J. RS. GEOINF. RES. 1(1): 83-90, Winter & Spring 2023

Journal of Remote Sensing and Geoinformation Research
(JRSGR)

Homepage: jrsgr.sru.ac.ir

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Assessment of Vegetation Mapping Methods Using GIS and Remote Sensing

M. Dastanian, J. Saberian*

Department of Surveying Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University-South Tehran Branch, Tehran, Iran

Received: 02 February 2023
Reviewed: 4 April 2023
Revised: 01 May 2023
Accepted: 26 May 2023

KEYWORDS:
Geo-spatial Information System
Kapa Coefficient
NDVI
Plant Coating
Random Forest

* *Corresponding author*
j_saberian@azad.ac.ir
(+9821) 33722831

ABSTRACT

Background and Objectives: Today, it is very important to know the quantitative and qualitative characteristics of changes in environmental planning, land use and sustainable development. Currently, the use of vegetation maps is one of the important elements in generating information for macro and micro planning. In general, there are various methods for collecting data, including astronomical observations, photogrammetry, mapping and remote sensing. Remote sensing is one of the data collection methods in which it has the least amount of direct contact with the objects and features being measured and unlike other methods in which human factors play a role in collecting and interpreting terrestrial data, in remote sensing method the task of collecting information will be the responsibility of the sensors. Due to the over-exploitation of natural resources, the landscape is constantly changing and monitoring these changes as well as updating maps is costly and time consuming, so many developed countries now have to prepare maps in Different levels use satellite data.

Methods: In this research, we will how remote sensing satellite images can be used to prepare maps of vegetations. The use of plant coating maps is one of the important pillars in the production of information for macro planning. The aim of this research is to produce a map of natural and cultivated vegetation as well as irrigated lands and gardens using remote sensing technology and geographic information system. For this purpose, satellite images and ground surveys were used as input data and these data were analyzed using different methods of classification. As a case study the south of Zanjan city was selected for preparing of land use map. The Sentinel-2 satellite images of 2018 were used. Several software such as Envi, ArcGIS, and SAGAGIS were used. The best classification method was selected using ArcGIS software. To check the functionality and efficiency of the data, normalized vegetation index (NDVI) images were calculated with a spatial accuracy of 15 meters and one NDVI image was considered for each month. In total, 12 images are selected and converted into a triple band by layer stacking.

Findings: Data validation is based on Google Earth and the precision of the vegetation of the study area was studied using classification methods such as Maximum Likelihood, Minimum Distance, Support Vector Machine, Neural Network and Random Forest. In each classification method, the Kapa coefficient has been examined by using the commission and omission error matrix and the overall accuracy of the map. It was determined by comparing all the methods and evaluating the obtained results, Random Forest Algorithm method with overall accuracy of 96.51% and kappa coefficient of 0.8181 was chosen as the best method of vegetation classification in the study area.

Conclusion: The results of this research indicated that in the random forest algorithm, the probability of each pixel belonging to each class is determined with high accuracy. The ability to determine the importance of features in the classification that can be used to select the optimal feature space is one of the most important advantages of this method. Also, the ability to classify noisy data, which can be used to increase and refine training samples, no need to select or reduce bands when using multispectral images, are other advantages of the random forest algorithm. In this way, the simplicity and comprehensible structure of this algorithm, along with its technical advantages, has made it highly flexible and made it very easy to combine with other methods.

NUMBER OF REFERENCES
30

NUMBER OF FIGURES
4

NUMBER OF TABLES
0

مقاله پژوهشی

ارزیابی روش‌های تولید نقشه پوشش گیاهی با استفاده از سامانه اطلاعات مکانی و سنجش از دور

معصومه دستانیان، جواد صابریان*

گروه مهندسی نقشه برداری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد تهران جنوب، تهران، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: امروزه، اطلاع از خصوصیات کمی و کیفی تغییرات در برنامه‌ریزی‌های محیطی، آمایش سرزمین و توسعه پایدار، بسیار حائز اهمیت است. در حال حاضر، استفاده از نقشه‌های پوشش گیاهی، یکی از ارکان مهم در تولید اطلاعات جهت برنامه‌ریزی‌های کلان و خرد است. هدف این پژوهش، تولید نقشه پوشش‌های گیاهی طبیعی و زراعی و همچنین، زمین‌های کشت آبی و باغات، با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور و سامانه اطلاعات مکانی است. به طور کلی، از زمان‌های قدیم تا به امروز، روش‌های مختلفی برای جمع‌آوری داده‌های مبتنی بر مکان وجود دارد، از جمله مشاهدات نجومی، فتوگرامتری، نقشه‌برداری و سنجش از دور. سنجش از دور، یکی از روش‌های جمع‌آوری داده‌هاست که کمترین تماس مستقیم با اشیاء و داده‌های مورد اندازه‌گیری را دارد و بر خلاف روش‌های دیگر، که عوامل انسانی در جمع‌آوری و تفسیر داده‌های زمینی نقش دارند، در روش سنجش از دور، مسئولیت جمع‌آوری اطلاعات بر عهده سنسورها خواهد بود.

روش‌ها: در این تحقیق، نشان دادیم که چگونه می‌توان از تصاویر ماهواره‌های سنجش از دور، جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی و باغات، استفاده کرد. برای این منظور، از تصاویر ماهواره‌ای و برداشت‌های زمینی، به عنوان داده‌های ورودی استفاده می‌شود و این داده‌ها، با روش‌های مختلف طبقه‌بندی، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. برای تهیه نقشه کاربری، اراضی جنوب شهر زنجان انتخاب و از تصاویر ماهواره سنتینل -۲ مربوط به سال ۲۰۱۸، استفاده شد. در مراحل مختلف انجام این تحقیق، از نرم‌افزارهای *ENVI* ، *ArcGIS*، *SAGAGIS* استفاده شده است. بهترین روش طبقه‌بندی به کمک نرم‌افزار*ArcGIS* انتخاب گردید. برای بررسی قابلیت و کارایی داده‌ها، تصاویر شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (*NDVI*) با دقت مکانی ۱۵متر، محاسبه و برای هر ماه، یک تصویر*NDVI* ، در نظر گرفته شد. در مجموع ۱۲ تصویر انتخاب گردید که در قالب یک داده با عملیات ترکیب‌کردن لابه یک باند سه تایی تبدیل شدند.

یافته‌ها: در این تحقیق اعتبار سنجی داده‌ها براساس نرم‌افزار گوگل ارث انجام شد و دقت تفکیک پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه، با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی مختلف از قبیل حداکثر احتمال، کوتاه‌ترین فاصله، ماشین بردار پشتیبان، شبکه‌های عصبی و جنگل تصادفی، مورد بررسی قرار گرفت .در هر روش طبقه‌بندی، با استفاده از ماتریس خطای اومیشن و کومیشن در هر کلاس و شاخص‌های دقت کلی نقشه، ضریب کاپا مورد بررسی قرار گرفته است. با مقایسه تمامی روش‌ها و ارزیابی نتایج به‌دست آمده، مشخص شد که روش الگوریتم جنگل تصادفی با دقت کلی ۹۶.۵۱٪ و ضریب کاپا ۰.۸۱۸۱ به عنوان بهترین روش طبقه‌بندی، نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه را تولید خواهد کرد.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان داد که در الگوریتم جنگل تصادفی احتمال تعلق هر پیکسل به هر کلاس با دقت بالایی تعیین می‌شود. قابلیت تعیین اهمیت ویژگی‌ها در طبقه‌بندی که می‌تواند به منظور انتخاب فضای ویژگی بهینه استفاده شود از مهمترین مزایای این روش است. همچنین، توانایی طبقه‌بندی داده‌های نویزی، که می‌توان جهت افزایش و تصفیه نمونه‌های آموزشی استفاده کرد، عدم نیاز به انتخاب یا کاهش باند در هنگام استفاده از تصاویر چند طیفی، از دیگر مزایای الگوریتم جنگل تصادفی است. بدین ترتیب، سادگی و ساختار قابل‌درک این الگوریتم در کنار مزایای فنی آن، باعث انعطاف‌پذیری بالای آن شده و ترکیب آن با روش‌های دیگر را، بسیار آسان کرده است.

تاریخ دریافت: ۱۳ بهمن ۱۴۰۱
تاریخ داوری: ۱۵ فروردین ۱۴۰۲
تاریخ اصلاح: ۱۱ اردیبهشت ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۰۵ خرداد ۱۴۰۲

واژگان کلیدی:
پوشش گیاهی
روش جنگل تصادفی
سامانه اطلاعات مکانی
شاخص *NDVI*
ضریب کاپا

*نویسنده مسئول
j_saberian@azad.ac.ir
۰۲۱ -۳۳۷۲۲۸۳۱

مقدّمه

سنجش از دور، علم، هنر و فن‌آوری اخذ مشاهدات ازمنابع طبیعی و انسانی سطح زمین از فاصله دور، بدون تماس فیزیکی با آن‌ها است که به‌وسیله انواع سنجنده‌ها توسط ماشین و انسان در راستای اهداف مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. سنجنده‌ها، بر اساس منبع انرژی به سنجنده غیرفعال (منبع انرژی طبیعی مانند خورشید) و فعال (منبع انرژی مصنوعی مانند رادار) تقسیم می شوند [۱]. تصاویر به‌دست آمده از ماهواره‌ها، در بررسی تغییرات محیطی و مدیریت منابع، استفاده می‌شود. از مزایای این فناوری، فراهم نمودن اطلاعات به هنگام، فراهم آوردن دید همه جانبه، سرعت بالای انتقال داده و تنوع اشکال داده و کاهش هزینه‌ها در این زمینه است. با توجه به گستردگی و اهمیت کاربرد این تصاویر در رشته‌های مختلف، در کشاورزی نیز، از آن برای تولید نقشه اراضی کشاورزی، اعم از باغی و آبی و تفکیک آن‌ها برای پایش و کنترل، ارزیابی سطح زیر کشت و همچنین، خسارت در اثر حمله آفات و بیماری‌ها، سرمازدگی، سیل و آتش سوزی استفاده می‌شود [۲]. روش‌ها و مدل‌های تولید نقشه‌های کشاورزی از پارامترهای مختلف، دما، رطوبت، داده‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ای و دیگر اطلاعات لازم مرتبط با فیزیولوژی و فنولوژی گیاه به‌دست می‌آید. مهم‌ترین نتیجه حاصل از این مدل‌ها، پیش‌بینی و تفکیک هرکدام از محصولات کشاورزی در مناطق تولید، در طی سال است. نتایج حاصل ازاین مدل‌ها، در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های کلان از جمله قیمت‌گذاری، صادرات، واردات، انبارداری، کنترل و جلوگیری از تغییر کاربری اراضی استفاده می‌شود. از مشکلات مهمی که بخش کشاورزی کشور با آن درگیر است، نبود اطلاعات درست در زمینه تولید و تفکیک نقشه‌های پوشش‌های مختلف کشاورزی، از جمله زمین‌های زراعی باغی و کشتزارهای آبی در کشور است. تحولات رو به رشد ماهواره‌های، منابع زمینی و افزایش توان تفکیک مکانی داده‌های آن‌ها، و نیز تکامل نرم‌افزارهای پردازش و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و سامانه اطلاعات مکانی، بر سرعت پردازش داده‌ها افزوده است. در کشورهای پیشرفته، از سامانه‌های پایش در سطح کلان استفاده شده که یکی از زیربخش‌های آن، تولید نقشه‌های تفکیکی محصولات کشاورزی است. در این سامانه‌ها، با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور، داده‌های محیطی و خصوصیات گیاهی در قالب مدل‌های مختلف می‌توانند برآورد درستی از تولید نقشه‌های کشاورزی داشته باشند. همچنین، این اطلاعات، می‌تواند در بهبود مدیریت تولید نقشه‌ها و همچنین، محصولات کشاورزی، نقش داشته باشند.

محمودی و همکاران، به نقل از صانعی نژاد، بیان نموده‌اند که استفاده از سنجش از دور و استفاده از پارامترهای گیاهی از قبیل شاخص سطح برگ و زیست توده، در تحقیقات برآورد نقشه کشت آبی و باغی، امری الزامی و اجتناب‌ناپذیر است [۳]. مومن زاده، در زمینه کاربرد سنجش از دور در کشاورزی، بیان کرده که سنجش از دور، می‌تواند به عنوان یک منبع مفید اطلاعاتی در بسیاری از فعالیت‌ها و تحقیقات کشاورزی، مطرح باشد[۴]. علی خواه اصل و ناصری، کاربرد سنجش از دور و GIS در زمینه آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی در حوزه آبخیز کفتاره را مطرح کردند. در تحقیق آن‌ها، از تصاویر لندست ۵ و ۸ و شاخص پوشش گیاهی *NDVI*، استفاده شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده آن‌ها، استفاده از اطلاعات تکمیلی از جمله اطلاعات شیب و شاخص *NDVI* در کنار پردازش تصاویر ماهواره‌ای به روش نظارت شده برای تهیه نقشه‌های پوشش اراضی، موجب افزایش دقت طبقه‌بندی تصاویر می‌شود [۵]. پروژه پایش تولید گندم، با نام "کشاورزی و بررسی منابع از طریق سنجش از دور" در سال ۱۹۸۰ در آمریکا شروع شد که تا سال ۱۹۸۵ ادامه داشت. پروژه مارس در اروپا، از سال ۱۹۸۸ آغاز و به منظور نظارت بر محصولات زراعی در سرتاسر جهان، گسترش یافت. اولین هدف پروژه مارس، پیش‌بینی عملکرد محصولات عمده در اروپا، کشورهای همسایه و مناطق استراتژیک جهان بود. در بسیاری مقالات دیگر نیز، به انواع کاربردهای سنجش از دور در کشاورزی و پوشش گیاهی، پرداخته شده است [۶-۱۱].

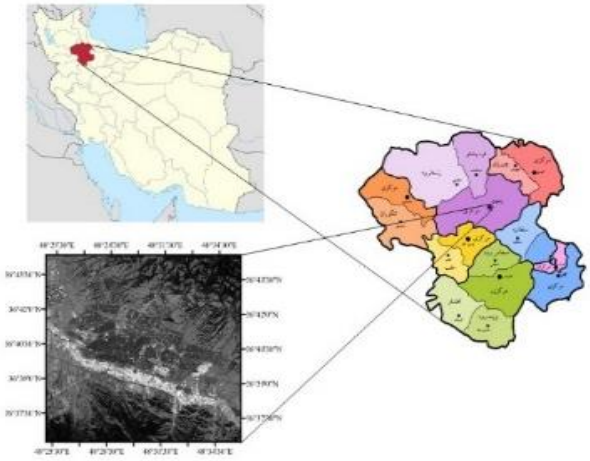
یکی از روش‌های پرکاربرد برای آشکارسازی و مطالعه اراضی کشاورزی، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای است که شامل جداسازی مجموعه‌های طیفی مشابه و تقسیم‌بندی طبقاتی آن‌ها از لحاظ رفتار طیفی یکسان است. به عبارت بهتر، در طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای، الگوریتم طبقه‌بندی با توجه به ارزش عددی یک پیکسل، در مورد تعلق آن به کلاس یا پدیده‌های خاص تصمیم می‌گیرد [۱۲]. روش‌های طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به سه دسته طبقه‌بندی نظارت شده، طبقه‌بندی نظارت نشده و طبقه‌بندی شی گرا، تقسیم می‌شوند. در طبقه‌بندی نظارت نشده، کاربر به‌جز تعیین تعداد کلاس دخالتی در فرآیند طبقه‌بندی ندارد. از طبقه‌بندی نظارت‌شده، بیشتر برای شناخت منطقه و شناسایی کلاس‌های ممکن، استفاده می‌شود. در این روش، بر اساس میزان و مقادیر پیکسل‌ها و روابط ریاضیاتی بین آن‌ها، ابتدا خوشه‌بندی صورت گرفته و سپس، هر خوشه به کلاس‌هایی تعمیم داده می‌شود. روش‌های *kmeans* و *ISODATA* از جمله روش‌های نظارت نشده می‌باشند. در طبقه‌بندی نظارت شده، برای هر کلاس باید نمونه‌های مجزا برداشت شود. سپس، نمونه‌ها به نرم‌افزار معرفی و بر اساس رفتار طیفی یا امضاء طیفی این نمونه‌ها طبقه‌بندی صورت می‌گیرد. روش‌های مختلفی برای طبقه‌بندی نظارت شده، ارائه شده است که از آن جمله می‌توان به حداکثر احتمال، حداکثر فاصله و ماشین بردار پشتیبان اشاره کرد.

در ارزیابی عملکرد الگوریتم‌های طبقه‌بندی جدید در تهیه نقشه‌های صحیح کاربری/ پوشش اراضی، به طور معمول کارایی این الگوریتم‌ها با روش‌های متداول نظیر حداکثر احتمال مورد مقایسه قرار می‌گیرد. هرچند، الگوریتم غیرپارامتریک جنگل تصادفی در تهیه نقشه کاربری/ پوشش اراضی در کشور کمتر مورد توجه قرار گرفته است که در این پژوهش، با مرور اطلاعات و منابع در دسترس در زمینه امکان تولید نقشه محصولات زراعی و باغی در کشورهای دیگر، به کارایی این الگوریتم در سنجش از دور کشاورزی پرداخته می‌شود.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، بخش وسیعی از اطراف شهر زنجان است. در این پژوهش، به منظـور تهیه نقشه پوشش گیاهی جنوب شهر زنجان، از تصاویر مـاهواره سنتینل -۲ ازسـال ۲۰۱۸ استفاده شده است (شکل ۱).

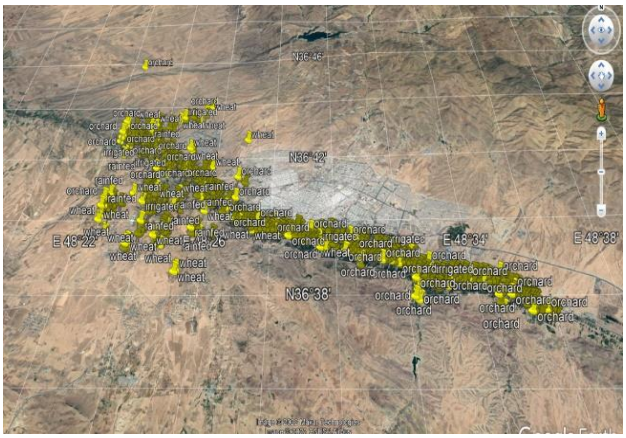


شکل ۱: منطقه مورد مطالعه
Fig. 1: Location of the study area

مجموعه داده

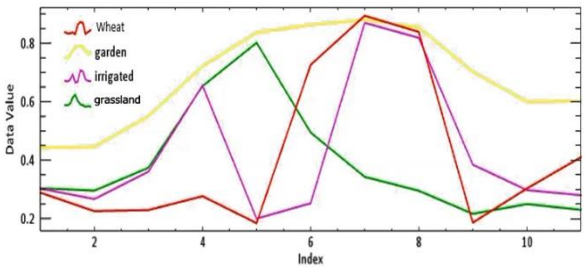
برای پیاده‌سازی و ارزیابی روش پیشنهادی از یک تصویر چندطیفی با ۱۳ باند، استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده، از ماهواره سنتینل ۲ با قدرت تفکیک ۱۰ متر و میدان دید ۲۹۰ کیلومتر است. در تصویر به کار رفته از باندهای ۲-۳-۴ در محدوده مرئی و باند ۸ در محدوده مادون قرمز، نزدیک در ناحیه طیف مرئی ۴۹۰ نانومتر تا ۸۴۲ نانومتر استفاده شده است. تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این تحقیق، مربوط به سنجنده سنتینل-۲ است که در بازه ۱ ساله و به صورت سری زمانی از تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۰۵ اخذ شده است. علت انتخاب این تصویر از بین چندین تصویر این منطقه، ابر کم و نزدیکی زمانی از نظر فصلی با زمان نمونه‌برداری از منطقه است. تصاویر جدید از این منطقه، یا وجود ندارد و یا اگر در دسترس است، حاوی ابر فراوان بوده که مشکلات فراوانی در تحقیق به‌وجود می‌آورد و عملا قابل استفاده ناست.

هدف نهایی، تفکیک چهار نوع پوشش گیاهی موجود در این منطقه است، بنابراین چهار کلاس در این تحقیق استفاده شده است که شامل کلاس گندم، کشت آبی، کشت باغی و مرتع است. این کلاس‌ها، در یک فایل در محیط نرم‌افزار ENVI به عنوان نمونه‌های آموزشی تعیین و ذخیره شده‌اند. برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی و نیز ارزیابی دقت مدل طبقه‌بندی انجام شده، از داده‌های زمینی استفاده شد. تعداد کل داده‌های زمینی استفاده شده ۶۰۴۱ نقطه است که ۱۶۶۸ نقطه مربوط به مرتع، ۲۸۶۸ نقطه زمینی مربوط به پوشش گیاهی باغات، ۸۲۴ نقطه مربوط به پوشش گندم و۶۸۱ نقطه نیز مربوط به کشت آبیاری است (شکل ۲).



شکل ۲: موقعیت داده‌های زمینی بر روی گوگل ارث
Fig. 2: Location of the ground truth on Google Earth

به منظور مقایسه الگوریتم‌های طبقه‌بندی تصاویر، مراحل زیر تعیین شد و نتایج آن مورد بررسی قرار گرفت: (۱) انجام تصحیحات هندسی، رادیومتریک و اتمسفری برروی تصویر چند طیفی سنتینل-۲؛ (۲) پیاده‌سازی شاخص NDVI برای تمامی تصاویر سری زمانی سنتینل-۲ در طول سال ۱۳۹۷ در هر ماه؛ (۳) خلاصه‌سازی اطلاعات هندسی و مختصاتی تمامی ۱۲ تصویر به ۳ تصویر؛ (۴) محاسبه و بررسی چرخه فنولوزیکی هر کدام از کلاس‌های پوشش گیاهی با استفاده از نمودار شاخص NDVI؛ (۵) محاسبه تفکیک‌پذیری چهار کلاس هدف پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه نسبت به یکدیگر؛ (۶) بررسی کیفی و بصری مکان‌های این نوع پوشش‌های گیاهی با مقایسه تصاویر گوگل ارث از طریق چرخه فنولوژیکی ۴ پوشش گیاهی مورد نظر در منطقه مورد مطالعه؛ (۷) انجام طبقه‌بندی نظارت شده با روش حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی مصنوعی و محاسبه ضریب کاپا، دقت کلی نقشه و دقت و خطای تمامی کلاس‌های هدف به صورت مجزا و به‌دست آوردن نقشه نوع کشت منطقه مورد مطالعه؛ (۸) انجام طبقه‌بندی با روش جنگل تصادفی و محاسبه ضریب کاپا و همچنین، دقت کلی نقشه و دقت و تمامی کلاس‌های هدف به صورت مجزا و به‌دست آوردن نقشه نوع کشت منطقه مورد مطالعه؛ (۹) در نهایت، مقایسه بین روش‌های انجام شده در طبقه‌بندی و به‌دست آوردن بهترین و دقیق‌ترین روش طبقه‌بندی در پیش‌بینی نقشه نوع کشت. براساس نقاط زمینی برداشت شده (شکل ۲) و همچنین، مقایسه نمودار پروفیل طیفی شاخص NDVI می‌توان نمودار طیفی مربوط به باغات، کشت آبی، مرتع و کشت گندم را شناسایی کرد (شکل ۳).



شکل ۳: نمودار طیفی چهار نوع پوشش گیاهی در منطقه
Fig. 3: Location of the ground truth on Google Earth

روش‌شناسی

جنگل تصادفی (Random Forest) یک الگوریتم یادگیری ماشین با قابلیت استفاده آسان است که اغلب اوقات نتایج بسیار خوبی را حتی بدون تنظیم فراپارامترهای آن، فراهم می‌کند. این الگوریتم به دلیل سادگی و قابلیت استفاده، هم برای طبقه بندی و هم رگرسیون یکی از پر کاربردترین الگوریتم‌های یادگیری ماشین محسوب می‌شود. بنابراین، برای رسیدن به تخمین مناسب، از یک مجموعه پرسش استفاده می‌شود و هر پرسش دامنه مقادیر پاسخ ممکن را محدودتر می‌کند تا اطمینان لازم برای انجام پیش‌بینی فراهم شود. جنگل تصادفی، به عنوان یک مدل یادگیری ماشین نظارت شده، یاد می‌گیرد که در مرحله آموزش یا برازش مدل، داده‌ها را به خروجی‌ها نگاشت کند. در طول آموزش، داده‌های تاریخی به مدل داده می‌شوند که مرتبط با دامنه مساله هستند و مقدار صحیحی که مدل باید بیاموزد تا بتواند پیش‌بینی کند [۱۳]. مدل، روابط میان داده‌ها را و مقادیری که کاربر می‌خواهد آن‌ها را پیش‌بینی کند می‌آموزد.

یک الگوریتم جنگل تصادفی از چندین درخت به نام درخت تصمیم (Decision Tree)، تشکیل شده است. درختان تصمیم در واقع بلوک‌های اصلی سازنده‌ی یک الگوریتم جنگل تصادفی هستند. درخت تصمیم نوعی درخت پشتیبانی است که ساختاری مانند درخت را تشکیل می‌دهد. درخت تصمیم از سه جزء تشکیل شده است؛ این سه قسمت عبارت‌اند از گره تصمیم، گره برگ و گره ریشه .الگوریتم درخت تصمیم، یک مجموعه درخت آموزشی را به شاخه‌هایی تقسیم می‌کند و این شاخه‌ها هم خود به شاخه‌های دیگری تفکیک می‌شوند. این دنباله تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که در نهایت، یک گره‌ی برگ حاصل شود .پس از تشکیل این گره، نمی‌توان آن را به شاخه‌های بیشتری تبدیل کرد. گره‌های درخت تصمیم نشان می‌دهد که از برخی ویژگی‌های موجود، می‌توان برای پیش‌بینی نتیجه استفاده کرد. در نهایت، گره‌های تصمیم نیز یک پیوند به برگ‌ها ارائه می‌دهند. تفاوت اصلی بین الگوریتم درخت تصمیم و الگوریتم جنگل تصادفی این است که ایجاد گره‌های ریشه و جداسازی گره‌ها به صورت تصادفی، در الگوریتم جنگل تصادفی انجام می‌شود. همچنین جنگل تصادفی از روش بسته‌بندی، برای ایجاد پیش‌بینی مورد نیاز استفاده می‌کند. بسته‌بندی شامل استفاده از نمونه‌های مختلف داده (داده‌های آموزشی)، به جای یک نمونه است. مجموعه آموزشی نیز شامل مشاهدات و ویژگی‌هایی است که برای پیش‌بینی استفاده می‌شود. درختان تصمیم، بسته به داده‌های آموزشی تغذیه شده با الگوریتم جنگل تصادفی، خروجی‌های مختلفی تولید می‌کنند. این خروجی‌ها رتبه‌بندی می‌شوند و در نهایت بالاترین خروجی، به عنوان خروجی نهایی انتخاب می‌شود [۱۴].

نتایج و بحث

به منظور بررسی عملکرد الگوریتم جنگل تصادفی در این تحقیق، از چند روش رایج برای طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده است.

طبقه‌بندی به روش حداکثر احتمال

یکی از پرکاربردترین الگوریتم‌های نظارت شده است. در این روش، فرض بر این است که تمام مناطق آموزشی دارای پراکنش نرمال هستند. شرط توزیع نرمال و تصادفی بودن نمونه‌های آموزشی در روش بیشترین احتمال اهمیت خاصی دارد [۱۷-۱۵]. در مرحله پیاده سازی، ضریب کاپا و دقت کلی این روش بترتیب ۰.۶۳ و ۶۱.۴٪ بدست آمد.

طبقه‌بندی به روش حداقل فاصله از میانگین

در این روش، از داده‌های آموزشی فقط برای تعیین کلاس‌های متوسط استفاده می‌شود. ابتدا، مقادیر میانگین طیفی در هر باند و برای هر کلاس، تعیین می‌شود و پس از مشخص شدن پیکسلی که میانگین ارزش طیفی نمونه‌های انتخابی هر طبقه را به خود اختصاص داده است، فاصله اقلیدسی هر پیکسل طبقه‌بندی نشده با پیکسل‌های میانگین، مقایسه می‌شود و پیکسل مورد نظر به کلاسی اختصاص می‌یابد که کم‌ترین فاصله این نوع طبقه‌بندی ازنظر ریاضی ساده است و مبنای نظری آن را با میانگین آن دارد [۱۸، ۱۹]. در مرحله پیاده سازی، ضریب کاپا و دقت کلی این روش بترتیب ۰.۶۱ و ۵۴.۱٪ بدست آمد.

طبقه‌بندی به روش ماشین بردار پشتیبان

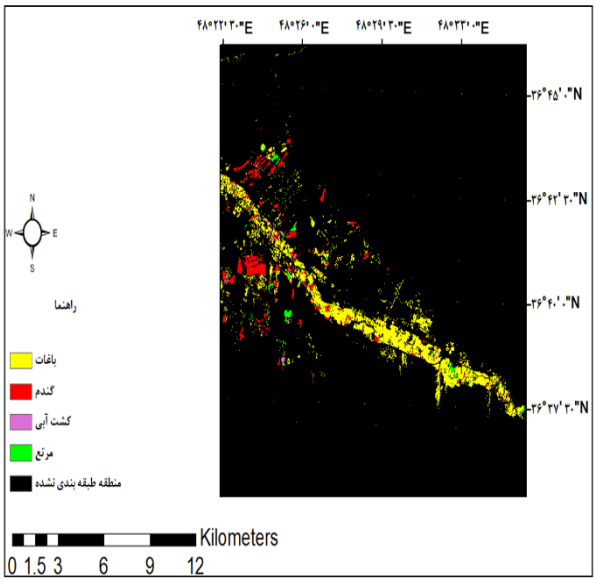
این روش، یک روش آماری غیر پارامتریک نظارت شده است و بر این فرض عمل می‌کند که هیچ‌گونه اطلاعی از چگونگی توزیع مجموعه داده‌ها وجود نداشته باشد. در این روش، با استفاده از تمامی باندها و یک الگوریتم بهینه‌سازی نمونه‌هایی که مرزهای کلاس‌ها را تشکیل می‌دهند به‌دست می‌آید و با استفاده از آن‌ها، یک مرز تصمیم‌گیری خطی بهینه برای جدا کردن کلاس‌ها محاسبه می‌شود [۱۹-۲۳]. در مرحله پیاده سازی، ضریب کاپا و دقت کلی این روش بترتیب ۰.۷۲ و ۸۰.۸٪ بدست آمد.

طبقه‌بندی به روش الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی، اولین بار در سال ۱۹۸۵ طراحی شده‌اند. در این روش، برای آموزش شبکه، نمونه‌های آموزشی از طریق لایه ورودی، وارد شبکه شده و بعد از ضرب شدن در وزن‌های ارتباط‌دهندهعصب‌ها، وارد لایه میانی می‌شوند. در هر عصب از لایه میانی، یک تابع فعالیت، برروی ورودی‌ها اعمال شده و مقادیر محاسبه شده به لایه خروجی فرستاده می‌شوند. در این مرحله، خروجی شبکه، با مقدار مطلوبی که از شبکه انتظار می‌رود، مقایسه شده و مقدار خطای موجود، از روش‌های مختلف، با تغییر در وزن‌های ارتباط‌دهنده عصب‌ها در شبکه تعدیل می‌شود [۲۴-۲۶]. در مرحله پیاده سازی، ضریب کاپا و دقت کلی این روش بترتیب ۰.۷۵ و ۸۶.۷٪ بدست آمد.

طبقه‌بندی به روش الگوریتم جنگل تصادفی

همانطور که در بخش قبل شرح داده شد، این روش یکی از جدیدترین الگوریتم‌ها در زمینه طبقه‌بندی تصاویر است که دقت بسیار بالاتری نسبت به روش‌های طبقه‌بندی قبلی دارد [۲۷-۲۹]. در این تحقیق، از نرم‌افزار SagaGIS برای انجام این الگوریتم و طبقه‌بندی تصویر ماهواره در منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. شکل ۴، طبقه‌بندی منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش جنگل تصادفی را نشان می‌دهد.



شکل ۴: نقشه طبقه‌بندی منطقه مورد مطالعه با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی

Fig. 4: Classification map of the study area using random forest algorithm

کارایی این الگوریتم در مورد مجموعه‌های بسیار بزرگ به اثبات رسیده است. از این رو، می‌تواند در تجزیه و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده قرار گیرد [۳۰]. در مرحله پیاده سازی، ضریب کاپا و دقت کلی این روش بترتیب ۰.۸۲ و ۹۶.۵٪ بدست آمد. با نگاهی به نتایج حاصل از روش‌های مختلف طبقه‌بندی به‌کاررفته در این تحقیق، می‌توان نتیجه گرفت که طبقه‌بندی به روش الگوریتم جنگل تصادفی، نتایج بهتری نسبت به انواع طبقه‌بندی نظارت شده دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که در روش جنگل تصادفی احتمال تعلق هر پیکسل به هر کلاس تعیین می‌شودکه می‌تواند به منظور طبقه‌بندی نرم نیز، استفاده شود. قابلیت تعیین اهمیت ویژگی‌ها در طبقه‌بندی که می‌تواند به منظور انتخاب فضای ویژگی بهینه استفاده شود. توانایی طبقه‌بندی داده‌های نویزدار، که می‌توان جهت افزایش و تصفیه نمونه‌های آموزشی استفاده کرد. عدم نیاز به انتخاب یا کاهش باند در هنگام استفاده از تصاویر چند طیفی، مزیت دیگر طبقه‌بندی‌کننده جنگل تصادفی است. سادگی و ساختار قابل‌درک این الگوریتم، باعث انعطاف‌پذیری بالای آن می‌شود و ترکیب آن با روش‌های دیگر را، بسیار آسان می‌کند. بر اساس تحقیقات قبلی و این تحقیق، می‌توان نتیجه گرفت که با تلفیق الگوریتم جنگل تصادفی با روش‌های دیگر می‌توانیم بسیاری از مسائل آنالیز داده‌های سنجش از دور را حل کرد. همچنین، جنگل تصادفی با حد آستانه‌گذاری‌های ساده و متنوع، می‌تواند در طبقه‌بندی بسیاری از داده‌های سنجش از دور مورد استفاده قرار گیرد. برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌گردد که الگوریتم جنگل تصادفی از طبقه‌بندی‌کننده‌های درختی در داخل خود استفاده می‌کند و هر یک از این درخت‌ها، از فن آستانه‌گذاری به منظور تفکیک کلاس‌ها استفاده می‌کنند، توصیه می‌شود در تحقیقات آتی به منظور تشخیص بهتر مرزهای بین کلاس‌ها، آستانه‌گذاری قطعی درختان تصمیم با آستانه‌گذاری فازی، جایگزین شده و نتایج طبقه‌بندی، ارزیابی شوند.

مشارکت نویسندگان

در این مقاله، نویسندگان به نسبت سهم برابر مشارکت داشته‌اند

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از کلیه عزیزانی که ما را در انجام این تحقیق یاری کردند، صمیمانه تشکر می‌کنیم.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

منابع و مآخذ

[1] Alizadeh R. Remote Sensing (principles and application). Iran. Samt publication. 2013; In Persian.

[2] Honar T, Sabet Sarvestani A, Sepaskhah A, Kamkar A, Shams Sh. Simulation of soil water and canola plant performance by CRPSM. jwss 2012;16 (59) :45-57.

[3] Sanaeinejad H, Nasiri Mahalati M, Zarea H, Salehnia N, Ghaemi M. Wheat yield estimation using landsat images and field observation: A case study in Mashhad. Journal of plant production research. 2014;20(4): 45-64. In Persian.

[4] Kamali Gh, Momenzadeh H, Vazimehdoost M. Study of wheat yield production over Esfahan province during periods of dry and wet years using MODIS satellite data. Agricultural Ecology Journal. 2019;3(2): 181-190. In Persian.

[5] Alikhah Asl M, Naseri D. Evaluation of land cover changes in Kaftareh watershed using remote sensing technique. Journal of Environmental Science and Technology. 2017;19(3): 83-112. In Persian.

[6] Weiss M, Jacob F, Duveiller G. Remote sensing for agricultural applications: A meta-review. Remote Sensing of Environment. 2020;236: 111402.

[7] Rebouh N.Y, Elsayed Said Mohamed, Polityko P.M, Dokukin P.A, Kucher D.E, Latati M, Okeke S.E, Ali M.A. Towards improving the precision agriculture management of the wheat crop using remote sensing: A case study in Central Non-Black Earth region of Russia. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. 2023;26(3): 505-517.

[8] Khanal S, Fulton J, Shearer S. An overview of current and potential applications of thermal remote sensing in precision agriculture. Computers and Electronics in Agriculture. 2017;139: 22–32.

[9] Lopez-Sanchez J, Vicente-Guijalba F, Erten E, Campos-Taberner M, Garcia-Haro F. Retrieval of vegetation height in rice fields using polarimetric SAR interferometry with TanDEM-X data. Remote Sensing of Environment. 2017;192: 30–44.

[10] Allred B, Eash N, Freeland R, Martinez L, Wishart D.B. Effective and efficient agricultural drainage pipe mapping with UAS thermal infrared imagery: A case study. Agricultural Water Management. 2018;197: 132–137.

[11] Babaeian E, Sadeghi M, Franz T.E, Jones S, Tuller M. Mapping soil moisture with the OPtical TRApezoid Model (OPTRAM) based on long-term MODIS observations. Remote Sensing of Environment. 2018;211: 425–440.

[12] Ebrahim P, Eslah M, Salimi Kochi J. Investigation of markov chain model efficiency for estimating land use and land cover changes using Landsat satellite images. Iran-Watershed Management Science & Engineering. 2016;10(34): 85-92. In Persian.

[13] Cutler DR, Edwards TC, Beard KH, Cutler A, Hess KT, Gibson J, Lawler JJ. Random forests for classification in ecology. Ecology. 2007;88(11):2783-2792.

[14] Amaratunga D, Cabrera J, Lee Y.S. Enriched random forests. Bioinformatics. 2008;24 (18): 2010-2014.

[15] Sisodia P.S, Tiwari V, Kumar A. Analysis of Supervised Maximum Likelihood Classification for remote sensing image. International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE-2014). Jaipur. India. 2014;1-4.

[16] Ahmad A. Analysis of Maximum Likelihood Classification on Multispectral Data. Applied Mathematical Sciences. 2012;6(129): 6425 - 6436.

[17] Hogland J, Billor N, Anderson N. Comparison of standard maximum likelihood classification and polytomous logistic regression used in remote sensing. European Journal of Remote Sensing. 2013; 46(1): 623-640.

[18] Wacker A.G, Landgrebe D.A. Minimum Distance Classification in Remote Sensing. Lars technical report. 1972; paper 25.

[19] Hodgson M.E. Reducing the computational requirements of the minimum-distance classifier. Remote Sensing of Environment. 1988;25(1): 117-128.

[20] Pal M, Mather P.M. Support vector machines for classification in remote sensing. International Journal of Remote Sensing. 2005; 26(5): 1007-1011.

[21] Auria L and Moro R.A. Support Vector Machines (SVM) as a Technique for Solvency Analysis. DIW Berlin Discussion Paper. 2008;811: 1-16.

[22] Roli F, Fumera G. Support vector machines for remote sensing image classification. Proc. SPIE 4170, Image and Signal Processing for Remote Sensing VI. 2001; 4170.

[23] Hamidi O, Poorolajal J, Sadeghifar M, Abbasi A, Maryanaji Z, Faridi H.R, Tapak L. A comparative study of support vector machines and artificial neural networks for predicting precipitation in Iran. Theoretical and Applied Climatology.2015; 119: 723–731.

[24] Macpherson T, Churchland A, Sejnowski T, DiCarlo J, Kamitani Y, Takahashi H, Hikida T. Natural and Artificial Intelligence: A brief introduction to the interplay between AI and neuroscience research. Neural Networks. 2021;144: 603-613.

[25] Atkinson P.M and Tattnall A.R.L. Introduction neural networks in remote sensing. International Journal of Remote Sensing. 1997;18 (4): 699-709.

[26] Miller D.M, Kaminsky E.J, Rana S. Neural network classification of remote-sensing data. Computers & Geosciences. 1995;21(3): 377-386.

[27] Breiman L. Random Forests. Machine Learning. 2001; 45:5–32.

[28] Cutler DR, Edwards TC, Beard KH, Cutler A, Hess KT, Gibson J, Lawler JJ. Random forests for classification in ecology. Ecology. 2007;88(11):2783-2792.

[29] Amaratunga D, Cabrera J, Lee Y.S. Enriched random forests. Bioinformatics. 2008;24 (18): 2010-2014.

[30] Biau G, Devroye L, Lugosi G. Consistency of Random Forests and Other Averaging Classifiers. Journal of Machine Learning Research. 2008;9; 2039–2057.

معرفی نویسندگان

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

جواد صـــابریـان دارای مـدرک دکتری تخصـصـی مهندسـی نقشـه برداری (گرایش سـامانه اطلاعات مکانی) از دانشـگاه خواجه نصـیرالدین طوسـی اسـت. از سـال ۱۳۹۰ تا کنون در دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب به عنوان اسـتادیار گروه مهندسـی نقشـه برداری مشغول فعالیت اسـت. ایشـان تا کنون موفق به چاپ بیش از ۳۰ مقاله در مجلات و کنفرانس‌های معتبر داخلی و بین المللی شـده‌اند. زمینه‌های تخصـصـی ایشـان عبارتند از: شـبکه‌های

حمل و نقل، الگوریتم‌های مسیریابی، مسایل بهینه سازی در *GIS* و پایگاه داده. از سال ۱۳۸۵ در بسیاری از پروژه‌هایاجرایی مرتبط با نقشه برداری و *GIS* به‌ویژه در پروژه‌هایوزارت نیرو، شرکت نفت و سازمان ثبت اسناد و املاک کشور نقش موثر داشته‌اند.

Saberian, J. Assistant Professor at the Department of Surveying Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University-South Tehran Branch, Tehran, Iran
j_saberian@azad.ac.ir

معصومه دستانیان دارای مدرک کارشناسی ارشد در رشته مهندسی نقشه برداری گرایش سنجش از دور از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب است که در سال ۱۴۰۱ فارغ التحصیل شده‌اند. ایشان از سال ۱۳۹۲ تا کنون در ادارات زیرمجموعه سازمان شهرداری تهران مشغول به کار است.

Dastanian. M, Department of Surveying Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University-South Tehran Branch, Tehran, Iran
ms.dastanian@gmail.com

Citation (Vancouver): Dastanian M, Saberian J. [Assessment of Vegetation Mapping Methods Using GIS and Remote Sensing]. *J. RS. GEOINF. RES. 2023; 1(1): 83-90*
https://doi.org/10.22061/jrsgr.2022.1979

COPYRIGHTS
© 2023 The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)
(https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)