دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

برآورد کمبود جریان ماهانه در دوره‌های خشکسالی هیدرولوژیک در حوضه گرگانرود

رئوف مصطفی‌زاده[۱]، خدیجه حاجی[۲]، اباذر اسمعلی‌عوری[۳] و شهناز میرزایی[۴]

۱- استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی،
(نویسنده مسوول: raoofmostafazadeh@uma.ac.ir)
۲، ۳ و ۴- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشیار و دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۲۲

چکیده

خشکسالی هیدرولوژیک معمولاً دارای اثرات قابل توجهی بر کمیت و کیفیت منابع آب است که باعث کمبود آب در بخش‌های مختلف مصرف می‌گردد. مطالعه این پدیده از نظر شدت، فراوانی و گستره وقوع از اهمیت بالائی برخوردار است. هدف از پژوهش حاضر تعیین دوره‌های شروع و پایان خشکسالی و میزان حجم کمبود در طول دوره آماری ۳۸ ساله در ایستگاه‌های هیدرومتری استان گلستان می‌باشد. براساس توزیع جریان در ماه‌های مختلف، ضریب وزنی اهمیت خشکی در هر ماه محاسبه گردید. در ادامه از کم نمودن دبی هر ماه از میانگین درازمدت و ضرب آن در فاکتور وزنی، دبی مؤثر محاسبه گردید. تفاوت میانگین دبی و دبی مؤثر به‌عنوان کمبود ماهانه مد نظر قرار گرفت. در نتیجه با تعیین شروع و پایان خشکی، مجموع کمبود جریان رودخانه محاسبه شد. براساس نتایج به‌دست آمده، بیش‌ترین مقادیر نسبت حجم کمبود به حجم آبدهی در ایستگاه‌های تقی‌آباد، بصیرآباد و حاجی‌قوشان به‌ترتیب برابر ۱/۲۸، ۱/۲۷ و ۱/۰۷ می‌باشد. در مجموع می‌توان گفت که در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه، در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد کمبود جریان اتفاق افتاده است. هم‌چنین میزان حجم کمبود (میلیون مترمکعب) در ایستگاه‌های واقع در مناطق بالادست کم‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: تغییرات جریان، حجم کمبود، حد آستانه، خشکسالی هیدرولوژیک، کمبود جریان

مقدمه

خشکسالی از جمله مخاطرات اقلیمی است که منجر به بی‌نظمی در سیستم‌های اکولوژیکی یک ناحیه شده و می‌تواند در شرایط فیزیکی و محیطی اختلال ایجاد نماید (۱۵،۶). خشکسالی با تأثیر روی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی مقدار آب در دسترس بخش‌های مختلف را کاهش می‌دهد، بدین منظور برای اتخاذ تصمیمات مدیریتی مناسب برای مقابله با آثار زیانبار خشکسالی، باید با ارزیابی و پایش خشکسالی به شناسایی ویژگی‌های این پدیده از نظر دوام، شدت و توسعه جغرافیایی در نواحی مختلف پرداخته شود (۱۶،۱۳). کمبود جریان می‌تواند به دلایل طبیعی و یا استفاده‌ی نادرست و غیرمنطقی از منابع آبی باشد و همراهی این دو عامل با هم، سبب تشدید بحران آب می‌شود، سپس اثرات بحران آب در سال‌هایی نمایان‌تر می‌شود که پدیده خشکسالی روی می‌دهد و یکی از تبعات خشکسالی به حداقل رسیدن آب رودخانه‌ها است (۱۹). خشکسالی‌های هیدرولوژیک در قالب کمبودهای دبی رودخانه به معنای دوره‌هایی است که دبی رودخانه برای تأمین نیازهای برنامه‌ریزی شده، تحت سیستم مدیریتی موجود کافی نمی‌باشد (۱۰،۸). اخیراً تحلیل فراوانی کمبود جریان رودخانه‌ای در مطالعات خشکسالی هیدرولوژیک مورد توجه محققان بسیاری قرار گرفته است. اسلامیان و همکاران (۲) به‌منظور بررسی وضعیت کمبود جریان در حوزه آبخیز رودخانه کرخه از پنج شاخص جریان کم رودخانه‌ای استفاده کردند. ایشان هم‌چنین در پژوهش خود، آمار دبی روزانه ۱۲ ایستگاه هیدرومتری را در طول دوره آماری سال‌های ۱۳۴۶-۱۳۴۵ تا ۱۳۸۱-۱۳۸۰ مورد استفاده قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که سال‌های وقوع خشکسالی هیدرولوژیک در ایستگاه‌های مختلف حوزه آبخیز رودخانه کرخه یکسان نبوده است. روند دبی جریان رودخانه‌های ۲۶ حوزه آبخیز در کشور ترکیه توسط کاهیا و کالایچی (۵) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که در بیش‌تر حوزه‌های ترکیه، روند جریان رودخانه‌ها کاهشی است و نتیجه گرفتند که این روند کاهشی می‌تواند به دلایلی نظیر کاهش در میزان بارندگی و افزایش درجه حرارت هوا باشد. پاندی و همکاران (۱۲) جهت تحلیل خشکسالی جریان رودخانه برای حوزه رودخانه بتوا[1] در هندوستان یک نمایه که تابعی از حجم کمبود و تداوم نسبی بود ارایه نمودند. ایشان به این نتیجه رسیدند خشکسالی‌هایی که در ماه‌های آگوست تا نوامبر شروع می‌شوند، شدیدتر از موارد سایر ماه‌ها می‌باشند. ون‌لون و لاها (۱۷) در مطالعه خود، شدت خشکسالی هیدرولوژیکی ناشی از تغییرات آب و هوایی و مشخصات حوزه آبخیز در اتریش را بررسی نمودند. ایشان شدت خشکسالی را بر اساس یک مجموعه داده متشکل از ۴۴ حوزه با سری‌های زمانی طولانی از داده‌های هواشناسی آبی (به‌طور متوسط حدود ۵۰ سال) و ویژگی‌های فیزیوگرافی حوزه آبخیز برآورد نمودند. سپس آنالیز خشکسالی با استفاده از روش سطح آستانه متغیر و روش‌های مختلف آماری بدست آمد، نتایج ایشان نشان داد که ذخیره رطوبت خاک، سفره‌های آبی و دریاچه‌ها، تحت‌تأثیر مدت زمان خشکسالی و ذخیره فصلی برف و یخچال‌های طبیعی، کمبود خشکسالی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد در نتیجه، تغییرات مکانی شدت خشکسالی هیدرولوژیکی به شدت وابسته به فرآیندهای هیدرولوژیکی آبخیز است. حجم کمبود یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های خشکسالی در مدیریت منابع آب است. با توجه به وجود رودخانه‌های دایمی و شرایط متنوع آب و هوایی استان گلستان، بررسی تغییرات زمانی کمبود جریان رودخانه‌ای

1- Betwa

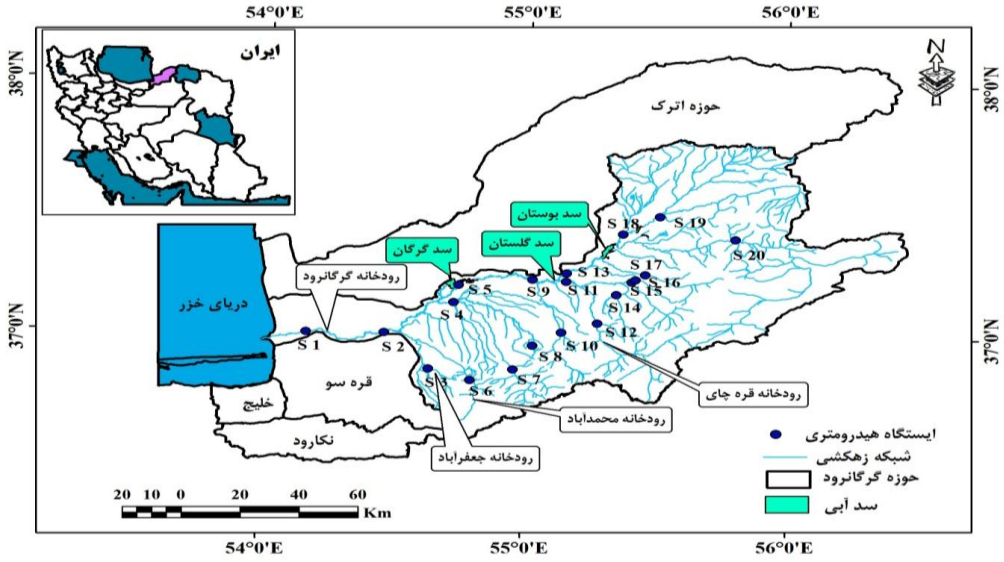
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.2.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.190]

دارای اهمیت ویژه‌ای است (۱۱). لذا هدف از پژوهش حاضر، تحلیل دبی‌های جریان رودخانه‌ای به‌منظور تعیین دوره‌های کمبود جریان و نیز محاسبه مدت، شدت و میزان کمبود جریان آب‌های سطحی در ایستگاه‌های هیدرومتری استان گلستان در یک دوره ۳۸ ساله در فاصله سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۱ است. در این راستا استفاده از شاخص مقیاس متحرک برای شروع و پایان دوره کمبود جریان در هر ماه در ایستگاه‌های مورد مطالعه از موارد قابل توجه در پژوهش حاضر است. هم‌چنین ارزیابی تغییرات مقادیر متوسط و حداکثر حجم کمبود جریان (میلیون مترمکعب) ماهانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه از اهداف پژوهش حاضر است.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

در پژوهش حاضر، حوزه آبخیز گرگانرود در استان گلستان براساس مرز هیدرولوژیک به‌عنوان واحد مطالعاتی در نظر گرفته شده است. استان گلستان با مساحتی حدود ۲۰۴۳۸ کیلومترمربع در شمال شرق کشور و در محدوده جغرافیایی ′۵۰ °۵۳ تا ′۱۸ °۵۶ طول شرقی و ′۲۵ °۳۶ تا ′۰۸ °۳۸ عرض شمالی واقع شده است. میزان بارندگی متوسط سالانه ۷۶۵ میلی‌متر می‌باشد. استان گلستان در طبقه‌بندی دومارتن دارای اقلیم‌هایی متفاوت می‌باشد که در این طبقه‌بندی، نوار شمالی استان دارای اقلیم خشک و نوار پایین‌تر آن دارای اقلیم نیمه‌خشک می‌باشد. هم‌چنین دو ناحیه بسیار مرطوب در داخل نواحی مرطوب و پنج ناحیه مرطوب در داخل نواحی نیمه‌مرطوب قرار دارد (۹،۸). شکل (۱)، موقعیت منطقه مورد مطالعه را در استان گلستان و ایران و هم‌چنین پراکنش ایستگاه‌های هیدرومتری و مکان سدهای آبی شامل سد گرگان، گلستان و بوستان که به‌ترتیب در سال ۱۳۴۹، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۳ بر روی حوزه گرگانرود جهت کنترل و مهار سیلاب‌های مخرب احداث شده‌اند، را در منطقه مورد مطالعه نمایش می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه در ایران و استان گلستان

Figure 1. Location of the study area and river gauge stations in Iran and Golestan Province

در پژوهش حاضر ابتدا آمار دبی ماهانه ۲۰ ایستگاه هیدرومتری در سطح حوزه در دوره آماری ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۱ در منطقه شناسایی شد. از آنجایی که در تحلیل کمبود جریان هر چه دوره آماری ایستگاه‌ها بیش‌تر باشد دقت نتایج دقیق‌تر است.

روش تحقیق

در تحلیل دوره‌های کم‌آبی جریان رودخانه‌ای روش‌های متعددی از جمله آنالیز توانی[1] (PLA)، شاخص دبی استاندارد[2] (SDI)، شاخص کمبود[3] (DI)، شاخص‌های دهک دبی[4] (DDI) و هم‌چنین شاخص جریان رودخانه استاندارد شده[5] (SSI)، برای وقوع خشکسالی‌های هیدرولوژیکی دبی جریان وجود دارد ولی در پژوهش حاضر از روش شاخص مقیاس متحرک استفاده شده است (۴). ماهیت داده‌های دبی و تأثیرپذیری آن‌ها از بارش در مقیاس ماهانه و نیز تغییرات فصلی جریان باعث می‌شود که جریان رودخانه‌ای در تعدادی از ماه‌ها به‌طور طبیعی بسیار پایین باشد. بنابراین کاهش دبی در ماه‌های پرآب نسبتا به ماه‌هایی که ذاتاً خشک هستند دارای اهمیت بیش‌تری است (۱۲). به‌عبارتی می‌توان براساس توزیع جریان در ماه‌های مختلف سال و کل جریان سالانه رودخانه یک ضریب وزنی برای تعیین اهمیت نسبی خشکی در هر ماه محاسبه نمود. برای محاسبه شاخص کمبود جریان و با استفاده از داده‌های دبی ماهانه، از رابطه (۱) استفاده شده است (۳).

1- Power Laws Analysis (PLA)
2- Standardized Discharge Index (SDI)
3- Deficit Index (DI)
4- Discharge Decile Index (DDI)
5- Standardized Streamflow index (SSI)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.2.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.190]

$$W(t) = 0.1\left(1 + \frac{M(t)}{\frac{1}{12}\times MAD_{dis}}\right) \quad (۱)$$

که در آن، M(t) میانگین دبی هر ماه، MAD_{dis}[1] میانگین دبی سالانه و W(t) فاکتور وزنی برای هر ماه، که مقدار آن بین ۰/۱ تا ۰/۴ متغیر می‌باشد.

براساس رابطه (۱) محاسبه شده، میانگین دبی هر ماه (به‌عنوان مثال مهرماه) از هر سال در طول دوره آماری ۳۸ ساله انتخاب و از میانگین دبی همان ماه (مهرماه) کسر شد و در فاکتور وزنی W(t) ماه دوم (آبان‌ماه) که براساس رابطه (۱) محاسبه شده، ضرب گردید. سپس مقدار بدست آمده را با میانگین دبی ماه دوم (آبان‌ماه) جمع و حاصل دبی مؤثر برای هر ماه (مهرماه) محاسبه شد. بنابراین از تفاوت بین میانگین دبی و دبی مؤثر هر ماه، میانگین کمبود ماهانه[2] (MMD) برای هر ۱۲ ماه بدست آمده و سپس از مجموع آن‌ها (۱۲ ماه) در هر سال میانگین کمبود سالانه[3] (MAD_{def}) برای هر سال محاسبه شد. هم‌چنین از مقایسه میانگین کمبود سالانه (MAD_{def}) و مجموع مقادیر کمبود جریان در ماه‌های متوالی با مقدار عددی شاخص مقیاس متحرک (X) طبق رابطه (۲)، شروع و پایان دوره کمبود جریان در هر ماه مشخص گردید (۱ و ۳).

$$X = \frac{MAD_{def} - MMMD}{11} \quad (۲)$$

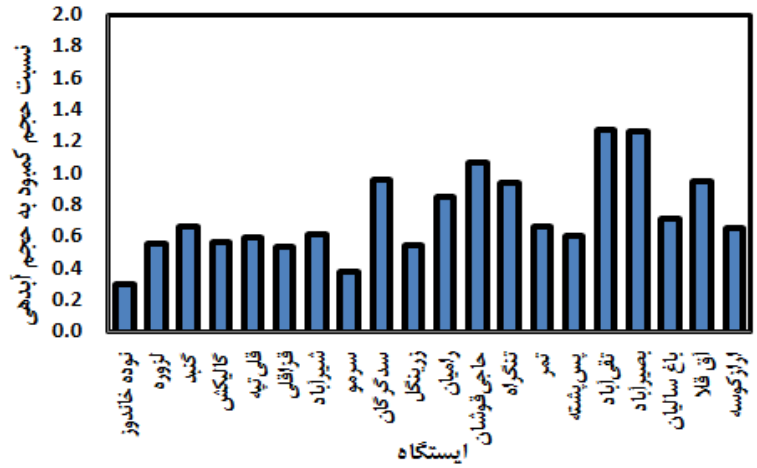
که در آن، MAD_{def} میانگین کمبود سالانه و MMMD[4] ماکزیمم میانگین دبی ماهانه در هر سال و x مقیاس متحرک می‌باشد. رابطه ارایه شده برای تعیین شروع خشکی در ماه اول است و در ماه‌های بعدی، مقادیر مجموع کمبود جریان با رابطه MMMD + nx محاسبه می‌شود که در آن n، ماه‌های سال می‌باشد. شاخص کمبود جریان رودخانه[5] (SDI) به‌عنوان یک استاندارد ارزیابی خشکسالی برای اندازه‌گیری درجه و سطح کمبود منابع آب محاسبه شده است (۷). شاخص‌های پدیده‌ی کمبود جریان که مهم‌ترین آن‌ها دو شاخص حجم کمبود جریان و مدت تداوم آن می‌باشد به وسیله مفهوم آستانه‌ای به نام دبی مرجع مشخص می‌گردند، به گونه‌ای که اگر جریان از حد آستانه کم‌تر گردد پدیده کمبود جریان رخ داده است. هم‌چنین در سال ۱۹۶۷ یوجویچ (۱۸) طول دوره خشکسالی (L) را به‌صورت فاصله زمانی تعریف کرد که در آن خشکسالی اتفاق افتاده است. یعنی طول دوره‌ای که طی آن مقدار متغیر اصلی از سطح بحرانی مورد نظر کم‌تر شود (۱۴). مقدار این پارامتر در رابطه (۳) برابر است با:

$$L = D_e - D_s \quad (۳)$$

که در آن، D_e خاتمه دوره خشکسالی و D_S شروع دوره خشکسالی می‌باشد.

نتایج و بحث

همان‌طور که در پژوهش حاضر ذکر گردید، تغییرات نسبت حجم کمبود به آبدهی جریان براساس مقادیر دبی طولانی‌مدت جریان محاسبه شده است، که نتایج آن در مقیاس ماهانه در شکل (۲) ارایه شده است.



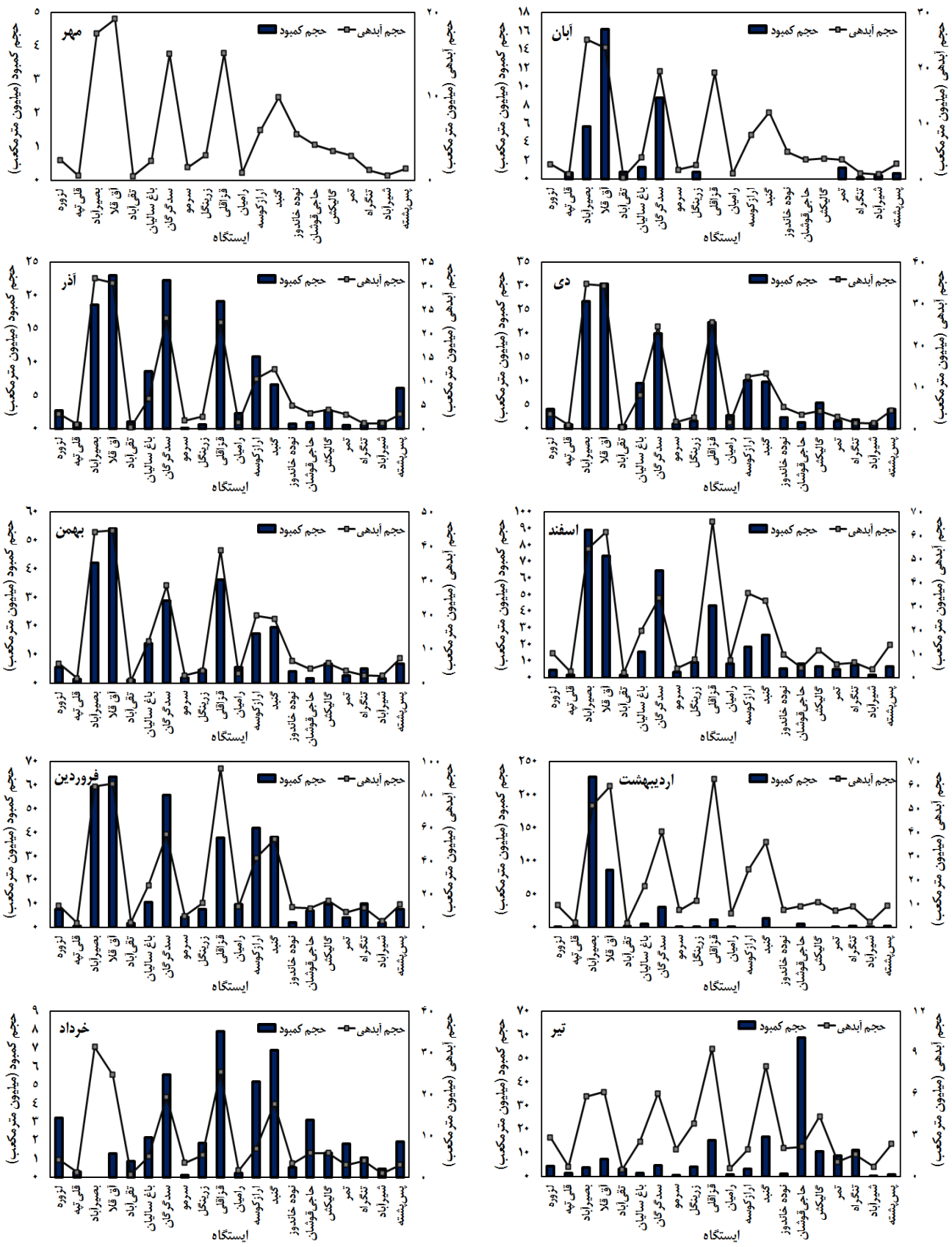
شکل ۲- مقادیر نسبت حجم کمبود به حجم آبدهی در ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه آبخیز گرگانرود

Figure 2. The amount of flow deficit volume to discharge ration in hydrometric stations of Gorganroud Basin

براساس نتایج نسبت حجم کمبود جریان به مقادیر آبدهی (میلیون مترمکعب) در شکل (۲) می‌توان گفت که وقوع خشکسالی هیدرولوژیک در ایستگاه‌های تقی‌آباد، بصیرآباد و حاجی‌قوشان به‌ترتیب با مقادیر ۱/۲۸، ۱/۲۷ و ۱/۰۷ میلیون مترمکعب دچار شدت حجم کمبود جریان شده‌اند. به‌عبارتی می‌توان گفت که در سایر ایستگاه‌ها حجم کمبود در ماه‌های مختلفی از سال، از مقدار آبدهی بیش‌تر بوده است، ولی بیش‌ترین مقدار تغییرات در ایستگاه‌های مذکور نسبت به سایر ایستگاه‌ها رخ داده است. در حالی که در ایستگاه‌های نوده خاندوز و سرمو در تمام سال مقادیر آبدهی از حجم کمبود بالاتر بوده، در نتیجه کمبود جریان به مقدار کم‌تر وجود دارد که با نتایج کاهیا و کالایچی (۵) به دلایلی نظیر کاهش در میزان بارندگی و افزایش درجه حرارت هوا در یک راستا می‌باشد. در شکل (۳) تغییرات مقادیر حجم کمبود و آبدهی (میلیون مترمکعب) در ماه‌های مختلف در ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه آبخیز گرگانرود ارایه شده است.

1- Mean Annual Discharge (MADdis)
2- Mean Monthly Deficit (MMD)
3- Mean Annual Deficit (MADdef)
4- Maximum Mean Monthly Discharge (MMMD)
5- Streamflow Deficit Index (SDI)

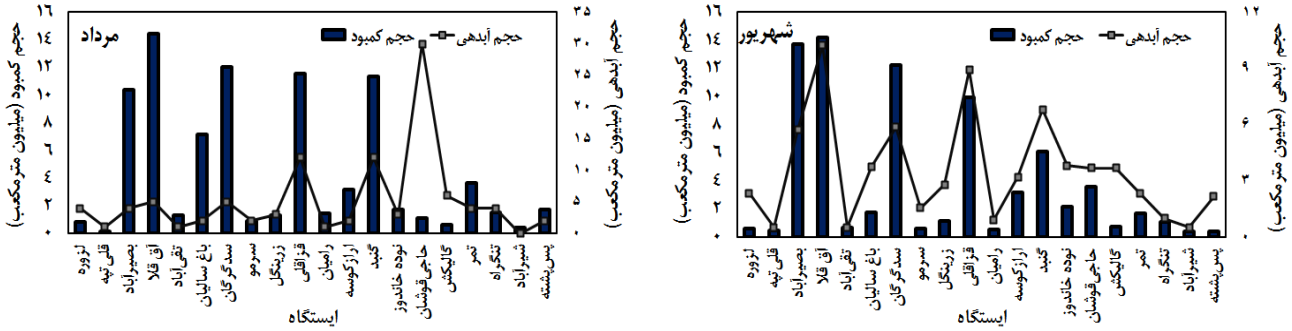
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.2.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.190]



شکل ۳- تغییرات مقادیر حجم کمبود و آبدهی (میلیون مترمکعب) در ماه‌های مختلف در ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه آبخیز گرگانرود

Figure 3. Variations of monthly flow deficit volume and discharge (million cubic meters) in hydrometric stations of Gorganroud Basin

[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.190] [DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.2.6] [Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]



ادامه شکل ۳- تغییرات مقادیر حجم کمبود و آبدهی (میلیون مترمکعب) در ماه‌های مختلف در ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه آبخیز گرگانرود

Contued Figure 3. Variations of monthly flow deficit volume and discharge (million cubic meters) in hydrometric stations of Gorganroud Basin

براساس نتایج شکل (۳) می‌توان دریافت که در ایستگاه‌های مورد مطالعه در مهرماه حجم کمبود جریان (میلیون مترمکعب) مشاهده نشده است. به‌عبارتی حجم آبدهی در ماه مذکور بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده است که می‌تواند ناشی از بارش و دبی زیاد در ماه مذکور باشد. در صورتی که در بقیه ماه‌های مختلف از سال حجم کمبود جریان در اکثر ایستگاه‌ها نیز رخ داده است، که نتایج پژوهش با یافته‌های اسلامیان و همکاران (۲) وقوع خشکسالی هیدرولوژیک در ایستگاه‌های مختلف و پاندی و همکاران (۱۲) وقوع خشکسالی هیدرولوژیک در ماه‌های مختلف هم‌خوانی دارد. در مجموع می‌توان گفت که در اکثر ایستگاه‌ها کمبود جریان در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد مشاهده شده است. هم‌چنین میزان حجم کمبود جریان (میلیون مترمکعب) در ایستگاه‌های واقع در مناطق بالادست کم‌تر بود. در حالی‌که ایستگاه‌های آق‌قلا و بصیرآباد در بقیه ماه‌های سال دارای بیش‌ترین مقدار حجم کمبود جریان بوده‌اند.

در این پژوهش با استفاده از داده‌های دبی ماهانه، پارامترهای خشکسالی هیدرولوژیکی از قبیل حجم کمبود جریان، مدت دوره خشکی آن برای ۲۰ ایستگاه حوزه آبخیز گرگانرود استخراج گردید و نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تحلیل ارتباط بین مقادیر حجم کمبود جریان آب در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که حجم کمبود در ایستگاه‌های واقع در محدوده پایین‌دست منطقه مورد مطالعه در ماه‌های مختلفی از سال، از مقادیر آبدهی بیش‌تر بوده است. به‌عبارتی می‌توان گفت که ایستگاه‌های واقع در سرشاخه اصلی گرگانرود که در درازمدت دارای دبی بیش‌تر بوده‌اند، دچار حجم کمبود بیش‌تر شده‌اند، که دلیل آن را می‌توان بالا بودن بهره‌برداری از چاه‌های اطراف رودخانه اصلی و یا تأثیر سدهای احداث شده در منطقه مورد مطالعه مرتبط دانست. علاوه بر اثرات ناشی از تغییر اقلیم به‌صورت افزایش تبخیر-تعرق و تغییر الگوی بارش، اثر فعالیت‌های انسانی بر چرخه هیدرولوژیکی مانند تغییر کاربری اراضی، برداشت، انحراف آب و ساخت مخازن می‌تواند منجر به کاهش آب قابل دسترس و وقوع خشکسالی هیدرولوژیک شود. مسائلی از قبیل برداشت آب، تقاضای آب برای مصارف کشاورزی و صنعتی در پایین‌دست حوزه‌ها، بحران کم‌آبی را با شدت بیش‌تری نسبت به ایستگاه‌های بالادست نشان می‌دهد. اگرچه پیشگیری و ممانعت کامل از وقوع کمبود آب ممکن نیست لیکن با تحلیل آمار و اطلاعات موجود می‌توان وقوع آن را برای دوره‌های مختلف بازگشت برآورد نمود و با اتخاذ تدابیر مدیریتی و اجرای طرح‌های مقابله و سازش با خشکسالی تأثیرات و پیامدهای ناشی از آن را کاهش داد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.2.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.190]

منابع

1. Alijani, R., M. Vafakhah and A. Malekian. 2016. Spatial and temporal analyses of monthly stream flow deficit intensity in Gorganroud Watershed, Iran. Ecopersia, 4(1): 1313-1330 (In Persian).
2. Eslamian, S.S., M. Ghasem and S. Soltani-Gerdefaramarzi. 2012. Computation and regionalization of low flow indices and determination of hydrological drought durations in Karkhe Watershed, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science, 16(59): 1-14 (In Persian).
3. Herbst, P.H., D.B. Bredenkamp and H.M.G. Barker. 1966. A technique for the evaluation of drought from rainfall data. Journal of Hydrology, 4: 264-272.
4. Hisdal, H., L.M. Tallaksen, B. Clausen, E. Peters and A. Gustard. 2004. Hydrological drought characteristics in developments in water science. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier Science, 48: 139-198.
5. Kahya, E. and S. Kalayci. 2004. Trend analysis of streamflow in Turkey. Journal of Hydrology, 289(1-4): 128-144.
6. Karimi, M., K. Shahedi and M. Byzedi, 2015. Analysis of hydrological drought using constant threshold level method (Case Study: Karkheh River Basin, Iran). Journal of Watershed Management Research, 6(11): 59-72 (In Persian).
7. Li, R., L. Cheng, Y. Ding, K. Khorasani, Y. Chen and W. Wang. 2013. An operational drought risk management framework based on stream-flow intelligent internet control. Journal of Risk Analysis and Crisis Response, 3(1): 34-43.
8. Mosaedi, A., M. Khalili Zade and A. Mohammadi. 2008. Drought monitoring in Golestan Province, Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 15(2): 176-183 (In Persian).
9. Mostafazadeh, R. and V.B. Sheikh. 2010. Rain-gauge density assessment in Golestan province using spatial correlation technique, Watershed Management Research (Pajouhesh and Sazandegi, 93: 79-87 (In Persian).
10. Mostafazadeh, R., M. Vafakhah and M. Zabihi. 2016. Analysis of monthly wet and dry spell occurrence by using power laws in Golestan Province, Iran. Iranian Journal of Ecohydrology, 3(1): 1-12 (In Persian).
11. Ochoa-Rivera, J., J. Andreu and R. García-Bartual. 2007. Influence of inflows modeling on management simulation of water resources system. Journal of Water Resources Planning and Management, 133: 106-116.
12. Pandey, R.P., S.K. Mishra, R. Singh and K.S. Ramasastri. 2008. Streamflow drought severity analysis of Betwa River System (India). Water Resources Management, 22: 1127-1141.
13. Shafiei, M. and M. Raeini-Sarjaz. 2015. Assessment of the impact of meteorological drought and wetness trends on the Parishan Lake water level decline. Journal of Watershed Management Research, 6(12): 118-126 (In Persian).
14. Shahrokh, V. andi S.M.M. Lashanizand and M. Khakpour. 2009. A survey of hydrological droughts and its relationship with precipitation in the basins of Khorramabad Rivers, Quarterly Environmental Based Territorial Planning (Amayesh), 2(6): 140-155 (In Persian).
15. Smakhtin, V.U. 2001. Low flow hydrology: a review". Journal of Hydrology, 240: 147-186.
16. Van Huijgevoort, M.H.J., H.A.J. Van Lanen, A.J. Teuling and R. Uijlenhoet. 2014. Identification of changes in hydrological drought characteristics from a multi-GCM driven ensemble constrained by observed discharge. Journal of Hydrology, 512: 421-434.
17. Van Loon, A.F. and G. Laaha. 2015. Hydrological drought severity explained by climate and catchment characteristics. Journal of Hydrology, 526: 3-14.
18. Yevjevich, V. 1967. An objective approach to definition and investigations of continental hydrologic droughts. Hydrology papers, Colorado State University, Fort Collins, USA, 23 pp.
19. Zaidman, M., H. Rees and A. Young. 2002. Spatio-temporal development of streamflow droughts in North-West Europe. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 6(4): 733-751.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.2.6]

[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.190]

Estimating the Monthly Flow Deficit during Hydrological Drought Periods in Gorganroud River Basin

Raoof Mostafazadeh[1], Khadijeh Haji[2], Abazar Esmali-Ouri[3] and Shahnaz Mirzaei[4]

1- Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, (Corresponding author: raoofmostafazadeh@uma.ac.ir)
2, 3 and 4- M.Sc. Student, Associate Professor and Graduated M.Sc. Student, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili
Received: June 3, 2016 Accepted: June 12, 2017

Abstract

Hydrological drought usually have a considerable impact on the quantity and quality of water resources, causing water shortages in consumption sector and its study is important in terms of intensity, frequency and spatial extent. The aim of this study is to determine the periods of hydrological droughts, drought characteristics and amount of flow deficit in a 38-year recorded data over hydrometric stations of the Golestan Province. The weighting factor of drought importance for each month was calculated based on the flow distribution in different months. The subtracted mean discharge of particular month from the long-term average was multiplied by the weighting factor to determine the effective discharge. The difference of mean monthly discharge and effective discharge considered as monthly flow deficit. The onset and end of hydrological drought periods were defined and the cumulated flow deficits were calculated. The results showed that the highest flow deficit amounts were recognized for in Taghiabad, Basirabad, and Hajighoshan stations with 1.28, 1.27, and 1.07 respectively. In general, the flow deficit were observed in June, July and August in almost all river gauge stations of the study area. Moreover, the deficit volume was lower at stations located in upland areas.

Keywords: Flow variation, Deficit volume, Threshold level, Hydrological drought, Flow deficit

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.2.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.190]