

تعیین میزان همبستگی بین شاخص‌های پوشش گیاهی NDVI و EVI با شاخص خشکسالی هواشناسی SPI (مطالعه موردی: مراتع دشتی استان گلستان)

به‌نوش فرخ‌زاده^{۱*}، شهروز منصوری^۲، عادل سپهری^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۲۳

چکیده

در این تحقیق ارتباط بین شاخص بارش استاندارد (SPI) سالانه با شاخص پوشش گیاهی بارزسازی شده (EVI) و شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) و نیز میزان تشخیص تغییرات پوشش گیاهی توسط دو شاخص NDVI و EVI با روش تفریق تصویر مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور داده‌های بارندگی ایستگاه‌های موجود در ۵ ایستگاه در مراتع دشتی استان گلستان از آغاز تاسیس تا سال ۱۳۹۳ و تصاویر سنجنده MODIS در طول سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ در فصل رویش پوشش گیاهی مراتع استان گلستان جمع‌آوری گردید. جهت تعیین میزان همبستگی بین شاخص خشکسالی و شاخص‌های سنجش از دور از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج نشان داد که میزان همبستگی بین شاخص خشکسالی SPI با EVI و NDVI به ترتیب برابر با ۰/۷۵ و ۰/۷۸ و میزان همبستگی در تشخیص تغییرات پوشش گیاهی دو شاخص NDVI و EVI برابر با ۰/۹۸ است که در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار می‌باشد. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که در مناطقی با داده‌های باران سنجی ناکافی و پراکنش نامناسب برای پایش خشکسالی می‌توان از داده‌های سنجش از دور. همچنین شاخص‌های پوشش گیاهی NDVI و EVI برای تشخیص تغییرات پوشش گیاهی مناسب می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی، سنجش از دور، گلستان، پوشش گیاهی

مقدمه

خشکی تفاوت دارد چرا که خشکی صرفاً محدود به مناطقی با بارندگی اندک است. خشکسالی یک پدیده گذرا، موقت و یک بلای طبیعی خزنده است که تا مراحل نهایی خطرات آن آشکار نمی‌شود. این پدیده موجب کمبود آب برای برخی فعالیت‌ها، گروه‌ها و محیط زیست می‌شود. طبق آمار سازمان خواروبار و کشاورزی^۴، حدود ۱۳۳/۲ میلیارد هکتار مرتع در دنیا وجود دارد. مساحت ایران ۱۶۴ میلیون هکتار است که از این میزان ۱۲/۴ میلیون هکتار اراضی جنگلی، ۹۰ میلیون هکتار مرتع، ۴۳/۲ میلیون هکتار بیابان و کویر و حدود ۱۸/۴ میلیون هکتار اراضی زراعی و باغ‌ها را به خود اختصاص داده‌اند، لذا اثر خشکسالی بر پوشش گیاهی مراتع و علوفه دامی تأثیر خود را بر زندگی خانوارهای بهره‌بردار از مراتع می‌گذارد. پدیده خشکسالی دربرگیرنده مجموعه‌ای پیچیده و درهم تنیده از تأثیرات منفی است که بر ابعاد مختلف فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی منطقه تأثیر می‌گذارد و هم چنین به دلیل قرارگیری ایران در کمربند خشکسالی و سیستم

بیش از ۱۵۰ تعریف از خشکسالی ارائه شده است (Baren, 1985). اما به طور کلی خشکسالی شامل یک دوره پیوسته و پایدار (از چند ماه تا چندین سال) است که در این دوره مقدار آب موجود در منابع آبی منطقه به حد قابل توجهی کاهش می‌یابد و دچار کمبود می‌شود. خشکسالی حالتی نرمال و مستمر از اقلیم است. گرچه بسیاری به اشتباه آن را واقعه‌ای تصادفی و نادر می‌پندارند. این پدیده تقریباً در تمامی مناطق اقلیمی رخ می‌دهد، گرچه مشخصات آن از یک منطقه به منطقه دیگر کاملاً متفاوت است. خشکسالی یک اختلال موقتی است و با

^۱ استادیار گروه مرتع و آب‌خیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر

(*نویسنده مسئول: Be_farokhzadeh@yahoo.com)

DOI: 10.22125/AGMJ.2018.59724

^۲ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد منابع طبیعی - مرتعداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۳ استاد گروه مرتع و آب‌خیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع

طبیعی گرگان

^۴ Food and Agriculture Organization (FAO)

تفکیک زمانی بالاتر و هزینه کم‌تر اشاره کرد (Alavipanah, 2014; Wilhite, 2000). تاکنون مطالعات زیادی در رابطه با استخراج شاخص‌های خشکسالی از تصاویر ماهواره‌ای انجام شده که در تمامی آن‌ها، عدم قطعیت مشاهده می‌شود که گاهی سبب عدم کارایی مدل‌های پیش‌بینی خشکسالی می‌شود. دقت بیشتر در انتخاب و پردازش تصاویر برای استخراج شاخص‌ها، می‌تواند کیفیت آن‌ها را بالا برده و در نهایت سبب کارایی بیشتر در مدل‌های پیش‌بینی خشکسالی شود (Rhee et al., 2010). از جمله این تحقیقات می‌توان به تحقیق (Ebrahimzadeh et al., 2013) در استان کرمانشاه اشاره کرد که به امکان‌سنجی تشخیص تغییرات پوشش گیاهی مبتنی بر شاخص‌های زمینی و ماهواره‌ای خشکسالی با استفاده از داده‌های سنجنده AVHRR ماهواره NOAA با هدف تعیین میزان ضریب همبستگی بین شاخص‌های ماهواره‌ای NDVI^۵، VCI، NDVI، CTVI، با شاخص زمینی SPI پرداختند. آن‌ها نشان دادند که شاخص‌های ماهواره‌ای از نظر تشخیص اندازه تغییر، همبستگی خوبی با یکدیگر دارند و هم‌چنین بین شاخص‌های ماهواره‌ای با شاخص‌های زمینی بیش‌ترین همبستگی مربوط به شاخص SPI-NDVI و کم‌ترین همبستگی مربوط به شاخص VCI-NDVI بود. لذا شاخص NDVI را برای پایش خشکسالی هواشناسی به دلیل انطباق بیشتر معرفی کردند. (Mirmousavi and Karimi, 2014) در مطالعه‌ای به بررسی اثر خشکسالی بر روی پوشش گیاهی با استفاده از شاخص SPI و شاخص NDVI با بهره‌گیری از تصاویر سنجنده MODIS در استان کردستان پرداختند. نتایج نشان داد بین شاخص SPI و NDVI در سطح خطای ۰/۰۱ به میزان ۷۷٪ همبستگی وجود دارد به طوری که با کاهش ۲۰٪ از شاخص SPI، به طور متوسط ۱/۲٪ سطح پوشش گیاهی ضعیف افزایش می‌یابد که معادل ۱/۲٪ برای شاخص NDVI می‌باشد و به خوبی نشان دهنده اثر خشکسالی بر روی پوشش گیاهی است. در همین راستا (Ji and Peters, 2003) از میان SPI‌های یک، سه، شش، نه و دوازده ماهه بالاترین ضریب همبستگی میان NDVI و SPI سه ماهه را گزارش دادند. (Li et al., 2009) در تحقیقی با مقایسه شاخص‌های گیاهی NDVI و EVI به دست آمده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS و

پرفشار جنب حاره‌ای، لزوم تحقیق و مطالعه درباره این پدیده در کشور اهمیت بسزایی دارد. به منظور بررسی خشکسالی از ابعاد و دیدگاه‌های مختلف، شاخص‌های متنوعی ابداع شده‌اند که اساس این شاخص‌ها اغلب بر مبنای سنجش انحراف مقادیر بارندگی از میانگین درازمدت طی یک دوره زمانی معین استوار است. یکی از کارآمدترین نمایه‌ها، شاخص بارش استاندارد (SPI)^۱ است که اولین بار توسط (McKee et al., 1993) استفاده شد، ویژگی SPI این امکان را به تحلیل‌گر می‌دهد تا پدیده خشکسالی و هم‌چنین ترسالی را در یک مقیاس زمانی معین و برای هر نقطه‌ای از دنیا تعیین کند. در این زمینه تا کنون مطالعات زیادی صورت گرفته است. (Piri et al., 2014) در مطالعه‌ای با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای به ارزیابی تطبیقی چهار نمایه خشکسالی هواشناسی، درصد از بهنجار^۲، بارش معیار شده^۳، دهک‌ها و شاخص ناهنجاری‌های بارش^۴ در استان سیستان و بلوچستان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که نمایه‌های PN و RAI از نظر آماری مشابه هم بوده و در ارزیابی خشکسالی در اقلیم گرم و خشک منطقه سیستان و بلوچستان نتایج نسبتاً مشابهی دارند. در هند مطالعه‌ای دیگر صورت گرفت که با استفاده از شاخص بارش استاندارد در ارزیابی اثر خشکسالی بر پوشش گیاهی به این نتیجه رسیدند، همیشه مقادیر منفی این شاخص بیان‌گر وضعیت خشکسالی نیست (Bhuiyn et al., 2006). بیشتر شاخص‌هایی که در پایش خشکسالی به کار می‌روند، بر پایه معیارهای هواشناسی بوده و متغیرهایی مانند، میزان رطوبت خاک، دما یا به ویژه، میزان بارش را مورد بررسی قرار می‌دهند، با فراهم شدن داده‌های ماهواره‌ای متفاوت و فراگیر شدن استفاده از آن‌ها، امکان مطالعه خشکسالی با استفاده از این روش میسر شده است. با استفاده از شاخص‌های سنجش از دور می‌توان خشکسالی را از طریق آثاری که بر گیاهان و کشاورزی دارد، مطالعه کرد و در نتیجه به نتایج دقیق‌تر و مؤثرتری برای مدل‌سازی خشکسالی دست یافت (Heim, 2002). از مزایای کاربرد تکنیک سنجش از دور نسبت به روش‌های هواشناسی، می‌توان به گستردگی و یکپارچه بودن داده‌ها، سطح پوشش وسیع‌تر، قدرت

^۱ Standardized Precipitation Index

^۲ Percent of Normal

^۳ Standard Index of Annual Precipitation

^۴ Rainfall Anomaly Index

^۵ Normalized Difference Vegetation Index

دقیقه شمالی و طول‌های ۳۰ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۱۰ درجه و ۵۶ دقیقه شرقی واقع شده است. حوضه‌های آبریز اصلی استان شامل گرگانرود، قره‌سو، اترک، نکارود علیا و حوضه خلیج گرگان می‌باشند. موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی این استان باعث شده که تحت تأثیر عوامل مختلف آب و هوایی باشد و اقلیم‌های متفاوت در آن مشاهده شود. در نتیجه در این استان از اقلیم نیمه‌خشک در نوار مرزی و حوضه آبخیز اترک تا معتدل و نیمه‌مرطوب در مناطق جنوبی و غربی و تا اقلیم سرد کوهستان در مناطق مرتفع و کوهستانی آن قابل مشاهده است. میانگین بارش سالانه درازمدت استان ۴۶۳ میلی‌متر است که این مقدار بارش از ۳۳۰ میلی‌متر در مناطق جنوبی تا ۲۳۳ میلی‌متر در مناطق شمالی متغیر است. میانگین سالانه دمای روزانه از ۷ درجه سانتی‌گراد در ارتفاعات ۲۰۰۰ متری تا ۱۹ درجه سانتی‌گراد در منطقه گنبد متغیر است. متوسط تبخیر از ۸۰۰ میلی‌متر در نواحی جنوبی و ارتفاعات استان ۲۰۰۰ میلی‌متر در نواحی مرزی در شمال استان تغییر می‌کند (Mosaedi et al., 2008). استان گلستان به طور کلی دارای دو نوع مراتع کوهستانی و دشتی است. مراتع دشتی در امتداد شمال و شمال شرقی و مراتع کوهستانی در امتداد جنوب غربی تا جنوب شرقی قرار گرفته‌اند. فصل رویش در هر کدام از مراتع متفاوت است. به طوری که در مراتع کوهستانی آغاز فصل رویش از اواسط خرداد ماه شروع می‌شود و تا پایان شهریور ماه ادامه دارد. اما در مراتع دشتی فصل رویش برای گونه‌های یک‌ساله از اوسط اسفند ماه تا پایان تیرماه و برای گونه‌های چندساله از اوسط تیرماه تا پایان مهرماه است. منطقه مطالعاتی در این تحقیق مراتع دشتی استان می‌باشد که دارای مساحتی در حدود ۶۹۵۶۲۸/۲۶ هکتار می‌باشند. شکل ۱ منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد.

داده و اطلاعات مورد استفاده

داده‌های بارندگی: در این تحقیق داده‌های بارندگی کلیه ایستگاه‌های باران‌سنجی واقع در مراتع دشتی استان گلستان از سازمان‌های مربوطه دریافت شد. مختصات ایستگاه‌های باران‌سنجی منطقه در جدول ۱ نشان داده شده است.

پوشش گیاهی اندازه‌گیری شده از سه منطقه شامل مراتع، بوته‌زار و مناطق جنگلی نشان دادند که شاخص NDVI در مقایسه با شاخص EVI از نظر ضریب همبستگی و میزان خطا در معادلات رگرسیونی برقرار شده برتری دارد. (Rahimzadeh-Bajgiran et al., 2012) شاخص‌های NDVI و VCI را در دوره آماری ۲۰۰۱-۱۹۹۷ با داده‌های بارش ۱۹ ایستگاه سینوپتیک در شمال غرب ایران بررسی نمودند و نشان دادند که این دو شاخص می‌توانند برای پایش خشکسالی در مقیاس منطقه‌ای مورد استفاده قرار گیرند. در تحقیق Khosravi et al., (2017) در دشت اردکان یزد ارتباط بین میانگین SPI و درصد کلاس‌های پوشش گیاهی نشان داد که مراتع نسبت به تغییرات SPI بسیار حساس هستند، با این حال، زمین‌های کشاورزی به دلیل استفاده از چاه‌های عمیق در کوتاه‌مدت حساسیت کم‌تری نشان دادند. نتایج تحقیق (Safari Shad et al., 2017) در مراتع اصفهان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS و شاخص SPI نشان داد در سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۸ در آن منطقه خشکسالی رخ داده است. بر اساس برقراری همبستگی پیرسون بین شاخص SPI و شاخص‌های پوشش گیاهی مشخص شد بیش‌ترین همبستگی مربوط به شاخص VCI و کم‌ترین همبستگی مربوط به شاخص TCI بوده است و علاوه بر آن پوشش گیاهی ضعیف در سال‌های مذکور افزایش پیدا کرده است. بنابراین ابزار سنجش از دور و شاخص‌های پوشش گیاهی حاصل از آن به دلایل در دسترس بودن، دقت مکانی، گستره وسیع و پایش زمانی منظم می‌توانند در زمینه مطالعات خشکسالی هواشناسی، مبتنی بر پوشش گیاهی به کار روند. هدف پژوهش حاضر بررسی میزان همبستگی بین شاخص SPI و شاخص‌های NDVI و EVI حاصل از تصاویر MODIS در طول سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۰۰ به منظور پایش خشکسالی در مراتع دشتی استان گلستان و نیز تعیین میزان همبستگی در تشخیص تغییرات پوشش گیاهی بین شاخص NDVI و EVI می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان گلستان با حدود ۲۲۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت بین عرض‌های ۴۷ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۸ درجه و ۲۸

شاخص‌های مورد بررسی

شاخص بارش استاندارد (SPI)

شاخص خشکسالی SPI به صورت معادله ۱ تعریف می‌شود و جدول ۲ طبقات این شاخص را نشان می‌دهد (McKee et al., 1993).

$$SPI = \frac{P_i - \bar{P}}{S_D} \quad (1)$$

که در آن P_i مقدار بارندگی در هر مقیاس زمانی، \bar{P} میانگین بارندگی و S_D انحراف معیار بارندگی می‌باشد. از مزایای این شاخص نسبت به دیگر شاخص‌های خشکسالی هواشناسی این است که بر مبنای سنجش انحراف مقادیر بارندگی از میانگین درازمدت طی یک دوره زمانی معین استوار است (McKee et al., 1993). ویژگی دیگر شاخص SPI این است که می‌توان آستانه خشکسالی را برای هر دوره زمانی تعیین کرد و علاوه بر محاسبه شدت خشکسالی، مدت آن را نیز می‌توان تعیین کرد.

شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI)

شاخص NDVI، شاخصی پایه جهت تعیین سایر متغیرهای پوشش گیاهی می‌باشد که مزایای آن نسبت به سایر شاخص‌ها این است که شاخص تفاضل بین بیشینه جذب در ناحیه قرمز ناشی از رنگدانه‌های کلروفیل و حداکثر بازتاب در ناحیه مادون قرمز ناشی از ساختار سلولی برگ را مشخص می‌کند (Alavipanah, 2012). شاخص NDVI بیشترین حساسیت را به تغییرات پوشش گیاهی داشته و در مقابل اثرات جوی و زمینه خاک، به جز در مواردی که پوشش گیاهی کم باشد، حساسیت کم‌تری دارد (Kogan, 1993). این شاخص بر اساس معادله ۲ محاسبه می‌شود.

$$NDVI = \frac{P_{NIR} - R_{RED}}{P_{NIR} + R_{RED}} \quad (2)$$

که در این معادله R_{NIR} بازتاب در ناحیه مادون قرمز نزدیک و R_{RED} بازتاب در ناحیه قرمز است. اگرچه از دیدگاه نظری مقدار این شاخص در محدوده -۱ و +۱ است ولی در عمل کم‌تر از ۱ و بیش‌تر از -۱ است. مقادیر این شاخص برای پوشش گیاهی متراکم به سوی عدد یک میل می‌کند ولی ابرها، برف و آب با مقادیر منفی مشخص می‌شوند. سنگ‌ها و خاک‌های بایر که واکنش‌های طیفی مشابه در دو باند مورد استفاده دارند با مقادیر نزدیک به صفر دیده می‌شوند (Allison, 1989). مقادیر بالای این

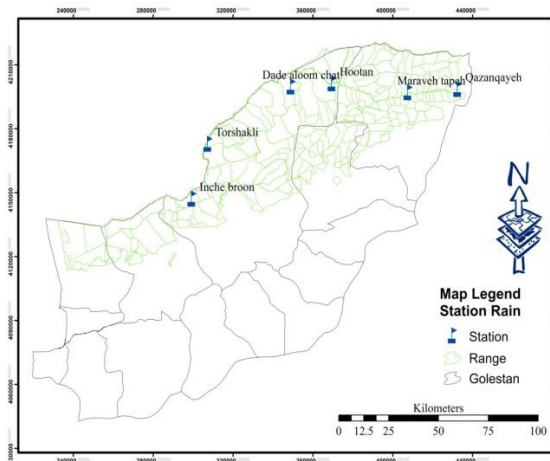


Figure 1- Distribution of Golestan province rangelands and forests

شکل ۱- پراکنش مراتع و جنگل‌های استان گلستان

Table 1- Location of rain gauges across Golestan province rangelands

جدول ۱- مختصات ایستگاه‌های باران‌سنجی در مراتع استان گلستان

station	Altitude (m)	latitude (UTM)	Longitude (UTM)
Inche broon	10	4147207	299501
Gazanghayeh	220	4198695	432627
Marave Tapeh	190	4197089	407707
Torshakli	25	4172924	307475
Hootan	100	4201305	369675

داده‌های ماهواره‌ای: به منظور تعیین شاخص‌های پوشش گیاهی از محصول MOD13Q1^۱ داده‌های سنجنده MODIS مستقر بر سکوی ماهواره TERRA با دقت مکانی ۲۵۰ متر استفاده شدند. این تصاویر که از روش الگوریتم ماکزیمم بهینه شاخص پوشش گیاهی^۲ تهیه شده‌اند بر اساس فصل رویش مراتع منطقه که برای گونه‌های یک‌ساله از اواسط اسفندماه تا اواسط خردادماه و برای گونه‌های چندساله از آغاز تیرماه تا پایان شهریور ماه می‌باشد در یک دوره زمانی ۱۶ روزه از شماره تصویر ۰۶۵ به تاریخ ۶ مارس سال ۲۰۰۰ (۱۳۷۸/۱۲/۱۶) تا شماره تصویر ۲۷۳ به تاریخ ۳۰ سپتامبر ۲۰۱۲ (۱۳۹۲/۰۷/۰۹) تهیه شد. برای استفاده از این باندها نیاز به اعمال ضریب فاکتور تصحیح می‌باشد. در این نوع محصول ضریب فاکتور تصحیح برای دو شاخص NDVI و EVI طبق نظر سازمان فضایی ملی ایالات متحده آمریکا^۳، برابر با ۱۰^{-۴} در نظر گرفته شد.

¹ MOD13Q1.A2000065.h22v05.005.2008238052820.hdf

² Maximum Optimal Vegetation Index Algorithm

³ National Aeronautics and Space Agency (Administration)

زمانی در فصل رویش استفاده شد و تغییرات و عدم تغییرات پوشش گیاهی مشخص شد (Thenkabail, 2004).

$$CPV_{IJ}K = DN_{IJ}K(1) - DN_{IJ}K(2) + C \quad (۴)$$

که در آن $CPV_{IJ}K$ تفریق تصاویر، $DN_{IJ}(1)$ و $DN_{IJ}(2)$ ارزش روشنایی پیکسل I.J در تاریخ اول و دوم و C مقدار ثابت می‌باشد. در تصاویر تفریقی، هیستوگرام درجات روشنایی معمولاً به صورت توزیع نرمال با میانگین نزدیک به صفر است و ارزش درجات روشنایی پیکسل‌های بدون تغییر، نزدیک به میانگین و پیکسل‌های مربوط به تغییرات دور از میانگین در دنباله‌های مثبت و منفی به شکل توزیع نرمال قرار دارند. ماتریس تغییرات که بر اساس جداول حاصل از این تصاویر تهیه می‌شود، تغییر هر پیکسل در ماه یا سال مورد نظر را، نسبت به همان ماه یا سال بعد مقایسه می‌کند. در این تحقیق از ماتریس تغییرات سالیانه برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی در پنج طبقه فاقد پوشش گیاهی، پوشش گیاهی ضعیف، متوسط، خوب و خیلی خوب استفاده شد. تغییرات به صورت مقادیر پیکسل‌های تغییر کرده در هر طبقه پوشش گیاهی در یک سال نسبت به سال ماقبل خود در نظر گرفته شد.

بررسی روابط آماری بین خشکسالی هواشناسی و پوشش گیاهی

جهت تعیین ارتباط منطقی بین متغیرهای مختلف، از تحلیل همبستگی استفاده می‌شود. در این تحقیق از ضریب همبستگی پیرسون که از ضرایب مهم برای تعیین همبستگی بین دو متغیر با مقیاس‌های فاصله‌ای و توزیع نرمال است و مقدار آن بین +۱ و -۱ متغیر است استفاده شد. شاخص‌های NDVI و EVI به عنوان متغیر مستقل و شاخص SPI به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد.

نرم افزارهای مورد استفاده

در این تحقیق از نرم‌افزار SPI_sl6.exe برای محاسبه شاخص SPI از اکستنشن MCTK^۲ در محیط ENVI، برای ژئورفرنس کردن تصاویر MODIS، از الحاقیه HawthTools در محیط ArcGIS برای استخراج مقادیر ارزش پیکسلی میان شاخص‌ها، از نرم‌افزار MRT Modis Tool، برای استفاده از فرمت HDF رایج تصاویر MODIS در زبان برنامه‌نویسی تحت Java و از نرم‌افزار Idrisi Kilimanjaro

شاخص نشان‌گر افزایش تراکم پوشش گیاهی است (Allen et al., 2002).

Table 2- Drought classifications based on standardized precipitation index (SPI) (Makcee et al., 1993)
جدول ۲- رده بندی شدت خشکسالی بر اساس شاخص SPI (Makcee et al., 1993)

Index values	Class
More than 2	Extremely wet
1.5 to 1.99	Very wet
1 to 1.49	Moderate wet
-0.99 to 0.99	Near Normal
-1 to -1.49	Moderate dry
-1.49 to -1.99	Severly dry
-2 and less	Extremely dry

شاخص پوشش گیاهی بارزسازی شده (EVI)

در مناطق خشک و نیمه خشک، ترکیب پیچیده نوع خاک، آثار جوی و پوشش گیاهی تنک، امکان استخراج اطلاعات قابل اعتماد را از داده‌های ماهواره‌ای کاهش داده و از تشخیص پوشش‌های گیاهی کم‌تر از ۳۰٪ جلوگیری می‌کند. بنابراین همواره تلاش شده تا شاخص‌های پوشش گیاهی که قادرند آثار ناخواسته عواملی مانند خاک زمینه را کاهش دهند، ارائه شود. اخیراً گروهی از محققان، شاخص پوشش گیاهی EVI را برای استفاده در داده‌های MODIS طبق معادله ۳ پیشنهاد کرده‌اند.

$$EVI = \left(\frac{P_{NIR}^* - P_{RED}^*}{P_{NIR}^* + C_1 P_{RED}^* - C_2 P_{BLUE}^* + 1} \right)_{1+L} \quad (۳)$$

که در آن EVI شاخص پوشش گیاهی بارزسازی شده^۱، R_{NIR} بازتاب در ناحیه مادون قرمز نزدیک، R_{RED} بازتاب در ناحیه قرمز، R_{BLUE} باند آبی و مقادیر ضرایب C_1 و C_2 به ترتیب -۱، -۶ و -۷/۵ می‌باشند. این شاخص در بازه -۱ تا +۱ قرار دارد. از مزایای این شاخص این است که از اثرات اتمسفر و پخش آبروسل می‌کاهد (Li et al., 2009). در واقع EVI یک NDVI تغییر یافته است که در آن فاکتور تنظیم خاک (L) و دو ضریب C_1 و C_2 لحاظ می‌گردد (Alavipanah, 2014).

تفریق تصویر و ماتریس تغییرات

از جمله استفاده‌هایی که می‌توان از تصاویر شاخص پوشش گیاهی داشت تهیه تصاویر تغییرات و عدم تغییرات بر اساس روش تفریق تصویر است، که در این روش می‌توان تغییرات مربوط به پوشش گیاهی را نشان داد. در این تحقیق تفریق تصاویر با استفاده از معادله ۴ در دو بازه

^۲ MODIS Conversion Toolkit

^۱ Enhanced Vegetation Index

Table 3- values of SPI, NDVI and EVI in rangelands
جدول ۳- مقادیر شاخص سالانه SPI، شاخص NDVI و شاخص EVI در فصل رویشی مراتع

Station	Inche Broon	Turshaki	Maraveh Tapeh	Qazanqayeh	Dade Allom Chad	Hootan
Index	SPI					
2000	0.8	-0.1	0.9	0.5	-1	-1.1
2001	-0.4	-1.5	-2.5	-0.4	-2.1	-1.8
2002	0.4	0.8	-0.4	0.9	0	0.7
2003	1.1	1.1	0.5	1.8	0.7	1.1
2004	1.9	0.8	0.3	0.8	0.5	0.8
2005	1.1	0.7	1.4	1.2	0.2	1
2006	-0.2	0.3	-0.5	0.2	-1.2	-0.6
2007	1	-0.1	0.4	0.7	-1.6	-0.4
2008	-0.2	-1.4	0.3	0.2	-0.8	-0.8
2009	0.4	-0.1	-0.4	0.1	-1	-0.9
2010	2	1	-0.3	0.8	2	0.2
2011	0.7	-0.1	-0.5	-0.4	0.6	-0.1
2012	2	1.5	0.8	1.3	2.3	0.9
Index	NDVI					
2000	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
2001	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
2002	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
2003	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
2004	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
2005	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
2006	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.3
2007	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	0.3
2008	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
2009	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
2010	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
2011	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
2012	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
Index	EVI					
2000	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
2001	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
2002	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
2003	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
2004	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
2005	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
2006	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
2007	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
2008	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
2009	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
2010	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
2011	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2012	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2

همچنین تفریق تصویر با شاخص EVI برای رخداد خشکسالی شدید و متوسط سال ۲۰۰۱ نشان می‌دهد که طبقه فاقد پوشش گیاهی در سال ۲۰۰۱ نسبت به سال ۲۰۰۰ از افزایش ۲۶/۱۹ درصدی برخوردار بوده و در سال مرطوب و کاملاً مرطوب ۲۰۱۲ طبقه پوشش گیاهی متوسط ۰/۱ درصد و طبقه پوشش گیاهی ضعیف ۱۲/۵۵ درصد نسبت به سال ۲۰۱۱ افزایش داشته است. نتایج تفریق تصویر و ماتریس تغییرات شاخص‌های NDVI و EVI فصل رویش مراتع مورد مطالعه در جدول ۴ و درصد تغییرات سالانه طبقات مختلف پوشش گیاهی مبتنی بر شاخص‌های NDVI و EVI در شکل‌های ۲ و ۳ آورده

برای تفریق تصویر و تعیین ماتریس تغییرات و از نرم‌افزار SPSS برای تحلیل‌های آماری استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تعیین شاخص‌های SPI، EVI و NDVI

با توجه به نتایج حاصل از شاخص SPI سالانه در همه ایستگاه‌ها سال ۲۰۰۱ خشکسالی شدید و بسیار شدید رخ داده است. همچنین در همه ایستگاه‌ها سال ۲۰۱۲ سالی مرطوب و کاملاً مرطوب بوده است. که متناظر با آن مقادیر ماکزیمم شاخص‌های پوشش گیاهی NDVI و EVI در سال ۲۰۰۱ نسبت به سال ۲۰۰۰ کاهش یافته است. از یک سو در سال ۲۰۱۲ نسبت به سال ۲۰۱۱ مقادیر ماکزیمم شاخص‌های NDVI و EVI افزایش یافته است که نشان‌گر افزایش بارندگی در سال ۲۰۱۲ است. با توجه به مقادیر به دست آمده از شاخص SPI سالانه، تداوم خشکسالی ملایم و خشکسالی متوسط در تمام ایستگاه‌ها از سال ۲۰۰۶ تا پایان سال ۲۰۱۱ ادامه داشته است. نتایج محاسبات شاخص SPI و شاخص‌های NDVI و EVI سالانه در فصل رشد برای ایستگاه‌های اینچ‌برون، قازانقایه، مراوه‌تپه، ترشکلی، هوتن و دده‌الوم‌چات واقع در مناطق مراتع دشتی استان گلستان طی دوره آماری از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۲ در جدول ۳ آورده شده است.

نتایج تفریق تصویر

با توجه به نتایج حاصل در تفریق تصویر و ماتریس تغییرات مساحت طبقات پوشش گیاهی مبتنی بر شاخص NDVI در سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۱ میلادی که خشکسالی شدید و خشکسالی بسیار شدید رخ داده است طبقه فاقد پوشش گیاهی در سال ۲۰۰۱ نسبت به سال ۲۰۰۰ از ۴/۵۸ درصد به ۱۲/۹۰ درصد افزایش یافته است. در مقابل در سال ۲۰۰۱ طبقه پوشش گیاهی متوسط و ضعیف ۴ درصد نسبت به سال ۲۰۰۰ کاسته شده است. در سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۲ که تمامی ایستگاه‌ها سالی مرطوب و خیلی مرطوب بوده، در شاخص NDVI طبقه پوشش گیاهی متوسط در سال ۲۰۱۲ نسبت به سال ۲۰۱۱ از ۴۲۷/۶۰ هکتار به ۱۶۱۱/۱۲ هکتار و طبقه پوشش گیاهی خوب از ۰/۰۵ هکتار به ۲/۳۱ هکتار نسبت افزایش داشته است که به خوبی نشان‌گر تغییرات رطوبتی در سال ۲۰۱۲ نسبت به سال ۲۰۱۱ می‌باشد.

Table 4- Changes in vegetation classes base on NDVI and EVI index in Golestan province rangelands (Km²)

جدول ۴- تغییرات طبقات پوشش گیاهی بر اساس شاخص NDVI و EVI در مراتع استان گلستان حسب کیلومتر مربع

Vegetation type	No Vegetation cover	Poor	Moderate	Good	Very good
NDVI					
Index					
2000	318.6	6325.0	312.8	0	0
2001	897.2	5995.8	63.2	0.1	0
2002	605.0	5891.7	459.6	0	0
2003	105.1	4222.8	2626.1	2.3	0
2004	62.4	4941.1	1949.2	3.3	0.3
2005	136.7	5050.5	1765.2	3.6	0.2
2006	122.9	6053.3	779.1	1.0	0
2007	64.1	5226.2	1663.0	3.0	0
2008	402.3	6432.8	121.1	0	0
2009	292.8	5448.4	1214.5	0.6	0
2010	57.2	4684.1	2213.1	1.9	0
2011	161.4	6367.3	427.6	0.1	0
2012	114.6	5228.2	1611.1	2.3	0
EVI					
Index					
2000	1737.2	5218.5	0.6	0	0
2001	3558.7	3397.0	0.5	0	0
2002	2064.9	4885.9	5.5	0	0
2003	444.1	6452.2	59.9	0	0
2004	503.1	6438.4	14.9	0	0
2005	700.8	6242.2	13.3	0	0
2006	1192.3	5762.0	2.0	0	0
2007	722.8	6186.1	47.4	0	0
2008	2156.0	4799.4	0.8	0	0
2009	1702.8	5250.3	3.2	0	0
2010	427.7	6432.6	96.0	0	0
2011	1472.2	5483.9	0.2	0	0
2012	604.5	6345.1	6.6	0	0

Table 5- Correlation Coefficients between SPI, NDVI and VEI

جدول ۵- مقادیر ضریب همبستگی بین شاخص‌های SPI،

EVI و NDVI

Correlation	NDVI	EVI	SPI
SPI			1.00
EVI		1.00	0.75**
NDVI	1.00	0.98**	0.78**

**Significant level 5%

Table 6- Average annual values of SPI, NDVI and EVI indices

جدول ۶- میانگین مقادیر سالانه شاخص‌های SPI، NDVI و EVI

year	Drought classes	SPI	EVI	NDVI
2000	Moderate dry	-0.02	0.13	0.16
2001	Sever dry	-1.43	0.11	0.14
2002	Moderate dry	0.40	0.12	0.15
2003	Normal	1.03	0.19	0.26
2004	Moderate dry	0.85	0.15	0.23
2005	Moderate dry	0.94	0.16	0.23
2006	Moderate dry	-0.32	0.13	0.19
2007	Moderate dry	0.00	0.15	0.22
2008	Moderate dry	-0.46	0.12	0.16
2009	Moderate dry	-0.33	0.11	0.15
2010	Moderate dry	0.96	0.16	0.22
2011	Moderate dry	0.06	0.12	0.16
2012	Normal	1.45	0.15	0.22

نتایج نشان دادند که در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ خشکسالی از طبقه متوسط به طبقه شدید گسترش یافته

شده است و چون تغییرات ملموسی در طبقه پوشش گیاهی خیلی خوب مشاهده نشده است جز در یک سال، برای همسان‌سازی واحدها و تمایز بهتر در نمودار، تغییرات این بخش در نمودار آورده نشده است.

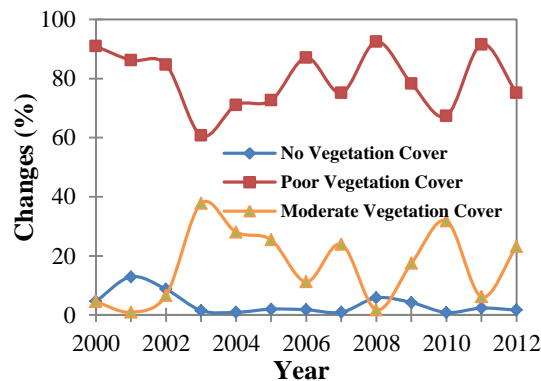


Figure 2- Percentage of total vegetation cover changes based on the NDVI index

شکل ۲- درصد کل تغییرات مساحت طبقات پوشش گیاهی

مبتنی بر شاخص NDVI

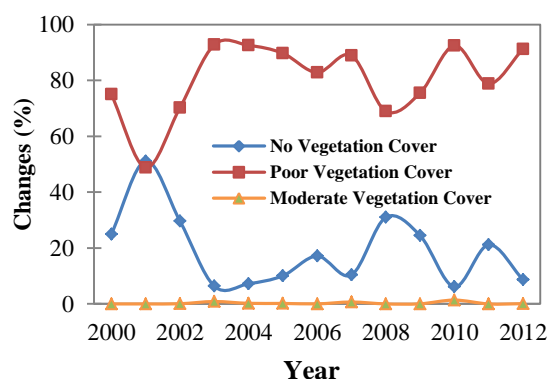


Figure 3- Percentage of total vegetation cover changes based on the EVI index

شکل ۳- درصد کل تغییرات مساحت طبقات پوشش گیاهی

مبتنی بر شاخص EVI

نتایج حاصل از همبستگی بین شاخص‌ها

نتایج بررسی میزان ضرایب همبستگی بین شاخص‌های NDVI و EVI با شاخص SPI نشان داد که شاخص NDVI با ضریب همبستگی ۰/۷۸ در سطح ۰/۰۵ درصد با شاخص SPI معنی‌دار است. همچنین شاخص EVI با مقدار ضریب همبستگی ۰/۷۵ در سطح ۰/۰۵ درصد با شاخص هواشناسی SPI معنی‌دار است. میزان ضریب همبستگی تشخیص تغییرات در شاخص‌های NDVI و EVI، ۰/۹۸ می‌باشد، که در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است (جدول ۵). میانگین مقادیر سالانه پوشش گیاهی در فصل رویش برای هر یک از شاخص‌های NDVI، EVI و شاخص SPI در جدول ۶ آورده شده است.

حداقل ۳ وضعیت رطوبتی در سطح استان مشاهده شد که با مطالعات (Mosaedi et al., 2007) همخوانی داشت. در این تحقیق به دلیل آنکه شاخص SPI گستره خشکی را به طور دقیق نشان دهد از بازه زمانی سالانه استفاده شد که با مطالعات (Bazrafshan et al., 2011) همخوانی دارد. نتایج این تحقیق بیانگر دقت بالای روش تفریق تصویر در تشخیص و تعیین تغییرات در تصاویر ماهواره‌ای و نیز دقت بیشتر شاخص‌های پوشش گیاهی در برآورد خشکسالی در مراتع دشتی استان می‌باشد که با مطالعه (Mirmosavi and Karimi, 2014) مطابقت دارد. پایش خشکسالی نقشی کلیدی در کاهش خسارات ناشی از آن دارد. کمبود ایستگاه‌های باران‌سنجی و نقص داده‌های آماری همواره دقت ارزیابی خشکسالی های هواشناسی را در مناطق فاقد آمار تحت تأثیر قرار می‌دهد. داده‌های بارش وضعیت خشکسالی مرتعی را به دلیل توزیع زمانی و مکانی آن به خوبی نشان نمی‌دهند. لذا نمایه‌های خشکسالی هواشناسی بارش برای ارزیابی خشکی به تنهایی دقت چندانی ندارند بلکه همراه با داده‌های ماهواره‌ای ارزیابی و دقت آن‌ها بیشتر شده و خشکسالی‌های رخ داده در مناطق مرتعی را نیز برآورد می‌کنند. با استفاده از شاخص‌های سنجش از دور می‌توان خشکسالی را از طریق آثاری که بر گیاهان و بخش کشاورزی دارد، مطالعه کرد و در نتیجه به نتایج دقیق‌تر و مؤثرتری برای مدل‌سازی خشکسالی دست یافت. در این تحقیق تحلیل خشکسالی نشان داد بین شاخص‌های ماهواره‌ای با شاخص‌های زمینی بیش‌ترین همبستگی مربوط به شاخص NDVI-SPI با همبستگی مثبت می‌باشد به طوری که با افزایش مقادیر SPI، مقادیر شاخص NDVI نیز افزایش می‌یابد این مسأله با نتایج تحقیقات (Mirmosavi and Karimi, 2014; Ebrahimzadeh et al., 2013; Li et al., 2009) مطابقت دارد. میزان همبستگی بین دو شاخص NDVI و SPI در فصل‌های با بارندگی کم کم‌تر و پس از شروع بارندگی‌ها و دوره شروع رویش گیاهی مقادیر همبستگی افزایش می‌یابد. در تحقیق حاضر شاخص EVI دارای ضریب همبستگی کم‌تری نسبت به شاخص NDVI بود علت این امر می‌تواند به دلیل بازتاب بیش از حد خاک زمینه در منطقه مطالعاتی باشد (Ji and Peters, 2003). همچنین در محاسبه شاخص‌های فوق، ضرایب ثابت متعددی استفاده می‌شود که ممکن است این ضرایب برای

و هم‌زمان مقادیر NDVI و EVI نیز از سال ۲۰۰۰ به سال ۲۰۰۱ کاهش یافته، در حالی که در سال ۲۰۰۲ از شدت خشکسالی کاسته شده و خشکسالی ملایم بر منطقه حاکم شده و میزان شاخص‌ها نسبت به سال ۲۰۰۱ افزایش داشته است که تداوم افزایش مقادیر شاخص‌ها و کاهش شدت خشکسالی تا سال ۲۰۰۳ امتداد داشته و شدت آن بیشتر شده است، به طوری که نسبت به سال ۲۰۰۲ از طبقه خشکسالی ملایم به مرطوب ملایم رسیده است. سپس در سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۱ به طور متناوب خشکسالی امتداد داشته و شدت آن در محدوده طبقات ملایم و متوسط بوده که در سال ۲۰۱۲ شدت خشکسالی کاهش یافته و به طبقه مرطوب ملایم وارد شده است. در شکل ۴، نمودار تغییرات میانگین سالانه شاخص‌های NDVI، EVI و SPI آورده شده است.

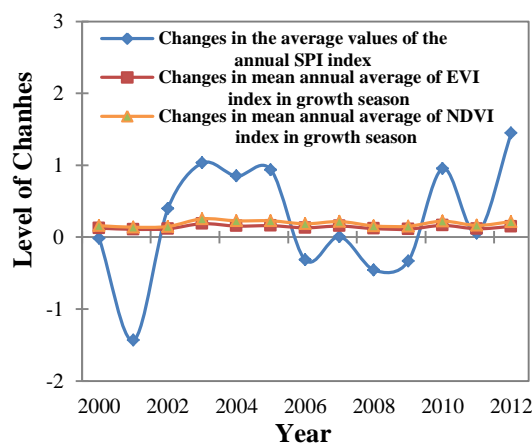


Figure 4- Chart of the annual mean values of the NDVI, EVI and SPI indices

شکل ۴- نمودار تغییرات مقادیر میانگین سالانه شاخص‌های NDVI، EVI و SPI

نتیجه‌گیری

نتایج نشان دادند به طور کلی نوسانات وضعیت رطوبتی در سطح استان بسیار زیاد است، در سال ۲۰۰۶ تا پایان سال ۲۰۱۱ خشکسالی‌های ملایم و متوسط با فواصل زمانی حدود ۷ سال به وقوع پیوسته‌اند. ضمن آن که در فاصله سال‌های مذکور به دفعات شرایط رطوبتی تغییر نموده است. همچنین با توجه به نقشه‌های گستره خشکسالی در استان گلستان، دامنه نوسانات و فراوانی خشکسالی در مناطق مرزی و نوار ساحلی دریای خزر که در وضعیت اقلیمی خشک و نیمه خشک قرار دارند، شدید می‌باشد. علاوه بر آن زمان شروع و خاتمه خشکسالی در مناطق مختلف استان متفاوت بوده و در هر سال آبی

- Standardized Precipitation Index (SPI). Iranian journal of Range and Desert Research, 18(3): 395-407. (in Farsi)
- Bhuiyn, C., Singh, R. P., Kogan, F. N. 2006. Monitoring drought dynamics in the Aravali region (India). International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 8(4): 289-302.
- Darvishzadeh, R., Matkan, A., Hosseiniasl, A., Ebrahimi Khusefi, M. 2012. Estimation of vegetation fraction in the Central arid region of Iran using satellite images (Case study: Sheitoor basin, Bafgh). Arid Biome Scientific and Research Journal, 2(1): 25-38. (In Farsi)
- Ebrahimzadeh, S., Bazrafshan J., Ghorbani, Kh. 2013. Comparative Study Between Satellite and Ground-based Drought Indices Using Change Vector Analysis Technique (Case Study of Kermanshah Province). Journal of Water and Soil, 27(5): 1034-1045. (in Farsi)
- Heim, R. R. 2002. A Review of Twentieth-century Drought Indices Used in United States. Bulletin of the American Meteorological Society, 84: 1149-1165.
- Ji, L., Peters, A. J. 2003. Assessing vegetation response to drought in the northern Great Plains using vegetation and drought indices. Remote Sensing of Environment, 87: 85-98.
- Kogan, F. 1993. United states droughts of late 1980's as seen by NOAA polar orbiting satellites. Paper presented at the Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1993. IGARSS'93. Better Understanding of Earth Environment., International.
- Khosravi, H., Haydari, E., Shekoohzadegan, S., Zareie, S. 2017. Assessment the Effect of Drought on Vegetation in Desert Area using Landsat Data. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 20: S3-S12.
- Li B., Tang H., Chen D. 2009. Drought Monitoring Using the Modified Temperature/Vegetation Dryness Index, 2nd International Congress on Image and Signal Processing, 17-19 October, China.
- McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: Eighth conference on applied climatology, 17-22 January, Anaheim, CA: 179-184.
- Mirmosavi, S. H., Karimi, H. 2014. Investigation of drought effect on vegetation cover using MODIS satellite images (case study: Kordestan province). Geography and Development Iranian Journal, 11(31): 57-76. (In Farsi)
- Mosaedi, A., Khalili Zade, M., Mohammadi, A. 2008. Drought monitoring in Golestan Province. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 15(2): 176-182. (In Farsi).
- Mosaedi, A., Sharifan, H., Shahabi, M. 2007. Risk Management by identification of microclimates

منطقه مطالعاتی بهینه نبوده و باعث به وجود آمدن چنین خطایی گردد (Darvishzadeh et al., 2012). شاخص NDVI و EVI پارامترهایی هستند که خشکسالی پس از وقوع با تأخیر زمانی روی آنها تأثیر می‌گذارد و این مانع پایش لحظه‌ای خشکسالی می‌شود که این مسأله به کمک شاخص خشکسالی هواشناسی جبران می‌شود. خصوصیات پوشش گیاهی، دوره زمانی مورد مطالعه، خصوصیات مربوط به خاک و چگونگی توزیع و شدت بارندگی عوامل مهمی هستند که بر وقوع بالاترین ضریب همبستگی میان NDVI و دوره تأخیری SPI تأثیرگذار است. با توجه به اینکه تصاویر ماهواره‌ای نسبت به روش‌های هواشناسی نقطه‌ای (ایستگاه‌های ثبت بارش) دارای مزایایی همچون تعداد نقاط نمونه‌برداری بیشتر، سطح پوشش وسیع‌تر، قدرت تفکیک زمانی بالاتر و هزینه کم‌تر هستند، استفاده از تکنیک سنجش از دور برای پایش خشکسالی پیشنهاد می‌شود. علاوه بر این با توجه به این که هر کدام از شاخص‌های مورد مطالعه برای تصویر دارای معایب و مزایای خاصی هستند، بنابراین مناسب‌ترین روش، نوع سنجنده، خصوصیات و شرایط منطقه مورد مطالعه، آگاهی از نوع و میزان پوشش گیاهی و هم چنین نوع کاربری‌های منطقه باید مورد توجه قرار گیرد، همچنین کاربرد همزمان چندین شاخص نتایج بهتری در تشخیص و تفکیک میزان پوشش گیاهی ارائه می‌دهند.

منابع

- Alavipanah, S. K. 2012. Fundamental of modern remote sensing and interpretation of satellite images and aerial photos. University of Tehran press. 3th edition, 783 Pages. (In Farsi).
- Alavipanah, S. K. 2014. Application of remote sensing in the earth sciences (soil). University of Tehran press. 4th edition, 479 Pages. (In Farsi).
- Allen, R. G., Tasumi, M., Trezza, R., Waters, R., Bastiaanssen, W. 2002. SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land). Advance Training and Users Manual-Idaho Implementation, version, 1.
- Allison, E. W. 1989. Monitoring drought affected vegetation with AVHRR Digest. International geoscience and remote sensing symposium, 4: 1965-1967.
- Baren, M. A. 1985. Hydrological aspects of droughts. UNESCO/WMO, London.
- Bazrafshan, O., Mohseni Saravi, M., Malekian, A. Moeini, A. 2011. A study on drought characteristics of Golestan Province using

- Rhee, J., Im, J., Carbone, G. J. 2010. Monitoring agricultural drought for arid and humid regions using multi-sensor remote sensing data. *Remote Sensing of Environment*, 114(12): 2875-2887.
- Safari Shad, M., Ildoromi, A. R., Akhzari., D. 2017. Drought Monitoring Using Vegetation Indices and MODIS Data (Case Study: Isfahan Province, Iran). *Journal of Rangeland Science*, 7(2): 148-159.
- Thenkabail, P. S. 2004. The use of remote sensing data for drought assessment and monitoring in Southwest Asia (Vol. 85). International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka.
- Wilhite, D. A. 2000. Drought as a natural hazard. In: Wilhite, D. A (Editor), *Drought: A Global Assessment*, Routledge, London.
- in Golestan province, Applied research report, Iran Meteorological Organization, 171 Pages.
- Piri, H., Rahdari, V., Maleki, S. 2014. Study and compare performance of four meteorological drought index in the risk management droughts in Sistan and Baluchestan province. *Journal of Irrigation and Water Engineering*, 3(11): 96-114. (In Farsi).
- Rahimzadeh-Bajgiran, P., Omasa, K., Shimizu, Y. 2012. Comparative evaluation of the Vegetation Dryness) Index (VDI), the Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI) and the improved TVDI (iTVDI) for water stress detection in semi-arid regions of Iran. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 68: 1-12.



Determining the correlation between NDVI and EVI vegetation indices and SPI drought index (Case Study: Golestan rangelands)

B. Farrokhzadeh^{*1}, S. Mansouri², A. Sepehri³

Received: 23/12/2016

Accepted: 15/10/2017

Abstract

In this study the relationship between annual Standard Precipitation Index (SPI) and, remotely sensed indices of Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Differencing Vegetation Index (NDVI) have been studied. MODIS images of Terra satellites for the period of 2000 to 2012, during the growing season of pastures across Golestan province along with rainfall data of five meteorological stations in Golestan rangelands from their establishment till 1993 were collected. Pearson correlation coefficient was used to assess the relationship between rainfall data and vegetations indices. Correlation coefficient between (SPI) drought index and EVI and NDVI indices was 0.75 and 0.78 respectively at 5% level of significance. Besides, correlation between the NDVI and EVI indices in detection of the vegetation changes were 0.98. In general, the results of this study showed that in regions with inadequate rainfall data, remote sensing products can be used for drought and vegetation cover dynamic monitoring.

Keywords: Drought, Standard Precipitation Index, MODIS, Golestan Province



¹ Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Malayer University
(*Corresponding Author's Email Address: be_farokhzadeh@yahoo.com)

DOI: 10.22125/AGMJ.2018.59724

² M. Sc. Graduate of Watershed Management, Gorgan University

³ Assistant Professor, Department of Range and watershed management, Gorgan University