

بررسی روند تغییرات دما در بندرعباس و جزیره قشم با استفاده از آزمون ناپارامتری من - کندال

علی سالاری^۱ دکتر امیر گندمکار^۲

۱- دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

چکیده:

مقطع زمانی مورد مطالعه در این بررسی دو دوره ۵۶ و ۱۷ ساله می باشد. دوره ۵۶ ساله مربوط به ایستگاه بندرعباس می باشد که از سال ۱۹۵۷ تا ۲۰۱۲ را شامل میشود و دوره ۱۷ ساله مربوط به ایستگاه قشم می باشد که از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۲ را در بر میگیرد. ابتدا سعی شده است با استفاده از روش رتبه ای من - کندال تغییرات داده ها شناسایی شوند و سپس نوع و زمان آن مشخص گردد. هدف از این تحقیق، بررسی روند تغییرات دمای ایستگاه های بندرعباس و جزیره قشم برای آشکار سازی تغییرات احتمالی آن از حالت نرمال با استفاده از آزمون ناپارامتری من - کندال می باشد. نتایجی که از این پژوهش حاصل شد به شرح زیر می باشد:

۱- مطالعه تغییرات دمای حداقل در شهر بندرعباس در مقیاس ماهانه بیان کننده روند کاهشی شدید در این ایستگاه می باشد که شدت این روند در ماه مارس با ۰/۴۵- در مقایسه با بقیه ماهها بیشتر می باشد، ولی چنین یکنواختی در عنصر دمای حداکثر وجود ندارد و روند تغییرات عنصر دمای حداکثر تلفیقی از روند کاهشی (TD) و جهش منفی (AI) می باشد. بررسی روند تغییرات عنصر دمای حداقل و حداکثر در ایستگاه قشم نسبت به بندرعباس از ناهمگونی بیشتری برخوردار می باشد. مطالعه عنصر دمای حداقل در ایستگاه قشم در طول دوره مورد مطالعه نشان دهنده این است که ۵ ماه از سال بدون روند می باشد و در بقیه ماهها نیز جهش مثبت نوع غالب تغییرات بوده است، در عنصر دمای حداکثر تقریباً در اکثر ماهها جهش افزایشی نوع غالب تغییرات می باشد.

۲- در مقیاس سالانه، تغییرات دمای حداقل و حداکثر هر دو از نوع روند کاهشی می باشد، اما در ایستگاه قشم تغییرات دمای حداقل از نوع جهش کاهشی و تغییرات دمای حداکثر از نوع جهش مثبت بوده است.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، نوسان اقلیمی، روند دما، آزمون من - کندال، بندرعباس، جزیره قشم

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 معنی دار آماری برای متوسط وضع آب و

هوای طی یک دوره طولانی تعبیر کرده اند. اقلیم می تواند گرم یا سرد شود، از میان همه عناصر آب و هوایی، تغییرات دما و بارش بسیار محسوس تر می باشد. به هم خوردن اندکی از تعادل اقلیم جهان موجب شده متوسط درجه حرارت کره زمین تمایل به روند افزایش را نشان دهد (IPCC, 2001, a: 1875). به طوری که هیئت بین دول تغییر اقلیم در سال ۲۰۰۱ گزارش داد که گرمایش جهانی در حال وقوع است (دراکوپ و ویگنا، ۲۰۰۵: ۴۸۳). محققان مهمترین عامل گرم شدن کره زمین و افزایش دمای متوسط جهانی را مربوط به افزایش گازهای گلخانه ای دانسته اند. پژوهش های آشکار سازی تغییر اقلیم (CCDP)، در دهمین جلسه کمیسیون اقلیم شناسی WMO (لیسبون آوریل ۱۹۸۹) شروع و در کنگره ششم در ماه می سال ۱۹۹۱ مورد بحث بیشتر قرار گرفت. پارامترهای اقلیمی به دلایل زیادی تغییر می کنند که باید برای پی بردن به این دلایل اقدام به آشکار سازی تغییر اقلیم کرد. برای آشکار سازی تغییر اقلیم بایستی داده های طولانی مدت در اختیار داشت که متاسفانه در کشور ما این نقصان یکی از بزرگترین مشکلات محققان بوده است. تحلیل روند یکی از مهمترین روش های آماری است که به طور گسترده برای ارزیابی اثرات بالقوه تغییر اقلیم بر روی سری های زمانی هیدرولوژیکی مانند سری های مشاهداتی دما، بارش و جریانات رودخانه ای در نقاط مختلف جهان توسط محققین استفاده شده است و اغلب تحقیقات آنها نیز به صورت ایستگاهی و نقطه ای می باشد. در این پژوهش نیز به صورت ایستگاهی کار شده است. هدف از این تحقیق بررسی روند در تغییرات دمای بندرعباس و جزیره قشم می باشد.

پیشینه تحقیق:

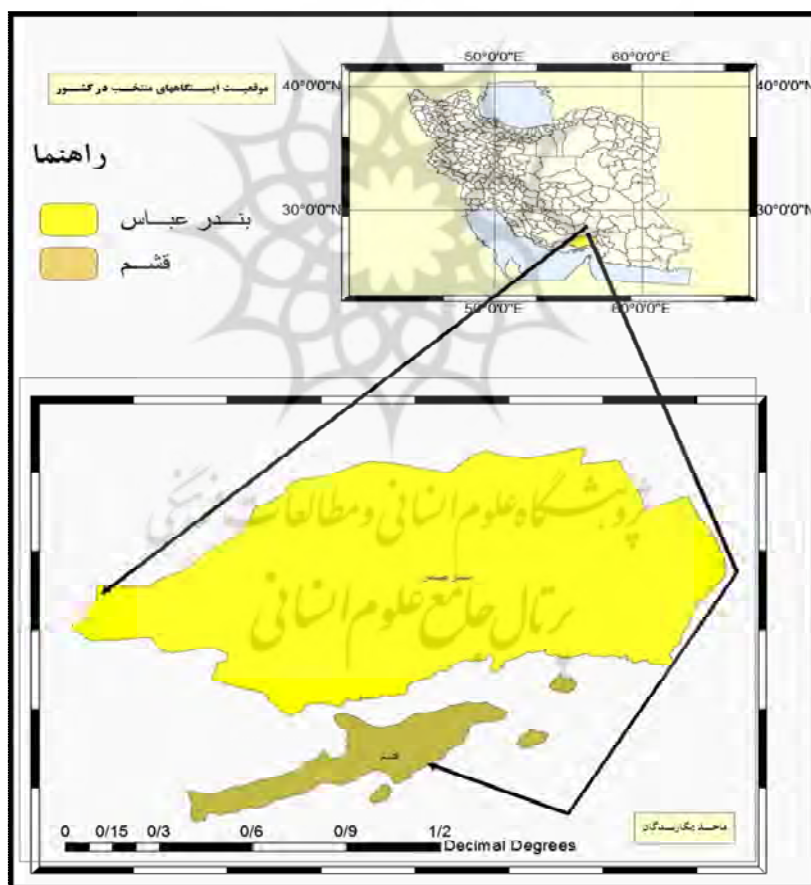
در ادبیات اقلیم شناسی جهان تاکنون مطالعات فراوانی پیرامون تغییر اقلیم در مناطق مختلف صورت گرفته است. بسیاری از مطالعات با محوریت تغییرات بلند مدت دما و تغییرات آنها در ارتباط با روند افزایش دمای متوسط جهانی منطقه ای صورت گرفته و روش آماری گرافیکی من-کندال به کرات مورد استفاده قرار گرفته است. (لتن مایر و همکاران، ۱۹۹۴)، (نورث و کیم، ۱۹۹۵)، (کیلی و همکاران، ۱۹۹۸)، (کورتزال و همکاران، ۱۹۹۸)، (انگلهارت، ۲۰۰۳)، (روی و جی آر، ۲۰۰۴)، (هو و همکاران، ۲۰۰۳)، (سلیشی 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)، از جمله کسانی هستند که با استفاده از روش پارامتریک و ناپارامتری من-کندال به بررسی روند در تغییرات اقلیمی پرداخته اند. در ادبیات جغرافیایی ایران در خصوص بررسی تغییر اقلیم به روش های پارامتریک و ناپارامتریک می توان 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 عزیززی و همکاران سال ۱۳۸۶ بر روی سواحل جنوبی دریای خزر طی دوره ۱۹۵۵ تا ۱۹۹۴ به منظور بررسی انحراف احتمالی و شناسایی تغییرات داده ها و نوع و زمان آن با استفاده از روش من-کندال انجام داده اند نتیجه این شد که، زمان شروع بیشتر تغییرات ناگهانی و از هر دو نوع رون و نوسان بوده است.

منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه بندرعباس و جزیره قشم می باشد که بخشی از جنوب کشور را شامل می شود. به خاطر نقصان وجود آماره های بلند مدت برای بررسی روند در بیشتر مناطق جنوب کشور ناچار شدیم به طول دوره آماری موجود در این دو ایستگاه اکتفا کنیم. مشخصات این ایستگاهها در جدول شماره (۱) ذکر شده است. همچنین شکل شماره (۱) موقعیت ایستگاهها در کشور را نشان می دهد.

جدول ۱: مشخصات ایستگاههای بندرعباس و جزیره قشم

ایستگاهها	ارتفاع به متر	طول جغرافیایی (درجه)	عرض جغرافیایی (درجه)
بندرعباس	۹/۸	۱۳ N۲۷	۲۲ E۵۶
قشم	۶	۵۵ N۲۶	۲۶ E۵۵



شکل ۱: موقعیت ایستگاههای بندرعباس و جزیره قشم

مواد و روش ها:

براساس توصیه سازمان جهانی هواشناسی مبنی بر استفاده از آمارهای بلند مدت اقلیمی برای پی بردن به تغییرات اقلیمی، داده های بلندمدت بندرعباس از سال ۱۹۵۶ تا ۲۰۱۲ و جزیره قشم از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۲ از سازمان

هواشناسی کشور تهیه و با استفاده از روشهای تفاضلها و نسبتها اقدام به بازسازی آنها شد. روش اصلی این پژوهش، آزمون آماری گرافیکی من-کندال می باشد. این آزمون برای بررسی تصادفی بودن و بررسی روند در سریهای زمانی به کار می رود. در ابتدا این آزمون برای مشخص کردن غیرپارامتریک بودن استفاده شد. به این ترتیب که سری های آماری به ترتیب صعودی مرتب و رتبه بندی می شوند. در این آزمون تصادفی بودن داده ها با عدم وجود روند مشخص می شود. در صورت وجود روند، داده ها غیرتصادفی بوده و برای غیرتصادفی بودن داده ها از آزمون زیر استفاده می شود (میشل و همکاران، ۱۹۶۶):

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

که T آماره کندال و P مجموع تعداد رتبه های بزرگتر از ردیف n_i که بعد از آن قرار می گیرند بوده و از رابطه:

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

به دست می آید و n نیز تعداد کل سالهای آماری مورد استفاده با $\sum x_i$ ها است. به منظور سنجش معنی دار بودن آماره T از رابطه زیر محاسبه می شود:

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

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 می باشد. در صورت اعمال این مقدار، T_t معادل با ± 0.21 می شود. با توجه به مقدار بحرانی به دست آمده برای T_t ، حالات مختلفی بدین شرح مشاهده خواهد شد:

اگر $(T) > (T)_t$ یا $(T) > -0.21$ یا $0.21 > T > -0.21$ باشد، هیچگونه روند مهمی در سری ها مشاهده نمی شود و سریها تصادفی هستند. همچنین اگر $(T)_t < T$ یا $T < -0.21$ باشد، نشان دهنده روند منفی در سری ها و در صورتی که $(T)_t > T$ یا $T > +0.21$ باشد روند مثبت در سری ها غالب خواهد بود.

برای تعیین جهت روند، نوع و زمان تغییر، نیاز به آزمون گرافیکی کندال می باشد. بدین منظور معمولاً از جدول ویژه ای استفاده می شود (برای آگاهی بیشتر به منبع شماره (۲) مراجعه شود). در جدول مذکور، ابتدا داده های آماری به ترتیب سال (ستون اول) وارد شده و در ستون دوم داده ها شماره ردیف می گیرند. سپس در ستون سوم مقادیر پارامتر مورد نظر نوشته می شود در ستون چهارم مقادیر عددی ستون سوم به ترتیب صعودی تنظیم می گردد. جهت تکمیل جدول مورد نظر نیاز به محاسبه ضریب t آزمون کندال می باشد که از رابطه زیر به دست می آید (Sueyers, 1990).

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

که تابع توزیع آن در شرایطی که فرض صفر حاکم باشد از لحاظ جانبی 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 می گردد و $u(t_i)$ از رابطه زیر استفاده می شود:

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

زمانی مقادیر $u(t_i)$ معنی دار 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 می باشد.

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

پس از محاسبات فوق و ترسیم نمودارهای مربوط وجود هرگونه روند در سریها به صورت منفی ظاهر می شود و زمانی که روند معنی داری در داده ها وجود داشته باشد، خطوط u_i و u'_i همدیگر را قطع می کنند. 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 سری های زمانی است (Sueyers, 1990).

یافته های تحقیق :

الف) تحلیل آزمون من- کندال بر روی داده های ماهانه

نتایج به دست آمده از آزمون آماره کندال (T) و آماره بحرانی (T_c) جدول (۲)، مشخص میکند که در تمام ماههای ایستگاه بندر عباس در طول دوره مورد مطالعه، عنصر دمای حداقل دارای روند منفی بوده است. روند تغییرات کاهشی در تمام ماهها به طور قابل محسوس قابل مشاهده میباشد. در بین ماهها، مارس، ژانویه و آوریل به ترتیب با اعداد -0.45 ، -0.43 و -0.41 دارای روند کاهشی محسوستری نسبت به بقیه ماهها می باشد.

همچنین در بررسی جدول (۲) مشخص میشود که میانگین دمای حداکثر در تعدادی از ماههای ایستگاه بندرعباس روند منفی و در تعدادی دیگر هیچگونه روندی مشاهده نمی شود و سری ها تصادفی هستند. ماههای ژانویه، فوریه، مارس، جولای، آگوست، سپتامبر و دسامبر به ترتیب با اعداد -0.26 ، -0.92 ، -0.3 ، -0.29 ، -0.37 ، -0.47 ، -0.32 ، -0.21 ، دارای روند کاهشی و در بقیه ماهها تغییرات از نوع تصادفی و ناگهانی میباشد و روند خاصی در آنها قابل مشاهده نمی باشد. در بین ماهها، روند کاهشی ماه فوریه با عدد -0.92 کاملاً محسوس می باشد. روند این تغییرات در دمای حداکثر و حداقل نشان دهنده این است که چون در هر دو عنصر تغییرات از نوع کاهشی می باشد، این عامل نوسان دمایی را بین دو عنصر کاهش میدهد و نوید دهنده آنست که نوسان دمایی بندرعباس به به سوی کم شدن میباشد، همانطور که در سال جاری میلادی نیز مشاهده شد.

در ایستگاه قشم، چنین یکنواختی که در ایستگاه بندرعباس در روند تغییرات ماهها وجود داشت مشاهده نمی شود. در این ایستگاه، عنصر دمای حداقل در ماه سپتامبر دارای روند کاهشی و در بقیه ماهها هیچ گونه روندی مشاهده نمیشود و تغییرات از نوع ناگهانی می باشند. در بین ماههایی که دارای روند کاهشی می باشند، سپتامبر با ۳۵٪- سرآمد ماههای دیگر می باشد و نوید دهنده پاییزی خنکتر از سالهای قبلتر می باشد.

همچنین در مورد عنصر دمای حداکثر ایستگاه قشم، در تمام ماهها هیچگونه روندی مشاهده نمی شود و تغییرات از نوع تصادفی و ناگهانی می باشد. الگوی تغییرات دمای حداکثر و دمای حداقل در ایستگاه قشم نشان دهنده این است که نوسان بین دمای حداقل و دمای حداکثر در حال بیشتر شدن می باشد و الگوی اقلیم بیابانی در منطقه در حال شکل گیری می باشد.

جدول ۲: نتایج ماهانه آماره کندال (T) و آماره بحرانی (T_p) و معنی داری برای ایستگاههای بندرعباس و قشم

ماه	پارامتر	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	جولای	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
میانگین دمای حداقل بندرعباس		۰/۲۷*	۰/۳۳*	۰/۳۹*	۰/۳۸*	۰/۳۶*	۰/۳۷*	۰/۳۳*	۰/۳۱*	۰/۴۱*	۰/۴۵*	۰/۳۶*	۰/۴۳*
میانگین دمای حداقل قشم		۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۳۵*	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۳۳	۰/۳۲	۰/۲۹	۰/۱۱	۰/۱۹
میانگین دمای حداکثر بندرعباس		۰/۲۱*	۰/۱۸	۰/۳۲*	۰/۴۷*	۰/۳۷*	۰/۲۹*	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۳*	۰/۹۲*	۰/۲۶*
میانگین دمای حداکثر قشم		۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۲۷	۰/۰۱	۰	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۳۰	۰/۰۸	۰/۱۳
مقدار آماره بحرانی بندرعباس (T)		±0.18	±0.18	±0.18	±0.18	±0.18	±0.18	±0.18	±0.18	±0.18	±0.18	±0.18	±0.18
مقدار آماره بحرانی قشم (T)		±0.34	±0.34	±0.34	±0.34	±0.34	±0.34	±0.34	±0.34	±0.34	±0.34	±0.34	±0.34

۱- ارقام داخل جدول T یا مقدار آماره کندال می باشد.

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

۳- معنی داری در سطح ۹۵٪ در نظر گرفته شده است.

ب) تحلیل آزمون من-کندال بر روی داده های سالانه

بررسی و مطالعه الگوی تغییرات دمای حداقل و حداکثر سالانه ایستگاه بندرعباس با استفاده از آماره کندال حاکی از وجود روند کاهشی در دوره مورد مطالعه می باشد. الگوی روند کاهشی در عنصر دمای حداقل شدیدتر می باشد ولی الگوی تغییرات در ایستگاه قشم به صورت دیگری می باشد. این الگو در دمای حداقل مثبت و افزایشی و دمای حداکثر ناگهانی و تصادفی می باشد.

جدول ۳: نتایج سالانه آماره کندال (T) و آماره بحرانی (T)t برای ایستگاههای بندر عباس و قشم

نام ایستگاه پارا متر	بندرعباس T	قشم T
میانگین دمای حداقل سالانه	-۰٫۳۶*	۰٫۱۳
میانگین دمای حداکثر سالانه	-۰٫۲۴*	۰٫۰۵
مقدار آماره بحرانی (T)t	± 0.18	± 0.34

۱- (T) نشان دهنده مقدار آماره کندال می باشد.

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

۳- معنی داری در سطح ۹۵٪ در نظر گرفته شده است.

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

برای این کار ابتدا نمودار کندال با استفاده از مولفه u و u' برای عنصر اقلیمی میانگین دمای حداقل و 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 (۷، ۶، ۵، ۴) ارائه شده است. به دلیل حجم زیاد نمودارها (بیش از ۴۰ نمودار) امکان ترسیم همه آنها در این بحث وجود نداشته و فقط نمونه هایی از آن آورده شده است. در این پژوهش وجود هرگونه روند با حرف T (مخفف TREND)، جهش ناگهانی در تقاطع مولفه های 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 (برگرفته از عزیزی و روشنی، ۱۳۸۷: ۲۸-۱۳). همچنین نتایج سالانه آزمون گرافیکی کندال برای آماره میانگین دمای حداقل و حداکثر در شکل‌های ۱۴ و ۱۵ به صورت شماتیک نمایش داده شده است.

جدول ۴: نوع و زمان تغییر دمای حداقل در مقیاس ماهانه طی دوره های مورد مطالعه

ماه	بندرعباس	قشم
ژانویه	TD_{27}	AD_{27}
فوریه	TD_{27}	-
مارس	TD_{27}	AI_{1000}
آوریل	TD_{27}	AI_{27}
می	TD_{27}	-
ژوئن	TD_{27}	AI_{1000}
جولای	TD_{27}	-
آگوست	TD_{27}	AI_{27}
سپتامبر	TD_{27}	TD_{1000}
اکتبر	TD_{27}	-
نوامبر	TD_{27}	-
دسامبر	TD_{27}	AI_{27}

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

جدول ۵: نوع و زمان تغییر دمای حداکثر در مقیاس ماهانه طی دوره های مورد مطالعه

ماه	بندرعباس	قشم
ژانویه	TD _{۱۱}	AI _{۱۱}
فوریه	-	AI _{۱۱}
مارس	TD _{۱۱}	AI _{۱۱}
آوریل	AD _{۱۱}	AI _{۱۱}
می	AD _{۱۱}	AI _{۱۱}
ژوئن	AD _{۱۱}	AD _{۱۱}
جولای	TD _{۱۱}	AI _{۱۱}
اگوست	TD _{۱۱}	AI _{۱۱}
سپتامبر	TD _{۱۱}	-
اکتبر	TD _{۱۱}	AI _{۱۱}
نوامبر	AI _{۱۱}	AI _{۱۱}
دسامبر	TD _{۱۱}	AI _{۱۱}

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

جدول ۶: نوع و زمان تغییر دمای حداقل در مقیاس سالانه طی دوره های مورد مطالعه

ایستگاهها	بندرعباس	قشم
نوع و زمان تغییر	TD _{۱۱}	AD _{۱۱}

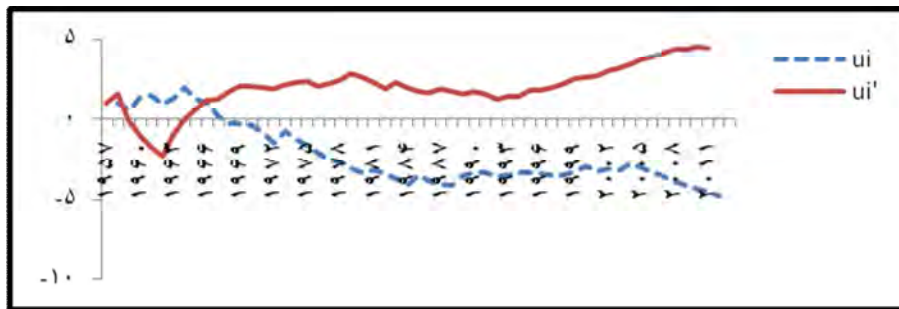
TD: روند کاهشی ، TI: روند افزایشی ، AD: جهش منفی ، AI: جهش مثبت

جدول ۷: نوع و زمان تغییر دمای حداکثر در مقیاس سالانه طی دوره های مورد مطالعه

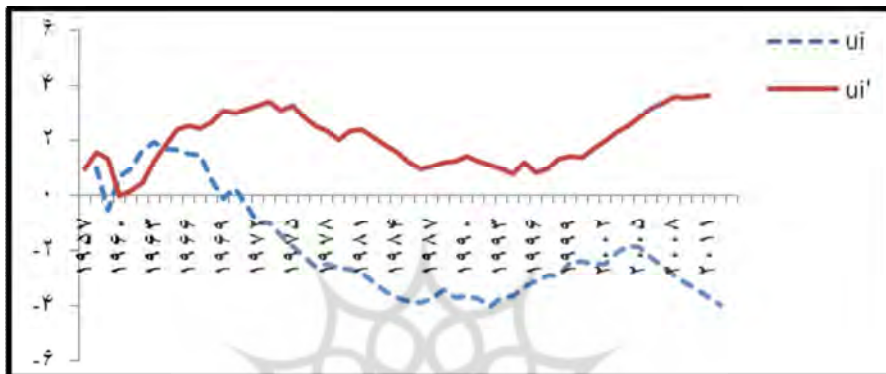
ایستگاهها	بندرعباس	قشم
نوع و زمان تغییر	TD _{۱۱}	AI _{۱۱}

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

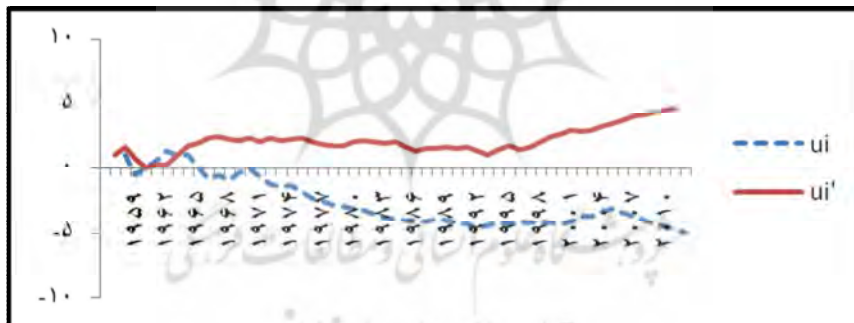
در شکل شماره ۲، ۳ و ۴ به عنوان نمونه، روند منفی معنی داری حداقل دما، در شهر بندرعباس در ماه ژانویه، فوریه و مارس نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می شود، طبق تعریف آماره کندال، روند معنی داری منفی حداقل دما در ماه ژانویه، فوریه و مارس از سال ۱۹۵۹، پس از تلاقی با خط شاخص بررسی تغییرات، شروع و تا سال مورد بررسی (۲۰۱۲) ادامه داشته است. نکته مورد توجه در این است که در هر سه ماه بدو شروع تغییرات در سال ۱۹۵۹ بوده است و در هر ۱۲ ماه روند کاهشی شدیدی در دمای حداقل منطقه حکم فرما بوده است.



شکل ۲: روند معنی داری منفی دما در ماه ژانویه در دوره مورد مطالعه (دمای حداقل بندرعباس)

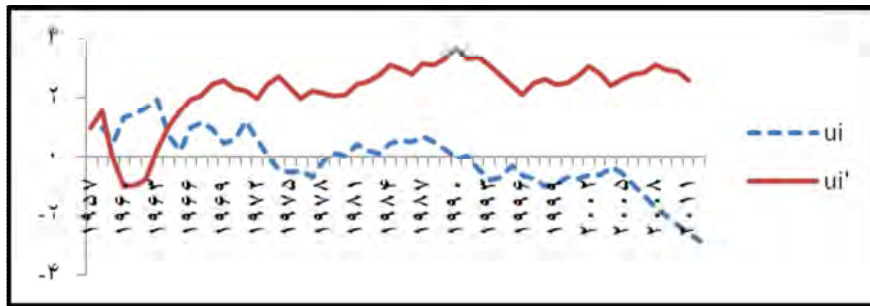


شکل ۳: روند معنی داری منفی دما در ماه فوریه در دوره مورد مطالعه (دمای حداقل بندرعباس)

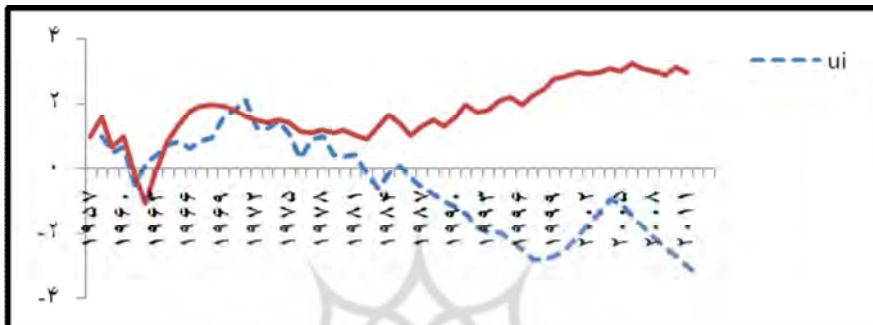


شکل ۴: روند معنی داری منفی دما در ماه مارس در دوره مورد مطالعه (دمای حداقل بندرعباس)

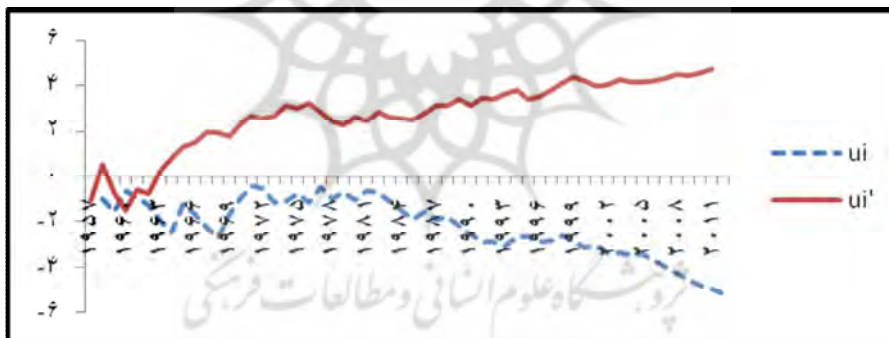
در شکل ۵، ۶، ۷، نمونه هایی از نمودارهای گرافیکی کنдал برای دمای حداکثر شهر بندرعباس آورده شده است. همانطور که در اشکال دیده می شود روند کاهشی معنی داری در هر سه ماه ژانویه، مارس و سپتامبر دیده می شود. سال شروع تغییرات در ژانویه، مارس و سپتامبر به ترتیب ۱۹۵۸، ۱۹۶۰ و ۱۹۵۹ بوده است.



شکل ۵: روند معنی داری منفی دما در ماه ژانویه در دوره مورد مطالعه (دمای حداکثر بندرعباس)

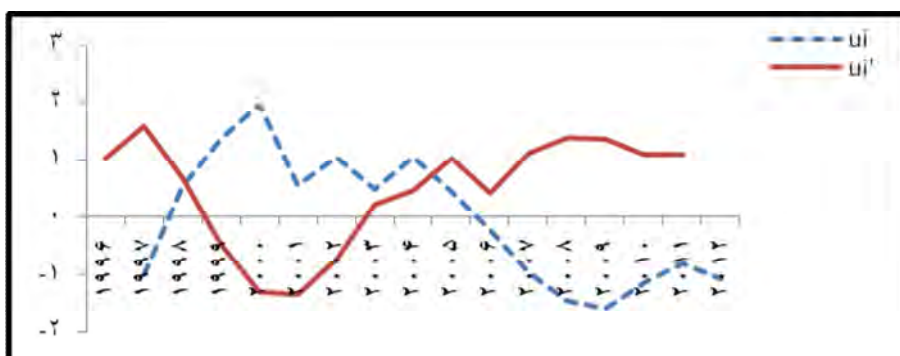


شکل ۶: روند معنی داری منفی دما در ماه مارس در دوره مورد مطالعه (دمای حداکثر بندرعباس)

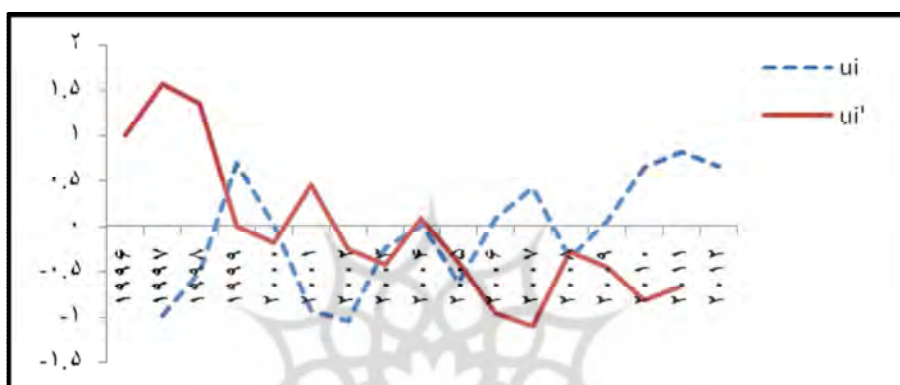


شکل ۷: روند معنی داری منفی دما در ماه سپتامبر در دوره مورد مطالعه (دمای حداکثر بندرعباس)

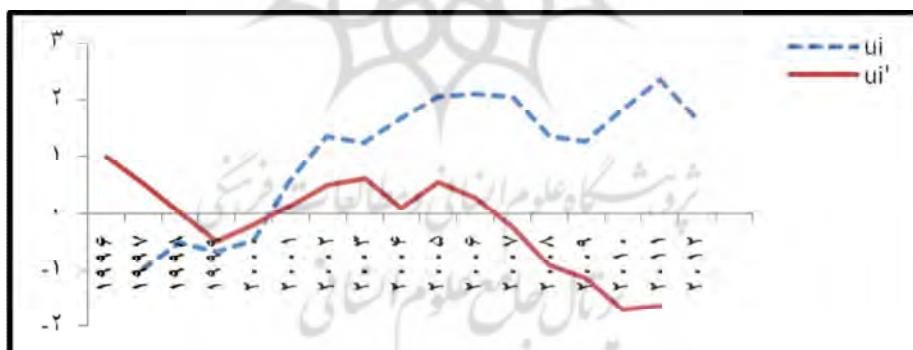
شکل‌های ۸، ۹ و ۱۰ نمونه‌هایی از نمودارهای گرافیکی من کنдал برای برخی ماه‌های ایستگاه قشم برای دمای حداقل شهر قشم نمایش داده شده است. همانگونه که در نمودارها مشاهده میکنیم، سال شروع تغییرات در ماه ژانویه، مارس و سپتامبر به ترتیب ۱۹۹۸، ۲۰۱۰ و ۲۰۰۳ بوده است.



شکل ۸: روند معنی داری منفی دما در ماه ژانویه در دوره مورد مطالعه (دمای حداقل قشم)

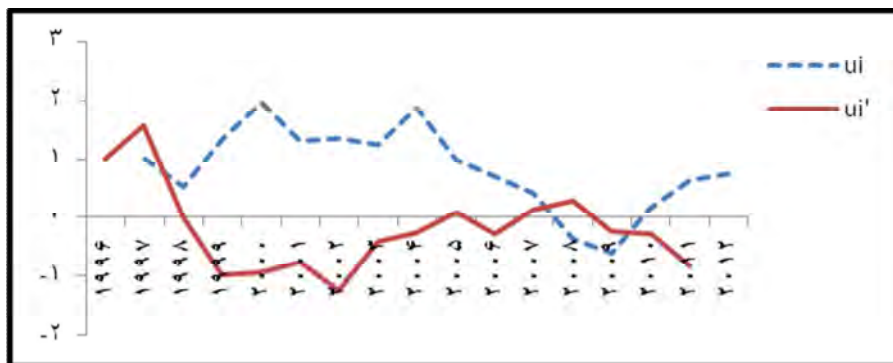


شکل ۹: روند معنی داری منفی دما در ماه فوریه در دوره مورد مطالعه (دمای حداقل قشم)

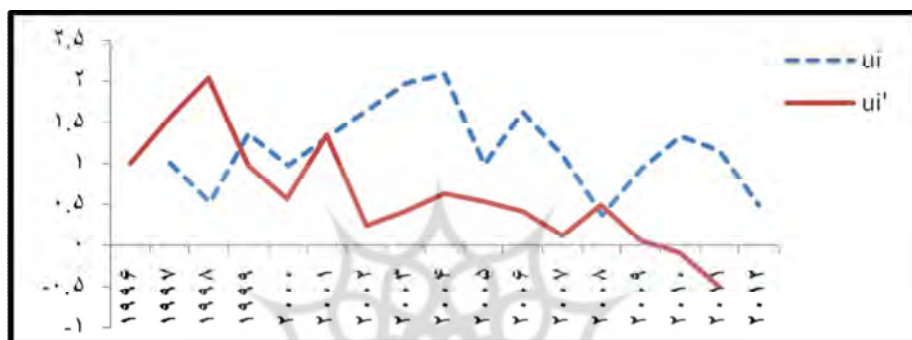


شکل ۱۰: روند معنی داری منفی دما در ماه مارس در دوره مورد مطالعه (دمای حداقل قشم)

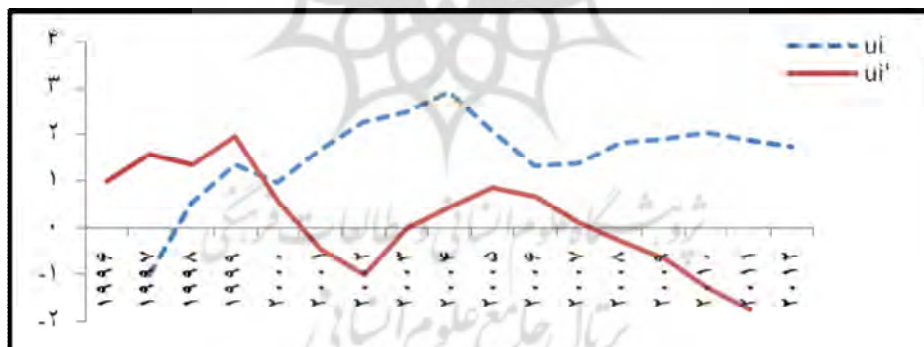
اشکال ۱۱، ۱۲ و ۱۳ نمونه هایی از نمودارهای گرافیکی من کندال برای دمای حداکثر ایستگاه قشم نمایش داده شده است. سال شروع تغییرات در ماههای ژانویه، فوریه و مارس به ترتیب ۱۹۹۷، ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ بوده است.



شکل ۱۱: روند معنی داری منفی دما در ماه ژانویه در دوره مورد مطالعه (دمای حداکثر قشم)

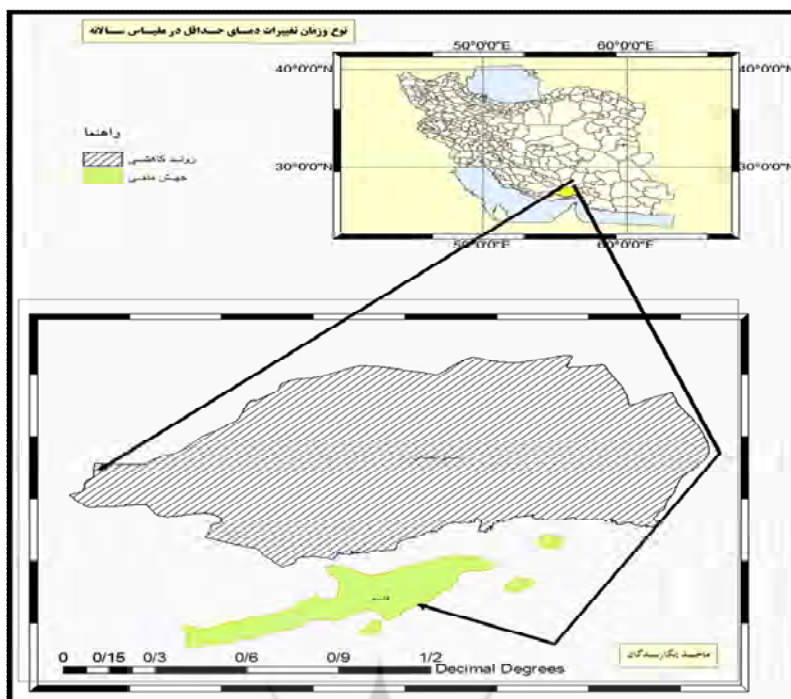


شکل ۱۲: روند معنی داری منفی دما در ماه فوریه در دوره مورد مطالعه (دمای حداکثر قشم)

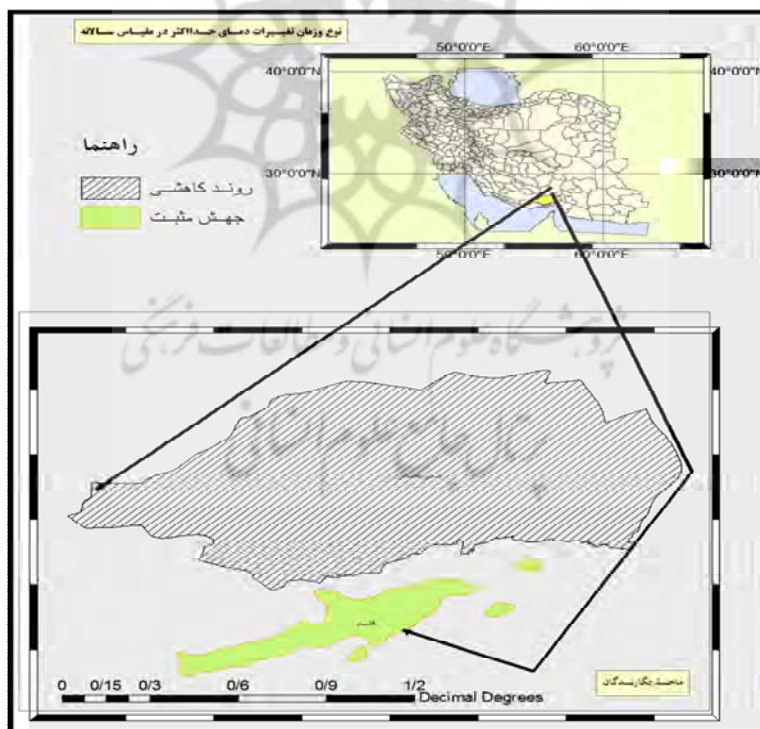


شکل ۱۳: روند معنی داری منفی دما در ماه مارس در دوره مورد مطالعه (دمای حداکثر قشم)

از تمام نمودارهایی که به صورت ماهانه ترسیم شده است و به دلیل حجم زیاد، فرصت نمایش آنها در این پژوهش مقدور نبود، در اکثر ماهها کاهش دمای حداقل در شهر بندرعباس مشاهده شده است، نوع این تغییرات نیز بیشتر روند منفی و کاهش (TD) بوده است، ولی در ایستگاه قشم بیشتر تغییرات از نوع جهش افزایشی (AI) بوده است. برای فهم بیشتر موضوع، نتایج آزمون گرافیکی کندال در مقیاس سالانه برای دمای حداکثر و حداقل دو شهر بندرعباس و قشم به صورت شماتیک بر روی نقشه نمایش داده شده است.



شکل ۱۴: نتایج آزمون گرافیکی کندال برای دمای حداقل در مقیاس سالانه



شکل ۱۵: نتایج آزمون گرافیکی کندال برای دمای حداکثر در مقیاس سالانه

نتیجه گیری:

مطالعه در دو مقطع زمانی ۵۶ و ۱۷ ساله و در دو ایستگاه بندر عباس و قشم بررسی شد. این ایستگاهها در سواحل شمالی خلیج فارس قرار دارند. که از لحاظ روند تغییرات دمایی بررسی شدند نتایج در پایان مشخص کرد که الگوهای متفاوتی در روند تغییرات دمایی دو ایستگاه نمایان وجود دارد، این الگوها به صورت جداگانه در دو مقیاس ماهانه و سالانه بررسی شدند. الگوهای ماهانه در ایستگاه بندر عباس نشان داد که روند تغییرات دمای حداقل در همه ماهها از نوع روند کاهشی و در بین ماهها، مارس با ۰/۴۵- در مقیاسه با بقیه ماهها ملموستر می باشد، این یکنواختی در نوع تغییرات بسیار قابل توجه می باشد. الگوی تغییرات دمای حداکثر بندر عباس از یکنواختی کامل برخوردار نمی باشد و دو الگوی متفاوت روند کاهشی و جهش کاهشی از الگوهای غالب این نوع از تغییرات می باشند. الگوی کاهشی ماه فوریه با ۰/۹۲- نشان دهنده شدت الگوی تغییرات کاهشی می باشد.

الگوی تغییرات دمایی ایستگاه قشم در مقیاس ماهانه الگوهای متفاوتی از تغییرات را به نمایش گذاشته اند. تغییرات دمای حداقل در ایستگاه قشم در ۵ ماه از سال بدون روند می باشد و در بقیه ماهها نیز جهش مثبت الگوی غالب بوده است. الگوی تغییرات دمای حداکثر ایستگاه قشم از یکنواختی بیشتری نسبت به دمای حداقل برخوردار می باشد و تقریباً در تمام ماهها به جز ژوئن و سپتامبر تغییرات از نوع جهش مثبت بوده است.

مطالعات دمایی این دو ایستگاه در مقیاس سالانه، نشان دهنده این است که روند تغییرات دمای حداقل و حداکثر ایستگاه بندر عباس از نوع کاهشی می باشد، ولی در ایستگاه قشم الگوی تغییرات دمای حداقل از نوع جهش منفی و دمای حداکثر از نوع جهش مثبت بوده است.

منابع:

- ۱- ابراهیمی، حسین، امین علیزاده، سهیلا جوانمرد (۱۳۸۵): بررسی وجود تغییرات دما در دشت مشهد به عنوان نمایه تغییر اقلیم در منطقه، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۷۹ اصفهان.
- ۲- روشنی، محمود (۱۳۸۲): بررسی سواحل اقلیمی دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما دکتر قاسم عزیزی، گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران.
- ۳- زابل عباسی، فاطمه؛ مرتضی اثمیری؛ شراره ملبوسی (۱۳۸۶): تحلیل مقدماتی سری های زمانی دمای هوای شهر مشهدکارگاه فنی اثرات تغییر اقلیم بر مدیریت منابع آب. ۲۴ بهمن.
- ۴- زاهدی، مجید؛ بهروز ساری صراف؛ جاوید جامعی (۱۳۸۶): تحلیل تغییرات زمانی مکانی دمای منطقه شمال غرب ایران، مجله جغرافیا و توسعه. شماره ۱۰ زاهدان.
- ۵- سایت رسمی سازمان هواشناسی کشور www.weather.ir/farsi
- ۶- شیرغلامی، هادی؛ بیژن قهرمان (۱۳۸۴): بررسی روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال نهم. شماره اول.
- ۷- عزیزی، قاسم (۱۳۸۳): تغییر اقلیم، تهران. نشر قومس.

- ۸- عزیززی، قاسم؛ محمود روشنی (۱۳۸۷): مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال، مجله پژوهش های جغرافیایی. شماره ۶۴. تهران.
- ۹- عزیززی، قاسم؛ مصطفی کریمی احمد آباد؛ زهرا سبک خیز (۱۳۸۴): روند دمایی چند دهه اخیر ایران و افزایش CO2. نشریه علوم جغرافیایی دانشگاه تربیت معلم. شماره ۵. جلد ۴. تهران.
- ۱۰- عساکره، حسین (۱۳۸۳): تحلیلی آماری بر تغییرات میانگین سالانه دمای شهر زنجان طی دهه های اخیر، مجله نیوار. بهار و تابستان. شماره ۵۲ و ۵۳. تهران.
- ۱۱- عساکره، حسین؛ حسنعلی غیور (۱۳۸۲): بررسی آماری روند بلند مدت بارش سالانه اصفهان، سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. ۲۹ مهر الی اول آبان. دانشگاه اصفهان.
- ۱۱- عسگری، احمد؛ فاطمه رحیم زاده (۱۳۸۵): مطالعه تغییر پذیری بارش دهه های اخیر ایران، مجله پژوهش های جغرافیایی. شماره ۵۸. تهران.
- ۱۳- علیجانی، بهلول (۱۳۷۴): آب و هوای ایران، تهران. انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ۱۴- غیور، حسنعلی؛ حسین عساکره (۱۳۸۲): کاربرد مدل های فوریه در برآورد دمای ماهانه و آینده نگری آن، مطالعه موردی: دمای مشهد، سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. دانشگاه اصفهان.
- ۱۵- مساح بوانی، علیرضا؛ پریسا سادات آشفته (۱۳۸۶): بررسی اهمیت موضوع تغییر اقلیم در جهان و تاثیر آن بر سیستم های مختلف، کارگاه فنی اثرات تغییر اقلیم بر مدیریت منابع آب. ۲۴ بهمن.
- ۱۶- سبزی پرور، علی اکبر؛ زهرا سیف، فرشته قیامی (۱۳۹۲): تحلیل روند دما در برخی از ایستگاههای مناطق خشک و نیمه خشک کشور. مجله جغرافیا و توسعه. شماره ۳۰. زاهدان.
- 17-Hansen, J., Sato, M. R. Lo, K. Lea, D. and Elizade. M, 2006, Global temperature. Change, Science, 39.
- 18-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.
- 19-Mitchell, J. M., R., Dzerdzeevskii, B., Flohn, H., Hofmeyer, W.L., Lamb, H. Chairman, J. H., Rao, K.N. and Wallen. C.C, 1996, Climate Change Note, WMO, 195.
- 20-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.
- 21-Proedor, M. et al, 1997, Spatial and Temporal Variability of the seasonal Rainfall in Greece, Climate Dynamics, 13.
- 22-Rebetez, M. and Reinhard, M. (2008). Monthly air Temperature trend in Switzerland 1901-2000 and 1975-2004, Theor. Appl. Climatol, 91.
- 23-Seleshi, Y. and Zanke, U, 2004, Recent changes in Rainfall and Rainy days in Ethiopia, International Journal of Climatology, 24.
- 24-Sneyers, R, 1990, On the Statistical analysis of series of observation, WMO Technical Note, 415.

- 25-Toreti, A.and Desiato,F, 2008, Temperature Terend over Italy from 1961-2004,Appl.Climatol,91.
- 26-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.
- 27-Yue,S.and Hashino.m, 2003, Temperature Trends in Japan:1900-1996.Theor.Appl.Climatol,75.

