




# شیل

<https://shilsj.ut.ac.ir>; [www.shil-journal.ir](http://www.shil-journal.ir)



## مطالعه هیدروبیولوژیک و تعیین وضعیت ساپروبی رودخانه چشمه‌علی دامغان

کامران رضایی توابع 

استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

\*مسئول مکاتبات: [krtavabe@ut.ac.ir](mailto:krtavabe@ut.ac.ir)

### نوع مقاله:

### چکیده

این تحقیق با هدف تعیین وضعیت ساپروبی رودخانه چشمه‌علی دامغان با استفاده از مدل‌های هیدروبیولوژیک جهت تأمین آب شرب شهر دامغان از این رودخانه اجرا گردید. برای بررسی وضعیت ساپروبی، بر اساس استانداردهای لیمنولوژیک، هفت ایستگاه جهت نمونه‌برداری فصلی در یک سال از آب (جهت اندازه‌گیری BOD) و موجودات زنده بنتوز (جهت محاسبه ارزش زیستی) در طول رودخانه انتخاب شد. نتایج نشان داد که ایستگاه مظهر چشمه‌علی و زه‌آب سد دامغان دارای کمترین BOD و شاخص زیستی ( $P < 0.05$ ) است و دو ایستگاه پایین‌دست دوآب و پایین‌دست رودخانه آستانه دارای بیشترین BOD و شاخص زیستی ( $P < 0.05$ ) هستند. بر اساس یافته‌های زیستی ایستگاه‌ها و اندازه‌گیری میزان BOD، رودخانه چشمه‌علی از نظر آلودگی در وضعیت آلودگی متوسط (بتا مزو ساپروبی) در تقسیم‌بندی ساپروبی قرار دارد، بطوریکه هرچه از ایستگاه مظهر چشمه‌علی به طرف پائین‌دست رودخانه می‌رویم منطقه از آلودگی بسیار کم به طرف آلودگی متوسط و آلودگی نسبتاً زیاد گرایش پیدا می‌کند سپس در محل پل تلفریک در اثر توان خودپالایی رودخانه تا حدودی از شدت آلودگی کاسته می‌شود. بر اساس استانداردهای WHO و EPA فقط آب دو ایستگاه مظهر چشمه‌علی و زه‌آب سد دامغان برای کاربری شرب انسانی مناسب است.

پژوهشی  
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۱۵  
تاریخ انتشار: ۱۳۹۶/۶/۳۰  
واژگان کلیدی:  
ساپروبی  
رودخانه چشمه‌علی  
دامغان  
سمنان

### مقدمه

یکی از مهمترین اکوسیستم‌های پویا و فعال در مناطق بیابانی و نیمه بیابانی رودخانه‌ها هستند که معمولاً از ارتفاعات سرچشمه می‌گیرند و به دشتهای بیابانی و کویری منتهی می‌شوند. در میان اکوسیستم‌های آبی، رودخانه‌ها علیرغم اینکه کمترین میزان آب را در خود دارند از دیر باز نقش مهمی در شکل‌گیری تمدن بشری داشته‌اند. این اکوسیستم‌ها از نظر تنوع گونه‌های زیستی از ارزش زیستی و اکولوژیکی فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشند. با آلوده شدن و عدم مدیریت صحیح این اکوسیستم‌ها تنوع گونه‌ای شدیداً کاهش یافته و به تدریج اکوسیستم رو به نابودی پیش می‌رود. امروزه افزایش جمعیت شهرنشینی باعث آلودگی رودخانه‌ها شده است درحالیکه با افزایش جمعیت نیاز به تهیه آب مناسب بیشتر از قبل احساس می‌شود (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). هر یک از موجودات آبی ساکن رودخانه تمام یا بخشی از دوره زیستی خود را بطور مستقیم در داخل آب سپری می‌کنند و برخی نیز بطور غیر مستقیم به آن وابسته هستند (Horne and Goldman, 1994). در اکوسیستم‌های رودخانه‌ای با افزایش بار آلودگی، تنها گونه‌هایی که نسبت به کمبود اکسیژن حساسیت اندکی دارند باقی مانده و بقیه به سرعت از بین می‌روند. برحسب شدت از بین رفتن



گونه‌ها و اینکه چه گونه‌هایی از بین رفته‌اند، می‌توان بار آلودگی رودخانه و میزان حساسیت این اکوسیستم را مشخص نمود (Floqi et al., 2007). آلودگی‌های شدید تنوع گونه‌ای را بسیار کم کرده و تنها گونه‌های اندکی قادر خواهند بود که با کمبود اکسیژن سازگاری حاصل کنند (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰). فاضلاب‌ها همواره یکی از عوامل تهدیدکننده اکوسیستم‌های رودخانه‌ای هستند. فاضلاب عموماً دارای پساب‌های صنعتی و شیمیایی خطرناک هستند و اغلب این منابع آلاینده در مجاورت رودخانه‌ها احداث شده‌اند که به رودخانه‌ها و نهایتاً به دریاها می‌ریزد و درازمدت نه تنها باعث از بین رفتن اکوسیستم شده بلکه حیات جانوران و موجودات آبی را نیز تهدید می‌کنند که باعث آلودگی شدید منابع آبی می‌شوند. مهمترین عاملی که بر کیفیت و کمیت موجودات آبی تأثیر می‌گذارد آلودگی است؛ طبق تعریف آلودگی عبارت است از وجود مواد جامد، مایع و یا گازی شکل در آب به مقدار و مدتی که کیفیت فیزیکی، شیمیایی، باکتریولوژیک و بیولوژیک آن را تغییر دهد (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰). مطالعه و شناسایی بی‌مهرگان کفزی آب‌های جاری که بیشترین انرژی را وارد چرخه این بوم‌سازگان می‌نمایند که می‌تواند ما را در شناخت زنجیره غذایی و روابط بین موجودات آبی هدایت کند (Hynes, 1970). رودخانه چشمه‌علی که مهمترین منبع تأمین کننده آب رودخانه دامغان رود می‌باشد، در فاصله ۳۰ کیلومتری شمال شهرستان دامغان از دامنه‌های جنوبی رشته کوه البرز از مظهر چشمه علی نشأت گرفته و پس از مشروب نمودن شهر و روستاهای حاشیه آن وارد ناحیه کویری شده و در کویر حاج علی قلی دامغان فرو رفته و مستهلک می‌شود. با توجه به نزدیکی این رودخانه به شهر دامغان و لزوم تأمین آب شرب سالم و با کیفیت مناسب برای جمعیت ۸۵۰۰۰ نفری این شهر، شرکت سهامی آب منطقه‌ای سمنان به عنوان کار فرمای طرح مطالعات تأمین آب شهر دامغان را از رودخانه چشمه علی در دستور کار و برنامه‌های خود قرار داده است. بررسی‌های هیدروبیولوژیک طرح نیز به عنوان بخشی از خدمات مطالعات مزبور مد نظر قرار گرفته است که در این گزارش، این مطالعات که اساسی‌ترین بخش در مطالعات لیمنولوژیک اکوسیستم‌های رودخانه‌ای می‌باشد به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این تحقیق بخاطر حساسیت موضوع و رودخانه چشمه علی دامغان در استان خشک و کم آبی مانند سمنان، وضعیت شاخص زیستی و وضعیت آلودگی رودخانه جهت اقدامات مدیریتی تأمین آب شرب از این رودخانه بررسی گردید. این رودخانه یکی از مهمترین اکوسیستم‌های رودخانه‌ای آب شیرین در مناطق بیابانی استان سمنان می‌باشد که بخاطر قطب تفرج‌گاهی آن بخصوص در مظهر چشمه علی، فعالیتهای کشاورزی گسترده و وجود پسابهای کشاورزی در حاشیه رودخانه، ورود پسابهای خانگی روستاهای مستقر در حاشیه رودخانه و فعالیتهای راهسازی در حاشیه رودخانه پتانسیل آلودگی را در این رودخانه بالا می‌برد. بنابراین قبل از انجام هر گونه اقدام مدیریتی جهت تأمین آب شرب از این رودخانه، شناخت وضعیت آلودگی (ساروبی) و قدرت خودپالایی رودخانه لازم و ضروریست. هدف کلی از این طرح بررسی و جمع‌آوری گونه‌های آبی (نرمتنان، بندپایان و نکتون‌ها) از رودخانه چشمه علی دامغان، تعیین شاخص حساسیت رودخانه به آلودگی، تعیین قدرت خودپالایی رودخانه و تعیین وضعیت ساروبی رودخانه جهت اقدامات مدیریتی این اکوسیستم با ارزش می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### الف: موقعیت اجرای پروژه

رودخانه چشمه علی که نام اصلی آن بنا به نوشته مورخین علی بولاغ است در شمال غربی دامغان و در مسیر راه دامغان - کیاسر - ساری و به فاصله ۳۲ کیلومتری از دامغان قرار گرفته است. در اطراف آن باغات و کوه‌های زیبا و سرسبزی وجود دارد که از آب چشمه علی آبیاری می‌شوند. این چشمه از لحاظ تقسیمات جغرافیایی در حوزه دهستان رودبار قرار دارد. این رودخانه با طول حدود ۴۰ کیلومتر از شمال شهرستان دامغان سرچشمه گرفته و در نهایت به کویر حاج علی قلی دامغان منتهی می‌شود. مهمترین سرشاخه‌هایی که به آن وارد می‌شود رودخانه آستانه و رودخانه چارده هستند که رودخانه آستانه از دامنه‌های کوه چهار نو (۲۸۸۱ متر) در شمال غربی شهرستان دامغان سرچشمه گرفته و پس از مشروب نمودن روستاهای سفید دار، فولاد محله و شورتنکه در

روستای آستانه به رودخانه چشمه علی می‌پیوندد. یکی از شاخه‌های دیگر این رودخانه رودخانه چارده است که در دهستان رودبار دامغان جریان دارد و طول آن حدود ۲۱ کیلومتر می‌باشد که چشمه رزن قلعه عمده آب آن را تأمین می‌کند. جهت مطالعه هیدروبیولوژیک رودخانه بر اساس اصول استاندارد لیمنولوژیک، هفت ایستگاه در پیمایش مسیر رودخانه انتخاب شد. موقعیت و مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: موقعیت و مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه چشمه علی دامغان

شماره ایستگاه	موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری	مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری
۱	مظهر چشمه علی	۳۶° ۱۶' ۴۲" طول، ۵۴° ۰۵' ۰۴" عرض
۲	پائین دست چشمه علی	۳۶° ۱۶' ۰۲" طول، ۵۴° ۰۴' ۵۳" عرض
۳	پائین دست محل اختلاط رودخانه آستانه (شورتنگه) به چشمه علی	۳۶° ۱۶' ۱۶" طول، ۵۴° ۰۶' ۳۷" عرض
۴	پائین دست محل اختلاط رودخانه دامغان رود به چشمه علی (دو آب)	۳۶° ۱۵' ۰۸" طول، ۵۴° ۰۹' ۰۶" عرض
۵	محل احداث پل تلفریک	۳۶° ۱۳' ۳۳" طول، ۵۴° ۱۲' ۵۷" عرض
۶	حد فاصل پل تلفریک و سد	۳۶° ۱۳' ۳۳" طول، ۵۴° ۱۳' ۲۷" عرض
۷	زه آب سد دامغان	۳۶° ۱۳' ۳۳" طول، ۵۴° ۱۵' ۱۰" عرض

#### ب: چگونگی گزینش ایستگاه‌های نمونه‌برداری

برای گزینش ایستگاه‌های نمونه‌برداری مطالعات لیمنولوژیک و اکولوژیک رودخانه ابتدا به کمک نقشه توپوگرافی منطقه شاخه‌ها و سرشاخه اصلی رودخانه مشخص می‌شود سپس با پیمایش طول رودخانه بر اساس اصول استاندارد و نکات مورد اشاره در زیر ایستگاه‌های نمونه‌برداری انتخاب می‌شوند:

I: شاخص بودن ایستگاه از نظر بوم‌شناسی و شرایط فیزیکو-شیمیایی آب

II: گزینش ایستگاه در مکانی که مستقیماً تحت تأثیر آلودگی (خانگی، شهری، کشاورزی و صنعتی) نباشد.

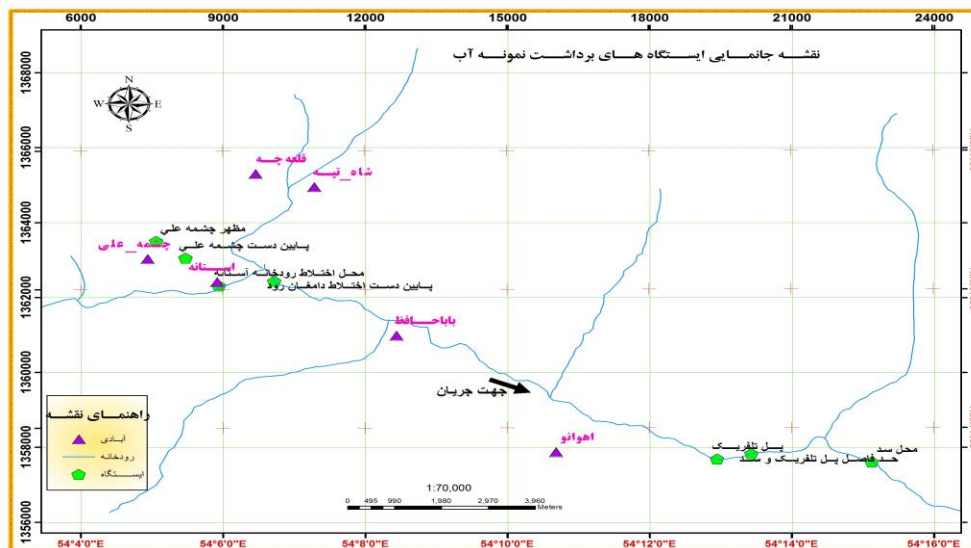
III: در دسترس بودن ایستگاه در تمام طول سال

IV: قرارگیری ایستگاه در کنار یک مشخصه فیزیکی یا طبیعی به منظور سهولت شناسایی و دستیابی فرد به ایستگاه  
شکل ۱ نقشه و نمای کلی رودخانه و محل ایستگاه‌های تعیین شده را نشان می‌دهد. همچنین موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های تعیین شده در جدول ۱ بیان شده است.

#### ج: چگونگی نمونه‌برداری و جمع‌آوری گونه‌های شاخص زیستی

برای بررسی و مطالعه زیست شناختی (بیولوژیک) بی‌مهرگان آبی در هر ایستگاه باید حداقل در هر فصل یک بار نمونه‌برداری کرد. نمونه‌برداری این تحقیق در طول یک سال در فصل زمستان ۱۳۸۷ و فصول بهار، تابستان و پاییز ۱۳۸۸ انجام شد. باید توجه داشت که دوره بحرانی برای بی‌مهرگان آبی در رودخانه‌ها زمانی رخ می‌دهد که سرعت جریان آب کم و دمای آب بالا باشد. برای مطالعات موجودات کفزی رودخانه‌ها از ابزار سوربر استفاده شد. نمونه‌های گرفته شده ابتدا در فرمالین ۴ درصد تثبیت شده و سپس به اتیل الکل ۷۰ درصد منتقل شدند. بعد از انجام مراحل فوق با استفاده از ویژگی‌های ریخت‌سنجی و شمارشی گونه‌ها شناسایی و تنوع زیستی آنها تعیین و مورد ارزیابی قرار گرفت.





شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاههای نمونه برداری در طول رودخانه دامغان رود

#### د- چگونگی محاسبه ارزش زیستی (شاخص بیولوژیک Z)

برای تعیین درجه کیفی آب، بدست آوردن ارزش زیستی آب ضروری می باشد. برای محاسبه ارزش زیستی اکوسیستم های آبی باید مکانهای مختلفی از پیش به عنوان ایستگاه های نمونه برداری تعیین شوند و در زمان های مناسب از این ایستگاه ها نمونه برداری از آبزیان انجام شود. پس از شناسایی و شمارش نمونه های شاخص زیستی (کفزیان) بدست آمده از منطقه مورد مطالعه و با استفاده از جدول موجودات شاخص در هر ایستگاه و ضریب (Wegl, 1983) مربوط به فراوانی این موجودات ارزش زیستی آن محاسبه شد. ارزش زیستی رودخانه مورد مطالعه بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Baur, 2000).

$$Z = \frac{\sum o + 2 \sum \beta + 3 \sum \alpha + 4 \sum p}{\sum h}$$

که در این فرمول  $Z$  = ارزش زیستی هر ایستگاه از رودخانه،  $\sum o$  = مجموع تعداد موجودات منطقه لیگو ساپروب،  $\sum \beta$  = مجموع تعداد موجودات منطقه بتا-مزو ساپروب،  $\sum \alpha$  = مجموع تعداد موجودات منطقه آلفا-مزو ساپروب،  $\sum p$  = مجموع تعداد موجودات منطقه پلی ساپروب  $\sum h$  = مجموع کل فراوانی موجودات است.

#### ه: روش های آماری مورد استفاده

نرمال بودن داده ها با آزمون Shapiro-Wilk انجام شد. وجود اختلاف بصورت مقایسه درون گروهی برای بدست آوردن میزان تغییرات (افزایش یا کاهش) ارزش زیستی بین ایستگاه ها از طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار (پنج ایستگاه) و سه تکرار با استفاده از نرم افزار SPSS، آنالیز تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون دانکن در سطح اعتماد ۹۵ درصد انجام شد. نمودارهای مربوطه نیز با استفاده از Excel رسم گردید.

#### نتایج

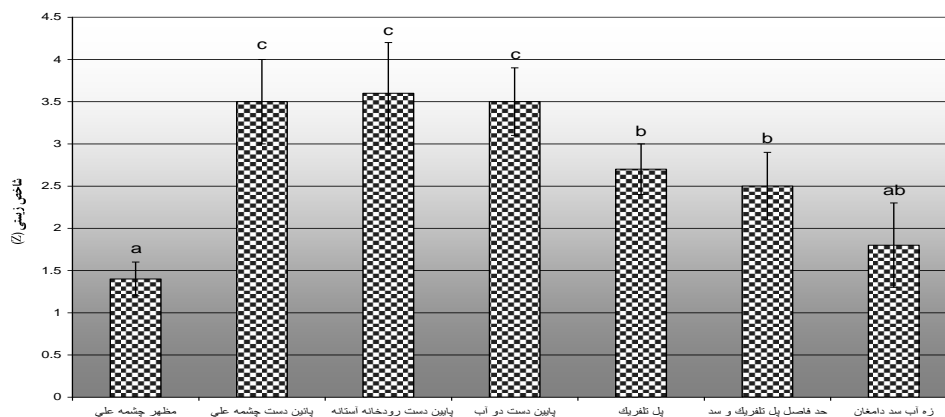
در این تحقیق ۱۸ جنس و گونه از حشرات آبی شامل نمونه های لارو، شفیره و بالغ شناسایی شدند که با توجه به ضرائب تحمل گونه های مختلف و فرمول ضریب زیستی (Baur, 2000) برای هر ایستگاه عددی تحت عنوان ارزش زیستی بدست آمد (شکل های ۳-۵ فراوانترین گونه های شاخص زیستی را در ایستگاه های نمونه برداری نشان می دهد). نتایج حاصل از ارزش زیستی رودخانه

چشمه‌علی در چهار ایستگاه با سه تکرار در طول چهار فصل در جدول ۲ نشان داده شده است. نمودار ۱ میانگین ارزش زیستی رودخانه را در طول سال نشان می‌دهد.

جدول ۲: شاخص زیستی رودخانه چشمه‌علی در چهار ایستگاه در طول چهار فصل (مقایسه میانگین درون گروهی می‌باشد)

ردیف	نام ایستگاه	بهار	تابستان	پائیز	زمستان
۱	مظهر چشمه علی	۱/۳۵±۰/۰۷ <sup>a</sup>	۱/۴۸±۰/۱۴ <sup>a</sup>	۱/۴۶±۰/۱۱ <sup>a</sup>	۱/۳۳±۰/۱۴ <sup>a</sup>
۲	پائین دست چشمه علی	۳/۱۲±۰/۱۳ <sup>b</sup>	۳/۸۱±۰/۱۸ <sup>c</sup>	۳/۷۱±۰/۲۵ <sup>c</sup>	۳/۴۱±۰/۲۲ <sup>c</sup>
۳	پائین دست رودخانه آستانه به چشمه علی	۳/۲۲±۰/۲۶ <sup>b</sup>	۳/۷۹±۰/۲۴ <sup>c</sup>	۳/۵۵±۰/۲۷ <sup>c</sup>	۳/۶۸±۰/۲۴ <sup>c</sup>
۴	پائین دست دو آب	۳/۱۵±۰/۲۱ <sup>b</sup>	۳/۷۴±۰/۱۹ <sup>c</sup>	۳/۶۷±۰/۳۱ <sup>c</sup>	۳/۴۱±۰/۲۹ <sup>c</sup>
۵	پل تلفریک	۲/۷۳±۰/۱۶ <sup>b</sup>	۲/۶۱±۰/۱۳ <sup>b</sup>	۲/۷۶±۰/۲۵ <sup>b</sup>	۲/۷۱±۰/۱۷ <sup>b</sup>
۶	حد فاصل پل تلفریک و سد	۲/۸۱±۰/۱۴ <sup>b</sup>	۲/۵۶±۰/۱۱ <sup>b</sup>	۲/۴۴±۰/۱۹ <sup>b</sup>	۲/۴۹±۰/۲۳ <sup>b</sup>
۷	زه آب سد دامغان	۱/۴۲±۰/۱۲ <sup>a</sup>	۱/۷۵±۰/۱۸ <sup>a</sup>	۱/۸۱±۰/۱۴ <sup>a</sup>	۱/۵۱±۰/۰۹ <sup>a</sup>

نتایج ارزش زیستی ایستگاه‌های انتخاب شده در فصل بهار نشان می‌دهد که ایستگاه مظهر چشمه‌علی تفاوت معنی‌داری با سایر ایستگاه‌ها دارد ( $P < 0.05$ ). در فصل تابستان و پائیز شاخص زیستی ایستگاه‌های پایین‌دست چشمه‌علی، پایین دست رودخانه آستانه و پایین دست دو آب افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد ( $P < 0.05$ ). در فصل زمستان با افزایش نزولات جوی و بالا رفتن آبدهی رودخانه روند آلودگی تا حدودی کمتر و شاخص زیستی کاهش محسوسی را نشان می‌دهد (جدول ۲). بر اساس شکل ۲ ایستگاه مظهر چشمه‌علی دارای بهترین شاخص زیستی بوده و تفاوت معنی‌داری با سایر ایستگاه‌ها دارد ( $P < 0.05$ ) و از نظر طبقه‌بندی در ناحیه الیگوساپروب قرار دارد. ایستگاه پایین‌دست چشمه‌علی که تحت تأثیر فعالیت‌های گردشگری و تفریحی حاشیه چشمه‌علی می‌باشد از نظر آلودگی تفاوت معنی‌داری با ایستگاه مظهر چشمه‌علی نشان می‌دهد و از نظر آلودگی در ناحیه آلفا-مزوساپروب قرار دارد. ایستگاه‌های پایین‌دست رودخانه آستانه و پایین‌دست دو آب تحت تأثیر آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، فاضلاب‌های خانگی حاشیه رودخانه و اختلاط آب سرشاخه‌های دامغان‌رود (رودخانه دائمی) و شورتنکه (رودخانه فصلی) دارای بیشترین شاخص زیستی هستند (شکل ۲) و در این دو ایستگاه آلودگی آب رودخانه به شدت افزایش می‌یابد. ایستگاه‌های پل تلفریک و حدفاصل پل تلفریک و سد تحت تأثیر خودپالایی رودخانه آلودگی آن کاهش معنی‌داری نسبت به سه ایستگاه قبلی (پایین‌دست چشمه‌علی، پایین‌دست رودخانه آستانه و پایین‌دست دو آب) نشان می‌دهد و از نظر آلودگی در ناحیه بتا-مزوساپروب قرار دارد. ایستگاه زه‌آب سد دامغان مشابه ایستگاه مظهر چشمه‌علی دارای شاخص زیستی پایین و آلودگی پایینی دارد و از نظر ساپروبی در ناحیه الیگوساپروب قرار می‌گیرد.

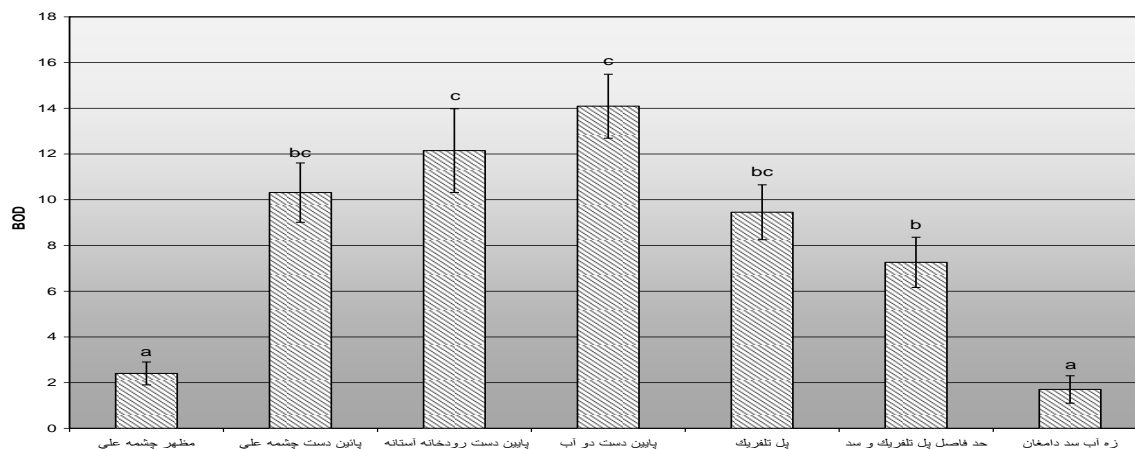


شکل ۲: شاخص زیستی ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه چشمه‌علی

نتایج حاصل از اندازه گیری میزان BOD در جدول ۳ آمده است. همانطور که در جدول مشاهده می شود میزان BOD در فصول مختلف در ایستگاه های مظهر چشمه علی و زه آب سد دامغان تفاوت معنی داری با سایر ایستگاه ها دارد ( $P < 0.05$ ) و میزان آن پائین تر است، که نشان دهنده آلودگی بسیار پائین این ایستگاه ها می باشد و در حقیقت نتیجه ارزیابی و بیولوژیکی این ایستگاه ها (جدول ۳) را تأیید می کند. ایستگاه های پایین دست دو آب و پایین دست رودخانه آستانه در دو فصل بهار و تابستان تفاوت معنی داری را با سایر ایستگاه ها داشته ( $P < 0.05$ ) و میزان آن بالاتر می باشد که عمدتاً بخاطر ورود مواد آلی خانگی، روستایی و کشاورزی می باشد. بر اساس شکل ۳ و بر اساس استانداردهای EPA فقط کیفیت آب ایستگاه های مظهر چشمه علی و زه آب سد دامغان برای آشامیدن مناسب است و آب سایر ایستگاه ها آلوده تلقی می شود.

جدول ۳: میزان BOD اندازه گیری شده در ایستگاه های انتخاب شده در طول سال (مقایسه میانگین درون گروهی می باشد)

ردیف	نام ایستگاه	بهار	تابستان	پائیز	زمستان
۱	مظهر چشمه علی	۱/۹۴±۰/۱۹ <sup>a</sup>	۲/۳۸±۰/۳۴ <sup>a</sup>	۲/۲۷±۰/۲۶ <sup>a</sup>	۲/۵۳±۰/۲۶ <sup>a</sup>
۲	پائین دست چشمه علی	۹/۴۹±۰/۸۸ <sup>c</sup>	۱۱/۲۳±۱/۱۶ <sup>bc</sup>	۱۰/۱۸±۱/۲۸ <sup>bc</sup>	۱۰/۳۲±۱/۲۲ <sup>bc</sup>
۳	پائین دست رودخانه آستانه به چشمه علی	۱۰/۵۴±۰/۸۹ <sup>c</sup>	۱۳/۴۱±۰/۷۹ <sup>c</sup>	۱۲/۷۴±۱/۶۲ <sup>bc</sup>	۱۱/۴۴±۱/۵۱ <sup>bc</sup>
۴	پائین دست دو آب	۱۰/۷۷±۰/۹۵ <sup>c</sup>	۱۵/۰۴±۱/۱۹ <sup>c</sup>	۱۴/۴۳±۱/۵۷ <sup>c</sup>	۱۳/۱۹±۱/۲۹ <sup>c</sup>
۵	پل تلفریک	۸/۳۷±۰/۴۸ <sup>bc</sup>	۱۰/۱۲±۱/۵۴ <sup>bc</sup>	۱۰/۲۸±۱/۲۴ <sup>bc</sup>	۹/۲۸±۱/۲۹ <sup>bc</sup>
۶	حد فاصل پل تلفریک و سد	۶/۵۳±۰/۷۱ <sup>b</sup>	۸/۱۳±۱/۰۹ <sup>b</sup>	۷/۲۴±۱/۳۱ <sup>b</sup>	۷/۱۳±۱/۲۶ <sup>b</sup>
۷	زه آب سد دامغان	۱/۲۱±۱/۱۱ <sup>a</sup>	۲/۱۶±۰/۲۱ <sup>a</sup>	۲/۰۶±۰/۱۵ <sup>a</sup>	۱/۹۲±۱/۲۴ <sup>a</sup>



شکل ۳: میزان BOD در ایستگاه های نمونه برداری رودخانه چشمه علی

## بحث

رودخانه ها و جریان های سطحی آب شیرین در طبیعت به عنوان شریان های حیاتی اکوسیستم ها به شمار می روند و از اهمیت قابل توجهی در تأمین نیازهای زیستی انسان به عنوان آب شرب، استفاده در کشاورزی و صنعت برخوردارند. عوامل تخریب کننده ای مانند: انواع آلاینده های صنعتی، شهری، روستایی، کشاورزی، عدم رعایت حریم رودخانه، بهره برداری از بستر رودخانه ها، احداث انواع سازه ها، خسارات جبران ناپذیری را بر این اکوسیستم های ارزشمند وارد می نمایند. رودخانه ها با توجه به بعد طولی آنها و گذر از مناطق مختلف مهمترین اکوسیستم آبی هستند که بطور دائم در معرض انواع آلودگی های فوق هستند و شرایط اکولوژیک، زیستی و موجودات زنده داخل رودخانه ها تحت تأثیر این آلودگی ها تغییر می کند (عرفان منش و افیونی، ۱۳۷۳؛ Edmondson, 1959; Hynes, 1970; Richardson, 1993; Ramjeawon and Baguant, 1995; Revelli, and Ridolfi, 2004).

بوم‌شناسان بر این باورند که ترکیب موجودات زنده در بوم‌سازگان آبی به هیچ عنوان تصادفی و اتفاقی نبوده، بلکه دقیقاً دستاورد مجموعه‌ای از شرایط محیطی و بوم‌شناختی پویا برای رشد و تکثیر طبیعی آنها است. بنابراین حذف برخی از موجودات و بروز تغییرات ناخواسته در محیط‌های آبی سبب کاهش تولید خواهد شد (احمدی و همکاران، ۱۳۷۹). با بررسی موقعیت منابع عمده آلاینده و سرشاخه‌های رودخانه چشمه‌علی در حاشیه آن به راحتی می‌توان نتایج این تحقیق را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. ایستگاه‌های نمونه برداری با توجه به این منابع انتخاب شدند؛ این منابع بطور عمده فعالیت‌های گردشگری و توریستی چشمه‌علی، فاضلاب‌های خانگی و روستایی حاشیه رودخانه و فاضلاب‌های کشاورزی و زراعی حاشیه رودخانه می‌باشد. ایستگاه نمونه‌برداری مظهر چشمه‌علی در موقعیتی قرار دارد که هیچ‌گونه منابع آلاینده‌ای در اطراف آن وجود ندارد.

ایستگاه نمونه‌برداری پایین دست چشمه‌علی حدود ۵۰۰ متر پائین تر از مظهر چشمه در نظر گرفته شد تا تأثیرات فعالیت‌های گردشگری و حضور گردشگران بر آب رودخانه بررسی شود. ایستگاه پایین دست رودخانه آستانه حدود ۳۰۰ متر پایین تر از محل اختلاط رودخانه آستانه به چشمه‌علی انتخاب گردید که علاوه بر پیوستن سرشاخه فصلی رودخانه آستانه (شورتنگه) به رودخانه چشمه‌علی، در معرض آلودگی‌های فاضلاب‌های خانگی و کشاورزی قرار دارد. ایستگاه پایین دست دو آب حدود ۳۰۰ متر بعد از اختلاط رودخانه دائمی دامغان رود به چشمه‌علی انتخاب شد تا تأثیر آب رودخانه دامغان رود که دارای حوضه آبخیزی به مساحت ۶۵۰ کیلومتر مربع می‌باشد، بر شرایط زیستی و اکولوژیکی رودخانه چشمه‌علی مورد بررسی قرار گیرد. ایستگاه‌های پل تلفریک و حدفاصل پل تلفریک و سد دامغان با یک فاصله نسبتاً زیاد از سایر ایستگاه‌ها جهت ارزیابی توان خود پالایی رودخانه در نظر گرفته شدند. آلودگی رودخانه‌ها معمولاً معلول اضافه شدن فرآورده‌های زائد فعالیت‌های انسان در محیط زیست می‌باشد. وقتی این فرآورده‌ها به طور مؤثری مورد تجزیه قرار نگرفته و تحت تأثیر فرایندهای طبیعی، زیستی و فیزیکی حذف نشوند، ممکن است حاصل آن، تشکیل بعضی مواد آلاینده خطرناک و سمی باشد. این آلودگی به طور عمده از دو طریق منابع متمرکز (نقطه‌ای) مانند فاضلاب‌های خانگی و صنعتی و منابع غیرمتمرکز (غیرنقطه‌ای) مانند رواناب‌های شهری و کشاورزی به پهنه‌های مختلف محیط زیست از جمله رودخانه‌ها وارد می‌شود. منابع آلودگی غیر نقطه‌ای عموماً نسبت به منابع آلودگی نقطه‌ای از اهمیت زیادتری برخوردار است زیرا منابع آلودگی غیر نقطه‌ای در محدوده وسیعتری عمل می‌کنند و کنترل آنها مشکل‌تر است (Howarth and Baguant, 2000).

مواد آلی که منابع آلاینده مذکور وارد آب می‌کنند به مرور زمان با برهم خوردن کیفیت آب رودخانه موجودات زیستی شاخص (Bioindicator) را در مسیر رودخانه مشخص می‌کند (احمدی و همکاران؛ ۱۳۷۹؛ Zawala et al., 2007)؛ همچنین این مواد آلی باعث افزایش BOD آب شده و بتدریج رنگ آب نیز عوض می‌شود (اسماعیلی ساری و همکاران؛ ۱۳۷۸). در ایستگاه‌های مظهر چشمه‌علی و زه‌آب سد دامغان تمام حشرات آبی و موجودات زنده کفزی نمونه‌برداری شده متعلق به منطقه الیگو ساپروب بودند و عدد شاخص زیستی بدست آمده نیز مربوط به منطقه غیر آلوده بود؛ زیرا این دو ایستگاه بطور مستقیم در معرض هیچ نوع آلودگی قرار ندارند. این امر با نمونه برداری و اندازه‌گیری BOD آب نیز تأیید شد (شکل ۳)، بطوریکه در شدیدترین حالت میزان BOD این دو ایستگاه در فصل پائیز و زمستان به ۲/۵ میلی‌گرم بر لیتر می‌رسد (جدول ۳). ایستگاه‌های پایین دست چشمه‌علی، پایین دست رودخانه آستانه و پایین دست دو آب آلوده‌ترین بخش‌های رودخانه هستند که علت آن ورود مستقیم فاضلاب‌های کشاورزی، خانگی و روستایی است؛ زیرا این منابع آلاینده بصورت عمومی در حاشیه بیشتر رودخانه‌ها قرار دارند و عوامل تهدیدی برای بوم‌سازگان‌های آبی هستند (Zhao et al., 2007). بر اساس نتایج (شکل ۲) این مناطق تفاوت معنی‌داری با سایر ایستگاه‌ها دارد و شاخص زیستی آن بالاتر از سایر ایستگاه‌ها است و شرایط ساپروبی رودخانه در این ایستگاه‌ها به کلاس پلی ساپروب می‌رسد که نشان دهنده آلودگی شدید آلی در این مناطق از رودخانه است. همچنین بیشترین میزان BOD مربوط به این ایستگاه‌ها



می باشد (شکل ۳)؛ بطوریکه میزان آن در فصل زمستان به ۱۵ میلی گرم بر لیتر نیز می رسد و این منطقه را در گروه آبهای با آلودگی زیاد (آلفا مزو ساپروب یا پلی ساپروب) قرار می دهد. ایستگاه های پل تفریک و حدفاصل پل تفریک و سد دامغان با وجود آنکه در معرض منابع آلاینده مواد آلی بالادست قرار دارند، اما میزان شاخص زیستی و BOD آن پائین تر از ایستگاه های پایین دست رودخانه آستانه و دو آب می باشد (شکل های ۲ و ۳). این امر به خاطر فاصله قابل توجه این دو ایستگاه با منابع آلاینده می باشد که در این فاصله قدرت خودپالایی (Selfpurification) رودخانه باعث کاهش بار آلی رودخانه شده است. عوامل آلوده کننده آبهای سطحی که شامل فاضلاب صنعتی خانگی و کشاورزی می باشند ترکیباتی را در آنها وارد می کنند که اگر خنثی نشوند و یا توسط میکرو اورگانیزم ها تجزیه و تخریب نشوند به صورت سمی مهلک زیان بسیاری برای آبزیان به بار می آورند (Sarkar et al., 2007). رودخانه ها بطور طبیعی با اکسید کردن مواد آلی موجود در خود بار آلودگی را در خود کاهش می دهند (Hynes, 1970). به همین دلیل شدت آلودگی پل تفریک و حدفاصل پل تفریک و سد دامغان در گروه با آلودگی متوسط (بتا مزو ساپروب) قرار می گیرد. بر اساس شکل های ۲ و ۳ ایستگاه پایین دست رودخانه آستانه دارای بیشترین شاخص زیستی بوده در حالیکه میزان BOD در بیشترین حالت قرار ندارد. چون در بین ایستگاه پایین دست چشمه علی و این ایستگاه منبع آلاینده ای وجود ندارد، انتظار می رود در اثر قدرت خودپالایی رودخانه شدت آلودگی این ایستگاه پائین تر از ایستگاه پایین دست چشمه علی قرار گیرد. چون این ایستگاه بعد از پیوستن سرشاخه فصلی آستانه (شورتنگه) به رودخانه قرار دارد، احتمالاً ورود مواد آلی بصورت فصلی از طریق این شاخه آبی می باشد.

لاروها و حشرات آبی که در ایستگاه های مظهر چشمه علی و زه آب سد دامغان مشاهده و نمونه برداری شدند شامل گونه هایی از جنس *Rhithrogena*, *Liponeura*, *Epeorus* بودند که این گونه ها مربوط به منطقه بدون آلودگی هستند (Edmondson, 1959; Wegl, 1983). هر چه به طرف پائین دست رودخانه و سایر ایستگاه ها پیش می رویم، ترکیب گونه های حشرات آبی و موجودات کفزی شاخص مناطق آلوده و نیم آلوده تغییر می کند که نشان دهنده آلودگی رودخانه در طول مسیر است. بر اساس شکل ۳ میزان تغییرات BOD نیز مؤید این مسئله می باشد. از این دسته از موجودات شاخص می توان به حشرات راسته دوبالان (*Diptera*) که شاخص آب های آلوده تا تمیز هستند و حشرات راسته بال موداران (*Tricoptrea*) که شاخص آب های کم آلوده تا تمیز هستند اشاره کرد (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰).

کیفیت آب رودخانه نه تنها در مکان های مختلف بلکه در زمان های مختلف نیز تغییر می کند؛ این تغییر علاوه بر تغییر مواد آلی و آلاینده در محیط رودخانه به تغییر شرایط محیطی مانند دبی رودخانه، درجه حرارت، pH و ... بستگی دارد (Kannel et al., 2007). بر اساس جدول ۲ رودخانه چشمه علی در فصل بهار دارای کمترین عدد شاخص زیستی و در فصل پائیز بیشترین عدد شاخص زیستی را دارد یعنی آلودگی رودخانه در فصل بهار در کمترین حالت و در فصل پائیز آلوده ترین حالت را دارد؛ که علت این امر به دبی بیشتر و سرعت بیشتر آب رودخانه در فصل بهار می باشد، در حالیکه دبی آب رودخانه در فصل پائیز کمترین وضعیت را در طول سال دارد (کمال، ۱۳۸۴). در فصل پائیز دبی کم آب رودخانه باعث کاهش خود پالایی رودخانه می شود چون آب تلاطم کمتری داشته و اکسیژن هوا کمتر در آب حل می شود و با بالا رفتن میزان BOD در این حالت رفته رفته بر وخامت اوضاع آلودگی رودخانه افزوده می شود. البته بیشترین میزان BOD در این رودخانه در فصل زمستان دیده می شود؛ زیرا معمولاً در اواخر فصل پائیز و زمستان حجم زیادی از برگ و خاشاک گیاهان به رودخانه وارد می شود که پوسیدگی و تجزیه آلی این مورد توسط باکتری های تجزیه کننده باعث بالا رفتن BOD می شود (Horne and Goldman, 1994; Zhang et al., 2007).

بر اساس یافته های زیستی ایستگاه ها و اندازه گیری میزان BOD، رودخانه چشمه علی از نظر آلودگی در وضعیت آلودگی متوسط (بتا مزو ساپروب) در تقسیم بندی ساپروبی قرار دارد؛ بطوریکه هر چه از ایستگاه مظهر چشمه علی به طرف پائین دست رودخانه



می‌رویم منطقه از آلودگی بسیار کم به طرف آلودگی متوسط و آلودگی نسبتاً زیاد گرایش پیدا می‌کند سپس در محل پل تفریک در اثر قدرت خودپالایی رودخانه تا حدودی از شدت آلودگی رودخانه کاسته می‌شود. به نظر می‌رسد فراوانی لارو حشرات آبی بویژه گونه‌های رده کیفی II و III که خود ناشی از شرایط متوسط زیستی و بوم شناختی منطقه برای استقرار گونه‌های فوق می‌باشد. همچنین میزان BOD و سایر شرایط فیزیکو-شیمیایی آب به ویژه در ایستگاه‌های پایین دست چشمه‌علی تا پل تفریک رودخانه را در ناحیه کیفی یاد شده جای داده است.

### سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری شرکت سهامی آب منطقه‌ای سمنان و شرکت مدیریت منابع آب وزارت نیرو جهت تأمین اعتبار این طرح با کد SEE-87003 صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. همچنین از کارشناسان آزمایشگاه آب و خاک دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران بخصوص آقایان مهندس نظرزاده و اسداللهی جهت همکاری در اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

### منابع

احمدی، م.، گرمی، م. و کاظمی، ر. (۱۳۷۹). تعیین زیتوده و برآورد تولید در رودخانه‌های آغشت و کردان. مجله منابع طبیعی ایران، کرج، شماره (۳-۲۰).  
 احمدی، م. و نفیسی، م. (۱۳۸۰). شناسایی موجودات شاخص بی‌مهره آبهای جاری. انتشارات خبیر، تهران، ۲۴۰ صفحه.  
 اسماعیلی ساری، ع. (۱۳۸۱). آلاینده ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. نشر نقش مهر. تهران. صفحات ۷۷-۷۹.  
 عرفان منش، م. و افیونی، م. (۱۳۷۹). آلودگی محیط زیست آب، خاک، هوا. انتشارات ارکان، اصفهان. ۳۳ صفحه.  
 کمال، ش. (۱۳۸۴). مطالعه شرایط اکولوژیکی و بوم شناختی ماهی گورخری در رودخانه چشمه علی، پروژه کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

- Baur W. (2000).** Gewasser guete bestimmen and beurtilen, Paul Parey Verlag, Stuttgart, 453pp.
- Edmondson W.T. (1959).** Fresh water biology, Second edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, Printed in the United States of America.
- Floqi T., Vezi D. and Malollari I. (2007).** Identification and evaluation of water pollution from Albanian tanneries, Desalination, 213, 56-64.
- Howarth T. and Baguant J. (2000).** Evaluation of Critical BOD Loadings from Mauritian Sugar Factories to Streams and Standards Setting, Journal of Environmental Management, 45, 163-176.
- Hynes H.B., (1970).** The Ecology of Running waters, Published by Liverpool university press, Great Britain, 387 pp.
- Horne A.J. and Goldman C.R., (1994).** Limnology, second edition, Mc Graw-Hill Inc., New York.
- Kannel P.R., Lee S., Kanel R.S. and Khan S.P. (2007).** Chemometric application in classification and assessment of monitoring locations of an urban river system, Analytica Chimica Acta, 285, 390-399.
- Ramjeawon T. and Baguant J., (1995).** Evaluation of Critical BOD Loadings from Mauritian Sugar Factories to Streams and Standards Setting, Journal of Environmental Management, 45, 163-176.
- Revelli R. and Ridolfi L. (2004).** Stochastic dynamics of BOD in a stream with random inputs, Advances in Water Resources, 27, 943-952.
- Richardson J.S. (1993).** Limits to productivity in streams, Evidence from studies macroinvertebrate, Canada, Ottawa, 118 pp.
- Sarkar S.K., Saha M., Takada H., Mishra P. and Bhattachary B. (2007).** Water quality management in the lower stretch of the river Ganges, east coast of India: an approach through environmental education, Journal of Cleaner Production, 15, 1559-1567.
- Wegl R. (1983).** Wasser and abwasser, Index fure die limnosaprobitaet, Beitrege zur Gewasser Forschung, Wien, 311 pp.
- Zawala J., Swiech K. and Malysa K. (2007).** A simple physicochemical method for detection of organic contaminations in water, Colloids and Surfaces, 302, 293-300.



- Zhang R., Lue C., Wang L., Liao H. and Guo J. (2007).** Characteristic of organic phosphorus fractions in different trophic sediments of lakes from the middle and lower reaches of Yangtze River region and southwestern plateau, China, *Environmental Pollution*, 59, 44-52.
- Zhao Z.Y., Dung J.G., Fan X.J. and Hai B.L. (2006).** Molecular size distribution of dissolved organic matter in water of the Pearl River and trihalomethane formation characteristics with chlorine and chlorine dioxide treatments, *Journal of Hazardous Materials*, 134, 60-66.

## Hydrobiological Investigation and Saprobity Assessment of Cheshmeh-Ali River in Damghan County

Kamran Rezaei Tavabe 

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj

\*Corresponding author: krtavabe@ut.ac.ir

### Abstract

The aim of the present study is to consider Biological Index of the river; for this purpose, limnological and hydrobiological studies of the river were carried out seasonally in 2009. At this study, seven sampling stations were determined based on limnological standard method along the river; afterwards sampling of invertebrates (Biological Index) and water quality (BOD) were performed seasonally during study period. The results showed that first station (Cheshmeh-Ali) is free of pollution while the fourth sampling station (Doab) is the most polluted region at the river because the first station has no pollutant resource but the fourth station directly receives wastewater of agricultural activities and rural sewage. Based on findings of biomonitoring and water BOD measurement, Cheshmeh-Ali River has relatively high-polluted situation and Benthos biological index is deteriorated at this river.

**Keywords:** Saprobity, Cheshmehali River, Damghan, Semnan



(Scan me)

جهت دسترسی به نسخه آنلاین بارکد مقابل را اسکن نمایید

### How to cite this article:

Rezaei Tavabe K. (2017). Hydrobiological Investigation and Saprobity Assessment of Cheshmeh-Ali River in Damghan County. Shil, 5(2), 47-57.

رضایی توابع، ک. (۱۳۹۶). مطالعه هیدروبیولوژیک و تعیین وضعیت ساپروبی رودخانه چشمه‌علی دامغان، ۵ (۲)، ۴۷-۵۷.

