نشریه هواشناسی کشاورزی
(وابسته به انجمن مهندسی آبیاری و آب ایران)
جلد ۱۲، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳، صص.۸۶-۷۵
مقاله علمی پژوهشی

Journal of Agricultural Meteorology
(Iranian Soc. of Water and Irrig. Eng.)
Vol. 12, No. 1, Spring & Summer 2024, pp. 75-86
DOI: 10.22125/agmj.2023.398723.1151

بررسی تغییرات فراوانی بارش‌های با شدت کم و رابطه آن با روند بارش و شاخص بارش استاندارد (SPI) در استان کردستان

آرش رنجبر[1*]، نیازعلی ابراهیمی پاک[2]، آرش تافته[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۵

چکیده

تغییر در شدت و فراوانی بارش‌های مناطق کشاورزی یکی از پیامدهای مهم تغییر اقلیم است. افزایش تعداد بارش‌های با شدت کمتر از پنج میلی‌متر در روز نمی‌تواند نقش مؤثری در تأمین نیاز آبی کشاورزی دیم ایفا کند و ممکن است برنامه‌ریزی در این مناطق را با خطا مواجه کند. هدف اصلی در این مطالعه بررسی تغییرات بارش‌های با شدت کم و ارتباط آن با روند بارش و خشکسالی استان کردستان، به عنوان یکی از مناطق مهم کشاورزی دیم در ایران است. بدین منظور از داده‌های روزانه بارش سی ساله چهار ایستگاه سینوپتیک سنندج، بیجار، قروه و سقز استفاده شد. بعد از آزمون همگنی و روندیابی، روند پارامترهای بارش فصلی و سالانه و شاخص بارش استاندارد (SPI) محاسبه گردیدند. سپس داده‌های بارش به دو گروه با شدت کمتر و بیشتر از پنج میلی‌متر در روز تفکیک و روند فراوانی هر گروه محاسبه شد. نتایج، نشان‌دهنده روند کاهشی بارش و افزایشی خشکسالی در هر چهار ایستگاه بودند. کاهش شدت بارش نقش اصلی در روند نزولی بارش همه ایستگاها داشته است. روند کاهشی بارش‌های با شدت متوسط تا زیاد در فصل بهار و زمستان مشاهده شد که برای کشاورزی دیم بسیار پر اهمیت می‌باشد. علاوه بر این، تعداد بارش‌های با شدت کمتر از پنج میلی‌متر در ایستگاه‌های سنندج و قروه افزایش داشته است. شدت خشکسالی در این دو ایستگاه نیز بیشتر از سایرین بود. به عبارت دیگر، افزایش شدت خشکسالی و کاهش شدت‌های بارش با هم رابطه مستقیم داشته‌اند. این نتایج اهمیت بررسی دقیق‌تر پارامترهای بارش در برنامه‌ریزی کارآمد کشاورزی دیم را نشان می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: روند بارش، شدت بارش، استان کردستان

مقدمه

به طور کلی کشاورزی دیم در دنیا نقش بسزایی در تأمین غذای انسان و دام دارد (Rockström et al., 2010). پارامترهای مرتبط با بارش از جمله پارامترهای مؤثر بر عملکرد محصولات دیم در مناطق غربی ایران گزارش شده است (Qaderi et al., 2018; Sabziparvar et al., 2013). این در حالی است که تنش رطوبتی ناشی از تغییر الگوی بارش، هر چند کوتاه مدت، تأثیر چشمگیری بر عملکرد سالانه محصولات در کشاورزی دیم خواهند داشت (Bauer et al., 2009). نتایج مطالعات متعددی نشان داده است که رخدادهای بارش طی قرن بیستم میلادی دچار تغییرات معنی‌داری شده‌اند و در عرض‌های میانی این تغییرات در مقیاس منطقه‌ای اتفاق افتاده‌اند (Ramos, 2001; Gong et al., 2004; Masman et al., 2004). نکته قابل توجه آنجاست که تنش رطوبتی لزوماً به دلیل کاهش مقدار بارش سالانه

[1] استادیار، بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران
(*نویسنده مسئول: Arashranjbar@ut.ac.ir)

[2] دانشیار بخش تحقیقات مدیریت آب در مزرعه، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
[3] استادیار بخش تحقیقات مدیریت آب در مزرعه، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

نحوه ارجاع مقاله:
رنجبر، ا.، ابراهیمی پاک، ن.ع.، تافته، آ. ۱۴۰۳. بررسی تغییرات فراوانی بارش‌های با شدت کم و رابطه آن با روند بارش و شاخص بارش استاندارد (SPI) در استان کردستان. نشریه هواشناسی کشاورزی، ۱۲(۱): ۸۶-۷۵. DOI: 10.22125/agmj.2023.398723.1151
Ranjbar, A., Ebrahimipak, N., Tafteh, A. 2024 Investigating the changes in the frequency of low-intensity rainfalls and its relationship with the trend of rainfall and Standardized Precipitation Index in Kurdistan province. Journal of Agricultural Meteorology, 12(1): 75-86. DOI: 10.22125/agmj.2023.398723.1151

نیست. در مواردی مشاهده شده که میانگین بارش فصلی و سالانه در طول دوره رشد گیاه تغییر نکرده اما کاهش عملکرد محصول ایجاد شده است که یکی از دلایل آن می‌تواند افزایش فراوانی رخدادهای بارش های با شدت کم باشد. در این شرایط بخش قابل توجهی از بارش در سطح گیاه و خاک باقی مانده و تبخیر می‌شود. بنابراین، لازم است در مطالعات بررسی الگوی توزیع بارش در مناطق کشاورزی دیم، روند تغییرات پارامترهای شدت و فراوانی بارش‌ها در طول سال و ماه‌های کشت تبیین شود (Kistner et al., 2018). از نقطه نظر کشاورزی، بخشی از بارش که به خاک نفوذ کرده و مستقیماً به مصرف گیاه می‌رسد، بارش مؤثر نامیده می‌شود. بارش مؤثر منبع اصلی تأمین رطوبت خاک در کشت دیم است. معمولا رخدادهای بارش با شدت کوچکتر از پنج میلی‌متر در روز نقش چندان مؤثری در تأمین نیاز آبی گیاه نخواهند داشت و فقط موجب افزایش رطوبت لایه سطحی خاک و محیط اطراف می‌گردد و توسط تبخیر از سطح گیاه و خاک به آتمسفر بر می‌گردد. گاهی حتی شدت تبخیرتعرق مرجع (ETo) در یک منطقه ممکن است چندین برابر شدت بارش روزانه باشد که این خود می‌تواند گواه بر سهم ناچیز بارش‌های با شدت روزانه کم در کشت دیم باشد. این رخداد در فصول کشت مناطقی که با خشکسالی مواجه هستند بارها اتفاق می‌افتد. به همین دلیل، در مطالعات تخمین عملکرد کشت دیم، معمولا رخداد-های بارشی که کمتر از پنج میلی‌متر در روز باشند، به عنوان بارش مؤثر به حساب نمی‌آیند (Goswami et al., 2006; Sohoulande et al., 2019). بنابراین، بسیاری از رخدادهای بارش را، به خصوص در مناطقی که تحت خشکسالی هستند، نمی‌توان با قطعیت برای کشت دیم مفید به شمار آورد. مفید یا غیر مفید بودن مقدار بارش برای کشت دیم، بجز شدت (که در این مطالعه منظور شدت بارش روزانه است) و تعداد بارش، به پارامترهای دیگری نظیر، نوع گیاه، مرحله رشد، اقلیم منطقه، شدت تبخیرتعرق در زمان وقوع و وضعیت خشکسالی بستگی دارد. به همین دلیل محدوده پنج میلی‌متر در روز در بعضی از دستورالعمل‌های برنامه‌ریزی‌های آبیاری و مطالعات روند و اثر بارش در کشت دیم، به عنوان یک آستانه حداقلی بکار رفته است (Sala and Lauenroth, 1982; Goswami et al., 2006). به عنوان مثال، Mulhouse et al. (2017) رویدادهای بارشی با شدت بیشتر از پنج میلی‌متر در روز را برای بررسی پاسخ گیاهان به زمان بارش در نظر گرفتند. علاوه بر این، طی مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۹ الگوی بارش فصلی برای کشاورزی دیم در منطقه جنوب شرقی ایالات متحده با در نظر گرفتن آستانه شدت پنج میلی‌متر در روز به عنوان حداقل بارش مؤثر، بررسی شد (Sohoulande et al., 2019). آن‌ها نشان دادند که بارش‌های کوچک‌تر از پنج میلی‌متر در روز تأثیر ناچیزی در مجموع بارش‌های جنوب شرقی ایالات متحده داشته است. طی دو دهه گذشته، مطالعات متعددی به منظور بررسی الگوی تغییرات زمانی و مکانی بارش و خشکسالی در مناطق مختلف ایران انجام گرفته است (Nazeri Tahrudi et al., 2016; Dargahian and Lotfinasab Asl, 2020)، که هدف غالب آن‌ها شناسایی روند بارش کل سالانه، فصلی و ماهانه در مناطق مختلف ایران بوده است. در مطالعه Katiraei et al., (2007) علاوه بر تحلیل روند بارش کل سالانه و فصلی، سهم فراوانی رخداد و شدت بارش روزانه در ایجاد روند موجود برای تعدادی از ایستگاه‌های سطح کشور بررسی و تبیین شد. اما اکثر این مطالعات با دیدگاه هیدرولوژیکی و به منظور بررسی تغییرات زمانی و مکانی بارش‌های سیلابی و در نهایت محاسبه شاخص‌های خشکسالی نظیر شاخص استاندارد بارش[1] (SPI) یا شاخص شناسایی خشکسالی[2] (RDI) انجام شدند. اما همانطور که شرح داده شد، بسیاری از بارش‌های با شدت کم عملاً سهم چندانی در تأمین نیاز آبی گیاه نخواهند داشت و به صورت تلفات تبخیر از دسترس گیاه خارج می‌شود. بنابراین در مطالعاتی که با هدف بررسی تغییرات الگوی بارش و شناخت مناطق مستعد کشت دیم صورت می‌گیرد، بررسی و تحلیل روند مقدار و فراوانی بارش‌های با شدت کم ضروری به نظر می‌رسد. در این‌جا منظور از بارش‌های با شدت کم، کوچکتر از پنج میلی‌متر در روز است. از طرف دیگر، به دلیل وقوع پدیده تغییر اقلیم، تغییرات الگوی بارش در مقیاس منطقه‌ای رخ می‌دهد. به همین دلیل بروزرسانی مطالعات متمرکز منطقه‌ای

[1] Standard Precipitation Index

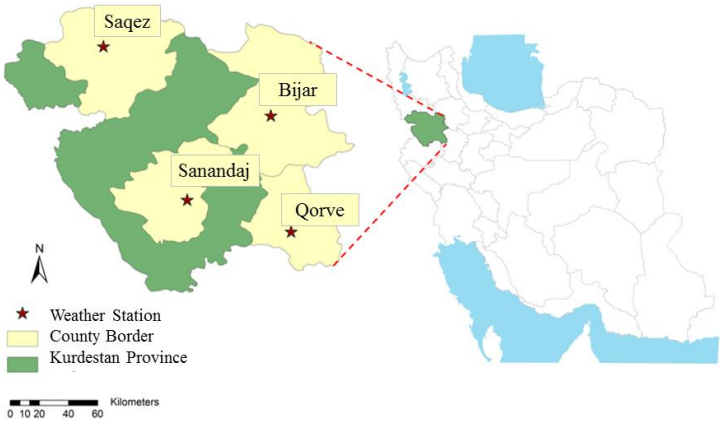
[2] Reconnaissance Drought Index

در تدقیق برنامه‌ریزی‌ها برای این نوع کشت لازم است. کردستان یکی از استان‌های مورد توجه کشت دیم در کشور است که شامل چندین ایستگاه‌های سینوپتیک با داده‌های اقلیمی موثق می‌باشد. با توجه به موارد اشاره شده، هدف اصلی در این مطالعه بررسی تغییرات بارش‌های با شدت کم و تبیین ارتباط این تغییرات با روند بارش و خشکسالی طی سال‌های اخیر در استان کردستان است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و داده‌های مورد استفاده

استان کردستان با وسعتی در حدود ۲۹۱۳۷ کیلومتر مربع در غرب ایران و در مجاورت مرز عراق قرار گرفته است. سنندج، سقز، بیجار و قروه به عنوان چهار منطقه مهم کشت دیم در این استان به شمار می‌روند. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن توسعه یافته، سنندج دارای اقلیم مدیترانه‌ای سرد، سقز و بیجار دارای اقلیم نیمه مرطوب فراسرد، قروه نیمه خشک فراسرد می‌باشد (Ashori et al., 2014). به منظور بررسی منطقه‌ای روند بلندمدت بارش ضروری است تا از بیشترین تعداد ایستگاه‌ها با طولانی‌ترین آمار بارش روزانه استفاده شود. اما معمولا تغییرات این دو عامل در جهت عکس یکدیگر عمل می‌کنند، به این ترتیب که هر چه طول دورهٔ آماری بلندتر باشد، تعداد ایستگاه‌های مورد نظر کمتر و هر چه تعداد ایستگاه‌ها بیشتر شود دورهٔ آماری مناسب برای بررسی کوتاه‌تر می‌شود. در این مطالعه از داده‌های بارش روزانه (P) ۳۰ ساله (از ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۶) سامانه نیاز آبی گیاهان کشور (موسسه تحقیقات خاک و آب) استفاده شد. برای این منظور، از داده‌های چهار ایستگاه سینوپتیک منتخب در استان کردستان شامل سنندج، قروه و سقز و بیجار استفاده گردید. همگنی سری‌های سالانه بارش روزانه ایستگاه‌های مورد بررسی با استفاده از روش Pettitt (1979) مورد آزمون قرار گرفتند. شکل ۱ موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی را نمایش می‌دهد.



شکل ۱ – محدوده ایستگاه‌های مطالعاتی
Figure 1 – the location of study stations

آزمون‌های روندیابی

به منظور بررسی روند در هر یک از سری های بارش کل فصلی و سالانه در هر ایستگاه از آزمون ناپارامتریک من‌کندال و برای تعیین اندازه شیب روند از آزمون ناپارامتریک تخمین‌گر شیب سن[1] استفاده شد. مزیت آزمون‌های ناپارامتریک این است که تحت تأثیر داده‌های غیر معمول و پرت قرار نمی‌گیرند و در نتیجه نسبت به خطاهای احتمالی مقاوم هستند (Lanzante, 1996). در این روش، آماره Z از آزمون من- کندال به دست می‌آید و در آزمون دو طرفه روند، اگر قدر مطلق آن در حدود اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد به ترتیب کوچکتر از ۱/۶۵، ۱/۹۶ و ۲/۵۸ باشد باید فرضیه H0 (قبول تصادفی بودن سری داده‌ها) را پذیرفت و در غیر این صورت باید فرضیه H1 (وجود روند در داده‌ها) را قبول کرد.

[1] Sen

DOI: 10.22125/agmj.2023.398723.1151

جهت برآورد نمودار شیب واقعی روند در سری زمانی بارش از روش ناپارامتریک سن استفاده شد. در این روش شیب خط با استفاده از معادله ۱ تعریف می‌شود (Vivekanandan, 2007).

$$f(t)=Qt+B \quad (۱)$$

که Q میانگین شیب خط روند و B مقدار ثابت میانگین عرض از مبدأ می‌باشد.

تبیین سهم فراوانی رخداد و شدت بارش روزانه در روند بارش

برای هر ایستگاه، ابتدا سری بارش کل و تعداد روزهای بارانی به صورت فصلی و سالانه تهیه شد. تغییر مقدار کل بارش ممکن است مربوط به تغییر در فراوانی رخداد بارش یا تغییر در شدت بارش روزانه یا ترکیبی از این دو باشد. برای تفکیک و تبیین سهم هریک از این دو پارامتر در این مطالعه، از روشی که Karl and Knight (1998) ارائه دادند استفاده شد. در این روش، اگر $\overline{P_e}$ متوسط مقدار بارش روزانه و bf روند فراوانی رخداد بارش باشد، تغییر در مقدار بارش ناشی از روند فراوانی رخداد بارش (be) برابر است با:

$$b_e=\overline{P_e}.b_f \quad (۲)$$

که در آن bf مثلاً برحسب روز در سال و $\overline{P_e}$ برحسب میلی‌متر در روز و be بر حسب میلی‌متر در سال است. اگر روندهای شدت و فراوانی بارش همسو باشند، ممکن است باعث روند افزایشی یا کاهشی شدید در بارش کل شوند. ولی اگر این دو روند تغییراتی مخالف یکدیگر داشته باشند روند بارش کل ممکن است بسیار جزئی یا صفر باشد. برای محاسبهٔ تغییر ناشی از روند شدت بارش روزانه از معادله ۳ استفاده شده است (Karl and Knight, 1998).

$$b_i=b-b_e \quad (۳)$$

که b_i سهم تغییرات ناشی از روند شدت بارش روزانه در مقدار بارش (میلی‌متر در روز) و b روند بارش کل سالانه یا فصلی (میلی‌متر در روز) است. پارامتر b_e نیز در معادله ۲ تعریف شده بود. به منظور مقایسه بهتر، روند کل بارندگی به صورت درصدی از میانگین بارندگی فصلی و سالانه در طول دوره مورد مطالعه بیان شد.

گروه‌های بارش با شدت کم و متوسط به بالا

در واقع معادله‌های ۲ و ۳ برای توصیف مناسب ماهیت متغیرهای بارش لازم، اما کافی نیستند. به عبارت دیگر، با استفاده از تنها این روابط نمی‌توان با قطعیت تغییرات روند بارش کل را به تغییر در تعداد روزهای با بارندگی بسیار شدید یا خفیف نسبت داد. علاوه براین، نمی‌توان مشخص کرد که آیا شدت بارش در تمام چندک‌های توزیع افزایش یافته است یا فقط در تعدادی از آن‌ها نظیر بارش‌های بسیار سنگین یا متوسط این افزایش شدت اتفاق افتاده است. بنابراین، با توجه به هدف اصلی در این مطالعه، روند تغییرات پارامترهای بارش برای دو گروه شدت کمتر از پنج میلی‌متر در روز (بارش با شدت کم) و بزرگتر مساوی پنج میلی‌متر در روز (بارش با شدت متوسط به بالا) محاسبه شد. برای هر ایستگاه روزهای بارانی دورهٔ آماری به ترتیب صعودی مرتب و به دو بخش کمتر و بیشتر از پنج میلی‌متر در روز تفکیک و در مقیاس بارش سالانه و فصلی بررسی گردید.

شاخص SPI

از جمله شاخص‌های کاربردی در اکثر پژوهش‌ها برای بررسی خشکسالی شاخص استاندارد بارندگی می‌باشد که در سال‌های اخیر توجه زیادی به آن شده است. مهم‌ترین مزیت شاخص SPI، توان محاسبه در مقیاس‌های زمانی متفاوت است که به این شاخص توانایی پایش اثر خشکسالی در مدیریت کشاورزی و منابع آب سطحی و زیرزمینی را می‌دهد (Mishra and Singh, 2010; Mckee et al., 1995). مقادیر ۱- و کمتر از آن نشان دهنده شرایط خشکسالی نسبتا متوسط تا شدید، و مقادیر ۱ و بزرگتر از آن معرف ترسالی متوسط تا شدید و مقادیر مابین آن‌ها نشان‌دهنده خشکسالی ملایم است. چنانچه نتایج روند بارش در کنار یکی از شاخص‌های خشکسالی تحلیل شود، شرایط اقلیمی را دقیق‌تر می‌توان تحلیل نمود. بنابراین در این مطالعه، شاخص SPI برای کلیه ایستگاه‌ها در سری زمانی سالانه محاسبه و روند تغییرات آن طی دوره مطالعاتی بررسی گردید.

DOI: 10.22125/agmj.2023.398723.1151

نتایج و بحث

روند فراوانی و شدت همه داده‌های بارش

نتایج به دست آمده از روش Pettitt نشان داد که سری‌های بارش کل فصلی و سالانه مورد استفاده در این مطالعه در هر چهار ایستگاه همگن بودند. بنابراین آزمون روندیابی روی این سری داده‌ها انجام گرفت که در مورد نتایج آن در ادامه بحث شده است. آماره‌های آزمون من- کندال (Z) و سن (Q) برای مقدار و تعداد بارش سالانه و فصلی در جدول ۱ گزارش شده است. نتایج به دست آمده از آزمون روندیابی، کاهش بارش کل سالانه در هر چهار ایستگاه مورد بررسی طی سال‌های مورد مطالعه در سطح اطمینان ۹۰٪ را نشان می‌دهد. اعداد محاسبه شده برای آماره‌های آزمون سن نشان می‌دهند که به طور متوسط بارش کل سالانه در ایستگاه‌ها از ۲/۸۶ تا ۴/۵۵ میلی‌متر در سال کاهش داشته است. شدت کاهش بارش در ایستگاه‌های سقز و سنندج بیشتر از قروه و بیجار بود. مطالعات قبلی در طول سال‌های متفاوت نیز روند کاهشی بارش سالانه در منطقه غرب کشور را گزارش داده بودند (Nazeri Tahrudi et al, 2016; Maroufi et al., 2012; Alijani et al., 2012). علاوه‌براین، روند تغییرات تعداد روزهای بارانی در ایستگاه‌های سنندج و قروه افزایش معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۰٪ داشته است. در کلیه ایستگاه‌ها علامت Z و Q یکسان بودند که حاکی از این است هر دو روش روند کاهشی یا افزایشی را همسو با هم برآورد کرده‌اند. جدول ۲ مقدار تغییرات بارش کل (b) برحسب درصدی از میانگین بارش سالانه و فصلی در طول دورهٔ آماری ایستگاه‌ها را نشان می‌دهد. علاوه بر آن، بر اساس معادله‌های ۲ و ۳، سهم روند تعداد روزهای بارانی (b_e) و شدت بارش روزانه (b_i) از این تغییرات نیز محاسبه شده است. برای مثال، مقدار کاهش بارش کل سنندج در طول دوره مطالعاتی ۲۸/۷۴- درصد محاسبه گردید. اما چون روند ناشی از تعداد روزهای بارانی افزایشی است، شدت بارش روزانه روند کاهشی با قدر مطلق بزرگ تر از بارش کل را نشان می‌دهد. به این معنی که بخش عمده روند منفی بارش در ایستگاه سنندج به دلیل کاهش شدت بارش‌ها در سال‌های مورد مطالعه بوده است. تأثیر کاهش شدت بارش در کاهش مقدار بارش سالانه ایستگاه قروه نیز مشخص است. از طرف دیگر، در ایستگاه‌های بیجار و سقز کاهش تعداد و شدت بارش باهم اتفاق افتاده است. مطالعه Alijani et al., (2012) نشان داد که روند بارش سالانه در ایستگاه‌های سنندج و سقز طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۷ کاهشی بوده است. نتایج مطالعه Katiraei et al., (2007) نیز نشان می‌دهد که روند بارش کل در ایستگاه سنندج برای سال‌های ۱۳۳۹ تا ۱۳۸۰ کاهشی بوده است. روند تغییرات تعداد روزهای بارانی نیز در آن مطالعه کاهشی گزارش شده بود. علی‌رغم اینکه طی سه دهه اخیر تعداد روزهای بارش در ایستگاه سنندج افزایش یافته است، اما چون مقدار بارش کل در این ایستگاه روندی کاهشی داشته است، می‌توان نتیجه گرفت که شدت بارش در این سال‌ها کم شده است. با این روش می‌توان تغییرات پارامترهای بارش برای سایر ایستگاه‌ها را تحلیل کرد. اما هنوز مشخص نیست که افزایش یا کاهش تعداد روزهای بارانی برای کدام گروه از شدت بارش‌های کم یا متوسط تا زیاد افزایش یافته است. علاوه بر این، در جدول ۲ نیز پارامترهای بارش برای دوره فصلی در ایستگاه‌ها گزارش شده است. شیب تغییرات مقدار بارش در فصل‌های بهار، تابستان و زمستان برای اکثر ایستگاه‌های مورد بررسی کاهشی و معنی دار بود. از طرف دیگر شیب تغییرات مقدار بارش در فصل پاییز برای همه ایستگاه‌ها افزایشی بود. شدت بارش ایستگاه‌ها در همه فصل‌ها کاهش یافته است. طبق معادله‌های ۱ و ۲، به جز ایستگاه بیجار، کاهش شدت بارش نقش اصلی در روند نزولی مقدار بارش در فصل بهار و زمستان داشته است. این عامل می‌تواند تهدید جدی در تأمین منابع آب کشت دیم باشد و منجر به کاهش عملکرد نهایی محصول شود. Alijani et al., (2012) روند بارش زمستانه طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۷ در سنندج را نزولی گزارش کرده‌اند و آن‌را دلیل اصلی کاهش بارش سالانه در این ایستگاه عنوان کردند. Katiraei et al., (2007) نیز شدت بارش سالانه و فصلی در اکثر نقاط کشور از جمله سنندج را کاهشی گزارش کرده‌اند. شکل ۲ به طور مشخصی تغییرات مقداربارش سالانه و نقش فراوانی و شدت بارش روزانه در این تغییرات را برای هر ایستگاه نشان می‌دهد. روند کاهشی بارش سالانه که در اکثر فصل‌ها نیز وجود داشته است در این شکل مشخص است. علاوه بر این، سهم کاهش شدت بارش در این شکل به خوبی به تصویر کشیده شده است. روند

افزایشی مقدار و تعداد بارش در پاییز و روند کاهشی آن‌ها در سایر فصول نکته واضح دیگری است که در این شکل وجود دارد. شباهت تغییرات پارامترهای بارش در ایستگاه سنندج و قروه نیز کاملاً مشهود است.

جدول ۱- نتایج روندیابی مقدار و فراوانی رخداد بارش سالانه و فصلی

Table 1- The results of trending the amount and frequency of annual and seasonal precipitation events

Time Scale	Station	Q-Value ($mm.year^{-1}$)	Z-Value	Q-Value ($day.year^{-1}$)	Z-Value
Annual	Sanandaj	-3.83	-1.82*	0.54	1.93*
	Bijar	-2.86	-1.68*	-0.33	-0.93
	Qorve	-2.86	-1.78*	0.63	1.75*
	Saqez	-4.55	-1.82*	-0.1	-0.39
Spring	Sanandaj	-1.67	-1.75*	0.38	1.75*
	Bijar	-1.81	-1.75*	-0.32	-1.75*
	Qorve	-1.74	-1.68*	0.32	1.7
	Saqez	-1.67	-1.78*	0	-0.20
Summer	Sanandaj	0	0.52	0.1	1.98*
	Bijar	-0.01	-0.07	0	0.07
	Qorve	-0.13	-1.72*	0.08	1.15
	Saqez	-0.36	-1.66*	0	0.54
Autumn	Sanandaj	1.28	1.11	0.28	1.47
	Bijar	0.83	0.82	0.28	1.70*
	Qorve	0.64	0.68	0.26	1.66*
	Saqez	0.64	0.36	0.25	1.79*
Winter	Sanandaj	-2.58	-2.60*	-0.2	-1.90*
	Bijar	-1.15	-1.68*	-0.27	-1.93*
	Qorve	-1.77	-1.96**	-0.07	-0.63
	Saqez	-2.98	-2.39**	-0.21	-1.79*

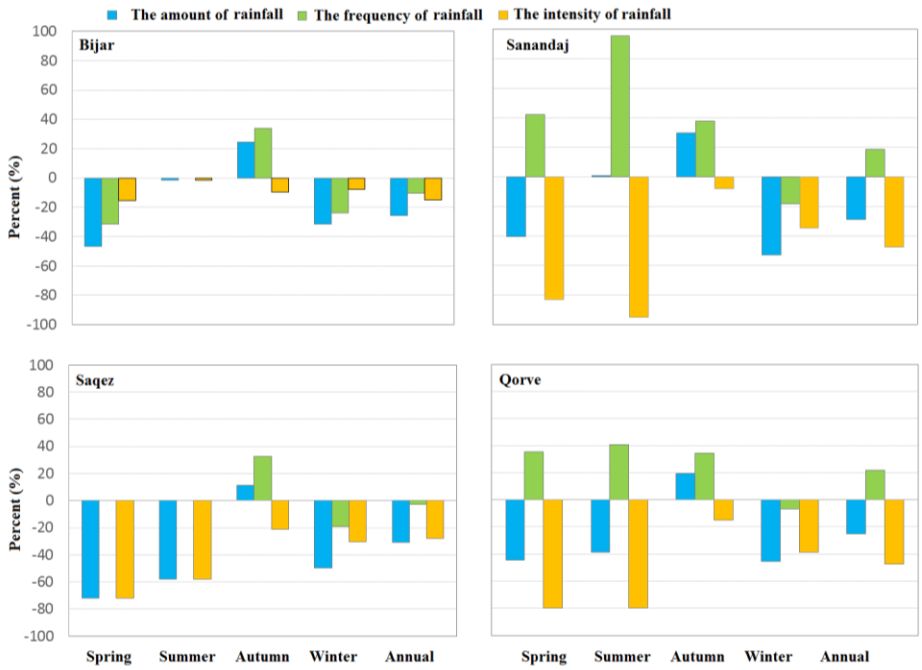
*، ** و *** به ترتیب در سطح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد معنی دار است.

جدول ۲- تغییر بارش سالانه و فصلی برحسب درصدی از میانگین بارش طی دوره مورد مطالعه

Table 2- Change of annual and seasonal rainfall in terms of percentage of the average rainfall during the study period

Time Scale	Station	b	be	bi
Annual	Sanandaj	-28.74*	18.83*	-47.57
	Bijar	-25.57*	-10.67	-14.89
	Qorve	-25.27*	21.85*	-47.12
	Saqez	-31.12*	-2.93	-28.19
Spring	Sanandaj	-40.37*	42.51*	-82.87
	Bijar	-46.94*	-31.61*	-15.33
	Qorve	-44.35*	35.34*	-79.69
	Saqez	-71.86*	0	-71.86
Summer	Sanandaj	1	95.74**	-94.74
	Bijar	-1.54	0	-1.54
	Qorve	-38.82*	40.76	-79.58
	Saqez	-57.92*	0	-57.92
Autumn	Sanandaj	30.05	37.89	-7.84
	Bijar	24.61	34.05*	-9.45
	Qorve	19.11	34.67*	-15.11
	Saqez	11.27	32.61*	-21.34
Winter	Sanandaj	-52.61***	-17.87*	-34.73
	Bijar	-31.63*	-23.83*	-7.8
	Qorve	-45.3**	-6.68	-38.62
	Saqez	-49.69**	-19.27*	-30.42

*، ** و *** به ترتیب در سطح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد معنی دار است.

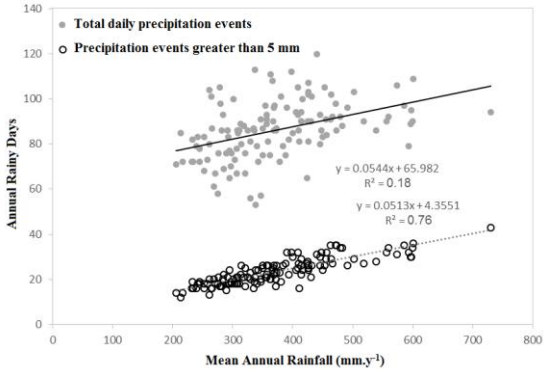


شکل۲- تغییرات مقدارباران سالانه و سهم تعداد و شدت بارش در این تغییرات برای هر ایستگاه طی دوره مورد مطالعه

Figure 2- Changes in annual rainfall and the share of the number and intensity of rainfall in these changes for each station during the study period

روند فراوانی بارش‌های با شدت کم

شکل ۳ ارتباط بین میانگین مقدار بارش سالانه و تعداد روزهای بارانی برای چهار ایستگاه را نشان می‌دهد (R^2=0.18).



شکل ۳- ارتباط بین مقدار بارش سالانه و کل رخدادهای بارش و رخدادهای بارش بزرگتر از ۵ میلی‌متر در ایستگاه¬های مورد مطالعه

Figure 3- The relationship between the amount of annual precipitation and total precipitation events and precipitation events greater than 5 mm in the studied stations

در این شکل همبستگی بین مقدار بارش و رخدادهای بارش‌های بزرگتر از پنج میلی‌متر در روز نیز نمایش داده شده است (R^2=0.76). این شکل نشان می‌دهد که تعداد بارش‌های بزرگتر از پنج میلی‌متر در روز ۷۶ درصد واریانس کل بارش‌ها را در منطقه مورد مطالعه تبیین می‌کند. این نکته به نوعی همبستگی بالای تعداد بارش‌های بزرگتر از پنج میلی‌متر و مقدار بارش کل در منطقه مورد مطالعه را اثبات می‌کند. به عبارت دیگر تعداد بارش‌های با شدت کمتر از پنج میلی‌متر در روز نقش جزئی در افزایش مقدار بارش کل ایفا می‌کند. مشابه همین نتایج توسط Sohoulande et al., (2019) ارائه گردید. به همین دلیل بررسی تغییرات فراوانی دو گروه بارش کمتر از پنج میلی‌متر در روز و بیشتر از آن اهمیت بالایی در شناخت روند بارش سالانه و فصلی دارد. آماره‌های آزمون من-کندال و سن این بار برای بارش‌های با شدت کمتر و بیشتر از پنج میلی‌متر در روز در مقیاس سالانه و فصلی محاسبه شدند که در جدول ۳ و ۴ ارائه شده‌اند. در کلیه موارد علامت ضریب من-کندال و علامت شیب خط برازش شده بر داده‌ها یکسان بودند که حاکی از این است هر دو روش روند کاهشی یا افزایشی را همسو با هم برآورد کرده‌اند. نتایج به دست آمده از جدول ۳ حاکی از آن هست که تعداد رخدادهای سالانه بارش‌های با شدت کم در دو ایستگاه سنندج و قروه افزایش معنی‌داری داشته است. در حالی که تعداد بارش‌های با شدت

بیشتر در این دو ایستگاه کاهش داشتند. مقایسه این نتایج با نتایج جدول ۱ و ۲ ثابت می‌کند که نه تنها مقدار بارش سالانه در دو ایستگاه سنندج و قروه روند کاهشی داشته است بلکه تعداد بارش‌های با شدت کمتر از پنج میلی‌متر در این ایستگاه‌ها افزایش داشته است. به عبارت دیگر، در این ایستگاه‌ها سهم بارش با شدت کمتر از پنج میلی‌متر در روز افزایش داشته است. بررسی نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد این افزایش در فصل بهار و تابستان اتفاق افتاده است. این نتایج حاکی از آن هستند که بخش قابل توجهی از افزایش تعداد بارش‌های مهم بهاری در دو ایستگاه سنندج و قروه، دارای شدت کمتر از پنج میلی‌متر بوده است که در تأمین نیاز آبی گیاه نمی‌تواند چندان تأثیرگذار باشد. این پدیده برای بارش‌های پاییزی در ایستگاه قروه نیز اتفاق افتاده است. از طرف دیگر مقدار و تعداد رخدادهای بارش سالانه با شدت بالا کاهش یافته است. این کاهش در فصل‌های بهار و زمستان اتفاق افتاده است. به عبارت دیگر، سهم بارش‌های با شدت متوسط تا زیاد در تأمین نیاز آبی کشاورزی دیم در فصل زمستان و بهار به طور معنی‌داری از نظر آماری کاهش یافته است. مقایسه نتایج جداول ۱ تا ۴ گویای این واقعیت است که در طول ۳۰ سال مورد بررسی، تعداد و مقدار بارش‌های با شدت بالا کم شده است و در مقابل تعداد بارش‌های با شدت کم افزایش یافته است. بروز همین عوامل منجر به کاهش مقدار و شدت بارش کل سالانه در این منطقه شده است.

جدول ۳- نتایج روندیابی مقدار و فراوانی بارش‌های سالانه و فصلی با شدت کم‌تر از پنج میلی‌متر در روز

Table 4- The results of trending the amount and frequency of annual and seasonal rainfall with an intensity less than five mm/day

Time Scale	Station	Q-Value (mm.year-1)	Z-Value	Q-Value (day.year-1)	Z-Value
Annual	Sanandaj	-0.24	-0.5	0.6	2.45**
	Bijar	-0.11	-0.68	-0.14	-0.77
	Qorve	-0.25	-0.79	0.8	2.45**
	Saqez	-0.02	0	0.11	0.59
Spring	Sanandaj	-0.04	-0.11	0.25	1.82*
	Bijar	0.04	0.21	0.06	0.48
	Qorve	0.09	0.36	0.25	1.66*
	Saqez	-0.03	-0.11	0.08	0.77
Summer	Sanandaj	0	0.65	0.13	1.94*
	Bijar	0.07	1.07	0	0.11
	Qorve	-0.01	-0.55	0.09	1.68*
	Saqez	0.01	0.34	0	0.51
Autumn	Sanandaj	0.05	0.25	0.13	0.93
	Bijar	0.06	0.29	0.04	0.32
	Qorve	0	0	0.25	1.74*
	Saqez	0.1	0.32	0	0.11
Winter	Sanandaj	-0.035	-1.68*	0	-0.29
	Bijar	-0.15	-0.82	-0.22	-1.67*
	Qorve	-0.35	-1.68*	0.13	1.09
	Saqez	-0.08	-0.32	0	-0.04

*، ** و *** به ترتیب در سطح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد معنی دار است.

روند شاخص SPI

همانگونه که در مورد شاخص SPI شرح داده شده است، مقادیر مثبت SPI به منزله بهبود وضعیت مقدار بارش است و روند صعودی آن حاکی از پشت سر گذاشتن یک دوره بحرانی و خشکسالی است. به این ترتیب، نتایج ارائه شده در شکل ۴ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه نمودار شاخص SPI در کلیه ایستگاه‌ها روند مشابهی را نشان می‌دهد. در این شکل مشخص است که طی سال‌های مورد مطالعه فراز و نشیب‌های متوالی در بروز خشکسالی و ترسالی ایجاد شده است اما روند کلی این نوسانات در کلیه ایستگاه‌ها بر اساس آزمون من‌کندال با ضریب اطمینان ۹۵ درصد کاهشی و به سمت خشکسالی بوده است. شیب روند خشکسالی در ایستگاه‌های سنندج و قروه بیشتر از دو ایستگاه دیگر است. علاوه بر این، در این ایستگاه‌ها حتی تغییرات سالانه SPI شباهت قابل توجهی

دارند. به طوری که حداکثر و حداقل SPI در یک سال برای این دو ایستگاه اتفاق افتاده است. بر اساس این نتایج، شدیدترین ترسالی دوره مطالعاتی درکلیه ایستگاه‌ها به طور مشترک طی سال ۱۳۷۳ رخ داده است. Mirzayi Hasanlo et al., (2020) نتایج مشابهی در بررسی خشکسالی ایستگاه سنندج ارائه داده بودند. با مقایسه نتایج جداول ۱ تا ۴ و شکل ۴ مشخص است که علاوه بر خشکسالی، مقدار و شدت بارش نیز روند کاهشی را تجربه کرده‌اند. همچنین، در ایستگاه‌های سنندج و قروه که فراوانی بارش با شدت کم افزایش معنی‌داری داشته بود، شیب کاهشی روند SPI تندتر بود. به عبارت دیگر، افزایش شدت خشکسالی و کاهش شدت‌های بارش با هم رابطه مستقیم داشته‌اند.

جدول ۴- نتایج روندیابی مقدار و فراوانی بارش‌های سالانه و فصلی با شدت بزرگ‌تر از پنج میلی‌متر در روز

Table 4- The results of trending the amount and frequency of annual and seasonal rainfall with an intensity greater than five mm/day

Time Scale	Station	Q-Value (mm.year-1)	Z-Value	Q-Value (day.year-1)	Z-Value
Annual	Sanandaj	-3.14	-1.78*	-0.29	-2.37**
	Bijar	-2.78	-1.71*	-0.22	-1.65*
	Qorve	-1.02	-0.86	-0.19	-2.25**
	Saqez	-2.91	-0.96	-0.2	-1.84*
Spring	Sanandaj	-0.27	-0.29	0	-0.25
	Bijar	-1.66	-1.89*	-0.08	-1.3
	Qorve	-0.36	-0.54	-0.04	-0.7
	Saqez	-1.57	-1.68*	-0.13	-1.8*
Summer	Sanandaj	0	-1.74*	0	-1.73
	Bijar	0	-0.3	0	-0.33
	Qorve	0	-0.77	0	-0.18
	Saqez	0	1.03	0	-0.99
Autumn	Sanandaj	0	0	0	-0.16
	Bijar	0.77	0.75	0	0.32
	Qorve	0.4	0.46	0	-0.56
	Saqez	1.64	0.93	0.04	0.5
Winter	Sanandaj	-2.7	-2.68***	-0.2	-3.43**
	Bijar	-1.51	-2.23**	-2.23	-2.48**
	Qorve	-1.41	-1.66*	-1.66	-2.29**
	Saqez	-2.32	-1.94*	-1.94	-2.81***

*، ** و *** به ترتیب در سطح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد معنی دار است.

شکل ۴- شاخص SPI و خط روند آن در ایستگاه‌های مورد مطالعه

Figure 4- SPI index and its trend line in the studied stations

نتایجی که در این مطالعه ارائه شده است دارای جزئیات فراوانی می‌باشد و لازم بود که همه این جزئیات در کنار هم قرار گرفته و تحلیل شوند تا جواب منطقی برای سوالات اصلی این مطالعه به دست بیاید. این نتایج ثابت می‌کند در طول سال‌های مورد مطالعه، در حالی که مقدار بارش در ایستگاه‌ها کاهش یافته است، تعداد رخدادهای بارش با شدت کم افزایش داشته است. همانطور که نشان داده شد، تعداد رخدادهای این گروه بارشی نقش به مراتب کمتری در افزایش مقدار بارش سالانه و تأمین نیاز آبی کشاورزی دیم دارد. خصوصاً زمانی‌که این روند کاهشی در فصل بهار که دوره‌های حساس رشد بسیاری از گیاهان را شامل می‌شود اتفاق بیافتد. تحت این شرایط با احتمال بسیار بالایی محصول نهایی با کاهش عملکرد چشم‌گیری مواجه خواهد بود. علاوه بر این شدت خشکسالی سالانه در هر چهار ایستگاه بیشتر شده است. نتایج مطالعاتی که در همین دوره آماری صورت گرفته نشان می‌دهد که روند تغییرات تبخیرتعرق پتانسیل سالانه و فصلی بهار، تابستان و زمستان برای هر چهار ایستگاه افزایشی بوده است (Ranjbar et al., 2021). افزایش شدت تبخیرتعرق می‌تواند باعث کاهش تأثیر بارش‌های با شدت کم در تأمین نیاز آبی گیاهان دیم شود زیرا این بارش‌ها فرصت کافی برای نفوذ به داخل خاک و قرار گرفتن در محیط اطراف ریشه گیاه را نخواهند داشت و خیلی زودتر از آنکه به آب قابل استفاده برای گیاه تبدیل شوند، از سطح خاک تبخیر شده و فقط تا حدی می‌توانند موجب تعدیل موقت دمای هوای منطقه گردند. بنابراین در برنامه‌ریزی کشاورزی دیم، باید تغییرات این گروه بارشی نیز بررسی و تحلیل شوند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که مطالعات مشابه‌ای در سایر مناطق دیم کشور صورت گیرد. نتایج به دست آمده از این چنین مطالعاتی می‌تواند در مدیریت کارآمدترکشت دیم و منابع آب سبز از اهمیت بالایی برخوردار باشد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، بررسی تغییرات فراوانی بارش‌های با شدت کم و ارتباط آن با روند بارش و خشکسالی در استان کردستان بررسی شد. برای این منظور از داده‌های بلندمدت (۳۰ ساله) چهار ایستگاه سنندج، بیجار، قروه و سقز و آزمون ناپارامتریک من-کندال و تخمینگر شیب سن استفاده شد. نتایج نشان دادند که مقدار و شدت بارش سالانه در هر چهار ایستگاه روند کاهشی داشتند که این کاهش در اکثر موارد مربوط به فصل‌های بهار، تابستان و زمستان بود. شدت خشکسالی در همه ایستگاه‌ها بیشتر شده بود. از طرف دیگر، مقدار و تعداد رخدادهای بارش سالانه با شدت بالا در فصل بهار و زمستان که بالقوه می‌تواند در تأمین نیاز آبی کشاورزی دیم مفید باشد کاهش داشته است. همچنین، تعداد بارش‌های بهاری با شدت کمتر از پنج میلی‌متر در ایستگاه‌های سنندج و قروه افزایش معنی‌داری داشتند. در حالی‌که روند خشکسالی در این دو ایستگاه با شیب بیشتری رخداده است. به عبارت دیگر، افزایش شدت خشکسالی و کاهش شدت‌های بارش باهم رابطه مستقیم داشته‌اند. این نتایج ثابت می‌کند که طی دوره مورد مطالعه، مقدار بارش در ایستگاه‌ها کاهش و از طرف دیگر تعداد رخدادهای بارش با شدت کم افزایش داشته است. این در حالی است که تعداد رخدادهای این گروه بارشی نقش به مراتب کمتری در افزایش مقدار بارش سالانه و تأمین نیاز آبی کشاورزی دیم دارد.

منابع

Alijani, B., Mahmoudi, P., Chogan, A.J. 2012. Investigating the trend of annual and seasonal rainfall changes in Iran using the non-parametric method Sense slope estimator. Climatology Research, 3(9), 23-42. (In Farsi).

Ashori, Z., Moalemi. M., Khodadadi. A., Torabinia. M. 2014. Climatic zonation planting sunflower cultivation in Kurdistan Province. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 4(2), 243-247.

Bauer, P.J., Foulk, J.A., Gamble, G.R., Sadler, E.J., 2009. A comparison of two cotton cultivars differing in maturity for within-canopy fiber property variation. Crop Science, 49 (2), 651-657.

Dargahian, F., Lotfinasab Asl, S. 2020. Temporal and spatial variations of precipitation trend in basins leading to Khuzestan province dust sources. Iran Nature, 5(3), 59-67. (In Farsi).

Gong, D. Y., Shi, P. J., Wang, J. A. 2004. Daily precipitation changes in the semi-arid region over northern China. Journal of Arid Environments, 59, 771-784.

Mulhouse, J.M., Hallett, L.M., Collins, S.L. 2017. The influence of seasonal precipitation and grass competition on 20 years of forb dynamics in northern Chihuahuan Desert grassland. Vegetation Science, 28(2), 250-259.

Nazeri Tahrudi, M., Khalili, K., Ahmadi, F. 2016. Spatial and Regional Analysis of Precipitation Trend over Iran in the Last Half of Century. Water and Soil, 30(2), 643-654. (In Farsi).

Qaderi, N., Alijani, B., hejazizadeh, Z., saligheh, M. 2018. Spatial modeling of rainfed wheat yield using agroclimaticmicrozonation in Kurdistan. Journal of Applied researches in Geographical Sciences, 18(48), 1-19. (In Farsi).

Ramos, M. C. 2001. Raifall distribution patterns and their change over time in a Mediterranean area. Theoretical and Applied Climatology, 69, 163-170.

Ranjbar, A., Ebrahimipak, N.A. Tafte, A. 2021. Investigating the trend of changes in the amount and frequency of low intensity rainfall in Kurdistan province. The 17th Iran Soil Science Congress and the 4th National Conference on Farm Water Management. Karaj. Iran (In Farsi).

Rockstrom, J., Karlberg, L., Wani, S.P., Barron, J., Hatibu, N., Oweis, T., Bruggeman, A., Farahani, J., Qiang, Z. 2010. Managing water in rainfed agriculture−The need for a paradigm shift. Agricultural Water Management, 97 (4), 543-550.

Pettit, A.N. 1979. A non-parametric approach to the change-point detection. Applied Statistics, 28(2), 126-135.

Sabziparvar, A., Torkaman, M., Merianji, Z. 2013. Water and Soil, 26(6), 1554-1567. (In Farsi).

Sala, O.E., Lauenroth, W.K. 1982. Small rainfall events: an ecological role in semiarid regions. Oecologia, 53 (3), 301-304.

Sohoulande, C.D., Stone, K., Szogi, A. Bauer, P. 2019. An investigation of seasonal precipitation patterns for rainfed agriculture in the Southeastern region of the United States. Agricultural Water Management, 223, 105728.

Vivekanandan, N. 2007. Analysis of Trend in Rainfall Using Non-Parametric Statistical Methods, international symposium on rainfall rate and radio wave propagation, American institute of physics, 101-113.

Goswami, B.N., Venugopal, V., Sengupta, D., Madhusoodanan, M.S., Xavier, P.K. 2006. Increasing trend of extreme rain events over India in a warming environment. Science, 314(5804), 1442–1445.

Karl, T.R., Knight, R.W. 1998. Secular trends of precipitation amount, frequency, and intensity in the United States. Bulletin of the American Meteorological society, 79(2), 231-242.

Katiraei, PS., Hejam, S., Irannejad, P. 2007. The contribution of changes in the frequency and intensity of daily precipitation in the precipitation trend in Iran during the period from 1960 to 2001. Journal of Earth and Space Physics, 33(1), 67-83 (In Farsi).

Kistner, E., Kellner, O., Andresen, J., Todey, D., Morton, L.W. 2018. Vulnerability of specialty crops to short-term climatic variability and adaptation strategies in the midwestern USA. Climate Change, 146 (1-2), 145-158.

Lanzante, J. R. 1996. Resistant, roubust and nonparametric techniques for the analysis of climate data: theory and examples including applications to historical radiosond station data, International Journal of Climatology, 16, 1197-1226.

Maroufi, S., Tabari, H., Aeeni, A., Marofi, H. 2012. Investigating Temporal Trends and Spatial Characteristics of Rainfall and Meteorological Drought in the West of Iran during the Last Few Decades. Journal of Water Science Engineering, 1(3), 55-72. (In Farsi).

Masman, V., Castro, A., Fraile, R., Dessens, J. D., Sanchez, J. L. 2004, Detection of statistically significant trends in the summer precipitation of main land Spain. Atmosphric Research, 70, 43-53.

Mckee, T.B., Doesken, N. J. Kleist, J. 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Ninth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan 15-20, 1995, Dallas TX, pp. 233-236.

Mirzayi, Hasanlo, A., Abghari, H., Erfanian, M., Choobe, S. 2020. An Assessment of Spatial and Temporal Changes in Precipitation and Drought in Iranian Synoptic Stations of Iran. Watershed Management Research Journal, 33(4), 123-141. (In Farsi).

Mishra, A.K., Singh, V.P. 2010. A review of drought concepts. Journal of Hydrology, 391, 202–216.

Journal of Agricultural Meteorology
(Iranian Soc. of Water and Irrig. Eng.)
Vol. 12, No. 1, Spring & Summer 2024, pp. 75-86
DOI: 10.22125/agmj.2023.398723.1151

نشریه هواشناسی کشاورزی
(وابسته به انجمن مهندسی آبیاری و آب ایران)
جلد ۱۲، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳، صص.۸۶-۷۵
مقاله علمی پژوهشی

Investigating the changes in the frequency of low-intensity rainfalls and its relationship with the trend of rainfall and Standardized Precipitation Index in Kurdistan province

A. Ranjbar[1]*, N. Ebrahimipak[2], A. Tafteh[3]

Received: 25/05/2023
Accepted: 06/08/2023

Abstract
Changes in the intensity and frequency of rainfall in agricultural areas are one of the important consequences of climate change. An increase in low-intensity rainfalls (less than five mm/day) cannot play an effective role in providing the water requirement of rainfed agriculture and may lead to mistakes in planning for these areas. The main purpose of this study is to investigate the changes in the trend in the frequency of low-intensity rainfalls and its relationship with the trend of rainfall and Standardized Precipitation Index (SPI) in Kurdistan province, one of the important rainfed agricultural regions in Iran. For this purpose, the daily rainfall data of 30 years of four synoptic stations - Sanandaj, Bijar, Qorve, and Saqez were applied. After the homogeneity and trend test, the trend of seasonal and annual rainfall and drought parameters were calculated. Then, the rainfall data were separated into two groups with an intensity of less and more than 5 mm/day, and the frequency trend of each group was calculated. The results showed the decreasing and increasing trend of rainfall and drought, respectively, for all stations. The decrease in the intensity of rainfall has played a major role in the downward trend of rainfall. However, the decreasing trend of moderate to heavy rainfalls was observed in spring and winter, which is very important for rainfed agriculture. In addition, the frequency of low-intensity of rainfall has increased in Sanandaj and Qorveh stations. The intensity of drought in both stations was also higher than in others. In other words, the intensity of drought has a direct relationship with increasing the low-intensity rainfall frequency. These results show the importance of a more detailed investigation of rainfall parameters in the efficient planning of rainfed agriculture.

Keywords: Rainfall Trend, Rainfall Intensity, Kurdistan Province

[1] Crop and Horticultural Science Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Moghan, Iran
(*Corresponding Author Email Address: Arashranjbar@ut.ac.ir)
[2] Associate professor of Department of irrigation and soil physics, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
[3] Assistant Professor of Department of irrigation and soil physics, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

نحوه ارجاع مقاله:
رنجبر، ا.، ابراهیمی پاک، ن.ع.، تافته، آ. ۱۴۰۳. بررسی تغییرات فراوانی بارش‌های با شدت کم و رابطه آن با روند بارش و شاخص بارش استاندارد (SPI) در استان کردستان. نشریه هواشناسی کشاورزی، ۱۲(۱): ۸۶-۷۵. DOI: 10.22125/agmj.2023.398723.1151
Ranjbar, A., Ebrahimipak, N., Tafteh, A. 2024 Investigating the changes in the frequency of low-intensity rainfalls and its relationship with the trend of rainfall and Standardized Precipitation Index in Kurdistan province. Journal of Agricultural Meteorology, 12(1): 75-86. DOI: 10.22125/agmj.2023.398723.1151