

مطالعه روند تغییرات دمای حداکثر در ایران مرکزی طی نیم قرن گذشته و رابطه آن با نوسان اقیانوس اطلس شمالی و جنوبی

عبدالله خوشرو

گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

امیر گندمکار^۱

گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

علیرضا حاجیان

گروه فیزیک، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۱۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۳/۲۶

چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی روند تغییرات دمای حداکثر در مناطق مرکزی ایران و تغییرات احتمالی آن از حالت نرمال با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال و رابطه آن با پیوند از راه دور می‌باشد. مقطع زمانی مورد مطالعه در این بررسی یک دوره ۴۶ ساله می‌باشد که از سال‌های ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۰ را در بر می‌گیرد و بخشی از ایستگاه‌های مرکزی ایران شامل استان‌های اصفهان، یزد، سمنان، کرمان و اراک را به عنوان نمایندگان ایران مرکزی شامل می‌شود. روش مورد بررسی، توصیفی تحلیلی همراه با مطالعات کاربردی و ژرفانگر می‌باشد. ابتدا سعی شده است با استفاده از روش رتبه‌ای من-کندال تغییرات داده‌ها شناسایی شوند و سپس نوع و زمان آن مشخص گردد و سپس رابطه این تغییرات با نوسان‌های اقیانوس اطلس شمالی و جنوبی مشخص گردد. اکثر تغییرات در در دو دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ رخ داده است. تمام تغییرات در تمام ایستگاه‌ها از نوع جهش و ناگهانی و از هیچ روندی تبعیت نمی‌کند و تغییرات اکثر ایستگاه‌ها در رابطه با نوسان‌های اطلس شمالی و جنوبی بوده است.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم؛ دمای حداکثر؛ آزمون من - کندال؛ پیوند از راه دور؛ ایران مرکزی.

مقدمه

یکی از مباحث بسیار مهم و جالب توجه که ذهن بسیاری از کاوشگران و محققان را به خود جلب نموده است، بحث تغییر اقلیم و گرم شدن کره زمین می‌باشد. تغییر اقلیم را معادل تغییرات معنی‌دار آماری برای متوسط وضع آب و هوا طی یک دوره طولانی تعبیر کرده‌اند. اقلیم می‌تواند گرم یا سرد شود، از میان همه عناصر آب و هوایی، تغییرات دما و بارش بسیار محسوس تر می‌باشد. به هم خوردن اندکی از تعادل اقلیم جهان موجب شده متوسط درجه حرارت کره زمین تمایل به روند افزایش را نشان دهد [11]. به طوری که هیئت بین دول تغییر اقلیم در سال ۲۰۰۱ گزارش داد که گرمایش جهانی در حال وقوع است. [8] محققان مهمترین عامل گرم شدن کره زمین و افزایش دمای متوسط جهانی را مربوط به افزایش گازهای گلخانه‌ای دانسته‌اند. پژوهش‌های آشکارسازی تغییر اقلیم (CCDP)، در دهمین جلسه کمیسیون اقلیم شناسی WMO (لیسون آوریل ۱۹۸۹) شروع و در کنگره ششم در ماه می سال ۱۹۹۱ مورد بحث بیشتر قرار گرفت. پارامترهای اقلیمی به دلایل زیادی تغییر می‌کنند که باید برای پی بردن به این دلایل اقدام به آشکارسازی تغییر اقلیم کرد. برای آشکارسازی تغییر اقلیم بایستی داده‌های طولانی مدت در اختیار داشت که متأسفانه در کشور ما این نقصان یکی از بزرگترین مشکلات محققان بوده است. تحلیل روند یکی از مهمترین روش‌های آماری است که به طور گسترده برای ارزیابی اثرات بالقوه تغییر اقلیم بر روی سری‌های زمانی هیدرولوژیکی مانند سری‌های مشاهداتی دما، بارش و جریانات رودخانه‌ای در نقاط مختلف جهان توسط محققین استفاده شده است و اغلب تحقیقات آن‌ها نیز به صورت ایستگاهی و نقطه‌ای می‌باشد. این پژوهش نیز به صورت ایستگاهی کار شده است. هدف از این تحقیق بررسی روند تغییرات دمای حداکثر ایران مرکزی می‌باشد.

پیشینه تحقیق

در ادبیات اقلیم شناسی جهان تاکنون مطالعات فراوانی پیرامون تغییر اقلیم در مناطق مختلف صورت گرفته است. بسیاری از مطالعات با محوریت تغییرات بلند مدت دما و تغییرات آن‌ها در ارتباط با روند افزایش دمای متوسط جهانی منطقه‌ای صورت گرفته و روش آماری گرافیکی من-کنندال به کرات مورد استفاده قرار گرفته است. (لتن مایر و همکاران، ۱۹۹۴)، (نورث و کیم، ۱۹۹۵)، (کیلی و همکاران، ۱۹۹۸)، (کورترال و همکاران، ۱۹۹۸)، (انگلهارت، ۲۰۰۳)، (روی و جی آر، ۲۰۰۴)، (هو و همکاران، ۲۰۰۳)، (سلسی و زنک، ۲۰۰۴)، (آلبرت و همکاران، ۲۰۰۴)، (ریو و همکاران، ۲۰۰۴)، (پیکارتا و همکاران، ۲۰۰۴)، (زویرس و استورچ، ۲۰۰۴)، (ها و همکاران، ۲۰۰۵)، (تورکی و ارکن، ۲۰۰۵)، (میر و همکاران، ۲۰۰۶)، (ولف میر و مولر، ۲۰۰۶)، (اورلند و همکاران، ۲۰۰۶)، (دجانخ و همکاران، ۲۰۰۶)، (زهونگ و گراسبی، ۲۰۰۹)، (سانجیو و همکاران، ۲۰۰۹)، (کینکلونک و همکاران، ۲۰۰۹)، (کالیک و همکاران، ۲۰۰۹)، (ژو و همکاران، ۲۰۱۰) از جمله کسانی هستند که با استفاده از روش پارامتریک و ناپارامتری من-کنندال به بررسی روند در تغییرات اقلیمی پرداخته‌اند.

در ادبیات جغرافیایی ایران در خصوص بررسی تغییر اقلیم به روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک می‌توان به کارهای ارزشمند کاویانی و عساکره؛ رحیم زاده و همکاران، ۱۳۸۳؛ کتیرایی بروجردی و همکاران، ۱۳۸۴؛ حجام و همکاران، ۱۳۸۷ اشاره کرد. بر اساس مطالعه اخیر بر روی دما و بارش که توسط عزیزی و همکاران سال ۱۳۸۶ بر روی سواحل

جنوبی دریای خزر طی دوره ۱۹۵۵ تا ۱۹۹۴ به منظور بررسی انحراف احتمالی و شناسایی تغییرات داده‌ها و نوع و زمان آن با استفاده از روش من-کندال انجام داده‌اند نتیجه این شد که، زمان شروع بیشتر تغییرات ناگهانی و از هر دو نوع رون و نوسان بوده است. بختیار محمدی (۱۳۹۰)، به بررسی روند بارش سالانه ایران پرداخته است، نتایج این بررسی نشان داد که در سری‌های زمانی میانگین ایستگاهی و یاخته‌ای بارش ایران، روند افزایشی یا کاهش‌ی معنی‌داری در سطوح اطمینان ۹۹٪ و ۹۵٪ وجود ندارد. با این حال میانگین ایستگاهی بارش ایران به طور متوسط در هر سال در حدود ۰/۶۴ میلی‌متر و یاخته‌ای بارش ایران نیز در حدود ۰/۵ میلی‌متر کاهش یافته است. علی محمد خورشید دوست و همکاران (۱۳۸۹)، نوسانات بارش ایستگاه اهر را در یک بازه زمانی بلند مدت بررسی کردند، نتایج این پژوهش نشان از معنی‌داری بارش زمستانی ایستگاه اهر می‌باشد. کریم امینی نیا و همکاران (۱۳۸۹)، به بررسی و تحلیل نوسانات بارش برف سنگین در شمال غرب کشور پرداختند، بررسی‌ها نشان داد که بارش برف سنگین در تمام ایستگاه‌ها و در طول دوره آماری مشترک دارای نوسانات زیاد و روند کاهش‌ی بوده است. استفاده از آزمون رتبه‌ای من کندال در مورد ایستگاه‌های دارای آمار دراز مدت، وجود روند نزولی در دریافت بارش برف سنگین را برای ایستگاه‌های تبریز و ارومیه و عدم وجود روند در اردبیل و خوی را نشان داد. نوذر قهرمان و ابوذر قره خانی (۱۳۸۹)، به بررسی روند تغییرات زمانی سرعت باد در گستره اقلیمی ایران پرداختند. نتایج حاصله نشان داد که در سری زمانی سالانه ۵۰ درصد از ایستگاه‌های مورد مطالعه بر اساس روش من کندال و ۶۰ درصد بر اساس روش اسپیرمن و ۷۰ درصد از ایستگاه‌ها بر اساس روش پیرسون دارای روند بوده‌اند. همچنین مشخص گردید که روند افزایشی سرعت باد در فصل زمستان بیشتر از سایر فصول و در فصل تابستان کمتر از سایر فصول بوده است. علی اکبر سبزی پرور و همکاران (۱۳۹۰)، به بررسی روند تغییرات اختلاف دمای شبانه روزی (DTR)، در ۱۱ ایستگاه‌ها سینوپتیک کشور پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که ۱۸ درصد از ایستگاه‌ها توسط آزمون من-کندال و رگرسیون خطی هیچ روند معنی‌داری برای DTR نشان ندادند، ولی ۸۲ درصد بقیه ایستگاه‌ها در اغلب ماه‌ها دارای روند منفی بودند. علی اکبر رسولی و همکاران (۱۳۹۱)، روند تغییرات سری‌های زمانی فشار سطح دریای مراکز مهمترین الگوهای سینوپتیکی تاثیر گذار بر بارش‌های فصلی ایران مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های پژوهش نشان داد که تضعیف کم فشارهای مونسون (مستقر بر روی پاکستان و خلیج فارس) به ترتیب به میزان ۳/۸ و ۱/۲ میلی بار می‌باشد. دامنه و ضریب تغییرات فشار در دوره ۲۰ ساله اخیر (۲۰۰۹-۱۹۹۹) در تمامی الگوهای مورد بررسی، به استثنای کم فشار دریای سیاه در فصل زمستان، کاهش یافته است که با تضعیف کلی سامانه‌های مورد بررسی مطابقت دارد. مهدی وفاه خواه و همکاران (۱۳۹۱)، به تحلیل روند بارندگی و دبی در حوضه کشف رود در ۱۳ ایستگاه هواشناسی و هیدرومتری در دوره آماری بین سال‌های ۱۳۵۱ تا ۱۳۸۵ پرداختند. نتایج تحلیل باران و دبی نشان داد که بارندگی در فصل پاییز در اکثر ایستگاه‌ها افزایش یافته است. از طرف دیگر بارندگی در فصل بهار در ۱۰ ایستگاه از مجموع ۱۳ ایستگاه روند کاهش‌ی را نشان می‌دهد. در فصول زمستان و تابستان تقریباً تعداد ایستگاه‌های دارای روند کاهش‌ی و افزایش‌ی برابر است. غلامعباس فلاح قاهره و همکاران (۱۳۹۰)، به بررسی و ارزیابی روند تغییرات پارامترهای آگرو کلمایی موثر بر رشد مرکبات در شمال کشور پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که روند افزایش‌ی معنی‌دار در دمای کمینه، پیشینه و متوسط، روند کاهش‌ی معنی‌دار دامنه دما، روند افزایش‌ی

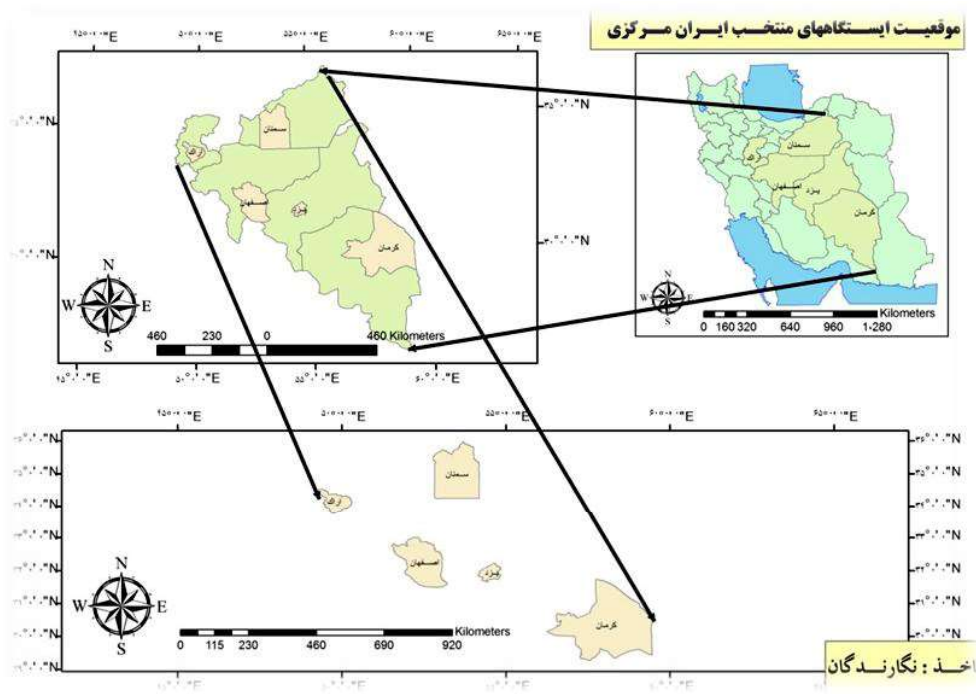
معنی دار درجه روزهای رشد، مجموع واحدهای حرارتی آفتابی و مجموع واحدهای حرارتی نوری است. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد روند افزایشی دمای کمینه، پیشینه، مجموع واحدهای حرارتی نوری و حرارتی آفتابی و روند منفی دامنه دما در صورت تداوم تاثیر نامطلوبی بر کیفیت میوه مرکبات خواهد داشت. علیجانی و همکاران (۱۳۸۹)، به بررسی تغییرات اقلیمی شهر یزد در رابطه با توسعه شهری و منطقه‌ای در طول دوره آماری (۲۰۰۵-۱۹۵۳) پرداختند. نتایج به دست آمده از تحلیل داده‌ها نشان داد که با توجه به مطابقت روندهای دما و بارش، از سال ۱۹۹۷ به بعد، وضعیت خشکی در منطقه حاکم و روز به روز بر شدت آن افزوده شده است.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی ایران مرکزی می‌باشد که بخش عظیمی از کشور را شامل می‌شود. به خاطر نقصان وجود آماره‌های بلند مدت برای بررسی روند در بیشتر مناطق ایران مرکزی، ناچار شدیم چند ایستگاه که دارای آماره‌های بلند مدت می‌باشد را به عنوان نماینده ایران مرکزی انتخاب کنیم. مشخصات این ایستگاه‌ها در جدول شماره (۱) ذکر شده است. همچنین شکل شماره (۱) موقعیت ایستگاه‌ها در کشور را نشان می‌دهد.

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های منتخب ایران مرکزی

ایستگاه‌ها	عرض جغرافیایی (درجه)	طول جغرافیایی (درجه)	ارتفاع به متر
اصفهان	N ۳۷ ۳۲	E ۴۰ ۵۱	۴.۱۵۵۰
یزد	N ۵۴ ۳۱	E ۱۷ ۵۴	۲.۱۲۳۷
کرمان	N ۱۵ ۳۰	E ۵۸ ۵۶	۸.۱۷۵۳
سمنان	N ۳۵ ۳۵	E ۳۳ ۵۳	۸.۱۱۳۰
اراک	N ۶ ۳۴	E ۴۶ ۴۹	۱۷۰۸



شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های منتخب ایران مرکزی

مواد و روش‌ها

بر اساس توصیه سازمان جهانی هواشناسی مبنی بر استفاده از آمارهای بلند مدت اقلیمی برای پی بردن به تغییرات اقلیمی، داده‌های بلندمدت ایران مرکزی از سال ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۰ از سازمان هواشناسی کشور تهیه و با استفاده از روش‌های تفاضل‌ها و نسبت‌ها اقدام به بازسازی آن‌ها شد. روش اصلی این پژوهش، تحلیل رگرسیونی و آزمون آماری گرافیکی من-کندال می‌باشد. این آزمون برای بررسی تصادفی بودن و بررسی روند در سری‌های زمانی به کار می‌رود. در ابتدا این آزمون برای مشخص کردن غیرپارامتریک بودن استفاده شد. به این ترتیب که سری‌های آماری به ترتیب صعودی مرتب و رتبه‌بندی می‌شوند. در این آزمون تصادفی بودن داده‌ها با عدم وجود روند مشخص می‌شود. در صورت وجود روند، داده‌ها غیرتصادفی بوده و برای غیرتصادفی بودن داده‌ها از آزمون زیر استفاده می‌شود [14]:

$$T = \frac{4P}{n(n-1)} - 1$$

که T آماره کندال و P مجموع تعداد رتبه‌های بزرگتر از ردیف n_i که بعد از آن قرار می‌گیرند بوده و از رابطه:

$$p = \sum_{i=1}^n n_i$$

به دست می‌آید و n نیز تعداد کل سال‌های آماری مورد استفاده با $\sum x_i$ ها است. به منظور سنجش معنی‌دار بودن آماره T از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$T_{\tau} = \pm t_{\alpha} \sqrt{\frac{4N+10}{9N(N-1)}}$$

که t_{α} برابر است با مقدار بحرانی نمره نرمال یا استاندارد (z) با سطح احتمال آزمون است و با سطح احتمال ۹۵ درصد برابر با ۱/۹۶ می‌باشد. در صورت اعمال این مقدار، T_{τ} معادل با ± 0.21 می‌شود. با توجه به مقدار بحرانی به دست آمده برای T_{τ} ، حالات مختلفی بدین شرح مشاهده خواهد شد:

اگر $(T) > (T)_{\tau}$ یا $-0.21 > T > -0.21$ باشد، هیچگونه روند مهمی در سری‌ها مشاهده نمی‌شود و سری‌ها تصادفی هستند. همچنین اگر $(T)_{\tau} < T < -0.21$ باشد، نشان‌دهنده روند منفی در سری‌ها و در صورتی که $(T)_{\tau} < T < -0.21$ باشد روند مثبت در سری‌ها غالب خواهد بود.

برای تعیین جهت روند، نوع و زمان تغییر نیاز به آزمون گرافیکی کندال می‌باشد. بدین منظور معمولاً از جدول ویژه‌ای استفاده می‌شود [19]. در جدول مذکور، ابتدا داده‌های آماری به ترتیب سال (ستون اول) وارد شده و در ستون دوم داده‌ها شماره ردیف می‌گیرند. سپس در ستون سوم مقادیر پارامتر مورد نظر نوشته می‌شود در ستون چهارم مقادیر عددی ستون سوم به ترتیب صعودی تنظیم می‌گردد. جهت تکمیل جدول مورد نظر نیاز به محاسبه ضریب t آزمون کندال می‌باشد که از رابطه زیر به دست می‌آید [24].

$$t_i = \sum_{i=1}^n n_i$$

که تابع توزیع آن در شرایطی که فرض صفر حاکم باشد از لحاظ مجانبی با میانگین و واریانس برابر است.

$$E(t_i) = \frac{n(n-1)}{4}$$

و واریانس آن برابر است با:

$$\text{Var}(t_i) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18}$$

در این آزمون وجود روند در شکل دو طرفه آن صحیح بوده و از اینرو فرض صفر برای مقادیر بالای $|u(t_i)|$ رد می‌گردد و $u(t_i)$ از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$u(t_i) = [t_i - E(t_i)] / \sqrt{\text{var}(t_i)}$$

زمانی مقادیر $u(t_i)$ معنی‌دار است که روند افزایش یا کاهش در آن مشاهده شود و این بستگی دارد که مقدار آن بزرگتر از صفر $\{u(t_i) > 0\}$ یا کوچکتر از صفر $\{u(t_i) < 0\}$ باشد.

برای تعیین زمان وقوع تغییر لازم است علاوه بر $u(t_i)$ ، مولفه $u(t'_i)$ نیز از رابطه زیر محاسبه شود:

$$(t'_i) = \sum_{i=1}^n ni$$

دیگر مولفه مورد نیاز مقدار مقدار u' است که معادل عکس u می‌باشد.

$$u'_i = -u(t'_i)$$

پس از محاسبات فوق و ترسیم نمودارهای مربوط وجود هرگونه روند در سری‌ها به صورت منفی ظاهر می‌شود و زمانی که روند معنی‌داری در داده‌ها وجود داشته باشد، خطوط u_i و u'_i همدیگر را قطع می‌کنند. اگر خطوط مذکور در داخل محدوده بحرانی (± 1.96) همدیگر را قطع کنند نشانه زمان آغاز تغییر ناگهانی و در صورتی که خارج از محدوده بحرانی همدیگر را قطع نمایند بیانگر وجود روند در سری‌های زمانی است [24].

یافته‌های تحقیق

روند تغییرات دمای حداکثر در ایران مرکزی

الف) تحلیل آزمون من- کندال بر روی داده‌های ماهانه

نتایج به دست آمده از اعمال آزمون آماره T و آماره بحرانی T_c (من - کندال (جدول ۲))، مشخص می‌کند که در ایستگاه اصفهان، ماه‌های فوریه، آوریل، ژوئن، جولای، سپتامبر و اکتبر دارای تغییرات معنی‌دار افزایشی بوده است و در بقیه ماه‌ها هیچ تغییر معناداری مشاهده نشده است. این الگو نشان‌دهنده این است که تغییرات دمای اصفهان در مسیر گرم شدن و تبخیر زیاد سیر می‌کند و کاهش شدید بارش برف در چند سال اخیر تاییدکننده این مدعا می‌باشد. در ایستگاه یزد در ماه‌های فوریه، مارس، آوریل و سپتامبر تغییرات معنادار افزایشی مشاهده شده و در بقیه ماه‌ها هیچ معناداری در تغییرات مشاهده نشده است. سیکل دمایی یزد نیز در حال افزایش می‌باشد و در طول دوره مطالعه نیز به وضوح قابل مشاهده می‌باشد. با تجزیه و تحلیل‌های آماری که بر روی دمای حداقل ایستگاه یزد نیز انجام گرفت مشخص شد که نوسان دمایی بین دمای حداکثر و حداقل یزد به شدت در حال کاهش می‌باشد و هر دو عنصر سیر افزایشی را دنبال می‌کنند. کاهش نوسان دمایی و افزایش دما زنگ خطری برای کشاورزان و همچنین بحران آب بر اثر تبخیر زیاد را برای این منطقه به صدا در می‌آورد. در ایستگاه کرمان، تغییرات ماه‌های فوریه، مارس، آوریل، سپتامبر و اکتبر از نوع معنادار افزایشی و در بقیه ماه‌ها هیچ نوع تغییر معناداری مشاهده نشده است. در ایستگاه سمنان هیچ تغییر معناداری مشاهده نشده و در ایستگاه اراک نیز فقط در ماه جولای تغییر معنادار کاهشی شدیدی مشاهده شده

است. در بین تمام ایستگاه‌ها، فقط در ایستگاه اراک تغییر معنی‌دار کاهشی رخ داده است و این مطلب در نوع خود جالب توجه بوده است.

جدول ۲. نتایج ماهانه آماره کندال (T) و آماره بحرانی (T_p) و معنی‌داری برای ایستگاه‌های ایران مرکزی

پارامتر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	ماه
میانگین دمای حداکثر اصفهان	۰.۱	۰.۳*	۰.۱	۰.۲۱*	۰.۱	۰.۲۵*	۰.۲۳*	۰.۲	۰.۳*	۰.۲۴*	۰.۱	۰.۰۴	پارامتر
میانگین دمای حداکثر یزد	۰.۳	۰.۲۵*	۰.۲۳*	۰.۲۴*	۰.۱	۰.۱	۰.۱۷	۰.۲۵*	۰.۲۰	۰.۲	۰.۰۲	-۰.۰۱	
میانگین دمای حداکثر کرمان	۰.۰۶	۰.۳*	۰.۲۴*	۰.۳*	۰.۱۹	۰.۱	۰.۱۹	۰.۲۲*	۰.۲۳*	۰.۱	۰.۰۶	۰.۰۶	
میانگین دمای حداکثر سمنان	۰.۰۶	۰.۰۸	۰.۰۶	۰.۰۸	۰.۰۶	۰.۰۶	-۰.۰۱	-۰.۰۲	۰.۰۱	۰.۰۸	-۰.۱۷	-۰.۱	
میانگین دمای حداکثر اراک	-۰.۰۲	۰.۱	۰.۱	۰.۰۶	-۰.۰۱	-۰.۰۵	-۰.۳۰*	۰.۱۷	۰.۰۲	۰.۰۶	-۰.۱	-۰.۰۲	
مقدار آماره بحرانی (T _p)	±0.20	±0.20	±0.20	±0.20	±0.20	±0.20	±0.20	±0.20	±0.20	±0.20	±0.20	±0.20	

۱- از قام داخل جدول، T یا مقدار آماره کندال می‌باشد.

۲- علامت * در کنار هر عدد بیانگر معنادار بودن پارامتر در بازه زمانی مشخص شده می‌باشد.

۳- معنی‌داری در سطح ۹۵٪ در نظر گرفته شده است.

منبع: یافته‌های پژوهش

ب) تحلیل آزمون من-کندال بر روی داده‌های فصلی

همانگونه که در جدول شماره ۳ مشاهده می‌کنیم، از لحاظ فصلی، ایستگاه اصفهان در فصول بهار و تابستان دارای تغییر معنی‌دار افزایشی و در فصول پاییز و زمستان هیچ گونه تغییر معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. در ایستگاه‌های یزد، کرمان، سمنان و اراک در تمام ماه‌ها هیچ تغییر معنی‌داری مشاهده نمی‌شود.

جدول ۳. نتایج فصلی آماره کندال (T) و آماره بحرانی (T_p) برای ایستگاه‌های ایران مرکزی

پارامتر	تابستان T	بهار T	زمستان T	پاییز T	فصل
میانگین فصلی دمای حداکثر اصفهان	۰.۲۵*	۰.۲۱*	۰.۱	۰.۱	میانگین فصلی دمای حداکثر اصفهان
میانگین فصلی دمای حداکثر یزد	۰.۲۰	۰.۱	۰.۱	۰.۰۷	میانگین فصلی دمای حداکثر یزد
میانگین فصلی دمای حداکثر کرمان	۰.۱	۰.۲۰	۰.۲۰	۰.۱	میانگین فصلی دمای حداکثر کرمان
میانگین فصلی دمای حداکثر سمنان	-۰.۰۹	۰.۰۶	۰.۰۵	-۰.۰۸	میانگین فصلی دمای حداکثر سمنان
میانگین فصلی دمای حداکثر اراک	۰.۰۵	۰.۰۰۹	۰.۰۷	۰.۰۲	میانگین فصلی دمای حداکثر اراک
مقدار آماره بحرانی (T _p)	±0.20	±0.20	±0.20	±0.20	مقدار آماره بحرانی (T _p)

۱- T، نشان‌دهنده مقدار آماره کندال می‌باشد.

۲- علامت * در کنار هر عدد بیانگر معنادار بودن پارامتر در بازه زمانی مشخص شده می‌باشد.

۳- معنی‌داری در سطح ۹۵٪ در نظر گرفته شده است.

منبع: یافته‌های پژوهش

ج) تحلیل آزمون من-کندال بر روی داده‌های سالانه

بررسی و مطالعه دمای حداکثر ایستگاه‌های مرکزی کشور با استفاده از آماره کندال نشان‌دهنده این است که روند دما در سه ایستگاه اصفهان، یزد و کرمان به طور معناداری تغییرات افزایشی را نشان می‌دهد و در دو ایستگاه دیگر هیچ تغییر معناداری مشاهده نمی‌شود. مشاهدات میدانی سال‌های اخیر اصفهان نیز حاکی از جهش افزایش دما می‌باشد. افزایش تبخیر و تعرق بالقوه در سال‌های اخیر تاییدکننده این مدعا می‌باشد.

جدول ۴. نتایج سالانه آماره کندال (T) و آماره بحرانی (T)t برای ایستگاه‌های ایران مرکزی

اراک	سمنان	کرمان	یزد	اصفهان	نام ایستگاه
T	T	T	T	T	پارامتر
۰۰۶	۰۰۲	۰۳۶*	۰۳۲*	۰۳۳*	میانگین دمای حداکثر سالانه
±0.20	±0.20	±0.20	±0.20	±0.20	مقدار آماره بحرانی (T)t

۱- T، نشان‌دهنده مقدار آماره کندال می‌باشد.

۲- علامت * در کنار هر عدد بیانگر معنادار بودن پارامتر در بازه زمانی مشخص شده می‌باشد.

۳- معنی‌داری در سطح ۹۵٪ اطمینان در نظر گرفته شده است.

منبع: یافته‌های پژوهش

د) تحلیل آزمون نموداری من-کندال جهت تعیین نوع و زمان تغییر

برای این کار ابتدا نمودار کندال با استفاده از مولفه‌های u و u' برای عنصر اقلیمی میانگین دمای حداکثر در مقیاس ماهانه و سالانه ترسیم شد. سپس با توجه به خصوصیات آزمون گرافیکی کندال، نوع و زمان تغییر مشخص گردید. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل نمودارها در جدول (۵ و ۶) ارائه شده است. به دلیل حجم زیاد نمودارها (بیش از ۳۰ نمودار)، امکان ترسیم همه آن‌ها در این بحث وجود نداشته و فقط نمونه‌هایی از آن آورده شده است.

در این پژوهش وجود هرگونه روند با حرف T (مخفف TREND)، جهش ناگهانی در تقاطع مولفه‌های U و U' با حرف A (مخفف ABRUPT)، افزایش یک عنصر با حرف I (مخفف INCREASE) و کاهش آن با حرف D (مخفف DECREASE) مشخص شده است [6]. همچنین نتایج سالانه آزمون گرافیکی کندال برای آماره میانگین دمای حداکثر در شکل (۲) ارائه شده است. طبق جدول (۵) در ایستگاه اصفهان، نوع تغییرات از هیچ روندی تبعیت نکرده و تغییرات از نوع تصادفی و ناگهانی هستند، این تغییرات در تمام ماه‌ها به جز در ماه آگوست از نوع جهش مثبت بوده است. نوع تغییر در ماه آگوست از نوع تغییر جهش منفی بوده است. شروع اکثر تغییرات در دو دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ بوده است. در ایستگاه یزد در همه ماه‌ها به جز آگوست و اکتبر تغییرات از نوع جهش مثبت بوده است. نوع تغییرات ایستگاه یزد در دو ماه آگوست و اکتبر از نوع جهش منفی بوده است. نقطه شروع تمام تغییرات در دو دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ رخ داده است. در ایستگاه کرمان تغییرات در ماه‌های آگوست، سپتامبر و نوامبر از نوع جهش منفی، در ماه آوریل بدون روند و در بقیه ماه‌ها تغییرات از نوع جهش مثبت بوده است. نقطه شروع تغییرات در ایستگاه کرمان، اکثراً در دهه ۱۹۶۰ بوده است. ایستگاه سمنان نسبت به دیگر ایستگاه‌ها از تنوع بیشتری در نوع تغییرات برخوردار می‌باشد. نوع تغییرات در ماه‌های مارس، جولای و آگوست از نوع جهش منفی و در بقیه ماه‌ها از نوع جهش مثبت و افزایشی بوده است. اکثر تغییرات در ایستگاه سمنان در دهه ۱۹۶۰ اتفاق افتاده است. در ایستگاه اراک، ماه‌های ژانویه، جولای و آگوست دارای جهش منفی، اکتبر بدون تغییر و در بقیه ماه‌ها تغییرات از نوع جهش مثبت بوده است. نقطه شروع تغییرات در اکثر ماه‌ها در ۱۹۶۰ رخ داده است. نکته جالب و مورد توجه این تغییرات این است که نوع تغییرات در ماه‌های تابستان اکثراً از نوع جهش منفی بوده است و این نمود از این دارد که تابستان‌های ایران مرکزی به طرف کاهش دما در حال سیر می‌باشد و نکته مورد توجه دیگر این است که در تمام ایستگاه‌ها نوع تغییرات از نوع جهش و ناگهانی بوده است. نکته دیگر این که نقطه شروع تمام تغییرات ایستگاه‌ها، در دو دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ بوده است و نکته آخر این است که در تمام ایستگاه‌ها، نوع تغییرات در ماه آگوست از نوع

جهش منفی بوده است و این هماهنگی در تمام ایستگاه‌ها رعایت شده است. اکثر ماه‌ها در تمام ایستگاه‌ها دارای تغییر بوده است و ماه‌های بدون تغییر بسیار اندک و جزئی بوده است.

جدول ۵. نوع و زمان تغییرات دمای حداکثر در مقیاس ماهانه طی دوره ۴۶ ساله

ماه	اصفهان	یزد	کرمان	سمنان	اراک
ژانویه	AI _{۷۲}	AI _{۸۶}	AI _{۷۰}	AI _{۸۵}	AD _{۷۲}
فوریه	AI _{۷۲}	AI _{۸۶}	AI _{۸۶}	AI _{۸۶}	AI _{۸۶}
مارس	AI _{۸۵}	AI _{۸۶}	AI _{۸۶}	AD _{۷۲}	AI _{۸۶}
آوریل	AI _{۸۵}	AI _{۸۵}	-	AI _{۸۵}	AI _{۸۵}
می	AI _{۸۶}	AI _{۷۰}	AI _{۸۶}	AI _{۸۶}	AI _{۷۰}
ژوئن	AI _{۸۵}	AI _{۸۵}	AI _{۸۵}	AI _{۸۶}	AI _{۸۶}
جولای	AI _{۸۵}	AI _{۷۲}	AI _{۸۵}	AD _{۸۶}	AD _{۸۶}
اگوست	AD _{۸۶}	AD _{۸۵}	AD _{۸۶}	AD _{۸۶}	AD _{۸۶}
سپتامبر	AI _{۸۵}	AI _{۸۵}	AD _{۸۶}	AI _{۸۵}	AI _{۸۶}
اکتبر	AI _{۷۲}	AD _{۸۶}	AI _{۸۶}	AI _{۸۵}	-
نوامبر	AI _{۸۵}	AI _{۸۵}	AD _{۷۲}	AI _{۸۵}	AI _{۸۶}
دسامبر	AI _{۷۲}	AI _{۷۲}	AI _{۸۶}	AI _{۷۲}	AI _{۷۰}

TD: روند کاهشی، TI: روند افزایشی، AD: جهش منفی، AI: جهش مثبت

منبع: یافته‌های پژوهش

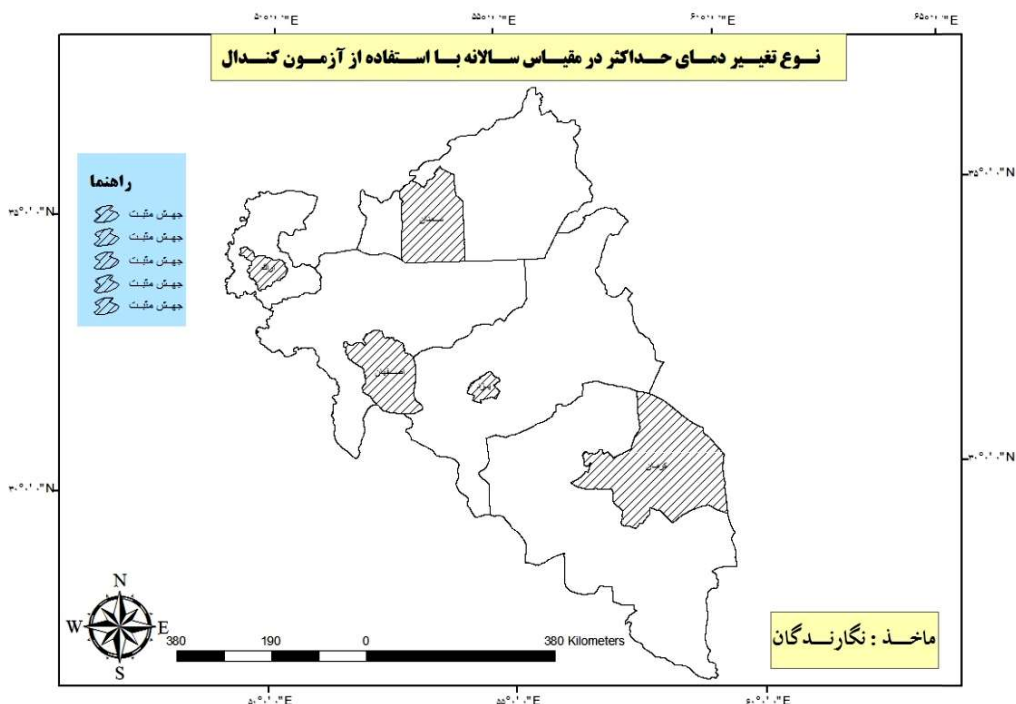
طبق بررسی‌هایی که بر روی نوع و زمان تغییر نمودارهای گرافیکی آماره کندال در مقیاس سالانه صورت گرفت و خلاصه آن در جدول ۶ (نوع و زمان تغییر آماره کندال در مقیاس سالانه طی دوره مورد مطالعه) ارائه شده است، در ایستگاه اصفهان در مقیاس سالانه، تغییرات از نوع جهش مثبت بوده است. این تغییرات از سال ۱۹۷۱ آغاز شده است و تا سال مورد بررسی در این مقاله ادامه داشته است. در ایستگاه یزد در مقیاس سالانه، تغییرات آماره کندال از نوع جهش افزایشی بوده است. این تغییرات از سال ۱۹۷۱ آغاز و تا سال مورد بررسی (۲۰۱۰) ادامه داشته است. در ایستگاه کرمان، نوع و جهت تغییرات از نوع جهش افزایشی بوده است. این تغییرات از سال ۱۹۷۱ آغاز و تا سال مورد بررسی ادامه داشته است. در ایستگاه سمنان نیز همانند ۳ ایستگاه قبلی ذکر شده، نوع و جهت تغییرات از نوع جهش افزایشی بوده است و این تغییرات از سال ۱۹۶۷ آغاز و تا سال مورد بررسی (۲۰۱۰) ادامه داشته است. در ایستگاه اراک همانند سایر ایستگاه‌ها، تغییر آماره کندال از جهش مثبت بوده است، نقطه شروع این تغییر از سال ۱۹۶۸ تا سال مورد بررسی (۲۰۱۰) بوده است.

جدول ۶. نوع و زمان تغییر دمای حداکثر در مقیاس سالانه طی دوره ۴۶ ساله

ایستگاه‌ها	اصفهان	یزد	کرمان	سمنان	اراک
نوع و زمان تغییر	AI _{۷۲}	AI _{۷۲}	AI _{۷۲}	AI _{۸۶}	AI _{۸۵}

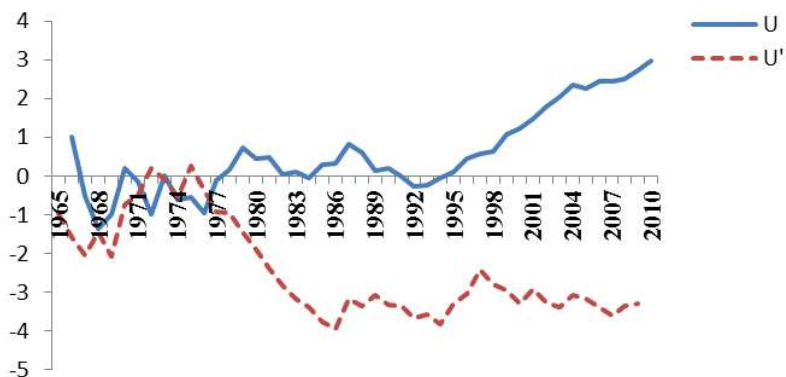
TD: روند کاهشی، TI: روند افزایشی، AD: جهش منفی، AI: جهش مثبت

منبع: یافته‌های پژوهش

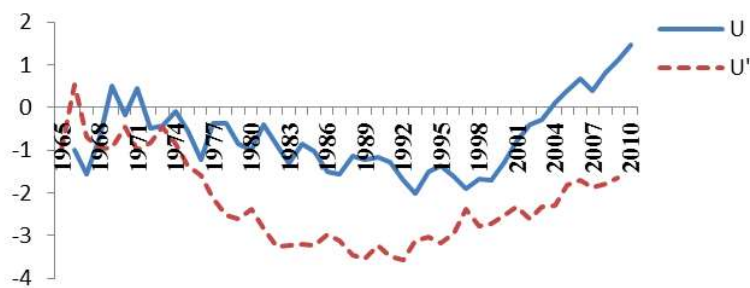


شکل ۲. نتایج آزمون گرافیکی کندال برای دمای حداکثر در مقیاس سالانه
منبع: یافته‌های پژوهش

در شکل شماره ۳ و ۴ به عنوان نمونه جهش مثبت حداکثر دما در ماه فوریه و مارس شهر اصفهان نمایش داده شده است. نقطه شروع تغییرات در سال ۱۹۷۱ و ۱۹۶۸ بوده است. به دلیل اینکه نقطه شروع تغییرات بین $1/96 +$ و $1/96 -$ بوده است، هیچ روند خاصی در تغییرات مشاهده نمی‌شود و تغییرات از نوع جهش و ناگهانی می‌باشند.



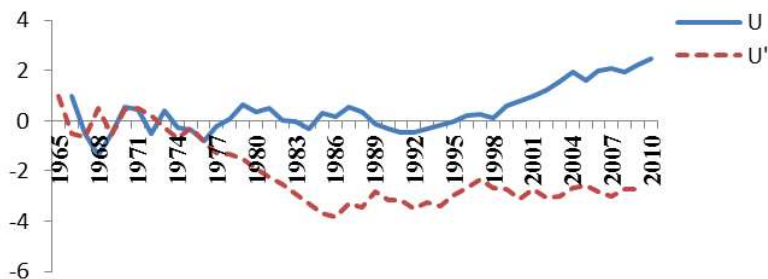
شکل ۳. جهش مثبت دمای حداکثر در ماه فوریه در شهر اصفهان در دوره مورد مطالعه
منبع: یافته‌های پژوهش



شکل ۴. جهش مثبت دمای حداکثر در ماه مارس شهراصفهان طی دوره مورد مطالعه

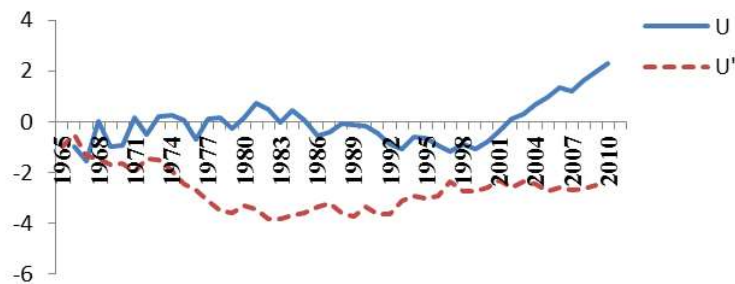
منبع: یافته‌های پژوهش

در اشکال شماره ۵ و ۶ جهش مثبت حداکثر دما در دو ماه فوریه و مارس مشاهده می‌شود. بدو تغییرات از هر دو ماه از سال ۱۹۶۷ و نوع تغییرات در هر دو ماه، تغییر ناگهانی از نوع افزایشی می‌باشد.



شکل ۵. جهش مثبت حداکثر دما در ماه فوریه شهر یزد طی دوره مورد مطالعه

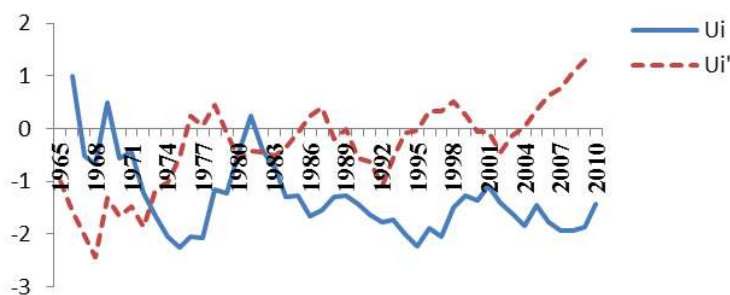
منبع: یافته‌های پژوهش



شکل ۶. جهش مثبت دمای حداکثر در ماه مارس شهر یزد طی سال‌های مورد مطالعه

منبع: یافته‌های پژوهش

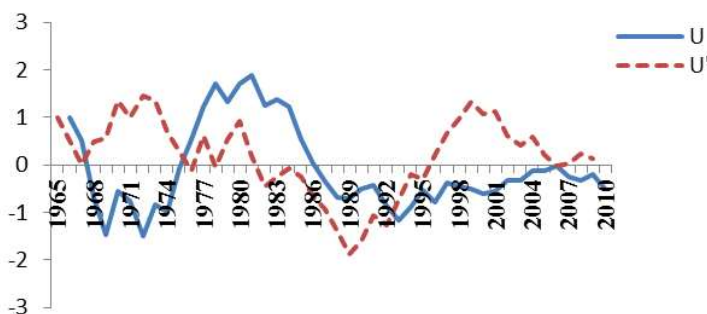
در شکل ۷، جهش افزایشی دمای حداکثر در ماه دسامبر ایستگاه شهر سمنان طی دوره مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نقطه شروع تغییرات از سال ۱۹۷۲ می‌باشد.



شکل ۷. جهش افزایشی دمای حداکثر در ماه دسامبر شهر سمنان طی دوره مورد مطالعه

منبع: یافته‌های پژوهش

در اشکال ۸ و ۹ جهش کاهش دمای حداکثر ایستگاه اراک در ماه آگوست و ایستگاه کرمان در ماه فوریه نمایش داده شده است. تغییرات از نوع جهش کاهش و نقطه شروع تغییرات در هر دو ایستگاه از سال ۱۹۶۷ می‌باشد.

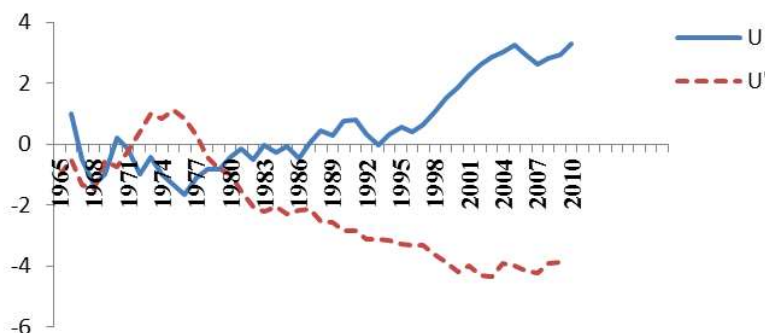


شکل ۸. جهش کاهش دمای حداکثر در ماه آگوست شهر اراک طی دوره مورد مطالعه

منبع: یافته‌های پژوهش

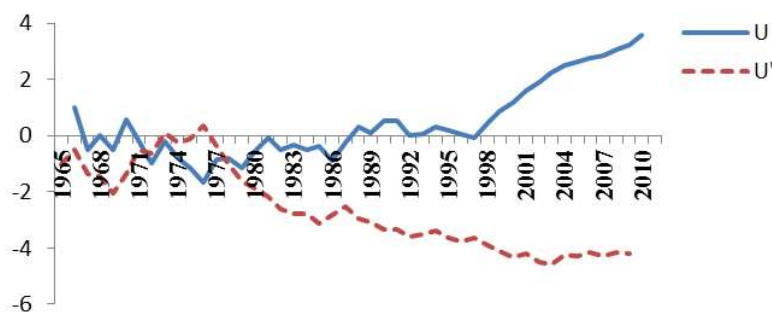
از تمام نمودارهایی که به صورت ماهانه ترسیم شده است به دلیل حجم زیاد نمودارها، فرصت نمایش آن‌ها در این پژوهش مقدور نبود، در اکثر ماه‌ها افزایش دمای حداکثر در ایستگاه‌های منتخب مشاهده شده است، نوع این تغییرات نیز بیشتر جهش و از نوع افزایشی بوده است.

در شکل‌های ۹ و ۱۰ دو نمونه دیگر از نمودارهای آماره کندال که به صورت سالانه ترسیم شده‌اند، برای فهم بهتر موضوع نمایش داده شده است. در مقیاس سالانه نیز همانند مقیاس ماهانه در تمام ایستگاه‌های منتخب دمای حداکثر، جهش مثبت و افزایشی را نشان می‌دهد.



شکل ۹. جهش افزایشی دمای حداکثر در مقیاس سالانه شهر اصفهان طی دوره مورد بررسی

منبع: یافته‌های پژوهش



شکل ۱۰. جهش افزایشی دمای حداکثر در مقیاس سالانه شهر اراک طی دوره مورد بررسی منبع: یافته‌های پژوهش

تاثیر پیوند از راه دور (نوسان اطلس شمالی و نوسان جنوبی) بر دمای حداکثر در ایستگاه‌های منتخب ایران مرکزی همان‌طور که در جدول شماره ۷ دیده می‌شود، شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO) در ماه مارس در همه ایستگاه‌ها بر حداکثر دما اثر معنی‌دار داشته است، همچنین در ماه نوامبر بر حداکثر دما در چهار ایستگاه اصفهان، یزد، سمنان و اراک اثر گذاشته است. از طرفی این شاخص در ماه ژانویه نیز بر حداکثر دمای اراک اثر معنی‌دار داشته است.

جدول ۷. بررسی اثر شاخص نوسان اطلس شمالی و نوسان جنوبی بر حداکثر دما در مقیاس ماهانه بر ایستگاه‌های منتخب مرکزی کشور

ایستگاه‌ها	شاخص	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
یزد	NAO			*								*	
	SOI												
کرمان	NAO			*									
	SOI												*
اصفهان	NAO			*								*	
	SOI												*
اراک	NAO	*		*								*	
	SOI										*		*
سمنان	NAO			*								*	
	SOI												*

*معنی‌دار بودن اثر دو شاخص منبع: یافته‌های پژوهش

این هماهنگی در تاثیر گذاری Nao در ماه مارس بر تمام ایستگاه‌ها خود مطالعات ویژه‌ای را می‌طلبد. شاخص نوسان جنوبی (SOI) بر حداکثر دما در همه ایستگاه‌ها به جز ایستگاه یزد، در ماه دسامبر اثر معنی‌دار داشته است، همچنین این شاخص در اراک در ماه اکتبر نیز بر حداکثر دما اثر گذاشته است. در صورتی که این شاخص بر حداکثر دما در یزد در هیچکدام از ماه‌ها اثر معنی‌دار نداشته است. همچنین می‌بینیم حداکثر دمای ایستگاه اراک بیشتر تحت تاثیر شاخص‌های NAO و SOI قرار گرفته است. بنابراین می‌توانیم نتیجه بگیریم که شاخص نوسان اطلس شمالی و نوسان جنوبی بر حداکثر دما در ایستگاه‌های منتخب ایران مرکزی اثر داشته و طبق بررسی‌های انجام شده با مدل رگرسیون و ضریب همبستگی پیرسون این رابطه از نوع مستقیم بوده است به طوری‌که با بررسی داده‌های شاخص نوسان اطلس شمالی و نوسان جنوبی مشخص شد که این دو شاخص در طول زمان در حال افزایش می‌باشند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که حداکثر دما نیز در ایران مرکزی در حال افزایش می‌باشد، پس با به دست آوردن این رابطه و همچنین پیش‌بینی دما در سال‌های آینده می‌توان در بخش‌های مختلف زیست محیطی و کشاورزی برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام داد. طبق بررسی‌های پژوهشگر بر روی دمای حداقل، مشخص شد که دمای

حداقل نیز جهش افزایشی را دنبال میکند، بنابراین در ایران مرکزی در سال‌های آینده کاهش نوسان دمایی را شاهد خواهیم بود.

جدول ۸ اثر NAO-Soi بر دمای حداکثر ایستگاه‌های منتخب ایران مرکزی در مقیاس سالانه

ایستگاه	اصفهان	اراک	سمنان	کرمان	یزد
P	۷۲۸.۰۰	۶۹۲.۰۰	۵۱۶.۰۰	۴۹۸.۰۰	۳۵۶.۰۰
Sig	۰۰۵.۰۰	۰۰۱.۰۰	۰۰۹.۰۰	۰۰۶.۰۰	۰۱۱.۰۰
Soi	*	-	-	-	-
P	۸۰۵.۰۰	۸۲۰.۰۰	۸۰۱.۰۰	۸۲۲.۰۰	۸۰۵.۰۰
Sig	۰۰۲.۰۰	۰۰۱.۰۰	۰۰۲.۰۰	۰۰۱.۰۰	۰۰۲.۰۰
NAo	*	*	*	*	*

*معنی‌دار بودن اثر دو شاخص منبع: یافته‌های پژوهش

همانطور که در جدول شماره ۸ دیده می‌شود، ضریب همبستگی پیرسون بین حداکثر دمای ایستگاه‌های منتخب ایران مرکزی و شاخص نوسان اطلس شمالی و شاخص نوسان جنوبی به صورت سالانه به دست آمده و از طرفی رابطه بین این دو شاخص در سطح ۹۹ درصد بررسی شده است. همانطور که می‌بینیم رابطه بین شاخص نوسان جنوبی تنها در ایستگاه اصفهان با حداکثر دما از لحاظ آماری معنی‌دار شده است، اما این بدین معنی نیست که این شاخص بر حداکثر دما در بقیه ایستگاه‌ها تاثیری نداشته است بلکه می‌گوییم تاثیر شاخص نوسان جنوبی بر حداکثر دما در بقیه ایستگاه‌ها ناچیز است، به طوریکه رابطه بین این دو شاخص را از نظر آماری نمی‌پذیریم.

اما با توجه به جدول شماره ۸ تاثیر شاخص نوسان اطلس شمالی بر حداکثر دمای تمام ایستگاه‌های منتخب ایران مرکزی معنی‌دار شده است یعنی با اطمینان ۹۹ درصد می‌گوییم شاخص نوسان اطلس شمالی با حداکثر دما رابطه دارد.

از طرفی طبق مدل رگرسیونی رابطه بین این دو شاخص به صورت مستقیم به دست آمده است، یعنی با افزایش یکی دیگری نیز افزایش می‌یابد. بنابراین با دانستن این رابطه و تاثیر نوسان اطلس شمالی و جنوبی بر حداکثر دما می‌توانیم پیش‌بینی‌ها و برنامه‌ریزی‌های لازم در بخش کشاورزی را انجام دهیم.

با افزایش دما، چه دمای حداقل و چه حداکثر، شاهد مسئله تغییر فصول اقلیمی مطرح خواهد شد و نزولات آسمانی از حالت جامد تبدیل به حالت مایع خواهد شد. ایران مرکزی که خود در بخش خشک کشور قرار دارد، مسئله خشکی و افزایش دما یکی از مسائل جدی منطقه خواهد بود و یکی از بحرانی‌ترین مسائل در بخش کشاورزی محسوب می‌شود.

مدل رگرسیون

$$y=0.006t-0.127 \quad \text{شاخص نوسان اطلس شمالی}$$

$$y=0.69t+10.35 \quad \text{شاخص نوسان اطلس جنوبی}$$

$$y=0.027t+26.048 \quad \text{حداکثر دمای ایستگاه یزد}$$

$$y=0.001t+20.737 \quad \text{حداکثر دمای کرمان}$$

$$y=0.041t+22.454 \quad \text{حداکثر دمای اصفهان}$$

$$y=0.002t+22.338 \quad \text{حداکثر دمای سمنان}$$

همانطور که در مدل‌های بالا می‌بینیم شاخص نوسان اطللس شمالی و نوسان جنوبی و حداکثر دمای ایستگاه‌های منتخب ایران مرکزی در طول زمان در حال افزایش می‌باشند بنابراین نتیجه می‌گیریم رابطه این دو شاخص به صورت مستقیم می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با بررسی و مطالعاتی که بر روی عنصر دمای حداکثر ۵ ایستگاه ایران مرکزی صورت گرفت مشخص شد که این عنصر در طول دوره (۱۹۶۵-۲۰۱۰) تغییر کرده است. این تغییر از نوع نوسانات کوتاه مدت و ناگهانی بوده است که در بعضی از سری‌های ماهانه، فصلی و سالانه مشاهده می‌شود. همه تغییرات در دو دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ رخ داده و تمام تغییرات از نوع جهش و تصادفی می‌باشند. در بررسی دمای حداکثر معلوم شد که تغییرات در تمام ایستگاه‌های ایران مرکزی از نوع ناگهانی و در جهت مثبت و افزایشی بوده است. جهش افزایش دمای حداکثر در تابستان با افزایش تبخیر همراه است که باید برای این مشکل راهکاری جستجو کرد و در مدیریت بهتر آب راهکارهایی را ارائه کرد. حدود ۱۰۰ درصد تغییرات در ۲۳ سال ابتدایی دوره مورد بررسی به وقوع پیوسته است. نمودارهای گرافیکی کندال نیز حاکی از وجود روند معنی‌داری مثبت حداکثر دما در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه می‌باشد. باید به این نکته نیز توجه داشت که بررسی افزایش دما تنها پارامتر قابل بررسی در زمینه تغییر اقلیم نمی‌باشد، بلکه به عنوان یکی از آگاهی‌دهنده‌ها در این زمینه مورد توجه است. در این زمینه باید به نقش تغییرات بارش، ابرناکی، تابش‌های طول موج بلند و کوتاه و سایر پارامترهای اقلیمی نیز پرداخت. همچنین با بررسی تکمیلی و مطالعه فصلی این پارامترها در فصول کشت می‌توان برنامه‌ریزی مناسبی برای عملیات‌های کشاورزی انجام داد. زیرا افزایش دما می‌تواند با کاهش مقدار رطوبت خاک، تغییر در سرعت تبادل گازها از پوشش گیاهی و خاک، کاهش میزان دبی رودخانه‌ها و سطح آب زیرزمینی، خسارات جبران ناپذیر به زمین‌های زراعی وارد می‌کند (۲۱).

شاخص نوسان اطللس شمالی و نوسان جنوبی بر حداکثر دما در ایستگاه‌های منتخب ایران مرکزی اثر داشته و طبق بررسی‌های انجام شده با مدل رگرسیون و ضریب همبستگی پیرسون این رابطه از نوع مستقیم بوده است به طوریکه با بررسی داده‌های شاخص نوسان اطللس شمالی و نوسان جنوبی مشخص شد که این دو شاخص در طول زمان در حال افزایش می‌باشند.

References

- Alijani, B. (1374). climate iran, Thran. publication PNU, "(in farsi).
Asakreh, H. (1383). Statistical analysis is based on changes in mean annual temperature in the zanzan city in recent decades, spring and summer, number of 52 and 53. Tehran, "(in farsi).
Asakreh, H. H. brave. (1382). Statistical. study long-term trend of annual rainfall, the Third Regional Conference on Climate Change and the First National Conference on 29 September to October. Isfahan University, "(in farsi).
Asgari, A. , F. Rahim Zadeh. (1385). study the variability of precipitation in recent decades, Geographical Journal. No. 58. thran, "(in farsi).
Azizi, G. (1383). change climate, Thran. Publications Ghomes, "(in farsi).
Azizi, GH, rooshani Mahmoud (1387). study climate change on the southern shores of the Caspian Sea to mann-Kendall method, Journal of Geographical Research. 64. Number of Tehran, "(in farsi).
Azizi, G. , M. Karimi Ahmadabad, sabokkhiz Z. (1384). trend temperature recent decades, Iran and the Increase co2 , Upbringing teacher Geographic Sciences. publication. number 5. volume 4. thran. "(in farsi)

- Dracup, J. A. & Vicuna, S. (2005). " An Overview of Hydrology and Resources Studies on Climate Change: the California Experience. " Proc. EWRI2005: Impacts of Global Climate Change.
- Hansen, J., Sato, M. R., Lo, K., Lea, D. and Elizade, M. (2006). Global temperature. Change, Science, 39.
- H., Rao, K. N. and Wallen. C. C. (1996). Climate Change Note, WMO, 195.
- Ibrahim Hussein, Amin Alizadeh; S. Javanmard. (1385). observed temperature changes in Mashhad plain. study the profile of climate change in the region, 79. asfhan Jeography. number Research Quarterly. "(in farsi).
- IPCC. (2001b). "Climate change 2001: The Scientific Basis; Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the intergovernmental panel on Climate Change (IPCC)" Houghton, J. T., Dinggs, Y., Noguer, M. P. J., Linden, V., X., Maskell, D. K. & Johnson, C. A. , Combridge University Press, Cambridge, UK. 881.
- Ghayour, H. , H. Asakreh. (1382). estimated monthly temperature. Application February in future versions of its review, case study: Mashhad temperature Third Regional Conference on Climate Change and the National Conference of. university esfahan. "(in farsi).
- Meteorological Organization's official website www.weather.ir/farsi". (in farsi).
- Morrissey, M. L. and Graham, N. E. (1996). Recent Trends in Rain Gauge Precipitation Measurements from the Tropical Pacific, Bulletin of the American Meteorological Society, 77.
- Massah bovani, A. , P. S. ashofteh. (1386). study importance of global climate change and its impact on different systems, technical workshop on February 24. The effects of climate change on water resources management. "(in farsi).
- Manabe, Syukuro, Richard T. Wetherald. (1975). The Effects of Doubling the Co2 Concentration on the Climate of a General Circulation Model. Journal of Atmospheric Sciences, 32.
- Proedor, M. et al. (1997). Spatial and Temporal Variability of the seasonal Rainfall in Greece, Climate Dynamics, 13.
- Rooshani, Mahmoud, (1382), examining the shores of the Caspian Sea climate, MS Thesis, Supervisor doctor Qasim Aziz, Department of Physical Geography of Tehran University". (in farsi).
- R., Dzierdzewskii, B. , Flohn, H. , Hofmeyer, W. L. , Lamb. H. 19-Mitchell, J. M. , Chairman, J. Rebetz, M. and Reinhard. M. (2008). Monthly air Temperature trend in Switzerland 1901-2000 and 1975-2004, Theor. Appl. Climatol, 91.
- Sabzi parvar, AA, Zahra saif, fereshtaye ghiami (1392), analysis is the temperature at some stations in arid and semi-arid geography and Semiarid. number 30. Zahedan. "(in farsi).
- Seleshi, Y. and Zanke, U. (2004). Recent changes in Rainfall and Raiy days in Ethiopia, International Journal of Climatology, 24.
- Shyrgholamy, H. , B. ghahreman. (1384). study trend in annual mean temperature, Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, the first one. number. "(in farsi).
- Sneyers, R. (1990). On the Statistical analysis of series of observation, WMO Technical Note, 415.
- Toreti, A. and Desiato, F. (2008). Temperature Terend over Italy from 1961-2004, Appl. Climatol, 91.
- Turkesh, M. , Sumer, M. U. and Demir, S. (2002). Re-Evaluation of Trends and Changes in Mein, Maximum and Minimum Temperatures of Turkey for the Period 1929-1999, International Journal of Climatology.
- Yue, S. and Hashino. M. (2003). Temperature Trends in Japan: 1900-1996. Theor. Appl. Climatol, 75.
- Zabul Abbasi, F. , M. Asmry, malbusi SH. (1386) time-series analysis is preliminary technical Mshhd Workshop temperature of the effects of climate change on water resources management 24 January. "(in farsi).
- Zahedi, M. , B. Sari Sarraf, Jamei Javed. (1386) analysis is the change in temperature -position North West of Iran, Journal of Geography and Development. number 10. zahdan. "(in farsi).