دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

تحلیل روند تغییرات بلند مدت بارندگی و دبی در غرب دریاچه ارومیه

عبدالرضا بهره‌مند[۱]، قاسم همدمی[۲] و ابراهیم صنیعی[۳]

۱ و ۳- دانشیار و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲ - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، (نویسنده مسوول: ghasem.hamdami@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۱۶

چکیده

بارندگی و دبی از پارامترهای مهم در بین پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژی هستند که پیش‌بینی و شناسایی رفتار آنها برای مدیریت منابع آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای بررسی روند تغییرات بلند مدت عوامل اقلیمی دبی و بارش در غرب دریاچه ارومیه، از آمار ۳۰ ساله شش ایستگاه آب‌سنجی از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۵ استفاده شد. در این تحقیق، روند با استفاده از نرم افزار R و با روش‌های آماری ناپارامتریک (آزمون من-کندال و کندال فصلی) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بارش در بعضی ایستگاه‌ها بدون روند و در بعضی دیگر دارای روند کاهشی است. اما دبی در بیشتر موارد دارای روند کاهشی معنی‌داری می‌باشد. روند کاهشی بارندگی در بعضی از ایستگاه‌های منطقه و روند کاهشی دبی جریان در اکثر ایستگاه‌ها در کل با وضعیت جهانی تغییر اقلیم در نیمکره شمالی و عرض‌های ۳۰ درجه که عمدتاً خشک‌تر شده‌اند مطابقت دارد. نتایج این پژوهش، می‌تواند جهت لحاظ تغییرات جریان رودخانه‌ای در برنامه‌ریزی‌های آینده منابع آب منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: روند، آزمون من-کندال، تغییر اقلیم، نرم افزار R

مقدمه

بارندگی و دما از مهم‌ترین پارامترهای اقلیم‌شناسی می‌باشند، لذا بررسی تأثیرات تغییر اقلیم روی این متغیرها و پیش‌بینی اثر این تغییرات می‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد. روش‌های مختلفی برای بررسی وجود روند در سری‌های زمانی وجود دارد (۲۱). یکی از روش‌های متداول برای تحلیل سری‌های زمانی هیدرومتئورولوژیکی، بررسی بود یا نبود 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 (۳). اثبات وجود روند معنی‌دار در یک سری زمانی بارندگی به تنهایی نمی‌تواند دلیلی قاطع بر وقوع تغییر اقلیم در یک منطقه باشد بلکه فرض رخداد آن را تقویت می‌نماید (۱۶). روش‌های تحلیل روند سری‌های زمانی در دو دسته کلی، روش‌های پارامتری و ناپارامتری

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

قابل تقسیم‌بندی می‌باشند که روش‌های ناپارامتری از کاربرد نسبتاً وسیع‌تر و چشمگیرتری نسبت به روش‌های پارامتری برخوردارند (۲۰). روش‌های پارامتری که جهت تحلیل روند سری‌های زمانی به کار گرفته می‌شوند عمدتاً بر اساس رابطه رگرسیونی بین سری داده‌ها با زمان استوار می‌باشند. یکی از پیش فرض‌های لازم برای استفاده از روش‌های پارامتری این است که سری زمانی مورد نظر جهت تحلیل روند بایستی تابع یک توزیع خاص آماری باشد، لذا در مورد سری‌هایی که توزیع آماری خاصی بر آنها قابل برازش نیست روش‌های پارامتری با نوعی محدودیت مواجه می‌باشند. در روش‌های ناپارامتری اساس کار بر تفاوت بین داده‌های مشاهداتی است به گونه‌ای که این روش‌ها مستقل از توزیع آماری سری زمانی می‌باشند (۱۵). مزیت روش‌های ناپارامتریک (من-کندال) نسبت به سایر آزمون‌های تعیین روند، استفاده از رتبه داده‌ها در سری زمانی بدون در نظر داشتن مقدار متغیرها است که به دلیل وجود چنین خاصیتی، می‌توان از این آزمون برای داده‌های دارای چولگی نیز استفاده کرد و داده‌ها نباید در قالب توزیع خاصی باشند (۱۹).

مطالعات زیادی روی تغییرات زمانی پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیکی با استفاده از روش MK[1] انجام شده است. طباطبایی و حسینی (۱۷) روندهای موجود در پارامترهای بارش ماهانه و متوسط دمای ماهانه در شهر سمنان، خسروی و همکاران (۱۲) تغییرات فصلی دما در شهر مشهد، کاویانی و عساکره (۱۱) روند بلند مدت بارش سالانه در اصفهان و داورزنی و داوطلب (۴) روندهای موجود در پارامترهای بارندگی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته در شهر شاهرود را بررسی نمودند. جاوری (۸) تغییرات زمانی دما و بارش را در ایران با استفاده از آزمون‌های آماری مورد بررسی قرار داد. کمالی (۹) روند بارندگی را در ایستگاه‌های مختلف ایران مورد توجه قرار داده است. حجام و همکاران (۶) برای تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران از روش‌های ناپارامتری استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که کارآیی دو روش من-کندال و Sen's Estimator در تحلیل روند بارندگی‌های فصلی و سالانه در بیشتر موارد شبیه به هم بوده است. نیک قوجق و یارمحمدی (۱۴) روندهای موجود در داده‌های بارش، دمای هوا و دبی رودخانه ایستگاه‌های هواشناسی و آب سنجی نهارخوران واقع در زیر حوزه رودخانه زیارت از حوزه گرگان، روند کاهشی را برای متغییرهای مورد بررسی نشان داد. کتیرایی و همکاران (۱۰) روند تغییرات روزانه بارش ۳۸ ایستگاه در سراسر کشور را با استفاده از روش پارامتری حداقل مربعات خطا و روش ناپارامتریک من-کندال بررسی کردند. نتایج حاصله نشان دهنده وقوع برخی روندهای افزایشی و کاهشی در بارش کل سالانه در ایستگاه‌های مختلف بود. ژانگ و همکاران (۲۲) آبدهی سالانه و دبی رسوبات معلق سالانه ایستگاه‌های هیدرومتری واقع روی رودخانه اصلی یانگتزی را با کمک آزمون من-کندال و رگرسیون خطی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصله روند معنی‌داری را در

1- Mann-Kendall

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

مقادیر آبدهی سالانه و دبی رسوبات معلق سالانه نشان داد. بیرسان و همکاران (۲) نیز در کشور سوئیس با استفاده از روش من-کندال روند دبی متوسط روزانه ۴۸ حوزه آبخیز را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که روند کاهشی و معنی‌داری در مقادیر دبی متوسط روزانه وجود دارد. در این تحقیق سعی شده است با به کارگیری روش آماری ناپارامتریک، روند سری زمانی داده‌های بارش و دبی شش ایستگاه حوزه‌های آبخیز شهرستان ارومیه در مقیاس سالانه و فصلی از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۵ مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه‌های آبخیز غرب دریاچه ارومیه شامل حوزه‌های باراندوزچای، نازلوچای، روضه چای، شهرچای می‌باشند. میانگین سالانه بارندگی در حوزه آبخیز دریاچه ارومیه از ۲۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر متغیر است و رژیم آن مدیترانه‌ای و یا به علت وجود بارندگی تابستانه در بعضی مناطق مدیترانه‌ای است. منشاء عمده بارندگی‌های حوزه آبخیز دریاچه ارومیه جریان‌های هوای مرطوبی است که به همراه مراکز کم فشار مهاجر از قطاع جغرافیایی غربی به منطقه نفوذ می‌نمایند. رژیم دمای منطقه شامل سرماهای شدید و نوسانات اقلیمی زیاد است.

حوزه باراندوزچای

ایستگاه‌های هاشم‌آباد، دیزج و ایستگاه قاسملو در حوزه باراندوزچای قرار دارند. رودخانه باراندوزچای از رودخانه‌های غرب دریاچه ارومیه می‌باشد. حوزه مرکزی آن در بخش‌های مرکزی و سیلوانه ارومیه قرار دارد. سر چشمه این رودخانه از بین دو رشته ارتفاعات مرزی ایران و ترکیه واقع در ۳۵ کیلومتری جنوب غربی ارومیه شروع می‌شود (۱).

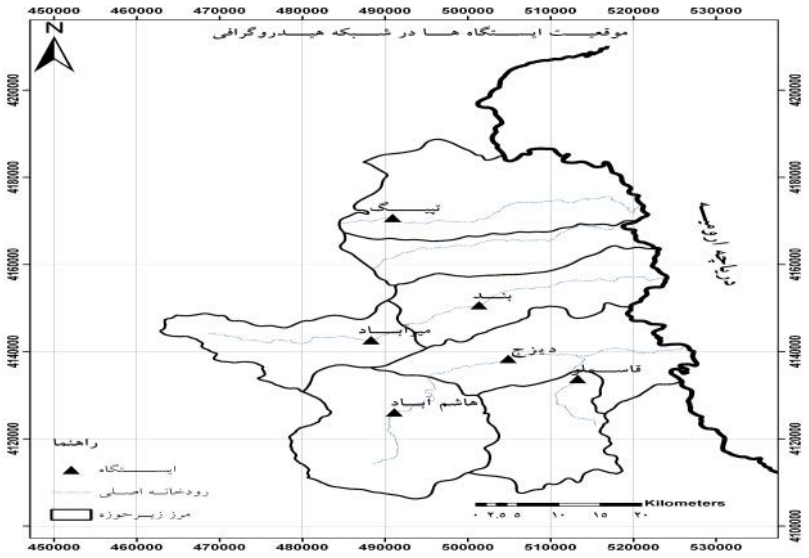
حوزه شهرچای

ایستگاه‌های بند و میرآباد در حوزه شهرچای قرار دارند. حوزه آبخیز این رودخانه در بخش‌های مرکزی سیلوانه شهرستان ارومیه واقع می‌باشد. این رودخانه بنام ارومیه نیز نامیده می‌شود. سرچشمه آن از دامنه‌های کوه شهدان با ارتفاع ۳۵۷۹ متر و کوه خلیل با بلندی ۳۱۹۷ متری در ۳۴ کیلومتری جنوب غربی ارومیه می‌باشد. حوزه آبخیز این رودخانه حدود ۶۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد (۱).

حوزه نازلوچای

ایستگاه تپیک در حوزه نازلوچای قرار دارد. این رودخانه در شمال ارومیه جریان داشته و یکی از مهم‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه‌های غرب دریاچه ارومیه می‌باشد. این رودخانه از کوه‌های ناحیه مرزی ایران و ترکیه، کوه‌های زیارت بایبون و برده‌رش به ارتفاع ۳۶۰۸ متر واقع در ۳۸ کیلومتری غرب ارومیه سرچشمه می‌گیرد، که وسعت حوزه آبخیز آن ۲۹۱۷ کیلومترمربع است. شکل ۱ موقعیت و پراکنش ایستگاه‌ها را در غرب دریاچه ارومیه و در شبکه هیدروگرافی منطقه و همچنین جدول مشخصات ایستگاه‌های مورد استفاده را نشان می‌دهد (۱).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]



شکل ۱- موقعیت و پراکنش ایستگاه‌ها درشبکه هیدوگرافی غرب دریاچه ارومیه

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد استفاده

نام ایستگاه آب‌سنجی	طول جغرافیائی	عرض جغرافیائی	ارتفاع (متر)	سال تاسیس
میر آباد ارومیه	۴۴-۵۳	۳۷-۲۶	۱۵۱۳	۱۳۴۵
بند ارومیه	۴۵-۰۱	۳۷-۳۰	۱۳۹۰	۱۳۵۲
تپیک	۴۴-۵۴	۳۷-۴۰	۱۴۵۰	۱۳۴۵
قاسملو	۴۵-۰۹	۳۷-۲۱	۱۳۳۰	۱۳۴۷
هاشم آباد (بیکران)	۴۴-۵۴	۳۷-۱۷	۱۴۷۸	۱۳۴۹
دیزج ارومیه	۴۵-۰۴	۳۷-۲۳	۱۳۲۰	۱۳۴۵

تعیین روند تغییرات بلند مدت داده‌های دبی و بارش

تاکنون روش‌های متعددی جهت بررسی روند سری‌های زمانی ارائه گردیده‌اند، که به طور کلی به سه دسته روش‌های گرافیکی، روش‌های آماری پارامتری و ناپارامتری قابل تقسیم‌بندی می‌باشند. اولین گام در تعیین روش تجزیه و تحلیل، توجه به ماهیت داده‌ها می‌باشد. لذا لازم است به برخی از مهم‌ترین خصوصیات سری زمانی داده‌های دبی و بارش از قبیل وجود مقادیر ثبت نشده، وجود داده‌های پرت (مشاهداتی که به طور قابل ملاحظه‌ای از اکثر داده‌ها بزرگ‌تر یا کوچک‌ترند)، توزیع غیر نرمال اغلب با چولگی مثبت، تغییرات فصلی، خود همبستگی مثبت و وابستگی زیاد مقادیر دبی جریان با بارش اشاره کرد (۷).

با توجه به مطالب بالا، مدل مفهومی در تحلیل روند داده‌های کیفیت آب را می‌توان به صورت زیر ارائه کرد (۱، ۱۳):

$$Y_t = X_t + S_t + T_t + \varepsilon_t \qquad (۱)$$

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

که در آن Y_t مقدار مشاهده شده متغیر دبی در زمان t، X_t متغیر خارجی که انتظار می‌رود مقادیر Y را تحت تاثیر قرار دهد، S_t جزء فصلی، T_t روند داده‌ها و ε_t عنصر تصادفی می‌باشند. هدف اصلی در تحلیل روند این است که با در نظر گرفتن X_t، S_t و ε_t بتوان T_t را شناسایی و با دقت مطلوبی کمی نمود.

بر اساس مدل بالا هلسل و هیرش (۷) پنج رویکرد تجزیه و تحیل روند داده‌های کیفیت آب را به صورت جدول ۲ ارائه نمودند.

جدول ۲- روش‌های تجزیه و تحلیل روند داده های بارندگی و دبی

نوع روش	بدون در نظر گرفتن X	با در نظر گرفتن X
پارامتریک	رگرسیون Y روی زمان (سال)	رگرسیون Y بر روی X و زمان (سال)
مختلط	----------	آزمون کندال روی باقیمانده های رگرسیون Y و X
غیر پارامتریک	آزمون من کندال روی Y	آزمون من کندال روی باقیمانده های LOWESS(X,Y)

متغیر خارجی (X) متغیر مستقلی است که تاثیر قابل توجهی بر Y داشته باشد. با حذف نوسانات ناشی از متغیر خارجی، تغییرات زمینه‌ای (نویز) Y کاهش پیدا می‌کند و علایم روند به نحوی بهتری قابل شناسایی خواهند بود. فرآیند حذف اثر متغیر خارجی شامل مدل‌سازی اثر آن متغیر با استفاده از رگرسیون یا LOWESS[1] و سپس انجام آزمون روند بر روی باقیمانده‌های رگرسیون یا LOWESS می‌باشد (۷).

باقیمانده‌ها بیانگر بخشی از تغییرات Y هستند که فراتر از تغییرات ناشی از متغیر خارجی است. بنابراین در صورت ایستا بودن (نبود روند) X، وجود روند در باقیمانده‌ها بر تغییرات بلند مدت Y دلالت دارد. از آنجایی که تغییرات فصلی یک منبع مهم برای Y محسوب می‌شود، برای تشخیص بهتر روند طولانی مدت لازم است تغییرات فصلی را نیز حذف کرد یا به نحوی آن را در نظر گرفت.

روش‌های تجزیه و تحلیل روند سری‌های زمانی دارای تغییرات فصلی در جدول ۳ ارائه شده است (۷).

در ابتدا خصوصیات کلی داده‌ها (بررسی نرمال بودن، وجود داده‌های پرت و تغییرات فصلی از طریق روش‌های گرافیکی و عددی) مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی نرمال بودن یا عدم نرمال بودن از روش گرافیکی ترسیم QQ-plot و آزمون عددی Shapiro-Wilk استفاده شد. در حالت عدم تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال از روش‌های تبدیل داده‌ها (لگاریتم طبیعی) برای نزدیک کردن توزیع داده‌ها به حالت نرمال استفاده گردید (۵). معیارهای مختلفی برای تعیین داده‌های پرت وجود دارد.

1- Locally Weighted Scatter Plot Smoothing

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

جدول ۳- روش‌های تجزیه و تحلیل روند داده‌های فصلی

نوع روش	بدون در نظر گرفتن X	با در نظر گرفتن X
پارامتریک	رگرسیون Y روی زمان (سال) و فصل	رگرسیون Y روی X، زمان (سال) و فصل
مختلط	رگرسیون Y غیر فصلی شده روی زمان (سال)	آزمون کندال فصلی روی باقیمانده‌های رگرسیون X و Y
غیر پارامتریک	آزمون کندال فصلی روی Y	آزمون کندال فصلی روی باقیمانده‌های LOWESS(X,Y)

در این مطالعه داده‌های که خارج از محدوده سه انحراف معیار از میانگین قرار داشتند، پرت محسوب شدند. روش مورد استفاده برای تشخیص تغییرات فصلی بررسی نمودار جعبه‌ای و آزمون کروسکال- والیس می‌باشد.

برای آگاهی از ارتباط بارش با دبی رودخانه، ابتدا با رسم دیاگرام پراکنش داده، الگوی ارتباط هر یک از متغیرها با دبی رودخانه مشخص گردید. سپس از آزمون همبستگی اسپیرمن برای تعیین معنادار بودن ارتباط استفاده شد.

با توجه به توزیع غیر نرمال داده‌ها و وجود تعداد داده‌های ثبت نشده در سری زمانی، از روش ناپارامتریک (آزمون من-کندال و کندال فصلی) برای تحلیل روند داده‌ها استفاده شد. آزمون من-کندال ابتدا توسط من ارائه و سپس توسط کندال بسط و توسعه یافت. این روش به طور متداول و گسترده‌ای در تحلیل روند سری‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی بکار می‌رود (۱۲).

در این روش داده‌ها به ترتیب زمان وقوع مرتب شده و هر داده با تمام داده‌های بعد از خود مقایسه می‌شود. مراحل انجام این آزمون به صورت زیر است:

الف- محاسبه اختلاف بین تک مشاهدات با همدیگر و اعمال تابع علامت و استخراج پارامتر S به شرح زیر:

$$s = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} sign(xi - xj) \qquad (۲)$$

که n تعداد مشاهدات سری، و x_i , x_j به ترتیب داده‌های jام و iام سری می‌باشند. تابع علامت نیز به شرح زیر قابل محاسبه است:

$$Sign(x) = \begin{cases} +1 & if \quad (xi-x_j) > 0 \\ 0 & if \quad (xi-x_j) = 0 \\ -1 & if \quad (xi-x_j) < 0 \end{cases} \qquad (۳)$$

ب- محاسبه واریانس توسط یکی از روابط زیر به دست می‌آید رابطه (۴).

اگر n>0

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

اگر n≤0

$$var(s) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18}$$

که n تعداد داده‌های مشاهده‌ای و m معرف تعداد سری‌هایی است که در آن حداقل یک داده تکراری وجود دارد. t نیز بیانگر فراوانی داده‌های با ارزش یکسان می‌باشد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

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

$$\begin{cases} \dfrac{s-1}{\sqrt{var(s)}} & \text{if} \quad S>0 \\ 0 & \text{if} \quad S=0 \\ \dfrac{s+1}{\sqrt{var(s)}} & \text{if} \quad S<0 \end{cases} \qquad (۵)$$

فرض صفر در صورتی پذیرفته می‌شود (یعنی روندی وجود ندارد) که رابطه ۶ برقرار باشد:

$$|z|\ z \le \acute{\alpha}/2 \qquad (۶)$$

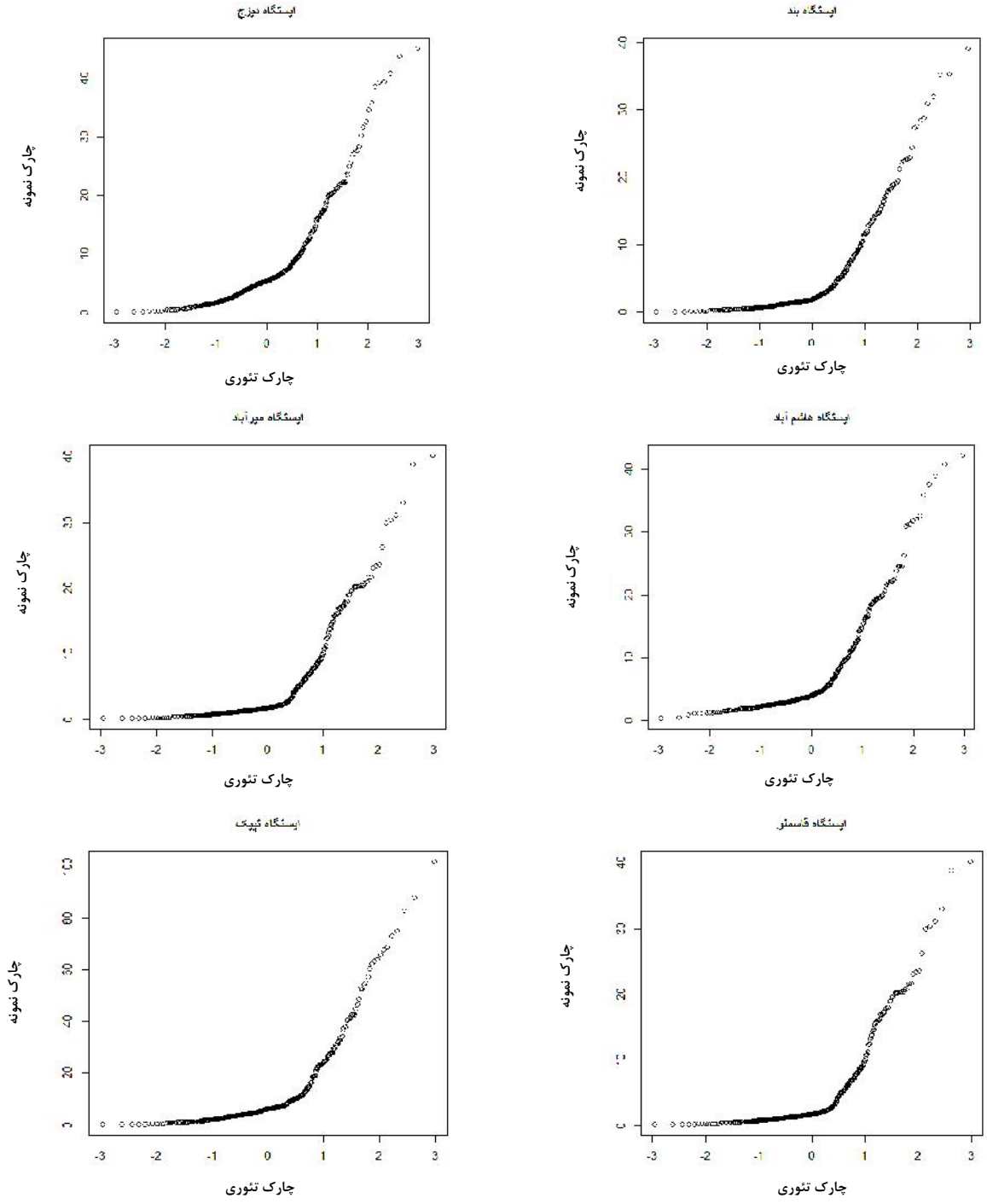
که ά سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود و zά آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی‌داری ά می‌باشد که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، از ά/2 استفاده شده است. در صورتی که آماره z مثبت باشد روند سری داده‌ها صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می‌شود (۱۶).

تمامی تجزیه و تحلیل های آماری این تحقیق در محیط برنامه نویسی نرم افزار R انجام گرفته است (۱۸).

نتایج و بحث

نمودارهای QQ-Plot مربوط به دبی ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد چولگی شدیدی در انتهای منحنی وجود دارد که بیانگر غیر نرمال بودن داده‌ها بوده، که ناشی از وجود داده‌های پرت بزرگ می‌باشد (شکل ۲). برای نزدیک کردن توزیع داده‌ها به حالت نرمال از لگاریتم طبیعی استفاده شد اما داده‌ها به حالت غیر نرمال باقی ماندند.

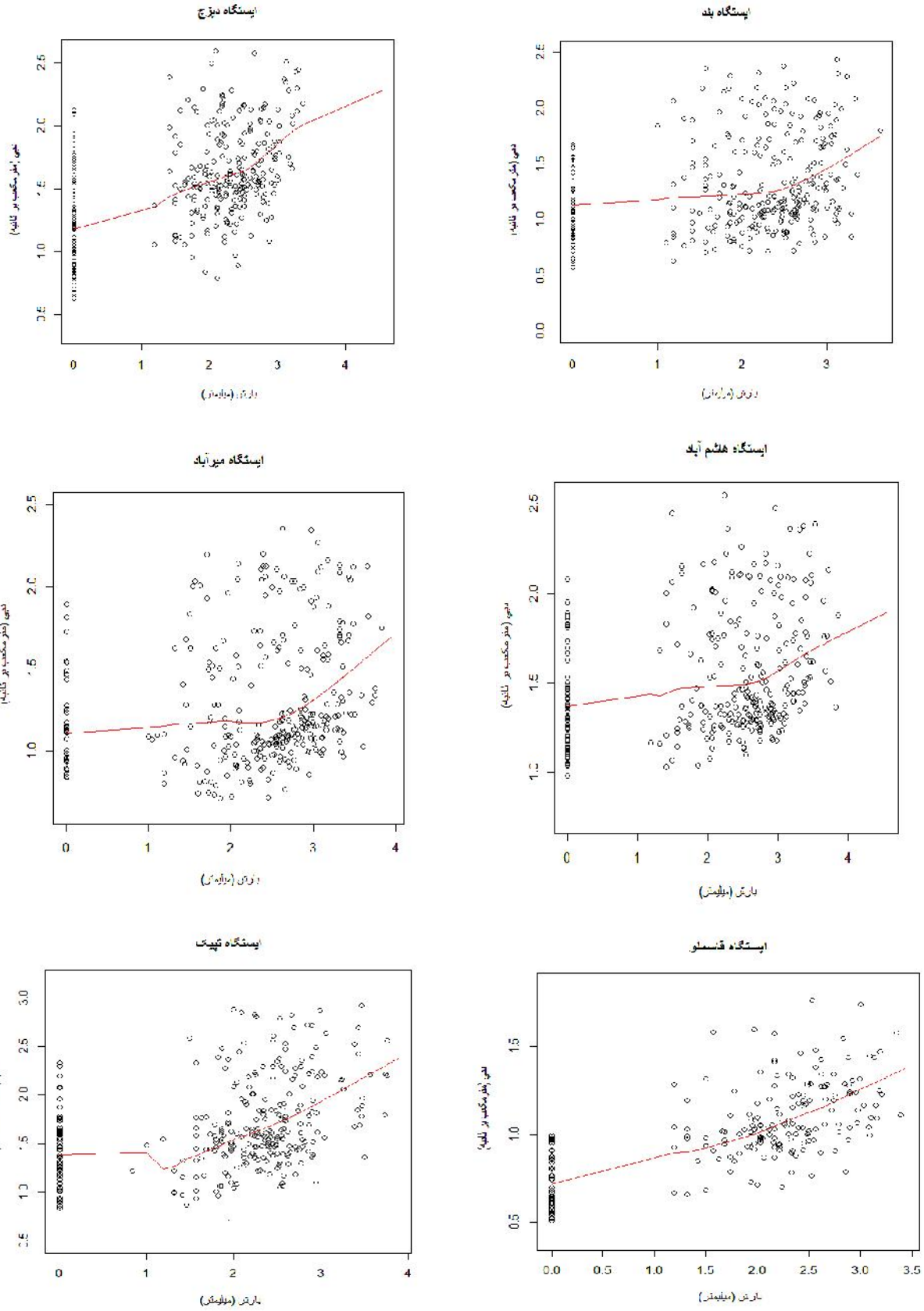
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]



شکل ۲- QQ-Plot دبی آب ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

در مرحله بعد ارتباط متغیر دبی جریان با بارش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون اسپیرمن نشان داد که در همه ایستگاه‌ها بین دبی و بارش ارتباط معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۴). دیاگرام پراکنش بارش- دبی برای ایستگاه‌های واقع در غرب دریاچه ارومیه در شکل ۳ نشان داده شده است.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]



شکل ۳- ارتباط مقادیر دبی و بارش در ایستگاه‌ها

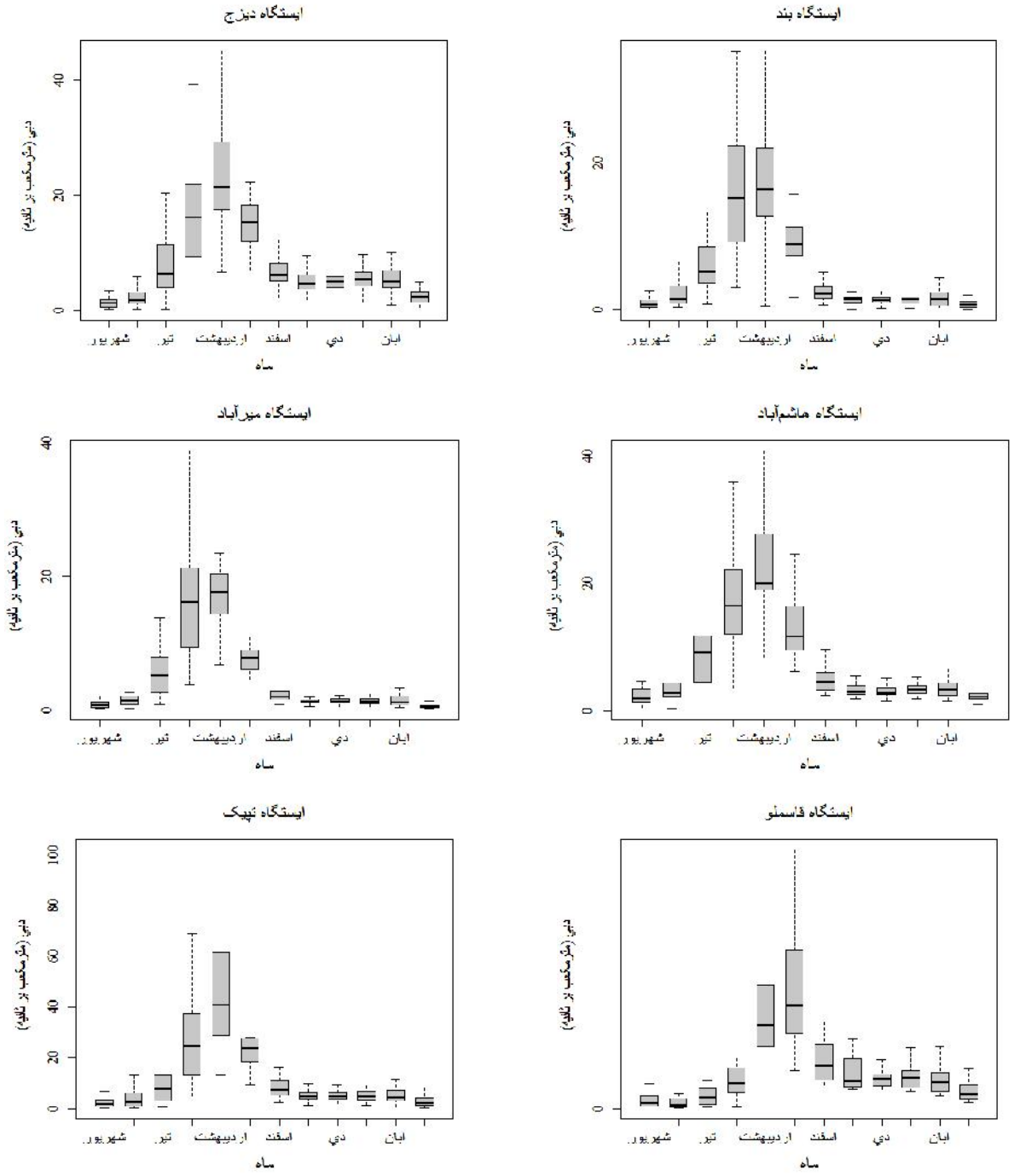
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

جدول ۴- ارتباط مقادیر دبی و بارش در ایستگاه‌ها

ایستگاه	rho	معنی‌داری
بند	۰/۲۵	۰/۴۵
دیزج	۰/۴۹	۰/۲۲
هاشم‌آباد	۰/۲۸	۰/۱۷
میرآباد	۰/۲۹	۰/۴۴
قاسملو	۰/۶۸	۰/۲۲
تپیک	۰/۴۱	۰/۱۹

هم چنین در مرحله بعد به منظور حذف نوسانات ناشی از تغییرات بارش، LOWESS اعمال شده و مابقی تحلیل‌ها روی باقیمانده‌های LOWESS انجام شد. در بررسی تغییرات فصلی دبی آب، نتایج آزمون کروسکال- والیس نشان داد که دبی دارای تغییرات فصلی معناداری است، یعنی برای دبی حداقل میانگین یکی از فصل‌ها با سایر فصول سال به طور معناداری متفاوت است. نتایج نشان می‌دهد که در ایستگاه‌های بند، دیزج، تپیک و هاشم‌آباد حداکثر دبی در ماه اردیبهشت و اما در میرآباد و قاسملو به ترتیب در ماه‌های خرداد و فروردین روی داده است. هم‌چنین حداقل دبی در ایستگاه‌های بند، هاشم‌آباد و میرآباد در ماه مهر و ایستگاه‌های دیزج و تپیک در شهریور و ایستگاه قاسملو در مرداد روی می‌دهد (شکل ۴). ضمناً به خوبی ملاحظه می‌شود که در ماه‌هایی که دبی حداکثر است دامنه پراکنش مقادیر دبی و دامنه عدم قطعیت وقوع دبی‌های حداکثر زیادتر است اما بر عکس در ماه‌های کم آبی ملاحظه می‌شود که وقوع جریان پایه با قطعیت بیشتری است و دامنه عدم قطعیت مقادیر این فصول خیلی کمتر است. این مسئله به ماهیت جریان سیل و جریان پایه بر می‌گردد. جریان سیل وقوعش تصادفی و واکنش حوزه به رگبارهای اتفاق افتاده با فاصله زمانی کمی تا وقوع سیل می‌باشد اما آب پایه که جریان با تاخیر می‌باشد ماهیت تصادفی و نوسانی خیلی کمتری دارد چرا که واکنش مستقیم حوزه به رگبار نمی‌باشد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]



شکل ۴- نمودار جعبه‌ای دبی جریان در ایستگاه‌ها برای ماه‌های مختلف

در نهایت روند تغییرات بلند مدت بارش و دبی جریان در شش ایستگاه با استفاده از روش‌های ناپارامتریک (آزمون من-کندال و کندال فصلی) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است. در تحلیل روند سری زمانی داده‌ها فرض صفر دلالت بر نبود روند در سری داده‌ها است و در صورت معنی‌داری با قبول فرض یک داده‌ها

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

دارای روند می‌باشند. علامت ضریب τ نیز جهت روند داده‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۵- نتایج آزمون ناپارامتریک در تحلیل روند تغییرات بارش و دبی

نام ایستگاه	پارامتر	ضریب τ	معنی‌داری	وضعیت
بند	بارش	-۰/۰۴۳	۰/۲۳	بدون روند
	دبی	-۰/۰۹۴	۰/۰۲	روند کاهشی
میرآباد	بارش	-۰/۱۲۲	۰/۰۰۱	روند کاهشی
	دبی	-۰/۲۵	$۱/۶\times۱۰^{-۱۰}$	روند کاهشی
هاشم آباد	بارش	۰/۰۱۵	۰/۶۷	بدون روند
	دبی	-۰/۰۴۶	۰/۲۴	بدون روند
دیزج	بارش	-۰/۰۲۴	۰/۵۱	بدون روند
	دبی	-۰/۲۴	$۱/۳\times۱۰^{-۹}$	روند کاهشی
قاسملو	بارش	۰/۰۹۴	۰/۰۰۹	روند افزایشی
	دبی	۰/۰۳	۰/۵۲	بدون روند
تیپک	بارش	-۰/۱۱۳	۰/۰۰۲	روند کاهشی
	دبی	-۰/۱۷	$۶/۱\times۱۰^{-۶}$	روند کاهشی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که در حوزه تپیک و میرآباد بارش و دبی جریان هر دو کاهشی می‌باشد. این وضعیت در خصوص حوزه بند نیز تا حدود زیاد به همان صورت است. اما در خصوص حوزه دیزج، قاسملو و هاشم‌آباد روند بارش و دبی متفاوت است. قاعدتاً انتظار بر این است که وضعیت روند دبی، اختلاف فاحشی با روند بارش نداشته باشد، به هر حال به نظر می‌رسد دلیل این‌که دبی اکثراً روند کاهشی داشته، ولی بارش فقط در بعضی ایستگاه‌ها روند کاهشی داشته است به ماهیت اندازه‌گیری دبی بر می‌گردد. با توجه به این که دبی در ایستگاه واقع در خروجی حوزه اندازه‌گیری می‌شود بنابراین معرف وضعیت کل حوزه بالادست خود است و اما ایستگاه بارندگی بر عکس، معرف وضعیت نقطه اندازه‌گیری است. با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه این روند کلی کاهشی را می‌توان ناشی از عوامل اقلیمی و طبیعی منطقه دانست. از جمله عوامل اقلیمی مؤثر بر وقوع خشکسالی می‌توان افزایش میزان تبخیر از سطح دریاچه را نام برد و از دسته عوامل طبیعی می‌توان به عواملی نظیر فرسایش خاک و تغییر کاربری اراضی اشاره کرد. با توجه به این که حداکثر دبی در فصل بهار و خصوصا در ماه اردیبهشت اتفاق افتاده است می‌توان نتیجه گرفت که علاوه بر عامل بارندگی، عامل ذوب برف زمستانه نیز بر میزان آبدهی بالای رودخانه‌ها در این فصل تاثیر گذار بوده است (۱).

البته در خصوص ذوب برف بررسی روند دما، به خصوص وضعیت تغییرات دمای حداقل پیشنهاد می‌شود. نتایج حاصل از این تحقیق و نتایج مشابهی که سایر محققان به آن دست یافته‌اند، نشان دهنده ناپایداری اقلیم و تغییر آن می باشد (۱۱، ۱۳). پیامدهای این تغییر

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

اقلیم آثار اقتصادی و اجتماعی مستقیم و غیر مستقیم بر زندگی آبخیزنشینان و جامعه انسانی دارد. بنابراین مدیریت صحیح و همه جانبه حوزه‌های آبخیز و منابع آب به ویژه در آبخیزهایی که دارای تمرکز بالای جمعیت هستند، ضروری می‌باشد.

منابع

1. Absaran consulting engineering company. 2003. Updating of water resources of Urmia lake watershed. 275 pp. (In Persian)
2. Birsan, M.V., P. Molnar, O. Burlando and M. Faundler. 2005. Streamflow trends in Switzerland. Journal of Hydrology, 314: 312-329.
3. Brooks, C.E.P. and N. Carrthers. 1953. Handbook of statistical methods in meteorology. H.M.S.O. London. 412 pp.
4. Davarzani, H. and R. Davtalab. 2007. Effects of climate change on rainfall parameters in Shahrod. 2nd conference on Water Resources Managment. Isfahan University of Technology. Isfahan. Iran. August 15-18. 256 pp. (In Persian)
5. Groppo, J.D., J.M.D. Moraes, C.E. Beduschi, A.M. Genovez and L.A. Martinelli. 2008. Trend analysis of water quality in some rivers with different degrees of development within the Saopaulo state, Brazil. River Research and Applications, 24: 1056-1067.
6. Hijam, S., Y. Khoshkhoi and R. Shamsadinvandi. 2009. Trend analysis of seasonal and annual rainfall changes for several stations in central of Iran by using nonparametric methods. Geographical Research, 64: 157-168. (In Persian)
7. Helsel, A. and R.M. Hirsch. 2002. Statistical methods in water resources, Chapter A3, Techniques of Water-Resources Investigations of the United State Geological Survey. Book 4, Hydrologic analysis and interpretation. 510 pp.
8. Javari, M. 2004. Temperature and precipitation changes in Iran. PhD Thesis, Tehran University. 85 pp. (In Persian)
9. Kamli, Gh.E. 1997. Changes rainfall in different parts of the country in recent years. The first regional conference on climate change. Tehran University. Iran. Tehran. October, 24-25. 323 pp. (In Persian)
10. Katirae, P.S., S. Hejam and P. Irannejad. 2006. Trend analysis of precipitation over a period 1960-2001 in Iran. PhD Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Unit. 153 pp. (In Persian)
11. Kaviani, M.R. and H. Asakereh. 2003. Statistical analysis of long-term trends of annual rainfall in Isfahan. 3rd regional conference on climate change. Isfahan University. Iran. Isfahan. October, 24-25. 323 pp. (In Persian)
12. Khosravi, M., N. Javedani and S. Mohamadnia. 2004. Evaluate compliance temperature time series Mashhad with the changes and fluctuations in global temperature. 3rd regional conference and the 1st national conference on climate change, Isfahan University. Iran. Isfahan. August 20-23. 223-239. (In Persian)
13. Mohamadi, H. and M. Tghavi. 2006. Trend of extreme indicators temperature and precipitation in Tehran. Journal of Geographical Research, 5: 151-172. (In Persian)
14. Nicghoch, Y. and M. Yarmohamadi. 2009. Assessment of climate change and its effect on surface water resources, case study: Zyart River in Golestan province.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

Third Iranian Conference on Water Resources, Tabriz University. Iran. Tabriz. October 14-16. 521 pp. (In Persian)
15. Onoz, B. and M. Bayazit. 2003. The power of statistical tests for trend detection. Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences. 27: 247-251.
16. Serrano, A., V.L. Mateos and J.A. Garcia. 1999. Trend of monthly precipitation over the Iberian Peninsula for the period 1921-1995. phys. Chem. EARTH (B) 24(1-2): 85-90.
17. Tabatabai, S.E. and M. Hoseini. 2004. Climate change analysis based on monthly precipitation and average temperature parameters in Semnan. Third Regional Conference and the First National Conference on Climate Change, Isfahan University. Iran. Isfahan. August 20-23, 223-239. (In Persian)
18. Teetor, P. 2011. 25 Recipes for getting started with R. O'Reilly Media, Inc. First Edition. 44 pp.
19. Turgay, P. and K. Ercan. 2006. Trend analysis in Turkish precipitation data. Hydrological processes. 20(9): 2011-2026.
20. Takeuchi, K. and H. Ishidaira. 2003. Monitoring trend step changes in precipitation in Japanese precipitation. Journal of Hydrology, 279: 144-150.
21. Yue, S., P. Pilon and G. Cavadias. 2002. Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho testes for detecting monotonic trends in hydrological series. Journal of Hydrology, 259: 254-271.
22. Zhang, Q., C. Liu, C. Xu, Y. Xu and T. Jiang. 2006. Observed trend 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 2026-04-29]

Long-Term Changes Trend Analysis in Rainfall and Discharge in West Lake Urmia

Abdolreza Bahremand[1], Ghasem Hamdami[2] and Ebrahim Saniyi[3]

1 and 3- Associate Professor and Former MSc Student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

2 - Former MSc Student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

(Corresponding author: ghasem.hamdami@gmail.com)

Received: March 9, 2012 Accepted: March 6, 2013

Abstract

Discharge and rainfall are important factors in climate parameters, as their prediction and the identification of their behavior is important for water resources management. To evaluate the long-term changes in climatic factors, i.e. discharge and rainfall, in west Lake Urmia, six stations have been used over a period of 30 years from 1977-2007. In this research, the trend analysis is done by the R software and nonparametric statistical methods (Mann - Kendall and seasonal Kendall test) were studied. The results showed that the rainfall has no trend in some stations and with a negative trend in the others. But, discharge is in most cases has a significant decreasing trend. According to the study area, this decreasing trend is in agreement with the global climatic changes in the northern 30◦ - latitude. The results of this study can be used for water management programs in future planning.

Keywords: Trend, Mann-Kendall test, Climate change, R software

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-29]