شناسایی روند تغییرات ماهانه و سالانه متوسط دمای حوضه آبریز گاوخونی طی دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۶۱

هوشمند عطایی [۱]
راضیه فنایی [۲] *

۱. دانشگاه پیام نور، مرکز اصفهان، استادیار اقلیم شناسی، اصفهان، ایران
۲. دانشگاه پیام نور، مرکز اصفهان، مدرس دانشگاه، اصفهان، ایران

* **نویسنده مسئول مکاتبات**
Fanaie2005@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۱۰

کد مقاله: ۱۳۹۲۳۱۰۸۰
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

پژوهش حاضر با هدف شناسایی تغییرات متوسط دمای حوضه آبریز گاوخونی طی نیم قرن اخیر صورت گرفته است. در این راستا از آمار متوسط دمای ایستگاه‌های نجف‌آباد، میمه، شهرضا، اصفهان، ورزنه، همگین، چادگان و دامنه‌فریدن در سطح حوضه طی مقطع زمانی ۲۰۱۰- ۱۹۶۱ (۱۳۹۰- ۱۳۴۰ هجری شمسی) در مقیاس ماهانه و سالانه استفاده گردید. ابتدا تست‌های بهنجاری و همگنی داده‌ها توسط آزمون اندرسون- دارلینگ و توالی صورت پذیرفت. سپس با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها، آزمون آماری- گرافیکی من- کندال جهت بررسی و تحلیل روند انتخاب گردید. در ادامه تغییرات جزئی و کوتاه‌مدت نیز با استفاده از آزمون گرافیکی من- کندال شناسایی شد. در پایان روندهای به‌دست آمده توسط نرم‌افزار Arc Gis پهنه‌بندی و مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش روشن می‌سازد که طی ماه‌های گرم سال روندهای افزایشی گسترش بیشتری داشته و مناطق بیشتری از حوضه را در بر گرفته است. روندهای نامبرده در مجموع در مناطق شرق، مرکز، جنوب و تا حدودی غرب حوضه مشاهده شده است. روندهای کاهشی نیز تنها در دو ایستگاه میمه و شهرضا به وقوع پیوسته است. طی ماه‌های سرد سال روندهای مشاهده شده نمود کم‌تری داشته و پهنه بدون روند بیشتر خودنمایی می‌کند تا جایی که در ماه دسامبر کل مساحت حوضه را در بر می‌گیرد. در رابطه با تغییرات تصادفی نیز نتایج حاکی از آن است که تغییرات تصادفیِ افزایشی در ایستگاه‌های اصفهان و دامنه فریدن و تغییرات تصادفیِ کاهشی در ایستگاه میمه بیش‌تر از سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه رخ داده است. در مجموع نتایج پژوهش نشان می دهد متوسط دمای حوضه آبریز گاوخونی عمدتاً روند افزایشی داشته و تشدید خشک‌سالی‌ها، محدود شدن پهنه تالاب و تغییرات کمی و کیفی اکوسیستم را به دنبال داشته است.

واژگان کلیدی: آزمون من-کندال، حوضه گاوخونی، روند، متوسط دما.

مقدمه

حوضه‌های آبی و تالاب‌ها به واسطه وجود آب متنوع‌ترین اکوسیستم‌های کره زمین از نظر زیستی هستند. آن‌ها در سرتاسر کره زمین گستـرده شده‌اند و نقش مهمی در چرخه آب دارند. اقلیم سیستم پیچیده‌ای است که به دلیل افزایش گازهای گلخانه‌ای در حال تغییر است. تغییر اقلیم، یکی از مسایل مهم زیست‌محیطی و مهم‌ترین چالش قرن حاضر می‌باشد که در سال‌های اخیر افکار بسیاری از محققان علوم مختلف را مشغول و مطالعات زیادی را به خود اختصاص داده است. دمـا از پارامترهای مهم آب و هوایی است که تغییـر آن منشأ بسیاری از تغییرات زیست‌محیطـی می‌شود؛ در اختیار داشتن اطلاعات اقلیمی از تغییرات حوضه‌های آبی و تالاب‌ها به یافتن علل تغییر و اتخاذ سیاست‌ها و برنامه‌های لازم کمک می‌کند. اثرات تغییرات دما در زندگی انسان‌ها و حتی موجودات دیگر باعث شده که در این رابطه تحقیقات زیادی انجام گیرد.

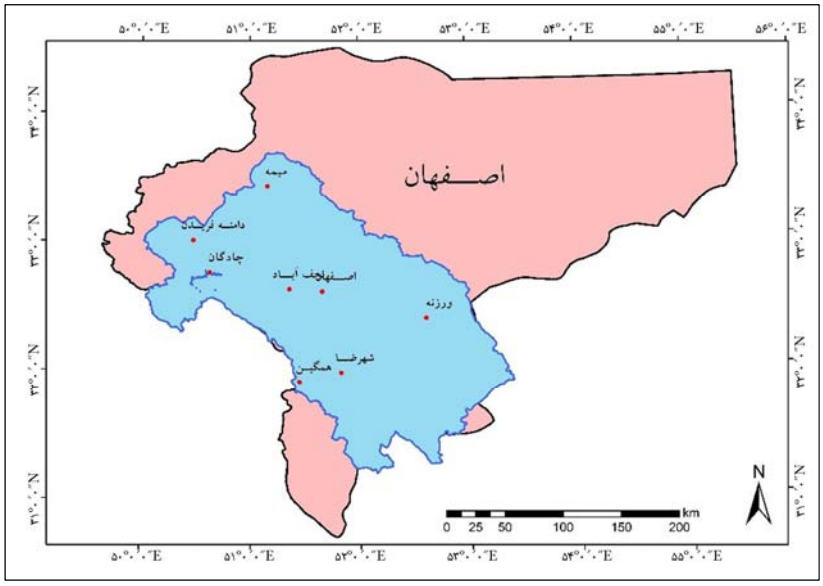
Yue (۲۰۰۳)، روند دمای ماهانه، فصلی و سالانه ژاپن را در صد سال گذشته بررسی و به این نتیجه رسید دمای سالانه ۴۶ ایستگاه بین ۰/۵۱ تا ۲/۷۷ درجه افزایش داشته است. Huth (۲۰۰۴)، روندهای سالانه و فصلی ۱۰ پارامتر اقلیمی در جمهوری چک را با استفاده از آزمون‌های من کندال و رگرسیون خطی بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که نتایج هر دو آزمون اختلاف بسیار اندکی دارد. Homar (۲۰۱۰)، تغییرات بارش، دمای حداقل و دمای حداکثر اسپانیا را طی ۵۶ سال گذشته بررسی کرد. نتایج حاصل از پژوهش آن‌ها نشان داد دمای حداقل و حداکثر به ترتیب با مقدار ۵/۸ و ۵ درجه سلسیوس افزایش داشته، ولی بارش در هر صد سال ۱۶۳ میلی متر کاهش داشته است. Shen (۲۰۱۱)، به بررسی نوسانات دمای حداقل و حداکثر ایالات متحده طی دوره ۲۰۰۰-۱۹۰۱ پرداختند و نتیجه گرفتند که هر دو پارامتر بین سال‌های ۱۹۶۰-۱۹۳۰ روند کاهشی و بین سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۷۰ روند افزایشی داشته‌اند. Mix (۲۰۱۱)، دمای سالانه دره سن لوئیس را طی دوره آماری ۲۰۰۸-۱۸۹۵ بررسی و سال‌های ۱۹۹۴-۱۹۹۳ را به عنوان سال شروع تغییرات در دمای این حوضه معرفی کردند. همچنین اظهار داشتند که ارتباط معنی‌داری بین گردش‌های جوی و افزایش دما در سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۹۳ وجود نداشته است. Tabari و همکاران (۲۰۱۱)، در آزمایش روندهای بلندمدت پارامترهای اقلیمی ایران به این نتیجه رسیدند که روندهای افزایشی در میانگین دما، حداکثر دما و حداقل دما در اکثر ایستگاه‌ها مشاهده و از سال ۱۹۷۰ بیشتر شروع شده است. Mamtimin و همکاران (۲۰۱۱)، در بررسی روند تغییرات دما در اقلیم بیابان‌های سرد و گرم به این نتیجه دست یافتند که در تابستان و زمستان روندهای متفاوتی طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۷۹ وجود دارد. در بیابان‌های گرم روندهای افزایشی در تابستان و زمستان و در بیابان های سرد روند مثبت در زمستان و روند منفی در تابستان مشاهده می‌شود. مسعودیان (۱۳۸۳)، روند دمای ایران را در نیم سده گذشته و به شیوه یاخته‌ای و به روش رگرسیون بررسی و به این نتیجه دست یافت که در نیم سده گذشته دمای شبانه، روزانه و شبانه‌روزی ایران به ترتیب با آهنگ حدود سه، یک و دو درجه در هر صد سال افزایش داشته است. موحدی و همکاران (۱۳۸۴)، جهت بررسی روند دمای شبانه، شبانه‌روزی و روزانه در حوضه مارون طی دوره آماری ۱۹۹۹-۱۹۵۱ به شیوه یاخته‌ای و با استفاده از تحلیل رگرسیون خطی در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد به این نتیجه دست یافتند که دمای ماه‌های گرم سال از بخش‌های گرم حوضه روند افزایشی داشته است. همچنین روند افزایش دمای شبانه نسبت به دمای روزانه قوی‌تر بوده است. منتظری (۱۳۸۶) روند خشکسالی‌های اقلیمی زیرحوضه‌های زاینده رود را مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه دست یافت که بارش زیر حوضه‌های زاینده‌رود، در هیچ ماهی دارای روند معنادار منفی نیست و روند مثبت نیز فقط در ماه‌های فوریه، مارس، مه و ژوئن مشاهده می‌شود. همچنین اعمال آزمون ناپارامتری من- کندال بر روی ماتریس شاخص SPI مشخص شد که در ماه‌های ژانویه، آوریل، مه، ژوئیه، اوت، اکتبر، نوامبر و دسامبر هیچ یک از زیر حوضه‌ها روند معناداری نشان نمی‌دهند. پروین و سلکی (۱۳۸۸)، در بررسی تغییر اقلیم ایستگاه ارومیه طی ۵۵ سال اخیر به روش من-کندال با استفاده از عناصر اقلیمی دما و بارش و با روش جرم مضاعف به این نتیجه رسیدند که با توجه به آماره من-کندال فرض تصادفی بودن داده‌ها به شدت رد و روند افزایشی معنی‌داری بر دما و بارش حاکم است. جهانبخش و همکاران (۱۳۸۹)، در بررسی تغییرات دما و بارندگی در حوضه کرخه به این نتیجه رسیدند که بارش در اکثر زیرحوضه‌های منطقه روند کاهشی و دما روند افزایشی دارد. فرجزاده و همکاران (۱۳۸۹)، در مطالعه تغییر اقلیم در شمال غرب ایران به این نتیجه رسیدند که زمان شروع بیشتر تغییرات ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان بوده است. سی‌سی‌پور و همکاران (۱۳۸۹)، در مطالعه تغییر اقلیم هرمزگان با استفاده از داده‌های میانگین حداقل و حداکثر دما و به روش من کندال به این نتیجه رسیدند که تغییرات دما در هرمزگان از نوع نوسانی و روند بوده و سری‌های حداقل دما دارای روند منفی و در سری‌های حداکثر دما علاوه بر روند منفی، روند مثبت هم مشاهده گردیده است. طاوسی و همکاران (۱۳۸۹)، در بررسی روند دمای ماهانه زاهدان به این نتیجه رسیدند که افزایش دماها بیشتر حاصل افزایش میانگین‌های کمینه ماهانه می‌باشد و در فصول پاییز و بهار این افزایش بیشتر می‌باشد. ورشاویان و همکاران (۱۳۹۰)، روند تغییرات دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه در ایران را بررسی و نشان دادند اغلب ایستگاه‌ها روند معنی‌دار افزایشی در مقادیر حدی دما و به خصوص دمای حداقل دارند. عساکره (۱۳۹۱)، بارش‌های فرین‌شهر زنجان را با استفاده از توزیع فرین تعمیم یافته (GEV) یا (Generalized Extreme Values) مورد تحلیل قرار داد. نتایج کلی تحقیق نشان داد اوصاف بارش بیشینه و پنج بارش بزرگ از ایستایی بیشتری نسبت به شاخص‌های دیگر برخوردارند. بنابراین می‌توان استنباط نمود که فراوانی و مقدار بارش‌های سنگین و سبک به سمت کاهش میل نموده‌اند. عطایی و فنایی (۱۳۹۲)، در بررسی پدیده تغییر اقلیم در شهرهای کرمان و بم دریافتند در ایستگاه کرمان میانگین دمای خشک از روند کاهشی، میانگین حداکثر مطلق دما بدون روند

و سایر عناصر دمایی از روند افزایشی برخوردار بوده‌اند. در مقابل در ایستگاه بم وجود روند افزایشی در عناصر دمایی و روند کاهشی در عناصر رطوبتی طی دوره آماری مورد مطالعه تأیید شد.

در دهه‌های اخیر «حوضه آبریز» به عنوان مکانی که نشان‌دهنده پیوند اکولوژیکی انسان با طبیعت است در برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای مطرح شده است. مطالعه حاضر قصد دارد تا با شناسایی روند تغییرات متوسط دمای حوضه گاوخونی طی نیم قرن اخیر و پرداختن به ابعاد اکولوژیکی آن به یک چارچوب مطالعاتی منسجم و مؤثر در برنامه‌ریزی و مدیریت راهبردی حوضه‌های آبریز دست یافته و رویکرد جدیدی را در حل مسائل زیست‌محیطی حوضه‌های آبریز معرفی نماید. به این منظور ابتدا روند تغییرات دمای حوضه در نیم قرن اخیر مورد بررسی قرار می‌گیرد، سپس به بررسی ابعاد اکولوژیکی و اثرات زیست محیطی روندهای رخ داده پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

حوضه آبریز گاوخونی با مختصات جغرافیایی۵۰ درجه و ۲ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی در منطقه مرکزی ایران قرارگرفته است. مساحت این حوضه حدود ۴۱۳۴ کیلومتر مربع می‌باشد. ۸۷/۷ درصد از این حوضه در استان اصفهان و بقیه آن در استان‌های چهار مـحال و بختیاری، یزد و فارس قرارگرفته است (شکل۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی حوضه گاوخونی و ایستگاه‌های مورد مطالعه.

در این پژوهش جهت بررسی روند تغییرات متوسط دمای حوضه آبریز گاوخونی و به روش تجزیه و تحلیل ایستگاهی از آمار متوسط دمای ایستگاه‌های نجف‌آباد، میمه، شهرضا، اصفهان، ورزنه، همگین، چادگان و دامنه‌فریدن در مقیاس ماهانه و سالانه طی دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۶۱ (۱۳۹۰-۱۳۴۰ هجری شمسی) استفاده به عمل آمد. با توجه به این که در این پژوهش، هدف شناسایی روند تغییرات در بلندمدت مدنظر بوده، لذا سعی شده از آمار ایستگاه‌هایی استفاده شود که اولاً دوره آماری مشترک بیشتری داشته ثانیاً از پراکنش جغرافیایی مناسب‌تری برخوردار باشند. در این راستا ابتدا شرایط بهنجاری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab ورژن ۱۵ و آزمون اندرسون دارلینگ و همگنی آن‌ها با استفاده از آزمون توالی سنجیده شد. سپس با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها آزمون ناپارامتری من-کندال به‌کار بسته شد. در ادامه تغییرات جزئی و کوتاه‌مدت با استفاده از آزمون گرافیکی من-کندال بررسی و شناسایی شد. در نهایت روندهای حاصل شده در نرم‌افزار Arc Gis و با بکارگیری سیستم تصویر UTM و با میان‌یابی به روش IDW پهنه‌بندی شد.

آزمون من–کندال برای تعیین تصادفی بودن و روند در سری ها استفاده می شود. در صورت وجود روند، داده‌ها غیرتصادفی بوده و برای تعیین تصادفی بودن داده‌ها از رابطه ۱ استفاده می‌شود.

$$T = \frac{4P}{N(N-1)} - 1$$ رابطه ۱

در آن T آماره من کندال و P مجموع تعداد رتبه‌های بزرگ‌تر از ردیف n_i که بعد از آن قرار می‌گیرند و از رابطه ۲، $P=\sum ni$ به دست می‌آید (Mitchell *et al*., 1966).

این آماره برای N>10 به توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس $\frac{4N+10}{9N(N-1)}$ شبیه است. بنابراین آزمون معنی‌داری آن از رابطه ۳ قابل محاسبه می‌باشد.

$$(T)_t = \pm tg\sqrt{\frac{4N+10}{9N(N-1)}}$$ رابطه ۳

در رابطه ۲، tg برابر با مقدار بحرانی توزیع نرمال استاندارد (z) بر اساس احتمال ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ می‌باشد. در صورت اعمال این مقدار، $(T)_t$ در این تحقیق برابر ۰/۱۹± می شود. حال با توجه به مقدار بحرانی به دست آمده اگر $>T> -(T)_t$ یعنی $>T>$ - ۰/۱۹ +۰/۱۹ باشد هیچ‌گونه روند مهمی در سری ها مشاهده نمی‌شود و سری‌ها تصادفی هستند و اگر $T< -(T)_t$ یعنی $T<$ −۰/۱۹ شد روند منفی در سری ها و اگر $T> (T)_t$ یعنی $T>$ +۰/۱۹ باشد روند مثبت در سری‌ها غالب خواهد بود. جهت شناسایی روندهای جزیی و کوتاه‌مدت، نقاط جهش و نقاط شروع روند سری‌های زمانی از نمودار سری زمانی بر حسب مقادیر ui و 'ui استفاده می گردد. برای ترسیم نمودار سری زمانی مقادیر متوالی، آماره‌های ui و 'ui با استفاده از آزمون من–کندال محاسبه گردید. مراحل محاسبه این آماره‌ها به قرار زیر است:

۱– داده‌ها به ترتیب وقوع ردیف می‌شوند و ترتیب زمانی داده‌ها را n در نظر می‌گیریم (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۶).

۲– داده‌ها رتبه‌بندی می‌شوند که برای این منظور از آماره T (نسبت رتبه I به رتبه‌های ما قبل) استفاده می‌شود.

۳– امید ریاضی E_i، واریانس V_i و شاخص من – کندال U_i براساس رابطه‌ها ۴، ۵ و ۶ محاسبه می‌شوند.

$$Ei = ni(ni-1)/4$$ رابطه ۴

$$Vi = ni(ni-1)(2ni+5)/72$$ رابطه ۵

$$Ui = (\sum ti - Ei)/\sqrt{V_i}$$ رابطه ۶

در روابط فوق ni ترتیب زمانی داده‌ها می‌باشد. این شاخص دارای توزیع نرمال است لذا جهت شناسایی معنی‌دار بودن از جدول منحنی استفاده می‌شود. برای بررسی تغییرات باید شاخص 'ui نیز محاسبه شود، مراحل محاسبه 'ui بدین شرح است:

۱– داده ها رتبه بندی می‌شوند که برای این منظور از آماره'T (نسبت رتبه I به رتبه های ما بعد) استفاده می‌شود.

۲– امید ریاضی E_i'، واریانس V_i' و شاخص U_i' از رابطه‌های ۷، ۸ و ۹ محاسبه می‌شود.

$$Ei' = [N-(ni-1)](N-ni)/4$$ رابطه ۷

$$Vi' = [N-(ni-1)](N-ni)[2(N-(ni-1))]+5/72$$ رابطه ۸

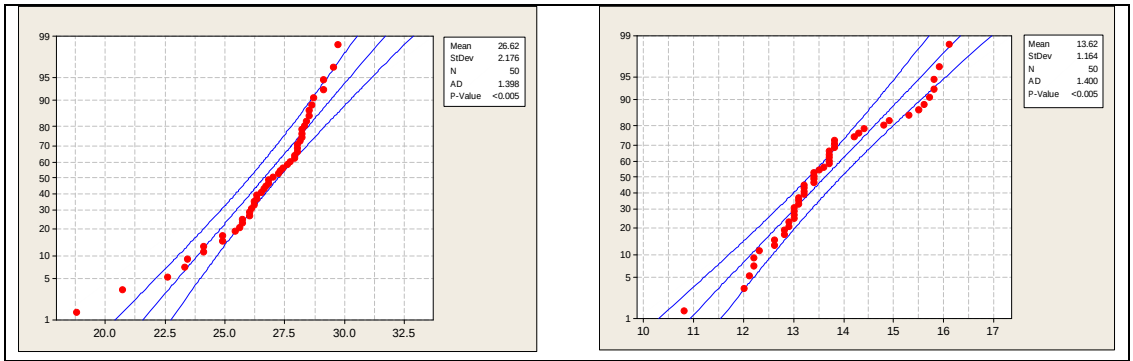
$$Ui' = -(\sum ti' - Ei')/\sqrt{Vi'}$$ رابطه ۹

در روابط فوق N تعداد سال‌های آماری مورد استفاده می‌باشد در این روش مقادیر متوالی از مقدار ui و 'ui حاصله از آزمون من–کندال به صورت گرافیکی نمایش داده می‌شود. محل تلاقی شاخص ui و 'ui با محدوده‌ی ۹۵ درصد اطمینان نشان‌دهنده تغییرات سری زمانی بوده و رفتار ui بعد از محل تلاقی، وضعیت روند (کاهشی یا افزایشی) سری را نشان می‌دهد (Goossens and Berger, 1986). زمانی که روند معنی‌داری در داده‌ها وجود داشته باشد، خطوط ui و 'ui همدیگر را قطع می‌کنند (Sueyers، ۱۹۹۰). اگر مقادیر ui و 'ui از منحنی‌ها چندین بار روی هم قرار بگیرند روند یا تغییری وجود نخواهد داشت ولی در جایی که همدیگر را قطع می‌کنند منحنی‌ها محل شروع

روند یا تغییرات را به صورت تقریبی به نمایش می‌گذارند. اگر منحنی‌ها همدیگر را در داخل محدوده (۱/۹۶ ±) قطع کنند نشانه زمان آغاز تغییر ناگهانی و در صورتی که خارج از محدوده بحرانی همدیگر را قطع کنند بیانگر وجود روند معنی‌دار در سری زمانی است. عدم تلاقی دو شاخص معرف عدم روند سری می‌باشد (Sueyers, 1990).

نتایج

در آغاز سنجش بهنجاری داده‌های مورد مطالعه توسط آزمون اندرسون- دارلینگ بررسی شد. با عنایت به نتایج بدست آمده محـرز گردید که داده‌های مورد مطالعه از شرایط نرمالی برخوردار نمی‌باشند؛ لذا ضرورت پیدا می‌کرد از آزمون‌های ناپارامتری استفاده گردد. بدین منظور در این پژوهش آزمون آماری- گرافیکی من- کندال جهت بررسی و محاسبه روند برگزیده شد. در شکل ۲ سنجش بهنجاری ایستگاه‌های میمه و شهرضا به عنوان نمونه‌ای از سنجش‌های بهنجاری قابل مشاهده می‌باشد. با توجه به مقدار به دست آمده از آزمون و P-Value مشاهده شده ایستگاه‌های مورد بررسی از توزیع غیرنرمال برخوردار می‌باشند.



الف) مقادیر سالانه ایستگاه میمه ب) ماه آگوست ایستگاه شهرضا

شکل۲: نمونه‌ای از سنجش بهنجاری ایستگاه‌های مورد مطالعه.

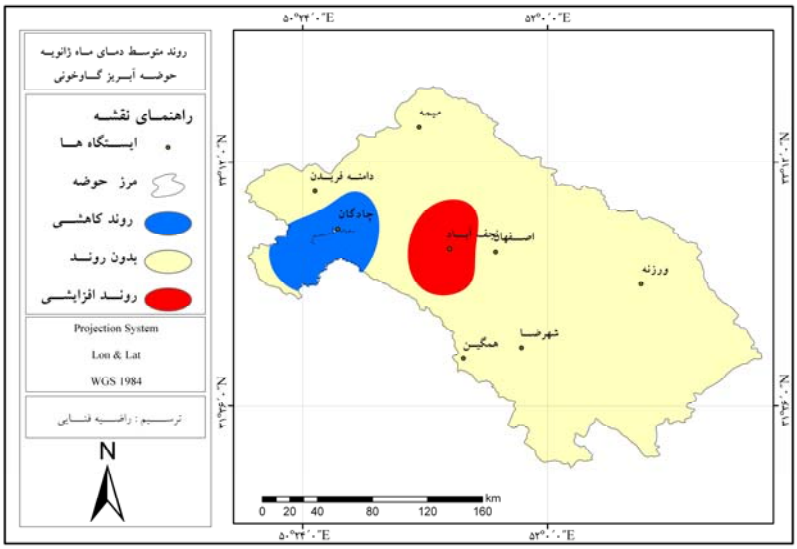
بررسی‌های به‌دست آمده از آزمون آماری من-کندال در مقیاس ماهانه و سالانه در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشد. با استنباط از جدول مذکور ایستگاه‌های نجف‌آباد، میمه، اردستان، بیاضه بیابانک و بادرود نطنز در اکثر ماه‌های سال دارای روند می‌باشند. در مقابل ایستگاه‌های کاشان، نطنز و خوانسار در هیچ یک از ماه‌های سال روند ندارند. متذکر می‌گردد که روندهای مشاهده شده در اکثر ایستگاه‌ها در ماه‌های گرم سال به وقوع پیوسته است. ذکر این نکته لازم است که روندهای کاهشی تنها در ایستگاه‌های میمه و چادگان مشاهده شده است. ایستگاه میمه طی ماه‌های مارس تا آگوست، اکتبر، نوامبر و همچنین در مقیاس سالانه و ایستگاه چادگان طی ماه‌های ژانویه و فوریه از روند کاهشی برخوردار بوده‌اند. سایر روندهای رخ داده از نوع افزایشی می‌باشد.

جدول ۱: نتایج ماهانه و سالانه آماره من- کندال (T) میانگین دمای حداکثر در ایستگاه های مورد مطالعه طی دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۶۱.

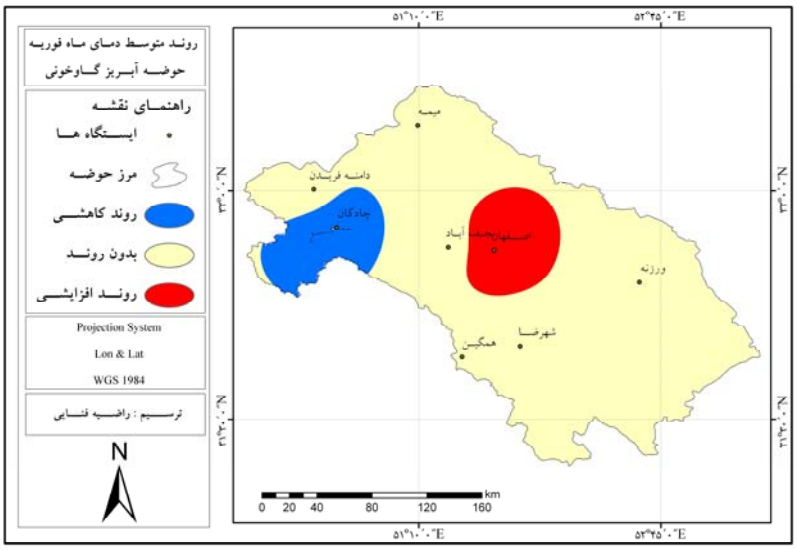
	نجف آباد	میمه	شهرضا	اصفهان	ورزنه	همگین	چادگان	دامنه فریدن	مقدار آماره بحرانی t (T)
ژانویه	۰/۱۹*	-۰/۱۸	-۰/۱۶	۰/۰۶	-۰/۰۴	۰/۰۱	-۰/۱۹*	۰/۰۱	±۰/۱۹
فوریه	۰/۱۸	-۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۱۹*	۰/۰۹	۰/۰۷	-۰/۲۶*	۰/۰۱	±۰/۱۹
مارس	۰/۲۱*	-۰/۲۳*	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۱۶	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۰۴	±۰/۱۹
آوریل	۰/۳۳*	-۰/۲۱*	۰/۲۸*	۰/۳۳*	۰/۳۳*	۰/۰۳	-۰/۰۷	۰/۲۲*	±۰/۱۹
مه	۰/۲۶*	-۰/۲۵*	۰/۲۴*	۰/۱۹*	۰/۳*	۰/۱۴	-۰/۰۹	۰/۰۷	±۰/۱۹
ژوئن	۰/۱۶	-۰/۲۸*	-۰/۰۲	۰/۲۲*	۰/۳۴*	۰/۲۸*	-۰/۱۸	۰/۱۲	±۰/۱۹
ژولای	۰/۱۹*	-۰/۱۹*	۰/۱۱	۰/۲۱*	۰/۳*	۰/۲۲*	۰/۱۵	۰/۰۵	±۰/۱۹
آگوست	۰/۲۴*	-۰/۲۲*	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۳*	۰/۲۲*	۰/۲۲*	۰/۱۴	±۰/۱۹
سپتامبر	۰/۴۱*	-۰/۳	-۰/۰۲	۰/۱۸	۰/۳۳*	۰/۱۹*	۰/۲۶*	۰/۲۱*	±۰/۱۹
اکتبر	۰/۴۷*	-۰/۲۱*	-۰/۰۶	۰/۱۶	۰/۲۳*	۰/۱۳	۰/۳۳*	۰/۱۵	±۰/۱۹
نوامبر	۰/۲۵*	-۰/۳۵*	-۰/۲۹*	۰/۰۵	-۰/۰۳	-۰/۱۶	۰/۱۲	-۰/۰۴	±۰/۱۹
دسامبر	۰/۱۴	-۰/۱۳	-۰/۱۷	۰/۰۵	۰/۰۱	-۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۰۰۴	±۰/۱۹
سالانه	۰/۴۹*	-۰/۳۳*	۰/۰۳	۰/۳۶*	۰/۳۵*	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۱۲	±۰/۱۹

*روند معنی داری در سطح ۹۵ درصد

همچنان که شکل ۳ نشان می‌دهد طی ماه ژانویه ایستگاه نجف‌آباد در مرکز حوضه از روند افزایشی برخوردار بوده است. در غرب حوضه نیز واقع در ایستگاه چادگان روند کاهشی دما مشاهده شده است. سایر نقاط حوضه از روند خاصی تبعیت نمی‌کنند. در ماه فوریه روند کاهشی همچنان در ایستگاه چادگان قابل مشاهده می‌باشد ولی روند افزایشی به ایستگاه اصفهان منتقل شده و ایستگاه نجف‌آباد از این پهنه خارج گردیده است (شکل ۴).

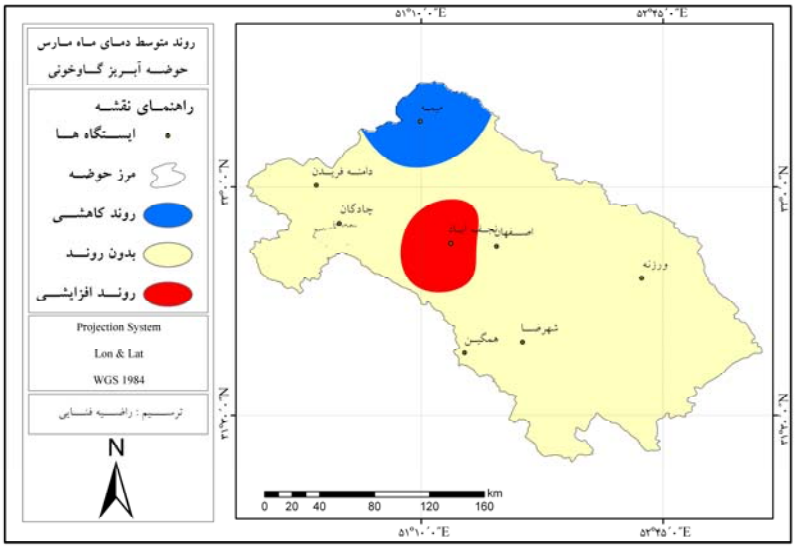


شکل۳: پهنه‌بندی روند متوسط دمای ماه ژانویه.

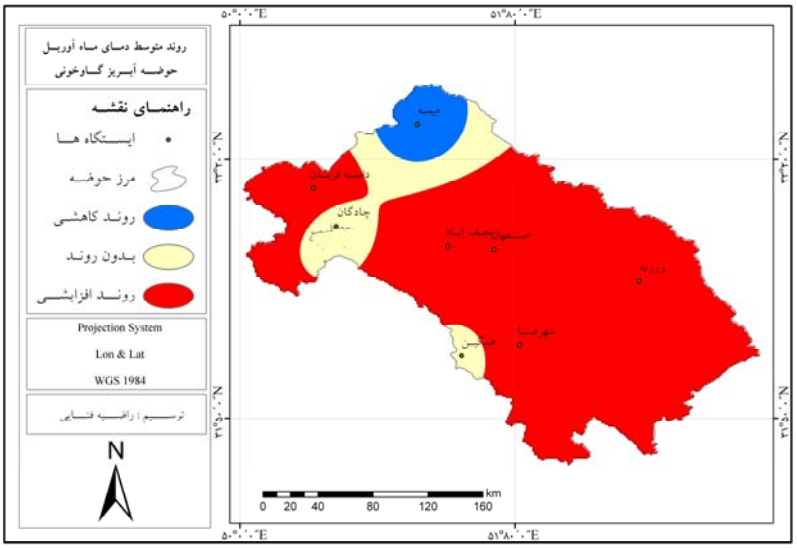


شکل٤: پهنه‌بندی روند متوسط دمای ماه فوریه.

در ماه مارس روند کاهشی به شمال حوضه منتقل شده و ایستگاه میمه در این پهنه جای گرفته است. روند افزایشی نیز طبق ماه ژانویه در ایستگاه نجف‌آباد به وقوع پیوسته و ایستگاه اصفهان از این پهنه خارج شده است (شکل ۵). با شروع فصل بهار و مقارن با گرم شدن هوا پهنه روند افزایشی رشد چشمگیری داشته و مناطق شرق، مرکز، جنوب و حتی قسمت‌هایی از غرب حوضه را در بر گرفته است. ایستگاه‌های ورزنه، شهرضا، اصفهان، نجف‌آباد و دامنه فریدن در این پهنه قرار گرفته‌اند. روند کاهشی نیز همچنان در شمال حوضه واقع در ایستگاه میمه قابل مشاهده می‌باشد (شکل ۶).

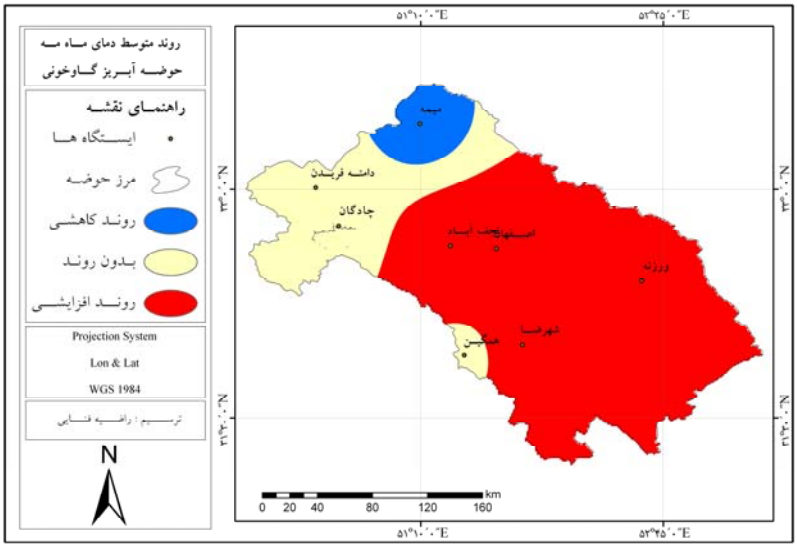


شکل۵: پهنه‌بندی روند متوسط دمای ماه مارس.

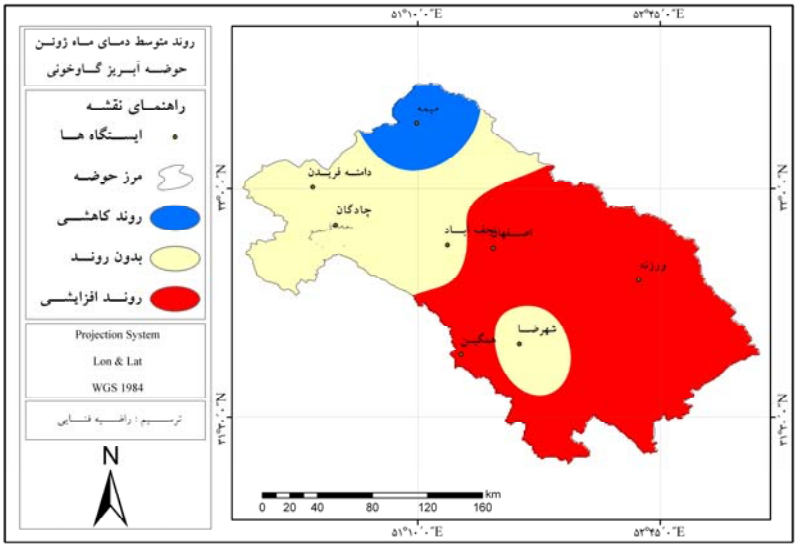


شکل٦: پهنه‌بندی روند متوسط دمای ماه آوریل.

با توجه به شکل ۷ در ماه مه نسبت به ماه آوریل از پهنه روند افزایشی کاسته شده و غرب حوضه از این پهنه خارج شده است. روندهای مذکور در نواحی مرکز، شرق و جنوب حوضه به وقوع پیوسته و ایستگاه‌های اصفهان، نجف‌آباد، ورزنه و شهرضا شامل این پهنه می‌شوند. ایستگاه میمه نیز همچنان از روند کاهشی برخوردار و سایر نقاط حوضه فاقد روند می‌باشند. در ماه ژوئن از وسعت پهنه روند افزایشی در مرکز حوضه کاسته شده و به سمت شرق حوضه تمایل پیدا کرده است. همچنین در این ماه ایستگاه شهرضا از پهنه روند افزایشی خارج و در مقابل ایستگاه همگین به آن اضافه شده است. روندهای کاهشی نیز همچنان در ایستگاه میمه واقع در شمال حوضه به وقوع پیوسته است (شکل ۸).

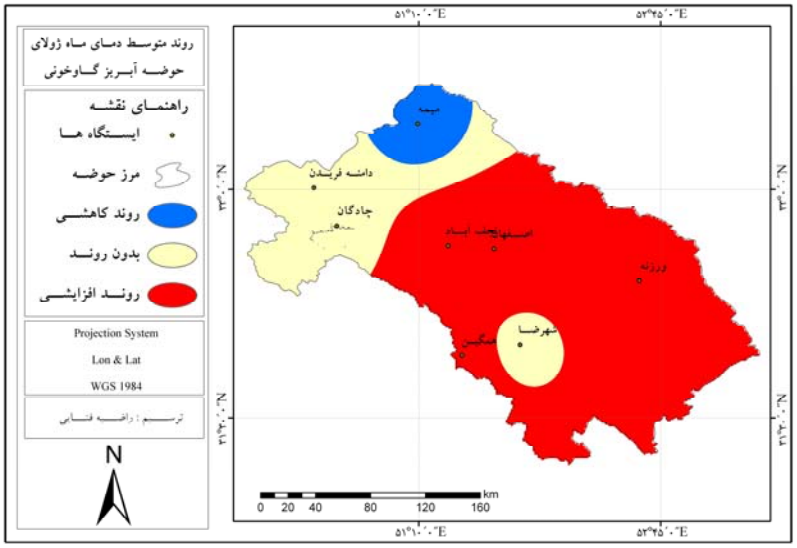


شکل۷: پهنه‌بندی روند متوسط دمای ماه مه.

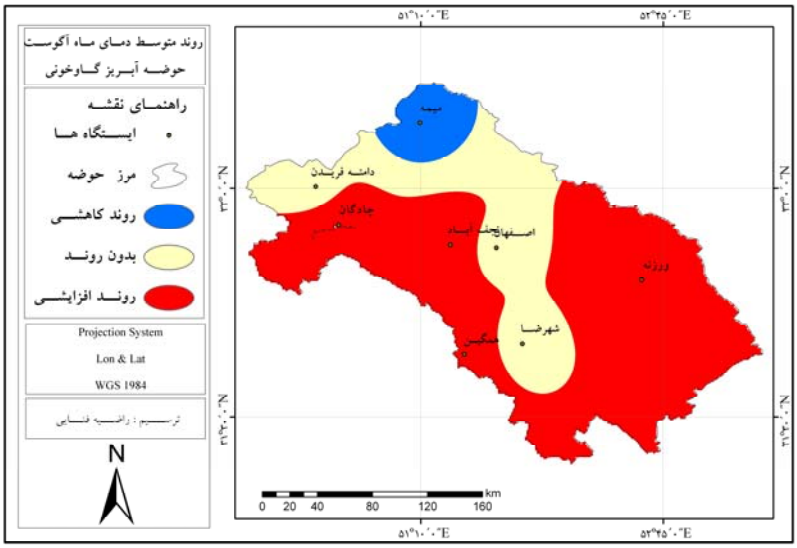


شکل۸ : پهنه‌بندی روند متوسط دمای ماه ژوئن.

شکل ۹ گویای آن است که در ماه ژولای پهنه روند افزایشی مجدداً تا نواحی مرکزی حوضه را در بر گرفته به طوری که ایستگاه نجف‌آباد مجدداً به این پهنه اضافه گردیده است. ایستگاه‌های ورزنه، همگین، اصفهان و نجف‌آباد شامل این پهنه می‌باشند. روندهای کاهشی نیز همانند ماه‌های قبل کماکان در شمال حوضه قابل مشاهده می‌باشد. طی ماه آگوست نواحی شرق، جنوب و قسمت‌هایی از غرب حوضه شمال پهنه روند افزایشی بوده و نواحی مرکزی حوضه از این پهنه خارج شده است. شمال حوضه نیز همچنان از روند کاهشی برخوردار می‌باشد (شکل ۱۰).

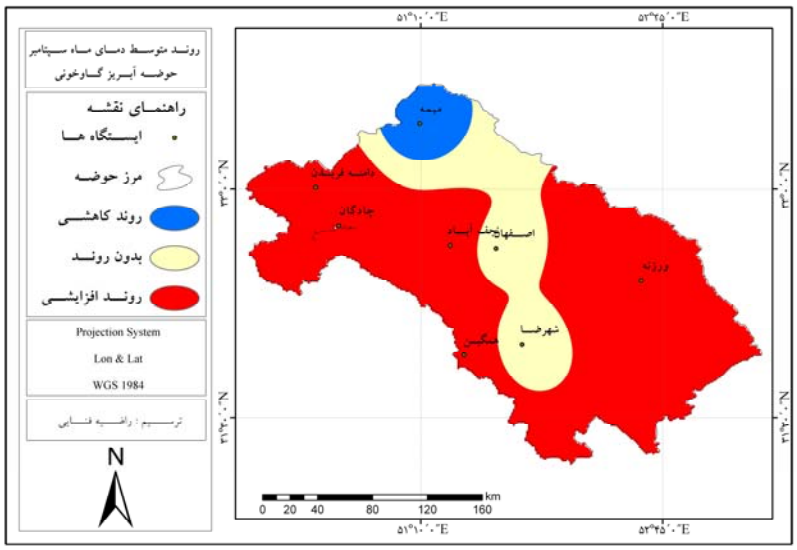


شکل۹: پهنه‌بندی روند متوسط دمای ماه ژولای.

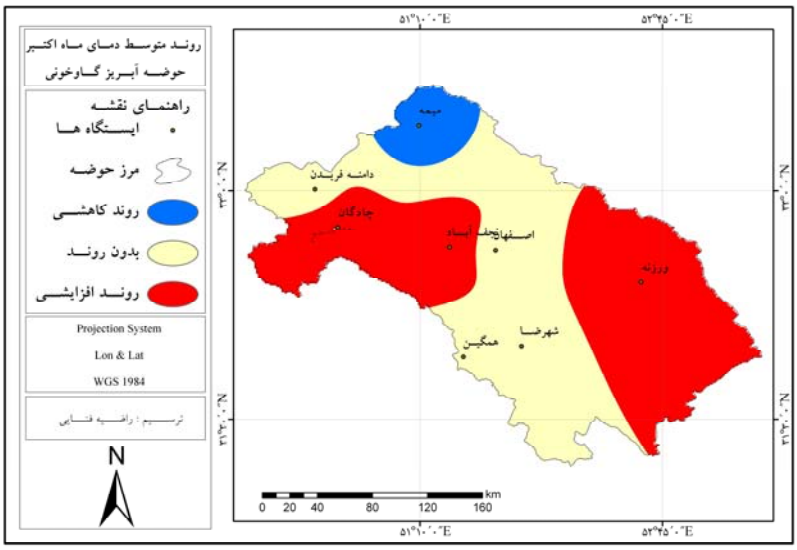


شکل ۱۰: پهنه‌بندی روند متوسط دمای ماه آگوست.

همان گونه که در شکل ۱۱ ملاحظه می‌گردد طی ماه سپتامبر پراکندگی مکانی روندهای افزایشی همانند ماه آگوست می‌باشد، با این تفاوت که در این ماه ایستگاه دامنه‌فریدن در غرب حوضه نیز به این پهنه افزوده شده است. روندهای مذکور مناطق شرق، جنوب و غرب حوضه را متعلق به خود ساخته و ایستگاه‌های ورزنه، نجف‌آباد، همگین، چادگان و دامنه‌فریدن را در خود جای داده است. شمال حوضه نیز شامل ایستگاه میمه همچنان دارای روند کاهشی می‌باشد. طبق شکل ۱۲ با سرد شدن هوا و شروع فصل پاییز از مساحت روندهای افزایشی کاسته شده و محدود به مناطق شرق و قسمت‌هایی از غرب حوضه می‌گردد. ایستگاه‌های ورزنه، نجف‌آباد و چادگان شامل این پهنه می‌باشند. روندهای کاهشی نیز همچنان در شمال حوضه واقع در ایستگاه میمه به‌چشم می‌خورد.

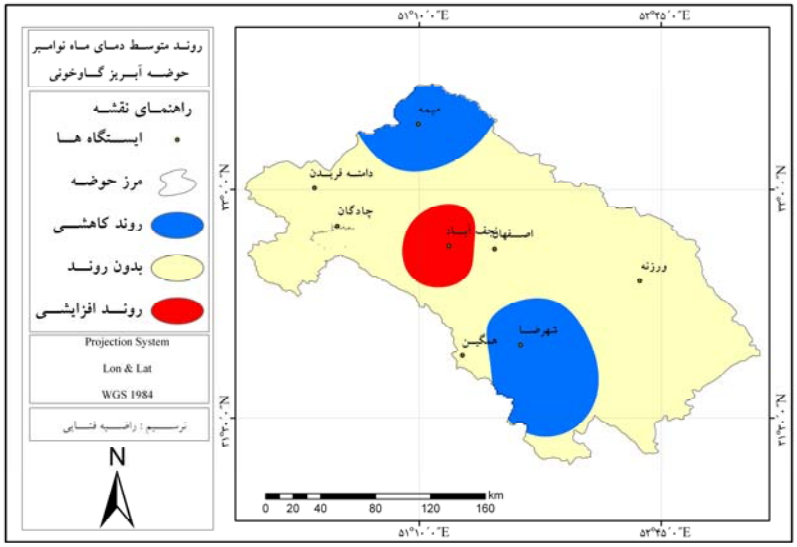


شکل۱۱: پهنه‌بندی روند متوسط دمای ماه سپتامبر.

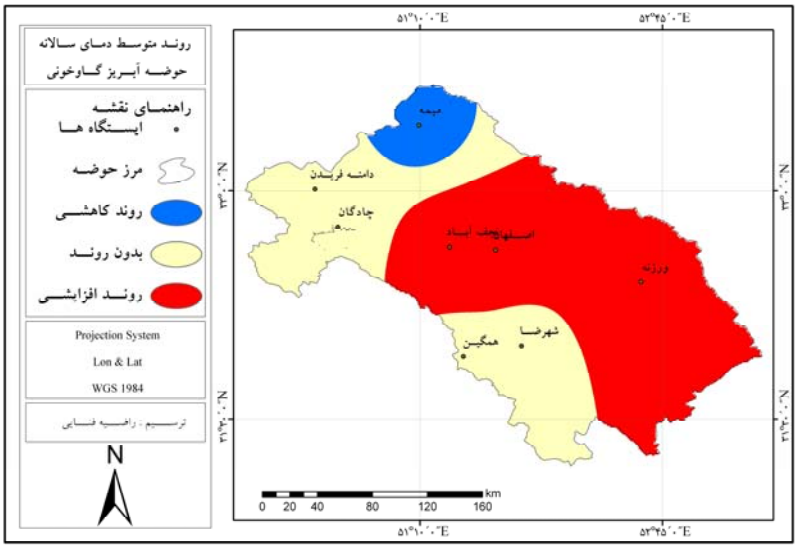


شکل۱۲: پهنه‌بندی روند متوسط دمای ماه اکتبر.

شکل ۱۳ بیانگر آن است که در ماه نوامبر پهنه روند افزایشی، کاهشی چشمگیری داشته تا جایی که فقط محدود به ایستگاه نجف‌آباد واقع در مرکز حوضه می‌گردد. نکته در خور توجه در این ماه گسترش پهنه روندهای کاهشی می‌باشد که علاوه بر ایستگاه میمه در شمال حوضه، ایستگاه شهرضا در جنوب حوضه را نیز تحت حاکمیت خود در آورده است. طی ماه دسامبر نیز شرایط روند در حوضه مشاهده نشد و کل حوضه شامل پهنه بدون روند بود لذا از ارایه نقشه آن خودداری گردید. در مقیاس سالانه مناطق شرق و مرکز حوضه شامل ایستگاه‌های ورزنه، اصفهان و نجف‌آباد از روند افزایشی و ایستگاه میمه از روند کاهشی برخوردار بوده‌اند. سایر نقاط حوضه فاقد روند می‌باشند (شکل ۱۴).

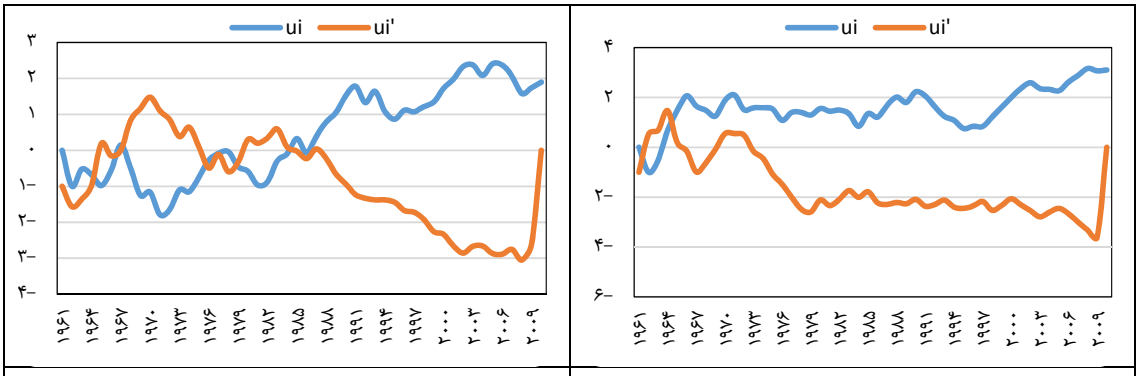


شکل۱۳: پهنه‌بندی روند متوسط دمای ماه نوامبر.



شکل۱٤ : پهنه‌بندی روند متوسط دمای ماه سالانه.

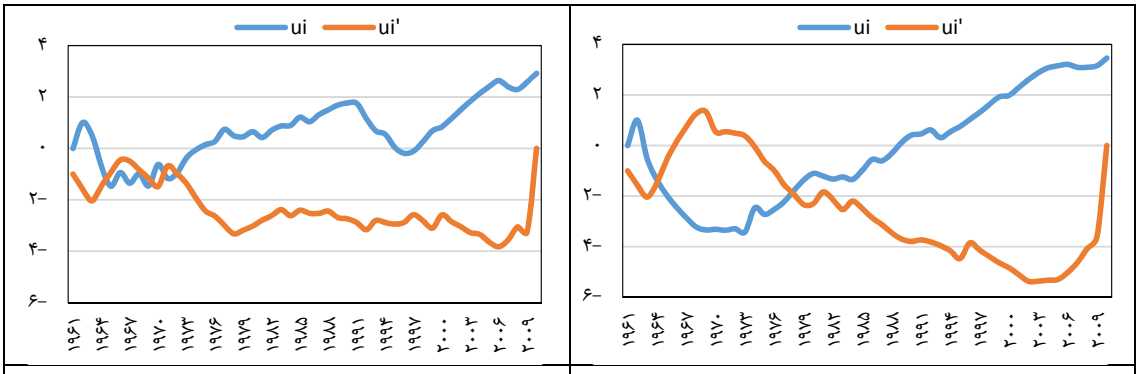
جهت تعیین نوع و زمان تغییرات میانگین دما در ایستگاه‌های مورد مطالعه با استفاده از مؤلفه‌های ui و ui' نمودارهای من-کندال در مقیاس ماهانه و سالانه ترسیم و برای نمونه تعدادی از نمودارهای ترسیم گشته در شکل ۱۵ ارایه شده است. طبق نتایج حاصل از این نمودارها، در ایستگاه ورزنه طی ماه مه تغییرات تصادفی افزایشی از سال ۱۹۶۵ آغاز و تا سال ۲۰۱۰ در حال افزایش می‌باشد. طی ماه سپتامبر در ایستگاه اصفهان سه دوره تغییر مشاهده شده است. دوره اول از سال ۱۹۶۸ تا ۱۹۷۶، دوره دوم از سال ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۴ و هر دو دوره به‌صورت تصادفی کاهشی و بالاخره دوره سوم تغییرات به صورت تصادفی افزایشی از سال ۱۹۸۷ آغاز گردیده و با شیب نسبتاً تندی در حال افزایش می‌باشد.



الف) ماه مه ایستگاه ورزنه | ب) ماه سپتامبر ایستگاه اصفهان

شکل ۱۵: زمان و نوع تغییرات میانگین دمای تعدادی از ایستگاه‌های مورد مطالعه.

با استنباط از شکل ۱۶ طی ماه اکتبر در ایستگاه چادگان از سال ۱۹۷۷ تغییرات تصادفی افزایشی آغاز و تا سال ۲۰۱۰ همچنان با شیب تندی در حال افزایش می‌باشد. در ایستگاه همگین نیز در ماه ژوئن تغییرات تصادفی افزایشی از سال ۱۹۷۲ شروع شده است.



الف) ماه اکتبر ایستگاه چادگان | ب) ماه ژوئن ایستگاه همگین

شکل ۱۶: زمان و نوع تغییرات میانگین دمای تعدادی از ایستگاه‌های مورد مطالعه.

نتایج حاصل از نمودارهای من-کندال در جدول ۲ قابل مشاهده می‌باشد. با توجه به این جدول به لحاظ مکانی در برخی از ایستگاه‌های مورد بررسی تغییرات مشاهده شده در تمام سال از نوع افزایشی می‌باشد؛ لیکن در بعضی از ماه‌ها از نوع روند افزایشی و در برخی دیگر از ماه‌ها از نوع تصادفی افزایشی می‌باشد از جمله در ایستگاه نجف‌آباد طی ماه‌های آگوست و سپتامبر روند افزایشی و در سایر ماه‌ها تغییرات تصادفی افزایشی مشاهده شده است. در ایستگاه دامنه‌فریدن نیز ماه مارس و همچنین مقادیر سالانه از روند افزایشی و سایر ماه‌ها از تغییرات تصادفی افزایشی برخوردار می‌باشند. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد تغییرات تصادفی کاهشی در ایستگاه میمه بیش از سایر ایستگاه‌ها می‌باشد به طوری که به غیر از ماه فوریه که در آن روند افزایشی مشاهده شده در سایر ماه‌ها از تغییرات ناگهانی کاهشی برخوردار می‌باشند. از لحاظ زمانی نیز ماه مه طی دوره آماری مورد مطالعه تنها از تغییرات تصادفی افزایشی برخوردار بوده و در سایر ماه‌ها هر دو نوع تغییرات افزایشی و کاهشی مشاهده شده است.

جدول۲: بررسی نوع (حروف) و زمان (اعداد) تغییر میانگین دما در ایستگاه‌های مورد مطالعه طی دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۶۱.

ایستگاه‌ها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
نجف‌آباد	CI ۱۹۷۹	CI ۱۹۹۸	CI ۲۰۰۲	-----	CI ۲۰۰۴	CI ۲۰۰۶	CI ۲۰۰۷	TI ۲۰۰۴	TI ۱۹۹۸	CI ۱۹۶۹	CI ۱۹۸۳	CI ۱۹۸۷	CI ۱۹۷۶
میمه	CD ۱۹۶۷	TI ۱۹۹۰	CD ۱۹۶۶	CD ۱۹۷۰	-----	CD ۱۹۷۴	CD ۱۹۷۱	CD ۱۹۶۸	CD ۱۹۸۰	CD ۱۹۷۵	CD ۱۹۷۵	CD ۱۹۷۱	CD ۱۹۶۶
شهرضا	CD ۱۹۶۶	CI ۲۰۰۹	-----	CI ۱۹۷۹	CI ۱۹۷۴	CD ۱۹۹۳	CI ۱۹۸۷	CI ۱۹۸۴	CD ۲۰۰۴	CD ۲۰۰۵	CD ۱۹۷۰	CD ۱۹۹۹	CD ۱۹۸۹
اصفهان	CI ۱۹۹۴	CI ۱۹۶۹	CI ۲۰۰۲	CI ۱۹۷۱	CI ۱۹۷۰	CI ۱۹۶۳	-----	CI ۱۹۸۲	CI ۱۹۸۴	CI ۱۹۷۱	CD ۱۹۶۸	CI ۱۹۸۶	CI ۱۹۷۰
ورزنه	CD ۲۰۰۷	CI ۱۹۷۶	-----	CI ۱۹۶۵	CI ۱۹۶۵	CI ۱۹۶۳	CI ۱۹۶۶	CI ۱۹۶۶	CI ۱۹۷۴	CI ۱۹۶۵	CD ۲۰۰۸	CI ۱۹۹۶	CI ۱۹۶۴
همگین	CI ۲۰۰۹	TI ۱۹۹۵	TI ۱۹۸۲	CI ۲۰۰۰	CI ۱۹۹۷	CI ۱۹۷۲	CI ۱۹۷۲	CI ۱۹۷۴	CI ۱۹۷۴	CI ۱۹۷۲	CD ۱۹۷۴	CD ۱۹۹۲	CI ۱۹۹۸
چادگان	CD ۱۹۶۹	CD ۱۹۷۴	TI ۱۹۹۲	CI ۱۹۹۵	CI ۱۹۹۶	CD ۱۹۶۴	CI ۱۹۸۷	CI ۱۹۸۳	CI ۱۹۸۳	CI ۱۹۷۸	CI ۱۹۸۹	CI ۱۹۸۳	TI ۱۹۸۸
دامنه فریدن	CI ۲۰۰۸	CI ۱۹۹۴	TI ۱۹۹۷	CI ۱۹۷۶	CI ۱۹۸۹	CI ۱۹۸۷	CI ۱۹۸۹	CI ۱۹۸۷	CI ۱۹۷۵	CI ۱۹۸۵	CI ۲۰۰۶	CI ۲۰۰۸	TI ۱۹۸۷

CI: تغییرات تصادفی افزایشی CD: تغییرات تصادفی کاهشی TI: روند افزایشی TD: روند کاهشی

در جدول ۳ درصد فراوانی نوع و زمان تغییرات میانگین دما محاسبه شده است. طبق این جدول حداکثر فراوانی تغییرات تصادفی کاهشی در ایستگاه میمه با مقدار ۸۴/۶۱ درصد از کل تغییرات رخ داده مشاهده می‌شود. در تغییرات تصادفی افزایشی بیش‌ترین رخداد آن متعلق به ایستگاه‌های نجف‌آباد، همگین، چادگان و دامنه‌فریدن با ۱۵/۳۸ درصد از کل تغییرات به وقوع پیوسته می‌باشد. به طور کلی به غیر از ایستگاه‌های میمه و شهرضا که تغییرات تصادفی کاهشی نسبت به سایر تغییرات فراوانی بیشتری دارد در سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه تغییرات تصادفی افزایشی دارای بیش‌ترین رخداد می‌باشد. در ضمن متذکر می‌شود که روندهای کاهشی در هیچ یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه مشاهده نشده است.

جدول ۳: درصد فراوانی نوع و زمان تغییرات میانگین دمای ماهانه و سالانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه.

ایستگاه ها	CI	CD	TI	TD
نجف‌آباد	۷٦/۹۲	----	۱۵/۳۸	----
میمه	----	۸٤/٦۱	۷/٦۹	----
شهرضا	۳۸/٤٦	۵۳/۸٤	----	----
اصفهان	۸٤/٦۱	۷/٦۹	----	----
ورزنه	۷٦/۹۲	۱۵/۳۸	----	----
همگین	٦۹/۲۳	۱۵/۳۸	۱۵/۳۸	----
چادگان	٦۱/۵۳	۲۳/۰۷	۱۵/۳۸	----
دامنه‌فریدن	۸٤/٦۱	----	۱۵/۳۸	----

بحث و نتیجه‌گیری

در خصوص ماهیت عوامل ناپایداری حوضه‌های آبریز و اکوسیستم‌های تالابی باید اذعان داشت که واقع شدن تالاب‌ها در پست‌ترین نقاط حوضه‌های آبریز باعث شده که هرگونه عملکرد مثبت یا منفی، اثر خود را روی تالاب‌ها بگذارد. در حال حاضر حوضه‌ها و تالاب‌های کشور از برخی مشکلات و تنش‌های محیطی رنج می‌برند که در برخی موارد حتی کارکردهای اصلی آن‌ها که حمایت از تنوع زیستی می‌باشد نیز خدشه‌دار و خسارت بزرگ مادی و معنوی به کشور وارد می‌کند. یکی از این مشکلات تغییر اقلیـم و خشک‌سالی حاکم بر کشور می‌باشد که سبب کاهش بارش‌ها، تغییر الگوی بارش از برف به باران و افزایش دما شده است. در شرایط کنونی با توجه به گرمایش جهانی، افزایش دما، کمبود بارش و کاهش آب ورودی به تالاب‌های کشور، لزوم مطالعات جامع به ویژه تغییرات اقلیمی در حفاظت از محیط زیست و بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی ضرورت پیدا می‌کند. به این منظور حفاظت و پایش دائمی تغییرات حوضه‌های آبی و تالاب‌ها که از سرمایه‌های طبیعی ملی هر کشوری محسوب می شوند، با هدف اتخاذ شیوه‌های مدیریتی مناسب و پیشگیری از ادامه روند عوامل مخرب بایستی مدنظر قرار گیرد. بدیهی است بررسی توان زیست‌محیطی و ابعاد اکولوژیکی حوضه‌های آبی به عنوان راهکاری به منظور استفاده بهینه از منابع آب و خاک و بررسی پیامدهای زیست‌محیطی می‌تواند مؤثر واقع شود. در این راستا شناسایی تغییرات اقلیمی و به خصوص تغییرات دما طی دهه‌های گذشته، جهت بررسی ویژگی‌های اکولوژیکی و زیست‌محیطی آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. لذا در این پژوهش روند تغییرات ماهانه و سالانه متوسط دمای حوضه گاوخونی طی نیم قرن اخیر مورد بررسی قرار گرفته است. در این زمینه آزمون من- کندال جهت محاسبه و تحلیل روند به کار گرفته شد. نتایج کسب شده در مقیاس ماهانه نمایانگر آن است که طی ماه‌های سرد سال روند افزایشی مشاهده شده در سطح حوضه از کم‌ترین وسعت ممکن برخوردار می‌باشد و حداکثر مساحت حوضه را پهنه بدون روند در بر گرفته است؛ تا جایی که حتی در ماه دسامبر کل مساحت حوضه را تحت حاکمیت خود در آورده است. با گرم شدن هوا و شروع فصل بهار روند افزایشی نیز رو به گسترش رفته به‌طوری‌که در ماه آوریل از بیش‌ترین گسترش در سطح حوضه برخوردار می‌باشد (شکل ۶). روندهای مذکور طی ماه‌های

مختلف سال در مناطق شرق، جنوب، مرکز و حتی در بعضی ماه‌ها در مناطق غربی حوضه مشاهده شده است. در مقابل روند کاهشی طی ماه‌های ژانویه و فوریه در غرب حوضه و طی ماه‌های مارس تا نوامبر در شمال حوضه واقع در ایستگاه میمه به وقوع پیوسته است. شایان ذکر است در ماه نوامبر علاوه بر شمال حوضه، مناطق جنوبی حوضه نیز از روند کاهشی برخوردار بوده‌اند. در مقیاس سالانه شمال حوضه، روند کاهشی و مرکز حوضه، روند افزایشی را تجربه کرده‌اند (شکل ۱۳). بررسی‌های به عمل آمده از تغییرات جزئی و کوتاه‌مدت نیز بیانگر آن است که به لحاظ مکانی به غیر از ایستگاه میمه و شهرضا در سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه تغییرات تصادفی افزایشی نسبت به سایر تغییرات غلبه داشته است (جدول ۲). در این میان ایستگاه‌های اصفهان و دامنه‌فریدن بیشترین رخداد تغییرات تصادفی افزایشی را به خود اختصاص داده‌اند. در مقابل تغییرات تصادفی کاهشی در ایستگاه میمه بیش از سایر ایستگاه‌ها به وقوع پیوسته است (جدول ۳). به لحاظ زمانی نیز طی ماه مه تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه از تغییرات تصادفی افزایشی برخوردار بوده‌اند. البته به غیر از ایستگاه میمه که در این ماه تغییراتی در آن مشاهده نشده و فاقد هر گونه تغییرات بوده است. در رابطه با سایر ماه‌ها و همچنین مقادیر سالانه چنین می‌توان اذعان نمود که از هر دو نوع تغییرات افزایشی و کاهشی و همچنین تصادفی و روند برخوردار بوده‌اند. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش موحدی و همکاران (۱۳۸۴) روند دمای حوضه مارون نیز رو به افزایش و مارون به سوی اقلیمی گرم و خشک در حرکت می‌باشد. نتایج پژوهشگران دیگر هم از جمله کاویانی و عساکره (۱۳۸۰) در رابطه با افزایش دمای جاسک، مسعودیان (۱۳۸۳) مبنی بر افزایش دمای ایران طی نیم سده گذشته، همگی حاکی از افزایش دما طی دهه‌های اخیر بوده و نتایج این پژوهش را تأیید می‌کند. افزایش دما علاوه بر اثرات زیست‌محیطی زیان‌بار بر محیط طبیعی و به خصوص گیاهان و جانوران، سبب کاهش بارش و تغییر نوع بارش نیز می‌گردد. با کاهش میزان آب در یک نظام حیاتی، چنانچه میزان جمعیت و فعالیت نیز کاهش یابد، شاید اتفاق ناگواری رخ ندهد، اما واقعیت این است که جمعیت فزاینده، هر روز، بلکه هر ساعت، نیازمند آب و غذای بیشتر و خدمات بهداشتی بیشتری است. در چنین شرایطی است که مجموعه محیط زیست طبیعی و انسانی تحت تأثیر خشک‌سالی و افزایش دما آسیب خواهد دید. آسیب‌های وارده بر محیط‌زیست در ساختار زمین، جنگل‌ها، مراتع، منابع آب، حیات‌وحش، کشاورزی، شهرها، فضای سبز شهری، بهداشت، صنایع و ... محسوس می‌باشد.

منابع

پروین، ن. و سلکی، ه.، ۱۳۸۸. بررسی تغییر اقلیم ایستگاه ارومیه طی ۵۵ سال اخیر به روش من- کندال، دومین همایش ملی علوم جغرافیایی، دانشگاه پیام نور استان آذربایجان غربی مرکز ارومیه.

جهانبخش، س.، رحیمی، س.، حسینی، ع.، رضایی، س. و خوش زمان، ت.، ۱۳۸۹. بررسی تغییرات بارندگی و دما در حوضه کرخه، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، ایران، زاهدان، ۲۷-۲۵ فروردین ماه.

سی‌سی‌پور، م.، پوراصغریان، آ.، رحیم‌زاده، ف. و هدایتی‌دزفولی، ا.، ۱۳۸۹. مطالعه روند تغییر اقلیم هرمزگان به روش من-کندال، چهارمین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، ایران، تهران.

طاوسی، ت.، ثریا، م. و راحتی، ز.، ۱۳۸۹. بررسی روند دمای ماهانه شهر زاهدان، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام.

عساکره، ح.، ۱۳۹۱. تغییر توزیع فراوانی بارش‌های فرین‌شهر زنجان، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۳، پیاپی ۴۵، شماره ۱، صفحات ۶۶-۵۱.

عطایی، ه. و فنایی، ر.، ۱۳۹۲. بکارگیری مدل‌های آماری در شناسایی پدیده تغییر اقلیم (مطالعه موردی: ایستگاه های کرمان و بم)، نخستین کنفرانس ملی آب و هواشناسی، ۳۱ اردیبهشت و ۱ خرداد ماه، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان

علیزاده، ا.، کمالی، غ.، موسوی، ف. و موسوی بایگی، م.، ۱۳۸٦، هوا و اقلیم‌شناسی، چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحات ۳۵۹-۳۷۶.

فرج‌زاده، م.، فیضی، و. و ملاشاهی، م.، ۱۳۸۹، مطالعه تغییر اقلیم در شمال‌غرب ایران به روش من کندال، همایش کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی محیطی، خرم آباد.

کاویانی،م. و عساکره، ح.، ۱۳۸۰. بررسی و مدل‌سازی روند دما طی سده گذشته : مطالعه موردی ایستگاه جاسک، مجله علمی و پژوهشی دانشکده علوم انسانی دانشگاه اصفهان، دوره دوم، شماره ۲۶ و ۲۷ ، صفحات ۳۸-۱۹.

مسعودیان، ا.، ۱۳۸۳. بررسی روند دمای ایران در نیم سده گذشته، جغرافیا و توسعه، صفحات ۱۰۶-۸۹.

منتظری، م. ۱۳۸٦. شناسایی تحلیل روند خشکسالی‌های اقلیمی زیر حوضه‌های زاینده‌رود در نیم سده گذشته، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، زمستان، شماره ۲۲، صفحات ۱۴۴-۱۲۵.

موحدی، س.، کاویانی، م. و مسعودیان، ا.، ۱۳۸٤. تغییرات زمانی و مکانی دمای مارون، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، جلد هیجدهم، شماره ۱، صفحات ۲۸-۱۳.

ورشاویان، و.، خلیلی، ع.، قهرمان، ن. و حجام، س.، ۱۳۹۰. بررسی روند تغییرات مقادیر حدی دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه در چند نمونه اقلیمی ایران، مجله فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۷، شماره ۱، صفحات ۱۷۹-۱۶۹.

Goossens, C. and Berger, A., 1986. Annual and seasonal climatic variations over the Northern Hemisphere and Europe during the century. Annales Geophysicae 4: pp: 385-399.

Homar, V. R., 2010. Recent trends in temperature and precipitation over the Balearic Islands (spain), issue entitled climatic change letters, . Edited by michael oppenheimer, 277-305.

Huth, R. L., 2004. Parametric versus non-parametric estimates of climatic trends. Theor Appl. climatol, 77 , 107-112.

Mamtimin, B., Et-Tantawi, A. M. M., Schaefer, D., Meixner, F. X. and Domroes, M., 2011. Recent trends of tempreture change under hot and cold desert climates: Comparing the Sahara (Libya) and Central Asia (Xinjiang, China), Journal of and Environments, 75, pp: 1105-1113.

Mitchell, J. M., Chairman. J. R., Dzerdzeevskii, B., Flohn. H., Hofmeyr. W. L., Lamb. H. H., Rao. K. N. and Wallen. C. C., 1966. Climatic Change, Technical note, wmo, no 79.

Mix, K. L., 2011. Annual and growing season temperature changes in the san luis valley, colorado,. water air & soil pollution, vol 220, num 1-4, 189-203.

Shen, S. S., 2011. The twentieth century contiguous us temperature changes indicated by daily and higher statistical moments. climatic change, online first .

Sueyers. R., 1990, on the Statistical Analysis of Series of Observation, wmo, no 415, pp: 2 – 15.

Tabari, H., Shiifteh Somee, B. and Rezaeian zadeh, M., **2011.** Testing for long-term trends in climatic variables in Iran, Atmospheric Research, 100, pp: 132-140.

Yue, S. H., **2003**. Temperature tiends in Japan 1900-1996. Theor, Appl, Climatol, 75, 15-27.