دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی روند تغییرات دما، بارش و دبی با استفاده از آزمون ناپارامتری من‌کندال (مطالعه موردی: حوزه آبخیز رودخانه کاجو استان سیستان و بلوچستان)

مریم انصاری[۱]، غلامرضا نوری[۲] و صمد فتوحی[۲]

۱- کارشناس ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، (نویسنده مسوول: mary_ansari60@yahoo.com)
۲- استادیار، دانشگاه سیستان و بلوچستان

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۴ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۲۳

چکیده

نوسانات در روند متغیرهای هواشناسی از جمله بارندگی و دما یکی از ویژگی‌های چرخه اتمسفری است، ضمن اینکه کاهش شدید بارندگی و دوره‌های خشک ناشی از آن، تأثیرهای منفی بسیاری بر منابع آب می‌گذارد. نوسانات اقلیمی در یک منطقه اثرات شدیدی بر منابع آب و خاک می‌گذارد. امروزه پذیرفته شده که بروز هر گونه تغییر در سیستم اقلیمی در مدیریت منابع آب و خاک مهم است. در میان عناصر اقلیمی، بارش بیشترین نوسان را دارد، این مسئله به ویژه در کشور ایران که بارش متوسط سالانه آن ۲۵۰ میلی‌متر است، اهمیت بیش‌تری دارد. دوره‌های کم‌آبی و پرآبی به خصوص دوره‌های کم آبی از دیر باز محدوده حوزه آبخیز رودخانه کاجو را تحت تأثیر قرار داده است و به دلیل تداوم زیاد آن با آسیب‌ها و خسارات فراوانی همراه بوده است. هدف از انجام تحقیق تعیین روند تغییرات دما، بارش و دبی این حوزه آبخیز طی یک دوره آماری ۲۰ ساله است. از آزمون ناپارامتری من- کندال برای تعیین روند این متغیرها استفاده شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد بارش منطقه دارای روندی نزولی، دما دارای روندی صعودی، و دبی رودخانه طی این دوره آماری دارای روندی کاهشی است.

واژه‌های کلیدی: بارش، دبی، دما، کاجو، من-کندال

مقدمه

نوسانات اقلیمی در یک منطقه اثرات شدیدی بر منابع آب و خاک می‌گذارد. امروزه پذیرفته شده است که بروز هر گونه تغییر در سیستم اقلیمی در مدیریت منابع آب و خاک مهم است (۳). از مهم‌ترین مشخصه‌های اقلیمی هر منطقه مقدار بارندگی آن می‌باشد. این مشخصه اقلیمی از بی‌ثبات‌ترین متغیرهای اقلیمی می‌باشد که بر منابع آب یک منطقه به طور جدی تأثیرگذار است (۱۶). جریان رودخانه به عنوان یکی از متغیرهای مهم در هیدرولوژی و منابع آب در ارتباط متقابل با عناصر اقلیمی است (۱۰). از این‌رو، بررسی تغییرات دبی رودخانه در طول زمان می‌تواند اثرات تغییر یا عدم تغییر در شرایط اقلیمی یک منطقه را مشخص نماید (۸). مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است. از این قبیل مطالعات می‌توان به کارهای هانسن و جونز اشاره نمود که عمدتاً روند افزایشی را در مقادیر دما اثبات نمودند. طی تحقیقی روند احتمالی جریان رودخانه در غرب اوکلاهاما مورد مطالعه قرار گرفت و نتیجه آن روند کاهشی معنی‌دار در جریان رودخانه بوده است (۱۸). گزارش جامعی از روند تغییرات اقلیمی در سراسر جهان تهیه شد که در نتیجه روند کاهشی برای شاخص‌های دوره سرد و روند افزایشی برای شاخص‌های دوره گرم مشاهده شد (۱۳). در مطالعه‌ای روند تغییرات دما، بارش و دبی در حوزه آبخیز تاریم در چین مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سری‌های زمانی دما دارای روند معنی‌دار افزایشی بوده و داده‌های بارش نیز افزایش یافته است (۲۱). روند تغییرات بارندگی در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران با استفاده از آزمون من- کندال[۱] مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بارندگی ایستگاه‌های واقع در مناطق شمال غربی، جنوب غربی و شرق ایران بیشتر روند افزایشی و ایستگاه‌های واقع در مناطق جنوب شرقی و شمال شرقی روند کاهشی را داشته است (۱۴). طی تحقیقی روند بارندگی ترکیه در دو مقیاس ماهانه و فصلی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که در فصل زمستان بیشتر ایستگاه‌ها دارای روند منفی بوده در حالی که در سه فصل دیگر روند افزایشی مشاهده شده است (۷). روند تغییرات بارندگی و دبی رودخانه در حوزه رودخانه یانگ تسه مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت. نتایج حاصل یک روند مثبت معنی‌داری را در داده‌های بارندگی فصل تابستان نشان داد (۵). با بررسی اثرات تغییر اقلیم بر دما، بارندگی و رواناب در حوزه رودخانه زاینده‌رود این نتیجه به دست آمد که میزان بارندگی کاهش و دما افزایش یافته است (۹). با مطالعه روند تغییرات رواناب در حوزه آبخیز خررود این نتیجه حاصل شد که در دوره سی ساله با وجود ثبات بارش سالانه و اندکی کاهش دمای سالانه، ارتفاع رواناب و هم چنین نسبت رواناب به بارش سالانه روندی فزاینده و معنی‌داری داشته است (۱۵). روند تغییرات دبی رودخانه یالفان و هم‌چنین متغیرهای دما و بارش در یک دوره آماری ۳۰ ساله مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که داده‌های سالانه دما دارای روند افزایشی معنی‌داری بوده در حالی که روند معنی‌داری در داده‌های بارش و دبی مشاهده نشده است (۸). در مطالعه‌ای داده‌های دما، بارش و دبی رودخانه زیارت در استان گلستان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین دمای هوا افزایش یافته است. درحالی که میانگین بارش و میانگین

1- Mann-kendall

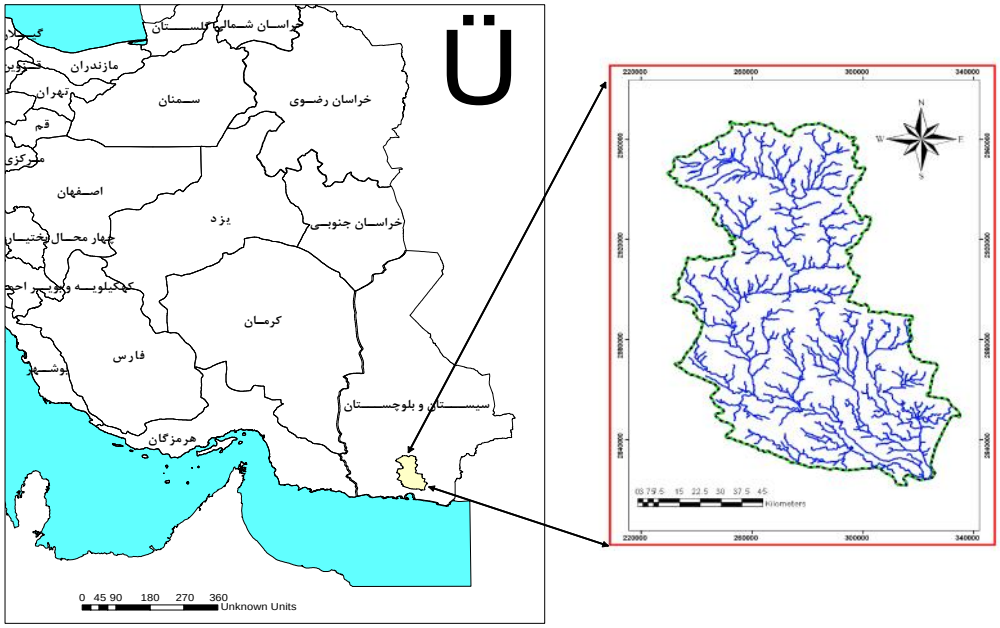
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-10-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.15.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.158]

دبی کاهش یافته است (۱۲). روند تغییرات بارش در مناطق شمالی استان گلستان مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که به طورکلی هر سه حالت ایستا، روند مثبت و منفی در ایستگاه‌ها وجود دارد (۲). روند تغییرات دمایی شهرستان اهواز بر اساس شاخص‌های حدی مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان داد شرایط اقلیمی اهواز نسبت به گذشته گرم‌تر شده است (۱۷). عناصر اقلیمی و آب از مظاهر حیات هر منطقه محسوب می‌شود؛ بنابراین هدف این تحقیق مشخص نمودن روند متغیرهای اقلیم‌شناسی و دبی در حوزه آبخیز رودخانه کاجو می‌باشد.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

حوزه آبخیز کاجو در محدوده مختصات جغرافیائی ۶۰ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۲۶ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. این حوزه، بخش غربی حوزه آبخیز باهوکلات را تشکیل می‌دهد و از قسمت انتهائی رشته کوه زاگرس، مشرف به کوه‌های مکران سرچشمه می‌گیرد و رودخانه آن با طی مسیر خود در جهت جنوبی به دریای عمان و خلیج گواتر می‌ریزد (۱۹). همسایه شمالی رودخانه کاجو، سرشاخه‌های رودخانه بمپور بوده و سرشاخه‌های رودخانه بزرگ سرباز و گورگور در شرق آن قرار دارد. قسمت جنوبی حوزه و رودخانه‌های کوچک آن نیز مشرف به دریای عمان می‌باشد (۱). شکل شماره یک محدوده منطقه مورد مطالعه را در سطح استان و کشور نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز رودخانه کاجو در استان سیستان و بلوچستان

Figure 1. Geographic location of watershed of river of Kajou in the province of sistan & balouchestan

روش تحقیق

برای انجام این تحقیق از داده‌های اقلیمی (دما و بارش) و داده‌های هیدرومتری استفاده شده است. این داده‌ها یک دوره آماری ۲۰ ساله است که از سال آماری ۶۹-۶۸ تا سال آماری ۸۸-۸۷ را در برمی‌گیرد. حوزه آبخیز رودخانه کاجو دارای شش ایستگاه می‌باشد که مشخصات آن در جدول شماره یک ارائه شده است. شکل دو نیز نقشه پراکندگی ایستگاه‌های حوزه آبخیز کاجو را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

Table 1. Properties of zone stations of case study

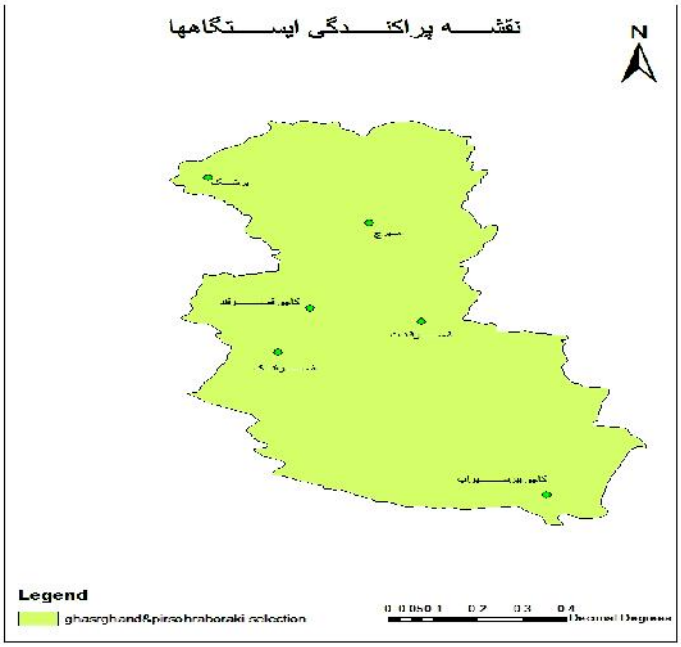
نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	نوع ایستگاه
قصرقند	۶۰ ۳۳	۲۶ ۱۲	۳۸۲	تبخیر سنجی
قصرقند	۶۰ ۴۴	۲۶ ۱۳	۵۰۰	کلیماتولوژی
برشک	۶۰ ۲۴	۲۶ ۳۷	۱۲۸۰	بارانسنجی
میرچ	۶۰ ۴۵	۲۶ ۲۷	۸۰۰	بارانسنجی
کاجو- قصرقند	۶۰ ۳۲	۲۶ ۱۰	۳۵۰	آبسنجی
کاجو- پیرسهراب	۶۰ ۵۲	۲۵ ۴۵	۴۰	آبسنجی

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-10-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.15.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.158]

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-10-23]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.15.7]

[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.158]



شکل ۲- نقشه پراکندگی ایستگاه‌های حوزه آبخیز رودخانه کاجو در استان سیستان و بلوچستان
Figure 2. Distribution map of stations of watershed of river of Kajou in province of sistan & balouchestan

تحلیل با استفاده از آزمون من-کندال

از آزمون من کندال برای تعیین روند عناصر اقلیمی (دما و بارش) و دبی رودخانه استفاده شده است. این آزمون ابتدا توسط مَن در سال ۱۹۴۵ ارائه شد و سپس توسط کندال درسال ۱۹۶۶ توسعه یافت. این روش در همان سال‌ها مورد توجه سازمان هواشناسی جهانی[1] قرار گرفت. همانند سایر آزمون‌های آماری، این آزمون بر مبنای مقایسه فرض صفر و یک بوده و در نهایت در مورد پذیرش یا رد فرض صفر تصمیم‌گیری می‌نمایند. فرض صفر این آزمون مبتنی بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها است و پذیرش فرض یک (رد فرض صفر) دال بر وجود روند در سری داده‌ها می‌باشد.

مراحل محاسبه آماره این آزمون به شرح زیر است:

الف – محاسبه اختلاف بین تک تک جملات سری با همدیگر و اعمال تابع sgn و استخراج پارامتر s

$$s = \sum_{k=1}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{n} \mathrm{sgn}(x_j - x_k)$$ رابطه (۱)

n: تعداد جملات، x_j: تابع زام سری و x_k: داده kام سری

داده sgn به شرح زیر معرفی می‌شود:

$$sgn(s)\begin{cases} +1 \; if \; (x_j - x_k) > 0 \\ -1 \; if \; (x_j - x_k) = 0 \\ 0 \; if \; (x_j - x_k) < 0 \end{cases}$$ رابطه (۲)

بنابراین تمامی مقادیر به دست آمده از تابع علامت *(sgn)*، صفر، ۱ و یا ۱- است.

ب – محاسبه واریانس با استفاده از رابطه زیر:

رابطه (۳)

$$\mathrm{var}(s) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^{m} t(t-1)(2t+5)}{18} \quad if > 10$$

n: تعداد داده‌ها m: تعداد سری که حداقل دارای یک داده تکراری است و t: فراوانی داده‌هایی با ارزش یکسان

$$\mathrm{var}(s) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad if \le 10$$ رابطه (۳)

ج- استخراج آماره آزمون z به کمک یکی از روابط زیر:

$$z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{var(s)}} \; if \; s > 0 \\ 0 \qquad\qquad s = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{var(s)}} \; if \; s < 0 \end{cases}$$ رابطه (۵)

S: پارامترمحاسبه شده در رابطه (۱) می‌باشد.

$$z = \sum_{k=1}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{n} \mathrm{sgn}(x_i - x_k)$$ رابطه (۶)

در صورتی که آماره z مثبت باشد روند صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می‌شود.

قدر مطلق Z به دست آمده رادر نظر می‌گیریم. باید ببینیم رابطه زیر برقرار است یا خیر؟ اگر رابطه زیر برقرار بود، فرض صفر پذیرفته می‌شود. یعنی روندی وجود ندارد و داده‌ها تصادفی هستند. اگر رابطه بر قرار نبود، فرض یک پذیرفته می‌شود که دلالت بر وجود روند دارد.

$$|Z| \le \frac{za}{2}$$ رابطه (۷)

1- World Meteorological Organization

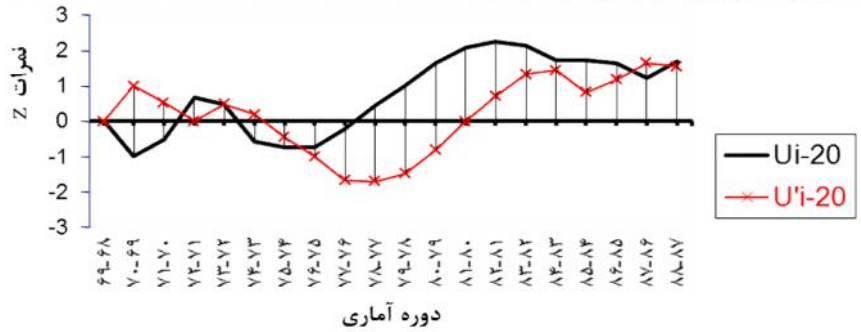
درحقیقت a همان سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود. za آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معناداری a می‌باشد که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، از $a/2$ استفاده شده است.

معمولاً این آزمون برای سطح معنی‌دار ۹۵ و ۹۹ درصد به انجام می‌رسد. مقدار a برای سطح ۹۵ درصد، برابر با ۰/۰۵ و برای سطح ۹۹ درصد برابر با ۰/۰۱ است. در سطح اطمینان ۹۵ درصد: z = ۱/۹۶ و در سطح اطمینان ۹۹ درصد z= ۲/۵۸ در نظر گرفته می‌شود.

برای تعیین نقاط جهش می‌توان با رسم نمودار سری در برابر زمان نقطه جهش را حدس زد. اما این کار از طریق روش‌های آماری نیز امکان‌پذیر است. یکی از این آزمون‌ها، آزمون من- کندال دنباله‌ای است. در حقیقت این روش مقادیر آماره را در کلیه سری‌های زمانی با روش رتبه دادن من-کندال محاسبه می‌کند. که همین عمل به صورت عکس انجام می‌شود. یعنی می‌توان فرض کرد انتهای سری ابتدای آن باشد و دنباله را بر اساس چنین سری بیان کرد. اگر دنباله بر اساس u و'u به صورت نموداری رسم شود در حالت معناداری روند نقطه شروع پدیده یکدیگر را قطع خواهد نمود. در حالتی که سری ایستا باشد دو دنباله u و 'u به صورت موازی عمل خواهد نمود و یا با چند بار برخورد به طوری که به تغییر جهش آنها منجر نشود، در خواهد آمد. اگر a =۰/۰۵ را در نظر بگیریم، هر گاه اندازه u بیشتر از ۱/۹۶ باشد روند معنی دار است. u+ روند افزایشی و u- روند کاهشی را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر اگر منحنی u از خطوط بالا و پایین معنی‌دار (۱/۹۶) خارج شود روند وجود دارد. اگر منحنی u و 'u در محدوده معنی دار تلاقی بکنند ولی خارج نشوند به این معنی است که فقط تغییر ناگهانی در میانگین رخ داده است ولی روند وجود ندارد.

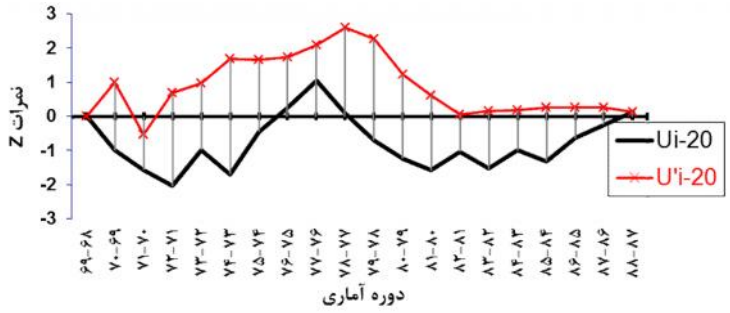
نتایج و بحث

تحلیل روند داده‌ها با استفاده از آزمون من- کندال شکل ۳ روند سالانه دما را طی یک دوره آماری ۲۰ ساله نشان می‌دهد.



شکل ۳- روند سالانه دما، طی یک دوره آماری ۲۰ ساله در حوزه آبخیز رودخانه کاجو
Figure 3. Annual temperature trend during a 20 year period in watershed of river of Kajou

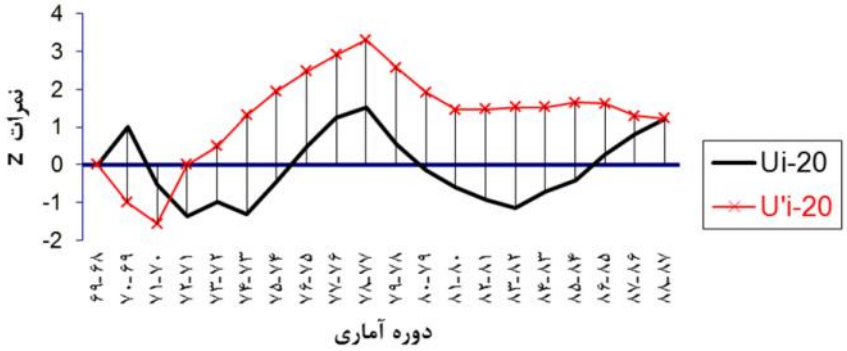
در شکل ۳، آماره z با استفاده از آزمون من‌کندال به دست آمده بر روی محور عمودی نشان داده شده است. با توجه به شکل فوق چون خطوط u و'u در محدوده ۱/۹۶+ و ۱/۹۶- همدیگر را قطع کرده‌اند، تغییر جهش وجود دارد. این منحنی‌ها خارج از این محدوده هیچ برخوردی با هم ندارند. چون در سال ۸۲-۸۱ منحنی u از محدوده ۱/۹۶+ عبور کرده است، بنابراین نشانگر روند در سری داده‌ها است. پس روند سالانه دما طی یک دوره آماری ۲۰ ساله در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد دارای روندی صعودی بوده است. شکل ۴ روند سالانه بارش را در حوزه آبخیز رودخانه کاجو طی یک دوره آماری ۲۰ ساله نشان می‌دهد.



شکل ۴- روند سالانه بارش، طی یک دوره آماری ۲۰ ساله در حوزه آبخیز رودخانه کاجو
Figure 4. Annual precipitation trend during a 20 year period in watershed of river of Kajou

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-10-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.15.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.158]

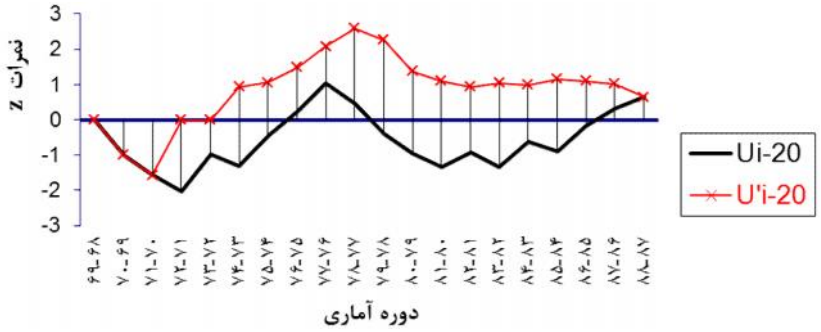
شکل۴، منحنی u و'u در محدوده ۱/۹۶+ و ۱/۹۶- همدیگر را قطع کرده‌اند، پس یک جهش در ابتدای دوره آماری و یک جهش هم در انتهای دوره آماری وجود دارد. در سال ۷۲-۷۱ منحنی u که نمره z من-کندال است. از محدوده ۱/۹۶- عبور کرده است؛ بنابراین بارش طی این دوره آماری در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد دارای روندی کاهشی است. شکل ۵ روند سالانه دبی ایستگاه کاجو-قصرقند را در حوزه آبخیز رودخانه کاجو طی یک دوره آماری ۲۰ ساله نشان می‌دهد.



شکل ۵- روند سالانه دبی ایستگاه کاجو- قصرقند، طی یک دوره آماری ۲۰ ساله در حوزه آبخیز رودخانه کاجو

Figure 5. Annual discharge trend of station of Kajou in Ghasrghand during a 20 year statistical period in watershed of river of Kajou

با توجه به شکل فوق چون خطوط u و'u در محدوده ۱/۹۶+ و ۱/۹۶- همدیگر را قطع کرده‌اند، فقط تغییر جهش وجود دارد. یکی مربوط به ابتدای سری و دیگری مربوط به سال ۷۲-۷۱ است. به دلیل اینکه این منحنی‌ها خارج از این محدوده هیچ برخوردی با هم ندارند و یا به طور کلی از این محدوده خارج نشده‌اند؛ بنابراین دبی سالانه ایستگاه کاجو-قصرقند، طی یک دوره آماری ۲۰ ساله در حوزه آبخیز رودخانه کاجو دارای عدم روند است. شکل ۶ روند سالانه دبی ایستگاه کاجو- پیرسهراب را در حوزه آبخیز رودخانه کاجو طی یک دوره آماری ۲۰ ساله نشان می‌دهد.



شکل ۶- روند سالانه دبی ایستگاه کاجو- پیرسهراب، طی یک دوره آماری ۲۰ ساله حوزه آبخیز رودخانه کاجو

Figure 6. Annual discharge trend of station of Kajou in pirsohrab during a 20 year statistical period in watershed of river of Kajou

شکل ۶ روند دبی رودخانه را طی یک دوره آماری ۲۰ ساله نشان می‌دهد. با توجه شکل فوق دو تغییر جهش، یکی در سال ۷۱-۷۰ و دیگری در سال ۸۸-۸۷ رخ داده است. این منحنی‌ها خارج از محدوده ۱/۹۶ با هم برخوردی ندارند. در سال ۷۱-۷۰ منحنی u از محدوده ۱/۹۶- خارج شده است. بنابراین دبی رودخانه کاجو در ایستگاه کاجو-پیرسهراب در سطح معنی‌دار ۹۵ درصد دارای روندی کاهشی است.

در این تحقیق، روند سالانه بارش، دما و دبی در حوزه آبخیز رودخانه کاجو با استفاده از آزمون من-کندال مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون من‌کندال بر روی داده‌های اقلیمی(دما و بارش) و دبی رودخانه نشان می‌دهد که در حوزه آبخیز رودخانه کاجو در استان سیستان و بلوچستان بارش دارای روندی نزولی است. دمای منطقه مورد مطالعه دارای روندی صعودی است که گویای گرم شدن اقلیم منطقه است. نتایج حاصل از تحلیل روند دبی رودخانه کاجو با استفاده از آمار دو ایستگاه آبسنجی کاجو- قصرقند و کاجو پیرسهرا ب نشان داد که دبی رودخانه در ایستگاه کاجو- پیرسهراب دارای روندی نزولی است اما دبی ایستگاه کاجو – قصرقند که در بالادست منطقه قرار دارد دارای عدم روند می‌باشد. بنابراین چون رابطه (۷) برای اکثر سری‌های زمانی برقرار نیست فرض صفر رد می‌شود. پس در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد بارش (نزولی)،

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-10-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.15.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.158]

دما (صعودی) و دبی حوزه آبخیز رودخانه کاجو دارای روند (نزولی) می‌باشد. در ایستگاه شمالی حوزه آبخیز کاجو (کاجو-قصرقند) به دلیل این که سرشاخه‌های بیش‌تری به رودخانه اصلی وارد می‌شود و زمین‌های کشاورزی کمتری در مسیر رودخانه قرار گرفته است نوسانات دبی بیش‌تر است. بنابراین دبی رودخانه دارای عدم روند است. اما در جنوب حوزه هم سرشاخه‌های کمتری به رودخانه ملحق می‌شود و به دلیل استفاده زیاد از آب رودخانه در آبیاری دشت پیرسهراب به خصوص در سال‌های اخیر باعث کم‌آبی رودخانه شده است. البته کم شدن بارش نقش مهمی را در کاهش جریان رودخانه ایفا می‌کند. به طور کلی در این منطقه که از مناطق گرم و خشک ایران می‌باشد اقلیم در حال گرم شدن است. گرم شدن اقلیم و کاهش نزولات جوی در این دوره آماری باعث کم شدن جریان آب رودخانه کاجو شده است و کشاورزی منطقه را با مشکل روبرو ساخته است.

منابع

1. Akbari, G.H. 2008. Created Amathematical Model to Simulate Rainfall-Runoff Kajv River Basin, Ministry of Energy, Water District, Sistan and Baluchistan, 147 pp (In Persian).
2. Avazi, M., A. Mosaedi, M. Meftah Halghi and M. Hesam. 2010. Investigation of Precipitation Trend on the North Region of Golestan Province, Water and Soil Conservation, 17: 155-168 (In Persian).
3. Bnayan, M.A. Mohammadian and A. Aizadeh. 2010. On Climate Variability in North-East of Iran, water and soil ،1: 118-131 (In Persian).
4. Hansen, J. and S. Lebdeff. 1988. Global Surface air Temperature Geo let, 15th, Waveland Press, London, England, 323 pp.
5. Jiang, T.B. Su and H. Hartmann. 2007. Temporal and Spatial Trends of Precipitation and River Flow in the Yangtze River Basin, 1961-2000, Geomorphology, 85: 143-154.
6. Jones, P.D., S. Raper, B. Bradley, R. Diaz, H. F. Kelly and A. Wigley. 1986. Northern Hemisphere Surface Temperature Variation, 1851-1984, Journal of Applied Meteorology and Climatology, 25: 161-179.
7. Kahya, E. and T. Partal. 2007. Is Seasonal Precipitation Decreasing or Increasing in Turkey, Earth Science, 1: 43-46.
8. Maryanji, Z., S. Marufi and H. Abasi. 2008. Investigation Discharge Change Trend and Correlation with Climatology Parametric in Hamedan Yalfan Watershed Using test Nonparametric Mann-Kendall, the 3th Conference Water Resource Management, Tabriz, Iran, 127-141 pp.
9. Masah Bavani, A. and S. Morid. 2005. Effects Clime Change on Flow River Esfahan Zayanderood, Sciences and Arts Agronomy and Natural Resources, 4: 17-27 (In Persian).
10. Marufi, S. and H. Tabari. 2001. Investigation Flow Trend Maroon River Using Parametric and Nonparametric, Research Geography, 2: 125-146 (In Persian).
11. Mshavrab Votes Structural Engineers. 2005. The First Stage of Organizing Kajv River within the City Limits of Sugar house-Weather Studies, Sistan and Baluchestan Regional Water Authority, volume II. (In Persian).
12. Nikghoj, Y. and M. Yarmahammadi. 2008. Survey Clime Change and Effects on Water Resource Surface, (Case Study Zeiarat River in Golestan Province), The 3th Conference Management Water Resource, Tabriz, Iran: 99-112 pp (In Persian).
13. Peterson, B.C. Thomas, F. Christopher and G. George. 2001. Report on the Activities of the Working Group on limate hange Detection and Related Rapporteurs. WMO CCl/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection, 23: 127-128.
14. Raziei, T., P. Daneshkar Arasteh and B. Saghafian. 2005. Annual Rainfall Trend in Arid and Semi-arid Regional of Iran, 1-8 pp. ICID 21st European Conference.
15. Rahbar, S., M. Pakparvar, M. Masudi and L. Jowkar. 2005. Flow Changes Trend in Watershed Kharrod, Research Tore and Desert Iran, 12: 357-375 (In Persian).
16. Rezai, P. and H. Abed. 2010. Survey Least Temperature Change Trend in Station Rasht Synoptic with Accent on Glacial Period, Geography and Environmental Observations, 2: 39-48 (In Persian).
17. Shakiba, A., A. Khalili and A. Dasht Bozorgi. 2009. Analysis Temperature Change Trend Ahvaz According Limit Indexes, Geography Landscape, 4: 99-126 (In Persian).
18. Wahl, K. and R.L. Tortorelli. 1996. Changes in flow the Beaver-North Canadian River Basin Upstream from Canton Lake, Western Oklahoma, U.S. Geological Survey Water Resources Investigation Reports, 96-104.
19. Water Rate Structures Consulting Engineers. 2006. Flood Control Engineering Studies Kajv-Tradan Planning, Flood Control Dams in Coastal Zyrdan, (In Persian).
20. Xu, C.Y. 2000. Modeling the Effects of Climate Change Water Resources in Central Sweden, Water Resource Management, 14: 177-189.
21. Xu, C.Y., Y.N. Chen and J.Y. Li. 2004. Impact of Climate Change on Water Resources in the Tarim River Basin, Water Resource Management, 18: 439-458.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-10-23]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.15.7]

[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.158]

Investigation of Temperature Precipitation and Flow Trend Using Nonparametric Mankendall (Case Study: Kaju River in Sistan and Baluchestan)

Maryam Ansari[1], Gholamreza Noori[2] and Samad Fotohi[2]

1- M.Sc., University of Sistan & Baluchestan, (Climate in Environmental Planning),
(Corresponding author: mary_ansari60@yahoo.com)
2- Assistant Professor, University of Sistan & Baluchestan
Received: October 26, 2014 Accepted: June 13, 2015

Abstract

Fluctuations in the meteorological variables such as: temperature, precipitation, is one of the atmospheric circulation characteristics. Meanwhile, the sharp decrease of precipitation and dry periods caused by that has many negative effects on water resources. Climatic fluctuating in a region has severe effect on soil and water resources. Nowadays, generally it has been accepted that any change in climate system is important in the water and soil resources management. Among the climate elements, precipitation has the most fluctuation; this matter especially in Iran that the average rainfall is 250 mm is more importance. Drought and wet periods, especially drought period has been affected the Kaju watershed for a long time; and because of its long durability has been exposed to a lot of damages and injuries. The purpose of this article is Investigation of temperature, precipitation and discharge change trend the basin watershed a period of 20 years. Mann-Kndall parametric test was used to determine trend parametric. The results show precipitation decrease trend, temperature is ascendant trend and discharge River region is decrease trend.

Keywords: Discharge, Kaju, Mann- Kndall, Precipitation, Temperature

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-10-23]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.15.7]

[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.158]