

## تحلیل روند دمای بیشینه با استفاده از آزمون من-کندال و اسپیرمن در مناطق مختلف ایران

مهدی مکاری<sup>۱\*</sup>، محسن عباس‌نیا<sup>۲</sup>

۱- استادیار مهندسی آب، مرکز آموزش عالی کاشمر، کاشمر

۲- دانش‌آموخته دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه زاهدان، زاهدان

(دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۲۵، بازنگری: ۱۳۹۸/۱۰/۲۰، پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۵، انتشار آنلاین: ۱۳۹۹/۰۱/۰۱)

## چکیده

در این پژوهش روند تغییرات زمانی پارامتر دمای بیشینه در مناطق مختلف ایران مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از داده‌های هواشناسی ۳۳ ایستگاه هواشناسی کشور با دوره آماری ۴۰ ساله (۱۹۷۷-۲۰۱۶) استفاده گردید و با بکارگیری دو آزمون ناپارامتری من-کندال و اسپیرمن، وجود روند معیندار برای سری‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین جهت کاهش اثر وجود همبستگی ترتیبی بر نتایج آزمون‌ها، از روش TFPW استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که روند تغییرات زمانی دمای بیشینه، برای برخی شهرها افزایشی و برای برخی نیز کاهش‌ی بوده است. بیش‌ترین روند افزایشی و کاهش‌ی دمای بیشینه در مقیاس سالانه به ترتیب در ایستگاه‌های کرمانشاه با شیب افزایشی ۰.۶۳ درجه سلسیوس در سال (یعنی ۲.۵۲ درجه سلسیوس) و تربت حیدریه با شیب کاهش‌ی ۰.۰۴۱- درجه سلسیوس در سال (یعنی ۱.۶۴- درجه سلسیوس) مشاهده گردید. در ایستگاه‌های مشهد، تبریز، آبادان، اهواز، بوشهر، شیراز، کرمانشاه و یزد روند دمای بیشینه در هر سه مقیاس زمانی ماهانه، فصلی و سالانه افزایشی بود. مقایسه عملکرد و توان دو آزمون در سطح معنی‌دار آماری نشان داد که در بیش‌تر موارد تطابق قابل توجهی در آشکارسازی روند دمای بیشینه توسط دو آزمون وجود داشت.

**واژه‌های کلیدی:** آزمون ناپارامتری من-کندال و اسپیرمن، شیب سن، همبستگی ترتیبی، روند تغییرات زمانی دمای بیشینه، روش TFPW

آب و هوایی را کنترل می‌کنند (علی‌جان و همکاران، ۱۳۹۰).

## مقدمه

از این رو اطلاع از روند تغییرات دما برای برنامه‌ریزی دقیق آبیاری محصولات زراعی و باغی و مدیریت منابع آب در هر منطقه یک پیش شرط ضروری است. تاکنون مطالعات متعددی در رابطه با بررسی روند دما در داخل کشور و نقاط مختلف جهان انجام شده است که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

نتایج پژوهش عزیزی و روشنی (۱۳۸۷) در ایستگاه‌های همدیدی بندرانزلی، رشت، رامسر، بابلسر و گرگان بیانگر روند کاهش‌ی معنی‌دار دمای بیشینه در این ایستگاه‌ها بود. سالاری و گندمکار (۱۳۹۱) در پژوهش خود به روند کاهش‌ی دمای کمینه و بیشینه در مقیاس سالانه در ایستگاه همدیدی بندرعباس دست یافتند. نتایج پژوهش مریانجی و همکاران (۱۳۹۲) در استان اصفهان حاکی از تغییرات معنی‌دار افزایشی دمای بیشینه در ایستگاه‌های کبوترآباد و خور این استان بود. باهک (۱۳۹۲) به منظور بررسی احتمال تغییر اقلیم در استان کرمان با روش من-کندال، افزایش معنی‌دار دمای بیشینه در ماه‌های آوریل، نوامبر و دسامبر را در این استان گزارش نمود. احمدی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش خود گزارش نمودند که در

مطالعه تغییر مقادیر عوامل جوی به واسطه اهمیت تأثیر آن بر ساختار آب و هوای کره زمین همواره مورد توجه پژوهشگران و متخصصان بوده است. بررسی وقایع اقلیمی و همچنین شناخت ویژگی‌های آن در مطالعات آب‌شناسی مانند مدیریت کمی و کیفی آب و ارزیابی تأثیر تغییرات اقلیمی بر اکوسیستم‌های گیاهی و جانوری اهمیت بسزایی دارد. افزایش دما طی ۴۰ سال گذشته و کاهش پوشش برف و یخ از جمله شواهد تغییر اقلیم است. گرم شدن جهانی ممکن است باعث تغییرات مهمی در فرآیندهای مختلف آب-اقلیم شده و میانگین و واریانس مقادیر متغیرهای اقلیمی مانند رطوبت نسبی، بارش، تشعشع خورشیدی و غیره را بطور معنی‌داری تغییر دهد. دما و بارش از چند جهت در چرخه آب‌شناسی دارای اهمیت هستند: نخست اینکه دمای هوا از معدود عناصر اقلیمی است که استمرار زمانی دارد و در همه مکان‌های جغرافیایی می‌توان به صورت پیوسته آن را اندازه‌گیری نمود. دوم اینکه این دو متغیر اقلیمی با سایر عناصر آب و هوایی مانند تشعشع خورشیدی، رطوبت موجود در جو، وزش باد و تبخیر و تعرق در ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم می‌باشند و فرآیندهای

(۱۹۷۰-۲۰۰۹) با استفاده از آزمون من-کندال مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که در هر دو دوره مورد مطالعه، دما روند صعودی را در این ایالت تجربه کرده است. ونگ و همکاران (۲۰۱۲) روند تغییرات سالانه دما و بارش را در طی پنجاه سال برای منطقه لوئیس پلاتیو در کشور چین مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در پنجاه سال گذشته میانگین سالانه درجه حرارت منطقه مورد مطالعه ۱.۱۹ درجه سلسیوس افزایش و میزان بارندگی ۲۹.۱۱ میلیمتر کاهش یافته است. بوکولاری و ملموسی (۲۰۱۳) روند کمینه، بیشینه و متوسط درجه حرارت را در منطقه مودنا در ایتالیا بررسی کرده و نشان دادند که درجه حرارت کمینه و بیشینه روند معنی داری نداشته و به ترتیب در هر دهه ۰.۱ درجه سلسیوس افزایش یافته است. گوجیک و تراجوکیچ (۲۰۱۳) روند تغییرات دمای فصلی و سالانه سبیری را با استفاده از آزمون من-کندال مورد مطالعه قرار دادند. نتایج به دست آمده بیانگر آن است که درجه حرارت فصلی و سالانه از روند صعودی معنی دار برخوردار است. کوثری و همکاران (۲۰۱۳) تغییرات درجه حرارت بیشینه را در ۳۲ ایستگاه همدیدی ایران در سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۶۰ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در ماه‌ها و فصل‌های گرم سال درجه حرارت بیشینه روند افزایش معنی داری را در کل کشور تجربه کرده است و به طور کلی در مقیاس سالانه تقریباً پنجاه درصد ایستگاه‌ها دارای روند افزایشی بودند. با توجه به اهمیت بالای دمای بیشینه، هدف از این پژوهش بررسی تغییرات زمانی این متغیر، در ایستگاه‌های همدیدی مهم ایران، با بکارگیری آزمون‌های ناپارامتری من-کندال و اسپیرمن بوده است. مقادیر شیب روندهای معنی دار نیز با استفاده از روش سن وسیل تعیین گردیده است. همچنین توان دو آزمون مذکور در تشخیص وجود روند در سری‌های زمانی دمای بیشینه مورد ارزیابی قرار گرفته است. از برتری‌های دیگر این پژوهش آن است که بر خلاف پژوهش‌های گذشته در کشور، ضمن استفاده از دو روش من-کندال و اسپیرمن و مقایسه توان این دو روش در تشخیص وجود روند، در سری‌های زمانی وجود همبستگی ترتیبی در سطح اطمینان ۹۵ درصد نیز بررسی شده و در موارد

ایستگاه همدیدی شهر کرد، دمای بیشینه در ماه‌های مهر، اسفند و فصل پاییز روند افزایشی معنی داری را از خود نشان داد. انصاری و همکاران نیز (۱۳۹۵) با بررسی روند تغییرات دما در استان سیستان و بلوچستان، به صعودی بودن روند دما در این استان دست یافتند. نتایج پژوهش فتاحی مسرور و بذرافشان (۱۳۹۵) نیز روند افزایشی دمای کمینه، متوسط و بیشینه را در ایستگاه‌های همدیدی استان‌های جنوبی کشور نشان داد. نتایج مطالعات کریمی و همکاران (۱۳۹۷) حاکی از وجود روند مثبت معنی دار دمای بیشینه ماهانه و سالانه در سه ایستگاه همدیدی رشت، رامسر و بابلسر در شمال کشور بود.

صبحی و سلطانی (۲۰۰۸) برای تحلیل آماری بارش، دما، رطوبت نسبی و باد در برخی از شهرهای بزرگ ایران از آزمون ناپارامتری من-کندال استفاده کردند. آن‌ها روند افزایش دما را در ۶۲ درصد از ایستگاه‌ها و روند کاهشی بارش را در ۲۳ درصد از ایستگاه‌ها گزارش نمودند. کوثری و اسدی (۲۰۱۰) به بررسی روند تغییرات دمای کمینه و بیشینه و رطوبت نسبی در ۱۳ ایستگاه همدیدی ایران در بازه زمانی ۲۰۰۵-۱۹۵۰ پرداختند و بیان کردند که دمای کمینه و بیشینه روند افزایشی و رطوبت نسبی روند کاهشی داشته است. ریو و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از داده‌های ماهانه، فصلی و سالانه ۴۷۳ ایستگاه هواشناسی در دوره آماری ۴۶ ساله، روند دما را با استفاده از آزمون من-کندال در کشور اسپانیا مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که بیش از ۶۰ درصد ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصل‌های بهار و تابستان دارای روند مثبت بوده و درجه حرارت سالانه در تمام ایستگاه‌ها حدود ۰.۱ تا ۰.۲ درجه سلسیوس افزایش داشته است.

طبری و حسین زاده (۲۰۱۱) روند دمای بیشینه و کمینه ماهانه، فصلی و سالانه را در ۱۹ ایستگاه همدیدی واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران در دوره آماری ۳۰ ساله با استفاده از آزمون من-کندال مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که درجه حرارت بیشینه و کمینه سالانه به ترتیب ۰.۰۹ و ۰.۴۴۴ درجه سلسیوس در هر دهه افزایش داشته است. مارتینز و همکاران (۲۰۱۲) تغییرات روند متوسط دما در ایالت فلوریدای آمریکا را در دو دوره زمانی (۲۰۰۹-۱۸۹۵) و

تحلیل روند دمای بیشینه با استفاده از آزمون من-کندال و اسپیرمن در مناطق مختلف ایران

معنی دار بودن همبستگی ترتیبی برای کاهش اثر آن در نتایج آزمون‌ها، از روش TFPW استفاده گردیده است.

به منظور تعیین روند تغییرات در هر سری زمانی از دو آزمون من-کندال و اسپیرمن استفاده شده است. آزمون من-کندال آزمونی ناپارامتری رتبه‌ای است و برای تعیین معنی‌داری روندهای خطی و غیرخطی مناسب می‌باشد (هیس‌دال و همکاران، ۲۰۰۱). در این آزمون فرض صفر ( $H_0$ ) و فرض مقابل ( $H_1$ ) به ترتیب معادل بدون روند و وجود روند در سری زمانی داده‌های مشاهده‌ای است. روابط مربوطه جهت تعیین مقادیر آماره من-کندال به صورت زیر است:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(X_j - X_i) \quad (1)$$

$$\text{sgn}(X_j - X_i) = \begin{cases} +1 & \text{اگر } (X_j - X_i) > 0 \\ 0 & \text{اگر } (X_j - X_i) = 0 \\ -1 & \text{اگر } (X_j - X_i) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{VAR}(S) = \frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5)] \quad (3)$$

$$Z_M = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{VAR}(S)}} & \text{اگر } S > 0 \\ 0 & \text{اگر } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{VAR}(S)}} & \text{اگر } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

که در روابط فوق  $n$  تعداد داده مشاهده‌ای (طول دوره آماری)،  $X_j$  و  $X_i$  به ترتیب  $i$  امین و  $j$  امین داده مشاهده‌ای، و  $q$  تعداد گروه‌های ایجاد شده (با داده‌های برابر و بیشتر از دو عضو)،  $t_p$  تعداد داده‌های برابر در  $P$  امین گروه و  $Z_M$  مقدار آماره من-کندال می‌باشد. مقدار منفی  $Z_M$  بیانگر روند کاهشی و مقدار مثبت آن نشان دهنده روند افزایشی در سری داده‌ها می‌باشد. با توجه به سطح معنی دار ۹۵ درصد اگر  $|Z_M| > 1.96$  باشد، فرض صفر رد شده و سری زمانی پارامتر مورد مطالعه دارای روند معنی دار و در غیر این صورت فاقد روند ارزیابی می‌شود. در این پژوهش برای تعیین آماره من-کندال، از نرم‌افزار متلب بکار استفاده شده است.

آزمون اسپیرمن مشابه من-کندال آزمون ناپارامتری است. در این آزمون فرض صفر ( $H_0$ )، یکنواختی توزیع و مستقل بودن داده‌ها در سری زمانی است و فرض مقابل ( $H_1$ )، روند افزایشی یا کاهشی داده‌ها در سری زمانی است (یو و همکاران، ۲۰۰۲). جهت تعیین مقدار آماره اسپیرمن از روابط زیر استفاده می‌گردد:

$$D = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (R(X_i) - i)^2}{n(n^2 - 1)} \quad (5)$$

$$Z_S = D \sqrt{\frac{n-2}{1-D^2}} \quad (6)$$

## مواد و روش‌ها

### داده‌ها و منطقه مورد مطالعه

در این مطالعه روند تغییرات دمای بیشینه در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه در ۳۳ ایستگاه همدیدی موجود در استان‌های مختلف کشور مورد بررسی قرار گرفت. در هر استان، ایستگاه‌های همدیدی موجود بررسی شده و ایستگاه‌هایی که طول دوره آماری آن‌ها حداقل چهل سال (۱۹۷۷-۲۰۱۶) بودند، برای انجام تحلیل روند انتخاب شدند. داده‌های هر ایستگاه از نظر همگنی بررسی شده و از روش نسبت‌ها و تفاضل برای تکمیل داده‌های ایستگاه‌هایی که در برخی از سال‌ها خلا آماری داشتند، استفاده شد. شکل ۱ موقعیت مکانی ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های همدیدی هواشناسی مورد مطالعه

### تحلیل روند

هدف از آزمون روند این است که وجود و یا عدم وجود سیر صعودی یا نزولی در سری داده‌ها مشخص گردد. به این دلیل که در روش‌های پارامتری فرضیه‌هایی نظیر نرمال بودن، ایستایی و مستقل بودن متغیرها وجود دارد و این فرضیه‌ها اغلب برای متغیرهای آب‌شناسی اعتبار ندارد، از آزمون‌های ناپارامتری من-کندال و اسپیرمن استفاده شده است.

### آزمون‌های آماری بکار رفته

- حذف روند موجود در سری زمانی داده‌ها که از روش سن-سیل بدست آمده است.
  - محاسبه خودهمبستگی با یک تأخیر زمانی برای سری زمانی مرحله یک و سپس حذف آن.
  - افزودن دوباره روند به سری زمانی مرحله دو
- در این پژوهش مراحل روش TFPW با کد نویسی در محیط نرم افزار متلب صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### سری زمانی ماهانه

نتایج بدست آمده از بکارگیری آزمون‌های من-کندال و اسپیرمن برای تعیین روند دمای بیشینه ماهانه مشابه هم بوده و در جداول ۱ و ۲ ارایه گردیده است. نتایج نشان داد که در مقیاس ماهانه، دمای بیشینه در اکثر ایستگاه‌ها دارای روند افزایشی بود. امیررضائیه و همکاران (۱۳۹۵) و طبری و حسین‌زاده (۲۰۱۱) نیز در مطالعه‌های خود نشان دادند که روند تغییرات دمای بیشینه در اکثر ایستگاه‌های همدیدی شمال غرب و غرب کشور افزایشی بود که این نتیجه با نتایج بدست آمده در این پژوهش همخوانی داشت. در ایستگاه‌های بیرجند، شاهرود، بم، تهران، رامسر، رشت، گرگان، زنجان، قزوین، سمنان و همدان روند معنی داری وجود نداشت. در ایستگاه‌های تربت حیدریه، خرم آباد، سقز و شهرکرد روند کاهشی دمای بیشینه و در ایستگاه‌های مشهد، تبریز، بابلسر، دزفول، آبادان، اهواز، بوشهر، شیراز، فسا، کرمانشاه، کرمان، زابل و یزد روند افزایشی دمای بیشینه مشاهده گردید. این نتایج مشابه نتایج فرج زاده اصل و فیضی (۱۳۹۱) بود که در آن هر دو روند افزایشی و کاهشی دمای بیشینه در ایستگاه‌های همدیدی مختلف کشور را گزارش کردند.

روند افزایشی دما در مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه در ایستگاه‌های مشهد، تبریز، آبادان، اهواز، بوشهر، شیراز، کرمانشاه و یزد تأیید کننده این مطلب است که این ایستگاه‌ها به سمت گرم شدن پیش می‌روند. با توجه به افزایش میانگین دما و کاهش تعداد روزهای بارانی و مقدار آن در فصل نیاز آبی گیاهان در این مناطق، سیستم کشاورزی می‌تواند تحت تأثیر قرار گیرد. صبحی و سلطانی (۲۰۰۸) نیز نتیجه‌ای مشابه

که در این روابط  $R(X_i)$  رتبه  $i$  امین داده مشاهده‌ای  $n$  تعداد داده‌های آموزشی (طول دوره آماری)،  $Z_S$  مقدار آماره اسپیرمن می‌باشند. مقدار  $Z_S$  با مقدار بحرانی توزیع  $t$  (۲۰۰۲) که با وارد نمودن درجه آزادی  $n-2$  (یعنی ۳۹) و سطح معنی داری ۹۵ درصد بدست آمده است، مقایسه می‌گردد. به عبارت دیگر اگر  $|Z_S| > 2.02$  باشد، فرض صفر رد شده و روند در سری داده‌ها معنی دار و در غیر اینصورت معنی دار نمی‌باشد. در این پژوهش برای تعیین آماره اسپیرمن از برنامه‌نویسی در نرم‌افزار متلب استفاده شده است.

در این مطالعه با توجه به ناپارامتری بودن دو آزمون من-کندال و اسپیرمن، از روش سن و سیل جهت تعیین مقدار شیب روندها استفاده گردیده است. در این روش مقادیر پرت موجود در سری داده‌ها، اثر کمی در تعیین شیب روند دارند که مزیت و برتری اصلی آن نسبت به روش رگرسیون خطی می‌باشد (نواتنی و استفان، ۲۰۰۷).

$$\beta = \text{Median} \left[ \frac{X_j - X_i}{j - i} \right] \quad j > i \quad (7)$$

در این رابطه  $X_j$  و  $X_i$  به ترتیب  $i$  امین و  $j$  امین داده مشاهده‌ای و  $\beta$  مقدار شیب می‌باشد که مقدار  $\beta$  بعنوان میانه دنباله مقادیر داخل کروسه، معرفی شده است.

شرط لازم برای استفاده از آزمون‌های ناپارامتری تصادفی بودن داده‌ها در سری زمانی می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام شده وجود همبستگی ترتیبی، احتمال تشخیص روند معنی دار توسط آزمون را افزایش می‌دهد. به عبارت دیگر ممکن است آزمون حتی در صورت نبودن روند، به اشتباه فرض صفر را رد کند و روند را معنی دار تشخیص دهد. بنابراین قبل از استفاده از آزمون، بایستی اثر همبستگی ترتیبی محدود (کمتر) گردد (یو و همکاران، ۲۰۰۲). بدین منظور روش‌های مختلفی ارایه شده است که می‌توان به VC، PW، TFPW اشاره نمود. روش TFPW از دو روش مذکور نتایج بهتری در حذف اثر همبستگی ترتیبی ارایه داده است و محققان زیادی از آن استفاده کرده‌اند (ژانگ و لیو، ۲۰۰۹). در این پژوهش برای بررسی روند سری‌های زمانی که در آن‌ها همبستگی ترتیبی در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی دار بود، از روش TFPW استفاده گردید. مراحل مربوط به این روش بصورت زیر است:

تحلیل روند دمای بیشینه با استفاده از آزمون من-کندال و اسپیرمن در مناطق مختلف ایران

همانطور که در قسمت مواد و روش‌ها ذکر شد مقادیر شیب روندها (در ماه‌های سال) با استفاده از روش سن و سیل محاسبه گردید که در جدول ۳ ارایه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از میزان مقادیر روندهای معنی‌دار می‌توان بیان نمود که روندهای معنی‌دار اتفاق افتاده در ایستگاه‌های تربت حیدریه، مشهد، تبریز، تهران، سقز، شهرکرد، همدان، سنندج، دزفول، آبادان، اهواز، بوشهر و کرمان در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها، دارای شیب قابل توجهی بوده‌اند. بیش‌ترین مقدار روند افزایشی دمای ماهانه در ایستگاه بوشهر و ماه ژوئن به مقدار ۳.۵۶ درجه سلسیوس بوده و همچنین بیش‌ترین مقدار کاهشی آن در ایستگاه تربت حیدریه و در ماه مه به میزان ۳.۰۴- درجه سلسیوس بوده است (شکل ۲). نتایج جداول ۱ و ۲ نشان می‌دهد که در بررسی ماهیانه، روندهای معنی‌دار (یعنی افزایشی و کاهششی) در ماه‌های ژوئن، ژوئیه و اوت (فصل تابستان) بیش‌تر از بقیه ماه‌ها بوده است.

نتیجه بدست آمده در این پژوهش را برای ایستگاه‌های، مشهد، تبریز، یزد و آبادان گزارش کردند. در ایستگاه زاهدان در ماه فوریه روند دمای بیشینه کاهششی و در ماه سپتامبر افزایششی بود. در ایستگاه کاشان در ماه ژوئیه روند دمای بیشینه کاهششی و در ماه‌های دیگر روند معنی‌داری وجود نداشت. در ایستگاه سنندج به غیر از ماه اوت که دمای بیشینه روند افزایششی داشت در ماه‌های دیگر روند معنی‌داری در دمای بیشینه مشاهده نگردید. در ایستگاه بندر لنگه نیز به غیر از ماه نوامبر که دمای بیشینه روند افزایششی داشت در ماه‌های دیگر روند معنی‌داری در دمای بیشینه مشاهده نگردید. در ایستگاه بندرعباس نیز به غیر از ماه سپتامبر که دمای بیشینه روند کاهششی داشت در ماه‌های دیگر روند معنی‌داری در دمای بیشینه وجود نداشت. بیش‌ترین روند کاهش دما در ایستگاه تربت حیدریه در ماه مه و به میزان ۳.۰۴- درجه سلسیوس مشاهده گردید.

جدول ۱- مقادیر آمار من-کندال (ZM) برای سری زمانی دمای بیشینه در مقیاس ماهیانه. a معنی‌داری روند با سطح معنی‌داری ۹۵ درصد و b سری زمانی

بعد از استفاده از روش TFPW

ایستگاه Site	ژانویه Jan	فوریه Feb	مارس Mar	آوریل Apr	مه May	ژوئن Jun	ژوئیه Jul	اوت Aug	سپتامبر Sep	اکتبر Oct	نوامبر Nov	دسامبر Dec
بیرجند	۰.۳۷	۰.۹۷	-۰.۹۶	۳۱.۰ <sup>b</sup>	-۱.۰۶	-۱.۰۰	-۱.۰۱	۰.۲۷	۰.۲۷	-۲۶.۱ <sup>b</sup>	-۱.۱۴	۰.۲۶
تربت حیدریه	-۰.۲۲	۰.۱۲	-۱.۲۵	-۲۶.۱ <sup>b</sup>	-۳۴.۲ <sup>a</sup>	-۳۸.۳ <sup>a</sup>	-۵۳.۳ <sup>ab</sup>	-۲۴.۲ <sup>a</sup>	-۹۳.۲ <sup>ab</sup>	-۶۶.۲ <sup>ab</sup>	-۰.۹۲ <sup>a</sup>	-۱.۱۸
شاهرود	۱.۰۶	۰.۹۴	۰.۲۰	۰.۶۳	۰.۴۱	۰.۴۳	-۰.۰۸	۰.۸۵	۰.۶۷	-۲۷.۰ <sup>b</sup>	-۰.۳۰	-۰.۱۷
تبریز	۱.۸۷	۱.۸۴	۱.۴۸	۱.۷۷	۱.۴۹	۱.۹۴	۰.۷۶	۱.۶۳	۱.۶۳	۳۶.۲ <sup>a</sup>	۰.۱۳	۱.۰۶
زنجان	۸۱.۱ <sup>b</sup>	۰.۸۶	۰.۳۳	۰.۵۸	-۰.۹۲	-۰.۳۵	-۱.۳۳	۰.۵۵	-۰.۱۳	۰.۰۹	۰.۳۲	۰.۳۲
قزوین	۰.۷۵	۱.۳۴	۰.۴۷	۰.۲۶	-۰.۸۰	۵۳.۰ <sup>b</sup>	-۱.۰۹	۰.۴۴	۰.۲۰	۲۵.۰ <sup>b</sup>	-۰.۹۲	۰.۱۴
مشهد	۱.۴۸	-۷۰.۳ <sup>ab</sup>	۱.۴۲	۱.۱۱	۰.۲۸	۱.۶۱	۱.۹۳	۲۳.۲ <sup>a</sup>	۴۴.۲ <sup>a</sup>	۱.۸۳	۰.۰۶	۱.۰۶
رشت	۰.۵۸	۰.۷۳	۱.۲۰	۰.۴۷	-۱.۰۷	-۱.۰۷	-۰.۰۹	۱.۱۱	۰.۰۶	۰.۸۶	-۰.۷۳	-۰.۵۹
رامسر	۰.۳۷	۰.۷۶	۰.۷۳	-۰.۱۷	-۱.۲۵	۰.۲۰	۰.۴۰	۱.۶۵	۰.۷۹	۱.۱۶	-۰.۷۸	-۰.۵۷
بابلسر	۰.۴۵	۱.۱۹	۰.۸۶	۱.۱۳	۰.۱۵	۱.۳۳	۱.۶۲	۶۲.۲ <sup>a</sup>	۱.۱۲	۱.۲۰	-۰.۴۴	-۰.۱۹
گرگان	۰.۷۱	۱.۱۱	۰.۹۸	۰.۵۰	-۰.۲۱	۰.۵۴	۰.۳۵	۱.۴۲	۰.۹۹	۱.۷۳	-۰.۴۹	-۰.۲۹
خرم‌آباد	-۰.۶۸	۰.۱۶	-۴۹.۱ <sup>b</sup>	-۰.۲۷	۰.۰۵	-۳۳.۰ <sup>b</sup>	۰.۷۰ <sup>b</sup>	۵۵.۱ <sup>b</sup>	-۰.۶۹	-۳۲.۲ <sup>a</sup>	-۳۲.۲ <sup>a</sup>	-۰.۷۲
کرمانشاه	۱.۵۶	۱.۸۳	۶۹.۲ <sup>a</sup>	۶۹.۲ <sup>a</sup>	۶۹.۲ <sup>a</sup>	۴۰.۳ <sup>ab</sup>	۶۹.۳ <sup>a</sup>	۰.۸۳ <sup>a</sup>	۱۳.۴ <sup>a</sup>	۳۰.۲ <sup>ab</sup>	۰.۶۹	۲۴.۲ <sup>a</sup>
سنندج	۰.۹۲	۱.۷۳	۱.۴۵	۱.۵۲	۱.۴۹	۱.۸۰	۱.۱۶	۰.۳۲ <sup>a</sup>	۱.۷۴	۰.۸۹	-۰.۷۱	۱.۱۱
شهرکرد	۰.۶۱	۱.۱۴	۰.۰۶	۰.۴۲	-۱.۱۷	-۳۶.۳ <sup>ab</sup>	-۴۵.۲ <sup>a</sup>	-۳۲.۲ <sup>ab</sup>	-۷۸.۲ <sup>ab</sup>	-۱.۷۳	-۱.۳۶	۰.۳۰
همدان	۰.۴۵	۱.۰۴	۰.۷۲	۰.۹۱	۰.۰۵	۰.۲۲	۰.۰۹	۰.۹۸	۱.۴۹	۰.۷۹	-۰.۸۷	۰.۹۳
سقز	۵۹.۱ <sup>b</sup>	۰.۳۰	-۰.۱۰	۷۰.۰ <sup>b</sup>	-۰.۴۹	-۱.۱۴	-۲۹.۲ <sup>a</sup>	-۱.۳۸	-۱.۳۵	-۱.۰۶	-۱.۴۶	۰.۸۰

۰.۸۷	-۰.۰۱	۷۰.۲ <sup>ab</sup>	۳۹.۲ <sup>a</sup>	۱۳.۳ <sup>a</sup>	۴۰.۲ <sup>a</sup>	۹۶.۱ <sup>ab</sup>	۰.۱۲ <sup>a</sup>	۹۴.۱ <sup>b</sup>	-۰.۴۵	۰.۸۴	۰.۱۰	فسا
۰.۴۵	-۰.۵۸	۱.۲۳	۶۸.۲ <sup>a</sup>	۶۴.۲ <sup>a</sup>	۳۸.۳ <sup>ab</sup>	۱.۲۶	۱.۱۵	۱.۷۸	۰.۲۳	۱.۲۰	۰.۰۱	شیراز
-۰.۳۰	-۱.۱۷	-۱.۲۰	-۱۴.۲ <sup>a</sup>	-۱.۴۵	-۰.۱۸	۱.۰۹	۰.۶۵	۱.۱۰	-۰.۶۹	۰.۸۵	-۰.۸۰	بندرعباس
۰.۷۱	۱۵.۲ <sup>a</sup>	۰.۷۷	-۰.۲۰	۰.۶۰	۰.۲۳	-۰.۹۱ <sup>b</sup>	-۰.۷۵	۰.۸۱	-۱۱.۱ <sup>b</sup>	۱.۲۹	۰.۵۳	بندر لنگه
۰.۴۴	-۰.۲۹	۱.۴۷	۱.۹۵	۱.۶۲	۰.۳۶	۰.۳۰	۰.۱۹	۱.۴۳	۰.۷۳	۱.۴۱	۱.۴۱	تهران
۰.۳۵	۰.۴۵	۱.۶۱	۱۰.۳ <sup>a</sup>	۰.۸۲ <sup>a</sup>	۴۵.۱ <sup>b</sup>	۰.۹۶	۰.۹۶	۰.۱۲ <sup>a</sup>	۰.۹۲	۱.۸۵	۳۰.۱ <sup>b</sup>	یزد
۱.۳۳	۱.۵۴	۳۹.۲ <sup>a</sup>	۰.۷۲ <sup>a</sup>	۰.۷۲ <sup>a</sup>	۱.۰۳	۰.۹۸	۱.۱۷	۴۹.۲ <sup>ab</sup>	۱.۳۶	۱.۷۱	۱۲.۲ <sup>ab</sup>	کرمان
-۰.۰۹	-۰.۱۳	۱۰.۰ <sup>b</sup>	۱.۵۲	۱.۷۴	۱.۰۸	۰.۷۰	۰.۲۲	۷۲.۱ <sup>b</sup>	۰.۰۹	۰.۸۶	۴۵.۰ <sup>b</sup>	بم
-۰.۳۵	-۰.۰۸	۳۹.۰ <sup>b</sup>	۲۶.۲ <sup>a</sup>	۰.۱۲ <sup>a</sup>	۱.۰۲	۰.۷۶	-۰.۱۳	۵۶.۰ <sup>b</sup>	-۰.۶۲	۰.۸۳	۰.۹۴	زابل
۱.۰۳	۰.۶۸	۹۰.۰ <sup>b</sup>	۴۹.۲ <sup>a</sup>	۱.۱۰	۰.۶۷	۰.۰۱	۰.۰۷	۴۵.۱ <sup>b</sup>	۰.۱۶	-۶۸.۲ <sup>a</sup>	۱.۲۶	زاهدان
۰.۰۶	-۰.۳۱	۱.۵۷	۳۵.۲ <sup>a</sup>	۰.۵۴ <sup>a</sup>	۷۷.۴ <sup>a</sup>	۸۳.۴ <sup>a</sup>	۹۱.۲ <sup>a</sup>	۴۶.۲ <sup>a</sup>	۰.۶۳	۱.۵۲	-۰.۳۵	آبادان
۰.۳۵	۳۹.۰ <sup>b</sup>	۱.۰۹	۰.۸۳	۵۳.۳ <sup>a</sup>	۷۵.۲ <sup>a</sup>	۱.۶۷	۹۷.۱ <sup>a</sup>	۱.۵۵	۰.۰۳	۱.۶۲	۰.۴۹	اهواز
۰.۳۱	-۷۵.۰ <sup>b</sup>	۰.۲۰	-۰.۲۳	۷۵.۲ <sup>a</sup>	۱.۹۰	۱.۵۳	۲۴.۲ <sup>a</sup>	۰.۵۲ <sup>a</sup>	-۰.۰۷	۱.۸۹	۹۴.۰ <sup>b</sup>	دزفول
۰.۵۲	۰.۲۱ <sup>b</sup>	۸۳.۲ <sup>a</sup>	۹۱.۱ <sup>b</sup>	۰.۲۳ <sup>a</sup>	۰.۳۳ <sup>a</sup>	۱۰.۵ <sup>ab</sup>	۲۱.۴ <sup>ab</sup>	۳۸.۲ <sup>a</sup>	۰.۰۸	۱.۰۶	۰.۲۸	بوشهر
-۰.۵۴	-۰.۵۰	-۰.۰۱	-۰.۶۹	-۰.۵۸	-۰.۵۲ <sup>a</sup>	-۱.۸۴	-۰.۸۰	-۰.۳۷	-۰.۱۶	۰.۵۹	۰.۹۹	کاشان
-۱.۱۳	-۱.۶۸	-۲۳.۰ <sup>b</sup>	۰.۳۰	۰	-۱.۱۶	-۰.۲۹	-۰.۲۸	۰.۲۴	-۰.۵۲	۰.۴۳	۰	سمنان

**جدول ۲-** مقادیر آمار اسپیرمن (ZS) برای سری زمانی دمای بیشینه در مقیاس ماهیانه. a معنی داری روند با سطح معنی داری ۹۵ درصد و b سری زمانی بعد

از استفاده از روش TFPW

دسامبر Dec	نوامبر Nov	اکتبر Oct	سپتامبر Sep	اوت Aug	ژوئیه Jul	ژوئن Jun	مه May	آوریل Apr	مارس Mar	فوریه Feb	ژانویه Jan	ایستگاه Site
۰.۱۹	-۱.۲۵	-۸۱.۰ <sup>b</sup>	۰.۱۵	۰.۱۵	-۰.۸۹	-۰.۹۰	-۰.۸۸	۴۹.۰ <sup>b</sup>	-۱.۱۳	۰.۷۳	۰.۳۴	بیرجند
-۱.۲۱	-۳۱.۲ <sup>a</sup>	-۹۵.۱ <sup>b</sup>	-۹۲.۲ <sup>ab</sup>	-۸۱.۲ <sup>a</sup>	-۴۱.۳ <sup>ab</sup>	-۴۴.۴ <sup>a</sup>	-۵۲.۲ <sup>a</sup>	-۰.۱۱ <sup>b</sup>	-۱.۵۳	-۰.۰۸	-۰.۲۳	تربت حیدریه
-۰.۱۷	-۰.۴۱	۴۸.۰ <sup>b</sup>	۰.۶۵	۰.۸۶	۰.۰۳	۰.۴۵	۰.۲۷	۰.۶۵	۰.۲۱	۰.۹۵	۰.۹۸	شاهرود
۱.۰۸	۰.۲۷	۳۵.۲ <sup>a</sup>	۱.۵۹	۱.۵۹	۰.۹۷	۱.۹۶	۱.۶۰	۱.۹۶	۱.۴۷	۱.۷۶	۱.۹۲	تبریز
۰.۳۴	۰.۳۴	۰.۱۸	-۰.۱۹	۰.۷۱	-۱.۱۹	-۰.۲۹	-۰.۸۰	۰.۵۵	۰.۳۵	۰.۷۹	۸۸.۰ <sup>b</sup>	زنجان
۰.۰۹	-۰.۹۰	۳۹.۰ <sup>b</sup>	۰.۱۲	۰.۶۸	-۱.۰۸	۲۱.۰ <sup>b</sup>	-۰.۹۲	۰.۱۷	۰.۴۳	۱.۰۸	۰.۷۹	قزوین
۱.۱۰	۰.۰۳	۱.۹۳	۵۰.۲ <sup>a</sup>	۵۱.۲ <sup>a</sup>	۲۴.۲ <sup>a</sup>	۱.۶۴	۰.۳۰	۱.۱۵	۱.۵۸	۳۳.۱ <sup>b</sup>	۱.۵۰	مشهد
-۰.۵۳	-۰.۸۰	۰.۶۸	-۰.۰۴	۱.۲۳	-۰.۱۸	-۱.۰۴	-۱.۰۳	۰.۳۸	۱.۰۶	۰.۸۸	۰.۳۶	رشت
-۰.۵۸	-۰.۸۵	۱.۱۵	۰.۸۶	۱.۸۰	۰.۳۳	۰.۲۸	-۱.۱۱	-۰.۱۳	۰.۶۳	۰.۹۱	۰.۲۱	رامسر
-۰.۲۸	-۰.۵۵	۱.۳۲	۱.۱۲	۱۱.۳ <sup>a</sup>	۱.۵۶	۱.۴۵	۰.۲۰	۰.۹۸	۰.۸۷	۱.۳۳	۰.۴۵	بابلسر
-۰.۳۲	-۰.۶۹	۱.۷۶	۰.۹۴	۱.۵۱	۰.۴۰	۰.۵۴	-۰.۱۱	۰.۵۱	۰.۹۳	۱.۰۲	۰.۵۶	گرگان
-۰.۶۴	-۴۸.۲ <sup>a</sup>	-۴۸.۲ <sup>a</sup>	-۰.۷۰	۱۹.۱ <sup>b</sup>	-۲۷.۰ <sup>b</sup>	-۲۹.۰ <sup>b</sup>	۰.۰۷	-۰.۱۴	-۵۷.۱ <sup>b</sup>	۰.۱۵	-۰.۶۹	خرم آباد
۳۵.۲ <sup>a</sup>	۰.۹۰	۲۴.۲ <sup>ab</sup>	۹۶.۴ <sup>a</sup>	۹۱.۳ <sup>a</sup>	۳۷.۴ <sup>a</sup>	۰.۶۳ <sup>ab</sup>	۰.۰۳ <sup>a</sup>	۸۴.۲ <sup>a</sup>	۸۴.۲ <sup>a</sup>	۱.۷۸	۱.۶۳	کرمانشاه

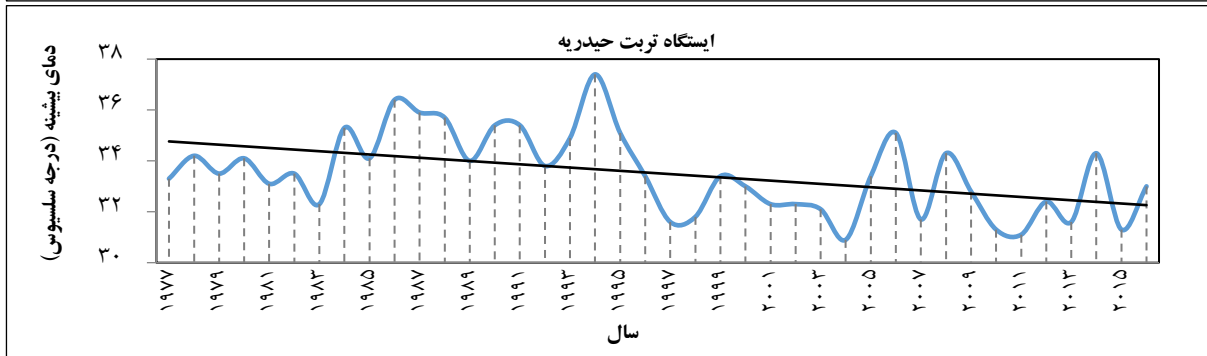
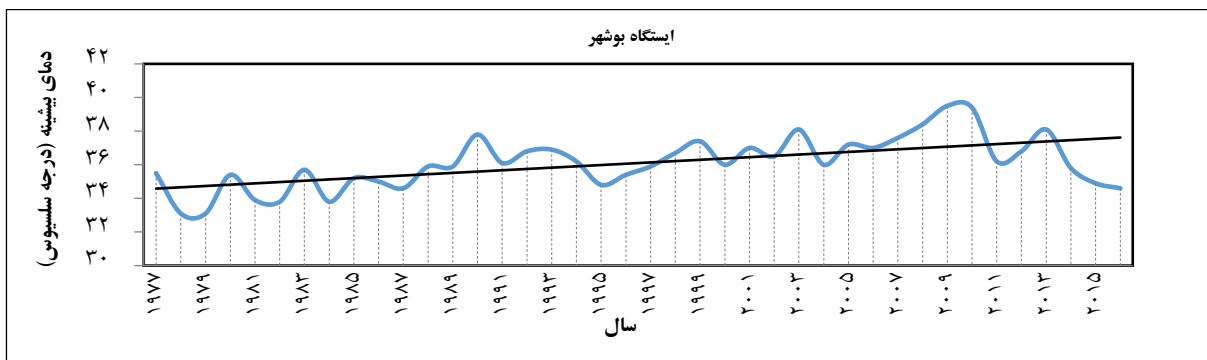
تحلیل روند دمای بیشینه با استفاده از آزمون من-کندال و اسپیرمن در مناطق مختلف ایران

سنندج	۰.۸۱	۱.۵۸	۱.۴۰	۱.۵۳	۱.۵۲	۱.۷۶	۱.۳۴	۳۵.۲ <sup>a</sup>	۱.۸۷	۰.۹۹	-۰.۶۸	۱.۰۴
شهرکرد	۰.۷۰	۱.۰۶	۰	۰.۵۹	-۱.۲۲	-۷۹.۳ <sup>ab</sup>	-۸۰.۲ <sup>a</sup>	-۴۷.۲ <sup>ab</sup>	-۵۷.۲ <sup>ab</sup>	-۰.۱۲ <sup>a</sup>	-۱.۳۳	۰.۱۹
همدان	۰.۳۳	۱.۰۴	۰.۶۸	۰.۹۷	-۰.۰۳	۰.۱۵	-۰.۲۰	۰.۸۴	۱.۳۷	۰.۵۶	-۱.۰۹	۰.۹۳
سقز	۸۵.۰ <sup>b</sup>	۰.۱۴	-۰.۱۳	۳۵.۰ <sup>b</sup>	-۰.۴۳	-۱.۰۸	-۳۰.۲ <sup>a</sup>	-۱.۴۷	-۱.۷۱	-۰.۹۸	-۱.۴۷	۰.۷۷
فسا	۰.۲۷	۰.۹۶	-۰.۴۲	۸۵.۱ <sup>b</sup>	۰.۵۲ <sup>a</sup>	۸۱.۱ <sup>b</sup>	۷۹.۲ <sup>a</sup>	۴۱.۳ <sup>a</sup>	۷۰.۲ <sup>a</sup>	۴۹.۲ <sup>ab</sup>	۰.۰۶	۰.۹۸
شیراز	۰.۱۱	۱.۱۸	۰.۰۶	۱.۹۱	۱.۰۵	۱.۴۹	۴۹.۲ <sup>ab</sup>	۶۹.۲ <sup>a</sup>	۰.۵۳ <sup>a</sup>	۱.۱۹	-۰.۵۶	۰.۴۳
بندرعباس	-۰.۸۷	۰.۷۷	-۰.۹۳	۱.۳۲	۰.۵۷	۱.۲۰	-۰.۳۴	-۱.۳۷	-۱۳.۲ <sup>a</sup>	-۱.۳۲	-۱.۱۵	-۰.۲۴
بندر لنگه	۰.۴۳	۱.۲۵	-۶۸.۰ <sup>b</sup>	۰.۸۹	-۰.۶۹	-۰.۲۱ <sup>b</sup>	۰.۳۹	۰.۵۹	-۰.۳۵	۰.۶۰	۱.۸۵	۰.۸۱
تهران	۱.۲۳	۱.۲۳	۰.۸۹	۱.۴۲	۰.۰۴	۰.۲۸	۰.۳۸	۱.۶۷	۱۲.۲ <sup>a</sup>	۱.۵۵	-۰.۳۵	۰.۵۰
یزد	۳۸.۰ <sup>b</sup>	۱.۵۸	۰.۹۸	۲۲.۲ <sup>a</sup>	۰.۸۵	۰.۹۳	۸۴.۰ <sup>b</sup>	۱۶.۲ <sup>a</sup>	۴۳.۳ <sup>a</sup>	۱.۵۷	۰.۳۵	۰.۴۹
کرمان	۲۳.۱ <sup>b</sup>	۱.۶۱	۱.۲۲	۶۴.۲ <sup>ab</sup>	۱.۱۴	۰.۹۶	۱.۰۹	۲۶.۲ <sup>a</sup>	۲۶.۲ <sup>a</sup>	۳۹.۲ <sup>a</sup>	۱.۴۷	۱.۳۷
بم	۰.۸۰ <sup>b</sup>	۰.۷۲	-۰.۰۶	۸۳.۱ <sup>b</sup>	۰.۳۵	۰.۶۵	۰.۸۹	۱.۹۱	۱.۶۷	۰.۱۰ <sup>b</sup>	-۰.۰۵	۰.۰۶
زابل	۱.۰۴	۰.۶۶	-۰.۶۳	۶۸.۰ <sup>b</sup>	۰.۰۶	۰.۸۵	۰.۹۷	۲۵.۲ <sup>a</sup>	۳۹.۲ <sup>a</sup>	۳۷.۰ <sup>b</sup>	۰.۰۱	-۰.۴۹
زاهدان	۱.۲۴	-۴۵.۲ <sup>a</sup>	-۰.۰۳	۵۱.۱ <sup>b</sup>	۰.۲۴	۰.۰۸	۰.۷۱	۱.۱۷	۸۶.۲ <sup>a</sup>	۱۵.۱ <sup>b</sup>	۰.۶۱	۱.۰۴
آبادان	-۰.۴۰	۱.۴۳	۰.۵۴	۶۴.۲ <sup>a</sup>	۴۵.۳ <sup>a</sup>	۷۸.۶ <sup>a</sup>	۰.۷۶ <sup>a</sup>	۳۳.۵ <sup>a</sup>	۶۰.۲ <sup>a</sup>	۱.۶۴	-۰.۲۲	۰.۰۵
اهواز	۰.۷۲	۱.۷۷	-۰.۰۱	۱.۷۴	۱۸.۲ <sup>a</sup>	۱.۶۱	۱۲.۳ <sup>a</sup>	۴۶.۴ <sup>a</sup>	۰.۹۴	۱.۱۴	۰.۶۰ <sup>b</sup>	۰.۲۷
دزفول	۲۵.۰ <sup>b</sup>	۱.۷۲	۰.۰۱	۱۲.۲ <sup>a</sup>	۴۲.۲ <sup>a</sup>	۱.۸۵	۵۸.۲ <sup>a</sup>	۰.۰۳	-۰.۲۸	۰.۲۳	-۴۰.۰ <sup>b</sup>	۰.۳۸
بوشهر	۰.۳۵	۱.۲۱	۰.۱۴	۵۱.۲ <sup>a</sup>	۶۸.۳ <sup>ab</sup>	۳۴.۴ <sup>ab</sup>	۵۵.۳ <sup>a</sup>	۴۰.۳ <sup>a</sup>	۱۶.۱ <sup>b</sup>	۲.۹۶	-۱۲.۰ <sup>b</sup>	۰.۵۴
کاشان	۰.۹۱	۰.۷۱	-۰.۳۷	-۰.۳۲	-۰.۸۹	-۱.۷۶	-۱۳.۲ <sup>a</sup>	-۰.۶۷	-۰.۹۱	-۰.۰۳	-۰.۴۴	-۰.۴۷
سمنان	۰.۰۱	۰.۲۸	-۰.۵۲	۰.۳۳	-۰.۳۷	-۰.۴۲	-۱.۰۶	-۰.۳۱	۰.۳۲	-۰.۳۰ <sup>b</sup>	-۱.۹۵	-۱.۲۴

جدول ۳- میزان شیب روندهای دمای بیشینه در ماه‌های سال (درجه سلسیوس در سال)

ایستگاه Site	ژانویه Jan	فوریه Feb	مارس Mar	آوریل Apr	مه May	ژوئن Jun	ژوئیه Jul	اوت Aug	سپتامبر Sep	اکتبر Oct	نوامبر Nov	دسامبر Dec
بیرجند	۰.۰۱۱	۰.۰۳۳	-۰.۰۴۲	۰.۰۱۱	-۰.۰۲۸	-۰.۰۲۰	-۰.۰۲۰	۰.۰۰۴	۰.۰۰۴	-۰.۰۱۸	-۰.۰۲۹	۰.۰۰۵
تربت حیدریه	-۰.۰۰۶	۰.۰۰۴	-۰.۰۵۴	-۰.۰۲۶	-۰.۰۷۶	-۰.۰۶۷	-۰.۰۶۳	-۰.۰۴۸	-۰.۰۴۹	-۰.۰۵۰	-۰.۰۷۳	-۰.۰۴۳
شاهرود	۰.۰۳۱	۰.۰۳۸	۰.۰۰۶	۰.۰۱۷	۰.۰۱۰	۰.۰۰۷	۰	۰.۰۱۳	۰.۰۱۳	۰.۰۱۱	-۰.۰۰۶	-۰.۰۰۵
تبریز	۰.۰۷۸	۰.۰۸۹	۰.۰۶۰	۰.۰۵۰	۰.۰۳۵	۰.۰۵۰	۰.۰۱۸	۰.۰۳۶	۰.۰۳۶	۰.۰۵۷	۰.۰۰۵	۰.۰۵۲
زنجان	۰.۰۳۱	۰.۰۴۰	۰.۰۱۵	۰.۰۱۷	-۰.۰۲۱	-۰.۰۰۷	-۰.۰۲۳	۰.۰۱۱	۰	۰	۰.۰۱۰	۰.۰۱۰
قزوین	۰.۰۳۷	۰.۰۷۰	۰.۰۱۸	۰.۰۰۶	-۰.۰۲۲	۰.۰۰۳	-۰.۰۱۶	۰.۰۰۶	۰	۰.۰۱۶	-۰.۰۲۷	۰.۰۰۹
مشهد	۰.۰۶۸	۰.۰۹۴	۰.۰۴۷	۰.۰۳۲	۰.۰۰۸	۰.۰۲۹	۰.۰۳۲	۰.۰۴۰	۰.۰۴۳	۰.۰۴۷	۰	۰.۰۳۶
رشت	۰.۰۲۲	۰.۰۳۹	۰.۰۳۰	۰.۰۱۲	-۰.۰۲۰	-۰.۰۲۳	۰	۰.۰۲۳	۰	۰.۰۲۳	-۰.۰۲۴	-۰.۰۱۸
رامسر	۰.۰۱۵	۰.۰۲۰	۰.۰۱۳	-۰.۰۰۷	-۰.۰۲۱	۰	۰.۰۰۴	۰.۰۲۵	۰.۰۱۸	۰.۰۲۴	-۰.۰۱۴	-۰.۰۱۳
بابلسر	۰.۰۱۶	۰.۰۳۰	۰.۰۲۲	۰.۰۲۱	۰	۰.۰۱۹	۰.۰۲۸	۰.۰۵۰	۰.۰۲۴	۰.۰۲۵	-۰.۰۰۹	-۰.۰۰۵
گرگان	۰.۰۱۷	۰.۰۴۰	۰.۰۲۵	۰.۰۱۷	-۰.۰۰۶	۰.۰۲۰	۰.۰۰۸	۰.۰۳۳	۰.۰۲۵	۰.۰۴۳	-۰.۰۱۵	-۰.۰۰۶

-۰.۰۱۹	-۰.۰۶۰	-۰.۰۶۰	-۰.۰۰۹	۰.۰۱۴	-۰.۰۰۴	-۰.۰۰۵	۰	-۰.۰۰۸	-۰.۰۴۳	۰.۰۰۵	-۰.۰۲۹	خرم آباد
۰.۰۶۱	۰.۰۱۶	۰.۰۶۲	۰.۰۵۵	۰.۰۶۰	۰.۰۴۵	۰.۰۵۵	۰.۰۷۲	۰.۰۷۱	۰.۰۷۱	۰.۰۹۲	۰.۰۷۰	کرمانشاه
۰.۰۴۴	-۰.۰۲۵	۰.۰۲۱	۰.۰۲۳	۰.۰۳۳	۰.۰۱۶	۰.۰۳۷	۰.۰۴۳	۰.۰۴۴	۰.۰۵۰	۰.۰۹۳	۰.۰۳۹	سنندج
۰.۰۱۰	-۰.۰۳۳	-۰.۰۴۲	-۰.۰۳۶	-۰.۰۴۵	-۰.۰۵۶	-۰.۰۵۸	-۰.۰۳۳	۰.۰۱۱	۰.۰۰۱	۰.۰۳۷	۰.۰۳۳	شهرکرد
۰.۰۳۳	-۰.۰۲۶	۰.۰۱۷	۰.۰۱۸	۰.۰۱۷	۰	۰.۰۰۵	۰	۰.۰۲۳	۰.۰۲۵	۰.۰۷۹	۰.۰۳۱	همدان
۰.۰۴۰	-۰.۰۴۳	-۰.۰۲۵	-۰.۰۳۰	-۰.۰۲۵	-۰.۰۵۳	-۰.۰۲۹	-۰.۰۱۲	۰.۰۱۲	-۰.۰۰۸	۰.۰۲۲	۰.۰۴۴	سقز
۰.۰۳۹	۰	۰.۰۳۴	۰.۰۳۵	۰.۰۴۹	۰.۰۳۳	۰.۰۲۸	۰.۰۴۵	۰.۰۵۶	-۰.۰۱۳	۰.۰۲۶	۰	فسا
۰.۰۱۶	-۰.۰۱۳	۰.۰۱۶	۰.۰۲۹	۰.۰۳۸	۰.۰۲۹	۰.۰۱۷	۰.۰۳۱	۰.۰۵۳	۰.۰۰۷	۰.۰۳۶	۰	شیراز
-۰.۰۰۷	-۰.۰۱۳	-۰.۰۱۱	-۰.۰۲۹	-۰.۰۲۱	۰	۰.۰۰۹	۰.۰۰۷	۰.۰۲۷	-۰.۰۱۶	۰.۰۱۴	-۰.۰۱۵	بندرعباس
۰.۰۱۵	۰.۰۲۰	۰.۰۰۷	۰	۰.۰۰۵	۰	-۰.۰۱۵	-۰.۰۱۱	۰.۰۱۰	-۰.۰۰۹	۰.۰۲۹	۰.۰۱۲	بندر لنگه
۰.۰۱۶	-۰.۰۰۶	۰.۰۴۱	۰.۰۲۸	۰.۰۱۸	۰.۰۰۴	۰.۰۰۴	۰.۰۰۳	۰.۰۳۸	۰.۰۱۹	۰.۰۷۳	۰.۰۷۳	تهران
۰.۰۱۳	۰.۰۱۵	۰.۰۳۶	۰.۰۴۱	۰.۰۳۳	۰.۰۱۸	۰.۰۱۳	۰.۰۲۳	۰.۰۵۶	۰.۰۲۷	۰.۰۶۱	۰.۰۱۵	یزد
۰.۰۴۲	۰.۰۳۹	۰.۰۴۲	۰.۰۳۶	۰.۰۳۶	۰.۰۲۱	۰.۰۱۴	۰.۰۳۲	۰.۰۶۱	۰.۰۲۹	۰.۰۶۲	۰.۰۲۶	کرمان
۰	۰	۰	۰.۰۳۰	۰.۰۳۶	۰.۰۲۲	۰.۰۰۷	۰.۰۰۶	۰.۰۴۴	۰	۰.۰۲۹	۰	بم
-۰.۰۰۷	۰	۰.۰۱۴	۰.۰۳۳	۰.۰۳۸	۰.۰۱۶	۰.۰۱۳	-۰.۰۰۶	۰.۰۱۷	-۰.۰۲۰	۰.۰۳۵	۰.۰۲۵	زابل
۰.۰۳۱	۰.۰۱۶	۰.۰۱۳	۰.۰۳۰	۰.۰۱۷	۰.۰۰۷	۰	۰	۰.۰۳۷	۰.۰۰۶	-۰.۰۳۴	۰.۰۲۷	زاهدان
۰.۰۰۱	-۰.۰۰۶	۰.۰۳۵	۰.۰۳۳	۰.۰۹۵	۰.۰۹۱	۰.۰۸۷	۰.۰۶۲	۰.۰۵۸	۰.۰۱۶	۰.۰۴۱	-۰.۰۰۸	آبادان
۰.۰۰۹	۰	۰.۰۱۵	۰.۰۰۹	۰.۰۵۵	۰.۰۳۸	۰.۰۲۴	۰.۰۳۹	۰.۰۴۳	۰	۰.۰۴۲	۰.۰۱۰	اهواز
۰.۰۰۹	-۰.۰۱۳	۰	۰	۰.۰۴۳	۰.۰۲۵	۰.۰۲۵	۰.۰۴۶	۰.۰۵۸	۰	۰.۰۵۰	۰.۰۰۶	دزفول
۰.۰۲۰	۰.۰۰۶	۰.۰۳۷	۰.۰۱۸	۰.۰۶۰	۰.۰۷۱	۰.۰۸۹	۰.۰۷۸	۰.۰۴۵	۰	۰.۰۲۳	۰.۰۰۹	بوشهر
-۰.۰۱۴	-۰.۰۱۶	۰	-۰.۰۰۹	-۰.۰۱۰	-۰.۰۴۰	-۰.۰۳۶	-۰.۰۲۳	-۰.۰۰۸	-۰.۰۰۶	۰.۰۳۳	۰.۰۳۹	کاشان
-۰.۰۴۰	-۰.۰۴۵	۰	۰.۰۰۵	۰	-۰.۰۱۹	-۰.۰۰۴	-۰.۰۰۵	۰.۰۰۷	-۰.۰۱۳	۰.۰۱۴	۰	سمنان



شکل ۲- روند تغییرات دمای بیشینه در ایستگاه‌های با بیش‌ترین شیب روند ماهانه

تحلیل روند دمای بیشینه با استفاده از آزمون من-کندال و اسپیرمن در مناطق مختلف ایران

حساسیت بیش تری در مقایسه با سایر فصول نشان داده است. این نتیجه با نتایج مدرسی و همکاران (۱۳۸۹) همخوانی داشت. آن‌ها نیز در مطالعه خود نشان دادند که روند صعودی دمای بیشینه در فصل تابستان بیش تر از بقیه فصول بود. یانگ و همکاران (۲۰۱۲) نیز روند دمای ۵۳ ساله در حوضه رودخانه ژانگونینان و پنج ایستگاه هواشناسی اطراف آن را با استفاده از آزمون من-کندال مورد بررسی قرار دادند و روند افزایشی دما در فصل‌های تابستان و بهار را گزارش نمودند. این نتیجه نیز مشابه نتایج بدست آمده در این پژوهش بود. صبوحی و سلطانی (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که بیش ترین تعداد روند معنی دار در میانگین دمای بیشینه ماهانه در فصل تابستان وجود دارد.

در جدول ۶ مقادیر شیب روندهای فصلی و سالانه مربوط به ایستگاه‌های مورد مطالعه ارایه شده است. همانطور که در جدول ۶ ملاحظه می‌گردد، در بین کلیه ایستگاه‌ها، ایستگاه کرمانشاه دارای بیش ترین مقدار روند افزایشی دمای بیشینه در مقیاس سالانه بوده که مقدار این افزایش ۰.۰۶۳ درجه سلسیوس بدست آمده است. از طرف دیگر ایستگاه تربت حیدریه با شیب کاهشی ۰.۰۴۱- درجه سلسیوس در سال روند نزولی داشته است. میزان تغییرات دمای بیشینه سالانه در ایستگاه‌های تبریز و تربت حیدریه که دارای بیش ترین روند افزایشی و کاهشی بوده‌اند در شکل ۳ نشان داده شده است. همانطور که در جداول ۱، ۲، ۴ و ۵ ملاحظه می‌گردد، در بیش تر سری‌های زمانی مورد آزمون، همبستگی ترتیبی در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی دار بوده که لزوم استفاده از روش TFPW در بررسی‌های روند در پژوهش‌ها را مشخص می‌سازد.

در تحلیل معنی‌داری روندهای ماهیانه مشخص شد که با استفاده از آزمون من-کندال ۲۰.۵۸ درصد ایستگاه‌ها روند نزولی، ۴۷.۰۵ درصد روند صعودی و در ۳۲.۳۵ درصد فاقد روند بوده‌اند. از طرف دیگر آزمون اسپیرمن نیز از بین موارد جدول ۱۷.۶۴ درصد روند کاهشی، ۴۴.۱۱ درصد روند افزایشی و ۳۸.۲۵ درصد فاقد روند تشخیص داده است.

### سری زمانی فصلی و سالانه

بررسی‌های فصلی و سالانه نشان داد که در سری‌های زمانی فصلی و سالانه روندهای مشخص شده با دو آزمون، مشابه یکدیگر بوده که این روندها افزایشی و یا کاهشی بوده‌اند (جداول ۴ و ۵). در ایستگاه تربت حیدریه روند دمای بیشینه در تمام فصول سال به استثنای فصل زمستان به صورت کاهشی بوده است. از بین ایستگاه‌های مورد مطالعه، ایستگاه‌های بیرجند، بم، تهران، خرم‌آباد، رامسر، رشت، زنجان، سمنان، شاهرود، بندرلنگه، قزوین، کاشان، گرگان و همدان در تحلیل‌های فصلی از روند معنی‌داری برخوردار نبودند. در تحلیل سالانه به جز ایستگاه‌های تربت حیدریه، مشهد، تبریز، تهران، سنندج، آبادان، اهواز، بوشهر، شیراز، کرمانشاه و یزد بقیه ایستگاه‌ها دارای روند معنی‌داری نبودند. همچنین در بین ایستگاه‌های دارای روند، تنها ایستگاه تربت حیدریه دارای روند کاهشی بوده و بقیه دارای روند افزایشی بودند. نکته جالب توجه این است که تنها ایستگاه تربت حیدریه در تحلیل ماهانه، فصلی و سالانه دارای روند کاهشی بود.

نتایج بررسی‌های فصلی (جدول ۴ و ۵) نشان می‌دهد که در تأیید نتایج ماهیانه، تعداد و درصد موارد معنی‌دار روندهای کاهشی و افزایشی، در فصل تابستان بیش تر از بقیه فصول بوده است یعنی فصل تابستان به تغییر روندهای دمای بیشینه

**جدول ۴-** مقادیر آمار من-کندال (ZM) برای سری زمانی دمای بیشینه در مقیاس‌های فصلی و سالانه. a معنی‌داری روند با سطح معنی‌داری ۹۵ درصد و b

سری زمانی بعد از استفاده از روش TFPW

ایستگاه Site	زمستان (ژانویه تا مارس) Winter (Jan to Mar)	بهار (آوریل تا ژوئن) Spring (Apr to Jun)	تابستان (ژوئیه تا سپتامبر) Summer (Jul to Sep)	پاییز (اکتبر تا دسامبر) Autumn (Oct to Dec)	سالانه Yearly
بیرجند	-۰.۳۱	-۹۹.۰ <sup>b</sup>	-۰.۱۳	-۱.۱۳	-۰.۲۹
تربت حیدریه	-۰.۸۶	-۶۶.۲ <sup>ab</sup>	-۳۱.۳ <sup>ab</sup>	-۶۵.۲ <sup>a</sup>	-۸۵.۲ <sup>ab</sup>
شاهرود	۰.۷۶	۰.۷۵	۰.۶۲	۰.۰۸	۶۲.۱ <sup>b</sup>
تبریز	۱۳.۲ <sup>a</sup>	۵۹.۲ <sup>a</sup>	۱۸۱	۱.۶۰	۵۰.۴ <sup>ab</sup>
زنجان	۴۰.۱ <sup>b</sup>	-۰.۰۶	۱۳.۰ <sup>b</sup>	۰.۵۱	۳۳.۱ <sup>b</sup>

۶۹.۱ <sup>b</sup>	۳۶.۰ <sup>b</sup>	-۰.۰۱	-۰.۲۳	۱.۱۲	قزوین
۷۸.۲ <sup>a</sup>	۰۲.۲ <sup>a</sup>	۳۶.۳ <sup>ab</sup>	۱.۲۱	۹۹.۱ <sup>a</sup>	مشهد
۰.۶۴	۰.۰۱	۰.۱۴	-۰.۸۰	۰.۸۶	رشت
۰.۹۳	۰.۲۳	۱.۱۸	-۰.۷۷	۰.۷۲	رامسر
۱.۹۵	۰.۳۷	۶۸.۲ <sup>a</sup>	۱.۰۵	۱.۱۷	بابلسر
۱.۷۶	۰.۷۰	۱.۱۰	۰.۸۰	۰.۸۳	گرگان
-۸۰.۰ <sup>b</sup>	-۱.۸۹	۶۴.۰ <sup>b</sup>	۰.۱۰	-۱.۰۳	خرم آباد
۳۵.۴ <sup>a</sup>	۲۴.۲ <sup>a</sup>	۲۰.۴ <sup>a</sup>	۳۳.۳ <sup>a</sup>	۵۳.۲ <sup>a</sup>	کرمانشاه
۶۷.۲ <sup>a</sup>	۰.۹۴	۹۸.۱ <sup>a</sup>	۱.۹۳	۱.۹۲	سندج
-۱.۱۹	-۱.۰۵	-۸۸.۲ <sup>ab</sup>	-۴۸.۱ <sup>b</sup>	۰.۵۴	شهرکرد
۱.۵۴	۰.۷۶	۰.۸۵	۰.۶۸	۰.۸۴	همدان
-۲۹.۰ <sup>b</sup>	-۰.۷۵	-۱۳.۲ <sup>a</sup>	-۰.۵۰	۰.۴۷	سقز
۱.۵۵	۱.۱۷	۷۳.۳ <sup>ab</sup>	۰.۸۲ <sup>ab</sup>	۰.۲۱	فسا
۹۷.۱ <sup>a</sup>	۰.۵۴	۳۶.۳ <sup>a</sup>	۱.۹۵	۰.۶۸	شیراز
-۶۵.۰ <sup>b</sup>	-۱.۰۳	-۹۹.۱ <sup>a</sup>	۱.۳۴	-۰.۵۴	بندرعباس
۴۸.۰ <sup>b</sup>	۱.۲۰	۰.۳۷	-۶۳.۰ <sup>b</sup>	۸۵.۰ <sup>b</sup>	بندر لنگه
۰.۵۲ <sup>a</sup>	۱.۱۹	۱.۸۷	۱.۰۵	۱.۴۹	تهران
۷۶.۲ <sup>a</sup>	۱.۳۲	۶۲.۳ <sup>a</sup>	۸۸.۱ <sup>b</sup>	۱.۲۹	یزد
۱.۱۵	۶۷.۲ <sup>a</sup>	۹۸.۱ <sup>a</sup>	۴۰.۲ <sup>ab</sup>	۱.۸۱	کرمان
۸۶.۱ <sup>b</sup>	-۰.۰۷	۱.۷۴	۴۵.۱ <sup>b</sup>	۹۲.۰ <sup>b</sup>	بم
۱.۰۸	۵۱.۰ <sup>b</sup>	۳۱.۲ <sup>a</sup>	۰.۳۴	۰.۳۷	زابل
۳۳.۱ <sup>b</sup>	۱.۲۹	۴۷.۲ <sup>ab</sup>	۵۳.۰ <sup>b</sup>	۳۴.۰ <sup>b</sup>	زاهدان
۶۸.۳ <sup>a</sup>	۰.۰۵	۹۲.۴ <sup>a</sup>	۰.۶۴ <sup>a</sup>	۰.۵۱	آبادان
۲.۶۰	۲۱.۱ <sup>b</sup>	۹۲.۳ <sup>ab</sup>	۰.۷۲ <sup>a</sup>	۰.۷۵	اهواز
۱.۹۰	۰	۱.۷۸	۶۹.۲ <sup>a</sup>	۰.۷۶	دزفول
۳۸.۴ <sup>ab</sup>	۰.۰۹	۲۸.۴ <sup>ab</sup>	۱۳.۵ <sup>ab</sup>	۰.۴۳	بوشهر
۱۲.۰ <sup>b</sup>	-۰.۴۹	-۵۷.۱ <sup>b</sup>	-۰.۲۱ <sup>b</sup>	۰.۶۳	کاشان
-۰.۲۰ <sup>b</sup>	-۱.۴۴	۰	۰	۰.۰۶	سمنان

**جدول ۵-** مقادیر آمار اسپیرمن (ZS) برای سری زمانی دمای بیشینه در مقیاس های فصلی و سالانه. a معنی داری روند با سطح معنی داری ۹۵ درصد و b

سری زمانی بعد از استفاده از روش TFPW

سالانه Yearly	پاییز (اکتبر تا دسامبر) Autumn (Oct to Dec)	تابستان (ژوئیه تا سپتامبر) Summer (Jul to Sep)	بهار (آوریل تا ژوئن) Spring (Apr to Jun)	زمستان (ژانویه تا مارس) Winter (Jan to Mar)	ایستگاه Site
-۰.۳۵	-۱.۱۶	-۰.۲۴	-۰.۵۳ <sup>b</sup>	-۰.۴۵	بیرجند
-۳.۹۹ <sup>ab</sup>	-۳.۳۹ <sup>ab</sup>	-۳.۵۸ <sup>ab</sup>	-۲.۵۹ <sup>ab</sup>	-۰.۸۹	تربت حیدریه
۱.۰۹	-۰.۰۳	۰.۶۴	۰.۸۱	۰.۸۴	شاهرود
۳.۷۹ <sup>ab</sup>	۱.۸۱	۱.۹۱	۲.۵۹ <sup>a</sup>	۲.۱۵ <sup>a</sup>	تبریز
۰.۸۶	۰.۳۷	-۰.۰۷	-۰.۰۴	۰.۸۰	زنجان
۰.۹۱	-۰.۵۰	-۰.۲۵	-۰.۲۵	۱.۱۳	قزوین

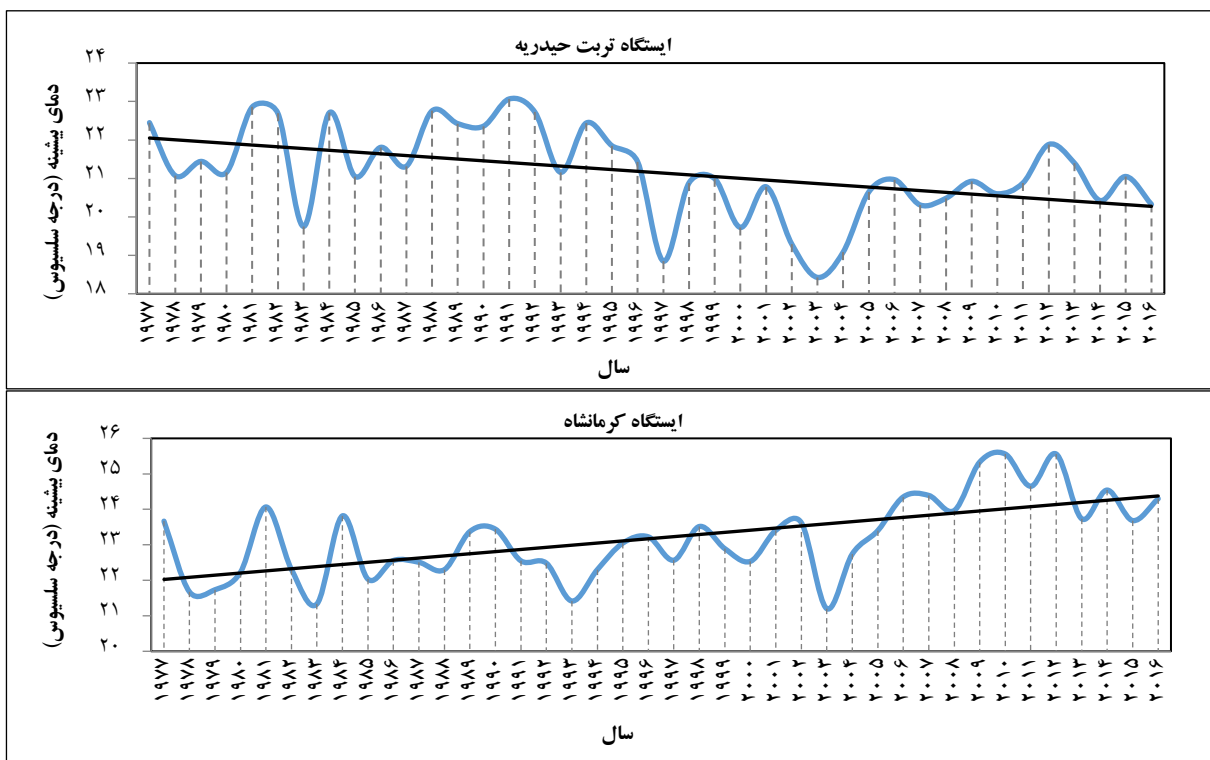
تحلیل روند دمای بیشینه با استفاده از آزمون من-کندال و اسپیرمن در مناطق مختلف ایران

۳.۰۲ <sup>a</sup>	۲.۱۰ <sup>a</sup>	۳.۳۱ <sup>ab</sup>	۱.۱۹	۲.۰۲ <sup>a</sup>	مشهد
۰.۵۳	-۰.۰۷	۰.۱۵	-۰.۸۲	۰.۶۶	رشت
۰.۸۴	۰.۱۹	۱.۲۱	-۰.۶۱	۰.۶۱	رامسر
۲.۰۹ <sup>a</sup>	۰.۴۱	۲.۸۹ <sup>a</sup>	۱.۱۴	۰.۸۴	بابلسر
۱.۸۰	۰.۹۱	۱.۲۳	۰.۷۱	۰.۶۷	گرگان
-۰.۸۱	-۲.۰۳ <sup>a</sup>	۰.۳۱	۰	-۱.۰۶	خرم آباد
۵.۱۴ <sup>a</sup>	۲.۳۶ <sup>a</sup>	۵.۶۰ <sup>a</sup>	۳.۵۱ <sup>a</sup>	۲.۶۵ <sup>a</sup>	کرمانشاه
۲.۷۷ <sup>a</sup>	۰.۷۸	۲.۰۵ <sup>a</sup>	۱.۹۴	۱.۸۹	سنندج
-۱.۳۳	-۱.۲۶	-۳.۸۰ <sup>ab</sup>	-۱.۲۰	۰.۵۰	شهرکرد
۱.۷۰	۰.۷۶	۰.۹۶	۰.۶۳	۰.۸۷	همدان
-۰.۳۰	-۰.۸۸	-۲.۶۹ <sup>a</sup>	-۰.۴۵	۰.۴۸	سقز
۱.۹۸	۱.۱۵	۳.۶۸ <sup>ab</sup>	۱.۷۵	۰.۳۴	فسا
۲.۰۵ <sup>a</sup>	۰.۵۱	۳.۷۱ <sup>a</sup>	۱.۹۴	۰.۵۳	شیراز
-۰.۲۵	-۰.۹۶	-۲.۱۶ <sup>a</sup>	۱.۶۷	-۰.۷۳	بندرعباس
۰.۷۷	۱.۴۲	۰.۵۲	-۰.۳۵	۰.۴۲	بندر لنگه
۲.۱۸ <sup>a</sup>	۱.۳۸	۱.۷۸	۰.۹۹	۱.۳۸	تهران
۳.۱۴ <sup>a</sup>	۱.۴۳	۴.۳۳ <sup>a</sup>	۱.۹۹	۱.۳۴	یزد
۱.۱۲	۳.۰۳ <sup>a</sup>	۲.۱۱ <sup>a</sup>	۲.۲۷ <sup>ab</sup>	۱.۸۲	کرمان
۱.۴۱ <sup>b</sup>	-۰.۰۸	۱.۸۶	۱.۴۹ <sup>b</sup>	۰.۲۱ <sup>b</sup>	بم
۱.۱۵	۰.۵۷	۲.۵۷ <sup>a</sup>	۰.۵۳	۰.۴۲	زابل
۱.۴۲	۱.۴۹	۲.۴۴ <sup>ab</sup>	۰.۸۳	۰.۲۹	زاهدان
۴.۲۸ <sup>a</sup>	۰.۱۶	۶.۹۶ <sup>a</sup>	۴.۶۸ <sup>a</sup>	۰.۴۵	آبادان
۳.۰۴ <sup>a</sup>	۰.۷۷	۴.۰۳ <sup>ab</sup>	۲.۳۱ <sup>a</sup>	۰.۷۳	اهواز
۱.۸۸	۰.۱۱	۲.۰۳ <sup>a</sup>	۲.۶۸ <sup>a</sup>	۰.۵۹	دزفول
۳.۷۸ <sup>ab</sup>	۰.۱۸	۳.۸۰ <sup>ab</sup>	۴.۹۲ <sup>ab</sup>	۰.۵۲	بوشهر
-۰.۲۶	-۰.۵۷	-۱.۷۳	-۰.۹۸	۰.۷۹	کاشان
-۰.۲۸	-۱.۷۴	-۰.۰۹	۰.۰۴	۰.۰۸	سمنان

جدول ۶- میزان شیب روندهای دمای بیشینه فصلی و سالانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه (درجه سلسیوس در سال)

سالانه Yearly	پاییز (اکتبر تا دسامبر) Autumn (Oct to Dec)	تابستان (ژوئیه تا سپتامبر) Summer (Jul to Sep)	بهار (آوریل تا ژوئن) Spring (Apr to Jun)	زمستان (ژانویه تا مارس) Winter (Jan to Mar)	ایستگاه Site
-۰۰۵.۰	-۰۱۷.۰	-۰۰۲.۰	-۰۱۱.۰	-۰۰۸.۰	بیرجند
-۰۴۱.۰	-۰۵۰.۰	-۰۵۰.۰	-۰۵۷.۰	-۰۱۹.۰	تربت حیدریه
۰۱۴.۰	۰۰۱.۰	۰۰۹.۰	۰۱۱.۰	۰۲۵.۰	شاهرود
۰۴۸.۰	۰۳۳.۰	۰۲۵.۰	۰۴۷.۰	۰۷۲.۰	تبریز
۰۱۵.۰	۰۱۷.۰	-۰۰۲.۰	-۰۰۲.۰	۰۲۶.۰	زنجان
۰۲۳.۰	-۰۰۸.۰	۰	-۰۰۶.۰	۰۴۵.۰	قزوین
۰۳۹.۰	۰۳۳.۰	۰۳۶.۰	۰۲۵.۰	۰۵۸.۰	مشهد
۰۰۹.۰	۰	۰	-۰۱۱.۰	۰۳۰.۰	رشت
۰۰۹.۰	۰۰۲.۰	۰۱۴.۰	-۰۰۸.۰	۰۱۹.۰	رامسر
۰۲۳.۰	۰۰۵.۰	۰۳۳.۰	۰۱۸.۰	۰۲۵.۰	بابلسر
۰۱۹.۰	۰۰۹.۰	۰۱۷.۰	۰۱۴.۰	۰۲۲.۰	گرگان

۰۱۰۰	-۰۴۴	۰۰۳	۰۰۲	-۰۲۳	خرم آباد
۰۶۳	۰۴۳	۰۵۲	۰۶۸	۰۷۶	کرمانشاه
۰۳۸	۰۱۶	۰۲۶	۰۴۰	۰۵۳	سنندج
-۰۱۷	-۰۲۷	-۰۴۱	-۰۲۲	۰۱۹	شهرکرد
۰۲۱	۰۱۳	۰۰۸	۰۱۳	۰۳۳	همدان
-۰۰۴	-۰۱۹	-۰۳۳	-۰۱۲	۰۱۹	سقز
۰۲۷	۰۲۳	۰۴۲	۰۳۱	۰۰۳	فسا
۰۲۱	۰۱۰	۰۳۱	۰۳۳	۰۱۳	شیراز
-۰۰۴	-۰۱۲	-۰۱۸	۰۱۷	-۰۰۷	بندرعباس
۰۰۴	۰۱۰	۰۰۳	-۰۰۶	۰۰۶	بندر لنگه
۰۲۷	۰۱۹	۰۱۷	۰۱۹	۰۵۴	تهران
۰۲۸	۰۱۸	۰۲۷	۰۲۴	۰۳۳	یزد
۰۱۴	۰۳۵	۰۳۴	۰۴۰	۰۳۵	کرمان
۰۱۸	-۰۰۲	۰۲۷	۰۲۰	۰۰۷	بم
۰۱۵	۰۱۱	۰۲۴	۰۰۸	۰۰۹	زابل
۰۱۱	۰۱۹	۰۱۷	۰۱۴	۰۰۵	زاهدان
۰۴۷	۰	۰۷۴	۰۷۳	۰۱۱	آبادان
۰۲۴	۰۱۱	۰۳۶	۰۳۵	۰۱۷	اهواز
۰۱۸	۰	۰۲۰	۰۵۱	۰۱۳	دزفول
۰۴۶	۰۰۲	۰۵۴	۰۷۴	۰۰۵	بوشهر
-۰۰۱	-۰۰۸	-۰۱۹	-۰۲۲	۰۱۷	کاشان
۰	-۰۳۰	۰۰۲	۰	۰۰۲	سمنان



شکل ۳- روند تغییرات دمای بیشینه در ایستگاه‌های با بیش‌ترین شیب روند سالانه

## مقایسه آزمون‌های من-کندال و اسپیرمن در تشخیص وجود روندها

نتایج بدست آمده از بکارگیری دو آزمون، نشان می‌دهد که مقادیر توان آزمون‌های من-کندال و اسپیرمن (نسبت تعداد موارد معنی‌دار به تعداد کل موارد مورد آزمون)، در بررسی روند دمای بیشینه به ترتیب ۶۷.۶۳ و ۶۱.۷۵ بوده‌اند. همچنین حدوداً در ۹۴ درصد موارد نتایج آزمون‌ها یکسان بوده است. بنابراین در بیش‌تر موارد دو آزمون برای بررسی روند در سطح معنی‌دار ۹۵ درصد عملکرد یکسانی داشته‌اند. در مواردی که تشخیص معنی‌داری دو آزمون متفاوت بوده، مقادیر سطح احتمال پذیرش وجود روند از اختلاف کمی دارا بوده‌اند. این نتایج مشابه پژوهش یو و همکاران (۲۰۰۲) می‌باشد که در آن بر عملکرد مشابه دو آزمون در بررسی روند، تأکید شده است.

### نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از آزمون‌های من-کندال و اسپیرمن روند تغییرات زمانی دمای بیشینه برای ۳۳ ایستگاه همدیدی کشور که دارای اقلیم‌های متفاوت بودند، مورد ارزیابی قرار گرفت. ایستگاه‌های همدیدی بیرجند، تربت حیدریه و شاهرود دارای اقلیم نیمه‌خشک گرم؛ تبریز، زنجان، قزوین و مشهد دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد؛ رشت، رامسر، بابلسر و گرگان دارای اقلیم مرطوب و معتدل؛ آبادان، اهواز، دزفول و بوشهر دارای اقلیم بیابانی گرم ساحلی؛ کاشان و سمنان دارای اقلیم بیابانی نیمه‌گرم؛ خرم‌آباد، کرمانشاه و سنندج دارای اقلیم نیمه‌مرطوب معتدل؛ شهرکرد، همدان و سقز دارای اقلیم کوهستانی سرد؛ فسا و شیراز دارای اقلیم نیمه‌کوهستانی گرم؛ بندرعباس و بندرلنگه دارای اقلیم بیابانی خیلی گرم ساحلی؛ یزد، کرمان، بم، زابل و زاهدان دارای اقلیم بیابانی خیلی گرم و ایستگاه همدیدی تهران دارای اقلیم بیابانی معتدل بودند (حیدری و علیجانی، ۱۳۷۸).

نتایج نشان داد که رفتار روند در هر شهری متفاوت می‌باشد، بطوری که برای دمای بیشینه در مقیاس ماهانه در بعضی از ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه، روندهای افزایشی و در برخی ایستگاه‌ها روند کاهشی وجود داشت. نتایج حاکی از این واقعیت است که نوع روند، درصد معنی‌داری یا عدم

معنی‌داری و شیب روندهای استخراج شده به مقیاس زمانی مورد مطالعه بستگی دارد. در مقیاس سالیانه، در ایستگاه‌های مشهد، تبریز، تهران، سنندج، کرمانشاه، آبادان، اهواز، بوشهر، شیراز، و یزد روند افزایشی و در ایستگاه تربت حیدریه روند کاهشی وجود داشت. در مقیاس فصلی، حدوداً ۴۵.۴۵ درصد از ایستگاه‌ها دارای روند صعودی، ۱۲.۱۲ درصد روند نزولی و ۴۲.۴۲ درصد آن فاقد روند بوده‌اند. نتایج بدست آمده از بکارگیری دو آزمون، حاکی از تطابق عملکرد دو آزمون در تشخیص روند دمای بیشینه بوده است. در مواردی که تشخیص معنی‌داری دو آزمون متفاوت بوده، مقادیر سطح احتمال پذیرش وجود روند از اختلاف کمی برخوردار بوده‌اند. با توجه به حساسیت روندهای بدست آمده به مقیاس زمانی مورد بررسی و شرایط اقلیمی متفاوت ایستگاه‌های مورد مطالعه، تحلیل دقیق روند فرآیندهای غیرخطی و پیچیده‌ای مانند دمای بیشینه به مطالعات جامع‌تری در آینده نیازمند است.

### منابع

- ۱- احمدی، ف، زمانی، ر، محمودی، ا، رادمنش، ف، امیر رضائیه، ع. ر، ۱۳۹۴، بررسی وقوع تغییرات اقلیمی در حوضه‌های آبریز با استفاده از تحلیل ایستایی و روند (منطقه مورد مطالعه: حوضه آبریز ارمنند)، مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، دوره ۲۲، شماره ۵، ص ۶۱-۴۵.
- ۲- امیررضائیه، ع، پرهت، ج، احمدی، ف، ۱۳۹۵، بررسی روند تغییرات بارش و دمای شمال‌غرب کشور در نیم قرن اخیر، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، دوره ۱۰، شماره ۶، ص ۸۰۹-۷۹۷.
- ۳- انصاری، م، نوری، غ. ر، فتوحی، ص، ۱۳۹۵، بررسی روند تغییرات دما، بارش و دبی با استفاده از آزمون ناپارامتری من کندال (مطالعه موردی: حوضه آبخیز رودخانه کاجو استان سیستان و بلوچستان)، پژوهشنامه مدیریت حوضه آبخیز، دوره ۷، شماره ۱۴، ص ۱۵۸-۱۵۲.
- ۴- باهک، ب، ۱۳۹۲، بررسی احتمال تغییر اقلیم در استان کرمان با روش من-کندال (مطالعه موردی ایستگاه کرمان)، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، دوره ۱۰، شماره ۳، ص ۷۲-۶۵.
- ۵- حیدری، ح، علیجانی، ب، ۱۳۷۸، طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۷، ص ۷۴-۵۷.

- ۱۴- Bocolari, M. and Malmusi, S. 2013. Changes in temperature and precipitation extremes observed in Modena, Italy. *Atmospheric Research*. 122:16-31.
- ۱۵- Gocic, M. and Trajkovic, S. 2013. Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia. *Global and Planetary Change*. 100:172-182.
- ۱۶- Hisdal, H., Stahl, K., Tallaksen, L.M. and Demuth, S. 2001. Have streamflow droughts in Europe become more severe or frequent. *International Journal of Climatology*. 21:317-333.
- ۱۷- Kousari, M.R. and Asadi, M.A. 2010. Minimum, maximum, and mean annual temperatures, relative humidity, and precipitation trends in arid and semi-arid regions of Iran. *Arabian Journal of Geosciences*. 4.6: 907-914.
- ۱۸- Kousari, M.R., Ahani, H. and Hendi-Zadeh, R. 2013. Temporal and spatial trend detection of maximum air temperature in Iran during 1960-2005. *Global and Planetary Change*. 111: 97-110.
- ۱۹- Martinez, C., Maleski, J. and Miller, F. 2012. Trends in precipitation and temperature in Florida, USA. *Journal of Hydrology*. 453: 259-281.
- ۲۰- Novotny, E.V. and Stefan, H.G. 2007. Stream flow in Minnesota: Indicator of climate change. *Journal of Hydrology*. 334:319-333.
- ۲۱- Rio, S.D., Herrero, L., Pinto-Gomes, C. and Peras, A. 2011. Spatial analysis of mean temperature trends in Spain over the period 1961-2006. *Global and Planetary change*. 78: 65-75.
- ۲۲- Sabohi, R. and Soltani, S. 2008. Trend Analysis of Climatic Factors in Great Cities of Iran. *Agriculture and natural resources*. 46 (12): 303-322.
- ۲۳- Tabari, A. and Hosseinzadeh-Talaei, P. 2011. Recent trends of mean maximum and minimum air temperatures in the western half of Iran. *Journal of Meteorological Atmosphere Physics*. 111: 121-131.
- ۲۴- Wang, Q., Fan, X., Qin, Z. and Wang, M. 2012. Change trends of temperature and precipitation in the Loess Plateau Region of China, 1961-2010. *Global and Planetary Change*. 93: 138-147.
- ۲۵- Yang, X.L., Xu, L.R., Li, C.H., Hu, J. and Xia, X.H. 2012. Trends in temperature and precipitation in the Zhangweinan River basin during last 53 years. *Procedia Environmental Sciences*. 13: 1966-1974.
- ۲۶- Yue, S., Pilon, P. and Cavadias, G. 2002a. Power of the Mann-Kendall and Spearman's tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of hydrology*. 259:254-271.
- ۲۷- Zhang, S. and Lu, X.X. 2009. Hydrological responses to precipitation variation and diverse human activities in a mountainous tributary of the lower Xijiang, China. *Catena*. 77:130-142.
- ۶- سالاری، ع، گندمکار، ا، ۱۳۹۱، بررسی روند تغییرات دما در بندرعباس و جزیره قشم با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، دوره ۹، شماره ۳، ص ۹۲-۷۷.
- ۷- عزیزی، ق، روشنی، م، ۱۳۸۷، مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۰، شماره ۶۴، ص ۲۸-۱۳.
- ۸- علیجانی، ب، محمودی، پ، سلیقه، م، ریگی چاهی، ا، ۱۳۹۰، بررسی تغییرات کمینه‌ها و بیشینه‌های سالانه دما در ایران، تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۶، شماره ۱۰۲، ص ۱۲۲-۱۰۱.
- ۹- فتحی مسرور، پ، بذرافشان، ا، ۱۳۹۵، تحلیل تغییرات مقادیر حدی دما طی نیم قرن گذشته در سواحل جنوبی ایران، مجله ترویج و توسعه آبخیزداری، دوره ۴، شماره ۱۴، ص ۲۵-۱۷.
- ۱۰- فرج‌زاده اصل، م، فیضی، و، ۱۳۹۱، آشکارسازی تغییرات زمانی و مکانی عناصر دما و بارش در ایران، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۱۶، شماره ۴، ص ۶۶-۴۹.
- ۱۱- کریمی، م، ستوده، ف، رفعتی، س، ۱۳۹۷، تحلیل روند تغییرات و پیش‌بینی پارامترهای حدی دمای ناحیه جنوبی دریای خزر، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، دوره ۱۸، شماره ۴۸، ص ۹۳-۷۹.
- ۱۲- مدرسی، ف، عراقی‌نژاد، ش، ابراهیمی، ک، خلقی، م، ۱۳۸۹، بررسی منطقه‌ای پدیده تغییر اقلیم با استفاده از آزمون‌های آماری مطالعه موردی: حوضه آبریز گرگانرود-قره‌سو، نشریه آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۳، ص ۴۸۹-۴۷۶.
- ۱۳- مریانجی، ز، کریمی جاوید، ح، شیخ الملوکی، ی، ۱۳۹۲، بررسی سری زمانی دما به منظور آشکارسازی تغییرات روند آن در استان اصفهان با استفاده از روش‌های من-کندال و NRMC، فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۲، شماره ۸۶، ص ۱۶-۱۲.

## Trends Analysis of Maximum Temperature by using Mann-Kendall and Spearman Tests in Various Regions of Iran

Mahdi Mokari<sup>\*1</sup>, Mohsen Abbasnia<sup>2</sup>

1-Assistant Professor, Water Engineering, Kashmar Higher Education Institute, Kashmar

2-Ph.D. graduated, Climatology, Zahedan University, Zahedan

(Received: 16 Dec 2019, Revised: 10 Jan 2020, Accepted: 15 Mar 2020, Published online: 20 Mar 2020)

### Abstract

In this research, temporal trends of maximum temperature values were investigated in various regions of Iran. For this purpose, the meteorological observations collected from 33 high quality meteorological sites for a 40-year period (1977-2016) were used and statistically significant Tmax trends in the monthly, seasonal and annual time basis were detected by the non- parametric Mann-Kendall and Spearman tests at confidence level of 95%. For eliminating the effect of serial correlation on test results, the Trend Free Pre-Whitening (TFPW) approach was applied. The results indicated that the Tmax trends for some sites were increasing (positive) but for some sites showed decreasing (negative) trends. The highest positive and negative trend on the annual time scale occurred at Kermanshah and Torbat heydarieh, respectively. The positive trend of Tmax on the monthly, seasonal and annual time scale was observed at Mashhad, Tabriz, Abadan, Ahvaz, Boshehr, Shiraz, Kermanshah and Yazd sites. In general, the performances and capabilities of Mann-Kendall and Spearman tests were consistence at verified confidence level.

**Keywords:** Non- parametric test of Mann-Kendall and Spearman, Sen's slope, Serial correlation Temporal variations trend of maximum temperature, TFPW method

---

\* Corresponding author:

Email Address: mehdimokari@gmail.com