

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی

مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها

اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

## بررسی اثر تغییر اقلیم بر پارامتر بارندگی شاهرود

حسین داورزنی، عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شاهرود، تلفکس: ۰۲۷۳۳۳۵۰۵۷۰، پست الکترونیکی:

Hsdavari@shahrood.ac.ir

رحمان داوطلب، کارشناس وزارت نیرو، تلفکس: ۰۲۱-۸۸۹۰۱۰۸۱-۹، پست الکترونیکی:

[Rdavtalab@yahoo.com](mailto:Rdavtalab@yahoo.com)

### چکیده:

شهر شاهرود در سالهای اخیر از گسترش صنعتی رو به تزایدی برخوردار بوده است. به طوریکه بروز برخی از تغییرات اقلیمی در راستای تغییرات اقلیم جهانی برای آن خالی از احتمال نیست. در این راستا برای شهر شاهرود که در حاشیه کویر مرکزی ایران واقع شده، بارندگی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مطالعه به منظور بررسی وجود احتمالی تغییرات اقلیمی در شهر شاهرود انجام آزمونهای همگنی، روند و جهش بر روی پارامترهای بارندگی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته مد نظر قرار گرفت. انتخاب این دو پارامتر برای تعیین وجود تغییرات هم از نظر میزان بارش و هم از نظر شدت وقوع آن (وقوع طوفانها) بوده است. بدین منظور از آزمونهای آماری همگنی به روشهای انحرافات تجمعی و بیشینه ورسلی، روند به روشهای خطی و من کندال و جهش به روشهای من-ویتنی (تک جهشی) و کروسکال-والیس (چند جهشی) استفاده گردید. در انتها مشخص شد که تغییرات اقلیمی در شهر شاهرود بصورت ناگهانی بروز نموده است، بطوریکه این تغییرات وقوع روندهایی را در مقیاس سالانه به دنبال داشته است.

واژه های کلیدی: تغییر اقلیم، بارندگی، روند، جهش، شاهرود

### ۱- مقدمه:

هوا و اقلیم تاثیر عمیقی بر زندگی انسان و حیات در کره زمین دارد و در امور برنامه ریزی و مدیریت نقش عمده ای را ایفا می کند. به منظور درک، آشکارسازی و تعیین میزان آسیب پذیری تاثیرات انسان بر اقلیم نیاز به درک کامل

تغییرات و نوسانات اقلیمی داریم. با توجه به گسترش شهرهای بزرگ ایران و رشد صنعتی شدن آنها نیاز به مطالعات آشکارسازی تغییرات اقلیمی افزایش یافته است. پارامتر بارندگی در مطالعات تغییر اقلیم نتایج بسیار متفاوتی را در سطوح نه چندان وسیع به نمایش می‌گذارد. بطوریکه در کشور ایران نتایج بررسی پارامتر بارندگی حاکی از وجود هر سه حالت روند مثبت، روند منفی و بودن روند بوده است. از آنجمله غریب (۱۳۸۲)، تغییرات زمانی بارندگی در گرگانرود را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که در کل، مقادیر بارندگی حوضه گرگانرود علیرغم اینکه در فصل‌های بهار و تابستان روند کاهشی دارد بطور سالانه این روند مثبت و افزایشی است [۱]. سامانی (۱۳۸۲)، تغییرات بارش نسبت به میانگین را در استان چهارمحال بختیاری مورد بررسی قرار داد که نظم یکسانی در ایستگاهها مشاهده نشد [۲]. بختیاری (۱۳۸۲)، با استفاده از آزمون خطی و روش رگرسیون روند کاهشی را برای پارامتر بارندگی در ایستگاه سینوپتیک کرمان بدست آورد [۳]. عسکری و رحیم‌زاده (۱۳۸۲)، داده‌های بارندگی تعدادی از ایستگاههای سینوپتیک کشور را با استفاده از آزمون‌های آماری روند من-کندال و جهش کروسکال-والیس و من ویتنی بررسی کردند که نتایج حاکی از وجود جهش‌های ناگهانی به‌جای روند بوده است [۴]. کاویانی (۱۳۸۲)، روند بلند مدت بارش سالانه اصفهان را پایدار بدست آورد [۵]. بررسیهای خشنو (۱۳۷۸)، تغییراتی در سری‌های بارندگی ماهانه جنوب ایران نشان نداد [۶]. محمدی (۱۳۸۰)، روند تغییرات بارش در تهران را افزایشی بدست آورد و روند فصلی و ماهانه منظمی بدست نیاورد [۷]. یکی از عوارض مهم تغییر اقلیم افزایش وقوع رگبارها و سیلابهای ناشی از آن می‌باشد که در نقاط مختلفی از جهان شایع است. در بسیاری از موارد پارامتر بارندگی خود فاقد روند معنی‌دار است اما با ملاحظه بارشهای رگباری مشاهده می‌شود که روند وجود دارد. بنابراین در این مطالعه علاوه بر بررسی روند برای پارامتر مقدار بارش، وجود روند برای پارامتر حداکثر بارش ۲۴ ساعته نیز با بکارگیری روش‌های آماری مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد.

## ۲- مواد و روشها

منطقه مطالعاتی و داده‌های مورد استفاده: شهر شاهرود از شهرهای شرقی استان سمنان بوده که در جنوب شرقی رشته کوه‌های البرز واقع شده است. این شهر بدلیل قرار گرفتن در حاشیه شمالی حوضه آبریز دشت کویر و کویر مرکزی، در فصول گرم از آب و هوای گرم و خشک و در فصول سرد از هوای بسیار سرد و خشکی برخوردار است. بطوریکه میانگین بارندگی سالانه در این شهر کمتر از ۱۶۰ میلیمتر، میانگین دمای سالانه هوا بیش از ۱۴ درجه سانتیگراد، دمای هوا در گرمترین ماه سال (مرداد ماه) بیش از ۲۶ درجه سانتیگراد و در سردترین ماه سال (بهمن ماه) کمتر از ۳- درجه سانتیگراد

است. در مطالعات تغییر اقلیم نیاز به آمار طولانی مدت با حداقل بازسازی می‌باشد. بدین منظور ایستگاه سینوپتیک شاهرود با دارا بودن دوره آماری ۵۰ ساله ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰ از وضعیت بسیار مساعدی برخوردار است. خوشبختانه آمار این دوره برای پارامتر بارندگی کامل بوده و نیاز به تطویل آمار وجود نداشته است. در این تحقیق از آمار پارامترهای مجموع بارندگی ماهانه و سالانه و حداکثر بارش ۲۴ ساعته در مقیاس ماهانه و سالانه همراه با تحلیل‌های فصلی استفاده شده است.

**روش‌ها.** روش‌های متفاوتی در مطالعات تغییر اقلیم وجود دارد که هر یک از نقاط ضعف و قوت ویژه‌ای برخوردار هستند. در این میان استفاده از روش‌های آماری توصیه شده توسط سازمان جهانی هواشناسی (WMO) از اعتبار و اهمیت بیشتری برخوردار است و در اکثر مطالعات جدید و معتبر مورد استفاده قرار می‌گیرد [۸] و [۹]. در این مطالعه از بین روش‌های مختلف تعدادی از آنها که از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و مرسوم‌تر هستند، استفاده شده است.

در آزمون‌های مربوط به تغییر اقلیم بطور عمده سه مرحله در نظر گرفته می‌شود که شامل آزمون همگنی داده‌ها، آزمون وجود روند و آزمون جهش است. بمنظور آزمون همگنی داده‌ها از سه روش آزمون آبه، انحرافات تجمعی و بیشینه ورسلی استفاده شده است. در مورد هر یک از پارامترها اگر همگنی داده‌ها مورد تایید قرار نگیرد می‌توان احتمال وجود روند و یا جهش را در آنها متصور شد. وجود روند دلالت بر تاثیر غیر مستقیم انسان در طبیعت نظیر نقش انسان در افزایش گازهای گلخانه‌ای و متعاقبا تغییرات در دما دارد که بصورت آهسته و طولانی مدت انجام می‌گیرد. اما در مورد جهش که این عمل بصورت ناگهانی و سریع حادث می‌شود می‌توان دلایل دیگری نیز برای تغییر اقلیم ذکر نمود. مثلا زمانی که موقعیت مکانی ایستگاه تغییر یابد احتمال بروز چنین جهش‌هایی بدلیل تغییر در روند داده‌ها وجود دارد. در مورد آزمون روند در این مطالعه از سه روش روند خطی، آزمون  $t$  - استیودنت و آزمون من-کنندال استفاده شده است. در آزمون جهش ابتدا با استفاده از دو آزمون ترسیمی انحرافات تجمعی و آزمون بیشینه ورسلی نقاط احتمالی جهش انتخاب گردید و سپس با استفاده از آزمون من-ویتنی (برای موارد یک جهشی) و یا کروسکال والیس ( برای موارد چند جهشی) معنی‌داری این جهش‌ها مورد بررسی قرار گرفت<sup>۱</sup>.

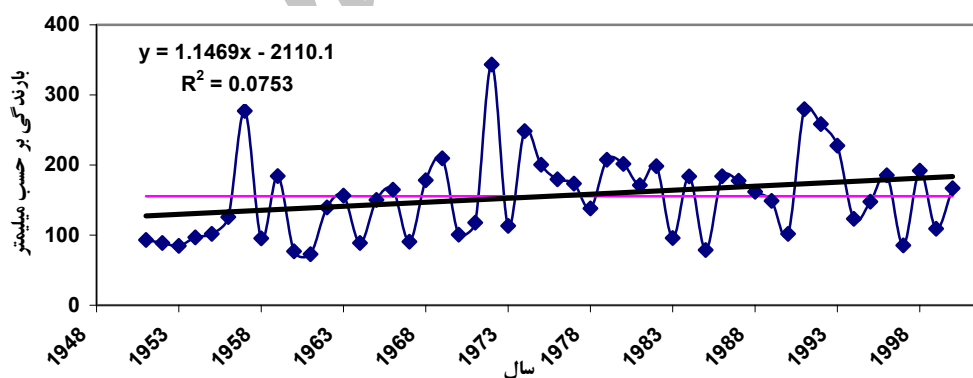
### ۳- جمع بندی و نتیجه گیری

**بررسی همگنی داده‌های بارندگی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته:** در مورد همگنی داده‌ها همانطور که ذکر شد در این مطالعه از سه روش آزمون آبه، آزمون انحرافات تجمعی و آزمون بیشینه ورسلی استفاده شد. با انجام این آزمون‌ها مشخص شد که

1: شرح کامل روش‌های مذکور در گزارش WMO (رفرنس شماره ۹) موجود است.

همگنی پارامتر بارندگی از دیدگاه هر سه آزمون در سطح یک درصد مورد تایید می‌باشد. اما پارامتر حداکثر بارش ۲۴ ساعته از دیدگاه دو آزمون انحرافات تجمعی و بیشینه ورسلی همگن و از دیدگاه آزمون آبه غیر همگن است. بنابراین احتمال وجود روند و جهش برای پارامتر حداکثر بارش ۲۴ ساعته بیش از پارامتر بارندگی است که در ذیل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

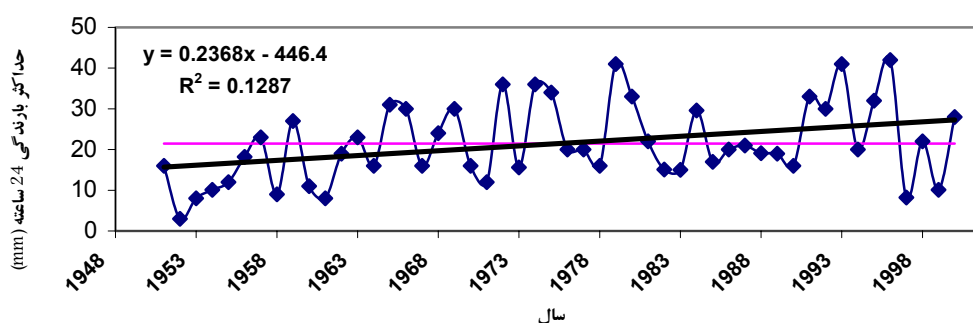
**بررسی روند خطی:** بمنظور شناخت خصوصیات بارش در اولین مرحله روند خطی آن مورد بررسی قرار گرفت. اشکال (۱) و (۲) روند خطی، معادله روند و میانگین طولانی مدت را بترتیب برای دو پارامتر بارندگی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته ایستگاه شاهرود نشان می‌دهند. در این اشکال خط منحنی مربوط به نوسانات سالانه، خط افقی مربوط به میانگین طول دوره آماری و خط اریب مربوط به روند خطی بارندگی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته سالانه می‌باشد. با توجه به اشکال مشاهده می‌شود که روند افزایشی ضعیفی در سری سالانه داده‌های بارندگی وجود دارد اما شدت این روند افزایشی برای پارامتر حداکثر بارش ۲۴ ساعته بیشتر است که می‌بایست معنی‌داری آنها مورد آزمون قرار گیرد. بمنظور تعیین معنی‌داری روندهای مشاهده شده و روندهای ماهانه، از آزمون  $t$ -استیودنت استفاده شد. با توجه به این آزمون مشخص گردید که برای پارامتر بارندگی در هیچ کدام از مقیاسهای سالانه و ماهانه روند معنی‌دار وجود ندارد. همچنین برای پارامتر حداکثر بارش ۲۴ ساعته نیز در مقیاس ماهانه روند معنی‌داری وجود ندارد. اما برای این پارامتر در مقیاس سالانه روند افزایشی معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود دارد. البته بدلیل احتمال غیر خطی بودن رفتار پارامترهای بارش نتیجه‌گیری نهایی به بعد از انجام آزمون من-کندال موکول می‌شود.



شکل (۱): روند خطی موجود در سری سالانه مجموع بارندگی

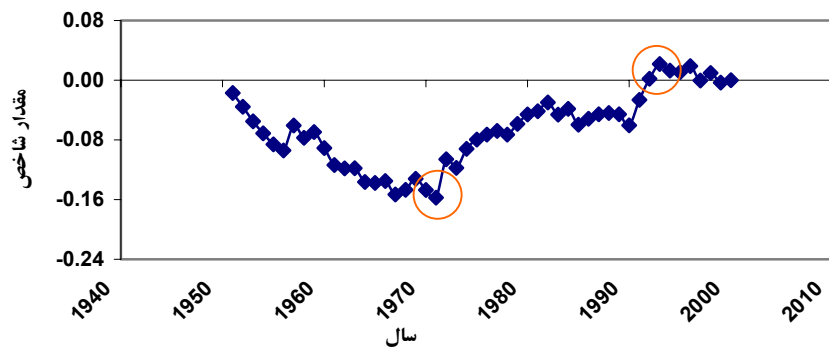
**بررسی وجود روند از طریق آزمون ناپارامتریک:** در مرحله اولیه وجود روند خطی در داده‌های بارش مورد بررسی قرار گرفت. در این قسمت با استفاده از آزمون ناپارامتریک من-کندال وجود روند بطور تکمیلی مورد بررسی قرار گرفت. قابل ذکر است انجام آزمون ناپارامتریک برای ماه‌های ژوئن، ژولای، آگوست و سپتامبر بدلیل عدم وجود بارش قابل ملاحظه

امکان پذیر نبود (در بخش عمده‌ای از سال‌ها مقدار صفر بوده است). البته آزمون روند خطی در این ماه‌ها هیچ گونه روند معنی داری را تایید نکرد. با انجام این آزمون نیز مشخص گردید که همانند آزمون خطی در این آزمون نیز برای هر دو پارامتر در مقیاس ماهانه و فصلی روند معنی داری وجود ندارد. اما با توجه به این آزمون در مقیاس سالانه برای هر دو پارامتر روند افزایشی معنی دار در سطح ۵ درصد وجود دارد.

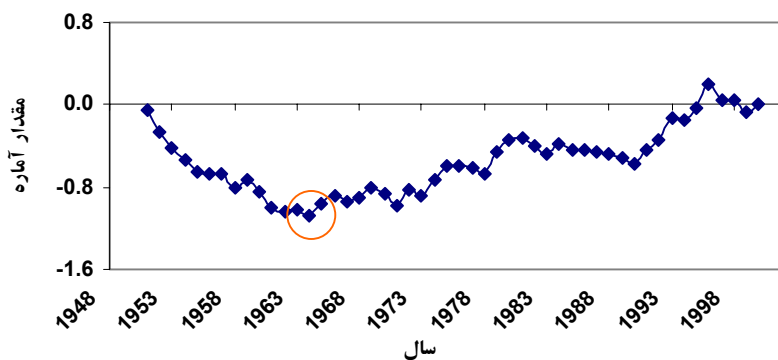


شکل (۲): روند خطی موجود در سری سالانه پارامتر حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته

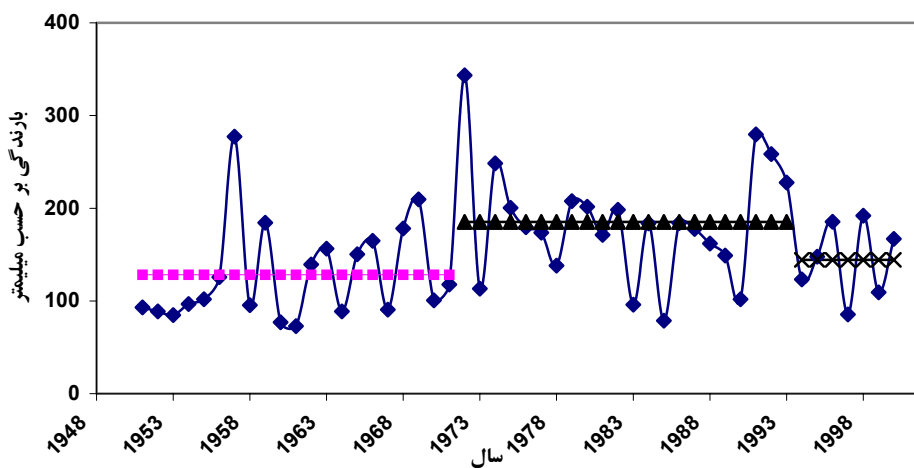
**آزمون‌های جهش:** علیرغم همگن بودن داده‌ها برای پارامتر بارندگی و همچنین با آگاهی از وجود غیر همگنی در مورد پارامتر حداکثر بارش ۲۴ ساعته، آزمون جهش برای هر دو پارامتر انجام گرفت. شکل‌های (۳) و (۴) بطور نمونه نمودار آزمون گرافیکی روش انحرافات تجمعی را بترتیب برای پارامترهای بارندگی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته نشان می‌دهند. شایان ذکر است بدلیل وجود نتایج مشابه از انعکاس نمودار گرافیکی روش پیشینه ورسلی خودداری شده است. با توجه به این شکل‌ها مشاهده می‌شود که برای پارامتر بارندگی در سال‌های ۱۹۷۱ و ۱۹۹۳ و برای پارامتر حداکثر بارش ۲۴ ساعته در سال ۱۹۶۱ نقاطی بصورت تغییر روند در سری داده‌ها وجود دارد. بنابراین برای پارامتر بارندگی از آزمون جهش کروسکال والیس (آزمون چند جهشی) و برای پارامتر حداکثر بارش ۲۴ ساعته از آزمون جهش من ویتنی (آزمون یک جهشی) در سال‌های مذکور استفاده گردید. با انجام آزمون برای پارامتر بارندگی مشخص شد که جهش در سال‌های ۱۹۷۱ و ۱۹۹۳ در سطح ۵ درصد معنی دار است. شکل (۵) جهش در سری داده‌های بارندگی را برای سال‌های ۱۹۷۱ و ۱۹۹۳ نشان می‌دهد. با توجه به این شکل میانگین بارندگی برای دوره‌های قبل و بعد از جهش به ترتیب برابر با ۱۲۸/۳، ۱۲/۱۸۵ و ۱۴۴/۳ میلی‌متر است. همچنین با انجام آزمون برای پارامتر حداکثر بارش ۲۴ ساعته مشخص شد که جهش در سال ۱۹۶۱ در سطح یک درصد معنی دار است. شکل (۶) جهش در سری داده‌های حداکثر بارش ۲۴ ساعته را برای سال ۱۹۶۱ نشان می‌دهد. با توجه به این شکل میانگین حداکثر بارش ۲۴ ساعته برای دوره‌های قبل و بعد از جهش به ترتیب برابر با ۱۳ و ۲۳/۸ میلی‌متر است.



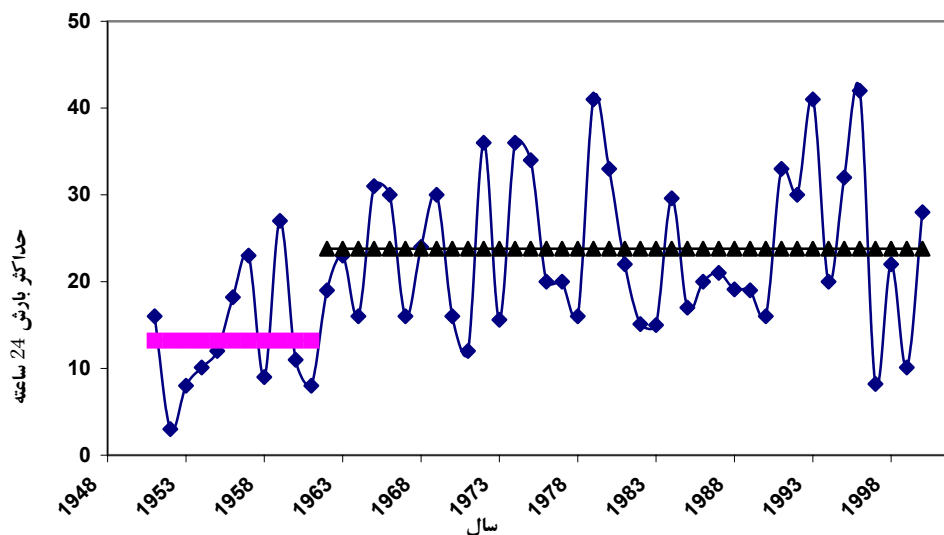
شکل (۳): آزمون گرافیکی انحرافات تجمعی برای بارندگی



شکل (۴): آزمون گرافیکی انحرافات تجمعی برای پارامتر حد اکثر بارندگی ۲۴ ساعته



شکل (۵): جهش در داده‌های بارندگی (سالهای ۱۹۷۱ و ۱۹۹۳)



شکل (۶): جهش در داده‌های حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته (سال ۱۹۶۱)

نتیجه‌گیری: با توجه به مراحل مختلف نتایج حاصل از این مطالع بطور خلاصه بصورت ذیل می‌باشد:

- ۱- برای پارامتر بارندگی در مقیاس ماهانه و فصلی روند معنی‌داری وجود ندارد. اما در مقیاس سالانه روند افزایشی معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود دارد.
- ۲- برای پارامتر بارندگی در سال‌های ۱۹۷۱ و ۱۹۹۳ جهش بصورت معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود دارد. بطوریکه میانگین بارندگی برای دوره‌های قبل و بعد از جهش بترتیب برابر با  $۱۲۸/۳$ ،  $۱۸۵/۲$  و  $۱۴۴/۳$  میلیمتر است.
- ۳- برای پارامتر حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته در مقیاس ماهانه و فصلی روند معنی‌داری وجود ندارد. اما در مقیاس سالانه روند افزایشی معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود دارد.
- ۴- برای پارامتر حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته در سال ۱۹۶۱ جهش بصورت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود دارد. بطوریکه میانگین حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته برای دوره‌های قبل و بعد از سال ۱۹۶۱ بترتیب برابر با  $۱۳/۲$  و  $۲۳/۸$  میلیمتر است.
- ۵- با توجه به وجود جهش در داده‌های بارندگی و بارش ۲۴ ساعته همچنین وضعیت روند در نمودارها مشخص می‌شود که وجود روند برای هر دو پارامتر از تغییرات ناگهانی ناشی شده است و با حذف این تغییرات ناگهانی، روند به خودی خود معنی‌دار نیست. از طرفی بدلیل اینکه در ایستگاه سینوپتیک شاهرود برای دو پارامتر بارندگی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته وقوع جهش‌ها در سال‌های متفاوتی بوده است (برای بارندگی در سال‌های ۱۹۷۱ و ۱۹۹۳



و برای حداکثر بارش ۲۴ ساعته در سال ۱۹۶۱ در سال ۱۹۶۱) نمی توان جهش های مذکور را ناشی از جابجایی ایستگاه و یا تغییرات ناشی از اشتباه بودن داده دانست. همچنین همگن بودن داده ها نیز قبلا مورد تایید قرار گرفته است. بنابراین می توان گفت که تغییر اقلیم در شهر شاهرود در قالب تغییرات ناگهانی و یا جهش نمایان شده است.

#### سیاسگذاری:

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی کد ۳۱۰۷ مصوب شورای پژوهشی ۱۳۱ مورخ ۸۳/۱۲/۲۳ دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد، بدینوسیله از حمایت های مالی و معنوی دانشگاه صنعتی شاهرود که زمینه اجرای این پروژه را فراهم نموده اند، تشکر و قدردانی می شود.

#### ۴- منابع

- [۱] غریب، م. و مساعد، ا. ۱۳۸۲. بررسی نحوه تغییرات زمانی و مکانی بارندگی در بخشی از حوزه آبخیز گرگانرود. مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. ۲۹ مهر تا اول آبان ماه ۱۳۸۲. دانشگاه اصفهان و سازمان هواشناسی ایران.
- [۲] سامانی، س. ۱۳۸۲. آشکارسازی دما و بارش نسبت به میانگین در استان چهارمحال و بختیاری. مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. ۲۹ مهر تا اول آبان ماه ۱۳۸۲. دانشگاه اصفهان و سازمان هواشناسی ایران.
- [۳] بختیاری، ب. ۱۳۸۲. نگرش تحلیلی بر تغییر اقلیم بارندگی و دمای شهر کرمان. مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. ۲۹ مهر تا اول آبان ماه ۱۳۸۲. دانشگاه اصفهان و سازمان هواشناسی ایران.
- [۴] عسگری، ا. و رحیم زاده، ف. ۱۳۸۲. برجستگی نوسان بارش در کشور نسبت به روند و جهش آن. مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. ۲۹ مهر تا اول آبان ماه ۱۳۸۲. دانشگاه اصفهان و سازمان هواشناسی ایران.
- [۵] کاویانی، م. و عساکره، ح. ۱۳۸۲. بررسی آماری روند بلندمدت بارش سالانه اصفهان. مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. ۲۹ مهر تا اول آبان ماه ۱۳۸۲. دانشگاه اصفهان و سازمان هواشناسی ایران.
- [۶] خشنو، ا. ۱۳۷۸. پایان نامه کارشناسی ارشد. بررسی تغییرات اقلیمی جنوب ایران. دانشگاه تربیت معلم، دانشکده علوم انسانی.
- [۷] محمدی، م. ۱۳۸۰. پایان نامه کارشناسی ارشد. بررسی روند تغییرات دما، بارش و ساعات آفتابی در تهران. دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی.

[8] IPCC first Assessment Report. 1992. Climate Change: The 1990 and 1992 IPCC Assessment (working group I: Scientific Assessment of climate change). WMO.

[9] World Climate Program (1988). Analyzing Long Time Series of Hydrological Data with Respect of climate Variability and Change Weap-3 WMO/TD no.224.

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله