

بررسی عدم قطعیت روش‌های آشکارسازی تغییرات اقلیم در متغیرهای دما (مطالعه موردی حوضه کرخه)

علی نظر صیدی

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

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۲/۱۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۹/۰۹

چکیده

در این تحقیق به بررسی عدم قطعیت مدل‌های اقلیمی و هیدرولوژی بر پارامترهای دمای سالانه دمای حداکثر و دمای حداقل در ایستگاه‌های حوضه کرخه پرداخته شده است. در این رابطه دوره آماری ۴۱ ساله (۱۳۹۰-۱۳۵۰)، ۱۱ ایستگاه حوضه کرخه مورد بررسی قرار گرفته است. ابتدا با استفاده از مدل‌های پارامتری و ناپارامتری اقلیمی، آشکارسازی روند تغییرات اقلیمی متغیرهای سالانه دما، دمای حداکثر، دمای حداقل ایستگاه‌ها انجام گرفته است. نتایج آشکارسازی مدل‌های پارامتری و ناپارامتری میانگین سالانه دما نشان می‌دهد که روند تغییرات اکثر ایستگاه‌ها ۸۲ درصد آن‌ها افزایشی بوده است. در این میان ایستگاه‌های جنوبی (پایین دست) حوضه در سطح یک درصد روند صعودی بیشتری به نسبت بخش‌های دیگر کرخه دارد. روند مثبت معنی‌داری دمای حداکثر برخلاف روند میانگین دما در بخش‌های شمالی حوضه گستردگی بیشتری از بخش جنوبی داشته است. شدیدترین روند افزایشی معنی‌داری دمای حداقل حوضه کرخه در ایستگاه اهواز با مدل‌های من‌کنندال، سن، اسپیرمن و رگرسیون خطی در سطح یک درصد و تست PW در سطح ۱۰ درصد بوده است. این روند افزایشی و کاهش معنی‌داری در برخی از متغیرهای دما، در ایستگاه‌ها با مدل‌های بکار گرفته شده متفاوت می‌باشد. در مجموع کارآیی آزمون‌های فوق در تغییر متغیرهای دما تطابق نداشته که خود نشان‌دهنده وجود عدم قطعیت در خروجی‌های این مدل‌هاست.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، مدل‌های پارامتریک و ناپارامتریک، آشکارسازی، عدم قطعیت، متغیرهای دما، حوضه کرخه.

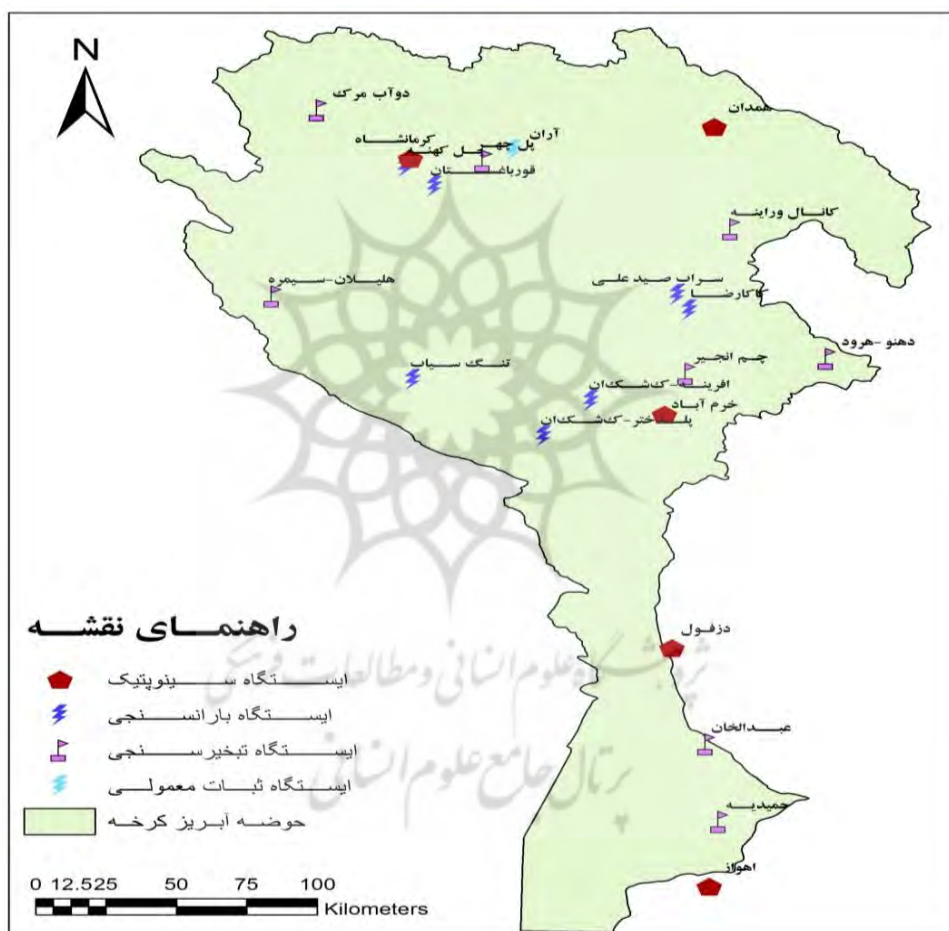
مقدمه

آشکارسازی از نظر آماری، فرآیندی است برای نمایان ساختن تغییرات معنی‌داری که نتوان آن‌ها را به تغییرات طبیعی مربوط دانست (IPCC, 2001). تغییر اقلیم یکی از از معضلات کنونی جامعه بشری است و تهدید و بلایی برای سیاره زمین به شمار می‌آید. دما از محسوس‌ترین عناصر اقلیمی هستند که ارتباط تنگاتنگی با سایر عناصر اقلیمی دارند و تغییرات آن باعث یک سلسله واکنش‌های زنجیره‌ای زیست محیطی دامنه دار می‌شود (زابل عباسی و همکاران، ۱۳۸۶). تقریباً میتوان گفت که تمامی فرضیه‌های مرتبط با تغییر اقلیم، یکی از مهمترین بحث‌های خود را در رابطه با مقدار یا پراکنش گرما و سرمای جو زمین قرار داده‌اند (برائیان، ۱۳۷۷: ۴۹) هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم (۲۰۰۷) میزان افزایش دما در طی ۱۰۰ سال (۱۹۰۶ - ۲۰۰۵) را به طور متوسط ۰/۷۴ درجه سانتی‌گراد اعلام کرده است. سو و همکاران (۲۰۰۶) روند دما و بارش فرین در حوضه رودخانه یانگ تسه چین را طی سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۲ بر اساس داده‌های ۱۰۸ ایستگاه هواشناسی بررسی کردند. دل ریو و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی تغییرات دمایی اسپانیا در دوره (۲۰۰۶ - ۱۹۶۱) از روش‌های رگرسیون خطی و من‌کنندال برای روند سالیانه، ۰/۱ تا ۰/۲ درجه سانتی‌گراد افزایش در هر دهه مشاهده نمودند. ماتر و همکاران (۲۰۱۰) نوسانات در سری‌های زمانی هیدرواقلمی (دما، بارندگی و جریان) را برای سه نوع رژیم اقلیمی در طول قرن بیستم برای دو ایستگاه واقع در بالادست رودخانه کلرادو آمریکا بررسی نمودند. در این تحقیق محققان اذعان داشتند که تفاوت ایجاد شده در الگوهای متغیرهای هیدرواقلمی در هر رژیم اقلیمی، نشانه‌هایی از افزایش فعالیت بشر و تاثیر آن بر تغییر رفتار این الگوها دارد. سانتر و همکاران (۱۹۹۶: ۴۴) پنج عامل غلظت گازهای گلخانه‌ای، میزان ازن در استراتوسفر، افشانه‌ها در تروپوسفر، افشانه‌ها در استراتوسفر و فعالیت‌های خورشیدی (لکه‌های خورشیدی) را در تغییرات درجه حرارت‌های مشاهده شده در قرن اخیر و دهه‌های پیش مؤثر دانستند. اما بسیاری از محققین و مؤسسات تحقیقاتی بر سهم بیشتر گازهای گلخانه‌ای در تغییرات اقلیمی دما تاکید دارند (فولوند، ۱۹۹۲: ۱۰۱). در بخش‌های گوناگون ایران نیز تحقیقات متعددی در زمینه آشکارسازی تغییر اقلیم صورت گرفته است (عساکره، ۱۳۸۴؛ رضایی و همکاران، ۲۰۰۵؛ حجام و همکاران (۱۳۸۶)؛ صبحی و سلطانی (۱۳۸۶)؛ سهرابی و همکاران (۱۳۸۷)؛ مدرس و سیلوا (۲۰۰۷)؛ طبری و همکاران (۲۰۱۰)؛ مدرس و و سرحدی (۲۰۰۹)، جهان‌دیده و شیروانی (۱۳۹۱)؛ فلاح و همکاران (۲۰۱۲). تحقیقات صورت گرفته طبری و همکاران (۲۰۱۱) تغییرات معنی‌دار متغیرهای اقلیمی را در ایستگاه‌های واقع در نیمه غربی ایران را نشان داد. در این راستا از آزمون‌های گوناگون آماری نظیر رگرسیون خطی، مان-کنندال، مان-ویتنی و پریوتینگ استفاده شد. در تحقیق دیگری، بررسی روند تغییرات مقادیر حدی دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه طی دوره ۴۰ ساله در بیشتر اقلیم‌های ایران، روند مثبت معنی‌داری را در مقادیر حدی دما، به خصوص دمای حداقل نشان داد (ورشایان و همکاران، ۱۳۹۰). تحقیقات فتحیان و مرید (۱۳۹۱) مبنی بر بررسی روند متغیرهای اقلیمی حوضه دریاچه ارومیه با استفاده از روش‌های ناپارامتری، نشان از افزایش معنی‌دار روند دما در سطح حوضه دارد. در مقالاتی دیگر از ظهرابی و همکاران (۱۳۹۰) و یزدانی و همکاران (۱۳۹۰) با روش‌های چندگانه من‌کنندال و انحراف معیار به بررسی روند آشکارسازی تغییرات اقلیمی و نسبت آن به افزایش گازهای گلخانه‌ای پرداخته شده است. در این تحقیق تلاش شده است ضمن بررسی

تغییرات آشکارسازی با روش‌های مختلف و محاسبه آن‌ها برای حوضه کرخه، با تجزیه و تحلیل گرافها و نتایج بدست آمده از روش‌ها، عدم قطعیت مربوط روش‌های پارامتری و ناپارامتری را در پدیده تغییر اقلیم بر دمای حوضه کرخه در دوره مورد مطالعه مقایسه و ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

حوضه کرخه از نظر مشخصات جغرافیایی بین ۴۶ درجه و ۵ دقیقه الی ۴۹ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۸ دقیقه الی ۳۴ درجه و ۵۶ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. مساحت این حوضه در داخل ایران ۵۰۷۶۸ کیلومتر مربع می‌باشد. میزان دمای میانگین سالانه در حوضه از ۱۳.۴ درجه سانتیگراد برای قسمت‌های شمالی حوضه تا ۲۵ درجه سانتیگراد برای قسمت‌های جنوبی آن متغیر است.



شکل شماره ۱ محدوده ایستگاه‌های مورد مطالعه حوضه کرخه منبع: نگارندگان

داده‌های مورد نیاز در این تحقیق شامل سری‌های دما به ترتیب میانگین دمای سالانه، دمای حداکثر و حداقل ایستگاه‌های مختلف حوضه که از سازمان تحقیقات منابع آب ایران و سازمان هواشناسی کشور تهیه شده است. دما از مهمترین پارامترهای اقلیم‌شناسی می‌باشند. به منظور انجام این تحقیق، برای بدست آوردن آمار و بازسازی آن‌ها از نرم افزارهای SPSS و EXCEL استفاده شده است. طول دوره آماری بکار رفته در مطالعه ایستگاه‌های کرخه ۴۱ ساله (۱۹۷۰-۲۰۱۰) می‌باشد.

جدول ۱-۱- نام و نوع ایستگاه‌های مورد مطالعه در حوضه آبریز کرخه

ایستگاه	نام رودخانه	موقعیت جغرافیایی (عرض*طول)	ارتفاع از سطح دریا (m)	نوع ایستگاه
کرمانشاه	-	۳۸° ۰۵' - ۴۶° ۱۷'	۱۳۱۸/۶	سینوپتیک
همدان	-	۳۸° ۲۶' - ۴۷° ۰۴'	۱۷۴۱/۵	سینوپتیک
خرم‌آباد	-	۳۸° ۴۵' - ۴۵° ۴۰'	۱۱۴۷/۸	سینوپتیک
اهواز	-	۳۸° ۰۵' - ۴۴° ۳۶'	۲۲/۵	سینوپتیک
دزفول	-	۳۷° ۲۰' - ۴۷° ۴۳'	۱۴۳	سینوپتیک
چم انجیر	خرم‌آباد	۳۳° ۵۰' - ۴۸° ۱۵'	۱۱۴۰	تبخیرسنجی
عبدلخان	کرخه	۳۱° ۳۰' - ۴۸° ۴۰'	۴۰	تبخیرسنجی
حمیدیه	کرخه	۳۱° ۲۹' - ۴۸° ۸'	۲۲	تبخیرسنجی
کانال وراینه	گاماسیاب	۳۴° ۵۶' - ۴۸° ۲۴'	۱۷۶۰	تبخیرسنجی
پل چهر	گاماسیاب	۳۴° ۲۱' - ۴۷° ۲۶'	۱۲۸۰	تبخیرسنجی
مرک-دوآب	قره‌سو	۳۴° ۳۳' - ۴۶° ۴۷'	۱۳۱۰	تبخیرسنجی

منبع: یافته‌های پژوهش

روش‌های تجزیه و تحلیل

آزمون‌های تعیین روند به دو نوع تقسیم بندی می‌شوند که عبارتند از: ۱- روش پارامتریک و ۲- روش ناپارامتریک یا خطی.

آزمون من-کندال (MK)

آزمون من-کندال یکی از متداول ترین روش‌های ناپارامتری تحلیل روند سری‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی به شمار می‌رود. آماره این آزمون توسط یکی از روابط زیر تعیین می‌گردد:

رابطه (۱)

که در آن x_i و x_j مقدار داده‌های متوالی سری زمانی برای $i, j \in N$ و $i, j \in N$ است، N طول دوره آماری و

$\text{sgn}(\tau) \equiv \text{sgn}(x_j - x_i)$ تابع علامت با نشانگر τ است که به شکل زیر تعیین می‌شود:

$$\text{sgn}(\tau) \equiv \begin{cases} 1 & \text{if } \tau > 0 \\ 0 & \text{if } \tau = 0 \\ -1 & \text{if } \tau < 0 \end{cases} \quad \text{رابطه (۲)}$$

مقدار مثبت یا منفی S نشان‌دهنده روند افزایشی یا کاهش می‌باشد. برای $N \rightarrow \infty$ Mann N (۱۹۴۵) و Kendall (۱۹۷۵) ثابت نمودند اگر فرض نبودن روند صحیح باشد در آن صورت S تقریباً بصورت نرمال توزیع شده است و میانگین و انحراف معیار آن برابر:

$$E(S) \equiv 0$$

$$\text{Var}(S) \equiv \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در ادامه آماره استاندارد شده Z نشان داده در رابطه زیر نیز از توزیع نرمال پیروی می‌کند:

$$z \equiv \begin{cases} S / \sqrt{\text{Var}(S)} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ -S / \sqrt{\text{Var}(S)} & S < 0 \end{cases} \quad \text{رابطه (۴)}$$

آزمون رتبه‌ای من کندال (Z)

در این آزمون، آماره Z بزرگتر از ۹۶.۱ و ۵۸.۲ به ترتیب نشان‌دهنده روند معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد می باشد.

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

در رابطه (۱) t آمار کندال و p مجموع تعداد رتبه‌های بزرگتر از ردیف ni است. میزان p از رابطه زیر به دست می‌آیند (Kendal, 1973) (رابطه دوم):

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

در رابطه (۲) n معرف تعداد کل سالهای آماری مورد استفاده است. به منظور سنجش معنی دار بودن آماره t از رابطه زیر استفاده می‌شود (رابطه سوم):

$$(T)_t = \pm \operatorname{tg} \sqrt{\frac{4n+10}{9n(n-1)}}$$

tg برابر با مقدار بحرانی نمره نرمال یا استاندارد Z با سطح احتمال آزمون است (جهانبخش، ۱۳۸۴: ۱۲۵ - ۱۰۴).

آزمون سن (Q)

این آزمون در هنگام وجود داده‌های گمشده، به راحتی قابل استفاده می‌باشد (بوزا دینو و همکاران، ۲۰۰۸). لازم به ذکر است که برای محاسبه آماره‌های آزمون‌های من-کندال و سن، از نرم افزار MAKESENS استفاده گردید (سلمی و همکاران، ۲۰۰۲).

بررسی همبستگی سریالی با استفاده از تست Pre-whitening (pw)

این همبستگی را اصطلاحاً همبستگی سریال یا همبستگی درونی گویند. در آنالیز سری‌های زمانی وجود همبستگی سریالی تاثیر زیادی بر نتایج آزمون روند دارد. گام‌های اصلی برای انجام دادن این روش به شرح زیر است.

۱- ابتدا ضریب خود همبستگی مرتبه یک (r_1) را برای n داده محاسبه می‌نماییم. همبستگی مقادیر دما و بارش هر سال با سال قبل از آن گام زمانی یک است. ضریب خود همبستگی مرتبه یک (r_1) از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$r_1 \cong \frac{\left\{ \prod_{i=1}^{n-1} (x_i - \bar{x})(x_{i+1} - \bar{x}) \right\}}{\prod_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{رابطه (۱)}$$

اگر سری زمانی داده‌ها بصورت تصادفی توزیع شده باشند در آن صورت میانگین و انحراف معیار (r_1) از روابط زیر بدست می‌آید:

$$E(r_1) \cong 0 \quad 1/n$$

$$\operatorname{Var}(r_1) \cong (n^3 - 3n^2 - 4) / [n^2 - 1] \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$Z \cong |r_1 - E(r_1)| / \sqrt{\operatorname{Var}(r_1)}^{0.5}$$

۲- در ادامه آماره استاندارد شده Z نشان داده شده را محاسبه و نسبت به مقدار بحرانی آماره Z که از جدول نرمال در سطوح معنی داری δ_L بدست می‌آید، مقایسه می‌شود. ۳- در غیر اینصورت آزمون تعیین روند بوسیله سری زمانی PW شده به شکل زیر انجام می‌شود:

$$X_t \equiv x_2 \ 0 \ r_1 x_n, x_3 \ 0 \ r_1 x_2, \dots, x_{n-1} \ 0 \ r_1 x_n \quad \text{رابطه (۳)}$$

آنالیز انحراف از استاندارد (Std)

در این روش بعد از استخراج سری‌های دما و بارش سالانه در هر ایستگاه، انحراف از استاندارد (Std) این سری، برای هر سال St_{Di} مطابق رابطه زیر بدست می‌آید.

$$St_{Di} \equiv \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن:

X_i : مقادیر متغیر آبدهی در هر سال

\bar{X} : متوسط سری زمانی مقادیر دما و بارش سالانه در طول دوره آماری

σ : انحراف معیار سری زمانی آبدهی سالانه در طول دوره آماری

در ادامه St_{Di} بدست آمده در هر سال و برای هر ایستگاه نسبت به طول دوره آماری رسم می‌شود. این آنالیز نوسانات یا تغییرات رخ داده در سری‌های زمانی مختلف آبدهی نسبت به متوسط را نشان می‌دهد.

آزمون (t- استیودنت)

این آزمون برای بررسی معنی داری میانگین در دو دوره مختلف به کار می‌رود. در این آزمون با این فرض که داده‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کنند، آماره t - استیودنت از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$t \equiv \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{S \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{m}}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن:

\bar{X} و \bar{Y} : به ترتیب میانگین اولین و دومین دوره تقسیم بندی شده

n و m : تعداد داده‌های اولین و دومین دوره تقسیم بندی شده

S : انحراف معیار داده‌ها در کل طول دوره آماری

آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن (SRC)

این آزمون بر اساس ضریب همبستگی رتبه‌های اسپیرمن، dahmen and hall (۱۹۹۰) تعریف شده است: فرضیه صفر توسط این فرمول محاسبه می‌شود:

رابطه (۱)

$$T_{src} = r_{src} [(N - 2) / ((1 - r_{src}^2))]^{1/5}$$

در سطح معنی داری α ، سری‌های زمانی اگر بصورت زیر باشد هیچ رابطه‌ای ندارند.

$$t_{v, \alpha/2} < T_{src} < t_{v, 1-\alpha/2}$$

تحلیل رگرسیون

بر اساس اصل حداقل مربعات، یک مدل رگرسیون خطی با زمان مطابق رابطه زیر بر سری زمانی داده‌های دبی برازش داده شد و با استفاده از همبستگی پیرسون، معنی دار بودن شیب آن در سطوح اطمینان 95 و 99 درصد مورد ارزیابی قرار گرفت:

$$Y = a + bX$$

در این رابطه، Y متغیر، X زمان بر حسب سال یا ماه یا هر مقیاس زمانی دیگر، a عدد ثابت و b شیب خط رگرسیون هستند.

نتایج و بحث

آشکارسازی تغییرات اقلیمی در پارامترهای دما

روند تغییرات دمای میانگین سالانه

با توجه به جدول شماره ۲ روند تغییرات دمای سالانه ایستگاه‌ها افزایشی بوده و روند کاهشی معنی‌داری در بین ایستگاه‌ها مشخص نگردیده است. ایستگاه‌های حمیدیه و پل چهر با آزمون‌های من کندال، اسپیرمن، رگرسیون خطی و PW در سطح اطمینان یک درصد روند افزایشی معنی‌داری دارند. تنها با مدل سن روندی نشان نمی‌دهد. همدان در شمال حوضه کرخه با مدل‌های من کندال، اسپیرمن، سن، و رگرسیون در سطح یک درصد و PW در سطح ۵ درصد روند مثبت معنی‌داری بخود اختصاص داده است. شدیدترین روند افزایشی معنی‌داری دمای میانگین سالانه در سطح اطمینان (یک درصد) با تمامی آزمون‌ها در ایستگاه‌های اهواز، کرمانشاه و دزفول مورد تأیید قرار گرفته است. در ایستگاه خرم آباد فقط آزمون PW روند صعودی دما در سطح یک درصد را نشان می‌دهد. عبدالخان در سطح اطمینان ۵ درصد با مدل‌های من کندال، اسپیرمن و رگرسیون خطی روند افزایشی معنی‌داری داشته در صورتیکه با روش‌های PW و سن روندی ندارند. همچنین ایستگاه مرک دو آب با روش‌های من کندال و اسپیرمن در سطح ۵ درصد روند مثبت معنی‌داری را نشان می‌دهد در حالیکه با سایر آزمون‌های بکار رفته در جدول فاقد روند مشخصی است در ایستگاه‌های چم انجیر و کانال وارینه با مدل‌های بکار رفته روندی نشان نمی‌دهند (جدول شماره ۲). نتایج آزمون (t استیودنت) بین دو میانگین (۱۳۶۹ - ۱۳۵۰) و بعد از آن (۱۳۹۰ - ۱۳۷۰) در سری زمانی دمای میانگین سالانه حاکی از افزایش معنی‌داری ایستگاه‌های کرمانشاه، اهواز، حمیدیه و دزفول در سطح یک درصد، همدان و پل چهر در سطح ۵ درصد است. سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه با این مدل روندی نشان نداده‌اند. نتایج مدل TFPW برای ایستگاه‌های مختلف حوضه در سه دوره زمانی (۲۰ - ۳۰ - ۴۰ سال)، قبل از پرویت کردن (private) کردن صورت گرفته است که نتایج آن روند آشکارسازی معنی‌دار ایستگاه‌های چم انجیر در دوره ۲۰ و ۳۰ ساله، پل چهر در سه بازه زمانی، کرمانشاه دوره زمانی ۳۰ و ۴۰ ساله، همدان دوره ۴۰ ساله، خرم آباد و اهواز در هر سه دوره زمانی و دزفول در مقطع زمانی ۳۰ و ۴۰ سال است. نتایج آنالیز انحراف استاندارد دمای میانگین سالانه ایستگاه‌های حوضه کرخه بیان می‌دارد که بیشتر روند افزایش معنی‌داری داشته و فقط ایستگاه‌های چم انجیر، مرک دو آب و خرم آباد فاقد روند مهمی می‌باشند (شکل شماره ۲). نتایج نمودار رتبه‌ای من کندال برای ایستگاه‌های

مورد مطالعه روند افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد که آغاز این افزایش در بعضی ایستگاه‌ها ۱۳۶۵ به بعد بوده است (شکل شماره ۳).

روند تغییرات دمای حداکثر

با توجه به نتایج جدول شماره ۳، روند تغییرات دمای حداکثر اکثر ایستگاه‌های مورد بررسی افزایشی می‌باشد. دمای حداکثر حمیدیه و پل چهر با آزمون‌های مختلف شامل (رگرسیون خطی، اسپیرمن، من کندال و PW) در سطح اطمینان یک درصد روند افزایشی را نشان می‌دهند. در حالیکه با آزمون سن روندی ندارند. ایستگاه کانال وارینه با مدل‌های من کندال، اسپیرمن، رگرسیون خطی در سطح ۵ درصد روند مثبت معنی‌داری بخود اختصاص داده است. ولی با آزمون سن و PW فاقد روند می‌باشد. ایستگاه کرمانشاه با مدل‌های اسپیرمن و رگرسیون خطی در سطح ۵ درصد و با روش‌های من کندال و سن در سطح ۱۰ درصد روند افزایشی دارد. آزمون PW برای این ایستگاه روندی را نمایش نمی‌دهد. تست اسپیرمن در سطح ۵ درصد در همدان و ۱۰ درصد برای خرم‌آباد روند صعودی معنی‌دار را تأیید می‌کند سایر مدل‌ها روند برای دمای حداکثر ایستگاه‌ها نشان نمی‌دهند. نتایج آزمون (t استیودنت) بین دو میانگین (۱۳۶۹ - ۱۳۵۰) و بعد از آن (۱۳۹۰ - ۱۳۷۰) در سری زمانی دمای حداکثر ایستگاه‌های حوضه، شدیدترین افزایش معنی‌داری میانگین دوره دوم را در حمیدیه، پل چهر و کرمانشاه در سطح یک درصد نشان می‌دهد. فقط ایستگاه چم انجیر با این مدل در سطح ۱۰ درصد روند کاهشی در طول میانگین دوره دوم را بخود اختصاص داده است. در سایر ایستگاه‌ها این مدل روندی را ثبت نمی‌کند (جدول شماره ۳). نتایج مدل TFPW برای ایستگاه‌های مختلف حوضه در سه دوره زمانی (۲۰ - ۳۰ - ۴۰ سال)، قبل از پرویت کردن (private) کردن صورت گرفته است که نتایج آن روند آشکارسازی معنی‌دار ایستگاه‌های پل چهر در دوره زمانی ۳۰ و ۴۰ سال، چم انجیر و عبدالخان ۴۰ سال و اهواز ۲۰ ساله را تأیید می‌کند. نتایج آنالیز انحراف استاندارد در ایستگاه‌های اهواز و دزفول فاقد روند است اما سایر ایستگاه‌ها افزایشی یا رو به افزایش می‌باشند (شکل شماره ۴). نمودار رتبه‌ای من کندال برای ایستگاه چم انجیر تا سال ۱۳۸۳ روندی را نمایش نمی‌دهد و بعد از آن روند کاهشی شروع شده است. در ایستگاه‌های حمیدیه، کانال وارینه، پل چهر و اهواز روند افزایشی را نمایش می‌دهد و در عبدالخان، مرک دو آب، کرمانشاه، همدان، خرم‌آباد و دزفول روندی نشان داده نمی‌شود (شکل شماره ۵).

روند تغییرات دمای حداقل

با توجه به جدول ۴، شدیدترین روند افزایشی دمای حداقل حوضه کرخه را ایستگاه اهواز در سطح یک درصد با آزمون‌های من کندال، سن، اسپیرمن و رگرسیون خطی بخود اختصاص داده است. بعلاوه با آزمون PW در سطح ۱۰ درصد نیز روند صعودی داشته است. ایستگاه‌های پل چهر، حمیدیه، مرک دو آب و خرم‌آباد با آزمون PW در سطح ۵ درصد روند افزایشی دارند و با سایر مدل‌ها روندی نشان نمی‌دهند. کرمانشاه با روش‌های من کندال و رگرسیون در سطح ۵ درصد و با مدل‌های سن و اسپیرمن در سطح ۱۰ درصد روند مثبت معنی‌داری داشته است در حالیکه با سایر آزمون‌ها روندی ندارد. ایستگاه‌های همدان و دزفول به ترتیب با آزمون‌های PW در سطح ۱۰ درصد و اسپیرمن ۵ درصد روند صعودی داشته اند و با سایر آزمون‌ها روندی ندارند (جدول شماره ۴). نتایج آزمون (t استیودنت)

بین دو میانگین (۱۳۶۹ - ۱۳۵۰) و بعد از آن (۱۳۹۰ - ۱۳۷۰) در سری زمانی دمای حداقل ایستگاه‌های حوضه، دو ایستگاه اهواز و دزفول از روند افزایش معنی‌داری میانگین دوره دوم در سطح یک درصد برخوردار بوده‌اند در صورتیکه سایر ایستگاه‌ها با این مدل روند مهمی ندارند. نتایج مدل TFPW برای ایستگاه‌های مختلف حوضه در سه دوره زمانی (۲۰ - ۳۰ - ۴۰ سال)، قبل از پرویت کردن (private) کردن صورت گرفته است که نتایج آن روند آشکارسازی معنی‌دار ایستگاه‌های چم انجیر بازه زمانی ۲۰ و ۳۰ سال، پل چهر و مرک دو آب سه دوره زمانی، همدان، خرم آباد و اهواز دوره زمانی ۴۰ سال، را نشان می‌دهد و ادر ایستگاه‌های عبدالخان، حمیدیه، کانال وارینه، کرمانشاه و دزفول با این مدل روندی نشان داده نمی‌شود. نتایج آنالیز انحراف استاندارد ایستگاه‌های کانال وارینه، پل چهر، کرمانشاه، اهواز و دزفول افزایشی است. فقط ایستگاه مرک دو آب با نمودار روند کاهشی نشان می‌دهد (شکل شماره ۶). نمودار رتبه‌ای من کندال برای ایستگاه‌های عبدالخان از سال ۱۳۷۳ به بعد، اهواز از سال ۱۳۵۴ روند افزایشی را مشخص می‌کند. تنها در ایستگاه مرک دو آب از سال ۱۳۶۸ به بعد روند کاهشی را تأیید می‌کند و در سایر ایستگاه روند مهمی را نمایش نمی‌دهد (شکل شماره ۷).

عدم قطعیت مدل‌های اقلیمی

در این تحقیق به بررسی عدم قطعیت مدل‌های اقلیمی و هیدرولوژی بر پارمترهای دمای میانگین سالانه، دمای حداکثر و دمای حداقل در ایستگاه‌های حوضه کرخه پرداخته شده است. آزمون‌های من کندال، اسپیرمن، رگرسیون خطی و PW در ایستگاه‌های حمیدیه و پل چهر روند افزایشی میانگین دمای سالانه را نشان می‌دهند ولی مدل سن روندی را تشخیص نداده است. ایستگاه خرم آباد فقط با آزمون PW روند صعودی را تجربه کرده است در حالیکه با سایر مدل‌ها روند خاصی دیده نشده است. در ایستگاه عبدالخان با تست‌های من کندال، اسپیرمن و رگرسیون خطی روند افزایشی منتج شده است ولی مدل‌های PW و سن در این ایستگاه فاقد روند می‌باشند. ایستگاه مرک دو آب با روش‌های من کندال و اسپیرمن روند افزایشی داشته است اما سایر آزمون‌های جدول شماره ۹ روندی را معین نکرده‌اند. نتایج مدل t برای دو ایستگاه عبدالخان و مرک دو آب علی‌رغم اینکه با تعدادی از آزمون‌های قبلی روند افزایشی را نشان می‌دادند، بدون روند است در سایر ایستگاه‌ها روند مهمی تشخیص نداده است. نتایج مدل TFPW تغییرات آشکارسازی را در ایستگاه‌های چم انجیر، پل چهر، کرمانشاه، همدان ۴۰ سال، خرم آباد و اهواز تأیید می‌کند در صورتیکه ایستگاه‌های حمیدیه، عبدالخان و مرک دو آب علی‌رغم واکنش افزایشی به بعضی مدل‌ها با این آزمون روندی نداشته‌اند. نتایج آنالیز انحراف استاندارد یک عدم انطباق در خروجی را برای ایستگاه‌های چم انجیر، خرم آباد و مرک دو آب تشخیص داده است بدین ترتیب که برخلاف معنی‌دار بودن آن‌ها با مدل‌های دیگر در این ایستگاه‌ها روندی بوجود نیامده است.

روند تغییرات دمای حداکثر برای ایستگاه‌های حمیدیه و پل چهر با مدل‌های (رگرسیون خطی، اسپیرمن، من کندال و PW در سطح یک درصد افزایشی می‌باشد در حالیکه با آزمون سن روندی در دو ایستگاه بوجود نیامده است. کانال وارینه با آزمون‌های مختلف جدول شماره ۳ روند مثبت داشته است ولی روش‌های سن و PW روند مهمی را تشخیص نداده‌اند و در حقیقت یک نوع عدم انطباق در خروجی مدل‌ها بوجود آمده است. در ایستگاه کرمانشاه با مدل‌های اسپیرمن و رگرسیون خطی در سطح ۵ و من کندال و سن ۱۰ درصد روند صعودی وجود داشته است اما با

تست PW فاقد روند است. برای ایستگاه‌های همدان و خرم آباد تنها مدل اسپیرمن روند افزایش دمای حداکثر را ثبت کرده است درحالیکه سایر آزمون‌ها هیچ گونه روندی را نشان نمی‌دهند. نتایج مدل t برای ایستگاه‌های حمیدیه، پل چهر، کرمانشاه و چم انجیر روند افزایشی را تأیید می‌کند و برای سایر ایستگاه‌ها روند خاصی را تشخیص نمی‌دهد. نتایج مدل TFPW برای آشکارسازی داده‌های نرمال دمای حداکثر، در ایستگاه‌های پل چهر، چم انجیر، اهواز و عبدالخان در دوره‌های زمانی مختلف این روند را نشان می‌دهد در صورتیکه با آزمون‌های مختلف دو ایستگاه اهواز و عبدالخان روندی نداشته‌اند. اما نتایج آنالیز انحراف استاندارد برای ایستگاه‌های اهواز و دزفول فاقد روند است. نتایج عدم قطعیت مدل‌ها یک نوع اختلاف عمده در آشکارسازی ایستگاه‌ها را بوجود آورده است. نمودار رتبه‌ای من کندال برای ایستگاه‌های عبدالخان، مرک دو آب، کرمانشاه، همدان، خرم آباد و دزفول که با مدل‌های قبلی روند معنی‌دار داشته‌اند، روندی نمایش نمی‌دهد. ایستگاه اهواز با این مدل روند افزایشی دارد. تفاوت در خروجی مدل‌ها موجب عدم قطعیت اکثر مدل‌ها شده است.

نتایج تغییرات دمای حداقل برای ایستگاه اهواز با مدل‌های مختلف روند افزایشی در سطح یک درصد دارد فقط آزمون PW در سطح ۱۰ درصد این روند را نشان می‌دهد. ایستگاه‌های پل چهر، حمیدیه، مرک دو آب و خرم آباد تنها با آزمون PW روند افزایشی در سطح ۵ درصد دارند در صورتیکه خروجی سایر مدل‌ها روندی را نشان نمی‌دهد. ایستگاه کرمانشاه در سطوح ۵ و ۱۰ درصد با نتایج روش‌های جدول شماره ۱۲ نتیجه افزایش داشته است در صورتیکه آزمون PW در این ایستگاه فاقد روند خاصی است. ایستگاه‌های همدان و دزفول به ترتیب با روش‌های PW واسپیرمن واکنش مثبت دارند این در حالی است که خروجی سایر مدل‌ها روندی را برای این ایستگاه‌ها معین نمی‌کند. ایستگاه دزفول و اهواز با مدل t در سطح یک درصد روند صعودی نشان می‌دهند ولی سایر ایستگاه‌ها این روش نتیجه‌ای بهمراه ندارد. این یک نوع عدم انطباق در خروجی مدل t با سایر مدل‌ها را نشان می‌دهد که برای بیشتر ایستگاه‌ها روند صعودی را تشخیص داده‌اند. نتایج مدل TFPW برای ایستگاه چم انجیر در دوره زمانی ۲۰ و ۳۰ سال آشکارسازی در داده‌ها انجام داده است در حالیکه با مدل‌های جدول شماره ۴ فاقد روند بوده است و همچنین برای ایستگاه‌های کرمانشاه، دزفول و حمیدیه روندی را معین نکرده است. نتایج آنالیز انحراف استاندارد در ایستگاه‌های کانال وارینه، پل چهر، کرمانشاه، اهواز و دزفول روند افزایشی نشان می‌دهد در حالیکه با این مدل ایستگاه مرک دو آب روند کاهشی دارد و سایر ایستگاه‌ها فاقد روند می‌باشند که در خروجی این مدل تفاوت‌های هم از نظر روند و هم تعداد ایستگاه وجود دارد. مثلاً ایستگاه کنال وارینه با هیچ یک از مدل‌ها روندی را نشان نداده است درحالیکه با این روش روند افزایشی داشته است. نمودار رتبه‌ای من کندال برای ایستگاه‌های عبدالخان از سال ۱۳۷۳ و اعواز ۱۳۵۴ روند صعودی را نمایش داده است در صورتیکه برای سایر ایستگاه‌ها روند افزایشی ندارد و فاقد روند بوده است و البته در ایستگاه مرک دو آب روند کاهشی را تأیید می‌کند. در مجموع نتایج خروجی‌ها با مدل‌های مختلف موجب عدم قطعیت مدل‌ها در نتیجه دمای حداقل ایستگاه‌های حوضه کرخه شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج مدل‌های پارامتری و ناپارامتری میانگین سالانه دما نشان می‌دهد که روند تغییرات اکثر ایستگاه‌ها (۹ ایستگاه) ۸۲ درصد افزایشی بوده است. روند افزایشی معنی‌دار میانگین دما در اکثر نواحی حوضه وجود داشته است. در این

میان ایستگاه‌های جنوبی (پایین دست) حوضه در سطح یک درصد روند صعودی بیشتری به نسبت بخش‌های دیگر کرخه دارد. بگونه‌ای که این روند افزایشی در ایستگاه‌های شمالی (مرک دو آب، همدان و پل چهر) در سطح ۵ درصد بوجود آمده است. بعبارتی می‌توان گفت توزیع مکانی گرما در بخش‌های میانی حوضه از بخش‌های جنوب کمتر بوده است. نتایج مدل t افزایش معنی‌داری در سطح یک درصد را برای ایستگاه‌های اهواز، کرمانشاه، حمیدیه و دزفول نشان می‌دهد و در سطح ۵ درصد برای همدان و پل چهر روند مثبت ارائه کرده است. و در سایر ایستگاه‌های حوضه مورد مطالعه روندی نداشته است. نتایج روش TFPW در ایستگاه چم انجیر، در داده‌های دوره زمانی ۲۰ و ۳۰ ساله آشکارسازی نشان داده است. بعلاوه ایستگاه‌های اهواز، کرمانشاه، خرم آباد، پل چهر، همدان و دزفول نیز رونددار بوده اند. در نمودار انحراف استاندارد برای ایستگاه‌های چم انجیر، مرک دو آب و خرم آباد که با مدل‌های قبلی روند مثبت داشته اند، روندی نمایش داده نمی‌شود ولی برای سایر ایستگاه‌ها روند افزایش را نشان می‌دهد. نتایج نمودار رتبه‌ای من کندال برای اکثر ایستگاه‌ها روند افزایشی را نشان می‌دهد. اختلاف مدل‌ها در نتایج روند و بعلاوه واکنش مختلف ایستگاه‌ها به روش‌های پارامتری و ناپارامتری موجب عدم قطعیت خروجی مدل‌ها شده است. نتایج آزمون‌های روند تغییرات دمایی حداکثر ۱۱ ایستگاه مورد مطالعه نشان داد که ۶ ایستگاه روند افزایش معنی‌داری داشته اند. روند صعودی دمایی حداکثر برخلاف روند میانگین دما در بخش‌های شمالی حوضه گستردگی بیشتری از بخش جنوبی داشته است. این امر نشان‌دهنده آن است که در بخش‌های جنوبی حوضه کرخه روند تغییرات دمایی حداکثر ثابت مانده و برعکس روند تغییرات دمایی حداقل بیشتر شده است. ۵ ایستگاه حوضه (۴۵ درصد) با نتایج مدل‌های جدول ۵ روند خاصی ندارند. با نتایج آزمون t ایستگاه‌های کرمانشاه، پل چهر، حمیدیه در سطح یک درصد و چم انجیر در سطح ۱۰ درصد روند افزایشی تجربه کرده اند و سایر ایستگاه‌ها روندی نداشته اند. مدل TFPW روند آشکارسازی دمایی حداکثر در ایستگاه اهواز را در یک دوره ۲۰ ساله استخراج می‌کند. با این آزمون ایستگاه‌های چم انجیر و عبدالخان در دوره بلند مدت ۴۰ ساله و پل چهر بازه زمانی ۳۰ و ۴۰ سال روند آشکارسازی دارند. نتایج نمودار آنالیز انحراف استاندارد برای اهواز و دزفول روندی تشخیص نداده است اما برای سایر ایستگاه‌ها روند افزایشی را معلوم کرده است. در نمودار رتبه‌ای من کندال روند افزایشی در ایستگاه‌های حمیدیه، اهواز، پل چهر و کانال وارینه نمایش داده شده است. اختلاف در نتایج مدل‌ها، تغییرات روند افزایشی، و عدم روند ایستگاه‌ها با استفاده از مدل‌های دیگر موجب عدم قطعیت تغییرات آشکارسازی در روند دمایی حداکثر حوضه کرخه داشته است. با توجه به جدول شماره ۴ شدیدترین روند افزایشی معنی‌داری متغیر دمایی حداقل حوضه کرخه را ایستگاه اهواز با مدل‌های (من کندال، سن، اسپیرمن، رگرسیون خطی) در سطح یک درصد و PW در سطح ۱۰ درصد داشته است. ایستگاه‌های پل چهر، حمیدیه، مرک دو آب و خرم آباد تنها با آزمون PW روند مثبت بخود دیده اند و با سایر مدل‌ها فاقد روند بوده اند. در مجموع در ۸ ایستگاه کرخه (۷۳ درصد) روند مثبت دمایی حداقل با مدل‌های اقلیمی در جدول ۴ ثبت شده است. در ۳۷ درصد حوضه مورد مطالعه روندی با آزمون‌ها دیده نشده است. افزایش معنی‌دار دمایی حداقل از پراکندگی یکسانی در حوضه برخوردار بوده است. بگونه‌ای که در بخش‌های مختلف حوضه از روند مثبت برخوردار بوده اند. نتایج مدل t حاکی از افزایش دو ایستگاه اهواز و دزفول در سطح یک درصد است. نتایج مدل TFPW در ایستگاه‌های چم انجیر، پل چهر، مرک دو آب در سه دوره زمانی و ایستگاه‌های همدان، خرم

آباد و اهواز در دوره زمانی ۴۰ سال روند آشکارسازی نشان می‌دهند. نتایج آنالیز انحراف استاندارد در ایستگاه‌های کانال وارینه، پل چهر، کرمانشاه، اهواز و دزفول روند صعودی دارد برای ایستگاه مرک دو آب روند کاهشی است. و سایر ایستگاه‌ها از روندی برخوردار نبوده‌اند. بعلاوه نمودار رتبه‌ای من کندال برای ایستگاه اهواز روند افزایشی و در مرک دو آب از سال ۱۳۶۸ به بعد روند کاهشی را نمایش می‌دهد. در خیلی از نتایج متفاوت بودن ایستگاه‌ها از نظر برخوردارگی از روند افزایش یا کاهشی، عدم روند بعضی از ایستگاه‌ها با تغییر مدل موجب عدم قطعیت نتایج مدل در روند دمای حداقل ایستگاه‌های حوضه کرخه شده است.

جدول شماره ۲: نتایج روش های روند من کندال (MK)، سن (Q)، همبستگی رتبه ای اسپیرمن (SRC)، رگرسیون خطی (LR)، آزمون (t) و تست (PW) در سری های زمانی

دمای سالانه ایستگاه های حوضه کرخه در سطوح معنی داری مختلف

ایستگاه	MK	Q	SRC	LR	t	pw	مقدار (δ) در سطوح مختلف		
							۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۱۰
چم انجیر	0.254 NS	0.000 NS	0.36 NS	0.642 NS	-0.469 NS	1.547 NS	1.96	1.645	2.58
عبدالخان	2.289 S (0.05)	0.000 NS	2.437 S (0.05)	2.07 S (0.05)	-1.233 NS	1.297 NS	1.96	1.645	2.58
حمیدیه	3.362 S (0.01)	0.000 NS	3.73 S (0.01)	4.451 S (0.01)	-5.282 S (0.01)	3.66 S (0.01)	1.96	1.645	2.58
کانال وراینه	1.629 NS	0.000 NS	1.597 NS	1.154 NS	-0.245 NS	1.069 NS	1.96	1.645	2.58
پل چهر	4.274 S (0.01)	0.000 NS	4.226 S (0.01)	5.08 S (0.01)	-3.098 S (0.01)	2.995 S (0.01)	1.96	1.645	2.58
مرک دو آب	2.263 S (0.05)	0.042 NS	2.367 S (0.05)	0.782 NS	-0.112 NS	-0.235 NS	1.96	1.645	2.58
کرمانشاه	5.425 S (0.01)	0.061 ***	5.179 S (0.01)	7.937 S (0.01)	-4.211 S (0.01)	4.071 S (0.01)	1.96	1.645	2.58
همدان	3.628 S (0.01)	0.036 ***	3.53 S (0.01)	3.671 S (0.01)	-2.607 S (0.05)	2.365 S (0.05)	1.96	1.645	2.58
خرم آباد	0.213 NS	0.000 NS	-0.105 NS	-0.084 NS	-0.139 NS	4.221 S (0.01)	1.96	1.645	2.58
اهواز	5.492 S (0.01)	0.059 ***	5.075 S (0.01)	8.112 S (0.01)	-3.579 S (0.01)	4.042 S (0.01)	1.96	1.645	2.58
دزفول	4.594 S (0.01)	0.044 ***	4.45 S (0.01)	6.008 S (0.01)	-2.889 S (0.01)	3.826 S (0.01)	1.96	1.645	2.58

NS عدم روند S روند معنی داری * معنی داری در سطح ۱۰ درصد *** معنی داری در سطح ۰.۰۱ درصد

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول شماره ۳: نتایج روش های روند من کندال (MK)، سن (Q)، همبستگی رتبه ای اسپیرمن (SRC)، رگرسیون خطی (LR)، آزمون (t) و تست (PW)

در سری های زمانی دمای حداکثر ایستگاه های حوضه کرخه در سطوح معنی داری مختلف

ایستگاه	MK	Q	SRC	LR	t	pw	مقدار (δ) در سطوح مختلف		
							۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۱۰
چم انجیر	-0.395 NS	0.0 NS	-0.246 NS	-0.302 NS	-0.085 NS	-0.083 NS	1.96	1.645	2.58
عبدالخان	1.177 NS	0.0 NS	1.148 NS	0.642 NS	-1.145 NS	0.687 NS	1.96	1.645	2.58
حمیدیه	-0.093 NS	0.0 NS	-0.076 NS	-0.335 NS	-0.473 NS	2.114 S (0.05)	1.96	1.645	2.58
کانال وراینه	0.865 NS	0.0 NS	0.877 NS	0.9 NS	-0.488 NS	0.441 NS	1.96	1.645	2.58
پل چهر	0.176 NS	0.0 NS	0.256 NS	1.362 NS	-1.184 NS	2.096 S (0.05)	1.96	1.645	2.58
مرک دو آب	-1.621 NS	-0.623 NS	-1.226 NS	-0.957 NS	1.261 NS	2.448 S (0.05)	1.96	1.645	2.58
کرمانشاه	2.055 S (0.05)	0.126 *	1.954 S (0.1)	2.318 S (0.05)	-1.67 NS	1.187 NS	1.96	1.645	2.58
همدان	0.842 NS	0.089 NS	1.127 NS	1.213 NS	-1.112 NS	1.809 S (0.1)	1.96	1.645	2.58
خرم آباد	0.719 NS	0.022 NS	0.89 NS	0.49 NS	-0.773 NS	2.054 S (0.05)	1.96	1.645	2.58
اهواز	2.932 S (0.01)	0.067 ***	3.198 S (0.01)	3.153 S (0.01)	-2.623 S (0.05)	1.846 S (0.1)	1.96	1.645	2.58
دزفول	1.438 NS	0.028 NS	2.09 S (0.05)	1.46 NS	-2.987 S (0.01)	0.742 NS	1.96	1.645	2.58

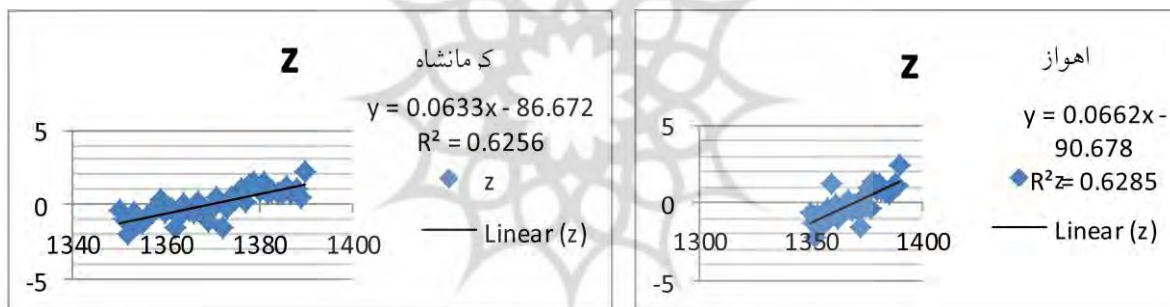
NS عدم روند S روند معنی داری * معنی داری در سطح ۱۰ درصد *** معنی داری در سطح ۰/۰۱ درصد

جدول شماره ۴: نتایج روش های روند من کندال (MK)، سن (Q)، همبستگی رتبه ای اسپیرمن (SRC)، رگرسیون خطی (LR)، آزمون (t) و تست (PW)

ایستگاه	Mk	Q	SRC	LR	t	pw	مقدار (δ) در سطوح مختلف		
							۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۱۰
چم انجیر	-1.5 NS	0.0 NS	-1.3 NS	-0.919 NS	S (0.1)	NS	1.319 NS	1.96	1.645
عبدالخان	-0.9 NS	0.0 NS	-0.653 NS	-0.604 NS	0.261 NS	NS	1.635 NS	1.96	1.645
حمیدیه	3.61 S (0.01)	0.000	3.294 S (0.01)	4.288 S (0.01)	-4.035 S (0.01)	S (0.01)	3.412 S (0.01)	1.96	1.645
کانال وراینه	2.246 S (0.05)	0.000 NS	2.396 S (0.05)	2.042 S (0.05)	-2.153 S (0.05)	NS	-0.202 NS	1.96	1.645
پل چهر	4.124 S (0.01)	0.000 NS	4.175 S (0.01)	5.599 S (0.01)	-4.867 S (0.01)	S (0.01)	2.588 S (0.01)	1.96	1.645
مرک دوآب	1.389 NS	0.042 NS	1.811 S (0.1)	0.173 NS	-1.041 NS	NS	-0.007 NS	1.96	1.645
کرمانشاه	1.898 S (0.1)	0.038 *	2.144 S (0.05)	2.036 S (0.05)	-2.979 S (0.01)	NS	-0.385 NS	1.96	1.645
همدان	1.404 NS	0.012 NS	2.282 S (0.05)	1.506 NS	-0.957 NS	NS	0.256 NS	1.96	1.645
خرم آباد	1.3 NS	0.0 NS	1.919 S (0.1)	1.3 NS	-0.642 NS	NS	-0.2 NS	1.96	1.645
اهواز	0.3 NS	0.0 NS	0.901 NS	0.365 NS	0.745 NS	NS	0.174 NS	1.96	1.645
دزفول	0.112 NS	0.000 NS	0.988 NS	-0.163 NS	1.19 NS	NS	-0.319 NS	1.96	1.645

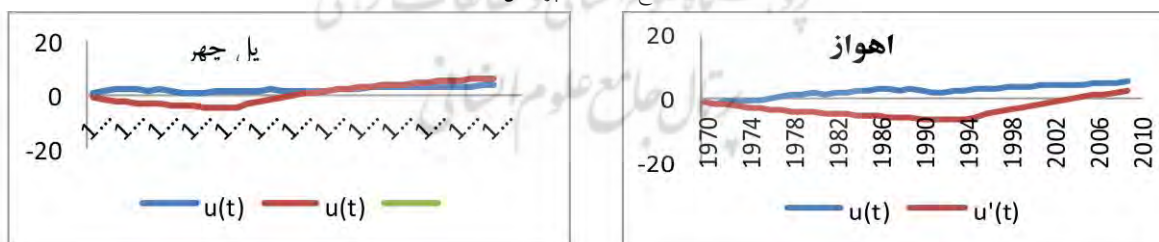
NS عدم روند S روند معنی داری * معنی داری در سطح ۱۰ درصد *** معنی داری در سطح ۰.۰۱ درصد

منبع: یافته های پژوهش



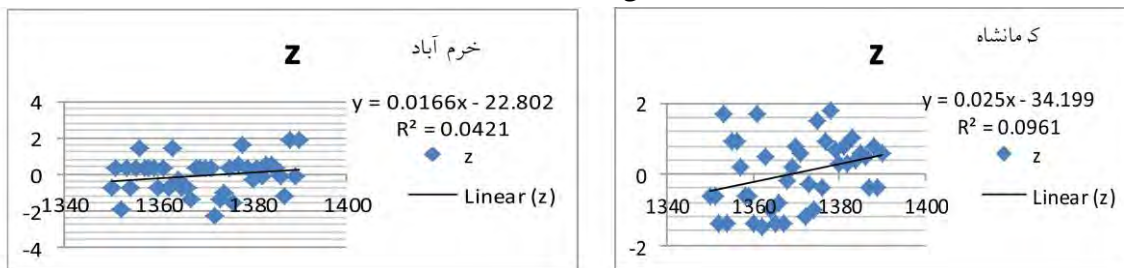
شکل شماره ۲ اشکال انحراف استاندارد توزیع دمای میانگین سالانه منتخبی از ایستگاه های حوضه کرخه

منبع: یافته های پژوهش

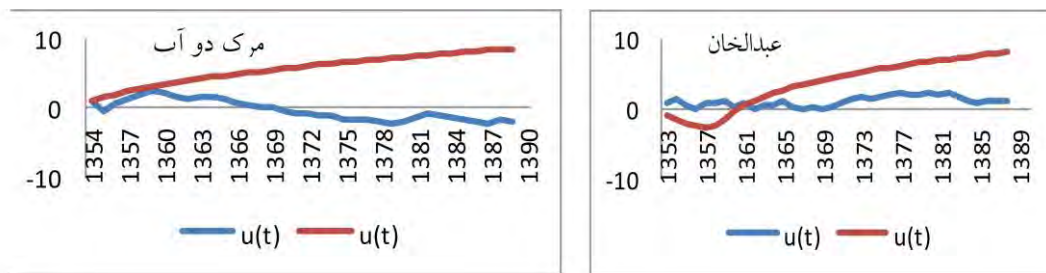


شکل شماره ۳ نمودار رتبه ای من - کندال دمای میانگین سالانه منتخبی از ایستگاه های حوضه کرخه

منبع: یافته های پژوهش

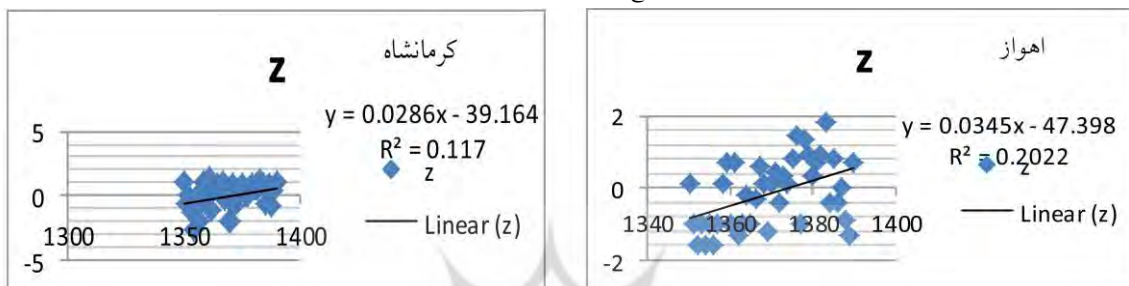


شکل شماره ۴ اشکال انحراف استاندارد توزیع دمای حداکثر تعدادی از ایستگاه های حوضه کرخه منبع: یافته های پژوهش



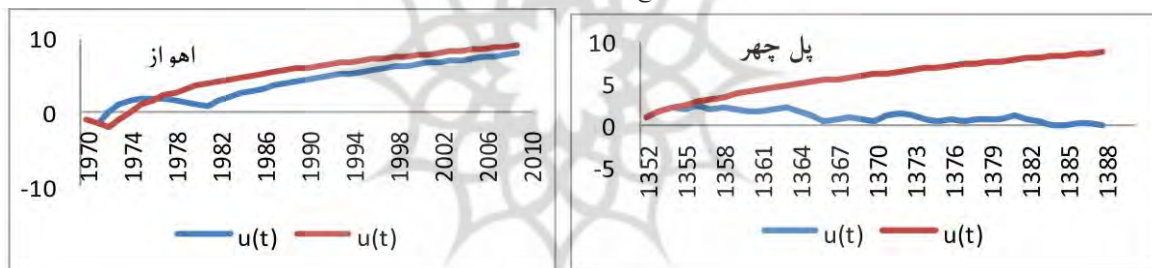
شکل شماره ۵ نمودار رتبه ای من - کندال دمای حداکثر متتخی از ایستگاه های حوضه کرخه

منبع: یافته‌های پژوهش



شکل شماره ۶ اشکال انحراف استاندارد توزیع دمای حداقل تعدادی از ایستگاه های حوضه کرخه

منبع: یافته‌های پژوهش



شکل شماره ۷ نمودار رتبه ای من - کندال دمای حداقل متتخی از ایستگاه های حوضه کرخه

منبع: یافته‌های پژوهش

منابع

- براتیان. علی. و فاطمه. رحیمزاده (۱۳۷۷). پارامترهای موثر بر تغییر اقلیم. مجله نیوار، شماره ۳۷، ص. ۵۷ - ۴۸.
- زابل عباسی. فاطمه. مرتضی. اثمیری. و شراره. ملبوسی (۱۳۸۶). تحلیل مقدماتی سریهای زمانی دمای هوای شهر مشهد. کارگاه فنی، - اثرات تغییر اقلیم بر مدیریت منابع آب. ص. ۱۶ - ۱.
- فتحیان. فرشاد. مرید. سعید (۱۳۹۱). بررسی روند متغیرهای هواشناسی و هیدرولوژیکی حوضه دریاچه ارومیه با استفاده از روش‌های غیرپارامتری. مجله تحقیقات آب و خاک ایران دانشگاه تهران. شماره ۴۳، صص ۲۶۹ - ۲۵۹.
- ورشایویان. وحید. خلیلی. علی. قهرمان. نوذر. حجام. سهراب (۱۳۹۰). بررسی روند تغییرات مقادیر حدی دمای حداقل. حداکثر و میانگین روزانه در چند نمونه اقلیمی ایران. مجله فیزیک زمین و فضا. دانشگاه تهران. شماره (۳۷). ص ۱۶۹.
- Bouza-Deano. R. Ternero-Rodríguez. M. and Fernandez-Espinosa. A. J (2008). Trend study and assessment of surface water quality in the Ebro River (Spain). J. Hydrol., 227-239.
- Del Rio. S. L. Herrero. C. Pinto-Gomes and A. Penas. (2011). Spatial analysis of mean temperature trends in Spain over the period 1961-2006 Glob. Planet. Change 78(1-2)65-75

- Folland. C. K. , T. R. Karl. J. R. Christy. R. A. Clarke. G. V. Gruza. J. Jouzel, M. E. Mann. J. Oerlemans, M. J. Salinger and S. W. Wang. (2001). Observed climate variability and change: in Climate Change. Cambridge Univ. Press. Cambridge, 99.
- IPCC. (2007). Summary for policymakers. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press 5-11.
- IPCC: (2001) a. climate change: Impacts Adaptation & Vulnerability Contribution of working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental panel on Climate Change (IPCC). McCarthy. J. J. O. F. Canziani. N. A. Leary. D. J. Dokken. and k. s. white (eds) cambridge University pres, p.1032
- jehanbakhsh. S. Torabi, S. (2006). Assessment and prediction of changes in temperature and precipitation. Geographical Research Quarterly. Issue 74. Pp 104-125., (I Persian)
- Kendall M. G. Rank Correlation Methods. Charles Griffin. (1975). London.
- Khaliq M. N. Ouarda T. B. M. J. , and Gachon P. (2009). Identification of temporal trends in annual and seasonal low flows occurring in Canadian rivers: The effect of short- and long-term persistence. Journal of Hydrolog, 369: 183-197.
- Liu, Q. Yang. Z. and Cui. B. Spatial and temporal variability of annual precipitation during 1961-2006 in Yellow River Basin Chin (2008). J. Hydrol. 330-361-338.
- Salmi, T. Maatta, A. Anttila, P. Ruoho-Airola. T. Amnell, T. (2002). Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen' slope estimates. Publications on Air Quality. Vol 31. Helsinki. Finland .
- Santer. B. D. K. E. Taylor and T. M. Wigley (1996). A search for human influences on the thermal structure of the atmosphere. Nature, 382-39.
- Tabari. H. Shifteh Somee. B. and Rezaeian Zadeh, M. (2011)b. Testing for long-term trends in climatic variables in Iran. Atmos. Res 132, 100-140.
- Xu. Z. X. Li. J. Y. Takeuchi, K. and Ishidaria. H. (2007). Long-term trend of precipitation in China and its association with the El Ninosouthern oscillation. Hydrol. Processes 61, 21, 71.
- Yazdani. M. R. Khoshhal Dastjerdi. J. and Habibi Nokhandan. M. (2011). Trend detection of the rainfall and air temperature data in the Zayandehrud Basin. Journal of Applied Science 11(12). 2125-2134.
- Zohrabi. N. Massah Bavani. A. R. Sedghi, H. Telvari, A. R. and ajestan, M. (2011) a, Identification of temporal fluctuations in the annual flood series of karoun and Dez rivers in Iran, Eco. Env. Cons . 17(2). 169-175.
- Zohrabi. N. , Massah Bavani, A. R. Sedghi. H. and Telvari. A. R. (2011). b. analyzing the twodimensional plot of the interannual climate variability for detection of the climate change in the Large Karoun River Basin. Iran. African Journal of Biotechnology 10(20) 4138- 4146.