تحلیل تغییرات کاربریهای اراضی نواحی حاشیه زاینده رود با مدلسازی در سامانه اطلاعات جغرافیایی (بازه چم خلیفه تا سامان شهرکرد)

علی اکبر جمالی
دانشیار گروه GIS و آبخیزداری، واحد میبد، دانشگاه آزاد اسلامی، میبد، ایران
jamaliaa@maybodiau.ac.ir
علی الحسینی المدرسی
دانشیار گروه سنجش از دور و GIS، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران
احسان ایزدی
دانش آموخته ارشد سنجش از دور و GIS، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

دریافت:۱۳۹٦/۱۱/۱۷ پذیرش:۱۳۹۷/۲/۱۹

چکیده

امروزه رشد سریع جمعیت شهری جهان به خصوص در کشورهای در حال توسعه مشکلات فراوانی در حوزه-های مختلف ایجاد کرده است. در این میان بحث تغییر کاربری اراضی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. جایگاه مدلسازی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی در اینده برای مدیریت شهری و محیط زیست و سایر مسئولین و محققان ذی ربط بیش از پیش اهمیت پیدا کرده است. هدف اصلی در این تحقیق به کارگیری مدل خودکاره‌های سلولی و شبکه عصبی بر مبنای سیستم اطلاعات مکانی جهت شبیه سازی و پیش بینی تغییر کاربری اراضی می‌باشد. آماده سازی تصاویر ماهواره ای لندست در سه دوره زمانی اواخر خرداد ۱۹۸٦ ، ۲۰۰۱ و ۲۰۱٦ شد. سپس نقشه‌های کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه با طبقه بندی نقشه‌ها حاصل شد. برای عمل طبقه‌بندی از الگوریتم طبقه بندی حداکثر احتمال که از گروه طبقه‌بندی نظارت شده است استفاده شد. مدل‌های ایجاد شده حاصل از خودکاره سلولی-مارکوف و شبکه عصبی پرسپترون برای پیش بینی و روند و برای تحلیل تغییرات کاربری اراضی تا سال ۲۰۳۱ اجرا شد. نتایج پیش بینی نشان داد از سال ۲۰۱٦ تا سال ۲۰۳۱ کاربری فضای سبز، مسکونی شهری افزایش و کاربری کشاورزی و زمین‌های باز و بایر نیز کاهش یافته است. این مطالعه به طور کلی نشان دهنده کاهش زمین‌های باز و کشاورزی و گسترش مسکونی و شهر در سال ۲۰۳۱ خواهد بود که بر اثر از بین رفتن اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی حاصل شده است. اقتصاد منطقه که بر مبنای تولیدات کشاورزی و دامی قرار دارد، با وضعیت بهره وری کنونی در سال ۲۰۳۱ با تهدید روبرو خواهد شد.

واژگان کلیدی: GIS، پیش بینی، روند، شبکه عصبی، مدیریت مدلسازی، تغییرات

مقدمه

تغییر کاربری اراضی غیر اصولی یکی از چالش‌های عمده در قرن بیست و یکم است. تغییرات کاربری اراضی نتیجه برهمکنش پیچیده شاخص‌های فیزیکی، زیستی، اقتصادی و اجتماعی است. در اغلب موارد، این عوامل تاثیر زیادی روی فرایندهای فرسایشی، افزایش رواناب سطحی و تغییرات در تنوع زیستی دارند (Onate et al.,2010: 258). گاهی از نوع و درصد کاربری و پوشش‌های مختلف، نیازی بنیادی جهت شناخت و مدیریت یک منطقه است (اسلمی و همکاران، ۱۳۹۳: ۲). تحولات کاربری اراضی شهری غالباً در اثر فعالیت‌های انسانی روی می دهد که به دلیل نبود برنامه اصولی، بی توجهی به توسعه پایدار، نداشتن مدیریت پایدار و بدون در نظر گرفتن محدودیت‌های زیست محیطی، به یکی از مهمترین معضلات شهرها در فضای نوین تبدیل شده است . امروزه مدلسازی فرایند توسعه شهری با سامانه های اطلاعات جغرافیایی و گسترش سامانه های پشتیبان تصمیم گیری در قالب مدل ها به طور فزاینده ای در مدیریت مناطق ساحلی به کار گرفته می شوند و ماهواره‌های سنجش از دور رایج‌ترین منبع داده جهت تشخیص، کمی‌سازی و نقشه‌سازی الگوهای تغییرات کاربری اراضی می‌باشند(علوی پناه و همکاران، ۱۳۷۵). مدل‌های تغییرات کاربری اراضی ابزارهایی برای آنالیز دلایل و پیامدهای تغییرات کاربری اراضی به منظور درک بهتر عملکرد سیستم‌های کاربری اراضی، مدیریت کاربری اراضی و شناسایی زون‌های حساس می‌باشند و می‌توانند تغییرات پوشش اراضی را در آینده با توجه به سناریوهای مختلف شناسایی کنند(زارع و همکاران، ۱۳۹۱). یکی از منابع اطلاعات مؤثر، مفید و قابل کاربرد در شناسایی پوشش‌های زمین و تغییرات آن، داده‌های سنجش از دور است. استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره ای به وسیله طبقه بندی از پرکاربرد ترین روش‌ها ی موجود است (میرزایی زاده و همکاران، ۱۳۹٤) و از آنجا که داده‌های سنجش از دور به سادگی در محیط GIS وارد می‌شود، می‌توان از آن به طور خیلی گسترده در مدل سازی GIS استفاده کرد (آذرمهر و همکاران، ۱۳۸۹). به منظور مدیریت بهتر اکوسیستم‌های طبیعی و انسان ساخت و برنامه ریزی بلندمدت، نیاز به مدلسازی تغییرات کاربری/پوشش اراضی و پیشبینی این تغییرات در آینده است. در دو دهه گذشته، رنج وسیعی از مدل‌های تغییرکاربری/پوشش اراضی به منظور کمک در مدیریت

اراضی و درک بهتر و ارزیابی و بررسی نقش این تغییرات در کارکرد سیستم زمین، توسعه یافته است (Mas et al., 2014: 97). استفاده از مدل‌ها، امکان نقشه سازی عدم قطعیت‌ها را در قالب مناسب، فراهم می‌کند (Amici et al., 2017: 43). ایمانی و همکاران در سال ۱۳۹۶به مدلسازی روند تغییرات پوشش و کابری اراضی با استفاده از زنجیره مارکوف و شبکه خودکار در استان همدان پرداختند که نتایج نشان داد طبقات پوشش کاربری اراضی در آینده روند کاهشی خواهند داشت و به کاربری‌های انسانی تبدیل خواهند شد. بر اساس نتایج، اراضی کوهپایه ای و مرتعی در سال‌های آینده روند کاهشی خواهد داشت. (ایمانی و همکاران، ۱۳۹۶). گروهی در سال ۲۰۱۶ با استفاده از مدل LCM و سامانه اطلاعات جغرافیایی به پیش بینی رشد شهری در نوار غزه پرداختند. پیش بینی حاکی از آن بود که تا سال ۲۰۲۳ ، ۲۱۲.۳ کیلومتر مربع به مناطق شهری اضافه خواهد شد(Abuelaish et al., 2016). روشنبخش و همکاران در سال ۲۰۱۷ به بررسی تغییر کاربری اراضی در شهر همدان با استفاده از مدل LCM پرداختند (Roshanbakhsh et al., 2017). نتایج حاکی از این بود که نزدیک به ۸۰۰ هکتار از زمین‌های کشاورزی و پوشش گیاهی منطقه از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ از بین رفته است. Kusratmoko و همکاران در سال ۲۰۱۷، تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز Komering را با استفاده از روش‌های مارکوف و سلول‌های خودکار بررسی کردند(Kusratmoko et al., 2017). پیش بینی تغییر کاربری اراضی در سال ۲۰۳۰ حاکی از کاهش پوشش جنگلی تا ۳.۳۷ درصد، کاهش اراضی کشاورزی تا ۲.۱۳ درصد و افزایش زمین‌های بایر تا ۵.۵٦ درصد است. Wang و Murayama در سال ۲۰۱۷ به بررسی تغییرات کاربری اراضی در شهر Tianjin واقع در کشور چین با استفاده از روش مارکوف و سلول‌های خودکار پرداختند (Wang et al., 2017). آنها کاربری اراضی در طی سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵ را مورد پژوهش قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که بیش از ۱۰ درصد از مزارع کشاورزی به شهر تبدیل شده است. در نهایت پیش بینی وضعیت کاربری اراضی در سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۳۵ صورت گرفت و نتایج حاکی از رشد ۲ و ۳ برابری شهر در آینده بود. با استفاده از CA-Markov مشاهده می‌شود که کاربری‌های کشاورزی به مرور زمان کم شده است. با استفاده از MarkovCA- و مدل LCM مشاهده می‌شود که کاربری مسکونی در مسیر زاینده رود در طی زمان افزایش یافته است. در این مطالعه پیش بینی وضعیت پنج کلاس کاربری اراضی، مناطق شهری ، زمینهای کشاورزی،

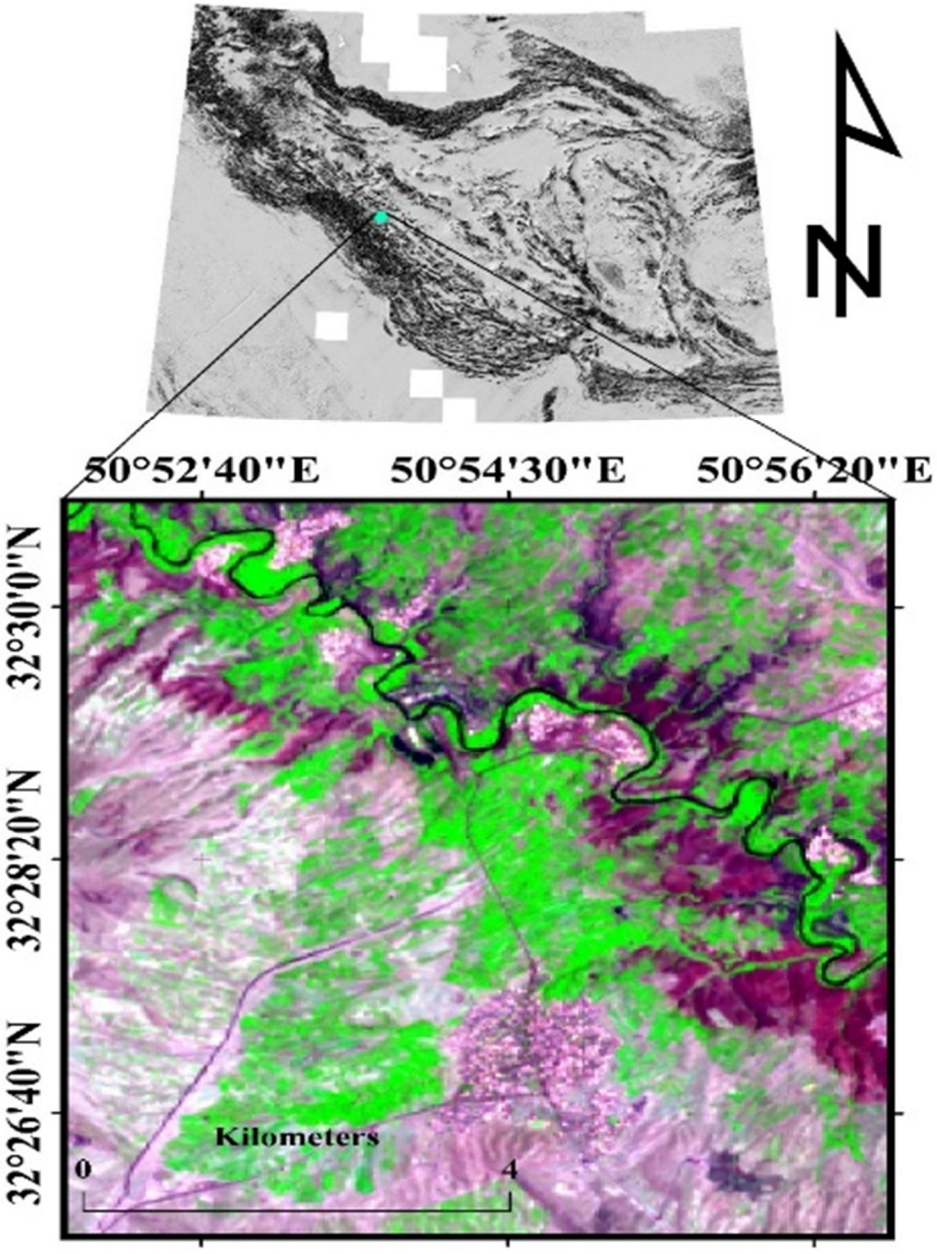
رودخانه، پوشش گیاهی و زمین‌های باز در منطقه مورد مطالعه برای سال ۲۰۱۶ بر اساس نقشه‌های کاربری حاصل از طبقه بندی در سالهای ۱۹۸۶ و ۲۰۰۱ انجام گرفت؛ بدین صورت که در مرحله اول در مدل مارکوف نقشه کاربری سال ۱۹۸۶ به عنوان نقشه قدیمی و نقشه کاربری سال ۲۰۰۱ به عنوان نقشه جدید معرفی و ماتریس احتمال انتقال، ماتریس مساحت انتقال برای ۱۵ سال آینده با خطای ۱۵٪ محاسبه گردید.

در بررسی منابع دیده شد که همزمان از دو نوع مدل سازی عصبی و مارکوف در بررسی مناطق حاشیه رودخانه استفاده نشده است لذا این بررسی حاشیه زاینده رود با کاربرد مدل‌های پیشرفته شبکه عصبی در تغییرات روند و اتوماتای سلول مارکوف در پیش بینی تغییرات با استفاده از تصاویر زمانمند ماهواره ای است در این پژوهش یگانه است. فرض در این پژوهش این است که طی سال‌های اخیر از کاربری‌های کشاورزی و سبز کاسته و به کاربری‌های مصنوع و مسکونی اضافه شده است. توسعه نیز گسترشی تندتر در نزدیکی عوامل توسعه مثل راه‌ها و آب داشته است. هدف بررسی تغییرات کاربری اراضی با فنون نوین مدل سازی در جی آی اس و تحلیل این تغییرات است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

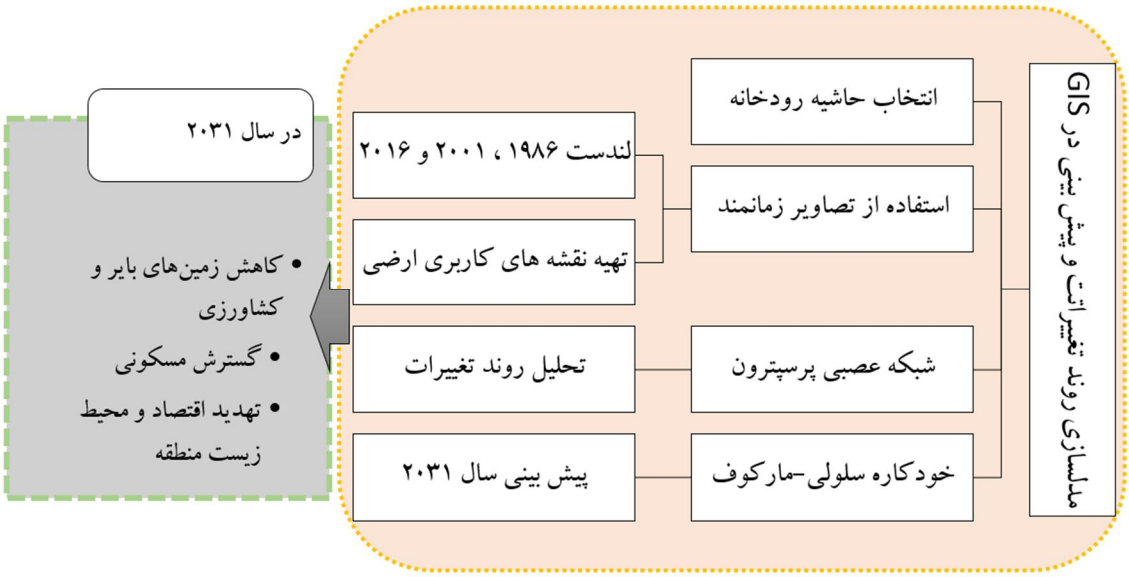
در این پژوهش شهر سامان به عنوان منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شده است. سامان یکی از شهرهای استان چهارمحال و بختیاری در ایران و مرکز شهرستان سامان می‌باشد. این شهر در فاصله ۲۲ کیلومتری شمال شرقی شهرکرد قرار دارد. سامان به دلیل قرار گرفتن در حاشیه رودخانه زاینده رود از زمینه مناسبی برای کشاورزی، باغداری و جذب گردشگر برخوردار است. موقعیت منطقه مطالعاتی در شکل ۱ ارائه شده است. همچنین شکل ۲ روش مورد بررسی را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی

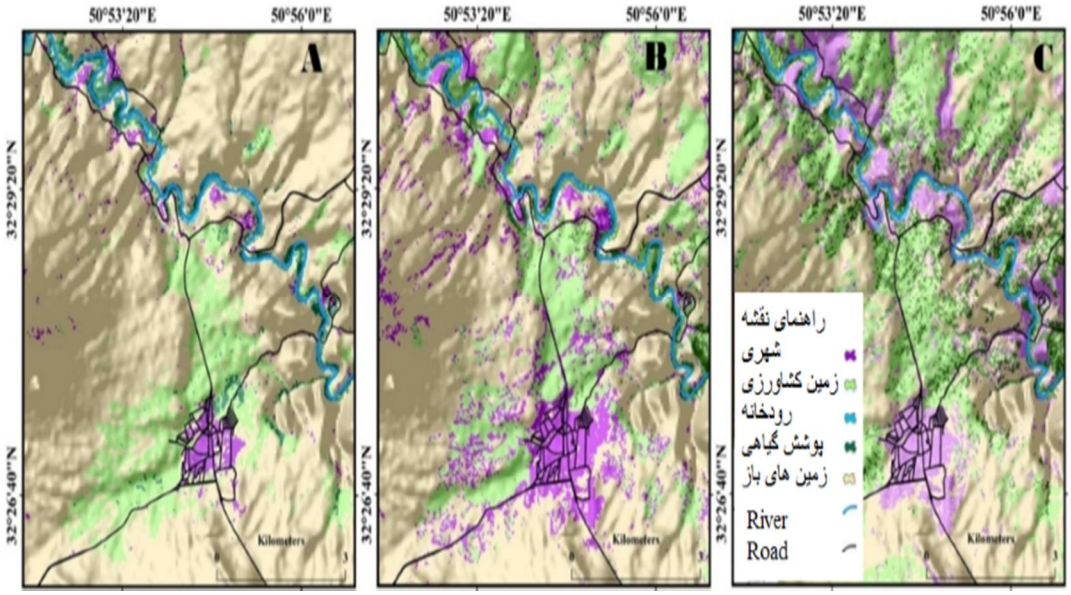
روش مورد بررسی

خلاصه مراحل فرایندی پژوهش در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. روش مورد بررسی در این تحقیق

آماده سازی تصاویر ماهواره ای لندست در سه دوره زمانی اواخر خرداد ۱۹۸۶ ، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۶ شد. سپس نقشه‌های کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه با طبقه بندی نقشه‌ها حاصل شد (شکل ۳). برای عمل طبقه‌بندی از الگوریتم طبقه بندی حداکثر احتمال که از گروه طبقه‌بندی نظارت شده است استفاده شد.



شکل ۳- نقشه های کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه در طی سال‌های ۱۹۸۶ (A)، ۲۰۰۱ (B) و ۲۰۱۶ (C)

به منظور انتخاب پارامترهای موثر بر توسعه وتغییر کاربری اراضی شهری بررسی جامع بر روی پارامترهای موثر بکار رفته در مطالعات گذشته مربوط به مباحث توسعه شهری انجام شد و به همین منظور پارامترهای موثر به کار رفته در این پژوهش عبارت اند از: مدل رقومی ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، فاصله از خیابان‌ها، فاصله ازروستاها، فاصله از مناطق دیدنی و فاصله از مناطق مذهبی.

مدل سازی با مدلساز تغییر سرزمین (LCM)

مدل ساز تغییر سرزمین (LCM) نرم افزاری برای ایجاد توسعهٔ پایدار بوم شناختی است که به منظور درک و شناسایی تغییرات پوشش سرزمین و نیازمندی‌های حفاظتی و محیط زیستی ناشی از این تغییرات، طراحی شده است. مدلسازی تغییرات پوشش اراضی با استفاده از مدل ساز تغییر سرزمین، در چهار مرحلهٔ اصلی زیر انجام می‌گیرد:

۱ -تجزیه وتحلیل و بارزسازی تغییرات : در این مرحله، نقشه‌های پوشش اراضی مربوط به سالهای ۱۹۸٦ و ۲۰۰۱ با هم و ۲۰۰۱ و ۲۰۱٦ نیز با هم با هم وارد مدل ساز تغییرات سرزمین LCM شدند و بارزسازی و تجزیه وتحلیل تغییرات روی آنها انجام گرفت و سرانجام نقشه‌های تغییرات و انتقال کاربری‌ها ترسیم شدند تا توزیع مکانی تغییرات کاربری اراضی میان دوره‌های زمانی مورد بررسی، آشکار شود. همچنین نقشهٔ روند مکانی کاربری شهری در این مرحله به دست آمد . در پایان این مرحله میزان تغییرات سالانهٔ هر کاربری، به لحاظ درصد افزایش یا کاهش نیز مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت.

۲ -مدل سازی پتانسیل انتقال: در مرحلهٔ دوم از مدل سازی تغییرات پوشش سرزمین شهر سامان، پتانسیل انتقال میان کاربری‌ها با توجه به متغیرهای معرفی شده به مدل ساز تغییر سرزمین، مدل میشود. به گفتهٔ دیگر، در این مرحله پتانسیل هر پیکسل از تصویر برای تبدیل شدن به کاربری‌های دیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مرحله انواع تغییرات و انتقالات کاربری‌ها، در زیرمدل‌ها طبقه بندی و گروه بندی می‌شوند و پتانسیل بالقوهٔ متغیرهای توضیحی مورد بررسی قرار می‌گیرند. برای بررسی میزان ارتباط بین متغیرهای مورد استفاده در مدل (متغیرهای مستقل) و تغییرات طبقات

کاربری اراضی (متغیر وابسته)، از ضریب همبستگی کرامر استفاده شد. ضریب کرامر عددی میان صفر و یک است که هرچه به یک نزدیکتر باشد، نشان دهندهٔ میزان همبستگی بالا بین متغیر مستقل و وابسته است. در مطالعهٔ حاضر، به منظور مدل سازی پتانسیل انتقال کاربری‌ها و پوشش‌های سرزمین، از روش شبکهٔ عصبی مصنوعی با تابع پرسپترون چندلایه استفاده شده است.

۳ -پیش بینی و مدل سازی تغییرات: در این مرحله با استفاده از زنجیرهٔ مارکف، احتمال تغییر هر کاربری به کاربری دیگر محاسبه میشود. زنجیرهٔ مارکف، یک نوع مدل فرایند تصادفی است که بیان میکند با چه احتمالی ممکن است یک وضعیت به وضعیت و حالت دیگری تغییر یابد. این مدل یک ابزار توصیفی کلیدی دارد و آن ماتریس احتمال انتقالات است.

٤- ارزیابی صحت مدل سازی: ارزیابی اعتبار و صحت مدل سازی براساس برآورد ضریب کاپا میان نقشهٔ پوشش اراضی سال ۲۰۱٦ و نقشه‌های پوشش اراضی حاصل از زیرمدلها و دوره‌های واسنجی متفاوت که برای سال ۲۰۱٦ تولید شدند، انجام گرفت.

نتایج

زنجیره مارکوف سه خروجی دارد که عبارتند از: ماتریس احتمال انتقال که در آن احتمال تغییر هر کلاس به سایر کلاسهای موجود مشخص شده است، ماتریس مساحت انتقال که نشان دهنده تعداد پیکسلهایی از هر کلاس که محتمل است به کلاسهای دیگر تبدیل شوند. مدل مارکوف همچنین موقعیت هر کاربری را با تولید مجموعه‌های از تصاویر احتمال وضعیت از ماتریس احتمال انتقال نشان میدهد. در مرحله آخر از مدلسازی با استفاده از ماتریس مساحت انتقال در مدل CA-MARKOV می‌توان نقشه شبیه سازی شده از کاربری اراضی در آینده را به دست آورد(14). (معادله ۱-۱).

$$\text{K-quantity} = \frac{M\,(m) - NQML}{PQML - NQML} = \frac{0.5715 - 0.4147}{0.5842 - 0.41} = \frac{0.1568}{0.169} = 0.9251 \qquad \text{معادله ۱}$$

با توجه به مقادیر توافق کلی (57.15٪) برای هر دو سال نتیجه گرفته می‌شود که بین دو نقشه توافق نسبتا خوبی وجود دارد و مدل توانایی خوبی در پیش بینی کلاسها داشته است. همچنین، با

توجه به مقدار K-location (۴۱.۱۹٪) و K-quantity=0.9215 می‌توان گفت مدل مکان و تعداد پیکسل‌ها را نیز نسبتا به خوبی پیش بینی کرده است.

جدول (۱) مقادیر توافق و عدم توافق نقشه واقعی و پیش بینی شده سال 2016

	مقدار (درصد)
توافق کلی ((M(m))	57.15
عدم توافق کلی ((M(m))–۱	42.85
توافق مکانی	22.04
عدم توافق مکانی	31.47
توافق ناشی از شانس ((N (n))	20
توافق ناشی از کمیت ((N (m)) – (N (n))	15.11
عدم توافق ناشی از کمیت ((P(p)) - (P(m))	11.38

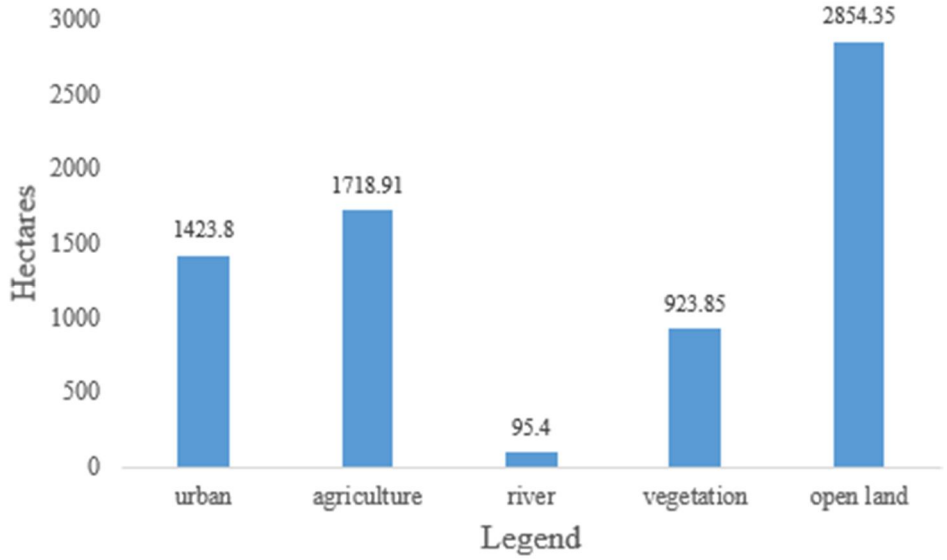
آشکارسازی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در افق ۲۰۳۱ با استفاده از مدل زنجیره‌ای MARKOV

در این مطالعه پیش بینی وضعیت پنج کلاس کاربری اراضی شامل: مناطق شهری، زمین‌های کشاورزی، رودخانه، پوشش گیاهی و زمین‌های باز در منطقه مورد مطالعه برای سال ۲۰۳۱ بر اساس نقشه‌های کاربری حاصل از طبقه بندی در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۶ انجام گرفت؛ بدین صورت که در مرحله اول در مدل مارکوف نقشه کاربری سال ۲۰۰۱ به عنوان نقشه قدیمی و نقشه کاربری سال ۲۰۱۶ به عنوان نقشه جدید معرفی و ماتریس احتمال انتقال، ماتریس مساحت انتقال برای ۱۵ سال آینده با خطای ۱۵ ٪ محاسبه

گردید. با استفاده از نقشه‌های پوشش زمینِ به دست آمده برای هر دوره، ماتریس تبدیل وضعیت کلاس‌های پوشش زمین بین هر دو دوره زمانی محاسبه شده است. از نقشه‌های پوشش سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۶ ماتریس احتمال انتقال (جدول۲) بدست امد.

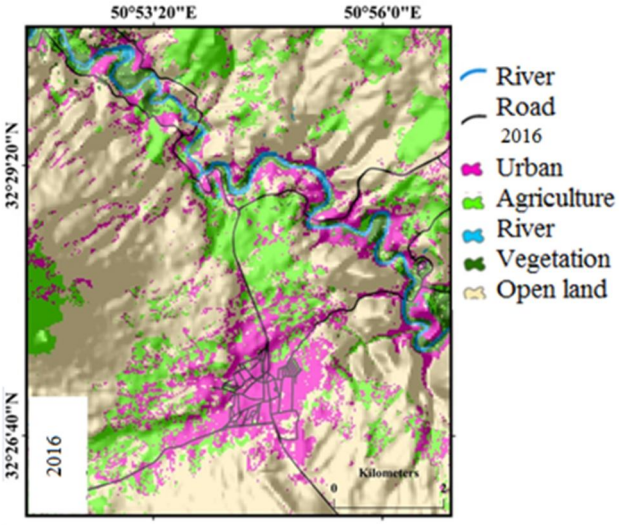
جدول (۲) ماتریس احتمال انتقال کاربری‌ها بر اساس درصد برای سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۶ حاصله از MARKOV

	Cl. 1	Cl. 2	Cl. 3	Cl. 4	Cl. 5
Class 1	۰.۴۳۷۴	۰.۲۲۹۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۵۷۴	۰.۲۷۶۰
Class 2	۰.۰۴۸۳	۰.۶۱۴۳	۰.۰۰۰۴	۰.۲۰۳۴	۰.۱۳۳۶
Class 3	۰.۱۱۶۷	۰.۰۴۲۷	۰.۷۵۷۸	۰.۰۷۱۲	۰.۰۱۱۶
Class 4	۰.۰۷۱۷	۰.۱۶۸۷	۰.۰۶۲۴	۰.۶۶۹۵	۰.۰۲۷۸
Class 5	۰.۱۴۴۲	۰.۱۴۶۵	۰.۰۰۱۰	۰.۰۵۸۴	۰.۶۴۹۹

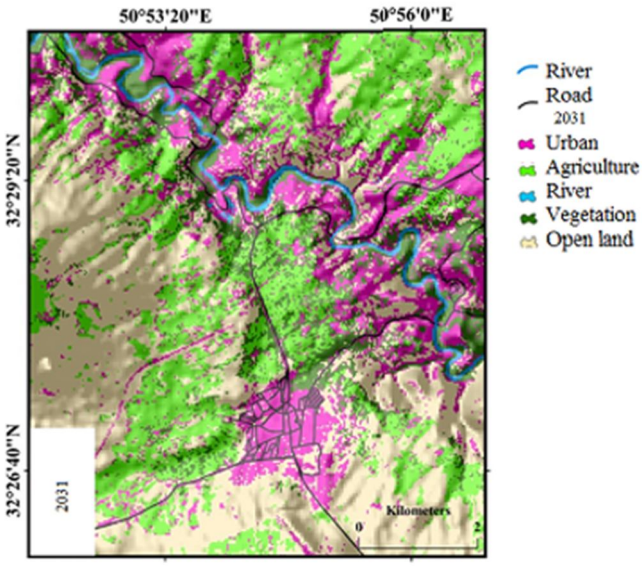


شکل ٤. ماتریس مساحت انتقال پیش بینی شده بر اساس هکتار برای سال ۲۰۳۱ حاصله از MARKOV

با اتمام این مرحله، عملگر CA-MARKOV با لحاظ نقشه کاربری سال ۲۰۱٦ به عنوان نقشه پایه و معرفی فایل مساحت انتقال حاصل از قبل، نقشه کاربری در سال ۲۰۳۱ از مدل پیش بینی شد(شکل ۵).



الف)



ب)

شکل ۵. پیش بینی کلاس کاربری‌های اراضی سالهای الف) ۲۰۱۶ ، ب) ۲۰۳۱

بحث

نتایج پژوهش نشان داد که تغییرات انجام شده روی پوشش اراضی شهر سامان، طی سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶ بسیار چشمگیر بوده است. در نتایج مشابهی با این مطالعه، در پژوهشی که گروهی از پژوهشگران انجام دادند (Murayama et al., 2012) به مطالعهٔ رشد شهری در درهٔ کاتماندو

نپال پرداختند، نشان دادند که روند توسعهٔ شهری در مناطق شهری و حومهٔ شهری بی سابقه بوده است و اکوسیستم‌های طبیعی در تماس با این مناطق نیز، دچار تنش و استرس شده اند. در پژوهشی مشابه نیز Mas و همکاران (۲۰۱۲) از مدلساز تغییر زمین برای مدلسازی تخریب و احیای جنگل‌های خزان کننده گرمسیری مکزیک بهره جستند. آنها مدلساری نیروی انتقال را با شبکه عصبی مصنوعی انجام دادند و نتیجه آن‌ها نیز بیانگر آسیب به کاربری‌های جنگلی بود. در تحقیقی در شمال ایران Goldavi و همکاران (۲۰۱۱) برای مدلسازی تغییرات کاربری در منطقه گرگان از شبکه عصبی استفاده کردند. برای این منظور با استفاده از تصاویر سال‌های ۱۹۸۸،۱۹۹۸ و ۲۰۰۷ اشکارسازی تغییرات کاربری سرزمین را بررسی و بعد تغییرات را برای سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۵ پیش بینی کردند. نتایج آن‌ها با نتایج این پژوهش همخوانی داشت و اشکار کرد که منطقه در اینده با رشد مناطق شهری و کاهش اراضی جنگلی همراه خواهد بود. معیار کاپا نیز نشان از اجرای موفق هر دو مدل برای مدلسازی تغییرات کاربری سرزمین داشت.

نتایج حاصل از پژوهش‌های قبلی به صورت زیر می‌باشد.

وانگ [3] و همکارانش سال ۲۰۱۰ در پژوهشی با استفاده از نرم افزار ArcGIS و Idrisi و پویایی استفاده از زمین و شانون اطلاعات آنتروپی به تجزیه و تحلیل کمی و ساختار تغییر یافته در حوضه Baimahe از سال ۱۹۹۶ تا سال ۲۰۰۸ پرداختند. مدل CA-مارکوف برای پیش بینی در سال ۲۰۲۰ استفاده شد. نتایج برای پیش بینی الگوهای استفاده از زمین به کار گرفته شد نشان داد که زمین‌های غالب در منطقه، کشاورزی، جنگل‌ها و زمین‌های ساخت و ساز شده در حوضه Baimahe هستند. از سال ۱۹۹۶ تا سال ۲۰۰۸، زمین‌های کشاورزی و جنگل در منطقه کاهش و دیگر انواع استفاده از زمین از جمله زمین‌های ساخت و ساز شده افزایش یافته است. نتایج پیش بینی نشان داد که تغییرات در الگوهای استفاده از زمین ۲۰۰۸-۲۰۲۰ خواهد بود. در نهایت این نتیجه حاصل شد که اقدامات حفاظت از زمین‌های کشاورزی و دانه برای پروژه‌های سبز به منظور افزایش ثبات سیستم استفاده از زمین در حوضه Baimahe به منظور ترویج و توسعه پایدار منطقه ای باید به تصویب برسد (Wang et al., 2011).

3 Wang

روی۲ و همکاران در سال ۲۰۱۵ به بررسی و پیش بینی روند تغییر کاربری اراضی با استفاده از مدل مارکوف و سلول‌های خودکار در بنگلادش پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱٤، جنگل‌ها به میزان ۳۰٦۲ کیلومترمربع کاهش یافته اند. شبیه سازی‌ها نیز حاکی از آن بود که بین سالهای ۲۰٤۱-۲۰۱٤، ۱۸۳۱ کیلومتر مربع از جنگل‌ها و ۱٤۸ کیلومتر مربع از منابع آبی کاهش خواهند یافت (roy et al., 2015).

یو آن۳ و همکاران در سال ۲۰۱۵ به بررسی تغییر پوشش اراضی در شهر Hangzhou از سال ۱۹۹۰ پرداختند، نتایج نشان داد الگوی تغییر کاربری اراضی، بسیار چشم گیر بوده است. در این پژوهش با استفاده از GIS و IDRISI ، ساختارهای استفاده از زمین مورد بررسی قرار گرفت و از CA برای شبیه سازی تغییرات فضایی و زمانی، استفاده شد. نتایج نشان داد زمین‌های ساخت و ساز شده روند افزایشی و زمین‌های کشاورزی منطقه روند کاهشی داشته است. نتایج پیش بینی نیز حاکی از کاهش زمین‌های جنگلی و کشاورزی و تبدیل مساحت زیادی از آنها به شهر قبل از سال ۲۰٦۰ بود (Yuan et al., 2015).

روشنبخش و همکاران در سال ۲۰۱۷ به بررسی تغییر کاربری اراضی در شهر همدان با استفاده از مدل LCM پرداختند. نتایج حاکی از این بود که نزدیک به ۸۰۰ هکتار از زمین‌های کشاورزی و پوشش گیاهی منطقه از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ از بین رفته است (Roshanbakhsh et al., 2017).

وانگ٤ وهمکاران در سال ۲۰۱۷ به بررسی تغییرات کاربری اراضی در شهر Tianjin واقع در کشور چین با استفاده از روش مارکوف و سلول‌های خودکار پرداختند. آنها کاربری اراضی در طی سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵ را مورد پژوهش قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که بیش از ۱۰ درصد از مزارع کشاورزی به شهر تبدیل شده است. در نهایت پیش بینی وضعیت کاربری اراضی در سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۳۵ صورت گرفت و نتایج حاکی از رشد ۲ و ۳ برابری شهر در آینده بود که همراستا با نتایج این پژوهش بود (Wang et al., 2017).

Komering و همکاران (۲۰۱۷)، تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز Komering را با استفاده از روش‌های مارکوف و سلول‌های خودکار بررسی کردند. پیش بینی تغییر کاربری اراضی در

[4] Roy
[1] Yuan
[1] Wang

سال ۲۰۳۰ حاکی از کاهش پوشش جنگلی تا ۳.۳۷ درصد، کاهش اراضی کشاورزی تا ۲.۱۳ درصد و افزایش زمین‌های بایر تا ۵.۵٦ درصد است (Komering et al., 2017: 5) .

نتیجه گیری

با استفاده از MarkovCA- مشاهده می‌شود که کاربری مسکونی در مسیر زاینده رود در طی زمان افزایش یافته است. مدل CA ابزار مناسبی برای مدل سازی توسعه کاربری شهری است. با توجه به مطالب بیان شده، مدل CA به عنوان یک مدل پویا در نظر گرفته شده است، این مدل می‌تواند قابلیت به روز شدن داشته باشد و در مدل سازی‌های تغییر کاربری اراضی مربوط به فضای شهری که محیطی دینامیک و دائما در حال تغییر است، نتایج خوبی را فراهم می‌اورد همچنین به دلیل شاخص کاپای بدست امده از مدل سازی‌های CA که نشان دهنده دقت خوب مدلسازی می‌باشد، به عنوان یک ابزار مناسب در نظر گرفته می‌شود. نتایج پیش بینی و اطلاعات و ارقامی که بدست امد و همچنین پیش بینی تغییراتی که برای کاربری‌های مختلف در بازه زمانی مختلف اتفاق می‌افتد با توجه موقعیت جغرافیایی منطقه و شناختی که از منطقه مورد مطالعه، وجود دارد همچنین مطالعات میدانی و کتابخانه ای که از منطقه مورد نظر صورت گرفته است اعتبار پیش بینی از نظر اماری قابل قبول است. بیشترین سهم این تحقیق پرکردن یک شکاف پژوهشی در مطالعات تغییر کاربری اراضی شهر سامان, به ویژه بررسی تغییرات کاربری‌های اراضی با طبقه بندی مختلف است. استفاده از مدل CA-MARKOV و مدل شبکه عصبی پرسپترون (MLP) که با موفقیت به کار گرفته شد دارای دقت بالایی نسبت به سایر مدل‌هایی است که از روش‌های هوش مصنوعی بهره نبرده اند. این تحقیق یک روش جدیدی برای پیش بینی کاربری اراضی ارائه می‌دهد که منجر به طرح ریزی دقیق تر برای تغییر کاربری اراضی می‌انجامد. شبیه سازی اینده بر پایه توسعه کاربری‌های اراضی متعدد می‌تواند به برنامه ریزان و سیاست‌گذاران در درک اثرات زیست محیطی و مشکلات کاربری اراضی در ارتباط با روند فعلی توسعه شهری کمک کند. برنامه‌ها و سیاست‌های جایگزین را می‌توان ایجاد کرد و به کاهش اثرات منفی و کنترل مقیاس و میزان توسعه زمین منجر می‌شود.به عنوان مثال تغییر کاربری اراضی ممکن است بر کیفیت اب و خاک و شهر و روستا تاثیر گذار باشد به همین دلیل توانایی پیش بینی

شرایط کاربری اراضی در اینده اهمیت دارد. اگر یک الگوی مناسب برای اینده کاربری اراضی در دسترس باشد طرح ریزی‌های بهتری در اینده قابل انجام است.

مطالعات اینده: به کارگیری پارامترهای اجتماعی–اقتصادی در مدل سازی توسعه شهری و تغییر کاربری اراضی شهری با در نظر گرفتن اثرات تراکم جمعیت به عنوان عامل اصلی توسعه شهری علاوه بر پارامترهای فیزیکی پیشنهاد می‌شود. بررسی مدل سازی توسعه شهری مبتنی بر CA قابل بررسی در مقیاس محلی و منطقه ای است که بررسی ان در مطالعات بعدی و بکارگیری پارامترهای مربوط به تشخیص مناطق خطر به منظور کاهش خسارت حاصل از بلایای طبیعی پشنهاد می‌شود. به منظور انالیز حساسیت مدل CA می‌توان از تغییر سایر پارامترهای موثر در خودکاره سلولی مانند تغییر در قوانین انتقال یا گذار نیز استفاده کرد.

منابع

آذرمهر، م.ر.، مسگری، م.س. و کریمی، م. ۱۳۸۹. مدلسازی مکانی زمانی بیماری مالاریا با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش سلول‌های خودکار. فصلنامه بیماریهای عفونی و گرمسیری وابسته به انجمن متخصصین بیماریهای عفونی و گرمسیری، ٤٨ (١٥): ٦٩-٦١.

اسلمی، ف.، ا. قربانی، ب. سبحانی و م. پناهنده. ۱۳۹۳. مقایسه روشهای شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبانی و شئ گرا در استخراج کاربری و پوشش اراضی از تصاویر لندست ۸. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ٦(٣): ١٤-١.

ایمانی، ج. کابلی، م. فقهی، ج و طاهرزاده، ع. ۱۳۹٦. مدلسازی روند تغییرات پوشش/ کاربری اراضی با استفاده از زنجیره مارکوف وشبکه خودکار در استان همدان، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۹، شماره ۱. ص ۱۱۹-۱۲۸.

زارع،ر،آل شیخ ،ع، ا، (۱۳۹۱). "مدلسازی توسعه شهری با استفاده از اتوماسیون سلولی و الگوریتم ژنتیک (منطقه مورد مطالعه: شهر شیراز)." مجله پژوهش و برنامه ریزی شهری،سال سوم،شماره۱۱،ص۱-۱۱

علوی پناه، س. ک، مسعودی. م، ۱۳۷۵ . تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره ای لندست و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعه موردی موک استان فارس. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی

میرزایی زاده، و.، م. نیکنژاد و ج . اولادی قادیکلایی. ١٣٩٤. ارزیابی الگوریتم‌های طبقه بندی نظارت شده غیر پارامتریک در تهیه نقشه پوشش زمین با استفاده از تصاویر لندست ۸. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ٣(٦): ٤٤-٢٩.

Abuelaish B. Olmedo M.T.C. 2016. Scenario of land use and land cover change in the Gaza Strip using remote sensing and GIS models. Arabian Journal of Geosciences. (2016) 9: 274. https://doi.org/10.1007/s12517-015-2292-7

Amici V. Marcantonio M. La Porta N. Rocchini D. 2017. A multi-temporal approach in MaxEnt modelling: A new frontier for land use/land cover change detection. Ecological Informatics, 40: 40-49. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2017.04.005

Goldavi, S. (2011). Comparision of logistic regression and Geomod in land cover change modeling and vegetation and effect of change on water (case study: Gorgan) (Doctoral dissertation, M. Sc thesis. Department of Environment. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, 114 (in Persian)).

Kusratmoko E. Albertus S and Supriatna D. 2017. Modelling land use/cover changes with markov-cellular automata in Komering Watershed, South Sumatera. Earth and Environmental Science 54: 1-8. https://doi.org/10.1088/1755-1315/54/1/012103

Mas, J. F.; Kolb, M.; Paegelow, M. & Camacho Olmedo, M. T. 2014. Inductive pattern-based land use/cover change models: A comparison of four software packages. Environmental Modelling & software. 51: 94-111. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.09.010

Oñate-Valdivieso,F., J.B., Sendra .2010. Application of GIS and remote sensing techniques in generation of land use scenarios for hydrological modeling. Journal of Hydrology 395 (3–4), 256–263

Onate-Valdivieso,F., J.B., Sendra .2010. Application of GIS and remote sensing techniques in generation of land use scenarios for hydrological modeling. Journal of Hydrology 395 (3–4), 256–263.

Perez-Vega,A., J.,Mas, A.,Ligmann-Zielinska .2012. Comparing two approaches to land use/cover change modeling and their implications for the assessment of biodiversity loss in a deciduous tropical forest. Environmental Modelling & Software 29 (1), 11-23. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.09.011

Pontius Jr., Robert Gilmore, 2000, Quantification error versus location error in comparison of categorical maps, Engineering and Remote Sensing, 66 (8), 1011-1016. 20- Pontius, Robert. Gilmore. and Chen, Hao, 2006, Geomod Modeling, USA: Clark University P. 44.

Roshanbakhsh S, Modaresi S.A., Karami J. 2017. Land use changes using multi-layer perception and change modeler. Int. J. Urabn Manage Energy Sustainability, 1(1): 79-84.

Roy S. Farzana K. Papia M and Hasan M. Monitoring and Prediction of Land Use/Land Cover Change using the Integration of Markov Chain Model and Cellular Automation in the Southeastern Tertiary Hilly Area of Bangladesh, Vol 24, No 4 (2015)

Shixu Wang, Z. Z. a. X. W. (2010). "Land use change and prediction in the Baimahe Basin using GIS and CA-Markov model." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 17.

Thapa, R.B. and Murayama, Y., 2012, Scenario Based Urban Growth Allocation in Kathmandu Valley, Nepal, Landscape and Urban Planning, Vol. 105, No. 1-2, PP. 140-148.

Wang R, Murayama Y. 2017. Change of Land Use/Cover in Tianjin City Based on the Markov and Cellular Automata Models. International journal of Geo-information. 6, 150: 1-17.

Wang R, Murayama Y. 2017. Change of Land Use/Cover in Tianjin City Based on the Markov and Cellular Automata Models. International journal of Geo-information. 6, 150: 1-17.

Yuan T. Yiping X. Lei Z and Danqing L. 2015. Land Use and Cover Change Simulation and Prediction in Hangzhou City Based on CA-Markov Model. International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering, V0l. 90: 108-113.