

بررسی روند تغییرات بارش‌های سالانه و فصلی ایران با استفاده از روش ناپارامتریک «برآورد کننده شیب سنس»

بهلول علیجانی^۱، پیمان محمودی^{۲*}، عبدالجبار چوگان^۳

۱- استاد اقلیم‌شناسی و مدیر قطب علمی تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، دانشگاه تربیت معلم، تهران

۲- استادیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان

۳- کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی استان گلستان

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۸۹/۱۱/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۲۴

چکیده

یکی از روش‌هایی که می‌توان به کمک آن سیر تحولات بارندگی را در گذشته و حال بررسی نمود، آنالیز روند سری‌های زمانی در مقیاس‌های مختلف زمانی است. هدف اصلی در این تحقیق بررسی روند سری‌های زمانی بارش در مقیاس‌های فصلی و سالانه ایران زمین با استفاده از روش ناپارامتریک برآورد کننده شیب سنس است. برای بررسی این روند و در جهت دستیابی به یک الگوی مناسب در این زمینه، داده‌های مربوط به جمع بارش ماهانه ۴۴ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک برای یک دوره آماری ۳۳ ساله (۲۰۰۸-۱۹۷۶) از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. بر اساس این روش مشاهده گردید که هیچ‌گونه روند معناداری در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ در جمع بارش‌های فصل بهار ایران مشاهده نگردیده است و در فصل پاییز نیز تنها ایستگاه سنندج دارای روند کاهشی معنادار بوده است. در فصل تابستان نیز در سه ایستگاه نوژه همدان، سقز و زنجان شاهد روندهای افزایشی معناداری در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ بوده ایم. اما بارش فصل زمستان نسبت به دیگر فصول شاهد بیشترین تغییرات در روند بوده است به طوری که ۵ ایستگاه گرگان، کرمان، خوی، سنندج و زنجان در این فصل روند کاهشی معناداری را در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ داشته‌اند. روند بارش سالانه نیز حاکی از روند کاهشی معنادار در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد در ۱۱ ایستگاه از مجموع ۴۴ ایستگاه مورد مطالعه است. تجمع ایستگاه‌های دارای روند کاهشی در غرب، شمال غرب و شرق ایران می‌تواند نشانه‌هایی از تغییر شرایط بارشی در این قسمت از ایران باشد. لذا توجه خاص به تغییرات رخ داده در غرب و شمال غرب ایران می‌تواند حائز اهمیت باشد.

کلمات کلیدی: ایران، روند، بارش، روش برآورد کننده شیب سنس، تغییر اقلیم.

*. Email: Paymanasia@yahoo.com

مقدمه

بارش به عنوان مهم‌ترین عنصر اقلیمی همواره از دو منظر زمان و مکان مورد بررسی قرار می‌گیرد. تأکید بر منظر زمان، تغییرات زمانی و تأکید بر منظر مکان، تغییرات مکانی بارش را مشخص می‌سازد. در مطالعات اقلیم شناسی این دو منظر همیشه لازم و ملزوم یکدیگر هستند؛ چرا که اقلیم مقوله‌ای است که هم مصداق مکانی دارد و هم مصداق زمانی (محمدی و جاوری، ۱۳۸۵). یکی از روش‌هایی که می‌توان به کمک آن سیر تحولات بارندگی را در گذشته و حال بررسی نمود، آنالیز روند سری‌های زمانی در مقیاس‌های مختلف زمانی است. تاکنون روش‌های آماری متعددی جهت تحلیل روند سری‌های زمانی ارائه گردیده است که می‌توان آن‌ها را در دو دسته کلی روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک تقسیم بندی نمود. مبنای کلیه این روش‌های آماری مطرح نمودن دو فرض صفر (H_0) و فرض یک (H_1) و آزمون نمودن آن‌ها بر اساس روش‌ها و تکنیک‌های خاص آماری است که در نهایت منجر به رد فرض صفر می‌شود و یا اینکه دلایل و شواهد کافی برای رد آن مشاهده نمی‌شود (حجرام و همکاران، ۱۳۸۷). در روش‌های ناپارامتریک اساس کار بر تفاوت بین داده‌های مشاهداتی است به گونه‌ایی که این روش‌ها مستقل از توزیع آماری بوده و برای سری‌هایی که چولگی یا کشیدگی زیادی دارند مناسب تر از روش‌های پارامتریک می‌باشند (حجرام و همکاران، ۱۳۸۷). همچنین به گزارش برخی از محققین روش‌های ناپارامتریک در مقام مقایسه با روش‌های پارامتریک از دقت و صحت بیشتری برخوردار هستند (Yue and Pilon, 2004; Yue et al, 2004).

تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه تغییرات سامانه اقلیمی بارش با استفاده از روش‌های ناپارامتریک انجام گرفته است به طوری که در این زمینه می‌توان به کارهای سلیشی و زانکه (Seleshi and Zanke, 2004) در اتیوپی، تورکش (Turkes, 1998) در ترکیه، گیمر و همکاران (Gemmer et al, 2004) در چین، رودریگو و تریگو (Rodrigo and Trigo, 2007) در شبه جزیره ایبری، لانا و همکاران (Lana

et al, 2004) در کاتالونیا در شمال شرق اسپانیا، باسیستا و همکاران (Basistha et al, 2008) در هیمالیای هندوستان، جیانگ و همکاران (Jiang et al, 2008) در حوضه رودخانه یانگ تسه در چین و تورکش و همکاران (Turkes et al, 2008) در ترکیه اشاره نمود.

در ایران نیز خلیلی و بذرافشان (۱۳۸۳) با استفاده از روش ناپارامتریک من- کندال روند تغییرات بارندگی‌های سالانه، فصلی و ماهانه پنج ایستگاه قدیمی ایران را (بوشهر، اصفهان، تهران، مشهد و جاسک) برای یک دوره ۱۱۶ ساله مورد تحلیل قرار دادند. نتایج حاصل از این تحلیل نشان می‌دهد که در مقیاس ماهانه حالتی که بتواند وجود روند و یا تغییر اقلیم بارندگی را مستند سازد بسیار محدود و برای نتیجه گیری ناکافی است و در مقیاس سالانه آزمون‌های انجام شده هیچ‌گونه مولفه تغییر اقلیم در روند زمانی کمی بارندگی را تأیید نمی‌نماید. نتایج بررسی همگنی سری‌های بارشی ۳۴ ایستگاه سینوپتیک کشور نیز نشان می‌دهد که اغلب ایستگاه‌ها (۲۵ ایستگاه) از لحاظ دسته بندی همگنی در کلاس ۴ قرار می‌گیرند یعنی از پنج آزمون اجرا شده بر روی سری‌های زمانی بارش سالانه فقط یک آزمون همگنی در مورد آن‌ها پذیرفته شده است که دلیل این ناهمگنی را نیز محققین بیشتر ناشی از وجود روند و نوسان‌های زیاد در سری‌های زمانی بارش می‌دانند (عسگری و رحیم زاده، ۱۳۸۵). در سری‌های مربوط به بارش‌های شمال ایران نیز مشخص گردید که بارندگی زمستان و بهار ایستگاه گرگان به ترتیب دارای روند مثبت و منفی است در حالی که بارندگی بندرانزلی در فصل تابستان دارای روند منفی و بقیه ایستگاه‌ها تغییرات بارزی را در بارندگی نشان نمی‌دهند (عزیزی و روشنی، ۱۳۸۷). همچنین با اجرای آزمون ناپارامتریک من- کندال بر روی داده‌های بارش ۷۹ ایستگاه هواشناسی در ایران مرکزی مشخص گردید که هیچ نشانه‌ای از بروز تغییرات اقلیمی بارش در این منطقه مشاهده نمی‌شود، هرچند در برخی از ایستگاه‌ها روند بارندگی منفی مشاهده شده است اما بایستی گفت که این روندها معنی دار نبوده‌اند (رضیعی و همکاران،

ایران زمین با استفاده از روش ناپارامتریک برآورد کننده شیب سنس^۱ است. اساس این روش بر محاسبه یک شیب میانه برای سری زمانی و قضاوت نمودن در مورد معنی داری شیب بدست آمده در سطوح اعتماد مختلف می باشد.

مواد و روش ها

برای بررسی روند تغییرات بارشی در گستره ایران زمین و دستیابی به یک الگوی مناسب در این زمینه، داده‌های مربوط به جمع بارش ماهانه ۴۴ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک برای یک دوره آماری ۳۳ ساله (۲۰۰۸-۱۹۷۶) از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. از جمع بارش ماهانه ایستگاه‌ها بارش فصلی و از جمع بارش فصلی، بارش سالانه فراهم آمد. بازسازی داده ها با استفاده از روش همبستگی و مدل رگرسیونی و همگن بودن داده‌ها نیز با استفاده از آزمون ران تست مورد بررسی قرار گرفت و از همگن بودن داده‌ها در طول دوره آماری اطمینان حاصل شد. توزیع و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه در سطح کشور در شکل (۱) آورده شده است.

جهت برآورد نمودن شیب واقعی یک روند در یک سری زمانی، استفاده از روش ناپارامتریک سنس می‌تواند یکی از روش‌های مناسب در این زمینه باشد. این روش ابتدا توسط تیل در سال ۱۹۵۰ ارائه و سپس توسط سن در سال ۱۹۶۸ بسط و گسترش داده شد. این روش نیز همانند بسیاری دیگر از روش‌های ناپارامتریک همچون من- کندال بر تحلیل تفاوت بین مشاهدات یک سری زمانی استوار است. این روش زمانی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که روند موجود در سری زمانی یک روند خطی باشد. این بدان معناست که

$f(t)$ در (معادله ۱) برابر است با:

$$f(t) = Qt + B \quad (1)$$

۱۳۸۴). بررسی تغییرات مجموع بارش سالانه در ایستگاه زابل نیز نشان می‌دهد که در چند سال اخیر میزان بارش این ایستگاه کمی افزایش یافته است اما این افزایش معنی دار نبوده است (گندمکار و خادم الحسینی، ۱۳۸۸). همچنین نتایج یک تحقیق در استان هرمزگان نشان می‌دهد که میزان بارش در این استان کاهش یافته است؛ به علاوه میزان بارش در تعداد روزهای کمتری به وقوع پیوسته که نتیجه آن رخداد بارش‌های نسبتاً سنگین در این منطقه است (رحیم زاده و همکاران، ۱۳۹۰). عسگری و همکاران (۱۳۸۶) با مطالعه روند یازده نمایه حدی بارش در سطح کشور نتیجه گرفتند که تقریباً در دو سوم کشور نمایه مقدار سالانه بارش در روزهای تر روند منفی و نمایه روزهای با بارش سنگین روند مثبت داشته است که می‌توان از آن به عنوان یک بلیه خاموش نام برد. براساس آزمون پارامتریک رگرسیون خطی، بارش زیر حوضه‌های دریای خزر در ماه‌های ژانویه، می و دسامبر در سطح اطمینان ۹۵ درصد روند معناداری نشان نمی‌دهند اما ۵ زیر حوضه از ۲۳ حوضه مورد مطالعه در ماه‌های فوریه و ژوئیه روند مثبت و ۱۱ زیر حوضه عمدتاً در ماه‌های مارس و سپتامبر روند منفی نشان داده‌اند (منتظری و غیور، ۱۳۸۸). بررسی روند تغییرات رژیم بارش حوضه آبخیز گرگانرود نیز نشان داد که از بین هفت ایستگاه مورد مطالعه سه ایستگاه تمر، تنگراه و گنبد در سطح احتمالاتی پنج درصد روند افزایشی در داده‌های بارندگی سالانه دارند (بردی شیخ و همکاران، ۱۳۸۸). سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش ایران توسط کتیرائی و همکاران (۱۳۸۶)، تحلیل روند شدت خشکسالی‌های استان فارس توسط مرادی و همکاران (۱۳۸۶) نیز انجام شده است.

با بررسی و مطالعه بسیاری از منابع داخلی و خارجی که به برخی از آن‌ها نیز در بالا اشاره شد مشاهده گردید که هنوز مطالعه جامع و کاملی که روند تغییرات اقلیمی بارش ایران را با استفاده از روش ناپارامتریک سنس بررسی کرده باشد انجام نشده است. لذا هدف اصلی در این تحقیق بررسی روند سری‌های زمانی بارش در مقیاس‌های فصلی و سالانه

$$Q = Q_{[(N+1)/2]} \quad (۳)$$

$$Q = \frac{1}{2} [Q_{[N/2]} + Q_{[(N+2)/2]}] \quad (۴)$$

نتیجه حاصل از این معادلات، بدست آمدن شیب خط روند (Q_{med}) است. اگر شیب خط روند مثبت باشد حاکی از صعودی بودن روند و اگر منفی باشد دال بر نزولی بودن روند است.

مرحله بعد، آزمون نمودن شیب بدست آمده در فاصله اطمینان ۹۵ درصد است. جهت انجام این آزمون از رابطه زیر استفاده می گردد:

$$C_a = Z_{1-\alpha/2} \sqrt{VAR(S)} \quad (۵)$$

که Z عبارت است از آماره توزیع نرمال استاندارد در یک آزمون دو طرفه که برای سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با $Z = 1.96$ است و $VAR(S)$ ، نیز واریانس پارامتر S است. جهت بدست آوردن مقدار پارامتر S و همچنین $VAR(S)$ مراحل زیر بایستی پیموده شود:

الف) محاسبه اختلاف بین تک تک جملات سری با همدیگر و اعمال تابع sgn و استخراج پارامتر S

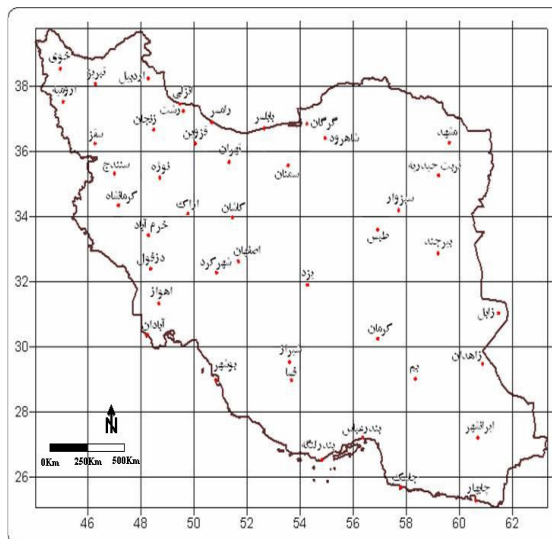
$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n sgn(x_j - x_k) \quad (۶)$$

که n تعداد مشاهدات سری (در این تحقیق برابر با ۳۳ سال)، x_j و x_k نیز به ترتیب داده های j ام و k ام سری می باشند.

ب) محاسبه تابع علامت sgn که به شرح ذیل قابل محاسبه است:

$$sgn(x) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (۷)$$

ج) محاسبه واریانس S توسط یکی از روابط زیر. اگر تعداد داده های سری زمانی بزرگتر از ۱۰ مورد باشند از معادله



شکل ۱: نقشه موقعیت و پراکنش ایستگاه های مورد مطالعه

که Q ، شیب خط روند و B ، مقدار ثابت است. جهت محاسبه شیب خط روند یعنی Q ، ابتدا بایستی شیب بین هر جفت داده مشاهده ای، با استفاده از معادله (۲) محاسبه گردد:

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k} \quad (۲)$$

که $j > k$ است. در این معادله x_k و x_j به ترتیب داده های مشاهده ای در زمان های j و k است. با اعمال این رابطه، برای هر جفت داده مشاهده ای، یک شیب بدست می آید. با قرار دادن این شیب ها در کنار یکدیگر یک سری زمانی از شیب های محاسبه شده حاصل می آید. یعنی اگر n تعداد x_j در سری زمانی وجود داشته باشد (در این تحقیق $n=33$) ما به اندازه $N = n(n-1)/2$ برآورد شیب Q_i خواهیم داشت.

در مرحله بعد، میانه سری زمانی مورد مطالعه بایستی بدست آید. برای این کار N تعداد از Q_i ها از کوچک به بزرگ مرتب می شوند و سپس با استفاده از یکی از معادلات زیر اقدام به تعیین میانه سری زمانی می گردد. اگر تعداد مشاهدات سری زمانی مورد مطالعه فرد باشد از (معادله ۳) و اگر زوج باشد از (معادله ۴) استفاده می گردد:

نتایج و بحث

ایران با میانگین بارش سالانه نزدیک ۲۶۰ میلی‌متر در مقایسه با میانگین بارش سیاره زمین که ۹۶۰ میلی‌متر است در یکی از مناطق خشک جهان قرار گرفته است. از آنجا که بارش ایران اندک است و مبانی زندگی ما نیز با همین بارش اندک هماهنگ شده است وجود روند کاهشی یا افزایشی در بارش به معنای تغییر شکل زندگی در ایران خواهد بود (مسعودیان، ۱۳۸۷). لذا جهت شناسایی روندهای کاهشی یا افزایشی در بارش‌های سالانه و فصلی ایران از روش ناپارامتریک برآورد کننده شیب سنس استفاده گردید. در ادامه به تفکیک فصل و سال نتایج این روش برای تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه ارائه می‌شود.

فصل بهار

داده های بارش ۴۴ ایستگاه سینوپتیک کشور در یک بازه زمانی ۳۳ ساله (۲۰۰۸-۱۹۷۶) توسط روش ناپارامتریک سنس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این روش نشان می‌دهد که هرچند نشانه‌هایی از روندهای کاهشی (۲۸ ایستگاه) و افزایشی (۱۴ ایستگاه) در بارش‌های این فصل از ایران مشاهده می‌شود اما هیچیک از این روندها در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ معنادار نبوده است. بنابراین فصل بهار در بین فصول چهارگانه تنها فصلی بوده است که هیچ روند معنی داری در جمع بارش‌های فصلی آن مشاهده نشده است (جدول ۱).

نقشه هم روند فصل بهار نیز به روشنی نشان می‌دهد که نیمه شرقی کشور که دارای اقلیمی خشک و نیمه خشک است به همراه غرب و شمال غرب ایران دارای روند کاهشی در بارش بوده‌اند. همچنین در امتداد نیمه شرقی رشته کوه زاگرس از نیمه غربی سواحل جنوبی دریای خزر تا نیمه شمالی استان خوزستان نیز بارش روند افزایشی داشته است (شکل ۲). شایان توجه است که نقشه‌های هم روند تنها جهت روند را نشان می‌دهد بدین صورت که ایستگاه‌هایی که شیب روند آن‌ها بیشتر از ۰/۱ بوده است با رنگ آبی،

شماره ۸ و اگر کوچکتر از ۱۰ مورد باشند از رابطه شماره ۹ بهره گرفته می‌شود.

$$VAR(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t(t-1)(2t+5)}{18} \quad (8)$$

$$VAR(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (9)$$

که n تعداد داده‌های مشاهده‌ای، m تعداد سری‌هائی است که در آن‌ها حداقل یک داده تکراری وجود دارد و t نیز بیانگر فراوانی داده‌های با ارزش یکسان می‌باشد. و در نهایت حدود اعتماد بالا و پائین به کمک روابط زیر محاسبه می‌گردد:

$$\begin{cases} M_1 = \frac{n' + C_a}{2} \\ M_2 = \frac{n' - C_a}{2} \end{cases} \quad (10)$$

که n' تعداد شیب‌هائی است که از طریق معادله (۲) بدست آمده است.

حال M_1 امین و M_{2+1} امین شیب‌ها را از بین شیب‌های محاسبه شده استخراج می‌نمایم. در صورتی که عدد صفر در دامنه بین دو شیب استخراج شده فوق قرار گیرد فرض صفر پذیرفته شده و عدم وجود روند در سری داده‌ها تأیید می‌گردد. در غیر این صورت فرض صفر رد شده و وجود روند در سطح اطمینان مورد آزمون پذیرفته می‌گردد. در نهایت جهت بدست آوردن مقدار B در معادله (۱)،

n تعداد تفاضل $x_i - Qt_i$ محاسبه می‌شود. سپس میانه این مقادیر، برآورد B را در اختیار می‌گذارد. در نهایت در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی و با استفاده از روش درونیابی کریجینگ نقشه‌های هم روند به طور جداگانه در مقیاس‌های فصلی و سالانه تهیه گردید. نتایج حاصل از اعمال این روش بر سری‌های زمانی بارش سالانه و فصلی ایران زمین در بخش بعدی به طور کامل مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

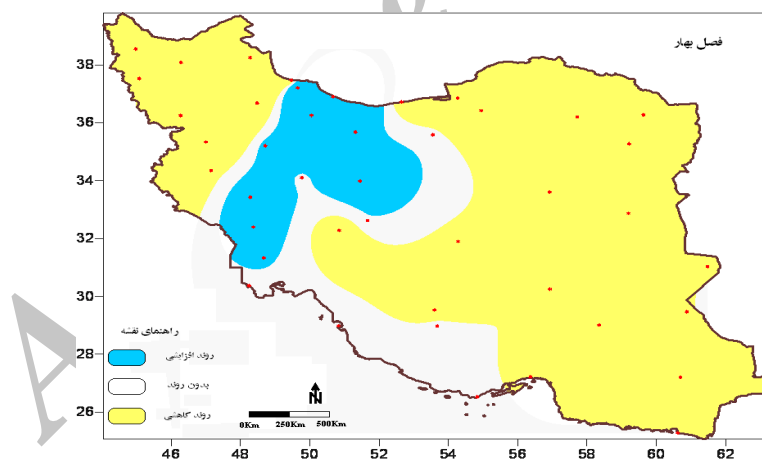
ایستگاه‌هایی که شیب روند آن‌ها پایین تر از ۰/۱- بوده است
با رنگ زرد و ایستگاه‌هایی که شیب روند آن‌ها بین ۰/۱ و ۰/۱- با رنگ سفید مشخص شده اند.

جدول ۱: نتایج حاصل از آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد برای بارش های فصل بهار ایران زمین

ردیف	نام ایستگاه	Q	Qmin95	Qmax95	B
۱	آبادان	۰/۰۳۰	-۰/۳۲۷	۰/۳۲۷	۷/۰۲
۲	اهواز	۰/۱۵۳	-۰/۲۸۲	۰/۸۳۸	۱۰/۵۰
۳	انزلی	-۰/۳۹۲	-۳/۱۲۵	۲/۳۶۴	۱۲۹/۴۶
۴	ازاک	۰/۰۵۷	-۱/۷۸۸	۲/۳۳۴	۵۶/۶۰
۵	اردبیل	-۱/۱۷۸	-۲/۸۲۷	۰/۶۵۵	۱۱۸/۸۴
۶	بابلسر	-۰/۲۸۶	-۱/۹۶۴	۱/۱۸۶	۷۳/۱۷
۷	بیم	-۰/۲۵۹	-۰/۸۰۰	۰/۰۴۶	۱۱/۶۳
۸	بندرلنگه	۰	-۰/۳۱۷	۰	۰/۶۰
۹	بندرعباس	-۰/۲۰۵	-۰/۶۸۳	۰	۶/۵۷
۱۰	بیرجند	-۰/۷۸۲	-۱/۶۸۲	۰/۱۱۰	۴۱/۵۷
۱۱	بوشهر	۰/۰۱۱	-۰/۱۸۰	۰/۲۳۸	۴/۸۹
۱۲	چابهار	-۰/۰۱۹	-۰/۱۱۲	۰	۰/۵۶
۱۳	دزفول	۰/۳۳۰	-۰/۴۵۸	۱/۲۵۳	۲۷/۵۹
۱۴	دوشان تپه	-۰/۱۳۴	-۱/۶۵۹	۱/۳۲۹	۴۵/۹۹
۱۵	اصفهان	۰/۰۶۴	-۰/۷۱۷	۰/۹۹۵	۲۱/۶۵
۱۶	فسا	-۰/۰۲۶	-۰/۴۷۵	۰/۵۶۴	۱۴/۵۳
۱۷	قزوین	۰/۴۶۳	-۱/۶۵۰	۱/۹۲۰	۷۸/۶۲
۱۸	گرگان	-۰/۷۰۲	-۲/۱۷۵	۱/۱۷۸	۱۲۲/۳۰
۱۹	همدان فرودگاه	-۰/۵۳۷	-۱/۹۱۷	۱/۴۴۰	۷۸/۴۸
۲۰	همدان نوژه	۰/۲۰۳	-۱/۳۴۷	۱/۸۴۶	۷۳/۶۰
۲۱	ایرانشهر	-۰/۱۰۳	-۰/۶۵۴	۰/۱۹۲	۸/۴۶
۲۲	کاشان	۰/۴۳۵	-۰/۵۰۰	۱/۳۸۳	۱۴/۵۱
۲۳	کرمان	-۰/۰۰۲	-۰/۶۴۱	۰/۵۹۸	۱۷/۶۲
۲۴	کرمانشاه	-۰/۲۶۹	-۱/۵۹۷	۱/۲۸۶	۶۷/۸۳
۲۵	خرم آباد	۰/۲۹۵	-۱/۷۶۰	۲/۲۶۷	۶۵/۸۰
۲۶	خوی	-۱/۴۲۱	-۳/۳۵۷	۰/۴۵۱	۱۴۱/۳۲
۲۷	مشهد	-۰/۹۲۸	-۲/۹۲۹	۰/۳۰۸	۷۳/۰۷
۲۸	ارومیه	-۱/۴۱۸	-۳/۵۳۱	۰/۴۴۱	۱۱۶/۴۰
۲۹	رامسر	۱/۵۲۹	-۱/۲۸۳	۴/۳۳۲	۱۲۹/۶۴
۳۰	رشت	۰/۷۲۷	-۲/۵۹۰	۳/۶۹۳	۱۴۲/۳۲

ادامه جدول ۱: نتایج حاصل از آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد برای بارش‌های فصل بهار ایران زمین

ردیف	نام ایستگاه	Q	Qmin95	Qmax95	B
۳۱	سبزوار	-۰/۴۹۲	-۱/۶۵۵	۰/۴۹۲	۴۹/۶۴
۳۲	سقز	-۲/۲۳۱	-۴/۰۶۱	۰/۴۹۴	۱۶۵/۵۹
۳۳	سنندج	-۰/۹۷۶	-۲/۸۰۷	۱/۱۷۷	۱۱۳/۷۴
۳۴	سمنان	۰	-۰/۹۱۴	۱/۰۱۵	۲۹/۴۰
۳۵	شهرکرد	-۰/۳۵۲	-۱/۵۱۳	۱/۰۹۵	۴۷/۸۱
۳۶	شاهرود	-۰/۴۵۰	-۱/۵۸۴	۰/۶۷۰	۵۸/۲۵
۳۷	شیراز	-۰/۲۵۷	-۰/۹۸۰	۰/۵۳۴	۲۵/۹۸
۳۸	طبرس	-۰/۲۷۵	-۰/۷۷۷	۰/۱۴۲	۱۷/۷۳
۳۹	تبریز	-۱/۰۸۶	-۳/۳۰۰	۰/۸۶۴	۱۱۴/۹۶
۴۰	تهران	۰/۱۷۴	-۱/۱۷۳	۱/۵۶۴	۴۵/۶۷
۴۱	تربت حیدریه	-۰/۶۵۱	-۲/۲۰۰	۰/۹۷۶	۵۷/۱۵
۴۲	یزد	-۰/۱۸۸	-۰/۵۳۵	۰	۸/۴۲
۴۳	زابل	-۰/۰۶۷	-۰/۱۶۸	۰/۰۰۳	۲/۶۷
۴۴	زاهدان	-۰/۱۱۳	-۰/۴۰۰	۰/۲۰۵	۷
۴۵	زنجان	-۰/۵۴۳	-۲/۵۶۳	۱/۳۱۳	۹۶/۴۷



شکل ۲: نقشه هم‌روند بارش‌های فصل بهار ایران

فصل بارشی در ایران به شمار می‌آید. به طوری که قسمت وسیعی از این کشور به استثنای نوار شمالی آن، میانگین بارشی کمتر از ۱۰ میلی‌متر دارند. در بیشتر ایستگاه‌های واقع در شمال و شمال غرب ایران یک روند افزایشی در

فصل تابستان

در فصل تابستان به دلیل حاکمیت پرفشار جنب حاره‌ای، امکان تشکیل ابر و بارش در قسمت وسیعی از ایران زمین فراهم نمی‌شود بنابراین این فصل خشک‌ترین

نقشه هم روند فصل بهار نیز به روشنی نشان می‌دهد که نیمه شرقی کشور که دارای اقلیمی خشک و نیمه خشک است به همراه غرب و شمال غرب ایران دارای روند کاهشی در بارش بوده‌اند. همچنین در امتداد نیمه شرقی رشته کوه زاگرس از نیمه غربی سواحل جنوبی دریای خزر تا نیمه شمالی استان خوزستان نیز بارش روند افزایشی داشته است (شکل ۲). شایان توجه است که نقشه‌های هم روند تنها جهت روند را نشان می‌دهد بدین صورت که ایستگاه‌هایی که شیب روند آن‌ها بیشتر از ۰/۱ بوده است با رنگ آبی، ایستگاه‌هایی که شیب روند آن‌ها پایین تر از ۰/۱- بوده است با رنگ زرد و ایستگاه‌هایی که شیب روند آن‌ها بین ۰/۱ و ۰/۱- با رنگ سفید مشخص شده‌اند.

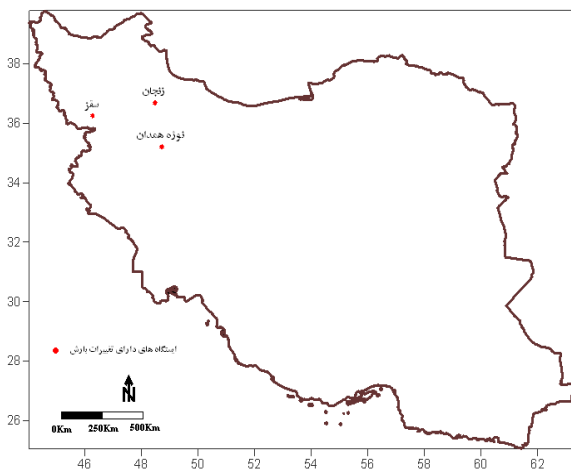
بارش‌های این فصل مشاهده می‌شود. اما این روند افزایشی تنها در سه ایستگاه زنجان، نوره همدان و سقز در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد معنی دار بوده و بقیه ایستگاه‌ها از لحاظ آماری روند آن‌ها تأیید نمی‌شود. حاشیه جنوب شرقی دریای خزر (گرگان و رامسر) و غرب استان کردستان (ایستگاه سقز) نیز شاهد یک روند کاهشی در میزان بارش فصل تابستان بوده‌اند. ایستگاه‌های واقع در مرکز، شرق و جنوب ایران نیز به دلیل اینکه بارش آن‌ها در بسیاری از سال‌ها صفر بوده است هیچ روند معنی داری نه افزایشی و نه کاهشی در آن‌ها مشاهده نگردید (جدول ۲ و شکل ۳). شکل (۴) نیز توزیع ایستگاه‌های دارای روند معنی دار در این فصل را نشان می‌دهد.

جدول ۲: نتایج حاصل از آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد برای بارش های فصل تابستان ایران زمین

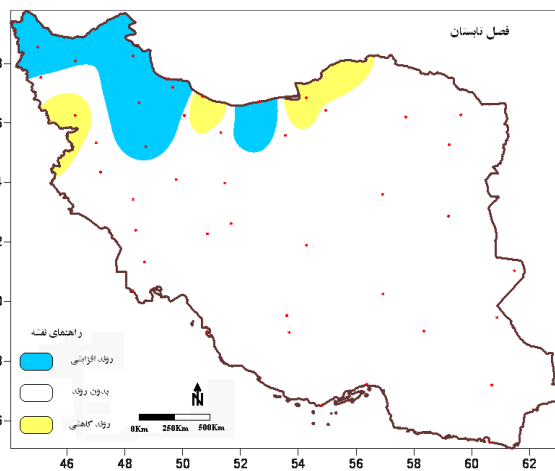
ردیف	نام ایستگاه	Q	Qmin95	Qmax95	B
۱	آبادان	۰	۰	۰	۰
۲	اهواز	۰	۰	۰	۰
۳	انزلی	۲/۴۷۳	-۴/۳۱۰	۹/۹۰۱	۳۳۷/۲۶
۴	اراک	۰/۰۱۱	۰	۰/۱۳۰	۰/۹۰
۵	اردبیل	۰/۱۴۹	-۰/۳۸۸	۰/۷۰۰	۱۷/۶۹
۶	بابلسر	۰/۶۴۴	-۲/۷۷۰	۳/۳۱۲	۱۴۲/۰۱
۷	بم	۰	۰	۰	۰
۸	بندرلنگه	۰	۰	۰	۰
۹	بندرعباس	۰	۰	۰	۰
۱۰	بیرجند	۰	۰	۰	۰
۱۱	بوشهر	۰	۰	۰	۰
۱۲	چابهار	۰	۰	۰	۰
۱۳	دزفول	۰	۰	۰	۰
۱۴	دوشان تپه	۰/۰۰۸	۰	۰/۲۴۲	۰/۶۵
۱۵	اصفهان	۰	-۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۲۰
۱۶	فسا	۰	-۰/۱۶۱	۰/۰۰۷	۱
۱۷	قزوین	۰/۰۰۸	-۰/۱۱۲	۰/۱۵۲	۳/۰۴
۱۸	گرگان	-۰/۸۱۳	-۲/۲۹۴	۰/۳۷۸	۸۹/۸۴

ادامه جدول ۲: نتایج حاصل از آزمون سئس در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد برای بارش‌های فصل تابستان ایران زمین

ردیف	نام ایستگاه	Q	Qmin95	Qmax95	B
۱۹	همدان فرودگاه	۰/۰۶۵	۰	۰/۲۷۹	-۰/۱۳
۲۰	همدان نوژه	۰/۱۷۳	۰/۰۰۷	۰/۵۴۰	۰/۱۱
۲۱	ایرانشهر	۰	-۰/۵۰۰	۰/۲۷۰	۹/۳۰
۲۲	کاشان	۰	۰	۰/۰۱۴	۰
۲۳	کرمان	۰	-۰/۰۶۰	۰	۰/۱
۲۴	کرمانشاه	۰	۰	۰/۰۱۲	۰
۲۵	خرم‌آباد	۰	۰	۰	۰
۲۶	خوی	۰/۴۶۲	-۰/۱۴۸	۱/۱۴۹	۱۲/۰۲
۲۷	مشهد	۰/۰۱۶	-۰/۰۱۴	۰/۲۰۳	۱/۷۸
۲۸	ارومیه	۰/۰۷۲	-۰/۱۴۸	۰/۴۳۸	۴/۶۴
۲۹	رامسیر	-۰/۷۵۳	-۵/۲۱۰	۳/۹۸۴	۲۶۲/۳۸
۳۰	رشت	۱/۵۱۰	-۳/۴۷۵	۶/۰۰۸	۲۰۶/۹۰
۳۱	سبزوار	-۰/۰۱۳	-۰/۰۶۳	۰	۰/۵۳
۳۲	سقز	۰/۲۹۴	۰/۰۳۱	۰/۵۷۴	-۰/۵۹
۳۳	سنندج	۰	۰	۰/۱۰۰	۰/۱۰
۳۴	سمنان	۰	-۰/۱۶۷	۰/۱۴۲	۲
۳۵	شهرکرد	۰	-۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۱۰
۳۶	شاهرود	۰/۰۷۱	-۰/۱۲۶	۰/۲۳۵	۲/۷۹
۳۷	شیراز	۰	۰	۰	۰
۳۸	طبرس	۰	۰	۰	۰
۳۹	تبریز	۰/۱۳۱	-۰/۲۸۸	۰/۵۴۲	۷/۷۱
۴۰	تهران	۰/۰۳۳	-۰/۰۱۷	۰/۱۶۵	۰/۵۲
۴۱	تربت حیدریه	۰/۰۰۱	۰	۰/۰۵۰	۰/۲۹
۴۲	یزد	۰	۰	۰	۰
۴۳	زابل	۰	۰	۰	۰
۴۴	زاهدان	۰	۰	۰	۰
۴۵	زنجان	۰/۶۰۲	۰/۱۹۹	۱/۰۷۲	۲/۳۹



شکل ۴: توزیع فضائی ایستگاه های دارای روند معنی دار در بارش های فصل تابستان در گستره ایران زمین



شکل ۳: نقشه هم روند بارش های فصل تابستان ایران

بابلسر و بوشهر نیز تنها دو ایستگاهی بودند که روند افزایشی با شیب بیش از ۰/۱ داشته‌اند اما روند هیچکدام از این دو ایستگاه هم معنادار نبوده است. دیگر ایستگاه‌های باقیمانده همچون دزفول، آبادان، یزد، بم، زابل، تهران، چابهار، زاهدان و سمنان دارای روندی بین ۰/۱ تا -۰/۱ بوده‌اند. شکل (۵) نقشه هم روند بارش‌های فصل پاییز ایران است که توزیع فضایی تغییرات را نشان می‌دهد. شکل (۶) هم موقعیت تنها ایستگاهی که روند بارشی آن معنادار بوده است را نشان می‌دهد.

فصل پائیز

روند بارش فصل پائیز نیز همچون فصول دیگر با استفاده از روش ناپارامتریک سنس مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده گردید که بیشتر ایستگاه‌های مورد مطالعه در گستره ایران زمین در این فصل دارای روند کاهشی بوده‌اند به طوری که از ۴۴ ایستگاه مورد مطالعه ۳۳ ایستگاه روند کاهشی با شیب کمتر از ۰/۱ داشته‌اند اما این روند کاهشی تنها در ایستگاه سنندج معنادار بوده و در بقیه ایستگاه‌ها این روند در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ معنادار نبوده‌اند (جدول ۳). دو ایستگاه

جدول ۳: نتایج حاصل از آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد برای بارش های فصل پاییز ایران زمین

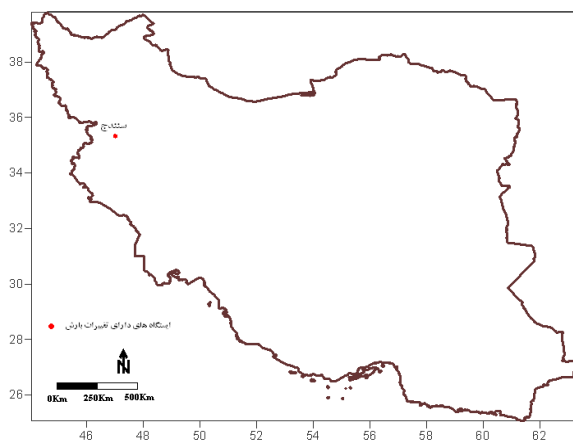
B	Qmax95	Qmin95	Q	نام ایستگاه	ردیف
۶۱/۷۸	۱/۴۶۳	-۱/۵۸۵	-۰/۰۶۷	آبادان	۱
۹۲/۸۵	۲/۱۴۲	-۲/۱۵۲	-۰/۲۲۷	اهواز	۲
۹۰۲/۷۴	۵/۲۷۳	-۱۷/۵۳۵	-۵/۰۷۵	انزلی	۳
۹۶/۷۶	۱/۱۰۵	-۲/۲۴۶	-۰/۵۲۶	اراک	۴
۸۳/۴۳	۱/۰۲۶	-۲/۰۲۴	-۰/۳۹۳	اردبیل	۵
۴۱۱/۱۰	۶/۲۷۱	-۴/۵۵۵	۰/۵۵۳	بابلسر	۶
۷/۰۸	۰/۱۴۳	-۰/۳۰۹	-۰/۰۵۵	بم	۷
۲۲/۵	۰/۳۳۵	-۱/۵۸۵	-۰/۴۵۹	بندرلنگه	۸
۳۷/۰۳	۰/۳۱۸	-۱/۹۲۴	-۰/۶۵۵	بندرعباس	۹

ادامه جدول ۳: نتایج حاصل از آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد برای بارش‌های فصل پائیز ایران زمین

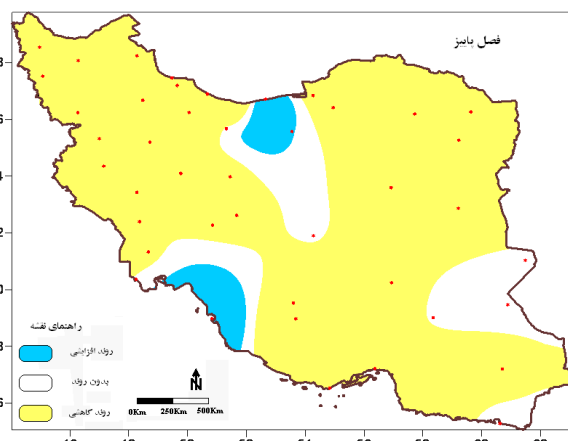
ردیف	نام ایستگاه	Q	Qmin95	Qmax95	B
۱۰	بیرجند	-۰/۲۸۴	-۱/۲۳۹	۰/۵۹۵	۳۴/۷۶
۱۱	بوشهر	۰/۷۵۲	-۱/۸۴۳	۲/۵۰۲	۹۱/۳۴
۱۲	چابهار	۰	-۰/۴۳۶	۰/۸۳۵	۹/۳۰
۱۳	دزفول	-۰/۱۰۲	-۲/۶۸۹	۳/۳۰۶	۱۳۳/۶۱
۱۴	دوشان تپه	-۰/۰۶۸	-۱/۲۵۷	۰/۹۳۹	۷۷/۷۰
۱۵	اصفهان	-۰/۲۸۸	-۱/۲۶۱	۰/۵۷۷	۴۱/۹۸
۱۶	فسا	-۱/۰۰۸	-۳/۴۳۵	۱/۲۲۶	۸۹/۰۴
۱۷	قزوین	-۰/۷۸۴	-۲/۸۰۷	۰/۹۱۹	۹۵/۹۳
۱۸	گرگان	-۰/۳۱۹	-۲/۵۰۰	۱/۶۸۲	۱۷۵/۳۹
۱۹	همدان فرودگاه	۰/۰۱۳	-۱/۸۲۶	۱/۶۳۲	۸۷/۵۴
۲۰	همدان نوژه	-۰/۲۰۶	-۲/۲۷۷	۲/۰۱۴	۸۰/۳۴
۲۱	ایرانشهر	-۰/۲۴۸	-۰/۸۱۳	۰/۰۹۴	۱۲/۵۸
۲۲	کاشان	-۰/۳۳۱	-۱/۰۴۵	۰/۴۰۷	۳۴/۴۲
۲۳	کرمان	-۰/۲۳۳	-۰/۹۸۰	۰/۶۳۳	۲۳/۲۳
۲۴	کرمانشاه	-۱/۷۰۹	-۴/۴۴۹	۱/۴۵۵	۱۶۴/۸۱
۲۵	خرم‌آباد	-۰/۳۰۹	-۳/۱۴۵	۲/۶۲۸	۱۷۶/۴۴
۲۶	خوی	-۰/۸۴۴	-۱/۹۵۴	۰/۴۷۸	۶۷/۶۴
۲۷	مشهد	-۰/۶۴۷	-۱/۵۷۵	۰/۵۹۴	۶۰/۶۳
۲۸	ارومیه	-۱/۴۶۳	-۳/۱۹۵	۰/۲۳۸	۱۰۶/۱۸
۲۹	رامسر	-۲/۹۴۱	-۱۲/۹۳۰	۶/۹۲۹	۵۹۸/۰۴
۳۰	رشت	-۲/۲۷۵	-۱۰/۷۶۲	۴/۵۹۲	۶۰۷/۴۵
۳۱	سبزوار	-۰/۵۰۳	-۱/۴۵۴	۰/۴۸۴	۵۲/۷۳
۳۲	سقز	-۲/۰۸۶	-۵/۱۶۲	۰/۸۸۹	۱۸۰/۵۸
۳۳	سنندج	-۲/۴۷۸	-۴/۸۵۲	-۰/۲۷۸	۱۸۳/۴۱
۳۴	سمنان	۰/۱۲۳	-۰/۶۲۶	۰/۹۷۷	۲۸/۸۸
۳۵	شهرکرد	-۰/۳۲۱	-۲/۸۶۷	۱/۹۴۳	۹۰/۱۴
۳۶	شاهرود	-۰/۴۰۹	-۱/۱۳۵	۰/۴۰۰	۳۸/۹۰
۳۷	شیراز	-۰/۴۹۴	-۳/۴۱۶	۱/۹۹۹	۱۰۷/۸۸
۳۸	طیس	-۰/۳۲۵	-۰/۸۲۷	۰/۲۳۶	۲۴/۴۳
۳۹	تبریز	-۰/۷۶۳	-۱/۹۶۵	۰/۵۵۰	۸۳/۶۵
۴۰	تهران	-۰/۰۱۷	-۱/۴۲۳	۱/۰۵۸	۷۰/۲۷
۴۱	تربت حیدریه	-۰/۶۹۰	-۲/۰۳۷	۰/۶۸۱	۶۹/۰۶
۴۲	یزد	-۰/۰۶۰	-۰/۴۸۹	۰/۴۴۶	۱۳/۶۸

ادامه جدول ۳: نتایج حاصل از آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد برای بارش های فصل پاییز ایران زمین

ردیف	نام ایستگاه	Q	Qmin95	Qmax95	B
۴۳	زابل	-۰/۰۵۲	-۰/۴۵۶	۰/۲۱۲	۹/۳۳
۴۴	زاهدان	۰	-۰/۴۴۶	۰/۶۱۱	۹
۴۵	زنجان	-۰/۵۳۷	-۲/۲۳۵	۱/۰۵۳	۹۰/۹۹



شکل ۶- توزیع فضایی ایستگاه های دارای روند معنی دار در بارش های فصل پاییز در گستره ایران زمین



شکل ۵- نقشه هم روند بارش های فصل پاییز ایران

کرمان، خوی، سنندج و زنجان (جدول ۴). بنابراین بیشترین تغییرات مشاهده شده در روند بارشی کشور در این فصل مشاهده شده است. در شکل (۷) که مربوط به نقشه هم روند بارش های فصل زمستان ایران است به راحتی مشاهده می شود که به جز قسمت های کوچکی از سواحل دریای خزر و زاگرس میانی که روند افزایشی داشته اند بقیه ایران روند کاهشی در بارش های این فصل را داشته اند. همچنین در شکل ۸ موقعیت ایستگاه های دارای تغییرات روند کاهشی معنادار از لحاظ آماری آورده شده است.

فصل زمستان

فصل زمستان پربارش ترین فصل ایران است. هرگونه تغییر در میزان بارش این فصل می تواند بر روی روند سالانه تاثیرگذار باشد. بیشتر ایستگاه های مورد مطالعه در این تحقیق به استثنای سه ایستگاه تهران، رامسر و اصفهان که روند افزایشی داشته اند بقیه ایستگاه های مورد مطالعه روند کاهشی داشته اند. اما تمام این روندها از لحاظ آماری معنی دار نبوده است. ایستگاه هایی که روند کاهشی آن ها در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ معنی دار بوده اند به ترتیب عبارتند از: گرگان،

جدول ۴: نتایج حاصل از آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد برای بارش های فصل زمستان ایران زمین

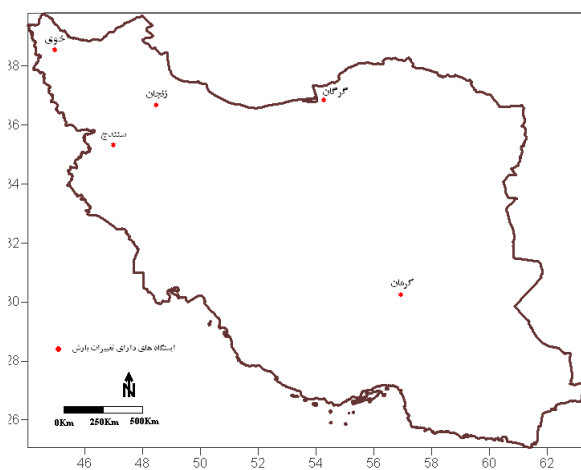
ردیف	نام ایستگاه	Q	Qmin95	Qmax95	B
۱	آبادان	-۰/۶۲۳	-۲/۱۹۰	۰/۸۹۹	۸۵/۸۱
۲	اهواز	-۰/۸۲۷	-۲/۸۸۸	۰/۸۲۸	۱۳۰/۲۷
۳	انزلی	-۳/۰۸۶	-۹/۱۳۶	۲/۰۰۷	۴۳۳/۸۱

ادامه جدول ۴: نتایج حاصل از آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد برای بارش‌های فصل زمستان ایران زمین

B	Qmax95	Qmin95	Q	نام ایستگاه	ردیف
۱۶۷/۵۷	۰/۴۰۴	-۳/۵۳۹	-۱/۴۹۵	اراک	۴
۷۱/۶۶	۱/۱۴۱	-۱/۶۳۷	-۰/۲۵۸	اردبیل	۵
۲۵۱/۰۹	۱/۱۰۱	-۴/۰۵۰	-۱/۴۷۰	بابل	۶
۳۲/۲۹	۰/۱۵۰	-۱/۱۷۲	-۰/۵۴۱	بم	۷
۱۱۶/۰۵	۰/۶۳۹	-۵/۰۹۴	-۱/۹۳۷	بندرلنگه	۸
۱۵۶/۸۹	۱/۱۵۳	-۶/۶۵۳	-۲/۵۳۵	بندرعباس	۹
۱۲۰/۹۲	۰/۹۲۷	-۲/۴۴۲	-۰/۹۹۳	بیرجند	۱۰
۱۱۹/۹۳	۲/۷۳۵	-۲/۹۱۴	-۰/۰۷۱	بوشهر	۱۱
۷۶/۲۱	۱/۱۰۶	-۲/۷۴۷	-۱/۰۴۰	چابهار	۱۲
۲۴۳/۸۰	۲/۶۰۸	-۵/۳۹۶	-۱/۴۸۸	دزفول	۱۳
۱۲۱/۸۴	۱/۳۷۷	-۲/۰۲۹	-۰/۱۳۷	دوشان تپه	۱۴
۴۷/۳۱	۲/۰۳۰	-۰/۷۱۳	۰/۵۳۰	اصفهان	۱۵
۲۱۵/۸۱	۲/۱۳۳	-۴/۶۰۸	-۱/۱۴۴	فسا	۱۶
۱۴۸/۸۱	۰/۹۱۷	-۲/۶۶۸	-۱/۰۰۳	قزوین	۱۷
۲۰۵/۳۰	-۰/۵۵۸	-۳/۲۱۳	-۱/۸۰۰	گرگان	۱۸
۱۴۱/۶۶	۰/۹۷۶	-۲/۱۸۱	-۰/۶۲۷	همدان فرودگاه	۱۹
۱۲۹/۶۵	۱/۶۸۷	-۱/۹۰۱	-۰/۰۷۰	همدان نوژه	۲۰
۶۰/۶۳	۰/۸۷۶	-۲/۲۳۸	-۰/۷۸۳	ایرانشهر	۲۱
۶۷/۶۶	۰/۴۸۷	-۱/۵۰۵	-۰/۴۱۵	کاشان	۲۲
۱۰۳/۲۴	-۰/۱۵۹	-۲/۱۶۸	-۱/۲۵۴	کرمان	۲۳
۲۰۹/۸۳	۱/۹۴۳	-۳/۴۴۳	-۰/۴۸۳	کرمانشاه	۲۴
۲۷۴/۷۱	۱/۴۳۱	-۵/۶۲۰	-۲/۳۷۹	خرم آباد	۲۵
۹۴/۶۸	-۰/۲۲۵	-۲/۲۶۲	-۱/۲۲۷	خوی	۲۶
۱۵۱/۲۲	۰/۱۴۴	-۳/۴۰۳	-۱/۶۳۱	مشهد	۲۷
۱۱۳/۴۰	۰/۴۰۷	-۲/۰۶۲	-۰/۸۸۳	ارومیه	۲۸
۲۰۴/۴۹	۲/۷۱۴	-۱/۴۸۱	۰/۸۳۶	رامسر	۲۹
۳۹۳/۲۰	۲/۷۴۷	-۷/۶۶۷	-۱/۹۶۹	رشت	۳۰
۱۲۶/۱۳	۰/۷۹۰	-۳/۰۹۰	-۱/۱۱۶	سبزوار	۳۱
۲۲۶/۵۱	۰/۷۲۲	-۳/۶۹۳	-۱/۵۵۹	سقز	۳۲
۲۶۵/۱۰	-۲/۰۹۱	-۶/۷۵۰	-۴/۴۴۵	سنندج	۳۳
۷۰/۴۶	۰/۷۶۷	-۱/۶۴۰	-۰/۵۱۹	سمنان	۳۴
۱۷۱/۸۰	۲/۵۰۹	-۲/۹۰۶	-۰/۰۰۴	شهرکرد	۳۵
۶۸/۸۰	۰/۴۸۵	-۱/۶۷۷	-۰/۶۸۸	شاهرود	۳۶

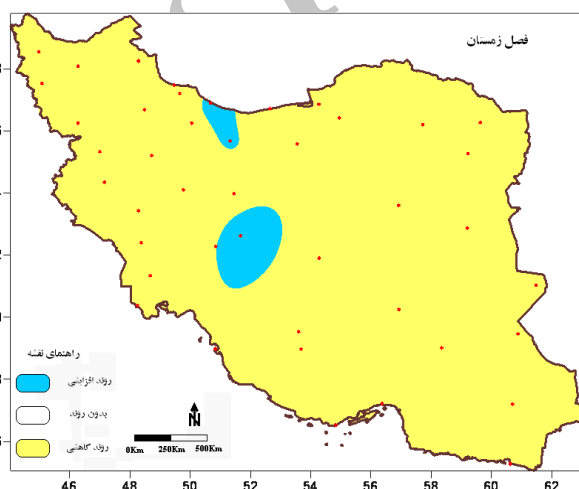
ادامه جدول ۴: نتایج حاصل از آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد برای بارش های فصل زمستان ایران زمین

ردیف	نام ایستگاه	Q	Qmin95	Qmax95	B
۳۷	شیراز	-۰/۹۱۹	-۴/۰۲۴	۲/۴۶۹	۲۰۲/۷۴
۳۸	طیس	-۰/۲۸۳	-۰/۹۵۵	۰/۶۹۴	۴۸/۶۳
۳۹	تبریز	-۰/۸۰۵	-۱/۶۲۹	۰/۱۵۰	۸۲/۷۴
۴۰	تهران	۰/۱۶۴	-۱/۷۵۰	۱/۶۳۶	۱۱۱/۵۴
۴۱	ترت حیدریه	-۲/۰۷۲	-۴/۷۸۸	۰/۲۸۹	۱۷۴/۸۰
۴۲	یزد	-۰/۶۰۰	-۱/۳۴۴	۰/۰۵۴	۴۳/۲۰
۴۳	زابل	-۰/۲۸۰	-۱/۴۰۹	۰/۶۴۲	۴۳/۱۸
۴۴	زاهدان	-۰/۳۹۸	-۱/۲۱۸	۰/۵۶۰	۴۱/۶۸
۴۵	زنجان	-۱/۱۷۲	-۱/۹۰۴	-۰/۳۷۹	۱۱۲/۴۶



شکل ۸: توزیع فضائی ایستگاه های دارای روند معنی دار در بارش های فصل زمستان در گستره ایران زمین

تبریز، ترت حیدریه و یزد دارای روند کاهشی بوده که در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ این روندها معنادار بوده است. بقیه ایستگاه ها به استثنای چهار ایستگاه بوشهر، اصفهان، نوزه همدان و تهران که روند آن ها افزایشی بوده، روند ایستگاه های دیگر کاهشی بوده ولی در سطح آماری ۰/۰۵ روند آن ها تأیید نمی شود (جدول ۵ و شکل ۵).



شکل ۷: نقشه هم روند بارش های فصل زمستان ایران

سالانه

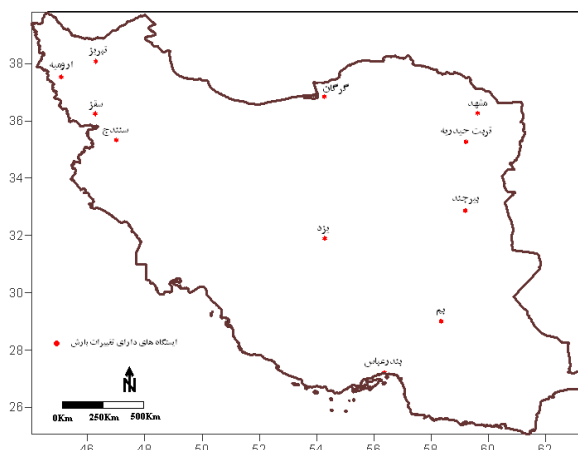
بعد از محاسبه روند تغییرات فصلی بارش ایران با استفاده از روش ناپارامتریک سنس، لازم است تا روند تغییرات بارش سالانه نیز محاسبه گردد. بر اساس این روش مشاهده می گردد که تغییرات سالانه ایستگاه های بم، بندرعباس، بیرجند، گرگان، مشهد، ارومیه، سقز، سنندج،

جدول ۵: نتایج حاصل از آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد برای بارش‌های سالانه ایران زمین

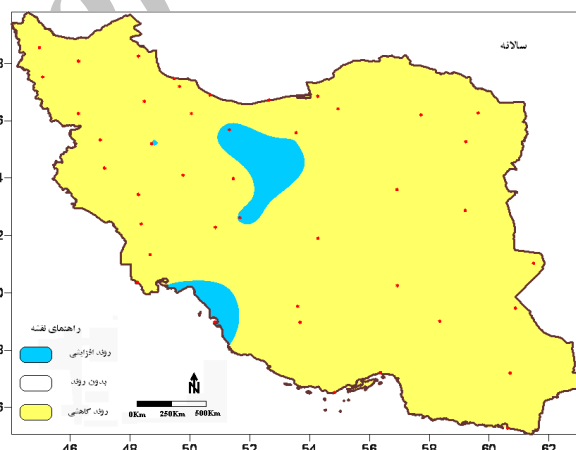
ردیف	نام ایستگاه	Q	Qmin95	Qmax95	B
۱	آبادان	-۰/۳۹۳	-۲/۷۶۵	۱/۵۸۶	۱۶۴/۹۲
۲	اهواز	-۰/۴۱۴	-۳/۵۰۲	۲/۴۰۹	۲۳۰/۱۹
۳	انزلی	-۵/۸۶۱	-۱۷/۰۴۰	۵/۷۲۹	۱۸۴۰/۱۵
۴	اراک	-۲/۰۹۲	-۵/۱۶۸	۱/۶۲۰	۳۴۲/۱۹
۵	اردبیل	-۱/۸۲۸	-۵/۱۲۹	۱/۰۷۴	۳۲۶/۶۴
۶	بابلسر	-۱/۴۹۱	-۶/۹۸۱	۴/۸۲۱	۹۳۷/۹۵
۷	بم	-۱/۰۸۶	-۱/۹۷۲	-۰/۰۷۳	۷۱/۶۷
۸	بندرلنگه	-۲/۶۶۵	-۶/۶۳۴	۰/۶۳۷	۱۷۳/۷۸
۹	بندرعباس	-۴/۲۲۵	-۸/۷۶۸	-۰/۸۳۳	۲۳۳/۰۲
۱۰	بیرجند	-۲/۱۸۳	-۳/۸۹۳	-۰/۵۹۲	۲۰۳/۸۲
۱۱	بوشهر	۰/۸۱۲	-۲/۶۸۶	۴/۴۸۷	۲۳۶/۶۶
۱۲	چابهار	-۱/۰۷۱	-۳/۹۶۵	۱/۹۸۲	۱۱۴/۹۰
۱۳	دزفول	-۱/۳۸۶	-۶/۶۳۲	۴/۱۱۹	۴۲۶/۶۳
۱۴	دوشان تپه	-۰/۶۸۰	-۳/۳۴۱	۲/۱۰۳	۲۸۹/۰۹
۱۵	اصفهان	۰/۱۵۰	-۱/۸۰۵	۲/۱۰۲	۱۲۰/۱۵
۱۶	فسا	-۳/۲۲۹	-۷/۷۴۲	۲/۱۱۵	۳۵۳/۶۵
۱۷	قزوین	-۱/۲۸۶	-۴/۴۷۰	۲/۳۰۴	۳۴۱/۸۷
۱۸	گرگان	-۴/۲۹۷	-۸/۰۲۸	-۰/۲۴۶	۶۱۳/۳۰
۱۹	همدان فرودگاه	-۰/۷۰۲	-۳/۶۶۰	۲/۴۲۶	۳۱۷/۸۵
۲۰	همدان نوژه	۰/۲۳۰	-۲/۴۱۳	۲/۹۷۱	۳۲۳/۰۵
۲۱	ایرانشهر	-۰/۶۱۹	-۳/۴۴۸	۱/۵۹۳	۱۳۰/۶۰
۲۲	کاشان	-۰/۴۱۴	-۱/۸۲۳	۱/۴۷۱	۱۳۳/۸۶
۲۳	کرمان	-۱/۴۰۱	-۲/۸۹۴	۰/۰۳۰	۱۵۸/۱۱
۲۴	کرمانشاه	-۱/۸۶۲	-۵/۵۵۷	۲/۰۹۰	۴۴۱/۶۹
۲۵	خرم‌آباد	-۲/۷۶۲	-۶/۳۹۸	۲/۱۰۱	۵۴۳/۸۷
۲۶	خوی	-۲/۷۳۹	-۶/۰۸۶	-۰/۳۸۷	۳۲۴/۳۴
۲۷	مشهد	-۳/۱۸۷	-۶/۲۰۹	-۰/۲۸۶	۳۱۱/۹۱
۲۸	ارومیه	-۳/۴۱۳	-۶/۶۲۳	-۰/۷۲۲	۳۵۵/۲۶
۲۹	رامسر	-۲/۷۴۹	-۱۴/۵۷۳	۸/۴۸۴	۱۲۱۳/۱۴
۳۰	رشت	-۱/۶۵۴	-۹/۶۱۸	۸/۱۰۷	۱۳۵۰/۰۲
۳۱	سبزوار	-۱/۹۶۵	-۴/۳۰۰	۰/۳۰۹	۲۴۰/۵۷
۳۲	سقز	-۵/۰۳۷	-۹/۵۹۴	-۰/۵۴۹	۵۵۹/۵۱
۳۳	سنندج	-۷/۵۹۱	-۱۱/۱۸۳	-۴/۳۹۶	۵۷۲/۵۴

ادامه جدول ۵: نتایج حاصل از آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد برای بارش های سالانه ایران زمین

ردیف	نام ایستگاه	Q	Qmin95	Qmax95	B
۳۴	سمنان	-۰/۱۳۰	-۱/۸۷۵	۱/۷۴۹	۱۴۳/۷۳
۳۵	شهرکرد	-۱/۲۵۲	-۵/۰۴۶	۲/۷۶۲	۳۴۸/۹۷
۳۶	شاهرود	-۱/۲۵۶	-۳/۳۶۹	۰/۴۶۹	۱۷۹/۶۰
۳۷	شیراز	-۱/۴۷۰	-۵/۴۳۰	۲/۷۹۱	۳۶۵/۳۱
۳۸	طیس	-۰/۷۲۵	-۱/۸۹۰	۰/۲۷۶	۱۰۰/۸۸
۳۹	تبریز	-۲/۵۹۶	-۵/۱۳۹	-۰/۱۳۴	۲۹۰/۲۱
۴۰	تهران	۰/۵۱۲	-۲/۵۵۵	۲/۵۰۰	۲۴۸/۳۱
۴۱	تربت حیدریه	-۳/۱۸۴	-۶/۱۲۳	-۰/۱۰۵	۳۲۰/۳۹
۴۲	یزد	-۱/۲۰۰	-۲/۱۹۲	-۰/۲۰۹	۸۵/۵۰
۴۳	زابل	-۰/۵۷۹	-۱/۸۷۷	۰/۸۴۸	۶۷/۳۳
۴۴	زاهدان	-۰/۳۲۰	-۱/۵۷۷	۱/۱۴۵	۶۸/۸۶
۴۵	زنجان	-۱/۳۶۳	-۳/۹۵۴	۱/۵۳۳	۳۲۲/۸۵



شکل ۱۰: توزیع فضائی ایستگاه های دارای روند معنی دار در بارش های سالانه در گستره ایران زمین



شکل ۹: نقشه هم روند بارش های فصل سالانه ایران

نتیجه گیری

براساس اجرای روش ناپارامتریک سنس بر روی سری های زمانی بارش های فصلی و سالانه ۴۴ ایستگاه سینوپتیک مشاهده گردید که هرچند نشانه هایی از روندهای کاهشی (۲۸ ایستگاه) و افزایشی (۱۴ ایستگاه) در بارش های فصل بهار ایران مشاهده می شود اما هیچ کدام از این روندها

در نهایت برای این که چشم اندازی کلی از تغییرات فصلی و سالانه ایستگاه ها حاصل آید (جدول ۶) تهیه گردید. جدول (۶) خلاصه ای از تغییرات روند بارشی را به تفکیک فصل و ایستگاه برای کل ایران نشان می دهد. در این جدول تغییرات در روند بارشی هر ایستگاه با رنگ قرمز نشان داده شده است.

اندکی متفاوت است و این تفاوت در این است که روند کاهشی بارش‌های فصل بهار این قسمت از ایران در مطالعه حاضر از لحاظ آماری معنادار نبوده‌اند. نتیجه مطالعه عزیزی و روشنی (۱۳۸۷) نیز نشان می‌دهد که در بارش‌های فصل پاییز سواحل جنوبی دریای خزر هیچ روند معناداری مشاهده نشده است اما برای بارش فصل بهار بارش ایستگاه گرگان یک روند کاهشی معناداری را نشان می‌دهد که در این مطالعه این روند معنادار نبوده است. نتایج مطالعه خلیلی و بذرافشان (۱۳۸۳) نیز نشان می‌دهد که بارش پاییز ایستگاه بوشهر دارای روند کاهشی معنادار است که با نتیجه مطالعه حاضر همسو نمی‌باشد.

در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ معنادار نبوده است. در فصل پاییز نیز با توجه به اینکه ۳۳ ایستگاه روند کاهشی و ۲ ایستگاه هم روند افزایشی داشته‌اند اما تنها ایستگاه سنندج دارای روند کاهشی معنادار بوده است. این یافته‌های پژوهشی با یافته‌های حجام و همکاران (۱۳۸۷)، رضیئی و همکاران (۱۳۸۴) و عزیزی و روشنی (۱۳۸۷) همسو است. به طوری که حجام و همکاران (۱۳۸۷) با تحلیل روند تغییرات بارندگی فصلی و سالانه ۴۸ ایستگاه باران‌سنجی واقع در حوضه مرکزی ایران در بازه زمانی ۱۳۵۰ تا ۱۳۷۹ هیچ روند معناداری در بارش‌های فصل پاییز ایران مشاهده نمودند. اما برای فصل بهار ۴ ایستگاه از ۴۴ ایستگاه مورد مطالعه دارای روند کاهشی معنادار بوده‌اند که این نتیجه با نتیجه حاصل از این مقاله

ردیف	نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
۱	آبادان					
۲	اهواز					
۳	انزلی					
۴	اراک					
۵	اردبیل					
۶	ایلر					
۷	بیم					
۸	بندرلنگه					
۹	بندرعباس					
۱۰	بیرجند					
۱۱	بوشهر					
۱۲	چابهار					
۱۳	دزفول					
۱۴	دوشان تپه					
۱۵	اصفهان					
۱۶	فسا					
۱۷	قزوین					
۱۸	گرگان					
۱۹	همدان فرودگاه					
۲۰	همدان نوزه					
۲۱	ایران‌شهر					
۲۲	کاشان					
۲۳	کرمان					
۲۴	کرمانشاه					
۲۵	خرم‌آباد					
۲۶	خوی					
۲۷	مشهد					
۲۸	ارومیه					
۲۹	رامسر					
۳۰	رشت					
۳۱	سبزوار					
۳۲	سقز					
۳۳	سنندج					
۳۴	سمنان					
۳۵	شهرکرد					
۳۶	شاهرود					
۳۷	شیراز					
۳۸	طیلس					
۳۹	تبریز					
۴۰	تهران					
۴۱	تربت حیدریه					
۴۲	یزد					
۴۳	زابل					
۴۴	زاهدان					
۴۵	زنجان					

منابع

1. Asgari, A., and F. Rahimzadeh (2006). Study of precipitation variability of recent decadal of Iran. *Geographical Research Quarterly*, 41(58): 67-80.
2. Asgari, A., F. Rahimzadeh, N. Mohhamadian, and E. Fatahi (2008). Trend analysis of extreme precipitation indices over Iran. *Iran-Water Resources Research*, 3(3(9)): 42-55.
3. Azizi, Gh., and M. Roushani (2008). Using Mann-Kendall test to recognize of climate change in Caspian Sea southern coasts. *Geographical Research Quarterly*, 35(44): 13-28.
4. Bardi Shikh, V., A. Babaei, and Y. Mooshakhian (2009). Trend analysis of precipitation regime in the Gorganroud basin. *Iranian Journal of Watershed Management Science and engineering*, 3(8):21-28.
5. Basistha, A., D. S. Arya, and N. K. Goel., 2008. Analysis of historical changes in rainfall in the Indian Himalayas. *International Journal of Climatology*, Volume 29, Issue 4, March, pp 555-572.
6. Gandomkar, A., and A. Khadem Alhosseini (2009). The study of precipitation changes on Zabol (Iran). *Environmental based Territorial Planning (Amayesh)*, 2(6): 65-76.
7. Gemmer, M., S. Becker, and T. Jiang., 2004. Observed monthly precipitation trends in China 1951-2002. *Theoretical and Applied Climatology*, Volume 77, Numbers 1-4/March, pp 39-45.

در فصل تابستان با توجه به حاکمیت سامانه‌ی پرفشار جنب حاره بر ایران، بسیاری از قسمت‌های این کشور پهناور فاقد هرگونه بارشی است. اما با این حال در سه ایستگاه نوژه همدان، سقز و زنجان شاهد روندهای افزایشی معناداری در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ بوده‌ایم. نتایج مطالعات خلیلی و بذرافشان (۱۳۸۳) و حجام و همکاران (۱۳۸۷) با نتایج این مطالعه همسو ولی نتیجه مطالعات عزیزی و روشنی (۱۳۸۷) ناهمسو است چون ایستگاه بندر انزلی در مطالعات آنان دارای روند کاهشی معنادار بوده است. اما بارش فصل زمستان نسبت به دیگر فصول شاهد بیشترین فراوانی در روند بوده است به گونه‌ای که ۵ ایستگاه گرگان، کرمان، خوی، سنندج و زنجان در این فصل روند کاهشی معناداری را در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ داشته‌اند. لذا با توجه به اینکه حجم عظیم بارش‌های ایران در فصل زمستان رخ می‌دهد، بنابراین هرگونه تغییری در روند بارش این فصل می‌تواند هشدار برای برنامه‌ریزان حوضه آب باشد. در مطالعه عزیزی و روشنی (۱۳۸۷) هیچ‌کدام از ایستگاه‌های سواحل دریای خزر معنادار نبوده است. در مطالعه خلیلی و بذرافشان (۱۳۸۳) نیز بارش زمستان بوشهر نیز روند افزایشی معنادار داشته است.

روند بارش سالانه نیز حاکی از روند کاهشی معنادار در سطح احتمالاتی ۰/۰۵ درصد در ۱۱ ایستگاه از مجموع ۴۴ ایستگاه مورد مطالعه است. تجمع ایستگاه‌های دارای روند کاهشی در غرب، شمال غرب و شرق ایران می‌تواند نشانه‌هایی از تغییر شرایط بارشی در این قسمت از ایران باشد. هر چند اثبات وجود روند معنی دار در یک سری زمانی بارندگی به تنهایی نمی‌تواند دلیلی قاطع بر وقوع تغییر اقلیم در یک منطقه باشد اما فرض رخداد آن را می‌تواند تقویت کند. لذا توجه خاص به تغییرات رخ داده در غرب و شمال غرب ایران و به خصوص ایستگاه سنندج که هم شاهد تغییرات روند در بارش فصل پائیز، زمستان و سالانه است می‌تواند حائز اهمیت باشد.

8. Hajjam, S., Y. Khoush Khou, and R. Shams Aldin Vandi (2008). Annual and seasonal precipitation trend analysis of some selective meteorological stations in central region of Iran using non-parametric methods. *Geographical Research Quarterly*, 40(64): 157-168.
9. Jiang, T., Z. W. Kundzewicz, B. Su., 2008. Changes in monthly precipitation and flood hazard in the Yangtze River Basin, China. *International Journal of Climatology*, Volume 28, Issue 11, pp 1471-1481.
10. Katiraei, P., S. Hajjam, and P. Irannezhad (2007). Contribution from the variation of precipitation frequency and daily intensity to the precipitation trend in Iran over the period 1960-2001. *Journal of the earth and space physics*, 33(1): 67-83.
11. Khalili, A., and J. Bazrafshan (2004). A trend analysis of annual, seasonal and monthly precipitation over Iran during the last 116 years. *Desert (Biaban)*, 9(1): 25-34.
12. Lana, X., M. D. Martinz, C. Serra, and A. Burgueno., 2004. Spatial and temporal variability of the daily rainfall regime in Catalonia (Northeastern Spain), 1950-2000. *International Journal of Climatology*, Volume 24, Issue 5, April, pp 613-641.
13. Masoudian, S. A., (2008). *Iran Climatology*. Isfahan University press, 179 pages.
14. Mohammadi, H., M. Javari (2007). Precipitation changes of Iran. *Journal of Environmental Studies*, 32(40): 87-100.
15. Montazeri, M., and H. A. Ghayour (2010). A comparative analysis of precipitation and drought trends in Caspian's basin. *Geography and Development*, 7 (16): 71-92.
16. Moradi, H. R., M. Rajabi, and M. Faragzadeh (2007). Analysis trend and spatial characteristics of droughts intensity in Fars Province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, Volume 14, Number 1, pp 97-109.
17. Rahimzadeh, F., A. Hedayati Dezfouli, and A. Pourasgharian (2011). Assessment of the process and mutation of limit indices of temperature and precipitation in Hormozgan Province. *Geography and Development*, 9 (21): 97-116.
18. Razi, T., P. Daneshkar Arasteh, and B. Saghafian (2005). Annual rainfall trend analysis in arid and semi-arid regions of central and eastern Iran. *Water and Wastewater*, 16(2(54)): 73-81.
19. Rodrigo, F. S., and R. M. Trigo., 2007. Trends in daily rainfall in the Iberian peninsula from 1951 to 2002. *International Journal of Climatology*, Volume 27, Issue 4, March, pp 513-529.
20. Seleshi, Y., and U. Zanke., 2004. Recent changes in rainfall and rainy days in Ethiopia. *International Journal of Climatology*, Volume 24, Issue 8, June, pp 973-983.
21. Sen, P. K., 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association*. 63. pp 1379-1389.

22. Thiel, H., 1950. A rank-invariant method of linear and polynomial regression analysis: part 3. Proceeding of Koninalijke Nederlandse Akademie van Weinenschatpen A. 53, pp 1397-1412.
23. Türkes, M., 1998. Spatial and temporal analysis of annual rainfall variation in Turkey. International Journal of Climatology, Volume 16, Issue 9, December, pp 1057-1076.
24. Türkes, M., T. Koç, and F. Sariş., 2008. Spatiotemporal variability of precipitation total series over Turkey. International Journal of Climatology, Volume 29, Issue 8, pp 1056-1074.
25. Yue, S., and P. Pilon., 2004. A comparison of the power of the t-test, mann-kendall and bootstrap tests for trend detection. Journal Hydrological Sciences, Volume 49, Issue 1, pp 21-37.
26. Yue, S., P. Pilon, and G. Cavadias., 2004. Power of the mann-kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. Journal of Hydrology, Volume 259, Issues 1-4, March, pp 254-271.

Archive of SID