

ارزیابی جریان زیست محیطی رودخانه با روش‌های هیدرولوژیکی (مطالعه موردی رودخانه گرگانرود)

* زهرا صادقی، دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، دانشگاه فردوسی مشهد

کاظم اسماعیلی، دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی

عبدالرضا کابلی، کارشناس گروه تلفیق و بی‌ان دفتر مطالعات شرکت آب منطقه‌ای استان

گلستان

* Email: Zahrasadeghi84@gmail.com

چکیده

طرح‌های توسعه منابع آب (نظیر احداث سد‌ها) دارای اثرات زیست محیطی متعددی می‌باشد، که تغییری در رژیم طبیعی رودخانه و کاهش جریان سطحی پایینی دست از مهم‌ترین آن است. یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیران و محققین حوزه علوم آب محاسبه جریان‌های متغیر طبیعی رودخانه و درک اهمیت حفاظت از منابع آب و تنوع زیستی و زیست بوم وابسته به جریان رودخانه است. جریان زیست محیطی توصیفی از زمان، کیفیت و مقدار جریان مورد نیاز برای حفظ آب شیرین و اکوسیستم مصب رودخانه و رفاه انسان و معیشت وابسته به آب است. هدف اصلی از تحقیق حاضر، برآورد جریان زیست محیطی رودخانه گرگانرود (ایستگاه آق قلا)، از روش‌های هیدرولوژیکی: تنانت، تسمن، جریان پایه آبیان، منحنی تداوم جریان و تغییری منحنی تداوم جریان در ماه‌های مختلف سال بوده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد حداقل دبی گرگانرود (ایستگاه آق قلا) جهت تأمین جریان زیست محیطی با استفاده از روش‌های فوق به ترتیب مساوی ۲/۲۷، ۱/۸، ۵/۵۱، ۴/۴۷ و ۳/۳۳ (کلاس مدیریتی زیست محیطی C) متر مکعب بر ثانیه بایده باشد. در این تحقیق نشان داده شده است که در غیاب اطلاعات اکولوژیکی، شاخص‌های هیدرولوژیکی می‌توانند برای یک تخمین اولیه از نیازهای جریان زیست محیطی مورد استفاده قرار گیرند.

کلید واژه‌ها: جریان زیست محیطی، رژیم رودخانه، روش هیدرولوژیکی، گرگانرود.

در اکوسیستم‌های آبی مانند رودخانه و تالاب گیاهان و جانورانی وجود دارند که خود را با محیط آبی وفق داده و در واقع جهت تهی‌ه‌عذا، پناهگاه و سایر نیازهای خود به محیط آبی وابستگی پیدا می‌کنند. مهم‌ترین عضو این اکوسیستم‌ها ماهیان می‌باشند که بسته به جنس و گونه به اکوسیستم آبی ارزش می‌دهند [1].

با توجه به برنامه‌های توسعه‌ی متعدد و اجرای پروژه‌های عمرانی از جمله احداث سازه‌های آبی بنا بر نیاز (شرب، صنعت، تولید انرژی برقایی، آبیاری و آبخیزداری) زیستگاه‌های آبی ایجاد شده در زمان‌های طولانی بر هم خورده به طوری که یک اکوسیستم آبی دارای جریان رودخانه ای را به اکوسیستم آبی تقریباً غیر متحرک دریاچه ای تبدیل می‌کند. این تغییر کاربری زیستگاه‌های فلور و فون اکوسیستم را بر هم زده، گونه‌هایی کاملاً از بین می‌روند و گونه‌هایی به مهاجرت روی می‌برند، جدا از این امر با ایجاد سد و مانع بر روی آب‌های در جریان، دبی کاهش یافته و به طور قطع سطح مقطع جری‌ان، عمق و حتی سرعت جریان متفاوت خواهد شد و به دنبال آن فون و فلور اکوسیستم تغییر خواهد یافت. این موضوعی است که در تمام جهان اکولوژیست‌ها و کارشناسان محیط زیست را بر آن داشته تا در جهت حفظ اکوسیستم‌های پایین دست سازه‌ها وارد عمل شوند، لذا در کلیه پروژه‌های مطالعاتی ارزیابی زیست محیطی سازه‌های آبی، یک بند جهت برآورد جری‌ان زیست محیطی پایین دست گنجانده می‌شود که به روش‌های مختلفی این برآورد انجام می‌گیرد. جری‌ان زیست محیطی اغلب بعنوان مجموعه‌ای از اطلاعات شامل مقدار جری‌ان، زمان وقوع، فراوانی و تداوم آن تعریف می‌شود. این جری‌ان که شرایط مستعد نگهداری مجموعه ای از زیستگاه‌های آبی و فرایندهای اکوسیستم را فراهم می‌کنند، بعنوان "جری‌ان زیست محیطی" نامیده می‌شوند [2].

مطالعات بررسی جری‌ان زیست محیطی در ابتدا توسط سرویس حیات وحش آمریکا از ۱۹۴۰ تا ۱۹۷۰ در این کشور به کار رفت و متعاقب آن قانون رسمی جریان زیست محیطی در ۱۹۷۰ به عنوان نتیجه دستورالعمل سیاست گذاری ملی زیست محیطی (۱۹۶۹) و سند برنامه ریزی منابع آب (۱۹۵۶) به ثبت رسید [3].

به منظور تعیین جری‌ان زیست محیطی، با توجه به مقیاس مکانی مطالعه، داده‌های موجود، گام زمانی ارزیابی و ظرفیت‌های فنی و مالی، روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند بر این اساس متدولوژی‌ها محدوده وسیعی را در بر می‌-

گیرند: از روش‌های سریع در سطح شناسایی با هدف برنامه ریزی کلان منابع آب تا روش‌های دقیقتر برای یک رودخانه دارای گونه‌های حفاظت شده [4].

در حدود ۲۰۷ متدولوژی برای تعیین نیاز آب زیست محیطی رودخانه‌ها در ۴۴ کشور از سراسر جهان شناسایی شده است. که این روش‌ها را به طور عمده می‌توان در قالب چهار روش متمایز شامل: روش هیدرولوژیکی، هیدرولیکی، روش شبیه سازی زیستگاه‌ها و روش جامع طبقه بندی کرد [3].

کاربرد این روش‌ها در دو سطح به شرح ذیل است:

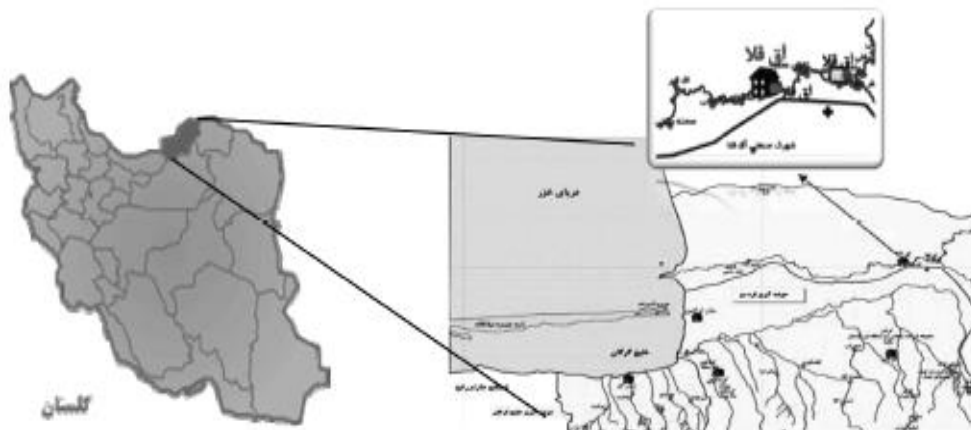
(۱) سطح شناسایی اولیه: بدین منظور عمدتاً از روش‌های هیدرولوژیکی استفاده می‌شود که این روش‌ها ۳۰٪ کل روش‌های شناسایی شده در سطح جهان را تشکیل می‌دهند و وسیع‌ترین گروه متدولوژی‌های مورد استفاده می‌باشند.

(۲) سطح جامع: در این سطح برای تعیین نیاز آب زیست محیطی، عمدتاً روش شبیه سازی زیستگاه‌ها و روش جامع به کار می‌روند [5].

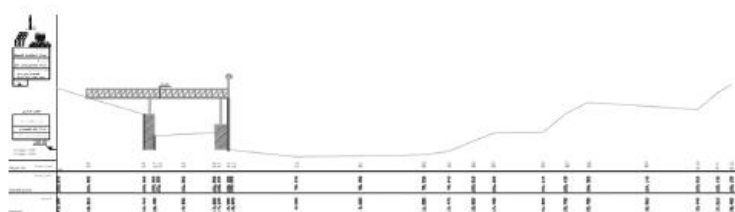
در این مقاله سعی شده است با اطلاعات در دسترس گرگانرود (ایستگاه آق قلا) از سال ۶۰ تا ۹۲ و به کارگیری روش‌های تنانت، تسمن، پایه آبریزان، منحنی تداوم جریان و تغیری منحنی تداوم جری‌ان در ماه‌های مختلف سال، جری‌ان زیست محیطی این رودخانه را محاسبه و بهترین روش انتخاب و معرفی گردد.

۲- مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: رودخانه گرگانرود در استان گلستان واقع شده است. طول این رودخانه ۲۷۰ کیلومتر و وسعت حوزه آبریز آن بیش از ۱۰۰۰۰ کیلومترمربع است. میزان آورد جری‌ان سالانه این رودخانه در محل ایستگاه هیدرومتری آق قلا بیش از ۸۰۰ میلیون مترمکعب برآورد شده است. در شکل (۱) موقعیت رودخانه مورد مطالعه در کشور و استان گلستان و در شکل ۲، مقطع عرضی رودخانه در محل ایستگاه و نمایی از رودخانه در پای‌ین دست ایستگاه نشان داده شده است.



شکل ۱- نمای از رودخانه گرگانرود در محل ایستگاه هیدرومتری آق قلا



شکل ۲- نمای از مقطع عرضی و وضعیت پوشش گیاهی رودخانه گرگانرود در محل ایستگاه هیدرومتری آق قلا

بررسی داده‌های مورد استفاده : تمام روش‌های مورد استفاده در این تحقیق مبنای هیدرولوژیکی داشته و بنابراین در ابتدا آمار و اطلاعات دبی رودخانه گرگانرود از سازمان آب منطقه‌ای گلستان دریافت شد و نیاز اطلاعاتی هر روش با توجه به اطلاعات موجود از آورده‌های هیدرولوژیکی روزانه و ماهیانه این رودخانه برای دوره‌های بلند مدت مورد بررسی قرار گرفت، لازم به ذکر است که صحت سنجی، بررسی و همگن سازی داده‌ها توسط کارشناس آب منطقه‌ای گلستان صورت گرفته است. متوسط جری‌ان رودخانه در ایستگاه آق قلا ۱۱/۸ متر مکعب بر ثانیه و حداکثر و حداقل جری‌ان در ایستگاه مذکور به ترتیب ۳۹/۱ و ۰ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد.

روش‌های مورد استفاده در تعیین جریان زیست‌محیطی:

روش تنانت: در سال ۱۹۷۶ دونالد تنانت^۱ روشی برای تعیین جریان زیست‌محیطی مورد نیاز برای ماهی‌ها معروف به روش «مونتانا» یا بطور متداول‌تر، روش «تنانت» معرفی کرد. این روش درصدی از متوسط جریان سالیانه را برای تعیین کیفیت زیستگاه ماهیان بکار می‌برد. روش تنانت بر پایه مطالعات صحرایی در ایالت مرکزی - غربی آمریکا با برقراری رابطه بین جریان رودخانه و حفظ طبیعت ریزاب رودخانه (پوشش‌های گیاهی و جوامع زیستی محیط‌های آبی و تالابی جنب رودخانه‌ها) توسعه داده شده است. بدین معنی که هدف اصلی حفظ شرایط زیست‌مهمان رودخانه بوده است. در این روش حداقل میزان رها سازی بصورت درصد مشخصی از میانگین سالانه دبی رودخانه محاسبه می‌گردد. درصد‌های مذکور در جدول (۱) ارائه شده‌اند.

جدول ۱- درصد سهم از میانگین سالانه رودخانه جهت جریان زیست‌محیطی در روش تنانت (۱۹۷۶)

(برگرفته از نشریه شماره ۳۵۲-الف وزارت نیرو) [6]

درصد پیشنهادی از میانگین جریان سالانه		هدف
بهار-تابستان	پای‌یز-زمستان	
۶۰-۱۰۰	۴۰-۱۰۰	دامنه بهینه میانگین جریان سالانه
درصدی از میانگین جریان سالانه مورد نیاز برای حفظ شرایط مورد انتظار رودخانه		
۶۰	۴۰	بسیار عالی
۵۰	۳۰	عالی
۴۰	۲۰	خوب
۳۰	۱۰	قابل قبول
۱۰	۱۰	ضعیف
۰-۱۰	۰-۱۰	کمبود شدید

در ایران روش تنانت می‌تواند بعنوان مدلی جهت توسعه سطوح جریان حداقل در سطح برآورد اولی حوضه آبریز بکار رود. اگرچه اصلاح این روش بطوری که بتواند در ایران استفاده شود، مستلزم کارهای صحرایی گسترده می‌باشد. این امر نیازمند جمع‌آوری داده‌های بیولوژیکی و هیدرولوژیکی از سراسر ایران، برای فراهم کردن روابط بین دبی و مطلوبیت و قابلیت زیستگاه فیزیکی می‌-

1- Donald Tennant

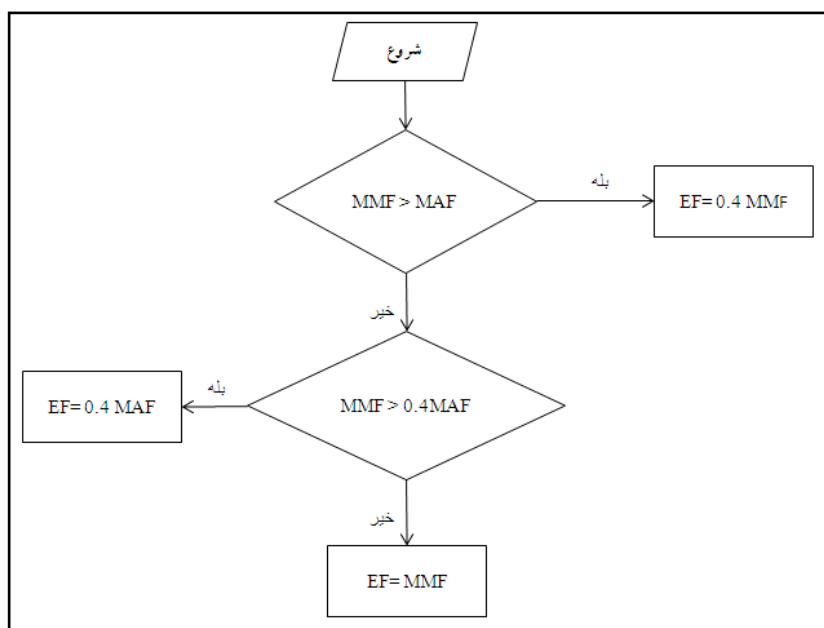
باشد. این روش برای نواحی خشک و نیمه خشکی که آبراهه‌ها ممکن است برای چندین ماه خشک باشند مناسب نیست، زیرا ممکن است منجر به پیشنهاد جریان‌های بسیار زیاد شود.

روش تسمن^۱

تسمن (۱۹۸۰) با اقتباس از پیشنهادات فصلی روش تنانت از ترکیبی از متوسط جریان ماهیانه (MMF) و متوسط جریان سالانه (MAF) برای تعیین حداقل جریان ماهیانه مورد نیاز استفاده کرد.

- اگر $MMF > 40\% MAF$ باشد، بعنوان حداقل جریان ماهیانه در نظر گرفته می‌شود.
- اگر $MMF < 40\% MAF$ باشد، $40\% MAF$ بعنوان حداقل جریان ماهیانه در نظر گرفته می‌شود.
- اگر $MAF < MMF$ باشد، $40\% MAF$ بعنوان حداقل جریان ماهیانه در نظر گرفته می‌شود.

این مراحل بصورت فلوچارتی در شکل (۳) ارائه شده است.



شکل ۳- فلوچارت تعیین جریان زیست‌محیطی به روش تسمن

روش جریان پایه آبزیان: فرض موجود در این روش اساس تعیین دبی است. بر اساس این فرض، می‌توان جریان در خشک‌ترین ماه، در طول سال برای ماهی‌ها کافی است مگر این که جریان اضافی برای ارضای نیازهای تخم‌ریزی و تولید مثل لازم باشد. این روش از گروه روش‌های هیدرولوژیکی است. باید توجه کرد که رودخانه‌های

زیادی در ایران فصلی هستند و در فصول خشک هیچ جریانی ندارند. برای این پهنه‌های آبی، این روش در این ماه‌های خشک به جریان صفر خواهد رسید. بنابراین برای مناطق نیمه خشک این روش کارایی مناسبی ندارد.

منحنی تداوم جریان: منحنی تداوم جریان، عبارتست از منحنی جریان‌های متوسط روزانه مشاهداتی که به ترتیب نزولی مرتب شده‌اند (سری زمانی $Q(i)$ ها که $i=1$ بی‌انگزر بزرگترین میانگین جریان روزانه مشاهده شده در طول یک سال است)، به صورت تابعی از احتمال تجاوز از این مقدار جریان، که از رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد:

$$p(i) = i/n + 1 \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه (۱)، n کل روزهای مشاهداتی در طول یکسال و i رتبه جریان که به ترتیب نزولی مرتب شده است، می‌باشند. در تحلیل منحنی تداوم جریان، آماردر حالت طبیعی جریان تحلیل می‌شود تا میزان دبی را که در X درصد موارد جریان از آن متجاوز بوده است، تعیین نماید. در برخی موارد Q_{90} به عنوان حداقل جریان زیست محیطی برای حفظ رودخانه در شرایط نسبتاً مناسب تعیین می‌شود، که عبارتست از مقدار جریانی که در ۹۰ درصد مواقع دبی جریان رودخانه متجاوز از آن بوده است. برای حفظ رودخانه در شرایط مناسب Q_{75} به عنوان حداقل جریان زیست استفاده می‌شود، که عبارتست از مقدار جریانی که در ۷۵ درصد مواقع دبی جریان رودخانه متجاوز از آن بوده است

انتقال منحنی تداوم جریان: این روش توسط اسمختین و آپوتاس (۲۰۰۶) به منظور ارزیابی جریان زیست محیطی در سامانه رودخانه معرفی شده است. این روش که یک رژیم‌های درولوژیکی برای حفاظت رودخانه در وضعیت اکولوژیکی مطلوب ارائه می‌دهد اصطلاحاً "انتقال منحنی تداوم جریان" نامیده می‌شود [7]. این روش شامل چهار مرحله اصلی می‌باشد، که عبارتند از:

(۱) شبیه‌سازی وضعیت‌های درولوژیکی موجود

(۲) تعریف کلاس‌های مدیریتی زیست محیطی

(۳) تولید منحنی‌های تداوم جریان زیست محیطی

(۴) تولید سری زمانی جریان زیست محیطی ماهیانه

برای ارزیابی جریان زیست محیطی، از داده‌های جریان ماهیانه رودخانه استفاده می‌شود. شش کلاس مدیریتی از حالت طبیعی (A) تا کلاس بحرانی تغییریافته (F) در این روش تعریف شده است. تعاریف کلاس‌های مختلف در جدول (۲) ارائه شده است.

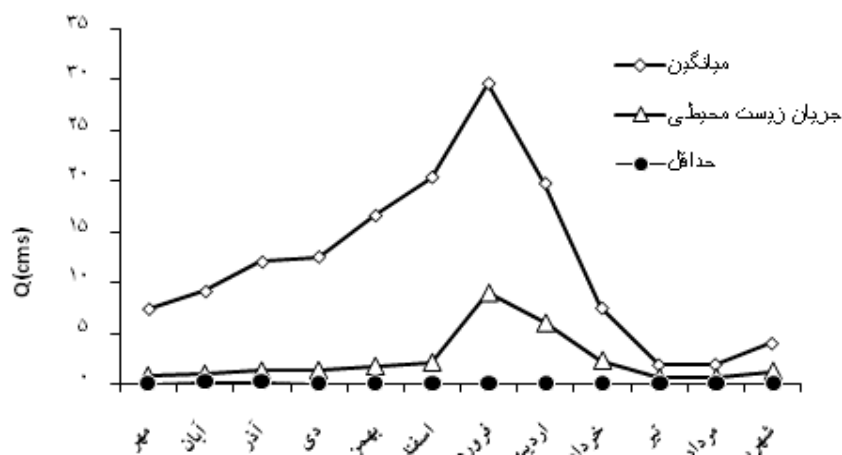
جدول ۲- کلاس های مدیریتی زیست محیطی (شاعری کری می و همکاران ۱۳۸۹)

کلاس های مدیریتی زیست محیطی (EMC)	تعریف اکولوژیکی	از دیدگاه مدیریتی
A: طبیعی	وضعیت دست نخورده یا حداقل تغییریات زیستگاه ساحلی و رودخانه ای	رودخانهها و حوضه های حفاظت شده . مناطق حفاظت شده و پارک های ملی. اجازه هیچ پروژه جدی آبی (سدها، انحراف آب و ...) داده نمی شود.
B: اندک تغییریافته	تنوع زیستی و زیستگاه های دست نخورده بیشتر با وجود توسعه منابع آبی و / یا تغییریات حوضه ای	طرح های تأمین آب یا توسعه آبیاری موجود و / یا مجاز
C: نسبتاً تغییریافته	زیستگاه ها و دی نامیک بیوتا مختل شده اند ولی عملکرد های اساسی اکوسیستم هنوز دست نخورده اند. برخی گونه های حساس از بین رفته اند و یا تا حدی کاهش یافته اند. گونه های ناشناخته موجود می باشند	موانع و مشکلات زیاد در ارتباط با نی از برای توسعه اقتصادی- اجتماعی از قبیل سدها، پروژه های انحراف آب، تغییریات زیستگاه و کیفیت کاهش یافته آب
D: تا حد زیادی تغییریافته	تغییریات وسیعی در زیستگاه طبیعی، بیوتا و عملکرد اساسی اکوسیستم رخ داده است. فراوانی گونه ها به طرز قابل وضوحی کمتر از حد انتظار است. کاهش چشمگیری گونه های غیر مقاوم (حساس)، افزایش و شیوع گونه های ناشناخته	موانع کاملاً مشهود و مهم در ارتباط با توسعه منابع آبی و حوضه ای شامل سدها، انحراف آب، انتقالات، تغییریات زیستگاهها و کاهش کیفیت آب
E: به شدت تغییریافته	تعداد و تنوع زیستگاهها کاهش یافته است. فراوانی گونه ها به طرز شگفت آوری کمتر از حد انتظار است. فقط گونه های مقاوم باقی می مانند. گونه های بومی، دیگر نمی توانند تولید شوند. گونه های ناشناخته اکوسیستم را مورد تهاجم قرار داده اند	تراکم جمعیت انسانی بالا و بهره برداری زیاد از منابع آبی
F: به طرز بحرانی تغییریافته	تغییریات به یک سطح بحرانی رسیده اند و اکوسیستم کاملاً دچار تغییریات شده و تقریباً می توان گفت زیستگاه های طبیعی و بیوتا دچار تخریب کامل شده اند. در بدترین حالت عملکردهای اساسی اکوسیستم از بین رفته اند و تغییریات جبران ناپذیری هستند	این حالت از نقطه نظر مدیریتی قابل قبول نمی باشد. دخالت های مدیریتی برای بازگرداندن الگوهای جریان، زیستگاههای رودخانه ای و ... (اگر هنوز ممکن و شدنی باشد) برای جا به جا کردن یک رودخانه به کلاس مدیریتی بالاتر ضروری می باشد

روش تنانت: با توجه به اینکه روش تنانت 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 ماهانه می‌باشند با مسائل و مشکلاتی روبرو می‌باشد. عمده این مسائل شامل عدم در نظر گرفتن نوسانات فصلی و ماهانه آبدهی رودخانه و به تبع آن محاسبه درصد بالایی از میانگین ماهانه آورد رودخانه به عنوان نیاز زیست محیطی رودخانه می‌باشد. این امر به این دلیل است که در این روش، نیاز زیست محیطی بر حسب درصدی از میانگین سالانه تعیین می‌گردد. لذا در ماه‌های کم آبی بدون توجه به کاهش شدید آبدهی رودخانه، نیاز زیست محیطی بصورت درصد مشخصی از میانگین درازمدت سالانه در نظر گرفته می‌شود. در مطالعات حاضر، رودخانه‌ی مورد مطالعه از نوسانات فصلی در طول سال برخوردار بوده بطوریکه میانگین آورد رودخانه در فصل تابستان بسیار پای‌ین می‌باشد. اما در روش تنانت بدون توجه به این نوسانات ماهانه دبی، نیاز زیست محیطی برای این ماه‌ها بر حسب درصد مشخصی از میانگین درازمدت سالانه در نظر گرفته شده که در مقایسه با آبدهی میانگین ماهانه درصد بالایی از آن بوده و حتی در مواقعی بیشتر می‌باشد. لذا جهت به حداقل رساندن مسائل و مشکلات روش تنانت در برآورد جری‌ان زیست محیطی محدوده مورد مطالعه و اجتناب از برآورد جری‌ان زیست محیطی تابستان بیش از میانگین ماهانه رودخانه، جری‌ان زیست محیطی به صورت درصدی از آبدهی ماهانه، با توجه به ضرایب پیشنهادی (رده قابل قبول) مورد محاسبه قرار گرفته است. برآورد نیاز آبی زیست محیطی ماهانه رودخانه گرگانرود - ایستگاه آق‌قلا به روش تنانت در رده قابل قبول در جدول و نمودار ذیل ارائه شده است.

جدول ۳- جری‌ان زیست محیطی رودخانه گرگانرود-ایستگاه آق‌قلا، به روش تنانت (مترمکعب برثانیه)

پارامتر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردی‌بهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهری‌ور	سالانه
میانگین	۷/۳۳	۹/۰۷	۱۲	۱۲/۵	۱۶/۶	۲۰/۴	۲۹/۷	۱۹/۸	۷/۴۲	۱/۸	۱/۸۴	۳/۹۲	۱۱/۸
جری‌ان زیست محیطی	۰/۷۳	۰/۹۰۷	۱/۲	۱/۲۵	۱/۶۶	۲/۰۴	۸/۹۱	۵/۹۴	۲/۲۳	۰/۵۴	۰/۵۵	۱/۱۸	۲/۲۷
حداقل	۰	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۶۹



شکل ۴- توزیع ماهانه جریان زیست محیطی گرگانرود-ایستگاه آق قلا، به روش تنانت (مترمکعب برثانیه)

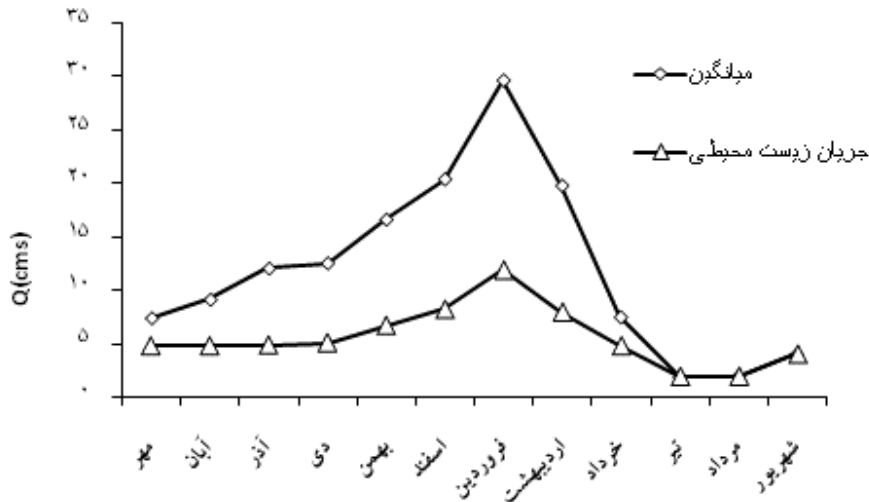
روش تسمن

نتایج محاسبه جریان زیست محیطی از این روش برای رودخانه گرگانرود (ایستگاه آق قلا) در جداول (۴) ارائه شده است.

جدول ۴- جریان زیست محیطی محاسبه شده رودخانه گرگانرود-ایستگاه آق قلا، با استفاده از روش تسمن

ماه	MMF (m ³ /s)	0.4 MMF (m ³ /s)	MAF (m ³ /s)	0.4 MAF (m ³ /s)	جریان زیست محیطی پیشنهادی (m ³ /s)
مهر	۷/۳۳	۲/۹۳	۱۱/۸	۴/۷۲	۴/۷۲
آبان	۹/۰۷	۳/۶۳	۱۱/۸	۴/۷۲	۴/۷۲
آذر	۱۲	۴/۸	۱۱/۸	۴/۷۲	۴/۸
دی	۱۲/۵	۵	۱۱/۸	۴/۷۲	۵
بهمن	۱۶/۶	۶/۶۴	۱۱/۸	۴/۷۲	۶/۶۴
اسفند	۲۰/۴	۸/۱۶	۱۱/۸	۴/۷۲	۸/۱۶
فروردین	۲۹/۷	۱۱/۸۸	۱۱/۸	۴/۷۲	۱۱/۸۸
اردیبهشت	۱۹/۸	۷/۹۲	۱۱/۸	۴/۷۲	۷/۹۲
خرداد	۷/۴۲	۲/۹۷	۱۱/۸	۴/۷۲	۴/۷۲
تیر	۱/۸	۰/۷۲	۱۱/۸	۴/۷۲	۱/۸
مرداد	۱/۸۴	۰/۷۴	۱۱/۸	۴/۷۲	۱/۸۴
شهریور	۳/۹۲	۱/۵۷	۱۱/۸	۴/۷۲	۳/۹۲
میانگین	۱۱/۸	—	—	—	۵/۵۱

در شکل (۵) نتایج حاصل از این روش با متوسط جریان ماهیانه این رودخانه مورد مقایسه قرار گرفته است.



شکل ۵- توزیع ماهانه جریان زیست محیطی گرگانرود-ایستگاه آق قلا، به روش تسمن (مترمکعب بر ثانیه) روش جریان پایه آبیان: میانگین دبی جریان ماهانه و مقدار جریان زیست محیطی تعیین شده به وسیله روش پایه آبیان در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۵- جریان زیست محیطی رودخانه گرگانرود-ایستگاه آق قلا، به روش پایه آبیان (مترمکعب بر ثانیه)

پارامتر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
میانگین	۷/۳۳	۹/۰۷	۱۲	۱۲/۵	۱۶/۶	۲۰/۴	۲۹/۷	۱۹/۸	۷/۴۲	۱/۸	۱/۸۴	۳/۹۲
جریان زیست محیطی	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸

منحنی تداوم جریان: منحنی تداوم جریان رودخانه گرگانرود با استفاده از آمار دبی روزانه ایستگاه آق قلا و نرم افزار Excel ترسیم گردید که در شکل (۶) نشان داده شده است، و جریان های با احتمال تجاوز، ۷۵ و ۹۰ درصد در جدول (۶) ارائه شده است.

جدول ۶- جریان زیست محیطی توصیه شده برای ایستگاه آق قلا با استفاده از منحنی تداوم جریان

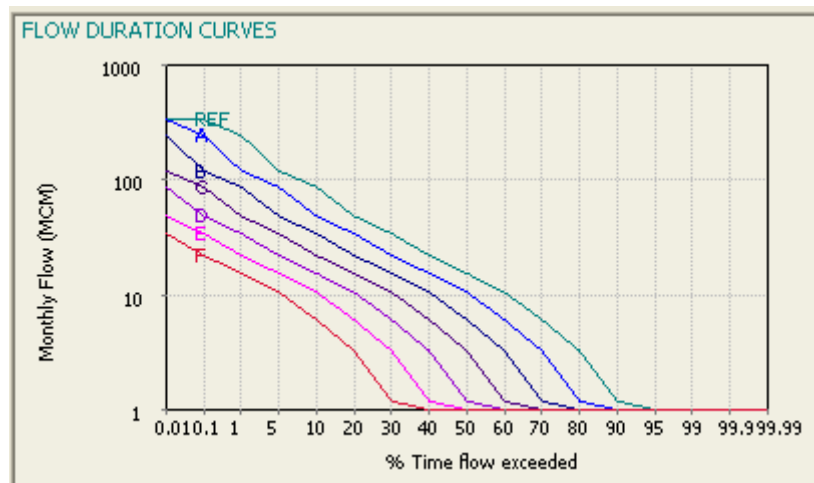
رودخانه	ایستگاه	Q_{75}	Q_{90}
گرگانرود	آق قلا	۴/۴۷	۰/۹۱



شکل ۶- منحنی تداوم جریان زیست محیطی گرگانرود- ایستگاه آق قلا

تغییر منحنی تداوم جریان

برای محاسبه جریان زیست محیطی از روش FDC shifting از اولین نسخه نرم افزار (2007) GEFC استفاده شده است، داده های مورد نیاز ورودی به این نرم افزار داده های بلند مدت (حداقل ۲۰ سال) جریان ماهیانه می باشد. بنابراین داده های ماهیانه جریان برای رودخانه مورد مطالعه به فرمت قابل قبول نرم افزار (فایل Text) تبدیل و به نرم افزار وارد شد. همانطور که توضیح داده شد، این روش برای کلاس های مختلف مدیریتی جریان های مختلفی را ارائه می کند. منحنی تداوم جریان زیست محیطی برای شش کلاس مدیریتی زیست محیطی A تا F برای رودخانه گرگانرود در شکل (۷) و نتایج حاصل از این روش در جدول (۷) ارائه شده است.



شکل ۷- منحنی تداوم جریان زیست محیطی رودخانه گرگانرود

مهم ترین مسئله در این روش استفاده مناسب از شیفت های عرضی در هر کلاس مدیریتی زیست محیطی می باشد. تعیین تعداد شیفت های عرضی منحنی تداوم جریان در هر کلاس، بدون آگاهی از ارتباط بین مشخصات اکولوژیکی و تغیرات جریان در رودخانه ها با رژیم های هیدرولوژیکی مختلف، بسیار مشکل می باشد.

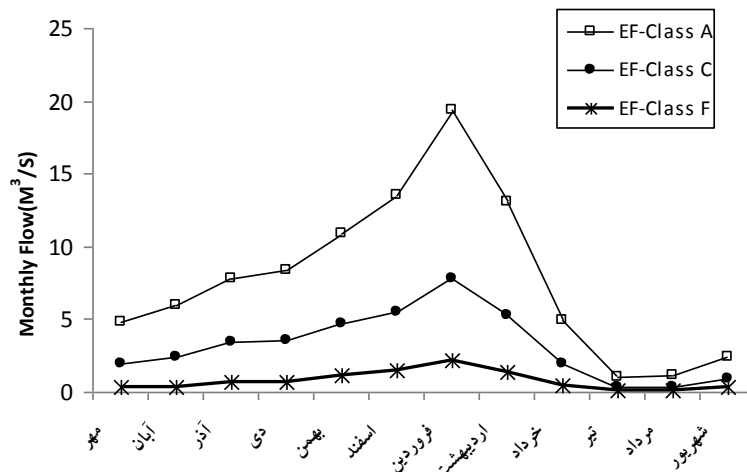
بنابراین باتوجه به فقدان این اطلاعات، در این تحقیق از حداقل شیفت عرضی ممکن در هر کلاس (یک شیفت عرضی) استفاده شده است.

جدول ۲- جریان زیر سیست محیطی رودخانه مورد مطالعه بر حسب درصدی از MAR

جریان زیست محیطی بلند مدت (EWR) درصدی از (MAR)						متوسط آورد سالیانه (MAR) (m ³ /s)	نام رودخانه
کلاس F	کلاس E	کلاس D	کلاس C	کلاس B	کلاس A		
۷	۱۱/۴	۱۸/۱	۲۸/۲	۴۴	۶۸/۹	۱۱/۸	گرگانرود

همانطور که در جدول (۷) مشاهده می شود برای حفظ رودخانه مورد مطالعه در کلاس A، ۶۸ درصد MAR، در کلاس B، ۴۴ درصد، در کلاس C، ۲۸ درصد و در کلاس D که حداقل کلاس قابل قبول می باشد ۱۸ درصد MAR مورد نیاز است. از سوی دیگر، روش تنانت پیشنهاد می کند که پایین ترین حد ممکن برای جریان زیست محیطی مطابق با شرایط بسیار ضعیف یک اکوسیستم رودخانه ای، ۱۰ درصد MAR می باشد. در این تحقیق برای رودخانه مورد مطالعه این درصد (MAR10%) در شیفت ۶ عرضی و بعبارت دیگر در کلاس F بدست می آید. بنابراین می توان گفت که ۱۰ درصد پیشنهادی تنانت نمی تواند برای شرایط این رودخانه مناسب باشد.

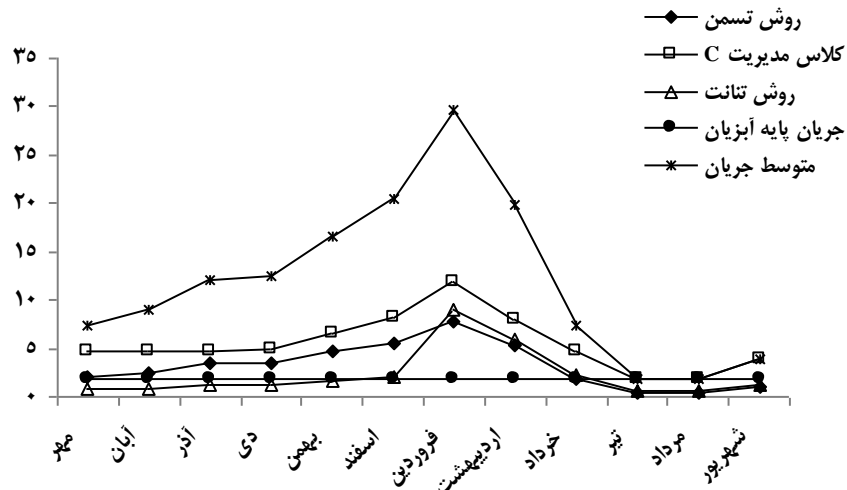
باتوجه به طبقه بندی رودخانه به کلاس های مدیریت زیست محیطی مختلف در این روش (جدول ۲) در این تحقیق کلاس مدیریتی C بعنوان کلاس مدیریتی مورد نظر انتخاب شد. همانطور که توضیح داده شد، پس از محاسبه منحنی تداوم جریان زیست محیطی در هر کلاس مدیریتی، با استفاده از این منحنی ها، سری زمانی جریان ماهیانه زیست محیطی برای هر کلاس تولید می شود. سری زمانی تولید شده در کلاس C برای رودخانه گرگانرود، جهت مقایسه با کلاس مدیریتی حالت طبیعی (A) و کلاس بحرانی تغییر یافته (F) در شکل (۸) ارائه شده است.



شکل ۸- توزیع ماهانه نیاز آبی زیست محیطی گرگانرود-ایستگاه آق قلا، به روش تغیری منحنی تداوم جریان (مترمکعب برثانیه)

نتیجه گیری

روش های هیدرولوژیکی مورد استفاده در این تحقیق، در تحلیل های خود نیاز به داده های ماهیانه دارند که بدون محدودیت زمانی و به راحتی در دسترس می باشند. روش تنانت با کیفیت حیات ماهی در رودخانه در حد قابل قبول بعنوان حداقل نیاز آبی زیست محیطی در رودخانه ها بایستی مورد نظر قرار گیرد. کاربرد روش مونتانایا تنانت در رودخانه های ایران که با نوسانات شدیدی آبدهی مواجه هستند با مشکلاتی روبرو می باشد، زیرا این روش در رودخانه های بزرگ و دائمی ایالات متحده مورد مطالعه قرار گرفته است. این روش، در ماه های کم آب، کاهش شدیدی آبدهی را در نظر نمی گیرد. بنابراین توصیه می شود تا حد امکان، روش تنانت در مناطق خشک استفاده نشود و در صورت وجود اطلاعات در دسترس، این روش برای هر منطقه مورد بازبینی و اصلاح قرار گیرد. با اجرای روش پای آبیان، برای ماه های مختلف سال، جریان زیست محیطی، مقدار ثابت ۱/۸ مترمکعب در ثانیه برآورد شده است. این روش نیاز رودخانه را در ماه های مختلف سال یکسان در نظر می گیرد بنابراین به عنوان یک روش کارآمد توصیه نمی شود. مقایسه نتایج حاصل از روش های بکار گرفته شده در این تحقیق، در شکل ۹ ارائه شده است.



شکل ۹- مقایسه توزیع ماهانه نیاز آبی زیست محیطی گرگانرود-ایستگاه آق قلا، به روش های تنانت، تسمن، جریان

پایه آبزیان و تعویج منحنی تداوم جریان (متر مکعب بر ثانیه)

از بین روش های بیان شده، می توان گفت که روش تعویج منحنی تداوم جریان از کارایی بالاتری برخوردار است زیرا می توان برای هر ماه یک مقدار مشخص از دبی و با توجه به شرایط آبی موجود، در کلاس های مدیریتی استخراج نمود. کلیدهای روش های گزارش شده برای تعویج منحنی تداوم جریان اولی های جریان زیست محیطی است، در هر منطقه باید با توجه به داده های موجود و میزان هزینه و زمان، روشی بومی سازی گردد. برای مطالعات بیشتر و مطمئن تر، بایستی از اطلاعات اکولوژیکی و هیدرولوژیکی منطقه نیز استفاده گردد.

منابع

[1] Meijer, K.S. (2007). Human Well-Being Values of Environmental Flows Enhancing Social Equity in Integrated Water Resources Management, PhD Thesis, Delft University, Netherlands, 194 pp.

[2] شاعری کریمی، س.، سیدی، ج. و یاسی، م. ۱۳۸۹. معرفی روش ذخیره رومیزی برای محاسبه جریان زیست محیطی رودخانه-ها، نهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه تربیت مدرس.

[3] Tharme, R. (2003), "A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers", Published online in Wiley InterScience.

[4] Arthington, A.H.(2003). Ecological Impacts of dams and flow regulation in rivers, Keynote address at Dams – consents and Current Practice New Zealand Society on Large Dams.

[5] Smakhtin, V. U., (2001). Low flow hydrology: a review, Journal of Hydrology, 240,p. 147-186.

[6] راهنمای تعیین آب مورد نیاز اکوسیستم‌های آبی، نشریه شماره ۳۵۲-الف وزارت نیرو، ۱۳۹۲.

[7] Smakhtin, V.U., Anputhas, M., (2006). An assessment of environmental flow requirements of Indian river basins, IWMI Research Report 107. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, 36p.