

پایش و پیش‌بینی تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین شهری (مورد مطالعه: محدوده شهری بابل و امیرکلا)

محسن احدنژاد روشتی*^۱، میلاد حسنعلی‌زاده^۲

۱. دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان

۲. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زنجان

(دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۰۱ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۱)

Monitoring and Forecasting Spatial Changes in Urban Land Use and Land Cover (Case Study: Urban Area of Babol and Amirkola)

Mohsen Ahadnejad Reveshty*¹, Milad Hasanalizadeh²

1. Associate Professor, Department of Geography, University of Zanjan

2. Ph.D. Student of Geography and Urban Planning, University of Zanjan

(Received: 21/Jan/2021)

Accepted: 21/Aug/2021)

Abstract

Up-to-date information on land use and land cover, especially in urban areas, and awareness of its changes and developments over a period of time is very important for planners and managers. The present study aims to monitor spatial changes in land use and land cover in the urban area of Babol and Amirkola in the period 1986 to 2020 and forecasting it for 2030. The present research is applied based on the purpose and descriptive-analytical based on the nature and method. Data are taken from Landsat 5 and 8 satellite images. The Fuzzy ARTMAP model was used to detect and classify images, the cross-tab and LCM models were used to analyze land use and land cover changes, and the CA-Markov model was used to predict land use and land cover in 2030 in the IDRISI TerrSet software environment. ArcGIS software was also used to draw the final maps. The results showed that the conversion of garden-use and irrigated agriculture into the built environment has a growing trend, so that these lands have increased from 11.3% in 1986 to 19.7% in 2020 and according to the forecast by 2030, built-up land will reach 22.2% of the total area. Also, the ratio of built-up to non-built land has increased from 12.8 percent in 1986 to 24.5 percent in 2020, and is projected to reach 28.6 percent in 2030, which shows the high rate of garden and agricultural lands destruction.

Keywords: Spatial Changes, Urban Land Use and Land Cover, Landsat Satellite Images, Babol, Amirkola.

چکیده

داشتن اطلاعات روزآمد از کاربری و پوشش زمین به ویژه در محدوده‌های شهری و آگاهی از تغییر و تحولات آن در طول یک دوره زمانی برای برنامه‌ریزان و مدیران بسیار حائز اهمیت است. این پژوهش، با هدف پایش تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین در محدوده شهری بابل و امیرکلا در دوره ۱۹۸۶ تا ۲۰۲۰ و پیش‌بینی آن در سال ۲۰۳۰ تهیه شده است. پژوهش حاضر بر اساس هدف، کاربردی و بر اساس ماهیت و روش، توصیفی-تحلیلی است. جهت گردآوری اطلاعات از تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۸ استفاده شده است. برای آشکارسازی و طبقه‌بندی تصاویر از مدل Fuzzy ARTMAP و جهت تحلیل تغییرات کاربری و پوشش زمین از مدل کراس‌تاب و LCM و برای پیش‌بینی کاربری و پوشش زمین در سال ۲۰۳۰ از مدل CA-Markov در محیط نرم‌افزار IDRISI TerrSet استفاده شده است. همچنین از نرم‌افزار ARC GIS برای ترسیم نقشه‌های نهایی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تبدیل کاربری باغ و کشاورزی آبی به اراضی ساخته شده روند رو به رشدی داشته، به طوری که این اراضی از ۱۱/۳ درصد در سال ۱۹۸۶ به ۱۹/۷ درصد در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته است و مطابق پیش‌بینی انجام شده در سال ۲۰۳۰، اراضی ساخته شده به ۲۲/۲ درصد از کل مساحت می‌رسد. همچنین نسبت اراضی ساخته شده به اراضی ساخته نشده از ۱۲/۸ درصد در سال ۱۹۸۶ به ۲۴/۵ درصد در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته است و پیش‌بینی می‌شود به ۲۸/۶ درصد در سال ۲۰۳۰ برسد که این امر میزان تخریب باغ و اراضی کشاورزی را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تغییرات فضایی، کاربری و پوشش زمین شهری، تصاویر ماهواره لندست، بابل، امیرکلا.

*Corresponding Author: Mohsen Ahadnejad Reveshty

E-mail: ahadnejad@gmail.com

مقدمه

شهرنشینی یکی از قابل توجه‌ترین فرآیندهای تغییر در جامعه بوده که معمولاً با نابودی اراضی کشاورزی و طبیعی همراه است (دارابی و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۱). شهرها با توجه به توسعه فیزیکی خود در گذر زمان، از عوامل اصلی تغییر کاربری و پوشش زمین هستند که آثار توسعه فیزیکی آن، خزش در حاشیه شهر یا محدوده روستا شهرها و آن‌سوی مرزهای اداری شهرها است (شیعه، ۱۳۷۷: ۶۵). بنابراین داشتن اطلاعات به روز از کاربری و پوشش زمین به ویژه در محدوده‌های شهری و آگاهی از تغییرات و تحولات آن در طول یک دوره زمانی برای برنامه‌ریزان و مدیران بسیار حائز اهمیت است؛ به همین دلیل استفاده از روش‌های سنجش از دور برای مشخص کردن پویای کاربری و پوشش زمین در گذر زمان ضروری به نظر می‌رسد (کاظم و همکاران، ۱۳۹۴: ۴۶). با مشخص شدن نوع تغییرات کاربری و ارائه راهکارهایی برای جلوگیری از تغییر کاربری و گسترده‌گی شهری در جهت نیاز به زمین، مشکلات حاصل از خزش شهری را می‌توان کاهش داد تا تغییرات ایجاد شده کمتر موجب از بین رفتن زمین کشاورزی اطراف شهرها و باغات شود (روستایی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۹۱). همچنین، در کنار آشکارسازی روند تغییرات گذشته یک منطقه، پیش‌بینی و مدل‌سازی تغییرات آینده نیز برای آگاهی از کمیت و کیفیت پوشش رخ داده در طول زمان حائز اهمیت است. مشخص کردن روند تغییرات گذشته به برنامه‌ریزان کمک خواهد کرد تا به جبران خسارت‌ها مبادرت ورزند و اشتباهات گذشته را تکرار نکنند. در دهه‌های گذشته تغییرات کاربری زمین و پوشش گیاهی در ایران با سرعت فزاینده‌ای در بعضی جهات نامطلوب به وقوع پیوسته است و این باعث تشدید روند تخریب منابع محیطی شده است (Lu et al, 2004). بنابراین شناخت کامل از کاربری زمین شهرها، تغییرات گذشته آن و پیش‌بینی روند تغییرات در آینده نقش مهمی در مدیریت پایدار منابع دارد (Hietel et al, 2004). امروزه ابزارهای نوینی برای درک تحولات و الگوسازی تغییرات فضایی - زمانی مناطق شهری ابداع شده‌اند تا از طریق شناخت جنبه‌های توسعه، برنامه‌ریزان را برای تدوین راهبردهای مبتنی بر توسعه پایدار یاری کنند (Berling- Wolff & Wu, 2004: 120). یکی از مدل‌هایی که با استفاده از آن می‌توان تغییرات کاربری زمین، علت و پیامدهای آن را شناسایی کرد مدل

LCM است. LCM مدلی نرم‌افزاری است که به منظور شناسایی و تشخیص مسئله تبدیل زمین و نیازهای تحلیلی حفظ تنوع زیستی طراحی شده و به صورت یک برنامه عمودی در نرم‌افزار IDRISI قرار گرفته، که با استفاده از این مدل می‌توان تغییرات کاربری زمین و تأثیرات آن بر زیستگاه گونه‌ها و تنوع زیستی را ارزیابی و پیش‌بینی کرد (فتح‌الهی رودباری و همکاران، ۱۳۹۷: ۵۵). یکی از مهم‌ترین روش‌هایی که در مدل‌سازی و پیش‌بینی کاربری زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد مدل زنجیره‌ای مارکوف است. فرایند مارکوف، سیستمی است که می‌تواند از حالتی به حالت دیگر در مرحله زمانی بعد مطابق با احتمالات ثابت انتقال یابد و زمانی کاربرد دارد که تغییرات موجود در چشم‌اندازها به راحتی قابل توصیف نباشند. همچنین یک سری از مقادیر تصادفی است که احتمال آن‌ها در فاصله زمانی داده شده به مقدار اعداد در زمان گذشته وابسته است. بنابراین زنجیره مارکوف می‌تواند با پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی میزان گسترش و تخریب منابع را مشخص و این تغییرات صورت گرفته را در مسیر مناسبی هدایت کند (میرعلیزاده فرد و علی‌بخشی، ۱۳۹۵: ۳۴).

محدوده شهری بابل و امیرکلا با افزایش روند رو به رشد جمعیت و مهاجرت‌های بی‌رویه و از سوی دیگر الحاق سکونتگاه‌های مختلف مواجه شده است. این توسعه افقی موجب تغییر شکل و الگوی شهری شده و زمینه ایجاد بروز مشکلاتی از قبیل تغییر کاربری زمین کشاورزی و باغات را فراهم نموده و شرایط زیست‌محیطی را به نفع کاربری اراضی ساخته شده شهری از بین برده و عوامل مدیریتی را در زمینه خدمات‌رسانی با مشکل مواجه کرده است. بر این اساس، هدف پژوهش حاضر نیز پایش و پیش‌بینی تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین در محدوده شهری بابل و امیرکلا در دوره ۱۹۸۶ تا ۲۰۳۰ است. از این رو، پژوهش حاضر در پی پاسخگویی به این پرسش‌ها است: وضعیت کاربری و پوشش زمین در محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال ۱۹۸۶ و سال ۲۰۲۰ چگونه است؟ تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین در محدوده شهری بابل و امیرکلا از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ چگونه است؟ وضعیت کاربری و پوشش زمین در محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال ۲۰۳۰ چگونه خواهد بود؟

با توجه به اهمیت و ضرورت موضوع پایش و پیش‌بینی تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین، پژوهش‌های مختلفی در سطح ایران و جهان در این زمینه صورت گرفته است که در

در این زمینه پژوهش‌های مهمی صورت گرفته است که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود. عبدالهی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان «مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی شهر لاهیجان با رویکرد توسعه پایدار» به این نتیجه رسیدند که رشد مساحت‌ها در محدوده مورد مطالعه، متناسب و همسو نبوده و این مسئله باعث ایجاد پدیده گسترده‌تری در شهر لاهیجان شده است. فروغی‌فر و دشتی (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره ای (مطالعه موردی: شهرستان شوش)» با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و سنجنده های TM،OLI و MSS به این نتیجه رسیدند که بیشترین کاهش مساحت برای زمین‌های بدون پوشش و به میزان ۴۹۰۷۸ هکتار و بیشترین افزایش برای اراضی کشاورزی و به میزان ۵۲۶۹۱ هکتار بوده که نشان‌دهنده تغییر کاربری اراضی بدون پوشش به اراضی کشاورزی است. درویشی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «تحلیل و پیش‌بینی روند رشد شهری و تأثیر آن بر کاربری اراضی با استفاده از سنجنش از دور و مدل CA-Markov، مطالعه موردی: شهرهای میروان، بانه و سقز» با استفاده از تصاویر ماهواره لندست نمایان ساختند که پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی در محدوده‌های مورد مطالعه به نواحی شهری تبدیل شده‌اند. کریمیان و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (مطالعه موردی: دشت خان میرزا)» با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ نشان دادند که کاربری‌های کشاورزی و مسکونی روند افزایشی و اراضی پست نم دار، مراتع، و اراضی سنگی و لخت روند کاهشی داشته‌اند. حسین‌زاده (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «بررسی رشد شهری و تبدیل اراضی زراعی و بایر به توده شهری (مطالعه موردی: شهر ارومیه)» با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و به کارگیری مدل LCM نمایان ساخت که تبدیل اراضی بایر به شهری در قسمت‌های مرکزی بیشتر و تبدیل اراضی کشاورزی به شهری در اطراف شهر ارومیه ملموس بوده و با شدت بیشتری به سمت غرب شهر ادامه می‌یابد. قنبری و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی اثرات پراکنده‌رویی در تغییر کاربری اراضی شهرهای میانه اندام (مطالعه موردی: شهر قروه)» به این نتیجه رسیدند که اراضی مرغوب کشاورزی در قسمت جنوب شهر بیشتر تبدیل به اراضی شهری شده است و این روند تا سال ۱۴۱۰ نیز ادامه می‌یابد. سلیمانی (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهر

ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود. ددی و همکاران^۱ (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان «پراکندگی شهر و اثرات آن بر تغییر کاربری اراضی اتیوپی مرکزی» نتایج حاصل از داده‌های کیفی به‌دست‌آمده از مصاحبه و متمرکز کردن بحث‌های گروهی نشان می‌دهند که در آغاز برنامه ریزی زمین فراتر از اندازه کل که اختصاص یافته بود، مورد استفاده قرار گرفت. عبدالرحمان و همکاران^۲ (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «تأثیر تغییرات کاربری زمین بر خاک کشاورزی در قسمت شمالی منطقه کانال سوتز» با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی به این نتیجه رسید که تبدیل خاک‌های حاصل‌خیز به شهر به علت گسترش بی‌رویه پهنه‌های شهری است. اراسو^۳ (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «تشخیص و پایش تغییر پوشش و کاربری زمین با استفاده از سنجنش از دور» به این نتیجه رسید که توالی تغییرات کاربری زمین شهری دارای با مهاجرت مردم به سمت شهرها هماهنگ است. فن و مایننت^۴ (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «مقایسه شاخص‌های همبستگی فضایی و معیارهای چشم‌انداز در اندازه‌گیری تکه‌تکه شدن چشم‌انداز شهری» به بررسی تغییر کاربری اراضی در شهر فونیکس در جنوب غرب آمریکا پرداختند. آن‌ها بیان کردند که لکه‌های کاربری شهری در طی بازه زمانی چرا افزایش چشم‌گیری داشته است. شراویا و سریده‌هار^۵ (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «شناسایی تغییر کاربری و پوشش اراضی در منطقه دهلی با استفاده از سنجنش از دور» به این نتیجه رسیدند که سیاست‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بر تغییرات کاربری و پوشش اراضی و همچنین بر رشد شهرنشینی مؤثر است. لی و همکاران^۶ (۲۰۱۸)، به مدل‌سازی توسعه فیزیکی شهر در ناحیه GMR تایلند پرداختند. نتایج نشان داد که در دهه‌های اخیر رشد جمعیت شهری و به تبع آن توسعه فیزیکی قابل توجهی وجود داشته و بر همین مبنای الگوی رشد و توسعه فیزیکی شهر نیز مشخص شد. برآوردهای نهایی این پژوهش نشان داد که رشد و توسعه فیزیکی این ناحیه صرفاً متأثر از پارامترهای مؤثر محلی نبوده و پارامترهای در مقیاس ملی مانند سیستم سیاسی، الگوهای رشد اقتصادی و نیز سرمایه‌گذاری خارجی مؤثر بوده و برآیند آن افزایش تغییر کاربری بوده است. در سطح داخلی نیز

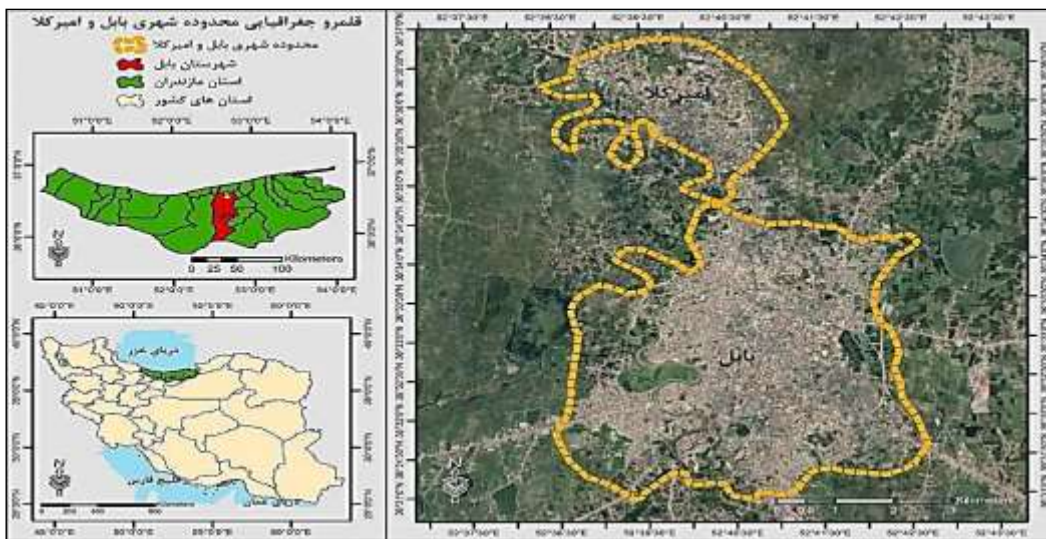
1. Dadi and et al
2. Abdelrahman and et al
3. Erasu
4. Fan and Myint
5. Shrivaya and Sridhar
6. Li and et al

بهارنارنج یکی از شهرهای استان مازندران و مرکز پرجمعیت‌ترین شهرستان این استان و دومین شهرستان پرجمعیت شمال کشور پس از رشت است. جمعیت این شهر در سال ۱۳۹۵ برابر ۲۵۰۲۱۷ نفر (۸۱۵۷۲ خانوار) بوده است. بابل دومین شهر پرجمعیت استان و در رتبه ۳۲ شهر پرجمعیت کشور است. مساحت این شهر ۱۴۳۱۰۰ هکتار است که به دو منطقه و ۲۲ محله شهری تقسیم می‌شود. بابل یکی از شهرهای مهم شمال کشور در زمینه پزشکی، دانشگاهی، سیاسی، ارتباطی، فرهنگی و تجاری محسوب می‌شود (نیک‌پور و حسنعلی‌زاده، ۱۳۹۸: ۱۷). امیرکلا یکی از شهرهای استان مازندران ایران است. این شهر در بخش مرکزی شهرستان بابل و میان راه بابل و بایلسر واقع شده است. این شهر در سال ۱۳۹۵ دارای ۳۰۴۷۸ نفر (۱۰۱۲۰ خانوار) جمعیت بوده است. مساحت این شهر ۱۳۴۰۰ هکتار است (لحمیان، ۱۳۹۷: ۳۰۱). در شکل ۱، قلمرو جغرافیایی محدوده شهری بابل و امیرکلا

ساری با استفاده از سنجش از دور» با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و به کارگیری مدل LCM نشان داد که سطح اراضی کشاورزی روند کاهشی شدید و به همان نسبت اشغال زمین مسکونی روند افزایشی را داراست. پژوهش‌های نامبرده بیشتر موضوع توسعه کالبدی شهری و تغییرات کاربری اراضی را در یک شهر مورد مطالعه قرار داده‌اند. پژوهش حاضر علاوه بر پایش کاربری و پوشش زمین در محدوده شهری بابل و امیرکلا، تحولات آن در سال ۲۰۳۰ را نیز پیش‌بینی کرده است.

داده‌ها و روش کار

پژوهش حاضر بر اساس هدف، از نوع کاربردی و بر اساس ماهیت و روش، از نوع توصیفی و تحلیلی است. قلمرو جغرافیایی پژوهش حاضر، محدوده شهری بابل و امیرکلا است. با توجه به اینکه این دو شهر متصل به یکدیگر هستند، به طور مشترک مورد بررسی قرار گرفتند. بابل معروف به شهر



شکل ۱. قلمرو جغرافیایی محدوده شهری بابل و امیرکلا

صورت فاقد ابر در محدوده شهری بابل و امیرکلا) از سایت رسمی سازمان زمین‌شناسی آمریکا^۱ تهیه شده است. مشخصات این تصاویر در جدول ۱ ارائه شده است.

در این پژوهش از تصاویر ماهواره لندست ۵ (سنجنده TM) برای سال ۱۹۸۶ و تصاویر ماهواره لندست ۸ (سنجنده OLI) برای سال ۲۰۲۰ استفاده شده است. این تصاویر (به

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره لندست استفاده شده در پژوهش

ماهواره	سنجنده	گذر	ردیف	تعداد باند	اندازه پیکسل	تاریخ اخذ شده
لندست ۵	TM	۱۶۴	۳۵	۶	۳۰×۳۰	۱۹۸۶/۰۶/۰۲
لندست ۸	OLI	۱۶۴	۳۵	۱۱	۳۰×۳۰	۲۰۲۰/۰۵/۳۰

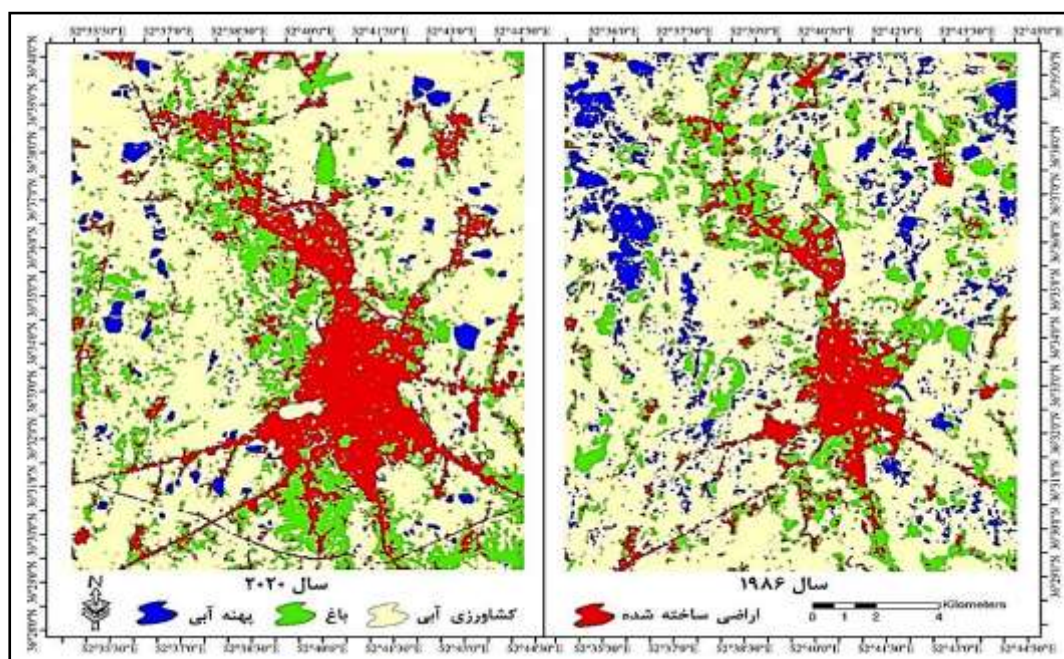
1. USGS

شرح و تفسیر نتایج

وضعیت کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال ۱۹۸۶ و سال ۲۰۲۰

پس از دریافت و پردازش تصاویر ماهواره لندست ۵ (سنجنده TM) برای سال ۱۹۸۶ و لندست ۸ (سنجنده OLI) برای سال ۲۰۲۰، نقشه طبقه‌بندی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا با روش نظارت‌شده Filter-Fuzzy در ARTMAP در سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۲۰ تهیه شده و در شکل ۲ ارائه شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، چهار کاربری و پوشش شامل اراضی ساخته‌شده، کشاورزی آبی، باغ و پهنه آبی در محدوده شهر بابل و امیرکلا طبقه‌بندی شده است. همچنین مساحت هر یک از طبقه‌های کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۲۰ محاسبه شده و در جدول ۲ ارائه شده است. مطابق این جدول در سال ۱۹۸۶ اراضی ساخته شده ۳۲۴۴/۷۷ هکتار (۱۱/۳۲ درصد)، کشاورزی آبی ۱۸۳۶۳/۷۸ هکتار (۶۴/۰۷ درصد)، باغ ۴۴۶۲/۰۲ هکتار (۱۵/۵۷ درصد) و پهنه آبی ۲۵۸۹/۳۹ هکتار (۹/۰۳ درصد) و در سال ۲۰۲۰ اراضی ساخته شده ۵۶۳۴/۷۲ هکتار (۱۹/۶۶ درصد)، کشاورزی آبی ۱۶۸۶۶/۸۱ هکتار (۵۸/۸۵ درصد)، باغ ۵۳۳۷/۴۵ هکتار (۱۸/۶۲ درصد) و پهنه آبی ۸۲۰/۹۸ هکتار (۲/۸۶ درصد) از محدوده شهری بابل و امیرکلا را پوشش می‌دهد.

ابتدا باندهای تصاویر ماهواره لندست به محیط نرم‌افزار IDRISI TerrSet انتقال داده شد. سپس با استفاده از دستور Window این تصاویر در محدوده شهری بابل و امیرکلا برش زده شد. جهت آشکارسازی و طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر ماهواره لندست با مدل Fuzzy، IDRISI TerrSet در محیط نرم‌افزار ARTMAP ابتدا نمونه‌برداری آموزشی و آزمایشی ۴ کاربری و پوشش زمین شامل اراضی ساخته شده، کشاورزی آبی، باغ و پهنه آبی با استفاده از نرم‌افزار Google Earth انجام شده است. سپس نقشه خروجی روش Fuzzy در ARTMAP با استفاده از دستور Filter (گزینه Mode و پنجره ۳×۳) تعدیل و نتیجه آن برای ترسیم نقشه‌های نهایی به محیط نرم‌افزار ARC GIS انتقال داده شد. به منظور ارزیابی دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره لندست از دستور ErrMat در محیط نرم‌افزار IDRISI TerrSet استفاده شده است. جهت ارزیابی وضعیت تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۲۰ نیز از مدل کراس تب و LCM و جهت پیش‌بینی وضعیت تغییرات کاربری و پوشش زمین در سال ۲۰۳۰ نیز از مدل CA-Markov در محیط نرم‌افزار IDRISI TerrSet استفاده شده است.



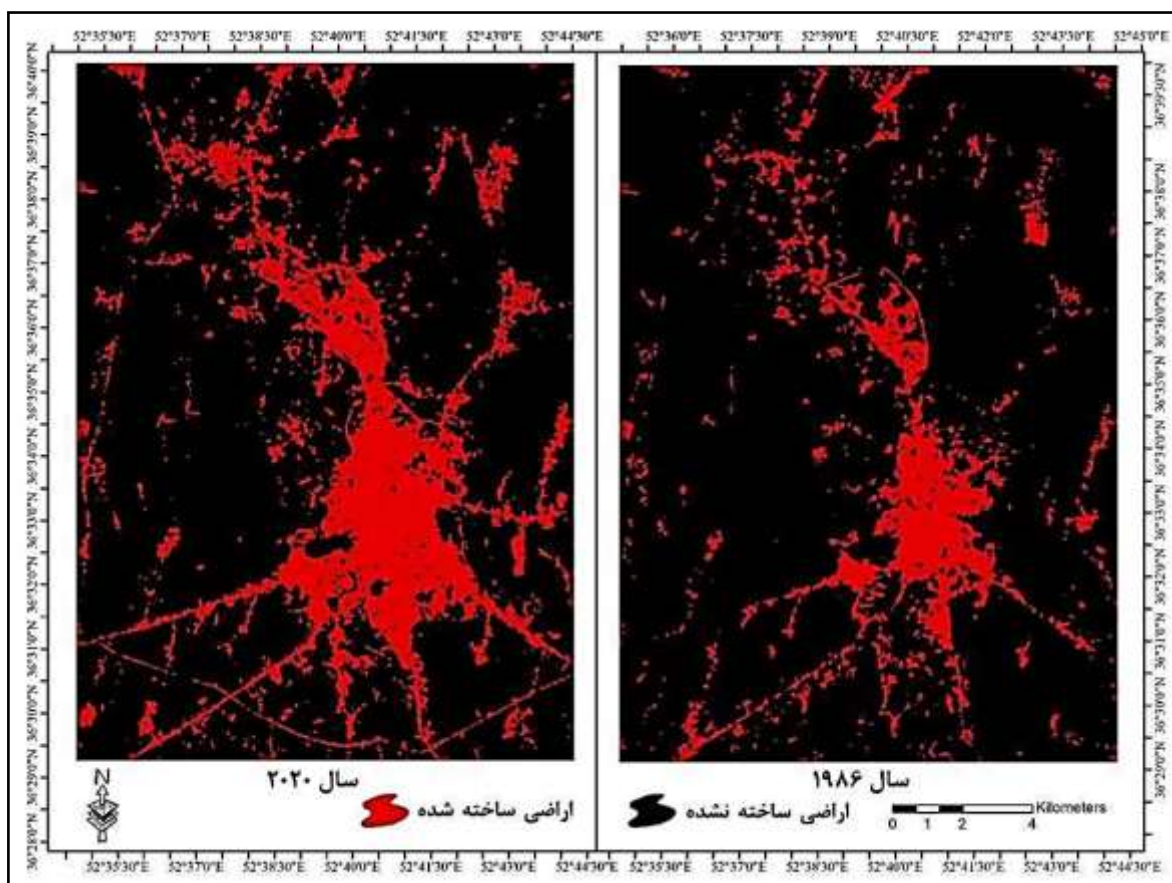
شکل ۲. طبقه‌بندی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

جدول ۲. مساحت طبقه‌های کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

مساحت (هکتار) سال ۲۰۲۰		سال ۱۹۸۶		طبقه‌های کاربری اراضی
درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	
۱۹/۶۶	۵۶۳۴/۷۲	۱۱/۳۲	۳۲۴۴/۷۷	اراضی ساخته شده
۵۸/۸۵	۱۶۸۶۶/۸۱	۶۴/۰۷	۱۸۳۶۳/۷۸	کشاورزی آبی
۱۸/۶۲	۵۳۳۷/۴۵	۱۵/۵۷	۴۴۶۲/۰۲	باغ
۲/۸۶	۸۲۰/۹۸	۹/۰۳	۲۵۸۹/۳۹	پهنه آبی

در محیط نرم‌افزار IDRISI TerrSet و به کارگیری منطق بولین به دو طبقه اراضی ساخته نشده (۰) و اراضی ساخته شده (۱) تقسیم و نتیجه آن در شکل ۳ ارائه شده است.

در ادامه، نقشه طبقه‌بندی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا با روش نظارت شده Filter-Fuzzy در ARTMAP در سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۲۰ با دستور Reclass



شکل ۳. اراضی ساخته نشده و اراضی ساخته شده محدوده شهری بابل و امیرکلا با روش Filter-Fuzzy ARTMAP (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

شده به اراضی ساخته نشده محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال ۱۹۸۶ برابر ۱۲/۷۷ درصد و در سال ۲۰۲۰ برابر ۲۴/۴۷ درصد است.

در جدول ۳ نسبت اراضی ساخته شده به اراضی ساخته نشده محدوده شهری بابل و امیرکلا با روش Filter-Fuzzy ARTMAP در سال ۱۹۸۶ و سال ۲۰۲۰ مشخص شده است. مطابق این جدول نسبت اراضی ساخته

جدول ۳. نسبت اراضی ساخته شده به اراضی ساخته نشده محدوده شهری بابل و امیرکلا (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

سال	طبقه‌های کاربری و پوشش زمین	مساحت (متر مربع)	مساحت (هکتار)	نسبت اراضی ساخته شده به اراضی ساخته نشده
۱۹۸۶	اراضی ساخته شده	۳۲۴۴۷۷۰۰	۳۲۴۴/۷۷	۱۲/۷۷
	اراضی ساخته نشده	۲۵۴۱۵۲۰۰۰	۲۵۴۱۵/۲	
۲۰۲۰	اراضی ساخته شده	۵۶۳۴۷۲۰۰	۵۶۳۴/۷۲	۲۴/۴۷
	اراضی ساخته نشده	۲۳۰۲۵۲۴۰۰	۲۳۰۲۵/۲۴	

۰/۹۹ درصد است. برای سال ۲۰۲۰ نیز دقت طبقه اراضی ساخته شده، طبقه کشاورزی آبی و طبقه باغ ۱۰۰ درصد است اما دقت طبقه پهله آبی ۰/۹۹ درصد است که علت اصلی آن می‌تواند وجود گیاهانی در سطح تالاب‌ها و مرداب‌های اطراف شهر بابل باشد که موجب می‌شود با طبقه کشاورزی آبی مشابهت و تداخل داشته باشد. مطابق جدول ۴ میزان دقت کلی طبقه‌بندی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا با روش Filter-Fuzzy ARTMAP در سال ۲۰۲۰ نیز بیش از ۰/۹۹ درصد است.

ارزیابی صحت و دقت برای درک نتایج به‌دست آمده و به کار بردن این نتایج برای تصمیم‌گیری بسیار حائز اهمیت است. این ارزیابی دقت شامل دقت طبقه‌بندی^۱ و کاپا کل^۲ هستند (Lu et al, 2004). میزان دقت طبقه‌بندی در هر طبقه مشخص و در جدول ۴ ارائه شده است. مطابق این جدول، برای سال ۱۹۸۶ دقت طبقه اراضی ساخته شده، طبقه باغ و طبقه پهله آبی ۱۰۰ درصد است. همچنین دقت طبقه کشاورزی آبی ۰/۹۹ درصد است. میزان دقت کلی طبقه‌بندی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا با روش Filter-Fuzzy ARTMAP در سال ۱۹۸۶ نیز بیش از

جدول ۴. ارزیابی دقت طبقه‌بندی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا با روش Filter-Fuzzy ARTMAP (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

طبقه کاربری اراضی	دقت طبقه‌بندی (KIA) سال ۱۹۸۶	دقت طبقه‌بندی (KIA) سال ۲۰۲۰
اراضی ساخته شده	۱/۰۰	۱/۰۰
کشاورزی آبی	۰/۹۹	۱/۰۰
باغ	۱/۰۰	۱/۰۰
پهله آبی	۱/۰۰	۰/۹۹
کاپا کل (Overall Kappa)	۰/۹۹	۰/۹۹

1. KIA
2. Overall Kappa

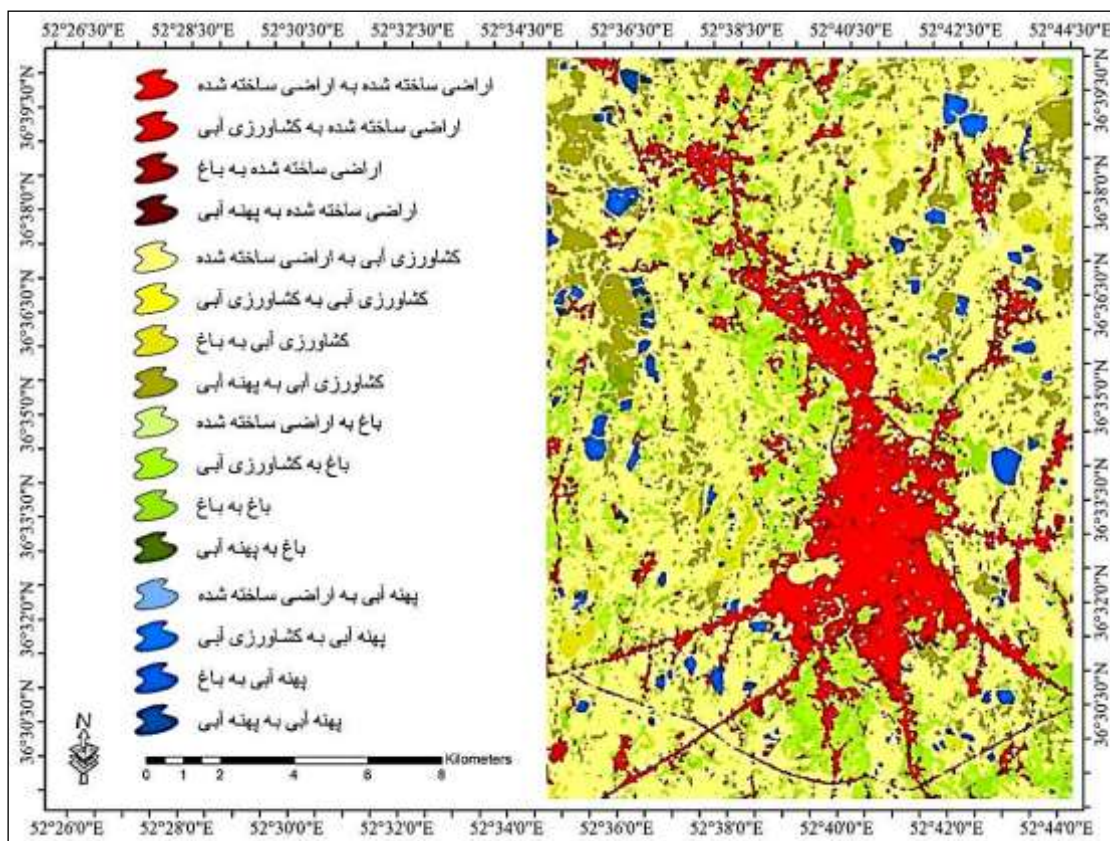
و امیرکلا به طور کلی در سال ۲۰۲۰ بیشترین تغییرات کاربری و پوشش زمین در طبقه کشاورزی آبی با ۶۴/۰۷ درصد صورت گرفته است. همچنین طبقه باغ ۱۵/۵۷، طبقه اراضی ساخته شده ۱۱/۳۲ درصد و طبقه پهنه آبی ۹/۰۳ درصد تغییرات داشته است. در سال ۱۹۸۶ نیز بیشترین تغییرات در طبقه کشاورزی آبی با ۵۸/۸۵ درصد صورت گرفته است. همچنین طبقه اراضی ساخته شده ۱۹/۶۶ درصد، طبقه باغ ۱۸/۶۲ درصد و پهنه آبی ۲/۸۶ درصد تغییرات داشته است. این تغییرات در شکل ۴ قابل مشاهده است.

پایش تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ بر اساس مدل کراس‌تب

با استفاده از مدل کراس‌تب (CrossTab) در محیط نرم‌افزار IDRISI TerrSet تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ در قالب جدول ۵ و شکل ۴ ارائه شده است. در جدول ۵ مجموع ستون‌ها نشان‌دهنده سال قدیم (۱۹۸۶) و مجموع ردیف‌ها نشان‌دهنده سال جدید (۲۰۲۰) هستند. در محدوده شهری بابل

جدول ۵. تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا بر اساس مدل کراس‌تب (هکتار) (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

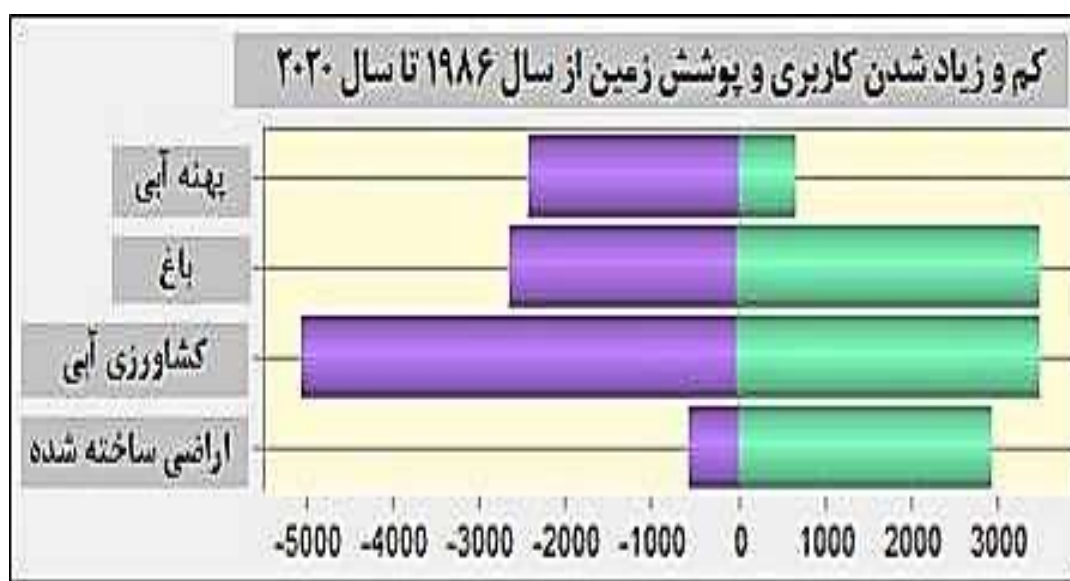
درصد	مجموع	پهنه آبی	باغ	کشاورزی آبی	اراضی ساخته شده	طبقه کاربری اراضی
۱۱/۳۲	۳۲۴۴/۷۷	۰/۷۲	۳۵۸/۲۹	۲۰۵/۱۱	۲۶۸۰/۶۵	اراضی ساخته شده
۶۴/۰۷	۱۸۳۶۳/۷۸	۳۳۲/۰۱	۳۰۴۰/۵۶	۱۳۳۲۶/۳	۱۶۶۴/۹۱	کشاورزی آبی
۱۵/۵۷	۴۴۶۲/۰۲	۳۳۵/۲۵	۱۸۱۵/۰۳	۱۰۵۴/۲۶	۱۲۵۷/۴۸	باغ
۹/۰۳	۲۵۸۹/۳۹	۱۵۳	۱۲۳/۵۷	۲۲۸۱/۱۴	۳۱/۶۸	پهنه آبی
۱۰۰	۲۸۶۵۹/۹۶	۸۲۰/۹۸	۵۳۳۷/۴۵	۱۶۸۶۶/۸۱	۵۶۳۴/۷۲	مجموع
	۱۰۰	۲/۸۶	۱۸/۶۲	۵۸/۸۵	۱۹/۶۶	درصد



شکل ۴. تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا بر اساس مدل کراس‌تب (هکتار) (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

امیرکلا داشته است. علت اصلی تبدیل کشاورزی آبی و باغ به اراضی ساخته شده سوداگری زمین و مسکن توسط سودجویان است، به طوری که حتی قسمت‌هایی از پهنه آبی شامل تالاب-های اطراف شهر توسط سودجویان خشکانده و تبدیل به ساختمان شده است. در سمت راست این شکل نیز، میزان مساحت اضافه شده برای هر کاربری مشخص شده است. همانطور که مشاهده می‌شود کشاورزی آبی و بعد از آن باغ، بیشترین و پهنه آبی، کمترین مساحت اضافه شده را از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ در محدوده شهری بابل و امیرکلا داشته است. علت آن نیز عمدتاً تبدیل تالاب‌های اطراف شهر به زمین کشاورزی یا باغ بوده است. همچنین جالب توجه است، اراضی ساخته شده در رتبه سوم بیشترین مساحت اضافه شده قرار دارد.

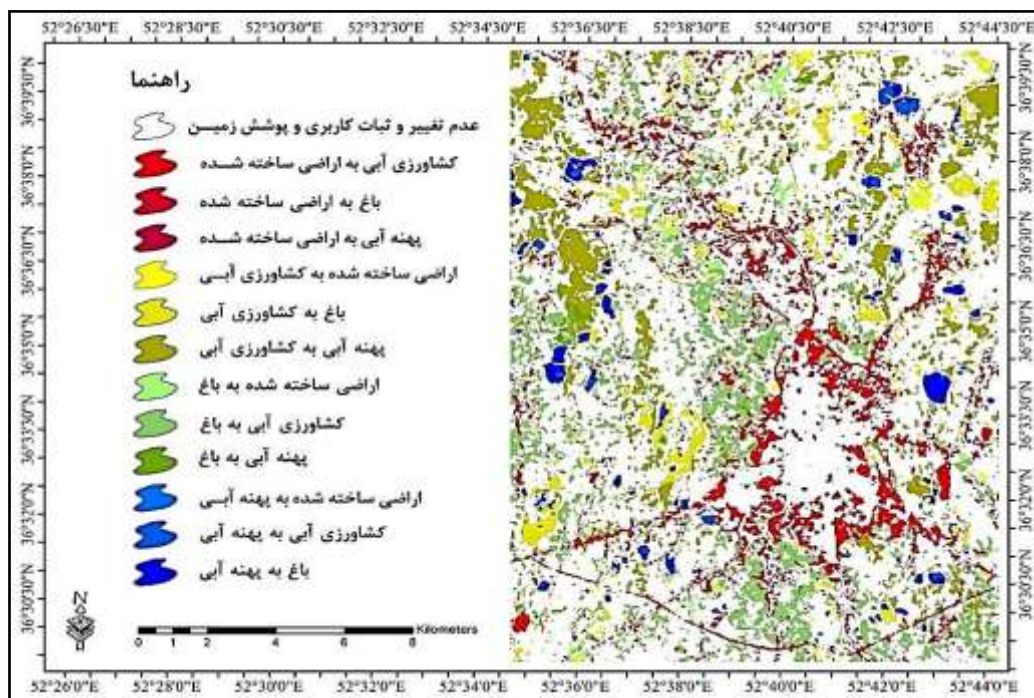
پایش تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ بر اساس مدل LCM
با استفاده از مدل LCM (Land Change Modeler) در محیط نرم‌افزار IDRISI TerrSet تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ پایش می‌شود. در شکل ۵، تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا بر اساس مدل LCM در قالب شکل ارائه شده است. در سمت چپ این شکل، میزان مساحت از دست رفته برای هر کاربری مشخص شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، کشاورزی آبی بیشترین و اراضی ساخته شده، کمترین مساحت از دست رفته را از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ در محدوده شهری بابل و



شکل ۵. تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا بر اساس مدل LCM (هکتار) (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

کاربری و پوشش زمین از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ در محدوده شهری بابل و امیرکلا است. این نقشه بسیار کلی است و تمامی تغییرات کاربری و پوشش زمین را نشان می‌دهد.

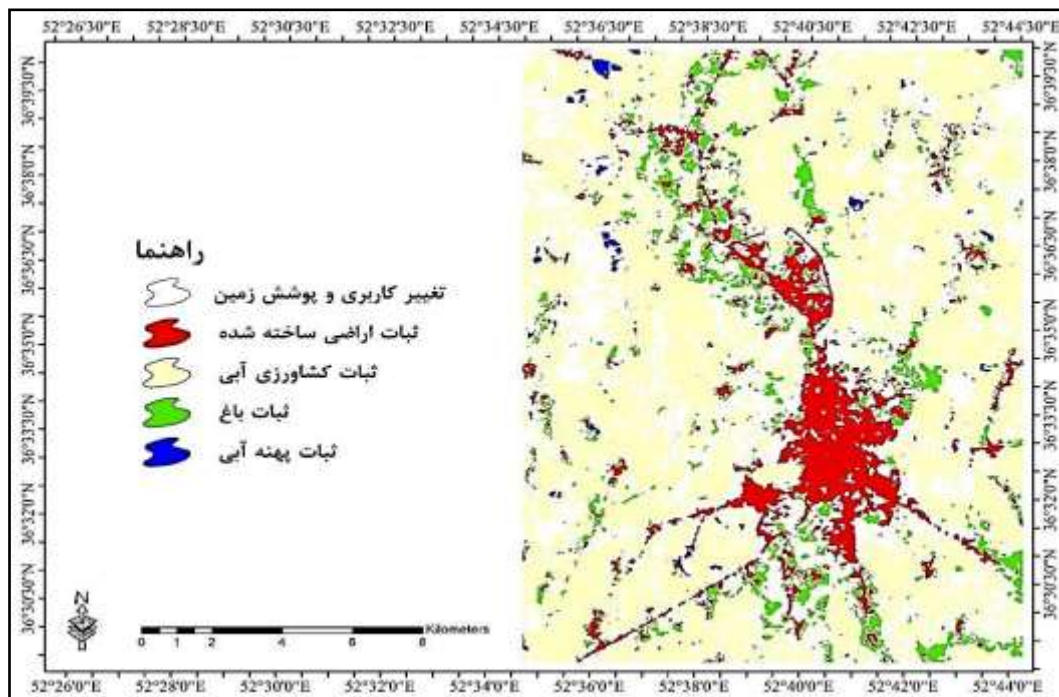
در شکل ۶، نقشه تغییرات فضایی محدوده شهری بابل و امیرکلا از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ بر اساس مدل LCM ارائه شده است. در این نقشه که خروجی دستور Map changes است، رنگ سفید نشان‌دهنده عدم تغییر و ثبات



شکل ۶. تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا بر اساس مدل LCM (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

کاربری اراضی طی سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۲۰ در شهر بابل است. این نقشه نیز بسیار کلی است و چگونگی ثبات کاربری و پوشش زمین را نشان می‌دهد.

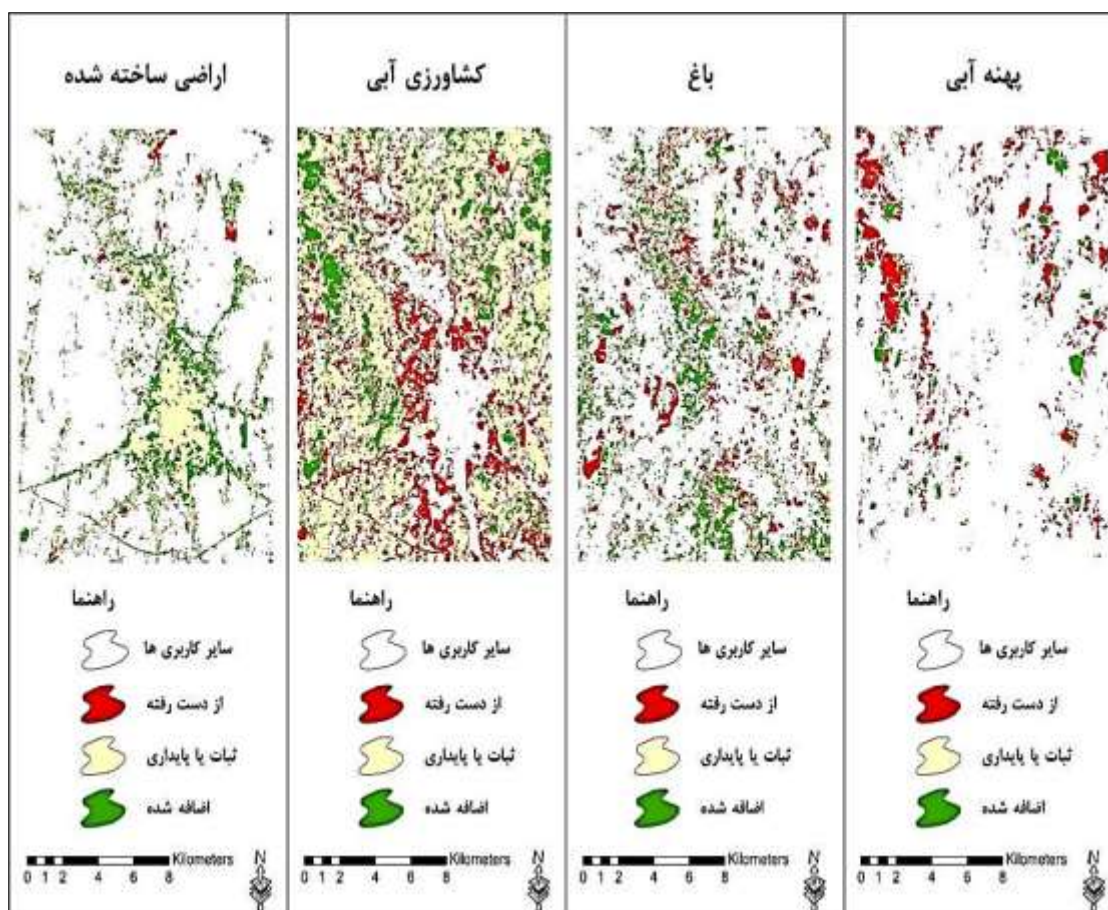
همچنین با دستور Map persistence پایداری یا ثبات (عدم تغییر) کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ مشخص و در شکل ۷ ارائه شده است. در این شکل رنگ سفید نشان‌دهنده تغییر



شکل ۷. ثبات کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا بر اساس مدل LCM (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

همچنین پایداری یا ثبات (عدم تغییر) اراضی ساخته شده، کشاورزی آبی، باغ و پهنه آبی محدوده شهری بابل و امیرکلا از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ ارائه شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، کشاورزی آبی بیشترین مساحت از دست رفته را به خود اختصاص داده است.

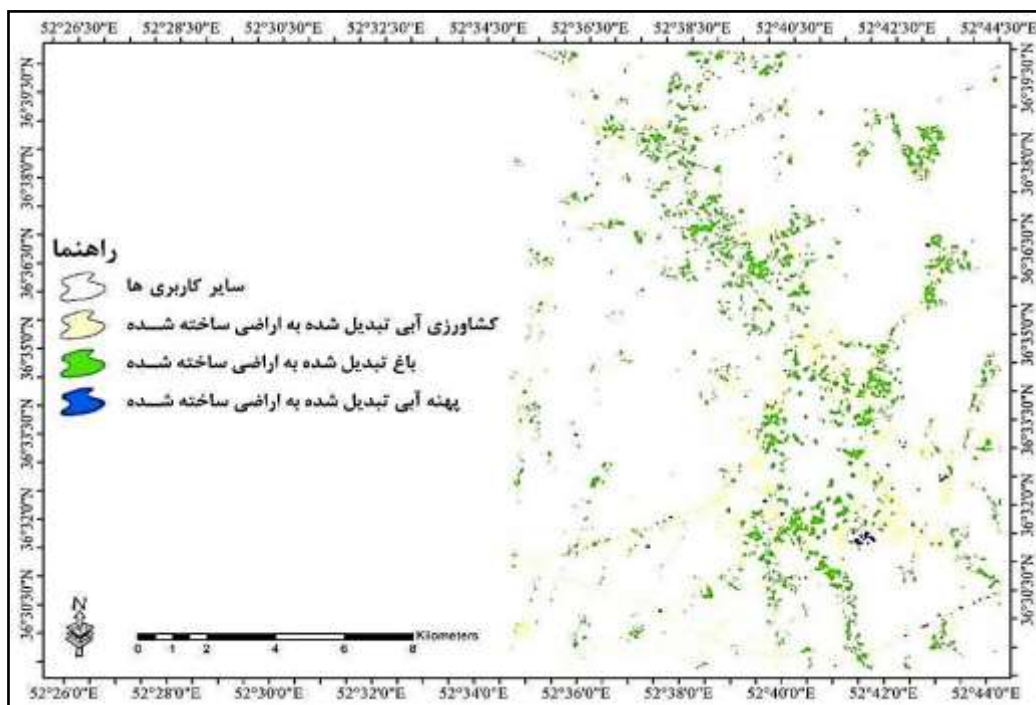
همچنین با دستور Map gains/losses in اضافه شده، از دست رفته و همچنین پایداری یا ثبات (عدم تغییر) هر کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ مشخص شده است. در شکل ۸ چگونگی کاربری از طریق میزان های اضافه شده، از دست رفته و



شکل ۸. اضافه شده، از دست رفته و ثبات اراضی ساخته شده، کشاورزی آبی، باغ و پهنه آبی محدوده شهری بابل و امیرکلا بر اساس مدل LCM (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ ارائه شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، کاربری باغ بیشترین مساحت تبدیل شده به اراضی ساخته شده را به خود اختصاص داده است و بعد از آن، کشاورزی آبی دارای بیشترین مساحت تبدیل شده به اراضی ساخته شده است. علت اصلی تمامی این تغییرات نیز سوداگری زمین و مسکن توسط سودجویان است.

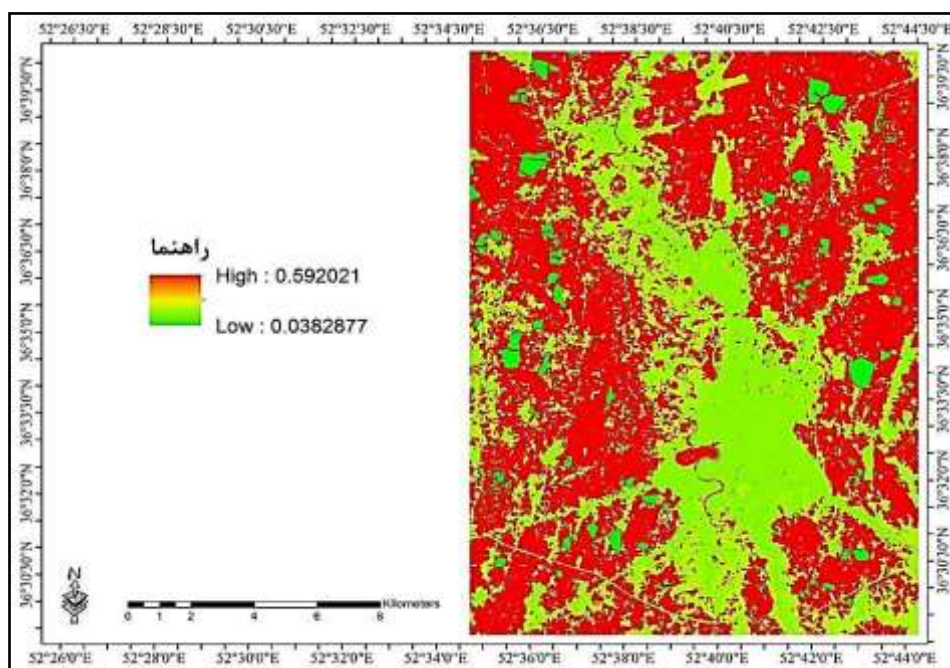
با توجه به اهمیت کاربری اراضی ساخته شده، با استفاده از دستور Map the transition from کاربری‌های تبدیل شده به اراضی ساخته شده در محدوده شهری بابل و امیرکلا از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ مشخص شده‌اند. در شکل ۹ مجموع کاربری‌های (به تفکیک کشاورزی آبی، باغ و پهنه آبی) تبدیل شده به اراضی ساخته شده در محدوده شهری بابل و امیرکلا از



شکل ۹. کاربری‌های تبدیل شده به اراضی ساخته شده در محدوده شهری بابل و امیرکلا بر اساس مدل LCM (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

های قرمز رنگ که عمدتاً شامل باغ و کشاورزی آبی است احتمال نقل و انتقالات کاربری، زیاد و در قسمت‌های سبز رنگ که عمدتاً شامل اراضی ساخته شده و پهنه آبی است احتمال نقل و انتقالات کاربری، کم است.

سپس با دستور Transition Potentials نقل و انتقالات بالقوه کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ مشخص شده است. نقشه آن در شکل ۱۰ ارائه شده است. مطابق این شکل، در قسمت-



شکل ۱۰. نقل و انتقالات بالقوه کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا بر اساس مدل LCM (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

پیش‌بینی می‌شود. در این راستا در ابتدا با استفاده از دستور Markov در محیط نرم‌افزار IDRISI TerrSet احتمال تغییر کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا تا سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی و در جدول ۶ ارائه شده است.

پیش‌بینی وضعیت کاربری و پوشش زمین در سال ۲۰۳۰

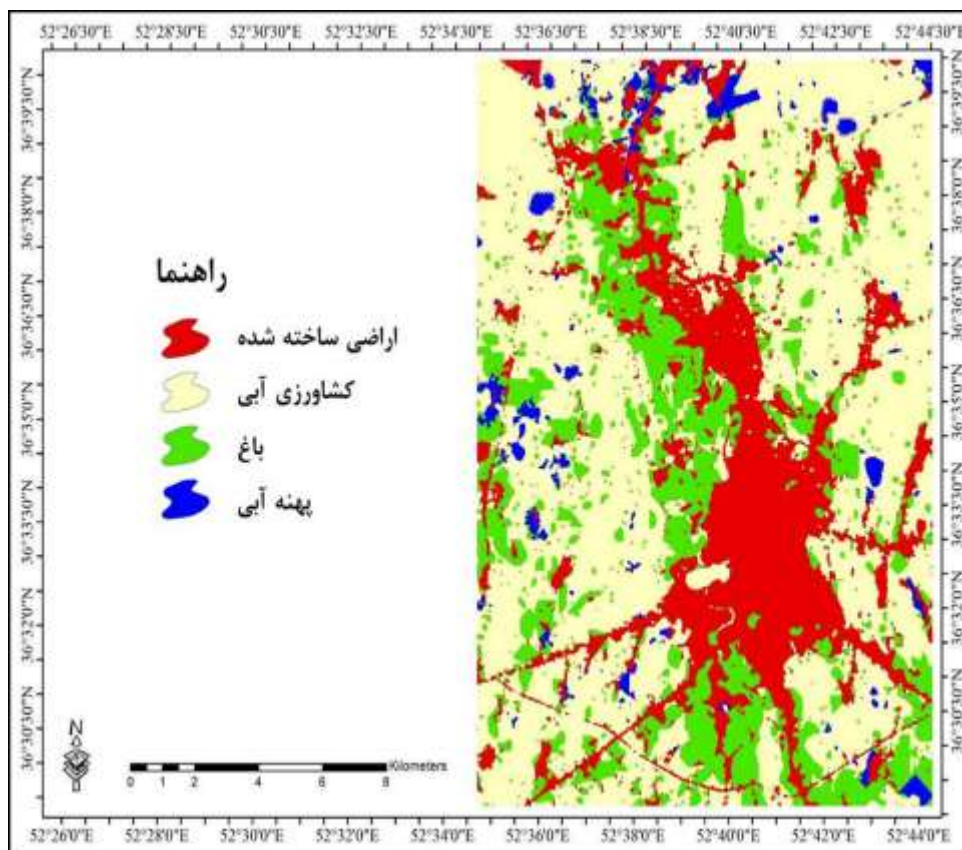
در این مرحله، کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال ۲۰۳۰ با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف^۱

جدول ۶. احتمال تغییر کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا تا سال ۲۰۳۰ بر اساس مدل زنجیره‌ای مارکوف (به درصد)

پهنه آبی	باغ	کشاورزی آبی	اراضی ساخته شده	طبقه کاربری اراضی
۰	۶/۳۵	۱/۴۳	۹۲/۲۲	اراضی ساخته شده
۰/۷۲	۱۲/۳۶	۸۵/۹	۱/۰۲	کشاورزی آبی
۱۱/۴۴	۶۰/۱۱	۹/۶۴	۱۸/۸۱	باغ
۱۰/۸۶	۰	۸۹/۱۴	۰	پهنه آبی

شهری بابل و امیرکلا در سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی و نتیجه آن در شکل ۱۱ ارائه شده است.

سپس با دستور CA-Markov در محیط نرم‌افزار IDRISI TerrSet نقشه کاربری و پوشش زمین محدوده



شکل ۱۱. پیش‌بینی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا بر اساس مدل زنجیره‌ای مارکوف (۲۰۳۰)

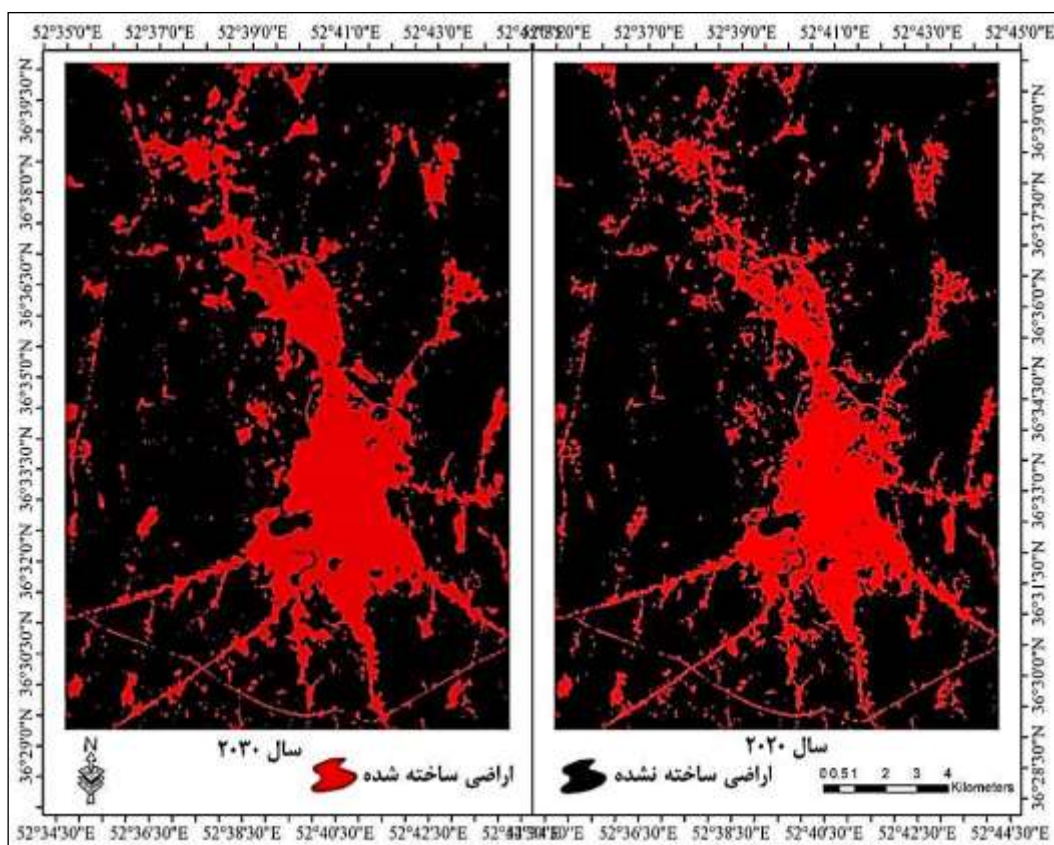
همچنین مساحت هر یک از طبقه‌های کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال ۲۰۳۰ محاسبه شده و در جدول ۷ ارائه شده است. مطابق این جدول اراضی ساخته شده ۶۳۷۲/۷۲ هکتار (۲۲/۲۴ درصد)، کشاورزی آبی ۱۵۸۱۶/۵۱ هکتار (۵۵/۱۹ درصد)، باغ ۵۶۵۰/۶۵ هکتار (۱۹/۷۲ درصد) و پهله آبی ۸۲۰/۰۸ هکتار (۲/۸۶ درصد) از محدوده شهری بابل و امیرکلا را پوشش می‌دهد.

جدول ۷. مساحت طبقه‌های کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال ۲۰۳۰ بر اساس مدل زنجیره‌ای مارکوف

طبقه‌های کاربری اراضی	مساحت (هکتار)	درصد
اراضی ساخته شده	۶۳۷۲/۷۲	۲۲/۲۴
کشاورزی آبی	۱۵۸۱۶/۵۱	۵۵/۱۹
باغ	۵۶۵۰/۶۵	۱۹/۷۲
پهله آبی	۸۲۰/۰۸	۲/۸۶

در ادامه، نقشه پیش‌بینی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال ۲۰۳۰ با دستور Reclass در محیط نرم‌افزار IDRISI TerrSet و به‌کارگیری منطق

بولین به دو طبقه اراضی ساخته نشده (۰) و اراضی ساخته شده (۱) تقسیم و نتیجه آن در شکل ۱۲ ارائه شده است.



شکل ۱۲. اراضی ساخته نشده و اراضی ساخته شده محدوده شهری بابل و امیرکلا (۲۰۲۰-۲۰۳۰)

در جدول ۷، نسبت اراضی ساخته شده به اراضی ساخته نشده محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال ۲۰۳۰ برابر ۲۸/۵۹ درصد است.

در جدول ۷، نسبت اراضی ساخته شده به اراضی ساخته نشده محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال ۲۰۳۰ مشخص شده است. مطابق این جدول، نسبت اراضی ساخته شده به

جدول ۷. نسبت اراضی ساخته شده به اراضی ساخته نشده محدوده شهری بابل و امیرکلا (۲۰۳۰)

سال	طبقه‌های کاربری و پوشش زمین	مساحت (متر مربع)	مساحت (هکتار)	نسبت اراضی ساخته شده به اراضی ساخته نشده
۲۰۳۰	اراضی ساخته شده	۶۳۷۲۷۲۰۰	۶۳۷۲/۷۲	۲۸/۵۹
	اراضی ساخته نشده	۲۲۲۸۷۲۴۰۰	۲۲۲۸۷/۲۴	

بحث و نتیجه‌گیری

محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال‌های اخیر دچار تحولات اقتصادی و اجتماعی مهمی بوده است. به‌ویژه مهاجرت روزافزون جمعیت از روستاهای اطراف به این محدوده شهری، مشکلات و معضلات بسیاری را برای مدیریت شهری به وجود آورده است. از جمله این مشکلات، می‌توان به نارسایی در ارائه خدمات به شهروندان و کمبود زمین مناسب برای ساخت مسکن و در نتیجه تخریب زمین‌های کشاورزی حاشیه شهر و رشد خودرو و برنامه‌ریزی نشده شهری اشاره کرد. از این رو آگاهی از تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین این محدوده در سال‌های اخیر و به‌ویژه پیش‌بینی این تغییرات در سال‌های آینده می‌تواند مدیران شهری بابل و امیرکلا را در تصمیم‌گیری جهت مقابله با پراکنده‌روی و رشد برنامه‌ریزی نشده شهری یاری رساند. از این رو، پژوهش حاضر با هدف پایش و پیش‌بینی تغییرات فضایی کاربری و پوشش زمین در محدوده شهری بابل و امیرکلا در دوره ۱۹۸۶ تا ۲۰۳۰ انجام شده است. پس از دریافت تصاویر ماهواره لندست ۵ (سنجنده TM) برای سال ۱۹۸۶ و تصاویر ماهواره لندست ۸ (سنجنده OLI) برای سال ۲۰۲۰ و پردازش و طبقه‌بندی آن‌ها در نرم‌افزار IDRISI TerrSet نمایان شد که در سال ۱۹۸۶ اراضی ساخته شده ۱۱/۳۲ درصد، کشاورزی آبی ۶۴/۰۷ درصد، باغ ۱۵/۵۷ درصد و پهنه آبی ۹/۰۳ درصد و در سال ۲۰۲۰ اراضی ساخته شده ۱۹/۶۶ درصد، کشاورزی آبی ۵۸/۸۵ درصد، باغ ۱۸/۶۲ درصد و پهنه آبی ۲/۸۶ درصد از محدوده شهری بابل و امیرکلا را پوشش می‌دهد. همچنین مشخص شد که نسبت اراضی ساخته شده به اراضی ساخته نشده محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال ۱۹۸۶ برابر ۱۲/۷۷ درصد و در سال ۲۰۲۰ برابر ۲۴/۴۷ درصد بوده است. نتایج مدل کراس‌تب نیز نمایان کرد که کشاورزی آبی، بیشترین تغییرات را از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ داشته است. نتایج مدل LCM نیز مشخص کرده است که از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۲۰ کاربری کشاورزی آبی، بیشترین

مساحت از دست رفته را به خود اختصاص داده است. باغ نیز بیشترین مساحت تبدیل شده به اراضی ساخته شده را دارد و بعد از آن کشاورزی آبی، بیشترین مساحت تبدیل شده به اراضی ساخته شده را به خود اختصاص داده است. همچنین نمایان شده است که احتمال نقل و انتقالات باغ و کشاورزی آبی، زیاد و احتمال نقل و انتقالات اراضی ساخته شده و پهنه آبی، کم است. مطابق نقشه پیش‌بینی کاربری و پوشش زمین محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال ۲۰۳۰، اراضی ساخته شده ۲۲/۲۴ درصد، کشاورزی آبی ۵۵/۱۹ درصد، باغ ۱۹/۷۲ درصد و پهنه آبی ۲/۸۶ درصد از این محدوده را پوشش می‌دهد. همچنین نسبت اراضی ساخته شده به اراضی ساخته نشده محدوده شهری بابل و امیرکلا در سال ۲۰۳۰ برابر ۲۸/۵۹ درصد است. بنابراین پیش‌بینی می‌شود که نسبت اراضی ساخته شده به اراضی ساخته نشده ۴/۱۲ درصد از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ رشد خواهد داشت. با توجه به نتایج به دست آمده، می‌توان بیان داشت که نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش عبدالرحمان و همکاران (۲۰۱۷)، درویشی و همکاران (۱۳۹۹)، حسین‌زاده (۱۳۹۹)، قنبری و همکاران (۱۳۹۹) و سلیمانی (۱۳۹۹) به لحاظ روند کاهش مساحت کشاورزی آبی و به همان نسبت روند افزایشی اراضی ساخته شده مطابقت دارد.

با توجه به اینکه رشد اراضی ساخته شده با تبدیل قسمت‌هایی از کاربری باغ و اراضی کشاورزی به اراضی ساخته شده همراه است، راهکارهایی جهت حفاظت از کاربری باغ و اراضی کشاورزی در محدوده شهری بابل و امیرکلا ارائه می‌شود:

- توجه به مباحث رشد هوشمند و شهر فشرده توسط مدیران شهر بابل و شهر امیرکلا
- توجه به رویکرد توسعه میان افزا و استفاده از زمین‌های بایر درون شهر توسط مدیران شهر بابل و امیرکلا
- اجرای دقیق قوانین طرح‌های توسعه شهری و مقررات مصوب جهت جلوگیری از توسعه خودرو و برنامه‌ریزی نشده در محدوده شهری بابل و امیرکلا

۴) نظارت نهادهای قانونی بر زمین‌های کشاورزی و باغ-های اطراف شهرهای بابل و امیرکلا به منظور جلوگیری از سوداگری زمین و مسکن.

منابع

- حسین‌زاده، رباب (۱۳۹۹). بررسی رشد شهری و تبدیل اراضی زراعی و بایر به توده شهری، مطالعه موردی: شهر ارومیه. *فصلنامه علمی مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۵(۲)، ۱۸۴-۱۶۹.
- درویشی، شادمان، سلیمانی، کریم و شعبانی، مرتضی (۱۳۹۹). تحلیل و پیش‌بینی روند رشد شهری و تأثیر آن بر کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور و مدل CA-Markov. مطالعه موردی: شهرهای مریوان، بانه و سقز. *فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر»*، ۲۹(۱۱۴)، ۱۴۷-۱۶۳.
- روستایی، شهرپور، احدنژاد، محسن و فرخی صومعه، مینا (۱۳۹۱). سنجش فضایی گستردگی شهری با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره ای چندزمانه، مطالعه موردی: شهر ارومیه. *نشریه جغرافیا و برنامه ریزی*، ۱۸(۵۰)، ۲۰۶-۱۸۹.
- سلیمانی، کریم (۱۳۹۹). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهر ساری با استفاده از سنجش از دور. *مطالعات ساختار و کارکرد شهری*، ۷(۲۴)، ۵۷-۷۲.
- شعبه، اسماعیل (۱۳۷۷). *مقدمه‌ای بر مبانی برنامه ریزی شهری*. تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
- عبدلهی، علی اصغر، خبازی، مصطفی و درانی، زهرا (۱۳۹۸). مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی شهر لاهیجان با رویکرد توسعه پایدار. *فصلنامه شهر پایدار*، ۳-۱۷(۴).
- فتح‌الهی روباری، معصومه، خان‌محمدی، مهرداد و نصیراحمدی، کامران (۱۳۹۷). مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل‌ساز تغییر سرزمین (LCM)، مطالعه موردی: شهرستان نکا. *مجله اکوسیستم‌های طبیعی ایران*، ۱۹(۱)، ۶۹-۵۳.
- فروغی‌فر، اکرم و دشتی، سولماز (۱۳۹۹). آشکارسازی تغییرات *Agricultur*, 1(3), 1-6.
- Berling-Wolff, S., & Wu, J. (2004). Modeling urban landscape dynamics: A review. *Ecological Research*, 19(1),
- کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، مطالعه موردی: شهرستان شوش. *فصلنامه علمی - پژوهشی برنامه ریزی توسعه کالبدی*، ۷(۳)، ۱۰۱-۱۱۴.
- قنبری، رعنا، غلامی، یونس و حسینی، سید احمد (۱۳۹۹). ارزیابی اثرات پراکنده‌رویی در تغییر کاربری اراضی شهرهای میانه اندام، مطالعه موردی: شهر قروه. *مطالعات ساختار و کارکرد شهری*، ۷(۲۵)، ۲۹-۷.
- کاظم، امیرحسین، فرهاد، حسینعلی و آل شیخ، علی‌اصغر (۱۳۹۴). مدل‌سازی رشد شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای متوسط مقیاس و مبتنی بر روش خودکاره‌های سلولی، مطالعه موردی: شهر تهران. *فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر»*، ۲۴(۹۴)، ۵۸-۴۵.
- کریمیان، کیان، امینی، عباس، باقری بداغ‌آبادی، محسن و قیومی‌محمدی، حمید (۱۳۹۹). پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست، مطالعه موردی: دشت خان میرزا). *پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، ۵۲(۲)، ۴۱۹-۴۳۶.
- لحمیان، رضا (۱۳۹۷). ارزیابی اثرات بافت کالبدی در افزایش امنیت فضاهای شهری، مطالعه موردی: محلات شهر امیرکلا. *فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، ۱۰(۲)، ۲۹۵-۳۱۳.
- میرعلیزاده‌فرد، سیدرضا و علی‌بخشی، سیده مریم (۱۳۹۵). پایش و پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف و مدل‌ساز تغییر کاربری اراضی، مطالعه موردی: دشت برتش دهلران ایلام. *فصلنامه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، ۷(۲)، ۴۵-۳۳.
- نیک‌پور، عامر و حسنعلی‌زاده، میلاد (۱۳۹۸). تحلیل الگوهای فضایی شاخص‌های سالمندی جمعیت در شهر بابل. *مطالعات توسعه‌ی اجتماعی- فرهنگی*، ۱۸(۱)، ۹-۳۱.
- دارابی، حسن، سیدی‌فر، لیدا، امیری، محمدجواد، کرباسی، عبدالرضا و آقامحمدی، حسین (۱۳۹۹). پیش‌بینی تغییر کاربری اراضی شهری تبریز، با استفاده از مدل SLEUTH. *فصلنامه علمی - پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، ۷(۳)، ۲۱-۳۳.

- 119-129.
- Dadi, D., Azadi, H., Senbeta, F., Abebe, K., Taheri, F., & Stellmacher, T. (2016). Urban sprawl and its impacts on land use change in Central Ethiopia. *Urban Forestry & Urban Greening*, 16, 123-141.
- Erasu, d. (2017). Remote, Sensing-Based Urban Land Use/Land Cover Change Detection and Monitoring. *Journal of Remote Sensing & GIS*, 6(2), 1-5.
- Fan, C, & Myint, S. (2017). A comparison of spatial autocorrelation indices and landscape metrics in measuring urban landscape fragmentation. *Landscape and Urban Planning*, 121, 117-128.
- Hietel, E., Waldhardt, R., & Otte, A. (2004). Analysing Land-Cover Changes in Relation to Environmental Variables in Hesse, Germany. *Landscape Ecology*, 19, 473-489.
- Li, H., Wei, Y.D., & Korinek, K. (2018). Modeling Urban expansion in the transitional Greater Mekong Region. *Urban Studies*, 55(8), 1729-1748.
- Lu, D., Mausel, P., Brondi'zio, E., & Moran, E. (2004). Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25(12), 2365-2407.
- Shravya, S., & Sridhar, P. (2017). Land use and Land Cover Change Detection for Delhi Region through Remote Sensing Approach. *International Journal for Scientific Research & Development*, 4(11), 54-58.

