شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۴، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰
صفحات ۲۲۲-۲۰۹

تنوع زیستی ماکروبنتوزها در محل رهاسازی بچه‌ماهیان پرورشی: مطالعه موردی در رودخانه قره‌سو- خلیج گرگان

ضیاء کردجزی[1*]، آرمین فومنی[2]، محمد قلیزاده[1]

۱. استادیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران
۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹ /۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۰

چکیده

اکوسیستم‌های آبی در طی دهه‌های اخیر تغییراتی کرده‌اند. برای نمونه، کاهش میزان آب رودخانه‌ها سبب تغییر یا نوسان در تنوع زیستی جامعه کفزی رودخانه می‌شود. هدف از این تحقیق بررسی تغییرات ماکروبنتوزهای بستر در پایین‌دست رودخانه قره‌سو در خلیج گرگان بود، که محل رها سازی بچه‌ماهیان پرور شی (کلمه یا خاویاری) ا ست. نمونه‌برداری از بستر رودخانه جهت تعیین بار آلی بستر و غنای گونه‌ای و فراوانی در پنج ایستگاه و در چهار نوبت طی اردیبهشت و خرداد ۱۳۹۷ انجام شد. نتیجه تجزیه و تحلیل داده‌ها در آزمون کرت‌های خرد شده نشان داد که میزان بار آلی بستر در نمونه‌برداری دوم به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، که علت آن بارش نسبتا شدید بهاری قبل از نمونه‌برداری دوم بود. شاخص‌های تنوع زیستی در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P>0.05$). اما این شاخص‌ها در ایستگاه‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($P<0.05$). فراوانی گونه‌ای در نمونه‌برداری سوم اختلاف معنی‌داری با نمونه‌برداری اول داشت که به بالارفتن فراوانی گونه توبیفکس از خانواده توبیفیسیده در ایستگاه پنجم در پیوند بود ($P<0.05$). افزایش فراوانی گونه توبیفکس سبب کاهش شدید و معنی‌دار شاخص‌های تنوع زیستی مانند شانون-ونیر و سیمپسون معکوس در ایستگاه پنجم، و همچنین افزایش شدید و معنی‌دار شاخص غالبیت برگر-پارکر در ایستگاه پنجم شد، که علت آن احتمالا بالا بودن مقاومت این گونه به شرایط سخت محیطی مانند کاهش جریان آب رودخانه بود. هر چند شاخص‌های تنوع زیستی در محل رهاسازی بچه‌ماهیان اختلاف معنی‌داری با سایر ایستگاه‌ها نداشت ($P>0.05$)، و همچنین میزان اکسیژن محلول و نیترات در رودخانه در بازه رهاسازی بچه‌ماهیان در بالاترین حد و میزان آمونیاک یونیزه شده (آمونیوم) در کمترین حد بود، با این حال، بالا بودن یا نوسان میزان شوری و مواد جامد محلول در محل رهاسازی بچه‌ماهیان به عنوان یک عامل محدود کننده، می‌تواند بقاء بچه‌ماهیان پرورشی رهاسازی شده را با چالش روبرو کند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود رهاسازی بچه‌ماهیان پرورشی در نقطه دورتری از مصب انجام شود.

واژگان کلیدی: بزرگ بی‌مهرگان کفزی، رهاسازی بچه‌ماهیان، بازسازی ذخایر، رودخانه قره‌سو، خلیج گرگان

* نویسنده مسئول: ضیاء کردجزی
Email: z.kordjazi@gmail.com

Journal of Fisheries
Vol. 74, No. 2, Summer 2021
pp. 209-222

Macrobenthos diversity in the release area of hatchery-reared juvenile: A case study in the Gharesou river- Gorgan gulf

Ziya Kordjazi[1*], Armin Foumani[2], Mohammad Gholizade[1]

1. Assistant Professor. Department of fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad kavous, Gonbad kavos, Iran
2. M.Sc. Department of fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad kavous, Gonbad kavos, Iran

Received: 15-Jan-2021 **Accepted: 12-May-2021**

Abstract

Aquatic ecosystems have changed dramatically over the last decades. For example, by reducing the water flow in the rivers, organic material would increase in the lower zone of rivers resulted in fluctuating biodiversity of macro-benthic communities. The aim of this study was to determine the changes in macrobenthic diversity in the lower zone (or estuary) of Gharesou river - southeastern Caspian Sea, in where hatchery-reared juvenile fish like Rutilus rutilus (Linnaeus, 1758) and Sturgeon fish (*Acipenser* sp.) are released for stock enhancement. Sampling was undertaken over five surveys in four sites in the lower zone (or estuary) of river to study the abundance, species richness, and biodiversity indices of macrobenthos. The results of split plot analysis showed that sedimentary organic matter in river litter reduced significantly in the second survey, due to relatively heavy rain fall occurred before second sampling. Whilst, biodiversity indices had no significant differences among surveys ($p>0.05$), these indices showed significant differences among sampling sites. Species abundance in the third survey increased significantly ($p<0.05$), related in sharp increment of Tubifex abundance in the fifth site. Rising abundance of Tubifex in the fifth site resulted in significant reduction of diversity indices like Shannon index and inverse-Simpson, and also significant increment of Berger-Parker index, which was probably associated with higher resistance of this species to the hard environmental condition like reduction of water flow in the river. Whilst, diversity indices in the release site for hatchery-reared juvenile was not significantly more (diverse) than the other sites($p>0.05$), and also dissolved oxygen and NO3, and NH4 in the release timing had the higher and lower rates, respectively; higher fluctuations of salinity and total dissolved solids in the release site could impact survival of released hatchery reared juvenile. Thus, it is recommended that hatchery reared juveniles being released more far from the estuary towards the upstream.

Key words: Macrobenthos, hatchery-reared juvenile, stock enhancement, Gharesou River, Gorgan gulf

Corresponding author: Ziya Kordjazi Email: z.kordjazi@gmail.com

۱. مقدمه

در د هه های اخیر تغییرات آب و هوایی و گر مایش زمین موجب تغییراتی در زیستگاه‌های آبی شده است، که شاخصه آن کاهش جریان آب رودخانه‌ها است. کاهش جریان آب در رودخانه‌ها سبب جدایی بالادست رودخانه از قسمت پایین‌دست می‌شود، که در نتیجه آن مسیر مهاجرت آبزیان رودکوچ برای تخمریزی به بالادست رودخانه مسدود می‌گردد. همچنین، با تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و خانگی به رود خانه ها و عدم جر یان آب از بالادست، میزان آلودگی رودخانه در پایین‌دست بالا می‌رود (Neto *et al.*, 2010; Dittmann *et al.*, 2015). در نتیجه تخم‌ریزی ماهیانی که در پایین‌د ست رودخانه روی گیاهان آبزی تخم‌ریزی می‌کنند با چالش روبرو می‌شوند. این چالش‌ها سبب شده بقاء نسل ماهیان تجاری در دهه های اخیر به رهاسازی بچه‌ماهیان پرورشی در زیستگاه‌های آبی وابسته گردد.

بزرگ بی‌مهرگان آبزی می‌توانند به عنوان شاخص سلامت اکو سی ستم عمل کنند. این جانوران نقش مهمی در زنجیره غذایی و تغذیه آبزیان در سطوح بالاتر غذایی دارند (Zharikov and Skilleter, 2003)، و می‌توانند به عنوان شاخص آلودگی اکو سی ستم آبی عمل کنند، چون نسبت به تغییرات و تنش‌های محیطی حساس هستند (Gaston *et al.*, 1998; Wildsmith *et al.*, 2011). همچنین، بزرگ بی‌مهرگان کفزی روی خصو صیات بستر و فرایند تبادل مواد معدنی و گازها در بستر نقش دارند (Savage *et al.*, 2012; Kristensen *et al.*, 2013). جانوران کفزی رودخانه نوسانات محیطی قابل توجهی را در نتیجه تغییر دبی آب رود خانه تحمل می‌کنند. برای نمونه، جانوران مناطق مصبی (دهانه رودخانه) نوسانات شوری شدیدی را تحمل می‌کنند، به‌طوری‌که تنوع و فراوانی بی‌مهرگان کفزی تحت تاثیر تنش شوری آب در ناحیه مصبی است.

رودخانه قره‌سو که در محل روستای قره‌سو به خلیج گرگان (جنوب‌شرقی دریای خزر) می‌ریزد (۵۴ درجه، ۲ دقیقه و ۲۳ ثانیه شرقی و ۳۶ درجه، ۵۰ دقیقه و ۵۲ ثانیه شمالی)، در گذشته محل تخم‌ریزی طبیعی ماهی کلمه (تلاجی) *Rutilus rutilus* بود. در فصل بهار ماهیان کلمه در رودخانه پیشروی می‌کردند تا به ناحیه‌ایی که در آن رودخانه بصورت تالابی درآمده (تالاب سیجوال) و دارای پوشش گیاهان آبزی بوده برسند و در آن تخم‌ریزی کنند، بطوریکه با هجوم انبوه ماهی کلمه به رودخانه رنگ آب تیره می شد. رودخانه قره سو در گذشته دارای پیچ‌وخم‌هایی بود که سرعت جریان آب در این نقاط کاهش می‌یافت و امکان رشد گیاهان در آن فراهم می‌شد. اما مسیر رودخانه در پایین‌دست با دخالت انسانی تغییر داده شد که سبب از بین رفتن تالاب سیجوال گردید. امروزه قره‌سو یک کانال مستقیم است و محل تخلیه فاضلاب خانگی، کشاورزی و صنعتی شده است (Kiyabi *et al.*, 1999). از طرف دیگر، به علت برداشت آب از شاخه‌های اصلی رودخانه، آب ورودی به قره سو در فصل بهار و تابستان شدیدا کاهش می‌یابد و حتی رودخانه خشک می‌شود.

با کاهش ذخایر ماهی کلمه در دهه‌های اخیر و از بین رفتن زیستگاه و محل تخم‌ریزی این ماهی، رهاسازی بچه‌ماهیان تنها راه بازسازی ذخایر ماهی کلمه است. در فرایند رها سازی بچه‌ماهیان پرور شی، اندازه بچه‌ماهیان در زمان رها سازی و همچنین محل رها سازی نقش مهمی در بقاء بچه‌ماهیان در محیط طبیعی دارند. هر چه بچه‌ماهیان در زمان رها سازی بزرگتر با شند، شانس سازگاری آنها به محیط طبیعی، و همچنین فرار از دست دشمنان طبیعی بیشتر می‌گردد. در نتیجه نرخ بقاء آنها افزایش می‌یابد. اما امروزه چالشی میان افزایش هزینه‌های تولید و پرورش ماهیان (مانند هزینه غذای بچه‌ماهیان و هزینه کارشناسان و پرسنل و مهمتر از آن کمبود منابع آبی برای آبگیری استخرهای پرورشی) و پرورش ماهیان تا اندازه مطلوب بوجود آمده است، که سبب شده بچه‌ماهیان در اندازه‌های کوچک‌تر هم رهاسازی شوند. همچنین، به علت کاهش آب رودخانه‌ها پیدا کردن محل مناسب رهاسازی بچه‌ماهیان چالش‌برانگیز شده است، بطوریکه در رودخانه قره سو محل رهاسازی به محدوده مصب رودخانه محدود شده است.

مصب رودخانه قره سو (خلیج گرگان) نیز یک ناحیه پر تنش از نظر خصوصیات فیزیکی – شیمیایی آب محسوب می‌شود. از یک طرف ورود فاضلاب‌های کشاورزی و خانگی به رودخانه، و از طرف دیگر ورود آب خلیج گرگان به درون رودخانه در اثر وزش باد نوسانات شدیدی در فاکتورهای فیزیکی – شیمیایی آب ایجاد می‌کند. همچنین، با کاهش جریان آب مواد آلی در بستر افزایش می یابد و بستر رودخانه لجنی می‌گردد. افزایش مواد آلی بستر رودخانه روی تنوع زیستی جامعه کفزی بستر رودخانه اثر می‌گذارد.

تحقیقات زیادی در ایران و همچنین در جهان روی تنوع زیستی جوامع کفزی بستر رودخانه‌ها، تالاب‌ها، و مصب‌ها انجام شده است، مانند مطالعه ردای و همکاران (۲۰۱۸) که روی رودخانه چالوس، و همچنین تحقیق Dittmann و همکاران (۲۰۱۵) که روی مناطق مصبی صورت گرفته است. اما کمتر تحقیقی در ایران با تاکید بر بررسی محل رهاسازی بچه‌ماهیان پرورشی انجام شده است. بنابراین، هدف از اجرای این تحقیق که در پایین‌دست رودخانه قره‌سو انجام شد، ۱) تعیین تنوع زیستی ماکروبنتوزهای بستر در فصل رها سازی (بهار)، و ۲) تعیین تغییرات بار ماده آلی بستر و خصوصیات فیزیکو-شیمیایی آب در محل رهاسازی بچه‌ماهیان پرورشی بود.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق در پایین‌دست رودخانه قره‌سو تا فاصله ده کیلومتری از مصب در اردیبهشت و خرداد ۱۳۹۷ (بازه زمانی رهاسازی بچه ماهیان خاویاری و کلمه) انجام گرفت. پنج ایستگاه نمونه برداری شامل ۱) مصب (36°49'40.9"N 54°02'18.7"E)، ۲) منطقه رهاسازی (36°49'39.3"N 54°02'33.4"E)، ۳) منطقه مسکونی روستای قره‌سو (36°49'31.7"N 54°02'57.8"E)، ۴) منطقه پل نیازآباد (36°51'03.6"N 54°05'06.6"E)، و ۵) منطقه بالادست پل نیازآباد (36°51'25.8"N 54°06'44.1"E) تعیین شد. ایستگاه ۱ و ۲ به علت لایروبی بستر فاقد پوشش گیاهی بن در آب مانند نی بود، ایستگاه ۳ دارای گیاهان بن‌درآب، ایستگاه ۴ فاقد پوشش گیاهی بن‌درآب بود و به علت تعریض پل نیازآباد دستخوش تغییر بود، و ایستگاه ۵ دارای گیاهان حاشیه‌ای در رودخانه بود.

در هر ایستگاه دو نمونه (تکرار) با اکمن گرب با سطح ۱۰×۱۰ سانتی‌متر مربع از بستر گرفته شد. از هر نمونه، زیرنمونه‌ایی (۵۰ گرمی) برداشته شد و در فویل آلومینیومی پیچیده شد، که برای تعیین بار آلی بستر به آزمایشگاه دانشگاه گنبد منتقل گردید. بقیه نمونه در الک ریز چشمه میکرونی شسته و فیلتر شد تا ماکروبنتوزهای آن جدا گردد. ماکروبنتوزها در فرمالین ۴ درصد فیکس شد و برای شناسایی و شمارش به آزمایشگاه اکولوژی دانشگاه گنبد منتقل شد. نمونه‌برداری از بستر جهت تعیین شاخص‌های تنوع زیستی در ۳ نوبت، نمونه‌برداری از بستر جهت تعیین بار آلی در ۳ نوبت، و نمونه‌برداری از آب جهت تعیین فاکتورهای فیزیکو-شیمیایی آب در ۴ نوبت انجام شد (جدول ۱).

در این مطالعه در هر نوبت نمونه‌برداری تنها یک نمونه آب (یک تکرار) از هر ایستگاه برای تعیین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب برداشت شد. از آنجایی که برای انجام آزمون کرت‌های خرد شده حداقل به دو نمونه آب (دو تکرار) نیاز است، برای رفع این چالش ایستگاه ۱ و ایستگاه ۲ به عنوان سایت ۱ (یا سایت مصب) در نظر گرفته شدند. زیرا این دو ایستگاه به هم نزدیک بودند و از نظر ظاهری به هم شبیه بودند چون هر دو ایستگاه ۱ و ۲ در بخش لایروبی شده رودخانه قرار داشتند. با این کار سایت ۱ یا سایت مصب دارای ۲ تکرار شد. همچنین ازآنجایی‌که ایستگاه‌های ۴ و ۵ به هم نزدیک بودند و ساختار ظاهری یکسان داشتند، به عنوان سایت ۲ یا سایت رودخانه در نظر گرفته شدند. چون این دو ایستگاه فاقد گیاهان بن در آب بودند و لایروبی در آنها انجام نشده بود. با این کار سایت ۲ نیز دارای دو نمونه آب (یا دو تکرار) شد. اما از آنجایی که ایستگاه ۳ دارای تنها یک تکرار بود در تجزیه‌وتحلیل کرت‌های خرد شده دخالت داده نشد.

بنابراین، برای تجزیه و تحلیل فاکتورهای فیزیکو-شیمیایی آب در آزمون کرت‌های خردشده، از طرح نمونه‌برداری استفاده شد که در آن طی ۴ نوبت نمونه‌برداری، در۲ سایت (سایت‌های مصب و رودخانه) با دو تکرار به ازاء هر سایت نمونه‌برداری انجام شد.

جدول ۱- تاریخ نمونه‌برداری‌ها از بستر و آب رودخانه قره‌سو برای مطالعه تنوع زیستی، بار آلی و فاکتورهای فیزیکو- شیمیایی آب

تاریخ نمونه‌برداری	۹۷/۲/۲۱	۹۷/۲/۳۰	۹۷/۳/۱۷	۹۷/۳/۳۱
وضعیت ایستگاه	قبل از رهاسازی	قبل از رهاسازی	بازه رهاسازی	بعد از رهاسازی
نمونه بستر – تنوع زیستی	-	*	*	*
نمونه بستر – ماده آلی	*	*	-	*
نمونه آب	*	*	*	*

در نوبت اول نمونه‌برداری سطح آب رودخانه از گیاهان شناور (احتمالن آزولا) پوشیده شده بود. در فاصله نمونه‌برداری اول و دوم در دهه سوم اردیبهشت ۱۳۹۷ به علت بارش فصلی آب رودخانه قره‌سو بالا آمد، بطوریکه آب کل ارتفاع تاج دیواره رودخانه (در ایستگاه ۵) به ارتفاع تقریبی یک متر را فرا گرفت، که نشانه آن مرطوب و گلی بودن دیواره رودخانه در نمونه‌برداری دوم بود. اما در نمونه برداری چهارم (آخر خرداد) آب رودخانه به علت برداشت بی رویه آب برای مصارف کشاورزی در ایستگاه ۵ به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافت، بطوری‌که تنها یک برکه در محل ایستگاه ۵ بر جای مانده بود.

نمونه‌برداری از بستر جهت تعیین شاخص‌های تنوع زیستی بعد از سیلاب رودخانه قره‌سو در نمونه‌برداریهای دوم (قبل از رها سازی بچه‌ماهیان)، نمونه‌برداری سوم (بازه زمانی رها سازی بچه‌ماهیان)، و نمونه‌برداری چهارم (پس از رهاسازی بچه‌ماهیان) انجام شد. شاخص‌های تنوع زیستی مانند غنای گونه‌ای سیمپسون، تنوع گونه‌ای سیمپسون و تنوع گونه‌ای شانون محاسبه شدند (Gardener, 2014).

۲.۱. تنوع گونه‌ای

شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون (S): هرچه این شاخص بیشتر باشد تنوع آن جامعه کمتر است.

$$S = \sum (\frac{n}{N})^2$$

که در آن n فراوانی افراد در نمونه و N فراوانی کل افراد در نمونه است.

شاخص کلاسیک تنوع سیمپسون (D):

$$D = 1 - S$$

شاخص D بین صفر و یک است. هر چه این شاخص به یک نزدیکتر باشد بیانگر یک جامعه با تنوع بالاتر است (Gardener, 2014).

شاخص تنوع گونه‌ای شانون:

$$H = -\sum \left(\frac{n}{N}\right) Ln(\frac{n}{N})$$

که در آن n فراوانی افراد در نمونه و N فراوانی کل افراد در نمونه است.

شاخص غالبیت برگر-پارکر (Berger-Parker) یک معیار غالبیت است که به روش زیر محاسبه می‌شود:

$$d = \max(\frac{n}{N})$$

که در آن d نسبت هر گونه به تعداد کل گونه‌ها است. n تعداد افراد یک گونه ، و N تعداد افراد تمام گونه‌ها می‌باشد (Gardener, 2014).

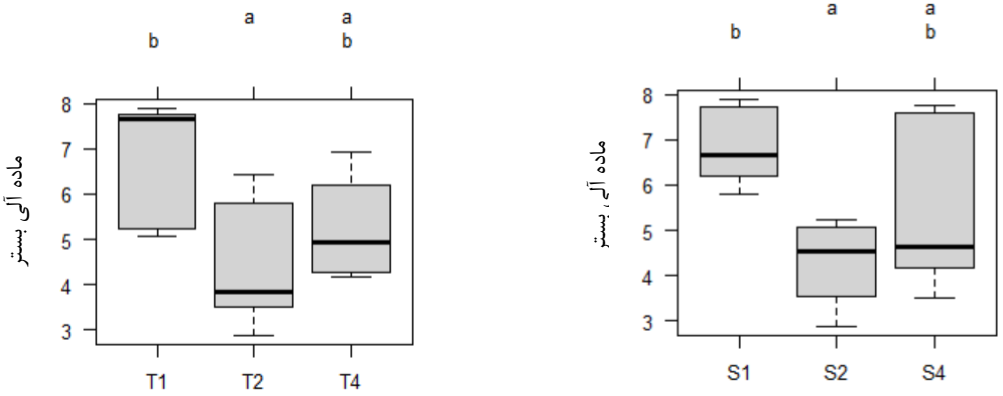
در این مطالعه از نرم‌افزار آر (R) برای محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی و آزمون‌های آماری کرت‌های خرد شده با استفاده از بسته agricolae() استفاده شد. برای تعیین شاخص‌های تنوع زیستی از بسته وگان

(vegan) و بایودایورسیتی آر (BiodiversityR) استفاده شد. بطوریکه غنای گونه‌ای سیمپسون با دستور specnumber() در بسته وگان و شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون و شانون توسط تابع diversity در بسته بایودایورسیتی آر محاسبه شد (Gardener, 2014). آزمون نرمال بودن داده ها و یکنواختی واریانس به ترتیب با استفاده از آزمون شاپیرو و آزمون لون انجام شد. در مواردی که داده‌ها نرمال نبود و یا واریانس یکنواخت نبود، از تبدیل داده با روش لگاریتم، و یا TransformTukey استفاده شد (Mangiafico, 2016). برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های تنوع زیستی، شاخص‌های کیفی آب، و ماده آلی بستر از آزمون کرت‌های خرد شده (Split Plot) برای مقایسه داده ها بین ایستگاه ها و زمان های نمونه‌برداری استفاده شد (Jayaraman, 1999). در مواردی که اختلاف معنی داری بین ایستگاه‌ها و زمان‌های نمونه‌برداری وجود داشت از آزمون توکی برای مقایسه استفاده شد (Mangiafico, 2016).

۳. نتایج

۳.۱. ماده آلی بستر

در این مطالعه داده‌های نمونه‌برداری نوبت سوم در تجزیه و تحلیل داده‌های ماده آلی شرکت داده نشد. زیرا در نمونه‌برداری سوم داده‌های از دست رفته وجود داشت. همچنین در این مطالعه، به دلیل ذکر شده، فقط از داده‌های سه ایستگاه (۱، ۲، و ۴) برای تجزیه و تحلیل داده‌های ماده آلی استفاده شد. نتایج آزمون کرت‌های خرد شده نشان داد که بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری و زمان های نمونه‌برداری در سطح ۰/۱ اختلاف معنی‌دار وجود داشت (شکل ۱). میزان ماده آلی در نمونه برداری اول اختلاف معنی‌داری با نمونه‌برداری دوم و سوم داشت. همچنین ایستگاه ۱ (مصب) دارای بیشترین میزان ماده آلی و ایستگاه دوم (محل رهاسازی بچه‌ماهیان) دارای کمترین میزان بار آلی بود، بطوریکه میزان بار آلی در این دو ایستگاه اختلاف معنی‌داری داشت ($P<0.1$).

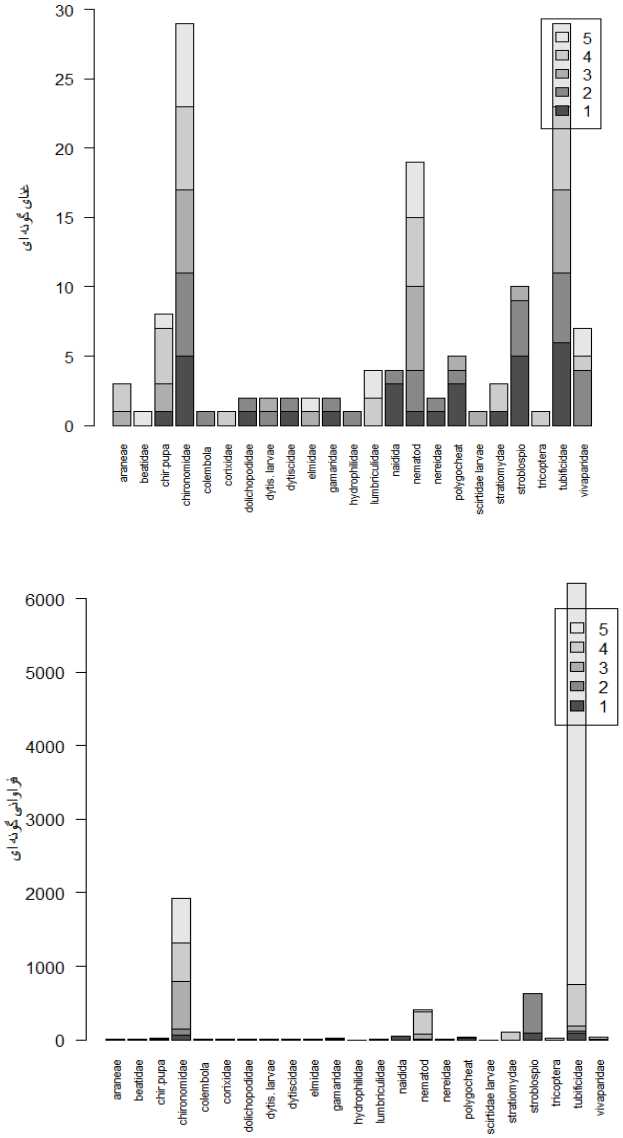


شکل ۱- نمودار میانگین و انحراف استاندارد ماده آلی بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری (راست) و بین زمانهای نمونه‌برداری (چپ).
حروف انگلیسی اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۱را نشان می‌دهد.
S۱ ، S۲، و S۴ به ترتیب ایستگاه‌های ۱، ۲، و ۴ و همچنین T۱، T۲، و T۴ به ترتیب زمان نمونه‌برداری‌های ۱ ، ۲، و ۴ را نشان می‌دهند.
ایستگاه ۳ و ۵ و همچنین نمونه‌برداری سوم به علت وجود داده‌های از دست رفته در تجزیه و تحلیل داده‌های ماده آلی شرکت داده نشدند.

۳.۲. غنای گونه‌ای و تنوع گونه‌ای

در این تحقیق، برای بررسی تنوع گونه‌ای و غنای گونه‌ای سه دور نمونه‌برداری، از پنج ایستگاه و دو تکرار به ازاء هر ایستگاه، با فاصله زمانی دو هفته یک‌بار انجام شد، که در مجموع ۳۰ نمونه از بستر رودخانه برداشت شد. حضور و عدم حضور بزرگ بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه‌های پنجگانه نشان داد سه گونه‌ی توبیفکس، شیرونومیده، و نماتد به ترتیب در ۲۹، ۲۹، و ۱۹ نمونه مشاهده شدند

(شـــکل ۱). همچنین، میزان فراوانی تجمعی گو نه ها در ایســـتگاه‌های مختلف تفاوت قابل توجهی داشـــت، بطوریکه فراوانی توبیفکس (بویژه در ایســـتگاه ۵)، شـــیرونومیده، اســـتروب‌لوســـپیو، و نماتد بیشـــتر از ســـایر گونه‌ها بود. در حالیکه فراوانی شـــیرونومیده در ایســـتگاه‌های ســـه تا پنج بیشـــتر بود، فراوانی اســـتروب‌لوســـپیو در ایســـتگاه یک و دو (نزدیک به مصب) بیشتر بود (شکل ۲؛ جدول ۲).

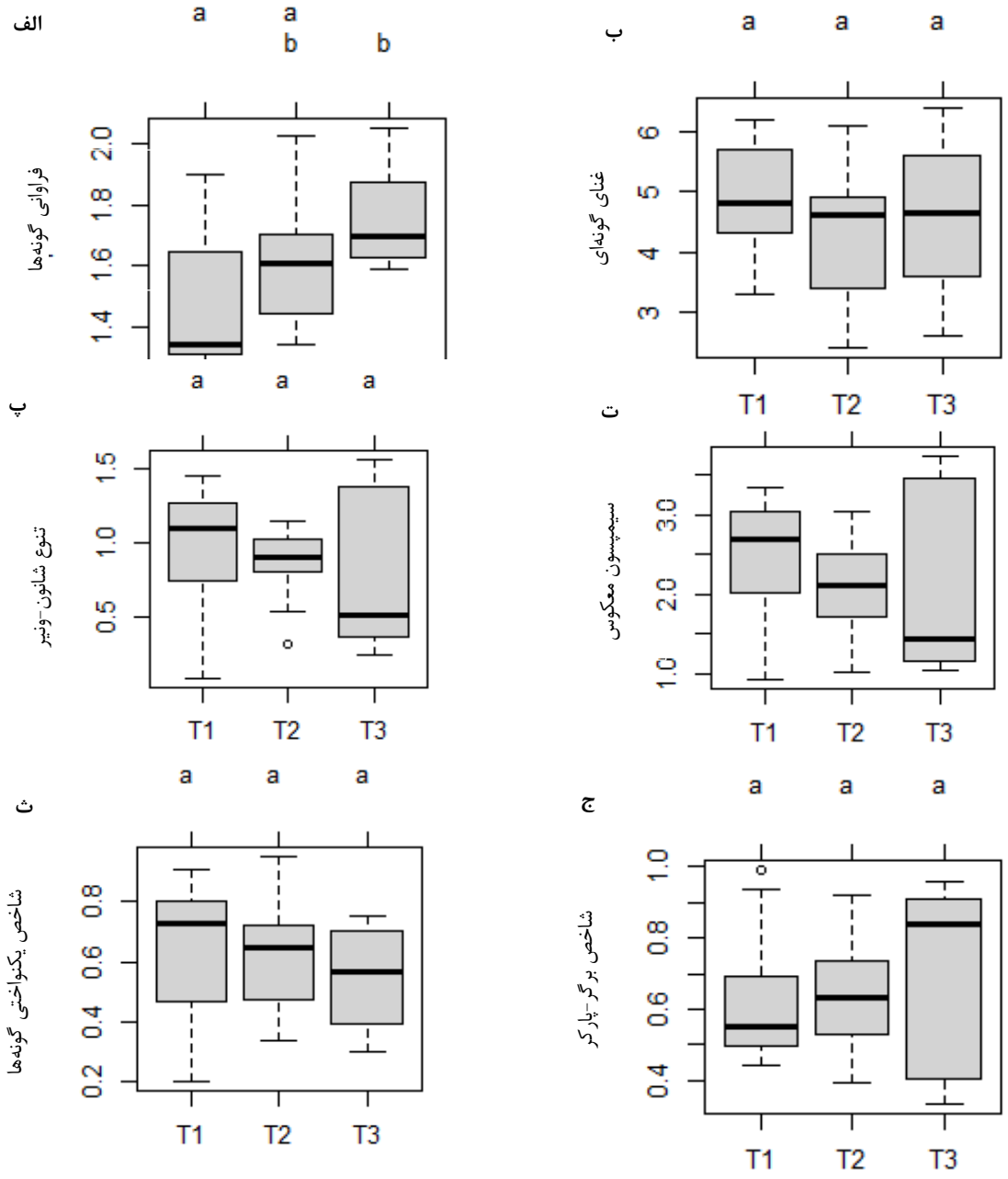


شکل ۲ – نمودارهای غنای گونه‌ای تجمعی (بالا) و فراوانی تجمعی (پایین) به ازاء هر ایستگاه

جدول ۲- فراوانی تجمعی برای ۴ گونه دارای بیشترین فراوانی به ازاء هر ایستگاه بودند.

ایستگاه	Chironomidae	Nematod	Stroblospio	Tubificidae
۱	۷۰	۱	۹۶	۸۷
۲	۸۰	۳	۵۳۲	۲۵
۳	۶۴۲	۶۸	۱	۷۰
۴	۵۲۵	۳۰۷	۰	۵۷۴
۵	۶۰۱	۲۷	۰	۵۴۵۴

۳،۳. مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی در زمان (نوبت)های مختلف نمونه‌برداری



شکل ۳- نمودارهای شاخص‌های تنوع زیستی در زمان‌های نمونه‌برداری

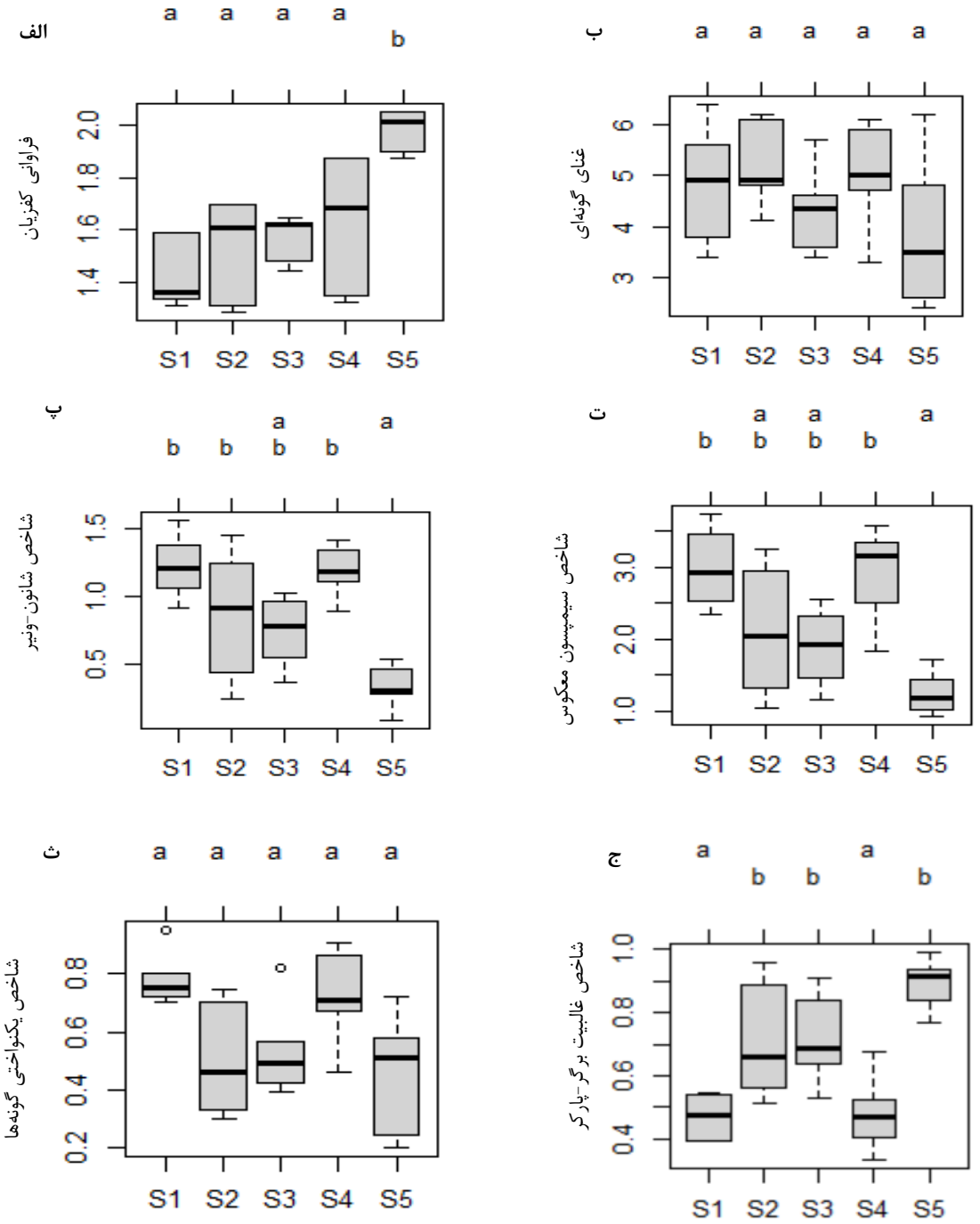
حروف انگلیسی تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ را نشان می‌دهد. T۱، T۲، و T۳ به ترتیب زمان نمونه‌برداری‌های ۱، ۲، و ۳ را نشان می‌دهند.

۳،۴. مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری

داده‌های فراوانی نرمال نبودند. با تبدیل TukeyTransformed ()، داده‌ها نرمال شدند. فراوانی گونه‌ها یک روند افزایشی در نمونه‌برداری‌های مختلف در فصل بهار داشت، به‌طوری که فراوانی گونه ها در نمونه‌برداری سوم تفاوت معنی‌داری با نمونه‌برداری اول داشت (شکل ۳الف).

فراوانی در ایستگاه‌های ۵ تفاوت معنی‌داری با سایر ایستگاه‌ها داشت. که احتمالا در پیوند با بالا بودن فراوانی توبیفکس در ایستگاه ۵ می‌باشد (شکل ۲). غنای گونه‌ای بین ایستگاه ها و بین زمان های نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ نداشت (شکل ۴-ب).

شاخص تنوع شانون-ونیر در ایستگاه ۵ تفاوت معنی‌داری با سایر ایستگاه‌ها (به‌جز ایستگاه ۳) در سطح ۰/۰۵ داشت، بطوری‌که ایستگاه ۵ دارای کمترین تنوع بود (شکل ۴-پ).



شکل ۴ –نمودارهای شاخص‌های فراوانی کفزیان در ایستگاه‌های نمونه‌برداری

حروف انگلیسی تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ را نشان می‌دهد. همچنین S1، S2، S3، و S4 به ترتیب ایستگاه‌های ۱، ۲، ۳، و ۴ را نشان می‌دهد.

شاخص معکوس (متقابل) سیمپسون (Simpson's Reciprocal Index 1 / S) در ایستگاه ۵ اختلاف معنی‌داری با ایستگاه‌های ۲ و ۳ نداشت. اما این شاخص نشان داد که ایستگاه ۵ دارای کمترین تنوع بود (شکل ۴-ت).

هرچه شاخص یکنواختی به یک نزدیکتر باشد، جامعه یکنواخت‌تر است. در این مطالعه، هرچند یکنواختی گونه‌ها در ایستگاه ۱ (ایستگاه نزدیک به مصب) به یک نزدیک‌تر بود، اما یکنواختی (Evenness) گونه‌ها در ایستگاه های پنجگانه تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴-ث).

شاخص غالبیت برگر-پارکر در ایستگاه ۵ اختلاف معنی‌داری با ایستگاه‌های ۱ و ۴ داشت. همچنین، این شاخص در ایستگاه ۵ بالاترین نسبت را داشت، که بیانگر غالبیت یک گونه در این ایستگاه است (شکل ۴-ج).

۳.۵. شاخص‌های فیزیکو-شیمیایی آب

داده‌های مواد جامد محلول (TDS)، شوری، آمونیاک، و نیترات نرمال نبودند. بنابراین، با تبدیل توکی (TransformTukey()،) نرمال شدند.

پی-اچ، اکسیژن محلول (Do)، آمونیاک، نیترات، و فسفات اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ در دو سایت نمونه‌برداری نشان نداند، درحالیکه مواد جامد محلول و شوری اختلاف معنی‌داری در دو سایت نمونه‌برداری داشتند (جدول۳).

پی-اچ، هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول، شوری، و میزان فسفات بین زمان‌های ۴گانه نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری نداشت. درحالیکه، اکسیژن محلول، آمونیوم و نیترات اختلاف معنی‌داری بین زمان های نمونه‌برداری داشت (جدول۴).

جدول ۳- شاخص‌های فیزیکو -شیمیایی آب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری

سایت*	پی‌اچ	اکسیژن محلول	مواد جامد محلول	شوری	آمونیاک یونیزه شده (آمونیوم)	نیترات	فسفات
سایت ۱	۷/۰±۹/۱۲^{a}	۱۱/۱±۱/۱^{a}	-۰/۰±۵۴/۱۱^{b}	-۰/۰±۵۳/۱۲^{b}	-۶/۰±۲/۶۳^{a}	۰/۰±۹/۱۲^{a}	۰/۰±۴۸/۰۳^{a}
سایت ۲	۷/۰±۸/۱۲^{a}	۱۱/۱±۵/۱^{a}	-۱/۰±۳/۱۱^{a}	-۱/۰±۲/۱۲^{a}	-۷/۰±۲/۶۲^{a}	۰/۰±۶/۱۲^{a}	۰/۰±۵۷/۰۳^{a}

حروف انگلیسی تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ را نشان می‌دهد.

*شاخص‌های فیزیکو-شیمیایی آب در ایستگاه‌های ۱ و ۲ (به عنوان سایت ۱ یا مصب) و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در ایستگاه ۴ و ۵ (به عنوان سایت ۲ یا رودخانه) در تجزیه تحلیل وارد شدند.

جدول ۴- شاخص‌های فیزیکو -شیمیایی آب در زمان‌های نمونه‌برداری

نوبت نمونه‌برداری	پی‌اچ	اکسیژن محلول	مواد جامد محلول	شوری	آمونیاک یونیزه شده (آمونیوم)	نیترات	فسفات
نمونه‌برداری۱	۷/۰±۶/۱۶^{a}	۷/۱±۴/۶^{a}	-۰/۰±۷۴/۱۶^{a}	-۰/۰±۷۴/۱۶^{a}	-۱/۰±۱/۹^{c}	۰/۰±۴۹/۱۷^{ab}	۰/۰±۵۱/۰۴^{a}
نمونه‌برداری۲	۷/۰±۸/۱۶^{a}	۱۱/۱±۲/۶^{ab}	-۱/۰±۳/۱۶^{b}	-۱/۰±۳/۱۶^{b}	-۹/۰±۳/۹^{ab}	۱/۰±۰/۱۷^{ab}	۰/۰±۵۲/۰۴^{a}
نمونه‌برداری۳	۷/۰±۹/۱۶^{a}	۱۵/۱±۶/۶^{b}	-۰/۰±۷۸/۱۶^{a}	-۰/۰±۷۸/۱۶^{a}	-۱۱/۰±۴/۹^{a}	۱/۰±۲/۱۷^{b}	۰/۰±۵۶/۰۴^{a}
نمونه‌برداری۴	۸/۰±۱/۱۶^{a}	۱۱/۱±۰/۶^{ab}	-۰/۰±۷۶/۱۶^{a}	-۰/۰±۷۶/۱۶^{a}	-۵/۰±۱/۹^{bc}	۰/۰±۳۹/۱۷^{a}	۰/۰±۵۳/۰۴^{a}

حروف انگلیسی تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ را نشان می‌دهد.

میزان اکسیژن محلول اختلاف معنی‌داری بین زمان (دور) اول و سوم نمونه‌برداری در سطح ۰/۰۵ داشت (جدول۴). همچنین، میزان آمونیوم در بین زمان های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ داشت

(جدول۴). بطوریکه، آمونیوم در نمونه‌برداری اول بالا بود، که به تدریج در نمونه‌برداری‌های دوم و سوم یک روند کاهشی را نشان داد. اما، آمونیوم در نمونه‌برداری چهارم روند افزایشی به خود گرفت. اما میزان نیترات در بین زمان‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۱ داشت (جدول۴). بطوریکه، مقدار نیترات در نمونه‌برداری اول پایین بود، که به تدریج در نمونه‌برداری های دوم و سوم یک روند افزایشی را نشان داد. اما، مقدار نیترات در نمونه‌برداری چهارم شدیدا کاهش یافت.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه میزان بارآلی، تنوع و غنای گونه‌ای، و ویژگی‌های فیزیکو- شیمیایی آب در پایین‌د ست رودخانه قره‌سو-خلیج گرگان، که محل رهاسازی بچه‌ماهیان پرور شی جهت باز سازی ذخایر ا ست، برر سی شد. نتایج نشان داد میزان بار آلی بستر در زمان‌ها و ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری متغیر بود. درحالی‌که غنای گونه‌ای و یکنواختی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری و زمان (دوره)های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری نداشتند، فراوانی گونه‌ها و شاخص‌های تنوع گونه‌ای در ایستگاه‌های نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری داشتند. همچنین، در این مطالعه شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب به طور یکسان بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری و زمان‌های نمونه‌برداری تغییر نکردند. درحالی‌که میزان پی-اچ و فسفات در زمان‌ها و در ایستگاه‌های نمونه‌برداری تغییر معنی‌داری نداشتند، میزان اکسیژن محلول، نیترات و آمونیاک یونیزه شده (آمونیوم) فقط در زمان‌های نمونه‌برداری اختلاف داشتند، اما میزان مواد جامد محلول و شوری تحت تاثیر دوری یا نزدیکی سایت نمونه‌برداری به دریا نیز بود.

میزان بار آلی بستر در نمونه‌برداری اول بالا بود. اما قبل از نمونه‌برداری دوم بارش باران بهاری که باعث بالاآمدن سطح آب رودخانه تا سطح تاج رودخانه شد، سبب کاهش میزان بار آلی بستر گردید. درحالیکه، قبل از بارش بهاری سطح آب پوشیده از گیاه شناور، احتمالا آزولا، بود، بارش باران و سیل موقت باعث شسته شدن مواد سطحی و کفی رودخانه به سمت خلیج گرگان شد. بطوری که کیفیت آب رودخانه نیز بهبود یافت. اما در نمونه‌برداری چهارم سطح مواد آلی بستر دوباره افزایش یافت که علت آن کاهش سطح آب رودخانه به علت برداشت آب توسط کشاورزان حاشیه رودخانه برای آبیاری مزارع بود. متاسفانه برداشت آب آنقدر زیاد بود که جریان اندک آب رودخانه بین ایستگاه ۴ و ۵ قطع شد. همچنین، ایستگاه ۱ (مصب) و ایستگاه ۲ (محل رهاسازی بچه ماهیان) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان بار آلی بستر بودند. دلیل بالا بودن میزان بار آلی در ایستگاه ۱ ممکن است به دلیل انتقال مواد از بالادست از طریق جریان و حتی مواد دفعی گاومیشهای روستاییان باشد که در ماه‌های گرم اردیبهشت و خرداد برای خنک شدن وارد آب مصبی می‌شدند.

غنای گونه‌ای تجمعی نشان داد که چهار گونه‌ی توبیفکس، شیرونومیده، نماتد، و استروبلو سپیو به ترتیب در ۳۹، ۳۹، ۱۸، و ۱۱ نمونه از ۴۰ نمونه برداشته شده در طی این مطالعه حضور داشتند. فراوانی گونه‌ای تجمعی نشان داد گونه‌ی استروبلو سپیو در ایستگاه ۱و ۲ وجود داشت، که با مطالعه جمنی و همکاران (۲۰۲۱) مشابه است. از آنجایی که استروب‌لوسپیو گونه‌ی آبهای شور است حضور آن در ایستگاه‌های ۱ و ۲ بیانگر ورود (بالا آمدن) آب لب‌شور خلیج گرگان به درون رودخانه است، که علت آن احتمالا قطع جریان آب رودخانه در نتیجه‌ی برداشت بیرویه آب درمحدوده‌ی ایستگاه ۴ و مناطق بالاتر تو سط کشاورزان حاشیه رودخانه و همچنین وزش باد و هدایت آب خلیج گرگان به داخل رودخانه تا ایستگاه ۲ (که محل رهاسازی بچه‌ماهیان پرورشی است) بود. اما سه گونه توبیفکس، شیرونومیده و نماتد غالبا در ایستگاه‌های ۳ و ۴ حضور داشتند. درحالی‌که، پورصوفی و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه سال ۱۳۸۹نشان دادند که خانواده توبیفیسیده (Tubificidae) دارای کمترین فراوانی در ایستگاه رودخانه در قره‌سو بود (که این ایستگاه منطبق بر ایستگاه ۳ مطالعه حاضر است). بالابودن فراوانی

توبیفیسیده در رودخانه در مطالعه حاضر احتمالا به افزایش آلودگی آب و تنش‌های محیطی مانند خشکسالی و بالابودن مقاومت توبیفیسیده به این تنش‌ها در پیوند است.

از میان شاخص‌های زیستی تنها فراوانی گونه‌ها در بین زمان‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌دار داشت، اما سایر شاخص‌های زیستی اختلاف معنی داری در زمان‌های نمونه‌برداری نشان ندادند، که احتمالا دلیل آن فاصله اندک دو هفته‌ایی بین دو نمونه‌برداری متوالی بود. فراوانی گونه‌ها در نمونه‌برداری سوم در بالاترین میزان بود که همزمان با بالارفتن فراوانی گونه کرم کم‌تار توبیفکس از خانواده توبیفیسده در ایستگاه ۵ بود. پایین بودن شاخص تنوع گونه‌ای شانون-ونیر و سیمپسون معکوس در ایستگاه ۵ و همچنین بالا بودن شاخص غالبیت برگر-پارکر به ترتیب نشانگر پایین بودن تنوع گونه‌ای و وجود یک گونه غالب، به‌طور ویژه گونه کرم کم‌تار توبیفکس، در ایستگاه ۵ است. ازآنجایی‌که به علت برداشت بیرویه آب توسط کشاورزان حاشیه رودخانه و قطع‌شدن جریان آب رودخانه، ایستگاه ۵ در نمونه‌برداری سوم کاملا به صورت یک برکه درآمده بود، بالارفتن فراوانی توبیفکس در این ایستگاه احتمالا می‌تواند به بالا بودن مقاومت این گونه کفزی به تنش‌های محیطی مرتبط باشد.

میزان شوری و مواد جامد محلول در ایستگاه۱ (یعنی، مصب) بالاتر از ایستگاه ۲ (ایستگاه رودخانه) بود. که علت بالا بودن شوری آب در مصب (محل رهاسازی بچه‌ماهیان)، وزش باد و ورود آب خلیج گرگان به داخل رودخانه بود. مواد جامد محلول در ایستگاه ۱ نیز بالا بود، که علت آن حرکت قایقهای موتوری صیادان محلی بود که سبب تلاطم شدید آب می‌شد.

شاخص‌های فیزیکو-شیمیایی آب شامل میزان اکسیژن محلول، میزان شوری، مواد جامد محلول، نیترات، و آمونیم تحت تاثیر میزان جریان آب در زمان نمونه‌برداری بودند. درحالی‌که در نمونه‌برداری اول در رودخانه جریان آبی وجود نداشت، آب راکد و سطح آب پوشیده از گیاهان شناور بود، میزان اکسیژن محلول ۷/۴ میلی‌گرم در لیتر بود، که در دامنه اپتیمم برای پرورش دوره لاروی (۷-۹ میلیگرم در لیتر) و بیشتر از میزان اکسیژن اپتیمم برای پرورش بچه‌ماهیان خاویاری سه گرمی (یعنی ۵ میلی‌گرم در لیتر) بود (Shefchenko, 1998). بارش باران بهاری در اردیبهشت‌ماه در فاصله نمونه‌برداری اول و دوم سبب بالا آمدن قابل‌ملاحظه آب رودخانه و شسته‌شدن گیاهان شناور و حتی مواد آلی بستر شد. درحالی‌که، بارش باران سبب شد میزان اکسیژن محلول و نیترات در نمونه‌برداری سوم به بیش از دو برابر، در مقایسه با میزان این دو پارامتر در نمونه‌برداری اول، افزایش یابد.

همچنین، میزان آمونیم در نمونه برداری اول (۰/۴۵±۲/۴۲ میلی‌گرم در لیتر) بسیار بالاتر از میزان آمونیوم مناسب در آب را برای پرورش بچه ماهیان خاویاری بود. اما، میزان آمونیاک یونیزه‌شده یک روند نزولی را تا نمونه‌برداری سوم نشان داد و به ۰/۰۰۶±۰/۰۲ رسید، که این مقدار نزدیک به میزان مطلوب آمونیاک یونیزه شده برای تاسماهیان بود که توسط صادقی راد و همکاران (۲۰۱۳)، یعنی دامنه ۰/۰۹تا ۰/۲۴ میلی‌گرم در لیتر، در استخرهای پرورش بچه‌ماهی خاویاری ۳ گرمی در سه سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۷ بود. همچنین، میزان آمونیوم آب برای استرلیاد در اولین سال (تابستان) پرورش در استخرهای خاکی ۰/۰۸ تا ۰/۱۱ میلی‌گرم در لیتر گزارش شد (Dima *et al.*, 2009). با این وجود، میزان آمونیم مناسب در آب را برای بچه ماهیان خاویاری ۰/۰۱۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش شد (Shefchenko, 1998).

بنابراین، افزایش میزان اکسیژن محلول و نیترات، و در مقابل کاهش میزان آمونیم پس از بارش بهاری بیانگر بهبود کیفیت آب برای رهاسازی بچه‌ماهیان تاس‌ماهی بود. اما در نمونه‌برداری چهارم میزان اکسیژن محلول و نیترات کاهش و میزان آمونیم افزایش یافتند. که علت آن احتمالا برداشت بیرویه آب توسط کشاورزان و کاهش یا قطع جریان آب رودخانه بود.

علاوه‌براین، با بارش بهاری شوری و مواد جامد محلول در آب کاهش یافت، که در نتیجه آن شرایط برای رهاسازی بچه‌ماهیان خاویاری بهتر شد. اما با توجه به

نوسانات شدید شوری و مواد جامد محلول در منطقه رهاسازی بچه‌ماهیان (ایستگاه ۲)، کیفیت آب رودخانه در منطقه رهاسازی به طور قابل ملاحظه‌ای دستخوش تغییر بود که می‌تواند احتمال بقاء لاروها و بچه‌ماهیان پرورشی را کاهش دهد.

به‌علاوه، تعداد بچه‌ماهیان پرورشی رهاسازی شونده در منطقه رهاسازی به ظرفیت بیولوژیکی (تنوع زیستی و فراوانی ماکروبنتوزها) در منطقه رهاسازی بستگی دارد. با رهاسازی تعداد مناسب بچه‌ماهیان پرورشی که متناسب با تنوع زیستی و فراوانی ماکروبنتوزها در منطقه رهاسازی است، شانس بقاء بچه‌ماهیان پرورشی افزایش می‌یابد. اما تعیین تعداد مناسب بچه‌ماهیان پرورشی رهاسازی شونده نیاز به مطالعات جامع با همکاری بخش اجرایی شیلات (بخش پرورش کارگاه‌های تکثیر و پرورش) است تا بتوان ظرفیت بیولوژیکی منطقه رهاسازی را تعیین کرد، و در نهایت با توجه به ظرفیت بیولوژیکی منطقه رهاسازی اقدام به رهاسازی تعداد مناسب لارو کرد.

بنابراین، پیشنهاد می شود شیلات در انتخاب منطقه نزدیک مصب جهت رهاسازی بچه‌ماهیان پرورشی تجدید نظر نماید، و بچه‌ماهیان را در منطقه دورتری از مصب رهاسازی کند. لازمه این کار برقرار بودن جریان آب رودخانه در طول سال است. برای دستیابی به این هدف باید سیاست برداشت آب از طبیعت، از سیاست انسان محور به سیاست اکوسیستم محور تجدید نظر گردد (Everard, 1996). به عبارت دیگر، در فرایند برداشت آب از طبیعت یا محصور کردن آب پشت سدها برای مصارف انسانی باید ابتدا نیاز آبی آن اکوسیستم تامین گردد، تا از خشک شدن آن اکوسیستم جلوگیری شود.

۵. منابع

References

Dima, R., Patriche, N., Talpes, M., Tenciu, M., Dicu, D., 2009. Physico-Chemical Limitative Factors For Growth Ana Development In Sterlet (*Acipenser Ruthneus* LINNAEUS, 1758) In Extensively System. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies* 42(2), 21-27.

Dittmann, S., Baring, R., Baggalley, S., Cantin, A., Earl, J., Gannon, R., Keuning, J., Mayo, A., Navong, N., Nelson, M., 2015. Drought and flood effects on macrobenthic communities in the estuary of Australia's largest river system. Estuarine, *Coastal and Shelf Science* 165, 36-51.

Everard, M., Year. The importance of periodic droughts for maintaining diversity in the freshwater environment. In: (Eds.), *Proceeding of Freshwater Forum*, pp. 33-50.

Gardener, M., 2014. Community ecology: analytical methods using R and Excel. *Pelagic Publishing* Ltd, 452 p.

Gaston, G.R., Rakocinski, C.F., Brown, S.S., Cleveland, C.M., 1998. Trophic function in estuaries: response of macrobenthos to natural and contaminant gradients. *Marine and Freshwater Research* 49(8), 833-846.

Jamani, S., Gholizadeh, M., Patimar, R., Fathabadi, A., 2021. Identification and Abundance of Macrobenthic in Estuary of the Gharehsou River. *Fisheries* 71, 31-43.

Jayaraman, K., 1999. A Statistical Manual for Forestry Researh. *Food And Agriculture Organization* (FAO), 231 p.

Kiyabi, B., Ghaemi, R., Abdoli, A., 1999. Wetland and riverian ecosystems of Golestan Province. General Department of Protection and Environment of Golestan Province, 183 p.

Kristensen, E., Neto, J.M., Lundkvist, M., Frederiksen, L., Pardal, M.Â., Valdemarsen, T., Flindt, M.R., 2013. Influence of benthic macroinvertebrates on the erodability of estuarine cohesive sediments: Density-and biomass-specific responses. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 134, 80-87.

Mangiafico ,S., 2016. Summary and analysis of extension program evaluation in R, version 1.15. 0. URL https://rcompanion.org/handbook.

Neto, J.M., Teixeira, H., Patrício, J., Baeta, A., Veríssimo, H., Pinto, R., Marques, J.C., 2010. The response of estuarine macrobenthic communities to natural-and human-induced changes: dynamics and ecological quality. *Estuaries and Coasts* 33, 1327-1339.

Poursoufi, T., Ghojoghi, A., Patimar, R., 2018. Identification and biodiversity of macrobenthos Gharehsou River - Southeast Caspian Sea *Journal of Animal Environment* 10, 283-290.

Radaei, F., Rahmani, H., Haghparast, S., Rekabi, S.M., 2018. The effect of spring floods on biodiversity indices of benthic invertebrates in Chalous river of Mazandaran province. *Journal of Aquatic Ecology* 7, 125-136 (In Persian).

Sadeghirad, M., Shenavar Masoule, A., Jalilpour, J., Arshad, E., Pourali, H., 2013. Investigation of the effect of physical and chemical factors of water in different stages (incubation, veniro and pool) of breeding centers on the survival rate of sturgeon juvenile. *Journal of Aquaculture Development* 7, 61-72.

Savage, C., Thrush, S.F., Lohrer, A.M., Hewitt, J.E., 2012. Ecosystem services transcend boundaries: estuaries provide resource subsidies and influence functional diversity in coastal benthic communities. *PloS one* 7, e42708.

Shefchenko, A.A.P., 1998. Sturgeon breeding in ponds (Translated by Adeli, Y. in Persian). In: (Eds.), *International Sturgeon Research Institute*, Rasht, pp. 15.

Wildsmith, M., Rose, T., Potter ,I., Warwick, R., Clarke, K., 2011. Benthic macroinvertebrates as indicators of environmental deterioration in a large microtidal estuary. *Marine Pollution Bulletin* 62, 525-538.

Zharikov, Y., Skilleter, G.A., 2003. Depletion of benthic invertebrates by bar-tailed godwits Limosa lapponica in a subtropical estuary. *Marine Ecology Progress Series* 254, 151-162.