

ارزیابی تغییرپذیری تداوم بارش در استان کردستان

محمد حسین قلی زاده^۱

سمیرا حمیدی^۲

چکیده

این پژوهش به منظور ارزیابی تغییرپذیری تداوم بارش در استان کردستان انجام گرفت. یک پایگاه داده در ابعاد ۸×۶۶۲۰ با استفاده از داده‌های روزانه‌ی بارش ایستگاه‌های همدید استان کردستان در بازه زمانی ۱۹۸۹/۱/۱ تا ۲۰۱۴/۱۲/۳۱ تهیه شد و به کمک آزمون ناپارامتریک من-کندال در سطوح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد، معناداری روند داده‌ها ارزیابی شده است. تخمین گر شیب سن برای برآورد شیب و آزمون انحرافات تجمعی و بیشینه ورسلی برای شناسایی سال جهش در سری زمانی مقادیر بارش ماهانه استفاده شده است. همچنین معناداری تفاوت در میانگین سری زمانی، قبل و بعد از سال جهش به کمک آزمون من‌ویتنی بررسی گردید. یافته‌ها نشان‌دهنده کاهش تداوم بارش‌ها در ماه‌های پربارش و افزایش آن در ماه‌های خشک استان کردستان است. نرخ تداوم بارش‌ها در ماه‌های فصل زمستان در اغلب ایستگاه‌ها کاسته شده و بیشترین کاهش این فصل در ماه مارس بوده است. نتایج در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد به ازای هر دهه یک روز از تداوم بارش در ماه ژانویه کاسته شده است. در فصل بهار نیز تداوم بارش در اغلب ایستگاه‌ها کاهش یافته است. به طوری که نرخ کاهش تداوم بارش در ماه می، به طور متوسط ۵/۰ روز در هر دهه است. اما در فصل تابستان در سطح اطمینان ۹۹ درصد تداوم بارش در اغلب ایستگاه‌ها ۲/۰

۱- استادیار، گروه آب و هواشناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان (نویسنده مسئول)

Email: m.gholizadeh@uok.ac.ir

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد آب و هواشناسی کاربردی، دانشگاه کردستان

روز در هر دهه افزایش داشته است. در ماه اکتبر، بیشینه روند افزایشی تداوم بارش در سطح اطمینان ۹۹ درصد، ۰/۸ روز در هر دهه به دست آمد. در دیگر ماه‌های فصل پاییز از تداوم بارش‌ها کاسته شده است. نتایج حاصل از آزمون من‌ویتی نشان داد که در اغلب ایستگاه‌ها طی دهه اخیر، تداوم بارش جهش معناداری داشته است. به طور کلی تداوم بارش در ماه‌های جولای، اوت، سپتامبر و اکتبر روند افزایشی و در سایر ماه‌های سال در محدوده مورد مطالعه روند کاهشی داشته است.

واژگان کلیدی: استان کردستان، تداوم بارش، جهش، روند

مقدمه

تغییر اقلیم یکی از مشکلات مهم محیطی در جهان کنونی است. از پیامدهای آن، تغییر در ویژگی‌های بارش شامل مقدار، زمان و تداوم آن است. با توجه به اینکه بارندگی منبع تامین کننده منابع آب در کره زمین است، تغییر در رژیم، مقدار و تداوم آن، باعث اختلال در اکوسیستم های سطح زمین می شود و شرایط زیست محیطی را در سطح منطقه‌ای و جهانی تحت تاثیر قرار می دهد. استان کردستان به دلیل موقعیت آن نسبت به مسیر سامانه‌های بارش‌زا و پیکربندی ناهمواری‌ها در مقایسه با متوسط بارش ایران، مقدار بارش بیشتری دریافت می کند. اما به نظر می رسد که طی سال‌های اخیر رژیم، تداوم و مقدار بارش آن دچار تغییراتی شده است. شناخت تغییرات بارش می تواند در موفقیت طرح‌ها و برنامه‌ریزی‌ها مفید و کارآمد باشد و مدیریت بهتر استفاده از منابع آب را به دنبال داشته باشد. از آنجایی که بارش عنصر مهم جوی است و تغییرات زیادی در زمان و مکان از خود نشان می دهد، پژوهش‌های متعددی بر روی ویژگی‌های بارش در ایران و خارج از آن انجام شده است. بررسی روند مقدار، فراوانی و شدت بارش در آمریکا، روند افزایشی بارش‌های شدید را نشان داده است (Thomas and Richard, 1998: 231). مطالعه بارش روزانه و ماهانه در شبه جزیره ایبری روند کاهش بارش در منطقه را نشان داده است (Serrano et al, 1999: 85; Rodrigo et al, 2007: 513). بررسی بارش جهانی در مقیاس شبه قاره-ای، روند منفی آن را در اکثر مناطق نشان داده است (Gorgio, 2002: 675). نتایج بدست آمده از مطالعه مکانی بارش چین، روند مثبت بارش تابستانی در شرق و روند منفی آن را در

شمال چین نشان داده است (Gmmer et al, 2004: 39; Gong et al, 2004: 771). بررسی بارش و خشکسالی در جنوب ایتالیا توسط (Marco et al, 2004: 907)، بیشترین روند کاهش بارش را در فصل زمستان نشان داده است. بررسی تغییر اقلیم، افزایش تغییرپذیری بارش در تمام مقیاس‌های زمانی را در چک و اسلواکی آشکار نموده است (Bodri et al, 2005: 151). در مطالعه روند بارش‌های شدید در چین، افزایش متوسط بارش سالانه در اغلب نواحی و روند کاهشی بارش در مرکز و شمال شرق آن بدست آمده است (Wang and Zhou, 2005: 1029). نتایج بررسی‌های انجام شده بر روی بارش، روند افزایش بارش تابستانی و کاهش بارش زمستانی را نشان داده‌اند (Kahia and Tong et al, 2007: 1016, Partal, 2007: 43). در مطالعه روند بلند مدت بارش در ژاپن، افزایش بارش‌های بیش از ۱۰۰ میلی‌متر و کاهش بارش‌های کمتر از ۱۰ میلی‌متر شناسایی شده است (Fujibe, 2008: 51). بررسی تغییرات ماهانه بارش، سیل، خشکسالی و رواناب در حوضه رود یانگ تسه چین، افزایش میزان رواناب در بخش‌های بالایی حوضه و فراوانی بیشتر خشکسالی در بخش‌های میانی حوضه را نشان می‌دهد (Germe, 2008: 12). بررسی روند بارش‌های حداکثری روزانه، حاکی از روند افزایشی آنها در مقیاس جهانی است (Sethwestra et al, 2013: 3904). مطالعه بارش در جنوب غرب اتیوپی، در اغلب ایستگاه‌ها روند منفی بارش را نشان داده است (Girma et al, 2016: 3037).

نتایج مطالعات انجام شده داخلی در زمینه تغییرات بارش فصلی و سالانه‌ی کشور دلالت بر روند کاهش بارش در فصول پربارش و افزایش آن در فصول کم بارش دارند (کریمی و قاسمی، ۱۳۹۶: ۳۵۵؛ عساکره و دوستکامیان، ۱۳۹۵: ۱۹۱). نتایج تحلیل روند دوره‌های بازگشت دما و بارش حدی در تبریز کاهش در روند روزهای ترمتوالی و روزهای با بارش حدی را نشان داده است (جهانبخش و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۰۷). بارش‌های سالانه ایران، روند مثبت و منفی دارند به طوری که در ایستگاه‌های تهران و مشهد روند مثبت و در بندرانزلی روند منفی بارش سالانه مشاهده شده است (عسگری و رحیم زاده، ۱۳۸۵: ۶۷). بررسی تغییرات زمانی-مکانی بارش ایران نشان داده است که ۵۱/۴ درصد از کشور در معرض تغییرات بارش قرار دارد و بیشترین تغییرات بارش در نواحی کوهستانی و غربی

رخ داده است (عساکره، ۱۳۸۶: ۱۶۲). مطالعه بارش فصلی و سالانه نواحی مرکزی کشور، روند کاهش بارش را در امتداد شمال به جنوب آن نشان می‌دهد (حجام و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۵۷). در مطالعه‌ای دیگر، روند کاهش بارش سالانه کشور، به‌ویژه در دهه ۲۰۰۵ - ۱۹۹۵ محاسبه شده است (عساکره و رزمی، ۱۳۹۱: ۱۵۹). علل کاهش یافتن بارش زمستانه در سواحل جنوبی خزر، فراوانی وقوع جریان و اچرخند و کاهش تبخیر از سطح دریاچه خزر عنوان شده است (مفیدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۷۷). مطالعه سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی و مقدار بارش کشور، نشان داده است که سهم آن‌ها در مقدار بارش ماهانه و سالانه کاهش یافته است (نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۴۱). نتایج بررسی تغییرات بارش سقر، روند کاهش بارش بهار، افزایش بارش تابستانه، افزایش بارش‌های تندی و بارش‌های در آستانه ۲۵ میلی‌متر را نشان داده است (نگارش و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۳۹). در تحقیق دیگری روند افزایش بارش‌های سنگین ایران ۰/۷۸ میلی‌متر در هر سال برآورد گردید (محمدی، ۱۳۹۲: ۶۳). مطالعه‌ی تغییرات الگوی فصلی بارش در همدان نشان از آغاز بارش‌ها به سمت زمستان و خاتمه آن‌ها به طرف تابستان دارد (موحدی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۳). نمایه‌های فرین بارش ایران در غرب و جنوب غرب روند مثبت و در شمال کشور روند منفی پیدا کرده‌اند (مسعودیان و دارند، ۱۳۹۲: ۲۳۹). با نگاهی به پژوهش‌های انجام شده بر روی ویژگی‌های بارش می‌توان متوجه شد که پژوهش‌های انجام شده به واکاوی مقدار بارش، رژیم و الگوی زمانی - مکانی بارش پرداخته‌اند اما در ارتباط با تداوم بارش مطالعه‌ای انجام نگرفته است. بنابراین پژوهش حاضر باهدف واکاوی تغییرپذیری تداوم بارش در استان کردستان که به‌عنوان نمایه‌ای از تغییر اقلیم است به کمک داده‌های روزانه بارش ایستگاه‌های همدید استان کردستان انجام گرفت.

مبانی نظری تحقیق

کشور ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند بیابانی دنیا دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است. بنابراین با کمبود بارش و منابع آب مواجه می‌باشد. با توجه به پدیده گرمایش جهانی و تغییر اقلیم، عناصر جوی آن دچار نوسان شده‌اند. چون بارش متغیرترین عنصر جوی ایران است و نقش حیاتی در این سرزمین و محدوده مورد مطالعه دارد، ارزیابی ویژگی‌های آن

مانند تداوم بارش در برنامه‌ریزی‌های محیطی و مدیریت منابع آب اهمیت زیادی دارد. از این رو تحقیق حاضر باهدف تحلیل تغییرپذیری تداوم بارش در استان کردستان انجام گرفت.

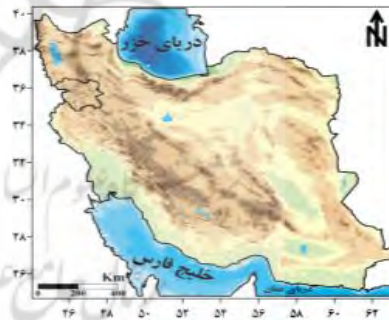
داده‌ها و روش‌ها

– منطقه‌ی مورد مطالعه

برای واکاوی تغییر در تداوم رخداد بارش در استان کردستان، ایستگاه‌های همدید (سندج، کامیاران، قروه، بیجار، زرینه، سفز، بانه، مریوان) که پوشش محدوده مورد مطالعه را در برداشتند و از داده‌های بارش با دوره آماری نرمال برخوردار بودند، انتخاب شدند. طول جغرافیایی محدوده مورد مطالعه، ۴۲ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۴ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی می‌باشد. استان کردستان از نواحی مرتفع کشور محسوب می‌گردد. به طوری که کم ارتفاع‌ترین ایستگاه آن مریوان ۱۲۸۷ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و زرینه با ۲۱۴۲ متر، مرتفع‌ترین ایستگاه آن است. موقعیت استان کردستان در ایران در شکل ۱ و پراکنش ایستگاه‌ها و وضعیت ارتفاعی آن‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل (۲) پراکنش مکانی و ارتفاعی ایستگاه‌ها



شکل (۱) موقعیت استان کردستان بر روی ایران

برای انجام این پژوهش از داده‌های روزانه بارش (۱۹۸۹/۱/۱ تا ۲۰۱۴/۱۲/۳۱) ایستگاه‌های همدید استان کردستان استفاده شد. یک پایگاه داده در ابعاد ۸×۹۵۲۶ ایجاد شد که بر روی سطرها، زمان (۹۵۲۶ روز) و بر روی ستون‌ها، میزان بارش در ۸ ایستگاه همدید

استان ثبت گردید. همگنی و ناهمگنی داده‌های بارش ماهانه به کمک دو آزمون انحرافات تجمعی و آزمون بیشینه ورسلی^۱ بررسی شد. سپس معناداری روند به کمک آزمون نا پارامتریک من-کندال (Mann 1945, Kendall 1975) در سطوح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد انجام شد. برای برآورد شیب از تخمین گر شیب سن بهره گرفته شد. سال جهش در سری زمانی مقادیر ماهانه بارش به کمک دو آزمون همگنی یادشده شناسایی شد. معناداری تفاوت در میانگین سری زمانی قبل و بعد از سال جهش به کمک آزمون من‌ویتنی ارزیابی گردید. محاسبات آماری این پژوهش در نرم‌افزار Mat lab و ترسیم نقشه‌ها در محیط Surfer انجام شده است.

یافته‌ها و بحث

یکی از ویژگی‌های مهم بارش تداوم آن است. بدین منظور برای هرماه از سال میانگین تداوم بارش در همه ایستگاه‌های هم‌دید استان کردستان محاسبه شد. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که طی دوره‌ی مورد مطالعه از تداوم بارش ماه‌های فصل زمستان در اغلب ایستگاه‌ها کاسته شده است. برای شناسایی وجود روند کاهشی یا افزایشی در تداوم بارش در محدوده مورد مطالعه از آزمون من‌کندال و آماره Z آن استفاده شد. از آنجایی که فرض صفر بر عدم وجود روند و تصادفی بودن آن دلالت دارد، به بیانی دیگر آماره‌ی Z به لحاظ آماری معنی‌دار نیست (سری زمانی نمایه‌ی مورد نظر از خود روندی نشان نمی‌دهد). زمانی این فرض تأیید می‌شود که رابطه $-Z_{\alpha/2} < |Z| < Z_{\alpha/2}$ برقرار باشد. مقادیر $Z_{\alpha/2}$ انحراف نرمال استاندارد (Z جدول) است و α سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود. فرض مقابل یا فرض یک بر وجود روند دلالت دارد و بدین معنی است که Z به لحاظ آماری معنی‌دار است. زمانی این فرض تأیید می‌شود که $Z < -Z_{\alpha/2}$ یا $Z > Z_{\alpha/2}$ باشد. اگر Z کوچک‌تر از صفر باشد، روند منفی سری زمانی نمایه‌ی مورد نظر را تأیید می‌کنیم و در صورتی که Z بزرگتر از صفر باشد، روند مثبت سری زمانی پذیرفته می‌شود. بر این اساس و با توجه به جدول ۱، آزمون معناداری روند و نرخ تغییرات تداوم بارش در ماه مارس در ایستگاه‌های مورد مطالعه به ازای هر سال به دست آمد. به طوری که روند کاهش تداوم بارش

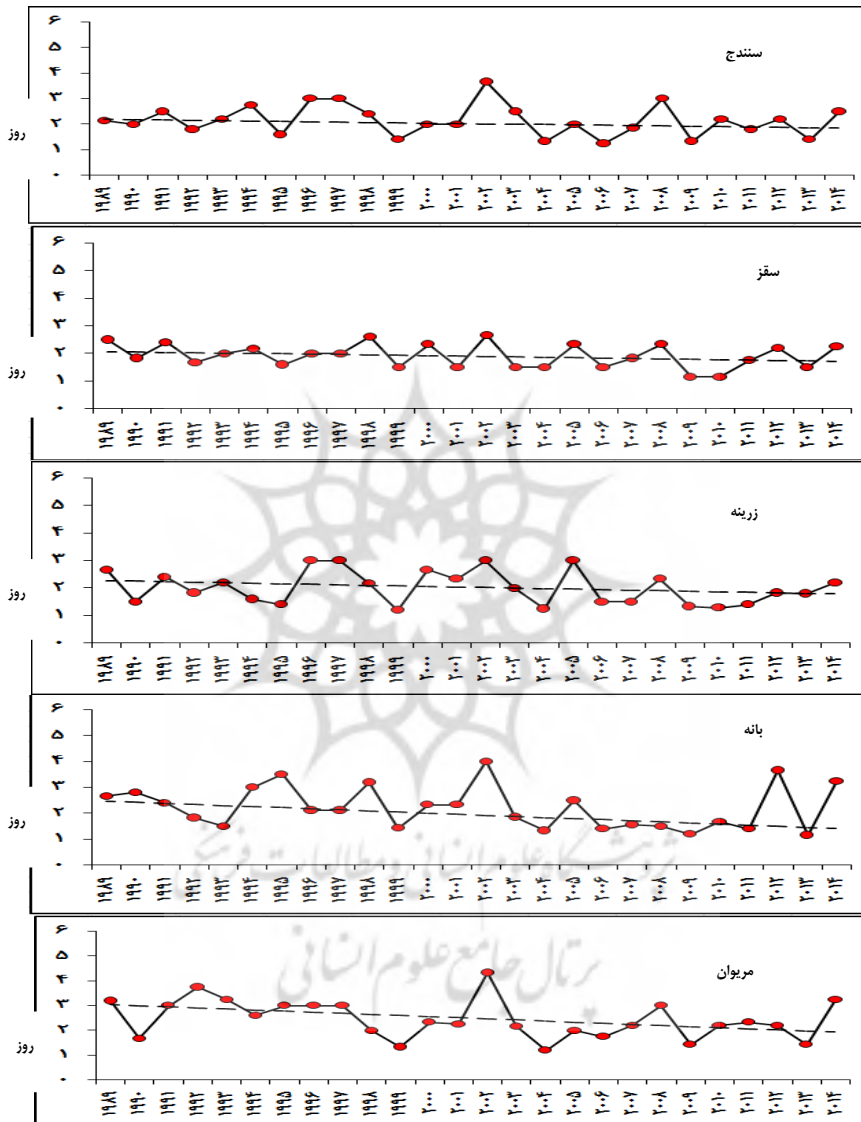
¹ - Worsley Maximum Likelihood

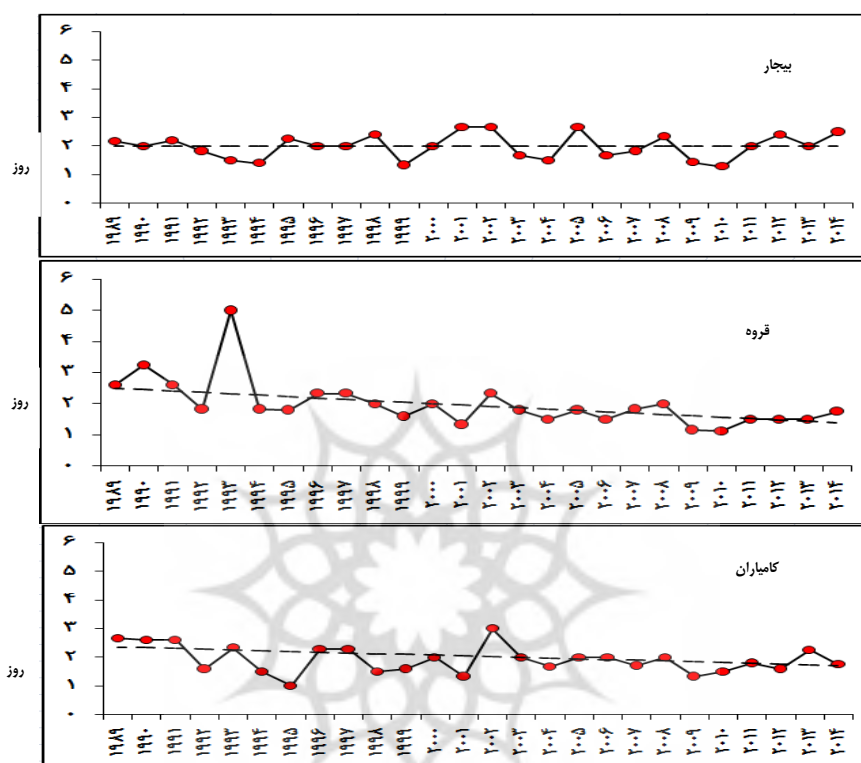
در ماه ژانویه گستره‌ی بیشتری را در برمی‌گیرد، اما نرخ کاهش‌ی روند تداوم بارش در ماه مارس بیشتر از ماه‌های دیگر این فصل از سال است. در ماه مارس در همه‌ی ایستگاه‌ها، به‌غیراز ایستگاه کامیاران از تداوم رخنمود بارش‌ها کاسته شده است. روند کاهش‌ی تداوم بارش‌ها در ایستگاه قروه در سطح اطمینان ۹۹ درصد و برای بانه و مریوان در سطح اطمینان ۹۰ درصد معنادار است. متوسط نرخ کاهش تداوم بارش‌ها در ایستگاه قروه طی ماه مارس ۰/۴ روز به ازای هر دهه به دست آمد. اما متوسط شیب کاهش تداوم بارش‌ها در ایستگاه بانه و مریوان در ماه مارس، ۰/۴۴ روز به ازای هر دهه تعیین گردید. اگرچه روند تداوم بارش ایستگاه کامیاران افزایشی و مثبت است. اما تغییرات معناداری را به لحاظ آماری در سطوح اطمینان موردنظر در این پژوهش از خود نشان نمی‌دهد. بنابراین می‌توان گفت کاهش نرخ تداوم بارش‌ها در استان کردستان اتفاق افتاده است و مشاهده شیب تغییرات تداوم بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه در ماه مارس (شکل ۳)، تأییدی بر این موضوع است.

جدول (۱) آزمون معناداری روند و نرخ تغییر تداوم بارش در ماه مارس در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	آماره‌ی Z	متوسط		۹۰		۹۵		۹۹	
		شیب	سن	استانه بالا	استانه پایین	استانه بالا	استانه پایین	استانه بالا	استانه پایین
سندج	-۱/۴۵	-۰/۰۱	۰/۲	-۰/۱	۰/۰۰	-۰/۴	-۰/۰۲	-۰/۰۵	-۰/۰۳
سقز	-۰/۸۴	-۰/۰۱	۰/۱	-۰/۵	۰/۲	-۰/۵	۰/۰۳	-۰/۰۶	۰/۰۳
زرینه	-۱/۲	-۰/۰۲	۰/۳	-۰/۳	-۰/۶	-۰/۶	۰/۰۳	-۰/۰۷	۰/۰۳
بانه	-۱/۷۲*	-۰/۰۴	۰/۷	-۰/۴	۰/۸	-۰/۷	۰/۰۴	-۰/۰۹	۰/۰۴
مریوان	-۱/۷۵*	-۰/۰۴	۰/۴	-۰/۱	۰/۰۰	-۰/۸	۰/۰۱	-۰/۰۱	۰/۰۱
بیجار	-۱/۴۹	-۰/۰۳	۰/۲	-۰/۵	۰/۶	-۰/۵	۰/۰۲	-۰/۰۵	۰/۰۲
قروه	-۳/۷۱***	-۰/۰۴	۰/۵	-۰/۳	-۰/۲	-۰/۷	-۰/۰۱	-۰/۰۸	-۰/۰۱
کامیاران	۰/۳۷	۰/۰۰	۰/۱	-۰/۲	۰/۳	-۰/۲	۰/۰۴	-۰/۰۳	۰/۰۴

*** ** * به ترتیب بیانگر معناداری روند در سطوح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد می‌باشند.





شکل (۳) شیب تغییرات سری زمانی ماهانه‌ی تداوم بارش ایستگاه‌ها در ماه مارس

تحلیل تداوم بارش فصل بهار نشان می‌دهد که در اغلب ایستگاه‌های همدید استان کردستان، تداوم بارش کاسته شده است. نرخ کاهش تداوم بارش در ماه می بیشتر از دو ماه آوریل و ژوئن می‌باشد. اما روند کاهش تداوم بارش تنها در ماه آوریل گسترده‌ی بیشتری داشته است و در ماه می ایستگاه‌های سنندج، سقز و قروه، نمره‌ی آماره‌های آزمون مثبت دارند که نشانگر افزایش تداوم بارش‌ها است، اما در سایر ایستگاه‌ها نمره‌ی منفی دلالت بر کاهش تداوم بارش‌ها است (جدول ۲).

جدول (۲) آزمون معناداری روند و نرخ تغییر تداوم بارش در ماه می در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	آماره‌ی Z	متوسط شیب سن		۹۰		۹۵		۹۹	
		بالا	پایین	بالا	پایین	بالا	پایین	بالا	پایین
سنندج	۰/۹۴	۰/۰۶	۰	۰	۰/۵	-۰/۱	۰/۶	-۰/۰۳	-۰/۰۳
سقز	۱/۵۳	۰/۰۳	۰	۰/۷	۰	۰	۰/۹	-۰/۰۳	-۰/۰۳
زرینه	-۰/۹۵	-۰/۰۱	۰	۰/۱	۰	-۰/۵	۰/۲	-۰/۰۷	-۰/۰۷
بانه	-۰/۹۸	-۰/۰۶	۰	۰/۲	۰	-۰/۶	۰/۴	-۰/۰۸	-۰/۰۸
مریوان	-۰/۲۹	۰/۰	۰	۰/۳	۰	-۰/۵	۰/۴	-۰/۰۵	-۰/۰۵
بیجار	-۱/۱۳	-۰/۰۲	۰	۰/۱	۰	-۰/۵	۰/۲	-۰/۰۶	-۰/۰۶
قروه	۰/۳۱	۰/۰	۰	۰/۵	۰	-۰/۳	۰/۷	-۰/۰۴	-۰/۰۴
کامیاران	-۱/۰۵	-۰/۰۲	۰	۰/۲	۰	-۰/۶	۰/۳	-۰/۰۷	-۰/۰۷

نتایج به دست آمده از تحلیل تداوم بارش ماه‌های فصل تابستان، افزایش تداوم بارش در ماه‌های ژوئیه، اوت و سپتامبر را نشان می‌دهد. برای نمونه ارزیابی تداوم بارش ماه اوت (جدول ۳) در ایستگاه کامیاران در سطح اطمینان ۹۵ درصد، روند افزایشی معناداری را در تداوم بارش دوره‌ی واکاوی نشان می‌دهد. اما در سایر ایستگاه‌ها افزایش تداوم بارش به لحاظ آماری روند معناداری را نشان نمی‌دهند. به همین دلیل اکثر آستانه‌ها صفر است. نتایج ارزیابی روند تغییرپذیری تداوم بارش فصل پاییز در بیشتر ایستگاه‌ها کاهش تداوم بارش را نشان می‌دهد. تنها تغییرپذیری تداوم بارش ماه دسامبر در ایستگاه بانه در سطح ۹۰ درصد معنادار می‌باشد، اما در سایر ایستگاه‌ها تغییرپذیری تداوم بارش در سطوح اطمینان مورد نظر این پژوهش روند معناداری ندارد (جدول ۴). در این مبحث همگنی و جهش تداوم بارش ماه مارس که بیش از سایر ماه‌های فصل زمستان بوده است، انتخاب گردید. نتایج حاصل از برآزش آزمون درست‌نمایی ورسلی طی ماه مارس نشان می‌دهد که ناهمگنی تداوم بارش تنها در دو ایستگاه کامیاران و زرینه معنادار نیستند (جدول ۵).

جدول (۳) آزمون معناداری روند و نرخ تغییر تداوم بارش در ماه اوت در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	آماره‌ی Z	متوسط		۹۰		۹۵		۹۹	
		شیب	سن	آستانه بالا	آستانه پایین	آستانه بالا	آستانه پایین	آستانه بالا	آستانه پایین
سندج	۱/۰۴	.	.	.	.	.	.	.	.
سقز	۱/۵۷	.	.	.	.	.	.	۰/۵	.
زرینه	۰/۸۳	.	.	.	.	۰/۶	.	.	.
بانه	۱/۳۸	.	.	.	.	.	.	.	.
مریوان	۰/۸۹	.	.	.	.	.	.	.	.
بیجار	۰/۳۳	.	.	.	.	.	.	.	.
قروه	۰/۴۲	.	.	.	.	.	.	.	.
کامیاران	۲/۰۱**	.	.	.	.	.	.	.	.

جدول (۴) آزمون معناداری روند و نرخ تغییر تداوم بارش در ماه دسامبر در ایستگاه‌های مورد مطالعه

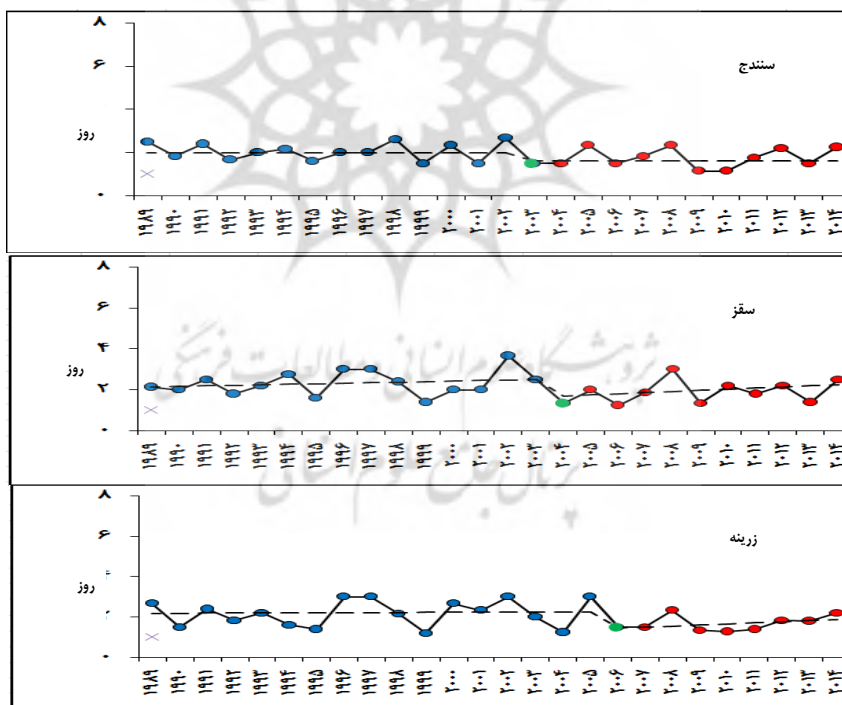
ایستگاه	آماره‌ی Z	متوسط		۹۰		۹۵		۹۹	
		شیب	سن	آستانه بالا	آستانه پایین	آستانه بالا	آستانه پایین	آستانه بالا	آستانه پایین
سندج	۰/۷۳	-۰/۱	.	.	.	۰/۱	-۰/۳	۰/۲	-۰/۳
سقز	-۰/۶	-۰/۱	.	.	.	۰/۲	-۰/۴	۰/۴	-۰/۶
زرینه	۰/۱۸	۰/۰	.	.	.	۰/۲	-۰/۱	۰/۳	-۰/۳
بانه	-۱/۹۱*	-۰/۳	.	.	.	۰/۰	-۰/۶	۰/۱	-۰/۷
مریوان	-۱/۲۶	-۰/۲	.	.	.	۰/۲	-۰/۵	۰/۳	-۰/۷
بیجار	-۱/۲۲	-۰/۱	.	.	.	۰/۱	-۰/۳	۰/۲	-۰/۴
قروه	-۱/۰۷	-۰/۱	.	.	.	۰/۱	-۰/۳	۰/۲	-۰/۵
کامیاران	-۰/۴۶	-۰/۱	.	.	.	۰/۳	-۰/۵	۰/۵	-۰/۷

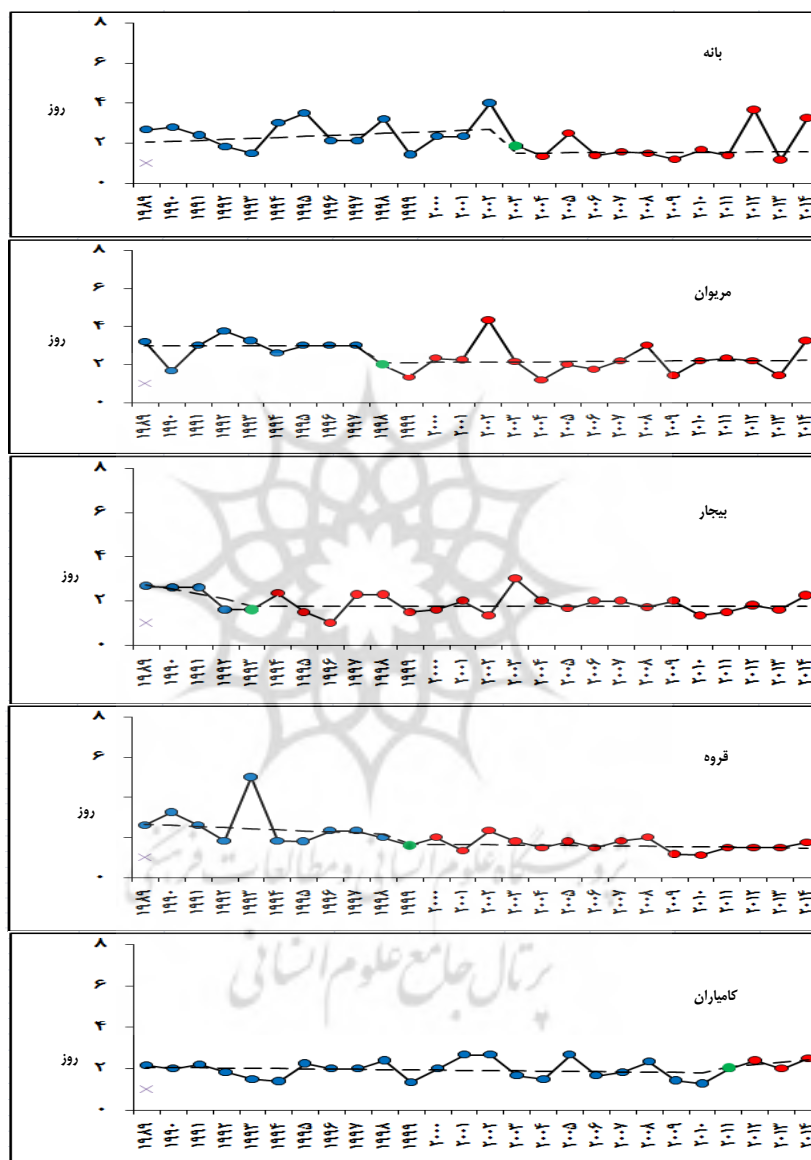
جدول (۵) معناداری همگنی تداوم بارش به کمک آزمون انحرافات تجمعی و درست‌نمایی در ماه مارس

ایستگاه-آزمون	سندج	سقز	زرینه	بانه	مریوان	بیجار	قروه	کامیاران
انحرافات تجمعی	۰/۸۸	۰/۸۹	۰/۵۹	۰/۹۸	۱/۰۹	۰/۹	۱/۴۲*	۰/۴۳
درست‌نمایی	۱/۸۱*	۱/۸۴*	۲/۰۹	۲/۰۵*	۲/۴۶**	۳/۰۵***	۴/۳۷***	۱/۳۴

سال جهش تداوم بارش، بر روی ایستگاه‌هایی که ناهمگنی آن‌ها معنادار است، اغلب طی دهه‌ی اخیر رخنمود داشته است. به بیانی دیگر طی ده سال اخیر از تداوم بارش‌های اغلب ایستگاه‌ها کاسته شده است (جدول ۶). بررسی تداوم بارش ایستگاه‌ها در سال‌های قبل و بعد از سال جهش، روند کاهشی را در تداوم بارش اغلب ایستگاه‌ها آشکار نمود (شکل ۴).
جدول (۶) تعیین سال جهش و معناداری میانگین تداوم بارش دوره قبل و بعد از سال جهش (ماه مارس)

ایستگاه آزمون	سنندج	سقز	زرینه	بانه	مریوان	بیجار	قروه	کامیاران
انحرافات تجمعی	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۶	۲۰۰۳	۱۹۹۸	۱۹۹۴	۱۹۹۹	۲۰۱۱
درست‌نمایی ورسلی	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۶	۲۰۰۳	۱۹۹۸	۱۹۹۲	۱۹۹۴	۲۰۱۲
من ویتنی	-۱/۷۸*	-۱/۷۷*	-۱/۸۶*	-۲/۱۸**	-۲/۴۹**	-۲/۲۵**	-۳/۳۴***	۱/۲۵
	-۱/۷۸*	-۱/۷۷*	-۱/۸۶*	-۳/۱۸**	-۲/۴۹**	-۲/۵۴**	-۲/۹۷***	۱/۴۱





شکل (۴) برازش تخمین گر شیب سن بر روی سری زمانی ماهانه‌ی تداوم بارش در دوره قبل و بعد از سال جهش (دایره‌ی توپر سبز رنگ) در منطقه مورد مطالعه در ماه مارس

نتایج آزمون من‌وینتی بر روی داده‌های بارش نشان می‌دهد که طی ماه‌های آوریل و می در اواخر دهه ۹۰ و دهه‌ی ۲۰۰۰ میلادی، جهش در تداوم بارش منطقه رخ داده است. ارزیابی حاصل از آزمون من‌وینتی بر روی جهش تداوم بارش ماه می که در جدول ۷ آمده است، تداوم بارش در تمام ایستگاه‌ها به‌غیر از ایستگاه مریوان و بیجار، طی دهه‌های اخیر دچار جهش معناداری شده است. بررسی همگنی و ناهمگنی تداوم بارش ماه می، ناهمگنی تداوم بارش را در تمام ایستگاه‌ها نشان می‌دهد (جدول ۸). ایستگاه‌های سقز و زرینه در سطح اطمینان ۹۹ درصد و سایر ایستگاه‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ناهمگنی تداوم بارش دارند. اما بر پایه آزمون انحرافات تجمعی، ناهمگنی تداوم بارش در هیچ‌یک از سطوح موردنظر در این پژوهش معنادار نیست.

جدول (۷) تعیین سال جهش و معناداری متوسط تداوم بارش دوره‌ی قبل و بعد از سال جهش (می)

آزمون ایستگاه	سندج	سقز	زرینه	بانه	مریوان	بیجار	قروه	کامیاران
انحرافات تجمعی	۲۰۰۴	۲۰۱۰	۱۹۹۹	۱۹۹۴	۱۹۹۸	۲۰۰۰	۱۹۹۹	۲۰۰۰
درست‌نمایی ورسلی	۱۹۹۰	۲۰۱۰	۱۹۹۳	۲۰۱۳	۲۰۱۳	۲۰۰۰	۱۹۹۳	۲۰۰۰
من وینتی	-۲/۲۷**	-۲/۳۸***	-۱/۰۸	-۱/۶۶**	-۱/۱۶	-۱/۳۸	-۰/۷۱	-۲/۳۸**
	-۱/۶۲	-۲/۳۸***	-۱/۶۷*	-۱/۲۵	-۰/۹۱	-۱/۳۸	-۱/۹۴*	-۲/۳۸**

جدول (۸) آزمون معناداری همگنی و ناهمگنی تداوم بارش (می)

ایستگاه آزمون	سندج	سقز	زرینه	بانه	مریوان	بیجار	قروه	کامیاران
انحرافات تجمعی	۰/۷۵	۰/۹۶	۰/۷۴	۰/۵۷	۰/۴۹	۰/۸۳	۰/۵۷	۱/۰۶
درست‌نمایی ورسلی	۲/۳۴**	۲/۶۶***	۴/۳۹***	۱/۸۴**	۱/۷۶**	۱/۷۳**	۱/۷۳**	۲/۲۶**

بر پایه یافته‌هایی که از آزمون درست‌نمایی ورسلی برای فصل تابستان به دست آمد، ناهمگنی تداوم بارش ژوئیه، در اغلب ایستگاه‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار است (جدول ۹). همچنین نتایج تحقیق در ماه ژوئیه بیانگر آن است که سال جهش تداوم بارش در همه‌ی ایستگاه‌ها به‌غیر از ایستگاه قروه، در هر سه سطح موردنظر در این پژوهش معنادار است و در دهه‌ی ۹۰ تداوم بارش در تمام ایستگاه‌ها کاسته شده است (جدول ۱۰). نتایج حاصل از برآزش آزمون درست‌نمایی ورسلی در فصل پاییز، ناهمگنی تداوم بارش در اغلب

ایستگاه‌های مورد واکاوی را نشان داد. طی دهه‌ی اخیر، سال جهش تداوم بارش در این فصل دیده می‌شود. این جهش در ایستگاه‌هایی که ناهمگنی آنها معنادار است، در ماه اکتبر و دسامبر رخ داده است. اما در دهه ۹۰ میلادی اغلب ایستگاه‌ها در ماه نوامبر، سال جهش را تجربه کرده‌اند (جدول ۱۱).

جدول (۹) آزمون معناداری همگنی و ناهمگنی تداوم بارش در منطقه مورد مطالعه (ژوئیه)

ایستگاه	سنندج	سقز	زرینه	بانه	مریوان	بیجار	قروه	کامیاران
انحرافات تجمعی	۰/۸۶	۱/۰۱	۰/۷۱	۰/۹۴	۰/۸۰	۰/۹	۰/۴۷	۰/۷۹
درست‌نمایی ورسلی	۱/۸۷**	۲/۴۶**	۱/۸۷**	۲/۲۴**	۱/۷۱**	۲/۲۶**	۱/۰۶	۱/۶۸

جدول (۱۰) تعیین سال جهش و معناداری متوسط تداوم بارش دوره قبل و بعد از سال جهش (ژوئیه)

ایستگاه	سنندج	سقز	زرینه	بانه	مریوان	بیجار	قروه	کامیاران
انحرافات تجمعی	۱۹۹۸	۱۹۹۶	۱۹۹۵	۱۹۹۶	۱۹۹۸	۱۹۹۵	۱۹۹۸	۱۹۹۸
درست‌نمایی ورسلی	۱۹۹۸	۱۹۹۶	۱۹۹۳	۱۹۹۶	۱۹۹۸	۱۹۹۵	۲۰۰۹	۱۹۹۸
من ویتنی	-۱/۹۷*	-۲/۶۲***	-۱/۹۷*	-۲/۳۲**	-۱/۹۸*	-۲/۴۰**	-۱/۱۷	-۱/۷۶*
	-۱/۹۷*	-۲/۶۲***	-۲/۴۱**	-۲/۳۲**	-۱/۹۸*	-۲/۴۰**	-۰/۸۸	-۱/۷۶*

بررسی حاصل از برازش آزمون درست‌نمایی ورسلی در ماه دسامبر نشان می‌دهد که ناهمگنی تداوم بارش در سطح اطمینان ۹۹ درصد، تنها در ایستگاه‌های سنندج، بانه و قروه معنادار است. در سایر ایستگاه‌ها ناهمگنی تداوم بارش در هر سه سطح آماری مورد بررسی، تأیید نمی‌شود. (جدول ۱۲). مطالعه‌ی سال جهش تداوم بارش در ایستگاه‌هایی که ناهمگنی آنها معنادار است، نشان می‌دهد که طی ده سال اخیر از تداوم بارش‌ها در اغلب ایستگاه‌های استان کردستان کاسته شده است (جدول ۱۳).

جدول (۱۱) تعیین سال جهش و معناداری متوسط تداوم بارش دوره قبل و بعد از سال جهش (نوامبر)

ایستگاه آزمون	سنندج	سقز	زرینه	بانه	مریوان	بیجار	قروه	کامیاران
انحرافات تجمعی	۱۹۹۸	۱۹۹۶	۱۹۹۵	۱۹۹۶	۱۹۹۸	۱۹۹۵	۱۹۹۸	۱۹۹۸
درست‌نمایی ورسلی	۱۹۹۸	۱۹۹۶	۱۹۹۳	۱۹۹۶	۱۹۹۸	۱۹۹۵	۲۰۰۹	۱۹۹۸
من ویتنی	-۱/۹۷*	-۲/۶۲***	-۱/۹۷*	-۲/۳۲**	-۱/۹۸*	-۲/۴۰**	-۱/۱۷	-۱/۷۶*
	-۱/۹۷*	-۲/۶۲***	-۲/۴۱**	-۲/۳۲**	-۱/۹۸*	-۲/۴۰**	-۰/۸۸	-۱/۷۶*

جدول (۱۲) آزمون معناداری همگنی تداوم بارش در منطقه مورد مطالعه (دسامبر)

ایستگاه آزمون	سنندج	سقز	زرینه	بانه	مریوان	بیجار	قروه	کامیاران
انحرافات تجمعی	۱۹۹۵	۲۰۰۷	۱۹۹۹	۲۰۰۳	۲۰۰۶	۱۹۹۵	۱۹۹۳	۲۰۱۱
درست‌نمایی ورسلی	۱۹۹۵	۲۰۰۷	۱۹۹۹	۲۰۰۳	۲۰۰۶	۲۰۱۳	۱۹۹۰	۲۰۱۱
من ویتنی	-۲/۱۴**	-۱/۴۸	-۱/۴۲	-۲/۵۳**	-۱/۵۶	-۱/۵۶	-۱/۸۹*	-۱/۰۶
	-۲/۱۴**	-۱/۴۸	-۱/۴۳	-۲/۵۳**	-۱/۵۶	-۰/۵۸	-۱/۶۷*	-۱/۰۶

جدول (۱۳) تعیین سال جهش و معناداری متوسط تداوم بارش در دوره قبل و بعد از آن (دسامبر)

ایستگاه آزمون	سنندج	سقز	زرینه	بانه	مریوان	بیجار	قروه	کامیاران
انحرافات تجمعی	۱۹۹۵	۱۹۹۵	۱۹۹۵	۱۹۹۶	۱۹۹۶	۱۹۹۶	۱۹۹۵	۲۰۱۲
درست‌نمایی ورسلی	۲۰۱۱	۱۹۹۵	۲۰۱۲	۱۹۹۶	۱۹۹۵	۱۹۹۶	۱۹۹۵	۲۰۱۲
من ویتنی	-۱/۱۳	-۲/۷**	-۰/۴۹	-۲/۴۹**	-۲/۶۶***	-۱/۴۲	-۰/۳۰	-۲/۳۸**
	-۲/۲۸**	-۲/۷**	-۱/۸۵*	-۲/۴۹**	-۲/۴۹**	-۱/۴۲	-۰/۳۰	-۲/۳۸**

در این تحقیق تغییرپذیری شاخص تداوم بارش در استان کردستان مورد بررسی قرار گرفت. با ملاحظه مطالعات انجام‌گرفته در زمینه‌ی بارش می‌توان گفت: ارزیابی تداوم بارش‌ها مورد توجه نبوده و سایر شاخص‌های بارش مانند مقدار، شدت، رژیم و روند آن بررسی شده

است. با توجه به اینکه نتایج تحقیقات در مناطق مختلف، نشانگر کاهش و افزایش شاخص - های بارش از جمله مقدار بارش در دوره سرد و گرم سال هستند، بنابراین ویژگی‌های بارش تحت تأثیر یکدیگر قرار گرفته‌اند و در نتیجه می‌توان یافته‌های شاخص‌های بارشی دیگر را به‌طور غیرمستقیم در همپوشانی نتایج این تحقیق استفاده کرد. نتایج به‌دست‌آمده از واکاوی تغییرپذیری تداوم بارش در استان کردستان، کاهش تداوم بارش‌ها در دوره سرد سال و افزایش آن را در دوره‌ی گرم سال نشان داد. به‌عبارت‌دیگر در حال حاضر بارش‌ها تداوم کمتری نسبت به گذشته دارند. به‌عنوان‌مثال در ماه مارس بارش‌ها در قروه ۰/۴ روز و در مریوان ۰/۶ روز به ازای هر دهه کاهش یافته است. این موضوع با نتایج سایر تحقیقات که دلالت بر کاهش بارش‌های زمستانی و افزایش بارش‌های تابستانی دارند، انطباق دارد. برای نمونه بررسی مکانی بارش چین (Gong et al, 2004: 771) روند مثبت بارش تابستانی در شرق و روند منفی در شمال را نشان می‌دهد و یا در بررسی روند بارش و خشکسالی در جنوب ایتالیا روند کاهشی بارش در فصل زمستان بیشتر از سایر فصل‌ها بوده است (Marco Tong et al, 2004: 907). نتایج مشابهی در چین (حوضه‌ی رودخانه‌ی یانگ‌تسه) (Girma et al., 2007: 1016)، ترکیه (Kahya and Partal, 2007: 43) و اتیوپی (Girma et al., 2016: 3037) به‌دست‌آمده است. در ایران به‌مواردی مانند روند کاهشی بارش سالانه‌ی کشور (عساکره و رزمی، ۱۳۹۱: ۱۵۹) و تغییرات الگوی فصلی بارش همدان (موحدی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۳) می‌توان اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

برای انجام این پژوهش از داده‌های روزانه بارش ۸ ایستگاه همدید استان کردستان طی بازه‌ی زمانی ۱۹۸۹/۱/۱ تا ۲۰۱۴/۱۲/۳۱ استفاده شد. در این تحقیق به‌منظور واکاوی تغییرپذیری تداوم بارش، یک ماتریس در ابعاد ۹۵۲۶×۸ ایجاد شد. از آزمون‌های انحرافات جمعی و بیشینه درست‌نمایی ورسلی جهت ارزیابی همگنی سری زمانی ماهانه‌ی تداوم بارش بهره گرفته شد. همچنین از آزمون نا پارامتریک من-کندال در تعیین معناداری روند داده‌ها استفاده شد. برآورد نرخ تغییرپذیری تداوم بارش نیز با تخمین گر شیب سن و

معناداری نقاط جهش شناخته‌شده به کمک آزمون من‌ویتنی مورد واکاوی قرار گرفت. نتایج حاصل از برازش آزمون نا پارامتریک من- کندال بر روی سری زمانی تداوم بارش طی ماه‌های مختلف سال نشان داد که در ماه‌های پربارش فصل پاییز، زمستان و بهار از تداوم بارش‌ها کاسته شده است. برای نمونه در ایستگاه همدید مریوان طی ماه ژانویه نرخ کاهشی تداوم بارش در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار است و به ازای هر دهه ۰/۶ روز از تداوم بارش آن کاسته شده است. در ماه مارس متوسط نرخ کاهش تداوم بارش‌ها در قروه، ۰/۴ روز به ازای هر دهه بوده است. در فصل بهار نیز روند کاهش تداوم بارش‌ها مشاهده گردید. به طوری که در ماه می در ایستگاه بیجار، میزان کاهش تداوم بارش‌ها ۰/۲ روز در هر دهه است. برخلاف آن، تداوم بارش طی ماه‌های خشک تابستان افزایشی بوده است. به‌عنوان مثال در ماه اوت در ایستگاه زرینه، نرخ متوسط افزایش تداوم بارش ۰/۲ روز در هر دهه است. اغلب بررسی‌های انجام‌شده نتایجی مشابه با یافته‌های این تحقیق دارند و روند کاهش بارندگی در فصول پربارش و افزایش آن در فصل تابستان را نشان می‌دهند که به‌تبع آن تداوم بارش نیز دچار تغییراتی می‌شود. ارزیابی نتایج مطالعات ذکرشده می‌تواند تأییدی بر نتایج تحقیق حاضر باشد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که تداوم بارش در استان کردستان طی دوره‌ی مورد مطالعه ناهمگن بوده و دچار جهش معناداری شده است و در سال‌های (۲۰۰۶، ۱۹۹۶، ۱۹۹۵)، تداوم بارش جهش معناداری پیدا کرده است به طوری که تداوم بارش بر روی ایستگاه‌های شرق استان اغلب در سال ۱۹۹۵ و ۱۹۹۶ دچار جهش شده است. اما در ایستگاه‌های مرکز و غرب استان کردستان، جهش در تداوم بارش اغلب در سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ به وقوع پیوسته است. جهش و تغییر ایجادشده در سری زمانی ویژگی بارش یادشده، ارتباطی با جابه‌جایی مکانی ایستگاه‌ها و تغییر در ابزارهای اندازه‌گیری ندارد. لذا به نظر می‌رسد که دور شدن از حالت نرمال بارش و رخ نمود غیرمنتظره بارش در ماه‌هایی که به لحاظ اقلیمی خشک هستند با گرمایش جهانی، تغییر اقلیم و تغییر درشت و الگوی مکانی سامانه‌های همدید مؤثر بر بارش استان کردستان در ارتباط باشد.

منابع

- جهانبخش اصل، سعید، خورشید دوست، علی محمد، دین پژوه، یعقوب و سرافروزه، فاطمه (۱۳۹۳)، تحلیل روند و تخمین دوره‌های بازگشت دما و بارش‌های حدی در تبریز»، *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال ۱۸، شماره ۵۰، صص ۱۰۷-۱۳۳.
- حجام، سهراب، خوشخو، یونس و شمس الدین وندی، رضا (۱۳۸۷)، «تحلیل روند تغییر بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه‌ی مرکزی ایران با روش‌های نا پارامتری»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۶۴، ۱۶۸-۱۵۷.
- عساکره، حسین (۱۳۸۶)، «تغییرات زمانی-مکانی بارش ایران زمین طی دهه‌های اخیر»، *جغرافیا و توسعه*، شماره ۱۰، صص ۱۶۴-۱۴۵.
- عساکره، حسین و دوستکامیان، مهدی (۱۳۹۵)، «ناحیه بندی اقلیمی آب قابل بارش جو ایران زمین»، *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال ۲۰، شماره ۵۸، صص ۲۰۲-۱۸۱.
- عساکره، حسین و رزمی، رباب (۱۳۹۱)، «تحلیل تغییرات بارش سالانه‌ی شمال غرب ایران»، *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، شماره ۴۷، صص ۱۶۲-۱۴۷.
- عسگری، احمد و رحیم زاده، فاطمه (۱۳۸۵)، «مطالعه‌ی تغییرپذیری بارش دهه‌های اخیر ایران»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۵۸، صص ۸۰-۶۷.
- کریمی، مصطفی و قاسمی، الهه (۱۳۹۶)، «بررسی پدیده‌ی تغییر اقلیم با رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره»، *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال ۲۱، شماره ۶۱، صص ۳۶۱-۳۴۱.
- محمدی، بختیار (۱۳۹۲)، «تحلیل روند سالانه‌ی آستانه بارش‌های سنگین ایران»، *تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۲۸، صص ۱۷۶-۱۶۳.
- مسعودیان، سید ابوالفضل و دارند، محمد (۱۳۹۲)، «شناسایی و بررسی تغییرات نمایه‌های بارش فرین ایران طی دهه‌های اخیر»، *جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، شماره ۲۰، صص ۲۵۷-۲۳۹.
- مفیدی، عباس، زرین، آذر و جانبازقبادی، غلامرضا (۱۳۹۱)، «تبیین علل کاهش یافتن مقدار و شدت بارش‌های زمستانه در قیاس با بارش‌های پاییزه در سواحل جنوبی دریای خزر»، *فیزیک زمین و فضا*، دوره ۳۸، شماره ۱، صص ۲۰۳-۱۷۷.
- موحدی، سعید، عساکره، حسین، سبزی پرور، علی اکبر، مسعودیان، ابوالفضل و مریانجی، زهره (۱۳۹۲)، «بررسی تغییر الگوی فصلی بارندگی در استان همدان»، *تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۲۸، صص ۴۸-۳۳.
- نظری پور، حمید، مسعودیان، سید ابوالفضل و کریمی، زهرا (۱۳۹۱)، «بررسی تغییرات فضایی

- سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی و مقدار بارش ایران»، *فیزیک زمین و فضا*، دوره ۳۸، شماره ۴، صص ۲۵۸-۲۴۱.
- نگارش، حسین، ساری صراف، بهروز و دارابی، محمد (۱۳۹۱)، «بررسی آماری تغییرات بارش سقز»، *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، شماره ۴۲، صص ۲۵۹-۲۳۹.
- Bodri, L., Cermak, V. & Kresl. M. (2005). Trend in precipitation variability: Progue (the Czech Republic). **Climatic Change**, 72, 151-170.
- Fujibe, F. (2008). Long-term changes in precipitation in Japan. **Journal of Disaster Research**, 3(1), 51-55.
- Germe, M. (2008). Seasonal precipitation changes in the wet season and their influence on flood/drought hazards in the Yangtze River basin, China. **Quaternary International**, 186, 12- 21.
- Girma, E, Tino, J & Wayessa, G. (2016). Rainfall trend and variability analysis in Setema-Gatira area of Jimma, Southwestern Ethiopia. **Africa Journal of Agricultural Research**, 11, 3037-3045.
- Gmmer, M, Becker, S & Jiang, T. (2004). Observed monthly precipitation trends in China, **Theoretical and Applied Climatology**. 77, 39-45.
- 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.
- Gorgio, F. (2002). Variability and trends of sub-continental scale surface climate in the twentieth century. Part I: observations. **Climate dynamics**, 18, 675-691.
- Kahya, E & Partal, T. (2007). Is seasonal precipitation decreasing or increasing in turkey. **Journal of Earth Science**, 1, 43-46.
- Kendall, M.G. 1975. **Rank Correlation Methods**, 4th edition, Charles Griffin, London.
- Mann, H.B. 1945. Non-parametric tests against trend, **Econometrica** 13:163-171.
- Marco, P., Domenico, C & Federico, B. (2004). Trend analysis of precipitation and drought in Basilicata in southern Italy context. **International Journal of Climatology**, 24, 907-922.
- Rodrigo, F. S., Ricardo, M & Trigob, C. (2007). Trends in daily rainfall in the Iberian Peninsula from 1951to 2002. **International Journal of**

- Climatology**, 27, 513–529.
- Serrano, A., Mateos, V. L & Garcia, J. A. (1999). Trend analysis of monthly Precipitation over the Iberian Peninsula. **Physics and Chemistry of Earth**, 24, 85-90.
 - Sethwestra, L., Alexander, V & Francis, W. (2013). Global increasing trends in annual maximum daily precipitation. **Journal of Climate**, 26, 3904-3918.
 - Thomas, R & Richard, W. (1998). Secular Trends of Precipitation amount, frequency and Intensity in the United States. **Theoretical and Applied Climatology**, 79, 231-241.
 - Tong, J. Buda, Su & Heike, H. (2007). Temporal and spatial trends of precipitation and river flow in the Yangtze River Basin. **Geomorphology**, 85, 143-154.
 - Wang, Y & Zhou, Li. (2005). Observed trends in extreme precipitation events in China and the associated changes in large scale circulation. **Geophysical Research. Letters**, 32, L09707, doi: 10.1029-GL022574.