Journal of Environment and Water Engineernig
ISSN: 2476-3683

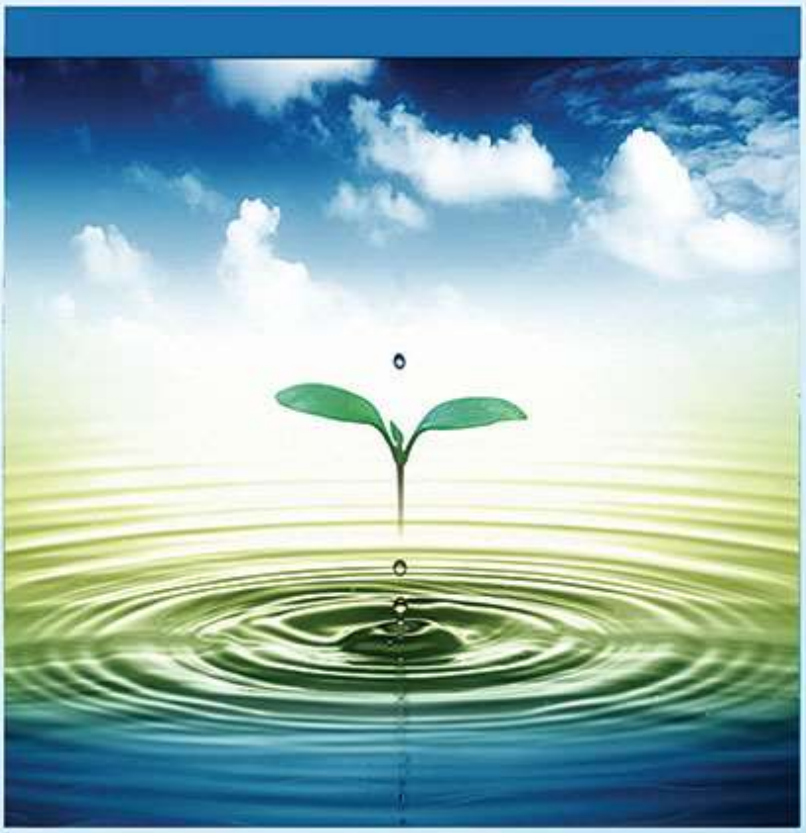
مجله محیط زیست و مهندسی آب
شاپک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

برآورد نیاز زیست‌محیطی پایین‌دست نیروگاه برق‌آبی زیوکه - پیرانشهر

بهزاد حصاری و مریم خانمحمدی

دوره ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۱۴۳- ۱۱۹

Vol. 3(2), Summer 2017, 131 – 143



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

Estimating the Environmental Flow Requirement in Downstream of Hydroelectric Power Plant of Zivkeh- Piranshahr

Hessari B. and Khanmohammadi M.

نحوه ارجاع به این مقاله: حصاری ب. و خانمحمدی م. (۱۳۹۶). برآورد نیاز زیست‌محیطی پایین‌دست نیروگاه برق‌آبی زیوکه- پیرانشهر. محیط‌زیست و مهندسی آب، جلد۳، شماره ۲، صفحات: ۱۳۱ – ۱۴۳

How to cite this paper: Hessari B. and Khanmohammadi M. (2017). Estimating the environmental flow requirement in downstream of hydroelectric power plant of Zivkeh- Piranshahr. J. Environ. Water Eng., 3(2), 131 – 143.

برآورد نیاز زیست‌محیطی پایین‌دست نیروگاه برق‌آبی زیوکه- پیرانشهر

بهزاد حصاری [۱*] و مریم خانمحمدی [۲]

[۱]استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
[۲]کارشناس ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

*نویسنده مسئول: b.hessari@urmia.ac.ir

تاریخ دریافت: [۱۳۹۵/۰۹/۰۸] **تاریخ پذیرش: [۱۳۹۵/۱۲/۲۴]**

چکیده

در مدیریت رودخانه، تخصیص مقدار معینی آب، برای تداوم حیات و اکولوژی رودخانه ضروری است. در سال‌های اخیر، نیاز آبی محیط زیستی رودخانه، به‌عنوان منبع جدید مصارف حوضه در کنار بخش شرب، کشاورزی و صنعت مطرح است. در این تحقیق روش‌های مختلف تعیین حداقل جریان لازم برای دبی زیست‌محیطی با شاخص‌های هیدرولوژیکی در پایین‌دست نیروگاه برق‌آبی زیوکه موردبررسی قرار گرفتند. پنج روش هیدرولوژیکی شامل، احتمال وقوع ۹۵٪ و ۹۰٪ منحنی تداوم جریان، مونتانا، 1SD، احتمال وقوع خشک‌سالی ماهانه با دوره برگشت ۲۵ سال و تجزیه‌وتحلیل دبی‌های حداقل روزانه ۱، ۷ و ۳۰ روزه در دوره برگشت‌های مختلف مثل 1Q10، 7Q10 و 30Q5 استفاده شدند. آمار روزانه ۲۲ ساله ایستگاه هیدرومتری سیلوه از سال آبی ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۳ مورداستفاده قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که نیاز زیست‌محیطی به‌صورت متوسط در هر ۵ روش از ۰/۴۸ تا ۳/۱۳ مترمکعب در ثانیه در ماه‌های مختلف متغیر است. این مقدار معادل ۳۵/۵ میلیون مترمکعب و حدود ۲۵٪ آورد رودخانه است. در نظر گرفتن این حجم به‌عنوان نیاز زیست محیطی، با شاخص‌های رایج همخوانی خوبی نشان می‌دهد.

کلیدواژه: تخصیص آب؛ جریان‌های کم؛ نیاز آبی جریان زیست‌محیطی؛ روش‌های هیدرولوژیکی؛ نیروگاه زیوکه

۱- مقدمه

تحلیل جریان‌های کم رودخانه[1] روش‌ها و معیارهای مختلفی را برای تعین مقدار آب موردنیاز زیست‌محیطی رودخانه در اختیار می‌گذارد. کنوانسیون رامسر بیانیه‌ای را جهت تخصیص آب برای حفظ و نگهداری و مدیریت رودخانه‌ها و چگونگی ایجاد تعادل مابین مصارف داخل رودخانه (حیات آبزیان، مسائل تفریحی) و مصارف خارج رودخانه را ارائه داده است Ramsar Convention). (Secretariat 2007 در نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک و متوسط خارج از محور رودخانه، به دلیل مباحث اقتصادی، تمایل زیادی به استفاده حداکثر از آب رودخانه با انحراف کامل آب و ایجاد ارتفاع و تولید برق وجود دارد. چنانچه نیاز زیست‌محیطی مابین سد انحرافی نیروگاه و محل نیروگاه (خروجی پنستاک) لحاظ نشود، مشکلات زیادی برای گونه‌ها گیاهی و جانوری این محدوده ایجاد خواهد شد. تعیین نیاز زیست‌محیطی معقول هم کمک شایانی به محیط‌زیست خواهد نمود و هم بهره‌برداری حکیمانه و اقتصادی آب را موجب خواهد شد. تنوع زیست‌محیطی در رودخانه بیشتر تحت تأثیر دو عامل است: عوامل طبیعی که می‌توان به طول و شیب رودخانه، پوشش گیاهی حوضه آبخیز، سطح بستر رودخانه، ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی، فصول مختلف اشاره کرد. عامل تأثیرگذار انسانی شامل ساخت سدها بر روی رودخانه، مصارف بیش‌ازحد رودخانه‌ها، تخلیه انواع مواد آلوده‌کننده فاضلاب به رودخانه‌ها و انحراف در مسیر رودخانه‌ها اشاره کرد (Amini 2008). تعیین نیازهای زیست‌محیطی رودخانه‌ها در چهار روش تحت عناوین کلی: روش‌های هیدرولوژیکی، هیدرولیکی، شبیه‌سازی زیست‌بوم و روش‌های کلی‌نگری قرار می‌گیرد (Tharme 2003). این روش‌ها به‌طور معنی‌داری ازنظر اهداف، اطلاعات ورودی موردنیاز و دقت نتایج خروجی با یکدیگر تفاوت دارند. روش‌های مختلف برای اهداف مختلف شامل برنامه‌ریزی جامع منابع آب تا زمان‌بندی تفصیلی مدیریت رهاسازی از سدها موردنظر قرار می‌گیرند (Smakhtin 2001). دراین‌بین روش‌های هیدرولوژیکی به خاطر مفهوم سازگاری خشکی آبراهه که در داده‌های ثبت‌شده تاریخی منعکس است، موردتوجه محققان است. تصمیم برای انتخاب روش مناسب بستگی به: نوع رودخانه، اهمیت زیست‌محیطی سامانه رودخانه، دارد. تغییر رژیم جریان می‌تواند به‌طور مستقیم ساختار اکوسیستم را از طریق تأثیر بر مشخصه‌های فیزیکی زیستگاه شامل: دما، میزان اکسیژن، شیمی آب و بار رسوبی تغییر دهد (Dyson et al. 2003). Mazvimavi et al. (2007) در مطالعه‌ای برای ارزیابی نیاز جریان زیست‌محیطی جهت برنامه‌ریزی حوضه رودخانه در زیمباوه از روش مدل حفاظت رومیزی[2]DRM استفاده کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که به‌منظور حفظ زیستگاه در شرایط نسبتاً اصلاح‌شده، نیاز آب زیست‌محیطی باید بین ۳۰ تا ۶۰ درصد متوسط آورد سالانه[3] در نواحی با رودخانه‌های دائمی و ۲۰ تا ۳۰ درصد متوسط آورد سالانه در نواحی خشک (با رودخانه‌هایی که فقط در طی فصل‌تر جریان دارند) باشد.Kashaigili et al. (2007) بامطالعه حوزه آبریز رودخانه گریت‌روها[4] در تانزانیا از مدل DRM برای ارزیابی جریان زیست‌محیطی این حوضه استفاده کردند. آن‌ها بر اساس نتایج حاصل از مدل، ۲۲ درصد متوسط آورد سالانه را به‌عنوان حداقل جریان زیست‌محیطی پیشنهاد دادند. Poff et al. (2010) روشی جدید و جامع برای ارزیابی نیازهای جریان محیط زیستی، مطابق استانداردهای جریان محیط زیستی، تعریف کردند. این روش که محدودیت‌های اکولوژیکی ناشی از تغییرات هیدرولوژیکی نام دارد، بر اساس مبانی هیدرولوژیکی ایجاد شده است. این روش برای مناطق مختلف انعطاف‌پذیر بوده و با اهداف اجتماعی، اطلاعات اکولوژیکی و استانداردهای موجود، شرایط را برای مدیریت صحیحی از جریان محیط زیستی فراهم می‌کند. Shokoohi and Hong (2010) دو روش هیدرولوژیکی تنانت[5] و تگزاس[6] و روش هیدرولیکی محیط خیس شده با دو الگوریتم شیب منحنی[7] و حداکثر انحنا را در رودخانه صفارود در شمال

[1] low flow analysis
[2] Desktop Reserve Mode
[3] Mean Annual Runoff(MAR)
[4] Great Ruaha
[5] Tennant
[6] Texas

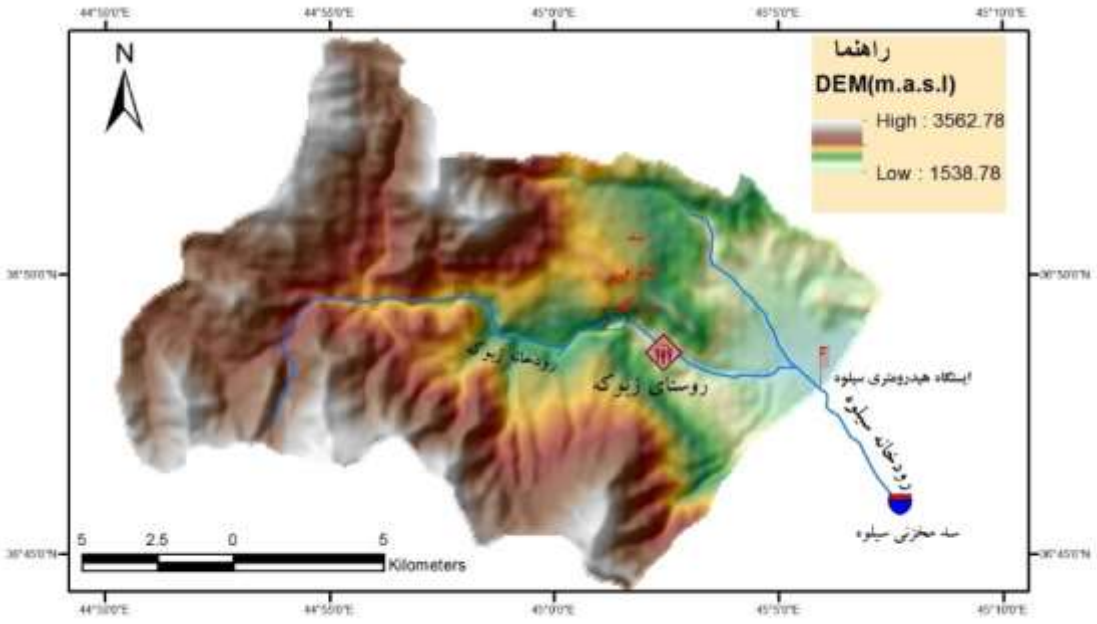
[7] Slope Value

بررسی و مقایسه کردند. آن‌ها الگوریتم حداکثر انحنا را بر الگوریتم شیب منحنی ترجیح دادند و نتایج روش محیط خیس شده را پذیرفتنی‌تر از روش‌های هیدرولوژیکی دانستند. Shaeri et al. (2012) با استفاده از روش‌های اکوهیدرولوژیکی، نیاز زیست‌محیطی رودخانه شهر چای را از رودخانه‌های اصلی حوضه غربی دریاچه ارومیه، برآورد کردند. آن‌ها با بررسی و مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از روش‌های مختلف، مانند تنانت، انتقال منحنی تداوم جریان و غیره در رودخانه شهر چای، به این نتیجه رسیدند که مقادیر محاسباتی از روش انتقال منحنی تداوم جریان، به دلیل در نظر گرفتن خصوصیات اکولوژیکی رودخانه، نسبت به سایر روش‌ها برتری دارد. Pastor et al. (2014) جهت محاسبه نیاز جریان زیست‌محیطی در ۱۱ منطقه مطالعاتی از پنج روش (اسماختین، تنانت، تسمن، جریان ماهانه ناپایدار و روش Q50-Q90) استفاده کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که نیاز جریان زیست‌محیطی سالانه ۴۶-۲۵ درصد از متوسط جریان سالانه است. Abdi et al. (2014) نیاز زیست‌محیطی رودخانه زرینه‌رود در طبقه مدیریت زیستی C (حفظ حداقل شرایط اکولوژیکی رودخانه) را معادل ۳۳ درصد دبی متوسط سالانه برآورد کردند. Mostafavi and Yasi (2015) با تحقیقات بر روی نیاز زیست‌محیطی رودخانه باراندوزچای ارومیه، به این نتیجه رسیدند که برای حفظ حداقل وضعیت اکولوژیکی قابل‌قبول (کلاس مدیریت زیست‌محیطی C)، شدت‌جریان ۱/۹ مترمکعب بر ثانیه (معادل ۲۶ درصد متوسط جریان سالانه) به‌طور متوسط در طول رودخانه تا دریاچه ارومیه باید برقرار گردد. هدف اصلی این تحقیق معرفی روش‌های جریان زیست‌محیطی با استفاده از شاخص‌های هیدرولوژیکی و به‌کارگیری آن در پایین‌دست نیروگاه برق‌آبی زیوکه مابین بند انحرافی نیروگاه و محل نیروگاه (خروجی پنستاک) است. روش‌های بکار رفته به خاطر کم‌هزینه بودن و سریع بودن محاسبات دارای مزیت نسبی بوده و ازنظر فراوانی کاربرد در جهان، در جایگاه بالایی قرار دارند.

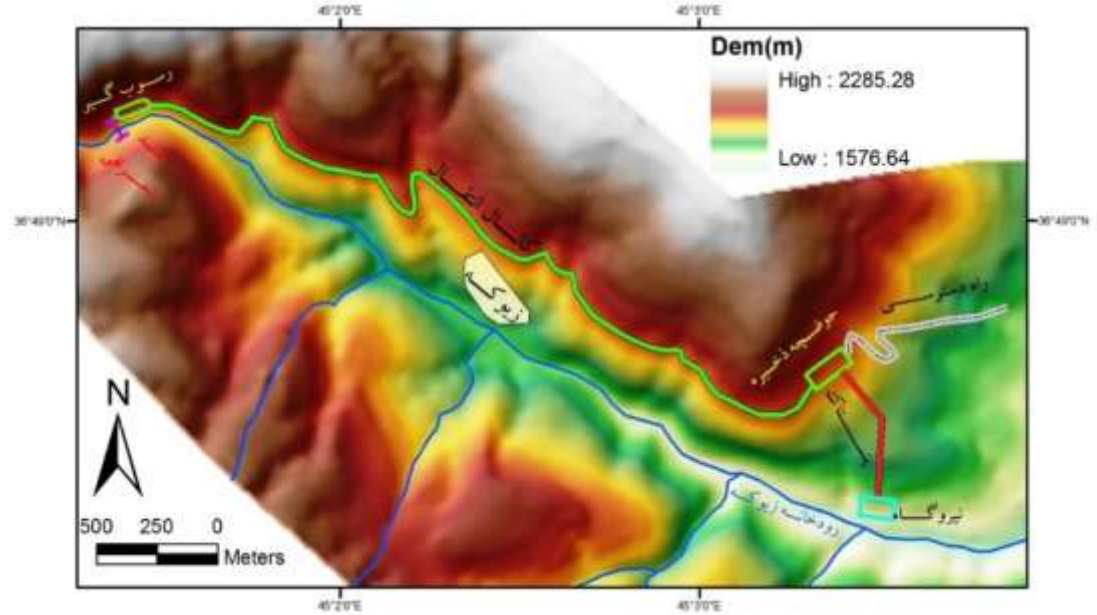
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-موقعیت جغرافیایی و نحوه دسترسی به منطقه

محدوده موردمطالعه در جنوب استان آذربایجان غربی و شمال غربی شهرستان پیرانشهر در فاصله ۱۰ کیلومتری آن واقع‌شده است. نیروگاه در بین طول جغرافیایی ´۲ °۴۵ و عرض جغرافیایی ´ ۴۸ °۳۶ و در ارتفاع ۱۶۴۳ واقع‌شده است. این منطقه در نقشه ۱/۵۰۰۰۰ تحت عنوان صوفیان با شماره IV ۵۰۶۳ واقع‌شده است. نحوه دسترسی از مرکز استان: ارومیه، نقده، ۱۰ کیلومتری پیرانشهر، سیلوه و روستای زیوکه است. این منطقه جزء بخش لاهیج و دهستان لاهیجان غربی بوده و امورات کشاورزی آن در مرکز خدمات پیران به انجام می‌رسد. شیب رودخانه زیوکه حدود ۴/۵٪ است درحالی‌که شیب کانال انتقال ۰/۰۰۲، فاصله کد ۱۹۰۷ محل بند انحرافی تا کد ۱۸۹۹ حوضچه بار با طول حدود چهار کیلومتر باعث ایجاد هد ۲۱۸ متری گردیده است. محل نیروگاه در کد ۱۶۷۲ واقع‌شده است. در شکل (۱) وضعیت عمومی نیروگاه نسبت به روستاهای منطقه و اراضی کشاورزی و موقعیت سازه‌های پروژه نشان داده‌شده است. اولین ایستگاه هیدرومتری در پائین‌دست محل نیروگاه، ایستگاه هیدرومتری سیلوه با مساحت ۲۵۴ کیلومترمربع است. حوزه آبریز نیروگاه زیوکه با مساحت ۱۵۰ کیلومترمربع در بالادست این ایستگاه واقع‌شده است. عمده آب این حوضه از ارتفاعات مرز ترکیه که دارای بارش بالای ۱۵۰۰ میلی‌متر است سرچشمه می‌گیرد.



الف- موقعیت حوضه و رودخانه سیلوه



ب- جانمایی نیروگاه برقابی زیوکه پیرانشهر

شکل ۱- شمای کلی از منطقه موردمطالعه: الف-موقعیت حوضه و رودخانه سیلوه و ب-جانمایی نیروگاه برقابی زیوکه پیرانشهر

۲-۲-نیاز زیست‌محیطی

در این تحقیق روش‌های هیدرولوژیکی شامل منحنی تداوم جریان روزانه و ماهانه، معیارهای مختلف انحراف معیار مورداستفاده در رابطه (mean – 1 SD) < parameter < (mean + 1 SD)، سری‌های جریان کمینه سالانه با تداوم‌های ۱، ۷ و ۳۰ روزه در دوره برگشت‌های مشخص مثل 7Q10، 1Q10 و 30Q5، تحلیل فراوانی دبی‌های ثبت‌شده میانگین و تعیین بهترین احتمال مثل احتمال ۴٪ عدم تجاوز دبی ماهانه (۱ بار در ۲۵ سال) و تعیین ضرایب متوسط آورد سالانه مثل متوسط آورد سالانه ۴٪ تعیین و

موردبحث و بررسی قرار گرفت. همچنین با استفاده از مقایسه میانگین مربعات خطای حاصل از برازش توزیع‌های مختلف، توزیع برتر انتخاب گردید. درنهایت روش‌های مختلف مورد مقایسه قرار گرفت.

۲-۲-۱-روش احتمال وقوع ۹۵٪ و ۹۰٪ منحنی تداوم جریان[1]

در این روش احتمال وقوع ۹۰ تا ۱۰۰٪ آمار روزانه درازمدت به‌عنوان دبی‌های جریان‌های کم منظور و معمولاً با توجه به شرایط رودخانه مقدار دبی معادل احتمال وقوع ۹۰٪ یا ۹۵٪ به‌عنوان دبی محیط‌زیست انتخاب می‌گردد.

۲-۲-۲- روش مونتانا

در این روش درصد مشخصی از ۱۰٪ تا حداکثر ۵۰٪ متوسط آورد سالانه رودخانه به‌عنوان دبی زیست‌محیطی پیشنهاد می‌شود. طبق ابلاغیه وزارت نیرو به تفکیک برای فصل‌های بهار و تابستان با ضریب ۰/۳ و برای فصل‌های پاییز و زمستان با ضریب ۰/۱ محاسبه می‌گردد. در این روش یک مقدار دبی برای تأمین دبی زیست‌محیطی کل سال منظور شد.

۲-۲-۳-روش 1SD

در این روش یک انحراف معیار دبی‌های عبوری به‌عنوان نیاز زیست‌محیطی رودخانه منظور می‌شود. این روش دارای چندین شاخص است. در بعضی منابع یک انحراف معیار ماه سپتامبر یا ماه می به‌عنوان دبی زیست‌محیطی کل یک سال رودخانه لحاظ می‌شود.

۲-۲-۴-روش احتمال خشک‌سالی ماهانه با دوره برگشت ۲۵ سال

شانس ۴٪ یا یک‌بار در ۲۵ سال، یک شاخص هیدرولوژیک برای دبی محیط‌زیست است. سری دبی‌های ماهانه هرسال مورد تجزیه‌وتحلیل فراوانی قرار می‌گیرد و با برازش توزیع برتر نتایج این روش با احتمال (۹۶٪) یا دوره برگشت ۲۵ ساله خشک‌سالی ارائه می‌گردد. در این روش برای هرماه یک عدد تعیین تعیین شد.

۲-۲-۵-روش دبی‌های حداقل روزانه

در این روش دبی‌های حداقل روزانه ۱، ۷ و ۳۰ روزه در دوره برگشت‌های مختلف مثل خشکی یک روزه با دوره برگشت ۱۰ سال، 1Q10، خشکی هفت روزه با دوره برگشت ۱۰ سال، 7Q10 و خشکی ۳۰ روزه با دوره برگشت ۵ سال، 30Q5، به‌عنوان دبی محیط زیستی لحاظ می‌گردد. 1Q10 کمترین جریان یک روزه است که در هر ۱۰ سال یک‌بار روی می‌دهد. 30Q5 کمترین جریان ۳۰ روزه است که در هر ۵ سال یک‌بار روی می‌دهد. توجه شود که در این روش‌ها کمیت روز به‌صورت میانگین متحرک برای تمام‌روزهای سال اعمال و حداقل آن سال برای یک سال مشخص تعیین می‌گردد. شاخص‌های، 1Q10،30Q5، 7Q10توسط USGS معرفی‌شده و در ایالات‌متحده امریکا کاربرد فراوانی دارد. از مزایای این روش این است که از تکنیک‌های آنالیز حدی استفاده می‌کند. این روش‌ها عمدتاً متکی بر سازگاری طبیعی محیط به شرایط آبی محیط آبراه است.

[1] Flow Duration Curve(FDC)

۳-یافته‌ها و بحث

۳-۱- وضعیت هیدرولوژیک رودخانه زیوکه در محل بند انحرافی

تغییرات ماهانه و فصلی آبدهی ایستگاه هیدرومتری سیلوه در دوره آماری ۲۲ ساله از سال آبی ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۳ جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل گردید. نتایج آبدهی در محل بند زیوکه بر اساس تحلیل منطقه‌ای بین دبی، بارش و سطح از رابطه (۳) محاسبه شد. نتایج در جدول (۱) ارائه‌شده است. این رابطه در سطح ۱٪ معنی‌دار است.

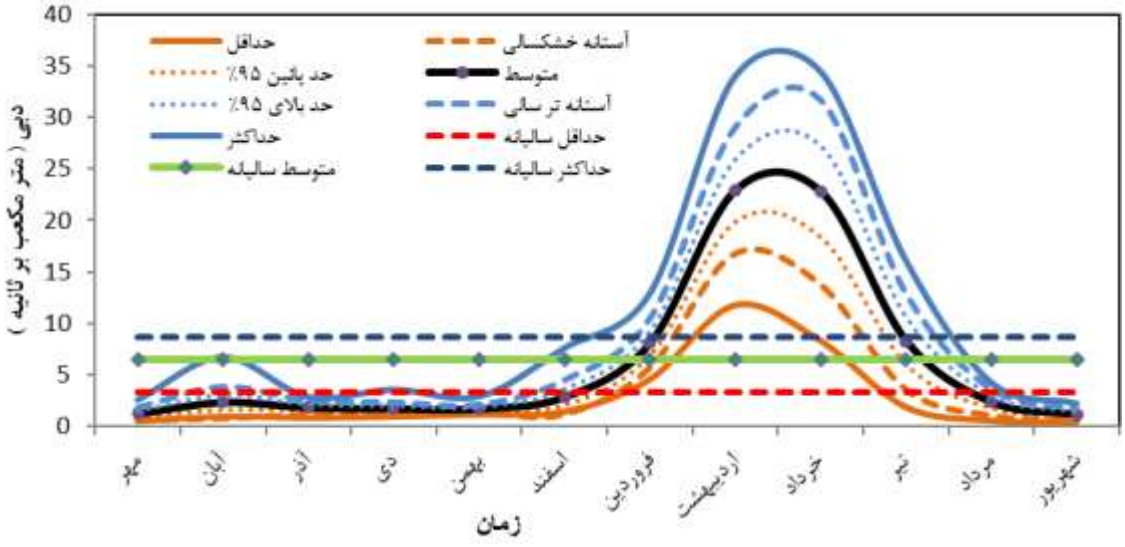
$$\frac{Q_{ziv}}{Q_{silv}} = \left(\frac{A_{ziv} * P_{ziv}}{A_{Silv} * P_{Silv}}\right)^{0.65} \quad (۱)$$

که در آن Q دبی برحسب مترمکعب بر ثانیه، A سطح حوضه برحسب کیلومترمربع و P بارش برحسب سانتیمتر و اندیس Silv مربوط به ایستگاه سیلوه و Ziv مقادیر متناظر در محل بند زیوکه می‌باشد. در شکل (۲) تغییرات شاخص‌های آماری ماهانه ایستگاه سیلوه نشان داده‌شده است. در جدول (۱) و شکل (۲) حدود ۹۵٪ ± بدین مفهوم است که اگر یک نمونه دیگر با همان حجم از این ایستگاه انتخاب و بررسی گردد از هر ۱۰۰ نمونه، ۹۵ نمونه در داخل این محدوده قرار خواهد گرفت. نسبت مقدار انحراف معیار به جذر حجم نمونه، به‌عنوان خطای معیار میانگین[1] شناخته می‌شود (Hessari 2013). این متغیرها به‌صورت روابط (۲) و (۳) بیان می‌شوند.

$$X_{\pm \alpha/2} = \bar{x} \pm t_{\alpha/2} \frac{Sd}{\sqrt{n}} \quad (۲)$$

$$X_{\pm 95} = \bar{x} \pm 1.96 \frac{Sd}{\sqrt{n}} \quad (۳)$$

که در آن α سطح اطمینان دو دنباله توزیع t، sd انحراف معیار، n حجم نمونه و $\bar{x}$ میانگین سری آماری و ۹۵± حد اطمینان بالا و پایین ۹۵٪ هستند.



شکل ۲-تغییرات آبدهی ایستگاه سیلوِه

[1]- Standard error of mean

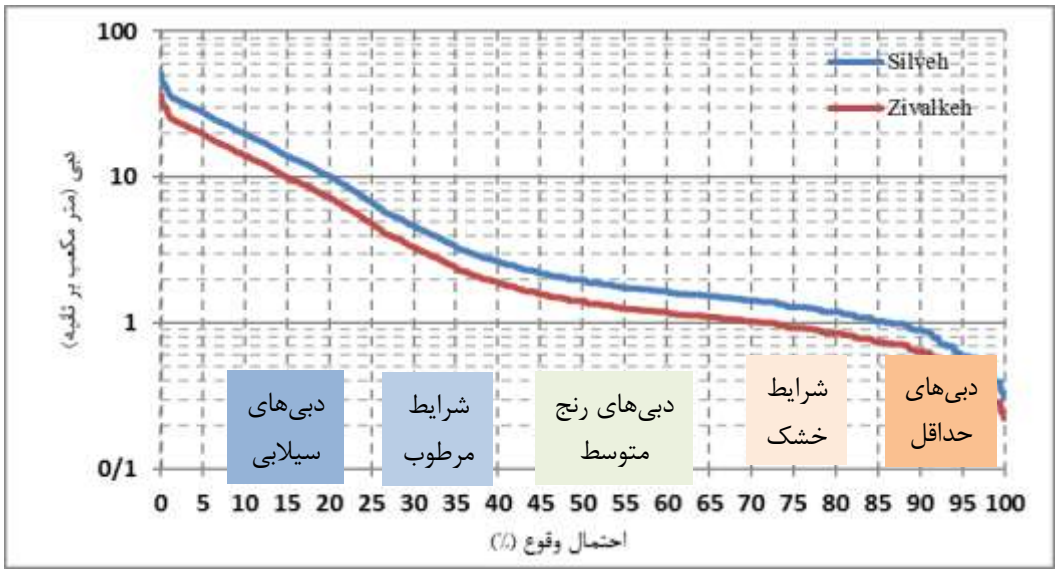
جدول ۱- اطلاعات آماری از برآورد آبدهی زیوکه

سال آبی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالیانه
حداقل	۰/۳۲	۰/۶۵	۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۷۹	۰/۹۱	۲/۶۸	۷/۰۴	۴/۱۷	۱/۰۴	۰/۴	۰/۳۲	۱/۷۹
آستانه خشک‌سالی	۰/۶۳	۰/۶۸	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۶۸	۰/۹۷	۳/۶۶	۱۰/۸۴	۱۰/۸۳	۴/۰۸	۰/۴۳	۰/۵۴	۳/۴۳
حد پائین ٪۹۵	۰/۸۱	۱/۰۸	۱/۲۰	۱/۰۸	۱/۰۸	۱/۳۷	۵/۰۷	۱۳/۰۱	۱۵/۱۰	۶/۸۵	۲/۷۸	۱/۰۱	۴/۳۲
متوسط	۰/۸۸	۱/۲۳	۱/۳۱	۱/۱۶	۱/۲۳	۱/۵۲	۵/۶۰	۱۳/۸۳	۱۶/۷۲	۷/۸۹	۳/۲۹	۱/۱۸	۴/۶۵
حد بالای ٪۹۵	۰/۹۵	۱/۳۸	۱/۴۲	۱/۲۵	۱/۳۸	۱/۶۸	۶/۱۳	۱۴/۶۵	۱۸/۳۴	۳/۹۴	۳/۸۰	۱/۳۶	۴/۹۹
آستانه ترسالی	۱/۱۳	۱/۸۷	۱/۷۱	۱/۴۷	۱/۷۸	۲/۰۷	۷/۵۴	۱۶/۸۲	۲۲/۶۱	۱۱/۷۱	۵/۱۵	۱/۸۲	۵/۸۸
حداکثر	۱/۶۸	۴/۲۸	۲/۴۷	۲/۱۶	۴/۹۱	۳/۸۱	۱۱/۲۱	۲۱/۵۸	۳۱/۰۴	۱۷/۸۷	۸/۲۲	۳/۰۱	۷/۹۸
انحراف معیار	۰/۲۵	۰/۵۵	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۵۵	۰/۵۵	۱/۹۴	۲/۹۹	۵/۸۹	۳/۸۱	۱/۸۶	۰/۶۴	۱/۲۳

۳-۲-نیاز زیست‌محیطی نیروگاه زیوکه

۳-۲-۱-روش احتمال وقوع ۹۵٪ و ۹۰٪ منحنی تداوم جریان[1]

در شکل (۳) منحنی تداوم جریان آمار روزانه سیلوه و زیوکه نشان داده‌شده است. برای زیوکه این مقادیر برابر $Q_{P90\%}=0.67\ m^3/s$ و $Q_{P95\%}=0.45\ m^3/s$ به دست آمد. در جدول (۲) نتایج احتمال وقوع ۹۰٪ یا ۹۵٪ منحنی تداوم هرماه ارائه‌شده است.



شکل ۳- منحنی تداوم جریان روزانه سیلوه و زیوکه در دوره ۲۲ ساله

[1] Flow Duration Curve(FDC)

جدول ۲- مقادیر منحنی تداوم جریان ماهانه

دبی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
$Q_{P90\%}$ سیلوه	۰/۴	۱	۰/۹۰۷	۱/۰۲	۱/۱۵	۱/۳	۲/۷۲	۱۱/۴	۶/۷۹	۲	۰/۶	۰/۴۹۹
$Q_{P95\%}$ سیلوه	۰/۴	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۹۴۳	۱/۰۴	۱/۲	۲	۹/۸	۵/۶	۱/۵۵	۰/۵۶	۰/۴
$Q_{P90\%}$ زیوکه	۰/۳	۰/۷۵	۰/۶۸	۰/۷۶	۰/۸۶	۰/۹۷	۲/۰۳	۸/۵۰	۵/۰۷	۰/۴۹	۰/۴۵	۰/۳۷
$Q_{P95\%}$ زیوکه	۰/۳۰	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۷۰	۰/۷۸	۰/۹۰	۱/۴۹	۷/۳۱	۴/۱۸	۱/۱۶	۰/۴۲	۰/۳۰

۳-۲-۲- روش مونتانا

در روش مونتانا درصد مشخصی از متوسط آورد سالانه رودخانه به‌عنوان دبی زیست‌محیطی پیشنهاد می‌شود. بر اساس داده‌های این تحقیق این مقادیر محاسبه شدند. برای زیوکه متوسط رواناب سالانه برابر $MAR_{50\%}=4.65\ m^3/s$ و مقدار $MAR_{10\%}=0.465$ m^3/s است.

۳-۲-۳-روش 1SD

برای محاسبه دبی زیست‌محیطی در این روش، یک انحراف معیار به‌عنوان دبی‌های عبوری رودخانه منظور شد. نتایج دبی زیست‌محیطی زیوکه در این روش در جدول (۳) ارائه‌شده است.

جدول ۳- مقادیر دبی زیست‌محیطی روش یک انحراف معیار

سال آبی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
انحراف معیار	**۰/۲۵**	**۰/۵۵**	**۰/۴۰**	**۰/۳۰**	**۰/۵۵**	**۰/۵۵**	**۱/۹۴**	**۲/۹۹**	**۵/۸۹**	**۳/۸۱**	**۱/۸۶**	**۰/۶۴**

۳-۲-۴-روش احتمال خشک‌سالی ماهانه با دوره برگشت ۲۵ سال

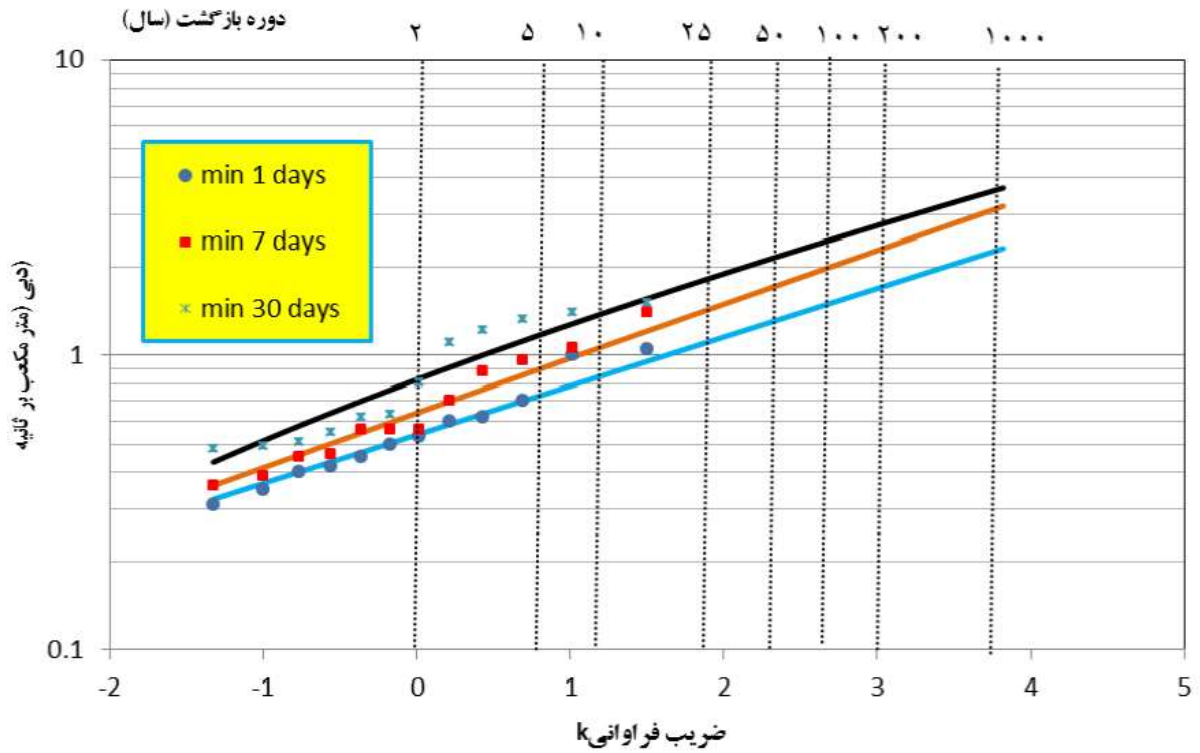
سری دبی‌های ماهانه هرسال مورد تجزیه‌وتحلیل فراوانی قرار گرفت و با برازش توزیع لوگ نرمال به‌عنوان توزیع برتر، نتایج این روش با احتمال (۹۶٪) یا دوره برگشت ۲۵ ساله خشک‌سالی در جدول (۴) ارائه‌شده است. این نتایج به‌وسیلهٔ نرم‌افزار تجزیه‌وتحلیل فراوانی بانام Hess_distribu که توسط مؤلفین تهیه‌شده محاسبه‌شده است (Hessari 2013). در این روش برای هرماه یک عدد تعیین شد.

جدول ۴- تجزیه‌وتحلیل فراوانی دبی‌های زیوکه

احتمال وقوع (%)	۹۹	۹۸	۹۶	۹۰	۸۰	۵۰	۲۰	۱۰	۴	۲	۱
وضعیت	دوره‌های خشک					نرمال		دوره‌های تر			
دوره بازگشت (سال)	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
مهر	۰/۴۵	۰/۴۸	۰/۵۱	۰/۵۸	۰/۶۵	۰/۸۴	۱/۰۹	۱/۲۵	۱/۴۴	۱/۵۹	۱/۷۲
آبان	۰/۵۹	۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۷۶	۰/۸۸	۱/۱۵	۱/۵۳	۱/۷۷	۲/۰۷	۲/۲۸	۲/۵
آذر	۰/۶۷	۰/۷۱	۰/۷۶	۰/۸۶	۰/۹۷	۱/۲۵	۱/۶۲	۱/۸۵	۲/۱۴	۲/۳۵	۲/۵۵
دی	۰/۶۹	۰/۷۲	۰/۷۶	۰/۸۴	۰/۹۳	۱/۱۳	۱/۳۹	۱/۵۴	۱/۷۲	۱/۸۵	۱/۹۸
بهمن	۰/۷	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۸۶	۰/۹۵	۱/۱۸	۱/۴۶	۱/۶۳	۱/۸۳	۱/۹۸	۲/۱۲
اسفند	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۸۸	۱	۱/۱۳	۱/۴۵	۱/۸۷	۲/۱۴	۲/۴۷	۲/۷۱	۲/۹۴
فروردین	۲/۷۴	۲/۹	۳/۱۲	۳/۵۵	۴/۰۶	۵/۳۱	۶/۹۸	۸/۰۵	۹/۳۷	۱۰/۳۴	۱۱/۲۹
اردیبهشت	۸/۵۲	۸/۸۵	۹/۳۱	۱۰/۲	۱۱/۱۹	۱۳/۵	۱۶/۳۳	۱۸/۰۴	۲۰/۰۶	۲۱/۴۸	۲۲/۸۵
خرداد	۶/۷۷	۷/۲۶	۷/۹۶	۹/۳۷	۱۱/۰۹	۱۵/۵۶	۲۱/۹۴	۲۶/۲۶	۳۱/۸۱	۳۶/۰۱	۴۰/۲۵
تیر	۲/۰۱	۲/۲۳	۲/۵۵	۳/۲۴	۴/۱۵	۶/۸۳	۱۱/۳۱	۱۴/۷۳	۱۹/۵۲	۲۳/۴۲	۲۷/۵۸
مرداد	۰/۷۱	۰/۸	۰/۹۳	۱/۲۱	۱/۵۹	۲/۷۵	۴/۸	۶/۴۲	۸/۷۶	۱۰/۷۱	۱۲/۸۴
شهریور	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۴۲	۰/۵۲	۰/۶۵	۱/۰۳	۱/۶۲	۲/۰۶	۲/۶۶	۳/۱۳	۳/۶۳

۳-۲-۵-روش تجزیه‌وتحلیل دبی‌های حداقل روزانه

تحلیل فراوانی برای سری‌های زمانی حداقل ۱، ۷ و ۳۰ روزه انجام و شاخص‌های فوق‌الذکر برای هرکدام استخراج شد. در شکل (۴) برازش مقادیر حداقل‌های روزانه ۱، ۷ و ۳۰ روزه در کاغذ احتمالاتی لوگ پیرسون ارائه‌شده است. نتایج شاخص‌ها در جدول (۵) ارائه‌شده است.



شکل ۴- برازش توزیع لوگ پیرسون دبی‌های حداقل ۱، ۷ و ۳۰ روزه رودخانه در کاغذ لگاریتمی پیرسون

جدول ۵- شاخص‌های دبی‌های حداقل خشکی روزانه

شاخص	سیلوه	زیوکه
1Q10	۰/۷۳	۰/۵۴
7Q10	۰/۹	۰/۶۷
30Q5	۰/۸	۰/۶

مقایسه نتایج روش‌های مختلف در جدول (۶) ارائه‌شده است. نیاز زیست‌محیطی به‌صورت متوسط ۵ روش لحاظ گردید. با توجه به جدول (۶) نیاز زیست‌محیطی ۳۵،۴۳ میلیون مترمکعب در سال است که این میزان حدود ۲۵٪ آورد رودخانه است که نتیجه به‌دست‌آمده (۲۵٪ آورد رودخانه) با تحقیقات انجام‌یافته توسط Abdi and Yasi (2015) و Kashaigili et al. (2007) و Pastor et al. (2014) همخوانی مطلوبی دارد. Hessari et al. (2016) برای توسعه آبیاری تکمیلی اراضی دیم در حوضه کرخه برنامه رایانه‌ای برای تخصیص دینامیکی جریان رودخانه پیاده کردند. در این راستا چهار سناریوی جریان شامل شرایط نرمال جریان (متوسط ۳۰ ساله)، شرایط نرمال با احتساب دبی محیط زیستی، شرایط خشک‌سالی و شرایط خشک‌سالی با احتساب دبی محیط زیستی، برای تخصیص از منابع آب در نظر گرفته شد. حداقل ۱۵٪ از میانگین آورد سالانه هم برای حفظ اکوسیستم رودخانه در هر زیر حوضه، منظور گردید که با نتایج این تحقیق همخوانی داشته و کفایت دبی زیست‌محیطی را نشان می‌دهد.

جدول ۶- مقایسه نتایج روش‌های مختلف نیازهای زیست‌محیطی

روش- ماه		مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
روش اول	$Q_{P95\%}$ زیوکه	۰/۳	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۷	۰/۷۸	۰/۹	۱/۴۹	۷/۳۱	۴/۱۸	۱/۱۶	۰/۴۲	۰/۳
روش دوم	10% MAR	۰/۴۶۵	۰/۴۶۵	۰/۴۶۵	۰/۴۶۵	۰/۴۶۵	۰/۴۶۵	۰/۴۶۵	۰/۴۶۵	۰/۴۶۵	۰/۴۶۵	۰/۴۶۵	۰/۴۶۵
روش سوم	1SD	۰/۲۵	۰/۵۵	۰/۴	۰/۳	۰/۵۵	۰/۵۵	۱/۹۴	۲/۹۹	۵/۸۹	۱/۸۱	۱/۸۶	۰/۶۴
روش چهارم	خشک‌سالی با دوره برگشت ۲۵ سال	۰/۵۱	۰/۶۷	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۷	۰/۸۸	۳/۱۲	۹/۳۱	۷/۹۶	۲/۵۵	۰/۹۳	۰/۴۲
روش پنجم	1Q10	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴
	7Q10	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷
	30Q5	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶
متوسط		۰/۴۸	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۶۳	۰/۶۶	۱/۲۶	۳/۱۳	۲/۹	۱/۴	۰/۷۸	۰/۵۲
متوسط سالانه (m^3/s)		۱/۱۲											
متوسط سالانه (میلیون مترمکعب در سال)		۳۵/۴۸											

۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق، برای برآورد حداقل جریان، روش‌های مختلف هیدرولوژیکی مورد استفاده قرار گرفتند. در فصول پر آب به‌طور طبیعی آب زیاد بوده و سازگاری گیاهان و جانوران به‌طور طبیعی روی می‌دهد. بعضی گیاهان نادر فقط در بهار و در کناره رودخانه رشد و نمو می‌کنند و اگر دبی کمی اعمال شود از بین خواهند رفت. بنابراین میانگین روش‌ها برای تخصیص نیاز زیست‌محیطی در بین بند و نیروگاه پیشنهاد می‌شود. تنوع و ترکیب روش‌ها می‌توانست بسیار متفاوت باشد ولی در این تحقیق سعی گردید معیارهایی که در سطح دنیا بیشترین موارد استفاده را داشته‌اند، مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد. با توجه به نتایج کلی این تحقیق موارد زیردر تعیین نیاز زیست محیطی رودخانه‌ها باید مد نظر قرار گیرد.

۱- نیاز زیست‌محیطی در تمام پروژه‌های آبی موردتوجه قرار گیرد و حداقل ۲۵٪ آورد سالانه رودخانه به آن تخصیص داده شود.

۲- در رودخانه‌های منفرد، در نبود اطلاعات هیدرولیکی و اکوسیستمی، از چند روش هیدرولوژیکی ماهانه، برای برآورد نیاز زیست‌محیطی استفاده گردد.

۳- در رودخانه‌هایی که دارای سد مخزنی هستند علاوه بر جریان‌های حداقل، تخصیص جریان‌های حداکثر و دبی‌های سیلابی برای پالایش کیفی رودخانه موردتوجه قرار گیرد.

لازم است تحقیقات در زمینهٔ برآورد جریان زیست‌محیطی با دسترسی به داده‌های وسیع ازجمله انواع گیاهان و گونه‌ها و جانداران آبزی و غیر آبزی در رودخانه و سیلاب‌دشت آن و همچنین مسائل اجتماعی مرتبط با آن انجام گیرد. پیشنهاد می‌شود که سایر روش‌های تعیین نیاز زیست‌محیطی خصوصاً روش شبیه‌سازی زیستگاه و روش هیدرولیکی در تحقیقات آتی مدنظر قرار گیرد.

References

Abdi R., Yasi M., Mohammadi E. (2014). Environmental requirement assessment in Zarrinehrood River by hydrological methods. J. Watershed Eng. Manage. 6(3), 211-223.

Abdi R. and Yasi M. (2015). Evaluation of environmental flow requirements using eco-hydrologic–hydraulic methods in perennial rivers. Water Sci. Technol., 72 (3) 354-363; DOI: 10.2166/wst.2015.200

Amini S. S. (2008). Using Hydraulic Models and GIS Flood Encroachment in Rivers, MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Department of Water Engineering, University of Urmia, 214 pages.

Dyson M., Bergkamp G. and Scanlon J. (2003). The essentials of environmental flows. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. xiv + 118 pp.

Hessari B. (2013). Upstream/downstream hydrological interactions of supplemental irrigation development in rain-fed areas of upper Karkheh river basin, PhD Thesis, Department of Hydrology, Faculty of Water Sciences Engineering, Ahvaz University, Iran. 222 pages [in Persian].

Hessari B., Bruggeman A., Akhoond-Ali A. M., Oweis T. and Abbasi F. (2016). Supplemental irrigation potential and impact on downstream flow of Karkheh River basin in Iran, Hydrol. Earth Syst. Sci., 20, 1903-1910, doi:10.5194/hess-20-1903-2016

Kashaigili J. J., Mccartney M. and H. F Mahoo. (2007). Estimation of environmental flows in the Great Ruaha River Catchment, Tanzania. J. Phys. Chem. Earth., 32(15-18), 1007–1014.

Mazvimavi D., Madamombe E. and H. Makurira. (2007). Assessment of environmental flow requirements for river basin planning in Zimbabwe. J. Phys. Chem. Earth, 30: 639–647.

Mostafavi S. and Yasi M. (2015). Evaluation of Environmental Flows in Rivers Using Hydrological Methods (Case study: The Barandozchi River- Urmia Lake Basin).J. water Soil, 29(5), 1219-1231.

Pastor A. V., Ludwing F., Biemans H., Hoff H. and Kabat P. (2014). Accounting for environmental flow requirements in global water assessments. J. Hydrol. Earth Syst. Sci., 18(12), 5041–5059.

Poff N., Richter B., Arthington A., Bunn S., Naiman R., Kendy E. and M Acreman. (2010). The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): A new framework for developing regional environmental flow standards. J. Freshwater Biol., 55(1), 147-170.

Ramsar Convention Secretariat. (2007). Water allocation and management: Guidelines for the allocation and management of water for maintaining the ecological functions of wetlands. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 3rd edition, vol. 8. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland.64 pp.

Shaeri Karimi S., Yasi M. and Eslamian S. (2012). Use of hydrological methods for assessment of environmental flow in a river reach. Int. J. Environ. Sci. Technol., 9(3), 549-558.

Shokoohi A. and Hong Y. (2010). Using hydrologic and hydraulically derived geometric parameters of perennial rivers to determine minimum water requirements of ecological habitat (Case study: Mazandaran Sea Basin-Iran). J. Hydrol. Process., 25(22), 3490-3498.

Smakhtin V. U. (2001). Low flow hydrology: a review. J. Hydrology., 240(3-4), 147–186.

Tharme R. E. (2003). A global perspective on environmental flow assessment: Emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. River Res. Appl., 19(5-6), 397-441.

Estimating the Environmental Flow Requirement in Downstream of Hydroelectric Power Plant of Zivkeh- Piranshahr

Behzad Hessari[1*] and Maryam Khanmohammadi[2]

[1]Assistant Prof., Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
[2]M.Sc., Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

***Corresponding author:** b.hessari@urmia.ac.ir

Received: November 28, 2016 Accepted**:** March 14, 2017

Abstract:

For river management, it is essential to allocate a certain amount of water to sustain life and ecology of the river. In recent years, the environmental flow requirement (EFR) of river has been posed as a new competitor of basin water consumptions aside domestic, agriculture, and industry sectors. In this research, different hydrological criteria of EFR was probed in downstream of Zivakeh hydroelectric power plant. Five hydrological methods such as the probability of 95% and 90% of flow duration curve, Montana, 1SD, monthly distribution probability of drought with the return period of 25 years, and 1, 7, and 30 days with different return periods such as 1Q10, 7Q10, 30Q5 were used. For analysis 22-years daily data from the water year of 1372 to 1393 were used. The results indicated that the monthly average of the five methods varied from 0.48 to 3.13 m^3/s that equals 35.5 MCM and 25% of mean annual runoff (MAR) of the river. These values for EFR show good agreement with the common indices.

Keywords: Water Allocation, Low Flow; Environmental Flow Requirement; Hydrological Methods; Zivakeh Power Plant.