

آشکارسازی تغییرات سهم دوام های روزانه‌ی بارش در تأمین روزهای بارشی و بارش ایران

دریافت مقاله: ۹۱/۴/۱۰ پذیرش نهایی: ۹۱/۷/۴

صفحات: ۷۵-۵۳

حمید نظری پور: استادیار اقلیم شناسی پژوهشکده علوم محیطی، گروه محیط زیست، مرکز بین المللی علوم،

تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی. کرمان^۱

Email:Hamid.nazari.3488@gmail.com

زهره کریمی: دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

Email:zkarimi_14161@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش، جهت فهم تغییرات سهم دوام های روزانه‌ی بارش در تأمین روزهای بارشی و بارش ایران، سهم سالانه و ماهانه‌ی دوام های ۱، ۲ و ۳ روزه مورد ارزیابی قرار گرفته است. این دوام ها به ترتیب مهم ترین دوام های بارش ایران محسوب می گردند و تغییرات احتمالی در نقش آنها شواهدی بر تغییر اقلیم بارش ایران می باشد. نتایج این پژوهش بر اساس داده های شبکه‌ای بارش روزانه‌ی ایران در دوره‌ی ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۲ شمسی استوار است. ارزیابی روند سری ها به کمک آزمون های پارامتریک رگرسیون خطی و ناپارامتریک من-کندال و سنس استیمیتور شواهدی آشکار ساخت که حاکی از تغییر بارش ایران می باشد. سهم سالانه‌ی دوام هایی ۱، ۲ و ۳ روزه در تأمین روزهای بارشی و بارش گستره‌ی دارای روند ایران، به ترتیب کاهشی، افزایشی و افزایشی بوده است. مساحت گستره‌ی بدون روند در دوام های ۱، ۲ و ۳ روزه نیز افزایشی است. در تأمین روزهای بارشی گستره‌ی دارای روند ایران، سهم دوام های یک روزه در ماه‌های اردیبهشت، فروردین و اسفند کاهشی و سهم دوام‌های دو روزه در ماه آذر افزایشی بوده است. در تأمین بارش نیز سهم دوام‌های یک روزه در ماه‌های فروردین و اردیبهشت کاهشی و سهم دوام های دو روزه در ماه‌های آذر، دی و بهمن افزایشی بوده است.

کلیدواژگان: تغییر اقلیم، بارش، دوام، روند، ایران

^۱. نویسنده مسئول: کرمان، مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، پژوهشکده علوم محیطی، گروه محیط زیست.

مقدمه

در ایران، بارش از مهمترین پارامترهای حیاتی و پاره‌ای مهم در ساختمان اقلیم به شمار می‌رود. هرچند بارش در گستره‌ی ایران سرشتی تناوبی دارد، اما توزیع مکانی و زمانی آن بشدت ناموزون است (مسعودیان، ۱۳۹۰). به همین خاطر وابستگی آشکار یا پنهان به بارش سبب توزیع ناموزون در منابع آب، حیات جانوری و غیره گردیده است. نایکخواختی در توزیع مکانی و زمانی بارش به ترتیب به ناهمواری‌ها و آرایش آنها و موقعیت جغرافیایی ایران مربوط می‌شود (Alijani, B et al. 2008). بر همین اساس است که آرایش جغرافیایی نواحی بارشی در ایران، وابستگی مقدار بارش به ناهمواری‌ها و زمان بارش را به عرض جغرافیایی نشان می‌دهد (مسعودیان، ۱۳۸۸). آرایش مکانی رژیم‌های بارش در ایران نیز تابعی از عرض جغرافیایی است (مسعودیان، ۱۳۸۴).

توجه به تغییرات اقلیمی و بویژه تغییرات دما و بارش در سال‌های اخیر به دلایل گوناگون اهمیت زیادی پیدا نموده است. بارش در دهه‌های گذشته در مقیاس جهانی تغییر نموده است. اما الگوهای مکانی آن متفاوت بوده است. در گزارش‌های IPCC¹ افزایش و کاهش بارش در مناطق مختلف در مقیاس‌های زمانی مختلف از سیاره‌ی زمین مشاهده می‌گردد که این کاهش و افزایش‌ها در مکان‌های مختلف به یک اندازه نمی‌باشند و گاه‌ا نتایج پژوهش‌های مختلف نه تنها با همدیگر همخوانی ندارند بلکه در مقابل همدیگر نیز می‌باشند. این تضادها بیشتر به مقیاس زمانی داده‌های مورد استفاده و روش‌های تجزیه و تحلیل برمی‌گردد.

پژوهش‌های جهانی در مورد تغییرات بارش و روش‌های ارزیابی آن فراوان می‌باشد. تغییرات در بارش کل و شدید در سال‌های اخیر زیاد جلب نظر نموده است و از این نظر روند بارش کل و فراوانی روزهای بارش شدید در چین با مدل رگرسیون لجستیک در دوره‌ی ۲۰۰۰-۱۹۵۱ با استفاده از داده‌های ۷۴۰ ایستگاه مطالعه شد است (Zhai, P.-M. et al. 2005. 1096). روند داده‌های بارش ترکیه نیز با استفاده از ۹۶ ایستگاه در دوره‌ی ۱۹۹۳-۱۹۲۹ با آزمون‌های ناپارامتریک من‌کندال و سنس استیمیتور شناسایی شده است (Patral, T and Kahya. E 2006. 2011). همچنین، روند در جریان‌های آرام، متوسط و بیشینه‌ی رودخانه‌های ترکیه در ۲۴ منطقه‌ی هیدرولوژیکی با آزمون‌های پارامتریک t و ناپارامتریک (Mann-Kendall) τ بررسی شده است (Cigizoglu, H. K et al. 2005. 280). از آزمون رگرسیون برای برآورد روند خطی در مقادیر بارش و فراوانی رخدادهای بارش در چمنزارهای

¹- Intergovernmental Panel on Climate Change

کانادا با استفاده از ۳۷ ایستگاه در دوره ی ۷۵ ساله (۱۹۹۵-۱۹۲۱) بررسی شده است (Akinremi, O.O. et al.1999.2997). معنی داری آماری روند موجود در بارش ماه مارس در شبه جزیره ی ایبری از طریق آزمون ناپارامتریک من-کندال ارزیابی شده و کاهش مداوم را در بخش های مرکزی و غربی شبه جزیره در طول دوره ی ۱۹۹۷-۱۹۶۰ نشان داده است (Paredes, D et al.2006. 101). تغییرات بارش در ایران نیز با تکنیک های مشابه بررسی شده است. مطالعات تغییرات بارش در ایران به بررسی تغییرات بارش در محدوده های کوچک یا ایستگاه ها محدود می گردد. با این حال مطالعاتی نیز بر روی گستره ی ایران متمرکز شده اند که هر دو مورد ارزشمند و نتایج آنها قابل تأمل است. به عنوان مثال در مطالعات جدید، روند بارش سالانه ی ایران در دوره ی ۱۳۸۲-۱۳۴۳ بررسی گردیده است. در این بررسی که بر مبنای داده های شبکه ای استوار بوده است، میانگین ایستگاهی بارش ایران را با ۱۴۳۷ ایستگاه و میانگین یاخته ای بارش ایران را با ۸۲۳۰ یاخته برآورد شده و با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال معنی داری روند میانگین بارش ایستگاهی و یاخته ای ایران ارزیابی شده است. نتایج آن روند افزایشی و کاهشی معنی داری را در سطوح اطمینان مورد نظر نشان نداده است. با این حال بطور کلی بیان شده است که میانگین بارش ایران کاهش یافته است (محمدی، ۱۳۹۰، ۹۵). تغییرات بارش و دمای ایران با استفاده از مدل MAGICC SCENGEN به همراه هشت سناریوی تغییر اقلیم در دوره ۲۰۰۰-۱۹۶۱ بررسی شده است. نتایج این بررسی حاکی از پیش آگاهی روند کاهشی بارش در دهه های آینده برای تمامی نواحی ایران بوده است (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹، ۱۲۵). بررسی روند ماهانه ی بارش ایران در دوره ی ۱۹۹۹-۱۹۵۱ نشان داده است که مقدار بارش ایران در بیشتر مناطق فاقد روند بوده است. همچنین آشکار گردیده است که بارش ایران طی دوره ی مورد بررسی حدود نیم میلیمتر در سال افزایش داشته است (مسعودیان، ۱۳۸۳، ۶۳). از طرف دیگر بررسی روند ماهانه تعداد روزهای بارانی ایران در طول دوره ۱۳۸۲-۱۳۴۰ کاهشی بوده است. بیشترین درصد مساحت کشور در ماه های فروردین و آذر دارای روند بوده است (مسعودیان و همکاران، ۱۳۸۹، ۸۷). فراوانند از این قبیل مطالعات که به هر نحوی بر تغییرات بارش ایران با روش ها و داده های مختلف پرداخته اند که نتایج آنها قابل مقایسه و تأمل می باشد.

در این بررسی برای فهم تغییرات احتمالی بارش ایران، سهم مهمترین دوام های روزانه ی بارش ایران در تأمین روزهای بارشی و بارش ایران مورد ارزیابی قرار گرفته است. بارش در گستره ی ایران دارای دوام روزانه ی ۱ تا ۴۵ روز می باشد (نظری پور و همکاران، ۱۳۹۰، ۵۵). مهمترین دوام های بارش ایران، مهم ترین تأمین کننده های بارش و روزهای بارش ایران می

باشند. در این میان، دوام های ۱، ۲ و ۳ روزه مهمترین تأمین کننده ی روزه های بارشی ایران و دوام های ۲، ۱ و ۳ روزه، مهمترین تأمین کننده ی بارش ایران می باشند (جدول ۱). بررسی اهمیت دوام بارش ایران نیز نشان داده است که دوام دو روزه ی بارش ایران با اهمیت ترین دوام در بارش ایران به حساب می آید (نظری پور و همکاران، ۱۳۹۰، ۳۸). از طرفی معنی دارترین دوام های بارش ایران از لحاظ نظم رخداد زمانی نیز دوام های ۱ تا ۳ روزه می باشند. بنابراین، هرگونه نوسان و تغییر در نقش این دوام های بارش از جنبه های مختلف قابل تأمل و تحلیل خواهد بود و به همین دلیل، اهمیت این بررسی توجیه می گردد.

جدول (۱) سهم دوام های ۱ تا ۱۰ روزه در تأمین بارش و روزه های بارشی ایران به درصد

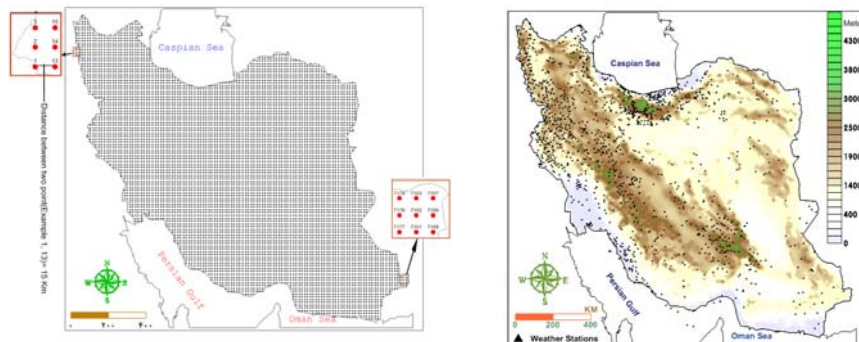
دوام های روزانه ی بارش	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	جمع
درصد تأمین بارش ایران	۱۹/۸۷	۲۵/۰۱	۱۹/۳۴	۱۲/۸۲	۸/۱۹	۵/۲۸	۳/۱۷	۲/۱۷	۱/۵۲	۰/۷۷	۹۸/۱۸
درصد تأمین روزه های بارشی ایران	۵۲/۳۹	۲۵/۵۵	۱۱/۵۶	۵/۳۱	۲/۶۳	۱/۳۶	۰/۷۰	۰/۳۹	۰/۲۳	۰/۱۲	۹۷/۲۸

داده ها روش شناسی

در این بررسی، از داده های بارش روزانه ی ۱۴۳۷ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران سنجی در گستره ی ایران بهره گرفته شده است. این شمار ایستگاه، بیش از شمار مطلوب ایستگاه (۵۰۰ ایستگاه) برای برآورد میانگین مکانی بارش گستره ی ایران (Masoodian S. A, 2003) می باشد. داده های بارش ایستگاه ها به کمک روش میانبایی کریگینگ ساده^۱ (Carlo G., Xavier G.) (2010) و (Sen Z. 2009) با نیمراشنگار^۲ خطی (مدنی، ۱۳۷۳) در شبکه ای از پیش طراحی شده با ابعاد یاخته ای ۱۵×۱۵ کیلومتر میانبایی گردیدند. حاصل این فرایند میانبایی، ایجاد سری بارش روزانه ی برای ۷۱۸۷ نقطه از ایران با فواصل منظم بود که آرایه ی $S_{15991 \times 7187}$ را تشکیل داد. تمهیدات لازم در فرایند میانبایی اعمال و اعتبار سنجی خروجی ها نیز به تفصیل انجام گردیده است (نظری پور و همکاران، ۱۳۹۰). این آرایه برای هر روز (۱۵۹۹۱ روز) وضعیت بارش ۷۱۸۷ نقطه از ایران را در بر دارد. توزیع فضایی ایستگاه های هواشناسی در پهنه ایران در شکل ۱ و شبکه ی طراحی شده برای میانبایی در شکل ۲ قابل رویت است.

^۱ - Sample Kiging

^۲ - Sime-Variogram



شکل (۱) توزیع فضایی ایستگاه های هواشناسی ایران

شکل (۲) شبکه ی طراحی شده برای میانمایی بارش ایران

بنابراین، از این روش، نقشه های رقومی بارش روزانه ی ایران فراهم گردید که اعتبار و صحت آنها نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت برآورد دوام های بارش ایران از طریق تعریف روز بارشی قراردادی عمل شد. روز بارشی در هر یاخته از ایران (۷۱۸۷ یاخته) به روزی اطلاق گردید که مقدار بارش آن روز در همان یاخته ۰/۵ میلی متر یا فراتر باشد (رابطه ی ۱).

$$\text{Rainday}_{j,i} = P_{j,i} \geq 0.5 \quad i = 1, 2, 3, \dots, 15991 \quad \text{رابطه ی ۱}$$

بنابراین دوام بارش در هر نقطه از ایران، تعداد روزهای متوالی بارش در همان نقطه تعریف شد (رابطه ی ۲) و دوام های بارش هر نقطه برآورد گردید. دوام های بارش هر نقطه، بین ۱ تا ۴۵ روز در نوسان بود.

$$\text{Persistency}_j = \text{NSR}_j \quad j = 1, 2, 3, \dots, 7187 \quad \text{رابطه ی ۲}$$

آنگاه سهم هریک از دوام های بارش در تأمین روزهای بارشی و بارش هر نقطه از ایران محاسبه شد. سهم هر دوام در تأمین روزهای بارشی هر نقطه از ایران از طریق رابطه ی شماره ی ۳ برآورد شد.

$$\text{RCP}_{i,j} = \frac{R_{i,j}}{\sum_{k=1}^{45} R_{i,k}} \times 100 \quad i = 1, 2, 3, \dots, 45 \quad j = 1, 2, 3, \dots, 7187 \quad \text{رابطه ی ۳}$$

در اینجا: $R_{i,j}$ فروانی روزهای بارشی نقطه ی j ام می باشد که به سبب دوام i ام تأمین گردیده است.

و سهم هر دوام در تأمین بارش هر نقطه از ایران از طریق رابطه ی شماره ی ۴ برآورد شد.

$$PCP_{i,j} = \frac{P_{i,j}}{\sum_{k=1}^{45} P_{i,k}} \times 100 \quad i = 1, 2, 3, \dots, 45 \quad j = 1, 2, 3, \dots, 7187 \quad \text{رابطه‌ی ۴}$$

در اینجا: $P_{i,j}$ مقدار بارش نقطه‌ی j ام می باشد که به سبب دوام i ام تأمین گردیده است. بنابراین، سهم روزانه‌ی هر دوام بارش در تأمین روزهای بارشی و بارش گستره‌ی ایران برآورد گردید. آنگاه دوام های مهم و معنی دار شناسایی گردیدند که دوام های ۱، ۲ و ۳ روزه را شامل شد. سهم سالانه و ماهانه‌ی این دوام ها در تأمین روزهای بارشی و بارش ایران از پایگاه داده استخراج و اساس داوری در مورد تغییرات احتمالی در بارش ایران قرار گرفت. در این بررسی جهت آشکارسازی روند سری داده های سهم دوام های ۱، ۲ و ۳ روزه‌ی بارش ایران در مقیاس های سالانه و ماهانه، از آزمون پارامتری رگرسیون خطی^۱ و آزمون های ناپارامتری من-کندال^۲ و سنس استیمیتور^۳ استفاده شده است. برتری آزمون رگرسیون خطی به دو آزمون ناپارامتری دیگر، امکان اجرای همزمان آن بر سری های فراوانی می باشد. به گونه ای که می تواند با یک برنامه‌ی از پیش نگاشته شده در محیط نرم افزار متلب^۴ در مدت زمان کوتاه به بررسی روند در سری مورد نظر در گستره‌ی ایران پرداخت. در سوی دیگر، یکی از نقاط قوت روش های ناپارامتری مورد استفاده، کارایی و دقت آنها در بررسی سری های بود که داده های صفر(نبود بارندگی) در آنها زیاد است(حجام و همکاران، ۱۳۸۷). به این سبب که سهم ماه‌های دوره‌ی گرم در تأمین بارش و روزهای بارش ایران ناچیز و عملاً صفر است؛ بنابراین داده های صفر در سری های ماهانه مشکلی برای تحلیل به شمار می روند که به نظر می رسد آزمون های ناپارامتری فوق کارایی بهتری نسبت به آزمون رگرسیون خطی در تحلیل آنها داشته باشند.

بنابراین، در این بررسی از آزمون پارامتری برای تحلیل در مقیاس سالانه و از آزمون های ناپارامتری در مقیاس ماهانه استفاده گردیده است. روش شناسی این آزمون ها به شرح زیر است:

آزمون پارامتریک «تعیین نوع و شیب روند با آزمون رگرسیون خطی»

در این آزمون، فرض می گردد روند سری زمانی مورد نظر تابعی خطی از زمان است. بنابراین، مدل خطی یک سری زمانی فرضی به صورت زیر است:

^۱ -Linear Regression

^۲ -Mann-Kendall

^۳ -Sen's Estimator

^۴ -MatLab

$$\begin{aligned} \text{Serie}_x &= \alpha + \beta \text{Time} \\ \alpha &= \overline{\text{Serie}_x} - \beta \overline{\text{Time}} \end{aligned}$$

در اینجا: α عرض از مبدا و β شیب خط می باشد.
 آشکار است که مقدار مثبت و منفی برای β نشانگر افزایش و کاهش ارزش سری مزبور با زمان خواهد بود. برای $\beta = 0$ فرض وجود روند تأیید نمی گردد. مقدار β با فاصله اطمینان ۹۵ درصد از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$\hat{\beta} \pm t_{0.025} \frac{S}{S_x}$$

در اینجا S انحراف از میانگین و S_x برآورد کننده ناریبی از انحراف معیار می باشد که از روابط زیر حاصل می گردد؛

$$\begin{aligned} S &= \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i) / (n-2) \\ S_x &= \sum (x_i - \bar{x}) = \sum (x_i - n\bar{x}) \end{aligned}$$

در اینجا: $n-2$ درجه ی آزادی است.
 اگر حد بالا و پایین که به این ترتیب برای β بدست می آیند هر دو مثبت باشند، روند افزایشی و اگر هر دو منفی باشند، روند کاهشی در سری زمانی مزبور رد نمی گردد و چنانچه حد بالا و پایین نشانه های متفاوت داشته باشند، فرض وجود روند تأیید نمی گردد (قائدی و مسعودیان، ۱۳۸۶، ۱۶۷).

آزمون های ناپارامتریک

«تعیین نوع روند با Mann-Kendall test»

این تکنیک بر اساس آماره ی تاو کندال (τ) استوار است و بطور گسترده در آزمون روند مخالف غیرتصادفی بودن در سری های زمانی اقلیم شناسی مورد استفاده قرار گرفته است (Zhang et al. 2001). در این آزمون، فرض صفر (H_0) بیانگر عدم وجود روند در داده ها است. به عبارتی دیگر $(X_1, \dots, X_n)$ نمونه های از n متغیر مستقل هستند که دارای توزیع تصادفی می باشند (Yu et al. 1993). فرض مقابل (H_1)، به بیانگر وجود روند معنی دار در سری داده هاست و یک آزمون دو طرفه است که توزیع X_k و X_j را می سنجد و برای

همه‌ی k ها یکسان نبوده و شرط $j \leq n$ با $k \neq j$ برقرار است. بطور خلاصه، آماره این آزمون طی مراحل زیر محاسبه می‌گردد:

الف: محاسبه‌ی اختلاف بین دو جمله‌ی سری (محاسبه‌ی پارامتر S) و اعمال تابع علامت sgn

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_i - x_k)$$

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

(Hirsch and Slack 1984).

$$\text{Var}(S) = [n(n-1)(2n+5) - \sum_t t(t-1)(2t+5)] / 18$$

در اینجا: t اشاره به هر دو جفت دارای ارزش یکسان و $\sum_t$ اشاره به مجموع آنها دارد. برای تمامی موارد در جاییکه n بزرگتر از ۱۰ باشد، متغیر نرمال استاندارد z از طریق معادله زیر بدست می‌آید (Douglas et al. 2000):

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases}$$

در یک آزمون دو دامنه برای روند، فرض صفر در صورتی تأیید می‌گردد که شرط $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$ در سطح اطمینان α^1 برقرار باشد. بنابراین هر ارزش مثبت از S بیانگر روند افزایشی؛ و همچنین، هر ارزش منفی از S بیانگر روند کاهشی خواهد بود (Turgay P and Ercan K. 2006.7).

ب: تعیین شیب روند و معادله‌ی خط با Sen's estimator Test

در روش سنس اسیمیتور از تحلیل تفاوت بین مشاهدات یک سری زمانی بهره گرفته می‌شود. اساس این روش برای محاسبه‌ی یک شیب میانه برای سری زمانی و قضاوت کردن در مورد معنی داری شیب بدست آمده در سطوح اطمینان مختلف استوار است (رسولی و همکاران، ۱۳۸۹، ۲۱). مراحل انجام این آزمون به شرح زیر است:

¹ -level of significance (99% $z=2.58$ and 95% $z=1.96$)

۱- محاسبه ی شیب بین هر جفت از سری زمانی

$$Q_i = \frac{X_j - X_k}{j - k} \quad \text{for } i = 1, \dots, N$$

در اینجا: X_j و X_k ارزش های داده به ترتیب در زمان های j و k ($j > k$) می باشند. میانه ی این ارزش های N که از Q_i بدست می آید، شیب سنس استیمیتور می باشد. اگر N زوج باشد، آنگاه سنس استیمیتور بوسیله ی $Q_{med} = Q_{(N+1)/2}$ و اگر N فرد باشد از طریق $Q_{med} = [Q_{N/2} + Q_{(N+2)/2}] / 2$ محاسبه می گردد (Patral, T and Kahya. E 2006, 2018). در صورتی که ارزش Q_{med} مثبت باشد روند صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می شود.

۲- آزمودن شیب در فاصله ی اطمینان

مرحله ی بعد، آزمودن شیب در فاصله ی اطمینان دلخواه است. جهت انجام این آزمون از روابط زیر استفاده می گردد:

$$C_\alpha = Z_{1-\alpha/2} \cdot \sqrt{\text{var}(S)}$$

در اینجا: واریانس، همان واریانس محاسبه شده در آزمون من-کندال است و Z عبارت است از آماره ی توزیع نرمال استاندارد که در یک آزمون دو دامنه بسته به سطح اطمینان آزمون می تواند مقادیر متفاوتی به خود گیرد.

حدود اطمینان بالا و پایین (M_1 و M_2) نیز به کمک روابط زیر بدست می آیند:

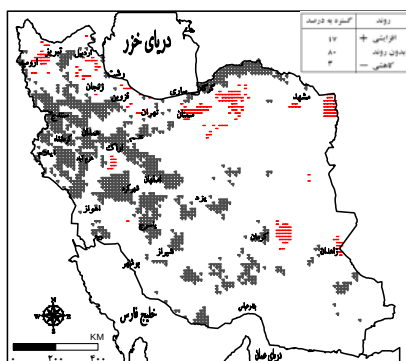
$$\begin{cases} M_1 = \frac{N' + C_\alpha}{2} \\ M_2 = \frac{N' - C_\alpha}{2} \end{cases}$$

در اینجا N' تعداد شیب های محاسبه شده در قسمت ۱ مراحل این آزمون می باشد. مرحله ی نهایی از این روش، آزمودن حدود اعتماد محاسبه شده می باشد. برای این منظور، M_1 آمین و M_{2+1} آمین شیب ها از بین شیب های محاسبه شده استخراج می شوند. در حالتی که عدد صفر در دامنه ی بین دو شیب استخراج شده ی فوق قرار داشته باشد؛ فرض صفر پذیرفته و عدم وجود روند در سری داده ها تأیید می گردد. در غیر این صورت، وجود روند در سطح اطمینان مورد آزمون تأیید می گردد (حجام و همکاران، ۱۳۸۷، ۱۶۱).

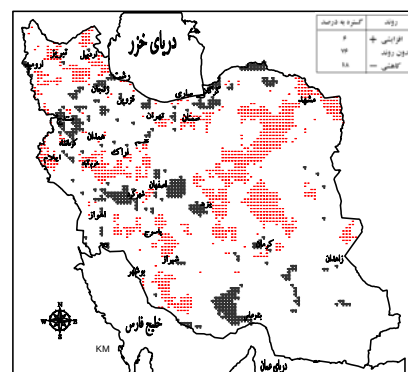
تجزیه و تحلیل نتایج

روند سهم سالانه‌ی دوام‌های ۱، ۲ و ۳ در تأمین بارش ایران

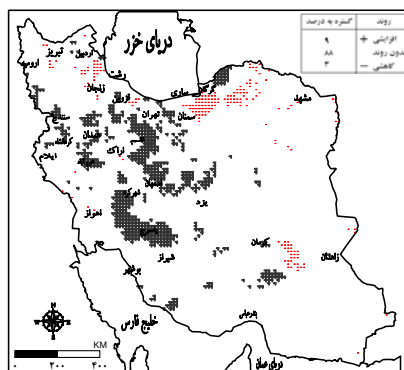
سهم دوام یک روزه در تأمین بارش ایران در جایگاه دوم قرار دارد و تقریباً با سهم دوام سه روزه یکسان است (جدول ۱). بررسی روند، آشکار می‌سازد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد سهم دوام یک روزه در ۱۸ درصد از گستره‌ی ایران کاهشی و در ۶ درصد افزایشی است (شکل ۳). این گستره‌های کاهشی، عمدتاً به صورت یکپارچه و معنی‌دار در پیرامون شمال شرق و شرق مرکز ایران قرار دارند. این گستره‌ها با گستره‌هایی که دارای روند کاهشی در سهم دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی هستند کاملاً هماهنگ می‌باشند (شکل ۶). یکپارچه‌ترین و معنی‌دارترین گستره‌ی کاهشی از لحاظ سهم دوام یک روزه در تأمین بارش در کرانه‌های شمال شرقی و شرق مرکز ایران قرار دارد. در این گستره‌ها روند سهم دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی نیز کاهشی بوده است. بنابراین کاهش روزهای بارشی این مناطق با کاهش بارش نیز همراه است. چنین شرایطی برای این مناطق بسیار نامطلوب است. زیرا سهم سایر دوام‌های تأمین‌کننده‌ی بارش و روزهای بارشی نیز در این مناطق روند افزایشی معنی‌داری را نشان نمی‌دهند. بنابراین کاهش روزهای بارشی و بارش این مناطق نمادی از تغییر اقلیم بارش این مناطق می‌باشد. گستره‌های کاهشی نیز در سهم دوام یک روزه در تأمین بارش نیمه‌ی غربی نیز مشاهده می‌گردد. برخلاف دوام یک روزه، سهم دوام دو و سه روزه در تأمین بارش ایران افزایشی است. در مناطقی که سهم دوام یک روزه کاهشی بود، سهم دوام دو و سه روزه فاقد روند می‌باشد. این به مفهوم کاهش مقدار بارش این مناطق می‌باشد. سهم دوام دو روزه در تأمین بارش ۱۷ درصد از گستره‌ی ایران افزایشی و ۳ درصد کاهشی است (شکل ۴). گستره‌های معنی‌دار از لحاظ افزایش سهم دوام دو روزه در تأمین بارش در راستای امتداد ناهمواری‌های زاگرس و باریکه‌ای مرزی شمال شرق قرار دارد. سهم دوام سه روزه نیز در ۹ درصد از گستره‌ی ایران افزایشی و در ۳ درصد کاهشی است (شکل ۵). مناطقی که با افزایش سهم دوام سه روزه در تأمین بارش مواجه‌اند، بیشتر در فلات داخلی ایران واقع شده‌اند. به نظر می‌آید، کاهش سهم دوام‌های یک روزه در تأمین بارش نیمه‌ی غربی ایران با افزایش سهم دوام‌های دو و سه روزه همراه است. این شرایط، بر خلاف نیمه‌ی شرقی ایران، می‌تواند یک تغییر خوشایند تلقی گردد.



شکل (۴) روند سهم دوام ۲ روزه در تأمین بارش ایران



شکل (۳) روند سهم دوام ۱ روزه در تأمین بارش ایران



شکل (۵) روند سهم دوام ۳ روزه در تأمین بارش ایران

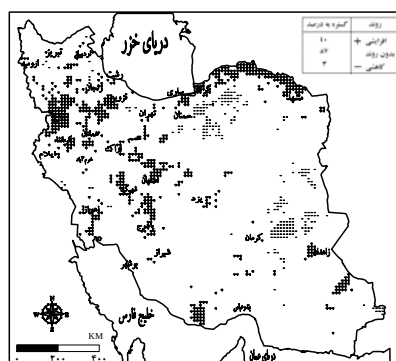
روند سهم سالانه ی دوام های ۱، ۲ و ۳ در تأمین روزهای بارشی

دوام یک روزه، بیش از نیمی از روزهای بارشی ایران را تأمین می کند (جدول ۱). سهم آن در ۲۷ درصد از گستره ی ایران، در تأمین روزهای بارشی ایران کاهش می باشد. این گستره ها، به صورت یکپارچه و معنی دار، عمدتاً در نواحی شرقی ایران قرار دارند. علاوه بر آن، سهم دوام یک روزه ی بارش در مناطقی واقع در غرب، شمال غرب و جنوب غرب نیز کاهش است. در مقابل، تنها در ۳ درصد از گستره ی ایران، سهم آن افزایشی است (شکل ۶). با توجه به اینکه، دوام یک روزه ی بارش، بیشینه ی روزهای بارشی ایران و بویژه نیمه ی شرقی آن (مرکز، جنوب شرق و شرق) را تأمین می نماید (نظری پور و همکاران، ۱۳۹۰، ۵۷) می توان بیان کرد از فراوانی

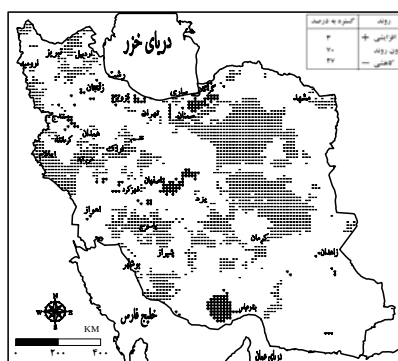
روزهای بارشی در کرانه های شرقی مرکز ایران کاسته شده است. با توجه به اینکه، این مناطق از فراوانی روزهای بارشی و بارش اندک و دوام های کوتاه مدت برخوردارند؛ کاهش سهم دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی این مناطق به عنوان یک تغییر در اقلیم روزهای بارشی ایران محسوب می گردد. به طور کلی، با توجه به اینکه بیشینه روزهای بارشی ایران به سبب دوام های یک روزه تأمین می گردد، می توان گفت فراوانی روزهای بارشی ایران در حال کاهش بوده که وزن و شیب این کاهش در نواحی کم بارش نیمه شرقی ایران محسوس تر است. دوام دو روزه، تأمین ۲۵ درصد از کل روزهای بارشی ایران را بر عهده دارد. سهم سالانه ی این دوام بارش، در تأمین روزهای بارشی ایران در ۱۰ درصد گستره ی ایران افزایشی و در ۳ درصد کاهش است (شکل ۷). بنابراین، برخلاف دوام یک روزه، سهم دوام دو روزه افزایشی است. گستره های افزایشی به صورت باریکه ای پیوسته در نوار مرزی شمال شرق ایران از مازندران تا مشهد مشاهده می گردد. در این باریکه، سهم دوام یک روزه فاقد روند بود که از دلایل آن، سهم اندک دوام یک در تأمین روزهای بارشی این مناطق در برابر مناطق مرکزی می باشد. در مناطقی در نیمه ی غربی ایران نیز سهم دوام دو روزه در تأمین روزهای بارشی افزایشی است. این مناطق عمدتاً در نزدیکی شهرهای سنندج، کرمانشاه، قزوین، اصفهان و شهرکرد قرار دارند. در این مناطق نیز سهم دوام یک روزه، عمدتاً فاقد روند بوده است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که در نیمه ی شرقی ایران، سهم دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی کاهش یافته است در صورتی که سهم دوام دو روزه افزایشی نبوده است. بنابراین کاهش روزهای بارشی این مناطق آشکار می گردد. اما در نیمه غربی ایران، شواهدی بر افزایش سهم دوام روزه در تأمین روزهای بارشی وجود دارد که می تواند به معنای تغییر دوام روزهای بارشی تلقی گردد.

با احتساب سهم دوام سه روزه در تأمین روزهای بارشی، ۹۰ درصد از کل روزهای بارشی ایران توجیه می گردد. سهم دوام سه روزه نیز همانند دوام دو روزه در تأمین روزهای بارشی ایران، افزایشی است (شکل ۸). موقعیت جغرافیایی گستره های افزایشی بیانگر عدم اطمینان به افزایشی بودن آن است. بنابراین، روند افزایشی در آن مناطق را می توان به احتساب ۵ درصد خطای آزمون گذاشت. درصد گستره ی بدون روند نیز در دوام های ۱، ۲ و ۳ روزه به ترتیب افزایشی است. با استناد به این که آرایش مکانی گستره های دارای روند یا نبودن روند، به طور شهودی می تواند بر این نکته دلالت کند که آیا روند بدست آمده قابل اعتماد است یا نه؟ می توان معنی داری روند کاهشی در سهم سالانه ی دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی ایران را با اطمینان بیشتری پذیرفت تا روند افزایشی در سهم دوام های دو و سه روزه در تأمین روزهای بارشی ایران. زیرا سهم دوام یک روزه در بیش از یک چهارم گستره ی ایران کاهشی بوده و

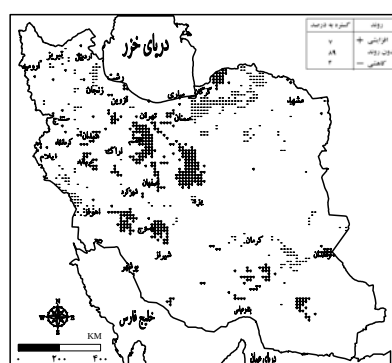
آرایش مکانی گستره های روند دار، یکپارچه تر می باشد. بنابراین بر مبنای اصل نزدیکی آرایش مکانی نقاط، نمی توان روند کاهشی این گستره های یکپارچه را با خطای آزمون تأیید نکرد.



شکل (۷) روند سهم دوام ۲ روزه در تأمین روزهای بارشی ایران



شکل (۶) روند سهم دوام ۱ روزه در تأمین روزهای بارشی ایران



شکل (۸) روند سهم دوام ۳ روزه در تأمین روزهای بارشی ایران

بررسی روند ماهانه سهم دوام های ۱، ۲ و ۳ روزه در تأمین بارش ایران

سری سهم ماهانه دوام های ۱، ۲ و ۳ روزه برای گستره ای ایران میانگین گیری شده و سری میانگین ایران برای هر دوام در هر ماه، مبنای آزمون روند قرار داده شده است. پس از آشکارسازی وجود روند در هر ماه، روند همان ماه در گستره ای ایران بررسی شده است. آزمون روند سری ماهانه سهم دوام یک روزه در تأمین بارش ایران در جدول (۲) آورده شده است. سهم دوام یک روزه در تأمین بارش ماه فروردین در سطح ۹۹ درصد اطمینان

کاهش می‌دهد. علاوه بر آن روند کاهشی ضعیفی نیز در ماه اردیبهشت مشاهده می‌گردد. بنابراین می‌توان گفت، سهم دوام یک روزه در تأمین بارش آغاز فصل بهار کاهش یافته است. از آنجا که سهم سایر دوام‌ها در این ماه‌ها افزایشی نیست می‌توان نتیجه گرفت که بارش هنگامی‌های آغازین فصل بهار کاهش یافته است. سهم دوام دو روزه در تأمین بارش گستره‌ی ایران در ماه‌های آذر، دی و بهمن افزایشی است (جدول ۳). روند افزایشی سهم دوام دو روزه در تأمین بارش ماه‌های آذر و دی در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد تأیید می‌باشد. سهم دوام سه روزه در تأمین بارش ماه‌های سال فاقد گرایش می‌باشد (جدول ۴). بطور کلی می‌توان بیان کرد که از مقدار بارش روزهای آغازین دوره‌ی گرم و روزهای پایانی دوره‌ی سرد کاسته شده است و بر مقدار بارش روزهای اوج دوره‌ی سرد افزوده شده است. بنابراین به نظر می‌آید، یک تمرکز زمانی در توزیع بارش ایجاد شده است.

از لحاظ مکانی، سهم دوام یک روزه در تأمین بارش گستره‌ی ایران در ماه فروردین، در راستای شمال غربی- جنوب شرقی و برخی مناطق در شرق ایران دارای آهنگ کاهشی است (شکل ۹). به طور کلی سهم این دوام در تأمین بارش ماه فروردین در ۱۰ درصد گستره‌ی ایران کاهش یافته است. بر سهم دوام ۲ و ۳ روزه در تأمین بارش این ماه افزوده نشده است. بنابراین می‌توان کاهش سهم دوام یک روزه در تأمین بارش ماه فروردین و اردیبهشت (شکل ۱۰) را با کاهش مقدار بارش هنگامی‌های آغازین دوره‌ی گرم سال ایران مرتبط دانست. در آن سو، سهم دوام دو روزه در تأمین بارش بهمن ماه در آرایش ناهموازی‌های زاگرس (در حوالی شهرهای سنندج، کرمانشاه، خرم‌آباد، اراک، شهرکرد، یاسوج و شیراز) افزایشی می‌باشد که ۸ درصد از گستره‌ی ایران را شامل می‌گردد (شکل ۱۱). این وضعیت برای تأمین بارش دی ماه و آذر ماه نیز همسان است (شکل‌های ۱۲ و ۱۳). بنابراین، تمرکز زمانی بارش ایران به اوج دوره‌ی سرد با افزایش سهم دوام ۲ روزه در تأمین آن مواجه است.

جدول (۲) روند ماهانه‌ی سهم دوام یک روزه در تأمین بارش ایران

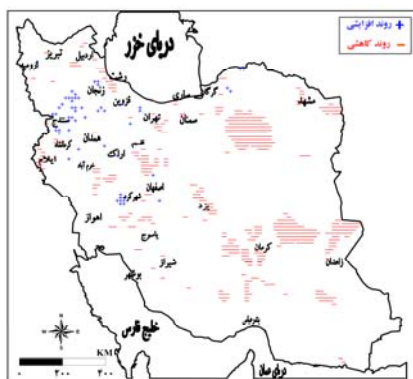
Time series	First year	Last Year	n	TestZ	Signific	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B	Bmin99	Bmax99	Bmin95	Bmax95
فروردین	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۲/۶۶	***	-۰/۰۳۹	-۰/۰۸۰	-۰/۰۰۱	-۰/۰۶۶	-۰/۰۰۸	۵/۷۲	۶/۴۴	۴/۸۸	۶/۱۵	۵/۰۱
اردیبهشت	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۱/۷۶	+	-۰/۰۲۸	-۰/۰۷۲	-۰/۰۱۳	-۰/۰۵۹	-۰/۰۰۳	۳/۹۰	۵/۲۵	۳/۰۸	۴/۸۹	۳/۲۶
خرداد	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۹۲		-۰/۰۰۸	-۰/۰۳۳	-۰/۰۱۹	-۰/۰۲۷	-۰/۰۱۱	۱/۶۵	۲/۱۶	۱/۱۳	۲/۰۴	۱/۳۲
تیر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۸۲		-۰/۰۰۶	-۰/۰۱۴	-۰/۰۲۲	-۰/۰۰۸	-۰/۰۱۷	۰/۸۵	۱/۲۲	۰/۵۰	۱/۰۷	۰/۶۴
مرداد	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۱/۰۷		۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۲۴	۰/۰۰۴	۰/۰۱۹	۰/۹۱	۱/۱۶	۰/۵۸	۱/۱۲	۰/۶۶
شهریور	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۰۶		-۰/۰۰۰	-۰/۰۱۷	-۰/۰۱۶	-۰/۰۱۲	-۰/۰۱۲	۰/۹۴	۱/۲۷	۰/۶۲	۱/۱۸	۰/۶۹
مهر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۰/۱۹		۰/۰۰۲	۰/۰۲۶	۰/۰۳۱	۰/۰۱۹	۰/۰۲۴	۱/۱۳	۲/۳۰	۰/۸۸	۱/۹۸	۰/۹۸
آبان	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۲۵		-۰/۰۰۴	۰/۰۴۹	۰/۰۳۹	-۰/۰۳۸	۰/۰۲۵	۲/۹۱	۳/۸۵	۱/۹۶	۳/۶۲	۲/۱۸
آذر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۰۴		-۰/۰۰۱	-۰/۰۵۰	-۰/۰۴۸	-۰/۰۳۷	-۰/۰۳۵	۳/۹۶	۴/۹۳	۳/۱۵	۴/۸۱	۳/۴۵
دی	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۵۴		-۰/۰۱۳	-۰/۰۷۵	-۰/۰۶۶	-۰/۰۶۲	-۰/۰۳۱	۵/۵۳	۶/۸۵	۴/۶۰۲۴۵	۶/۶۵۴۱	۴/۹۸۶۶۴
بهمن	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۷۵		-۰/۰۱۴	-۰/۰۶۶	-۰/۰۵۰	-۰/۰۵۰	-۰/۰۳۵	۶/۲۱۶۶	۷/۰۸۸	۴/۸۸۰۶۶	۶/۹۰۶۴	۴/۸۸۰۶۶
اسفند	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۹۶		-۰/۰۲۰	-۰/۰۷۸	-۰/۰۲۷	-۰/۰۵۸	-۰/۰۱۶	۵/۴۰۶۴	۶/۸۹۰۱۱	۴/۴۸۲۹۱	۶/۲۲۳۸	۵/۰۱

جدول (۳) روند ماهانه سهم دوام دو روزه در تأمین بارش ایران

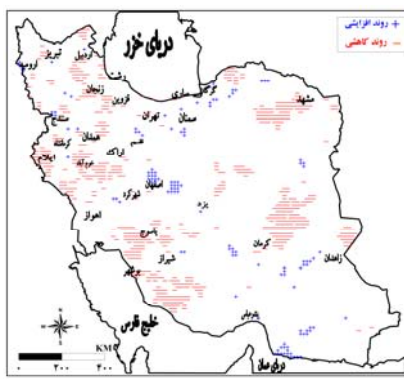
Time series	First year	Last Year	n	TestZ	Signific	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B	Bmin99	Bmax99	Bmin95	Bmax95
فروردین	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۲۱		-۰/۰۱۰	-۰/۰۹۴	-۰/۰۰۷	-۰/۰۸۰	-۰/۰۷۲	۶/۹۱	۸/۶۹	۵/۰۳	۸/۴۳	۵/۵۸
اردیبهشت	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۵۷		-۰/۰۱۶	-۰/۰۷۹	-۰/۰۴۷	-۰/۰۶۱	-۰/۰۲۹	۶/۲۲	۵/۸۱	۳/۲۷	۵/۳۵	۳/۴۲
خرداد	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۱۷		-۰/۰۰۱	-۰/۰۲۹	-۰/۰۳۳	-۰/۰۲۰	-۰/۰۲۴	۱/۴۶	۲/۰۱	-۰/۷۸	۱/۸۳	۱/۰۰
تیر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۷۵		-۰/۰۰۴	-۰/۰۱۳	-۰/۰۱۸	-۰/۰۰۸	-۰/۰۱۴	-۰/۵۰	-۰/۸۸	-۰/۱۹	-۰/۷۵	-۰/۳۱
مرداد	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۱/۲۶		-۰/۰۰۴	-۰/۰۰۷	-۰/۰۱۸	-۰/۰۰۴	-۰/۰۱۴	-۰/۵۹	-۰/۷۸	-۰/۲۹	-۰/۷۳	-۰/۳۸
شهریور	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۴۴		-۰/۰۰۳	-۰/۰۱۸	-۰/۰۱۲	-۰/۰۱۵	-۰/۰۰۸	-۰/۹۴	-۰/۳۴	-۰/۵۵	-۰/۱۵	-۰/۶۸
مهر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۵۹		-۰/۰۰۷	-۰/۰۳۰	-۰/۰۳۶	-۰/۰۲۰	-۰/۰۲۷	۱/۳۹	۲/۴۶	-۰/۷۸	۲/۰۹	-۰/۸۹
آبان	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۹۲		-۰/۰۲۴	-۰/۰۵۷	-۰/۰۹۵	-۰/۰۴۰	-۰/۰۷۶	۳/۳۹	۶/۴۴	۱/۷۲	۶/۰۸	۲/۳۴
آذر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۲/۲۴	*	-۰/۰۹۴	-۰/۰۱۸	-۰/۲۱۰	-۰/۰۱۵	-۰/۱۷۶	۳/۹۸	۶/۴۴	۲/۶۶	۵/۸۱	۳/۰۰
دی	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۲/۲۴	*	-۰/۰۹۴	-۰/۰۱۸	-۰/۳۱۰	-۰/۰۱۵	-۰/۱۷۶	۳/۹۸	۶/۴۴	۲/۶۶	۵/۸۱	۳/۰۰
بهمن	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۱/۷۶	-	-۰/۰۶۱	-۰/۰۴۳	-۰/۱۵۷	-۰/۰۰۹	-۰/۱۳۸	۶/۹۱۴۷	۹/۹۳۳۱۶	۴/۴۹۳۹۲	۹/۰۳۳	۴/۸۸۱۵۹
اسفند	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۸۴		-۰/۰۳۷	-۰/۰۶۸	-۰/۱۵۳	-۰/۰۴۴	-۰/۱۱۸	۶/۱۷۳۳۱	۹/۰۰۲۰۳	۴/۷۱۲۵۳	۸/۳۷۰۹	۵/۱۰۵۱۴

جدول (۴) روند ماهانه سهم دوام سه روزه در تأمین بارش ایران

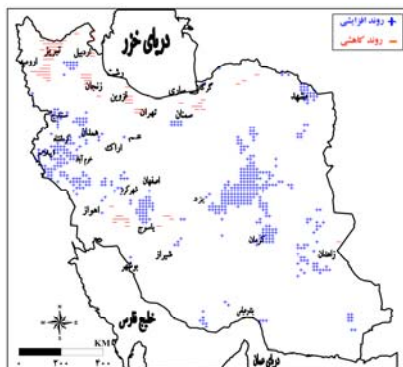
Time series	First year	Last Year	n	TestZ	Signific	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B	Bmin99	Bmax99	Bmin95	Bmax95
فروردین	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۵۴		-۰/۰۱۹	-۰/۰۷۶	-۰/۱۵۰	-۰/۰۵۰	-۰/۱۱۲	۵/۶۴	۷/۸۲	۳/۸۵	۷/۲۴	۶/۵۳
اردیبهشت	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۶۹		-۰/۰۱۸	-۰/۰۸۹	-۰/۰۴۱	-۰/۰۶۸	-۰/۰۳۱	۳/۸۴	۵/۵۹	۲/۷۳	۶/۹۶	۲/۹۴
خرداد	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۰۴		-۰/۰۰۱	-۰/۰۲۰	-۰/۰۲۳	-۰/۰۱۶	-۰/۰۱۷	-۰/۸۷	۱/۳۴	-۰/۴۲	۱/۲۶	-۰/۵۱
تیر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۱/۱۳		-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۷	-۰/۰۱۸	-۰/۰۰۴	-۰/۰۱۴	-۰/۲۶	-۰/۵۵	-۰/۰۸	-۰/۵۰	-۰/۱۴
مرداد	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۵۷		-۰/۰۰۲	-۰/۰۱۳	-۰/۰۱۰	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷	-۰/۶۰	-۰/۷۳	-۰/۲۷	-۰/۷۳	-۰/۳۷
شهریور	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۰۲		-۰/۰۰۰	-۰/۰۱۳	-۰/۰۱۱	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹	-۰/۶۴	-۰/۹۷	-۰/۴۰	-۰/۸۴	-۰/۴۶
مهر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۹۸		-۰/۰۱۵	-۰/۰۲۳	-۰/۰۴۴	-۰/۰۱۴	-۰/۰۳۸	۱/۰۴	۱/۹۹	-۰/۴۱	۱/۷۲	-۰/۴۹
آبان	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۹۴		-۰/۰۲۶	-۰/۰۴۶	-۰/۱۰۱	-۰/۰۳۱	-۰/۰۸۳	۲/۶۲	۶/۲۴	۱/۱۳	۳/۸۶	۱/۵۹
آذر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۱/۴۹		-۰/۰۵۵	-۰/۰۵۶	-۰/۱۸۱	-۰/۰۲۳	-۰/۱۵۴	۵/۰۸	۶/۷۸	۲/۴۳	۶/۳۷	۳/۰۱
دی	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۸۲		-۰/۰۵۱	-۰/۰۱۰	-۰/۲۲۰	-۰/۰۵۸	-۰/۱۶۷	۶/۹۳	۱۰/۳۱	۶/۱۴۸۸۹	۹/۴۸۱۴	۶/۷۲۲۰۵
بهمن	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۰۴		-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۶	-۰/۰۹۸	-۰/۰۷۶	-۰/۰۶۸	۶/۷۶۴۱	۹/۲۷۰۲۹	۴/۹۷۳۵۶	۸/۴۲۰۳	۵/۰۴۳۱
اسفند	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۱/۱۳		-۰/۰۵۴	-۰/۰۷۷	-۰/۱۹۸	-۰/۰۳۹	-۰/۱۵۴	۵/۱۴۶	۸/۴۴۸۰۳	۲/۴۷۶۶۶	۷/۷۸۴۶	۳/۵۰۴۳۶



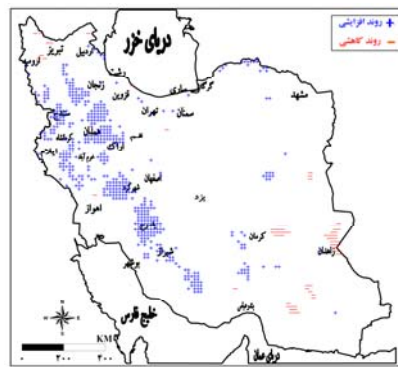
شکل (۱۰) روند سهم دوام ۱ روزه در تأمین بارش ماه اردیبهشت ایران



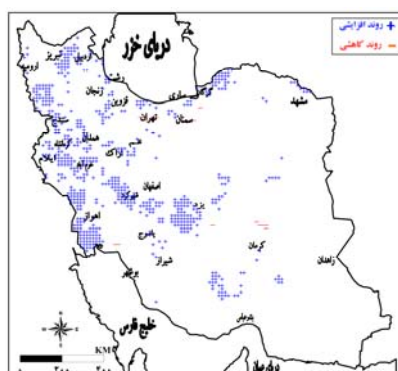
شکل (۹) روند سهم دوام ۱ روزه در تأمین بارش ماه فروردین ایران



شکل (۱۲) روند سهم دوام ۲ روزه در تأمین بارش ماه دی ایران



شکل (۱۱) روند سهم دوام ۲ روزه در تأمین بارش ماه بهمن ایران



شکل (۱۳) روند سهم دوام ۲ روزه در تأمین بارش ماه آذر ایران

بررسی روند ماهانه‌ی سهم دوام‌های ۱، ۲ و ۳ روزه در تأمین روزهای بارشی ایران

سهم دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی گستره‌ی ایران در ماه اریب‌هشت، فروردین و اسفند کاهش یافته است (جدول ۵). اطمینان قطعی در کاهش سهم دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی ایران در ماه فروردین وجود دارد. بنابراین می‌توان گفت سهم دوام‌های یک روزه در تأمین روزهای بارشی گستره‌ی ایران در ماه‌های پایانی دوره‌ی سرد و آغازین دوره‌ی گرم کاهش یافته است. از آنجا که در سایر ماه‌ها روند افزایشی مشاهده نمی‌گردد می‌توان گفت روزهای بارشی گستره‌ی ایران کاهش یافته است. زیرا، دوام یک روزه، بیش از نیمی از روزهای بارشی ایران را توجیه می‌کند. سهم دوام دو روزه در تأمین روزهای بارشی گستره‌ی

ایران در ماه آذر افزایشی (جدول ۶) و سهم دوام سه روزه فاقد روند است (جدول ۷). بنابراین، بنظر می آید روزهای بارشی ایران کاهش یافته و به دوره ی سرد سال متمرکز شده است. از آن طرف، دوام های دو روزه سهم افزایشی در تأمین روزهای بارشی در ماه آذر داشته اند.

سهم دوام یک روزه در ماه اردیبهشت در تأمین روزهای بارشی نیمه ی شرقی ایران کاهش یافته است (شکل ۱۴). این کاهش در سطح اطمینان ۹۵ درصد بوده است. اما در ماه فروردین، سهم دوام یک روزه علاوه بر مناطق شرقی در نیمه ی غربی و در آرایش ناهمواری های زاگرس نیز کاهش یافته است (شکل ۱۵). در ماه اسفند نیز کاهش سهم دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی این مناطق مشاهده می شود (شکل ۱۶). سهم دوام دو روزه در تأمین روزهای بارشی گستره ی ایران در ماه آذر افزایشی بوده که گستره های با روند افزایشی در نیمه ی شمال غربی واقع اند (شکل ۱۷).

جدول (۵) روند ماهانه ی سهم دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی ایران

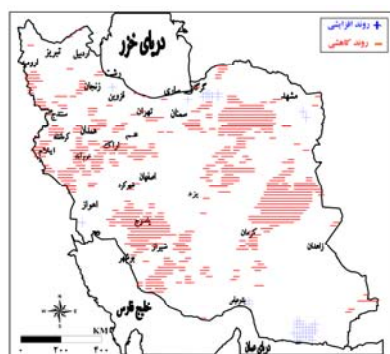
Time series	First year	Last Year	n	TestZ	Signific	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B	Bmin99	Bmax99	Bmin95	Bmax95
فروردین	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۳/۳۷	***	-۰/۰۱۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۰۴	-۰/۰۲۲	-۰/۰۰۷	۲/۱۰	۲/۲۷	۱/۹۰	۲/۲۱	۱/۹۶
اردیبهشت	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۲/۱۱	*	-۰/۰۱۱	-۰/۰۲۲	-۰/۰۰۲	-۰/۰۱۸	-۰/۰۰۱	۱/۵۸	۱/۸۵	۱/۳۶	۱/۷۳	۱/۴۱
خرداد	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۷۶		-۰/۰۰۳	-۰/۰۱۳	-۰/۰۰۹	-۰/۰۱۱	-۰/۰۰۶	-۰/۷۱	-۰/۹۱	-۰/۵۵	-۰/۸۶	-۰/۶۰
تیر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۱/۱۵		-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۷	-۰/۳۴	-۰/۴۸	-۰/۳۴	-۰/۴۴	-۰/۲۵
مرداد	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۸۸		-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۸	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۷	-۰/۴۰	-۰/۵۱	-۰/۳۸	-۰/۴۷	-۰/۳۲
شهریور	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۳۶		-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۳	-۰/۴۲	-۰/۵۳	-۰/۲۹	-۰/۵۲	-۰/۳۳
مهر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۴۰		-۰/۰۰۱	-۰/۰۱۳	-۰/۰۰۹	-۰/۰۱۰	-۰/۰۰۶	-۰/۵۳	-۰/۹۱	-۰/۳۷	-۰/۸۰	-۰/۴۷
آبان	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۹۸		-۰/۰۰۶	-۰/۰۲۰	-۰/۰۰۹	-۰/۰۱۶	-۰/۰۰۶	۱/۱۴	۱/۴۱	-۰/۷۹	۱/۳۶	-۰/۸۹
آذر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۶۳		-۰/۰۰۴	-۰/۰۱۷	-۰/۰۰۹	-۰/۰۱۳	-۰/۰۰۶	۱/۴۶	۱/۸۰	۱/۲۱	۱/۷۰	۱/۲۸
دی	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۱/۲۶		-۰/۰۰۷	-۰/۰۲۲	-۰/۰۰۸	-۰/۰۱۹	-۰/۰۰۴	۱/۸۸	۲/۱۴	۱/۶۱۰۷۵	۲/۰۴۱۱	۱/۷۱۱۱۴
بهمن	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۱/۳۶		-۰/۰۰۶	-۰/۰۱۹	-۰/۰۰۶	-۰/۰۱۵	-۰/۰۰۲	۱/۹۹۸۷	۲/۲۱۵۵۴	۱/۷۳۸۶	۲/۱۲۴۱	۱/۸۵۶۶۶
اسفند	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۲/۴۹	*	-۰/۰۱۲	-۰/۰۲۲	-۰/۰۰۰	-۰/۰۲۰	-۰/۰۰۲	۱/۹۴۰۱	۲/۱۹۹۸۶	۱/۷۶۲۷۱	۲/۱۴	۱/۸۳۳۷۱

جدول (۶) روند ماهانه ی سهم دوام دو روزه در تأمین روزهای بارشی ایران

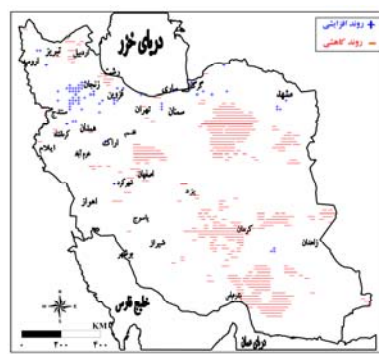
Time series	First year	Last Year	n	TestZ	Signific	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B	Bmin99	Bmax99	Bmin95	Bmax95
فروردین	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۱/۴۲		-۰/۰۰۹	-۰/۰۲۷	-۰/۰۱۱	-۰/۰۲۲	-۰/۰۰۵	۲/۰۰	۲/۲۴	۱/۵۱	۲/۱۵	۱/۶۹
اردیبهشت	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۴۲		-۰/۰۰۳	-۰/۰۱۸	-۰/۰۱۳	-۰/۰۱۴	-۰/۰۰۹	۱/۱۳	۱/۵۲	-۰/۸۷	۱/۳۸	-۰/۹۵
خرداد	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۳۶		-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۷	-۰/۰۱۰	-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۸	-۰/۳۸	-۰/۵۵	-۰/۲۶	-۰/۵۰	-۰/۲۹
تیر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۹۸		-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۵	-۰/۱۷	-۰/۲۹	-۰/۰۹	-۰/۲۵	-۰/۱۱
مرداد	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۱/۱۳		-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۴	-۰/۲۰	-۰/۲۵	-۰/۱۲	-۰/۲۳	-۰/۱۵
شهریور	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۷۶		-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۴	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۴	-۰/۰۰۲	-۰/۲۴	-۰/۳۰	-۰/۱۸	-۰/۲۹	-۰/۲۰
مهر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۸۴		-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۷	-۰/۳۲	-۰/۴۹	-۰/۱۹	-۰/۴۴	-۰/۲۲
آبان	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۰۸		-۰/۰۰۱	-۰/۰۱۵	-۰/۰۱۸	-۰/۰۱۲	-۰/۰۱۵	-۰/۸۳	-۰/۱۱	-۰/۴۹	-۰/۰۱	-۰/۵۴
آذر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۲/۰۶	*	-۰/۰۱۵	-۰/۰۰۴	-۰/۰۳۳	-۰/۰۰۱	-۰/۰۲۸	۱/۱۱	۱/۴۶	-۰/۸۲	۱/۳۷	-۰/۸۹
دی	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۷۷		-۰/۰۰۶	-۰/۰۱۹	-۰/۰۲۷	-۰/۰۱۲	-۰/۰۲۲	۱/۸۷	۲/۳۶	۱/۴۲۶۸۸	۲/۲۴۸۳	۱/۵۰۴۲۷
بهمن	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۱/۲۶		-۰/۰۰۸	-۰/۰۱۲	-۰/۰۲۵	-۰/۰۰۷	-۰/۰۲۳	۱/۸۱۴۳	۲/۲۰۸۸۲	۱/۳۲۹۷۴	۲/۱۳۲۷	۱/۴۲۱۴۶
اسفند	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۲۵		-۰/۰۰۲	-۰/۰۲۲	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۶	-۰/۰۱۴	۱/۹۳	۲/۳۷۵۳	۱/۴۹۳۲۲	۲/۲۳۳	۱/۶۰۵۹۶

جدول (۷) روند ماهانه‌ی سهم دوام سه روزه در تأمین روزهای بارشی ایران

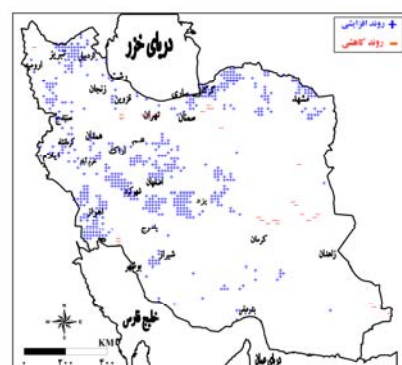
Time series	First year	Last Year	n	TestZ	Signific	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B	Bmin99	Bmax99	Bmin95	Bmax95
فروردین	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۷۷		-۰/۰۰۵	-۰/۰۲۳	+۰/۰۱۵	-۰/۰۱۸	+۰/۰۱۰	۱/۴۷	۱/۸۷	۱/۰۹	۱/۷۷	۱/۱۲
اردیبهشت	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۰۲		+۰/۰۰۰	-۰/۰۱۶	+۰/۰۱۱	-۰/۰۱۲	+۰/۰۰۹	۰/۸۳	۱/۲۶	۰/۵۸	۱/۱۶	۰/۶۲
خرداد	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۲۷		-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۶	+۰/۰۰۷	-۰/۰۰۵	+۰/۰۰۵	۰/۲۵	۰/۳۸	۰/۱۴	۰/۳۴	۰/۱۵
تیر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۱/۰۶		+۰/۰۰۱	-۰/۰۰۲	+۰/۰۰۴	-۰/۰۰۱	+۰/۰۰۳	۰/۱۰	۰/۱۶	۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۰۶
مرداد	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۵۴		+۰/۰۰۰	-۰/۰۰۳	+۰/۰۰۲	-۰/۰۰۲	+۰/۰۰۱	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۰۸	۰/۱۹	۰/۱۱
شهریور	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۴۴		+۰/۰۰۰	-۰/۰۰۲	+۰/۰۰۱	-۰/۰۰۲	+۰/۰۰۱	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۱۱
مهر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۰/۷۱		+۰/۰۰۲	-۰/۰۰۵	+۰/۰۰۹	-۰/۰۰۳	+۰/۰۰۷	۰/۲۳	۰/۳۹	۰/۰۷	۰/۳۶	۰/۱۰
آبان	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۰/۰۵		+۰/۰۰۰	-۰/۰۱۱	+۰/۰۱۵	-۰/۰۰۹	+۰/۰۱۲	۰/۶۱	۰/۸۲	۰/۳۱	۰/۷۷	۰/۴۰
آذر	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۱/۵۶		+۰/۰۰۹	-۰/۰۰۸	+۰/۰۳۵	-۰/۰۰۳	+۰/۰۳۱	۰/۸۶	۱/۱۸	۰/۵۷	۱/۰۴	۰/۶۷
دی	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۰/۲۱		+۰/۰۰۱	-۰/۰۲۳	+۰/۰۲۲	-۰/۰۱۵	+۰/۰۱۶	۱/۵۷	۲/۰۰	۱/۰۹۷۹	۱/۸۶۰۸	۱/۲۶۹۲۹
بهمن	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	-۰/۴۸		-۰/۰۰۴	-۰/۰۲۱	+۰/۰۱۲	-۰/۰۱۷	+۰/۰۰۸	۱/۴۶۹۳	۱/۸۸۷۸	۱/۱۹۷۳۲	۱/۷۶۶۴	۱/۲۹۵۸۶
اسفند	۱۳۴۰	۱۳۸۲	۴۲	۰/۵۴		+۰/۰۰۵	-۰/۰۱۹	+۰/۰۲۹	-۰/۰۱۲	+۰/۰۲۳	۱/۲۷۲۷	۱/۸۳۷۷	۰/۷۷۶۱۹	۱/۶۸۴۸	۰/۹۴۷۶۴



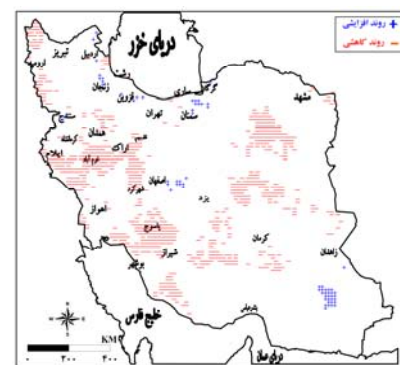
شکل (۱۵) روند سهم دوام ۳ روزه در تأمین روزهای بارشی ماه فروردین ایران



شکل (۱۴) روند سهم دوام ۳ روزه در تأمین روزهای بارشی ماه اردیبهشت ایران



شکل (۱۷) روند سهم دوام ۳ روزه در تأمین روزهای بارشی ماه آذر ایران



شکل (۱۶) روند سهم دوام ۳ روزه در تأمین روزهای بارشی ماه اسفند ایران

نتیجه گیری

روند سهم دوام های مهم روزانه‌ی بارش در تأمین روزهای بارشی و بارش ایران به کمک آزمون های پارامتری (رگرسیون خطی) و ناپارامتری (من-کندال و سنس استیمیتور) جهت آشکارسازی تغییرات احتمالی در مقیاس سالانه و ماهانه بررسی گردید. نتایج این بررسی شواهدی از تغییرات در اقلیم بارشی ایران را آشکار ساخت. سهم مهمترین دوام در تأمین روزهای بارشی گستره‌ی ایران (دوام یک روزه) در مقیاس سالانه کاهش بود. گستره‌های دارای روند کاهش سهم دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی، به صورت یکپارچه تر و معنی دارتر در نیمه‌ی شرقی واقع‌اند. این دوام، بیشینه روزهای بارشی ایران و بویژه نیمه‌ی شرقی آن را تأمین می نماید و کاهش سهم آن در تأمین روزهای بارشی این مناطق به مفهوم کاهش فراوانی روزهای بارشی این مناطق می باشد. می توان گفت فراوانی روزهای بارشی ایران در حال کاهش بوده که وزن و شیب این کاهش در نواحی کم بارش نیمه شرقی ایران محسوس‌تر است. سهم دوام یک روزه، در تأمین بارش ایران نیز کاهش می باشد. گستره‌های با روند کاهش سهم دوام یک روزه در تأمین بارش با گستره‌هایی که سهم دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی آنها کاهش می باشد؛ کاملاً هماهنگ است. بنابراین کاهش روزهای بارشی این مناطق با کاهش بارش آنها همراه است. زیرا سهم سایر دوام های تأمین کننده‌ی بارش و روزهای بارشی در این مناطق روند افزایشی معنی داری را نشان نمی دهند. بنابراین کاهش روزهای بارشی و بارش این مناطق نمادی از تغییر اقلیم بارش این مناطق می باشد. برخلاف دوام یک روزه، سهم دوام دو و سه روزه در تأمین روزهای بارشی ایران آهنگ افزایشی دارد. البته شایان ذکر است که مساحت گستره‌های فاقد روند از دوام یک روزه به سوی دوام سه روزه افزایشی است. آهنگ افزایشی مساحت گستره‌های بدون روند در دوام های مزبور به مفهوم کاهش اعتماد به روند موجود در دوام های ۳ و ۲ روزه نسبت به دوام یک روزه می باشد. بنابراین، می توان معنی داری روند کاهش در سهم سالانه‌ی دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی ایران را با اطمینان بیشتری پذیرفت تا روند افزایشی در سهم دوام های سه و دو روزه در تأمین روزهای بارشی ایران. زیرا سهم دوام یک روزه در بیش از یک چهارم گستره‌ی ایران کاهش یافته و آرایش مکانی گستره‌های روند دار، یکپارچه‌تر می باشد. بنابراین بر مبنای اصل نزدیکی آرایش مکانی نقاط، نمی توان روند کاهش این گستره های یکپارچه را با خطای آزمون تأیید نکرد. گستره‌هایی که با روند افزایشی در سهم دوام دو روزه روبه‌رو هستند، سهم دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی آنها فاقد روند بوده است. بنابراین کاهش سهم دوام یک روزه

در تأمین روزهای بارشی بویژه در نیمه‌ی شرقی با افزایش سهم دوام‌های دیگر جبران نشده است. اما در نیمه‌ی غربی ایران، شواهدی بر افزایش سهم دوام دو روزه در تأمین روزهای بارشی وجود دارد. سهم دوام دو و سه روزه در تأمین بارش ایران نیز افزایش است. مناطقی که با افزایش سهم دوام‌های دو و سه روزه در تأمین بارش مواجه‌اند، در راستای امتداد ناهموازی‌های زاگرس، باریکه‌ای مرزی شمال شرق و فلات داخلی ایران واقع شده‌اند. به نظر می‌آید، کاهش سهم دوام‌های یک روزه در تأمین بارش نیمه‌ی غربی ایران با افزایش سهم دوام‌های دو و سه روزه همراه است.

سهم دوام یک روزه در تأمین روزهای بارشی گستره‌ی ایران در ماه اریب‌هشت، فروردین و اسفند کاهشی، سهم دوام دو روزه در در ماه آذر افزایشی و سهم دوام سه روزه فاقد روند است. بنابراین می‌توان گفت سهم دوام‌های یک روزه در تأمین روزهای بارشی گستره‌ی ایران در ماه‌های پایانی دوره‌ی سرد و آغازین دوره‌ی گرم کاهش یافته است. از آنجا که در سایر ماه‌ها روند افزایشی مشاهده نمی‌گردد می‌توان گفت روزهای بارشی گستره‌ی ایران کاهش یافته است. بنابراین، بنظر می‌آید روزهای بارشی ایران کاهش یافته و به دوره‌ی سرد سال متمرکز شده است. از آن طرف، دوام‌های دو روزه سهم افزایشی در تأمین روزهای بارشی نیمه‌ی شمال غربی در ماه آذر داشته‌اند. سهم دوام یک روزه در تأمین بارش آغاز فصل بهار (فروردین و اردیبهشت) کاهش یافته است. از آنجا که سهم سایر دوام‌ها در این ماه‌ها افزایشی نیست می‌توان نتیجه گرفت که بارش هنگام‌های آغازین فصل بهار کاهش یافته است. سهم دوام دو روزه در تأمین بارش گستره‌ی ایران در ماه‌های آذر، دی و بهمن افزایشی و سهم دوام سه روزه در تأمین بارش ماه‌های سال فاقد گرایش می‌باشد. به طور کلی می‌توان بیان کرد که از مقدار بارش روزهای آغازین دوره‌ی گرم و روزهای پایانی دوره‌ی سرد کاسته شده است و بر مقدار بارش روزهای اوج دوره‌ی سرد افزوده شده است. بنابراین به نظر می‌آید، یک تمرکز زمانی در توزیع بارش ایجاد شده است. این تمرکز زمانی بارش ایران به اوج دوره‌ی سرد با افزایش سهم دوام ۲ روزه در تأمین آن همراه است.

تقدیر و تشکر

مقاله، مستخرج از طرح پژوهشی با حمایت مالی مرکز بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی بوده و بدین وسیله قدردانی می‌گردد.

منابع و مآخذ

۱. حجام، سهراب، شمس الدین وندی، رضا و خوشخو، یونس (۱۳۸۷) تحلیل روند تغییرات بارندگی های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش های ناپارامتری، پژوهش های جغرافیایی، شماره ی ۶۴، ۱۶۸-۱۵۷.
۲. رسولی، علی اکبر. ساری صراف، بهروز و محمدی، غلام حسن (۱۳۸۹) تحلیل روند وقوع پدیده اقلیمی گرد و غبار در غرب کشور در ۵۵ سال اخیر با استفاده از روش های آماری ناپارامتری، فصل نامه جغرافیایی طبیعی، سال سوم، شماره، ۲۸-۱۵.
۳. قائدی، سهراب، مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۶) بررسی روند رطوبت جو ایران در نیم سده ی گذشته، مجله پژوهش های علوم انسانی دانشگاه اصفهان، شماره ی ۶، ۱۷۳-۱۶۵.
۴. محمدی، بختیار (۱۳۹۰) تحلیل روند بارش سالانه ی ایران، مجله ی جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره ی پیاپی ۴۳، شماره ی ۳، پاییز ۱۳۹۰، ۱۰۶-۹۵.
۵. محمدی، حسین. مقبل، معصومه و رنجبر، فیروز (۱۳۸۹) مطالعه تغییرات بارش و دمای ایران با استفاده از مدل MAGICC SCENGEN، جغرافیا (فصلنامه انجمن جغرافیایی ایران) دوره ی جدید، سال هشتم، شماره ی ۲۵، ۱۴۲-۱۲۵.
۶. مدنی، حسن (۱۳۷۳) مبانی زمین آمار، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
۷. مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۴) شناسایی رژیم های بارش ایران به روش تحلیل خوشه ای، مجله پژوهش های جغرافیایی، شماره ی ۳۷، پیاپی ۵۲، ۵۹-۴۷.
۸. مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۸) نواحی بارشی ایران، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ی ۱۳، ۹۱-۷۹.
۹. مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۹۰) آب و هوای ایران، انتشارات شریعه توس، مشهد.
۱۰. مسعودیان، سید ابوالفضل، دارند، محمد و کاشکی، عبدالرضا (۱۳۸۹) بررسی روند روزهای بارشی ایران، چهارمین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، ۸۷-۹۷.
۱۱. مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۳) بررسی روند بارش ایران در نیم سده گذشته، جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره ۲، ۷۲-۶۳.
۱۲. نظری پور، حمید (۱۳۹۰) تحلیل همبستگی تداوم بارش ایران، پایان نامه ی دکتری اقلیم شناسی، استاد راهنما: خسروی، محمود و مسعودیان، سید ابوالفضل، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۱۳. نظری پور، حمید. خسروی، محمود و مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۹۰) **الگوهای فضایی اهمیت تداوم بارش ایران، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک**، سال اول، شماره ۳۳، ۵۷-۳۷.

Akinremi, O.O., McGinn, S.M., and Cutforth, H, W (1998) **Precipitation trend on the Canadian prairies**, *Journal of climate*, **12**: 2996-3003.

Alijani, B., Brien, J. O, and Yarnal, B (2008) **spatial analysis of precipitation intensity and concntration in Iran**, *Theoretical and Applied Climatology* **94**: 107-124.

Carlo, G., Xavier, G., (2010) **Spatial Statistics and Modeling**, Springer New York Dordrecht Heidelberg London. DOI 10.1007/978-0-387-92257-7.

Cıgızoglu HK, Bayazıt M, O' no'z B (2005) **Trends on the maximum, mean and low flows of Turkish rivers**. *Journal of Hydrometeorology* **6**:280-295.

Douglas EM, Vogel RM, Kroll CN. (2000) **Trends in floods and low flows in the United States: impact of spatial correlation**. *Journal of Hydrology* **240**: 90-105.

Hirsch RM, Slack JR. (1984) **A non-parametric trend test for seasonal data with serial dependence**. *Water Resources Research* **20**: 727-732.

Masoodian, S.A., (2003) **On Precipitation Mapping in Iran**, EGS-AGU-EUG joint Assembly, Nice, France, 6-11 April 2003. Available on www.ui.ac.ir/red/RCGSSS.

Paredes D., Trigo, R M., Garc'ia-Herrera, R., and Franco-Trigo, I (2006) **Understanding rainfall changes in Iberia in early spring: weather typing and storm-tracking approaches**, *J. Hydrometer.*, **7**, 101-113, 2006.

Partal, T.and Kahya, E (2006) **Trend analysis in Turkish precipitation data**, *Hydrol.Process* **20**, 20011-2026.

Sen, z,. (2009) ***Spatial Modeling Principles in Earth Sciences***, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, DOI 10.1007/978-1-4020-9672-3.

Turgay Partal and Ercan Kahya (2006) ***Trend analysis in Turkish precipitation data***, *Hydrol. Process.* 20, 2011–2026.

Yu YS, Zou S, Whittemore D (1993) ***Nonparametric trend analysis of water quality data of rivers in Kansas***. *Journal of Hydrology* 150: 61–80.

Zhai P-M.,Zhang X,. Wan H,. Pan X (2005) ***Trends in Total Precipitation and Frequency of Daily Precipitation Extremes over China***. *Journal of Climate* 18: 1096-1108.

Zhang X, Harvey KD, Hogg WD, Yuzyk TR (2001) ***Trends in Canada streamflow***. *Water Resources Research* 37: 987–998.

