

بررسی تغییرات فضایی سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی و مقدار بارش ایران

حمید نظری‌پور^{۱*}، سید ابوالفضل مسعودیان^۲ و زهرا کریمی^۳

^۱ استادیار، گروه محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، پژوهشگاه بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری

پیشرفته، کرمان، ایران

^۲ استاد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

(دریافت: ۹۰/۴/۱۴، پذیرش نهایی: ۹۰/۱۱/۱۱)

چکیده

ایران در کمربند خشک عرض میانه قرار گرفته که متوسط بارش آن ۲۵۰ میلی‌متر است و تغییرات زمانی و مکانی شدیدی دارد. رویدادهای بارشی با دوام کوتاه‌مدت یکی از مشخصه‌های مناطق خشک است که در ایران نیز ملموس است. هرچند بارش ایران دوامی بین ۱ تا ۴۵ روز دارد و دارای تغییرات زمانی مکانی شدیدی نیز هست اما بیشینه بارش و روزهای بارشی ایران، از بارش‌های کوتاه‌دوام تأمین می‌شود. بنابراین رخداد بارش‌های طولانی‌دوام یک رویداد فرین تلقی می‌شود که تغییرپذیری شدیدی دارد. بارش‌های با دوام یک تا هفت روزه تقریباً در کل گستره ایران و بارش‌های با دوام بزرگ‌تر فقط در برخی از قسمت‌های ایران رخ داده‌اند. با افزایش دوام بارش‌ها، نقش آنها در تأمین روزهای بارشی ایران، به شدت کاهش می‌یابد. برخلاف آن، افزایش دوام بارش‌ها، سبب کاهش تأمین بارش کل گستره ایران نمی‌شود. بارش‌های یک‌روزه، بیشینه روزهای بارشی کل ایران و بیشینه بارش بخش بزرگی از ایران را تشکیل می‌دهند و اهمیت چندانی در ایران ندارند. سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی و مقدار بارش ایران در گذر زمان دچار تغییراتی شده که برای ارزیابی این تغییرات از پایگاه داده بارش ایران استفاده شده است. نتایج ارزیابی تغییرات سالانه سهم آنها در تأمین روزهای بارشی و مقدار بارش ایران، نشان می‌دهد که در یک‌چهارم از گستره ایران از سهم آنها در تأمین روزهای بارشی کاسته شده و فقط در ۳ درصد از گستره ایران بر سهم آنها افزوده شده است. علاوه بر آن در یک‌پنجم از گستره ایران، سهم آنها در تأمین مقدار بارش ایران کاهش یافته و فقط در ۶ درصد از گستره ایران سهم آنها در تأمین بارش ایران افزوده شده است. از طرف دیگر، ارزیابی تغییرات ماهانه سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران، نشان می‌دهد که گستره روند منفی آنها در ماه‌های بارانی سال بزرگ‌تر از گستره روند مثبت آنها است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل روند، بارش، تداوم، ایران

An investigation of the spatial changes of one-day (24-Hour) precipitation in the supply of Iran precipitation days and amount

Nazari Pour, H.¹, Masoodian, S. A.² and Karimi, Z.³

¹Assistant Professor, Department of Environmental, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran

²Professor, Department of Physical Geography, Geographic Sciences and Planning Faculty, University of Isfahan, Isfahan, Iran

³M.Sc. Student of Climatology in Environmental Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

(Received: 05 Jul 2011, Accepted: 31 Jan 2012)

Abstract

In different regions, precipitation takes place with different persistencies and every persistency supplies a share of rainfall days and precipitation. Therefore, the importance of rainfall persistence could be evaluated in all places. Iran is located in Mid-Latitude of an arid region, in which the mean rainfall is 250 mm and it has dramatic tempo-spatial changes. Rainfalls with short persistence are of characteristics of arid regions and it is also tangible in Iran. However, Iran's rainfalls persistence ranges from 1 to 45 days and have dramatic tempo-spatial changes, but the maximum amount and days of rainfalls are supplied by rainfalls with short persistency. So, the phenomenon of rainfalls with long persistency is considered as an extreme event which has extreme variability. As the persistence of precipitations increases, their role in generating Iran's rainfall days decreases severely in such a way that the maximum rainfall days of Iran is supplied by one-day rainfalls. However, the share of one-day rainfalls in the supply of precipitation days of Iran's Western half is more accentuated. In contrast, the increase in the persistence of rainfalls does not have an identical role in decreasing the supply of Iran's precipitation. As the persistence of precipitations increases, the share of precipitation in the Central and Southwestern Iran decrease severely, but in Western and Northern Iran, vice versa is the case. In some heavy precipitation regions of Iran's Western half, the decrease of precipitation persistence is associated with the decrease of the share of precipitation supply and in other regions; the decrease of the share of precipitation supply is gradual. Therefore, in every space, some of the persistent rainfalls supply the great share of precipitation days and precipitation amount and are considered important. However, it is possible that this precipitation persistency do not have such importance in those areas. Every kind of variability and change in the role of precipitation persistence in every space will be considerable. Spatial changes of one-day precipitation's share in the supply of Iran's precipitation days and precipitation amount could be evaluated from this angle.

To evaluate the changes in one-day precipitation' share in the supply of precipitation days and precipitation amount, the daily observations of precipitations in 1437 stations of throughout Iran was used. Drawing upon Kriging method, the observations of the stations were generalized in a regular network by 15*15 km dimensions and Iran's isothermal digital maps were developed from 1961/03/21 till 2004/12/30. These digital maps include daily time series (15991 days) of precipitation amount for 7187 cells. Precipitation persistence in the time series of every cell was evaluated and in addition to that, their share in the supply of precipitation days and precipitation amount of each cell were also calculated. Then, the most important persistence of Iran's precipitations (one-day persistence) was identified and their importance was investigated. Yearly and monthly time series of one-day precipitation' share in the supply of precipitation days and precipitation amount were entered in a trend analysis for evaluating and understanding its changes and its results were considered.

In spatial analyses including identification of climatologically variables trend, more confident way is that firstly, spatial interpolation is done; then, an appropriate trend test is performed on the data on the nodes. The results obtained from such analyses not only enjoy higher degree of spatial attribution, but based on closeness principle, spatial order of points themselves provide intuitional reason for accepting or rejecting trend analysis. One-day precipitations supply more share of Iran's precipitation days compared to remaining precipitation persistencies in such a manner that it may be noted that in all regions of Iran, the frequency of one-day precipitations is maximum compared to remaining precipitation persistence. In contrast, Iran's precipitation is provided by different persistencies and the share of one-day precipitations in precipitation supply is

maximum only in Western half (Central and Southeastern parts). However, although one-day precipitations do not have much importance throughout Iran, the degree of their importance in Eastern half is maximum compared to Western half. The share of on-day precipitations in the supply of Iran's precipitation days and precipitation amount has changed with time.

The results of yearly changes of share of on-day precipitations in the supply of Iran's precipitation days and precipitation amount indicate that their share in the supply of precipitation days decreases in one quarter of Iran's area and only in 3% of Iran's area, their share increases. Given that Western and Central Iran's maximum precipitation days are provided by one-day precipitations, precipitation days of Eastern Iran have decreased. In addition, their share in the supply of precipitation days decreases in 1/5 of Iran's area and only in 6% of Iran's area, their share has increased. On the other hand, Given that Central Iran's maximum precipitation days are provided by one-day precipitations, their share in the supply of precipitation days has decreased; just in discrete regions and along with Zagros and Alborz unevennesses, their share increases.

The results of yearly changes of share of one-day precipitations in the supply of Iran's precipitation indicate that their negative trend in all rainfall months is greater than their positive trend. Looking more generally into the share of monthly changes of one-day precipitations in the supply of Iran's precipitation, the aspects of Iran's precipitation concentration becomes evident, especially in Eastern and Central Iran.

Key words: Trend Analysis, One-day Precipitations, Persistency, Iran

۱ مقدمه

بخش‌های آن مقدار بارش به کمتر از ۵۰ میلی‌متر می‌رسد (علیجانی و همکاران، ۲۰۰۸).

در ایران پنج ناحیه بارشی با فصول تقریباً متمایز وجود دارد که در این نواحی حداقل دو و حداکثر سه فصل بارشی قابل تفکیک است (مسعودیان و عطایی، ۱۳۸۳). براساس بارش سالانه، در ایران هشت ناحیه همگن بارشی وجود دارد که تأثیر نزدیکی به دریا، اثرپذیری از ارتفاعات و تأثیر عرض جغرافیایی را به خوبی نشان می‌دهند (مدرس، ۱۳۸۶). از طرف دیگر، سه رژیم اصلی و دوازده رژیم فرعی بارش در ایران وجود دارد که آرایش مکانی آنها بیشتر تابعی از عرض جغرافیایی است (مسعودیان، ۱۳۸۴). برحسب مقدار و زمان دریافت بارش در ایران، هشت ناحیه بارشی متمایز وجود دارد. آرایش جغرافیایی این نواحی نشان می‌دهد که هرچند مقدار بارش تا اندازه‌ای به ناهمواری‌ها وابسته است اما زمان دریافت بارش بیشتر آرایش مداری دارد و به پس‌روی و پیش‌روی

میانگین سالانه بارش در ایران نزدیک به ۲۶۰ میلی‌متر است که بیش از ۶۰ درصد گستره ایران کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر بارش دریافت می‌کنند و فقط بارش ۴ درصد از گستره آن بیش از ۶۰۰ میلی‌متر است (مسعودیان، ۱۳۹۰). علاوه بر تفاوت‌های مکانی، با توجه به اینکه ایران در منطقه‌ای خشک واقع شده است، تغییرات زمانی بارش نیز در آن بسیار زیاد است (مسعودیان، ۱۳۹۰). ناهمواری‌های پیوسته و پُرتافت ایران مانند زاگرس و البرز علاوه بر اینکه از ورود رطوبت به داخل ایران جلوگیری می‌کنند، سبب تغییرات مکانی بارش سالانه ایران نیز می‌شوند. بنابراین بیشینه بارش سالانه در شمال ایران به سواحل جنوب غربی دریای خزر و در شمال غرب و غرب به دامنه‌های غربی و جنوبی زاگرس محدود می‌شود، درحالی‌که بیشتر بخش‌های داخلی ایران، بارش کمتری دریافت می‌کنند. بیش از نیمی از گستره ایران کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر بارش دریافت می‌کنند که در برخی از

سامانه‌های همدید وابسته است (مسعودیان، ۱۳۸۸).

تغییرات زمانی و مکانی بارش ایران در دهه‌های اخیر شدید بوده و حدود نیمی از مساحت ایران در معرض تغییرات بارش قرار گرفته است. این تغییرات عمدتاً در نواحی کوهستانی و نیز نیمه غربی رخدادهای بیشتری داشته‌اند و عموماً نواحی با بارندگی بیشتر، دچار تغییرات بیشتری نیز بوده‌اند (عساکره، ۱۳۸۶). بررسی روند ماهانه بارش ایران نشان داده که مقدار بارش ایران در بیشتر مناطق فاقد روند بوده است. در عین حال، بارش کرانه‌های خزر در طی نیم سده گذشته عموماً رو به کاهش بوده است. این روند کاهشی به‌ویژه در ماه سپتامبر آشکارتر بوده است. در مقابل مقدار بارش نواحی شرقی، جنوبی و میانی کشور در برخی ماه‌ها روند افزایشی داشته است. قوی‌ترین و گسترده‌ترین روند افزایشی در ماه مارس وجود داشته است. همچنین آشکار شده است که بارش ایران طی نیم سده گذشته (۱۹۵۱-۱۹۹۹) حدود نیم میلی‌متر در سال افزایش داشته است (مسعودیان، ۱۳۸۳). اگر میانگین بارش ایران را حدود ۲۵۰ میلی‌متر در نظر بگیریم، چنین معلوم است که بارش کشور در طی نیم سده گذشته حدود ۱۰ درصد افزایش یافته است. از طرف دیگر بررسی روند ماهانه تعداد روزهای بارانی ایران در طول دوره مورد بررسی، کاهشی بوده است (مسعودیان و همکاران، ۱۳۸۹).

بارش در مکان‌های گوناگون، با تداوم‌های متفاوت رخ می‌دهد. هر تداوم بارش، سهمی از روزهای بارشی و مقدار بارش هر مکان (نقطه یا پهنه) را تأمین می‌کند. از این لحاظ میزان اهمیت تداوم‌های بارش در هر مکان قابل ارزیابی است. تنوع منشا بارش در نقاط گوناگون ایران و تغییرات زمانی و مکانی سازوکارهای باران‌زای ایران به همراه شرایطی نظیر ناهمواری‌ها، عرض جغرافیایی، دوری و نزدیکی به منابع رطوبت و مانند آن سبب می‌شود تا رفتارهای بارش، مانند شدت، تداوم و نظیر آن نیز دارای

تغییرات زمانی و مکانی باشند. در هر مکان، برخی از تداوم‌ها سهم عمده‌ای از روزهای بارشی و بارش را تأمین می‌کنند و مهم تلقی می‌شوند. بنابراین، هرگونه نوسان و تغییر نقش آنها قابل تأمل خواهد بود.

تحلیل روند بارش موضوع تحقیقات بی‌شماری در سراسر جهان بوده است. روند بارش با استفاده از داده‌های ۳۷ پیمون‌گاه در بازه زمانی ۱۹۲۱-۱۹۹۵ در چمنزارهای کانادا بررسی شده و نتایج آن افزایش معنی‌دار (۶۲/۰ میلی‌متر) را نشان داده است (آکینیمی و همکاران، ۱۹۹۸). تحلیل روند بارش سالانه و فصلی نیز نشان از افزایش مقدار بارش داشته است (هاسین بوئر و فورلند، ۱۹۹۸). مقدار بارش سالانه طی قرن بیستم در شمال غرب اقیانوس آرام ۱۳ تا ۳۸ درصد بیشتر از میانگین جهانی بوده است (موت، ۲۰۰۳). تغییرات بارش روزانه در منطقه نیمه‌خشک مناطق شمالی چین با استفاده از داده‌های ۳۰ پیمون‌گاه در بازه زمانی ۱۹۵۶-۲۰۰۰ نیز بررسی شده است. نتایج این بررسی نشان داده است که در مقایسه با دهه ۱۹۵۰ تعداد روزهای بارانی در دهه ۱۹۹۰ حدود ۸ روز کاهش یافته و علاوه بر آن فراوانی روزهای بارشی کم‌مقدار نیز به سود روزهای بارشی شدیدتر کاهش داشته است (گونگ و همکاران، ۲۰۰۴). بررسی تغییرات روند بلندمدت بارش در ژاپن نشان داده است که بارش‌های بیش از ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌متر رو به افزایش بوده و بارش‌های کمتر از ۱ تا ۱۰ میلی‌متر روند کاهشی داشته است. علاوه بر آن تمرکز بارش ژاپن در قرن اخیر بیشتر نیز شده است (فوجیبی، ۲۰۰۸). روند بارش در دوره ۱۹۴۱-۲۰۰۰ با استفاده از داده‌های ۱۰۷ پیمون‌گاه پرتغال به کمک روش‌های ناپارامتریک از جمله آزمون روند مان-کندل (Mann-Kendall) بررسی شده است. نتایج این بررسی یک الگوی فضایی از تغییر سامان‌مند بارش سالانه در بخش‌های جنوبی پرتغال را نشان داده است که از نظر آماری چندان قابل اعتماد نیست. نتایج

وجود دارد و علاوه بر آن در فصل‌های متفاوت سال نیز سامانه‌های باران‌زای متفاوتی در بخش‌های گوناگون ایران فعال‌اند. به‌همین دلیل دستیابی به نتایج قابل قبول در زمینه بررسی روند بارش، نیازمند گزینش درجه تفکیک زمانی و مکانی مناسبی است تا بدون درهم آمیختن الگوهای متفاوت مکانی و زمانی، روشن سازد که در چه زمانی و در کدام نقاط از ایران با یک درجه اطمینان معین، بارش دارای روند است (مسعودیان، ۱۳۸۳).

بنابراین، تعمیم نتایج حاصل از بررسی‌هایی که مبنای تحلیل روند در آنها داده‌های پیمون‌گاه‌ها است به قلمروهایی که پیمون‌گاه‌ها در آنها واقع شده‌اند، منطقی به‌نظر نمی‌رسد. در واقع، همواره وقتی برای آزمون روند متغیرهای اقلیمی مانند بارش از داده‌های ثبت شده پیمون‌گاه‌ها استفاده می‌شود، این خطر وجود دارد که نسبت یک روند برای یک پیمون‌گاه چندان واقعی نباشد. مثلاً اگر فرض شود که فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای β نشان‌دهنده روند باشد، اگر شامل صفر نباشد، و نشان‌دهنده نبود روند باشد اگر شامل صفر باشد، باز همچنان این تردید وجود دارد که در مورد یک پیمون‌گاه معین، داوری درباره روند در حوضه آن ۹۵ درصد درست قرار دارد یا در حوضه آن ۵ درصد خطا. اما اگر فرض شود که همین آزمون روند برای صد نقطه همسایه نشان دهد که در هر صد نقطه یک روند افزایشی با ۹۵ درصد اطمینان رد نمی‌شود، آن‌گاه به‌طور شهودی اطمینان به اینکه روندهای به‌دست آمده واقعیت خارجی داشته باشند، افزایش می‌یابد. بنابراین از طریق تحلیل روند بارش تعدادی پیمون‌گاه نمی‌توان داوری قابل اعتمادی درباره روند یا نبود آن در سری زمانی بارش یک گستره داشت؛ همان‌طور که میانگین بارش تعدادی پیمون‌گاه (هرچند زیاد) نمی‌تواند نماینده قابل اعتمادی از میانگین بارش یک گستره باشد.

بر این پایه، به‌نظر می‌رسد که آشکارسازی روند در

تجزیه و تحلیل روند فصلی بارش نیز نشان از افزایش بارش فصل پاییز (میانه پاییز)، کاهش بارش فصل زمستان و افزایش بارش آغاز فصل بهار نسبت به پایان آن داشته است (ایزابیل و همکاران، ۲۰۰۵).

روند تغییرات بارندگی‌های سالانه، فصلی و ماهانه پنج پیمون‌گاه قدیمی ایران در طی یک قرن گذشته (۱۱۶ سال) بررسی شده و نتایج آن نشان داده است که در مقیاس ماهانه، حالت‌هایی که بتواند وجود روند یا تغییر اقلیم بارندگی را مستند سازد، بسیار نامحدود و برای نتیجه‌گیری ناکافی بوده و آزمون‌های مقیاس سالانه نیز روند تغییر اقلیم در بارش را تأیید نکرده‌اند (خلیلی و بذرافشان، ۱۳۸۳). سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش ایران در طی دوره ۱۹۶۰-۲۰۰۱ با استفاده از داده‌های ۳۸ پیمون‌گاه بررسی شده است. نتایج این بررسی نشان داده است که اغلب پیمون‌گاه‌های واقع در منطقه غرب و شمال غرب، دارای روند بارش سالانه کاهش و بیشتر پیمون‌گاه‌های واقع در نواحی جنوبی و مرکزی ایران دارای روند افزایشی بوده‌اند. روند بارش فصل زمستان در اغلب پیمون‌گاه‌ها شبیه روند سالانه در فصل بهار کاهش و در فصل پاییز افزایشی بوده است (کتیرایی و همکاران، ۱۳۸۶). روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه ۴۸ پیمون‌گاه در حوضه ایران مرکزی با استفاده از روش‌های پارامتری ارزیابی شده است. نتایج این پژوهش، روند خاصی را در بارندگی‌های فصلی و سالانه منطقه نشان نداده است (حجام و همکاران، ۱۳۸۷).

روند بارش سالانه در مناطق نیمه‌خشک و خشک ایران برای آشکارسازی تغییرپذیری اقلیم با روش‌های پارامتری ارزیابی شده است. این ارزیابی که روی سری زمانی (۳۶ سال) بارش سالانه ۷۹ پیمون‌گاه صورت گرفته است، نشانگر نبود شواهدی از تغییر اقلیم در منطقه مورد بررسی بوده است (رضیئی و همکاران، ۲۰۰۵).

در مناطق گوناگون ایران چندین منشأ متفاوت بارش

است که این داورى در حوضه ۹۵ درصد اطمینان رد نمی‌شود و در حوضه ۵ درصد خطای آزمون تأیید نمی‌شود.

بر این اساس به نظر می‌رسد که در تحلیل‌های مکانی و از جمله برای شناسایی روند متغیرهای اقلیمی راه اطمینان‌بخش‌تر آن است که نخست به میان‌یابی مکانی پرداخته شود و سپس آزمون روند مناسبی روی داده‌های روی گره‌ها صورت گیرد. نتایج این‌گونه تحلیل‌ها، هم درجه انتساب مکانی بالاتری خواهد داشت و هم بر مبنای اصل نزدیکی آرایش مکانی نقاط خود دلیلی شهودی برای تأیید یا رد نتایج آزمون روند فراهم خواهد کرد.

۲ داده‌ها و روش‌شناسی

برای شناسایی تداوم‌های بارش ایران و رفتار زمانی- مکانی آنها از پایگاه داده بارش ایران استفاده شده است. این پایگاه داده در انجمن ایرانی اقلیم‌شناسی موجود است. در این پایگاه داده مشاهدات روزانه بارش ۱۴۳۷ پیمون‌گاه ایران (شکل ۱) در بازه زمانی ۱۳۴۰/۰۱/۰۱ تا ۱۳۸۳/۱۰/۱۱ موجود است. برای درک رفتار و ویژگی‌های هر متغیر اقلیمی روی یک پهنه، تعمیم مشاهدات پیمون‌گاه‌ها به پهنه با استفاده از روش‌های میان‌یابی، امری مرسوم است. بنابراین با استفاده از این پایگاه، داده نقشه‌های رقومی همبارش ایران از ۱۳۴۰/۰۱/۰۱ تا ۱۳۸۳/۱۱/۱۰ به مدت ۱۵۹۹۲ روز، در شبکه‌ای منظم به ابعاد ۱۵*۱۵ کیلومتر (۷۱۸۷ یاخته)، به روش کریکینگ میان‌یابی شده‌اند (شکل ۲). مبنای محاسبات تداوم‌های بارش ایران و بررسی رفتارهای زمانی- مکانی آنها، داده‌های حاصل از فرایند میان‌یابی است. این پایگاه داده امکان استخراج اطلاعاتی را فراهم می‌آورد که برای شناسایی تداوم‌های بارش و رفتارهای زمانی- مکانی آنها مهم هستند. برخی از این مزایا که در بررسی تداوم‌های بارش مورد استفاده قرار گرفته‌اند،

سری‌های زمانی اقلیمی، فرایندی است که در آن میان‌یابی، مقدم بر آزمون روند است. در این فرایند نخست داده‌های بارش ثبت شده در پیمون‌گاه‌ها با یک روش میان‌یابی مناسب به برآوردهایی روی گره‌های یک شبکه که اندازه یاخته‌های آن بر مبنای شناختی که از رفتار مکانی بارش داریم تعیین شده باشد تبدیل و این عمل برای همه برش‌های زمانی موردنظر تکرار می‌شود. به این ترتیب سری زمانی بارش پیمون‌گاه‌ها به سری زمانی بارش گره‌ها تبدیل می‌شود و آزمون روند روی این سری‌های جدید صورت می‌گیرد. چون موقعیت جغرافیایی هر گره روی زمین مشخص است، روشن می‌شود که در یک فاصله اطمینان معین، کدام نقاط، فرض وجود روند را رد نمی‌کنند و در کدام نقاط، فرض وجود روند را نمی‌توان تأیید کرد. در این صورت آرایش مکانی نقاط دارای روند یا بدون روند به‌طور شهودی می‌تواند بر این نکته دلالت کند که آیا روند به‌دست آمده قابل‌اعتماد هست یا خیر. برای نمونه تحلیل روند درصد تأمین روزهای بارشی ایران با بارش‌های یک‌روزه که بر پایه این نظریه به‌دست آمده است، آرایش‌های مکانی متفاوت را نشان می‌دهد. در جنوب شرق ایران چند نقطه پراکنده با روند افزایشی آشکار شده است در حالی که در بیشتر گستره ایران به‌ویژه در نیمه شرقی، تعداد بی شماری از گره‌های همسایه وجود دارند که روند کاهشی را رد نمی‌کنند و از اجتماع آنها یک گستره به‌وجود آمده است. در این صورت به‌طور شهودی نیز می‌توان نتیجه گرفت که مشاهده چند نقطه با روند افزایشی در جنوب شرق ایران ناشی از تأیید فرض وجود روند افزایشی در حالتی است که واقعاً روند افزایشی وجود نداشته است. بنابراین وجود روند افزایشی در این نقاط را بیشتر باید به حساب ۵ درصد خطای آزمون گذاشت. در حالی که بر گستره شرقی ایران اجتماعی از نقاط در کنار یکدیگر که همگی فرض وجود روند کاهشی را رد نکرده‌اند به‌طور شهودی دال بر این

میان‌یابی این مقادیر روی یاخته‌هایی به ابعاد ۱۵*۱۵ کیلومتر، سبب ایجاد مقادیر بسیار کوچک در یاخته‌ها می‌شود و این خطا، طول تداوم‌های بارش یاخته‌ها را به‌طور غیرواقعی افزایش می‌دهد. برای اجتناب از این مشکل، روز بارانی در داده‌های میان‌یابی شده به روزی اطلاق شده است که مقدار بارش در آن روز مساوی یا بیشتر از ۰/۵ میلی‌متر ($\geq 0.5mm$) باشد. این امر، خطای حاصل از فرایند میان‌یابی را کم‌رنگ می‌کند. تداوم بارش در هر یاخته به تعداد روزهای متوالی بارشی گفته می‌شود که مقدار بارش هر روز مساوی یا بیشتر از ۰/۵ میلی‌متر باشد. براساس این شرط، تداوم‌های بارش ایران برآورد شده است. بارش ایران دارای دوامی بین ۱ تا ۴۵ روز است که از تغییرات زمانی- مکانی شدید برخوردار است. گستره هر تداوم بارش ایران از طریق رابطه ۱ برآورد شده است (نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۰):

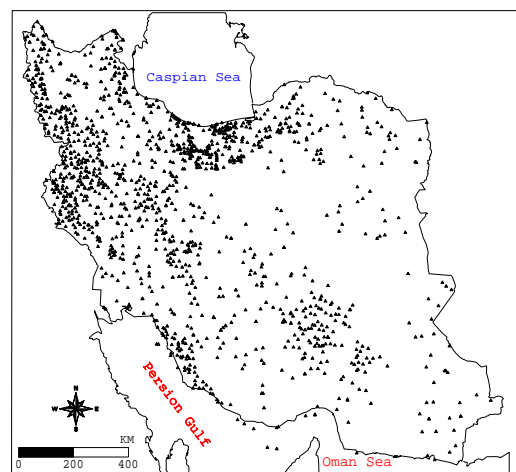
$$AP_i = \frac{\sum_{j=1}^n P_j}{N} \times 100 \quad (1)$$

$$i=1,2,3,\dots,45 \quad j=1,2,3,\dots,7187$$

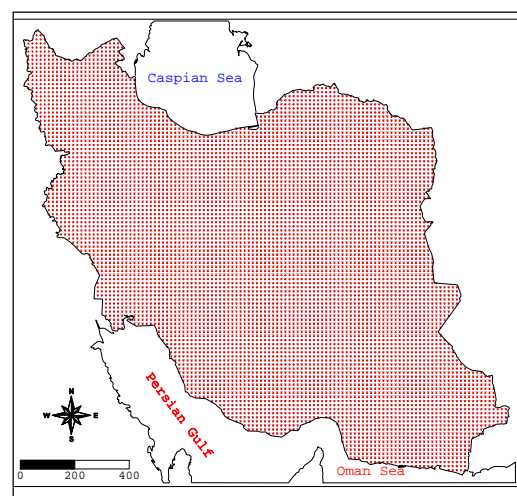
که در آن، P_j تداوم بارش در هر یاخته است که از حداقل ۱ تا حداکثر ۴۵ روز متوالی، متغیر است و N تعداد کل یاخته‌های ایران است. j فراوانی یاخته‌هایی است که هر تداوم بارش در آن رخ داده است. برای مثال در تداوم‌های ۱ تا ۵ روزه، مقدار j برابر با مقدار N بوده است. بنابراین بارش‌های ۱ تا ۵ روزه در کل گستره ایران، رخ داده‌اند. اما با افزایش طول تداوم‌های بارش ایران، گستره آنها به شدت کاهش می‌یابد. شیب کاهش گستره تداوم‌های بارش ایران بعد از تداوم‌های هفت‌روزه، تند شده است، به گونه‌ای که تداوم‌های ۱۰ روزه در ۵۰ درصد، تداوم ۱۴ روزه در حدود ۲۰ درصد و تداوم‌های فراتر از ۱۶ روز در کمتر از ۱۰ درصد گستره ایران روی داده‌اند. گستره تداوم بارش ایران بدین مفهوم نیست که در

عبارت‌اند از: ۱- برآورد تداوم‌های بارش ایران و گستره آنها؛ ۲- توزیع زمانی- مکانی تداوم‌های بارش ایران؛ ۳- برآورد روزهای بارشی و بارش ایران؛ ۴- برآورد سهم تداوم‌های بارش در تأمین روزهای بارشی و بارش ایران؛ ۵- بررسی اهمیت تداوم‌های بارش ایران؛ و مانند آن.

نخست، براساس معیار قراردادی روز بارانی، تداوم‌های بارش در هر یاخته از ایران برآورد شده است. روز بارانی در پیمون‌گاه‌ها به روزی اطلاق می‌شود که مقدار بارش در آن روز مساوی یا بیشتر از ۰/۱ میلی‌متر ($\geq 0.1mm$) باشد.



شکل ۱. موقعیت پیمون‌گاه‌های مورد بررسی در ایران.



شکل ۲. شبکه‌بندی منظم ایران برای میان‌یابی.

کننده بیشینه روزهای بارانی کل گستره ایران و بیشینه بارش بخش بزرگی از ایران هستند که تغییرات سهم سالانه آنها در تأمین روزهای بارانی و بارش ایران و تغییرات سهم ماهانه آنها در تأمین بارش ایران مورد ارزیابی قرار گرفته است.

سری زمانی سالانه از سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی و مقدار بارش هر یاخته به‌طور جداگانه تهیه شده و یک آزمون رگرسیون خطی به این سری‌های زمانی به‌منظور آشکارسازی تغییرات، برآش داده شده است. سپس آزمون مزبور، روی سری‌های ماهانه سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران صورت گرفته است تا تغییرات سهم آنها آشکار شود.

در این آزمون فرض می‌شود که روند سری زمانی سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی و بارش ایران تابعی خطی از زمان است. بنابراین، برای مثال، مدل تغییرات خطی از سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران ($Serie_x$) به صورت زیر خواهد بود:

$$Serie_x = \alpha + \beta Time \quad (5)$$

α عرض از مبدا و β شیب خط است.

$$\alpha = Serie_x - \beta Time \quad (6)$$

روشن است که یک مقدار مثبت برای β نشانگر افزایش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش با زمان، یک مقدار منفی برای β نشانگر کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش با زمان خواهد بود. برای $\beta = 0$ فرض وجود روند تأیید نمی‌شود. اما از آنجا که مقدار β نامعلوم است برآوردی از β با اطمینان ۹۵ درصد از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\hat{\beta} \pm t_{0.025} \frac{S}{S_x} \quad (7)$$

که در آن، S انحراف از میانگین و S_x برآورد کننده نأریبی از انحراف معیار است که از روابط

زمان بارش یک‌روزه کل ایران بارش دریافت می‌کنند؛ بلکه منظور این است که بارش‌های یک‌روزه در گذر زمان در سراسر گستره ایران روی داده‌اند. سهم تداوم‌های بارش ایران در تأمین روزهای بارشی و بارش ایران، از طریق روابط (۲) و (۳) و میزان اهمیت تداوم‌های بارش ایران از طریق رابطه (۴) برآورد شده است (نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۰).

اگر فرض شود: $R_{i,j}$ برابر با فراوانی روزهای بارشی نقطه i است که از تداوم j ام تأمین می‌شود، در آن صورت درصد تأمین روزهای بارشی نقطه i ام با تداوم j ام از طریق رابطه (۲) حاصل می‌شود.

$$X(i, j) = \frac{R_{i,j}}{\sum_{k=1}^{45} R_{i,k}} \times 100 \quad (2)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 7187 \quad j = 1, 2, 3, \dots, 45$$

همچنین، اگر فرض شود: $P_{i,j}$ برابر با مقدار بارش نقطه i ام که توسط تداوم j ام تأمین می‌شود است، در آن صورت درصد تأمین بارش نقطه i ام از تداوم j ام از طریق رابطه (۳) برآورد می‌شود.

$$Y(i, j) = \frac{P_{i,j}}{\sum_{k=1}^{45} P_{i,k}} \times 100 \quad (3)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 7187 \quad j = 1, 2, 3, \dots, 45$$

اهمیت تداوم بارش ایران، نیز از طریق رابطه (۴) برآورد شده است؛

$$IPPI = \frac{\sum Y(i, j)}{\sum X(i, j)} \quad (4)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 7187 \quad j = 1, 2, 3, \dots, 45$$

تداوم‌های بارش در هر نقطه یا پهنه‌ای از ایران در صورتی دارای اهمیت هستند که سهم آنها در تأمین بارش آن موقعیت مکانی فراتر از سهم آنها در تأمین روزهای بارشی همان موقعیت مکانی باشد.

بر اساس این برآوردها، بارش‌های یک‌روزه تأمین

زیر حاصل می‌شود؛

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i) / (n-2) \quad (8)$$

$n-2$ برابر با درجه آزادی است.

$$S_x = \sum (x_i - \bar{x}) = \sum (x_i - n\bar{x}) \quad (9)$$

اگر حد بالا و پایین β که به این ترتیب به دست می‌آیند هر دو مثبت باشند، روند افزایشی در بارش و اگر حد بالا و پایین β هر دو منفی باشند، روند کاهشی در سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش رد نمی‌شود. چنانچه حد بالا و پایین نشانه‌های متفاوتی داشته باشند، فرض وجود روند تأیید نمی‌شود (قائدی و مسعودیان، ۱۳۸۶).

۳ بحث نتایج

بارش‌های یک‌روزه بیشینه روزهای بارشی کل گستره و بیشینه بارش بخش بزرگی از ایران را تشکیل می‌دهند که مهم‌ترین تداوم بارش محسوب می‌شوند. بنابراین، هرگونه نوسان و تغییر در نقش بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی و مقدار بارش ایران از جنبه‌های متفاوت قابل تأمل است.

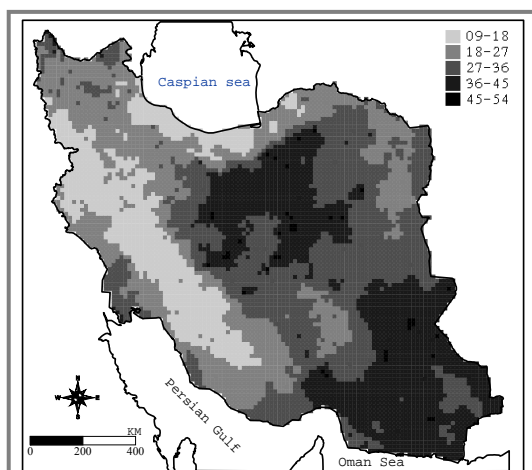
۳-۱ سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارانی ایران

بارش، در بخش‌های کم‌بارش ایران (بخش‌های مرکزی و شرقی) دارای تداوم کوتاه است. اما، در بخش‌های پُربارش (نیمه غربی و شمالی) تداوم‌های بلند نیز مشاهده می‌شوند که رویداد فرین تلقی نمی‌شوند. با وجود این، بیشینه روزهای بارانی کل گستره ایران، به سبب بارش‌های یک‌روزه تأمین می‌شود. سهم این بارش‌ها در تأمین روزهای بارشی نیمه شرقی ایران (مرکز و جنوب شرق) بسیار زیادتر از نیمه غربی است. در مناطق واقع در آرایش ناهموارهای زاگرس، ناهموارهای البرز و سواحل دریای

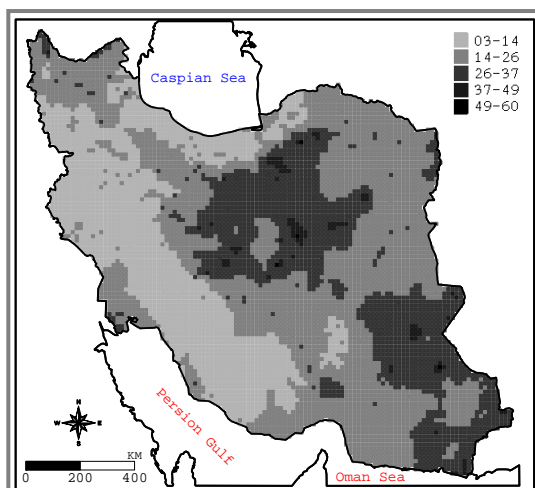
خزر (مناطق پُربارش)، سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی نسبت به سایر مناطق ایران، کمتر است. به بیانی دیگر، در این نواحی رویدادهای بارش، عمدتاً با تداوم‌های طولانی‌تر از یک روز رخ می‌دهند. به همین سبب، سهم بارش‌های یک‌روزه (تداوم کوتاه) در تأمین روزهای بارشی این مناطق کمینه است. با این همه، روزهای بارشی نواحی مرکزی، جنوب شرقی و شرق ایران، عمدتاً یک‌روزه است (شکل ۱). بنابراین، هرگونه نوسان و تغییر فراوانی رخداد بارش‌های یک‌روزه در این مناطق قابل تأمل است. بدین مفهوم که کاهش رخداد روزهای بارشی یک‌روزه در این مناطق عملاً به معنای افزایش رخداد روزهای بارشی تداوم طولانی نیست. بنابراین کاهش در فراوانی رخداد روزهای بارشی یک‌روزه در این مناطق، با افزایش مقدار بارش روزهای بارشی و یا کاهش روزهای بارشی و مقدار بارش این مناطق قابل توجه است که این خود دلیلی بر تغییر در اقلیم بارشی این مناطق است. برعکس، در نیمه غربی ایران، کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی می‌تواند با افزایش سهم سایر تداوم‌های بارشی همراه باشد. در غیر این صورت، کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی مناطق غربی ایران نیز می‌تواند به معنای کاهش روزهای بارشی این مناطق قلمداد شود.

۳-۲ سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران و اهمیت آن

سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش کل گستره ایران، بیشینه نیست و الگوی فضایی متفاوتی دارد. سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش نیمه شرقی ایران (مرکز، جنوب شرق و شرق) بیشینه است و مقدار زیادی از بارش این مناطق به سبب بارش‌های یک‌روزه تأمین می‌شود. در مقابل، در نیمه غربی ایران، به ویژه در مناطق



شکل ۳. سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی ایران به درصد.



شکل ۴. سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین مقدار بارش ایران به درصد.

کاهش است. این گستره‌های کاهش به صورت یکپارچه، عمدتاً در نواحی شرقی ایران قرار گرفته‌اند. علاوه بر آن، در بخش‌هایی از مناطق غربی، شمال غربی و جنوب غرب نیز روند سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی، کاهش است. در مقابل، فقط در ۳ درصد از گستره ایران، سهم آنها افزایشی بوده است (شکل ۴).

با توجه به اینکه بارش‌های یک‌روزه، بیشینه روزهای بارشی ایران و به‌ویژه نیمه شرقی (مرکز و جنوب شرق و شرق) ایران را تأمین می‌کنند، می‌توان گفت که از فراوانی روزهای بارشی در کرانه‌های شرقی مرکز

منطق بر آرایش ناهموارهای زاگرس و در نیمه شمالی ایران و سواحل دریای خزر، بارش‌های یک‌روزه کمترین سهم را در تأمین بارش دارند. بنابراین، در نیمه شرقی ایران، بیشینه روزهای بارشی و بیشینه بارش به سبب بارش‌های یک‌روزه تأمین می‌شود که هرگونه نوسان و تغییر در آن، قابل تأمل است. اما در نیمه غربی ایران، علی‌رغم اینکه بارش‌های یک‌روزه بیشینه روزهای بارشی را تشکیل می‌دهند، اما بیشینه بارش این مناطق به سبب بارش‌هایی با تداوم فراتر از یک روز ایجاد می‌شود (شکل ۲). بنابراین کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش مناطق شرقی ایران می‌تواند به معنای کاهش بارش این مناطق باشد. اما کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش مناطق غربی ایران می‌تواند به معنای افزایش مقدار بارش سایر تداوم‌ها باشد. در غیر این صورت، کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش نیمه غربی ایران می‌تواند دلیلی بر تغییر در اقلیم بارشی این مناطق محسوب شود. الگوهای فضایی اهمیت تداوم‌های بارش ایران بررسی شده است (نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). بارش‌های یک‌روزه با وجودی که تأمین‌کننده بیشینه روزهای بارشی کل گستره ایران و بارش بخش بزرگی از ایران هستند، از درجه اهمیت قابل‌قبولی در هیچ کجای ایران برخوردار نیستند. بنابراین، مهم‌ترین تداوم بارش ایران، به دلیل تأمین کردن بیشینه روزهای بارشی کل ایران، دارای اهمیت نیست. با این حال، درجه اهمیت بارش‌های یک‌روزه در نیمه شرقی، نسبت به نیمه غربی بزرگ‌تر است (شکل ۳).

۳-۳ تغییرات سالانه سهم بارش‌های یک‌روزه در

تأمین روزهای بارانی و بارش ایران

تحلیل روند سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی ایران، نشان می‌دهد که در ۲۷ درصد از گستره ایران سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی

سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی کاملاً هماهنگ و یکسان است. یکپارچه‌ترین و معنی‌دارترین گستره کاهش از سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش در کرانه‌های شمال شرقی و شرق مرکز ایران قرار دارد. در این گستره‌ها، روند سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی نیز کاهش یافته است. بنابراین با اطمینان زیاد، می‌توان کاهش روزهای بارشی و بارش نیمه شرقی ایران و به‌ویژه کرانه‌های شمال شرقی و شرقی مرکز را تأیید کرد. چنین شرایطی، برای کشور کم‌بارش ایران بسیار نامطلوب است. زیرا بررسی نقش سایر تداوم‌های بارش ایران در تأمین روزهای بارشی و بارش مناطق نیمه شرقی ایران نیز روند افزایشی معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین کاهش روزهای بارشی و بارش مناطق نیمه شرقی ایران و به‌ویژه کرانه‌های شرقی مرکز ایران یک واقعیت از تغییر اقلیم بارشی ایران است. در عین حال، کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی و بارش برخی مناطق در نیمه غربی ایران بدین معنی است که بر سهم بارش‌های با تداوم بیشتر از یک روز (بارش‌های دوروزه و بیشتر) در تأمین روزهای بارشی و بارش این مناطق افزوده شده است. رویداد چنین شرایطی در اقلیم بارشی نیمه غربی ایران یک وضعیت مطلوب است (نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). از دیگر سو، کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی با وجود ثابت بودن سهم آنها در تأمین مقدار بارش، دلیلی بر افزایش مقدار بارش روزانه و شدت آن است. چنین شرایطی سبب رخداد سیل‌های عظیمی در نیمه غربی ایران می‌شود که علاوه بر دررفت آب، سبب تخریب خاک نیز می‌شود. چنین شرایطی حاکی از یک تغییر اقلیم ناخوشایند در اقلیم بارشی برخی مناطق در نیمه غربی ایران است. تحقیقات پیشین، پذیرش هر دو نظریه فوق را ممکن می‌سازد.

ایران به شدت کاسته می‌شود. این مناطق به علت دوری از مسیر سامانه‌های باران‌زا، دوری از منابع رطوبتی و فقدان موانع توپوگرافی قابل ملاحظه، به‌طور کلی روزهای بارشی و بارش اندکی دارند. علاوه بر آن، بارش نیز در این نواحی دوام کوتاهی دارد که با توجه به روند کاهش فراوانی رخداد بارش‌های یک‌روزه، می‌توان کاهش روزهای بارشی این مناطق را در حکم یک تغییر در اقلیم بارشی ایران محسوب کرد. از طرف دیگر، با توجه به اینکه بیشینه روزهای بارشی ایران را نیز بارش‌های یک‌روزه تأمین می‌کنند، با اطمینان کمتر، می‌توان گفت که فراوانی روزهای بارشی ایران در حال کاهش است و شیب این کاهش در نواحی کم‌بارش نیمه شرقی محسوس‌تر است.

در نواحی جنوب شرقی ایران، به مانند کرانه‌های شرقی و شمال شرقی مرکز ایران، بیشینه روزهای بارشی به سبب بارش‌های یک‌روزه تأمین می‌شود. اما نکته حائز اهمیت این است که سهم این بارش‌ها در تأمین روزهای بارشی این نواحی دچار تغییر نشده است؛ زیرا نواحی جنوب شرقی ایران دارای دو رژیم بارش (زمستانه و تابستانه) است. با این حال، نواحی مرکزی ایران دارای رژیم بارش زمستانه است. رژیم بارش زمستانه هر دو ناحیه (مرکز و جنوب شرق) از سامانه‌های بارش‌زای جریان بادهای غربی حاصل می‌شود. با این حال رژیم بارش تابستانه در جنوب شرق ایران متأثر از سامانه‌های موسمی تابستانه جنوب شرق آسیا (سامانه فشار کم گنگ) است. بنابراین، وجود تعدد سامانه‌های بارش‌زا و رژیم‌های بارشی و نزدیکی به منابع رطوبت می‌تواند از دلایل کاهش نیافتن روزهای بارشی در جنوب شرق ایران محسوب شود.

از طرف دیگر، در ۱۷/۵ درصد از گستره ایران، روند سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش، کاهش یافته و در ۶ درصد از این گستره، افزایش یافته است. گستره کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش با گستره کاهش

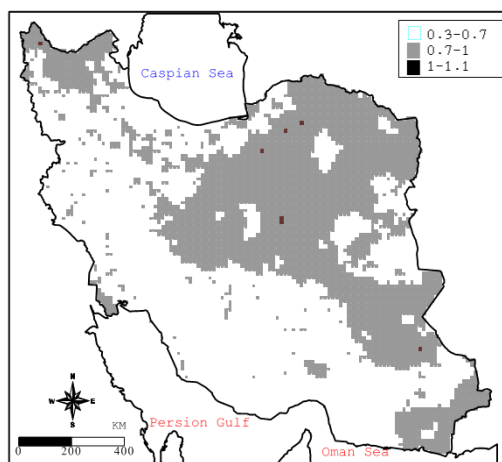
۳-۴ تغییرات ماهانه سهم بارش‌های یک‌روزه در

تأمین بارش ایران

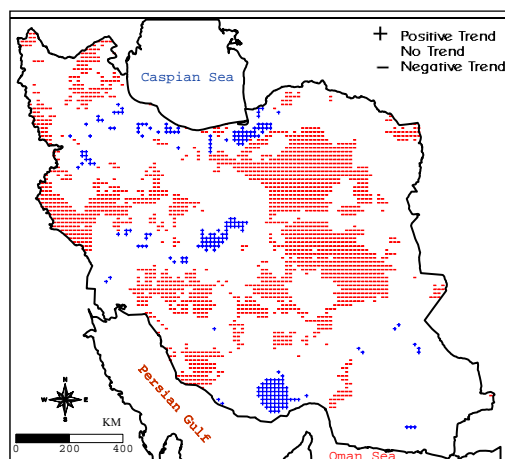
از آنجا که درصد تأمین بارش ایران از تداوم‌های بارش، نشانگر اهمیت آنها است؛ بنابراین روند ماهانه درصد تأمین بارش ایران از بارش‌های یک‌روزه بررسی شده است.

۳-۴-۱- فصل بهار (فرودین - اردیبهشت - خرداد)

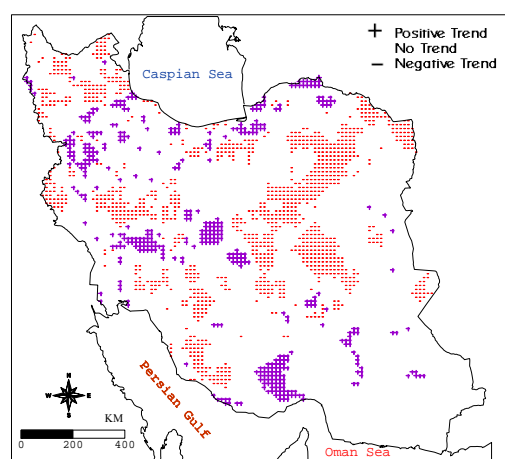
فرودین از ماه‌هایی محسوب می‌شود که فراوانی بارش‌های یک‌روزه ایران بیشینه است. در این ماه که سامانه‌های غربی از سمت غرب در حال خارج شدن از ایران هستند، سامانه فشار زیاد جنب حاره‌ای آزرورز از بخش‌های جنوب غربی ایران در حال وارد شدن است. همرفت‌های دامنه‌ای در این ماه فراوانی زیادی از بارش‌های یک‌روزه را در دامنه‌های جنوبی ناهمواری‌های ایران به وجود می‌آورد. بررسی روند درصد تأمین بارش‌های ایران از بارش‌های یک‌روزه در این ماه حاکی از روندی منفی با گستره ۱۰/۳ درصد از ایران است. گستره‌هایی که روند کاهشی را نشان می‌دهند عمدتاً در پیرامون ناهمواری‌های البرز و زاگرس واقع شده‌اند. بخش‌های کوچکی نیز در شرق و شمال شرق ایران دارای روند کاهشی‌اند. در این زمان از سال، ۸۸ درصد از گستره ایران فاقد روند است و فقط ۱/۷ درصد از گستره ایران روند افزایشی را نشان می‌دهد. گستره‌هایی که روند افزایش را نشان می‌دهند در مرکز ایران (اصفهان) و جنوب ایران (بندرعباس) قرار دارند. اردیبهشت نیز همانند فرودین از ماه‌هایی محسوب می‌شود که فراوانی رخداد بارش‌های یک‌روزه در ایران بیشینه است. در اردیبهشت، ۷/۵ درصد از گستره ایران روند کاهشی را نشان می‌دهد که عمدتاً در نیمه شرقی ایران قرار دارند. با توجه به اینکه بارش‌های یک‌روزه بیشینه روزهای بارشی و بارش نیمه شرقی ایران را تشکیل می‌دهند، کاهش نقش آنها در تأمین بارش این مناطق به



شکل ۵. درجه اهمیت بارش‌های یک‌روزه در گستره ایران.



شکل ۶. تغییرات سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارانی ایران.



شکل ۷. تغییرات سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران.

دریای خزر افزایشی است. این قلمروها ۲/۱ درصد از گستره ایران را دربر می‌گیرند. در ۰/۷ درصد از گستره ایران که در نیمه شمالی و شمال غربی قرار دارد نیز روند کاهشی است. ۹۷/۱ درصد از گستره ایران نیز فاقد روند است. همچنان که مشخص است در این ماه بخش‌های شمالی ایران دارای روندهای افزایشی و کاهشی‌اند و بخش‌های میانی و جنوبی ایران فاقد روند هستند. نبود روند در بخش بزرگی از ایران در این ماه به معنی نداشتن بارش این مناطق در این ماه است. در مرداد ماه نیز ۲/۲ درصد از گستره ایران، دارای روند افزایشی است که به‌طور پراکنده روی ارتفاعات ناهمواری‌های زاگرس میانی قرار می‌گیرد. در این زمان، ۰/۸ درصد از گستره ایران نیز دارای روند کاهشی است که سواحل جنوب شرقی ایران (بندرچابهار) از آن جمله‌اند. ۹۷/۱ درصد از گستره ایران نیز همانند تیرماه بدون روند است. در اواخر فصل تابستان، سامانه فشار زیاد جنب حاره‌ای به تدریج ضعیف می‌شود و به سمت عرض‌های جنوبی‌تر کشیده می‌شود. به همین دلیل بخش‌های شمال غربی و شمالی ایران مساعد دریافت بارش هستند. در این ماه از سال درصد تأمین بارش ایران از بارش‌های یک‌روزه در ۲/۳ از گستره ایران دارای روند کاهشی است که به‌طور پراکنده در بخش‌های شمالی، شمال غربی و مرکزی قرار دارد. در این زمان از سال، ۰/۵ درصد از گستره ایران دارای روند افزایشی و ۹۷/۲ درصد فاقد روند است. در ماه‌های فصل تابستان برگستره بدون روند ایران افزوده شده است که این دلیلی بر کم‌بارش و یا بدون بارش بودن بخش بسیار بزرگی از ایران در این فصل از سال است.

۳-۴-۳ فصل پاییز (مهر-آبان-آذر)

فصل پاییز بعد از فصل زمستان پربارش‌ترین فصل ایران است. با وجود این، بیشینه بارش ایران در فصل پاییز در بخش‌های شمالی، غربی، شمال غربی و مرکزی ریزش

معنی کاهش مقدار بارش و متمرکز شدن هرچه بیشتر بارش این مناطق است. در این زمان از سال، ۱ درصد از گستره ایران، روند افزایش را نشان می‌دهد که شامل مناطق شمال غربی (سندج) است. ۹۱/۴ درصد از گستره ایران نیز فاقد روند هستند. برعکس فروردین و اردیبهشت، خرداد از ماه‌های کم‌بارش ایران محسوب می‌شود. در این ماه به سبب حاکمیت تقریباً فراگیر فشار زیاد جنب حاره‌ای آزرورز، فقط بخش‌هایی از جنوب شرق ایران به سبب نفوذ سامانه فشار کم گنگ و بخش‌های شمالی ایران (سواحل خزر) به سبب خارج بودن از قلمرو حاکمیت سامانه فشار زیاد آزرورز، بارش دریافت می‌کنند و بخش بزرگی از ایران فاقد بارش است. درصد تأمین بارش ایران از بارش‌های یک‌روزه در این ماه، روندی افزایشی را جنوب شرق ایران نشان می‌دهد که گستره آن ۱/۵ درصد است. با توجه به اینکه ریزش‌های ناشی از سامانه فشار کم گنگ عمدتاً کوتاه دوام‌اند، این روند افزایشی را می‌توان به معنی افزایش نقش سامانه فشار کم گنگ در تأمین بارش بخش‌های جنوب شرقی ایران قلمداد کرد. در این زمان از سال، ۲/۲ درصد از گستره ایران روند کاهشی را نشان می‌دهد که شامل بخش‌های نوار شمالی ایران می‌شود. این روند کاهشی را نیز می‌توان به معنی کاهش بارندگی دوره گرم سال در نوار شمالی ایران و تمرکز هرچه بیشتر بارش این مناطق قلمداد کرد. گستره فاقد روند، ۹۶/۳ درصد است.

۳-۴-۲ فصل تابستان (تیر- مرداد- شهریور)

تابستان فصل بدون بارش ایران محسوب می‌شود. در ماه‌های تیر و مرداد بارش دریافتی ایران حداقل است و می‌توان گفت که ایران بدون بارش است. ماه اول از فصل تابستان (تیر)، روند درصد تأمین بارش ایران از بارش‌های یک‌روزه، روی قلمروهای پراکنده منطبق بر ارتفاعات ناهموارهای رشته کوه زاگرس و بخش‌های سواحل شرقی

که به سوی رژیم زمستانه پیش می‌روند باشد.

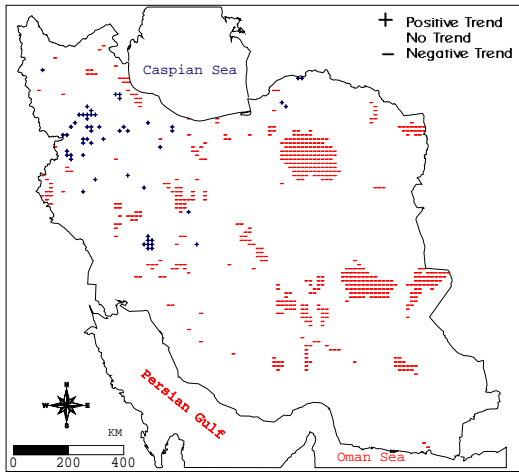
۳-۴-۴ فصل زمستان (دی- بهمن- اسفند)

تمرکز بارش ایران عمدتاً زمستانه و در نیمه جنوبی بسیار شدید است. در دی‌ماه، نقش بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران، در ۴/۱ درصد از گستره ایران کاهشی است. این مناطق عمدتاً در نیمه غربی و شمالی ایران واقع شده‌اند. در مقابل ۲/۱ درصد از گستره ایران نیز دارای روند افزایشی است که شامل مناطق شمال غربی، مرکزی، جنوبی و شرقی هستند. سایر گستره ایران نیز فاقد روند است. در بهمن‌ماه، نیز نقش بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران در ۵/۴ درصد از گستره ایران کاهشی، در ۴/۱ درصد افزایشی و در ۹۰/۵ درصد فاقد روند است. در اسفند، ۵/۴ درصد از گستره ایران دارای روند کاهشی، ۱/۴ درصد دارای روند افزایشی و ۹۳/۲ درصد فاقد روند است. افزایش گستره روند کاهشی، نقش بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران در فصل زمستان به دو گونه قابل تعبیر است. اول آنکه بارش ایران‌زمین دارای روندی کاهشی است که با شک و تردید همراه است. دوم آنکه، بر دوام بارش ایران در فصل زمستان افزوده می‌شود و بنابراین کاهش نقش بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران در فصل زمستان می‌تواند دلیلی بر افزایش نقش سایر تداوم‌های بارش (بارش‌های دو روزه، سه روزه و...) در تأمین بارش ایران تلقی شود. این دلیل به همراه تمرکز زمستانه ایران بیشتر پذیرفته شده است.

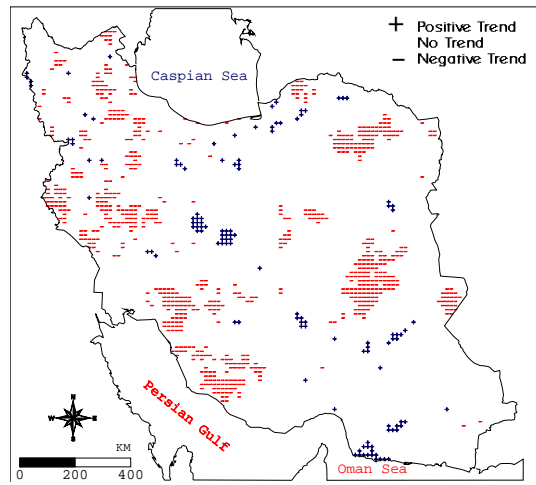
می‌کند. در بخش‌های شمالی و سواحل دریای خزر، بارش فصل پاییز نسبت به سایر فصل‌های سال بیشینه است. در مهرماه در ۱/۶ درصد از گستره ایران، نقش بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش، کاهشی است. این گستره‌ها عمدتاً بر مناطق شمال شرقی منطبق‌اند. درخصوص این مناطق که در این زمان تحت تأثیر سامانه فشار زیاد سیبری هستند می‌توان گفت که بارش‌های ناشی از این سامانه نیز در حال متمرکز شدن است. در مقابل، در ۲/۵ درصد از گستره ایران، روند افزایشی است که در سواحل جنوبی (کرانه‌های خلیج فارس) قرار دارند. ۹۵/۹ درصد از گستره ایران نیز فاقد روند است. در آبان، ۴/۱ درصد از گستره ایران روند کاهشی دارد که منطبق بر جهت ناهمواری‌های پیوسته زاگرس و بخش‌های شمال شرق ایران است. در مقابل ۱/۹ درصد از گستره ایران نیز روند افزایشی دارد که به‌طور پراکنده در شمال شرق، غرب و جنوب ایران واقع می‌شود. ۹۴ درصد از گستره ایران نیز فاقد روند است. گستره دارای روند افزایشی در آذر ۲/۶، روند کاهشی ۳ و بدون روند نیز ۹۴/۵ درصد است که همانند آبان بر نیمه غربی و شمالی ایران منطبق است. در فصل پاییز که بخش‌های شمالی و غربی ایران بارش بیشتری دریافت می‌کنند، روند کاهشی بیشتری نیز دیده می‌شود که دلیلی بر تمرکز و کاهش بارش ایران است. مناطق شمال شرقی ایران و سواحل دریای خزر نیز در این فصل دارای روند کاهشی‌اند که این می‌تواند نشانگر تمرکز بارش‌های ناشی از سامانه فشار زیاد سیبری در این مناطق

جدول ۱. گستره تغییرات ماهانه سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران.

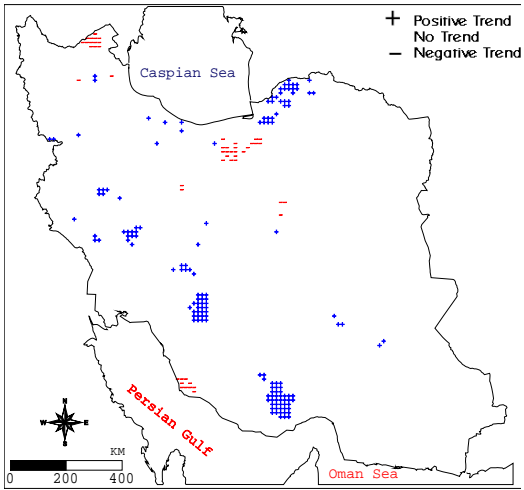
فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	
۱/۷	۱	۱/۵	۲/۱	۲/۲	۰/۵	۲/۵	۱/۹	۲/۶	۲/۱	۴/۱	۱/۴	روند مثبت
۸۸	۹۱/۴	۹۶/۳	۹۷/۲	۹۷/۱	۹۷/۲	۹۵/۹	۹۴	۹۴/۵	۹۳/۹	۹۰/۵	۹۳/۲	بدون روند
۱۰/۳	۷/۵	۲/۲	۰/۷	۰/۸	۲/۳	۱/۶	۴/۱	۳	۴/۱	۵/۴	۵/۴	روند منفی



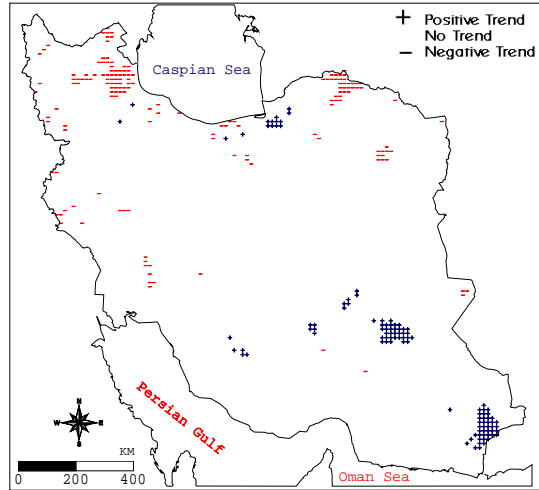
(ب)



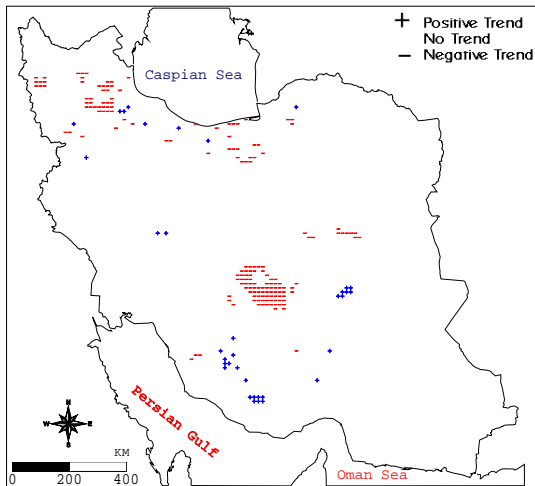
(الف)



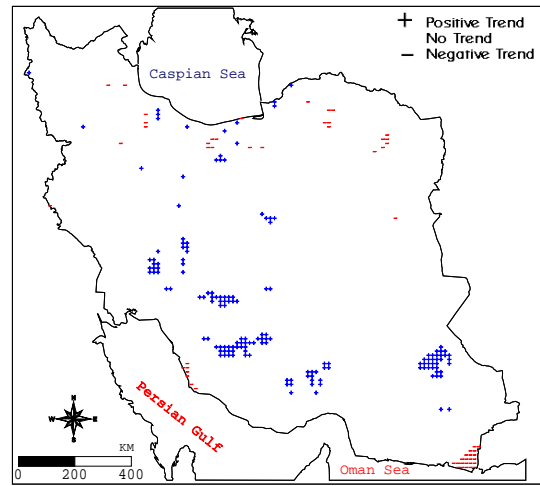
(ث)



(ت)

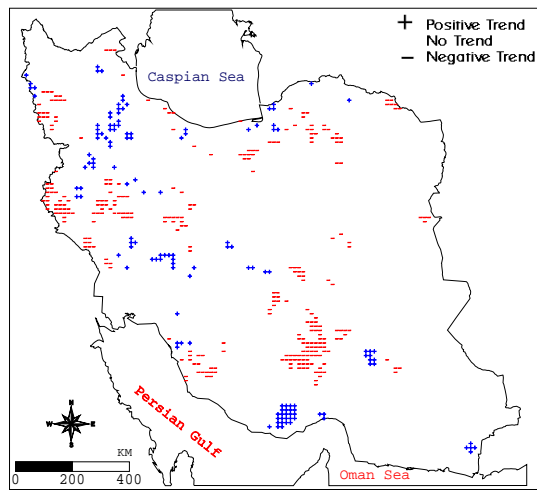


(ح)

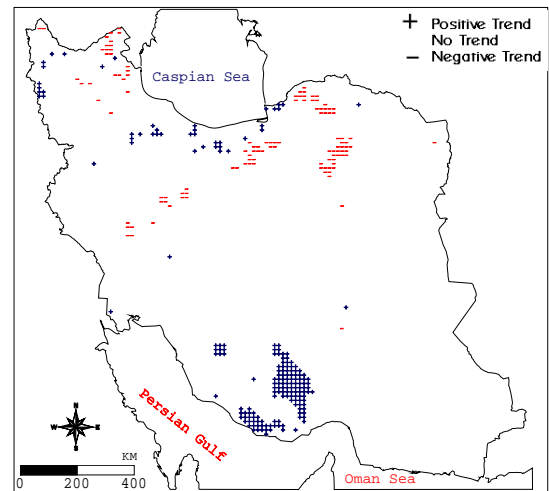


(ج)

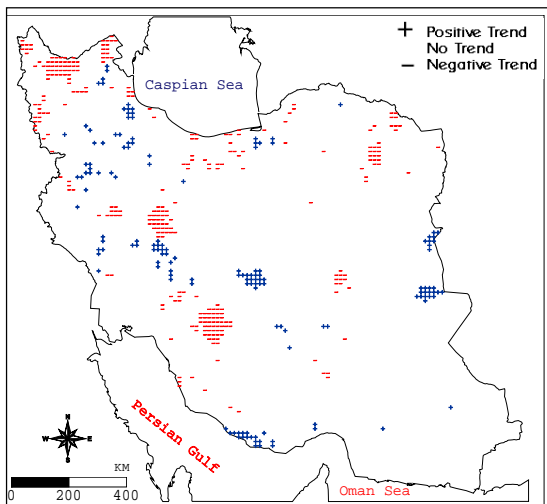
شکل ۸. تغییرات سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین مقدار بارش ایران، (الف) فروزدین، (ب) اردبیهشت، (ت) خرداد، (ث) تیر، (ج) مرداد و (ح) شهریور.



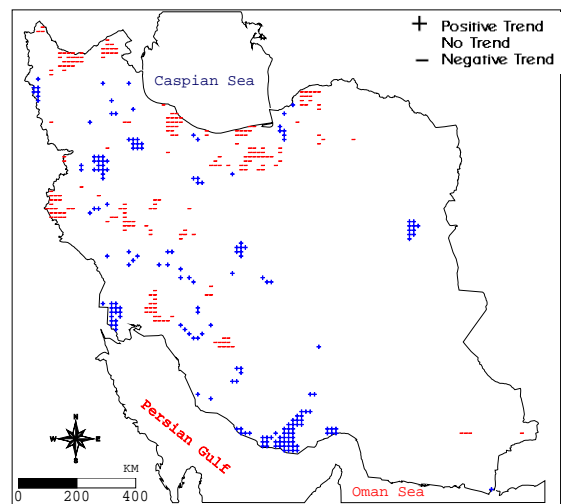
(د)



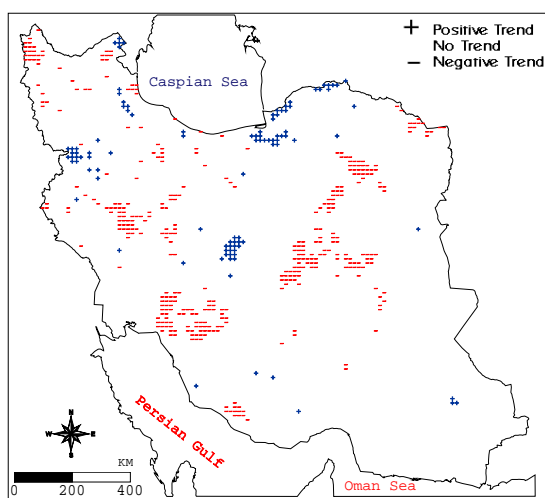
(خ)



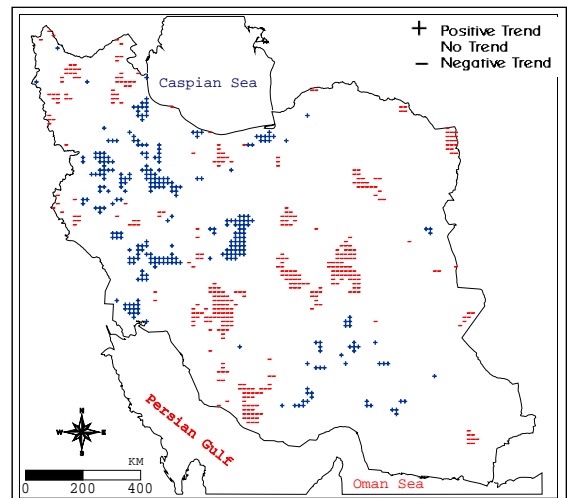
(ر)



(ز)



(س)



(ج)

شکل ۹. بررسی تغییرات سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین مقدار بارش ایران، (خ) مهر، (د) آبان، (ز) آذر، (ر) دی، (ز) بهمن و (س) اسفند.

۴ نتیجه‌گیری

بارش ایران، دارای تداومی بین ۱ تا ۴۵ روز است که تغییرات زمانی- مکانی شدیدی دارد. تغییرات زمانی- مکانی تداوم‌های بارش ایران با افزایش طول تداوم‌ها، به شدت بیشتر می‌شود. برعکس، سهم تداوم‌های بارش ایران در تأمین روزهای بارشی و مقدار بارش ایران با افزایش طول تداوم‌ها، به شدت کاهش می‌یابد. بیشینه روزهای بارشی و بارش ایران به سبب بارش‌های تداوم کوتاه تأمین می‌شود. سهم تداوم‌های کوتاه بارش در تأمین روزهای بارشی و بارش مناطق کم‌بارش ایران (نیمه شرقی) بیشتر از نیمه غربی و شمالی ایران (مناطق پُربارش) است. بارش‌های یک‌روزه بیشینه روزهای بارشی کل گستره و بیشینه بارش بخش بزرگی از ایران را تشکیل می‌دهند که مهم‌ترین تداوم بارش ایران محسوب می‌شوند. سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی و بارش، در نیمه شرقی بسیار بیشتر از نیمه غربی است. با وجود اینکه بارش‌های یک‌روزه مهم‌ترین تداوم بارش ایران هستند، دارای اهمیت معنی‌داری در گستره ایران نیستند و مهم‌ترین تداوم بارش ایران، کم‌اهمیت‌ترین تداوم بارش به حساب می‌آید.

سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی و مقدار بارش ایران در گذر زمان دچار تغییر شده است. سهم سالانه بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی در ۲۷ درصد از گستره ایران کاهش و فقط در ۳ درصد از گستره ایران افزایش یافته است. گستره‌های کاهش‌ی، عمدتاً به صورت یکپارچه در نیمه شرقی ایران (کرانه‌های شرقی و شمال شرقی مرکز ایران) قرار دارند. بنابراین از فراوانی روزهای بارشی در این مناطق کاسته شده است. کاهش روزهای بارشی این مناطق در حکم یک تغییر نامطلوب در اقلیم بارشی ایران محسوب می‌شود. زیرا نیمه شرقی ایران و به ویژه کرانه‌های شرقی و شمال شرقی مرکز ایران، به علت دوری از مسیر سامانه‌های باران‌زا،

منابع رطوبت و موانع توپوگرافی ممتد و پُرارتفاع، به‌طور کلی روزهای بارشی و بارش اندکی دارد. سهم سالانه بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران، در ۱۷/۵ درصد از گستره ایران کاهش و در ۶ درصد افزایش است. این گستره کاهش با گستره کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی کاملاً هماهنگ است. بنابراین کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی با کاهش سهم آنها در تأمین بارش نیمه شرقی ایران و به ویژه کرانه‌های شمال شرقی و شرقی مرکز ایران، همسو است. چنین شرایطی، برای کشور کم‌بارش ایران و به ویژه نیمه شرقی آن بسیار نامطلوب است و محیط زیست این مناطق را با تهدید جدی مواجه ساخته است. در مقابل، در نیمه غربی ایران، کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی و به ویژه بارش این مناطق دارای دو حالت است. نخست، کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی در برابر ثابت بودن سهم آنها در تأمین بارش، به معنی افزایش مقدار بارش روزانه و شدت آن است که مطلوب نیست. دوم، آنکه، کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین روزهای بارشی و بارش، بدین مفهوم که بر سهم بارش‌های با تداوم بیشتر از یک روز در تأمین روزهای بارشی و بارش این مناطق افزوده می‌شود که این مورد خوشایند است.

ارزیابی تغییرات ماهانه سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران نیز نشان می‌دهد که گستره روند منفی آنها در بُرج‌های بارانی سال، بزرگ‌تر از گستره روند مثبت آنها است. کاهش سهم بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران، در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و اسفند بارزتر است. تغییرات سهم ماهانه بارش‌های یک‌روزه در تأمین بارش ایران، نشانه‌هایی از تمرکز بارش ایران به ویژه در نیمه شرقی و مرکزی را در بر دارد.

منابع

- حجرام، س.، خوشخو، ی. و شمس‌الدین وندی، ر.، ۱۳۸۷، تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری، پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۴، ۱۵۷-۱۶۸.
- خلیلی، ع. و بذرافشان، ج.، ۱۳۸۳، تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های سالانه، فصلی و ماهانه پنج ایستگاه قدیمی ایران در یک‌صد و شانزده سال گذشته، بیابان، ۱۹(۱)، ۲۵-۳۳.
- عساکره، ح.، ۱۳۸۶، تغییرات زمانی و مکانی بارش ایران طی دهه‌های اخیر، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۱۰، ۱۴۵-۱۶۴.
- قائدی، س. و مسعودیان، س. الف.، ۱۳۸۶، بررسی روند رطوبت جو ایران در نیم‌سده گذشته، مجله پژوهش‌های علوم انسانی دانشگاه اصفهان، ۶، ۱۶۵-۱۷۳.
- مدرس، ر.، ۱۳۸۶، توابع توزیع منطقه‌ای بارش ایران، مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷، ۸۶-۹۱.
- کتیرایی، پ. س.، حجرام، س. و ایران نژاد، پ.، ۱۳۸۶، سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش در ایران طی دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۱، مجله فیزیک زمین و فضا، ۱، ۶۷-۸۳.
- مسعودیان، س. ا.، ۱۳۸۸، نواحی بارشی ایران، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۱۳، ۷۹-۹۱.
- مسعودیان، س. ا.، ۱۳۹۰، آب و هوای ایران، انتشارات شریعه توس مشهد.
- مسعودیان، س. الف. و عطائی، ه.، ۱۳۸۳، شناسایی فصول بارشی ایران به روش تحلیل خوشه‌ای، مجله علوم انسانی دانشگاه اصفهان، ۱۸ (ویژه‌نامه جغرافیا)، ۱-۱۲.
- مسعودیان، س. الف.، ۱۳۸۴، شناسایی رژیم‌های بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، ۳۷(۵۲)، ۴۷-۵۹.
- مسعودیان، س. ا.، ۱۳۸۳، بررسی روند بارش ایران در نیم‌سده گذشته، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۲، ۶۳-۷۲.
- مسعودیان، س. الف.، دارند، م.، و کاشکی، ع.، ۱۳۸۹، بررسی روند روزهای بارشی ایران، چهارمین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، تهران، ۸۷-۹۷.
- نظری پور، ح.، ۱۳۹۰، تحلیل همبند تداوم بارش ایران، پایان‌نامه دکتر، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- نظری‌پور، ح.، خسروی، م. و مسعودیان، س. الف.، ۱۳۹۰، الگوهای فضایی اهمیت تداوم بارش ایران، مجله مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۳، ۳۷-۵۷.
- 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 concentration in Iran, *Theoretical and Applied Climatology*, **94**, 107-124.
- Fujibe, F., 2008, Long-term changes in precipitation in Japan, *Journal of Disaster Research*, **3**(1), 51-55.
- Gong, D.Y, Shi, P. J. and Wang, J. A., 2004, Daily precipitation changes in the semi-arid region over northern China, *Journal of Arid Environments*, **59**, 771-784.
- Hanssen-Bauer, I. and Forland, E. J., 1998, Long-term trends in precipitation and temperature in the Norwegian Arctic: can they be explained by changes in atmospheric circulation patterns, *Climate research*, **10**, 143-153.
- Isabel, M., Delima, P., Marques, C, P., Joao, L., Delima, M. P., Fatima, M. and Coelho, E. S., 2005, Precipitation trends in Mainland Portugal in period 1941-2000, the fourth Inter-Celtic Colloquium on Hydrology and Management of Water Resources, Guimaraes, Portugal, July, 11-14.
- Mote, P. W., 2003, Trends in temperature and precipitation in the Pacific Northwest during the twentieth century, *Northwest Science*, **77**, (4), 271-282.
- Raziei, T., Daneshkar, A. P. and Saghfian, B., 2005, Annual rainfall trend in arid and semi-arid regions of Iran, *ICID 21st European Regional Conference, 2005- 15-19 May 2005-Frankfurt (Oder) and Slubice- Germany and Poland*.