



جغرافیا و روابط انسانی، بهار ۱۴۰۵، دوره ۹ شماره ۱، صص ۶۲۴-۶۰۶

تحلیل فضایی تغییرات کاربری اراضی سکونتگاه های روستایی مورد مطالعه خرم آباد

ساره پاکاریان^۱، وحید ریاحی^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران ایران.

۲- دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

riahi@khu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۱۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۲۸

چکیده

پژوهش حاضر با هدف تحلیل روند تحولات فضایی کاربری اراضی در شهرستان خرم آباد طی دوره ۲۵ ساله (۲۰۰۰-۲۰۲۵) و پیش بینی وضعیت آتی این کاربری ها در افق ۲۰۵۰، به بررسی پویایی های مؤثر بر الگوی توسعه سکونتگاهی و اثرات زیست محیطی آن می پردازد. تحلیل سری زمانی مساحت طبقات شش گانه کاربری اراضی (کشاورزی، جنگل، پوشش گیاهی، پهنه های آبی، زمین های بایر و شهری) با استفاده از داده های ۲۵ ساله (۲۰۰۰-۲۰۲۵) انجام پذیرفت. به منظور ارزیابی کمی روندها و اطمینان از معنی داری آماری آنها، مدل رگرسیون خطی ساده برای هر طبقه کاربری برازش داده شد. سپس، بر مبنای نرخ تغییرات تاریخی مشاهده شده، وضعیت آتی کاربری ها برای افق ۲۰۵۰ با استفاده از همین مدل پیش بینی گردید. نتایج تحلیل سری زمانی نشان دهنده ناهمگنی شدید در رفتار طبقات مختلف کاربری اراضی بود. طبقه شهری (انسان ساخت) با رشد سالانه ۱۳۵ هکتار (۴,۵٪) و افزایش مساحت از ۲۹۸۶ به ۶۲۹۷ هکتار، بالاترین نرخ رشد نسبی را تجربه کرد. در مقابل، عرصه های جنگلی با کاهش سالانه ۴۵ هکتار (۱۱,۲٪ کل مساحت دوره)، روندی نزولی و نگران کننده داشتند. اراضی کشاورزی و مراتع به ترتیب با نوسان و روند احیای نسبی، رفتاری غیرخطی از خود نشان دادند. تحلیل رگرسیون خطی تایید کرد که تنها روندهای مشاهده شده در دو طبقه جنگل (کاهش معنی دار آماری با شیب ۴۴,۷- هکتار در سال، $P < 0,01$) و شهری (افزایش معنی دار آماری با شیب ۱۳۵,۴+ هکتار در سال، $P < 0,01$) از نظر آماری در سطح اطمینان ۹۹٪ معنی دار بودند. این دو روند، قوی ترین دینامیس های فضایی حاکم بر منطقه را منعکس می کنند. مدل رگرسیون خطی پیش بینی کرد که روند توسعه شهری با افزوده شدن ۳۸۱۳ هکتار دیگر، تا سال ۲۰۵۰ ادامه یافته و مساحت آن به ۱۰۱۱۰ هکتار خواهد رسید. همچنین، تداوم روند تخریب جنگل ها موجب کاهش مساحت آنها به ۶۰۷۱ هکتار (کاهش سالانه ۴۹ هکتار) خواهد شد که پیامدهای زیست محیطی جدی در پی دارد. در مقابل، مراتع با افزایش سطح به ۳۳۶۲۹۹ هکتار و زمین های بایر به ۱۰۶۲۱ هکتار خواهند رسید که می تواند نشان دهنده گذار کاربری از کشاورزی کم بازده به مراتع نیمه طبیعی باشد. پژوهش حاضر نشان می دهد که شهرستان خرم آباد در آستانه تغییرات قابل توجه در کاربری اراضی خود قرار دارد. گسترش بی رویه مناطق شهری و تخریب مداوم عرصه های جنگلی، دو روند غالب و چالش برانگیز پیش روی این منطقه هستند.

کلیدواژه ها: کاربری اراضی، توسعه روستایی، پیش بینی، زیست محیطی، خرم آباد

کشورهای جهان سوم با چالش‌هایی نظیر عدم وجود تغییرات ساختاریافته و قاعده‌مند در کالبد فضایی خود روبرو هستند. این وضعیت، برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های سیاسی را با مشکلات متعددی مواجه می‌سازد، زیرا تغییرات فضایی-کالبدی در سکونتگاه‌های انسانی فاقد نظم و برنامه‌ریزی مدون است. در نتیجه، این عوامل منجر به دگرگونی‌های گوناگون در ابعاد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و کالبدی مناطق روستایی اطراف شهرها می‌شوند. رشد شتابان شهرها اغلب این جریان‌ها را به صورت موجی ایجاد می‌کند و میزان تأثیرپذیری روستاها با فاصله آن‌ها از شهرها نسبت عکس دارد (افراخته و حجی‌پور، ۱۳۹۲: ۱۵۹). بنابراین نواحی روستایی به عنوان مکان طبیعی ارزش بسیاری دارند، اما اغلب با محیط طبیعی در نواحی روستایی برخورد خوبی نمی‌شود. بسیاری از فرایندهای اصلی تغییر اجتماعی و اقتصادی در نواحی روستایی در طول قرن گذشته تأثیرات زیست محیطی چشمگیر و منفی به همراه داشته است. محیط طبیعی نواحی روستایی به دلیل بهره‌برداری انسانی از فضای روستایی دچار تخریب شده است (Woods, 2005, 130). به طور کلی گسترش بی‌رویه و نامنظم شهرها در ابعاد مکانی-فضایی، منجر به تغییر کاربری اراضی و از بین رفتن مرزهای عرفی روستاها می‌شود. این پدیده، پیامدهای چندوجهی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی به دنبال دارد. امروزه، با پررنگ‌تر شدن رویکرد زیست‌محیطی و پایدار در نظام فکری و اجرایی کشورها، نگرانی‌هایی جدی در خصوص تغییر کاربری اراضی و اثرات آن به وجود آمده است (Parry, 1990: 25). از جمله پیامدهای اقتصادی این تغییرات، می‌توان به دگرگونی در ساختار اقتصادی روستاها و از میان رفتن اراضی کشاورزی به عنوان بنیان اصلی تولید اشاره کرد. کاهش سطح زیر کشت محصولات استراتژیک به دلیل توسعه شهری، مستقیماً بر توان تولید مواد غذایی تأثیر منفی گذاشته و امنیت غذایی منطقه‌ای و ملی را به چالش می‌کشد، به طوری که این امر نیازمند واردات بیشتر و افزایش آسیب‌پذیری در برابر نوسانات بازارهای جهانی است (FAO, 2023). در ابعاد اجتماعی، از دست دادن اراضی کشاورزی و تغییر ساختار اقتصادی روستاها، اغلب منجر به بیکاری روستاییان و مهاجرت آن‌ها به شهرها می‌شود. این مهاجرت‌ها می‌تواند معضلات اجتماعی جدیدی در شهرها ایجاد کرده و بافت اجتماعی روستاها را نیز از هم بپاشد (United Nations, 2019). از منظر زیست‌محیطی، تغییر کاربری اراضی، به ویژه تبدیل مراتع و مناطق طبیعی به کاربری‌های توسعه‌ای، منجر به از بین رفتن زیستگاه‌های طبیعی، کاهش تنوع زیستی و اختلال در خدمات اکوسیستمی مانند تصفیه آب و هوا، گرده‌افشانی و کنترل فرسایش خاک می‌شود (Chelik, 2005, Ray dans, 2012: Bowen et al, 1991: 43, Wagrowski, 1997: 280). همچنین، منابع آب تحت تأثیر قرار گرفته و شاهد تغییر در رطوبت و شوری آن‌ها خواهیم بود. در نتیجه رویکردهای مختلفی به عوامل تأثیرگذار تحول کاربری اراضی زمین در طی زمان شکل‌گرفته است. در این زمینه لمبین، عوامل و نیروهای انسانی و اجتماعی (درونی) را مهمترین دالیل تأثیرگذار در تغییر کاربری زمین میدانند. (Borsboorn & Zondag, 2009: 6). بنابراین برای مقابله با این چالش‌ها، رویکردهای مدیریت پایدار اراضی، برنامه‌ریزی کاربری اراضی مبتنی بر اصول توسعه پایدار و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های توسعه‌ای اهمیت فزاینده‌ای یافته‌اند. این رویکردها تلاش می‌کنند تا بین نیازهای توسعه‌ای و حفاظت از منابع طبیعی و زیست‌محیطی تعادل برقرار کنند (European Environment Agency, 2017). براساس تحقیقات جمعیتی در نیم قرن اخیر اطلاعات مرکز آمار نشان‌دهنده

تغییر چشمگیری در نسبت جمعیت روستایی و شهری در ایران است. در سال ۱۳۳۵، سهم جمعیت روستایی ۶۸٫۵ درصد و جمعیت شهری ۳۱٫۸ درصد بوده است. این روند در سال ۱۳۹۰ به طور معکوس تغییر یافته و جمعیت شهری به ۷۱ درصد و جمعیت روستایی به ۲۹ درصد رسیده است. این تحولات نشان‌دهنده رشد سریع شهرنشینی، تبدیل روستاها به شهر، مهاجرت از روستاها و توزیع نامتعادل جمعیت در سطح کشور است. بر اساس آمار مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵، روند شهرنشینی ادامه یافته و نسبت جمعیت شهری به ۶۹٫۶ درصد و جمعیت روستایی به ۳۰٫۴ درصد رسیده است. اگرچه نسبت جمعیت شهری نسبت به سال ۱۳۹۰ اندکی کاهش یافته (۷۱ درصد به ۶۹٫۶ درصد)، اما همچنان اکثریت جمعیت کشور در مناطق شهری ساکن هستند و این نشان‌دهنده ادامه روند شهرنشینی و تمرکز جمعیت در شهرها است. این آمار نیز بر اهمیت بررسی پیامدهای گسترش شهرها و تغییر کاربری اراضی تأکید دارد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵).

شهرستان خرم‌آباد، به عنوان یکی از نواحی مهم و دارای پتانسیل‌های طبیعی و انسانی در غرب کشور، طی دهه‌های اخیر دستخوش دگرگونی‌های متعددی در ساختار و کاربری اراضی خود، به ویژه در پیرامون سکونتگاه‌های روستایی و گسترش مناطق شهری، بوده است. این تغییرات که بازتابی از فرآیندهای پیچیده اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است، اثرات مستقیمی بر اکوسیستم منطقه، منابع طبیعی و الگوهای توسعه فضایی داشته و چالش‌های جدیدی را پیش روی مدیریت سرزمین قرار داده است. در دنیای امروز، پیش‌بینی تغییرات آتی کاربری اراضی به یکی از ارکان اساسی برنامه‌ریزی فضایی و مدیریت محیط زیست پایدار تبدیل شده است. این پیش‌بینی‌ها، که با استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی و تحلیل روند گذشته‌نگر انجام می‌شوند، به مدیران و برنامه‌ریزان این امکان را می‌دهند تا از پیامدهای احتمالی تصمیمات خود آگاه شده و رویکردهای پیشگیرانه و اصلاحی را پیش از وقوع بحران‌های زیست‌محیطی و اجتماعی اتخاذ نمایند. درک دینامیک مکانیزم‌های تغییر کاربری اراضی، شناسایی عوامل محرک اصلی و ارزیابی پیامدهای آتی، گامی بنیادین در جهت تدوین راهبردهای پایدار و متناسب با ظرفیت‌های منطقه محسوب می‌شود. از این رو، پژوهش حاضر با اتخاذ رویکردی تحلیلی-پیش‌بینانه، به بررسی جامع روند تغییرات کاربری اراضی در شهرستان خرم‌آباد در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۵ پرداخته و با بهره‌گیری از مدل‌های رگرسیون خطی، چشم‌انداز آتی این تغییرات را تا افق ۲۰۵۰ مورد ارزیابی قرار می‌دهد. هدف اصلی، ارائه تصویری روشن از وضعیت آتی سرزمین و شناسایی مهم‌ترین چالش‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی در راستای دستیابی به توسعه پایدار است. در این راستا، سوالات کلیدی پژوهش عبارتند از:

۱. الگوها و روندهای فضایی-زمانی در تغییرات کاربری اراضی شهرستان خرم‌آباد طی دو دهه اخیر (۲۰۰۰-۲۰۲۵) چگونه است؟

۲. پیش‌بینی وضعیت آتی کاربری اراضی در شهرستان خرم‌آباد تا افق ۲۰۵۰ چه تصویری از چالش‌های احتمالی زیست‌محیطی و مدیریتی ارائه می‌دهد؟

۲. مبانی نظری

۲-۱. توسعه روستایی

رشد و بالندگی مناطق روستایی، به عنوان یک فرآیند چندوجهی و پویا، نقشی اساسی در تحقق توسعه همه‌جانبه ایفا می‌کند (Straka & Tuzova, 2016: 502). این توسعه، با هدف رهایی جوامع روستایی از چالش‌هایی چون فقر و محرومیت، به استراتژی محوری در برنامه‌های توسعه بسیاری از کشورها، به ویژه آنهایی که بخش عمده جمعیتشان در روستاها ساکن هستند، بدل شده است (موسوی، ۲۰۱۵: ۱۵۴; Eziyi & Krothapalli, 2014: 1493). توسعه روستایی را می‌توان به مثابه ارتقاء کیفی نظام‌های اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی روستا، همراه با افزایش سرمایه‌گذاری‌های کمی تعریف کرد. این رویکرد، راهکاری عملی برای پیشبرد توسعه همه‌جانبه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی محسوب می‌شود و بر افزایش درآمد روستاییان، کاهش شکاف فقر و ارتقاء ارزش افزوده اقتصادی در این مناطق تمرکز دارد. بنابراین، توسعه روستایی از جایگاه ویژه‌ای در مسیر توسعه ملی، به خصوص در کشورهای در حال توسعه، برخوردار است (افراخته و توفیق‌یان اصل، ۱۳۹۵: ۱۹۴). در همین راستا، ادراک توسعه روستایی صرفاً به عنوان افزایش تولید یا زیرساخت‌ها، نگاهی محدود است؛ بلکه باید آن را به مثابه فرآیندی برای توانمندسازی ساکنان روستا و ارتقاء کیفیت زندگی آن‌ها، با در نظر گرفتن مؤلفه‌های زیست‌محیطی و فرهنگی بومی، مد نظر قرار داد (Jankowski, 2018: 33). این دیدگاه جامع، تضمین‌کننده پایداری و اثربخشی بلندمدت برنامه‌های توسعه روستایی خواهد بود.

۲-۲. مفهوم کاربری اراضی

مفهوم کاربری اراضی (Land Use) به عنوان لایه پیونددهنده میان فعالیت‌های انسانی و پویایی‌های اکوسیستم، فرآیندی پیچیده است که در آن شیوه‌های بهره‌برداری بشر از زمین برای اهداف سکونتگاهی، اقتصادی و زیرساختی شکل می‌گیرد (Verburg et al., 2023: 12). این مفهوم فراتر از یک طبقه‌بندی صرف فیزیکی، بازتاب‌دهنده تعاملات چندسطحی میان نیروهای اجتماعی-اقتصادی، حکمرانی فضایی و تغییرات محیطی است که بازخورد مستقیم آن بر امنیت غذایی، تاب‌آوری اقلیمی و خدمات اکوسیستمی مشهود است (Liu et al., 2022: 45). در ادبیات نوین، کاربری اراضی نه به عنوان یک وضعیت ایستا، بلکه به مثابه یک سیستم پویا در نظر گرفته می‌شود که در واکنش به پیشران‌های توسعه، شهرنشینی شتابان و نیازهای مدیریتی در سطوح مختلف محلی تا جهانی، دائماً در حال بازآرایی است (Lambin et al., 2020: 89). لذا، مطالعه تغییرات کاربری اراضی امروزه به عنوان ابزاری حیاتی برای سناریوسازی و مدیریت استراتژیک سرزمین در راستای دستیابی به اهداف توسعه پایدار و مقابله با چالش‌های عصر آنتروپوسن شناخته می‌شود.

۲-۳. تغییر کاربری اراضی

تغییر کاربری اراضی به عنوان یکی از چالش‌های بنیادین در جهان امروز شناخته می‌شود که تحت تأثیر رشد فزاینده شهرنشینی، شتاب بی‌سابقه‌ای یافته است. فرآیندهای شهرنشینی و گسترش فضاهای سکونتگاهی که ریشه‌های تاریخی

آن به عصر انقلاب صنعتی در قرن هجدهم میلادی در اروپا بازمی‌گردد، در نیم‌قرن اخیر به شکلی گسترده‌تر نمود یافته و منجر به توسعه کالبدی شهرها و پیشروی آن‌ها به سوی حریم‌ها و مناطق پیرامونی شده است (عناستانی و جعفری، ۱۳۹۹: ۱۹).

۲-۴. روابط شهر و روستا

امروزه پارادایم توسعه، روابط میان شهر و روستا را نه به عنوان دو محیط مجزا، بلکه به مثابه یک پیوستار فضایی (Spatial Continuum) می‌بیند که در آن جریان‌های پویای اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی به‌طور مداوم در حال تغییر شکل هستند. این درهم‌تنیدگی فضایی به ویژه در کشورهای در حال توسعه، از طریق گسترش شبکه‌های زیرساختی و بازارهای غیررسمی، باعث شده تا مرزهای سنتی میان جوامع شهری و روستایی کم‌رنگ‌تر شده و الگوهای معیشتی چندگانه شکل بگیرد (Tacoli, 2017). علاوه بر این، پیوندهای شهر و روستا نقشی تعیین‌کننده در تاب‌آوری در برابر تغییرات اقلیمی ایفا می‌کنند؛ به‌طوری که تقویت پیوندهای غذایی محلی و مدیریت یکپارچه منابع طبیعی می‌تواند به کاهش آسیب‌پذیری هر دو پهنه در برابر شوک‌های بیرونی منجر شود (OECD, 2020). در نتیجه، سیاست‌گذاری‌های منطقه‌ای موفق بر تقویت پیوندهای چندجانبه (تأمین مالی، زیرساختی و اجتماعی) استوار است که فراتر از رویکردهای بخشی عمل کرده و انسجام سرزمینی را ارتقا می‌بخشند (World Bank, 2021).

۳. پیشینه تحقیق

نعمتی جوزقانی و ریاحی (۱۴۰۱) در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل تحولات کاربری اراضی در نواحی روستایی شهرستان تربت‌جام با استفاده از داده‌های سنجش از دور»، به بررسی تغییرات فضایی و زمانی کاربری اراضی طی دو دهه اخیر پرداختند. در این پژوهش با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای لندست و نرم‌افزارهای ArcGIS و ENVI، تغییرات انواع کاربری شامل اراضی کشاورزی، مرتعی و مسکونی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در فاصله زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵، کاربری مسکونی بیشترین افزایش و اراضی مرتعی بیشترین کاهش را داشته است. همچنین ریاحی و همکاران نتیجه گرفتند که رشد کالبدی سکونتگاه‌های روستایی در پی توسعه زیرساخت‌ها و افزایش جمعیت، موجب تغییر سریع در الگوی فضایی کاربری اراضی شده و بر تعادل اکولوژیکی منطقه تأثیر منفی گذاشته است. دنیائی داریان و ریاحی (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان بررسی و تحلیل فضایی مکانی تغییرات کاربری اراضی (نمونه موردی: شهرستان آذرشهر به بهره‌گیری از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS) و با استفاده از تصاویر لندست ۷ و ۸ و پروداکت کاربری اراضی سنجنده مادیس برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۰ در شهرستان آذرشهر، به بررسی و تحلیل فضایی-مکانی تغییرات کاربری اراضی با تمرکز بر کاربری‌های زراعی (کشت آبی و باغی) پرداخته است. یافته‌های کلیدی این تحقیق نشان‌دهنده افزایش حدود ۱۷ هزار کیلومتر مربعی کاربری زراعی طی دوره ۲۰ ساله و شناسایی کشت آبی به عنوان الگوی غالب است؛ همچنین، ارتباط معکوس بین تراکم روستاها و مساحت زمین‌های زراعی مشاهده گردیده است. جهانیان و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان تحلیل فضایی و پهنه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از مدل AHP و GIS در منطقه مورد مطالعه (مطالعه موردی: دشت قره)، به بررسی و تحلیل فضایی کاربری

اراضی در دشت قروه پرداختند. این محققان با بهره‌گیری از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مناطقی را که برای کاربری‌های مختلف (کشاورزی، مسکونی، صنعتی و...) مناسب هستند، پهنه‌بندی کرده و در نهایت راهکارهایی را برای مدیریت بهینه و پایدار اراضی ارائه نمودند. نوروبی و رحمانی (۱۳۹۴) در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل فضایی اثرات زیست‌محیطی تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کرخه)»، اثرات زیست‌محیطی ناشی از تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز کرخه را مورد بررسی قرار دادند. این پژوهشگران با استفاده از GIS و تصاویر ماهواره‌ای، روند این تغییرات را در طول زمان تحلیل کرده و تاثیرات آن بر عواملی چون فرسایش خاک و کیفیت آب را مستند ساختند. کرمی مهربان (۱۳۹۵) در پژوهشی تحت عنوان «بررسی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی سکونتگاه‌های روستایی پیراشهری یاسوج طی دهه ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲» با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش توصیفی و تحلیلی نشان داد که در این دوره مساحت کاربری‌های مسکونی به بیش از دو برابر رسیده و به میزان زیادی نیز بر وسعت کل محدوده افزوده شده است. همچنین نشان داد که دلیل اصلی تغییرات کاربری اراضی در روستاهای مورد مطالعه، تحولات کارکردی می‌باشد. افراخته و حاجی‌پور (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان «خرش شهری و پیامدهای آن در توسعه پایدار روستایی، با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ سنجنده TM در دو بازه زمانی ۱۳۸۰ و ۱۳۸۹ و به‌کارگیری تکنیک‌های سنجنش از دور و نظریه زمینه‌ای، به بررسی این پدیده پرداختند. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که گسترش کالبدی شهر بیرجند در دوره مذکور، منجر به بلعیده شدن اراضی روستاهای اطراف و تغییر کاربری آن‌ها به پهنه‌های مسکونی شده است. معبودی و حکیمی (۱۳۹۳) در مقاله‌ای با عنوان «تحلیلی بر تغییرات کاربری اراضی و شبیه‌سازی گسترش شهری شهرهای میانه اندام»، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۵ و تحلیل نرم‌افزاری توسط GIS و مدل زنجیره مارکوف، فرایند تحولات کاربری اراضی را بررسی کردند. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که مساحت اراضی ساخته‌شده شهری از حدود ۱۳،۹۹۵ هکتار در سال ۱۳۶۸ به ۶۲،۲۵۵۷ هکتار در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته و در مقابل، اراضی کشاورزی با کاهش سطح مواجه بوده‌اند. فلاحتکار و علیزاده (۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان «پهنه‌بندی قابلیت اراضی برای کاربری‌های مختلف کشاورزی و غیرکشاورزی با استفاده از GIS و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه موردی: دشت مغان)»، چارچوبی را برای مدیریت پایدار اراضی ارائه دادند. آن‌ها با ترکیب GIS و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM مانند AHP، قابلیت اراضی دشت مغان را برای کاربری‌های گوناگون کشاورزی و غیرکشاورزی پهنه‌بندی و ارزیابی کردند. حیدری و احمدی (۱۳۹۶) در تحقیق خود با عنوان «تحلیل فضایی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل Cellular Automata و GIS مطالعه موردی: شهر گرگان»، به تحلیل فضایی دگرگونی‌های کاربری اراضی شهر گرگان پرداختند. این محققان با استفاده از مدل خودکار سلولی (CA) در محیط GIS، الگوی احتمالی آینده گسترش شهری را با در نظر گرفتن عوامل مؤثر پیش‌بینی کرده و نتایج را ارائه نمودند. عزیز و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «تحلیل فضایی و ارزیابی پایداری کاربری اراضی با استفاده از شاخص‌های اکولوژیکی و GIS مطالعه موردی: منطقه حفاظت شده دنا»، به تحلیل فضایی کاربری اراضی در منطقه حفاظت شده دنا پرداختند. آن‌ها با به‌کارگیری شاخص‌های اکولوژیکی و ابزارهای GIS، پایداری کاربری‌های مختلف را ارزیابی کرده و در نهایت، کاربری‌های ناپایدار را شناسایی و راهکارهایی را برای حفظ بهتر اکوسیستم منطقه پیشنهاد نمودند. جمشید زهی شه بخش و قنبری (۱۳۹۹) در پژوهشی تحت عنوان «خرش شهری و تحولات

کالبدی-فضایی سکونتگاه‌های پیراشهر زاهدان» به این نتیجه دست یافتند که اثرات خزش شهر زاهدان و جریانات فضایی حاکم بر آن باعث تحولات کالبدی-فضایی در ابعاد مختلف در نواحی روستایی پیراشهری گردیده است. این اثرات بر بخش کشاورزی منفی و در بخش خدمات مثبت و در بعد اجتماعی حاکی از ایجاد نقش خوابگاهی و افزایش جابجایی جمعیت و تبادلات فرهنگی از روستاهای پیرامونی به شهر زاهدان بود که از الگوی کالبدی-پراکنده و نامنسجم شهری و روستایی تبعیت نموده است. کیانی و زبردست (۱۳۹۳) در تحقیق خود با عنوان «تحلیل فضایی تغییرات کاربری اراضی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و GIS مطالعه موردی: شهر یزد»، به تحلیل چگونگی دگرگونی کاربری اراضی در شهر یزد طی دو دهه پرداخته‌اند. آن‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و نرم‌افزار GIS، روند گسترش شهری و تبدیل اراضی کشاورزی به کاربری‌های مسکونی و تجاری را مورد بررسی قرار دادند و نتایج را مستند ساختند. سعیدی و رضایی (۱۳۹۷) در مقاله‌ای تحت عنوان «تحلیل فضایی الگوی گسترش شهری و تاثیر آن بر کاربری اراضی (مطالعه موردی: شهر کرمانشاه)»، الگوی توسعه شهر کرمانشاه را از منظر فضایی تحلیل کردند. این پژوهشگران با استفاده از GIS و تصاویر ماهواره‌ای، تاثیر این الگوی گسترش که عمدتاً خطی و به هم پیوسته توصیف شده را بر اراضی کشاورزی پیرامون شهر مورد ارزیابی قرار داده و اثرات منفی آن را مستند نمودند. وربرگ و همکاران (۲۰۰۹) در مقاله مدل‌سازی تغییر کاربری اراضی با چارچوبی عمومی برای اتصال مدل‌ها، یک چارچوب عمومی برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی ارائه کردند که امکان اتصال مدل‌های مختلف را فراهم می‌سازد. آن‌ها به تحلیل الگوهای فضایی و زمانی تغییرات کاربری اراضی با رویکردی سیستمی پرداختند. ستو و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهش فراتحلیلی از گسترش جهانی کاربری اراضی شهری، یک فراتحلیل از داده‌های جهانی در مورد گسترش کاربری اراضی شهری ارائه دادند. نویسندگان با تحلیل داده‌های متعدد، الگوها و عوامل مؤثر بر گسترش شهرها در سطح جهانی را بررسی کرده و به نتایج مهمی در این زمینه دست یافتند. پونتیسو و جونور و همکاران (۲۰۰۷) در مقاله مدل‌سازی تغییر کاربری اراضی با ترکیب تغییر کاربری اراضی و تغییر پوشش اراضی، به تلفیق دو مفهوم تغییر کاربری اراضی و تغییر پوشش اراضی برای مدل‌سازی دقیق‌تر پرداختند. نویسندگان روشی را برای تحلیل فضایی این تغییرات با استفاده از رویکردهای مکانی-زمانی ارائه کردند. سوحل و ونگ (۲۰۱۶) در پژوهش الگوهای فضایی-زمانی تغییرات کاربری/پوشش اراضی در منطقه ساحلی جنوبی بنگلادش، به تحلیل الگوهای فضایی و زمانی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در منطقه ساحلی جنوبی بنگلادش پرداختند. محققان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و GIS، روند تغییرات را طی چندین سال بررسی کرده و اثرات آن را بر محیط زیست منطقه مطالعه نمودند.

۴. مواد و روش‌ها

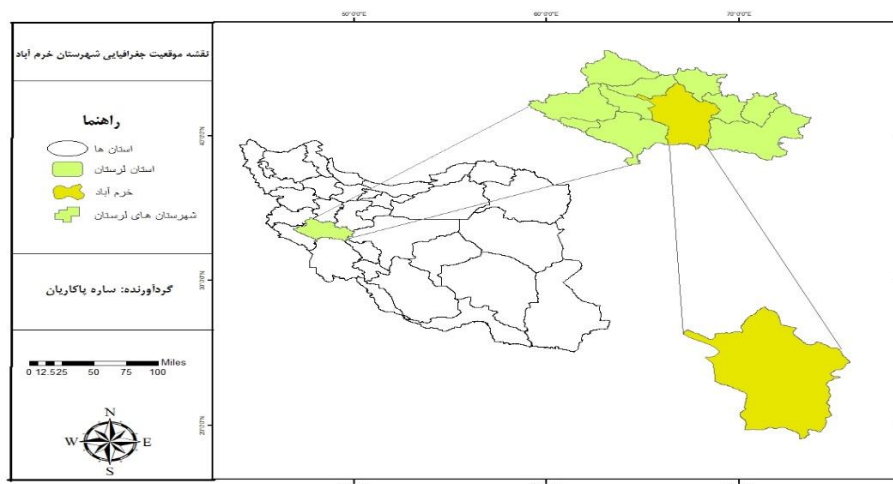
۴-۱. محدوده مورد مطالعه

شهرستان خرم‌آباد به عنوان مرکز استان لرستان در بخش میانی این استان و در محدوده زاگرس میانی واقع شده است. این شهرستان بین طول‌های جغرافیایی حدود $48^{\circ} 05'$ تا $48^{\circ} 55'$ شرقی و عرض‌های جغرافیایی $33^{\circ} 00'$ تا $33^{\circ} 45'$ شمالی قرار گرفته است. مساحت شهرستان حدود ۷۰۰ و ۴ کیلومتر مربع بوده و از شمال و شمال‌غرب به شهرستان سلسله، از شرق به شهرستان الیگودرز، از جنوب به شهرستان پلدختر و از غرب به شهرستان کوهدشت محدود می‌شود. شهر خرم‌آباد که مرکز این شهرستان است، در ارتفاع حدود ۱۴۷ و ۱ متر از سطح دریا واقع شده و از نظر طبیعی در دره‌ای کوهستانی میان رشته‌کوه‌های زاگرس قرار دارد. از نظر دسترسی جغرافیایی، شهرستان بر سر مسیر ارتباطی اصلی شمال و جنوب غرب کشور (مسیر تهران - اهواز) قرار دارد که موجب تعامل اقتصادی و اجتماعی بیشتر با نواحی پیرامونی شده است. موقعیت جغرافیایی ویژه خرم‌آباد در زاگرس میانی، آن را به یکی از مناطق کلیدی در بررسی روند تغییرات کاربری اراضی روستایی و پیش‌بینی تحولات فضایی آینده تا افق سال ۲۰۵۰ تبدیل کرده است.

جدول شماره ۱: طبقه‌بندی جمعیتی روستاهای شهرستان خرم‌آباد در سال ۱۳۹۵

| طبقات خانوار | تعداد روستاها | میزان خانوار (کل) | جمعیت (کل) |
|----------------------|---------------|-------------------|------------|
| صفر تا ۵۰ خانوار | ۲۸۵۹ | ۳۵,۵۹۱ | ۲۱۰,۰۸۵ |
| ۵۰ تا ۱۰۰ خانوار | ۳۹۰ | ۲۷,۶۶۲ | ۱۶۴,۵۷۲ |
| ۱۰۰ تا ۲۵۰ خانوار | ۲۱۹ | ۳۲,۴۳۸ | ۳۴۸,۴۶۹ |
| ۲۵۰ تا ۵۰۰ خانوار | ۴۴ | ۱۵۰۸۵ | ۸۶۷۵۳ |
| ۵۰۰ خانوار و بیشتر.. | ۱۶ | ۱۲۲۹۳ | ۶۳۸۴۰ |

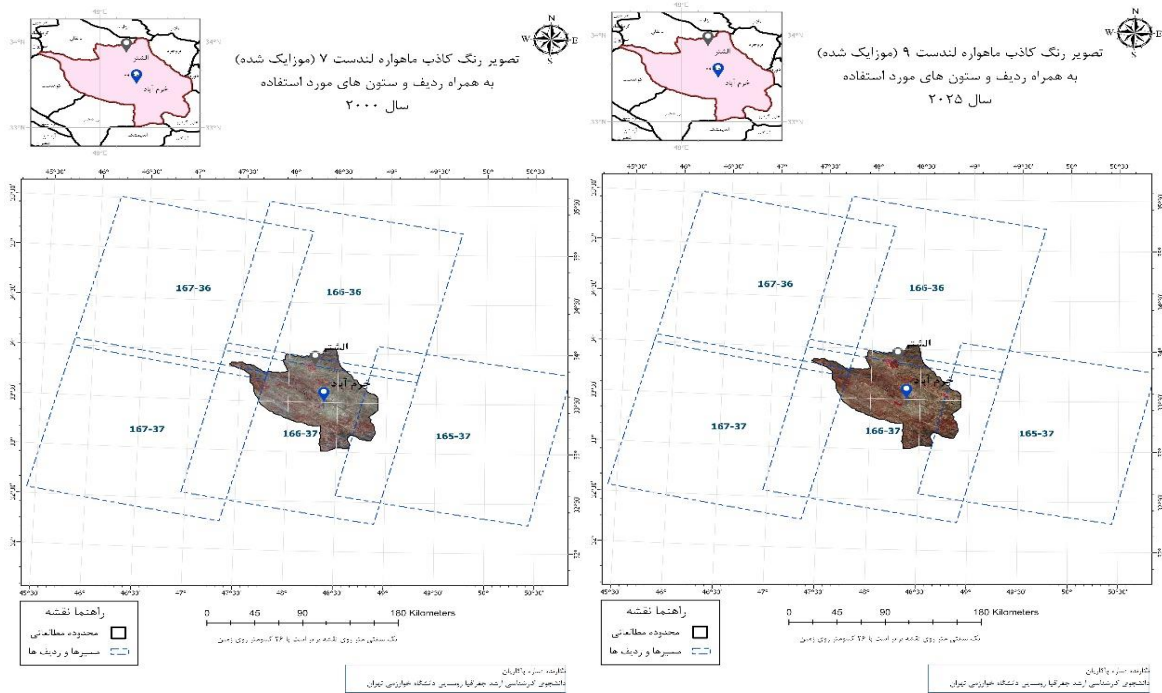
منبع: سرشماری عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۹۵



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی شهرستان خرم‌آباد

۲-۴. داده های مورد استفاده و پردازش تصاویر

به منظور بررسی تغییرات مکانی و زمانی پوشش اراضی شهرستان خرم آباد، از تصاویر ماهواره‌ای لندست در بازه زمانی ۲۰۰۰ و ۲۰۲۵ استفاده گردید. برای این منظور، تصاویر فصلی پاییز مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۵ تهیه و پردازش شدند. جهت نمایش و آشکارسازی بهتر تمایز بین کاربری‌ها و پوشش‌های سطحی مختلف، ترکیب رنگ کاذب (شکل ۲) به کار گرفته شد.



شکل ۲: کاربری های ترکیب رنگ کاذب لندست ۷ و ۹

به منظور استخراج نقشه‌های کاربری اراضی، از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ سنجنده (ETM+) برای سال ۲۰۰۰ و لندست ۹ سنجنده (OLI-2) برای سال ۲۰۲۵ استفاده گردید. با توجه به قرارگیری شهرستان خرم‌آباد در محل تلاقی دو مسیر (Path) و دو ردیف (Row) متفاوت (مشخص شده در شکل)، برای پوشش کامل محدوده مطالعاتی، موزاییک دو فریم تصویری در هر مقطع زمانی تهیه شد. ترکیب رنگی کاذب نمایش داده شده در شکل، حاصل اختصاص باند مادون قرمز نزدیک به رنگ قرمز، باند قرمز به رنگ سبز و باند سبز به رنگ آبی است. در این ترکیب رنگی، پوشش گیاهی متراکم (جنگل‌ها و مراتع پرتراکم) با تئالیته قرمز تیره تا روشن، اراضی شهری و انسان‌ساخت با رنگ‌های خاکستری-فیروزه‌ای و زمین‌های بایر و لخت با رنگ‌های روشن و سفید متمایز می‌شوند. این نمایش، تفکیک بصری دقیق‌تری از مرز بین کاربری‌ها را در فرآیند نمونه‌برداری آموزشی میسر ساخت.

۵. یافته ها و تحلیل داده ها

۵-۱ ارزیابی دقت (بررسی میزان خطا)

دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از ماتریس خطا و محاسبه شاخص‌های صحت کلی و ضریب کاپا برای هر شش مقطع زمانی مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۲. شاخص‌های کلی دقت طبقه‌بندی در سال‌های ۲۰۲۵-۲۰۰۰

| سال | دقت کلی | ضریب کاپا |
|------|---------|-----------|
| ۲۰۰۰ | ۹۵٫۸ | ۰٫۹۴ |
| ۲۰۰۵ | ۹۵٫۱ | ۰٫۹۳ |
| ۲۰۱۰ | ۹۴٫۹ | ۰٫۹۳ |
| ۲۰۱۵ | ۹۴٫۷ | ۰٫۹۲ |
| ۲۰۲۰ | ۹۴٫۳ | ۰٫۹۲ |
| ۲۰۲۵ | ۹۳٫۸ | ۰٫۹۱ |

صحت کلی تمامی نقشه‌ها بالاتر از ۹۳٪ بوده که فراتر از حد استاندارد ۸۵٪ در مطالعات سنجش از دور است. کاهش جزئی دقت در طول زمان (از ۹۵٫۸٪ به ۹۳٫۸٪) عمدتاً ناشی از افزایش ناهمگنی پوشش زمین و تکه‌تکه‌شدگی اراضی در سال‌های اخیر است. میانگین دقت تولیدکننده (PA) و دقت کاربر (UA) طبقات شش‌گانه در طول دوره ۲۵ ساله در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. میانگین دقت طبقات کاربری در بازه ۲۰۲۵-۲۰۰۰ (درصد)

| کلاس | دقت تولید شده | دقت کاربری |
|---------|---------------|------------|
| کشاورزی | ۹۷٫۲ | ۹۶٫۸ |
| مرتع | ۹۳٫۴ | ۹۴٫۱ |
| بایر | ۸۷٫۵ | ۸۴٫۳ |
| جنگل | ۹۱٫۸ | ۹۶٫۰ |
| آب | ۹۸٫۶ | ۹۷٫۹ |
| شهری | ۹۰٫۲ | ۸۸٫۷ |

بیشترین دقت مربوط به پهنه‌های آبی (PA=98.6%) و کمترین دقت مربوط به زمین‌های بایر (PA=87.5%) است. اختلاط طیفی میان اراضی بایر، مراتع تنک و زمین‌های کشاورزی شخم‌خورده، عامل اصلی خطا در این کلاس

شناسایی شد. همچنین دقت طبقه شهری در طول زمان روندی افزایشی داشته (از ۸۸,۲٪ در ۲۰۰۰ به ۹۲,۵٪ در ۲۰۲۵) که ناشی از افزایش تراکم ساخت‌وساز و کاهش سطوح خاکی حاشیه شهر است. در مجموع، دقت بالای طبقه‌بندی‌ها اعتبار تحلیل‌های تغییرات کاربری اراضی در این پژوهش را تأیید می‌نماید.

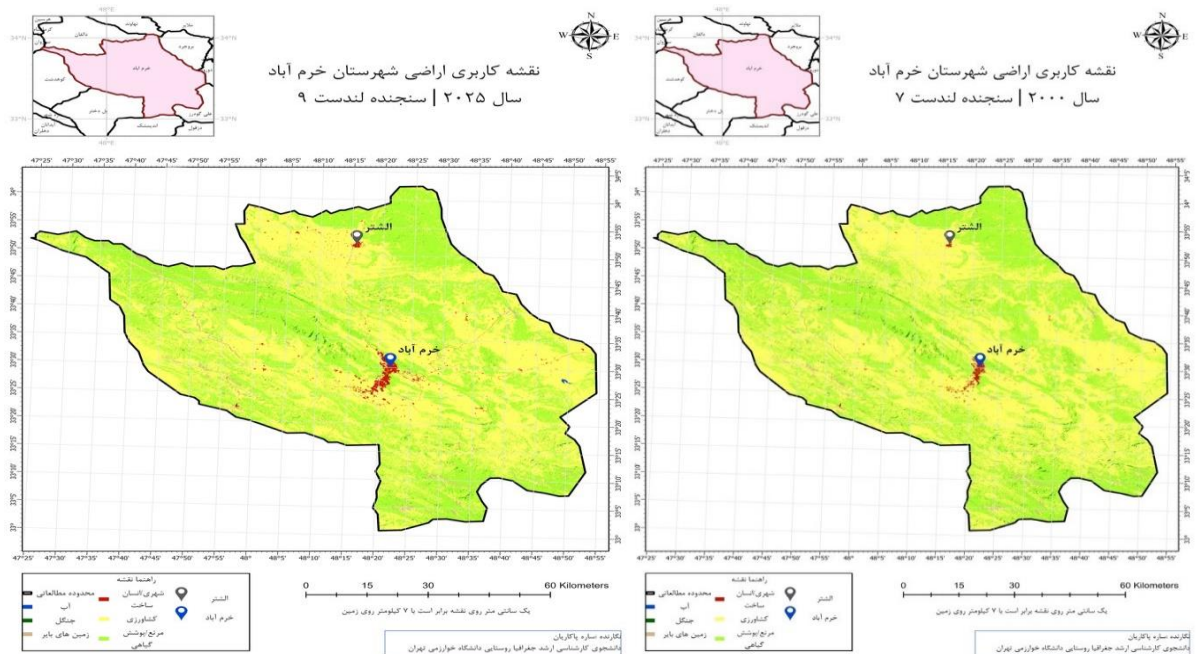
۲-۵. تحلیل کاربری اراضی سال ۲۰۲۵-۲۰۰۰

تحلیل سری زمانی مساحت طبقات شش‌گانه کاربری اراضی در شهرستان خرم‌آباد طی یک دوره ۲۵ ساله (۲۰۲۵-۲۰۰۰) دگرگونی‌های فضایی قابل تأملی را آشکار ساخت (جدول ۴). در این بازه، اراضی شهری و انسان‌ساخت بالاترین نرخ رشد نسبی را به نمایش گذاشتند، به‌گونه‌ای که مساحت این طبقه از ۲۹۸۶ هکتار در سال ۲۰۰۰ به ۶۲۹۷ هکتار در سال ۲۰۲۵ افزایش یافت. این رشد نمایانگر نرخ افزایش سالانه ۱۳۵ هکتار (معادل ۴,۵ درصد رشد سالانه نسبت به مساحت پایه) و گواهی بر گسترش فیزیکی بی‌وقفه کانون‌های سکونتی و زیرساخت‌های ارتباطی در محدوده مورد مطالعه است. در نقطه مقابل، عرصه‌های جنگلی روندی نزولی و نسبتاً پایدار را تجربه کرده‌اند. وسعت جنگل‌ها از ۸۴۲۶ هکتار در مبدأ مطالعه به ۷۲۹۷ هکتار در سال ۲۰۲۵ تقلیل یافته است (کاهش سالانه ۴۵ هکتار). این نرخ تخریب، اگرچه در مقایسه با نرخ رشد شهری رقم کوچکی به نظر می‌رسد، اما با توجه به ماهیت شکننده بوم‌سازگان زاگرس، خسارتی جبران‌ناپذیر به ذخایر ژنتیکی بلوط و کارکردهای هیدرولوژیک حوزه آبخیز محسوب می‌گردد. اراضی کشاورزی رفتاری غیرخطی و نوسانی از خود نشان دادند. این طبقه تا سال ۲۰۱۵ روندی افزایشی داشت و به اوج ۴۵۰۶۰۳ هکتار رسید، اما متعاقباً کاهش یافت و در سال ۲۰۲۵ به مساحت ۴۳۴۲۲۶ هکتار بازگشت. چنین نوسانی می‌تواند منعکس‌کننده تغییرات سیاست‌های بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی یا تغییر الگوی کشت به سمت محصولات کم‌آب‌بر در نیمه دوم دوره مطالعه باشد. هم‌زمان، مراتع و پوشش گیاهی پس از یک دوره افول تا سال ۲۰۱۵ (کاهش به ۳۲۰۲۰۰ هکتار)، روند احیای قابل قبولی را تجربه کرده و به مساحت ۳۳۴۹۹۵ هکتار در سال ۲۰۲۵ رسیده‌اند (افزایش سالانه ۲۰۸ هکتار). این رخداد مثبت را می‌توان به اثرات اجرای طرح‌های آبخیزداری و کاهش فشار چرای دام در سال‌های اخیر نسبت داد. طبقه زمین‌های بایر با شیب ملایم ۵۵ هکتار در سال رو به افزایش بوده و مساحت آن در پایان دوره به ۹۰۰۲ هکتار رسید که نشان‌دهنده رهاسازی بخشی از اراضی زراعی کم‌بازده حاشیه‌ای است. بنابراین بررسی آماری سری زمانی ۲۵ ساله مساحت کاربری‌های اراضی شهرستان خرم‌آباد (جدول ۳) مؤید ناهمگنی شدید در رفتار طبقات مختلف است. طبقه کشاورزی با میانگین ۴۴۲,۰۷۶ هکتار و ضریب تغییرات ۱,۴٪، بیشترین ثبات نسبی را داشته، حال آنکه طبقه شهری با میانگین ۵,۰۳۱ هکتار و ضریب تغییرات ۲۶,۸٪، بیشترین پویایی و نوسان صعودی را تجربه کرده است. طبقه جنگل با کاهش ۱,۱۲۸ هکتاری (معادل ۱۳,۴٪) در طول دوره مطالعه، تنها کاربری‌ای است که روند کاهشی مستمر و بدون بازگشت را به نمایش گذاشته است.

جدول ۴: تحلیل سری زمانی مساحت طبقات شش‌گانه کاربری

| کاربری اراضی | حداقل (سال) | حداکثر (سال) | میانگین | انحراف معیار | ضریب تغییرات (%) |
|--------------|-------------------|-------------------|---------|--------------|------------------|
| کشاورزی | ۴۳۴,۲۲۷ (۲۰۲۵) | ۴۵۰,۶۰۴ (۲۰۱۵) | ۴۴۲,۰۷۶ | ۶,۰۵۱ | ۱,۴٪ |

| | | | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|---------|-------|-------|
| جنگل | ۷,۲۹۸ (۲۰۲۵) | ۸,۴۲۶ (۲۰۰۰) | ۷,۷۴۹ | ۵۲۳ | ۶,۸٪ |
| پوشش گیاهی | ۳۲۰,۲۰۱ (۲۰۱۵) | ۳۳۴,۹۹۶ (۲۰۲۵) | ۳۲۸,۴۸۲ | ۵,۱۶۳ | ۱,۶٪ |
| پهنه های آبی | ۱۴۱ (۲۰۱۰) | ۳۵۵ (۲۰۲۰) | ۲۴۶ | ۹۳ | ۳۷,۹٪ |
| زمین های بایر | ۸,۰۸۹ (۲۰۱۵) | ۹,۲۳۶ (۲۰۲۰) | ۸,۵۴۸ | ۴۶۸ | ۵,۵٪ |
| شهری | ۲,۹۸۷ (۲۰۰۰) | ۶,۲۹۷ (۲۰۲۵) | ۵,۰۳۱ | ۱,۳۴۶ | ۲۶,۸٪ |



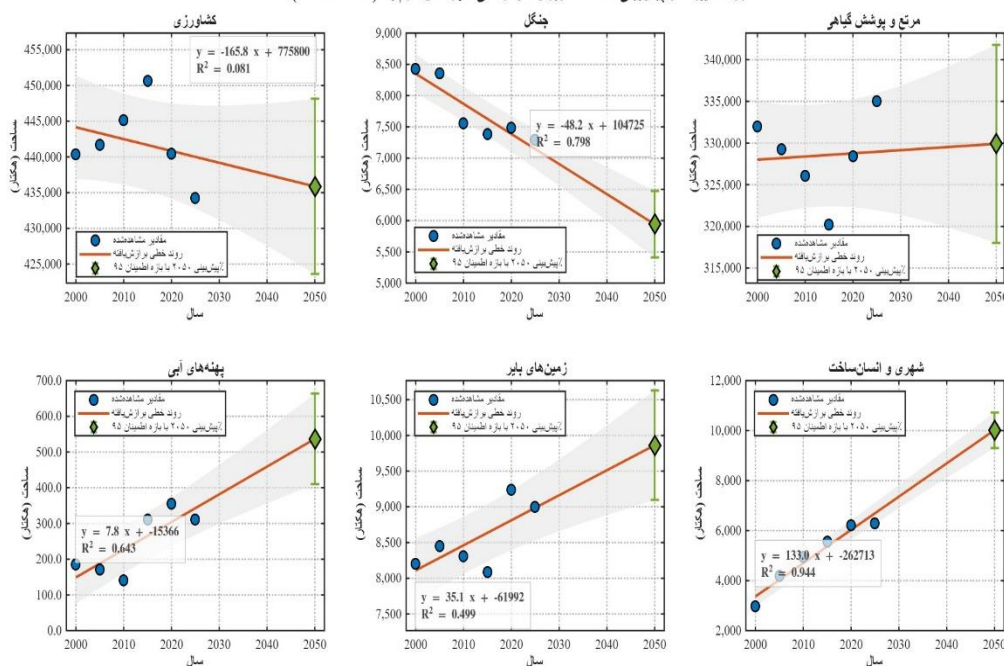
شکل ۳: نقشه کاربری اراضی شهرستان خرم آباد ۲۰۲۵-۲۰۰۰

۳-۵. پیش بینی افق ۲۰۵۰

با به کارگیری مدل سازی رگرسیون خطی بر پایه نرخ تغییرات تاریخی مشاهده شده (۲۰۲۵-۲۰۰۰)، وضعیت آتی کاربری‌ها برای افق ۲۰۵۰ پیش‌بینی گردید (شکل ۴). بر اساس یافته‌های مدل، توسعه شهری همچنان بازیگر غالب تغییرات سرزمین باقی خواهد ماند. پیش‌بینی می‌شود مساحت اراضی ساخته شده تا سال ۲۰۵۰ به ۱۰۱۱۰ هکتار بالغ گردد که به معنای افزوده شدن ۳۸۱۳ هکتار به محدوده‌های انسان‌ساخت طی ۲۵ سال آینده است. این پیش‌بینی ضرورت برنامه‌ریزی برای مهار پراکنده‌رویی شهری و حفاظت از اراضی زراعی مرغوب مجاور شهر را بیش از پیش آشکار می‌سازد. پیش‌بینی‌ها برای پوشش جنگلی نگران‌کننده است. تداوم روند کنونی موجب کاهش مساحت این طبقه به ۶۰۷۱ هکتار در سال ۲۰۵۰ خواهد شد. این کاهش ۱۲۲۶ هکتاری نسبت به سال ۲۰۲۵، معادل از دست رفتن سالانه ۴۹ هکتار از جنگل‌های باقی‌مانده است. با ادامه این وضعیت، کارکرد بوم‌شناختی جنگل‌ها در تلطیف اقلیم

محلی و کنترل رواناب به شدت مخدوش خواهد شد. در مقابل، اراضی مرتعی با استمرار نرخ بازیابی کنونی، افزایش سطح را تجربه کرده و پیش‌بینی می‌شود مساحت آن‌ها به ۳۳۶۲۹۹ هکتار در سال ۲۰۵۰ برسد. نکته شایان توجه در این بخش، هم‌پوشانی فضایی احتمالی کاهش اراضی کشاورزی (پیش‌بینی ۴۲۱۰۴۱ هکتار) و افزایش مراتع است که می‌تواند حاکی از یک گذار کاربری از کشاورزی کم‌بازده به مراتع نیمه‌طبیعی تحت مدیریت باشد. زمین‌های بایر نیز به رشد خود ادامه داده و به مساحت ۱۰۶۲۱ هکتار دست خواهند یافت. این افزایش عمدتاً بازتابی از رهاسازی مستمر زمین‌های زراعی دیم در بخش‌های شمالی و شرقی دشت است. در خصوص پهنه‌های آبی، مدل خطی افزایشی جزئی (به ۴۹۷ هکتار) را نشان می‌دهد؛ با این حال، به دلیل نوسانات بالای این طبقه و حساسیت آن به تغییرات اقلیمی سالانه، این پیش‌بینی با عدم قطعیت بالاتری همراه است و باید با احتیاط تفسیر شود.

رشد تغییرات و پیش‌بینی مساحت کاربری‌های اراضی شهرستان خرم‌آباد (۲۰۵۰-۲۰۰۰)



شکل ۴: روند تغییرات و پیش‌بینی مساحت کاربری‌های اراضی شهرستان خرم‌آباد ۲۰۵۰-۲۰۰۰

۴-۵. عدم قطعیت‌های مدل‌سازی

لازم به ذکر است پیش‌بینی‌های ارائه‌شده مبتنی بر فرض تداوم روندهای تاریخی است. هرگونه مداخله عمده انسانی (نظیر اجرای طرح جامع شهر خرم‌آباد، احداث سدهای جدید یا تغییرات ناگهانی در سیاست‌های بهره‌برداری از جنگل) می‌تواند مسیر پیش‌بینی شده را دستخوش تغییر نماید. با این وجود، نتایج حاصل، سناریوی احتمالی از آینده سرزمین را ترسیم می‌کند که می‌تواند مبنای ارزشمندی برای برنامه‌ریزی فضایی و حفاظت پیش‌نگرانه منابع طبیعی در شهرستان خرم‌آباد باشد.

۵-۵. تحلیل رگرسیون خطی و معنی‌داری آماری روندها

به منظور ارزیابی کمی روند تغییرات و پیش‌بینی وضعیت آتی، مدل رگرسیون خطی ساده برای هر یک از طبقات کاربری برآزش داده شد. نتایج تفصیلی این تحلیل شامل شیب خط (نرخ تغییر سالانه)، خطای استاندارد، آماره-t Student، سطح معنی‌داری (P-value) و ضریب تعیین (R^2) در جدول ۵ ارائه گردیده است.

جدول ۵: پارامترهای مدل رگرسیون خطی برآزش‌یافته بر داده‌های مساحت کاربری‌های اراضی خرم‌آباد (۲۰۰۰-۲۰۲۵) (درجه آزادی = ۴).

| کاربری اراضی | عرض از مبدا | شیب (هکتار، سال) | خطای استاندارد شیب | آماره T | P-value | R^2 | R^2 تعدیل شده |
|---------------|-------------|------------------|--------------------|---------|---------|-------|-----------------|
| کشاورزی | ۱،۵۷۱،۳۷۶ | -۵۶۰،۹ | ۳۱۷،۴ | -۱،۷۷ | ۰،۱۵۲ | ۰،۴۳۹ | ۰،۲۹۹ |
| جنگل | ۹۷،۸۲۲ | -۴۴،۷ | ۴،۳ | -۱۰،۴۰ | *۰،۰۰۱ | ۰،۹۶۴ | ۰،۹۵۵ |
| پوشش گیاهی | -۹۱،۱۵۲ | +۲۰۸،۴ | ۱۸۲،۳ | +۱،۱۴ | ۰،۳۱۷ | ۰،۲۴۶ | ۰،۰۵۷ |
| پهنه‌های آبی | -۱۳،۲۶۶ | +۶،۷ | ۳،۲ | +۲،۱۰ | ۰،۱۰۳ | ۰،۵۲۴ | ۰،۴۰۵ |
| زمین‌های بایر | -۱۰۲،۸۰۵ | +۵۵،۳ | ۲۶،۸ | +۲،۰۶ | ۰،۱۰۸ | ۰،۵۱۵ | ۰،۳۹۴ |
| شهری | -۲۶۷،۸۷۰ | +۱۳۵،۴ | ۱۰،۴ | +۱۳،۰۲ | *۰،۰۰۱ | ۰،۹۷۷ | ۰،۹۷۱ |

*نتایج معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹٪ ($P < 0.01$)

نتایج جدول ۲ به وضوح نشان می‌دهد که تنها روندهای مشاهده‌شده در دو طبقه جنگل و شهری / انسان‌ساخت از نظر آماری در سطح ۹۹٪ معنی‌دار هستند ($P > ۰،۰۰۱$) به بیان دقیق‌تر:

. کاهش جنگل: شیب منفی -۴۴،۷ هکتار در سال با آماره t برابر -۱۰،۴۰ و ضریب تعیین تعدیل‌شده ۰،۹۵۵، بیان‌گر آن است که ۹۵،۵٪ از واریانس کاهش مساحت جنگل‌ها توسط متغیر زمان تبیین می‌شود. این روند قوی و معنی‌دار، زنگ خطر جدی برای اکوسیستم منطقه است.

. گسترش شهری: شیب مثبت +۱۳۵،۴ هکتار در سال با آماره t برابر +۱۳،۰۲ و ضریب تعیین تعدیل‌شده ۰،۹۷۱، نشان‌دهنده یک روند افزایشی بسیار قوی و کاملاً معنی‌دار در توسعه فیزیکی مناطق انسان‌ساخت است.

روندهای مشاهده‌شده در سایر کاربری‌ها (کشاورزی، مرتع، آب و بایر) اگرچه از نظر آماری در سطح ۹۵٪ معنی‌دار نیستند ($P < ۰،۰۵$)، اما جهت آن‌ها می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در مورد پویایی‌های در حال ظهور ارائه دهد. به‌طور مشخص، کاهش ملایم کشاورزی ($P = ۰،۱۵۲$) و افزایش مراتع ($P = ۰،۳۱۷$) به همراه یکدیگر می‌توانند نشان‌دهنده آغاز یک گذار کاربری از زراعت دیم کم‌بازده به مراتع تحت حفاظت باشند.

۶-۵. پیش‌بینی افق ۲۰۵۰ و تحلیل عدم قطعیت

با به‌کارگیری پارامترهای مدل رگرسیون خطی (جدول ۶)، مساحت پیش‌بینی شده برای سال ۲۰۵۰ به همراه بازه اطمینان ۹۵٪ محاسبه گردید. استفاده از بازه اطمینان به‌جای یک عدد قطعی، رویکردی علمی برای انعکاس عدم قطعیت‌های ذاتی در برون‌یابی بلندمدت است.

جدول ۶: پیش‌بینی مساحت کاربری‌های اراضی خرم‌آباد در سال ۲۰۵۰ به همراه بازه اطمینان ۹۵٪ (واحد: هکتار).

| کاربری اراضی | مساحت ۲۰۲۵ | پیش‌بینی ۲۰۵۰ | حد پایین اطمینان ۹۵٪ | حد بالا اطمینان ۹۵٪ | تغییر خالص (۲۰۲۵-۲۰۵۰) |
|---------------|------------|---------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| کشاورزی | ۴۳۴,۲۲۷ | ۴۲۱,۰۴۱ | ۴۰۹,۷۶۱ | ۴۳۲,۳۲۱ | -۱۳,۱۸۶ |
| جنگل | ۷,۲۹۸ | ۶,۰۷۱ | ۵,۹۰۱ | ۶,۲۴۱ | -۱,۲۲۷ |
| پوشش گیاهی | ۳۳۴,۹۹۶ | ۳۳۶,۲۹۹ | ۳۳۰,۶۲۴ | ۳۴۱,۹۷۴ | +۱,۳۰۳ |
| پهنه‌های آبی | ۳۱۱ | ۴۹۷ | ۳۲۷ | ۶۶۷ | +۱۸۶ |
| زمین‌های بایر | ۹,۰۰۳ | ۱۰,۶۲۱ | ۹,۳۲۷ | ۱۱,۹۱۵ | +۱,۶۱۸ |
| شهری | ۶,۲۹۷ | ۱۰,۱۱۰ | ۹,۷۹۰ | ۱۰,۴۳۰ | +۳,۸۱۳ |

یافته‌های جدول ۳ ترسیم‌کننده آینده‌ای نگران‌کننده برای عرصه‌های جنگلی است. بر اساس مدل، با احتمال ۹۵٪ می‌توان انتظار داشت مساحت جنگل‌های منطقه در سال ۲۰۵۰ به رقمی بین ۵,۹۰۱ تا ۶,۲۴۱ هکتار کاهش یابد (پیش‌بینی نقطه‌ای: ۶,۰۷۱ هکتار). این به معنای از دست رفتن حداقل ۱,۰۵۷ هکتار دیگر از جنگل‌های بلوط است. در نقطه مقابل، کاربری شهری با قطعیت بالایی به گسترش خود ادامه خواهد داد. بازه اطمینان باریک [۹,۷۹۰ - ۱۰,۴۳۰] نشان‌دهنده دقت بالای مدل در پیش‌بینی این طبقه است. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ حدود ۳,۸۱۳ هکتار به وسعت مناطق شهری و انسان‌ساخت خرم‌آباد افزوده شود که رشدی معادل ۶۰٪ نسبت به سال ۲۰۲۵ را نشان می‌دهد. شایان ذکر است که عدم قطعیت در پیش‌بینی پهنه‌های آبی به دلیل نوسانات بالای این طبقه (انحراف معیار ۹۳ هکتار) بسیار زیاد است، به گونه‌ای که بازه اطمینان آن از ۳۲۷ تا ۶۶۷ هکتار گسترده شده است. لذا تفسیر این پیش‌بینی باید با احتیاط صورت پذیرد.

۷. نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف تحلیل فضایی-زمانی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در سکونتگاه‌های روستایی و نواحی شهری شهرستان خرم‌آباد تا افق ۲۰۵۰ انجام پذیرفت. یافته‌های حاصل از تحلیل روند گذشته‌نگر (۲۰۰۰-۲۰۲۵) نشان‌دهنده یک الگوی غالب و نگران‌کننده در منطقه است: گسترش شتابان مناطق شهری و انسان‌ساخت (رشد ۱۱۱٪) و کاهش مداوم و قابل توجه پوشش جنگلی (کاهش ۱۳,۴٪). این روندها، که عمدتاً ناشی از فشارهای جمعیتی، توسعه عمرانی و تغییرات اقتصادی-اجتماعی بوده است، در کنار نوسانات جزئی در اراضی کشاورزی و مراتع، تصویری از

یک اکوسیستم تحت فشار را ترسیم می‌نماید. پیش‌بینی‌های آینده‌نگر بر اساس مدل رگرسیون خطی (با ضریب تعیین بالا و معنی‌داری آماری $P > 0.01$ ، برای روندهای شهری و جنگلی)، تداوم این روندها را تا سال ۲۰۵۰ نشان می‌دهد. بر اساس این پیش‌بینی‌ها، انتظار می‌رود مناطق شهری تا ۱۰۱۱۰ هکتار گسترش یابند (رشد ۶۰٪ نسبت به ۲۰۲۵) و پوشش جنگلی به ۶۰۷۱ هکتار کاهش یابد (کاهش ۱۷٪ دیگر). این چشم‌انداز، چالش‌های جدی زیست‌محیطی و مدیریتی را برای شهرستان خرم‌آباد به همراه خواهد داشت، از جمله:

- کاهش تاب‌آوری اکولوژیکی: تخریب جنگل‌ها و اراضی طبیعی، منجر به کاهش تنوع زیستی، فرسایش خاک، و اختلال در چرخه آب می‌شود.
- افزایش آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات طبیعی: گسترش مناطق مسکونی در مناطق نامناسب، خطر سیلاب، رانش زمین و سایر مخاطرات را افزایش می‌دهد.
- فشار بر منابع زیربنایی: رشد جمعیت و گسترش شهری، نیازمند افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آب، برق، فاضلاب، حمل‌ونقل و خدمات عمومی است.
- پیامدهای اجتماعی-اقتصادی: تغییر کاربری اراضی می‌تواند بر معیشت جوامع روستایی، امنیت غذایی و الگوی توسعه منطقه‌ای تأثیر منفی بگذارد.

یافته‌های این پژوهش به سوالات اساسی مطرح شده در بخش مقدمه پاسخ می‌دهد. اولاً، الگوهای فضایی-زمانی مشاهده شده، گویای تأثیر قوی عوامل انسانی بر تغییرات کاربری اراضی، به ویژه گسترش مناطق شهری به قیمت کاهش عرصه‌های طبیعی است. این روندها، در صورت عدم مدیریت صحیح، آینده‌ای ناپایدار را برای شهرستان رقم خواهند زد. ثانیاً، پیش‌بینی‌های آینده، چالش‌های مدیریتی و زیست‌محیطی قابل توجهی را برجسته می‌سازند که نیازمند توجه فوری برنامه‌ریزان و مسئولین است.

پیشنهادها:

بر اساس یافته‌های این پژوهش، راهکارهای زیر برای مدیریت پایدار کاربری اراضی در شهرستان خرم‌آباد پیشنهاد می‌گردد:

۱. تقویت برنامه‌ریزی کالبدی و مکانی: بازنگری در طرح‌های جامع و تفصیلی شهری و روستایی با تأکید بر جلوگیری از گسترش افقی و بی‌رویه شهر، و هدایت توسعه به سمت ساخت‌وسازهای متراکم و بهینه‌سازی فضاهای موجود.
۲. حفاظت و احیای منابع طبیعی: اجرای برنامه‌های جامع حفاظت از جنگل‌ها و مراتع، جلوگیری از تغییر کاربری غیرمجاز، و اجرای طرح‌های احیای پوشش گیاهی در مناطق تخریب شده.
۳. توسعه پایدار روستایی: حمایت از کشاورزی پایدار، تنوع‌بخشی به معیشت روستاییان، و ارائه مشوق‌هایی برای حفظ کاربری‌های سنتی و زیست‌محیطی در مناطق روستایی.

۴. مدیریت یکپارچه منابع آب و خاک: اتخاذ رویکردهای مدیریتی برای حفاظت از منابع آب و خاک در برابر فرسایش و آلودگی ناشی از تغییر کاربری اراضی.

۵. آمایش سرزمین مبتنی بر ظرفیت: انجام مطالعات دقیق آمایش سرزمین برای شناسایی مناطق مستعد توسعه و مناطق حساس زیست‌محیطی، و تدوین مقررات لازم برای جلوگیری از توسعه در مناطق پرخطر.

۶. مشارکت ذینفعان: جلب مشارکت فعال جوامع محلی، سازمان‌های مردم‌نهاد و بخش خصوصی در فرآیندهای تصمیم‌گیری و اجرای برنامه‌های مدیریتی.

در نهایت، این پژوهش بر ضرورت اتخاذ سیاست‌های قاطع و اقدامات عملی برای مقابله با روندهای ناپایدار تغییر کاربری اراضی در شهرستان خرم‌آباد تاکید دارد. عدم توجه به این هشدارها می‌تواند پیامدهای جبران‌ناپذیری بر توسعه آتی منطقه و کیفیت زندگی نسل‌های حال و آینده داشته باشد. تحقیقات آتی می‌توانند با تمرکز بر عوامل اجتماعی-اقتصادی مؤثرتر، یا با استفاده از مدل‌های پیشرفته‌تر شبیه‌سازی، تصویر دقیق‌تری از آینده ترسیم نمایند.

منابع

۱. افراخته، حسن، حجتی پور، محمد. (۱۳۹۲). خزش شهری و پیامدهای آن در توسعه پایدار روستایی (مورد مطالعه: روستاهای پیرامونی شهر بیرجند). فصلنامه بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران، دوره جدید، سال یازدهم، شماره ۳۹، زمستان ۱۳۹۲.
۲. جمشید زهی شه بخش، امید؛ قنبری، سیروس. (۱۳۹۹). خزش شهری و تحولات کالبدی-فضایی سکونتگاه‌های پیراشهر زاهدان، مجله توسعه فضاهای پیراشهری، شماره اول، صص ۸۵-۱۰۴.
۳. حیدری، م.، و احمدی، پ. (۱۳۹۶). تحلیل فضایی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل Cellular Automata و GIS مطالعه موردی: شهر گرگان. مجله علمی-پژوهشی مدیریت شهری.
۴. دنیائی داریان، مجتبی و ریاحی، وحید. (۱۴۰۰). بررسی و تحلیل فضایی مکانی تغییرات کاربری اراضی (نمونه موردی: شهرستان آذرشهر). جغرافیا و روابط انسانی، ۳(۴)، ۱۸۳-۲۰۰.
۵. سعیدی، ر.، و رضایی، س. (۱۳۹۷). تحلیل فضایی الگوی گسترش شهری و تاثیر آن بر کاربری اراضی (مطالعه موردی: شهر کرمانشاه). مجله علمی-تخصصی جغرافیا و توسعه.
۶. عزیزی، ع.، و همکاران. (۱۳۹۹). تحلیل فضایی و ارزیابی پایداری کاربری اراضی با استفاده از شاخص‌های اکولوژیکی و GIS مطالعه موردی: منطقه حفاظت شده دنا. فصلنامه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی.
۷. فلاحتکار، م.، و علیزاده، س. (۱۳۹۸). پهنه‌بندی قابلیت اراضی برای کاربری‌های مختلف کشاورزی و غیرکشاورزی با استفاده از GIS و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه موردی: دشت مغان). فصلنامه علمی-پژوهشی علوم و مهندسی خاک.
۸. کرمی مهربان، فرشته. (۱۳۹۵). "بررسی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی سکونتگاه‌های روستایی پیراشهری یاسوج در طی دهه ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲: نمونه موردی: روستاهای مهربان، بله‌زار، مادوان

علیا و مادوان سفلی). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دکتر علی شریعتی دانشگاه فردوسی.

۹. کیانی، م.، و زبردست، ا. (۱۳۹۳). تحلیل فضایی تغییرات کاربری اراضی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و GIS مطالعه موردی: شهر یزد). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات جغرافیایی.

۱۰. مرکز آمار ایران. (۱۳۹۵). نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۵. تهران: مرکز آمار ایران. <https://www.amar.org.ir/> محتوا/سرشماری-۱۳۹۵

۱۱. معبودی، محمدتقی؛ حکیمی، هادی؛ (۱۳۹۳). "تحلیلی بر تغییرات کاربری اراضی و شبیه‌سازی گسترش شهری شهرهای میانه اندام (مطالعه موردی: شهری خوی)". پژوهش‌های جغرافیایی برنامه ریزی شهری، دوره ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴؛ ص ۲۱۱-۲۲۶.

۱۲. نوروزی، م.، و رحمانی، ا. (۱۳۹۴). تحلیل فضایی اثرات زیست‌محیطی تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کرخه). مجله علوم محیطی.

۱۳. نعمتی جوزقانی، ف.، و ریاحی، و. (۱۴۰۱). بررسی تحولات کاربری اراضی نواحی روستایی شهرستان تایباد (مطالعه موردی: دهستان کوهسنگی). فصلنامه راهبردهای توسعه روستایی، ۹(۲)، ۲۲۵-۲۴۳.

۱۴. جهانیان، الف.، و همکاران. (۱۳۹۵). تحلیل فضایی و پهنه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از مدل AHP و GIS در منطقه مورد مطالعه (مطالعه موردی: دشت قره). مجله پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری.

15. Al-Khatib, A. A., & Al-Qerem, W. (2016). Spatiotemporal analysis of land use/land cover changes in the Zarqa River Basin, Jordan. *Environmental Earth Sciences*, 75(7), 1-16.
16. European Environment Agency. (2017). Land accounts for Europe: Towards an EU land information system (EEA Report No 20/2017). Publications Office of the European Union. <https://www.eea.europa.eu/publications/land-accounts-for-europe>
17. FAO. (2023). The state of food security and nutrition in the world 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cc3017en>
18. IPBES. (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
19. Lambin, E. F., et al. (2020). Land-use change and global environmental change. In: *World Environmental and Water Resources Congress*, 85-94.
20. Liu, J., et al. (2022). Global land-use change and its impact on ecosystem services: A systematic review. *Journal of Environmental Management*, 310, 114705.
21. OECD. (2020). Rural-urban partnerships: An integrated approach to economic development. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264259744-en>
22. Parry, M. L. (1990). *Climate change and agriculture*. Earthscan Publications.
23. Pontius Jr, R. G., Baldi, G., Bendea, G., & Filippini, A. (2007). Modeling land-use change by combining land-use change and land-cover change. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 34(3), 471-490.
24. Saeidi, R., & Rezaei, S. (1397). Spatial analysis of urban expansion pattern and its impact on land use (Case study: Kermanshah city). *Scientific-Specialized Journal of Geography and Development*.
25. Seto, K. C., Fragkias, M., Güneralp, B., & Reilly, M. K. (2010). A meta-analysis of global urban land expansion. *PLoS One*, 5(7), e13403.
26. Sohel, M. S., & Weng, Q. (2016). Spatiotemporal patterns of land use/land cover change in the southern coastal area of Bangladesh. *Applied Geography*, 71, 60-74.

27. Tacoli, C. (2017). Rural-urban linkages and food security: A review of the literature. International Institute for Environment and Development (IIED). <https://pubs.iied.org/10619iied>
28. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2019). World urbanization prospects: The 2018 revision. United Nations. <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>
29. Verburg, P. H., & Overmars, K. P. (2009). Land use change modeling with a general framework for linking models. *Environmental Modelling & Software*, 24(10), 1157-1167.
30. Verburg, P. H., et al. (2023). Land system science for sustainability: Approaches and emerging challenges. *Global Environmental Change*, 78, 102613.
31. World Bank. (2021). The rural-urban continuum: Integrating rural and urban development for inclusive growth. World Bank Group. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/3562>