

Geographic Notion
Vol.4. Autumn 2008
Zanjan University
No. 30

اندیشه جغرافیایی
سال دوم، شماره چهارم، پائیز ۱۳۸۷
دانشگاه زنجان
مقاله شماره ۳۰

بررسی تغییرات و روند پارامتر دما در ایستگاه‌های ساحلی دریای خزر

فاطمه ستوده گیگاسری، محمود روشنی،

چکیده

با توجه به اهمیت پدیده تغییرات آب و هوایی در دهه های اخیر، کوشش های زیادی در زمینه شناسایی این تغییرات در سطح جهان صورت گرفته است. در این مطالعه نیز تلاش شده که تغییرات رخ داده در دمای برخی از ایستگاه‌های سواحل شمالی کشور شناسایی شود. در همین راستا آمار ایستگاه‌های انزلی، رشت، رامسر، بابلسر و گرگان به مدت ۵۰ سال (۱۹۵۵ تا ۲۰۰۵) از سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید. سپس با استفاده از آزمون آماری من - کندال وجود تغییر، اثبات و با استفاده از آزمون گرافیکی آن، زمان و نوع تغییرات مشخص شد. نتایج بدست آمده نشان داد که نوسانات در این ایستگاه ها از نوع نوسانات کوتاه مدت بوده و نیز روند مثبت و منفی و نیز افزایشی و کاهششی داشته‌اند. تغییرات نشان داد به دمای حداقل بیشتر ایستگاه‌ها افزوده و از دمای حداکثر آنها کاسته شده است. تنها ایستگاه گرگان تغییراتی را نشان نداده است.

واژگان کلیدی: تغییر ناگهانی، روند، من - کندال، نوسان، سواحل جنوبی دریای خزر.

مقدمه

تغییر اقلیم جهانی در قرن اخیر تاثیر بسزایی در عناصر مختلف اقلیمی در بسیاری از نواحی جهان داشته است. این تغییر به وضوح در روند دمای جهانی قابل مشاهده است. پیامدهای ناشی از آن (خشکسالی‌ها، سیلاب‌ها، یخبندان‌ها و....) باعث شده مطالعات گسترده‌ای در زمینه شناخت و پیش بینی آینده اقلیم صورت گیرد. در همین راستا در مطالعه حاضر سعی شده تغییر پارامتر دما (حداکثر و حداقل مطلق در زمستان، بهار، تابستان و پاییز) در طی دهه‌های اخیر در ایستگاه‌های ساحلی دریای خزر مورد ارزیابی قرار گیرد.

با توجه به اهمیت موضوع تغییرات آب و هوایی و پیامدهای طبیعی، اقتصادی و سیاسی ناشی از آن در مناطق مختلف کره زمین، در این مرحله از تحقیق نگاهی گذرا به مطالعات صورت گرفته توسط محققین داخلی و خارجی خواهیم داشت. برای مثال: فردریچ او همکاران (۲۰۰۱) نواحی اقلیمی را که کوپن طبقه بندی کرده بود، با استفاده از تست های سری زمانی از جمله تست من - کندال مورد مطالعه قرار دادند. هاسنیان^۲ (۲۰۰۱) نوسانات دمای هوای سطحی ۴ ایستگاه شرق مدیترانه را طی ۵۰ سال با استفاده از روش من - کندال، و چند روش دیگر بررسی نمودند. نتایج حاکی از وجود روندهای افزایشی و کاهشی در دما است. کریسولاکیس^۳ و همکاران (۲۰۰۱) روند رطوبت را در ایستگاه هلیکونک آتن در یونان توسط تست من - کندال طی دوره ۱۹۶۷ تا ۱۹۹۵ مورد ارزیابی قرار داده و نشان دادند که روند کاهشی رطوبت سالیانه در دوره ۱۹۷۷ تا ۱۹۹۰ وجود دارد. پائو^۴ و همکاران (۲۰۰۲) جهت تعیین تاثیر تغییر اقلیم بر روی منابع آب در جنوب تایوان به روش من - کندال با تاکید بر متوسط دما و بارش روزانه در ایستگاه کائو - هسیونگ نشان دادند که احتمال تغییر بارش روزانه تاثیر مهمی

1- Fraedrich
2- Hasanean
3- Chrysoulakis
4- Pao

برنوع بارش دارد. در آینده بارش در فصول مرطوب افزایش و در فصول خشک کاهش می‌یابد. ژویو او همکاران (۲۰۰۴) جریان رسوب رودخانه لانگچانگ را با آزمون من - کندال و روش Sens test مطالعه کردند. نتایج حاکی از افزایش مهمی در رسوب از ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۱ است. لیو او همکاران (۲۰۰۴) تست من - کندال را در بررسی دمای چین بکار بردند و به این نتیجه رسیدند که تغییرات دمایی در شرق چین تقریباً همزمان، ولی در غرب چین متفاوت بوده است. آلاند^۳ همکاران (۲۰۰۵) متغیرهای هیدرو - اقلیم (شامل بارش، تبخیر و دبی) را در سه زیر حوضه رودخانه می سی سی پی به روش من - کندال با میزان خطای ۰/۵ و ۰/۱ مورد ارزیابی قرار دادند. برآوردها نشان داد که در یک دوره ۵۰ ساله سری های زمانی فصلی تغییر سریع تری نسبت به سری های زمانی سالانه نشان می دهند. ژائو و همکاران (۲۰۰۷) دما، بارش، طول مدت تابش و تبخیر را برای ۲۳ ایستگاه در حوضه رودخانه زرد توسط سه روش MTT، روش یاماموتو^۴ و روش من - کندال مورد بررسی قرار داده و مشاهده کردند که تغییرات ناگهانی دما اساساً در ۱۹۹۰، تبخیر در ۱۹۶۰ و طول مدت تابش در ۱۹۸۰ رخ داده است. گرچه نتایجی که از کاربرد این سه روش بدست آمده، متفاوت است، اما هر سه روش تغییرات ناگهانی را در چهار دهه گذشته نشان می دهد. زویی^۵ و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از روش من کندال و تحلیل طیفی بارش و رواناب رود مکونگ^۶ بررسی و تحلیل کردند. بر اساس یافته های بررسی و بر اساس روش کندال روند معنی - داری در بارش و رواناب رخ نداده و تحلیل طیفی حاکی ارتباط جریان های موسمی هند با سطح رواناب رودخانه مکونگ است. در ایران نیز در زمینه بررسی تغییرات اقلیمی با استفاده از آزمون من - کندال پژوهش های بسیاری صورت پذیرفته است که در ادامه به

1- Zhou

2 Lu

3 Aland

4 Yamamoto

5 Xue

6 Mekong

برخی از آنها اشاره می‌گردد. برای مثال: خشنو (۱۳۷۸) برای بررسی متوسط دمای حداقل، حداکثر و بارندگی سالانه، فصلی و ماهانه در جنوب ایران از آزمون Run - Test و برای بررسی همگنی سری‌ها و تصادفی بودن داده‌ها از آزمون من - کندال استفاده کرده است. نتایج تحقیق تغییرات اقلیمی قابل توجهی را در جنوب ایران نشان نمی‌دهد، اما تغییرات ناگهانی و روندهای متفاوت در بعضی از سری‌ها مشهود می‌باشد. کاویانی و عساکره (۱۳۸۴) تغییرات بارش اصفهان را به روش رتبه‌ای من - کندال مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که بارندگی اصفهان دارای رفتار پایداری در طول ۱۰۳ سال گذشته بوده و چهار فاز و پنج چرخه در داده‌ها قابل تشخیص است. عسگری و رحیم زاده (۱۳۸۵) ویژگی‌های بارش ۳۴ ایستگاه سینوپتیک ایران را با استفاده از آزمون من - کندال و اسپیرمن و همچنین آزمون‌های من ویتنی و کروسکال والیس مورد بررسی قرار داده‌اند و به این نتیجه رسیدند که نا همگنی سری‌های بارش در ایستگاه‌های منتخب بیشتر ناشی از وجود روند و نوسان‌های زیاد بوده و کم‌تر متأثر از جهش‌های ناگهانی می‌باشد. و کشور شاهد هر دو روند کاهشی و افزایشی در جمع بارش سالیانه بوده است. حجام و همکاران (۱۳۸۷) روند تغییرات فصلی و سالانه بارش چند ایستگاه ایران مرکزی را با استفاده از آزمون کندال و یک روش دیگر بررسی نمودند. نتایج حاکی از وجود روند کاهشی معنی‌دار در سری‌های زمانی است. قهرمان (۲۰۰۷) با استفاده از تست T، متوسط سالانه دما را در ۳۴ ایستگاه سینوپتیک ایران مورد بررسی و نشان داد که در ۵۰ درصد از ایستگاه‌ها روند مثبت و در ۴۱ درصد ایستگاه‌ها روند منفی حاکم است و سه منطقه روند (مثبت، منفی و صفر) در متوسط سالیانه دمای ایران وجود دارد. عزیزی و روشنی (۱۳۸۷) با بررسی تغییرات اقلیمی سواحل جنوبی دریای خزر به روش رتبه‌ای من - کندال به این نتیجه رسیدند که زمان شروع بیشتر تغییرات ناگهانی و از نوع روند و نوسان بوده است. امیدوار و خسروی (۱۳۸۹) داده‌های مربوط به ۵ پارامتر دمای حداقل، دمای حداکثر، دمای میانگین، رطوبت نسبی و بارش را در ایستگاه‌های سواحل شمالی خلیج فارس با استفاده از آزمون من - کندال

بررسی نمودند. نتایج حاکی از وجود روند معنی دار نزولی در رطوبت نسبی و بارش است و همچنین نشان می‌دهد که تغییرات دمای میانگین مشابه با روند تغییرات دمای حداقل آنهاست و آنچه موجب افزایش دمای میانگین ایستگاه‌های منطقه شده، بیش‌تر دمای حداقل بوده است. خیر فام و همکاران (۱۳۸۹) به منظور بررسی تغییرات اقلیمی و هیدرولوژیکی روند آماری دما، بارش و دبی شهرستان ارومیه از آزمون من-کندال استفاده نمودند. نتایج گویای روندهای معنی دار افزایشی و کاهشی در مقیاس سالانه و فصلی است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ابتدا داده‌های مورد نیاز از سازمان هواشناسی کشور بمدت ۵۰ سال (۱۹۵۵ تا ۲۰۰۵) دریافت گردید. سپس برای بررسی و تحلیل تغییر در منطقه جنوبی ساحل دریای خزر از پارامتر دمای حداکثر و حداقل سالانه و فصلی پنج ایستگاه سینوپتیک استفاده شده است (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع به متر	دوره آماری
انزلی	۴۹° ۲۹'	۳۷° ۲۸'	- ۲۶,۲	۲۰۰۵-۱۹۵۵
رشت	۴۹° ۳۶'	۳۷° ۱۵'	- ۶,۹	۲۰۰۵-۱۹۵۶
رامسر	۵۰° ۴۰'	۳۶° ۵۴'	- ۲۰,۰	۲۰۰۵-۱۹۵۶
بابلسر	۵۲° ۳۹'	۳۶° ۴۳'	- ۲۱,۰	۲۰۰۵-۱۹۵۱
گرگان	۵۴° ۱۶'	۳۶° ۵۱'	۱۳,۳	۲۰۰۵-۱۹۵۵

در همین راستا به منظور بررسی تصادفی بودن، روند و نوسان در پارامترهای مورد مطالعه از آزمون آماری و گرافیکی من-کندال با سطح اطمینان ۹۵ درصد و میزان خطای ۰/۰۵ و میانگین متحرک ۵ ساله استفاده شده است.

آزمون من-کندال ابتدا توسط مان (۱۹۴۵) و سپس در سال ۱۹۷۵ توسط کندال^۲ توسعه یافت (سرانو^۳ ۱۹۹۹). به نظر می‌رسد این آزمون برای تحلیل‌های تغییرات آب و هوایی در سری‌های زمانی اقلیمی مناسب‌تر باشد (گوسن و برگر^۴ ۱۹۸۶). همچنین می‌توان تغییرات ناگهانی اقلیمی را توسط کاربرد متوالی آماره رتبه ای من-کندال شناسایی کرد (سنیرز^۵ ۱۹۷۵). آماره تاو کندال از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

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

τ برابر با آماره کندال، n تعداد کل سال‌های آماری مورد استفاده می‌باشد و P از رابطه زیر بدست می‌آید:

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

n_i تعداد رتبه‌های بزرگتر از هر داده (x_i) است که بعد از آن قرار می‌گیرد.

آزمون معنی داری آماره τ از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$(\tau)_i = \pm tg \sqrt{\frac{4n+10}{9n(n-1)}} \quad (2)$$

مقدار τ روند در داده‌ها را نشان می‌دهد. وقتی روندی در داده‌ها وجود نداشته باشد این مقدار بین محدوده ± 1.96 در سطح ۹۵ درصد اطمینان قرار دارد (مایرز^۶ همکاران، ۱۹۹۸)

tg مقدار بحرانی نمره استاندارد در سطح ۹۵ درصد اطمینان است که برابر با $1/96$ است. پذیرش یا رد فرض صفر (عدم وجود روند معنی دار در داده‌ها) در سطح ۹۵ درصد اطمینان بستگی به مقادیر مشاهده شده حاصل از آماره آزمون است.

1 Mann
2 Kendall
3 Serrano
4 Goossens and Berger
5 Sneyers
6 Mirza

اگر $(\tau)_i > \tau > +(\tau)_i$ باشد شواهد دال بر پذیرش فرص صفر با خطای ۰/۰۵ است و حاکی از عدم وجود روند در داده ها می باشد. اگر نتیجه $(\tau)_i < -(\tau)$ بدست آمد حاکی از رد فرض صفر و پذیرش فرض یک دال بر روند منفی و کاهش معنی دار در سری زمانی است. چنانچه $(\tau)_i > +(\tau)$ حاصل شد، وجود روند مثبت معنی دار در سطح ۹۵ درصد اطمینان اثبات می شود.

برای تعیین جهت روند، نوع و زمان تغییر از آزمون گرافیکی کندال استفاده می شود. در آزمون گرافیکی کندال از دو مولفه u و u' برای تعیین زمان وقوع تغییر و همچنین نوع نوسان استفاده می شود. آماره کندال با معادله زیر محاسبه می شود:

$$ti = \sum_{i=1}^n ni \quad (3)$$

و تابع توزیع آن وقتی که فرض صفر حاکم باشد، از لحاظ مجانبی با میانگین واریانس برابر است. میانگین آن از معادله زیر محاسبه می شود:

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

واریانس آن از معادله زیر بدست می آید:

$$Var(ti) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (5)$$

$U(t)$ شبیه مقدار Z است. $U(t)$ مقدار استاندارد شده ای است که میانگین و انحراف معیار صفر دارد. بنابراین رفتار نوسانی متوالی بدور سطح صفر دارد (پارتل و کایا، ۲۰۰۶). برای محاسبه $u(t)$ معادله زیر بکار می رود:

$$U = \frac{[ti - E(ti)]}{\sqrt{var(ti)}} \quad (6)$$

از $u'i$ معادله ui بدست می آید:

$$U' = -U \quad (7)$$

بعد از مراحل فوق نمودارهای مربوط را رسم کرده، زمانی که مولفه‌های u و u' همدیگر را قطع کنند، نشان دهنده وجود روند در سری‌ها می‌باشد، اگر مولفه‌های ذکر شده در داخل محدوده بحرانی ($\pm 1,96$) همدیگر را قطع کنند نشانه آغاز تغییر ناگهانی و اگر خارج از محدوده بحرانی همدیگر را قطع کنند، وجود روند را در سری‌ها نشان می‌دهد. روند را با حرف T (Trend)، تغییر ناگهانی حرف A (Abrupt)، افزایش با حرف I (Increase) و کاهش با حرف D (Decrease) مشخص می‌شود (روشنی، ۱۳۸۲). برای انجام محاسبات و رسم نمودارها در این مطالعه از نرم افزارهای Spss و Excel استفاده شده است.

تحلیل تغییر با آزمون من - کندال

با اعمال آماره من - کندال بر روی داده‌های متوسط حداکثر و حداقل مطلق سالانه و ماهانه نتایج زیر بدست آمد. همان‌طوری که در جدول شماره (۲) مشاهده می‌شود، محاسبات حاکی از تغییر منفی میانگین حداکثر مطلق سالانه دما در انزلی و تغییر مثبت میانگین حداقل مطلق سالانه دما در بابلسر بوده است و در سایر ایستگاه‌ها تغییری مشاهده نمی‌گردد. همچنین میانگین دمای حداکثر سالانه در ایستگاه‌های رشت، گرگان و رامسر تغییری نداشته و در انزلی تغییر منفی و در ایستگاه بابلسر تغییر مثبت داشته است. در حالی که به متوسط حداقل دمای سالانه تمامی ایستگاه‌ها (به جز گرگان) افزوده شده و از تغییر مثبت پیروی می‌کند. در مقیاس فصلی میانگین دمای حداکثر زمستان در بابلسر تغییر منفی داشته و در سایر ایستگاه‌ها مشهود نمی‌باشد. در همین راستا تغییر میانگین دمای حداکثر بهار و تابستان در ایستگاه انزلی از نوع منفی و ایستگاه بابلسر در تابستان مثبت می‌باشد. در سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه تغییری در پارامترهای فوق دیده نمی‌شود. میانگین دمای حداقل زمستان در انزلی و بابلسر و ایستگاه‌های رشت، بابلسر و رامسر در بهار حاکی از تغییر مثبت و در سایر ایستگاه‌ها تغییری مشاهده نمی‌شود. همچنین تغییرات در دو ماه تابستان و پاییز در بیشتر ایستگاه‌های منطقه ساحلی دریای خزر جای بسی تأمل دارد.

یافته‌های حاصل از آزمون به وضوح نشان می‌دهد تغییرات رخ داده در ایستگاه انزلی نسبت به سایر ایستگاه‌ها جدی و مهم جلوه می‌نماید. در نهایت باید گفت تغییرات میانگین حداقل دما در بیشتر فصول در ایستگاه‌های مورد مطالعه مشهود می‌باشد.

جدول شماره ۲- نتایج آمار کندال (T) برای پارامترهای مورد مطالعه

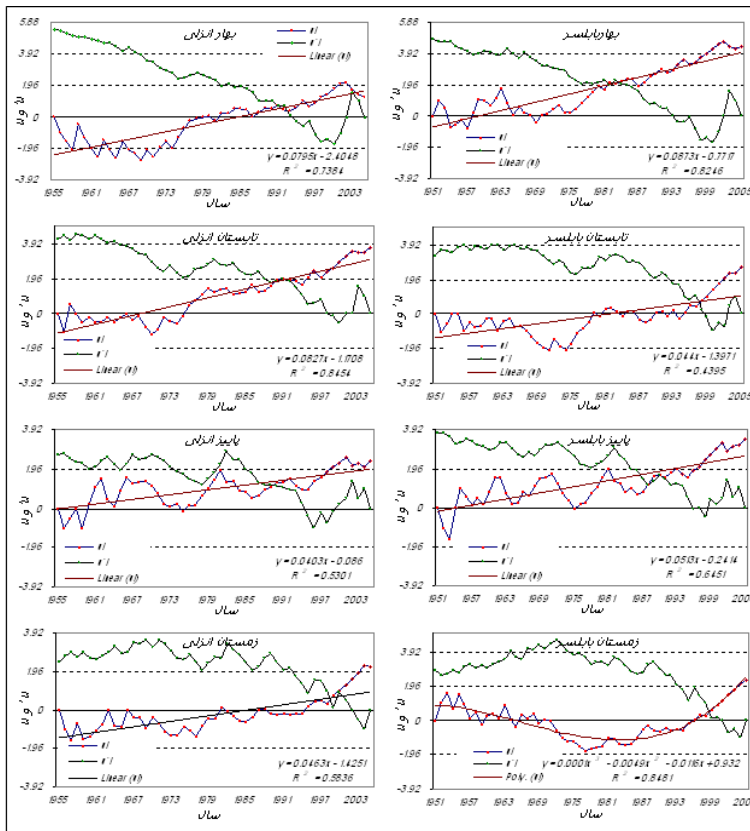
پارامتر	مقدار آماره من - کندال در ایستگاه‌های مورد مطالعه				
	انزلی	رشت	رامسر	پابلسر	گرگان
میانگین دمای حداکثر مطلق	-۰/۲۷	-۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	-۰/۱۰
میانگین دمای حداقل مطلق	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۱۹	-۰/۱۸
میانگین حداقل دما	۰/۵۱	۰/۴۸	۰/۳۱	۰/۴۷	-۰/۰۲
میانگین حداکثر دما	-۰/۲۹	-۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۲۷	۰/۰۱
میانگین حداکثر دمای زمستان	۰/۱۴	۰/۰۰	-۰/۰۸	-۰/۲۲	-۰/۰۴
میانگین حداکثر دمای بهار	-۰/۳۳	-۰/۱۱	-۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۰۵
میانگین حداکثر دمای تابستان	-۰/۳۰	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۰۲
میانگین حداکثر دمای پائیز	-۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۱۲
میانگین حداقل دمای زمستان	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۲۱	۰/۰۲
میانگین حداقل دمای بهار	۰/۱۲	۰/۲۷	۰/۲۰	۰/۴۱	-۰/۰۹
میانگین حداقل دمای تابستان	۰/۳۶	۰/۶۲	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۱۲
میانگین حداقل دمای پائیز	۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۱۰	۰/۳۲	-۰/۰۷

تحلیل نوع و زمان تغییر با آزمون گرافیکی من - کندال

در تحقیق حاضر جهت تعیین نوع و زمان تغییرات عناصر از آزمون گرافیکی من - کندال استفاده شد. برای نیل به این مقصود ابتدا نمودارهای کندال براساس u و u' محاسبه شده، ترسیم شده است. نتایج حاصله از رسم نمودارها در جدول شماره ۳ ارائه و در این جدول زمان تغییر و نوع آن مشخص شده است. یافته‌های حاصل از میانگین حداکثر دمای بهار نشان داد که انزلی از سال ۱۹۸۸ تا انتهای دوره روند منفی و ایستگاه‌های رشت، رامسر و گرگان روند مشخصی نداشته و در محدوده بحرانی نوسانات

افزایشی و کاهشی را دارا هستند. بابلسر نیز از ۱۹۷۴ تا انتهای دوره روند افزایشی را نشان داده است.

میانگین حداکثر دمای زمستان نشان داد که انزلی، رشت، رامسر و گرگان از ۱۹۹۶ روند افزایشی و قبل از این دوره نوسانات کاهشی داشته اند که معنی دار نبوده است. فقط بابلسر از ۱۹۹۰ تا انتهای دوره روند منفی معنی داری را تا خارج از محدوده ۱/۹۶- داشته است. در همین راستا متوسط حداکثر دمای تابستان در انزلی روند کاهشی، رشت افزایشی، رامسر و بابلسر روند مثبت را دنبال و دمای حداکثر فصل زمستان بی‌نظم (به جزء بابلسر) و ریتم خاصی را دنبال نمی‌کند. همچنین در فصل پاییز روند خاصی در دمای حداکثر دیده نمی‌شود. تغییرات متوسط دمای حداقل بهار در بیشتر ایستگاه‌ها از نوع روند و حاکی از افزایش آن در طی دوره مورد مطالعه است (شکل شماره ۱).



شکل شماره ۱- مقایسه تغییرات حداقل دما در فصول مختلف سال (۱۹۵۵ تا ۲۰۰۵)

نمودارهای میانگین حداقل دمای پائیز گویای روند مثبت در انزلی و نشان دهنده نوسانات کوتاه مدت در رشت و بابلسر است. رامسر و گرگان نیز نوسانات افزایشی کاهشی در طول دوره داشته و از ۱۹۹۵ به بعد نیز روند افزایشی را طی کرده‌اند. همچنین در تابستان همه ایستگاه‌ها به جزء گرگان روند مثبت معنی داشته‌اند. نتایج حاصل از متوسط دمای حداکثر مطلق سالانه نشان دهنده روند مثبت ایستگاه انزلی از ۱۹۸۹ و بی نظمی و عدم روند در سایر ایستگاه‌ها می باشد. بررسی میانگین دمای حداقل مطلق سالانه حاکی از عدم وجود روند مثبت یا منفی در ایستگاه‌های مورد مطالعه است. همه ایستگاه‌ها به جز گرگان از ۱۹۷۷ تا پایان دوره روند افزایشی منظم تری را داشته‌اند. گرگان نیز هیچ گونه روند معنی داری را نشان نمی دهد.

نمودارهای انزلی نشان داد که میانگین حداکثر دمای بهار و تابستان از سال ۱۹۸۴ تا انتهای دوره روند افزایشی و در زمستان دوره‌های افزایشی و کاهشی را در محدوده بحرانی داشته است. میانگین حداقل دمای زمستان، تابستان و پائیز از ۱۹۷۰ روند مثبت و در بهار از ۱۹۶۹ روند افزایشی داشته است. یافته‌ها حاکی از آن است که حداکثر و حداقل دمای سالانه به ترتیب از ۱۹۷۷ دارای روند مثبت و از ۱۹۶۳ دارای روند منفی بوده است. همچنین حداکثر دمای زمستان ایستگاه رشت روند مشخصی نداشته و پائیز و بهار نوسان افزایشی و در بهار نیز از ۱۹۹۲ روند کاهشی را پیموده است. حداقل دمای بهار، تابستان و پائیز روند مثبت را دنبال می کند.

نتایج حاصل از آزمون در رامسر نشان دهنده آنست که حداقل دمای بهار و تابستان از سال ۱۹۶۹ به بعد روند مثبت و پائیز از ۱۹۷۷ و زمستان از ۱۹۹۷ روند افزایشی داشته است. حداکثر دمای تابستان و زمستان از ۱۹۹۴ روند افزایشی و پائیز و بهار دارای نوسانات کوتاه مدت و روند خاصی را نشان نداده است. حداقل مطلق دما از ۱۹۸۰ روند مثبت و حداکثر مطلق دما نوسان داشته و روندی را نسبت به میانگین دوره نشان نمی - دهد. حداقل دمای سالانه نیز از ۱۹۸۲ روند مثبت معنی داری را طی کرده و حداکثر دمای سالانه از ۱۹۹۳ روند افزایشی داشته است.

همچنین نتایج نشان داد که حداکثر دمای زمستان بابلسراز ۱۹۹۱ دارای روند منفی و در تابستان این پارامتر از سال ۱۹۶۱ روند مثبت و در بهار و پائیز نتیجه حاکی از عدم وجود روند افزایشی و کاهشی بوده و تنها نوسانات کوتاه مدت حاکم می‌باشد. حداقل دمای بهار، تابستان، پائیز و زمستان از ۱۹۶۹ روند معنی دار مثبتی را به خارج از محدوده بحرانی نشان می‌دهد. یافته‌های حاصل از این آزمون در ایستگاه گرگان گویای این است که پارامترهای مورد مطالعه نسبت به کل دوره روند منفی یا مثبت معنی داری نداشته‌اند. میانگین حداکثر دمای پائیز، تابستان و زمستان از ۱۹۹۵ تا انتهای دوره روند افزایشی و در بهار از ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۰ روند افزایشی داشته و پس از آن روند خاصی را طی نکرده است. میانگین حداقل دمای زمستان، پائیز و تابستان از ۱۹۹۴ تا پایان دوره روند افزایشی و بهار از ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۱ افزایشی از ۲۰۰۱ به بعد کاهش داشته است. در این پارامترها چند دهه روند افزایشی و کاهشی در محدوده بحرانی قابل شناسایی است.

جدول شماره ۳- نتایج آماره من - کندال بر روی عناصر مورد مطالعه

ایستگاه	انزلی	رشت	رامسر	بابلسر	گرگان
میانگین دمای حداکثر مطلق	TDC 93	-	C 2003	C 2002	C 87
میانگین دمای حداقل مطلق	C 98	C 93	C 2003	TI C 2002	-
میانگین حداقل دما	TIC 88	TIC 84	TIC 2003	TIC 2001	C 56
میانگین حداکثر دما	TDC 72	-	-	TI 95	-
میانگین حداکثر دمای زمستان	C 68	C B 63	C 67	TD	C 63
میانگین حداکثر دمای بهار	TDC 89	C 2002	-	C 74	C 56-67
میانگین حداکثر دمای تابستان	TDC 84	C 74-87-99-2004	C 97	TIC 95	C 98
میانگین حداکثر دمای پائیز	C 2002	C 96	C 2002	C 95	C 2001
میانگین حداقل دمای زمستان	TIC 99	C 94	C 68	TI C 98	-
میانگین حداقل دمای بهار	C 92	TI 77	TIC 88	TIC 84	C 96-2002
میانگین حداقل دمای تابستان	TI	TI	TI	TI	-
میانگین حداقل دمای پائیز	TIC 89	TI C 86	C 2004	TIC 91	C 81

نتیجه گیری

در این مطالعه از آزمون آماری و گرافیکی من - کندال و میانگین متحرک ۵ ساله جهت شناسایی و تحلیل روند و نوسانات داده‌های دما استفاده شد. نتایج بدست آمده از

تحلیل آزمون من - کندال نشان می دهد که میانگین دمای حداکثر مطلق فقط در انزلی روند منفی داشته است و حداقل مطلق دما نیز در ایستگاه بابلسر روند مثبت داشته، حداقل سالانه در همه ایستگاه‌ها به غیر از گرگان روند مثبت را طی کرده، حداکثر سالانه در انزلی منفی و در بابلسر مثبت بوده است. روند میانگین دمای حداکثر زمستان در بابلسر منفی، حداکثر بهار انزلی منفی، حداکثر تابستان در انزلی منفی و در بابلسر مثبت، و حداکثر پائیز در هیچ کدام از ایستگاه‌ها روندی نداشته است. روند میانگین دمای حداقل زمستان در انزلی و بابلسر مثبت، بهار رشت و بابلسر مثبت، تابستان در همه ایستگاه‌ها به غیر از گرگان مثبت و فصل پائیز در همه ایستگاه‌ها (به جز گرگان و رامسر) مثبت بوده است.

بابلسر (۹ روند) و انزلی (۸ روند) بیش‌ترین روندها را در پارامترهای مورد مطالعه داشته‌اند و گرگان نیز در هیچ پارامتری روندی نداشته است. رشت و رامسر نیز به ترتیب ۴ و ۳ روند داشته‌اند.

آزمون گرافیکی من - کندال نشان داد که در پارامترهای مورد مطالعه نوسانات کوتاه مدت آب و هوایی و روندهای کاهشی و افزایشی و همچنین مثبت و منفی وجود دارد. همچنین در طی دوره مورد بررسی به دمای حداقل افزوده و از دمای حداکثر بعضی ایستگاه‌ها در فصول مختلف کاسته و به بقیه افزوده شده است. درنهایت باید گفت توجه به میانگین عناصر در مقیاس سالانه نمی‌تواند شدت اثر تغییر را بخوبی تبیین نماید. بنابراین بررسی پارامترهای حدی در مقیاس ماهانه و فصلی نتایج مطلوب‌تر و واقعی‌تری را نسبت به پدیده تغییر ایجاد می‌نماید.

منابع و مأخذ

- ۱- امیدوار، کمال، خسروی، یونس، ۱۳۸۹، بررسی تغییر برخی عناصر اقلیمی در سواحل شمالی خلیج فارس با استفاده از آزمون کندال، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۲، صص ۴۶-۳۳.

- ۲- حجام، سهراب، خشنو، یونس، شمس‌الدین وندی، رضا، ۱۳۸۷، تحلیل روند تغییرات بارندگی-های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴، صص ۱۶۸-۱۵۷.
- ۳- خشنو، احمد، ۱۳۷۸، بررسی تغییرات اقلیمی جنوب ایران، پایان‌نامه.
- ۴- خیرفام، حسین، مردای، حمیدرضا، صابرچناری، صابر، ۱۳۸۹، تحلیل روند عوامل اقلیمی و هیدرولوژیکی چند حوزه‌ی آبخیز شهرستان ارومیه با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال، هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، ۷ و ۸ اردیبهشت ۱۳۹۰، گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۵- روشنی، محمود، ۱۳۸۲، بررسی تغییرات اقلیمی در سواحل جنوبی دریای خزر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۶- عسگری، احمد و رحیم‌زاده، فاطمه، ۱۳۸۵، مطالعه تغییر پذیری بارش دهه‌های اخیر ایران، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۸، صص ۸۰-۶۸.
- ۷- عزیزی، قاسم و روشنی، محمود، ۱۳۸۷، مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴، صص ۲۸-۱۳.
- ۸- علیزاده، امین، ۱۳۸۱، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشار آستان قدس.
- ۹- کاویانی، محمدرضا و عساکره، حسین، ۱۳۸۴، بررسی آماری روند بلند مدت بارش سالانه‌ی اصفهان، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، شماره ۱، صص ۱۶۲-۱۴۳.
- 10- Lu, Aigang, Yuanqing, He, Zhang, Zhonglin, Pang, Hongxi and Gu, Juan, (2004), Regional structure of global warming across China during the twentieth century, *Climate Research*, 27, 189-195.
- 11- Aland. Z, (2005), Detection time for plausible changes in annual precipitation, evapotranspiration and stream flow in three Mississippi river sub-basins, *Climate change*, 72: 17-36.
- 12- Chrysoulakis.N, Proedrou, M. and Cartalis, C., 2001, Variations and trends in annual and seasonal means of perceptible water in Greece as deduced from Radiosonde measurements, *Toxicological and Environmental Chemistry*, 84, 1 - 6.
- 13- Ghahraman.B, (2006), Time trend in the mean annual temperature of Iran, *Turk J Agric*, 30, 439-448.
- 14- Goossens Ch and Berger A. 1986. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. *Annales Geophysicae*, 4B: 385-400.

- 15- Fraedrich, K., Gerstengarbe, F.-W. and Werner, P. C., 2001, Climate shifts during the last century, *Climate change* 50: 405–417.
- 16- Hasanean, H. M., 2001, Fluctuations of surface air temperature in the Eastern Mediterranean, *Theor. Appl. Climatol*, 68, 75-87.
- 17- Pao, Shan Yu , Hung-Wei Tsenga and Shien-Tsung Chena , (2002) , Impact of Climate Change on Resources in Sourthern Taiwan , *Journal of Hydrology* , 260 , 161- 175 .
- 18- Partal, T. and Kahya, E., 2006. Trend analysis in Turkey precipitation data. *Hydrologic Processes* 20, 2011–2026.
- 19- Mirza, M. Q., Warrick, R. A., Ericksen, N. J. and Kenny, G. J., 1998, Trends and persistence in precipitation in the Ganges, Brahmaputra and Meghna river basins, *Hydrological Sciences-Journal- des Sciences Hydrologiques*, 43(6), 845- 858.
- 20- Serrano, A., Mateos, V.L., and Garcia, J.A., (1999). Trend Analysis of Monthly Precipitation Over the Iberian Peninsula for the Period 1921-1995. *phys. Chem. EARTH(B)*, VOL.24, NO. 1-2:85-90.
- 21- Sneyers R. 1975. Sur l’analyse statistique des series d’observations. OMM Publication No.415, Note technique 143. OMM: World Meteorological Organization (WMO) Geneva & Switzerland; 192.
- 22- Zhao. Fangfang, Xu Zongxue and Hung, Junxiong , (2007), Long-term trend and abrupt change for major climate variables in the upper yellow river basin, *ACTA METEOROLOGICA SINICA*, 21, 204 – 214.
- 23- ZHOU, Yue, LU, Xixi, HUANG, Ying and ZHU, Yunmei, (2004), Anthropogenic impacts on the sediment flux in the dry-hot valleys of southwest china—an example of the Longchuan river, *Journal of mountain science*, 1, 239-249.
- 24- Xue, Zuo, Liu, Paul J. and Ge, Qian, 2011, Changes in hydrology and sediment delivery of the Mekong River in the last 50 years: connection to damming, monsoon, and ENSO, *Earth Surf. Process. Landforms*, 36, 296–308.