DOR: 20.1001.1.20085656.1401.15.57.6.2

صص۱۳۹- ۱۲۷

برآورد سطح پوشش گیاهی شهرستان بابلسر با استفاده از شاخص تفاضلی پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)

محمدرضا یوسفی روشن*

استادیارگروه علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه فرهنگیان

حمید عمونیا

دانش‌آموخته دکتری ژئومورفولوژی، مدیریت محیطی، دانشگاه تربیت‌مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۱۳ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۱۰/۱۲

چکیده

برآورد سطح پوشش گیاهی و زمین‌های زارعی به روش سنتی زمان بر می‌باشد. یکی از ابزارهای مؤثر در برآورد سطح پوشش گیاهی استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور است. این تکنیک به جهت ارائه اطلاعات به‌روز، سری زمانی داده‌ها، سنجش در محدوده‌های طیفی متفاوت، از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف این پژوهش برآورد سطح پوشش گیاهی شهرستان بابلسر و ارزیابی دقت شاخص NDVI است. در این پژوهش از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ مربوط به سال ۲۰۱۹ استفاده گردید. فرایند پیش‌پردازش و پردازش و صحت سنجی در نرم‌افزار ENVI5.3 و نقشه‌سازی‌ها و محاسبات مساحت در نرم‌افزار ArcGIS10.8 انجام‌گرفته است. نتایج نشان داد که سطح پوشش گیاهی شهرستان برابر ۱۱٤۷٤/۳۷ هکتار برآورد شده است. ارزیابی دقت شاخص استفاده شده نیز نشان داد با استفاده از تصاویر لندست ۸ می‌توان با دقت کلی ۹۲ درصد و ضریب کاپای ۸۷ درصد می‌توان سطح پوشش گیاهی را محاسبه کرد.

واژگان کلیدی: پوشش گیاهی، لندست ۸، NDVI، شهرستان بابلسر.

مقدمه

نجش‌ازدور، 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، تجزیه‌وتحلیل و استفاده از این اطلاعات انجام می‌شود (ولیزاده کامران و مهدوی فرد، ۱۳۹۸: ۱). کسب اطلاعات در رابطه با برآورد سطح پوشش گیاهی نقش مهمی در برنامه‌ریزی خواهد داشت. برآورد سطح زیر کشت محصولات مختلف کشاورزی معمولاً از سه طریق تخمین کارشناسی، برآورد از طریق فهرست‌برداری و استفاده از فن آوری‌های جدید (از جمله سنجش‌ازدور) انجام می‌گیرد (دارویی و همکاران، ۱۳۹۸). یکی از ابزارهای مؤثر در زمینه مطالعات محیط‌زیست و علوم زمین، استفاده از فناوری سنجش‌ازدور و بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای است (علوی پناه، ۱۳۸۹: ۲۰). سنجش‌ازدور به جهت ارائه اطلاعات به‌روز، پوشش‌های

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۱۳۷۸۴۹

Email: mr.yousefiroshan@cfu.ac.ir

تکراری، سنجش در محدوده‌های طیفی متفاوت، ارزان بودن، تنوع اشکال داده، سنجش کمی و رقومی پدیده‌های سطح زمین، در ارزیابی منابع طبیعی از اهمیت بالایی برخوردار بوده و بهترین وسیله در تهیه نقشه‌های پوشش اراضی محسوب می‌شود (Yan,۳:۲۰۰۳). تکنیک‌های سنجش‌ازدور به دلیل تناوب در اخذ تصاویر یک ناحیه، تصویربرداری در طول‌موج‌های مختلف در یک زمان و در نهایت امکان پردازش و تفسیر سریع این اطلاعات، به طور گسترده در تحلیل‌های مختلف مربوط به گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند (علیپور و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۴۴، متکان و همکاران، ۱۳۸۸: ۶۷ و عاشورلو و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۰۲). سنجش‌ازدور قابلیت تکرارپذیری (دوره بازگشت)، سهل‌الوصول بودن اطلاعات و دقت بالای اطلاعات حاصله و صرفه‌جویی در زمان از ویژگی‌هایی است که استفاده ازاین‌گونه اطلاعات را برای بررسی پوشش گیاهی و کنترل تغییرات آن نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت می‌بخشد (پورخباز و همکاران، ۹۳: ۲۴). داده‌های سنجش‌ازدور فرصت‌های مناسبی را جهت تحلیل داده‌های مکانی فراهم می‌کند و دارای کاربردهای مناسبی برای بررسی پوشش اراضی و سطح زیر کشت و تغییرات آنها در زمینه‌های مختلف هستند (فلاحتکار، ۱۳۸۷: ۳). آشکارسازی تغییرات در سنجش‌ازدور تکنولوژی بسیار مفیدی است که می‌توان آن را برای به‌دست‌آوردن لایه‌های اطلاعاتی از خاک و پوشش گیاهی به کار برد (Adamchuk & Schepers, 2003). با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و مدل‌های پیشرفته سنجش‌ازدور، این امر مهم با صرف زمان و هزینه کمتری نسبت به سایر روش‌های معمول قابل انجام است. مسلم است که عدم نیاز به مراجعهٔ مستمر به مزارع کشاورزی و انجام پرسش‌وپاسخ باعث کاهش در هر دو مورد هزینه و زمان خواهد شد (علیپور و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۴۵). فن آوری‌های جدید و تصاویر ماهواره‌ای یک روش برای تخمین سطح زیر کشت اراضی کشاورزی محسوب می‌شود (Li et al. 2011: 142). گیاهان با درجه سرسبزی مختلف دارای بازتابش‌های متفاوتی هستند؛ بنابراین ثبت خصوصیات آنها توسط یک باند به‌تنهایی ممکن نیست، بنابراین استفاده از شاخص ضروری است. شاخص‌های گیاهی می‌توانند با استفاده از تعدادی باند مناسب و قابل‌استفاده مقایسه شوند. در واقع شاخص‌های گیاهی از نسبت‌گیری بین باندها به وجود می‌آیند که روابط ریاضی بین باندها شامل جمع، ضرب، تفریق و تقسیم باندهای طیفی قابل‌انطباق را گویند (علوی پناه و همکاران، ۱۳۸۵). اصولاً بازتاب پوشش گیاهی در محدوده طیفی نور مرئی (۰/۶۶ – ۰/۴۳ میکرومتر) کم و در محدودهٔ مادون‌قرمز نزدیک (۱/ ۱ – ۷ /۰ میکرومتر) زیاد است. از کاربرد شاخص‌های گیاهی برای اهداف مختلف چند دهه می‌گذرد و هنوز هم در سطح وسیعی استفاده می‌شود. شاخص پوشش گیاهیNDVI شاخص‌های جهانی هستند که برای آماده نمودن دائمی اطلاعات مکانی و زمانی پوشش گیاهی به کار گرفته می‌شود که کارایی آن در بسیاری از مطالعات مشخص شده است (Pettorelli et al, 2005). فانک و بود (۲۰۰۹) سطح زمین‌های کشاورزی را با استفاده از شاخص Modis /NDVI در زیمبابوه بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که این شاخص برای پایش برآورد سطح زیر کشت محصولات، مناسب است.

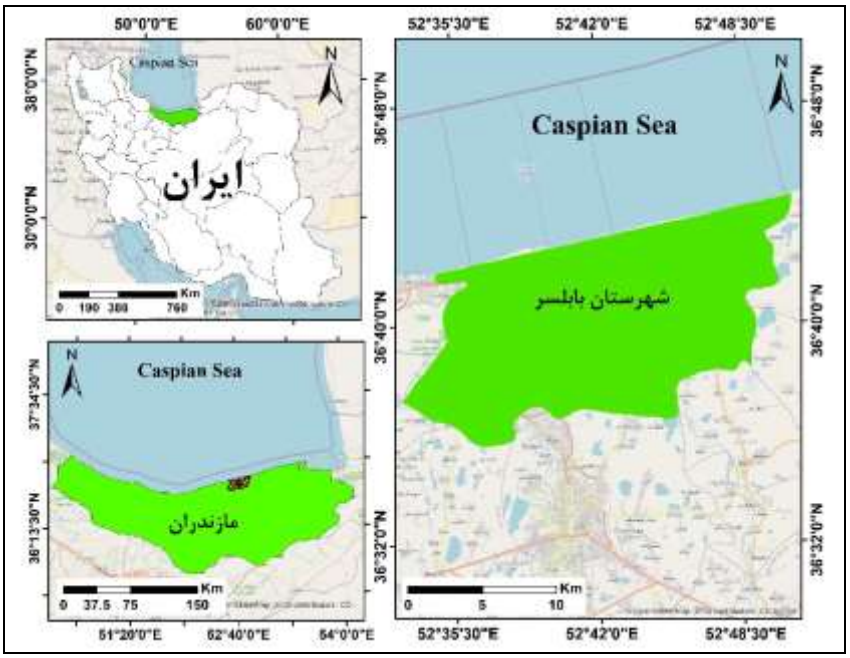
در ارتباط با استخراج پوشش گیاهی با استفاده از شاخص NDVI پژوهش‌هایی هم در سطح خارج از کشور و هم در سطح داخل کشور ایران انجام گرفته است که در ادامه به برخی از آنها اشاره شده است. XU و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست به استخراج تغییرات پوشش گیاهی در معدن روباز پرداختند. رکنی و موسی (۲۰۱۹)

به کمک برخی از شاخص‌های NDVCI، NDVI و EVIبا استفاده از تصاویر لندست، تغییرات پوشش را استخراج و تحلیل نموده‌اند. Bian و همکاران(۲۰۲۰) پوششش گیاهی سطوح کوهستانی را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ و شاخص NDVIبه کمک سامانه گوگل ارث انجین استخراج کرده‌اند. Jiang و همکاران(۲۰۲۱) تغییرات محیط زیستی در کشور چین را بر اساس داده‌های سری زمانی ماهواره لندست مورد ارزیابی قرار داده‌اند. Huang و همکاران(۲۰۲۱) در مطالعه‌ای مروری بر استفاده از شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده (NDVI) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مختلف پرداختند. یمانی و همکاران (۱۳۸۷) 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، RVI، NRVI، SAVI PVI استفاده کردند، نتایج نشان داد که شاخص NDVI بهترین شاخص برای تهیه نقشه پوشش گیاهی است. شفیعی و حسینی (۱۳۹۱) بررسی پوشش گیاهی به کمک داده‌های ماهواره‌ای در منطقه سیستان را مورد مطالعه قرار دادند و روند تغییرات پوشش گیاهی منطقه در دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶ را ارزیابی کردند. پورخباز و همکاران (۱۳۹۳) مقالهٔ با موضوع تهیه نقشه پوشش گیاهی و پایش تغییرات آن با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی شهرستان بهبهان را مورد مطالعه قرار دادند و تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی طی ۱۴ سال (۱۳۹۲–۱۳۷۸) را ارزیابی کردند. فلاحتکار و همکاران (۱۳۹۷) در مقالهٔ با موضوع تحلیل تغییرات شاخص‌های پوشش گیاهی در سنجنده‌های ماهواره لندست پارک ملی گلستان، برای زیستگاه‌های کوهستانی ارس و آشکارسازی تغییرات سی ساله روند کاهشی پوشش گیاهی را مود بررسی قرار دادند. دارویی و همکاران (۱۳۹۸) با بهره‌گیری از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی (NDVI) به شناسایی سطح زیر کشت محصولات زارعی منطقه با استفاده از سری‌های زمانی داده‌های ماهواره‌ای به تهیه نقشه انواع محصولات کشاورزی منطقه اقدام نمودند.

هدف از نگارش این مقاله، برآورد سطح پوشش گیاهی شهرستان بابلسر با سرعت و دقت مناسب و قابل‌قبول با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ از طریق شاخص تفاضلی پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) است.

محدوده مورد مطالعه

در این پژوهش شهرستان بابلسر مورد مطالعه قرار گرفته است. این شهرستان با مساحت ۲۵۷/۵۵ کیلومترمربع (۲۵۷۵۵ هکتار) در سواحل جنوبی دریای خزر و در مرکز استان مازندران واقع شده است. موقعیت این شهرستان در مختصات جغرافیایی ۵۲°۵۰ تا ´۵۲°۳۳ طول شرقی و ´۳۶°۳۶ تا ´۳۶°۴۳ عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). نوع پوشش گیاهی شهرستان تلفیقی از رویشگاه‌های طبیعی و مصنوعی است که عموماً شامل باغ مرکبات و مزارع برنج و لکه‌های جنگلی نواحی پست خزری و انواع گونه‌های مرتعی ماسه دوست است.



شکل ۱: موقعیت شهرستان بابلسر در کشور و استان مازندران

ارتفاع شهر بابلسر در ایستگاه هواشناسی ۲۱- متر و در بخش‌های بهنمیر و کله بست ۱۵- مترمی باشد، ارتفاع بیشتر شهرها و نقاط شمال ایران (گلستان، مازندران و گیلان) و سطح تراز آب دریای خزر نسبت به آب‌های آزاد پائین‌تر است، لذا ارتفاع شهر بابلسر نسبت به آب‌های آزاد ۲۱- متر پائین‌تر است. میانگین سالانه بارش منطقه طی دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۲۰ میلادی، ۸۹۰/۳ میلیمتر بوده و ماه‌های فصل پاییز بیشترین مقدار میانگین بارش ماهانه و ماه‌های فصل بهار کمترین میانگین بارش ماهانه را داشته‌اند. میانگین دمای سالانه در دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۲۰ میلادی در ایستگاه بابلسر ۱۷ درجه سانتیگراد بوده است.

داده‌ها و روش‌ها

جهت بررسی پوشش گیاهی داخل و خارج شهر، تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ ماه‌های فصل تابستان سال ۲۰۱۹ که بالاترین مساحت کاشت در زمین‌های زارعی و سرسبزی پوشش گیاهی وجود دارد؛ مورد پردازش و تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته، تصاویر ماهواره‌ای از سایت https://earthexplorer.usgs.gov دانلود شد(جدول ۱).

جدول ۱: داده‌های مورد استفاده در این پژوهش

ردیف	ماهواره	سنجنده	تاریخ	قدرت تفکیک مکانی (متر)	محل اخذ
۱	لندست ۸	OLI	۲۰۱۹/۸	۳۰ و ۱۵	سازمان زمین‌شناسی ایالت متحده آمریکا

بعد از دانلود تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ و در نرم‌افزار ENVI ورژن ۵/۳ با استفاده از نقشه شیپ فایل منطقه مورد مطالعه شهرستان بابلسر، برش زده شد، سپس تصویر برش زده شده، تصحیح رادیومتریکی، محاسبه رادیادنس، تصحیح اتمسفریک با استفاده از الگوریتم Flaash و مدل‌های اتمسفری Mid Latitud Summer ، با توجه به عرض جغرافیایی

و تصویر دانلود شده ماه سال انجام شد، سپس از طریق ترسیم نیمرخ طیفی رفتار گیاه سالم، شکل بازتاب گیاه، خاک و نقاط شهری در باندهای آبی، سبز، قرمز و مادون‌قرمز نزدیک مورد بررسی قرار گرفت و تصحیح هندسی روی تصاویر اعمال شد. تصویر لندست Flaash شده توان تفکیک مکانی ۳۰ متری با باندPanchromatic ۱۵ متری لندست ۸ تلفیق و به قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متری ارتقا یافت، برای فرمول‌نویسی بر روی تصاویر ماهواره‌ای یا محاسبات بین‌باندی در نرم‌افزار ENVI از قسمت Band Math استفاده و فرمول بر اساس اصول و قواعد زبان برنامه‌نویسی IDL وارد شده است. جهت محاسبه شاخص کاربردی در زمینه پوشش گیاهی NDVI در نرم‌افزار ENVIاز طریق دستور Spectral In dices شاخص Normalized Difference Vegetation Index انتخاب شده است. برای فرمول‌نویسی بر روی تصاویر ماهواره‌ای و محاسبات بین‌باندی در نرم‌افزار ENVI بر اساس اصول و قواعد زبان برنامه‌نویسی IDL بدین صورت نوشته شد:

float (b1 le 0)*0+(b1 ge 10000)*1+(b1 gt 0 and b1 lt 10000)*float(b1/10000.0)

که این فرمول را در تمام باندها اعمال شد و تصویر ۱۵ متری محاسبه شده به‌عنوان ورودی برای همه باندها انتخاب و فرمول روی تمام باندها اعمال و تصویر Rescaleشده به دست آمد.

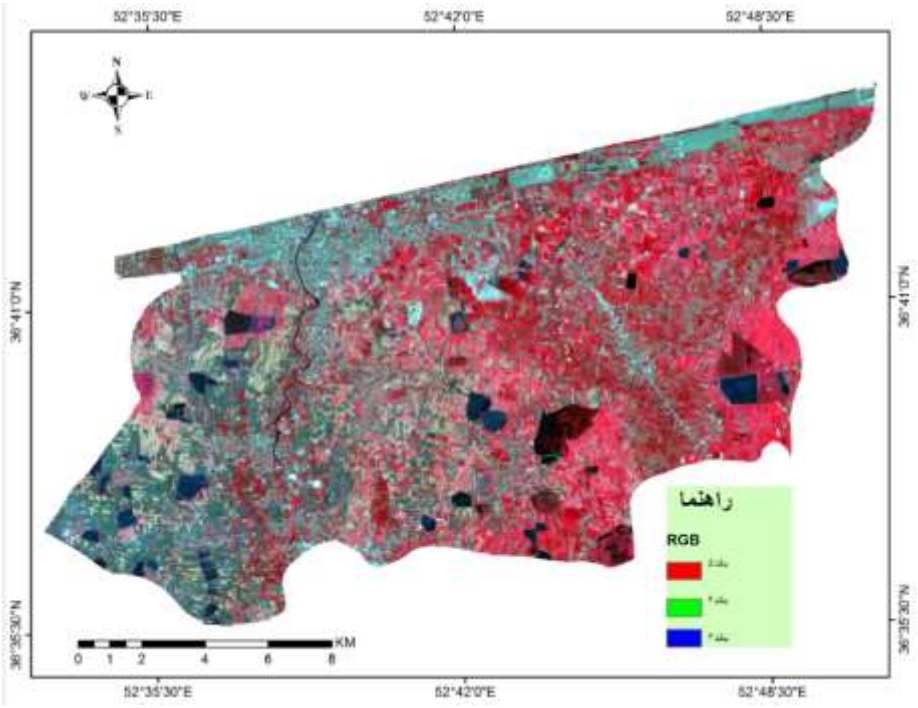
جهت بررسی دامنه تغییرات بین آب، خاک و پوشش گیاهی از خروجی شاخص NDVI یک Quick Stats گرفته شد و دامنه مقادیر تصویر بین ۱+ تا ۱− به دست آمد، پیکسل‌هایی که مقدار عدد ۰ در NDVI معادل با نواحی خاکی (زمین‌های کشاورزی)، عدد ۱ نشان از افزایش میزان پوشش گیاهی و عدد ۱− مقدار رطوبت منطقه زیاد که به آب کامل (دریاچه، آب‌بندان‌ها) می‌رسد. جهت محاسبه، مساحت پوشش گیاهی منطقه یک خروجی Shape Fileدر نرم‌افزار ENVI گرفته شد، سپس در نرم‌افزار Arc Map مساحت پوشش گیاهی داخل شهر و خارج شهر محاسبه شد.

ارزیابی دقت و صحت خروجی NDVI، از طریق انطباق‌دادن آن با واقعیت زمینی که به‌صورت بصری صورت‌گرفته است. این انطباق از طریق نقاط نمونه که به روش تصادفی – طبقه‌ای (Stratified Random) بر روی نقشه پراکنده شده، انجام‌گرفته 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.

بحث و یافته‌ها

در سنجش‌ازدور شناسایی اهداف از طریق انرژی‌های رسیده به سنجنده از طریق بازتاب و گسیل امواج الکترومغناطیسی ایجاد شده میسر است. تفسیر و تحلیل تصاویر سنجش‌ازدور شامل شناسایی و یا اندازه‌گیری اهداف مختلف در یک تصویر برای استخراج اطلاعات مفید در آنها است. اهداف در تصاویر سنجش‌ازدور ممکن است هر ویژگی یا شیئی باشد که در یک تصویر دیده می‌شود (ولیزاده کامران و مهدوی فرد، ۱۳۹۸: ۱۴۸). پردازش تصویر رقومی ممکن است شامل روش‌های متعددی از جمله قالب‌بندی و تصحیح داده‌ها، افزایش رقومی (بالابردن کیفیت تصویر) برای تسهیل تفسیر بصری بهتر یا طبقه‌بندی خودکار با کامپیوتر باشد (ولیزاده کامران و مهدوی فرد، ۱۳۹۸: ۱۵۵). نرم‌افزار ENVI یک سیستم تحلیل تصاویر هست که قابلیت تحلیل تصاویر را می‌توانند برای ما فراهم کنند. شاخص‌های طیفی فرمول‌های

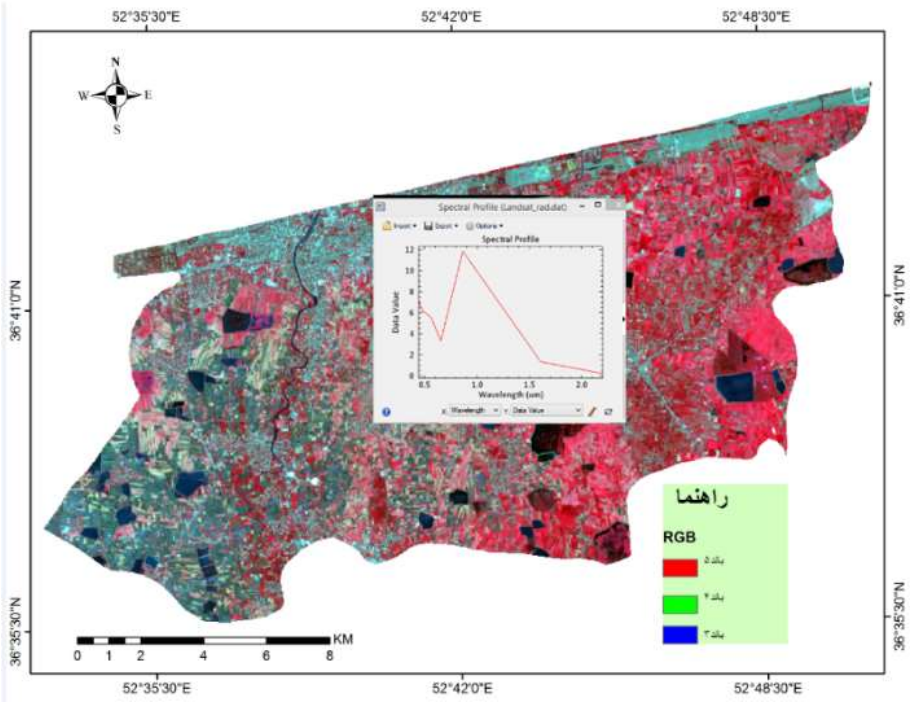
بین‌باندی هستند که یک یا چند هدف و پدیده را از سایر پدیده‌ها جدا می‌کند، یکی از این شاخص‌ها، شاخص NDVI که بر اساس رابطه بین باندها، در استخراج پوشش گیاهی کاربرد دارد. از روی نقشه شیب فایل تصاویر ماهواره‌ای، شهرستان بابلسر و زمین‌های زراعی اطراف آن برش زده شد، در نرم‌افزار ENVI تصحیح رادیومتریکی و محاسبه رادیانس انجام شد. با توجه به ترکیب رنگی کاذب که در نرم‌افزار ENVIصورت‌گرفته بیشتر پوشش گیاهی در شرق و جنوب، مرکز و قسمت‌هایی از غرب شهرستان بابلسر مشاهده می‌شود، نقاط شهری بابلسر، بهنمیر، هادی‌شهر و روستاهای پراکنده در روی نقشه مشخص است (شکل ۲).



شکل ۲: تصویر تصحیح اتمسفری Radiance منطقه مورد مطالعه

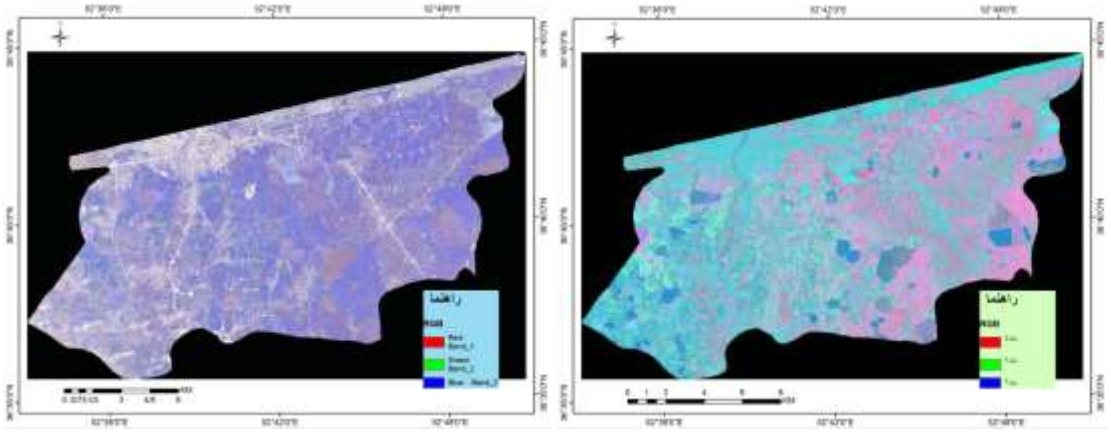
با توجه به اینکه شهرستان بابلسر شرایط مناسبی برای تولید محصولات کشاورزی و انواع پوشش گیاهی دارا است؛ لذا جهت برآورد پوشش گیاهی شهرستان، برش تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸، انجام شد از طریق Quicks status مقادیر رادیانس محاسبه شده که به‌صورت مقادیر شناور، فراخوانی شد. برای انرژی رسیده به سنجنده تصحیح اتمسفری صورت‌گرفته است، قوی‌ترین دستوری که نرم‌افزار ENVI بدون استفاده از داده‌های زمینی این تصحیح انجام می‌شود، الگوریتم Flaash هست. در بخش مشخصات تصویر Scene center Location مختصات مرکز تصویر و Sensor Type از طریق Multispectral ماهواره Land sat-8 OLI معرفی شد، به صورت اتوماتیک ارتفاع سنجنده ۷۰۵ کیلومتری از سطح زمین و پیکسل سایز توان تفکیک مکانی ۳۰ متری ثبت شد. در قسمت Ground Elevation ارتفاع منطقه مورد مطالعه از طریق Google earth Proدر محیط کلاسیک ENVI محاسبه شد. مدل‌های اتمسفری با توجه به عرض جغرافیایی و ماه تصویربرداری گزینه Mid- Latitud summerانتخاب کردم. در تصویر Flaash شده تصویر تولید شده به صورت ترکیب رنگی کاذب نمایش داده شد که پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه به رنگ قرمز

نمایان گردید (شکل ۳). از طریق گزینه Spictral profile رفتار گیاه سالم را که در کتابخانه طیفی مورد بررسی قرار گرفت با توجه به پروفیل، بازتاب بالاتر گیاه در محدوده سبز، نسبت به باند آبی و باند قرمز و بازتاب زیاد در باند مادون‌قرمز را نشان می‌دهد و محدوده جوی جذبی SWIR را در سمت راست مشاهده می‌کنیم، بازتاب خاک و نقاط شهری کاملاً از همدیگر متفاوت و نتیجه تصحیح اتمسفری صحیح است (شکل ۳). باند مادون‌قرمز نزدیک، در داخل پوشش گیاهی بازتاب آن از باند قرمز بالاتر است، در داخل خاک و آب، باند مادون‌قرمز نزدیک و باند قرمز اختلاف بازتابی خیلی زیادی ندارند.



شکل ۳: پروفیل بازتاب گیاه در باند آبی، سبز، قرمز و مادون‌قرمز نزدیک

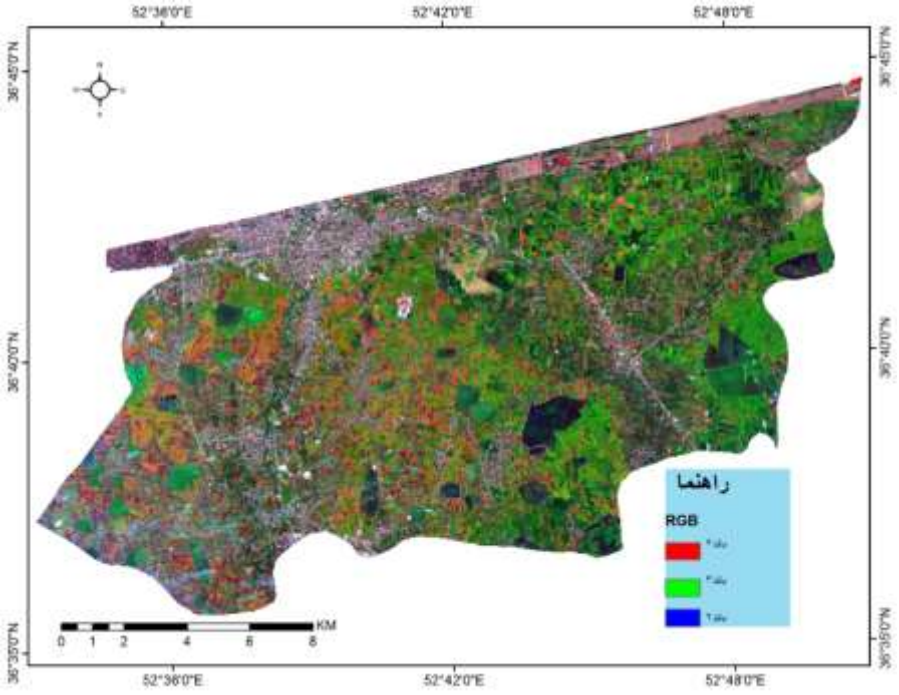
تصویر Flaash شده منطقه مورد مطالعه با استفاده از Quick Stats گرفته شده که مقادیر به دست آمده برای هر باند حداقل و حداکثر را ثبت نموده است. جهت ارتقای توان تفکیک مکانی منطقه مورد مطالعه تصویر پیکسل سایز ۳۰ متری را به پیکسل سایز ۱۵ متری تبدیل شد تا توان تفکیکی منطقه مورد مطالعه ارتقا پیدا کند. توان تفکیک ۱۵ متری اطلاعات دقیق‌تری نسبت به برآورد مساحت منطقه مورد مطالعه را در اختیار ما قرار می‌دهد (شکل ۴).



شکل ٤: تلفیق تصاویر و توان تفکیک ۱۵ متری شهرستان بابلسر و ترکیب رنگی کاذب

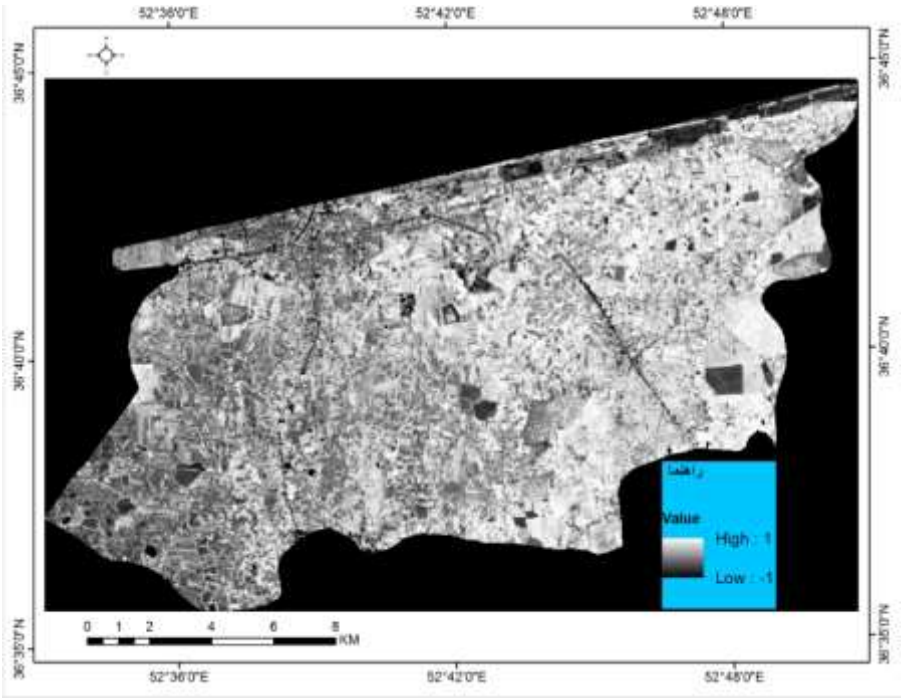
تقسیم تصویر یا نسبت طیفی یکی از رایج‌ترین تبدیلات اعمال شده به داده‌های تصویر است. نسبت‌دادن تصویر به‌منظور برجسته‌کردن تغییرات ظریف در پاسخ طیفی پوشش‌های سطحی مختلف به کار می‌رود. با مقایسه داده‌ها از دو باند طیفی مختلف، تصویر حاصل تغییرات در دامنه منحنی‌های بازتاب طیف بین دو محدوده طیف مختلف را افزایش می‌دهد (ولیزاده کامران، مهدوی فرد، ۱۳۹۸: ۱۶۹).

برای فرمول‌نویسی بر روی تصاویر ماهواره‌ای و محاسبات بین‌باندی در نرم‌افزار ENVIبر اساس اصول و قواعد زبان برنامه‌نویسی IDL صورت گرفت؛ فرمول را در تمام باندها اعمال شد و تصویر ۱۵ متری محاسبه شده به‌عنوان ورودی برای همه باندها انتخاب و فرمول روی تمام باندها اعمال و تصویر Rescaleشده به دست آمد(شکل ۵).



شکل ۵: مراحل فرمول‌نویسی در دستور Band Math و تصویرRescale شده منطقه موردمطالعه

یکی دیگر از مزایای نسبت‌گیری طیفی این است که به‌جای مقادیر روشنایی مطلق به مقادیر نسبی (به‌عنوان نسبت‌ها) نگاه می‌کنیم. تغییرات روشنایی تصویر در نتیجه اثرات توپوگرافی کاهش می‌یابد؛ بنابراین، اگرچه بازتاب‌های مطلق برای شیب‌های تحت پوشش جنگل ممکن است بسته به جهت‌گیری آنها نسبت به نور خورشید متفاوت باشد، نسبت بازتاب‌های آنها بین دو باند همیشه باید بسیار شبیه باشد. نسبت‌های پیچیده‌تر شامل مجموع تفاوت بین باندهای طیفی برای سنجنده‌های مختلف برای نظارت بر شرایط گیاهی توسعه‌یافته است. یک تبدیل تصویری که به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد شاخص نرمال شده تفاضلی پوشش گیاهی (NDVI) است (ولیزاده کامران و مهدوی فرد، ۱۳۹۸: ۱۷۰). خروجی تصویری هست که پوشش گیاهی روشن‌تر از سایر پوشش گیاهی نشان می‌دهد. باتوجه‌به اینکه منطقه شمال سرسبز هست، بیشتر زمینهٔ تصویر روشن نشان داده می‌شود، اگر مربوط به منطقهٔ غیر از شمال ایران بود، فقط منطقهٔ که پوشش گیاهی دارد رنگ سفید را نشان می‌داد (شکل ۶).

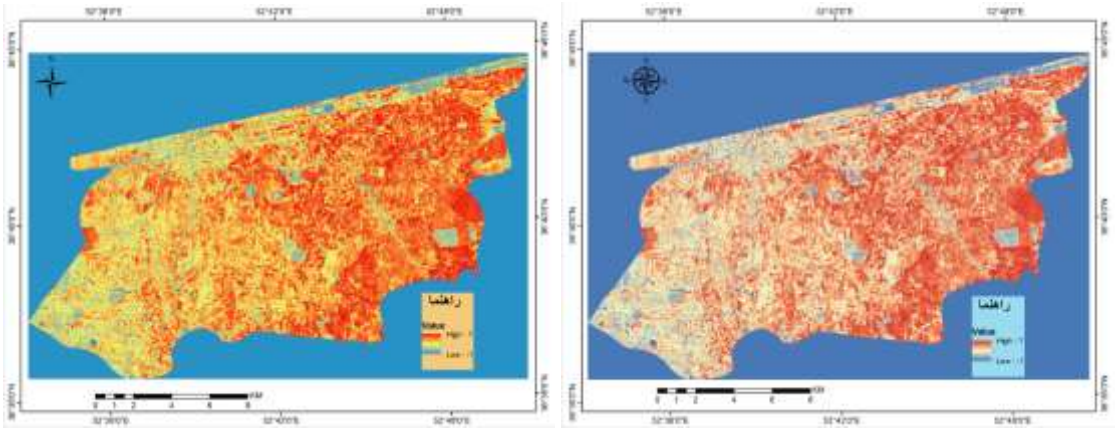


شکل ٦: خروجی تصویر NDVI منطقه مورد مطالعه

از خروجی شاخص NDVI یک خروجی Quick Stats انجام شد، در تصویرNDVI دامنه مقادیر تصویر بین ۱+ تا ۱– است، شاخص NDVI باید به‌صورت کیفی پوشش گیاهی را روشن‌تر نشان بدهد، از لحاظ کمی دامنه مقادیر بین ۱+ تا ۱– است. پیکسل‌هایی که مقدار عدد ۰ دارند، در NDVI معادل با نواحی خاکی (زمین‌های کشاورزی) است، هرچقدر از عدد ۰ به عدد ۱ نزدیک‌تر میزان پوشش گیاهی منطقه زیاد می‌شود و هرچقدر از عدد ۰ به‌طرف عدد ۱– می‌رود، مقدار رطوبت منطقه زیاد و اگر عدد ۱– باشد، به آب کامل می‌رسد. در نرم‌افزار ENVI از دستور Band Threshold ROI که یکی از کاربردی‌ترین دستورات تکنیکی است ROI به‌دست‌آمده است، سپس در Data Manager روی ROI راست کلیک و گزینه Load ROI انتخاب شد که موقعیت ۰/۲ تا ۱ را یا موقعیت پیکسل‌های را نشان می‌دهد (شکل ۷). البته

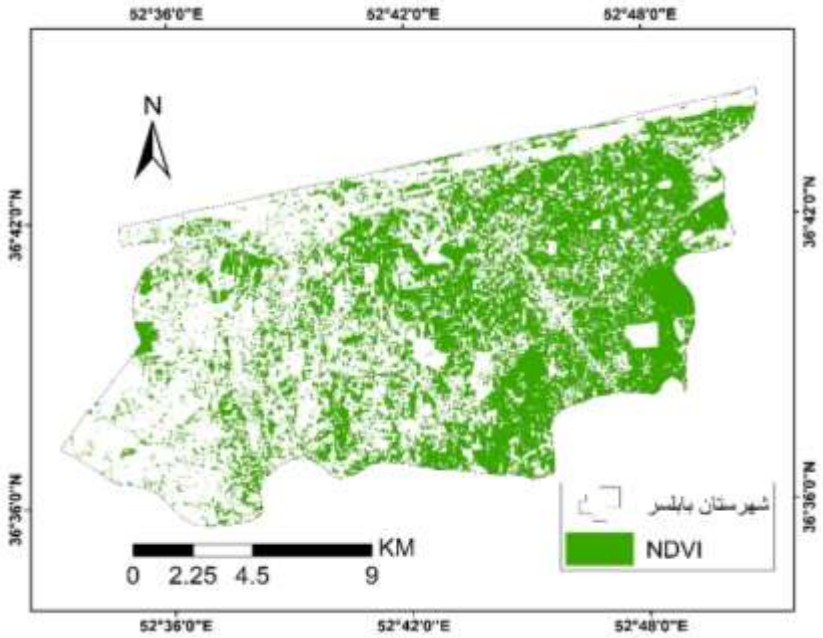
مقادیر از ۰/۲ به ۰/۵ می‌بریم تا بهتر بتواند پوشش گیاهی را نشان بدهد در مقادیر ۰/۲ میزان حساسیت نمایش پوشش گیاهی خیلی زیاد هست.

برای تغییر دامنه تغییرات روی تصاویر در دستور فوق ۲ عدد در دامنه حداقل ثبت کردم، یکی ۰/۶ و دیگری ۰/۵ که پوشش گیاهی منطقه را نشان می‌دهد (شکل ۷) که دو نقشهٔ تولید شده به‌صورت چشمی و کیفی پوشش گیاهی را به ما نشان می‌دهد.



شکل ۷: مقادیر ROI حداقل عدد ۰/۵ سمت راست و ۰/۶ در سمت چپ

جهت بررسی مساحت پوشش گیاهی منطقه، خروجی Shape File در ENVI انجام شد. فایل خروجی شیب فایل در Arc Mapفراخوانی شد و مساحت شهرستان بابلسر برحسب هکتار یا کیلومترمربع محاسبه شد (شکل ۸).



شکل ۸: نقشه پوشش گیاهی شهرستان بابلسر در نرم‌افزار Arc Map با توان تفکیک مکانی ۱۵ متری

نتیجه‌گیری

با توجه به تصاویر ماهواره‌ای لندست با مقادیر ROI ۰/۵ درصد، مساحت پوشش گیاهی شهرستان بابلسر در تاریخ اخذ تصاویر ۱۱۴۷۴/۳۷ هکتار و یا ۱۱۴/۷۴ کیلومترمربع بوده است. با توجه به تاریخ اخذ تصاویر ماهوارهٔ لندست، بیش از ۴۴/۵ درصد از مساحت شهرستان بابلسر دارای پوشش گیاهی بوده است. در روی نقشه که از روی تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ با توان تفکیک مکانی ۱۵ مشخص گردید تمام منطقهٔ شهرستان بابلسر حتی در نقاط شهری که دارای پوشش گیاهی است به خوبی نشان می‌دهد. ارزیابی خروجی شاخص NDVI دقت کلی ۰/۹۲ و ضریب کاپای ۰/۸۷ است که این تعداد به دست آمده دقت قابل قبولی از نقشه را نشان می‌دهد. فن آوری‌های جدید و تصاویر ماهواره‌ای یک روش برای تخمین سطح زیر کشت اراضی کشاورزی محسوب می‌شوند. کسب اطلاعات در رابطه با برآورد سطح پوشش گیاهی نقش مهمی در برنامه‌ریزی خواهد داشت. آشکارسازی تغییرات در سنجش‌ازدور تکنولوژی بسیار مفیدی است که می‌توان آن را برای به‌دست‌آوردن لایه‌های اطلاعاتی از خاک و پوشش گیاهی به کار برد. نرم‌افزار ENVI یک سیستم تحلیل تصاویر هست که قابلیت تحلیل تصاویر را می‌توانند برای ما فراهم کنند. شاخص‌های طیفی فرمول‌های بین‌باندی هستند که یک یا چند هدف و پدیده را از سایر پدیده‌ها جدا می‌کند. شاخص تفاضلی پوشش گیاهی نرمال شده NDVI شاخص جهانی است که برای آماده نمودن دائمی اطلاعات مکانی و زمانی پوشش گیاهی به کار گرفته می‌شود که کارایی آن در بسیاری از مطالعات مشخص شده است. در شاخصNDVI دامنه مقادیر تصویر بین ۱+ تا ۱− است و پوشش گیاهی در تصاویر روشن‌تر است. پیکسل‌هایی که مقدار عدد ۰ دارند، معادل با نواحی خاکی (زمین‌های کشاورزی)، هرچقدر از عدد ۰ به عدد ۱ نزدیک‌تر میزان پوشش گیاهی منطقه زیاد و هرچقدر از عدد ۰ به‌طرف عدد ۱− می‌رود، مقدار رطوبت منطقه زیاد و عدد ۱− به آب کامل می‌رسد که نشان از پراکندگی آب‌بندان‌های پراکندهٔ (طبیعی یا مصنوعی) در سطح شهرستان بابلسر جهت آبیاری شالیزارها است. با توجه به تصاویر ماهواره‌ای لندست وROI به دست آمده با مقادیر ۰/۵ درصد، مساحت پوشش گیاهی شهرستان بابلسر در تاریخ اخذ تصاویر ۱۱۴۷۴/۳۷ هکتار به دست آمد که بیش از ۴۴/۵ درصد از مساحت شهرستان بابلسر دارای پوشش گیاهی بود. شاخص NDVI، یک روش علمی، جهت ارزیابی برآورد نسبی مساحت سطح پوشش گیاهی در هر فصل و ماه سال است. نتیجه پژوهش حاضر همانند پژوهش‌های پیشین که از شاخص NDVI استفاده کرده بودند نظیرHuang و همکاران (۲۰۲۱)، دارویی و همکاران (۱۳۹۸)، فلاحتکار و همکاران (۱۳۹۷)؛ نشان از کارایی بالای این شاخص در استخراج پهنه‌های پوشش گیاهی دارد و تأییدی بر کاربردی‌بودن این شاخص است و استفاده از آن به کارشناسانی که قصد استخراج پوشش گیاهی با دقت بالا و زمان اندک دارند؛ پیشنهاد می‌شود.

منابع

۱- پورخباز، حمیدرضا، محمدیاری، فاطمه، توکلی مرتضی و اقدر، حسین (۱۳۹۳)، تهیه نقشه پوشش گیاهی و پایش تغییرات آن با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی شهرستان بهبهان)، فصلنامه علمی – پژوهشی اطلاعت جغرافیا (سپهر) دوره ۲۳، شماره ۹۲، صص ۳۴-۲۳.

۲- دارویی، پرستو، ریاحی، وحید، ضیائیان فیروزآبادی، پرویز و عزیزپور، فرهاد (۱۳۹۸)، تعیین و بررسی سطح زیر کشت محصولات زارعی در ناحیه لنجانات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال نوزدهم، شماره ۵۲، بهار، صص ۱۶۹-۱۴۷.

۳- تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ از سایت https://earthexplorer.usgs.gov

۴- شفیعی، حسینی، حامد، سید محمود (۱۳۹۱)، بررسی پوشش گیاهی به کمک داده‌های ماهواره‌ای در منطقه سیستان، مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، سال سوم، صفحات ۱۰۵ – ۹۱.

۵- عاشورلو، مرتضی، علی محمدی، عباس، رضائیان پرویز و عاشورلو، داود (۱۳۸۵)، کاربرد تحلیل تشخیص خطی در تفکیک گندم از سایر محصولات بر روی تصاویر ماهوارهای، علوم محیطی، سال چهارم، شماره ۲، صفحات ۱۱۶-۱۰۱.

۶- علوی پناه و همکاران (۱۳۸۵). بررسی تغییر پذیری طیفی پدیده‌های مختلف پوشش و آب با استفاده از سنجش‌ازدور، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۸، صص ۹۷-۸۱.

۷- علوی پناه، کاظم (۱۳۸۹). کاربرد سنجش‌ازدور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم.

۸- علیپور، فریده، محمدحسین آقاخانی، محمدحسن عباس‌پور فرد و عادل سپهر (۱۳۹۳)، تفکیک محدوده و تخمین سطح زیر کشت محصولات کشاورزی به کمک تصاویر ماهوارهای+ETM (مطالعه موردی: مزرعه نمونه آستان قدس رضوی)، نشریه ماشین‌های کشاورزی، ۴ (۲)، صص ۲۵۴-۲۴۴.

۹- فلاحتکار، ساره (۱۳۸۷)، آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی اصفهان با استفاده از سنجش‌ازدور و GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۰- فلاحتکار، سامره، صابرفر رحیمه، کیا، سید حسین (۱۳۹۷)، تحلیل تغییرات شاخص‌های پوشش گیاهی در سنجنده‌های ماهواره لندست (مطالعه موردی: ارس زارهای شرق پارک ملی گلستان و منطقه حفاظت شده قرخود)، فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران، سال نهم، شماره اول، پیاپی ۳۱، بهار، صص ۹۱-۷۱.

۱۱- متکان، علی اکبر، داود عاشورلو، غلامپور، علی، عقیقی، حسین، حسینی اصل، امین و عاشورلو، مرتضی (۱۳۸۸)، ارائه شاخص برای استخراج اراضی زیر کشت گندم با داده‌های سنجش‌ازدور، نشریه زراعت، شماره ۸۴: ۷۲-۶۶.

۱۲- ولیزاده کامران، خلیل؛ مهدوی فر، مصطفی (۱۳۹۸)، مبانی سنجش‌ازدور کاربردی، ترجمه، تهران، انتشارات ماهواره.

۱۳-یمانی، مجتبی، مزیدی، محمدعلی (۱۳۸۷)، بررسی تغییرات سطح و پوشش گیاهی کویر سیاهکوه با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور، مجله پژوهش‌های جغرافیا، شماره ۶۴، صص ۱۲-۱.

14-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.

15-Bian, J. Li, A. Lei, G. Zhang, Z. & Nan, X. (2020). Global High-Resolution Mountain Green Cover Index Mapping Based On Landsat Images And Google Earth Engine. ISPRS Journal Of Photogrammetry And Remotesensing, 162 (September2019), 6376. Https://Doi.Org/10.1016/J.Isprsjprs.2020.02.011.

16-Funk, C. Budd, M. E.(2009). Phonologically-Tuned MODIS NDVI-Based Production Anomaly Estimates For Zimbabwe, Remote Sensing Of Environment, 113, 115–125.

17-Huang, S. Tang, L. Hupy, J. P. Wang, Y. & Shao, G. (2021). A Commentary Review On The Use Of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) In The Era Of Popular Remote Sensing. Journal Of Forestry Research, 22(1), 1–6. Https://Doi.Org/10.1007/S11676-020-01155-1

18-Jiang, L. Liu, Y. Wu, S. & Yang, C. (2021). Analyzing Ecological Environment Change And Associated Driving Factors In China Based On NDVI Time Series Data. Ecological Indicators, 129. Https://Doi.Org/10.1016/J.Ecolind.2021.107933

19-LI, W. G. Hua, L. I. & ZHAO, L. H. (2011). Estimating Rice Yield By HJ-1A Satellite Images. Rice Science, 18(2), 142-147.
20-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.J, Trends In Ecology And Evolution. Vol.20 No.9.
21-Rokni, K. & Musa, T. A. (2019). Normalized Difference Vegetation Change Index: A Technique For Detecting Vegetation Changes Using Landsat Imagery. Catena, 178(February), 59–63. Https://Doi.Org/10.1016/J.Catena.2019.03.007
22-Xu, Jiaxing; Zhao, Hua; Yin, Pengcheng; Jia, Duo; & Li, Gang. (2018).Remotesensing Classification Method Of Vegetation Dynamics Based On Time Series Landsat Image: A Case Of Opencast Mining Area Inchina.EURASIP Journal On Image And Video Processing, 2018(1). Https://Doi.Org/10.1186/S13640-018-0360-0
23-Yan, Y. (2003), Object-Based Classification Of Remote Sensing Data For Change Detection, Www.Elsevier.Com.