



برآورد جریان زیست محیطی رودخانه شیرین دره با استفاده از روش های هیدرولوژیکی

مریم تاج بخشیان، دانشجوی دکتری زمین شناسی، گرایش رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، گروه

زمین شناسی دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

ابوالفضل مساعدی*، استاد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

محمدحسین محمودی قرائی، دانشیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

سید رضا موسوی حرمی، استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

*تلفن مسئول مکاتبه: ۰۹۱۵۵۰۷۴۵۸، پست الکترونیکی: mosaedi@um.ac.ir

چکیده

در مطالعه حاضر جریان زیست محیطی رودخانه شیرین دره در محل دو ایستگاه قتلیش و قلعه بربر در طی ۳۲ سال آبی به روش های Tennant، Tessman و جریان پایه آبیان برآورد شد. براساس روش Tennant، برای دوره مهر-اسفند در ایستگاه قتلیش جریان زیست محیطی ماهانه $0.08 \text{ m}^3/\text{s}$ ، و برای دوره فروردین-شهریور نیز $0.24 \text{ m}^3/\text{s}$ تعیین شد که در ایستگاه قلعه بربر نیز به ترتیب برابر با $0.21 \text{ m}^3/\text{s}$ و $0.64 \text{ m}^3/\text{s}$ بود. در روش Tessman در ایستگاه قتلیش، برای اسفند، فروردین، اردیبهشت و مرداد جریان زیست محیطی ماهانه 0.58 ، 0.64 ، 0.53 و $0.35 \text{ m}^3/\text{s}$ و برای سایر ماهها $0.33 \text{ m}^3/\text{s}$ برآورد شد. براساس این روش در ایستگاه قلعه بربر برای اسفند، فروردین، اردیبهشت و مرداد 1.14 ، 1.31 ، 1.33 و $0.92 \text{ m}^3/\text{s}$ و برای سایر ماهها مقدار m^3/s 0.85 برای جریان زیست محیطی ماهانه محاسبه شد. روش جریان پایه آبیان جریان زیست محیطی ماهانه را



در ایستگاه‌های قنلیش و قلعه بربر به ترتیب ۰/۴۴ و $1/39 \text{ m}^3/\text{s}$ نشان داد. به دلیل فاصله کم تر ایستگاه قلعه بربر نسبت به سد شیرین دره، می‌توان نتایج حاصل از تعیین جریان زیست محیطی در این ایستگاه را به عنوان مقادیر قابل قبول تری جهت حفظ محیط زیست منطقه و حداقل جریان رهاسازی در پائین دست در نظر گرفت.

کلید واژه‌ها: رودخانه شیرین دره، جریان زیست محیطی پائین دست سد، *Tessman, Tennant*

1- مقدمه

تغییر در اکوسیستم رودخانه‌ها به طور عمده در نتیجه تغییرات کمی و کیفی آب حاصل می‌شود و حتی در نقاط دورتر مانند مصب رودخانه نیز می‌توان نتایج این تغییرات را مشاهده نمود. کاهش عمق و سرعت آب در رودخانه‌ها باعث کاهش قدرت خودپالایی رودخانه می‌شود [۱]. دخالت‌های انسانی مانند احداث سد نیز تغییرات جزئی و محلی در آب و هوای منطقه ایجاد می‌نماید که تولید مه و تغییرات دمای آب از جمله این تغییرات می‌باشد. تنوع زیستی در رودخانه‌ها به طور عمده تحت تاثیر عوامل طبیعی و انسانی قرار دارند. از جمله عوامل طبیعی می‌توان به طول و شیب بستر، پوشش گیاهی حوضه آبریز، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع و تغییرات آب و هوایی اشاره کرد. عوامل انسانی تغییردهنده تنوع زیستی در رودخانه‌ها نیز شامل ساخت سدها بر روی آن‌ها، مصرف بیش از حد آب رودخانه‌ها، تخلیه انواع مواد آلوده‌کننده مانند فاضلاب و یا آب زهکشی شده از مزارع کشاورزی و هم‌چنین دست‌کاری مسیر طبیعی رودخانه و ایجاد انحراف در آن می‌باشند. برای پیشگیری از اثرات منفی درازمدت بر اکوسیستم‌های رودخانه‌ای ضروری است نیازمندی‌های هیدرولوژیکی و اکولوژیکی رودخانه در قالب نیاز آب زیست محیطی تعریف شده و در تعاملات تخصیص آب مد نظر قرار گیرد [۲].

جریان زیست محیطی یک رودخانه عبارت از مقدار مشخصی از آب در مکان و زمانی مشخص است که به طور عمد در یک رودخانه رها می‌شود تا سلامت رودخانه و تمامیت اکوسیستم‌های وابسته به آن را مدیریت کند. به عبارت دیگر، منظور از نیاز آب زیست محیطی یا جریان زیست محیطی، میزان آب یا میزان جریانی است که بتواند شرایط و سلامت زیست محیطی اکوسیستم رودخانه را در سطح قابل قبولی حفظ نماید [۳]. مطالعات بررسی نیاز آب زیست محیطی برای اولین بار توسط سرویس شیلات و حیات وحش ایالات متحده از سال ۱۹۴۰ تا پایان دهه ۱۹۷۰ به کار گرفته شد و قانون رسمی جریان زیست محیطی در سال ۱۹۷۰ به عنوان نتیجه در دستورالعمل سیاست‌گذاری ملی زیست محیطی و سند برنامه‌ریزی منابع آب به ثبت رسید. با توجه به داده‌های موجود و توانایی‌های اقتصادی و فنی روش‌های مختلفی در جهت تعیین نیاز زیست محیطی رودخانه‌ها ارائه شده است به طوری که تا کنون بالغ بر ۲۰۰ روش به این منظور به کار گرفته شده‌اند. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش‌های هیدرولوژیکی، هیدرولیکی، شبیه‌سازی زیستگاه، جامع و ترکیبی اشاره نمود که با توجه به داده‌های موجود می‌توانند برای منطقه خاصی مورد استفاده قرار گیرند [۴].

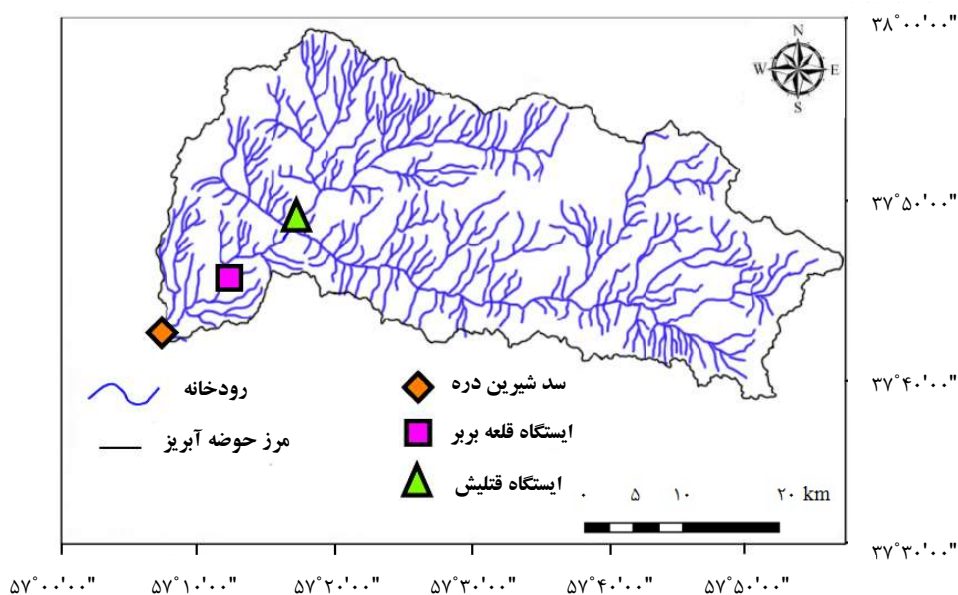
با توجه به اینکه رودخانه شیرین دره و اکوسیستم وابسته به آن سکونتگاه انواع گوناگونی از جانوران، به ویژه انواعی از ماهی‌ها و گیاهان می‌باشد که به طور مستقیم و یا غیر مستقیم به کمیت و کیفیت آب این رودخانه وابسته هستند، ضروری به نظر می‌رسد جریان زیست محیطی رودخانه تعیین شود. از طرفی احداث سد شیرین دره بر روی این رودخانه که از سال ۱۳۸۴ شروع به فعالیت کرده است می‌تواند تغییراتی را در جریان آب ورودی و خروجی رودخانه شیرین دره ایجاد نماید که این تغییرات بر روی اکوسیستم‌های جانوری و گیاهی بالادست و پایین دست سد نیز موثر هستند. شرایط آب و هوایی منطقه مورد مطالعه نیز که در گروه آب و هوای خشک و نیمه خشک قرار دارد عامل دیگری است که بر نوسانات جریان آب رودخانه شیرین دره تأثیرگذار است. بنابراین، در این پژوهش به برآورد جریان زیست محیطی



رودخانه شیرین دره بر اساس روش‌های هیدرولوژیکی و تعیین حداقل جریانی که می‌بایست به منظور حق آبه پائین دست سد نسبت به رهاسازی آن اقدام نمود، پرداخته می‌شود.

2- مواد و روش‌ها

جهت تعیین جریان زیست محیطی رودخانه شیرین دره از داده‌های دبی روزانه ثبت شده در طی سال‌های آبی ۱۳۶۵-۱۳۶۴ تا ۱۳۹۶-۱۳۹۵ (۳۲ سال آبی) در ایستگاه‌های قتلیش و قلعه بربر که به ترتیب در فاصله ۱۶ و ۸ کیلومتری بالادست سد واقع شده‌اند (شکل ۱)، استفاده شد. روش‌های تجربی و هیدرولوژیکی مختلفی جهت برآورد جریان زیست محیطی رودخانه‌ها توسط محققان متعددی ارائه شده‌اند. در مطالعه حاضر از روش‌های Tennant، Tessman و جریان پایه آبریزان استفاده شد که در ادامه به شرح مختصری از آن‌ها پرداخته می‌شود.



شکل ۱- شبکه آبراهه‌های اصلی در حوضه آبریز سد شیرین دره

الف- روش Tennant

در سال ۱۹۷۶، Tennant با مطالعه ۵۸ مقطع عرضی از ۱۱ رودخانه در ایالات Nebraska، Montana و Wyoming روشی را برای تعیین جریان زیست محیطی رودخانه‌ها ارائه داد. در این روش درصدی از میانگین دبی سالانه برای تعیین کیفیت زیستگاه ماهیان به کار برده می‌شود، به طوری که ۱۰ درصد از این جریان به عنوان حداقل جریان برای بقای حیات کوتاه مدت ماهی‌ها، ۳۰ درصد از آن قادر به حفظ وضعیت بقای نسبتاً خوب بوده و ۶۰ درصد آن نیز برای زیستگاه مطلوب مناسب می‌باشد. جریانات مرتبط با درجه‌بندی کیفی زیستگاه ماهیان که جهت حفظ زیستگاه آن‌ها با کیفیت مطلوب مورد نیاز است در جدول ۱ ارائه شده‌اند [5]. با توجه به دستورالعمل ابلاغ شده وزارت نیرو، سطح قابل قبول این روش ۳۰ درصد از میانگین دبی سالانه برای فروردین تا شهریور و ۱۰ درصد از آن برای مهر تا اسفند است [۶].



ب- روش Tessman

Tessman در سال ۱۹۸۰ با استفاده از روش پیشنهادی Tennant از ترکیبی از میانگین دبی سالانه و میانگین دبی ماهانه برای تعیین حداقل جریان ماهانه زیست محیطی رودخانه‌ها استفاده کرد. در این روش میانگین دبی سالانه و میانگین دبی ماهانه با یکدیگر مقایسه شده و طی مراحل زیر جریان زیست محیطی رودخانه محاسبه می‌شود [7]:

اگر میانگین دبی ماهانه بیشتر از میانگین دبی سالانه باشد، ۴۰ درصد از میانگین دبی ماهانه به عنوان حداقل جریان زیست محیطی در نظر گرفته می‌شود.

اگر میانگین دبی ماهانه بیشتر از ۴۰ درصد میانگین دبی سالانه باشد و کم‌تر از میانگین دبی سالانه باشد، ۴۰ درصد از میانگین دبی سالانه به عنوان حداقل جریان زیست محیطی در نظر گرفته می‌شود.

اگر میانگین دبی ماهانه کم‌تر از ۴۰ درصد میانگین دبی سالانه باشد، ۴۰ درصد از میانگین دبی ماهانه به عنوان حداقل جریان زیست محیطی در نظر گرفته می‌شود.

ج- روش جریان پایه آبریان

این روش براساس این فرض است که میانگین دبی در خشک‌ترین ماه در طول یک سال برای بقای حیات ماهی‌ها کافی است، به جز مواردی که جریان اضافی برای تأمین شرایط تولید مثل آن‌ها لازم باشد. به عبارت دیگر، در این روش میانگین دبی آن ماه از سال که کم‌ترین مقدار را در بین ماه‌های دیگر سال دارد، به عنوان کم‌ترین جریان محیط زیستی جهت حفظ حیات آبریان در نظر گرفته می‌شود [۸].

در جدول ۱ نتایج حاصل از تعیین جریان زیست محیطی براساس درصدی از میانگین دبی سالانه ارائه شده است. میانگین دبی سالانه در ایستگاه قلعه بربر (ایستگاه پائین دست) در حدود ۲/۵ برابر میانگین دبی سالانه در ایستگاه قتلش (ایستگاه بالادست) است. دلیل این امر، وجود چشمه‌هایی با آبدهی بالا مانند چشمه ارناوه است که و بین ایستگاه قتلش و ایستگاه قلعه بربر وجود دارند که با تأمین جریانات سطحی موجب افزایش دبی اندازه‌گیری شده در ایستگاه قلعه بربر می‌شوند. همانگونه که مشاهده می‌شود در ایستگاه قتلش در صورتی که در طی دوره پاییز-زمستان میزان دبی رودخانه بین 0.08 تا $0.83 \text{ m}^3/\text{s}$ ، و در طی دوره بهار-تابستان نیز بین 0.24 تا $0.83 \text{ m}^3/\text{s}$ باشد، برای مقاصد تفریحی و حیات ماهیان از قابل قبول تا بسیار عالی تغییر می‌کند.

جدول ۱- جریان زیست محیطی رودخانه شیرین دره در محل دو ایستگاه قتلش و قلعه بربر برای حیات ماهیان و

مقاصد تفریحی در روش Tennant [5]

رژیم‌های پیشنهادی دبی پایه (m^3/s) (درصدی از میانگین دبی سالانه)								توصیف جریانات
ایستگاه قتلش				ایستگاه قلعه بربر				
بهار-تابستان		پاییز-زمستان		بهار-تابستان		پاییز-زمستان		
۱/۶۶	۲۰۰	۴/۲۸	۲۰۰	۱/۶۶	۲۰۰	۴/۲۸	۲۰۰	شست و شوی سریع یا حداکثر
۰/۴۹-۰/۸۳	۶۰-۱۰۰	۱/۲۸-۲/۱۴	۶۰-۱۰۰	۰/۴۹-۰/۸۳	۶۰-۱۰۰	۱/۲۸-۲/۱۴	۶۰-۱۰۰	بهینه
۰/۳۳	۴۰	۰/۸۵	۴۰	۰/۴۹	۶۰	۱/۲۸	۶۰	بسیار عالی
۰/۲۴	۳۰	۰/۶۴	۳۰	۰/۴۱	۵۰	۱/۰۷	۵۰	عالی
۰/۱۶	۲۰	۰/۴۲	۲۰	۰/۳۳	۴۰	۰/۸۵	۴۰	خوب
۰/۰۸	۱۰	۰/۲۱	۱۰	۰/۲۴	۳۰	۰/۶۴	۳۰	قابل قبول
۰/۰۸	۱۰	۰/۲۱	۱۰	۰/۰۸	۱۰	۰/۲۱	۱۰	ضعیف
۰/۰۸	<۱۰	<۰/۲۱	<۱۰	۰/۰۸	<۱۰	۰/۲۱	<۱۰	بسیار ضعیف
۰/۸۳				۲/۱۴				میانگین دبی سالانه (m^3/s)



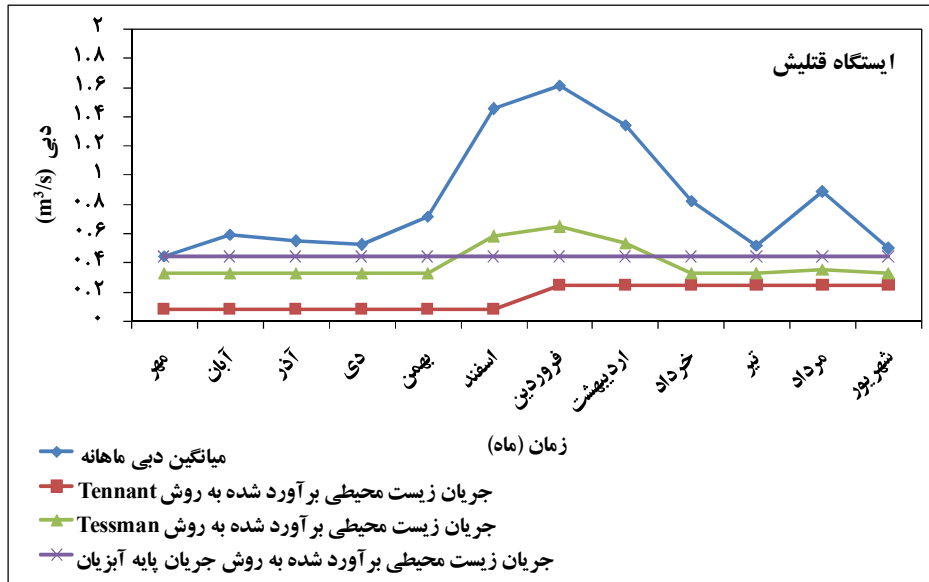
در ایستگاه قلعه بربر نیز چنانچه دبی رودخانه در طی دوره پاییز-زمستان و بهار-تابستان به ترتیب بین $0/21$ تا $2/14 \text{ m}^3/\text{s}$ ، و $0/64$ تا $2/14 \text{ m}^3/\text{s}$ نوسان داشته باشد برای مقاصد ذکر شده از قابل قبول تا بسیار عالی تغییر می کند. در جدول ۲ و شکل های ۲ و ۳ نتایج مربوط به تعیین جریان زیست محیطی ماهانه براساس روش های مورد نظر نشان داده شده اند. همانگونه که مشاهده می شود براساس میانگین دبی ماهانه اندازه گیری شده در طی سال های آبی $1365-1364$ تا $1396-1395$ ماه های اسفند، فروردین و اردیبهشت بیشترین میانگین دبی ماهانه را در هر دو ایستگاه دارا بوده اند و ماه های مهر و شهریور نیز ماه هایی با کمترین میانگین دبی در طی دوره آماری و به ترتیب در ایستگاه های قتلش و قلعه بربر ثبت شده اند. براساس روش Tennant، برای دوره مهر-اسفند در ایستگاه قتلش جریان زیست محیطی ماهانه برابر با $0/08 \text{ m}^3/\text{s}$ ، و برای دوره فروردین-شهریور نیز برابر با $0/24 \text{ m}^3/\text{s}$ تعیین شده است که مقدار این شاخصه ها در ایستگاه قلعه بربر به ترتیب برابر با $0/21$ و $0/64 \text{ m}^3/\text{s}$ است. در روش Tessman برای ماه های اسفند، فروردین، اردیبهشت و مرداد که میانگین دبی ماهانه در آن ها بیشتر از میانگین دبی سالانه بود از بند اول این روش برای تعیین جریان زیست محیطی استفاده شد، و برای سایر ماه ها که میانگین دبی ماهانه بیشتر از 40 درصد از میانگین دبی سالانه داشتند، 40 درصد از میانگین دبی سالانه به عنوان جریان زیست محیطی ماهانه در نظر گرفته شد (بند دوم روش Tessman). در ایستگاه قلعه بربر نیز به طور مشابه برای ماه های اسفند، فروردین، اردیبهشت و مرداد که میانگین دبی ماهانه در آن ها بیشتر از میانگین دبی سالانه بود از بند اول این روش برای تعیین جریان زیست محیطی استفاده شد، و برای سایر ماه ها نیز مانند ایستگاه قتلش بند دوم این روش برای تعیین جریان زیست محیطی ماهانه به کار گرفته شد.

در ایستگاه قتلش ماه مهر کمترین میانگین دبی را به خود اختصاص می دهد و از این رو میانگین دبی محاسبه شده برای این ماه به عنوان حداقل جریان زیست محیطی به روش جریان پایه آبریان انتخاب شد ($0/44 \text{ m}^3/\text{s}$). در ایستگاه قلعه بربر نیز کمترین میانگین دبی ماهانه برای ماه شهریور به دست آمد و از این رو، حداقل جریان زیست محیطی به روش جریان پایه آبریان مساوی با این مقدار در نظر گرفته شد ($1/39 \text{ m}^3/\text{s}$).

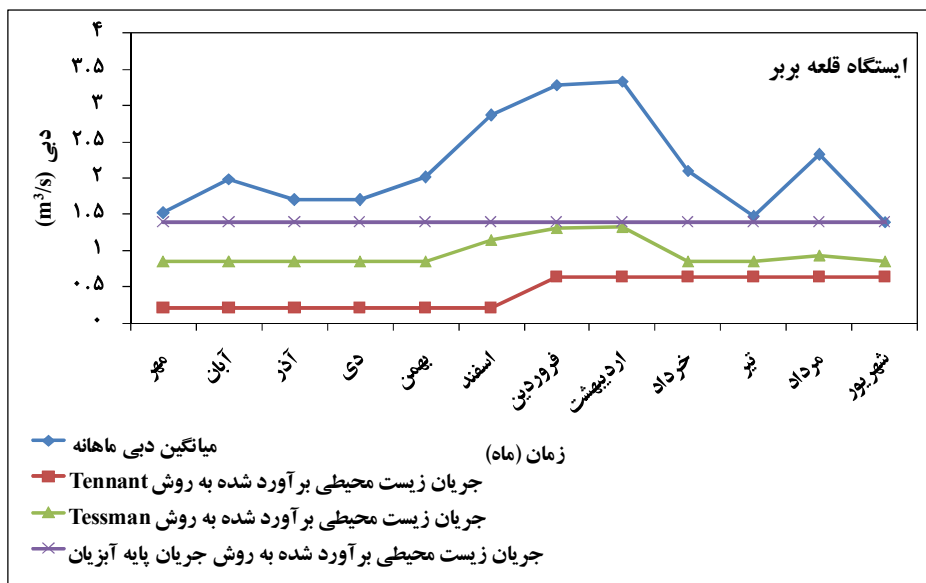
جدول ۲- جریان زیست محیطی رودخانه شیرین دره در محل دو ایستگاه قتلش و قلعه بربر براساس روش های

هیدرولوژیکی

ایستگاه قلع بربر	ایستگاه قتلش							میانگین دبی ماهانه (m^3/s)
	Tessman	Tennant	میانگین دبی ماهانه (m^3/s)	جریان پایه آبریان	Tessman	Tennant	میانگین دبی ماهانه (m^3/s)	
مهر	۰/۸۵	۰/۲۱	۱/۵۱	۰/۴۴	۰/۳۳	۰/۰۸	۰/۴۴	۰/۴۴
آبان	۰/۸۵	۰/۲۱	۱/۹۸	۰/۴۴	۰/۳۳	۰/۰۸	۰/۵۹	۰/۵۹
آذر	۰/۸۵	۰/۲۱	۱/۶۹	۰/۴۴	۰/۳۳	۰/۰۸	۰/۵۴	۰/۵۴
دی	۰/۸۵	۰/۲۱	۱/۷	۰/۴۴	۰/۳۳	۰/۰۸	۰/۵۲	۰/۵۲
بهمن	۰/۸۵	۰/۲۱	۲/۰۱	۰/۴۴	۰/۳۳	۰/۰۸	۰/۷۱	۰/۷۱
اسفند	۱/۱۴	۰/۲۱	۲/۸۶	۰/۴۴	۰/۵۸	۰/۰۸	۱/۴۵	۱/۴۵
فروردین	۱/۳۱	۰/۶۴	۳/۲۸	۰/۴۴	۰/۶۴	۰/۲۴	۱/۶۱	۱/۶۱
اردیبهشت	۱/۳۳	۰/۶۴	۳/۳۳	۰/۴۴	۰/۵۳	۰/۲۴	۱/۳۴	۱/۳۴
خرداد	۰/۸۵	۰/۶۴	۲/۰۹	۰/۴۴	۰/۳۳	۰/۲۴	۰/۸۲	۰/۸۲
تیر	۰/۸۵	۰/۶۴	۱/۴۶	۰/۴۴	۰/۳۳	۰/۲۴	۰/۵۱	۰/۵۱
مرداد	۰/۹۲	۰/۶۴	۲/۳۲	۰/۴۴	۰/۳۵	۰/۲۴	۰/۸۸	۰/۸۸
شهریور	۰/۸۵	۰/۶۴	۱/۳۹	۰/۴۴	۰/۳۳	۰/۲۴	۰/۴۹	۰/۴۹
	۲/۱۴				۰/۸۳			میانگین دبی سالانه (m^3/s)



شکل ۲- جریان زیست محیطی رودخانه شیرین دره در محل ایستگاه قتلیش براساس روش های هیدرولوژیکی



شکل ۳- جریان زیست محیطی رودخانه شیرین دره در محل ایستگاه قلعه بربر براساس روش های هیدرولوژیکی

جریانات ورودی به ایستگاه قلعه بربر که نزدیک ترین فاصله را با محل ورود جریانات سطحی به داخل سد شیرین دره دارد حاصل پیوستن چهار سرشاخه اصلی رودخانه در حوضه آبریز سد می باشد که پس از عبور از ایستگاه قتلیش در ایستگاه قلعه بربر اندازه گیری می شوند. بنابراین، دبی اندازه گیری شده در ایستگاه قلعه بربر نسبت به ایستگاه قتلیش مقادیر واقعی تری از دبی جریاناتی را نشان می دهد که به داخل سد تخلیه می شوند. از این رو، جریانات زیست محیطی که بر مبنای روش های هیدرولوژیکی تخمین زده می شوند برای ایستگاه قلعه بربر از دقت بهتری برخوردار بوده و برنامه های مدیریتی دراز مدت جهت حفظ محیط زیست و اکوسیستم منطقه نیز می توانند براساس داده های ثبت شده در این ایستگاه تدوین گردند. با توجه به فاصله نسبتاً کم ایستگاه قلعه بربر نسبت به سد شیرین دره، می توان نتایج حاصل از



تعیین جریان زیست محیطی در این ایستگاه را به عنوان مقادیر قابل قبول تری جهت حفظ محیط زیست محدوده سد و پائین دست آن و همچنین حداقل جریان رهاسازی در پائین دست در نظر گرفت.

۴- مراجع

[۱] عبدی، ر. یاسی، م. سکوتی اسکوئی، ر. و محمدی، ا. (۱۳۹۳). "ارزیابی نیاز زیست محیطی رودخانه زرينه رود با روش های هیدرولوژیک" نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز، شماره ۳، ص ۲۱۱-۲۲۳.

[۲] پناهی، ق. خداشناس، س.ر. فرید حسینی، ع.ر. (۱۳۹۶). "ارزیابی روش های برآورد جریان زیست محیطی در رودخانه ها" آب و توسعه پایدار، شماره ۱، ص ۷۳-۸۰.

[۳] احمدی پور، ظ. و یاسی، م. (۱۳۹۳). "مقایسه روش های اکوهیدرولوژیکی-هیدرولیکی در ارزیابی جریان زیست محیطی رودخانه ها (رودخانه نازلو، حوضه دریاچه ارومیه)" مجله علمی پژوهشی هیدرولیک، شماره ۹، ص ۶۹-۸۲.

[۴] ذوالفقاری، س.، قنبرپور، م.، ر.، حبیب نژاد، م. و افخمی، م. (۱۳۸۸). "بررسی و ارزیابی جریان زیست محیطی با استفاده از روش های هیدرولوژیکی (مطالعه موردی: تالاب شادگان)" مجله علمی پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، شماره ۳، ص ۶۷-۷۰.

[5] Tennant, D.L. (1976). "In stream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources". Fisheries, 1, 6-10.

[۶] اسماعیلی، ک. صادقی، ز. کابل، ع.ر. و شفائی، ح. (۱۳۹۷). "کاربرد روش های هیدرولوژیکی در برآورد حق آبه محیط زیستی رودخانه (مطالعه موردی رودخانه گرگانرود)" محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، شماره ۴، ص ۴۵۱-۴۳۷.

[7] 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.

[۸] دفتر استاندارد و معیارهای فنی، برنامه ریزی و تدوین بودجه. (۱۳۷۱). "استانداردهای آب آشامیدنی" گزارش شماره ۳-۱۱۶، تهران.