

## **Investigating the ability to estimate the level of urban green space using images with high spatial resolution (Case study: Region Two Of Yazd City)**

**Mohammad Hadi Dehghani<sup>1</sup>; Nasrin Salem<sup>2\*</sup>**

1. Master's degree in urban green space engineering, Maziar Royan Institute of Higher Education, Mazandaran

\*2. Master's degree in Urban Planning, Razvanshahr University

\*Email Address: [salem@yazd.ir](mailto:salem@yazd.ir)

### **Article Info**

**Article Type:**  
Research Paper

### **Article history:**

Received Date:

**2024/05/24**

Revised Date:

**2024/06/25**

Accepted Date:

**2024/06/29**

Published Date:

**2025/07/21**

### **Keywords:**

Urban green space,  
Remote sensing,  
Vegetation,  
Satellite images,

### **ABSTRACT**

Annually, heavy metal pollution is increasing in the environment and this eventually causes serious hazards for health of human, animal and plant populations. Heavy metals with their harmful effects are the major pollutants in big cities. Tehran is a big city and faced with this problem. Heavy metals such as arsenic, iron, zinc, lead, cadmium, chromium, copper, manganese and nickel exist in the air of Tehran. These pollutants are inhaled by inhabitants and cause serious problems for human body. Among streets, roads and highways of the city, Enqelab Street is one of the busiest and particularly from Enqelab Square to Imam Hossein Square. In this study, the results of measuring heavy metals including arsenic, iron, zinc, lead, cadmium, chromium, copper, manganese and nickel in the air of the street are presented with the health risk assessment from permanent and temporary residents in the area. In this study, the results of measuring heavy metals including arsenic, iron, zinc, lead, cadmium, chromium, copper, manganese and nickel in the air of the street are presented with the health risk assessment from permanent and temporary residents in the area.

### **Cite this article:**

Mohammad Hadi Dehghani, Nasrin Salem (2025). Investigating the ability to estimate the level of urban green space using images with high spatial resolution (Case study: Region Two Of Yazd City), Journal of Environmental Sciences Studies, 10(2) , Pages 10074 -10084.

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

In recent decades, the growth of cities and the development of urbanization have intensified in different countries, including Iran. The importance of the city and urban planning from the point of view of improving the environment in the context of a healthy city has been considered more than ever. In particular, urban green spaces play a role in environmental and ecological functions such as controlling air pollution, regulating microclimate, reducing heat island effects, purifying water quality, and increasing urban resilience in response to environmental and climate changes. In the past, land cover maps were done using ground mapping and spending a lot of time and money, but today, despite satellite images and drones, it is possible to prepare these maps with high accuracy. Based on recent advances such as high spatial resolution imagery, remote sensing provides a valuable set of tools that can minimize the need for field surveys even in highly heterogeneous and complex urban environments. The aim of the current research is to use images with high spatial resolution in the preparation of urban green space level maps. The studies that were reviewed in the resource review section mostly used Landsat and Sentinel satellite images with spatial resolution of 30 and 10 meters to separate urban land cover, while considering the small area of urban green space, especially in desert cities like the study area, it causes an error. Therefore, in this study, in order to improve previous studies, images with high spatial resolution were used to prepare urban green space maps. The results of this study will be useful for planners and policy makers in the field of metropolitan decisions and green spaces. It can also be used in locating and building new green spaces.

### Methodology

In the current research, Landsat 8 satellite images and high spatial resolution images prepared by airplanes from the study area were used. The resolution of Landsat 8 spectral images is 30 m and images with high spatial resolution is 10 cm. Landsat 8, which was launched on February 11, 2013, has 2 sensors, OLI and TIRS, and performs imaging with a 16-day sequence. OLI includes 9 spectral bands that are used for environmental monitoring studies. Classification methods are conventionally divided into supervised and unsupervised classification. Supervised methods require basic information such as the number of classes, their characteristics, as well as known examples of each class. On the other hand, unsupervised methods are more automatic, which do not need known samples and make decisions about their classification based on the values of the pixels themselves. The use of object-oriented methods in processing satellite images has increased the potential of the applicability of environmental remote sensing research. In general, object-oriented classification has three stages: 1) image segmentation 2) classification 3) classification accuracy evaluation. Classification is done in object-oriented methods using different algorithms including: random forest, decision tree, support vector machine, KNN and Bayes.

### Conclusion

To better compare the accuracy of object-oriented classification methods in all methods, the number of training samples was considered the same in different land covers. The accuracy of different methods is different and it shows the importance of comparing the accuracy of these methods in order to choose the optimal method. In the decision tree method, a large part of the area is wrongly considered as road cover, which mostly includes vegetation and shadow of buildings. In the random forest method, a part of the wrong area is covered by green areas, while the shadow is residential areas. The presence of shadows in images with high spatial resolution is a big problem for classification. In order to solve the shadow problem in the images, it is necessary to take the imaging exactly at the local noon hour with half an hour increase and decrease, but because it is not possible to take pictures in large areas in this limited time frame, and if the imaging is done on different days at this time in addition to being time-consuming, the existence of different weather conditions causes errors. In some studies, shade is considered as a separate land cover, which has been rejected in many studies and is not practical. Comparison of the object-oriented land cover image using KNN and SVM methods with the original

image shows that in these two methods, in some cases, roads are considered as unbuilt land and these areas are mostly in newly built areas and land cover is changing. It is to the building. In these parts of the studied area, the road is partially covered by the soil of the adjacent barren lands and has a different reflection than other pixels with road coverage, which these methods were not able to distinguish.

## مجله مطالعات علوم محیط زیست

جلد ۱۰، شماره ۲

Journal Homepage: [www.jess.ir](http://www.jess.ir)

شاپای چاپی: 2588-6851 شاپای الکترونیکی: 2645-520X



FANPAYA  
Knowledge Based Company  
(PUBLISHERS)

## بررسی قابلیت برآورد سطح فضای سبز شهری با استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا (مطالعه موردی: منطقه دو شهر یزد)

محمدهادی دهقانی<sup>۱</sup>، نسرين سالم<sup>۲\*</sup>

۱- کارشناسی ارشد مهندسی فضای سبز شهری، موسسه آموزش عالی مازیار رویان مازندران

\*۲- کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری، دانشگاه رضوانشهر

\*ایمیل نویسنده مسئول: [salem@yazd.ir](mailto:salem@yazd.ir)

چکیده	اطلاعات مقاله
شناسایی و تفکیک پوشش‌های اراضی مختلف با استفاده از علم سنجش از دور اهمیت بالایی دارد. تصاویر ماهواره‌ای به دلیل قدرت تفکیک مکانی کم، قابلیت تفکیک دقیق پوشش‌های اراضی مختلف در مناطق شهری را ندارد به همین دلیل در این پژوهش از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا استفاده شده است. برآورد سطح فضای سبز شهری در علوم برنامه ریزی محیطی به منظور اتخاذ تصمیمات مدیریتی مانند مکانیابی احداث فضای سبز جدید، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در پژوهش حاضر روش‌های مختلف طبقه‌بندی شی‌گرا شامل KNN، SVM، BAYES، درخت تصمیم‌گیری و جنگل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این روش‌ها یا استفاده از ضریب کاپا و صحت کلی ارزیابی شد و نتایج نشان داد که روش BAYES نسبت به سایر روش‌ها دقت بالاتری نشان داده است ضریب کاپا در این روش ۰/۸۳ و صحت کلی ۸۷ درصد می‌باشد. در نقشه پوشش اراضی نیز این روش قابلیت تفکیک پوشش‌های مختلف اراضی را داشته است. روش SVM و KNN بعد از آن به ترتیب ضریب کاپای ۰/۷۸ و ۰/۷۶ را نشان دادند. در میان روش‌های طبقه‌بندی شی‌گرا روش درخت تصمیم‌گیری و جنگل تصادفی با ضرایب کاپای ۰/۷۰ و ۰/۷۱ کمترین دقت را نشان دادند. به ترتیب از بیشترین دقت تا کمترین دقت روش‌های شی‌گرا شامل روش BAYES، SVM، KNN، درخت تصمیم‌گیری و جنگل تصادفی می‌باشد.	<b>نوع مقاله:</b> مقاله علمی پژوهشی  تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۴  تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۴/۰۵  تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۹  تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۴/۳۰
<b>کلید واژه‌ها:</b> فضای سبز شهری، سنجش از دور، پوشش گیاهی، تصاویر ماهواره‌ای،	

ناشر: انتشارات فن پایا

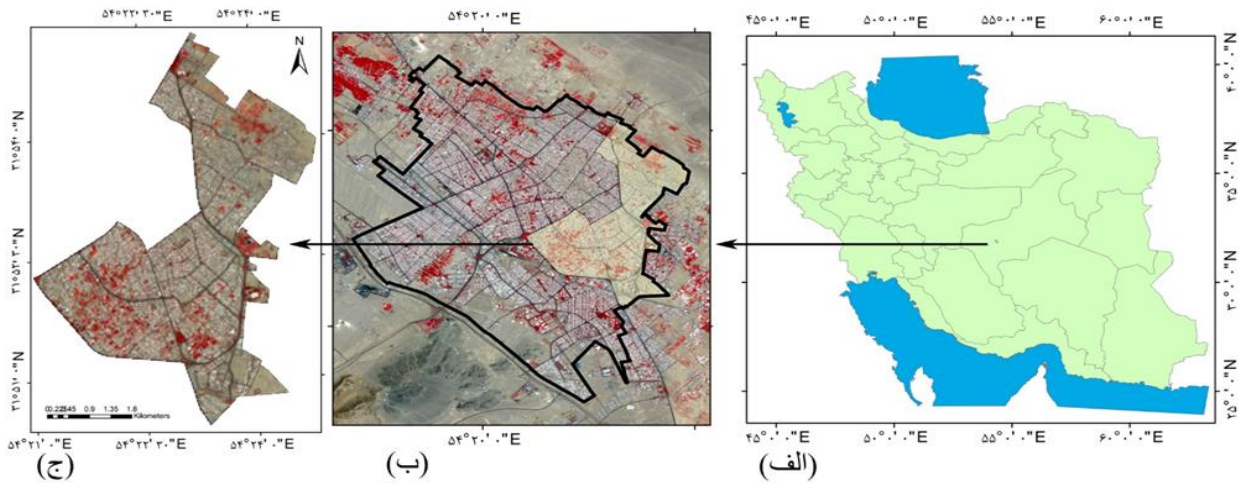
DOI: 10.22034/jess.2024.459253.2259

در دهه‌های اخیر، رشد شهرها و توسعه شهرنشینی در کشورهای مختلف از جمله ایران، شدت گرفته است. اهمیت شهر و شهرسازی از دیدگاه سالم سازی محیط زیست در چارچوب یک شهر سالم، بیش از هر زمان مورد توجه قرار گرفته و به عنوان یکی از ضروریات توسعه پایدار مطرح است. به طور خاص، فضاهای سبز شهری در عملکردهای زیست محیطی و اکولوژیکی مانند کنترل آلودگی هوا، تنظیم ریز اقلیم، کاهش اثرات جزیره گرمایی، تصفیه کیفیت آب و افزایش تاب آوری شهری در پاسخ به تغییرات محیطی و آب و هوایی نقش دارند. فضاهای سبز شهری همیشه به طور عادلانه قابل دسترسی نیستند. نگرانی در مورد برابری زیست محیطی فضاهای سبز شهری منجر به انجام مطالعاتی برای ارزیابی موقعیت و توزیع پارک های شهری شده است. نقشه‌های پوشش اراضی در گذشته با استفاده از نقشه‌برداری زمینی و با صرف هزینه و وقت زیاد، انجام می‌شد ولی امروزه با وجود تصاویر ماهواره‌ای و پهپاد، امکان تهیه این نقشه‌ها با دقت بالا ایجاد شده است. بر اساس پیشرفت‌های اخیر مانند تصاویر با وضوح فضایی بالا، سنجش از دور مجموعه ارزشمندی از ابزارها را فراهم می‌کند که می‌توانند نیاز به بررسی میدانی را حتی در محیط‌های شهری بسیار ناهمگن و پیچیده به حداقل برسانند. در سالهای اخیر مطالعات زیادی در راستای تهیه نقشه پوشش اراضی در شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای انجام شده است، به برآورد سرانه فضای سبز با استفاده از تصاویر IKONOS پرداختند. و روش حداکثر احتمال را با دقت ۹۷ درصد مناسب دانستند. به بررسی کاربرد سنجش از دور در برنامه ریزی فضای سبز شهری اصفهان پرداختند نقشه فضای سبز شهری اصفهان با استفاده از تصاویر کویک برد تهیه شد و گونه‌های فضای سبز، تاسیسات و مبلمان شهری بررسی و شناسایی گردید. به بررسی تغییرات کمی و کیفی فضای سبز شهری با استفاده از مدل مارکوف و شاخص NDVI در مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ تهران پرداختند نتایج نشان داد که بیشترین تغییر کاربری‌ها مربوط به تغییر کاربری فضای سبز به اراضی شهری بوده است. بنابراین می‌توان چنین ادعا کرد که توسعه شهرنشینی در مناطق مورد مطالعه منجر به از بین رفتن فضای سبز و اراضی کشاورزی شده است و کمترین احتمال در رابطه با تغییر سایر کاربریها بوده است. به بررسی روند تغییرات فضای سبز در سه دهه گذشته با استفاده از سنجش از دور پرداختند و نتایج نشان داد میزان مساحت فضای سبز شهری و تغییرات کاربری و تبدیل باغات به مناطق مسکونی و سایر کاربری‌های شهری در طی ۳۰ سال گذشته ۲۷۱/۷۱ هکتار کاهش داشته است، به برآورد بررسی سرانه پارک‌ها و فضای سبز شهر خمین با استفاده از تصاویر سنتینل ۲ پرداختند. بررسی کمی و کیفی فضای سبز شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای کویک برد در شهرکرد پرداختند. طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از خوارزمیک حداکثر احتمال و شاخص NDVI انجام شد و صحت کلی ۹۱٪ و ضریب کاپا ۰/۸۵ برآورد گردید. به تجزیه و تحلیل کیفیت و اثرات محیط زیستی فضاهای سبز شهری منطقه ۱۰ تهران پرداختند. با استفاده از تصاویر لندست ۸ مناطق فضای سبز با استفاده از تصویر ماهواره لندست-۸ و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی استخراج شد. به ارزیابی پویایی فضای سبز شهری اردبیل با استفاده از تصاویر لندست پرداختند نتایج نشان داد که طی دوره‌های موردبررسی به شدت روند کاهش داشته و به طوری که در ۲۷ سال اخیر حدود ۱۵۰۷ هکتار از فضاهای سبز منطقه به زیر ساخت و ساز رفته‌اند و تنها حدود ۸ درصد از شهر را فضای سبز در بر گرفته است. هدف از پژوهش حاضر، استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا در تهیه نقشه سطح فضای سبز شهری می‌باشد. مطالعاتی که در بخش مرور منابع بررسی شد اکثرا با استفاده از تصاویر ماهواره‌های لندست و سنتینل که قدرت تفکیک مکانی ۳۰ و ۱۰ متر به تفکیک پوشش اراضی شهری پرداختند در صورتیکه با توجه به مساحت کم فضای سبز شهری به خصوص در شهرهای بیابانی مانند منطقه مورد مطالعه، موجب بروز خطا می‌گردد. لذا در این مطالعه به منظور بهبود مطالعات پیشین، از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا برای تهیه نقشه فضای سبز شهری استفاده گردید. نتایج مطالعه حاضر برای برنامه ریزان و سیاست گذاران در زمینه تصمیم‌گیری‌های کلان شهری و فضای سبز مفید خواهد بود. همچنین در مکان‌یابی و احداث فضای سبز جدید نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

## ۲- روش انجام تحقیق

## • محدوده مورد مطالعه

منطقه دو شهر یزد به عنوان منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شده است. شهر یزد در مرکز استان یزد واقع شده و بیش از ۱۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد، همچنین ۱۲۱۵ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نمایش داده است.



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه: (الف) کشور ایران (ب) شهر یزد (ج) منطقه دو شهر یزد

## • داده های مورد استفاده

در پژوهش حاضر از تصاویر ماهواره لندست ۸ و تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا که با استفاده از هواپیما از منطقه مورد مطالعه تهیه شده است، استفاده گردید. قدرت تفکیک تصاویر طیفی لندست ۸، ۳۰ متر و تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالایی تهیه شده با استفاده از هواپیما ۱۰ سانتی متر می باشد. لندست ۸ که ۱۱ فوریه ۲۰۱۳ به فضا پرتاب شد دارای ۲ سنجنده OLI و TIRS می باشد و با توالی ۱۶ روزه، تصویربرداری انجام می دهد. OLI شامل ۹ باند طیفی است که برای مطالعات پایش محیط زیست مورد استفاده قرار می گیرد.

## • مواد و روشی

روش های طبقه بندی را به طور مرسوم به دو دسته نظارت شده و نظارت نشده تقسیم می نمایند. روش های نظارت شده به اطلاعات اولیه ای نظیر تعداد کلاس، خصوصیات آن ها، همچنین نمونه های معلوم از هر کلاس نیاز دارد. در مقابل روش های نظارت نشده بیشتر اتوماتیک هستند، که به نمونه های معلوم نیازی نداشته و بر اساس مقادیر خود پیکسل ها در مورد طبقه بندی آنها تصمیم گیری می کنند. استفاده از روش های شی گرا در پردازش تصاویر ماهواره ای، پتانسیل کاربردی بودن تحقیقات سنجش از دور محیطی را افزایش داده است. در آن علاوه بر ارزش های عددی از اطلاعات مربوط به بافت، شکل و تن رنگ در فرآیند طبقه بندی استفاده می شود. ثابت شده است که توانایی روش طبقه بندی پیکسل پایه هنگامی که اشیای متفاوت زمینی، با ارزش های عددی یکسان بر روی تصویر رقومی ثبت می شوند، محدود می گردد. برای حل این مشکل روش طبقه بندی شی گرا مطرح شده است. مهمترین اختلاف بین روش های پیکسل پایه و شی گرا این است که در تحلیل شی گرای تصاویر، واحد اصلی پردازش تصویر، شکل اشیای یا سگمنت ها هستند نه ارزش های بازتابی موجود در پیکسل های انفرادی به طور کلی طبقه بندی شی گرا سه مرحله دارد: (۱) سگمنت بندی تصویر (۲) طبقه بندی (۳) ارزیابی دقت طبقه بندی. سگمنت به معنی گروهی از پیکسل های هم سایه در داخل یک ناحیه اطلاق می گردد که شباهت، (نظیر ارزش عددی و بافت) مهمترین معیار مشترک آنهاست. تصاویر موضوعی نظیر کاربری اراضی که اغلب، همگن بوده، به وسیله سگمنتها مشخص می شوند. بنابراین، تعداد عناصری که برای طبقه بندی تصویر نیاز است، به طور قابل توجهی کاهش می یابد. کیفیت طبقه بندی مستقیماً بوسیله کیفیت سگمنت سازی ارزیابی می شود؛ چرا که سگمنت سازی مرحله مهمی در تحلیلی شی گرای تصاویر است؛ به منظور استخراج اطلاعات از تصویر توسط خوارزمیک تجزیه و تحلیل مبتنی بر شی، ابتدا با هدف به حداقل رساندن میانگین مکانی ناهمگنیها و به هم پیوستن متوالی پیکسلها در تصویر و ایجاد شیهای تصویری، عملیات قطعه بندی به عنوان مهمترین مرحله در طبقه بندی تصویر به واحدهای مختلف با استفاده از انجام Multiresolution Segmentation خوارزمیک پذیرفت. بدین ترتیب، با انجام عملیات قطعه بندی، نه تنها هیچ پیکسل طبقه بندی نشده های باقی نماند، بلکه همگنی تصویر نیز حفظ شد. طبقه بندی در روش های شی گرا با استفاده از الگوریتم های مختلف شامل: جنگل تصادفی، درخت تصمیم گیری، ماشین بردار پشتیبان، KNN و Bayse انجام میشود.

### • روش طبقه‌بندی جنگل تصادفی:

این الگوریتم از پایدارترین الگوریتم‌های یادگیری است. همچنین، یکی از روش‌های یادگیری ماشین غیرپارامتریک مبتنی بر دسته‌ای از درخت‌های تصمیم‌گیری است. درخت‌های تصمیم‌گیری در روش جنگل تصادفی رشد می‌یابند. پیکسل یا پدیده طبقه‌بندی نشده، با توجه به ویژگی‌های همراه خود، در یک کلاس گنجانده می‌شود. این کار با عبور دادن پیکسل از میان  $X$  درخت تصمیم انجام می‌شود؛ به گونه‌ای که تعلق پیکسل به یکی از کلاس‌ها میان درخت تصمیم به رای گذاشته می‌شود و هر درخت رای خود را در مورد گنجاندن پیکسل در یک کلاس، اعلام می‌کند. جنگل پیکسل به رای گذاشته شده را به کلاسی اختصاص می‌دهد که دارای بیشترین رای درختان جنگل باشد. درخت‌های تصمیم‌گیری به صورت منفرد از مجموعه نمونه آموزشی رشد می‌کنند. با  $N$  بار نمونه‌گیری با جایگزینی، دوسوم از مجموعه داده‌های اصلی برای آموزش یک درخت استفاده می‌شود.  $N$  تعداد نمونه‌ها در مجموعه داده‌های اصلی است. بدین صورت و از راه نمونه‌گیری با جایگزینی، یک سوم باقی مانده داده‌ها در آموزش درخت دخالت نخواهند داشت و از کیسه کنار گذاشته می‌شوند تا برای دقت سنجی درونی الگوریتم به کار روند.

### • روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان:

روش SVM اولین بار توسط Vapnik و همکاران (۲۰۱۳)، معرفی شد و هدف آن ساخت یک ابر صفحه تفکیک کننده بهینه می‌باشد تا با استفاده از مجموعه داده آموزشی به عنوان بردارهای پشتیبان، داده را به تعداد مشخصی کلاس از پیش تعریف شده دستبندی کند. با استفاده از توزیع داده‌ها در فضای ویژگی، SVM سعی می‌کند یک سطح تصمیم بهینه را پیدا کند تا داده‌ها را به دسته مثبت یا منفی تقسیم کند.

### • روش درخت تصمیم‌گیری:

این روش ابتدا توسط Swain, Hauska در سال ۱۹۹۷ ارائه شد و در سالهای اخیر در زمینه طبقه‌بندی از آن استفاده شده است. روش درخت تصمیم‌گیری از روش‌های چند مرحله‌ای است بدین معنی که مجموعه‌ای از تصمیمات اتخاذ می‌شوند تا پیکسل به درستی طبقه‌بندی شود. این روش نمایشی از شاخه‌ها و گره‌هاست که هر گره به مجموعه‌ای از پاسخ‌های ممکن منتهی می‌گردد. در طراحی درخت تصمیم‌گیری مراحل زیر شامل: یافتن ساختار بهینه برای شاخه، انتخاب زیرمجموعه مطلوب خصوصیات در هر گره و انتخاب قاعده تصمیم برای استفاده در هر گره وجود دارد. در این روش کارایی و صحت طبقه‌بندی شدیداً به انتخاب شاخه‌ها بستگی دارد. برای آسانتر نمودن کار طراحی شاخه‌های تصمیم‌گیری غالباً از روش دودویی استفاده می‌شود. در این روش دانش تحلیلگر در ساختار بندی شاخه‌ها نقش موثری دارد.

### • روش KNN (K نزدیکترین همسایه)

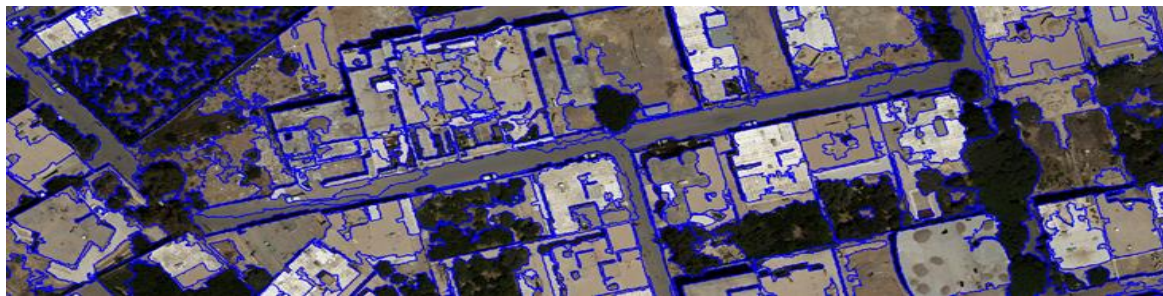
یک روش آمار ناپارامتری است در حالت طبقه‌بندی با توجه به مقدار مشخص شده برای  $K$ ، به محاسبه فاصله نقطه‌ای که مورد نظر است؛ برچسب آن را مشخص کرده و با نزدیک‌ترین نقاط و با توجه به تعداد رای حداکثری این نقاط همسایه، در رابطه با برچسب نقطه مورد نظر تصمیم‌گیری انجام می‌شود. برای محاسبه این فاصله می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده کرد که یکی از مطرح‌ترین این روش‌ها، فاصله اقلیدسی است.

### • روش Bayes

به منظور طبقه‌بندی با روش بیز و بر اساس این الگوریتم، پارامترها به عنوان متغیرهای تصادفی با توزیع از قبل شناخته شده در نظر گرفته شدند. همچنین بر اساس این الگوریتم، فرض شد که وجود یا عدم وجود ویژگی خاص یک کلاس با وجود یا عدم وجود ویژگی دیگر ارتباطی ندارد. بدین ترتیب، احتمال وقوع مقادیر صفت مختلف را برای کلاس‌های مختلف در یک مجموعه آموزشی توسط الگوریتم بیز تخمین زده شده و در نهایت از این احتمالات برای طبقه‌بندی الگوهای فراخوانی استفاده شد. برای اطمینان از نتایج طبقه‌بندی، صحت طبقه‌بندی با استفاده از پارامتر صحت کلی، ضریب کاپا ارزیابی گردید صحت کلی عبارت است از نسبت پیکسل‌های طبقه‌بندی شده بر تعداد کل پیکسل‌های طبقه‌بندی شده. در محاسبه ضریب کاپا علاوه بر پیکسل‌هایی که در ست طبقه‌بندی شده اند پیکسل‌هایی که نادرست طبقه‌بندی شده اند نیز دخالت داده می‌شوند، از این رو معیار مناسبی برای مقایسه نتایج طبقه‌بندی‌های مختلف است.

## ۳- نتایج

جهت انجام طبقه‌بندی شی‌گرا، ابتدا تصاویر به صورت سگمنت‌بندی شده تبدیل شد. بدین معنی که بنا بر ابعاد سگمنت انتخابی، به طور مثال اگر اندازه سگمنت ده انتخاب شود؛ تعداد ده پیکسل نزدیک به هم که خصوصیات طیفی یکسانی دارند به عنوان یک سگمنت در نظر گرفته می‌شود. اندازه سگمنت با در نظر گرفتن قدرت تفکیک مکانی تصویر و هدف از تهیه طبقه‌بندی برآورد می‌شود. به طور مثال گاهی در نقشه پوشش اراضی فقط لازم است که کل منطقه شهری به عنوان یک نوع پوشش در یک دسته قرار گیرد بنابراین در این مورد نیازی به انتخاب سگمنت با ابعاد کم نیست و نیازی به تشخیص تک درخت یا جاده نمی‌باشد. در تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا، انتخاب سگمنت با آزمون و خطا انجام می‌شود. به صورت چشمی ابعاد سگمنتی که بتواند نوع پوشش مورد نظر را تفکیک کند مناسب است در این مطالعه ابعاد سگمنت با در نظر گرفتن و قابلیت تفکیک تک درخت انتخاب شد. یعنی ابعادی انتخاب شد که بتواند تک درخت را به عنوان یک سگمنت در نظر بگیرد. در شکل ۲ سگمنت‌بندی انتخابی برای منطقه مورد مطالعه که با آزمون و خطا برآورد شده است نمایش داده شده است.

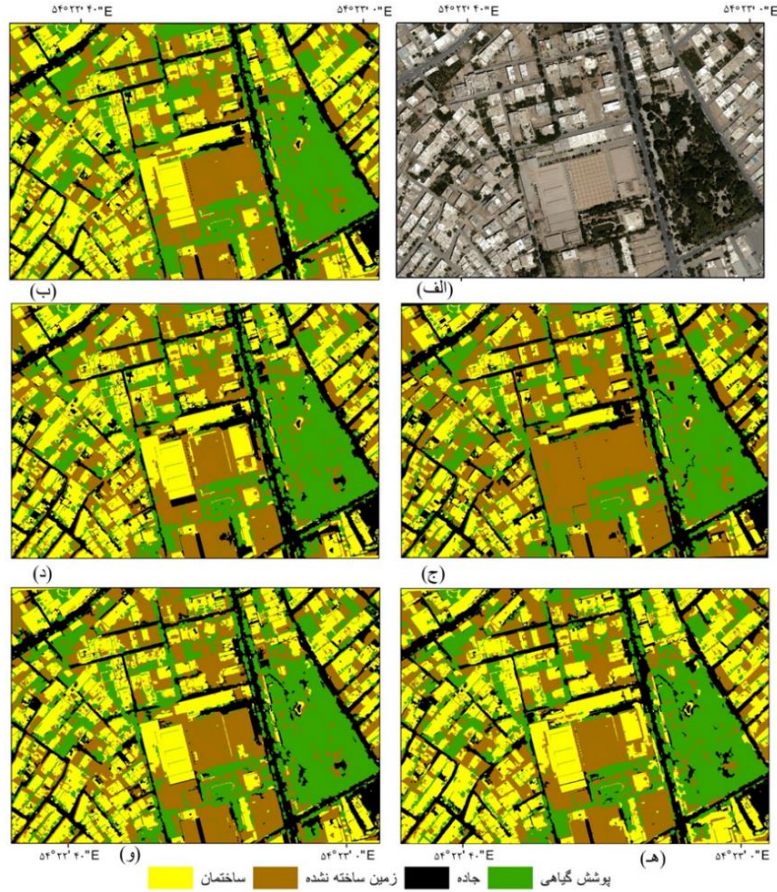


شکل ۲. تصویری از سگمنت‌بندی مناسب تصویر برای تفکیک پوشش گیاهی

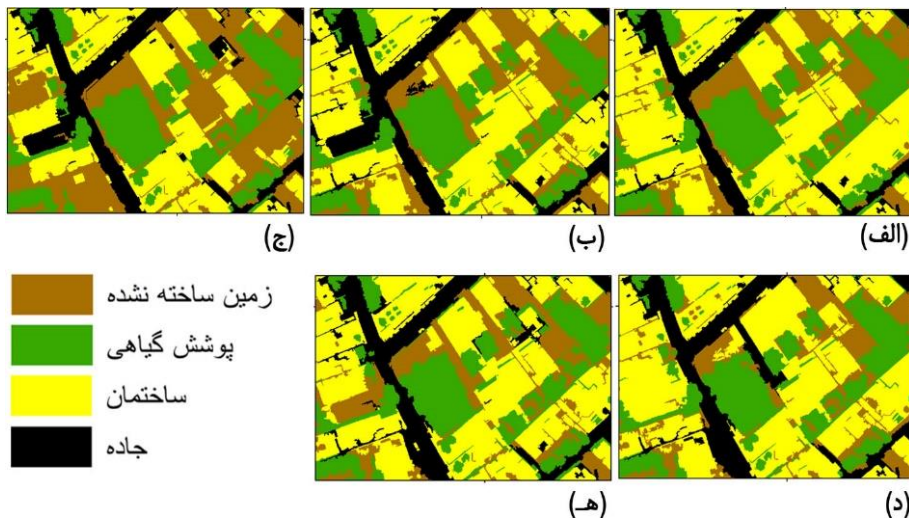
برای مقایسه بهتر دقت روش‌های طبقه‌بندی شی‌گرا در تمام روش‌ها، تعداد نمونه آموزش شی در پوشش‌های مختلف اراضی یکسان در نظر گرفته شد. دقت روش‌های مختلف متفاوت است و اهمیت مقایسه دقت این روش‌ها جهت انتخاب روش بهینه را نشان می‌دهد. در روش درخت تصمیم‌گیری قسمت زیادی از منطقه به طور اشتباه به عنوان پوشش جاده در نظر گرفته شده است که بیشتر شامل پوشش‌های گیاهی و سایه ساختمان‌ها می‌باشد. در روش جنگل تصادفی نیز قسمتی از منطقه اشتباه در پوشش اراضی فضای سبز قرار گرفته است در صورتیکه سایه مناطق مسکونی می‌باشد. وجود سایه در تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا مشکل بزرگی برای طبقه‌بندی است. جهت حل مشکل سایه در تصاویر لازم است تا تصویربرداری دقیقاً در ساعت ظهر محلی با نیم ساعت کاهش و افزایش انجام شود اما چون امکان تصویربرداری در مناطق با وسعت زیاد در این بازه زمانی محدود وجود ندارد و اگر در روزهای مختلف در این ساعت تصویربرداری انجام شود نیز علاوه بر زمان بر بودن، وجود شرایط جوی مختلف باعث ایجاد خطا می‌گردد. در بعضی از مطالعات سایه را به عنوان پوشش اراضی جداگانه در نظر می‌گیرند که این کار در مطالعات زیادی رد شده است و کاربردی نمی‌باشد. مقایسه تصویر پوشش اراضی شی‌گرا به روش KNN و SVM با تصویر اولیه نشان می‌دهد که در این دو روش در بعضی از موارد جاده‌ها به عنوان اراضی ساخته نشده در نظر گرفته شده است و این مناطق بیشتر در مناطق نوساز و در حال تغییر پوشش اراضی به ساختمان می‌باشد. در این قسمت‌ها از منطقه مورد مطالعه جاده بوسیله خاک اراضی بایر مجاور تا قسمتی پوشیده شده و بازتاب متفاوتی نسبت به سایر پیکسل‌ها با پوشش جاده داشته است که این روش‌ها توانایی تفکیک آنها نداشته است. برای مقایسه دقیق روش‌های طبقه‌بندی شی‌گرا در تهیه نقشه پوشش اراضی مناطق شهری با استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا از ضرایب کاپا و صحت کلی استفاده شد. این روش‌ها با مقایسه نقشه‌های طبقه‌بندی شده و واقعیت زمینی برآورد می‌گردد و هرچه به یک نزدیکتر باشد بیانگر دقت بالاتر روش می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه ضرایب کاپا و صحت کلی روش‌های شی‌گرا در جدول ۱ نمایش داده شده است مقایسه ضرایب کاپا در روش‌های شی‌گرا نشان داد که روش BAYES نسبت به سایر روش‌ها دقت بالاتری نشان داده است ضریب کاپا در این روش ۰/۸۳ و صحت کلی ۸۷ درصد می‌باشد. در نقشه پوشش اراضی نیز این روش قابلیت تفکیک پوشش‌های مختلف اراضی را داشته است. روش SVM و KNN بعد از آن به ترتیب ضریب کاپای ۰/۷۸ و ۰/۷۶ را نشان دادند. در میان روش‌های طبقه‌بندی شی‌گرا روش درخت تصمیم‌گیری و جنگل تصادفی با ضرایب کاپای ۰/۷۰ و ۰/۷۱ کمترین دقت را نشان دادند. به ترتیب از بیشترین دقت تا کمترین دقت روش‌های شی‌گرا شامل روش KNN، SVM، BAYES، درخت تصمیم‌گیری و جنگل تصادفی می‌باشد.

جدول ۱. مقایسه مقادیر ضریب کاپا و صحت کل در هر یک از روش‌های طبقه‌بندی شی‌گرا

روش طبقه‌بندی	ضریب کاپا	صحت کلی (درصد)
Bayes	۰/۸۳	۸۷
SVM	۰/۷۸	۸۳
KNN	۰/۷۶	۷۷
درخت تصمیم‌گیری	۰/۷۰	۶۵
جنگل تصادفی	۰/۷۱	۶۴



شکل ۳. نقشه پوشش اراضی با استفاده از روش‌های شی‌گرا (الف) RGB (ب) SVM (ج) Bayes (د) درخت تصمیم‌گیری (ه) KNN (و) جنگل تصادفی



شکل ۴. تصویری از نمای نزدیک تصاویر طبقه‌بندی شده با استفاده از روش‌های (الف) SVM (ب) Bayes (ج) درخت تصمیم‌گیری (د) KNN (ه) جنگل تصادفی

## ۴- نتیجه گیری

مقایسه نتایج پژوهش با مطالعه رضایی مقدم و همکاران (۱۳۸۹) که بیان داشتند در روش شی گرا ضمن امکان تشخیص تعداد طبقات بیشتر، دقت نقشه تولید شده نیز در مقایسه با روش پیکسل مبنا از دقت بالاتری برخوردار است، همخوانی دارد. در این پژوهش نیز روش‌های شی گرا امکان تفکیک پوشش‌های اراضی را با دقت بالاتری داشت. حاجی بیگلر و همکاران (۱۳۹۸) نیز نتیجه گرفته بودند که الگوریتم ماشین بردار در روش طبقه‌بندی شی‌گرا به‌عنوان الگوریتم مناسب در طبقه‌بندی کاربری اراضی به منظور مدیریت عرصه‌های منابع طبیعی در استان گلستان پیشنهاد می‌گردد در پژوهش حاضر نیز دقت روش ماشین بردار مناسب ارزیابی شد اما روش BAYES دقت بالاتری نشان داد لازم به ذکر است که آنها تصمیم به تفکیک پوشش اراضی در عرصه‌های طبیعی را داشته و با منطقه مورد مطالعه این پژوهش که مناطق شهری است متفاوت است. مقایسه نتایج این پژوهش با نتایج مطالعه روستایی و همکاران (۱۳۹۸) که بیان داشتند روش طبقه‌بندی شی‌گرا با افزایش دقت معادل ۵/۶ درصد صحت کلی و ۰/۰۴ درصد ضریب کاپا، در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از دقت بالاتری برخوردار است همخوانی دارد و نتایج برتری روش شی‌گرا نسبت به پیکسل مبنا را تایید می‌کند. نتایج پژوهش حاضر برای برنامه ریزان و تصمیم‌گیران در علوم شهری و فضای سبز شهری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

## منابع

- Banjade, S. S., Subedi, B., & Rai, N. (2023). Comparison of supervised classification algorithms using a hyperspectral image for land use land cover classification.
- Dash, P., Sanders, S. L., Parajuli, P., & Ouyang, Y. (2023). Improving the accuracy of land use and land cover classification of landsat data in an agricultural watershed. *Remote Sensing*, 15(16), 4020.
- ED Chaves, M., CA Picoli, M., & D. Sanches, I. (2020). Recent applications of Landsat 8/OLI and Sentinel-2/MSI for land use and land cover mapping: A systematic review. *Remote Sensing*, 12(18), 3062.
- Fui J.K. and Fu, K.S. (1980), Automated Classification of Nucleated Blood Cells Using a Binary Tree Classifier, *Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-2*, 429–443.
- Kabisch, N.; Haase, D. Green justice or just green? Provision of urban green spaces in Berlin, Germany. *Landsc. Urban Plan.* 2014, 122, 129–139.
- Långkvist, M., Kiselev, A., Alirezaie, M., & Loutfi, A. (2016). Classification and segmentation of satellite orthoimagery using convolutional neural networks. *Remote Sensing*, 8(4), 329.
- Lee, J. W., Lee, S. W., Kim, H. G., Jo, H. K., & Park, S. R. (2023). Green Space and Apartment Prices: Exploring the Effects of the Green Space Ratio and Visual Greenery. *Land*, 12(11), 2069.
- Mahmon, N. A., & Ya'acob, N. (2014, August). A review on classification of satellite image using Artificial Neural Network (ANN). In 2014 IEEE 5th control and system graduate research colloquium (pp. 153-157). IEEE.
- Maxwell, A., Warner, T., Fang, F., 2018. Implementation of machine-learning classification in remote sensing: An applied review. *Int. J. Remote Sens.* 39, 2784–2817.
- Norton, B.A.; Coutts, A.M.; Livesley, S.J.; Harris, R.J.; Hunter, A.M.; Williams, N.S.G. Planning for cooler cities: A framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes. *Landsc. Urban Plan.* 2015, 134, 127–138.
- Nowak, D.J.; Crane, D.E.; Stevens, J.C. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban for. Urban Green.* 2006, 4, 115–123.
- Parmehr, E.G., Amati, M., Taylor, E.J., Livesley, S.J., 2016. Estimation of urban tree canopy cover using random point sampling and remote sensing methods. *Urban Forestry & Urban Greening* 20, 160-171.
- Prado, P. F., & Duarte, I. C. S. (2020). An Overview and Recent Advances in Fuzzy ARTMAP Classifier Usage for Mapping Purposes Using Remotely Sensed Data. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL INFORMATICS LETTERS*, 3(2), 86-97.
- Richards, JA., 1995, *Remote Sensing Digital Image Analysis, An Introduction 2nd Edition*, Springer, ISBN. 0-387-8.

- Senf, C., Hostert, P. & van der Linden, S., 2012, Using MODIS Time Series and Random Forests Classification for Mapping Land Use in South-East Asia, 2012 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IEEE.
- Shojanoori, R., Shafri, H.Z.M., Mansor, S., Ismail, M.H., 2018. Generic rule-sets for automated detection of urban tree species from very high-resolution satellite data. *Geocarto International* 33, 357-374.
- Vapnik, V. 2013. *The Nature of Statistical Learning Theory* Springer Science & Business Media, Tir 8, 1392 AP- Mathematics - 314 pages.
- Wijaya, A.; Budiharto, R.S.; Tosiani, A.; Murdiyarso, D.; Verchot, L.V. Assessment of Large Scale Land Cover Change Classifications and Drivers of Deforestation in Indonesia. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* 2015, 40, 557-573
- Wolch, J.; Wilson, J.P.; Fehrenbach, J. Parks and park funding in Los Angeles: An equity-mapping analysis. *Urban Geogr.* 2005, 26, 4-35.
- Wood, E.; Harsant, A.; Dallimer, M.; Cronin de Chavez, A.; McEachan, R.R.C.; Hassall, C. Not all green space is created equal: Biodiversity predicts psychological restorative benefits from urban green space. *Front. Psychol.* 2018, 9, 2320.
- Xu, H., 2006, Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery, *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), PP. 3025-3033
- Yousefi, S., Mirzaee, S., Almohamad, H., Al Dughairi, A. A., Gomez, C., Siamian, N., ... & Abdo, H. G. (2022). Image classification and land cover mapping using sentinel-2 imagery: optimization of SVM parameters. *Land*, 11(7), 993.
- Yuan, Q., Shen, H., Li, T., Li, Z., Li, S., Jiang, Y., Xu, H., Weiwei, T., Yang, Q., Wang, J., Gao, J., Zhang, L., 2020. Deep learning in environmental remote sensing: Achievements and challenges. *Remote Sens. Environ.* 241, 11171.
- Zhang, C. & Xie, Z., 2013, Object-Based Vegetation Mapping in the Kissimmee River Watershed Using HyMap Data and Machine Learning Techniques, *Wetlands*, 33(2), PP. 233-244.

- باقری، مهشاد، انصاری، کاظمی، آزاده، بیات، ... & احمدلو. (۲۰۲۲). برآورد و بررسی سرانه پارک‌ها و فضای سبز شهر خمین با استفاده از سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۴(۳)، ۸۵-۹۸.
- بزی، خدارحم، خسروی، سمیه، & حسین‌نژاد، مجتبی. (۱۳۹۱). بررسی وضع موجود و مکانیابی فضای سبز مورد نیاز شهر زابل با استفاده از GIS. برنامه ریزی فضایی، ۱۱(۴)، ۳۹-۷۴.
- تیموری، فقهی، جهانگیر، & شریفی. (۲۰۰۸). برآورد سرانه فضای سبز با استفاده از تصاویر IKONOS. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۶(۲)، ۳۰۳-۲۹۲.
- جوزی، سید علی، & نیکورزم، یاسمن. (۱۳۹۴). بررسی تغییرات کمی و کیفی فضای سبز شهری با استفاده از مدل مارکوف و شاخص NDVI (مطالعه موردی: مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ شهرداری تهران). فصلنامه علمی پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، ۶(۱۱)، ۵۹-۷۸.
- خزائی، مرضیه، زارع، محمد، مختاری، محمدحسین، رشتیان، آناهیتا، & عربی‌علی‌آباد، فهیمه. (۱۳۹۸). مقایسه دقت انواع روش‌های طبقه‌بندی در تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: شهر یزد). کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی، ۷(۱)، ۱۶۵-۱۷۸.
- خوانین‌زاده، علیرضا، سرباز، محمد، & احمدیان، شادی. (۱۳۹۶). بررسی روند تغییرات فضای سبز در سه دهه گذشته با استفاده از سنجش از دور (مطالعه موردی: شهر یزد). جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۴(۲)، ۹۹-۱۱۵. doi: 10.22067/gusd.v4i2.61887
- دلگرم، سعید، گنجعلیخانی، معین، & بختیاری، بهرام. (۱۴۰۲). بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در شهرستان زرنده-کرمان. هواشناسی کشاورزی، ۱۱(۱)، ۶۴-۱۲۸. doi: 10.22125/agmj.2023.320893
- دهقانی، تهمینه، احمدپری، هدیه، & امینی، عطا. (۱۴۰۲). ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند طیفی و شبکه عصبی مصنوعی. مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک، ۳(۲)، ۱۸-۳۵. doi: 10.22098/mmws.2022.11279
- رمضان‌کیاسج‌محل، رؤیا، اسماعیلی‌علویجه، الهام، & امیری، محمد جواد. (۱۳۹۹). مکان‌یابی فضای سبز شهری با استفاده از روش‌های ارزیابی چند معیاره مطالعه موردی: منطقه ۴ تهران. فصلنامه علمی پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، ۱۱(۲۲)، ۱۳-۲۸. doi: 10.30473/grup.2021.7618

- روستائی، شهرام، مختاری، داوود، ولیزاده کامران، خلیل، & خدائی قشلاق، لیلا. (۱۳۹۸). مقایسه روش پیکسل پایه (بیشترین شباهت) و شی گراء (ماشین بردار پشتیبان) در طبقه بندی کاربری اراضی (منطقه اهر - ورزقان). پژوهشهای ژئومورفولوژی کمی، ۸(۱)، ۱۱۸-۱۲۹.
- عابدینی، موسی، پاسبان، امیرحسام، & نظافت تکلہ، بهروز. (۱۴۰۲). ارزیابی و تهیه نقشه کاربری اراضی حوضه آبخیز نیچای با استفاده از روش شی-گرا. جغرافیا و روابط انسانی، ۵(۴)، ۳۱۸-۳۲۸. doi: 10.22034/gahr.2023.393602.1849328
- علیپور، عباس، باقری، میلاد، چارکانه، خالق، محمودی چناری، حبیب، & خداداد، مهدی. (۱۳۹۸). تجزیه و تحلیل کیفیت و اثرات محیط زیستی فضاهاى سبز شهری (مطالعه موردی: منطقه ۱۰ شهرداری تهران). توسعه پایدار محیط جغرافیایی، ۱(۱)، ۳۳-۴۲. doi: 10.52547/sdge.1.1.33
- غفاری گیلانده، عطا، پورنصرت، عزیزی، & ایمانی. (۱۴۰۰). ارزیابی پویایی فضای سبز شهری با استفاده از تکنیک سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهر اردبیل). علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۳(۳)، ۲۵۳-۲۶۶.
- کرم، امیر & حجه فروش نیا، شیلا. (۱۳۹۱). کاربرد GIS و سنجش از دور در برنامه ریزی فضای سبز شهری (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر اصفهان). جغرافیا و مطالعات محیطی، ۱(۲)، ۶۷-۷۸.
- لایقی قلعه سوخته، زین العابدین، ریاحی بختیاری، حمیدرضا، & جعفری، علی. (۱۳۹۸). بررسی کمی و کیفی فضای سبز شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای کوئیک برد (مطالعه موردی: منطقه یک شهرداری شهرکرد). پژوهش های محیط زیست، ۱۰(۲۰)، ۲۴۷-۲۵۸.