

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و پنجم، شماره هشت، آبان ماه ۱۴۰۲ (۱۵۶-۱۴۳)

برآورد سطح پوشش گیاهی و زمین های زارعی شهرستان بابلسر از طریق تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ با استفاده از شاخص NDVI

محمدرضا یوسفی روشن^{*۱}

mr.yousefiroshan@cfu.ac.ir

حمید عمونیا^۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۳۰

زمینه و هدف: پایش کمی و کیفی پوشش های گیاهی از کاربردهای اصلی دانش سنجش از دور می باشد. برآورد سطح پوشش گیاهی و زمین های زارعی به روش سنتی زمان بر است. سنجش از دور به جهت ارائه اطلاعات به روز، پوشش های تکراری، سنجش در محدوده های طیفی متفاوت، سنجش کمی و رقومی پدیده های سطح زمین، از اهمیت بالایی برخوردار است. این پژوهش با هدف برآورد سطح پوشش گیاهی و زمین های زارعی شهرستان بابلسر از طریق تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ با استفاده از شاخص NDVI انجام گرفته است. **روش بررسی:** روش تحقیق حاضر توصیفی- تحلیلی مبتنی بر داده های تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ سال ۲۰۱۹ است. این تصاویر از طریق سایت USGS استخراج شده اند. تصاویر بعد از استخراج در سامانه های نرم افزاری سنجش از دوری و سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد پردازش قرار گرفته و نتایج مورد نیاز استخراج شده اند.

یافته ها: بعد از دریافت تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲، باندهای ۲، ۳، ۴، ۸ که دارای قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متری و بعد از انجام پیش پردازش و تصحیحات اتمسفریک، براساس زبان برنامه نویسی IDL، با استفاده از شاخص NDVI، ROI سنتینل ۲ بدست آمد، سپس خروجی Threshold بین حداکثر ۱ تا حداقل ۰/۵ محاسبه و با یک خروجی Shape file در ENVI و نرم افزار Arc Map مساحت پوشش گیاهی و سطح زیرکشت زمین های زارعی شهرستان بابلسر در تاریخ اخذ تصاویر ماهواره ای محاسبه و نتیجه گیری انجام شده است. **بحث و نتیجه گیری:** نتایج نشان داد که سطح زیرکشت زمین های زارعی و پوشش گیاهی شهرستان بابلسر بیش از ۵۲ درصد برآورد شده است. دقت کلی ۹۵ درصد و ضریب کاپای ۸۹ درصد با ارزیابی خروجی شاخص NDVI نشان داد می توان از تصاویر سنتینل ۲ برای استخراج پوشش گیاهی و زمین های زارعی استفاده نمود.

واژه های کلیدی: سطح زیرکشت، تصاویر ماهواره ای، سنتینل ۲، شاخص NDVI.

Estimation of vegetation level and agricultural lands of Babolsar city through Sentinel 2 satellite images using NDVI index

Mohammad Reza Yousefi Roshan ^{1*}

mr.yousefiroshan@cfu.ac.ir

Hamid Amounia ¹

Admission Date: June 29, 2022

Date Received: November 21, 2021

Abstract

Background and Objective: Quantitative and qualitative monitoring of vegetation is one of the main applications of remote sensing knowledge. Estimating the area of vegetation and agricultural lands in the traditional way is time consuming. Remote sensing is of great importance for providing up-to-date information, duplicate coverage, sensing in different spectral ranges, quantitative and digital sensing of surface phenomena. This study was conducted to estimate the level of vegetation and agricultural lands of Babolsar county through Sentinel 2 satellite images using NDVI index.

Material and Methodology: The present research method is descriptive-analytical based on the data of Sentinel 2 satellite images of 2019. These images were extracted from the USGS website. After extraction, the images are processed in remote sensing software systems and geographic information systems, and the required results have been extracted.

Findings: After receiving the Sentinel 2 satellite images, the bands 2, 3, 4, 8, which have a spatial resolution of 10 meters, after preprocessing and atmospheric corrections, based on IDL programming language, using NDVI index, Sentinel 2 ROI were obtained, then output. Threshold was calculated between a maximum of 1 and a minimum of 0.5 and with a Shape file output in ENVI and Arc Map software, the area of vegetation and the area under cultivation of agricultural lands in Babolsar county were calculated and concluded on the date of obtaining satellite images.

Discussion and Conclusion: The results showed that the area of arable land and vegetation of Babolsar city is estimated to be more than 52%. Overall accuracy of 95% and kappa coefficient of 89% by evaluating the output of NDVI index showed that Sentinel 2 images can be used to extract vegetation and arable lands.

Keywords: Crop area, Satellite imagery, Sentinel 2, NDVI index.

1- Department of Geography Education, Farhangian University, Tehran, Iran. **(Corresponding Authors)*

مقدمه

و تغییرات آنها در زمینه های مختلف هستند (۱۱). آشکارسازی تغییرات در سنجش از دور تکنولوژی بسیار مفیدی است که می-توان آنرا برای به دست آوردن لایه های اطلاعاتی از خاک و پوشش گیاهی به کار برد (۱۲). با استفاده از داده های ماهواره ای و مدل های پیشرفته سنجش از دور، این امر مهم با صرف زمان و هزینه کمتری نسبت به سایر روش های معمول قابل انجام است. مسلم است که عدم نیاز به مراجعه ی مستمر به مزارع کشاورزی و انجام پرسش و پاسخ باعث کاهش در هر دو مورد هزینه و زمان خواهد شد (۷). فن آوری های جدید و تصاویر ماهواره ای یک روش برای تخمین سطح زیرکشت اراضی کشاورزی محسوب می شود (۱۳).

گیاهان با درجه سرسبزی مختلف دارای بازتابش های متفاوتی هستند. بنابراین ثبت خصوصیات آنها توسط یک باند به تنهایی ممکن نیست، از این جهت استفاده از شاخص سنجش از دوری ضروری می باشد. شاخص های گیاهی به عنوان یکی از این شاخص ها می توانند با استفاده از تعدادی باند مناسب و قابل استفاده مقایسه شوند. در واقع شاخص های گیاهی از نسبت گیری بین باندها به وجود می آیند که روابط ریاضی بین باندها شامل جمع، ضرب، تفریق و تقسیم باندهای طیفی قابل انطباق را گویند (۱۴). اصولاً بازتاب پوشش گیاهی در محدوده طیفی نور مرئی (۰/۶۶ - ۰/۴۳ میکرومتر) کم و در محدوده ی مادون قرمز نزدیک (۱/۱ - ۰/۷ میکرومتر) زیاد است. از کاربرد شاخص های گیاهی برای اهداف مختلف چند دهه می گذرد و هنوز هم در سطح وسیعی استفاده می شود. شاخص پوشش گیاهی NDVI شاخص های جهانی هستند که برای آماده نمودن دائمی اطلاعات مکانی و زمانی پوشش گیاهی به کار گرفته می شود که کارایی آن در بسیاری از مطالعات مشخص شده است (۱۵). شاخص های طیفی گیاهی شامل روابط مختلف ریاضی هستند که برای تحلیل اطلاعات تصاویر ماهواره ای برای تعیین صفات و ویژگی های گیاه همچون تراکم (۱۶)، مورد استفاده قرار می-گیرند. امروزه یکی از مهم ترین موضوعات سنجش از دور، ارزیابی شاخص های طیفی بر حسب میزان حساسیت آنها به ویژگی های

سنجش از دور و به کارگیری تصاویر ماهواره ها به علت سرعت کار و گستردگی سطح پوشش بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۱). سنجش از دور، علم و هنر به دست آوردن اطلاعات در مورد سطح زمین بدون تماس فیزیکی با آن است. این کار با سنجش و ثبت انرژی بازتاب شده یا منتشر شده از سطح زمین و پردازش، تجزیه و تحلیل و استفاده از این اطلاعات انجام می شود (۲). کسب اطلاعات در رابطه با برآورد سطح پوشش گیاهی و زمین های زارعی نقش مهمی در برنامه ریزی خواهد داشت. برآورد سطح زیر کشت محصولات مختلف کشاورزی معمولاً از سه طریق تخمین کارشناسی، برآورد از طریق فهرست برداری و استفاده از فن آوری های جدید (از جمله سنجش از دور) انجام می گیرد (۳). یکی از ابزارهای موثر در زمینه مطالعات محیط زیست و علوم زمین، استفاده از فناوری سنجش از دور و بهره-گیری از داده های ماهواره ای است (۴). پژوهش در حوزه های سنجش از دور به دلیل هزینه مناسب، سرعت بالا و دقت قابل قبول برای تصمیم سازی و مدیریت منابع، دارای اهمیت زیادی است (۵) سنجش از دور به جهت ارائه اطلاعات به روز، پوشش های تکراری، سنجش در محدوده های طیفی متفاوت، ارزان بودن، تنوع اشکال داده، سنجش کمی و رقومی پدیده های سطح زمین، در ارزیابی منابع طبیعی از اهمیت بالایی برخوردار بوده و بهترین وسیله در تهیه نقشه های پوشش اراضی محسوب می شود (۶). تکنیک های سنجش از دور به دلیل تناوب در اخذ تصاویر یک ناحیه، تصویربرداری در طول موج های مختلف در یک زمان و در نهایت امکان پردازش و تفسیر سریع این اطلاعات، به طور گسترده در تحلیل های مختلف مربوط به گیاهان مورد استفاده قرار می گیرند (۷-۹). در سنجش از دور قابلیت تکرارپذیری، سهل الوصول بودن و دقت نسبتاً بالا و صرفه جویی در زمان و هزینه از ویژگی هایی است که استفاده از این داده را برای بررسی پوشش گیاهی و کنترل تغییرات آن نسبت به سایر روش ها ارجحیت می بخشد (۱۰). داده های سنجش از دور فرصت های مناسبی را جهت تحلیل داده های مکانی فراهم می کند و دارای کاربردهای مناسبی برای بررسی پوشش اراضی و سطح زیرکشت

بیوفیزیکی گیاهان و نیز عوامل موثر در بازتاب های طیفی پوشش محصول است (۱۷).

شاخص تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) مدت ها است که به عنوان یک روش غیر مستقیم برای تعیین عملکرد محصول استفاده می شود (۱۸). فانک و بود (۲۰۰۹) (۱۹) سطح زمین های کشاورزی را با استفاده از شاخص Modis /NDVI در زیمبابوه بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که این شاخص برای پایش برآورد سطح زیرکشت محصولات، مناسب است. گنسامو و چن (۲۰۱۳) (۲۰)، در تحقیقی به مقایسه مقادیر بازتابش باندهای قرمز، فروسرخ، فروسرخ کوتاه و همچنین شاخص NDVI برای ۲۱ سنجنده مختلف پرداخته اند. همچنین در پژوهش دیگری ترکیب داده های سنتینل-۲ با سایر سنجنده ها برای تشکیل سری زمانی شاخص NDVI مورد بررسی قرار دادند. تحقیقات فوق و به طور کلی اکثر قریب به اتفاق تحقیقات این حوزه، بیشتر بر روی سری زمانی شاخص های گیاهی (توصیف کننده سبزیگی پوشش گیاهی مخصوصاً NDVI) متمرکز بود. یمانی و همکاران (۱۳۸۷) (۲۱)، تغییرات سطح و پوشش گیاهی کویر سیاه کوه یزد با استفاده از تصاویر TM و ETM+ بررسی کردند. در این مطالعه از ۵ شاخص NDVI، SAVI، PVI، NRVI، RVI استفاده کردند، نتایج نشان داد که شاخص NDVI بهترین شاخص برای تهیه نقشه پوشش گیاهی می باشد. شفیع و حسینی (۱۳۹۱) (۲۲)، بررسی پوشش گیاهی به کمک داده های ماهواره ای در منطقه سیستان را مورد مطالعه قرار دادند، و روند تغییرات پوشش گیاهی منطقه در دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶ را ارزیابی کردند. نتایج نشان داد سطح پوشش گیاهی برای سال ۱۹۹۰ معادل ۱۰۱۲۴۷ هکتار می باشد که برای سال ۲۰۰۶ به ۲۶۴۷۵ هکتار کاهش یافت. پورخیز و همکاران (۱۳۹۳) (۱۰)، مقاله ی با موضوع تهیه نقشه پوشش گیاهی و پایش تغییرات آن با استفاده از تکنیک های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی شهرستان بهبهان را مورد مطالعه قرار دادند و تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی طی ۱۴ سال (۱۳۷۸-۱۳۹۲) را ارزیابی کردند. اراضی با پوشش عالی، بسیار خوب و ضعیف افزایش مساحت و اراضی با پوشش خوب کاهش مساحت راداشته است. فلاحکار و همکاران

(۱۳۹۷) (۲۳)، در مقاله ی با موضوع تحلیل تغییرات شاخص های پوشش گیاهی در سنجنده های ماهواره لندست پارک ملی گلستان، برای زیستگاه های کوهستانی ارس و آشکارسازی تغییرات سی ساله روند کاهشی پوشش گیاهی از سال ۱۳۶۶ تاکنون مشاهده می شود. ۹۱۵۳/۲۷ هکتار از ارس زارها در طی سی سال گذشته کاسته شده است که ۹۰۹۲/۴۳ هکتار از آن به اراضی مرتعی و ۶۰/۸۴ هکتار آن به اراضی بایر تبدیل شده است. مقایسه تصاویر شاخص های پوشش گیاهی در هر سنجنده با نقشه کاربری اراضی آن بیانگر آن است که شاخص پوشش گیاهی NDVI در سه سنجنده بهتر از دوشاخص پوشش گیاهی دیگر بوده است. دارویی و همکاران (۱۳۹۸) (۳)، در مقاله ی با موضوع تعیین و بررسی سطح زیرکشت محصولات زراعی در ناحیه لنجان با استفاده از تصاویر ماهواره های چند زمانه OLI، ماهواره لندست ۸، با بهره گیری از روش طبقه بندی حداکثر احتمال و شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی (NDVI) به شناسایی سطح زیرکشت محصولات زراعی منطقه با استفاده از سری های زمانی داده های ماهواره ای در دوران متفاوت رشد، تفکیک محصولات زراعی و تهیه نقشه انواع محصولات کشاورزی منطقه اقدام نمودند، استفاده از شاخص NDVI به عنوان بهترین روش برآورد سطح زیر کشت در این ناحیه، در مقایسه با آمار جهاد کشاورزی به ترتیب دارای خطایی برابر با ۶/۶، ۵/۶ و ۳/۲ درصد بوده که نشان دهنده ی کارایی مناسب شاخص های گیاهی در برآورد سطح زیرکشت محصولات با توجه به فنولوژی آنها مشخص شد. بررسی نقشه کاربری اراضی و الگوی کشت این ناحیه نشان دهنده تمرکز اراضی زراعی با نیاز آبی بالا و همچنین صنایع آب بر در مجاورت رودخانه زاینده رود بوده است که لزوم تحلیل فضایی کاربری های اراضی این منطقه را نمایان ساخته است.

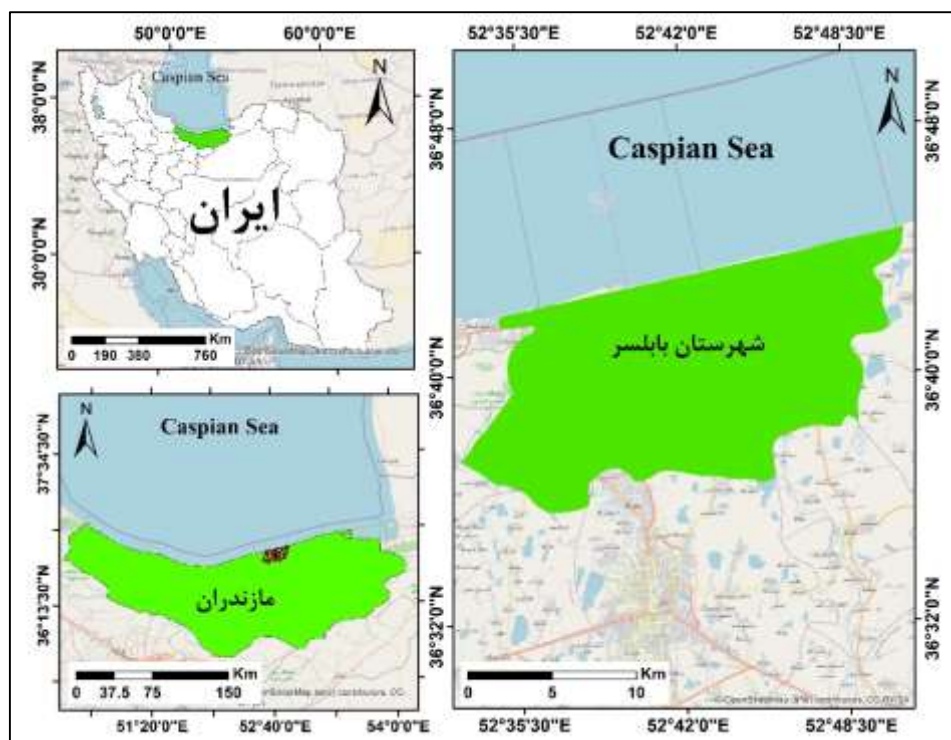
هدف از نگارش این مقاله، برآورد سطح پوشش گیاهی و زمین های زراعی (سطح زیر کشت) شهرستان بابل در ماه و روز مشخص، با سرعت بالا، دقت مناسب و قابل قبول با استفاده از تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ از طریق شاخص گیاهی NDVI

رشت محسوب میگردد. منطقه مورد مطالعه از سازندهای دوره کواترنر شامل آبرفت های دلتایی رودخانه های بابلرود و تالار و رسوبات ساحلی تشکیل شده است. مختصات مرکز تصویر منطقه مورد مطالعه (شهرستان بابلسر) که در نرم افزار ENVI به صورت اتوماتیک ثبت شده، طول جغرافیایی شهرستان بابلسر ۵۲ درجه و ۴۱ دقیقه و ۵۹ ثانیه و عرض جغرافیایی مرکز تصویر ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه و ۱۰ ثانیه است.

(Normalized Difference Vegetation Index) می باشد.

روش بررسی

منطقه مورد مطالعه این پژوهش شهرستان بابلسر است. این شهرستان با مساحت ۲۵۷/۵۵ کیلومتر مربع (۲۵۷۵۵ هکتار) در سواحل جنوبی دریای خزر و در مرکز استان مازندران واقع شده است (شکل ۱). جلگه مازندران و شهرستان بابلسر در تقسیم بندی ساختمانی ایران جزئی از زون البرز شمالی یعنی واحد گرگان-



شکل ۱- موقعیت شهرستان بابلسر در کشور و استان مازندران

Figure 1. Location of Babolsar city in the country and Mazandaran province

بارش ماهانه و ماه های فصل بهار کمترین میانگین بارش ماهانه را داشته اند. میانگین دمای سالانه در دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۲۰ میلادی در ایستگاه بابلسر ۱۷ درجه سانتی گراد بوده است. سنجنده سنتینل-۲ متشکل از دو ماهواره خورشید آهنگ است که توسط سازمان فضایی اروپا به فضا پرتاب شد (۲۴). اولین ماهواره آن در ژوئن ۲۰۱۵ و دومین آن در مارس ۲۰۱۷ راه اندازی شد. این ماهواره از ۱۳ باند طیفی در محدوده های مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز طول موج کوتاه برخوردار می باشد. قدرت تفکیک مکانی این سنجنده با توجه به باندها ۱۰،

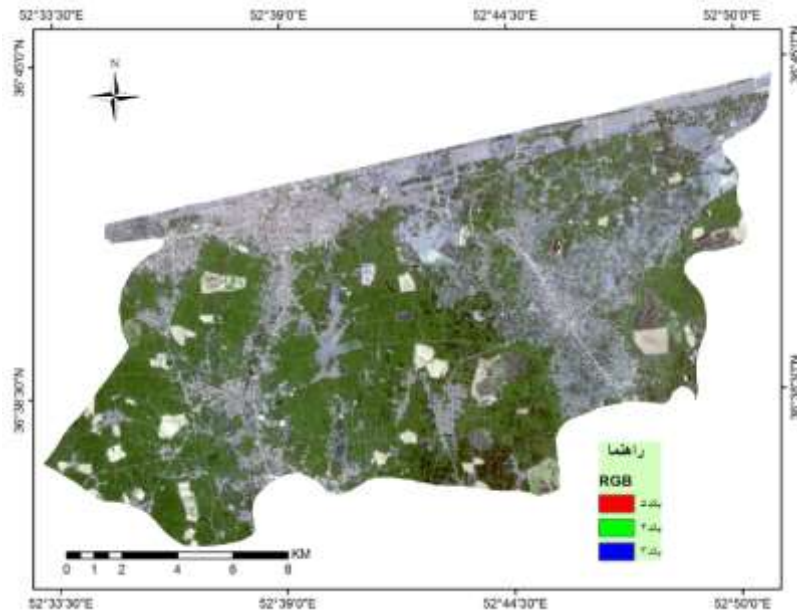
ارتفاع شهر بابلسر در ایستگاه هواشناسی ۲۱- متر و در بخش های بهنمیر و کله بست ۱۵- متری باشد، ارتفاع بیشتر شهرها و نقاط شمال ایران (گلستان، مازندران و گیلان) و سطح تراز آب دریای خزر نسبت به آبهای آزاد پایین تر می باشد، لذا ارتفاع شهر بابلسر نسبت به آبهای آزاد ۲۱- متر نسبت به سطح تراز آب های آزاد (خلیج فارس) پایین تر است. شیب عمومی شهرستان از جنوب به طرف شمال (دریای خزر و رودخانه) می باشد. میانگین سالانه بارش منطقه طی دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۲۰ میلادی، ۸۹۰/۳ میلی متر بوده و ماه های فصل پاییز بیشترین مقدار میانگین

(Stratified Random) بروی نقشه پراکنده شده، انجام گرفته است. در نهایت با داشتن اطلاعات نقاط نمونه، ماتریس خطا برای خروجی NDVI به دست آمد است؛ که بر اساس آن دقت کلی و ضریب کاپا محاسبه شد.

یافته ها:

در سنجش از دور شناسایی اهداف از طریق انرژی‌های رسیده به سنجنده از طریق بازتاب و گسیل امواج الکترومغناطیسی ایجاد شده میسر می‌باشد. تفسیر و تحلیل تصاویر سنجش از دور شامل شناسایی و یا اندازه‌گیری اهداف مختلف در یک تصویر برای استخراج اطلاعات مفید در آنها است. اهداف در تصاویر سنجش از دور ممکن است هر ویژگی یا شیئی باشد که در یک تصویر دیده می‌شود (۲). پردازش تصویر رقومی ممکن است شامل روش‌های متعددی از جمله قالب بندی و تصحیح داده‌ها، افزایش رقومی (بالابردن کیفیت تصویر) برای تسهیل تفسیر بصری بهتر یا طبقه بندی خودکار با کامپیوتر باشد (۲). نرم افزار ENVI یک سیستم تحلیل تصاویر هست که قابلیت تحلیل تصاویر را می‌تواند برای ما فراهم کند. شاخص‌های طیفی فرمول‌های بین باندی هستند که یک یا چند هدف و پدیده را از سایر پدیده‌ها جدا می‌کند، یکی از این شاخص‌ها، شاخص NDVI که براساس رابطه بین باندها، در استخراج پوشش گیاهی کاربرد دارد. تصاویر ماهواره ای سنتینل داده‌های Level 1c دارای ۱۳ باند هست، که ۴ باند ۱۰ متری باند ۲، ۳، ۴ و باند ۸ را انتخاب و در نرم افزار ENVI فراخوانی شد. ابتدا نقشه شیب فایل شهرستان بابل با تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ باندهای ۲، ۳، ۴، ۸ منطقه مورد مطالعه با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متری برش زده شد (شکل ۲)

۲۰ و ۶۰ متر است. همچنین سنتینل-۲ از توان تفکیک زمانی ۵ روز (با توجه به دو ماهواره آن) برخوردار است (۲۵). جهت بررسی سطح زیرکشت زمین‌های کشاورزی شهرستان بابل سروپوشش گیاهی داخل و خارج شهر، تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ سال ۲۰۱۹ مورد پردازش و تجزیه و تحلیل قرار گرفته، تصاویر ماهواره ای از سایت <https://earthexplorer.usgs.gov> دانلود گردید. در این تحقیق از سه باند محدوده مرئی (آبی: ۵۲۲/۵-۴۵۷/۵، سبز ۵۷۷/۵-۵۴۲/۵ و قرمز: ۶۸۰-۶۵۰ نانومتر) و نیز باند مادون قرمز نزدیک (۸۹۹/۵-۷۸۴/۵ نانومتر) این سنجنده که همگی دارای تفکیک مکانی ۱۰ متر می‌باشد برای محاسبه شاخص‌های طیفی مورد مطالعه، استفاده شد. پردازش تصاویر این سنجنده و استخراج اطلاعات به وسیله نرم افزار ENVI 5.3 انجام شد. با استفاده از نقشه شیب فایل شهرستان بابل در تصاویر سنتینل ۲ برش زده شد، تصاویر سنتینل تصحیح رادیومتریکی، تصحیح اتمسفری با استفاده از الگوریتم Quac، تصحیح هندسی، اعتبار سنجی نتایج اتمسفری انجام شد. طول موج هر باند را برای آن تعریف و رفتار طیفی گیاه، خاک، آب و کنترل آن از طریق کتابخانه طیفی صورت گرفت، روش محاسبه شاخص پوشش گیاهی NDVI و ROI در تصویر سنتینل ۲ انجام شد و خروجی Thershohid بین حداکثر ۱ تا حداقل ۰/۵ محاسبه و یک خروجی Shipe File گرفته شد و در Arc Map مساحت زمین‌های کشاورزی و پوشش گیاهی محاسبه و با مساحت زمین‌های کشاورزی در تصاویر ماهواره ای سنتینل مورد مقایسه قرار گرفته است. ارزیابی دقت و صحت خروجی NDVI، از طریق انطباق دادن نقاط متناظر با بازدید میدانی انجام گرفته است. این انطباق از طریق نقاط نمونه که به روش تصادفی- طبقه ای

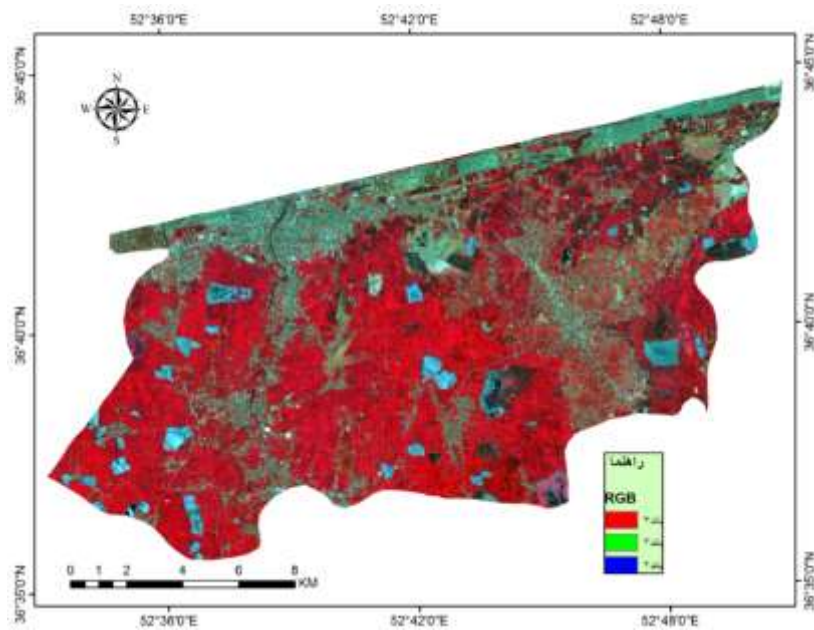


شکل ۲ - تصویر ماهواره سنتینل ۲ با تفکیک مکانی ۱۰ متری

Figure 2. Sentinel 2 satellite image with a spatial resolution of 10 meters

مشخص می شود، با توجه به این که منطقه شمال دارای پوشش گیاهی است، قسمت زیادی از زمین های کشاورزی و پوشش گیاهی حتی در داخل شهر به صورت رنگ قرمز مشخص شده است (شکل ۳).

جهت تصحیح اتمسفری ابتدا طول موج هر باند تصویر ماهواره ای سنتینل تعریف شد، برای تعریف طول موج ها برای باند ۲ عدد ۴۹۰ نانومتر، برای باند ۳ عدد ۵۶۰ نانومتر، برای باند ۴ عدد ۶۶۵ نانومتر و باند شماره ۸ را عدد ۸۴۲ نانومتر انجام شد و CIR اعمال شد، پوشش گیاهی منطقه به صورت رنگ قرمز

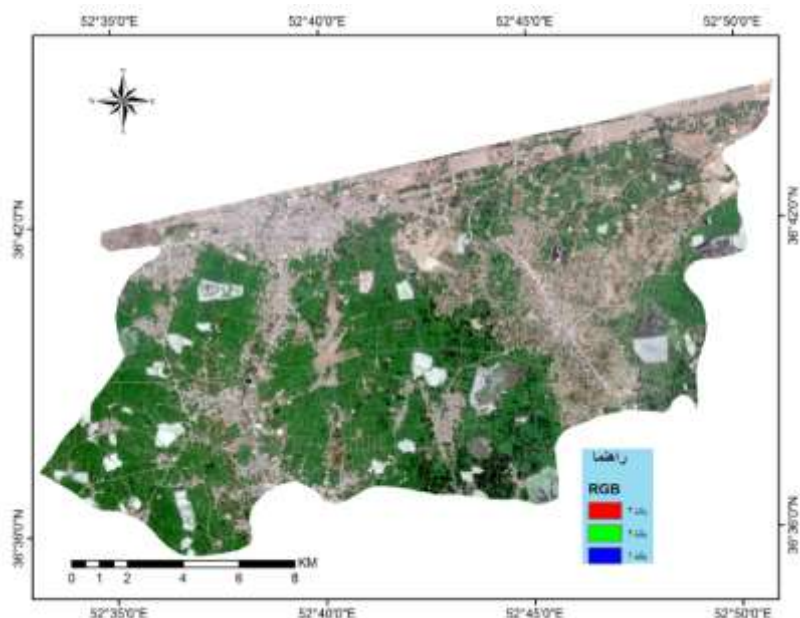


شکل ۳ - تصحیح اتمسفری با روش ۵. Linear کنتراست تصویر

Figure 3. Atmospheric correction with Linear method 5. Image contrast

زمین های کشاورزی در قسمت های مرکزی و جنوب، شرق و غرب شهرستان بابلسر واقع شده است، روستاهای پراکنده در تمام نقاط شهرستان بابلسر وجود دارد و زمین های کشاورزی در اطراف آنها واقع شده اند. جاهایی که آبندان و نی هایی که در داخل آن واقع شده در روی تصاویر ماهواره ای مشخص است.

سپس با استفاده از الگوریتم Quick Atmospheric Correction (QUAC) جهت تصحیح اتمسفری تصاویر سنتینل انجام شد، بعد از تصحیح اتمسفری، Load CIR انجام شد، جهت افزایش کیفی تصویر تصحیح اتمسفری شده را با روش Linear5 /. کنتراست تصویر را ارتقا داده شد(شکل ۴). بیشتر

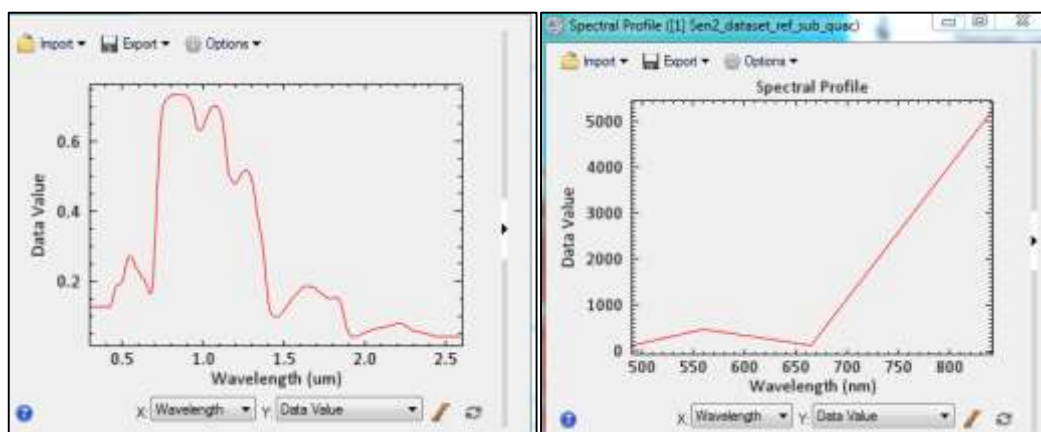


شکل ۴ - تصحیح اتمسفری تصاویر سنتینل ۲ (QUAC)

Figure 4. Atmospheric correction of Sentinel 2 (QUAD) images

یا رطوبت زیاد یا آبیاری زیاد، رفتار طیفی متفاوتی داشته باشد. شکل رفتار طیفی گیاه، به صورت نقطه ای روی ۳ باند مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است(شکل ۵).

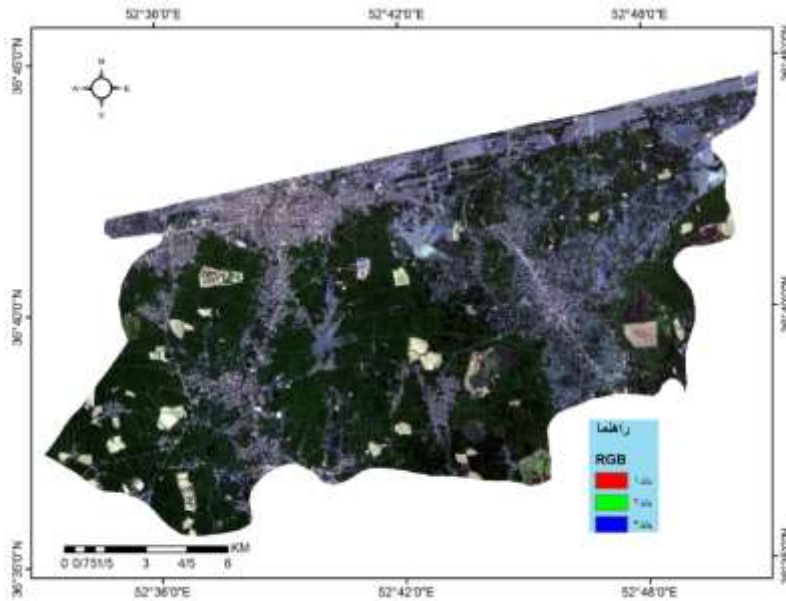
رفتارهای طیفی نشان از بالا بودن بازتاب باند سبز، جذب زیاد محدوده قرمز و بازتاب زیاد در محدوده مادون قرمز نزدیک را نشان می دهد(شکل ۴). گیاه ممکن است به خاطر وضعیت خاص،



شکل ۵ - رفتار طیفی گیاه در کتابخانه طیفی منطقه مورد مطالعه

Figure 5. Spectral behavior of the plant in the spectral library and the study area

سپس در نرم افزار ENVI دستور Band Math را فراخوانی، فرمول قبلی در روی تصویر ماهواره ای اعمال شد (شکل ۶).

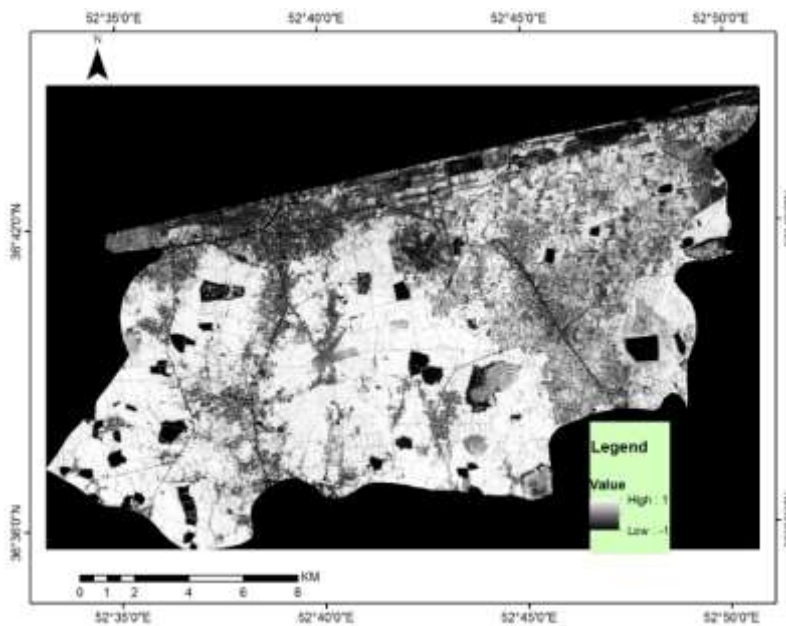


شکل ۶ - تصویر سنتینل ۲ Rescale شده شهرستان بابلسر

Figure 6. Sentinel 2 Rescale image of Babolsar city

ذخیره و NDVI منطقه مورد مطالعه به صورت ۱۰ متری ایجاد گردید (شکل ۷).

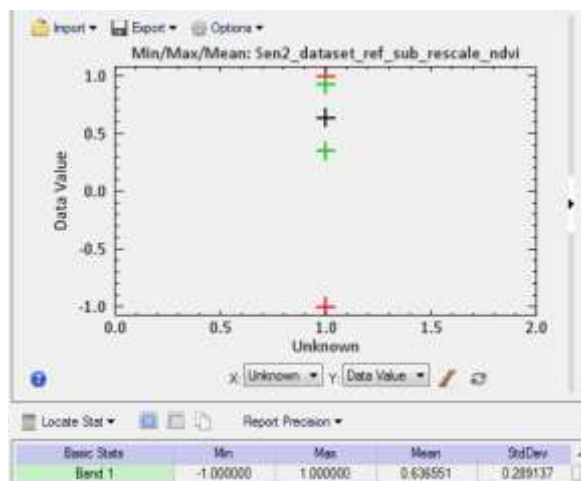
سپس دستور Band Math فراخوانی شد، جهت بررسی شاخص NDVI فرمول $(b4-b3)/(b4+b3)$ محاسبه انجام شد، در صفحه بعدی b3 را باند شماره ۳ و b4 را باند شماره ۴ انتخاب و



شکل ۷ - تصویر سنتینل ۲ NDVI با تفکیک مکانی ۱۰ متری شهرستان بابلسر

Figure 7. Image of Sentinel 2 NDVI with 10-meter spatial separation of Babolsar city

بازه مقادیر بین +۱ تا -۱ می باشد (شکل ۸).

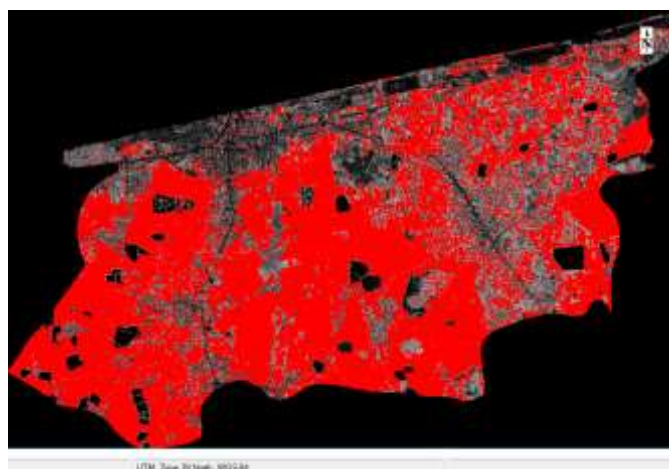


شکل ۸ - بازه مقادیر بین +۱ تا -۱

Figure 8. Range of values between +1 to -1

مطالعه به دست آمد (شکل ۹). در روی تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ نقاط شهری بابلسر، بهنمیر، هادی شهر و نقاط پراکنده روستایی را بخوبی نشان می دهد، در این شکل پوشش گیاهی (پارک ها) در داخل نقاط شهری بخصوص در داخل شهر بابلسر را نشان می دهد.

در نرم افزار ENVI از دستور Band Threshold ROI هیستوگرام تصویر که یک نمودار دو بعدی که محور X دامنه تغییرات و محور Y فراوانی یا تکرار مقادیر آن را نشان می دهد، فراخوانی شد. مقادیر بزرگتر از ۰ گیاه را نشان می دهد، در قسمت بیشینه عدد ۱۵ و کمینه را عدد ۰/۲ و ROI منطقه مورد



شکل ۹ ROI تصویر سنتینل و خروجی Thershohld حداکثر ۱ تا حداقل ۰/۵

Figure 9. ROI of Thershohld sentinel and output image Maximum 1 to minimum 0.5

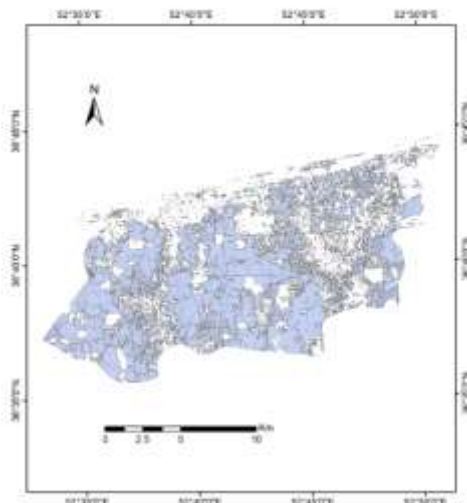
است. تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ با توان تفکیک ۱۰ متری، دقت نسبی مساحت سطح زیر کشت زمین های زارعی و مساحت پوشش گیاهی را بهتر برآورد می کند که این امر نشان از توان تفکیک مکانی تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ است.

جهت برآورد مساحت پوشش گیاهی و زمین های زارعی، در نرم افزار Arc Map شیب فایل تولید شده فراخوانی شد و مساحت ۱۳۴۲۶/۲۳ هکتار یا ۱۳۴/۲۶ کیلومترمربع به دست آمد. با توجه به مساحت پوشش گیاهی، در تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ بیش از ۵۲ درصد از مساحت شهرستان بابلسر در تاریخ اخذ تصاویر سطح زیر کشت زمین های زارعی و پوشش گیاهی وجود داشته

نتیجه گیری

هدف از این پژوهش برآورد سطح پوشش گیاهی و زمین های زارعی شهرستان بابلسر از طریق تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ با استفاده از شاخص NDVI است. فن آوری های جدید و تصاویر ماهواره ای یک روش برای تخمین سطح زیرکشت اراضی کشاورزی محسوب می شود. کسب اطلاعات در رابطه با برآورد سطح پوشش گیاهی و زمین های زارعی نقش مهمی در برنامه ریزی خواهد داشت. درسنجش از دور شناسایی اهداف از طریق انرژی های رسیده به سنجنده از طریق بازتاب و گسیل امواج الکترومغناطیسی ایجاد شده میسر می باشد. آشکارسازی تغییرات در سنجش از دور تکنولوژی بسیار مفیدی است که می توان آنرا برای به دست آوردن لایه های اطلاعاتی از خاک و پوشش گیاهی به کار برد. نرم افزار ENVI یک سیستم تحلیل تصاویر هست که قابلیت تحلیل تصاویر را برای ما فراهم می کند. شاخص های طیفی فرمول های بین باندی هستند که یک یا چند هدف و پدیده را از سایر پدیده ها جدا می کند. شاخص پوشش گیاهی NDVI شاخص های جهانی هستند که برای آماده نمودن دائمی اطلاعات مکانی و زمانی پوشش گیاهی به کار گرفته می شود که کارایی آن در بسیاری از مطالعات مشخص شده است. در شاخص NDVI دامنه مقادیر تصویر بین +۱ تا -۱ می باشد و پوشش گیاهی در تصاویر روشن تر می باشد. پیکسل هایی که مقدار عدد ۰ دارند، معادل با نواحی خاکی (زمین های کشاورزی)، هرچقدر از عدد ۰ به عدد ۱ نزدیکتر میزان پوشش گیاهی منطقه زیاد، و هرچقدر از عدد ۰ به طرف عدد -۱ می رود، مقدار رطوبت منطقه زیاد و عدد -۱ به آب کامل می رسد که نشان از پراکندگی آبندن

های پراکنده ی (طبیعی یا مصنوعی) در سطح شهرستان بابلسر جهت آبیاری شالیزارها می باشد. تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ داده های Levelic باند ۲، باند ۳، باند ۴ و باند ۸ با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متری از طریق نقشه ی شیب فایل شهرستان بابلسر برش زده شد. جهت بررسی شاخص NDVI از طریق فرمول $(b4-b3)/(b4+b3)$ محاسبه انجام شد، از طریق ROI به دست آمد با مقادیر ۰/۵ درصد مساحت سطح زیرکشت زمین های زارعی و پوشش گیاهی ۱۳۴۲۶/۲۳ هکتار به دست آمد که بیش از ۵۲ درصد از مساحت شهرستان بابلسر در تاریخ اخذ تصاویر دارای سطح زیرکشت زمین های زارعی و پوشش گیاهی بوده است. با توجه به مساحت زمین های زارعی و پوشش گیاهی در تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ با توان تفکیک مکانی ۱۰ متری، دقت نسبی مساحت زمین های زارعی و پوشش گیاهی در تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ در تاریخ اخذ تصاویر بهتر برآورد شده که این امر نشان از توان تفکیک مکانی تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ می باشد. در نقشه شماره ۱۰ رزولوشن مکانی تصاویر ۱۰ متری سنتینل ۲ به خوبی نشان می دهد (شکل ۱۰). دقت کلی ۹۵ درصد و ضریب کاپای ۸۹ درصد با ارزیابی خروجی شاخص NDVI نشان داد می توان از تصاویر سنتینل ۲ برای استخراج پوشش گیاهی و زمین های زارعی استفاده نمود. شاخص NDVI، یک روش علمی، جهت ارزیابی برآورد نسبی مساحت زیرکشت زمین های کشاورزی و سطح پوشش گیاهی در هر فصل و ماه سال می باشد. هرچقدر تصاویر ماهواره ای رزولوشن مکانی بالاتری (مقیاس بزرگ) داشته باشد، دقت نسبی ارزیابی و برآورد آن بهتر خواهد بود.



شکل ۱۰- نقشه پوشش گیاهی شهرستان بابلسردر تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ شهرستان بابلسردر

Figure 10. Vegetation map of Babolsar city in Sentinel 2 satellite images of Babolsar city

5. Mcbratney, A., B. Whelan, T. Ancev, and J. Bouma. 2005. Future Directions of Precision Agriculture. *Journal of Precision Agriculture* 6 (1): 7-23.
6. Yan, Y., (2003), "Object-based Classification of Remote Sensing Data for change detection", www.elsevier.com.
7. Alipour, Farideh, Mohammad Hossein Aghkhani, Mohammad Hassan Abbaspourfard and Adel Sepehr (2014), Separation of range and area estimation of agricultural crops using ETM + satellite images (Case study: Astan Quds Razavi sample farm), *Journal of Agricultural Machinery*, 4 (2) , pp. 254-244. (In Persian)
8. Matkan, Ali Akbar, Davood Ashourlou, Gholampour, Ali, Aghighi, Hossein, Hosseini Asl, Amin and Ashourlou, Morteza (2009), Presenting an index for extracting wheat cultivated lands with remote sensing data, *Journal of Agriculture*, No. 84: 72-66. (In Persian)
9. Ashourloo, Morteza, Ali Mohammadi, Abbas, Rezaian Parviz and Ashourloo, Davood (2006), Application of Linear

References

1. Luimi, Naeem, Akram Assadaleh, Bagheri Nikroz and Haji Ahmad, Ali (2021), Evaluation of several spectral indices for estimating canola yield using sentinel-2 sensor images, *Journal of Agricultural Machinery*, Volume 11, Number 2, Second Semester, pp. 464-447. (In Persian)
2. Canadian Remote Sensing Center (2019), *Fundamentals of Applied Remote Sensing*, translated by Valizadeh Kamran, Khalil and Mahdavi Fard, Mostafa, Tehran, Satellite Publications. (In Persian)
3. Daroi, Parasto, Riahi, Vahid, Ziaian Firoozabadi, Parviz and Azizpour, Farhad (2019), Determining the area under cultivation of agricultural products in Lenjanat region using satellite images, *Journal of Applied Research in Geographical Sciences*, Nineteenth Year, No. 52., Spring, 169-147. (In Persian)
4. Alavi Panah, Kazem (2010). *Application of remote sensing in earth sciences*, University of Tehran Press, third edition. (In Persian)

16. Johnson, D. M. 2016. A comprehensive assessment of the correlations between field crop yields and commonly used MODIS products. *International Journal of Applied Earth Observation and Geo information* 52: 65-81.
17. Alavipanah, S. K. 2016. *Fundamentals of modern remote sensing and interpretation of Satellite images and aerial photos*. University of Tehran. Tehran. (In Persian)
18. Raun, W. R., J. B. Solie, M. L. Stone, E. V. Lukina, W. E. Thomason, and J. S. Schepers. 2001. In-season prediction of potential grain yield in winter wheat using canopy reflectance. *Agronomy Journal* 93: 131-138.
19. Gonsamo and J. M. Chen, —Spectral Response Function Comparability Among 21 Satellite Sensors for Vegetation Monitoring, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 51, no. 3, pp. 1319–1335, Mar. 2013.
20. Funk, C., Budd, M. E., (2009). Phenologically-Tuned MODIS NDVI-based production anomaly estimates for Zimbabwe, *Remote Sensing of Environment*, 113, 115-125.
21. Yamani, Mojtaba, Mazidi, Mohammad Ali (2008), Survey of changes in surface and vegetation of Siahkuh desert using remote sensing data, *Journal of Geographical Research*, No. 64, pp. 12-1. (In Persian)
22. Shafiei, Hosseini, Hamed, Seyed Mahmoud (2012), Survey of vegetation using satellite data in Sistan region, *Journal of Plant Ecophysiology*, Third Year, pp. 105-91. (In Persian)
23. Falahtkar, Samarra, Saberfar Rahimeh, Kia, Seyed Hossein (2015), Analysis of changes in vegetation indices in Landsat satellite sensors (Case study: Diagnosis Analysis in Separation of Wheat from Other Products on Satellite Images, *Environmental Sciences*, Fourth Year, No. 2, pp. 116-101. (In Persian)
10. Pourkhabaz, Hamidreza, Mohammadyari, Fatemeh, Tavakoli Morteza and Aghdar, Hossein (2014), Preparation of vegetation mapping and monitoring of its changes using remote sensing techniques and GIS (Case study of Behbahan city), *Quarterly Journal of Information Geography (Sepehr)* Volume 23, Number 92, Pages 34-23. (In Persian)
11. Falahatkar, Sara (2008), Detection of Isfahan land cover changes using remote sensing and GIS, Master Thesis, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology. (In Persian)
12. Adamchuk, V.I., Perk, R.L., & Schepers, J. S, 2003. Applications of remote sensing in site-specific management, University of Nebraska Cooperative Extension Publication EC, (2003): 03-702.
13. LI, W. G., Hua, L. I., & ZHAO, L. H. (2011). Estimating rice yield by HJ-1A satellite images. *Rice Science*, 18(2), 142-147.
14. Alavi Panah et al. (2006). Investigation of spectral variability of different cover and water phenomena using remote sensing, *Journal of Geographical Research*, No. 58, pp. 97-81. (In Persian)
15. Pettorelli, N., Vik, J.O, Mysterud, A, Gaillard, J.M, Tucker, C.J, & Stenseth, N.C, 2005. Using the satellite –derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in ecology and evolution*. Vol.20 No.9.

25. Languille, F., A. Gaudel1, B. Vidal, R. Binet, V. Poulain, and T. Trémas, 2017. Sentinel-2B Image Quality commissioning phase results and Sentinel2 constellation performances. Conference on Sensors, Systems, and Next-Generation Satellites XXI Location: Warsaw, POLAND Date: SEP 11-14, 2017.
24. Du, Y., Zhang, Y., Ling, F., Wang, Q., Li, W., & Li, X. 2016. Water Bodies' Mapping from Sentinel-2 Imagery with Modified Normalized Difference Water Index at 10-m. East junipers of Golestan National Park and Qarkhod Protected Area), Iranian Quarterly Journal of Natural Ecosystems, Year Ninth, first issue, consecutive 31, spring, pages 91-71. (In Persian)