden, M. Z. (2010), *Introducing an Intelligent Computerized Tool to Detect and Predict Urban Growth Pattern*, WSEAS Transactions on Computers, Vol. 9, No. 6: 604–613. (In Persian)
- Atkinson, P. M., and Tatnall, A. R. L. (1997), *Introduction Neural Networks in Remote Sensing*, International Journal of Remote Sensing, Vol. 18, No. 4: 699–709.
- Batty, M. (2007), *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, The Mit Press, Massachusetts.

- Bella, K. P., and Irwin, E. G. (2002), *Spatially Explicit Micro-Level Modelling of Land Use Change at the Rural-Urban Interface*, *Agricultural Economics*, Vol. 27, No. 3: 217–232.
- Dewan, A. M., and Yamaguchi, Y. (2009), *Land Use and Land Cover Change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using Remote Sensing to Promote Sustainable Urbanization*, *Applied Geography*, Vol. 29, No. 3: 390–401.
- Del Frate, F., Schiavon, G., and Solimini, C. (2005), *Change Detection in Urban Areas with Quickbird Imagery and Neural Networks Algorithms*, in *Iii Isprs International Symposium Remote Sensing and Data Fusion Over Urban Areas (Urban'05)*: 14–16.
- Galdavi, S. et al. (2013), *Urban Change Detection Using Multi-Temporal Remotely Sensed Imagery (Case Study: Gorgan Area, Northern Iran)*, *Environment and Urbanization Asia*, Vol. 4, No 2: 339–348.
- Guan, D. et al. (2011), *Modeling Urban Land Use Change by the Integration of Cellular Automaton and Markov Model*, *Ecological Modelling*, Vol. 222, No. 20: 3761–3772.
- Gomez, H., Kavzoglu, T., and Mather, P. (2002), *Artificial Neural Network Application, In Landslide Hazard Zonation in the Venezuelanandes*, *Abstracts of 15th International Conference on Geomorphology*, Tokyo, Japan: 23–28.
- Huang, H. G., Hwang, R. C., and Hsieh, J. G. (2002), *A New Artificial Intelligent Peak Power Load Forecaster Based on Non-Fixed Neural Networks*, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 24, No. 24: 245–250.
- Jalili Ghazi-Zadeh, M. and Noori, R. (2008), *Prediction of Municipal Solid Waste Generation by Use of Artificial Neural Network: A Case Study of Mashhad*, *International Journal of Environmental Research*, Vol.2, No. 1: 13–22. *(In Persian)*
- Junfeng, J. (2003), *Transition Rule Elicitation for Urban Cellular Automata Models, Case Study: Wuhan-China*, *Msc Thesis*, *International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (Itc)*, The Netherlands.
- Kamal Jain, P. (2011), *A Review Study on Urban Planning and Artificial Intelligence*, *International Journal of Soft Computing and Engineering (Ijsce)*, Vol. 1, No. 5: 2231–2307.
- Kiartzis, S. K., Bakirtzis, A. G., and Petridis, V. (1995), *Short-Term Load Forecasting Using Neural Networks*, *Electric Power Systems Research*, Vol.33, No.1: 1–6.
- Lin, H. et al. (2005), *Modeling Urban Sprawl and Land Use Change in a Coastal Area-A Neural Network Approach*, In *2005 Annual Meeting*, July 24–27, Providence, Ri (No. 19364). *American Agricultural Economics Association (New Name 2008: Agricultural and Applied Economics Association)*.
- Lu, D., and Weng, Q. (2007), *A Survey of Image Classification Methods and Techniques for Improving Classification Performance*, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 28, No. 5: 823–870.

- Noori, R. et al. (2010), *Comparison of Ann and Principal Component Analysis multivariate Linear Regression Models for Predicting the River Flow Based on Developed Discrepancy Ratio Statistic*, Expert Systems with Applications, Vol. 37, No. 8: 5856–5862. (In Persian)
- Noori, R. et al. (2011), *A Framework Development for Predicting the Longitudinal Dispersion Coefficient in Natural Streams Using an Neural Network*, Environmental Progress and Sustainable Energy, No. 3: 439–447. (In Persian)
- Pijanowski, B. C. et al. (2002), *Using Neural Networks and Gis to Forecast Land Use Changes: A Land Transformation Model*, Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 26, No. 6: 553–575.
- Park, S. et al. (2011), *Prediction and Comparison of Urban Growth by Land Suitability Index Mapping Using Gis and Rs in South Korea*, Landscape and Urban Planning, Vol. 99, No. 2: 104–114.
- Pauchard, A. et al. (2006), *Multiple Effects of Urbanization on the Biodiversity of Developing Countries: the Case of a Fast Growing Metropolitan Area (Concepción, Chile)*, Biological Conservation, Vol. 127, No. 3: 272–281.
- Subudhi, B. N. et al. (2014), *Spatio-Contextual Fuzzy Clustering with Markov Random Field Model for Change Detection in Remotely Sensed Images*, Optics and Laser Technology, Vol. 57: 284–292.
- Subasia A., and Erçelebib, E. (2005), *Classification of EEG Signals Using Neural Network and Logistic Regression*, Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol. 78, No. 2: 272–281.
- Sliuzas, R. V. (2004), *Managing Informal Settlements: A Study Using Geo-Information in Dar Es Salaam*, Utrecht University Repository, Tanzania.
- Tayyebi, A., Pijanowski, B. C., and Tayyebi, A. H. (2011), *An Urban Growth Boundary Model Using Neural Networks, GIS and Radial Parameterization: An Application to Tehran, Iran*, Landscape and Urban Planning, Vol. 100, No. 1: 35–44.
- Tewolde, M. G., and Cabral, P. (2011), *Urban Sprawl Analysis and Modeling in Asmara, Eritrea*, Remote Sensing, Vol. 3, No. 10: 2148–2165.
- Wassenaar, T. et al. (2007), *Projecting Land Use Changes in The Neotropics: the Geography of Pasture Expansion Into Forest*, Global Environmental Change, Vol. 17, No. 1: 86–104.
- Yilmaz, I. (2009), *Landslide Susceptibility Mapping Using Frequency Ratio, Logistic Regression, Artificial Neural Networks and Their Comparison: A Case Study from Kat Landslides (Tokat-Turkey)*, Computers and Geosciences, Vol. 35, No. 6: 1125–1138.
- Yaakup, A., and Sulaiman, S. (2007), *GIS as New Approach and Method in Preparing and Implementing the Development Plan in Malaysian Planning System*, Journal of Alam Bina, Vol.1.

- Aronov, S. (2012), *Remote Sensing for Gis Managers*, Translation: Ali Asghar Darvish Sefat, Mahtab Pirbabakher, Manijeh Rajabpour Rahmati, Tehran University Press, Tehran. (In Persian)
- Bactrian Newspaper: Creates A Wounded Marginal Belt on the Kermanshah, October 20, 2017. (In Persian)
- Javadi, Y. (2008), *Modeling Land Cover Changes Using Cellular Automata in the Environment*, GIS Msc Thesis, College of Engineering, Tehran University. (In Persian)
- Kamyab, H. R. et al. (2011), *Application of Artificial Neural Network in Urban Development Modeling (Case Study: Gorgan City)*, Human Geography Research, Vol. 43, No. 2: 99–114. (In Persian)
- Pilaway, S. and Parsi, H. R. (1393), *Determining The Optimal Distribution of Kermanshah City Using Ahp and Gis*, Urban and Regional Studies and Research (Stop Publishing), Vol. 6, No. 22: 127–142. (In Persian)
- Pourahmad, A. (2003), *A Survey on Trend and Urban Development Pattern in Sanandaj Using GIS and RS*, Honar-Ha-Ye-Ziba: Memary Va ShahrSazi, Vol. 16, No. 16:15-32. (In Persian)
- Rezaei Moghaddam, M. H. et al. (2010), *Classification of Land Coverage / Land Use Based on Objective Technique and Satellite Images, Case Study: West Azarbaijan Province, Watershed management researches (pajouhesh-va-sazandegi)*, Vol. 23, No. 2: 19–32. (In Persian)
- Samadi, A. (2015), *Use of Artificial Neural Network and Fuzzy Logic in Urban Development (Case Study: Urban City)*, Master's Thesis. University of Tehran. (In Persian)
- Student News Agency of Iran (Isna): *Kermanshah is one of The First Four Cities in The Country in Terms of Marginalization*, Written on December 22, 2012. (In Persian)
- Zubairy, M., and Majd, A. R. (2001), *Familiarize with Remote Sensing Technology and Application in Natural Resources*, Publishing and Printing Institute of Tehran University, Tehran. (In Persian)