ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

شماره مجوز مجله:۸۰۴۰۰ زمان چاپ:۱۴۰۱/۰۹/۲۰

مدل سازی مکانی تغییرات شهری با استفاده از مدل LCM (مطالعه موردی: شهر رشت)

رامین احمدزاده خمامی مقدم

[1] کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشگاه آزاد رشت، گیلان، ایران

چکیده

هدف پژوهش حاضر، مدل سازی مکانی تغییرات شهری با استفاده از مدل LCM (مطالعه موردی: شهر رشت) می باشد. روش توصیفی- تحلیلی و روش گردآوری اطلاعات کتابخانه ای است، ابتدا با جستجو در پایگاه ها و سایت های اینترنتی و بانک های اطلاعاتی و استنادی مانند پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران، SID، مگ ایران می باشد در بین منابع مختلف با توجه به موضوع انتخابی و تحقیقات انجام شده است. در این تحقیق از روش کتابخانه ای استفاده شده، نوع داده ها ونحوه اجراء هم به روش کتابخانه ای است. در دهه‌های اخیر رشد سریع شهرها در کشورهای درحال توسعه به یک مسئله جدی تبدیل شده است. بنابراین، بازبینی دائمی فرآیندهای دینامیک شهری با توجه به توسعه در گذشته و پیش بینی در آینده، اجتناب ناپذیر است. پژوهش حاضر در پی ارزیابی اراضی شهر رشت در طی سال های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۶ و سپس پیش بینی این تغییرات تا سال ۱۴۲۵ می باشد. از این رو برای پی بردن به نوع و میزان تغییرات رخ داده در منطقه فوق سری‌های زمانی، تصاویر ماهواره‌ای لندست سال های ۱۳۶۷، ۱۳۸۰ و ۲۰۱۷ را مورد تجزیه وتحلیل قرار خواهیم داد. پس از عملیات بارزسازی، برای کشف و ارزیابی تغییرات از روش مقایسه بعد از طبقه بندی استفاده خواهیم کرد. همچنین برای پیش بینی روند تغییرات تا سال ۱۴۲۵ از روش LCM استفاده خواهد شد.

واژه گان کلیدی: مدل سازی مکانی، تغییرات شهری، مدل LCM ، شهر رشت

-مقدمه

با توجه به رشد شهرنشینی در قرن حاضر میتوان گفت جهان در سده بیست و یکم دچار شهرنشینی فزاینده ای شده است بطوری که در سال ۱۹۰۰ تنها ۱۳ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی میکردند اما هم اکنون بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند(لیو ۱۳۹۱: ۱۹). بیشترین میزان این رشد جمعیت در آینده در کشورهای در حال توسعه، به ویژه کشورهای کمتر توسعه یافته اتفاق خواهد افتاد. این فشار افزایش جمعیت منجر به رشد غیرقابل کنترل(مایتانی، ۲۰۰۹) پراکندگی، گسترش افقی مناطق شهری، تغییر سریع در کاربری زمین و افزایش تخریب زیست محیطی میشود. این در حالی است که رشد فضای اشغال شده توسط مناطق شهری در حال افزایش، سریع‌تر از جمعیت آن است و برآورد شده است. تغییرات کاربری زمین شهری سال‌های زیادی مورد مطالعه قرارگرفته ، اما ظهور تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجش از دور، راهی تازه بر ای باز بینی و ارزیابی تغییرات پوشش کاربری زمین باز کرده است. تکنیک‌های سنجش از دور و دسترسی آزاد به منابع داده ای تصاویرماهواره‌ای ارزان و تکرارپذیر، تا حد زیادی پتانسیل بازبینی رشد شهری، پویایی کاربری زمین شهری، آنالیز چشم‌انداز و شهرنشینی را افزایش داده است(عزیزی قلاتی ،۱۳۹۲).

همچنین سیستم اطلاعات مکانی(GIS) به عنوان دریافت کننده داده‌های خروجی سنجش از دور و ابزاری توانمند در جمع آوری، ذخیرسازی، بازیابی، پردازش و تحلیل داده‌های فضایی، دارای کاربردهای وسیعی در عرصه‌های مختلف برنامه‌ریزی، مدیریت و تصمیم‌گیری است. بر همین اساس لازم است که روش‌ها و مدل‌های مختلف تحلیل، تصمیم و برنامه‌ریزی با توجه به قابلیت‌ها و توانایی‌های GIS مورد ملاحظه قرارگرفته و از آن به طرز مطلوبی استفاده شود(خوش‌گفتار و همکاران، ۱۳۸۹). تلفیق سیستم اطلاعات مکانی (GIS) و نیز سنجش از دور و توسعه و پیشرفت این تکنیک‌ها در فراهم آوردن اطلاعات فضایی مناسب و به کارگیری آن‌ها در مدل سازی فضایی تغییرات کاربری اراضی ، مدل سازی تغییرات کاربری اراضی و توسعه شهری را تسهیل کرد. از این رو روش‌های مدل سازی فضایی توسعه یافت. ظهور تصاویر ماهواره‌ای و تکنیکهای زمین مکانی، بعد جدیدی برای بازبینی و ارزیابی تغییرات پوشش کاربری زمین باز کرده است (توالد و کابرال ۲۰۱۱:). سیستمهای اطلاعات جغرافیایی به عنوان ابزار تجزیه و تحلیل و مدیریت داده‌ها استفاده میشود و سنجش از دور منبع داده سریع و دقیقی را به لحاظ مکانی فراهم میآورد (آرونوف،۱۳۹۱).

خاصیت چندزمانی و چندطیفی تصاویر ماهواره‌ای برای ارزیابی تغییرات، به طور گسترده‌ای در بازبینی محیط زیست، ارزیابی روند تغییرات پوشش زمین، بازبینی جنگل، و مطالعات شهری استفاده می‌شود و نقش مهمی در بسیاری از حوزه‌های کاربردی دارد (سبادهی و همکاران،۲۰۱۴). پژوهش‌های زیادی در این زمینه صورت گرفته است، از جمله کامیاب و همکاران که در سال ۱۳۹۰ با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و با بکارگیری سه گروه متغیر شامل متغیرهای بیوفیزیکی، اقتصادی- اجتماعی و کاربری زمین توسعه شهری گرگان را مدلسازی کرده اند. همچنین ماسی و همکاران در سال ۲۰۱۱ پراکندگی شهری شهرAsmara پایتخت اریتره را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، ابزارهای زمین مکانی و مدلهای پرسپترون چند لایه و زنجیره مارکف آنالیز و مدل‌سازی کرده اند. صالح ارخی(۱۳۹۳) مقاله‌ای با موضوع پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM در

محیطGIS(مطالعهٔ موردی: منطقه سرابله) انجام داده‌اند، Vaclavik و Rogan (۲۰۰۹) از مدلساز تغییر زمین(LCM) برای آشکارسازی تغییرات منطقه Olomouc در جمهوری چک استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که ۶٪ از جنگل مخلوط به جنگل پهن‌برگ تبدیل شده و ۳/۵٪ افزایش در مناطق مسکونی رخ داده است.

Thapa و Murayama(۲۰۱۱) از مدلساز تغییر زمین(LCM) برای مدلسازی توسعه شهر نپال استفاده کردند. آنها از تصاویر ماهواره‌ای۱۹۹۱،۲۰۰۱، ۲۰۱۰، برای مدلسازی سالهای ۲۰۲۰، ۲۰۳۰، ۲۰۴۰، ۲۰۵۰، با استفاده از سه سناریوی تاریخی، محیط زیستی و حفظ منابع کمک گرفتند. غلامعلی فرد و همکاران در سال ۱۳۹۱ به مدلسازی تغییرات کاربری اراضی سواحل استان مازندران با استفاده از مدلسازی تغییرات زمین پرداختند و نشان دادند که در کل دوره مورد مطالعه حدود ۳۳ هزار هکتار از وسعت جنگلها کاسته شده و به اراضی کشاورزی و مسکونی تغییر یافته است. نتایج حاصل از مدلسازی و پیش بینی تغییرات حاکی از ادامه و افزایش روند کاهش اراضی جنگلی بوده است. مونسی و همکاران(۲۰۱۱) تغییرات پوشش جنگلی در محدوده جنگلهای هیمالیا را در سال ۱۹۹۰-۲۰۰۱-۲۰۰۶ بررسی و با استفاده از روش مدلسازی تغییرات زمین به پیش‌بینی وضعیت پوشش جنگلی برای سال۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ پرداختند.

روی و همکاران(۲۰۱۴) به پیش بینی تغییرات کاربری اراضی در مقیاس های زمانی مختلف در حوضه آبریز دریای مدیترانه در جنوب شرقی فرانسه پرداختند. نتایج حاکی از رشد بالای نواحی شهری و به تبع آن کاهش اراضی کشاورزی بوده است. آنان استفاده از روش مدلسازی تغییرات زمین را یکی از کاربردی‌ترین مدلهای پیش بینی تغییرات کاربری اراضی میدانند.

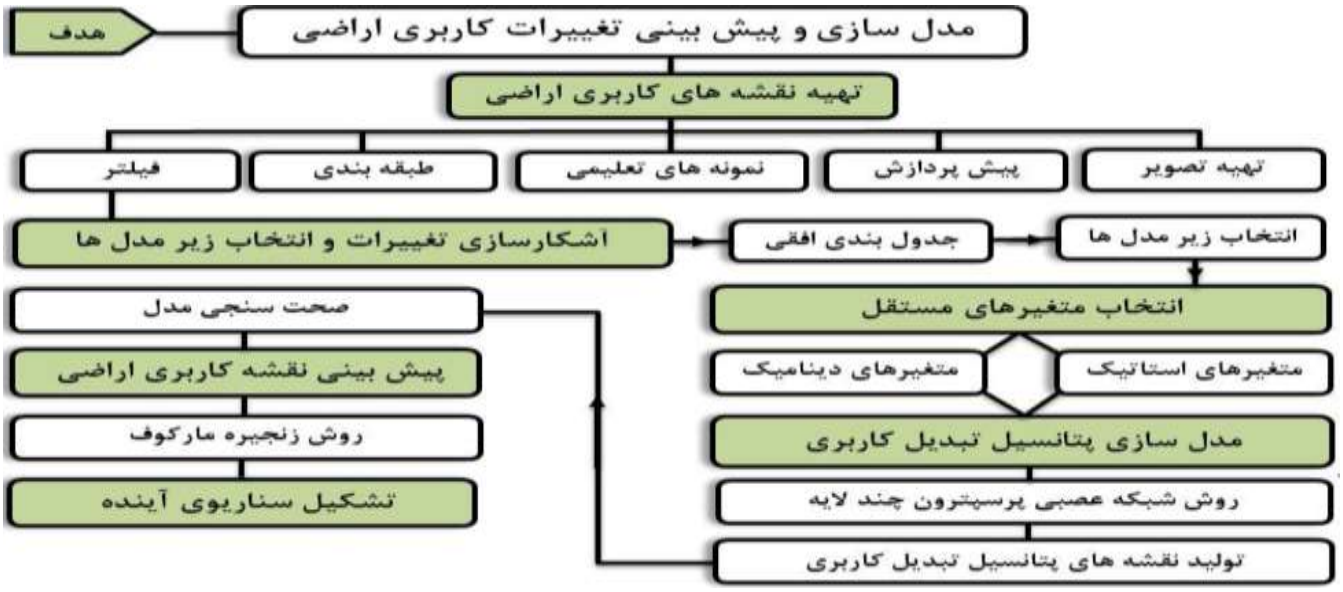
جورابیان شوشتری، حسینی، اسماعیلی ساری و غلامعلی فرد(۲۰۱۲) در مطالعه‌ای با عنوان (پایش تغییرات کاربری اراضی، تخریب و ترمیم جنگلهای هیرکانی شمال ایران) از مدلساز تغییر سرزمین استفاده کردند. طی بررسی، آنها به پایش تغییرات کاربری اراضی میان سالهای ۱۹۷۷تا ۲۰۱۰ اقدام کردند و معلوم شد که جنگل‌های مورد مطالعه در شمال ایران با نرخ سالانهٔ ۰/۰۶- درصد کاهش یافته‌اند. هدف پژوهش حاضر مدلسازی توسعه شهر رشت با استفاده از مدل LCM و ترکیبی از تکنیک‌های GIS و سنجش از دور است. برای این منظور از نرم‌افزار های Idrisi Selva ˚ENVI و ArcGIS استفاده خواهد شد.

معرفی منطقه مورد مطالعه: شهرستان رشت یکی از شهرستانهای استان گیلان است . این شهرستان با مساحت ۱۲۵۱/۶ کیلومتر مربع ۹ درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است. شهرستان رشت در عرض شمالی ۱۶‘ ۳۷° طول شرقی ۳۴‘ ° ۴۹ از نصف النهار گرینویچ و هم سطح دریاهای آزاد قرار دارد. شهر رشت، مرکز شهرستان و استان گیلان است، این شهرستان در شمال با دریای خزر، شمال غرب با شهرستان انزلی، در غرب با صومعه سرا و شفت، جنوب با رودبار، جنوب شرق با سیاهکل ،شرق لاهیجان و در شمال شرقی با آستانه اشرفیه هم مرز است. شهر رشت که خود در بخش مرکزی شهرستان واقع

شده است و از شمال به دهستان‌های حومه و پسیخان ،از شرق به دهستان سنگر و اسلام‌آباد و سراوان ،از غرب به شهرستان شفت و از جنوب به شهرستان رودبار محدود می‌شود.

روش تحقیق

مراحل کلی انجام تحقیق همانطور که در شکل زیر مشاهده می‌شود، به ترتیب شامل: تهیه نقشه‌های کاربری زمین، آشکارسازی تغییرات و انتخاب زیرمدل‌ها، انتخاب متغیرهای مستقل، مدلسازی پتانسیل تبدیل کاربری و پیش بینی سناریوی آینده است.



فلوچارت فرآیند مدلسازی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی

مدلساز تغییر کاربری اراضی

مدلساز تغییر کاربری زمین تجزیه و تحلیل کاملی از تغییرات زمین با ایجاد نقشه‌های تغییرات کاربری، نمودار، انتقال طبقه کاربری و روند آنها را فراهم می کند. همچنین قادر به ایجاد سناریوهای تغییر اراضی با ادغام عوامل زیستی، فیزیکی و اجتماعی-اقتصادی است که در تغییر کاربری اراضی تاثیرگذار هستند(عزیزی قلاتی،۱۳۹۲). بطور کلی آنالیز تغییرات و پیش بینی در مدل LCM

بصورت زیرمدل‌هایی سازماندهی شده‌اند. یک زیرمدل انتقال می‌تواند شامل یک انتقال یا بصورت یک گروه از انتقالات پوشش زمین باشد. همه انتقالات زیر مدل (زیر مدل انتقالات) باید قبل از انجام پیش بینی تغییرات مدلسازی شوند(استمن ،۲۰۰۶).

تهیه نقشه‌های کاربری اراضی

به منظور مطالعه دینامیک کاربری اراضی لازم است نقشه‌هایی داشته باشیم که وضعیت کاربری اراضی در زمان های مختلف را انعکاس دهد.با توجه به هدف اصلی تکنولوژی سنجش از دور که شناسایی و تفکیک پدیده‌های زمینی و قرار دادن آنها در گروهها یا طبقات مشخص است، طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای را می‌توان به عنوان مهم ترین بخش تفسیر اطلاعات ماهواره‌ای به شمار آورد(زبیری و مجد ،۱۳۸۰). طبقه بندی تصویر یک فرآیند پیچیده است و نیاز به درنظر گرفتن عوامل زیادی دارد. مراحل کلی طبقه بندی تصویر شامل: ۱- تعیین یک سیستم طبقه‌بندی مناسب ۲-پردازش، ۳-انتخاب نمونه‌های آموزشی، ۴- انتخاب مناسب روش‌های طبقه‌بندی و پردازش پس از طبقه‌بندی، ۵- ارزیابی دقت و صحت است(لو و ونگ ، ۲۰۰۷). هیچ طبقه‌بندی تا زمانی که دقت آن مورد ارزیابی قرار نگرفته است، تکمیل نیست و برای کسب اطمینان از نسبت صحت نقشه استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای دقت آن باید مورد ارزیابی قرار گیرد. دقت طبقه‌بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشه استخراج شده است(رضایی مقدم و همکاران،۱۳۸۹).

آشکارسازی تغییرات و انتخاب زیرمدل‌ها

آشکارسازی تغییرات فرآیندی است که وضعیت تغییرات پدیده‌ها را از روی تصاویر بدست آمده در زمان‌های مختلف مشخص می کند. روش های آشکارسازی تغییرات کاربری بطور اساسی در دو طبقه وسیع خلاصه می‌شوند، آنهایی که آشکارسازی تغییرات را انجام می دهند و سپس طبقات را مشخص می کنند(پیش طبقه بندی) و آنهایی که اول طبقات را مشخص می کنند و سپس آشکارسازی تغییرات را انجام می دهند مانند مقایسه پس از طبقه بندی(پس از طبقه بندی). در رویکرد پیش طبقه بندی، روش هایی از قبیل تفاضل تصویر(شجاعیان ،۱۳۸۳)، نسبت باندی(دووان و یاماگوچی ،۲۰۰۹)، آنالیز تغییر بردار(جانسون و کاسیسچک،۱۹۹۸)، طبقه‌بندی چندزمانی سیستم، تفاضل شاخص پوشش گیاهی(تاون شند و جاستیک ،۱۹۹۵) و آنالیز مؤلفه‌های اصلی (هارتر و همکاران ،۲۰۰۸) توسعه داده شده‌اند. فرض اساسی در این روش‌ها این است که تغییرات کاربری زمین، در نتیجه تفاوت‌های مقادیر بازتاب پیکسل‌ها بین تاریخ‌های موردنظر است. با این حال، این روش‌ها در مکان یابی تغییر کارا هستند، اما نمی-توانند ماهیت تغییر را شناسایی کنند(رید و لیو ،۱۹۹۸).

در حالت عکس مقایسات پس طبقه‌بندی، تغییرات زمانی را بطور مستقلی بین داده‌های پوشش اراضی طبقه بندی شده بررسی می کنند(دووان و یاماگوچی، ۲۰۰۹). با وجود مشکلات مربوط به مقایسه‌های پس از طبقه‌بندی، این روش بطور گسترده‌ای برای شناسایی تغییرات کاربری زمین(لو و همکاران،۲۰۰۴) به ویژه در محیط های شهری استفاده می شود.

یکی از روش‌های آشکارسازی پس از طبقه‌بندی ، جدول‌بندی افقی است. این تغییرات که بین دو سال اتفاق می افتد شناسایی می شوند و به عنوان یک زیر مدل در نظر گرفته می شوند. برای انتخاب زیرمدل‌هایی که بالاترین صحت را داشته باشند، لازم است که مدل با چند سناریو مختلف اجرا شود(پرز وگا و همکاران،۲۰۱۲).

انتخاب متغیرهای مستقل

متغیرها می توانند دینامیک یا استاتیک باشند، متغیرهای استاتیک جنبه های اساسی مناسب را برای انتقال در نظر گرفته شده بیان می کنند و با گذشت زمان تغییر ناپذیر هستند. متغیرهای دینامیک وابسته به زمان متغیر هستند مانند نزدیکی به توسعه یا زیرساخت‌های موجود، و در طول زمان دوره پیش‌بینی محاسبه می‌شوند(عزیزی قلاتی ،۱۳۹۲). متغیرهای مستقل برای انجام مدلسازی، با ارزیابی از طریق ضریب همبستگی کرامر انتخاب می‌شوند. این ضریب همبستگی متغیرهای مستقل را در یک زمان با طبقه‌بندی موضوعی نقشه کاربری اراضی مقایسه می‌کند(استمن،۲۰۰۶). ضریب همبستگی کرامر نشان دهنده ارتباط بین متغیرها و طبقات کاربری اراضی است.

مدلسازی پتانسیل تبدیل کاربری و صحت سنجی آن

شبکه های عصبی پرسپترون چندلایه، اولین بار توسط روزن پلات در سال ۱۹۸۵ طراحی شدند(قبائی سوق و همکاران ،۱۳۸۹). در این نوع شبکه‌ها از یک لایه‌ی ورودی جهت اعمال ورودی‌های مسئله یک لایه پنهان و یک لایه خروجی که نهایتاً پاسخ های مسئله را ارائه می‌نمایند ، استفاده می‌شود. آموزش این شبکه توسط الگوریتم "پس از انتشار" انجام می‌شود که شامل گسترش خطا از لایه خروجی به لایه‌های ورودی تکراری به منظور اصلاح مقادیر وزن است. قابلیت MLP برای یادگیری و تعمیم بستگی به معماری آن(تعداد لایه‌های مخفی و گره) و پارامترهای آموزش (نرخ یادگیری، سرعت و تعداد تکرارها در مورد یادگیری الگوریتم پس از انتشار) دارد (بیشاب،۱۹۹۵). در این مطالعه برای بررسی و ارزیابی صحت مدلسازی پتانسیل تبدیل کاربری با روش شبکه عصبی پرسپترون چندلایه از خطای آموزش و خطای تست استفاده می‌شود.

پیش بینی سناریوهای آینده

خروجی‌های مرحله مدلسازی پتانسیل انتقال به عنوان ورودی‌های مرحله پیش‌بینی تغییرات بکار می‌روند. مقدار تغییر هر تبدیل کاربری با استفاده از زنجیره مارکوف پیش بینی می شود و نقشه کل تغییرات کاربری اراضی با استفاده از ۲ مدل سخت و نرم در مدل LCM تهیه خواهد شد(عزیزی قلاتی،۱۳۹۲). تحلیل زنجیره مارکوف تغییرات کاربری زمین را از یک دوره به دوره دیگر بیان کرده و با استفاده از توسعه یک ماتریس احتمال انتقال تغییرات کاربری زمین را از زمان ۱ به زمان ۲ انجام می‌دهد که به عنوان پایه‌ای برای نقشه سازی دوره‌های زمانی آینده مورد استفاده قرار خواهد گرفت(ماهینی و کامیاب،۱۳۹۰).

فهرست منابع

- عزیزی قلاتی، سارا (۱۳۹۲)، مدلسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیکهای سنجش از دور و سامانه های اطلاعات جغرافیایی در منطقه کوهمره سرخی استان فارس ، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه شهید چمران اهواز

- رضایی مقدم، محمدحسین و همکاران(۱۳۸۹) طبقه بندی پوشش اراضی /کاربری اراضی بر اساس تکنیک شی گرا و تصاویر ماهواره ای، مطالعه موردی :استان آذربایجان غربی، پژوهش های آبخیزداری
- زبیری، محمد و علیرضا مجد(۱۳۸۰) آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- شجاعیان، علی(۱۳۸۳) کاربرد تکنیک های سنجش از دور وGISدر بررسی تغییرات کاربری اراضی کشاورزی دزفول و حومه بین سال های۲۰۰۲-۱۹۹۱ پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- لیو،یان،(۱۳۹۱) ، مدلسازی توسعه شهری با استفاده از سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سلول های خودکار. ناشرآذر کلک،ص ۲۰۰
- خوش گفتار، محمد مهدی، محمد طالعی و پیمان ملک پور،(۱۳۸۹)مدلسازی زمانی مکانی رشد شهر ی :روشی مبتنی بر تلفیقCelluar Automataو زنجیره مارکوف، همایش ملی ژئوماتیک ۸۹.
- آرونوف، استن(۱۳۹۱) سنجش از دور برای مدیران،GISترجمه :علی اصغر درویش صفت، مهتاب پیرباوقار،منیژه رجب پور رحمتی، انتشارات دانشگاه تهران.
- غلامعلی فرد، مهدی، میرزایی، محسن و جورابیان شوشتری، شریف(۱۳۹۳)، مدلسازی تغییرات پوشش اراضی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و زنجیره مارکف (مطالعه موردی: سواحل میانی استان بوشهر)، فصلنامه کاربرد سنجش از دور و GISدرعلوم منابع طبیعی، سال پنجم، شماره ۱، بهار، صص۶۵-۷۹

- Pérez-Vega, A., Mas, J.F., and 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 Modeling & Software 29: 11-23.
- Park, S., Jeon, S., Kim, Sh., and Ch. Choi, 2011. Prediction and comparison of urban growth by land suitability index mapping using GIS and RS in South Korea, Landscape and Urban Planning 99: 104–114
- Bhatta, B (2010); Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing; DataSpringer; London; p 191.
- Bogart, W. (2009); Don’t Call It Sprawl: Metropolitan Structure in the 21st Century; New York: Cambridge University Press; 2006. 196 pp
- George Xian, Mike Crane. 2005. Assessments of urban growth in the Tampa Bay watershed using remote sensing data, Journal of Remote Sensing of Environment. No 97. pp. 203-215.

- James, A; Lagro, Jr; (2008). Site analysis a contextual approach to sustainable land planning and site design; John Willey & Sons Press, Newjersey, 371.
- Thapa B, Rajesh; Murayama, Yuji; (2010). Drivers of urban growth in the Kathmandu valley Nepal: Examining the efficacy of the analytic hierarchy process; Applied Geography, NO.۳۰
- Dewan, M. Ashraf; Yamaguchi, Yasushi; (2009). Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: using remote sensing to promote sustainable urbanization, Applied geography, NO 29.
- Bakr,N., et al .2010. Monitoring land cover changes in a newly reclaimed area of Egypt using multitemporalLandsat data. Applied Geography, 30 (4), 592-605.
- Chen,H., R.G.,Pontius Jr .2010. Diagnostic tools to evaluate a spatial land change projection along agradient of an explanatory variable. Landscape Ecology 25 (9), 1319-1331.
- Khoi,D.D., Y.,Murayama .2010. Forecasting Areas Vulnerable to Forest Conversion in the Tam DaoNational Park Region, Vietnam. Remote Sensing 2 (5), 1249–1272.
- Mendoza,M.E., et al .2011. Analysing land cover and land use change processes at watershed level: Amultitemporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003). Applied Geography, 31 (1.۲۵۰-۲۳۷ ,(
- Perez-Vega,A., J.,Mas, A.,Ligmann-Zielinska .2012. Comparing two approaches to land use/coverchange modeling and their implications for the assessment of biodiversity loss in a deciduous tropicalforest. Environmental Modelling & Software 29 (1), 11-23.
- Schulz,J.J., et al .2010. Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile(1975–2008). Applied Geography, 30 (3), 436–447.
- Thapa,R.B., Y.,Murayama .2011. Urban growth modeling of Kathmandu metropolitan region, Nepal. Computers, Environment and Urban Systems 35 (1), 25–34.