مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره بیست و سوم، بهار ۱۳۹۹
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۳۰
تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۰۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۰۳
صفحات: ۱۵۰ - ۱۳۵

واکاوی تغییرات مقادیر حدی بارش در گستره ی ایران زمین

زهرا حجازی زاده*[۱]، امیرحسین حلبیان[۲]، علیرضا کربلائی درئی[۳]، میثم طولابی نژاد[۴]

چکیده

هدف از این پژوهش واکاوی و شناسایی تغییرات مقادیر حدی بارش به عنوان نشانه هایی از تغییرات اقلیمی در گستره ی ایران می باشد. برای انجام این تحقیق از داده های روزانه بارش، ۷۶ ایستگاه همدید در دوره ی ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶ استفاده شد. نتایج نشان داد، روند تعداد روزهای همراه با بارش سنگین درحدود ۷ درصد از پهنهٔ ایران منفی و در ۹۳ درصد آن روندی مشاهده نشد. روند روزهای متوالی خشک در ۲۸ درصد از گسترهٔ ایران روند مثبت و در ۳۷ درصد دیگرآن روند منفی وجود دارد. روزهای متوالی مرطوب در اکثر گستره ی ایران فاقد روند است. روند مقدار کلّ بارش روزهای مرطوب سالانه در حدود ۹۹ درصد از گسترهٔ ایران منفی است. حداکثر شیب منفی بارش سالانه ی ایران در ایستگاه مسجد سلیمان با شیب ۸/۲۶ - مشاهده شد و روند مثبت درایستگاه بندر انزلی وجود دارد. روند روزهای خیلی مرطوب در حدود ۷۸ درصد از گسترهٔ ایران منفی و در حدود ۱۴ درصد روند مثبت و نیز ۸ درصد از آن بدون روند است. روند روزهای بسیار مرطوب درحدود ۷۰ درصد از گسترهٔ ایران منفی است. بیشترین روند افرایشی روزهای بسیار مرطوب در خرم آباد با شیب ۱,۴ و بیشترین روند کاهشی در سر پل ذهاب با شیب ۲,۷۸- مشاهده می گردد و همچنین در ۲۲ درصد از گستره ایران روند خاصی مشاهده نمی شود. روند مقدار بارش یک روزه در حدود ۴۷ درصد از گسترهٔ ایران منفی و در ۴۷ درصد آن بدون روند و ۶ درصد از آن با روند مثبت است. روند بیشترین مقدار بارش ۵ روزه در حدود ۷۳ درصد از گسترهٔ ایران منفی و در ۲ درصد آن مثبت و ۲۵ درصد از آن بدون روند است بیشترین شیب روند کاهشی مربوط به ایستگاه های فسا و مسجد سلیمان که به ترتیب برابر ۲,۴- و ۱,۹- است.

واژگان کلیدی: بارش، صدک ۹۵، شاخص حدی، روند، R Climdex.

۱- استاد آب و هواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران(نویسنده مسئول) hejazizadeh@khu.ac.ir
۲- دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، ایران halabian_a@yahoo.com
۳- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران Std_karbalaee@khu.ac.ir
۴- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران Meysam.toulabi@gmail.com

مقدمه

امروزه رخدادهای فرین آب و هوایی به دلیل اثرات مهم در زندگی بشر، اکوسیستم های طبیعی و پیامدهای اقتصادی-اجتماعی اهمیت زیادی پیدا کرده است(جیانگ و همکاران،۲۰۱۱). از اثرات تغییر اقلیم افزایش تکرار رویدادهای فرین است. تغییرات در تکرار و شدت رویدادهای فرین آثار شدیدتری بر فعالیت‌های انسانی و محیط زیست آن نسبت به تغییرات در متوسط اقلیمی در کوتاه مدت خواهد داشت(اسدی و مسعودیان،۱۳۹۳). تغییرات اقلیمی از بزرگ ترین چالش هایی است که جهان در قرن بیست ویکم با آن مواجه شده است (پورتینگا و همکاران، ۲۰۱۱). مشاهدات نشان می دهد که دمای سطح زمین در حدود ۰/۷۵ درج سانتی گراد در طی قرن بیست و یکم افزایش یافته و روند گرمایش در پنجاه سال گذشته شدید شده است(یان و ژنگ ، ۲۰۱۵) وقوع مداوم اینگونه از رخدادهای فرین مانند امواج گرما و سرما، بارش سنگین، تگرگ، طوفان، سیل و خشکسالی در سراسر جهان گزارش شده است که تغییرات آن ها ناشی از تغییرات جهانی آب وهواست(هو و همکاران ، ۲۰۱۲). بنابراین می توان گفت که اثر تغییر اقلیم در ویژگی های مکانی و زمانی بارش مناطق و رخدادهای فرین مرتب با آن دارای اثراتی است که پیامد آن زندگی انسان ها را تحت تأثیر قرار داده است؛ از این رو، بررسی تغییرات و روند فرین های بارش می تواند احتمال رخداد هر یک از مخاطرات مرتب با بارش را آشکار ساخته(محمدی و همکاران،۱۳۹۶) وگرایش به تحقیقات فرین های آب و هوایی در مقیاس های مختلف در طی سال های اخیر بیشتر گردد(علیجانی و فرج زاده، ۱۳۹۴). رویداد فرین، عبارت است از پدیده‌ی نادری که از دیدگاه آماری در ناحیه‌های بالا و پایین توزیع آماری قرار گیرد و از این‌رو، احتمال وقوع آن رویداد خیلی کم است. برای مثال، کلمه نادر می‌تواند به مفهوم مقادیر پایین و بالای صدک‌های (۹۵ و ۵)، (۹۰ و ۱۰) و یا به‌صورت مقادیر بالاتر از یک آستانه و یا تداوم یک شرایط ویژه تعریف شود. نمایه‌های فرین ساده و شفاف مبتنی بر داده‌های بلندمدت و همگن، وضعیت رویدادهای فرین را بیان می‌کنند. این نمایه‌ها باید جنبه‌هایی از رویداد تغییر اقلیم و آثار آن را نمایش دهند (رحیم‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸).

به دنبال طرح جدی مسأله تغییر اقلیم و افزایش گرمایش جهانی در چند دهه اخیر ضرورت مطالعاتی در این زمینه در کشور بیش از پیش احساس شده است. در این راستا مطالعات بسیار وسیعی در سطح ملی و بین المللی صورت گرفته است؛ که می توان. سو و همکاران(۲۰۰۶)، روند دما و بارش فرین در حوضه رودخانه یانگ تسه‌ی چین را بررسی کردند. آنها از آزمون من- کندال و رگرسیون خطی ساده جهت شناسایی روند فرین‌های سالانه و فصلی بهره بردند. نتایج نشان داد که میانگین دمای حداقل و حداکثر در منطقه مورد مطالعه، دارای روند مثبت می‌باشد. چی-کائو و گانگولی(۲۰۱۱)، شدت، تداوم و فراوانی بارش های حدی را در ارتباط با سناریوهای گرمایش جهانی قرن بیستم مطالعه و بررسی کردند. آن ها دریافتند که روندهای بارش های حدی در مقیاس جهانی به شدت در حال افزایش است؛ به طوری که این روند افزایشی اثرهای درخور توجهی در منحنی های شدت، تداوم و فراوانی داشته است. وارنر و همکاران (۲۰۱۲)، به بررسی رخداد بارش های حدی زمستانه در امتداد سواحل شمال غرب امریکا و سواحل شرقی اقیانوس آرام پرداختند. نتایج تحلیل های همدیدی و نقشه های ترکیبی آنان نشان داد که آنومالی های منفی در فشار سطح دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح بالا در مرکز اقیانوس آرام، آنومالی های فشار در جنوب غرب امریکا، آنومالی های مثبت درجه حرارت سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در امتداد ساحل و آب قابل بارش زیاد و

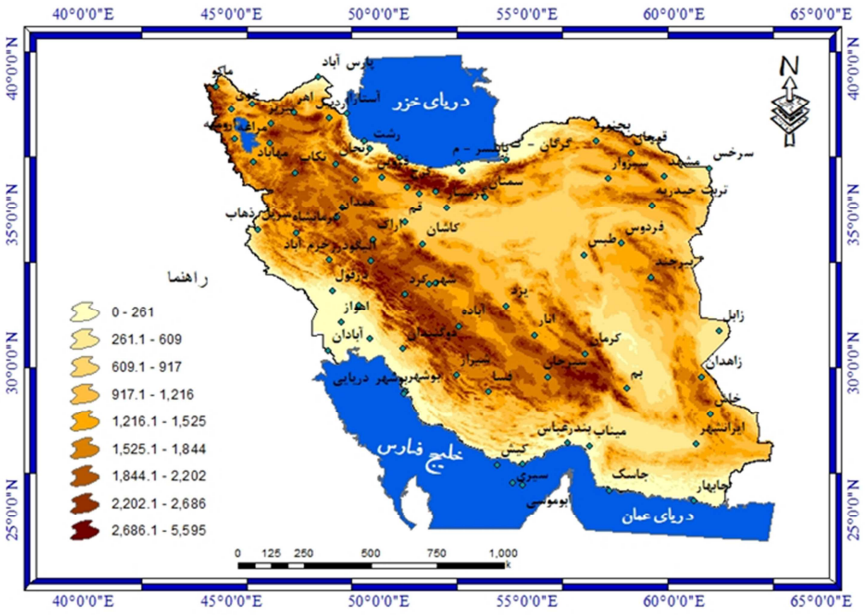
شارش بخار آب روی جنوب غرب باعث ریزش بارش های حدی در مناطق مورد مطالعه می شود. انسیناس و همکاران (۲۰۱۳)، با استفاده از مدل Rclimdex به تجزیه و تحلیل آماری از سری زمانی مربوط به اطلاعات آب و هوا در اسپانیا طی دوره ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۸ پرداخته و به این نتیجه رسیدند که گرمترین سال ۱۹۹۵ با دمای ۱۱/۱درجه سانتیگراد و سردترین سال نیز سال ۱۹۹۹ با دمای ۹/۳ درجه سانتی گراد بوده است. از لحاظ بارش نیز بهترین سال، سال ۱۹۹۶ با ۱۷۳۵ میلی‌متر و کمترین مقدار بارندگی در سال ۲۰۰۵ با ۸۴۸/۹ میلیمتر رقم خورده است. از نظر بارش فصلی نیز بارش ها در طول تابستان و بهار افزایش نشان می دهند. بیگی و همکاران(۲۰۱۸) به بررسی روند بارش با استفاده مدل Rclimdex در سواحل آفریقای غربی در ایستگاه نیامی پرداخته اند، آنان داده های بارش روزانه را در دوره آماری ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۹ را مورد ارزیابی قرار دادند، نتایج این پژوهش نشان داد یک روند کاهشی در میزان بارش در کل در دوره زمانی ۱۹۵۰-۲۰۰۹ و یک روند مثبت برای داده هایی که در طول دوره ۱۹۸۰-۲۰۰۹ است را تأیید می کند و بهبود بارش پس از دوره خشک (۱۹۶۸ -۱۹۸۵) را نشان می دهد. رحیمی و همکاران(۲۰۱۸) به بررسی روند شاخص های دما و بارش شدید در ایران طی دوره زمانی ۱۹۶۰-۲۰۱۴ پرداخته اند، آنان از ۳۳ ایستگاه همدید استفاده نموده نتایج این مطالعه نشان داد در اکثر ایستگاه ها روندهای منفی در R10mm، R20mm، R25mm، CDD، PRCPTOT، FD، TN10p، TX10p، CSDI و روند مثبت در Rx1DAY، SDII، SU25، TR20، TXx، TNn، TNx، TN90p، TX90p و WSDI وجود دارد. مثبوث و همکاران (۲۰۱۸) تغییرات مشاهداتی در بارش های حدی را در مقیاس سالانه در مدیترانه شرقی در طول سالهای ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۲ مورد بررسی قرار دادند، آنان ۷۰ ایستگاه همدید را با استفاده از مدل Rclimdex مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند؛ حوادث حدی و بارش های شدید نشان داد که کاهش قابل توجهی در مدیترانه شرقی و در قسمت های جنوبی در کل بارش وجود دارد و نیز روند کاهشی عموماً بیشتر از روند افزایشی در این منطقه وجود دارد. سین و همکاران(۲۰۱۸) در پژوهشی به بررسی روند و تغییرات دما و شاخص های حدی بارش در طول دوره ی ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۵ در میانمار پرداختند؛ آنان از مدل RClimDex 1.1 استفاده نمودند. نتایج این بررسی نشان داد که روند افزایشی در ناهنجاری بارش در طول سال ۱۹۸۱-۱۹۸۵ معنی دار نبوده و در مقابل، روند افزایشی اندکی نسبت به شرایط مرطوب تر با نرخ ۷۶،۵۲ میلی متر در دهه در طول دوره مطالعه وجود دارد. وی و همکاران(۲۰۱۸) به بررسی ویژگی های زمانی مکانی بارش های حدی در شرق چین در دوره زمانی ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۵ پرداخته اند، آنان با استفاده از مدل Rclimdex 344 ایستگاه همدید را مورد بررسی قرار دادند نتایج این مطالعه نشان داد که تقریباً کلیه شاخص های بارش منطقه ای مربوط به فراوانی یا شدت بارش های حدی در ۵۵ سال گذشته روند افزایشی داشته است و شاخص های Rx1day، Rx5day، R95p، R99P، SDII و R25mm به طور قابل توجهی افزایش یافته اند. افزایش شاخص های PRCPTOT، SDII، R95p، R20mm و R25mm به طور عمده در مناطق جنوبی و میانی شرق چین وجود دارد. رحیمی و فاطمی (۲۰۱۹) به بررسی روند بارش در دوره ی ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۷ در گستره ایران پرداخته اند، در این مطالعه از ۳۳ ایستگاه همدید در یک دوره آماری ۵۸ ساله بهره گرفته شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که بیشتر مناطق در مقادیر شدید بارش و فراوانی بارندگی، روند افزایشی چشمگیری داشته اند. در این مطالعه روند مثبت معنی داری در مناطق جنوب غربی ایران و سواحل خلیج فارس برای شاخص های حدی بارش مشاهده شد. به طور کلی در رابطه با فرین های اقلیمی در

نقاط مختلف دنیا می توان از تحقیقات محققانی نظیر: پترسون و همکاران، ۲۰۰۲؛ ماکسیت، ۲۰۰۳؛ استرلینگ، ۲۰۰۳؛ ژانگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ الکساندر، ۲۰۰۶؛ یانگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ یو و همکاران، ۲۰۱۰؛ انسیناس و همکاران، ۲۰۱۳؛ وی و همکاران، ۲۰۱۸؛ سین و همکاران، ۲۰۱۸ و... نام برد.

طی دهه اخیر در ایران نیز تحقیقاتی در زمینه بارش های حدی به انجام رسیده است. همانند پژوهش عساکره و همکاران(۱۳۹۱)، مشخصات زمانی – مکانی بارش‌های روزانهٔ فرین بالا در شمال غرب ایران را مطالعه نمودند. نتایج تحلیل بارش‌های فرین نشان داد که به جز برای گسترهٔ تحت تأثیر ۷۰-۶۰ درصد، بیش‌ترین دفعات وقوع بارش‌های فرین در ماه آوریل بوده است. دومین ماه به لحاظ فراوانی بیشینه برای گستره‌های ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰ و نیز ۴۰-۳۰ درصد از مساحتِ زیرِ پوششِ بارش‌های فرین، ماه می است. در گسترهٔ ۴۰-۵۰، ۵۰-۶۰، ماه مارس به لحاظ فراوانی رخداد بارش‌های فرین در مقام دوم قرار دارد. در حالتی که ۷۰-۶۰ درصد گسترهٔ مورد مطالعه زیر پوشش بارش‌های فرین باشد، ماه‌های مارس، می و اکتبر با فراوانی‌های برابر (۲ بار برای هرماه)، فراوانی بیشینه را به خود اختصاص داده‌اند. دارند(۱۳۹۳)، با بررسی تغییرات مقادیر حدی بارش و دما در ارومیه دریافت که بر پایه دو دوره قبل و بعد از سال جهش نمایه های فرین دما، نمایه های فرین گرم (روزهای تابستانی (SU25)، روزهای گرم (TX90p) امواج گرما(WSDI))، طی دوره مورد پژوهش روند صعودی و نمایه های فرین سرد روزهای یخبندان (FD کوچک ترین دمای بیشینه(TXn) شب های سرد (TN10p)) روند نزولی را تجربه کرده اند. تغییرات بیش تر و نمایه های بارش فرین طی دوره مورد مطالعه روند نزولی معناداری را نشان می دهند. طی چند سال اخیر از بسامد رخداد بارش های سنگین، ابرسنگین و میزان کل بارش سالانه ارومیه به شدت کاسته شده است. محمدی و همکاران(۱۳۹۶)، با استفاده از شاخص‌های ETCCDI و نرم‌افزار RclimDex به تحلیل روند شاخص‌های حدی بارش روزانه در ایران پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که در دورهٔ مورد مطالعه همهٔ شاخص‌های حدی بارش در ایران دارای تغییر و روند است. در بیشتر ایستگاه‌ها، بارش سالانه کاهش(شامل حدود ۹۲ درصد از ایستگاه‌ها) و تعداد روزهای خشک (CDD) افزایش یافته است (شامل حدود۷۲درصد از ایستگاه‌ها) و فقط در برخی از ایستگاه‌ها در نواحی مرکزی و دامنه‌های زاگرس تعداد روزهای خشک روند کاهشی دارد. از نظر بارش‌های سنگین و نیمه‌سنگین و همچنین روزهای مرطوب و فوق‌العاده مرطوب، سهم تغییرات در ایستگاه‌های واقع در سواحل شمال و جنوب بیشتر است. RClimDex توسط بسیاری از نویسندگان مورد استفاده قرار گرفته است؛ از جمله منتوم و همکاران(۲۰۰۱)؛ بایدیا و همکاران(۲۰۰۸)؛ ایزلام(۲۰۰۹)؛ ون و همکاران(۲۰۱۳)؛ وانگ و همکاران(۲۰۱۸)؛ بوستیا و همکاران(۲۰۱۹) لذا در این پژوهش از این مدل استفاده خواهد شد. با توجه مطالب فوق هدف از طرح این پژوهش واکاوی و شناسایی تغییرات مقادیر حدی بارش به عنوان نشانه هایی از تغییرات اقلیمی در گستره ی ایران می باشد؛ تفاوت این پژوهش با سایر پژوهش های انجام شده در طول دوره آماری و تعداد ایستگاه های مورد استفاده جهت هر چه بهتر نشان دادن این تغییرات می باشد.

داده ها

منطقه موردمطالعه پهنه وسیع جمهوری اسلامی ایران است، بـا وسعـتی معادل ۱،۶۴۰،۱۹۵ کیلومتر مربع که در نیمـه جنـوبی منطقه معتدل شمالی بین ´۰۳، °۲۵ و ´۴۷، °۳۹ عرض شمالی از خط استوا و ´۱۴، °۴۴ و ´۲۰، °۶۳ طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ، در جنوب غربی آسیا (خاورمیانه) واقع‌شده است. برای واکاوی تغییرات مقادیر حدی بارش در کشور ایران از داده های روزانه بارش در ۷۶ ایستگاه همدید (شکل۲) که دارای آمار بلندمدت (۳۰ ساله) و قابل اطمینان بودند، استفاده شد. دورهٔ زمانی مورد مطالعه در این پژوهش سالهای بین ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶ (۱۰۹۵۷روز متوالی) است.



شکل۱: پراکندگی و موقعیت ایستگاه های مورد مطالعه

برای استخراج روند بارش روزانه از نرم‌افزار RClimDex استفاده شده است. RClimDex به وسیله ژانگ و یانگ در شعب تحقیقات اقلیمی سرویس هواشناسی کانادا توسعه‌یافته است. توسعه اولیه آن در آژانـس توسـعه ملـی کانـادا از طریق پروژه همکاری تغییرات اقلیمی کانادا-چین انجام‌گرفته است. این نرم‌افزار برای محاسبه روند شاخص‌های حـدی دما و بارش توسعه‌یافته است (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ ژانگ و یانگ،۲۰۰۴). تـیم کارشناسـی آشکارسـازی و نمـایش تغییر اقلیم و شاخص‌ها(ETCCDI[1]) بر اساس مجموع استاندارد ۲۷ شاخص حدی در زبـان برنامه نویسی R که یک‌زبان، محاسبه، وگرافیکی آماری است(ژانگ و یانگ،۲۰۰۴) و بر اسـاس الگوریتم‌های بهبودیافتـه و کـاهش خطای عددی طراحی کرده است. ETCCDI به‌صورت مشترک به‌وسیله کمیسـیون اقلیم‌شناسی، سـازمان جهـانی

1.expert team on climate change detection, monitoring and indices

هواشناسی و برنامه جهانی دیدبانی داده‌ها و تغییرپذیری و پیش‌بینی اقلیم (CLIVAR) حمایت می‌شود (سیلمن و روکنر، ۲۰۰۸). در نرم افزار RClimDex شاخص های حدی در ۵ دسته شامل شاخص های حدی مبتنی بر صدک ها، شاخص های حدی مطلق، شاخص های آستانه ای، شاخص های حدی دوره ای و سایر شاخص ها مانند دامنه تغییرات می باشد(الکساندر و همکاران، ۲۰۰۶)؛ این شاخص ها در سطح معنی داری ۰،۰۵ برآورد می گردد. در این پژوهش از شاخص‌های حدی بارش که در جدول ۱ مشخصات آن‌ها آورده شده، استفاده‌شده است. نرم‌افزار RClimDex بر اساس آستانه‌های تعریف‌شده برای هر شاخص میزان شیب آن‌ها را در طی دورهٔ آماری بر اساس شیب سن محاسبه می‌کند. برای بررسی وجود روند خطی از آزمون ناپارامتریک من کندال استفاده می شود(sneyers, 1990). در این آزمون در صورتیکه سری زمانی y_i جای خود را به رتبه های متعلق به خود یعنی i دهند آنگاه در مقایسه هر رتبه با سایر رتبه های سری مورد نظر در صورتیکه به ازای $i > j$ ، $y > y_j$ باشد یک واحد به مقدار اولیه t اضافه می شود، این کار از مقایسه رتبه سایر داده ها آغاز و تا مقایسه رتبه های دو مقدار انتهایی ادامه می یابد. در پایان مقادیر بزرگ $|t| = |\sum n|$ نشان دهنده روند افزایشی یا کاهشی در سری خواهند بود. با استفاده از قضیه حد مرکزی آماره فوق به Z با توزیع نرمال تبدیل می شود و در این حالت کافیست مقدار آن با مقدار $z_{a/2}$ ه از جدول نرمال مربوط به سطح معنی داری α استخراج می شود، مقایسه شود. مبانی مقایسه برای سطح ۰،۰۵ برابر با ۱،۹۶ $\pm$ است(عسگری و همکاران، ۱۳۸۶). جهت ترسیم نقشه ها از نرم افزار ARCGIS ورژن ۶ استفاده شده است و نیز با روش کریجینگ پهنه بندی صورت گرفته است.

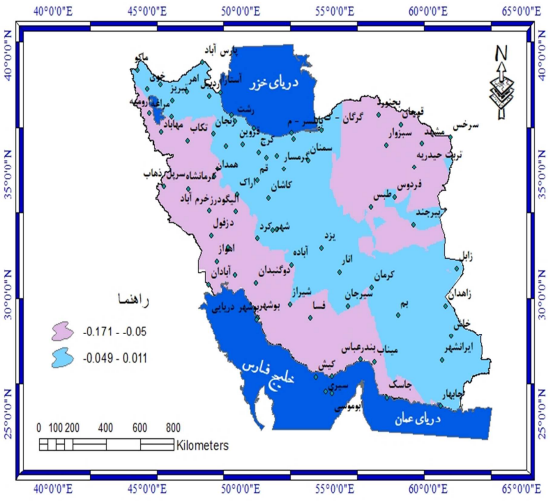
جدول ۱: شاخص‌های حدی بارش

ردیف	شاخص	واحد
۱	تعداد روزهای با بارش سنگین(R10)	روز
۲	تعداد روزهای با بارش خیلی سنگین (R20)	روز
۳	روزهای خیلی مرطوب (R95p) مجموع بارش روزهای متوالی با میزان بارش بیش از صدک ۹۵ ام دورهٔ پایه(۱۹۹۹-۲۰۱۵)	میلی‌متر
۴	روزهای فوق‌العاده مرطوب (R99p) مجموع بارش روزهای متوالی با میزان بارش بیش ازصدک ۹۹ ام دورهٔ پایه (۱۹۹۹-۲۰۱۵)	میلی‌متر
۵	حداکثر طول دورهٔ مرطوب(CWD)، طول حداکثر روزهای متوالی که بارش بیشتر از و مساوی با ۱ میلی‌متر است.	روز
۶	حداکثر طول دورهٔ خشک(CDD)، طول حداکثر روزهای متوالی که بارش کمتر از ۱ میلی‌متراست.	روز
۷	حداکثر بارش ۲۴ ساعته (Rx1 day)	میلی‌متر
۸	حداکثر بارش پنج روزه (Rx5day)	میلی‌متر
۹	کل بارش سالانه در روزهای مرطوب (PRCPTOT)	میلی‌متر

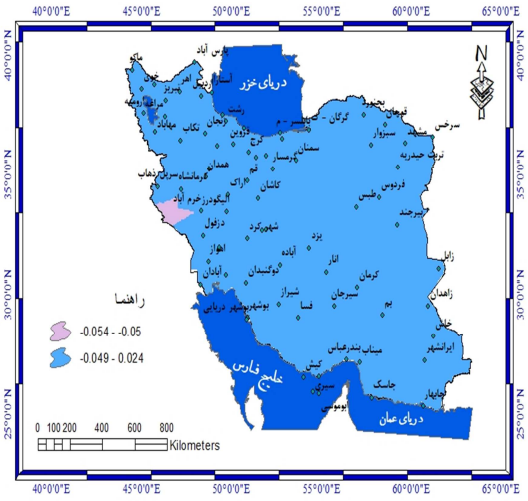
نتایج و بحث:

در شکل (۲) بر اساس ضرایب معنی داری نمایه تعداد روزهای همراه با بارش سنگین (R10mm) نشان داده شده است، این اشکال از نظر معنی داری در سه دسته در گستره ی ایران طبقه بندی شده است. اگر روند شبیب کمتر از

۰,۰۵ – باشد نزولی است. اگر روند شیب در محدوده ۰,۰۵ – تا ۰,۰۵ + باشد فاقد روند می باشد؛ و نیز اگر بیش از ۰,۰۵ + باشد روند شیب صعودی خواهد بود. با توجه به شکل (۲) تعداد روزهـای همـراه بـا بـارش سـنگین در نواحی غرب ، جنوب غربی و شمال شرقی کشور دارای روند نزولی معنادار می باشد. درحدود ۴۹ درصد از پهنهٔ ایران روند منفی معنا دار و در ۵۱ درصد بدون روند می باشد. بیشترین شیب نزولی روند تعـداد روزهـای همراه با بارش سنگین در ایستگاه های سرپل ذهاب، مسجد سلیمان با مقدار ۰,۲۴– مشاهده می شود؛ ایستگاه های خرم آباد و تکاب در رده های بعدی قرار می گیرند(با مقدار ۰,۲۳-). بیشترین شیب صعودی در ایستگاه پارس آباد با مقدار ۰,۱۵ وجود دارد. ضرایب معنی داری تعداد روزهای همراه با بارش ابر سنگین (R20mm) در شکل (۳) نشان داده شده است، سطح معناداری نشان می دهد در گسترهٔ ایـران نمایه تعداد روز های همراه با بارش ابرسنگین تقریبا بدون روند معنادار است؛ تنها منطقه کوچکی در غرب کشور روند معنی داری مثبت مشاهده می شود.



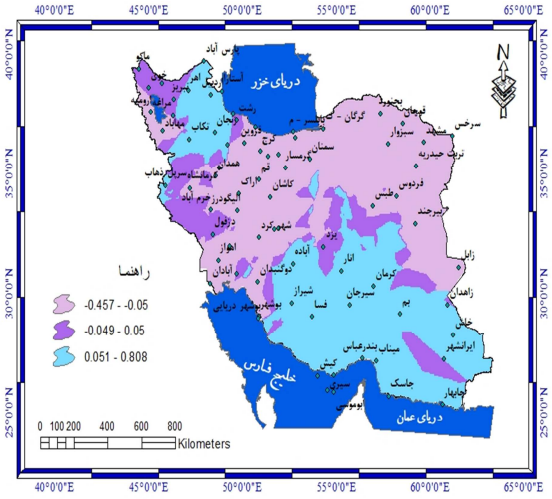
شکل ۲: نمایه تعداد روزهای همراه با بارش سنگین(R10mm)



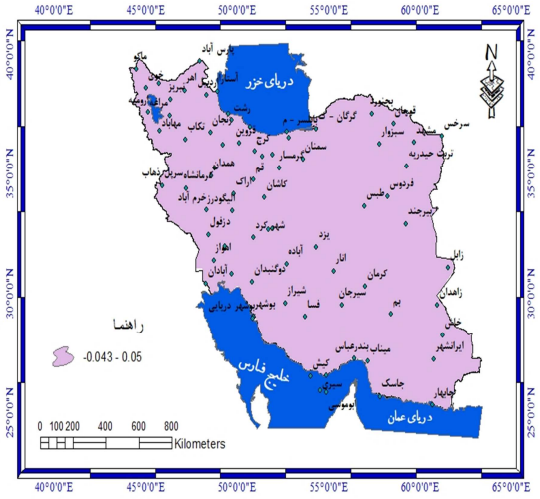
شکل۳: نمایه تعداد روزهای همراه با بارش ابر سنگین (R20mm)

سطح معناداری روند روزهای متوالی خشک(CCD) در شکل (۴) نشان داده شده است. در نواحی جنوبی (کرانه های دریای عمان و خلیج فارس) و قسمت هایی از غرب و جنوب غرب دریای خزر روند مثبت روز های توالی خشک مشاهده می گردد و در نواحی شمال، شمال شرق و مرکزی روند منفی روز های متوالی خشک وجود دارد. روند روزهای متوالی خشک نشان می دهد که در 39 درصد از گسترهٔ ایران روند مثبت معنی دار و در ۴۵ درصد از گسترهٔ ایـران روند منفی معنی دار وجود دارد و همچنین در ۱۵ درصد از گستره ی ایران روند معنا داری وجود ندارد. بیشترین شیب نزولی روند در طبس (۲,۳۹-)، خاش(۱,۴-) و کرج (۱,۱۶-) وجود دارد. بیشترین صعودی روند مربوط به جزیره ابوموسی(۲,۴۳)، یزد(۱,۶۷)، بندرعباس(۱,۲۲) می باشد جدول (۲). سطح معنی داری نمایه روزهای

متوالی مرطوب(CWD) در شکل (۵) حاکی از آن است که روزهای متوالی مرطوب در اکثر گستره ی ایران بدون روند معنادار است؛ به عبارت دیگر بالاتر از $0.05 \pm$ نمی باشد.

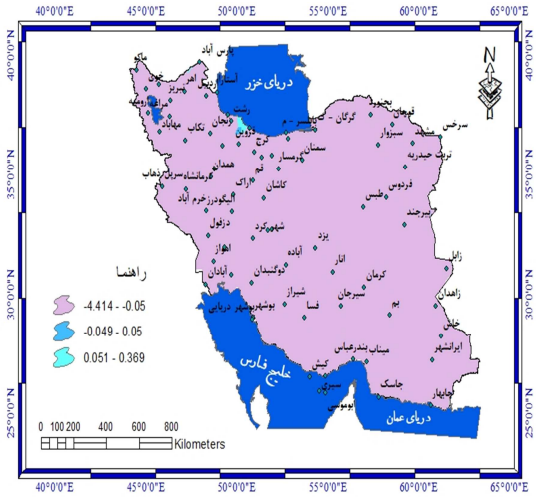


شکل ۴: نمایه روزهای متوالی خشک(CCD)

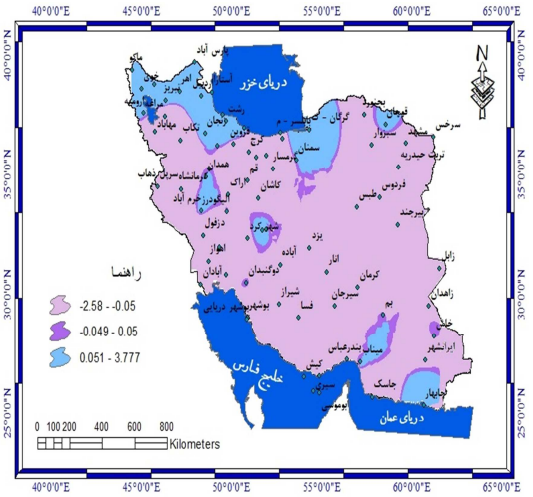


شکل۵: نمایه روزهای متوالی مرطوب(CWD)

روند منفی معنادار نمایه مقدار کلّ بارش روزهای مرطوب سالانه (PRCPTOT) در حـدود 99 درصد از گسترهٔ ایران را شامل می شود؛ که بیانگر آن است این نمایه تقریبا در کل کشور روند نزولی معناداری را داشته است تنها روند مثبت در قسمتی ناچیزی از بندر انزلی وجود دارد، بیشترین شیب نزولی بارش سالانه در گستره ی ایران زمین در ایستگاه مسجد سلیمان با شیب ۸,۲۶- و سرپل ذهاب با شیب ۶,۳- وجود دارد، بیشترین روند مثبت بارش سالانه در ایستگاه انزلی و رامسر به ترتیب با شیب ۳,۱ و ۳ مشاهده می شود جدول (۲). روزهای خیلی مرطوب (R95p) بیانگر مجموع مقدار بارش روزهایی از سال است که مقدار بارش بیش از صدک ۹۵ باشد. بررسی معنی داری روند با ایـن نمایـه بـرروی ایران نشان داد که در نواحی شمال غرب کشور، جنوب شرق دریای خزر و جنوب شرق ایران میزان بارش ناشی از روزهای خیلـی مرطـوب روبـه افزایش است. بیشترین شیب روند کاهشی این نمایه در مسجد سلیمان و سپس فسا به ترتیب با مقدار۴,۳- و ۳,۱۷- وجود دارد، بیشترین شیب روند افزایشی روزهای خیلی مرطوب در آستارا با مقدار ۶ مشاهده می شود جدول (۲). روند منفی معنا دار در روزهای خیلی مرطوب در حدود ۷۸ درصد از گسترهٔ ایـران و در حدود ۱۴ درصد دارای روند مثبت معنا دار و ۸ درصد از گستره ایران بدون روند معنا داری است شکل (۷).

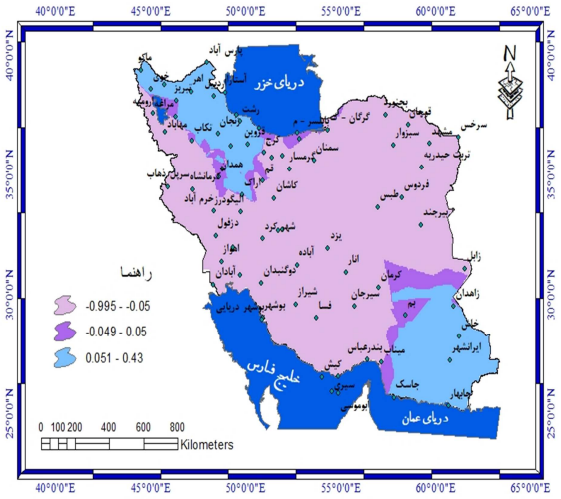


شکل ۶: نمایه مقدار کلّ بارش روزهای مرطوب سالانه (PRCPTOT)

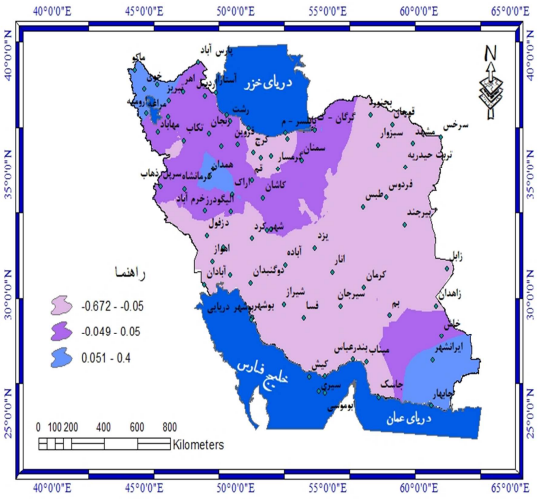


شکل ۷: نمایه روزهای خیلی مرطوب (R95p)

روند روزهای بسیار مرطوب (R99p) درحدود ۷۰ درصد از گسترهٔ ایران منفی معنا دار است، که بیشتر بر روی مناطق جنوب غرب، غرب کشور، مرکزی، شرقی و شمال شرقی قرار دارد. در این نمایه در حدود ۸ درصد ازگستره ی ایران روندی مثبت معنا دار دارد، نواحی شمال غربی کشور و جنوب شرقی کشور دارای روند مثبت می باشد، بیشترین روند افزایشی روزهای بسیار مرطوب در خرم آباد با شیب ۱,۴ و بیشترین روند کاهشی در سر پل ذهاب با شیب ۲,۷۸- مشاهده می گردد جدول (۲) و همچنین در ۲۲ درصد از گستره ایران روند معنا دار خاصی مشاهده نمی شود شکل (۸). بیشترین مقدار بارش یک روزه(RX1day) به نوعی بیانگر شدت بارش روزانه است. معنا داری روند این نمایه در شکل(۹) آمده است. روند مقدار بارش یک روزه در مناطق جنوب غرب وشمال شرق ایران طی بازه زمانی مورد مطالعه کاهشی است. درحالیکه مناطق جنوب شرقی، شمال غربی دارای روند افزایشی است. بیشترین شیب روند کاهشی مقدار بارش یک روزه مربوط به مسجد سلیمان با مقدار ۱,۳۴- و بیشترین شیب روند افزایشی این نمایه مربوط به چابهار با مقدار ۱,۲۳ است جدول (۲). روند مقدار بارش یک روزه در حدود ۴۷ درصد از گسترهٔ ایران منفی و در ۴۷ درصد آن بدون روند و ۶ درصد از آن با روند مثبت است شکل (۹).

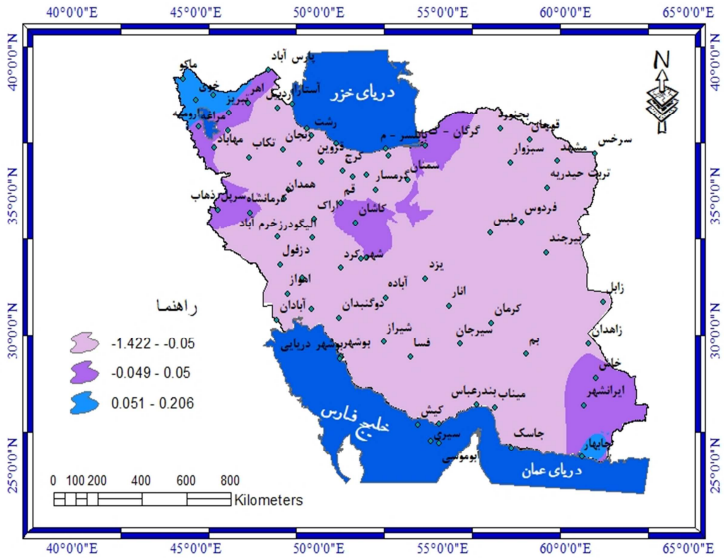


شکل ۸: نمایه رونـد روزهـای بسـیار مرطـوب (R99p)



شکل ۹: نمایه مقدار بارش یک روزه(RX1day)

بیشترین مقدار بارش5 روزه (RX5day) بیانگر شدت بارش در موج بارش هـایی است که 5 روز دوام دارند. مناطق دارای روند از لحاظ پراکنش مکانی تقریباً همانند نمایهٔ بیشتـرین مقدار بارش یک روزه است درحالی که از گسترش روند مثبت آنها کاسته شده است. بیشترین شیب روند کاهشی مربوط به ایستگاه های فسا و مسجد سلیمان که به ترتیب برابر ۲,۴- و ۱,۹- است. بیشترین شیب روند افزایشی مربوط به چابهار با مقدار ۰,۵ می باشد، روند بیشترین مقدار بارش5 روزه در حـدود ۷۳ درصد از گسترهٔ ایران منفی معنادار و در ۲ درصد آن مثبت معنا دار و ۲۵ درصد از آن بدون روند است شکل(۱۰).



شکل ۱۰: نمایه مقدار بارش۵ روزه(RX5day)

جدول ۲: شیب خط روند نمایه های حدی بارش در ۷۶ ایستگاه همدید

ردیف	ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	r10mm	r20mm	R86mm	cdd	cwd	r95p	r99p	prcptot
۱	(آبعلی) تهران	۵۱/۸۸	۳۵/۷۵	۰/۰۶	-۰/۰۳	۰	-۰/۸۲	۰/۰۵	-۱/۲۴	-۰/۳۹	۰/۳
۲	آباده	۵۲/۶۷	۳۱/۱۸	۰	-۰/۰۳	۰	-۰/۵۸	۰	-۰/۶۱	-۰/۶	-۰/۷۱
۳	آبادان	۴۸/۲۵	۳۰/۳۷	-۰/۰۸	-۰/۰۶	-۰/۰۱	-۰/۱۵	-۰/۰۲	-۱/۷۵	-۰/۵۵	-۳/۰۶
۴	اهر	۴۷/۰۷	۳۸/۴۳	-۰/۰۶	۰/۰۴	-۰/۰۱	-۰/۱۷	۰/۰۲	۰/۹۶	۰/۵۶	-۰/۶۴
۵	الیگودرز	۴۹/۷	۳۳/۴	۰/۰۲	۰/۰۳	۰	-۱/۰۵	-۰/۰۲	۰/۷۴	۰/۲۱	-۰/۱۴
۶	اهواز	۴۸/۶۷	۳۱/۳۳	-۰/۱۵	-۰/۰۱	۰	۰/۷۸	-۰/۰۳	-۰/۶۴	-۰/۴۸	-۳/۱۳
۷	ابوموسی	۵۴/۸۳	۲۵/۸۳	-۰/۰۸	-۰/۰۴	۰/۰۱	۲/۴۳	-۰/۰۳	-۰/۳۵	-۰/۱۳	-۲/۲
۸	اردبیل	۴۸/۲۸	۳۸/۲۵	-۰/۰۱	-۰/۰۲	۰	-۰/۰۲	۰	-۰/۱۵	۰/۱۲	-۰/۶۲
۹	اراک	۴۹/۷۷	۳۴/۱	۰/۰۱	-۰/۰۳	۰	-۰/۲۵	-۰/۰۳	-۰/۹۱	-۱/۰۷	-۱/۳
۱۰	انار	۵۵/۲۵	۳۰/۸۸	-۰/۰۱	-۰/۰۱	۰	۱/۱۵	-۰/۰۵	-۰/۶۱	-۰/۲	-۱/۳۳
۱۱	آستارا	۴۸/۸۷	۳۸/۴۲	-۰/۰۴	۰/۱۵	۰	۰/۵	-۰/۰۴	۶/۳۱	۱/۲۹	۲/۷۹
۱۲	بابلسر - م	۵۲/۶۵	۳۶/۷۲	-۰/۰۶	-۰/۰۶	۰	۰/۴۹	-۰/۰۷	-۰/۶۳	-۰/۴۹	-۲/۴۶
۱۳	بم	۵۸/۳۵	۲۹/۱	-۰/۰۲	۰/۰۱	۰	۰/۲۹	-۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۳۸	-۰/۰۱
۱۴	بندرعباس	۵۶/۳۷	۲۷/۲۲	-۰/۰۹	-۰/۰۵	۰	۱/۲۲	-۰/۰۴	-۱/۱۲	۰/۵۹	-۳/۳۴
۱۵	بندر انزلی	۴۹/۴۷	۳۷/۴۷	۰/۰۳	۰/۱	۰	۰/۳۵	۰/۰۱	۲/۷۹	۰/۷۹	۳/۱
۱۶	بندرلنگه	۵۴/۸۳	۲۶/۵۳	-۰/۱۲	-۰/۰۸	۰	-۰/۰۵	-۰/۰۲	-۱/۳	-۰/۲۵	-۳/۶
۱۷	بجنورد	۵۷/۳۲	۳۷/۴۷	-۰/۰۴	-۰/۰۲	۰	-۰/۴۶	-۰/۰۳	-۰/۳۹	-۰/۶۲	-۱/۱۹
۱۸	بیرجند	۵۹/۲	۳۲/۸۷	-۰/۰۷	-۰/۰۲	۰	۰/۳۴	-۰/۱۱	-۰/۴۹	-۰/۰۸	-۲/۶۷
۱۹	بوشهر دریایی	۵۰/۸۲	۲۸/۹	-۰/۱۱	-۰/۰۲	۰	۰/۳۳	-۰/۰۳	-۰/۲۳	-۰/۰۴	-۲/۱۳
۲۰	بوشهر	۵۰/۸۳	۲۸/۹۸	-۰/۰۷	-۰/۰۵	۰	۰/۲۳	-۰/۰۴	-۱/۲۲	۰/۰۵	-۳/۱۶
۲۱	دوگنبدان	۵۰/۷۷	۳۰/۴۳	-۰/۱۷	۰/۰۱	۰	-۰/۹۷	۰/۰۱	۰/۲۷	-۱/۰۳	-۳/۲۷
۲۲	چابهار	۶۰/۶۲	۲۵/۲۸	-۰/۰۷	۰	۰/۰۱	-۰/۷۸	-۰/۰۴	۲/۱۵	۰/۹۱	-۰/۴۹
۲۳	فردوس	۵۸/۱۷	۳۴/۰۲	-۰/۱۵	-۰/۰۵	۰	-۰/۳۹	-۰/۰۳	-۱/۳۶	-۰/۵۸	-۳/۲۶
۲۴	اصفهان (ازن)	۵۱/۶۷	۳۲/۶۲	۰/۰۷	۰/۰۳	۰	-۰/۵۶	۰/۰۴	۱/۱	۰/۳۸	۱/۴۳
۲۵	شرق اصفهان	۵۱/۸۷	۳۲/۶۷	-۰/۰۳	-۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۹۸	۰/۰۴	-۰/۰۸	۰/۰۴	-۰/۲۵
۲۶	فسا	۵۳/۶۸	۲۸/۹۷	-۰/۱۱	-۰/۰۸	-۰/۰۱	۰/۹۹	-۰/۰۱	-۳/۱۷	-۱/۹۶	-۴/۸۶
۲۷	قراخیل - م	۵۲/۷۷	۳۶/۴۵	-۰/۰۷	۰/۰۱	۰	۰/۲۳	-۰/۰۳	-۰/۷۴	-۱/۵	-۲/۲۵
۲۸	گرمسار	۵۲/۲۷	۳۵/۲	-۰/۰۹	۰	۰	۰/۱۸	۰/۰۱	-۰/۴۴	-۰/۱۲	-۱/۳۲
۲۹	گرگان - گ	۵۴/۲۷	۳۶/۸۵	-۰/۱	۰/۰۱	۰	۰/۵۵	-۰/۰۱	۲/۸۸	۱/۲۷	-۲
۳۰	همدان	۴۸/۵۳	۳۴/۸۷	-۰/۰۲	۰/۰۱	-۰/۰۱	۰/۱۱	-۰/۰۵	۰/۵۱	۰/۷۷	-۱/۳۱
۳۱	جلفا	۴۵/۶۷	۳۸/۷۵	۰/۰۸	۰/۰۱	۰	-۰/۵۷	۰/۰۱	۰/۹۹	۰/۲	۲/۶۴
۳۲	ایرانشهر	۶۰/۷	۲۷/۲	۰	-۰/۰۱	۰	۰/۴۹	-۰/۰۲	-۰/۳۷	۰/۱۳	-۱/۳۲

۳۳	جاسک	۵۷/۷۷	۲۵/۶۳	-۰/۱	-۰/۰۴	۰	-۰/۹۲	-۰/۰۴	-۱/۹۴	-۱/۲۸	-۳/۷
۳۴	کرج	۵۰/۹	۳۵/۹۲	۰/۰۳	۰	۰	-۱/۱۶	۰/۰۴	-۰/۴۲	۰/۲۸	۰/۷۵
۳۵	کرمانشاه	۴۷/۱۵	۳۴/۳۵	-۰/۱۶	-۰/۰۸	-۰/۰۱	-۰/۴۴	-۰/۰۲	-۱/۳	-۰/۵۱	-۵/۰۲
۳۶	کاشان	۵۱/۴۵	۳۳/۹۸	۰/۰۱	-۰/۰۲	۰	-۰/۵۴	۰/۰۴	-۰/۶۵	-۰/۷۵	-۰/۴۹
۳۷	کرمان	۵۶/۹۷	۳۰/۲۵	۰/۰۵	-۰/۰۲	۰	۰/۹۱	-۰/۰۵	-۰/۷۵	-۰/۷۶	-۱/۱۲
۳۸	خوی	۴۴/۹۷	۳۸/۵۵	-۰/۰۲	۰/۰۲	۰	-۰/۸۲	۰/۰۲	۰/۸	۱/۱	۱/۰۲
۳۹	خرمدره	۴۹/۱۸	۳۶/۱۸	۰/۰۱	۰	۰	-۰/۸۳	۰/۰۱	-۰/۳۳	۰/۲۶	-۰/۸۴
۴۰	خرم آباد	۴۸/۲۸	۳۳/۴۳	-۰/۲۳	-۰/۰۹	۰/۰۱	-۰/۵۶	-۰/۰۱	۰/۸۳	۱/۴۷	-۴/۰۲
۴۱	خاش	۶۱/۲	۲۸/۲۲	۰/۰۱	-۰/۰۴	۰	-۱/۴	۰	۰/۱۵	۰/۲۹	-۰/۶۷
۴۲	کیش	۵۳/۹۸	۲۶/۵	-۰/۱۲	-۰/۰۸	۰	۰/۹۱	-۰/۰۳	-۲/۲۹	-۱/۰۶	-۴/۲۶
۴۳	پارس آباد	۴۷/۹۲	۳۹/۶۵	۰/۱۵	۰	۰	۰/۳۹	-۰/۰۴	-۰/۱۱	-۰/۰۵	۱/۰۸
۴۴	ارومیه	۴۵/۰۸	۳۷/۵۳	-۰/۱۶	۰/۰۳	۰	-۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۳۵	-۰/۱۵	-۲/۵
۴۵	رشت	۴۹/۶۵	۳۷/۲	-۰/۰۹	-۰/۱۱	۰	۰/۳۳	-۰/۰۸	۱/۵۴	-۰/۱۷	-۴/۰۴
۴۶	قزوین	۵۰/۰۵	۳۶/۲۵	-۰/۰۱	-۰/۰۳	۰	-۰/۰۶	-۰/۰۳	-۰/۶۹	۰/۱۴	-۱/۵
۴۷	رامسر - م	۵۰/۶۷	۳۶/۹	۰	۰/۰۵	-۰/۰۱	۰/۴	۰/۰۱	۰/۳۴	۱/۲۹	۳/۰۲
۴۸	قوچان	۵۸/۵	۳۷/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۲	۰	-۰/۷۴	-۰/۰۱	۰/۸۳	۱/۰۲	۰/۹۴
۴۹	سبزوار	۵۷/۷۲	۳۶/۲	-۰/۱۳	-۰/۰۲	۰	-۰/۳۲	-۰/۰۵	-۱	-۰/۴۹	-۲/۲۷
۵۰	قم	۵۰/۸۵	۳۴/۷	۰	-۰/۰۱	۰	-۰/۰۶	-۰/۰۳	-۰/۳۵	۰/۱۲	-۰/۷۲
۵۱	سرخس	۶۱/۱۷	۳۶/۵۳	۰/۰۶	-۰/۰۱	۰	-۰/۳۸	-۰/۰۳	-۰/۴۳	-۰/۳۵	۰/۱۸
۵۲	سمنان	۵۳/۵۵	۳۵/۵۸	-۰/۰۳	-۰/۰۲	۰/۰۱	-۰/۵۷	۰/۰۲	-۰/۱۵	-۰/۰۶	-۰/۶۴
۵۳	سرپل ذهاب	۴۵/۸۷	۳۴/۴۵	-۰/۲۴	-۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۵	-۰/۰۳	-۱/۸۵	-۲/۷۸	-۶/۴
۵۴	تبریز	۴۶/۲۸	۳۸/۰۸	۰/۰۱	-۰/۰۱	۰	۰/۵۴	-۰/۰۱	۰/۶۷	۰/۰۳	-۰/۵۳
۵۵	تکاب	۴۷/۱۲	۳۶/۳۸	-۰/۲۳	-۰/۰۶	۰	۰/۹۳	-۰/۰۶	-۲/۵۱	-۲/۰۳	-۴/۹۲
۵۶	طبس	۵۶/۹۲	۳۳/۶	-۰/۰۷	-۰/۰۲	۰	-۲/۳۹	-۰/۰۱	-۰/۵۹	-۰/۲۷	-۱/۳۲
۵۷	شهر کرد	۵۰/۸۵	۳۲/۲۸	-۰/۰۳	-۰/۰۱	۰	-۰/۳	-۰/۰۲	-۰/۳۲	-۰/۲۶	-۱/۲۵
۵۸	سیرجان	۵۵/۶۸	۲۹/۴۷	۰/۰۱	-۰/۰۲	۰	۰/۲	-۰/۰۳	-۱/۰۳	۰/۰۳	-۰/۷
۵۹	سیری	۵۴/۴۸	۲۵/۸۸	-۰/۱	-۰/۰۷	۰	-۰/۲۷	-۰/۰۱	-۱/۳۶	۰/۰۱	-۲/۴۶
۶۰	زنجان	۴۸/۴۸	۳۶/۶۸	۰/۰۹	۰/۰۱	۰	۰/۲۵	-۰/۰۱	۱/۱	۰/۱۵	۰/۸۶
۶۱	تهران مهرآباد	۵۱/۳۲	۳۵/۶۸	۰	-۰/۰۴	۰/۰۱	-۰/۶	۰	-۱/۲	-۰/۲۸	-۱/۱۹
۶۲	تربت حیدریه	۵۹/۲۲	۳۵/۲۷	-۰/۱۳	-۰/۰۴	۰	-۰/۸۶	-۰/۰۴	-۱/۵۶	-۰/۶	-۲/۹۴
۶۳	یزد	۵۴/۲۸	۳۱/۹	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	۱/۶۷	۰	-۰/۳۷	-۰/۲۷	-۰/۶۴
۶۴	زابل	۶۱/۴۸	۳۱/۰۳	-۰/۰۵	-۰/۰۲	۰	۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۸۲	-۰/۲۵	-۱/۱۵
۶۵	زاهدان	۶۰/۸۸	۲۹/۴۷	-۰/۰۲	۰	۰	۰/۲۵	۰/۰۲	-۰/۰۷	-۰/۰۵	-۰/۰۲
۶۶	مراغه	۴۶/۲۷	۳۷/۴	-۰/۲۱	-۰/۰۶	۰	-۰/۰۳	-۰/۰۲	-۱/۲۷	-۰/۰۶	-۵/۲۲
۶۷	مشهد	۵۹/۶۳	۳۶/۲۷	-۰/۱۳	-۰/۰۳	۰	۰/۱۸	-۰/۰۵	-۰/۶۸	-۰/۴۹	-۲/۲۷
۶۸	دوشان تپه	۵۱/۳۳	۳۵/۷	۰/۰۴	-۰/۰۳	۰/۰۱	-۰/۲۵	۰/۰۲	-۰/۵۴	-۰/۰۳	-۰/۱۹
۶۹	همدان نورژه	۴۸/۷۲	۳۵/۲	-۰/۱۳	-۰/۰۱	۰	۰/۸۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۵۳	-۳/۳۸
۷۰	دزفول	۴۸/۳۸	۳۲/۴	-۰/۱۶	-۰/۱۱	۰	۰/۴۲	-۰/۰۳	-۱/۵۴	۰/۴۲	-۵/۷۲

۷۱	مسجدسلیمان	۴۹/۲۸	۳۱/۹۳	-۰/۲۴	-۰/۱۲	۰	-۰/۵۱	-۰/۰۵	-۴/۳۳	-۲/۷۷	-۸/۲۶
۷۲	امیدیه پایگاه	۴۹/۶۵	۳۰/۷۷	-۰/۰۵	۰	۰	۱/۰۴	-۰/۰۳	۰/۲۵	-۱/۱۶	-۲/۰۶
۷۳	شیراز	۵۲/۶	۲۹/۵۳	-۰/۱۲	-۰/۰۴	-۰/۰۱	-۱/۰۷	-۰/۰۶	-۰/۸۸	-۲/۰۹	-۳/۵۵
۷۴	میناب	۵۷/۰۸	۲۷/۱	-۰/۰۵	-۰/۰۲	۰	۰/۲۵	-۰/۰۲	۱/۰۵	۱/۲۳	-۱/۲
۷۵	ماکو	۴۴/۴۳	۳۹/۳۳	۰/۰۷	۰/۰۲	۰	-۰/۷۳	۰/۰۴	۱/۳۷	۰/۶۱	۲/۱۶
۷۶	مهاباد	۴۵/۷۲	۳۶/۷۷	-۰/۱۳	-۰/۰۵	۰	-۰/۲۹	-۰/۰۱	-۱/۰۳	۰/۰۷	-۲/۸۴

نتیجه گیری

تغییرات آب و هوایی در مناطق گوناگون جهان اثر گذار است که در هر منطقه به صورت متفاوتی نمود می یابد. یکی از این اثرات تغییر رفتار بارش است که می تواند بصورت فرین های بارشی نقشی مخرب در زندگی انسان ها داشته باشد؛ بنابراین پرداختن به فرین های بارشی از نظر هیدرو-اقلیم اهمیت زیادی در مطالعات اقلیمی دارد. برای واکاوی تغییرات مقادیر حدی بارش در کشور ایران از داده های روزانه مربوط در ۷۶ ایستگاه همدید در دوره ی ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶ (۱۰۹۵۷روز متوالی) استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد، روند تعداد روزهـای همـراه بـا بـارش سـنگین درحدود ۷ درصد از پهنهٔ ایران منفی و در ۹۳ درصد از پهنهٔ ایران بدون روند است. نرخ کاهشی تعـداد روزهـای همراه با بارش سنگین در نواحی غربی کشور مشاهده می شود. در سایر مناطق روندی در بارش سنگین مشاهده نمی گردد. بیشترین شیب روند کاهشی مربوط به ایستگاه های مسجد سلیمان، سرپل ذهاب، خرم آباد است. بنابراین می توان گفت در اکثر مناطق کشور سهم بارش های سنگین بشدت کاهش یافته و روبه نزول است و وقوع این رویداد می تواند در مناطق پربارش کشور نظیر شمال و مناطقی که سرچشمه رودخانه های اصلی کشور هستند مشکل آفرین باشد. همچنین روند تعداد روزهای همراه با بـارش ابرسنگین نشان میدهد در گسترهٔ ایـران بدون روند است. این اتفاق بدلیل این است که در منطقه گرم و خشکی نظیر ایران بارش های ابرسنگین به ندرت و نامتوازن بوقوع می پیوندد. روند روزهای خشک متوالی نشان میدهد که در ۲۸ درصد از گسترهٔ ایران شامل نواحی جنوبی (کرانه های دریای عمان و خلیج فارس) و قسمت هایی از غرب و جنوب غرب دریای خزر روندی مثبت و رو به افزایش دارند و در ۳۷ درصد از پهنه ایـران شامل مناطق شمال، شمال شرق و نواحی مرکزی روند روزهای خشک متوالی منفی و کاهشی است. همچنین در ۳۵ درصد از گستره ی ایران روند خاصی وجود ندارد. بنابراین نواحی ساحلی و غراب ایران به سمت کاهش روزهای بارشی پیش می روند که بر وخامت اوضاع هیدرولوژیکی کشور خواهد افزود.

روند مقدار کلّ بارش روزهای مرطوب سالانه در حـدود۹۹ درصد از گسترهٔ ایران منفی و در ۰/۵ درصد آن مثبت و ۰,۵درصد از آن بدون روند است. روند مثبت در قسمتی ناچیزی از بندر انزلی وجود دارد، بیشترین روند منفی بارش سالانه در گستره ی ایران زمین در ایستگاه مسجد سلیمان با شیب ۸,۲۶- و سرپل ذهاب با شیب ۶,۳- وجود دارد، بیشترین روند مثبت بارش سالانه در ایستگاه انزلی و رامسر به ترتیب با شیب ۳,۱ و ۳ مشاهده می شود. بررسی روزهای متوالی مرطوب نشان می دهد که وقوع این پدیده در ایران بدلیل موقعیت قرارگیری ایران در منطقه جنب حاره از روند خاصی پیروی نمی کند و تنها در صورت روزهای مرطوب متوالی در ایران افزایش می باید که سامانه‌های

پرقدرتی وارد منطقه شوند که آن هم بصورت ناپیوسته در مناطق شمالی کشور که تحت حاکمیت پرفشار قرار ندارند اتفاق می افتد. روند روزهای خیلی مرطوب در حدود ۷۸ درصد از گسترهٔ ایـران منفی و در حدود ۱۴ درصد دارای روند مثبت و ۸ درصد از گستره ایران بدون روند است. رونـد روزهـای بسـیار مرطـوب درحـدود ۷۰ درصد از گسترهٔ ایران منفی است، که بیشتر بر روی منـاطق جنـوب غـرب، غـرب کشـور، مرکزی، شرقی و شمال شرقی قـرار دارد. در این نمایه در حدود ۸ درصد ازگستره ی ایران روندی مثبت دارد، نواحی شمال غربی کشور و جنوب شرقی کشور دارای روند مثبت می باشد، بیشترین روند افرایشی روزهـای بسـیار مرطـوب در خرم آباد با شیب ۱,۴ و بیشترین روند کاهشی در سر پل ذهاب با شیب ۲,۷۸- مشاهده می گردد و همچنین در ۲۲ درصد از گستره ایران روند خاصی مشاهده نمی شود. بنابراین می توان گفت که پهنه کشور با کاهش ورود توده های مرطوب به کشور مواجه بوده است و در آینده شرایط خشکسالی تشدید خواهد شود. روند مقدار بـارش یـک روزه در حـدود ۴۷ درصد از گسترهٔ ایران منفی و در ۴۷ درصد آن بدون روند و ۶ درصد از آن با روند مثبت است. روند بیشترین مقدار بارش ۵ روزه در حـدود ۷۳ درصد از گسترهٔ ایران منفی و در ۲ درصد آن مثبت و ۲۵ درصد از آن بدون روند است. بیشترین شیب روند کاهشی مربوط به ایستگاه های فسا و مسجد سلیمان که به ترتیب برابر ۲,۴- و ۱,۹- است. بیشترین شیب روند افزایشی مربوط به چابهار با مقدار ۰,۵ می باشد. بدین ترتیب نتایج نشان دادند که شرایط بارشی کشور و به تبع آن وضعیت آبی کشور رو به وخامت گذاشته که این شرایط خشک شدن بیشتر دریاچه های داخلی، کاهش هر چه بیشتر رطوبت سطحی خاک، کاهش جنگل ها و مراتع، کاهش سطوح زیر کشت، در نتیجه گسترش پهنه های گردو غبار خیز داخلی کشور را به همراه خواهد داشت.

منابع

اسدی، اشرف و ابوالفضل مسعودیان، (۱۳۹۳)، بررسی پراکنش زمانی- مکانی دماهای فرین گرم در ایران، نشریه پژوهش‌های محیط‌زیست، ۵(۹): ۵۹- ۷۲.

دارند، محمد، (۱۳۹۳)، واکاوی تغییرات مقادیر حدی بارش و دما در ارومیه به‌عنوان نشانه‌هایی از تغییر اقلیم، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، ۲۱(۲): ۱ – ۳۰.

رحیم زاده، فاطمه؛ عسگری، احمد؛ فتاحی، ابراهیم؛ محمدیان، نوشین و افسانه تقی‌پور، (۱۳۸۸)، روند نمایه‌های حدی اقلیمی دما در ایران طی دوره ۲۰۰۳-۱۹۵۱، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۴(۲): ۱۱۹-۱۴۴.

عساکره، حسین؛ ترکارانی، فاطمه و صغری سلطانی، (۱۳۹۱)، مشخصات زمانی – مکانی بارش‌های روزانهٔ فرین بالا در شمال غرب ایران، نشریه تحقیقات منابع آب ایران، ۸(۳): ۳۹-۵۳.

عسگری، احمد؛ رحیم زاده، فاطمه؛ محمدیان، نوشین؛ فتاحی، ابراهیم(۱۳۸۶). تحلیل روند نمایه های بارش های حدی در ایران، تحقیقات منابع آب. ۳(۳): ۵۵-۴۲.

علیجانی، بهلول؛ فرج زاده، حسن، (۱۳۹۴). تحلیل روند شاخص های دمای فرین در شمال ایران. نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، ۱۹(۵۲), ۲۵۶-۲۲۹.

محمدی، حسین؛ عزیزی، قاسم؛ خوش اخلاق، فرامرز و فیروز رنجبر، (۱۳۹۶)، تحلیل روند شاخص‌های حدی بارش روزانه در ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۹(۱): ۲۱-۳۷.

Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G. & Tagipour, A. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 111(D5). DOI: 10.1029/2005JD006290.

Baidya, S. K., Shrestha, M. L., & Sheikh, M. M. (2008).Trends in daily climatic extremes of temperature and precipitation in Nepal. Journal of Hydrology and Meteorology, 5(1), Pp. 38-51.

Bautista, F., Pacheco, A., & Dubrovina, I. (2019). Climate change indicators software for computing climate change indices for agriculture. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 6(17), 343-351. DOI: 10.19136/era.a6n17.1770

Bigi, V., Pezzoli, A., & Rosso, M. (2018). Past and Future Precipitation Trend Analysis for the City of Niamey (Niger): An Overview. Climate, 6(3), 73.https://doi.org/10.3390/cli6030073

Easterling, D. R., Alexander, L. V., Mokssit, A., & Detemmerman, V. (2003). CCI/CLIVAR workshop to develop priority climate indices. Bulletin of the American Meteorological Society, 84(10), 1403-1407. DOI:10.1175/BAMS-84-10-1403

Encinas, A. H., Dios, A. Q., Encinas, L. H., & Martínez, V. G. (2013). Statistical analysis from time series related to climate data. International Journal of Applied Physics and Mathematics, 3(3), 203.DOI: 10.7763/IJAPM.2013.V3.206.

Hu, Y., Maskey, S., & Uhlenbrook, S. (2012). Trends in temperature and rainfall extremes in the Yellow River source region, China. Climatic Change, 110(1-2), 403-429. DOI: 10.1007/s10584-011-0056-2.

Islam, N. (2008). Understanding the Rainfall Climatology and Detection of Extreme Weather Events in SAARC Region. SAARC Meteorology. Research Centre (SMRC).

Jiang, D., Wang, K., Li, Z., & Wang, Q. (2011).Variability of extreme summer precipitation over the Circum-Bohai-Sea region during 1961–2008. Theoretical and Applied Climatology, 104(3-4), 501-509. DOI: 10.1007/s00704-010-0369-5.

Kao, S. C., & Ganguly, A. R. (2011).Intensity, duration, and frequency of Precipitation Extremes under 21st-century warming scenarios. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 116(D16). DOI:10.1029/2010JD015529.

Manton, M. J., Della-Marta, P. M., Haylock, M. R., Hennessy, K. J., Nicholls, N., Chambers, L. E., ...& Inape, K. (2001). Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961–1998. International Journal of Climatology, 21(3), 269-284. https://doi.org/10.1002/joc.610

Mathbout, S., Lopez-Bustins, J. A., Royé, D., Martin-Vide, J., Bech, J., & Rodrigo, F. S. (2018). Observed Changes in Daily Precipitation Extremes at Annual Timescale Over the Eastern Mediterranean During 1961–2012. Pure and Applied Geophysics, 175(11), 3875-3890. DOI:10.1007/s00024-017-1695-7

Mokssit, A. (2003). Development of Priority Climate Indices for Africa: A CCl. In CLIVAR Workshop of the World Meteorological Organization. In: Bolle, Hans-Jurgen (pp. 115-123). https://doi.org/10.1007 / 978-3-642-55657-9_5.

Peterson, T. C., Taylor, M. A., Demeritte, R., Duncombe, D. L., Burton, S., Thompson, F., ...& Klein Tank, A. (2002). Recent changes in climate extremes in the Caribbean region. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 107(D21), ACL-16. https://doi.org/10.1029/2002JD002251

Poortinga, W., Spence, A., Whitmarsh, L., Capstick, S., & Pidgeon, N. F. (2011). Uncertain climate: An investigation into public scepticism about anthropogenic climate change. Global environmental change, 21(3), 1015-1024.https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.03.00.

Rahimi, M., & Fatemi, S. S. (2019). Mean versus Extreme Precipitation Trends in Iran over the Period of 1960–2017. Pure and Applied Geophysics, 1-19.https://doi.org/10.1007/s00024-019-02165-9

Rahimi, M., Mohammadian, N., Vanashi, A. R., & Whan, K. (2018). Trends in Indices of Extreme Temperature and Precipitation in Iran over the Period 1960-2014. Open Journal of Ecology, 8(07), 396.https://doi.org/10.4236/oje.2018.87024

Sein, K., Chidthaisong, A., & Oo, K. (2018).Observed trends and changes in Temperature and Precipitation Extreme indices over Myanmar. Atmosphere, 9(12), 477.https://doi.org/10.3390/atmos9120477

Sillmann, J., & Roeckner, E. (2008). Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. Climatic Change, 86(1-2), 83-104. https://doi.org/10.1007/s10584-007-9308-6

Su, B. D., Jiang, T., & Jin, W. B. (2006). Recent trends in observed temperature and precipitation extremes in the Yangtze River basin, China. Theoretical and Applied Climatology, 83(1-4), 139-151. DOI:10.1007/s00704-005-0139-y.

Wang, L., Wang, W. J., Wu, Z., Du, H., Shen, X., & Ma, S. (2018). Spatial and temporal variations of summer hot days and heatwaves and their relationships with large-scale atmospheric circulations across Northeast China. International Journal of Climatology, 38(15), 5633-5645. https://doi.org/10.1002/joc.5768

Warner, M. D., Mass, C. F., & Salathé Jr, E. P. (2012). Wintertime Extreme Precipitation Events along the Pacific Northwest coast: Climatology and synoptic evolution. Monthly Weather Review, 140(7), 2021-2043. DOI: 10.1175/MWR-D-11-00197.1.

Wei, P., Shi, J., Cui, L., & Zhang, B. (2018).Spatio-temporal characteristics of extreme precipitation in East China from 1961 to 2015. Meteorologische Zeitschrift.https://dx.doi.org/10.1127/metz/2018/0849

Whan, K., Alexander, L. V., Imielska, A., McGree, S., Jones, D., Ene, E., ...& Laurent, V. (2014). Trends and variability of temperature extremes in the tropical Western Pacific.International Journal of Climatology, 34(8), 2585-2603. https://doi.org/10.1002/joc.3861

Yan, L., & Zheng, M. (2015). Influence of climate change on saline lakes of the Tibet Plateau, 1973–2010. Geomorphology, 246, 68-78. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.06.006

Yang, J., Ren, C., & Jiang, Z. (2008).Characteristics of Extreme Temperature Events and its response to regional warming in Northwest China in the past 45 years. Chinese Geographical Science, 18(1), 70-76. DOI:10.1007/s11769-008-0070-0.

You, Q., Kang, S., Pepin, N., Flügel, W. A., Yan, Y., Behrawan, H., & Huang, J. (2010).Relationship between temperature trend magnitude, elevation and mean temperature in the Tibetan Plateau from homogenized surface stations and reanalysis data. Global and Planetary Change, 71(1-2), 124-133. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2010.01.020.

Zhang, X., & Yang, F. (2004).Climate Research Branch Environment Canada, Downsview, Ontario, Canada.Manual de usuario RClimdex. Versión en Español por: José Luis Santos. Centro Internacional Para la Investigación del Fenómeno de El Niño CIIFEN Septiembre, 20.

Zhang, X., Aguilar, E., Sensoy, S., Melkonyan, H., Tagiyeva, U., Ahmed, N., ...& Albert, P. (2005). Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 110(D22). DOI:10.1029/2005JD006181.

Research Article

Detection of extreme values variations of precipitation over Iran

Zahra Hedjazizadeh*[1], Amir Hossein Halbian[2], Alireza Karblaee Doree[3], Meysam Toulabi[4]

Received: 20-05-2019 Revised: 24-07-2019 Accepted: 24-11-2019

Abstract

The purpose of this study is to identify and detect changes in rainfall extremes as indicators of climate change in Iran. To conduct this research daily rainfall data of 76 synoptic stations were used from 1986 to 2016. The results show that the trend of the number of days with heavy rainfall was about 7 percent of Iran's negative and 93 percent of it was not observed. The trend of successive dry days in 28% of Iran is a positive trend and 37% there is a negative trend. The wet succession days in most areas of Iran are not trendy. The trend of the total amount of rainy days is about 99% of Iran's negative range. The maximum negative slope of Iran's annual precipitation was observed at Masjed-e-Soleiman Station with a slope of -8.26 and there is a positive trend in the Bandar-e- Anzali. The trend of very wet days is about 78 percent of Iran is negative and about 14 percent is positive and 8 percent of it is trendless. The trend of very wet days in about 70 percent of Iran is negative. The highest wet days are observed in Khorramabad with a gradient of 1.4 and the highest decreasing trend in Sarpol-e-Zahab with a gradient of 2.78. Also, in 22% of Iran's range, there is no particular trend. The trend of one-day' precipitation in about 47% of Iran's negative and in 47% is without trend and 6% of it is positive. The trend of the maximum amount of 5-day precipitation about 73% of Iran is negative and in 2% it is positive and 25% of it is without a trend. The slope of the decreasing trend in Fasa and Masjed Soleiman stations is -2.4 and -1.9 respectively.

Keywords: Precipitation, Percentile 95, Extreme Indices, Trend, R Climax.

[1]*- Professor of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran Email: hejazizadeh@khu.ac.ir
[2]- Associate Professor, Faculty of Geography, Payam Noor University, Iran
[3]- PhD Student of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
[4]- PhD Student of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

References

References (in Persian)

Ahmadi, M., Ghavidl-Rahimi Y., (2011), Identification and analysis of low temperatures in the northwestern region of Iran using NTD method, Journal of Earthquake Knowledge, 2 (2): 14-28. [In Persian]

Alijani, B., Farajzadeh, H. (2015). Trend Analysis of Extreme Temperature Indices in the North West of Iran. Geography and Planning, 19(52), 229-256. [In Persian]

Alizadeh, Lev., Rashnev, A., Rashnav, A., (2013), Analysis and Analysis of Changes in Temperature and Rainfall Limits in Ahwaz City, First National Conference on Geography, Urban Development and Sustainable Development, Tehran, Environmental Engineering Society, University of Aviation. [In Persian]

Asada, A., Masoudiyan, A, (2015), Spatial and Temporal Analysis of Iran's Extreme Warm Days Trend. Environmental Researches, 5(9), 59-72. [In Persian]

Asadi, A., Masoodian, A, (2014), Regionalization of Iran based on extreme warm temperatures. Journal of the Earth and Space Physics, 40(4), 155-168. DOI: 10.22059/jesphys.2014.52426. [In Persian]

Asakereh, H., Tarkarani, F., Soltani, S., (2013), On Tempo-Spatial Characters of Extreme Daily Precipitation of Northwest of Iran. Iran Water Resources Research, 8(3), 39-53.

Darand M., (2014), Analysis of variations in extreme temperature and precipitation in Oromieh Indices as the signs of climate change. Journal of Water and Soil Conservation, 21(2), 1-29. [In Persian]

Mohammadi, H., Azizi, G., Khoshahklagh, F., Ranjbar, F. (2017).Analysis of Daily Precipitation Extreme Indices Trend in Iran. Physical Geography Research Quarterly, 49(1), 21-37. DOI: 10.22059/jphgr.2017.61577. [In Persian]

Rahimzadeh, F., Asgari, A., Fatahi, A., Mohammadian, N., Takipour, F., (2009), Rangeland temperature climatic indexes in Iran during 1951-2003, Quarterly Journal of geographic research, 24 (2): 119-144. [In Persian]

References (in English)

Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G. & Tagipour, A. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 111(D5). DOI: 10.1029/2005JD006290.

Baidya, S. K., Shrestha, M. L., & Sheikh, M. M. (2008).Trends in daily climatic extremes of temperature and precipitation in Nepal. Journal of Hydrology and Meteorology, 5(1), Pp. 38-51.

Bautista, F., Pacheco, A., & Dubrovina, I. (2019). Climate change indicators software for computing climate change indices for agriculture. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 6(17), 343-351. DOI: 10.19136/era.a6n17.1770

Bigi, V., Pezzoli, A., & Rosso, M. (2018). Past and Future Precipitation Trend Analysis for the City of Niamey (Niger): An Overview. Climate, 6(3), 73.https://doi.org/10.3390/cli6030073

Easterling, D. R., Alexander, L. V., Mokssit, A., & Detemmerman, V. (2003). CCI/CLIVAR workshop to develop priority climate indices. Bulletin of the American Meteorological Society, 84(10), 1403-1407. DOI:10.1175/BAMS-84-10-1403

Encinas, A. H., Dios, A. Q., Encinas, L. H., & Martínez, V. G. (2013). Statistical analysis from time series related to climate data. International Journal of Applied Physics and Mathematics, 3(3), 203.DOI: 10.7763/IJAPM.2013.V3.206.

Hu, Y., Maskey, S., & Uhlenbrook, S. (2012). Trends in temperature and rainfall extremes in the Yellow River source region, China. Climatic Change, 110(1-2), 403-429. DOI: 10.1007/s10584-011-0056-2.

Islam, N. (2008). Understanding the Rainfall Climatology and Detection of Extreme Weather Events in SAARC Region. SAARC Meteorology. Research Centre (SMRC).

Jiang, D., Wang, K., Li, Z., & Wang, Q. (2011).Variability of extreme summer precipitation over the Circum-Bohai-Sea region during 1961–2008. Theoretical and Applied Climatology, 104(3-4), 501-509. DOI: 10.1007/s00704-010-0369-5.

Kao, S. C., & Ganguly, A. R. (2011).Intensity, duration, and frequency of Precipitation Extremes under 21st-century warming scenarios. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 116(D16). DOI:10.1029/2010JD015529.

Manton, M. J., Della-Marta, P. M., Haylock, M. R., Hennessy, K. J., Nicholls, N., Chambers, L. E., ...& Inape, K. (2001). Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961–1998. International Journal of Climatology, 21(3), 269-284. https://doi.org/10.1002/joc.610

Mathbout, S., Lopez-Bustins, J. A., Royé, D., Martin-Vide, J., Bech, J., & Rodrigo, F. S. (2018). Observed Changes in Daily Precipitation Extremes at Annual Timescale Over the Eastern Mediterranean During 1961–2012. Pure and Applied Geophysics, 175(11), 3875-3890. DOI:10.1007/s00024-017-1695-7

Mokssit, A. (2003). Development of Priority Climate Indices for Africa: A CCl. In CLIVAR Workshop of the World Meteorological Organization. In: Bolle, Hans-Jurgen (pp. 115-123). https://doi.org/10.1007 / 978-3-642-55657-9_5.

Peterson, T. C., Taylor, M. A., Demeritte, R., Duncombe, D. L., Burton, S., Thompson, F., ...& Klein Tank, A. (2002). Recent changes in climate extremes in the Caribbean region. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 107(D21), ACL-16. https://doi.org/10.1029/2002JD002251

Poortinga, W., Spence, A., Whitmarsh, L., Capstick, S., & Pidgeon, N. F. (2011). Uncertain climate: An investigation into public scepticism about anthropogenic climate change. Global environmental change, 21(3), 1015-1024.https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.03.00.

Rahimi, M., & Fatemi, S. S. (2019). Mean versus Extreme Precipitation Trends in Iran over the Period of 1960–2017. Pure and Applied Geophysics, 1-19.https://doi.org/10.1007/s00024-019-02165-9

Rahimi, M., Mohammadian, N., Vanashi, A. R., & Whan, K. (2018). Trends in Indices of Extreme Temperature and Precipitation in Iran over the Period 1960-2014. Open Journal of Ecology, 8(07), 396.https://doi.org/10.4236/oje.2018.87024

Sein, K., Chidthaisong, A., & Oo, K. (2018).Observed trends and changes in Temperature and Precipitation Extreme indices over Myanmar. Atmosphere, 9(12), 477.https://doi.org/10.3390/atmos9120477

Sillmann, J., & Roeckner, E. (2008). Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. Climatic Change, 86(1-2), 83-104. https://doi.org/10.1007/s10584-007-9308-6

Su, B. D., Jiang, T., & Jin, W. B. (2006). Recent trends in observed temperature and precipitation extremes in the Yangtze River basin, China. Theoretical and Applied Climatology, 83(1-4), 139-151. DOI:10.1007/s00704-005-0139-y.

Wang, L., Wang, W. J., Wu, Z., Du, H., Shen, X., & Ma, S. (2018). Spatial and temporal variations of summer hot days and heatwaves and their relationships with large-scale atmospheric circulations across Northeast China. International Journal of Climatology, 38(15), 5633-5645. https://doi.org/10.1002/joc.5768

Warner, M. D., Mass, C. F., & Salathé Jr, E. P. (2012). Wintertime Extreme Precipitation Events along the Pacific Northwest coast: Climatology and synoptic evolution. Monthly Weather Review, 140(7), 2021-2043. DOI: 10.1175/MWR-D-11-00197.1.

Wei, P., Shi, J., Cui, L., & Zhang, B. (2018).Spatio-temporal characteristics of extreme precipitation in East China from 1961 to 2015. Meteorologische Zeitschrift.https://dx.doi.org/10.1127/metz/2018/0849

Whan, K., Alexander, L. V., Imielska, A., McGree, S., Jones, D., Ene, E., ...& Laurent, V. (2014). Trends and variability of temperature extremes in the tropical Western Pacific.International Journal of Climatology, 34(8), 2585-2603. https://doi.org/10.1002/joc.3861

Yan, L., & Zheng, M. (2015). Influence of climate change on saline lakes of the Tibet Plateau, 1973–2010. Geomorphology, 246, 68-78. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.06.006

Yang, J., Ren, C., & Jiang, Z. (2008).Characteristics of Extreme Temperature Events and its response to regional warming in Northwest China in the past 45 years. Chinese Geographical Science, 18(1), 70-76. DOI:10.1007/s11769-008-0070-0.

You, Q., Kang, S., Pepin, N., Flügel, W. A., Yan, Y., Behrawan, H., & Huang, J. (2010).Relationship between temperature trend magnitude, elevation and mean temperature in the Tibetan Plateau from homogenized surface stations and reanalysis data. Global and Planetary Change, 71(1-2), 124-133. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2010.01.020.

Zhang, X., & Yang, F. (2004).Climate Research Branch Environment Canada, Downsview, Ontario, Canada.Manual de usuario RClimdex. Versión en Español por: José Luis Santos. Centro Internacional Para la Investigación del Fenómeno de El Niño CIIFEN Septiembre, 20.

Zhang, X., Aguilar, E., Sensoy, S., Melkonyan, H., Tagiyeva, U., Ahmed, N., ...& Albert, P. (2005). Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 110(D22). DOI:10.1029/2005JD006181.