بررسی روند آبدهی و اثرتغییرات بارندگی بر رژیم جریان رودخانه درونگر

اعظم عربی یزدی[۱] حسین ثنایی نژاد[۲] حسن ترابی پوده[۳] ناصر نیک نیا[۴]

۱- دانشجوی دکتری هواشناسی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه لرستان

۴- دانشجوی دکتری سازه های آبی دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۵

چکیده

در این مطالعه، پس از کنترل کمی و کیفی داده‌های دبی رودخانه، روند تغییرات ماهانه، فصلی و سالانه دبی رودخانه و بارندگی با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری کندال، من-کندال، سِن و اسپیرمن و پارامتری هم‌بستگی پیرسون در حوضه آبریز درونگر درگز مورد بررسی قرار گرفت. همچنین به آشکارسازی تغییر پارامتر اقلیمی بارندگی و تاثیر آن بر جریان رودخانه درونگر پرداخته شده است. بدین منظور، داده‌های دبی ایستگاه آب‌سنجی محمد تقی بیگ، سنگ سوراخ و گلخندان و داده‌های بارندگی در ایستگاه‌های درگز، محمد تقی بیگ، سنگ سوراخ و شمخال به کار گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تمامی روندهای فصلی و سالانه در ایستگاه‌های محمد تقی بیگ و گل خندان کاهشی و به ترتیب ۰/۰۲ و ۰/۰۱ متر مکعب بر ثانیه می باشد. آزمون‌های پارامتری پیرسون و ناپارامتری اسپیرمن برای بررسی رابطه بین بارندگی و جریان رودخانه منطقه‌ای به کار رفت و یک همبستگی مثبت معنی‌دار بین بارندگی و جریان رودخانه تابستانه توسط هر دو آزمون مورد تأیید قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: آبدهی، تغییر اقلیم، درگز، رودخانه درونگر، پارامتری

مقدمه

فعالیت‌های بشر با افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن و دیگر گازهای گلخانه‌ای، در حال ایجاد تغییراتی در اکوسیستم کره زمین می‌باشد. تحقیقات متعددی که در زمینه تغییر اقلیم صورت گرفته، نشان داده است که گرم شدن کره زمین همراه با تغییر الگوهای بارندگی و بروز رخدادهای آب و هوایی حاد در حال پیدایش است. تغییرات محیطی کره زمین، اثرات و پیامدهای بسیاری را برای اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی و در نهایت جامعه در بر خواهد داشت. بدون تردید عوارض ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای که با گرم شدن کره زمین همراه است، می‌تواند بر کلیه فعالیت‌های آتی انسان در زمینه‌های مختلف به ویژه منابع آب و تولیدات غذایی مؤثر واقع شود. تأثیر تغییر اقلیم بر روی منابع آب یک موضوع حیاتی برای زندگی بشر می‌باشد. حتی اگر همین امروز انتشار گازهای گلخانه‌ای متوقف شود، افزایش دما و تأثیرات وابسته شامل موجودیت آب و طغیان رودخانه‌ها برای چند دهه آینده ادامه خواهد یافت. در دهه‌های اخیر شدیدترین پدیده‌های بارندگی رخ داده است و بخش قابل توجهی از جهان پدیده‌های نادر و مقادیر حد در هواشناسی مانند سیلاب‌های شدید، خشک‌سالی‌ها و امواج گرما را تجربه کرده‌اند. پارامترهای اقلیمی در مقیاس زمان و مکان به دلایل زیادی تغییر می‌نمایند که باید نحوه تغییرات آن‌ها بر اساس مشاهدات و با بهره‌گیری از روش‌های آماری تعیین شود. بر اساس دومین گزارش ارزیابی تغییر اقلیم که در سال ۱۹۹۵ ارائه شده تغییر در اقلیم منجر به تغییر در چرخه هیدرولوژیکی شده و می‌تواند بازتاب‌های شدیدی در منابع آب منطقه‌ای داشته باشد.

با توجه به این که بحران کمبود آب از مهم‌ترین دغدغه‌ها و مشکلات کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان است و با عنایت به خصوصیات هیدرولوژیکی کشور، هر گونه تغییری در پارامترهای اقلیمی ممکن است تاثیری بر منابع آبی

[1] نویسنده مسئول: اعظم عربی یزدی azamarabi@gmail.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]

آن داشته باشد. دبی رودخانه از پارامترهای مهم در هیدرولوژی و منابع آب بوده که در ارتباط متقابل با عناصر اقلیمی است. بنابراین، تغییرات عوامل اقلیمی می‌تواند بر آبدهی رودخانه مؤثر باشد. این امر به نوبه خود تبعات اجتماعی، کشاورزی و اقتصادی منطقه‌ای را به دنبال خواهد داشت. بنابراین مطالعه در این زمینه از اولویت‌های خاصی برخوردار خواهد بود. در این مطالعه تغییرات جریان رودخانه، تعیین و محاسبه مقدار روند آن در ایستگاه‌های مورد مطالعه و در مقیاس‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین آشکارسازی تغییر پارامتر اقلیمی بارندگی بر جریان رودخانه بررسی می‌شود که می‌تواند اثرات تغییر یا عدم تغییر در شرایط اقلیمی یک منطقه را مشخص نماید.

بررسی مطالعات پیشین

یکی از روش‌های متداول جهت تحلیل سری‌های زمانی هیدرومتئورولوژیکی، بررسی وجود یا عدم وجود روند در آن‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری می‌باشد. اصولاً وجود روند در سری‌های زمانی هیدرومتئورولوژیکی، ممکن است ناشی از تغییرات تدریجی طبیعی و تغییر اقلیم یا اثر فعالیت‌های انسانی باشد (Brooks & Carrthers, 1953). خان-محمدی و شکوهی (۱۳۹۴)، به ارزیابی تغییر رژیم آبدهی ماهانه و فصلی رودخانه کاظم‌رود در دوره تغییر اقلیم یا رویکرد ناپارامتری (استان مازندران) پرداختند و دریافتند که دبی ماه‌های فروردین و اسفند دارای روند معنی‌دار افزایشی در سطح ۹۵ درصد بوده است. آزمون نموداری من کندال نشان داد که دبی میانگین ماه اسفند از سال ۱۳۶۲ تا ۱۳۷۸ بدون جهش و تغییر معنی‌دار، روند طبیعی را طی کرده است. اما در سال ۱۳۷۸ در معرض یک تغییر ناگهانی یا حاکمیت روند مثبت قرار گرفته است. که مبین تاثیر تغییر اقلیم در تغییر رژیم آبدهی رودخانه است. شریفان و حبیبی (۱۳۹۲)، اثر تغییر اقلیم بر روند تغییرات دبی رودخانه‌های استان گلستان با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری کندال و تحلیل رگرسیون و نقطه عطف مورد ارزیابی قرار دادند. بدین منظور از داده‌های دبی ۵ ایستگاه آب‌سنجی شامل سد گلستان، بصیرآباد، تمر، تنگراه، قزاقلی طی دوره ۱۳۶۸-۱۳۸۷ استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که مقادیر دبی سالانه در همه ایستگاه‌ها دارای روند نزولی در دو دهه اخیر بوده است. برآوردها نشان می‌دهدکه روند کاهش دبی سالانه با توجه به شیب خط رگرسیون در ایستگاه سد گلستان، بصیرآباد، تمر، تنگراه، قزاقلی به ترتیب ۰/۵-، ۰/۶۵-، ۰/۰۰۹، ۰/۰۲۷- و ۰/۳۷- در دو دهه اخیر کاهش پیدا کرده است. نتایج تحلیل صورت گرفته توسط آزمون‌های نقطه عطف و کندال و تحلیل رگرسیون روی دبی‌های فصلی نشان می‌دهد که مقادیر دبی فصول بهار و پاییز و زمستان، کاهش و دبی فصل تابستان افزایش یافته است. بهره‌مند و همکاران (۱۳۹۱)، برای بررسی روند تغییرات بلند مدت عوامل اقلیمی دبی و بارش در غرب دریاچه ارومیه از آمار ۳۰ ساله شش ایستگاه آب سنجی از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۵ استفاده نموده و با استفاده از روش ناپارامتری من کندال روند بارش و دبی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بارش در برخی ایستگاه‌ها بدون روند و در برخی دارای روند کاهشی است اما دبی در بیش‌تر موارد دارای روند کاهشی معناداری است. فرجزاده و همکاران (۱۳۹۱)، به مطالعه اثر نوسان بارش بر دبی رود کشف رود در یک دوره آماری ۴۰ ساله از سال ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۷ پرداختند. بر اساس این پژوهش نتایج آزمون من کندال نشان از جهش منفی و کاهشی در ایستگاه‌های دبی سنجی داشته است. معروفی و طبری (۱۳۹۰)، با بهره‌گیری از داده‌های پنج ایستگاه هیدرومتری ایدنک، بهبهان، گرگر، مشراگه و شادگان، روند تغییرات سالانه، فصلی و ماهانه دبی رودخانه مارون را با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری من-کندال و سِن و همچنین تحلیل پارامتری رگرسیونی طی دوره ۱۳۸۷-۱۳۶۸ مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که دبی سالانه در همه ایستگاه‌ها، دارای روند نزولی در دو دهه اخیر بوده است. حسین‌زاده طلایی و همکاران (۱۳۸۸)، روند تغییرات ماهانه، فصلی و سالانه دبی رودخانه و بارندگی با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری من-کندال و سِن و پارامتری هم‌بستگی پیرسون در حوضه آبریز گاماسیاب مورد بررسی قراردادند. در سایر نقاط جهان نیز پژوهش‌های متعددی در مورد تحلیل روند تغییرات دبی رودخانه صورت گرفته است. Wahl & Tortorelli (1996)، روند احتمالی در جریان رودخانه[2] را در غرب اوکلاهاما مورد مطالعه قرار

[2]Stream flow

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]

دادند و نتیجه گرفتند که جریان رودخانه‌ای دارای روند کاهشی معنی‌دار بوده است. مطالعه Xu (2000)، بر روی اثرات تغییر اقلیم بر رژیم جریان رودخانه‌های سوئد نشان داد که مقدار جریان در زمستان، به طور معنی‌داری افزایش و در فصول بهار و تابستان، کاهش یافته است. Xu et al. (2004)، با استفاده از آزمون‌های پارامتری و ناپارامتری[۳]، روند تغییرات دما، بارش و دبی را در حوضه آبریز تاریم در چین مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که سری‌های زمانی دما دارای روند معنی‌دار افزایشی بوده و داده‌های بارش نیز افزایش یافته است. اگر چه سری‌های زمانی دبی در سراب رودخانه دارای روند افزایشی معنی‌داری بوده ولی در بیش‌تر مسیر رودخانه، این روند کاهشی بوده است. Wang et al. (2005) روندهای جریان رودخانه در غرب اروپا را مورد بررسی قرار دادند. مطالعه Thodsen (2007)، بر روی اثرات تغییر اقلیم بر جریان رودخانه‌های دانمارک طی سال‌های ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ نشان داد که مقادیر دبی رودخانه‌ها از ماه دسامبر تا آگوست کاهش و در ماه‌های سپتامبر و اکتبر افزایش یافته است. Jiang et al (2007)، روند تغییرات بارندگی و دبی رودخانه را در حوضه رودخانه یانگ‌تسه در دوره آماری ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج آن‌ها یک روند مثبت معنی‌دار را در داده‌های بارندگی فصل تابستان نشان داد. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که دبی رودخانه در بیش‌تر ایستگاه‌ها در دوره آماری ۴۰ ساله به طور معنی‌داری افزایش یافته است.در این تحقیق، آزمون‌های آماری برای تحلیل سری‌های جریان رودخانه در مقیاس‌های فصلی و سالانه، از آزمون‌های ناپارامتری سن[۴] و من - کندال[۵] و کندال[۶] و اسپیرمن[۷] استفاده گردید و نتایج حاصله از این روش‌ها با هم مورد مقایسه قرار گرفتند.

حوضه آبریز رودخانه درونگر درگز

حوضه آبریز رودخانه درونگر بخشی از زون کپه داغ و در شمال شرق ایران در حاشیه مرزی ترکمنستان واقع شده است. حوضه آبریز این رودخانه وسعتی در حدود ۲۵۱۵ کیلومتر مربع داراست. بارندگی متوسط حوضه آبریز ۳۰۰ میلی‌متر و اقلیم محدوده در قسمت‌های شمالی نیم‌خشک و در سایر بخش‌ها مدیترانه‌ای برآورد گردیده است. حجم رسوبات سالانه در این رودخانه با توجه به برآوردهای انجام شده در حدود ۷/۵ میلیون متر مکعب می‌باشد. رواناب سالانه آن در حدود ۶۰ میلیون متر مکعب تخمین زده می‌شود ۸ بخش عمده رواناب این رودخانه در مسیر طولانی آن مورد استفاده قرار گرفته و همچنین در سدی با همین نام ذخیره می‌گردد. تمام آب این رودخانه مطابق ماده یازدهم قرارداد ۱۹۲۱ فی ما بین ایران و اتحاد جماهیر شوروی برای استفاده جمهوری اسلامی ایران می‌باشد. شکل (۱) موقعیت محدوده و جدول (۱) مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

شکل(۱) موقعیت محدوده مورد مطالعه

[3] Parametric and non-parametric test
[4] Sen's slope estimator
[5] Mann-Kendall test
[6] Kendall test
[7] Spearman

[۸] مطالعات مدیریت بهم پیوسته منابع آب درگز، جلد سوم گزارش هیدرولوژی، مهندسین مشاور آب پوی

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]

جدول (۱): مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

ع.ع	کد ایستگاه	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	شهر	حوضه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	UTM X	UTM Y
۱	۶۸-۰۰۱	سنگ سوراخ	باران سنجی – هیدرومتری	نوخندان	قره قوم	۵۸-۴۵-۰۷	۳۷-۳۷-۳۲	۸۹۱	۶۵۴۵۸۹	۴۱۶۵۷۱۰
۲	۶۸-۰۰۳	گلخندان	هیدرومتری	مرکزی	قره قوم	۵۹-۹-۲۲/۲	۳۷-۲۹-۴۶	۴۰۲	۶۹۰۶۰۵	۴۱۵۲۰۹۲
۳	۶۸-۰۰۵	محمد تقی بیگ	باران سنجی – هیدرومتری	نوخندان	قره قوم	۵۸-۳۸-۲۵/۵	۳۷-۳۶-۵۴/۲	۹۹۷	۶۴۴۷۸۰	۴۱۶۴۳۷۰
۴	۶۸-۰۰۴	شمخال	باران سنجی	باجگیران	قره قوم	۵۸-۲۷-۱۷/۵	۳۷-۳۵-۱۵/۳	۱۴۸۷	۶۲۸۴۴۹	۴۱۶۱۰۵۴
۵	۶۸-۰۱۰	درگز	باران سنجی	مرکزی	قره قوم	۵۹-۶-۰/۲	۳۷-۲۶-۱۰	۴۹۴	۶۸۵۷۹۴	۴۱۴۵۳۲۳

مواد و روش‌ها

شرط لازم برای به کارگیری آزمون‌های ناپارامتری، مستقل و تصادفی بودن داده‌ها در سری زمانی می‌باشد. وجود خود همبستگی‌های مثبت، احتمال تشخیص روند معنی‌دار توسط آزمون را افزایش می‌دهد. به عبارت دیگر ممکن است آزمون حتی در صورت نبودن روند، به اشتباه فرض صفر را رد کند و روند را معنی‌دار تشخیص دهد و خود همبستگی‌های منفی احتمال رد شدن فرض صفر را کاهش می‌دهد (Yue et al., 2002). پس از آن، این روش برای حذف اثرات خود همبستگی بر دیگر آزمون‌های ناپارامتری نظیر من-ویتنی به کار رفت (Yue & Hashino, 2003). در این تحقیق، این روش برای حذف اثرات خود همبستگی بر آزمون‌های اسپیرمن و کندال علاوه بر آزمون من-کندال به کار می‌رود.

آزمون اسپیرمن[9]:در بعضی از تحقیقات به دست آوردن داده‌های فاصله‌ای ممکن نیست یا اگر هم باشد فاقد ویژگی‌های لازم است. در این گونه مواقع می‌توان رتبه را جانشین عدد خام کرد، اگرچه داده‌های رتبه‌ای اطلاعات داده-های خام را به ما نمی‌دهد. هرگاه داده‌ها به صورت رتبه‌ای جمع‌آوری شده باشند یا به رتبه تبدیل شده باشند، می‌توان از همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن یا ρ اسپیرمن استفاده کرد. نحوه هم‌بستگی و ارتباط دو متغیر دارای اهمیت می‌باشد و از این راه می‌توان یکی از این دو متغیر را کنترل یا پیش‌بینی کرد. برای سنجش این نوع هم‌بستگی ضرائب گوناگون به کار می‌روند. یکی از آن‌ها ضریب همبستگی اسپیرمن می‌باشد که از روش‌های ناپارامتریک است. در آزمون ناپارامتری اسپیرمن، فرض صفر (H0)، یکنواختی توزیع و مستقل بودن داده‌ها در سری زمانی است و فرض مقابل (HA)، روند افزایشی یا کاهشی داده‌ها در سری زمانی است. آماره آزمون اسپیرمن (rs) ضریب رگرسیون خطی بین سری i و yi می‌باشد که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$r_s = 1 - \left[6\sum (y_i - i)^2\right] / \left[n(n^2 - 1)\right] \qquad (۱)$$

در این رابطه، n تعداد داده‌ها در سری و i رتبه پارامتر در سری زمانی است. سطح معنی‌داری با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$\alpha = P\left(|u| > |u(r_s)|\right) \qquad (۲)$$

$$u(r_s) = r_s (n-1)^{1/2} \qquad (۳)$$

[9] Spearman test

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]

با استفاده از جدول توزیع نرمال، معنی‌دار بودن روند تعیین می‌گردد. در صورت مثبت بودن آماره rs، روند سری داده‌ها، صعودی و در صورت منفی بودن آن، روند نزولی در نظر گرفته می‌شود (Del Rio et al., 2005).

آزمون کندال برای تعیین روند در سری‌های زمانی هیدرولوژیکی و هواشناسی بسیار رایج است. این آزمون بر اساس تعداد نسبیِ مشاهدات متوالی است که از یک مقدار مشخص تجاوز می‌نماید. برای یک سری زمانی مشخص از داده‌ها (x1 ، x2 و ...وxn)، تعداد دفعاتی (p) که در هر جفت مشاهداتی (xi, xj; j>i)، xj بزرگ‌تر از xi است، تعیین می‌گردد. که i و j به صورت زیر تعریف می‌گردند (n طول دوره آماری است):

$$(i=1, \quad j=2,3,...,n),(i=2, \quad j=3,4,...,n),...,(i=n-1, \quad j=n)$$

آماره τ کندال از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\tau = \frac{4p}{n(n-1)} - 1 \qquad (۴)$$

برای یک مجموعه تصادفی امید ریاضی τ برابر صفر است (رابطه ۶) و واریانس از رابطه ۷ به دست می‌آید.

$$E(\tau) = 0 \qquad (۵)$$

$$Var(\tau) = \frac{2(2n+5)}{9n(n-1)} \qquad (۶)$$

آزمون کندال یک متغیر مستقل به نام N را معرفی می‌نماید که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$N = \frac{\tau}{Var(\tau)^{0.5}} \qquad (۷)$$

در صورت افزایش در تعداد داده‌ها (n)، N به سرعت به سمت توزیع نرمال استاندارد همگرا می‌شود. برای سطح معنی‌داری α مقدار N* از جدول توزیع نرمال استاندارد به دست می‌آید. در صورت مثبت بودن آماره N، روند سری داده‌ها، صعودی و در صورت منفی بودن آن، روند نزولی در نظر گرفته می‌شود (Ma et al., 2008).

آزمون من-کندال یکی از متداول‌ترین روش‌های ناپارامتری تحلیل روند سری‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی به شمار می‌رود. آزمون من -کندال ابتدا توسط Mann (1945)، ارائه و سپس توسط Kendall (1975) بسط و توسعه یافت (Serrano, 1999). این روش به طور متداول و گسترده‌ای در تحلیل روند سری‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی به کار گرفته می‌شود (Lettenmaier et al., 1994). مطالعات مختلف انجام شده با استفاده این روش حاکی از اهمیت و کاربرد فراوان آن در تحلیل روند سری‌های زمانی می‌باشد. فرض صفر این آزمون بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها دلالت دارد و پذیرش فرض یک (رد فرض صفر) دال بر وجود روند در سری داده‌ها می‌باشد روابط مربوطه جهت تعیین مقادیر آماره من-کندال به صورت زیر است:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \mathrm{sgn}(x_j - x_i) \qquad (۸)$$

$$\mathrm{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1 & \text{اگر} \quad (x_j - x_i) > 0 \\ 0 & \text{اگر} \quad (x_j - x_i) = 0 \\ -1 & \text{اگر} \quad (x_j - x_i) < 0 \end{cases} \qquad (۹)$$

$$VAR(S) = \frac{1}{18}\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^{q} t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right] \qquad (۱۰)$$

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]

$$Z_{MK}=\begin{cases}\dfrac{S-1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{اگر } S>0\\ 0 & \text{اگر } S=0\\ \dfrac{S+1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{اگر } S<0\end{cases} \qquad (۱۱)$$

که در روابط فوق n تعداد داده مشاهده‌ای (طول دوره آماری)، Xi و Xj به ترتیب i امین و j امین داده مشاهده‌ای، و q تعداد گروه‌های ایجاد شده (با داده‌های برابر و بیش‌تر از دو عضو)، tp تعداد داده‌های برابر در p امین گروه و ZMK مقدار آماره من-کندال می‌باشد. در این آزمون، آماره ZMK بزرگ‌تر از ۱/۹۶ و ۲/۵۸ به ترتیب نشان‌دهنده روند معنی-دار در سطوح ۵ و ۱ درصد می‌باشد. همچنین، در صورت مثبت بودن آماره ZMK، روند سری داده‌ها، صعودی و در صورت منفی بودن آن، روند نزولی در نظر گرفته می‌شود (Tabari, Hosseinzadeh Talaee, 2011؛ et al., 2011 Tabari).

رابطه شیب ثیل-سِن:

$$\beta=\text{Median}\left[\frac{X_j-X_i}{j-i}\right] \qquad \text{برای هر } j>i \qquad (۱۲)$$

که در این رابطه، Xi و Xj به ترتیب i امین و j امین داده مشاهده‌ای و β مقدار شیب می‌باشد که مقدار β به عنوان میانه دنباله مقادیر داخل کروشه، معرفی شده است. بر اساس Yue et al. (2002)، شیب محاسبه شده با استفاده از رابطه ثیل-سِن، یک تخمین مناسب از مقدار روند ارائه می‌دهد که در تعیین مقدار روند پارامترهای هیدرولوژیکی بسیار به کار رفته است.

نتایج و بحث

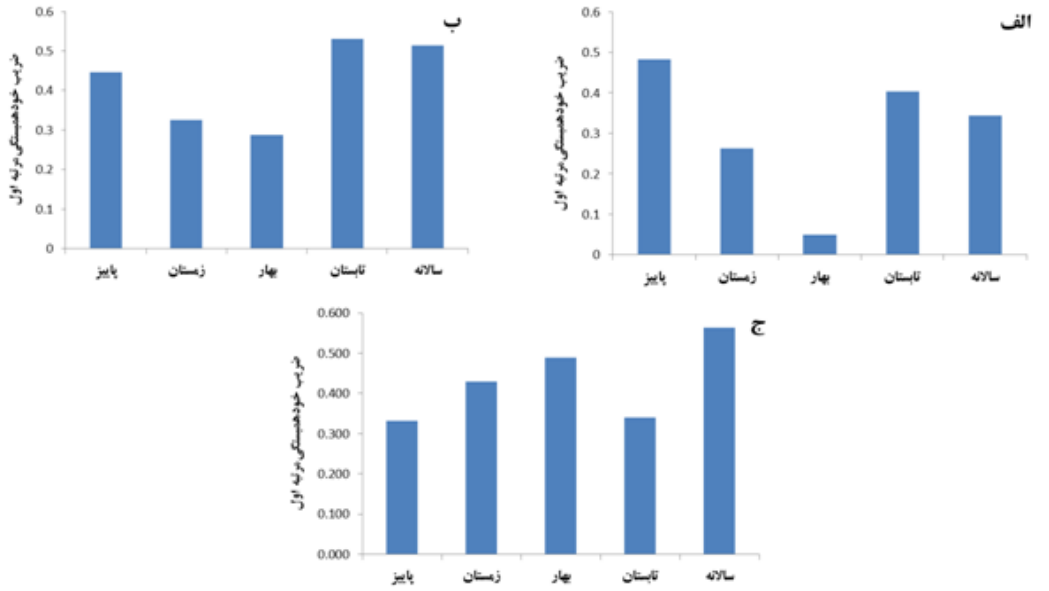
روند تغییرات جریان رودخانه

روندهای سالانه و فصلی جریان رودخانه

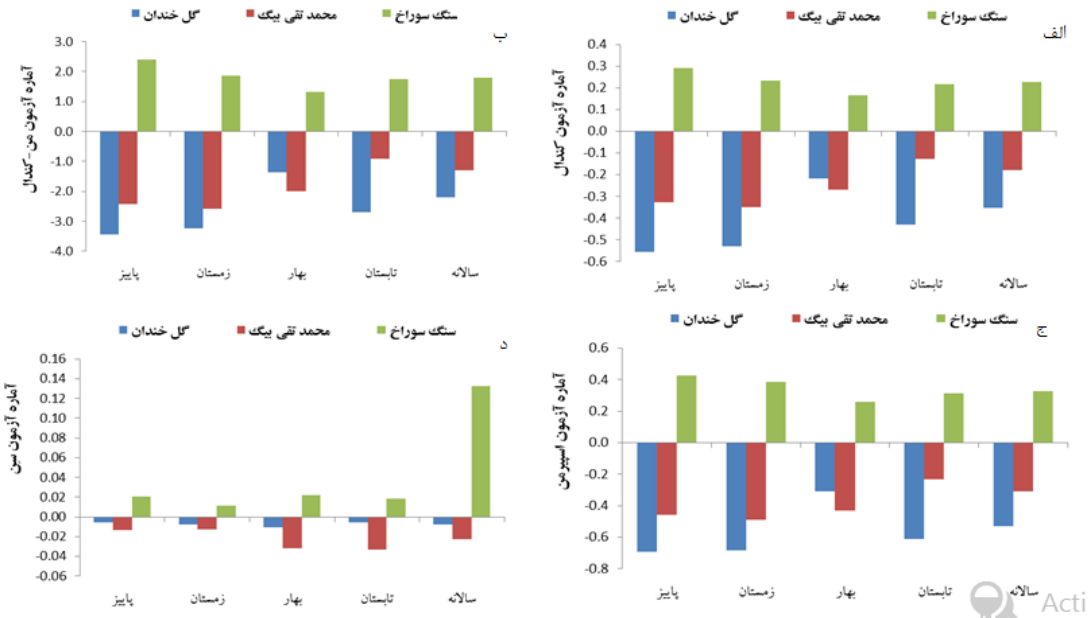
پیش از تعیین روند تغییرات جریان رودخانه، خود همبستگی موجود در سری‌های زمانی مورد بررسی قرار گرفت. ضرایب خود همبستگی مرتبه اول برای سری‌های سالانه و فصلی جریان رودخانه در شکل (۲) نشان داده شده است. ضرایب خود همبستگی مثبت به دست آمده برای سری‌های سالانه و فصلی جریان رودخانه در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار نبوده‌اند. لیکن، این ضرایب مثبت در سری‌های سالانه و تابستانه جریان رودخانه در ایستگاه محمدتقی بیگ معنی‌دار می‌باشند. همچنین نتایج حاکی از وجود خود همبستگی مثبت معنی‌دار در سری‌های سالانه، بهاره و زمستانه در ایستگاه سنگ سوراخ می‌باشد. پس از بررسی خود همبستگی سری‌های فصلی و سالانه جریان رودخانه در ایستگاه‌های مطالعاتی و انجام اصلاحات لازم برای حذف اثرات خود همبستگی، روند تغییرات این سری‌ها تعیین گردید. همان طور که در شکل (۳) مشاهده می‌گردد، روند تغییرات جریان رودخانه سالانه و فصلی در ایستگاه سنگ سوراخ افزایشی می‌باشد. این در حالی است که تمامی روندهای فصلی و سالانه در ایستگاه‌های محمد تقی بیگ و گل خندان کاهشی می‌باشند. این موضوع به دلیل تفاوت فاحش دوره آماری ایستگاه سنگ سوراخ نسبت به دو ایستگاه دیگر است. بررسی معنی‌داری روندهای به دست آمده نشان می‌دهد که روند صعودی جریان رودخانه پاییزه در ایستگاه سنگ سوراخ توسط تمامی آزمون‌های آماری معنی‌دار تشخیص داده شده است. شایان ذکر است که در این تحقیق روندی معنی‌دار تلقی می‌گردد که حداقل توسط دو آزمون از سه آزمون روند مورد استفاده (من-کندال، اسپیرمن و کندال) مورد تأیید قرار گیرد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]

میزان این روند معنی‌دار ۰/۰۲۱ متر مکعب بر ثانیه با آزمون سِن به دست آمد. همچنین نتایج حاصله حاکی از معنی‌دار بودن تمامی روندهای کاهشی در سری‌های جریان رودخانه ایستگاه گل‌خندان به استثنای سری بهاره می‌باشد. مقدار این روندهای معنی‌دار برای سری‌های پاییزه، زمستانه، تابستانه و سالانه به ترتیب ۰/۰۰۶، ۰/۰۰۸، ۰/۰۰۶ و ۰/۰۰۸ متر مکعب بر ثانیه به دست آمد. روندهای کاهشی جریان رودخانه پاییزه، زمستانه و بهاره در ایستگاه محمدتقی بیگ معنی‌دار و به ترتیب به میزان ۰/۰۱۴، ۰/۰۱۳ و ۰/۰۳۲ متر مکعب بر ثانیه می‌باشند.



شکل (۲): ضریب خودهمبستگی مرتبه اولِ سری‌های سالانه و فصلیِ جریان رودخانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه:
الف): ایستگاه گل خندان ب): ایستگاه محمد تقی بیگ ج): ایستگاه سنگ سوراخ



شکل (۳): نتایج آزمون‌های روند برای سری‌های سالانه و فصلی جریان رودخانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه،
الف) کندال ب) من-کندال ج) اسپیرمن د) سن

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]

روندهای ماهانه جریان رودخانه

نتایج آزمون‌های آماری برای تحلیل سری‌های ماهانه جریان رودخانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول (۲) ارائه شده است. همان طور که انتظار می‌رود، روندهای جریان رودخانه در ایستگاه سنگ سوراخ از نوع صعودی و در ایستگاه‌های گل‌خندان و محمدتقی بیگ از نوع نزولی می‌باشند. در ایستگاه سنگ سوراخ، روندهای افزایشی معنی‌دار در ماه‌های مهر، آذر، اسفند، فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر مشاهده گردید. در حالی که در ایستگاه گل‌خندان، روندهای کاهشی معنی‌دار در ماه‌های مهر، دی، بهمن، اردیبهشت، مرداد و شهریور حاصل گردید. همچنین در ایستگاه محمدتقی بیگ، جریان رودخانه در ماه‌های آبان، آذر، بهمن، اسفند و شهریور به طور معنی‌داری کاهشی یافته است. بر اساس نتایج آزمون سِن، میزان روندهای کاهشی معنی‌دار در ایستگاه گل‌خندان ۰/۰۱ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد. همچنین، میزان اغلب روندهای کاهشی معنی‌دار در ایستگاه محمدتقی بیگ ۰/۰۲ متر مکعب بر ثانیه است.

جدول (۲): نتایج آزمون‌های آماری برای تحلیل سری‌های ماهانه جریان رودخانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه (روندهای معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد به صورت پررنگ مشخص شده است)

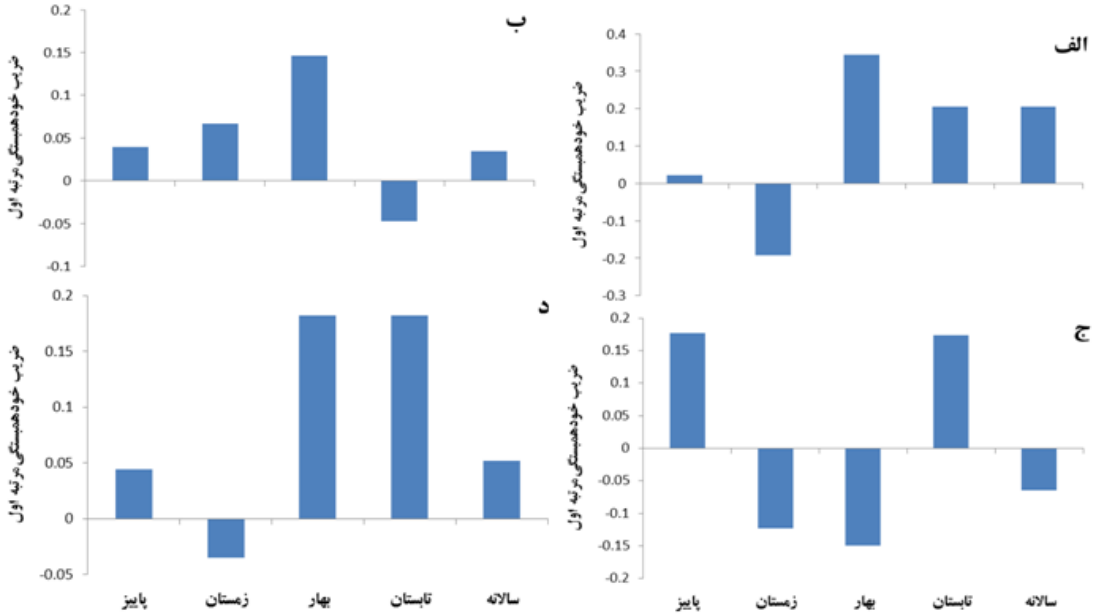
ایستگاه	آزمون روند	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
گل خندان	ضریب خودهم بستگی	۰/۰۰۲۱	**۰/۷۷۱**	**۰/۷۷۳**	۰/۶۱۶	۰/۰۰۵	**۰/۰۶۹**	۰/۰۳۱	۰/۰۱۲	۰/۰۲۱	**۰/۰۶۳**	۰/۰۴۸	۰/۰۰۶
	من-کندال	**-۳/۲۶**	-۱/۵۲	-۰/۷۹	**-۳/۵۵**	**-۳/۳۷**	-۱/۹۱	-۱/۳۹	**-۲/۲۴**	-۱/۴۵	-۱/۱۷	**-۳/۱۲**	**-۲/۴۷**
	سِن	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱
	اسپیرمن	**-۰/۶۴**	**-۰/۴۹**	-۰/۱۹	**-۰/۶۹**	**-۰/۷۰**	**-۰/۴۵**	-۰/۲۲	**-۰/۴۹**	-۰/۳۲	-۰/۳۴	**-۰/۷۰**	**-۰/۵۵**
	کندال	**-۰/۵۳**	-۰/۲۶	-۰/۱۴	**-۰/۵۸**	**-۰/۵۵**	**-۰/۳۲**	-۰/۲۳	**-۰/۳۶**	-۰/۲۳	-۰/۲۰	**-۰/۵۱**	**-۰/۴۰**
محمد تقی بیگ	ضریب خودهم بستگی	۰/۲۶	۰/۴۲	**۰/۴۷**	**۰/۴۶**	۰/۲۳	۰/۲۵	-۰/۰۲	۰/۱۸	۰/۳۱	**۰/۵۹**	**۰/۵۴**	۰/۲۲
	من-کندال	-۱/۶۸	**-۲/۲۷**	**-۲/۲۵**	-۱/۴۶	**-۲/۲۳**	**-۲/۱۵**	-۱/۸۸	-۱/۸۸	-۱/۶۸	-۱-/۲۵	-۱/۴۶	**-۲/۵۹**
	سِن	-۰/۰۱	-۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۴	-۰/۰۳	-۰/۰۴	-۰/۰۴	-۰/۰۲
	اسپیرمن	-۰/۳۰	**-۰/۳۹**	**-۰/۴۰**	-۰/۲۶	**-۰/۴۱**	**-۰/۴۴**	**-۰/۳۹**	**-۰/۴۱**	-۰/۳۷	-۰/۲۷	-۰/۳۶	**-۰/۴۸**
	کندال	-۰/۲۳	**-۰/۳۱**	**-۰/۳۱**	-۰/۲۰	**-۰/۳۰**	**-۰/۲۹**	-۰/۲۵	-۰/۲۵	-۰/۲۳	-۰/۱۷	-۰/۲۰	**-۰/۳۵**
سنگ سوراخ	ضریب خودهم بستگی	۰/۳۵	۰/۲۰	۰/۳۶	**۰/۴۹**	**۰/۴۷**	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۳۹	۰/۲۹	۰/۴۲	۰/۳۵	۰/۱۷
	من-کندال	**۲/۲۱۶**	۱/۹۰۶	**۲/۴۳۳**	۱/۴۴۳	۱/۷۰۳	**۲/۴۰۲**	**۲/۵۸۸**	**۲/۷۴۳**	**۲/۵۸۸**	**۲/۴۹۵**	۱/۸۱۳	۰/۷۹۰
	سِن	۰/۰۲۲	۰/۰۱۷	۰/۰۲۰	۰/۰۰۸	۰/۰۱۲	۰/۰۱۹	۰/۰۳۹	۰/۰۵۳	۰/۰۳۸	۰/۰۳۱	۰/۰۱۹	۰/۰۰۷
	اسپیرمن	**۰/۴۰۹**	**۰/۳۵۰**	**۰/۴۳۷**	۰/۳۰۵	۰/۳۵۲	**۰/۴۲۲**	**۰/۴۶۷**	**۰/۴۷۳**	**۰/۴۵۸**	**۰/۴۳۲**	۰/۳۲۲	۰/۱۹۵
	کندال	**۰/۲۸۱**	**۰/۲۳۹**	**۰/۳۰۶**	۰/۱۸۱	۰/۲۱۴	**۰/۲۹۴**	**۰/۳۱۸**	**۰/۳۳۸**	**۰/۳۱۸**	**۰/۳۰۷**	۰/۲۲۴	۰/۱۰۹

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]

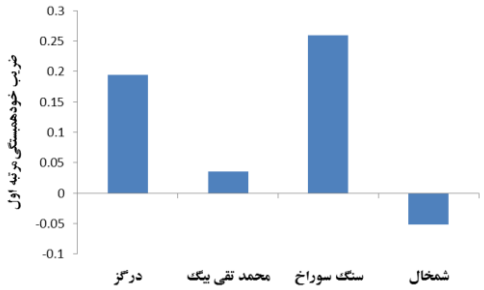
اثرات تغییرات پارامتر بارندگی بر روند تغییرات جریان رودخانه

به منظور تحلیل اثرات تغییرات بارندگی، بر روند تغییرات جریان رودخانه، همبستگی بین این پارامتر و جریان رودخانه با استفاده از آزمون‌های همبستگی پیرسون (پارامتری) و اسپیرمن (ناپارامتری) مورد مطالعه قرار گرفت.

ضرایب خودهمبستگی سری‌های میانگین بارندگی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته در مقیاس‌های سالانه و فصلی در ایستگاه‌های درگز، محمدتقی بیگ، سنگ سوراخ و شمخال (شکل‌های ۴ و ۵) نشان می‌دهد که، خود همبستگی سری‌های میانگین بارندگی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند. نتایج آزمون‌های تعیین روند برای سری‌های زمانی میانگین بارندگی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته (شکل ۶ و ۷) حاکی از وجود هر دو نوعِ روندهای افزایشی و کاهشی در سری‌های بارندگی می‌باشد، لیکن هیچ یک از روندهای حاصله معنی‌دار نبوده‌اند. این نتایج هم‌خوانی مطلوبی با نتایج به دست آمده توسط دیگر محققان (طبری و حسین‌زاده طلایی، ۲۰۱۱؛ شیفته صومعه و همکاران، ۲۰۱۲؛ طبری و همکاران، ۲۰۱۲a) برای میانگین بارندگی سالانه و فصلی در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور دارد.

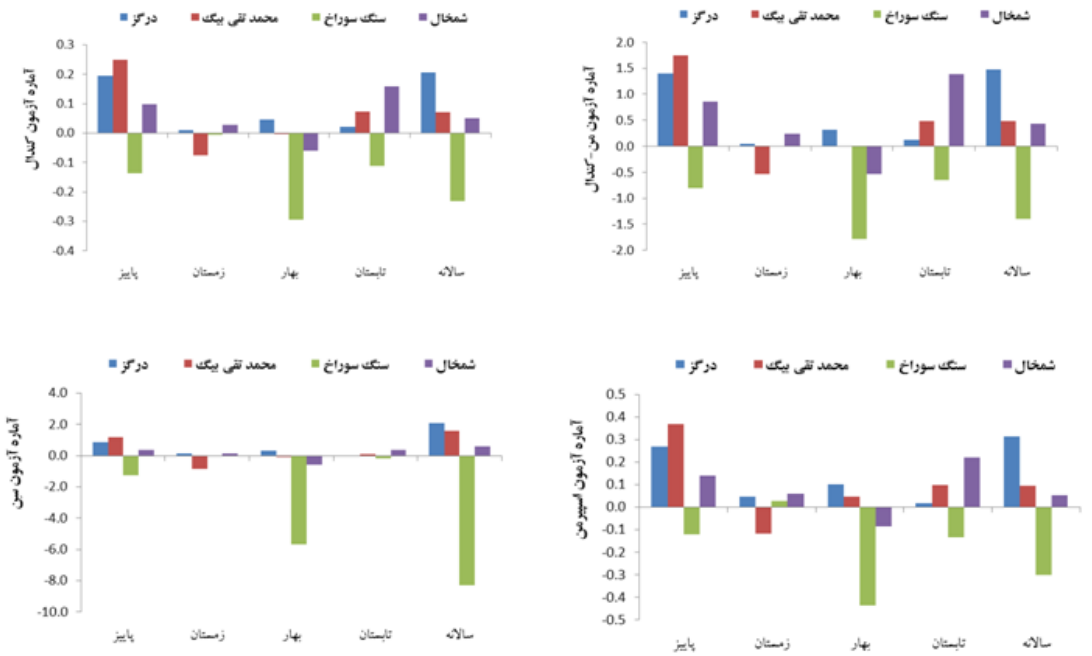


شکل (۴): ضریب خودهمبستگی مرتبه اولِ سری‌های سالانه و فصلیِ بارندگی در ایستگاه‌های مورد مطالعه: الف): ایستگاه درگز، ب): ایستگاه محمد تقی بیگ، ج): ایستگاه سنگ سوراخ و د): ایستگاه شمخال

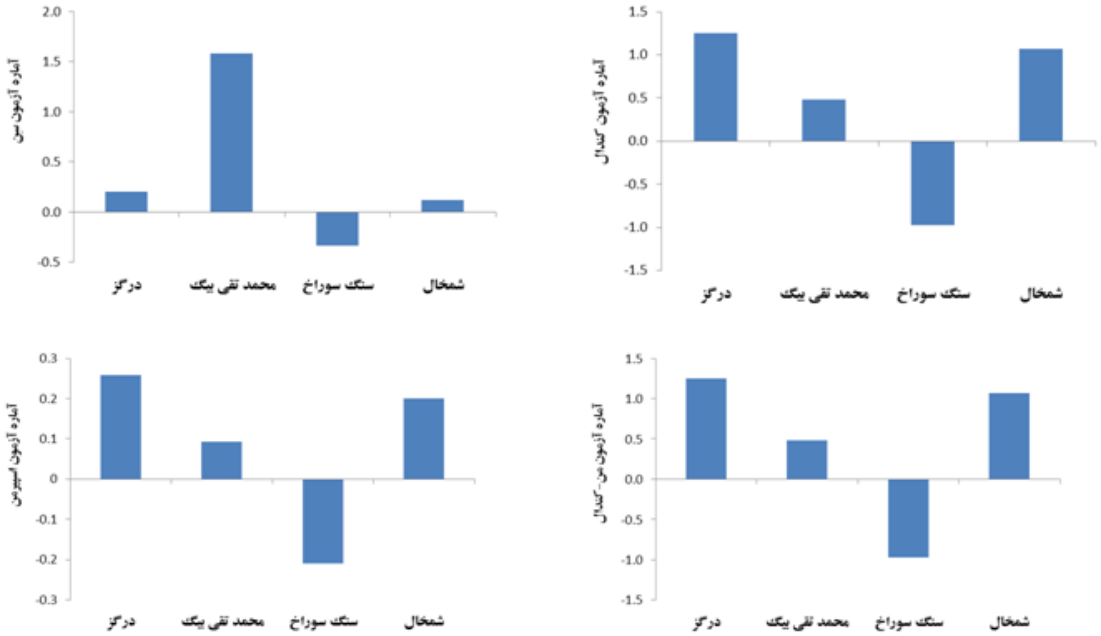


شکل (۵): ضریب خودهمبستگی مرتبه اولِ سری زمانی حداکثر بارش ۲۴ ساعته در ایستگاه‌های مورد مطالعه

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]



شکل (۶): نتایج آزمون‌های روند برای سری‌های سالانه و فصلی بارندگی در ایستگاه‌های مورد مطالعه

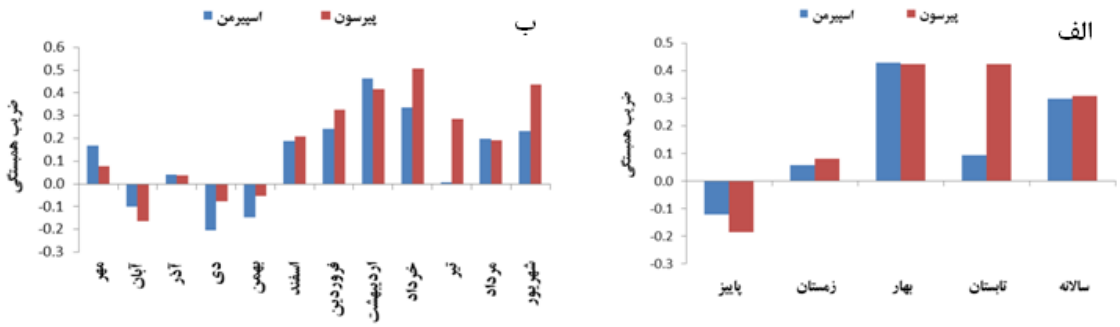


شکل (۷): نتایج آزمون‌های روند برای سری زمانی حداکثر بارش ۲۴ ساعته در ایستگاه‌های مورد مطالعه

همان طور که پیش‌تر ذکر گردید، آزمون‌های پارامتری پیرسون و ناپارامتری اسپیرمن برای بررسی رابطه بین بارندگی و جریان رودخانه منطقه‌ای به کار رفت (شکل ۸). نتایج نشان‌دهنده آن است که یک رابطه مثبت معنی‌دار بین بارندگی و جریان رودخانه وجود دارد. همچنین، وجود یک همبستگی مثبت معنی‌دار بین بارندگی و جریان رودخانه تابستانه توسط هر دو آزمون مورد تأیید قرار گرفته است. آزمون پیرسون یک رابطه مثبت معنی‌دار را بین پارامترهای مزبور در فصل تابستان نشان داد. در حالی که، این رابطه بر اساس آزمون اسپیرمن معنی‌دار نمی‌باشد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]

تفاوت بین نتایج آزمون‌های پیرسون و اسپیرمن را می‌توان به نرمال نبودن احتمالی توزیع آماری سری‌های زمانی تابستانه بارندگی و وجود عدم قطعیت در نتایج آزمون‌های پارامتری نظیر پیرسون برای تحلیل داده‌های با توزیع غیرنرمال نسبت داد. همچنین، رابطه بین بارندگی و جریان رودخانه در نیمه اول سال آبی معنی‌دار نبوده است.



شکل(۸): همبستگی بین میانگین منطقه‌ای بارندگی و جریان رودخانه:
الف) سالانه و فصلی ب)مقیاس ماهانه

مشابه با سری‌های سالانه و فصلی، ضرایب خود همبستگی مرتبه اول سری‌های ماهانه بارندگی معنی‌دار نبوده است. همچنین، روند تغییرات بارندگی ماهانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه معنی‌دار نمی‌باشد. نتایج همبستگی بین میانگین منطقه‌ای بارندگی و جریان رودخانه در مقیاس ماهانه در شکل (۸-ب) ارائه شده است. هر دو آزمون همبستگی وجود یک رابطه مستقیم (مثبت) معنی‌دار بین بارندگی و جریان رودخانه منطقه‌ای در ماه‌های اردیبهشت و خرداد را تأیید نمودند. همبستگی مثبت بین بارندگی و جریان رودخانه منطقه‌ای در ماه‌های فروردین و شهریور تنها توسط آزمون پیرسون تشخیص داده شد. به طور کلی، قوی‌ترین رابطه همبستگی به میزان ۰/۵۰۷ بین بارندگی و جریان رودخانه در خردادماه توسط آزمون پیرسون به دست آمد.

نتایج آزمون‌های آماری برای تحلیل سری‌های ماهانه بارندگی در ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول (۳) آورده شده است.

نتیجه‌گیری

پس از حذف اثرات خود همبستگی داده‌ها آزمون‌های روند روی داده‌های جریان رودخانه درونگر درگز بررسی و اعمال می‌شود. روند تغییرات جریان رودخانه سالانه و فصلی در ایستگاه سنگ سوراخ افزایشی می‌باشد. این در حالی است که تمامی روندهای فصلی و سالانه در ایستگاه‌های محمدتقی بیگ و گل‌خندان کاهشی می‌باشند که ناشی از تفاوت فاحش دوره آماری ایستگاه سنگ سوراخ نسبت به دو ایستگاه دیگر است. روند صعودی جریان رودخانه پاییزه در ایستگاه سنگ سوراخ توسط تمامی آزمون‌های آماری معنی‌دار تشخیص داده شده است. تمامی روندهای کاهشی در سری‌های جریان رودخانه ایستگاه گل‌خندان به استثنای سری بهاره نیز معنی‌دار است. روندهای کاهشی جریان رودخانه پاییزه، زمستانه و بهاره در ایستگاه محمدتقی بیگ معنی‌دار می‌باشند. در تحلیل سری‌های ماهانه جریان رودخانه، روندهای جریان رودخانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه معنی‌دار نمی‌باشد. نتایج آزمون‌های تعیین روند برای سری‌های زمانی میانگین بارندگی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته حاکی از وجود هر دو نوعِ روندهای افزایشی و کاهشی در سری‌های بارندگی می‌باشد، لیکن هیچ یک از روندهای حاصله معنی‌دار نبوده‌اند. این نتایج همخوانی مطلوبی با نتایج به دست آمده توسط دیگر محققان برای میانگین بارندگی سالانه و فصلی در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور دارد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]

جدول (۳): نتایج آزمون‌های آماری برای تحلیل سری‌های ماهانه بارندگی در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	آزمون روند	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
درگز	ضریب خودهمبستگی	-۰/۰۷	۰/۰۷	-۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۲۰	۰/۰۸	۰/۱۹	-۰/۰۶	-۰/۰۷
	من-کندال	-۱/۵۳	۱/۰۲	۰/۵۰	-۰/۶۵	۰/۴۲	۰/۴۴	۰/۰۴	۰/۷۵	۰/۶۵	-۰/۴۷	-۰/۷۸	۰/۰۷
	سِن	-۰/۲۰	۰/۵۰	۰/۹۱	-۰/۱۷	۰/۲۷	۰/۳۶	۰	۰/۴۳	۰/۰۶	۰	۰	۰
	اسپیرمن	-۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۲۹	-۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۱۲	-۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۱۷	-۰/۰۹	-۰/۱۷	۰/۰۳
	کندال	-۰/۲۲	۰/۱۴	۰/۲۱	-۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۰۹	-۰/۰۸	-۰/۱۲	۰/۰۱
محمد تقی بیگ	ضریب خودهمبستگی	-۰/۲۲	۰/۱۵	-۰/۱۷	-۰/۰۸	-۰/۰۴	۰/۱۱	-۰/۳۰	۰/۲۱	۰/۰۹	۰/۲۸	-۰/۱۰	-۰/۰۹
	من-کندال	۰/۳۸	۱/۳۰	۱/۳۹	-۱/۲۶	۰/۱۱	-۰/۵۱	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۸۰	۰/۱۵	-۰/۶۶	-۰.۵۶
	سِن	۰	۰/۸۵	۰/۵۸	-۰/۵۰	۰/۰۸	-۰/۳۸	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۱۹	۰	۰	۰
	اسپیرمن	۰/۰۸	۰/۲۳	۰/۲۸	-۰/۲۹	۰/۰۵	-۰/۱۳	۰	۰/۰۳	۰/۱۹	۰/۰۵	-۰/۱۳	۰/۰۹
	کندال	۰/۰۶	۰/۱۷	۰/۲۰	-۰/۱۸	۰/۰۲	-۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۱۸	۰/۰۳	-۰/۱۱	-۰/۰۹
سنگ سوراخ	ضریب خودهمبستگی	-۰/۲۹	۰/۱۷	-۰/۰۸	-۰/۲۱	-۰/۲۰	-۰/۰۶	-۰/۰۵	-۰/۳۳	۰/۲۱	-۰/۰۳	-۰/۰۸	-۰/۰۵
	من-کندال	۰/۷۲	-۱/۶۵	۰/۲۳	-۱/۰۱	۱/۳	-۰/۳۲	-۱/۵۹	-۱/۴۰	-۱/۰۴	-۰/۸۲	۱/۴۶	-۰/۶۴
	سِن	۰/۳۹	-۰/۹۵	۰/۱۷	-۰/۵۴	۱/۰۰	-۰/۲۱	-۳/۰۴	-۱/۸۶	-۰/۵۴	۰	۰	۰
	اسپیرمن	۰/۱۰	-۰/۳۹	۰/۰۳	-۰/۲۷	۰/۲۵	-۰/۰۴	-۰/۴۱	-۰/۳۱	-۰/۲۷	-۰/۱۶	۰/۳۵	-۰/۱۲
	کندال	۰/۱۲	-۰/۲۷	۰/۰۴	-۰/۱۷	۰/۲۲	-۰/۰۶	-۰/۲۶	-۰/۲۳	-۰/۱۷	-۰/۱۵	۰/۲۶	-۰/۱۱
شمخال	ضریب خودهمبستگی	-۰/۱۲	۰/۱۸	-۰/۲۲	۰/۰۱	-۰/۰۸	۰	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۳۶	-۰/۲۷
	من-کندال	-۰/۸۵	۱/۴۰	۰	۱/۰۹	۱/۰۳	-۲/۴۵	-۰/۲۹	-۰/۷۱	-۱/۰۲	۱/۳۴	-۱/۱۲	۰/۶۸
	سِن	-۰/۱۱	۰/۵۳	۰	۰/۱۹	۰/۳۱	-۰/۵۹	-۰/۱۲	-۰/۴۸	-۰/۲۴	۰	۰	۰
	اسپیرمن	-۰/۱۶	۰/۲۴	۰	۰/۱۷	۰/۱۶	-۰/۲۳	-۰/۰۶	-۰/۱۰	-۰/۱۶	۰/۲۱	-۰/۱۹	۰/۱۲
	کندال	-۰/۱۰	۰/۱۶	۰	۰/۱۲	۰/۱۲	-۰/۱۶	-۰/۰۳	۰/۰۸	-۰/۱۲	۰/۱۶	-۰/۱۴	۰/۰۸

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]

سپاسگزاری

این پروژه تحقیقاتی با حمایت مالی کمیته تحقیقات شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی با کد شماره KOR-91068 مورخ ۹۲/۱/۲۴ به انجام رسیده است. بدین وسیله مراتب تقدیر و تشکر را اعلام می‌نماییم.

منابع

۱- بهره‌مند،ع.، ق. همدمی و ا. صنیعی (۱۳۹۱). تحلیل روند تغییرات بلند مدت بارندگی و دبی در غرب دریاچه ارومیه. پژوهش‌نامه مدیریت حوضه آبخیز سال چهارم/ شماره ۸/ پاییز و زمستان (۱۳۹۲) ص ۴۳.

۲- حسین‌زاده طلایی، پ.، ح. طبری و ص. معروفی (۱۳۸۸). مقایسه روش‌های پارامتری و ناپارامتری در بررسی روند تغییرات ماهانه، فصلی و سالانه دبی رودخانه و بارندگی در حوضه آبریز گاماسیاب، هشتمین سمینار بین-المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید چمران.

۳- خان محمدی فلاح، س. و ع. شکوهی (۱۳۹۴). ارزیابی تغییر رژیم آبدهی ماهانه و فصلی رودخانه‌ها در دوره تغییر اقلیم با رویکرد ناپارامتری استان مازندران، دهمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، تبریز، دانشگاه تبریز دانشکده مهندسی عمران، http://www.civilica.com/Paper-ICCE10-ICCE10_0108.html

۴- خلیلی، ع. و ج. بذر افشان (۱۳۸۳). تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های سالانه، فصلی و ماهانه پنج ایستگاه قدیمی ایران در یکصد و شانزده سال گذشته، بیابان، جلد ۹، شماره ۱، صص ۳۳-۲۵.

۵- شریفان، ح. و ع. حبیبی (۱۳۹۲). بررسی اثر تغییر اقلیم بر روند تغییرات منابع آب سطحی در بخشی از حوضه استان گلستان. « اولین همایش ملی چالش‌های منابع آب و کشاورزی » انجمن آبیاری و زهکشی ایران- دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

۶- فرج زاده، م.، س. رجایی نجف آبادی و ی. قویدل رحیمی (۱۳۹۱). آشکارسازی اثر نوسانات بارش بر رواناب سطحی حوضه آبریز سرخس (کشف رود)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال دوم، شماره هفتم.

۷- معروفی، ص. و ح. طبری (۱۳۹۰). آشکارسازی روند تغییرات دبی رودخانه مارون با استفاده از روش‌های پارامتری و ناپارامتری. فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۰۱، ۱۶۶-۱۴۵.

8- Brooks C.E.P. and Carrthers N. *(1953). Handbook of statistical methods in meteorology*. H.M.S.O. London. 412 pp

9- Jiang T., Su B. and Hartmann H. *(2007). Temporal and spatial trends of precipitation and river flow in the Yangtze River Basin*, 1961-2000, Geomorphology, *85, 143-154.*

10- Kendall M.G. *(1975). Rank correlation methods*. Griffin, London.

11- Mann H.B. *(1945) Nonparametric tests against trend*. Econometrica *13:245–259*

12- Tabari H. and Hosseinzadeh Talaee P. *(2011) Temporal variability of precipitation over Iran*: 1966-2005. Journal of Hydrology, *396:313–320.*

13- Tabari H., Hosseinzadeh Talaee P., Ezani A. and ShiftehSome'e B. *(2012b). Shift changes and monotonic trends in auto correlated temperature series over Iran.* Theoretical and Applied Climatology, *109:95 -108.*

14- Tabari H., ShiftehSomee B. and RezaeianZadeh M. *(2011) Testing for long-term trends in climatic variables in Iran.* Atmospheric Research, *100:132–140*.

15- Thodsen H. *(2007). The influence of climate change on stream flow in Danish rivers*. J. Hydrol., *333, 226-238.*

16- Wahl K. and Tortorelli R.L. *(1996). Changes in flow the Beaver-North Canadian river basin upstream from Canton lake, Western Oklahoma, U. S. Geological Survey*, U.S. Geological Survey Water Resources Investigation Reports, *96-4304.*

17- Wang W., Van Gelder P.H. and Vrijling J.K. *(2005). Trend and stationary analysis for stream flow processes of rivers in Western Europe in the 20th Century*. IWA International Conference on Water Economics, Statistics, and Finance, 8–10 July, Rethymno, Greece.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]

18- Xu C.Y. *(2000). Modelling the Effects of Climate Change on Water Resources in Central Sweden*. Water Resour. Manage. *14, 177-189.*
19- Xu C.Y., Chen Y.N. and Li J.Y. *(2004). Impact of Climate Change on Water Resources in the TarimRiver Basin*. Water Resour. Manage., *18, 439-458.*

Impact Assessment of Rainfall Alterations on Water Yield (Case Study: Darungar River, Dargaz, Iran)

Arabi A., Sanaei Nejad H., Torabi Poude H., Niknia N.
Email: Azamarabi@gmail.com

Received: 2015/05
Accepted: 2015/08

Abstract

In this study, the quality and quantity of river flow at different time scales, (monthly, quarterly and the annual) and impacted climate change on river flow parameters using parametric and nonparametric have been detected in Daraungar River, (Dargaz basin). For this purpose, hydrometric flow data was selected from closed stations. The results show that all seasonal and annual trends are decreasing in Mohammad Taqhi Bieg and Golkhandan stations 0.02 and 0.01(m^3s^{-1}) respectively. Pearson parametric and Spearman nonparametric tests were used for the correlation between rainfall and regional river flows. Finally, the results show very significant correlation accordingly.

Keywords: Climate change, Dargaz, Darungar River, Discharge, Test process

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.2.6]