ASPI | Afarand Scholarly Publishing Institute; Turkey
ISSN: 2538-4384; Geographical Researches. 2023;38(2):181-190. 10.58209/geores.38.2.181

Object-based and pixel-based methods in land cover changes detection using Landsat and Worldview imagery (case study: West of Tehran)

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Habibi Razi A.[1] *MSc*
Azizi Z.[1*] *PhD*

How to cite this article
Habibi Razi A, Azizi Z. Object-based and pixel-based methods in land cover changes detection using Landsat and Worldview imagery (case study: West of Tehran). Geographical Researches. 2023;38(2): 181-190.

[1]Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Natural Resource and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

***Correspondence**
Address: Science and Research Branch, Daneshgah Boulevard, Simon Bulivar Blvd, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Postal Code: 1477893855
Phone: +98 (21) 44861709 (2404)
Fax: +98 (21) 44861784
zazizi@srbiau.ac.ir

Article History
Received: March 6, 2023
Accepted: May 27, 2023
ePublished: June 5, 2023

ABSTRACT

Aims Humans can affect the regional natural and biological environment by changing land use. In order to detect such changes in the earth's surface features, remote sensing is a practical methods. Surface features are detected and then analyzed in the studied area using the chronological charactirstics of the satellite data.

Methodology Various digital methods have been developed to show changes in land cover and the earth surface transformations using remote sensing. Landsat 7 satellite images taken in December 2000 and those of Worldview2 taken in December 2020 were used over a 20-year period to compare object-based (Support Vector Machine) and pixel-based (Maximum Likelihood) methods. The mentioned satellite images were used to investigate land use changes trend in the western region of Tehran.

Findings The spatial resolution of the images and the algorithm used to extract features of the earth's surface were more efficient in world View 2 images. The overall accuracy and kappa coefficient for Landsat 7 images were 56.9767% and 0.3962, respectively, while for Worldview2, they were 86.0465% and 0.8069, respectively. Over the 20-year period, bare lands area decreased by 9.61 square kilometers, vegetation-covered area decreased by 5.13 square kilometers, constructed areas increased by 13.13 square kilometers, and water areas increased by approximately one square kilometer due to the construction of Chitgar Lake.

Conclusion The results of the evaluations indicate that the support vector machine method is more compatible than the maximum likelihood method to detect land use types and land cover characteristics, as it incorporates additional factors beyond spectral reflection, such as shape, size, and texture factors between bands.

Keywords Change Detection; Maximum Likelihood; Classification; Support Vector Machine

CITATION LINKS

[Abdollahi A, et al; 2018] Monitoring coastal changes using ...; [Alharthi A, et al; 2020] Remote sensing of 10 years changes in ...; [Ali Bakhshi T, et al; 2020] Survey of area changes in water...; [Arrechea-Castillo DA, et al; 2023] Multiclass land use and land cover classification ...; [Azizi Z, et al; 2010] Forest stand volume estimation using ...; [Dadras M, et al; 2015] Spatio-temporal analysis of urban growth ...; [Emami H, et al; 2019] Training of Envi software functions in remote ...; [Faizizadeh B; 2016] Comparison of pixel-based and object-oriented ...; [Fatemi SB, Rezaei Y; 2016] Principles of remote ...; [Ghayour L, et al; 2021] Performance evaluation of Sentinel-2 and ...; [Hamzeh S, Torabi O; 2021] Investigation the changes in the water ...; [Jaber Hussein S, et al; 2022] Object-based approaches for land ...; [Javaheri S, Tarahi A; 2021] Detection land use changes using satellite ...; [Jovanovic D, et al; 2015] Land cover change detection ...; [Kamali Maskooni E, et al; 2019] Investigation and preparation of desertification ... ; [Khedmatzadeh A, Feizizade B; 2022] Assessing urban quality of life using ...; [Mafi M, et al; 2021] Investigating the trend of water level changes ...; [Management and Planning Organization of Tehran; 2021] Statistical yearbook of ...; [Masiliunas D, et al; 2019] Change detection in satellite ...; [Mirzapour S, et al; 2023] Investigation and forecasting of the ...; [Mokhtari A, et al; 2017] Epidemiological study and spatial modeling ...; [Namdar F, et al; 2018] Monitoring of thirty-year land cover ...; [Ozsahin E, et al; 2018] Land use and land cover changes (LULCC), a key ...; [Poormohammadi MR; 2016] Urban land use ...; [Rahnama MR, Bolori Z; 2022] Analysis of the growth effects of Amol ...; [Rajabi A; 2019] Effects of dam construction on physical ...; [Rezaei Moghaddam MR, et al; 2015] Comparison of ANN and SVM methods in extraction ...; [Richards JA; 1995] Remote sensing digital image ...; [Roostaei S, et al; 2019] Comparison of pixel-based algorithm ...; [Shaterian M, et al; 2019] Application of remote sensing data in detection ...; [Szarek-Iwaniuk P; 2021] A comparative analysis of spatial ...; [Theodoridis S, Koutroumbas K; 2003] Pattern ...; [Xie G, Niculescu S; 2021] Mapping and monitoring of land ...; [Yang C, et al; 2018] Classification of land cover and land ...; [Yousefi Kebria D, et al; 2020] Detection of oil spill hotspots in the Caspian ...

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.58209/geores.38.2.181]

Copyright© 2023, the Authors | Publishing Rights, ASPI. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

روش‌های شیء پایه و پیکسل پایه برای آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی با استفاده از تصاویر لندست و وردویو (مطالعه موردی: غرب تهران)

علیرضا حبیبی رزی MSc
گروه سنجش از دور و **GIS**، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
زهرا عزیزی* PhD
گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده
اهداف: کاربری زمین یکی از مهم‌ترین مسایلی است که انسان از طریق آن بر محیط طبیعی و زیستی منطقه تأثیر می‌گذارد همچنین آشکارسازی و استخراج تغییرات عوارض سطح زمین یکی از مهم‌ترین کاربردهای اصلی سنجش از دور است. استفاده از ویژگی زمانی داده‌های ماهواره‌ای در زمان‌های مختلف به شناسایی و بررسی پدیده‌های سطح زمین در منطقه مورد مطالعه کمک می‌کند.
روش شناسی: روش‌های رقومی مختلفی جهت آشکارسازی و کشف تغییرات پوشش اراضی و تحولات پدیده‌های سطح زمین در سنجش از دور توسعه داده شده است. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای **Landsat 7** در دسامبر سال ۲۰۰۰ و همچنین **Worldview 2** در دسامبر سال ۲۰۲۰ یعنی در یک دوره ۲۰ساله، روش‌های شیء پایه (ماشین بردار پشتیبان) و پیکسل پایه (بیشترین شباهت) و همچنین روند رشد کاربری‌های سطح زمین در محدوده منطقه غرب تهران ارزیابی شد.
یافته‌ها : قدرت تفکیک مکانی تصویر و الگوریتم‌های استفاده‌شده برای استخراج ویژگی‌های سطح زمین در تصویر Worldview 2 با دقت کلّی و ضریب کاپا به‌ترتیب ۸۶/۰۴۶۵% و ۰/۸۰۶۹ نسبت به تصویر Landsat 7 با دقت کلّی و ضریب کاپا به‌ترتیب ۵۶/۹۷۶۷% و ۰/۳۹۶۲ اثرگذارتر بود. همچنین تغییرات در بازه زمانی ۲۰ساله نشان داد که زمین‌های بایر ۹/۶۱ کیلومتر مربع کاهش، پوشش گیاهی ۵/۱۳ کیلومتر مربع کاهش، مناطق ساخته‌شده ۱۳/۱۳ کیلومتر مربع افزایش و پهنه‌های آبی به دلیل احداث دریاچه چیتگر حدود یک کیلومتر مربع افزایش مساحت داشتند.
نتیجه‌گیری: با توجه به هدف پژوهش که استخراج نوع کاربری اراضی و ماهیت پوشش سطح زمین بود روش ماشین بردار پشتیبان به دلیل دخیل‌کردن فاکتورهای مازاد بر بازتاب طیفی همچون فاکتور شکل، اندازه و بافت در بین باندها نسبت به روش بیشترین شباهت مناسب‌تر است.
کلیدواژگان: آشکارسازی تغییرات، بیشترین شباهت، طبقه‌بندی، ماشین بردار پشتیبان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۶
*نویسنده مسئول: zazizi@srbiau.ac.ir

مقدمه

یکی از مهم‌ترین مزایای ماهواره‌ها برای رصد زمین، طبقه‌بندی تغییرات و نظارت است [Jovanovic *et al.*, 2015]. استفاده از داده‌های سنجش از دور با توجه به ارایه اطلاعات به‌روز، پوشش تکراری و کم‌هزینه‌بودن از جایگاه خاصی در ارزیابی منابع طبیعی برخوردار است. همچنین آشکارساختن تغییرات یکی از نیازهای اساسی در مدیریت و ارزیابی اراضی است. از این رو میزان تغییرات کاربری و پوشش اراضی را که نتیجه فرآیند آشکارسازی تغییرات است، می‌توان بر اساس تصاویر چندزمانه سنجش از دور برآورد کرد [Rezaei Moghaddam *et al.*, 2015; Mirzapour *et al.*, 2023].

قرن ۲۱ عصر تغییرات مداوم و پویا در مدیریت زمین است. شهرنشینی به‌سرعت در حال پیشرفت است و از زمین‌های مدیریت‌نشده در ابعاد وسیع استفاده می‌کند. مدیریت پایدار زمین و همچنین منابع زیست‌محیطی و انسانی مستلزم آگاهی کامل از ساختار کاربری زمین و تغییرات کاربری زمین، به‌ویژه در زمین‌های شهری است که تحت فشار بشر قرار دارد [Szarek-Iwaniuk, 2021]. امروزه رشد شهری یک فرآیند چندبعدی فضایی و جمعیتی است که در آن شهرها و سکونت‌گاه‌های شهری به دلیل ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی خاص، که جزء جدایی‌ناپذیر توسعه جوامع بشری است، به مراکز تمرکز جمعیت تبدیل می‌شوند [Dadras *et al.*, 2015].

برنامه‌ریزی کاربری شهری مجموعه‌ای از فعالیت‌های هدفمند است که محیط مصنوع را سامان می‌بخشد و خواسته‌ها و نیازهای جوامع شهری در استفاده از اراضی را در حد مقدور فراهم می‌آورد و بر این اساس اراضی شهری به طور کلّی به دو گروه عمده زمین‌های بایر و دایر تقسیم می‌شوند. زمین‌های دایر زمین‌هایی هستند که زیر ساخت‌وساز رفته‌اند، اما زمین‌های بایر یا خالی زمین‌هایی هستند که کاربری خاصی ندارند [Poormohammadi, 2016]. در نهایت، اگر روند تغییرات پوشش زمین سریع و بی برنامه باشد باعث برهم‌خوردن تعادل زیست‌محیطی شده و تبعات جبران‌ناپذیری برای منابع طبیعی خواهد داشت. در نتیجه اکوسیستم‌های محیطی با مشکلات عدیده‌ای مواجه شده و منابع طبیعی در معرض خطرات جدی قرار می‌گیرند.

از مهم‌ترین روش‌های شناسایی، تعیین و آشکارسازی محدوده پوشش سطح زمین و پایش تغییرات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنجش از دور و داده‌های جغرافیایی در سال‌های اخیر، استفاده از روش‌های طبقه‌بندی کاربری اراضی و پوشش زمین است که برای درک بهتر برنامه‌های اساسی و مهمی مانند برنامه‌ریزی کاربری اراضی در روند رشد و گسترش شهرها و حومه آن [Namdar *et al.*, 2018]، شیوه‌های کشاورزی و الگوهای زراعی [Alharthi *et al.*, 2020]، مدیریت جنگل، حفاظت از منابع طبیعی، رشد جنگل‌کاری و کاهش جنگل‌زدایی [Azizi *et al.*, 2010]، مدیریت پهنه‌های آبی و پایش آن [Hamzeh & Torabi, 2021; Mafi *et al.*, 2021; Ali Bakhshi *et al.*, 2020]، پایش خشکسالی و بیابان‌زایی [Kamali Maskooni *et al.*, 2019]، آلودگی زیست‌محیطی [Yousefi Kebria *et al.*, 2020; Mokhtari *et al.*, 2017]، پایش تغییرات نوار ساحلی [Abdollahi *et al.*, 2018]، فرسایش خاک، شوری و رطوبت آن [Ozsahin *et al.*, 2018] است. این مطالعات به درک بهتر الگوهای شهری، کشاورزی، مدیریت جنگل‌ها و غیره برای مدیریت آینده پوشش و کاربری اراضی و همچنین درک دقیق ویژگی‌های بهره‌برداری از پوشش زمین، توسعه شهری و کشاورزی برای مدیران کمک خواهد کرد.

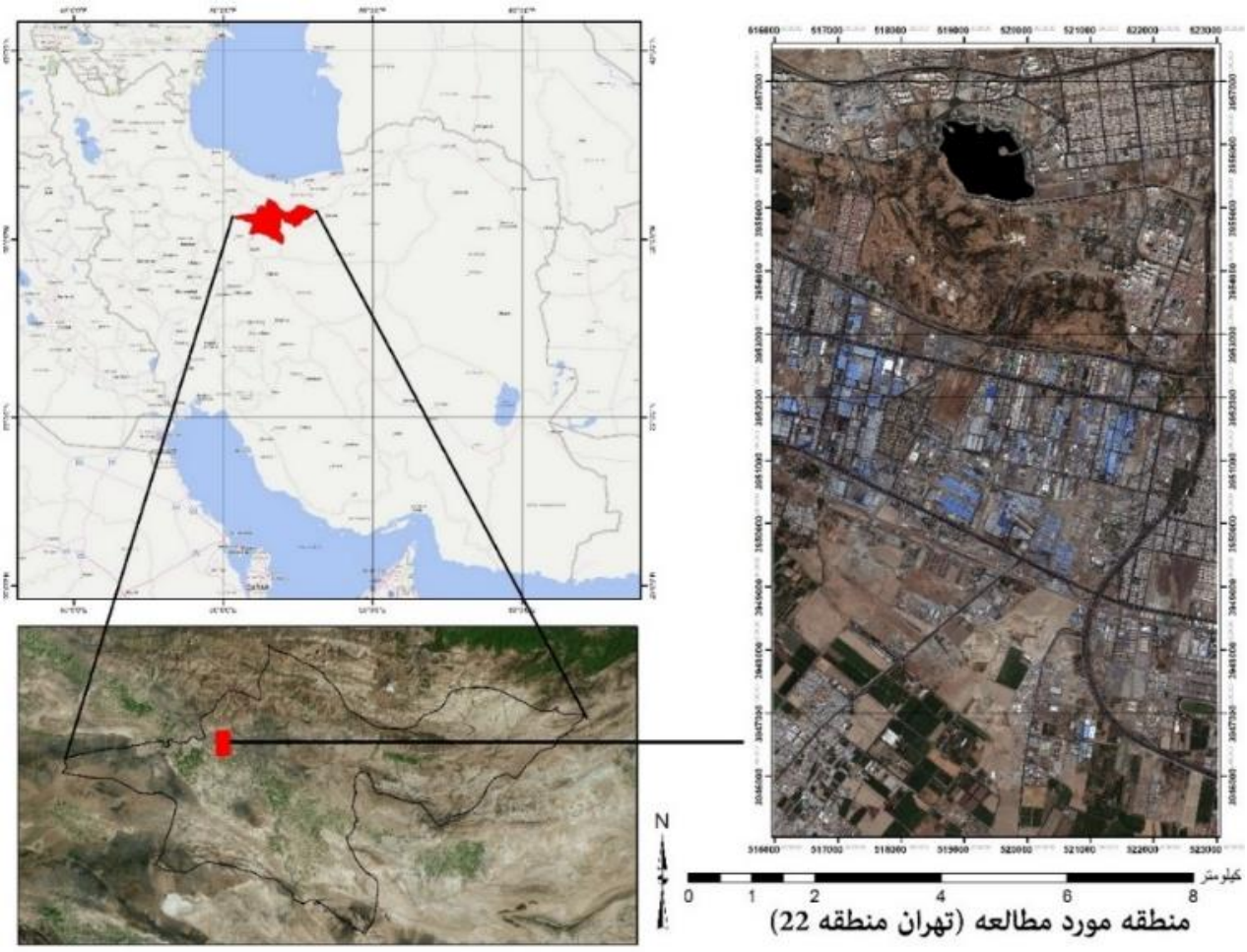
[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-09]
[DOI: 10.58209/geores.38.2.181]

در این زمینه، تحقیقات متنوعی انجام شده اما هیچ یک از تصاویر Landsat 7 و World View 2 به صورت ترکیبی استفاده نکرده‌اند. نتایج مطالعه *شاطریان* و همکاران که به منظور پایش تغییرات کاربری اراضی شهرستان شهرکرد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست انجام شده نشان داده است که مساحت کاربری‌های شهری، کشاورزی و صنعتی افزایش یافته که این موضوع ناشی از تخریب سرزمین به منظور احداث فرودگاه و از بین‌رفتن مراتع برای افزایش سطح اراضی شهری و کشاورزی بوده است [Shaterian *et al.*, 2019]. *جواهری* و *طراحی* در مقاله‌ای از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۷ برای تشخیص تغییرات کاربری‌های اراضی طی ۳۵ سال گذشته استفاده کرده‌اند که نتایج نشان از کاهش محسوس اراضی جنگلی و مراتع غنی و مشجر در طی سه بازه زمانی داشته است به طوری که سطح مراتع غنی و مشجر تا سال ۲۰۰۰ روند افزایشی و در بازه زمانی بعدی تا سال ۲۰۱۹ روند کاهشی داشته است، در حالیکه، سطح اراضی مسکونی، پهنه آبی و باغات افزایش یافته است [Javaheri & Tarahi, 2021]. بررسی سه الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی کانولوشن و جنگل تصادفی نشان از کارآمدی هر سه الگوریتم داشته و با اینکه هر سه الگوریتم دقتی بین ۷۰% تا ۹۰ % داشته‌اند اما الگوریتم شبکه عصبی با دقت کلّی ۹۰% نسبت به دو الگوریتم دیگر در طبقه‌بندی تصاویر موفق‌تر عمل کرده است [Xie & Niculescu, 2021]. *جابر* و همکاران در مطالعه‌ای به منظور شناسایی ٤ کاربری اصلی مناطق شهری، زمین‌های بایر، پوشش گیاهی و جاده‌ها از تصاویر Quick bird و الگوریتم شیء مبنا و الگوریتم بیشترین شباهت استفاده کردند. نتایج نشان داد استفاده از الگوریتم شیء مبنا نسبت به بیشترین شباهت عملکرد بهتری داشته است [Jaber Hussein *et al.*, 2022].

مطالعه کنونی با هدف شناسایی انواع پوشش سطح زمین و ارزیابی روش‌های شیء پایه و پیکسل پایه با استفاده از الگوریتم‌های بیشترین شباهت و ماشین بردار پشتیبان در قسمتی از منطقه ۲۱ و ۲۲ کلان‌شهر تهران انجام شد.

روش‌شناسی

این پژوهش سنجش از دور بر مبنای روش‌های تحلیلی و طبقه‌بندی و در قسمتی از مناطق ۲۱ و ۲۲ تهران واقع در کوهپایه‌های جنوبی رشته‌کوه البرز ("۳۴.۱۰'.۵۱° تا "۱۵.۱۵'.۵۱° طول جغرافیایی شرقی و"۴۱.۴۵'.۳۵° تا "۱۵.۱۵'.۳۵° عرض جغرافیایی شمالی) انجام شد (شکل ۱).



شکل ۱) محدوده منطقه مورد مطالعه (غرب تهران)

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-09]

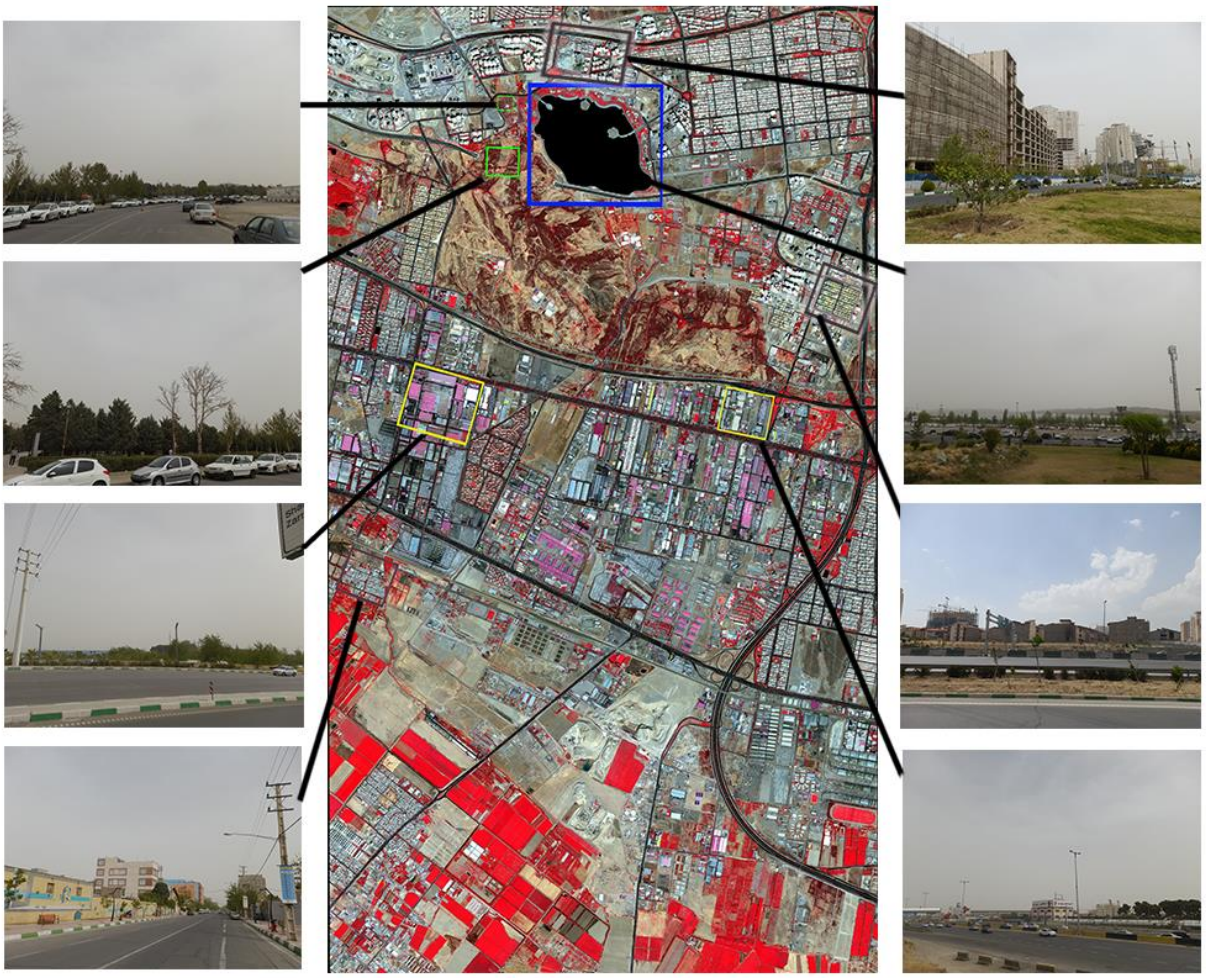
[DOI: 10.58209/geores.38.2.181]

اجرای عملیات میدانی و آماربرداری از کاربری‌های منطقه مورد مطالعه با توجه به گستردگی آن، مستلزم کسب اطلاعات بیشتر و به‌هنگام از وضعیت حاکم بر منطقه در نقاط مختلف بود که این امر با مطالعه کتابخانه‌ای (طرح سالنامه آماری شهر تهران در سال ۱۳۹۹) [Management and Planning Organization of Tehran, 2021] و بازدید میدانی (به صورت منظم تصادفی) و استفاده از نرم‌افزار گوگل ارث در منطقه مورد مطالعه محقق شد (شکل ۲).

پیش‌پردازش تصاویر

به منظور شناسایی و استخراج کاربری‌های سطح زمین از تصاویر ماهواره‌ای Landsat 7 در سال ۲۰۰۰ و World View 2 در سال ۲۰۲۰ استفاده شد. محاسبه خطای رادیومتریک، برطرف‌کردن خطای اتمسفری به روش *کوآک* (QUAC) و افزایش توان تفکیک مکانی به روش *گرم-اشمیت* (Gram-schmidt) برای پیش‌پردازش تصویر ماهواره‌ای Landsat 7 انجام شد. محاسبه خطای رادیومتریک و برطرف‌کردن خطای اتمسفری به روش *کوآک* نیز برای پیش‌پردازش تصویر World View 2 صورت گرفت.

برای استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای، از الگوریتم‌های پیکسل‌پایه بیشترین شباهت (Maximum Liklihood) و شیءپایه ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine) استفاده شد.



شکل ۲) مناطق نمونه‌برداری‌شده در محدوده مورد مطالعه

الگوریتم بیشترین شباهت: روش‌های طبقه‌بندی را به طور مرسوم به دو دسته طبقه‌بندی نظارت‌شده و نظارت‌نشده تقسیم می‌کنند. روش‌های نظارت‌شده به اطلاعات اولیه‌ای نظیر تعداد کلاس، خصوصیات آنها، همچنین نمونه‌های معلوم از هر کلاس نیاز دارد. در مقابل روش‌های نظارت‌نشده بیشتر اتوماتیک هستند که به نمونه‌های معلوم نیازی نداشته و بر اساس مقادیر خود پیکسل‌ها در مورد طبقه‌بندی آنها تصمیم‌گیری می‌شود [Richards, 1995]. همچنین الگوریتم بیشترین شباهت متداول‌ترین الگوریتم طبقه‌بندی معمولی نظارت‌شده است که نسبت به الگوریتم‌های دیگر (پیکسل پایه) دقیق‌تر است، لکن محاسبات سنگین‌تری نسبت به آنها دارد و در نتیجه به زمان بیشتری نسبت به آنها نیاز دارد. این الگوریتم علاوه بر آنکه برای تصاویر چندطیفی استفاده می‌شود، برای تصاویر فراطیفی هم استفاده شده و در مقایسه با الگوریتم‌های مخصوص طبقه‌بندی تصاویر فراطیفی نتایج رضایت‌بخشی را حاصل می‌کند. در این الگوریتم ابتدا از روی داده‌های آموزشی، میانگین (M) و ماتریس کوواریانس (Σ) هر کلاس محاسبه می‌گردد. سپس

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.58209/geores.38.2.181]

فرض می‌شود که توزیع داده‌ها در هر کلاسی نرمال است و احتمال رخدادن تمام کلاس‌ها مساوی است [Emami *et al.*, 2019].

الگوریتم ماشین بردار پشتیبان: یک شیء، پیکسل‌های یک ناحیه است که ویژگی‌های طیفی و مکانی آنها همگون است. طبقه‌بندی شیءگرا عبارت است از استخراج ویژگی‌های تصویر به وسیله مدل‌سازی همبستگی‌های مکانی برای به‌دست‌آوردن اشیا (ناحیه‌بندی) و تخصیص کل پیکسل‌های درون شیء به یک کلاس با استفاده توام از اطلاعات محتوایی به‌دست‌آمده (مانند شکل و اندازه) و مدل‌سازی همبستگی‌های طیفی (اطلاعات پیکسل‌ها) برای طبقه‌بندی. طبقه‌بندی شیءگرا دارای مزایایی چون افزایش دقت طبقه‌بندی توسط طبقه‌بندی‌کننده‌های ساده به علت داشتن اطلاعات مفیدتر نسبت به طبقه‌بندی‌کننده‌های پیکسل‌گرا و کاهش حجم اطلاعات ارسالی، افزایش سرعت در طبقه‌بندی، کاهش میزان حافظه مورد نیاز با دسترسی تصادفی به علت فشرده‌سازی تصویر است. طبقه‌بندی شیءگرا فرآیندی است که کلاس‌های پوشش اراضی را به اشیا تصویری ارتباط می‌دهد [Faizizadeh, 2016]. در این رابطه، الگوریتم ماشین‌های بردار پشتیبان از الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده است که در سال ۱۹۶۵ میلادی توسط پژوهشگر روسی *ولادیمیر ناموویچ و اینک* ارایه گردید. با فرض آنکه $i=1,2,...n$ و xi بردارهای ویژگی از مجموعه داده‌های آموزشی X باشند به طوری‌که به دو کلاس W۱ و W۲ تعلق داشته باشند و قابلیت جداسازی این دو کلاس وجود داشته باشد آنگاه هدف الگوریتم ماشین‌های بردار پشتیبان طراحی یک نمونه صفحه به‌صورت رابطه ذیل است تا توسط این صفحه داده‌های آموزشی به طور صحیح طبقه‌بندی شوند. در معادله فوق W بردار نرمال ابر صفحه و W۰ در حقیقت بایاس ابر صفحه است. چنین ابر صفحه‌ای منحصر به فرد نیست [Theodoridis & Koutroumbas, 2003].

در الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، جهت تشخیص بهترین ابر صفحه از معیار ماکزیمم حاشیه استفاده می‌شود، به عبارت دیگر ابر صفحه‌ای جستجو می‌شود که بیشترین حاشیه را از نزدیکترین داده‌های آموزشی هر کلاس داشته باشد.

$$(x)=W^T*x+W_0$$

نتایج طبقه‌بندی به هر یک از دو روش فوق، با انتخاب تعدادی پیکسل معلوم (داده‌های مرجع) و مقایسه کلاس آنها با نتایج طبقه‌بندی ارزیابی شد [Fatemi & Rezaei., 2016]. برای ارزیابی، از ۲ معیار دقت کلّی (درصد سطحی از تصویر که به طور صحیح طبقه‌بندی شده) و مقدار کاپا (دقت طبقه‌بندی نسبت به حالتی که یک تصویر کاملاً به صورت تصادفی طبقه‌بندی شده) استفاده شد.

دقت کلّی: $$OA=\frac{\Sigma_i^r=1^{x_{ii}}}{N}*100$$

ضریب کاپا: $$KC=\frac{N\sum_i^r=1 Xii-\sum_i^r=1(Xi+X+i)}{N^2-\sum_i^r=1(Xi+X+i)}$$

برای محاسبه دقت کلّی و ضریب کاپا از تصاویر نرم‌افزار گوگل ارث و نرم‌افزار Envi 5.6 در سال ۲۰۲۰ میلادی استفاده شد. برای زمین‌های بایر، مناطق شهری، پوشش گیاهی و مناطق آبی سطح منطقه به‌ترتیب ۲۵، ۲۶، ۲۵ و ۱۰ نقطه تعلیمی انتخاب و ماتریس خطا برای هر یک از نقشه‌ها تهیه شد.

یافته‌ها

تعداد نمونه‌های آموزشی و تعداد پیکسل‌های آموزشی در تصویر World View 2 به دلیل بالابودن قدرت تفکیک مکانی نسبت به تصویر Landsat 7 بیشتر بود. سپس تصاویر ماهواره‌ای سال‌های مختلف طبقه‌بندی شده و پس از طبقه‌بندی، خروجی‌های آن در شکل ۳ و ۴ و جداول ماتریس خطا به همراه ضریب صحت کلّی و ضریب کاپا در جداول ۱ و ۲ استخراج گردید.

جدول ۱) ماتریس خطای طبقه‌بندی الگوریتم بیشترین شباهت (منطقه مطالعاتی سال ۲۰۰۰)

	مناطق شهری	پوشش گیاهی	زمین‌های بایر	مناطق آبی	کل
مناطق شهری	۱۶	۳	۱	۱	۲۱
پوشش گیاهی	۲	۱۲	۶	۲	۲۲
زمین‌های بایر	۸	۱۰	۱۸	۴	۴۰
مناطق آبی	۰	۰	۰	۳	۳
کل	۲۶	۲۵	۲۵	۱۰	۸۶

دقت کلّی: ۵۶/۹۷۶۷%

ضریب کاپا: ۰/۳۹۶۲

جدول۲) ماتریس خطای طبقه‌بندی الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (منطقه مطالعاتی سال ۲۰۲۰)

	مناطق شهری	پوشش گیاهی	زمین‌های بایر	مناطق آبی	کل
مناطق شهری	۲۲	۰	۰	۰	۲۲
پوشش گیاهی	۰	۲۲	۳	۱	۲۶
زمین‌های بایر	۴	۳	۲۲	۱	۳۰
مناطق آبی	۰	۰	۰	۸	۸
کل	۲۶	۲۵	۲۵	۱۰	۸۶

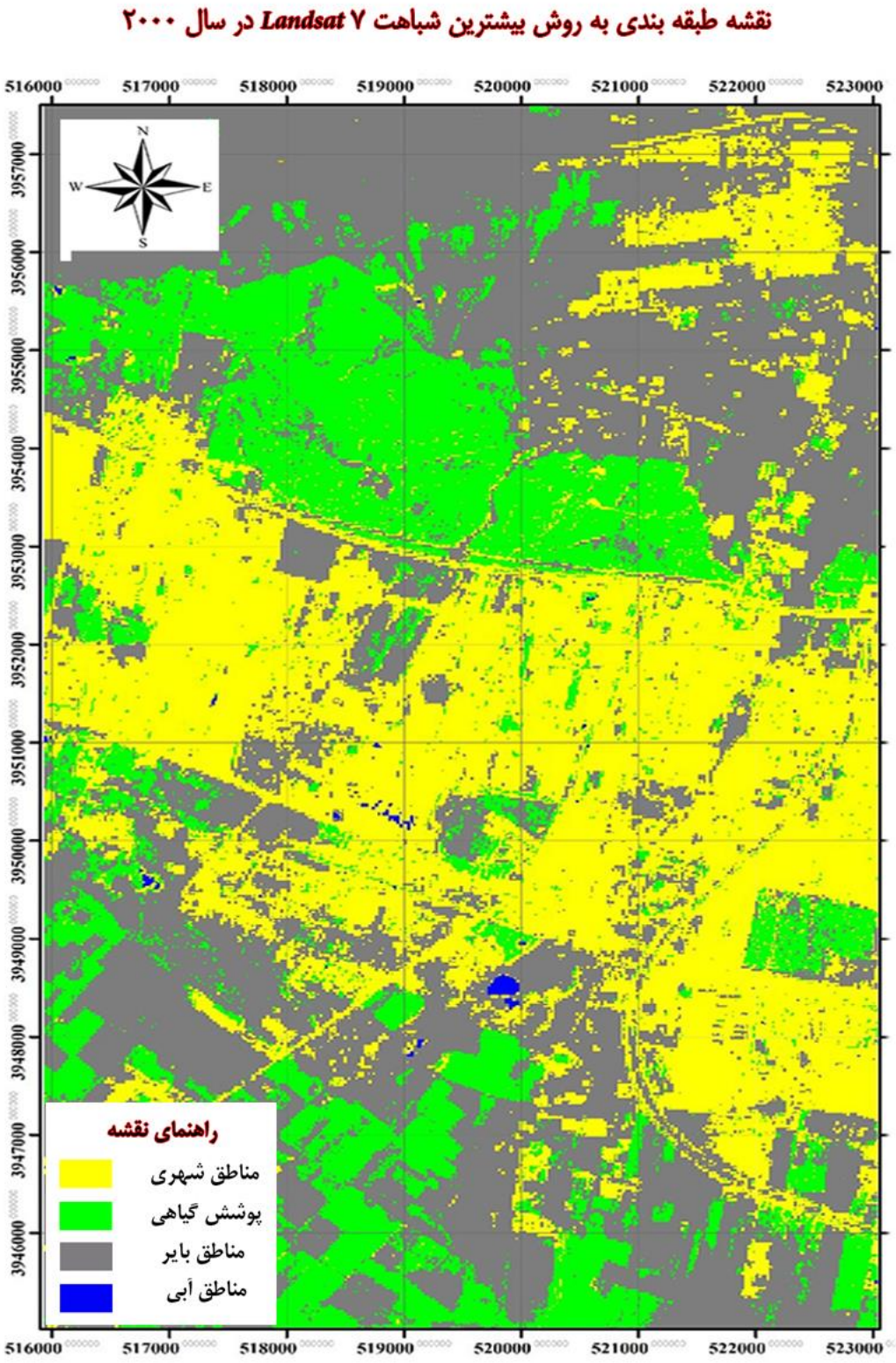
دقت کلّی: ۸۶/۰۴۶۵%

ضریب کاپا: ۰/۸۰۶۹

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.58209/geores.38.2.181]

طبق ارزیابی نتایج طبقه‌بندی، تصویر ماهواره‌ای World View 2 در الگوریتم ماشین بردار پشتیبان بیشترین دقت را از خود نشان داد. طبقه‌بندی تصویر World View 2 با روش بیشترین شباهت به دلیل بالابودن رزولوشن مکانی تصویر و وجود سایه‌ها در اطراف ساختمان‌ها و پوشش گیاهی بیشترین نویز را داشت. همچنین پایین‌بودن ارزیابی دقت و ضریب کاپا در شکل ۴ به دلیل تغییرات زیاد در اراضی سطح زمین در واقعیت است. نتایج در هر دو تصویر و هر دو روش تا حدی متفاوت است که مهمترین دلیل آن بازه طولانی ۲۰ساله است.



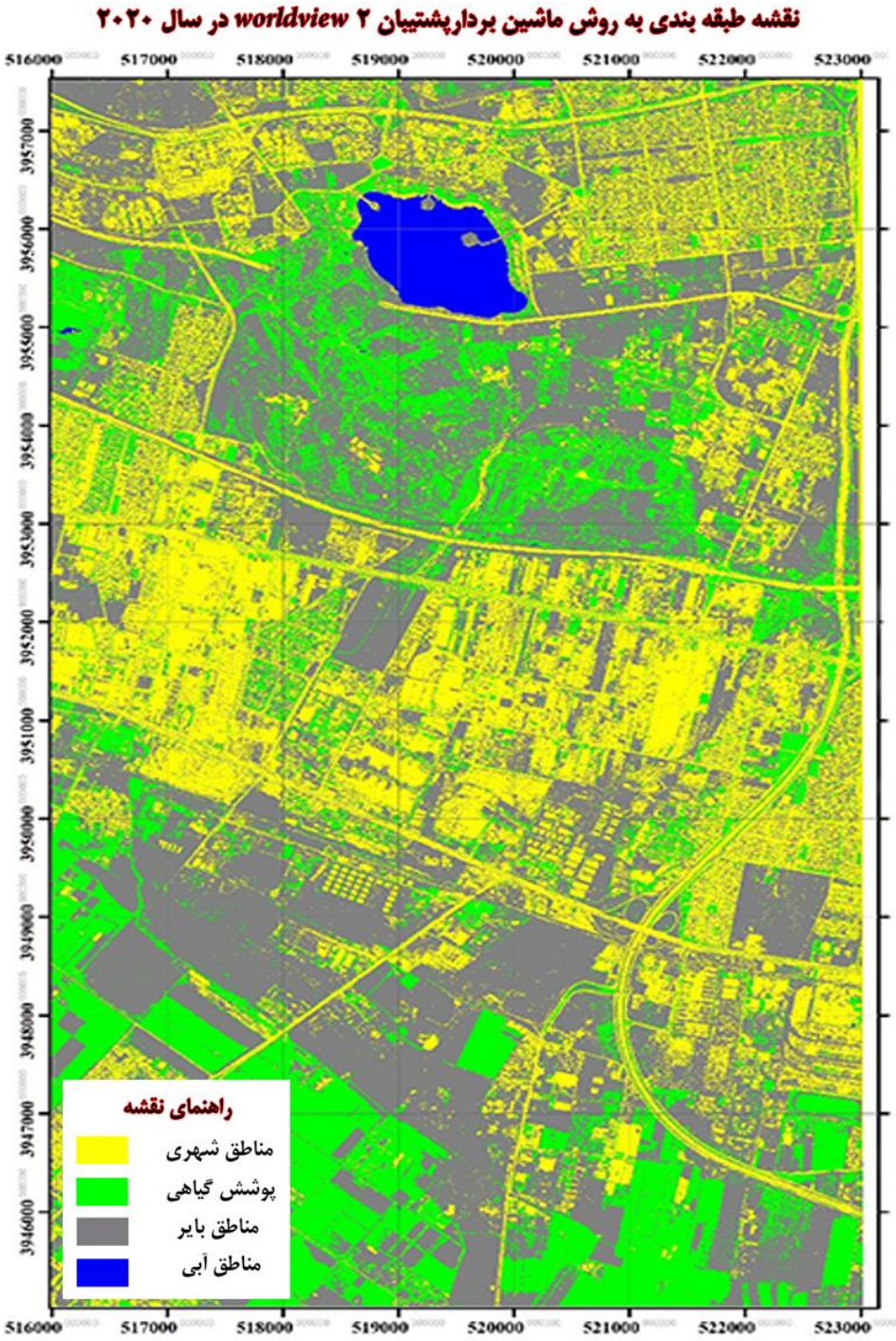
شکل ۳) نقشه طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای Landsat 7 به روش بیشترین شباهت (MLH)

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.58209/geores.38.2.181]

میزان دقت کلّی در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۰ برای الگوریتم ماشین پشتیبان با استفاده از تصاویر وردویو ۲ معادل ۸۶/۰۴۶۵ بود، در حالیکه همین مقدار برای الگوریتم بیشترین شباهت با استفاده از تصاویر لندست ۷ معادل ۵۳/۹۷۶۷ بود. از طرف دیگر، مقدار ضریب کاپا در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۰ برای الگوریتم ماشین پشتیبان با استفاده از تصاویر وردویو ۲ معادل ۰/۸۰۶۹ بود، در حالیکه همین مقدار برای الگوریتم بیشترین شباهت با استفاده از تصاویر لندست ۷ معادل ۰/۳۹۶۲ بود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در تصویر ماهواره‌ای World View به دلیل بالابودن رزولوشن مکانی نسبت به تصویر ماهواره‌ای لندست صحت کلّی طبقه‌بندی در حدی است که می‌توان به نتایج آن اعتماد نمود.

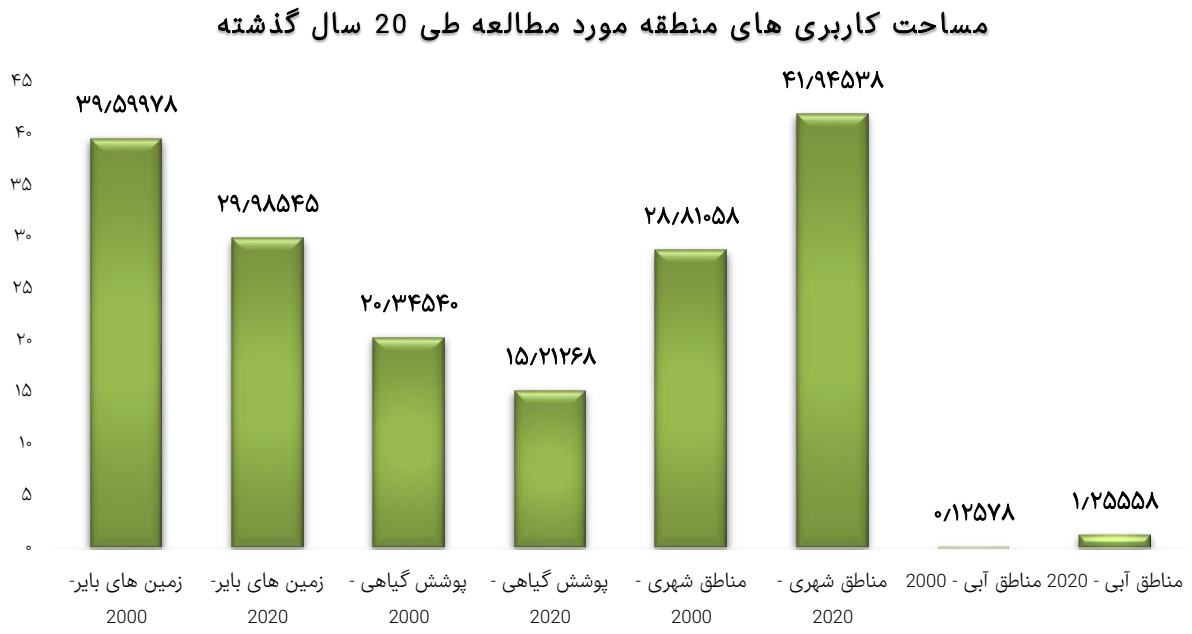
تغییرات بازه زمانی ۲۰ساله نشان داد که مساحت زمین‌های بایر ۹/۶۱ کیلومتر مربع کاهش، پوشش گیاهی ۵/۱۳ کیلومتر مربع کاهش، مناطق ساخته‌شده ۱۳/۱۳ کیلومتر مربع افزایش و مناطق آبی به دلیل احداث دریاچه چیتگر حدود یک کیلومتر مربع افزایش یافته است (نمودار ۱).



شکل ٤) نقشه طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای World View 2 به روش ماشین بردار پشتیبان (SVM)

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.58209/geores.38.2.181]



نمودار ۱) مساحت کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

بحث

هدف از پژوهش حاضر بررسی کارایی تصاویر ماهواره‌ای در نظارت و ارزیابی تغییرات مکانی-زمانی اراضی کلان‌شهر تهران بود. درک دقیق ویژگی‌های بهره‌برداری زمین و ساختار زمین برای مطالعه تأثیرات آنها بر زندگی و طبیعت از ضروریات برنامه‌ریزی برای مدیران است. علاوه بر این، توسعه شهری شکل عمده‌ای از استخراج زمین و تبدیل زمین است، زیرا به افزایش جمعیت و در دسترس‌بودن خدمات بهداشتی و درمانی، خدمات شهری و مسایل اقتصادی مربوط می‌شود. تجزیه و تحلیل رشد شهری با استفاده از داده‌های فضایی و ویژگی‌های گذشته و حال، به عنوان یکی از الزامات اساسی مطالعات جغرافیایی شهری، برنامه‌ریزی آینده و همچنین تعیین سیاست‌های کلّی برای توسعه شهری در نظر گرفته می‌شود [Dadras *et al.*, 2015]. لذا نظارت بر پوشش زمین بخش جدایی‌ناپذیری از مدیریت اراضی است. بسیاری از ذی‌نفعان مانند مالکان اراضی، دولت‌ها، سازمان‌های غیردولتی و گاهاً سازمان‌های بین‌المللی علاقه‌مند به پیگیری تغییرات در شهرها هستند تا بتوانند این تغییرات را مدیریت کنند. این فرآیند را می‌توان با استفاده از نقشه‌های پوشش زمین انجام داد، با این حال، بیشتر نقشه‌های پوشش زمین تنها برای یک تاریخ تولید می‌شوند [Masiliunas *et al.*, 2019].

یکی از راه‌های بیان تغییر پوشش زمین، تهیه نقشه‌های متعدد تک‌تاریخ و تجزیه و تحلیل تفاوت‌های بین آنهاست. با این حال، اگر احتمال تعلق پیکسل به یک کلاس خاص بین دو کلاس نزدیک باشد، حتی یک تغییر کوچک در داده های ورودی مدل ممکن است باعث شود که پیش‌بینی به یک کلاس پوشش زمین متفاوت تغییر کند. از طرفی، توسعه شهری شکل عمده‌ای از استخراج زمین و تبدیل زمین است، زیرا به افزایش جمعیت و دردسترس‌بودن خدمات بهداشتی و درمانی، خدمات شهری و مسایل اقتصادی مربوط می‌شود. تجزیه و تحلیل رشد شهری با استفاده از داده‌های فضایی و ویژگی‌های گذشته و حال، به عنوان یکی از الزامات اساسی مطالعات جغرافیایی شهری، برنامه‌ریزی آینده و همچنین تعیین سیاست‌های کلی برای توسعه شهری در نظر گرفته می‌شود [Dadras *et al.*,2015].

الگوریتم شیءگرا مناسب‌ترین روش برای استخراج ٤ کاربری اصلی زمین‌های بایر، مناطق شهری، جاده‌ها و پوشش گیاهی بوده و برای شناسایی مناطق شهری و ساختمان‌ها توانایی بالاتری در استخراج ویژگی‌ها داشته است [Jaber Hussein *et al.*, 2021]. نتایج پژوهش حاضر بیانگر دقت بالای این روش یعنی روش شیء پایه در شناسایی مناطق شهری بود. *روستایی* و همکاران نشان داده‌اند که روش ماشین بردار پشتیبان دقت بالاتری نسبت به روش بیشترین شباهت داشته است [Roostaei *et al.*, 2019]. ایجاد مناطق شهری همچون ساختمان‌ها، مراکز خرید و پارک‌های تفریحی از جمله عوامل تغییر کاربری اراضی بوده‌اند [Rajabi, 2019]. وجود پارک چیتگر و نزدیکی به مناطق صنعتی در غرب تهران می‌توانست موجب تغییرات کاربری اراضی باشد که در نهایت باعث افزایش رشد فیزیکی شهرها، جمعیت منطقه و مهاجرت به شهرها شده است [Rahnama & Bolori, 2022]. همچنین نتایج مطالعات تایید کرده‌اند که فعالیت انسانی از مهمترین علل تغییرات کاربری اراضی (به‌خصوص اراضی شهری) در محدوده مورد مطالعه بوده است [Khedmatzadeh & Feizizadeh, 2022].

زمین‌های دارای پوشش گیاهی، زمین‌های بایر و اراضی شهری به پارامترهای ماشین بردار پشتیبان حساس بودند. با این حال، تحقیقات بیشتری برای تأیید کاربرد کلی و قابلیت انتقال رویکرد ما

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-09]
[DOI: 10.58209/geores.38.2.181]

مورد نیاز است. مطالعات مشابه روی تصاویر لندست عملکرد الگوریتم‌های مختلف یادگیری ماشین [Arrechea-Castillo *et al.*, 2023] و برای تصاویر Sentinel-2 مدل شبکه عصبی کانولوشنال را در مقایسه با الگوریتم‌های یادگیری ماشین سنتی را نشان داده‌اند [Yang *et al.*, 2018]. اهمیت ادغام داده‌های چندمنبعی و تکنیک‌های یادگیری ماشین برای تجزیه و تحلیل دقیق و کارآمد پوشش زمین نیز در تحقیقات *زی* و *نیکلسکو* تاکید شده است [Xie & Niculescu, 2021].

در مجموع، الگوریتم ماشین بردار پشتیبان در این زمینه به عنوان یک رویکرد کارآمد و دقیق برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای برای تولید نقشه‌های کاربری اراضی پیشنهاد می‌شود، اگرچه بهینه‌سازی پارامترهای ماشین بردار پشتیبان نیازمند دانش گسترده و آزمایش‌های مکرر با تنظیمات مختلف است.

نتایج تحقیق *غیور* و همکاران نشان داد الگوریتم ماشین بردار پشتیبان با دقت کلّی ۹۴% عملکرد مناسبی نسبت به سایر الگوریتم‌ها در تصاویر لندست و سنتینل داشت. همچنین این پژوهش نشان داده است که تنظیم پارامترهای الگوریتم ماشین بردار سبب افزایش دقت کلّی می‌شود [Ghayour *et al.*, 2021]. به طور کلّی، این مطالعات اهمیت استفاده از فنّاوری‌های سنجش از دور پیشرفته و تکنیک‌های یادگیری ماشین را برای تجزیه و تحلیل دقیق و کارآمد پوشش زمین نشان می‌دهد، که می‌تواند پیامدهای مهمی برای مدیریت زیست‌محیطی و فرآیندهای تصمیم‌گیری داشته باشد.

پیشنهادات و محدودیت‌ها: در مجموع، الگوریتم SVM در این زمینه به عنوان یک رویکرد کارآمد و دقیق برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای برای تولید نقشه‌های کاربری اراضی پیشنهاد می‌شود، اگرچه بهینه‌سازی پارامترهای آن نیازمند دانش گسترده و آزمایش‌های مکرر با تنظیمات مختلف است. به نظر می‌رسد که زمین‌های دارای پوشش گیاهی، زمین‌های بایر و اراضی شهری به پارامترهای SVM حساس هستند. با این حال، تحقیقات بیشتری برای تأیید کاربرد کلّی و قابلیت انتقال رویکرد ما مورد نیاز است.

نتیجه‌گیری

با توجه به دقت کلّی و ضریب کاپا، الگوریتم ماشین بردار پشتیبان عملکرد مناسب‌تری نسبت به الگوریتم بیشترین شباهت دارد، چرا که علاوه بر بازتاب طیفی، شکل، اندازه و بافت در بین باندها را نیز در برمی‌گیرد و الگوریتم بیشترین شباهت تداخل زیادی دارد.

تشکر و قدردانی: موردی از طرف نویسندگان گزارش نشده است.
تاییدیه اخلاقی: موردی از طرف نویسندگان گزارش نشده است.
تعارض منافع: موردی از طرف نویسندگان گزارش نشده است.
سهم نویسندگان: علیرضا حبیبی رزی (نویسنده اول)، روش‌شناس/پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث/تحلیلگر داده‌ها (۶۵%)؛ زهرا عزیزی (نویسنده دوم)، پژوهشگر کمکی/نگارنده مقدمه/تحلیلگر داده‌ها (۳۵%)
منابع مالی: مقاله حاضر مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول به راهنمایی نویسنده دوم بوده است و تمامی هزینه‌ها توسط دانشجو پرداخت شده و هیچ نهاد یا سازمانی به عنوان حامی مالی مطرح نیست.

منابع

- Abdollahi A, Pourkhosravani M, Afsari F, Madadizadeh F (2018). Monitoring coastal changes using remote sensing (case study: Kish coastal). Geography and Environmental Planning. 30(75):1-16. [Persian]
- Alharthi A, El-Sheikh MA, Elhag M, Alatar AA, Abbadi GA, Abdel-Salam EM, et al. (2020). Remote sensing of 10 years changes in the vegetation cover of the northwestern coastal land of Red Sea, Saudi Arabia. Saudi Journal of. Biological Sciences. 27(11):3169-3179.
- Ali Bakhshi T, Azizi Z, Vafaeinejad A, Aghamohammadi Zanjirabadi H (2020). Survey of area changes in water basins of Shahid Abbaspour Dam caused by 2019 floods using Google Earth engine. Iranian Journal of Ecohydrology. 7(2):345-357. [Persian]
- Arrechea-Castillo DA, Solano-Correa YT, Muñoz-Ordóñez JF, Pencue-Fierro EL Figueroa-Casas A (2023). Multiclass land use and land cover classification of Andean Sub-Basins in Colombia with Sentinel-2 and Deep Learning. Remote Sensing. 15(10):2521.
- Azizi Z, Najafi A, Fatehi P, Pirbavaghar M (2010). Forest stand volume estimation using satellite IRS_P6 (LISS_IV) data (case study: Lirehsar, Tonekabon). Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 18(1):143-151. [Persain]
- Dadras M, Helmi ZM, Shafri NA, Biswajeet P, Safarpour S (2015). Spatio-temporal analysis of urban growth from remote sensing data in Bandar Abbas city, Iran. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. 18(1):35-52.
- Emami H, Hasani M, Mirzaei F (2019). Training of Envi software functions in remote sensing and spatial information system engineering. Tabriz: Asr Zendigi [Persian]
- Faizizadeh B (2016). Comparison of pixel-based and object-oriented methods in the preparation of land use maps (case study: Eastern plain of Lake Urmia) [dissertation]. Tabriz: University of Tabriz. [Persian]
- Fatemi SB, Rezaei Y (2016). Principles of remote sensing. Tehran: Azadeh publication. [Persian]
- Ghayour L, Neshat A, Paryani S, Shahabi H, Shirzadi A, Chen W, et al. (2021). Performance evaluation of Sentinel-2 and Landsat 8 OLI data for land cover/use classification using a comparison between machine learning algorithms. Remote Sensing. 13(7):Unknown Pages.
- Hamzeh S, Torabi O (2021). Investigation the changes in the water area of Gorgan Bay and its relationship with precipitation and water level of the Caspian Sea by using remote sensing data. Iranian Journal of Ecohydrology. 8(2):475-484. [Persian]
- Jaber Hussein S, Shareef MA, Merzah ZF (2022). Object-based approaches for land use-land cover classification using high resolution quick bird satellite imagery (a case study: Kerbela, Iraq). Geodesy and Cartography. 48(2):85-91.
- Javaheri S, Tarahi A (2021). Detection land use changes using satellite images during the period 1984-2019 (case study of Kamiyaran city). Journal of GIS and RS Application in Planning. 12(1):41-56. [Persian]
- Jovanovic D, Govedarica M, Sabo F, Bugarinović Ž, Novović O, Beker T, et al. (2015). Land cover change

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-09]
[DOI: 10.58209/geores.38.2.181]

- Rajabi A (2019). Effects of dam construction on physical development and upstream and downstream dam change using remote sensing (case Study: 15 Khordad dam, Qom). Journal of GIS & RS Application in Planning. 10(4):27-46. [Persian]
- Rezaei Moghaddam MR, Valizadeh Kamran Kh, Andaryani S, Almaspoor F (2015). Comparison of ANN and SVM methods in extraction land use/land cover maps from Landsat 8 satellite images (case study: Sufi Chay Basin). Journal of Geography and Planning. 19(52):163-183. [Persian]
- Richards JA (1995). Remote sensing digital image analysis, an introduction. 2nd Edition. Heidelberg: Springer.
- Roostaei S, Mokhtari D, Valizadeh Kamran K, Khodaei Geshlag L (2019). Comparison of pixel-based algorithm (maximum likelihood) and object-based methods (Support Vector Machine) in classification of land use (Ahar-Varzeghan area). Quantitative Geomorphological Research. 8(1):118-129. [Persian]
- Shaterian M, Mousavi SH, Momenbeik Z (2019). Application of remote sensing data in detection of urban land use changes (case study: Shahr-e Kord). Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR). 28(111):235-250. [Persian]
- Szarek-Iwaniuk P (2021). A comparative analysis of spatial data and land use/land cover classification in urbanized areas and areas subjected to anthropogenic pressure for the example of Poland. Sustainability. 13(6):Unknown Pages.
- Theodoridis S, Koutroumbas K (2003). Pattern recognition. 2nd Edition. Massachusettes: Elsevier Academic press.
- Xie G, Niculescu S (2021). Mapping and monitoring of land cover/land use (LCLU) changes in the Crozon Peninsula (Brittany, France) from 2007 to 2018 by machine learning algorithms (Support Vector Machine, random forest, and Convolutional Neural Network) and by Post-Classification Comparison (PCC). Remote Sensing. 13(19):Unknown Pages.
- Yang C, Rottensteiner F, Heipke C, (2018). Classification of land cover and land use based on convolutional neural networks. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 4(3):251-258.
- Yousefi Kebria D, Abaskhanian G, Ghanbari Parmehr E (2020). Detection of oil spill hotspots in the Caspian Sea using remote sensing (case study: Baku oil extraction facility). Environmental Sciences. 18(3):152-166. [Persian]
detection by using remote sensing-A case study of Zlatibor (Serbia). Geographica Pannonica. 19(4):162-173.
- Kamali Maskooni E, Kamali MA, Khanamani A (2019). Investigation and preparation of desertification map based on the Iranian model of desertification potential (IMDPA) with an emphasis on two criteria of soil and vegetation (case study: Faryab-Kerman province). Journal of Environmental Science and Technology. 22(12):163-178. [Persian]
- Khedmatzadeh A, Feizizade B (2022). Assessing urban quality of life using Remote Sensing and GIS (case study: Urmia urban region). Journal of Applied Researches in Geographical Sciences. 22(67):259-279. [Persian]
- Mafi M, Azizi Z, Karimi P, Alemi Safaval P (2021). Investigating the trend of water level changes in Allahabad wetland by using temporal images. Iranian Journal of Ecohydrology. 8(2):321-329.
- Management and Planning Organization of Tehran (2021). Statistical yearbook of Tehran, 2019. Tehran: Planning and Budget Organization Publishing. [Persian]
- Masiliunas D, Tsendbazar NE, Herold M, Lesiv M, Verbesselt J (2019). Change detection in satellite image time series for continuous land cover map updating. Proceedings of ESA Living Planet Symposium; 2019 May 13; Italy: Milan.
- Mirzapour S, Kheirkhah Zarkash MM, Azizi Z (2023). Investigation and forecasting of the drought situation in the Zagros region based on remote sensing indicators and general circulation models of the 20-year period. Iranian Journal of Forest and Range Protection Research. 20(2):317-335.
- Mokhtari A, Azizi Z, Rabiaee Fradonbeh S (2017). Epidemiological study and spatial modeling of peste des petits ruminants (PPR) in central area of Iran. Revista MVZ Córdoba. 22(2):5899-5909.
- Namdar F, Mahmoudi S, Esmaliouri A, Pazira E (2018). Monitoring of thirty-year land cover changes using remote sensing and GIS (case study: Qaresu watershed, Ardabil). Journal of Environmental Science and Technology. 22(12)):179-190. [Persian]
- Ozsahin E, Duru O, Eroglu I (2018). Land use and land cover changes (LULCC), a key to understand soil erosion intensities in the Maritsa Basin. Water. 10(3):Unknown Pages.
- Poormohammadi MR (2016). Urban land use planning. Tehran: SAMT Publications. [Persian]
- Rahnama MR, Bolori Z (2022). Analysis of the growth effects of Amol City on The surrounding environment using Remote Sensing and Geographic Information System. Political Organizing of Space. 4(4):288-302. [Persian]

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.58209/geores.38.2.181]