GSCAJ Geographical Studies of Coastal Areas Journal, 2023, 4(3), Serial 14, 69-88
https://hgscaj.guilan.ac.ir

Research Paper

Investigating the Land Use Changes in the City of Rasht Using Satellite Image Analysis

Mohammad Rahmaninezhad[1], Shahram Sharifi Hashjin[2*]

1. Master's degree in Remote Sensing and Geographical Information System, Department of Geography, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Regional Studies, Environmental Research Institute of Jihad University, Guilan, Rasht, Iran.

DOI: 10.22124/GSCAJ.2023.22961.1193
DOR: 20.1001.1.27831191.1402.4.3.5.5
Received: 2022/09/24
Accepted: 2023/08/30

Abstract

Considering the extensive changes in land use and the necessity of providing awareness to managers and planners about the nature of these transformations for policy-making and problem-solving, the detection of land use changes through land cover analysis has become essential. Therefore, land use mapping is a requirement for any national and regional development planning. It empowers managers, planners, and experts to design and implement necessary actions by identifying current conditions, comparing capabilities and potentials, and addressing current and future needs and issues. Due to the high costs associated with traditional manual methods of land use mapping, remote sensing can offer engineers a faster and more accurate means for land use mapping and subsequent assessment of changes in an area. The present research aimed to investigate the land use changes in the city of Rasht from 1990 to 2020 using Landsat satellite images. Data analysis was conducted using Google Earth Engine, and the results were further analyzed and visualized using ArcGIS software. The findings indicated that over the 30-year study period, the percentage of forest and agricultural land decreased, while built-up areas, croplands, and pastures increased. The highest increase was observed in residential (urban and rural) land use, encompassing 8,080 hectares, followed by a 12,690-hectare expansion in pastureland.

Keywords: Land Use Changes, Satellite Images, Google Earth Engine Software, County of Rasht.

Highlight

- Land use changes in county of Rasht during the years 1990 to 2020 have shown that the area of forest and agricultural uses has decreased and the area of residential uses and barren-pasture lands has increased.
- Preparation of land use map is a planning requirement for national and regional development.

Extended Abstract

Introduction

Having knowledge about the various land surface covers and human activities in different areas holds a significant importance as foundational information for various planning endeavors. One of the effective, valuable, and practical sources of information for identifying the land cover is remote sensing data. Remote sensing technology serves as an essential and valuable tool for assessing changes in land surface. To enhance efficiency in land use change detection, remote sensing is often integrated with Geographic Information Systems (GIS). The city of Rasht is situated in Guilān Province and stands out for its agricultural activities, particularly rice cultivation, ranking first in the country. Additionally, this region boasts pristine natural areas such as forests and pastures. Factors contributing to changes in land use within the region include population growth, the pressing need for housing, and the conversion of agricultural lands to residential for making profit. Amidst these circumstances, the main objective of this study is to investigate the land use changes in Rasht.

Methodology

In this current research, remote sensing science has been used to investigate the changes and transformations in land use and land cover within the city of Rasht. To analyze the data, images were examined using Google Earth

* Corresponding Author: sh.sharifi@acecr.ac.ir

Engine software, and the results were further analyzed in ArcGIS software, ultimately producing maps. For each year under study, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was derived from quarterly Landsat images and used as auxiliary data. The NDVI index quantifies vegetation coverage by measuring the difference between near-infrared and red wavelengths, which respectively reflect and absorb vegetation. This index was computed for four 3-month periods throughout the year.

Results and discussion

The changes that have occurred over a thirty-year period from 1990 to 2020 have been assessed based on available data. The images and analyses derived from change detection have revealed that the most prominent change, evident through a comparison of generated land use maps, is the continuous shift in land use patterns. This includes a reduction in forest and agricultural lands and an increase in residential and pasture lands.

It's worth noting that the two classes of 'pasture' and 'bare land' should be considered cumulatively due to the fact that many areas of Guilān's soil rapidly transform into grasslands and pastures as a result of rainfall. Thus, the time of taking the satellite image and the corresponding weather conditions significantly influence the classification of these areas as either 'bare land' or 'pasture'. The extent of changes is as follows: from 1990 to 2020, the area of residential land use has increased by approximately 81 square kilometers, and the combined area of 'bare land' and 'pasture' classes has increased by around 170 square kilometers. In contrast, forest and agricultural lands have decreased by 11 and 236 square kilometers, respectively, during these years. The most significant changes in residential land use have occurred in areas that were previously designated for agriculture. This phenomenon can be attributed to the intermingling of agricultural and residential lands in the Guilān province.

Conclusion

The analysis revealed that during the 30 years under study, the percentage of forest and agricultural land has decreased, while the percentage of residential and pasture/bare land use has increased. Many agricultural lands, specifically the rice fields, have been converted to residential areas, or they are left uncultivated and are identified as bare pastures in recent satellite images. Forest coverage within Rasht is limited, primarily concentrated in the southern region, particularly in the Sarāvān area. Given the conditions of these forests, the issue of forest degradation and the prevalence of pine logging in certain parts of the county have prevented a significant decline in this land category. The reduction in orchards and agricultural lands is a significant challenge in the current land use changes. Economic issues, the commercialization of properties, recent droughts, and water shortages that have led to a decline in agricultural income at both provincial and national levels are among the factors driving rural farmers to convert their land to residential use in order to generate income and liquid assets. This trend is evident in the increased area of residential and pasture/bare land use. Although, the analysis of residential land use changes indicates an increasing trend. In recent years, inflation, capital preservation, migration, and rising housing demand within the province have driven the construction of numerous houses, apartments, residential complexes, and government housing projects in the county. Furthermore, due to the region's tourism potential, villa construction has seen a significant rise in recent years, contributing to the increasing trend of residential land use.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the persons for scientific consulting in this paper.

Citation:
Rahmaninezhad, M., Sharifi Hashjin, S.h. (2023). Investigating the Land Use Changes in the City of Rasht Using Satellite Image Analysis. *Geographical Studies of Coastal Areas Journal*, 4(13), pp. 69-88. DOI: 10.22124/GSCAJ.2023.22961.1193

Copyrights:
Copyright for this article are retained by the author(s), with publication rights granted to *Geographical studies of Coastal Areas Journal*. This is an open-access article distribted under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

نشریه علمی *مطالعات جغرافیایی نواحی ساحلی*، سال چهارم، شماره سوم، پیاپی ۱۴، پاییز ۱۴۰۲، صفحات ۶۹-۸۸

مقاله پژوهشی

بررسی تحولات کاربری اراضی شهرستان رشت با استفاده از آنالیز تصاویر ماهواره‌ای

محمد رحمانی‌نژاد[۱]، شهرام شریفی هشجین*[۲]

۱. کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، گروه جغرافیا، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. استادیار گروه مطالعات ناحیه‌ای، پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی گیلان، رشت، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۷/۰۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۶/۰۸

DOI: 10.22124/GSCAJ.2023.22961.1193
DOR: 20.1001.1.27831191.1402.4.3.5.5

چکیده

با توجه به تغییرات گستردهٔ کاربری اراضی و ضرورت آگاهی مدیران و برنامه‌ریزان از چگونگی تحولات حادثشده برای سیاست‌گذاری و چاره‌اندیشی جهت رفع معضلات موجود، آشکارسازی تغییرات کاربری زمین ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین نقشه کاربری اراضی یکی از الزامات هرگونه برنامه‌ریزی توسعه ملی و منطقه‌ای است که مدیران، برنامه‌ریزان و کارشناسان را قادر می‌سازد با شناسایی وضع موجود و مقایسه قابلیت‌ها و پتانسیل‌ها، در زمینهٔ حل معضلات و رفع نیازهای حال و آینده اقدامات لازم را طراحی و اجرا نمایند. امروزه به‌دلیل هزینهٔ بسیار زیاد تهیه نقشه‌های کاربری اراضی با روش‌های سنتی و دستی، سنجش از دور می‌تواند با دقت و سرعت بیشتری به مهندسان در تهیه نقشه کاربری اراضی و در مرحله بعد، ارزیابی تغییرات در منطقه کمک کند. هدف از این پژوهش، بررسی تحولات کاربری اراضی شهرستان رشت طی سال‌های ۱۳۶۹ الی ۱۳۹۹ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست است. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از تصاویر در نرم‌افزار Google Earth Engine بررسی و نتایج حاصل در نرم‌افزار Arc GIS تحلیل و به‌صورت نقشه تولید گردید. بررسی‌ها نشان داد که در طول ۳۰ سال مورد مطالعه، از درصد کاربری‌های جنگل و کشاورزی کاسته، در حالی‌که به درصد اراضی ساخته‌شده، اراضی زراعی و مراتع افزوده شده است. بیشترین افزایش را نیز کاربری‌های سکونتگاه (شهری و روستایی) با ۸۰۸۰ هکتار، و مرتع با ۱۲۶۹۰ هکتار را به خود اختصاص داده است.

واژگان کلیدی: تغییرات کاربری اراضی، تصاویر ماهواره‌ای، Google Earth Engine ، شهرستان رشت.

نکات برجسته:

- تحولات کاربری اراضی شهرستان رشت طی سال‌های ۱۳۶۹ الی ۱۳۹۹ نشان داده است که مساحت کاربری‌های جنگل و کشاورزی، کاهش و مساحت کاربری‌های سکونتگاهی و اراضی بایر-مرتع، افزایش یافته است.
- تهیه نقشه کاربری اراضی به عنوان یک الزام برنامه‌ریزی جهت توسعه ملی و منطقه‌ای است.

۱. مقدمه

* نویسنده مسئول: sh.sharifi@acecr.ac.ir

زمین سرمایه‌ای طبیعی است که بشر حیات اجتماعی خود را از طریق توسعه بر روی آن شکل می‌دهد. با استناد به بحث‌های مطرح‌شده و نگرانی‌های موجود در مورد تهدیدهای محیط‌زیستی مانند: تغییرات اقلیمی، بیابان‌زایی، جنگل‌زدایی هوا و به‌طورکلی از دست‌دادن تنوع زیستی، تغییرات کاربری اراضی و پوشش سرزمین در دهه‌های اخیر مورد توجه جدی کارشناسان محیط زیست قرارگرفته است (سالمی عباسی، ۱۳۹۵: ۲). در واقع اکنون تغییر کاربری اراضی و پوشش زمین یکی از مهم‌ترین راه‌هایی است که انسان محیط پیرامون خود را تحت‌تأثیر قرار می دهد (Ellis and Pontius, 2007: 5; Bateman, 2013: 45; Busko, 2018: 136). مفهوم زمین دربرگیرنده کارکردهای مختلفی است که معمولا در قالب دسته‌هایی چون، محیطی، اقتصادی، اجتماعی و معنوی طبقه‌بندی می‌شود. زمین در هر یک از دسته‌های مطرح‌شده دارای تعریف و مفهومی است که از هدف و نیازهای آن ناشی می‌شود. اهمیت و ماهیت زمین به نوعی است که زمین در برخی از فرهنگ‌ها الهه‌ای است که مردم را کنترل می‌کند (Ely, R. T. and G. S. Wehrwein, 1948; Renne, 1947; Barlow, 1986; Randall and Castle, 1985; Daly and Cobb, 1989; Van Vliet, 2016; Hersperger et al, 2018). این دسته‌بندی‌های متعدد از مفهوم زمین در رشته‌های مختلف ناشی از اهمیت زمین به‌عنوان بستر تمام فعالیت‌های بشر است (Henderson, 2017: 583). در سال‌های اخیر بازار زمین به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین مکانیسم‌های تأثیرگذار بر زمین توجه محققان بسیاری را در سراسر دنیا به خود جلب کرد، همچنین طیف گسترده‌ای از رویکردهای تحلیلی را به خود اختصاص داده است (Aspinall & Hill, 2008; Haila, 1991; Polanyi, 1957). زمین در طول تاریخ به‌عنوان اولین و اصلی‌ترین سرمایه انسانی از اهمیت بسزایی برخوردار بوده است و نقش عمده‌ای در توسعهٔ کشورها ایفا می‌نماید (موسوی و یزدانی چهار برج، ۱۳۹۲: ۳۶۲). از آنجاکه یکی از مهم‌ترین نشانه‌ها و نمودهای تأثیرات انسانی روی محیط، کاربری اراضی تغییر شکل یافته می‌باشد؛ بنابراین تحلیل تغییرات کاربری زمین یکی از موضوعات بسیار مهم در تحقیقات اکوسیستمی می‌باشد (Dong etal, 2008: 28). همچنین یکی از پیش‌شرط‌های اساسی برای استفاده بهتر از زمین، استخراج اطلاعات مربوط به الگوهای کاربری اراضی و آگاهی از تغییرات آن‌ها در طول زمان است. آگاهی از نسبت توزیع نواحی کاربری‌های مختلف و به موازات آن تغییرات آن‌ها درطول زمان برای برنامه‌ریزی و قانون‌گذاری به منظور استفاده بهتر از زمین، شناسایی نواحی و نقاط تحت فشار محیطی و ارزیابی توسعه ناحیه‌ای اهمیت بسیاری دارد. در همین راستا آشکارسازی تغییرات برای مشخص کردن روند تغییرات در طول زمان ضروری به نظر می‌رسد (Karimi and Komaki, 2015:76). طی چند دهه گذشته تغییرات کاربری اراضی انسان‌محور به‌تدریج به‌عنوان یکی از فرایندهای حاصله از تغییرات محیط جهانی شناخته شده است (Linderman et al., 2012: 47, Wijesekara et al, 2005: 220). از این رو تغییر کاربری اراضی از جنبه تغییرات محیط‌زیستی جهان دارای اهمیت و مورد توجه اندیشمندان و تصمیم‌گیران قرار گرفته است. تغییر کاربری اراضی بر میزان تقاضای زمین جهت فعالیت‌های کشاورزی، جنگل‌داری، مناطق سکونتگاه، صنعتی، مناطق گردشگری و تنوع چشم‌انداز و مناطق طبیعی تأثیرگذار است. تغییرات کاربری اراضی با تخریب جنگل و خاک بر انتشار گازهای گلخانه‌ای تأثیر معنی‌داری می‌گذارد (Falahatkar et al., 2016: 164). از جمله عوامل برای برنامه‌ریزی و مدیریت شهری به‌ویژه در راستای نیل به توسعه‌پایدار در نواحی شهری و استفاده بهینه از سرزمین، در دسترس‌بودن اطلاعات صحیح و به‌هنگام از وضعیت کاربری و پوشش اراضی مناطق شهری است (امان‌پور و کاملی‌فر، ۱۳۹۶: ۱۴۰).

یکی از فنون نو و کارآمد در زمینه پایش تغییرات، سنجش از دور است. داده‌های سنجش از دور، داده‌های چند زمانه گران‌بها درباره فرایند و الگوهای تغییر پوشش زمین و کاربری اراضی را فراهم می‌کند. از طریق این فن می‌توان با استفاده از مجموعه تصاویر چند زمانه و پردازش آن‌ها نسبت به آشکارسازی تغییرات مورد نظر منطقه اقدام کرد (Gross et al., 2009: 1343). آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف به‌عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف، اهمیت ویژه‌ای دارد. یکی از منابع اطلاعات مؤثر، مفید و کاربردی در شناسایی پوشش‌های زمین، داده‌های سنجش از دور است. فن‌آوری سنجش از راه دور ابزاری ضروری و با ارزش در ارزیابی تغییرات سطح زمین است. برای ارائه کارایی بیشتر در تشخیص تغییرات کاربری اراضی، سنجش از راه دور اغلب با سیستم اطلاعات جغرافیایی ترکیب می‌شود (Earle and Pontius, 2010; Esbahi et al., 2010: 63; Hegazy and Kaloop, 2015: 119).

شهرستان رشت یکی از شهرستان‌های استان گیلان می‌باشد که در زمینه فعالیت‌های زراعی به خصوص برنج جزء رتبه‌های برتر در سطح کشور است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۳). بررسی تحولات کاربری اراضی در شهرستان رشت، به‌دلیل مهم‌بودن این

موضوع در برنامه‌ریزی و توسعهٔ شهری، به‌ویژه در شهرستان‌ها و مناطق شهری، انجام می‌شود. این بررسی شامل تحلیل و بررسی کاربری اراضی شهرستان رشت در طول زمان است. برخی از دلایل و مزایای بررسی تحولات کاربری اراضی در شهرستان رشت را می‌توان به دلایلی چون: کنترل توسعه شهری اشاره کرد. بررسی تحولات کاربری اراضی در شهرستان رشت، به مسئولان شهری کمک می‌کند تا بهترین استراتژی‌ها برای کنترل توسعه شهری را تعیین کنند. این موارد شامل ۱-برنامه‌ریزی برای توسعه شهری در زمینه‌های مختلف نظیر توسعه مسکن، زیربناهای شهری، کاربری اراضی صنعتی و تجاری و ... است. ۲-حفاظت از منابع طبیعی: بررسی تحولات کاربری اراضی در شهرستان رشت، به مسئولان شهری کمک می‌کند تا برنامه‌ریزی و توسعه کاربری اراضی را به‌گونه‌ای انجام دهند که منابع طبیعی مانند آب، خاک و هوا حفظ شود. این می‌تواند شامل توسعه کاربری‌هایی باشد که به حفظ آب‌و خاک کمک کنند، و یا کاهش استفاده از منابع انرژی آلاینده مانند نفت و گاز باشد. ۳- بهبود کیفیت زندگی: بررسی تحولات کاربری اراضی در شهرستان رشت، به مسئولان شهری کمک می‌کند تا برای مردم شهرستان زندگی بهتری را فراهم کنند. این شامل بهبود شرایط مسکن، ایجاد فضاهای سبز و پارک‌ها، ایجاد فضاهای تفریحی و فرهنگی و ... است. ۴-توسعه اقتصادی: بررسی تحولات کاربری اراضی در شهرستان رشت، به شهرداری و مسئولان مربوطه کمک می‌کند تا برای توسعه اقتصادی شهرستان اقدامات لازم را انجام دهند. این شامل توسعه کاربری‌های صنعتی و تجاری، ایجاد فضاهای کسب و کار و ایجاد اشتغال است. با توجه به این مزایا، بررسی تحولات کاربری اراضی در شهرستان رشت، به شهرداری و مسئولان مربوطه کمک می‌کند تا برای توسعه و برنامه‌ریزی شهری، تصمیمات بهتری بگیرند. یکی از بهترین راهکارها برای بررسی دقیق تحولات کاربری اراضی استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد که به دلایلی چون: ۱- دقت بالا (با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، می‌توان به دقت بالایی از تحولات کاربری اراضی در شهرستان رشت پی برد. این دقت بالا به دلیل قابلیت ثبت تصاویر با وضوح بالا از مناطق مورد نظر است). ۲- پوشش گسترده (تصاویر ماهواره‌ای، می‌توانند به پوشش گسترده‌ای از مناطق مورد نظر در شهرستان رشت بپردازند، بدون اینکه نیاز به حضور فیزیکی در منطقه باشد).۳- توانایی در بررسی تحولات زمانی (با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، می‌توان تحولات کاربری اراضی در شهرستان رشت در زمان‌های مختلف را مقایسه کرد و تحولات آن را بررسی کرد). ۴-امکان تحلیل داده‌های بزرگ (با توجه به حجم بزرگی از داده‌هایی که در تصاویر ماهواره‌ای قرار دارد، این روش امکان تحلیل داده‌های بزرگ را فراهم می‌کند و به دقت بیشتری در بررسی تحولات کاربری اراضی شهرستان رشت کمک می‌کند). با توجه به این مزایا، استفاده از آنالیز تصاویر ماهواره‌ای در بررسی تحولات کاربری اراضی شهرستان رشت، به دلیل دقت بالا، پوشش گسترده، توانایی در بررسی تحولات زمانی و امکان تحلیل داده‌های بزرگ، مورد توجه قرار گرفته است.

بر همین مبنا و بر اساس بررسی موارد فوق، در این پژوهش هدف اصلی بررسی تحولات کاربری اراضی شهرستان رشت است تا با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای در سامانه Googe Earth Engine و با استفاده از نرم‌افزار ArcGis تغییر و تحولات اتفاق‌افتاده در این شهرستان در طول یک دوره ۳۰ ساله مشخص گردد.

۲. مبانی نظری

شهرها همواره تحت‌تأثیر نیروها و عوامل گوناگونی شکل گرفته و گسترش می‌یابند. با تحولات اجتماعی، جابه‌جایی‌های جمعیتی، تغییرات اقتصادی و نوآوری‌های فن‌شناختی، دگرگون می‌شوند. با افزایش جمعیت نیز فعالیت و سرمایه‌گذاری به‌شدت توسعه می‌یابد و نظام و سازمان کالبدی شهرها دستخوش تغییرات اساسی می‌شود (Henderson, 2017: 583). تغییرات کاربری اراضی یکی از اساسی‌ترین مباحثی است که امروزه در دنیا مطرح است و همگام با رشد شتابان شهری، سرعت گرفته است (محمودزاده، ۱۳۹۵: ۲۲۳)؛ زیرا برنامه‌ریزی کاربری بهینه زمین نقش مهمی در تحولات کاربری زمین شهری دارد (Kolhe et al, 2016: 1699).

کاربری اراضی عبارت است از : الگوها، فعالیت‌ها و نهادهایی که افراد در یک نوع از پوشش اراضی خاص به منظور انجام عملیات تولیدی یا تغییر و حفاظت از آن به‌کار می‌گیرند (دهقان و فلسفیان، ۱۳۹۷: ۱۶۸). برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری ساماندهی مکانی و فضائی عملکردهای شهری براساس خواست‌ها و نیازهای جامعه شهری است و هستهٔ اصلی برنامه‌ریزی شهری را تشکیل می‌دهد (شاملو و همکاران، ۱۳۹۵: ۳۸۸). در برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، تلاش می‌شود الگوهای اراضی شهری به‌صورت علمی مشخص شود و مکانیابی فعالیت‌های مختلف شهر در انطباق و هماهنگی با یکدیگر و سیستم‌های شهری قرار

گیرد. به عبارت دیگر، نحوهٔ استفاده از زمین‌های شهری باتوجه به نیازهای شهروندان همان شهر با درنظر گرفتن شاخص‌های سلامت، آسایش، زیبایی، سازگاری و... ، همان برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری است (آذری و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۲۴). یک مورد بسیار مهم در بررسی وضعیت تغییر کاربری، موضوع تغییر کاربری زمین می‌باشد. علل تغییر کاربری زمین بین کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه متفاوت است. در کشورهای توسعه یافته، تغییر کاربری زمین ریشه در دلایل اقتصادی مانند کشاورزی بزرگ مقیاس، توسعهٔ شهری و افزایش نیاز به نگهداری کیفیت محیطزیست برای نسل فعلی و نسل‌های آتی دارد. اما در کشورهای درحال توسعه رشد سریع جمعیت، فقر و موقعیت اقتصادی عوامل اصلی می‌باشد (Guan et al, 2016: 69). بر این اساس از مهم‌ترین ابزارهای حاکمیتی دولت‌ها در اقتصاد شهری، تدوین سیاست‌های مرتبط با استفادهٔ بهینه از منابع زمین شهری تلقی می‌شود. لذا دولت‌ها در سطوح مختلف (ملی و محلی) به منظور اختصاص بهینه این منبع کمیاب، سیاست‌های مناسب زمین شهری را تدوین کرده‌اند (منوچهری میاندوآب و همکاران، ۱۳۹۸: ۳۲۷؛ آرخی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۷). تغییر کاربری اراضی به معنایی تغییر در نوع بهره‌برداری از زمین است که شامل جنگل تراشی، سوزاندن زیست‌توده، تبدیل اکوسیستم طبیعی به کشاورزی، زهکشی زمین‌های غرقابی و تغییر نوع کشت می باشد (مختاری کرچگانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۱). تغییر کاربری اراضی در حال حاضر به فرایندی پیچیده تبدیل شده‌است که متغیرها و عوامل مختلفی را در سطوح متفاوت اجتماعی و فضایی در بر می‌گیرد. به‌عبارت دیگر، تغییر کاربری اراضی نتیجه تعامل فضایی و زمانی بین ابعاد بیوفیزیکی و انسانی است (براتی و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۳۹). تغییر کاربری اراضی یک بخش اصلی و یک تغییر محیطی مهم در جهان به شمار می‌آید (لامبین، ۲۰۰۶). تغییر کاربری زمین و پوشش گیاهی در طول تاریخ به‌دلیل افزایش رشد جمعیت بشر و نیاز انسان به محصولات کشاورزی افزایش یافته، از این رو جمعیت انسانی به کشت انواع محصولات در مراتع اقدام می‌نماید. در بسیاری از کشورهای درحال توسعه، جمعیت روستایی به سرعت در حال رشد است. این جمعیت برای امرار معاش به مراتع وابسته هستند؛ در نتیجه اثرات بسیار زیادی بر روی این منابع وارد می‌شود، از جمله این اثرات، تبدیل اراضی منابع طبیعی به کاربری‌های دیگر با پوشش متفاوت می‌باشد. در حدود ۳۰ درصد از زمین‌های جنگلی و مرتعی در دنیا، در طول چهار قرن گذشته تبدیل به زمین‌های زراعی و چراگاه‌های دام شده است (ملک‌پور و همکاران ۱۳۹۰: ۱۱۵). تغییر کاربری اراضی طبیعی به اراضی مدیریت‌شده، اثرات زیان‌باری بر خصوصیات خاک داشته و به‌عنوان عامل تخریب خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به‌شمار می‌رود (نیک‌نهادقرماخر و مارامایی، ۱۳۹۰).

سنجش‌ازدور علم و هنر و یا فن‌آوری به‌دست‌آوردن اطلاعات دربارهٔ یک شیء، منطقه و یا پدیده از طریق آنالیز داده‌های جمع‌آوری‌شده از طریق وسایلی که تماس مستقیمی با شیء، منطقه و یا پدیده نداشته باشد، می‌گویند (علوی‌پناه، ۱۳۹۱). در سنجش‌ازدور سنسورهای مختلفی مثل (ماهواره‌ها و فضاپیماها) بدون تماس فیزیکی با پارامتر مورد نظر تنها از راه تابش تشعشعات الکترومغناطیسی، اطلاعات مربوط به نوع، موقعیت و شرایط منابع مختلف زمین را استخراج می‌نمایند و سپس با استفاده از وسایل مختلف دیداری و کامپیوتری، داده‌های حاصله را آنالیز کرده و این اطلاعات به‌صورت نقشه‌ها، جداول چاپی و یا فایل‌های کامپیوتری درآمده و با لایه‌های دیگر اطلاعاتی در یک سیستم اطلاعات مکانی (GIS) ادغام شده و برای مصرف کاربران آماده می‌شود. دو فرایند مبنا در این تکنیک، اخذ داده‌ها و سپس تجزیه و تحلیل آن‌ها می‌باشد (چوبکار و همکاران، ۱۳۹۰). ازجمله کاربردهای سنجش‌ازدور می‌توان به مدیریت (کشاورزی، جنگل‌داری، اکتشافات نفت، محیط‌زیست و حوادث غیرمترقبه، منابع طبیعی، نقشه‌برداری، نظامی، مدیریت آب و ...) اشاره نمود (علوی‌پناه، ۱۳۹۱). در حال حاضر تکنولوژی سنجش‌ازدور بهترین وسیله برای پایش تغییرات محیطی و استخراج کاربری‌های اراضی بوده که بیشترین سرعت و دقت را دارد. با استفاده از داده‌های چند زمانه می‌توان نسبت به استخراج کاربری‌های اراضی اقدام نمود و سپس با مقایسه آن در دوره‌های مختلف زمانی نسبت تغییرات را ارزیابی نمود. طبقه‌بندی تصاویر رقومی ماهواره‌ای یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای استخراج اطلاعات کاربردی محسوب می‌شود. لذا تکنولوژی سنجش‌ازدور یک ابزار ضروری و با ارزش در ارزیابی تغییرات به‌دلیل پوشش مکرر و تکراری کره زمین می‌باشد (آرخی، ۱۳۹۰: ۲۰).

۳. پیشینه پژوهش

در زمینه بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در داخل و خارج از کشور پژوهش‌هایی توسط تعدادی از پژوهشگران انجام شده است. در ذیل به تعدادی از این پژوهش‌ها اشاره شده است:

فروغی‌فر و دشتی (۱۳۹۹) در پژوهشی تحت عنوان آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: شهرستان شوش) به شناسایی عوامل و روند تغییرات در آینده بر اساس تغییرات گذشته پرداخته است. نتایج تحقیق آشکارسازی تغییرات نشان داد 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 تغییرکاربری اراضی بدون پوشش به اراضی کشاورزی است. سیدی‌فرد و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به پیش‌بینی تغییر کاربری اراضی شهر تبریز، با استفاده از مدل SLEUTH پرداخته است. خروجی مدل، میزان و جهت رشد شهر را تا سال ۲۰۵۰ پیش بینی می‌کند. ضرایب پنج‌گانه به‌دست‌آمده برای منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد که با توجه به سناریوی تاریخی، ضریب زایش و ضریب انتشار، غالب هستند. نرخ بالای ضریب زایش در این منطقه نشان می‌دهد که احتمال تبدیل هر سلول شهری به سلول مرکز انتشار شهر و در نتیجه میزان رشد مرکز انتشار جدید در منطقه تحت پوشش، زیاد است. طالشی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی به تبیین عوامل مؤثر بنیادی بر تحولات کاربری اراضی با رویکرد بوم‌شناسی سیاسی (مطالعه موردی: شهرستان همدان) پرداخته‌اند. با توجه به نتایج تحقیق اثر عوامل شیب، بارش، حاصلخیزی خاک و تحولات جمعیت روستایی در تغییر و تحول کاربری اراضی از نقش‌آفرینی کمتری برخوردار است؛ در حالی‌که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که برخلاف ادعای معمول، فقرا کمتر از ثروتمندان در تصرف زمین و تغییر کاربری اراضی نقش داشته‌اند. میزان فاصله از شهر همدان و بزرگراه‌های منتهی به آن در تغییرات پوشش اراضی تأثیر داشته‌است. همچنین نتایج حاکی از آن است که عوامل انسانی، به‌ویژه عوامل سیاسی، روابط قدرت و ثروت، مهم‌ترین عوامل در بروز تحول و تغییرات کاربری و پوشش اراضی مؤثر بوده است. زندی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی تحت‌عنوان نقش تغییرات کاربری اراضی بر فرم فضایی جزایر حرارتی در شهر مشهد به بررسی رابطه تغییرات کاربری اراضی و تغییرات مکانی جزایر حرارتی شهر مشهد در بازۀ زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۶ پرداخته است؛ به‌این‌ترتیب که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست، سنجنده (۲۰۱۶، ۱۹۹۸)، دمای سطح زمین و میزان تغییرات کاربری اراضی شهر مشهد را مورد سنجش قرار داده است. نتایج تحقیق حاکی از آن است که تا سال ۲۰۳۰ رشد شهر بیشتر در نواحی شمال غربی خواهد بود و در نواحی جنوبی با توجه به اینکه ارتفاعات قرار دارد، شهر رشد کمتری خواهد داشت. سلطانی مقدس (۱۳۹۸)، با بررسی پیامدهای مکانی-فضایی تغییر کاربری اراضی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان قرچک به این نتیجه رسید که افزایش کاربری سکونتگاه به علت جذب جمعیت، تأثیرات اجتماعی از قبیل؛ تفاوت‌های اجتماعی، پیامدهای اقتصادی از جمله افزایش مشاغل واسطه‌گری و بورس بازی زمین، تأثیرات اجتماعی از قبیل؛ تفاوت‌های اجتماعی، پیامدهای اقتصادی از جمله افزایش مشاغل واسطه‌گری و بورس‌بازی زمین، تأثیرات زیست‌محیطی را در قالب کاهش فضای سبز و کشاورزی به همراه داشته است. شاطریان و همکاران (۱۳۹۷)، تغییرات اراضی شهر کرد را در بازه ۳۲ ساله بررسی کردند. در این راستا تصاویر سنجنده‌های ماهواره لندست به‌عنوان پایگاه داده مورد بهره‌برداری قرار گرفت. نتایج نشان داد که در این دوره مساحت کاربری‌های شهری، کشاورزی و صنعتی افزایش یافته است؛ درحالی‌که کاربری مرغزار و سایر کاربری‌ها، کاهش وسعت داشته‌اند که این موضوع حاکی از تخریب سرزمین، به‌دلیل احداث فرودگاه و همچنین از بین‌رفتن مراتع به‌موجب افزایش اراضی شهری و کشاورزی می‌باشد. اکبری و همکاران (۱۳۹۵) نیز به کشف و شناسایی تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی با استفاده از روش‌های آموزش آماری در منطقه نیشابور پرداختند. بررسی‌ها نشان داد که افزایش سطح زیر کشت اراضی بایر و شور، گسترش باغات منطقه تحت‌تأثیر احداث سدهای بالادست و افزایش محدوده‌ی شهری در طی ۲۷ سال دوره تحقیق (۱۳۶۷تا ۱۳۹۵) از مهم‌ترین تغییرات رخداده در منطقه است. همچنین نیکخو و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی تحولات کاربری اراضی شهر ملایر با بهره‌گیری از داده‌های رقومی سنجنده‌های لندست ۵، ۷ و ۸ پرداختند. نتایج نشان داد که تغییرات قابل ملاحظه‌ای در کاربری‌های اراضی محدودۀ مطالعاتی در یک بازه زمانی ۲۸ ساله اتفاق افتاده که به تبع آن اراضی سکونتگاه و کشاورزی آبی به میزان ۲/۱۹ درصد و ۴/۳۶ درصد افزایش، کشاورزی دیم و مراتع به میزان ۲/۳۸ درصد و ۶/۰۸

درصد کاهش یافته است. به‌طور کلی بیشترین تغییرات کاربری مربوط به اراضی سکونتگاه و در جهت غرب و شمال غرب شهر ملایر بوده است. حقیقی‌زیدهی و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از داده‌های سنجنده TM ماهواره لندست ۵ به بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در شهرستان لاهیجان (واقع در استان گیلان) طی سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰ میلادی پرداختند و با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال، نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی منطقه را تهیه کردند. صحت کلی به‌دست‌آمده برای سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ به‌ترتیب ۸۸٪، ۸۸٪ و ۹۲٪ بود و کاپای کلی برای سال‌های ۱۹۹۱ تا۲۰۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ به‌ترتیب ۶۱/۲۹٪ و ۷۶/۳٪ به‌دست آمد. نتایج نشان داد که طی این ۱۹ سال کاربری شهری افزایش و در مقابل کاربری کشاورزی کاهش یافته است. مهرابی و همکاران (۱۳۹۲) در دو روستای شهرستان تنکابن، تغییرات کاربری اراضی و نیروهای انسانی محرک آن مورد تحلیل قرار گرفته است. در یکی از این روستاها درصد زیادی از جنگل‌ها تخریب‌شده و جای خود را به زمین‌های مسکونی و کشاورزی داده است. مهم‌ترین عامل تغییر کاربری مشکلات اقتصادی مردم و به‌صرفه نبودن فعالیت‌های کشاورزی ذکر شده است. ماراسینی و همکاران[1] (۲۰۱۵) در شش منطقه شهری در غرب مدیترانه، ویژگی‌های مشترک و متفاوت تغییر کاربری اراضی مورد تحلیل قرارگرفته و نتایج نشان می‌دهد که دو تغییر عمده در کاربری اراضی یکی تبدیل اراضی زراعی و کشاورزی به کاربری جنگل‌کاری و اراضی رها شده و دیگری تبدیل اراضی جنگلی به کاربری کشاورزی در نواحی پیرامون شهرها قابل توجه است. از سوی دیگر در این تحقیق فرضیه میزان فاصله از نواحی شهری برای تبدیل اراضی کشاورزی به زمین‌های بایر و پوشش گیاهی طبیعی مورد سنجش قرار گرفته و ثابت شده که با افزایش میزان فاصله از شهرها میزان تغییرکاربری اراضی به کاربری جنگلی و رها شده افزایش یافته است. نالینا و همکاران[2] (۲۰۱۴)، به مطالعه دینامیکی تغییرات کاربری و پوشش اراضی منطقه Nilgiris هند طی سال‌های 1990 تا 2010 با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای LISS-I،III-LISS پرداختند. نتایج نشان داد که در این بازه زمانی جنگل‌های انبوه ۲۷/۱۷ درصد افزایش و جنگل‌کاری ۵۴/۶۴ درصد کاهش یافته است و کشاورزی در مناطق شیب‌دار کوهستانی طی این دوره به‌سرعت افزایش یافته است که موجب رانش زمین و فرسایش خاک گردیده است. آرولبالاجی و گروگنانام[3] (۲۰۱۴)، در یک بازه زمانی ۱۶ ساله ازطریق داده‌های دورسنجی به پایش تغییرات کاربری اراضی محدوده سالم در جنوب هند پرداختند و نتیجه گرفتند که توسعه اجتماعی-اقتصادی این منطقه به‌عنوان مؤلفه تأثیرگذار بر منابع آب و منابع معدنی، عامل اصلی این تغییرات است. عبدالرسول و عبدالرضا[4] (۲۰۱۳) به مطالعه و بررسی تغییرات کاربری اراضی و توسعهٔ شهری در جنوب منطقه Johor بین سال‌های ۱۹۹ تا ۲۰۱۱ پرداختند و برای این کار از تصاویر سنجنده‌های TM و ETM ماهواره لندست ۷ استفاده کردند. آن‌ها با استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال منطقهٔ مطالعاتی خود را طبقه‌بندی کردند. دقت طبقه‌بندی برای سال ۱۹۹۵، ۸۴/۱۴٪ و برای سال ۲۰۱۱، ۸۹/۱۱٪ بود. نتایج تجزیه و تحلیل و آشکارسازی تغییرات نشان داد که طی این بازه زمانی مناطق ساخت‌و ساز شده، ۳٪ افزایش یافته و پوشش گیاهی ۱۲٪ کاهش یافته است. وانگ و همکاران[5] (۲۰۱۲)، با استفاده ار مدل زنجیره‌ای CA مارکوف، تغییرات کاربری اراضی ساگای ژاپن را برای سال‌های ۲۰۴۲-۲۰۱۵ مدلسازی کردند. نتایج این مطالعه، افزایش اراضی شهری و کاهش اراضی طبیعی و کشاورزی را نشان داد.

با توجه به نتایج حاصل از مطالعات پیشین، آنچه پژوهش حاضر را از مطالعات قبلی متمایز می‌کند این است که علاوه بر تغییرات مداوم و پی در پی در وضعیت اراضی، هیچگونه مطالعه‌ی مدون علمی در این زمینه در ناحیه مورد مطالعه با توجه به ابزارهای تحلیلی پژوهش انجام نپذیرفته است.

۴. روش پژوهش

1. Marraccini et al
2. Nalina et al
3. Arulbalaji and Gurugnanam
4. Abdulrasool and Al-Razzaq
5. Wang et al

امروزه رایج‌ترین روش برای تهیه نقشه تغییر کاربری اراضی استفاده از فناوری‌های سنجش ازدور می‌باشد (Lefsky and Cohen, 2003). در این پژوهش جهت تهیه نقشه کاربری اراضی، از تصاویر ماهواره لندست مربوط به سال‌های ۱۳۶۹، ۱۳۷۹، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۹ استفاده گردید. همچنین برای بالا بردن دقت طبقه‌بندی تصاویر، از شاخص پوشش گیاهی و مدل ارتفاعی زمین (DEM) که توسط ماهواره ALOSpalsar تهیه گردیده است، استفاده گردید. برای هر یک از سال‌های تحقیق، شاخص NDVI در ۴ دوره‌ی ۳ ماهه از تصاویر لندست استخراج گردید و به‌عنوان داده کمکی مورد استفاده قرار گرفت. شاخص NDVI پوشش گیاهی از طریق اندازه‌گیری تفاضل بین دو موج مادون قرمز نزدیک و قرمز که به‌ترتیب پوشش گیاهی را منعکس و جذب می‌کنند، محاسبه می‌گردد. شاخص NDVI بین منفی یک تا یک نوسان دارد، که البته تعیین یک دامنه دقیق و مشخص برای یک نوع عارضه خاص وجود ندارد. به‌طور مثال مقادیر منفی بسیار محتمل است که شامل پهنه‌های آبی گردد و یا مقادیر نزدیک به یک به احتمال بسیار زیاد دربرگیرنده فضای سبز و متراکم جنگلی می‌گردد. اما زمانی‌که NDVI مقداری نزدیک به صفر را نشان دهد، می‌تواند نماینده منطقه شهری و سکونتگاه‌های روستایی گردد. این شاخص قابلیت استخراج اطلاعات مفید مرتبط با کلاس‌های طبقه‌بندی این پژوهش (مزرعه، جنگل، مرتع، سکونتگاه، آب و خاک) را دارا می‌باشد. ماهواره پیشرفته دیده‌بانی زمین Advanced Land Observation Satellite جزء سری ماهواره‌های مشاهدات زمینی دسته‌بندی شده که به‌وسیله سازمان اکتشافات هوافضای ژاپن (JAXA) به فضا پرتاب شده است. در این تحقیق از مدل رقومی سطح (DSM) سنجنده PALSAR این ماهواره، با رزولوشن مکانی ۳۰ متر و دقت ارتفاعی حدود ۱۲/۵ متر مورد استفاده گردید.

شهرستان رشت در مرکز استان واقع شده که از شمال به دریای خزر و شهرستان انزلی، از جنوب به شهرستان رودبار، از شرق به شهرستان‌های سیاهکل، لاهیجان، آستانه اشرفیه و از غرب به شهرستان‌های صومعه‌سرا، فومن و شفت متصل می‌باشد که دارای ۱۴۲۷ کیلومتر مربع وسعت، ۶ بخش، ۷ شهر، ۱۸ دهستان و ۲۹۳ روستا و جمعیت ۹۱۸۴۴۵ نفر که ۶۹۸۰۱۴ نفر شهری و ۲۲۰۴۳۱ نفر روستایی به‌عبارت دیگر ۷۶ درصد جمعیت شهری و ۲۴ درصد روستایی می‌باشند.

۴. ۱. نرم‌افزارهای مورد استفاده

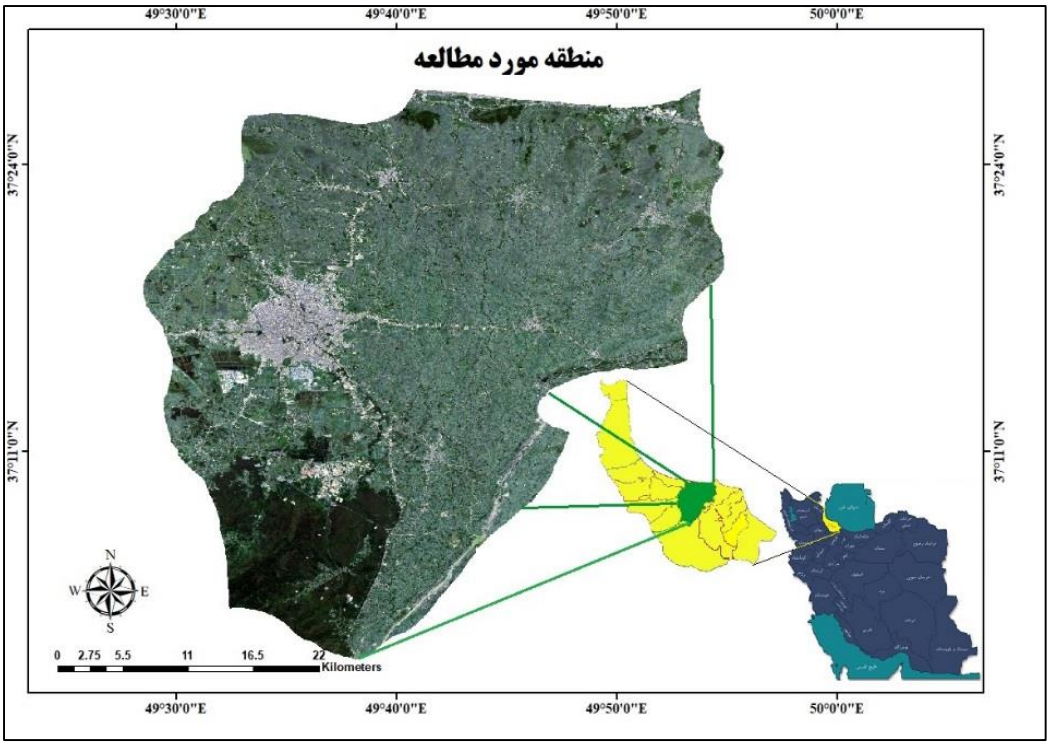
گوگل ارث انجین یکی از سیستم عامل‌هایی است که در سال ۲۰۱۰ توسط گوگل راه‌اندازی شد. GEE از زیر ساخت‌های محاسباتی گوگل است و از مجموعه داده‌های سنجش از دور رایگان استفاده می‌کند. دسترسی به مجموعه داده‌های بلند مدت و تقریباً آنی در GEE همراه با انجام محاسبات و پردازش‌ها با عملکرد زیاد در این سامانه قابلیت نظارت، پیش‌بینی و مطالعات در برابر بلایای طبیعی را ارتقاء می دهد (Aman, 2020: 5326). پلتفرم پردازش ابری GEE به طور مؤثر برای تجزیه و تحلیل داده‌های با سرعت بالا با توابع پردازش فضایی بزرگ بسیار مناسب است (Jia, 2021: 255). در این پلتفرم بر روی کدنویسی تمرکز می‌شود که کارایی طبقه‌بندی محصولات را تا حد زیادی بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، GEE این امکان را فراهم می‌آورد که بسیاری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و الگوریتم‌های طبقه‌بندی تصویر ادغام گردند تا امکان بهبود نتایج فراهم گردد (Zurqani, 2020: 1). در کنار مزیت‌هایی همچون دسترسی راحت به تصاویر، حجم بالای داده، پردازش‌های ساده و قدرت نمایش بالا، می‌توان به آرشیو گسترده تصاویر لندست از نظر زمانی و همپوشانی هم‌زمان تصاویر ماهواره‌ای تحت پردازش و تصاویر سامانه Google Earth در این مجموعه اشاره نمود که به راحتی حجم کار میدانی را کاهش می‌دهد و درمواردی به صفر می‌رساند. از طرفی این امکان را برای پژوهشگر فراهم می‌نماید تا تعداد نمونه آموزشی تا رسیدن به دقت مورد نظر تا هر تعداد دلخواهی افزایش دهد. بنابراین در این پژوهش از پتانسیل‌های سامانه GEE در طبقه‌بندی تصاویر استفاده گردید. خروجی‌های این سامانه با استفاده از نرم افزار ArcGIS و ICDL جهت نمایش بهتر تنظیم گردید.

۴. ۲. تصاویر مورد استفاده

در بررسی دوره‌ای پوشش کاربری اراضی مهم‌ترین مسألهٔ دسترسی به تصاویر سال‌ها و دهه‌های گذشته است. یکی از قدرتمندترین آرشیوهای تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سنسورهای ماهواره لندست است. علاوه‌بر آرشیو زمانی، قدرت تفکیک مکانی هم نقش بسزایی در دقت طبقه‌بندی و پهنه‌بندی پوشش‌های مختلف سطح زمین است. از این رو در این پژوهش از تصاویر ماهواره لندست، سری لندست ۵ ،۷ و ۸ استفاده گردید.

۴. ۳. روش طبقه‌بندی جنگل تصادفی

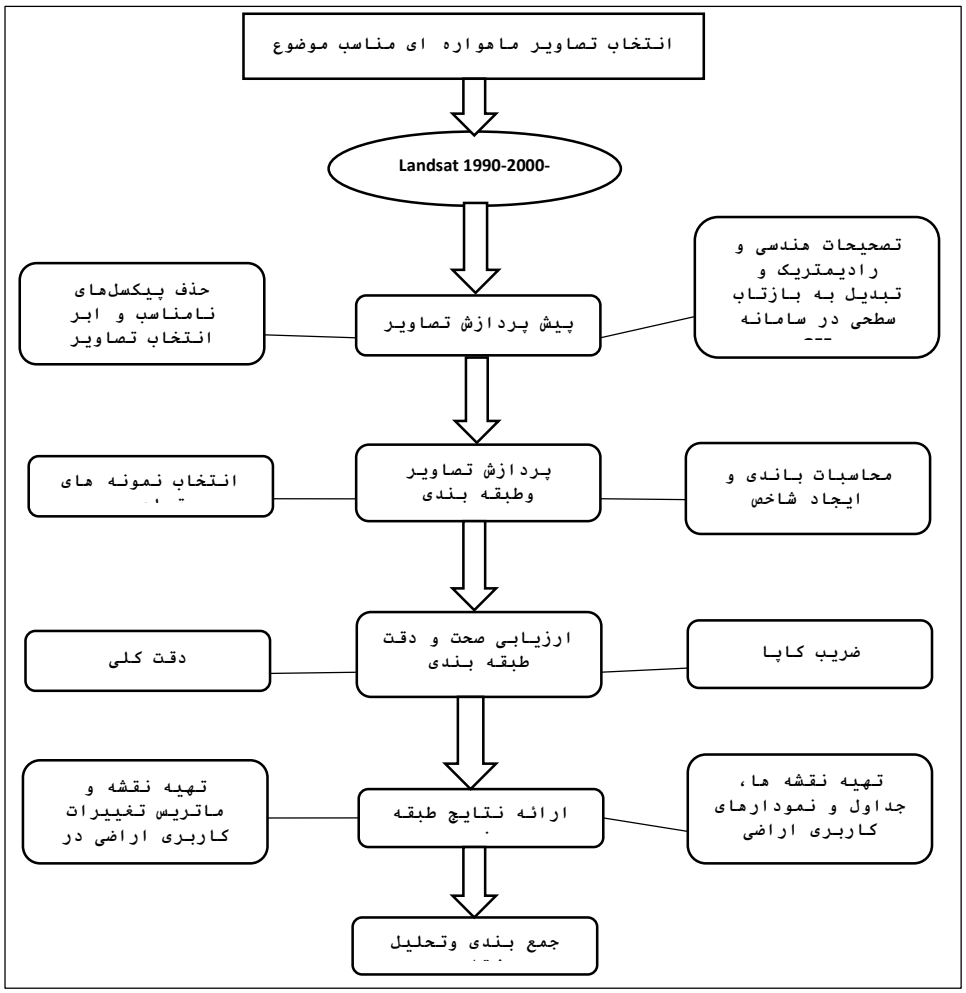
یادگیری ماشین عبارت است از: بهینه‌سازی یک عملکرد با استفاده از تجربیات گذشته. فرایند آموزش معمولاً به‌کارگیری اطلاعات تجربی از هدف مورد بررسی می‌باشد و پس از ایجاد مدل آموزشی، از آن به‌عنوان مدلی جهت پیش‌بینی و یا طبقه‌بندی رفتار سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد (Burkov, 2020: 1). در سال‌های اخیر توجه ویژه‌ای به استفاده از روش‌های یادگیری ماشین جهت ایجاد نقشه‌های پهنه بندی در حوزه سنجش از دور گشته است (Keshtkar, 2017: 3800; Feyisa, 2020: 175). روش جنگل تصادفی یکی از روش‌های یادگیری ماشین در فرایند مدل‌سازی است که پیشرفت قابل ملاحظه‌ای در تکنولوژی داده‌کاوی ارائه داده است. این روش به‌عنوان یک الگوریتم یادگیری مبتنی بر درخت است که توسط Breiman ارائه شده است. در این روش که مبتنی بر روش‌های جدید ترکیب اطلاعات است، تعداد زیادی درخت تصمیم ایجاد می‌گردد، سپس تمام درختان با هم براساس پیش بینی ترکیب می‌شوند (Matinfar, 2021: 327). از مزایای درخت‌های تصمیم می‌توان به این موضوع اشاره کرد که این مدل ها قادر هستند اقدام به آموزش مستقیم کنند. همچنین این درختان می‌توانند علاوه بر طبقه‌بندی الگوها برای مقاصد پیش‌بینی و برآورد مقدار یک تابع نیز به کار روند. معمولاً در طبقه‌بندی تصاویر، سنجش از دور به‌دلیل توانایی دقیق آن در تعیین مرز کلاس‌ها استفاده می‌شود (Kavzoglu, 2019).



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

۵. یافته‌های پژوهش و بحث

داده‌های خام سنجش‌ازدور که به‌وسیله سنجنده‌های موجود در ماهواره دریافت می‌شود، احتمال وجود کمبودها یا اختلالاتی را دارد که جهت رفع آن‌ها و قابل استفاده بودن برای کاربران، اعمالی بر روی داده‌های ماهواره‌ای انجام می‌شود که به این اصلاحات پیش‌پردازش می‌گویند (شاکری، ۱۳۹۱). جهت داشتن درک بصری خوب از تصویر، لازم است در ابتدا یکسری از این پیش‌پردازش‌ها و تصحیحات اولیه و نیز پردازش‌های اصلی جهت تحلیل دقیق‌تر روی تصویر انجام شود. روش‌های متفاوتی برای پردازش وجود دارند که با توجه به نوع تصویر سنجش‌ازدور، متفاوت است. از جمله پیش‌پردازش‌ها می‌توان به برش تصویر، انتخاب باندها، بهبود کنتراست، تصحیحات هندسی، رادیومتریک و اتمسفریک اشاره نمود. در این پژوهش برای دسترسی به حداکثر کیفیت در پردازشات از سامانه Google Earth Engine(GEE) استفاده گردید. سامانه GEE یک ابزار قدرتمند سنجش از دور برای استخراج اطلاعات کاربردی از تصاویر ماهواره‌ای است. GEE کاربران را قادر می‌سازد تا بر روی حجم زیادی از داده‌ها بدون نیاز به سیستم‌های پرقدرت محاسبات خود را انجام دهند. پیش‌پردازشات این پروژه با استفاده از سامانه GEE به صورت اتومات صورت پذیرفته بود.



شکل ۲. نمودار فرآیند انجام تحقیق

به جداسازی مجموعه‌های طیفی مشابه و تقسیم‌بندی طبقاتی آن‌ها که دارای رفتار طیفی یکسانی باشد، طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای گفته می‌شود (علوی‌پناه، ۱۳۸۲). خروجی این مرحله تصاویر طبقه‌بندی‌شده با ۶ کلاس آب، بایر، مزرعه، سکونتگاه، مرتع و جنگل می‌باشد. برای عمل طبقه‌بندی از الگوریتم استفاده گردید؛ این روش یکی از برترین و قدرتمندترین روش‌های

طبقه‌بندی مبتنی بر یادگیری ماشین می‌باشد که از تخصصی‌ترین روش‌های طبقه‌بندی برای زمین‌های پوشیده از گیاه می‌باشد. جهت ارزیابی دقت طبقه‌بندی از دو پارامتر ضرایب کاپا و دقت کلی استفاده گردید. در جدول زیر مقدار این دو پارامتر را برای هر کدام از سال‌ها مشاهده می‌نمایید.

جدول ۱. ضرایب ارزیابی دقت طبقه‌بندی

سال	ضریب کاپا	دقت کلی
۱۳۶۹	۰,۹۷۸۷۲	۰,۹۸۲۷۱
۱۳۷۹	۰,۹۸۲۷۰	۰,۹۸۶۰۲
۱۳۹۲	۰,۹۹۱۹۳	۰,۹۹۳۶۳
۱۳۹۹	۰,۹۷۴۳۷	۰,۹۷۹۱۶

پس از انجام طبقه‌بندی اقدام به استخراج نقشه‌های طبقه‌بندی شهرستان رشت گردید.

کلاس‌های کاربری، پوشش زمینی انتخاب‌شده در این مطالعه و تعریف آن‌ها به‌شرح زیر است:

کلاس مناطق مسکونی: کلیه مراکز ساخته‌شده توسط انسان اعم از شهرها، روستاها و مراکز صنعتی می‌باشد.

کلاس کشاورزی: در منطقه مورد مطالعه به‌خاطر آب‌و هوای مناسب، دارای شرایط کشاورزی ایده‌آل، و کلاس زراعت به‌راحتی قابل تشخیص می‌باشد. کلیه اراضی زیر کشت، شامل زراعت و باغ است.

کلاس جنگل: باتوجه به شرایط مناسب رشد درختان در منطقه مورد مطالعه، جنگل‌های طبیعی و دست کاشت به‌عنوان کلاس جنگل انتخاب شدند.

کلاس بایر: مناطق بدون پوشش گیاهی مانند سواحل، سطوح آسفالت جاده‌ها، زمین‌های بایر ارتفاعات و قله‌ها در این کلاس قرار داده شدند.

کلاس مرتع: شامل اراضی مرتعی مشجر و غیر مشجر و اراضی دارای پوشش گیاهی خودرو غیر جنگلی مانند چمنزارها می‌باشد.

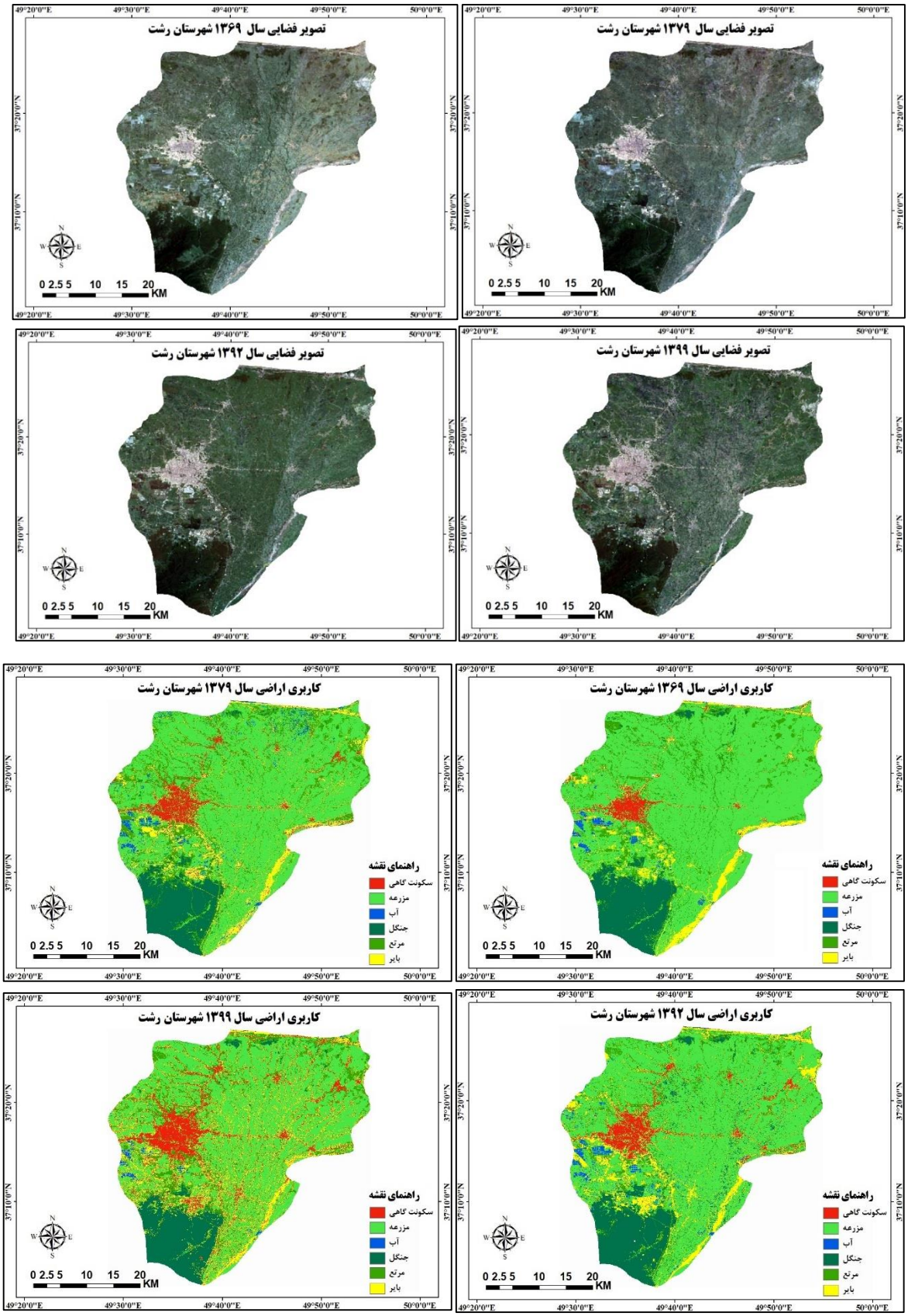
کلاس آب: شامل تمامی پهنه‌های آب از قبیل تالاب، استخر، رودخانه و ... می‌باشد.

پس از انجام طبقه‌بندی برای تمام سال‌ها، اقدام به استخراج اطلاعات مربوط به تغییرات صورت‌گرفته طی بازه زمانی مورد نظر شد، در جدول زیر مساحت هر یک از کاربری‌ها به کیلومتر مربع برای کل منطقه مورد مطالعه ارائه شده است.

جدول ۲. مساحت کاربری‌های منطقه (Km^2)

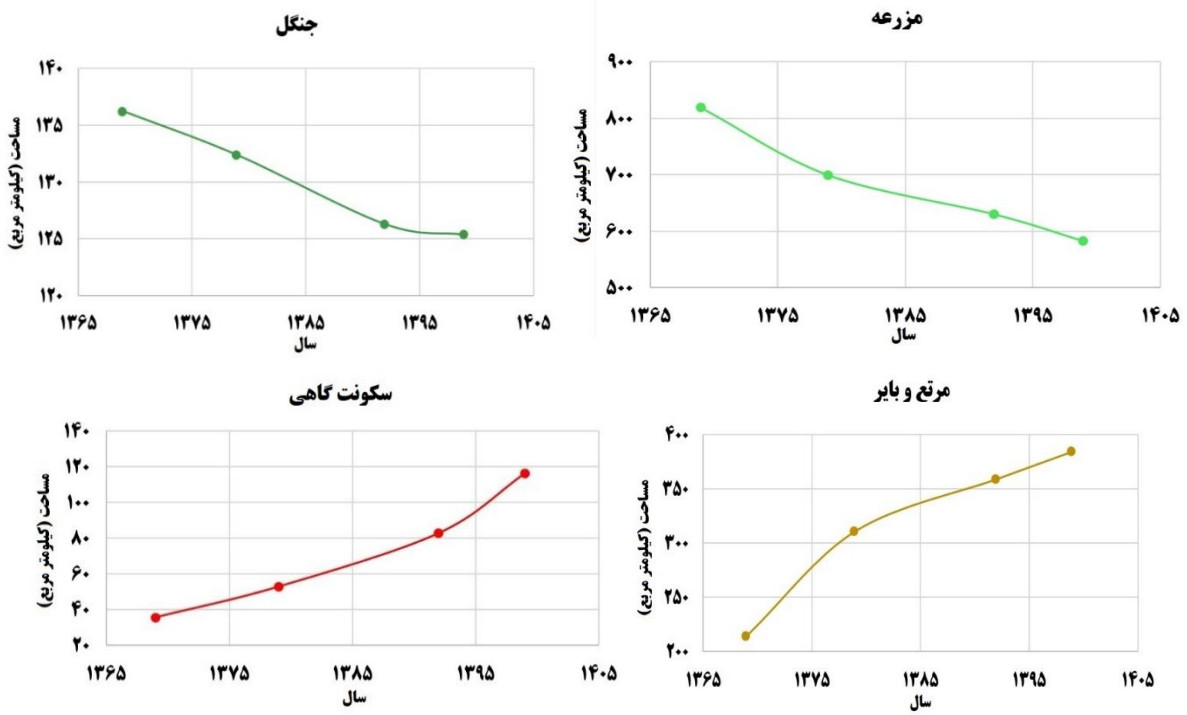
ردیف	نام کلاس	کل منطقه			
	سال	۱۳۹۹	۱۳۹۲	۱۳۷۹	۱۳۶۹
۱	سکونتگاه	۱۱۶/۳	۸۲/۸	۵۲/۸	۳۵/۵
۲	آب	۵۸۲/۸	۶۳۰/۳	۶۹۹/۴	۸۱۸/۹
۳	جنگل	۸/۲	۱۸/۸	۲۱/۴	۱۲/۱
۴	بایر	۱۲۵/۴	۱۲۶/۳	۱۳۲/۴	۱۳۶/۲
۵	مزرعه	۱۸۴/۵	۱۸۰/۲	۱۹۴/۲	۱۴۱/۴
۶	مرتع	۱۹۹/۹	۱۷۸/۷	۱۱۶/۸	۷۳

تغییرات صورت‌گرفته بر اساس داده‌های موجود در طی ۳ دوره زمانی سی ساله از سال ۱۳۶۹ تا سال ۱۳۹۹ ارزیابی شده است. نتایج طبقه‌بندی تصاویر به همراه تصاویر RGB ماهواره‌ای در ادامه ارائه گردیده است.



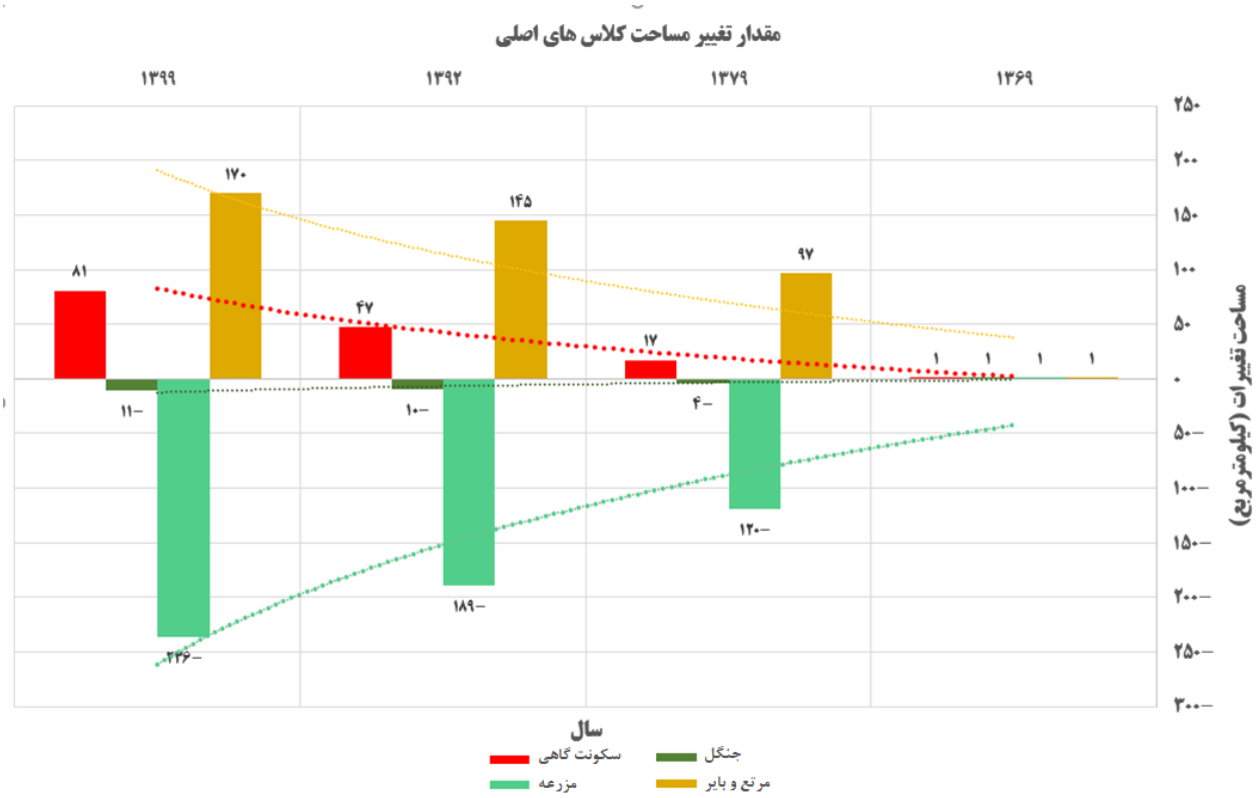
شکل ۳. نقشه کاربری اراضی در ۴ سال مورد نظر

از تصاویر و آنالیز حاصل از کشف تغییرات نتیجه گرفته شد واضح‌ترین تغییری که با مقایسه‌ی نقشه‌های کاربری تهیه‌شده مشاهده می‌شود، تغییر سطح کاربری‌ها به‌صورت مستمر با کاهش کاربری اراضی جنگل، کشاورزی و افزایش کاربری سکونتگاه، مرتع-بایر همراه بوده است. نمودار تغییرات کلاس‌ها در ادامه ارائه شد. اشاره به یک نکته در اینجا الزامی است. دو کلاس خاک بایر و مرتع باید به‌صورت تجمعی مورد بررسی قرار بگیرند؛ علت آن این است که بسیاری از مناطق خاکی گیلان تحت‌تأثیر بارندگی به‌سرعت به چمنزار و مرتع تبدیل می‌گردند. بنابراین زمان اخذ تصویر ماهواره‌ای و شرایط بارندگی آن‌زمان بر روی تعیین کلاس بایر یا مرتع تأثیرگذار خواهد بود. بنابراین در نمودارها و بررسی نتایج دو کلاس بایر و مرتع که قابلیت تفکیک‌پذیری پایینی دارند با یکدیگر به‌صورت تجمعی ادغام و ارائه می‌گردند.



شکل ۴. روند تغییرات کاربری اراضی در ۴ سال مورد نظر

میزان تغییرات به این صورت می‌باشد که از سال ۱۳۶۹ تا سال ۱۳۹۹ مساحت کاربری سکونتگاه حدود ۸۱ کیلومترمربع و کلاس بایر-مرتع نیز حدود ۱۷۰ کیلومتر مربع افزایش یافته است و در مقابل اراضی جنگلی و کشاورزی در طی این سال‌ها به ترتیب به میزان ۱۱ و ۲۳۶ کیلومتر مربع کاهش داشته است. بیشترین تغییرات کاربری سکونتگاه در مکان‌هایی که قبلاً کاربری کشاورزی بوده رخداده است و این به‌دلیل درهم‌تنیدگی زمین‌های کشاورزی و سکونتگاه در استان گیلان بوده است. برای درک بهتر از روند تغییرات شکل ۱۰۲ میزان و روند تغییر هر یک از این کلاس‌ها را نمایش می‌دهد.



شکل ۵. میزان و روند تغییرات کاربری اراضی در دوره زمانی ۳۰ ساله

همانطور که در جدول ۲ مشخص شد، مساحت کلاس کاربری‌های انسان‌ساخت که شامل کاربری‌های سکونتگاه می‌باشد، طی این ۳۰ سال افزایش چشم‌گیری داشته است؛ این در حالی است که سایر کاربری‌ها که به بحث کشاورزی مربوط می‌گردد، کاهش یافته است. این تغییر کاربری می‌تواند منفی و مثبت باشد، اگر این تغییر در شرایطی رخ دهد که زمین قابلیت خود را برای کاربری زمان حال خود از دست داده و با تغییر کاربری استفاده بهتری از زمین خواهد شد. این تغییر مثبت بوده ولی اغلب تغییر کاربری‌ها در محدوده مطالعاتی منفی بوده است. یکی از این موارد می‌تواند به‌دلیل افزایش قیمت زمین باشد. در واقع دو عامل تغییر کاربری و افزایش قیمت زمین با یکدیگر ارتباط مستقیم دارند؛ بدین‌معنی که اغلب تغییر کاربری‌ها در این زمینه به انگیزه ایجاد ارزش‌افزوده صورت گرفته است. به‌عنوان مثال فرد با تغییر کاربری اراضی کشاورزی به کاربری مسکونی قصد در ایجاد سرمایه برای خود و خانواده خود دارد. اگرچه چنین عملکردی سود کوتاه‌مدت برای آن فرد و زیان بلند مدت برای ساکنین کره زمین به‌دنبال خواهد داشت. نتیجه این عامل در محاسبات به‌وضوح دیده می‌شود. بدین‌صورت که بیشترین تغییر اراضی کشاورزی به اراضی سکونتگاه بوده است. مورد دیگر درخواست برای ساخت و ساز در روستاها می‌باشد؛ امروزه علاوه بر روستاییان، شهرنشینان تمایل بسیاری به سکونت موقت در روستاهای نزدیک به شهر به عنوان خانه دوم، مکانی برای استراحت و رسیدن به آسایش از خود نشان می‌دهند. همچنین بخشی از ساکنین شهرها که از عهده هزینه مسکن در شهر بر نمی‌آیند، به روستاهای اطراف، جهت سکونت مهاجرت می‌نمایند که کارکرد روستاها را از کارکرد زیستی به سکونتی تغییر می‌دهند. این افراد نیاز به عرصه و اعیان برای زندگی دارند و این نیاز دلیلی بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی، بایر و جنگلی به کاربری سکونتی خواهد بود.

۶. نتیجه‌گیری

تغییر کاربری اراضی نمونه‌ای مهم از تأثیرگذاری انسان بر محیط‌زیست است که باعث پدید آمدن تغییرات ساختاری در ابعاد اجتماعی، اقتصادی و فیزیکی می‌گردد. در پژوهش حاضر، تغییرات کاربری اراضی شهرستان رشت در بازه زمانی ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹، با استفاده از داده‌های چندزمانهٔ تصاویر ماهواره‌ای لندست در نرم‌افزار Google Earth Engine بررسی و نتایج حاصل در نرم‌افزار Arc GIS تحلیل و به‌صورت نقشه تولید گردید. بررسی‌ها نشان داد که در طول ۳۰ سال مورد مطالعه، از درصد کاربری‌های

جنگل و کشاورزی کاسته، درحالی‌که به درصد اراضی سکونتگاه و اراضی بایر-مرتع افزوده شده است. تغییر کاربری اراضی در شهرستان رشت، به دلیل توسعه شهری و افزایش جمعیت، در چند سال اخیر رخ داده است. برخی از تغییرات کاربری اراضی در شهرستان رشت عبارتند از: ۱. تبدیل زمین‌های کشاورزی به کاربری‌های مسکونی: با افزایش جمعیت و نیاز به مسکن، برخی از زمین‌های کشاورزی به کاربری‌های مسکونی تبدیل شده‌اند. ۲. تبدیل زمین‌های کشاورزی به کاربری‌های صنعتی: با توسعه صنعت و نیاز به فضاهای بزرگ، برخی از زمین‌های خالی به کاربری‌های صنعتی تبدیل شده اند. ۳. تغییر کاربری اراضی کشاورزی به کاربری‌های تجاری: برخی از زمین‌های کشاورزی به دلیل موقعیت مکانی خوب و قرارگیری در محله‌های تجاری، به کاربری‌های تجاری تبدیل شده‌اند. ۴. تغییر کاربری اراضی خالی به کاربری‌های مسکونی و تجاری: در برخی از مناطق شهرستان رشت، زمین‌های خالی به دلیل موقعیت مکانی خوب، به کاربری‌های مسکونی و تجاری تبدیل شده‌اند. ۵. در واقع بسیاری از زمین‌های کشاورزی برنج به بافت سکونتگاه تبدیل شده‌اند و یا برای تغییری کاری دیگر کاشت نمی‌شوند و به‌عنوان مرتع-بایر در تصاویر سال‌های اخیر شناسایی شدند. ۶. پوشش جنگل در سطح شهرستان رشت محدود و بیشتر در قسمت جنوبی این شهرستان در بخش سروان واقع است. با توجه به شرایط جنگل‌های این منطقه، مسأله تنفس جنگل و همچنین رواج صنوبرکاری در برخی قسمت‌های شهرستان باعث گردیده روند کاهشی شدیدی در این طبقه نداشته باشیم. کم‌شدن باغات و زمین‌های کشاورزی از معضلات مهم تغییرات کاربری اراضی در دوره حاضر است. مسائل اقتصادی، کالایی‌شدن املاک و تا حدودی خشکسالی‌های اخیر و کمبود آب که منجر به کاهش درآمد کشاورزی در سطح استان و کشور گردیده، همگی از جمله عواملی است که روستائیان کشاورز را بر آن داشت که کاربری‌های زمین‌های خود را به سکونتگاه تغییر دهند تا بتوانند کسب درآمد و سرمایه نقدی داشته باشند. این مسأله به وضوح خود را در مقدار مساحت طبقه سکونتگاه و بایر-مرتع نشان می‌دهد. از سوی دیگر، بررسی تغییرات و تحولات اراضی سکونتگاهی نشان می‌دهد که روند این کاربری افزایشی بوده است؛ چرا که در سال‌های اخیر، تورم، حفظ سرمایه، مهاجرت و بالا رفتن تقاضای مسکن در سطح استان، سبب‌ساز احداث تعداد زیادی خانه، آپارتمان، شهرک‌های مسکونی و پروژه مسکن مهر در شهرستان شده است. همچنین به علت موقعیت گردشگری منطقه در چند سال گذشته، ویلاسازی روند افزایشی چشم‌گیری داشته است و در راستای این موضوع، به افزایش روند کاربری اراضی سکونتگاه کمک زیادی کرده است.

در جمع‌بندی نهایی، می‌توان این‌گونه اذعان کرد که تغییرات کاربری اراضی می‌تواند تأثیرات مثبت و منفی زیادی بر شهرستان رشت گزارد، لذا شناخت صحیح آن به‌منظور مدیریت بهتر و استفاده بهینه از منابع، الزامی است. در واقع چنین مطالعاتی بیانگر نوع مدیریت اعمال‌شده در منطقه و همچنین نشان‌دهنده نقاط ضعف و قوت آن در طول دوره مطالعاتی است که می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مدیریتی قدرتمند برای مدیریت بهینه اراضی در جهت نیل به توسعه‌پایدار در اختیار مدیران و مسئولان استانی و محلی قرار گیرد. این پژوهش را می‌توان با آثار پژوهشگرانی چون فروغی‌فر و دشتی (۱۳۹۹)، سیدی‌فرد و همکاران (۱۳۹۹)، نیکخو و همکاران (۱۳۹۳) مقایسه نمود. همان‌گونه که این پژوهشگران به آشکارسازی تغییرات و کاربری‌ها پرداختند و مساحت کاربری‌های مختلف زراعی، سکونتگاه، مرتع، اراضی بایر را در طول سال‌های مختلف توسط تصاویر سنجش از دور مقایسه کردند، در این پژوهش نیز وضعیت کاربری اراضی در شهرستان رشت به طور متوسط ۳۰ سال مورد مقایسه قرار گرفته است که نشان‌گر افزایش کاربری‌های سکونتگاه، بایر-مرتع و کاهش کاربری‌های مزروعی و جنگل بوده‌ایم. همچنین نالینا و همکاران (۲۰۱۴) و آرولبالاجی و گروگنانام (۲۰۱۴)، به مطالعه دینامیکی تغییرات کاربری و پوشش اراضی منطقه در هند پرداختند که بر مبنای تحقیقات‌شان در بازه زمانی ۲۰ سال، جنگل های انبوه در منطقه افزایش یافته‌اند؛ در حالیکه در منطقه مورد مطالعه این کاربری در شهرستان رشت روندی کاهشی داشته است.

با توجه به این تحولات، پیشنهاد می‌شود که شهرداری و مسئولان مربوطه اقدامات لازم را برای بهبود کاربری اراضی در شهرستان رشت انجام دهند. به‌عنوان مثال:

۱. برنامه‌ریزی برای توسعه مسکن: با توجه به نیاز به مسکن در شهرستان رشت، شهرداری باید برنامه‌ریزی مناسبی برای توسعه کاربری‌های مسکونی در شهرستان داشته باشد؛

۲. حفظ منابع طبیعی: با توجه به اهمیت حفظ منابع طبیعی مانند آب و خاک، شهرداری باید برای توسعه کاربری اراضی، به استفاده بهینه از منابع طبیعی توجه کند؛

۳. توسعه کاربری‌های پایدار: با توجه به اهمیت توسعه پایدار، شهرداری باید برای توسعه کاربری‌هایی که به پایداری محیطی کمک می‌کنند، توجه کند؛

۴. حمایت از کاربری‌های کشاورزی: با توجه به اهمیت کاربری‌های کشاورزی، شهرداری باید برای حفظ و توسعه این کاربری‌ها اقدامات لازم را انجام دهد؛

۵. توسعه کاربری‌های جدید: با توجه به نیاز به فضاهای جدید برای کاربری‌های صنعتی و تجاری، شهرداری باید اقدامات لازم را برای توسعه کاربری‌های جدید انجام دهد؛

۶. توجه به نقشه‌های آمایش سرزمین و جلوگیری از توسعه شهرها و مناطق سکونتگاه در اراضی کشاورزی و همچنین به‌کارگیری اراضی نا مستعد برای ساخت‌وسازهای جدید؛

۷. تدوین قوانین سخت‌گیرانه و اصلاح قوانین موجود در زمینه جلوگیری از تغییر کاربری اراضی کشاورزی؛

۸. برنامه‌ریزی و نظارت برای استفاده از زمین‌های بایر و بلااستفاده به جای زمین‌های مرغوب کشاورزی در امر ساخت‌و ساز؛

۹. مطالعه جهت شناسایی زمین‌های مستعد کشاورزی در جهت جلوگیری از ساخت‌و ساز در آن‌ها؛

۱۰. ارائه الگوی بهینه تغییر کاربری با در نظر گرفتن ابعاد اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و زیست‌محیطی تا در صورت لزوم برای تغییر کاربری این امر بر اساس الگوی مناسبی انجام شود؛

با انجام این پیشنهادها، می‌توان بهبود کاربری اراضی در شهرستان رشت را بهبود داد و شرایط بهتری را برای ساکنین شهرستان فراهم کرد.

منابع

ارخی، صالح (۱۳۹۳). بررسی روش‌های مختلف آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور و GIS. *فصلنامه محیط‌زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران*، ۴۸(۱)، صص. ۱-۱۳.

اکبری، الهه؛ زنگنه‌اسدی، محمدعلی و تقوی‌مقدم، ابراهیم (۱۳۹۴). پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش های مختلف تئوری آموزش آماری در منطقه نیشابور. *مجله بررسی جغرافیایی فضا*، (۲۰)۶، صص. ۳۵-۵۰.

امان‌پور، سعید؛ کاملی‌فر، محمدجواد و بهمئی، حجت (۱۳۹۵). تحلیل تغییرات کاربری اراضی در کلانشهرها با استفاده از تحلیل تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: کلانشهر اهواز). *اطلاعات جغرافیایی سپهر*، ۲۶(۱۰۲)، صص. ۱۳۹-۱۵۰.

براتی، علی‌اکبر؛ اسدی، علی؛ کلانتری، خلیل؛ آزادی، حسین و ماموریان، محسن. (۱۳۹۳). تحلیل اثرات تغییر کاربری اراضی کشاورزی از دیدگاه کارشناسان سازمان امور اراضی کشاورزی. *تحقیقات اقتصادی و توسعه کشاورزی ایران*، دوره ۴۵(۴)، صص. ۶۳۹-۶۵۰.

تالشی، مصطفی؛ رستمی، شهبختی؛ علی‌اکبری، اسماعیل و وجدانی، حمیدرضا (۲۰۱۷). تبیین عوامل اساسی مؤثر بر تغییرات کاربری اراضی با رویکرد بوم‌شناسی سیاسی (مطالعه موردی: شهر همدان). *مجله علمی-پژوهشی برنامه توسعه کالبدی*، ۴(۲)، صص. ۹۵-۱۱۰.

چوبکار، نسرین؛ امامی‌راد، امیرمحمد؛ محمدی روزبهانی، مریم و قائنی، منصوره (۱۳۹۰). کاربرد سنجش از دور و GIS در مدیریت منابع طبیعی. کنفرانس منطقه ای مطالعات کاربردی محیط زیست و شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه.

حقیقی‌زیدهی، بهاره؛ جباریان امیری، بهمن و ابراهیم‌پور، رضا (۱۳۹۱). بررسی تغییرات کاربری اراضی شهرستان لاهیجان با استفاده از تکنیک سنجش از دور و نرم افزار IDRISI. سومین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران.

زندی، رحمان؛ کرمی، مختار و طاهری، جلال (۱۳۹۷). نقش تغییرات کاربری اراضی بر شکل فضایی جزایر حرارتی شهر مشهد. *مجله علمی-پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، ۴(۱۶)، صص. ۹۳-۱۰۴.

سالمی عباسی، مریم (۱۳۹۴). پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور (مطالعه موردی: منطقه آزادروند). پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز.

سلطانی‌مقدس، ریحانه (۱۳۹۷). پیامدهای فضایی تغییر کاربری اراضی در سکونتگاه های روستایی (مطالعه موردی: شهرستان قرچک، استان تهران). *فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، ۴(۱۴)، صص. ۷۹-۹۴.

سیدی‌فر، لیدا؛ امیری، محمدجواد؛ دارایی، حسن؛ کرباسی، عبدالرضا و آقا محمدی، حسین (۲۰۱۹). پیش‌بینی تغییر کاربری اراضی شهر تبریز با استفاده از مدل SLEUTH. *مجله علمی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، ۳(۱۹)، صص. ۲۱-۳۳.

شاکری، فاضل (۱۳۹۰). بررسی اثرات توسعه شهری و صنعتی بر روند بیابان‌زایی در شهرستان لار، استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، گروه مدیریت بیابان.

شطریان، محسن؛ موسوی، حجت و مومن‌بیک، زهرا (۲۰۱۷). کاربرد داده‌های سنجش از دور در آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهری (شهر کرد). *فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی*، (۲۸) ۱۱۱، صص. ۲۳۵-۲۵۰.

علوی‌پناه، سید کاظم (۲۰۰۳). کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک). تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

علوی‌پناه، سید کاظم (۱۳۹۰). اصول سنجش از دور مدرن و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

فروغی‌فر، اکرم و دشتی، سولماز (۱۳۹۸). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: شهر شوش). *مجله علمی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، ۵(۳)، صص. ۱۰۱-۱۱۴.

فلاحتکار، سامره؛ سفیانیان، علیرضا؛ خواجه‌الدین، سید جمال‌الدین و ضیایی، حمیدرضا (۱۳۸۸). شناسایی تغییر پوشش اراضی اصفهان در ۴ دهه گذشته با استفاده از سنجش از دور. *علوم آب و خاک*، ۱۳ (۴۷)، صص. ۳۸۱-۳۹۵.

کریمی، کامران و بایرام‌کمکی، چوقی (۲۰۱۴). پایش، ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات فضایی کاربری/پوشش اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف (مطالعه موردی: دشت بسطاق، خراسان جنوبی). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۶(۲)، صص. ۷۵-۸۸.

محمودزاده، حسن (۱۳۹۵). کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییر کاربری در سردرود. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، شماره ۶۰، صص. ۲۲۱-۲۳۷.

مختاری گرچکانی، پریسا؛ ایوبی، شمس‌اله؛ مصدقی، محمدرضا و ملکیان، مائده (۱۳۹۵). تأثیر تغییر شیب و کاربری اراضی بر ذخایر مواد آلی خاک در اجزای اندازه ذرات و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در تپه ماهور لردگان. *مجله مدیریت خاک و تولید پایدار*. ۱(۱)، صص. ۲۳-۴۱.

ملک‌پور، بهروز؛ احمدی، توفیق و کاظمی مازندرانی، سیده سوده (۱۳۹۱). تأثیر تغییر کاربری اراضی مرتعی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه قدیم لشک کجور شهرستان نوشهر. *فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی*، ۶(۳)، صص. ۱۱۵-۱۲۶.

منوچهری میاندوآب، ع و رهنمائی، م. (۱۳۹۸). تحلیلی بر روند تولید فضای سرمایه‌داری عمومی در ایران (مورد: تهران). *مجله برنامه‌ریزی فضایی*، شماره ۱، صص. ۱۶-۱۸۶.

موسوی، میرنجف و یزدانی چهاربرج، رسول (۲۰۱۲). تحلیل تناسب کاربری اراضی برای توسعه شهر تبریز با استفاده از مدل AHP-OWA. *تحقیقات جغرافیایی شهرسازی*، ۳(۳)، صص. ۳۶۱-۳۸۱.

نیکخو، نوا؛ ایلدرامی، علیرضا و نوری، حمید. (۲۰۱۳). توسعه کاربری اراضی در شهرستان ملایر با استفاده از سنجش از دور. *فصلنامه مطالعات محیطی*، ۳۰، صص. ۶۳-۸۶.

نیک‌نهاد کورماخر، حمید و مرامایی، مشهدقلی (۱۳۹۶). بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک (مطالعه موردی: مساحت کوچک). *مجله مدیریت خاک و تولید پایدار*، ۱ (۲)، صص. ۸۱-۹۶.

Abd Al-Razzaq Abd, H., Abdulrasool Alnajjar, H. (2013). Maximum Likelihood for Land-Use/Land-Cover Mapping and Change Detection Using Landsat Satellite Images: A Case Study "South of Johor". *International Journal of Computational Engineering Research*, 6(3), pp. 27- 33.

Abdi, A. M. (2020). Land cover and land use classification performance of machine learning algorithms in a boreal landscape using Sentinel-2 data. *GIScience & Remote Sensing*, 57(1), pp. 1-20.

Amani, M., Ghorbanian, A., Ahmadi, S. A., and Kakoei, M. (2020). Google earth engine cloud computing platform for remote sensing big data applications: A comprehensive review. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 13, pp. 5326-5350.

Arulbalaji, P., Gurugnanam, B. (2014). Geospatial science for 16 years of variation in land use/land cover practice assessment around Salem District, South India. *Journal of Geosciences and Geomatics*, *2*(1), pp. 17-20.

Aspinall, J., Richard, H., and Michael, J. (2008). *Land use change: Science, policy and management*. CRC Press: Taylor and Francis Group, 185 p.

Azari, M., fani, Z., Kouzehgar, L., TavakoliNia, J., and Heidari, A. (2021), Investigating the role of key drivers in land use changes and Spatial developments of the city with a future research approach (Case study District 12 of Tehran). 25(2), pp. 121-144.

Barlowe, R. (1986). *Land resource economics: the economics of real property*. Prentice Hall, Inc., Eaglewood Cliffs, NJ.

Bateman, I. J., Harwood, A. R., Mace, G. M., Watson, R. T., Abson, D. J., Andrews, B. and Fezzi, C. (2013). Bringing ecosystem services into economic decision-making: land use in the United Kingdom. *science*, 341(6141), pp. 45-50.

Burkov, A. (2017). Machine learning engineering. Vol. 1. 2020: True Positive Incorporated. Keshtkar, H., W. Voigt, and E. Alizadeh, Land-cover classification and analysis of change using machine-learning classifiers and multi-temporal remote sensing imagery. *Arabian Journal of Geosciences*,. 10(6), pp. 1-15.

Busko, M., Szafranska, B. (2018). Analysis of changes in land use patterns pursuant to the conversion of agricultural land to non-agricultural use in the context of the sustainable development of the Malopolska region. *Sustainability*, 10(1), 136.

Daly, H. E., Cobb, J. B., (1989). *For the common good: redirecting the economy toward community, the environment, and a sustainable future*. Boston: Beacon Press.

Dong, R., Yu, L., and Liu, G. (2008). Impact of tourism development on land-cover change in a matriarchal community in the Lugu Lake area. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 15 (2008), pp. 28–35.

Earle, E., Pontinus, R. (2012). *Land-Use and Land-cover Change*. In: Encyclopedia of Earth. Eds.Culter J. Cleveland Washington, D.C. Environmental information Coalition, National Council for Science and the Environment. First published in the Encyclopedia of Earth.

Ellis, E., Pontius. R. (2007). *Landuse and landcover change. In: Encyclopedia of earth*. (Eds). Cutler, J. Cleveland. Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and Environment. Available at: http://www.eoearth.org/view/article/15414 3/.

Ely, R. T., Wehrwein, G. S. (1948). *Land Economics*. New York: Macmillan Company.

Esbahi, H., Erdogan, M.A., and Tanriover, A. A. (2011). Cellular automata -Markov chain and Landscape metrics for Landscape planning. *ITU A/Z*, 8 (2), 63.

Feyisa, G. L., Palao, L. K., Nelson, A.,, Gumma, M. K., Paliwal, A., Win, K. T., Htar Nge, K., and Johnson, D. E. (2020). Characterizing and mapping cropping patterns in a complex agro-ecosystem: An iterative participatory mapping procedure using machine learning algorithms and MODIS vegetation indices. *Computers and electronics in agriculture*, 175, p. 105595.

Ge, G., She, Z., Zhu, Y., and Yang, X. (2020). Land use/cover classification in an arid desert-oasis mosaic landscape of China using remote sensed imagery: Performance assessment of four machine learning algorithms. *Global Ecology and Conservation*, 22, p. 00971.

Groos, J. E., Goetz, S. J., and Cihlar, J. (2009). Application of remote sensing to parks and protected area monitoring: introduction to the special issue. *Remote sensing of environment*, 113, pp. 1343-1345.

Hegazy, I., Kaloop, M. (2015). Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Dagahlia governorate Egypt. *International Journal of Sustanable Built Environment*, 4, pp. 117-124.

Henderson, V. (2017). Medium Size Cities. *Regional Science and Urban Economics*, No. 6, pp. 583-612.

Hersperger, A. M., Mueller, G., Knopfel, M., Kienast, F. (2017). Evaluating Outcomes in Planning: Indicators and Reference Values for Swiss Landscapes. *Ecol. Indic*, 77, pp. 96–104.

Jia, M., Wang, Z., Mao, D., Ren, C., Wang, C., and Wang, Y. (2021). Rapid, robust, and automated mapping of tidal flats in China using time series Sentinel-2 images and Google Earth Engine. *Remote Sensing of Environment*, 255: p. 112285.

Kavzoglu, T., Colkesen, I., and Tonbul. H. (2019). Agricultural crop type mapping using object-based image analysis with advanced ensemble learning algorithms. in the 40th Asian Conference on Remote Sensing (ACRS 2019) October.

Kolhe, N. P., Kumar, D. K. (2016). Rurban Centers: The New Dimension of Urbanism. *Procedia*, No. 24, pp.1699-1705.

Lambin, E. F., Geist, H. J. (2008). *Land-use and land-cover change: local processes and global impacts*. Springer Science & Business Media.

Linderman, M.A., An, L., and Bearer, S. (2005). Modeling the spatio-temporal dynamics and interactions of households, landscapes, and giant panda habitat. *Ecol.Model*, 183 (1), pp. 47–65.

Marraccini, E., Debolini, M., Moulery, M., Abrantes, P., Bouchier, A., Chery, J. P., Sanz, E., Sabbatini, T., and Napoleone, C. (2015). Common features and different trajectories of land cover changes in six Western Mediterranean urban regions. *Applied Geography*, 62, pp. 347-356. DOI: 10.1016/j.apgeog.2015.05.004

Matinfar, H., Maghsodi, Z., Mousavi, S, R, and Jalali, M. (2021). Evaluation of Machine Learning Methods in Digital Mapping of Soil Organic Carbon (part of Khorramabad Plain). JWSS-Isfahan University of Technology, 2021. 24(4), pp. 327-342.

Nalina, P., Meenambal, T., and Sridhar, R. S. (2014). Land use land cover dynamics of Nilgiris district, India inferred from satellite imageries. *American Journal of Applied Sciences*, *11*(3), p. 455.

Peel, D., Lloyd, M. G. (2007). Neo-traditional planning. Towards a new methods for land use planning. *Land Use Policy*, 24(2), pp. 396-403.

Petropoulos, G. P. K. (2012). Arvanitis, and N. Sigrimis, Hyperion hyperspectral imagery analysis combined with machine learning classifiers for land use/cover mapping. *Expert systems with Applications*, 39(3), pp. 3800-3809.

Polanyi, K. (1957). *The great transformation*. New York: Farrar & Rinehart.

Randall, A., Castle, E. N. (1985). Land resources and land markets. *Handbook of natural resource and energy economics*, Vol. 1, Elsevier Science Publishers.

Renne, R. R. (1947). Land economics: principles, problems, and policies in utilizing land resources, New York: Harper & Brothers.

Van Vliet, J., Bregt, A. K., Brown, D. G., van Delden, H., Heckbert, S., and Verburg, P.H. (2016). A review of current calibration and validation practices in land-change modeling. *Environmental Modelling & Software*, Vol 82, pp. 174-182.

Wang, S. Q., Zheng, X. Q., and Zang, X. B. (2012). Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model. *Procedia Environmental Sciences*, *13*, pp. 1238-1245.

Wijesekara, G. N., Gupta, A., and Valeo, C. (2012). Assessing the impact of future land-use changes on hydrological processes in the Elbow River watershed in southern Alberta, Canada. J. Hydrol. 412–413, pp. 220–232.

Zurqani, H. A., Post, C., Mikhailova, E. A., and Cope, M. (2020). Evaluating the integrity of forested riparian buffers over a large area using LiDAR data and Google Earth Engine. *Scientific Reports*, 10(1), pp. 1-16.

References

Abd Al-Razzaq Abd, H., Abdulrasool Alnajjar, H. (2013). Maximum Likelihood for Land-Use/Land-Cover Mapping and Change Detection Using Landsat Satellite Images: A Case Study "South of Johor". *International Journal of Computational Engineering Research*, 6(3), pp. 27- 33.

Abdi, A. M. (2020). Land cover and land use classification performance of machine learning algorithms in a boreal landscape using Sentinel-2 data. *GIScience & Remote Sensing*, 57(1), pp. 1-20.

Akbari, E., Zanganeh Asadi, M. A., and Taqvi Moghadam, E. (2015). Monitoring land use changes using different methods of statistical training theory in Neishabur region. *Journal of Geographical Survey of Space*, (20)6, pp. 50-35. [In Persian]

Alavi Panah, K. (2011). *Principles of modern remote sensing and interpretation of satellite images and aerial photographs*. University of Tehran Publications. [In Persian]

Alavipanah, S. K. (2003). *Application of remote sensing in earth sciences (soil sciences)*. Tehran: Tehran University Publications. [In Persian]

Amani, M., Ghorbanian, A., Ahmadi, S. A., and Kakoei, M. (2020). Google earth engine cloud computing platform for remote sensing big data applications: A comprehensive review. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 13, pp. 5326-5350.

Amanpour, S., Kamelifar, M. J., and Behmai, H. (2016). An analysis of land use changes in metropolises using satellite image analysis (case study: Ahvaz metropolis). *Sepehr Geographic Information*, 26(102), pp. 139-150. [In Persian]

Arkhi, p. (2014). Investigating different methods of revealing land use changes using remote sensing and GIS. *Natural Environment Quarterly, Natural Resources of Iran*, 48(1), pp. 1-13. [In Persian]

Arulbalaji, P., Gurugnanam, B. (2014). Geospatial science for 16 years of variation in land use/land cover practice assessment around Salem District, South India. *Journal of Geosciences and Geomatics*, *2*(1), pp. 17-20.

Aspinall, J., Richard, H., and Michael, J. (2008). *Land use change: Science, policy and management*. CRC Press: Taylor and Francis Group, 185 p.

Azari, M., fani, Z., Kouzehgar, L., TavakoliNia, J., and Heidari, A. (2021), Investigating the role of key drivers in land use changes and Spatial developments of the city with a future research approach (Case study District 12 of Tehran). 25(2), pp. 121-144.

Barati, A. A., Asadi, A., Kalantari, J., Azari, H., and Mamourian, M. (2014). Analysis of the effects of changing the use of agricultural land from the point of view of the experts of the Agricultural Land Affairs Organization. *Economic research and agricultural development of Iran*, 45(4), pp. 639-650. [In Persian]

Barlowe, R. (1986). *Land resource economics: the economics of real property*. Prentice Hall, Inc., Eaglewood Cliffs, NJ.

Bateman, I. J., Harwood, A. R., Mace, G. M., Watson, R. T., Abson, D. J., Andrews, B. and Fezzi, C. (2013). Bringing ecosystem services into economic decision-making: land use in the United Kingdom. *science*, 341(6141), pp. 45-50.

Burkov, A. (2017). Machine learning engineering. Vol. 1. 2020: True Positive Incorporated. Keshtkar, H., W. Voigt, and E. Alizadeh, Land-cover classification and analysis of change using machine-learning classifiers and multi-temporal remote sensing imagery. *Arabian Journal of Geosciences*,. 10(6), pp. 1-15.

Busko, M., Szafranska, B. (2018). Analysis of changes in land use patterns pursuant to the conversion of agricultural land to non-agricultural use in the context of the sustainable development of the Malopolska region. *Sustainability*, 10(1), pp. 136.

Chobkar, N., Emami Rad, A., Mohammadi Rozbahani, M., Ghaeni, M., and Rumiani, L. (2011). *Application of remote sensing and GIS in natural resources management*. Regional Conference of Applied Studies in Environment and Fisheries, Islamic Azad University, Kermanshah. [In Persian]

Daly, H. E., Cobb, J. B., (1989). *For the common good: redirecting the economy toward community, the environment, and a sustainable future*. Boston: Beacon Press.

Dong, R., Yu, L., and Liu, G. (2008). Impact of tourism development on land-cover change in a matriarchal community in the Lugu Lake area. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 15 (2008), pp. 28–35.

Earle, E., Pontinus, R. (2012). *Land-Use and Land-cover Change*. In: Encyclopedia of Earth. Eds.Culter J. Cleveland Washington, D.C. Environmental information Coalition, National Council for Science and the Environment. First published in the Encyclopedia of Earth.

Ellis, E., Pontius. R. (2007). *Landuse and landcover change. In: Encyclopedia of earth*. (Eds). Cutler, J. Cleveland. Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and Environment. Available at: http://www.eoearth.org/view/article/15414 3/.

Ely, R. T., Wehrwein, G. S. (1948). *Land Economics*. New York: Macmillan Company.

Esbahi, H., Erdogan, M.A., and Tanriover, A. A. (2011). Cellular automata -Markov chain and Landscape metrics for Landscape planning. *ITU A/Z*, 8 (2), p. 63.

Falahatkar, S., Saffianian, A., Khajeddin, S. J., and Ziaei, S. J. (2009). Isfahan land cover change detection in the past 4 decades using remote sensing. *Journal of science technology of agriculture and natural resources, water and soil science*, 13 (47), pp. 381-395. [In Persian]

Feyisa, G. L., Palao, L. K., Nelson, A.,, Gumma, M. K., Paliwal, A., Win, K. T., Htar Nge, K., and Johnson, D. E. (2020). Characterizing and mapping cropping patterns in a complex agro-ecosystem: An iterative participatory mapping procedure using machine learning algorithms and MODIS vegetation indices. *Computers and electronics in agriculture*, 175, p. 105595.

Foroghifar, A., Dashti, S. (2019). Revealing land use changes using satellite images (case study: Shush city). *Journal of Physical Development Planning Scientific*, 5(3), pp. 101-114. [In Persian]

Ge, G., She, Z., Zhu, Y., and Yang, X. (2020). Land use/cover classification in an arid desert-oasis mosaic landscape of China using remote sensed imagery: Performance assessment of four machine learning algorithms. *Global Ecology and Conservation*, 22, p. 00971.

Groos, J. E., Goetz, S. J., and Cihlar, J. (2009). Application of remote sensing to parks and protected area monitoring: introduction to the special issue. *Remote sensing of environment*, 113, pp. 1343-1345.

Haghighi Zaidehi, B., Jabarian Amiri, B., and Ebrahimpour, R. (2012). Investigating the land use changes f Lahijan city by using remote sensing technique and IDRISI software, the third international onference on environmental planning and management, University of Tehran. [In Persian]

Hegazy, I., Kaloop, M. (2015). Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Dagahlia governorate Egypt. *International Journal of Sustanable Built Environment*, 4, pp. 117-124.

Henderson, V. (2017). Medium Size Cities. *Regional Science and Urban Economics*, No. 6, pp. 583-612.

Hersperger, A. M., Mueller, G., Knopfel, M., Kienast, F. (2017). Evaluating Outcomes in Planning: Indicators and Reference Values for Swiss Landscapes. *Ecol. Indic*, 77, pp. 96–104.

Jia, M., Wang, Z., Mao, D., Ren, C., Wang, C., and Wang, Y. (2021). Rapid, robust, and automated mapping of tidal flats in China using time series Sentinel-2 images and Google Earth Engine. *Remote Sensing of Environment*, 255: p. 112285.

Karimi, K., Bayram Komaki, C. h. (2014). Monitoring, evaluation and prediction of spatial changes in land use/land cover using Markov chain model (case study: Bastaq plain, South Khorasan). *remote sensing and geographic information system in natural resources*, 6(2), pp. 75-88. [In Persian]

Kavzoglu, T., Colkesen, I., and Tonbul. H. (2019). Agricultural crop type mapping using object-based image analysis with advanced ensemble learning algorithms. in the 40th Asian Conference on Remote Sensing (ACRS 2019) October.

Kolhe, N. P., Kumar, D. K. (2016). Rurban Centers: The New Dimension of Urbanism. *Procedia*, No. 24, pp.1699-1705.

Lambin, E. F., Geist, H. J. (2008). *Land-use and land-cover change: local processes and global impacts*. Springer Science & Business Media.

Linderman, M.A., An, L., and Bearer, S. (2005). Modeling the spatio-temporal dynamics and interactions of households, landscapes, and giant panda habitat. *Ecol.Model*, 183 (1), pp. 47–65.

Mahmoudzadeh, H. (2016). Application of artificial neural network in modeling and predicting land use change in Sardrood. *Geography and Planning*, No. 60, pp. 221-237. [In Persian]

Malekpour, b., Ahmadi, T., and Kazemi Mazandarani, S. (2012). The effect of pasture land use change on the physical and chemical properties of soil in the old Lashek Kejur area of Nowshahr city. *Quarterly Journal of Natural Resources Sciences and Techniques*, 6(3), pp. 115-126. [In Persian]

Manouchehri Miandoab, A., Rahnamaei, M. (2019). An Analysis of the Process of Production of Public Capitalist Space in Iran Case: Tehran. *Journal of Spatial Planning*, No. 1, pp. 16-186. [In Persian]

Marraccini, E., Debolini, M., Moulery, M., Abrantes, P., Bouchier, A., Chery, J. P., Sanz, E., Sabbatini, T., and Napoleone, C. (2015). Common features and different trajectories of land cover changes in six Western Mediterranean urban regions. *Applied Geography*, 62, pp. 347-356. DOI: 10.1016/j.apgeog.2015.05.004

Matinfar, H., Maghsodi, Z., Mousavi, S, R, and Jalali, M. (2021). Evaluation of Machine Learning Methods in Digital Mapping of Soil Organic Carbon (part of Khorramabad Plain). *JWSS-Isfahan University of Technology*, 24(4), pp. 327-342.

Mokhtari Gerchkani, P., Ayubi, S. A., Mossadeghi, M. R., and Malekian, M. (2016) The effect of slope and land use change on soil organic matter reserves in particle size components and some physical and chemical properties of soil in Tepe Mahor Lordegan. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 1(1), pp. 41-23. [In Persian]

Mousavi, M., Yazdani Chaharbarj, R. (2012). land use suitability analysis for the development of Tabriz city using AHP-OWA model. *Geographical Researches of Urban Planning*, 3(3), pp. 361-381. [In Persian]

Nalina, P., Meenambal, T., and Sridhar, R. S. (2014). Land use land cover dynamics of Nilgiris district, India inferred from satellite imageries. *American Journal of Applied Sciences*, *11*(3), p. 455.

Nikkho, Nava, Ilderami, Alireza and Nouri, Hamid. (2013). Developments of land use in Malair city using remote sensing. *Quarterly Journal of Environmental Studies*, 30, pp. 63-86. [In Persian]

Niknehad Kormakher, H., Maramai, M. (2017). Studying the effects of land use change on soil properties, a case study of small area. *Journal of soil management and sustainable production*, 1(2). [In Persian]

Peel, D., Lloyd, M. G. (2007). Neo-traditional planning. Towards a new methods for land use planning. *Land Use Policy*, 24(2), pp. 396-403.

Petropoulos, G. P. K. (2012). Arvanitis, and N. Sigrimis, Hyperion hyperspectral imagery analysis combined with machine learning classifiers for land use/cover mapping. *Expert systems with Applications*, 39(3), pp. 3800-3809.

Polanyi, K. (1957). *The great transformation*. New York: Farrar & Rinehart.

Randall, A., Castle, E. N. (1985). Land resources and land markets. *Handbook of natural resource and energy economics*, Vol. 1, Elsevier Science Publishers.

Renne, R. R. (1947). Land economics: principles, problems, and policies in utilizing land resources, New York: Harper & Brothers.

Salemi Abbasi, M. (2015). Monitoring land use changes using remote sensing technique (case study: Azadarvand region), Master's thesis, Department of Environment, Islamic Azad University, Ahvaz branch. [In Persian]

Seidifar, L., Amiri, M. J., Daraei, H., Karbasi, A., and Agha Mohammadi, H. (2019). Prediction of land use change in Tabriz city, using SLEUTH model. Journal of Physical Development Planning Scientific, 5th year, 3(19), pp. 21-33. [In Persian]

Shakri, F. (2011). *Investigating the effects of urban and industrial development on the desertification process in Lar city, Fars province*. Master's Thesis, Faculty of Natural Resources and Desertology, Department of Desert Management. [In Persian]

Shatrian, M., Mousavi, H., and Momenbeyk, Z. (2017). The application of remote sensing data in revealing urban land use changes (Kord city). *Scientific-Research Quarterly of Geographical Information*, (28)111, pp. 250-235. [In Persian]

Soltani Moghads, R. (2018). Spatial Consequences of Land Use Change in Rural Settlements (Case Study: Qarchak City, Tehran Province). *Physical Development Planning Quarterly*, 4(14), pp. 79-94. [In Persian]

Taleshi, M., Rostami, S. h., Ali Akbari, E., and Vojdani, H. (2017). Explaining the basic effective factors on land use changes with a political ecology approach (Case study: Hamedan city). *journal of scientific-research journal of the program Physical development*, 4(2), pp. 95-110. [In Persian]

Van Vliet, J., Bregt, A. K., Brown, D. G., van Delden, H., Heckbert, S., and Verburg, P.H. (2016). A review of current calibration and validation practices in land-change modeling. *Environmental Modelling & Software*, Vol 82, pp. 174-182.

Wang, S. Q., Zheng, X. Q., and Zang, X. B. (2012). Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model. *Procedia Environmental Sciences*, *13*, pp. 1238 - 1245.

Wijesekara, G. N., Gupta, A., and Valeo, C. (2012). Assessing the impact of future land-use changes on hydrological processes in the Elbow River watershed in southern Alberta, Canada. J. Hydrol. 412–413, pp. 220–232.

Zandi, R., Kerami, M., and Taheri, J. (2018). The role of land use changes on the spatial form of thermal islands in the city of Mashhad. *Scientific-Research Journal of Physical Development Planning*, 4(16), pp. 104-93. [In Persian]

Zurqani, H. A., Post, C., Mikhailova, E. A., and Cope, M. (2020). Evaluating the integrity of forested riparian buffers over a large area using LiDAR data and Google Earth Engine. *Scientific Reports*, 10(1), pp. 1-16.

نحوه استناد به این مقاله:

رحمانی‌نژاد، محمد و شریفی هشجین، شهرام (۱۴۰۲). بررسی تحولات کاربری اراضی شهرستان رشت با استفاده از آنالیز تصاویر ماهواره‌ای. *مطالعات جغرافیایی نواحی ساحلی*، ۴ (۱۴)، صص. ۶۹-۸۸.

DOI: 10.22124/GSCAJ.2023.22961.1193

Copyrights:

Copyright for this article are retained by the author(s), with publication rights granted to *Geographical studies of Coastal Areas Journal*. This is an open-access article distribted under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.