ارزیابی گسترش کمی شهر و مدل‌سازی توسعه فیزیکی در نوار ساحلی شهر بندرعباس

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش نهایی مقاله:۹۷/۰۲/۱۶

ریحانه مداحی (دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران)
سید علی المدرسی الحسینی* (دانشیار گروه سنجش از دور و GIS دانشگاه آزاد اسلامی یزد، یزد، ایران)
علی اکبر جمالی (دانشیار گروه GIS-RS و مهندسی طبیعت، واحد میبد، دانشگاه آزاد اسلامی، میبد، ایران)
رسول مهدوی نجف آبادی (دانشیار گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان)

چکیده

رشد سریع شهرنشینی فشارهای سنگینی بر سرزمین و منابع اطراف آنها وارد کرد و موجب کاهش پوشش گیاهی، کاهش فضای باز و مشکلات جدی اجتماعی و زیست محیطی شده است. یک گام اساسی جهت مدیریت و برنامه‌ریزی توسعه شهری و هم چنین ارزیابی اثرات تجمعی آن بررسی و شبیه سازی توسعه فیزیکی شهر می‌باشد. یکی از فرآیندهایی که طی آن می‌توان تغییرات شهر را برای یک دوره زمانی چند ساله بررسی و در نتیجه جهت‌های رشد و توسعه شهری را برای اعمال برنامه‌ریزی‌های مناسب پیش‌بینی کرد، مدلسازی توسعه شهری است، بنابراین طراحان و برنامه‌ریزان شهری به اطلاعات مکانی و زمانی که مرتبط با الگوهای رشد شهری هستند نیازمندند تا بتوانند مدلسازی را انجام دهند. هدف پژوهش حاضر، مدلسازی توسعه شهری شهر بندرعباس با استفاده از مدل lcm در سری زمانی ۲۱ سال (۱۹۹۴،۲۰۰۲،۲۰۰۹،۲۰۱۵) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست است که در مرحله اول پس از طبقه‌بندی تصاویر به روش نظارت شده بیشترین شباهت، نقشه‌های کلاسه‌بندی شده را با دقت ضریب کاپا ۰/۹۵۵۰ به‌دست آوردیم و سپس با استفاده از مدل تغییرات زمین به پیش‌بینی نقشه ۲۰۲۱ پرداختیم و با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک و زنجیره Ca-markove توسعه شهرستان را در سال ۲۰۲۱ با دقت مناسب پیش‌بینی می‌کنیم. پس از محاسبه ماتریس احتمال انتقال تغییرات به پیش‌بینی کاربری اراضی در سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۵ و ۲۰۲۱ با استفاده از رگرسیون لجستیک پرداختیم که در مقایسه با کاربری‌های اراضی سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۵ به دقت ضریب کاپای ۷۵,۳ درصد برای سال ۲۰۰۹ و ۸۶,۹ درصد برای سال ۲۰۱۵ رسیدیم که براین اساس نتایج نسبتاً خوبی به دست آورده‌ایم.

واژه‌های کلیدی: مدلسازی شهری، رگرسیون لجستیک، شهر بندر عباس، گسترش فیزیکی

*نویسنده رابط: almodaresi@yahoo.com:

مقدمه

تمایل شدید به شهرنشینی، گسترش و توسعه شهرها را در همه جای دنیا می‌توان مشاهده کرد(پولیت، ۲۰۰۵: ۲۹۵[1]). با رشد سریع نواحی شهری، فرایند شهر نشینی در آینده با تغییرات فزاینده‌ای مواجه می‌گردد. یکی از این موارد، تغییرات کاربری اراضی شهری است که همیشه با تغییرات چشمگیری همچون تغییرات زیست محیطی در جهان، فرایندهای فیزیکی و اقلیمی، مشکلات شدید زیست محیطی و اکولوژیکی می‌باشد(لاتیفویکال،۲۰۰۵: ۳۲، فیشر اتلال،۲۰۰۶: ۵۳)[2] داده‌های ماهواره‌ای به دلیل ویژگیهای خاص خود از جمله سطح پوشش وسیع، قابلیت تکرار، چند طیفی بودن، تنوع کاربری و پوشش اراضی و به‌هنگام شدن می‌تواند در تهیه نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی نقش مؤثری ایفاء کند(کچواها،۱۹۸۵) [3]. گسترش شهر منجر به شکل‌گیری اشکال پیچیده‌ای از موجودیت فضایی شهرها شده است(زارع کمالی، ۱۳۹۵). پیامدهای این گسترش به شکل تخریب اراضی کشاورزی، صدمات زیست محیطی و رشد ناموزون و پراکنده شهری نمایان شده است. در سالهای اخیر برنامه‌های متعددی جهت ساماندهی، مدیریت و هدایت گسترش شهرها تهیه شده که به دلیل عدم شناخت کافی از عوامل تأثیرگذار و محرک توسعه، و وضعیت و نحوه گسترش آتی شهر، تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی در این حوزه را با مشکل جدی مواجه کرده است(روشن بخش،۱۳۹۲). برای بررسی موضوع توسعه شهری با دیدگاه کنترل بر روند تغییرات باید موضوع را از زاوایای مختلف بررسی کرد. صاحبنظران و متخصصان امور از اواخر قرن ۱۹ راه حلها و نظریات مختلفی را در جهت توسعه شهر، نقشه، شکل و بافت آن ارائه دادند(اسماعیل،۱۳۹۰). در اثر رشد فزاینده شهرها، گسترش فیزیکی شهرها به مناطق پیرامون و همچنین افزایش تراکم و انباشتگی در درون شهرها اجتناب‌ناپذیر خواهد بود (پناهی و زیاری،۱۳۸۸). این رشد شهری مشکلات جدی و بیشماری در پی خواهد داشت (شوگیل، ۱۲۸۲). بنابراین شناخت الگوی رشد فضایی شهرهای اصلی مناطق و کشورها برای تدوین سیاستهای مناسب و دستیابی به توسعه پایدار امری اساسی است. در این راستا تحلیلهای آمار فضایی در GIS[4] از جمله روشهای توسعه یافته در دهه‌های اخیر هستند که با توجه به دخیل کردن عامل فضا در محاسبات آماری، توانایی بالایی در ارائه الگوهای فضایی رشد و توسعه دارند. در واقع در سالهای اخیر به‌همراه پیشرفتهای فناوری در زمینه جمع‌آوری و پردازش داده‌های جغرافیایی توجه پژوهشگران بیشتری به آمار فضایی جلب

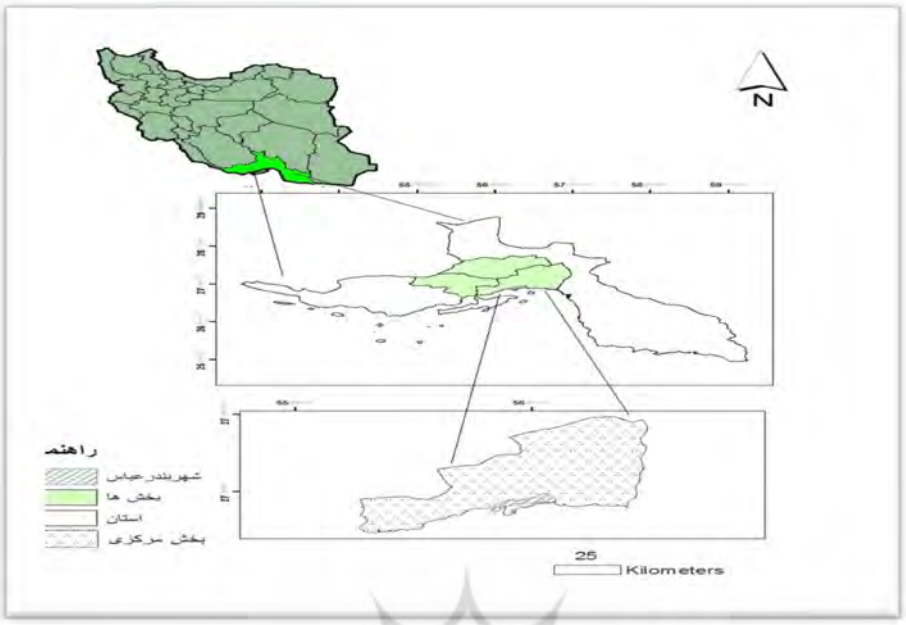
[1] pauleit,2005: 295
[2] latifovicel at ,2005:32 ,fisher etal,2006:53
[3] kechvahaT1 985
[4] Geography information system

شده است و پیشرفتهای زیادی در این زمینه صورت گرفته است. اصغر زمانی در سال۲۰۰۲ در رساله خود به نام ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فضایی – کالبدی شهرهای ایران با رویکرد به مبحث مدلسازی با فرایند گسترش فضایی با استفاده از ARC GIS&SPSS پرداخته با هدف گسترش فیزیکی شهر زنجان را بررسی و پیش‌بینی کند (اصغری زمانی، ۲۰۰۳[1]). در مقاله دیگر تحت عنوان (مدل اتوماسیون سلولی، روشی نوین در شبیه سازی رشد شهری) با عنوان شناخت این مدل و کاربرد آن در شبیه سازی رشد شهری پرداخته‌اند. هدف این مقاله شناخت مدل اتوماسیون سلولی و بکارگیری چگونگی آن در معاملات شهری بوده است(رضازاده و میرمحدی،۲۰۰۹)[2]. همچنین کامیاب و همکاران در سال ۱۳۹۰ با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و با به‌کارگیری سه گروه متغیر به مدلسازی شهر گرگان پرداختند. در سال ۲۰۱۱ ماسی و همکاران پراکندگی شهری شهر آسمارا[3] را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل زنجیره مارکوف آنالیز و مدلسازی کردند. اهمیت پژوهش حاضر مدل سازی توسعه شهر بندرعباس با استفاده از روش LCM[4] و زنجیره مارکوف و ترکیبی از تکنیک‌های GIS و سنجش از دور است. برای این منظور از نرم‌افزارهای ARC GIS 10.2 و ENVI 4.8 و EDRISI 16.3 استفاده شده است. اساس این پژوهش بر این است که آیا می‌توان با استفاده از مدل زنجیره مارکوف و رگرسیون لجستیک گسترش شهری بندرعباس را پیش‌بینی کرد؟ و آیا می‌توان توسعه فیزیکی شهر را با رگرسیون لجستیک نشان داد؟

قلمرو تحقیق:

شهر بندرعباس در جنوب استان هرمزگان واقع شده است. بندرعباس در حدفاصل بین مختصات جغرافیایی ۲۷درجه و ۱۸ دقیقه شمالی و ۵۶ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. از شمال به ارتفاعات و کوه‌ها و از جنوب به دریا منتهی می‌شود. بنابراین شیب عمومی شهر در راستای شمال به جنوب است. مسافت شهر بندرعباس ۲۷۳۱۶ کیلومتر مربع با جمعیتی حدود ۴۳۵۷۵۱ هزار نفر است. آب و هوای این شهر گرم و مرطوب است. دمای هوای شهر بندرعباس در گرمترین روزها به ۵۲ درجه سانتی‌گراد و در سردترین روزها به ۲ درجه سانتیگراد می‌رسد. میانگین بارش در بندرعباس حدود ۲۰۰ میلیمتر است.

[1] Asghari zamani، 2007
[2] rezazade and mirahmadi, 2009
[3] Asmara
[4] Land change modeler



نقشه(۱) موقعیت شهرستان بندرعباس
منبع: سایت سازمان نقشه برداری; ۱۳۹۳

مبانی نظری:

منتقدان از پراکندگی شهری به خاطر بسیاری از اثرات منفی آن بر روی محیط زیست، اقتصاد و خود جامعه توجه عمیقی به این نوع رشد دارند(جانسون،۲۰۰۱)[1]. از این رو، آنها ضرورت نظم بخشیدن به توسعه پراکندگی تأکید دارند و استراتژی‌های متعددی برای این منظور پیشنهاد دادند: از جمله آنها مدیریت رشد شهری، نوشهر سازی و شهر فشرده است(فولتن،۱۹۹۶.جنکس، ۱۹۹۶)[2]. در مقابل بعضی بر این باورند که پراکندگی شهری به صورت موقت اجتناب ناپزیر است. مدل آتوماتای سلولی در حال حاضر بیشترین توجه را به خود معطوف داشته اند که برای نمایش فعالیتها و رفتارهای عاملهای منحصربه‌فرد در فضا به کار می‌روند. مدلهای ca[3] برای شبیه سازی رشد شهری سادگی، انعطاف پذیری و برخورداری از قابلیت درک شهودی و شفافیت و مخصوصاً برخورداری از توانایی مواجه شدن با ابعاد مکانی و

[1] johnson 2001
[2] fulton1996.jenks et al,1996
[3] Ca _markov

زمانی فرایند توسعه شهری است. همچنین CA می‌تواند به راحتی با GIS تلفیق شود (انیس،۲۰۱۰).

مدلسازی و تغییر کاربری اراضی:

مدلسازی تغییر کاربری زمین تجزیه و تحلیل کاملی از تغییرات زمین با ایجاد نقشه‌های تغییرات کاربری، نمودار، انتقال طبقه کاربر و روند آنها را فراهم می‌کند. همچنین قادر به ایجاد سناریوهای تغییر اراضی با ادغام عوامل زیستی، فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی است که در تغییر کاربری اراضی تأثیرگذار هستند(عزیزی قلاتی، ۱۳۹۲، ۳۳). به‌طور کلی آنالیز تغییرات و پیش‌بینی در مدل CM به‌صورت زیر مدل‌هایی سازمان‌دهی شده‌اند. یک زیر مدل انتقال می‌تواند شامل یک انتقال یا شامل یک گروه از انتقالات پوشش زمین باشد. همه انتقالات زیر مدل (زیر مدل انتقالات) باید قبل از انجام پیش‌بینی و مدل سازی شوند (استمن،۲۰۰۶،۲۴۹).

رگرسیون لجستیک:

رگرسیون لجستیک روش آماری است که ارتباط بین مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل و پیوسته و یک متغیر وابسته باینری را ارزیابی کرده و آن را به‌صورت مدل بیان می‌کند. رگرسیون لجستیک از طریق روش برآورد حداکثر احتمال برای پیدا کردن بهترین مجموعه پارامترهایی که مدل را بهتر پردازش می‌کنند، استفاده می‌شود.

روش پژوهش

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست که شامل سنجنده TMو ETM+ و OLI استفاده شده است که مشخصات کامل به‌همراه تاریخ تصاویر در جدول شماره ۱ آمده است و از نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ و لایه‌های ویکتوری جاده آبراهه شهر و روستا و رودخانه که از سازمان نقشه برداری کشور تهیه شده بود استفاده شده. در ضمن نرم‌افزارهای بکار رفته در تحقیق حاضر IDRISI SELVA و ARG GIS و ENVI می‌باشد که با هر کدام پردازش و تحلیل‌های بخش‌های مختلف را انجام داده‌ایم. برای ایجاد نقشه کاربری‌ها ابتدا نمونه‌های تعلیمی در نرم افزار ENVI را انجام داده ایم که نقشه کلاسه بندی شده به ۴ کلاس ایجاد شد. نقشه‌های کاربری اراضی جهت آنالیز و آشکار سازی تغییرات منطقه وارد مدل تغییرات سرزمین (LCM) شدند. مدل تغییرات سرزمین در نرم افزار IDRISI وجود دارد.

بحث و یافته ها

در جدول زیر میزان مساحت‌های طبقات مختلف کاربری اراضی در کلاس بندی‌های تصاویر مختلف آمده است.

جدول(۱)مربوط به مساحت کلاس ها

کلاس سال	۲۰۱۵	۲۰۰۹	۲۰۰۲	۱۹۹۴
دریا	۱۰۳۰۳۶،۴۱	۱۱۶۷۴۶،۷۴	۹۰۹۳۱،۳۲۰	۱۰۳۹۲۲،۵۵
شهر	۳۰۲۷۲،۰۷	۲۱۸۵۰،۴۷	۲۴۹۳۰،۴۰۵	۲۰۳۷۵،۳۹
کوهستانی	۱۱۸۹۲۹،۹۵	۱۱۷۷۳۵،۰۳	۲۶۷۱۴۳،۵۳	۲۰۱۲۴۷،۳۴
پوشش گیاهی	۷۲۱۳۶،۵۳	۶۸۵۴۹،۰۸	۸۹۴۹۲،۰۶	۵۴۴۸۶۲،۱۹
زمین‌های بایر	۴۰۳۳۰۱،۵۲	۳۱۹۸۵۴،۱۶	۲۸۹۱۷۹،۱۵	۲۲۵۲۶۹،۰۱

مأخذ: نگارندگان

پس از طبقه‌بندی کلاس‌ها برای طبقات کاربری، بررسی دقت کلی و ضریب کاپا با استفاده از داده‌های زمینی و مقایسه آن‌ها با هم استفاده شد که دقت طبقه‌بندی در جدول ۳ آمده است که در اینجا با توجه به کاپا کلی ۰/۹۵۵ نشان دهنده دقت خوب کلاس‌بندی می‌باشد.

جداول ۲و ۳ نشان دهنده ماتریس تغییرات بین بازه‌های مختلف مورد بررسی می‌باشد.

جدول (۲)ماتریس تغییرات بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹

مساحت به هکتار	پوشش گیاهی	زمین بایر	دریا	شهر	کوهستانی
پوشش گیاهی	۱۸۶۳	۹۹,۹۶	۳۸۰۸	۳۸۷۴۰	۳۴۰,۰۶
زمین بایر	۸,۶۷	۸۴۵,۹	۱۳۷,۰۸	۱۰۳۰۲,۹	۲,۳۸
دریا	۱۲۰,۷	۸۵,۰۱		۵۶۸۷	۲۳۱,۴
شهر	۴۰۶,۵	۲۳۶۵,۷	۱۲۰,۰۵	۲۵۶,۸	۶۳۳,۰۳
کوهستانی	۲۹,۹	۶۱۰,۶	۲۱۶,۵۶	۱۵۴۱	۲۳۵,۰۸

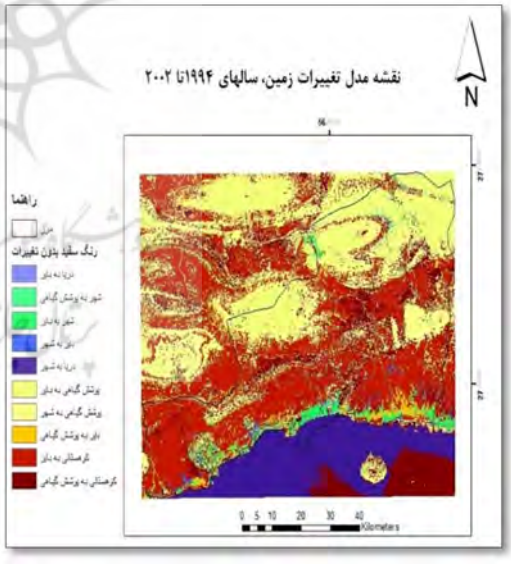
مأخذ: نگارندگان

جدول(۳)ماتریس تغییرات بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۵

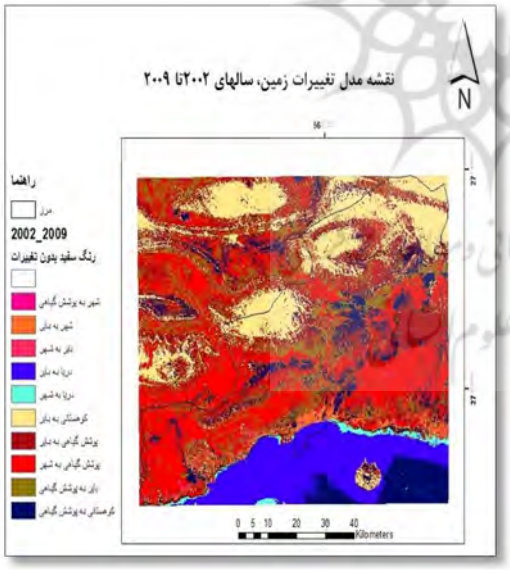
مساحت به هکتار	پوشش گیاهی	زمین بایر	دریا	شهر	کوهستانی
پوشش گیاهی	۱۵۶۱,۰۱	۹۷,۵۶	۱۱۳۳,۰۷	۳۶۶۷۷,۲۸	۳۶۹۳,۹
زمین بایر	۱,۵۰۷	۷۳۱	۲۱۹۵,۲	۷۵,۶۲	۰,۴۲
دریا	۱۴۸,۶	۱۲۵,۵۷	۱۱۳۷,۲	.۷۹۲۸	۱۵۷,۷
شهر	۳۰۳,۰۵	۲۵۰,۲۳	۱۱۴۱,۱	۲۳۴,۰۱	۴۳۶,۱
کوهستانی	۴۰,۱	۲۷۶۵,۰۱	۰,۰۷	۱۳۳۱,۲	۲۲۰,۰۲

مأخذ: نگارندگان

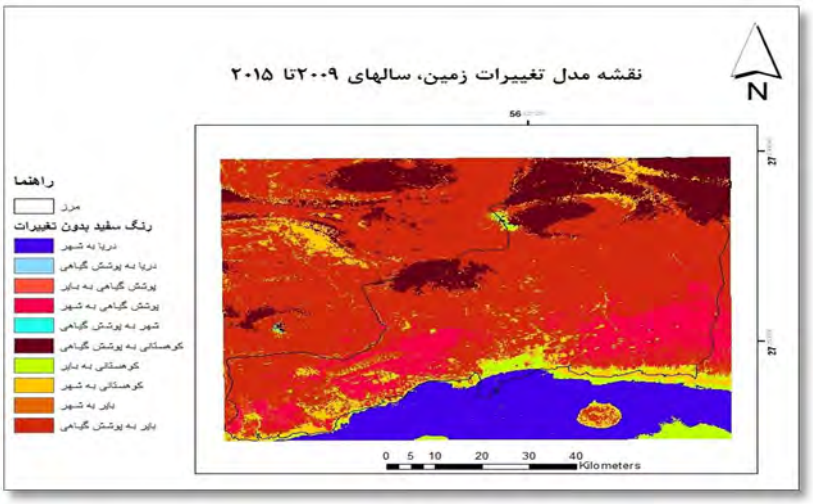
برای نمایش تغییرات در بخش مرکزی استان هرمزگان در سری زمانی مورد نظر نقشه مدل تغییرات زمین برای بازه‌های زمانی مختلف در نظر گرفته شده، تولید گردید که خروجی‌های به دست آمده را در شکل‌های زیر مشاهده می‌کنید، که بازه‌های زمانی برای این پژوهش سال‌های (۱۹۹۴تا ۲۰۰۲) و (۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹) و (۲۰۰۹ تا ۲۰۱۵) می‌باشد که تغییرات را در کلاس‌های مختلف و به رنگ‌های مختلف می‌توان مشاهده نمود.



نقشه۱–نقشه مدل تغییرات زمین، سالهای ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۲
مأخذ: نگارندگان



نقشه ۲–نقشه مدل تغییرات زمین، سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹
مأخذ: نگارندگان



نقشه۳-نقشه مدل تغییرات زمین، سالهای ۲۰۰۹تا ۲۰۱۵، مأخذ: نگارندگان

پس از روندیابی با استفاده از میزان تغییرات برای پیش‌بینی ابتدا ماتریس احتمال تغییرات در سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۵ را به کمک زنجیره مارکوف شد که در جدول شماره ۴ می‌توانیم مشاهده کنیم.

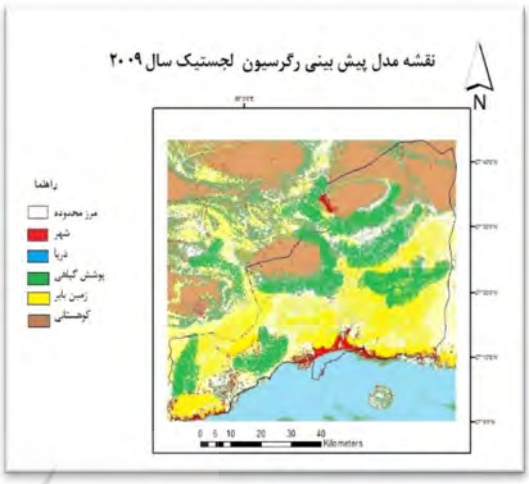
جدول (۴) ماتریس احتمال انتقال تغییرات سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۵

۲۰۰۹ / ۲۰۱۵	شهر	زمین بایر	پوشش گیاهی	کوهستانی	دریا
شهر	۰,۷۱۷۴	۰,۱۰۴۳	۰,۱۰۹۲	۰,۰۰۵۴	۰,۰۱۵۷
زمین بایر	۰,۱۵۶۳	۰,۱۳۷۰	۰,۶۶۴۴	۰,۰۳۸۵	۰,۰۰۰۲
پوشش گیاهی	۰,۰۹۱۱	۰,۱۰۳۶	۰,۱۲۶۱	۰,۰۹۸۲	۰,۰۰۰۵
کوهستانی	۰,۰۵۲۰	۰,۰۸۴۱	۰,۰۰۲۶	۰,۱۱۱۷	۰,۰۰۱۴
دریا	۰,۰۷۳۵	۰,۰۳۱۶	۰,۰۶۸۹	۰,۱۴۰۱	۰,۳۳۴۲

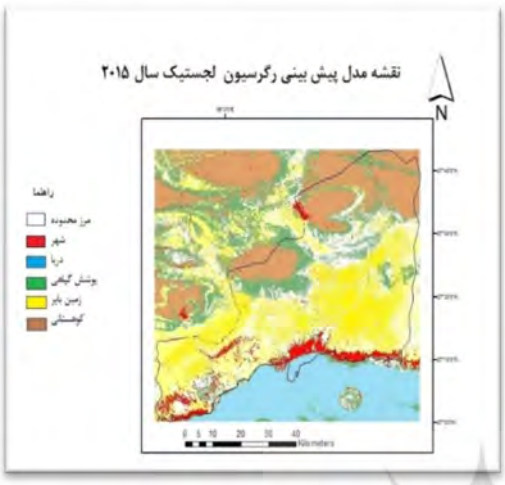
مأخذ: نگارندگان

این ماتریس بیان می‌کند که حدود۷۰ ٪ از مناطق شهری بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۵ تغییر نکرده‌اند. پس از محاسبه ماتریس احتمال انتقال تغییرات به پیش‌بینی کاربری اراضی در سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۵ و ۲۰۲۱ با استفاده از رگرسیون لجستیک پرداختیم که نقشه‌های مدل پیش‌بینی را تولید که در شکل‌های زیر مشاهده می‌کنید که در مقایسه با کاربری‌های اراضی

سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۵ به دقت ضریب کاپای ۷۵,۳ درصد برای سال ۲۰۰۹ و ۸۶,۹ درصد برای سال ۲۰۱۵ رسیدیم که بر این اساس نتایج نسبتاً خوبی به دست آورده‌ایم.



نقشه۴- مدل پیش‌بینی رگرسیون لجستیک سال ۲۰۰۹



نقشه۵- مدل پیش‌بینی رگرسیون لجستیک سال ۲۰۱۵

نقشه۶- مدل پیش‌بینی رگرسیون لجستیک سال ۲۰۲۱

مأخذ: نگارندگان

نتیجه‌گیری

در کشورهای در حال توسعه تقاضای روزافزون برای شهرنشینی وجود دارد و در این کشورها شهرها همواره در حال توسعه می‌باشند، اعمال فرآیند مناسب توسعه براس گسترش شهر امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. بررسی شهر طی چندین سال متوالی جهت درک چگونگی توسعه امری ضروری است. استفاده از تکنیک سلول مارکوف برای بررسی توسعه شهر و پیش‌بینی سال‌های آتی نتایج قابل قبولی ارائه داد. همچنین به کارگیری روش رگرسیون لجستیک نتایج خوبی را برای سال‌های متوالی در روند توسعه شهری و پیش‌بینی گسترش شهری در آینده ارائه داد. این امر از طریق شاخص‌های آماری رگرسون ثابت شد. کاپای کلی به‌دست آمده با روش رگرسیون لجستیک کمتر از کاپای کلی حاصل از زنجیره مارکوف است و این نشان دهنده این است که مدل مارکوف بهتر از مدل رگرسیون لجسستیک پیش‌بینی انجام داده است. نتایج حاصل از مدل سازی توسعه فیزیکی شهری در این پژوهش نشانگر این است که با ادامه روند توسعه گذشته در دهه‌های آتی، محدوده شهر بندرعباس گسترش شرقی و شمال غربی را در سال ۲۰۲۱ در مدل رگرسیون لجستیک دارد. با توجه به نقشه‌های به‌دست آمده از مدل رگرسیون لجستیک و جدول شامل تغییرات احتمالی هر کدام از کلاس‌ها از مدل زنجیره‌ای مارکوف گسترش شهر بندرعباس بیشتر شرقی بوده است. هم چنین ماتریس به‌دست آمده از زنجیره مارکوف که تغییرات احتمالی کلاس‌ها را نشان می‌دهد از تغییر کاربری ۱۵ درصدی تبدیل زمین‌های بایر به شهر را از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۵ را نشان می‌دهد و هم چنین تبدیل ۰،۰۹ تبدیل پوشش گیاهی به شهر را نشان می‌دهد. تفاسیر نشان دهنده ارتباط کامل متغیرها با هم و مناسب بودن مدل جهت پیش‌بینی توسعه فیزیکی شهر در سال‌های آتی است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ:

۱- المدرسی، سید ع. هادیان، س.۱۳۹۵.ارزیابی فرآیدهای توسعه شهری با استفاده از روش‌های پیشرفته تحلیل فضایی و تکنیک سلولهای خودکار و مقایسه با روش رگرسیون لجستیک. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته سنجش از دور، دانشگاه آزاد اسلامی یزد، ۱۱۰ صفحه.

۲- انصاری،م. شریعت پناهی، م .ملک حسینی، م. مدیری، م.۱۳۹۶. تحلیل الگوی گسترش شهری در شهرهای میانه اندام با استفاده از مدل‌های کمی(شهر ملایر). فصلنامه امایش محیط. دوره۱۳، شماره ۴۸. صفحه۱۴۸-۱۸۲.

۳- رحیمی، ا. ۱۳۹۵. سیاست‌های زمین شهری و تأثیر آن بر توسعه شهر تبریز. فصلنامه آمایش محیط. شماره ۴۸. صفحه ۱۰۹-۱۲۹.

۴- رحیمی، الف. ۱۳۹۳. مدلسازی توسعه تبریز در سال ۱۴۱۰ با استفاده از مدل LTM، دومین همایش ملی کاربرد پیشرفته تحلیل فضایی در آمایش سرزمین.یزد. ۱۱-۱۲اسفند.۱۴۵-۱۶۱.

۵- روشن بخش، س . المدرسی، سید ع .، مدلسازی توسعه شهری همدان با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی یزد، ۱۲۹ صفحه.

۶- زارع کمالی، م . ۱۳۹۵. مدلسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل پیش‌بینی رگرسیون لجستیک. دومین همایش ملی کاربرد پیشرفته تحلیل فضایی در آمایش سرزمین.یزد.۱۱-۱۲ اسفند.۹۸-۱۱۲.

۷- عزیزی قلاتی، س. ۱۳۹۲. مدلسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی درمنطقه کوهمره سرخی استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.اهواز.۱۱۵صفحه.

۸- کامیاب، ح. ۱۳۹۲. کاربرد شبکه عصبی در مدلسازی توسعه شهری مطالعه موردی: گرگان، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، سال سی و هشتم، شماره ۶۸.

۹- نوری نژاد، ع .ارغان، ع.۱۳۹۶. ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری با استفاده از مدل سیستمی(شهرستان ساری). فصلنامه امایش محیط. دوره۱۲. شماره ۴۷.

10- Asghari zamani,A ,2007, evaluation and prediction of spatial expansion in Iranian cities case study: Zanjan city, PH.D thesis, department of Geography and urban planning in Tabriz university.

11- Fisher TR, Benetiz J A ,lee K Y, 2006, history of land cover change and biogeochemical impacts in the chop tank river basin in the mid-attlantic region of the USA ,international journal of remote sensing, 21(17):3683-3730.
12- Gómez, C.; White, J. C. & Wulder, M. A. 2011. Characterizing the state and processes of change in a dynamic forest environment using hierarchical spatio-temporal segmentation. Science of the total environment. 115(7): 1665–1679.
13- Latifovic R,Fytask, chen J, paraszczak J,2005, assessing land cover change resulting from large surface mining development, international Journal of applied earth observation and gea information,7(1):29-48.
14- Rezazade, R. Mirahmadi,M, 2009, cellular automata, a new approach in urban growth simulation, Journal of education technology,4(4).
15- Rafiee R, Salman mahiny A and khorasani N, 2009,Assessment of change detection in an urban environment, remote sens, environ, 63:95-100.
16- Tewolde M G, cabral P,2011,urban sprawl analysis and modeling in Asmara, Eritrea, remote sensing 3:2148-2165.
17- Thapa, R. B. & Murayama, Y. 2011. Urban growth modeling of Kathmandumetropolitan region, Nepal. Computers, Environment and Urban Systems. 35(1): 25–34.
18- Khoi, D.D., Murayama, Y., 2010. Forecasting Areas Vulnerable to Forest Conversion inthe Tam Dao National Park Region, Vietnam. Remote Sensing 2(5): 1249–1272.
19- Oñate-Valdivieso, F. & Sendra, J.B. 2010. Application of GIS and remote sensingtechniques in generation of land use scenarios for hydrological modeling. Journal ofHydrology. 395(3–4): 256–263.
20- Perez-Vega, A., Mas, J., Ligmann-Zielinska, A. 2012. Comparing two approaches toland use/cover change modeling and their implications for the assessment ofbiodiversity loss in a deciduous tropical forest. Environmental Modelling & Software (1): 11-23.