دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

مقایسه روند تغییرات دبی کل، دبی پایه و پارامترهای کیفی آب در ایستگاه ارازکوسه

لیلا رحیمی[۱]، امیراحمد دهقانی[۲] و خلیل قربانی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، (نویسنده مسوول: rahimi.leila0093@gmail.com)
۲ و ۳- دانشیار و استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۲۵

چکیده

آگاهی از تغییرات دبی رودخانه و به دنبال آن تغییرات پارامترهای کیفیت آب آن می‌تواند کمک شایانی به مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب نماید. بررسی دبی پایه به علت این که متأثر از جریان آب زیرزمینی است در مدیریت آب زیست محیطی حائز اهمیت است. لذا در این تحقیق به بررسی روند دبی به خصوص روند دبی پایه و بررسی روند تغییرات پارامترهای کیفی آن پرداخته شده و سپس روند تغییرات آن‌ها با یک‌دیگر مقایسه شده است. آزمون ناپارامتری من-کندال، یکی از روش‌هایی است که برای بررسی روند تغییرات در یک سری زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق آزمون من-کندال برای تعیین روند به کار گرفته شده است. برای جداسازی دبی پایه از داده‌های دبی روزانه، از نرم‌افزار Hydro Office استفاده شده است. بعد از جداسازی دبی پایه از داده‌های دبی روزانه، سری‌های زمانی سالانه و ماهانه از دبی کل و دبی پایه برای ایستگاه هیدرومتری ارازکوسه تشکیل شده است. هم‌چنین سری‌های زمانی سالانه و ماهانه پارامترهای کیفی آب شامل TDS، Ca+2، Mg+2، Na+، SO4+، CL، EC، PH، HCO3، SAR نیز تشکیل شده و سپس آزمون روند روی داده‌های دبی کل، دبی پایه و پارامترهای کیفی صورت گرفته است. تحلیل‌های معنی‌داری روند در سطح پنج درصد حاکی از آن است که میانگین دبی کل، دبی پایه و پارامترهای کیفی به جزء PH در مقیاس سالانه روندی نداشته است، اما در مقیاس ماهانه روندی نوسانی داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: تحلیل روند، دبی پایه، آزمون من-کندال، پارامترهای کیفی آب

مقدمه

رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع آب‌های سطحی هستند با توجه به محدودیت منابع آب سطحی و زیرزمینی در کشورمان، بررسی روند دبی مخصوصاً دبی پایه رودخانه‌ها و بررسی روند کیفیت آب‌های سطحی برای مصارف شرب، صنعتی و کشاورزی امری ضروری به نظر می‌رسد و می‌تواند به مدیریت بهینه منابع آب کمک شایانی بنماید. در این بین بررسی روند دبی پایه رودخانه- که خود متأثر از جریان آبهای زیرزمینی و آب حاصل از ذوب برف است و به ذخیره آب در حوزه مرتبط است - دارای اهمیت ویژه‌ای است. روش‌های گوناگونی به منظور جداسازی دبی پایه از هیدروگراف جریان رودخانه‌ها وجود دارد. تا کنون مطالعات زیادی به منظور جداسازی دبی پایه از هیدروگراف جریان، مخصوصاً به روش فیلتر عددی بازگشتی صورت گرفته، که در ادامه به آن‌ها اشاره شده است:

روش‌های متعددی برای جداسازی دبی پایه از هیدروگراف جریان وجود دارد که می‌توان به روش ردیاب‌های شیمیایی و ایزوتروپی، روش گرافیکی، روش خودکار فیلتر عددی با محدوده زمانی ثابت، جابه‌جا شونده، حداقل محلی و روش فیلترهای عددی بازگشتی اشاره نمود. از بین این روش‌ها، روش فیلتر عددی بازگشتی اولین بار از سوی لین و هولیک (۱۲)، با عنوان معادله فیلتر به صورت رابطه (۱) ارائه شد:

$$q_t = \alpha q_{t-1} + \frac{1+\alpha}{2}(Q_t - Q_{t-1}) \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن: q_t و q_{t-1}، جریان سطحی در گام‌های t و $t-1$ و Q_t و Q_{t-1}، کل جریان در گام‌های مذکور و α پارامتر فیلتر است. این فیلتر عددی به الگوریتم لین و هالیک یا الگوریتم BFLOW معروف است. چامپمن (۲)، الگوریتم لین و هولیک را برای ارائه نتایج درست نظری مورد انتقاد قرار داده و معادله فیلتر دیگری ارائه نمود:

$$q_t = \frac{3\alpha-1}{3-\alpha} q_{t-1} + \frac{2}{3-\alpha}(Q_t - \alpha . Q_{t-1}) \qquad \text{رابطه (۲)}$$

اکهاردت (۵)، نشان داد که معادله چامپمن حالت خاصی از رابطه کلی زیر است:

رابطه (۳)

$$q_t = \frac{(1 - BFI_{max}).\alpha . q_{t-1} + (1-\alpha) BFI_{max} . Q_t}{1 - \alpha . BFI_{max}}$$

که در آن BFI_{max}: شاخص حداکثر مقدار نسبت دبی پایه به کل جریان در طول دوره آماری است.

اکهاردت (۵)، پیشنهاد کرد برای جریان‌های چندساله با آبخوان متخلخل (دارای تشکیلات زمین شناسی نفوذپذیر) مقدار این شاخص برابر ۰/۸، برای جریان‌های

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-19]
[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.91]

زودگذر با آبخوان متخلخل برابر ۰/۵ و برای جریان‌های چندساله با آبخوان سنگی سخت معادل ۰/۲۵در نظر گرفته شود. قنبرپور و همکاران (۷)، به منظور تشخیص مناسب‌ترین روش اتوماتیک تفکیک جریان و برآورد دبی پایه در حوزه آبخیز کارون روش‌های مختلف جداسازی دبی پایه و روش فیلتر بازگشتی با ضرایب ۰/۹ تا ۰/۹۷۵ را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که روش فیلتر عددی بازگشتی با ضریب ۰/۹۲۵ دقیق‌ترین روش به منظور استخراج دبی پایه در منطقه مورد مطالعه است. آکسوی و همکاران (۱)، به منظور جداسازی دبی پایه از روش‌های هیدروگراف واحد، روش فیلتر بازگشتی و روشی با عنوان جداسازی دبی پایه حداقل هموار شده را در تعدادی از حوزه‌های واقع در غرب دریای سیاه استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که روش فیلتر بازگشتی و روش جداسازی دبی پایه حداقل هموار شده به دلیل عدم استفاده از درونیابی خطی ساختار واقعی‌تری از دبی پایه ارائه می‌دهند. هم‌چنین تیموری و همکاران (۱۹)، برای تشخیص مناسب‌ترین روش تفکیک هیدروگراف جریان و برآورد دبی پایه در تعدادی از رودخانه‌های استان آذربایجان غربی، به مقایسه بین روش‌های متداول خودکار تجزیه هیدروگراف جریان پرداخته و نشان دادند اگرچه روش فیلتر رقومی دو پارامتره از لحاظ هیدرولوژیک انعطاف پذیرتر از دیگر روش‌ها است، ولی روش فیلتر رقومی تک پارامتره نیز مشروط به انتخاب پارامتر فیلتر مناسب در این منطقه است که عدد ۰/۹۲۵، برآورد مناسب را نشان می‌دهد. تمسکنی (۱۸)، روش‌های مختلف جداسازی هیدروگراف جریان در حوزه آبخیز گرگان¬رود را بررسی نموده و نتیجه گرفت روش فیلتر بازگشتی با ضریب فیلتر ۰/۹ مناسب‌ترین روش تفکیک هیدروگراف جریان در این حوزه است و نشان داد نتایج تحقیقاتش با نتایج تحقیق ناتان و مک ماهان (۱۴)، مبنی بر نتایج قابل قبول روش فیلتر BFLOW با پارامتر فیلتر (۰/۹ تا ۰/۹۵)، مطابقت دارد.

هم‌چنین به منظور بررسی تغییرات روند دبی رودخانه و پارامترهای کیفی آب رودخانه تحقیقاتی صورت گرفته که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

در زمینه تأثیر تغییر اقلیم بر دبی رودخانه و منابع آب در سراسر جهان مطالعاتی از سوی وریتی (۲۱)، کریستین و همکاران (۳)، صورت گرفته است. زانگ و همکاران (۲۲)، آبدهی سالانه و دبی رسوبات معلق سالانه ایستگاه‌های هیدرومتری واقع روی رودخانه اصلی یانگتزی و سرشاخه‌های آن را با کمک آزمون من-کندال و رگرسیون خطی مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاصل از بررسی روند نشان داد که الگوی تغییرات آبدهی سالانه و بار رسوبی در قسمت‌های مختلف حوزه کاملاً متفاوت است. با توجه به گزارش هیئت بین‌الدول (۹)، پیش‌بینی می‌گردد که به علت تغییرات اقلیمی ناشی از گرم شدن جهانی کره زمین، تا اواسط قرن ۲۱ آبدهی ماز سوی سالانه رودخانه‌ها در عرض‌های بالا و مناطق گرمسیری حدود ۱۰ الی ۴۰ درصد افزایش می‌یابد و در عرض‌های میانی و مناطق مرطوب خشک حدود ۱۰ الی ۳۰ درصد کاهش می‌یابد. شیخ و همکاران (۱۷)، به بررسی روند متغیرهای هیدرولوژیک حوزه اترک با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری پرداختند و به این نتیجه رسیدند که دبی ماز سوی روزانه در تمامی ایستگاه‌ها دارای روند نزولی محسوب می‌شود.

ریاحی خرم و نافع (۱۵) به بررسی روند تغییرات فصلی کیفیت آب رودخانه گاماسیاب در شهرستان نهاوند پرداخته و بیان کردند که با توجه به این که جریان آب رودخانه در فصل زمستان افزایش می‌یابد ولی غلظت آلودگی نیترات کاهش نمی‌یابد چون ریزش‌های جوی زهاب اراضی کشاورزی را در مسیر حرکت به طرف رودخانه با باقی‌مانده کودهای شیمیایی نیتراته مصرفی در فعالیت‌های کشاورزی در خود حل کرده و به رودخانه منتقل می‌نماید. هیکمن و جری (۸)، به بررسی روند پارامترهای کیفی آب ۷۰ ایستگاه از رودخانه‌های نیوجرسی در شمال شرق ایالت متحده پرداختند. کلارک (۴)، به بررسی روند پارامترهای کیفی آب حوزه زهکش رودخانه بل‌فورچ در یومینگ و مونتانا در ایالت متحده پرداخت. ملکی‌نژاد و آرخی (۱۳)، به بررسی روند تغییرات کیفیت شیمیایی آب رودخانه زیارت پرداختند و میانگین سالانه پارامترهای TDS، Ca^{+2}، Mg^{+2}، Na^{+}، $SO4^{+}$، CL، EC، PH، HCO_3 را ورد بررسی قرار دادند و نشان دادند غیر از سولفات سایر پارامترها دارای روند افزایشی بوده است. جمالی و همکاران (۱۰) به بررسی روند تغییرات کیفیت آب رودخانه سفیدرود با استفاده از روش‌های آماری از جمله روش من کندال پرداخته و بیان کردند در سال‌های اخیر به علت افزایش مصرف آب در بخش شهری، کشاورزی و صنعت و نیز افزایش آلودگی‌های این مصارف به رودخانه، کیفیت آب رودخانه دستخوش تغییرات زیادی شده است. فرید گیگلو و همکاران (۶) به بررسی کیفیت آب رودخانه زرینگل در استان گلستان پرداخته و بیان کردند آب این رودخانه از نظر شرب در حد ماز سوی به پایین ارزیابی می‌شود و دست‌کاری‌های محیطی از جمله جاده‌سازی و حفر معادن موجب کاهش کیفیت آب این رودخانه شده است.

با توجه به این که دبی پایه نشان‌دهنده سهم آب زیرزمینی و آب حاصل از ذوب برف در آبدهی رودخانه است و بررسی روند دبی پایه می‌تواند برای پیش‌بینی خشکسالی و بررسی میزان آب رودخانه در

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-19]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.91]

زمان کم آبی، حائز اهمیت باشد لذا با توجه به آب و هوای گرم و خشک کشور، تعیین میزان آبدهی پایه رودخانه، بررسی روند آن و نیز بررسی روند تغییرات پارامترهای کیفی رودخانه به منظور مدیریت بهینه آب امری ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق ابتدا دبی پایه روزانه از دبی روزانه رودخانه در منطقه مطالعاتی جدا شده و سپس بررسی روند دبی و پارامترهای کیفی آب صورت گرفته است. برای بررسی روند نیز از آزمون ناپارامتری من-کندال استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

الف- منطقه مطالعاتی

منطقه مطالعاتی این تحقیق ایستگاه ارازکوسه است که روی رودخانه چهل‌چای از شاخه فرعی رودخانه گرگان‌رود در مجاورت شهر گنبد قرار داشته و دارای موقعیت جغرافیایی به طول ۵۵ درجه و ۸ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۳ بوده، ارتفاع ۳۴/۵ متر از سطح آب‌های آزاد و مساحت حوزه ۱۶۷۸/۱ کیلومتر مربع است و دارای تجهیزات اشل، لیمنوگراف و پل تلفریک است.

ب- جداسازی دبی پایه

برای جداسازی دبی پایه از هیدروگراف جریان در ایستگاه مورد مطالعه (ایستگاه ارازکوسه) از روش فیلتر عددی بازگشتی با ضریب ۰/۹ به صورت مناسب‌ترین روش جداسازی دبی پایه استفاده گردید (۱۸). بدین منظور برای جداسازی دبی پایه روزانه ایستگاه ارازکوسه در دوره آماری ۳۰ ساله (سال‌های آبی ۵۱-۵۰ الی ۹۰-۸۹) از داده‌های دبی روزانه ایستگاه مربوطه و نرم‌افزار HydroOffice 2010 و از زیر بخش BFI3 استفاده شده است. برای بررسی روند تغییرات دبی در مقیاس سالانه، از داده‌های میانگین و حداکثر دبی کل و دبی پایه در طول آماری ۳۰ ساله و نیز برای بررسی روند تغییرات در مقیاس ماهانه نیز از داده‌های میانگین و حداکثر دبی پایه و دبی کل در طول دوره آماری ۳۰ ساله استفاده گردیده است. به منظور بررسی تغییرات پارامترهای کیفی رودخانه در مقیاس سالانه و ماهانه، بررسی روند روی پارامترهای TDS، EC، PH، HCO3، CL، $SO4^{+}$، Ca^{+2}، mg^{+2}، Na^{+}، SAR صورت گرفته است.

ج- آزمون ناپارامتری من کندال

این آزمون ابتدا از سوی Mann در سال ۱۹۴۵ ارائه شده است و سپس از سوی Kendall در سال ۱۹۷۵ آن را توسعه داده است (۱۶). این روش به طور متداول و گسترده‌ای در تحلیل روند سری‌های هیدرولوژیک و هواشناسی به کار گرفته می‌شود (۱۱). مزیت این آزمون نسبت به سایر آزمون‌های تعیین روند، استفاده از مرتبه داده‌ها در سری زمانی بدون درنظر داشتن مقدار متغیرها است که به دلیل وجود چنین خاصیتی، می‌توان از این آزمون برای داده‌های دارای چولگی نیز استفاده کرد و نیازی نیست که داده‌ها در قالب توزیع خاصی درآیند. از دیگر مزایای این روش اثرپذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی موجود در داده‌های سری زمانی است (۲۰).

مراحل انجام آزمون به ترتیب زیر است:

در این آزمون، اگر $x_1, x_2, \ldots, x_n$ مشاهدات مورد نظر باشند، ابتدا اختلاف بین تک تک مشاهدات با یکدیگر تعیین و سپس تابع علامت روی آن اعمال می‌گردد و سپس پارامتر S به صورت زیر استخراج می‌گردد:

رابطه (۴)
$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^{n} sgn(x_j - x_k)$$

تابع علامت به شرح زیر قابل محاسبه است:

رابطه (۵)
$$sgn(x) = \begin{cases} +1 & if \quad (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & if \quad (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & if \quad (x_j - x_k) < 0 \end{cases}$$

که در آن n: تعداد مشاهدات سری، x_j و x_k داده‌های jام وkام سری می‌باشند.

در واقع در این آزمون هر داده با تمامی داده‌های پس از خود مقایسه می‌شود. در این مرحله می‌توان به جای استفاده از مقادیر اصلی داده‌ها، از مرتبه داده‌ها در مجموعه مورد نظر (سری زمانی) استفاده کرده و مرتبه‌ها را به همین روش مقایسه نمود. به این دلیل، این آزمون یک آزمون بر پایه مرتبه داده‌هامی‌باشد.

با فرض اینکه داده‌ها مستقل بوده و توزیع یکنواخت دارند، میانگین و واریانس Sاز روابط زیر به دست می‌آید:

رابطه (۶) اگر $n > 10$: $E(S) = 0$

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^{m} t(t-1)(2t+5)}{18}$$

رابطه (۷)
$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18}$$

در رابطه بالا n: تعداد داده‌ها، m: تعداد گره‌ها (تعداد سری‌هایی که در آنها حداقل یک داده تکراری وجود دارد) و t: تعداد داده در هر گره (فراوانی داده‌های با ارزش یکسان) است. منظور از گره این است که اگر از یک مقدار داده، بیش از یکی وجود داشته باشد، این مقادیر مساوی، تشکیل یک گره را می‌دهند و تعداد این مقادیر مساوی در گره mام برابر t است.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-19]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.91]

آماره این آزمون (Z) از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Z=\begin{cases}\frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & if \quad S>0\\ 0 & if \quad S=0\\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & if \quad S<0\end{cases} \qquad \text{رابطه (۸)}$$

این آزمون، یک آزمون دو طرفه است. بنابراین در صورتی که $|Z| \leq Z\alpha_{/2}$ باشد، در سطح اطمینان α فرض صفر پذیرفته می‌شود و در غیر این صورت، فرض صفر رد خواهد شد. α سطح معنی‌داری بوده و Z_α آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی‌داری α است با توجه به دو دامنه بودن آزمون از $\alpha/_2$ استفاده می‌شود هنگامی که به وسیله بررسی آماره آزمون مشخص شود که فرض صفر رد شده یعنی روند بین داده‌ها وجود دارد اگر آماره آزمونی که محاسبه نمودیم بزرگ‌تر از صفر باشد ($Z>0$) باشد، سری زمانی دارای روند مثبت (صعودی) و در صورتی آماره آزمون محاسبه شده کوچک‌تراز صفر باشد ($Z<0$) باشد، سری زمانی دارای روند منفی (نزولی) خواهد بود.

نتایج و بحث

آماره آزمون من-کندال محاسبه شده روی داده‌های دبی پایه و دبی کل در دو مقیاس ماهانه و سالانه در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. آماره آزمون محاسبه شده میانگین سالانه دبی کل و دبی پایه نشان می‌دهد که قدر مطلق آن‌ها از آماره سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد کم‌تر بوده و نتیجه آن این است که داده‌های میانگین و حداکثر سالانه دبی کل و دبی پایه دارای روند نبوده و در این سطوح اعتماد، فرض صفر که حاکی از عدم وجود روند و تصادفی بودن داده‌های سری زمانی است، رد نمی‌شود. هم‌چنین روند تغییرات میانگین و حداکثر دبی کل و دبی پایه در مقیاس ماهانه، در جدول ۲ ارائه شده است آماره آزمون محاسبه شده برای داده‌های میانگین و حداکثر دبی پایه در مقیاس ماهانه، حاکی از روند نزولی میانگین و حداکثر ماهانه دبی کل در دی ماه است. هم‌چنین میانگین ماهانه دبی پایه در ماه‌های اسفند و فروردین و ماه‌های آبان تا دی دارای روند نزولی بوده است اما در سایر ماه‌های سال روندی نداشته است و حداکثر ماهانه دبی پایه فقط در ماه دی روند نزولی داشته است.

جدول ۱- آماره آزمون روندمن- کندال روی داده‌های دبی در مقیاس سالانه

مشخصات دبی (مترمکعب بر ثانیه)	آماره آزمون
میانگین سالانه دبی پایه	-۱/۹۳
حداکثر سالانه دبی پایه	-۰/۲۱
میانگین سالانه دبی کل	-۱/۵۰
حداکثر سالانه دبی کل	-۰/۷۱

*: معنی‌دار در سطح ۵٪ و **: معنی‌دار در سطح ۱٪.

جدول ۳ مقادیر آماره آزمون من- کندال به منظور بررسی روند تغییرات پارامترهای کیفی آب رودخانه در منطقه مطالعاتی را در مقیاس سالانه نشان می‌دهد. آماره محاسبه شده برای پارامترهای PH نشان‌دهنده روند صعودی این پارامتر در طول دوره آماری (۳۰ ساله) است اما سایر پارامترهای کیفی روندی را نشان نمی‌دهند.

جدول ۲- نتایج به دست آمده از آزمون روندمن کندال روی داده‌های دبی پایه و دبی کل در مقیاس ماهانه

ماه	آماره آزمون دبی پایه (مترمکعب بر ثانیه)		آماره آزمون دبی کل (مترمکعب بر ثانیه)	
	میانگین ماهانه دبی کل	حداکثر ماهانه دبی کل	میانگین ماهانه دبی پایه	حداکثر ماهانه دبی پایه
فروردین	-۱/۱۴	۰/۷۱	-۲/۲۱*	۱/۲۵
اردیبهشت	-۰/۵۷	-۰/۳۶	-۰/۶۸	-۰/۹۳
خرداد	-۰/۷۱	۰/۳۰	-۱/۳۲	-۰/۵۹
تیر	۰/۲۹	۰/۶۱	-۰/۰۴	-۰/۲۱
مرداد	۰/۲۵	-۰/۳۴	۰/۸۰	۰/۰۷
شهریور	۰/۳۲	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۳۶
مهر	-۱/۳۶	-۰/۵۷	-۰/۷۵	-۱/۴۱
آبان	-۱/۸۹	-۰/۷۵	-۲/۸۹**	-۱/۴۸
آذر	-۱/۸۶	-۰/۹۶	-۱/۹۷*	-۱/۸۴
دی	-۲/۶۰**	-۲/۵۹**	-۲/۳۶*	-۲/۱۸*
بهمن	-۰/۲۵	۱/۴۵	-۰/۹۶	-۰/۱۱
اسفند	-۱/۳۹	-۰/۲۱	-۱/۹۷*	-۰/۷۹

*: معنی‌دار در سطح ۵٪ و **: معنی‌دار در سطح ۱٪.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-19]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.91]

جدول ۳- نتایج به دست آمده از آزمون روندمن کندال روی پارامترهای کیفی در مقیاس سالانه

مشخصات پارامتر (میانگین سالانه)	آماره آزمون
TDS	-۰/۶۹
EC	-۰/۰۲
PH	۲/۸۴ **
HCO3	۰/۴۵
CL	-۱/۳۰
$SO4^{+}$	-۰/۴۱
Ca^{+2}	-۱/۵۰
mg^{+2}	-۰/۳۲
Na^{+}	-۱/۱۳
SAR	-۰/۸۳

*: معنی‌دار در سطح ۵٪ و **: معنی‌دار در سطح ۱٪.

جدول ۴- نتایج به دست آمده از آزمون روندمن کندال روی پارامترهای کیفی در مقیاس ماهانه

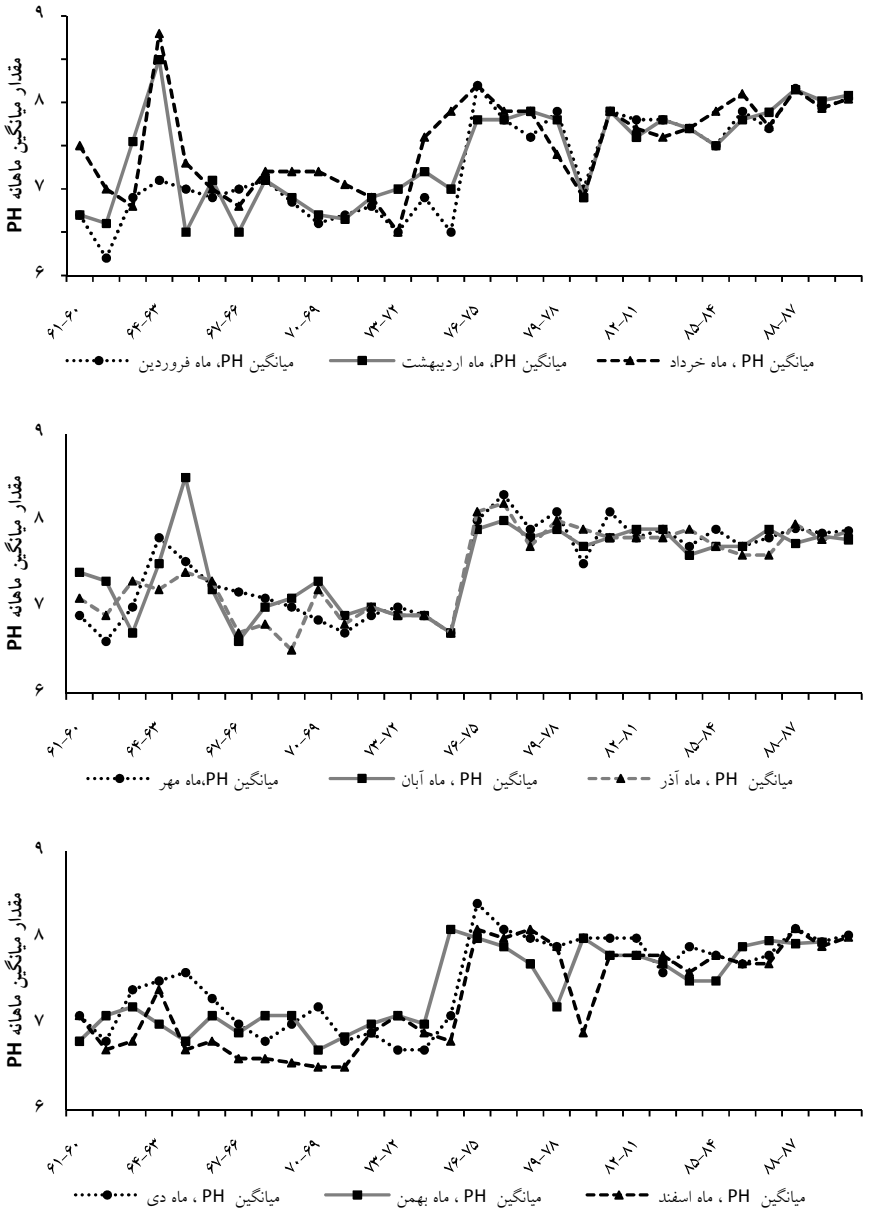
پارامتر	آماره آزمون من- کندال											
	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
TDS	۲/۷۷ **	۰/۶۹	۰/۹۱	-	-	-	۰/۱۴	۲/۸۶ **	۰/۸۹	۲/۰۷ *	۱/۴۴	۰/۴۵
EC	۲/۵۹ **	۰/۶۱	۱/۰۳	-	-	-	۰/۸۱	۲/۲۹ *	۰/۷۷	۲/۰۰ *	۱/۵۰	۰/۶۹
PH	۳/۱۸ **	۳/۳۴ **	۲/۶۳ **	-	-	-	۲/۵۷ *	۲/۰۳ *	۲/۵۳ *	۲/۴۱ *	۳/۲۵ *	۲/۹۰ **
HCO3	۲/۵۷ *	۰/۶۹	۰/۲۸	-	-	-	۰/۶۵	۰/۴۰	-۰/۸۹	-۱/۴۰	۱/۳۸	-۰/۷۵
CL	۲/۱۷ *	-۰/۰۲	۱/۰۷	-	-	-	۰/۰۲	۲/۳۹ *	۰/۶۱	۱/۵۲	۰/۸۵	۰/۹۷
$SO4^{+}$	۱/۱۷	۰/۰۸	۰/۹۷	-	-	-	۰/۷۷	۰/۹۷	-۰/۳۲	۰/۲۴	۱/۳۶	-۰/۲۲
Ca^{+2}	-۰/۵۱	-۰/۶۱	-۰/۶۱	-	-	-	-۰/۹۵	-۰/۹۷	-۱/۲۴	-۱/۴۰	-۰/۴۴	-۳/۰۰ **
mg^{+2}	-۲/۷۷ **	۱/۹۰	۱/۳۸	-	-	-	۱/۲۱	۲/۱۷ *	۰/۹۱	۱/۸۴	۲/۵۲ *	۲/۰۲ *
Na^{+}	۲/۳۱ *	-۰/۱۰	۰/۸۳	-	-	-	-۰/۰۶	۱/۲۴	۰/۱۴	۱/۵۰	۰/۸۵	۰/۸۳
SAR	۲/۲۳ *	-۰/۳۲	۰/۶۹	-	-	-	-۰/۱۸	۰/۸۱	-۰/۰۲	۱/۶۲	۰/۸۸	۰/۶۹

*: معنی‌دار در سطح ۵٪ و **: معنی‌دار در سطح ۱٪.

لازم به ذکر است که در ماه‌های فصل تابستان به علت ناچیز بودن دبی رودخانه معمولاً اندازه‌گیری پارامترهای کیفی صورت نگرفته و به علت وجود نداشتن داده به طور پیوسته و در طول دوره آماری، بررسی روند پارامترهای کیفی انجام نشده است. جدول ۴ حاکی از آن است که تمامی پارامترهای کیفی به غیر از $SO4^{+}$، Ca^{+2} در ماه فروردین دارای روند صعودی می‌باشند و طبق جدول ۳ مشخص است که دبی پایه در ماه فروردین دارای روند نزولی بوده است. شکل ۱ تغییرات زمانی پارامتر PH در رودخانه چهل چای را نشان می‌دهد. نتایج جدول‌های ۳ و ۴ و شکل ۱ نشان می‌دهد که PH تنها پارامتری است که در کل دوره آماری در تمامی ماه‌های سال روندی صعودی داشته است و نیز شکل ۲ و ۳ نشان‌دهنده وضعیت روند پارامترهای کیفی در ماه فروردین است. علت صعودی بودن تغییرات پارمترهای کیفی می‌تواند ناشی از تغییر کاربری‌ها و گسترش بیش‌تر کارخانجات در حاشیه رودخانه‌ها و تخلیه فاضلاب آنها و کود شیمیایی به رودخانه باشد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-19]

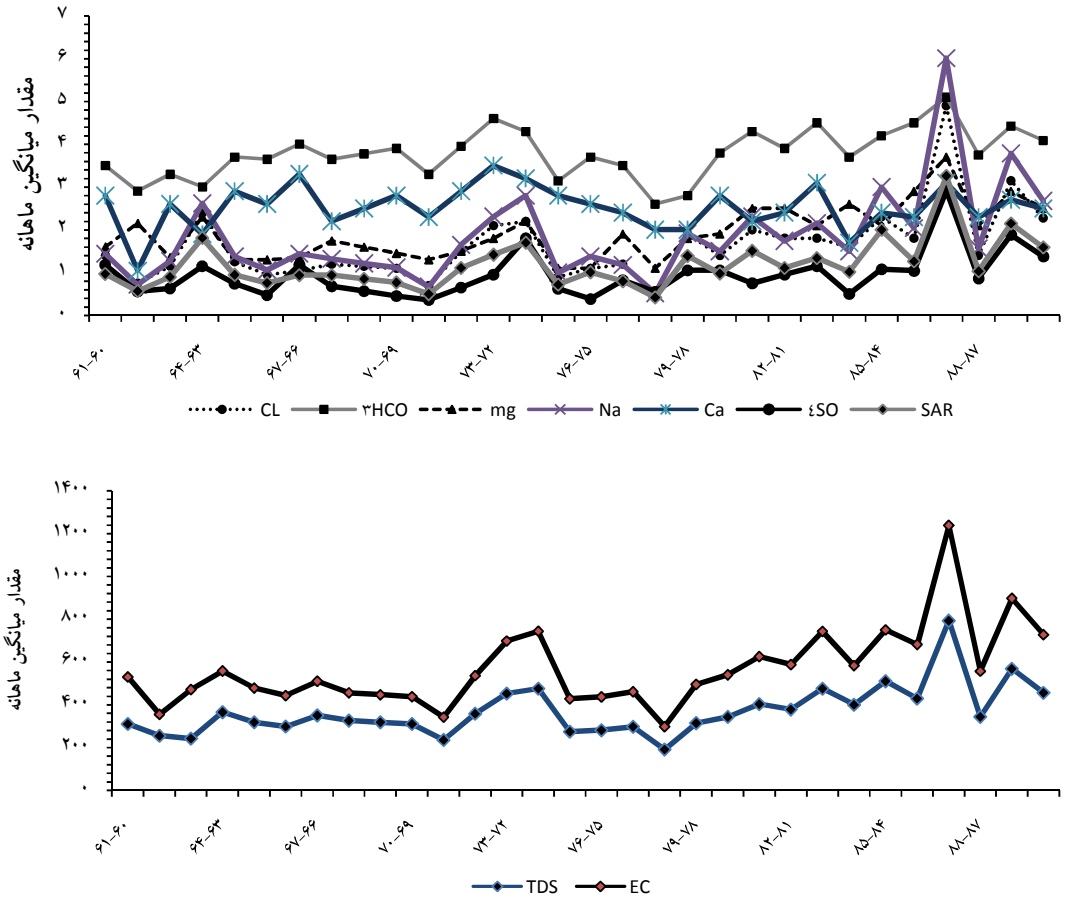
[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.91]



شکل ۱- نمودار روند تغییرات میانگین ماهانه PH در کل دوره آماری.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-19]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.91]



شکل ۲- نمودار روند تغییرات میانگین ماهانه پارامترهای کیفی در ماه فروردین.

جدول‌های مربوط به بررسی روند تغییرات دبی و پارامترهای کیفی در مقیاس سالانه، به طور کلی نشان دهنده‌ی وجود نداشتن روند در کل طول دوره آماری می‌باشند. اما در مقیاس ماهانه دبی و پارامترهای کیفی روندی کاملاً نوسانی داشته است. جدول ۳ حاکی از سیر نزولی میانگین ماهانه دبی پایه در برخی از ماه‌ها در ایستگاه مورد نظر، است و در ماه‌هایی که دبی پایه در مقیاس ماهانه سیر نزولی داشت. در جدول ۴ مشاهده می‌گردد که پارامترهای کیفی به طور برجسته‌تر در همان ماه‌ها روند صعودی داشته است. علت این امر می‌تواند ناشی از افزایش جمعیت از سال ۱۳۶۰ تا کنون و افزایش مصرف آب برای شرب و کشاورزی باشد. اضافه برداشت و هم‌چنین تغییر اقلیم و تأثیر آن بر منابع آب، نهایتاً سیر نزولی روند دبی پایه در مقیاس ماهانه را به همراه داشته است. هم‌چنین افزایش زمین‌های کشاورزی و دامداری‌های در حاشیه رودخانه‌ها و تخلیه فاضلاب آن‌ها و کود شیمیایی در رودخانه نیز ممکن است موجب افزایش ترکیبات خاص به رودخانه شده و موجب شد تا پارامترهای کیفی روندی صعودی داشته باشد.

بررسی روند آبدهی و پارامترهای کیفی آب رودخانه‌ها در تجزیه و تحلیل آماری برای تعیین استراتژی‌ها و برنامه‌های مدیریتی منابع آب و نیز پیش‌بینی خشکسالی امری اجتناب ناپذیر خواهد بود، بنابراین تجزیه و تحلیل آماری روی سایر ایستگاه‌ها و تحلیل منطقه‌ای ضروری است.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-19]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.91]

منابع:

1. Aksoy, H., I. Kurt and E. Eris. 2009. Filtered Smoothed Minima Base Flow Separation Method. Journal of Hydrology, 372: 94-101.
2. Chapman, T.G. 1991. Comment on Evaluation of Automated Techniques for Base Flow and Recession Analyses, by RJ Nathan and TA McMahon. Journal of Water Resources Research, 27: 1783-1784.
3. Christensen, N.S., A.W. Wood, N. Voisin, D.P. Lettenmaier and R.N. Palmer. 2004. The Effects of Climate Change on the Hydrology and Water Resources of the Colorado River basin. Journal of Climatic Change, 62: 337-363.
4. Clark, M.L. 2012. Water-Quality Characteristics and Trend Analyses for the Tongue, Powder, Cheyenne, and Belle Fourche River Drainage Basins, Wyoming and Montana, for Selected Periods, Water Years 1991 through 2010: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2012-5117, 70 pp.
5. Eckhardt, K. 2005. How to Construct Recursive Digital Filters for Base Flow Separation. Hydrological Processes Published Online in Wiley Inter Science (www.Interscience.wiley.com). 19:2-507-515
6. Fridgigloo, B., A. Najafinejad, V. Moghani Bilehsavar and A. Ghiyasi. 2013. Evaluation of water Quality Variation of Zarringol River, Golestan Province. Journal of Water and Soil Conservation, 20: 77-95 (In Persian).
7. Ghanbarpour, M., M. Teimouri and S. Gholami. 2008. Comparison of Base Flow Estimation Methods Based on Hydrograph Separation (Case study: Karun Basin). JWSS-Isfahan University of Technology. 12: 1-13 (In Persian).
8. Hickman, R.E. and B.J. Gray. 2010. Trends in the Quality of Water in New Jersey streams, Water years 1998-2007: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report, 70 pp.
9. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Summary for Policymakers. In: Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. Van der Linden and C.E. Hanson, (eds.), Climate Change 2007, Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, 1-16.
10. Jamali, B., H. Oruji, M. Ramezani and A. Ansaripour. 2011. Investigation of Sefidrud Water Quality Trend Using Statistical Methods, the Fourth Conference on Water Resources Management in Iran, Tehran, Amirkabir University of Technology, (In Persian).
11. Lettenmaier, D.P., E.F. Wood and J.R. Wallis. 1994. Hydro-Climatological Trends in the Continental United States, 1948-88. Journal of Climate, 7: 586-607.
12. Lyen, V. and M. Hollick. 1979. Stochastic Time-Variable Rainfall-Runoff Modeling. Institute of Engineers Australia National Conference. 79: 10.89-93.
13. Malekinezhad, H. andJ. Arkhi. 2011. Investigation of Chemical Water Quality Parameters TrendZiyarat River in Golestan Province. Fourth Conference on Water Resources Management, Tehran-Iran. http://www.civilica.com/Paper-WRM04-WRM04_516.html (In Persian).
14. Nathan, R.J. and T.A. McMahon. 1990. Evaluation of automated techniques for Base Flow and Recession Analyses. Journal of water resources Research, 26: 1465-1473.
15. RiahiKhoram, M. and M. Nafeh. 2008. Assessment of Seasonal Changes in Water Quality GamasyabRiver in the City Nahavand, Eleventh National Conference on Environmental Health, Zahedan University of Medical Sciences.http://www.civilica.com/Paper-NCEH11-NCEH11_065.html (In Persian).
16. Serrano, A., V.L. Mateos and J.A. Garcia. 1999. Trend Analysis of Monthly Precipitation over the Iberian Peninsula for the Period 1921-1995. phys. Chem. EARTH (B), 24: 1-2. 85-90.
17. Sheikh, V.B., A. Bahremand and Y. Mooshakhian. 2011. A Comparison of Trends in Hydrologic Variables in the Atrak River Basin Using Non-parametric Trend Analysis Tests. Journal of Water and Soil Conservation, 18: 1-23.
18. Tamaskani, A. 2012. Compareof Hydrograph Separation Methods in Gorganrood Catchment. Thesis. Gorganuniversity of Agriculture Science &Natural Resources. Faculty of Water and Soil Engineering, 63-73 (In Persian).
19. Teimouri, M., M.R. Ghanbarpour, M. Bashirgonbad, M. Zolfaghari and S. Kazemikia. 2011. Comparison of Baseflow Index in Hydrograph Separation with Different Methods in Some Rivers of West Azarbaijan Province. JWSS-Isfahan University of Technology. 15: 219-228.
20. Turgay, P. and K. Ercan. 2005. Trend Analysis in Turkish Precipitation data. Hydrological processes published online in wileyInterscience (www.Interscience.wiley.com), 20:9.2011-2026. (In Persian).
21. Werritty, A. 2002. Living with uncertainty: Climate Change, River Flows and Water Resource Management in Scotland. J. The Science of the Total Environment, 294:1-3.29-40.
22. Zhang, Q., C. Liu, C. Xu, Y. Xu and T. Iang. 2006. Observed Trends of Annual Maximum Water Level and Stream Flow during Past 130 years in the Yangtze River basin, China. Journal of Hydrology, 324: 255-265.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-19]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.91]

Comparison of Total flow, Base flow and Water-Quality Characteristics Trend in Arazkuseh Hydrometric Station

Leila Rahimi[1], Amir Ahmad Dehghani[2] and Khalil Ghorbani[3]

1- M.Sc. Student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
(Corresponding author: rahimi.leila0093@gmail.com)
2 and 3- Associate Professor and Assistant Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: June 11, 2013 Accepted: December 16, 2013

Abstract

Knowledge of river discharge and water-quality trend can be useful for planning and management of water resources. Due to the fact that the river base flow is supplied by ground water, considering of base flow for managing environmental demand. The Mann-Kendall's test is one of the approaches which is used for investigating of the trend in time series. In this study, the Mann-Kendall's test was used. For separating the base flow from daily discharge data, Hydro Office software was used. Then, after separating the base flow, monthly and annual time series have been formed. Also, the monthly and annual time series of water-quality characteristics including TDS, Ca^{+2}, Mg^{+}, Na^{+}, $SO4^{+}$, CL, EC, PH, HCO3 and SAR of Arazkoose hydrometric station were formed to assess the trend of total flow, base flow and Water-quality characteristics data. Meaningful analysis of trend at the significant level of %5 indicates that, there is not any trend in total flow, base flow and Water-quality characteristics except PH in annual time scale. The result also shows that there is a fluctuating trend in monthly time scale.

Keywords: Base Flow, Mann-Kendall's Test, Trend Analysis, Water-Quality Characteristics

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-19]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.91]