

## مدل‌سازی زمانی- مکانی روند توسعه شهرها با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل Markov-Ca (مطالعه موردی: شهر پارس آباد مغان)

مهدی موذنی<sup>۱</sup>

محمد رضا پور محمدی<sup>۲</sup>

### چکیده

سطوح زمین طی سالیان اخیر توسط بشر به‌ویژه از طریق شهرسازی، جنگل‌زدایی، کشاورزی و فعالیت‌های دیگر دستخوش تغییرات زیادی شده است. مدل‌های فضایی ابزار بسیار مناسبی برای مدل‌سازی زمانی- مکانی و نشان دادن توسعه شهری و تغییرات کاربری اراضی در آینده می‌باشند که در این پژوهش نیز برای مطالعه این توسعه و تغییرات در محدوده مورد مطالعه یعنی شهر پارس‌آباد مغان که در سال‌های اخیر توسعه فیزیکی چشم‌گیری را داشته است، از مدل Markov-Ca که از ترکیب مدل زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار می‌باشد استفاده شده است. تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این پژوهش که نقشه‌های کاربری اراضی از آن استخراج شده است عبارت‌اند از: تصاویر ماهواره لندست TM سال ۱۳۶۸، لندست ETM+ سال ۱۳۸۱، لندست ۸ سنجه OLI سال ۱۳۹۴ می‌باشند، همچنین جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات در این پژوهش از نرم‌افزارهای ARC GIS، ENVI 5، IDRISI SELVA استفاده شده است که

۱- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول)

Email: m.moazzeni1392@gmail.com- Tel:09149525235

۲- استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

کاربری‌ها به پنج سطوح شامل: سطوح اراضی ساخته‌شده، سطوح مزارع، سطوح آبی، سطوح اراضی بایر، سطوح اراضی جنگلی و باغات تقسیم شده است. در نهایت اقدام به مدل‌سازی توسعه شهری و تغییرات کاربری اراضی برای سال ۱۴۰۷ شده است که نتایج بیانگر آن است که در طی ۱۳ سال آتی به‌شدت از مساحت کاربری مزارع و بایر اطراف شهر بخصوص قسمت جنوب غربی کاسته شده است. این کاهش مساحت در کاربری مزارع بیشتر در مزارع اطراف و بلافاصل محدود شهر می‌باشد و اراضی تولیدکننده محصولات زراعی که دارای شرایط مناسب برای کشت می‌باشند به اراضی ساخته‌شده و مسکونی تبدیل شده‌اند. توسعه شهر نیز در سال‌های آتی بیشتر در قسمت جنوب غربی شهر صورت خواهد پذیرفت.

**واژگان کلیدی:** مدل‌سازی زمانی- مکانی، توسعه شهری، تغییرات کاربری اراضی، زنجیره مارکوف، سلول‌های خودکار، پارس‌آباد مغان

## مقدمه

با پیشرفت روزافزون جوامع انسانی جوامع شهری نیز دچار دگرگونی‌ها و پیچیدگی‌های فراوانی شده است. این دگرگونی و پیچیدگی همه ابعاد زندگی انسان ساکن در شهرها را دربرمی‌گیرد. در تمام شهرهای جهان گسترش و توسعه شهر در جهات عمودی و افقی یکی از مسائل موردتوجه مدیران و برنامه‌ریزان شهری می‌باشد. این مبحث در ادبیات علمی قدمتی کمتر از صدسال دارد. به‌طور دقیق کاربرد این اصطلاح از اواسط قرن بیستم متداول شد و آن زمانی بود که استفاده بی‌رویه از اتومبیل متداول گشت و بخش اعظم اعتبارات شهری به‌سوی گسترش بزرگراه‌ها و بسط فضاهای شهری سوق یافت (Hess, 2001:4). درواقع توسعه شهری فرایندی است متأثر از عوامل اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی، سیاسی و جمعیتی که در طول تاریخ مراحل مختلف را طی کرده است (عزیزپور، ۱۳۷۵: ۱۱). توسعه شهر می‌تواند عبارت باشد از گسترش هماهنگ و متعادل سطح اختصاص داده‌شده به ساختمان‌های مسکونی در یک شهر با سطوح موردنیاز در سایر کاربری‌ها و همچنین تجهیز این سطوح به تأسیسات، امکانات و تجهیزات موردنیاز در سطحی استاندارد و قابل قبول، به‌عبارت دیگر در توسعه شهری باید برابری و تعادل بین کیفیت و کمیت آنچه احداث

می شود از یک سو و از سوی دیگر به تعداد و اندازه های جمعیت شهرنشین که در این مناطق جای می گیرند اهمیت داد (دهاقانی، ۱۳۷۳: ۴۲۳-۴۲۴). در این میان تغییر کاربری زمین یکی از زمینه های اصلی توسعه شهری هست (Asami et al, 2009: 65). نرخ سریع توسعه شهری موجب تغییرات وسیعی در الگوی کاربری زمین حاشیه شهرها شده است. اثرات رشد شهرنشینی در کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه یافته محسوس است. با این حال در کشورهای در حال توسعه مثل ایران، این نرخ رشد سریع تر بوده و در نتیجه منجر به تغییرات وسیعی در کاربری اراضی شده است (خاکپور و دیگران، ۱۳۸۶: ۴۶). در نتیجه تغییر کاربری زمین فرایند پویا و پیچیده ای است که سیستم های طبیعی و انسانی را به هم مرتبط می کند (Koomen et al, 2007: 2); و نتیجه یک شبکه پیچیده تعامل بین نیروهای بیوفیزیکی و اجتماعی- اقتصادی در فضا و زمان است (بریاسولیس، ۱۳۸۸: ۱۶۲). از یک طرف با آلودگی هوا، آب و فرسایش خاک مرتبط است و از سوی دیگر با تغییر جمعیتی و اقتصادی پیوند دارد. همچنین بسیاری از مسائل محیطی را هم در سطح جهانی و هم در سطح محلی به وجود می آورد، از جمله انتشار گازهای گلخانه ای، کاهش تنوع زیستی و رسوب گذاری دریاچه ها و رودخانه ها و جنگل زدایی و بیابان زایی (Walker, 2004: 247). به همین دلیل به عنوان یکی از مهم ترین مباحث توسعه پایدار مطرح می باشد (Rimal, 2005: 80).

یکی از مقوله های بسیار مهم در خصوص توسعه شهری، برخورداری از یک اقتصاد پویا می باشد. بعبارت دیگر عامل وجودی شهر هرچه که باشد، مطمئناً عامل بقاء آن مستلزم برخورداری از بنیان های اقتصادی فعالی می باشد که بتواند تداوم حیات شهر را سبب گردد. لیکن، آنچه که در خصوص تحلیل توسعه شهری مورد مطالعه ضرورت دارد، تحلیل مفهوم نظریه مراکز رشد می باشد. مفهوم مراکز رشد، از مفهوم اولیه قطبهای رشد گرفته شده است. در دهه ۱۹۶۰، مفهوم مراکز رشد (که توسط میسرا مطرح گردید) به مراکزی که بطور مشخص، توسعه روستایی را ترویج نماید، اطلاق گردید (پاپلی یزدی و ابراهیمی، ۱۳۸۵). یکی از معدود شهرهای جدید ایران که تحت تاثیر این نظریه و مقوله مزیت نسبی مناطق در ربع قرن دوم سده حاضر ایجاد گردیده است، شهر پارس آباد می باشد (بابایی اقدم، ۱۳۸۷: ۱). شهر پارس آباد که در راستای طرح توسعه بنگاه عمران دشت مغان و به منظور

بهره‌برداری از زمین‌های حاصلخیز دشت به‌عنوان شهری نوین و نوپا در سال ۱۳۳۲ شکل گرفت. در همین سال شرکت شیار که مسئولیت کانال کشی و آب رسانی را به عهده داشت (بعدها همین شرکت سازمان آب منطقه مغان شد) تاسیس شد. برنامه کار این بود که تمام دشت زیر پوشش آب رود ارس قرار بگیرد. نخستین گام توسعه شهری خانه‌هایی بود که شرکت پرسرسیوم (پیمانکار شیار) برای کارمندان ساخت و بعد از این به وسیله شرکت شیار مورد استفاده قرار گرفت. دلیل انتخاب این محل برای شهرسازی موقعیت آن از نظر مزارع اطراف بود و تپه ماهورهای موجود در سمت شمالی نیز مناسبت محل را افزایش می‌داد. بنگاه عمران دشت مغان با ایجاد تاسیسات مرکزی خود در پارساباد، به توسعه این شهر سرعت بخشید و از همان اول به عنوان مرکز مغان شناخته شد (بانیان، ۱۳۸۰: ۱۲). این سرمایه‌گذاری‌های گسترده باعث ایجاد فرصت‌های شغلی در منطقه شد و به‌تبع آن مهاجرت گسترده از روستاها و شهرها و شهرستان‌های اطراف را سبب شد. مهاجرین روستایی اکثراً از شهرستان‌های اطراف (از جمله: گرمی، کلیبر، مشگین‌شهر، بیله سوار، اردبیل و غیره) بوده است. اولین طرح شهرسازی برای شهر پارساباد مربوط به سال ۱۳۴۹ می‌باشد که توسط وزارت کشور تهیه می‌شود. قبل از تهیه این طرح شرکت کشت و صنعت برای کمپ و خانه‌های سازمانی شرکت و نیز احداث فرودگاه در این شهر طرح‌هایی تهیه می‌کند که به عنوان اولین هسته‌های توسعه جدید شهر بعد از بافت روستایی در کنار مسجد جامع شهر مورد استفاده قرار می‌گیرد. اولین طرح هادی برای این شهر در سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۷۷ تهیه گردید در این طرح جمعیت شهر برای افق طرح یعنی سال ۱۳۷۵ برابر با ۶۴۵۵۶ نفر پیشنهاد و طرح بر اساس آن تهیه می‌شود. با توجه به موقعیت و گسترش شهر در سال ۱۳۷۵ سازمان مسکن و شهرسازی تهیه طرح جامع را برای این شهر ملحوظ و لازم می‌داند و در سال ۱۳۸۰ طرح جامع شهر تهیه می‌گردد. در کل مراحل توسعه شهر در چهار مرحله صورت پذیرفته است، مرحله اول به سال‌های قبل از ۱۳۳۲ باز می‌گردد، مرحله دوم به سال‌های ۱۳۳۲-۱۳۶۵ مربوط می‌شود، مرحله سوم توسعه که در بین سال‌های ۶۵-۷۵ رخ داده است و مرحله چهارم که بعد از سال‌های ۱۳۷۵ تاکنون را شامل می‌شود. چون این توسعه به‌صورت شتابان و در زمین‌های حاصلخیز و از نظر کشاورزی مرغوب‌ترین زمین‌های دشت مغان محسوب می‌گردد صورت گرفته بود و با گسترش شهر روزبه-

روز زمین‌های کشاورزی اطراف شهر به زیرساخت و ساز می‌رفت باعث تغییراتی نیز در کاربری‌های اراضی شده است. بررسی شرایط کالبدی اقتصادی، اجتماعی و زیستی نشان‌دهنده توسعه شهر و تغییرات کاربری اراضی آن می‌باشد. از آنجایی که استفاده از روش‌های سنتی برای تعیین توسعه شهری و تغییرات کاربری اراضی بسیار وقت‌گیر و پرهزینه است لذا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه و نقشه‌های رقومی و انواع مدل‌ها می‌توان توسعه شهری و تغییرات کاربری اراضی شهری را مدل‌سازی و شبیه‌سازی کرده و پیامدهای مربوطه را بررسی کرد؛ بنابراین داده‌های دورسنجی به‌عنوان ابزار بسیار مهمی برای مطالعه‌ی پیش‌بینی و مدل‌سازی زمانی- مکانی روند تغییرات الگوهای کاربری اراضی و تحولات آن محسوب می‌شود. یکی از ابزارهای مورد استفاده برنامه‌ریزان در جهت کنترل روند تغییرات کاربری و توسعه شهری مدل‌ها هستند. مدل‌ها، ابزاری برای شناسایی تغییرات کاربری زمین می‌باشند و در کشف ارتباط کاربری زمین و عوامل مؤثر بر آن بسیار کارآمد هستند (Onishi & Braimoh, 2007:6). مدل‌های کاربری زمین عموماً سه بخش دارند. نقشه‌های کاربری زمین چند زمانه به‌دست‌آمده از داده‌های سنجنش‌ازدور، تابع چند متغیره استخراج‌شده از برآوردهای نشان‌دهنده تغییرات و ایجاد نقشه‌های پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین (Strahlers & Lambin, 1994). بنابراین می‌توان با مدل‌سازی این توسعه و تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجنش‌ازدور و مدل‌های مورد استفاده در این زمینه به پیش‌بینی روند توسعه شهری و تغییرات کاربری اراضی در آینده پرداخته و روند آن را نیز در گذشته و حال بررسی کرد. از این رو یکی از عمده‌ترین موضوعات قابل طرح در این زمینه، روند فزاینده‌ی تغییرات کاربری اراضی پیرامون شهرها به کاربری‌های ساخته‌شده می‌باشد. این تحقیق باهدف تبیین کم و کیف کاهش کاربری‌های بایر و زراعی و سایر کاربری‌ها و افزایش کاربری‌های ساخته‌شده در طی افق طرح با توجه به روندهای گذشته با استفاده از مدل Markov-Ca به انجام خواهد رسید. با توجه به موارد فوق، هدف از انجام این تحقیق عبارت‌اند از:

- ارزیابی استفاده از مدل‌های کمی در پیش‌بینی روند توسعه شهری و تغییرات کاربری اراضی.

- ارزیابی الگوی آتی توسعه شهری و کاربری اراضی در شهر پارس‌آباد.
- با توجه به موارد فوق، تحقیق حاضر در پی پاسخگویی به سؤالات ذیل می‌باشد:
- ۱- با توجه به پیچیدگی مقوله توسعه شهری پارس‌آباد در طی دهه‌های اخیر، توسعه اراضی ساخته‌شده بیشتر به ضرر کدام یک از کاربری‌ها بوده است؟
  - ۲- با توجه به سؤال فوق، الگوی آتی کاربری اراضی در شهر پارس‌آباد به چه صورتی خواهد بود و توسعه شهر به کدام جهات اصلی صورت خواهد پذیرفت؟
- در رابطه با مقوله توسعه شهری و استفاده از مدل‌های کمی برای تبیین توسعه شهری و تغییرات کاربری اراضی تحقیقات مختلفی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است که در زیر به چند نمونه از این تحقیقات اشاره می‌شود:
- یاسوری و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله‌ای تحت عنوان بررسی نقش گسترش فیزیکی شهر رشت در ایجاد تغییرات کاربری اراضی حاشیه شهر به بررسی و مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی در طی دو دوره ۱۳۷۰ و ۱۳۹۰ پرداخته است و به این نتیجه دست یافته است که طی دوره ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰، حدود ۳۵۸۷ هکتار از اراضی حاشیه شهر، تغییر کاربری یافته و به زیرساخت و سازه‌های شهری رفته است و تعداد ۱۰ روستا به شهر ملحق شده و همچنین تعداد ۵۷۷۲۸ قطعه اعیانی در حاشیه شهر به محدوده خدماتی شهرداری اضافه‌شده است (یاسوری و همکاران، ۱۳۹۴: ۹۹-۱۱۲). در پژوهش دیگر قربانی و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی تغییر کاربری اراضی شهری در جهت ناپایداری توسعه شهری (نمونه موردی: باغشهر مراغه طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰) تغییر کاربری‌های اراضی شهری مراغه از منظر توسعه پایدار مورد مطالعه و سنجش قرار گرفته است تمامی داده‌های این پژوهش مستند و شامل مصوبات تغییر کاربری اراضی توسط کمیسیون ماده ۵ استان آذربایجان شرقی می‌باشد. نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر آن است که پرونده‌های ارجاعی شهر مراغه به کمیسیون ماده ۵ بسیار قابل‌توجه و بیشتر موارد در جهت منافع درخواست‌کننده و شهردار به تصویب رسیده است؛ که این عامل بدون در نظر گرفتن

پایداری شهری و مشکلات کالبدی و زیست محیطی بوده است (قربانی و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۷-۱۵).

محمود زاده و خوش روی (۱۳۹۴) در مقاله‌ای با عنوان کاربرد رگرسیون لجستیک در مدل سازی توسعه شهری (مطالعه موردی: منطقه شهری بناب)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه لندست ۵ و تکنیک پردازش تصاویر ماهواره‌ای شی گرا، تغییرات اراضی در مقطع زمانی ۱۳۶۳-۱۳۹۰ با تأکید بر گسترش پراکنده منطقه شهری بناب و روستاهای پیرامونی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که مقدار مساحت منطقه شهری بناب و شش روستای پیرامونی از ۶۰۸/۴ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۱۷۱۷/۷ هکتار در سال ۱۳۹۰ رسیده است (محمود زاده و خوش روی، ۱۳۹۴: ۴۶-۳۱). زنگنه شهرکی و همکاران نیز (۱۳۹۳)، در مقاله‌ای با عنوان تحلیل زمانی- مکانی گسترش کالبدی شهر مشهد و پایش تغییرات کاربری اراضی اطراف، با استفاده از داده‌های سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای ساله‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۹، ۱۳۹۰ ماهواره لندست با استفاده از تکنیک کشف تغییرات به روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تصاویر، تغییرات اراضی کشاورزی و اراضی بایر به کاربری ساخته شده شناسایی گردیده است (زنگنه شهرکی، ۱۳۹۳: ۴۸۳-۴۹۹).

احدنژاد و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فیزیکی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی شهر اردبیل ۱۳۶۳-۱۴۰۰) که هدف آن ارزیابی تغییرات اراضی حاشیه شهر اردبیل در طی سال‌های ۱۳۶۳-۱۳۹۰ و سپس پیش‌بینی این تغییرات تا ۱۴۰۰ می‌باشد. برای پی بردن به نوع و میزان تغییرات رخ داده در منطقه فوق تصاویر سنجنده لندست TM، سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۷۰، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰ و همچنین تحولات جمعیتی این شهر بین سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. برای پیش‌بینی روند تغییرات تا سال ۱۴۰۰ از روش ترکیبی زنجیره‌ی مارکوف<sup>۱</sup> و سلول‌های خودکار استفاده گردیده است (احد نژاد و دیگران، ۱۳۹۰: ۱۰۷). بابایی اقدام و ابراهیم‌زاده (۱۳۹۱) در پژوهشی تحت عنوان

1 Markov chain

مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی زراعی و بایر به سطوح ساخته‌شده در منطقه شهری اردبیل با استفاده از مدل CLUE-S به بررسی فرآیند تبدیل کاربری‌های زراعی و بایر به سطوح ساخته‌شده شهری، فراشهری و صنعتی و غیره پرداخته است؛ و مرحله بعدی مدل-سازی الگوی آتی این تغییرات تا افق ۱۴۰۰ با استفاده از مدل کلو-اس می‌باشد. بدین منظور از تصاویر ماهواره‌ای منطقه اردبیل در سال ۱۳۶۷ ماهواره SPOT و تصویر سال ۱۳۸۶ ماهواره IRS جهت تهیه نقشه کاربری اراضی سال‌های مربوطه استفاده‌شده است. نتایج تحقیق حاکی از وقوع تغییرات کاربری در مکان‌هایی با بالاترین درجه مطلوبیت مکانی برای نوع خاصی از کاربری اراضی می‌باشد که وضعیت آن در قالب دو سناریوی تغییرات کم و زیاد ارائه شده است (بابایی اقدم، ۱۳۹۱: ۲۱).

ریک هگازی و راشد کالوپ (۲۰۱۵) در مقاله‌ای تحت عنوان پایش توسعه شهری و تحلیل تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور و جی آی اس در دقهیله مصر، میزان تغییرات را در بین سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۰ مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه دست یافته است که مناطق ساخته‌شده ۲۲۸-۲۵۵ کیلومترمربع یعنی بیش از ۳۰ درصد افزایش یافته و از مساحت اراضی کشاورزی به میزان ۳۳ درصد کاسته شده است. پیش‌بینی برای آینده نیز با استفاده از تحلیل زنجیره مارکوف انجام شده است (rizk hegazy and rashed kaloop, 2015: 117-124). جوکار و همکارانش (۲۰۱۲) نیز در پژوهشی با عنوان ترکیب مدل‌های رگرسیون لجستیک-زنجیره‌ی مارکوف و سلول‌های خودکار برای شبیه‌سازی گسترش شهری که برای گسترش حومه شهری تهران انجام داده‌اند، تغییرات کاربری اراضی تا سال ۲۰۲۶ پیش‌بینی‌شده است. نتایج ارائه شده نشانگر ۸۹٪ شبیه‌سازی واقعی برای نقشه‌های سال ۲۰۰۶ را ارائه می‌دهند و نقشه‌های چندگانه برای پیش‌بینی سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۶ را برای کاربری اراضی ارائه می‌دهند (Jokar and et al, 2012: 11). هرولد و همکارانش (۲۰۰۵) در پژوهش دیگر با عنوان نقش متریک‌های فضایی در تحلیل و مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهری که برای نواحی شهری سانتا-باربارا کالیفرنیا انجام داده‌اند هدف و چارچوب اصلی تحقیق خود را در ترکیب سنجش‌ازدور و

متریک فضایی برای بهبود و تحلیل مدل سازی رشد شهری و تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره ای آیکونوس گذاشته اند (Herold and et al,2005:369).

### روش تحقیق

این پژوهش با توجه به نوع هدف، از نوع کاربردی و از نظر ماهیت و روش، از نوع تحقیقات توصیفی - تحلیلی می باشد. در این تحقیق اطلاعات موردنظر با استفاده از مطالعات کتابخانه ای و مطالعات میدانی (برداشت کاربری ها جهت یکسان سازی با نقشه های کاربری های اراضی حاصل از تصاویر ماهواره ای) جمع آوری شده است، ابزارهای مورد استفاده در این پژوهش تصاویر ماهواره لندست سنجنده های TM، ETM+، OLI سال های ۱۳۶۸، ۱۳۸۱، ۱۳۹۴ ماه ژوئن و جهت تجزیه و تحلیل از نرم افزارهای ENVI 5، IDRISI، SELVA، ARC GIS استفاده شده است. پس از برش منطقه موردنظر از روی تصاویر، با بهره گیری از نقشه های موجود و از راه بازدید زمینی و تفسیر دیداری و اسناد موجود کاربری ها در مرحله پیش از طبقه بندی و بعد از طبقه بندی برداشت شد. کلیه گزینه های مربوط به طبقه بندی در نرم افزار ENVI 5 در منوی Classification می باشد. روش طبقه بندی نظارت نشده از طریق گزینه unsupervised و طبقه بندی نظارت شده از طریق گزینه Supervised می باشد. در این پژوهش ما برای طبقه بندی از روش طبقه بندی نظارت شده استفاده می کنیم. در این طبقه بندی از یک سری نمونه های تعلیمی برای طبقه بندی استفاده کرده ایم. در اینجا نیز توابع مختلفی از قبیل متوازی السطوح، کوتاهترین فاصله، بیشترین شباهت یا احتمال، ترسیم گر زاویه طیفی، واگرایی اطلاعات طیفی، شبکه عصبی مصنوعی، و کدگذاری باینری و غیره وجود دارد که ما از تابع Maximum Likelihood یا بیشترین شباهت به دلیل دقت بیشتر آن انتخاب کرده و طبقه بندی خود را بر اساس آن انجام داده ایم. در این پژوهش برای طبقه بندی ابتدا با استفاده از ابزار ROI در نرم افزار ENVI شروع به تعیین پنج کلاس، شامل سطوح ساخته شده (شهرها، روستاها، جاده ها، نواحی صنعتی و ...)، سطوح آبی (رودخانه ها، کانال ها، باتلاق ها و مرداب ها)، مزارع، اراضی جنگلی و باغات، اراضی بایر کرده ایم، تعیین نمونه های تعلیمی با استفاده از نقشه های کاربری اراضی و نرم افزار Google Earth و بازدید و پرس جو از محل انجام شده است. لازم

به یادآوری است در کلاس مزارع نیز اراضی شخم‌خورده و آماده برای کشت نیز جزء این کلاس به حساب آورده شده است.

برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی معمولاً از دو روش استفاده می‌شود: ۱- برآورد ماتریس خطا ۲- محاسبه ضریب کاپا. فرایند ارزیابی دقت طبقه‌بندی در این پژوهش هم از طریق نقاط کنترل تصویری و هم از طریق نقاط کنترل نواحی انجام پذیرفته است و در نهایت خطای ارزیابی تصاویر با استفاده از ضریب کاپا به دست آمده است. جدول ۱ ضریب کاپای تصاویر لندست مورد استفاده را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ضریب کاپا و دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره لندست

| نام تصویر        | دقت کلی | ضریب کاپا |
|------------------|---------|-----------|
| لندست TM-۱۳۶۸    | ۹۰/۵۰   | ۰/۸۹      |
| لندست ETM+-۱۳۸۱  | ۹۱/۴۰   | ۰/۹۰      |
| لندست OLI-۸-۱۳۹۴ | ۹۷/۵۰   | ۰/۹۴      |

منبع: یافته‌های تحقیق

## تکنیک‌های تحقیق

### مدل Markov-Ca

زنجیره مارکوف و CA هر دو، مدل دینامیک گسسته در زمان و موقعیت هستند. مشکل ذاتی زنجیره مارکوف این است که هیچ درک جغرافیایی تولید نمی‌کند. احتمال تبدیل ممکن است روی هر گروه پایه دارای صحت و دقت باشد، اما هیچ دانش و آگاهی از توزیع مکانی درون هر گروه کاربری زمین وجود ندارد یعنی هیچ مؤلفه‌ای مکانی در خروجی مدل‌سازی وجود ندارد. به خاطر همین CA جهت اضافه کردن مشخصه مکانی به مدل مورد استفاده قرار خواهد گرفت (خوش‌گفتار و دیگران، ۱۳۸۹: ۹).

مدل مارکوف-CA به همراه داده‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ادعا می‌شود که رویکردی مناسب برای مدل‌سازی تغییرات زمانی-مکانی کاربری اراضی می‌باشد. در مدل مارکوف-CA، فرایند زنجیره مارکوف تغییرات زمانی مابین انواع کاربری‌ها را بر پایه

$$P = (P_{ij}) = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix}$$

ماتریس‌های گذار کنترل می‌کند (Lopez and et al,2001)، مدل مارکوف- CA تغییرات الگوهای مکانی را با قوانین محلی با در نظر گرفتن پیکربندی همسایگی و نقشه‌های پتانسیل گذار کنترل می‌کند (White & engelen,1993). بیان ریاضی ماتریس گذار به صورت زیر می‌باشد:

در ماتریس بالا  $P_{ij}$  احتمال تبدیل  $i$  امین نوع کاربری به  $j$  امین نوع از پروفاز به تلوفاز می‌باشد و  $n$  انواع کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه است.  $P_{ij}$  باید شرایط زیر را تأمین کند.

$$0 \leq p_{ij} \leq 1 (i, j = 1, 2, 3, \dots, n)$$

$$\sum_{i=1}^n p_{ij} = 1 (i, j = 1, 2, 3, \dots, n)$$

بر پایه اثر غیر ثانوی فرایند مارکوف و فرمول احتمال شرط پیش‌بینی مدل مارکوف از فرمول زیر به دست می‌آید: (Donglie,2011:3762).

$$p_{(n)} = p_{(n-1)} p_{ij}$$

P(n): احتمال وضعیت در هر زمان

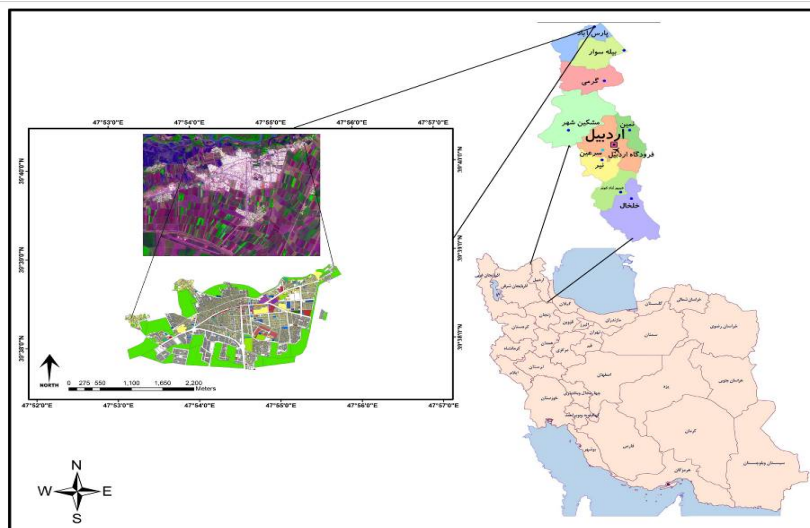
P(n-1): احتمال وضعیت اولیه

استفاده ترکیبی از مدل‌های مارکوف و سلول‌های خودکار رویکردی قوی در مدل‌سازی پویایی‌های فضایی-زمانی تغییر کاربری زمین می‌باشد.

#### محدوده مورد مطالعه

شهر پارس‌آباد در شمالی‌ترین نقطه ایران و استان اردبیل و در کنار رودخانه ارس واقع شده است. این شهر از شهرهای شهرستان پارس‌آباد هست که در فاصله ۲۲۰

کیلومتری شمال اردبیل و در جنوب رودخانه ارس واقع است. شهر پارس آباد در ۴۷ درجه و ۵۴ دقیقه طول شرقی و ۳۹ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. ارتفاع متوسط این شهر از سطح دریای آزاد در حدود ۴۴ متر می‌باشد. شهر پارس آباد از شمال به رودخانه ارس و جمهوری آذربایجان، از جنوب به بیله‌سوار، از غرب به شهر اصلاندوز و جمهوری آذربایجان و از شرق نیز به جمهوری آذربایجان محدود می‌گردد، این شهر به عنوان مرکزی برای تامین خدمات و نیارهای خدماتی روستاها و تاسیسات منطقه (دشت مغان) شکل گرفته است. این شهر مرکز اقتصادی دشت مغان بوده و به همین دلیل در مدت کوتاهی از وضعیت روستایی به شهری پر رونق تبدیل شده است (بانیان، ۱۳۸۰: ۷). جمعیت شهر طبق آخرین سرشماری سال ۱۳۹۰ بالغ بر ۸۸۹۳۴ نفر و نرخ رشد ۱/۵۷ درصد می‌باشد (مرکز آمار ایران، سرشماری سال ۱۳۹۰). با تامل در ارقام جمعیتی شهر پارس آباد در طی ۶ دوره اخیر سرشماری می‌توان ادعا نمود که جمعیت شهر حدود ۱۷۹ برابر گردیده است. با تحلیل تغییرات جمعیتی شهر پارس آباد در طی دوره های اخیر، می‌توان به اهمیت شگرف مقوله مهاجرت پی برد. شکل شماره ۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد:



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه

### مراحل تحقیق

به صورت کلی فرایند شبیه سازی توسعه شهری و تغییرات کاربری زمین در سه مرحله کلی می باشد:

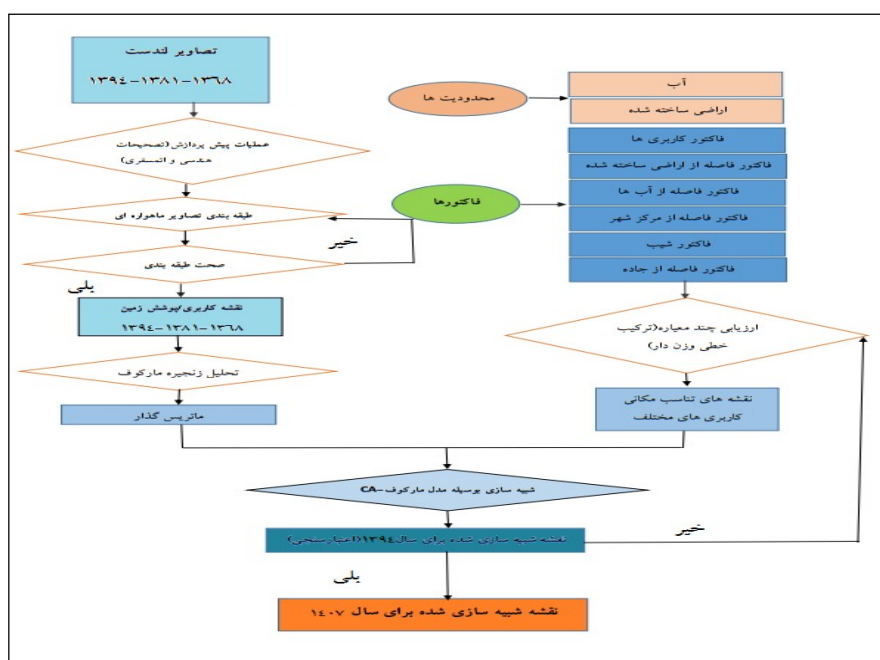
- ایجاد ماتریس گذار با استفاده از تحلیل زنجیره مارکوف
- ایجاد نقشه های تناسب مکانی یا نقشه های شایستگی<sup>۲</sup> برای هر کدام از کلاس های کاربری زمین با استفاده از ارزیابی چند معیاره (MCE)<sup>۳</sup> ترکیب خطی وزن دار (WLC)<sup>۴</sup>

2 suitability map

3 multi-criteria evaluations

4 weighted linear combination

- استفاده از ماتریس گذار حاصل از تحلیل زنجیره مارکوف و نقشه‌های تناسب مکانی کلاس‌های کاربری اراضی و نقشه پایه کاربری/ پوشش زمین برای شبیه‌سازی بر پایه سلول‌های خودکار



شکل ۲- مراحل پژوهش بر پایه مدل مارکوف-CA

## تجزیه و تحلیل داده‌ها

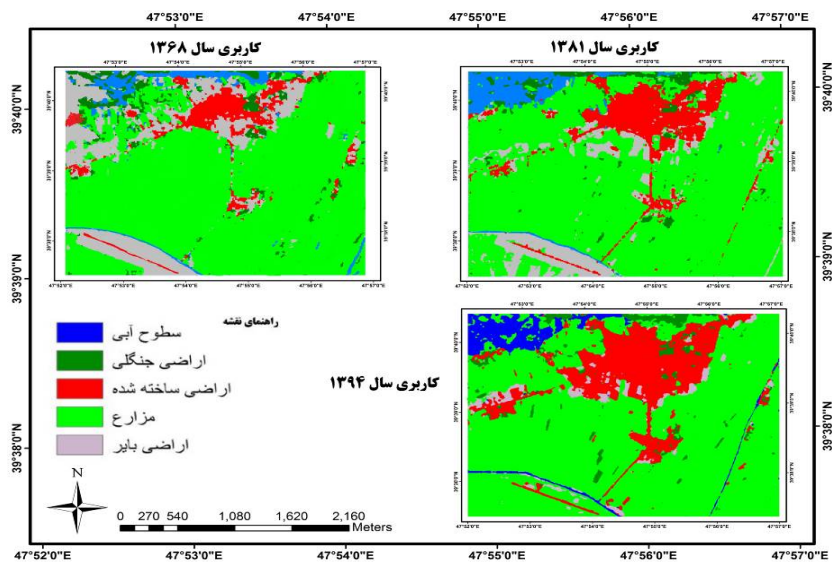
### نقشه‌های کاربری زمین

جدول شماره ۲ و شکل شماره ۳ مساحت و نقشه کاربری اراضی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای را در طی سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۸۱، ۱۳۹۴ را نشان می‌دهد. در این شکل نواحی انتخابی به رنگ قرمز شامل سطوح ساخته شده (شهری، روستایی، جاده‌ها و...)، سبز کم‌رنگ

سطوح مزارع، سبز پررنگ جنگل و باغات، سطوح توسی رنگ ارضی بایر و در نهایت سطوح به رنگ آبی، سطوح آبی (رودخانه، کانال، باتلاق، مرداب) را نشان می‌دهند.

جدول شماره ۲- مساحت و درصد کاربری‌ها به تفکیک دوره (۱۳۶۸-۱۳۸۱-۱۳۹۴)

| سال                  |  | ۱۳۶۸  |  | ۱۳۸۱ |  | ۱۳۹۴  |  |
|----------------------|--|-------|--|------|--|-------|--|
| کاربری‌های           |  | هکتار |  | %    |  | هکتار |  |
|                      |  | %     |  |      |  |       |  |
| سطوح ساخته شده شهری  |  | ۲۷۸   |  | ۴    |  | ۸۲۰   |  |
| سایر اراضی ساخته شده |  | ۱۱۹   |  | ۲    |  | ۲۶۰   |  |
| مزارع                |  | ۴۱۸۷  |  | ۶۶   |  | ۴۵۰۶  |  |
| سطوح آبی             |  | ۲۴۴   |  | ۴    |  | ۴۰۳   |  |
| اراضی جنگلی          |  | ۴۹۵   |  | ۸    |  | ۲۰۱   |  |
| اراضی بایر           |  | ۱۰۵۹  |  | ۱۶   |  | ۱۹۲   |  |
| مجموع                |  | ۶۳۸۲  |  | ۱۰۰  |  | ۶۳۸۲  |  |



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی طی سال‌های ۱۳۶۸-۱۳۸۱-۱۳۹۴

### ایجاد ماتریس گذار با استفاده از تحلیل زنجیره مارکوف

برای به دست آوردن ماتریس احتمال گذار از نقشه کاربری حاصل از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۴ استفاده می‌کنیم این ماتریس به صورت جدول متقاطع می‌باشد. در اینجا نیز برای پیش‌بینی ۱۳ سال را مدنظر قرار می‌دهیم. جدول شماره ۳ این ماتریس گذار را بین نقشه کاربری ۱۳۹۴ و ۱۳۸۱ را به خوبی نشان می‌دهد.

جدول ۳- ماتریس احتمال گذار بین کاربری‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۴

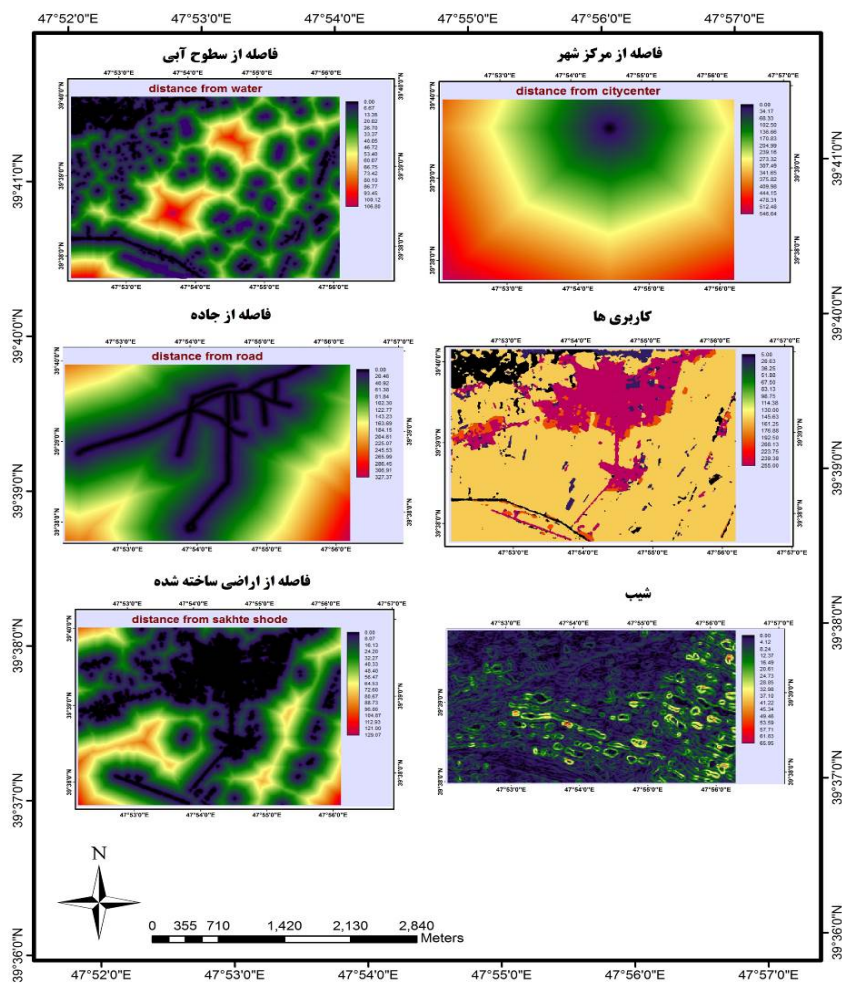
| کاربری‌ها       | اراضی ساخته شده | مزارع  | سطوح آبی | اراضی بایر | اراضی جنگلی |
|-----------------|-----------------|--------|----------|------------|-------------|
| اراضی ساخته شده | ۰/۸۸۹۲          | ۰/۰۳۹۵ | ۰/۰۰۸۵   | ۰/۰۰۷۸     | ۰/۰۵۵۰      |
| مزارع           | ۰/۰۸۷۸          | ۰/۷۹۴۱ | ۰/۰۴۰۲   | ۰/۰۴۴۰     | ۰/۰۳۴۰      |
| سطوح آبی        | ۰               | ۰/۲۹۴۱ | ۰/۶۶۱۱   | ۰/۰۰۰۷     | ۰/۰۴۴۱      |
| اراضی بایر      | ۰/۷۴۱۴          | ۰/۱۰۳۰ | ۰/۰۰۰۱   | ۰/۱۴۰۴     | ۰/۰۱۵۱      |
| اراضی جنگلی     | ۰/۰۶۹۲          | ۰/۳۷۰۹ | ۰/۱۲۵۷   | ۰/۰۳۰۰     | ۰/۴۰۴۲      |

مأخذ: نتایج حاصل از تصویر ماهواره‌ای سال ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴ ماهواره لندست

### نقشه‌های تناسب مکانی

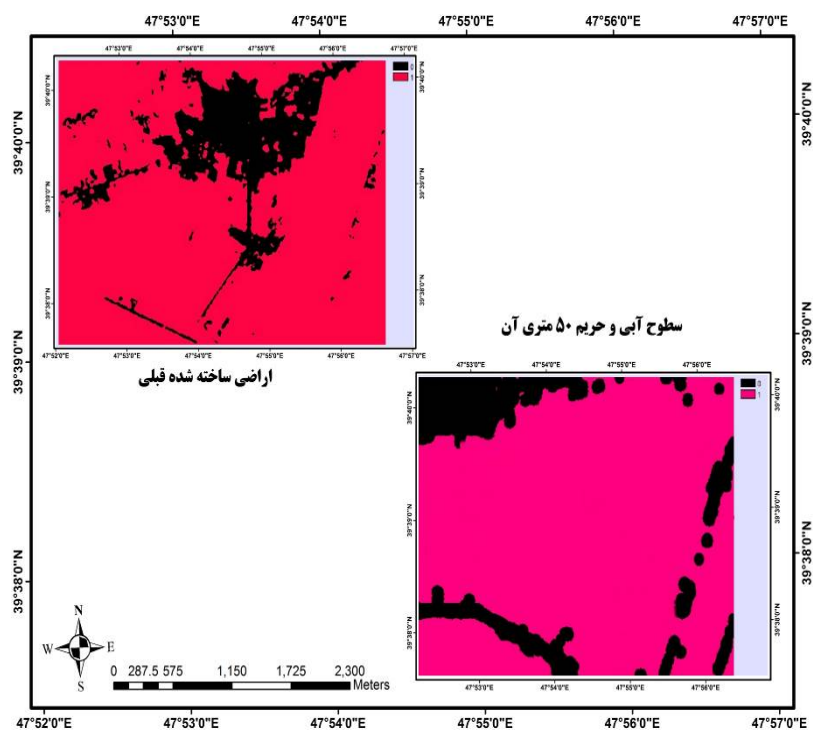
برای ایجاد نقشه‌های تناسب مکانی برای هر کدام از کاربری‌های زمین از روش ارزیابی چند معیاره ترکیب خطی وزن‌دار استفاده می‌شود. بدین منظور باید اقدام به تعیین معیارهای مؤثر در ایجاد نقشه‌های تناسب مکانی یا نقشه‌های شایستگی نمود. این معیارها به دو صورت فاکتورها و محدودیت‌ها مدنظر قرار می‌گیرند. معیارها پایه‌ای برای تصمیم‌گیری می‌باشند که بر اساس آن‌ها تصمیم‌گیری اندازه‌گیری و ارزیابی می‌شود؛ که این معیارها به دودسته تقسیم می‌شوند: فاکتورها (شکل شماره ۴)، محدودیت‌ها (شکل شماره ۵).

فاکتورها: فاصله از سطوح آبی، فاصله از مرکز شهر، فاصله از جاده، فاصله از اراضی ساخته شده، کاربری‌ها، شیب به درصد



شکل ۴- نقشه فاکتورهای مورد استفاده در ایجاد نقشه های تناسب مکانی

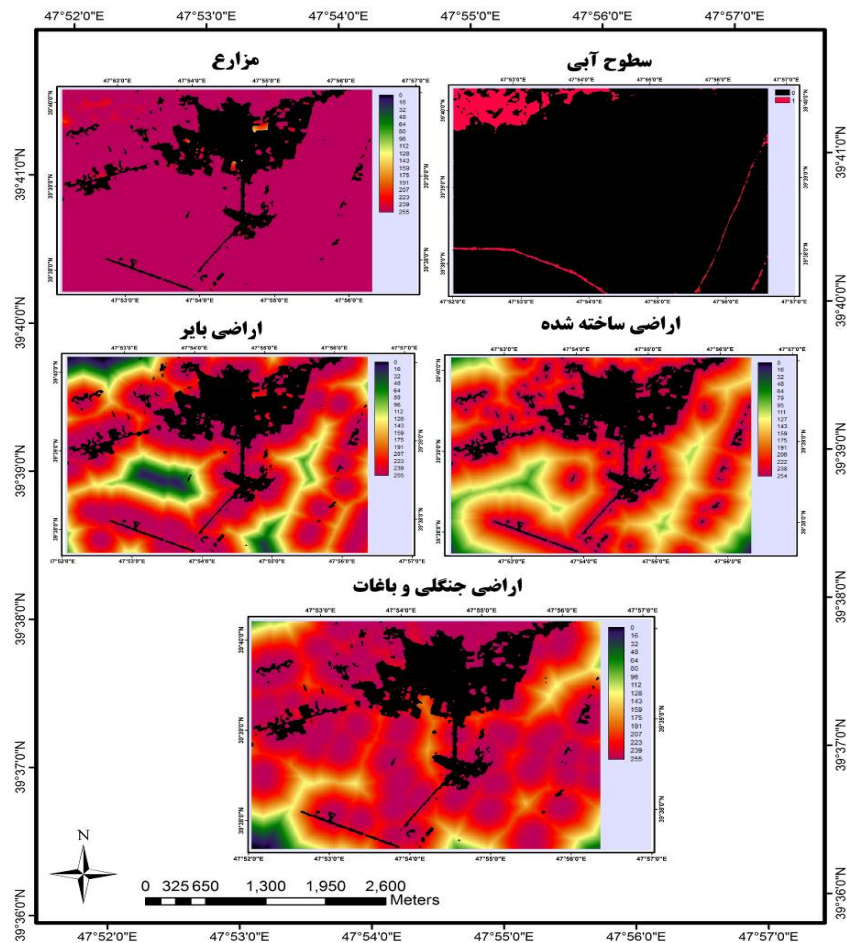
محدودیت ها: اراضی ساخته شده قبلی، سطوح آبی و حریم ۵۰ متری آن



شکل ۵- نقشه محدودیت‌های مورداستفاده در ایجاد نقشه‌های تناسب مکانی

اهمیت بین فاکتورها در ارزیابی چند معیاره با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) وزن دهی شده و تعیین می‌گردد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی به‌عنوان یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمنظوره برای وضعیت‌های پیچیده‌ای است که سنجه‌های چندگانه و متضادی دارند، ابزار تصمیم‌گیری نرمش پذیر و درعین‌حال قوی بشمار می‌رود. برای ایجاد نقشه‌های تناسب مکانی مناطق شهری یا اراضی ساخته‌شده اقدام به ایجاد ۲ لایه محدودیت و ۶ لایه فاکتور رشد شهری نموده‌ایم. لایه‌های محدودیت شامل: اراضی ساخته‌شده قبلی، منابع آبی و حریم ۵۰ متری آن می‌باشد. فاکتورهای رشد شهری نیز شامل فاکتور فاصله از جاده، فاصله از مرکز شهر، فاصله از آب‌ها، فاصله از اراضی ساخته‌شده، کاربری‌ها و شیب می‌باشند. نقشه‌های تناسب مکانی برای توسعه شهری در

محدوده بین ۰ تا ۲۵۵ می باشد؛ که صفر نشانگر عدم مناسبت برای توسعه شهری و ۲۵۵ نشانگر نواحی کاملاً مناسب برای رشد شهری می باشد. به طوری که هرچقدر از صفر به سمت ۲۵۵ حرکت کنیم درجه مناسب بودن برای توسعه شهری افزایش می یابد و هرچقدر به طرف صفر حرکت کنیم، درجه مناسب بودن برای توسعه شهری کاهش می یابد. شکل شماره ۶ این نقشه های تناسب مکانی را نشان می دهد.



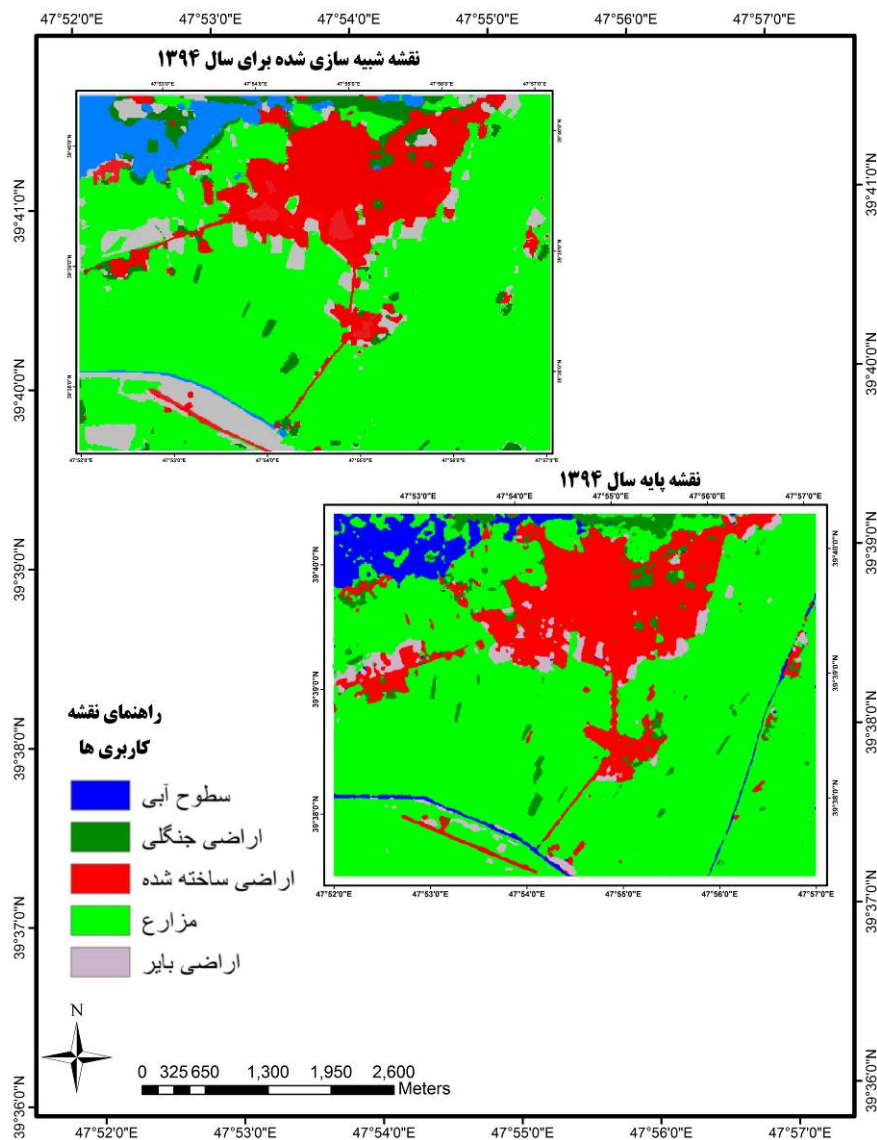
شکل ۶- نقشه های تناسب مکانی کاربری های مختلف

## اعتبارسنجی مدل

برای مدل‌سازی توسعه شهری و تغییرات کاربری زمین برای آینده ابتدا باید یک اعتبارسنجی یا ارزیابی صحت مدل انجام شود، برای این کار از نقشه کاربری زمین حاصل از تصویر ماهواره‌ای ۱۳۸۱ استفاده می‌شود تا یک شبیه‌سازی برای سال ۱۳۹۴ انجام شود تا میزان دقت و صحت مدل ارزیابی شود. جهت شبیه‌سازی نیز از مدل markov-ca محیط نرم‌افزار ادریسی استفاده شده است برای این منظور سه نوع داده نیاز است: نقشه پایه سال ۱۳۸۱، ماتریس مناطق گذار ۱۳۸۱-۱۳۹۴ حاصل از تحلیل زنجیره مارکوف و مجموعه نقشه‌های تناسب مکانی کاربری‌های سال ۱۳۸۱. شکل شماره ۷ نقشه شبیه‌سازی شده برای سال ۱۳۹۴ و جدول ۴ نیز میزان مساحت کاربری‌ها در سال مرجع (۱۳۹۴) و شبیه‌سازی شده برای سال ۱۳۹۴ را نشان می‌دهد. مقایسه میزان مساحت کاربری‌های مختلف در سال ۹۴ و نقشه شبیه‌سازی شده برای سال ۱۳۹۴ که روی نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۱ انجام شده بیانگر آن است که مساحت کاربری‌های مختلف تا حدود زیادی به هم دیگر نزدیک بوده است بنابراین می‌توان به نتایج اعتبارسنجی و میزان دقت مدل markov-ca در مدل‌سازی توسعه شهری اعتماد نمود.

جدول ۴- مساحت کاربری‌های مختلف در طی سال مرجع و شبیه‌سازی شده برای سال ۱۳۹۴ - به هکتار

| سال                      | کاربری‌ها | اراضی ساخته شده | مزارع   | سطوح آبی | اراضی بایر | اراضی جنگلی |
|--------------------------|-----------|-----------------|---------|----------|------------|-------------|
| سال ۱۳۹۴ (مرجع)          | ←         | ۱۰۸۰/۱۱         | ۴۵۰۶/۰۷ | ۴۰۳/۰۳   | ۱۹۱/۸۵     | ۲۰۱/۴۴      |
| سال ۱۳۹۴ (شبیه‌سازی شده) | ↓         | ۱۰۰۷/۹۵         | ۴۳۶۷/۷۸ | ۴۷۱/۸۴   | ۲۵۷/۹۵     | ۲۶۷/۹۹      |



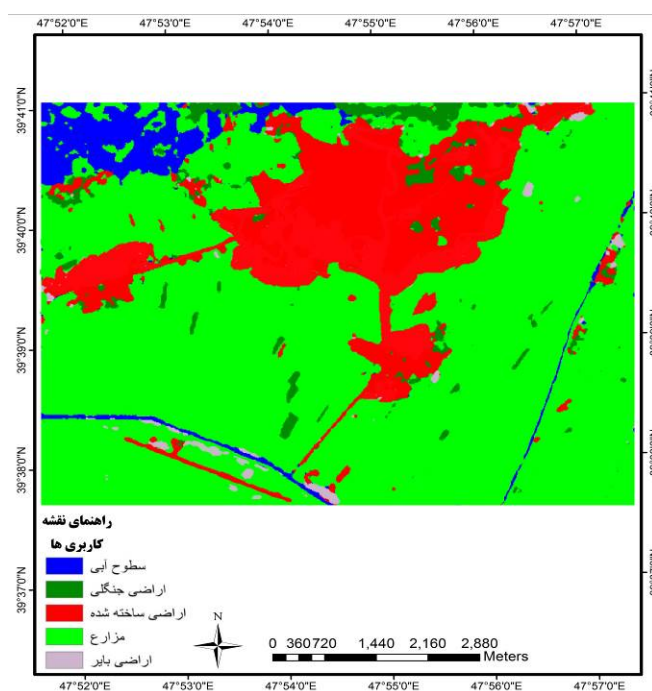
شکل ۷- نقشه اعتبار سنجی مدل markov-ca

شبیه سازی توسعه شهری و تغییرات کاربری زمین برای سال ۱۴۰۷

در این مرحله جهت شبیه‌سازی نقشه کاربری زمین سال ۱۴۰۷ از نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۹۴ استفاده شده است، کلیه مراحل شبیه‌سازی نیز در محیط نرم‌افزاری IDRISI SELVA و با استفاده از مدل markov-ca انجام گرفته است همان‌طور که از شکل ۸ و جدول ۵ پیداست، در سال ۱۴۰۷ میزان اراضی ساخته شده ۴۰۰ هکتار افزایش پیدا کرده است، در عوض از کاربری اراضی مزارع ۴۱۰ هکتار کاسته شده و بیشترین میزان کاهش و تغییر کاربری را در این دوره در کاربری اراضی مزارع شاهد هستیم، کاربری اراضی بایر نیز حدود ۲۰ هکتار کاهش را نشان می‌دهد، کاربری اراضی جنگل و کاربری سطوح آبی یک افزایش نسبی را نشان می‌دهند. با مقایسه نقشه سال ۱۳۹۴ و نقشه شبیه‌سازی شده برای سال ۱۴۰۷ می‌توان به این نتیجه دست یافت که توسعه اراضی ساخته شده به ضرر کاربری اراضی بایر و کاربری اراضی مزارع بوده است و با توسعه کاربری اراضی ساخته شده از میزان مساحت کاربری مزارع و بایر مخصوصاً مزارع کاسته شده است.

جدول ۵- میزان تغییرات کاربری‌ها بین سال ۱۳۹۴-۱۴۰۷

| سال                      | کاربری‌ها | اراضی ساخته شده | مزارع   | سطوح آبی | اراضی بایر | اراضی جنگلی |
|--------------------------|-----------|-----------------|---------|----------|------------|-------------|
| سال ۱۳۹۴ (مرجع)          | ←         | ۱۰۸۰/۱۱         | ۴۵۰۶/۰۷ | ۴۰۳/۰۳   | ۱۹۱/۸۵     | ۲۰۱/۴۴      |
| سال ۱۴۰۷ (شبیه‌سازی شده) |           | ۱۴۱۳/۸۲         | ۴۰۸۴/۱۵ | ۴۱۸/۸۵   | ۱۷۳/۰۹     | ۲۹۲/۶۱      |



نقشه شماره ۸- نقشه کاربری اراضی شبیه سازی شده برای سال ۱۴۰۷

### نتیجه گیری

توسعه شهر در جهات مختلف امری است طبیعی که در پی آن بسیاری از اراضی روستایی و زراعی محدوده شهری تحت نفوذ کاربری های شهری قرار می گیرند، به عبارتی از سویی روند رشد جمعیت در نواحی شهری و از سویی دیگر تحولات اقتصادی- اجتماعی حاکم بر شهرها که زمینه را برای افزایش جاذبه های شهری آماده می کند و خود مستقیماً بر تغییرات کاربری اراضی نقش دارند سبب شده است که شهرها روز به روز توسعه پیدا کنند و در جریان این توسعه ما شاهد بلعیده شدن اراضی مرغوب کشاورزی پیرامون محدوده شهرها و تغییرات گسترده در ابعاد مختلف کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی بوده ایم. در این تحقیق نیز سعی شد تا میزان توسعه شهر پارس آباد در طی دوره های مختلف به دست آورده شود و در نهایت اقدام به مدل سازی این توسعه و تغییرات کاربری زمین برای

سال ۱۴۰۷ شود. مرور مطالعات انجام‌گرفته در رابطه با توسعه شهری نشان می‌دهد که تاکنون برای شهر پارس‌آباد مغان چنین مطالعه‌ای با استفاده از قابلیت تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌های شبیه‌سازی توسعه شهری انجام نگرفته است و با توجه به این که اکثر مطالعات صورت گرفته در زمینه مدل‌سازی توسعه شهری صرفاً با دید کمی به قضیه نگاه کرده و به میزان توسعه شهر پرداخته‌اند پژوهش حاضر علاوه بر دارا بودن ویژگی‌های فوق میزان جهت‌گیری توسعه شهر و تحلیل تغییرات در طی سالیان گذشته و آینده و همچنین پیامدهای این جهت‌گیری را نیز مدنظر قرار داشته و پیشنهادهایی نیز در قبال این جهت‌گیری پراکنده شهر نیز ارائه می‌نماید. به‌طور کلی در مورد توسعه شهری و تغییرات کاربری زمین شهر پارس‌آباد و نتایج حاصل از آن می‌توان چنین نتیجه گرفت که: در پاسخ به سؤال اول پژوهش بررسی نقشه‌های کاربری اراضی دوره‌های گذشته نشان داد که در طول ۲۶ سال گذشته همواره از مساحت اراضی بایر و مزارع اطراف شهر کاسته شده است، این میزان کاهش بیشتر به سود کاربری اراضی ساخته‌شده شهری بوده است به طوری مساحت کاربری اراضی ساخته‌شده شهری از ۲۷۸ هکتار در سال ۱۳۶۸ به ۵۶۷ هکتار در سال ۱۳۸۱ و ۸۲۰ هکتار در سال ۱۳۹۴ رسیده است بررسی نقشه شبیه‌سازی شده برای سال ۱۴۰۷ با استفاده از مدل markov-ca نیز میزان توسعه اراضی ساخته‌شده و به‌تبع آن کاهش مساحت اراضی بایر و مزارع را به‌خوبی نشان می‌دهد به‌طوری‌که، مساحت اراضی ساخته‌شده ۴۰۰ هکتار افزایش پیدا کرده است، در عوض از مساحت کاربری اراضی مزارع ۴۱۰ هکتار کاسته شده و بیشترین میزان کاهش و تغییر کاربری را در این دوره در کاربری اراضی مزارع شاهد هستیم، کاربری اراضی بایر نیز حدود ۲۰ هکتار کاهش را نشان می‌دهد، کاربری اراضی جنگل و کاربری سطوح آبی یک افزایش نسبی را نشان می‌دهند. با مقایسه نقشه کاربری‌های سال ۱۳۹۴ و نقشه کاربری‌های شبیه‌سازی شده برای سال ۱۴۰۷ می‌توان به این نتیجه دست یافت که توسعه اراضی ساخته‌شده به ضرر کاربری اراضی بایر و کاربری اراضی مزارع بوده است و با توسعه کاربری اراضی ساخته‌شده از میزان مساحت کاربری مزارع و بایر مخصوصاً مزارع کاسته شد است. در نهایت می‌توان به این نتیجه دست یافت که افزایش میزان مساحت کاربری‌ها در

سال ۱۴۰۷ همان روند گذشته را دارا می باشد به طوری میزان مساحت هر کدام از کاربری ها به همان مقدار که در یک دوره ۱۳ ساله گذشته افزایش یافته اند در ۱۳ سال آینده نیز همان مقدار افزایش را نشان می دهد.

در پاسخ به سؤال دوم پژوهش نیز، عمده ترین سطح از تغییرات کاربری اراضی در طی سال های آتی در حواشی قسمت جنوب غربی شهر شامل شهرک های مسکونی فجر، فرهنگیان صورت خواهد پذیرفت؛ و الگوی آتی توسعه شهر پارس آباد نیز از حالت پراکنده تا حدودی خارج شده و بیشتر بر روی اراضی کشاورزی و بایر اطراف و بدون استفاده داخل شهر مخصوصاً در قسمت جنوب غربی شهر صورت خواهد پذیرفت به گونه ای که از نقشه کاربری اراضی حاصل از تصاویر ماهواره ای و مساحت کاربری های مختلف مشخص بود در طی ۲۶ سال اخیر بیشترین میزان تغییرات و توسعه شهری در این قسمت از شهر صورت پذیرفته است، اراضی کشاورزی محدوده این قسمت از شهر برای تبدیل به کاربری شهری ابتدا تبدیل به کاربری اراضی بایر می شوند و این کاربری اراضی بایر به مرور زمان تبدیل به کاربری های شهری می شوند؛ به گونه ای که از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۴ به میزان ۷۰ هکتار فقط در این قسمت از شهر به مساحت شهر افزوده شده است، قسمت شمالی شهر همان طور که از نقشه کاربری اراضی مشاهده گردید، به دلیل محدودیت فیزیکی از جمله سطوح آبی (باتلاقی، مردابی)، امکان توسعه شهر در این قسمت وجود نداشته و توسعه شهر در این قسمت در گذشته صورت گرفته و باعث پیوستن روستاهای نزدیک شهر به محدوده شهر شده است از جمله این روستاها در قسمت شمال و شمال غرب شهر می توان به روستاهای محمدرضالو و بیوک خانلو اشاره کرد که هم اکنون جزء محله های با بافت روستایی شهر محسوب می شوند، بنابراین می توان اذعان نمود که بیشترین جهت توسعه شهر پارس آباد همان طور که از نقشه شبیه سازی شده برای سال ۱۴۰۷ نیز مشخص بود در قسمت جنوب غرب شهر و در روی اراضی کشاورزی مرغوب صورت خواهد پذیرفت. طبق محاسبات انجام گرفته در طرح تفصیلی و جامع برای افق طرح یعنی سال ۱۳۹۲ سطح کل شهر پارس آباد که در محدوده آن برنامه ریزی سطوح انجام یافته بالغ بر ۱۱۱۹/۲۵ هکتار می باشد که به میزان ۱۰۱۹/۵ هکتار آن اراضی خالص شهری می باشد از این سطح ۳۴/۸ درصد مسکونی و بقیه

به صورت خدمات و تأسیسات رفاهی و شبکه ارتباطات می‌باشد، در افق طرح جامع جهت توسعه شهر به سمت شمال محدود و به سمت جنوب و شرق پیش بینی شده بود ولی با فعالیت های مسکن سازی شرکت کشت و صنعت مغان و پارس شاهد توسعه شهر به سمت غرب و جنوب غرب شهر می‌باشیم در واقع افق توسعه آتی فیزیکی طرح جامع تقریباً در قسمت جنوب شهر منطبق با همان پیش بینی توسعه ای است که از مدل به دست آمده است. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان پیشنهاد کرد که توجه به شاخص‌ها و معیارهایی که منجر به کنترل پراکنده توسعه شهری بر روی اراضی کشاورزی می‌گردد یکی از ضروری‌ترین فعالیت‌های برنامه‌ریزی وضع موجود برای متصدیان سیستم مدیریت شهری جهت مقابله با این معضل می‌باشد، در این راستا، توجه به نقش مشارکتی مردم و افراد درگیر در روند گسترش شهر در جهت جلوگیری از تخریب اراضی کشاورزی حاشیه شهر از طریق توسعه اراضی بایر و نواحی متروکه داخل شهر و جلوگیری از توسعه پراکنده و لجام‌گسیخته (همان پیشنهاداتی که برای توسعه آتی شهر پارس‌آباد در طرح جامع نیز مدنظر قرار گرفته است) و همچنین شفاف‌سازی ضوابط و مقررات کاربری زمین در حواشی شهر پارس‌آباد و نظارت و کنترل دقیق بر آن و تجدیدنظر در روند و شیوه تهیه طرح‌های شهری در جهت جلوگیری از بورس بازی زمین می‌تواند بسیار قابل توجه و تاثیرگذار باشد.

## منابع

- احد نژاد روشتی، محسن؛ زلفی، علی؛ شکری پور، حسین، (۱۳۹۰)، «ارزیابی و پیش بینی گسترش فیزیکی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی شهر اردبیل ۱۳۶۳-۱۴۰۰)»، *فصل نامه آمایش محیط*، شماره ۱۵، ۱۰۷-۱۲۴.
- بابایی اقدام، فریدون (۱۳۸۷)، «توسعه فضایی شهر پارس آباد و طرحهای توسعه شهری»، *همایش منطقه ای مغان، جغرافیای کهن، کالبد نوین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پارساباد مغان*.
- بابایی اقدام، فریدون؛ ابراهیمزاده، عیسی، (۱۳۹۱)، «مدل سازی تغییرات کاربری اراضی و بایر به سطوح ساخته شده در منطقه شهری اردبیل با استفاده از مدل CLUE-S»، *نشریه جغرافیا و توسعه*، شماره ۲۱، ۲۶-۳۴.
- بریا سولیس، هلن، (۱۳۸۹)، *الگوهای تحلیلی تغییر کاربری زمین: رویکرد نظری و مدلسازی*، ترجمه، مجتبی رفعیان، مهران محمودی، انتشارات آذرخش، تهران.
- پاپلی یزدی، محمد حسین، رجبی سناجردی، حسین (۱۳۸۵)، «*نظریه های شهر و پیرامون*»، انتشارات سمت، تهران.
- خاکپور، براتعلی، ولایتی، سعدالله، کیانژاد، سید قاسم (۱۳۸۶)، «الگوی تغییر کاربری اراضی شهر بابل طی سالهای ۱۳۶۲-۷۸»، *مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای*، شماره ۹.
- خوش گفتار، محمدمهدی؛ طالعی، محمد؛ ملک پور، پیمان، (۱۳۸۹)، «مدل سازی زمانی- مکانی رشد شهری: روش مبتنی بر تلفیق Cellular automata و زنجیره مارکوف»، *نشریه انجمن سنجش/زودور و GIS/یران*، سال دوم، شماره ۱۷، ۶-۳۴.
- زنگنه شهرکی، سعید، کاظمزاده، علی، هاشمی دره بادامی سیروس (۱۳۹۳)، «تحلیل زمانی- مکانی گسترش کالبدی شهر مشهد و پایش تغییرات کاربری اراضی اطراف»، *پژوهش های جغرافیای برنامه ریزی شهری*، دوره ۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، ۴۹۹-۴۸۳.
- عزیز پور، ملکه، (۱۳۷۵)، «توان سنجی محیط طبیعی و توسعه فیزیکی شهر-مطالعه موردی شهر تبریز»، رساله دوره دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، استاد راهنما دکتر فرج الله محمودی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

-قربانی، رسول، تیموری، راضیه، جدیدیان، علیرضا، ترکمن نیا، نعیمه (۱۳۹۴)، «ارزیابی تغییر کاربری اراضی شهری در جهت ناپایداری توسعه شهری (نمونه موردی: باغشهر مراغه طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰)»، *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، سال دهم، شماره ۳۱، تابستان ۱۳۹۴، ۲۷-۱۵

-محمود زاده، حسن، خوش‌روی، قهرمان (۱۳۹۴)، «کاربرد رگرسیون لجستیک در مدل‌سازی توسعه شهری، مطالعه موردی: منطقه شهری بناب»، *فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات شهری*، شماره چهاردهم، بهار ۱۳۹۴، ۴۵-۳۱

-مرکز آمار ایران، (۱۳۹۰)، «سرشماری نفوس و مسکن شهر پارس‌آباد»، مرکز آمار ایران  
-مشهدی زاده دهقانی، ناصر، (۱۳۷۳)، «تحلیلی از ویژگی‌های برنامه‌ریزی شهری در ایران»، تهران انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

-مهندسین مشاور بانیان، (۱۳۸۰)، «طرح جامع شهر پارس‌آباد» سازمان مسکن و شهرسازی استان اردبیل

یاسوری، مجید، ویسی، رضا، سبب کار، مژگان، محمدی، مریم (۱۳۹۴)، «بررسی نقش گسترش فیزیکی شهر رشت در ایجاد تغییرات کاربری اراضی حاشیه شهر»، *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، سال دهم، شماره ۳۰، بهار ۱۳۹۴، ۱۱۲-۹۹

-Asami, Yasushi, Sadashiro, Yukio; Ishikawa, Toru, (2009), New frontiers in urban analysis; In honor of atsuyuki okobe, CRC Press, 246.

-Braumoh, A. K. & Onishi, T, (2007), Spatial determinants of urban land use change in Lagos, Nigeria, Land Use Policy, 24(2), pp: 502-515, 2007

Dongjie, Guan, Hifeng, li, Takuro, inohae, weici, su, tadashi, nagaie, kazunori, hukao, (2011), Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model, ecological modelling 222, pp: 3761-3772, 2011.

-Herold, M. couclelis, H. Clarke, K, (2005), "The role of spatial metrics in The analysis and modeling of urban landuse change", computers environment & urban systems 29, pp: 369-399

- Hess,g.r.c, (2001),just what sprawl anyway?www.4.ncuedu/grhess.
- Joker Arsanjani, J. Helbich, M. kainz, W. Darvishi, A, (2012),"integer ation of logistic regression, markov chain and cellular automata models to simulate urban expansion", journal of applied earth observation and geoinformation, jag-529, pp:1-11
- Koomen,Eric; Stillwell,John; Bakema,Aldrik; Scholten,J.Henk (2007) Modelling land-use change: Progress and applications, Springer, 392.
- Lambin, E.F. and A.H. Strahler, (1994), Change-vector analysis: A tool to detect and categorize land-cover change processes using high temporal-resolution satellite data, Remote Sens. Environ48,pp:231-244,1994.
- Lopez,E,boccoa,g,mendoza,m,duhau,e, (2001),prediction land-cover and land-use change in the urban fringe a case in Morelia city, Mexico, landscape ueban plann 55,pp:271-285,2001.
- Rimal, Bhagawat (2005) Application of remote sensing and GIS, alnd use/land cover change in Kathmandu metropolitan city, Nepal, Journal of theoretical and applied information technology.
- Rizk hegazy, Ibrahim, rashed kaloop, mosbeh, (2015), Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Daqahlia governorate Egypt, international journal of sustainable built environment, 4, 117-124.
- Walker, Robert (2004) Theorizing land-cover and land-use change: the case of tropical deforestation, International regional science review, NO 27.
- white.r,engelen,g, (1993),cellular automata and fractal urban form:a cellular modelling approach to the evolution of urban land-use pattern,environment plan 25,pp:1175-1199,1993