نشریه علمی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی
سال هفتم، شماره ۴ (سری جدید)، پیاپی ۲۸، زمستان ۱۴۰۱ (۴۶-۳۱)

Journal of Physical Development Planning
Vol. 7, No. 4, (New Series), Winter 2022 (31-46)

مقاله پژوهشی

پایش تحولات نظام کاربری اراضی و پیش‌بینی تغییرات بر اساس مدل زنجیره مارکوف (مورد مطالعه: روستاهای حریم شهر سبزوار)

محمدجواد صفایی[۱]، رحمان زندی[۲*]، مهدی زنگنه[۳]، نرگس سپهری صدر[۴]

۱. استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
۲. دانشیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
۳. استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
۴. کارشناس‌ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

(دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۹ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۲)

Monitoring Land Use System Changes and Predicting Changes Based on Markov Chain Model (Case Study: Sabzevar City)

Mohammad Javad Safaei[1], Rahman Zandi[2*], Mahdi Zanganeh[3], Narges Sepehri Sadr[4]

۱. Assistant Professor, Department of Geography, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran
2. Associate Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Sabzevar Hakim University, Sabzevar, Iran
۳. Assistant Professor, Department of Geography, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran
٤. M.A. in Geography and Rural Planning, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

(**Received:** 18/Feb/2022 **Accepted:** 23/Jun/2022)

Abstract

Urban sprawl is a well-known feature of most cities in developing countries. Unbalanced urban expansion towards the surrounding rural areas has led to the disorderly development of the city, the destruction of natural lands and the conversion of suitable agricultural lands to other uses. The current research was conducted with the aim of investigating and predicting land use changes in villages around Sabzevar city. The current research is descriptive-inferential in terms of its practical purpose, and analytical-composite research from the point of view of doing it. In this research, four major uses of built spaces, gardens, vegetation and barren spaces have been investigated and predicted. The time period of the images from 1985 to 2020 is considered to examine the changes in uses and to 2040 for forecasting. To process images, Kappa coefficient and Markov chain models have been used in GIS, ENVI, Tersset and SAGA programs. The results show that the development of built uses will cause changes in vegetation and garden classes and reduce barren land use. Markov model prediction shows that the area of built spaces in 1985 was equal to 13 square kilometers, which increased to 42 square kilometers in 2020 and is predicted to reach 54 square kilometers in 2040, with an annual growth of 1.3 percent.

Keywords: Land use, Surrounding villages, Sabzevar.

چکیده

خزش شهری از ویژگی‌های شناخته شده اکثر شهرهای کشورهای در حال توسعه است؛ به طوری که این خزش ناموزون، مناطق شهری به نواحی روستایی پیرامونی، منجر به توسعه بدقواره شهر، تخریب اراضی طبیعی و تبدیل اراضی با کیفیت کشاورزی به سایر کاربری‌ها شده است. در پی چنین ضرورتی پژوهش حاضر با هدف بررسی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی روستاهای حریم شهر سبزوار صورت گرفته است. نوع تحقیق از حیث هدف کاربردی، و روش انجام آن توصیفی- استنباطی و از منظر انجام پژوهش تحلیلی_ترکیبی است. در این پژوهش چهار کاربری عمده فضاهای ساخته شده، باغی، پوشش گیاهی و بایر مورد بررسی و پیش بینی قرار گرفته‌اند. دوره زمانی تصاویر از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰ جهت بررسی تغییرات کاربری ها و تا سال ۲۰۴۰ جهت پیش بینی در نظر گرفته شده است. جهت پردازش تصاویر از مدل‌های ضریب کاپا و زنجیره مارکوف در قالب برنامه‌های GIS، ENVI، Tersset و SAGA استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که توسعه کاربری‌های ساخته شده، تغییرات طبقات پوشش گیاهی و باغی و کاهش کاربری بایر را در پی خواهد داشت. پیش‌بینی مدل مارکوف نشان می‌دهد،مساحت فضاهای ساخته شده در سال ۱۹۸۵ برابر با ۱۳ کیلومترمربع بوده که در سال ۲۰۲۰، به ۴۲ کیلومترمربع افزایش یافته و پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۴۰ به ۵۴ کیلومترمربع برسد که نسبت به سال ۲۰۲۰ سالانه رشد ۱/۳ درصدی را در پی خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: کاربری زمین، روستاهای حریم، سبزوار.

نویسنده مسئول: رحمان زندی

*Corresponding Author: Rahman Zandi
E-mail: r.zandi@hsu.ac.ir

مقدمه

گسترش غیرقابل کنترل رشد جمعیت و مهاجرت به مناطق شهری موضوعاتی همچون خزش شهری را ایجاد کرده است. با این‌حال، رشد جمعیت و خزش شهری هر دو به طور مستقیم به یکدیگر وابسته هستند. اصلاحات اقتصادی و اتخاذ راهبرد صنعتی شدن، اقتصاد مناطق روستایی را به شدت تغییر داده و در نتیجه روستاها را به شهرهای بدون برنامه تبدیل کرده است. از این رو، خزش شهری را به عنوان تغییر مناطق روستایی به شهرهای کوچک نیز می‌توان تلقی کرد که تبعاتی مانند از بین رفتن محیط زیست و زمین‌های کشاورزی و جنگل‌ها را در پی داشته است (Deep and Saklani, ۲۰۱۴: ۱۷۵). شهرهای بزرگ در کشورهای درحال توسعه به دلیل تمرکز بیش از اندازه جمعیت وسرمایه برای رشد و گسترش خود به سوی نواحی پیرامونی کشیده شده و تغییرات طبیعی، اجتماعی-اقتصادی، تغییرکاربری اراضی کشاورزی و در نتیجه ناپایداری کشاورزی در روستاهای پیرامونی ایجاد می‌کند (Li and Nadolniyak, 2013: 77). گرچه تنها در سه درصد از خشکی‌های زمین توسط بشر ساخت و ساز صورت پذیرفته است، با این حال این موضوع در مقیاس جهانی و محلی آثار متعدد و عموماً منفی بر شرایط محیطی داشته است (Herold et al, 2003: 286). گرچه شهرها در گذشته به عنوان شاخص پیشرفت و تمدن به‌شمار می‌رفتند، امروزه در اثر انفجار جمعیت، برخلاف توسعه و مدنیت گام برمی‌دارند و با گسترش فضایی ناهنجار، به ضرر زیرساخت‌های اکولوژیک عمل می‌کنند (نظریان؛ ۲۰۰۸: ۱۲). این موضوع خصوصاً در کشورهای در حال توسعه بیشتر قابل لمس است به طوری که در ایران یکی از مهم‌ترین مسائل در تمام شهرها، رشد شهرنشینی و به تبع آن پراکنده‌شدن شاخک‌های خزنده شهری بر اراضی پیراشهری است (حسین‌زاده و همکاران، ۲۰۰۶: ۲۱۳). تحولات اقتصادی، اجتماعی و سیاسی ایران خصوصاً از دهه ۱۳۴۰ به بعد و گسترش شهرنشینی مهمترین عامل در تغییر کاربری اراضی در شهرها و روستاهای کشور است. در سال‌های اخیر و همراه با پیشرفت مداوم تکنولوژی، محققان قادر شده‌اند تا تغییرات کاربری اراضی در مناطق شهری و روستایی را با دقت بالا پایش کرده و از نتایج حاصل در جهت برنامه‌ریزی‌های دقیق‌تر بهره‌مند شوند. این بررسی‌ها همچنین منجر به درک بهتر روابط و تعاملات انسان و محیط خواهد شد و نتیجتاً مدیریت بهتر و بهره‌برداری مناسب‌تر از منابع طبیعی را فراهم خواهد کرد (Lu et al, 2004: 2365). سبزوار از شهرهای پرجمعیت و بزرگ استان خراسان رضوی است که به لحاظ اقلیمی در منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک واقع شده است. مناطق خشک و نیمه‌خشک در سراسر کره زمین جزو مناطق حساس و شکننده به شمار می‌روند و لذا دارای اهمیت فراوان هستند. با توجه به روند افزایش جمعیت در سبزوار و در پی آن گسترش فیزیکی و ملحق شدن روستاهای پیرامونی به شهر، بررسی روند توسعه فیزیکی و گسترش شهر و پیش‌بینی این روند در آینده نه تنها به برنامه ریزان و مدیران در رفع مشکلات موجود یاری می‌دهد، بلکه می‌تواند مسیری مشخص و روشن برای برنامه‌ریزی‌های آینده ارائه دهد. قرارگیری شهر سبزوار و روستاهای تابعه آن در منطقه خشک و نیمه‌خشک کشور(شرایط اکولوژیکی بسیار شکننده و حساس) و افزایش رشد جمعیت و نیاز بیشتر به منابع غذایی و فضا (مکان) باعث شده تا شناخت و تحلیل تغییرات کاربری اراضی در مناطق روستایی پیرامونی این شهر اهمیت بسیاری یابد. گرچه مطالعات مشابه در این زمینه در مناطق مختلف ایران و جهان صورت گرفته است، با این حال ویژگی این تحقیق که شاید بتوان آن را عامل متمایز کننده آن نسبت به سایر مطالعات دانست، پیش‌بینی تغییرات روستاهای پیراشهری در آینده در یکی از شهرهای مستقر در منطقه خشک و نیمه‌خشک دانست. در این پژوهش با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در دوره زمانی ۵۵ سال و با بهره‌گیری از نرم‌افزار GIS برای تجزیه و تحلیل تصاویر، به بررسی تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۴۰ در روستاهای پیراشهری شهر سبزوار پرداخته خواهد شد تا ابتدا روند تغییرات از گذشته تا کنون مشخص و سپس روند تغییرات در آینده نیز پیش‌بینی شود. در همین راستا سوالات پژوهش به شرح ذیل است:

_ بیشترین تغییرات و انتقال در روستاهای حریم سبزوار در کدامیک از کاربری‌ها انجام شده است؟

_ بیشترین گسترش توسعه به سمت غرب شهر سبزوار خواهد بود؟

جنریت و همکاران[۱](۲۰۰۱) به منظور درک چگونگی تغییر چشم‌انداز بیابان‌ها در مرکز آریزونا به واسطه گسترش مناطق شهری، به آنالیز مکانی مجموعه‌هایی از الگوی کاربری اراضی از سال ۱۹۱۲ تا ۱۹۹۵ پرداخته‌اند. نتایج گسترش مناطق شهری با نتایج افزایش جمعیت در این دوره مطابق بوده است.

---

۱ Jenerette et al

در این تحقیق به منظور شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی از مدل مارکوف استفاده شده است. اکسین و همکاران[۱](۲۰۰۵: ۲۰۱۰) رشد شهری در حوزه خلیج تمپا با استفاده از داده‌های سنجش از دور را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه با اشاره به تبدیل چشم‌اندازهای طبیعی به اراضی ساخته شده شهری در اثر رشد جمعیت، اقدام به تهیه نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی منطقه اشاره شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست نموده و رشد اراضی شهری در طی دوره مورد مطالعه را سه برابر برآورد کرده و در نهایت با استفاده از مدل سلول‌های خودکار روند توسعه شهری را در سال ۲۰۲۵ پیش‌بینی نموده‌اند. واکل[۲]و همکاران(۲۰۰۵) به کمک تصاویر لندست طی دوره ۱۹۶۷–۱۹۹۷ به بررسی تغییرات کاربری اراضی در منطقه هیمالیای هند پرداختند و بیان داشتند که پوشش جنگلی با افزایش فشار جمعیت، فعالیت‌های کشاورزی و همچنین استخراج مواد خام در منطقه مورد مطالعه تغییر کرده است. دویانگ[۳](۲۰۰۵)، در مطالعهٔ توسعه شهری آدانا در ترکیه و اثرات زیست محیطی آن بیان داشته که با رشد ناموزون شهر و توسعه فیزیکی آن روستاها در شهر ادغام شده و باعث تغییر کاربری اراضی و نابودی اراضی کشاورزی در روستاهای مجاور شهری شده است. ژائو و همکاران[۴](۲۰۰۶) تغییرات کاربری اراضی را با استفاده از تصاویر TM و ETM در بازه‌های ۱۹۹۵، ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ در شمال شرقی چین پایش نمودند و نتیجه گرفتند که مساحت اراضی کشاورزی و علفزار کاهش یافته و در مقابل وسعت مناطق شهری، نواحی آبی و جنگلی افزایش داشته است. ژوآن و همکاران[۵](۲۰۰۸) تغییرات کاربری سرزمین ناشی از رشد شهر کیتاکیوشو در کشور ژاپن با استفاده از فنون سنجش از دور، سامانه اطلاعات جغرافیایی و رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین را بررسی نمودند. بدین منظور با بهره‌گیری از تعداد ۴ سری تصاویر ماهواره‌ای لندست در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵ میلادی، نقشه‌های رشد شهری تهیه نمودند. سپس با استفاده از مدل سلول‌های خودکار مارکوف میزان و شدت تغییرات را تا سال ۲۰۵۰ میلادی محاسبه کردند. نتایج این تحقیق مشخص کرد که رشد شهری شامل تغییر انواع مختلفی از طبقات کاربری سرزمین به کاربری سکونتگاهی است. لی و همکاران[۶](۲۰۱۱) زنجیره مارکوف را جهت مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با هدف بررسی توان رشد شهری و حفاظت از محیطزیست به کار گرفته و این پیش‌بینی را برای منطقه سگا (ژاپن) تا سال ۲۰۴۹ انجام داده‌اند. نتیجه این پیش‌بینی افزایش اراضی شهری و کاهش اراضی کشاورزی و پوشش جنگی در منطقه مورد مطالعه را نمایش داده است. بیانکا[۷](۲۰۱۲)، در پژوهش تغییرات کاربری اراضی پیرامون کلانشهر بوخارست ثابت کرد که مهمترین تغییرات شدید کاربری اراضی در زمین‌های اراضی کشاورزی بوده است. در این رابطه، خزش شهری کلانشهر بوخارست اراضی کشاورزی را تبدیل به ساخت و سازهای شهری، صنعتی و تجاری به ویژه در مجاور کانون‌های شهری و درامتداد جاده‌های اصلی در درون منطقه کلان شهری بوده است. استاوروس و چریسوس[۸](۲۰۱۳) از تصاویر لندست برای شناسایی تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی منطقه پروزا در پنینسولا یونان استفاده کردند. آن‌ها برای طبقه‌بندی تصاویر از روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و سیستم‌های پشتیبان بردار بهره گرفتند و توانستند تغییرات کاربری اراضی شهری، جنگلی، ساحلی و کشاورزی را شناسایی و میزان درصد تغییر هر کدام را مشخص کنند. بانآیی[۹](۲۰۱۴)، در بررسی خزش شهر ممفیس خاطرنشان کرده که، با توجه به پیامدهای زیست محیطی خزش شهری در شهر ممفیس، با افزایش خزش شهری ، اثرات منفی زیست محیطی(پوشش گیاهی ، پوشش جانوری زمین‌های کشاورزی) نیزدر منطقه افزایش یافته است.

چارلت تافا[۱۰](۲۰۱۴)، در تحلیل فضایی و زمانی خزش شهری در شهر دایرداوا در اتیوپی شرقی اظهار داشته که، خزش شهری در شهر دایرداوا گسترش چشمگیری داشته و همچنین این گسترش باعث تغییرات کاربری اراضی نواحی به-ویژه اراضی کشاورزی نواحی روستایی پیرامون شهر شده است. پندی و ستو (۲۰۱۴)، در بررسی آثار شهرنشینی بر روی زمین-های کشاورزی در هندوستان، دریافتند که از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۰ به منظور گسترش شهری کمتر از یک درصد ایالت‌ها

۱ Xian et al
۲ Wakeel et al
۳ Doygun
۴ Gao et al
۵ Guan et al
۶ Li et al
۷ Bianca
۸ Stavros & Chrysos
۹ Banai
۱۰ Chaltu Taffa

کل اراضی کشاورزی خود را از دست داده‌اند و اراضی کشاورزی در اطراف شهرهای کوچک بیشتر از شهرهای بزرگ از بین رفته‌اند. تینگ و یانگ[۱] (۲۰۱۵) در پژوهش خود به بررسی تغییرات کاربری اراضی شهری و توسعه شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند. آنان به این نتیجه رسیدند که ترکیب روش‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی می‌تواند نمایش بهتری از تغییرات اراضی شهری را ارائه دهد. اقبال و همکاران[۲] (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای روند تغییرات کاربری اراضی در منطقه شهری چیتاگونگ بنگلادش را طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۱ با داده‌های لندست بررسی کردند. بدین منظور پس از اخذ تصاویر ماهواره‌ای مورد پردازش و تصحیح قرار گرفته است . نتایج نشان می دهد که حدود ۲۷ درصد از مساحت منطقه مورد نظر دستخوش تغییر شده است. وان نگوین[۳] و همکاران(۲۰۱۷) با هدف شناسایی و پیش‌بینی گسترش منطقه شهری در هانوی در کشور ویتنام، ابتدا تصاویر ماهواره SPOT-5 را برای سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۱ به منظور طبقه‌بندی چهار طبقه آب، پوشش‌گیاهی، زمین‌های بایر و مسکونی مورد استفاده قرار داده و سپس سنجش شاخص سطح غیر قابل نفوذ از باندهای طیفی تصاویر را محاسبه نمودند. نتایج نشان داد که سطوح غیر قابل نفوذ هانوی به ترتیب با ۸,۲۷ و ۱۴,۹ درصد از کل منطقه مورد مطالعه در سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۷ افزایش خواهد یافت. ساهانا[۴] و همکاران (۲۰۱۸) الگوی فضای شهری و روند رشد شهری در مجموعه شهری کلکته هندوستان را با استفاده از ماتریس اسپیرال شهری در طی دوره‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. هفت طبقه شهری یعنی هسته اولیه شهری، هسته ثانوی شهری، لبه‌های حومه‌ای، سکونتگاه‌های پراکنده، فضای باز شهری، ناحیه غیرشهری و سطوح آبی برای تحلیل مقدار و جهت گسترش شهرها انتخاب شدند. آن‌ها دریافتند که گسترش شهرها نتیجه تغییرات کاربری از زمین‌های کشاورزی به شهری است. فرج اللهی و همکاران (۱۳۹۴)، پژوهشی در زمینهٔ پایش و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی و زمانی کاربری پوشش اراضی در مراوه تپه گلستان با داده‌های سنجنده MSS, ETM وOLI ماهواره لندست به پیش‌بینی تغییرات اراضی در سال ۱۴۰۷خورشیدی پرداخت. نتایج نشان داد که طی این دوره احتمال می‌رود مساحت کاربری‌های جنگل نیمه متراکم و مرتع متراکم کاهش یابد و مساحت کاربری کشاورزی با روند ۲۵/۸۹ هکتار در سال افزایش یابد.

حیدری‌زاده و همکاران (۱۳۹۴)، در پژوهشی تحت عنوان پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در دشت مهران با استفاده از مدل سلول‌های خودکار- مارکوف به این نتایج دست یافتند که در طی سال‌های آینده به میزان ۱۱۷۷ هکتار به وسعت اراضی کشاورزی افزوده خواهد شد و در مقابل از وسعت اراضی مرتعی فقیر به میزان ۱۹۵۰ هکتار کاسته خواهد شد و سطح اراضی بایر نیز افزایشی ۳۸۹ هکتاری خواهند داشت.

ممبینی و عسگری (۱۳۹۷)، پژوهشی در زمینهٔ پایش، بررسی و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی در شهرستان شوشتر استان خوزستان با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف انجام دادند.در این تحقیق تصاویر سنجنده‌های TM لندست۵،۴ و سنجنده OLI لندست ۸ برای سال‌های ۱۹۸۹، ۲۰۰۰، ۲۰۱۵ و همچنین نقشه توپوگرافی و پوشش منطقه استفاده شد. نتایج نشان داد تغییرات در سال ۲۰۳۰ به گونه‌ای است که در صورت ادامهٔ روند موجود در منطقه ۲۰/۳۳ درصد به طبقه کاربری اراضی آبی افزوده خواهد شد، به طوری که در سال ۲۰۳۰ کاربری کشاورزی آبی ۶۰/۹۵ درصد از مساحت منطقه را شامل می‌شود.

راهی و همکاران (۱۳۹۶)، در مطالعه‌ای به پایش و پیش-بینی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره-ای و زنجیره مارکوف در حوزه آبخیز سمل استان بوشهر پرداختند و اعلام کردند که طی دوره ۱۳۸۱-۱۳۹۲، میزان کاهش مرتع و اراضی کشاورزی به ترتیب ۲/۱۹ و ۴/۱۸ درصد بوده است. همچنین اراضی فاقد پوشش گیاهی (اراضی بایر) ۵۶/۱۳ درصد افزایش یافت.

کریمی و همکاران (۱۳۹۷)، در پژوهشی با عنوان پایش و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و گسترش فیزیکی شهر بابل در دورهٔ زمانی ۱۴۱۹-۱۳۶۴ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه لندست انجام و بیان کردند که رشد ۹۲ درصدی مساحت اراضی مسکونی سبب تخریب بیش از حد اراضی زراعی و فضای سبز در حاشیه شهر شده است. بررسی‌ها نشان داد که با افزایش فاصله از اراضی مسکونی میزان تغییرات کاربری اراضی کاهش چشمگیری داشته است.

رایگانی و همکاران (۱۳۹۷)، تغییرات کاربری زمین برای

۱ Ting & Yang
۲ Iqbal
۳ Van Nguyen
۴ Sahana

سال ۲۰۳۰ با استفاده از تصاویر سنجش از دور و تصاویر چندزمانه ماهواره لندست در شهر مشهد پیش‌بینی کردند. نتایج نشان داد طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۳۰، شاهد روند افزایشی در کاربری شهری و بایر و روندی کاهشی در کاربری کشاورزی و باغ‌ها خواهیم بود. همچنین بیانگر این بود که مدل مارکوف _ شبکه خودکار به طراحی سیستم شهری پایدار کمک می‌کند.

عبدالهی و همکاران(۱۳۹۸)، به مدل‌سازی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی با رویکرد توسعه پایدار بااستفاده از مدل LCM وCA MARKOV و از تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به چهار دورهٔ زمانی ۱۳۶۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۷۹پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که مساحت اراضی ساخته، نزدیک به ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۷ به ۱۲۵۰ هکتار افزایش یافته و اراضی جنگل و باغات در این دوره با کاهش حدودا ۲۰۰۰ هکتاری روبه رو بوده است.

زندی و همکاران (۱۳۹۹)، تغیرات کاربری اراضی، مدل-سازی و پیش بینی نواحی مستعد توسعه کالبدی شهردر شهر نورآباد ممسنی ارزیابی کردند و از مدل‌های .FUZZY AHP و مارکوف استفاده شده ولایه‌ها را براساس توابع عضویتی فازی در نرم افزار GIS ARC10.3 فازی شدند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که تا افق ۱۴۰۴ شهر به سمت شرق توسعه می‌یابد درحالی که این مسیر توسعه مسیرمناسبی نیست، به علت وجود گسل کازرون وآبراهه اصلی مهم‌ترین عوامل مخاطره آمیز درمحدوده شهر به حساب می-آید. بنابراین بهترین مکان برای توسعه شهر مناطق غربی و جنوب غربی منطقه است که این محدوده۱۳ درصد از مساحت حوضه را در بر می‌گیرد.

در نهایت مرور تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد جای یک تحقیق نسبتا جامع که بتواند مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی را در روستاهای حریم سبزوار نشان دهد تقریبا خالی است. چرا که تا کنون مطالعه جامعی در این زمینه صورت نگرفته است. لذا دستیابی به این مهم هدف پژوهش حاضر قرار گرفته است.

در شناخت مبانی نظری پژوهش ابتدا شناخت مفهوم پایه ضروری است .پایش از نظر لغوی به معنی تعیین ارزش چیزی است (معین، ۱۳۷۱ ،۱۹۹۰). به گفته برخی از صاحب نظران ارزیابی با دو واژه ارزشیابی و سنجش مترادف است و نمی‌توان برای این سه واژه تفاوت معنایی و مفهومی قائل شد. اولین تعریف از ارزیابی به نام رالف تایر ثبت شده. او ارزشیابی را وسیله‌ای جهت تعیین میزان رسیدن برنامه و هدف‌های آموزشی می‌داند در این تعریف هدف‌های آموزشی به تغییرات مطلوب اشاره می‌کند که تصور برآن است در اثر اجرای برنامه آموزشی در رفتار فراگیران حاصل شود. ارزیابی در زمینهٔ اجرای طرح انجام می‌شود و اهداف آن بهبود مدیریت برنامه درسی و یا اتخاذ تصمیم برای ادامه و گسترش یا تجدید نظر در طرح خواهد بود و اگر ارزیابی در پایان طرح انجام گیرد، هدف آن تعیین علل موفقیت یا عدم موفقیت طرح خواهد بود تا در طرح-های مشابه آن از تکرار اشتباهات جلوگیری کند. اولین مرحلهٔ ارزیابی، ارزیابی عددی است که اعتبارمحاسباتی پیش بینی‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد. هدف آن تأیید این موضوع است که آیا نتایج به دست آمده از طرح ترتیبی پیش‌بینی منعکس‌کننده فرضیه‌ها هست؟ در این مرحله دقت محاسباتی و کیفیت داده‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد. دومین مرحله درارزیابی، قابلیت انجام راهبردها از نظر فنی است یعنی اینکه شبکه ناشی از راهبردها از نظر فنی مورد بررسی می‌باشد و آیا شبکه ناشی از راهبرد پیشنهادی به صورت کافی پاسخگوی الگوهای پیش‌بینی شده هست یا نه. این مرحله اثرات زیست محیطی و زیباشناختی هر راهبرد را بررسی می‌کند. آخرین مرحله ارزیابی اقتصادی است که بیشترین منافع مالی را ایجاد می‌کند.

خزش شهری: یکی از پیامدهای گسترش شتابان مادرشهرها به ویژه طی نیم قرن اخیر "خزش شهری" است که به معنی گسترش شهرها در نواحی پیرامونی است که اغلب بار منفی به همراه دارد. در واقع خزش شهری از ویژگی‌های شناخته شده بیشتر شهرهای کشورهای درحال توسعه است که از نظر اجتماعی و اقتصادی چشم اندازی از فقر، اسکان غیررسمی، کاربری غیرقانونی اراضی در حاشیه شهرها، فقدان یا کمبود شدید امکانات زیرساختی و خدمات عمومی را نشان می‌دهد. از نتایج عمده توسعه ناموزون فیزیکی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

_ عدم بهره‌برداری از زمین‌های کشاورزی اطراف مادرشهرها و رها کردن این زمین‌ها به مدت چند سال برای کسب سود بیشتر (آیش اجتماعی زمین)

_ انتقال فرصت‌های اشتغال از شهر مرکزی به اطراف آن

_ کاهش زمین و در نتیجه مشکل ایجاد تأسیسات عمومی در اطراف شهرها و مادرشهرها

– افزایش هزینه تأمین خدمات عمومی در بخش‌های متراکم اطراف شهرها

در مجموع می‌توان یکی از پیامدهای عمده خزش شهری را تغییر کاربری اراضی پیراشهری که غالبا متعلق به فضاهای

روستایی است، برشمرد. در واقع خزش شهری همیشه منجر به تغییر کاربری اراضی می‌شود، حال ممکن است این تغییر در زمینهای زراعی و باغی و یا جنگل‌ها و دامنه‌های کم و بیش شیبدار کوه‌ها و تپه صورت می پذیرد. کاربری اراضی شامل انواع بهره‌برداری از زمین به‌منظور رفع نیازهای گوناگون انسان است که در برخی موارد تغییر در تراکم و مدیریت زمین را نیز در بر می‌گیرد. به لحاظ پیامدی نیز مطالعات نشان داده تغییر کاربری زمین در حواشی شهرها از ابعاد منطقه‌ای و محلی برخوردار است و در سطح منطقه‌ای میتوان به اثرات زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و کالبدی ـ فضایی آن اشاره داشت (حبیبی،۱۳۷۶ :۷). اهمیت توجه به مناسبات شهر و روستا تا بدانجاست که بسیاری معتقدند، برای فهم و تحیل پویایی جریان فقر، به ویژه در کشورهای در حال توسعه که در معرض شهرنشینی شتابان قرار دارند، تأکید بر نحوه و دامنهٔ روابط متقابل و تعامل میان عرصه‌های روستایی وشهری ضروری است (سعیدی و همکاران، ۱۴۰۰: ۳۵۱). میان ساختارها و کارکرد تمام پدیده‌های جغرافیایی (همچون شهر، روستا، مناطق و نواحی) نوعی پیوند تنگاتنگ و غیر قابل انکار برقرار است. براین اساس توزیع فعالیت‌ها در فضا تحت تأثیر برنامه‌ریزی با هدف ایجاد سازماندهی منطقی‌تر کاربری ارضی سرزمین و پیوند این کاربری‌ها در جهت رفع تقاضا برای توسعه با نیاز به محیط و دستیابی به اهداف اجتماعی_ اقتصادی صورت می‌گیرد (سعیدی، ۱۳۹۰: ۴۵).

پیش‌بینی: فرایندی از تحلیل‌ها و عملیات ضروری برای آینده است. به طورکلی برنامه‌ریزی ساخت ماهرانه روش کارها یا فعالیت‌ها برای دستیابی به آرمان‌هاست. درچنین فرایندی پیش‌بینی نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. در هر مدلی باید قبل از هر چیزی کیفیت پیش‌بینی مدل درنظر گرفته شود به عبارت دیگر دقت آن به عنوان یک ابزار پیش‌بینی مورد توجه باشد تا از طریق شیوه‌های جاافتاده آماری به راحتی مورد آزمون قرار بگیرد. ولی زمانی که فرضیه‌های مدل نابسنده باشد و روابط علت و معلولی بین متغیرها را بیان کند، پیش‌بینی هم می‌تواند فوق‌العاده گمراه کننده باشد و باعث ایجاد سیاست‌های اشتباه شود. پیش‌بینی به دو صورت انجام می‌شود، یکی پیش‌بینی یک مرحله‌ای است، که مقدار متغیر مورد نظر را در پایان یک تاریخ مثلاً در پایان ۲۰سال برآورده می‌کند. در این حالت ستانده مدل تعادل را در آن زمان اندازه‌گیری می‌کند. پیش‌بینی می‌تواند به صورت یک نقطه باشد، یعنی یک مقدار کم یا یک دامنه بتواند محدوده را تعریف کند. دوم تحلیلگران بیشتر پیش-بینی‌ها را دوباره مورد توجه قرار می‌دهند. در این کار دوره پیش‌بینی را به فواصل کوتاه تقسیم می‌کنند و برای هر فاصله یک پیش‌بینی انجام می‌دهند که حاصل کار نخستین دوره داده‌های اطلاعاتی جدید برای دوره بعدی است و برای یک دوره مثلاً ۲۰ ساله این عملیات چهار بار تکرار می‌شود (تقی زاده،۱۳۷۶، ۲۴-۲۳).

مدل‌سازی: از آنجا که کرهٔ زمین بسیار بزرگ است و همینطور در ابعاد پیچیده‌ای ساخته شده است جغرافیدانان طبیعی روش‌های ساده اما منطقی ابداع کرده‌اند تا از آن طریق بتوانند زمین و همهٔ ویژگی‌های آن را توصیف و تشریح کنند، که به این روش مدل‌سازی می‌گویند. بنابراین مدل می‌تواند طرح ساختگی از یک واقعیت موجود بر روی کرهٔ زمین باشد. در شیوه‌ی مدل‌سازی، داده‌های جغرافیایی به طور مستمر از یک ایستگاه فعال مشاهداتی تعبیه شده در محلی خاص و با توجه به پارامترهای تعریف شده در سیستم_همزمان دریافت می‌شود (اکبری نژادموسوی،۱۳۷۴). بعداز اعمال انواع پردازش بر روی داده‌ها، انواع مدل‌های پویا قابل نمایش است. مهم‌ترین مشخصات مدل‌ها عبارتند از:

انتخابی بودن اطلاعات و حذف اطلاعات کم اهمیت‌تر، ساده و جامع بودن مدل، توانایی احتضار حداکثر داده‌ها، توجه به ارتباطات در انتخاب اطلاعات با اهمیت‌تر، توانایی پیشنهاد فرضیه‌های جدید.

داده و روش کار

نوع تحقیق از حیث هدف کاربردی، و روش انجام آن توصیفی- استنباطی و از نقطه نظر انجام پژوهش تحلیلی – ترکیبی است. تحقیق حاضر با توجه به فرضیات ارائه شده سعی بر ارزیابی و پیش‌بینی توسعه کالبدی در روستاهای حریم شهر سبزوار دارد. روش در بهره‌گیری از مبانی نظری، مدل‌ها و روش‌ها، قیاسی و در تعمیم نتایج و پیشنهادات، استقرایی خواهد بود. دیدگاه تحقیق به علت تلفیق بین سازندهای انسانی و اقتصادی سیستمی- ساختاری خواهد بود. در این پژوهش به منظور دستیابی به اهداف تحقیق و برآورده کردن سؤالات تحقیق، ابتدا تصاویر ماهواره لندست[1] دردوره زمانی (۱۹۸۵-۲۰۲۰)، با فاصلهٔ زمانی ۵ سال از وب‌سایتUSGS[2] برگرفته

---

۱ Landsat Satellite

۲ United States Geological Survey. سازمان زمین‌شناسی

شده است. سپس تصاویر تصحیح اتمسفری و رادیومتریک خواهند شد و بر اساس روش طبقه‌بندی نظارت شده میزان تغییرات هر یک از کاربری‌های مسکونی، بایر، پوشش گیاهی و باغات محاسبه خواهد شد. جهت صحت‌سنجی نتایج از ضریب کاپا استفاده می‌شود. نهایتاً بر اساس مدل زنجیره‌ی مارکوف پیش‌بینی میزان تغییرات تا سال ۲۰۴۰ انجام خواهد شد تا فرضیات تحقیق آزمایش شوند. لازم به ذکر است تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده در پژوهش برگرفته از ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ و سنجنده های TM، ETM و OLI است. تاریخ دریافت تصاویر نیز عبارتند از ۱۹۸۵/۰۶/۲۲، ۱۹۹۰/۰۸/۰۴، ۱۹۹۵/۱۰/۱۸، ۲۰۰۰/۰۸/۳۱، ۲۰۵۵/۰۹/۲۲، ۲۰۱۰/۰۸/۱۹، ۲۰۱۵/۱۰/۱۲ و ۲۰۲۰/۰۶/۰۳ بوده‌اند.

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات در این تحقیق، ابتدا تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه در دوره زمانی مشخص توسط سایت USGS دریافت و سپس به منظور ارزیابی و پیش‌بینی توسعه کالبدی از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شده است. بدین منظور تصاویر در محیط نرم‌افزاری GIS زمین مرجع شده و سپس تغییرات بر حسب چهار پارامتر کاربری مسکونی، بایر، پوشش گیاهی و باغی درصدبندی و بر حسب فواص زمانی مقایسه شده است. لازم به ذکر است پیش‌پردازش اولیه تصاویر ماهواره‌ای یا به عبارتی پیش پرداز تصاویر ماهواره‌ای جهت طبقه بندی کاربری‌ها در نرم‌افزار SAGA صورت گرفته است. بدین منظور تصاویر ماهواره‌ای در این نرم‌افزار فراخوانی، ریسمپل و بر اساس محدوده مورد مطالعه کلیپ گردیده‌اند. سپس بر حسب نمونه‌های برداشت شده از نرم‌افزار Google Earth تصاویر ماهواره‌ای در نرم‌افزار ساگا طبقه بندی شده است. در مرحله بعد خروجی نرم‌افزار ساگا در نرم‌افزار ENVI فراخوان و کلاس بندی طبقات بر اساس دستور Density Slice صورت گرفته است. همچنین در این نرم‌افزار میزان ضریب کاپا محاسبه و اعتبارسنجی شده است. بدین منظور ضمن برداشت نمونه از گوگل ارث در محیط نرم‌افزاری ENVI از دستور Confusion Matrix استفاده شده است. بر حسب این دستور نقشه کلاس‌بندی شده در نرم‌افزار ENVI و نقاط نمونه‌برداری شده از گوگل ارث هر یک مورد بررسی و همخوانی قرار می‌گیرند. در نهایت پس از کلاس‌بندی کاربری‌ها و همچنین مشخص شدن اعتبار نقشه‌ها، جهت محاسبه میزان مساحت هر کاربری و نمایش نقشه‌ها به تفکیک دوره‌های زمانی از نرم‌افزار GIS استفاده شده است. همچنین لازم به ذکر است جهت پیش‌بینی کاربری‌ها در سال ۲۰۴۰ از زنجیره مارکوف در نرم‌افزار TerrSet استفاده شده است. بدین منظور از دو نقشه پایه سال ۱۹۸۵ و ۲۰۲۰ استفاده شده است. در محیط نرم‌افزاری تریست ابتدا تصاویر موجود بر حسب دستور Impot تغییر فرمت و سپس بر حسب دستور Marcov میزان احتمال تغییر هر کلاس به کلاس دیگر مشخص و سپس بر حسب دستور CA-Marcov بر حسب نقشه پایه سال ۲۰۲۰ و میزان احتمال تغییر هر کلاس به کلاس دیگر پیش‌بینی کاربری‌ها برای سال ۲۰۴۰ صورت گرفته است.

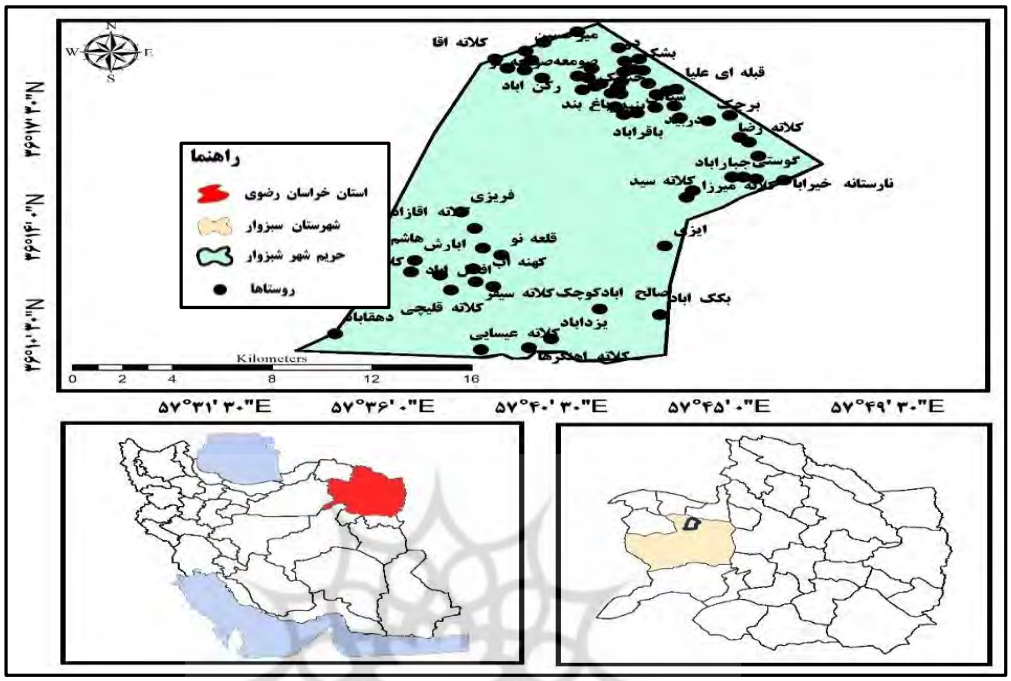
ضریب کاپا: ضریب کاپا به عنوان معیاری در بیان صحت نقشه‌ها، برای هر ماتریس به کمک عناصر قطری و حاشیه‌ای محاسبه شده و نشان‌دهندهٔ آن است که طبقه‌بندی چقدر با داده‌های واقعی توافق دارد. میزان کلی توافق برای هر ماتریس بر پایه تفاوت بین توافق عملی طبقه‌بندی و توافق شانسی محاسبه می‌شود. به بیان کلی ضریب کاپا نشان‌دهندهٔ صحت کلی با حالت موجود در طبیعت است. بهترین طبقه‌بندی زمانی است که صحت کلی و ضریب کاپا هر دو بالا باشند-).

(Warner et al, ۲۰۱۱: ۹)مدل مارکوف: مدل مارکوف به طور معمول در پیش‌بینی ویژگی‌های جغرافیایی بدون هیچ اثر ثانوی استفاده می‌شود و در حال حاضر به یک روش پیش‌بینی مهم در تحقیقات جغرافیایی تبدیل شده است. زنجیره مارکوف تغییرات کاربری زمین را از یک دوره به دورهٔ دیگر را بیان کرده و از آن به عنوان پایه‌ای برای نقشه سازی تغییرات آینده استفاده می‌کند. این کار با استفاده از توسعه یک ماتریس احتمال انتقال تغییرات کاربری زمین از زمان ۱ به زمان ۲ انجام می‌گیرد که به عنوان پایه‌ای برای نقشه سازی دوره‌های زمانی آینده مورد استفاده قرار خواهد گرفت. بر اساس احتمال شرطی فرمول بیز، پیش‌بینی تغییر کاربری اراضی در مدل مارکوف با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود (Sang et al, ۲۰۱۱: ۹۳۸).

شهر سبزوار یکی از شهرهای پرجمعیت استان خراسان رضوی است. این شهر از نظر موقعیت جغرافیایی در غرب خراسان رضوی قرار دارد. مساحت این شهر ۲۰۴۸۴ کیلومتر مربع و جمعیت آن بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ برابر با ۲۴۳۷۰۰ نفر بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). از نظر جغرافیایی این شهر در موقعیت ۵۷ درجه و ۴۳ دقیقه طول

آمریکا

شرقی و ۳۶ درجه و ۱۲ دقیقه عرض شمالی نسبت به نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد. فاصلهٔ آن از مرکز استان (مشهد) ۲۲۰ کیلومتر و از پایتخت (تهران) ۶۶۰ کیلومتر است. ارتفاع متوسط این شهر از سطح دریا ۹۶۰ متر است (مهندسین مشاور پرداراز، ۱۳۸۸: ۵).



شکل ۱. موقعیت ناحیه مورد مطالعه

شرح و تفسیر نتایج

در این مرحله کاربری‌های عمده در روستاهای حریم مورد تحلیل قرار می‌گیرد..بر حسب پردازش صورت گرفته از عکس‌های هوایی مربوط به دوره آماری ۳۵ ساله از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰ تغییرات کاربری اراضی روستاهای حریم شهر سبزوار به شرح زیر بوده است.

فضاهای ساخته شده[۱]در سال ۱۹۸۵، ۵,۷ درصد از وسعت روستاهای حریم را شامل می‌شده و در طی ۳۵ سال مورد مطالعه وسعت این فضاها در سال ۲۰۲۰ به ۱۸/۲ درصد افزایش یافته، که بالغ بر ۳/۴ درصد رشد سالانه را نشان می‌دهد.

پوشش گیاهی[۲] در سال ۱۹۸۵، ۲ درصد از مساحت محدوده روستاهای حریم را نشان می‌دهد و به تدریج با ایجاد شدن چاه‌های عمیق و به زیر کشت رفتن اراضی پیرامون شهر با کشت‌های صیفی جات و کشت‌های پاییزه، تا سال ۲۰۲۰، تقریباً ۳۱/۵ درصد اراضی مورد نظر دارای پوشش گیاهی مرتعی، کشت های آبی و دیم‌زارها بوده‌اند. البته در دوره‌های خشکسالی سطح این اراضی کاهش یافته که این مورد در سال ۲۰۱۵ مشهود است و در سال‌های اخیر با شروع ترسالی‌ها مانند سال ۲۰۲۰، سطح این اراضی با سرعت بیشتری افزایش یافته و به ۳۱/۵ درصد رسیده است. به عبارتی در طی ۳۵ سال مورد مطالعه ۸/۲ درصد رشد داشته است.

اراضی باغی[۳] در اولین سال مورد مطالعه (۱۹۸۵)، حدود ۰,۳ درصد از محدوده موردنظر را در برداشته و به تدریج افزایش یافته، به‌طوریکه در سال ۲۰۰۰ در طی ۱۵ سال به ۲/۸ درصد افزایش یافته و ده سالهٔ اخیر رو به کاهش نموده و به ۰/۶ کاهش یافته و به همین موازات به سطح فضاهای ساخته شده روستاهای حریم اضافه شده است.

۱. فضاهای ساخته شده، شامل کاربری‌های مسکونی، تجاری، آموزشی، حمل و نقل و... می‌باشد.

۲. پوشش گیاهی، شامل اراضی زراعی آبی و دیم، صیفی جات، مراتع، اراضی آیش و . . . می‌باشد.

۳. راضی باغی، شامل باغات میوه و پارک‌ها و فضاهای سبز ایجاد شده می‌باشد.

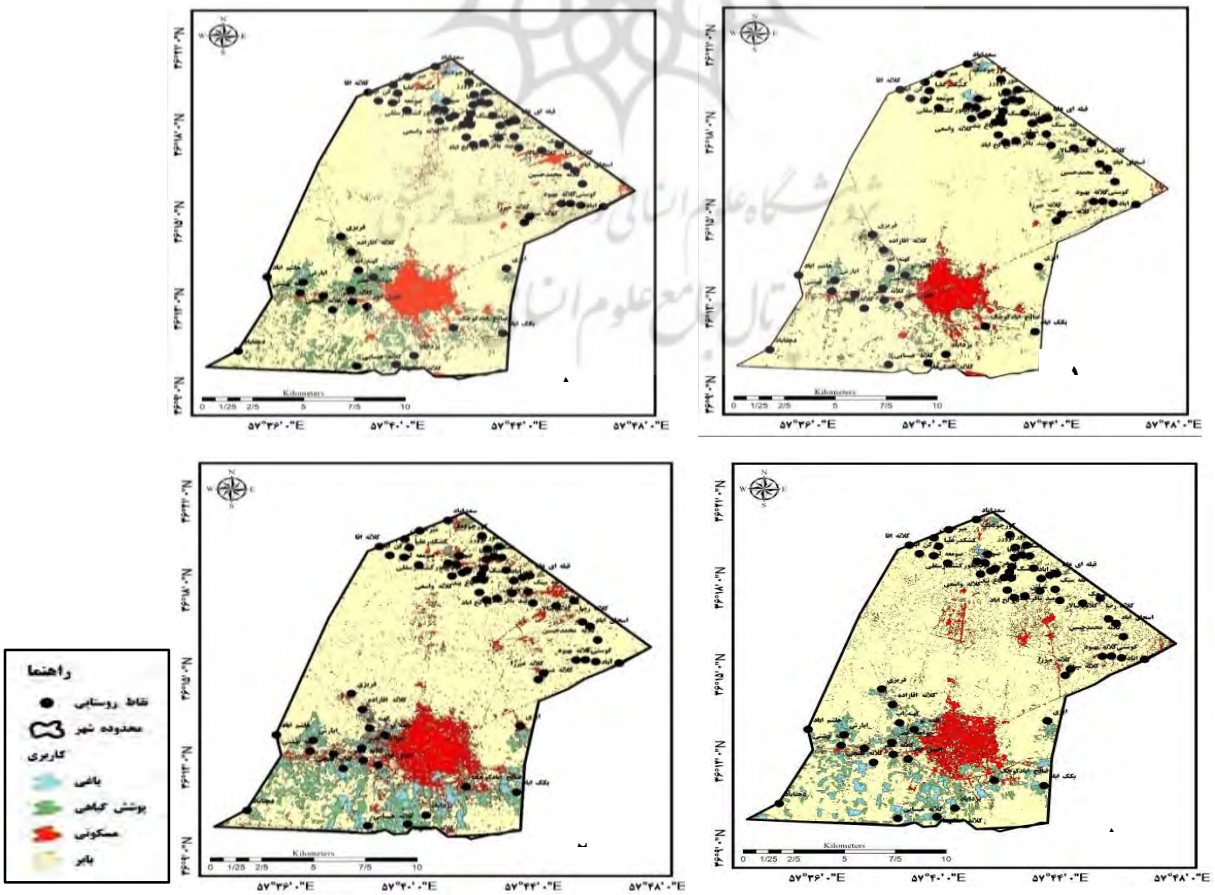
اراضی بایر، با اضافه شدن سطوح پوشش گیاهی و باغی و فضاهای ساخته شده، درصد اراضی بایر کاهش یافته است به‌طوریکه در سال پایه ۹۰/۸ درصد اراضی را شامل می‌شده و در سال پایانی (۲۰۲۰) به ۵۴ درصد کاهش یافته است. به عبارتی در طی ۳۵ سال مورد مطالعه ۱/۵ درصد سالانه رشد منفی داشته است.

به‌طور کلی در طول دوره مورد مطالعه همواره از مساحت اراضی بایر کاسته شده و به مساحت کاربری‌های ساخته شده و به سطح زیر کشت اضافه شده است.

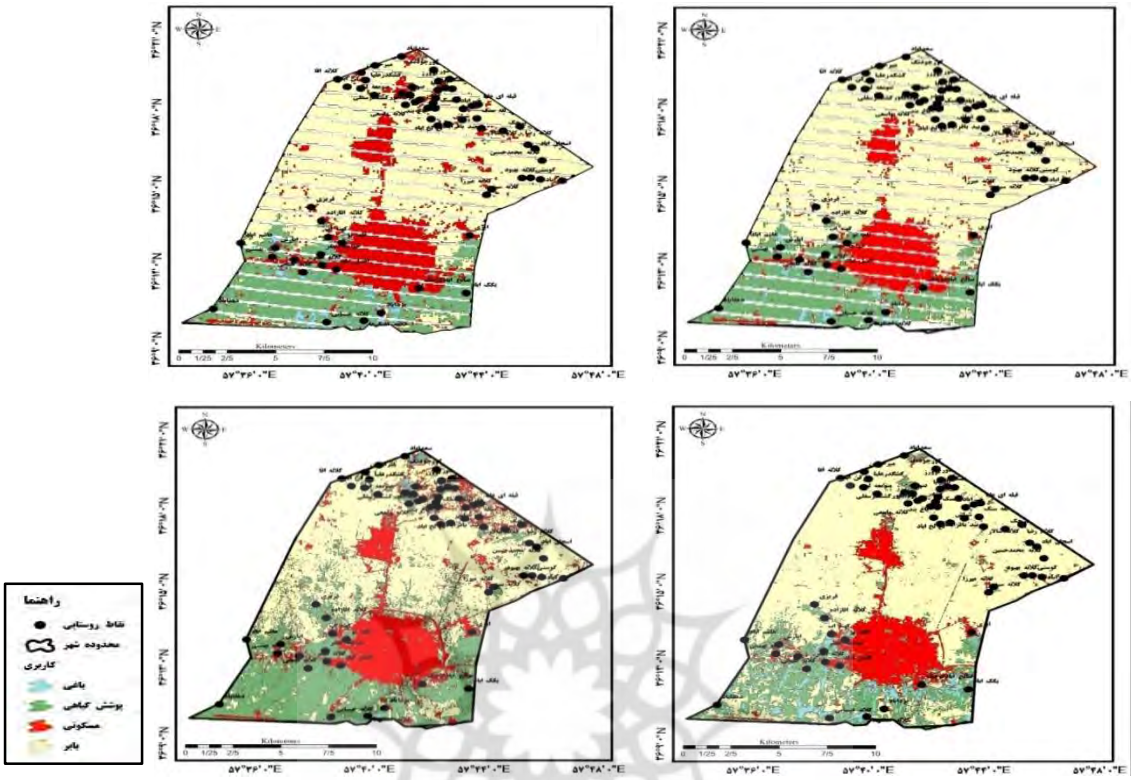
جدول۱. درصد کاربری‌های مورد مطالعه از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰

ردیف	سال	درصد کاربری ها									
		ساخته شده		باغی		پوشش گیاهی		بایر		مجموع	
		کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد
۱	۱۹۸۵	۱۳/۱۷۹	۵/۷	۱/۳۳۷	۰/۳	۶/۶۴۵	۲	۲۰۹/۵۲۵	۹۰/۸	۲۳۰/۶۸۶	۱۰۰
۲	۱۹۹۰	۱۷/۲۳۰۸	۷/۵	۱/۴۶۹۰۱	۲/۰۱	۱۴/۹۸۰۸	۵/۱	۱۹۶/۹۹۳	۸۵/۴	۲۳۰/۶۷۲	۱۰۰
۳	۱۹۹۵	۱۸/۰۹۸۹	۷/۸	۱/۱۷۲۷۲	۲/۴	۱۳/۳۶۹۸	۴/۷	۱۹۳/۰۲۹	۸۳/۷	۲۳۰/۶۶۸	۱۰۰
۴	۲۰۰۰	۲۴/۹۲۹	۱۰/۸	۵/۷۳۴	۲/۸	۲۱/۰۰۲	۴/۳	۱۷۹/۰۰۲	۷۷/۶	۲۳۰/۶۶۸	۱۰۰
۵	۲۰۰۵	۲۶/۰۷۷	۱۱/۲	۲/۹۶۹	۲/۵	۳۳/۳۵۷	۱۴/۳	۱۷۰/۲۲۹	۷۳/۲	۲۳۲/۶۳۲	۱۰۰
۶	۲۰۱۰	۲۷/۳۱۴	۱۱/۷	۲/۳۲۱	۲/۱	۴۰/۳۳۰	۱۷/۳	۱۶۳/۷۲۴	۷۰/۱	۲۳۳/۶۸۹	۱۰۰
۷	۲۰۱۵	۳۰/۳۵۴	۱۳/۲	۷/۲۳۹	۱/۹	۳۶/۳۰۵	۱۲/۱۱	۱۵۶/۷۷۴	۶۸	۲۳۰/۶۷۲	۱۰۰
۸	۲۰۲۰	۴۲/۰۲۶	۱۸/۲	۱/۷۵۵۵	۰/۶	۶۱/۴۲۱	۳۱/۵	۱۲۴/۴۵۲	۵۴	۲۳۰/۶۵۴	۱۰۰

منبع: پردازش تصاویر ماهواره ی لندست در دوره مورد بررسی



شکل۲. مقایسه کاربری و موقعیت روستاها نسبت به شهر سبزوار از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰؛ منبع: نگارنده



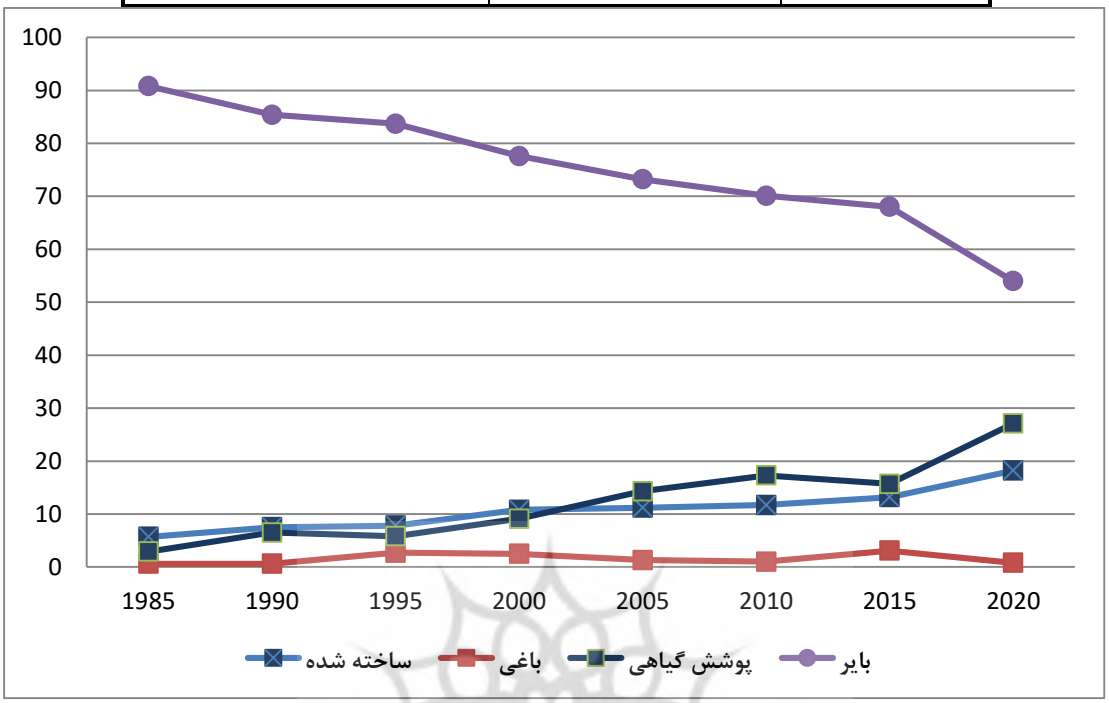
شکل۳. کاربری و موقعیت روستاها نسبت به شهر سبزوار در سال ۲۰۱۵

در این قسمت اعتبارسنجی نقشه‌های تولید شده در مراحل قبلی بر اساس ماتریس خطاها و ضریب کاپا در نرم‌افزار ENVI صورت گرفته است. بدین منظور پس از برداشت نمونه‌ها از گوگل ارث (۱۵ نمونه برای هر کاربری)، نمونه‌ها در نرم‌افزار GIS تبدیل به شیپ فایل و سپس در نرم‌افزار ENVI مورد پردازش و دو ضریب دقت کلی نقشه و کاپا برای هر نقشه در سال‌های آماری مورد مطالعه محاسبه شده است. نتایج کلی این دو ضریب نشان می‌دهد که نقشه‌های تولید شده در مراحل قبل دقت کافی داشته و نتایج آن قابل اعتماد است؛ چراکه ضریب کاپای تمامی سال‌های مورد مطالعه بالاتر از ۰۵ درصد ارزیابی شده است. بیشترین دقت مربوط به نقشه سال ۲۰۰۰ با ضریب کاپای ۰/۹۷۷۰ و کمترین دقت مربوط به سال ۲۰۰۵ با ضریب کاپای ۰/۶۷۱۸ درصد بوده است (جدول ۴–۹ و شکل ۴–۱۷).

جدول۲. اعتبارسنجی نقشه‌های تولید شده در دوره آماری ۲۰۲۰–۱۹۸۵

سال	دقت کلی نقشه	ضریب کاپا
۱۹۸۵	۸۷/۵۰۰۰	۰/۸۳۱۰
۱۹۹۰	۸۹/۲۸۷۵۷	۰/۸۵۴۹
۱۹۹۴	۸۶/۲۰۶۹	۰/۸۱۵۳
۲۰۰۰	۹۸/۲۷۵۹	۰/۹۷۷۰
۲۰۰۵	۷۳/۳۳۳۳	۰/۶۷۱۸
۲۰۱۰	۸۸/۱۳۵۶	۰/۸۴۶۸

۲۰۱۵	۸۳/۰۵۰۸	۰/۷۷۳۹
۲۰۲۰	۸۴/۷۴۵۸	۰/۷۹۶۷



شکل۴. مقایسه روند تغییرات مساحت کاربری‌های مورد نظر طی دوره آماری مورد مطالعه

با استفاده از نقشه‌های پوشش زمین به دست آمده برای هر دوره، ماتریس وضعیت کلاس‌های پوشش زمین بین دو دوره ۲۰۲۰-۱۹۹۵ به منظور نمایش میزان تغییرات محاسبه شده است. این ماتریس حاوی اطلاعات و تبدیل هر کلاس به سایر کلاس‌ها است. ماتریس مساحت انتقال نشان‌دهندهٔ تعداد پیکسل‌های تبدیل‌شونده که از هر کلاس به کلاس‌های دیگر طی یک دوره است. بر حسب جدول ۴، مشخص شد که بیشترین مساحت انتقال در کاربری‌های ذکر شده به ترتیب در بازه زمانی ۲۰۲۰-۱۹۸۵ مربوط به بایر، مسکونی، پوشش گیاهی و باغی است.

با توجه به خروجی ۴، مشخص شد بیشترین احتمال انتقال وضعیت کاربری‌ها به ترتیب در بازهٔ زمانی ۲۰۲۰-۱۹۸۵ مربوط به اراضی بایر، مسکونی، پوشش گیاهی و باغی است.

جدول۴. ماتریس مساحت انتقال وضعیت بین سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۸۵

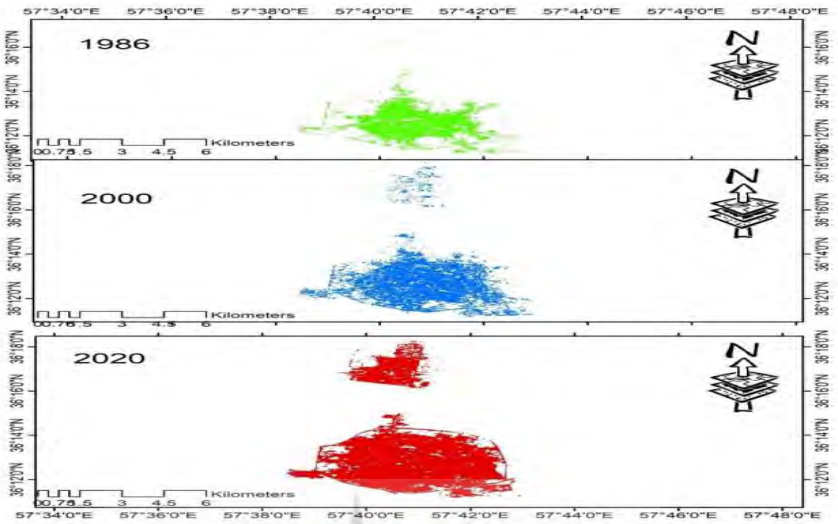
به کیلومتر مربع

پوشش زمین	باغی	پوشش گیاهی	مسکونی	بایر
باغی	۵۹۶	۳۵۳	۸۱	۱۰۳۹
پوشش گیاهی	۷۴۸	۴۹۵۲	۲۱۰۴	۶۲۲۳۴
ساخته شده	۱۵۵	۱۴۵۴	۱۱۰۸۱	۳۴۵۶۶
بایر	۲۷	۹۷۱	۲۰۷۳	۱۳۳۹۰۶

جدول۵. ماتریس احتمال انتقال وضعیت بین سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۸۵

پوشش زمین	باغی	پوشش گیاهی	مسکونی	بایر
باغی	۰,۰۰۱۲	۰,۰۰۰۷	۰,۰۰۰۲	۰,۰۰۲۲
پوشش گیاهی	۰,۰۰۱۶	۰,۰۱۰۳	۰,۰۰۴۴	۰,۱۳۰۰

مسکونی	۰,۰۰۰۳	۰,۰۰۳۰	۰,۰۲۳۱	۰,۰۷۲۲
بایر	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۲۰	۰,۰۰۴۳	۰,۰۲۷۹۷

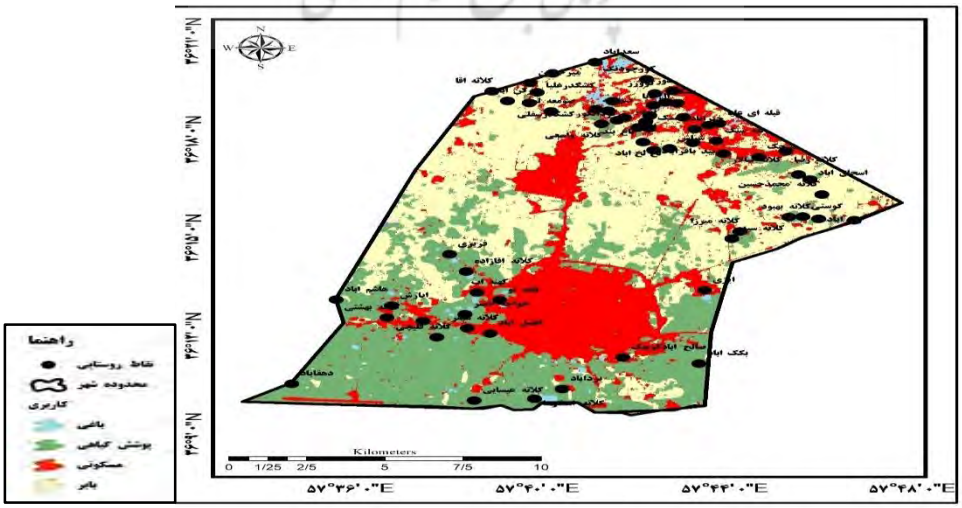


شکل ۴. تغییرات فیزیکی شهر سبزوار طی سه سال مورد مطالعه

همانطوریکه در شکل ۴ مشاهده می‌شود، تغییرات فیزیکی_کالبدی شهر سبزوار از سال ۱۹۸۶(به عنوان سال پایه)، تغییرات شهر به سمت و سوی غرب و شرق بوده و به سمت جاده مشهد به تهران گرایش پیدا کرده و روستاهای سمت غربی شهر به نفع شهر دچار تغییر کاربری زمین شدند، تا اینکه شهرک توحید ساخته شده و مسیر شمالی شهر هم به توسعه شهر اضافه شده و با ایجاد این شهرک اراضی شمالی شهر و روستاهای واقع در حریم شمالی شهر مانند عشرت آباد و سنگ سفید به دلیل موقعیت بین راهی و ظرفیت تفرجگاهی دچار تغییر کاربری به سمت و سوی ویلاسازی شدند و پیش بینی می‌شود که علاوه بر سمت غربی شهر، با خزش شهر به پیرامون روستاهای شمالی و شرقی شهر هم در گذر زمان به شهر ملحق شوند.

جدول۶. مساحت کاربری‌های مورد نظر در سال ۲۰۴۰ بر حسب کیلومتر

کاربری	ساخته شده	باغی	پوشش گیاهی	بایر
مساحت	۵۴/۸۲۶۲۰	۳/۶۸۲۸۰	۷۶/۸۵۸۲۰	۹۵/۳۳۸۸۰



شکل۵. پیش‌بینی کاربری‌های مورد مطالعه در سال ۲۰۴۰ بر اساس زنجیره مارکوف

برای ارزیابی تغییرات صورت گرفته در کاربری اراضی محدودهٔ مورد مطالعه که شامل فضاهای ساخته شده، باغات، پوشش گیاهی و بایر است، از مدل زنجیره مارکوف استفاده شده است. در مدل زنجیره مارکوف از کلاس‌های پوشش به عنوان حالت یا همان وضعیت‌های زنجیره (ماتریس مساحت و احتمال انتقال که نشان‌دهندهٔ پیکسل‌هایی که از هر کلاس به کلاس دیگر تبدیل می‌شوند) استفاده شده است. برحسب پیش‌بینی صورت گرفته در سال ۲۰۴۰ کاربری بایر با مساحت ۳۳۸۸۰ /۹۵ کیلومتر مربع بیشترین مساحت خواهد داشت. پس از آن کاربری پوشش‌گیاهی، فضاهای ساخته شده و باغی قرار گرفته است. بر اساس مدل‌سازی صورت گرفته طی دورهٔ مورد نظر مساحت کاربری مسکونی، پوشش گیاهی و باغی افزایش و مساحت کاربری بایر کاهش خواهد داشت. مساحت فضاهای ساخته شده به ۸۲۶۰ /۵۴ کیلومتر مربع رسیده است. بیشترین کاهش نیز مربوط به کاربری بایر بوده است و مساحت این کاربری از مقدار ۱۲۴/۴۵۲ کیلومتر مربع در سال ۲۰۲۰ به مقدار ۳۳۸۸۰ /۹۵ کیلومتر مربع کاهش خواهد یافت. درصد افزایش مساحت باغی و پوشش گیاهی در پیش‌بینی سال ۲۰۴۰ نیز برای کاربری باغی برابر با ۵۲/۳۳ و برای کاربری پوشش گیاهی برابر با ۱۸/۷۸ خواهد بود. بر حسب مدل‌سازی صورت گرفته در آینده روستاهای قسمت شمال و شمال شرقی شهرستان همچون صومعه، سنگ سفید، کلاته واسعی، راقند، کلاته سالار، عشرت آباد، ابارش، فریزی و یزدآباد در شهر سبزوار ادغام می‌شوند. همانطوریکه در شکل ۵ هم نمایش داده شده، بیشترین تراکم روستاهای حریم در سمت غربی شهر بوده که در شهر ادغام شده و تا سال ۲۰۴۰ بقیه هم ادغام خواهند شد و با توجه به مسیر ارتباطی مناسب در سمت غرب و استقرار شهرک صنعتی در این مسیر، خزش شهر به این سمت بیشتر بوده و احتمال هضم روستاها در شهر سبزوار بیشتر است.

بحث و نتیجه‌گیری

با افزایش سریع جمعیت شهرنشین، تغییرات کالبدی در شهر و پیرامون به وقوع می پیوندد و این تغییر و تحولات منجر به پیدایش گستردگی و تغییر کاربری و تخریب و انهدام فضاهای سبز و باغات و اراضی کشاورزی در اطراف شهر می‌شود. در نتیجه باعث برهم خوردن تعادل شهری و جلوگیری از رسیدن به توسعه پایدار شهری شده و شهر سبزوار هم به خاطر افزایش جمعیت در پیرامون دچار تغییر کاربری شده است که بر حسب اهمیت تغییرات کاربری اراضی در روستاهای حریم آن طی دورهٔ آماری ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰ مورد بررسی قرار گرفته است.

برای این بررسی از تصاویر ماهواره‌ای محدودهٔ شهر سبزوار طی دورهٔ آماری و نرم‌افزارهای SAGA، ENVI، Google Earth، GIS، TerrSet و تکنیک CA-Marcov استفاده شد. تصاویر ماهواره‌ای ابتدا به تفکیک هر دوره در محیطهای نرم‌افزاری پردازش، مساحت هر کاربری در هر دوره محاسبه و در نهایت ضمن مقایسه بین مساحت کاربری‌ها، تعداد روستاهای ادغام شده در محدوده شهری سبزوار نیز مشخص شد.

در مرحله اول مشخص شد که: فضاهای ساخته شده در سال ۱۹۸۵ ، ۵/۷ درصد از مساحت کل را شامل بوده و در سال ۲۰۲۰ به ۱۸/۲ درصد افزایش یافته و در طی ۳۵ سال مورد مطالعه ۳/۴ درصد رشد سالانه داشته است. پوشش گیاهی در سال ۱۹۸۵، ۲ درصد از مساحت کل را شامل بوده و در سال ۲۰۲۰ به ۳۱/۵ درصد افزایش یافته و در طی ۳۵ سال مورد مطالعه ۸/۲ درصد رشد سالانه داشته است. اراضی باغی در سال ۱۹۸۵، ۳ درصد از مساحت کل را شامل بوده و در سال ۲۰۲۰ به ۰/۶ درصد افزایش یافته و در طی ۳۵ سال مورد مطالعه ۶ درصد رشد سالانه منفی را در پی داشته است. اراضی بایر در سال ۱۹۸۵، ۹۰/۸ درصد از کل مساحت موردمطالعه را در بر گرفته و در سال ۲۰۲۰ به ۵۴ درصد کاهش یافته و در طی ۳۵ سال مورد مطالعه ۱/۵ درصد رشد منفی را نشان می‌دهد که به نفع اراضی ساخته شده و اراضی زراعی بوده است. در طی این مدت ۳۵ سال موردمطالعه، روستاهای افضل‌آباد، صالح‌آباد کوچک، قلعه‌نو، خواجه خضر، کهنه آب، کلاته سیفر، کلاته قلیچی و ایزی به شهر سبزوار ادغام شده‌اند. بنابراین در پاسخ به پرسش نخست پژوهش باید بیان کرد که تغییرات کاربری بیشتر مربوط به کاهش اراضی بایر و افزایش فضاهای ساخته شده بوده است.

در مرحله دوم پژوهش از زنجیره مارکوف در محیط نرم‌افزاری TerrSet استفاده شد و برای سال ۲۰۴۰ از کاربری‌های مورد مطالعه پیش‌بینی صورت گرفت. نتایج این

پیش‌بینی نشان از توسعه کاربری‌های ساخته شده، پوشش گیاهی و باغی و کاهش کاربری بایر دارد. پیش‌بینی مدل مارکوف نشان می‌دهد که مساحت فضاهای ساخته شده که در سال ۲۰۲۰، ۴۲ کیلومترمربع بوده به ۵۴ کیلومترمربع در سال ۲۰۴۰ خواهد رسید و نسبت به سال ۲۰۲۰ سالانه رشد ۱/۳ درصدی را در پی خواهد داشت و تا سال افق مورد نظر تمامی پهنهٔ شمالی و شرقی محدودهٔ موردمطالعه تحت تصرف فضاهای ساخته شده و در اولویت بعدی اراضی باغی و در پهنه جنوبی منطقه مورد مطالعه اراضی دارای پوشش گیاهی (زراعی، دیم، مرتع) خودنمایی خواهند داشت. بنابراین بیشترین احتمال انتقال مربوط به فضاهای ساخته شده، اراضی باغات و اراضی کشاورزی خواهد بود و اکثریت روستاهای حومه و شمالی منطقه (صومعه، سنگ سفید، کلاته واسعی، راقند، کلاته سالار، عشرت آباد، ابارش، فریزی و یزدآباد) در محدوده شهر ادغام خواهند شد. لذا در پاسخ به پرسش دوم پژوهش می‌توان ابراز داشت که بیشترین تغییرات کاربری اراضی و فضاهای ساخته شده در روستاهای سمت غربی شهر سبزوار (مسیر جاده مشهد_ تهران) بوده و علاوه بر آن به‌صورت پراکنده در شرق، شمال، شمال‌شرق و جنوب شهر هم گسترش یافته و در آینده هم در این پهنه‌ها پیشروی خواهند داشت. و روستاهای سمت شمال شهر به دلیل برخورداری از اقلیم مناسب، دارا بودن ظرفیت تفریحی و رواج ویلاسازی توسعه بیشتری را شاهد خواهند بود.

لذا با تغییرات شدید کاربری که در طول سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰ در محدوده شهر سبزوار صورت گرفته و در آینده هم این روند قابل پیش بینی است. ایجاد باغ ویلاها، کارگاه‌ها و نمایشگاه‌های مبل و چوب، سنگ‌های تزیینی، تالارهای برگزاری مجالس و همچنین کارگاه‌های تولید مصالح ساختمانی و غیره در روستاهای حریم خود دلیلی بر گسترش شهر به پیرامون و بلعیده شدن روستاهای حریم است. لذا قبل از انجام هرگونه پروژهٔ عمرانی، صنعتی و زیرساختی روند تغییرات مورد توجه قرار گیرد. از تخریب بیش‌تر اراضی کشاورزی در جنوب محدودهٔ مورد مطالعه با رعایت اصول توسعه پایدار جلوگیری شود و مدیریت شهری و منطقه‌ای با لحاظ نمودن ظرفیت و میزان سازگاری با اکوسیستم منطقه برنامه‌ریزی اراضی پیرامون شهر را در نظر داشته باشد. همچنین با توجه به گسترش شهر به سمت شمال و شرق منطقه که انطباق مکانی با ارتفاعات و زمین‌های بایر دارد، بایستی برنامه‌ریزی‌های کاربردی جهت اسکان و اشتغال جمعیت رو به رشد را با ملاحظات رویکرد توسعه پایدار با اولویت حفظ محیط‌زیست و انتقال آن به نسل آتی را مد نظر داشته باشد.

منابع

اکبری، ابراهیم، زندی، رحمان و کلاته میمری، رقیه (۱۳۹۸). تحلیل و پیش بینی گسترش شهر مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه و زنجیره مارکوف (طی سال های ۱۴۰۴-۱۳۷۹). جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۸ (۳۰)، ۱۶۶-۱۴۹.

حیدری‌زادی، زاهده و عبدالرضا، محمدی (۱۳۹۵). پیش بینی تغییرات کاربری اراضی در دشت مهران با استفاده از مدل سلول‌های خودکار-مارکوف. نشریه مهندسی اکوسیستم بیابان، ۵ (۱۰)، ۶۸-۵۷.

رایگانی، ابراهیم و اسلامی، مسعود (۱۳۹۷). بررسی تاثیر عوامل طبیعی (محیطی) در شکل‌گیری و ماندگاری شهر تاریخی دهدشت. مطالعات شهر ایرانی اسلامی, ۸(۳۱), ۶۲-۵۱.

زندی، رحمان، زنگنه، مهدی و مقدم، مهسا (۱۳۹۸). ارزیابی، مدل‌سازی و پیش‌بینی توسعه‌ی شهری نیشابور با تأکید بر زلزله، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۹ (۳۶)، ۳۱-۱۶.

سعیدی، عباس (۱۳۹۰). روابط و پیوندهای روستایی شهری در ایران، نشر مهر مینو ، تهران.

سعیدی، عباس، رحمانی، بیژن و فتحی، بهرام (۱۴۰۰). تحلیل جریان فضایی در سطح ناحیه با تاکید بر پیوستگی روستایی_ شهری (مطالعه موردی: ناحیه دالاهو، استان کرمانشاه)، جغرافیا و روابط انسانی.۴(۱)،۳۷۰-۳۵۰.

فرج الهی، اصغر، عسگری، حمیدرضا، اونق، مجید، و محبوبی، محمدرضا و سلمان ماهینی، عبدالرسول (۱۳۹۴). پایش و پیش بینی روند تغییرات مکانی و زمانی کاربری/ پوشش اراضی (مطالعه موردی: منطقه مراوه تپه, گلستان)، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (کاربرد سنجش از دور و GISدر علوم منابع طبیعی). ۶(۴)، ۱-۱۴.

کریمی، محمد، کیاورز، مجید و کلانتری، محسن (۱۳۹۷). پایش و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و گسترش فیزیکی شهر بابل در دوره زمانی ۱۴۱۹– ۱۳۶۴ با استفاده از تصاویر چند زمانه لندست، برنامه ریزی توسعه

کالبدی. ۷(۱۱): ۵۲-۳۲.

مرکز آمار ایران، سرشماری نفوس و مسکن: ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵.

ممبنی، مریم و عسگری، حمیدرضا (۱۳۹۷). پایش، بررسی و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی/پوشش زمین با استفاده از مدل زنجیره ای مارکوف مطالعه موردی: شوشتر- خوزستان، اطلاعات جغرافیایی، ۲۷(۱۰۵)، ۳۵-۴۷.

مهندسین مشاور پرداراز (۱۳۸۸)، طرح جامع شهر سبزوار.

Banai, R. (2014). Urban Sprawl: Definition, Data, Methods of Measurement, and Environmental, Consequences. *Journal of Sustainability Education*, *7*, 2151-7452.

Bianca, M. (2012). Post-communist land use changes related tourban sprawl in the Romanian metropolitan areas. *Journal of Studies andResearch in Human Geography*, *6* (1), 35-46. Available from:www.humangeographies.org.ro. Accessed date: 2013/08/29.

Deep, S., & Saklani. (2014). Urban sprawl modeling using cellular automata. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, *17* (2), 179-187.

Doygun, H. (2005). Urban development in Adana,Tourkey, and its environmental consequences. *International Journal of Environmental studies*, Routledge, *62*.

Eglin, R. (2010). A New Village Region: Region Rural Sprawl. *Journal Transformer*, *3* (11), 213-234.

Gao, J., Liu, Y., & Chen, Y. (2006). Land cover changes during agrarian restructuring in Northeast China. *Applied Geography*, *26*, 312–322.

Guan, D., GAO, W., Watari, K., & Fukahori, H. (2008). Land use change of Kitakyushu based on landscape ecology and Markov model. *Journal of Geographical Sciences*, *18*, 455-468.

Herold, M., Goldenstein, N., & Clark, K. (2003). The spatiotemporal form of urban growth: measurements, analysis and modeling. *Remote sensing of environment*, 286-302.

Hosseinzadeh, D., & Houshyar, H. (2006). The effective elements and viewpoints on the physical development of cities in Iran. *Journal of geography and regional development*, 213-226.

Iqbal, S., Billa, M., & Alak, p. (2016) Urban land use change analysis using RS and GIS in Sulakbahar ward in Chittagong city, Bangladesh. *Internatinal Jounal of Geomatics and geosciences*, *7* (1), 1-10.

Jenerette, G.D., & Wu. J. (2001). Analysis and simulation of land use change in the central Arizon Phoenix region, USA. *Landdscape Ecology*, *16*, 611-۶۲۵.

Li, H., Takuro, I., Weici, S., Tadashi, N., & Hokao Kazunori. (2011). Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model. *Ecological Modelling*, ۲۲۲،۲۰, Netherlands.

Li, S., & Nadolniyak, D. (2013). Agricultural Land Development in Lee County Florida: Impacts of Economic and Natural Risk Factors in a Coastal Area. *Southern Agricultural Economics Association*, Annual Meeting.

Liu, T., & Yang, X. (2015). Monitoring land changes in an urban area using satellite imagery, GIS and landscape metricsOriginal. *Applied Geography*, ۵۶, ۴۲-۵۴.

Lu, D., Mausel, P., Brondi zio, E., & Maron, E. (2004). Change detection techniques. *Remote sensing*, 2365-2407.

Nazarian, A. (2008). *Dynamics of Iran's urban system*. Tehran: Mobtakeran.

Pandey, B., & Seto, K. C. (2014). Urbanization and Agricultural Land Loss in India: Comparing Satellite Estimates with Census Data. *Journal of Environmental Management*, *148* (1), ۵۳-۶۶,

http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Jenvman.2۰۱۴.۰۵.۰۱۴.

Ploumidis, S. (2013). ‘Peasantist nationalism’in inter-war Greece (1927–۴۱). □□□□□□□□□□ □□□ □□□□□□ □□□□□ Studies, 37(1), 111-129.

Sahana, M., Hong, H., & Sajjad, H. (2018). Analyzing urban spatial patterns and trend of urban growth using urban sprawl matrix: A study on Kolkata urban agglomeration, India. *Science of the Total Environment*, *628*, ۱۵۵۷–۱۵۶۶.

Sang ,L., Zhang, Ch., 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 modeling*, ۵۴, ۹۳۸–۹۴۳

Taffa, C., Mekonen, T., Mulugeta, M., & Tesfaye, B. (2017). Data on spatiotemporal urban sprawl of dire dawa city, eastern Ethiopia. Data in brief, 12, 341.

Ting Liu, Xiaojun Yang, (2015). Monitoring land changes in an urban area using satellite imagery, GIS and landscape metricsOriginal Research Article Applied Geography, Volume ۵۶, □□□□□□□ ۲۰۱۵, □□□□□ ۴۲–۵۴.

Van Nguyen, T., Van Nguyen, N., Le, H. T. T., La, H. P., & Bui, D. T. (2017). Detection and Prediction of Urban Expansion of Hanoi Area (Vietnam) Using SPOT-5 Satellite Imagery and Markov Chain Model. *In International Conference on Geo-Spatial Technologies and Earth Resources.*

Wakeel, A., Rao, K. S., Maikhuri, R. K., & Saxena, K. G. (2005). Forest management and land use/cover changes in a typical micro watershed in the mid elevation zone of Central Himalaya, India. *Forest Ecology and Management*, *213*, 229–242.

Warner, A., Blonski, G., Gasser, R., & Zanoni, V. (2001). An approach to application Validation of multispectral sensors using AVIRIS data, 9pp.

Xian, G., & Crane, M. (2005). Assessments of urban growth in the Tampa Bay watershed using remote sensing data. Journal of Remote Sensing of Environment, 97 (2), 203-۲۱۵.