

توزیع فضایی روند تغییرات فصلی و سالانه دما و بارش (مطالعه موردی: استان خوزستان)

محمدحسین ناصرزاده^۱، مهدی دوستکامیان^۲، آذر بیرانوند^۳، فاطمه قهرمانی^۴، علی بیات^۵

چکیده

دما و بارش از مهم‌ترین عناصر اقلیمی هستند که در طول زمان بر اثر ناهنجاری‌های اقلیمی و همچنین رفتارهای جوی دچار نوساناتی می‌شود. هر ساله به واسطه نامنظم بودن این نوسانات، کشاورزان، صنعت‌گران و سایر نهادهای وابسته، خسارات زیادی را متحمل می‌شوند. از این رو بررسی و شناخت این نوسانات کمک زیادی به برنامه‌ریزی‌های کلان به خصوص مدیریت آب می‌کند. هدف از این مقاله بررسی روند و نوسانات اقلیمی دما و بارش در استان خوزستان می‌باشد. بدین منظور روند تغییرات دما و بارش در استان خوزستان در ۱۴ ایستگاه سینوپتیک با استفاده از روش ناپارامتری من-کندال مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصله از کندال به روش کریجینگ در محیط Surfer پهنه‌بندی شد. برای تجزیه و تحلیل و محاسبات از نرم افزار Matlab و برای ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. بررسی و تحلیل حاصل از کندال نشان داد که بارش در زمستان، بهار و پاییز در اکثر ایستگاه‌ها هیچ گونه روندی نداشته است و تنها در چند ایستگاه از جمله ماهشهر و امیدیه، تغییرات افزایشی در بارش وجود داشته است. در فصل تابستان اکثر ایستگاه‌ها روند کاهشی شدیدی داشته‌اند. میزان تغییرات بارش سالانه در اکثر ایستگاه‌ها فاقد روند بوده است. تنها ایستگاه‌های بهبهان و امیدیه ۰/۱۸ و ۰/۴۵ تغییر افزایشی داشته‌اند. دما در رامهرمز در تمام فصول روند افزایشی داشته است و همچنین بیشترین تغییرات تنوعی دما همانند بارش مربوط به فصل تابستان می‌باشد. دما در شمال‌شرق، جنوب و جنوب‌شرقی فاقد روند بوده ولی در نیمه غربی استان روند افزایشی داشته است. نتایج حاصل از بررسی گرافیکی کندال نشان داد که ۸۰ درصد از تغییرات دما از نوع تغییرات افزایشی و ۵۳/۳ درصد تغییرات بارش، تغییرات کاهشی بوده است.

واژگان کلیدی: کشاورزی، توسعه یافتگی، اسکالوگرام، شهرستان، تکنیک GIS.

از آنجایی که دما و بارش از عناصر اساسی شکل‌گیری اقلیم می‌باشند، تغییرات آن‌ها می‌تواند ساختار آب‌وهوایی هر محل را دگرگون سازد. این امر سبب شده است که بخش گسترده‌ای از پژوهش‌های اقلیم‌شناسی به مطالعه تغییرات زمانی این پارامترها در مقیاس‌های متفاوت زمانی و مکانی بپردازد.

در راستای تحقق برنامه‌ریزی‌های متنوع جوامع بشری در سرتاسر دنیا و با توجه به اهمیت یافتن نقش تغییرات اقلیمی در این امر، در زمینه تغییرات سری‌های زمانی عناصر اقلیمی به روش‌های مختلف در جهان پژوهش‌های فراوانی صورت گرفته است. سرانو و همکاران (۱۹۹۹: ۹۰-۸۵) به تجزیه و تحلیل روند بارش ماهانه در طول شبه جزیره ایبری برای دوره ۱۹۹۵-۱۹۲۱ پرداخته‌اند؛ لیو و همکاران (۲۰۰۸: ۳۳۸-۳۳۰) تنوع فضایی و زمانی بارش سالانه در طول ۲۰۰۶-۱۹۶۱ حوضه رودخانه زرد در چین را مورد بررسی قرار دادند؛ ناگوچی و همکاران (۲۰۱۱: ۱۶۱-۱۵۰) آزمون‌های Bootstrap-based در روند سری زمانی هیدرولوژیکی، با استفاده از اطلاعات فنولوژی یخ را به کار گرفتند؛ یو (۲۰۰۴: ۳۷-۲۱) قدرت آزمون t ، آزمون من-کندال و Bootstrap-based برای تشخیص روند را مورد مقایسه قرار داد؛ پراشانس (۲۰۰۴) تمام تحلیل‌های من-کندال برای سایت ORD را مورد استفاده قرار داد. در مطالعات صورت گرفته در روند سری‌های زمانی در مورد عناصر اقلیمی مختلف به تفکیک، پژوهش‌هایی صورت گرفته است که می‌توان به عنوان نمونه به مطالعات زیر اشاره نمود: لیب‌من و همکاران (۲۰۰۴: ۴۳۶۷-۴۳۵۷)، ویدمن و اسکاهر (۱۹۹۷: ۱۳۵۶-۱۳۳۳)، پارتل و کاهایا (۲۰۰۶: ۲۰۲۶-۲۰۱۱)، تاکیوچی و آیشایدایر (۲۰۰۵: ۳۵۳۲-۳۵۱۷)، چن و همکاران (۲۰۱۱: ۱۳۷-۱۳۰) به ترتیب در ایالات متحده، سوئیس، ترکیه، آسیا و چین به تحلیل سری‌های زمانی بارش به عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی پرداخته‌اند. پنماو و پن (۲۰۰۳: ۹-۴) در چین، لیو کادیوگ (۱۹۹۷: ۵۲۰-۵۱۱) در ترکیه، کلین تانک و کونیک (۲۰۰۳: ۳۶۸۰-۳۶۶۵) در اروپا مطالعاتشان را بر روی بررسی روند دما متمرکز نمودند. همچنین گوتزلر (۱۹۹۲: ۱۵۹۸-۱۵۹۵) تنوع آب‌وهوایی دما و رطوبت نواحی

گرمسیری اقیانوس آرام غربی را مطالعه نمود. علاوه بر این، کونکل و اندرسون (۱۹۹۸) روند بلند مدت بارش‌های سنگین در کانادا و ایالات متحده را بررسی کردند و نشان دادند که حدود سه درصد به ازای هر دهه بارش‌های سنگین افزایش یافته است. آکینرمی و همکاران (۲۰۰۱) به مطالعه روند بارش پرداختند و نشان دادند که افزایش معنی‌داری در مقدار بارش وجود داشته است. موته (۲۰۰۳) روند بارش و دما در شمال غرب اقیانوس آرام طی قرن بیستم را مطالعه کرد. نتایج نشان داد که روند بارش سالانه طی قرن بیستم ۱۳ تا ۳۸ درصد بیشتر از میانگین جهانی است. کارثرا و همکاران (۲۰۰۷) با تحلیل زمانی و مکانی بارش‌ها و دماهای روزانه و ماهانه در حوضه مکزیک دریافتند که درون‌یابی دماهای روزانه با استفاده از عامل ارتفاع به عنوان متغیر دوم، به صحت برآوردها کمک می‌کند؛ هر چند که ممکن است این دو متغیر، همبستگی ضعیفی داشته باشند. ماندل و همکاران (۲۰۱۲)، روش من-کندال را در راستای تجزیه و تحلیل بارش در مناطقی از هند به کار گرفتند. در زمینه روند تغییرات زمانی در ایران نیز مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است، که می‌توان به مطالعات محمدی و تقوی (۱۳۸۴: ۱۷۲-۱۵۱)، فرج‌زاده و همکاران (۱۳۸۹)، فیضی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی روند بارش و دما در مناطق مختلف کشور اشاره نمود، در مطالعات دیگر عزیززی و روشنی (۱۳۸۷: ۲۸-۱۳)، مسعودیان (۱۳۸۳: ۱۰۶-۸۹) و طالبی و همکاران (۱۳۹۰) به مطالعه تغییر اقلیم به روش من-کندال در زمینه دما پرداخته‌اند. در همین راستا به شرح برخی مطالعات صورت گرفته پرداخته‌ایم: عسگری و رحیم‌زاده (۱۳۸۵) تغییرپذیری بارش دهه‌های اخیر ایران را با استفاده از ۳۴ ایستگاه که دارای ۳۰ سال داده پیوسته در دوره آمار ۱۹۵۱ تا ۱۹۹۱ بودند مورد بررسی قرار دادند به این نتایج دست یافتند که علی‌رغم تصور عمومی، کشور شاهد هر دو روند کاهشی و افزایشی در جمع بارش سالیانه ایستگاه‌های سینوپتیک بوده است. عساکره (۱۳۸۶)، در پژوهشی به عنوان تغییرات زمانی و مکانی بارش در ایران با استفاده از بارش ۱۵۰ ایستگاه سینوپتیک و ۱۷۰ ایستگاه کلیماتولوژی طی سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۳ و کاربرد تکنیک‌های ترسیمی،

تغییرات زمانی و مکانی بارش در ایران را مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ۵۱/۴٪ از مساحت کشور در معرض تغییرات بارش قرار گرفته است و این تغییرات در نواحی کوهستانی و غرب کشور رخداد بیشتری داشت. زاهدی و ساری‌صراف (۱۳۸۶)، به بررسی تغییرات زمانی و مکانی دمای شمال‌غرب ایران پرداخته‌اند. ایشان از ۱۹ ایستگاه سینوپتیکی منطقه استفاده نمودند، در این بررسی تغییرات دمای منطقه بر اساس شاخص‌های مرکزی و پراکندگی مورد مطالعه قرار گرفته و با استفاده از روش میانبایی اقدام به ترسیم منحنی‌های هم‌دما و ضریب تغییرات نموده‌اند، در این مطالعه از روش ناپارامتری من-کندال استفاده شده و نتایج بیانگر این است که اکثر مناطق شمال‌غرب کشور با روند افزایشی دما مواجه بوده و این گرمایش از غرب به شرق بارزتر است. رضیئی و عزیزی (۱۳۸۷)، توزیع مکانی بارندگی فصلی و سالانه در غرب ایران با استفاده از داده‌های ۱۷۰ ایستگاه و دوره آماری ۳۴ ساله مورد بررسی قرار دادند که در این پژوهش از روش من-کندال استفاده نموده‌اند. نتایج نشان داده که پاییز و زمستان فصل‌های اصلی بارش باران در منطقه می‌باشند. سهرابی و همکاران (۱۳۸۸) وجود روند در بارش سالانه همدان را با استفاده از روش من-کندال در ۲۳ ایستگاه از سال ۱۳۸۵-۱۳۶۱ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در سه ایستگاه آغاجانبلاغی، تویسرکان و قهاوند روند معنی‌دار افزایشی (در سطح ۵ درصد) وجود داشته و در بقیه موارد اغلب حالت ایستا بوده است و همچنین در تمام ایستگاه‌ها تغییر ناگهانی در متوسط بارش سالانه مشاهده شده که بیانگر تغییر اقلیم است. رحیم‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) ارزیابی روند جهش نمایه‌های دما و بارش را در استان هرمزگان مورد بررسی قرار دادند؛ نتایج حاصله از آن نشان می‌دهد که تشدید گرمایش و کاهش بارش در این استان به همراه افزایش نوسانات شدید بارش و مقادیر حدی دما بوده است. از آنجایی که تعداد فراوانی از مطالعات صورت گرفته در این زمینه به صورت نقطه‌ای صورت گرفته است در این مطالعه هدف بررسی و تحلیل روند تغییرات به صورت پهنه‌ای در ۱۴ ایستگاه سینوپتیک خوزستان می‌باشد.

داده‌ها و روش‌ها

تغییرات میانگین بارش و دما از عوامل مهم اقلیمی هر منطقه می‌باشند. به طوری که مشخصه‌های دیگر اقلیمی را هم تحت تأثیر قرار می‌دهند. روند نه تنها تغییرات را نشان می‌دهد بلکه در مشاهده نمودن مشاهدات بیرونی یا قسمت‌های مجزایی که به نظر نمی‌رسند با بقیه داده‌ها سازگار باشند، کمک می‌نماید. بسیاری از انواع سری‌های زمانی در علوم فیزیکی، به ویژه در علم مربوط به آثار جوی پیش می‌آیند. نکته دیگری که در رابطه با سری‌های زمانی یا روند تغییرات وجود دارد، این است که امکان وجود نقاط چرخشی وجود دارد؛ برای مثال یک روند رو به بالا ناگهان به یک روند رو به پایین تبدیل می‌شود. در این پژوهش روند تغییرات دما و بارش در استان خوزستان برای ۱۴ ایستگاه سینوپتیکی در مقیاس فصلی و سالانه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. داده‌های مورد استفاده از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. در ادامه به منظور واریس وجود روند و تعیین نوع آن، شناسایی روندهای مقطعی و کوتاه‌مدت، نقاط جهش و نقاط شروع روند از روش مان - کندال ۱ مقطعی استفاده شده است. بدین ترتیب، روند متوسط مشاهدات به روش ترسیمی ارائه گردید. جهت شناسایی روندهای جزئی و کوتاه‌مدت، نقاط جهش و نقاط شروع روند سری زمانی از نمودار سری زمانی بر حسب مقادیر $U(t)$ و $U'(t)$ استفاده می‌گردد. برای ترسیم نمودار سری زمانی مقادیر متوالی، آماره‌های $U(t)$ و $U'(t)$ با استفاده از آزمون من- کندال محاسبه می‌شود. در این روش ضریب t آزمون من- کندال از رابطه زیر به دست می‌آید (فیضی و همکاران ۱۳۸۹):

$$P = \sum_{i=1}^n n_i \quad (1)$$

که تابع توزیع آن در شرایطی که فرض صفر حاکم باشد از لحاظ مجانبی با میانگین و واریانس برابر است.

$$E_i = \frac{n_i(n_i-1)}{4} \quad (2)$$

واریانس آن برابر است با:

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

در صورت وجود روند در جهت مشخص، این آزمون فقط در شکل دو طرفه آن دقیق است. از این رو فرض صفر برای مقادیر بالای $|U(t)|$ رد می‌گردد. برای به دست آوردن $U(t)$ از معادله زیر استفاده می‌شود:

$$U_t = \frac{(\sum t_i - E_i)}{\sqrt{V_i}} \quad (۴)$$

برای تعیین زمان وقوع تغییر، لازم است علاوه بر $U(t)$ ، مؤلفه $U'(t)$ نیز محاسبه شود که ابتدا باید امید ریاضی معکوس و واریانس معکوس را از رابطه زیر به دست آورد (عزیزی و روشنی ۱۳۸۷: ۲۲۸-۱۳):

$$\hat{E}_i = \frac{[N-(n_{i-1})](N-n_i)}{4} \quad (۵)$$

$$\hat{V}_i = \frac{[N-(n_{i-1})](N-n_i)[2(N-(n_{i-1}))]+5}{72} \quad (۶)$$

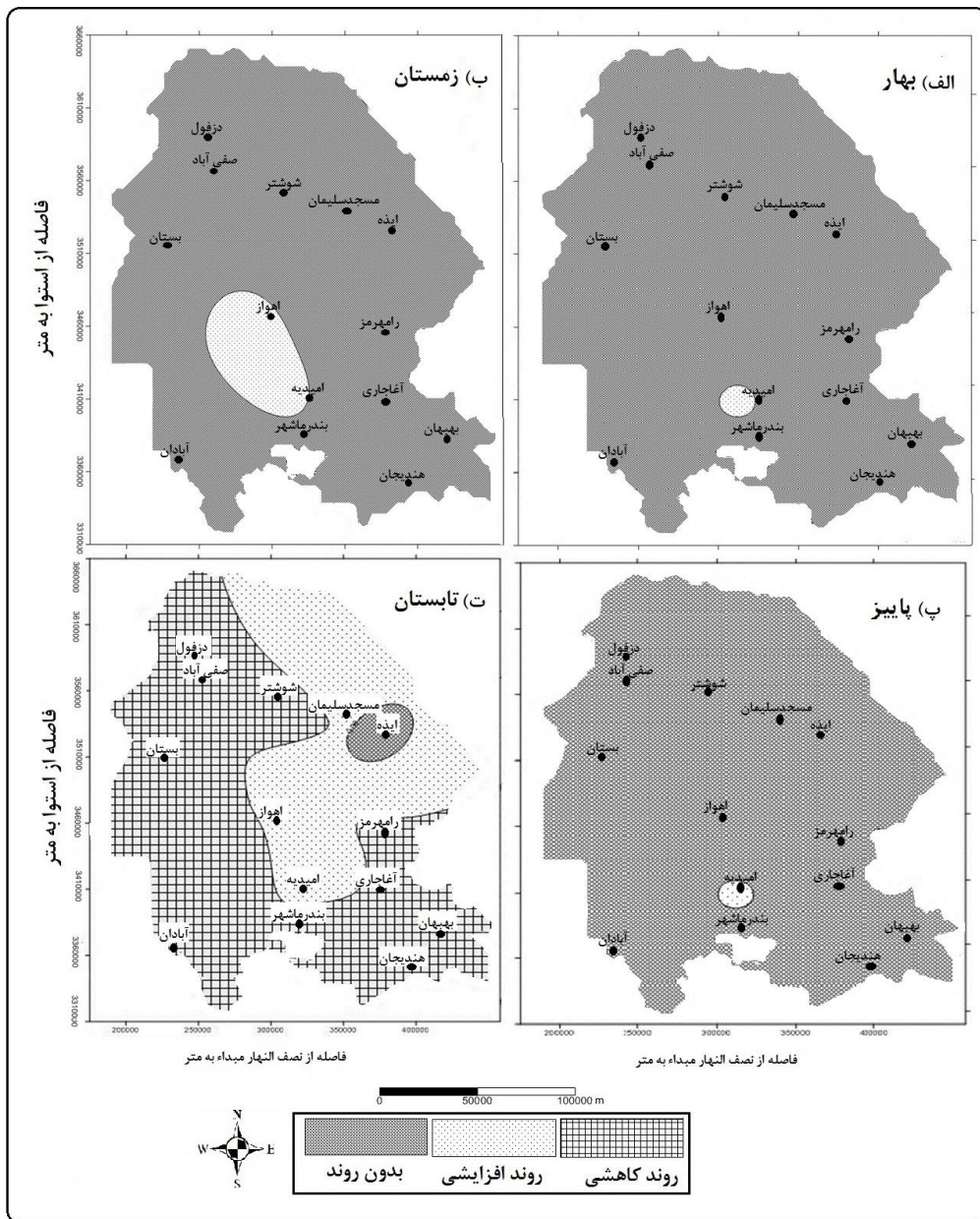
$$\hat{U}_i = \frac{-(\sum \hat{t}_i - \hat{E}_i)}{\sqrt{\hat{V}_i}} \quad (۷)$$

در این روش، مقادیر متوالی از مقدار U_i و U'_i حاصله از آزمون من-کندل به صورت گرافیکی نمایش داده می‌شود که اگر مقادیر U_i و U'_i از منحنی‌ها، چندین بار روی همدیگر قرار بگیرند، روند یا تغییری وجود نخواهد داشت؛ ولی در جایی که منحنی‌ها همدیگر را قطع می‌کنند، منحنی‌ها محل شروع روند یا تغییرات را به صورت تقریبی به نمایش می‌گذارند. اگر منحنی‌ها همدیگر را در داخل محدوده بحرانی قطع کنند نشانه زمان آغاز تغییر ناگهانی و در صورتی که خارج از محدوده بحرانی همدیگر را قطع کنند بیانگر وجود روند در سری‌های زمانی است.

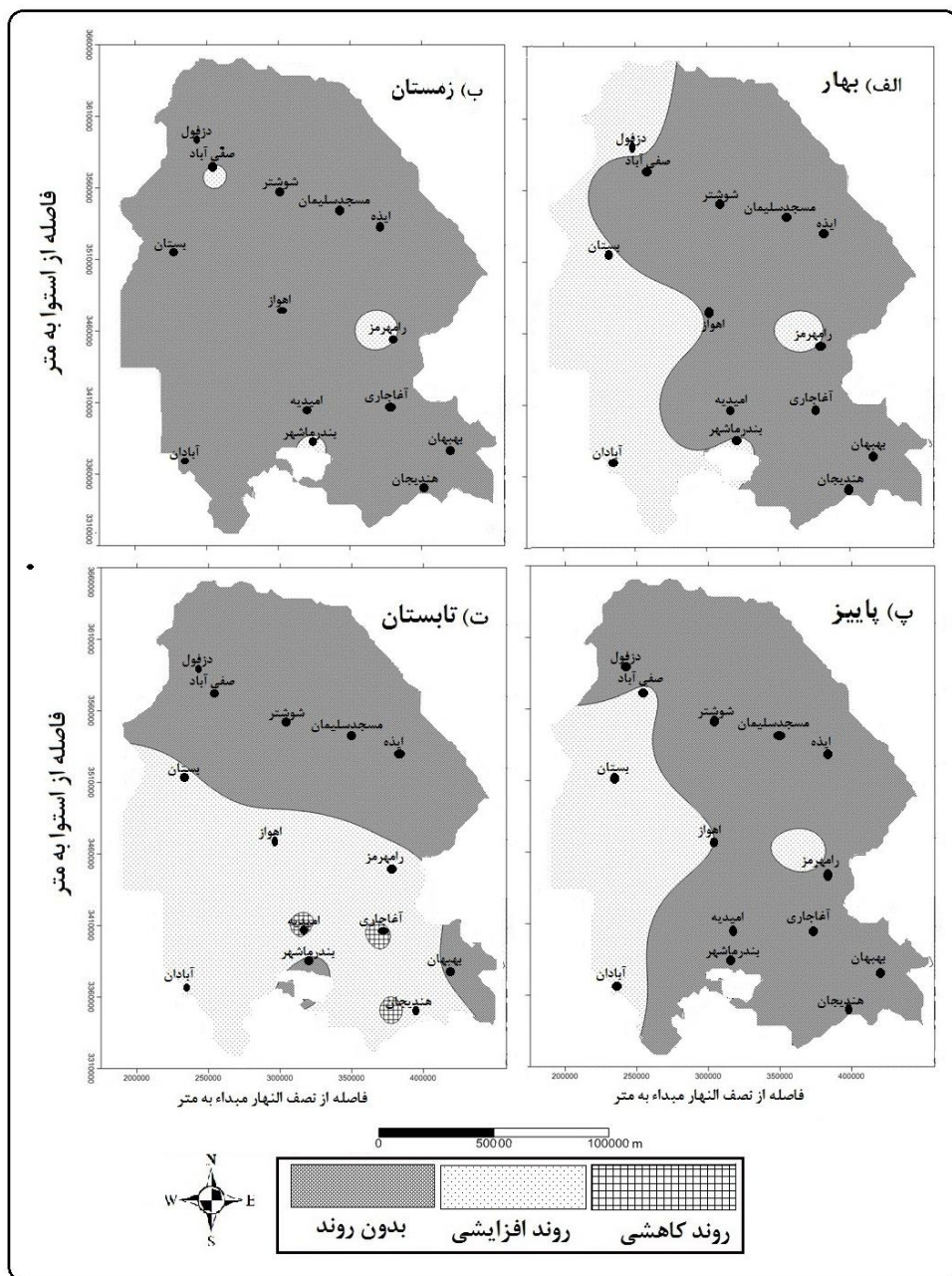
یافته‌ها

نتایج فصلی و سالانه روند تغییرات دما و بارش به صورت پهنه در شکل ۱ و ۲ آمده است. شکل ۱ پهنه‌بندی روند تغییرات فصلی بارش را در استان خوزستان نشان می‌دهد. در فصل زمستان بارش در اکثر ایستگاه‌ها فاقد روند بوده، یا به عبارتی هیچ‌گونه روندی مشاهده نمی‌شود به جز در اهواز و امیدیه که به ترتیب ۰/۲۰ و ۰/۵۹ تغییر افزایشی

داشته است. بدین ترتیب بارش در فصل زمستان تنها در نیمه مرکزی استان تغییر کرده است. در فصل بهار همان طوری که در شکل هم نمایان می‌باشد فقط جنوب استان دارای روند افزایشی می‌باشد و در اکثر ایستگاه‌ها در فصل تابستان هیچ گونه روندی مشاهده نمی‌شود. فصل تابستان به لحاظ روند تغییرات نسبت به بقیه فصول متفاوت‌تر می‌باشد. به طوری که در این فصل هم روند کاهشی و هم روند افزایشی و هم ایستگاه‌های بدون روند مشاهده می‌شود. در این بین، بارش در فصل تابستان در اکثر ایستگاه‌ها دارای روند کاهشی می‌باشد و تنها در ایستگاه ایزه هیچ گونه روندی مشاهده نمی‌شود. بدین ترتیب بارش در فصل تابستان در ایستگاه امیدیه $0/88$ تغییر افزایشی و ایستگاه‌های اهواز، امیدیه، بندر ماهشهر، بهبهان، بستان، دزفول، هندیجان، مسجد سلیمان، رامهرمز، صفی‌آباد، شوشتر، آقاجاری به ترتیب $0/86$ ، $0/81$ ، $0/88$ ، $0/61$ ، $0/90$ ، $0/93$ ، $0/90$ ، $0/70$ ، $0/62$ ، $0/71$ ، $0/90$ و $0/73$ تغییر کاهشی داشته است. بنابراین در فصل تابستان بارش روند کاهشی شدیدی داشته است. در فصل پاییز، در بیش از ۹۵ درصد ایستگاه‌ها هیچ گونه روندی مشاهده نشد و تنها در بندر ماهشهر روند افزایشی داشته است (شکل ۱). در مجموع می‌توان گفت که در زمستان، بهار و پاییز در بارش اکثر ایستگاه‌ها، هیچ روندی مشاهده نمی‌شود و تنها چند ایستگاه از جمله ماهشهر و امیدیه، بارش تغییرات افزایشی داشته است. اما در فصل تابستان اکثر ایستگاه‌ها روند کاهشی شدیدی داشته‌اند. شکل ۲ پهنه‌بندی روند تغییرات دما را در استان نشان می‌دهد. دما در فصل زمستان در اکثر ایستگاه‌ها فاقد روند می‌باشد. فقط در چند نقطه پراکنده در سطح استان یعنی صفی‌آباد واقع در شمال شرق استان $0/41$ تغییر افزایشی، رامهرمز واقع در شرق استان $0/43$ تغییر افزایشی و بالاخره بندر ماهشهر در نیمه جنوبی استان $0/35$ تغییر در جهت افزایشی داشته است. بنابراین در فصل زمستان هیچ گونه روند کاهشی معنی‌داری وجود نداشت. دما در نیمه غربی استان تغییر کرده است و در نیمه شرقی استان به جز رامهرمز فاقد روند بوده است.



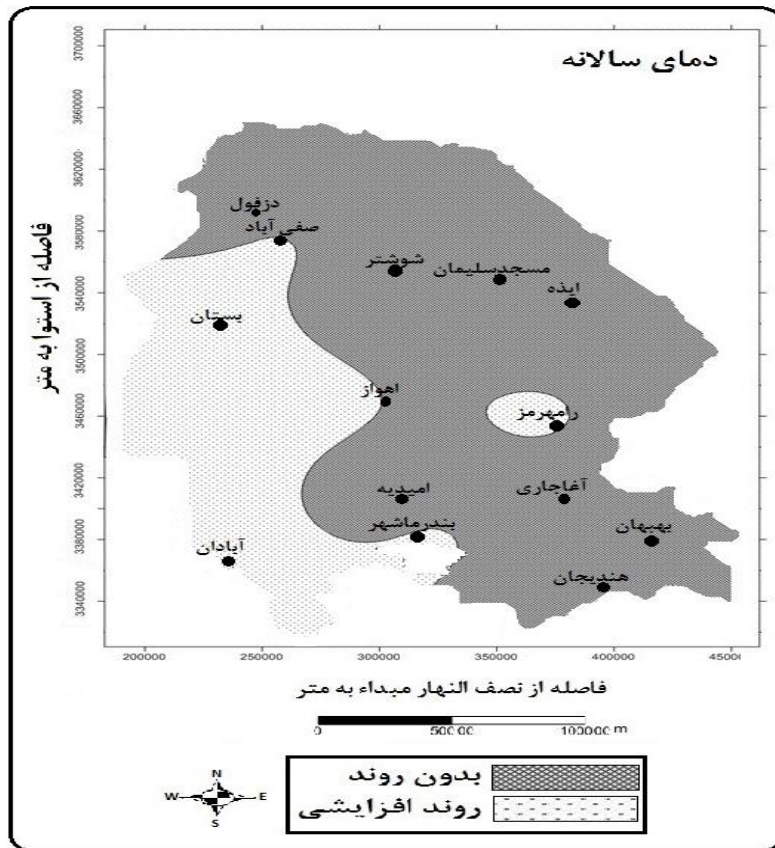
شکل ۱: پهنه‌بندی روند تغییرات فصلی بارش در استان خوزستان



شکل ۲: پهنه‌بندی روند تغییرات فصلی دما در استان خوزستان

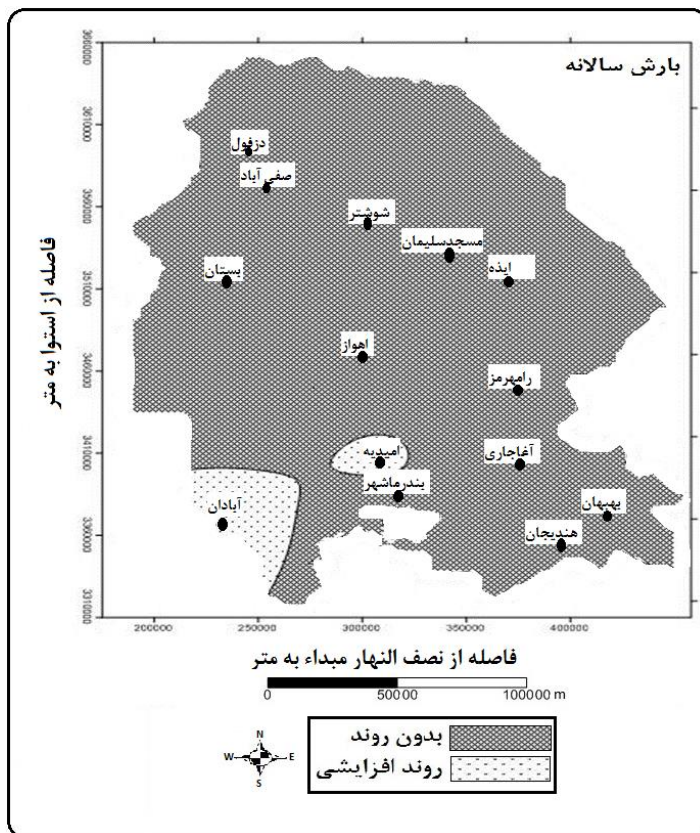
در فصل بهار، دما دارای روند افزایشی بوده است. به طوری که دما در اهواز، آبادان، بندر ماهشهر، بستان، دزفول، رامهرمز، به ترتیب ۰/۴۴، ۰/۳۲، ۰/۳۹، ۰/۴۸، ۰/۲۰ و ۰/۴۰ تغییر افزایشی داشته است. دما در فصل تابستان در نیمه شمالی استان یعنی دزفول،

صفی آباد، شوشتر و مسجد سلیمان فاقد روند بوده است و در ایستگاه‌های بهبهان، اهواز، بستان، و رامهرمز دارای روند افزایشی می باشد. ایستگاه‌های امیدیه، هندیجان و آقاجاری به میزان ۰/۸۶، ۰/۸۴ و ۰/۷۳ تغییر کاهشی داشته است. تغییرات فصل پاییز شبیه تغییرات در فصل بهار می باشد. بدین ترتیب، نیمه غربی استان در فصل پاییز دارای روند افزایشی و شمال شرق، جنوب و جنوب شرق فاقد روند بوده است. از این رو میزان تغییرات دما در فصل پاییز در ایستگاه‌های اهواز، بهبهان، بستان، رامهرمز و صفی آباد به ترتیب ۰/۳۳، ۰/۲۲، ۰/۴۱، ۰/۳۴ و ۰/۳۳ تغییر در جهت افزایشی داشته است (شکل ۲). بنابراین در مجموع می توان گفت که رامهرمز در تمام فصول، روند افزایشی داشته است و همچنین بیشترین تغییرات تنوعی دما همانند بارش مربوط به فصل تابستان می باشد. شکل ۳ و ۴ پهنه بندی روند تغییرات دما و بارش سالانه در سطح استان را نشان می دهد.



شکل ۳: پهنه بندی روند تغییرات سالانه دما در استان خوزستان

تغییرات دمای سالانه در نیمه غربی استان روند افزایشی و در شمال شرق، جنوب و جنوب شرقی هیچ گونه روندی را نداشته است (شکل ۳). بدین ترتیب میزان تغییرات سالانه دما در ایستگاه‌های اهواز، بهبهان، بندر ماهشهر، بستان، رامهرمز و صفی آباد ۰/۴۰، ۰/۲۵، ۰/۳۳، ۰/۳۸، ۰/۴۰ و ۰/۳۳ تغییر در جهت افزایشی داشته است. میزان بارش سالانه در اکثر ایستگاه‌های پهنه مورد بررسی هیچ گونه روندی را نشان نداد. تنها ایستگاه‌های بهبهان و امیدیه ۰/۱۸ و ۰/۴۵ تغییر افزایشی داشته اند.



شکل ۴: پهنه‌بندی روند تغییرات سالانه بارش در استان خوزستان

جدول ۱ تغییرات ناگهانی، تغییرات ناگهانی افزایشی و کاهش دما و بارش را در سطح استان نشان می‌دهد. در جدول مذکور A بیانگر تغییرات ناگهانی، D تغییرات ناگهانی کاهش و I تغییرات ناگهانی افزایشی می‌باشد. دما در اکثر ایستگاه‌ها تغییراتی از نوع AI یا تغییرات ناگهانی افزایشی داشت. برای مثال تغییرات ناگهانی دما در

ایستگاه آبادان از سال ۱۹۹۶ و آغاچاری از سال ۱۹۹۸ شروع شد. دما در ایستگاه بهبهان تغییراتی از نوع AI داشت. بیشترین تغییرات AI دما مربوط به ایذه و رامهرمز می‌باشد. بدین ترتیب دمای ایذه در سال‌های ۱۹۹۶، ۱۹۹۷، ۲۰۰۰، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۴ تغییراتی ناگهانی از نوع AI داشت. دمای رامهرمز در سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۲، ۱۹۹۵، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۳ دچار تغییراتی از نوع AI شده است. کم‌ترین تغییرات افزایشی مربوط به ایستگاه‌های هندیجان و بندرماهشهر می‌باشد. دما در بقیه ایستگاه‌ها در طول دوره مورد مطالعه، یک سال تغییر ناگهانی داشته است. در این بین معدود ایستگاه‌هایی دچار تغییرات AD می‌باشند؛ برای مثال می‌توان به ایستگاه‌های ایذه و هندیجان اشاره کرد که به ترتیب در سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ دچار تغییرات AD شده‌اند. تغییرات ناگهانی بارش همان طور که از جدول ۱ هم دیده می‌شود در اکثر ایستگاه‌ها بر خلاف دما دارای تغییرات AD می‌باشد. بارش در طی سال‌های ۱۹۷۸، ۱۹۷۹، ۱۹۸۲، ۱۹۸۷، ۱۹۸۸ و ۱۹۹۲ در ذفول دچار تغییرات AD شده که از این حیث در بین ایستگاه‌ها، بیشترین نوع تغییرات می‌باشد. بعد از ذفول ایستگاه‌های رامهرمز، مسجد سلیمان و بستان هرکدام با ۴ الی ۵ سال در طول دوره مورد مطالعه تغییرات AD داشته‌اند. در این میان ایستگاه‌هایی هم وجود داشت که به طور متنوع بارش دارای تغییرات AD و AI بوده‌اند. برای مثال می‌توان به ایستگاه بستان اشاره کرد که طی سال‌های ۱۹۸۶، ۱۹۸۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ دارای تغییرات ناگهانی AD و طی سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۳ دارای تغییرات ناگهانی AI بوده است. بارش در ایستگاه هندیجان بعد از اینکه در سال ۲۰۰۲ دچار تغییرات ناگهانی AD شده، یک سال بعد یعنی ۲۰۰۳ دچار تغییراتی از نوع AI شده که این بیانگر نوسانات شدید اقلیمی در منطقه می‌باشد. رامهرمز در بین سال‌های ۱۹۸۷، ۱۹۸۹، ۱۹۹۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۲ دارای تغییرات AD، و طی سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۲، ۱۹۹۵، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۳ تغییرات AI داشته است. در مجموع می‌توان گفت که ۸۰ درصد از تغییرات دما از نوع AI، ۱۶ درصد تغییرات AD و ۴ درصد تغییرات ایستا بوده است.

سهم تغییرات AI بارش ۴۷/۷ درصد و سهم تغییرات AD بارش در سطح استان ۵۳/۳ درصد می‌باشد. در این بین بارش، تغییرات ناگهانی از نوع ایستا نداشته است (جدول ۲).

جدول ۱: بررسی فراوانی و درصد تغییرات دما و بارش در استان خوزستان

درصد	فراوانی	عنصر	نوع تغییر
۸۰	۲۰	دما	تغییر ناگهانی افزایشی
۴۷/۷	۲۸	بارش	
۱۶	۴	دما	تغییر ناگهانی کاهشی
۵۳/۳	۳۲	بارش	
۴	۱	دما	تغییر ناگهانی ایستا
۰	۰	بارش	

جدول ۲: بررسی نوع (حروف) و زمان (اعداد) تغییرات دما و بارش در استان خوزستان

تغییرات سالانه	متغیر	ایستگاه
AI74,81/AD80,87	بارش	آبادان
AI: 96	دما	
AI: 90	بارش	آغاچاری
AI: 98	دما	
AI: 71	بارش	اهواز
AI: 93	دما	
AI: 95,2003/AD: 2002,2005	بارش	بهبهان
AI: 97	دما	
AI: 88,2003/ AD: 86,89,2000,2005	بارش	بستان
AI: 98	دما	
AI: 71,73,79,85,90,93/AD: 78,79,82,87,88,92	بارش	دزفول
AI: 98,2002,2004	دما	
AI: 2003/AD: 2002,2005	بارش	هندیجان
AD: 2003	دما	
AD: 93	بارش	ایذه
AI: 96,97,2000,2001,2004 AD: 2002	دما	
AI: 89,2004,2005/AD:87,2001/	بارش	بندر ماشهر
AI: 97	دما	
AI: 90/AD: 88,98,99,2004	بارش	مسجد سلیمان
AI: 96/2004	دما	
AI: 85,92/AD:2000	بارش	امیدیه
AI: 95	دما	
AI: 90,92,95,98,2003 AD:87,89,94,2000,2002	بارش	رامهرمز
AI: 95	دما	
AD: 2001	بارش	صفی آباد دزفول
AI: 97	دما	
AI: 95,2003/AD:98,99	بارش	شوشتر
AI:96,97/AD: 2004,2005	دما	

نتیجه گیری

از مهم ترین مسائلی که امروز مورد توجه بسیاری از تحقیقات و مطالعات در علوم مختلف قرار گرفته است، تغییر اقلیم و اثرات آن می باشد. در رابطه با تعیین اقلیم یک منطقه و نیز بررسی و آشکارسازی تغییرات اقلیمی، بررسی و تحلیل دو پارامتر دما و بارش نسبت به عوامل دیگر اقلیمی، از اهمیت ویژه ای برخوردارند. یکی از متداول ترین روش های تحلیل سری های زمانی، بررسی وجود یا عدم وجود روند آن ها از طریق آزمون های آماری می باشد. تنوع در وجود آزمون های مختلف سبب شده تا محققان در به کارگیری آزمون ها آزادانه تر عمل نموده و با توجه به چگونگی داده ها، از نوع خاصی از آزمون، بهره گیرند. در این مطالعه در راستای آشکارسازی روند داده های دما و بارش ۱۴ ایستگاه سینوپتیک استان خوزستان، از آزمون ناپارامتری آماری-گرافیکی من-کندال بهره گرفته شده است. یافته های این مطالعه نشان داد که مطابق پهنه بندی صورت گرفته، بارش در فصل زمستان تنها در نیمه مرکزی استان تغییر کرده است. در فصل بهار فقط جنوب استان دارای روند افزایشی می باشد و اکثر ایستگاه ها در فصل تابستان هیچ گونه روندی را نشان نمی دهند. فصل تابستان به لحاظ روند تغییرات نسبت به بقیه فصول متفاوت تر می باشد. به طوری که در این فصل هم روند کاهشی و هم روند افزایشی و هم ایستگاه های بدون روند مشاهده می شود. در این بین بارش در فصل تابستان اکثر ایستگاه ها دارای روند کاهشی می باشد و تنها در ایستگاه ایذه هیچ گونه روندی مشاهده نمی شود. در فصل پاییز در بیش از ۹۵ درصد ایستگاه ها هیچ گونه روندی مشاهده نشد و تنها بندر ماهشهر روند افزایشی داشته است. همچنین نتایج حاصل از پهنه بندی عنصر دما نشان داد که این عنصر در فصل زمستان در اکثر ایستگاه ها فاقد روند می باشد، فقط در چند نقطه پراکنده در سطح استان یعنی صنفی آباد واقع در شمال شرق استان ۰/۴۱ تغییر افزایشی، رامهرمز واقع در شرق استان ۰/۴۳ تغییر افزایشی و بالاخره بندر ماهشهر در نیمه جنوبی استان ۰/۳۵ تغییر در جهت افزایشی داشته است. بنابراین در فصل زمستان هیچ گونه روند کاهشی معنی داری وجود نداشت. دما در نیمه غربی استان تغییر کرده است و در نیمه شرقی استان به جز رامهرمز فاقد روند بوده است.

در فصل بهار دما دارای روند افزایشی بوده است، در فصل تابستان در نیمه شمالی استان یعنی دزفول، صفی آباد، شوشتر و مسجد سلیمان فاقد روند بوده است و در ایستگاه‌های بهبهان، اهواز، بستان، و رامهرمز دارای روند افزایشی می باشد. ایستگاه‌های امیدیه، هندیجان و آقاجاری به میزان ۰/۸۶، ۰/۸۴ و ۰/۷۳ تغییر کاهشی داشته است. در فصل پاییز تغییرات آن شبیه تغییرات در فصل بهار می باشد. بدین ترتیب در نیمه غربی استان در فصل پاییز دارای روند افزایشی و شمال شرق، جنوب و جنوب شرق فاقد روند بوده است. نتایج حاصل از بررسی نمودارهای گرافیکی کندال بیانگر این است که ۸۰ درصد از تغییرات دما از نوع AI، ۱۶ درصد تغییرات AD و ۴ درصد تغییرات ایستا بوده است. سهم تغییرات AI بارش ۴۷/۷ درصد و سهم تغییرات AD بارش در سطح استان ۵۳/۳ درصد می باشد. در این بین، بارش تغییرات ناگهانی از نوع ایستا نداشته است.

منابع و مآخذ

۱. رحیم زاده، فاطمه و هدایت دزفولی، اکرم و پوراصغریان، آرزو (۱۳۹۰)، ارزیابی روند جهش های دما و بارش در استان هرمزگان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۱، صص ۹۷-۱۱۶.
۲. رضی طیب، عزیزی قاسم، (۱۳۸۷) بررسی توزیع مکانی بارندگی فصلی و سالانه در غرب ایران، پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۵، صص ۹۳-۱۰۸.
۳. زاهدی مجید، ساری صراف، جامعی جاوید، بهروز، (۱۳۸۶)، تحلیل تغییرات زمانی- مکانی دمای منطقه شمال غرب ایران، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۰، صص ۱۸۳-۱۹۸.
۴. سهرابی، محمد مهدی و معروفی، صفر و سبزی پور، علی اکبر و مریجانی، زهره (۱۳۸۸)، بررسی وجود روند در بارش سالانه همدان را با استفاده از روش من کندال، مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، شماره ۳، ص ۱-۷.
۵. طالبی، محمد صادق و شیخ علیشاهی، نجمه، دهستانی فیروزآبادی، نجمه (۱۳۹۰)، مطالعه تغییر اقلیم در استان کرمان به روش من-کندال، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، ۱۸ تا ۲۰ بهمن ۱۳۹۰، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۶. عزیزی، قاسم و روشنی، محمود، (۱۳۸۷)، مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۶۴، صص ۲۸-۱۳.
۷. عساکره، حسین (۱۳۸۶)، تغییرات زمانی و مکانی بارش ایران طی دهه های اخیر، پژوهش های

جغرافیایی، شماره ۱، صص ۱۶۴-۱۴۵.

۸. عسگری، احمد و رحیم‌زاده، فاطمه (۱۳۸۵)، مطالعه تغییرپذیری بارش دهه‌های اخیر ایران، پژوهش‌های

جغرافیایی، شماره ۱۰، صص ۱۶۴-۱۴۵.

۹. فرج‌زاده، منوچهر و خیفی، وحید و ملاشاهی، مریم، (۱۳۸۹)، مطالعه تغییر اقلیم در شمال غرب ایران به

روش من-کندال، همایش کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی محیطی، ۵ و ۶ خرداد ۱۳۸۹،

دانشگاه آزاد اسلامی خرم‌آباد.

۱۰. فیضی، وحید و فرج‌زاده، منوچهر و نوروزی، رباب (۱۳۸۹)، مطالعه تغییر اقلیم در استان سیستان و

بلوچستان به روش من-کندال، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیادانان جهان اسلام.

۱۱. محمدی، حسین و تقوی، فرحناز، (۱۳۸۴)، روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران، پژوهش‌های

جغرافیایی، شماره ۵۳، صص ۱۷۲-۱۵۱.

۱۲. مسعودیان، سید ابوالفضل، (۱۳۸۳)، بررسی روند دمای ایران در نیم سده گذشته، جغرافیا و توسعه،

۸۹-۱۰۶

13. Akinremi, O.O., S.M. McGinn, and H.W. Cutforth, (2001): Seasonal and spatial patterns of rainfall trends On the Canadian prairies. *J. Climate*, 14(9): p. 2177-2182.
14. Carrera-Hernandez, J. J. and Gaskin, S. J. , (2007), Patio temporal analysis of daily precipitation and temperature in the Basin of Mexico, *Journal of Hydrology* , 336: 231– 249.
15. Chen Y.D., Qiang Zhang, Xixi Lu, Shurong Zhang, Zinging Zhang (2011), Precipitation variability (1956e2002) in the Dongjiang River (Zhejiang River basin, China) and associated large-scale circulation, *Quaternary International* 244 , 130-137.
16. Gutzler, D. S. (1992), Climatic variability of temperature and humidity over the tropical western Pacific, *Geophys. Res. Lett.*, 19(15), 1595– 1598.
17. Klein Tank M. G. and G. P. Ko`nnen, (2003), Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–99.
18. Kunkel, K.E and Anderson, K. (1998): Long-Term Trends in Extreme Precipitation Events over the Conterminous United States and Canada, *Journal of climate*, 2515-2527.
19. Liebmann, B., Vera, C.S., Leila Carvalho, M. V., Camellia, I.S.A., Heeling, M. P., Allured, D. Barros, V. R., Ba´ Ez, J. N. Bide gain, M, (2004), An Observed Trend in Central South American Precipitation, *Journal of Climate*, Volume 17, 4357-4367.
20. Liu Q., Zhifeng Yang, Baoshan Cui, (2008), Spatial and temporal variability of annual precipitation during 1961–2006 in Yellow River

- Basin, China, *Journal of Hydrology*, 361, 330–338.
21. Lu Kadiog˘ M., (1997), Trends in Surface Air Temperature Data over Turkey, *International Journal of Climatology*, Vol. 17, 511–520.
 22. Mondal A., Sananda Kundu, Anuran Mukhopadhyay, (2012), Rainfall Trend Analysis by Mann-Kendall Test: A Case Study of North-Eastern Part of CUTTACK DISTRICT, ORISSA, *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, Vol. 2, pp.70-78.
 23. Mote, P.W. (2003): Trends in Temperature and Precipitation in the Pacific Northwest during the Twentieth Century, *Northwest Science*, Vol.77, No 4, 271-282.
 24. Noguchi K., Yulia R. Gel, Claude R. Duguay, (2011), Bootstrap-based tests for trends in hydrological time series, with application to ice phenology data, *Journal of Hydrology*, 150–161.
 25. Panmao Zhai1 and Xiaohua Pan, (2003), Trends in temperature extremes during 1951–1999 in China, *Geophysical Research Letters*, Vol. 30, NO. 17, 1913.
 26. Partal T. and Ercan Kahya, (2006), Trend analysis in Turkish precipitation data, *Hydrological Processes*, 20, 2011–2026.
 27. Prashanth Khambhammettu (2004), Mann-Kendall Analysis for the Fort Ord Site, HydroGeoLogic, Inc. *OU-1 Annual Groundwater Monitoring Report – Former Fort Ord, California*.
 28. Serrano, V. L. Mateos and J. A. Garcia, (1999), Trend Analysis of Monthly Precipitation Over the Iberian Peninsula for the Period 1921-1995, *Phys. Chem. Earth (B)*, Vol. 24, No. 1-2, pp. U-90.
 29. Takeuchi Z. X. Xu, K., H. Ishidaira and J. Y. Li, (2005), Long-term trend analysis for precipitation in Asian Pacific FRIEND river basins, *Hydrological Processes*, *Process*. 19, 3517–3532.
 30. Widmann M. and Christophe Schafer, (1997), A PRINCIPAL COMPONENT AND Long-Term Trend Analysis of Daily Precipitation in Switzerland, *International Journal of Climatology*, Vol. 17, 1333–1356.
 31. Yue Sh., (2004), a comparison of the power of the t test, Mann-Kendall and bootstrap tests for trend detection, *Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques*, 49(1).