

تحلیلی بر تغییرات کاربری اراضی و شبیه‌سازی گسترش شهری شهرهای میانه‌اندام

(مطالعه موردی: شهر خوی)

محمدتقی معبودی* - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز

هادی حکیمی - استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز

پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۴ تأیید مقاله: ۱۳۹۴/۱/۲

چکیده

شهرنشینی یکی از علل تغییرات کاربری زمین است. این پدیده اگر کنترل نشده، هماهنگ و برنامه‌ریزی شده باشد، همچون هدیه‌ای به جامعه بشری است؛ در غیر این صورت، می‌تواند مشکلات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی زیادی به بار آورد. امروزه تغییرات پوشش زمین و تغییرات کاربری اراضی (LULC) عامل اصلی تغییرات جهانی شناخته شده است. در دو دهه گذشته وسعت و آثار فضایی فعالیت‌های انسان روی زمین بی‌سابقه بوده و تغییرات پوشش زمین (ویژگی‌های بیوفیزیکی سطح زمین) و کاربری زمین (تغییرات حاصل از فعالیت‌های انسانی در سطح زمین) شدت گرفته است. این تغییرات نتیجه عوامل بیوفیزیکی و اقتصادی - اجتماعی است و با موضوع پایداری توسعه اجتماعی - اقتصادی ارتباط نزدیک دارد؛ به طوری که بخش‌های اساسی سرمایه طبیعی ما از قبیل گیاهان، منابع آب و تنوع زیستی را تحت تأثیر قرار داده است. پژوهش حاضر با هدف آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهر خوی طی سال‌های ۱۳۶۸-۱۳۹۰ و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی تا سال ۱۴۰۰ انجام گرفته است. بدین منظور، ابتدا تصاویر ماهواره‌ای Landsat TM5 مربوط به سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰ شهر خوی تهیه شد. سپس با استفاده از نرم‌افزارهای Erdas, Idrisi, Arc Gis فرایند مربوط به آشکارسازی تغییرات کاربری و همچنین شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف انجام گرفت. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که سطح اراضی ساخته‌شده شهری از ۹۹۵/۱۳ هکتار در سال ۱۳۶۸ به ۲۵۵۷/۶۲ هکتار در سال ۱۳۹۰ رسیده است. سطح باغ‌ها و اراضی کشاورزی نیز با روند نزولی به ترتیب از ۷۱۷/۰۳ و ۶۲۳/۲۵ هکتار در سال ۱۳۶۸ به ۱۶۵/۰۶ و ۲۸۸/۵۴ هکتار در سال ۱۳۹۰ کاهش پیدا کرده است. همچنین نتایج شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار این زنجیره نشان می‌دهد سطح اراضی ساخته‌شده شهری در افق سال ۱۴۰۰ به ۲۸۷۲/۶۲ هکتار، یعنی ۷۰/۴۷ درصد محدوده طرح جامع خواهد رسید و سطح باغ‌ها و اراضی کشاورزی به ترتیب به ۴۴/۹۱ هکتار (۱/۱۰ درصد) و ۱۴۰/۷۶ هکتار (۳/۴۵ درصد) کاهش خواهد یافت.

کلیدواژه‌ها: تغییرات کاربری اراضی، شبیه‌سازی، شهر خوی، مدل سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف.

مقدمه

از مهم‌ترین ویژگی‌های قرن حاضر توسعه فناوری و رشد سریع شهرنشینی است. این واقعیت باعث به‌وجود آمدن بسیاری از مشکلات زیست‌محیطی و اقتصادی-اجتماعی در مقیاس مختلف در کشورهای در حال توسعه شده است (Longely, 2000: 235). آمارها نشان می‌دهد شهرنشینی نگرانی اصلی بسیاری از مناطق جهان است؛ به طوری که بیش از نصف جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند. پیش‌بینی شده است که جمعیت شهری جهان در ۲۰۵۰ حدود دو برابر خواهد شد و از ۳/۳ میلیارد در سال ۲۰۰۷ به ۶/۴ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید (United Nations, 2008: 38). از قضا بسیاری از این ساکنان جدید در شهرهایی از کشورهای در حال توسعه تمرکز خواهند یافت (Ginkel, 2010: 60). یکی از ویژگی‌های سازمان فضایی جوامع در حال توسعه عدم شکل‌یابی تغییر و تحولات کالبدی بر اساس بنیان‌هایی قاعده‌مند و ساختاریافته است. به گونه‌ای که عمده مسائل فراروی نظام‌های برنامه‌ریزی و جریان‌های هدایت‌گر تصمیمات سیاست‌محور، از انتظام‌ناپذیری و بی‌برنامگی نگرش‌های فضایی-کالبدی در سطح سکونتگاه‌های انسانی نشئت می‌گیرد (شمس و حجی ملایری، ۱۳۸۸: ۲). تغییرات کاربری اراضی یکی از اساسی‌ترین مباحثی است که امروزه در دنیا مطرح است و همگام با رشد شتابان شهرنشینی سرعت گرفته است. عواملی چون شهرگرایی و روستاگرایی از قرن هجدهم همگام با انقلاب صنعتی در اروپا آغاز شد و در نیم قرن اخیر سبب رشد شهرنشینی و توسعه آن به مناطق پیرامونی شده است. این مسئله در اروپا تا حدودی تحت کنترل درآمده ولی در کشورهای در حال توسعه همچنان رو به گسترش است (مهدوی و برنجکار، ۱۳۹۳: ۲). در کشور ما نیز تا زمانی که الگوی رشد و توسعه فضایی شهرها ارگانیک بود و رشد شهری را عوامل درون‌زا و محلی تعیین می‌کرد، محدوده شهری نیز برای کاربری‌های سنتی شهری کفایت می‌کرد و یک نوع تعادل میان محیط زیست و شهر برقرار بود. لیکن از زمانی که مبنای توسعه و گسترش شهرها به واسطه تحولات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی ماهیتی برون‌زا به خود گرفت، با صنعتی شدن شهرها، درآمدهای حاصل از فروش نفت در اقتصاد شهری تزیق شد و شهرهای ما در نظام اقتصاد جهانی و تحت تأثیر آن قرار گرفت و به دنبال آن الگوی توسعه بسیاری از شهرهای ایران روندی شتابان و بی‌رویه به خود گرفت (ماجدی، ۱۳۷۸: ۶).

توسعه و پراکنش ناموزون شهرها در کشور ما شاید حادثه از بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته باشد. در بررسی پیشینه توسعه شهرهای کشور می‌توان گفت که شهرهای ایران دو سناریوی رشد را تجربه کرده‌اند. سناریوی اول رشد شهر در مدل ارگانیک است که تا دوره اول پهلوی و به‌ویژه قبل از اصلاحات ارضی دهه ۴۰ در توسعه فضایی شهرها حاکمیت داشته و تأثیر آن بیشتر به‌صورت درون‌ریزی جمعیت شهری بوده است. در این فرایند تغییرات ساختاری عموماً محتوایی بوده و الگوی رشد شهر فشرده مانده بود. سناریوی دیگری که شهرهای ایران در ربع قرن اخیر در مرحله رشد شهری از سر گذرانده‌اند، مدل رشد غیرارگانیک بوده است. در این فرایند رشد فضایی بسیار سریع‌تر از رشد جمعیت و نیاز واقعی شهر بوده و شهرها دچار گسترش و پراکندگی بی‌رویه‌ای شده‌اند (تقوایی و سرایی، ۱۳۸۳: ۱۸۷). این مسئله در دوران پس از انقلاب اسلامی پیچیده‌تر شد. رشد سریع جمعیت شهری پس از انقلاب زمینه‌ساز گسترش انفجاری در شهرهای کشور به‌ویژه شهرهای بزرگ بود؛ به طوری که در بیشتر شهرها روند سطح اشغال شده شهری بر روند رشد جمعیت پیشی گرفت و این پدیده بر دامنه بحران‌های زیست‌محیطی، زیرساختی و اقتصادی شهرها افزود و مدیریت‌های شهری را با مشکلات عدیده‌ای مواجه کرد.

رشد جمعیت شهرها همواره با تغییراتی در کالبد و محیط زیست شهری همراه بوده است. در ایران سیاست‌های رشد جمعیت در دوره‌ای خاص، جاذبه زیاد شهرها و وجود عوامل دافعه در روستاها و به تبع آن، رشد مهاجرت از روستاها به شهرها، باعث تغییرات شگرفی در جمعیت شهرها شده است. این افزایش جمعیت باعث افزایش ساخت‌وسازهای شهری، به‌ویژه واحدهای مسکونی شده و این عامل خود باعث تغییر کاربری‌ها به اراضی ساخته‌شده گردید. یکی از پیش‌شرط‌های اصلی برای استفاده بهینه از زمین، اطلاع از الگوهای کاربری اراضی و آگاهی از تغییرات هر کدام از کاربری‌ها در طول زمان است (فیضی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶: ۷۸).

مدل‌سازی فضایی و پویا از رشد شهری، مطالعات سیستماتیک و رسمی از توسعه شهری در آینده را ممکن ساخته و پایه‌ای برای آماده‌سازی و ارزیابی سیاست‌های شهری فراهم آورده است. استفاده از یک مدل رشد شهری به کاربر اجازه می‌دهد بینش بهتری در زمینه تصمیم‌گیری واقعی به‌دست آورد و در نتیجه حالت‌های قابل مقایسه و جایگزین را برای آینده پیش‌بینی کند (Ganeshkumar, 2014: 22). در واقع تحلیل گسترش شهری در گذشته این امکان را برای تصمیم‌گیران و تصمیم‌سازان سیاست‌های شهری فراهم می‌آورد که بتوانند ضمن ارزیابی سیاست‌های فعلی، توسعه آینده شهر را به سمت توسعه‌ای پایدار هدایت کنند.

این پژوهش با توجه به رشد سریع شهرنشینی در کشور به ارزیابی روند گسترش کالبدی شهر خوی در ۲۲ سال گذشته و تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی شهری و با اهداف ذیل نگارش یافته است:

- ارزیابی و تحلیل رشد شهرنشینی و توسعه کالبدی شهر خوی و تأثیر آن بر اراضی کشاورزی
- مدل‌سازی و پیش‌بینی توسعه شهری شهر خوی با توجه به روند گذشته

مبانی نظری تحقیق

زمین یکی از سه عامل مهم تولید در اقتصاد کلاسیک (همراه با کار و سرمایه) و یک ورودی ضروری برای مسکن و تولید غذا است. بنابراین، از یک طرف استفاده از زمین ستون فقرات اقتصاد کشاورزی است و منافع اقتصادی-اجتماعی فراوانی را فراهم می‌آورد و از طرف دیگر، برای توسعه اقتصادی و پیشرفت اجتماعی مهم‌ترین عنصر به‌شمار می‌رود (Lubowski et al., 2006: 18). این عامل مهم تولید در سایه فعالیت‌های انسانی، از جمله شهرنشینی در معرض تغییر و تخریب است. شهرنشینی در صورتی که کنترل شده، هماهنگ و برنامه‌ریزی شده باشد، یک هدیه به جامعه بشری است؛ در غیر این صورت می‌تواند مشکلات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی زیادی را به بار آورد. با توسعه سریع اقتصادی و رشد جمعیت، شهرنشینی بی‌سابقه‌ای در سراسر جهان به وقوع پیوسته است (Foley, 2011: 340). در نتیجه رشد سریع شهرنشینی، بسیاری از کشورها در حال تجربه از دست دادن زمین‌های زراعی‌اند (Foley, 2005: 571). تبدیل اراضی کشاورزی به توسعه شهری پدیده‌ای است که به‌طور معمول کشورها را از طریق رشد جمعیت‌شان تحت تأثیر قرار می‌دهد. بر اساس گزارش سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه^۱، در اثر گسترش شهری و تغییرات کاربری اراضی

کشاورزی پیرامون شهرها، برخی از کشورهای اروپایی مانند هلند و نروژ به ترتیب $\frac{4}{3}$ و $\frac{1}{6}$ درصد از اراضی کشاورزی خود را به نفع گسترش شهری از دست داده‌اند. همچنین ایالات متحده آمریکا و کانادا سالانه ۴۸۰۰ کیلومتر مربع از اراضی کشاورزی خود را به نفع کاربری‌هایی چون جاده‌ها، ساختمان‌ها و دیگر کاربری‌های غیرکشاورزی از دست می‌دهند. لویز (۲۰۰۱) در پژوهش «پراکنش شهری و از بین رفتن اراضی کشاورزی در پورتوریکو» تبیین می‌کند که بین سال‌های ۱۹۷۷-۱۹۹۴ منطقه شهری پورتوریکو از $\frac{11}{3}$ درصد به $\frac{27}{4}$ درصد افزایش یافته است. بنابراین آنها به این نتیجه رسیده‌اند که اگر الگوی تجاوز توسعه شهری به زمین‌های کشاورزی ادامه یابد، مزارع بالقوه پورتوریکو در آینده از بین خواهند رفت. هامفری^۱ (۱۹۸۵) اشاره می‌کند که پراکنش شهری چشم‌انداز سنگاپور را تغییر داده و اقتصاد آن را در طول دهه گذشته تقریباً به سطح اقتصاد کشورهای توسعه‌یافته ارتقا داده است. بنابراین، در مواجهه با رشد سریع شهر و رشد صنعتی، کشاورزی دچار تعدیلات مؤثری شده که مهم‌ترین آنها از بین رفتن زمین‌های کشاورزی بوده است. در طول ۱۹۶۰ تقریباً سالانه ۲۵۰ هکتار زمین برای مسکن عمومی و توسعه صنعتی نیاز بود که بدان منظور اغلب از میان زمین‌های حاصلخیز کشاورزی استفاده شد. سنگاپور، ژاپن، اندونزی، تایلند و اخیراً مالزی نیز این روند را دنبال می‌کنند. این جریان به معنای واردات مواد غذایی توسط کشورهای آسیایی است که قابلیت تولید مواد غذایی متنوع خود را از دست داده‌اند. مطابق با گفته پرنیا^۲ (۱۹۸۳) این روند بازتاب از دست رفتن مزیت رقابتی یک کشور در فعالیت‌های متنوع کشاورزی است (Atu et al., 2012: 70).

توسعه ناموزون و گسترش بی‌رویه شهرها موضوعی است که از دیرباز دانش‌پژوهان علاقه‌مند به مسائل شهری را به چالش کشانده است. بررسی روند تاریخی توسعه شهرهای جهان نیز بیانگر گسترش الگوی توسعه پراکنده و ناموزون شهر در کشورهای مختلف جهان است. این پدیده که از ابتدای قرن بیستم آغاز شد، پس از جنگ جهانی دوم نیز در بسیاری از شهرهای جهان تسریع یافته و در دهه‌های اخیر در اغلب شهرها مسئله‌ساز و مشکل‌آفرین شده است (پورمحمدی و جام‌کسری، ۱۳۹۰: ۳۲). امروزه، این موضوع که تغییرات پوشش زمین و تغییرات کاربری اراضی^۳ عامل اصلی تغییرات جهانی است بیش از پیش تأیید شده است (NRC, 1999: 13). در دو دهه گذشته وسعت و آثار فضایی فعالیت‌های انسان در سطح زمین بی‌سابقه بوده است (Lambin et al., 2001: 268). تغییرات پوشش زمین (ویژگی‌های بیوفیزیکی سطح زمین) و کاربری زمین (تغییرات حاصل از فعالیت‌های انسانی در سطح زمین) در سال‌های اخیر تشدید یافته است. این تغییرات نتیجه عوامل بیوفیزیکی و اقتصادی - اجتماعی بوده (Turner et al., 1995: 10) و ارتباط نزدیکی با موضوع پایداری توسعه اجتماعی - اقتصادی دارد؛ به طوری که بخش‌های اساسی سرمایه‌های طبیعی ما از قبیل گیاهان، منابع آب و تنوع زیستی را تحت تأثیر قرار داده است (Mather and Sdasyuk, 1991: 46). الگوی پوشش و کاربری زمین یک منطقه نتیجه عوامل طبیعی، اجتماعی - اقتصادی و بهره‌برداری انسان از آن در طول زمان و فضا است. زمین به دلیل کشاورزی عظیم و فشارهای جمعیتی در حال تبدیل شدن به منبعی کمیاب است (Sundara,)

1. Humphrey

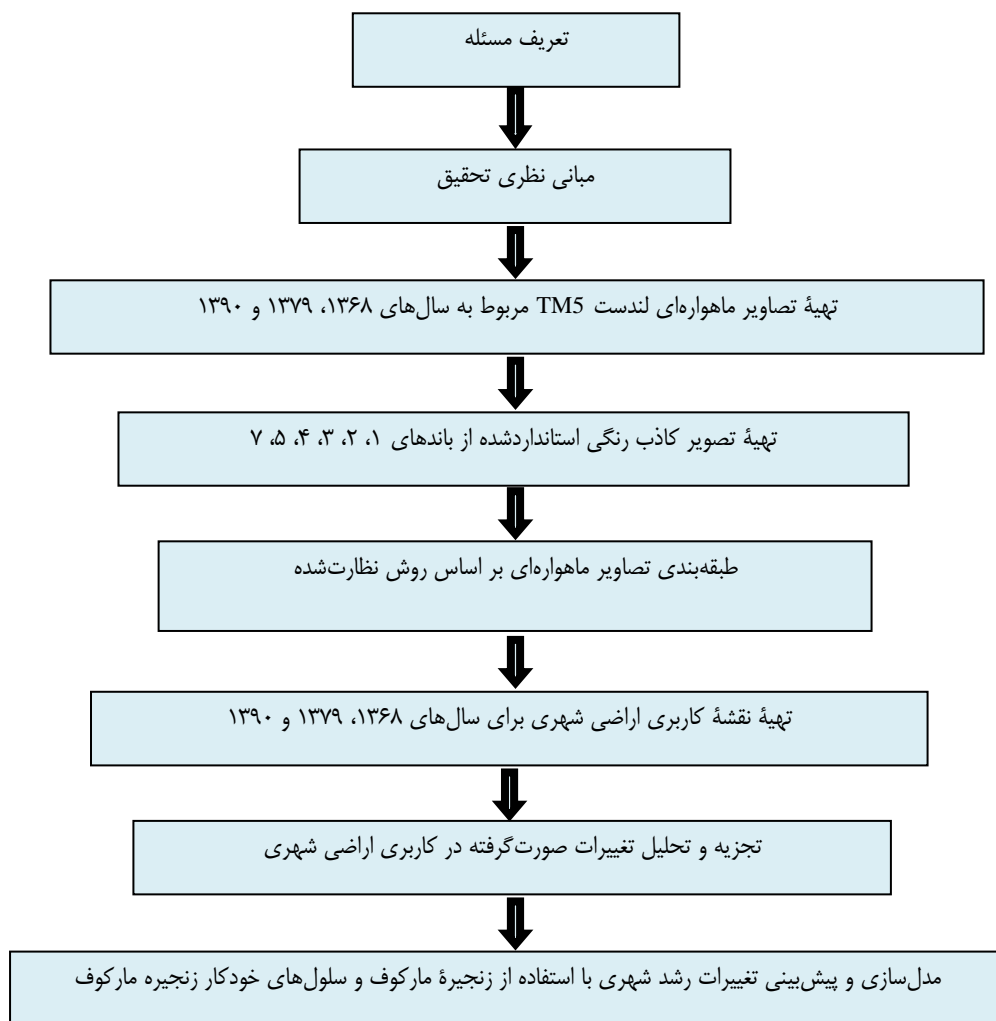
2. Pernia

3. Land Use and Land Cover (LULC)

177: 2012). تغییر کاربری زمین یکی از مهم‌ترین زمینه‌های تحول محیط زیست به دست انسان‌ها است که سابقه آن به دوران باستان برمی‌گردد (Wolman and Fournier, 1987: 81). اقتصاد بسیاری از شهرها در کشورهای درحال توسعه از یک اقتصاد مبتنی بر کشاورزی به اقتصاد صنعتی برای رسیدن به رشد اقتصادی تبدیل شده است (Drakakis-Smith, 2000: 61), (McGee, 1971: 15). اگرچه سیاست صنعتی‌سازی در ایجاد مشاغل بیشتر در بخش غیرکشاورزی موفق بوده است، این سرمایه‌گذاری منجر به گسترش فناوری‌های غربی، سرمایه و ارزش ویژه به داخل شهرهای بزرگ شده است (Herbert and Thomas, 1990: 31). این پدیده منجر به تمرکز بیش از حد جمعیت در اطراف یک مرکز شهری شده که در کشورهای درحال توسعه، تعادل میان شهرها را از بین برده است (Peterson et al., 1999: 78).

روش‌شناسی تحقیق

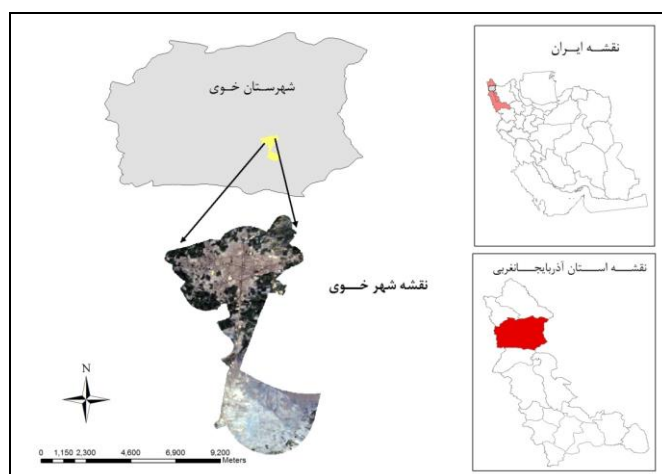
تحقیق حاضر به لحاظ هدف کاربردی و از جهت ماهیت و روش، تحلیلی - توصیفی به شمار می‌رود. در این پژوهش برای ارزیابی و مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهر خوی از داده‌های سنجش از چند زمانه سنجیده Land Sat TM5 مربوط به سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰ استفاده شده است. بدین منظور ابتدا تصاویر ماهواره‌ای Land Sat TM5 برای سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰ تهیه شد و سپس از طریق نرم‌افزار Erdas فرایند مربوط به پردازش تصاویر و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی انجام گرفت. در ادامه، داده‌ها برای مدل‌سازی رشد شهری خوی به نرم‌افزار Idrisi منتقل شد و فرایند مربوط به مدل‌سازی با استفاده از زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف انجام گرفت. فرایند مدل‌سازی به این شکل بوده که بعد از تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰ این نقشه‌ها به عنوان داده‌های مدل در نظر گرفته شدند. برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهر خوی با استفاده از مدل سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف برای افق ۱۴۰۰، ابتدا با استفاده از روش زنجیره مارکوف نقشه کاربری اراضی تهیه شده برای سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۹۰ به عنوان ورودی مدل انتخاب و ۱۰ سال برای پیش‌بینی تغییرات تا سال ۱۴۰۰ مد نظر قرار گرفت تا ماتریس احتمال تغییرات کاربری‌ها حاصل شود. در ادامه، نتایج روش زنجیره مارکوف به عنوان داده‌های ورودی برای انجام روش سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف به کار گرفته شد و نتایج آن به صورت جدول و نقشه تغییرات کاربری‌ها ارائه شد. در نمودار زیر فرایند تحقیق نشان داده شده است.



نمودار ۱. فرایند تحقیق

قلمرو مکانی تحقیق

شهر خوی دومین شهر استان آذربایجان غربی و در موقعیت جغرافیایی ۴۴ درجه و ۲۸ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۸ درجه و ۵۶ دقیقه عرض جغرافیایی واقع شده است. جلگه خوی در دامنه جنوب شرقی فلات ارمنستان واقع شده و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۱۳۹ متر است. این شهر در ۱۴۱ کیلومتری شهر ارومیه مرکز استان آذربایجان غربی و ۱۴۳ کیلومتری شهر تبریز مرکز استان آذربایجان شرقی و ۱۴۷ کیلومتری شهر ماکو واقع است و تا مرز ترکیه به خط مستقیم حدود ۳۲ کیلومتر فاصله دارد.



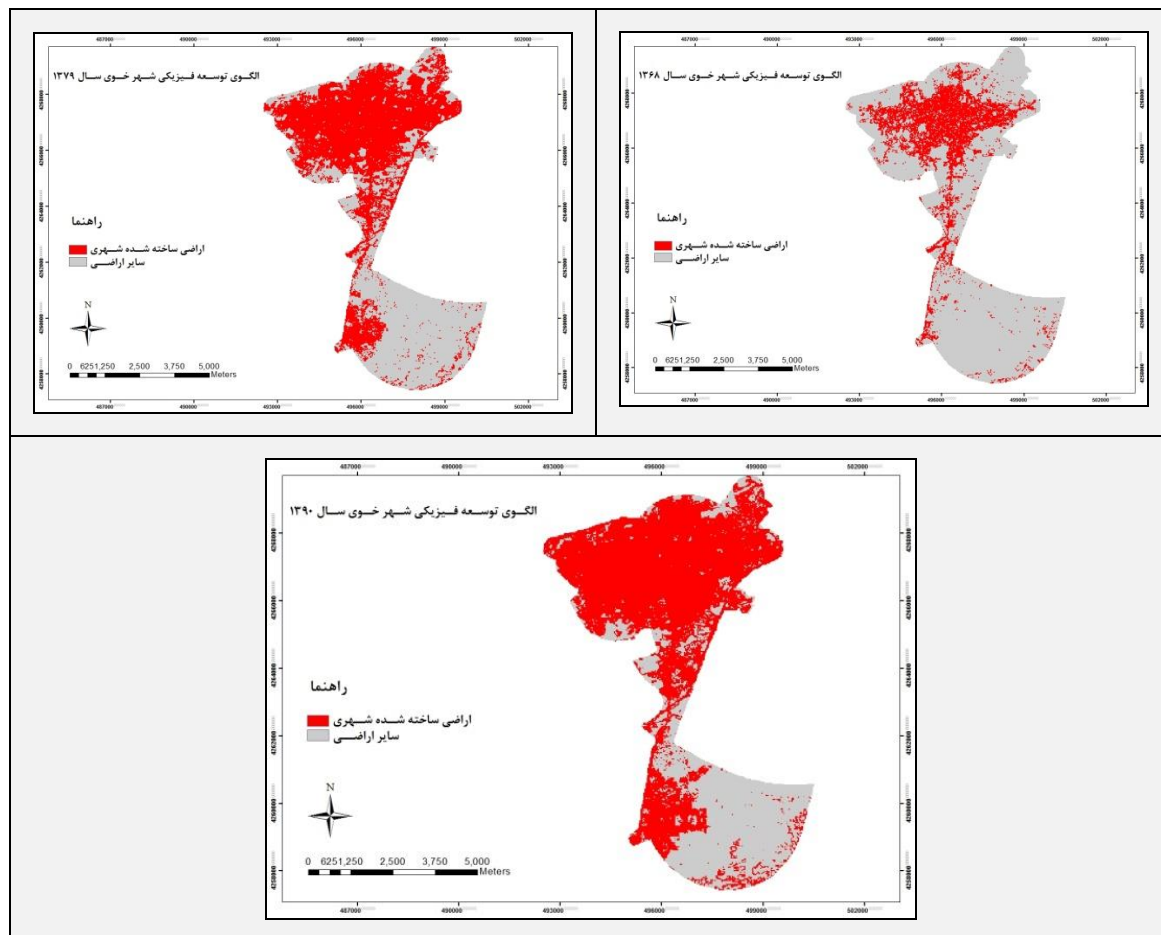
نقشه ۱. موقعیت منطقه تحت مطالعه

بحث و بررسی

در این بخش الگوی گسترش کالبدی خوی و الگوی تغییرات کاربری اراضی آن مطالعه شده و سپس با استفاده از مدل زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار تغییرات آن در آینده پیش‌بینی شده است.

الگوی گسترش کالبدی شهر خوی

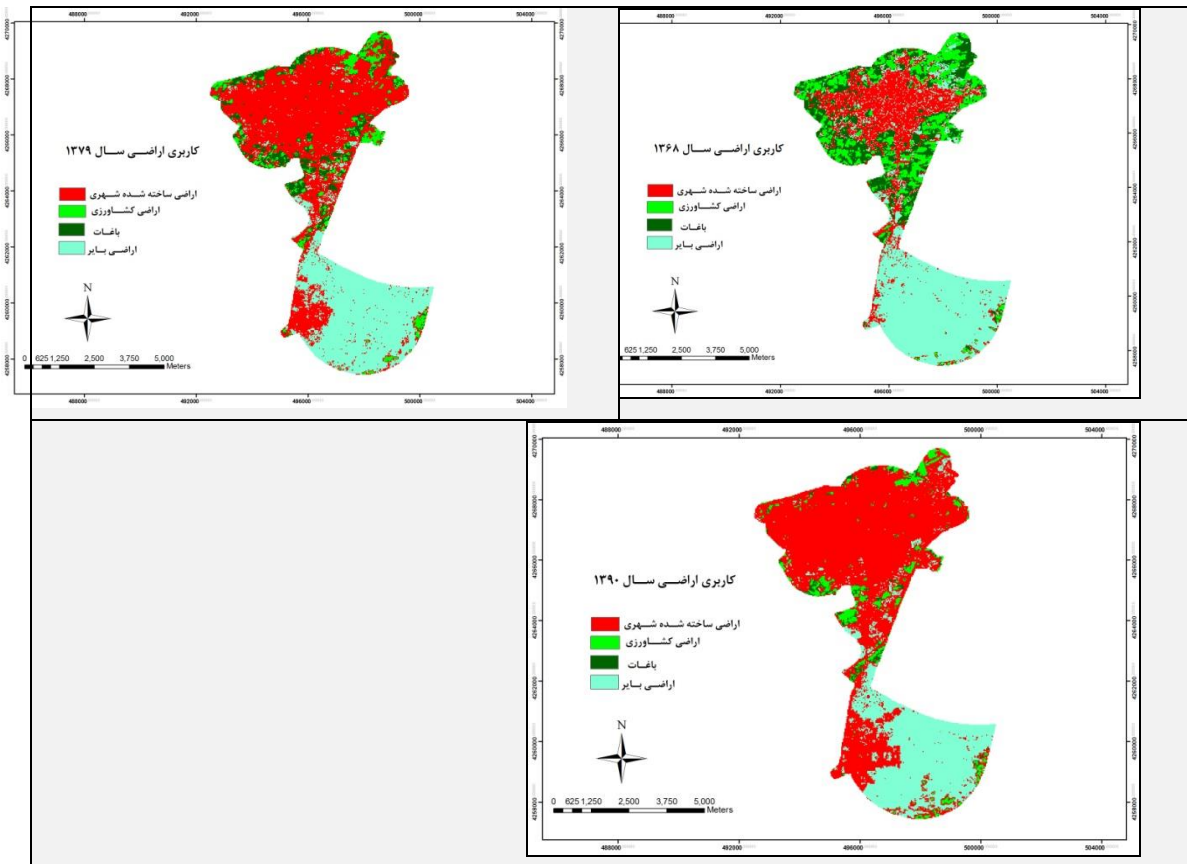
شهر خوی به لحاظ موقعیت جغرافیایی در جلگه‌ای مسطح با پتانسیل غنی کشاورزی و باغی قرار گرفته است که توانایی تولید محصولات مختلف کشاورزی را از گذشته داشته است. این شهر نیز به تبعیت از سیاست‌های شهرنشینی و همگام با تحولات سیاسی، اقتصادی و اجتماعی در ایران، از بعد فضایی توسعه فیزیکی گسترده‌ای در دوره تحت مطالعه تجربه کرده است. نقشه ۲ روند گسترش شهر را طی سه مقطع تحت مطالعه نشان می‌دهد. روند توسعه کالبدی شهر نشان می‌دهد که این بوم در دهه‌های گذشته به صورت شعاعی در جهات مختلف و روی اراضی باغی و کشاورزی گسترش یافته است. اراضی باغی اطراف شهر به درختان میوه‌دار و بی‌میوه اختصاص دارد و باغ‌های میوه شامل درختان گیلاس، آلبالو، گردو و سیب می‌شوند. اراضی کشاورزی نیز با توجه به اینکه شهر خوی به عنوان قطب تولید تخم آفتابگردان و کدو در سطح کشور مطرح است، عمدتاً زیر کشت این محصولات رفته و در برخی موارد نیز به کشت گندم و جو و دیگر محصولات اختصاص داده شده‌اند. با توجه به این شرایط و در نظر گرفتن این موضوع که در صورت ادامه روند گذشته گسترش شهر بر روی اراضی باغی و کشاورزی، منابع تولید مواد غذایی از بین خواهند رفت، طرح جامع شهر قسمت جنوبی شهر را که عمدتاً از اراضی بایر تشکیل شده است، به عنوان گسترش آتی شهر در نظر گرفته است.



نقشه ۲. روند گسترش فیزیکی شهر خوی در دوره تحت مطالعه (۱۳۶۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰)
 مأخذ: مطالعات نگارندگان

الگوی تغییرات کاربری اراضی شهر خوی

در این تحقیق همان‌طور که اشاره شد برای ارزیابی توسعه کالبدی شهر خوی از تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد که نتایج آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در طول دوره تحت مطالعه (۱۳۶۸-۱۳۹۰) در جدول ۱ و نقشه ۳ نشان داده شده است.



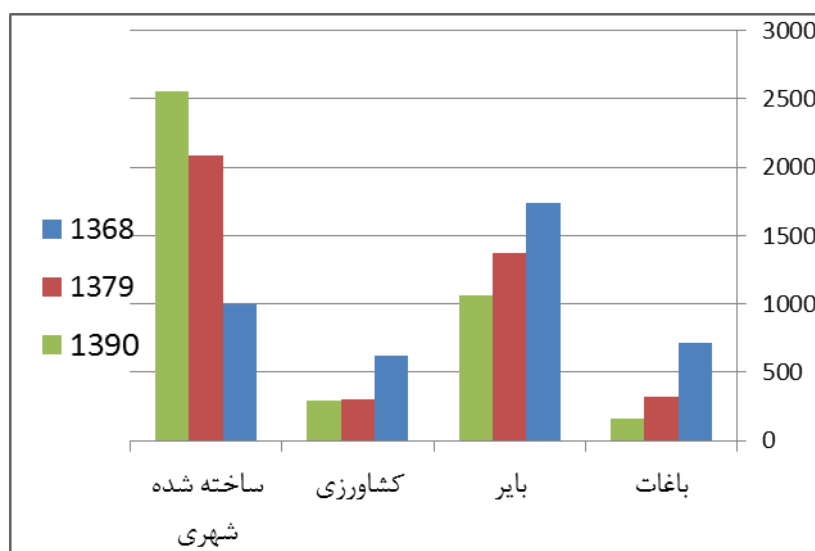
نقشه ۳. کاربری اراضی شهر خوی در دوره تحت مطالعه (۱۳۶۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰)
 مأخذ: مطالعات نگارندگان

نتایج ارزیابی تغییرات کاربری‌ها نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات مربوط به کاربری اراضی ساخته‌شده شهری است. به طوری که این کاربری از ۹۹۵/۱۳ هکتار در سال ۱۳۶۸ به ۲۰۸۴/۲۲ هکتار در سال ۱۳۷۹ و ۲۵۵۷/۱۲ هکتار در سال ۱۳۹۰ رسیده است. بیشترین رشد این تغییرات در حدود ۲۷ درصد و بین سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۹ بوده است. همچنین با توجه به نمودار ۲ کاربری باغ‌ها و فضای سبز و اراضی کشاورزی به ترتیب با حدود ۱۳ درصد و ۸ درصد در مدت تحت مطالعه بیشترین کاهش مساحت را به نفع کاربری اراضی ساخته‌شده شهری داشته‌اند. به طوری که کاربری‌های مذکور به ترتیب از ۷۱۷/۰۳ و ۶۲۳/۲۵ هکتار در سال ۱۳۶۸ به ۱۶۵/۰۶ و ۲۸۸/۵۴ هکتار در سال ۱۳۹۰ کاهش پیدا کرده است. نتایج تحلیل تغییرات کاربری اراضی نشان می‌دهد که بیشترین گسترش شهری بین سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۹ اتفاق افتاده است. طی این دوره، بیشتر شهرهای ایران با رشد فزاینده جمعیت بعد از انقلاب اسلامی ایران (در اثر رشد طبیعی و مهاجرت‌های روستا به شهر) روبه‌رو شده و تزریق درآمدهای نفتی از بعد فضایی نیز تغییرات گسترده و رشد برون‌زا را به دنبال آورده است.

جدول ۱. مساحت کاربری اراضی شهری، شهر خوی در طول سه دوره (۱۳۶۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰) هکتار

کاربری	سال ۱۳۶۸		سال ۱۳۷۹		سال ۱۳۹۰	
	درصد	سه‌م	درصد	سه‌م	درصد	سه‌م
اراضی ساخته شده	۲۴/۴۱	۹۹۵/۱۳	۵۱/۱۳	۲۰۸۴/۲۲	۶۲/۶	۲۵۵۷/۶۲
اراضی کشاورزی	۱۵/۲۹	۶۲۳/۲۵	۷/۳۹	۳۰۱/۵	۷/۰۷	۲۸۸/۵۴
اراضی بایر	۴۲/۷۰	۱۷۴۰/۷۸	۳۳/۶۱	۱۳۷۰/۱۶	۲۶/۱۲	۱۰۶۴/۹۷
باغ‌ها و فضای سبز	۱۷/۵۹	۷۱۷/۰۳	۷/۸۵	۳۲۰/۳۱	۴/۰۴	۱۶۵/۰۶
مجموع	۱۰۰	۴۰۷۶/۱۹	۱۰۰	۴۰۷۶/۱۹	۱۰۰	۴۰۷۶/۱۹

مأخذ: مطالعات نگارندگان



نمودار ۲. مساحت کاربری اراضی شهری شهر خوی در طول سه دوره (۱۳۶۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰)

مأخذ: مطالعات نگارندگان

شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهر خوی

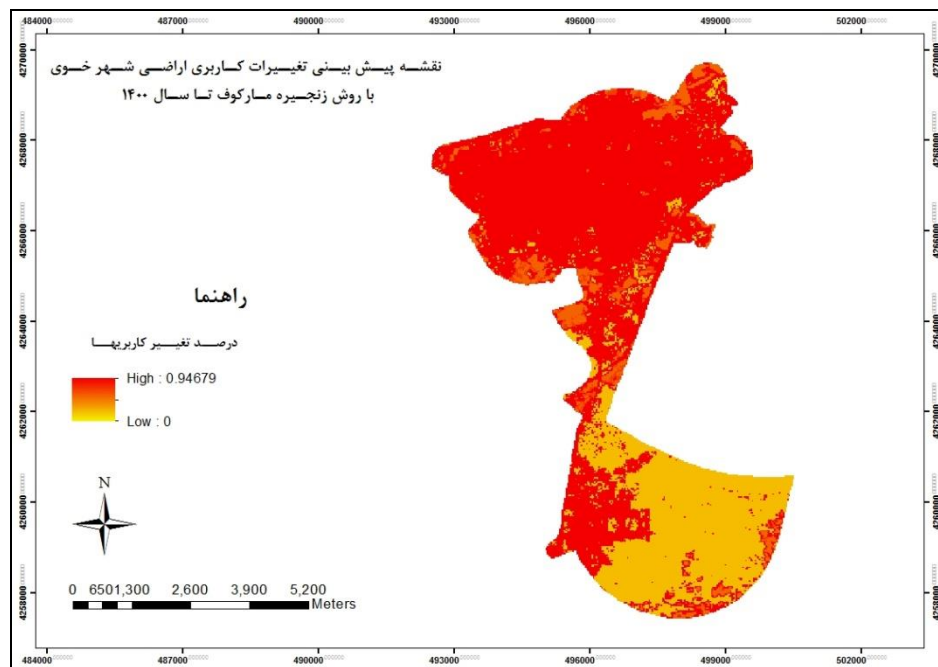
شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی فرآیندی است که بر اساس تغییر و تحولات گذشته، رشد شهری در آینده را پیش‌بینی می‌کند. مدل‌های مختلفی در این زمینه وجود دارد. در این بخش تغییرات کاربری اراضی شهر خوی با استفاده از روش زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار مارکوف شبیه‌سازی می‌شود.

مدل زنجیره مارکوف

در روش زنجیره مارکوف، تصاویر ماهواره‌ای پوشش زمین بر اساس ماتریس احتمال تغییرات تجزیه و تحلیل می‌شود. روش زنجیره مارکوف تصاویر پهنه‌بندی کاربری اراضی را تحلیل و یک خروجی به شکل ماتریس احتمالی تغییرات و

یک تصویر خروجی از ماتریس احتمالی تغییرات برای سال افق ارائه می‌کند (Ahadnejad, 2010: 551). ماتریس احتمال تغییر، احتمال تغییر هر کلاس از کاربری اراضی طبقه‌بندی شده را به کاربری دیگر نشان می‌دهد. در پژوهش حاضر نیز برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهر خوی با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف، نقشه کاربری سال ۱۳۶۸ به عنوان نقشه پایه و سال ۱۳۹۰ به عنوان نقشه پیرو برای پیش‌بینی تغییرات تا سال ۱۴۰۰ به کار گرفته شد. نتایج به صورت جدول احتمالاتی (جدول ۲) احتمال تغییر هر کاربری به کاربری دیگر و نقشه فضایی احتمال تغییر کاربری‌ها به یکدیگر ارائه می‌شود (نقشه ۴).

با توجه به نتایج ماتریس احتمالاتی زنجیره مارکوف (جدول ۲)، می‌توان گفت احتمال تغییر کاربری‌ها به کاربری ساخته‌شده شهری در سال ۱۴۰۰، ۹۴/۶۸ است که بیشترین احتمال تغییر در بین کاربری‌ها است.



نقشه ۴. نقشه پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی شهر خوی با روش زنجیره مارکوف تا سال ۱۴۰۰
مأخذ: مطالعات نگارندگان

جدول ۲. احتمال تغییر کاربری‌های تحت مطالعه تا افق ۱۴۰۰ با استفاده از مدل زنجیره مارکوف

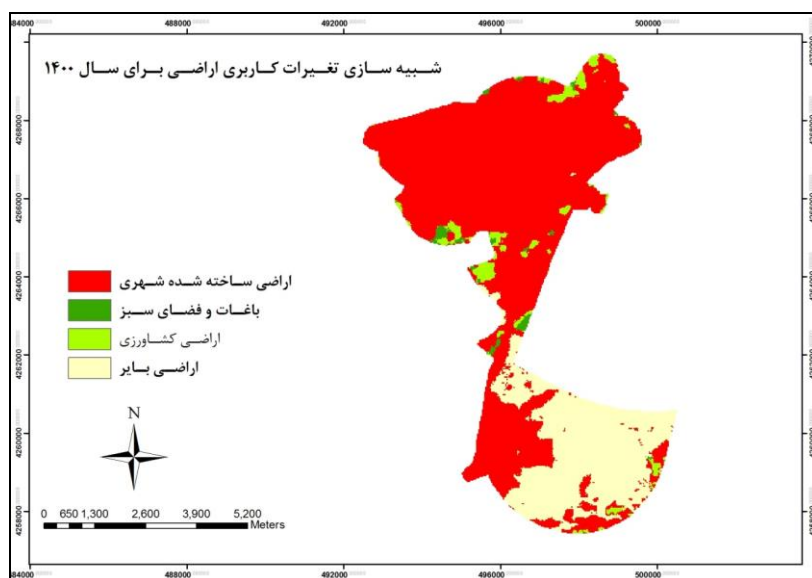
کاربری	اراضی ساخته‌شده	باغ‌ها و فضای سبز	اراضی کشاورزی	اراضی بایر
اراضی ساخته‌شده	۹۴/۶۸	۰/۶۱	۱/۶۸	۳/۰۳
باغ‌ها و فضای سبز	۷۰/۹۲	۸/۳۹	۱۷/۳۱	۳/۳۸
اراضی کشاورزی	۵۵/۸	۸/۲۶	۲۹/۸۹	۶/۰۵
اراضی بایر	۲۱/۷۵	۰/۲۷	۱/۱۲	۷۶/۸۶

مأخذ: مطالعات نگارندگان

مدل ترکیب زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار

سلول‌های خودکار مدلی‌اند که در آن سلول‌های مجاور و پیوسته، از قبیل سلول‌هایی که ممکن است شامل شبکه چهارگوش نیز باشند، حالت یا خصیصه‌های آنها را از طریق کاربرد تکراری قوانین ساده تغییر می‌دهند. مدل‌های CA می‌توانند مبتنی بر سلول‌هایی باشند که در چندین بعد تعریف می‌شوند. قواعد تغییر حالت سلول از یک حالت به حالت دیگر می‌توانند به صورت ترکیباتی از رشد یا کاهش، از قبیل تغییر به یک سلول توسعه‌یافته یا بدون توسعه باشند. این تغییر تابع و منبع تغییراتی است که در سلول مجاور رخ می‌دهد. همسایگی معمولاً به صورت سلول‌های مجاور یا سلول‌هایی که نزدیک هم‌اند اتفاق می‌افتد (قربانی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۲). در پژوهش حاضر نیز برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهر خوی با استفاده از مدل سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف برای افق ۱۴۰۰، ابتدا با استفاده از روش زنجیره مارکوف نقشه کاربری اراضی سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۹۰ به عنوان ورودی مدل انتخاب شد و ۱۰ سال برای پیش‌بینی تغییرات تا سال ۱۴۰۰ مد نظر قرار گرفت تا ماتریس احتمال تغییرات کاربری‌ها حاصل شود. در ادامه، نتایج حاصل از روش زنجیره مارکوف به عنوان داده‌های ورودی برای انجام روش سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف به کار گرفته شد که نتایج آن در جدول ۳ و نقشه ۵ ارائه شده است.

نتایج پیش‌بینی تغییرات با استفاده از روش سلول‌های خودکار نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات با توجه به روند گذشته در کاربری اراضی ساخته‌شده شهری اتفاق خواهد افتاد. به طوری که سطح این کاربری از ۲۵۵۷/۶۲ هکتار (۶۲/۶ درصد) در سال ۱۳۹۰ به ۲۸۷۲/۶۲ هکتار (۴۷/۷۰ درصد) در سال ۱۴۰۰ خواهد رسید که افزایشی ۳۱۵ هکتاری یعنی در حدود ۸ درصد خواهد داشت. همچنین بیشترین کاهش سطح مربوط به کاربری باغ‌ها و اراضی کشاورزی خواهد بود. به طوری که سطح این کاربری‌ها به ترتیب از ۱۶۵/۰۶ و ۲۸۸/۵۴ هکتار در سال ۱۳۹۰ به ۴۴/۹۱ و ۱۴۰/۷۶ هکتار در افق ۱۴۰۰ کاهش پیدا خواهد کرد.



نقشه ۵. نقشه پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی شهر خوی با استفاده از روش ترکیب زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار تا سال ۱۴۰۰

جدول ۳. سطح و سهم کاربری اراضی شهر خوی (۱۳۶۸-۱۳۹۰) و پیش‌بینی برای سال ۱۴۰۰

کاربری	سال ۱۳۶۸		سال ۱۳۷۹		سال ۱۳۹۰		سال ۱۴۰۰	
	درصد	سهم	درصد	سهم	درصد	سهم	درصد	سهم
اراضی ساخته‌شده	۲۴/۴۱	۹۹۵/۱۳	۵۱/۱۳	۲۵۵۷/۶۲	۶۲/۶	۲۸۷۲/۶۲	۷۰/۴۷	۲۸۷۲/۶۲
اراضی کشاورزی	۱۵/۲۹	۶۲۳/۲۵	۷/۳۹	۲۸۸/۵۴	۷/۰۷	۱۴۰/۷۶	۳/۴۵	۱۴۰/۷۶
اراضی بایر	۴۲/۷۰	۱۷۴۰/۷۸	۳۳/۶۱	۱۰۶۴/۹۷	۲۶/۱۲	۱۰۱۷/۹	۲۴/۹۷	۱۰۱۷/۹
باغ‌ها و فضای سبز	۱۷/۵۹	۷۱۷/۰۳	۷/۸۵	۱۶۵/۰۶	۴/۰۴	۴۴/۹۱	۱/۱۰	۴۴/۹۱
مجموع	۱۰۰	۴۰۷۶/۱۹	۱۰۰	۴۰۷۶/۱۹	۱۰۰	۴۰۷۶/۱۹	۱۰۰	۴۰۷۶/۱۹

مأخذ: مطالعات نگارندگان

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

شهرنشینی لجام‌گسیخته و بی‌برنامه یکی از عوامل اصلی تغییرات کاربری اراضی سطح کره زمین به شمار می‌رود که این موضوع ویژگی اصلی شهرهای کشورهای درحال توسعه است که تحت تأثیر عوامل برون‌زا و اقتصاد مصرفی شکل گرفته‌اند. تغییر اقتصاد مبتنی بر کشاورزی به صنعتی موجب از هم پاشیده شدن بنیان تولید روستایی و در نتیجه گسترش بی‌رویه و غیرارگانیک شهرنشینی در اثر مهاجرت روستا به شهری شده است. گسترش بی‌رویه شهر از بعد فضایی تخریب باغ‌ها، فضاهای سبز و اراضی کشاورزی را به دنبال داشته است.

در پژوهش حاضر برای تحلیل تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی تغییرات از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰ منطقه تحت مطالعه استفاده گردید. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین افزایش در بازه زمانی تحت مطالعه مربوط به اراضی ساخته‌شده شهری و بیشترین کاهش سطح مربوط به کاربری‌های باغ‌ها و اراضی کشاورزی است. سطح اراضی ساخته‌شده شهری از ۹۹۵/۱۳ هکتار در ۱۳۶۸ به ۲۵۵۷/۶۲ هکتار در سال ۱۳۹۰ رسیده است. سطح باغ‌ها و اراضی کشاورزی نیز با روند نزولی به ترتیب از ۷۱۷/۰۳ و ۶۲۳/۲۵ هکتار در سال ۱۳۶۸ به ۱۶۵/۰۶ و ۲۸۸/۵۴ هکتار در سال ۱۳۹۰ کاهش پیدا کرده است. همچنین نتایج شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف نشان می‌دهد سطح اراضی ساخته‌شده شهری در افق سال ۱۴۰۰ به ۲۸۷۲/۶۲ هکتار یعنی ۷۰/۴۷ درصد از محدوده طرح جامع خواهد رسید. همچنین سطح باغ‌ها و اراضی کشاورزی به ترتیب به ۴۴/۹۱ هکتار (۱/۱۰ درصد) و ۱۴۰/۷۶ هکتار (۳/۴۵ درصد) کاهش خواهد یافت.

مقایسه نتایج این تحقیق با تحقیقات پیشین بیانگر پیروی توسعه کالبدی شهر خوی مثل دیگر شهرهای ایران از الگوی توسعه ناپایدار شهری است؛ به طوری که نتایج تحقیق احداث و همکاران (۱۳۹۰)، در تحلیل تغییرات کاربری اراضی شهر اردبیل در بازه زمانی ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ نشان می‌دهد بیشترین تغییرات با ۶۸۲/۲ درصد مربوط به تغییر کاربری اراضی کشاورزی به اراضی ساخته‌شده شهری است. همچنین نتایج پژوهش روستایی و همکاران (۱۳۹۳)، در زمینه ارزیابی تغییرات کاربری شهر ارومیه، نتایج تحقیقات پیشین را تأیید می‌کند. به طوری که بر اساس این تحقیق مساحت این شهر در بازه زمانی ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ بیش از پنج برابر شده و بیشترین تغییرات با ۲۹۹۸/۸۹ هکتار در کاربری

کشاورزی اتفاق افتاده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که الگوی توسعه کالبدی شهرهای ایران به دلیل عدم اتخاذ سیاست‌های مناسب در سطح ملی، منطقه‌ای، محلی، الگویی ناپایدار و در راستای تخریب محیط زیست بوده و شهر خوی هم از این قاعده مستثنا نبوده است.

همچنین نتایج تحقیق حاکی از آن است که امروزه نگرانی اصلی از بین رفتن فضاهای زیستی و منابع اصلی تأمین‌کننده امنیت غذایی ساکنان شهری در سایه توسعه اراضی ساخته‌شده شهری است. در گذشته شاید عمده نگرانی‌ها مربوط به گسترش شهری مراکز کلان‌شهری بود؛ ولی نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که امروزه شهرهای میانه‌اندام و حتی در برخی موارد کوچک‌اندام نیز به علت اتخاذ سیاست‌های شهرنشینی برنامه‌محور و نادرست، در معرض تخریب منابع پشتیبان زندگی و در نتیجه به خطراتادان محیط زیست و توسعه پایدار شهری قرار گرفته‌اند.

نتایج تحقیق حاکی از افزایش اراضی ساخته‌شده شهری و در نتیجه گسترش افقی شهر خوی در دوره تحت مطالعه است و این موضوع مشکلات متعددی را در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی به بار آورده است؛ از آن میان می‌توان به این موارد اشاره کرد: افزایش هزینه‌های حمل‌ونقل، بورس بازی زمین، هزینه ایجاد زیرساخت‌های جدید (آب، برق، تلفن، گاز و...)، تأثیر بر بیکاری نیروی انسانی شاغل در بخش کشاورزی با تخریب اراضی کشاورزی و باغی، تبدیل شهر از یک شهر تولیدی به یک شهر مصرف‌کننده و انگلی به خاطر از بین رفتن منابع تولید (اراضی کشاورزی)، شکل‌گیری سکونتگاه‌های غیررسمی در اطراف شهر به دلیل رشد بی‌قواره و بی‌برنامه، افزایش فردگرایی به دلیل گسترش خانه‌های تک‌واحدی، ایجاد ترافیک به علت استفاده از ماشین شخصی، آلودگی هوا با از بین رفتن ریه‌های شهر (اراضی سبز و کشاورزی)، شکل‌گیری جزایر گرمایی با ایجاد سطوح غیرقابل نفوذ از جمله آسفالت و بتن و تخریب فضاهای سبز، تغییر و غیرقابل نفوذ شدن پوشش سطح زمین در نتیجه ایجاد سیلاب‌های شهری.

بنابراین برای کنترل و کاهش آثار نامطلوب شهرنشینی بر اراضی کشاورزی و باغ‌ها راهبردهای زیر در سطح برنامه‌ریزی پیشنهاد می‌شود:

- در سطح ملی باید سیاست‌های توسعه منطقه‌ای و جمعیتی متناسب با ظرفیت و پتانسیل مناطق و با اتکا بر ظرفیت محلی اتخاذ گردد تا ضمن جلوگیری از مهاجرت‌های روستا به شهر، توسعه پایدار منطقه‌ای صورت گیرد؛
- سیاست‌های طرح‌های توسعه شهری باید مبتنی بر توسعه میان‌افزا و استفاده از اراضی داخل شهرها (بافت‌های فرسوده، اراضی بایر و...) در جهت حفظ کاربری کشاورزی و فضاهای سبز باشد؛
- ایجاد کمربند سبز اطراف شهرها به منظور جلوگیری از گسترش شهرها و ورود به اراضی کشاورزی، از گذشته همواره به عنوان یکی از راهبردها مطرح بوده است؛
- برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری توسعه شهری بر اساس ایده شهر فشرده که به عنوان یکی از راهبردها در کنترل گستره شهری و استفاده بهینه از فضاها و زیرساخت‌های شهری است.

منابع

- پورمحمدی، محمدرضا؛ جام کسری، محمد؛ (۱۳۹۰). تحلیلی بر الگوی توسعه ناموزون شهر تبریز، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۵، شماره ۱۰۰، صص ۵۳-۳۱.
- تقوایی، مسعود؛ سرایی، محمدحسین؛ (۱۳۸۳). گسترش افقی شهرها و ظرفیت‌های موجود زمین، مورد شهر یزد، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۳، صص ۲۱۰-۱۸۷.
- شمس، مجید؛ حجتی ملایری، پریسا؛ (۱۳۸۸). توسعه فیزیکی و تأثیر آن در تغییرات کاربری اراضی شهر ملایر (۱۳۶۵-۱۳۸۵)، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره ۷، صص ۷۶-۶۱.
- فیضی‌زاده، بختیار؛ عزیزی، حسین؛ ولیزاده، کامران؛ (۱۳۸۶). استخراج کاربری اراضی شهرستان ملکان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ETM لندست ۷، مجله آمایش محیط، شماره سوم، صص ۹۳-۷۴.
- قربانی، رسول؛ پورمحمدی، محمدرضا؛ محمودزاده، حسن؛ (۱۳۹۲). رویکرد زیست محیطی در مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی محدوده کلان‌شهر تبریز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه‌ای، ارزیابی چندمعیاری و سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف (۱۳۶۳-۱۴۱۷)، فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات شهری، شماره هشتم، صص ۳۰-۱۳.
- ماجدی، حمید؛ (۱۳۷۸). زمین مسئله توسعه شهری، مجله آبادی، شماره ۳۳، صص ۳۱-۲۴.
- مهدوی، مسعود؛ برنجکار، افسانه؛ (۱۳۹۳). خزرشهر و تغییر کاربری اراضی روستایی (مطالعه موردی شهرستان بندر انزلی در ۴۵ سال اخیر)، چشم‌انداز جغرافیایی در مطالعات انسانی، شماره ۲۷، صص ۱۷-۱.
- Ahadnejad, Mohsen; Rabet, Alireza; (2010). Evaluation and forecast of Haman Impacts Based on Land use Changes Using Multi Temporal Satellite Imagery and GIS: A Case Study on Zanjan, Iran (1984-2009). Proceedings of The Joint International Conference on Theory, Data Handling and Vodelling in Geo Spatial Information Science, Hong kong.
- Atu, Joy Eko;Offiong Raphael Ayama, Eni; Devalsam Imoke, Eja, Eja Iwara, Esien, Obia E., (2012)The Effects of Urban Sprawl on Peripheral Agricultural Lands in Calabar, Nigeria, International Review of Social Sciences and Humanities, Vol. 2, No. 2, pp. 68-76.
- Drakakis-Smith,D.,2000,Third World Cities.London:Routledge.
- Foley,J.A.,DeFries,R.;Asner,G.P.;Barford,C.;Bonan,G.;Carpenter,S.R.;Chapin,F.S.;Coe,M.T.;Dailly,G.C.;Gibbs,H.K.,2005,Global consequences of land use.Science,No.309, 570-574.
- Foley,J.et al.,2011,Solutions for a cultivated planet. Nature, 478,337-342.
- Ganeshkumar.B,and Mohan.M.,2014,Urban Sprawl Spatial Modelingusing SLEUTH Model,International Journal of Geospatial Engineering and Technology Vol.1,No.1, pp.22 - 28.
- Ginkel,V.H.,2010,Sustainable Urban Futures:Challenges And Opportunities. Paper Presented at School of Humanities, Universiti Sains Malaysia, Penang.May 17, 2010.
- Herbert, D.T.&Thomas,C.J.,1990,Cities in Space City as Place.London,David Fulton Publishers.
- Lambin E F,et al.,2001,The causesof land-use and Land-Cover Change:Moving Beyond Theyths;Global Environ,Change 11, 261-269.

- Longley PA.,2002,Geographical Information Systems:Will Developments In Urban Remote Sensing And GIS Lead to ‘Better’ Urbangeography?Progress In Human Geography 26(2): 231-239.
- Lubowski, R.N., Vesterby, M., Bucholtz, S., Baez, A., and Roberts, M.J.,2006, Major Uses of Land In The United States, Economic Information Bulletin No. (EIB-14).
- Mather J R and Sdasyuk G V.,1991,Global Change:Geographicalapproaches,Tucson Arizona USA: Universityof Arizona Press.
- McGee,T.,1971,The Urbanization Process In The Third World.London:G.Bell and Sons, Ltd.
- National Research Council (NRC).,1999,Board on SustainableDevelopment,Policy Division,Committee On GlobalChange Research Global Environmental Change:Research Pathways For The Next Decade(Washington DC:National Academy Press).
- Peterson,P.J.,Sham,S.&Nordin,M.,1999),Indicators of Sustainable Development In IndustrialisingCountries(Vol.III).Universiti Kebangsaan Malaysia:Institute for Environment and Development.
- Sundara,K.K.et.al.,2012,Land Use And Land Cover Change Detection And Urban Sprawl Analysis of Vijayawada City Using Multi-temporal Landsat Data”, International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 4, No. 01. pp 170-178.
- Turner II B L,Skole D,Sanderson S,Fischer G,FrescoL and Leemans R.,1995,Land use land cover changescience/research plan (IGBP Report No. 35 and HDP Report No. 7).
- United Nations.,2008,.World Urbanization Prospects:The 2007 Revision.[Online] Available:<http://www.unpopulation.org>
- Wolman,M.G.andF.G.A.Fournier(editors).,1987,Land Transformation inAgriculture,John Wiley and Sons,Chichester,UK,.