تحلیل و پایش خشکسالی با استفاده از شاخص پوشش گیاهی NDVI (مطالعه موردی: حوضه غرب تالاب جازموریان)

هادی اسکندری دامنه*[۱]، حامد اسکندری دامنه [۲]، حسن خسروی*[۳] و حمید غلامی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۰۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۰۲/۱۴

چکیده

خشکسالی یک رخداد طبیعی تکرارشونده و موقتی است که منجر به وارد آمدن خسارت‌های زیادی به زندگی انسان و اکوسیستم‌های طبیعی می‌شود. در این تحقیق، از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) برای ارزیابی خشکسالی‌ها استفاده شد. برای این منظور از آمار ماهانه ۱۵ ایستگاه باران‌سنجی در حوضه غرب تالاب جازموریان استفاده شد و شاخص‌های خشکسالی SPI در نرم‌افزار MATLAB محاسبه شدند. سپس نقشه پهنه‌بندی مربوط به آن‌ها در دوره‌های مختلف با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS تهیه شد. همچنین از تصاویر ماهواره‌ای تراسنجنده مودیس MOD13A2، نقشه شاخص پوشش گیاهی NDVI برای بازه زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۰ تهیه گردید. سپس همبستگی بین آن‌ها از طریق ضریب همبستگی پیرسون مورد مطالعه قرار گرفت. بررسی شاخص خشکسالی SPI نشان داد که بیشترین میزان خشکسالی مربوط به سال‌های ۲۰۰۷، ۲۰۰۸، ۲۰۰۹ و نیز ۲۰۱۴ بود. نتایج آزمون روند من-کندال در ایستگاه‌های هواشناسی حاکی از وجود روند افزایشی معنی‌دار در ایستگاه حسین‌آباد، صالح‌آباد است، در حالی که در سایر ایستگاه‌ها این روند معنی‌دار نمی‌باشد. نتایج حاصل از شاخص NDVI نیز نشان‌دهنده وجود روند تغییرات این شاخص در سال‌های مختلف می‌باشد. به‌طوری که کلاس ۰/۱-۰ در این بازه زمانی روند کاهشی داشته، کلاس‌های ۰/۲-۰/۱ ، ۰/۳-۰/۲ و ۰/۴-۰/۳ روند افزایشی را نشان داده‌اند، کلاس بزرگتر از ۰/۴ نیز روند کاهشی داشته است. همچنین با توجه به نتایج حاصل از ضریب همبستگی پیرسون، بیشترین میزان همبستگی بین شاخص‌های SPI و NDVI در ایستگاه‌های میانده و دشت‌کوچ وجود داشت و کمترین همبستگی نیز مربوط به ایستگاه‌های فتح آباد اسفندقه، کهنک شیبانی، کراد دلفارد، قلعه ریگی و تنگ سرگز بود.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی هواشناسی، شاخص NDVI، ضریب همبستگی پیرسون، آزمون روند من-کندال، حوضه غرب تالاب جازموریان.

[۱] - دانشجوی دکتری بیابانزدایی، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

[۲]- دانشجوی دکتری بیابانزدایی، گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

[۳]- دانشیار گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

*: نویسنده مسئول: hakhosravi@ut.ac.ir

[۴]- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]

مقدمه

خشکسالی بخش معمول اقلیم است که در تمام مناطق جهان رخ می‌دهد. این پدیده در مناطق با بارش‌های مختلف (کم یا زیاد) اتفاق می‌افتد و در واقع کاهش میزان بارش در یک دوره زمانی مانند یک فصل یا یک سال را می‌توان منشأ اصلی وقوع آن به حساب آورد (۲۶ و ۳۱). به‌دلیل ماهیت آرام و خزنده بودن این پدیده، شناسایی زمان شروع و خاتمه آن به‌صورت دقیق، امری بسیار مشکل است (۲۵). در میان حوادث طبیعی که جوامع انسانی را تحت تأثیر قرار داده‌اند، اثرات پدیده خشکسالی از نظر فراوانی، شدت، مدت و اثرات اجتماعی درازمدت در جامعه، بیشتر از سایر بلایای طبیعی بوده است. درواقع، در میان تمام بلایای طبیعی، زمانی که در ارتباط با تعداد افراد تحت تأثیر قرار گرفته سنجیده می‌شوند، خشکسالی رتبه اول را دارا می‌باشد که تأثیرات زیان‌آور شدیدی را بر جامعه و محیط دارد (۳۹). این بلای طبیعی در بسیاری از مناطق جهان به‌قدری تأثیرگذار است که ذهن عموم مردم را به‌خصوص در فصل‌های بارش به خود معطوف ساخته است. البته این موضوع در مناطق اقلیمی خشک و نیمه‌خشک اهمیت بسزایی می‌یابد (۱۸). درواقع در کنار خشکی اقلیمی، خشکسالی نیز این مناطق را در شدت‌های مختلف، تحت تأثیر خود قرار می‌دهد و بدین ترتیب اثر عامل خشکی اقلیم را تشدید می‌کند (۱۹). همچنین این پدیده به‌تدریج و در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی عمل می‌کند، به‌طوری‌که اثرات آن پس از چند سال و با تأخیر بیشتری نسبت به سایر حوادث طبیعی ظاهر می‌شود. این مسئله اهمیت پایش پدیده خشکسالی را نشان می‌دهد (۹). خشکسالی اثرات معناداری بر رشد گیاه، تولید، ساختار، ترکیب و عملکردهای اکوسیستم دارد (۱۴و ۴۰) و می‌تواند به عنوان یک عامل مهم در کمیت و کیفیت پوشش گیاهی تأثیرگذار باشد (۱۵) و منجر به کاهش پوشش گیاهی شود که مشاهده این کاهش با استفاده از تکنیک سنجش از دور قابل تشخیص است. در سال‌های اخیر، علاوه بر شاخص‌ها و روش‌های آماری، داده‌های سنجنده‌های ماهواره‌ای نیز نقش مهمی در مدیریت و ساماندهی مناسب اثرات خشکسالی ایفا کرده است (۲۲). در حال حاضر، تصاویر ماهواره‌ای به‌طور منظم و با دقت تفکیک مکانی بالا، از سطح زمین تهیه می‌شوند و می‌توانند شرایط منظم و گستردگی فضایی را فراهم کنند (۳۲). از مزایای استفاده از سنجش از دور نسبت به روش‌های هواشناسی می‌توان به افزایش نقاط نمونه‌برداری، سطح پوشش وسیع‌تر، قدرت تفکیک زمانی بالاتر و هزینه کمتر اشاره کرد. دقت بیشتر در پردازش تصاویر جهت استخراج شاخص‌ها می‌تواند کیفیت آن‌ها را ارتقا بخشد و در نهایت باعث کارایی بیشتر در مدل‌های پیش‌بینی خشکسالی شود (۳۰). کارایی پایش خشکسالی از طریق شاخص‌های ماهواره‌ای مانند شاخص تفاوت پوشش گیاهی نرمال شده در ده‌های گذشته ثابت شده است. از دیدگاه لنفردی و همکاران (۲۰۱۵)، شاخص NDVI[1] به‌دست آمده از سنجش از دور برای شناسایی تنش پوشش گیاهی نیز قابل اعتماد است، از اینرو برای بررسی تغییرات بوم‌شناسی و محیط‌زیست مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بویان (۲۰۰۸) به برآورد خشکسالی صحرای تار در شمال غربی هند و شرق پاکستان بین سال‌های ۱۹۸۴ و ۲۰۰۳، با استخراج داده‌های ماهواره NOAA[2]-AVHRR[3] و به‌کارگیری شاخص‌های NDVI، VCI[4]، TCI[5] و VHI[6] پرداخت. نتایج حاصل از مطالعات او نشان داد که در هر سالی که تنش رطوبتی و حرارتی وجود داشته، خشکسالی توسعه پیدا کرده است. مهیو و همکاران (۲۰۱۰) به ارزیابی ریسک خشکسالی در مراتع خشک مراکش با استفاده از سنجش از دور پرداختند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که NDVI یک شاخص مناسب برای سنجش تغییرات پوشش گیاهی بوده و اطلاعات مناسبی را در خصوص شرایط خشکسالی در منطقه مطالعاتی آن‌ها ارائه داده است. گدیف و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از GIS و سنجش از دور به ارزیابی ریسک خشکسالی در منطقه‌ای در جنوب اتیوپی پرداختند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داده که شاخص‌های NDVIو DVI[7] حاصل از ماهواره اسپات، کاملاً حساس به شرایط خشکسالی می‌باشند بر اساس تحقیق آنها بخش

[1]-Normalized Difference Vegetation Index
[2] -National Oceanic and Atmospheric Administration
[3]-Advanced Very-High-Resolution Radiometer
[4]-Vegetation Condition Index
[5] -Temperature Condition Index
[6]-Vegetation Health Index
[7] -Difference Vegetation Index

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]

زیادی از منطقه حدود ۳۱/۴۵ درصد در کلاس خشکسالی متوسط و حدود ۱۷ درصد در کلاس خشکسالی زیاد قرار دارد. اسراتی و محمداسلم (۲۰۱۵) با استفاده از دو شاخص NDVI و LST[1] به بررسی خشکسالی کشاورزی در منطقه‌ای در هند با استفاده از داده‌های سنجنده مودیس پرداختند و به این نتیجه رسیدند که این دو شاخص اطلاعات مفیدی در رابطه با پایش و سیستم هشدار اولیه خشکسالی فراهم می‌کنند.

وانگ و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه اثرات خشکسالی بر پوشش گیاهی چین با استفاده از شاخص SPI و شاخص نرمالیزه شده پوشش گیاهی (NDVI) بدست آمده از سنجده مودیس بیان کردند که با اینکه روند اثرات دراز مدت خشکسالی تغییرات اندکی داشته است (۰/۰۴۵- درصد) ولی روند خشکی در شمال شرق و جنوب شرق چین در حال افزایش بوده. همچنین بررسی روند تغییرات سالانه پوشش گیاهی در مقیاس ملی در این منطقه نشان داد که روند این شاخص با نرخ ۰/۰۰۸ درصد در بازه زمانی ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۱ افزایشی بوده است

ابوذر و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از فناوری GIS[2] و RS[3] به ارزیابی ریسک خشکسالی در بخش خوشاب در پاکستان پرداختند. آن‌ها در تحقیق خود، جهت تعیین مناطق در معرض ریسک خشکسالی، شاخص NDVI حاصل از ماهواره لندست و نیز شاخص SPI[4] را مورد استفاده قرار دادند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که قسمت‌های جنوبی خوشاب که با کمبود بارش و نیز کمبود پوشش گیاهی روبه‌رو است، با بالاترین میزان خشکسالی مواجه بوده است.

زو و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه پاسخ تولیدات گیاهی حاصل از سنجنده مودیس به خشکسالی در بازه زمانی مختلف بیان کردند که بیش از ۷۹ دصد منطقه تحت تأثیر خشکسالی در بازه زمانی ۲۰۱۳-۱۹۸۲ بوده است و همچنین بیشتر تغیرات مکانی و فصلی در فصل پاییز تحت تأثیر خشکسالی سه ماهه می‌باشد و بیشترین همبستگی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ درصد بین شاخص NDVI و خشکسالی در فصل‌های بهار، تابستان و پاییز در منطقه مورد است.

نانزاد و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی شدت خشکسالی و اثر آن بر روی شاخص پوشش گیاهی (NDVI) با استفاده از سنجنده مودیس در مغولستان پرداختند نتایج تحقیق آنها حاکی از آن است که این کشور در طی بازه زمانی ۱۷ ساله (۲۰۱۶-۲۰۰۰) انواع طبقه خشکسالی از خفیف تا شدید را تجربه نموده است، به گونه‌ای که در طی این خشکسالی ۴۱ تا ۵۷ درصد از پوشش گیاهی از بین رفته است.

شمسی‌پور (۱۳۸۶) در پژوهشی به بررسی خشکسالی منطقه‌ای از شهرستان کاشان و استان قم با استفاده از تصاویر ماهوارهای NOAA پرداخت و از شاخص‌های گیاهی از جمله NDVI در طول دوره آماری ۳۶ سال (۲۰۰۴-۱۹۶۷) استفاده نموده که در آن ۱۲ سال با شرایط خشکسالی متوسط و شدید به‌دست آمد. باعقیده و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی به بررسی امکان استفاده از شاخص پوشش گیاهی NDVI در تحلیل خشکسالی‌های استان اصفهان پرداختند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که شاخص NDVI می‌تواند جایگزین مناسبی برای شاخص‌های اقلیمی در ارزیابی و پایش خشکسالی‌ها باشد به‌طوری‌که همبستگی بین این شاخص و شاخص SPI در همه ایستگاه‌ها بالا و معنی‌دار گزارش شد و مقادیر این همبستگی از r=۰/۴۸ در ایستگاه چاه ملک تا r= ۰/۷۶ در ایستگاه خوانسار متغیر بوده است و ارزش این شاخص در مناطقی که داده‌های هواشناسی بسیار پراکنده هستند و یا سری زمانی مرتب و مداوم ندارند بسیار بالا است. مفاخری و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقی به بررسی تحلیل خشکسالی با استفاده از شاخص NDVI در دشت قروه و دهگلان در یک دوره ۲۰ ساله پرداختند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان‌داد که کمترین مقادیر میانگین این شاخص مربوط به سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۸ می‌باشد که با کمترین مقادیر بارش در این سال‌ها به ترتیب ۲۵۳/۱، ۲۳۹/۸ و ۱۵۵میلی‌متر هم‌خوانی دارد که این سال‌ها به‌عنوان سال‌های نمونه خشکسالی اکولوژیکی در این منطقه تعیین شدند.

یغمایی و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی تأثیر خشکسالی SPI بر تغییرات پوشش گیاهی مرتعی و جنگلی

[1]- Land Surface Temperature
[2]- Geographic Information System
[3]- Remote Sensing.
[4]- Standard Precipitation Index

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]

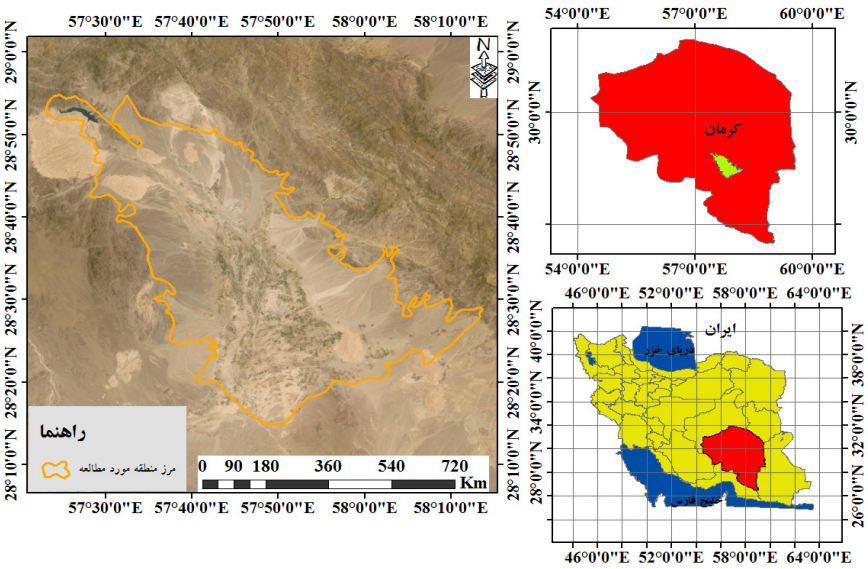
در استان چهار محال بختیاری با استفاده از داده‌های سنجنده مودیس بیان نمودند که بیشترین همبستگی بین شاخص NDVI و شاخص خشکسالی SPI در پوشش گیاهی مرتعی یکساله مشاهده شده است که این همبستگی در مقیاس زمانی سه و نه ماهه به ترتیب حدود ۰/۹ و ۰/۵ می‌باشد.

با توجه مطالب گفته شده در این زمینه، با استفاده از تکنیک سنجش از دور می‌توان خشکسالی را از طریق اثراتی که بر روی گیاهان دارد، بررسی نمود و در نتیجه به نتایج دقیق‌تر و مؤثرتری پیرامون اثرات خشکسالی دست یافت. با توجه به اهمیت تالاب جازموریان، هدف از این پژوهش استفاده از توان شاخص‌های ماهواره‌ای در تشخیص تغییرات رخ داده در پوشش گیاهی در دوره زمانی (۱۳۹۴-۱۳۷۹) و همچنین بررسی خشکسالی و رابطه آن با پوشش گیاهی در حوضه غرب تالاب جازموریان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه غرب تالاب جازموریان در مختصات جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۲۸ درجه و ۱۲ دقیقه و ۲۹ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی، در جنوب ایران و در استان کرمان قرار گرفته است (شکل۱). ارتفاع آن از سطح دریا بین ۵۵۰ تا ۸۰۰ متر متغیر است. این منطقه از نظر آب و هوایی جزء مناطق نیمه‌خشک به شمار می‌رود و متوسط بارندگی آن در طول یک دوره دراز مدت ۴۰ ساله ۱۷۰ میلیمتر می‌باشد. در محدوده حوضه غرب تالاب جازموریان و بر اساس آخرین آماربرداری در سال ۱۳۸۴، حدود ۵۱۲۹ چاه (نیمه‌عمیق و عمیق)، ۱۰۹۰ چشمه و ۲۹۴ قنات وجود دارد که تخلیه‌ای بالغ بر ۹۵۰ میلیون متر مکعب در سال را به آبخوان حوضه غرب تالاب جازموریان اعمال می‌کنند. از این رو میزان تخلیه، بخش صنعت با مصرف ۰/۲۶ درصد میزان کل تخلیه، کمترین مقدار و بخش کشاورزی با ۰/۹۴ درصد بیشترین میزان بهره‌برداری را به خود اختصاص داده‌اند (۷،۶).



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش به تفکیک شامل داده‌های بارش ایستگاه‌های هواشناسی و تصاویر سنجنده مودیس است که در ادامه به تفصیل به شرح روش کار پرداخته شده است.

شاخص خشکسالی SPI

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]

به‌منظور بررسی خشکسالی، از داده‌های بارندگی ماهانه ۱۵ ایستگاه باران‌سنجی موجود در منطقه که دارای آمار طولانی‌مدت بودند استفاده گردید. آنگاه شرط بررسی همگنی داده‌ها با روش کولموگروف–اسمیرنف برای تمامی ایستگاه‌ها اعمال شد. سپس بازسازی نواقص آماری با استفاده از روش ایستگاه‌های معرف صورت گرفت و در نهایت با استفاده از نرم‌افزار MATLAB مقادیر شاخص SPI سالانه محاسبه گردید. سپس با استفاده از روش زمین‌آماری کریجینگ، اقدام به تهیه نقشه خشکسالی SPI گردید (۶؛۷). به دلیل موجود بودن تصاویر ماهواره‌ی در بازه زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۰، نقشه خشکسالی نیز برای این بازه تهیه گردید. مک‌کی و همکاران با توجه به شباهت روش SPI با مقادیرتوزیع نرمال‌استاندارد آن را به کلاس‌های ذیل تقسیم نمودند (جدول ۱)، (۲۹ و ۲۳).

جدول ۱: طبقه‌بندی حالت‌های خشکسالی هواشناسی به روش شاخص SPI (۲۳)

ترسالی بسیار شدید	۲ <
ترسالی شدید	۱/۹۹ تا ۱/۵
ترسالی متوسط	۱/۴۹ تا ۱
نزدیک به نرمال	۰/۹۹ تا ۰/۹۹-
خشکسالی متوسط	۱- تا ۱/۴۹-
خشکسالی شدید	۱/۵- تا ۱/۹۹-
خشکسالی بسیار شدید	خشکسالی۲- >

آزمون ناپارامتری من-کندال

این آزمون ابتدا توسط من (۱۹۴۵) ارائه و سپس توسط کندال (۱۹۷۰) تکامل یافت. آزمون من-کندال برای پاسخ به این سؤال که آیا مقادیر مرکزی یا میانه یک سری زمانی به‌مرور تغییر می‌کنند یا نه، به کار می‌رود. آماره آزمون من-کندال از رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد (۲۲ و ۱۷).

$$U_{t,T} = \sum_{i=2}^{n}\sum_{j=1}^{i-1} sgn(X_i - X_j) \quad (۱)$$

$U_{t,T}$ آماره آزمون من-کندال، x_i و x_j داده‌های متوالی، n طول سری زمانی و sgn (xi-xj) تابع علامت بوده که از رابطه (۲) تعیین می‌شود:

$$sgn(x_i - x_j) = \begin{cases} +1. if(x_i - x_j) > 0 \\ 0. if(x_i - x_j) = 0 \\ -1. if(x_i - x_j) < 0 \end{cases} \quad (۲)$$

میانگین E(S) و واریانس آماره به ترتیب زیر بدست می‌آید:

$$E(S) = 0 \quad (۳)$$

$$var(s) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^{n} tp(p)(p-1)(2p+5)}{18}$$

t_p تعداد دنباله‌ها برای p امین مقدار و p تعداد مقادیر دنباله‌ها است. جزء دوم در فرمول فوق یک تعدیل برای دنباله یا داده‌های حساس است. آماره استانداردشده آزمون z از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{var(s)}}, & if\ s > 1 \\ 0, & if\ s > 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{var(s)}}, & if\ s > 1 \end{cases} \quad (۴)$$

مقدار مثبت z روند افزایش و مقدار منفی z روند کاهشی سری زمانی را نشان می‌دهد. همچنین برای آزمودن روند افزایش یا کاهش یکنواخت در سطح معنی‌داری P، اگر مقدار z بزرگتر از $z_{1-p/2}$ باشد، فرض صفر رد می‌شود. ($z_{1-p/2}$ از جدول توزیع تجمعی نرمال استاندارد به‌دست می‌آید). برای این کار، سطح معنی‌داری ۰/۰۱ =p و یا ۰/۰۵ =p به‌کار می‌رود.

شاخص NDVI

برای بررسی پوشش گیاهی در این پژوهش، از شاخص NDVI که از تصاویر ماهواره ترا سنجنده مودیس (MOD13A2) به‌دست می‌آید، استفاده شد. سنجنده MOD13A2، شاخص تفاضل نرمال پوشش گیاهی با قدرت تفکیک مکانی (رزولیشن) ۱ کیلومتر در بازه زمانی ماهانه تولید می‌کند. این شاخص 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. شاخص NDVI از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (۵)$$

که در آن NIR، بازتاب در باند فروسرخ نزدیک و RED انعکاس در باند سرخ است (۱۰ و ۱۳). مقدار این شاخص در محدوده ۱- و ۱+ می‌باشد. هر چه پوشش گیاهی متراکم‌تر باشد این شاخص به سمت ۱+ و هر چه پوشش گیاهی کم

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]

تراکم‌تر باشد به سمت ۱- میل می‌نماید (۵). پژوهش‌های قبلی نشان داده است که شاخص NDVI معمولاً به‌عنوان شاخص پوشش گیاهی، برای آنالیز وضعیت رشد پوشش گیاهی مورد استفاده می‌گیرد (۲۸). در این شاخص مقدار عددی هر پیکسل بین ۱- و ۱+ تغییر می‌کند. این شاخص برای مناطق دارای پوشش گیاهی از ۰/۱ (تنک) تا ۰/۸ (متراکم) می‌باشد (۳۷).

بررسی اثرات خشکسالی بر پوشش گیاهی

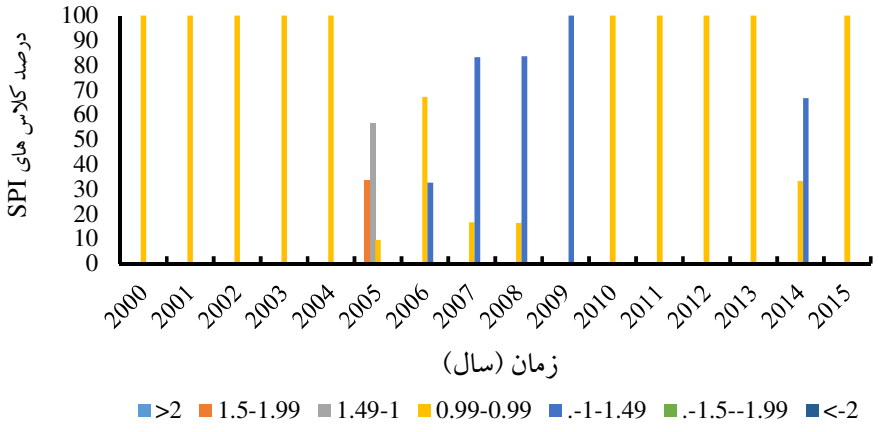
برای بررسی اثرات خشکسالی بر پوشش گیاهی، میانگین شاخص NDVI و خشکسالی برای هر سال محاسبه گردید و سپس به بررسی شدت‌های مختلف خشکسالی بر روی پوشش گیاهی پرداخته شد. همچنین همبستگی بین پوشش گیاهی و خشکسالی از طریق ضریب همبستگی پیرسون مورد مطالعه قرار گرفت. در این تحقیق شاخص خشکسالی SPI به عنوان متغیر مستقل و شاخص خشکسالی NDVI به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد.

نتایج

بررسی روند تغییرات خشکسالی هواشناسی

در این پژوهش با استفاده از شاخص SPI وضعیت خشکسالی هواشناسی در ایستگاه‌های واقع در منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی ۳۰ ساله مورد بررسی قرار گرفت، اما به دلیل حجم زیاد داده‌ها و همچنین تطابق داشتن با بازه زمانی شاخص پوشش گیاهی NDVI، بازه زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۰ برای تمامی ایستگاه‌ها ترسیم گردیده است (شکل ۲). همچنین نقشه پهنه‌بندی این شاخص خشکسالی در مقیاس سالانه در بازه زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۰ نیز پس از به‌دست آوردن شاخص خشکسالی SPI برای تمام ایستگاه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه، ترسیم شد (شکل۳).

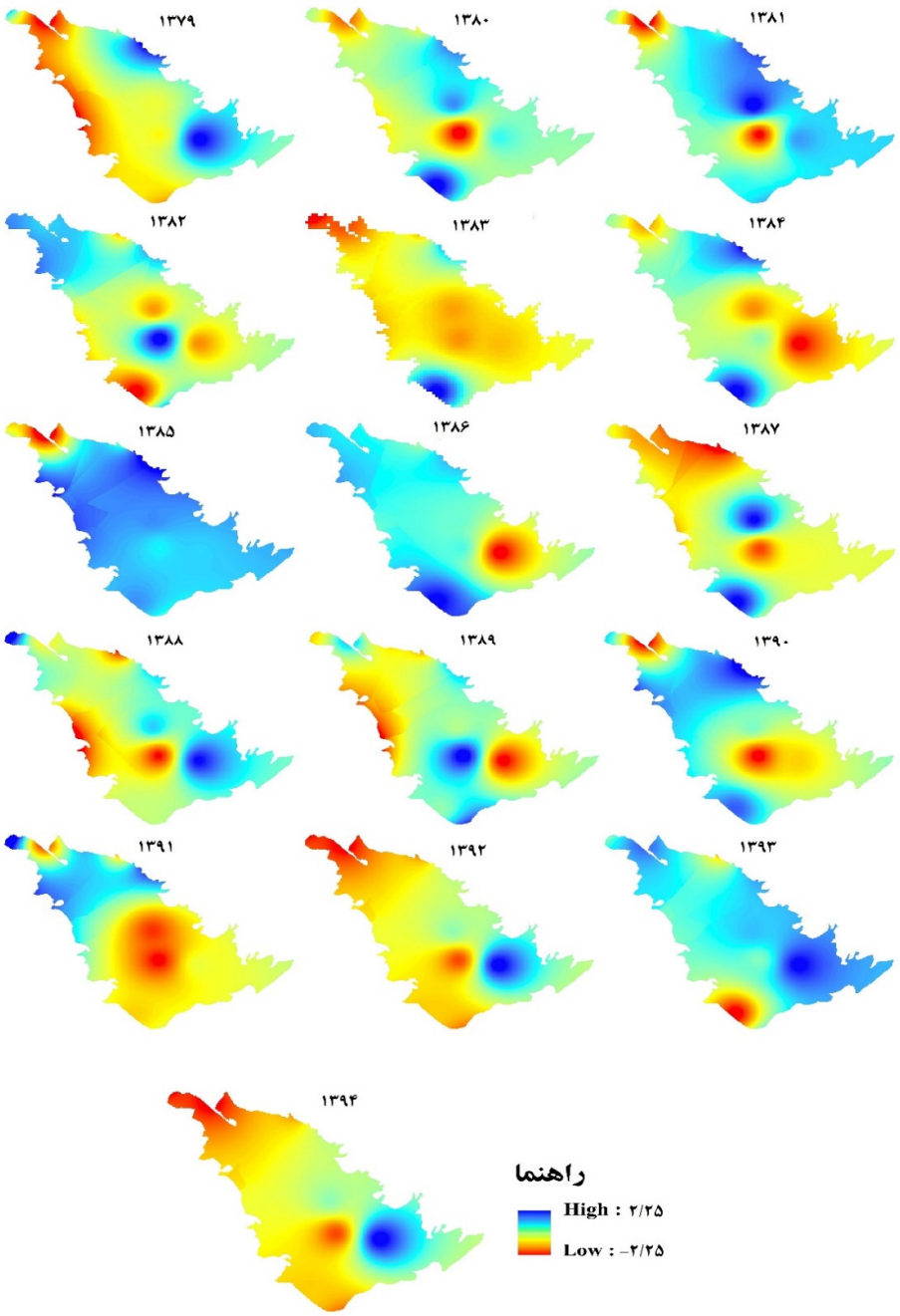
روند تغییرات خشکسالی هواشناسی در کلاس‌های مختلف، در شکل(۲ و ۳) آورده شده است. با توجه به نتایج، روند تغییرات خشکسالی از سال ۲۰۰۴-۲۰۰۰ در کل منطقه در کلاس نزدیک به نرمال بوده است. اما بین سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۰۵ کلاس‌های خشکسالی متفاوت‌تر بود به‌طوری‌که در سال ۲۰۰۵ به‌ترتیب ۹/۶، ۵۶/۶ و ۳۳/۶ درصد از منطقه در کلاس‌های ترسالی شدید، ترسالی متوسط و نزدیک به نرمال قراردارد و سال‌های ۲۰۰۶ ، ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ به ترتیب ۶۷/۳، ۱۶/۷و ۱۶/۳ درصد از منطقه در کلاس‌های نزدیک به نرمال و ۳۲/۷، ۸۳/۳ و ۸۳/۷ درصد از منطقه در کلاس خشکسالی متوسط قرار گرفته‌اند و سال ۲۰۰۹ کل منطقه در کلاس خشکسالی متوسط بوده، سال ۲۰۱۳-۲۰۱۰ کل منطقه در کلاس نزدیک به نرمال قرار گرفته و سال ۲۰۱۴ به‌ترتیب ۳۳/۳ و ۶۶/۷ درصد از منطقه به ترتیب در کلاس‌های نزدیک به نرمال و خشکسالی متوسط و تمام منطقه در سال ۲۰۱۵ در کلاس نزدیک به نرمال قرار گرفته است.



شکل۲: بررسی شاخص خشکسالی SPI در ایستگاه‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]

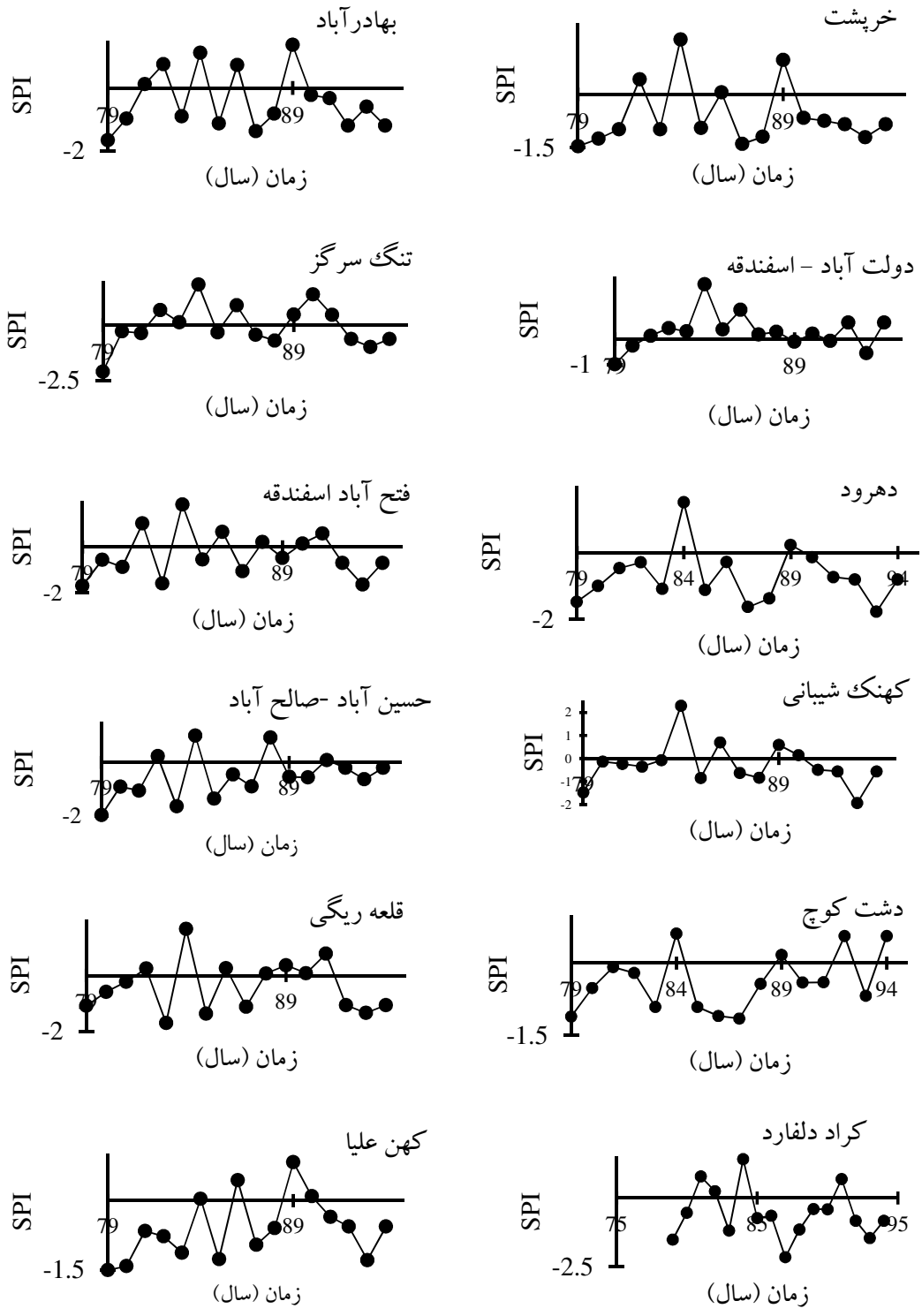
نتایج روند خشکسالی هواشناسی بر اساس آزمون من-کندال و شیب تخمین‌گر سن در سطح اطمینان ۵٪ در شکل (۴) نشان داده شده است. مطابق با نتایج به‌دست آمده، از بین ایستگاه‌های مطالعاتی در منطقه مورد نظر، تنها یک ایستگاه (حسین‌آباد و صالح‌آباد) دارای روند افزایشی معنی‌دار در خشکسالی هواشناسی بوده است و این روند در سایر ایستگاه‌ها (میانده، کهن علیا، حسین آباد، دولت آباد اسفندقه، دشت کوچ، نراب محل سد، فتح آباد اسفندقه، دهرود، خرپشت، کهنک شیبانی، بهادرآباد، کراد دلفارد، قلعه ریگی، تنگ سرگز) معنی‌دار نبوده است.



شکل ۳: پهنه‌بندی شاخص خشکسالی SPI در بازه زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۰

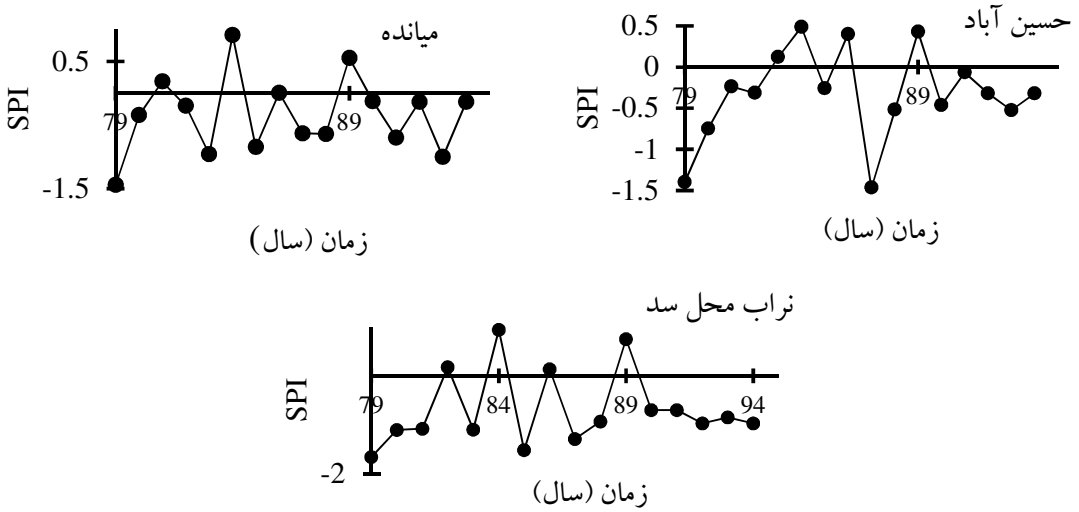
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]

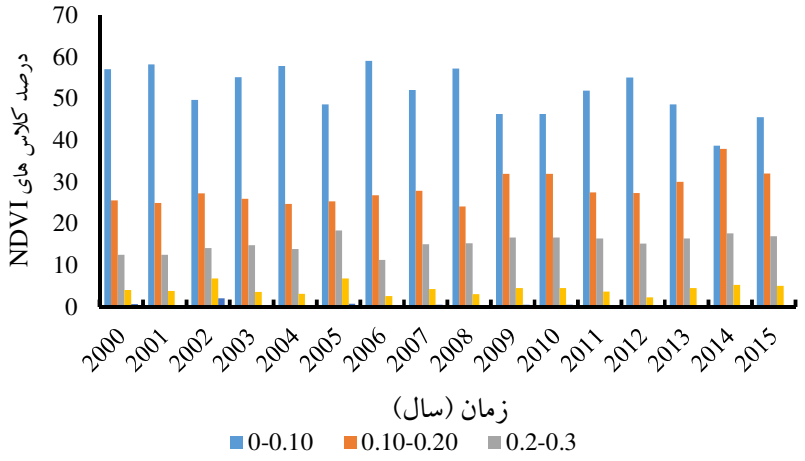


[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]



شکل ۴: نتایج آزمون روند من-کندال در ایستگاه‌های هواشناسی حوضه غرب تالاب جازموریان



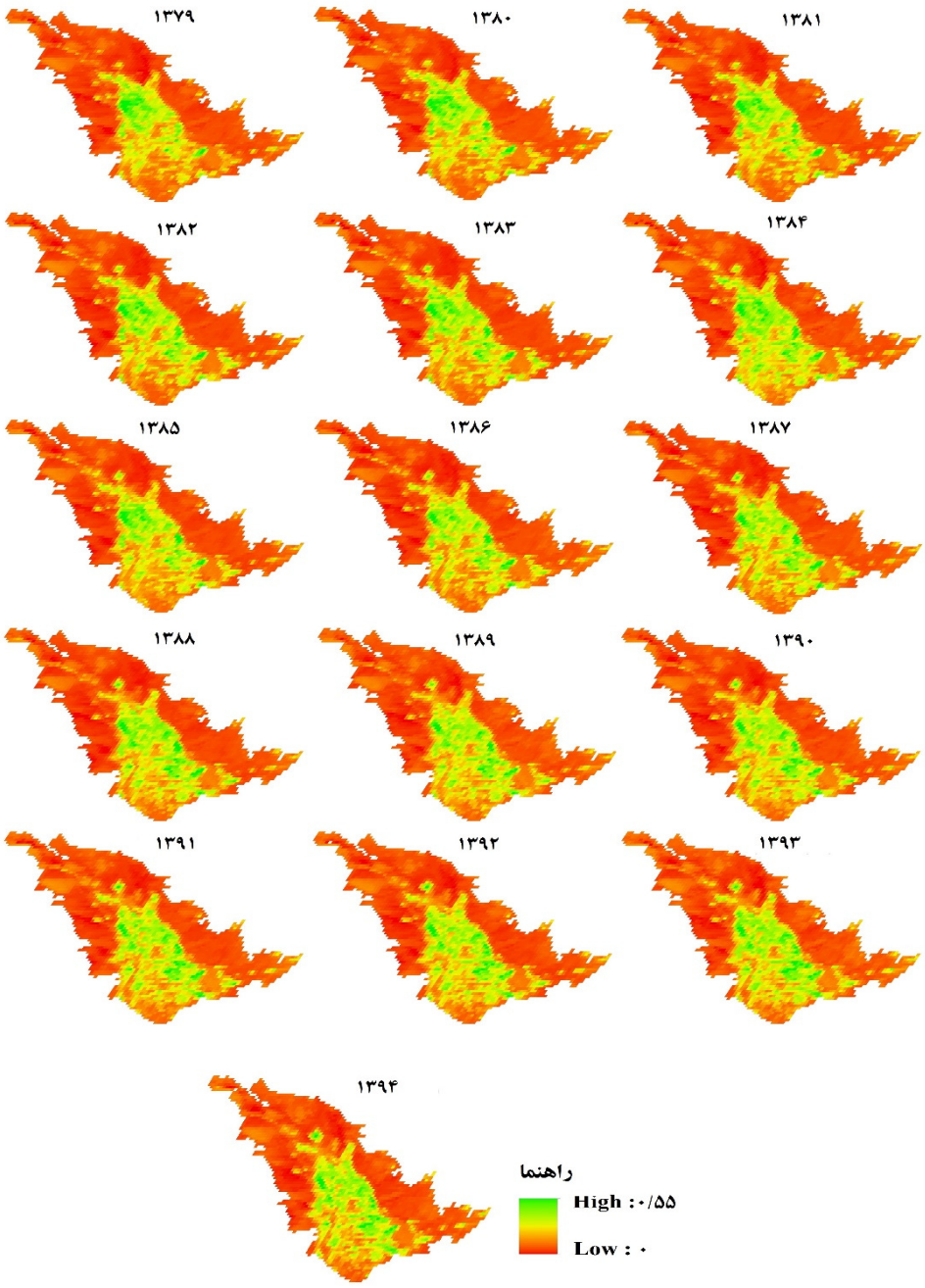
شکل ۵: بررسی روند تغییرات شاخص پوشش گیاهی NDVI

بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی

تغییرات پوشش گیاهی در کلاس‌های مختلف در شکل(۵ و ۶) نشان داده شده است. با توجه به نتایج، روند تغییرات پوشش گیاهی در کلاس‌های مختلف در حوضه غرب تالاب جازموریان بسیار متنوع بوده است. به‌طوری کلاس ۰/۱-۰ در این بازه زمانی روند کاهشی داشته و از ۵۷/۱ در سال ۲۰۰۰ به ۴۵/۵ درصد درصد از کل منطقه در سال ۲۰۱۵رسیده است، این روند کاهشی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵، معنی‌دار بوده است. کلاس‌های ۱/۲-۰/۰، ۰/۳-۰/۲ و ۰/۴-۰/۳ نیز روند افزایشی را نشان داده‌اند، به‌طوری‌که به ترتیب این کلاس‌ها از ۲۵/۶، ۱۲/۵، ۴/۱ در سال ۲۰۰۰ به ۳۲، ۱۷ و ۵/۱ درصد در سال ۲۰۱۵ رسیده‌اند. روند تغییرات افزایشی این کلاس‌ها در این بازه زمانی ۱۶ ساله در سطح معنی‌داری ۰/۰۵، معنی‌دار بوده است. کلاس بزرگتر از ۰/۴ نیز در بازه زمانی ذکر شده روند کاهشی داشته است، به‌طوری‌که از ۰/۴ درصد در سال ۲۰۰۰ به ۰/۳ درصد در سال ۲۰۱۵ رسیده است. همچنین این روند کاهشی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵، معنی‌دار نبوده است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]

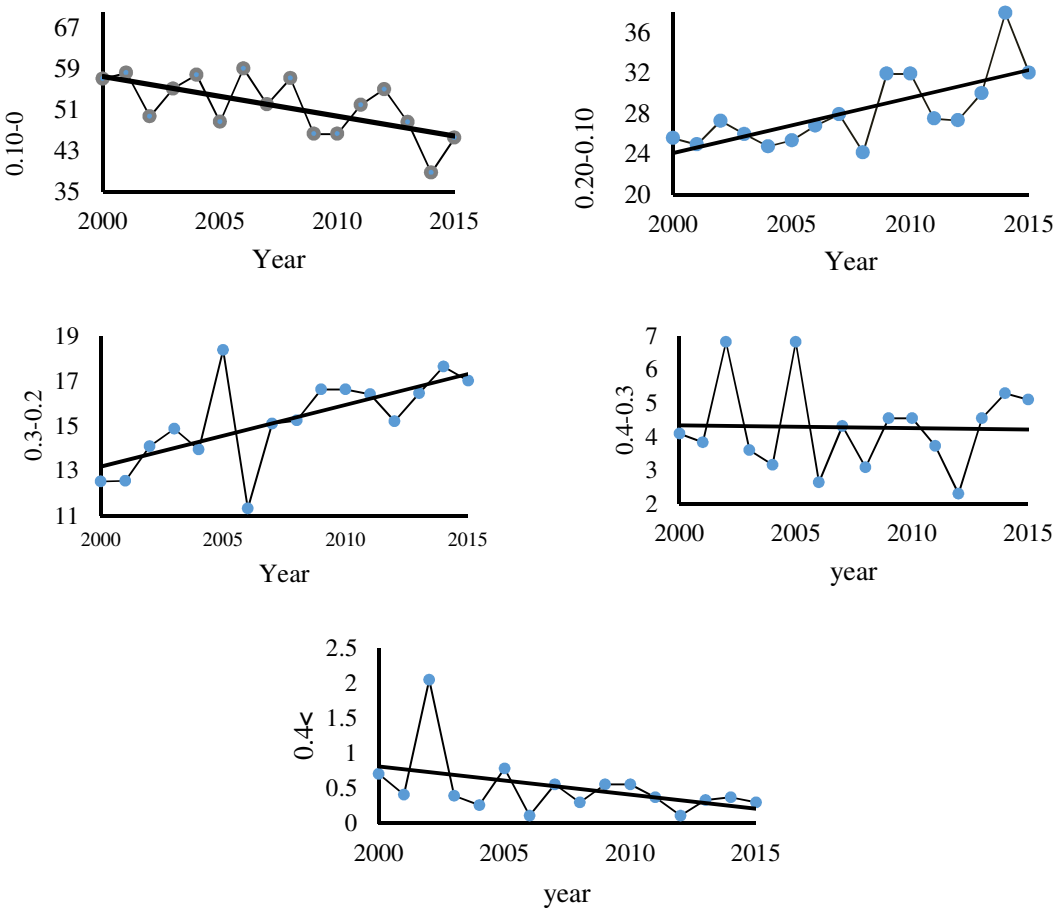


شکل ۶: پهنه‌بندی شاخص پوشش گیاهی NDVI در بازه زمانی ۲۰۱۵- ۲۰۰۰

نتایج روند کلاس‌های شاخص NDVI را بر اساس آزمون من-کندال و شیب تخمین‌گر سن در سطح اطمینان ۵ درصد در شکل (۷) آمده است. مطابق با نتایج به‌دست آمده، از این شکل از بین کلاس‌های مختلف این شاخص در منطقه مورد مورد مطالعه، کلاس ۰/۱-۰ دارای روند کاهشی، کلاس ۰/۲-۰/۱، ۰/۳-۰/۲دارای روند افزایشی معنی‌دار بوده است و در کلاس ۰/۴-۰/۳ و بیشتر از ۰/۴این روند معنی‌دار نبوده است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]



شکل ۷: روند تغییرات پوشش گیاهی در کلاس‌های مختلف شاخص NDVI در حوضه غرب تالاب جازموریان

همچنین جهت بررسی رابطه شاخص خشکسالی و شاخص پوشش گیاهی، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج حاصل از ضریب همبستگی پیرسون در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه، بین شاخص خشکسالی هواشناسی و شاخص پوشش گیاهی NDVI، در جدول (۲) نشان داده شده است. مطابق با این نتایج، بیشترین میزان همبستگی بین شاخص‌های SPI و NDVI در ایستگاه‌های میانده و دشت‌کوچ وجود داشته و کمترین میزان همبستگی این دو شاخص نیز مربوط به ایستگاه‌های فتح‌آباد اسفندقه، کهنک شیبانی، کراد دلفارد، قلعه ریگی، تنگ سرگز بوده است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]

جدول ۲: ضریب همبستگی پیرسون بین خشکسالی هواشناسی ایستگاه های موجود در منطقه و شاخص پوشش گیاهی (NDVI)

متغییر	NDVI	p-values
NDVI	۱	۰/۰۰۰
میانده	۰/۶۷۴*	۰/۰۰۴
کهن علیا	۰/۵۶۵*	۰/۰۲۳
دشت کوچ	۰/۶۶۲*	۰/۰۰۵
حسین آباد	۰/۵۴۵*	۰/۰۲۹
نراب محل سد	۰/۵۵۹*	۰/۰۲۴
فتح آباد اسفندقه	۰/۲۳۲	۰/۳۸۷
دهرود	۰/۵۰۰	۰/۰۴۸
خرپشت	۰/۴۹۸*	۰/۰۵۰
حسین آباد صالح آباد	۰/۴۴۹	۰/۰۸۱
کهنک شیبانی	۰/۳۴۳	۰/۱۹۳
بهادرآباد)هلیل رود)	۰/*۵۵۴*	۰/۰۲۶
کراد دلفارد	۰/۳۹۵	۰/۱۳۰
قلعه ریگی	۰/۳۳۰	۰/۲۱۳
تنگ سرگز	۰/۳۸۰	۰/۱۴۶
دولت آباد – اسفندقه	۰/۴۳۵	۰/۰۹۲

* معنی‌داری در سطح ۵ درصد

بحث و نتیجه‌گیری

خشکسالی به‌عنوان یک رویداد مشترک و با دوره بازگشت معین، تمامی اقلیم‌ها اعم از خشک تا مرطوب را در بر می‌گیرد و در زندگی تعداد زیادی از مردم تأثیرگذار می‌باشد. پایش مداوم خشکسالی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل اثرگذاری بر اکوسیستم، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف از این پژوهش، بررسی خشکسالی و رابطه آن با پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های سنجش از دور، جهت یافتن شاخصی به‌عنوان جایگزین در محاسبه مستقیم خشکسالی می‌باشد. نتایج بررسی شاخص خشکسالی SPI نشان داد که بیشترین خشکسالی مربوط به سال‌های ۲۰۰۷، ۲۰۰۸، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۴ بوده است. کاظم‌زاده و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی ارزیابی تغییرپذیری متغیرهای هیدوراقلیمی در غرب دریای خزر در بازه زمانی (۱۹۹۸-۲۰۱۰) بیان کردند که افزایش دما، کاهش بارندگی باعث افزایش دوره‌های خشکسالی در سه دهه اخیر در این منطقه شده داده است. همچنین اسدی زارچ (۲۰۱۱)، در مطالعه بر روی پایش خشکسالی ایران دربازه زمانی ۲۰۰۵-۱۹۷۵ بیان کردن که در این بازه زمانی خشکسالی به شدت اکثر قسمت‌های کشور ایران را تحت تأثیر قرار داده است. به‌طوری که در سال ۲۰۰۰-۱۹۹۰ حدود ۲۸ درصد کشور ایران تحت تاثیر خشکسالی خیلی شدید، ۳۱ دصد خشکسالی شدید و ۲۶ درصد خشکسالی متوسط بوده است. همچنین شاخص NDVI نیز در سال‌های مختلف تغییراتی داشته است. و با نتایج عسکری‌زاده (۱۳۹۷) که در تحقیق خود به بررسی تغییر اقلیم و تأثیر آن بر پوشش گیاهی مراتع کوهستانی البرز شمالی پرداختند همخوانی دارد، که این محقق به این نتیجه رسید که پوشش گیاهی تحت تأثیر خشکسالی و تغییرات اقلیمی قرار گرفته است به طوری که ۰/۲۳ درصد از کلاس پوشش گیاهی متوسط کاهش یافته و ۰/۶۰ درصد بر کلاس پوشش گیاهی فقیر در طول بازه زمانی مورد بررسی افزوده شده است. کمترین میزان شاخص NDVI نیز به ترتیب مربوط به سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۱، ۲۰۰۴، ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ می‌باشد. بررسی روند تغییرات شاخص NDVI نشان داده که روند تغییرات این شاخص در این بازه زمانی ۱۶ ساله در سطح ۹۵ معنی‌دار و افزایشی بوده به طوری که از مقدار متوسط این شاخص از ۰/۱۲ در سال ۲۰۰۰ به ۰/۱۶ در سال ۲۰۱۵ رسیده است. اسکندری دامنه و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه تخریب در استان اصفهان بیان کردند که مقدار NDVI در بازه زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۰ روند افزایشی را نشان داده است. بررسی کلاس‌بندی شاخص NDVI در سال‌های مختلف نشان داد که روند افزایشی مشاهده شده بیشتر در کلاس‌های ۰/۲-۰/۱ ، ۰/۳-۰/۲ و ۰/۴-۰/۳ بوده که این کلاس بیشتر در کاربری‌های کشاورزی مشاهده شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با اینکه روند خشکسالی در غرب تالاب جازموریان افزایشی بوده همچنان پوشش گیاهی حاصل از کشاورزی افزایشی بوده که نشانه تخریب بوم‌نظام منطقه خواهد بود که با نتایج اسکندری دامنه و همکاران ۱۳۹۷ در حوضه غرب تالاب جازموریان، مطابقت دارد که آنها در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که با توجه به حاکمیت خشکسالی، کشاورزی در این منطقه همچنان به افزایش وسعت خود ادامه داده است به‌طوری‌که وسعت آن از ۵۸۱/۶۳ کیلومترمربع در ۱۳۸۱ به ۷۴۵/۰۲ کیلومترمربع در سال ۱۳۹۴ رسیده است که بیانگر افزایش وسعت این کاربری در طول بازه زمانی مورد بررسی است، همچنین نتایج شاهین دشت و عباس‌نژاد (۱۳۹۰) و سلیمانی ساردو و همکاران (۱۳۹۵) در دشت جیرفت که

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]

بخش وسیعی از حوضه غرب تالاب جازموریان را شامل می‌شود، تأیید کننده این موضوع می‌باشد. که این امر می‌تواند از دلایل افزایش شاخص پوشش گیاهی NDVI در این منطقه شود. همچنین نتایج حاصل از بررسی ضریب همبستگی پیرسون نشان‌دهنده همبستگی بالایی بین شاخص خشکسالی هواشناسی و شاخص پوشش گیاهی NDVI در سطح ۹۵ درصد، در ایستگاه‌های میانده و دشت‌کوچ و بوده است. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان بیان کرد که شاخص میانگین NDVI می‌تواند جایگزین مناسبی برای شاخص‌های اقلیمی در ارزیابی و پایش خشکسالی‌ها در برخی مناطق باشد. اهیمت این شاخص در مناطقی که دارای داده کافی و منظم هواشناسی از لحاظ پراکنش زمانی و مکانی نیستند و در نتیجه دقت محاسبه خشکسالی پایین می‌آید، مشخص می‌گردد. بنابراین با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان از متوسط شاخص NDVI برای بررسی خشکسالی بعضی مناطق استفاده کرد. در نهایت می‌توان بیان کرد که از تلفیق داده‌های سنجش از دوری و داده‌های اقلیمی می‌توان شرایط حاکم بر مناطق مختلف را شناسایی و برای آنها با توجه به موقعیت قرار گرفته سیاست‌های مدیریتی مناسب را برنامه‌ریزی کرد.

References

1. Abuzar, M. K., S.A. Mahmood., F. Sarwar., A. R. Saleem., N. Khubaib., A. H. Malik., T. Khalil & S. Shaista, 2017. Drought risk assessment using GIS and remote sensing: A case study of District Khushab, Pakistan, 15th International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes, Greece, 31 August to 2 September.
2. Asadi Zarch, M.A., H. Malekinezhad., M. H. Mobin., M. T. Dastorani & M. R. Kousari, 2011. Drought monitoring by reconnaissance drought index (RDI) in Iran. Water resources management, 25(13) :3485.
3. Askarizadeh, D., 2018. Footprint Assessment of Climate Change and Its Impact on the Vegetation Cover of Range Lands in Iran (Case Study: Some Area of Upland Range Land of Northern Alborz) Ph.D. in Rangeland, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. (In persian)
4. Baaghideh, M., B. Alijani & P. Ziaeean, 2011. Investigating the possibility of using NDVI vegetation index in drought analysis in Isfahan province, Journal of Geographical Studies in Arid Regions, 1(4):1-16. (In persian)
5. Bhuiyan, C., 2008. Desert vegetarian during droughts: Response and sensitivity. The International Archives of the Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Science, 8: 907-912.
6. Eskandari Damaneh, H., 2015. Investigating Desertification Process of Jiroft Plain And Analyzing Its Human - Environmental Consequences. Master Degree of de-Desertification Faculty of Natural Resources, University of Tehran. (In persian)
7. Eskandari Damaneh, H., G.R. Zehtabian., A. Salajeghe., M. Ghorbani & H. Khosravi, 2018. Assessing the effect of land use changes on groundwater quality and quantity (Case study: west basin of Jazmoryan wetland). Journal of rangeland and watershed managment, 17(3):563-578. (In persian)
8. Eskandari Damaneh, H., R. Jafari & S. Soltani, 2017. Assessment of land degradation indices obtained from remote sensing data.journal of desert management, 10: 43-56.
9. Fatehi Maraj, A.B & S. A. Heidarian, 2013. Meteorological Drought, Agriculture, and Hydrology Using GIS in Khuzestan Province, Journal of Watershed Management Sciences and Engineering, 7(23): 19-32. (In persian)
10. Fazel Dehkordi, L., H. Azarnivand., M.A. Zare Chahuki., F. Mahmoudi Khani & S. Khalighi Sigarodi, 2016. Drought Monitoring Using NDVI Vegetation Index, Case Study: Ilam Province, Journal of Range and Watershed, 69(1): 141-154. (in persian)
11. Gedif, B., L. Hadish., S. Addisu & K.V. Suryabhagavan, 2014. Drought Ris Assessment using Remote Sensing and GIS: The Case of Southern Zone, Tigray Region, Ethiopia, Journal of Natural Sciences Research, 4(3):11-20.
12. Hamzeh, S., Z. Farahani., S. Mahdavi., O. Chaterabhgon & M. Gholamnia, 2017. Time and Space Monitoring of Agricultural Drought Using Remote Sensing Data Case Study: Markazi Province Iran, Journal of Environmental Spatial Analysis, 4(3):70-53. (in persian)
13. Jabbari,S., S.J. Khajeeddin., R. Jafari & S. Soltani, 2015. Application of digital data of awifs sensor in plot mapping of vegetation cover (Case study Semirom-Isfahan). Rangeland, 9(4):333-343. (in persian)
14. Jentsch, A., J. Kreyling., M. Elmer., E. Gellesch., B. Glaser., K. Grant, 2011. Climate extremes initiate ecosystem-regulating functions while maintaining productivity. J. Ecol. 99: 689-702.
15. Karabulut, M., 2003. An examination of relationships between vegetation and rainfall using maximum value composite AVHRR- NDVI data. Turk Journal of Botany, 27: 93-101
16. Kazemzadeh, M., & A. Malekian, 2018. Changeability evaluation of hydro-climate variables in Western Caspian Sea region, Iran. Environmental Earth Sciences, 77(4): 120.
17. Kendall, M.G., 1970. Rank Correlation Methods, 2nd Ed., and New York: Hafner.
18. Khosravi, H., G.R. Zehtabian., A. Azareh & H. Eskandari Damaneh, 2018.Comparison of the effects of agricultural activities in Khatam city on soil degradation properties. Rangeland, 12(2): 241-232. (In persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]

19. Kowsari, M.R., M.R. Ekhtesasi & H. Malekinejad, 2017. The trend of meteorological and agricultural drought in the semiarid, dry and hyper arid of the World, Journal of the Ecosystem of Desert Engineering, 6(4):91-105. (In persian)
20. Lanfredi, M., R. Coppola., T. Simoniello., R. Coluzzi., V. Imbrenda & M. Macchiat, 2015. Early identification of land degradation hotspots in complex bio-geographic regions. Remote Sensing 7: 8154-8179.
21. Mahyou, H., M. Karrou., J. Mimouni., R. Mrabet & M. El Mourid, 2010. Drought risk assessment in pasture arid Morocco through remote sensing. African Journal of Environmental Science and Technology, 4(12), 845-852.Nalbantis, 2008. Evaluation of a drought index, European Water, 23(24):67-77.
22. Mann, H.B., 1945. Nonparametric tests against trend, Econometrica, 13: 245-259
23. McKee, T.B., N.J. Doesken & J. Kleist, 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: Proceedings of the 8th conference on applied climatology, American Meteorological Society, Boston, MA 17(22):179–183
24. Mefhakheri, O., S. Khaledi., A.K. Shamsipour., M. Fallahi Khoshji & A. Kermani, 2016. Drought analysis using NDVI index in Qorveh and Dehgolan plains, Journal of Applied Geosciences Research, 16(41):77-94. (In persian)
25. Mishra, A. & V. Singh., 2010. A review of drought concepts. Journal of Hydrology, 391:202–216.
26. Nalbantis, I., 2008. Evaluation of a hydrological drought index. Eur Water, 23(24): 67-77.
27. Nanzad, L., J. Zhang., B. Tuvdendorj., M. Nabil., S. Zhang & Y. Bai, 2019. NDVI anomaly for drought monitoring and its correlation with climate factors over Mongolia from 2000 to 2016. Journal of Arid Environments, 164: 69-77.
28. Pandey, A. & A. Sahu., 2002. Generation of curve number using remote sensing and geographic information system, Water Resources, Map India Conference.
29. Rafiei-Sardooi, E., M. Mohseni-Saravi., S. Barkhori., A. Azareh., B. Choubin & M. Jafari-Shalamzar, 2018. Drought modeling: a comparative study between time series and neuro-fuzzy approaches. Arabian Journal of Geosciences, 11(17): 487.
30. Rezaei Banafsheh, M., A.Rezaei & M. Faridpour, 2015. Agricultural Drought Analysis of East Azarbaijan Province with Emphasis on Remote Sensing and Vegetation Status Indicator, Journal of Water and Soil Science, 25(1): 123-113. (In persian)
31. Saimepour, H., M. Ghorbani., A. Malekian & M. Ramezanzadeh Lesboi, 2018. Assessment and evaluation of local residents' drought distress in the face of drought (Case study area: Nardin village, Miami city, Semnan province). Rangeland, 12(1): 62-72. (In persian)
32. Salman Bayati, T., S .Z. Hosseini., A. Rashtyan & H. Alirezaee, 2018. Comparison of the accuracy of sampling methods for vegetation percentage in remote sensing studies (Case study: Abbas Abad rangelands of Hamadan). Rangeland, 12(2): 169-179. (In persian)
33. Shahi Dasht, A & A. Abbas Nejad., 2010. Evaluation of the Environmental Impacts of Aquifer Depletion in Jiroft Plain and Prediction of the Future Status, journal of Iran-Water Resources Research,1: 77-81
34. Shamsipour, A.A., 2007. Drought Analysis Using Remote Sensing Data in Kashan, Ph.D., Tehran University, Faculty of Geography, Natural Geography Department. (In persian)
35. Soleimani Sardou, F., N. Boroumand & A. Azarah, 2017. Investigation of the Spatial and Temporal Changes of Groundwater Quality in Jiroft Plain. Journal of Range and Watershed, 69(4):921-932. (In persian)
36. Sruthi, S. & M.A. Mohammed Aslam., 2015. "Agricultural drought analysis using the NDVI and land surface temperature data; a case study of Raichur district." Aquatic Procedia 4:1258-1264.
37. Thenkabail, P.S., R.B. Smith & E. De Pauw, 2002. Evaluation of narrowband and broadband vegetation indices for determining optimal hyperspectral wavebands for agricultural crop characterization. Photogrammetric engineering and remote sensing, 68(6): 607-622.
38. Wang, H., A. Chen., Q. Wang & B. He, 2015. Drought dynamics and impacts on vegetation in China from 1982 to 2011. Ecological Engineering, 75: 303-307.
39. Witeh, M.S., M.A. Xenopoulos., K. Hogsden., R.A. Metcalfe & P.J. Dillon, 2008. Natural lake level fluctuation and associated concordance with water quality and aquatic communities within small lakes of the Laurentian Great lakes region. Hydrobiologia, 613: 21-31
40. Xia, J., S. Liu., S. Liang., Y. Chen., W. Xu & W. Yuan, 2014. Spatio-temporal patterns and climate variables controlling of biomass carbon stock of global grassland ecosystems from 1982 to 2006. Remote Sensing, 6: 1783-1802.
41. Yaghmaei, L., S. Soltani., R. Jafari., H. Bashari & H. Jahanbazi, 2017. An investigation on impact of drought on rangeland and forest vegetation changes in Chaharmahal & Bakhtiari province using MODIS satellite data. Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 15(1): 91-108. (in persian)
42. Zhao, A., A. Zhang., S. Cao., X. Liu., J. Liu & D. Cheng, 2018. Responses of vegetation productivity to multi-scale drought in Loess Plateau, China. Catena, 163: 165-171.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.10.5]