تحلیل ویژگی‌های شدت، مدت و بزرگی خشکسالی استان لرستان

مرتضی میری*[۱]، مهران زند[۲]، محمدرضا کوثری[۳]

۱*- استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، *mmiri@ut.ac.ir*

۲- دانشیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

در سال‌های اخیر، وقوع خشکسالی‌های مکرر و خسارات شدید ناشی از آن بر منابع طبیعی، کشاورزی و اقتصاد، فقدان برنامه‌ریزی استراتژیک و تاخیر در تصمیم‌گیری‌ها، سبب افزایش بیش از پیش خسارات خشکسالی شده است. در این میان معمولا بخش کشاورزی اولین و مهمترین بخشی است که تحت تاثیر اثرات خشکسالی قرار می‌گیرد. به جهت کاهش اثرات این پدیده، پایش و پیش بینی خشکسالی در بخش کشاورزی از اهمیت زیادی برخوردار است. از اینرو هدف پژوهش حاضر پایش خشکسالی های استان لرستان و تعیین خصوصیات آن طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۸۱ می باشد. داده‌های مورد استفاده دربرگیرنده داده‌های بارش ایستگاه‌های سینوپتیک استان لرستان واستان های مجارو آن در غرب کشور طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۸۱ می‌باشد. برای محاسبه خشکسالی و تعیین خصوصیات آن در مقیاس‌های زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۲۴ ماهه از شاخص SPI استفاده شد. نتایج محاسبه خشکسالی نشان داد که در سطح استان لرستان خشکسالی‌های رخ داده از الگوی یکسان و منظمی پیروی نمی‌کنند و در مناطق مختلف استان خشکسالی با بزرگی، شدت، سختی و تداوم متفاوت رخ داده است. این شرایط در مقیاس‌های زمانی متفاوت در سطح استان قابل مشاهده است. بر اساس نتایج شاخص بارش استانداردشده رخداد خشکسالی در مناطق جنوب غرب، مرکز و شمال شرق استان لرستان از فراوانی بیشتری برخوردار است و خشکسالی‌های شدید نیز در این مناطق رخ داده‌اند. بطوری‌که ایستگاه‌های پلدختر، رومشکان و کوهدشت در جنوب‌غرب استان لرستان از طولانی‌ترین و بزرگترین خشکسالی‌های طی دوره مورد مطالعه برخوردارند.

واژه‌های کلیدی:

بارش، بازسازی، SPI، سختی، خشکسالی.

مقدمه

خشکسالی یکی از پدیده‌های معمول و قابل تکرار اقلیم است که تمام بخش‌های اکوسیستم و جامعه را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد (Tadesse و همکاران، ۲۰۰۴). خشکسالی پدیده پیچیده‌ای است که تعریف و درک آن برای افراد مختلف متناسب با تخصص‌های گوناگون گاهی متفاوت است (Tsakiris و همکاران، ۲۰۱۳). ولی به‌هرحال کمبود بارش‌های دریافتی یا تغییر و انحراف از متوسط بارش دریافتی به‌عنوان یکی از تعاریف اولیه و مرسوم خشکسالی پذیرفته شده است. این بلای طبیعی مورد توجه بسیاری از متخصصان اقلیم‌شناسی، محیط‌زیست، کشاورزی و هیدرولوژیست‌ها قرار گرفته که در تمامی اقلیم‌ها چه خشک‌ترین و چه پرباران‌ترین آن‌ها اتفاق افتاده و معمولاً ریشه در کاهش میزان بارش دریافتی در طول یک فصل، یک سال و یا بیشتر دارد. همچنین افزایش باد، دما، تبخیر و تعرق، کاهش رطوبت نسبی، تغییر در ویژگی‌های بارش‌ها (نوع آن‌ها، طول، شدت و مقدار آن‌ها، تطابق آن‌ها با فصل کشت و همچنین توزیع روزهای بارش این فصول) همگی پارامترهای تأثیرگذاری بر خشکسالی هستند (Mishra و Singh، ۲۰۱۰). با توجه به پیامدهای خشکسالی بر بخش‌های مختلف محیط طبیعی و انسانی، مطالعه این مخاطره اقلیمی از دیرباز مورد توجه محققان علوم مختلف قرار گرفته است. Yevjevich (۱۹۶۷) اصل Run-theory را در تحلیل خشکسالی بکار گرفت و ویژگی‌های خشکسالی هیدرولوژیکی و جریان های حداقل را از این طریق تجزیه‌وتحلیل نمود. این روش بعدها توسط محققین بسیاری جهت تحلیل خشکسالی‌های هواشناسی مورداستفاده قرارگرفته است. در این روش او شدت‌های مختلف خشکسالی را در منطقه موردمطالعه خود تعیین و احتمال وقوع آن را

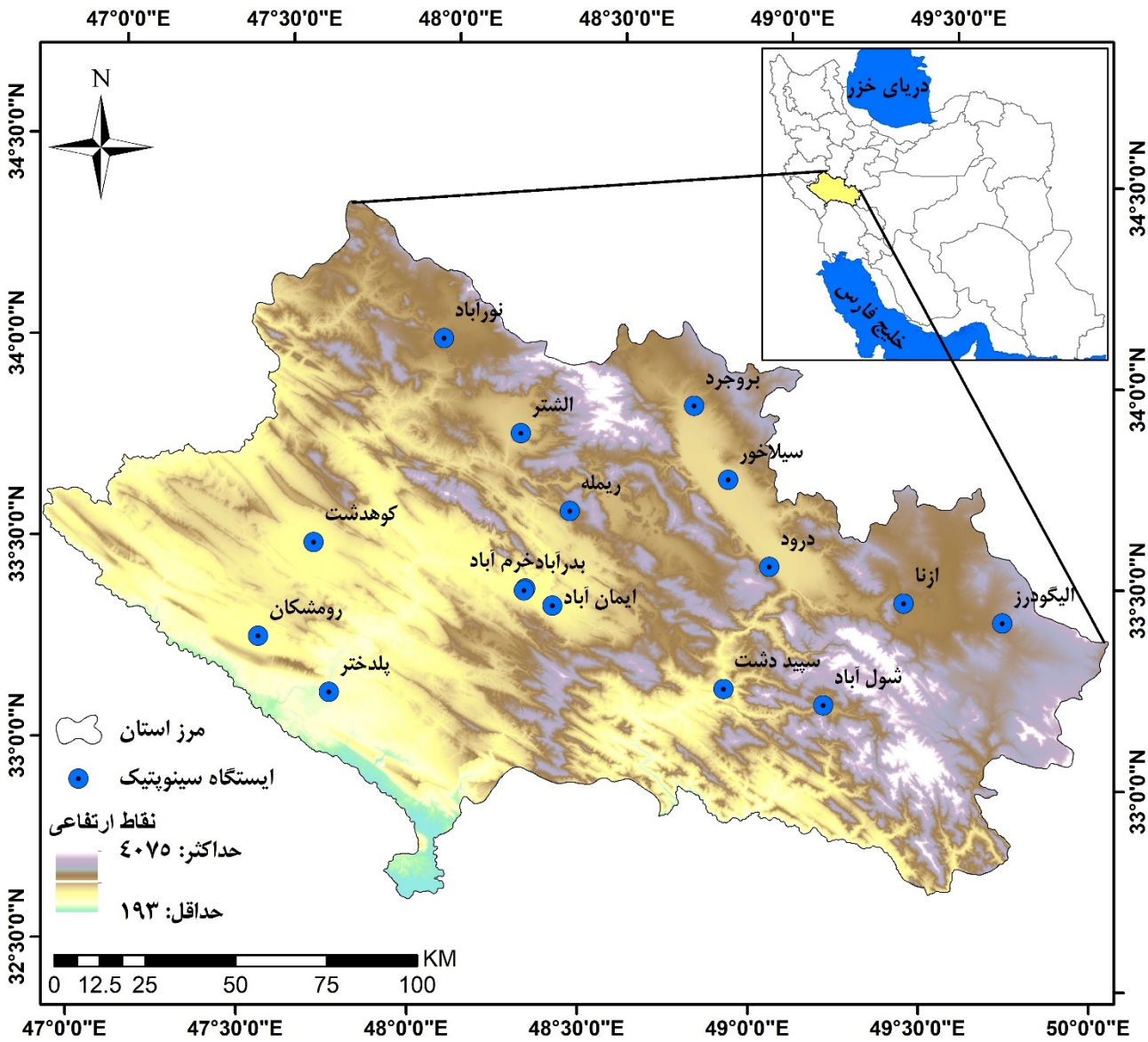
برای گام‌های زمانی مختلف پیش بینی نمود. Bryant و همکاران (۱۹۹۲)، Phillips و Mcgregor (۱۹۹۸) و Goldsmith و همکاران (۱۹۹۷) با استفاده از کمبود تجمعی بارندگی ماهانه شدت خشکسالی‌های انگلستان را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند. در این روش از شاخص‌های DSI3 و DSI6 جهت تعیین مقدار شدت خشکسالی استفاده می‌شود. Mckee و همکاران (۱۹۹۳) شاخص بارندگی استاندارد SPI را معرفی نمودند. این شاخص برای کمی نمودن مقدار کمبود بارندگی در مقیاس‌های زمانی گوناگون طراحی شده است. Peters و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از شاخص SPI به بررسی اثرات توزیع فضایی و بسامد خشکسالی در منابع آب زیرزمینی در انگلستان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تعداد خشکسالی‌های کوتاه‌مدت در منطقه بیشتر بوده و اثرات خشکسالی‌های بلندمدت در منابع آب‌های زیرزمینی با یک تأخیر زمانی، بیشتر از خشکسالی‌های کوتاه‌مدت بوده است. Howitt و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اقتصادی آثار خشکسالی بر کشاورزی منطقه کالیفرنیا بیان کردند که آثار خشکسالی بیشتر در مناطق دارای محدودیت آب‌های زیرزمینی نمود پیدا می‌کند به‌طوری‌که این رخداد بر قیمت محصولات کشاورزی نیز مؤثر است. Kang و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تأثیر تغییرات آب و هوا بر بهره‌وری آب سیستم‌های بردا شت در حوضه موری دارلینگ استرالیا بیان کردند که تغییرات اقلیم موجب افزایش مقدار تبخیر - تعرق و در پی آن افزایش عملکرد گیاه ذرت در جنوب شرق استرالیا می‌شود. Dutta و همکاران (۲۰۱۵) به پایش خشکسالی کشاورزی از طریق داده‌های NDVI سنجند NOAA-AVHRR برای دوره بلند مدت و محاسبه شاخص (VCI) برای کل راجستان پرداختند.در ادامه مقادیر نرمال (VCI) سال ۲۰۰۳ را با شاخص بارش استاندار سال ۲۰۰۲مقایسه نمودند و موفق شدند رابطه معنی داری بین شاخص آنومالی بارش و شاخص آنومالی محصول بدست آورند. Meroni و همکاران (۲۰۱۷) پژوهشی تحت عنوان ارزیابی شاخص بارش استاندارد به منظور ارائه پیش بینی اولیه از وضعیت پوشش گیاهی فصلی منطقه ساحل انجام دادند. آنها با بررسی رابطه بین شاخص بارش استاندارد و مقایر تجمعی استاندارد شده تابش فعال فتوسنتزی(ZCFAPAR) به این نتیجه رسیدند که در ۳۲ تا ۶۶ درصد منطقه مورد مطالعه رابطه خطی معنی داری بین این دو متغیر وجود دارد.

همان‌طور که بررسی ادبیات تحقیق نشان می‌دهد این پدیده می‌تواند در هر منطقه آب و هوایی و جغرافیایی رخ دهد اما در مناطق خشک و نیمه‌خشک همانند ایران نمود و رواج بیشتری دارد. مطالعات انجام شده در ایران (غیور ۱۳۷۴؛ خوش اخلاق ۱۳۷۷؛ رحیمی ۱۳۹۰؛ پرهمت و همکاران ۱۳۹۴؛ ادیب ۱۳۹۵؛ میری ۱۳۹۵؛ زند ۱۳۹۷؛ حجازی زاده و همکاران ۱۳۹۸ و ....) نشان می‌دهد که رخداد این پدیده در هر قسمت از کشور ایران طی زمان های مختلف امکان رخداد با تداوم‌های چندین ساله را دارد. این در حالی است که در برخی مناطق مانند جنوب غرب کشور کشاورزی منبع درآمد اصلی مردم است و در ارتباط مستقیم با شرایط اقلیم و عناصر آن می‌باشد. استان لرستان واقع در جنوب غرب ایران از جمله استان‌های است که یکی از فعالیت اصلی ساکنان آن کشاورزی است. در استان لرستان فعالیت کشاورزی هم به‌صورت دیم و هم آبی و در گروه غلات، حبوبات، نباتات صنعتی و علوفه‌ای، دام و آبزیان صورت می‌گیرد که بیشتر فعالیت‌های کشاورزی این استان در محیط باز انجام می‌شود و تحت تأثیر انواع مخاطرات اقلیمی قرار دارد. ازاین‌رو رخداد خشکسالی در این منطقه تأثیرات نامطلوب زیادی بر بخش کشاورزی به دنبال خواهد داشت هرچند طی چند سال بخش کشاورزی از خشکسالی‌های رخداده به شدت متأثر گردیده است؛ بنابراین بارش و خصوصیات آن در تمامی ابعاد کشاورزی استان از اهمیت زیادی برخوردار است و میزان محصول شدیداً تحت تأثیر بارش بهاره و به‌ویژه اردیبهشت ماه می‌باشد که در این بین خشکسالی کشاورزی باعث بروز مشکلاتی از قبیل کاهش درآمد خانوارها، (که باعث شده میزان سرمایه‌گذاری در این بخش نیز تنزل یافته) افزایش بیکاری در بین جوامع روستایی – مهاجرت- کاهش تعداد دام‌ها و کاهش تولید محصولات زراعی، باغی، دام و آبزیان شده است. از این‌رو در این پژوهش سعی شده است که با استفاده از داده‌های طولانی مدت بارش ایستگاه‌های سینوپتیک به پایش خشکسالی‌های رخ داده در استان لرستان و تعیین ویژگی‌های آن پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش استان لرستان در غرب ایران است (شکل ۱). به منظور محاسبه شاخص خشکسالی و ویژگی های این پدیده اقلیمی، داده‌های بارش ایستگاه‌های سینوپتیک استان لرستان و استان‌های همسایه از سازمان هواشناسی کل کشور دریافت و کنترل کمی و کیفی انجام شد. پس از کنترل داده‌های ایستگاه‌های منتخب (شکل ۱)، با استفاده از روش کریجینگ معمولی داده‌ها برای یک شبکه با ابعاد ۰/۲۵ در ۰/۲۵ درجه جغرافیایی درونیابی شدند. با استفاده از روش درونیابی به شیوه کریجینگ معمولی

داده‌های گم شده یک ایستگاه در یک ماه مشخص از دوره مورد مطالعه با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های پیرامونی خود برآورد و بازسازی شد. برای درونیابی به روش کریجینگ از مدل stable که در مقایسه با دیگر مدل‌های زمین آمار برازش بهتری با داده‌های بارش همه ماه‌ها داشت، بهره گرفته شد. از این رو با استفاده از مدل stable در روش کریجینگ معمولی داده‌های بارش ماهانه ایستگاه‌ها برای دوره ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۷ درونیابی شد و داده‌های گم شده هر ایستگاه در هر ماه از دوره مورد مطالعه با داده درونیابی شده آن نقطه جایگزین شد. با توجه به اینکه این شیوه این امکان را می‌دهد تا از همه ایستگاه‌های همسایه برای برآورد بارش یک ایستگاه مشخص استفاده شود، داده برآورد شده برای آن ایستگاه به داده واقعی بسیار نزدیک خواهد بود. از این رو استفاده از این روش امکان شبیه سازی داده‌های گم شده ایستگاه‌ها و تطویل داده‌ها در برخی ایستگاه‌ها را نیز فراهم آورد. با استفاده از این شیوه سری زمانی بارش ماهانه همه ایستگاه‌های مورد استفاده برای دوره زمانی ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۷ تهیه و برای محاسبه نمایه SPI با مقیاس‌های زمانی سه، شش، نه، ۱۲ و ۲۴ ماهه مورد استفاده قرار گرفت. پس از آماده سازی سری ماهانه بارش تمامی ایستگاه‌های منتخب، با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش (SPI) خشکسالی‌های رخ داده در سطح استان لرستان در مقیاس‌های زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۲۴ ماهه محاسبه شد. با استفاده از نمایه بارش استاندارد در مقیاس‌های زمانی یاد شده، ویژگی‌های خشکسالی‌های رخ داده در هر ایستگاه از منظر تداوم، شدت، سختی و بزرگی نیز محاسبه و بررسی شد.

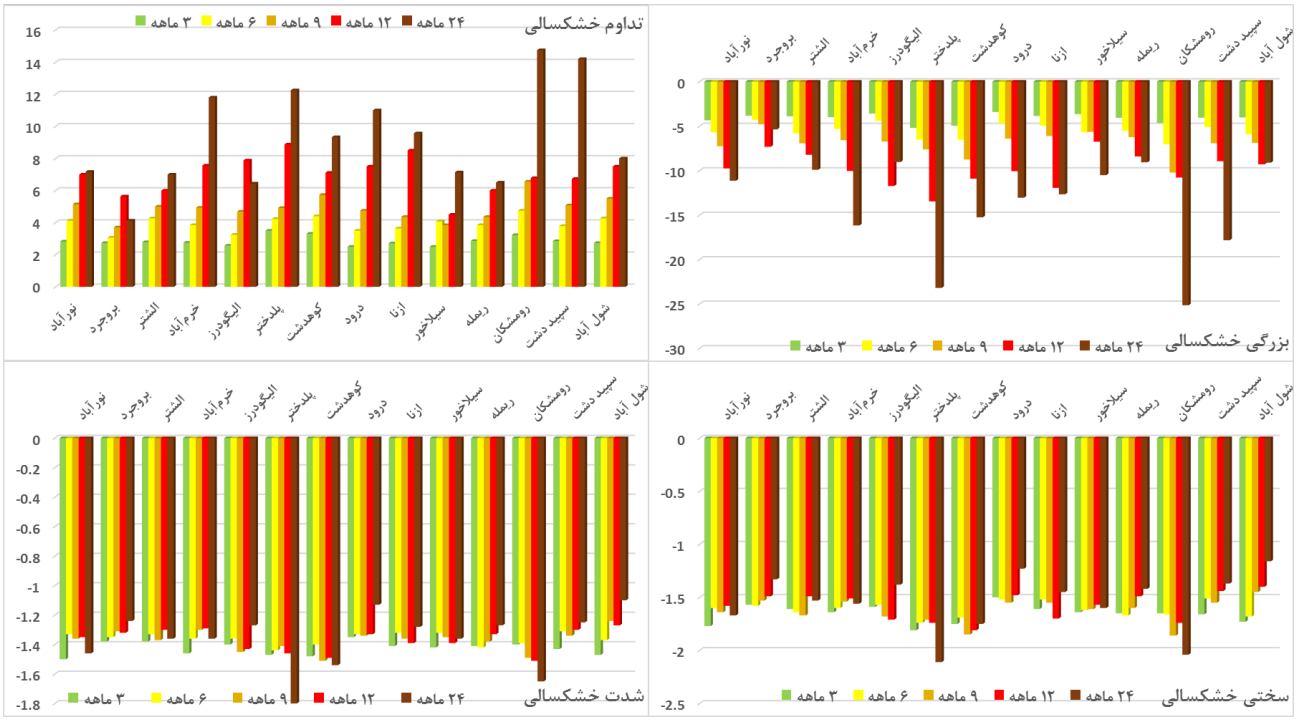


شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و پراکنش ایستگاه‌های سینوپتیک منتخب

نتایج و بحث

همان‌گونه که در روش تحقیق طرح بیان شد، ویژگی‌های خشکسالی منطقه موردمطالعه با استفاده از شاخص بارش استاندار شده (SPI) در مقیاس‌های مختلف زمانی برای هر یک از ایستگاه‌های منتخب در سطح استان لرستان محاسبه شد. شکل (۱) میانگین مقادیر ویژگی‌های خشکسالی ایستگاه‌های استان لرستان را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل (۱) مشخص است در مقیاس زمانی سه ماهه از نظر تداوم خشکسالی، ایستگاه پلدختر با مقدار ۳/۵۰ و ایستگاه درود مقدار ۲/۵۰ کمترین تداوم خشکسالی را دارند. از نظر بزرگی خشکسالی نیز همانند تداوم ایستگاه پلدختر با مقدار ۵/۱۹- از بیشینه و ایستگاه درود با مقدار ۳/۴۱- از بزرگی کمتری نسبت به سایر ایستگاه‌های منتخب در سطح استان برخوردارند. از نظر سختی خشکسالی نیز ایستگاه پلدختر با مقدار ۱/۸۱- بیشترین سختی و ایستگاه درود با مقدار ۱/۵۰- کمینه سختی خشکسالی در سطح استان لرستان را طی دوره موردبررسی دارا می‌باشند. به‌طورکلی مقایسه ویژگی‌های خشکسالی برای ایستگاه‌های منتخب نشان داد که تفاوت معناداری در میانگین شدت، مدت و بزرگی خشکسالی رخداده بین ایستگاه‌های منتخب استان لرستان در مقیاس سه ماهه مشاهده نمی‌شود. در مقیاس زمانی شش ماهه از نظر تداوم خشکسالی، ایستگاه رومشکان که بزرگ‌ترین خشکسالی‌ها را در مقیاس شش ماه دارد، یک خشکسالی درازمدت به درازای ۴/۷۵ ماه را تجربه کرده است، در مقابل ایستگاه بروجرد با تداوم ۳/۰۷ کمترین تداوم خشکسالی را دارند. از نظر بزرگی شرایط مشابه ویژگی تداوم است. از نظر سختی خشکسالی ایستگاه پلدختر با مقدار ۱/۷۴- بیشترین سختی و ایستگاه سیلاخور با مقدار ۱/۵۱- کمینه سختی خشکسالی در سطح استان لرستان را طی دوره موردبررسی دارا می‌باشند. همان‌طور که از مقادیر ویژگی‌های مختلف خشکسالی در شکل (۱) مشخص است در سطح استان لرستان به جزء موارد اندک و موردی، تفاوت معناداری در میانگین شدت، مدت و بزرگی خشکسالی رخداده بین ایستگاه‌های منتخب استان لرستان در مقیاس شش ماهه مشاهده نمی‌شود. در مقیاس زمانی نه ماهه از نظر تداوم خشکسالی، طولانی‌ترین خشکسالی‌ها با میانگین تداوم ۶/۵ ماه در ایستگاه رومشکان رخ داده است و در مقابل ایستگاه سیلاخور با تداوم ۳/۸ ماه کمترین تداوم زمانی رخداد خشکسالی را در سطح استان دارد. از نظر بزرگی خشکسالی ایستگاه رومشکان با مقدار ۱۰/۴۴- از بیشینه و ایستگاه بروجرد با مقدار ۴/۸۰- از بزرگی کمتری نسبت به سایر ایستگاه‌های منتخب در سطح استان برخوردارند. ایستگاه‌های کوهدشت و رومشکان از سخت‌ترین خشکسالی‌های رخ داده در سطح استان با مقدار ۱/۸۵- برخوردارند، در مقابل در ایستگاه درود، ازنا و سپیددشت خشکسالی‌های با سختی کمتر (۱/۵۵-) نسبت به سایر ایستگاه‌های منتخب در سطح استان لرستان رخ داده است. در این مقیاس دامنه اختلاف میانگین سختی خشکسالی بین ایستگاه‌های مختلف ۰/۳۰ – است که این مقدار نشان‌دهنده عدم اختلاف قابل‌توجه بین خشکسالی‌های رخ داده از نظر سختی می‌باشد.

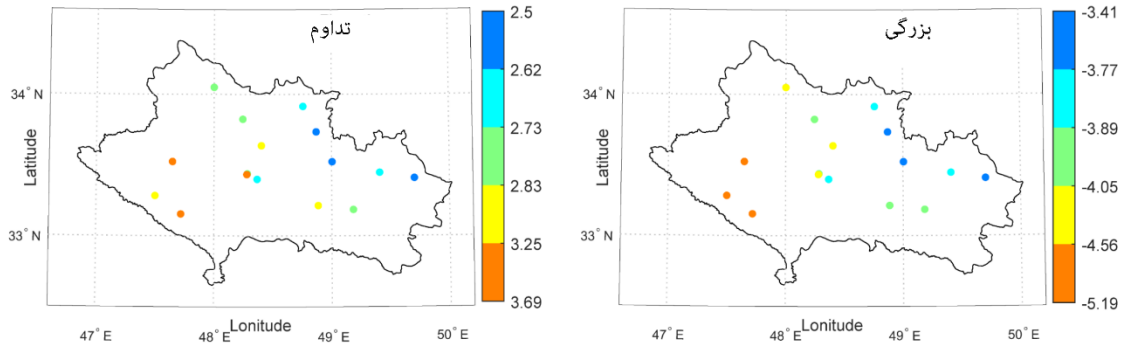
بررسی ویژگی‌های خشکسالی در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه نشان داد که همانند مقیاس زمانی نه ماهه بیشینه مقادیر شاخص‌های خشکسالی در جنوب‌غرب استان و کمینه آن در قسمت‌های شمال و شرق استان رخ داده است. در این مقیاس، تداوم زمانی و بزرگی خشکسالی نسبت به مقیاس زمانی نه ماهه از مقادیر بیشتری برای ایستگاه‌های مورد مطالعه برخوردار است. محاسبه و بررسی ویژگی‌های خشکسالی ۲۴ ماهه هم نشان داد که از نظر تداوم خشکسالی همانند مقیاس‌های دیگر بیشنه تداوم خشکسالی در منطقه جنوب غرب استان لرستان روی داده است، با این تفاوت که در ایستگاه رومشکان با میانگین ۱۴/۲۰ و کمینه تداوم برای ایستگاه بروجرد با میانگین۴/۱۳ ثبت شده است. از نظر بزرگی نیز ایستگاه رومشکان با میانگین ۲۵/۱۵- از بزرگترین و ایستگاه بروجرد با میانگین ۵/۳۷- از کمینه بزرگی خشکسالی برخوردارند. ویژگی‌های سختی و تداوم خشکسالی در این مقیاس از نظر مقدار تقریباً شبیه به مقیاس‌های دیگر است و از نظر مکانی نیز کمینه شدت و سختی خشکسالی در ایستگاه شول آباد و بیشینه آن در ایستگاه پلدختر در جنوب غرب استان ثبت شده است.

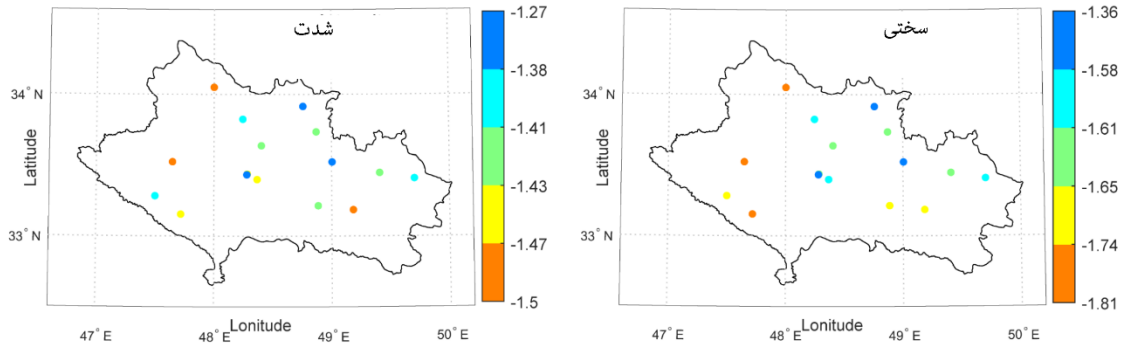


شکل ۲: میانگین مقادیر ویژگی‌های خشکسالی ایستگاه‌های هواشناسی استان لرستان در مقیاس‌های زمانی مختلف

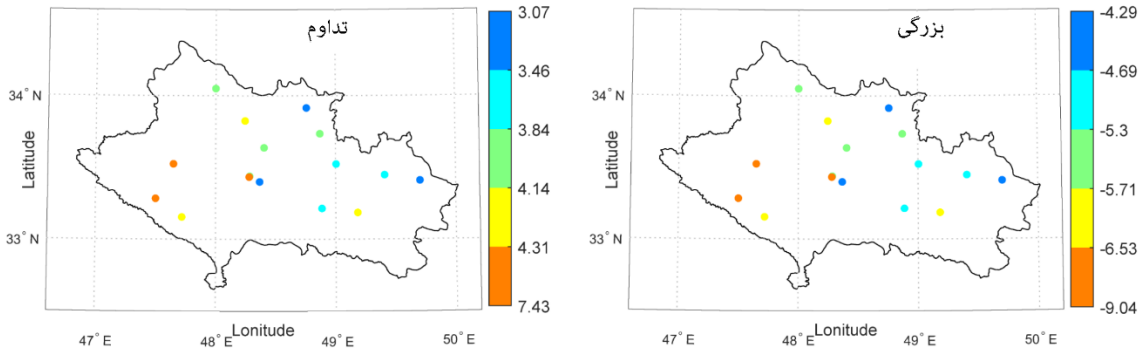
شکل (۳) توزیع مکانی ویژگی‌های خشکسالی ایستگاه‌های منتخب در سطح استان لرستان را در مقیاس‌های مختلف زمانی نشان می‌دهد. براساس شکل (۳) در حالت کلی مقادیر ویژگی‌های خشکسالی (تداوم، شدت، بزرگی و سختی) برای مقیاس‌های مختلف زمانی در سطح استان از یک الگوی منظم پیروی نمی‌کنند و ایستگاه‌های با تداوم، بزرگی، شدت و سختی متفاوت در قسمت‌های مختلف استان مشاهده می‌شوند. در مقیاس سه ماهه مناطق شمال شرقی استان در حالت کلی از نظر ویژگی‌های خشکسالی از شدت کمتری نسبت به سایر مناطق به‌ویژه جنوب غرب و جنوب شرق برخوردارند، چراکه در مناطق جنوب غربی و جنوب شرق سخت‌ترین و شدیدترین خشکسالی‌های استان رخ داده است. در مقیاس زمانی شش ماهه نیز قسمت‌های مرکزی استان لرستان از خشکسالی‌های با شدت، تداوم و سختی کمتری نسبت به سایر مناطق برخوردارند و قسمت‌های جنوب شرقی و جنوب غربی استان خشکسالی‌های با شدت، بزرگی، تداوم و سختی بیشتری دارا می‌باشند. در مقیاس‌های زمانی بزرگتر (نه و ۱۲ ماهه) از نظر بزرگی، مناطق مرکزی و شمال غرب استان لرستان بزرگ‌ترین خشکسالی‌های رخ داده را طی دوره مورد بحث تجربه کرده‌اند. در این مقیاس‌ها، از نظر مکانی در بیشتر قسمت‌های استان شدت و سختی خشکسالی‌های رخ داده با اختلاف کمی روند و رفتار مشابه با هم دارند و در مکان‌های با خشکسالی‌های شدید، بیشینه سختی خشکسالی و در مکان‌های با خشکسالی‌های با شدت ضعیف کمینه سختی خشکسالی نیز قابل مشاهده است. در حالت کلی در این مقیاس‌ها از نظر مکانی قسمت‌های مرکزی و شمال غرب استان لرستان از خشکسالی‌های با شدت، تداوم و سختی بیشتری نسبت به سایر مناطق استان برخوردارند. محاسبه ویژگی های خشکسالی در مقیاس زمانی ۲۴ ماهه نیز نشان داد که همانند مقیاس‌های زمانی قبل، از نظر مکانی در بیشتر قسمت‌های استان شدت و سختی خشکسالی‌های رخ داده با اختلاف کمی روند و رفتار مشابه با هم دارند و در مکان‌های با خشکسالی‌های شدید، بیشینه سختی خشکسالی و در مکان‌های با خشکسالی‌های با شدت ضعیف کمینه سختی خشکسالی نیز قابل مشاهده است. در حالت کلی در این مقیاس از نظر مکانی در قسمت‌های جنوبی استان خشکسالی‌های با شدت و سختی بیشتر و در قسمت‌های شمال شرقی خشکسالی‌های با تداوم و بزرگی بیشتری نسبت به سایر مناطق استان رخ داده است.

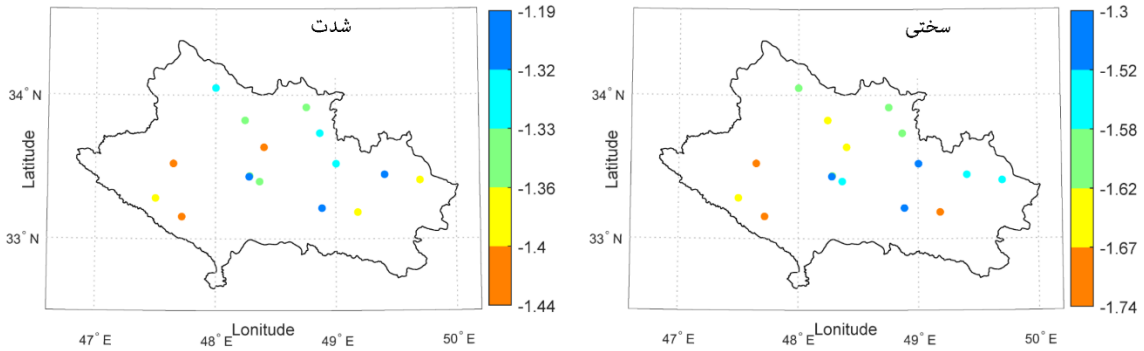
SPI-3

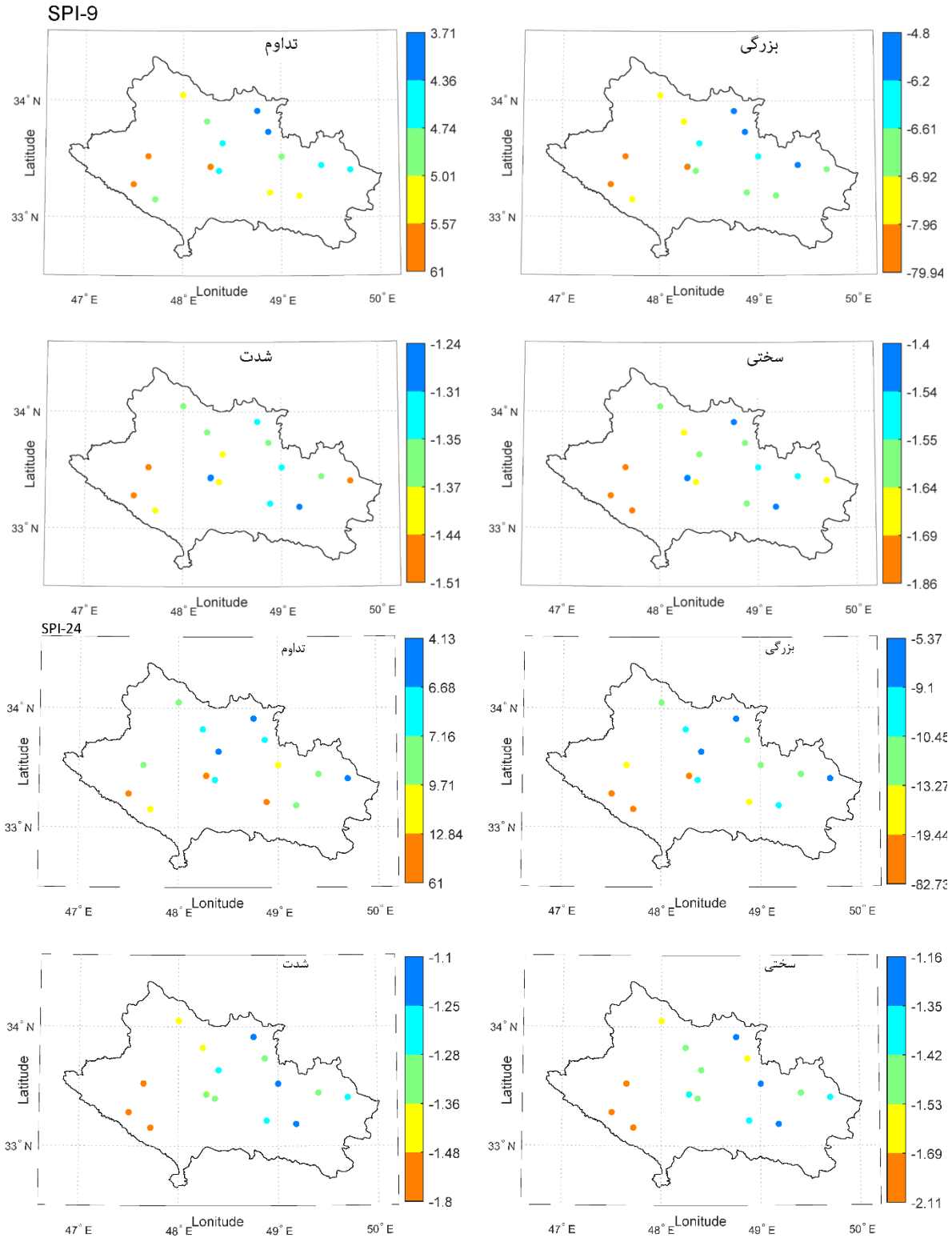

تداوم
2.5
2.62
2.73
2.83
3.25
3.69
بزرگی
-3.41
-3.77
-3.89
-4.05
-4.56
-5.19
34° N
33° N
Latitude
47° E
48° E
49° E
50° E
Lonitude


شدت
-1.27
-1.38
-1.41
-1.43
-1.47
-1.5
سختی
-1.36
-1.58
-1.61
-1.65
-1.74
-1.81
34° N
33° N
Latitude
47° E
48° E
49° E
50° E
Lonitude

SPI-6


تداوم
3.07
3.46
3.84
4.14
4.31
7.43
بزرگی
-4.29
-4.69
-5.3
-5.71
-6.53
-9.04
34° N
33° N
Latitude
47° E
48° E
49° E
50° E
Lonitude


شدت
-1.19
-1.32
-1.33
-1.36
-1.4
-1.44
سختی
-1.3
-1.52
-1.58
-1.62
-1.67
-1.74
34° N
33° N
Latitude
47° E
48° E
49° E
50° E
Lonitude



شکل : نقشه‌های مدت، بزرگی، سختی و شدت خشکسالی بر اساس مقیاس زمانی سه ماهه در استان لرستان

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

محاسبه خشکسالی‌های استان با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) و همچنین محاسبه ویژگی‌های خشکسالی (تداوم، شدت، سختی و بزرگی) در مقیاس‌های زمانی سه، شش، نه، دوازده و بیست و چهار ماهه نشان داد که در حالت کلی خشکسالی‌های

رخ داده در سطح استان لرستان یک الگوی منظمی ندارند و در مناطق مختلف استان خشکسالی‌های با مقادیر مختلف ثبت شده است. این شرایط برای ویژگی‌های مختلف خشکسالی و همچنین در مقیاس‌های زمانی مختلف نیز قابل مشاهده است؛ چراکه در مناطق مختلف استان خشکسالی‌های با درجه متفاوت از شدت، بزرگی، تداوم و سختی رخ داده است. باوجوداین رفتار متفاوت خشکسالی‌های رخ داده در سطح استان لرستان در مقیاس زمانی سه ماهه و شش ماه نسبت به مقیاس‌های زمانی بالاتر (۱۲ و ۲۴ ماهه) بیشتر است، به عبارتی دیگر در مقیاس‌های زمانی بالاتر رفتار مکانی ویژگی‌های خشکسالی شباهت بیشتری به هم دارند. بررسی ویژگی‌های خشکسالی از نظر ایستگاهی نشان داد که برای ایستگاه‌های واقع در جنوب غرب استان لرستان طولانی‌ترین، بزرگترین و شدیدترین خشکسالی‌ها را تجربه می‌کنند. طی دوره مورد مطالعه طولانی‌ترین خشکسالی رخ داده با مقدار ۱۴/۷۵ و ۱۲/۲۵ در مقیاس زمانی ۲۴ ماهه برای ایستگاه‌های رومشکان و پلدختر ثبت شده است. از نظر بزرگی نیز در مقیاس زمانی سه ماه با مقدار ۵/۱۹- در ایستگاه پلدختر، در مقیاس زمانی شش ماهه با مقدار ۷- در ایستگاه رومشکان، در مقیاس نه ماهه ۸/۷۵- در ایستگاه کوهدشت، در مقیاس ۱۲ ماهه با مقدار ۱۳/۴۶- در ایستگاه پلدختر و در مقیاس ۲۴ ماهه بزرگترین خشکسالی با مقدار ۲۳/۱۹ در ایستگاه پلدختر رخ داده است. محاسبه و بررسی مقادیر شاخص‌های شدت و سختی نیز بیانگر شدیدترین و سخت‌ترین رخداد خشکسالی‌ها در این ایستگاه‌ها می‌باشد.

منابع

- ادیب، آرش.، گرجی زاده، علی.، ۱۳۹۵. بررسی و پایش خشکسالی با استفاده از شاخص‌های خشکسالی؛ مطالعه موردی حوضه آبریز دز، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، ۲۶: ۱۸۵-۱۷۳.
- پرهمت، جهانگیر.، رضیئی، طیب.، رحیمی بندرآبادی، سیما.، ۱۳۹۴. بررسی توزیع زمانی و مکانی خشکسالی هواشناسی در جنوب غرب کشور؛ مطالعه موردی حوضه کرخه، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، ۵ (۱۹)، ۷۹-۶۰.
- حجازی زاده, زهرا.، جوی زاده, سعید.، ۱۳۹۸. تحلیل آمار فضایی خشکسالی در ایران، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی (علوم جغرافیایی). (۱۹)۵۳، ۲۵۱-۲۷۷
- خوش اخلاق، فرامرز.، ۱۳۷۷. تحقیق در خشکسالی‌های فراگیر ایران با استفاده از تحلیل سینوپتیک، پایان‌نامه دکتری اقلیم شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تبریز.
- رحیمی، مجتبی.، ۱۳۹۰. تحلیل آماری – همدیدی خشکسالی‌های جنوب غرب ایران، پایان نامه ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
- زند، مهران.، ۱۳۹۷، اثرات اقتصادی خشکسالی بر درآمد کشاورزان دیم کار (گندم و جو) در شهرستان خرم آباد، هفتمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری – انجمن سیستمهای سطوح آبگیر باران.
- غیور، حسنعلی.، مسعودیان، ابوالفضل.، ۱۳۷۶. بزرگی گستره و فراوانی خشک‌سالی در ایران، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره- پیاپی۴۵.
- میری، مرتضی.، ۱۳۹۵. واکاوی ارتباط بین زوال جنگل‌های زاگرس با تغییر اقلیم، رساله دکتری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
- Bryant, S.J., Arnell, N.W., Law, F.M., 1992, the Long-term Context for the Current Hydrological Drought, Proceedings of the IWEM Conference on the Management of Scarce Water Resources.
- Dutta, D,. Kundu, A,. Patel, N.R.,. Saha, S.K, and A.R. Siddiqui. 2015. Assessment of agricultural drought in Rajasthan (India) using remote sensing derived Vegetation Condition Index (VCI) and Standardized Precipitation Index (SPI). The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, 18, 53–63. HOSTED BY Elsevier
- Goldsmith, H., Mawdsley, J., and Homann, S., 1997, Drought, climate change and water resources in north east England. BHS 6th National Hydrology Symposium, Salford, 1997, p13-22.
- Howitt, R., MacEwan, D., Medellín-Azuara, J., Lund, J., Sumner, D. 2015, Economic Analysis of the 2015 Drought for California Agriculture, University of California Davis, P. 31.
- Kang, Y., Khan, S. and Ma, X. 2015. Analysing Climate Change Impacts on Water Productivity of Cropping Systems in the Murray Darling Basin, Australia. Irrigation and drainage, 64(4): 443-453.
- McKee TB, Doesken NJ, Kleist J. 1993. The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology. American Meteorological Society: Boston; 179–

184.

- Mishra, A.K. & Singh, V.P. 2010. A review of drought concepts. Journal of Hydrology. (391)1–2, 202-216.
- Peters, E., Bier, G., Lanen, H.A., Torfs, P., 2006, Propagation and spatial distribution of drought in a groundwater catchment, Journal of Hydrology, 321,257-75.
- Phillips, I.D., McGregor, G.R., 1998, The utility of a drought index for assessing the drought hazard in Devon and Cornwall, south West England. Meteorol. Appl, 5(4): 359– 372. https://doi.org/10.1017/S1350482798000899.
- Tadesse ,T., Wilhite, D., Harms, S., Hayes, M. & Goddard, S. 2004. Drought Monitoring Using Data Mining Techniques: A Case Study for Nebraska, USA. Natural Hazards. (33)1, 137-159.
- Tsakiris, G., Nalbantis, I., Vangelis, H., Verbeiren, B., Huysmans, M., Tychon, B., Jacquemin, I., Canters, F., Vanderhaegen, S., Engelen, G., Poelmans, L., Becker, P., and Batelaan, O. 2013. A System-based Paradigm of Drought Analysis for Operational Management. Water Resources Management. (27)15, 5281-5297.
- Yevjevich, V., 1967, “An objective approach to definitions and investigations of continental hydrologic droughts”, Colorado State Univ., Fort Collins Colo.