

تعیین سطح زیر کشت در شبکه آبیاری آبشار با استفاده از سنجش از دور

سمیرا افشاری^۱، حامد یزدیان^{۲*} و افشین رضایی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۱۰)

چکیده

اطلاع از انواع تغییرات پوشش گیاهی و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف، به‌عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. گردآوری اطلاعات در مورد تغییرات پیوسته پوشش گیاهی توسط روش‌های معمولی بسیار مشکل و پرهزینه است، از این‌رو استفاده از فناوری‌های نوین مثل سنجش از دور بسیار سودمند است. هدف از این پژوهش معرفی شاخص پوشش گیاهی مناسب و تعیین سطح زیر کشت شبکه آبشار است. از شاخص‌های پوشش گیاهی SAVI، MSAVI، EVI و NDVI از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ هر سال و به‌صورت ماهیانه مساحت‌ها در سامانه گوگل ارث انجین با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۷ سنجنده ETM+ محاسبه شد. همچنین شاخص خشکسالی SPI با استفاده از آمار بارش ایستگاه کوه‌رنگ در نرم‌افزار اکسل محاسبه شد. نتایج حاصل از مقایسه چهار شاخص نشان‌دهنده برتری و عملکرد برتر NDVI نسبت به سه شاخص دیگر برای تشخیص تغییرات پوشش گیاهی بود. سپس تغییرات سطوح زیر کشت محاسبه شد. نتایج نشان داد که روند توسعه کشاورزی در شبکه آبشار به‌صورت نزولی است و ارتباط مستقیمی با بارندگی و شاخص خشکسالی SPI دارد. همچنین نتایج نشان داد سال ۲۰۰۸ مقدار شاخص خشکسالی SPI برابر با $-1/73$ است که نشان‌دهنده خشکسالی شدید در منطقه است. مقایسه این نتایج با سطح زیر کشت نشان داد در این سال مقدار سطح زیر کشت ۳۵۷۲۱ هکتار و سال بعد از خشکسالی یعنی سال ۲۰۰۹ سطح زیر کشت ۲۲۹۵۰ هکتار است. بنابراین در سال ۲۰۰۸ کاهش بارندگی و کاهش شدید شاخص SPI وجود داشته است که منجر به کاهش شدیدی معادل ۳۵ درصد در سطح زیر کشت در سال ۲۰۰۹ شده است.

واژه‌های کلیدی: تغییرات پوشش گیاهی، شاخص پوشش گیاهی، شاخص خشکسالی، گوگل ارث انجین

۱. گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

۲. گروه عمران، دانشکده عمران و حمل و نقل، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

۳. کارمند آب منطقه‌ای، اصفهان، ایران.

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: h.yazdian@eng.ui.ac.ir

مقدمه

پوشش گیاهی به‌عنوان یک جز غیرقابل جایگزین زیست‌سامانه‌های زمینی (۳۰)، پیوندی بنیادین بین جو و سطح زمین است (۲۶). گیاهان به‌دلیل خصوصیات منحصر به فرد خود در تأمین غذای موجودات زنده از اهمیت خاصی برخوردار هستند (۱۷). همچنین تأثیر قابل توجهی بر چرخه کربن (۳ و ۲۹) و تعادل آب و انرژی (۲۹) دارند. تغییرات در پوشش گیاهی می‌تواند تعادل اکولوژیک و چرخه آب را تغییر دهد (۳ و ۲۶). تغییر اقلیم، به ویژه افزایش شدید تغییرات آب و هوا، می‌تواند تأثیرات منفی بر پوشش گیاهی و اکوسیستم‌ها داشته باشد. به‌طور کلی پوشش گیاهی در مناطق کشاورزی و غیرکشاورزی پیامدهای قابل توجهی از جمله امنیت غذایی، ترسیب کربن، مدیریت منابع آب و تغییرات آب و هوایی دارد (۳). به همین دلیل، اتخاذ تکنیک‌های کشاورزی کارآمد برای کمک به کشاورزان برای دستیابی به امنیت غذایی، درآمد و معیشت ضروری است (۱۳). متأسفانه، تغییر کاربری اراضی به‌طور گسترده و ناهماهنگ در حال وقوع است، در حالی که معیشت کشاورزان با تهدیدات جدی مواجه است (۲۳). یکی از جدی‌ترین مخاطرات طبیعی پدیده خشکسالی است که مناطقی مانند کشور ایران که سرزمینی کم باران است در اعصار مختلف با تهدید این مخاطره طبیعی مواجه بوده است (۱۶). خشکسالی را به‌عنوان یک پدیده، می‌توان بخشی از اقلیم هر منطقه از سطح کره زمین، محسوب کرد (۷). این پدیده به کندی شروع شده و دارای ماهیتی، پنهانی است. در مواقعی که مدت زمان آن طولانی می‌شود (۷)، تأثیر زیادی بر سیستم‌های کشاورزی، هیدرولوژیک، اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی دارد (۷ و ۲۲). درک این اثرات برای برنامه‌ریزی، کاهش و واکنش در مواجهه با خشکسالی بسیار مهم است. همچنین به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا آسیب‌پذیری در برابر خشکسالی را شناسایی و کاهش دهند. برای کمی کردن پدیده خشکسالی، شاخص‌های مختلفی تعریف شده است که از پرکاربردترین آنها می‌توان شاخص استاندارد شده بارش (SPI) را نام برد. شاخص

استاندارد شده بارش (SPI) دارای ویژگی‌های متعددی است که با توجه به سادگی و انعطاف‌پذیری خود نسبت به سایر شاخص‌ها ارتقا یافته است (۲۲). یکی از مهم‌ترین پیامدهای خشکسالی، کاهش مقدار پوشش گیاهی است (۱۵). با کاهش پوشش گیاهی، شرایط محیطی برای بروز مشکلات مختلف فراهم می‌شود. بر این اساس، ارزیابی اثرات خشکسالی بر روی پوشش گیاهی از اهمیت زیادی برخوردار است (۱۶). گردآوری اطلاعات در مورد میزان و پراکنش پوشش گیاهی و تغییرات پیوسته آن، توسط روش‌های معمولی بسیار مشکل و پرهزینه است (۱). محدودیت‌های چنین روش‌های ارزیابی میدانی شامل هزینه‌های بالا، مصرف زمان بیش از حد و خطاهای محاسباتی بصری است که ممکن است منجر به ارزیابی نادرست شود. بنابراین، استفاده از تکنیک‌های پیشرفته و قابل اعتمادتر برای ارزیابی، نظارت و توسعه برنامه‌های مدیریتی مؤثر بسیار مهم است (۱۰).

فناوری سنجش از دور توانایی تخمین تغییرات پوشش گیاهی در مناطق وسیع را سریع‌تر و ارزان‌تر از بررسی‌های روی زمین دارد (۶). علاوه بر این، مدل‌سازی مورد استفاده در این روش‌ها با کمک الگوریتم‌هایی انجام می‌شود که تکنیک‌های ضروری در استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای هستند و کارایی آن با استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی موتور مجازی پردازش تصاویر ماهواره‌ای (GEE: Google Earth Engine) بهبود یافته است. در GEE، کاربر می‌تواند به‌طور مؤثر الگوریتم‌ها را پیاده‌سازی کند و حجم زیادی داده را پردازش کند (۱۲).

در زمینه کاربردهای سنجش از دور، دانشمندان شاخص‌های پوشش گیاهی (VI: Vegetation Index) را برای ارزیابی کمی و کیفی پوشش‌های گیاهی با استفاده از اندازه‌گیری‌های طیفی (۴) توسعه داده‌اند. این شاخص‌ها تبدیلات محاسباتی هستند که بر اساس رفتار طیفی گیاهان تعریف می‌شوند و برای ارزیابی و بررسی گیاهان در مشاهدات ماهواره‌ای چند طیفی طراحی شده‌اند (۸). در بین شاخص‌های پوشش

۹۴ درصد می‌رسد. در مطالعه قادر و همکاران (۱۸) پتانسیل سه شاخص مختلف سنجش از دور NPP، EVI، NDVI و اطلاعات مربوط به فنولوژی محصولات، برای پیش‌بینی تولید محصول مورد آزمایش قرار گرفت و نتایج آنها با استفاده از رویکرد ترک یک ساله تأیید شد.

قائمی و همکاران (۱۷) بررسی و مقایسه شاخص‌های مختلف گیاهی با استفاده از تصاویر ETM+ برای مطالعات پوشش گیاهی دشت نیشابور (خراسان رضوی) را انجام دادند. این تصاویر در سطح سیستمی مورد تصحیحات اولیه هندسی و رادیومتری قرار گرفتند. نتایج حاصله نشان داد که کاربرد همزمان چندین شاخص نتایج بهتری در تشخیص و تفکیک میزان پوشش گیاهی ارائه می‌دهد.

جاریدیم و همکاران (۱۲) تغییرات کاربری/ پوشش اراضی بر روی پارامترهای بیوفیزیکی در بیوم کاتینگا از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۹ در منطقه نیمه خشک برزیل را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد در سال ۲۰۱۷ کمترین میزان بارندگی سالانه (از ۲۰۰ تا ۳۴۰ میلی‌متر) رخ داده است و نرخ پوشش گیاهی کم دیده شد.

سیرتی و همکاران (۲۴) تأثیر خشکسالی بر تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست سنجنده ETM+، TM در حوضه آبخیز بندان را انجام دادند. نتایج نشان داد با شروع دوره خشکسالی به شدت درصد سبزیگی پوشش گیاهی کاهش و با اولین ترسالی درصد سبزیگی پوشش گیاهی بهبود می‌یابد.

شاه و همکاران (۲۲) از شاخص بارندگی استاندارد (SPI) برای مشاهده و توصیف خشکسالی بر اساس داده‌های بارش چهل سال منطقه سورت استفاده کردند. نتایج مورد ارزیابی قرار گرفت و مشخص شد که نتایج SPI و شرایط اقلیمی واقعی نتایج کاملاً مشابهی در دسته‌بندی‌های مربوط به خود دارند.

عوض‌پور و همکاران (۲) پایش تأثیر خشکسالی بر تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (سنجنده‌های TM، ETM، OLI) حوضه آبخیز ایلام را انجام دادند. نتایج نشان داد بر اساس شاخص SPI محاسبه شده، در

گیاهی موجود، شاخص پوشش گیاهی ارتقا یافته (EVI: Enhanced Vegetation Index) و شاخص تفاضل نرمال شده گیاهی (NDVI: Normalized Difference Vegetation Index) محبوب‌ترین شاخص‌هایی هستند که برای استخراج پوشش گیاهی از تصاویر ماهواره‌ای استفاده می‌شوند (۲۰). علاوه بر این، این شاخص‌ها در برنامه‌ریزی فعالیت‌های کشاورزی و همچنین در مدیریت مناطق خشک، استفاده پایدار و مدیریت منابع طبیعی مفید است (۱۲). در دسترس بودن بی‌سابقه تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالا (مکانی، طیفی و زمانی) استفاده از سنجش از دور را در بسیاری از برنامه‌های کشاورزی، از جمله نظارت بر محصولات، مدیریت آبیاری، کاربرد مواد مغذی، مدیریت بیماری و آفات، و پیش‌بینی عملکرد، سودمند ساخته است (۲۵).

مطالعات زیادی به منظور تعیین سطح زیر کشت با استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی صورت گرفته است از جمله: وانگ و همکاران (۲۶) تغییرات مکانی-زمانی شاخص گیاهی تفاضل نرمال شده (NDVI)، رکنی (۲۰) اثربخشی شاخص‌های NDVI و EVI برای تشخیص تغییر پوشش گیاهی در چهار محل آزمایش در شرایط محیطی مختلف در ایران و ایتالیا مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان دهنده برتری و عملکرد بالاتر NDVI نسبت به EVI برای تشخیص تغییرات پوشش گیاهی بود. مطالعه کاریراس و همکاران (۵) برای بررسی تغییرات طولانی مدت در مناطق دارای پوشش گیاهی نشان داد که شاخص پوشش گیاهی NDVI یک شاخص خوب برای شناسایی و بررسی تغییرات طولانی مدت در مناطق دارای پوشش گیاهی است. ویلی و همکاران (۲۷) در شمال آمریکا همبستگی میان پارامترهای بیوفیزیکی گیاهان مثل بیوماس و شاخص سطح برگ را با NDVI بررسی کردند. در این مطالعه از ماهواره لندست برای محاسبه این شاخص استفاده شد. نتایج محاسبات همبستگی خوبی، ۶۵ درصد تا ۸۵ درصد را میان NDVI و خصوصیات گیاهان نشان داد، ضمن اینکه مقدار این همبستگی در فصل رویش نیز افزایش یافته و به ۹۲ درصد تا

داده در سنجش از دور استفاده شد. لذا در این مطالعه جهت تعیین سطح زیر کشت منطقه آبشار در حوضه آبریز زاینده‌رود از چهار شاخص پوشش گیاهی MS-AVI، SAVI، EVI و NDVI استفاده شد و ضمن مقایسه عملکرد این چهار شاخص، بیشترین سطح سبز منطقه آبشار و تغییرات آن در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ تعیین شد. سپس این تغییرات با تغییرات بارندگی که مهم‌ترین پارامتر اقلیمی است و همچنین شاخص خشکسالی SPI مقایسه شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه زاینده‌رود با مساحتی بالغ بر ۴۱۵۰۰ کیلومتر مربع، شامل ۹ شبکه آبیاری است و این پژوهش در شبکه آبیاری آبشار با مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۴۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی و مساحت ۶۶۵ کیلومتر مربع در بخش مرکزی شهرستان اصفهان انجام شده است (۱۱). شبکه آبیاری آبشار از شرق شهر اصفهان شروع می‌شود و تا نزدیکی شبکه آبیاری رودشت امتداد می‌یابد (۱۹).

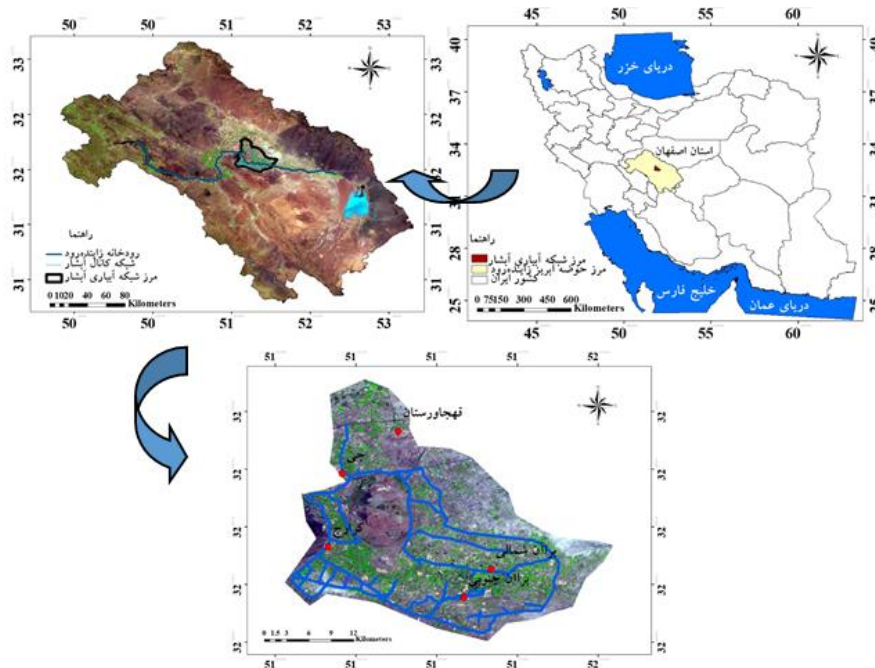
در این حوضه در سال دو نوبت کشت انجام می‌شود. محور عمده فعالیت اهالی، کشاورزی، صنعت و خدمات است. از نظر کشاورزی بیش از ۶۰٪ اراضی سطح زیر کشت شهرستان اصفهان در بخش مرکزی است، که به واسطه وجود رودخانه زاینده‌رود اهمیت زیادی دارد (۱۱). شکل ۱ موقعیت جغرافیایی شبکه آبشار را در حوضه آبریز زاینده‌رود نشان می‌دهد.

به منظور تعیین سطح زیر کشت در شبکه آبیاری آبشار، از تصاویر ماهواره لندست ۷ (با دقت ۳۰*۳۰ متر) از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ هر سال و به صورت ماهیانه در سامانه گوگل ارث انجین استفاده شد. با استفاده از فیلتر ابر اعمال شده تصاویر با ابر کمتر از ۱۰ درصد انتخاب شد همچنین از تصاویر تصحیح شده استفاده شد. خطای راه راه شدگی تصاویر نیز برطرف شد. جدول ۱ مشخصات باندهای مورد استفاده را نشان می‌دهد.

سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۷ پدیده خشکسالی با شدت‌های بیشتری نسبت به سایر دوره‌های مورد بررسی (۱۳۶۷-۱۳۹۷) اتفاق افتاده است. نقشه دسته‌بندی پوشش گیاهی حاصل از شاخص NDVI در طول سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۷ بیانگر کاهش سطح پوشش گیاهی از گذشته تا حال بوده است.

داشتن آمار و اطلاعات به هنگام از سطوح سبز موجود، لازمه مدیریت صحیح عرصه‌های کشاورزی است. با توجه به تغییرات گسترده سطح سبز و ضرورت آگاهی مدیران و برنامه‌ریزان از چگونگی تحولات رخ داده برای سیاست‌گذاری و رفع معضلات موجود، آشکارسازی تغییرات برای مشخص کردن روند زمانی آنها ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین آگاهی از آمار تغییرات پوشش گیاهی یکی از الزامات هرگونه برنامه‌ریزی توسعه ملی و منطقه‌ای است که مدیران، برنامه‌ریزان و کارشناسان را قادر می‌سازد با شناسایی وضع موجود و مقایسه قابلیت‌ها و پتانسیل‌ها، در زمینه حل معضلات و رفع نیازهای حال و آینده اقدامات لازم را طراحی و اجرا نمایند. حوضه آبریز زاینده‌رود یکی از حوضه‌های تحت تنش آبی در کشور است که با وجود تداوم طرح‌های توسعه منابع آب در حوضه، به دلیل رشد سریع تقاضا، همواره با کمبود آب مواجه بوده است. در چند سال اخیر به دلیل کاهش بسیار شدید بارندگی در حوضه آبریز زاینده‌رود (در ایستگاه کوه‌رنگ که کمترین رکورد در بیش از نیم قرن اخیر بوده است) و کمبود آب در مخزن سد زاینده‌رود، تأمین آب حتی برای شرب و صنعت استان‌های تحت پوشش رودخانه زاینده‌رود با مشکلات زیادی روبه‌رو بوده است (۱۹). لذا با توجه به اهمیت موضوع، ضروری است سیاست‌های جامع در زمینه مدیریت مصرف آب با رویکرد سازگاری با تغییر اقلیم، به صورت جدی‌تر مورد توجه قرار گرفته و متناسب با میزان کاهش نزولات جوی، سیاست‌های تعدیل مصارف آب با رویکردهای سازگاری به اجرا درآیند (۲۸).

در این پژوهش، مروری بر سیستم‌های سنجش از دور، تکنیک‌ها و شاخص‌های پوشش گیاهی ارائه شد. برای این منظور از تصاویر لندست به‌عنوان یکی از پرکاربردترین منابع



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شبکه آبیاری آبشار

جدول ۱. مشخصات باندهای مورد استفاده ماهواره لندست ۷

شماره باند	شرح باند	طول موج	قدرت تفکیک مکانی	قدرت تفکیک رادیومتریک
۱	آبی	۰/۴۵ تا ۰/۵۲ میکرومتر	۳۰ متر	۸ بیت
۲	قرمز	۰/۶۳ تا ۰/۶۹ میکرومتر	۳۰ متر	۸ بیت
۳	مادون قرمز نزدیک	۰/۷۶ تا ۰/۹۰ میکرومتر	۳۰ متر	۸ بیت

بخش مادون قرمز نزدیک و قرمز طیف الکترومغناطیس است. این شاخص دارای مقادیر نرمال در دامنه بین -۱ تا +۱ است که بررسی و نمایش مقادیر را به راحتی میسر می‌سازد. مقادیر مختلف NDVI نمایانگر پوشش‌های مختلف هستند. مثلاً مقادیر NDVI بین ۰/۰۵ تا ۰/۱ برای مناطق گیاهی تنک، مقادیر بین ۰/۱ تا ۰/۵ برای مناطق گیاهی معمولی و از ۰/۵ به بالا برای مناطق گیاهی بسیار متراکم و غنی است (۸).

در مناطقی که بهره‌وری زیست‌توده پایین‌تر است، مقادیر NDVI کمتر است، که نشان‌دهنده نسبت بزرگ‌تری از سطح خاک لخت است (۲۵).

شاخص گیاهی تعدیل کننده اثر خاک (SAVI)

این شاخص گیاهی با وارد کردن یک پارامتر به فرمول NDVI

ابتدا برای شناسایی ماه‌هایی که بیشترین سطح سبز را دارا هستند نمودار بازتابش برای شاخص NDVI ترسیم شد و ماه‌هایی که بیشترین بازتابش را داشتند، مشخص شد. سپس چهار شاخص پوشش گیاهی MS-AVI، SAVI، EVI و NDVI برای تخمین سطح زیر کشت شبکه آبیاری آبشار استفاده شد. در ذیل به توضیح این چهار شاخص پرداخته خواهد شد.

شاخص پوشش گیاهی تفاضل نرمال شده (NDVI)

این شاخص گیاهی که از معروف‌ترین و ساده‌ترین شاخص‌های گیاهی مورد استفاده است، بر حسب دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک به صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

NIR و RED به ترتیب بازتابندگی طیفی اندازه‌گیری شده در

تجزیه و تحلیل قرار گرفت و شاخص‌های پوشش گیاهی مورد مقایسه قرار گرفتند.

ارزیابی صحت

گام بعدی پس از محاسبه سطوح زیر کشت، ارزیابی صحت آن با واقعیت زمینی است. زیرا، داده‌های سنسجش از راه دور تنها در صورتی می‌توانند به‌طور معتبر استفاده شوند که بر اساس داده‌های زمینی واسنجی شده باشند (۶). برای ارزیابی صحت نتایج تولید شده سطح سبز حاصل از شاخص‌های گیاهی با تفسیر بصری تصاویر رنگی کاذب، گوگل ارث و مناطقی که طی زمان تغییر نکرده بودند، ارزیابی شدند. بدین منظور ۷۵۰ نقطه واقعیت زمینی شامل باغات و زمین‌های زراعی برای ارزیابی صحت وارد سامانه گوگل ارث انجین شد. شکل ۲ نقاط واقعیت زمینی را نشان می‌دهد. برآورد صحت از نسبت پیکسل‌های به درستی تعیین شده بر تعداد کل پیکسل‌ها به دست می‌آید. در پژوهش حاضر از صحت تولیدکننده برای ارزیابی صحت استفاده شد، که از رابطه (۵) به دست می‌آید:

$$PA = \frac{\sum x_{ij}}{\sum x_{ij}} \quad (5)$$

در این رابطه PA درصد دقت تولیدکننده، $\sum x_{ij}$ تعداد پیکسل‌های صحیح تعیین شده توسط شاخص‌ها، $\sum x_{ij}$ تعداد پیکسل‌های صحیح در واقعیت زمینی است (۸).

محاسبه شاخص خشکسالی SPI

به منظور بررسی ارتباط بین شاخص‌های پوشش گیاهی با شاخص خشکسالی، شاخص SPI از طریق رابطه (۶) محاسبه شد.

$$SPI = \frac{x_i - \bar{x}}{SD} \quad (6)$$

در این رابطه \bar{x} میانگین بارش در طول دوره آماری، x_i بارش هر ماه یا سال و SD انحراف معیار است.

پس از دریافت آمار روزانه بارش ایستگاه هواشناسی کوه‌رنگ طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱، شاخص خشکسالی ایستگاه مزبور در مقیاس سالانه طبق رابطه ۶ برآورد شد. لازم به

سعی در کاهش اثر پس زمینه‌های خاکی در مناطق گیاهی دارد و طبق رابطه (۲) محاسبه می‌گردد:

$$SAVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} (L + 1) \quad (2)$$

L فاکتور تعدیل کننده اثر خاک است مقدار L برای مناطق با پوشش گیاهی کم ۱ و برای مناطق با پوشش گیاهی بسیار متراکم معادل صفر است. معمولاً برای مناطق با پوشش گیاهی متوسط مقدار L معادل ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود. نقطه قوت این شاخص گیاهی نسبت به NDVI حذف اثر خاک پس‌زمینه توسط عامل L است (۸ و ۲۱).

شاخص پوشش گیاهی ارتقا یافته EVI

شاخص ارتقا یافته پوشش گیاهی (EVI) برای اولین بار توسط هیوت و لیو در سال ۱۹۹۴ معرفی شد (۸). این شاخص اثرات جوی و تفاوت در بازتاب‌های آبی و قرمز را به حداقل می‌رساند، که به صورت رابطه (۳) تعریف می‌شود:

$$EVI = G * \frac{NIR - RED}{NIR + C_1 * RED - C_2 * BLUE + L} \quad (3)$$

L فاکتور تعدیل کننده خاک، C_1 و C_2 ضرایب استفاده شده برای تصحیح پراکندگی آتروسول در باند قرمز با استفاده از باند آبی، BLUE، RED، NIR به ترتیب انعکاس در طول موج‌های آبی، قرمز و مادون قرمز نزدیک است. مقادیر $G=2.5$ ، $C_1=6$ ، $C_2=7.5$ است (۸).

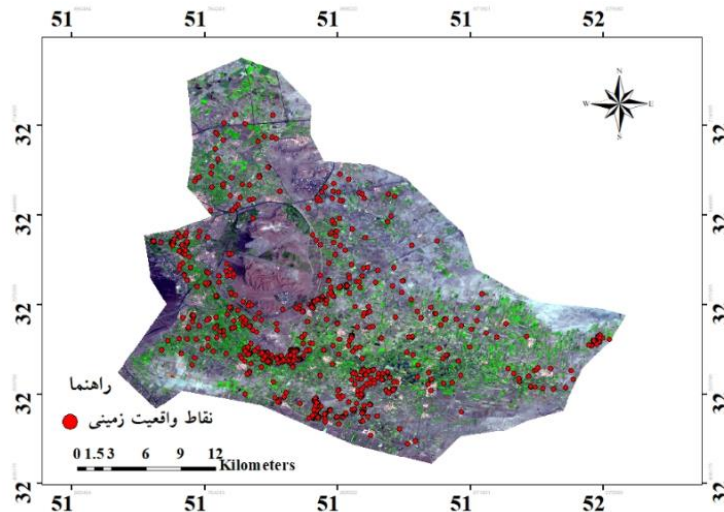
شاخص اصلاح شده پوشش گیاهی تعدیل کننده اثر خاک

MSAVI

این شاخص، شاخص SAVI اصلاح شده است و جز خانواده SAVI حساب می‌شود که برای کاهش روشنایی و اثر خاک پس‌زمینه است. این شاخص دارای پارامترهایی نیز هست که به صورت تجربی طبق رابطه (۴) تعیین شده اند (۹ و ۲۱).

$$MSAVI = \frac{2NIR + 1 - \sqrt{(2NIR + 1)^2 - 8(NIR - RED)}}{2} \quad (4)$$

پس از محاسبه مساحت به وسیله هر چهار شاخص، نتایج مورد



شکل ۲. نقاط واقعیت زمینی

کشت در نرم افزار اکسل محاسبه شد.

نتایج

مقایسه نتایج حاصل از ارزش شاخص NDVI و برآورد مساحت با استفاده از چهار شاخص SAVI، MSAVI، EVI و NDVI:

نتایج حاصل از ترسیم نمودارهای ارزش شاخص گیاهی NDVI نشان داد که بیشترین ارزش شاخص در ماه می و پس از آن در ماه سپتامبر است، که نشان می دهد کشاورزی در این منطقه در دو نوبت انجام می شود. شکل ۳ نمودار متوسط ارزش شاخص NDVI را نشان می دهد.

در ادامه سطح سبز برای هر سال به صورت ماهیانه توسط هر چهار شاخص در سامانه گوگل ارث انجین محاسبه شد. برای اینکه مقایسه ها به راحتی انجام گیرد، در هر سال بیشینه مساحت به دست آمده از هر شاخص مشخص شد. محاسبه سطوح زیر کشت توسط چهار شاخص SAVI، MSAVI، EVI و NDVI نیز نشان داد که بیشترین سطح سبز در ماه های می و پس از آن در سپتامبر است.

ارزیابی صحت

گام بعدی پس از محاسبه سطوح زیر کشت، ارزیابی صحت آن با واقعیت زمینی است. جدول ۳ نتایج حاصل از صحت سنجی

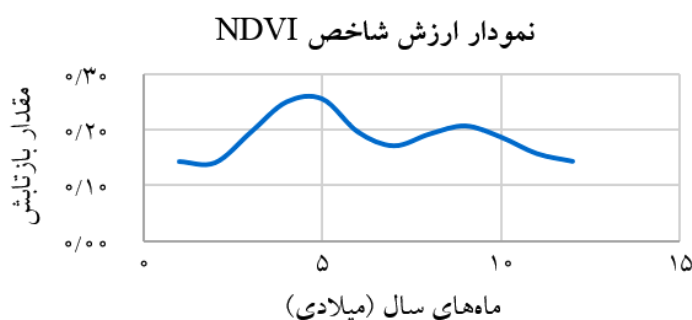
ذکر است که ایستگاه کوه رنگ، ایستگاه باران سنجی شاخص در حوضه زاینده رود است. به عبارتی کل حوضه زاینده رود متأثر از بارشی است که در کوه رنگ اتفاق می افتد.

پس از محاسبه شاخص SPI برای سال های مورد مطالعه، برای مشخص کردن وضعیت خشکسالی و ترسالی از طبقه بندی مک کی و همکاران (۱۴) طبق جدول ۲ استفاده شد.

ابتدا تمام تصاویر ماهواره ای تصحیح شده را فراخوانی و سپس، تصویر میانه آن را محاسبه و براساس پلیگون منطقه مورد مطالعه برش زده شد. برای بررسی تغییرات دوره ۲۰ ساله نتایج شاخص ها، مورد تجزیه و تحلیل و تغییرات در اکسل به صورت نمودار ترسیم شد. نوسانات بارشی و الگوهای بارندگی، محدودیت هایی برای کشت گیاهان ایجاد می کنند. چرا که عمده فعالیت های کشاورزی در جست و جوی روابط بین آب و هوا و مقدار محصول اختصاص می یابد. بنابراین برای بررسی و میزان تأثیرگذاری عناصر هواشناسی بر میزان کشت در طول دوره آماری مورد نظر، رابطه بین بارش ایستگاه کوه رنگ با سطح کشت برآورد شده از تصاویر ماهواره ای و شاخص خشکسالی SPI در نرم افزار اکسل از طریق شاخص R^2 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بدین منظور همبستگی بین میزان بارش و سطح

جدول ۲. مقادیر استاندارد شاخص خشکسالی SPI (۱۴)

ردیف	مقدار SPI	وضعیت
۱	$۲ <$	ترسالی بسیار شدید
۲	۱/۵۵ تا ۱/۹۹	ترسالی شدید
۳	۱ تا ۱/۴۹	ترسالی ملایم
۴	۰/۹۹ تا ۰/۹۹-	نرمال
۵	۱- تا ۱/۴۹-	خشکسالی ملایم
۶	۱/۵- تا ۱/۹۹-	خشکسالی شدید
۷	$۲ >$	خشکسالی بسیار شدید



شکل ۳. نمودار ارزش شاخص NDVI

جدول ۳. نتایج حاصل از صحت سنجی

شاخص	MSAVI	SAVI	EVI	NDVI
صحت کلی	۸۰٪	۷۵٪	۸۷٪	۹۴٪

برآورد تغییرات سطح زیر کشت

پس از محاسبه دقت کلی، بیشینه مساحت به وسیله شاخص پوشش گیاهی NDVI برای بررسی تغییرات سطح سبز انتخاب شد. جدول ۴ برآورد مساحت توسط شاخص پوشش گیاهی NDVI را نشان می‌دهد. سپس نمودار تغییرات بیشینه مساحت از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ ترسیم شد. شکل ۳ نمودار تغییرات سطوح زیر کشت در منطقه آبشار را نشان می‌دهد. همان‌طور

را نشان می‌دهد. در این مطالعه از روش ارزیابی صحت تولیدکننده استفاده شد. نتایج نشان دهنده برتری و عملکرد بالاتر NDVI نسبت به سه شاخص دیگر برای تشخیص تغییرات پوشش گیاهی بود. در نتیجه، این مطالعه عملکرد برتر شاخص‌های NDVI و EVI، به ویژه NDVI را برای نظارت بر تغییرات پوشش گیاهی در شرایط مختلف محیطی نشان داد.

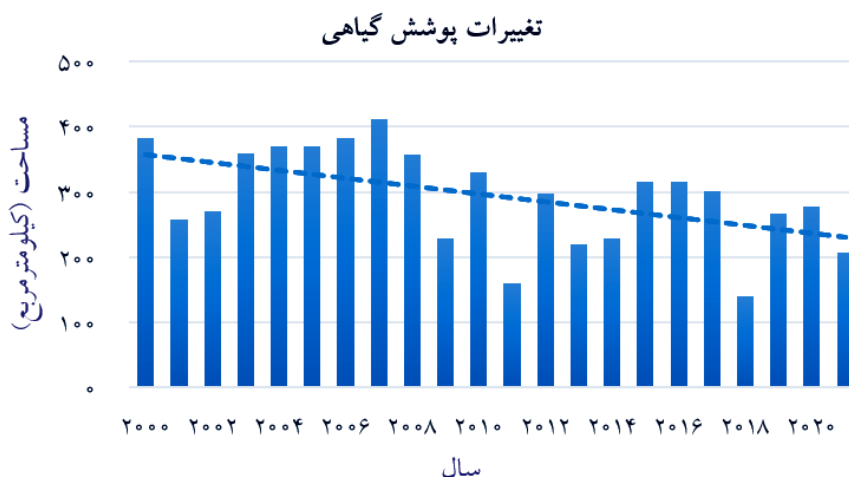
جدول ۴. تغییرات سطح سبز از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱

ردیف	سال	بیشینه سطح سبز (هکتار) شاخص NDVI	مقدار شاخص SPI
۱	۲۰۰۰	۳۸۳۵۱	-۰/۱۷
۲	۲۰۰۱	۲۵۷۹۱	-۰/۶۹
۳	۲۰۰۲	۲۷۰۴۵	۰/۳۲
۴	۲۰۰۳	۳۵۸۴۷	۰/۴۱
۵	۲۰۰۴	۳۶۹۳۶	۰/۰۷
۶	۲۰۰۵	۳۷۰۲۸	۱/۴۵
۷	۲۰۰۶	۳۶۳۹۳	۲/۵۲
۸	۲۰۰۷	۴۱۲۴۹	۰/۶۱
۹	۲۰۰۸	۳۵۷۲۱	-۱/۷۳
۱۰	۲۰۰۹	۲۲۹۵۰	۰/۰۳
۱۱	۲۰۱۰	۳۳۰۹۵	۰/۱۱
۱۲	۲۰۱۱	۱۶۰۱۰	۰/۰۴
۱۳	۲۰۱۲	۲۹۷۴۴	-۰/۶۷
۱۴	۲۰۱۳	۲۲۰۶۲	-۰/۹۳
۱۵	۲۰۱۴	۲۲۹۶۹	-۰/۵۱
۱۶	۲۰۱۵	۳۱۵۸۶	۰/۰۳
۱۷	۲۰۱۶	۳۱۶۴۷	-۰/۶۴
۱۸	۲۰۱۷	۳۰۱۹۳	-۰/۷۰
۱۹	۲۰۱۸	۱۴۰۶۲	-۰/۳۵
۲۰	۲۰۱۹	۲۶۷۲۵	۲/۰۷
۲۱	۲۰۲۰	۲۷۷۴۱	-۰/۱۲
۲۲	۲۰۲۱	۲۰۶۶۴	-۱/۱۵

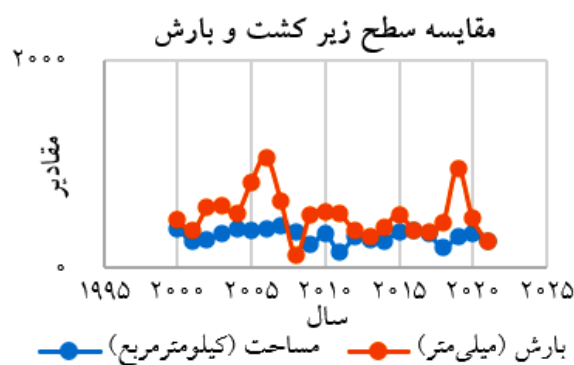
که در نمودار مشخص است در برخی از سالها همچون سالهای ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۷ توسعه و گسترش پوشش گیاهی و در برخی از سالها همچون سالهای ۲۰۰۹، ۲۰۱۱، ۲۰۱۳، ۲۰۱۴، ۲۰۱۸ و ۲۰۲۱ کاهش در میزان پوشش گیاهی دیده شد. همانطور که دیده می شود طبق شکل ۴ تغییرات پوشش گیاهی در شبکه آبیاری آبخیز سیر نزولی دارد.

برآورد نوسانات بارندگی و شاخص خشکسالی SPI

برای بررسی و میزان تأثیرگذاری عناصر هواشناسی بر میزان کشت در طول دوره آماری مورد نظر، رابطه بین بارش با سطح کشت برآورد شده از تصاویر ماهواره ای مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. شکل ۵ رابطه بین بارش سالانه در ایستگاه کوهرنگ و سطح زیرکشت در شبکه آبیاری آبخیز را نشان می دهد. بین بارش و سطح



شکل ۴. نمودار میله‌ای تغییرات سطح زیر کشت در منطقه طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱



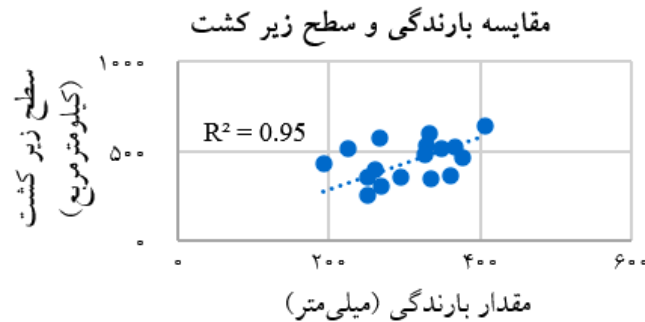
شکل ۵. رابطه بین بارش سالانه در ایستگاه کوه‌رنگ و سطح زیر کشت در منطقه آبشار

بحث و نتیجه‌گیری

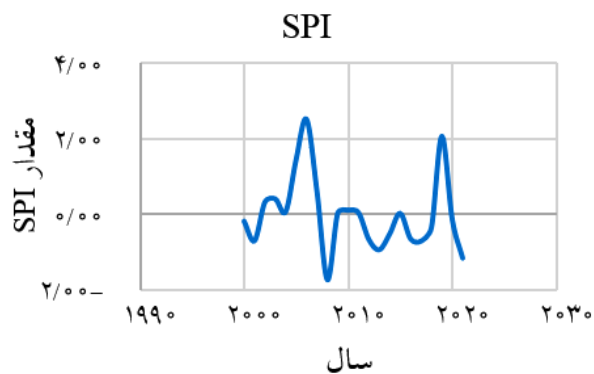
در این مطالعه، نتایج حاصل از مقایسه چهار شاخص نشان دهنده برتری و عملکرد برتر NDVI نسبت به سه شاخص دیگر برای تشخیص تغییرات پوشش گیاهی بود. در مطالعه رکنی (۲۰) اثربخشی شاخص‌های NDVI و EVI برای تشخیص تغییر پوشش گیاهی در چهار محل آزمایش در شرایط محیطی مختلف در ایران و ایتالیا مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان‌دهنده برتری و عملکرد بالاتر NDVI نسبت به EVI برای تشخیص تغییرات پوشش گیاهی بود. در بیشتر سایت‌های آزمون، دقت طبقه‌بندی NDVI بالاتر از EVI بود. در نتیجه، این مطالعه عملکرد بالاتر شاخص‌های NDVI و EVI، به‌ویژه NDVI را برای نظارت بر تغییرات پوشش گیاهی در شرایط مختلف محیطی نشان داد.

کشت تقریباً رابطه مستقیمی وجود دارد، با افزایش بارش بر میزان مساحت کشت افزوده و بالعکس با کاهش بارش از میزان سطح کشت کاسته می‌شود. همچنین نتایج حاصل از همبستگی بین بارش و سطح زیر کشت طبق شکل ۶ نشان داد پوشش گیاهی با افزایش بارش همبستگی مثبت داشت.

جدول ۲ مقادیر استاندارد شاخص خشکسالی را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از برآورد این شاخص طبق جدول ۲ و شکل ۷ نشان داد سال ۲۰۰۸ خشکسالی شدیدی در منطقه بوده است. مقایسه این نتایج با سطح زیر کشت نشان می‌دهد در این سال‌ها یا سال بعد از خشکسالی سطح زیر کشت کاهش یافته است. برای مثال در سال ۲۰۰۸ کاهش بارندگی و کاهش شدید شاخص SPI وجود داشته است که منجر به کاهش شدیدی در سطح زیر کشت در سال ۲۰۰۹ شده است.



شکل ۶. نتایج حاصل از رگرسیون بین بارش و سطح زیر کشت



شکل ۷. نمودار شاخص خشکسالی SPI

تحلیل‌های تاخیر زمانی بررسی کردند. بالاترین نرخ سبز شدگی در بهار ظاهر شد. پوشش گیاهی با کاهش بارش در ماه فوریه و افزایش بارش در ماه‌های تابستان همبستگی منفی داشت.

در این مطالعه نتایج نشان داد با افزایش مقدار بارندگی مساحت کشت افزایش و با کاهش بارندگی مساحت کشت کاهش پیدا می‌کند. به‌عنوان مثال کاهش شدید بارندگی در سال ۲۰۰۸ باعث کاهش سطح زیر کشت در این سال و سال ۲۰۰۹ شد. نتایج نشان داد مقدار بارندگی در منطقه مورد مطالعه روند نزولی دارد. همچنین نتایج حاصل از شاخص خشکسالی SPI نشان داد، در سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۰۸، ۲۰۱۷ و ۲۰۲۱ خشکسالی افزایش داشته است که مشاهده می‌شود در این سال‌ها سطح سبز نیز کاهش یافته است. در مطالعه سیرتی و همکاران (۲۴) نیز نتایج نشان داد با شروع دوره خشکسالی به شدت درصد سبزیگی پوشش گیاهی کاهش و با اولین ترسالی درصد سبزیگی پوشش گیاهی بهبود می‌یابد. در مطالعه شاه و

قائمی و همکاران (۱۸) بررسی و مقایسه شاخص‌های مختلف گیاهی را با استفاده از تصاویر ETM+ برای مطالعات پوشش گیاهی دشت نیشابور (خراسان رضوی) انجام دادند. این تصاویر در سطح سیستمی مورد تصحیحات اولیه هندسی و رادیومتری قرار گرفتند. نتایج حاصل نشان داد که در موقعیت‌های مختلف هر کدام از شاخص‌های مورد مطالعه برای هر تصویر دارای مزایا و معایب خاص هستند. بنابراین در انتخاب مناسب‌ترین روش، نوع سنجنده، خصوصیات و شرایط منطقه مورد مطالعه و آگاهی از نوع و میزان پوشش گیاهی و نوع کاربری‌های منطقه باید مورد توجه قرار گیرد.

وانگ و همکاران (۲۶) در منطقه کاتینگا تغییرات مکانی- زمانی شاخص پوشش گیاهی تفاضل نرمال شده NDVI را بررسی کردند و به‌طور کمی اثرات تغییرات شدید آب و هوایی بر پوشش گیاهی را در مقیاس‌های زمانی چندگانه طی سال‌های ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۵ با استفاده از همبستگی پیرسون و

است، به طوری که مقدار اندکی از نزولات جوی باعث رشد سریع و همچنین شادابی مضاعف آنها می شود. واکنش های پوشش گیاهی در چنین مناطقی به صورت تغییر در فراوانی و شادابی گیاهان قابل مشاهده است که نتیجه آن در میزان بازتابش طیفی آنها مشخص می شود. بنابراین برای اعمال مدیریت صحیح، علمی و منطقی، پایش این تغییرات ضروری است. در این زمینه، روش های سنتی و وقت گیر، پرهزینه و کم دقت هستند؛ همچنین در بسیاری از موارد، اطلاعاتی درباره گذشته سطح زمین وجود ندارد که با استفاده از داده های ماهواره ای قابل دسترسی است. آنچه اهمیت استفاده از اطلاعات ماهواره ای و شاخص های محاسبه شده از آن را چند برابر می کند، پراکنش نامناسب ایستگاه های هواشناسی و همچنین نبود نظم و تداوم در اطلاعات مستخرج از آنهاست، در حالی که این مشکل در داده های ماهواره ای کمتر به چشم می خورد. البته پایش مستمر و کارآمد خشکسالی مستلزم دسترسی منظم و دائمی به اطلاعات منطقه مورد مطالعه است و در حال حاضر این ویژگی ها در اطلاعات ماهواره ای وجود دارد. این امر سبب شده است در مطالعات ذکر شده، با استفاده از شاخص پوشش گیاهی، کارایی این داده ها در رابطه با شاخص های خشکسالی مورد بررسی قرار گیرد (۲).

همکاران (۲۲) نتایج حاصل از روش SPI مشابه وضعیت خشکسالی واقعی بود. نتایج نشان داد، این روش برای کاربردهای کشاورزی بهتر است زیرا ساده و مؤثر است.

عوض پور و همکاران (۲) پایش تأثیر خشکسالی بر تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست (سنجنده های TM، ETM و OLI) حوضه آبخیز ایلام را انجام دادند. نتایج نشان داد بر اساس شاخص SPI محاسبه شده، در سال های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۷ پدیده خشکسالی با شدت های بیشتری نسبت به سایر دوره های مورد بررسی (۱۳۶۷-۱۳۹۷) اتفاق افتاده است. نقشه دسته بندی پوشش گیاهی حاصل از شاخص NDVI در طول سال های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۷ بیانگر کاهش سطح پوشش گیاهی از گذشته تا حال بوده است.

بنابراین کاهش بارندگی باعث کاهش منابع آب در بخش کشاورزی می شود. برای اینکه اثرات کاهش بارندگی به حداقل رسانده شود، می توان با برنامه ریزی و مدیریت منابع آب سطحی و مبارزه با احداث چاه های غیرضروری در منطقه به این مهم دست پیدا کرد.

پوشش گیاهی هر منطقه ای، به ویژه مناطق خشک و نیمه خشک، وابستگی زیادی به شرایط محیطی حاکم بر آن منطقه دارد و دارای واکنش سریع به تغییرات شرایط آب و هوایی

منابع مورد استفاده

- Alavi Panah, S. K., A. Rafiei Imam, S. Hosseini and M. J. Biglou. 2006. Investigating the spectral variability of different vegetation and water phenomena using remote sensing. *Journal of Geographical Research* 38(58): 81-97 (In Farsi).
- Avazpour, N., M. Faramarzi, R. Omidipour and H. Mehdizadeh. 2021. Monitoring the drought effects on vegetation changes using satellite imagery (Case study: Ilam catchment). *Journal of Geography and Environmental Sustainability* 11(4): 125-143 (In Farsi).
- Asoka, A., B. Wardlow, T. Tsegaye, M. Huber and V. Mishra. 2021. A satellite-based assessment of the relative contribution of hydroclimatic variables on vegetation growth in global agricultural and nonagricultural regions. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 126: e2020JD033228.
- Bannari, A., D. Morin, F. Bonn and A. Huete. 1995. A review of vegetation indices. *Journal of Remote Sensing Reviews* 13: 95-120.
- Carreiras, J. M., J. M. Pereira and J. S. Pereira. 2006. Estimation of tree canopy cover in evergreen oak woodlands using remote sensing. *Journal of Forest Ecology and Management* 223: 45-53.
- Chen, Y and D. Gillieson. 2009. Evaluation of landsat TM vegetation indices for estimating vegetation cover on semi-arid rangelands: A case study from Australia. *Canadian Journal of Remote Sensing* 35: 435-446.

7. Dabrowska-Zielinska, K., F. Kogan, A. Ciolkosz, M. Gruszynska and W. Kowalik. 2002. Modelling of crop growth conditions and crop yield in Poland using AVHRR-based indices. *International Journal of Remote Sensing*, 23: 1109-1123
8. Fatemi, S. B., and Y. Rezaei. 2016. Spectral processing. PP. 99-148. In: A. Badostani (Ed.), Basics of Remote Sensing. Azadeh Publications, Tehran (In Farsi).
9. Gilabert, M. A., J. González-Piqueras, F. J. García-Haro and J. Meliá. 2002. A generalized soil-adjusted vegetation index. *Journal of Remote Sensing of Environment* 82: 303-310.
10. Iqbal, I. M., H. Balzter and A. Shabbir. 2021. Identifying the spectral signatures of invasive and native plant species in two protected areas of Pakistan through field spectroscopy. *Journal of Remote Sensing* 13: 4009.
11. Isfahan Provincial Program and Budget Organization., 2018. Statistics of Isfahan province, Publications of the Program and Budget Organization. Available online at: <https://www.mcth.ir/documents/EntryId/126>, (In Farsi).
12. Jardim, A. M. D. R. F., G. D. N. Araújo Júnior, M. V. D. Silva, A. D. Santos, J. L. B. D. Silva, H. Pandorfi and T. G. F. D. Silva. 2022. Using remote sensing to quantify the joint effects of climate and land use/land cover changes on the Caatinga Biome of Northeast Brazilian. *Journal of Remote Sensing* 14: 1911.
13. Lloyd, B. J and P. E Dennison. 2018. Evaluating the response of conventional and water harvesting farms to environmental variables using remote sensing. *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment* 262: 11-17.
14. Mckee, T. B., N. J. Doesken and J. Kleist. The relationship of drought frequency and duration to time scale. In: Proceeding of 1993 8Th Congress on Applied Climatology. United States.
15. Mirmousavi., S. H. and H. Karimi. 2013. Studying the effect of drought on vegetation using MODIS sensor images (Kurdistan province). *Geography and Development* 11(31): 57-76. (In Farsi).
16. Mirzapour, S., M. Kheirkhah Zarkash and Z. Azizi. 2022. Analyzing the spatial pattern of drought in central and south Zagros using remote sensing indicators. *Journal of Desert Ecosystem Engineering* 11(35): 1- 14 (In Farsi).
17. Qaemi, M., H. Sanaeenejad, A. R Astaraee and P. Mirhosseini. 2010. Investigating and comparing different vegetation indices using ETM+ satellite images for vegetation studies in Neishaboer plain, Khorasan Razavi. *Iranian Journal of Field Crops Research* 8(1): 127-137 (In Farsi).
18. Qader, S. H., J. Dash and P. M. Atkinson. 2018. Forecasting wheat and barley crop production in arid and semi-arid regions using remotely sensed primary productivity and crop phenology: A case study in Iraq. *Journal of Science of the Total Environment* 613: 250-262.
19. Rajabi, D., S. F. Mousavi and A. Roozbahani. 2009. Optimal water allocation among the irrigaton districts in zayandehrud basin with economic approach and performance assesment of water distribution within the district (Case study: North-Rudasht irrigation district). *Journal of Iran-Water Resources Research* 14(5): 269-282 (In Farsi).
20. Rokni, K. 2018. Comparison of NDVI and EVI indices in detection of vegetation changes. In: Proceeding of 2018 1Th International Conference and 3 Th National Conference on Sustainable Management of Soil and Environment Resources, Kerman, Iran.
21. Rondeaux, G., M. Steven and F. Baret. 1996. Optimization of Soil-adjusted Vegetation Indices. *Remote Sensing of Environment* 55: 95-107.
22. Shah, R., N. Bharadiya and V. Manekar. 2015. Drought index computation using standardized precipitation index (spi) method for surat district, Gujarat. *Aquatic Procedia* 4: 1243-1249.
23. Siegmund-Schultze, M. 2021. A Multi-method approach to explore environmental governance: A Case study of a large, densely populated dry forest region of the Neotropics. *Journal of Environment, Development and Sustainability* 23: 1539-1562.
24. Siraty., A., A. H. Dehvari and M. Dehghani. 2015. The impact of drought on vegetation changes using landsat satellite images (case study of Bandan watershed). In: proceeding of 2015 the 10th National Watershed Science and Engineering Conference (Adaptive Watershed Management), Birjand University, Iran.
25. Sishodia, R. P., R. L. Ray and S. K. Singh. 2020. Applications of remote sensing in precision agriculture: A review. *Journal of Remote Sensing* 12: 3136.
26. Wang, L., F. Hu, Y. Miao, C. Zhang, L. Zhang and M. Luo. 2022. Changes in vegetation dynamics and relations with extreme climate on multiple time scales in Guangxi, China. *Journal of Remote Sensing* 14: 2013.
27. Wylie, B. K., D. J. Meyer, L. L. Tieszen and S. Mannel. 2002. Satellite mapping of surface biophysical parameters at the biome scale over the north American grasslands: A case study. *Journal of Remote Sensing of Environment* 79: 266-278.
28. Zareian, M. J. 2022. Effects of climate change on temperature and precipitation in Yazd province based on the combined output of CMIP6 models. *Journal of Water and Soil Sciences* 26(2): 91-105 (In Farsi).
29. Zhao, L., A. Dai and B. Dong. 2018. Changes in global vegetation activity and its driving factors during 1982–2013. *Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 249: 198-209.

Determining the cultivated area in the Abshar Irrigation Network Using Remote Sensing

S. Afshari¹, H. Yazdian² and A. Rezaei³

(Received: November 20-2022 ; Accepted: April 30-2023)

Abstract

Awareness of the types of vegetation changes and human activities in different parts has particular importance as basic information for different planning. It is very difficult and expensive to collect information about the continuous changes in vegetation cover by conventional methods. Therefore, the use of new technologies such as remote sensing is very beneficial. The objective of the present research was to introduce the appropriate vegetation index and determine the vegetation cover of the Abshar network. NDVI, EVI, SAVI, and MSAVI vegetation indices were calculated from 2000 to 2021 every year and monthly in the Google Earth Engine system using Landsat 7 satellite images of the ETM⁺ sensor. Also, the SPI drought index was calculated using the precipitation statistics of Kohrang station in Excel software. The results of the comparison of four indices showed the superiority and higher performance of NDVI compared to the other three indices for detecting vegetation changes. Then, vegetation changes were calculated. The results showed that the trend of agricultural development in the Abshar network is downward and has a direct relationship with precipitation and the SPI drought index. Also, the results indicated that the SPI drought index was equal to -1.73 in 2008, which showed a severe drought in the region. Comparing these results with the vegetation area showed that the vegetation area was 35721 hectares in this year and the year after the drought (2009), the vegetation area was 22950 hectares. Therefore, there was a decrease in precipitation and a sharp decrease in the SPI index in 2008, which led to a sharp decrease of 35% in the vegetation area in 2009.

Keywords: Vegetation changes, Vegetation index, Drought index, Google Earth Engine

1. Department of Environment, College of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

2. Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Transportation, University Isfahan, Isfahan, Iran.

3. Regional Water Company of Isfahan, Isfahan, Iran.

*: Corresponding author, Email: h.yazdian@eng.ui.ac.ir