

## مقدمه

تغییر اقلیم، تغییر معنی‌دار در متوسط داده‌های هواشناسی در طی یک دوره‌ی زمانی معین است که علل وقوع آن به عوامل کیهانی، زمینی و انسانی نسبت داده می‌شود [۵]. در دهه‌های اخیر، نقش علل انسانی در تغییر نوسانات اقلیمی در برخی مناطق کره‌ی زمین بیش از گذشته خود را نشان داده است. نقش انسان و فعالیت‌های متنوع او در زمینه‌های مختلف بسیار بارز است و روند تغییرات، مسیری را دنبال می‌کند که نتایج بعدی آن به طور کامل برای اقلیم شناسان روشن نیست [۴]. افزایش درجه حرارت به عنوان یکی از اولین نشانه‌های وقوع تغییرات آب و هوایی است [۲۴]. با این وجود نتایج پدیدار شده از مدل گردش عمومی جو، درحالی که برای مقیاس‌های بزرگ کافی به نظر می‌رسد، برای پیش‌بینی روندهای محلی، کافی نیست [۱۱]. در واقع انتظار می‌رود وقایع افراطی آب و هوایی زودتر از تغییرات در میانگین‌های آب و هوایی آشکار شوند. دما از محسوس‌ترین عناصر اقلیمی است که ارتباط تنگاتنگ با سایر عناصر اقلیمی دارد و تغییرات آن باعث یک سلسله واکنش‌های زنجیره‌ای زیست محیطی دامنه‌دار می‌گردد [۲]. گزارش هیات بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC) سازمان ملل هم افزایش ۲ الی ۶ درجه سلسیوس، دمای کره زمین تا سال ۲۰۹۰ میلادی را پیش‌بینی کرده که می‌تواند آسیب‌های بسیار جدی را بر محیط‌زیست و منابع آب تحمیل نماید [۹]. به همین دلیل، بررسی روند دما در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی بخش بزرگی از تحقیقات اقلیم‌شناسی را به خود اختصاص داده است [۶].

تحقیقات انجام شده در زمینه مباحث تغییر اقلیم و اثرات آن بر محیط‌زیست و فعالیت‌های محیطی بسیار متفاوت است. اما تحلیل روند متغیرهای محیطی در قالب تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی به‌عنوان اولین گام تحقیق مطرح می‌باشد.

در مورد تغییر اقلیم و روند افزایش دما تحقیقات بسیار گسترده‌ای در ایران و جهان انجام گرفته است که از آن جمله در دنیا می‌توان به استفورد و همکاران [۲۳] در آلاسکا، چانگ و همکاران [۱۲] در شبه جزیره کره، تارکش [۲۶]، یو و همکاران [۲۸] در ژاپن، هانسن و همکاران [۱۴]، سان و ما [۲۴] در فلات لوئیس، مارتینز و همکاران [۱۹] در مکزیک، یو و لی [۲۷] در چین و در ایران می‌توان به تحقیقات عزیززی و همکاران [۱۱]، زاهدی و همکاران [۳] برای شمال غرب ایران، عزیززی و روشنی [۵] برای سواحل جنوبی دریای خزر، سلطانی و سبحانی [۲۲]، خوشحال دستجردی و قویدل رحیمی

تحلیل تغییرات مقادیر حدی دما طی نیم‌قرن گذشته در  
سواحل جنوبی ایران

پریسا فتاحی مسرور<sup>۱</sup> و ام‌البنین بذرافشان<sup>۲\*</sup>  
تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۱۴

## چکیده

تغییر اقلیم و افزایش دما از مسایل مهم زیست‌محیطی بشر به حساب می‌آید. با بررسی روند تغییرات دمای هوا می‌توان تغییرات اقلیمی در منطقه را ردیابی نمود. پژوهش‌های انجام شده در جهان به طور عمده بیانگر افزایش تدریجی دمای متوسط است. در این تحقیق به منظور شناسایی تغییرات زمانی عناصر دمایی (حداقل، حداکثر و متوسط) از مشاهدات ۸ ایستگاه سینوپتیک در دوره آماری ۱۹۵۴-۲۰۱۴ در استان‌های جنوبی کشور شامل خوزستان، هرمزگان، بوشهر و سیستان و بلوچستان استفاده شده است. در این تحقیق از روش رگرسیون خطی و نیز با توجه به ماهیت غیر خطی بودن عناصر اقلیمی از روش آماری ناپارامتریک من-کندال بهره گرفته شده است، که معنی‌داری در هر دو روش، نتایج تقریباً یکسانی را نشان می‌دهد. نتایج تحقیق در طول دوره مشترک آماری نشان داد که در اکثر شهرها، در هر سه عنصر مورد مطالعه دمای حداقل، متوسط و حداکثر دارای روند مثبت یا افزایش دما مشاهده می‌شود و تنها در این شهرها ایرانشهر در اکثر موارد روند کاهشی را نشان می‌دهد. نتایج کلی در آزمون گرافیکی من-کندال نشان داد که اغلب تغییرات در جهت روند مثبت می‌باشد و به دنبال آن گاهی جهش‌های ناگهانی در جهت کاهشی مشاهده می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آمایش سرزمین، پایداری محیط‌زیست، سلامت خاک

۱- کارشناسی ارشد هواشناسی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان.  
۲- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان و نویسنده  
مسئول: Email: O.bazrafshan@hormozgan.ac.ir

[۱۶] در اصفهان، طبری و همکاران [۲۵] برای دو اقلیم سرد و گرم در ایران و بذرافشان و همکاران [۱] در استان هرمزگان، اشاره نمود. استافورد [۲۳] دمای شبانه، روزانه، شبانه روزی و دامنه نوسان دمای ۲۵ ایستگاه هواسنجی آلاسکا را به روش رگرسیون حداقل مربعات در فاصله سال‌های ۱۹۴۹ تا ۱۹۹۸ بررسی نمود. این بررسی نشان می‌دهد که در تمام ایستگاه‌ها، دما روند افزایشی داشته است. چانگ [۱۲] تغییرات دمای سالانه شبه جزیره کره را در فاصله سال‌های ۱۹۷۴ تا ۱۹۹۷ بررسی نمود. نتایج نشان داد، مقدار افزایش در زمستان بیش از دیگر فصول گزارش شده است.

تارکش [۲۶] در مطالعه خودبه این نتیجه رسید که نیمکره‌ی شمالی بین سال‌های ۱۹۴۶ تا ۱۹۷۵ دارای روند کاهشی دما بوده اما در نیمکره‌ی جنوبی عکس این جریان اتفاق افتاده است. یو و همکاران [۲۶] روند دمای ماهانه، فصلی و سالانه ژاپن در صد سال گذشته را بررسی کرده و نشان دادند، که بیشترین افزایش در فصل زمستان و بهار دیده شده است.

هانسن و همکاران [۱۴] تأکید می‌نمایند که روند گرمایش ملایم جهانی، همراه با نوسان‌های بزرگ بعد از سال ۱۹۷۵ با سرعت گرمایشی ۰/۲ درجه سانتیگراد در هر دهه ادامه یافته است.

سلطانی و سبحانی [۲۲] در تحلیل روند عوامل اقلیمی در برخی از شهرهای بزرگ ایران، روند افزایش دما را گزارش دادند.

خوشحال دستجردی و قویدل رحیمی [۱۶] با بررسی روند دماهای حداقل و حداکثر ۵۰ ساله ایستگاه سینوپتیک اصفهان با استفاده از آماره من‌کندال نشان دادند که طی دوره مورد مطالعه دمای هوا افزایش یافته، به طوریکه از شدت سرماهای زمستان کاسته و بر گرمی هوای تابستانه افزوده شده است.

مارتینز و همکاران [۱۹] به بررسی تغییرات مشاهده شده در روند دما و امواج حرارتی در شمال غرب مکزیک پرداختند. نتایج روند واضحی از افزایش دما و وقوع امواج گرمایی در مناطق مورد مطالعه نشان دادند.

یو و لی [۲۷] بر اساس دمای حداکثر و حداقل ۷۰ ایستگاه هواشناسی در دوره زمانی ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۱، ویژگی‌های زمانی و مکانی وقایع دمایی شدید را در شمال شرقی چین بررسی کردند. تمام شاخص‌های مبتنی بر دما نشان می‌دهند که الگوها بر روند گرم شدن کلی استوار هستند.

نتایج بررسی تغییرات زمانی - مکانی دمای شمال غرب ایران در ۱۹ ایستگاه سینوپتیک نشان داد که روند تغییرات دمای میانگین سالانه در بیشتر مناطق شمال غرب به تدریج افزایش یافته است [۳]. همچنین در تحقیقی دیگر عزیزی و همکاران [۵] به مطالعه‌ی تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال پرداختند. نتایج به دست آمده از تحلیل‌ها نشان داد که در اکثر ایستگاه‌ها، دمای حداقل روند مثبت (افزایشی) و دمای حداکثر روند منفی (کاهشی) نشان می‌دهد.

به طور کلی پیامدهایی نظیر خشکسالی‌ها، سیلاب‌های شدید و

ناگهانی، امواج هوای سرد و گرم و وقوع طوفان‌های مخرب از جمله آثار و شواهد ناهنجاری‌های اقلیمی است که کره‌ی زمین را با بحران‌های مختلف مواجه کرده است [۱۱]. بدین ترتیب بدون شناخت و آگاهی از وضعیت اقلیمی حال و آینده، مدیران و برنامه‌ریزان قادر به اجرای برنامه‌های مدیریتی در بخش آب و خاک نخواهند بود [۶]. سواحل جنوبی ایران جزء بیابان‌های ساحلی بوده و دارای اقلیم خشک و فراخشک است [۱]، که عمدتاً تحت تاثیر سیستم‌های آب و هوایی مانسون و کم‌فشار سودانی و عربستان است و در واقع گرم‌ترین مکان در ایران، سواحل جنوب کشور است که مهمترین دلیل آن بالا بودن مقدار تابش خالص خورشیدی است [۷]. در این مطالعه با توجه به اهمیت عنصر دما و ارتباط تغییرات جهانی با تغییرات منطقه‌ای و محلی، سعی شده عناصر میانگین، حداقل و حداکثر دما که از مهم‌ترین عوامل مرتبط با تغییر اقلیم و اثرگذار بر فعالیت‌های اکولوژیکی در سواحل جنوبی کشور مورد بررسی و تحلیل قرار گیرند.

## داده‌ها و روش‌ها

### موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه‌ی مطالعاتی در این تحقیق استان‌های جنوبی کشور محدوده‌ای بین مدار ۲۵ تا ۳۰ درجه عرض شمالی و نصف النهار ۴۸ تا ۶۰ درجه طول شرقی انتخاب گردیده است که ۸ ایستگاه سینوپتیک با آمار بلندمدت را شامل می‌شود. مرحله نخست در این مطالعه جمع‌آوری اطلاعات کافی در مورد عناصر دمایی می‌باشد. محاسبات و تحلیل بر روی میانگین دمای حداقل، حداکثر و متوسط صورت گرفته است. مقطع زمانی مورد مطالعه در این ایستگاه‌ها یک دوره‌ی ۵۰ ساله بین سال‌های ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۴ میلادی می‌باشد و ایستگاه‌های آبادان، بوشهر، بندرلنگه، جاسک، بندرعباس، ایرانشهر، زاهدان و زابل را در بر می‌گیرد. اطلاعات مورد نیاز از مرکز سایت رسمی هواشناسی وابسته سازمان هواشناسی کشور تهیه شده است. در جدول و شکل (۱) مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌ها آمده است.

### رگرسیون خطی

این روش، یک آزمون پارامتری است که یک رابطه رگرسیون خطی ساده برای بدست آوردن روند درازمدت داده‌ها انتخاب می‌شود [۱۳].

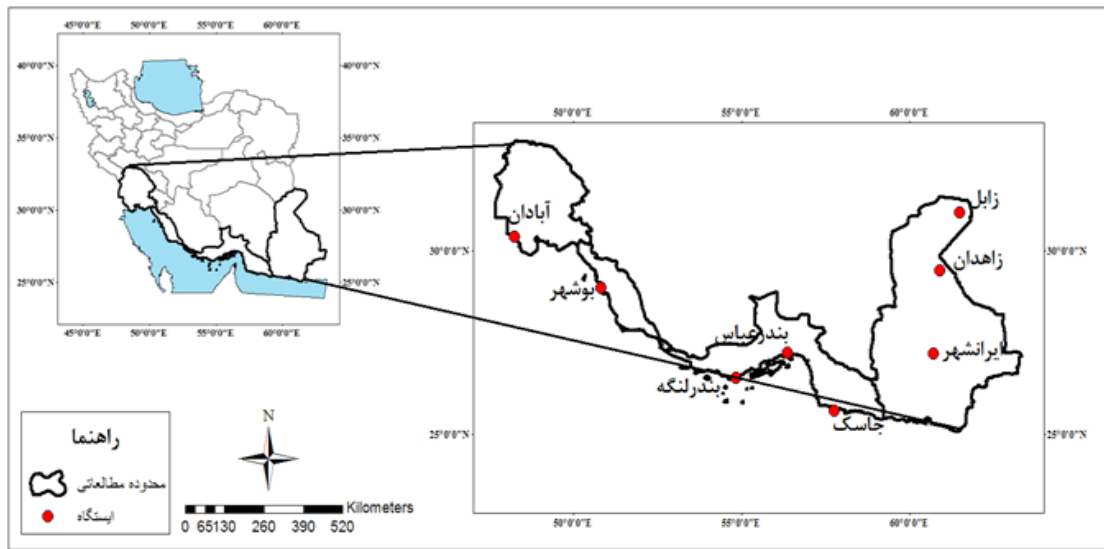
$$Y = a + bx \quad (۱)$$

$$t = \frac{b}{\sqrt{\frac{MSE}{S_{xx}}}} \quad (۲)$$

که در این رابطه Y: متغیر جوی، x: زمان و a و b ضرایب رگرسیونی هستند. مقدار t با درجه آزادی n-2 با استفاده از رابطه (۲) معنی‌داری شیب رگرسیون آزمون می‌شود. اگر  $|T| < t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$  شود، شیب رگرسیون بی‌معنی تلقی می‌شود [۱۰].

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	ارتفاع (متر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	میانگین حداقل دمای سالانه	میانگین دمای متوسط سالانه	میانگین حداکثر دمای سالانه
آبادان	۶/۶	۴۸° ۲۰'	۳۰° ۲۲'	۳۳	۲۵/۴	۱۸
بوشهر	۹	۵۱° ۴۵'	۲۸° ۲۰'	۳۴/۲۲	۲۷/۴۴	۱۹/۳
بندرلنگه	۲۲/۷	۵۴° ۵۸'	۲۶° ۳۵'	۳۲/۲	۲۷	۲۱۷/۶
بندرعباس	۹/۸	۵۶° ۱۵'	۲۷° ۱۵'	۳۲/۲۴	۲۷/۷	۲۲/۲
جاسک	۵/۲	۵۷° ۴۵'	۲۵° ۳۸'	۲۹/۶	۲۴/۶	۱۹/۸
ایرانشهر	۵۹۱/۱	۶۰° ۴۰'	۲۷° ۱۵'	۲۸	۲۵/۵	۲۳/۱
زاهدان	۱۳۷۰	۶۰° ۵۰'	۲۹° ۳۰'	۳۰	۲۲/۵	۱۴/۸
زابل	۴۸۹/۲	۶۱° ۳۲'	۳۱° ۰'	۲۷	۱۷/۸	۱۰/۳



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌ها در جنوب ایران

### آزمون من-کندال

کندال (۱۹۷۵) متغیر  $\tau$  (tau) را جهت اندازه‌گیری رابطه همبستگی بین X و Y ارائه کرد [۱۵] و من (۱۹۴۵) با استفاده از آزمون کندال یکی از متغیرها را مولفه زمانی در نظر گرفت تا وجود روند را در سری داده‌ها مورد آزمون قرار دهد [۱۸]. برای تصادفی بودن داده‌ها از آزمون آماره کندال (رابطه‌ی ۳) استفاده شده است [۱۴].

$$T = \left[ \frac{4P}{n(n-1)} \right] - 1 \quad (۳)$$

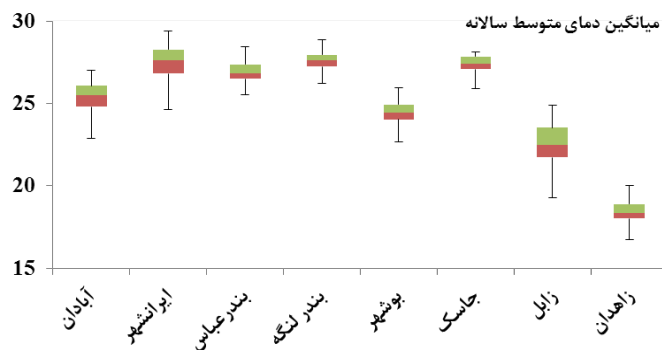
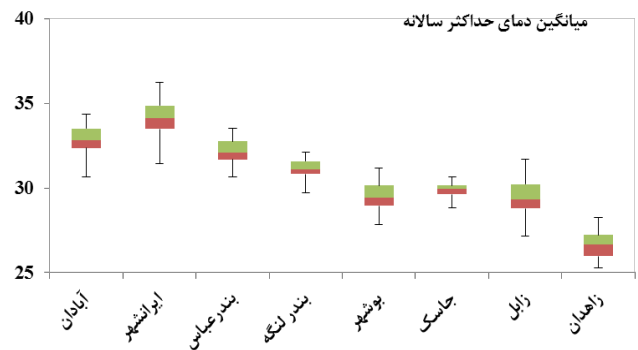
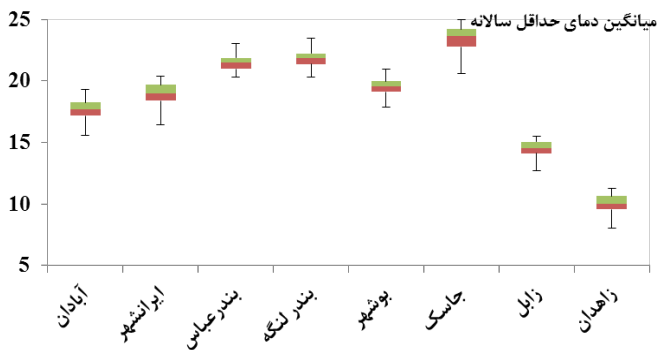
که T آماره کندال و P (رابطه ۴) مجموع تعداد رتبه‌های بزرگ‌تر از ردیف  $n_i$  که بعد از آن قرار می‌گیرند.  $n$  نیز تعداد کل سال‌های آماری مورد استفاده است که در اینجا همان ۵۰ سال در نظر گرفته می‌شود.

$$P = \sum_{i=1}^n n_i \quad (۴)$$

به منظور سنجش معنی‌دار بودن آماره T از رابطه‌ی ۵ استفاده می‌شود:

$$T_t = \pm t_g \sqrt{\frac{4n+10}{9n(n-1)}} \quad (۵)$$

که  $t_g$  برابر مقدار بحرانی نمره‌ی نرمال یا استاندارد (Z) با سطح احتمال آزمون است و با سطح احتمال ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ می‌باشد. در صورت اعمال این مقدار و با استفاده از رابطه‌ی ۶، مقدار  $T_t$  معادل با  $\pm ۰/۱۹۶$  می‌شود.  $T < -۰/۱۹$ ، نشان دهنده‌ی روند منفی در سری‌هاست [۱۸]. برای تعیین جهت روند، نوع و زمان تغییر نیاز به آزمون گرافیکی من-کندال می‌باشد. در این آزمون، آماره  $U$  نشان دهنده‌ی مقدار و جهت روند می‌باشد. در این روش داده‌ها را رتبه بندی و آماره  $t_i$  (نسبت رتبه  $i$  به رتبه‌های ماقبل) را محاسبه می‌شود [۲۰]. برای بررسی تغییرات و معنی‌دار بودن آن‌ها باید شاخص  $U'$  نیز تعیین شود. چنانچه دو منحنی  $U$  و  $U'$  با یکدیگر در محدوده ۹۵ درصد اطمینان در داخل محدوده‌ی بحرانی ( $\pm ۱/۹۶$ ) هم‌دیگر را قطع کنند، نشانه‌ی زمان آغاز تغییر



شکل ۲- نمودار باکس- ویسکر عناصر دمایی ایستگاه‌های مورد بررسی طی دوره‌ی آماری ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۴ (درجه سانتیگراد)

ژوئیه، اوت، سپتامبر، اکتبر و نوامبر مشاهده می‌گردد. در ماه دسامبر ایستگاه‌های آبادان، جاسک، بندرلنگه و بوشهر روند معنی‌داری ملاحظه نشد. در مورد دمای متوسط نیز، تمامی ماه‌ها دارای روند هستند. روند معنی‌داری حداقل، حداکثر و میانگین دماهای ایستگاه در مقیاس سالانه نیز بررسی گردید. تغییرات سالانه سه عنصر دمایی مورد بررسی در شکل ۳ ارائه گردیده است. طبق نتایج، در مورد حداقل دما (الف)، در تمامی ایستگاه‌ها در سال‌های مورد بررسی، روند معنی‌دار مثبت مشاهده شده است. در مورد پارامتر حداکثر دما (ب) در شهرهای آبادان، بوشهر، زابل و زاهدان روند معنی‌دار مثبت مشاهده شد و در سایر شهرها روندی مشاهده نگردید. در مورد پارامتر میانگین دما (ج) در سال‌های مورد بررسی آبادان، بوشهر و زاهدان دارای روند معنی‌دار مثبت و ایرانشهر شاهد روند معنی‌دار منفی بوده و در سایر شهرها روند مشاهده نشده است.

### نتایج آزمون گرافیکی من-کندال

همچنین نتایج سالانه آزمون گرافیکی کندال برای هر یک از عناصر در اشکال ۵ بصورت نمونه ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود برای پارامتر حداقل دما در همه‌ی ایستگاه‌ها روند افزایشی وجود دارد. برای پارامتر دمای میانگین برای تمامی ایستگاه‌ها روند غالب مثبت ارزیابی شده است و در مورد پارامتر دمای حداکثر در مقیاس سالانه برای تمامی ایستگاه‌ها بجز ایرانشهر، روند مثبت مشاهده شده است. همچنین در مورد پارامتر دمای حداکثر در ایستگاه‌های بندرعباس، جاسک و بندرلنگه در سال‌های

ناگهانی (جهش) و در صورتی که خارج از محدوده‌ی بحرانی همدیگر را قطع نمایند، بیانگر وجود روند در سری‌های زمانی است [۴].

### یافته‌های پژوهش

#### الف- نتایج دمایی

با بررسی حداکثر، حداقل و متوسط دماهای موجود و مقایسه آنها با یکدیگر و در ایستگاه‌های مختلف و ماه‌های مختلف نتایج زیر به دست آمد (شکل شماره ۲).

در میان مقادیر اقلیمی دمای حداکثر و متوسط، بیشترین دما در ایرانشهر و کمترین مقدار دما در زاهدان رخ داده است. بیشترین دمای حداقل مربوط به جاسک و کمترین دمای حداقل مربوط به زاهدان می‌باشد.

#### ب- نتایج آزمون رگرسیون خطی و مقدار آماره کندال

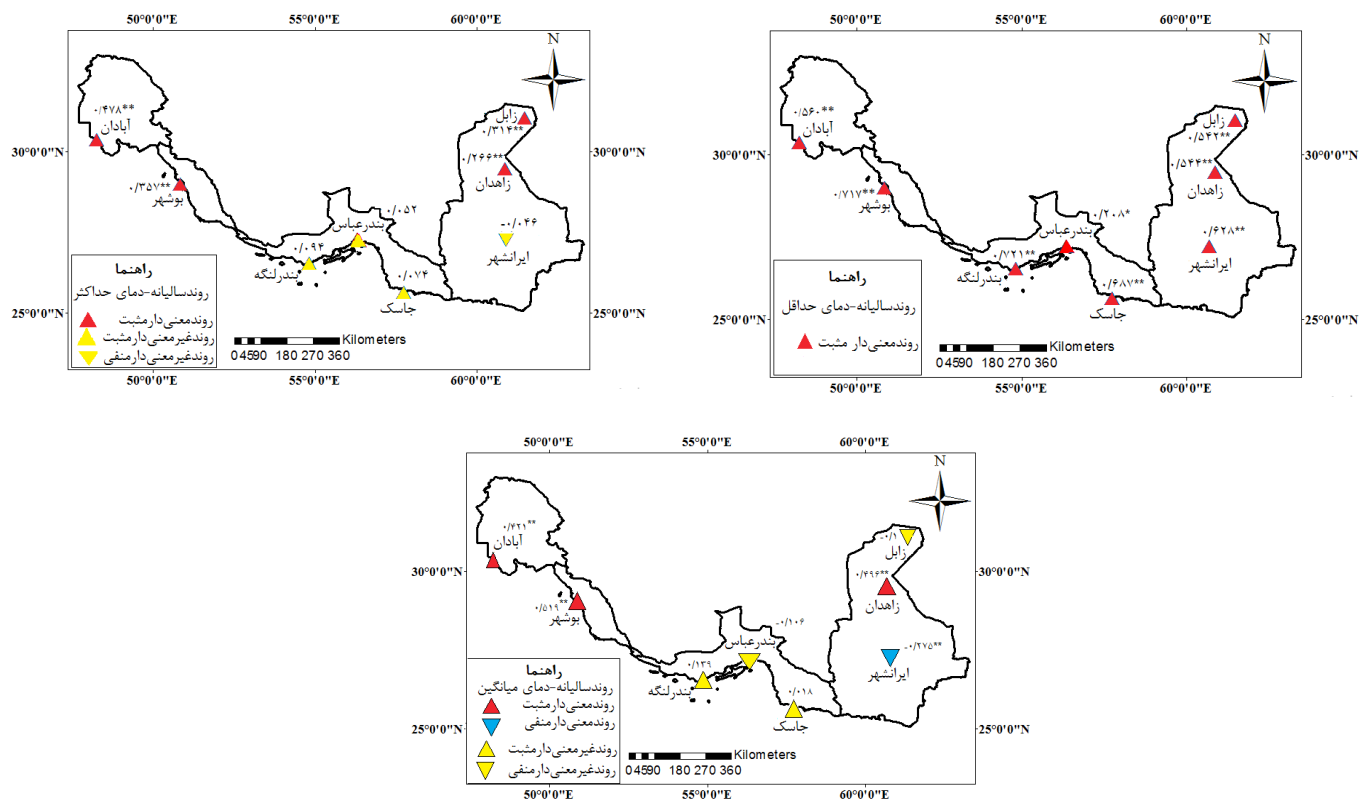
در جدول ۲ نتایج به دست آمده توسط رگرسیون خطی با بیان شیب خط و معنی‌داری آن که توسط نرم افزار SPSS16 به دست آمده بیان می‌شود. همچنین مقدار آماره کندال به دست آمده و معنی‌داری آن بررسی می‌شود. در اکثر موارد شیب رگرسیون خطی و معنی‌داری آن با معنی‌داری به دست آمده از آماره کندال یکسان است که نشان دهنده‌ی مشابهت روش رگرسیون و روش من-کندال در ارائه نتایج می‌باشد. در رابطه با عنصر دمای حداکثر روند معنی‌دار ماهانه، بجز ماه ژانویه و مارس سایر ماه‌ها اغلب ایستگاه‌ها دارای روند افزایشی هستند. برای پارامتر دمای حداقل در همه‌ی ایستگاه‌ها به جز بندرعباس، روند افزایشی معنی‌دار برای ماه آوریل، می، ژوئن،

جدول ۲- معنی داری و شیب روند دماهای حداکثر، حداقل و میانگین در مقیاس ماهانه براساس رگرسیون خطی و آماره کندال

نام عنصر	نام ایستگاه	آبادان	ایرانشهر	بندر عباس	جاسک	بندر لنگه	بوشهر	زابل	زاهدان	
دمای حداکثر	ژانویه	T	۰/-۱۰	۰/-۰۶	۰/-۰۶	۰/۱۱	۰/-۰۲	۰/-۰۲	۰/۱۰	۰/۰۳
		S	۰/-۰۱	۰/-۰۱	۰/-۰۰۶	۰/۰۵	۰/-۰۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/-۰۰۳
	فوریه	T	۰/-۰۱	۰/۰۳	۰/۰۱	**/۲۸	۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/-۰۰۴
		S	۰/-۰۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/-۰۰۸
	مارس	T	۰/۱۴	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/-۰۰۹
		S	۰/۰۲	۰/-۰۰۳	۰/۰۰	۰/۲۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۰
	آوریل	T	**/۲۴	۰/۰۸	* /۲۲	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۱۲	**/۲۰	* /۱۸
		S	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵
	می	T	**/۳۲	۰/-۰۱	* /۲۰	۰/۰۷	۰/-۰۱	۰/۱۳	**/۲۰	۰/۱۴
		S	۰/۰۳	۰/-۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/-۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۶
	ژوئن	T	**/۴۶	**/-۳۱	۰/۱۳	۰/-۰۹	۰/-۰۳	۰/۰۰	**/۲۵۲	۰/۱۱
		S	۰/۰۴	۰/-۰۳	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/-۰۰۶	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۰
	ژوئیه	T	**/۴۶	۰/-۰۸	۰/-۱۰	* /۲۴	۰/۱۵	۰/-۰۲	* /۳۳	۰/۱۲
		S	۰/۰۵	۰/-۰۱	۰/-۰۰۵	۰/-۰۲	۰/۱۰	۰/-۰۰۰۸	۰/۰۳	۰/۰۰
	اوت	T	**/۳۴	۰/-۱۵	* /-۱۹	**/-۲۸	۰/۰۹	۰/-۰۰۵	**/۳۴	۰/۰۸
		S	۰/۱۳	۰/-۰۱	۰/-۰۱	۰/-۰۳	۰/۰۰	۰/-۰۰۹	۰/۰۴	۰/۰۰
	سپتامبر	T	**/۲۷	۰/-۰۴	۰/-۱۶	۰/-۱۱	۰/۱۵	۰/-۰۰۴	**/۳۰	۰/۱۴
		S	۰/۰۲	۰/-۰۰۳	۰/-۰۱	۰/-۰۱	۰/۰۰	۰/-۰۰۱	۰/۰۳	۰/۱۱
	اکتبر	T	۰/۰۷	۰/-۱۰	۰/-۰۷	۰/-۰۰۹	* /۲۰	۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۱۳
		S	۰/۰۱	۰/-۰۱	۰/-۰۰۵	۰/-۰۰۶	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۰
نوامبر	T	۰/-۰۰۴	**/-۲۲	۰/۰۰	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/-۰۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰۴	
	S	۰/-۰۰۵	۰/-۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/-۰۰۴	۰/۰۱	۰/۰۰	
دسامبر	T	۰/۰۷	۰/-۱۱	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/-۰۰۳	۰/-۰۰۲	
	S	۰/۰۰	۰/-۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/-۰۰۲	
دمای حداقل	ژانویه	T	۰/۰۹	۰/۱۵	* /-۲۰	**/۳۶	**/۴۸	**/۲۴	۰/۰۵	۰/۰۴
		S	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/-۰۲	۰/۲۴	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۰	۰/۰۱
	فوریه	T	* /۲۰	* /۲۱	۰/-۰۳	**/۵۱	**/۵۰	**/۳۱	۰/۰۴	۰/-۰۰۵
		S	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/-۰۱	۰/۲۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰
	مارس	T	**/۳۱	**/۳۴	۰/-۱۴	**/۵۰	**/۴۲	**/۳۶	۰/۰۵	۰/۰۷
		S	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/-۰۱	۰/۲۳	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰
	آوریل	T	**/۴۷	**/۴۸	۰/۰۰	**/۴۹	**/۵۳	**/۵۸	**/۲۱	**/۲۸
		S	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/-۰۰۵	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۰۲	۰/۱۵
	می	T	**/۵۲	**/۴۷	۰/۰۷	**/۵۳	**/۵۲	**/۶۰	**/۲۶	**/۴۰
		S	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/-۰۰۳	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۸
	ژوئن	T	**/۳۷	**/۳۱	۰/۰۱	**/۴۵	**/۴۱	**/۵۵	**/۳۴	**/۳۹
		S	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳
	ژوئیه	T	**/۴۰	**/۵۰	۰/۰۲	**/۳۵	**/۵۶	**/۶۴	**/۳۸	**/۲۵
		S	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲
	اوت	T	**/۳۸	**/۳۳	۰/-۰۸	**/۳۳	* /۵۹	**/۵۷	* /۴۰	**/۲۹
		S	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/-۰۰۵	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۳
	سپتامبر	T	**/۳۷	**/۳۸	۰/-۰۷	**/۵۵	**/۵۷	**/۶۴	**/۳۸	**/۲۶
		S	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/-۰۱	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۳
	اکتبر	T	**/۳۹	**/۳۴	۰/-۱۱	**/۵۹	**/۵۸	**/۵۴	**/۲۹	**/۲۷
		S	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/-۰۱	۰/۲۹	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۴
نوامبر	T	* /۱۹	**/۳۳	۰/-۰۰۴	**/۴۸	**/۶۰	**/۴۸	**/۲۷	**/۲۳	
	S	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/-۰۰۸	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴۷	
دسامبر	T	* /۲۱	۰/۱۵	۰/-۱۳	**/۳۲	**/۴۶	**/۲۹	۰/۱۳	۰/۰۴	
	S	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/-۰۱	۰/۲۵	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰	

ژانویه	T	۰/۰۱	۰-*/۲۴	۰-/**۳۱	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/-۱۴	۰/۰۷
	S	۰/۰۰	-۰/۰۳	-۰/۰۴	۰/۲۰	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰
فوریه	T	۰/۱۰	-۰/۰۷	-۰/**۲۱	۰/۲۶*	۰/**/۲۱	۰/۱۶	۰/-۰۹	۰/-۰۰۱
	S	۰/۰۱	-۰/۰۰۹	-۰/۰۳	۰/۲۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/-۰۲	۰/۰۰
مارس	T	۰/**/۲۴	-۰/۰۸	-۰/**۲۹	۰/۰۹	۰/۰۳	۰*/۱۹	۰/-۱۰	۰/۰۸
	S	۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/-۰۱	۰/۰۱
آوریل	T	۰/**/۳۵	۰/۰۰	-۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۱۵	۰/**/۳۱	۰/-۰۵	۰/**/۲۴
	S	۰/۰۴	-۰/۰۰۲	-۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۱۹	۰/-۰۱	۰/۱۶
می	T	۰/**/۴۱	-۰/۱۶	-۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/**/۳۶	۰/-۰۵	۰/**/۲۶
	S	۰/۰۴	-۰/۰۲	-۰/۰۲	۰/۲۱	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/-۰۰۹	۰/۱۸
ژوئن	T	۰/**/۴۵	-۰/**۳۶	-۰/**۲۱	۰/۰۳	-۰/۰۲	۰/**/۳۲	۰/-۰۷	۰/**/۳۴
	S	۰/۰۳	-۰/۰۴	-۰/۰۲	۰/۰۰	-۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/-۰۱	۰/۰۲
ژوئیه	T	۰/**/۴۲	-۰/**۲۱	-۰/**۲۸	-۰/۱۶	۰/۱۷	۰/**/۲۴	۰/-۰۳	۰/**/۳۲
	S	۰/۰۳	-۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/-۰۰۵	۰/۰۲
اوت	T	۰/**/۲۸	-۰/**۲۳	-۰/**۳۵	-۰/**۲۳	۰/۰۷	۰/**/۲۳	۰/۰۵	۰/**/۳۱
	S	۰/۱۱	-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۲
سپتامبر	T	۰/**/۳۱	-۰/۱۷	-۰/**۲۹	-۰/۱۳	۰/۰۷	۰/**/۳۴	۰/-۰۸	۰/**/۲۶
	S	۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۳۵۵	-۰/۰۰۷	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/-۰۰۳	۰/۰۲
اکتبر	T	۰/**/۲۷	-۰/**۲۵	-۰/**۳۱	۰/۰۰	۰/۱۶	۰/**/۳۶	۰/-۱۰	۰/**/۲۲
	S	۰/۰۲	-۰/۰۳	-۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/-۰۱	۰/۰۲
نوامبر	T	۰/۰۸	-۰/**۲۸	-۰/**۳۳	-۰/۰۸	۰/۱۴	۰/**/۲۸	۰/-۱۶	۰*/۱۹
	S	۰/۰۰	-۰/۰۴	-۰/۰۳	-۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/-۰۲	۰/۰۳
دسامبر	T	۰/۱۳	-۰/**۴۰	-۰/**۲۹	-۰/۱۲	۰/۰۷	۰/**/۲۲	۰*/-۲۱	۰/۰۲
	S	۰/۰۱	-۰/۰۴	-۰/۰۳	-۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/-۰۲	۰/۰۰

T نشان دهنده مقدار آماره کندال می باشد و S بیانگر مقدار شیب خطی، علامت \* در کنار عدد بیانگر معنی دار بودن پارامتر در بازه زمانی در سطح ۹۵٪ است.



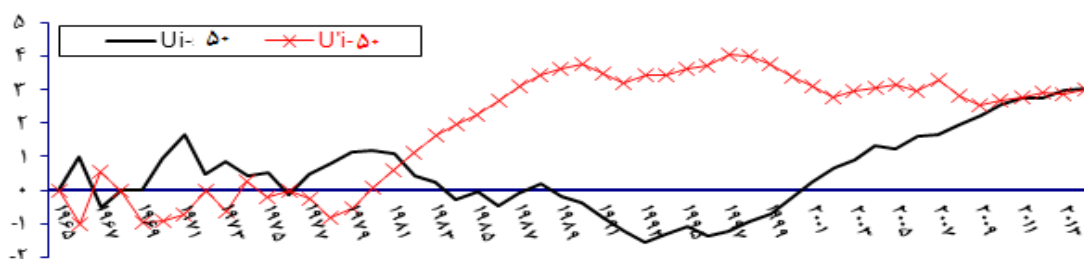
شکل ۵: معنی داری و شیب روند دمای حداقل (الف)، حداکثر (ب) و میانگین (ج) سالیانه

## بحث و نتیجه گیری

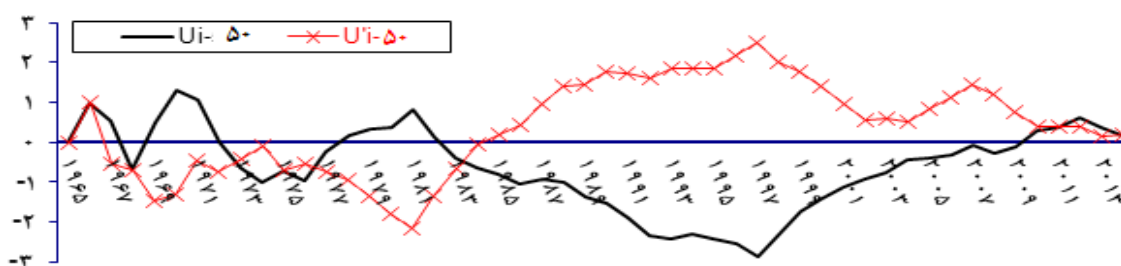
هوا و اقلیم، خود سیستمی پیچیده و متشکل از اجزا و پارامترهای مختلفی است که تعامل این پارامترها با یکدیگر، نوع آب و هوای هر منطقه را تعیین می‌کند. آنچه آشکار و روشن است این است که تغییرات دما بر روی میزان و نوع بارش اثر گذاشته، نقشی اساسی در تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل دارد. میانگین دمای هوا در سطح زمین و تغییرات آن نمونه‌ای از تغییرات اقلیمی است که تقریباً تمامی نظریه‌های تغییر اقلیم به نوعی از آن یاد می‌کنند و با بررسی آن می‌توان تغییرات دمای زمین را ردیابی نمود.

آنچه در این تحقیق قابل توجه است، این است که در ایستگاه‌هایی که دارای روند معنی‌دار صعودی تغییرات دمایی هستند، تغییرات دمای حداقل بیشتر از تغییرات دمای حداکثر است. از طرف دیگر، از آنجایی که دمای میانگین نیز تابعی از دمای حداکثر و دمای حداقل است، می‌توان نتیجه گرفت که سهم تأثیر دمای حداقل بر میانگین دما

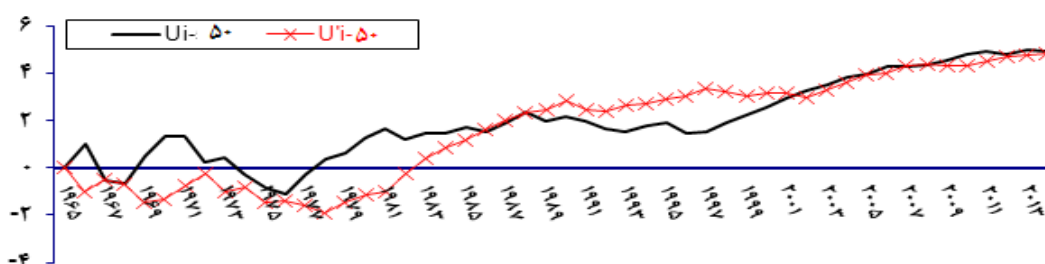
مشخص شده روی شکل ۶ یک جهش منفی رخ داده است و از سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۱۴ روند مثبت مشاهده شده است. شکل شماره ۶ - الف به عنوان نمونه، روند معنی‌داری عنصر حداکثر دما در ایستگاه زابل را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود طبق تعریف آماره کندال، روند معنی‌دار مثبت از سال ۲۰۰۸ میلادی شروع و تا سال مورد بررسی در پژوهش حاضر ادامه داشته است. شکل شماره (۶ - ب)، به روند معنی‌داری پارامتر حداکثر دما، در ایستگاه بندرعباس مشاهده می‌شود که در سال‌های ۱۹۶۸، ۱۹۷۶ و ۱۹۸۳ میلادی یک جهش معنی‌دار وجود دارد. در این ایستگاه از سال ۱۹۹۰ میلادی تا ۱۹۹۸ روند منفی و معنی‌دار پارامتر دمای حداکثر مشهود است. شکل شماره (۶ - ج)، روند معنی‌داری پارامتر دمای متوسط در ایستگاه بندرعباس، در سال ۱۹۸۸ میلادی یک جهش معنی‌دار مشاهده گردید. در این ایستگاه دمای متوسط از سال ۱۹۹۹ تا سال ۲۰۱۴ دارای روند معنی‌دار مثبت است.



الف: دمای حداقل سالانه - زابل



ب: دمای حداکثر سالانه - بندرعباس



ج: دمای متوسط سالانه - بندرعباس

شکل ۶: روند دمای متوسط سالیانه بر اساس آزمون گرافیکی من-کندال طی دوره آماری ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۴ در ایستگاه بندرعباس



به مراتب بیشتر از تأثیر دمای حداکثر می‌باشد و آنچه موجب افزایش دمای میانگین شده است، بیشتر دمای حداقل بوده است. قره‌خانی و همکاران [۸] معتقدند، دلیل بیشتر بودن تغییرات دمای حداقل نسبت به دمای حداکثر، تا حدود زیادی مربوط به تأثیر گازهای گلخانه‌ای است، چرا که فراوانی مشاهدات دمای حداقل در هنگام شب و قبل از طلوع آفتاب بیشتر است. واضح است که بخش بزرگی از منبع حرارتی در شب، بازتابش‌های با طول موج بلند ساطع شده از زمین است. همچنین، گازهای گلخانه‌ای می‌تواند عاملی در جهت افزایش دمای حداقل این مناطق باشند.

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در اکثر شهرها و در طول دوره آماری، در هر سه عنصر مورد مطالعه دمای حداقل، متوسط و حداکثر مشاهداتی، روند مثبت یا فزاینده دما مشاهده می‌شود. تنها استثناء در این شهرها ایران‌شهر بوده که در اکثر موارد روند کاهش را نشان می‌دهد. از میان عناصر مورد بررسی دمای حداقل و دمای میانگین تغییرات معنی‌دار بیشتری را از خود نشان می‌دهد. نتایج کلی در آزمون گرافیکی من-کندال نشان داد که اغلب تغییرات در دمای حداقل سالیانه و دمای میانگین سالیانه در جهت روند مثبت می‌باشد و به دنبال آن گاهی جهش‌های ناگهانی در جهت کاهش مشاهده می‌گردد.

در این تحقیق مقادیر درجه حرارت نشان دهنده‌ی روند مثبت در منطقه است و به طور کلی تغییرات دما در استان‌های جنوبی کشور مشهود بوده و می‌توان از این تغییرات به عنوان هشدار در مورد تحول آب و هوا در استان‌های جنوبی ایران که تحت عنوان پدیده تغییر اقلیم شناخته شده است، نام برد. به یقین این تغییرات تأثیرات مستقیم بر تولیدات کشاورزی دارد و موجب کاهش عملکرد گیاهان شود.

## منابع

- ۱- بذرافشان، الف، چشم‌براه، عظیمه، حلی‌ساز، ارشک. ۱۳۹۴. مطالعه روند تغییرات تبخیر از تشتک در نمونه‌های اقلیمی استان هرمزگان. نشریه علمی- ترویجی حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی، ۴(۲): ۱۷۱-۱۷۶.
- ۲- زابل عباسی، ف، اثمیری، م، ملبوسی، ش. ۱۳۸۶. تحلیل مقدماتی سری‌های زمانی دمای هوای شهر مشهد، کارگاه فنی اثرات تغییر اقلیم بر مدیریت منابع آب. ۲۴ بهمن. تهران.
- ۳- زاهدی، م، ساری صراف، ب، جامعی، ج. ۱۳۸۶. تحلیل تغییرات زمانی- مکانی دمای منطقه شمال غرب ایران. مجله جغرافیا و توسعه، ۵(۱۰): ۱۸۳-۱۹۸.
- ۴- سبزی‌پور، ع، سیف، ز، قیامی، ف. ۱۳۹۲. تحلیل روند دما در برخی از ایستگاه‌های مناطق خشک و نیمه خشک کشور. مجله جغرافیا و توسعه، ۱۱(۳۰): ۱۱۷-۱۳۸.
- ۵- عزیزی، ق، روشنی، م. ۱۳۸۷. مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال. مجله پژوهش‌های

جغرافیایی، شماره ۶۴: ۱۳-۲۸.

- ۶- عساکره، ح، کاویانی، م. ر. ۱۳۸۲. بررسی آماری روند بلندمدت بارش سالانه اصفهان. سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. ۲۹ مهرالی اول آبان. دانشگاه اصفهان، اصفهان.
- ۷- علیجانی، ب. ۱۳۹۲. آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام‌نور، ۲۶۳ص.
- ۸- قره‌خانی، ا، قهرمان، ن، بذرافشان، ج. ۱۳۹۲. مطالعه روند تغییرات تبخیر از تشت در گستره اقلیمی ایران. مجله پژوهش‌های آب‌خیزداری (پژوهش و سازندگی)، ۲۶(۱): ۸۵-۹۷.
- ۹- مساح بوانی، ع، آشفته، پ. س. ۱۳۸۶. بررسی اهمیت موضوع تغییر اقلیم در جهان و تأثیر آن بر سیستم‌های مختلف. کارگاه فنی اثرات تغییر اقلیم بر مدیریت منابع آب. ۲۴ بهمن. تهران.
- 10- Azizi, G., Karimi Ahmad Abad, M., Sabok Khiz, Z. 2005. Temperature trend in recent decades in Iran and increasing CO2. Journal of Geographical Sciences, 4(5): 25-43.
- 11- Chung, U., Choi, J. Yun, J.I. 2004. Urbanization effect on the observed change in mean monthly temperatures between 1951-1980 and 1971-2000 in Korea. Climatic Change, 66(1-2): 127-136.
- 12- Floudas, C.A., Pardalos, P.M., Adjiman, C., Esposito, W.R., Gümüs, Z.H., Harding, S.T., Klepeis, J.L., Meyer, C.A. and Schweiger, C.A. 2013. Handbook of test problems in local and global optimization (Vol. 33). Springer Science & Business Media.
- 13- Gharekhani, a., ghahreman, n., bazrafshan, j. 2013. Trend analysis of pan evaporation in different climates of iran. 85-97.
- 14- Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Lo, K., Lea, D.W., Medina-Elizade, M. 2006. Global temperature change. Proceedings of the National Academy of Sciences, 103(39): 14288-14293.
- 15- Kendall, M.G. 1975. Rank Correlation Methods. Griffin, London, 202pp.
- 16- Khoshhal Dastjerdi, J., Ghavidel Rahimi, U. 2008. Kendall nonparametric test used in estimating the temperature variation of case study. Geographical space, 8(22): 21-38.
- 17- Manabe, S., Wetherald, R.T. 1975. The effects of doubling the CO2 concentration on the climate of a general circulation modell. 3-15.
- 18- Mann, H.B. 1945. Nonparametric tests against



- 24- Sun, C., Ma, Y. 2015. Effects of non-linear temperature and precipitation trends on Loess Plateau droughts. *Quaternary International*, 372: 175-179.
- 25- Tabari, H., Sabziparvar, A.A., Marofi, S. 2008. Investigating trends of annual meteorological parameters in cold and warm climates of Iran. 161-174.
- 26- Türkeş, M., Sümer, U.M., Demir, I. 2002. Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999. *International Journal of Climatology*, 22(8): 947-977.
- 27- Yu, Z., Li, X. 2015. Recent trends in daily temperature extremes over northeastern China (1960–2011). *Quaternary International*, 380: 35-48.
- 28- Yue, S., Hashino, M. 2003. Temperature trends in Japan: 1900–1996. *Theoretical and Applied Climatology*, 75(1-2): 15-27.
- trend, *Econometrica*. 13: 245-259.
- 19- Martínez-Austria, P.F., Bandala, E.R., Patiño-Gómez, C. 2015. Temperature and heat wave trends in northwest Mexico. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*.
- 20- Mitchell, J. M., Chairman, J. R., Dzerdzevskii, B., Flohn, H., Hofmeyer, W. L., Lamb, H. H., Rao, K. N., Wallen, C. 1996. *Climatic Change Note*, WMO, 195.
- 21- Seleshi, Y., Zanke, U. 2004. Recent changes in rainfall and rainy days in Ethiopia, *International Journal of Climatology*, 24(8): 973-983.
- 22- Soltani, S., Saboohi, R. and Yaghmaei, L., 2012. Rainfall and rainy days trend in Iran. *Climatic Change*, 110(1-2): 187-213.
- 23- Stafford, J.M., Wendler, G., Curtis, J. 2000. Temperature and precipitation of Alaska: 50 year trend analysis. *Theoretical and Applied Climatology*, 67(1-2): 33-44.

*Abstract*

## Analysis of the Temperature Extremes Changes over the Past Half Century in Southern Coasts of Iran

P. Fattahi Masroul<sup>1</sup> and O. Bazrafshan<sup>2\*</sup>

Received: 2016/05/04 Accepted: 2016/12/04

Climate change and temperature increase are of the important environmental issues for human. The temperature changes can help to monitor the climate change in a region. The researches done in all over the world show the gradual increase of the mean temperature. The observation of 8 synoptic stations in the statistical period of 1954-2014 were used to recognize the temporal changes of temperature extremes (minimum, maximum, and average) in southern provinces of Iran including Khouzestan, Hormozgan, Boushehr, and Sistan & Balouchestan. Linear regression and also non-parametric statistical method of Mann-Kendal due to the non-linearity of climatic components were used to do the research. Statistical significance of two methods is nearly same. Based on the results, minimum, maximum, and average of temperature components have had a positive trend in the common statistical period in most of the cities, namely the temperature has increased and it only had a negative trend in most of the cases in Iranshahr city. Graphical test of Mann-Kendal showed that all of the changes are in a positive direction and sometimes there is a sudden change into a decreasing direction.

**Keywords:** *Temperature trend, Linear regression, Mann-Kendal, Climate change.*

1. MSc Student, Department of Meteorology, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran. Corresponding author, Email: O.bazrafshan@hormozgan.ac.ir