Archive of SID

تحلیل روند تغییرات بارش در شرق گیلان

پرویز رضائی*
دانشیار اقلیم‌شناسی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
آتیه قربان پور
کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۶/۴/۲۴ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۲/۲۹

چکیده
پدیده تغییر اقلیم یکی از مسائل بسیار مهم در محافل علمی در سطوح مختلف جهانی محسوب می شود و به‌نوعی ابعاد تأثیرات آن جهانی بوده و اکوسیستم کره زمین را تحت‌الشعاع خود دارد. محدوده موردمطالعه در این پژوهش شرق استان گیلان در شمال کشور است. داده‌های مورد استفاده از اطلاعات ۱۳ ایستگاه هواشناسی مستقر در سطح منطقه و مجاور آن در یک دوره آماری ۴۰ ساله (۱۳۹۴-۱۳۵۴) به‌دست‌آمده است. روش مورد استفاده در پژوهش، آزمون آماری و گرافیکی من ـ کندال است. نتایج حاصل از روش نشان می‌دهد، نوسان‌های بارشی در این ایستگاه‌ها از روند ثابتی تبعیت نمی‌کند. به این صورت که در اکثر ماه‌ها تغییر مشاهده‌شده در جهت افزایشی و روند مثبت بوده است. اما در فصل پاییز و زمستان، هیچ‌گونه تغییر مهمی مشاهده نمی شود. همچنین بالاترین روند تغییرات سالانه در جهت مثبت در ایستگاه لاهیجان و سپس پارودبار به‌دست‌آمده است.

واژگان کلیدی: **بارش، آزمون آماری و گرافیکی من – کندال، روند**

مقدمه

مسئله تغییر اقلیم در سال‌های اخیر و سرعت تغییر پارامترهای اقلیمی به‌ویژه تغییرات ناشی از افزایش مداوم گازهای گلخانه‌ای نظیر (دی‌اکسید کربن، متان و اکسید نیتروژن)، در نتیجه برخی از فعالیت‌های شدید صنعتی و قطع درختان جنگلی، ناشی از رشد فزاینده جمعیت بوده است که به میزان خطرناکی افزایش‌یافته است. علاقه‌مندی به پیامدهای بالقوه اقلیمی ناشی از همین افزایش مداوم گازهای گلخانه‌ای توسط بشر، دانشمندان بسیاری را بر آن داشته تا مسئله تغییر اقلیم را در سطوح جهانی، به‌طورجدی مطالعه کنند. از طرف دیگر تغییر اقلیم به دلیل جنبه‌های علمی و عملی آن و نیز به خاطر اثرات محیطی و اقتصادی و اجتماعی، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد (عساکره، ۱۳۸۲، ۹۹). تاکنون

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۳۱۴۳۵۳ Email: Rezaei@iaurasht.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

روش‌های آماری متعددی جهت تحلیل روند تغییرات اقلیمی ارائه‌شده است. این روش‌ها در دو دسته کلی روش‌های پارامتری و نا پارامتری قابل‌تقسیم بندی است.

مطالعه بارش از دیدگاه آماری به‌ویژه از دهه ۱۹۸۰ به بعد به‌طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفت. برای مثال می توان به بررسی‌های انجام شده توسط بوفانی[۱] و همکاران (۱۹۹۹) اشاره کرد. در این بررسی‌ها، بارش در ایتالیا از سال ۱۸۳۳ تا ۱۹۹۶ به‌منظور تعیین تغییرات از سری‌های سالانه و فصلی بارش ۳۲ ایستگاه واقع در آن کشور تحلیل شده است و نتایج آن با استفاده از آزمون من- کندال[۲]، حاکی از آن است که روندهای متفاوت برای فصول و مناطق مختلف وجود دارد. علاوه بر آن پژوهشگرانی چون کاموفو[۳] (۱۹۸۴) دومونکوس[۴] در سال (۲۰۰۳) برونتی[۵] و همکاران (۲۰۰۰) برونتی و همکاران در سال (۲۰۰۱) برونتی و همکاران (۲۰۰۴) هارتمن[۶] و همکاران (۲۰۰۸ (کاتسیولیس[۷] (۱۹۸۹) اولانیران[۸] (۱۹۹۱) اولانیران و همکاران (۱۹۹۰) ناس‌توس و زره فوس[۹] (۲۰۰۷) تار هولی و کووو[۱۰] (۱۹۹۸) تورگز[۱۱] (۱۹۹۶) نیر در مطالعات خود، تغییرات روند سری‌های زمانی بارندگی را با استفاده از آزمون‌های نا پارامتری مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعات روند تغییرات بارش در فصول سال با توجه به عوامل مختلف به‌صورت کاهشی یا افزایشی مشاهده‌شده است. جین و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای تغییرات بلندمدت بارش و دمای شمال غرب هند را مورد بررسی قرار دادند. این محققین از روش من-کندال در تشخیص روند بهره برده و در مقیاس‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه بارش، هیچ‌گونه روند معنی‌داری در دوره آماری مشاهده نکردند، اما دما در هر سه مقیاس زمانی، روند افزایشی را تجربه کرده بود.

در رابطه با مطالعات داخلی نیز، موضوع تغییرات زمانی بارندگی به روش‌های نام‌برده توجه محققین زیادی را به خود معطوف نموده است. از جمله، خلیلی و بذرافشان (۱۳۸۲) در تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های ماهانه، فصلی و سالانه ایران در ۱۱۶ سال گذشته در طی دوره آماری (۲۰۰۱-۱۸۷۷)، با استفاده از روش خود همبستگی[۱۲] و تکمیل مقادیر ماهانه آن‌ها با بهره‌گیری از روش تلفیقی مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصله وجود هیچ روند معنی‌داری را در سری‌های بارش سالانه در ۵ ایستگاه مورد مطالعه تأیید نکرده اما در تغییرات بارش فصلی، هم‌روند افزایشی و هم‌روند کاهشی قابل‌مشاهده است. عساکره (۱۳۸۴، ۷۵) نیز در پژوهش خود، با تلفیق روش‌های تحلیل سری‌های زمانی و زمین‌آماری و با به‌کارگیری تکنیک تغییرات زمانی– مکانی روند بارش در استان اصفهان را مورد بررسی قرار داده است. نتایج پژوهش‌های او نشان داد که روند بارش سالانه در تمامی یاخته‌ها حاوی روند سهمی بوده و طی سه دهه اخیر بیش از

1. Buffoni
2. Mann Kendall
3. Camuffo Dario
4. Domonkos. peter
5. Brunetti
6. Hartmann
7. Katsoulis. Basil D
8. Laniran. Olajire J
9. Nastos. P. T, Zerefos. C. S
10. Kowoo. Ming, Tarhule. Aondover
11. Turkoz
12. Auto–Correlation

www.SID.ir

Archive of SID

۲۴ میلی‌متر تغییر بارش داشته است. حجام و همکاران (۱۳۸۷، ۱۵۷) نیز در مقاله‌ای دیگر تحت عنوان تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوضه مرکزی ایران، با استفاده از روش‌های نا پارامتری آزمون من – کندال و Sens Estimator Slope انجام دادند. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان‌دهنده وجود روند کاهشی و معنی‌دار توسط هر دو آزمون بکار گرفته‌شده در برخی از سری‌های زمانی مورد مطالعه بوده ولی هیچ روند افزایشی و معنی‌داری به‌صورت توأم توسط دو آزمون بکار گرفته‌شده مورد تأیید قرار نگرفت. سبزی پرور و شادمانی (۱۳۹۰، ۸۲۳) روند معنی‌داری تبخیر و تعرق مرجع با استفاده از آزمون من- کندال و اسپیرمن در مناطق خشک ایران را با استفاده از داده‌های هواشناسی ۱۱ ایستگاه هواشناسی کشور برای سری‌های زمانی ماهانه، سالانه و فصلی مورد ارزیابی قرار داده‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که روند تغییرات زمانی تبخیر و تعرق مرجع، برای برخی شهرها افزایشی و برخی نیز کاهشی بوده است. مقایسه عملکرد و توان دو آزمون آماری نشان داد که در بیشتر موارد تطابق قابل‌توجهی در آشکارسازی روند تبخیر و تعرق مرجع توسط دو آزمون وجود داشته است. فرجزاده‌اصل و فیضی(۱۳۹۱، ۴۹) تغییرات اقلیمی (دما و بارش) را در کل محدوده ایران به کمک داده‌های ۴۰ ایستگاه در دوره زمانی ۲۰۰۵- ۱۹۶۶ آزمون آماری- گرافیکی من کندال و میانگین متحرک پنج‌ساله ارزیابی و نتایج تحلیل نشان داد که زمان شروع بیشتر تغییرها، ناگهانی و از نوع روند و نوسان است. در بیشتر ایستگاه‌ها، در متغیرهای دما روند مثبت و بارش، روند منفی را نشان می‌دهد. فرشاد نیا و همکاران (۱۳۹۱، ۶۰) در پژوهش خود تحت عنوان «تحلیل روند بارندگی در استان مازندران با استفاده از روش من-کندال منطقه‌ای» چگونگی روند تغییرات مقادیر حداکثر بارش ۲۴ ساعته و میانگین بارندگی سالانه در یک دوره آماری ۳۰ ساله در ۳۵ ایستگاه باران‌سنجی در استان مازندران را در دو مقیاس منطقه‌ای و نقطه‌ای بررسی و نتایج آزمون من-کندال منطقه‌ای نشان داد که اگر استان مازندران یک منطقه واحد در نظر گرفته شود، هیچ روندی در سری زمانی حداکثر بارش ۲۴ ساعته در سطح معنی‌داری ۵٪ مشاهده نمی‌شود. بررسی وجود روند در سری زمانی میانگین بارش سالانه نیز نشان داد که کل استان مازندران دارای روند صعودی در سطح معنی‌دار ۱٪ است. باهک (۱۳۹۲، ۶۷) به‌منظور بررسی احتمال تغییر اقلیم استان کرمان، میانگین بارش و درجه حرارت (میانگین، حداقل و حداکثر)، ایستگاه سینوپتیک کرمان طی سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۵۶را با استفاده از آزمون من– کندال بررسی نموده‌اند. در این پژوهش با استفاده از مدل فوق نوع و زمان تغییرات عناصر مذکور شناسایی شده است. نتایج حاصل از تحلیل‌ها نشان می‌دهد زمان شروع بیشتر تغییرات ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان است. در مجموع مقدار بارش ایستگاه طی دوره مطالعه کاهش و میانگین حداقل و حداکثر درجه حرارت افزایش داشته است. ابراهیمی وکردوانی (۱۳۹۳، ۵۹) تغییر اقلیم در تالاب بین‌المللی انزلی را به روش من-کندال را بر اساس ۴ عنصر بارش سالانه، دمای متوسط، حداکثر و حداقل در ایستگاه انزلی در طی دوره آماری (۲۰۰۵-۱۹۵۲) مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که دمای حداکثر دارای روند منفی و دمای حداقل دارای روند مثبت و بارش سالانه هیچ‌گونه تغییری شدیدی نداشته است و در مجموع تغییر اقلیم منطقه با تغییرات دما مطابقت بیشتری نسبت به تغییرات بارش دارد. قادر پور و همکاران (۱۳۹۵،

www.SID.ir

Archive of SID

۶۲۷). با استفاده از سری داده‌های بارش حاصل از ۳۷ ایستگاه باران‌سنجی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در مقیاس‌های سالانه و فصلی به ارزیابی روند مکانی بارش در حوضه آبریز دریاچه ارومیه بر اساس آزمون من کندال چندمتغیره و روش ثیل‌سن می‌پردازد. نتایج آزمون من کندال چندمتغیره نشان می‌دهد بیشتر روندها در مقیاس سالانه و فصلی غیر معنی‌دارند. بزرگی روندهای افزایشی معنی‌دار بارش سالانه برابر با ۷/۵، ۶/۹ و۴/۱۳ میلی‌متر در سال به ترتیب در ایستگاه‌های قبقبلو، تمر و سهزاب است که در سه گوشه جنوب، غرب، و شرق حوضه پراکنده‌اند. در فصول زمستان و تابستان تغییرات مثبت بارش در بیشتر گستره حوضه مشاهده می‌شود؛ برخلاف آن، در فصول بهار و پاییز تغییرات منفی بارش گسترده‌ای، به‌ویژه در بخش‌های میانی، شرق، و جنوب حوضه، طی دوره مورد مطالعه آشکار است. معروف‌نژاد و قاسمی (۱۳۹۶، ۱۴۶) روند تغییرات دما (میانگین، حداکثر و حداقل) را در یک دوره ۲۵ ساله در ۴ ایستگاه شهرکرد، کوهرنگ، لردگان و بروجن با استفاده از روش من- کندال بررسی و به این نتایج دست‌یافته‌اند که ماه مارس با ۱۰۰٪ روند، بیشترین تغییر و ماه دسامبر با ۸۵٪ بدون روند کمترین تغییر را نشان می‌دهد. در فصل زمستان و تابستان با ۹۰٪ روند بیشترین تغییر و در پاییز با ۴۵٪ کمترین تغییر و در روند سالانه هم ۷۵٪ دارای روند و ۲۵٪ بدون روند به‌دست‌آمده است. قصاب‌فیض و اسلامی (۱۳۹۶، ۱۱۳) با استفاده از آمار۳۳ ساله ۴۷ ایستگاه هواشناسی، روند تغییرات زمانی بارندگی با استفاده از روش من کندال و رگرسیون خطی را در استان خوزستان بررسی نموده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که شیب‌خط رگرسیون ایستگاه‌ها از ۱۳- تا ۰/۸ متغیر است. بیشتر ایستگاه‌های هواشناسی دارای روند منفی در مقدار بارندگی هستند و بارندگی در استان خوزستان رو به کاهش می‌باشد. هر چند همه ایستگاه‌ها دارای روند منفی یا مثبت هستند اما فقط سه ایستگاه سوسن، سپیددشت سزار و ملاثانی دارای روند معنی‌دار در سطح اطمینان ۵٪ هستند. باقر پور و همکاران (۱۳۹۶، ۱۱) با بررسی تغییرات روند بارندگی و دبی سالانه و فصلی۴ ایستگاه نوده‌خرمالو، رامیان، قزاقلی و قلی تپه حوضه گرگانرود استان گلستان بر اساس آزمون من کندال با توجه به در دسترس بودن اطلاعات، روند در طول دوره‌های زمانی مختلف به این نتیجه رسیده‌اند که در ۵۰٪ از ایستگاه‌ها دبی دارای روند معنی‌دار و در ۲۵٪ ایستگاه‌ها نیز بارش دارای روند معنی‌دار می‌باشند. در تمام ایستگاه‌ها روند بارش به‌صورت صعودی و روند دبی به‌صورت نزولی بوده است. همچنین پژوهشگران بسیاری در این زمینه به نتایج مشابهی دست‌یافته‌اند که از جمله می‌توان به علیجانی (۱۳۷۴)، عساکره (۱۳۸۶)، عسگری و رحیم زاده (۱۳۸۶)، عزیزی و روشنی (۱۳۸۷)، میر موسوی (۱۳۸۷) اشاره کرد.

داده‌ها و روش‌ها

داده‌ها

در پژوهش حاضر، میزان بارش ماهانه ۱۳ ایستگاه واقع در منطقه شرق گیلان و مجاور آن در طی دوره ۴۰ ساله (۱۳۹۴-۱۳۵۴) که توزیع جغرافیایی آن‌ها در شکل ۱ و جدول ۱ ارائه شده استفاده گردیده است. انتخاب این ایستگاه‌ها با توجه به در دسترس بودن آمار، توزیع مناسب منطقه‌ای، طول دوره آماری و هم‌دوره بودن اطلاعات ایستگاه‌ها در دوره

www.SID.ir

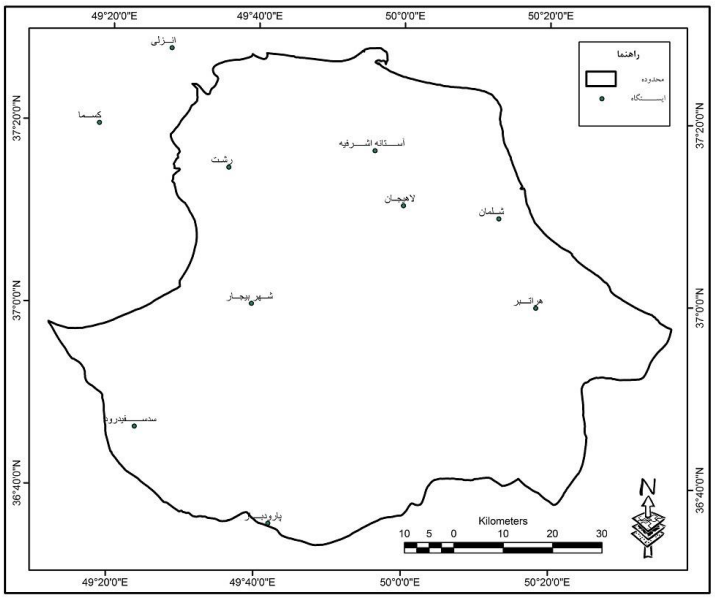
Archive of SID

آماری مورد نظر صورت گرفته است. از بین این ایستگاه‌ها، دو ایستگاه قزوین و رامسر سینوپتیک بوده و عمل تبدیل ماه‌های میلادی به شمسی برای آن‌ها صورت گرفته است.

جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌های محدوده پژوهش

نام ایستگاه	طول جغرافیایی			عرض جغرافیایی			سینوپتیک	باران سنجی	تبخیر سنجی	هیدرومتری	ارتفاع	طول دوره آماری
	ثانیه	دقیقه	درجه	ثانیه	دقیقه	درجه						
انزلی	۰۰	۲۸	۴۹	۰۰	۲۸	۳۷		*			-۲۶/۲	۱۳۹۳-۱۳۵۴
آستانه‌اشرفیه	۰۲	۵۶	۴۹	۴۱	۱۶	۳۶			*		-۱۰	۱۳۹۳-۱۳۵۴
پارودبار	۰۰	۴۲	۴۹	۰۰	۳۶	۳۶			*		۶۰۰	۱۳۹۳-۱۳۵۴
سد سفیدرود	۴۹	۲۳	۴۹	۱۹	۴۶	۳۶				*	۱۲۷۹/۲	۱۳۹۳-۱۳۵۴
شلمان	۰۳	۱۳	۵۰	۳۹	۰۹	۳۷		*			-۱۴	۱۳۹۳-۱۳۵۴
شهر بیجار	۲۱	۳۹	۴۹	۰۵	۰۰	۳۷		*			۱۴۰	۱۳۹۳-۱۳۵۴
رامسر	۰۰	۴۰	۵۰	۰۰	۵۴	۳۶	*				-۲۰	۱۳۹۳-۱۳۵۴
رشت	۰۰	۳۶	۴۹	۰۰	۱۵	۳۷		*			۳۶/۷	۱۳۹۳-۱۳۵۴
قزوین	۰۰	۳	۵۰	۰۰	۱۵	۳۶	*				۱۲۷۹/۲	۱۳۹۳-۱۳۵۴
کسماء	۰۶	۱۸	۴۹	۲۹	۱۹	۳۷				*	۸	۱۳۹۳-۱۳۵۴
گیلوان	۵	۸	۴۹	۴۴	۴۶	۳۶				*	۲۹۹	۱۳۹۳-۱۳۵۴
لاهیجان	۰۰	۰۰	۵۰	۰۰	۱۱	۳۷		*			-۲	۱۳۹۳-۱۳۵۴
هراتبر	۱۱	۱۸	۵۰	۵۳	۵۹	۳۶		*			۱۲۰	۱۳۹۳-۱۳۵۴

مأخذ: نگارندگان



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و نحوه پراکنش ایستگاه‌های مورد استفاده

داده‌های بارش به‌صورت ماهانه از سازمان مدیریت منابع آب ایران و سازمان هواشناسی دریافت و در ادامه به مقادیر ماهانه، فصلی و سالانه تنظیم شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

روش پژوهش

از آنجایی که سری‌های اقلیمی از جمله بارش از توزیع نرمال (بهنجار) تبعیت نمی‌کند، در این صورت می‌توان از آزمون‌های رتبه‌ای استفاده کرد. این قبیل آزمون‌ها بسیار زیاد و هر یک توانایی‌ها و ضعف‌های خاص خود را دارد. برای تحلیل داده‌ها و دستیابی به نتیجه مطلوب در پژوهش، پس از ارزیابی و بررسی روش‌های رایج از روش نا پارامتری من ـ کندال استفاده شده است. این آزمون نیاز به توزیع فراوانی نرمال یا خطی بودن رفتار داده‌ها نداشته و در برابر مقادیر فرین[۱۳] برای مثال داده‌هایی که کشیدگی[۱۴] زیاد دارند مانند (داده‌های بارندگی) و داده‌هایی که از رفتار خطی، انحراف چشمگیری دارند بسیار قوی‌تر بوده و به‌منظور ارزیابی روند به کار می‌رود (عساکره و کاویانی، ۱۳۸۲، ۲۵۰). از نقاط قوت این روش، می‌توان به مناسب بودن کاربرد آن برای سری‌های زمانی که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند اشاره کرد. اثرپذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌شوند نیز از دیگر مزایای استفاده از این روش است (حجام و همکاران، ۱۳۸۷، ۱۶۰).

مراحل اجرای آزمون به‌طور اختصار به شرح زیر است: داده‌ها را رتبه‌بندی کرده و آماره t_i (نسبت رتبه I به رتبه‌های ماقبل) را محاسبه کرده، سپس فراوانی تجمعی آماره $(\sum t_i)t_i$ به‌دست می‌آید. امید ریاضی، واریانس و شاخص من- کندال بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه می‌شوند (زاهدی و همکاران، ۱۳۸۶، ۱۸۳).

$$U_i = \frac{\left(\sum t_i - E_i\right)}{\sqrt{V_i}} \qquad (۱)$$

$$E_i = \frac{n_i(n_i - 1)}{4} \qquad (۲)$$

$$V_i = \frac{n_i(n_i - 1)(2n_i + 5)}{72} \qquad (۳)$$

در روابط (۲) و (۳) n_i ترتیب زمانی داده‌ها است. این شاخص دارای توزیع نرمال است، لذا جهت شناسایی معنی‌دار بودن از جدول منحنی نرمال استفاده می‌شود.

برای بررسی تغییرات باید شاخص U'_i نیز تعیین شود. مراحل محاسبه U'_i بدین شرح است:

داده‌ها را رتبه‌بندی کرده و آماره t'_i (نسبت رتبه I به رتبه‌های مابعد) را مشخص کرده و سپس فراوانی تجمعی $(\sum t'_i)t'_i$ محاسبه می‌شود. امید ریاضی، واریانس و شاخص U'_i به شرح زیر محاسبه می‌شوند:

$$E'_i = \frac{[N-(n_i-1)](N-n_i)}{4} \qquad (۴)$$

$$V'_i = \frac{[N-(n_i-1)](N-n_i)[2(N-(n_i-1))]+5}{72} \qquad (۵)$$

13. Extreme Values
14. Skewenes

www.SID.ir

Archive of SID

$$U'_i = \frac{-\left(\sum t'_i - E'_i\right)}{\sqrt{V'_i}} \qquad (۶)$$

در روابط شماره (۴) و (۵) N حجم نمونهٔ آماری مورد مطالعه است.

در صورت وجود روند داده‌ها غیر تصادفی بوده و برای تعیین تصادفی بودن داده‌ها را مورد آزمون قرار می‌دهند:

سپس آماره p را به شرح زیر محاسبه خواهیم نمود:

$$P = \sum_{i=1}^{N-1} n_i \qquad (۷)$$

آماره τ_1 (ضریب همبستگی رتبه‌ای من– کندال) به‌وسیله p و N (طول دوره آماری) به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$\tau_1 = \frac{4s}{N(N-1)} - 1 \qquad (۸)$$

این آماره برای N>10 به توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس شبیه است؛ بنابراین آزمون معنی‌داری آن به‌صورت زیر قابل محاسبه است:

$$(\tau_1)_t = 0 \pm \sigma\sqrt{\frac{4N+10}{9N(N-1)}} \qquad (۹)$$

در بالا σ نقطه احتمال مورد نظر (معمولاً ۹۵٪ در توزیع نرمال با آزمون دوطرفه) برابر ۱/۹۶ است (کاویانی، عساکره، ۱۳۸۲، ۲۵۱). در صورت اعمال این مقدار، $(T)_t$ معادل با ۰/۲۵± می‌شود. با توجه به مقدار بحرانی به‌دست‌آمده برای $(T)t$، حالت‌های مختلفی بدین شرح مشاهده خواهد شد:

اگر $+(T)_t > T > -(T)_t$ یا 0/25+ > T > -0/25 باشد، هیچ‌گونه روند مهمی در سری‌ها مشاهده نمی‌شود و سری ها تصادفی هستند. همچنین اگر T<(T)t< -0/25 T باشد، نشان‌دهنده روند منفی در سری‌ها و در صورتی که T>(T)t یا (T)t > + 0/25 باشد روند مثبت در سری‌ها رخ خواهد داد.

یافته‌های پژوهش

با توجه به پراکندگی ایستگاه‌ها، حجم داده‌ها و تحلیل آن‌ها با استفاده از روش من_کندال، نتایج حاصل روند متغیری را در ایستگاه‌ها به شرح ذیل نشان می‌دهد.

تحلیل روند تغییرات بارش

تغییرات ماهانه بارش

بررسی ماهانه بارش در محدوده پژوهش، نشان‌دهنده تغییرات در این عنصر است (جدول ۲). این تغییرات هر دو نوع افزایشی و کاهشی را شامل می‌شود. ایستگاه انزلی در محدوده مورد مطالعه در ماه‌های مهر، دی با مقادیر (۰/۳۱–)، پارودبار در مرداد به مقدار (۰/۳۷–)، سد سفیدرود در اسفند (۰/۲۶–)، قزوین در ماه‌های مرداد و شهریور به ترتیب (۰/۵۰–

www.SID.ir

Archive of SID

، ۰/۳-) و گیلوان در ماه‌های خرداد، مرداد و شهریور به ترتیب (۰/۲۶-، ۰/۳۶- و ۰/۳۱-) در جهت کاهشی یا روند منفی را نشان می‌دهد. در همین راستا ماه‌های آبان، آذر، بهمن، اردیبهشت و تیر هیچ تغییری مشاهده نمی‌شود. ضمناً انزلی در شهریور (۰/۲۸)، آستانه‌اشرفیه، پارودبار، شلمان، رامسر، قزوین، کسماء و هراتبر در فروردین به ترتیب (۰/۳۲، ۰/۴۳، ۰/۳۱، ۰/۲۹، ۰/۳۰، ۰/۳۰ و ۰/۳۴)، شهر بیجار در شهریور (۰/۳۵) رشت در ماه‌های فروردین و شهریور (۰/۳۴، ۰/۳۱)، لاهیجان در ماه‌های دی، فروردین، شهریور به ترتیب (۰/۲۷، ۰/۲۷ و ۰/۴۶)، تغییرات مثبت را نشان می‌دهد.

جدول ۲: نتایج ماهانه آماره من – کندال با سطح اعتماد ۹۵٪

ماه‌ها / ایستگاه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
انزلی	-۰/۳۱	۰/۰۴	۰/۲۱	-۰/۳۱	-۰/۰۳	-۰/۲۵	۰/۲۵	-۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۱۱	-۰/۱۹	۰/۲۸
آستانه‌اشرفیه	-۰/۲۰	-۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۰۵	-۰/۰۴	۰/۳۲	-۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۰	-۰/۲۴	۰/۱۹
پارودبار	-۰/۲	۰/۰۳	۰/۱۷	-۰/۰۹	-۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۴۳	۰/۰۹	-۰/۰۹	-۰/۱۹	-۰/۳۷	-۰/۰۳
سد سفیدرود	-۰/۱۹	-۰/۰۷	-۰/۰۸	-۰/۱۹	-۰/۱۹	-۰/۲۶	۰/۱۵	-۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۰۹	-۰/۲۵	-۰/۱۷
شلمان	-۰/۰۷	۰/۱۴	-۰/۰۴	۰/۱۴	-۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۳۱	-۰/۱۳	۰/۰۰	۰/۱۰	-۰/۱۶	۰/۱۸
شهر بیجار	-۰/۱۶	-۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۱	۰/۲۳	-۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۳۵
رامسر	-۰/۰۸	-۰/۰۳	-۰/۱۳	۰/۱۳	-۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۲۹	-۰/۰۸	-۰/۰۸	۰/۱۷	-۰/۲۲	۰/۰۲
رشت	-۰/۱۸	-۰/۱	۰/۰۳	-۰/۰۸	۰/۰۵	-۰/۱۴	۰/۳۴	-۰/۱۹	-۰/۰۴	۰/۱	-۰/۲	۰/۳۱
قزوین	-۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۰۴	۰/۰۶	-۰/۰۸	۰/۳۰	-۰/۰۲	-۰/۱۳	۰/۱۰	-۰/۵۰	-۰/۳۰
کسماء	-۰/۱۵	۰/۰۰	-۰/۰۵	-۰/۰۷	۰/۰۵	-۰/۰۷	۰/۳۰	-۰/۱۷	-۰/۰۹	۰/۰۳	-۰/۱۴	۰/۰۹
گیلوان	-۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۱۴	-۰/۰۳	-۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۶	-۰/۲۶	-۰/۱۴	-۰/۳۶	-۰/۳۱
لاهیجان	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۲۷	۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۲۷	۰/۰۰	۰/۱۴	-۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۴۶
هراتبر	-۰/۰۹	۰/۰۲	-۰/۰۵	-۰/۰۶	۰/۱	۰/۱۸	۰/۳۴	-۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۱	-۰/۰۱	۰/۰۸

مأخذ: نگارندگان

تغییرات فصلی بارش نتایج فصلی آماره من–کندال

همان‌طوری که در جدول ۳ و شکل ۲ مشاهده می‌شود، در دوره ۴۰ ساله مطالعاتی، تغییرات بارش فصل بهار در ایستگاه‌های پارودبار هراتبر و به ترتیب (۰/۲۹ و ۰/۲۶) گیلوان، لاهیجان در فصل تابستان (۰/۲۶، ۰/۴۱) در جهت تغییر مثبت و روند افزایشی است. در فصل‌های پاییز و زمستان در ایستگاه‌های مورد مطالعه، هیچ‌گونه تغییر مهمی مشاهده نمی‌شود.

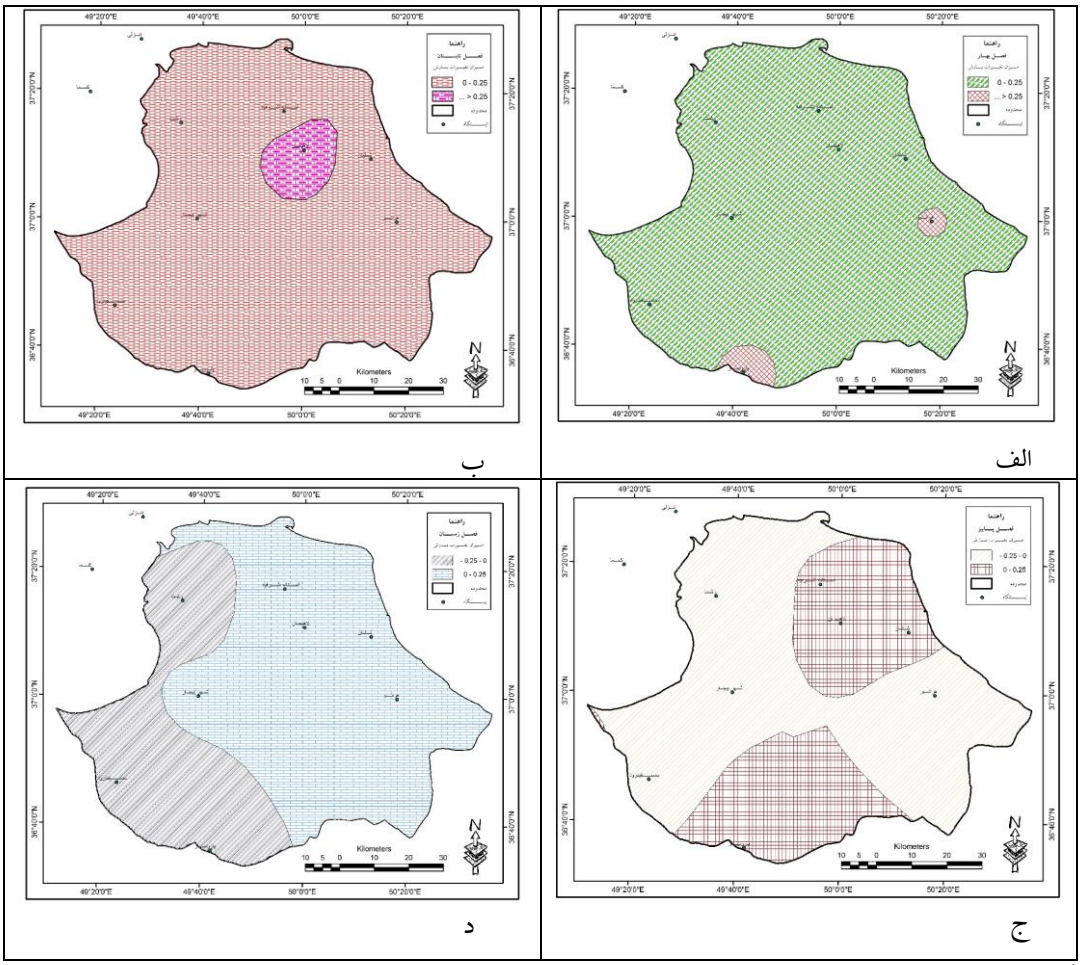
جدول ۳: نتایج فصلی آماره من – کندال با سطح اعتماد ۹۵٪

ایستگاه / فصل	انزلی	آستانه‌اشرفیه	پارودبار	سد سفیدرود	شلمان	شهر بیجار	رامسر	رشت	قزوین	کسماء	گیلوان	لاهیجان	هراتبر
بهار	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۲۹	۰/۰۳	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۲۰	۰/۲۶
تابستان	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۰۲	۰/۱۷	-۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۲۶	۰/۴۱	۰/۱۴
پاییز	-۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۱۵	-۰/۱۳	۰/۰۵	۰/۰۰	-۰/۱۲	-۰/۱۸	۰/۱۶	-۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۰۷	-۰/۰۸
زمستان	۰/۲۱	۰/۰۰	-۰/۰۳	-۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۹	-۰/۱۵	۰/۰۱	-۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۱۵

مأخذ: نگارندگان

www.SID.ir

Archive of SID



مأخذ: نگارندگان

شکل ۲: نمایش روند بارش فصلی در ایستگاه‌های مورد بررسی طی دوره ۱۳۸۴– ۱۳۵۴ (الف) بهار، (ب) تابستان، (ج) پاییز، (د) زمستان

تغییرات سالانه بارش

نتایج حاصل از روش مطالعاتی نشان‌دهنده تغییر روند افزایش بارش، به میزان (۰/۴۳ و ۰/۲۷) در طی ۴۰ سال به ترتیب در ایستگاه‌های لاهیجان و پارودبار است. در سایر ایستگاه‌ها تغییر وجود ندارد.

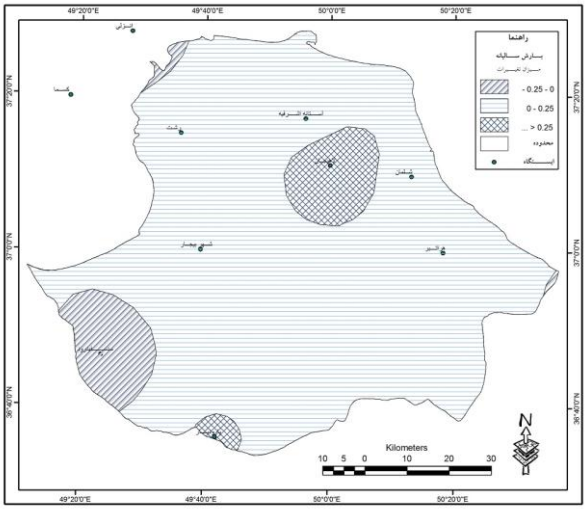
جدول ۴: نتایج سالانه آماره من – کندال با سطح اعتماد ۹۵٪

ردیف	ایستگاه	بارش سالانه	مقدار آماره بحرانی $(T)_t$	ردیف	ایستگاه	بارش سالانه	مقدار آماره بحرانی $(T)_t$
۱	انزلی	-۰/۰۹	± ۰/۲۵	۸	رشت	۰/۰۱	± ۰/۲۵
۲	آستانه‌اشرفیه	۰/۱۳	± ۰/۲۵	۹	قزوین	۰/۱۴	± ۰/۲۵
۳	پارودبار	۰/۲۷	± ۰/۲۵	۱۰	کسماء	-۰/۰۴	± ۰/۲۵
۴	سد سفیدرود	-۰/۱۹	± ۰/۲۵	۱۱	گیلوان	۰/۱۴	± ۰/۲۵
۵	شلمان	۰/۲۱	± ۰/۲۵	۱۲	لاهیجان	۰/۴۳	± ۰/۲۵
۶	شهر بیجار	۰/۲۳	± ۰/۲۵	۱۳	هراتبر	۰/۱۵	± ۰/۲۵
۷	رامسر	-۰/۰۴	± ۰/۲۵				

مأخذ: نگارندگان

www.SID.ir

Archive of SID



مأخذ: نگارندگان

شکل ۳: نمایش روند بارش سالانه در ایستگاه‌های مورد بررسی طی دوره ۱۳۸۴- ۱۳۵۴

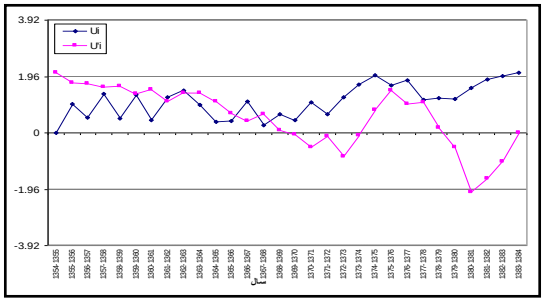
الگوی زمانی روند بارش بر اساس آماره‌های Ui و $U'i$ آزمون من – کندال

در روش مذکور، علاوه بر تعیین وجود روند، می‌توان زمان شروع آن را با استفاده از روش توالی مشخص کرد. در این روش، دو سری مربوط به سنجه‌های تعریف‌شده محاسبه و در یک نمودار رسم می‌شوند منحنی‌های Ui و U′i همراه باند اطمینان ۹۵٪ نمایان است. اگر منحنی مذکور در محدوده باند اطمینان قرارگرفته و چند بار با یکدیگر نقطه مشترک (برخورد) داشته باشد و یا تقاطعی نداشته باشند این امر نشان‌دهنده نبود روند است و تقاطع در این موقع، نشان از جهش اقلیمی عنصر بارش دارد. اگر منحنی‌های Ui و U′i بعد از تقاطع خارج از باند اطمینان ۹۵٪ قرار گیرند، روند شکل‌گرفته است. اگر روند معنی‌دار وجود داشته باشد، دو نمودار فقط یک نقطه برخورد دارند (کتیرایی و همکاران، ۱۳۸۶، ۷۲). برای نیل به این اهداف ابتدا مؤلفه Ui و U′i در مقیاس فصلی و سالانه ترسیم و سپس با توجه به ویژگی‌های آزمون گرافیکی من ـ کندال نوع و زمان تغییر مشخص گردید به دلیل حجم زیاد نمودارها امکان ترسیم همه آن‌ها در این بحث وجود نداشته و تنها نمونه‌ای از آن آورده شده است (اشکال ۴ الی ۱۰). همان‌طور که ملاحظه می‌شود تنها بارش سالانه لاهیجان تا خاتمه دوره روند مثبت و در سطح معنی‌دار تداوم‌یافته است از سال ۱۳۷۸–۱۳۷۷ به بعد روند در محدوده ۳/۹۲+ قرار می‌گیرد. ایستگاه‌های رشت، کسماء و قزوین روند مشخصی نداشته و در محدوده بحرانی نوسانات افزایشی و کاهشی را دارا هستند. تغییرات بارش انزلی از نوع روند کاهشی بوده و زمان آغاز آن سال‌های ۱۳۵۵ –۱۳۵۴ است. آستانه‌اشرفیه و رامسر تغییرات سالانه آن از نوع روند افزایشی بوده و زمان آن از ۱۳۵۶ است و در طول دوره در فاصله‌های کوتاه از محدوده بحرانی ۱/۹۶– خارج می‌شود ولی تا انتهای دوره داخل محدوده بحرانی ۱/۹۶– را طی کند. پارودبار و گیلوان از ابتدای دوره با نوسانات افزایشی و کاهشی در جهت مثبت همراه بوده است. به‌طوری‌که در سال

www.SID.ir

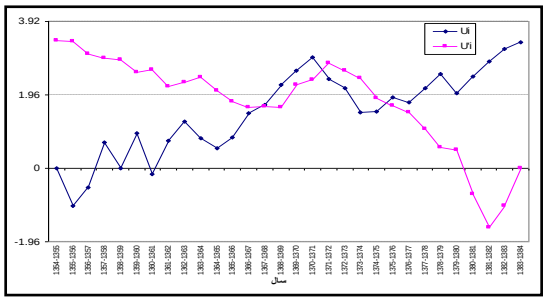
Archive of SID

۱۳۷۴ از محدوده ۱/۹۶+ خارج‌شده و در سال ۱۳۷۵ دوباره وارد محدوده بحرانی می‌شود و در سال ۱۳۸۴ با یک جهش ناگهانی مواجه می‌شود.

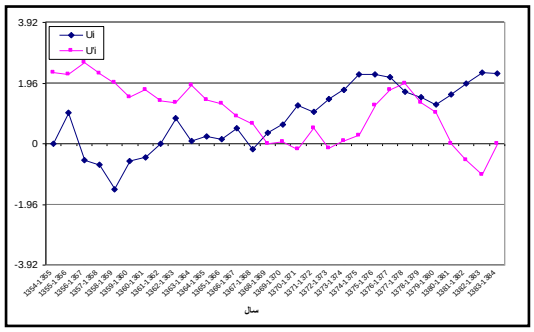


مأخذ: نگارندگان

شکل ۴: بارش سالانه پارودبار برای آشکارسازی روند معنی‌دار و نقاط جهش

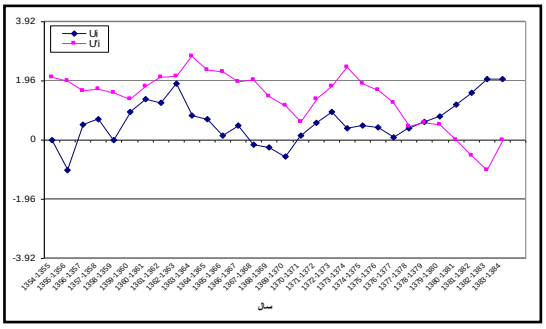


شکل ۵: بارش سالانه لاهیجان برای آشکارسازی روند معنی‌دار و نقاط جهش

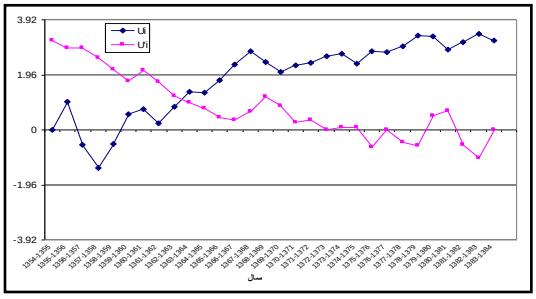


مأخذ: نگارندگان

شکل ۶: بارش فصل بهار پارودبار برای آشکارسازی روند معنی‌دار و نقاط جهش

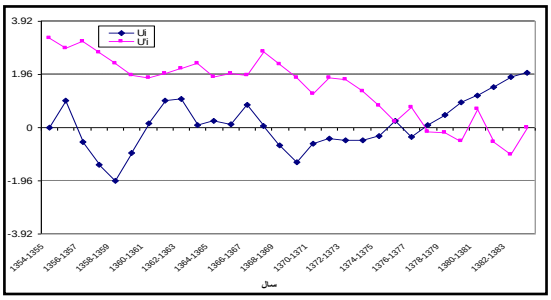


شکل ۷: بارش فصل بهار هراتبر برای آشکارسازی روند معنی‌دار و نقاط جهش



مأخذ: نگارندگان

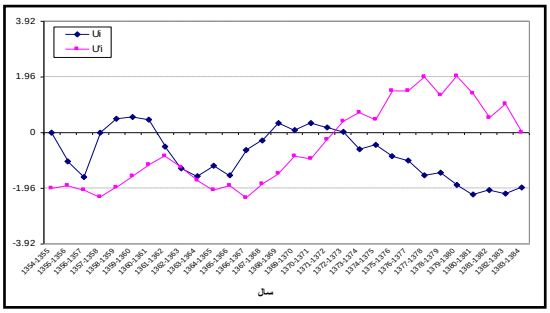
شکل ۸: بارش فصل تابستان لاهیجان برای آشکارسازی روند معنی‌دار و نقاط جهش



شکل ۹: بارش فصل تابستان گیلوان برای آشکارسازی روند معنی‌دار و نقاط جهش

www.SID.ir

Archive of SID



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱۰: بارش فصل زمستان سد سفیدرود برای آشکارسازی روند معنی‌دار و نقاط جهش

سد سفیدرود از ابتدای دوره تا سال ۱۳۷۰ به‌صورت نوسان‌های کاهشی بوده اما در سال ۱۳۷۱ به‌صورت جهش ناگهانی و جهت کاهشی به‌طوری‌که از محدوده ۱/۹۶- خارج‌شده و در سال ۱۳۸۱ دوباره بالاتر از محدوده بحرانی ۱/۹۶- تا پایان دوره قرار می‌گیرد. ایستگاه شهر بیجار قبل از دوره نوسانات افزایشی در سال ۱۳۶۵ روند کاهشی و با تغییر ناگهانی همراه بوده است. شلمان نیز روند مثبت و معنی‌داری را تا خارج از محدوده ۱/۹۶+ داشته است و در سال ۱۳۷۴ دوباره وارد محدوده بحرانی می‌شود. هراتبر به‌صورت نوسانات بلندمدت کاهشی و کوتاه‌مدت افزایشی است و در سال ۱۳۶۰ از محدوده بحرانی ۱/۹۶- خارج‌شده و دوباره در سال ۱۳۶۲ وارد محدوده بحرانی می‌شود. همچنین تغییرات بارش در ایستگاه پارودبار در فصل بهار از نوع جهت افزایشی است که از سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۷ از محدوده بحرانی ۱/۹۶+ خارج‌شده اما مقدار تغییرات آن زیاد نیست و در سال ۱۳۷۹ با یک تغییر ناگهانی دوباره بالاتر از محدوده بحرانی ۱/۹۶+ تا پایان دوره طی می‌کند. ایستگاه هراتبر در فصل بهار حاکی از تغییر ناگهانی از سال ۱۳۷۸-۱۳۷۷ تا انتهای دوره روند افزایشی را طی نموده است. نتایج حاصل از آزمون در ایستگاه لاهیجان در فصل تابستان نشان می‌دهد تغییر از نوع ناگهانی و روند افزایشی است در ایستگاه گیلوان در فصل تابستان مقدار بارش به‌طور پیوسته از سال ۱۳۵۶ تا انتهای دوره افزایش‌یافته است البته این تغییر از نوع افزایشی و در جهت مثبت است. بارش ایستگاه سد سفیدرود در فصل زمستان در جهت کاهشی تغییریافته و روند آن ناگهانی و زمان تغییر ۱۳۷۳-۱۳۷۲ است.

نتیجه‌گیری

وقوع پدیده‌هایی از قبیل افزایش یا کاهش ناگهانی بارش، طی یک یا چند سال، این گمان را ایجاد می‌کند، چنین رفتاری را می‌توان براثر تغییرات اقلیمی در منطقه تفسیر نمود. با توجه به موقعیت و نحوه پراکنش ایستگاه‌ها می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که روند حاکم در مناطق موردمطالعه تابع هیچ نظم خاصی نبوده و نمی‌توان وجود آن را به قسمتی از این منطقه یا کل آن نسبت داد به همین علت روندهای حادث شده را می‌توان به‌صورت نقطه‌ای و تنها به ایستگاه‌های دارای روند بررسی نسبت داد. بدین مفهوم در طی سال‌های مزبور در ایستگاه لاهیجان بیشترین مقدار روند افزایشی بارش سالانه به‌دست‌آمده است. در این بین فصول بهار و تابستان تغییرات ناگهانی بیشتری را تجربه نموده‌اند. این در

www.SID.ir

Archive of SID

حالی است که روند تغییر داده‌ها عموماً افزایشی است. در مجموع مهم‌ترین نتایج تحلیل داده‌ها در سطح منطقه پژوهش نشان می‌دهد که:

– نوسان‌های بارشی در ایستگاه‌های مطالعاتی از روند ثابتی تبعیت نمی‌کند. به این صورت که در اکثر ماه‌ها تغییر مشاهده‌شده در جهت افزایشی و روند مثبت بوده است؛ اما در فصل پاییز و زمستان، هیچ‌گونه تغییر مهمی مشاهده نمی شود. همچنین بالاترین روند تغییرات سالانه در جهت مثبت در ایستگاه لاهیجان و سپس پارودبار به‌دست‌آمده است. در دو پژوهش مشابه که در منطقه صورت گرفته نتایج ایستگاه‌های مشترک تقریباً همانند است. عزیزی و روشنی (۱۳۸۷، ۱۳) با بررسی سری‌های ماهانه بارندگی در ایستگاه‌های مشترک (انزلی، رشت و رامسر) به نتایج مشابهی رسیده‌اند به‌طوری‌که تغییرات بارندگی نسبت به سایر پارامترها کمتر و هرگونه تغییر در این عنصر با عدم تغییر در پارامتر دمای (حداقل و حداکثر) ماهانه، رطوبت نسبی و ابرناکی همراه است تغییر در پارامتر بارش محدود به ایستگاه‌های رشت و رامسر بوده و تغییری در بارندگی ایستگاه انزلی دیده نمی‌شود. تغییر بارندگی در ایستگاه رشت به میزان ۰/۲۱۵(فوریه)، رامسر به میزان ۰/۲۵– (آوریل) صورت گرفته است. مشخص است روند تغییر در رشت افزایشی و در رامسر کاهشی است با وجود این تغییر بارندگی ایستگاه‌ها مستقل از سایر عناصر بوده و برای دستیابی به پاسخی قانع‌کننده در تغییر عنصر بارش باید عوامل دیگری را جستجو کرد. ابراهیمی و کردوانی (۱۳۹۳، ۵۹) نیز در بررسی روند تغییرات بارش سالانه ایستگاه بندرانزلی همان نتایج را تأیید و به این نتیجه رسیده‌اند که بارش هیچ‌گونه تغییری شدیدی نداشته است و در مجموع تغییر اقلیم منطقه با تغییرات دما مطابقت بیشتری نسبت به تغییرات بارش دارد.

– در فصل تابستان تغییرات بارزی در میزان بارش ایستگاه‌های انزلی، آستانه‌اشرفیه، شلمان، رامسر، قزوین و کسماء مشاهده نمی‌شود و بیشتر به‌صورت نوسانات افزایشی و کاهشی است؛ اما بارش ایستگاه‌های پارودبار، سد سفیدرود، شهر بیجار، رشت، گیلوان، لاهیجان، هراتبر، تغییر کرده و این تغییر در ایستگاه‌های پارودبار، سد سفیدرود، شهر بیجار و لاهیجان از نوع تغییر ناگهانی و روند مثبت و افزایشی همچنین در ایستگاه‌های رشت، گیلوان و هراتبر از نوع افزایشی است.

– در فصل بهار بارش ایستگاه‌های انزلی، سد سفیدرود، شلمان، گیلوان و لاهیجان تغییر مشاهده نمی‌شود. انزلی (در جهت کاهشی) و لاهیجان (در جهت افزایشی)، همچنین گیلوان، سد سفیدرود و شلمان به‌صورت نوسان‌های افزایشی و کاهشی مشاهده می‌شود؛ اما بارش پارودبار، رامسر، قزوین و هراتبر جهت افزایشی و روند آن مثبت و با تغییر ناگهانی همراه است و تغییرات بارش ایستگاه‌های آستانه‌اشرفیه، شهر بیجار، رشت و کسماء در محدوده بحرانی ۱/۹۶± و روند آن منفی و کاهشی است و از سال ۱۳۸۱–۱۳۸۰ جریان روند معکوس شده و بر مقدار بارش افزوده می‌شود البته این مقدار تا انتهای دوره ادامه دارد.

– در فصل زمستان اکثر ایستگاه‌ها عدم تغییر بارش را نشان می‌دهد. رامسر براثر تغییر ناگهانی در سال ۱۳۸۲ بارندگی افزایش‌یافته و از نوع روند افزایشی و ناگهانی است. این افزایش بارندگی همراه با عدم تغییر بارندگی در آستانه‌اشرفیه،

www.SID.ir

Archive of SID

پارودبار، شلمان، شهر بیجار، رشت، قزوین، کسماء، گیلوان، لاهیجان، هراتبر و مشاهده‌شده است و به‌صورت نوسان‌های افزایشی و کاهشی همراه است. بارش انزلی و سد سفیدرود جهت کاهشی تغییر یافته و روند ناگهانی دارد.

– در فصل پاییز ۷ ایستگاه پارودبار، رامسر، رشت، شلمان، شهر بیجار، قزوین، گیلوان تغییر نشان نمی‌دهد ولی در سایر ایستگاه‌ها تغییرات قابل‌توجه است. ایستگاه‌های انزلی، آستانه‌اشرفیه و لاهیجان تغییرات بارش از نوع کاهشی و از محدوده بحرانی ۱/۹۶– خارج‌شده و روند منفی را ادامه می‌دهد و در سال ۱۳۸۰–۱۳۷۹ جریان روند معکوس شده بر مقدار بارش افزوده می‌شود. البته این مقدار افزایش تا انتهای دوره ادامه یافته ولی از محدوده بحرانی ۱/۹۶+ خارج نمی شود. سد سفیدرود، کسماء و هراتبر در این فصل تغییرات نرمال کاهشی را از خود نشان می‌دهد از ابتدای دوره تغییرات کاهشی در محدوده ۱/۹۶± بوده و براثر این تغییرات میزان بارش تا پایان دوره کاسته می‌شود.

– همچنین در این پژوهش این نتیجه به دست می‌آید که در کلیه ایستگاه‌ها روند تغییرات در ماه فروردین مثبت است. در اکثر ایستگاه‌ها در فصل زمستان و پاییز تغییر در روند بارش صورت نگرفته است. تنها بارش سالانه لاهیجان تا خاتمهٔ دوره روند مثبت و در سطح معنی‌دار تداوم یافته است از سال ۱۳۷۸–۱۳۷۷ به بعد روند در محدوده ۳/۹۲+ قرار می‌گیرد و پس از آن بالاترین سطح تغییرات در پارودبار مشاهده‌شده است. قسمت مرکزی و جنوب غربی شامل ایستگاه‌های لاهیجان و پارودبار دارای روند افزایشی می‌باشد که بیشترین سطح تغییرات در بازه ۰/۲۵+< ... که قسمت اعظم شرق گیلان تسلط این بازه است.

منابع

۱– ابراهیمی، هدی و کردوانی پرویز (۱۳۹۳): مطالعه تغییر اقلیم در تالاب بین‌المللی انزلی به روش من_کندال. فصل‌نامه علمی پژوهشی اکو بیولوژی تالاب دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال ششم، شماره ۲۱، صص ۷۲–۵۹.

۲– باقر پور، مهسا. سیدیان، سید مرتضی. فتح‌آبادی، ابوالحسن و امین محمدی (۱۳۹۶): بررسی کارایی آزمون من_کندال در شناسایی روند سری‌های دارای خودهمبستگی. نشریه علمی پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. سال یازدهم، شماره ۳۶، صص ۲۲–۱۱.

۳– باهک، بتول (۱۳۹۲): بررسی احتمال تغییر اقلیم در استان کرمان با روش من_کندال (مطالعه موردی ایستگاه کرمان). فصل‌نامه جغرافیایی سرزمین، سال دهم، شماره ۳۹، صص ۷۴–۶۷.

۴– حجام، سهراب. خوشخو، یونس. شمس‌الدین وندی، رضا (۱۳۸۷): تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوضه مرکزی ایران با استفاده روش‌های نا پارامتری. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، مقاله ۱۱، صص ۱۶۸– ۱۵۷.

۵– خلیلی، علی و جواد بذرافشان (۱۳۸۲): تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های سالانه، فصلی و ماهانه ایران در یک‌صد و شانزده سال گذشته (۲۰۰۱– ۱۸۸۷)، اصفهان، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، ص ۱۲۸.

۶– رضیئی، طیب و قاسم عزیزی (۱۳۸۷): بررسی توزیع مکانی بارندگی فصلی و سالانه در غرب ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۵، صص ۱۰۸– ۹۳.

www.SID.ir

Archive of SID

۷- سبزی پرور، علی‌اکبر و مجتبی شادمانی (۱۳۹۰): تحلیل روند تبخیر و تعرق مرجع با استفاده از آزمون من_کندال و اسپیرمن در مناطق خشک ایران، نشریه آب‌وخاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شماره ۴، صص ۸۳۴-۸۲۳.
۸- عزیزی، قاسم و محمود روشنی (۱۳۸۷): مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من_کندال. پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴،۲۸ - ۱۳.
۹- عساکره، حسین (۱۳۸۴): تحلیل روند بارش سالانه استان اصفهان، نیوار، سال ۳۰ شماره ۴، صص ۹۰-۷۶.
۱۰- عساکره، حسین (۱۳۸۶): تغییرات زمانی – مکانی بارش ایران‌زمین طی دهه‌های اخیر، جغرافیا و توسعه، پاییز و زمستان ۱۳۸۶، شماره ۱۰، صص ۱۶۴-۱۴۵.
۱۱- فرج‌زاده‌اصل منوچهر و وحید فیضی(۱۳۹۱): آشکارسازی تغییرهای زمانی- مکانی عناصر دما و بارش در ایران. فصلنامه علمی پژوهشی برنامه‌ریزی و آمایش فضا. دوره شانزدهم، شماره۴، صص۶۶-۴۹.
۱۲- فرسا دنیا، فرهاد. رستمی‌کامرود، محسن و علیرضا مقدم نیا (۱۳۹۱): تحلیل روند بارندگی در استان مازندران با استفاده از روش من-کندال منطقه‌ای، فصل‌نامه تحقیقات منابع آب ایران. سال هشتم، شماره ۲، صص ۷۰-۶۰.
۱۳- قادر پور محسن، هیراد عبقری، حسین طبری. (۱۳۹۵): ارزیابی روند مکانی بارش در حوضه آبریز دریاچه ارومیه. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۸، شماره ۴، صص ۶۴۳-۶۲۷.
۱۴- قصاب‌فیض مصطفی و اسلامی حسین(۱۳۹۶): ارزیابی روند تغییرات بارندگی با روش من کندال و رگرسیون خطی در استان خوزستان، فصل‌نامه علمی تخصصی مهندسی آب. دوره پنجم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۶، صص۱۲۱-۱۱۳.
۱۵- عسگری، احمد و فاطمه رحیم زاده (۱۳۸۵): مطالعه تغییرپذیری بارش دهه‌های اخیر ایران، پژوهش‌های جغرافیایی، دوره ۵۸، شماره ۲، صص ۸۰- ۶۷.
۱۶- علیجانی، بهلول. (۱۳۷۴): نقش کوه‌های البرز در توزیع ارتفاعی بارش، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۳۸، صص ۵۲-۳۷.
۱۷- کتیرایی، سیما. حجام، سهراب و پرویز ایران‌نژاد (۱۳۸۶): سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش در ایران طی دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۱، مجله فیزیک زمین و فضا، جلد ۳۳، شماره ۱، صص ۸۳-۶۷.
۱۸- کاویانی، محمدرضا و حسین عساکره (۱۳۸۲): بررسی آماری روند بلند مدت بارش سالانه اصفهان، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، صص ۱۲۰- ۱۱۰.
۱۹- معروف‌نژاد، عباس و شهلا قاسمی (۱۳۹۶): روند تغییرات دما با استفاده از روش من_کندال (مطالعه موردی چهار شهرستان استان چهارمحال و بختیاری). فصل‌نامه آمایش محیط، دوره دهم، شماره۳۷، صص۱۶۶-۱۴۶.
۲۰- میر موسوی، سید حسین. (۱۳۸۷): مطالعه نوسانات دما و بارش سالانه در منطقه شمال غرب ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۳۷، شماره۶۶، صص ۹۹-۸۷.
۲۱- زاهدی، مجید. ساری صراف، بهروز و جامعی، جاوید. (۱۳۸۶). تحلیل تغییرات زمانی – مکانی دمای منطقه شمال غرب ایران، جغرافیا و توسعه، پاییز و زمستان ۱۳۸۶،دوره پنجم، شماره۱۰، صص ۱۹۸-۱۸۳.

22- Brunetti. M, Buffon. L, Maugeri. M, Nanni. T. (2001): Trends in Daily Intensity of Precipitation in Italy From 1951 to 1996, International Journal of Climatology, Vol. 21, Pp. 299.
23- Brunetti. M, Buffoni. L, Maugeri. M, Nanni. T. (2000): Precipitation Intensity Trends in Northern Italy, International Journal of Climatology, Vol. 20. Pp. 1017.
24- Brunetti. M, Buffoni. L, Mangiantic. F, Maugeri. M, Nanni. T. (2004): Temperature, Precipitation and Extreme Events During The Last Century in Italy, Global and Planetary Change, Vol. 40, Pp. 141. Www.Elsevier. Com/Locate/gloplacha.
25- Buffoni. L, Maugeri. M and Nanni. T, (1999): Precipitation in Italy From 1833 to 1996, Theor, Appl, Climatol, Vol. 63, Pp. 33.
26- Camuffo. Dario. (1984): Analysis of The Series of Precipitation at Pad Ova, Italy, Climatic Changes, Vol. 6, Pp. 57.
27- Domonkos. P, (2003): Recent Precipitation Trend in Hungary in Context of Larger Scale Climatic Changes, Natural Hazards, Vol 29, Pp. 255.
28- Hartmann. H, Becker. S, King. L. (2008): Quasi – Periodicities in Chinese Precipitation Time Series, Appl. Climatol. Vol. 92, Pp.155. DOI 10. 1007/s00704-007-0317-1.
29- Katsoulis. Basil D. (1989): Analysis of The Long-Term Precipitation Series at Athens, Greece, Climatic Change, Vol. 14, Pp. 263.

www.SID.ir

Archive of SID

30- Nastos. P. T, Zeroes. C. S, (2007): On Extreme Daily Precipitation Totals at Athens, Greece. Adv. Geosci. Vol. 10. Pp. 59. WWW. Adv. – Geosocial. Net/10/ 59/2007/.
31- Olaniran. Olajire. J, (1991): Evidence of Climatic Change in Nigeria Based on Annual Series of Rainfall of Different Daily Amounts, 1919-1985, Department of Geography, University of Ilorin, Ilorin, Nigeria, Climatic Change, Vol. 19, Pp. 319.
32- Olaniran. Olajire. J, summer. G. N. (1990): Long – Term Variations of Annual and Growing Season Rainfalls in Nigeria, Appl, Climatol, Vol 41, Pp 41.
33- Tarhulei. A, KO Woo, M. (1998): Changes in Rainfall Characteristics in Northern Nigeria. International Journal of Climatology. Climatol. Vol 18. pp. 1261.
34- Turkesh, M. (1996): Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall
35- Jain SK., Kumar V., and Saharia M. (2013): Analysis of Rainfall and Temperature Trends in Northeast India. International Journal of Climatology. 33: 968-978.

www.SID.ir