# تحلیل روند عوامل اقلیمی در شهرهای بزرگ ایران

راضیه صبوحی و سعید سلطانی[۱*]

(تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۱۱)


## چکیده

**با توجه به اهمیتی که تغییر اقلیم بر ساختار محیط کره زمین و ساکنین آن داشته و خواهد داشت تلاش در جهت شناخت هر چه بیشتر چگونگی رخدادهای تغییر اقلیم امری مسلم است. در این مطالعه تحلیل روند آماری عوامل اقلیمی بارش، دما، رطوبت نسبی و باد در مقیاس زمانی ماهانه و سالانه به منظورمطالعه تغییرات اقلیمی در شهرهای صنعتی و هم‌چنین تغییر پذیری عوامل مذکور در ۱۳ ایستگاه سینوپتیک ایران با استفاده از آزمون ناپارامتریک من-کندال انجام گرفت. نتایج تحلیل روند مقدار باران ماهانه نشان داد بیشتر ایستگاه ها در بیشتر ماه‌های فصل زمستان و بهار دارای روند مثبت و منفی معنی‌دار می‌باشند. ۲۳ درصد از ایستگاه‌ها در مطالعات سالانه روند منفی معنی‌دار و ۱/۷ درصد روند مثبت معنی‌دار دارند. بررسی تعداد روزهای بارانی نشان داد که بیشترین تعداد روندهای معنی‌دار در فصل بهار وجود دارند. در فصل پاییز (سپتامبر، اکتبر و نوامبر) همانند فصل تابستان اکثر نقاط بدون روند می‌باشند و در مقیاس سالانه ۴ ایستگاه روند مثبت معنی‌دار و ۲ ایستگاه روند منفی معنی‌دار نشان می‌دهند. روند حداکثر باران ۲۴ ساعته در تمام ماه‌های سال کم بوده به طوری‌که در فصل زمستان (دسامبر، ژانویه، فوریه) روند معنی‌داری دیده نشد. بررسی سالانه نیز تأییدی بر بررسی‌های فصلی می‌باشد. بیشترین تعداد روند معنی‌دار در میانگین دمای حداکثر ماهانه در فصل تابستان وجود دارد اما در فصل زمستان و هم‌چنین در ماه مارس هیچ روند معنی‌داری دیده نشد. روند میانگین دمای حداقل ماهانه تقریباً در تمام فصول زیاد می‌باشد و بیشترین تعداد روندهای معنی‌دار به ترتیب در فصل‌های تابستان و پاییز و سپس در فصل بهار و نهایتاً در فصل زمستان دیده شدند. در بررسی سالانه اکثر ایستگاه‌ها روند مثبت نشان می‌دهند و تنها ایستگاه ارومیه روند منفی دارد. روند میانگین دما نیز در تمام فصول به جز زمستان زیاد می‌باشد. اکثر ایستگاه‌های سینوپتیک در این عامل اقلیمی روند صعودی نشان می‌دهند که نشان‌دهنده روند افزایشی این عامل می‌باشد. بررسی سالانه نیز تأییدی بر روند افزایشی می‌باشد و تقریباً ۶۲ درصد ایستگاه‌ها روند مثبت معنی‌دار دارند.**


**واژه‌های کلیدی: تحلیل روند، آزمون من-کندال، دما، بارش، تغییر اقلیم**

## مقدمه

تحقیقات دانشمندان نشان داده است که اقلیم کره زمین ثابت نبوده، لکن علت این تغییرات در گذشته و حال با یکدیگر متفاوت است. تغییرپذیری در اقلیم هم در نتیجه تغییرپذیری سیستم‌های اقلیمی و هم عوامل خارجی اتفاق می‌افتد(۱۵، ۱۹ و ۳۳). گرچه تمامی علل تغییر یا عدم تغییر آب و هوای دنیا کاملاً شناخته نشده است، بحث درباره تغییر آب و هوا مطمئناً مورد توجه بسیاری از پژوهشگران بوده و خواهد بود(۴). یکی از تعاریف اقلیم عبارت است از تمام آماره‌های مربوط به یک حالت اقلیمی که در یک بازه زمانی معین (مانند

۱.به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ssoltani@cc.iut.ac.ir



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ]

فصل، دهه یا بازه‌های زمانی طولانی‌تر) در مقیاس سیاره‌ای یا حتی منطقه‌ای محاسبه شده باشد (۱۲).

مدارک زیادی از روندها و تغییرپذیری‌های طولانی مدت وجود دارد که به اثرات صنایع تولید شده توسط بشر و ویژگی‌های طبیعی سیستم اقلیمی مربوط می‌گردد. با توجه به این که حوادث مهم مرتبط با تغییر در ترکیبات جوی مثل انتشار گازهای گلخانه‌ای تأثیر به سزایی در تغییر شرایط اقلیمی دارند، امروزه فعالیت‌های بشری در تغییرپذیری سیستم‌های اقلیمی موثر بوده و سبب تجمع گازهای گلخانه ای $NO_2$ , $CH_4$ , $CO_2$ و غیره شده‌اند (۱۶، ۲۱ و ۲۷). به نظر می‌رسد که پنج عامل غلظت گازهای گلخانه‌ای، میزان اوزون در استراتوسفر، افشانه‌ها در تراپوسفر، افشانه‌ها در استراتوسفر و فعالیت‌های خورشیدی (لکه‌های خورشیدی) عمده‌ترین عوامل برای توجیه تغییر درجه حرارت‌های دیده شده در قرن اخیر و دهه‌های پیش باشد. سه عامل اول به شدت به فعالیت‌های بشری مربوط است و دو مورد آخر از جمله عوامل طبیعی محسوب می‌شوند (۲۹). شواهد علمی محکم و جدیدی وجود دارد که گرمایش جهانی ۵۰ سال اخیر را به فعالیت های بشر نسبت می‌دهد (۳۱). دمای سطح کره زمین شامل دمای نزدیک سطح زمین و دمای سطح دریا از سال ۱۸۶۱ میلادی افزایش یافته است. دمای متوسط جهانی در قرن بیستم در حدود ۰/۶ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است (۱۳، ۱۶، ۲۶، ۲۷ و ۳۰). البته این افزایش در دو دوره رخ داده است: ۱۹۴۵-۱۹۱۰ ، ۲۰۰۰-۱۹۷۶. دهه ۱۹۹۰ گرم‌ترین دهه و سال ۱۹۹۸ گرم‌ترین سال هزاره گذشته می‌باشد. دما در طی ۴ دهه اخیر حداقل در ۸ کیلومتری اتمسفر افزایش یافته و پوشش برف و یخ کاهش یافته است (۱، ۶، ۸، ۱۳ و ۱۶). مطالعات بر روی تغییرات شرایط اقلیمی نشان داده که بارش‌های سطح زمین افزایش ۱-۰/۵ درصد در بیشتر نیمکره شمالی و عرض‌های بالایی و میانی نشان می‌دهد و میانگین منطقه‌ای افزایش یافته از باران را بین ۱۲-۷ درصد از مناطق $85^{\circ}N$-$30^{\circ}N$ و در حدود ۲ درصد بین $55^{\circ}S$-$0^{\circ}$ در قرن بیستم نشان می‌دهد (۲۴، ۳۱، ۳۲ و ۳۳).

تغییرات اقلیمی و گرم شدن جهانی هم‌چنین برف، تگرگ، طوفان، شبنم شبانه، سیل، بارش سنگین، خشکسالی، گرما و سرما در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست گذاری‌های بخش‌های کشاورزی و مدیریت آب، محیط زیست، رفاه انسان، سیستم‌های اجتماعی و اقتصادی تأثیر زیادی دارد. به دلیل اهمیت موضوع، کشورها در ابعاد ملی، منطقه‌ای، قاره‌ای و بین‌المللی آن را تجزیه و تحلیل می‌نمایند (۱ و۱۶). به همین منظور شناسایی و آشکارسازی تغییرات اقلیمی و یافتن علل این تغییرات از قدم‌های اولیه بشر به شمار می‌رود (۱).

با توجه به اهمیتی که تغییر اقلیم بر ساختار محیط کره زمین و ساکنین آن داشته و خواهد داشت تلاش در جهت شناخت هر چه بیشتر چگونگی رخدادهای تغییر اقلیم امری مسلم است. این ضرورت به ویژه در زمان فعلی که بحث گرم شدن جهانی به یک مسئله جدی تبدیل گردیده است، آشکار می‌گردد (۶). به طوری‌که تحقیقات زیادی در ارتباط با بررسی روند عوامل اقلیمی انجام گرفته است که در زیر به نمونه‌هایی از آنها اشاره می‌شود:

آخرین گزارش IPCC به ۵۰-۳۰ درصد افزایش باران در جنوب چین در ماه‌های زمستان اشاره می کند (دسامبر، ژانویه و فوریه ۱۹۹۹-۱۹۰۰). یک الگوی نه چندان ثابت با افزایش در غرب و کاهش در شرق یانگتز در ماه‌های تابستان دیده شده است (ژوئن، ژوئیه و اوت). در نواحی مرکزی، پایین دست رودخانه یانگتز و غرب چین افزایش قابل ملاحظه‌ای در بارش در اواخر قرن بیستم دیده شد، درحالی که در شمال چین کاهش میزان بارش مشاهده شده است (۱۸).

مدرس و همکاران (۲۰۰۷) روندهای افزایشی و کاهشی در مقدار باران ماهانه در منطقه بزرگی از مناطق خشک و نیمه خشک ایران مشخص کردند که بیشتر در فصول زمستان و بهار معنی‌دار بود(۲۳).

رضئی و همکاران روند منفی در باران سالانه را در بسیاری از ایستگاه‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ]

نشان دادند که این روند در سطح اطمینان ۹۵% معنی‌دار نبود(۲۷).

مسعودیان نشان می‌دهد که ایران یک روند صعودی در دمای میانگین در نیم قرن گذشته داشته است. این افزایش دما برای دمای میانگین حدود ۲/۲ درجه سانتی‌گراد در قرن، برای دمای ماکزیمم ۱/۴ درجه سانتی‌گراد در قرن و برای دمای حداقل در حدود ۳ درجه سانتی‌گراد در قرن می‌باشد (۲۲).

شیر غلامی و همکاران نشان دادند در دوره آماری ۱۹۹۸-۱۹۶۸، در ۶۸% ایستگاه‌ها دمای متوسط سالانه روند مثبت و ۳۲% روند منفی حاکم است و توزیع جغرافیایی این ایستگاه ها از یک الگوی مشخص تبعیت نمی‌کند (۴).

ایلا گیب و مانسل بیان نمودند که در سودان نیز روند دمای متوسط سالانه ۲ ایستگاه از ۳۰ ایستگاه تحت مطالعه (۱۹۹۶-۱۹۴۱) منفی می‌باشد (۱۷).

در چین میانگین سالانه درجه حرارت، تبخیر، تابش خورشید و سرعت باد کاهش یافته در حالی که باران سالانه و میانگین رطوبت نسبی به طور محسوسی افزایش یافته است (۲۳).

هدف از این تحقیق، مطالعه تغییرات اقلیمی در شهرهای صنعتی ایران از طریق بررسی روند طولانی مدت عوامل اقلیمی بارش و دما و هم‌چنین تغییر پذیری عوامل مذکور در ۱۳ ایستگاه سینوپتیک ایران با استفاده از آزمون ناپارامتریک من- کندال می‌باشد.

## مواد وروش‌ها

در این مطالعه ۱۳ ایستگاه سینوپتیک ایران مربوط به شهرهای صنعتی که دارای حداقل ۳۰ سال آمار بودند انتخاب شدند. در این بررسی عوامل اقلیمی دما (میانگین دمای حداکثر، میانگین دمای حداقل، میانگین دما، حداکثر مطلق و حداقل مطلق دما) وگروه بارش (مقدار باران، تعداد روزهای بارانی، حداکثر باران ۲۴ ساعته) در پایه‌های زمانی ماهانه و سالانه جهت تحلیل روند در نظر گرفته شدند هم‌چنین عوامل اقلیمی رطوبت نسبی و سریع‌ترین باد نیز در بعضی از ایستگاه‌ها بررسی شدند (جدول ۱). برای بازسازی دادهای مفقوده از روش‌های خود هم‌بستگی و هم‌بستگی پیرسون بین داده‌های ماهانه استفاده شد. ابتدا آزمون هم‌بستگی با تاخیر K=1 انجام شد و در صورت عدم وجود خودهم‌بستگی از هم‌بستگی پیرسون استفاده گردید.

اصولاً گفته می‌شود که آزمون‌های پارامتریک در صورتی که داده‌ها به صورت نرمال باشند، قوی‌تر از آزمون‌های ناپارمتریک هستند ولی در شرایط داده‌های غیرنرمال آزمون ناپارامتریک قوی‌تر از پارامتریک است [۲۵ و ۳۴]. از آنجائی که توزیع تعدادی از سری‌های اقلیمی از جمله بارش نرمال نیست، در چنین حالت‌هایی روش من- کندال مناسب‌تر است، هم‌چنین از رگرسیون در ابعاد مختلف آن در بررسی تغییرات اقلیم استفاده می‌شود اما بعضی از مواقع الگوهای رگرسیونی در بیان چگونگی رفتار عناصر اقلیمی به دلیل نوسانات دوره‌ای در رفتار اقلیم نامناسب می‌باشد. چرا که این قبیل الگوها رفتار عناصر اقلیمی را بدون توجه به چرخه‌ها در امتدادی ثابت و بعضاً نامعقول، برآورد می‌نماید در حالی که چرخه‌های موجود در عناصر اقلیمی گویای نوعی هم‌بستگی بین ارقام متوالی اقلیم می‌باشد (۱). بنابراین تحلیل روند در این مطالعه با استفاده از آزمون ناپارامتریک من- کندال انجام شد. آماره آزمون در سطوح معنی‌داری ۱ و ۵ درصد بررسی گردید. در ادامه این آزمون به طور مختصر توضیح داده می‌شود.

### آزمون من - کندال

آزمون من - کندال برای ارزیابی وجود روند معنی‌دار آماری در سری‌های زمانی هیدرولوژیکی و اقلیمی می‌باشد (۱۴، ۲۰ و ۲۵).

اگر سری‌های زمانی $Y_t,\ t= 1,\ldots,N$ باشد. هر مقدار $Y_t,\ t= ,1,\ldots,N-1$ با مقدارهای بعدی $Y_t,\ t= t'+1, t'+2,\ldots,N$ مقایسه شده است و سری جدید Zk به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Zk=1 \text{ اگر } Yt>Yt' \qquad Zk=0 \text{ اگر } Yt=Yt' \qquad Zk=-1 \text{ اگر } Yt<Yt' \quad [1]$$



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ]

**جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک کشور**

| نام ایستگاه | ارتفاع (m) | دوره آماری | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | باد | رطوبت نسبی | دما | بارش |
| آبادان | ۶/۶ | ۴۸° ۱۵′ | ۳۰° ۲۲′ | - | - | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ |
| اراک | ۱۷۰۸ | ۴۹° ۴۶′ | ۳۴° ۰۶′ | - | - | ۱۹۵۶-۲۰۰۵ | ۱۹۵۶-۲۰۰۵ |
| اصفهان | ۱۵۵۰/۴ | ۵۱° ۴۰ | ۳۲° ۳۷′ | - | - | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ |
| قزوین | ۱۲۷۹/۲ | ۵۰° ۳′ | ۳۶° ۱۵′ | ۱۹۶۱-۲۰۰۵ | - | ۱۹۵۹-۲۰۰۵ | ۱۹۵۹-۲۰۰۵ |
| کرمان | ۱۷۵۳/۸ | ۵۶° ۵۸′ | ۳۰° ۲۱′ | ۱۹۶۹-۲۰۰۵ | - | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ |
| مشهد | ۹۹۹/۲ | ۵۹° ۳۸′ | ۳۶° ۱۶′ | - | - | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ |
| ارومیه | ۱۳۱۵/۹ | ۴۵° ۰۵′ | ۳۷° ۳۲′ | ۱۹۶۴-۲۰۰۵ | - | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ |
| سبزوار | ۹۷۷/۶ | ۵۷° ۴۳′ | ۳۶° ۱۲′ | ۱۹۵۵-۲۰۰۵ | - | ۱۹۵۵-۲۰۰۵ | ۱۹۵۵-۲۰۰۵ |
| شهرکرد | ۲۰۴۸/۹ | ۵۰° ۵۱′ | ۳۲° ۱۷′ | ۱۹۶۰-۲۰۰۵ | - | ۱۹۵۶-۲۰۰۵ | ۱۹۵۶-۲۰۰۵ |
| شیراز | ۱۴۸۴ | ۵۲° ۳۶′ | ۲۹° ۳۲′ | - | - | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ |
| تبریز | ۱۳۶۱ | ۴۶° ۱۷′ | ۳۸° ۰۵′ | - | - | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ |
| تهران - مهرآباد | ۱۱۹۰/۸ | ۵۱° ۱۹′ | ۳۵° ۴۱′ | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ | ۱۹۵۶-۲۰۰۵ | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ | ۱۹۵۱-۲۰۰۵ |
| یزد | ۱۲۳۷/۲ | ۵۴° ۱۷′ | ۳۱° ۵۴′ | - | - | ۱۹۵۳-۲۰۰۵ | ۱۹۵۳-۲۰۰۵ |

در این جا $k=(t'-1)(2N-t')/2+(t-t')$ . مقدار آماره من-کندال از جمع مقادیر $Z_k$ به دست می‌آید.

$$S=\sum_{t'=1}^{N-1}\sum_{t=t'+1}^{N}Z_k \qquad (۲)$$

آماره آزمون برای مقادیر $N>40$ به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$U_c=\frac{S+m}{\sqrt{V(S)}} \qquad (۳)$$

$$V(s)=\frac{1}{18}\left[N(N-1)(2N+5)-\sum_{i=1}^{N}e_i(e_i-1)(2e_i+5)\right] \qquad (۴)$$

در معادله ۳، $m=1$ اگر $S>0$ باشد. N تعداد دنباله‌ها را مشخص می‌کند و $e_i$ تعداد داده‌ها در i امین دنباله است. آماره $U_c$، صفر می‌شود اگر $S=0$ باشد. بنابراین فرض وجود روندهای صعودی و نزولی در سطح معنی‌داری $a$ اگر $|U_c|\geq U_{1-\frac{a}{2}}$ باشد، رد نمی‌شود. $1-\frac{a}{2}$ فاصله اطمینان آماره U با فرض تبعیت آن از توزیع نرمال استاندارد است. کندال بیان می‌کند که این آزمون برای مقادیر N کمتر از ۱۰ در صورتی که تعداد دنباله‌ها زیاد نباشد می‌تواند استفاده شود و هیرش و همکاران نشان دادند که این آزمون را می‌توان برای سری‌های زمانی فصلی نیز استفاده کرد(۲۸).

## نتایج و بحث

نتایج آزمون من-کندال در هر ایستگاه برای عوامل اقلیمی مختلف بررسی شده (جداول ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹) به طوری که نتایج این آزمون نشان می‌دهد در ایستگاه آبادان مقدار باران در فصل زمستان در حال افزایش و بر عکس در فصول بهار و تابستان درحال کاهش می‌باشد و تنها در ماه اکتبر روند معنی‌دار دیده شد. وقوع النینو موجب می‌گردد که در ماه ژانویه تمایل به کاهش و در ماه‌های فوریه و مارس تمایل به افزایش داشته باشد (۱۰). تعداد روزهای بارانی در دو ماه آوریل و مه روند



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ] [ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]





**جدول ۲. مقادیر آماره آزمون من - کندال برای داده‌های ماهانه و سالانه تعداد روزهای بارانی**

| ایستگاه | ژانویه | فوریه | مارس | آوریل | مه | ژوئن | ژوئیه | اوت | سپتامبر | اکتبر | نوامبر | دسامبر | سالانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اراک | ۰/۷۳ | ۰/۷۳ | ۱/۳۴ | -۰/۵۰ | ۰/۲۲ | ۰/۸۶ | ۱/۰۸ | ۱/۴۸ | ۰/۲۰ | ۰/۹۸ | ۱/۱۷ | ۱/۳۹ | ۱/۴۸ |
| آبادان | -۰/۲۴ | -۰/۴۶ | -۰/۶۸ | -۲/۵۸** | -۲/۰۶* | ۰/۲۶ | | ۰/۷۲ | -۰/۷۱ | ۱/۰۹ | -۰/۸۰ | -۰/۵۶** | -۱/۹۸* |
| اصفهان | ۰/۹۹ | ۰/۱۱ | -۰/۶۹ | -۲/۱۵* | -۲/۹۱** | ۰/۲۵ | -۰/۲۲ | -۰/۳۹ | -۱/۶۹ | ۰/۰۰ | -۰/۷۱ | -۰/۶۰ | -۲/۴۱* |
| قزوین | ۰/۱۹ | ۰/۲۷ | -۱/۲۳ | -۲/۱۰* | -۰/۹۱ | -۱/۶۷ | ۱/۳۳ | -۰/۸۸ | -۰/۳۲ | -۰/۲۹ | ۱/۳۹ | ۱/۶۴ | -۰/۸۵ |
| کرمان | ۰/۲۵ | ۰/۱۶ | -۰/۰۱ | -۱/۶۲ | -۳/۴۵** | -۲/۲۶* | -۲/۲۸* | -۰/۴۶ | -۰/۳۲ | ۰/۵۰ | ۰/۰۴ | ۰/۲۲ | -۱/۴۴ |
| مشهد | ۰/۹۳ | *۲/۱۷ | -۱/۳۷ | -۲/۰۱* | -۰/۰۵ | ۰/۷۴ | ۰/۰۷ | ۱/۴۶ | -۰/۱۶ | ۰/۳۲ | -۰/۰۲ | ۰/۸۴ | ۰/۲۵ |
| ارومیه | -۰/۳۳ | ۰/۵۳ | -۰/۸۱ | -۲/۳۲* | ۰/۳۹ | -۰/۸۳ | ۰/۴۱ | -۰/۲۵ | -۱/۱۴ | -۰/۰۴ | ۰/۰۷ | ۰/۵۲ | -۰/۲۹ |
| سبزوار | ۱/۱۳ | ۱/۳۸ | ۰/۶۶ | ۰/۵۵ | ۰/۸۸ | ۰/۳۱ | -۰/۱۸ | ۱/۷۸ | ۱/۶۶ | ۰/۸۱ | ۱/۳۹ | ۱/۶۴ | ۲/۸۵** |
| شهرکرد | ۲/۷۲** | ۳/۸۲** | ۲/۸۸** | ۱/۱۰ | ۱/۰۴ | ۲/۲۷* | ۲/۵۴* | ۱/۱۵ | ۳/۴۴** | ۱/۳۳ | ۱/۹۹* | ۳/۱۵** | ۴/۸۷** |
| شیراز | ۱/۷۹ | ۱/۸۵ | ۱/۲۰ | ۰/۳۴ | ۰/۷۵ | *۲/۲۲ | ۱/۵۶ | ۱/۹۱ | ۱/۰۳ | ۱/۳۸ | ۱/۴۷ | ۰/۳۱ | ۲/۴۳* |
| تبریز | ۱/۸۹ | ۰/۶۶ | -۰/۷۷ | -۱/۲۶ | ۱/۰۱ | -۰/۵۷ | ۱/۶۳ | -۰/۳۵ | ۰/۲۱ | ۰/۹۵ | ۰/۷۹ | ۱/۳۰ | ۱/۵۳ |
| تهران- مهرآباد | ۱/۳۳ | ۰/۷۷ | ۰/۵۳ | -۱/۹۷* | ۰/۷۹ | -۰/۳۹ | ۰/۹۴ | ۰/۶۴ | -۰/۲۵ | ۰/۸۸ | ۱/۰۳ | ۲/۰۴* | ۱/۵۷ |
| یزد | ۲/۲۸* | ۰/۸۸ | ۱/۴۱ | -۰/۱۳ | ۲/۱۸* | ۲/۵۰* | ۰/۵۴ | -۰/۸۴ | ۱/۴۵ | -۰/۳۹ | ۱/۰۴ | ۲/۰۳* | ۳/۰۰** |

* : معنی‌دار در سطح ۵ درصد

** : معنی‌دار در سطح ۱ درصد

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ] [ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]



**جدول ۳. مقادیر آماره آزمون من- کندال بر ای داده‌های ماهانه و سالانه مقدار باران**

| ایستگاه | ژانویه | فوریه | مارس | آوریل | مه | ژوئن | ژوئیه | اوت | سپتامبر | اکتبر | نوامبر | دسامبر | سالانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اراک | -۲/۱۹* | -۱/۱۵ | ۰/۹۵ | -۱/۵۹ | ۰/۲۰ | ۱/۱۸ | ۱/۶۸ | ۱/۲۳ | ۰/۹۶ | ۱/۸۵ | ۰/۶۶ | ۰/۶۴ | -۱/۳۰ |
| آبادان | ۱/۷۳ | -۰/۰۷ | ۱/۷۷ | -۱/۰۵ | -۱/۱۹ | ۱/۰۶ | | ۰/۷۰ | -۰/۳۹ | *۲/۲۳ | ۰/۲۶ | ۱/۱۲ | ۲/۰۱* |
| کرمان | -۰/۴۸ | -۰/۴۳ | -۰/۷۶ | -۱/۴۸ | -۳/۱۱** | -۱/۳۲ | -۰/۹۳ | ۱/۰۲ | ۰/۴۱ | ۰/۸۰ | -۰/۳۷ | -۰/۷۸ | -۲/۱۵* |
| مشهد | ۱/۱۴ | ۰/۲۳ | ۰/۲۲ | -۱/۵۲ | -۰/۳۰ | ۰/۸۲ | ۱/۴۳ | ۱/۴۸ | ۰/۷۰ | -۰/۲۶ | ۰/۶۸ | ۰/۹۴ | ۰/۴۶ |
| ارومیه | -۱/۱۹ | -۱/۸۸ | -۱/۱۲ | -۱/۷۶ | -۰/۱۷ | -۲/۲۶* | -۰/۳۵ | -۰/۹۰ | -۱/۶۴ | -۰/۱۳ | ۰/۲۱ | -۰/۳۸ | -۲/۵۸** |
| اصفهان | ۱/۰۱ | -۰/۷۰ | ۲/۰۹* | -۰/۸۹ | -۱/۰۶ | ۱/۰۰ | ۱/۱۶ | ۰/۲۴ | -۱/۲۳ | -۰/۰۸ | ۰/۷۶ | ۰/۶۵ | ۱/۰۲ |
| قزوین | ۰/۰۱ | ۰/۳۳ | ۱/۷۳ | -۰/۲۷ | -۰/۰۲ | -۱/۸۱ | ۱/۸۸ | -۰/۴۵ | -۰/۱۳ | ۰/۷۷ | ۱/۳۷ | ۱/۴۹ | ۱/۲۲ |
| سبزوار | ۱/۲۴ | ۱/۲۹ | ۰/۸۹ | -۰/۷۲ | -۰/۴۶ | -۰/۰۶ | ۰/۴۶ | ۱/۷۲ | ۱/۴۰ | ۰/۷۸ | ۰/۸۷ | ۱/۰۴ | ۱/۶۷ |
| شهرکرد | ۰/۳۰ | -۰/۰۷ | ۱/۱۵ | -۱/۱۴ | ۰/۰۷ | ۱/۶۰ | *۲/۲۸ | ۰/۳۵ | ۱/۹۶ | ۰/۹۷ | ۱/۳۸ | ۱/۶۷ | ۱/۰۵ |
| شیراز | ۱/۱۵ | ۰/۱۱ | ۰/۴۴ | -۱/۱۳ | -۰/۲۶ | *۲/۱۶ | ۰/۲۳ | ۰/۶۳ | ۱/۳۵ | ۱/۴۹ | -۰/۲۷ | -۰/۰۱ | ۰/۲۷ |
| تبریز | -۱/۱۴ | -۳/۴۵** | -۲/۴۲* | -۰/۷۱ | ۰/۳۵ | -۱/۷۵ | ۰/۷۳ | -۰/۱۳ | -۱/۰۵ | -۰/۴۹ | -۰/۰۶ | ۰/۳۸ | -۲/۶۲** |
| تهران- مهرآباد | ۰/۹۵ | ۰/۲۸ | ۱/۸۲ | -۰/۳۰ | ۰/۵۹ | -۰/۷۰ | ۰/۹۹ | -۰/۰۷ | -۰/۴۸ | ۰/۶۴ | -۰/۵۶ | ۲/۰۰* | ۱/۵۱ |
| یزد | ۱/۲۶ | -۰/۱۹ | ۰/۸۹ | -۲/۳۶* | -۰/۰۷ | ۰/۸۶ | ۰/۹۴ | -۲/۱۴* | -۱/۱۸ | -۰/۵۸ | ۰/۶۱ | ۰/۶۹ | -۰/۱۵ |

*: معنی‌داری در سطح ۵ درصد

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ] [ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]





**جدول ۴. مقادیر آماره آزمون من - کندال بر ای داده های ماهانه و سالانه حداکثر باران ۲۴ ساعته**

| ایستگاه | ژانویه | فوریه | مارس | آوریل | مه | ژوئن | ژوئیه | اوت | سپتامبر | اکتبر | نوامبر | دسامبر | سالانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اراک | -۱/۹۸* | -۰/۸۰ | ۰/۹۰ | -۱/۶۶ | ۰/۷۵ | ۱/۱۸ | ۱/۵۹ | ۱/۰۸ | ۰/۹۸ | ۱/۹۴ | ۱/۲۰ | ۰/۶۵ | -۰/۸۳ |
| آبادان | ۲/۱۸* | -۰/۵۳ | ۱/۳۲ | -۱/۱۵ | -۱/۰۲ | ۱/۰۶ | | ۰/۷۰ | -۰/۳۹ | ۲/۲۵* | ۰/۶۵ | ۱/۴۵ | ۲/۳۶* |
| اصفهان | ۰/۰۳ | -۰/۲۶ | -۰/۵۰ | ۰/۸۰ | -۰/۱۷ | ۰/۹۴ | ۰/۰۱ | ۱/۰۲ | ۰/۱۱ | ۰/۱۸ | ۰/۸۹ | ۱/۲۱ | ۰/۸۷ |
| قزوین | -۱/۷۶ | ۰/۴۵ | ۲/۰۶* | ۱/۱۷ | -۰/۶۵ | -۱/۵۱ | ۱/۹۲ | -۰/۴۱ | ۰/۱۲ | ۱/۵۳ | ۰/۸۸ | ۰/۶۱ | ۰/۴۰ |
| کرمان | -۱/۱۲ | ۰/۰۰ | -۰/۹۲ | -۱/۳۵ | -۳/۰۳** | -۱/۳۰ | -۰/۹۷ | ۱/۰۵ | ۰/۴۰ | ۰/۷۵ | -۰/۳۹ | -۰/۳۶ | -۰/۲۳ |
| مشهد | ۰/۵۸ | -۰/۵۷ | ۰/۳۵ | -۱/۰۶ | -۰/۱۴ | ۰/۷۳ | ۱/۴۷ | ۱/۵۰ | ۰/۶۳ | -۰/۱۱ | ۱/۰۳ | ۰/۴۸ | -۰/۹۰ |
| ارومیه | -۱/۸۶ | -۰/۳۲ | -۱/۰۷ | -۰/۴۵ | -۰/۷۲ | -۲/۱۸* | -۰/۵۶ | -۱/۲۱ | -۱/۶۸ | ۰/۳۰ | ۰/۸۷ | -۰/۲۵ | ۰/۱۰ |
| سبزوار | ۰/۷۵ | ۰/۷۳ | ۰/۵۰ | -۱/۱۵ | -۰/۶۲ | -۰/۰۳ | ۰/۴۴ | ۱/۲۵ | ۱/۳۳ | ۰/۸۸ | ۱/۱۱ | ۰/۴۶ | ۰/۲۸ |
| شهرکرد | ۰/۰۹ | -۱/۱۴ | ۱/۲۱ | -۱/۶۸ | ۰/۶۰ | ۱/۶۳ | ۲/۲۹* | ۰/۳۲ | ۱/۹۶ | ۰/۹۱ | ۱/۴۰ | ۰/۷۰ | -۰/۳۴ |
| شیراز | ۰/۷۰ | -۱/۰۲ | -۰/۲۹ | -۰/۶۲ | -۰/۲۱ | ۲/۱۶* | ۰/۲۲ | ۰/۶۳ | ۱/۳۵ | ۱/۴۲ | -۰/۳۵ | ۰/۱۱ | -۱/۱۸ |
| تبریز | -۱/۸۲ | -۳/۰۶** | -۱/۷۳ | ۰/۳۹ | -۰/۶۰ | -۱/۸۰ | ۰/۸۷ | ۰/۰۱ | -۱/۰۶ | ۰/۰۵ | -۰/۱۳ | ۰/۳۹ | -۲/۴۹* |
| تهران- مهرآباد | ۱/۵۲ | -۰/۵۷ | ۱/۲۶ | ۰/۷۳ | ۱/۰۶ | -۰/۶۰ | ۰/۹۶ | -۰/۱۷ | -۰/۵۷ | ۰/۶۸ | -۰/۸۶ | ۲/۴۹* | ۱/۷۲ |
| یزد | ۱/۲۶ | ۰/۱۶ | ۰/۵۳ | -۲/۷۹** | -۰/۲۳ | ۰/۸۴ | ۰/۹۲ | -۲/۱۴* | -۱/۱۸ | -۰/۵۷ | ۰/۸۶ | ۰/۵۵ | -۰/۱۸ |

*: معنی‌داری در سطح ۵ درصد

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ]
[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]



**جدول ۵. مقادیر آماره آزمون من - کندال بر ای داده‌های ماهانه و سالانه میانگین دمای حداکثر**

| ایستگاه | ژانویه | فوریه | مارس | آوریل | مه | ژوئن | ژوئیه | اوت | سپتامبر | اکتبر | نوامبر | دسامبر | سالانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اراک | ۰/۱۷ | ۰/۰۳ | -۰/۸۴ | ۰/۹۱ | -۱/۶۰ | -۱/۸۸ | -۱/۷۲ | -۰/۳۰ | -۰/۷۸ | -۰/۶۶ | ۰/۱۴ | ۰/۲۸ | -۰/۵۸ |
| آبادان | -۱/۰۱ | -۰/۴۴ | ۰/۲۳ | ۰/۳۲ | ۲/۴۳* | ۳/۹۵** | ۴/۱۶** | ۲/۴۹* | ۲/۳۵* | ۰/۳۸ | ۰/۱۷ | -۰/۲۲ | ۲/۳۵* |
| اصفهان | ۰/۱۶ | ۰/۱۵ | -۱/۰۵ | ۱/۶۵ | ۰/۳۸ | ۰/۹۸ | ۰/۳۶ | ۱/۷۷ | ۰/۶۵ | ۰/۰۱ | ۰/۸۶ | ۱/۴۸ | ۰/۸۴ |
| قزوین | ۰/۵۸ | ۰/۳۳ | -۰/۵۹ | ۰/۹۴ | -۱/۷۵ | -۰/۵۲ | -۱/۶۱ | ۰/۷۳ | ۰/۲۳ | ۰/۱۲ | -۱/۸۹ | -۰/۴۸ | -۰/۱۵ |
| کرمان | ۰/۰۷ | -۰/۲۳ | -۰/۵۰ | ۱/۴۰ | ۱/۵۶ | ۰/۵۵ | ۰/۶۸ | ۱/۵۹ | ۰/۵۹ | ۰/۴۹ | ۱/۱۶ | ۱/۷۶ | ۱/۱۸ |
| مشهد | ۰/۷۵ | ۰/۴۴ | ۱/۷۷ | ۲/۶۸** | ۰/۸۲ | ۳/۱۲** | ۲/۱۳* | ۲/۹۷** | ۳/۱۵** | ۱/۹۲ | ۱/۹۵ | ۱۵/۱ | ۳/۵۵** |
| ارومیه | ۰/۳۲ | ۰/۳۳ | ۰/۰۸ | ۰/۴۷ | -۱/۹۸* | -۱/۵۸ | -۲/۹۴** | -۲/۵۰* | -۲/۷۶** | -۱/۶۶ | -۱/۳۰ | ۰/۰۴ | -۱/۱۰ |
| سبزوار | ۱/۲۸ | ۰/۵۵ | ۰/۴۳ | ۲/۳۲* | ۱/۳۱ | ۱/۸۴ | ۰/۳۶ | ۱/۸۵ | ۲/۳۸* | ۱/۶۸ | ۱/۸۵ | ۱/۲۴ | ۳/۱۵** |
| شهرکرد | ۰/۹۹ | ۰/۴۱ | -۰/۳۲ | ۰/۸۹ | -۱/۲۶ | -۲/۶۲** | -۱/۸۷ | -۰/۶۴ | -۱/۷۳ | -۲/۱۱* | -۰/۵۲ | ۰/۶۷ | -۱/۰۸ |
| شیراز | -۰/۱۶ | ۰/۰۸ | ۰/۰۷ | ۱/۸۵ | ۲/۲۲* | ۳/۳۸** | ۳/۹۶** | ۳/۸۷** | ۳/۰۰** | ۱/۴۲ | ۰/۷۲ | ۱/۵۸ | ۲/۸۴** |
| تبریز | ۰/۵۱ | ۰/۶۷ | ۱/۴۵ | ۲/۰۸ | ۰/۷۵ | ۲/۰۶* | ۱/۶۶ | ۱/۸۸ | ۱/۴۹ | ۱/۳۱ | ۱/۳۹ | ۰/۶۴ | ۲/۷۳** |
| تهران- مهرآباد | ۰/۱۲ | -۰/۲۷ | ۰/۲۶ | ۱/۹۹* | ۰/۲۰ | ۱/۵۵ | ۱/۲۵ | ۲/۱۷* | ۱/۵۷ | ۰/۷۸ | ۱/۰۲ | ۰/۴۲ | ۲/۳۸* |
| یزد | ۰/۵۷ | ۰/۷۲ | ۰/۴۵ | ۱/۹۳ | ۰/۹۳ | ۱/۵۸ | ۰/۹۴ | ۱/۹۷* | ۳/۰۱** | ۲/۲۳** | ۲/۰۶** | ۱/۸۹ | ۳/۳۹** |

*: معنی داری در سطح ۵ درصد

**: معنی داری در سطح ۱ درصد

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ] [ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]





**جدول ۶. مقادیر آماره آزمون من - کندال بر ای داده‌های ماهانه و سالانه میانگین دمای حداقل**

| ایستگاه | ژانویه | | | | مه | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اراک | -۰/۰۵ | ۰/۲۸ | -۱/۴۱ | ۰/۵۹ | -۱/۰۱ | ۱/۰۲ | ۲/۱۰* | ۳/۶۴** | ۰/۷۱ | ۰/۰۳ | -۰/۸۴ | -۰/۳۳ | ۰/۴۵ |
| | ۰/۹۲ | ۰/۵۵ | ۲/۴۵* | ۳/۷۳** | ۳/۷۸** | ۱/۹۰ | ۳/۱۱** | ۲/۲۶* | ۲/۲۵* | ۳/۲۰** | ۱/۴۹ | ۲/۴۸** | ۴/۰۴** |
| اصفهان | ۰/۵۶ | -۰/۱۵ | ۰/۸۵ | ۴/۰۸** | ۲/۷۳** | ۳/۱۷** | ۳/۳۹** | ۲/۵۵* | ۳/۳۴** | ۲/۸۱** | ۲/۵۱* | ۲/۰۸** | ۳/۸۱** |
| قزوین | ۰/۱۱ | -۰/۱۲ | -۰/۸۵ | ۰/۳۹ | -۲/۴۶* | -۰/۷۹ | -۰/۹۸ | ۰/۵۱ | ۰/۵۳ | ۱/۰۱ | ۰/۶۵ | ۰/۷۰ | ۰/۴۵ |
| کرمان | -۰/۴۲ | -۰/۴۱ | -۱/۱۰ | ۰/۱۲ | ۰/۳۷ | -۰/۰۷ | ۰/۷۴ | -۰/۱۵ | ۰/۰۶ | ۰/۵۹ | ۱/۱۲ | ۱/۴۶ | ۱/۸۸ |
| مشهد | ۲/۲۳* | ۱/۰۳ | ۱/۶۹ | ۳/۲۰** | ۲/۸۴** | ۴/۵۱** | ۴/۲۶** | ۴/۱۹** | ۳/۵۳** | ۳/۷۳** | ۴/۲۸** | ۳/۳۹** | ۴/۴۴** |
| ارومیه | -۰/۵۹ | -۰/۶۴ | -۱/۹۸* | -۲/۴۰** | -۳/۴۲** | -۲/۴۶* | -۲/۸۹** | -۳/۲۹** | -۴/۴۲** | -۳/۵۷** | -۳/۰۹** | -۱/۱۱ | -۲/۴۶* |
| سبزوار | ۴/۳۲** | ۲/۸۶** | ۲/۷۴** | ۳/۹۵** | ۳/۵۸** | ۵/۰۷** | ۴/۶۷** | ۵/۲۴** | ۵/۳۸** | ۴/۳۴** | ۵/۰۳** | ۴/۴۹** | ۶/۵۳** |
| شهرکرد | ۰/۸۷ | -۰/۵۸ | -۲/۲۲* | -۰/۹۵ | -۲/۴۳* | -۲/۹۷** | -۱/۵۰ | -۲/۰۷* | -۲/۳۱* | -۱/۰۱ | ۰/۷۰ | ۰/۴۴ | -۱/۴۲ |
| شیراز | ۲/۰۱** | ۲/۳۷* | ۳/۳۴** | ۴/۹۶** | ۴/۳۷** | ۴/۹۲** | ۴/۵۴** | ۵/۶۲** | ۳/۵۱** | ۳/۸۳** | ۳/۹۳** | ۳/۱۵** | ۴/۷۹** |
| | ۱/۲۶ | ۰/۹۰ | ۱/۷۳ | ۳/۴۵** | ۳/۸۸** | ۵/۰۶** | ۴/۸۲** | ۵/۰۳** | ۴/۹۵** | ۴/۱۳** | ۲/۷۲** | ۱/۹۶* | ۵/۵۰** |
| تهران- مهرآباد | ۳/۳۱** | ۲/۶۷** | ۳/۲۶** | ۴/۸۵** | ۴/۴۳** | ۵/۶۹** | ۵/۰۹** | ۶/۴۲** | ۵/۹۸** | ۵/۰۱** | ۵/۰۴** | ۴/۲۶** | ۷/۵۰** |
| یزد | ۱/۴۹ | ۰/۶۷ | ۱/۲۷ | ۳/۰۶** | ۲/۷۲** | ۴/۲۳** | ۲/۴۳* | ۲/۹۹** | ۳/۰۸** | ۳/۷۶** | ۳/۵۶** | ۲/۸۲** | ۴/۴۳** |

*: معنی داری در سطح ۵ درصد

**: معنی داری در سطح ۱ درصد

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ] [ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]



**جدول ۷. مقادیر آماره آزمون من - کندال بر ای داده‌های ماهانه و سالانه میانگین دما**

| ایستگاه | ژانویه | فوریه | مارس | آوریل | مه | ژوئن | ژوئیه | اوت | سپتامبر | اکتبر | نوامبر | دسامبر | سالانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اراک | ۰/۰۱ | -۰/۲۵ | -۱/۰۲ | ۰/۷۵ | -۱/۶۴ | -۰/۵۰ | -۰/۱۹ | ۱/۳۷ | -۰/۰۳ | -۰/۵۴ | -۰/۵۲ | ۰/۰۸ | -۰/۰۳ |
| آبادان | -۰/۳۶ | -۰/۰۲ | ۱/۴۲ | ۲/۴۲* | ۳/۱۵** | ۳/۵۵** | ۴/۴۲** | ۲/۶۱** | ۲/۷۰** | ۲/۴۷* | ۰/۹۷ | ۱/۳۳ | ۳/۲۵** |
| | ۰/۳۴ | -۰/۱۰ | -۰/۰۹ | ۲/۹۳** | ۲/۴۶* | ۳/۵۱** | ۳/۱۸** | ۲/۸۱** | ۲/۸۴** | ۲/۱۴* | ۲/۰۱* | ۱/۹۵ | ۴/۱۱** |
| قزوین | ۰/۵۰ | ۰/۱۰ | -۰/۹۸ | ۰/۸۰ | -۲/۱۰* | -۱/۱۷ | -۲/۳۵* | ۰/۱۸ | ۰/۰۱ | ۰/۳۹ | -۱/۴۹ | -۰/۲۴ | -۰/۰۱ |
| کرمان | ۰/۱۶ | -۰/۵۵ | -۱/۲۶ | ۰/۸۸ | ۰/۸۸ | ۰/۳۱ | ۰/۴۷ | ۰/۶۷ | ۰/۲۰ | ۰/۷۶ | ۱/۱۹ | ۱/۸۴ | ۱/۳۷ |
| مشهد | ۱/۶۹ | ۰/۷۱ | ۱/۷۸ | ۳/۲۳** | ۲/۱۷* | ۴/۴۴** | ۴/۷۸** | ۳/۹۹** | ۴/۲۹** | ۳/۴۴** | ۳/۲۲** | ۲/۵۹** | ۵/۱۹** |
| | -۰/۱۲ | -۰/۴۴ | -۰/۷۸ | -۰/۷۶ | -۳/۰۹** | -۲/۱۴* | -۳/۱۳** | -۲/۹۴** | -۳/۹۲** | -۳/۰۷** | -۲/۲۴* | -۰/۴۶ | -۲/۰۳* |
| سبزوار | ۲/۶۹** | ۱/۸۰ | ۱/۴۵ | ۲/۹۴** | ۲/۲۸* | ۳/۹۹** | ۳/۷۶** | ۳/۹۵** | ۴/۴۸** | ۳/۳۴** | ۳/۷۶** | ۳/۲۰** | ۵/۷۶** |
| شهرکرد | ۰/۹۰ | -۰/۱۸ | -۰/۹۵ | ۰/۲۹ | -۱/۹۳ | -۳/۳۳** | -۱/۷۸ | -۱/۵۵ | -۲/۷۵** | -۲/۰۸* | -۰/۴۲ | ۰/۳۹ | -۱/۸۳ |
| شیراز | ۰/۹۶ | ۱/۳۲ | ۱/۵۴ | ۳/۳۹** | ۳/۹۵** | ۵/۳۴** | ۴/۸۰** | ۵/۴۳** | ۳/۵۸** | ۳/۷۹** | ۳/۳۸** | ۲/۸۷** | ۴/۸۷** |
| تبریز | ۰/۹۴ | ۰/۶۲ | ۱/۵۶ | ۲/۷۷** | ۲/۰۳* | ۳/۵۹** | ۳/۴۸** | ۳/۷۶** | ۳/۲۳** | ۲/۵۴* | ۲/۳۴* | ۱/۲۳ | ۴/۱۱** |
| تهران- مهرآباد | ۱/۹۲ | ۰/۹۱ | ۱/۹۵ | ۳/۶۸** | ۲/۳۶* | ۴/۱۱** | ۳/۸۲** | ۴/۹۱** | ۴/۶۹** | ۲/۹۲** | ۳/۳۶** | ۲/۴۴* | ۵/۷۵** |
| یزد | ۱/۰۴ | ۰/۵۸ | ۰/۵۶ | ۲/۳۹* | ۱/۵۸ | ۲/۹۷** | ۱/۷۲ | ۲/۷۷** | ۳/۱۶** | ۳/۲۶** | ۳/۱۹** | ۲/۷۳** | ۴/۲۸** |

*: معنی‌داری در سطح ۵ درصد

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ] [ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]





**جدول ۸. مقادیر آماره آزمون من - کندال برای داده‌های ماهانه و سالانه حداکثر مطلق دما**

| ایستگاه | ژانویه | فوریه | مارس | آوریل | مه | ژوئن | ژوئیه | اوت | سپتامبر | اکتبر | نوامبر | دسامبر | سالانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اراک | ۱/۲۱ | ۰/۳۱ | -۰/۵۳ | ۰/۸۹ | -۱/۸۱ | -۰/۸۲ | -۱/۱۱ | -۰/۲۷ | -۰/۸۱ | -۰/۹۹ | ۰/۶۱ | -۰/۰۷ | -۱/۱۳ |
| آبادان | -۰/۴۰ | -۰/۶۰ | ۰/۷۲ | ۱/۸۱ | ۱/۵۱ | ۲/۶۸** | ۱/۸۷ | ۲/۷۱** | ۱/۱۳ | ۰/۶۰ | -۰/۴۵ | -۰/۶۹ | ۳/۰۷** |
| اصفهان | ۰/۰۳ | -۰/۲۶ | -۰/۵۰ | ۰/۸۰ | -۰/۱۷ | ۰/۹۴ | ۰/۰۱ | ۱/۰۲ | ۰/۱۱ | ۰/۱۸ | ۰/۸۹ | ۱/۲۱ | ۰/۳۵ |
| قزوین | ۰/۶۳ | ۲/۵۰* | ۱/۷۸ | ۱/۷۹ | ۱/۱۱ | ۰/۵۹ | ۰/۹۳ | ۱/۰۸ | -۰/۷۴ | ۱/۶۵ | ۰/۲۴ | ۰/۲۰ | -۰/۲۰ |
| کرمان | -۱/۸۴ | ۰/۶۵ | ۰/۰۴ | -۰/۷۳ | -۰/۵۱ | -۰/۷۱ | -۱/۸۳ | -۰/۱۷ | -۰/۹۶ | -۰/۳۶ | ۰/۹۱ | -۲/۶۰** | ۲/۲۵* |
| مشهد | ۰/۱۹ | ۰/۱۱ | ۰/۲۲ | ۱/۹۰ | ۱/۳۸ | ۲/۷۵** | ۱/۴۳ | ۲/۱۷* | ۲/۹۸** | ۲/۰۲* | ۰/۶۲ | ۱/۷۸ | ۲/۹۶** |
| ارومیه | ۰/۵۱ | ۱/۲۴ | ۰/۹۹ | ۱/۰۱ | ۲/۱۷* | ۲/۰۱* | ۰/۲۳ | -۱/۱۳ | -۰/۶۱ | ۱/۷۴ | ۱/۰۵ | -۰/۷۲ | -۲/۵۸* |
| سبزوار | -۳/۲۸** | -۲/۲۳* | -۲/۲۲* | -۲/۴۱* | -۳/۴۸** | -۲/۸۵** | -۳/۶۵** | -۳/۵۸** | -۳/۷۷** | -۲/۹۷** | -۲/۳۵* | -۲/۹۷** | ۰/۴۷ |
| شهرکرد | ۱/۲۲ | ۰/۱۲ | ۰/۰۱ | ۱/۷۱ | ۱/۸۹ | ۱/۷۴ | ۲/۲۹* | ۰/۳۹ | ۲/۳۰* | ۱/۷۲ | ۱/۷۲ | ۲/۴۰* | -۲/۳۵* |
| شیراز | -۰/۱۸ | -۰/۱۵ | ۰/۷۸ | ۱/۲۸ | ۱/۹۵ | ۲/۴۹* | ۲/۵۱* | ۳/۱۷** | ۲/۲۸* | ۱/۳۴ | ۱/۶۱ | ۰/۶۱ | ۲/۶۳** |
| تبریز | ۰/۴۳ | ۰/۲۸ | ۱/۰۱ | ۱/۹۲ | ۰/۲۸ | ۱/۵۷ | -۰/۵۶ | -۰/۰۱ | -۰/۰۳ | ۰/۰۹ | ۰/۸۱ | ۰/۰۷ | -۰/۶۹ |
| تهران- مهرآباد | ۰/۷۱ | -۰/۱۴ | -۱/۴۰ | ۲/۶۶** | ۲/۵۹** | ۱/۱۷ | ۰/۰۷ | ۰/۰۸ | -۰/۳۷ | ۱/۵۴ | ۰/۸۰ | -۰/۶۱ | ۰/۱۱ |
| یزد | ۰/۰۲ | ۰/۱۸ | ۰/۷۹ | ۰/۸۸ | -۰/۰۵ | ۰/۲۴ | ۰/۳۸ | ۰/۹۶ | ۱/۲۹ | ۱/۳۷ | ۲/۳۵* | ۲/۷۸** | ۰/۰۱ |

*: معنی‌داری در سطح ۵ درصد

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ] [ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]



**جدول ۹. مقادیر آماره آزمون من - کندال برای داده‌های ماهانه و سالانه حداقل مطلق دما**

| ایستگاه | ژانویه | فوریه | مارس | آوریل | مه | ژوئن | ژوئیه | اوت | سپتامبر | اکتبر | نوامبر | دسامبر | سالانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اراک | ۰/۶۰ | ۰/۸۰ | -۱/۰۸ | -۰/۲۰ | ۰/۴۰ | ۰/۲۵ | ۰/۷۴ | ۲/۷۵** | -۰/۲۱ | ۰/۳۱ | -۰/۳۹ | -۰/۱۴ | ۰/۵۴ |
| آبادان | ۱/۹۴ | ۰/۸۶ | ۲/۴۰* | ۲/۵۱* | ۲/۵۵* | ۲/۷۵** | ۳/۲۰** | ۳/۰۶** | ۱/۹۳ | ۲/۱۳* | ۱/۰۸ | ۲/۲۳* | ۲/۱۹* |
| اصفهان | ۰/۰۳ | -۰/۲۶ | -۰/۵۰ | ۰/۸۰ | -۰/۱۷ | ۰/۹۴ | ۰/۰۱ | ۱/۰۲ | ۰/۱۱ | ۰/۱۸ | ۰/۸۶ | ۱/۲۱ | -۰/۳۷ |
| قزوین | -۰/۵۰ | ۰/۱۰ | -۱/۲۲ | -۰/۶۹ | -۱/۶۹ | -۰/۰۸ | -۱/۲۳ | ۰/۹۲ | -۰/۰۸ | ۱/۰۹ | -۰/۳۳ | -۰/۱۵ | -۰/۱۲ |
| کرمان | -۱/۵۴ | -۰/۶۶ | -۰/۸۸ | -۰/۸۰ | -۰/۹۹ | -۰/۹۹ | ۰/۶۸ | -۰/۵۲ | -۰/۳۱ | ۰/۲۲ | ۰/۱۶ | ۰/۴۶ | ۰/۰۴ |
| مشهد | ۲/۰۵* | ۰/۸۵ | ۰/۵۲ | ۱/۰۳ | ۱/۳۶ | ۳/۱۵** | ۳/۳۱** | ۴/۱۳** | ۳/۵۸** | ۲/۷۴** | ۴/۱۸** | ۲/۳۵* | ۲/۵۲* |
| ارومیه | ۰/۵۱ | ۱/۲۴ | ۰/۹۹ | ۱/۰۱ | ۲/۱۷* | ۲/۰۱* | ۰/۲۳ | -۱/۱۳ | -۰/۶۱ | ۱/۷۴ | ۱/۰۵ | -۰/۷۲ | -۰/۰۹ |
| سبزوار | ۳/۶۷** | ۲/۵۸** | ۰/۹۳ | ۳/۱۵** | ۲/۰۳* | ۳/۵۵** | ۴/۹۰** | ۵/۴۴** | ۳/۳۰** | ۳/۰۱** | ۳/۹۵** | ۳/۲۸** | ۳/۹۰** |
| شهرکرد | ۱/۲۲ | ۰/۱۲ | ۰/۰۱ | ۱/۷۱ | ۱/۸۹ | ۱/۷۴ | ۲/۲۹* | ۰/۳۹ | ۲/۳۰* | ۱/۷۲ | ۱/۷۲ | ۲/۴۰* | ۰/۶۳ |
| شیراز | -۰/۱۸ | -۰/۱۵ | ۰/۷۸ | ۱/۲۸ | ۱/۹۵ | ۲/۴۹* | ۲/۵۱* | ۳/۱۷** | ۲/۲۸* | ۱/۳۴ | ۱/۶۱ | ۰/۶۱ | ۱/۵۵ |
| تبریز | ۰/۴۳ | ۰/۲۸ | ۱/۰۱ | ۱/۹۲ | ۰/۲۸ | ۱/۵۷ | -۰/۵۶ | -۰/۰۱ | -۰/۰۳ | ۰/۰۹ | ۰/۸۱ | ۰/۰۷ | ۲/۰۰* |
| تهران- مهرآباد | ۰/۷۱ | -۰/۱۴ | -۱/۴۰ | ۲/۶۶** | ۲/۵۹** | ۱/۱۷ | ۰/۰۷ | ۰/۰۸ | -۰/۳۷ | ۱/۵۴ | ۰/۸۰ | -۰/۶۱ | ۲/۹۸** |
| یزد | ۰/۰۲ | ۰/۱۸ | ۰/۷۹ | ۰/۸۸ | -۰/۰۵ | ۰/۲۴ | ۰/۳۸ | ۰/۹۶ | ۱/۲۹ | ۱/۳۷ | ۲/۳۵* | ۲/۷۸** | ۲/۱۲* |

*: معنی‌داری در سطح ۵ درصد

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد

نزولی معنی‌دار نشان می‌دهند. هم‌چنین کلیه عوامل اقلیمی دمایی در اکثر ماه‌ها روند صعودی معنی‌دار دارند و این مسئله بیانگر آن است که ایستگاه آبادان به سمت گرم شدن پیش می رود. با توجه به افزایش میانگین دما و کاهش تعداد روزهای بارانی و مقدار باران در فصل نیاز آبی گیاهان می‌تواند سیستم کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهد (شکل ۱).

در ایستگاه اراک تغییرات چشمگیری در عوامل اقلیمی دمایی و بارش مشاهده نشد. در این ایستگاه تعداد روزهای بارانی و مقدار باران به مقدار کمی در حال افزایش می‌باشد و تنها مقدار باران در ماه ژانویه روند معنی‌دار دارد. میانگین دمای حداقل در ماه‌های ژوئیه و اوت افزایش معنی‌دار نشان می‌دهد.

در ایستگاه ارومیه مقدار باران ماهانه روند نزولی نشان می‌دهد که درماه ژوئن (۱۱ خرداد تا ۹ تیر) این کاهش معنی‌دار می‌باشد. هم‌چنین تعداد روزهای بارانی به جز در ماههای نوامبر، دسامبر، فوریه، مه و ژوئیه روند نزولی کمی نشان می‌دهد و در ماه آوریل دارای روند معنی‌دار می‌باشد. در این ایستگاه میانگین دما روند کاهشی دارد که در ماه‌های مه، ژوئن، ژوئیه، اوت، سپتامبر، اکتبر و نوامبر روند آن معنی‌دار می‌باشد. به طور کلی عوامل اقلیمی دمایی در اکثر ماه‌ها روند کاهشی نشان می‌دهند. میزان سریعترین باد در اکثر ماه‌ها افزایش پیدا کرده است که در ماه‌های ژوئن و مه (۱۱ اردیبهشت تا ۹ تیر) افزایش آنها معنی‌دار می‌باشد. با توجه به این که میزان باد در حال افزایش است و میزان بارندگی در این ایستگاه در حال کاهش می‌باشد می‌تواند خطر فرسایش‌های بادی را در این منطقه افزایش دهد (شکل۲).

در ایستگاه اصفهان تعداد روزهای بارانی در تمام ماه‌ها به جز ژانویه، فوریه و ژوئن روند منفی را نشان می‌دهد که در ماه‌های آوریل و مه (۱۲ فروردین تا ۱۰ خرداد) این روند به صورت معنی‌دار می‌باشد. مقدار باران به جز ماه‌های سپتامبر، اکتبر، فوریه، آوریل و مه که روند نزولی محسوسی را نشان می‌دهند، روندشان صعودی می‌باشد و در ماه مارس (۱۰ اسفند تا ۱۱ فروردین) روند، معنی‌دار می‌باشد. در این ایستگاه عوامل اقلیمی دمایی در حال افزایش می‌باشند و میزان میانگین دما در فصول تابستان و پاییز و در ماه‌های نوامبر و آوریل به صورت صعودی معنی‌دار می باشند. با توجه به این که در منطقه اصفهان، صنایع آلاینده توسعه پیدا کرده است، باعث افزایش آئروسل‌ها و میزان دی اکسید کربن جو شده است (۵ و۱۱) که این مسئله پدیدهٔ گلخانه ای را تشدید می‌کند و پدیدهٔ گلخانه‌ای می‌تواند خود دلیلی برای افزایش دما باشد. پس در نتیجه با توجه به گسترش صنایع در اصفهان و به دنبال آن افزایش دما و هم‌چنین با عنایت به این که میزان و تعداد روزهای بارانی در اصفهان در حال کاهش می‌باشد خصوصاً در ماه‌های می و آوریل (۱۲ فروردین تا ۱۰ خرداد) می‌تواند مشکلاتی برای بخش کشاورزی به وجود آورد، زیرا در فصل بهار، نیاز آبی گیاهان بالا بوده و این باعث می شود که نیاز آبی گیاه تامین نشود و برای بخش کشاورزی مشکلاتی ایجاد کند (شکل۴).

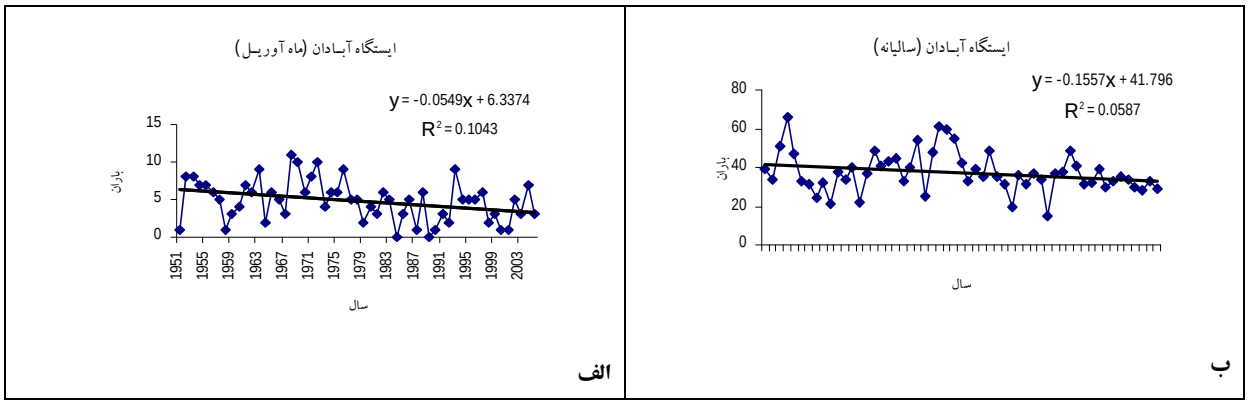
در ایستگاه تبریز مقدار باران ماهانه در اکثر ماه‌ها روند منفی نشان می‌دهد که این روند در ماه‌های فوریه و مارس به صورت معنی‌دار می باشند. تعداد روزهای بارانی در فصول پاییز و زمستان روند مثبت دارند اما این روند معنی‌دار نیست. میانگین های دما در تمام ماه‌ها روند صعودی دارند و میانگین دما تابستان و پاییز و در ماه‌های آوریل ومه روند معنی‌دار نشان می‌دهند. در تبریز نیز توسعه صنایع در حال افزایش است که باعث افزایش دی اکسید کربن جو (۳) و تشدید پدیده گلخانه ای می شود که می‌تواند باعث افزایش میانگین دما در این شهر باشد. تغییرات موجود در روندهای این ایستگاه می‌تواند نشانه‌ای بر شروع تغییر اقلیم باشد.

در ایستگاه تهران - مهرآباد تعداد روزهای بارانی به جز در ماه‌های آوریل، ژوئن و سپتامبر روند صعودی نشان می‌دهند. در ماه‌های آوریل و دسامبر این روند معنی‌دار است. مقدار باران هم به جز در ماه‌های آوریل، ژوئن، اوت، سپتامبر و نوامبر در حال افزایش می‌باشد که درماه دسامبر روند معنی‌دار دارد. عوامل اقلیمی دمایی در ایستگاه تهران- مهرآباد روندهای صعودی معنی‌داری را نشان می‌دهند. به طوری که میانگین دما

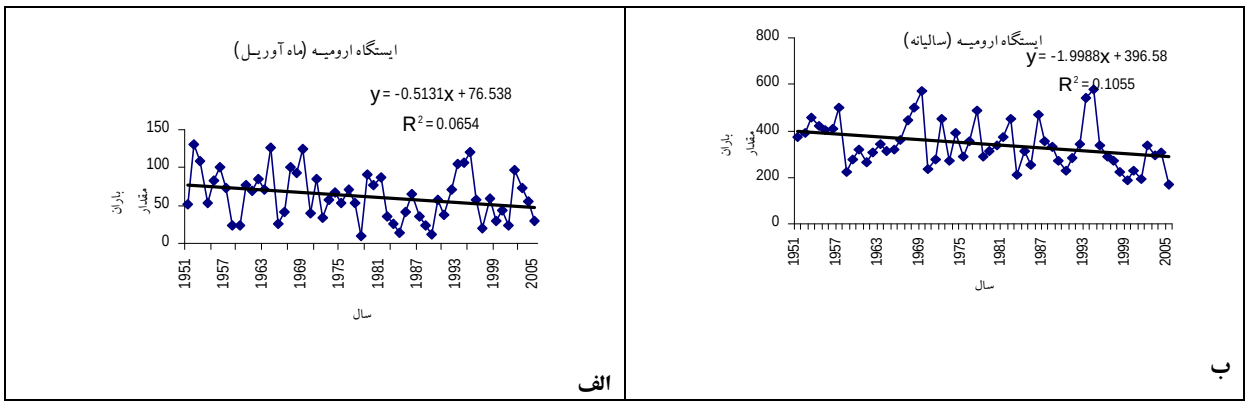


[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

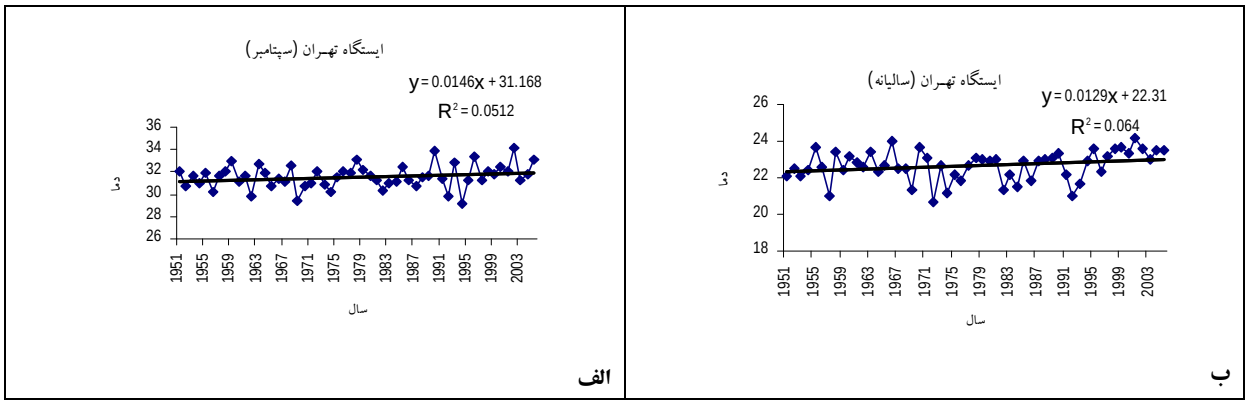
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ]




**شکل ۱. روند تعداد روزهای بارانی ماهانه و سالانه در کل دوره آماری**




**شکل ۲. روند مقدار باران ماهانه و سالانه در کل دوره آماری**



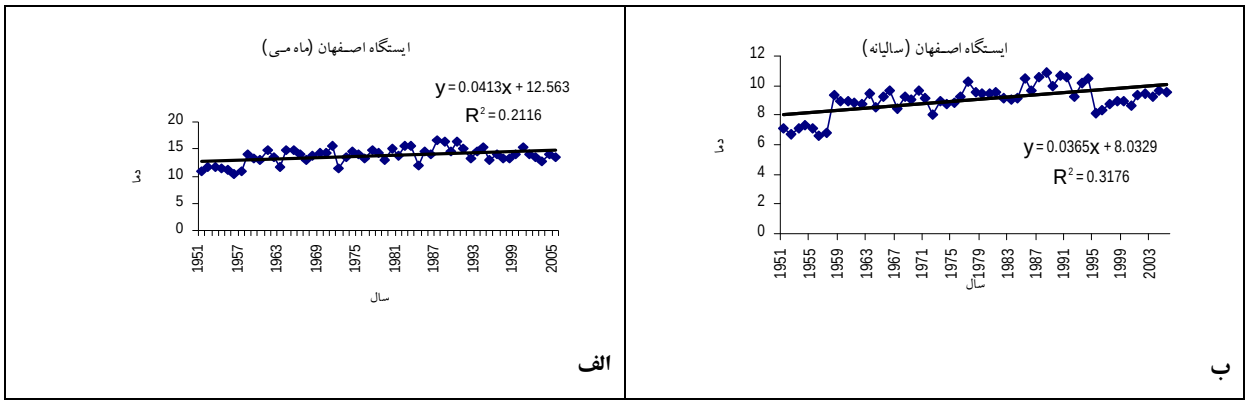

**شکل ۳. روند میانگین دمای حداکثر ماهانه و سالانه در کل دوره آماری**

در تمام ماه‌ها به جز ماه‌های ژانویه، فوریه و مارس روند صعودی دارد معنی‌دار دارد. هم‌چنین در این ایستگاه رطوبت نسبی درماه‌های تابستان به طور معنی‌دار افزایش یافته است. میزان سریعترین باد به جز در ماه‌های فوریه، سپتامبر و دسامبر روند افزایشی دارد که در دو ماه آوریل و مه روند آنها معنی‌دار است. افزایش بیش از حد جمعیت در تهران و به تبع آن افزایش ذرات ناشی از سوخت‌های فسیلی و آئروسل ها و آلودگی شدید هوا باعث تشدید پدیده گلخانه‌ای در این شهر شده و



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ]




**شکل۴. روند میانگین دمای حداقل ماهانه و سالانه در کل دوره آماری**

یکی از اثرات افزایش گازهای گلخانه‌ای و پدیده گلخانه‌ای گرم شدن هوا می‌باشد. هم‌چنین علی اکبری در سال ۱۳۸۲ بیان می‌کند که افزایش جمعیت دلیلی برای افزایش شدت جزیره گرمایی و در نتیجه تغییر اقلیم می‌باشد (۷). همان‌طور که ذکر شد در ماه آوریل تعداد روزهای بارانی و مقدار باران روند نزولی دارند و این کاهش نیاز آبی گیاهان را ممکن است با مشکل مواجه کند و خصوصاً که باد در ماه آوریل افزایش چشمگیری داشته و به علت افزایش جمعیت در تهران بحث توسعه بیابان به وجود آمده است. در چنین شرایطی با توجه به کاهش باران احتمال فرسایش بادی افزایش می‌یابد و مشکلاتی برای بخش کشاورزی می‌تواند ایجاد کند (شکل۳).

در ایستگاه سبزوار تعداد روزهای بارانی به جز در ماه ژانویه افزایش یافته است و درهیچ ماهی روندشان معنی‌دار نیست هم‌چنین مقدار باران به جز درماه‌های آوریل، مه و ژوئن در حال افزایش است. اما این افزایش معنی‌دار نیست. کلیه عوامل اقلیمی دمایی به جز حداکثر مطلق دما روند صعودی نشان می‌دهند به طوری‌که میانگین دما روند افزایشی نشان می‌دهند و در تمام ماه‌ها به جز فوریه و مارس معنی‌دار می‌باشد. در این ایستگاه میزان سریعترین باد به طور معنی‌داری کاهش یافته است. افزایش معنی‌دار درجه حرارت و کاهش باران در ماه آوریل و می باعث کمبود آب خاک می شود و می‌تواند کشاورزان را برای تهیه آب مورد نیاز گیاهان دچار مشکل نماید. شاید یکی از دلایل برای افزایش دما در این منطقه تغییر کاربری زمین باشد که می توان به تغییر مراتع به اراضی کشاورزی و دیم بدون رعایت تناسب اشاره کرد(۲).

در ایستگاه شهرکرد تعداد روزهای بارانی به طور معنی‌دار افزایش یافته است و هم‌چنین مقدار باران به جز در ماه‌های فوریه و آوریل روند صعودی نشان می‌دهند که تنها در ماه ژوئیه معنی‌دار است. میانگین دما در اکثر ماه‌ها روند کاهشی دارند که در ماه‌های ژوئن، سپتامبر و اکتبر این روند معنی‌دار است. میزان سریع‌ترین باد در این ایستگاه روندهای افزایشی دارد که درماه ژوئیه، سپتامبر و دسامبر روند معنی‌دار دارند درماه ژوئیه با توجه به این که میزان حداکثر باران ۲۴ ساعته روند صعودی معنی‌دار دارد و هم‌چنین تعداد روزهای بارانی و باران کل افزایش یافته، احتمال افزایش خطر سیل در این ماه وجود دارد.

در ایستگاه شیراز تعداد روزهای بارانی روند صعودی نشان می‌دهند و در ماه ژوئن معنی‌دار می‌باشد و مقدار باران به جز در ماه‌های آوریل، مه، نوامبر و دسامبر روند مثبتی دارند و در ماه ژوئن روندشان معنی‌دار است. در این ایستگاه کلیه عوامل اقلیمی دمایی مورد بررسی روند افزایشی دارند که در اکثر ماه‌ها روندشان معنی‌دار است. چنین شرایطی نشان‌دهنده افزایش دمای هوا در تمام فصول سال می‌باشد. با توجه به افزایش معنی‌دار مقدار باران و تعداد روزهای بارانی در ماه ژوئن و هم‌چنین افزایش معنی‌دار حداکثر باران ۲۴ ساعته در این ماه در صورت تخریب پوشش گیاهی می‌تواند خطر سیل در این منطقه



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ]

را افزایش دهد.

در ایستگاه قزوین، تغییرات چشمگیری در عوامل اقلیمی دمایی و بارش دیده نشد. مقدار باران روند صعودی غیر معنی‌داری در بعضی از ماه‌ها نشان می‌دهد درحالی که تعداد روزهای بارانی به طور غیر معنی‌دار در حال کاهش می‌باشد. عوامل اقلیمی حداقل و حداکثر مطلق دما نزول کمی نشان می‌دهند و میانگین دما تغییر خاصی را نشان نمی‌دهد. در نتیجه شرایط اقلیمی قزوین دستخوش تغییرپذیری طبیعی است.

در ایستگاه کرمان تعداد روزهای بارانی به جز در فصل پاییز و فصل زمستان روند منفی نشان می‌دهند و این روند در ماه‌های مه، ژوئن و ژوئیه معنی‌دار است. مقدار باران به جز از اواسط تابستان تا اوایل پاییز روند منفی نشان می‌دهند و در ماه مه این روند معنی‌دار است. تغییرات عوامل اقلیمی دمایی در کرمان به صورت معنی‌دار نمی‌باشد ولی به طور کلی میانگین دما در تمام ماه‌ها به جز فوریه و مارس روند افزایشی غیرمعنی‌دار نشان می‌دهند. در این ایستگاه سریع‌ترین باد در اکثر ماه‌ها روند نزولی دارد و در ماه دسامبر روندشان معنی‌دار است. با توجه به وجود معادن بسیار زیاد در اطراف کرمان و وجود ذرات معلق ناشی از این معادن، فرسایش های بادی به وسیله ذرات معلق موجود در هوا را در این ایستگاه افزایش می‌دهد. در این ایستگاه به دلیل کاهش‌های معنی‌دار در مقدار و تعداد روزهای بارانی درماه مه، ممکن است بخش کشاورزی تحت تأثیر قرار گیرد.

در ایستگاه مشهد تغییرات بارندگی معنی‌دار نمی‌باشد. تعداد روزهای بارانی به جز در ماه‌های مارس، آوریل، مه، سپتامبر و نوامبر روند مثبت دارند که در ماه آوریل معنی‌دار می‌باشد. روند تمام عوامل اقلیمی دمایی در تمام ماه‌ها مثبت می‌باشد. روند میانگین دما در تمام ماه‌ها مثبت است و در اکثر ماه‌ها روند معنی‌دار نشان می‌دهند و تغییرات، نشان‌دهنده گرم شدن این منطقه می‌باشد.

در ایستگاه یزد تعداد روزهای بارانی به جز در ماه‌های آوریل، اوت و اکتبر روند افزایشی داشته است که در اکثر ایستگاه‌ها روند معنی‌دار دارند. هم‌چنین مقدار باران در ماه‌های فوریه، آوریل، مه، سپتامبر و اکتبر منفی می‌باشد و این روند در ماه‌های آوریل و اوت معنی‌دار هستند. عوامل اقلیمی دمایی روندهای افزایشی در تمام ماه‌ها نشان می‌دهند. میانگین دما در تمام ماه‌ها روند صعودی دارند و در اکثر ماه‌ها روند معنی‌دار نشان می‌دهند. در ماه آوریل کاهش معنی‌دار در باران و هم‌چنین کاهش در تعداد روزهای بارانی مصادف با فصل رشد گیاهان و نیاز آنها به آب می‌باشد و این کاهش می‌تواند خساراتی را به بخش کشاورزی وارد آورد. در چند سال اخیر در ایستگاه یزد بحث بارور کردن ابرها به طریق مصنوعی مطرح است که خود دلیلی برای افزایش روند تعداد روزهای بارانی در سال های اخیر می‌تواند باشد.

این یافته‌ها با پژوهش‌های دیگر محققین مانند مدرس و همکاران (۲۰۰۷)(۲۳)، رحیم زاده و همکاران(۱)، شیر غلامی و همکاران(۴) هم‌اهنگی دارند. به عنوان مثال مدرس و همکاران نشان دادند مقدار باران ماهانه در فصول بهار و زمستان دارای روند معنی‌دار می‌باشد و ایستگاه یزد در ماه آوریل دارای روند منفی معنی‌دار می‌باشد. هم‌چنین مقدار باران سالانه در ایستگاه اصفهان و کرمان روند منفی دارند که روند آنها معنی‌دار نمی‌باشد. رحیم زاده و همکاران نشان دادند روند مثبت معنی‌دار در عامل اقلیمی میانگین دمای حداقل در اصفهان، شیراز، آبادان، تبریز، تهران و مشهد و روند منفی معنی‌دار در ایستگاه ارومیه وجود دارد. شیر غلامی و همکاران روند مثبت را در ایستگاه یزد، اصفهان و بخش‌های شمال و مرکز استان خراسان نشان دادند و پیش بینی کردند که بیشتر مناطق در سال‌های آتی با افزایش دما روبرو خواهد بود.

## نتیجه‌گیری

گرایش به موضوع تغییر اقلیم در طول قرن گذشته، با روند گرم شدنی که حدوداً از آخرین دهه قرن نوزدهم شروع شد، آشکار گردید. مساله تغییر اقلیم که امروز به عنوان یکی از شایع‌ترین مباحث علمی و حتی سیاسی – اجتماعی مطرح است، در واقع



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ]

فرایندی منحصر به عصر ما نبوده و براساس شواهد موجود، کره زمین در دوره‌های مختلف زمین شناسی همواره با چنین تغییراتی مواجه بوده است که طی آنها دوره‌های گرم جای خود را به دوره‌های سرد دادند و دوره‌های خشک و مرطوب، پیوسته با دوره‌های سرد و خشک در تناوب بودند ( ۶ و ۹). آنچه تغییرات اقلیمی قرن حاضر و به ویژه در نیمه دوم این قرن را از تغییرات گذشته متمایز ساخته است، ماهیت و سرعت آن می‌باشد، به صورتی که امروزه این تغییرات شتاب بیشتری به خود گرفته و روند آن به گونه‌ای است که چندان قابل پیش‌بینی نیست (۹). بنابراین در این مطالعه تحلیل روند عوامل اقلیمی بارش و دما در مقیاس‌های زمانی ماهانه و سالانه در ۱۳ ایستگاه سینوپتیک ایران با استفاده از آزمون‌های من- کندال انجام گرفت. نتایج مربوط به عامل مقدار باران در مقیاس ماهانه نشان داد بیشتر ایستگاه‌ها در فصول زمستان و بهار دارای روند معنی‌دار می باشند به طوری که ایستگاه تبریز در ماه‌های فوریه و مارس روند منفی معنی‌دار دارد و ایستگاه یزد در ماه آوریل دارای روند منفی معنی‌دار است. در بررسی سالانه، ۲۳ درصد از ایستگاه‌ها روند منفی معنی‌دار و ۱/۷در صد روند مثبت معنی‌دار دارند. بررسی تعداد روزهای بارانی آشکار کرد که بیشترین تعداد روندهای معنی‌دار در فصل بهار و کمترین تعداد روندهای معنی‌دار در ماه پاییز وجود دارند. در فصل پاییز (سپتامبر، اکتبر و نوامبر) همانند فصل تابستان روند قابل توجهی وجود ندارد و اکثر نقاط بدون روند می‌باشند و تنها ایستگاه شهرکرد در ماه سپتامبر و نوامبر روند مثبت معنی‌دار دارد. و در ماه‌های اوت و اکتبر هیچ کدام از ایستگاه ها روند معنی‌دار نشان نمی‌دهند. ۴ ایستگاه سینوپتیک در مورد تعداد روزهای بارانی سالانه روند مثبت معنی‌دار و ۲ ایستگاه روند منفی معنی‌دار نشان می‌دهند. روند حداکثر باران ۲۴ ساعته در تمام ماه‌های سال کم می‌باشد. در فصل بهار (مارس، آوریل و مه) تقریباً در تمام نقاط عدم روند را نشان می‌دهند و تنها استثنای موجود در ماه مارس می‌باشد که در گوشه غربی کشور روند مثبت معنی‌دار دیده می‌شود. در فصل تابستان (ژوئن، ژوئیه و اوت) تغییری در روند این عامل دیده نمی‌شود. فصل زمستان نیز مانند فصل تابستان می‌باشد. در ماه‌های سپتامبر و نوامبر هیچ گونه روند معنی‌داری دیده نمی‌شود. روند سالانه این عامل اقلیمی نیز بسیار کم می‌باشد به طوری که تنها ۲ ایستگاه (۱ ایستگاه با روند مثبت معنی‌دار و ۱ ایستگاه با روند منفی معنی‌دار) روند معنی‌دار دارند. با توجه به نتایج ذکر شده می‌توان گفت تعداد روزهای بارانی در تمام فصول به جز در فصل بهار در اکثر ایستگاه ها در حال افزایش (معنی‌دار و غیر معنی‌دار) می‌باشد. بیشترین تعداد روند معنی‌دار در میانگین دمای حداکثر ماهانه در فصل تابستان وجود دارد اما در فصل زمستان و هم‌چنین در ماه مارس هیچ روند معنی‌داری وجود ندارد. در فصل تابستان (ژوئن، ژوئیه، اوت) تقریباً روندهای مثبت معنی‌دار در تمام نقاط به جز قسمت مرکز می‌بینیم و روند منفی معنی‌دار در ایستگاه ارومیه وجود دارد. تقریباً تمام ایستگاه ها که دارای روند معنی‌دار می‌باشند، روند مثبت معنی‌دار دارند اما ایستگاه ارومیه در ماه‌های مه، ژوئیه، اوت و سپتامبر روند منفی معنی‌دار نشان می‌دهد. بررسی سالانه این عامل اقلیمی نشان داد که تقریباً ۵۴ در صد از ایستگاه‌ها روند مثبت معنی‌دار دارند و این آمار نشان‌دهنده روند افزایشی در میانگین دمای حداکثر می‌باشد. روند میانگین دمای حداقل ماهانه تقریباً در تمام فصول زیاد می‌باشد و بیشترین تعداد روندهای معنی‌دار به ترتیب در فصل‌های تابستان و پاییز و سپس در فصل بهار و در پایان در فصل زمستان دیده می‌شود. تقریباً تمام ایستگاه‌های دارای روند معنی‌دار روند مثبت معنی‌دار در تمام ماه‌ها نشان می‌دهند به جز ایستگاه ارومیه که در فصول بهار، تابستان و پاییز روند منفی معنی‌دار نشان می‌دهد. ۸ ایستگاه (۶۲ درصد) در میانگین دمای حداقل سالانه روند مثبت معنی‌دار و ۱ ایستگاه روند منفی معنی‌دار دارند. روند میانگین دما نیز در تمام فصول به جز زمستان زیاد می‌باشد. در فصل زمستان (ماه ژانویه و فوریه) هیچ کدام از ایستگاه ها روند معنی‌دار ندارند. بیشترین تعداد روند معنی‌دار در تابستان و زمستان دیده می شود. اکثر ایستگاه‌های سینوپتیک در این عامل اقلیمی روند مثبت نشان



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ]

می‌دهند که نشان‌دهنده روند افزایشی این عامل می‌باشد. بررسی سالانه این عامل اقلیمی نیز تأییدی بر روند افزایشی این عامل می‌باشد به طوری که تقریباً ۶۲ درصد از ایستگاه‌ها روند مثبت معنی‌دار دارند. نتایج هم‌چنین لزوم مطالعات بیشتر بر روی گازهای گلخانه‌ای خصوصاً در مناطق صنعتی، که می‌تواند یکی از دلایل اصلی تغییر اقلیم در ایران باشد را پیشنهاد می‌نماید. با توجه به آثار منفی افزایش درجه حرارات در سطح آب زیر زمینی، رطوبت خاک، میزان آب در لایه‌های بالایی خاک و...، توجه به روند درجه حرارت به همراه روند دیگر عوامل اقلیمی می‌تواند کمک شایانی به بخش اقتصادی و کشاورزی نماید.

## منابع مورد استفاده


۱. رحیم زاده، ف.، ا. فتاحی و س.ف. حسینی دستک.۱۳۸۴. بررسی تغییر پذیری اقلیمی در ایران با بهره‌گیری از مدل‌های آماری. تحقیقات منابع آب ایران۲: ۶۱-۷۳.

۲. دادرسی سبزواری، ا. و م. پاکپرور.۱۳۸۶. بررسی روند بیابان زایی به روش سنجش از دور و نزدیک در اراضی دشت سبزوار. فصلنامه علمی و پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران ۲(۱۴): ۳۳-۵۲.

۳. سازمان حفاظت محیط زیست. ۱۳۸۱. مطالعات طرح جامع کاهش آلودگی هوای شهر تبریز.

۴. شیر غلامی، ه . و ب. قهرمان.۱۳۸۴. بررسی روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱: ۹-۲۴.

۵. عرفان منش، م. و م. افیونی.۱۳۷۹. *آلودگی محیط زیست آب، خاک و هوا*. انتشارات ارکان، اصفهان.

۶. عزیزی، ق.۱۳۸۳. *تغییر اقلیم*. انتشارات نشر قومس، تهران.

۷. علی اکبری بیدختی، ع. و ع. رنجبر سعادت آبادی.۱۳۸۲. مطالعه اثر اقلیمی جزیره گرمایی تهران. سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. اصفهان.

۸. علیزاده، ا.، غ.ع. کمالی، ف. موسوی و م. موسوی بایگی.۱۳۸۴. *هوا و اقلیم شناسی*. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۹. کوچکی، ع.، ح.ر. شریفی و ا. زند. ۱۳۷۷. *پیامدهای اکولوژیکی تغییر اقلیم*. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۱۰.ناظم السادات، س.م.ج.، ن. سامانی و م. مولایی نیکو.۱۳۸۴. تغییر اقلیم در جنوب و جنوب غرب ایران از دیدگاه مشاهدات بارش، بر همکنش با پدیده النینیو و نوسانات جنوبی. مجله علمی کشاورزی ۲(۲۸): ۸۱-۹۹.

۱۱.محبوب‌فر، م. ۱۳۸۶. در صورت تداوم آلودگی‌های زیست محیطی اصفهان ناچار به پیگیری قضایی هستیم. ماهنامه پزشکی اجتماعی زندگی سالم، شماره ۷، فروردین سال ۱۳۸۶.

۱۲.مسعودیان، ا.، ح.ع. غیور. ۱۳۸۰. *نخستین گام در مدلسازی اقلیمی*(ترجمه). انتشارات دانشگاه اصفهان.

13. Brunetti, M., L. Buffoni. and T. Nanni. 2000. Trends of minimum and maximum daily temperature in Italy from 1865 to 1996. Theor. Appl. Climat. 66:49-60.
14. Burn, D.H. 1994. Hydrologic effects of climate changes in west central Canada. J. Hydrol. 160. 53-70.
15. Chung, Y.S. and M.B. Yoon. 2000. Interpretation of recent temperature & precipitation trends obserdved in Korea. Theor. Appl. Climat. 67:171-180.
16. Domroes, M. and A. El-Tantawi. 2005. Recent temporal & spatial temperature changes in Egypt. Int. J. Climat. 25:51-63.
17. Elagib, N.A. and M.G. Mansell. 2000. Climate impacts of environmental degredation in Sudan. Geo. J. 4:311-327.
18. Fu, G., S. Chen, C. Lui and D. Shepard. 2004. Hydro-climatic trends of the Yellow River basin for the last 50 years. Climatic Change 65: 149-178.




[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ]

19. Herath, S. and U. Ratnayake. 2004. Monitoring rainfall trends, to predict adverse impacts-a case study from Sri Lanka 1964-1993. Global Environ. Change 14:71-79.
20. Hirsch, R.M. and J.R. Slack. 1984. A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. Water Resour. Res. 20(6):727-732.
21. Jiang, T., B. Su. and H. Hartmann. 2006. Temporal and spatial trends of precipitation and river flow in the Yangtze river basin, 1961-2000. Geomorphology 85:143-154.
22. Masoodian, S.A. 2004. Temperature trends in Iran during the last half century.Geophysical Research Abstracts.
23. Modarres, R. and V. Silva. 2007. Rainfall trends in arid & semi–arid regions of Iran. J. Arid Environ. 70: 344-355.
24. Mosmann, V., A. Castro, R. Fraile, J. Dessens and J. L. Sanchez. 2004. Detection of statistically significant trends in the summer precipitation of mainland Spain. Atmospheric Res. 70:43-53.
25. Pasquini, A.I., K.L. Lecomte, E.L. Piovano and P. J. Depetris. 2006. Recent rainfall and runoff variability in central Argentina. Q. Int. 158(1): 127-139.
26. Qian, W. and X. Lin. 2004. Regional trends recent precipitation indices in China. Climate Res. 27:119-134.
27. Raziei, T., P.D. Arasteh and B. Saghafian. 2005. Annual rainfall trend in arid and semi-arid regions of Iran. ICID21st European Regional Conference, Fronkfurt, Garmany.
28. Salas, J.D. 1993. Analysis, & Modeling of Hydrologic Time Series. *In*: D. R. Maidment (Ed.), Handbook of Hydrology. McGraw Hill Pub., New York.
29. Santer, B.D., K. E. Taylor and T. M. Wigley. 1996. A search for human influences on the thermal structure of the atmosphere. Nature 382:39-46.
30. Serrano, A., 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) 24(1-2):85-90.
31. Xu, Z.X., K. Takeuchi and H. Ishidaira. 2003. Monotonic trend and step changes in Japanese precipitation. J. Hydrol. 279:144-150.
32. Xu, Z.X, K. Takeuchi, H. Ishidaira and J. Y. Li. 2005. Long-term trend analysis for precipitation in Asia Pacific Friend river basin. Hydrol. Processes 19: 3517-3532.
33. Yu, P. S., T. C. Yang and C. C. Kuo. 2006. Evaluting long-term trends in annual and seasonal precipitation in Taiwan. Water Res. Manag. 20:1007-1023.
34. Yue, S., P. Pilon and G. Cavadias. 2002. Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. J. Hydrol. 259: 254-271.

[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.54.8 ]