مجله علمی شیلات ایران ۳۱(٤) ۱۰۷-۱۱۹ (DOI): 10.22092/ISFJ.2022.128220

CC BY

مقاله علمی – پژوهشی:

ارزیابی جریان زیست‌محیطی رودخانه با روش‌های هیدرولوژیک و اکوهیدرولوژیک به‌منظور حفاظت از اکوسیستم آبی و آبزیان

عارفه قاسمی*[۱]، تورج ولی نسب[۲]، مریم محمدپور[۳]

*arefeh.ghasmi@modares.ac.ir

۱- گروه مهندسی و مدیریت منابع آب، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- پژوهشکده شرکت سهامی آب منطقه‌ای، آذربایجان شرقی، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱٤۰۱ تاریخ پذیرش: خرداد ۱٤۰۱

چکیده

بقاء و ادامه حیات آبزیان و زیستگاه‌های طبیعی نیازمند حفظ رودخانه‌ها به‌عنوان مهم‌ترین اکوسیستم‌هایی آبی می‌باشند. در سال‌های اخیر، تغییرات آب‌وهوایی، سدسازی، صید بی‌رویه و آلودگی آب، جریان رودخانه‌ها، اکوسیستم‌های آبی و ماهیان را که شاخص‌های زیستی محسوب می‌شوند، در معرض خطر نابودی قرار داده است. در سراسر دنیا از روش‌های هیدرولوژیک متنوعی در راستای بهبود محیط اکولوژیک، حفظ رژیم طبیعی جریان و محافظت از تنوع بیولوژیک اکوسیستم‌ها استفاده می‌شود. در این مطالعه از روش‌های هیدرولوژیک و اکوهیدرولوژیک (ABF، Tennant، Arkansas، Tessman و FDC Shifting) در برآورد جریان زیست‌محیطی رودخانه دره‌رود استان اردبیل در ایستگاه هیدرومتری مشیران براساس دوره آماری ۳۰ ساله، استفاده شد. میانگین جریان زیست‌محیطی در روش جریان پایه آبزیان و روش تنانت به‌ترتیب برابر با ۱/۵۱ و ۱/۶۳ مترمکعب بر ثانیه بدست آمد که به دلیل عدم در نظر گرفتن تغییرات فصلی و تغییرات شدید جریان ماهانه بدون اصلاح، رویکردهای مناسبی نمی‌باشند. روش انتقال منحنی تداوم جریان با میانگین جریان زیست‌محیطی ۳/۶۷ مترمکعب بر ثانیه به علت در نظر گرفتن کلاس مدیریت زیستی مطابق با شرایط منطقه نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت نشان داد. همچنین نتایج نشان داد، در شرایط کمبود اطلاعات اکولوژیک کامل، شاخص‌های هیدرولوژیک و کلاس‌های زیست‌محیطی در روش انتقال منحنی تداوم جریان، می‌توانند برای برآورد حقابه زیست‌محیطی مورد استفاده قرار بگیرند.

لغات کلیدی: اکوسیستم آبی، روش اکوهیدرولوژیک، روش هیدرولوژیک، جریان زیست‌محیطی، رودخانه دره‌رود

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]

مقدمه

رودخانه‌ها یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های طبیعی می‌باشند که دارای کارکردهای متعدد اکولوژیک و زیست‌محیطی هستند. برای پیشگیری از اثرات منفی درازمدت ساخت سدها و سایر طرح‌های توسعه‌ای بر اکوسیستم‌های رودخانه‌ای، لازم است نیازهای هیدرولوژیک و اکولوژیک رودخانه در قالب یک نیاز زیست‌محیطی معین مدنظر قرار بگیرد. این اثرات منفی عمدتاً مربوط به ماهی‌ها و توقف تردد آنها در طول رودخانه است که ممکن است منجر به تغییر گونه‌ها یا از بین رفتن آنها شود. از سوی دیگر، کمبود آب در طول سال می‌تواند بر حیات وحش و اکولوژی یک رودخانه اثر بگذارد (Baghel *et al.*, 2019). با این‌حال، تغییرات آب و هوایی، سدسازی، صید بی‌رویه، آلودگی آب و ورود گونه‌های ناشناخته به این اکوسیستم‌ها حدود ۶۵ درصد از جریان رودخانه‌ها و اکوسیستم‌های آبی را تهدید می‌کند (Achieng *et al.*, 2020). برقراری دائمی جریان زیست‌محیطی[1] رودخانه شرط پایداری اکوسیستم آبی آن و ادامه حیات اکولوژیک رودخانه است (Kuriqi *et al.*, 2019). امروزه محققان معتقدند که جریان‌های زیست‌محیطی، با توجه به بزرگی جریان و نوع خاص زیستگاه، می‌تواند تأثیر مطلوب و معنی‌داری بر ترکیب جوامع ماهیان داشته باشد (نادری و همکاران، ۱۳۹۹ Kim and Choi, 2010; Achieng *et al.*, 2020;). تغییرات رژیم جریان در رودخانه در اثر ساخت سدها در مراحل مختلف حیات و بقاء اکوسیستم آن تأثیرگذار است. پژوهشگران متعددی به ارزیابی برآورد جریان زیست‌محیطی برای حفظ اکوسیستم محیط‌زیست پرداختند. در مطالعه‌ای جریان زیست‌محیطی رودخانه Selangor (مالزی) براساس شاخص‌های هیدرولوژیک با روش محاسبه‌گر جریان محیطی طی یک دوره ۶۰ ساله (۲۰۲۰-۱۹۶۰) مورد ارزیابی قرار گرفته است. تجزیه و تحلیل منحنی مدت جریان و کلاس مدیریت محیطی از جریان رودخانه نشان داده است که رودخانه Selangor (مالزی) باید تحت شرایط زیستی C مدیریت شود تا آب کافی برای استفاده انسانی و محافظت از اکوسیستم فراهم شود (Hairan *et al.*, 2021). پژوهشی با هدف بررسی جریان زیست‌محیطی رودخانه Haldizen (ترکیه) در پایین‌دست نیروگاه برقابی واقع بر آن، با روش‌های مختلف هیدرولوژیک انجام شده است. نتایج نشان داد که جریان زیست‌محیطی پیشنهادی با روش Tessman و روش Tennant در سطح خوب می‌تواند شرایط مناسبی را برای حفظ زیستگاه آبزیان فراهم کند (Karakoyun *et al.*, 2016). در تحقیقی دیگر، ارزیابی جریان زیست‌محیطی با روش‌های هیدرولیک و اکوهیدرولوژیک در رودخانه مرزی زاب (غرب ایران) صورت گرفت. ارزیابی نتایج نشان داد که روش انتقال منحنی تداوم جریان در کلاس زیستی B برای بازه بالادست مناسب است. در این گزینه زرده ماهی (*Euthynnus affinis*) به عنوان گونه شاخص زیستی انتخاب شده و در دو بازه میانی و پایین‌دست روش اکوهیدرولیک مناسب تشخیص داده شد (عبدی و همکاران، ۱۳۹۳). در پژوهشی دیگر، ارزیابی جریان زیست محیطی رودخانه غازمحله شهرستان کردکوی (استان گلستان) با روش‌های مختلف هیدرولوژیک به منظور محافظت از اکوسیستم رودخانه انجام شد. نتایج نشان داد، برای محافظت و بهبود وضعیت رودخانه در حداقل شرایط زیستی قابل‌قبول، روش انتقال منحنی تداوم جریان در کلاس زیستی B نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت دارد (نادری و همکاران، ۱۳۹۸). پژوهشگرانی در حوضه دره‌رود به اثر احداث سد یامچی و سد سبلان (استان اردبیل) بر تغییرات رژیم جریان و خشکسالی رودخانه‌های پایین‌دست آنها پرداختند. نتایج نشان داد که احداث سد یامچی باعث کاهش رژیم جریان در پایین‌دست و افزایش وقوع رخدادهای خشکسالی هیدرولوژیک شده است درحالی‌که سد سبلان باعث تعدیل و تنظیم رژیم جریان در پایین‌دست شده و از شدت خشکسالی‌های هیدرولوژیک کاسته و نقش بیشتری در تنظیم جریان داشته است (امینی و همکاران، ۱۳۹۸). در پژوهشی دیگر که با هدف برآورد دبی محیطی رودخانه دلفارد (جیرفت، کرمان) با استفاده از روش‌های Tennant، Tessman، میانگین جریان پایه و منحنی مدت تداوم جریان و مقایسه آن‌ها با یکدیگر انجام شد، نتایج نشان داد که روش تغییر منحنی تداوم جریان به دلیل در

[1] Environmental Flow Requirement

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]

نظر گرفتن شرایط اکولوژی مناسب‌تر است (Ahmadpari *et al.*, 2019). در مطالعه‌ای در راستای ارزیابی جریان موردنیاز زیست‌محیطی رودخانه‌ها در ایران در برآورد جریان زیست‌محیطی رودخانه قطورچای با استفاده‌از روش‌های هیدرولوژیک و اکوهیدرولوژیک، روش انتقال منحنی تداوم جریان کلاس c به‌علت در نظر گرفتن شرایط اکولوژیک و انعطاف‌پذیری آن در ماه‌های پرآبی و کم‌آبی در کمترین وضعیت اکولوژیک قابل‌قبول، با شدت جریان معادل ۴۸ درصد جریان طبیعی رودخانه به منظور حفاظت از محیط اکولوژیک پیشنهاد داده شد (حبیبی آلاگوز و ستاری، ۱۳۹۷). در سال‌های اخیر، عدم تأمین آب موردنیاز بخش زیست‌محیطی با توجه به تغییرات اقلیمی و برداشت منابع احداث سدها منجر به خشکی و آسیب فراوان به ارزش‌های زیستگاهی و اکولوژیک حوضه‌های آبریز شده است. هدف اصلی مطالعه حاضر، ارزیابی جریان زیست‌محیطی قسمتی از رودخانه دره‌رود در ایستگاه مشیران بر اساس رویکردهای ارزیابی جریان زیست‌محیطی با استفاده از روش‌های هیدرولوژیک و اکوهیدرولوژیک است. این مطالعه سعی دارد در غیاب داده‌های اکولوژیک و با اتکا به داده‌های هیدرولوژیک و شرایط زیستی منطقه که تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر تداوم حیات موجودات درون رودخانه و تأمین زیستگاه مناسب آبزیان دارد، تنظیم مناسب جریان زیست‌محیطی قسمتی از رودخانه دره‌رود را با استفاده از روش‌های مختلف هیدرولوژیک و اکوهیدرولوژیک به منظور محافظت از اکوسیستم رودخانه بررسی و ارزیابی کند.

مواد و روش کار

رودخانه دره‌رود در شمال‌غربی ایران و در منطقه مغان در استان اردبیل واقع شده است و از به‌هم پیوستن دو شاخه اهرچای و قره‌سو تشکیل شده و در نهایت به رود ارس منتهی می‌شود. حوضه آبریز این رودخانه با مساحت حدود ۱۴۵۷۷۰۰ هکتار، در دامنه بین عرض جغرافیایی' ۴۵ و °۳۸ تا' ۳۰ و °۳۹ شمالی و طول جغرافیایی' ۱۰ و °۴۷ تا '۵۰ و °۴۷ شرقی قرار گرفته است. متوسط بارندگی سالانه آن معادل ۳۰۲/۹ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه معادل ۱۰/۹ درجه سانتی‌گراد و متوسط ارتفاع آن معادل ۱۵۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد (مهاب قدس، ۱۳۹۰). شرایط کیفی آب رودخانه دره‌رود از منظر حفاظت آبزیان و اکوسیستم آبی آن، در دوره‌های پرآبی و کم‌آبی به‌ترتیب در کلاس‌های متوسط یا مرزی و متوسط قرار دارد (عشایری و همکاران، ۱۳۹۳). محدوده مورد مطالعه از ایستگاه هیدرومتری مشیران تا سد عمارت را شامل می‌شود (شکل ۱). بیشترین طول دوره آماری مربوط به ایستگاه مشیران بر رودخانه دره‌رود (۹۹-۱۳۲۸) بوده است که قدیمی‌ترین ایستگاه در این حوضه آبریز است. نام و موقعیت ایستگاه هیدرومتری مشیران در رودخانه دره‌رود در جدول ۱ ارائه شده است.

روش تحقیق

در این مطالعه ابتدا آمار و اطلاعات ماهانه ایستگاه هیدرومتری مشیران از شرکت آب منطقه‌ای اردبیل اخذ و پس از بررسی‌های اولیه صحت‌سنجی و همگن‌سازی اطلاعات صورت گرفت. سپس از روش‌های هیدرولوژیک و اکوهیدرولوژیک شامل: روش جریان پایه آبزیان، روش Arkansas، روش Tennant، روش Tessman و روش انتقال منحنی تداوم جریان برای برآورد جریان زیست‌محیطی براساس سال‌های آبی ۹۹-۱۳۷۰ استفاده شد. اطلاعات ورودی این روش‌ها، آمار و اطلاعات مربوط به ایستگاه هیدرومتری مشیران واقع در رودخانه دره رود و در بالادست سد عمارت می‌باشد.

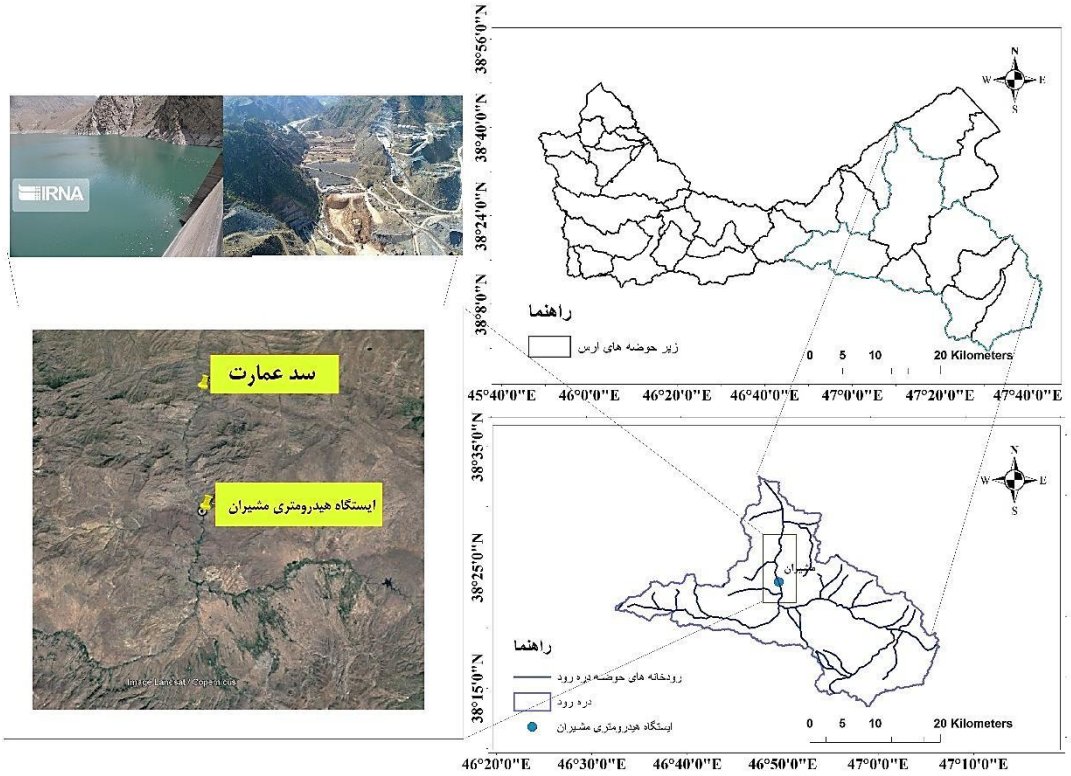
روش‌های برآورد جریان زیست‌محیطی

۱- جریان پایه آبزیان (ABF)[1]

روش جریان پایه آبزیان (ABF) یک روش از گروه روش‌های هیدرولوژیک است که به‌وسیله سرویس USFWS[2] برای حوضه‌های آبریز کوچک اندازه‌گیری نشده توسعه داده شده است (Caissie and El-Jabi, 1995).

[1] Aquatic Base Flow
[2] The U.S Fish and Wildlife Service

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]



شکل ۱: موقعیت حوضه آبخیز دره‌رود، ایستگاه هیدرومتری و منطقه مورد مطالعه و نمایی از سیمای رودخانه دره‌رود

Figure 1: The location of Darreh-Rood watershed, hydrometric station and the selected section of the Darreh-Rood River

جدول ۱: نام و موقعیت ایستگاه هیدرومتری مشیران در بازه منتخب رودخانه دره‌رود

Table 1: The name and location of the Moshiran hydrometric station in the selected section of the Darreh-Rood River

نام رودخانه	نام ایستگاه	سال تأسیس	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
دره‌رود	مشیران	۱۳۲۸	۴۷/۵۳شرقی	۳۸/۶۹شمالی	۷۰۵

فرض موجود در این روش بر اساس تعیین دبی پایه و میانگین جریان در خشک‌ترین ماه سال است تا برای ماهی‌ها و شرایط تخم‌ریزی و تولید مثل آنها کافی باشد.

۲- Arkansas

این روش بر این فرض استوار است که میانگین جریان یک رودخانه، ترکیبی از اندازه حوضه زهکشی، ژئومورفولوژی کانال رودخانه، آب و هوا، نوع پوشش گیاهی و کاربری اراضی می‌باشد (Filipek *et al.*,1987). در این روش سال آبی بر اساس شرایط بیولوژیک و نرمال به سه دسته تقسیم می‌شود (جدول ۲).

۳- Tennant

از سریع‌ترین روش‌های هیدرولوژیک برآورد حداقل نیاز زیست‌محیطی رودخانه‌ها محسوب می‌شود که درصدی از میانگین جریان سالانه را به عنوان جریان زیست‌محیطی برای حفظ شرایط هیدرولوژیک رودخانه و شرایط زیست‌محیطی ماهیان در نظر می‌گیرد (Tennant, 1976). سطح قابل‌قبول این روش باتوجه‌به دستورالعمل ابلاغ‌شده وزارت نیرو معادل ۳۰ درصد دبی متوسط سالانه برای فروردین (به عنوان دوره پرآبی) و ۱۰ درصد دبی متوسط سالانه برای مهر تا اسفند (به عنوان دوره کم‌آبی) است.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]

جدول ۲: تعیین جریان زیست محیطی به روش Arkansas (Davis, 2005)

Table 2: Determining environmental flow by Arkansas method (Davis, 2005)

دوره	آبان- اسفند	فروردین- تیر	مرداد- مهر
جریان زیست محیطی پیشنهادی	۶۰ درصد میانگین جریان ماهانه	۷۰ درصد میانگین جریان ماهانه	۵۰ درصد میانگین جریان ماهانه
فرایندهای فیزیکی و بیولوژیک	تغذیه آب زیرزمینی و پاک‌سازی کانال رودخانه	تولیدمثل و تخم ریزی	پرورش ماهیان
شرایط نرمال	میانگین جریان ماهانه بالا دمای آب کم DO مقدار بالا	میانگین جریان ماهانه بالا دمای آب در حال افزایش DO به‌خصوص داخل سنگریزه‌ها، مقدار بالا	میانگین جریان ماهانه پایین دمای زیاد آب DO مقدار کم

۴- Tessman

روش Tessman (۱۹۸۰) بر اساس پیشنهادهای فصلی روش Tennant، ترکیبی از متوسط جریان سالانه MAF و جریان ماهانه MMF است که برای تعیین حداقل جریان ماهانه مورد نیاز استفاده می‌شود. قانون Tessman در ایالت Manitoba (کانادا) برای استفاده در جریان‌های چند ساله اعمال شده است. این روش «شرایطی خوب» از روش Tennant را ارائه می‌دهد. برای بررسی وضعیت هیدرولوژیک یک رودخانه، ارزیابی ماهانه نیاز زیست‌محیطی به روش Tessman در نظر گرفته شده است، اما استفاده از آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک مناسب نیست. زیرا باعث ایجاد جریان‌های بسیار کم یا زیاد می‌شود که ممکن است در تخریب رودخانه‌ها تأثیر بگذارد (شهریاری‌نیا و همکاران، ۱۳۹۳).

۵ – انتقال منحنی تداوم جریان (FDC shifting)[1]

روش حاضر یک رژیم هیدرولیک را برای محافظت از رودخانه در وضعیت اکولوژی مطلوب ارائه می‌دهد در اصطلاح «روش انتقال منحنی تداوم جریان» نامیده می‌شود که برخی از پژوهشگران به منظور ارزیابی جریان زیست‌محیطی در سامانه رودخانه‌ها از آن استفاده کرده‌اند (Smakhtin and Anputhas, 2006). این روش شامل چهار مرحله اصلی است: ۱- شبیه‌سازی وضعیت هیدرولوژیک موجود، ۲- تعریف کلاس‌های مدیریت محیط‌زیستی (جدول ۳)، ۳- تولید منحنی‌های تداوم جریان محیط‌زیستی و ۴- تولید سری زمانی جریان محیط زیستی. برای محاسبه جریان زیست‌محیطی از نرم‌افزار GEFC استفاده می‌شود. موسسه بین‌المللی مدیریت آب (سریلانکا)، این نرم‌افزار را در سال ۲۰۰۷ برای ارزیابی اولیه و سریع نیاز زیست‌محیطی در رودخانه‌ها با همکاری گروه تحلیل سیستم‌های آبی آمریکا توسعه داده است. اطلاعات مورد نیاز این نرم‌افزار، آمار و اطلاعات بلندمدت (حداقل ۲۰ ساله) جریان ماهانه است (Archfield *et al.*, 2013).

جدول ۳: کلاس‌های مدیریت محیط‌زیستی در روش انتقال منحنی تداوم جریان (Ahn *et al.*, 2018)

Table 3: Environmental management classes in the FDC shifting method (Ahn *et al.*, 2018)

کلاس های مدیریت محیط‌زیستی (EMC)	شرایط اکولوژیک
A	طبیعی
B	تا حد زیادی طبیعی و با تغییرات کم
C	نسبتاً تغییریافته
D	تا حد زیادی تغییر یافته
E	آسیب‌دیدگی زیاد زیستگاه طبیعی
F	تغییرات در سطح بحرانی

[1] Flow Duration Curve Shifting

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]

نتایج

روش جریان پایه آبزیان

جریان زیست‌محیطی به‌دست‌آمده از روش جریان پایه متوسط در این پژوهش نشان داد که میانگین جریان زیست‌محیطی رودخانه دره‌رود در ایستگاه هیدرومتری مشیران، مقدار ۱/۵۱ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد که در برخی ماه‌ها از جریان حداقل نیز کمتر می‌باشد (جدول ۴).

جدول ۴: جریان زیست محیطی رودخانه دره‌رود- ایستگاه مشیران به روش پایه آبزیان (مترمکعب بر ثانیه)
Table 4: Environmental flow of Darreh-Rood River - Moshiran station by aquatic base method (cubic meter per second)

ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
آبدهی متوسط	۴/۲۱	۶/۹۷	۸/۸۸	۹/۴۴	۹/۶۸	۱۲/۷۴	۲۱/۰۱	۱۵/۲۰	۶/۲۴	۲/۲۹	۱/۵۱	۱/۶۵
آبدهی حداقل	۰/۳۵	۱/۵۵	۱/۷۳	۱/۶	۲/۱۷	۲/۷۶	۱/۰۲	۰/۶۱	۰/۲۲	۰	۰	۰
جریان زیست‌محیطی	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱

روش Arkansas

بررسی جریان زیست‌محیطی در این روش نشان داد، مقدار برآورد شده متوسط جریان زیست‌محیطی در ماه‌های مرداد و اردیبهشت به‌ترتیب در محدوده ۱۴/۷۱-۰/۷۶ مترمکعب بر ثانیه قرار دارند که برابر ۵۰ و ۷۰ درصد متوسط جریان ماهانه می‌باشد (جدول ۵).

جدول ۵: جریان زیست‌محیطی رودخانه دره‌رود- ایستگاه مشیران به روش Arkansas (مترمکعب بر ثانیه)
Table 5: Environmental flow of the Darreh-Rood River - Moshiran station by Arkansas method (cubic meter per second)

ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
جریان زیست محیطی	۲/۱۰	۴/۱۸	۵/۳۳	۵/۶۶	۵/۸۱	۷/۶۴	۱۴/۷۱	۱۰/۶۴	۴/۳۷	۱/۶۰	۰/۷۶	۰/۸۳

روش Tennant

در جدول ۶ جریان زیست‌محیطی به‌دست‌آمده از روش Tennant برای سطوح مختلف مدیریتی رودخانه دره‌رود در ایستگاه هیدرومتری مشیران ارائه شده است. برای به حداقل رساندن مشکلات روش Tennant در برآورد جریان زیست‌محیطیِ محدوده مورد مطالعه و اجتناب از برآورد جریان زیست‌محیطی تابستان، بیش از میانگین ماهانه رودخانه، جریان زیست‌محیطی به صورت درصدی از آبدهی ماهانه، با توجه به ضرایب پیشنهادی رده قابل قبول محاسبه شده است. با توجه به جدول ۶ میانگین جریان محیط‌زیستی به روش Tennant در محدوده ۶/۳۰-۰/۴۲ مترمکعب بر ثانیه (برای ماه‌های مهر و فروردین) می‌باشد. با توجه به اینکه روش Tennant در رودخانه‌های بزرگ و دائمی ایالات مرکزی - غربی آمریکا مورد مطالعه قرار گرفته است، کاربرد آن برای رودخانه‌های فصلی و نیز برای رودخانه‌هایی که دارای نوسانات شدید جریان ماهانه هستند، با مسائل و مشکلاتی روبروست. در کشورهای در حال توسعه که آمار و اطلاعات کافی در آنها کم است، مناسب بودن روش باید مشخص شود.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]

جدول ۶: جریان زیست‌محیطی محاسبه‌شده رودخانه دره‌رود- مشیران به روش Tennant (مترمکعب بر ثانیه)

Table 6: Environmental flow of the Darreh-Rood River - Moshiran station by Tennant method (cubic meter per second)

ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
آبدهی متوسط	۴/۲۱	۶/۹۷	۸/۸۸	۹/۴۴	۹/۶۸	۱۲/۷۴	۲۱/۰۱	۱۵/۲۰	۶/۲۴	۲/۲۹	۱/۵۱	۱/۶۵
آبدهی حداکثر	۱۱/۹۲	۲۰/۱۹	۳۴/۵۱	۴۵/۵۸	۳۱/۵۱	۴۴/۷۱	۹۱/۸۵	۶۴/۰۹	۲۶/۲۷	۶/۷۸	۶/۵۳	۷/۶۰
آبدهی حداقل	۰/۳۵	۱/۵۵	۱/۷۳	۱/۶۰	۲/۱۷	۲/۷۶	۱/۰۲	۱/۶۱	۰/۲۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
جریان زیست‌محیطی	۰/۴۲	۰/۷۰	۰/۸۹	۰/۹۴	۰/۹۷	۱/۲۷	۶/۳۰	۴/۵۶	۱/۸۷	۰/۶۹	۰/۴۵	۰/۵۰

روش Tessman

بر اساس روش Tessman و با مقایسه دبی ماهانه موجود با دبی متوسط سالانه، حداقل نیاز زیست‌محیطی ضروری برای اکوسیستم رودخانه برای ماه‌های مختلف توصیه می‌شود. در جدول ۷ مقادیر جریان زیست‌محیطی محاسبه‌شده با روش Tessman ارائه شده است. همچنین روش Tessman مقدار ۳/۷۸ مترمکعب بر ثانیه (میانگین دبی) را برای رودخانه دره رود در ایستگاه مشیران به عنوان یک جریان زیست‌محیطی ارائه می‌کند. روش Tessman متغیرهای جریان زیست‌محیطی بیشتری را نسبت به روش Tennant ارائه می‌دهد. علاوه‌براین، این روش مشکلات محدودیت مکانی که در روش Tennant وجود دارد، حذف کرده است و مقدار دقیق‌تری از جریان زیست‌محیطی را نشان می‌دهد.

جدول ۷: جریان زیست‌محیطی محاسبه‌شده رودخانه دره‌رود- مشیران به روش Tessman (مترمکعب بر ثانیه)

Table 7: Environmental flow of the Darreh-Rood River - Moshiran station by Tessman method (cubic meter per second)

ماه	EF	MMF	MMF۰/۴	MAF	MAF۰/۴
مهر	۳/۳۳	۴/۲۱	۱/۶۸	۸/۳۲	۳/۳۳
آبان	۳/۳۳	۶/۹۷	۲/۷۹	۸/۳۲	۳/۳۳
آذر	۳/۵۵	۸/۸۸	۳/۵۵	۸/۳۲	۳/۳۳
دی	۳/۷۸	۹/۴۴	۳/۷۸	۸/۳۲	۳/۳۳
بهمن	۳/۸۷	۹/۶۸	۳/۸۷	۸/۳۲	۳/۳۳
اسفند	۵/۱۰	۱۲/۷۴	۵/۱۰	۸/۳۲	۳/۳۳
فروردین	۸/۴۱	۲۱/۰۱	۸/۴۱	۸/۳۲	۳/۳۳
اردیبهشت	۶/۰۸	۱۵/۲۰	۶/۰۸	۸/۳۲	۳/۳۳
خرداد	۲/۵۰	۶/۲۴	۲/۵۰	۸/۳۲	۳/۳۳
تیر	۲/۲۹	۲/۲۹	۰/۹۲	۸/۳۲	۳/۳۳
مرداد	۱/۵۱	۱/۵۱	۰/۶۱	۸/۳۲	۳/۳۳
شهریور	۱/۶۵	۱/۶۵	۰/۶۶	۸/۳۲	۳/۳۳

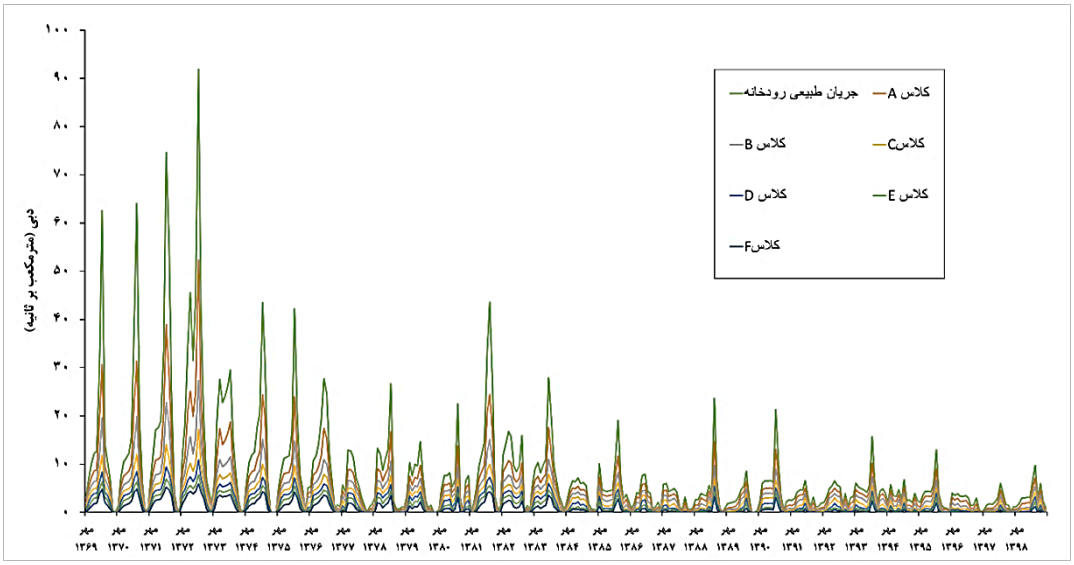
روش انتقال منحنی تداوم جریان

برای محاسبه جریان زیست‌محیطی از نرم‌افزار GEFC برای انتقال منحنی تداوم جریان استفاده شد. این روش جریان‌های گوناگونی را برای کلاس‌های مدیریتی مختلف فراهم می‌کند. تعیین تعداد شیفت‌های عرضی منحنی تداوم جریان در هر کلاس، بدون آگاهی از ارتباط بین

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]

مشخصات اکولوژیک و تغییرات جریان در رودخانه‌ها با رژیم‌های هیدرولوژیک مختلف، بسیار دشوار است. بنابراین، با توجه به فقدان این اطلاعات، در این تحقیق از حداقل شیفت عرضی ممکن در هر کلاس (یک شیفت عرضی) استفاده شد.نمودار توزیع ماهانه جریان در ایستگاه هیدرومتری مشیران واقع در رودخانه دره‌رود و مقادیر تخمینی این روش به عنوان جریان زیست‌محیطی در تمام کلاس‌ها ارائه شده است (شکل ۲).



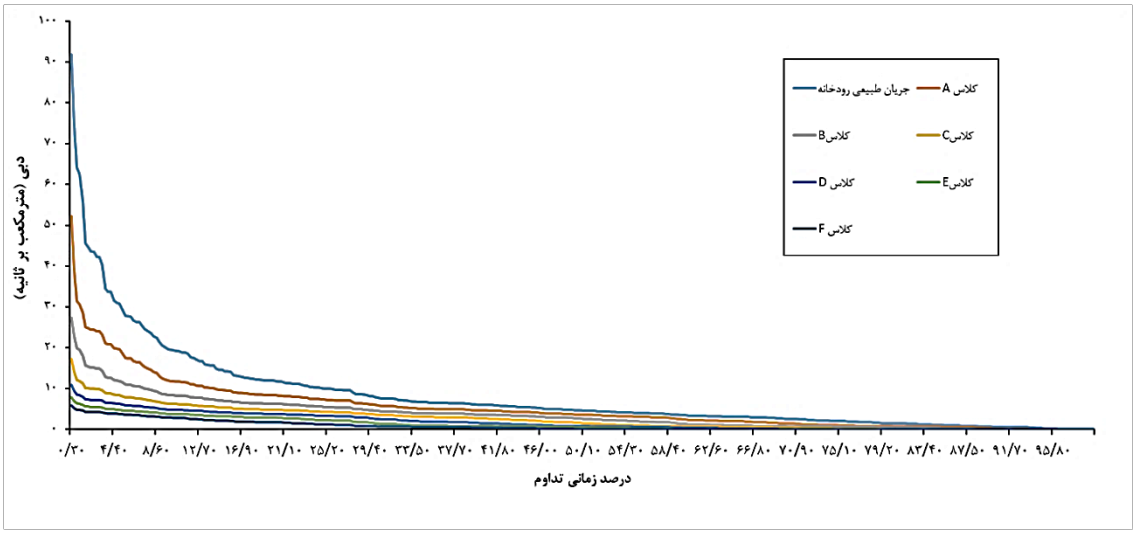
شکل ۲: توزیع ماهانه جریان زیست‌محیطی با کلاس های مدیریت زیست‌محیطی مختلف در روش انتقال منحنی تداوم جریان در رودخانه دره‌رود-مشیران (مترمکعب بر ثانیه)

Figure 2: Monthly distribution of environmental flow with different environmental management classes in the FDC shifting method in the Darreh-Rood River - Moshiran station (cubic meter per second)

روش تغییر منحنی تداوم جریان به عنوان یک روش ترکیبی هیدرولوژیک-اکولوژیک، نیازهای زیست‌محیطی را بر اساس دیدگاه اکولوژیک در دسته‌های مدیریت زیست‌محیطی مختلف با توجه‌به شرایط محیطی رودخانه دره رود و با استفاده از آمار جریان ماهانه ایستگاه هیدرومتری مشیران بر رودخانه ارائه می‌کند. طبق نمودار، به هر میزان که رودخانه در شرایط زیست‌محیطی بهتری قرار داشته باشد، جریان زیست‌محیطی نیز بیشتر می‌شود. با توجه به این‌که کلاس محیطی B از نظر اکولوژیک دارای شرایط طبیعی و با اندکی تغییر است و در این کلاس دینامیک زیستگاه‌ها و اجزاء جوامع زنده آبزی تغییر اندکی یافته، ولی عملکردهای اساسی اکوسیستم هنوز دست نخورده‌اند، در این تحقیق به عنوان کلاس مدیریت مطلوب انتخاب شده است. میانگین مقدار جریان زیست‌محیطی برآوردشده ۸/۰۴-۰/۵۹ مترمکعب بر ثانیه (به‌ترتیب برای ماه‌های مرداد و فروردین) با میانگین جریان زیست‌محیطی سالانه ۳/۶۷ مترمکعب بر ثانیه است. منحنی تداوم جریان محیطی برای شش کلاس مدیریت محیطی A الی F که از مدل به‌دست آمده، در شکل ۳ نشان داده شده است؛ بنابراین، میانگین سالانه جریان زیست‌محیطی ۳/۶۷ مترمکعب بر ثانیه (۴۴ درصد میانگین جریان سالانه)، است. در روش جریان پایه آبزیان باید توجه کرد که رودخانه‌های زیادی در ایران فصلی هستند و در ماه‌های خشک جریان آنها به صفر می‌رسد. بنابراین، این روش برای مناطق نیمه‌خشک کارایی مناسبی ندارد و جریان را برای رودخانه دره‌رود-مشیران در همه ماه‌ها برابر با ۱/۵۱ مترمکعب بر ثانیه در نظر می‌گیرد.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]



شکل ۳: منحنی تداوم جریان محیط‌زیستی در رودخانه دره‌رود- مشیران تحت کلاس های مدیریت زیست‌محیطی

Figure 3: Environmental Flow Duration Curve in the Darreh-Rood River - Moshiran station under environmental management classes

روشTennant در رودخانه‌های بزرگ و دایمی ایالات مرکزی- غربی آمریکا مطالعه شده است. استفاده این روش برای رودخانه‌های فصلی و رودخانه‌هایی که دارای نوسانات شدید جریان‌های ماهانه هستند، مشکلاتی را در پی خواهد داشت و در صورت استفاده از این آمار و اطلاعات باید روش Tennant بررسی و اصلاح شود و ماه‌های پرآب و کم‌آب مطابق با منطقه مورد مطالعه انتخاب شود. روش Tennant باتوجه به تخمین ۱۰ و ۳۰ درصدی شرایط قابل‌قبول، دبی محیط‌زیستی کمتری را در قیاس با روش انتقال منحنی تداوم جریان و تسمن ارائه می‌دهد. بررسی مقدار جریان زیست‌محیطی که مقادیر برآورد شده در ماه‌های مختلف در مقایسه با روش Tennant دامنه و متوسط جریان بیشتری را ارائه می‌دهد. روش‌های Tessman و انتقال منحنی تداوم جریان با استفاده درست از کلاس‌های مدیریتی می‌تواند روش‌های هیدرلوژیک مناسبی برای جریان زیست‌محیطی باشد. شایان ذکر است، استفاده از روش Tessman در مناطق خشک و نیمه خشک مناسب نیست. زیرا باعث ایجاد جریان‌های بسیار کم یا زیاد می شود که ممکن است در تخریب رودخانه‌ها تأثیر بگذارد (شهریاری نیا و همکاران، ۱۳۹۳). متوسط جریان زیست‌محیطی ماهانه برای حفاظت از رودخانه دره‌رود با استفاده از روش‌های مختلف در این پژوهش در جدول ۸ و شکل ۴ نشان داده شده است.

جدول ۸: مقایسه مقادیر پیشنهادی جریان زیست‌محیطی رودخانه دره‌رود- مشیران از روش‌های مختلف (مترمکعب بر ثانیه)

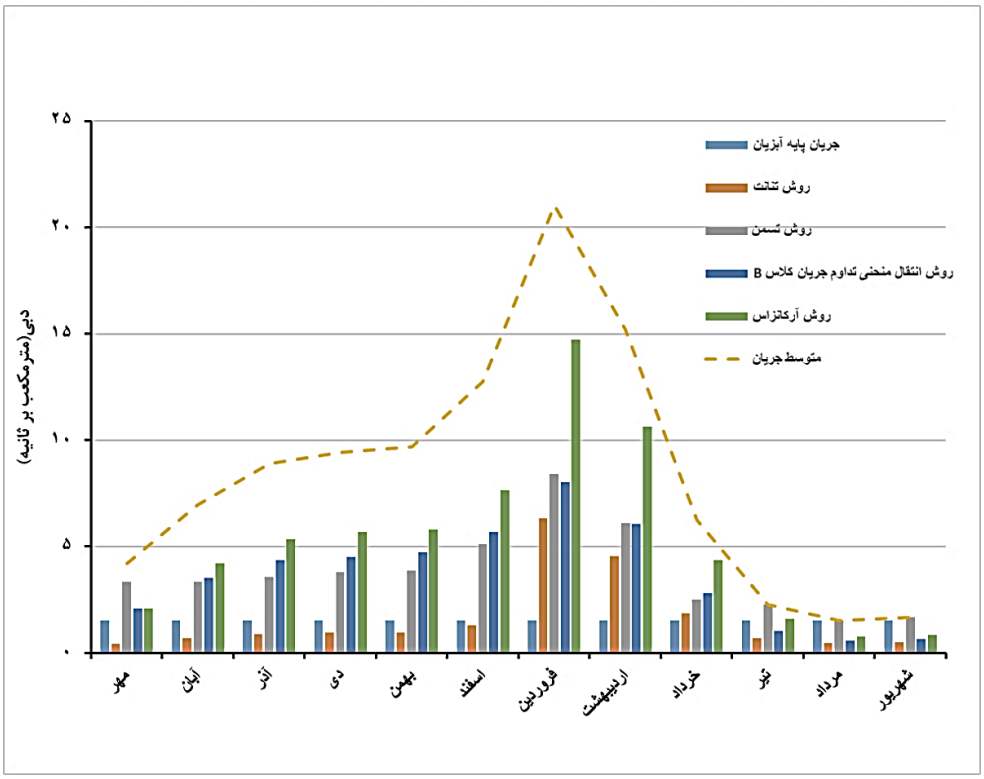
Table 8: Comparison of the proposed environmental flow values of the Darreh-Rood River - Moshiran station from different methods (cubic meter per second)

ماه	میانگین	انتقال منحنی تداوم جریان	Tessman	Tennant	Arkansas	جریان پایه آبزیان
مهر	۴/۲۱	۲/۱۰	۳/۳۳	۰/۴۲	۲/۱۰	۱/۵۱
آبان	۶/۹۷	۳/۵۳	۳/۳۳	۰/۷۰	۴/۱۸	۱/۵۱
آذر	۸/۸۸	۴/۳۴	۳/۵۵	۰/۸۹	۵/۳۳	۱/۵۱
دی	۹/۴۴	۴/۵۲	۳/۷۸	۰/۹۴	۵/۶۶	۱/۵۱
بهمن	۹/۶۸	۴/۷۲	۳/۸۷	۰/۹۷	۵/۸۱	۱/۵۱
اسفند	۱۲/۷۴	۵/۶۸	۵/۱۰	۱/۲۷	۷/۶۴	۱/۵۱

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]

ماه	میانگین	انتقال منحنی تداوم جریان	Tessman	Tennant	Arkansas	جریان پایه آبزیان
فروردین	۲۱/۰۱	۸/۰۴	۸/۴۱	۶/۳۰	۱۴/۷۱	۱/۵۱
اردیبهشت	۱۵/۲۰	۶/۰۷	۶/۰۸	۴/۵۶	۱۰/۶۴	۱/۵۱
خرداد	۶/۲۴	۲/۸۱	۲/۵۰	۱/۸۷	۴/۳۷	۱/۵۱
تیر	۲/۲۹	۱/۰۲	۲/۲۹	۰/۶۹	۱/۶۰	۱/۵۱
مرداد	۱/۵۱	۰/۵۹	۱/۵۱	۰/۴۵	۰/۷۶	۱/۵۱
شهریور	۱/۶۵	۰/۶۶	۱/۶۵	۰/۵۰	۰/۸۳	۱/۵



شکل ۴: توزیع ماهانه جریان زیست‌محیطی رودخانه دره‌رود- مشیران به روش‌های مختلف (مترمکعب بر ثانیه)

Figure 4: Environmental flow monthly distribution of the Darreh-Rood River - Moshiran station in different methods (cubic meter per second)

بحث

امروزه افزایش آگاهی از اثرات برنامه‌های توسعه منابع آب بر رودخانه‌ها و اکوسیستم‌های وابسته به آنها منجر به برآورد نیاز زیست‌محیطی به عنوان یکی از بخش‌های ضروری مطالعات برنامه‌ریزی منابع آب در سدها شده است.Zhang و همکاران (۲۰۱۴) و Yi و همکاران (۲۰۱۷) و دریافتند برای برآورد جریان زیست‌محیطی باید به پارامترهای هیدرولوژیک و ویژگی زیست‌محیطی توجه شود. نادری و همکاران (۱۳۹۷) از چهار روش هیدرولوژیک و اکوهیدرولیک برای برآورد جریان‌زیست‌محیطی رودخانه قره‌سو استفاده کردند و مقادیر به‌دست‌آمده از روش شبیه‌سازی زیستگاه بسیار بیشتر از روش Tennant و Tessman است. در مطالعه نادری و همکاران (۱۳۹۸) برای برآورد جریان زیست‌محیطی رودخانه غاز محله استفاده از روش انتقال منحنی تداوم جریان به علت سازگاری با شرایط اکولوژیک و هیدرولوژیک منطقه مورد مطالعه نسبت

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]

به سایر روش‌ها ارجحیت داشت که این نتیجه را می‌توان به مطالعه حاضر تعمیم داد. اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۷) جهت برآورد تخمین جریان زیست‌محیطی دریافتند، جریان پایه آبزیان به دلیل عدم در نظر گرفتن تغییرات جریان ماهانه در مناطق نیمه خشک، رویکرد مناسبی نیست که با پژوهش حاضر مطابقت دارد. از آن‌جایی‌که با بهره‌برداری سد عمارت (استان اردبیل)، جریان زیست‌محیطی دچار تغییر می‌شود و اثرات سد بر اکوسیستم عمدتاً مربوط به ماهی‌ها و توقف تردد آنها در طول رودخانه است، بدین‌منظور از ارزیابی جریان زیست‌محیطی برای محافظت آبزیان و اکوسیستم آبی با بهره‌گیری از روش‌های هیدرولوژیک و روش اکوهیدرولوژیک استفاده شد. زیرا در غیاب اطلاعات اکولوژیک، شاخص‌های هیدرولوژیک می‌توانند برای جریان زیست‌محیطی استفاده شوند. بنابراین، در پژوهش حاضر از پنج روش جریان پایه آبزیان (ABF)، Arkansas، Tennant، Tessman و انتقال منحنی تداوم جریان (FDC shifting) برای برآوردهای جریان زیست‌محیطی رودخانه دره رود استفاده شد و تلاش شد تا منطبق بر شرایط اقلیمی و زیستگاهی منطقه مورد مطالعه گردد. بدین‌صورت که در طبقه‌بندی صورت‌گرفته، رودخانه دره‌رود- مشیران عمدتاً در طبقه زیستی B (تا حد زیادی شرایط زیستی رودخانه طبیعی) قرار داشت. شایان ذکر است، مقادیر پیشنهادی برای جریان زیست‌محیطی رودخانه دره‌رود، راه‌حل نهایی نیست. زیرا فقدان اطلاعات جامع اکولوژیک در مطالعات اکوسیستم رودخانه، سبب تخمین جریان محیط‌زیستی با ضریب اطمینان کمتری می‌شود. بنابراین، استفاده از روش‌های جامع و در ضمن تجزیه‌وتحلیل رژیم جریان زیست‌محیطی رودخانه با استفاده از شاخص‌های زیستی برای محافظت از یکپارچگی و تنوع اکوسیستم‌های آبزی، به عنوان مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود و نتایج مطالعه حاضر برای سطوح مختلف مدیریتی و تصمیم‌گیری برای تخصیص منابع آب برای منطقه، مفید و مورد استفاده خواهد بود.

منابع

اسماعیلی، ک.، ز. صادقی، ع. کابلی. و شفائی.، ح.، ۱۳۹۷. کاربرد روش های هیدرولوژیکی در برآورد حقابه محیط زیستی رودخانه (مطالعه موردی رودخانه گرگانرود). مجله محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، ۷۱(۴)، 437-451. DOI: org/10.22059/jne.2018.219125.1266

امینی، ح.، اسمعلی، ا.، مصطفی‌زاده، ر.، شرری، م. و ذبیحی، م.، ۱۳۹۸. واکنش خشکسالی هیدرولوژیک در جریان تنظیمی رودخانه تحت تاثیر احداث سد در استان اردبیل. فیزیک زمین و فضا. ۴۴(۲) ،۴۷۳ - ۴۸۶. DOI: 10.22059/jesphys.2019.272671.1007078

حبیبی آلاگوز، س. و ستاری، م.ت.، ۱۳۹۷. برآورد حق آبه زیست محیطی رودخانه قطورچای با استفاده از روش های هیدرولوژیکی و اکوهیدرولوژیکی،نشریه اکوهیدرولوژی، ۵(۲)، ۵۱۱-۵۲۳.

شهریاری‌نیا، ا.، حیدرزاده ن. و اسداله‌فردی، غ.، ۱۳۹۳ . برآورد نیاز زیست محیطی رودخانه ها با رویکرد هیدرواکولوژیک، پانزدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسر کشور، انجمن علمی دانشجویی عمران دانشگاه ارومیه، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. https://civilica.com/doc/321592.

عبدی، ر.، یاسی، م. و صدقی، ح.، ۱۳۹۳. ارزیابی روش‌های اکولوژیکی- هیدرولیکی- هیدرولوژیکی در برآورد جریان محیط‌زیستی رودخانه. فصلنامه علمی- پژوهشی آب و فاضلاب، ۲۶(۲)،۷۱-۸۱.

عشایری، ع.، کرباسی، ع.ا. و باغوند، ا.، ۱۳۹۳. ارزیابی کیفیت آب رودخانه دره‌رود برای آبیاری با بهره‌گیری از رویکرد پایدار مدار حفاظتی و مدل CCME-WQI. نشریه حفاظت منابع آب و خاک (علمی – پژوهشی). ۳(۴)، ۵۱-۶۱. DOR: https://dorl.net/dor/20.1001.1.22517480.1393.3.4.4.6

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]

مهندسین مشاور مهاب قدس، ۱۳۹۰ . رودخانه دره‌رود حوضه ارس، فصل هیدرولوژی. گزارش فنی.

نادری، م.ح.، ذاکری نیا، م. و سالاری جزی، م.، ۱۳۹۷. بکارگیری مدل PHABSIM در تبیین رژیم اکولوژیکی رودخانه به منظور برآورد جریان زیست محیطی و مقایسه با روش‌های هیدرولوژیکی (مطالعهٔ موردی: رودخانهٔ قره‌سو)، اکوهیدرولوژی، ۵(۳)، ۹۴۱- DOI: 10.22059/ije.2018.253183.834.۹۵۵

نادری، م.ح.، سعیدی، س.، و هرسینی ج.ا.، ۱۳۹۸. پیاده سازی رژیم جریان زیست محیطی در بهبود محیط زیست رودخانه. نشریه اکو بیولوژی تالاب، 11(۴۲)، ۳۵-۵۲

نادری، م.ح.، پورغالم آمیجی،م.، احمدآلی، خ.، امیری، ز.، قجقی، آ. و قربانی مینایی، ل.، ۱۳۹۹ . تعیین و طراحی محدوده رژیم جریان مطلوب اکولوژیکی رودخانه زرین گل با بررسی مشخصه های هیدرومورفو-اکولوژیکی، رویکردهای مبتنی بر شاخص هیدرولوژیکی و مدل اکوهیدرولیکی شبیه‌سازی مطلوبیت زیستگاه. شیلات، ۷۳(۱)، ۱۷-۴۰. DOI: 10.22059/jfisheries.2020.293901.1127

Achieng, A.O., Masese, F.O. and Kaunda-Arara, B., 2020. Fish assemblages and size-spectra variation among rivers of Lake Victoria Basin, Kenya. *Ecological Indicators*, 118, 106745. Doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106745

Ahmadpari, H., Ladez, B., Shokoohi, E. and Kheiry, M., 2019. Evaluation of environmental flows in Dalfard River using hydrological methods**.** *International Journal of Engineering and Technology*, 11, 530-539. Doi: 10.21817/ijet/2019/v11i3/191103036

Ahn, J.M., Kwon, H.G., Yang, D.S. and Kim, Y.S., 2018. Assessing environmental flows of coordinated operation of dams and weirs in the Geum River basin under climate change scenarios. *Science of the Total Environment*, 643, 912-925. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.06.225

Archfield, S.A., Steeves, P.A., Guthrie, J.D. and Ries, K.G., 2013. Towards a publicly available, map-based regional software tool to estimate unregulated daily streamflow at ungauged rivers. *Geoscientific Model Development*, 6(1), *101-115*. Doi: 10.5194/gmd-6-101-2013

Baghel, D.S., Gaur, A., Karthik, M. and Dohare, D., 2019. Global trends in environmental flow assessment: an overview. *Journal of the Institution of Engineers (India): Series A*, 100(1), 191-197. Doi: 10.1007/s40030-018-0332-5

Caissie, D. and El-Jabi, N., 1995. Comparison and regionalization of hydrologically based instream flow techniques in Atlantic Canada. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 22(2), 235-246. Doi: 10.1139/l95-033

Davis, M.M., 2005. Instream flow guidelines and protection of Georgia's aquatic habitats. *Georgia Institute of Technology*, 2005. Doi: 10.22059/jne.2018.219125.1266

Filipek, S.P., Keith, W.E. and Giese, J., 1987. Status of the Instream Flow Issue in Arkansas, *Journal of the Arkansas Academy of Science*, 41(1), 43-48.

Hairan, M.H., Jamil, N.R., Azmai, M.N.A., Looi, L.J. and Camara, M., 2021. Environmental Flow Assessment of a Tropical River System Using Hydrological Index Methods. *Water*, 13(18), 2477. Doi: 10.3390/w13182477.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]

Karakoyun, Y., Yumurtaci, Z. and Dönmez, A.H., 2016. Environmental flow assessment for energy generation sustainability employing different hydraulic evaluation methods: Çambaşi hydropower plant case study in Turkey. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 18(2), 583-591. Doi: 10.1007/s10098-015-1023-9

Kim, S.K. and Choi, S.U., 2019. Comparison of environmental flows from a habitat suitability perspective: A case study in the Naeseong-cheon Stream in Korea. *Ecohydrology*, 12(6), 2119. Doi: 10.1002/eco.2119

Kuriqi, A., Pinheiro, A.N., Sordo-Ward, A. and Garrote, L., 2019. Flow regime aspects in determining environmental flows and maximising energy production at run-of-river hydropower plants. *Applied Energy*, 256, 113980. Doi: 10.1016/j.apenergy.2019.113980

Smakhtin, V.U. and Anputhas, M., 2006. An assessment of environmental flow requirements of Indian River basins. IWMI Research Report 107. International Water Management Institute, Colombo, SriLanka, 36 P.

Tennant, D.L., 1976. Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources. *Fisheries*, 1(4), 6-10. Doi:10.3910/2009.106

Tessman, S., 1980. Environmental assessment, technical appendix E. Environmental Use Sector Reconnaissance Elements of the Western Dakotas Region of South Dakota Study. Water Resources Research Institute, South Dakota State University, Brookings, SD.

Yi, Y., Cheng, X., Yang, Z., Wieprecht, S., Zhang, S. and Wu, Y., 2017. Evaluating the ecological influence of hydraulic projects: A review of aquatic habitat suitability models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 748-762. Doi: 10.1016/j.rser.2016.09.138

Zhang, Q., Xiao, M., Liu, C.L. and Singh, V.P., 2014. Reservoir-induced hydrological alterations and environmental flow variation in the East River, the Pearl River basin, China. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 28(8), 2119-2131. Doi: 10.1007/s00477-014-0893-4.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]

Use of hydrological and ecohydrological methods for the assessment of river environmental flow to protect aquatic animals and aquatic ecosystem

Ghasemi A.[1*]; Valinassab T.[2]; Mohammadpour M.[3]

[*]arefeh.ghasmi@modares.ac.ir

1-Faculty of Civil and Environmental Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2-Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.
3-Ragional Water Company of East Azarbaijan, Iran.

Abstract

The survival of aquatic life and natural habitats requires the preservation of rivers as the most important aquatic ecosystems. Climate change, dams, overfishing, and water pollution have put rivers, aquatic ecosystems, and fish which are biological indicators at risk in recent years. all around the world, various hydrological methods are used to improve the ecological environment, maintain the natural flow regime, and protect the ecological diversity of the ecosystem. In this study, hydrological and eco-hydrological methods (FDC Shifting, Arkansas, Tessman, Tennant, and ABF) were used to estimate the environmental flow of the Darreh-Rood River at the Moshiran hydrometric station in Ardabil province, based on statistical period of 30 years. The average environmental water requirement in the aquatic base flow method and the Tennant method were 1.51 and 1.63 m^3/s, respectively, which are not suitable approaches due to the excluding of seasonal changes and severe monthly flow changes without modifications. The flow duration curve shifting method with an average environmental flow requirement of 3.67 m^3/s was better than other methods due to the bio-management class in accordance with the conditions of the region. Furthermore, this study discovered that in the lack of complete ecological data, hydrological indicators and environmental classes in flow duration curve shifting approach could be used to estimate environmental flow requirements.

Keywords: Aquatic ecosystem, Ecohydrological method, Hydrological method, Environmental flow, Darreh-Rood River

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.4.8.6]