Archive of SID

ISC
Islamic World Science Citation Center
ISSN 2645-7784
Journal of
Urban Social Geography
© Department of Geography, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

Analyzing the consequences of urban land use on rural residences using satellite imagery and Markov chain model (Case study: Kerman city)

Abdollahi, A.A [a,1]**., Khabazi, M** [b]**., Shahriari, A** [c]

[a] Assitant Professor of Geography and Urban Planning, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

[b] Assitant Professor of Geomorphology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

[c] MSc of Geography and Urban Planning, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

ABSTRACT

Objective Expansion without the urban plan of the city and its integration with villages and urban settlements in developing countries, including Iran, is unavoidable. It can be said that one of the most important factors in the dispersed growth of the city of Kerman has been changes without land use planning. Hence, predicting these changes can play a significant role in future management decisions and future plans of the city.

Methods: Considering the high performance of the CA-Markov model in predicting land use changes, in this study, this model was designed with the aim of predicting the development trend and land use changes in the year 1406 horizons. From satellite images of the years 1368, 1379, 1387 and 1396 to predict and detect changes.

Results: The results show that in the prediction map of 1406, the area of the three classes, the lands constructed 10273 hectares, the land of 1229 hectares and the vegetation of 9983 hectares will be. Also, the map shows that the area of dry land classes and vegetation decreased by 118 and 219 hectares, respectively. Also, the class of lands constructed from the base year (1396) did not change significantly.

Conclusion: Considering the high efficiency of this model in forecasting land use changes, its results can be used in future planning and decision making in Kerman.

Keywords: Modeling, Markov Chain, Forecasting Changes, Physical Development.

Received: December *22*, 2018 ***Reviewed:*** February 13, 2019 ***Accepted:*** April 18, 2019 ***Published Online:*** September 22, 2019

Citation: Abdollahi, A.A., Khabazi, M., Shahriari, M (2019). ***Analyzing the consequences of urban land use on rural residences using satellite imagery and Markov chain model (Case study: Kerman city)***. Journal of Urban Social Geography, 6(1), 123-138. **(*In Persian*)**

DOI: 10.22103/JUSG.2019.1982

[1] Corresponding author at: Shahid Bahonar University of Kerman, P.C: 7616913439, Kerman, Iran. E-mail address: aliabdollahi@uk.ac.ir (Abdollahi, A.A)

www.SID.ir

Archive of SID

دوفصلنامهٔ
جغرافیای اجتماعی شهری
ISSN 2645-7784
صاحب امتیاز: دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

بررسی پیامدهای توسعهٔ کاربری اراضی شهری بر سکونتگاه‌های غیررسمی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل زنجیره‌ای مارکوف (مطالعهٔ موردی: شهر کرمان)

علی‌اصغر عبدالهی[a] و[1] ، مصطفی خبازی [b] ، افسانه شهریاری [c]

[a] استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
[b] استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
[c] دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

چکیده

تبیین موضوع: در دهه‌های اخیر در اغلب کشورهای در حال توسعه با افزایش رشد شتابان شهری و مهاجرت روستاییان به شهر، سکونتگاه‌های غیررسمی گسترش بی‌سابقه‌ای یافته‌اند. می‌توان گفت یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار در رشد پراکنده شهر کرمان تغییرات بدون برنامه کاربری اراضی بوده است. از این‌رو پیش‌بینی این تغییرات می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی‌های آینده این شهر نقش به سزایی داشته باشد.

روش: با توجه به کارایی بالای مدل CA-Markov در پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی، در پژوهش حاضر نیز از این مدل با هدف پیش‌بینی روند توسعه و تغییرات کاربری اراضی در سال افق ۱۴۰۶ بهره گرفته شد و از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۶ برای پیش‌بینی و آشکارسازی تغییرات استفاده گردید.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان می‌دهد در نقشه پیش‌بینی سال ۱۴۰۶ مساحت سه کلاس، اراضی ساخته شده ۱۰۲۷۳ هکتار، زمین بایر ۱۲۲۹ هکتار و پوشش گیاهی ۹۹۸۳ هکتار خواهد بود. همچنین نقشه حاصل نشان می‌دهد که مساحت کلاس‌های زمین بایر و پوشش گیاهی به ترتیب به میزان ۱۱۸ و ۲۱۹ هکتار کاهش یافته است. همچنین کلاس اراضی ساخته شده نسبت به سال پایه (۱۳۹۶) تغییر چشمگیری نداشته است.

نتیجه‌گیری: با توجه به کارایی بالای این مدل در پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی، می‌توان از نتایج حاصل از آن در برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های آینده شهر کرمان استفاده نمود.

کلیدواژه‌ها: مدل‌سازی، زنجیره مارکوف، پیش‌بینی تغییرات، توسعه کالبدی.

دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۱ **بازنگری:** ۱۳۹۷/۱۱/۲۴ **پذیرش:** ۱۳۹۸/۰۱/۲۹ **انتشار آنلاین:** ۱۳۹۸/۰۶/۳۱

استناد: عبدالهی، علی‌اصغر؛ خبازی، مصطفی؛ شهریاری، افسانه (۱۳۹۸). ***بررسی پیامدهای توسعهٔ کاربری اراضی شهری بر سکونتگاه‌های غیررسمی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل زنجیرهٔ مارکوف (مطالعهٔ موردی: شهر کرمان).*** دوفصلنامه جغرافیای اجتماعی شهری، ۶(۱)، ۱۳۸-۱۲۳.

DOI: 10.22103/JUSG.2019.1982

[1] ***نویسندهٔ مسئول:*** دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. صندوق پستی: ۷۶۱۶۹۱۳۴۳۹ رایانامه: aliabdollahi@uk.ac.ir (علی‌اصغر عبدالهی)

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گسترش سریع شهرها، رشد جمعیت و روند رو به رشد مهاجرت موجب افزایش تقاضا برای مسکن می شود و از آنجایی که تأمین همه این نیازها با مشکلاتی روبه‌رو است شاهد پیدایش پهنه‌هایی ناهنجار و ناپایدار در حاشیه و درون شهرها به عنوان سکونتگاه‌های غیررسمی هستیم که پاسخی حداقلی به نیازهای اقشار کم‌درآمد برای تأمین مسکن می‌باشد (شرفی، ۲۰۰۸: ۶). اسکان غیررسمی به‌واقع یکی از بارزترین چهره‌های فقر شهری است. سکونتگاه‌های غیررسمی مناطقی هستند که نظارت و قانون‌گذاری در آن‌ها حداقل ممکن بوده و این مناطق به صورت خودشکوفا رشد می‌کنند (منتظری‌شاد و همکاران، ۱۳۹۵: ۳). در ایران نیز به موازات رشد شهرنشینی، گسترش محلات فقیرنشین به‌ویژه سکونتگاه‌های غیررسمی از پدیده‌های فراگیر شهر معاصر بوده‌است (ایراندوست، ۱۳۸۶: ۲۰۲).

ساخت‌وسازهای غیراصولی، آلودگی‌های زیست‌محیطی، آسیب‌پذیری در برابر حوادث غیرمترقبه، افزایش بیماری‌ها و آسیب‌های اجتماعی و به‌طور کلی کاهش کیفیت زندگی شهری و سطح رضایت‌مندی ساکنین تنها بخشی از تبعات رو به‌رشد پدیده سکونتگاه‌های غیررسمی است که در صورت عدم مدیریت صحیح می‌تواند ابعاد وسیع‌تر و غیرقابل کنترلی به خود بگیرد (بیرجندی و کریمی، ۱۳۹۵: ۱۸). ازطرفی سطح و دامنهٔ رشد بی‌رویهٔ شهری در اغلب موارد موجب نگرانی‌هایی در بین کارشناسان، مدیران و برنامه‌ریزان شهری شده است (سعیدی و همکاران، ۱۳۸۶: ۸). چراکه شکل پراکندگی شهر یا گسترش افقی و ساخت‌وسازهای جدید اطراف شهر، باعث شده که بسیاری از زمین‌های قابل‌کشت مجاور شهرها برای ساختمان‌سازی استفاده شود (شکویی، ۱۳۹۲: ۳۰۸).

این پیشروی به‌سوی فضاهای زیستی اطراف شهر، زمین‌های زراعی و باغی، در نهایت محیط طبیعی را متأثر کرده و موجب سکونتگاه‌های غیررسمی در پیرامون شهر می‌گردد (کرک، ۲۰۰۴: ۹). بنابراین آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف آن و به بیان دیگر نحوه استفاده از زمین، به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (اصلاح و همکاران، ۱۳۹۳: ۲). شهر کرمان با دارا بودن جاذبه‌های تاریخی، صنعتی، اقتصادی، گردشگری و دانشگاهی طی سال‌های اخیر رشد بسیاری کرده است این روند متاثر از رشد جمعیت و ورود مهاجران بوده است که منجر به ساخت و سازهای بدون برنامه و تغییرات زیاد در ساختار فضایی – کالبدی شهر و گسترش آن در زمین‌های اطراف شهر شده است (ایلاقی‌حسینی و همکاران، ۱۳۹۳: ۳۸). بدون شک گسترش پراکنده و بدون برنامه شهر کرمان منجر به استفاده نامناسب از اراضی و منابع خواهد شد که باعث بیشتر شدن مشکلات شهری و بالا رفتن هزینه‌های شهری برای مدیران شهری خواهد شد.

با توجه به مشکلات مطرح شده، چگونگی نحوه استفاده از زمین و مشخص نمودن الگوهای مکانی کاربری‌ها و پوشش اراضی در محدوده مورد مطالعه بسیار ضروری به نظر می‌رسد. پژوهش حاضر با استفاده از تصاویر ماهواره‌لندست، ابتدا به طبقه‌بندی نظارت شده کاربری‌های درون محدوده شهری پرداخته و سپس به پیش‌بینی روند توسعه شهر کرمان را برای سال ۱۴۰۶ پرداخته شده است.

پیشینهٔ نظری

شناسایی تغییرات زمانی و دقیق کاربری اراضی پایه‌گذار، درک بهتری از ارتباطها و اثرهای متقابل انسان و منابع اراضی می‌باشد. شناخت این روابط موجب مدیریت و استفاده پایدار، از این منابع می‌شود (تریپتی و همکاران، ۲۰۱۲: ۲۰۸).

www.SID.ir

Archive of SID

اطلاع از تغییرات کاربری اراضی و بررسی علل و عوامل آن‌ها در یک دوره زمانی می‌تواند مورد توجه برنامه‌ریزان و مدیران باشد. آنچه در مدیریت، کمی پیچیده‌تر به نظر می‌رسد، بررسی پیشینه و آینده مسائل شهری به منظور ارائه یک برنامه مدون با در نظر گرفتن الگوی توسعه و پیشرفت یک محیط شهری است. برای یک چنین برنامه‌ریزی قطعاً اطلاعاتی از چگونگی این تغییرات و مدل توسعه مکانی شهر در اثر گذشت زمان نقش حیاتی دارد. یکی از کاربردهای مهم تجزیه و تحلیل آشکارسازی تغییرات، پیش‌بینی وضعیت آینده بر مبنای روند تغییرات انجام شده در گذشته است. آشکارسازی تغییرات، فرآیند شناسایی تفاوت‌ها در وضعیت یک شی یا پدیده به وسیله مشاهده آن در زمان‌های متفاوت است. از این طریق می‌توان تغییرات مکانی شهر را با در اختیار داشتن اطلاعات مکانی آن در زمان‌های مختلف مشخص نمود (حیدریان و همکاران، ۱۳۹۲: ۲).

در حال حاضر تکنولوژی سنجش از دور بهترین وسیله برای پایش تغییرات محیطی و استخراج پوشش/کاربری‌های اراضی بوده که بیشترین سرعت و دقت را دارد. با استفاده از داده‌های چند زمانه سنجش از دور با کمترین زمان و هزینه می‌توان نسبت به استخراج کاربری‌های اراضی اقدام نموده و سپس با مقایسه آن در دوره‌های زمانی مختلف نسبت تغییرات را ارزیابی نمود (ارخی، ۱۳۹۴: ۵۲). در این میان تصاویر دوره‌ای ماهواره لندست یکی از مهمترین منابع داده‌ای برای مطالعه انواع مختلف تغییر کاربری و پوشش اراضی، از قبیل جنگل‌زدایی، افزایش و گسترش کشاورزی، رشد شهری و کاهش زمین‌های مرطوب است. استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای به وسیله طبقه‌بندی از پرکاربردترین روش‌های موجود است (عزیزی قلاتی و همکاران، ۱۳۹۵: ۶۰).

این روش به کاربران امکان تولید انواع اطلاعات مختلف از قبیل نقشه‌های پوششی، نقشه‌های کاربری و نقشه تغییرات را می‌دهد. الگوریتم طبقه‌بندی در حالت کلی به دو روش نظارت شده و نظارت نشده تقسیم می‌شوند (حدادی و همکاران، ۱۳۸۸: ۳۴). البته باید عنوان کرد که بیش از چند دهه است که ادغام سنجش از دور و فن‌آوری‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای مشاهده، پایش و پویایی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین استفاده می‌شود (لانگلی و همکاران، ۲۰۱۰: ۵۶۰). یکی از مدل‌هایی که در مطالعه حاضر استفاده شده و در پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی بسیار کارآمد می‌باشد، مدل زنجیرهٔ مارکوف – CA است که از تکنیک تلفیق دو مدل زنجیره مارکوف و سلولار آتوماتا بهره می‌گیرد. دلیل این ترکیب این است که مدل زنجیره مارکوف به تنهایی قادر به شرح کمیت حالت‌های تبدیل بین انواع کاربری نیست، اما توانایی آشکارسازی میزان تبدیل بین انواع کاربری‌های گوناگون را دارد (سان و همکاران، ۲۰۱۱: ۹۳۹).

از طرفی مدل سلول‌های خودکار یک تکنیک مدل سازی است که در فضای رستری تعریف می‌شود و وضعیت سلول معمولاً پوشش و کاربری اراضی آن سلول را ارائه می‌دهد و تغییر در نوع کاربری یک سلول به کاربری دیگر، وابسته به وضعیت کاربری سلول در زمان حال و وضعیت سلول‌های همسایه است (جباری و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۰۰).

مدل تلفیقی سلول‌های خودکار و زنجیره مارکوف با افزودن مشخصه مجاورت مکانی به مدل تصادفی زنجیره مارکوف، کاربری اراضی را برای سال‌های آینده شبیه‌سازی می‌کند (زارع‌گاریزی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۷۴).

پیشینهٔ عملی

در زمینه آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور در مناطق شهری، مطالعات متعددی صورت گرفته است:

www.SID.ir

Archive of SID

ابراهیم‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی تحت عنوان نقش مهاجرت‌های روستایی در اسکان غیررسمی مطالعه موردی: متروپل اهواز، به تحلیل نقش مهاجرت در متروپل منطقه‌ای استان خوزستان پرداخته‌اند، یافته‌ها نشان می‌دهد که مسأله مهاجرت‌های شهر اهواز به عنوان یکی از مباحث مهم جمعیتی قابل طرح است و سرنوشت آینده شهر به روند مهاجرت‌های صورت گرفته به این شهر مرتبط بوده و این مهاجرت‌ها نیز با استقرار صنایع در این شهر پیوند داشته است.

نورایی و همکاران (۱۳۹۲) در تحلیل امنیت در سکونتگاه‌های غیررسمی با تأکید بر آسیب‌های اجتماعی (مطالعه موردی: محله خاک سفید تهران) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد کمترین میزان امنیت به دلیل تعدد آسیب‌های اجتماعی در اکسپرت چوئیک و محله خاک سفید، در قسمت میدان نواب صفوی قابل مشاهده است و وجود چنین آسیب‌هایی در این میدان، بر روی محدوده‌های اطراف آن نیز تأثیر بسیار منفی گذارده است، به طوری که این مناطق نیز به نواحی ناامنی از منظر آسیب‌های اجتماعی تبدیل گردیده‌اند و به‌کارگیری برنامه‌ای جهت بهبود بخشی وضعیت امنیت در این نقاط را ضروری نموده‌است.

شولز و همکاران (۲۰۱۰) به منظور پایش تغییرات پوشش سرزمین از چشم‌انداز جنگل خشک شیلی، مدلساز تغییر سرزمین و تصاویر ماهوارهای مربوط به چهار دورهٔ ۱۹۷۵، ۱۹۸۵، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۸ را به کار گرفتند. آن‌ها به این نکته پی بردند که گرایش عمدهٔ تغییرات در این چشم‌انداز بسیار پویا، به سمت کاهش جنگل خشک و تبدیل درختچه‌زارها به کاربری‌های فشرده شده‌ای چون کشاورزی بوده است. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که بین سالهای ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۸ ، نرخ سالانهٔ کاهش جنگل و درختچه‌زارها، به ترتیب ۱/۷- درصد و ۰/۷- درصد و نرخ سالانهٔ افزایش کاربری‌های کشاورزی، شهری و مزارع چوب، به ترتیب ۱/۱ درصد، ۲/۷ درصد و ۳/۲ درصد بوده است.

عبدالکوی و همکاران (۲۰۱۱)، از مقایسه پس از طبقه‌بندی برای آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در غرب رود نیل استفاده کردند و برای تهیهٔ نقشه‌های پوشش اراضی جدید و قدیمی از روش طبقه‌بندی نظارت شده و تصاویر ماهواره لندست استفاده کردند. همچنین مادوراپروما و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از داده‌های دورسنجی و روش طبقه‌بندی نظارت شده در بازه زمانی ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۱ به مطالعه شناسایی تغییرات کاربری اراضی در حوضه پیپستن کریک در داکوتای شمالی پرداخته و بیان می‌دارند که داده‌های دورسنجی الگوی تغییرات پوشش زمین را به صورت رقومی درآورده و می‌تواند به عنوان یک ورودی ضروری در سیاست‌های مدیریت اراضی لحاظ شود.

در ایران نیز پژوهش‌هایی در زمینهٔ تغییرات کاربری اراضی و آشکارسازی تغییرات در محیط‌های شهری توسط (کامیاب و همکاران، ۱۳۹۰؛ کاظمی و همکاران، ۱۳۹۰؛ رفیعی و همکاران، ۱۳۹۰؛ غلامعلی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۱؛ قرائتی‌جهرمی و همکاران، ۱۳۹۳) صورت گرفته است. در این مطالعات و مطالعات مشابه دیگر، علاوه بر مشخص شدن وضعیت تغییرات کاربری اراضی در زمان موردنظر با استفاده از مدل مارکوف، کارایی این مدل در مطالعات پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در تمام این مطالعات از گذشته تا کنون تأیید شده است (رمضانی و همکاران، ۱۳۹۳: ۸۵).

داده‌ها و روش‌شناسی

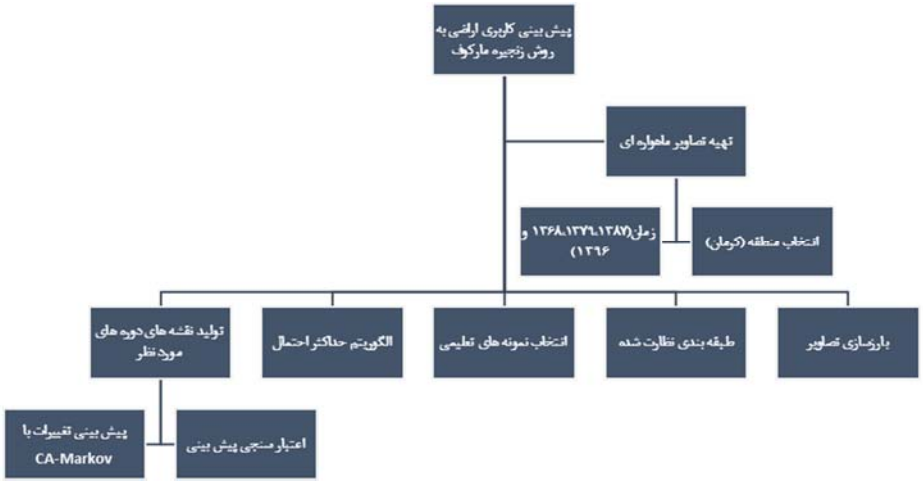
روش پژوهش در این مطالعه، به لحاظ هدف از نوع کاربردی و به لحاظ ماهیت و روش از نوع تحقیقات توصیفی – تحلیلی می‌باشد. بدین منظور، برای تهیه نقشه پوشش اراضی در منطقه مورد مطالعه با استفاده از تکنولوژی سنجش از دور، از تصاویر ماهواره لندست در چهار دوره زمانی، مربوط به سال‌های ۱۳۶۸ (سنجنده TM)، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۷ (سنجنده ETM+) و ۱۳۹۶ (سنجنده OLI) که از وب سایت http://earthexplorer.usgs.gov دریافت گردیده، استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

شده است. همچنین به منظور افزایش دقت در انتخاب نمونه‌های تعلیمی و کاهش اثرات پوشش ابر و بارش، تصاویر هر دوره از نظر زمانی در اواسط فصل تابستان انتخاب گردید. سپس، پس از اعمال تصحیحات هندسی و اتمسفری روی تصاویر، به منظور تفکیک و شناسایی پدیده‌ها، برای تصاویر هر دوره از تصویر رنگی کاذب که از ترکیب باندهای ۲ (سبز)، ۳ (قرمز) و ۴ (مادون قرمز) حاصل می‌شود، استفاده شده، چرا که تصاویر رنگی کاذب به لحاظ رنگ نتایج بهتری ارائه می‌دهند (خویی و همکاران، ۲۰۱۰: ۱۲۵۶).

براتی قهفرخی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی تغییرات کاربری اراضی حوزه قلعه شاهرخ، باندهای ۳، ۴، ۵ و ۷ ماهواره-های TM و +ETM را به عنوان بهترین ترکیبات باندی معرفی کردند. در ادامهٔ برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شده است که از دقت بالاتری برخوردار می‌باشد. در این نوع طبقه‌بندی تعدادی پیکسل از هر کلاس به عنوان نمونه‌های تعلیمی انتخاب می‌شوند تا سایر پدیده‌ها بر اساس این الگو مشخص و طبقه‌بندی شوند. در پایان این مرحله، سه طبقه اراضی ساخته شده، پوشش گیاهی و زمین بایر مشخص گردید. در پژوهش حاضر از نرم افزارهای ENVI5.1، IDRIDI Selva 17 و ArcGIS 10.1 برای پردازش داده‌ها، بارزسازی، خروجی گرفتن و از روش حداکثر احتمال برای طبقه‌بندی کلاس‌های کاربری‌ها و از مدل CA-Markov برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در دوره‌های موردنظر استفاده شده است. شکل (۱) مراحل انجام پژوهش حاضر را نشان می دهد.



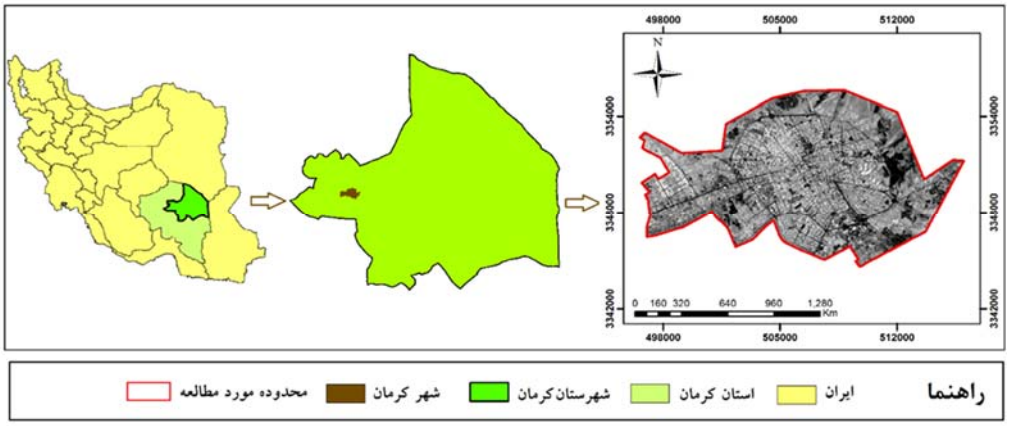
شکل ۱- مراحل انجام کار

قلمرو پژوهش

شهرکرمان، مرکزاستان و شهرستان کرمان بین ۵۶ درجه و ۵۸ دقیقه و ۰۹ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی، در ارتفاع ۱۷۵۵ متری از سطح دریا واقع شده است. مساحت این شهر ۷۶۴۴ هکتار بوده و در فاصله ۱۰۶۰ کیلومتری جنوب‌شرق شهر تهران در یک موقعیت پایکوهی قرار دارد (شکل ۲). کرمان یکی از کلان‌شهرهای ایران و مرکزاستان کرمان پهناورترین استان ایران درجنوب‌شرقی این کشور واقع است (ایلاقی حسینی و همکاران ۱۳۹۳: ۳). جمعیت این شهر طبق سرشماری ۱۳۹۵ برابر با ۷۳۸۷۲۴ نفر بوده است (سالنامه آماری، ۱۳۹۵).

www.SID.ir

Archive of SID

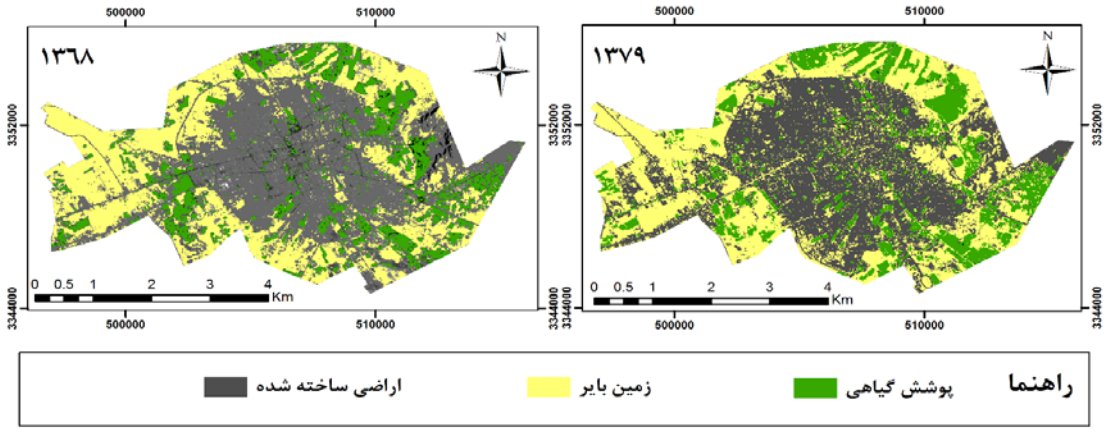


شکل ۲- قلمرو جغرافیایی شهر کرمان (ترسیم: نگارندگان)

یافته‌ها

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره ای

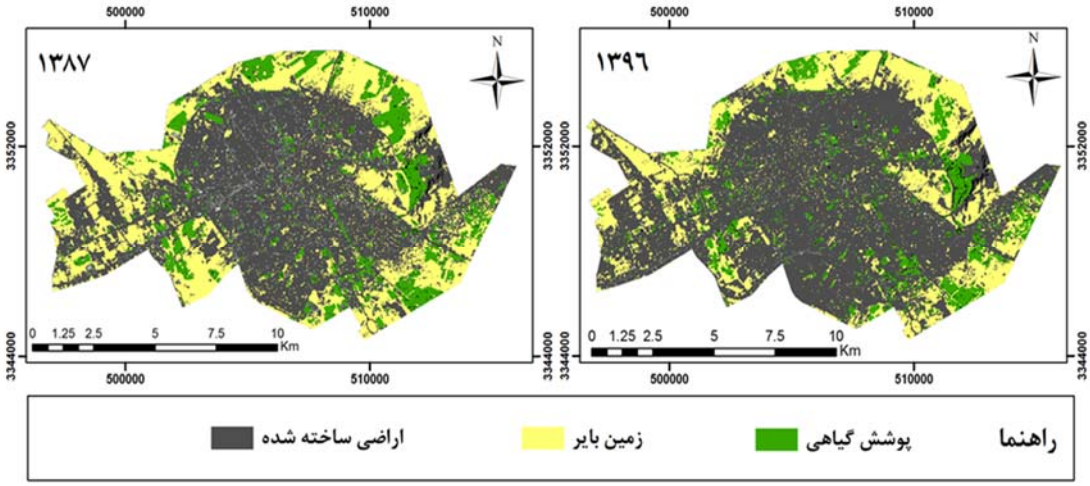
در پژوهش حاضر برای آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه، با توجه به داده‌های موجود، یک دوره ۲۸ ساله در نظر گرفته شده است. نقشه‌های پوشش اراضی محدوده شهر کرمان مربوط به سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۶ به سه طبقه اراضی ساخته شده، پوشش گیاهی و زمین بایر طبقه بندی شده و از روش حداکثر احتمال جهت طبقه‌بندی استفاده شده است چرا که این روش نسبت به سایر روش ها بیشترین دقت را نشان می‌دهد (شکل ۳ و ۴). برای محاسبه صحت طبقه‌بندی انجام شده بایستی داده‌های زمینی با تصاویر طبقه‌بندی شده در یک ماتریس خطا مورد مقایسه قرار گیرند. روش‌های مختلفی برای بررسی صحت طبقه بندی وجود دارد که می‌توان به روش دقت کلی، دقت کاربر، ضریب کاپا و ... اشاره کرد، که ضریب کاپا به دلیل مدنظر قرار دادن پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده، روش مناسب‌تری به شمار می‌رود. در این تحقیق ضریب کاپا برای نقشه‌های پوشش اراضی سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۶ به ترتیب ۰.۹۵، ۰.۹۴، ۰.۰۹۴ و ۰.۹۹ به دست آمد . این مقادیر نشان‌دهنده این است که به طور کلی توافق خوبی بین طبقه‌بندی و انواع طبقات کاربری موجود در زمین وجود دارد (لندیس و همکاران، ۱۹۹۷). همانطور که در شکل مشاهده می‌شود میزان ساخت و ساز تقریبا حدود دو برابر افزایش یافته و از فضای سبز و زمین بایر به مقدار قابل توجهی کاسته شده است.



شکل ۳- نقشه تغییرات کاربری اراضی حاصل از طبقه‌بندی (ترسیم: نگارندگان)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- نقشه تغییرات کاربری اراضی حاصل از طبقه‌بندی (ترسیم: نگارندگان)

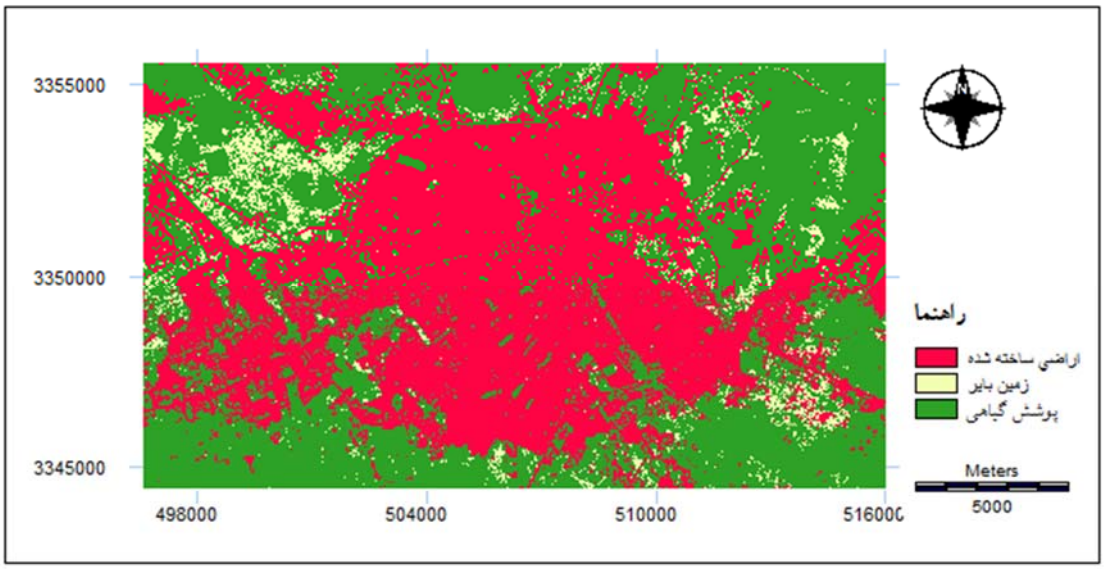
پیش‌بینی تغییرات و اعتبار سنجی نتایج

احتمال تغییرات پوشش اراضی یک سیستم به یک وضعیت در یک زمان خاص (t1) از اطلاعات مربوط به همان سیستم در زمان گذشته (t2) به دست می‌آید و به اطلاعات زمان‌های قبل از t2 بستگی ندارد که آن را یک فرآیند یک مرتبه‌ای گویند. در مدل مارکوف تغییرات کاربری و پوشش اراضی در زمان دوم با استفاده از توزیع آن در زمان اول با محاسبه ماتریس انتقال به دست می‌آید (رونالد استمان ۲۰۰۳: ۱۰۰، راجیتا و همکاران، ۲۰۱۰: ۸). زنجیره مارکوف یک فرآیند پویا مبتنی بر فرآیند تصادفی مارکوف است که احتمال تغییرات از شی خاص (به عنوان مثال: جنگل) را به اشیاء دیگر (به عنوان مثال: منطقه مسکونی) محاسبه می‌کند. زنجیره مارکوف به عنوان ماتریس احتمالی گذار تعریف می‌شود (گوان و همکاران، ۲۰۱۰: ۳۷۶۷). این زنجیره تنها احتمال تغییرات را محاسبه می‌کند اما نمی‌تواند این تغییرات را در یک مفهوم فضایی بیان کند (شرفی‌زاده‌مقدم و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۴۵). از این رو ترکیب زنجیره مارکوف و اتوماتای سلولی تلاشی برای به حداقل رساندن ضعف زنجیره مارکوف می‌باشد (شرفی‌زاده مقدم و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۴۶).

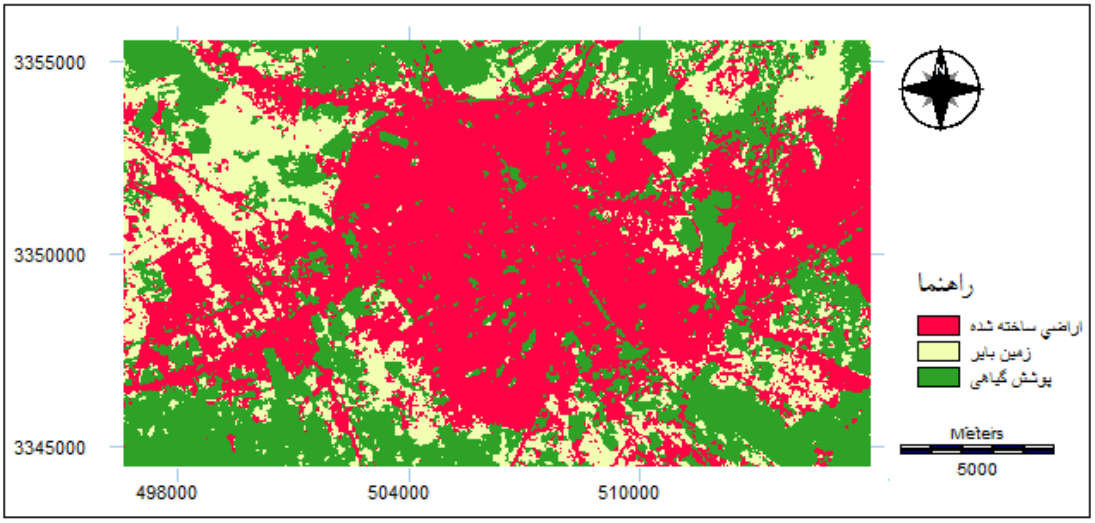
اتوماتای سلولی، اصطلاح فضایی و مکان تغییرات رانشان می‌دهد در حالی که زنجیره‌های مارکوف از نظر کمی تغییرات را پیش‌بینی می‌کند. بنابراین ترکیب دو روش نتیجه بهتری را ارائه می‌دهد (ارسنجانی و همکاران، ۲۰۱۱: ۲۶۸). در این مطالعه ابتدا به پیش‌بینی کاربری اراضی شهر کرمان در سه کلاس اراضی ساخته شده، زمین بایر و پوشش گیاهی برای سال ۱۳۹۶ پرداخته شد، که نخست نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۷۹ به عنوان نقشه اولیه و نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۷ به عنوان نقشه جدید در مدل مارکوف به اجرا در آمده تا در نهایت نقشه کاربری اراضی برای سال ۱۳۹۶ پیش‌بینی گردد. در شکل (۵) و (۶) نقشه طبقه‌بندی و پیش‌بینی مربوط به سال ۱۳۹۶ در سه کلاس شامل اراضی ساخته شده، زمین بایر و پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- نقشه طبقه بندی شده سال ۱۳۹۶ (ترسیم: نگارندگان)

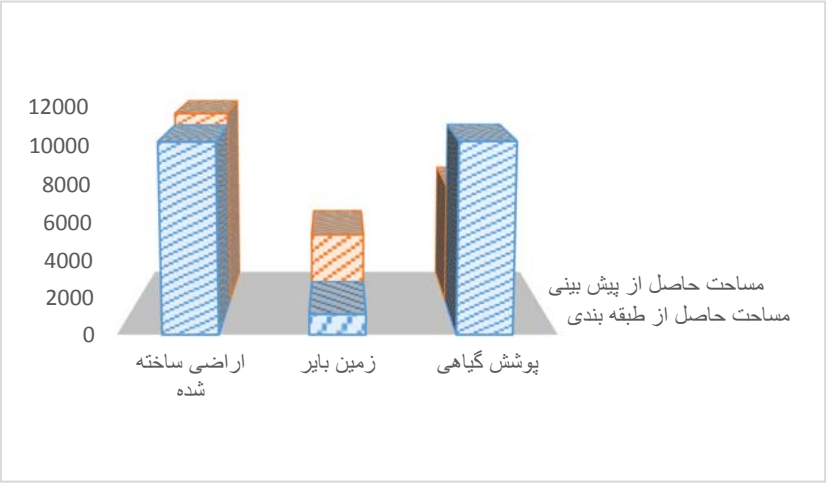


شکل ۶. نقشه پیش‌بینی شده حاصل از CA-Markov سال ۱۳۹۶ (ترسیم: نگارندگان)

همچنین مساحت کلاس‌های نقشه واقعی طبقه‌بندی شده سال ۱۳۹۶ بر اساس هکتار و نقشه پیش‌بینی شده حاصل از CA-Markov سال ۱۳۹۶ بر اساس هکتار در شکل ۷ ارائه شده‌است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- نمودار مقایسه تغییرات مساحت نقشه طبقه‌بندی و نقشه پیش‌بینی سال ۱۳۹۶ (ترسیم: نگارندگان)

با مقایسه مساحت‌ها بین نقشه واقعی و نقشه پیش‌بینی شده می‌توان ملاحظه کرد که مساحت کلاس اراضی شاخته شده حدود ۶۵۶ هکتار در نقشه پیش‌بینی شده توسط CA-Markov بیشتر از نقشه واقعی می‌باشد. همچنین مساحت پیش بینی شده برای زمین بایر تو سط مدل بی‌شتر از میزان واقعی می‌با شد و در نهایت پو شش گیاهی محا سبه شده در نقشه پیش‌بینی کمتر از مقدار واقعی آن می‌باشد.

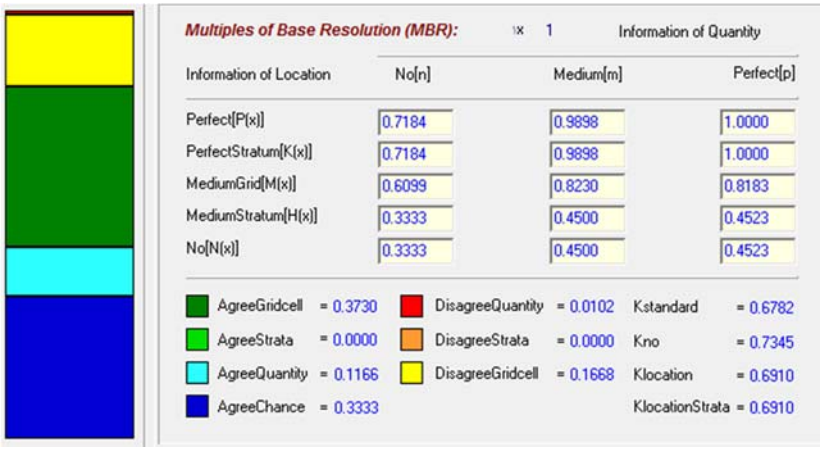
تعیین اعتبار مدل‌سازی

باید عنوان کرد تعیین اعتبار و ارزیابی خروجی مدل بسیار مهم است و تفسیر آن می‌تواند نتایج گمراه کننده را به همراه داشته باشد. دو روش برای ارزیابی مدل‌ساز وجود دارد :یک روش چشمی و دو روش آماری. در روش چشمی یک ارزیابی سریع از مدل‌سازی فراهم می‌شود .این روش سلیقه‌ای است و نتایج گمراه‌کننده‌ای را نشان می‌دهد. برای به‌دست آوردن اطلاعات دقیق از نتایج مدل سازی، آنالیز آماری مورد نیاز ا ست. روش Validate در نرم‌افزار ایدریسی از جمله این روش‌هاست و توافق و عدم توافق بین دو نقشه را بررسی می‌کند (پونتیوس، ۲۰۰۰: ۲). برای ارزیابی اعتبار مدل‌سازی نقشه حاصل از آن در یک زمان خاص معمولاً با نقشه واقعی مربوط به همان زمان مقایسه می‌شود (رشمی و همکاران، ۲۰۰۶: ۶).

برای اعتبارسنجی مدل‌سازی انجام شده نقشه واقعی و نقشه پیش‌بینی شده با یکدیگر از نظر تعداد سلول‌ها برای هر کلاس و همچنین، موقعیت مکانی سلول‌ها در دو تصویر مقایسه می‌شوند و از شاخص کاپا ۱-۰ برای تفسیر نتایج استفاده می شود (پونتیوس، ۱:۲۰۰۰). شاخص کاپا از توافق و ارتباط آماری بین دو ت صویر حا صل می شود به عبارتی م شخص می‌کند که چه توافقی بین تعداد سلول‌های هر کلاس در دو تصویر وجود دارد یا این‌که به چه میزان سلول‌های هر کلاس در دو تصویر از لحاظ مکانی با هم توافق دارند. با توجه به شکل (۸)، مشخص گردید که توافق بین نقشه واقعی و پیش‌بینی شده [M(m)] برای سال ۱۳۹۶ برابر با ۰/۸۲ است، توافق ناشی از شانس [N(n)] که بدون هیچ اطلاعاتی از موقعیت و کمیت بدست می‌آید برابر با ۰/۳۳ می‌باشد. همچنین عدم توافق بین دو نقشه نیز با توجه به رابطهٔ 1- [M(m)] برابر با ۰/۱۸ است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸- توافق و عدم توافق نقشه واقعی و پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۷ (ترسیم: نگارندگان)

توافق ناشی از کمیت که از تعداد سلول‌ها برای هر کلاس در دو نقشه است از رابطه [N(m)]-[N(n)] حاصل می‌شود برابر با ۰/۱۲ است، عدم توافق ناشی از کمیت برابر با ۰/۰۲ که از فرمول [P(m)] – [P(p)] بدست می‌آید و همچنین توافق و عدم توافق مکانی (مکان کلاس‌ها در نقشه واقعی و پیش‌بینی شده) به ترتیب برابر با ۰/۳۷ و ۰/۱۶ می‌باشد. شاخص کاپا که توانایی مدل را در پیش‌بینی مکان پیکسل‌ها نشان می‌دهد برابر با ۰/۶۹ است و Kquanteity کمیت توانایی مدل در پیش‌بینی تعداد پیکس‌ها را نشان می‌دهد از فرمول زیر بدست می‌آید:

رابطهٔ (۱):
$$Kquanteity = \frac{M(m)-NQML}{PQML-NQML} = \frac{0.8230-0.6069}{0.8183-0.6069} = \frac{0.2161}{0.2114} \cong$$

با توجه به مقدار توافق کلی (۰/۸۲) برای هر دو سال نتیجه گرفته می‌شود که بین دو نقشه توافق خوبی وجود دارد و مدل توانایی بالایی در پیش‌بینی کلاس‌ها داشته است. همچنین با توجه به مقادیر Kquanteity و Klocation (۱ و ۰/۶۹) می‌توان بیان کرد که مدل تعداد پیکسل‌ها و مکان را نیز به خوبی پیش‌بینی کرده است. همچنین در این پژوهش، پیش‌بینی وضعیت سه کلاس اراضی ساخته شده، زمین بایر و پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه برای سال ۱۴۰۶ براساس نقشه‌های کاربری حاصل از طبقه بندی که در سال ۱۳۸۷ و ۱۳۹۶ انجام گرفت بدین صورت که در مرحله اول در مدل مارکوف نقشه کاربری سال ۱۳۸۷ به عنوان نقشه قدیمی و نقشه کاربری سال ۱۳۹۶ به عنوان نقشه جدید معرفی و ماتریس احتمال انتقال و ماتریس مساحت انتقال برای ده سال آینده با در نظر گرفتن خطای ۰/۱۵ محاسبه گردید.

با استفاده از نقشه‌های پوشش زمین بدست آمده برای هر دوره، ماتریس تبدیل وضعیت کلاس‌های پوشش زمین بین هر دو دوره زمانی محاسبه شده است. از نقشه‌های پوشش سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۶ ماتریس احتمال انتقال طبق جدول ۱ بدست آمد.

جدول ۱- ماتریس احتمال مساحت انتقال پیش‌بینی شده برای سال ۱۴۰۶ حاصل از مدل CA-Markov براساس هکتار

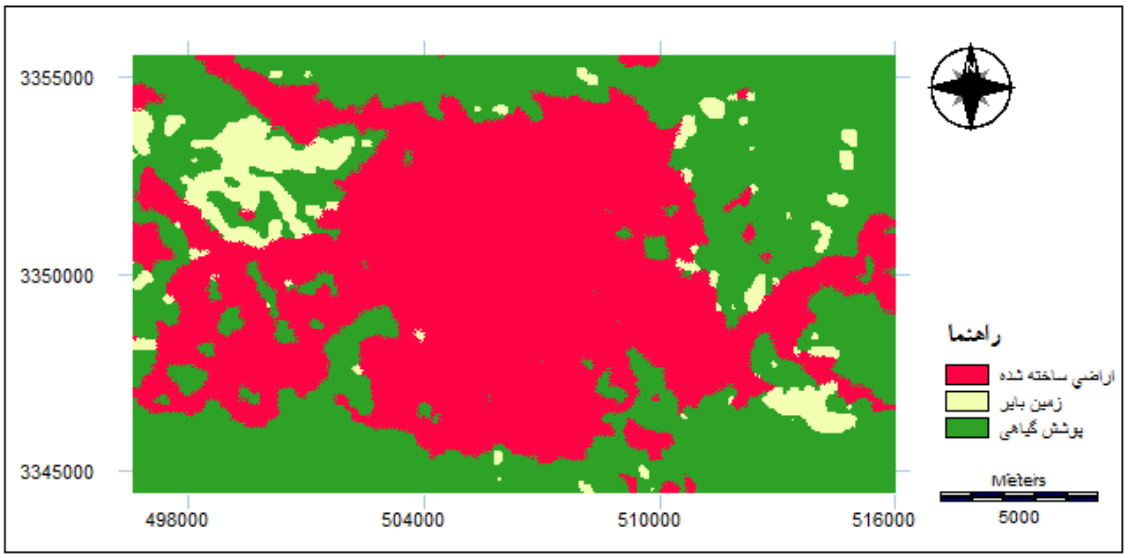
پوشش گیاهی	زمین بایر	اراضی ساخته شده	احتمال تغییر
۰/۵۱۸۸	۰/۰۵۸۲	۰/۴۲۳۰	اراضی ساخته شده
۰/۴۷۳۸	۰/۰۴۳۲	۰/۴۸۳۰	زمین بایر
۰/۴۰۹۶	۰/۰۵۷۸	۰/۵۳۲۶	پوشش گیاهی

(ترسیم: نگارندگان)

www.SID.ir

Archive of SID

با اتمام این مرحله عملگر CA-Markov در نرم‌افزار با لحاظ کردن نقشه کاربری سال ۱۳۹۶ به عنوان نقشه پایه و معرفی فایل مساحت انتقال حاصل از مرحله قبل، اجرا و نقشه کاربری سال ۱۴۰۶ از مدل پیش‌بینی شد. در شکل (۹) پیش‌بینی سه کلاس کاربری اراضی (اراضی ساخته شده، زمین بایر و پوشش گیاهی) در منطقه مورد مطالعه برای سال ۱۴۰۶نشان داده شده است.



شکل ۹- نقشه پیش‌بینی سال ۱۴۰۶ حاصل از CA-Markov (ترسیم: نگارندگان)

تغییرات کلاس‌کاربری‌ها به صورت فوق در سال ۱۴۰۶ محتمل است. براساس پیش‌بینی صورت گرفته مساحت کلاس اراضی ساخته شده ۱۰۲۷۳ هکتار، زمین بایر ۱۲۲۹ هکتار و پوشش گیاهی ۹۹۸۳ هکتار خواهد بود. همچنین نقشه حاصل نشان می‌دهد که مساحت کلاس‌های زمین بایر و پوشش گیاهی به ترتیب به میزان ۱۱۸ و ۲۱۹ هکتار کاهش یافته است. همچنین کلاس اراضی ساخته شده نسبت به سال پایه (۱۳۹۶) تغییر چشمگیری نداشته است.

نتایج

نتایج نشان داد که روش حداکثر احتمال بیشترین دقت را نسبت به روش‌های دیگر دارا می‌باشد. همچنین با مقایسه مساحت‌ها بین نقشه واقعی و نقشه پیش‌بینی شده می‌توان ملاحظه کرد که مساحت کلاس اراضی ساخته شده حدود ۶۵۶ هکتار در نقشه پیش‌بینی شده توسط CA-Markov بیشتر از نقشه واقعی می‌باشد و مساحت پیش بینی شده برای زمین بایر توسط مدل بیشتر از میزان واقعی می‌باشد و در نهایت پوشش گیاهی محاسبه شده در نقشه پیش‌بینی کمتر از مقدار واقعی آن می‌باشد. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که جمعیت شهر کرمان در سال پایه برابر با ۴۱۱۶۱۱ هزار نفر و مساحت اراضی ساخته شده حاصل از طبقه‌بندی انجام شده ۴۵۵۰.۴۰ هکتار بوده‌است؛ اما رشد ۳۲۷۱۱۳ هزار نفری جمعیت تا سال ۱۳۹۶ موجب توسعهٔ شهر و افزایش مساحت اراضی ساخته شده گردیده‌است به طوری که مساحت این طبقه در این سال به ۷۸۴۰.۷۱ هکتار رسیده است. باید عنوان کرد بر اساس نتایج به دست آمده، در نقشه پیش‌بینی سال ۱۴۰۶ مساحت سه کلاس، اراضی ساخته شده ۱۰۲۷۳ هکتار، زمین بایر ۱۲۲۹ هکتار و پوشش گیاهی ۹۹۸۳ هکتار خواهد بود. همچنین نقشه حاصل نشان می‌دهد که مساحت کلاس‌های زمین بایر و پوشش گیاهی به ترتیب به میزان ۱۱۸ و ۲۱۹ هکتار کاهش یافته است. همچنین کلاس اراضی ساخته شده نسبت به سال پایه (۱۳۹۶) تغییر چشمگیری نداشته است. نتایج حاصل از پیش‌بینی بیانگر این است که رشد شهری به سمت اراضی پیرامون صورت خواهدگرفت، منجر به

www.SID.ir

Archive of SID

تبدیل کاربری‌های اراضی بایر و پوشش گیاهی به کاربری اراضی ساخته‌شده، تخریب زمین‌های زراعی، نابودی فضای‌سبز، گسترش حاشیه‌نشینی، تغییر کاربری اراضی حومه و و ایجاد سکونتگاه‌های غیررسمی در فضای کالبدی شهر خواهد شد که می‌توان افزایش جمعیت را عامل مهمی در گسترش بی‌رویه شهر کرمان و تغییر کاربری اراضی بیان کرد.

پیشنهادها

در راستای نتایج پژوهش، به‌منظور جلوگیری از توسعهٔ بی‌رویه شهر پیشنهادهای ذیل ارائه می‌شود:

- استفاده از اراضی بایر داخل شهر.
- جلوگیری از افزایش بی‌رویه محدودهٔ شهری.
- تشویق و برنامه‌ریزی برای توسعهٔ میان‌افزا یا درون‌گرا در اراضی بایر و ساخته نشده شهری.
- جلوگیری از پیوستن روستاها به شهر.

References:

ابراهیم‌زاده، عیسی؛ وارثی، حمید؛ اکبری، محمود (۱۳۸۹)، ***نقش مهاجرت‌های روستایی در اسکان غیررسمی (مطالعهٔ موردی: متروپل اهواز)***. مجله پژوهش‌های روستایی، دوره ۱، شماره ۱، صص ۱۹۱-۱۶۶.

ارخی، صالح (۱۳۹۴)، ***آشکارسازی تغییرات پوشش/کاربری اراضی با پردازش ثسیءگرای تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نرم‌افزار Idrisi Selvi(مطالعه موردی: منطقه آبدانان)***. فصلنامه اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، دوره ۲۴، شماره ۹۵، صص ۶۲-۵۱.

اصلاح، مهدی؛ المدرسی، سیدعلی؛ مفیدی فر، مهدی؛ ملک‌زاده بافقی، شاهرخ (۱۳۹۳). ***بررسی کارایی مدل زنجیره‌ای مارکوف در برآورد تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای LANDSAT***. نخستین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی (سنجش از دور و GIS) در آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد. صص ۱۰-۱.

ایلاقی‌حسینی، محسن؛ محمدی‌سلمانی، مهرداد؛ کامیاب‌مقدس، رضا (۱۳۹۳). ***مکان‌یابی فضاهای بهینه جهت اسکان موقت و اضطراری جمعیت شهری پس از بحران زلزله با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی (GIS) و مدل فازی (FUZZY)***. پنجمین کنفرانس ملی زلزله و سازه، جهاد دانشگاهی استان کرمان، صص ۱۱-۱.

ایراندوست، کیومرث؛ صرافی، مظفر (۱۳۸۶)، ***یأس و امید در سکونتگاه‌های غیررسمی، نمونه موردی: شهر کرمانشاه***. فصلنامه رفاه اجتماعی. شماره ۲۶، سال ۷، صص ۲۲۱-۲۰۱.

بیرجندی، مهرداد، کریمی، محمد، (۱۳۹۵). ***مدل‌سازی چندعامله رشد سکونتگاه‌های غیررسمی در GISبرداری***. نشریه مهندسی فناوری اطلاعات مکانی، سال ۴، شماره ۱، صص ۳۸-۱۷.

جباری، محمدکاظم (۱۳۹۱). ***مدل‌سازی توسعه شهری با استفاده از سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سلول‌های خودکار***. مترجم: سیمین احمدی، زنجان: انتشارات آذر کلک،

حدادی، عطاالله؛ صاحبی، محمودرضا؛ مختارزاده، مهدی؛ فتاحی، هیرش (۱۳۸۸). ***ارائه روشی ترکیبی از شبکه‌های عصبی نظارت شده و نظارت نشده در طبقه‌بندی تصاویر سنجش از دور***. سنجش از دور و GIS ایران، سال ۱، شماره ۳، صص ۵۰-۲۳.

www.SID.ir

Archive of SID

حیدریان، پیمان؛ رنگزن، کاظم؛ ملکی، سعید؛ تقی‌زاده، ایوب (۱۳۹۲). ***پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره لندست (مطالعهٔ موردی: اراضی شهر تهران).*** سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، سال ۴، شماره ۴، صص ۱۰-۱.

رفیعی، رضا؛ سلمان‌ماهینی، عبدالرسول؛ خراسانی، نعمت اله (۱۳۹۰). ***تعیین تغییرات کاربری اراضی به روش مقایسه پس از طبقه بندی تصاویر ماهوارهای Landsat و IRS.*** فصلنامه کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال ۲، شماره ۳، صص ۶۴-۵۳.

رمضانی، نفیسه؛ جعفری، رضا (۱۳۹۳). ***آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پوشش اراضی در افق ۱۴۰۴ با استفاده از مدل زنجیره‌ای CA مارکوف (مطالعه موردی: اسفراین).*** فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۹، شماره ۴، صص ۹۶-۸۳.

زارع‌گاریزی، آرش؛ بردی شیخ، واحد؛ سعدالدین، امیر؛ سلمان ماهینی، عبدالرسول (۱۳۹۱). ***شبیه‌سازی مکانی - زمانی تغییرات گستره جنگل در آبخیز چهل‌چای استان گلستان با استفاده از مدل تلفیقی سلول‌های خودکار و زنجیره مارکوف.*** فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۲۰، شماره ۲، صص ۲۸۵-۲۷۳.

سعیدی، عباس؛ حسینی حاصل، صدیقه (۱۳۸۶). ***ادغام کلان‌شهری سکونتگاه‌های روستایی با نگاهی به کلان‌شهر تهران و پیرامون.*** نشریه جغرافیا، دورهٔ ۵، شماره ۱۳-۱۲، صص ۱۸-۷.

شکویی، حسین، (۱۳۹۲). ***دیدگاه‌های نو در جغرافیای شهری.*** تهران: انتشارات سمت.

عزیزی‌قلاتی، سارا؛ رنگزن، کاظم؛ سدیدی، جواد؛ حیدریان، پیمان؛ تقی‌زاده، ایوب (۱۳۹۵). ***پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف – CA (مطالعهٔ موردی: منطقه کوهمره سرخی استان فارس).*** سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دورهٔ ۷، شماره ۱، صص ۷۱-۵۹.

غلامعلی‌فرد، مهدی، جورابیان‌شوشتری، شریف، حسینی‌کهنوج، سیدحمزه، میرزایی، محسن (۱۳۹۱). ***مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی سواحل استان مازندران با استفاده از LCM در محیط GIS.*** محیط‌شناسی، دورهٔ ۳۸، شماره ۴، صص ۱۲۴-۱۰۹.

قرائتی جهرمی، مجتبی؛ ولی، عباسعلی؛ موسوی، سیدحجت؛ پناهی، فاطمه؛ خسروی، حسن (۱۳۹۳). ***پایش تغییرات کاربری اراضی دشت کاشان با استفاده از داده‌های دورسنجی.*** مجله بین‌ا زمین پویا، دورهٔ ۴، شماره ۲ صص ۱۳۷-۱۲۹.

کاظمی، محمد؛ مهدوی، یداله؛ نوحه‌گر، احمد؛ رضایی، پیمان (۱۳۹۰). ***برآورد تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز تنگ بستانک شیراز).*** فصلنامه کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، دورهٔ ۲، شماره ۱، صص ۱۱۱-۱۰۱.

کامیاب، حمیدرضا؛ سلمانی‌ماهینی، عبدالرسول؛ حسینی، سیدمحسن؛ غلامعلی‌فرد، مهدی (۱۳۹۰). ***کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در مدلسازی توسعه شهری (مطالعه موردی: شهر گرگان).*** پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۴۳، شماره ۷۶، صص ۱۱۳-۹۹.

مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). ***سالنامه آماری.***

www.SID.ir

Archive of SID

منتظری شاد، پریسا؛ گودرزی‌سروش، محمدمهدی؛ نقدی، اسداله (۱۳۹۵)، ***رویکردی تحلیلی به سکونتگاه های خودرو در جهت افزایش تعاملات اجتماعی نمونه موردی: منطقه خضر***. *کنگره بین المللی عمران،معماری و شهرسازی معاصر جهان*، دبی، مجمع مهندسان جوان – مؤسسه پژوهش کنسرسیوم ژئو – مرکز پژوهشی و دانشگاهی، صص ۱۵-۱.

نورایی، همایون؛ طیبیان، منوچهر؛ رضایی، ناصر (۱۳۹۲). ***تحلیل امنیت در سکونتگاه‌های غیررسمی با تأکید بر آسیب‌های اجتماعی (مطالعه موردی: محله خاک سفید تهران)***. نشریه هویت شهر، دورهٔ ۷، شماره ۱۳، صص ۲۲-۱۱.

Arsanjani, J.J., Helbich, M., Kainz, W., Boloorani, A. D (2013). ***Integration of logistic regression, Markov chain and cellular automata models to simulate urban expansion.*** International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 21, 265-275.

Eastman, J. R (2003). ***IDRISI Kilimanjaro: guide to GIS and image processing***.

El-Kawy, O.A., Rød, J.K., Ismail, H.A., Suliman, A.S (2011). ***Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data.*** Applied Geography, 31(2), 483-494.

Guan, D., Li, H., Inohae, T., Su, W., Nagaie, T., Hokao, K (2011). ***Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model.*** Ecological Modelling, 222: 20-22 (3761-3772).

Khoi, D. D., & Murayama, Y (2010). ***Forecasting areas vulnerable to forest conversion in the Tam Dao National Park Region***. Vietnam. Remote Sensing, 2(5), 1249-1272.

Kirk, M (2003). ***Ensuring Efficient Land Management in Peri-urban Areas***. World Bank Report.

Landis, J.R., Koch, G.G. (1977). ***The measurement of observer agreement for categorical data.*** biometrics, 159-174.

Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., Rhind, D.W (2005). **Geographic information systems and science**. John Wiley & Sons.

Madurapperuma, B., Rozario, P., Oduor, P., Kotchman, L (2015**). *Land-use and land-cover change detection in Pipestem Creek watershed, North Dakota***. International Journal of Geomatics and Geosciences, 5(3), 416-428.

Moghadam, H.S., Helbich, M (2013). ***Spatiotemporal urbanization processes in the megacity of Mumbai, India: A Markov chains-cellular automata urban growth model.*** Applied Geography, 40, 140-149.

Pontius, R.G (2000). ***Quantification error versus location error in comparison of categorical maps.*** Photogrammetric engineering and remote sensing, 66(8), 1011-1016.

Rajitha, K., Mukherjee, C.K., Vinu Chandran, R., Prakash Mohan, M.M (2010). ***Land-cover change dynamics and coastal aquaculture development: a case study in the East Godavari delta, Andhra Pradesh, India using multi-temporal satellite data***. International Journal of Remote Sensing, 31(16), 4423-4442.

Rashmi, M.K., Lele, N (2010). ***Spatial modeling and validation of forest cover change in Kanakapura region using GEOMOD***. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 38(1), 45-54.

Sang, L., Zhang, C., Yang, J., Zhu, D., Yun, W (2011). ***Simulation of land use spatial pattern of towns and villages based on CA–Markov model***. Mathematical and Computer Modelling, 54(3-4), 938-943.

Sarrafi, M (2008). ***Regularizing Informal Settlements In Light Of Good Urban Governance in Iran.*** Journal of urban development and organization-HaftShahr, Vol.23-24, 4-13.

www.SID.ir

Archive of SID

Schulz, J.J., Cayuela, L., Echeverria, C., Salas, J., Rey Benayas, J.M. (2010). ***Monitoring Land Cover Change of the Dryland Forest Landscape of Central Chile (1975- 2008).*** Applied Geography, 30(3), 436-447.

Tripathi, D.K., Kumar, M (2012). ***Remote sensing based analysis of land use/land cover dynamics in Takula Block, Almora District (Uttarakhand).*** Journal of Human Ecology, 38(3), 207-212.

www.SID.ir