تحلیل جریان کم ۶۰ روزه از سرشاخه تا پایاب حوزه کرخه

باقر قرمزچشمه*[۱]، مجتبی نساجی زواره[۲]، رحیم کاظمی[۳]

۱. استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲. استادیار موسسه آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳. استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰
تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

شناخت نحوه تغییرات جریان حداقل در بالا دست رودخانه و همچنین روند آن، اطلاعات ارزشمندی را در مدیریت آب و حق آبه‌ها و نیز اصلاح الگوی کشت می‌دهد. همچنین مناطق مناسب برای کنترل آب را در طول مسیر رودخانه از دیدگاه مدیریت منابع آب مشخص می‌سازد. علاوه بر مسائل اقتصادی، حفظ اکوسیستم رودخانه از مسائل مهم است که تاکنون توجهی به آن نشده است. زمان رخ داد حداقل جریان با پایه زمانی ۶۰ روزه از سرشاخه‌ها تا پایین دست متفاوت می‌باشد. همچنین روند آبدهی نیز در بالا دست تا پائین دست رودخانه تغییر می‌نماید. در این مطالعه برخی از ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه کرخه مورد بررسی قرار گرفته و پس از بررسی داده‌ها، ایجاد سری زمانی آنها و دبی‌های حداقل با پایه زمانی ۶۰ روزه برای هر سال در هر ایستگاه استخراج شد. دبی متوسط سالانه نیز محاسبه و نسبت دبی حداقل با پایه زمانی ۶۰ روزه به دبی متوسط بدست آمده و از آن بعنوان شاخص ارزیابی استفاده شد. با دبی حداقل ذکر شده و شاخص‌های فوق رگرسیون چند متغیره برقرار و عوامل مورفومتریک موثر استخراج شد. نتایج نشان داد که جریان حداقل با مساحت بیشترین رابطه (R^2=۰,۸) و شاخص‌های جریان با فاصله هر ایستگاه تا خروجی حوزه کرخه رابطه (R^2=۰,۲) بیشتری داشتند. این موضوع نشان داد که در سراب حوزه، جریان حداقل نسبت به متوسط جریان کمتر بوده و با نزدیک شدن به پایاب حوزه شاخص افزایش می‌یابد. لذا برای مدیریت منابع آب در اراضی زراعی در سراب حوزه باید به روش‌های استحصال آب باران توجه بیشتری شود.

واژه‌های کلیدی: آبدهی، استحصال آب باران، آنالیز منطقه‌ای، شاخص جریان کم، کرخه.

مقدمه

کمبود آب یکی از بزرگترین مشکلات حوزه‌های آبخیز مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران است. در این مناطق علاوه بر کمی بارش، نامنظمی و تمرکز آن در بخشی از سال باعث گردیده‌است تا بخش بزرگی از سال فاقد بارش باشد. اهمیت این موضوع از آن جهت بیشتر می‌شود که تمرکز بارش در فصلی غیر از رویش گیاهی بوده و اغلب گیاهان به خصوص گیاهان زراعی و باغی نیاز به آبیاری دارند. اغلب مناطق کشاورزی در دشت‌ها و حاشیه رودخانه‌های دائمی می‌باشد تا با استفاده از جریان رودخانه، فعالیت‌های کشاورزی صورت پذیرد. جریان حداقل بطور معمول از سرشاخه‌ها به سمت پایاب افزایش می‌یابد و به همین دلیل رودخانه‌ها در سرشاخه‌ها، فصلی و در پایاب دائمی می‌باشند (قرمزچشمه و همکاران، ۱۳۸۸). این الگو در اغلب رودخانه‌ها برقرار بوده ولی از یک منطقه به منطقه یا حوزه دیگر رفتار آن متفاوت می‌باشد. شناخت جریان پایه از سرشاخه تا پایاب در مدیریت منابع آب و کشاورزی منطقه ضروری است. اگر رفتار جریان حداقل در دوره‌های خشکسالی و ترسالی بطور جداگانه مورد بررسی قرار گیرد، اطلاعات ارزشمندی را در اختیار برنامه‌ریزان و کشاورزان قرار می‌دهد. چرا که با شناخت مدت و شدت خشکی هیدرولوژیکی و بررسی نیاز آبی گیاهان سطح و نوع کشت جهت کشاورزی پایدار، مدیریت

* ایمیل نویسنده مسئول: باقر قرمزچشمه baghergh@gmail.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.5.6]

می‌گردد. در دنیا پژوهش‌های متعددی در خصوص جریان پایه و حداقل صورت گرفته و در کشورمان نیز در زمینه تحلیل‌های منطقه‌ای این جریان پژوهش‌های پراکنده‌ای صورت گرفته‌است.

اهمیت توجه به منابع آب بخصوص جریان پایه رودخانه‌ها در سال‌های اخیر از اهمیت زیادی برخوردار است. تخریب محیط زیست و جنگل زدائی و تغییر کاربری‌ها از یک طرف و تلاش برای افزایش تولیدات صنعتی و بهره‌گیری بیشتر از صنایع از طرف دیگر موجب افزایش روزافزون گازهای گلخانه‌ای گردیده که باعث گرم شدن جهانی هوا شده است؛ به نحوی که پدیده دگرگونی اقلیمی در صدر مذاکرات سران کشورهای بزرگ و کوچک قرار گرفته‌است. بارش اولین بردار در کلیه مطالعات مربوط به منابع آب بوده (رضایی بنفشه و رجایی، ۱۳۸۱) از این رو، تغییرات اقلیمی قادر است، توزیع منابع آب کره زمین را عمیقا تغییر داده و از این رو تولیدات کشاورزی و صنایع را به شدت تحت تاثیر خود قرار دهد.

مصرف بیرویه منابع آب زیرزمینی تاثیر منفی بر جریان سطحی آب رودخانه در مناطق پائین دست و نهایتا باعث کاهش دبی‌های کم آبی شده‌است. روند کاهشی دبی کم آبی، اکوسیستم رودخانه را متاثر ساخته و ممکن است باعث نابودی گونه‌های استراتژیک منطقه و در نتیجه علاوه بر کاهش محصولات آینده، حیات منطقه را با خطرات جدی مواجه سازد. این اثر در مناطق مختلف حوزه متفاوت بوده بنابراین شناخت مناطق بحرانی از اهمیت خاصی برخوردار است. تا کنون در کشور تحقیق منسجمی در تحلیل جریان پایه و آسیب پذیری رودخانه در اثر تغییرات کاربری اراضی و تغییرات اقلیمی صورت نگرفته و مناطق بحرانی رودخانه‌ها از دیدگاه اکوسیتم مورد تحلیل قرار نگرفته‌است. پرهمت و همکاران (۱۳۷۹) در حوزه کارون از میزان دبی خروجی و بارش درازمدت به منظور بررسی روند خشکسالی و ترسالی استفاده کردند. نتایج بدست آمده نشان داد که پس از احداث سد شهید عباس پور و دز در این حوزه رژیم آبدهی سیر نزولی داشته و شروع خشکسالی‌های هیدرولوژیکی نیز منطبق با زمان احداث این سدها بوده‌است.

محمودی (۱۳۹۲) در تحقیقی خشکسالی هیدرولوژیکی رودخانه تجن در محدوده دشت ساری- نکا با استفاده از شاخص‌های جریان حداقل سالانه با تداوم‌های ۷، ۱۵ و ۳۰ روزه در دوره بازگشت‌های ۲، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال مورد بررسی قرار داد. در نهایت براساس جریان‌های کم پیش بینی شده رودخانه تجن در دوره برگشت‌های مذکور نتیجه گرفت که این رودخانه در محدوده دشت با بحران خشکسالی مواجه‌است. خزائی و همکاران (۱۳۸۲) برای تحلیل خشکسالی رودخانه قره سو استان کرمانشاه جریان‌های حداقل ۱، ۷، ۱۵ و ۳۰ روزه در سطح اطمینان ۹۵ درصد، توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ را پیشنهاد دادند.

قرمزچشمه و همکاران (۱۳۸۸)، دبی های حداقل با پایه زمانی (۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ روزه) را برای هر سال در برخی از ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه کرخه محاسبه کردند سپس دبی متوسط سالانه و نسبت دبی حداقل به دبی متوسط با پایه زمانی‌های مختلف را محاسبه و از آن بعنوان شاخص ارزیابی استفاده کردند. نتایج نشان داد که با افزایش فاصله از خروجی حوزه بر شدت کم آبی (کاهش دبی های حداقل) افزوده می‌شود. حبیب نژاد و همکاران (۱۳۸۹) داده‌های ۱۹ ایستگاه هیدرومتری واقع در شمال شرق خراسان‌رضوی را برای تحلیل جریان حداقل با تداوم‌های ۷، ۱۵ و ۳۰ روزه استفاده کردند و هشت تابع توزیع آماری را به داده‌ها برازش دادند و توزیع لوگ پیرسون تیپ III را به عنوان توزیع مناسب منطقه‌ای انتخاب کردند. در نهایت از بین ۱۶ پارامتر فیزیوگرافی، اقلیمی و زمین‌شناسی، سه ویژگی مساحت، بارندگی متوسط سالانه و درصد سازند نفوذپذیر به عنوان مهم‌ترین عوامل خشکسالی هیدرولوژیک شناخته شدند.

دودانگه و همکاران (۱۳۹۰) روند متغیرهای اقلیمی حوزه سد سفیدرود را توسط آزمون‌های ناپارامتریک من-کندال و اسپیرمن مورد بررسی قرار دادند. نتایج روند کاهشی جریان حداقل را در کل حوزه و روند افزایشی سیل را در برخی نقاط در اکثر ایستگاه‌های مطالعاتی نشان داد. در این مطالعه عوامل مؤثر بر تغییرات روند دبی، تغییر پذیری پارامترهای اقلیمی، تغییرات اقلیمی و کاربری اراضی بود. نوری و حسینی (۱۳۹۲) در بررسی توزیع احتمالاتی مناسب برای جریان حداقل ۷ روزه حوزه دریاچه ارومیه، توزیع احتمالاتی به نام توزیع مقادیر حدی نوع سه برای توصیف نمایه‌های کم آبی را ارائه کردند و نشان دادند که توزیع معرفی شده عملکرد بهتری در مدل کردن جریان حداقل ۷ روزه نسبت به سایر توزیع‌های احتمالاتی متداول داشت. خورشید دوست و همکاران (۱۳۹۱) سری زمانی دمای حداکثر و حداقل روزانه مربوط به غرب تهران را با استفاده از

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

[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.5.6]

روش نزدیک‌ترین همسایه و شبکه عصبی مورد بازسازی قرار دادند. تحقیق آن‌ها دقت بالاتر روش شبکه عصبی را نسبت به روش نزدیک‌ترین همسایه نشان داد و براساس نتایج بدست آمده دقت هر دو روش در تخمین دمای حداکثر روزانه بیشتر از دمای حداقل روزانه بود. همچنین در پژوهشی دیگر نساجی و همکاران (۱۳۹۵)، در سرشاخه‌های کارون نشان دادند که روش‌های شبکه عصبی و فازی دقت بالاتری نسبت به روش رگرسیون دو متغیره برای بازسازی دبی روزانه دارد.

جهانبخش و همکاران (۱۳۹۳) در تحلیل منطقه‌ای جریان حداقل حوزه کرخه دو عامل مساحت و تراکم زهکشی را به عنوان تأثیرگذارترین عوامل بر جریان کم معرفی نمودند. طبق نتایج بدست آمده توسط آزمون اسپیرمن و من-کندال جریان حداقل در سرشاخه‌های حوزه دارای روند منفی طی دوره مطالعاتی بود. در مطالعه کاظم‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) از رویکرد آزمون‌های پارامتریک و ناپارامتریک برای تحلیل روند دبی فصلی و سالانه در ۷ ایستگاه استان اردبیل طی دوره ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۹ استفاده شد. نتایج آزمون‌ها برای داده‌های فصلی و سالانه دبی نشان داد که آزمون‌های پارامتری تایید کننده نتایج آزمون‌های ناپارامتری بودند. نتایج ۷ آزمون روند کاهشی دبی سالانه در همه ایستگاه‌ها در سطح اطمینان ۹۹ درصد را نشان داد و در مقیاس فصلی بجز فصل تابستان بقیه فصل‌ها روند کاهشی در سطح یک درصد را نشان داد. حاجی‌محمدی (۱۳۹۵) اثر تغییر اقلیم را بر مقادیر جریان کم در حوزه رودخانه کن مورد بررسی قرار داد. در این مطالعه شبیه‌سازی جریان توسط مدل SWAT انجام شد و مقادیر جریان کم با تداوم‌های ۳، ۵، ۷، ۹، ۱۱، ۱۵ و ۳۰ روزه محاسبه شد. نتایج بدست آمده ۱۳ درصد کاهش جریان کم را تا سال ۲۰۴۰ نشان داد.

در مطالعه‌ای که توسط قرمزچشمه و همکاران (۱۳۹۶) انجام شد دقت مدل SWAT در شبیه‌سازی جریان کم حوزه کن بررسی شد. در این مطالعه مقادیر جریان کم شبیه‌سازی شده با تداوم‌های ۳، ۵، ۷، ۹، ۱۱، ۱۵ و ۳۰ روزه با مقادیر مشاهداتی مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که مدل در شبیه‌سازی جریان کم بیش برآورد است. نتایج کاهش۲۶ درصدی جریان کم در شرایط تغییر اقلیم تا سال ۲۰۴۰ را نشان داد. قرمزچشمه و حاجی‌محمدی (۱۳۹۷) روند جریان کم را در دو ایستگاه از زیر حوزه‌های حوزه کرخه که یکی در سرشاخه و دیگری در پایاب واقع شده بود را مورد بررسی قرار دادند. براساس نتایج بدست آمده روند جریان کم در حوزه بالادست، کاهشی و معنی‌دار بدست آمد، ولی در پایاب روند منفی و تغییرات اندکی را در طول زمان نشان داد. De Wit و همکاران (۲۰۰۷)، تأثیر دما و بارش بر مقادیر دبی کم رودخانه موس واقع در شمال غرب اروپا مورد بررسی قرار دادند. برای پیش‌بینی متغیرهای اقلیمی (دما و بارش) در دوره آتی از مدل‌های گردش عمومی و برای تعمیم منطقه‌ای از مدل RCM را بکاربردند. نتایج پژوهش بیانگر آن بود که تغییرات اقلیمی می‌تواند منجر به کاهش دبی رودخانه در فصول کم آبی شود. مطالعه صورت گرفته توسط Moges و Assefa (۲۰۱۸) در آبخیز نیل نشان داد که توزیع Gevو Wake برازش خوبی با مقادیر جریان کم دارند. همچنین در مدل رگرسیونی توسعه یافته، جریان کم تابعی از ویژگی‌های حوزه آبخیز بود که بر مبنای آن منطقه به ۶ بخش همگن برای پیش بینی جریان کم با تداوم ۷ روزه برای حوزه‌های فاقد آمار تقسیم شد. آنالیز فراوانی جریان کم و ساخت یک مدل جهانی برای بیان شاخص جریان کم بر پایه پارامترهای فیزیکی توسط Grandry و همکاران (۲۰۱۳) در کشور بلژیک، به انجام رسید. در این پژوهش، توزیع‌های لوگ نرمال و گامای دو متغیره، بهترین برازش را با جریان کم نشان داد. در پژوهشی دیگر Gao و همکاران (۲۰۱۷) اثر فعالیت های انسانی را بر توزیع فراوانی جریان کم مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند، که فعالیت‌های انسانی از جمله برداشت آب‌های زیرزمینی، منحنی فراوانی جریان کم را در مدل‌های مخزن خطی و غیرخطی تغییر داده و دگرگونی توزیع فراوانی جریان کم، تنها متاثر از تغییرات زیست محیطی نیست. طی تحقیق Worlandو همکاران (۲۰۱۷) توانایی هشت مدل یادگیری ماشین‌های بردار و چهار مدل پایه برای برآورد جریان کم ۷ روزه، در ۲۲۴ محل غیر قابل کنترل، در جنوب ایالت‌های کارولینا، جورجیا ،آلاباما در ایالت متحده آمریکا، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج، بیانگر خطای کمتر مدل‌های یادگیری ماشین‌های بردار در طول اعتبارسنجی نسبت به مدل‌های پایه بود.

هدف از ارائه این مقاله تحلیل جریان کم از سر شاخه تا پایاب می باشد، تا بر مبنای آن مناطق مهم از دیدگاه مدیت منابع آب مشخص شود. تحلیل منطقه‌ای جریان حداقل با پایه زمانی‌های مختلف در کشور انجام شده‌است. ولی با توجه به اینکه جریان پایه به شدت تحت تاثیر مساحت بوده و نقش عوامل اقلیمی و دیگر پارامترهای مرفومتری کمرنگ می‌شود. برای حذف

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

[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.5.6]

نقش مساحت و دوره‌های خشک و تر از شاخص بکار گرفته شده توسط قرمزچشمه و همکاران (۱۳۸۸) بعنوان شاخص جریان حداقل ۶۰ روزه استفاده شد که نوآوری این تحقیق محسوب می‌شود.

مواد و روش‌ها

حوزه کرخه یکی از زیر حوزه‌های خلیج فارس و رتبه ۲ تماب بوده که به خلیج فارس وارد می‌شود. حوزه کرخه در حد فاصل ۳۰ درجه، ۴۹ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۶ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی واقع شده‌است. شکل (۱) موقعیت حوزه کرخه را در نقشه ایران و نیز در ساحل ایرانی خلیج فارس به همراه زیرحوزه‌های اصلی آن نشان می‌دهد. ارتفاعات حوزه کرخه بخشی از سلسله جبال زاگرس مرتفع می‌باشد که سرتاسر نواحی شمال‌غرب، شمال و شرق حوزه را فرا گرفته‌است. بلندترین نقطه مرتفع حوزه ۳۶۴۵ متر از سطح دریا واقع شده‌است. هم‌چنین مساحت حوزه کرخه ۵۱۸۰۶ کیلومترمربع بوده که ۳,۲ درصد مساحت ایران را شامل می‌شود. این حوزه با محیط ۱۸۹۱ کیلومتر، در محل خروجی به هورالعظیم ختم می‌شود و مساحت ۴۲۱۹۱ کیلومتر مربع تا ورودی سد کرخه (منطقه بالا دست حوزه) را شامل می‌شود.

بطورکلی جریان کم را می‌توان کمترین جریان متوسط روزانه در طول یک سال تعریف کرد، معمولاً جریان‌های کم روزانه تحت تأثیر اغتشاشات کوچک جریان بالادست هستند لذا جریان کم سالانه به‌صورت کمترین جریان متوسط در چند روز پیاپی از قبیل ۷، ۱۵، ۳۰، ۶۰ و ... روز در طول یک سال تعریف می‌شود (محمدی، ۱۳۸۲). بنابراین برای محاسبه جریان کم با تداوم‌های مختلف باید کمترین میانگین متحرک جریان‌های روزانه را با تداوم‌های مورد نظر در هر سال بدست آورد. در این تحقیق مقادیر جریان کم با تداوم ۶۰ روزه برای ۲۶ ایستگاه منتخب برای دوره آماری ۴۰ ساله (۱۳۵۰-۱۳۹۰) محاسبه شد. در نهایت مقادیر دبی متوسط سالانه برای هر سال برای دوره نامبرده محاسبه گردید و به منظور یکسان‌سازی ایستگاه‌های هیدرومتری دو شاخص برای جریان کم برآورد شد که در شاخص اول نسبت بین دبی کم به جریان متوسط سالانه و در شاخص دوم نسبت دبی کم به متوسط جریان در کل دوره مطالعاتی (۱۳۵۰-۱۳۹۰) محاسبه شد. در روابط (۱) و (۲) (کاوه و همکاران، ۱۳۹۹) معادلات مربوط به محاسبه این دو شاخص آورده شده‌است:

که در آن Q_m دبی متوسط مربوط به کل دوره مطالعاتی (مترمکعب بر ثانیه) (۱۳۵۰-۱۳۹۰)

Q_a دبی متوسط سالانه (مترمکعب بر ثانیه)

Ql دبی جریان کم برای تداوم ۶۰ روزه (مترمکعب بر ثانیه)

i پایه زمانی (سال)

$$index1=Ql_i/Qa_i \quad (۱)$$

$$index2=Ql_i/Q_m \quad (۲)$$

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

[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.5.6]

شکل (۱): موقعیت آبخیز تحقیق در کشور

لازم به ذکر است که در مورد ایستگاه‌هایی که دارای نواقص آماری بودند، تا ۳ روز آمار ناقص به روش خودهمبستگی تکمیل شد اما برای بیشتر از ۳ روز پس از محاسبه جریان کم برای تداوم‌های مختلف آمار ناقص جریان کم هر ایستگاه برای هر سال توسط آمار کامل ایستگاهی که دارای بیشترین همبستگی با ایستگاه ناقص بود، بازسازی شد.

در تحلیل منطقه‌ای روابط یا منحنی‌هایی برای کل منطقه به دست می‌آید و با داشتن برخی از ویژگی‌های حوزه در محل‌هایی که اندازه‌گیری جریان صورت نمی‌گیرد، جریان در محل مورد نظر تعیین می‌شود. بنابراین در برنامه‌ریزی‌های مدیریت منابع آب و مسائل زیست‌محیطی بایستی به تحلیل منطقه‌ای خشکسالی و جریان‌های کم رودخانه‌ای توجه ویژه داشت. در حال حاضر روش معمول که تاکنون در بسیاری از مطالعات در این زمینه بکار رفته‌است روش رگرسیون چند متغیره است. در این روش بین متغیر وابسته (جریان کم) و متغیرهای مستقل (مانند ویژگی‌های فیزیوگرافی و اقلیمی) رابطه رگرسیونی ایجاد می‌شود. در این تحقیق به منظور تحلیل منطقه‌ای جریان کم به روش رگرسیون چند متغیره بین پارامترهای مستقل ارتفاع، مساحت، شیب و فاصله تا خروجی زیر حوزه منتهی به هر ایستگاه و شاخص‌های وابسته جریان کم مربوط به آن ایستگاه رابطه چند متغیره برقرار شد.

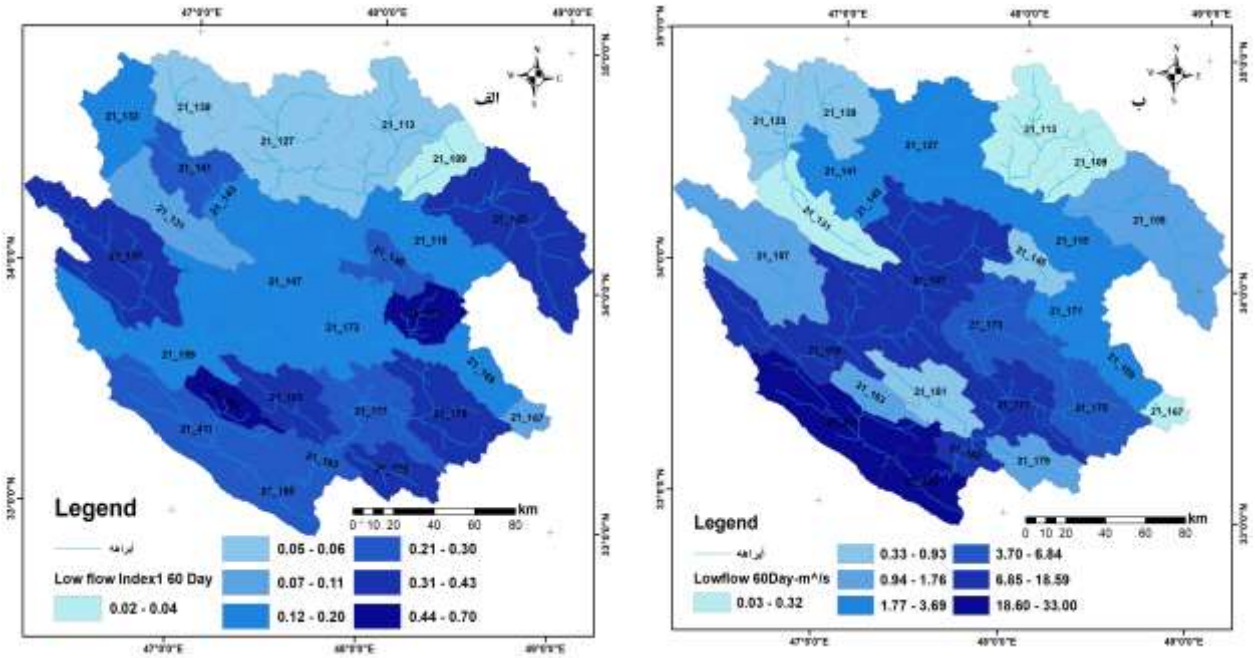
نتایج و بحث

در جدول (۱) پارامترهای فیزیوگرافی حوزه‌های بالادست هر ایستگاه آورده شده‌است. حوزه‌های جلوگیر و واهنو به ترتیب بزرگترین و کوچکترین حوزه‌ها در بین ۲۶ حوزه منتخب می‌باشند. حوزه‌های خرس آباد و سراب سیدعلی به ترتیب کم شیب‌ترین و پرشیب‌ترین حوزه‌ها و ایستگاه سنگ سوراخ دورترین فاصله و ایستگاه جلوگیر نزدیکترین فاصله را تا خروجی دارد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.5.6]

مقدار دبی متوسط سالانه، دبی حداقل ۶۰ روزه و شاخص‌های ۱و ۲ برای ۲۶ ایستگاه منتخب حوزه کرخه محاسبه گردید. نتایج این محاسبه در جدول (۲) آورده شده‌است. بیشترین دبی سالانه در ایستگاه جلوگیر با ۱۴۱ متر مکعب بر ثانیه و کمترین جریان سالانه در ایستگاه تنگ سیاب با ۱/۴ متر مکعب رخ داده‌است. ایستگاه جلوگیر (۳۳ متر مکعب بر ثانیه) و فیروزآباد (۰/۰۴ متر مکعب بر ثانیه) به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار جریان حداقل ۶۰ روزه را به خود اختصاص دادند. شاخص های ۱و۲ در ایستگاه‌های منتخب متفاوت و بین ۰/۶۷ در ایستگاه تنگ‌سیاب تا ۰/۰۲۴ در ایستگاه فیروز آباد بدست آمد اما تفاوت معنی‌داری بین شاخص۱ و شاخص۲ مشاهده نشد. بالا بودن شاخص‌ها در ایستگاه تنگ‌سیاب به دلیل وجود چشمه‌های کارستی است. بنابراین دبی پایه این رودخانه در تابستان روند کاهشی را نشان نداد. بطور کلی شاخص‌های ذکر شده در سر شاخه‌ها نسبت به پایاب کمتر بدست آمد که نشانگر آسیب پذیری بیشتر جریان پایه رودخانه در سرشاخه‌ها نسبت به پایاب حوزه کرخه است.

شکل (۲- الف) و جدول (۲) متوسط جریان کم ۶۰ روزه ایستگاه‌های هیدرومتری را نشان می‌دهد. دامنه تغییرات آن بین ۰/۰۴ تا ۳۳ متر مکعب به ترتیب در ایستگاه‌های فیروزآباد (سرشاخه شمالی) تا جلوگیر در خروجی حوزه بود. این شکل نشان می‌دهد که جریان کم از سرشاخه‌ها به سمت پایین دست در حال افزایش بوده و می‌توان نتیجه گرفت که عامل مساحت عوامل دیگر را تحت تاثیر قرار داده و لذا بر اساس آن نمی‌توان تحلیل مناسبی از دیگر عوامل مهم داشت. ولی شاخص ۱ جریان کم (قرمزچشمه و همکاران، ۱۳۹۹) اثر مساحت و پارامترهای عمومی اقلیمی را روی دبی کم ۶۰ روزه کاهش داده و عوامل موثر دیگر را آشکارتر نموده‌است. بطوریکه در حوزه‌های جنوب غرب که بخش زیر حوزه کشکان محسوب می‌شوند و اغلب کارستیک بوده و چشمه‌های زیادی در آنها وجود دارد این تغییرات مشهودتر است. بعنوان مثال در حوزه سراب سیدعلی(کد ۱۷۱-۲۱) این شاخص بالا بدست آمد؛ در این حوزه چندین چشمه کارستیک مانند هنام و پرسک وجود دارد و همچنین منطقه کوهستانی و برفگیر بوده و درنتیجه باعث شده‌است تا جریان پایه بخش عمده جریان سالانه را به خود اختصاص دهد. لذا با رجوع به این نقشه می‌توان بیان کرد که در حوزه‌هایی که شاخص بالا است، جریان پایه و کم مناسب بوده و در برنامه ریزی‌های منابع آب در این حوزه‌ها به جریان کم می‌توان اتکا کرد. بنابراین در برنامه‌ریزی‌های مدیریت منابع آب برای استفاده در بخش کشاورزی این شاخص می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.



الف- جریان کم ۶۰ روزه ب- شاخص ۱ ۶۰ روزه

شکل (۲): مقایسه جریان کم ۶۰ روزه و شاخص۱ در ایستگاه‌های منتخب حوزه کرخه

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.5.6]

جدول(۱): پارامترهای فیزیوگرافی ایستگاه‌های هیدرومتری مورد استفاده

نام	کد	مساحت (کیلومترمربع)	ارتفاع متوسط(متر)	شیب متوسط(درصد)	فاصله تا خروجی (کیلومتر)
سنگ سوراخ (غرب)	۲۱ - ۱۰۵	۳۱۷	۲۰۲۰	۱۱	۴۴۴,۳
فیروزآباد (فیروزانی)	۲۱ – ۱۰۹	۸۴۹	۱۹۴۸	۱۷	۴۰۶,۱
آران غرب	۲۱ - ۱۱۳	۲۰۴۸	۱۷۸۵	۱۵	۳۸۷,۹
دو آب (گاماسیاب)	۲۱ - ۱۱۵	۷۷۷۶	۱۸۹۶	۱۵	۳۸۰,۴
پل چهر	۲۱ - ۱۲۷	۱۰۸۶۵	۱۸۷۰	۱۷	۳۱۰,۲
خرس آباد	۲۱ - ۱۳۱	۱۴۳۶	۱۵۲۷	۹	۳۷۳,۷
دو آب مرک	۲۱ - ۱۳۳	۱۲۳۲	۱۵۵۴	۱۴	۳۶۷,۵
حجت آباد	۲۱- ۱۳۹	۱۳۱۶	۱۶۹۳	۲۰	۳۴۳,۹
پل کهنه	۲۱ - ۱۴۱	۵۰۲۴	۱۲۶۲	۱۱	۳۱۶,۸
قور باغستان	۲۱ - ۱۴۳	۵۳۰۹	۱۲۷۲	۱۱	۲۹۸,۷
نور آباد (غرب)	۲۱ - ۱۴۵	۶۱۷	۲۰۵۲	۱۷	۳۳۸,۳
هلیلان (سیمره)	۲۱ - ۱۴۷	۲۰۷۲۰	۱۶۱۶	۱۶	۱۹۳,۱
دارتوت	۲۱ - ۱۵۷	۲۶۵۷	۱۵۳۴	۱۵	۱۶۶,۶
سازین	۲۱ - ۱۵۹	۲۶۲۳۰	۱۳۶۵	۲۰	۱۳۱,۶
تنگ سیاب	۲۱ - ۱۶۳	۳۶۸	۱۲۳۷	۱۷	۹۶,۲
واهنو (هر رود)	۲۱ - ۱۶۷	۲۶۶	۲۱۵۵	۲۰	۳۳۴,۹
کاکا رضا	۲۱ - ۱۶۹	۱۱۴۸	۲۰۲۳	۲۴	۲۵۶,۴
دو آب سید علی	۲۱ - ۱۷۱	۷۸۰	۲۰۹۷	۲۷	۲۶۴,۸
پل کشکان	۲۱ - ۱۷۳	۳۷۴۳	۱۶۸۴	۲۵	۱۴۳,۷
چم انجیر	۲۱ - ۱۷۵	۱۶۴۲	۱۶۵۱	۲۱	۱۷۹,۵
آفرینه (کشکان)	۲۱ - ۱۷۷	۶۸۳۳	۱۶۱۳	۲۳	۱۱۰
آفرینه (چالول)	۲۱-۱۷۹	۸۰۸	۱۶۴۷	۲۳,۷	۱۰۸
برآفتاب	۲۱-۱۸۱	۱۱۳۲	۱۳۵۳	۱۳,۹	۹۸,۷
پل‌دختر	۲۱-۱۸۳	۹۲۶۷	۱۶۳۲	۲۲,۴	۶۵,۹
جلوگیر	۲۱-۱۸۵	۳۸۴۹۳	۱۴۱۸	۱۴,۳	۰,۱
نظرآباد	۲۱-۴۱۱	۲۸۲۸۱	۱۴۰۵	۱۸,۴	۵۰,۶

به منظور تحلیل منطقه‌ای شاخص‌های جریان کم از پارامترهای مرفومتری شامل مساحت، شیب حوزه، ارتفاع و فاصله هر ایستگاه تا خروجی حوزه کرخه در بالای سد کرخه برای بالادست هر ایستگاه استفاده گردید. نتایج همبستگی (R^2) مقادیر جریان کم و شاخص‌های جریان کم با عوامل مورفومتری منتخب حوزه در جدول (۳) آورده شده‌است. براساس آنچه ارائه شد، مقایسه شاخص ۱ با مقدار جریان کم نشان می‌دهد که ضریب همبستگی جریان کم بیشتر از شاخص ۱و۲ است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که شاخص ۱و۲ تاثیر عوامل مورفومتری را از روی تغییرات دبی پایه حذف نموده‌است. مقادیر جریان ۶۰ روزه با مساحت بالاترین همبستگی (۰/۸) و بعد از آن با فاصله تا خروجی بیشترین همبستگی (۰/۴۵) را داشت و مقادیر شیب و ارتفاع همبستگی مناسبی را نشان نداند. ولی شاخص‌های محاسبه شده برای جریان کم ۶۰ روزه با هیچ یک از عوامل مورفومتری همبستگی قابل قبول نداشتند و همبستگی شاخص‌های ۱و۲ با عوامل مورفومتری تقریباً مشابه بود. همچنین هر دو شاخص بیشترین همبستگی را با فاصله تا خروجی (۰/۲) نشان دادند.

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

[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.5.6]

جدول (۲): مشخصات جران و شاخص‌های جریان حداقل ۶۰ روزه (واحد دبی سالانه و حداقل متر مکعب بر ثانیه است)

کد ایستگاه	نام	دبی حداقل ۶۰ روزه	دبی میانگین سالانه	index1	index2
۲۱-۱۰۵	سنگ سوراخ (غرب)	۱,۵۹۵	۳,۶۰۲	۰,۴۱۵	۰,۴۴۳
۲۱-۱۰۹	فیروزآباد (فیروزانی)	۰,۰۴۱	۱,۴۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۲۸
۲۱-۱۱۳	آران غرب	۰,۱۶۸	۳,۹۷۴	۰,۰۳۶	۰,۰۴۲
۲۱-۱۱۵	دو آب (گاماسیاب)	۱,۸۱۶	۱۴,۷۵۷	۰,۱۱۶	۰,۱۲۳
۲۱-۱۲۷	پل چهر	۲,۲۷۱	۳۱,۰۳۲	۰,۰۶۲	۰,۰۷۳
۲۱-۱۳۱	خرس آباد	۰,۱۲۶	۱,۴۶۳	۰,۰۷۳	۰,۰۸۶
۲۱-۱۳۳	دو آب مرک	۰,۹۰۴	۵,۵۳۴	۰,۱۴۱	۰,۱۶۳
۲۱-۱۳۹	حجت آباد	۰,۴۶۵	۷,۹۷۹	۰,۰۵۹	۰,۰۵۸
۲۱-۱۴۱	پل کهنه	۳,۳۰۷	۱۹,۱۵۸	۰,۲۳۱	۰,۱۷۳
۲۱-۱۴۳	قور باغستان	۳,۲۸۷	۲۰,۴۶۹	۰,۱۹۴	۰,۱۶۱
۲۱-۱۴۵	نور آباد (غرب)	۰,۷۷۷	۳,۲۵۸	۰,۲۳۸	۰,۲۳۹
۲۱-۱۴۷	هلیلان (سیمره)	۸,۱۶۷	۶۸,۲۳۴	۰,۱۲۶	۰,۱۲۰
۲۱-۱۵۷	دارتوت	۱,۶۶۴	۵,۲۲۸	۰,۳۴۹	۰,۳۱۸
۲۱-۱۵۹	سازین	۱۳,۲۵۴	۸۴,۴۲۲	۰,۱۶۴	۰,۱۵۷
۲۱-۱۶۳	تنگ سیاب	۰,۹۳۸	۱,۴۱۷	۰,۶۶۹	۰,۶۶۲
۲۱-۱۶۷	واهنو (هر رود)	۰,۲۴۴	۲,۶۷۶	۰,۰۹۷	۰,۰۹۱
۲۱-۱۶۹	کاکا رضا	۱,۹۶۱	۱۱,۵۹۳	۰,۱۷۴	۰,۱۶۹
۲۱-۱۷۱	دو آب سید علی	۳,۵۹۱	۷,۷۳۴	۰,۴۶۴	۰,۴۶۴
۲۱-۱۷۳	پل کشکان	۵,۳۵۱	۲۹,۱۲۹	۰,۱۸۵	۰,۱۸۴
۲۱-۱۷۵	چم انجیر	۴,۰۷۲	۱۰,۲۲۰	۰,۴۱۸	۰,۳۹۸
۲۱-۱۷۷	آفرینه (کشکان)	۱۱,۵۳۳	۴۲,۶۹۰	۰,۲۶۴	۰,۲۷۰
۲۱-۱۷۹	آفرینه (چالول)	۱,۱۵۵	۳,۶۲۴	۰,۳۳۰	۰,۳۱۹
۲۱-۱۸۱	برآفتاب	۰,۶۴۶	۱,۶۳۴	۰,۳۶۹	۰,۳۹۵
۲۱-۱۸۳	پل‌دختر	۱۲,۷۸۶	۴۹,۸۴۰	۰,۲۴۸	۰,۲۵۷
۲۱-۱۸۵	جلوگیر	۳۲,۹۱۷	۱۴۱,۰۳۹	۰,۲۴۱	۰,۲۳۳
۲۱-۴۱۱	نظرآباد	۲۰,۶۵۴	۹۵,۷۳۸	۰,۲۱۶	۰,۲۱۶

جدول(۳): مقادیر همبستگی (R^2) جریان کم و شاخص‌های جریان کم ۶۰ روزه با عوامل مورفومتری حوزه کرخه

شاخص	مساحت (km^2)	ارتفاع (m)	شیب (٪)	فاصله تا خروجی (km)
Low flow	۰,۸	۰,۱۲	۰,۱	۰,۴۵
Index1	۰,۰۲	۰,۰۵	۰,۰۱	۰,۲
Index2	۰,۰۳	۰,۰۴	۰,۰۲	۰,۲

سطح معنی‌داری ضریب همبستگی برای سطوح اطمینان ۹۰، ۹۵، ۹۸ و ۹۹ درصد به ترتیب باید ۰,۳۳، ۰,۳۳۸، ۰,۴۳۹و ۰,۴۹۶باشد

به منظور تحلیل رابطه بین شاخص‌های دبی کم (شاخص ۱و۲) با عوامل مورفومتریک از رابطه رگرسیون بین شاخص ها به عنوان متغیر وابسته و عوامل مورفومتریک مساحت، شیب، ارتفاع و فاصله تا خروجی به عنوان متغیرهای مستقل استفاده شد. نتایج نشان داد که هر دو شاخص با متغیرهای موفومتریک ضریب همبستگی حدود ۰/۴ دارد (جدول ۴). براساس روابط بدست آمده هر دو شاخص مورد مطالعه با ارتفاع رابطه مستقیم و با پارامترهای مساحت، شیب و فاصله تا خروجی رابطه معکوس داشتند. شکل (۳) رابطه همبستگی مقادیر اندازه‌گیری شده و شبیه‌سازی شده براساس معادلات چند متغیره شاخص‌های۱و۲ و عوامل مورفومتریک را نشان می‌دهد. در پژوهش‌های جهانبخش و همکاران (۱۳۹۳) نیز مساحت مهمترین عامل معرفی شده‌است. همچنین محمدی (۱۳۸۲) نیز در تحلیل مکانی جریان کم مساحت، باران و شیب آبخیز را در تمامی

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

[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.5.6]

پایه‌های زمانی مختلف مرتبط با جریان کم دانست. شاخص جریان محاسبه شده با هیچ یک از عوامل مورفومتری همبستگی قابل قبول نداشت و همبستگی با فاصله تا خروجی (۰/۲) نسبت به عوامل دیگر بهتر بدست آمد. در تحقیق که قرمزچشمه و همکاران (۱۳۸۸) در آبخیز کرخه انجام داده بودند عامل فاصله از خروجی مهمترین عامل معرفی شد.

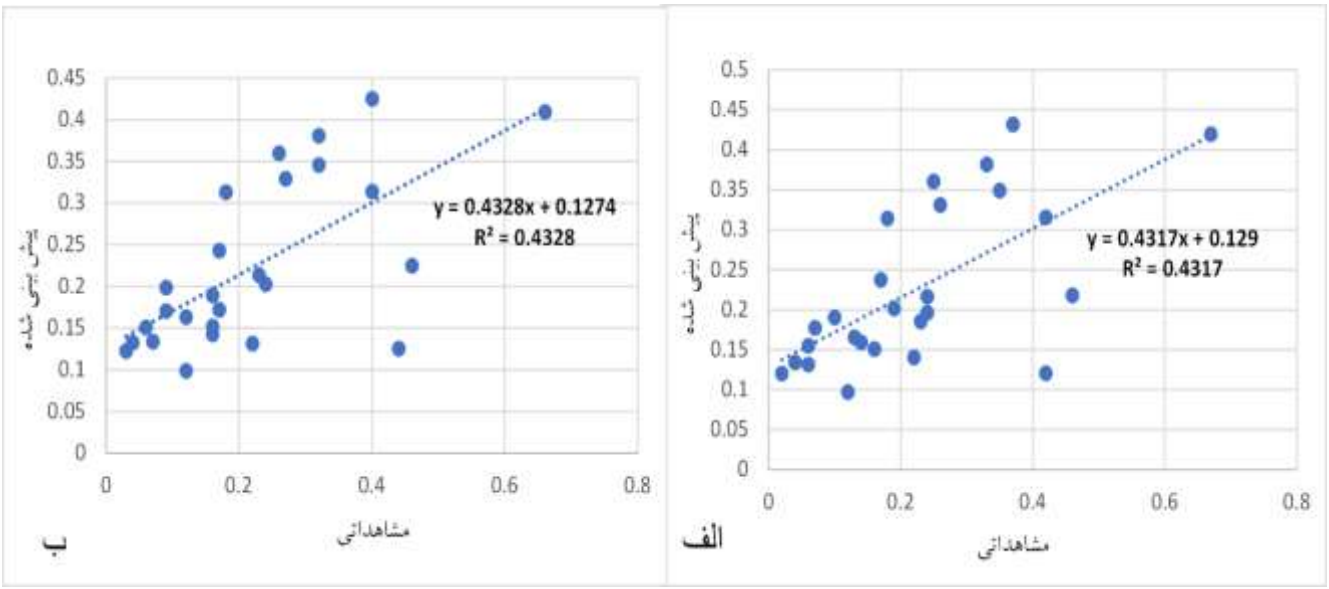
جدول(۴): معادلات همبستگی جریان کم و شاخص‌های جریان کم ۶۰ روزه با عوامل مورفومتری حوزه کرخه

تداوم جریان کم	شاخص	معادله همبستگی	سطح معنی داری	Multiple R	R^2
۶۰	Index1	$(-۸,۵*10^{-6})A+(۳,۷*10^{-5})H+(-0.005)S+(-0.001)L+0.۵۷$	۰,۹۹	۰,۶۶	۰,۴۳
	Index2	$(-۸,۵*10^{-6})A+(۶,۴*10^{-5})H+(-0.006)S+(-0.001)L+0.۵۳$	۰,۹۹	۰,۶۶	۰,۴۳

S: شیب (درصد) L : فاصله تا خروجی (کیلومتر) A: مساحت (کیلومتر مربع) H : ارتفاع (متر)

Index1: جریان کم/ میانگین جریان در هر سال

Index2: جریان کم / میانگین جریان در کل دوره



شکل(۳): الف: شاخص جریان کم(جریان کم/میانگین جریان درهرسال) مشاهداتی و شبیه‌سازی شده براساس رگرسیون چندمتغیره ب: شاخص جریان کم (جریان کم/میانگین جریان درکل دوره)مشاهداتی و شبیه‌سازی شده براساس رگرسیون چندمتغیره (تداوم ۶۰ روز)

نتیجه گیری

در این تحقیق تحلیل منطقه‌ای جریان حداقل ۶۰ روزه مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور دو شاخص برای بررسی جریان حداقل و با الگو برداری از شاخص تعریف شده توسط قرمزچشمه و همکاران (۱۳۸۸) و مقدار دبی کم مورد استفاده قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که مقدار دبی کم در سرشاخه‌های حوزه نسبت به مناطق پایین دست کمتر بوده که نشان دهنده آسیب پذیری اکوسیستم رودخانه و همچنین کشاورزی اطراف آن در سرشاخه‌های حوزه کرخه می‌باشد.

به منظور کم اثر نمودن اثرات عوامل مورفومتریک و اقلیمی دو شاخص دبی کم (روابط ۱ و۲) بکار گرفته شد. در تعدادی از زیر حوزه‌ها که دارای چشمه‌های کارستی بودند، شاخص‌های ۱و۲ مقادیر بالاتری نسبت به دیگر حوزه‌ها نشان دادند. در تحلیل منطقه‌ای دبی حداقل، مقادیر دبی حداقل ۶۰ روزه، شاخص‌های ۱و۲ به عنوان متغیرهای وابسته و عوامل مورفومتریک به عنوان متغیرهای مستقل تحلیل گردیدند. نتایج نشان داد که شاخص های ۱و۲ کمترین همبستگی را با عوامل مورفومتریک دارد. این موضوع نشان می‌دهد که برای تحلیل دقیق دبی‌کم شاخص‌های ۱و۲ مناسب می‌باشد. همچنین نتایج همبستگی بین عوامل مورفومتریک و شاخص های ۱و۲ نشان داد، هر دو شاخص مورد مطالعه با ارتفاع رابطه مستقیم و با پارامترهای

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.5.6]

مساحت، شیب و فاصله تا خروجی رابطه معکوس دارند. مقدار دبی‌کم بیشترین همبستگی را با عامل مساحت نشان داد که نشان از وابستگی دبی‌کم به این عامل مورفومتریک می‌باشد. به طور کلی نتیجه بدست آمده از این تحقیق بیانگر آنست که جریان پایه رودخانه که نقش مهمی در پایداری تولیدات کشاورزی را ایفا می‌کند در سر شاخه‌ها از پایداری مناسبی برخوردار نبوده ولی در پایاب حوزه جریان پایه قابل اعتمادی وجود دارد. بنابر این برای مدیریت پایدار کشاورزی و توسعه آن در سرشاخه‌ها و سراب حوزه‌ها، نیاز به استحصال آب باران می‌باشد. در مناطقی که شاخص جریان کم پایین بدست آمد مانند حوزه‌های فیروزآباد، آران غرب و دوآب مرک نیازمند تامین آب از روش‌های مختلف سطوح آبگیر باران و اجتناب از برداشت منابع آب زیر زمینی و رودخانه‌ها توصیه می شود. در این حوزه‌ها علاوه بر آن، اجرای عملیات آبخیزداری در افزایش آب پایه موثر خواهد بود.

منابع

۱. پرهمت، ج.، ب. ثقفیان، و ح. صدقی (۱۳۷۹). بررسی روند خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در حوزه کارون با استفاده از آمار درازمدت. اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی، کرمان.

۲. جهانبخش، س.، ب. ساری صراف، ع. غفوری و س. رحیمی (۱۳۹۳). تجزیه و تحلیل زمانی و مکانی جریان حداقل در حوزه آبخیز کرخه. نشریه مهندسی و مدیریت آبخیز، ۸(۱)، ۵۵-۶۷.

۳. حاجی‌محمدی، م. (۱۳۹۵). ارزیابی اثر نوسان اقلیم بر جریان حداقل حوزه رودخانه کن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه اردکان.

۴. حبیب‌نژاد، م.، م. ابراهیمی، ک. سلیمانی و م. وفاخواه (۱۳۸۹). تجزیه و تحلیل جریان‌های حداقل در حوزه‌های نیمه خشک شمال شرق خراسان رضوی. پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۱(۱)، ۴۴-۵۸.

۵. خزایی، م.، ع. تلوری و ا. جباری (۱۳۸۲). تحلیل توزیع فراوانی خشکسالی هیدرولوژیک (مطالعه موردی حوزه رودخانه قره سو). مجله جغرافیا و توسعه، ۱(۲)، ۴۵-۵۶.

۶. خورشید دوست، ع، م.، م. نساجی زواره و ب. قرمزچشمه (۱۳۹۱). بازسازی سری‌های زمانی دمای حداکثر و حداقل روزانه با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایه و شبکه عصبی مصنوعی (مطالعه موردی: غرب استان تهران)، فضای جغرافیایی، ۳۸(۱۲)، ۲۱۴-۱۹۷.

۷. دودانگه، ا.، س. سلطانی و ع. سرحدی (۱۳۹۰). بررسی روند مقادیر حدی جریان (جریان حداقل و سیل) در حوزه آبخیز سفیدرود، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. علوم آب و خاک، ۱۵(۵۸)، ۲۱۵- ۲۲۹.

۸. رضایی بنفشه، م. و ع. ح. رجایی (۱۳۸۱). تحلیل و مدل بندی بارش در حوزه آبریز قره سو، فصلنامه مدرس. ۶ (۴)، ۹۳-۷۱.

۹. کاظم‌زاده، م.، آ. ملکیان و ع. رسول‌زاده (۱۳۹۲). تحلیل روند جریان‌های رودخانه‌ای با استفاده از رویکردهای آماری پارامتری و ناپارامتری در استان اردبیل. مجله پژوهش‌های دانش زمین، ۴(۱۵)، ۶۳-۵۱.

۱۰. کاوه، آ.، ب. قرمزچشمه و س. ع. حسینی (۱۳۹۹). بررسی تغییرات زمانی و روند دبی‌های حداقل در آبخیزهای منتخب دامنه جنوبی البرز. مجله محیط زیست و منابع آب، ۶(۲)، ۱۴۸-۱۳۴.

۱۱. قرمزچشمه، ب.، آ. مهدی‌پور و م. حیدری‌زاده (۱۳۸۸). بررسی دبی‌های حداقل از سرشاخه‌ها تا خروجی حوزه کرخه به منظور مدیریت منابع آب. دهمین کنفرانس سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه باهنر کرمان.

۱۲. قرمزچشمه، ب.، م. حاجی محمدی و م. احمدی (۱۳۹۶). ارزیابی دقت مدل SWAT در شبیه‌سازی جریان حداقل (مطاعه موردی: حوزه کن). دومین کنفرانس ملی حفاظت خاک و آبخیزداری. تهران.

۱۳. قرمزچشمه، ب. و م. حاجی محمدی (۱۳۹۷). بررسی جریان حداقل در حوزه‌های با مساحت مختلف (مطالعه موردی: حوزه کرخه). سیزدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران و سومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه محقق اردبیلی.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.5.6]

۱۴. قرمزچشمه، ب.، م. نساجی زواره، ر. بیات و ر. کاظمی (۱۳۹۹). بررسی دبی‌های حداقل در زیر حوزه‌های رودخانه کرخه به منظور مدیریت منابع آب، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، گزارش پژوهشی، ۷۰ ص.

۱۵. محمدی، س. (۱۳۸۲). تحلیل جریان‌های حداقل و توزیع مکانی روابط منطقه‌ای در بستر GIS (حوزه‌های آبریز ناحیه گیلان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، ۱۰۶ ص.

۱۶. محمودی، ع. (۱۳۹۲). بررسی خشکسالی هیدرولوژیک رودخانه تجن با استفاده از شاخص جریان حداقل در محدوده دشت ساری نکا، پنجمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران.

۱۷. نوری قیداری، م. و و. حسینی تودشکی (۱۳۹۲). نگرشی نو در آنالیز فراوانی جریان‌های حداقل هفت روزه (مطالعه موردی: حوزه دریاچه ارومیه)، نشریه دانش آب و خاک، ۲۳(۴)، ۱۰۵-۱۱۶.

۱۸. نساجی زواره، م.، ب. قرمزچشمه و ف. رحیم زاده (۱۳۹۵). بازسازی دبی روزانه با استفاده از روش های شبکه عصبی و فازی- عصبی (مطالعه موردی: سرشاخه های حوزه آبخیز کارون)، نشریه مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)، ۶۹(۲)، ۵۰۳-۵۱۴.

19. Assefa K, Moges M. A. (*2018). Low Flow Trends and Frequency Analysis in the Blue Nile Basin, Ethiopia.* Journal of Water Resource and Protection, *10(02): 182-203.*
20. De Wit M. J. M., Van Den Hurk B. J. J. M., Warmerdam P. M. M., Torfs P. J. J. F., Roulin E. and Deursen W. P. A. V. *(2007). Impact of climate change on low-flows in the river Meuse*. Climatic change, *82, (3-4): 351-372.*
21. Gao S., Liu P., Pan Z., Ming B., Guo S. and Xiong L. *(2017). Derivation of low flow frequency distributions under human activities and its implications*, Journal of hydrology, *549:294-300.*
22. Grandry M., Gailliez S., Sohier C., Verstraete A. and Degre A. *(2013). A method for low-flow estimation at ungauged sites: a case study in Wallonia (Belgium)*, Hydrology and earth system sciences, *17: 1319-1330.*
23. Worland S., Farmer W. E. and Kiang J. *(2017). Improving predictions of hydrological low flow indices in ungagged basins using machine learning*, Environmental Modelling and Software, *101:169-182.*

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.5.6]

Analyzing the 60-day low flow from upstream to downstream in the Karkeh Basin

Bagher Ghermezcheshmeh* [1], Mojtaba Nassaji Zavareh[2], Rahim Kazemi[3]

1. *Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed management institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

2. Assistant Professor, institute of Agricultural Education & Extension, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

3- Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed management institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Received: 2021/01
Accepted: 2021/02

Abstract

Knowing how the low flow changes upstream and its trend provides valuable information on water resources management, water rights, and the improvement of crop patterns. It also helps to identify suitable areas for water control management along the river from water resources management perspective. In addition to economic issues, the preservation of river ecosystems is an important matter that has not received much attention so far. The 60-day low flow time of occurrence differs between upstream and downstream. The spatial trend of discharge also varies from upstream to downstream. In this study, some hydrometric stations of the Karkheh basin were investigated, and after data analysis, annual 60-day time series of low flow in each station were extracted. The average annual discharge was also calculated and the ratio of 60-day low flow to mean annual discharge was obtained and it was used as an evaluation index. Multivariable regression between the above indices and 60-day low flow were established with effective morphometric parameters. The results showed that the 60-day low flow had a significant correlation with the basin area (R^2=0.8), and the distance of each station to the output of the Karkheh basin (R^2=0.2) had the most correlation with the flow indices. On the other hand, in the upstream, the ratio of low flow to mean annual discharge was lower than the downstream flow, and the indices increased towards the outlet of the basin. Therefore, more attention should be paid to rainwater harvesting methods to manage water resources in the upstream basins.

KeyWords: Regional analysis, Discharge, Low flow indices, 60-day low flow, Karkheh.

. 1* Corresponding Authors Email: baghergh@gmail.com

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

[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.5.6]