مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱
ص ۱۱۷-۱۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۰٤
تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۱۱/۱۲

تاثیر خشکسالی هواشناسی بر روند تغییرات پوشش گیاهی در اقلیم‌های خشک و خشک نیمه‌مرطوب (حوزه آبخیز حبله‌رود)

❖ **احمد گیلوری؛** دانشجوی دکتری بیابانزدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
❖ **غلامرضا زهتابیان؛** استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
❖ **حسن خسروی*؛** دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
❖ **حسین آذرنیوند؛** استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
❖ **سلمان زارع؛** استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

شناسایی و ارزیابی تخریب پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک با توجه به روند رو به افزایش جمعیت و تغییرات اقلیمی بسیار حائز اهمیت است. با توجه به اهمیت پوشش گیاهی در این مناطق هدف از این مطالعه بررسی تاثیر تغییرات خشکسالی بر روی پوشش گیاهی حوزه آبخیز حبله‌رود می‌باشد. در ابتدا برای برررسی پوشش گیاهی از شاخص NDVI بدست آمده از سنجنده MODIS و سپس برای بررسی خشکسالی از شاخص SPI مبتنی بر داده‌های بارندگی این حوزه در دو اقلیم خشک و خشک نیمه‌مرطوب در بازه زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۰) استفاده شد. نتایج نشان داد در این دوره ۱۸ ساله به طور متوسط ۵۳ درصد از این منطقه دچار خشکسالی بوده است. همچنین در بازه زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۲ نسبت به دیگر بازه‌های زمانی این دوره خشکسالی شدیدتر بوده است علاوه براین پیک شاخص پوشش گیاهی در سال ۱۳۸۴ رخ داده است که بیانگر متاثر بودن پوشش گیاهی از نوسانات بارندگی منطقه است. ماتریس همبستگی بین سه شاخص نامبرده حاکی از آن است که شاخص NDVI همبستگی یکسانی نسبت به دو شاخص SPI و بارندگی سالیانه داشته است. همچنین نتایج این همبستگی در سطح دو اقلیم خشک و خشک‌نیمه‌مرطوب به ترتیب ۰/۳۸ و ۰/۲۵ بوده است که این نتایج بیانگر آن است که هر چند که همبستگی پایینی وجود دارد ولی این رابطه مثبت بوده و در سطح اقلیم‌های مختلف یک منطقه متفاوت است. از طرفی دیگر بیشترین کلاس خشکسالی در اقلیم‌های خشک و خشک‌نیمه‌مرطوب به ترتیب به میزان ۵۵/۵۵ و ۵۰ درصد در طبقه خشکسالی نسبتا نرمال قرار دارد. با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان دریافت که با استفاده از داده‌های سنجش از دور می‌توان به پایش پاسخ اکوسیستم‌های مناطق خشک و خشک‌نیمه‌مرطوب نسبت به تغییرات اقلیمی پرداخت. همچنین این مطالعه نشان داد که مناطق خشک و خشک‌نیمه‌مرطوب نسبت به تغییرات اقلیمی و انسانی بسیار حساس بوده لذا در صورت تخریب این اراضی عواقب محیط‌زیستی و اقتصادی بسیاری را به دنبال خواهد داشت.

واژگان کلیدی: حبله‌رود، خشکسالی، سنجش از دور، همبستگی، NDVI

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۲۶۳۲۲۲۳۰۴۴
Email: hakhosravi@ut.ac.ir

۱. مقدمه

تغییرات شدید آب‌وهوایی عمیقا بر ترکیب، ساختار و عملکرد اکوسیستم‌ها تأثیر می‌گذارد و پوشش گیاهی را تغییر می‌دهد [۱۳ و ۲۶]. طی دهه‌های گذشته روند فراوانی خشکسالی‌های شدید روبه افزایش است و پیش‌بینی مدل‌های آب‌وهوایی نشان می‌دهد که این روند در چند دهه آینده ادامه خواهد یافت [۳۰]. خشکسالی به عنوان یک نوع خاص از شرایط حدی آب‌وهوایی به‌طور متناوب، اما گسترده می‌تواند سبب کاهش بهره‌وری گیاهان، افزایش مرگ و میر درختان، کاهش تولید محصولات کشاورزی و قحطی شود و در نهایت منجر به تخریب اکوسیستم‌ها گردد [۷، ۳۸، ۲۹، ۳ و ۲۸].این تغییرات اقلیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک منجر به افزایش خطرات سیل و خشکسالی می‌گردد [۳۴ و ۱۴]. شناخت عکس‌العمل پویایی پوشش گیاهان به خشکسالی برای بازسازی اکولوژیکی و ارزیابی اثرات احتمالی محیط زیستی تغییرات آب و هوایی آینده حیاتی است [۳۲]. تداوم خشکسالی بر فرآیندهای بازخورد بین خاک و جو زمین اثر می‌گذارد که باعث کاهش رطوبت خاک می‌شود. بقاء و تولید گیاهان تحت تاثیر رطوبت موجود خاک می‌باشد [۶]. بر این اساس تعامل بین گیاهان و اقلیم برای بقاء نسل بشر بسیار حائز اهمیت می‌باشد. بر اساس مشاهدات میدانی و تکنیک‌های سنجش از دور، اثرات منفی خشکسالی بر روی گیاهان گزارش شده است [۳۳ و ۲۲]. در این زمینه مطالعات متعددی در جهان و ایران صورت گرفته است:

پایش خشکسالی مراتع استان ایلام با استفاده از شاخص پوشش گیاهی NDVI[1] نشان داد که شاخص SPI[2] در دوره زمانی سه و شش ماهه، با شاخص NDVI در سطح یک درصد همبستگی دارد [۱۲]. بررسی میزان کارایی مدل‌های رگرسیونی، مدل در بازه زمانی سه و شش ماهه را برای پایش خشکسالی مناسب نشان داد. بنابراین نتایج حاصل از رگرسیون بین شاخص‌ها حاکی از آن بود که NDVI معیار مناسبی برای ارزیابی و پایش خشکسالی است. در بررسی تخریب اراضی استان اصفهان در بازه زمانی ۱۵ ساله (۲۰۱۴-۲۰۰۱) بیان شد که روند تغییرات پوشش گیاهی کاهشی بوده است که می‌توان دریافت بوم نظام (اکوسیستم) منطقهٔ مورد بررسی در حال تخریب است [۱۰]. در تعیین همبستگی بین شاخص‌های پوشش گیاهی و شاخص‌های خشکسالی بیان شد که در مناطقی با داده‌های باران‌سنجی ناکافی و پراکنش نامناسب برای پایش خشکسالی می‌توان از داده‌های سنجش از دور، همچنین شاخص‌های پوشش گیاهی NDVI و EVI[3] برای تشخیص تغییرات پوشش گیاهی استفاده نمود [۱۱]. در بررسی رابطه بین پوشش گیاهی و خشکسالی در کشور چین بیان داشتند که همبستگی پیرسون بین شاخص خشکسالی PDSI[4] و NDVI در فصل رشد (بین ۴۷/۴- تا ۰/۸۴ متغیر بود و حداکثر همبستگی بین شاخص تبخیر و تعرق استاندارد (SPEI[5]) و NDVI در فصل رشد در محدوده ۰/۳۱ تا ۰/۸۶ بود که در آن همبستگی منفی بیشتر در مناطق جنگلی در جنوب چین مشاهد گردید [۳۶]. در ارزیابی احتمالی خشکسالی پوشش گیاهی و پیامدهای آن جهت سازگاری در هند بیان داشتند که بیش از ۵۰ درصد از هر نوع پوشش گیاهان نسبت به خشکسالی سازگار نبوده و شکنندگی اکوسیستم را نسبت به تغییرات محیطی نشان می‌دهد [۱۴]. همچنین نتایج بررسی شدت خشکسالی و اثر آن بر روی پوشش گیاهی مغولستان حاکی از آن است که این کشور در طی بازه زمانی ۱۷ ساله (۲۰۱۶-۲۰۰۰) خشکسالی خفیف تا شدید را تجربه نموده است، به

[1] Normalized Difference Vegetation Index
[2] Standardized Precipitation Index
[3] Enhanced vegetation index
[4] Palmer Drought Severity Index
[5] standardized precipitation evapotranspiration index

گونه‌ای که ۴۱ تا ۵۷ درصد از پوشش گیاهی از بین رفته است [۲۱]. با توجه به مطالعات صورت گرفته، پیچیدگی و توسعه روزافزون پدیده‌های پویایی مانند تخریب پوشش گیاهی در قرن حاضر، فکر استفاده از فناوری‌های جدید از جمله استفاده از سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) را برای ارزیابی و پایش آنها معطوف نموده است [۱۸ و ۱]. در حقیقت امروزه بررسی تغییرات مکانی و زمانی پدیده‌های پیچیده‌ای مانند تخریب پوشش گیاهی به منظور ارزیابی و پایش مستمر آنها برای مدیریت و بهره‌برداری صحیح آنها اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. انتظار آن است با ورود فناوری‌های سنجش از دور و GIS، امکان بررسی‌های بهتر و دقیق‌تر پدیده‌های زمینی میسر گردد. بنابراین علی‌رغم محدودیت‌هایی که در استفاده ار تصاویر ماهواره‌ای در ارزیابی پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک وجود دارد [۴] ولی دو فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور نقش بسیار ارزنده‌ای در ارزیابی و پایش پوشش گیاهی در مقیاس‌های محلی، منطقه‌ای و جهانی ایفا می‌کند. قابلیت‌های فراوانی که این فناوری‌ها ایجاد نموده است سبب ایجاد رویکرد جدیدی در مطالعات مربوط به ارزیابی و پایش گیاهی گردیده است [۲۵]. در حال حاضر با وجود تغییرات اقلیمی، احیای اراضی تخریب شده ممکن است غیرممکن یا بسیار پرهزینه باشد [۲]. بنابراین شناخت روند پوشش گیاهی می‌تواند به منظور بهبود این مناطق قبل از رسیدن به حد بحرانی کمک کند. لذا در این پژوهش تاثیر خشکسالی هواشناسی بر روند تغییرات پوشش گیاهی حوزه آبخیز حبله‌رود با دو اقلیم خشک و خشک‌نیمه‌مرطوب بررسی شده است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی محدوده مطالعاتی حوزه آبخیز حبله‌رود واقع در استان سمنان و تهران با وسعت ۱۲۶۶۲/۱۵ کیلومتر مربع، متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۴-۹۹ میلی‌متر و میزان تبخیر و تعرق سالیانه ۳۱۵۰ میلی‌متر که بین طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۲۲ ثانیه الی ۵۳ درجه و ۹ دقیقه و ۳ ثانیه شرقی و عرض ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه و ۲۴ ثانیه تا ۳۵ درجه و ۵۷ دقیقه و ۱۱ ثانیه شمالی واقع گردیده است و تحت دو اقلیم خشک (۹۶۰۰/۵۸ کیلومترمربع) و خشک نیمه‌مرطوب (۳۰۵۱/۷۱ کیلومترمربع) قرار می‌گیرد [۲۴]. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را در ایران نشان می‌دهد.

۲.۲. روش تحقیق

در این تحقیق برای بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی از شاخص NDVI استفاده گردید و همچنین برای محاسبه شاخص خشکسالی SPI از داده‌های بارندگی ماهانه ایستگاه‌های سینوپتیک و آبسنجی حوزه آبخیز حبله‌رود در بازه زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۰) در دو اقلیم خشک و خشک‌نیمه‌مرطوب استفاده گردید. در ادامه مراحل انجام تحقیق شرح می‌گردد:

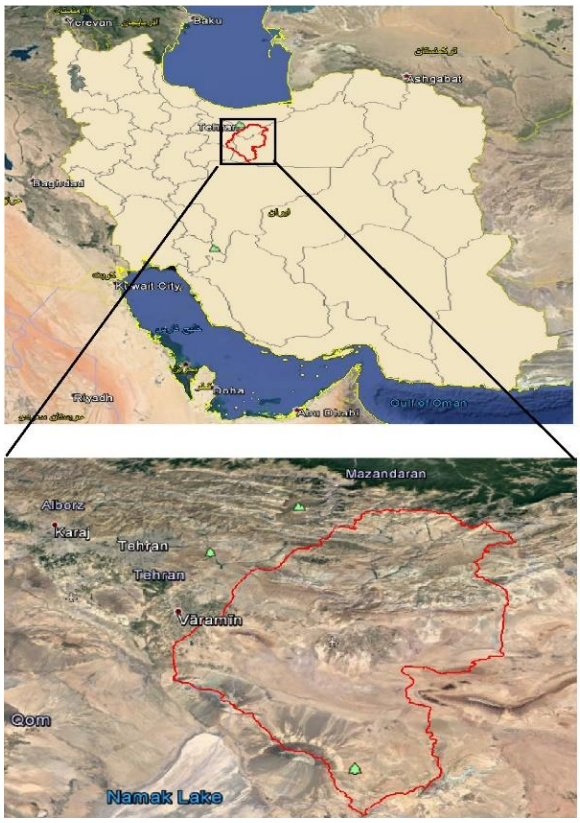
۱.۲.۲. برآورد شاخص پوشش گیاهی

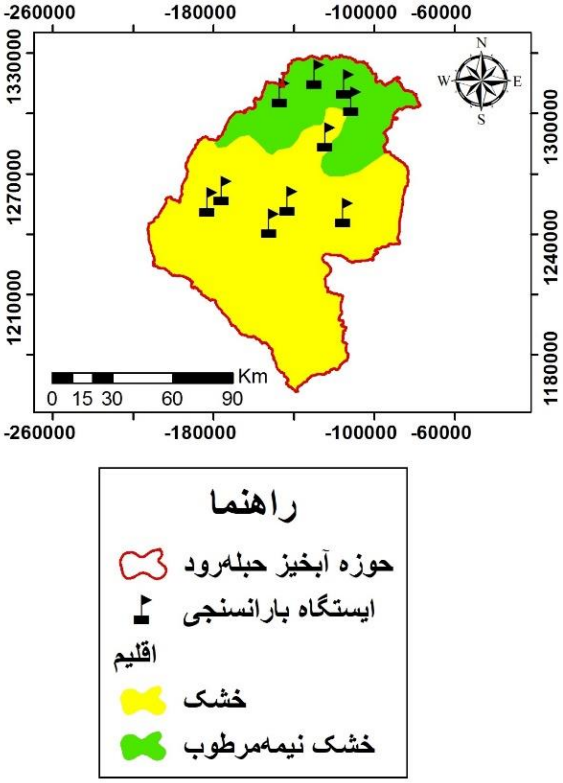
در این مطالعه جهت محاسبه پوشش گیاهی از شاخص تفاضل نرمالیز شده پوشش گیاهی (NDVI) حاصل از سنجنده مودیس (Modis) استفاده گردید. این شاخص یکی از مهمترین و کاربردی‌ترین شاخص‌های پوشش گیاهی می‌باشد و از تفاضل باند مادون قرمز نزدیک و باند قرمز (رابطه ۱) محاسبه می‌گردد. مقادیر این شاخص بین ۱- تا ۱+ نوسان دارد، مقادیر بیش از صفر این شاخص نشان‌دهند پوشش گیاهی بوده که هر چه به یک نزدیکتر می‌شویم میزان پوشش گیاهی افزایش می‌یابد. همچنین در این مطالعه برای بررسی سری زمانی پوشش گیاهی برای دوره زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۷ از محصولات MOD13C2 نسخه ۶ با قدرت تفکیک مکانی پنج کیلومتر استفاده شد. تصاویر به صورت ماهانه از سایت ناسا NASA

(https://lpdaac.usgs.gov/) تهیه گردید. با توجه به اینکه برای بررسی تغییرات زمانی از محصولات سنجده مودیس استفاده شد این محصولات با الگوریتم‌های مختلف، پردازش و تصحیحات لازم صورت می‌گیرد و لازم نیست کاربر تصحیحات خاصی انجام دهد [۵].

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR}-\rho_R}{\rho_{NIR}+\rho_R}$$ رابطه (۱)

که در آن NDVI شاخص نرمالیزه شده پوشش گیاهی، ρ_{NIR} مادون قرمز نزدیک و ρ_R باند قرمز می‌باشد.





شکل ۱. محدوده منطقه مورد مطالعه

۲.۲.۲. برآورد خشکسالی

شاخص بارندگی استاندارد شده یا SPI در سال ۱۹۹۳ توسط مککی و همکاران به منظور پایش خشکسالی هواشناسی ابداع گردید، این شاخص بر اساس اختلاف بین مقادیر بارش برای یک بازه زمانی مشخص و تقسیم این مقدار بر انحراف معیار بارش محاسبه می‌گردد، این نمایه صرفا از داده‌های بارندگی ماهانه استفاده می‌کند و برای تشخیص کمبود بارندگی در مقیاس‌های زمانی چندگانه (۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماه) طراحی شده است [۹ و ۸] (رابطه ۲). در این مطالعه به جهت بررسی همبستگی بین تغییرات پوشش گیاهی و خشکسالی، شاخص خشکسالی SPI در مقیاس ۱۲ ماهه برای ۱۰ ایستگاه بارانسنجی موجود در منطقه (شکل ۱) محاسبه و سپس در محیط نرم‌افزار Arc GIS10.3، در بین روش های مربوط به درون‌یابی از روش کریجینگ برای تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی شده استفاده شد.

$$SPI12 = \frac{X_i-\overline{Xi}}{S}$$ رابطه (۲)

که در آن، X_i بارش سالانه به میلی‌متر، $\overline{Xi}$ میانگین بارندگی سری زمانی (میلی‌متر) و S انحراف معیار سری

زمـانی می‌بـاشـــد. همچنین در جـدول (۱) کلاس‌هـای خشکسالی این شاخص بیان گردیده است.

جدول ۱. طبقه‌بندی خشکسالی شاخص SPI

طبقه	بی نهایت مرطوب	خیلی مرطوب	مرطوب متوسط	نرمال	نسبتا نرمال	خشکی ملایم	خشکی شدید	خشکی حاد
مقدار	≥۲	۱/۵ – ۱/۹۹	۱ - ۱/۴۹	۰ - ۰/۹۹	-۰/۹۹ – ۰	-۱ - -۱/۴۹	-۱/۹۹ - -۱/۵	۲ ≥

۳.۲.۲. روند و همبستگی تغییرات پوشش گیاهی و خشکسالی در دو اقلیم خشک و خشک نیمه‌مرطوب

روند تغییرات پوشـش گیاهی و شـاخص SPI در طی بازه زمانی مد نظر از همبستگی پیرسون استفاده گردید و در نهایت از این آزمون برای بررسـی همبسـتگی در هر اقلیم استفاده شد.

۳. نتایج

۱.۳. روند تغییرات شاخص خشکسالی و پوشش گیاهی

رونـد تغییرات بارندگی سـالیانه، شـاخص NDVI و شـاخص SPI در شکل (۲) نشان داده شده است. بر طبق این شـکل طی دوره ۱۸ سـاله تنها در سـال‌های ۱۳۸۳، ۱۳۸۴، ۱۳۸۵، ۱۳۸۶، ۱۳۸۷، ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۳ شـاهد دوره ترسـالی هسـتیم به عبارتی ۵۳ درصد از این منطقه دچار خشکسالی بوده است. همچنین در بازه زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۲ نسـبت به دیگر بازه‌های زمانی این دوره خشکسالی شدیدتر بوده است به گونه‌ای که روند بارندگی سـالیانه گویای این واقعیت بوده اسـت. همچنین پیک شـاخص پوشـش گیاهی مطابق با بیشـترین بارندگی رخ داده در این بازه زمانی بوده اسـت به عبارتی سـال ۱۳۸۴ بیشـترین میزان بارندگی در این منطقه رخ داده است که میزان شـاخص پوشـش گیاهی در این سـال بیشـترین افزایش را نشـان داده اسـت، همین موضـوع بیانگر متاثر بودن پوشش گیاهی از نوسانات بارندگی منطقه است.

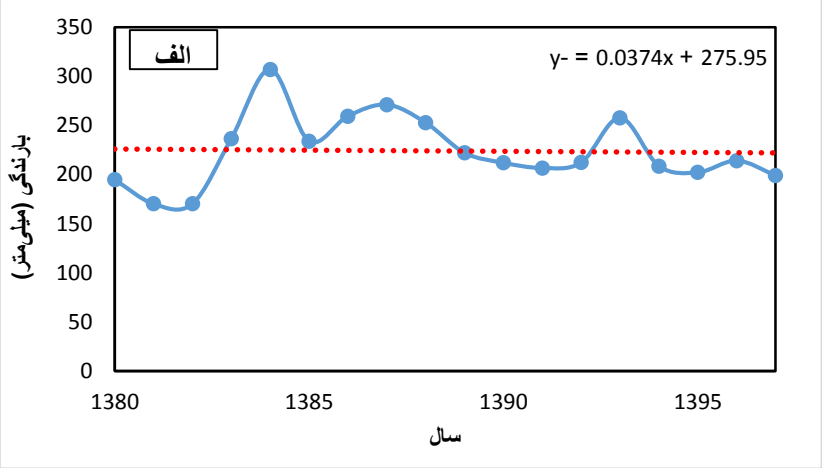
ماتریس همبسـتگی بین سه شاخص نامبرده حاکی از آن است که شاخص NDVI همبستگی یکسانی نسبت به دو شـاخص SPI و بـارنـدگی سـالیانه داشـته اسـت (جدول ۲).

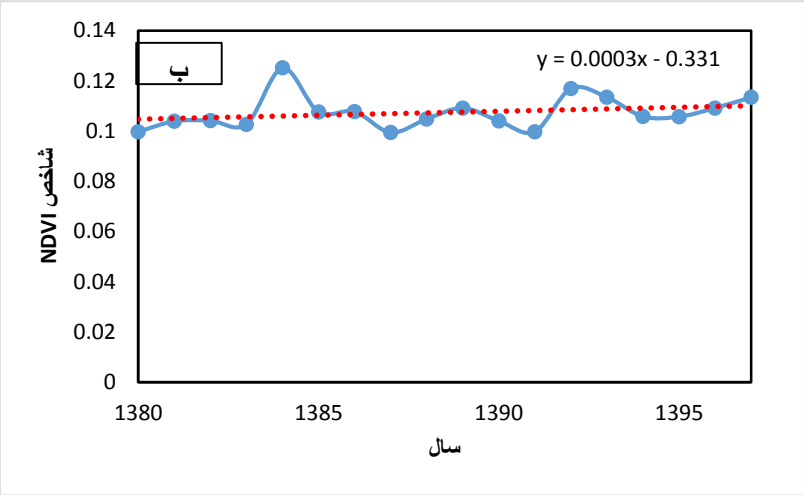
۲.۳. بررسـی رونـد تغییرات شـاخص SPI و NDVI در اقالیم مختلف

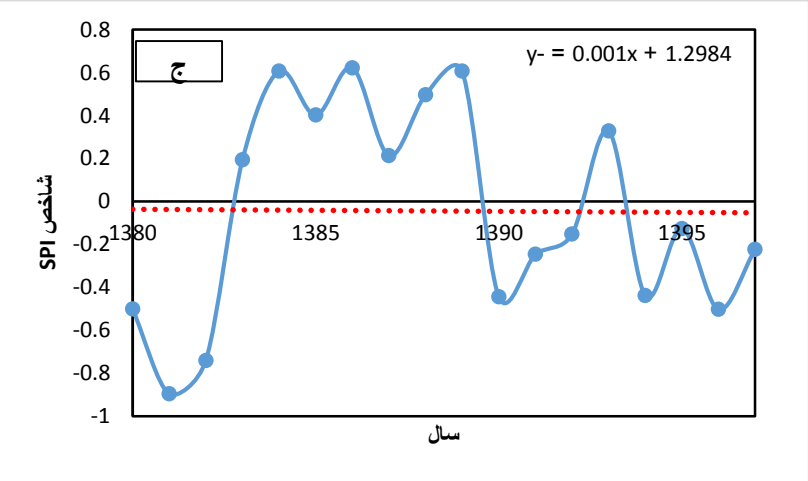
با توجه به اشـکال (۳ و ۴ و ۵) می‌توان دریافت روند تغییرات پوشـش گیاهی در اقلیم‌های خشک کاهشی بوده درحالی‌که در سـطح این منطقه به ترتیب حدود ۵۵/۵۵ و ۴۴/۴۴ درصـد خشکسالی نسبتا نرمال و نرمال بوده است. همچنین روند تغییرات خشـکسـالی در اقلیم خشک نیمه مرطوب افزایشی بوده و میزان خشکسالی به ترتیب حدود ۵۰ درصـد در طبقه خشـکسالی نسبتا نرمال و ۵۰ درصد نرمال بوده است.

۳.۳. رابطه همبستگی بین شاخص NDVI و SPI در اقلیم‌های خشک و خشک نیمه‌مرطوب حوزه‌آبخیز حبله‌رود

بررسـی همبسـتگی در دو اقلیم خشـک و خشـک نیمه‌مرطوب نشـان داد که در اقلیم خشـک بین شـاخص NDVI و SPI در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد ($P < 0.05$) حدود ۰/۳۸ بوده که بیانگر همبسـتگی مثبت و معنی‌دار این شـاخص‌ها در این اقلیم می‌باشـد. در اقلیم خشـک نیمـه مرطوب این همبسـتگی حـدود ۰/۲۵ بوده کـه نشان‌دهند همبستگی مثبت و معنی‌دار بوده است.



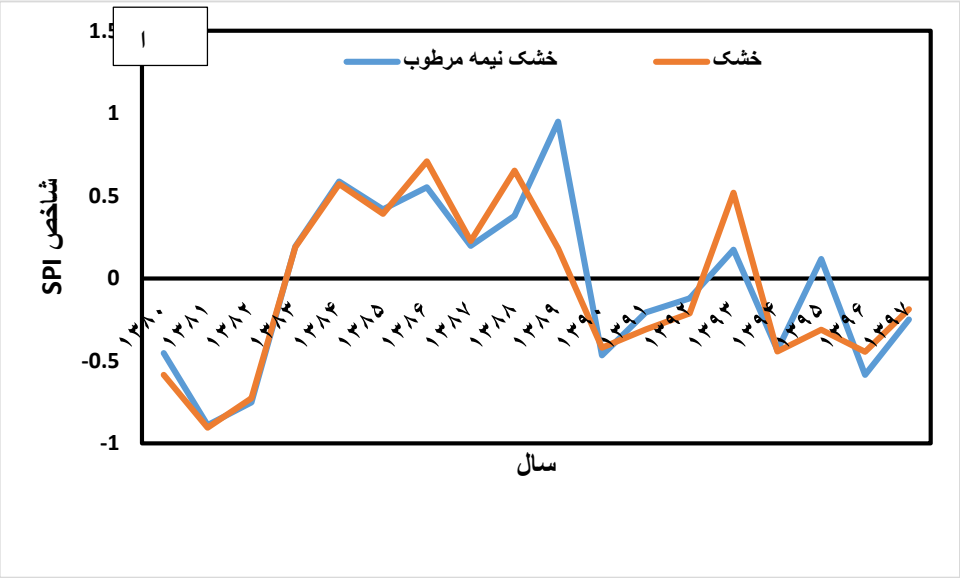


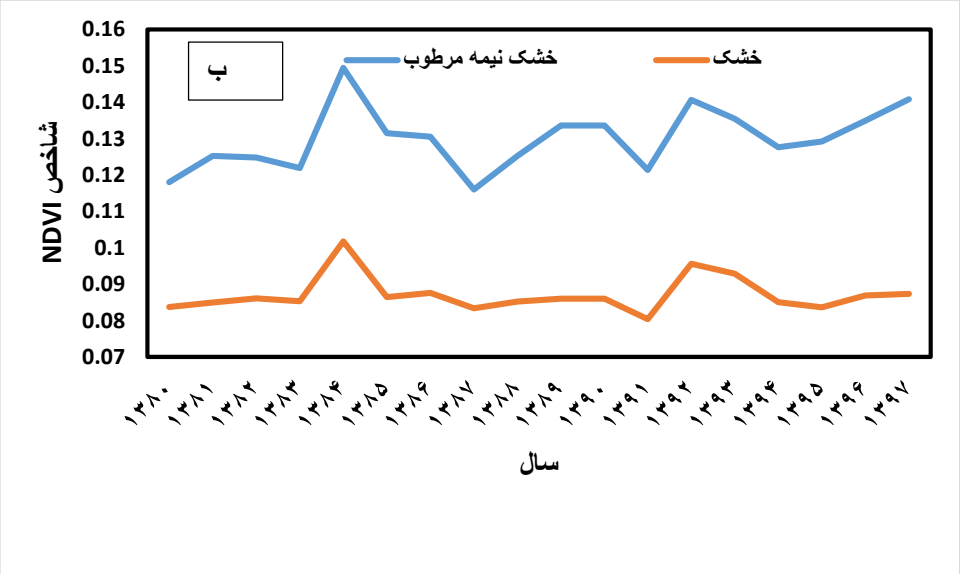


شکل ۲. روند تغییرات سالانه بارندگی (الف)، شاخص NDVI (ب) و شاخص SPI (ج)

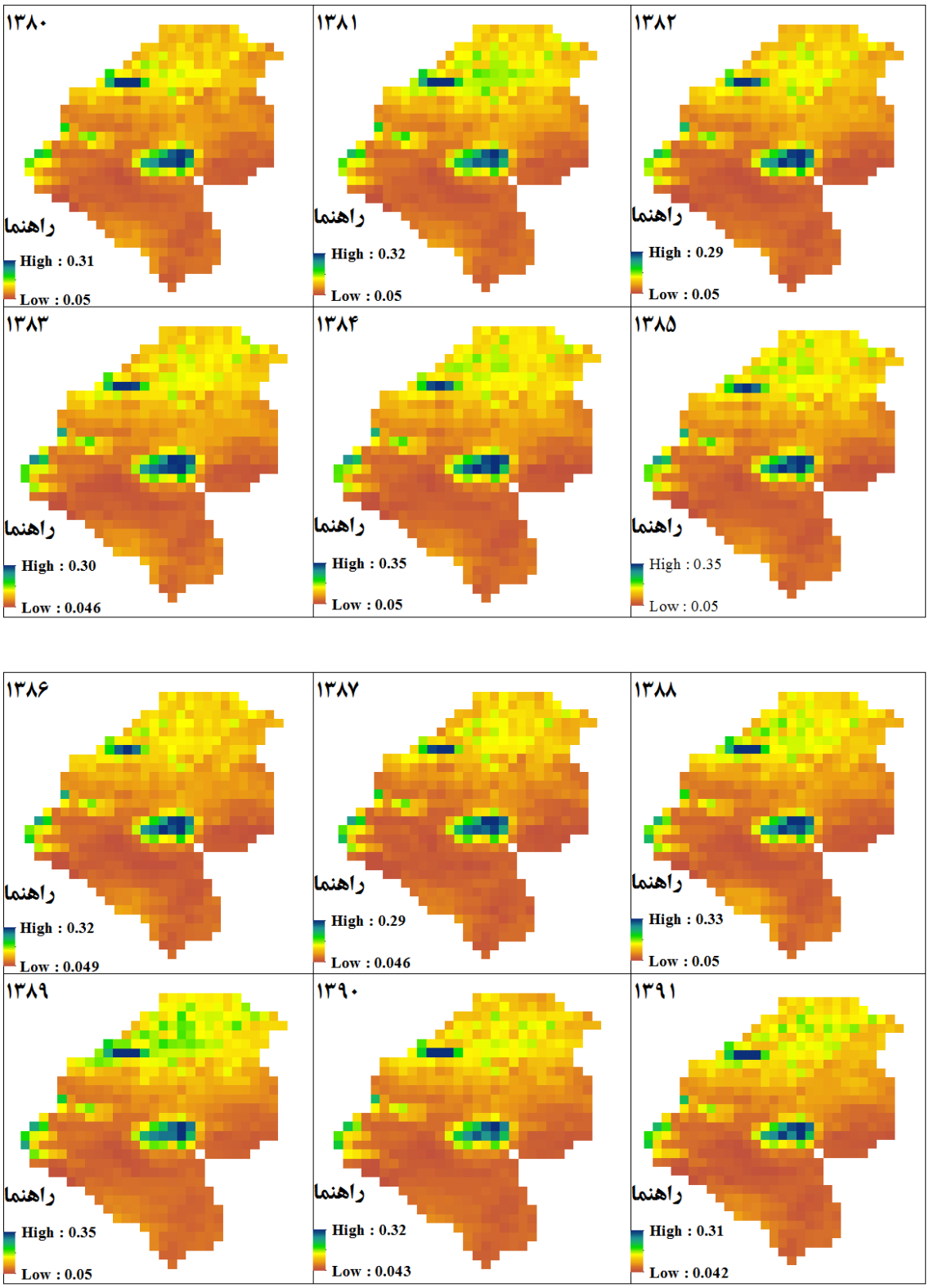
جدول ۲. ماتریس همبستگی

	NDVI	SPI	Rain
NDVI	1	0.369	0.24
SPI	0.369	1	0.86
Rain	0.24	0.86	1

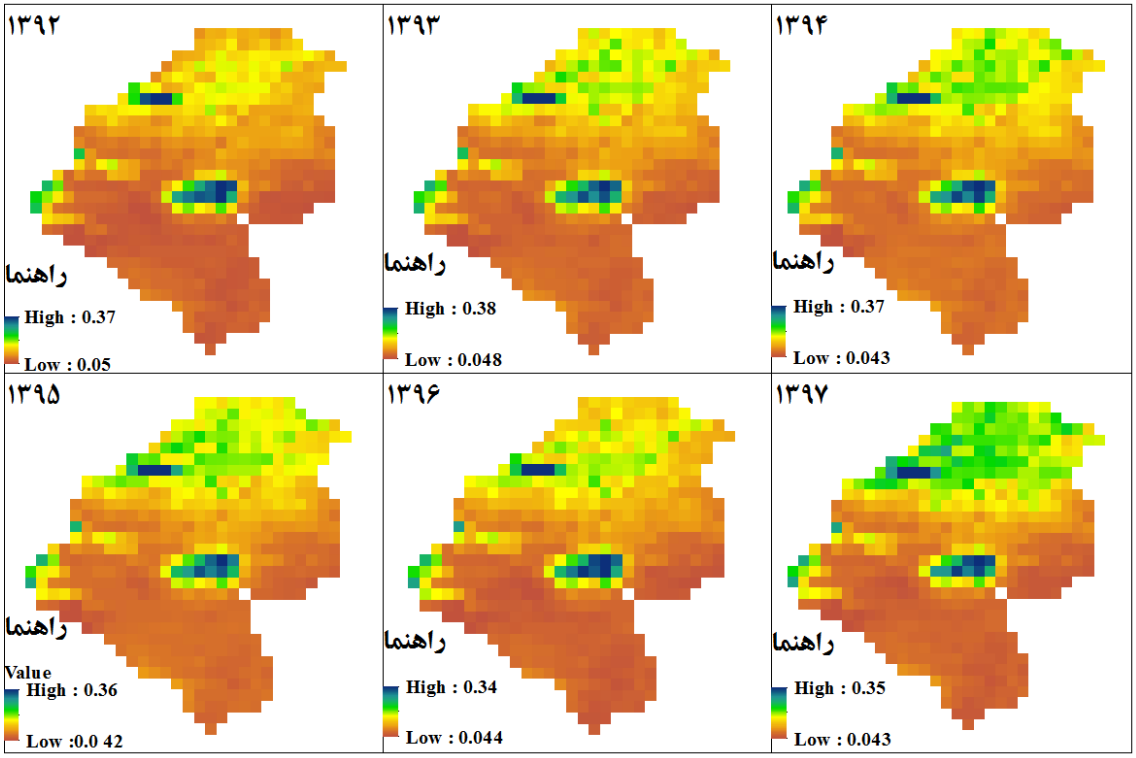




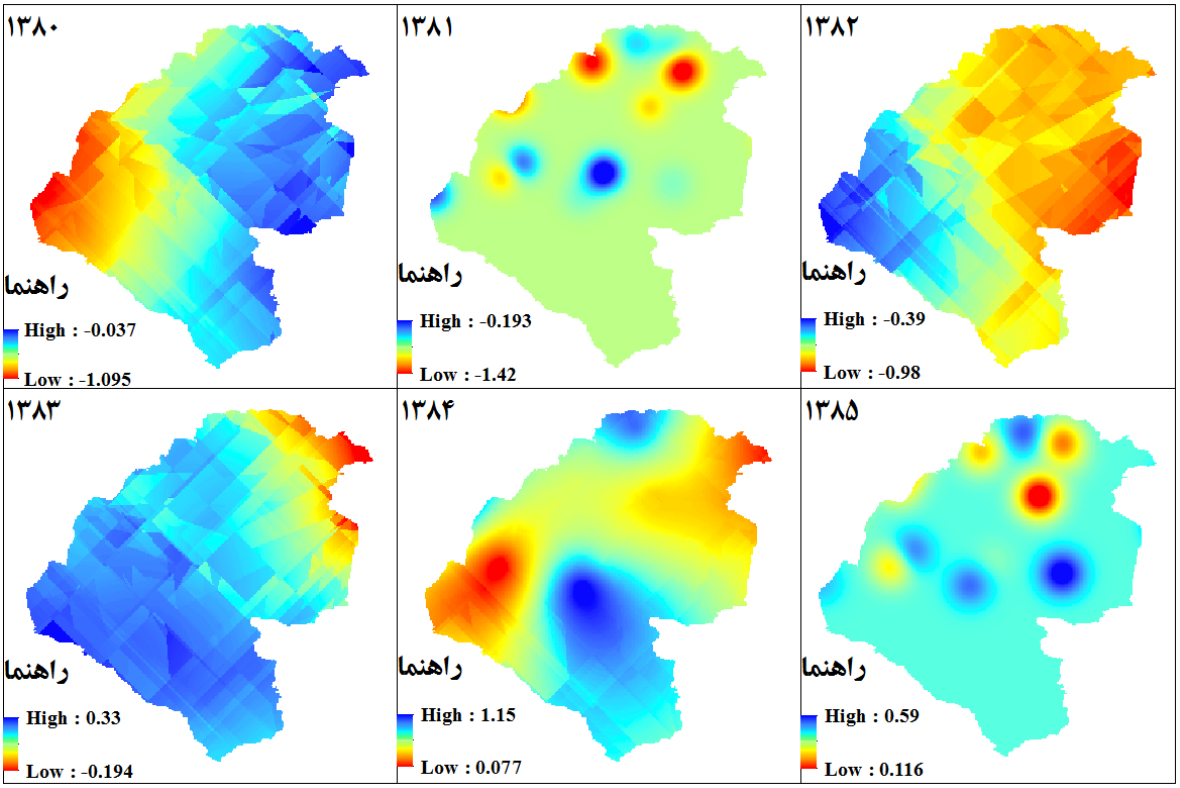
شکل ۳. شاخص SPI (الف) و شاخص NDVI (ب) در مناطق خشک و خشک نیمه مرطوب



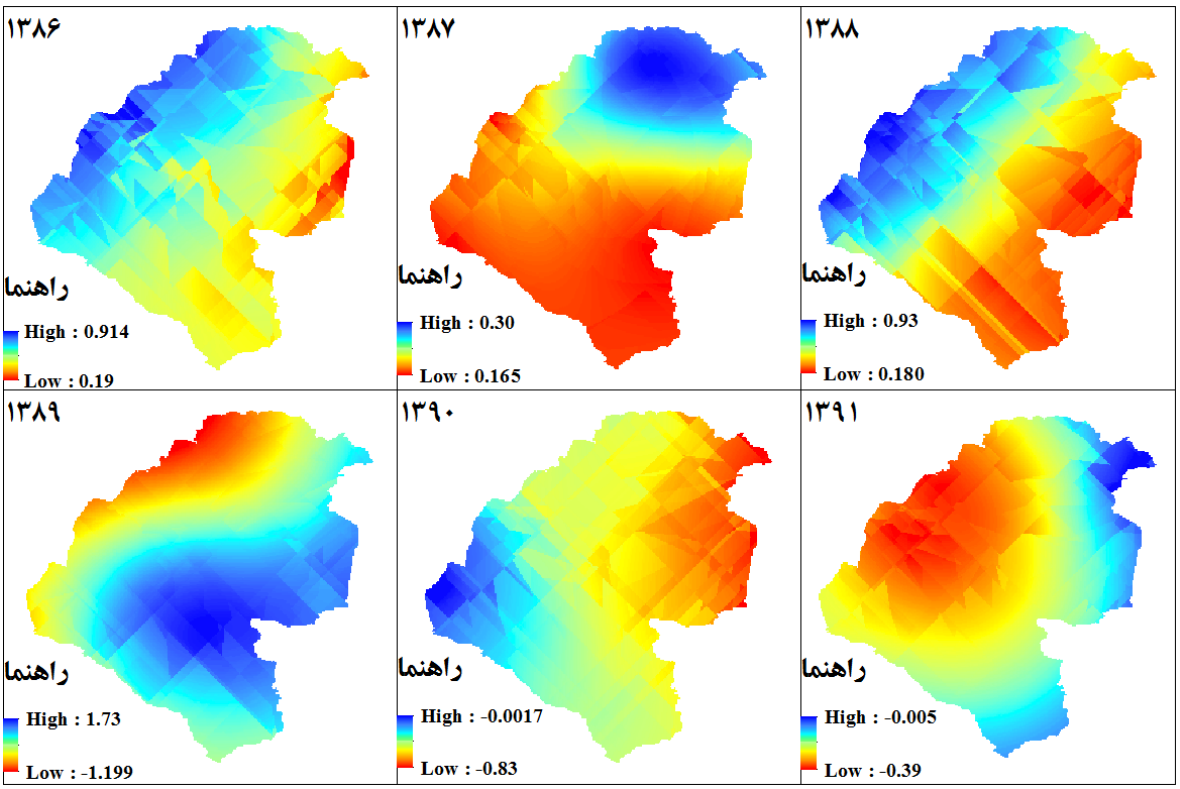
شکل ۴. نتایج تغییرات مکانی و زمانی شاخص NDVI در بازه زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۰)

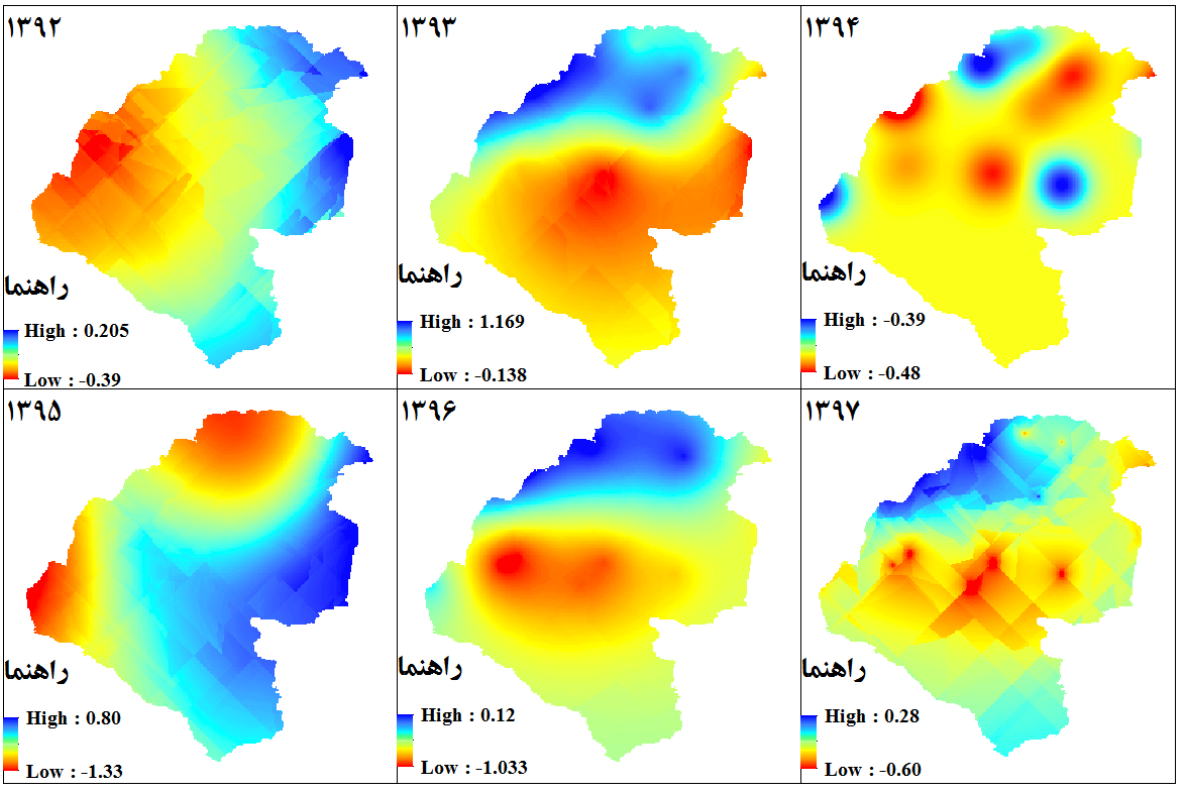


ادامه شکل ۴.



شکل ۵. نتایج تغییرات مکانی و زمانی شاخص SPI در بازه زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۰)


۱۳۸۶
راهنما
High : 0.914
Low : 0.19
۱۳۸۷
راهنما
High : 0.30
Low : 0.165
۱۳۸۸
راهنما
High : 0.93
Low : 0.180
۱۳۸۹
راهنما
High : 1.73
Low : -1.199
۱۳۹۰
راهنما
High : -0.0017
Low : -0.83
۱۳۹۱
راهنما
High : -0.005
Low : -0.39


۱۳۹۲
راهنما
High : 0.205
Low : -0.39
۱۳۹۳
راهنما
High : 1.169
Low : -0.138
۱۳۹۴
راهنما
High : -0.39
Low : -0.48
۱۳۹۵
راهنما
High : 0.80
Low : -1.33
۱۳۹۶
راهنما
High : 0.12
Low : -1.033
۱۳۹۷
راهنما
High : 0.28
Low : -0.60

ادامه شکل ۵.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

موضوع خشکسالی در مطالعات پوشش گیاهی اهمیت زیادی دارد. شاخص‌های خکشسالی هواشناسی مستقیما از روی داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی نظیر بارندگی محاسبه می‌شوند و در صورت فقدان داده‌های مذکور در پایش خشکسالی مفید واقع نخواهند شد. لذا تکنیک سنجش از دور می‌تواند ابزاری مفید در پایش خشکسالی به شمار رود [۱۷]. در این مطالعه برای بررسی تاثیرات عوامل اقلیمی بر پوشش گیاهی به ارزیابی اثرات خشکسالی بر شاخص NDVI حاصل از تصاویر سنجنده MODIS در بازه زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۰) پرداخته شد. شاخص NDVI جزء کاربردی‌ترین شاخص مبتنی بر داده‌های سنجش از دور می‌باشد که در جوامع گیاهی مختلف با اقلیم متفاوت برای پایش و ارزیابی خشکسالی در مناطق مختلف می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد [۳۱ و ۳۹]. شاخص NDVI علاوه بر نمایش تغییرات پوشش گیاهی به عبارت دیگر بیان کننده تنش خشکسالی هستند به گونه‌ای که این شاخص در سال ۱۳۸۲ حداکثر افزایشی که از میزان پوشش گیاهی نشان داده است به میزان ۰/۲۹ بوده که این حداکثر نسبت به سال‌های این دوره ۱۷ساله کمترین افزایش رخ داده است که مصادف با شدیدترین خشکسالی در این منطقه بوده است. می‌توان نتیجه گرفت که ازاین شاخص می‌توان در پیش‌بینی روند خشکسالی استفاده نمود. زیرا تغییرات پوشش گیاهی متاثر از مقدار بارندگی رخ داده در این منطقه است که با نتایج [۹] که حاکی از آن بود که در تطابق شاخص‌های خشکسالی مبتنی بر داده‌های ماهواره‌ای و زمینی، شاخص NDVI علاوه بر نمایش وقوع تنش خشکسالی در هر یک از دوره‌ها به طور مجزا در برخی پیکسل‌ها وقوع تنش را در هر دوره میانی و پایانی گزارش کرده است. نتایج تغییرات پوشش گیاهی نشان دهنده آن است که اقلیم خشک نیمه‌مرطوب حوزه تغییرات پوشش گیاهی آن شدید نبوده است ولی در اقلیم خشک این حوزه وضعیت پوشش گیاهی آن روند نزولی داشته است و اثرات خشکسالی این منطقه را از حد بحرانی خود خارج می‌نماید و علاوه بر اثر خشکسالی، عوامل ادافیکی در تغییرات پوشش تاثیرگذارند که با نتایج [۲۳ و ۱۰] که بیان داشتند که با توجه به حساس بودن مناطق خشک و نیمه‌خشک و همچنین حالت بی‌ثبات و ناپایدار آنها اغلب در شرایط مختلف، وضعیت‌های اکولوژی متفاوتی را نشان می‌دهند، مطابقت دارد. لذا اقلیم خشک این منطقه پوشش ضعیف را شامل می‌شود در حالی که اقلیم خشک نیمه‌مرطوب روند پوشش گیاهی مثبت می‌باشد که در صورت تخریب این اراضی عواقب زیست محیطی و اقتصادی بسیاری را به دنبال خواهد داشت. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که وقوع خشکسالی هواشناسی و شاخص NDVI در تمامی سال‌ها وجود دارد که با نتایج [۲۷] در پایش خشکسالی با استفاده از تکنیک سنجش از دور در اصفهان بیان داشتند که شاخص SPI در مقیاس زمانی سه ماهه بیشترین ارتباط را با پوشش گیاهی (شاخص NDVI) داشته است، مطابقت دارد. رابطه همبستگی بین شاخص NDVI و شاخص SPI نشان داد که این رابطه مثبت و افزایشی بوده است که [۱۹] نشان داد که خشکسالی از طریق کاهش بارندگی باعث کاهش تولیدات و رشد گیاهان می‌گردد، مطابقت دارد. همچنین نتایج این همبستگی در سطح دو اقلیم این حوزه بیانگر آن است که به ترتیب همبستگی در اقلیم خشک و خشک نیمه‌مرطوب حدود ۰/۳۸ و ۰/۲۵ بوده است که این نتایج بیانگر مثبت بودن و قدرت این رابطه در سطح این دو اقلیم می‌باشد. مطالعه [۱۵ و ۳۷] بیانگر آن است که مناطق خشک و نیمه‌خشک به تغییرات اقلیمی و انسانی به شدت حساس بوده و گیاهان و تولیدات آنها در این مناطق به شدت و قدرت زیاد تحت تاثیر تغییرات محلی و جهانی اثرات اقلیمی محیطی می‌باشد. از طرفی دیگر عمدتا کلاس خشکسالی در این دو اقلیم خشک و خشک نیمه مرطوب به میزان ۵۵/۵۵ و ۵۰ درصد در طبقه خشکسالی نسبتا نرمال قرار گرفته است که با نتایج [۳۵] بیان داشتند که بررسی شاخص‌های خشکسالی استان خراسان نشان

می‌دهد که کلاس خشکسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه اغلب سال‌ها به صورت نرمال و تا حدودی خشک بوده و سال‌های شدیداً خشک و یا شدیداً مرطوب به ندرت قابل مشاهده می‌باشد، مطابقت دارد. با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان دریافت که با استفاده از داده‌های سنجش از دور می‌توان به پایش پاسخ اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک نسبت به تغییرات اقلیمی پرداخت همچنین این مطالعه نشان داد که مناطق خشک و نیمه‌خشک نسبت به تغییرات اقلیمی و انسانی بسیار حساس بوده لذا در صورت تخریب این اراضی عواقب محیط‌زیستی و اقتصادی بسیاری را به دنبال خواهد داشت. در انتها پیشنهاد می‌گردد که رابطه بین خشکسالی و پوشش‌های گیاهی بدست آمده از داده های سنجش از دور در مقیاس‌های ماهانه و فصلی مورد مطالعه قرار گیرد. و از مراتع بر اساس ظرفیت تولید دراز مدت آن بهره‌برداری شود.

References

[1] AbdelRahman, M. A., Natarajan, A., Hegde, R., & Prakash, S. S. (2018). Assessment of land degradation using comprehensive geostatistical approach and remote sensing data in GIS-model builder. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science.

[2] Akhtar-Schuster, M., Stringer, L.C., Erlewein, A., Metternicht, G., Minelli, S., Safriel, U., Sommer, S., 2017. Unpacking the concept of land degradation neutrality and addressing its operation through the Rio conventions. J. Environ. Manage. 195, 4–15.

[3] Anderegg, W. R., Schwalm, C., Biondi, F., Camarero, J. J., Koch, G., Litvak, M. & Wolf, A. (2015). Pervasive drought legacies in forest ecosystems and their implications for carbon cycle models. Science, 349(6247), 528-532.

[4] Azarakhshi, M., Mahdavi, M., Arzani, H., & Ahmadi, H. (2011). Assessment of the Palmer drought severity index in arid and semi arid rangeland:(Case study: Qom province, Iran). Desert, 16(2), 77-86.

[5] Behrang Manesh, M., Khosravi, H., Heydari Alamdarloo, E., Sadi Alekasir, M.S., Gholami, A. & Singh, V.P. (2019). Linkage of agricultural drought with meteorological drought in different climates of Iran. Theoretical and Applied Climatology, 138, pages1025–1033

[6] Bréda, N., & Granier, A. (1996). Intra-and interannual variations of transpiration, leaf area index and radial growth of a sessile oak stand (Quercus petraea). In Annales des sciences forestières (Vol. 53, No. 2-3, pp. 521-536). EDP Sciences.

[7] Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N., Granier, A., Ogée, J., Allard, V. & Chevallier, F. (2005). Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. Nature, 437(7058), 529.

[8] Dr. Safaei, H, Asghari, K, Safavi, H. 2013. Comparison of Groundwater Drought Index (GRI) with Standardized Precipitation Index (SPI) (Case Study: Segway-Segazi Aquifer), 7th National Congress of Civil Engineering, Sistan-Baluchestan University, Zahedan. (In Persian).

[9] Ebrahimzadeh, s, Bazrafshan, j, Ghorbani, kh. 2013. Comparative Study of Drought Indices Based on Satellite and Terrestrial Data Using Change Vector Analysis Technique (Case Study: Kermanshah Province), Journal of Soil Water (Agricultural Science and Technology), Volume 27, Number 5, Page 1045 -1034. (In Persian).

[10] Eskandary dameneh, H, Jafari, R, Soltani Kopai, S. Evaluation of Land Degradation Using Satellite Data Indices, Journal of Desert Management, Volume 5, Number 10, pp. 56-43. (In Persian).

[11] Farrokhzadeh, B, Mansouri, Sh, Sepehri, A. 2017. Determination of Correlation Between NDVI and EVI Vegetation Indices with SPI Meteorological Drought Index (Case Study: Plain Rangelands of Golestan Province), Journal of Agricultural Meteorology, Volume 5, Number 10, pp. 65-56. (In Persian).

[12] Fazel Dehkordi, L, Azarniwand, H, Zare Chahuki, M, Mahmoudi Kohan, F, Khalighi Sigaroudi, Sh. 2016. Drought Monitoring Using NDVI Vegetation Index (Case Study: Rangelands of Ilam Province), Rangeland and Watershed Management (Iranian Natural Resources), Volume 69, Number 1, pp. 154-141. (In Persian).

[13] Frank, D., Reichstein, M., Bahn, M., Thonicke, K., Frank, D., Mahecha, M. D. & Beer, C. (2015). Effects of climate extremes on the terrestrial carbon cycle: concepts, processes and potential future impacts. Global Change Biology, 21(8), 2861-2880.

[14] Greve, P., Roderick, M. L., & Seneviratne, S. I. (2017). Simulated changes in aridity from the last glacial maximum to 4xCO2. Environmental Research Letters, 12(11), 114021.

[15] Huang, L., He, B., Chen, A., Wang, H., Liu, J., Lű, A., & Chen, Z. (2016). Drought dominates the interannual variability in global terrestrial net primary production by controlling semi-arid ecosystems. Scientific reports, 6, 24639.

[16] Jha, S., Das, J., Sharma, A., Hazra, B., & Goyal, M. K. (2019). Probabilistic evaluation of vegetation drought likelihood and its implications to resilience across India. Global and Planetary Change, 176, 23-35.

[17] Khosravi, H., Haydari Alamdarloo, E., Shekoohizadegan, 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.

[18] Kouchoukos, N., Smith, R., Gleason, A., Thenkabail, P., Hole, F., Barkoudah, Y. & Foster, J. (1998). Monitoring the distribution, use, and regeneration of natural resources in semi-arid Southwest Asia. J. Albert, M. Bernhardsson ET R. Kenna (éds), Transformations of Middle Eastern natural environments: legacies and lessons, YSFES, 103, 467-491.

[19] Li, X., Li, Y., Chen, A., GAO, M., Slette, I. J., & Piao, S. (2019). The impact of the 2009/2010 drought on vegetation growth and terrestrial carbon balance in Southwest China. Agricultural and Forest Meteorology, 269, 239-248.

[20] McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology,Vol. 17, No. 22, pp. 179-183.

[21] Nanzad, L., Zhang, J., Tuvdendorj, B., Nabil, M., Zhang, S., & Bai, Y. (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.

[22] Potter, C., Klooster, S., Hiatt, C., Genovese, V., & Castilla-Rubio, J. C. (2011). Changes in the carbon cycle of Amazon ecosystems during the 2010 drought. Environmental Research Letters, 6(3), 034024.

[23] Prince, S. D., Wessels, K. J., Tucker, C. J., & Nicholson, S. E. (2007). Desertification in the Sahel: a reinterpretation of a reinterpretation. Global Change Biology, 13(7), 1308-1313.

[24] Qomshion, M, Malekian, A. 2009. Determining the Most Probable Probabilistic Distribution of Regional Floods (Case Study: Hableh Rood Watershed), National Conference on Watershed Management Science and Engineering (Sustainable Natural Disaster Management), Volume 5, pp. 10-1. (In Persian).

[25] Rahimi, M, Damavandi, A, Jafarian, V. 2013. Evaluation of Remote Sensing Applications in Evaluation and Monitoring of Land Degradation and Desertification, Journal of Geographical Information, Volume 22, Number 88, pp. 128-115. (In Persian).

[26] Reichstein, M., Bahn, M., Ciais, P., Frank, D., Mahecha, M. D., Seneviratne, S. I. & Papale, D. (2013). Climate extremes and the carbon cycle. Nature, 500(7462), 287.

[27] SafariShad, M, Habibnezhad Roshan, M, Eldermi, A. 2016. Evaluation of NDSI Index in Drought Monitoring Using Remote Sensing Technique (Case Study: Isfahan Province), Journal of Geographical Information, Volume 25, Number 100, pp. 44-35. (In Persian).

[28] Schwalm, C. R., Anderegg, W. R., Michalak, A. M., Fisher, J. B., Biondi, F., Koch, G. & Huntzinger, D. N. (2017). Global patterns of drought recovery. Nature, 548(7666), 202.

[29] Van der Molen, M. K., Dolman, A. J., Ciais, P., Eglin, T., Gobron, N., Law, B. E. & Chen, T. (2011). Drought and ecosystem carbon cycling. Agricultural and Forest Meteorology, 151(7), 765-773.

[30] Vicente-Serrano, S. M., Gouveia, C., Camarero, J. J., Beguería, S., Trigo, R., López-Moreno, J. I. & Morán-Tejeda, E. (2013). Response of vegetation to drought time-scales across global land biomes. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(1), 52-57.

[31] Wang, X., Shen, H., Zhang, W., Cao, J., Qi, Y., Chen, G., & Li, X. (2015). Spatial and temporal characteristics of droughts in the Northeast China Transect. Natural Hazards, 76(1), 601-614.

[32] Yang, Y., Guan, H., Batelaan, O., McVicar, T. R., Long, D., Piao, S. & Simmons, C. T. (2016). Contrasting responses of water use efficiency to drought across global terrestrial ecosystems. Scientific reports, 6, 23284.

[33] Yang, Y., Long, D., Guan, H., Scanlon, B. R., Simmons, C. T., Jiang, L., & Xu, X. (2014). GRACE satellite observed hydrological controls on interannual and seasonal variability in surface greenness over mainland Australia. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 119(12), 2245-2260.

[34] Yang, Y., Roderick, M. L., Zhang, S., McVicar, T. R., & Donohue, R. J. (2019). Hydrologic implications of vegetation response to elevated CO 2 in climate projections. Nature Climate Change, 9(1), 44.

[35] Zahiri, A, Sharifian, H, Abrari, Farzaneh, Rahimian, M. 2014. Evaluation of Wet and Drought Phenomena in Khorasan Province Using Indexes (PNPI, SPI, NITZCHE), Journal of Irrigation and Drainage, Volume 8, Number 4, pp. 865-845. (In Persian).

[36] Zhang, X., & Zhang, B. (2019). The responses of natural vegetation dynamics to drought during the growing season across China. Journal of Hydrology, 574, 706-714.

[37] Zhang, Y., Xiao, X., Guanter, L., Zhou, S., Ciais, P., Joiner, J. & Kato, E. (2016). Precipitation and carbon-water coupling jointly control the interannual variability of global land gross primary production. Scientific reports, 6, 39748.

[38] Zhao, M., & Running, S. W. (2010). Drought-induced reduction in global terrestrial net primary production from 2000 through 2009. Science, 329(5994), 940-943.

[39] Zuo, D., Cai, S., Xu, Z., Peng, D., Kan, G., Sun, W. & Yang, H. (2019). Assessment of meteorological and agricultural droughts using in-situ observations and remote sensing data. Agricultural Water Management, 222, 125-138.

Journal of Range and Watershed Management
Volume 75, No. 1, Spring 2022

pp. 103-117

Accepted: 2019-08-26

Received: 2020-02-01

Impact of meteorological drought on vegetation change trends in arid and semi-humid climates (HablehRood Watershed)

❖ **Ahmad Gillvare;** Ph.D. Student of Desertification, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran
❖ **Gholamreza Zahtabian;** Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran. Iran
❖ **Hassan Khosravi*;** Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran
❖ **Hossein Azarnivand;** Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran. Iran
❖ **Salman Zareh;** Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran

Abstract

Identification and evaluation of vegetation degradation in arid and semi-arid regions is important. Due to the importance of vegetation cover in these areas, the aim of this study was to investigate the effect of drought, on vegetation cover of HablehRood watershed. Initially, NDVI index obtained from MODIS sensor was used to study vegetation cover and then SPI index based on rainfall data of two basins in two arid and semi-humid climates was used for drought assessment (2001-2018) using image processing methods. The results showed that during this 18-year period, 53% of the region had droughts on average. Also, during the period 2001-2003, drought was more severe than other periods (2003-2018). In addition, the highest vegetation index occurred in 2005, indicating that vegetation was affected by rainfall fluctuations in the region. The correlation matrix between the three indices indicated that NDVI had the same correlation with SPI and annual rainfall. The results of this correlation in dry and semi-humid climates showed that the correlation was 0.38 and 0.25, respectively. These results indicate that this relationship is positive and robust in different climates of a region? On the other hand, drought class is mainly located in dry and semi-humid climates, with 55.55% and 50% in relatively normal drought class, respectively. Based on the above, it can be concluded that using remote sensing data can monitor the response of semi-humid and dry arid ecosystems to climate change. The study also showed that arid and semi-arid regions are highly susceptible to climate change and human anomalies. Therefore, the destruction of these lands will have many environmental and economic consequences.

Keywords: Correlation, Drought, HablehRood, NDVI, Remote Sensing

*Corresponding Author: Tel: +98 2632223044 Email: hakhosravi@ut.ac.ir