Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره هفت، مهرماه ۹۹

بررسی روش‌های مختلف تخمین نیازآب زیست‌محیطی(مطالعه موردی: رودخانه الندچای)

المیرا پیروزیان[۱]
مهدی سرائی تبریزی[۲*]
m.sarai@srbiau.ac.ir
حسین صدقی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش:۹۷/۶/۲۱

چکیده

زمینه و هدف: طرح‌های توسعه منابع آب دارای اثرات زیست‌محیطی متعددی می‌باشد که تغییر رژیم طبیعی رودخانه و کاهش جریان سطحی پایین‌دست از مهم‌ترین آن است. برآورد جریان زیست‌محیطی مورد نیاز برای سلامت رودخانه‌ها و اکوسیستم‌های آبی پایین‌دست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. راهکار پایدار، تجدیدنظر در تخصیص آب برای مصارف مختلف و افزایش سهم جریان زیست‌محیطی از ۱۰٪کنونی به ۲۰ تا ۴۰٪ آورد سالیانه رودخانه‌ها است. هدف این پژوهش، ارزیابی توزیع ماهیانه جریان زیست‌محیطی یک رودخانه شاخص با جریان دائمی (رودخانه الندچای) از روش‌های موجود هیدرواکولوژیکی بوده است.

روش بررسی: در این مقاله، از هفت روش هیدرواکولوژیکی: ۱- Tennant؛ ۲- Tessman ۳- شاخص‌های تداوم جریان FDC ۴- Smakhtin ۵- FDC shifting ۶- DRM و ۷- روش کیفیت آب موسوم به رابطه Q) استفاده شده است. نتایج برآورد جریان زیست‌محیطی رودخانه الندچای در سال ۹۷ از روش‌های مختلف محاسبه گردید.

یافته‌ها: بر اساس این مقاله، حقابه زیست‌محیطی رودخانه الند چای در روش FDC shifting و با پذیرش شرایط رودخانه در حداقل وضعیت اکولوژیکی قابل‌قبول (کلاس مدیریت زیست‌محیطی C)، در ایستگاه هیدرومتری بدلان، شدت جریان متوسط سالیانه معادل ۱/۵۶ مترمکعب بر ثانیه برآورد گردید که از نظر مقدار دبی حقابه زیست‌محیطی از تمام روش‌های هفت گانه محاسبه شده بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده و روش Tennant هم در ایستگاه نامبرده ۰/۳۹ محاسبه گردید. بقیه روش‌ها بین دو روش یادشده قرار گرفته است.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج مقاله حاضر دقت روش FDC shifting را با کلاس زیست‌محیطی C که در ایستگاه مورد مطالعه برابر با ۱/۵۶ مترمکعب در ثانیه است، به‌عنوان کلاس مدیریت زیستی برای رودخانه الندچای نشان می‌دهد. این نتایج نشان می‌دهد که روش‌های سریع محاسبه جریان زیست‌محیطی بکار رفته در ایران، عمدتاً بدون در نظر گرفتن شرایط زیست‌محیطی ایران بکار برده می‌شود. این امر دقت نتایج حاصل را بشدت کاهش داده وگاه حتی نتایج معکوسی را حاصل می‌کند.

واژه‌های کلیدی: نیاز زیست‌محیطی، روش‌های اکوهیدرولوژیکی، رودخانه، الندچای.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، گروه علوم و مهندسی آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران *(مسوول مکاتبات)
۳- استاد گروه علوم و مهندسی آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.7, October, 2020

Investigating Different Methods for Estimating the Need for Environmental Water (Case Study: Alandchay River)

Elmira pirouzian[1]
Mahdi Sarai Tabrizi[2*]
m.sarai@srbiau.ac.ir
Hossein Sedghi[3]

Admission Date:September 12, 2018 Date Received: March 13, 2018

Abstract

Background and Objective: Water resource development plans have several environmental impacts, the most important of which are natural river flow change and downstream surface reduction of flow. Estimation of the environmental flow required for the health of rivers and downstream ecosystems are of particular important. A sustainable strategy is a revision of the allocation of water for various uses and an increase in the share of the environmental flow from the current 10% to (20-40%) annual yields of rivers. The main objective of this study was to evaluate the monthly distribution of the environmental flow of an indicating river with a permanent flow (Alandachay river) using existing hydro-ecological methods.

Method: In this paper, seven hydro-ecological methods were used: (1- Tennant; 2- Tessman; FDC 4- Smakhtin 5- FDC shifting 6-DRM; 7- Water-quality method called Q-relation). The results of environmental estimation of Alandachay River were calculated using different methods.

Findings: According to this paper, the environmental law of the Alandachay river in the FDC shifting method and with acceptance of the river conditions at the minimum ecological status acceptable (environmental management class C), at hydrometry station, average annual flow rate was estimated to be 1.56 cubic meters per second, which considering the amount of environmental water, the highest calculated amount of all seven methods and was calculated 0.39 by using Tennant method. The other remaining methods were between these methods.

Discussion and Conclusion: The results of this paper show the accuracy of the FDC shifting method with the environmental class C at the studied station at 1.56 cubic meters per second as the bio-management class. These results show that quick methods of calculating the environmental flow used in Iran are mainly applied without considering the environmental conditions. This greatly reduces the accuracy of the results and even yields the opposite results.

Key words: Environmental Flow, Eco-hydrological Methods, River, Alandchay.

1- M.Sc. of Water Structures, Department of Water Engineering and Sciences, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Water Engineering and Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.* (Corresponding Author)
3- Professor, Department of Water Engineering and Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مباحث مربوط به آب که حیاتی‌ترین ماده بقای حیات انسان است، اهمیت آن را تا بدان جا رسانده است که از آن برای تعیین خط فقر در جهان بهره گرفته می‌شود و سیاستمداران آب را با امنیت ملی کشورها پیوند زده‌اند. با عنایت به جهانی بودن بحران آب، لزوم برنامه‌ریزی در حفظ و بقای آب کشور و استفاده بهینه از این منابع از مهم‌ترین برنامه‌های توسعه هر کشور می‌باشد و پر واضح است که بدون داشتن اطلاعات صحیح از منابع آب، برنامه‌ریزی در مورد آن مفهومی ندارد(۱). استفاده از منابع آب به نحوی که توانایی جامعه بشری در راستای تداوم حیات و پیشرفت در آینده‌های نامحدود را تأمین کند و تداخلی با ساختار سیکل هیدرولوژی و اکوسیستم‌های مرتبط با آن ایجاد نکند، تعیین‌کننده مصرف آب به‌صورت پایدار است که در این میان حفاظت از محیط‌زیست به‌عنوان یک ستون کلیدی توسعه پایدار مطرح است (۲). براساس برآورد کمیته جهانی سدها، احداث سدها، انتقال آب بین حوضه‌ای و استحصال آب کشاورزی ۶۰٪ رودخانه‌های جهان را در معرض تهدید قرار داده است. این مداخلات منجر به بروز اثرات چشمگیری از جمله کاهش کل جریان رودخانه و تحت تأثیر قرار دادن تغییرات فصلی جریان و نیز اندازه و تناوب سیلاب‌ها می‌شود. واضح است که تغییرات انجام یافته در جریان رودخانه، لازم است با حفاظت از خدمات اکولوژیکی ضروری وابسته به آب متوازن شود. جریان‌های مورد نیاز برای حفاظت از این خدمات "جریان زیست‌محیطی" نامیده شده و فرآیند تعیین این جریانات "ارزیابی جریان زیست‌محیطی" نامیده می‌شود. تعیین و تخصیص جریان زیست‌محیطی مؤثرترین نگرش برای جلوگیری از اثرات تنظیم جریان رودخانه‌ها است(۳). مطالعات متعددی در جهت تعیین جریان زیست‌محیطی در رودخانه‌ها انجام یافته است و در حال حاضر روش‌های مختلفی (حدوداً ۲۰۷ روش) به‌منظور برآورد جریان زیست‌محیطی در سراسر جهان وجود دارد که این روش‌ها را به‌طور عمده می‌توان به ۴ گروه: روش هیدرولوژیکی، روش درجه‌بندی هیدرولیکی، روش شبیه‌سازی زیستگاه و روش جامع تقسیم کرد(۴). برای ارزیابی زیست‌محیطی رودخانه نازلوچای از پنج روش هیدرولوژیکی (درصدی ازمنحنی تداوم جریان، Tenant، RVA، FDC-shifting و DRM) استفاده گردیدو نتایج این بررسی نشان داد که برای حفاظت رودخانه نازلودرحداقل شرایط زیست محیطی قابل قبول،جریان پیوسته ازحداقل ۰/۸مترمکعب برثانیه (دردوماه مردادوشهریور)تاحداکثر ۸ مترمکعب برثانیه (درماه اردیبهشت)،در طول رودخانه و تا ورود به دریاچه ارومیه بایدتامین گردد(۵،) برای تعیین شدت جریان ریست‌محیطی رودخانه باراندوزچای از هشت روش هیدرولوژی Tennant، Tessman، Duration Indices Flow، Smakhtin، شاخص‌های منفرد جریان کم آبی، انتقال منحنی تداوم جریان FDC shifting، مدل ذخیره رومیزی DRM و RVA استفاده شد و نتایج نشان داد حداقل دبی از اسفند تا تیر ۲/۲۰ و مرداد تا بهمن ۰/۷۳ مترمکعب برای تامین شرایط زیست محیطی می باشد(۶). طی انجام مطالعاتی بر رودخانه سیمینه رود برای محاسبه مقدار جریان زیست‌محیطی از روش‌های مختلفی استفاد شد. مقایسه نتایج نشان می‌دهد که روش تغییر منحنی تداوم جریان با توجه به تغییرپذیری طبیعی جریان و سعی به حفظ این تغییرپذیری در جریان زیست‌محیطی نسبت به سایر روش‌ها برتری دارد(۷). تغییرات رژیم جریان در رودخانه Yangtze با استفاده از معیارهای سازگار با محیط‌زیست جریان مورد بررسی قرارگرفت. با بررسی پارامترها با شاخص IHA به این نتیجه رسیدند که جریان سالانه در دوره ۲۰۰۸-۱۹۶۱ کاهش‌یافته که در فصل پاییز بسیار شدید بوده است. مقدار آب رهاشده سد از سال ۲۰۰۳ به‌علت خشک‌سالی کاهش‌یافته که منجر به اثرات منفی زیست‌محیطی شده است(۸). با استفاده از روش‌های هیدرولوژیکی حداقل جریان زیست‌محیطی رودخانه Segura در منطقه مدیترانه به‌دست آورده شد و حداقل نیاز زیست‌محیطی رودخانه برای حفظ زیستگاه طبیعی ساحلی مورد مطالعه قرار گرفت(۹).

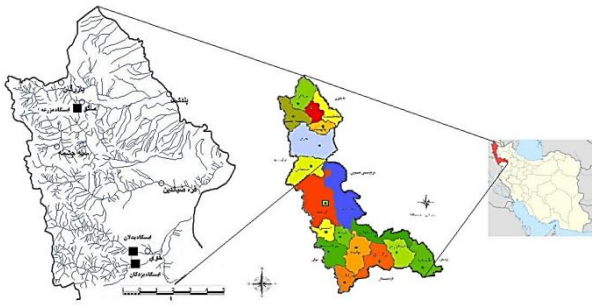
www.SID.ir

هدف اصلی در این پژوهش، معرفی و ارزیابی شاخص‌های اکولوژیکی- هیدرولوژیکی در تعیین جریان زیست‌محیطی رودخانه الندچای در حوضه آبریز ارس با استفاده از روش‌های مربوط است. با توجه به شرایط رودخانه ارس، سهم جریان زیست‌محیطی آن از رودخانه الندچای بر اساس پتانسیل جریان طبیعی رودخانه تعیین و پیشنهاد می‌گردد.

روش بررسی

معرفی رودخانه مورد مطالعه

حوضه آبریز الندچای واقع در شمال استان آذربایجان غربی، در شهرستان خوی و در محل ایستگاه آب بدلان که از ارتفاعات ۳۱۱۱ متری سرچشمه می‌گیرد. این حوضه جزء حوضه آبریز ارس می‌باشد. حوزه آبخیز ارس به ۸ زیر حوضه تقسیم می‌شود که زیرحوضه دره رود و قطورچای بزرگ‌ترین آن‌ها هستند. رودخانه قطورچای از دریاچه کازالی ترکیه سرچشمه و بعد از عبور از نقطه صفر مرزی کاپی کوی وارد ایران می‌شود. این رود از غرب به شرق امتداد دارد و از زیر با پیوستن به رود الند در ایواوغلی همراه آغ چای وارد ارس گشته و همراه دیگر رودها وارد دریاچه خزر می‌شوند. رودخانه الند از شاخه‌های مهم رودخانه قطور بوده که در شهر خوی جریان دارد. این رودخانه از کوه‌های مرزی ایران و ترکیه بنام کانی زیارت، نظر بیک و حاجی بیک سرچشمه می‌گیرد و این کوه‌ها در فاصله تقریبی ۵۷ کیلومتری خوی واقعند. حداکثر، حداقل دمای مطلق و میانگین دما در حوضه الندچای به‌ترتیب ۱۱/۲، ۱۱/۲۰ - و ۱۳/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. به‌طور متوسط تعداد روزهای یخبندان در حوضه یادشده برابر ۱۱۱ روز می‌باشد. طول رودخانه الند تا این نقطه ۷۰ کیلومتر و حوزه آبریز ۷۱۲ کیلومتر مربع است و در مواقع پرآبی و سیلابی در پایین روستای بیزنده وارد رودخانه قطور می‌شود. شکل ۱ موقعیت ایستگاهای هیدرومتری الندچای و قطورچای در استان آذربایجان غربی رانشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری الندچای و قطورچای در استان آذربایجان غربی

Figure 1. Location of Alandchay and Gothor Chay hydrometric stations in West Azarbaijan province

شاخه‌های اولیه الندچای در روستای بدلان بنام رودخانه بدلان وارد الند می‌گردد. این شاخه (بدلان) از کوه اورین بزرگ که بلندترین قله حوضه آبریز رود الند می‌باشد و ۳۶۲۲ متر از سطح دریا ارتفاع دارد، سرچشمه می‌گیرد. کوه اورین در ۳۴ کیلومتری غرب خوی قرار دارد. آب حاصل از ذوب برف‌های این کوه وارد رودخانه بدلان شده و از طریق آن به رودخانه الند می‌ریزند. پس از الحاق شاخه بدلان، رودخانه قوسی به سوی شمال تغییر جهت داده و در پسک پایین واقع در باختر خنی وارد جلگه خوی می‌شود. ایستگاه بدلان بر روی رودخانه الندچای تا بالادست سد انحرافی الند دارای طول تقریبی۲۵ متر و با عرض و عمق متوسط ۴۴۷/۴ می‌باشد. جدول ۱ و ۲ اطلاعات بیولوژیکی و مشخصات آماری رودخانه الند را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ - اطلاعات بیولوژیکی رودخانه الندچای

Table 1.Biological Information for Alandchay River

گیاهان آبزی رودخانه الند (محیط‌زیست، ۱۳۹۰)	ماهیان رودخانه الند(محیط‌زیست، ۱۳۹۰)
گزنه سفید (Juncus spp)	ماهی خیاط (Aalburnoides lifuncalus)
بوریه (Scripus mariutimus)	سیاه ماهی (Varicorhunus capoeta)
سیزاب آبی (Veronica aquatic)	کپور ماهی (Cyprinus carpio)
زرشک (Berberis inlegerriama)	ماهی کولی (Acanthalburnus microlepis)
دم اسب (Equisctum fluuitiale)	ماهی ریز نقره ای(Leucaspius delineates)
نی (Phraymotes australis)	سس ماهی(Barbus spp)
سیزاب جویباری (Veronica beccabungeu)	ماهی گربه ای (Carassius caressius
گون (Astragalus dictiolobus)	سس ماهی سر
جگن (Carex spp)	

جدول۲- مشخصات آماری دبی سالیانه و ماهیانه ایستگاه هیدرومتری بدلان (۱۳۹۴-۱۳۵۳)

Table 2. Statistical characteristics of annual and monthly discharge of Badalan hydrometric station (1353-1394)

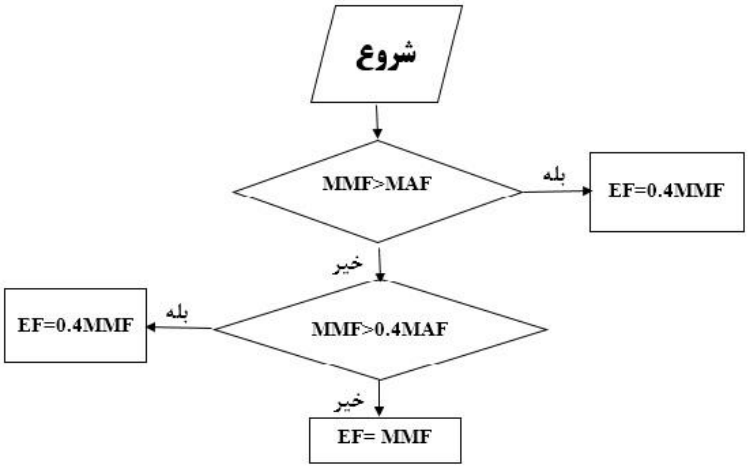
جریان	بده متوسط	حداکثر بده	حداقل بده
مهر	۱/۸۳	۵/۰۷۳	۰/۴۹
آبان	۲/۰۱	۷/۰۵۸	۰/۸۴
آذر	۱/۶۸	۵/۱۸۱	۰/۶۹۳
دی	۱/۴۶	۳/۸۱۱	۰/۵۴
بهمن	۱/۵۸	۵/۲۶۲	۰/۶۵
اسفند	۲/۱۵	۴/۱۶۴	۰/۹۲
فروردین	۶/۳۸	۲۲/۴۶	۲/۱۱
اردیبهشت	۱۲/۱۵	۳۴/۰۲	۲/۱۱
خرداد	۸/۷۹	۲۲/۵۹	۱/۰۵
تیر	۴/۳۴	۱۴/۷۷	۰/۶۱
مرداد	۲/۵۰	۸/۸۳	۰/۷۱
شهریور	۲/۳۶	۱۲/۸	۰/۳۲
سالانه	۳/۹۴	۱۲/۱۶	۰/۹۲

روش‌های مورد استفاده در تعیین جریان زیست‌محیطی رودخانه الندچای

روش Tennant: Donald Tennant (۱۹۷۶)روشی برای تعیین جریان زیست‌محیطی مورد نیاز برای ماهی‌ها معروف به روش «مونتانا» یا «Tennant» معرفی کرد. در این روش درصدهای مختلفی از متوسط جریان سالیانه به‌عنوان جریان زیست‌محیطی پیشنهاد می‌شود(۱۰ و ۱۱). این درصدها در حالت قابل‌قبول ۱۰ ٪ MAR (متوسط آورد سالیانه) برای نیمه پر آبی و ۳۰ ٪ MAR برای نیمه کم آبی در نظرگرفته می‌شود.

روش Tessman: Tessman (۱۹۸۰) با اقتباس از پیشنهادهای فصلی روش Tennant از ترکیبی از متوسط جریان ماهیانه (MMF) و متوسط جریان سالیانه (MAF) برای تعیین حداقل جریان ماهیانه مورد نیاز استفاده کرد که در شکل ۲ مراحل آن به‌صورت فلوچارتی ارائه شده‌است.

www.SID.ir



شکل ۲- فلوچارت تعیین جریان زیست‌محیطی به روش Tessman

Figure 2. Flowchart for determination of environmental flow by Tessman method

تحلیل منحنی تداوم جریان (FDC): یکی از خصوصیات مربوط به جریان آب که در ارزیابی نوسانات و تغییرپذیری آب رودخانه از نظر زیست‌محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد منحنی تداوم جریان (FDC: Flow Duration Curve) می‌باشد. این روش یکی از مفیدترین روش‌های نمایش محدوده کامل بده جریان‌های رودخانه از رخدادهای کم‌آبی تا سیلابی است که رابطه بین مقدار و فراوانی جریان را نشان می‌دهد. شاخص‌های جریان کم‌آبی مختلفی از منحنی‌های تداوم جریان مورد استفاده قرار می‌گیرند. جریان‌های بین محدوده ۷۰ تا ۹۹ ٪ زمان تجاوز (Q70 تا Q99) معمولاً به‌عنوان جریان‌های کم‌آبی استفاده می‌شوند. جریان‌های Q90 و Q95 شاخص‌هایی هستند که اکثراً به‌عنوان شاخص‌های جریان کم‌آبی به کار می‌روند. جریان Q50 نیز در ماه‌های تابستان، شاخص تداوم جریان دیگری است.

روش ترسیم منحنی تداوم جریان: با مرتب کردن داده‌های آماری جریان به‌صورت نزولی می‌توان منحنی تداوم جریان رسم کرد، به عبارت دیگر بزرگ‌ترین عدد دارای رتبه ۱ است. احتمال وقوع هر دبی نیز از رابطه ۱ به‌دست می‌آید:

$$P = \frac{m}{n+1} \qquad (۱)$$

که در آن پارامتر m مرتبه دبی در سری زمانی مرتب‌سازی شده به‌صورت نزولی و n کل تعداد فراوانی داده‌ها است.

روش Smakhtin: Smakhtin و همکاران (۲۰۰۴) از این روش برای بررسی ۱۲۸ حوضه آبریز در نقاط مختلف جهان، به‌منظور ارزیابی وضعیت بهره‌برداری از رودخانه‌های جهان با لحاظ نمودن نیاز آب زیست‌محیطی استفاده کردند(۱۲). در روش Smakhtin، نیاز آب زیست‌محیطی (EWR) به‌صورت ترکیبی از حداقل جریان زیست‌محیطی (LFR) و نیاز حداکثر جریان زیست‌محیطی (HFR) در نظر گرفته می‌شود(۱۳). در این روش برای آن‌که شرایط رودخانه به‌صورت "نسبتاً خوب" باشد، باید LFR در آن رودخانه مساوی Q90 در نظر گرفته شود. Q90 جریانی است که نود درصد مواقع سال، بده جریان رودخانه از آن مقدار بیش‌تر است.Smakhtin و همکاران حوضه‌های آبریز را در ۴ کلاس طبقه‌بندی کرده و بر این اساس مقدار HFR را به‌صورت درصدی از میانگین آورد سالانه (MAR: Mean Annual Runoff) ارائه نموده‌اند (جدول۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تخمین حداکثر جریان زیست‌محیطی با روش اسمختین

Table 3. Estimation of maximum environmental flow using Smakhtin method

نیاز جریان حداقل (**Q90**)	نیاز جریان حداکثر (**HFR**)	توضیحات
Q90> MAR 10%	MAR 20% = HFR	در حوضه‌های با رژیم متغیر که جریان عمدتاً بر اثر سیلاب در فصل تر به وجود می‌آید.
MAR 10%> Q90 > MAR 20%	MAR 15% =HFR	
MAR20%> Q90 > MAR 30%	HFR= MAR 7%	
Q90< MAR 30%	HFR=0	در حوضه‌های با رژیم ثابت، جایی که جریان در طول سال ثابت است.

روش تغییر منحنی تداوم جریان (FDC shifting): Smakhtin و Anputhas (۲۰۰۶) به‌منظور ارزیابی جریان زیست‌محیطی در سامانه رودخانه از این روش استفاده کردند. این روش که یک رژیم هیدرولوژیکی برای حفاظت رودخانه در وضعیت اکولوژی مطلوب ارائه می‌دهد اصطلاحاً "انتقال منحنی تداوم جریان (FDC-Shifting: Flow Duration Curve Shifting) نامیده می‌شود. برای محاسبه نیاز آب زیست‌محیطی از این روش از اولین نسخه نرم‌افزار GEFC (2007) استفاده می‌شود. روش FDC shifting به‌منظور حفظ الگوی کلی تغییرپذیری جریان از شیفت منحنی تداوم جریان طبیعی استفاده کرده و بر این اساس نیاز آب زیست‌محیطی را برای کلاس‌های مدیریت زیست‌محیطی A تا F پیشنهاد می‌کند. در این روش چهار مرحله اصلی وجود دارد:

شبیه‌سازی وضعیت‌های هیدرولوژیکی موجود: در این روش، محور احتمالات منحنی تداوم جریان با نمایش ۱۷ ٪ احتمال وقوع (۰/۰۱، ۰/۱، ۱، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۹۵، ۹۹، ۹۹/۹ و ۹۹/۹۹) تهیه می‌گردد. این نقاط تضمین می‌کنند که تمام محدوده جریان‌ها به‌قدر کافی پوشش داده شده و همین‌طور ادامه کار را در مراحل بعدی آسان می‌سازند.

تعریف کلاس‌های مدیریت زیست‌محیطی: در این روش هدف تأمین جریان‌های زیست‌محیطی حفظ اکوسیستم در وضعیت‌های مورد نظر است که به‌عنوان "کلاس مدیریت زیست‌محیطی"، "رده مدیریت اکولوژیکی" یا "سطح حفاظت زیست‌محیطی" شناخته می‌شوند. کلاس‌های مدیریتی شامل: A: طبیعی، B: اندک تغییریافته، C: نسبتاً تغییریافته، D: تا حد زیادی تغییریافته، E: به‌شدت تغییریافته و F: به طرز بحرانی تغییریافته می‌باشد.

تولید منحنی‌های تداوم جریان زیست‌محیطی: پس از رسم منحنی تداوم جریان طبیعی، در مرحله بعد از تغییرات (شیفت) عرضی به سمت چپ در طول محور احتمال استفاده می‌شود تا منحنی تداوم جریان زیست‌محیطی برای هر کلاس مدیریتی محاسبه شود. یک شیفت در منحنی تداوم جریان طبیعی به این معنی است که جریانی که ۹۹/۹۹ ٪ مواقع رخ می‌داد.

تولید سری زمانی جریان زیست‌محیطی ماهیانه: با استفاده از یک میان‌یابی فضایی می‌توان منحنی‌های تداوم جریان زیست‌محیطی را به سری‌های زمانی جریان زیست‌محیطی ماهیانه تبدیل کرد. در این روش برای هر ماه، یک درصد بر روی منحنی تداوم جریان طبیعی تشخیص داده می‌شود و سپس در همان درصد، مقدار جریان ماهیانه از روی منحنی تداوم جریان زیست‌محیطی قرائت می‌شود. با استفاده ازسری‌های زمانی جریان ماهیانه طبیعی رودخانه، متوسط جریان سالیانه (MAR) محاسبه می‌شود، متوسط جریان زیست‌محیطی سالیانه (MAER: Mean Annual Environmental Runoff) نیز با استفاده از سری‌های زمانی جریان ماهیانه زیست‌محیطی تولیدشده، محاسبه می‌شود(۱۴). سپس با تقسیم متوسط جریان زیست‌محیطی سالیانه بر متوسط جریان سالیانه (MAER/MAR) می‌تواند

www.SID.ir

Arch

درصدی از MAR را که باید برای هر کلاس مدیریتی به‌عنوان جریان زیست‌محیطی در نظر گرفته شود، محاسبه کرد.

مدل ذخیره رومیزی (DRM): این روش برای اولین بار توسط Hughes and Hannart (۲۰۰۳) برای ارزیابی‌های اولیه نیازهای جریان زیست‌محیطی رودخانه‌ها در آفریقای جنوبی توسعه داده شده‌است. مدل ذخیره رومیزی (DRM: Desktop Reserve Model) یکی از این روش‌ها است که قادر است نیاز جریان اکولوژیکی را در شرایطی که یک ارزیابی سریع مورد نیاز است و داده‌های موجود محدود می‌باشند محاسبه کند. در این روش چهار "کلاس مدیریت زیست‌محیطی" ممکن (A-D) تعریف می‌شود. کلاس A شامل رودخانه‌های طبیعی و تغییرنیافته است. کلاس B رودخانه‌های تغییریافته ولی تا حد زیادی طبیعی، کلاس C رودخانه‌های نسبتاً تغییریافته و کلاس D رودخانه‌های تا حد زیادی تغییریافته با خسارات زیاد به زیستگاه طبیعی، بیوتا و عملکرد اساسی اکوسیستم است. رودخانه‌های کلاس B و C بین این حدود قرار می‌گیرند. در این دسته‌بندی‌ها، طبقه‌بندی‌های انتقالی (مثلاً A/B و B/C) نیز برای افزایش محدوده جریان‌های زیست‌محیطی ممکن مورد استفاده قرار می‌گیرند. فرض اصلی در DRM این است که انتظار می‌رود، رودخانه‌هایی با رژیم جریان پایدارتر نیازهای جریان کم‌آبی بیش‌تری در سال‌های نرمال داشته باشند و رودخانه‌هایی با رژیم جریان متغیرتر نیازهای جریان کم‌آبی کم‌تری داشته باشند.

روش کیفیت آب موسوم به رابطه Q: در راستای اعمال اثر کیفیت آب در جریان زیست‌محیطی پیشنهاد شده، از رابطه ۲ کمک گرفته شد تا کارآیی این رابطه در برآورد جریان زیست‌محیطی بررسی شود:

$$(Q_1 + Q_c) \times C_0 = (Q_2 \times C_2) + (Q_1 \times C_1) \qquad (۲)$$

Q1 بده جریان اولیه، Q_2 بده جریان ثانویه، Qc بده جریان برای رسیدن به غلظت مطلوب، C_1 غلظت اولیه، C_2 غلظت ثانویه و C_0 غلظت مطلوب می‌باشد.

کنترل کیفیت آب با استفاده از پارامترهای فیزیکی، شیمیایی: مهم‌ترین پارامترهای کیفیت آب از نظر اثرات روی اکوسیستم‌های آبی عبارتند از: دما، جامدات محلول (TDS)، اکسیژن محلول (DO)، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی پنج‌روزه (BOD5)، مواد مغذی (N وP)، اسیدیته (pH)، کدورت و کلیفرم ها و همچنین در شاخص میکروبی، نماتد ها و انگل ها نیز عامل مهمی به شمار می روند. با توجه به این‌که منبع آبی ممکن است مورد استفاده‌های مختلف قرار گیرد، پارامترهای پایش دیگری علاوه بر پارامترهای یاد شده بسته به نوع مصرف آب، (مانند سدیم، سختی و ...) لازم است مدنظر قرار گیرد.

یافته‌ها

روش Tennant برای رودخانه الندچای: سطح مورد نظر از این روش با توجه به دستورالعمل ابلاغ‌شده از طرف وزارت نیرو "حالت قابل‌قبول" و معادل ۳۰٪ MAR برای نیمه فروردین تا شهریورماه (آوریل تا سپتامبر) و ۱۰٪ MAR برای مهرماه تا نیمه فروردین (اکتبر تا مارس) است. طبق ابلاغیه شماره ۱۱/۳۱/ ۸۳۴۹ /م، مورخ ۱/۲۸/ ۱۳۸۶ وزارت نیرو که برای حقابه زیست‌محیطی در ۶ ماهه اول سال آبی ۱۰٪ متوسط جریان سالیانه و برای ۶ ماهه دوم ۳۰٪ متوسط جریان سالیانه به‌عنوان جریان زیست‌محیطی در نظر گرفته شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- جریان زیست‌محیطی رودخانه الندچای با استفاده از روش Tennant برای ایستگاه بدلان

Table 4. The environmental flow of the Alandchay River by using the Tenant method for the Badalan station

دسته‌بندی جریان	جریان زیست‌محیطی پیشنهادی Tennantدرصدی از AAF		جریان زیست‌محیطی در ایستگاه بدلان(m^3/s)	
	مهر- اسفند	فروردین- شهریور	مهر- اسفند	فروردین- شهریور
شستشوی سریع یا حداکثر	۲۰۰	۲۰۰	۷/۸۶	۷/۸۶
محدوده بهینه	۶۰ -۱۰۰	۶۰ -۱۰۰	۲/۳۵ -۳/۹۳	۲/۳۵ -۳/۹۳
بسیار عالی	۴۰	۶۰	۱/۵۷	۲/۳۵
عالی	۳۰	۵۰	۱/۱۸	۱/۹۶
خوب	۲۰	۴۰	۰/۷۸	۱/۵۷
قابل‌قبول	۱۰	۳۰	۰/۳۹	۱/۱۸
ضعیف	۱۰	۱۰	۰/۳۹	۰/۳۹
بسیار ضعیف	۱۰<	۱۰<	۰/۳۹<	۰/۳۹<

روش Tessman برای رودخانه الندچای: بر اساس فلوچارت ارائه شده در شکل ۲، نتایج محاسبات توزیع ماهیانه جریان زیست‌محیطی از روش Tessman برای ایستگاه هیدرومتری بدلان الندچای در جدول ۵ ارائه شده‌است.

جدول ۵- جریان زیست‌محیطی رودخانه الندچای در ایستگاه مورد مطالعه با استفاده از روش تسمن

Table 5. The environmental flow of the Alandchay River at the station in this study using Tessman method

ماه	m^3/s (متوسط جریان ماهیانه)	m^3/s (نیاز زیست‌محیطی)
مهر	۱/۸	۱/۶
آبان	۲/۰	۱/۶
آذر	۱/۷	۱/۶
دی	۱/۵	۱/۶
بهمن	۱/۶	۱/۶
اسفند	۱/۲	۱/۶
فروردین	۶/۴	۲/۶
اردیبهشت	۱۲/۲	۴/۹
خرداد	۸/۸	۳/۵
تیر	۳/۴	۱/۷
مرداد	۲/۵	۱/۶
شهریور	۲/۴	۱/۶
میانگین	۵/۲۳	۲/۵۴

تحلیل منحنی تداوم جریان (FDC) برای رودخانه الندچای: جریان‌های با درصد وقوع ۷۰، ۷۵، ۸۰، ۸۵، ۹۰ و ۹۵ و منحنی تداوم جریان ماهیانه برای ایستگاه بدلان در جداول ۶ و۷ ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- شاخص‌های منحنی تداوم جریان سالیانه رودخانه الندچای ایستگاه مورد مطالعه

Table 6. Curve Indicators of Continuous Annual Flood Alandchay River Station

ایستگاه	شاخص‌های منحنی تداوم جریان (m^3/s)					
	Q70	Q75	Q80	Q85	Q90	Q95
بدلان	۱/۴۸	۱/۳۶	۱/۲۸	۱/۲	۱/۰۵	۰/۹۴

جدول ۷- شاخص‌های منحنی تداوم جریان ماهیانه ایستگاه بدلان

Table 7. Curve Indicators for Continuity of the Monthly Stock of the Badalan Station

ماه	بدلان (m^3/s)				
	MMF	Q50	Q90	Q95
مهر	۱/۸	۱/۵۰	۰/۹۶	۰/۷۶
آبان	۲/۰	۱/۵۸	۱/۰۶	۰/۹۶
آذر	۱/۷	۱/۵۰	۰/۹۹	۰/۷۷
دی	۱/۵	۱/۳۳	۰/۸۲	۰/۶۶
بهمن	۱/۶	۱/۳۶	۰/۹۶	۰/۶۶
اسفند	۱/۲	۱/۶۷	۱/۰۷	۰/۹۲
فروردین	۶/۴	۴/۸۷	۲/۴۵	۲/۱۱
اردیبهشت	۱۲/۲	۱۰/۷۶	۳/۷۸	۲/۴۵
خرداد	۸/۸	۷/۴۷	۲/۱۷	۱/۳۶
تیر	۳/۴	۳/۶۲	۱/۴۳	۰/۹۷
مرداد	۲/۵	۲/۰۴	۰/۸۲	۰/۷۲
شهریور	۲/۴	۱/۵۸	۰/۸۳	۰/۸۰
میانگین	۳/۹۳	۳/۲۷	۱/۴۵	۱/۰۹

روش Smakhtin برای رودخانه الندچای: نتایج ارزیابی بده جریان زیست‌محیطی از روش Smakhtin با توجه به جدول۲ در جدول ۸ ارائه شده است. بر اساس این روش بده جریان زیست‌محیطی در ایستگاه بدلان ۱/۳ مترمکعب در ثانیه معادل ۲۸ ٪ جریان متوسط سالانه است.

جدول ۸- نیاز آب زیست‌محیطی رودخانه الندچای در ایستگاه مورد مطالعه با روش اسمختین

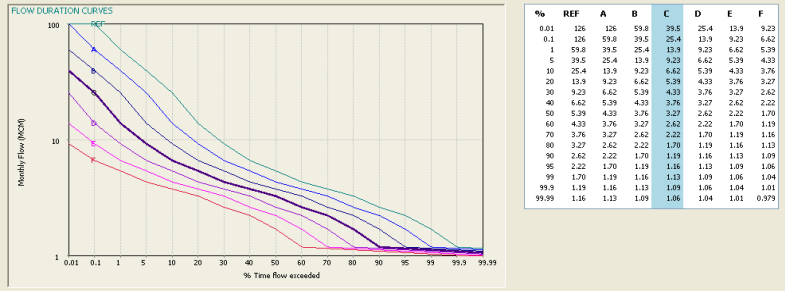
Table 8.Environmental water requirement of Alandchay River at the station in this study with Smakhtin method

نام ایستگاه	MAR(m^3/s)	Q90=LFR(m^3/s)	HFR(m^3/s)	EWR(m^3/s)
بدلان	۳/۹۳	۱/۰۵	۰/۲۷	۱/۳

روش تغییر منحنی تداوم جریان (FDC shifting) برای رودخانه الندچای: این روش برای کلاس‌های مختلف مدیریتی جریان‌های مختلفی را ارائه می‌کند. منحنی تداوم جریان زیست‌محیطی برای شش کلاس برای ایستگاه بدلان در شکل ۳ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



%	REF	A	B	C	D	E	F
0.01	126	126	59.8	39.5	25.4	13.9	9.23
0.1	126	59.8	39.5	25.4	13.9	9.23	6.62
1	59.8	39.5	25.4	13.9	9.23	6.62	5.39
5	39.5	25.4	13.9	9.23	6.62	5.39	4.33
10	25.4	13.9	9.23	6.62	5.39	4.33	3.76
20	13.9	9.23	6.62	5.39	4.33	3.76	3.27
30	9.23	6.62	5.39	4.33	3.76	3.27	2.62
40	6.62	5.39	4.33	3.76	3.27	2.62	2.22
50	5.39	4.33	3.76	3.27	2.62	2.22	1.70
60	4.33	3.76	3.27	2.62	2.22	1.70	1.19
70	3.76	3.27	2.62	2.22	1.70	1.19	1.16
80	3.27	2.62	2.22	1.70	1.19	1.16	1.13
90	2.62	2.22	1.70	1.19	1.16	1.13	1.09
95	2.22	1.70	1.19	1.16	1.13	1.09	1.06
99	1.70	1.19	1.16	1.13	1.09	1.06	1.04
99.9	1.19	1.16	1.13	1.09	1.06	1.04	1.01
99.99	1.16	1.13	1.09	1.06	1.04	1.01	0.979

شکل ۳- منحنی تداوم جریان زیست‌محیطی و شیفت‌های عرضی در ایستگاه بدلان رودخانه الندچای

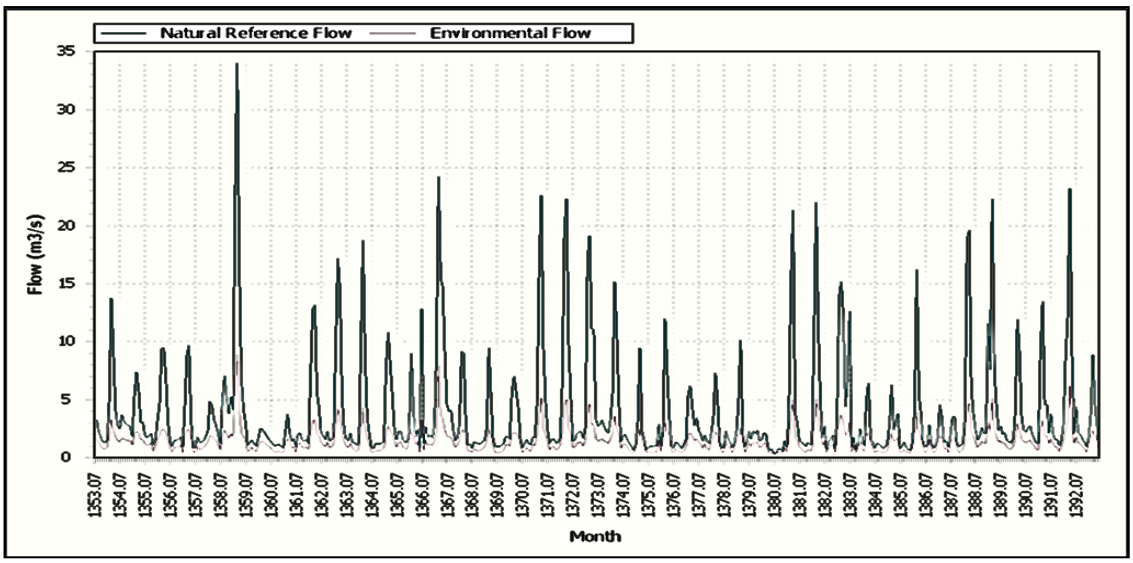
Figure 3. Continuity curve of the environmental flow and transverse shifts at the badalan station at the Alandchay River

جدول ۹- نیاز آب زیست‌محیطی رودخانه الندچای با روش FDC-Shifting

Table 9. Environmental water requirement demand of Alandhay River by using FDC-Shifting method

نام ایستگاه	(MAR) (m^3/s)	(EWR) (درصدی از MAR)					
		کلاس A	کلاس B	کلاس C	کلاس D	کلاس E	کلاس F
بدلان	۳/۹۳	۷۱/۶	۵۱	۳۸/۲	۳۰/۳	۲۴/۹	۲۰/۹

بر اساس نتایج جدول ۹، برای حفظ رودخانه الندچای در ایستگاه مورد مطالعه در کلاس A، ۷۸ تا ۹۱ ٪ MAR، در کلاس B، ۵۱ تا ۷۰ ٪، در کلاس C، ۳۸ تا ۵۶ ٪ و در کلاس D، (حداقل کلاس قابل‌قبول)، ۳۰ تا ۴۲ ٪ MAR مورد نیاز است. با توجه به موقعیت منطقه و وابستگی مردم به کشاورزی و لزوم مصرف آب در این حوزه نمی‌توان کلاس مدیریتی بالایی را انتخاب نمود، ولیکن این کلاس مدیریتی نباید به‌گونه‌ای انتخاب شود که حیات گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری اکوسیستم رودخانه درخطر باشد. به همین دلیل در این مقاله با توجه به طبقه‌بندی رودخانه به کلاس‌های مدیریت زیست‌محیطی مختلف در این روش کلاس مدیریتی C به‌عنوان کلاس مدیریتی مورد نظر انتخاب شد. سری زمانی تولید شده برای همه کلاس‌ها برای ایستگاه مورد مطالعه در رودخانه الندچای، در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴- روند تغییرات سری زمانی جریان زیست‌محیطی ماهیانه کلاس c ایستگاه بدلان الندچای

Figure 4. Changes in the time series of the monthly environmental flow of the class c from the Badalan-Alandchay station

www.SID.ir

Arch

بر اساس این روش جریان زیست‌محیطی پیشنهادی در ایستگاه بدلان الندچای در شرایط متوسط و کلاس مدیریت زیستی C میزان جریان پیشنهادی ۱/۵۶ مترمکعب در ثانیه معدل ۱۲/۴۶ میلیون مترمکعب در سال برابر با ۳۹/۵ ٪ از آورد سالیانه است.

مدل ذخیره رومیزیDRM برای رودخانه الندچای: نتایج حاصل از روش DRM برای هفت کلاس اکولوژیکی A تا D برای ایستگاه بدلان در جدول ۱۰ ارائه شده است.

جدول ۱۰- نیاز آب زیست‌محیطی رودخانه الندچای با روش DRM

Table 10 .Environmental water requirement of Alandchay River by using DRM method

رودخانه الندچای	متوسط آورد سالیانه (m^3/s)	نیاز آب زیست‌محیطی بلندمدت (EWR) (درصدی از MAR)						
		A	A/B	B	B/C	C	C/D	D
ایستگاه بدلان	۳/۹۳	۶۰/۰۷	۴۸/۸۶	۳۸/۶۴	۳۱/۷۳	۲۴/۵۷	۲۰/۰۹	۱۵/۷۰

در این تحقیق، کلاس B/C به‌عنوان وضعیت اکولوژیکی مطلوب برای رودخانه الندچای به‌دلیل قضاوت کارشناسانه با توجه به بخش کشاورزی منطقه و حیات گونه‌های گیاهی و جانوری مختلف اکوسیستم رودخانه در ایستگاه مورد مطالعه انتخاب شد. یکی از محدودیت های DRM این است که در محاسبه شاخص CV ماه‌های ژانویه (دی) تا مارس (اسفند) را به‌عنوان ماه‌های پرآبی و ماه‌های ژوئیه (خرداد) تا آگوست (مرداد) را به‌عنوان ماه‌های کم‌آبی در نظر می‌گیرد (با توجه به شرایط آفریقای جنوبی)؛ که این گزینه در مدل قابل‌تغییر نیست. این درحالی است که برای رودخانه الندچای در ایستگاه مورد مطالعه ماه‌های مارس (اسفند) تا ژوئیه (خرداد) ماه‌های پرآب و ماه‌های جولای (تیر) تا فوریه (بهمن) ماه‌های کم آب می‌باشند؛ بنابراین برای برطرف کردن این مشکل و این‌که مطمئن باشیم که مدل، شاخص تغییرپذیری جریان را بسیار نزدیک به واقعیت محاسبه می‌کند، بنابراین سری زمانی داده‌های جریان ماهیانه ورودی به مدل، دو ماه شیفت داده شدند (ژانویه به مارس تبدیل شد و به همین ترتیب تا انتها). نتایج به‌دست‌آمده با توجه به تغییرات اولیه اصلاح شدند. بر اساس روش DRM جریان زیست‌محیطی الندچای در ایستگاه بدلان سالانه ۳۸/۸۴ میلیون مترمکعب (۱/۲ مترمکعب در ثانیه) معادل ۳۱/۷۳ ٪ متوسط جریان سالانه برآورد گردید که از ۳/۹۳ مترمکعب در ثانیه جریان متوسط این رودخانه، جریان قابل‌قبولی است. نتایج به‌دست‌آمده از این روش در جدول ۱۱ ارائه شده‌است.

جدول ۱۱- توزیع ماهیانه جریان زیست‌محیطی از روش DRM در کلاس B/C برای رودخانه الندچای

Table 11 . The monthly distribution of environmental flow from the DRM method in the B / C class for the Alandchay River

بدلان	
MMF (m^3/s)	
۱/۸۳	مهر
۲/۰۱	آبان
۱/۶۸	آذر
۱/۴۶	دی
۱/۵۸	بهمن
۲/۱۵	اسفند
۶/۳۸	فروردین

www.SID.ir

Archive of SID

اردیبهشت	۱۲/۱۵
خرداد	۸/۷۹
تیر	۴/۳۴
مرداد	۲/۵۰
شهریور	۲/۳۶
میانگین	۳/۹۴

روش کیفیت آب برای رودخانه الندچای:

برای استفاده از روش رابطه Q نیاز به اطلاعات کیفیت آب در ایستگاه های مورد مطاله می باشد. با استفاده از گزارش زیست‌محیطی سازمان محیط‌زیست استان آذربایجان غربی فقط در ایستگاه نزدیک بدلان در محل ورودی به شهر خوی داده‌های کیفیت وجود داشت که در جدول ۱۲ گردآوری شده است.

جدول ۱۲- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه الندچای

Table 12. Physical and chemical parameters of Alandchay River

نام ایستگاه	تاریخ نمونه‌برداری	تجزیه شیمیایی نمونه				
		pH	Temp (C°)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	DO (mg/l)
بدلان-الند چای	۷۹/۳/۲۹	۷/۷۴	۱۵/۵	۳/۵	۲۳/۵	۵/۹
بدلان-الند چای	۷۹/۱۱/۱۶	۸/۰۷	۹/۷	۲	-	۹

بر اساس جدول فوق برای استفاده از روش رابطه Q در بین پارامترهای کیفی، مقدار COD به‌دلیل بحرانی بودن مقدار آن انتخاب و بده جریان مورد نیاز تعیین گردید. پارامترهای موردنیاز رابطه Q در جدول ۱۳ ارائه شده‌است. در رابطه Q، بده جریان روزانه متناظر با بحرانی‌ترین مقدار آلودگی در روز پایش شده، با اندیس یک به کار برده می‌شود و غلظت ۱۵ میلی‌گرم در لیتر (بر اساس استاندارد EPA ایالات‌متحده) به‌عنوان مقدار COD مطلوب در نظر گرفته می‌شود. با توجه به این که در محل‌های پایش شده جریان دیگری به رودخانه وارد نمی‌گردد؛ لذا مقادیر Q و C با اندیس ۲ برابر صفر در نظر گرفته می‌شود. بده جریان جدید (Q_c) برای رودخانه الندچای از رابطه Q تعیین می‌شود. در این تحقیق در بحرانی‌ترین مقدار آلودگی یعنی ۳۰ مرداد ۱۳۷۹؛ در ایستگاه بدلان بده جریان برابر با ۰/۸۲ مترمکعب در ثانیه و مقدار COD برابر با ۲۳/۵ میلی‌گرم بر لیتر است که این مقادیر در رابطه Q با اندیس یک به کار برده شدند و غلظت ۱۵میلی‌گرم در لیتر به‌عنوان مقدار COD مطلوب در نظر گرفته شد. بده جریان جدید در ایستگاه بدلان ۰/۴۷ مترمکعب در ثانیه به‌دست آمد. برای حفظ کیفیت مطلوب باید حداقل مقدار Qc در رودخانه جریان داشته باشد. در صورتی‌که ورود آلاینده‌ها مدیریت نشود، حداقل می‌توان با افزایش جریان کیفیت را بهتر کرد و از بالا رفتن غلظت و رسیدن به حد خطرناک جلوگیری کرد. تمامی این محاسبات با اعمال ضریب تبدیل برای اقلیم ایران محاسبه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۳- اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه جریان زیست‌محیطی رودخانه الندچای با استفاده از کیفیت آب (رابطه Q)

Table 13.Information needed to calculate the environmental flow of the Alandchay River using water quality (Q relation)

نام رودخانه	نام ایستگاه	تاریخ نمونه‌برداری	پارامترهای رابطه Q (بده جریان برحسب m3/s و C برحسب mg/l)					
			Q1	C1	Q2	C2	Qc	Co
الندچای	بدلان	۷۹/۳/۲۹	۰/۸۲	۲۳/۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۴۷	۱۵/۰۰

جدول ۱۴ خلاصه نتایج روش‌های مورد مطالعه است که روش FDC shifting به‌عنوان کلاس مدیریت زیستی برای این رودخانه انتخاب شد.

جدول ۱۴- مقایسه مقادیر پیشنهادی جریان زیست‌محیطی رودخانه الندچای از روش‌های مختلف

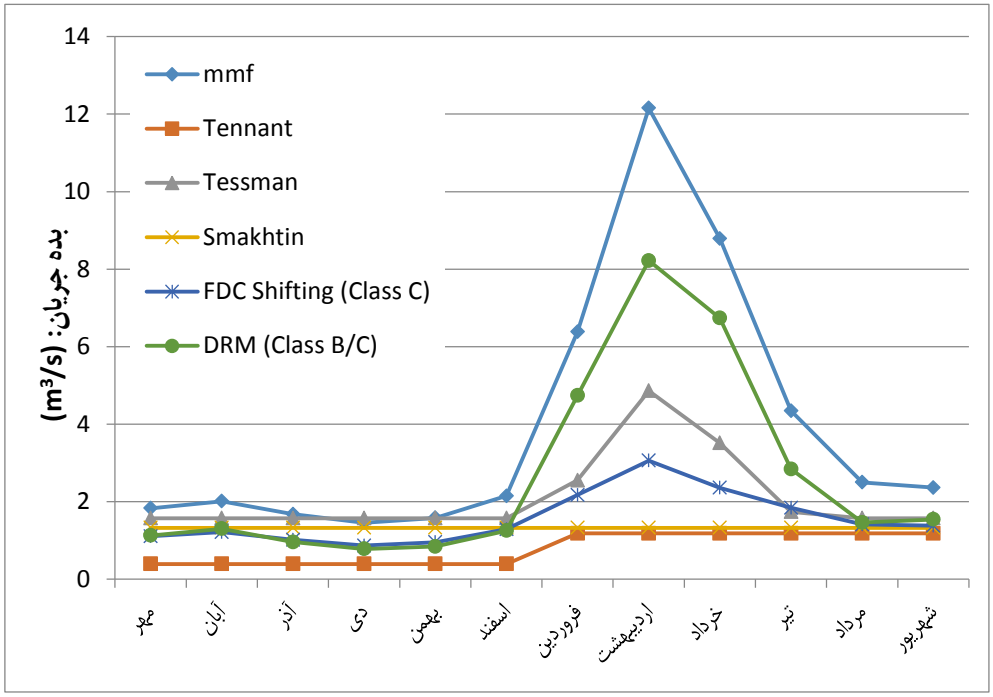
Table 14. Comparison of proposed values of environmental flow of Alandchay River from different methods

ایستگاه / روش	نیاز آب زیست‌محیطی (EWR)		
	بدلان		
	(%MAR)	(m^3/s)	
FDC shifting	کلاس A	۶۸/۶۸	۲/۷۰
	کلاس B	۵۰/۱۳	۱/۹۷
	کلاس C	۳۹/۵۷	۱/۵۶
	کلاس D	۳۲/۱۵	۱/۲۶
	کلاس E	۲۶/۲۳	۱/۰۳
	کلاس F	۲۱/۵۵	۰/۸۵
DRM	کلاس A	۶۰/۰۷	۲/۳۶
	کلاس A/B	۴۸/۸۶	۱/۹۲
	کلاس B	۳۸/۶۴	۱/۵۲
	کلاس B/C	۳۱/۷۳	۱/۲۵
	کلاس C	۲۴/۵۷	۰/۹۷
	کلاس C/D	۲۰/۰۹	۰/۷۹
	کلاس D	۱۵/۷	۰/۶۲
Tennant	مهر تا اسفند	۱۰	۰/۳۹
	فروردین تا شهریور	۳۰	۱/۱۸
Tessman		۵۳/۵	½
Smakhtin		۳۳/۷۱	۱/۳۲
شاخص‌های تداوم جریان	Q70	۳۷/۶۶	۱/۴۸
	Q75	۳۴/۶۱	۱/۳۶

www.SID.ir

Archive of SID

	Q80	۳۲/۵۷	۱/۲۸
	Q85	۳۰/۵۳	۱/۲
	Q90	۲۶/۷۲	۱/۰۵
	Q95	۲۳/۹۲	۰/۹۴



شکل ۵- نتایج روش‌های مختلف برای ایستگاه بدلان الندچای

Figure 5. Results of different methods for the Badalan Alandachay Station

بحث و نتیجه‌گیری

کاربرد تمام روشهای مورداستفاده در این مقاله، با توجه به داده های موجود دراکثررودخانه های ایران امکان پذیر است. این روش ها در تحلیل های خود نیاز به داده های ماهیانه دارند که به راحتی در ایران در دسترس می باشند.در روش تنانت درصدهای مختلفی از متوسط جریان سالیانه به عنوان جریان زیست محیطی پیشنهاد می شود. این درصدها در حالت قابل قبول ۱۰ ٪ MAR (متوسط آورد سالیانه) برای نیمه پرآبی و ۳۰ ٪ MAR برای نیمه کم آبی در نظرگرفته شد.روش Tennant فقط بر متوسط جریان سالیانه تکیه دارد. رودخانه هایی که دچار زوال و افت زیست محیطی شده اند، از متوسط جریان سالیانه قابل قبولی برخوردار نبوده و قادر به نگه داری زیستگاه طبیعی خود نیستند.در این شرایط، استفاده از روش Tennant در پروژه های احیا و بازگردانی توصیه نمی شود. بنابراین روش Tennant باید در موقعیت ها و پروژه های حفاظتی رودخانه مورد استفاده قرار گیرد. روش تسمن برگرفته از روش تنانت بوده و با مقایسه جریان ماهیانه موجود با متوسط جریان سالیانه، حداقل نیاز آب زیست محیطی مورد نیاز را در ماه های مختلف پیشنهاد می‌کند. برای برآورد شدت جریان زیست محیطی از روش تحلیل منحنی تداوم جریان، شاخص های تداوم جریان مختلفی به کار رفت(محدوده بین Q70 تا Q90). در روش Smakhtin، نیاز آب زیست محیطی به صورت ترکیبی از حداقل جریان زیست محیطی (LFR) ونیاز حداکثر جریان زیست محیطی (HFR) در نظر گرفته می شود.روش FDC shifting به منظور حفظ الگوی کلی تغییرپذیری جریان از شیفت منحنی تداوم جریان طبیعی استفاده کرده و بر این اساس نیاز آب زیست محیطی را برای

www.SID.ir

Arch

کلاس های مدیریت زیست محیطی A تا F پیشنهاد می کند. در این تحقیق کلاس مدیریتی C به عنوان کلاس مورد نظر انتخاب شد. در این کلاس، زیستگاه ها ودینامیک بیوتا مختل شده ولی عملکردهای اساسی اکوسیستم هنوز دست نخورده اند. اساس روش DRM بر این پایه است که تحت وضعیت‌های طبیعی، قسمت‌های مختلف رژیم جریان، نقش‌های مختلفی در عملکرد اکولوژیکی یک رودخانه بازی می‌کنند و بنابراین حفظ تفاوت‌های اساسی بین جریان‌های فصول تر و خشک، ضروری است؛ بنابراین اجزای سازنده (BBs: building blocks) مؤلفه‌های مختلف جریان هستند که باهم ترکیب شده و یک رژیم جریان قابل‌قبول ازنظر اکولوژیکی را ایجاد می‌کنند(۱۴). در DRM نیز از طبقه بندی های اکولوژیکی استفاده می شود با این تفاوت که دو کلاس E وF در روش FDC shifting در DRM قابل قبول نمی‌باشند. با توجه به نتایج روش‌های استفاده شده در این مقاله روش FDC shifting با کلاس زیست محیطی C به عنوان کلاس مدیریت زیستی برای رودخانه الندچای انتخاب شد. در این روش کلاس مدیریت زیستی جریان پیشنهادی برای بازه ایستگاه بدلان ۱/۵۶ متر مکعب در ثانیه معادل ۳۹/۵۷ جریان متوسط برآورد گردید. در بررسی های انجام یافته قبلی برای ارزیابی زیست‌محیطی رودخانه نازلوچای از پنج روش هیدرولوژیکی (درصدی از منحنی تداوم جریان، Tenant، RVA،DRM، FDC-shifting) استفاده شده است و نتایج این بررسی نشان می‌دهد که برای حفاظت رودخانه نازلو در حداقل شرایط زیست‌محیطی قابل‌قبول، جریان پیوسته از حداقل ۰/۸ متر-مکعب بر ثانیه (در دو ماه مرداد و شهریور) تا حداکثر ۸ مترمکعب بر ثانیه (در ماه اردیبهشت)، در طول رودخانه و تا ورود به دریاچه ارومیه باید تأمین گردد .

همچنین در پژوهش‌های مربوط به پایان‌نامه کارشناسی ارشد جریان زیست‌محیطی رودخانه زاب برآورد شده است که ضمن استفاده از چندین روش هیدرولوژیکی و اکولوژیکی و هیدرولیکی، روش FDC Shiftingدر کلاس زیستی B برای بازه درابکای خانه و روش ترکیبی اکو- هیدرولیکی برای دو بازه گرژال و پل سردشت انتخاب گردید. بر این اساس، متوسط بده جریان زیست‌محیطی برای بازه گرژال معادل ۷/۶ مترمکعب بر ثانیه؛ و برای بازه پل سردشت ۷/۷ مترمکعب بر ثانیه را پیشنهاد شد.

در پایان‌نامه کارشناسی ارشد دیگر برای ارزیابی جریان زیست‌محیطی رودخانه باراندوزچای از ۸ روش هیدرولوژیکی Tessman،Tennant، شاخص‌های تداوم جریان، FDC Smakhtin،Shifting، شاخص‌های منفرد جریان‌های کم‌آبی 7Q10و 7Q2،DRM، محدوده تغییرپذیریRVA و روش شبیه‌ساز زیستگاه (روش کیفیت آب موسوم به رابطه Q) استفاده شده است که جریان پیشنهادی توسط DRMدر کلاس C را با در نظر گرفتن شرایط اکولوژیکی و هیدرولوژیکی، به‌عنوان حداقل جریان زیست‌محیطی برای رودخانه باراندوزچای توصیه گردید که ۱/۹۳ مترمکعب در ثانیه است.

تشکر و قدردانی

اطلاعـات مـورد اسـتفاده در ایـن مقالـه از اداره کـل حفاظـت محیط‌زیست استان آذربایجان غربی تهیه شده است که به ایـن وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

Reference

1. www. wrm.ir
2. Taleb Bidokhti, N., 2013. Environmental Challenges in Iran. Special Issue Newspaper (Sunday, November 26, 2013) (in Persian).
3. Water and Waste Water Industry (2009), Guidelines for determining the minimum water required by aquatic ecosystems, Ministry of Energy, Water and Waste Water Department, Water and Waste Water Engineering and Technical Standards (in Persian).
4. Abdi, R., Yassi, M., 1392. Assessment of Dam Effect in River Ecosystem Set with Estimation of Environmental Need. Case Study of Shahre Chay River . Eighth National Congress of

www.SID.ir

Archive of SID

Civil Engineering, Babil University, Babylon (in Persian).

5. Ahmadpoor, Z.,2012. Hydrological Variable Regime Indicators in Environmental Risk Assessment. Master's thesis, Faculty of Agriculture, Urmia University (in Persian).
6. Mostavafi, S.,2013. Environmental Flow Assessment of the River Using Echo-Hydrological Methods. Master's thesis, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia (in Persian).
7. Rezayi, N., (2015). Evaluation of Environmental Flows in the Simineh River by Using Hydrological Methods. First National Conference on Earth Sciences and Urban Development, Tabriz University, Tabriz, Iran (in Persian).
8. Gao, B., Yang, D., Zhao, T., and Yang, H. (2012). Changes in the eco-flow metrics of the Upper Yangtze River from. of Journal of Hydrology.
9. Belmar, O. Bruno, D. Martínez-Capel, F. Barquín, J. and Velasco, J. (2013). Effects of flow regime alteration on fluvial habitats and riparian quality in a semiarid Mediterranean basin. Journal of Ecological Indicators.
10. 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.
11. Tennant, D. L. (1976). Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources. Fisheries 1, 6–10.
12. Tessman, S. A. (1980). Environmental Assessment, Technical Appendix E, in Environmental Use Sector Reconnaissance Elements of the Western Dakotas Region of South Dakota Study. Water Resources Research Institute, South Dakota State University, Brookings, SD.
13. Smakhtin, V.U., Revenga, C., Dooll, P. (2004). Taking into account environmental water requirements in global scale water resources assessments. Research Report 2 of the CGIAR Comprehensive Assessment Program of Water Use in Agriculture. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 24 pp
14. Hughes, D.A., Hannart, P. (2003). A desktop model used to provide an initial estimate of the ecological instream flow requirements of rivers in South Africa. Journal of Hydrology 270, 167-181.

www.SID.ir