نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هشتم، شماره ٤، زمستان ١٤٠٠

صفحات ٧١ – ٨٨

سنجش و تحلیل همبستگی سری زمانی خشکسالی‌ها مبتنی بر تصاویرماهواره مودیس وشاخص اقلیمی بارش استاندارد شده(Spi) در دامنه شرقی زاگرس

زهرا عربی؛ استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

ایوب بدراق‌نژاد[1]؛ عضو هیات علمی گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

دریافت مقاله :۱۳۹۹/۰۱/۱۹ پذیرش نهایی:۱۴۰۰/۰۲/۱۸

چکیده

خشکسالی یکی از بلایای محیطی است که فراوانی آن به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور بسیار زیاد می‌باشد. کمبود بارش اثرات متفاوتی را بر روی آب‌های زیرزمینی، رطوبت خاک و جریان رودخانه‌ها به‌جای می‌گذارد. هدف این پژوهش ارزیابی پوشش گیاهی و دمای سطح زمین جهت تحلیل دوره خشکسالی در استان‌های قم،چهارمحال بختیاری،اصفهان و مرکزی با استفاده از تصاویر ماهواره ترآ سنجنده مودیس، داده‌های بارش ایستگاه‌های سینوپتیک واقع در منطقه، شاخص‌های سنجش‌ازدوری همچون شاخص سلامت پوشش گیاهی، وضعیت پوشش گیاهی و شاخص وضعیت درجه حرارت به‌منظور آشکارسازی تغییرات رخداده در بازه زمانی۱۷ ساله(مادیس) و ۲۰ ساله (بارش، جهت صحت سنجی) می‌باشد. بدین منظور ابتدا با بررسی داده‌های باران‌سنجی و سینوپتیک ایستگاه‌های موجود و با استفاده از مدل شاخص بارش استانداردشده سه ماه آوریل، می و ژوئن به‌عنوان نمونه انتخاب شد. در این مطالعه تصاویر ماهواره‌ای با کد(MOD۱۱A۲,MOD۱۳A۳) از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ دریافت و روی آن‌ها پیش‌پردازش و پردازش‌های لازم همانند تصحیح هندسی و رادیومتریک انجام‌گرفت، سپس شاخص بارش استانداردشده با شاخص‌های شرایط دمایی، شاخص وضعیت پوشش گیاهی و شاخص سلامت پوشش گیاهی به‌صورت تلفیقی به کمک تصاویر ماهواره ترآ سنجنده مودیس مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد بین ماه‌های موردسنجش واقع شده، بیشترین روند رو به خشکی در قسمت شرقی این استان‌ها نمایان بوده و بیش از ۵۰ درصد مساحت این استانها را شامل می‌شود. روند تغییرات این شیب از لحاظ آماری معنی‌دار است. با توجه به نتایج همبستگی‌ها شاخص وضعیت درجه حرارت با شاخص بارش استاندارد شده از همبستگی قوی نسبت به سایر شاخص‌ها برخوردار بوده است. همچنین می‌توان نتیجه گرفت که تصاویر مودیس و شاخص‌های پردازش‌شده در کنار شاخص اقلیمی دارای قابلیت لازم برای پایش خشکسالی است. استفاده از نقشه‌های حاصل از شاخص‌های خشکسالی می‌تواند به بهبود برنامه‌های مدیریت خشکسالی کمک نموده و نقش بسزایی را در کاهش اثرات خشکسالی ایفا کند.

واژه های کلیدی: خشکسالی،سنجش‌از دور، همبستگی،شاخص‌اقلیمی.

[1]. نویسنده مسئول: Email: a_badragh@pnu.ac.ir

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

مقدمه

خشکسالی از اصلی‌ترین بلایاهای طبیعی است که انسان از دیرباز با آن آشنا بوده است و از مهمترین بلایای طبیعی است که بر ابعاد مختلف زندگی بشر تأثیرگذار است (Mishra & Singh,۲۰۱۰) و به یک دورهٔ زمانی تسلط آب‌وهوای خشک غیرعادی گفته می‌شود که باعث عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب‌شده است و تأثیرات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی را به دنبال دارد(Zhang,۲۰۱۲). خشکسالی حاصل کمبود بارش در طی یک دوره ممتد زمانی معمولاً یک‌فصل یا بیشتر می‌باشد.این کمبود منجر به نقصان آب برای برخی فعالیت‌ها ، گروه‌ها و یا یک بخش زیست‌محیطی می‌شود (قربانی و همکاران،۱۳۹۷). بروز خشکسالی و کاهش بارش بر منابع آب و کشاورزی در هر منطقه تأثیرگذار است (خوش‌اخلاق و همکاران،۱۳۸۹). تغییرپذیری منابع آب زیرزمینی از تغییرات اقلیمی ناشی از فرایندهای هیدرولوژیکی مانند بارش، تبخیر و تعرق و تعامل با آب سطحی انجام می‌گیرد(Chen,۲۰۰۴). خشکسالی عمده‌ترین مشکل مناطق خشک و نیمه‌خشک است و تنوع بسیار زیاد در زمان و مکان وقوع خشکسالی، کار تشخیص دقیق وقوع آن را بر اساس مشاهدات مکانی سخت و پیچیده می‌کند(Lin et all,۲۰۱۱).خشکسالی حادثه‌ای طبیعی است که بر اقتصاد، کشاورزی و جنبه‌های اجتماعی جامعه اثر می‌گذارد. این پدیده تدریجی است، به‌گونه‌ای که آغاز و پایان آن معلوم نیست. تداوم آن ممکن است از چندین ماه تا چندین سال طول بکشد و مساحت تحت پوشش آن در طول زمان تغییر کند، به همین دلیل نیاز به پایش آن بیشتر احساس می‌شود (Bhuiyan,۲۰۰٤). منظور از پایش خشکسالی ارائه اطلاعات بهنگام از دوام، شدت و توسعه جغرافیایی خشکسالی در یک ناحیه به‌منظور اتخاذ اقدامات مناسب برای مقابله با آثار زیانبار خشکسالی است. در دهه‌های گذشته معمولاً تحلیل خشکسالی به‌صورت توصیفی انجام می‌گرفت و کمتر به تحلیل کمّی پرداخته می‌شد (Karel et all,۱۹۸۹). اصولاً برای تحلیل کمی خشکسالی، وجود یک شاخص مشخص برای تعیین دقیق دوره‌های مرطوب و خشک بسیار ضروری است. شروع استفاده از شاخص‌های جامع را می‌توان با شاخص‌هایی که پالمر در سال ۱۹۶۵ معرفی کرد، دانست. شاخص‌های هواشناسی با در نظر گرفتن پارامترهای هواشناسی مانند میزان بارش، رطوبت و دما، خشکسالی تعریف می‌کنند(Silva,۲۰۰۸). شروع استفاده از فن‌آوری سنجش‌ازدور برای پایش خشکسالی به کاربرد آن در استخراج اطلاعات از پوشش گیاهی زمین بازمی‌گردد. یک‌مرتبه کالیبره کردن اطلاعات ماهواره‌ای با واقعیت زمینی، امکان استفاده از داده‌ای ماهواره‌ای برای پایش شروع خشکسالی، واکنش پوشش گیاهی به خشکسالی و بهبود پس از استرس را فراهم می‌کند. در دهه‌های اخیر مدل‌های زیادی در رابطه با پایش خشکسالی ارائه‌شده است که عموماً بر پایهٔ شاخص‌های گیاهی، دمای سطح زمین، محتوای آب گیاه و وضعیت گیاه است. برخی از مدل‌ها عبارت‌اند از: شاخص وضعیت پوشش گیاهی سلامت پوشش گیاهی، تفاضل نرمال شده، شاخص نسبت درجه حرارت (Bayarjargal et all,۲۰۰۶).شاخص رطوبت خاک (Gu et all,۲۰۰۸). ازآنجایی‌که امروزه سنجنده‌های متعددی در مطالعات پایش خشکسالی به‌کار می‌روند، در مطالعهٔ حاضر از اطلاعات سنجنده مودیس استفاده شد، زیرا در مقایسه با سنجنده‌های دیگر، سنجنده مودیس با داشتن باندهای مختلف و طیف الکترومغناطیسی بالقوه برای نظارت بر خشکسالی مناسب‌تر است (Ceccato et all,۲۰۰۱). ازاین‌رو، از سال ۲۰۰۰ پس از کسب اولین داده‌های ماهواره‌ای از این سنجنده، استفاده از اطلاعات آن به‌منظور ارزیابی و پایش خشکسالی مدنظر قرار گرفت. دامنهٔ وسیعی از شاخص‌های مبتنی بر داده‌های مودیس برای نظارت بر خشکسالی در مناطق مختلف تاکنون ارائه‌شده است (Caccamo et all,۲۰۱۱). در جهان دانشمندانی مثل (Park et al,۲۰۰۸)،(رحیم زاده و

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

همکاران،۲۰۰۹)، (Murad et all,۲۰۱۱)،(Alwesabi,۲۰۱۲) و در ایران (یگانه و خواجه‌الدین، ۱۳۹۰) با استفاده از شاخص‌های متعدد محاسبه‌شده حاصل از تصاویر سنجنده مودیس اقدام به ارزیابی و پایش خشکسالی کردند و نتایج پژوهش‌های آن‌ها نشان داده است که اطلاعات این سنجنده برای تعیین خشکسالی مناسب است. در کشور ایران نیز خشکسالی پدیده جدید و ناشناخته‌ای نیست و موقعیت جغرافیایی و شرایط طبیعی کشور به شکلی است که شاهد خشکسالی‌هایی با شدت کم‌وزیاد بوده است. پذیرش این واقعیت که بخش وسیعی از سرزمین ایران در محدوده نوار بیابانی قرار دارد، حاد بودن پیامدهای خشکسالی را برای کشور مشخص می‌کند. خشکسالی یک خطر جدی با اثرات بسیار گسترده بر روی خاک، اقتصاد و تهدید معیشت و سلامت جوامع محلی می‌باشد. با توجه به اینکه در مناطق موردمطالعه کمبود بارش نسبت به متوسط مورد انتظار طی این سال‌ها شکل‌گرفته است. بااین‌وجود سنجش و تحلیل سری زمانی خشکسالی برای تجزیه‌وتحلیل‌های محیط جغرافیایی، برنامه‌ریزی و مدیریت امری ضروری بنظر است. همچنین پی بردن به این مسئله که آیا شاخص‌های سنجش‌ازدوری قابلیت لازم را برای پایش و ارزیابی خشکسالی در کنار شاخص‌های اقلیمی را دارند می‌تواند امری مهم تلقی گردد. خشکسالی از قدیمی‌ترین بلایای طبیعی و موضوع مطالعه و پژوهش از گذشته‌های دور تاکنون بوده است. اگرچه تاریخ دقیق زمان توجه پژوهشگران به این پدیده مشخص نیست، مطالعات علمی درباره آن با توجه به نظریه‌های مرتبط به قرن بیستم مربوط می‌شود. برخی پژوهش‌های خارجی و داخلی درباره موضوع پژوهش حاضر عبارت‌اند از (Howitt et all,۲۰۱۵) در پژوهشی به تجزیه‌وتحلیل اقتصادی آثار خشکسالی بر کشاورزی کالیفرنیا پرداختند و به این نتیجه رسیدند که آثار بیشتری در مناطق دارای محدودیت آب‌های زیرزمینی نمایان هستند به‌گونه‌ای که بر قیمت محصولات کشاورزی نیز مؤثر هستند. (FAO,۲۰۱۳). در پژوهشی، خشکسالی در جهان را بررسی و آثار مختلف این پدیده ازجمله مرگ، بیماری، سوءتغذیه، قحطی و حتی جابه‌جایی‌های مکانی جمعیت در ۳۰ تا ۵۰ سال آینده جهان را تحلیل کرد (Edossa,۲۰۰۹). خشکسالی در حوضه رودخانه اواش در اتیوپی را با شاخص خشکسالی بارش استاندارد شده بررسی کرد؛ تجزیه‌وتحلیل و ارتباط بین شاخص‌های خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژی در حوضه یادشده نشان داد که وقوع پدیده خشکسالی هیدرولوژیک در ایستگاه اندازه‌گیری‌شده با میانگین تأخیری هفت‌ماهه از رویداد خشکسالی هواشناسی در اواش روی می‌دهد و تنوع ۳ تا ۱۳ ماهه دارد. (Shaban,۲۰۰۸). خشکسالی هیدرولوژیکی را در لبنان مطالعه کرد و نتایج پژوهش او نشان دادند که منابعی مانند رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی که متأثر از فعالیت‌های انسان هستند، حدود ۲۳ تا ۲۹ درصد کاهش داشته‌اند و منابعی که کمتر از فعالیت‌های انسان تأثیر می‌گیرند (پوشش برف و بارش باران و برف)، حدود ۱۲ تا ۱۶ درصد کاهش داشته‌اند. (Dinar,۲۰۰۰). آثار خشکسالی در جوامع روستایی کشورهای جنوب آفریقا را بر هفت بخش محصولات زراعی، دام، آب، اشتغال، قیمت مواد غذایی، چراگاه و سوخت طبقه‌بندی و مطالعه کردند. در بخش مطالعات داخلی نیز پژوهش‌های انجام پذیرفته است که در ذیل به آن‌ها پرداخته می‌شود:

(سلطانی و همکاران،۱۳۹۸) در پژوهشی به پایش خشکسالی و سلامت پوشش گیاهی در منطقه کرمانشاه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست پرداخته‌اند. نتایج پژوهش نشان‌دهنده این موضوع است که تصاویر لندست و شاخص‌های ساخته‌شده دارای قابلیت لازم و کافی برای پایش خشکسالی می‌باشد. (حمزه و همکاران،۱۳۹۶) در پژوهشی تحت عنوان پایش زمانی و مکانی خشکسالی کشاورزی با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور مورد مطالعه: استان مرکزی)، چنین بیان می‌کنند، نتایج حاصل از شاخص وضعیت پوشش گیاهی در مقیاس فصلی با شرایط اقلیمی

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

محدوده تطابق بیشتری دارد. به‌گونه‌ای که این شاخص بهترین شاخص جهت پایش خشکسالی انتخاب گردید. (غفوریان،۱۳۹۳) طی سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۰ در استان خراسان رضوی، با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده داده-های زمینی و داده‌های ماهانه ماهواره TRMM، خشکسالی در مقیاس‌های یک، سه، شش و نه‌ماهه را موردبررسی قراردادند، نتایج نشان داد که به‌جز در مقیاس یک‌ماهه همبستگی نزدیکی بین داده‌های خشکسالی زمینی و ماهواره‌ای وجود دارد. (تیموری ،۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان بررسی آثار اقتصادی - اجتماعی خشکسالی‌های دهه اخیر بر روستاهای بخش مرکزی شهرستان اصفهان به این نتیجه رسید که خشکسالی بر تغییر شاخص‌های اقتصادی بیشتر از اجتماعی مؤثر بوده و در بین شاخص‌های اقتصادی، بیشترین تأثیر بر کاهش تولیدات کشاورزی و در بین شاخص‌های اجتماعی، بیشترین اثر برافزایش فقر بوده است. خشکسالی نیز همانند سایر پدیده‌های آب و هوایی درنتیجه تغییرات و تحولات آب و هوایی ناشی از گردش عمومی اتمسفر اتفاق می‌افتد. وقوع آن هرچند ناشی از عوامل محلی است، بیشتر به دلیل روابط بین بخش‌هایی از اجزای گردش عمومی اتمسفر است و بر همین اساس، فرونشینی توده‌های هوا، سلول‌های پرفشار، ناهنجاری‌های فشار، دمای سطح دریا در ایجاد و یا تداوم هسته‌های پرفشار، موج‌های بلند در بادهای غربی و نقش انسان از مهم‌ترین علل رخداد این پدیده هستند (امیدوار، ۱۳۹۲).خشکسالی اعم از هواشناسی و هیدرولوژیکی، مؤثرترین نقش را در میان بلایای طبیعی دارد و دو گروه پیامد مستقیم و غیرمستقیم از خود برجای می‌گذارد. اساسی‌ترین پیامدهای مستقیم عبارت‌اند از: کاهش اراضی کشاورزی، کاهش تعداد دام‌ها، کاهش تولید محصولات کشاورزی، افزایش هزینه‌های تولید، کاهش منابع آب، کاهش وسعت مراتع و جنگل‌ها، افزایش آتش‌سوزی‌ها و غیره مهم‌ترین آثار غیرمستقیم نیز شامل کاهش درآمد در بخش کشاورزی و دامداری، کاهش قیمت اراضی زراعی، افزایش مهاجرت‌های روستایی، تخلیه تدریجی آبادی‌ها، گسترش ابعاد فقر، قحطی، بیکاری، تغییر ساختار لایه‌های زمین و نهایتاً نشست زمین و غیره هستند.مطالعه خشکسالی با توجه به انواع مختلف و بروز آن در ابعاد مختلف محیط طبیعی، کشاورزی، اقتصاد و شرایط اجتماعی و شهر و روستا، زمینه‌های مختلفی را در برمی‌گیرد؛ اما بی‌تردید تحلیل و ارزیابی اقلیمی و هیدرولوژیکی خشکسالی، زمینه‌های اصلی و کلیدی مطالعه خشکسالی هستند. در منابع مختلف (حجازی‌زاده و جوی‌زاده، ۱۳۸۹؛ امیدوار، ۱۳۹۲) به مجموعه متنوعی از روش‌ها برای تحلیل خشکسالی اشاره می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از: روش‌های مطالعه بیلان آبی مناطق، روش‌های تحلیل جریان، روش‌های تحلیل داده‌های بارندگی، روش‌های تحلیل همدیدی (سینوپتیک)، روش‌های استفاده از اطلاعات ژئومورفولوژیک، روش‌های سنجش‌ازدور، روش‌های تعیین شاخص‌های خشکسالی و ...؛ روش اخیر که بیشتر بر روش‌ها و الگوهای ریاضی و تحلیل داده‌های کمی اقلیمی مبتنی است، کاربرد فراوانی برای تحلیل خشکسالی دارد (نوری و نوروزی، ۱۳۹۵). با توجه به پژوهش‌های اشاره‌شده در این بخش که درزمینه‌ی تحقیق حاضر انجام‌گرفته می‌توان این‌گونه بیان نمود که تفاوت پژوهش حاضر در این مقوله می‌باشد که این پژوهش علاوه بر بررسی معیارهای موردسنجش قرارگرفته شده در پژوهش‌های پیشین، جهت پردازش از داده‌های مادیسMOD۱۱A۲,MOD۱۳A۳ بهره گرفته شد. که یکی از پرکاربرد-ترین پروداکت‌هایی که در ارتباط با مادیس طراحی‌شده، پروداکت پوشش گیاهی و دمای سطح زمین آن می‌باشد که به‌صورت ماهانه مورداستفاده قرار می‌گیرد، درحالی‌که در پژوهش‌های پیشین بیشتر تأکید بر سنجنده‌های لندست و قابلیت‌های آن بوده است، همچنین در این پژوهش برای بررسی تغییرات از روشهای پایش سنجش‌ازدوری همچون شاخص سلامت پوشش گیاهی، وضعیت پوشش گیاهی و شاخص وضعیت درجه حرارت که با توجه به استانداردهایی که

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

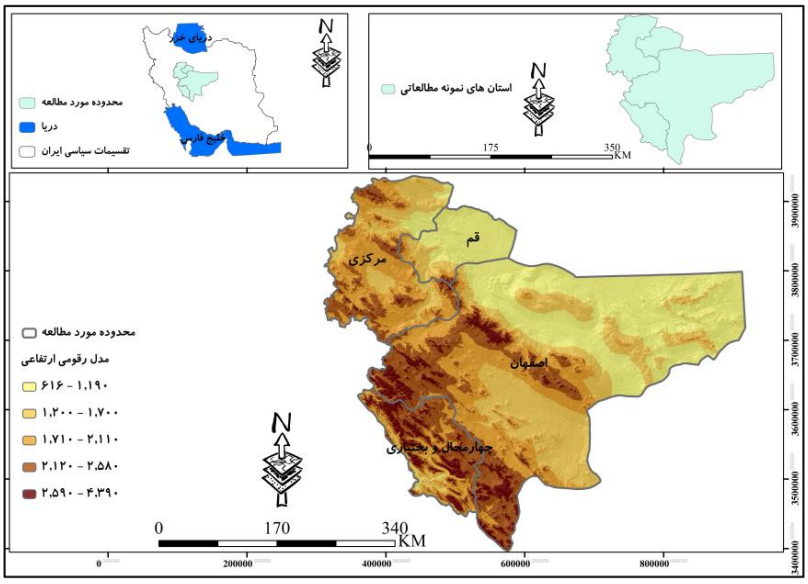
توسط ناسا ارائه‌شده بهره گرفته شد، در این پژوهش جهت مقایسه و اعتبار سنجی روش‌های مذکور از شاخص بارش استاندارد شده و ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید. که به‌خوبی می‌تواند برای کاربردهای مختلف سطح زمین، مورداستفاده قرار گیرد، در این پژوهش برای داده‌های مادیس و دیتاهای آن اهمیت قابل‌توجه‌ای اختصاص یافت. در ادامه پژوهش‌های پیشین به ما در راستای رسیدن به اهداف پژوهش این یاری را رساندند که بتوانیم به‌خوبی مسائل مرتبط با خشکسالی را شناسایی و درنهایت تمامی عوامل مرتبط را مورد بررسی قرار دهیم.

در این راستا با توجه به اهمیت موضوع مورد مطالعه هدف کلی پژوهش حاضر سنجش و تحلیل همبستگی سری زمانی خشکسالی‌ها مبتنی بر تصاویرماهواره مودیس وشاخص اقلیمی بارش استاندارد شده در دامنه شرقی زاگرس می‌باشد.

داده ها و روش کار

الف) قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

استان چهارمحال وبختیاری، با مساحت ۱۶،۵۳۲ کیلومتر مربع در جنوب غربی کشور بین ۳۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی قرار دارد. استان اصفهان، این استان با مساحتی حدود ۱۰۶۷۸۶ کیلومترمربع بین ۳۰ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی خط استوا و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و۳۱ دقیقه طول شرقی نصف النهار گرینویچ، واقع شده‌است. استان مرکزی، بین رشته کوه‌های البرز و زاگرس و در مجاورت کویر مرکزی بین ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۱ درجه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد. استان قم، با وسعتی معادل ۱۱۲۴۰ کیلومتر مربع در مرکز کشور واقع شده و مرکز آن شهر قم است. این استان بین ۵۱ ۳۰ و ۳۰ درجه طول شرقی نسبت به نصف النهار گرینویچ و ۱۵ ۳۵ و ۲۴ ۱۵ درجه عرض شمالی نسبت به خط استوا قرار گرفته است.



شکل۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

ب) روش کار

تحقیق حاضر، با توجه به ماهیت مسئله و موضوع مورد بررسی، مطالعات مبتنی بر نرم افزار و داده‌های کمی است. در این مطالعه از تصاویر ماهواره مودیس سنجنده ترآ مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ به دلیل اطمینان از وجود پدیده ترسالی و خشکسالی استفاده شد. در مرحله بعد با بررسی داده‌های باران‌سنجی و سینوپتیک ایستگاه‌های موجود و با استفاده از مدل شاخص بارش استانداردشده سه ماه(آوریل، می و ژوئن) به‌عنوان نمونه انتخاب شد. در مرحله بعد به مقایسه شاخص‌های وضعیت درجه حرارت و سلامت پوشش گیاهی در این سه ماه پرداخته شد تا تفاوت‌های این شاخص‌ها در طی سه ماه مشخص شود. برای این منظور هر یک از شاخص‌های مذکور با استفاده از تصاویر ماهواره مودیس سنجنده ترآ ساخته شدند که در قسمت بالا مراحل تهیه این شاخص‌ها ارائه‌شده است. جهت استخراج شاخص-های ماهواره‌ای برای هریک از ایستگاه‌ها هواشناسی از ابزار Extract Values To Points در محیط نرم‌افزار جی آی اس بهره گرفته شد. شاخص وضعیت پوشش گیاهی، وضعیت درجه حرارت و سلامت پوشش گیاهی با استفاده از روابط (۲)تا (۴) توسعه داده شد. برای اطلاع از وضعیت پوشش گیاهی در منطقه موردمطالعه از ماهواره مودیس سنجنده ترآ استفاده شد. با استفاده از شرطی که برای لایه پوشش گیاهی گذاشته شد. مناطق عاری از پوشش گیاهی از مناطق دارای پوشش گیاهی جدا شد. برای تعیین حد آستانه مقدار این شاخص برای تشخیص پوشش گیاهی از روش تجربی استفاده شد. برای این منظور حد آستانه‌های مختلفی مورد آزمایش قرار گرفت که درنهایت میزان بهینه انتخاب‌شده ۱ مثبت بود. مجموع بارندگی ماه های آوریل، می و ژوئن برای ۲۳ ایستگاه از استان اصفهان ۱۱ ایستگاه از استان مرکزی،۵ ایستگاه از استان قم و ۷ ایستگاه از استان چهار محال بختیاری برای دوره ۲۰ ساله از سایت سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید، جهت پردازش داده‌هایی که در محیط اکسل طبقه‌بندی شده بودند از نرم افزار جی آی اس و روش‌های زمین آماری بهره گرفته شد. همچنین به منظور برآورد همبستگی بین داده‌ها از ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید. در این مطالعه به‌منظور پهنه‌بندی شاخص اقلیمی روش‌های عکس مجذور فاصله، چندجمله‌ای، توابع شعاعی پایه‌ای و روش‌های کریجینگ مورداستفاده قرار گرفت. سپس در بین روش‌های مورداستفاده روشی که مقدار خطای درون‌یابی آن کمتر است به‌عنوان بهترین روش پهنه‌بندی انتخاب گردید و مطابق با آن داده‌ها پهنه‌بندی شدند. با بررسی نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی خطا روش‌های درون‌یابی الگوریتم کریجینگ نسبت به سایر روش‌های درون‌یابی مقدار خطای کمتری را نشان داد. دلایل انتخاب این روش به‌عنوان روش مناسب ۲ مورد می‌باشد: ۱) مقدار خطای پایین نسبت به سایر روش‌ها ۲) عدم‌تغییر دامنه شاخص اقلیمی می‌باشد. برای نشان دادن معنی داری روند از معیار p-value استفاده شد. مقادیر p-value برای سه ماه و کل سال در محیط نرم افزار اکسل برآورد گردید، مناطق مورد مطالعه به p-value کمتر از۰/۰۵ یا بیشتر از ۰/۰۵ یا مناطق دارای روند تفکیک گردید. شاخص استاندارد بارش یکی از شاخص‌های اساسی در مطالعهٔ خشکسالی به‌شمار می‌آید که محاسبهٔ آن نیازمند داشتن میانگین و انحراف معیار درازمدت مقادیر بارندگی برای دوره‌های موردمطالعه است(Bonaccorso,۲۰۰۳). این شاخص اساساً برای تعریف و پایش خشکسالی و ترسالی ارائه شده است (Tsakiris et all,۲۰۰٤). این شاخص از طریق معادله زیر قابل‌محاسبه می‌باشد.(رابطه۱)

$$SPI = (Pi-P)/S$$

که در آن Pi : مقدار بارش در دوره موردنظر. P: میانگین درازمدت بارش برای دوره موردنظر و S: انحراف معیار مقدار بارش می‌باشد. برای محاسبه این نمایه ، از توزیع گاما برای برازش داده‌های بارش استفاده می‌شود که پس از

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

انجام محاسبه‌های لازم و تعیین پارامترهای مربوط به نمایه شاخص بارش استاندارد شده انجام می‌گیرد. پس از محاسبه مقدار شاخص بارش استاندارد شده در هر بازه زمانی، وضعیت رطوبتی به کلاس‌های مختلف که در جدول ذیل ارائه‌شده‌اند ، تقسیم می‌شود:

جدول ۱. طبقه بندی دوره خشکسالی بر اساس شاخص بارش استاندارد شده

شدت خشکسالی	SPI
خشکسالی حاد	$SPI \leq$ -۲
خشکسالی شدید	-۲$\leq SPI \leq$ -۱/۵
خشکسالی متوسط	-۱/۵$\leq SPI \leq$ -۱
نرمال	-۱$\leq SPI \leq$ ۱
ترسالی متوسط	۱$\leq SPI \leq$ ۱/۵
ترسالی شدید	۱/۵$\leq SPI \leq$ ۲
ترسالی حاد	۲$\geq SPI$

منبع: حمزه و همکاران،۱۳۹۶ به نقل از Mckee et all,۱۹۹۳

شاخص سلامت پوشش گیاهی[۱] : براساس ترکیب حاصل از شاخص تفاوت پوشش گیاهی نرمال شده و درجه حرارت سطح زمین استخراج می شود. فرمول شاخص مذکور در ذیل آورده شده است. (رابطه۲)

BANDMATH: (۰،۵*VCI)+(۰،۵*TCI)

شاخص وضعیت درجه حرارت [۲] : شاخص وضعیت درجه حرارت بر اساس باند حرارتی تبدیل شده به دمای درخشندگی ارائه‌شده است.

BANDMATH: ۱۰۰*((BTMAX- LST_i)/(BTMAX-BTMIN)) (رابطه۳)

در این رابطه، مقادیر (درجه حرارت) BTدمای درخشایی (باند ۳۱) و $_i$ نشان دهنده‌ی سال جاری است. مقادیر بیشینه و کمینه‌ای BT از داده‌های ثبت شده‌ی درازمدت برای هر سال به دست می‌آید. هنگامی که مقدار شاخص وضعیت درجه حرارت به ۱۰۰ درصد می‌رسد BT برای این ماه برابر کمترین مقدار BT دراز مدت برای پیکسل است. مقادیر کم شاخص وضعیت درجه حرارت نزدیک به صفر درصد نشان دهنده‌ی هوای بسیارگرم در سال مورد نظر است. هنگامی که شاخص وضعیت درجه حرارت به صفر درصد می‌رسد، BT آن سال برابر بیشترین مقدار BT دراز مدت برای پیکسل است. شاخص وضعیت پوشش گیاهی[۳]: بوسیله دامنه‌ای از مقادیر پوشش گیاهی طولانی مدت محاسبه شده و نرمال می‌شود. به نحوی که دامنه مقادیر شاخص وضعیت پوشش گیاهی از ۰ تا ۱۰۰ است، که در آن مقادیر کم شرایط تنش گیاهی را نشان می‌دهد، زمانی که مقدار شاخص وضعیت پوشش گیاهی به صفر درصد نزدیک می شود، نشانگر یک ماه بسیار خشک است و وقتی که مقدار پوشش گیاهی به بیشترین مقدار نزدیک می شود، وضعیت خشکسالی بهبود می‌یابد. مقادیر کم شاخص وضعیت پوشش گیاهی برای فواصل زمانی پی درپی، اشاره به ازدیاد خشکسالی دارد که طبق رابطه ذیل تعریف می شود(Kogan,۲۰۰۰).

BANDMATH: ۱۰۰*((NDVI-MIN)/(MAX-MIN)) (رابطه۴)

۱.VEGETATION HELTH INDEX

۲ . THERMAL CONDITION INDEX

۳ . VEGETATION CONDITION INDEX

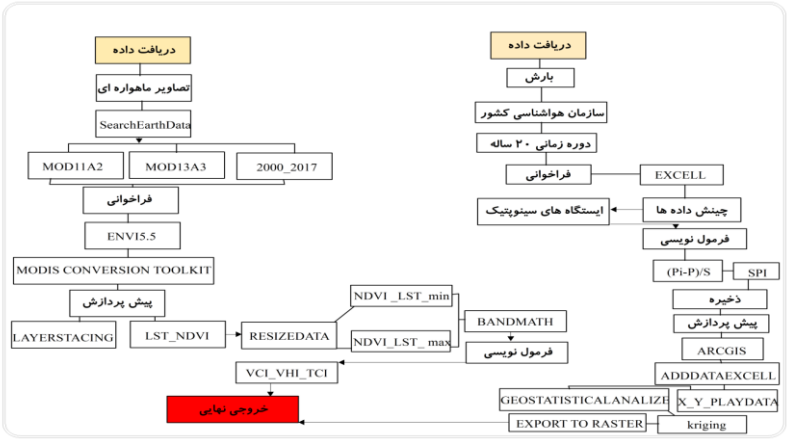
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

جدول ۲ . طبقه بندی دوره خشکسالی بر اساس شاخص سلامت پوشش گیاهی، وضعیت پوشش گیاهی و شاخص وضعیت درجه حرارت منبع: رضایی مقدم و همکاران،۱۳۹۱ به نقل از Bhuiyan,۲۰۰۸

شدت خشکسالی	VCI&TCI&VHI	شدت خشکسالی	VCI&TCI&VHI
خشکسالی حاد	<۱۰	نرمال	۳۹-۳۰/۹
خشکسالی شدید	۱۹-۱۰/۵	ترسالی متوسط	۴۹-۴۰/۵
خشکسالی متوسط	۲۹-۲۰/۵	ترسالی شدید	۵۹-۵۰/۵
		ترسالی حاد	>۶۰

شاخص گیاهی تفاضل نرمال شده کاربرد گسترده ای جهت تشخیص مناطق دارای پوشش گیاهی سالم از ناسالم و مناطق عاری از پوشش دارد. این شاخص وضعیت پوشش گیاهی را بر روی سطح زمین در مناطق وسیع نشان می دهد. ارزش عددی شاخص پوشش گیاهی بین ۱- تا ۱ متغیر می باشد. ارزش های عددی مثبت مربوط به پوشش گیاهی متراکم و ارزش عددی صفر و مقادیر نزدیک به آن مربوط به مناطق بدون پوشش گیاهی است(Rouse et all,۱۹۷۳).



شکل۲. مدل مفهومی مطالعه خشکسالی

شرح و تفسیر نتایج

مطالعه پوشش‌گیاهی و دمای سطوح زمین اعم از جنگل‌ها، مراتع، مزارع و باغات به‌طور مستقیم در مطالعه خشک‌سالی‌های هواشناسی قرار می‌گیرد، با توجه به ارتباط متقابل میزان رشد پوشش‌های گیاهی با عناصر آب و هوایی، مطالعه آن‌ها می‌تواند از طرفی در تبیین شرایط آب و هوایی مفید باشد و از طرف دیگر تشریح نقش عناصر آب و هوایی در رویش آن‌ها بیان گردد. با افزایش دما تبخیر بالا رفته و بارندگی کاهش پیدا می‌کند این فرآیند به مرور باعث گسترش مراتع و بیابان‌ها می‌شود. در مناطق خشک علاوه بر کمبود باران، نوسان شدید بارندگی در طول مکان و زمان از ویژگی‌های مهم است. دوره‌های خشک و تر بر اثر تغییر در فراوانی و تاثیر گذاری الگوهای گردشی جو در یک منطقه ایجاد می شوند. کمبود بارش بر رطوبت خاک، جریان سطحی، ذخیره منابع و سطح آب‌های زیرزمینی و غیره در مقیاس‌های زمانی متفاوت اثر می‌گذارد. در مقیاس زمانی کوتاه مدت، این کمبود عمدتا بر روی وضعیت رطوبت خاک اثر می‌گذارد. خشکسالی‌ها در مقیاس زمانی کوتاه مدت از تداوم زیادی برخوردار نبوده و شدیدا تحت تاثیر بارندگی ماهانه می‌باشند. در حالی که خشکسالی در دوره‌های زمانی بلند مدت واکنش بسیار کندتری نسبت به تغییرات بارش نشان می‌دهند. بنابراین تداوم خشکسالی طی دوره های بلند مدت بیشتر از دوره های کوتاه مدت است. نتایج به دست آمده از شاخص وضعیت درجه حرارت مقادیر نسبتا بالای این شاخص با توزیع مکانی مختلف در هر سه ماه با میانگین ۱۷ ساله در نواحی مختلف استان‌ها را نشان می دهد. شرایط دمایی سطحی کم نوسان، ولی تفاوت های زیاد در میزان

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

پوشش گیاهی در ماه های متمایز و زمین های با پوشش گیاهی متنوع در استان‌ها را می‌توان دلیل این امر دانست. خشکسالی، به‌عنوان پدیده‌ای تاثیرگذار بر پوشش گیاهی، ارتباط مستقیم با بارندگی و ارتباط معکوس با دما دارد. به عبارت دیگر با افزایش دما و کاهش بارندگی، باید انتظار شدیدتر شدن تاثیر خشکسالی بر پوشش گیاهی منطقه را داشت. بی نظمی بارش‌ها در کشور علل خصوص در استان‌های مورد مطالعه نسبتا زیاد است، طوریکه بیشتر بارش‌ها در نیمه سرد سال و نه در دوره رشد محصولات ریزش می‌کنند و یا در اکثر مناطق خشک داخلی بخش غالبی از ریزش بارش‌های سالانه در یک روز می‌باشند. این شرایط حکایت از بی نظمی بالای بارش‌ها از نظر زمانی و مکانی دارد. روند فضایی خشکسالی کشور و مناطق موردمطالعه نشان می‌دهد، نقش عوامل سینوپتیک و الگوهای جوی در وقوع خشکسالی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت در منطقه غالب بوده و ورود و یا عدم ورود توده‌های مرطوب از غرب در ارتباط با الگوی بادهای غربی و خصوصاً تراف شرق دریای مدیترانه، وقوع خشکسالی در کشور و منطقه را موجب می‌شود. داده-هایی که در ایستگاه‌های مختلف سینوپتیکی برداشت می‌شوند کاربردهای فرآوانی در زمینه تصحیح برآورد پارامترهای مربوط از داده‌های ماهواره‌ای دارند. استفاده از شاخص‌های پوشش‌گیاهی به منظور تحلیل شرایط هوا در کوتاه مدت از کارایی لازم برخوردار نیست، ولی برعکس در تحلیل شرایط آب و هوایی یک منطقه بسیار مؤثر است. به طور مسلم میزان رشد گیاه تابعی است از میزان بارش و میزان دما در یک منطقه؛ بدین سان در برخی از سال‌ها پوشش‌های جنگلی و مرتعی از رشد خوبی برخوردار بوده و در برخی از سال‌ها به دلیل عدم رخداد بارش و یا تغییرات منفی دما از رشد کافی برخوردار نبوده و هر دوی این عوامل موجب تنش‌های منفی در گیاه می‌شوند. با توجه به این موضوع عدم رویش کافی گیاهان به دلیل عدم رخداد شرایط مناسب بارشی موجب ایجاد خشکسالی‌ها در مناطق می‌شود که به همین دلیل استفاده از تصاویر ماهواره ای ابزار خوبی برای پیش آگهی خشکسالی محسوب می‌گردد. پوشش‌های گیاهی مناطق خشک و نیمه خشک ساختار و فنولوژی بسیار پیچیده ای دارند و نسبت به شرایط اقلیمی و ناهنجاری‌های آن نیز بسیار حساس اند. همین مسئله به تحت تأثیر قرار گرفتن مقدار بازتابندگی ثبت شده به وسیله سنجنده های ماهواره ای منجر می‌شود.

جدول۳. مقادیر شاخص های SPI,TCI,VCI,VHI در ایستگاه‌های استان اصفهان

ایستگاه سینوپتیک	APR				MAY				JUN			
	SPI	TCI	VCI	VHI	SPI	TCI	VCI	VHI	SPI	TCI	VHI	VCI
اراک	۰.۳۸	۳۵.۷۴	۲۹.۶	۳۲.۶۹	۰.۶۴	۶۸.۸۶	۳۶.۳۳	۵۲.۶	-۰.۲۸	۳۶.۷۸	۳۴.۱۱	۳۱.۲۶
کاشان	-۱.۴۰	۲۸.۶۳	۲۷.۶۵	۲۸.۰۴	-۱.۴۶	۵۷.۷۸	۲۸.۷۲	۴۳.۲۵	-۱.۰۱	۲۹.۲۱	۲۸.۷۶	۲۸.۳۴
ساوه	-۰.۸۸	۲۹.۰۶	۲۵.۱۷	۲۷.۱۱	-۱.۲۹	۵۸.۱۷	۲۶.۰۶	۴۲.۱۱	-۰.۹۶	۲۸.۶۴	۲۶.۹۳	۲۵.۲۸
تفرش	-۰.۱۰	۴۳.۴۷	۳۵.۶۳	۳۹.۴۷	.۱	۷۵.۵	۴۵.۰۷	۶۰.۲۹	-۱.۱۵	۴۳.۷۶	۴۱.۹۱	۴۰.۳۹
خمین	۱.۶۲	۳۶.۷۹	۲۹.۷۵	۳۳.۱۸	۰.۰۴	۶۹.۵۷	۳۹.۵۷	۵۴.۵۷	۱.۱۱	۳۶.۳۲	۳۵.۰۷	۳۳.۷۸
دلیجان	-۰.۶۷	۳۲.۳۷	.۲۵	۲۸.۷۲	-۰.۸۳	۶۱.۰۵	۲۶.۵۸	۴۳.۸۱	۰.۴۳	۳۰.۴۵	۲۷.۹۲	۲۵.۳
کمیجان	۰.۲۱	۳۳.۵۷	۳۳.۳	۳۳.۴۷	۰.۳۹	۶۷.۹	۴۰.۵۵	۵۴.۲۳	-۰.۲۹	۳۴.۶۸	۳۵.۳۴	۳۶.۰۴
خنداب	۰.۸۹	۳۵.۴۷	۲۹.۸۹	۳۲.۶۶	۰.۶۶	۶۹.۳۴	۳۴.۱۷	۵۱.۷۶	-۰.۰۲	۳۶.۸۷	۳۴.۱۷	۳۱.۴۱
غرق آباد	-۰.۳۴	۳۹.۵۵	۳۰.۵۷	۳۵.۱۵	-۰.۱۴	۶۹.۰۶	۴۰.۲۳	۵۴.۶۵	۰.۰۹	۳۸.۲۴	۳۵.۴۹	۳۲.۸۴
محلات	-۱.۰۸	۳۳.۴۷	۲۵.۱۲	۲۹.۲۸	-۰.۷۴	۶۴.۶۹	۲۶.۱۶	۴۵.۴۲	۲.۲۶	۳۳.۳۵	۲۹.۳۷	۲۵.۴۱
شازند	۱.۳۸	۳۹.۶۲	۳۹.۰۴	۳۹.۴۲	۱.۷۲	۷۶.۳	۵۳.۴	۶۴.۸۵	-۰.۱۸	۴۱.۷۵	۴۴.۵۳	۴۷.۳۸
ضریب همبستگی پیرسون		۰.۳۴	۰.۳۳	۰.۳۷		۰.۹۴	۰.۸۷	۰.۹۲		-۰.۰۸	-۰.۲۰	-۰.۲۸

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

جدول۴. مقادیر شاخص های SPI,TCI,VCI,VHI در ایستگاه‌های استان مرکزی

ایستگاه سینوپتیک	APR				MAY				JUN			
	SPI	TCI	VCI	VHI	SPI	TCI	VCI	VHI	SPI	TCI	VCI	VHI
خور و بیابانک	-۱.۱۷	۲۹.۶۸	۲۴.۱۳	۲۶.۹۱	-۱.۳۵	۵۶.۲۵	۲۴.۰۹	۴۰.۱۷	-۰.۸	۲۸.۸۱	۲۶.۴۵	۲۴.۰۹
کبوتر آباد	-۱.۱۳	۴۲.۹۷	۳۹.۳۱	۴۱.۱۸	-۱.۳۳	۷۳.۹۹	۵۲.۲۴	۶۳.۱۲	-۰.۱	۴۳.۰۴	۴۵.۰۹	۴۷.۱۹
داران	-۱.۱۴	۵۱.۰۴	۵۱.۰۵	۵۱.۰۳	-۱.۲۷	۷۱.۵۲	۳۹.۷۹	۵۵.۶۶	۰.۵۳	۴۶.۳	۴۴.۸۲	۴۳.۴۳
اردستان	-۱.۱۶	۲۳.۲۵	۲۳.۷۶	۲۳.۴۹	-۱.۳۴	۵۲.۹۲	۲۴.۶۲	۳۸.۷۷	-۰.۵۵	۲۳.۴۵	۲۳.۷۳	۲۴.۰۴
گلپایگان	-۱.۱۳	۴۲.۲۱	۴۷.۴۱	۴۴.۹۲	-۱.۲۹	۷۲.۳۳	۵۶.۲۳	۶۴.۲۸	۰.۸۴	۴۱.۶	۴۶.۱۷	۵۰.۶۵
نائین	-۱.۱۶	۲۳.۴	۲۴.۳۵	۲۳.۸۳	-۱.۳۴	۵۳.۵۶	۲۴.۰۲	۳۸.۷۹	-۰.۴۸	۲۲.۹۸	۲۳.۵۶	۲۴.۲۲
نطنز	-۱.۱۶	۳۲.۶۵	۲۴.۴۸	۲۸.۵۵	-۱.۳۲	۶۲.۷۸	۲۶.۴۷	۴۴.۶۳	۰.۲۱	۳۲.۳۹	۲۸.۸۲	۲۵.۲۴
شهر ضا	-۱.۱۶	۲۹.۸۱	۲۵.۹۵	۲۷.۹۲	-۱.۳۲	۶۰.۴۶	۲۶.۸۳	۴۳.۶۵	۰.۲۷	۲۹.۰۴	۲۷.۶۴	۲۶.۱۸
لردگان	-۱.۱۴	۳۶.۰۱	۳۱.۱۶	۳۳.۵۸	-۱.۲۴	۶۸.۱۷	۴۶.۴۲	۵۷.۳	-۰.۸	۳۵.۵۳	۳۴.۶۷	۳۳.۷۴
میمه	-۱.۱۲	۳۵.۴۴	۳۳.۱۷	۳۴.۴	-۱.۳۲	۶۸.۳۷	۴۲.۱۱	۵۵.۲۴	۱.۰۳	۳۵.۹۳	.۳۸	۴۱.۵۶
ورزنه	-۱.۱۵	۳۵.۳۸	۴۰.۶۲	۳۸.۱۲	-۱.۳۲	۶۷.۰۳	۵۱.۶۲	۵۹.۳۳	-۰.۴۸	۳۵.۸۸	۴۰.۸۸	۴۶.۱۴
سمیرم	-۱.۱۴	۳۸.۷۴	۳۰.۵۱	۳۴.۶۳	-۱.۱۹	۷۰.۵۹	۳۳.۶۸	۵۲.۱۳	-۰.۸۹	۳۹.۰۹	۳۵.۵۲	۳۱.۹۸
مورچه خورت	-۱.۱۱	۲۳.۹۷	۲۲.۷	۲۳.۳۵	-۱.۳۱	۵۴.۹۴	۲۳.۱۸	۳۹.۰۶	-۰.۳۱	.۲۴	۲۳.۳	۲۲.۶۱
اصفهان (ازن سنجی)	-۱.۱۳	۳۱.۹۲	۲۹.۸	۳۰.۸۶	-۱.۳۳	۶۲.۱۹	۳۲.۵۱	۴۷.۳۵	-۰.۳۶	۳۰.۹۲	۳۰.۳۶	۲۹.۷۸
فریدونشهر	-۱.۰۲	۴۴.۴۵	۴۳.۸۹	۴۳.۹۲	-۱.	۷۶.۱۶	۴۷.۶۸	۶۱.۹۲	۲.۵۹	۴۵.۹۱	۴۷.۶۲	۴۹.۶۹
نجف آباد	-۱.۱۶	۳۵.۲۹	۲۸.۶	۳۱.۹۷	-۱.۳	۶۳.۵	۲۹.۸	۴۶.۶۵	-۰.۶۲	۳۳.۷۱	۳۱.۲۹	۲۸.۸۷
خوانسار	-۱.۱۱	۴۸.۵۲	۵۶.۷۴	۵۲.۶۴	-۱.۲۴	۷۸.۷۶	۶۰.۲۱	۶۹.۴۸	۰.۲۱	۴۸.۰۸	۵۳.۶۸	۵۹.۴۱
زرین شهر	-۱.۱۶	۳۲.۲۶	۲۹.۱۱	۳۰.۷۶	-۱.۲۹	۶۱.۲۱	۲۹.۸۹	۴۵.۵۵	-۰.۶۴	۳۰.۱۸	۲۹.۵۶	۲۸.۹۵
چوپانان	-۱.۱۷	۱۸.۷۷	۲۵.۰۷	۲۱.۹	-۱.۳۴	۴۷.۷۵	۲۵.۷۷	۳۶.۷۶	-۰.۸۸	۱۸.۷	۲۲.۰۷	۲۵.۴۶
مبارکه	-۱.۱۴	۴۱.۹	۳۳.۴۸	۳۷.۹۱	-۱.۳۱	۶۵.۹	۳۴.۱۳	۵۰.۰۲	-۰.۸۷	۳۸.۲۴	۳۵.۳۸	۳۲.۵۹
آشتیان	-۱.۱	۴۱.۸۷	۳۰.۸	۳۶.۳۳	-۱.۲۷	۷۲.۰۱	۳۴.۵۹	۵۳.۳	۲.۷۱	۴۰.۲۹	۳۶.۳۸	۳۲.۴۱
دهق	-۱.۱۷	۲۹.۴۹	۲۴.۸۳	۲۷.۱۱	-۱.۳۴	۶۱.۲۷	۲۶.۲۸	۴۳.۷۸	-۰.۰۴	۲۹.۱۶	۲۷.۳۹	۲۵.۵۶
چادگان	-۱.۱۴	۳۶.۰۷	۲۸.۹۹	۳۲.۵۷	-۱.۳۱	۶۷.۲۶	۳۰.۳۹	۴۸.۸۳	-۰.۵۹	۳۵.۷۹	۳۳.۲۷	۳۰.۶۹
ضریب همبستگی پیرسون	۰.۴۹	۰.۴۶	۰.۴۹	۰.۴۹		۰.۵۸	۰.۴۱	۰.۵		۰.۵	۰.۴۸	۰.۴۳

جدل۵. مقادیر شاخص های SPI,TCI,VCI,VHI در ایستگاه‌های استان قم

ایستگاه سینوپتیک	APR				MAY				JUN			
	SPI	TCI	VCI	VHI	SPI	TCI	VCI	VHI	SPI	TCI	VCI	VHI
قم	-۰.۴۹	۲۷.۴۲	۲۵.۰۸	۲۶.۱۳	-۰.۵۷	۵۳.۱۷	۲۵.۴۶	۳۹.۳۱	۰.۶۷	۲۵.۴۴	۲۵.۲۵	۲۵.۰۳
سلفچگان	۱.۶۱	۳۱.۲۸	۲۳.۸۴	۲۷.۵	۰.۴۴	۶۱.۱۷	۲۶.۲۵	۴۳.۷۱	-۰.۱۹	۲۹.۹۸	۲۷.۲۷	۲۴.۶۱
کهک	۰.۱۲	۳۵.۲۴	۲۴.۱۷	۲۹.۶۶	۰.۴	۶۱.۶۶	۲۵.۹۱	۴۳.۷۹	۱.۲۷	۳۳.۲۶	۲۸.۹۴	۲۴.۶۳
کوشک نصرت	-۱.۰۷	۲۰.۸۶	۲۱.۸	۲۱.۳۳	-۱.۴۲	۵۲.۷۴	۲۲.۱	۳۷.۴۲	-۰.۴۴	۲۱.۹۳	۲۱.۸۵	۲۱.۸۳
کوه سفید	-۰.۱۸	۲۸.۸۱	۲۸.۸۳	۲۸.۹	۱.۱۵	۵۵.۷۷	۳۲.۲۱	۴۳.۹۹	-۱.۳۱	۲۷.۴	۲۷.۹۹	۲۸.۷۲
ضریب همبستگی پیرسون		۰.۶۴	۰.۲۴	۰.۶۱		۰.۷۴	-۰.۱۲	۰.۴۴		۰.۴۶	۰.۱۹	-۰.۳۹

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

جدول۶. مقادیر شاخص های SPI,TCI,VCI,VHI در ایستگاه‌های استان چهار محال بختیاری

ایستگاه سینوپتیک	APR				MAY				JUN			
	SPI	TCI	VCI	VHI	SPI	TCI	VCI	VHI	SPI	TCI	VHI	VCI
شهرکرد	-۰.۵۳	۳۸.۷۴	۳۲.۷۵	۳۵.۷۸	-۰.۵۸	۷۲.۵۴	۴۲.۶۹	۵۷.۶۱	-۰.۳۱	۳۷.۸۷	۳۷.۹۶	۳۷.۹۸
اردل	۰.۰۱	۳۹.۰۲	۳۱.۲۹	۳۵.۱۶	-۰.۱۳	۷۳.۷۴	۴۱.۴۲	۵۷.۵۸	-۱.۹۷	۳۹.۷۸	۳۷.۶۱	۳۵.۲۳
کوهرنگ	۲.۱۶	۴۷.۹۷	۴۰.۰۶	۴۴.۰۸	۲.۰۹	۷۹.۹۷	۴۱.۵	۶۰.۷۳	.۷۸	.۵۰	۴۶.۳۵	۴۲.۵۵
بروجن	-۰.۸۱	۳۵.۵۷	۲۹.۱۳	۳۲.۳۷	-۰.۹۸	۶۷.۵۲	۳۱.۶	۴۹.۵۶	.۵۱	۳۵.۲۳	.۳۳	۳۰.۷۸
سامان	-۰.۳۱	۳۴.۵۸	۲۹.۶۶	۳۲.۱	-۰.۵۲	۶۷.۸۳	۳۴.۸۷	۵۱.۳۵	.۵۴	۳۴.۶۵	۳۳.۴۱	۳۲.۱۴
فرخ شهر	-۰.۵۳	۳۹.۷۵	۳۵.۴۶	۳۷.۴۹	-۰.۰۷	۷۰.۶۷	۴۰.۳۵	۵۵.۵۱	-۰.۴۰	۳۸.۷۷	۳۷.۶۴	۳۶.۶۹
فارسان	۰.۰۱	۴۰.۸۶	۴۰.۰۳	۴۰.۴۸	۰.۱۹	۷۵.۶۱	.۴۸	۶۱.۸	.۸۴	۴۲.۸۱	۴۳.۰۹	۴۲.۹۶
ضریب همبستگی پیرسون		۰.۵۸	۰.۴۲	۰.۵۱		۰.۸۳	۰.۳۳	۰.۶		۰.۲	۰.۲۳	۰.۲۴

با توجه به مقادیر جدول شماره(۳) ضریب همبستگی در ماه آوریل بین شاخص سلامت پوشش گیاهی و بارش استاندراد شده برابر با ۰/۴۶ که دارای همبستگی مثبت معنادارکم،شاخص وضعیت درجه حرارت و وضعیت پوشش گیاهی برابر با ۰/۴۹ که دارای همبستگی مثبت معنادارنسبتا زیاد بوده است بنابراین شاخص وضعیت پوشش گیاهی و شاخص وضعیت درجه حرارت همبستگی بیشتری را با بارش سه ماهه داشته و نتایج قابل قبولی نسبت به شاخص سلامت پوشش گیاهی داشته است. ضریب همبستگی در ماه ژوئن بین شاخص وضعیت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۴۳ که دارای همبستگی مثبت معنادارکم، شاخص سلامت پوشش گیاهی و بارش استاندراد شده برابر با ۰/۴۸ که دارای همبستگی مثبت معنادارنسبتا زیاد بوده است. شاخص وضعیت درجه حرارت و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۵۰ که نشان دهنده همبستگی مثبت معنادار زیاد می‌باشد. بنابراین شاخص وضعیت درجه حرارت همبستگی بیشتری را با بارش سه ماهه داشته و نتایج قابل قبولی نسبت به شاخص وضعیت پوشش گیاهی و سلامت پوشش گیاهی داشته است. ضریب همبستگی در ماه می بین شاخص وضعیت پوشش گیاهی بارش استاندراد شده برابر با ۰/۴۱ که دارای همبستگی مثبت معنادارکم, شاخص وضعیت پوشش گیاهی و بارش استاندراد شده برابر با ۰/۵۰ که دارای همبستگی مثبت معنادارنسبتا زیاد بوده است. شاخص وضعیت درجه حرارت و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۵۸ که نشان دهنده همبستگی مثبت معنادار زیاد می‌باشد. بنابراین شاخص وضعیت درجه حرارت همبستگی بیشتری را با بارش سه ماهه داشته و نتایج قابل قبولی نسبت به شاخص سلامت پوشش گیاهی و وضعیت پوشش گیاهی داشته است.

با توجه به مقادیر جدول شماره(۴) ضریب همبستگی در ماه آوریل بین شاخص سلامت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۳۳ که دارای همبستگی مثبت معنادارکم، شاخص وضعیت درجه حرارت و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۳۴ که دارای همبستگی مثبت معنادارنسبتا زیاد بوده است. شاخص وضعیت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۳۸ که نشان دهنده همبستگی مثبت معنادار زیاد می‌باشد. بنابراین شاخص وضعیت پوشش گیاهی برای استان مرکزی همبستگی بیشتری را با بارش سه ماهه داشته و نتایج قابل قبولی نسبت به شاخص سلامت پوشش گیاهی و وضعیت پوشش گیاهی داشته است. ضریب همبستگی در ماه می بین شاخص سلامت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۸۷ که دارای همبستگی مثبت معنادارزیاد، شاخص وضعیت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۹۲ که دارای همبستگی مثبت معنادار خیلی‌زیاد بوده است. شاخص وضعیت درجه حرارت و

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

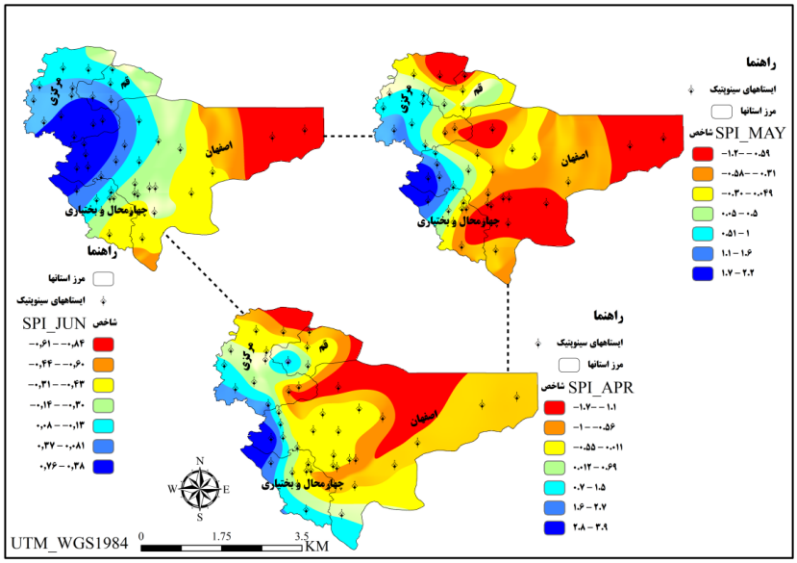
بارش استاندارد شده برابر با ۰/۹۴ که نشان دهنده همبستگی مثبت معنادار بسیار زیاد می‌باشد. بنابراین شاخص وضعیت درجه حرارت برای استان مرکزی همبستگی بیشتری را با بارش سه ماهه داشته و نتایج قابل قبولی نسبت به شاخص سلامت پوشش گیاهی و وضعیت پوشش گیاهی داشته است. ضریب همبستگی در ماه ژوئن بین شاخص سلامت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۲۸- که دارای همبستگی منفی زیاد، شاخص وضعیت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۲۰-که دارای همبستگی منفی نسبتا زیاد بوده است. شاخص وضعیت درجه حرارت و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۰۸ -که نشان دهنده همبستگی منفی کم می‌باشد. بنابراین شاخص وضعیت درجه حرارت برای استان مرکزی همبستگی منفی کمتری را با بارش سه ماهه داشته و نتایج قابل قبولی نسبت به شاخص سلامت پوشش گیاهی و وضعیت پوشش گیاهی داشته است.

با توجه به مقادیر جدول شماره(۵) ضریب همبستگی در ماه آوریل بین شاخص سلامت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۲۴ که دارای همبستگی مثبت معنادارکم، شاخص وضعیت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۶۱ که دارای همبستگی مثبت معنادارنسبتا زیاد بوده است. شاخص وضعیت درجه حرارت و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۶۴ که نشان دهنده همبستگی مثبت معنادار زیاد می‌باشد. بنابراین شاخص وضعیت درجه حرارت برای استان قم همبستگی بیشتری را با بارش سه ماهه داشته و نتایج قابل قبولی نسبت به شاخص سلامت پوشش گیاهی و وضعیت پوشش گیاهی داشته است. ضریب همبستگی در ماه می بین شاخص سلامت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۱۲- که دارای همبستگی منفی زیاد، شاخص وضعیت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۴۴ که دارای همبستگی مثبت معنادار نسبتا زیاد بوده است. شاخص وضعیت درجه حرارت و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۷۴ که نشان دهنده همبستگی مثبت معنادار زیاد می‌باشد. بنابراین شاخص وضعیت درجه حرارت برای استان قم همبستگی بیشتری را با بارش سه ماهه داشته و نتایج قابل قبولی نسبت به شاخص سلامت پوشش گیاهی و وضعیت پوشش گیاهی داشته است. ضریب همبستگی در ماه ژوئن بین شاخص سلامت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۳۹- که دارای همبستگی منفی نسبتا زیاد، شاخص وضعیت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۱۹که دارای همبستگی مثبت کم بوده است. شاخص وضعیت درجه حرارت و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۴۶ که نشان دهنده همبستگی مثبت نسبتا زیاد می‌باشد. بنابراین شاخص وضعیت درجه حرارت برای استان مرکزی همبستگی مثبت معناداری را با بارش سه ماهه داشته و نتایج قابل قبولی نسبت به شاخص سلامت پوشش گیاهی و وضعیت پوشش گیاهی داشته است. با توجه به مقادیر جدول شماره(۶) ضریب همبستگی در ماه آوریل بین شاخص سلامت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۴۲ که دارای همبستگی مثبت معنادارکم، شاخص وضعیت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۵۱ که دارای همبستگی مثبت معنادارنسبتا زیاد بوده است. شاخص وضعیت درجه حرارت و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۵۸ که نشان دهنده همبستگی مثبت معنادار زیاد می‌باشد. بنابراین شاخص وضعیت درجه حرارت برای استان چهارمحال بختیاری همبستگی بیشتری را با بارش سه ماهه داشته و نتایج قابل قبولی نسبت به شاخص سلامت پوشش گیاهی و وضعیت پوشش گیاهی داشته است. ضریب همبستگی در ماه می بین شاخص سلامت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۳۳ که دارای همبستگی مثبت نسبتا زیاد، شاخص وضعیت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۶۰ که دارای همبستگی مثبت معنادار زیاد بوده است. شاخص وضعیت درجه حرارت و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۸۳ که نشان دهنده

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

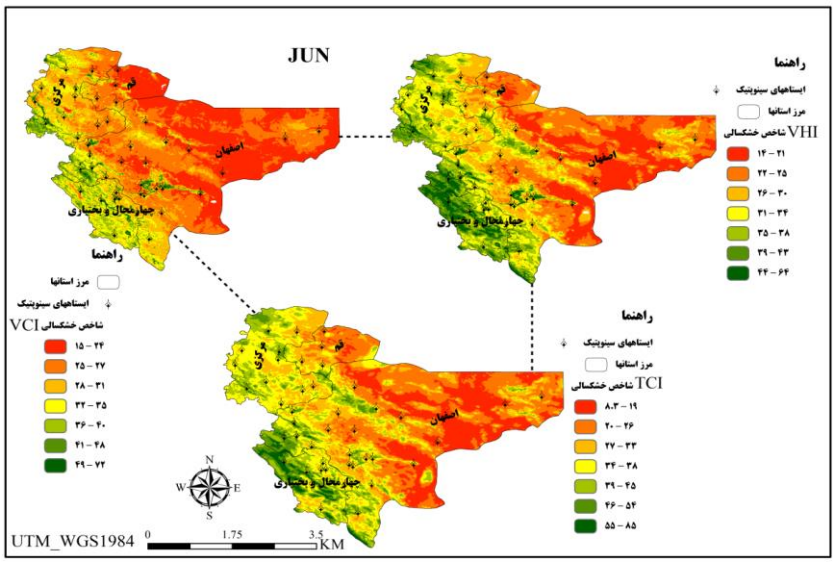
همبستگی مثبت معنادار خیلی زیاد می‌باشد. بنابراین شاخص وضعیت درجه حرارت برای استان چهارمحال بختیاری همبستگی بیشتری را با بارش سه ماهه داشته و نتایج قابل قبولی نسبت به شاخص سلامت پوشش گیاهی و وضعیت پوشش گیاهی داشته است. ضریب همبستگی در ماه ژوئن بین شاخص سلامت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۲۴ که دارای همبستگی مثبت کم، شاخص وضعیت پوشش گیاهی و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۲۳که دارای همبستگی مثبت کم بوده است. شاخص وضعیت درجه حرارت و بارش استاندارد شده برابر با ۰/۲۰ که نشان دهنده همبستگی کم می‌باشد. بنابراین شاخص سلامت پوشش گیاهی برای استان چهارمحال بختیاری همبستگی مثبت معناداری را با بارش سه ماهه داشته و نتایج قابل قبولی نسبت به شاخص وضعیت درجه حرارت و وضعیت پوشش گیاهی داشته است. وضعیت بارش در دوره‌های مختلف تغییراتی داشته و برای بیشتر دوره‌ها کم بوده و به شکل ثابت بوده است. مقدار p-value برای شاخص‌های خشکسالی برآورد شده در سه ماه آوریل، می و ژوئن روند رو به خشکی را بیان می‌کند. در واقع با توجه به مقادیر جداول فوق الذکر می‌توان چنین استنباط کرد مناطقی که از وضعیت مناسبی(پوشش‌گیاهی) نسبت به خشکسالی برخوردارند، دارای منشا بارندگی کوهستانی هستند. در حقیقت بارندگی کوهستانی جزئی از مجموع بارندگی است که در نتیجه اثر کوهستانی در مکانیسم سیکلونی و عروجی حاصل می‌گردد این امر تا حدود بسیار زیادی وابسته به سیستم چین خوردگی، پوشش‌های گیاهی، جهت و موقعیت آن و جهت برخورد آن با جریانات هواست، البته باید توجه داشت که تنها اثرات ارتفاعات بر میزان بارندگی به تنهایی براساس ارتفاع قابل قضاوت نیست، بلکه دما و پوشش گیاهی و رطوبت هوای درحالت صعود و همچنین سرعت و جهت باد در این امر نقش بسزایی دارند.در ادامه می‌توان چنین عنوان نمود که عناصر آب‌وهوایی چه به صورت منفرد و چه در حالت ترکیبی اثرات گوناگون و اجتناب ناپذیری برفعالیت‌های گوناگون دارند.باران‌های جبهه‌ای و کوهستانی که غالبا ریزدانه و منظم هستند و فرصت نفوذ در زمین را دارند،در ایجاد یا تغذیه آبخوانها و سفره‌های آب زیرزمینی نیز نقش مهمی را ایفا می‌کنند. نیمه‌غربی استانهای مورد مطالعه می‌تواند بیانگر این شرایط باشد.



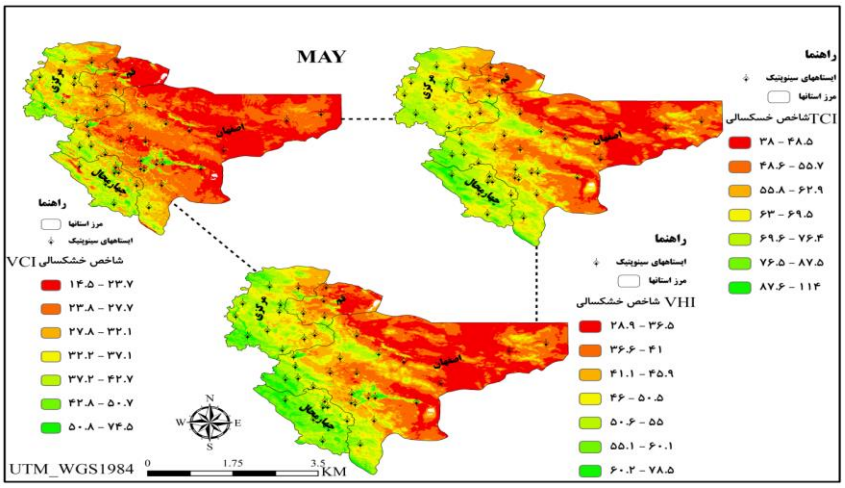
شکل ۳. خشکسالی حاصل از شاخص بارش استاندارد شده

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

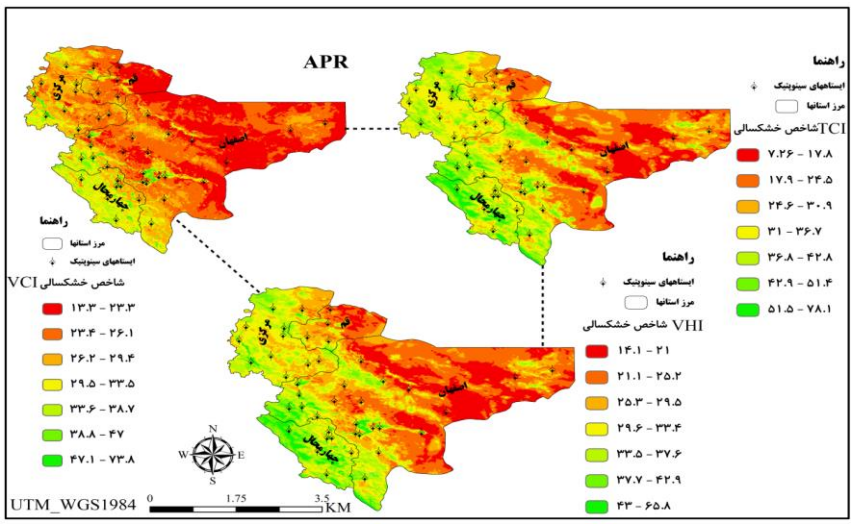
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]



شکل۴. خشکسالی حاصل از شاخص‌های سنجش‌ازدوری ماه ژوئن برای سال‌های ۲۰۰۰ تا۲۰۱۷



شکل۵. خشکسالی حاصل از شاخص‌های سنجش‌ازدوری ماه می برای سال‌های ۲۰۰۰ تا۲۰۱۷



شکل۶. خشکسالی حاصل از شاخص‌های سنجش‌ازدوری ماه آوریل برای سال‌های ۲۰۰۰ تا۲۰۱۷

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

نتایج شاخص‌های خشکسالی سنجش‌ازدوری نشان می‌دهد که مقادیر پوشش‌گیاهی از تغییرات ماهانه نسبتاً زیاد برخوردار است.همان‌طور که شاخص‌ها نشان می‌دهند در هر سه ماه ارتباط معنادار مثبت در نیمه غربی محدوده قابل‌مشاهده است و به‌طرف جنوب و شرق میزان ضریب همبستگی کاهش نسبتاً زیادی می‌یابد و به مقادیر منفی نزدیک می‌شود.در کل کیفیت پوشش گیاهی پاسخی به عناصر آب و هوایی مانند افزایش یا کاهش بارش،دما و مقدار تابش آفتاب است،گیاهان پاسخ سریعی به تغییرات آب‌وهوا دارند، نور خورشید مهم‌ترین منبع تأمین انرژی برای فرایندهای زیستی در گیاهان است که برهم‌کنش آن به سه نوع اثر گرمایی،فتوسنتزی و فتومرفولوژیک منجر می‌شود. ارزش پایین شاخص‌ها معمولاً نشان‌دهنده گیاهان تنک یا بیمار و ارزش شاخص بالا بیان‌کننده حضور گیاهان متراکم و سالم است.

جدول ۷ . مجموع درصد خشکسالی شاخص های سلامت پوشش گیاهی، وضعیت پوشش گیاهی و شاخص وضعیت درجه حرارت

شدت خشکسالی	شاخص سلامت پوشش گیاهی			شاخص وضعیت درجه حرارت			شاخص وضعیت پوشش گیاهی		
	ژوئن	می	آوریل	ژوئن	می	آوریل	ژوئن	می	آوریل
خشکسالی حاد	-	-	-		-	-	-	-	
خشکسالی شدید	-	-	۲۷.۳۸	۱۶.۶۶	-	۱۱.۳۸	۱۷.۲۴	-	۱۵.۸۴
خشکسالی متوسط	۶۰.۸۱	۵۶.۰۴	۴۹.۳۳	۲۳.۷۳	-	۳۹.۵	۴۰.۸۸	-	۴۱.۹۹
نرمال	۳۵.۲۱	۳۷.۷۱	۲۰.۱۶	۳۸.۷۴	-	۲۱.۴۷	۲۹.۰۹	۴۲.۵	۳۱.۰۹
ترسالی متوسط	۲.۹۹	۴.۷۲	۲.۴۹	۱۳.۲۲	۱۶.۲	۲۵.۱۳	۸.۲۸	۲۹.۴۲	۶.۹
ترسالی شدید	۰.۹۹	۱.۵۳	۰.۷	۵.۹۸	۲۳.۶۲	-	۴.۵۱	۲۳.۹۵	۳.۴۱
ترسالی حاد	-	-	-	۱.۶۷	۶۰.۱۸	۲.۵۹	-	۴.۴	-
جمع	۱۰۰								

در جدول ۷ درصد هر یک از سطوح خشکسالی با استفاده از شاخص‌های سلامت پوشش گیاهی، وضعیت پوشش گیاهی و شاخص وضعیت درجه حرارت برای دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ آورده شده است. نتایج مربوط شاخص سلامت پوشش گیاهی به ترتیب در ماه می نشان داد ۵۶/۰۴ درصد در رده خشکسالی متوسط،۳۷/۷۱ درصد در رده نرمال،۴/۷۲ درصد در رده ترسالی متوسط،۱/۵۳ درصد در رده ترسالی شدید قرار گرفته‌اند. در ماه آوریل نشان داد ۲۷/۳۸ درصد در رده خشکسالی شدید،۳۳/۴۹ درصد در رده خشکسالی متوسط،۲۰/۱۶ درصد در رده نرمال،۲/۴۹ درصد در رده ترسالی متوسط و ۰/۷۰ درصد در رده ترسالی شدید قرار گرفته‌اند. در ماه ژوئن نشان داد ۶۰/۸۱ درصد در رده خشکسالی متوسط،۳۵/۲۱ درصد در رده نرمال،۲/۹۹ درصد در رده ترسالی متوسط و ۰/۹۹ درصد در رده ترسالی شدید قرار گرفته‌اند.

نتایج مربوط شاخص وضعیت درجه حرارت به ترتیب در ماه می نشان داد ۱۶/۲۰ درصد در رده ترسالی متوسط،۲۳/۶۲ درصد در رده ترسالی شدید و ۶۰/۱۸ درصد در رده ترسالی حاد قرار گرفته‌اند. در ماه آوریل نشان داد ۱۱/۳۸ درصد در رده خشکسالی شدید،۳۹/۵ درصد در رده خشکسالی متوسط،۲۱/۴۷ درصد در رده نرمال،۲۵/۱۳ درصد در رده ترسالی متوسط و ۲/۵۹ درصد در رده ترسالی حاد قرار گرفته‌اند. در ماه ژوئن نشان داد ۱۶/۶۶ درصد

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

در رده خشکسالی شدید،۲۳/۷۳ درصد در رده خشکسالی متوسط،۳۸/۷۴ درصد در رده نرمال ،۱۳/۲۲ درصد در رده ترسالی متوسط،۵/۹۸ درصد در رده ترسالی شدید و ۱/۶۷ درصد در رده ترسالی حاد قرار گرفته‌اند.

نتایج مربوط شاخص سلامت پوشش گیاهی به ترتیب در ماه می نشان داد ۴۲/۵ درصد در رده نرمال،۲۹/۴۲ درصد در رده ترسالی متوسط و ۲۳/۹۵ درصد در رده ترسالی شدید و ۴/۴۰ در رده ترسالی حاد قرار گرفته‌اند. در ماه آوریل نشان داد ۱۵/۸۴ درصد در رده خشکسالی شدید،۴۱/۹۹ درصد در رده خشکسالی متوسط،۳۱/۰۹ درصد در رده نرمال،۶/۹۰ درصد در رده ترسالی متوسط و ۳/۴۱ درصد در رده ترسالی شدید قرار گرفته‌اند. در ماه ژوئن نشان داد ۱۷/۲۴ درصد در رده خشکسالی شدید،۴۰/۸۸ درصد در رده خشکسالی متوسط،۲۹/۰۹ درصد در رده نرمال ،۸/۲۸ درصد در رده ترسالی متوسط،۴/۵۱ درصد در رده ترسالی شدید قرار گرفته‌اند.

همانگونه که مشاهده می‌شود، نتایج شاخص‌ها متفاوت است،بنابراین باید از یک معیار برای ارزیابی کارایی این شاخص‌ها استفاده می‌شد. با توجه به نتایج همبستگی‌ها شاخص وضعیت درجه حرارت با شاخص بارش استاندارد شده از همبستگی قوی نسبت به سایر شاخص‌ها برخوردار بوده است. این شاخص در بازه کوتاه مدت با شاخص‌های حرارتی در سطح ۱ درصد بیشترین همبستگی را نشان می‌دهد. با افزایش بازه زمانی همبستگی بین شاخص خشکسالی اقلیمی با شاخص‌های محتوای آب گیاه و شاخص‌های حرارتی بیشتر می‌شود. همبستگی مثبت بین شاخص‌های پوشش گیاهی و محتوای آب گیاه با شاخص‌های خشکسالی اقلیمی بیانگر همسو بودن روند تغییرات است. بنابراین شاخص وضعیت درجه حرارت خشکسالی را دقیق تر نشان داده و روش مناسب‌تری برای برآورد خسکسالی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

خشکسالی عمده‌ترین مشکل مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد و تنوع بسیار زیاد در زمان و مکان وقوع خشکسالی، کار تشخیص دقیق وقوع آن را بر اساس مشاهدات مکانی سخت و پیچیده کرده است اصولاً برای تحلیل کمی خشکسالی وجود یک شاخص مشخص برای تعیین دقیق دوره‌های مرطوب و خشک بسیار ضروری است(Lin et all,۲۰۱۱). نتایج این تحقیق نشان داد اثرات خشکسالی بر پوشش گیاهی و درجه حرارت سطح زمین متفاوت بوده و تابع عوامل مختلفی مانند ماه، نوع و خصوصیت پوشش گیاهی و شرایط دمایی آن‌ها است. نتایج این مطالعه تأییدکننده وجود خشکسالی و ترسالی به ترتیب در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ می‌باشد. این نتایج با توجه به شاخص بارش استاندارد شده منطقه موردمطالعه که نشان‌دهنده خشکسالی و ترسالی در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ می‌باشد تأییدشده است. با توجه به وجود همبستگی بالا بین شاخص بارش استاندارد شده و داده‌های ماهواره‌ای، می‌توان نتیجه گرفت که تصاویر ماهواره‌ای از قدرت بالایی برای پایش و مدیریت خشکسالی برخوردار می‌باشند. نتایج تحقیق، مشابه با نتایج سلطانی-وهمکاران(۱۳۹۸)،حمزه‌وهمکاران(۱۳۹۶)،غفوریان(۱۳۹۳) بود که نشان دادند شاخص‌های سنجش‌ازدوری دارای دقت مناسبی در پایش خشکسالی می‌باشد. به‌طورکلی بر پایه نتایج حاصل از پژوهش حاضر چنین استنباط گردید که نیمه شرقی استان‌های موردمطالعه خشکسالی شدیدتری را نسبت به نیمه غربی تجربه کرده است و این می‌تواند تهدید نسبتاً جدی همچون انتشار ذرات گردوغبار،بحران‌های زیست‌محیطی،کاهش سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی و غیره برای این مناطق باشد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

منابع

امیدوار، کمال.۱۳۹۲. مخاطرات طبیعی، انتشارات دانشگاه یزد، یزد.

تیموری، رؤیا.۱۳۹۲. بررسی اثرات اقتصادی- اجتماعی خشکسالی‌های دهه اخیر بر روستاهای بخش مرکزی شهرستان اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: دکتر اصغر نوروزی، دانشگاه پیام نور مرکز شهرکرد.

حجازی‌زاده، زهرا و سعید، جوی‌زاده.۱۳۸۹. مقدمه‌ای بر خشکسالی و شاخص‌های آن، سمت، تهران.

خوش‌اخلاق، فرامرز؛ فیروز، رنجبر، سوسن، طولابی، معصومه، مقبل و جعفر، سماکوش.۱۳۸۹. بررسی خشکسالی در سال آبی ۱۳۸۶-۸۷ و اثرات آن بر منابع آب کشاورزی (نمونهٔ موردی: شهرستان مرودشت). مجلهٔ *جغرافیا*، **۲۴**: ۱۳۶-۱۱۹.

کاظمی، روح ا... ؛ حسن، یگانه و سید جمال الدین ،خواجه دین.۱۳۹۰. آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی در طول فصل چرا با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجنده IRS-WiFS در منطقه سمیرم. *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*،**۱۸**(۱): ۱۲۴-۱۳۸.

رضایی مقدم، محمد حسین؛ خلیل، ولی زاده کامران، هاشم، رستم زاده، و علی رضایی.۱۳۹۱. ارزیابی کارایی داده‌های سنجنده‌ی MODIS در برآورد خشکسالی (مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی آبریز دریاچه ارومیه). *جغرافیا و پایداری محیط*،**۲**(۴):۳۷-۵۲.

سلطانی، میلاد؛ عادل ،سلطانی، مهین ،کله‌هوئی و کریم ، سلیمان.۱۳۸۹. پایش خشکسالی منطقه‌ای با استفاده از تصاویر لندست منطقه مورد مطالعه: شهرستان کرمانشاه. *فصلنامه اطلاعات جغرافیایی(سپهر)*، **۲۸** (۱۰۹): ۱۳۸-۱۴۶.

حمزه، سعید؛ زهرا ،فراهانی، شهریار ،مهدوی، امید ، چترآبگون، امید و مهدی غلام‌نیا.۱۳۹۶. پایش زمانی و مکانی خشکسالی کشاورزی با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور مورد مطالعه: استان مرکزی ایران. نشریه *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۴** (۳):۷۰-۵۳.

قربانی، خلیل؛ اسماعیل، ولیزاده، وصدیقه برارخان‌پور.۱۳۹۷. بررسی روند تغییرات مکانی-زمانی شاخص دومتغیره خشکسالی هواشناسی SPEI در ایران. *مدیریت بیابان*، **۶**(۱۱): ۲۵-۳۸.

نوری، هدایت‌الله واصغر نوروزی.۱۳۹۵. مبانی برنامه‌ریزی محیطی برای توسعه پایدار روستایی، دانشگاه اصفهان.

Alwesabi, M. ۲۰۱۲. MODIS NDVI satellite data for assessing drought in Somalia during the period ۲۰۰۰-۲۰۱۱. *Student thesis series INES*.

Bayarjargal, Y, Karnieli, A, Bayasgalan, M., Khudulmur, S., Gandush, C, and Tucker, C. J. ۲۰۰٦. A comparative study of NOAA–AVHRR derived drought indices using change vector analysis. *Remote Sensing of Environment*, ۱۰۵(۱): ۹-۲۲.

Bhuiyan, C. ۲۰۰٤. various droughts for monitoring drought condition in Aravalli terrain of India. In Proceedings of the XXth ISPRS Conference.Int. Soc. Photogramm. *Remote Sensing, Istanbul*.

Bonaccorso, B, Bordi, I, Cancelliere, A, Rossi, G, and Sutera, A. ۲۰۰۳. Spatial variability of drought: an analysis of the SPI in Sicily. *Water resources management*, ۱۷(٤): ۲۷۳-۲۹٦.

Ceccato, P, Flasse, S, Tarantola, S, Jacquemoud, S, and Gregoire, J. M. ۲۰۰۱. Detecting vegetation leaf water content using reflectance in the optical domain. *Remote Sensing of Environment*, ۷۷: Pp. ۲۲–۳۳.

Chen, Z, Grasby, S.E, and Osadetz, K.G. ۲۰۰٤. Relation between climate variability and groundwater levels in the upper carbonate aquifer, southern Manitoba, Canada, *Journal of Hydrology*, No. ۲۹۰: ٤۳–٦۲.

Edossa D. C, Babel. M. S, and Gupta, A. D. ۲۰۰۹. Drought Analysis in the Awash River Basin, Ethiopia, Springer seience + Business Media B. V, *Water Resour Manage*, ۱٤٤۱-۱٤٦۰.

FAO .۲۰۱۳. Drought Facts-Food and Agriculture, *www.fao.org*.

Gu, L, Hanson, P. J, Post, W. M, Kaiser, D. P, Yang, B, Nemani, R, and Meyers, T. ۲۰۰۸. The ۲۰۰۷ eastern US spring freeze: increased cold damage in a warming world?. *BioScience*, ۵۸(۳): ۲۵۳-۲٦۲.

Howitt, R, MacEwan, D, Medellín-Azuara, J, Lund, J, and Sumner, D.۲۰۱۵. Economic Analysis of the ۲۰۱۵ Drought for California Agriculture, *University of California Davis*, P. ۳۱

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]

Karel, A. K . ۱۹۸۹. Response of Ootheca bennigseni (Coleoptera: Chrysomelidae) to extracts from neem. *Journal of economic entomology*, ۸۲(٦): ۱۷۹۹-۱۸۰۳.

Keck, A and Dinar. A. (۲۰۰۰), Water supply variability and drought impact and mitigation in subsahara Africa, *Drought a Global Assessment*, London.

Lin, W. C. and Yang, S. C. ۲۰۱۱. Exploring students' perceptions of integrating Wiki technology and peer feedback into English writing courses. English Teaching: *Practice and Critique*, ۱۰(۲): ۸۸-۱۰۳.

Mishra, A. K. and Singh, V. P.۲۰۱۰. A review of drought concepts, *Journal of Hydrology*, Vol. ۳۹۱: No. ۱, pp. ۲۰۲-۲۱٦.

Murad, M. H, Elamin, K. B, Abu Elnour, N. O, Elamin, M. B, Alkatib, A. A., Fatourechi, M. M, and Erwin, P. J.۲۰۱۱. The effect of vitamin D on falls: a systematic review and meta-analysis. The *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, ۹٦(۱۰): ۲۹۹۷-۳۰۰٦.

McKee, T. B, Doesken, N. J, and Kleist, J.۱۹۹۳. The relationship of drought frequency and duration۱۱ to time scales. *Preprints, 8th Conference on Applied Climatology*, Anaheim.

Park, E. J, Yi, J, Chung, K. H, Ryu, D. Y, Choi, J, and Park, K .۲۰۰۸. Oxidative stress and apoptosis induced by titanium dioxide nanoparticles in cultured BEAS-۲B cells. *Toxicology letters*, ۱۸۰(۳): ۲۲۲-۲۲۹.

Rahimzadeh, F, Asgari, A, and Fattahi, E. ۲۰۰۹. Variability of extreme temperature and precipitation in Iran during recent decades. International Journal of Climatology: A *Journal of the Royal Meteorological Society*, ۲۹(۳): ۳۲۹-۳٤۳.

Shaban, A. ۲۰۰۸. Indicator and Aspects of Hydrogical Drought in Lebanon. Springer science + Business Media B. V. *Water Resour Manage*, ۱۸۷٥-۱۸۹۱.

Silva-Valio, A.۲۰۰۸.Estimating stellar rotation from starspot detection during planetary transits. *The Astrophysical Journal Letters*, ٦۸۳(۲): L۱۷۹.

Tsakiris, G, and Vangelis, H. ۲۰۰٤. Towards a drought watch system based on spatial SPI. *Water resources management*, ۱۸(۱): ۱-۱۲.

Zhang, Q, Li, J, Singh, V. P, and Bai, Y.۲۰۱۲. SPI-based evaluation of drought events in Xinjiang, China, *Natural hazards*, Vol. ٦٤: No. ۱, pp. ٤۸۱-٤۹۲.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.71]