

تحلیل تغییرات شروع و خاتمه بارش‌های جنوب غرب ایران با استفاده از مدل‌های روند

اشرف اسدی*^۱، طیبه اکبری ازیرانی^۲

۱. استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه پیام نور، یاسوج، ایران

۲. استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

(پژوهشی)

(دریافت: ۹۹/۰۹/۳۰ پذیرش: ۹۹/۱۱/۲۹)

<http://dx.doi.org/10.52547/sdge.3.4.99>

چکیده

امروزه بحث تغییرات اقلیمی و گرم شدن زمین ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی به‌طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است و بنا بر تأثیرات بسیار گسترده آب و هوا بر زندگی، انسان ناگزیر از شناخت محیط و اطراف خود می‌باشد. به دنبال پدیده گرم شدن زمین، علاوه بر مقدار بارش، زمان بارش نیز دگرگون می‌شود. با این هدف تاریخ‌های شروع و خاتمه بارش‌های روزانه ۱۱ ایستگاه هم‌دید منطقه جنوب غرب ایران با بازه زمانی ۳۰ ساله (۱۳۹۲-۱۳۶۲) براساس کدبندی ژئولوژی استخر استخراج گردید. سپس در راستای اجرای برنامه‌ریزی آماری، سنجش بهنجاری و همگنی داده‌ها با استفاده از آزمون کای اسکوتر انجام شد. آزمون‌های پارامتریک کمترین مربعات خطا و ناپارامتریک تاو کندال روش‌های برگزیده برای فرایند مدل‌های اقلیم سنجی و تحلیل معنی‌داری روند داده‌های زمان آغاز و خاتمه بارش‌های ایستگاه‌های سینوپتیک جنوب غربی ایران برگزیده شدند. آزمون کمترین مربعات خطا در محدوده مورد بررسی بیانگر عدم روند در آغاز بارش‌ها و روند مثبت در خاتمه بارش‌های ایستگاه‌های دزفول و شهرکرد بود و خاتمه بارش سایر ایستگاه‌ها نیز عدم روند را نشان می‌دهد. نتایج آزمون تاو کندال برای آغاز بارش‌ها، نشان داد که ایستگاه دزفول به محدوده بحرانی روند منفی و ایستگاه یاسوج به محدوده بحرانی روند مثبت نزدیک می‌شوند، سایر ایستگاه‌ها روند خاصی را در آغاز بارش‌ها نشان نمی‌دهند. اما خاتمه بارش ایستگاه شهرکرد و دزفول روند افزایشی چشمگیری داشت.

واژه‌های کلیدی: آزمون پارامتریک کمترین مربعات خطا، آزمون ناپارامتریک تاو کندال، بارش، جنوب غرب ایران، روند.

مقدمه

در دهه‌های اخیر، تغییرات اقلیمی به یکی از مسائل با اهمیت و جدی محیط زیستی تبدیل شده است. برگزاری نشست‌های بین‌المللی، کنفرانس‌های علمی داخلی و خارجی و ... تدابیر دولت‌ها برای کاهش سطح انتشار گاز دی اکسید کربن و حذف آلاینده‌های خطرناک هوا و محیط زیست حکایت از اهمیت این موضوع دارد. به علاوه، حساسیت و علاقه‌مندی مردم نسبت به مسائل پیرامون و محیط زیست اطراف نسبت به گذشته بیشتر شده است. بارش یکی از اصلی‌ترین عناصر اقلیمی هر منطقه محسوب می‌شود. ویژگی بارز این عنصر متغیر بودن آن در قلمرو زمان و مکان و تفاوت و تغییر شروع و خاتمه آن در مناطق مختلف است. بارش در جنوب غرب ایران، در فعالیت‌های کشاورزی در نواحی فارس برای کشت محصولات (گندم، جو، ذرت و ...)، مزارع نیشکر در خوزستان، مراتع و چراگاه‌های استان چهارمحال و بختیاری، دامداری در استان کهگیلویه و بویر احمد، در تامین آب حوضه‌های آبی بزرگی چون کارون و کرخه (که هم به لحاظ کشاورزی و هم به لحاظ نیروگاه‌های برق آبی برای تامین برق مصرفی کشور دارای اهمیت هستند)، تامین منابع آب شرب و مدیریت منابع آب و بحران‌های خشکسالی، سیلاب و شرایط زیست محیطی و ... اهمیت فراوانی دارد. در سال‌های اخیر، به دلیل بحران ریزگردها و وزش گرد و غبار، اهمیت آن بارزتر شده است. از این رو تغییر در میزان، تاریخ و نوع بارش اهمیت می‌یابد. بنابراین، هدف کلی این پژوهش، بررسی تغییرات تاریخ‌های شروع و خاتمه در طول زمان می‌باشد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

امروزه یکی از ابزارهای تعیین تغییرات اقلیمی، تحلیل روند می‌باشد. جهت بررسی وجود یا عدم وجود روند و تحلیل سری‌های زمانی و اقلیم از دو دسته روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک استفاده می‌شود. روش پارامتریک، براساس رابطه کمترین مربعات خطا بین سری داده‌ها با زمان استوار است و روش ناپارامتریک، جزء مهم‌ترین و پرکاربردترین روش‌های تحلیل روند

سری‌های زمانی محسوب می‌شود و برای سری‌هایی که توزیع آماری خاصی برای آن‌ها قابل برآزش نیست و چولگی یا کشیدگی زیادی دارند مناسب است. آزمون تاو کندال از جمله این نوع روش‌ها محسوب می‌شود. در این پژوهش از هر دو روش بهره گرفته شده است. مطالعات گسترده‌ای در ایران و جهان بر روی بارش و تغییرات آن صورت گرفته است. سیواکومار نشان داد که تغییرات در تاریخ شروع بارندگی‌ها، تاثیر زیادی بر تاریخ خاتمه بارندگی‌ها دارد (سیواکومار، ۱۹۸۸). گونزالز - هیدالگو، تغییرات بارش ۹۷ ایستگاه در والنسیای اسپانیا را از ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ با روش حداقل مربعات رگرسیون خطی و اسپیرمن بررسی و نشان دادند که ناهمگنی زیادی در تغییرات مقدار بارش وجود دارد و ویژگی بارز آن خشکی تدریجی در فصل پاییز است که با افزایش درون سالانه تغییرپذیری همراهی می‌کند (گونزالز - هیدالگو و همکاران، ۲۰۰۱). مک لوگین، تغییرات اقلیمی را با تحلیل واریانس بارندگی‌های فصلی و سالانه مورد آزمون قرار دادند و افزایش فراوانی در وقوع سال‌های خشک و تر مشاهده کردند (مک لوگین و همکاران، ۲۰۰۲). دائو به بررسی تغییرات روزانه بارش در نواحی نیمه خشک شمال چین از ۱۹۵۶ تا ۲۰۰۰ میلادی پرداخت و نشان داد که تعداد روزهای بارانی در این منطقه رو به کاهش است و به‌طور متوسط، تعداد روزهای بارانی در این مدت، در مناطق نیمه خشک شمال چین، ۸ روز کاهش یافته است (دائو و همکاران، ۲۰۰۴). اودکنل، به تعیین شروع و خاتمه فصل بارش در نیجریه با تاکید بر مقدار و روزهای بارانی پرداخت و دریافت که تعداد روزهای بارانی، تاریخ‌های واقع بینانه-تری برای شروع و خاتمه بارندگی نسبت به روش مقدار بارندگی به دست می‌دهد (اودکنل، ۲۰۰۶). هدایتی دزفولی با در نظر گرفتن ۵ آستانه بارش ۰/۱، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌متر در دوره ۱۹۹۸-۱۹۵۱ با روش من کندال به این نتیجه رسید که هرچه آستانه بارش افزایش یابد، تاریخ شروع بارش نیز از مقادیر حدی نسبتا بالایی برخوردار خواهد شد و در یک احتمال ثابت، تاریخ شروع بارش با آستانه شروع بارش بزرگتر، افزایش خواهد یافت (هدایتی دزفولی، ۱۳۸۲). باشی و مظفری با روش من

همکاران (۱۳۸۹)، حجام و همکاران (۱۳۸۷)، پروین (۱۳۸۹) و مریانجی و همکاران (۱۳۸۸) اشاره نمود که در همه آن‌ها هم روند معنی‌دار و هم عدم روند مشاهده شده است.

مواد و روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل استان‌های بوشهر، فارس، کهگیلویه و بویر احمد، خوزستان، چهار محال و بختیاری و ایلام می‌باشد که این منطقه در بین عرض‌های جغرافیایی ۲۵ تا ۳۵ درجه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۵ تا ۵۶ درجه شرقی قرار گرفته است. به‌طور کلی چندین نوع آب و هوا در این منطقه وجود دارد از جمله آب و هوای بیابانی و نیمه بیابانی، آب و هوای معتدل کوهستانی، آب و هوای قسمت مرکزی منطقه، مدیترانه‌ای است و در نواحی جنوبی آن، آب و هوای نیمه صحرایی گرم که از ویژگی‌های این ناحیه، تابستان‌های گرم و زمستان‌های معتدل است.

داده‌ها

داده‌های روزانه از ۱۱ ایستگاه همدید با دوره مشترک ۳۰ ساله از سازمان هواشناسی کشور اخذ شده است. شروع داده‌ها از سال ۱۳۶۲ و خاتمه آن در سال ۱۳۹۲ می‌باشد. مشخصات ایستگاه‌های مورد بررسی در جدول ۱ آمده است. معیار شروع و خاتمه بارش‌های ایستگاه‌های منطقه، اولین روز شروع و آخرین روز خاتمه بارش‌ها با توجه به سال زراعی می‌باشد که صرف نظر از هر نوع مقدار بارش، تاریخ آن‌ها ملاک است که کوچکترین مقدار بارش‌ها، به میزان ۰/۱ میلی‌متر می‌باشد. تاریخ‌های تقویمی به اعداد و شماره روزهای ژولیوسی تبدیل شدند تا بتوانند قابل پردازش باشند. کدبندی ژولیوسی بر مبنای سال زراعی و همان سال کشاورزی استوار است بدین ترتیب که اولین کد به اول مهر و آخرین کد به روز ۳۱ شهریور سال بعدی اختصاص می‌یابد.

کندال از ۲۰۰۶-۱۹۶۲ در ایران نشان دادند که در اکثر ایستگاه‌های منتخب برای آغازها روند مثبت و برای خاتمه‌ها روند منفی وجود دارد که این امر بیانگر طولانی شدن دوره گرم برای ایستگاه‌های منتخب می‌باشد (باشی و مظفری، ۱۳۸۸). علیزاده در مطالعه پارامترهای فصل بارش مشهد از جمله تاریخ شروع و پایان بارش‌ها از ۱۳۸۷-۱۳۴۰ به این نتیجه رسید که به‌طور متوسط شروع فصل بارش در مشهد، ۶ آذر ماه است و طول دوره بارش ۱۸۵ روز خواهد بود (علیزاده و همکاران، ۱۳۹۸). مسعودیان به این نتیجه رسید که از ۱۳۸۷-۱۳۵۸ آغاز فصل بارندگی در استان همدان که در فصل پاییز رخ می‌داد به سمت زمستان می‌رود و فصل پاییز خشک‌تر از دوره‌های قبل است و فصل بارندگی در دهه‌های اخیر دیرتر آغاز می‌شود و دیرتر به پایان می‌رسد (موحدی و همکاران، ۱۳۹۲). پیشوایی و ابوالحسنی، طول دوره فصل بارش شیراز طی ۵۵ سال را ۱۴۸ روز (کمی کمتر از ۵ ماه) اعلام کردند (پیشوایی و ابوالحسنی، ۱۳۹۲). اسدی و حیدری تغییرات دما و بارش شیراز را طی دوره ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۵ با آزمون‌های من کندال و انجام دادند و نشان دادند که بر خلاف دما که رو به افزایش است میزان بارش در این ایستگاه کاهش یافته است (اسدی و حیدری، ۱۳۹۰: ۱۳۷). خانجانی، روند بارش ماهانه، فصلی و سالانه در استان گلستان به روش من کندال و تحلیل رگرسیون ۱۰ ایستگاه را از ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۷ بررسی و نشان دادند که هر سه حالت روند کاهشی، افزایشی و بدون روند (ایستا) در ایستگاه‌ها وجود دارد و مقایسه بین نتایج حاصل از روش من کندال و تحلیل رگرسیون نشان داده که در اکثر مواقع نتایج حاصل از دو آزمون با یکدیگر همخوانی دارند (خانجانی و همکاران، ۱۳۹۱). در زمینه مطالعات تغییر بارش با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری من کندال می‌توان به تحقیقات مشابه زیر اشاره کرد: عزیزی و روشنی (۱۳۸۷)، امیدوار و خسروی (۱۳۸۹)، طالبی و همکاران (۱۳۹۰)، پروین و حجازی زاده (۱۳۸۸)، فرج زاده و

به معرفی هر یک از این روش‌ها و نحوه انجام این پژوهش پرداخته می‌شود.

آزمون کمترین مربعات خطا

آزمون کمترین مربعات خطا مهمترین روش محاسبه و تحلیل روند می‌باشد. این آزمون شامل یک متغیر وابسته (پارامترهای اقلیمی) و یک متغیر مستقل (زمان) است. برای پیش‌بینی نحوه تغییرات یکی از دو متغیر نسبت به دیگری سعی می‌کنیم خط مستقیمی را بر دانسته‌های داده شده تطبیق دهیم. معادله خط برازش طوری تشکیل می‌شود که مجموع مربعات توان‌های دوم، انحراف‌های عمودی از خط برازش شده، حداقل شود. برآورد خط برازش شده را با استفاده از معادله رابطه ۱ می‌توان به دست آورد:

رابطه ۱)

$$\hat{Y}_t = \hat{\beta}_0 + \beta_1 \cdot t + \varepsilon_t$$

مقدار به دست آمده از معادله بالا را می‌توان به عنوان سری پیش‌بینی در نظر گرفت. حاصل تفاضل سری اولیه از سری پیش‌بینی، خطا یا مانده‌های پیش‌بینی ($\varepsilon_t = Y_t - \hat{Y}_t$) است (جاوری، ۱۳۸۹: ۸۵). در این روش عرض از مبدأ و شیب خط وایازی را به وسیله کمینه کردن خطا بین دو متغیر مستقل (زمان، X) و متغیر وابسته (مقدار متغیر، Y) به دست می‌آورند و سپس آماره $t = b/S_b$ که در آن b عرض از مبدأ خط برازش داده شده و S_b انحراف معیار داده‌ها است از رابطه‌های ۲ و ۳ تعریف می‌شود:

رابطه ۲)

$$S^2 = \frac{\sum(Y - \hat{Y}_i)^2}{(n-2)}$$

رابطه ۳)

$$S_b^2 = \frac{S^2}{\sum(X - \bar{X}_i)^2}$$

در این معادله X_i و \bar{X} به ترتیب سری داده‌های نمونه و میانگین سری داده‌ها، Y_i و \hat{Y} به ترتیب مقادیر واقعی و مقادیر برآورد شده و n تعداد سری داده‌های نمونه است. فرضیه‌های صفر و مقابل به صورت $H_0: b=0$ ، $H_1: b \neq 0$ تعریف می‌شوند.

اگر قدر مطلق $t = b/S_b$ از محدوده بحرانی که از جدول t -student بزرگتر باشد، محدوده بحرانی در

اینجا در سطح اطمینان ۵ درصد ۱/۹۶ می‌باشد، فرض H_0 رد و فرض H_1 تایید خواهد شد، که در این صورت شیب اختلافی معنی‌دار با صفر خواهد داشت و از آن به عنوان روند در گروه زمانی یاد می‌شود. یکی از شرایط اساسی استفاده از این آزمون این است که متغیر وابسته باید از توزیع نرمال تبعیت کند. برای تایید این نکته از آزمون کای دو استفاده گردید. این آزمون برای بررسی نوع توزیع داده‌ها در متغیرهای کمی یا کیفی دسته-بندی شده مورد استفاده قرار می‌گیرد (مومنی و فعال قیومی، ۱۳۸۶).

اگر مقدار احتمال معنی‌داری آزمون (sig) بیش از ۵ درصد باشد فرض نرمال بودن داده‌ها تأیید می‌گردد.

آزمون تاو کندال b

کاربرد روش‌های آماری به منظور شناخت رفتار خطی و غیر خطی عناصر اقلیمی از بهترین روش‌های ارزیابی روند دراز مدت اقلیم است. به دلیل اینکه برخی سری-های اقلیمی از جمله بارش به‌طور کلی از توزیع نرمال (بهنجار) تبعیت نمی‌کند (علیزاده، ۱۳۸۱: ۴۲۲)، در این صورت برای بررسی روند می‌توان از آزمون‌های رتبه‌ای استفاده نمود. از جمله این آزمون‌ها می‌توان به آزمون تاو کندال اشاره کرد. آزمون ضریب همبستگی تاو کندال، آزمون ناپارامتریکی است که امروزه استفاده از آن‌ها در مطالعات اقلیمی به ویژه در بررسی معنی‌داری روند به سرعت گسترش یافته است (رحیم زاده، ۱۳۹۰) و برای سنجش روند صعودی و نزولی استفاده می‌شود (جاوری، ۱۳۸۹). در آزمون تاو کندال نیاز به توزیع فراوانی نرمال یا خطی بودن رفتار داده‌ها نمی‌باشد و در برابر مقادیر فرین (برای مثال داده‌هایی که کشیدگی زیاد دارند مانند داده‌های بارندگی) و داده-هایی که از رفتار خطی انحراف چشمگیری دارند بسیار قوی می‌باشد. به منظور ارزیابی وجود روند فرضیات زیر را مورد آزمون قرار می‌دهد:

H_0 = سری بدون روند است.

H_1 = سری دارای روند است.

برای محاسبه این آزمون در نمونه‌های بیش از ۱۰ فراوانی می‌توان از معادلات روابط ۴ تا ۶ استفاده نمود.

اگر $1/96 < Z_{\alpha/2} < 1/96 +$ باشد روندی در سری‌های زمانی مشاهده نمی‌گردد.

اگر $Z_{\alpha/2} < -1/96$ باشد روند منفی در سری‌های زمانی مشاهده گردیده است. اگر $Z_{\alpha/2} > 1/96 +$ باشد روند مثبت در سری‌های زمانی مشاهده گردیده است.

یافته‌های تحقیق

ابتدا برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کای دو استفاده گردید. نتایج این آزمون در جدول ۲ درج گردیده است. با توجه به احتمال معنی‌داری آزمون (sig)، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، داده‌های تمام ایستگاه‌ها از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند.

رابطه ۴)

$$\sigma_{\tau} = \frac{\sqrt{2(2n+5)}}{9n(n-1)}$$

رابطه ۵)

$$\tau = \frac{\text{تعداد جفت های ناموافق} - \text{تعداد جفت های موافق}}{\frac{1}{2}n(n-1)}$$

رابطه ۶)

$$Z_{\tau} = \frac{\tau - \mu_{\tau}}{\sigma_{\tau}}$$

$$\mu_{\tau} = 0$$

n: تعداد کل سال‌های آماری

$Z_{\alpha/2}$: مقدار ضریب بحرانی براساس سطح معنی‌داری و احتمال ۹۵ درصد، که عدد ۱/۹۶ می‌باشد.

جدول ۲: نتایج آزمون کای دو در طی دوره آماری ۱۳۶۲-۱۳۹۱

نام ایستگاه	احتمال معنی‌داری یا sig آزمون X^2 آغاز بارش‌ها	احتمال معنی‌داری یا sig آزمون X^2 خاتمه بارش‌ها
ایلام	۱	۱
آبادان	۱	۰/۹۹۵
اهواز	۰/۹۹۸	۰/۹۸۴
امیدیه	۰/۹۸۴	۱
دزفول	۱	۱
شیراز	۱	۱
آباده	۱	۱
فسا	۱	۱
بوشهر	۰/۹۹۳	۱
شهرکرد	۰/۹۹۹	۱
یاسوج	۱	۱

ایستگاه سینوپتیک جنوب غرب ایران در سطح اطمینان ۹۵ درصد روندی را از خود نشان نمی‌دهد. خاتمه بارش‌ها نیز به استثنای ایستگاه شهرکرد و دزفول که روند افزایشی از خود نشان می‌دهند سایر ایستگاه‌ها بدون روند می‌باشد. البته شروع و خاتمه ایستگاه یاسوج تقریباً نزدیک به محدوده بحرانی است.

از آنجا که یکی از پیش شرط‌های استفاده از آزمون کمترین مربعات خطا، نرمال بودن توزیع داده‌هاست (باتاچاریا و جانسون، ۱۳۷۹) با توجه به نتیجه آزمون کای دو بر روی داده‌ها می‌توان از این آزمون جهت تعیین روند تغییرات آغاز و خاتمه بارش‌ها استفاده نمود. نتیجه آزمون کمترین مربعات خطا در جدول ۳ درج گردیده است. با توجه به جدول ۳ آغاز بارش‌ها در ۱۱

جدول ۳: نتیجه آزمون کمترین مربعات خط آغاز و خاتمه بارش‌ها در ایستگاه‌های سینوپتیک جنوب غرب ایران در طی دوره

آماره ۱۳۹۱-۱۳۶۲

نام ایستگاه	آغاز $t=b/S_b$	خاتمه $t=b/S_b$
ایلام	۰/۷۱۶	۱/۰۹۳
آبادان	-۰/۱۴۲	-۰/۲۵۷
اهواز	۱/۴۰۴	-۰/۴۵
امیدیه	۰/۱۹۳	۰/۴۱۳
دزفول	-۱/۲۸۷	۲/۵۶۴
شیراز	۰/۸۳۱	۰/۳۴
آباده	۰/۱۸۳	۰/۷۷۳
فسا	۰/۱۸۵	۰/۰۸۳
بوشهر	-۰/۰۱۸	-۰/۸۱۱
شهرکرد	۰/۹۰۱	۲/۰۳۱
یاسوج	۱/۲۴۷	۱/۵۳

تحلیل نتایج آزمون تاو کندال b

نتایج آزمون تاو کندال در جدول ۴ آمده است. همان‌گونه که این آزمون نیز نشان می‌دهد آغاز بارش‌ها در ایستگاه‌های مورد بررسی در سطح اطمینان ۹۵ درصد در طول دوره ۳۰ ساله اخیر عدم وجود روند را مشخص می‌کند. البته آغاز بارش ایستگاه دزفول تمایل

به روند منفی را نشان می‌دهد. اما همانند نتیجه آزمون کمترین مربعات خط خاتمه بارش ایستگاه دزفول و شهرکرد روند افزایشی را نشان می‌دهد و سایر ایستگاه‌ها بدون روند می‌باشد. البته خاتمه بارش ایلام و یاسوج به محدوده بحرانی نزدیک گردیده است و تمایل به روند در آنها دیده می‌شود.

جدول ۴: سنجش تغییرات آغاز و خاتمه بارش‌های ایستگاه‌های سینوپتیک جنوب غرب ایران با آزمون تاو کندال b در طی دوره

آماره ۱۳۹۱-۱۳۶۲

نام ایستگاه	آماره آزمون تاو کندال b آغاز بارش‌ها	آماره آزمون تاو کندال b خاتمه بارش‌ها
ایلام	۱/۱۲	۱/۶۲
آبادان	-۰/۳۷	-۰/۱۰۹
اهواز	۱/۳۸	-۰/۷۲
امیدیه	-۰/۰۳۱	-۰/۳۵
دزفول	-۱/۸۷	۲/۲۵
شیراز	-۰/۸	۰/۰۳
آباده	-۰/۲۹	۱/۰۹
فسا	-۰/۰۷	-۰/۰۴۷
بوشهر	-۰/۴۳	-۰/۸۶
شهرکرد	-۰/۹۴	۲/۰۳
یاسوج	۰/۹۱	۱/۴

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش براساس دو آزمون کمترین مربعات خط و تاو کندال b روند تغییرات آغاز و خاتمه بارش‌ها در ۱۱ ایستگاه سینوپتیک جنوب غرب ایران با طول

دوره مشترک آماری ۳۰ ساله (۱۳۹۱-۱۳۶۲) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آماره t آزمون کمترین مربعات خط بیانگر عدم روند در آغاز بارش‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه بود. بررسی خاتمه بارش‌ها در ایستگاه‌های دزفول و شهرکرد نشانگر روند افزایشی چشمگیری

داشتند. خاتمه بارش‌های ایستگاه‌های ایلام و یاسوج نیز تقریباً به محدوده بحرانی نزدیک می‌باشد تمایل به روند افزایشی در آینده در آن دیده می‌شود. این نتایج می‌تواند بیانگر این نکته باشد که طول دوره بارش در ایستگاه یاسوج و شهرکرد و نیز در آینده ایلام تمایل به کوتاه شدن دارند. اما در دزفول طول دوره بارش در کل افزایش یافته است به این معنی که آغاز بارش‌ها به سمت اوایل پاییز و خاتمه آن به سمت اواخر بهار تغییر یافته است.

است. البته میزان آماره t ایستگاه یاسوج نیز تقریباً نزدیک به محدوده بحرانی است و تمایل به روند افزایشی در آینده در آن دیده می‌شود. اما سایر ایستگاه‌ها عدم روند را نشان دادند. نتایج آزمون تاو کندال b نشان داد که آغاز بارش‌های ایستگاه دزفول به محدوده بحرانی روند منفی و ایستگاه یاسوج به محدوده بحرانی روند مثبت نزدیک می‌شوند، سایر ایستگاه‌ها روند خاصی را در آغاز بارش‌ها نشان نمی‌دهند. اما خاتمه بارش ایستگاه شهرکرد و دزفول روند افزایشی چشمگیری

منابع

- اسدی، ا. و حیدری، ع.، ۱۳۹۰. تحلیل تغییرات سری‌های دما و بارش شیراز طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۵۱، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی: ۴۱، ۱۳۷ ص.
- https://gep.ui.ac.ir/article_18490
- امیدوار، ک. و خسروی، ی.، ۱۳۸۹. بررسی تغییر برخی عناصر اقلیمی در سواحل شمالی خلیج فارس با استفاده از آزمون من کندال، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی: ۲۱(۳۸)، ص ۳۳-۴۸.
- https://gep.ui.ac.ir/article_18462.html
- باتاچاریا، گ.ک. و جانسون، ر.ا.، ۱۳۸۴. مفاهیم و روش‌های آماری، ترجمه مرتضی ابن شهر آشوب و فتاح میکائیلی، جلد ۲، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران.
- باشی، س.، ۱۳۸۸. بررسی و تحلیل روند آغاز و خاتمه آستانه‌های بارش در ایران، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، مظفری، غلامعلی، دانشگاه یزد، گروه جغرافیا.
- پیشوایی، م.ر. و ابوالحسنی، م.، ۱۳۹۲. مطالعه آغاز و پایان فصل بارش در ایستگاه انتخابی شیراز، دومین همایش ملی تغییر اقلیم و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، ارومیه.
- پروین، ن.، ۱۳۸۹. مطالعه تغییر اقلیم نیم قرن اخیر با تاکید بر منطقه شمال غرب ایران، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، ۲۵ الی ۲۷ فروردین، زاهدان.
- <https://en.civilica.com/doc/82926/>
- جاوری، م.، ۱۳۸۹. شیوه‌های تجزیه و تحلیل کمی در اقلیم‌شناسی (با تاکید بر مدل‌های روند)، انتشارات پیام رسان، تهران، ۱۶۶ ص.
- حجازی زاده، ز. و پروین، ن.، ۱۳۸۸. بررسی تغییرات دما و بارش تهران طی نیم قرن اخیر، جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، پیش شماره پاییز و زمستان، ۴۳ ص.
- حجام، س.، خوشخو، ی. و شمس الدین وندی، ر.، ۱۳۸۷. تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری، مجله پژوهش‌های جغرافیایی: ۶۴، ۱۵۷ ص.
- <https://www.sid.ir/Fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=76914>
- خانجانی، م.ج.، یخکشی، م. و مددی، م.ر.، ۱۳۹۱. بررسی روند بارش ماهانه، فصلی و سالانه استان گلستان به روش من کندال و تحلیل رگرسیون، همایش ملی مهندسی آب و فاضلاب، ۸ الی ۹ اسفند، کرمان.
- رحیم زاده، ف.، ۱۳۹۰. روش‌های آماری در مطالعات هواشناسی و اقلیم‌شناسی، انتشارات سید باقر حسینی، چاپ اول، تهران، ۴۳۶ ص.
- طالبی، م.ص.، ۱۳۹۰. مطالعه تغییر اقلیم در استان کرمان به روش من کندال، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، ۱۸ الی ۲۰ بهمن، کرمان.
- <https://civilica.com/doc/157810/>
- عزیزی، ق. و روشنی، م.، ۱۳۸۷. مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من کندال، مجله پژوهش‌های جغرافیایی: ۶۴، ۱۳ ص.
- علیزاده، ا.، ۱۳۸۱. اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ چهاردهم، مشهد.
- <https://iwse.ir/post/> اصول-هیدرولوژی-کاربردی/
- علیزاده، ا.، روشنی، ا. و بنایان، م.، ۱۳۸۹. بررسی خصوصیات جوی به منظور استفاده‌های زراعی (مطالعه موردی دشت مشهد- چناران)، مجله آبیاری و زهکشی ایران: ۲۱(۲)، ۴ ص.
- فرج زاده، م.، ۱۳۹۱. تکنیک‌های اقلیم‌شناسی، انتشارات سمت، چاپ ۵، تهران، ۲۸۷ ص.
- <https://www.ketabcity.com/bookview.aspx?bookid=1730244>

- مومنی، م. و فعال قیومی، ع.، ۱۳۸۶. تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS، انتشارات کتاب نو، تهران. <https://www.taati.ir/BookList/PubRefid/768> 6/1/کتاب-نو
- نوروزی، ر.، فرج زاده، م. و فیضی، و.، ۱۳۸۹. مطالعه تغییر اقلیم در استان سیستان و بلوچستان به روش من کندال، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام، ۲۵ الی ۲۷ فروردین ۱۳۸۹، زاهدان.
- هدایتی دزفولی، ا.، ۱۳۸۲. تحلیلی بر تغییرات شروع بارش و روند آن در تهران، سومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، ۲۹ مهر الی ۱ آبان، تهران.
- Dao – Yi, G., Shi, P.J. and Wang, J.A., 2004. Daily Precipitation Changes in the Semi Arid Region Over Northern China. *Journal of Arid Environments*: 59(4), p. 771-784. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196304000552>
- Gonzalez – Hidalgo, J.C., Deluis, M., Raventos, J. and Sanchez, J.R., 2001. Spatial Distribution of Seasonal Rainfall Trends in Western Mediterranean area, *International Journal of Climatology*: 21, p. 843-860. <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.647>
- Hirsch, R.M., Alexander, R.B. and Smith, R.A., 1991. Selection of methods for the detection and estimation of trends in water Quality. *Water Resour. Res.*: 27, p. 803-813. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/91WR00259>
- Lettenmaier, D.P., 1976. Detection of trends in water quality data from records with dependent observations. *Water Resour. Res.*: 12, p. 1037-1046. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/WR012i005p01037>
- McLaughlin, J.F., Jessica, J., Hellmann, J.L., Boggs, C.L. and Ehrlich, P.R., 2002. Climate Change hast ens Population extinctions. *PNAS. Ecology*: 99.9, 6073 p. <https://www.pnas.org/content/99/9/6070>
- Odekunle, T.O., 2006. Determining Rainy Season and Retreat Over Nigeria from Precipitation Amount and Number of Rainy Days, *Theor. Appl. Climatol.*, 83, p. 193-201. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-005-0166-8>
- Sivakumar, M.V.K., 1988. Prediction rainy Season potential from the onset of rains in Southern Sahelian and Sudanian Climatic Zones of West Africa. *Agricultural and Forest Meteorology*: 42, p. 295-305. https://iri.columbia.edu/~ousmane/print/Onset/Sivakumar1988_AgForesMet.pdf
- موحدی، س.، عساکره، ح.، سبزی پرور، ع.ا.، مسعودیان، س.ا. و مریانجی، ز.، ۱۳۹۲. بررسی تغییرات الگوی فصلی بارندگی در استان همدان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی: ۲۲(۳۳).
- <http://www.znu.ac.ir/members/absjpaperFa/3862>
- مریانجی، ز.، سبزی پرور، ع.ا.، معروفی، ص. و سهرابی، م.م.، ۱۳۸۸. بررسی وجود روند در بارش سالانه استان همدان با استفاده از روش من کندال، مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک: ۱۶، ۳ ص.