

Evaluation of land-cover changes in the city of Shahrekord, and predicting its future status, using remote-sensing data and CA-Markov

Elham Kianisalmi¹, Ataollah Ebrahimi^{*2}

1- Senior Expert in Watershed Management, Department of Natural Resources and Geosciences, Shahrekord University, Iran
elham_kianisalmi@yahoo.com

2- Assoc. Prof, Department of Natural Resources and Geosciences, Shahrekord University, Iran
ataollah.ebrahimi@nres.sku.ac.ir

Abstract

Land use mapping using remote-sensing data is one of the newest and most widely used methods for the provision of land use map, and making a comparison between the existent usages. The aim of this study therefore, is checking the trend of urban land cover, based on Landsat satellite images of ETM+7 and OIL/TIRSS 8, between 2003-2016. To this purpose, after the separation of Sharekord City's boundaries, and providing the training samples, the land use map, using supervised classification method with maximum likelihood, was drawn. Based on training samples, the accuracy of extracted maps was checked, using Error Matrix. Finally, the lands' area of 2003 and 2016 were compared. Then, we reached the adaptation map of two classified image, using the difference of these two images. Then using the adaptation matrix, the amount of changes between the evaluated years was determined. The Kappa coefficient for land use in 2003 and 2016 was 82% and 93% respectively. Results shows that the urban areas have been raised to 1632 hectares in 2003, and to 2220 hectares in 2016. Whereas, the amount of green space has increased to 577 hectares in 2003, and to 664 hectares in 2016. Results also shows that the amount of urban area in 2016 has been increased by 13%, in comparison to 2003, while the green space area increase was 11.6%. Finally, the amount of change in urban area -using CA-Markov Model- was predicted to be increased by 6.01% in 2026 (the next 10 years). Therefore, the urban development planning requires the green space development, to be in accordance with urban expansion through this city.

Keywords: Land use, Remote sensing, Landsat, satellite images, Ca-Markov Model.

فصلنامه علمی - پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا)

سال هشتم، شماره اول، (پیاپی ۲۸)، بهار ۱۳۹۷

تاریخ وصول: ۹۶/۱۱/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۱/۲۰

صص: ۷۱-۸۸

ارزیابی تغییرات پوشش اراضی شهرکرد و پیش‌بینی آینده آن با بهره‌گیری از

داده‌های دورسنجی و مدل CA-Markov

الهام کیانی سلمی^۱، عطاالله ابراهیمی^{۲*}

۱- کارشناس ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲- دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

چکیده

تهیه نقشه کاربری اراضی با بهره‌گیری از داده‌های دورسنجی، یکی از جدیدترین و پرکاربردترین روش‌های تهیه نقشه کاربری اراضی و مقایسه کاربری‌های موجود است. هدف از این پژوهش، ارزیابی روند تغییرات اراضی شهری شهرکرد با بررسی تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ ETM+ و ۸ OIL/TIRSS در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵ است. برای این منظور، پس از جداسازی محدوده شهر شهرکرد و تهیه نمونه‌های تعلیمی، نقشه کاربری اراضی با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال، ترسیم و با بهره‌گیری از نمونه‌های تعلیمی، صحت نقشه استخراجی با ماتریس خطا بررسی شد. در نهایت مساحت اراضی در سال ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵ مقایسه شد. در ادامه، نقشه انطباق دو تصویر طبقه‌بندی‌شده از تفاضل دو تصویر به دست آمد و با ماتریس انطباق تصاویر، میزان تغییرات سال‌های ارزیابی‌شده مشخص شد. ضریب کاپا برای کاربری اراضی در سال ۱۳۸۲ معادل ۰/۸۲ و در سال ۱۳۹۵ برابر ۰/۹۳ محاسبه شد. تغییرات نشان می‌دهد میزان اراضی شهری در سال ۱۳۸۲، به ۱۶۳۲ هکتار و در سال ۱۳۹۵ به ۲۲۲۰ هکتار توسعه یافته است. میزان اراضی فضای سبز در سال ۱۳۸۲، به ۵۷۷ هکتار و در سال ۱۳۹۵ به ۶۶۴ هکتار افزایش یافته است. نتایج حاکی است میزان اراضی شهری در سال ۱۳۹۵، ۱۳ درصد نسبت به ۱۳۸۲ افزایش یافته است؛ در حالی که فضای سبز شهری ۱۱,۶ درصد افزایش یافته است. میزان تغییرات اراضی برای ۱۰ سال آینده (۱۴۰۵) با مدل ک-مارکوف پیش‌بینی شد که نتایج نشان از رشد اراضی شهری (برابر با ۶/۰۱ درصد) دارد؛ بنابراین توسعه فضای سبز براساس توسعه این شهر از الزامات برنامه‌ریزی شهری است.

واژه‌های کلیدی: کاربری اراضی، سنسجش از دور، لندست، تصاویر ماهواره‌ای، مدل ک-مارکوف.

مقدمه

بررسی تغییرات کاربری اراضی، یکی از پرکاربردترین موضوعات پژوهشی است که نظر بسیاری از پژوهشگران را جلب کرده است. توسعه شهرنشینی در چند سال اخیر به تغییرات گسترده‌ای در اراضی شهری منجر شده و چشم‌انداز این نوع از کاربری را تغییر داده است. اطلاع از نوع بهره‌گیری از اراضی شهری، نقش مهمی در مدیریت شهری، نظارت بر جمعیت و فعالیت‌های آن و سیاست‌گذاری دولت دارد. طبقه‌بندی اراضی شهری با توجه به پیچیدگی و گستردگی اراضی شهری، کاری دشوار و وقت‌گیر و مطالعه درباره آن بسیار گسترده است (Liu X et al, 2017: 1676).

فعالیت‌های بشری، یکی از عواملی است که تأثیر بسزایی بر روند تغییرات کاربری اراضی شهری دارد و این تغییرات در بیشتر مواقع ناسازگار با محیط است. فعالیت‌های انسان در زمینه ساخت و ساز، تغییرات بسیاری در سیمای سرزمین‌ها به وجود آورده است. با تغییر در کاربری اراضی به وسیله انسان، اراضی از جنبه‌های مختلف به کار می‌روند. این تغییرات با افزایش جمعیت و افزایش ضروریات اقتصادی و اجتماعی رشد بیشتری دارد (Bauni et al, 2015: 51). روند سریع تغییرات کاربری اراضی باعث تغییرات چشمگیری در کره زمین شده و سطح کاربری‌ها را متحول کرده است؛ به طوری که سطوحی از عرصه‌های طبیعی همچون اراضی جنگلی و اراضی کشاورزی را به اراضی شهری تبدیل کرده است (قراگوزلو، ۱۳۷۷: ۱۵). بیشتر این تغییرات در کاربری‌های اراضی در جهت توسعه شهری و از بین بردن محیط زیست طبیعی انجام شده است؛ بنابراین برنامه‌ریزان را بر آن داشته است تا با مطالعه بر روی اراضی، علت این تغییرات را بررسی کنند و از نتایج به دست آمده برای شناخت راهکارهای مبارزه با این تغییرات مخرب بهره‌برند. بهره‌گیری از روش‌های سنتی برای این منظور بسیار پرهزینه و وقت‌گیر است؛ اما در مقابل با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای و بررسی آنها می‌توان تغییرات در کاربری اراضی را در کمترین زمان برآورد کرد (بدر، ۱۳۷۹: ۴).

شهرکرد از جمله شهرهایی است که در چند سال اخیر تغییرات زیادی داشته است؛ ساخت و ساز و تبدیل اراضی به اراضی دست‌ساخت در محدوده اطراف شهر و تبدیل اراضی ملی و مرتعی باعث افزایش محدوده شهرنشینی و گسترش این شهر شده است. بررسی نوع تغییرات و میزان و آثار آنها، نیاز به بررسی نقشه‌های گذشته و مقایسه آنها با نقشه‌های اخیر دارد. در دهه‌های اخیر، بررسی تغییرات کاربری اراضی به منظور مقایسه و اطلاع از روند تغییرات، به یکی از موضوعات ضروری و مورد بحث تبدیل و در بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای و طبقه‌بندی اراضی به عنوان یک روش دقیق پذیرفته شده است. روش‌های سنجش از دور و تصاویر به دست آمده را به عنوان یک روش مناسب برای ارزیابی تغییرات دانسته‌اند (Singh and Khanduri, 2011: 845. Aplin and Atkinson, 2004: 142).

پیشینه پژوهش

محمودزاده (۱۳۸۳) در پژوهشی تغییرات کاربری اراضی شهر تبریز را با بهره‌گیری از تصاویر TM و ETM+ در سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۰ بررسی کرد. بررسی تصاویر تهیه‌شده نشان داد فضای سبز این شهر به دلایل توسعه اراضی شهری و صنعتی کاهش چشمگیری داشته است (محمودزاده، ۱۳۸۳: ۹۱).

در پژوهش دیگری، حقیقی (۱۳۸۳) در گیلان با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای لندست، تغییر کاربری جنگل‌های جلگه غربی را بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۹ بررسی کرده است. نتایج نشان می‌دهد حدود ۱۴۰۰ هکتار از جنگل‌ها تغییر کاربری داده‌اند (حقیقی، ۱۳۸۳: ۸۵).

کرمی (۱۳۸۳) و رفیعیان (۱۳۸۵) نیز پژوهش‌هایی درباره تغییرات کاربری اراضی در ایلام و آمل انجام دادند. نتایج نشان از تغییرات کاربری اراضی و کاهش جنگل‌ها در مناطق مدنظر داشته است (کرمی، ۱۳۸۳: ۵۵؛ رفیعیان و همکاران، ۱۳۸۵: ۲۸۶).

در چین نیز با بهره‌گیری از تصاویر لندست ۵ مربوط به سال‌های ۱۹۸۶، ۱۹۹۱، ۱۹۹۶، ۲۰۰۱، تغییرات کاربری اراضی شهر پکن بررسی شد. نتیجه پژوهش حاکی است بیشترین تغییرات را اراضی شهری داشته‌اند و میزان اراضی شهری افزایش پیدا کرده است (Wu et al, 2006: 322).

در هندوستان با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای لندست در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹، نقشه کاربری اراضی منطقه اوتاراکنند تهیه و پس از طبقه‌بندی و صحت‌سنجی با مقایسه نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد اراضی جنگلی و کشاورزی کاهش داشته و اراضی مسکونی نیز به میزان چشمگیری در کمتر از یک دهه افزایش پیدا کرده است (Kuldeep and Kamlesh, 2011: 40).

در پژوهشی دیگر در کشور بنگلادش در سال ۲۰۱۶، روند تغییرات کاربری اراضی در منطقه شهری چیتاگانگ طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۱ با داده‌های لندست TM بررسی شد؛ پس از پردازش و تصحیح تصاویر و طبقه‌بندی آنها با کمک سنجش از دور و مقایسه نقشه‌ها و پژوهش‌های قدیمی در دسترس، نتایج به‌دست‌آمده نشان داد ۲۷ درصد از مساحت منطقه مدنظر دستخوش تغییر شده است و پژوهشگران بهره‌گیری از فناوری GIS و سنجش از دور را برای برنامه‌ریزی بهتر و مدیریت پایدارتر در بهره‌مندی از مناطق شهری توصیه کردند (Iqbal et al, 2016: 8).

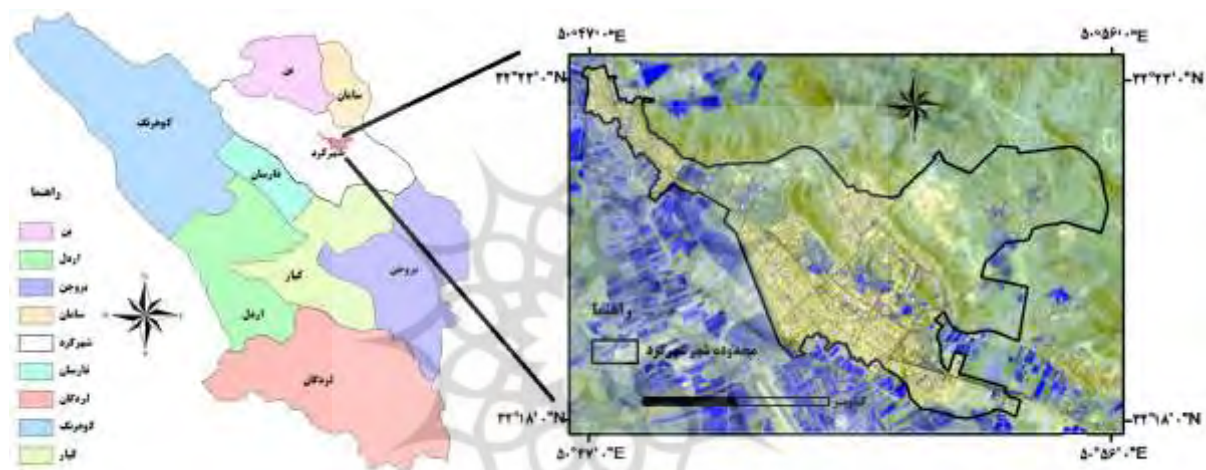
براساس این پژوهش‌ها، روند تغییرات توسعه شهری و تبدیل اراضی به یکی از پیامدهای شهرنشینی و توسعه آن در سراسر جهان تبدیل شده و لزوم برنامه‌ریزی هرچه بهتر برای آنها طی سال‌های آینده، مستلزم شناخت روند تغییرات توسعه شهری و مستندسازی آنها در گذشته است تا بتوان بر مبنای روش‌های علمی، برنامه درستی برای توسعه احتمالی مناطق شهری در نظر گرفت.

هدف از این پژوهش، بررسی نقشه کاربری اراضی شهر شهرکرد در سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۶ با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ ETM+ و لندست ۸ OIL/TIRSS و مقایسه تغییرات صورت گرفته در اراضی شهری طی سال‌های یادشده است. نتایج این پژوهش، امکان بررسی اراضی شهری و پراکنش آنها را در سریع‌ترین زمان ممکن با دقت زیاد در اختیار مدیران شهری قرار می‌دهد؛ مدیران شهری با مقایسه اهمیت و دقت تصاویر ماهواره‌ای

لندست با مشاهدات شهرداری ها، می‌توانند صحت اطلاعات مربوطه را بررسی کنند و در مدیریت اراضی و برنامه‌ریزی شهری به کار برند.

محدوده پژوهش

شهرکرد، مرکز استان چهارمحال و بختیاری، در جنوب غربی کشور بین ۵۰ درجه و ۴۶ دقیقه و ۵۴ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۵۵ دقیقه و ۴۳ ثانیه طول جغرافیایی و ۳۲ درجه و ۱۸ دقیقه و ۰۳ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۲۳ دقیقه و ۱۲ ثانیه عرض جغرافیایی واقع شده است. بیشترین ارتفاع مناطق شهر ۲۲۲۰ متر و مساحت آن ۴۷۵۶/۲۳ هکتار است. شکل (۱)، موقعیت شهرکرد را در استان چهارمحال و بختیاری نشان می‌دهد.



شکل - ۱: موقعیت شهرکرد و منطقه پژوهشی در استان چهارمحال و بختیاری

داده‌های استفاده‌شده در پژوهش

داده‌های ماهواره‌ای

برای انجام این پژوهش از تصاویر ماهواره لندست ۷ در دسترس در سال ۲۰۰۳ و لندست ۸ در سال ۲۰۱۶ مربوط به خط برداشت ۱۶۴ و ردیف ۰۳۸ استفاده شد. تصاویر ماهواره‌ای استفاده‌شده، لندست ۷ و ۸، قدرت تفکیک مکانی نسبتاً زیاد (۱۵ متر در پانکروماتیک و ۳۰ متر در چند طیفی) و شرایط هواشناسی مناسب و بدون ابر دارند. داده‌های ماهواره لندست ۸ شامل ۱۱ باند هستند. در حال حاضر این داده‌ها را به علت تنوع باندهای و قدرت تفکیک زیاد می‌توان به عنوان یکی از باکیفیت‌ترین داده‌های ماهواره‌ای در حد قدرت تفکیک زمینی حدود ۳۰ متر معرفی کرد. داده‌های ماهواره لندست ۷ نیز شامل ۸ باند هستند. در جدول ۱، مشخصات دو تصویر استفاده‌شده آمده است.

جدول - ۱: تصاویر ماهواره‌های لندست ۷ و ۸ در سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۱۶

ردیف	تاریخ تصویربرداری (میلادی)	تاریخ تصویربرداری (هجری شمسی)	ماهواره	سنجنده	تعداد باند
۱	۲۰۰۳/۰۵/۲۴	۸۲/۰۳/۰۳	لندست	+ETM	۸
۲	۲۰۱۶/۰۵/۱۹	۹۵/۰۲/۳۰	لندست ۸	OIL/TIRSS	۱۱

داده‌های میدانی

در این پژوهش برای طبقه‌بندی تصاویر، کلاس‌های کاربری اراضی شهر شهرکرد در ۳ گروه با عنوان کلاس اراضی شهری (دست‌ساخت بشر)، فضای سبز و اراضی لخت (عمدتاً مرتع) تعیین و سپس نمونه‌های تعلیمی از سطح منطقه با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و بازدید میدانی گردآوری شد. جدول (۲) ویژگی‌های هر طبقه را بیان می‌کند.

جدول - ۲: کاربری‌های موجود در منطقه پژوهشی

نوع کاربری	اراضی تحت پوشش
اراضی شهری	شامل همه اراضی مسکونی، تجاری، درمانی، آموزشی، راه‌های ارتباطی
فضای سبز	شامل پارک‌ها و درختان موجود و اراضی تحت کشت در محدوده شهر
اراضی لخت	شامل خاک لخت، اراضی آیش و بدون کشت، تپه‌ها

روش پژوهش

به طور کلی فرایندهای پردازشی از قبیل حذف اختلالات تصویری یا خطاهای موجود در تصاویر که ممکن است در اثر خطای سنجنده و اشکالات طبیعی حاصل از آلودگی اتمسفر ایجاد شوند، فنون ترمیم و تصحیح تصویر هستند؛ در این پژوهش با توجه به مقایسه زمانی تصاویر با انجام تصحیحات اتمسفری، تصاویر تصحیح شدند. با توجه به کیفیت زیاد و نداشتن هیچ نوع خطا، نیاز به هیچ‌گونه تصحیحات هندسی وجود نداشت. پیش از استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، برای تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه با بهره‌گیری از بازدیدهای میدانی، نمونه‌های تعلیمی برای کاربری‌های موجود در منطقه تهیه شد. نمونه‌های تعلیمی به دو دسته تقسیم می‌شوند: دسته اول برای استفاده در طبقه‌بندی و دسته دوم برای بررسی صحت طبقه‌بندی استفاده شدند؛ سپس در محیط نرم‌افزار IDRISI Selva با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده^۱، طبقه‌بندی شدند. در این روش، ارزش‌های طیفی براساس نمونه‌هایی محاسبه می‌شوند که مفسر بر روی هر پدیده برگزیده است. از آنجا که مناطق نمونه (Training Site) پایه طبقه‌بندی را تشکیل می‌دهند، تلاش شد این نمونه‌ها با دقت برگزیده شوند.

در این پژوهش، الگوریتم حداکثر احتمال به کار رفت. در الگوریتم حداکثر احتمال^۲ که یکی از رایج‌ترین روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده تصویر است، احتمال اینکه یک پیکسل بتواند به هر یک از m کلاس موجود تعلق

^۱ supervised classification

^۲ Maximum Likelihood

یابد، بررسی می‌شود و سپس پیکسل به کلاسی اختصاص می‌یابد که بیشترین احتمال را دارد. نتیجه نهایی طبقه‌بندی، تصویر طبقه‌ای تک‌باندی کلاسه‌بندی شده‌ای است که در آن طبقات نمونه‌گیری شده کاملاً مجزا شدند و هر طبقه یا کلاس کد مربوطه را دارد.

برای ارزیابی طبقه‌بندی انجام شده از نمونه‌های آزمون استفاده شد. برای این کار، ابتدا با بهره‌گیری از الگوریتم نمونه‌گیری (Sample)، تعدادی نمونه خوشه‌ای - تصادفی برگزیده شد و پس از بررسی موقعیت مکانی نمونه‌ها و ثبت واقعات زمینی در محل‌های نمونه، نقشه مربوطه تهیه و به نقشه‌ای رستری براساس طبقات نقشه حاصل از طبقه‌بندی تبدیل شد. با بهره‌گیری از الگوریتم ماتریس خطا^۱ در پژوهش حاضر از ضرایب صحت کلی^۲ و ضریب کاپا^۳ برای بررسی صحت طبقه‌بندی استفاده شد. پیش از انجام این مرحله، دقت هریک از نقشه‌های تولیدی با توجه به نمونه‌های گرفته شده در عرصه ارزیابی شد. در این ارتباط، صحت کلی برابر با نسبت تعداد پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده یک طبقه به کل پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده در تمامی طبقات است؛ همچنین دقت تهیه‌کننده برابر با تعداد پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده در ردیف مربوطه تقسیم بر تعداد کل ردیف ضرب در ۱۰۰ و دقت مصرف‌کننده برابر با تعداد پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده در ستون تقسیم بر تعداد کل ستون ضرب در ۱۰۰ است که مبنای قضاوت درباره هریک از طبقات شد.

پس از اطمینان از دقت نقشه‌های به دست آمده از طبقه‌بندی، تغییرات به وجود آمده در کاربری اراضی با روی هم اندازی دو تصویر و تفاضل آنها با انطباق تصاویر (Cross Tabulation) و تعیین تغییرات صورت گرفته و تبدیل نوع و مقادیر کاربری اراضی مشخص شد؛ به بیان دیگر در این پژوهش از روش پس از طبقه‌بندی^۴ به منظور ارزیابی تغییرات صورت گرفته استفاده شد. ماتریس انطباق تصاویر، تغییرات سال‌های مورد ارزیابی تغییرات کاربری اراضی را در محدوده مطالعه شده مشخص کرد.

بررسی تغییرات شاخص پوشش گیاهی به منظور تعیین تغییرات فضای سبز شهری

به منظور بررسی تغییرات شاخص پوشش گیاهی در پژوهش حاضر از شاخص پوشش گیاهی نرمال^۵ (NDVI) استفاده شد؛ به این صورت که با محاسبه شاخص NDVI در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵ و تفاضل بین دو نقشه، نقشه تفاضل به دست آمده با بهره‌گیری از انحراف معیار و میانگین طبقه‌بندی و میزان و شدت تغییرات فضای سبز شهری شهرکرد بررسی شد.

پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی

برای پیش‌بینی تغییرات آینده، مدل کا-مارکوف^۶ در محیط IDRISI Selva به کار رفت. این مدل، احتمال تغییرات کاربری را در سال‌های بررسی شده محاسبه می‌کند؛ به این صورت که در مدل مارکوف از نقشه کاربری

^۱ Error Matrix

^۲ Overall accuracy

^۳ Kappa coefficient

^۴ Post-classification

^۵ Normalized Different Vegetation Index

^۶ Ca Markov

اراضی سال ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵ و فاصله ۱۳ سال بین آنها، نقشه کاربری اراضی مربوط به ۱۰ سال آینده (۱۴۰۵) پیش‌بینی شد.

نتایج و بحث

مبنای تهیه نقشه‌های کاربری شهرکرد، تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵ است (شکل ۲ و ۳). به منظور افزایش دقت کار، از نقشه‌های کاربری اراضی قدیمی و عملیات صحرائی برای مناطقی استفاده شد که تغییری در آنها رخ نداده بود. نتایج برای دو تصویر در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵، نشان داد طبقه بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال از دقت خوبی برخوردار است. چنانچه در شکل (۲) دیده می‌شود، نقشه حاصل از طبقه‌بندی کاربری اراضی در سال ۱۳۸۲ دقیق است؛ به طوری که این نقشه دقت کل معادل ۸۹/۵۶ درصد دارد که مقداری پذیرفته محسوب می‌شود. این مقدار برای سال ۱۳۹۵ برابر با ۹۶/۱۰ درصد محاسبه شد که مقدار بیشتری از سال ۱۳۸۲ و پذیرفته است و می‌توان تا حد زیادی به دقت این نقشه‌ها اطمینان داشت؛ بنابراین برای این نقشه‌ها می‌توان مساحت هریک از کاربری‌ها را در زمان‌های مختلف محاسبه و همچنین مقدار تغییرات صورت گرفته را در هرکدام از کاربری‌ها در فاصله زمانی سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵ برآورد کرد (شکل‌های ۲ و ۳).

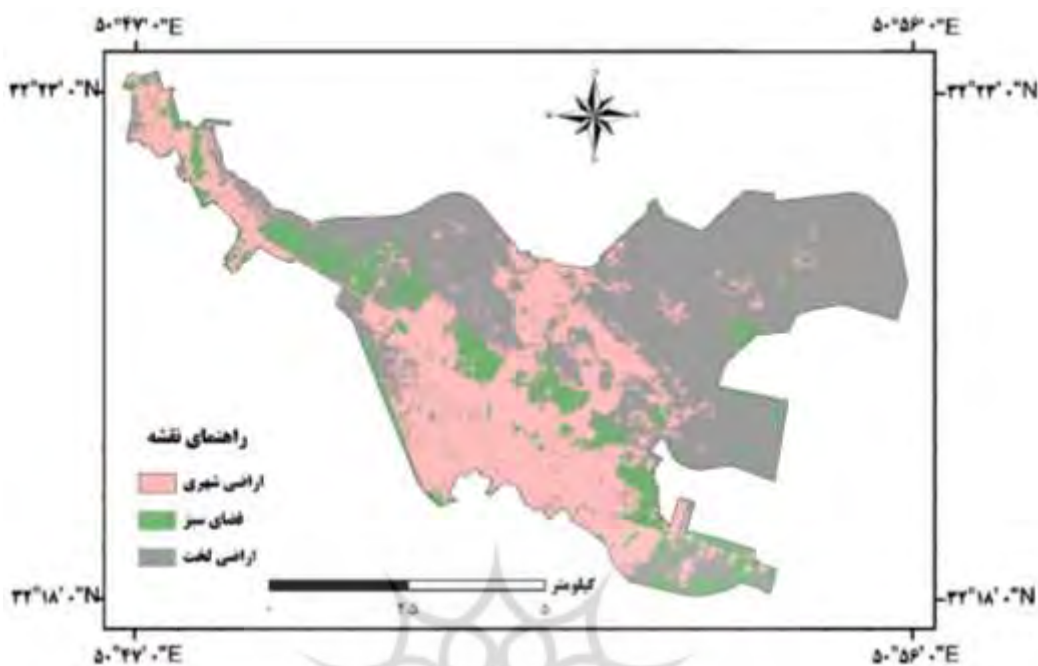
درستی طبقه‌بندی هریک از طبقات کاربری نیز به طور جداگانه، هم از نظر تولیدکننده و هم از نظر مصرف‌کننده، در همه موارد به جز در کاربری ۲، یعنی فضای سبز، برابر با ۷۱/۲۹ درصد در سایر موارد بالا بود؛ همچنین با توجه به اینکه برای صحت کاربری نقشه ۱۳۹۵ از نمونه‌های بهنگام‌تر و دردسترس‌تری استفاده شده، درستی طبقه‌بندی کل در این نقشه بیشتر از نقشه کاربری اراضی ۱۳۸۲ است (جدول ۳). این امر را تا حدودی نیز می‌توان به تعداد باندها و قدرت تفکیک رادیومتریکی بیشتر تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ مربوط دانست.

جدول-۳: مقایسه دقت طبقه‌بندی نقشه کاربری‌های اراضی شهری در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵

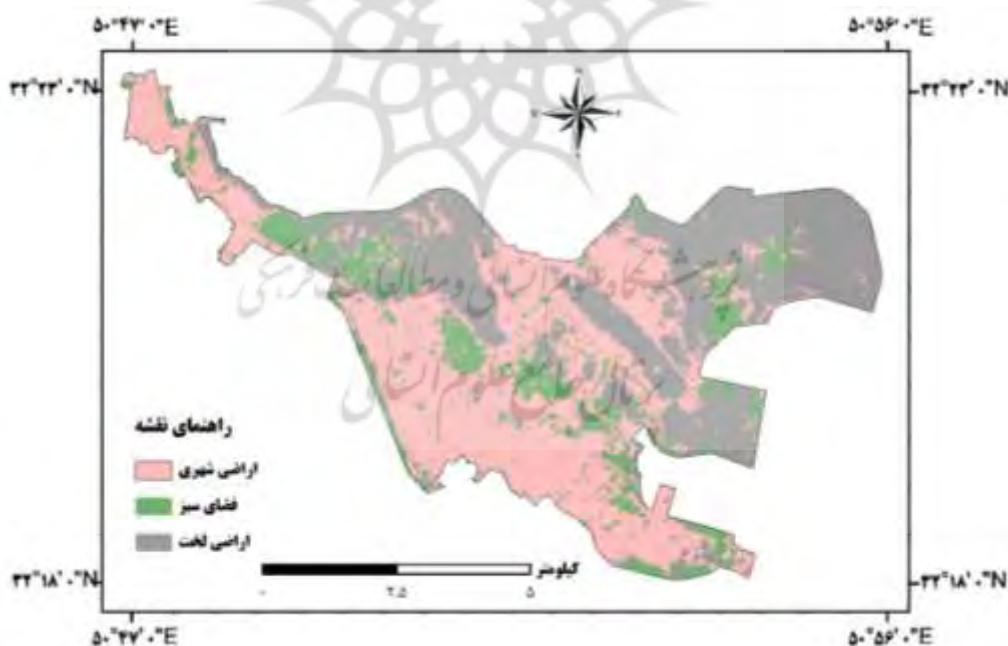
کاربری ۱۳۸۲			کاربری ۱۳۹۵		
درستی طبقه‌بندی کل %			درستی طبقه‌بندی کل %		
۸۹/۵۶			۹۶/۱۰		
ضریب کاپا %			ضریب کاپا %		
۸۲/۶۶			۹۳/۵۶		
درستی طبقه‌بندی طبقات کاربری به طور جداگانه			درستی طبقه‌بندی طبقات کاربری به طور جداگانه		
کاربری	دقت مصرف‌کننده	دقت تولیدکننده	کاربری	دقت تولیدکننده	دقت مصرف‌کننده
اراضی شهری	۹۳/۲۵	۸۸/۸۹	اراضی شهری	۹۸/۲۹	۹۶/۱۸
فضای سبز	۹۶/۶۴	۷۱/۲۹	فضای سبز	۸۹/۷۶	۹۶/۵
اراضی لخت	۸۵/۵۹	۹۶/۴۰	اراضی لخت	۹۵/۷۶	۹۵/۷۴

برای این نقشه‌ها می‌توان مساحت هریک از کاربری‌ها را در زمان‌های مختلف محاسبه کرد و همچنین مقدار تغییرات صورت گرفته در هرکدام از کاربری‌ها را در فاصله زمانی سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵ به راحتی به دست آورد. نتایج نشان داد اراضی شهری در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۲ حدود ۱۳ درصد افزایش یافته است؛ همچنین اختلاف

بین دو نقشه (شکل ۴) نشان داد در این فاصله زمانی به اراضی شهری به مقدار ۵۸۸/۴۲ هکتار اضافه شده است. میزان این تغییرات در فاصله زمانی سال‌های ۱۳۸۲ (۲۰۰۳) تا سال ۱۳۹۵ (۲۰۱۶) در جدول ۴ آمده است.



شکل - ۲: نقشه کاربری اراضی شهرکرد در سال ۱۳۸۲ با روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال

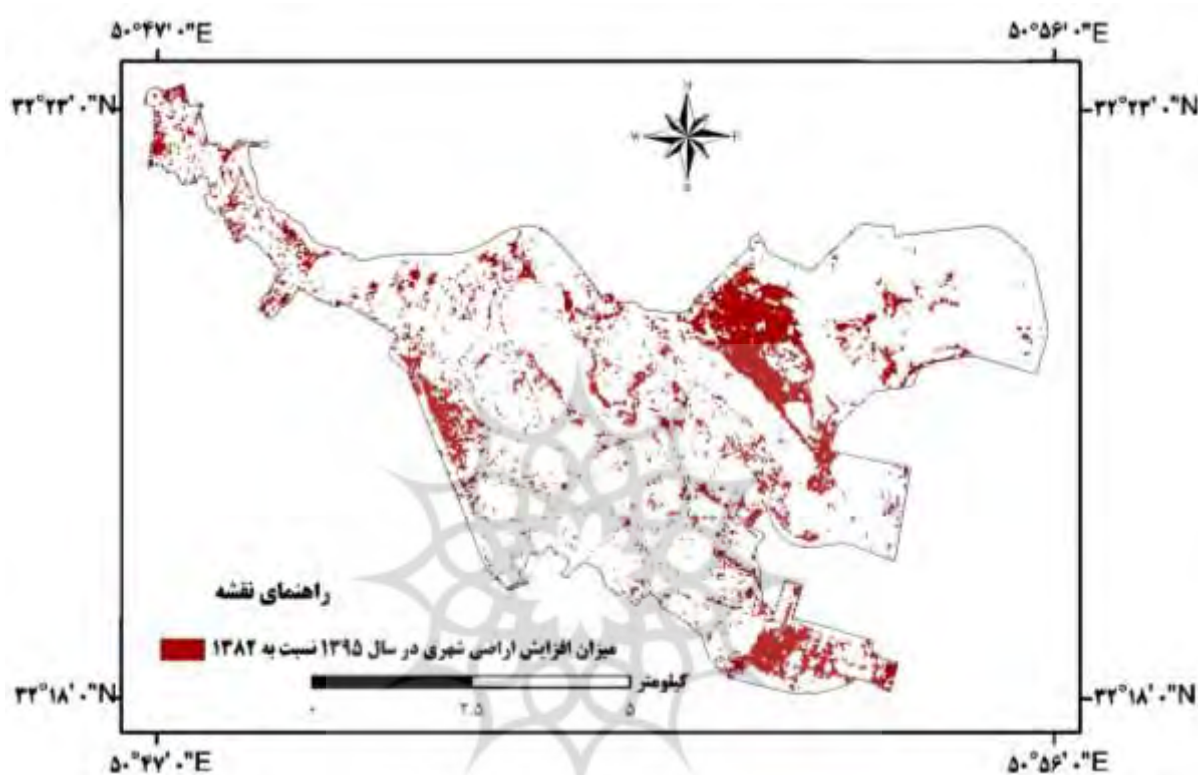


شکل - ۳: نقشه کاربری اراضی شهرکرد در سال ۱۳۹۵ با روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال

جدول - ۴: مساحت کاربری‌ها و تغییرات صورت گرفته در آنها در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵

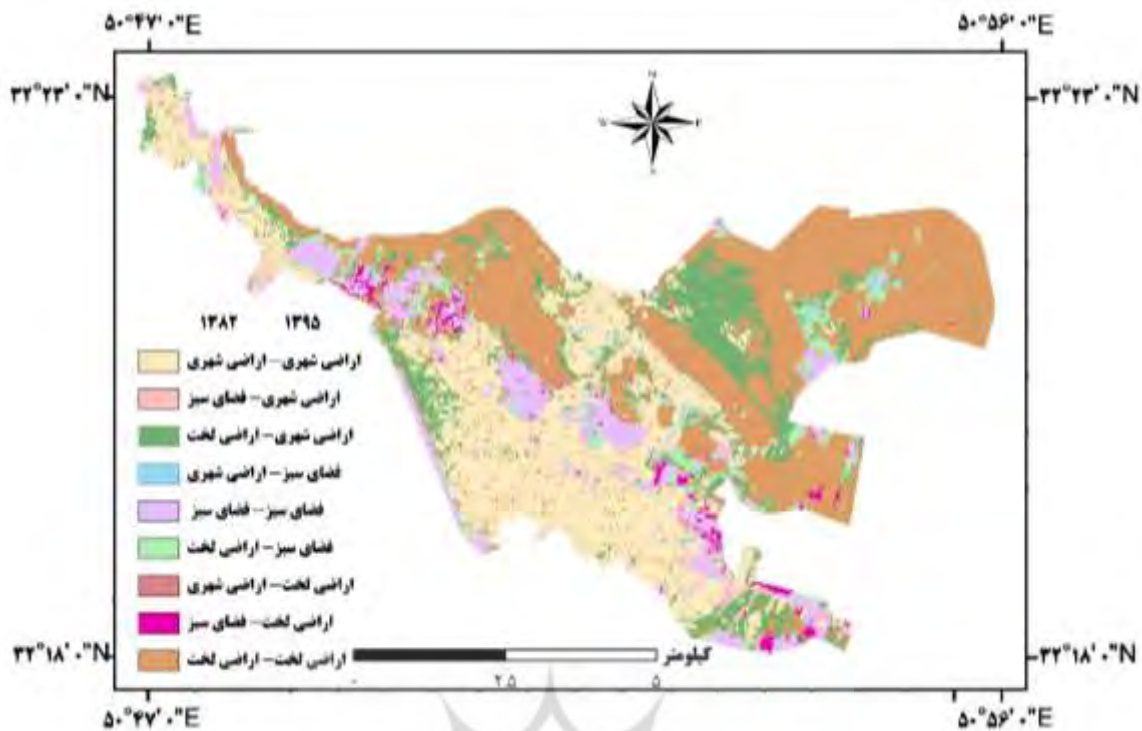
درصد تغییرات	۱۳۹۵		۱۳۸۲		نوع کاربری
	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	
۱۳۸۲-۱۳۹۵					

+۱۳	۴۷	۲۲۲۰/۷۵	۳۴	۱۶۳۲/۳۳	اراضی شهری
+۲	۱۴	۶۶۴/۸۳	۱۲	۵۷۷/۱۷	فضای سبز
-۱۵	۳۹	۱۸۷۰/۶۵	۵۴	۲۵۴۶/۷۳	اراضی لخت
	۱۰۰	۴۷۵۶/۲۳	۱۰۰	۴۷۵۶/۲۳	جمع کل



شکل - ۴: تفاوت میزان اراضی شهری بین سال‌های ۱۳۸۲ (۲۰۰۳) تا ۱۳۹۵ (۲۰۱۶)

سطح تغییرات اراضی و نوع تغییرات در شکل (۵) آمده است؛ بر این اساس، بیشترین تغییرات در اراضی بین سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵ مربوط به تبدیل اراضی لخت به اراضی شهری است.



شکل - ۵: انطباق نقشه کاربری اراضی شهری سال‌های ۱۳۸۲ (۲۰۰۳) تا ۱۳۹۵ (۲۰۱۶)

جدول ماتریس بین این دو طبقه در ادامه آمده است. در جدول (۵)، ماتریس طبقات انطباق برای سال ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵ بیان شده است؛ چنانچه دیده می‌شود در ستون‌ها، کلاس‌های طبقه‌بندی مربوط به سال ۱۳۸۲ بیان و در سطرهای جدول، کلاس‌های کاربری مربوط به سال ۱۳۹۵ مشخص شده و میزان تغییرات هر کلاس در سال ۱۳۸۲ نسبت به سال ۱۳۸۵ در جدول ۵ آمده است. در این جدول، بیشترین عدد مربوط به تغییر کاربری اراضی لخت است و نشان از انطباق بیشتر بین اراضی لخت در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۲ دارد.

جدول - ۵: ماتریس طبقات انطباق دو نقشه ستون مربوط به سال ۱۳۸۲ و سطرها مربوط به سال ۱۳۹۵

اراضی لخت	فضای سبز	اراضی شهری	۱۳۸۲	
			۱۳۹۵	
۷۳۲۱	۱۲۵۴	۱۶۱۰۰	اراضی شهری	
۲۱۴۴	۷۳۹۸	۸۴۵	فضای سبز	
۱۸۸۳۲	۷۶۱	۱۱۹۲	اراضی لخت	

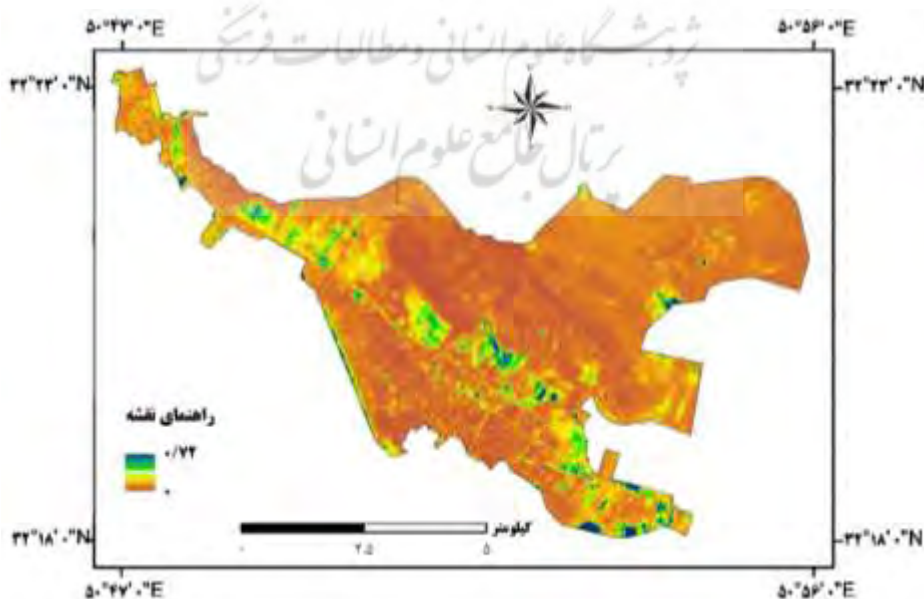
در جدول (۶) نیز میزان مساحت هر طبقه انطباق مشخص شده است؛ همان‌طور که دیده می‌شود بیشترین تغییرات مربوط به تبدیل اراضی لخت به اراضی شهری (۶۵۸/۸۹ هکتار) و سپس اراضی لخت به فضای سبز (۱۹۲/۹۶ هکتار) است که نشان از توسعه شهری و توسعه فضای سبز شهری دارد.

جدول- ۶: مساحت طبقات انطباق بین دو تصویر سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵

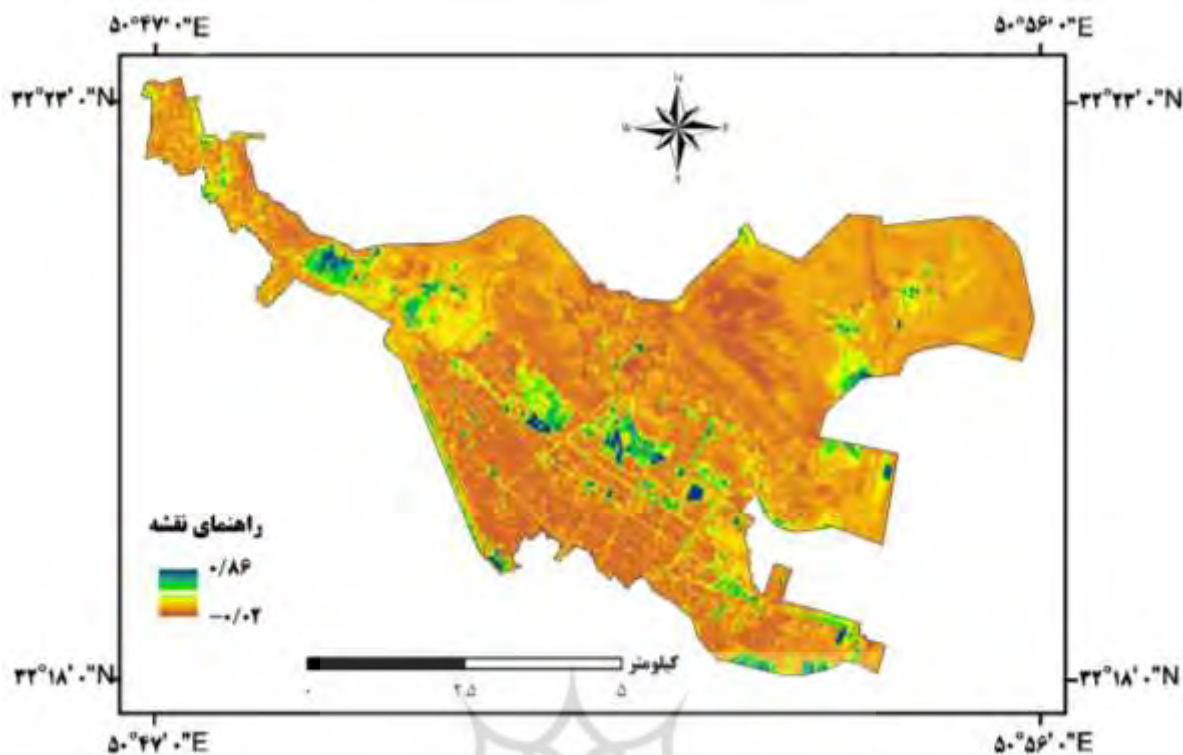
مساحت (هکتار)	نوع تغییرات (۸۲-۹۵)
۱۴۴۹	اراضی شهری- اراضی شهری
۱۱۲/۸۶	فضای سبز- اراضی شهری
۶۵۸/۸۹	اراضی لخت- اراضی شهری
۷۶/۰۵	اراضی شهری- فضای سبز
۳۹۵/۸۲	فضای سبز- فضای سبز
۱۹۲/۹۶	اراضی لخت- فضای سبز
۱۰۷/۲۸	اراضی شهری- اراضی لخت
۶۸/۴۹	فضای سبز- اراضی لخت
۱۶۹۴/۸۸	اراضی لخت- اراضی لخت

نتایج بررسی تغییرات شاخص پوشش گیاهی نرمال به منظور بررسی تغییرات فضای سبز شهری

شکل (۶) و (۷)، نقشه شاخص پوشش گیاهی را در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵ نشان می‌دهد. با توجه به اینکه مقدار شاخص پوشش گیاهی بین +۱ تا -۱ است، در مواقعی که خاک لخت و بدون پوشش باشد، مقدار آن کمتر و نزدیک به -۱ می‌شود و در مواقعی که پوشش گیاهی (فضای سبز شهری) داشته باشیم، مقدار آن به ۱ نزدیک می‌شود. بیشترین مقدار این شاخص در سال ۱۳۸۲، ۰/۷۲ و مربوط به اراضی فضای سبز و کمترین مقدار آن، ۰ و مربوط به اراضی لخت است؛ همچنین در تصویر سال ۱۳۹۵، بیشترین مقدار این شاخص، ۰/۸۶ و کمترین مقدار آن، ۰/۰۲ است. با توجه به اینکه زمان دو تصویر استفاده شده در این پژوهش تقریباً در ماه خرداد است و مقدار شاخص پوشش گیاهی نرمال برای اراضی فضای سبز در سال ۱۳۸۲، ۰/۷۲ و در سال ۱۳۹۵، ۰/۸۶ است، اختلافی که بین مقدار شاخص پوشش گیاهی نرمال برای دو تصویر استفاده شده وجود دارد، احتمالاً می‌تواند ناشی از تغییرات کاربری اراضی باشد.



شکل - ۶: شاخص پوشش گیاهی نرمال در سال ۱۳۸۲ محاسبه شده از باند قرمز و مادون قرمز برای منطقه پژوهشی

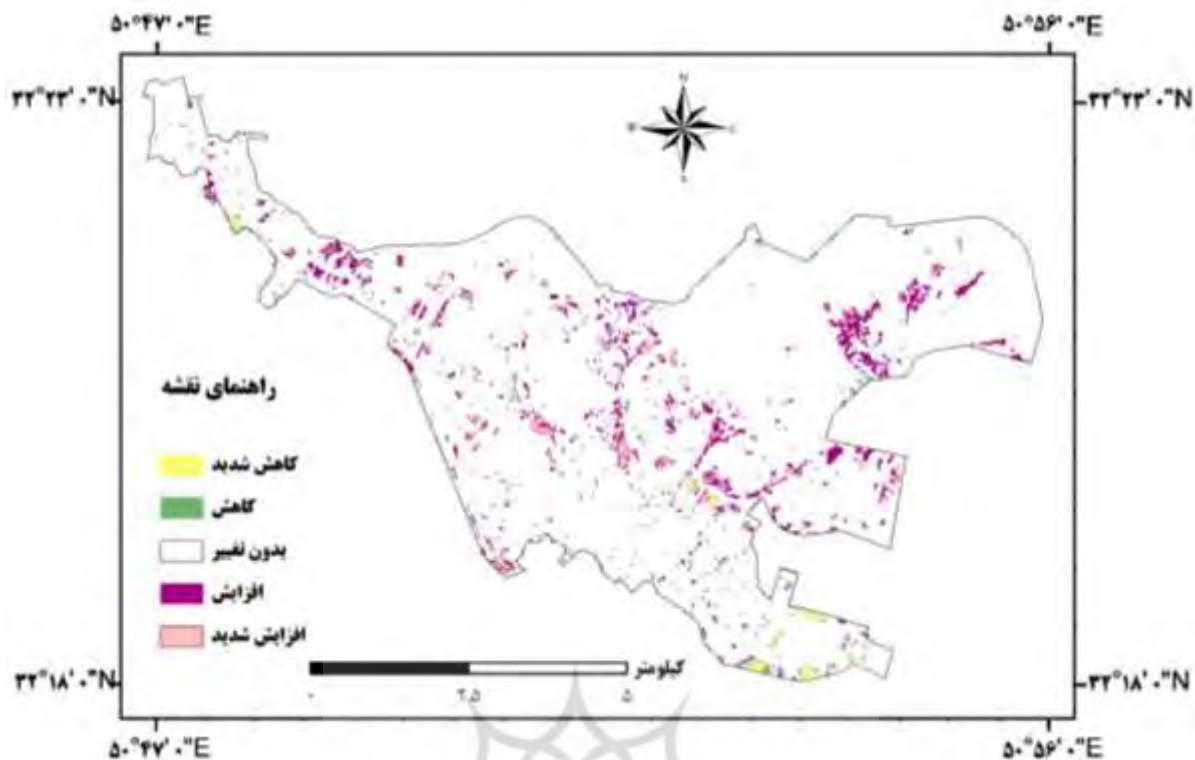


شکل - ۷: شاخص پوشش گیاهی نرمال در سال ۱۳۹۵ محاسبه شده از باند قرمز و مادون قرمز برای منطقه پژوهشی

جدول (۷) و شکل (۸)، میزان اختلاف تغییرات پوشش گیاهی را طی دوره ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵ نشان می دهد. نتایج حاکی است بیشتر اراضی در محدوده پژوهشی بدون تغییر بوده اند. با وجود این، تغییرات افزایشی پوشش گیاهی حدود ۳۰۴/۵ هکتار (شامل ۲۵۰ هکتار افزایش و ۵۴/۵ هکتار افزایش شدید) را نشان می دهد که حدود ۶/۴ درصد از مساحت منطقه را شامل می شود. از سویی در همین زمان، حدود ۴۳ هکتار (که شامل ۲۲/۳۲ هکتار کاهش و ۲۰/۸۸ هکتار کاهش شدید) را نشان می دهد که مقداری حدود ۰/۹۱ درصد را شامل می شود.

جدول - ۷: تفاوت و میزان تغییرات شاخص پوشش گیاهی نرمال در بین سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۲

درصد	مساحت (هکتار)	طبقه بندی
۰/۴۴	۲۰/۸۸	کاهش شدید
۰/۴۷	۲۲/۳۲	کاهش
۹۲/۶۹	۴۴۰۸/۳۸	بدون تغییر
۵/۲۶	۲۵۰/۱۱	افزایش
۱/۱۴	۵۴/۴۵	افزایش شدید



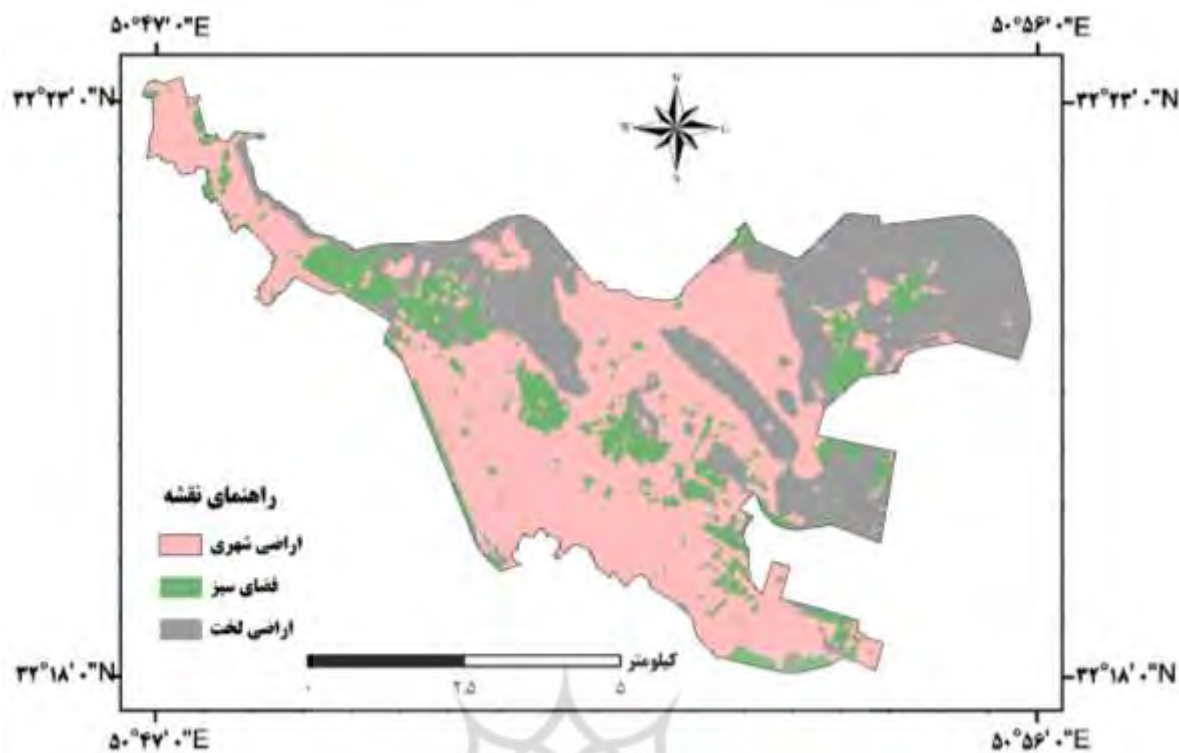
شکل- ۸: میزان و محل تغییرات شاخص پوشش گیاهی بین سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵

نتایج پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی شهری

نتایج پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی شهری با بهره‌گیری از مدل ک-مارکوف و با نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵ به دست آمد. در جدول (۸) و شکل (۹)، میزان این تغییرات مشخص شده است و پیش‌بینی می‌شود بیشترین تغییرات مربوط به اراضی لخت است و حدود ۳۰۰ هکتار به محدوده اراضی شهری (۶ درصد) اضافه خواهد شد؛ همچنین ۳۲ هکتار نیز به اراضی فضای سبز شهری طی ۱۰ سال آینده اضافه خواهد شد.

جدول- ۸: میزان تغییرات نقشه پیش‌بینی کاربری اراضی نسبت به کاربری اراضی در سال ۱۳۹۵

درصد تغییرات	۱۴۰۵		۱۳۹۵		نوع کاربری
	درصد مساحت	مساحت (هکتار)	درصد مساحت	مساحت (هکتار)	
۱۴۰۵-۱۳۹۵	۵۳/۰۱	۲۵۲۱/۳۵	۴۷	۲۲۲۰/۷۵	اراضی شهری
۰/۶۴	۱۴/۶۴	۶۹۶/۳۳	۱۴	۶۶۴/۸۳	فضای سبز
-۶/۶۶	۳۲/۳۴	۱۵۳۸/۵۵	۳۹	۱۸۷۰/۶۵	اراضی لخت
	۱۰۰	۴۷۵۶/۲۳	۱۰۰	۴۷۵۶/۲۳	جمع کل



شکل ۹- نقشه پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در سال ۱۴۰۵ (۲۰۲۶)

نتیجه‌گیری

بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره ای لندست و استفاده از فناوری سنجش از دور به دلیل اینکه دید کلی از پوشش اراضی و پدیده‌های زمینی دارند، می‌تواند نتایج بهتر و نزدیک به واقعیت را ارائه دهد و نقش عمده‌ای در تحلیل مکانی و بررسی تغییرات زمانی کاربری اراضی داشته باشد. این موضوع در پژوهش‌های انجام شده با داده‌های ماهواره‌ای و بهره‌گیری از توانایی‌های سنجش از دور نیز بررسی شده است که نتایج برآوردی را پذیرفته ارزیابی کردند (Iqbal et al, 2016: 8. Kuldeep and Kamlesh, 2011: 840). در پژوهش حاضر با بررسی تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸، تغییرات کاربری اراضی شهری شهرکرد ارزیابی و با بررسی‌های زمینی مقایسه شد. با به‌دست‌آمدن ضریب کاپای ۸۲/۶۶ و ۹۳/۵۶ می‌توان نتیجه گرفت طبقه‌بندی کاربری اراضی تا حدود زیادی به‌درستی انجام شده است. با توجه به اینکه نقشه پوشش اراضی دوم با ماهواره لندست ۸ تهیه شده است، چنین افزایش دقتی به دلیل افزایش قدرت تفکیک طیفی و همچنین قدرت رادیومتریکی این ماهواره دور از انتظار نیست.

با توجه به جدول (۳) مشخص می‌شود هنوز درستی طبقه‌بندی کاربری شماره ۳، یعنی فضای سبز در سال ۱۳۸۲ چندان دقیق نیست؛ این مسئله می‌تواند به دلایل کم بودن نمونه‌های تعلیمی، ضعف پوشش گیاهی و استفاده از نقشه‌های قدیمی و همچنین محدودیت سنجنده لندست ۷ باشد؛ ولی این مسئله در سال ۱۳۹۵ حل شده و نتایج بهتری ارائه داده است که به احتمال زیاد به دلیل نمونه‌های تعلیمی مربوط به سال ۱۳۹۵، به‌روزرسانی واقعیت‌های زمینی

و همچنین کیفیت بهتر سنجنده است که به‌نگام‌تر با واقعیت زمینی بهتری است. این امر نشان می‌دهد داشتن اطلاعات نزدیک به واقعیت، کمک بسیار زیادی به مدیریت بهتر و نتیجه‌گیری مطلوب‌تر می‌کند؛ همچنین با توجه به کوچک بودن نسبی منطقه مدنظر و تعداد کاربری‌های کم، به راحتی کاربری‌ها از همدیگر تفکیک داده می‌شوند و نقشه‌های به دست آمده دقیق‌اند.

نتایج به دست آمده از انطباق تصاویر نیز نشان می‌دهد بیشترین تغییرات در اراضی، در تغییر کاربری اراضی لخت به اراضی شهری است (۶۵۸/۸۹ هکتار) و نشان از رشد زندگی شهرنشینی دارد. طبیعی است برای توسعه شهری، به دلیل ارزان بودن تغییر اراضی ملی (عمدتاً مراتع) به اراضی شهری، گزینه اول تغییر کاربری اراضی، چنین اراضی‌ای است؛ بنابراین شاهدیم بیشتر اراضی شهری توسعه یافته (حدود ۶ درصد منطقه) در این اراضی بوده است. پژوهش‌های انجام شده در محدوده اراضی شهری نیز به این نکته اشاره دارد که ساخت‌وساز و توسعه اراضی دست‌ساخت به طور چشمگیری با تغییرات کاربری اراضی فضای سبز و اراضی جنگلی بوده است (Iqbal et al, 2016: 330; Wu et al, 2006: 8). توسعه اراضی شهری عمدتاً در محدوده مسکن مهر و اراضی منظریه منطقه مدنظر و در بخش شمال شرقی آن رخ داده است. این منطقه که خارج از محدوده شهری و در قسمت شمال شرقی شهر شهرکرد ساخته شده، عمدتاً در سال‌های اخیر توسعه یافته است؛ لیکن در همین منطقه، توسعه فضای سبز به درستی و براساس بخش مرکزی شهر صورت نگرفته است (مقایسه شکل ۲ و ۳ و ۵)؛ همچنین در انطباق تصاویر (شکل ۵)، ۱۱۲/۸۶ هکتار از اراضی فضای سبز به اراضی شهری تبدیل شده و با توجه به اینکه این تغییرات بیشتر در هسته مرکزی شهر و در بافت فرسوده شهری صورت گرفته است، می‌توان این تغییرات را به دلیل تبدیل بافت فرسوده شهری که قاعدتاً به صورت سنتی حیات‌های بزرگ و پوشیده از فضای سبز داشته است، به اراضی مسکونی جدید دانست؛ به دلیل قیمت زیاد مسکن در این شهر چنین تبدیلی نیز دور از انتظار نیست.

علت دیگر این امر را می‌توان در تبدیل اراضی کشاورزی سنتی (که نمودی همچون فضای سبز دارند) در محدوده شهری به اراضی مسکونی دانست؛ چنین اتفاقی در محدوده منتهی‌الیه جنوب شرقی شهر، یعنی محله تازه ساخت فرهنگیان دیده می‌شود که تبدیل اراضی دست‌کاشت به اراضی مسکونی مشخص است. این تغییرات در قسمت شمال غربی شهر (محدوده چالستر) نیز دیده می‌شود. همچنین ۱۹۲/۹۶ هکتار از اراضی لخت طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۶ به فضای سبز تبدیل شده است که می‌توان به پارک‌های ساخته شده طی ۱۳ سال اخیر به صورت پراکنده و عمدتاً در مجاورت پارک‌های پیشین و در مواردی نیز در پارک‌های جدید (همچون پارک ورودی شهر و همچنین در محدوده فرهنگیان و پارک مجاهدان) اشاره کرد.

پیش‌بینی اراضی با بهره‌گیری از مدل کا-مارکوف در پژوهش‌های پیشین کاوه و ابراهیمی (۱۳۹۲) و عزیزی و همکاران (۱۳۹۴) و وانگ و همکاران (۲۰۱۲) بررسی و ارزیابی شده و نتایج خوبی به دست آمده است. در این پژوهش نیز با بهره‌گیری از روش کا-مارکوف، تغییرات برای ۱۰ سال آینده پیش‌بینی شد. نتایج تغییرات در دوره بررسی شده ۱۳ ساله و ۱۰ ساله (پیش‌بینی) نشان داد درصدی از اراضی لخت به اراضی شهری تبدیل شده است. در فاصله بین سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵، علاوه بر اطراف محدوده شهر، قسمتی از اراضی لخت در شمال شرقی دستخوش

تغییرات و در آنها ساخت‌وساز شده است (شکل ۲ و ۳)؛ همچنین در شکل (۳) دیده می‌شود قسمتی از فضای سبز شهری نیز دستخوش تغییرات و به اراضی مسکونی تبدیل شده است (شکل ۴). با توجه به نقشه پیش‌بینی (شکل ۶)، توسعه اراضی شهری همچنان ادامه یافته است (شکل ۵) و در اطراف محدوده ساخت‌وساز شده، اراضی لخت همچنان تبدیل به اراضی مسکونی شده (شکل ۹) و در مقابل آن نیز، فضای سبز شهری توسعه چندانی نداشته است (شکل ۹).

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد با فناوری‌های نوین سنجش از دور می‌توان به راحتی و در کمترین زمان ممکن، تغییرات را بررسی کرد که به برنامه‌ریزی بهتر و تصمیم‌گیری درست‌تر مدیران و برنامه‌ریزان شهری می‌انجامد.

منابع

- ۱- بدر، رضا، (۱۳۷۹)، استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در تعیین جهت گسترش فیزیکی شهر (نمونه موردی: شهر رضی)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور، استاد راهنما: عسکری، علی، دانشگاه تربیت مدرس، گروه سنجش از دور دانشکده علوم انسانی، ۱۵۹.
- ۲- حقیقی خمایی، مریم، (۱۳۸۳)، بررسی تغییرات توده‌های جنگلی جلگه‌های غرب گیلان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، استاد راهنما: اسلام‌بنیاد، امیر، دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی گیلان، ۹۸.
- ۳- رفیعیان، امید؛ درویش‌صفت، علی اصغر و نمیرانیان، منوچهر، (۱۳۸۵)، تعیین تغییرات گستره جنگل‌های کشور بین سال‌های ۷۳ تا ۸۰ با استفاده از تصاویر سنجنده ETM+، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۱۰، شماره ۳ (ب)، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۷۷-۲۸۶.
- ۴- سلمان ماهینی، عبدالرسول و کامیاب، حمیدرضا، (۱۳۹۰)، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ادریسی، انتشارات مهر مهدیس، چاپ دوم، تهران، ۵۹۶.
- ۵- عزیزی قلاتی، سارا؛ رنگرن، کاظم؛ سدید، جواد؛ حیدریان، پیمان و نقی‌زاده، ایوب، (۱۳۹۵)، پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف (مطالعه موردی: منطقه کوهمره سرخی استان فارس)، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دوره ۷، شماره ۱، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر، ۷۱-۵۹.
- ۶- علوی پناه، سید کاظم، (۱۳۹۵)، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم، تهران، ۴۹۶.
- ۷- قراگوزلو، علیرضا، (۱۳۷۷)، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و GIS در ارزیابی و برنامه‌ریزی توسعه (مطالعه موردی: تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: مخدوم، مجید، دانشگاه تهران، گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست دانشکده محیط زیست، ۱۴۰.

- ۸- کاوه، ندا و ابراهیمی، عطاءالله، (۱۳۹۲)، پیش‌بینی تغییرات کاربری/ پوشش اراضی با مدل CA مارکوف (مطالعه موردی: رودخانه آق‌بلاغ)، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دوره ۴، شماره ۲، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر، ۵۱-۴۱.
- ۹- کرمی، فرشید، (۱۳۸۳)، مطالعه قابلیت داده‌های لندست برای تعیین تخریب جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: میان‌تنگ استان ایلام)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: اولادی قادی‌کلایی، جعفر، دانشگاه مازندران، گروه جنگلداری، ۷۱.
- ۱۰- محمودزاده، حسن، (۱۳۸۳)، کاربرد داده‌های ماهواره‌ای چندزمانه‌ای در محیط GIS با هدف بررسی تغییرات کاربری اراضی شهر تبریز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، استاد راهنما: حسین‌زاده دلیر، کریم، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیای طبیعی، ۹۷.
- 11- Alig Ralph, Latte Greg, Adams Darius, McCarl Bruce., (2010). **Mitigation greenhouse gases: the importance of land base interaction between forests, agriculture and residential development in the face of changes in bioenergy and carbon prices**; Forest policy and Economics; 12 (1): Pp 67- 75.
- 12- Aplin Paul. Atkinson, Pitter.M., (2004). **predicting missing field boundaries to increase per-field classification Accuracy**, photogrammetric engineering and remote sensing, 70: Pp 141-14.
- 13- Bauni Valeria, Schivo Facundo, Capmourteres Virginia, Homberg Marina., (2015). **"Ecosystem loss assessment following hydroelectric dam flooding: The case of Yacyretá, Argentina"**, Remote Sensing Applications: Society and Environment, 1: Pp 50-60.
- 14- Chander, G., Markham, B.L., (2003). **Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Post calibration Dynamic Ranges**, Transactions on geosciences and remote sensing, vol 41, No 11, Pp 2674-2677
- 15- Iqbal Sarwar Md. Billa M. Paul, Alak., (2016). **Urban land use change analysis using RS and GIS in Sulakbahar ward in Chittagong city, Bangladesh**. Internatinal Journal Of Geomatics and geosciences.1: 7, Pp 1-10
- 16- Kuldeep, Tiwari., and Kamlesh, Khanduri., (2011). **Land Use / Land cover change detection in Doon valley (Dehradun Tehsil)**, Uttarakhand: using GIS& Remote Sensing Technique, International Journal of Geomatics and Geosciences, 2 (1): Pp 34-41.
- 17- Singh, Prabhbir., Khanduri, Khanduri, Land., (2011). **use and land cover change detection through Remote Sensing & GIS technology: case study of pathankot and dhar kalan tehsils,Punjabl**, international Journal of Geomatics And Geosciences, 4: Pp 839-846.
- 18- Wang SQ, Zheng XQ and Zang XB., (2012). **Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model**, Procedia Environmental Sciences, 13: Pp 1238 – 1245.
- 19- Wu Q. and et al, (2006). **Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS**, Landscape and Urban Planning, 78: Pp 322-333.
- 20- Liu, X., et al., (2017). **"Classifying urban land use by integrating remote sensing and social media data"**, International Journal of Geographical Information Science 31(8), Pp 1675-1696.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی