دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

تغییر مؤلفه‌های جریان زیست‌محیطی تحت تأثیر سد سبلان در رودخانه قره‌سو استان اردبیل

علی نصیری خیاوی[۱]، رئوف مصطفی‌زاده[۲]، اباذر اسمعلی عوری[۳]، امید غفارزاده[۴] و محمد گلشن[۵]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
۲- استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، (نویسنده مسوول: raoofmostafazadeh@uma.ac.ir)
۳ و ۴- دانشیار و مربی گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
۵- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۲
صفحه ۸۵ تا ۹۴

چکیده

تامین جریان زیست‌محیطی به‌منظور حفظ تنوع زیستی گونه‌های گیاهی و جانوری و نیز تأمین نیاز آبی جوامع انسانی در بسیاری از اکوسیستم‌های رودخانه‌ای ضروری است. هم‌چنین تغییرات هیدرولوژیکی ناشی از سد و مشکلات زیست‌محیطی مربوط به آن باعث برانگیخته شدن نگرانی‌های زیاد برای هیدرولوژیست‌ها، اکولوژیست‌ها و سیاست‌گذاران شده است. از این‌رو هدف اصلی این پژوهش، بررسی میزان تغییر مؤلفه‌های جریان زیست‌محیطی ناشی از احداث سد سبلان در رودخانه قره‌سو اردبیل در ایستگاه‌های ارباب‌کندی (قبل از سد سبلان) و دوست‌بیگلو (بعد از سد سبلان) با استفاده از نرم‌افزار IHA Software 7.1 در دوره آماری ۱۳۹۳-۱۳۸٤ می‌باشد. بدین منظور ابتدا مقادیر ۳٤ پارامتر جریان زیست‌محیطی در هر دو ایستگاه هیدرومتری برآورد گردید. سپس تغییرات پارامترهای مستخرج از دبی جریان زیست‌محیطی که در پنج گروه جریان‌های حد پایین، جریان پایین، پالس‌های جریان بالا، سیلاب کوچک و سیلاب بزرگ مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه نمودار مربوط به پارامترهای حداقل جریان، پیک جریان و سیلاب‌های کوچک ترسیم گردید. براساس نتایج، فراوانی جریان‌های حد پایین در ایستگاه دوست‌بیگلو نسبت به ارباب‌کندی، افزایش ۵۹ درصدی را نشان می‌دهد. از طرفی پارامتر پیک جریان در ایستگاه دوست‌بیگلو روند متعادل‌تری را نشان می‌دهد، که دلیل افزایش فراوانی جریان‌های کم و نیز روند متعادل دبی اوج در ایستگاه بعد از سد سبلان را می‌توان این‌گونه تشریح کرد که چون سد سبلان از نوع مخزنی می‌باشد بنابراین با ذخیره جریان‌های با دبی بالا باعث متعادل شدن جریان خروجی در مناطق پایین‌دست سد می‌شود. پارامترهای دبی اوج، مدت‌زمان، زمان‌بندی و فراوانی سیلاب‌های کوچک در ایستگاه دوست‌بیگلو نسبت به ارباب‌کندی به‌ترتیب کاهش ۲۷، ۷۸، ٦۸ و ۱۷ درصدی داشته است. هم‌چنین دبی اوج و فراوانی سیلاب‌های بزرگ در ایستگاه دوست‌بیگلو روند کاهشی داشته است به‌طوری‌که مقادیر این پارامترها در دوست‌بیگلو نسبت به ارباب‌کندی به‌ترتیب ۲٦ و ۵۰ درصد کاهش یافته است که دلیل آن‌را می‌توان با اثر تنظیمی سد مخزنی سبلان مرتبط دانست.

واژه‌های کلیدی: احداث سد، جریان زیست‌محیطی، رژیم جریان، سد مخزنی، شاخص‌های تغییر هیدرولوژیک

مقدمه

در سراسر جهان مدیریت منابع آب، یک شرط اساسی برای توسعه اجتماعی و اقتصادی محسوب می‌شود. از سوی دیگر، با افزایش جمعیت و پیشرفت تکنولوژی و نیاز روزافزون به آب، مشکل کمبود آب جدی بوده و برای مقابله با این مشکل باید مدیریت مناسبی در منابع آب داشت (۴،۱۱). از طرفی امروزه منابع آب یکی از پایه‌های اصلی توسعه پایدار به‌شمار می‌رود و محدودیت منابع آبی موجود و توانایی دسترسی به آن‌ها، اهمیت مدیریت و برنامه‌ریزی آب را بیش از پیش آشکار می‌سازد (۱۶،۱۴). ناهمگونی مکانی و زمانی سیستم‌های رودخانه‌ای منجر به ایجاد زیستگاه‌های آبی پویا و متنوع و در نتیجه پیدایش تنوع زیستی گوناگون شده است که همگی آن‌ها توسط رژیم تغییرات مکانی جریان رودخانه حفظ می‌شوند (۷،۱۶،۱۸). رژیم طبیعی جریان رودخانه، یک عامل اولیه در تعیین ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های آبی و حاشیه رودخانه‌هاست (۱۳،۱۷) و جریان طبیعی در حفظ اکوسیستم‌های آبی بسیار مهم است و به‌عنوان یک الگویی برای حفاظت و بازسازی اکولوژیکی توسط اکولوژیست‌ها، مهندسین رودخانه و مدیران آب شناخته شده است (۸،۲۱). اگرچه دستکاری بشر روی جریان‌های رودخانه منفعت‌های اجتماعی را در بردارد ولی موجب تخریب خدمات طبیعی اکوسیستم و تهدید تنوع زیستی به‌وسیله تغییر رژیم‌های جریان طبیعی می‌شود (۸،۱۲،۲۱). هم‌چنین تغییرات کاربری موجب تغییر مؤلفه‌های مختلف چرخه هیدرولوژیکی و افزایش و یا کاهش مقادیر رواناب می‌شوند (۲۳). امروزه تأمین جریان زیست‌محیطی یا وجود جریان در رودخانه‌ها به‌منظور حفظ تنوع زیستی آب‌های شیرین و نیز تأمین نیاز آبی جوامع انسانی در بسیاری از اکوسیستم‌های رودخانه‌ای ضروری است (۱،۸). از طرفی رژیم‌های هیدرولوژیکی نقش عمده‌ای در تغییر ترکیب، ساختار و عملکرد موجودات زنده در محیط‌های آبی، اراضی مرطوب و اکوسیستم‌های رودخانه‌ای ایفا می‌کنند (۲۱) و هم‌چنین تغییرات هیدرولوژیکی ناشی از سد و مشکلات زیست‌محیطی مربوط به آن باعث ایجاد تغییر در سیستم‌های رودخانه‌ای شده است (۲۹). افزایش احداث سدها و به‌همراه آن انحراف آب، بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی، کانال‌کشی آبراهه‌ها و انتقال آب بین حوضه‌ای در جهان،

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.14.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.85]

باعث تغییرات هیدرولوژیکی بزرگ‌مقیاس در محیط زیست شده است (۲۰،۲۶،۲۷،۲۸). بشر با استفاده نادرست از آب و زمین، موجب بروز تغییرات قابل ملاحظه‌ای در رژیم‌های هیدرولوژیکی جریان رودخانه‌ها در سطح جهان شده است، که این امر می‌طلبد که ارزیابی‌های کمی تغییرات هیدرولوژیکی در اثر فعالیت‌های انسان انجام گیرد و نیازمند پیش‌برد تحقیق روی پیامدهای زیستی تغییر هیدرولوژیک (HA)[1] و حمایت از مدیریت اکوسیستم و برنامه‌های احیا می‌باشد (۵،۱۹). شاخص‌های هیدرولوژیک باید برای بیان ویژگی‌های جریان رودخانه استفاده شوند، تا از آن‌ها بتوان در زمینه عرضه و تقاضای آب استفاده شود. به‌دلیل وجود عدم قطعیت در پارامترهای هیدرولوژیکی و نیز پیچیدگی و ارتباط عوامل جریان رودخانه‌ای، محاسبه برخی از پارامترهای هیدرولوژیکی، با استفاده از نرم‌افزارهای آماری دشوار هستند (۲۴). نرم‌افزار شاخص‌های تغییر هیدرولوژیک (IHASoftware)[2] می‌تواند برآورد فرآیندهای مربوط به جریان زیست‌محیطی را بهبود بخشد و موجب تسهیل در ارزیابی‌های شرایط طبیعی جریان آب تحت اثر فعالیت‌های انسانی شود (۲۴،۳۰). فولادوند و همکاران (۷)، با هدف بررسی تحولات آب ورودی به تالاب هورالعظیم در اثر احداث سد مخزنی کرخه به این نتیجه رسیدند که بین میانگین آب‌دهی رودخانه کرخه و در ایستگاه هیدرومتری حمیدیه در دوره‌های قبل و بعد از بهره‌برداری سد کرخه تفاوت معناداری وجود دارد. جوزی و همکاران (۱۰) به بررسی اثرات زیست‌محیطی سد استقلال میناب با تلفیق روش‌های ICOLD و Modified پرداختند و به این نتیجه رسیدند که سد حاضر بر محیط بیولوژیکی و اجتماعی و اقتصادی اثر مثبت داشته است و فقط بر محیط فیزیکی شیمیایی اثر منفی گذاشته است. آذرنگ و همکاران (۳)، به بررسی اثرات احداث سدهای بزرگ بر شرایط جریان و پارامترهای هیدرولیکی رودخانه کرخه با استفاده از مدل HEC-RAS پرداختند و به این نتیجه رسیدند که، پارامترهای هیدرولیکی به‌ازای دبی‌های مشخص قبل و بعد از ساخت سد محاسبه گردیده است که نشان‌دهنده کاهش چشمگیر آن پارامترها در اثر احداث سد می‌باشد. گائو و همکاران (۸)، به‌منظور ارزیابی توانایی شاخص‌های تغییر هیدرولوژیک (IHA) برای توصیف تغییرات دبی رودخانه به این نتیجه رسیدند که آمارهای جریان سازگار با محیط زیست می‌توانند تدابیر کلی را برای تغییرات هیدرولوژیک (HA) جریان رودخانه فراهم کنند. چن و همکاران (۵) در رودخانه دونگ‌جیانگ در جنوب چین، به تغییرات هیدرولوژیکی جریان ناشی از احداث سد پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ساخت و ساز سدها موجب تغییرات قابل توجه هیدرولوژیکی می‌شوند و هم‌چنین در اثر ساخت و ساز سد، میزان تغییر یا بی‌نظمی در شاخص‌های هیدرولوژیک جریان افزایش یافته است. ژانگ و همکاران (۲۶)، در حوضه شرقی رودخانه در چین به‌منظور ارزیابی اثر احداث سد بر روی جریان رودخانه براساس تغییر هیدرولوژیک، به این نتیجه رسیدند که، ساخت و سازها موجب کاهش اندازه جریان آب شده است. زو و لیانگ (۳۰)، در استان هنان در چین، به بررسی اثرات سد روی رژیم جریان رودخانه شاپینگ با استفاده از شاخص‌های تغییر هیدرولوژیک (IHA) و رویکرد دامنه تغییرات (RVA) پرداختند و به این نتیجه رسیدند که احداث سدها تأثیر زیادی روی رژیم جریان رودخانه دارند به‌طوری‌که باعث کاهش میزان جریان در دوره پس از احداث سد از ۳/۵ به ۱۸۱/۱ درصد کاهش یافته است. هدف از مطرح کردن مطالعات داخلی و خارجی در ارتباط با تغییرپذیری جریان رودخانه‌ها در برابر مؤلفه فعالیت‌های انسانی (احداث سد) اشاره به این مورد مهم است که کشور ایران جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک کره زمین بوده و جریان رودخانه یکی از مؤلفه‌های اصلی منابع آب محسوب می‌شود. با توجه به رشد و توسعه سدسازی در جهان به‌ویژه در ایران، لزوم بررسی اثرات سد از اهمیت خاصی برخوردار است. هم‌چنین احداث سد تأثیرات گسترده‌ای بر شرایط جریان رودخانه در پایین‌دست خود دارد. سدها در واقع جریان طبیعی رودخانه را به جریان خودتنظیمی تبدیل کرده و باعث تغییرات گسترده‌ای در پارامترهای هیدرولوژیکی رودخانه می‌شوند (۳). مطالعات قبلی بر تغییرات مقدار جریان در نتیجه احداث سد و مقررات تمرکز کرده و نگرانی اصلی آن این است که مقررات سد بر کاهش جریان تأثیرگذار است (۶،۹). اختصاص جریان زیست‌محیطی در رودخانه‌ها، چالش جدیدی در ایران است و اختصاص حقابه جریان زیست‌محیطی در رودخانه‌ها باید مورد نظر قرار گیرد (۲۵). از این‌رو هدف مطالعه حاضر، کمی‌نمودن و تعیین اثرات احداث سد سبلان بر پارامترهای جریان زیست‌محیطی رودخانه قره‌سو اردبیل با استفاده از نرم‌افزار شاخص‌های تغییر هیدرولوژیک (IHA Software 7.1) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

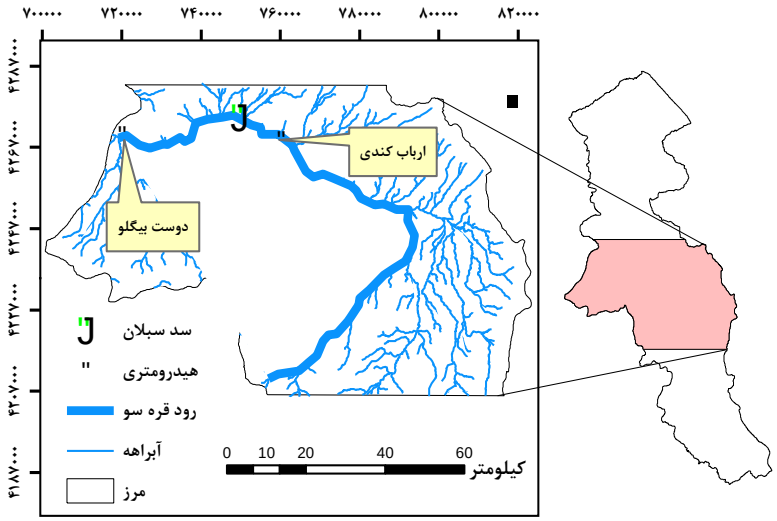
محل احداث سد مخزنی سبلان به ارتفاع ۷۷ متر از بستر افقی رودخانه قره‌سو به مختصات ۴۸ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۳۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی در ۵۵ کیلومتری شمال غربی شهرستان اردبیل و در فاصله ۴۰ کیلومتری شمال‌شرقی مشگین‌شهر واقع شده است. ارتفاع متوسط محدوده طرح از سطح آزاد حدود ۱۰۰۰ متر می‌باشد که در سال ۱۳۸۴ به بعد به بهره‌برداری رسیده است. هدف از احداث سد سبلان ذخیره‌سازی ۱۰۵ میلیون‌متر مکعب، تنظیم حدود ۱۱۵ میلیون متر مکعب رواناب رودخانه قره‌سو در محل طرح، آبیاری ۱۵ هزار هکتار از اراضی دیم و باغات مشگین‌شهر در طرفین رودخانه، تأمین آب شرب مشگین‌شهر تا ۱۰ میلیون متر مکعب سالیانه تا افق سال ۱۴۰۵، کنترل سیلاب و ایجاد اشتغال و کاهش مهاجرت بوده است. بنابراین، ارزیابی منابع آب مربوط به سدها باید بتواند پایه و اساس هیدرولوژیک دقیق‌تری را برای درک مکانیسم‌هایی که تغییرات رودخانه و سیستم‌های زیست‌محیطی را کنترل می‌کنند فراهم آورد. روشن است که قوانین احداث سد در چند دهه پایدار نیستند و تغییرات زمانی در مقررات سد در حال تشخیص و ارزیابی است (۲۹). محل قرارگیری ایستگاه هیدرومتری ارباب‌کندی قبل از سد سبلان می‌باشد در

1- Hydrologic Alteration

2- Indicators of Hydrologic Alteration

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.14.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.85]

حالی‌که ایستگاه دوست‌بیگلو بعد از سد سبلان قرار گرفته است. ایستگاه‌های هیدرومتری مورد استفاده در روستاهای ارباب‌کندی و دوست‌بیگلو واقع شده است. روستای ارباب‌کندی از توابع شهرستان مشگین‌شهر و در بخش مشگین‌شرقی واقع شده است. جمعیت این روستا در حدود ۹۰۳ نفر بوده و شغل اکثر مردم در این روستا کشاورزی می‌باشد. این روستا دارای مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲ دقیقه و ۹۴ ثانیه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۲۹ دقیقه و ۸۵ ثانیه عرض شمالی است. در روستای دوست‌بیگلو که در پایین‌دست سبلان واقع شده است به مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه و ۴۷ ثانیه طول شرقی و ۳۸ درجه ۳۳ دقیقه و ۸۹ ثانیه عرض شمالی واقع شده است. این روستا نیز از توابع شهرستان مشگین‌شهر و در بخش مرکزی قرار دارد. محدوده سد سبلان از توابع شهرستان مشگین شهر به‌دلیل دارا بودن قابلیت‌های گردشگری چون آب و هوای خنک و موقعیت جغرافیایی و مناظر طبیعی دارای پتانسیل‌های بسیار متمایز می‌باشد (۲). حوضه رودخانه قره‌سو در محل احداث سد سبلان دارای مساحتی معادل ۵۳۲۶ کیلومتر مربع می‌باشد. کل رواناب رودخانه قره‌سو ۲۷۶ میلیون مترمکعب است که از این رقم ۱۲۰/۵ میلیون متر مکعب توسط سدهای دیگر در بالادست سد استحصال می‌شود از حجم ۱۵۵/۵ میلیون مترمکعب باقی‌مانده نیز ۱۱۵ میلیون مترمکعب توسط سد سبلان تنظیم و بقیه رواناب به پایین‌دست سد رها می‌شود. متوسط بارش منطقه ۳۰۵ میلیمتر در سال بوده و متوسط درجه حرارت‌های سالانه ایستگاه‌های منطقه، ۱۰ درجه سانتیگراد است. موقعیت کشوری و استانی سد سبلان و ایستگاه‌های هیدرومتری دوست‌بیگلو و ارباب‌کندی در شکل (۱) ارائه شده است. هم‌چنین مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه در تحقیق حاضر مطابق جدول (۱) می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت کشوری و استانی سد سبلان و ایستگاه‌های هیدرومتری در منطقه مورد مطالعه
Figure 1. The location of the Sabalan dam and studied hydrometric stations

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه در رودخانه قره‌سو اردبیل
Table 1. The main characteristics of selected hydrometrics stations in the Qarehsou River of Ardebil

رودخانه	ایستگاه هیدرومتری	مساحت حوضه (کیلومتر مربع)	ارتفاع (متر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
قره‌سو	ارباب‌کندی	۴۸۰۰	۱۱۱۶	۴۸° ۰۱' ۵۸"E	۳۸° ۲۹' ۰۱"N
قره‌سو	دوست‌بیگلو	۷۳۱۱	۷۸۰	۴۷° ۳۲' ۱۸"E	۳۸° ۳۳' ۰۲"N

روش تحقیق

در پژوهش حاضر، با استفاده از نرم‌افزار IHA Software 7.1، تغییر مؤلفه‌های جریان زیست‌محیطی (EFC) ناشی از احداث سد سبلان در رودخانه قره‌سو در ایستگاه‌های هیدرومتری ارباب‌کندی (قبل از سد سبلان) و دوست‌بیگلو (بعد از سد سبلان) مورد بررسی قرار گرفت. نرم‌افزار IHA Software 7.1 برای محاسبه مقادیر ۳۳ پارامتر هیدرولوژیکی طراحی شده است که امکان تعیین ویژگی تغییرات درونی و بین سالانه در شرایط آب را فراهم می‌کند. نرم‌افزار IHA Software با هدف پردازش سریع داده‌های هیدرولوژیکی روزانه برای تعیین شرایط جریان طبیعی و تسهیل ارزیابی تغییرات ایجاد شده توسط انسان در رژیم‌های جریان رودخانه توسعه داده شد (۲۴).

ابتدا داده‌های دبی روزانه ایستگاه‌های هیدرومتری ارباب‌کندی و دوست‌بیگلو از شرکت آب منطقه‌ای استان اردبیل تهیه گردید که طول دوره آماری داده‌ها، سال‌های آبی

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.14.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.85]

۱۳۹۲-۱۳۸۴ می‌باشد. ابتدا مقادیر ۳۴ پارامتر جریان زیست‌محیطی در هر دو ایستگاه هیدرومتری برآورد گردید. سپس نمودار هیستوگرام حداقل جریان ماهانه رسم گردید. هم‌چنین فراوانی جریان حداقل در هر دو ایستگاه برآورد شد. در ادامه نمودار پیک جریان بالا ترسیم گردید و در نهایت مقادیر پارامترهای سیلاب‌های کوچک مورد بررسی قرار گرفت.

مؤلفه‌های جریان زیست‌محیطی[1] (EFC)

براساس IHA، مؤلفه‌های جریان زیست‌محیطی (EFC)، در پنج گروه جریان‌های حداقل[2]، جریان‌های حد پایین[3]، پالس‌های بالای جریان[4]، سیلاب‌های کوچک[5] و سیلاب‌های بزرگ[6] مورد محاسبه قرار گرفت. جریان‌های حداقل، نشان‌دهنده شرایط جریان غالب در رودخانه‌ها است و این جریان تأثیر قابل توجهی بر روی تنوع و فراوانی موجودات زنده در محدوده رودخانه‌ها می‌تواند داشته باشد. جریان‌های حد پایین که در طول دوره‌های خشک‌سالی اتفاق می‌افتد، نشان‌دهنده کاهش بسیار پایین سطح آب رودخانه‌ها است که می‌تواند باعث ایجاد اختلال در زیستگاه گونه‌های آب‌زی می‌شود. پالس‌های جریان بالا که مربوط به مواقع بارش باران و نیز دوره‌های سریع ذوب برف می‌باشد و باعث افزایش سطح جریان آب رودخانه‌ها می‌شود. سیلاب‌های کوچک که در طول آن آبزیان و دیگر موجودات زنده قادر به حرکت به سمت پایین‌دست شده و زیستگاه‌های جدیدی در مناطق دشت‌های سیلابی، حوزه‌های آبخیز و مناطق کم‌عمق را پیدا می‌کنند که می‌تواند برای این موجودات منابع غذایی جدیدی را فراهم آورد. سیلاب‌های بزرگ، ساختارهای فیزیکی و بیولوژیکی رودخانه و دشت‌های سیلابی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به‌طور کلی سیلاب‌های بزرگ باعث از بین رفتن گونه‌های مختلف می‌شود، اما در بسیاری از موارد باعث ایجاد رقابت بین گونه‌ها شده و در تشکیل زیستگاه‌های کلیدی مانند دریاچه‌ها و تالاب‌ها موثر نقش مؤثری را ایفا می‌کنند.

نتایج و بحث

براساس نتایج به‌دست آمده از نرم‌افزار IHA Software 7.1، مقادیر مربوط به پارامترهای جریان زیست‌محیطی در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲- مقادیر متوسط پارامترهای جریان زیست‌محیطی (EFC) در ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه

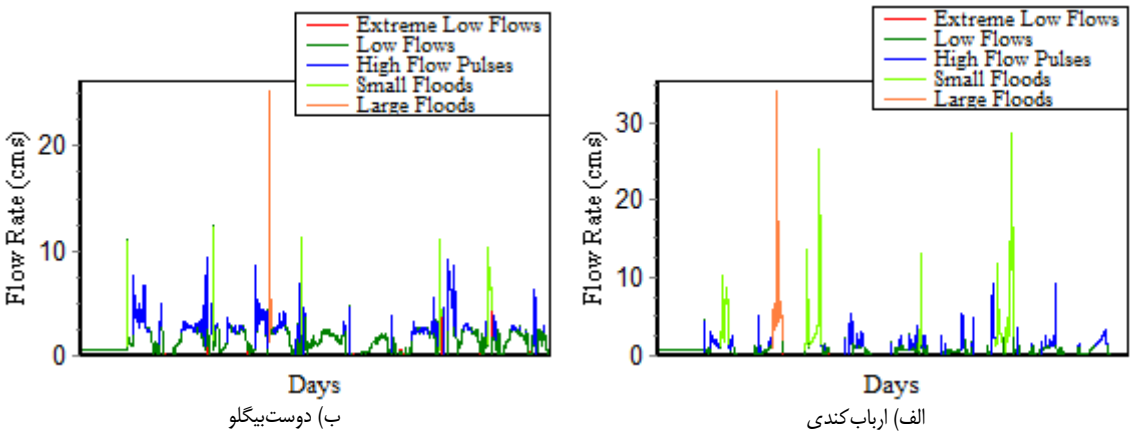
Table 2. Average values of Environmental Flow Components (EFCs) at selected river gauge stations

پارامترهای جریان زیست‌محیطی	پارامترهای هیدرولوژیکی	واحد	ارباب‌کندی	دوست‌بیگلو
جریان‌های حد پایین	پیک جریان	متر مکعب بر ثانیه	۰	۰
	فراوانی	تعداد رویداد	۱/۳	۲/۹
	مدت‌زمان	تعداد روز	۹۱	۱۳
	زمان‌بندی	تاریخ پیک جریان	۱۵۸	۱۷۴
جریان‌های حداقل ماهانه	اکتبر	میانگین یا میانه جریان‌های حداقل ماهانه در طول هر ماه (متر مکعب بر ثانیه)	۰/۴۸	۰/۹۹
	نوامبر		۰/۵	۱/۵۳
	دسامبر		۰/۸۸	۱/۹۴
	ژانویه		۰/۹۱	۱/۹۱
	فوریه		۰/۸۳	۲
	مارس		۰/۷۷	۱/۸
	آپریل		۰/۵۷	۱/۱۹
	مه		۰/۴۲	۰/۸۱
	ژوئن		۰/۴۴	۰/۸۵
	جولای		۰/۴۳	۱/۱۹
	آگوست		۰/۵۹	۱/۱۸
	سپتامبر		۰/۷۳	۰/۸۵
پالس‌های بالای جریان	پیک جریان	متر مکعب بر ثانیه	۳/۱۸	۳/۶۶
	فراوانی	تعداد رویداد	۴/۶	۹
	مدت‌زمان	تعداد روز	۱۷	۱۰
	زمان‌بندی	تاریخ جریان اوج	۷۰	۹۶
	نرخ افزایش	–	۱/۱۲	۱/۲۷
	نرخ کاهش	–	-۰/۹	-۰/۷۸
سیلاب‌های کوچک	پیک جریان	متر مکعب بر ثانیه	۱۵/۹۵	۱۱/۲
	فراوانی	تعداد رویداد	۰/۶	۰/۵
	مدت‌زمان	تعداد روز	۵۰	۱۱
	زمان‌بندی	تاریخ جریان اوج	۵۹	۱۹۰
	نرخ افزایش	–	۰/۸۵	۴/۸۴
	نرخ کاهش	–	-۱/۲۳	-۵/۰۷
سیلاب‌های بزرگ	پیک جریان	متر مکعب بر ثانیه	۳۴	۲۵/۲
	فراوانی	تعداد رویداد	۰/۲	۰/۱
	مدت‌زمان	تعداد روز	۸۶	۲۰
	زمان‌بندی	تاریخ جریان اوج	۱۰۴	۲۷۶
	نرخ افزایش	–	۰/۷۸	۱۱/۹۴
	نرخ کاهش	–	-۰/۷۴	-۱/۲۱

1- Environmental Flow Components (EFC)
2- Low Flows
3- Extreme Low Flows
4- High Flow Pulses
5- Small Floods
6- Large Flood

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.14.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.85]

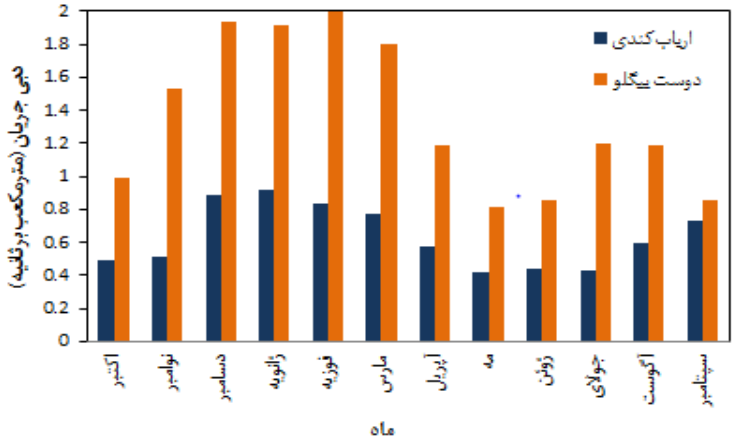
براساس جدول (۲) می‌توان بیان کرد که پارامترهای گروه اول (جریان‌های حد پایین) که در چهار دسته پیک جریان، فراوانی، مدت‌زمان و زمان‌بندی تقسیم می‌شود، نشان‌دهنده این موضوع هستند که دبی اوج جریان‌های حد پایین در هر دو ایستگاه قبل و بعد از سد سبلان صفر می‌باشد، این در حالی است که فراوانی جریان‌های حد پایین در ایستگاه دوست‌بیگلو بیش‌تر از ارباب‌کندی است. به‌طوری‌که مقدار این شاخص در ایستگاه ارباب‌کندی ۱/۳ بوده و در ایستگاه دوست‌بیگلو به ۲/۹ می‌رسد. ولی مدت‌زمان جریان حد پایین در ایستگاه ارباب‌کندی ۹۱ روز بوده در حالی‌که همین مقدار در ایستگاه دوست‌بیگلو در حدود ۱۳ روز می‌باشد که دلیل کاهش را می‌توان به اثر تنظیمی سد سبلان نسبت داد. هم‌چنین شاخص زمان‌بندی مربوط به جریان‌های حد پایین نشان می‌دهد که پایین‌ترین حد جریان در ایستگاه دوست‌بیگلو در روز ۱۷۴ از سال اتفاق افتاده است و در ایستگاه ارباب‌کندی پایین‌ترین حد جریان در روز ۱۵۸ حادث شده است. پارامتر جریان حداقل که شامل متوسط جریان حداقل ماهانه است نشان‌می‌دهد که در ایستگاه دوست‌بیگلو جریان حداقل ماهانه بیش‌تر از ارباب‌کندی می‌باشد. پارامتر گروه سوم (پالس‌های جریان بالا) که در شش دسته اصلی تقسیم‌بندی می‌شود که بر این اساس، دبی اوج، فراوانی، زمان‌بندی، نرخ افزایش و نرخ کاهش در ایستگاه بعد از سد سبلان (دوست‌بیگلو) بالاتر از ایستگاه قبل از سد سبلان (ارباب‌کندی) است. در حالی‌که پارامتر مدت‌زمان جریان با پالس بالا در ایستگاه ارباب‌کندی مقدار بالاتری دارد. پارامتر گروه سیلاب‌های کوچک که مانند پارامتر قبلی در شش دسته اصلی تقسیم می‌شود، نشان‌دهنده کاهش پارامترهای دبی اوج، فراوانی، مدت‌زمان و نرخ کاهش در ایستگاه بعد از سد سبلان (دوست‌بیگلو) می‌باشد. پارامتر گروه پنجم (سیلاب‌های بزرگ) نیز موید نتایج پارامتر قبلی می‌باشد که به‌طور کلی دبی اوج، فراوانی، مدت‌زمان و نرخ کاهش در ایستگاه دوست‌بیگلو روند کاهشی داشته است. مقادیر روزانه پنج گروه اصلی جریان زیست‌محیطی در ایستگاه‌های هیدرومتری ارباب‌کندی و دوست‌بیگلو مطابق شکل (۲) می‌باشد.



شکل ۲- مقادیر پنج گروه اصلی جریان زیست‌محیطی (EFC) در ایستگاه‌های هیدرومتری؛ الف) ارباب‌کندی، ب) دوست‌بیگلو
Figure 2. The values of five main groups of Environmental Flow Component (EFC) at a) Arbabkandi, and b) Dostbeiglu river gauge stations

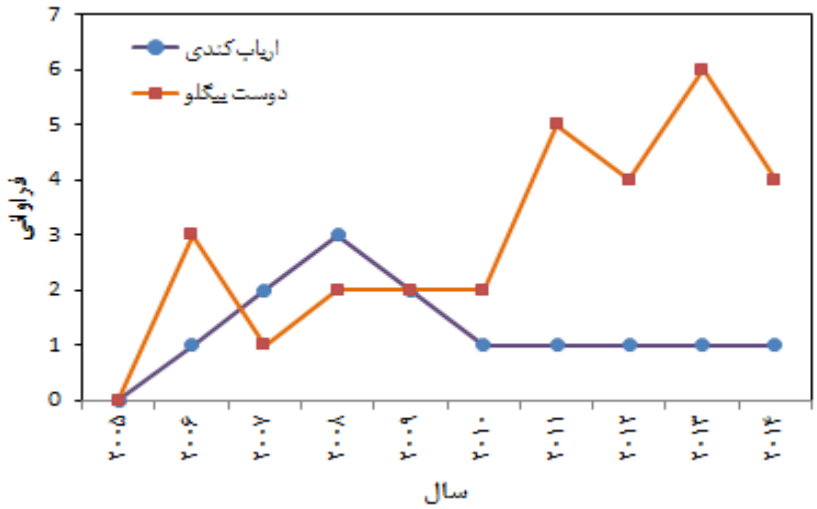
با توجه به شکل (۲) می‌توان بیان کرد که در ایستگاه دوست‌بیگلو (بعد از سدسبلان) نسبت به ارباب‌کندی (قبل از سد سبلان) مقدار جریان‌های حد پایین، جریان‌های پایین و پالس‌های بالای جریان بیش‌تر است. در حالی‌که مقادیر کمی پارامترهای سیلاب‌های کوچک و بزرگ، نشان از کاهش مقادیر این پارامترها در ایستگاه دوست‌بیگلو (بعد از سد سبلان) نسبت به ایستگاه ارباب‌کندی (قبل از سد سبلان) و متعادل شدن جریان در مناطق پایین‌دست سد سبلان می‌باشد. شکل (۳) نشان‌دهنده نتایج پارامتر متوسط جریان حداقل ماهانه در ایستگاه‌های ارباب‌کندی و دوست‌بیگلو می‌باشد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.14.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.85]



شکل ۳- هیستوگرام متوسط جریان حداقل ماهانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه
Figure 3. The Histogram of the minimum monthly flow discharge at the studied rive gauge stations

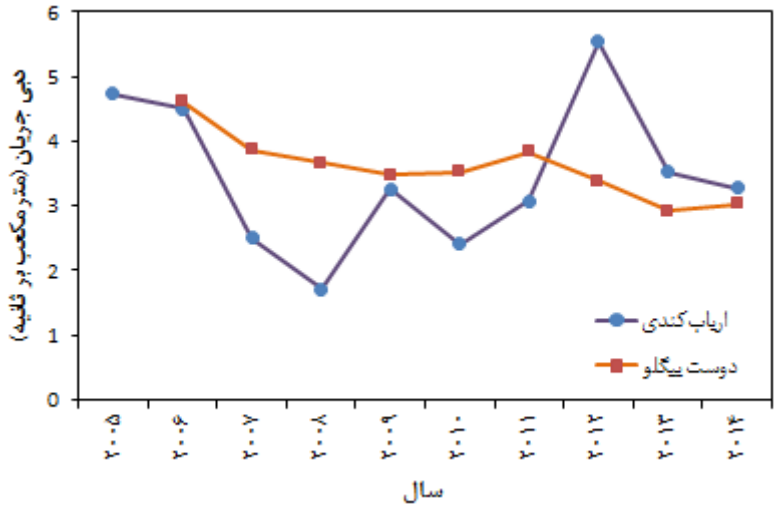
با توجه به‌شکل (۳) می‌توان نتیجه گرفت که، متوسط حداقل جریان ماهانه در ایستگاه بعد از سد سبلان (دوست‌بیگلو) در تمامی ماه‌های دوره مورد مطالعه بیش‌تر از ایستگاه قبل از سد سبلان (ارباب‌کندی) می‌باشد. نتایج مربوط به پارامتر فراوانی جریان پایین در ایستگاه‌های مورد مطالعه مطابق شکل (۴) است.



شکل ۴- فراوانی جریان پایین در ایستگاه‌های ارباب‌کندی و دوست‌بیگلو
Figure 4. The frequency of low flow values at Arbabkandi and Dostbeiglu river gauge stations

براساس شکل (۴) می‌توان این‌گونه بیان کرد که، فراوانی جریان پایین در ایستگاه بعد از سد سبلان (دوست‌بیگلو) روند صعودی را نسبت به ایستگاه قبل از سد سبلان (ارباب‌کندی) نشان می‌دهد، مقادیر مربوط به پارامتر دبی اوج جریان‌های بالا در ایستگاه‌های ارباب‌کندی و دوست‌بیگلو در شکل (۵) ارائه شده است.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.14.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.85]



شکل ۵- مقادیر دبی اوج جریان‌های بالا در ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه
Figure 5. The maximum peak flow rates values at Arbabkandi and Dostbeiglu river gauge stations

پارامتر دبی اوج جریان‌های بالا در ایستگاه دوست‌بیگلو (بعد از سد سبلان) نسبت به ایستگاه ارباب‌کندی (قبل از سد سبلان) روند متعادلی را نشان می‌دهد. این در حالی است که در ایستگاه ارباب‌کندی دبی اوج دارای نوسانات بیش‌تری می‌باشد، که دلیل متعادل بودن دبی اوج جریان در دوست‌بیگلو را نیز می‌توان به حالت تنظیمی سد مخزنی سبلان نسبت داد (شکل ۵). مقادیر مربوط به شش پارامتر اصلی سیلاب‌های کوچک مطابق جدول (۳) می‌باشد.

جدول ۳- مقادیر متوسط مولفه‌های سیلاب‌های کوچک در ایستگاه‌های مورد مطالعه
Table 3. The average values of small floods components in studied stations

سیلاب‌های کوچک	ایستگاه‌های هیدرومتری	
	ارباب‌کندی (متوسط)	دوست‌بیگلو (متوسط)
پیک جریان (مترمکعب بر ثانیه)	۱۵/۲۵	۱۱/۲
مدت‌زمان (تعداد روز)	۵۰/۵	۱۱/۲
زمان‌بندی (تاریخ جریان اوج)	۵۹	۱۹
فراوانی (تعداد رویداد)	۰/۶	۰/۵
نرخ افزایش	۰/۵۸	۴/۸۴
نرخ کاهش	-۱/۲۲	-۵/۰۷

با توجه به جدول (۳) می‌توان گفت که دبی اوج سیلاب‌های کوچک در ایستگاه ارباب‌کندی و دوست‌بیگلو به‌ترتیب برابر ۱۵/۲۵ و ۱۱/۲ مترمکعب بر ثانیه است. پارامترهای مدت‌زمان، زمان‌بندی و فراوانی سیلاب‌های کوچک در ایستگاه دوست‌بیگلو نسبت به ایستگاه ارباب‌کندی به‌ترتیب کاهش یافته است. این در حالی است که نرخ افزایش سیلاب‌های کوچک در ایستگاه دوست‌بیگلو روند صعودی را نشان می‌دهد.

به‌طور کلی براساس نتایج، فراوانی جریان‌های حد پایین در ایستگاه دوست‌بیگلو (بعد از سد سبلان) نسبت به ارباب‌کندی (قبل از سد سبلان)، افزایش ۵۹ درصدی را نشان می‌دهد. از طرفی پارامتر دبی اوج جریان در ایستگاه دوست‌بیگلو (بعد از سد سبلان) روند متعادل‌تری را نشان می‌دهد، در حالی‌که در ایستگاه ارباب‌کندی (قبل از سد سبلان) تغییرات دبی اوج جریان بیش‌تر بوده و از الگوی منظمی پیروی نمی‌کند که دلیل افزایش فراوانی جریان‌های کم و نیز روند متعادل دبی اوج در ایستگاه بعد از سد سبلان را می‌توان این‌گونه تشریح کرد که چون سد سبلان از نوع مخزنی می‌باشد بنابراین با ذخیره جریان‌های با دبی بالا باعث متعادل شدن جریان خروجی در مناطق پایین‌دست سد شده و فراوانی جریان‌های پایین در این مناطق بیش‌تر می‌شود. پارامترهای دبی اوج، مدت‌زمان، زمان‌بندی و فراوانی سیلاب‌های کوچک در ایستگاه دوست‌بیگلو نسبت به ارباب‌کندی به‌ترتیب کاهش ۲۷، ۷۸، ۶۸ و ۱۷ درصدی داشته است. در حالی‌که نرخ افزایش سیلاب‌های کوچک در ایستگاه دوست‌بیگلو نسبت به ایستگاه ارباب‌کندی روند افزایشی ۸۲ درصدی را نشان می‌دهد که دلیل آن‌را به این نحو می‌توان توضیح داد که مقادیر دبی در ایستگاه دوست‌بیگلو حالت متعادل داشته و کم‌ترین تغییر در دبی جریان رودخانه قره‌سو، به‌عنوان نرخ افزایش در نظر گرفته می‌شود. هم‌چنین دبی اوج و فراوانی سیلاب‌های بزرگ در ایستگاه دوست‌بیگلو روند کاهشی داشته است به‌طوری‌که مقادیر این پارامترها در دوست‌بیگلو نسبت به ارباب‌کندی به‌ترتیب ۲۶ و ۵۰ درصد کاهش یافته است که دلیل آن را می‌توان به اثر تنظیمی سد مخزنی سبلان مرتبط دانست که با نتایج متیوس و ریشتر (۱۳) و ژانگ و همکاران (۲۶) مبنی بر کاهش میزان دبی جریان در اثر احداث سد در

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.14.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.85]

حوضه شرقی رودخانه چین در یک راستاست. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که احداث سد مخزنی سبلان باعث ایجاد تغییرات در پارامترهای هیدرولوژیکی جریان رودخانه قره‌سو اردبیل در محل ایستگاه هیدرومتری دوست‌بیگلو شده است که با نتایج زو و لیانگ (۳۰) در ارتباط با تأثیر احداث سد بر تغییر جریان رودخانه‌ای در استان هنان چین هم‌خوانی دارد. و هم‌چنین باعث ایجاد تعادل در جریان‌های سیلابی در ایستگاه دوست‌بیگلو نسبت به ایستگاه قبل از سد سبلان (ارباب‌کندی) شده است. از طرفی احداث سد سبلان موجب افزایش دبی و فراوانی جریان‌های حداقل در ایستگاه دوست‌بیگلو شده است و میزان تغییر و بی‌نظمی در شاخص‌های هیدرولوژیک جریان افزایش یافته است که با نتایج چن و همکاران (۵) مطابق دارد. در نهایت می‌توان گفت که، تغییر رژیم جریان زیست‌محیطی رودخانه‌ها می‌تواند تهدیدهای مهمی برای گونه‌های گیاهی و جانوری ایجاد کند و منجر به اثرات زیست‌محیطی نامطلوب گردد. بنابراین ضرورت دارد که تغییر رژیم هیدرولوژیک ناشی از احداث سد در برنامه‌ریزی‌های استفاده از جریان سطحی و نیز ملاحظات زیست‌محیطی اثرات سدها مدنظر قرار گیرد.

منابع

1. Annear, T., I. Chisholm, H. Beecher, A. Locke, P. Aarrestad, C. Coomer, C. Estes, J. Hunt, R. Jacobson, G. Jobsis, J. Kauffman, J. Marshall, K. Mayes, G. Smith, R. Wentworth and C. Stalnaker. 2004. Instream Flows for Riverine Resource Stewardship, Revised Edition. Instream Flow Council, Cheyenne, Wyoming.
2. Asgharpour, Z., R. Aghayari Samian, S.R. Mousavi and F. Azimi. 2014. Investigating the ways to revitalize Sabalan dam tourism capacity in Ardebil province. National Conference on Water, Human and Earth, Isfahan Tourism Development Company, https://www.civilica.com/Paper-WHEC01-WHEC01_076.html.
3. Azarang, F., A.R. Telvari, H. Sedghi.and M. Shafaie Bajestan. 2017. Large Dam Effects on Flow Regime and Hydraulic Parameters of river (Case study: Karkheh River, Downstream of Reservoir Dam). Journal of Water and Soil, 31(1): 11-27.
4. Bozcheloei, S.K., M. Vafakhah. 2016. Regional Analysis of Flow Duration Curve in Namak Lake Basin, Iran. Journal of Watershed Management Research, 7(14): 228-236.
5. Chen, Y.D., T. Yang, C.Y. Xu, Q. Zhang, X. Chen and Z.C. Hao. 2010. Hydrologic Alteration along the Middle and Upper East River (Dongjiang) Basin, South China: a visually enhanced mining on the results of RVA method, 9-18.
6. FitzHugh, T.W. and R.M. Vogel. 2011. The impact of dams on flood flows in the United States. River Research and Applications, 27(10): 1192-1215.
7. Fuladvand, S., Gh.S. Sayyad, K. Hemmadi and H. Moazed. 2011. Investigation of quantitative changes in water entering the Hooralazim Wetland due to the construction of Karkheh Reservoir Dam. The first national conference on sustainable agriculture, Payame Noor University of Khuzestan Province, 1-7.
8. Gao, Y., R.M. Vogel, C.C. Kroll, N.L. Poff and J.D. Olden. 2009. Development of Representative indicators of hydrologic alteration. Journal of Hydrology, 136-147.
9. Grill, G., B. Lehner, A.E. Lumsdon, G.K. MacDonald, C. Zarfl and C.R. Liermann. 2015. An index-based framework for assessing patterns and trends in river fragmentation and flow regulation by global dams at multiple scales. Environmental. Research Letters, 10(1): 015001.
10. Jozi, S.A., L. Hosseini and A. Dehghani. 2016. Study of Environmental Impact of Minab Esteghlal Dam in Operation Phase Using a Combination of Modified and ICOLD Methods. Journal of Environmental Science and Technology, 18(2): 1-13.
11. Kalirad, Z., A. Malekian and B. Motamedvaziri. 2013. Determining of Groundwater Resources Distribution Pattern (Case Study: Alashtar Basin, Lorestan Province), Journal of Watershed Management Research, 4(7): 1-13.
12. Khorooshi, S., R. Mostafazadeh, A. Esmali-Ouri and M. Raoof. 2017. Assessment of temporal and spatial variations of the hydrologic index of river in the watersheds of Ardebil province. Ecohydrology, 4(2): 379-393.
13. Mathews, R., and B.D. Richter. 2007. Application of the Indicators of Hydrologic Alteration Software in Environment Flow Setting. Journal of the American Water Resources Association, 43(6): 1400-1413.
14. Mehry, S., R. Mostafazadeh, A. Esmali-Ouri, A. Ghorbani. 2017. Spatial and Temporal Variations of Base Flow Index (BFI) the Ardabil Province river, Iran, Earth and Space Physics: 43(6): 623-634.
15. Mohajeri, S.H., S.M.A. Najibi and M. Shahraki. 2016. A Review of Methods to Protect the Environment in Dam Projects. Journal of Engineering and Construction Management, 1(2): 1-5.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.14.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.85]

16. Naserabadi, F., A. Esmali-Ouri and R. Rostamian. 2016. River flow Simulation using SWAT Model (Case study: Ghareh Su River in Ardabil Province-Iran). Journal of Watershed Management Research, 7(13): 1-10.
17. Poff, N.L., B.D. Richter, A.H. Arthington, S.E. Bunn, R.J. Naiman, E. Kendy, M. Acreman, C. Apse, B.P. Bledsoe, M.C. Freeman, J. Henriksen, R.B. Jacobson, J.G. Kennen, D.M. Merritt, J.H. O`Keeffe, J.D. Olden, K. Rogers, R.E. Tharme and A. Warner. 2010. The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): A new framework for developing regional environmental flow standards. Freshwater Biology, 55(1): 147-170.
18. Postel, S. and B. Richter. 2003. Rivers for Life: Managing Water for People and Nature. Island Press, Washington, D.C.
19. Richter, B.D., J.V. Baumgartner, J. Powell, D.P. Braun. 1996. A Method for Assessing Hydrologic Alteration within Ecosystems. Conservation Biology, 1163-1174.
20. Richter, B.D., R. Mathews, D.L. Harrison and R. Wigington. 2003. Ecologically Sustainable Water Management: Managing River Flows for Ecological Integrity. Ecological Applications, 13: 206- 224.
21. Ripl, W. 2003. Water: the bloodstream of the biosphere. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, 358: 1921-1934.
22. Rozenberg, D.M., P. MacCully and C.M. Pringle. 2000. Global-Scale Environmental Effects of Hydrological Alterations. International River, 1-16.
23. Salmani, H., M. Mohseni Saravi, H. Rouhani and A. Salajeghe. 2012. Evaluation of Land Use Change and its Impact on the Hydrological Process in the Ghazaghli Watershed, Golestan Province. Journal of Watershed Management Research, 3(6): 43-60.
24. The Nature Conservancy. 2009. Indicators of Hydrologic Alteration Version 7.1 User's Manual, 1-76.
25. Yasi, M. 2017. Management of Rivers and Dams in Supplying and Delivering Water to Urmia Lake. Strategic Research Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 2 (1): 57-76.
26. Zhang, Q., X. Gu, V.P. Singh and X. Chen. 2015. Evaluation of Ecological Instream Flow Using Multiple Ecological Indicators with Consideration of Hydrological Alterations. Journal of Hydrology, 529: 711-722.
27. Zhang, Q., C.Y. Xu, V.P. Singh and T. Yang. 2009. Multiscale variability of sediment load and streamflow of the Lower Yangtze River basin: possible causes and implications. Journal of Hydrology, 368: 96-104.
28. Zhang, Q., Y. Zhou, V.P. Singh and X. Chen. 2012. The influence of dam and lakes on the Yangtze River streamflow: long-range correlation and complexity analyses. Hydrol. Process, 26(3): 436-444.
29. Zhang, Y., Q. Shao and T. Zhao. 2017. Comprehensive assessment of dam impacts on flow regimes with consideration of interannual variations. Journal of Hydrology, 1-47.
30. Zou, Q., and S.H. Liang. 2015. Effects of Dams on River Flow Regime Based on IHA/RVA. Remote Sensing and GIS for Hydrology and Water Resources, 1-6.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.14.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.85]

Changes in Environmental Flow Components under the Effect of Sabalan Dam in the Qarehsou River of Ardebil Province

Ali Nasiri Khiavi[1], Raoof Mostafazadeh[2], Abazar Esmali-Ouri[3], Omid Ghafarzadeh[4] and Mohammad Golshan[5]

1- M.Sc. Student of Watershed Management Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili
2- Assistant Professor, Natural Resources Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, (Corresponding Author: raoofmostafazadeh@uma.ac.ir)
3 and 4- Associate Professor and Lecturer Natural Resources Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili
5. PhD. Student of Watershed Management Engineering, University of Agricultural Sciences and Natural Resources Sari
Received: October 27, 2017 Accepted: May 23, 2018

Abstract

Sustaining environmental flows to preserve biodiversity of aquatic plant and animal species, as well as constancy of water for human communities, is essential in many river ecosystems. On the other hand, hydrological changes caused by the dam and its related environmental problems have provoked many concerns for hydrologists, ecologists and policymakers. Therefore, the main aim of this research was to study the rate of change in the Environmental Flow Components (EFCs) caused by the construction of Sabalan Dam in the Qarehsou River of Ardebil at stations of Arbabkandi and Dostbeiglou (before and after Dam) using IHA Software7.1 during the time period of 2005-2014. For this purpose, the values of 34 environmental flow parameters were estimated at each hydrometric station. Consequently, changes in the parameters of the environmental flow discharge were investigated in four groups of Extreme Low Flows, Low Flows (Base flow), High Flow pulses, and Floods events. The diagram below shows the parameters of minimum flow, peak flow and small flood. Based on the results, the frequency of Extreme Low Flows at the Dostbeiglou station had a 59% increase with respect to Arbabkandi station. On the other hand, the peak flow component showed more balanced nature in Dostbeiglou station after the dam, which can be related to the regulating effect of dam on high flow and balancing outflow in downstream reaches. The Peak flow, Duration, Timing and Frequency of small flood events had decreased in Dostbeiglu Station compared to the Arbabkandi with amount of 27, 78, 68 and 17 percent, respectively. Also, the peak and frequency of large floods had decreased at Dostbeiglu station with amount of 26 and 50%, compared with the observed flood events at the Arbabkandi station which located before the Sabalan dam.

Keywords: Dam construction, Dam Reservoir, Environmental Flow, Flow regime, Indicators of Hydrologic Alteration

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.14.7]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.85]