بررسی اثرات پساب کارخانه شن و ماسه بر روی شاخص‌های زیستی، محیطی و بوم شناختی رودخانه تیروم (استان مازندران)

مصطفی باقری توانی[1*]، مهرنوش نوروزی[2]، شیوا فریدی[3]

[1] تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان

[2] تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، گروه شیلات و بیولوژی دریا

[3] تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، گروه آلودگی محیط زیست

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۲۰

چکیده

هدف این مطالعه بررسی پساب کارخانه شن و ماسه بر روی شاخص‌های زیستی، محیطی و بوم شناختی رودخانه تیروم می‌باشد. سنجش شاخص‌های زیستی به مدت ۶ ماه از تیر تا آذر ۹۱ در ۵ ایستگاه بوسیله نمونه‌بردار سوربر با ۳ تکرار انجام شد. برای سنجش شاخص‌های محیطی آب ۶ فاکتور (pH، هدایت الکتریکی، کدورت، مواد محلول، مواد معلق و دمای آب) در مرکز تحقیقات ماهیان سردابی تنکابن اندازه‌گیری گردید. همچنین برای سنجش شاخص‌های بوم شناختی از شاخص شانون- وینر، سیمپسون و مارگالف جهت تعیین تنوع، غالبت و غنای گونه‌ای استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از نرمال سازی داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف از آزمون واریانس یک طرفه ANOVA و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. مجموع ۱۷۲۷ عدد بی‌مهرگان بزرگ متعلق به ۲۳ خانواده و ۷ راسته شناسایی شدند. بیشترین فراوانی مربوط به خانواده *Hydropsychidae* و کمترین فراوانی متعلق به خانواده *Echyonuridae* بود. نتایج نشان داد که میزان مواد معلق، مواد محلول و کدورت در ایستگاه ۳ (دهانه ورودی پساب کارخانه) نسبت به تمام ایستگاه‌ها بسیار بالاتر بود ($P<۰/۰۵$). نتایج شاخص‌های زیستی نشان داد که پساب کارخانه باعث کاهش تنوع و تراکم ماکروبنتوزها در ایستگاه ۳ است. نتایج حاصل از شاخص‌های بوم شناختی به طور میانگین مقادیر شانون– وینر در ایستگاه ۳ کمترین و در ایستگاه ۱ بیشترین می باشد ($P<۰/۰۵$) که نشان دهنده آلودگی سطح بالا در رودخانه تیروم است.

واژه‌های کلیدی: ماکروبنتوز، شاخص زیستی، تنوع و تراکم، دریای خزر

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۲۹۱۵۸۲۲ ، پست الکترونیکی: mostafa.bagheri@hotmail.com

مقدمه

رودخانه‌ها به عنوان یکی از زیستگاه‌های مهم آبزیان، آبهای داخلی از بوم سازه‌های (اکوسیستم) هستند که کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. رودخانه‌ها شریان‌های حیاتی هر کشور محسوب می‌شوند که حفاظت و حراست از آن‌ها اهمیت دارد. رودخانه‌ها جدا از تغییرات طبیعی دستخوش دگرگونی‌های زیادی می‌شوند. سدسازی، آلودگی‌های ناشی از تخلیه فاضلاب‌ها، بهره برداری آب، صید بی‌رویه و بهره برداری شن و ماسه هر یک به نوعی در دگرگونی محیط زیست رودخانه‌ها مؤثرند (۲۷). میزان برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه‌ها هر ساله در استان افزایش دارد. این عملیات که از مکان‌های متعددی صورت می‌گیرد آثار سوء مستقیم و غیرمستقیم زیادی را روی محیط زیست خواهند داشت (۹). اگرچه اجزاء مختلف اکوسیستم رودخانه‌ها با یکدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند، با این حال اثرات زیست

شناختی برداشت شن و ماسه و به خصوص پسابهای کارخانه شن و ماسه سه گروه زیستمندان رودخانه‌ای یعنی گیاهان، بی‌مهرگان بنتیک و ماهیان را در برمی‌گیرد. از آنجا که بیشتر پساب معادن به صورت گل آبه (آب با گل آلودگی بالا) است باعث تغییر کیفیت آب و در پی آن تغییر پراکنش موجودات کف‌زی را می‌توان نامبرد (۱۳). محققین طی مطالعه بروی وضعیت آلودگی‌های زیست محیطی واحدهای معدن شن و ماسه در استان مازندران (هراز) اعلام کردند که از میان واحدهای مورد بررسی ۴۲٪ فاقد حوضچه رسوبگذاری و ۵۷٪ دارای حوضچه می‌باشند (۳). که در همه‌ی واحدهای معدن شن و ماسه میزان کدورت و مواد معلق (TSS) بالاتر از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست بوده است. به عنوان نمونه، آلودگی ناشی از مواد آلی معمولاً سبب محدودیت در تنوع بی‌مهرگان بزرگ کف‌زی (ماکروبنتوز) می‌گردد، از طرف دیگر تشکیل لجن و نفوذ مواد شیمیایی سمی نه تنها ممکن است سبب کاهش جمعیت یک گونه گردد، بلکه امکان دارد باعث حذف کامل جامعه بی‌مهرگان بزرگ کف‌زی در آن منطقه آلوده شود. هر یک از این موجودات می‌توانند بیانگر تغییر وضعیت کمی و کیفی رودخانه در طی گذر زمان باشند. رودخانه‌ها از نظر مجامع زیستی ویژگی‌های خاص خود را دارا هستند و این ویژگی‌ها نیز قابل تعمیم به سایر منابع آبی نمی‌باشد. بی‌مهرگان کف‌زی از نظر مقاومت در برابر شدت آلودگی و کاهش اکسیژن با یکدیگر متفاوت بوده بعضی از گونه‌ها در آب‌های کاملاً تمیز و عاری از هر گونه آلودگی و بعضی در آبهای با آلودگی زیاد قادر به ادامه حیات هستند، به طوریکه وجود یا عدم وجود حشرات آبزی و حساسیت این موجودات نسبت به آلودگی‌ها نشانگر کیفیت آب می‌باشد (۱۶). مطالعاتی که توسط محققین در رودخانه شیرود انجام شد نشان داد که ورود فاظلاب کارخانه و برداشت بی رویه شن و ماسه از بستر رودخانه باعث کاهش تولیدمثل ماهیان، کاهش موجودات کفزی و جلبک‌های بستر شده است (۸). این رودخانه منبع بسیار خوب شن و ماسه می‌باشد بطوری که دو کارخانه آسفالت سازی و شن و ماسه در حاشیه آن احداث شده است. برداشت بی رویه شن و ماسه از بستر آن و ورود فاضلاب ناشی از شستشو شن و ماسه به این رودخانه باعث شده که رودخانه دچار مشکل زیست محیطی شود. مطالعه حاضر به بررسی اثرات آلاینده کارخانه شن و ماسه (برداشت، تخلیه پساب حاصل از شستشوی شن و ماسه) بر روی تنوع و فراوانی ماکروبنتوزها (موجودات کف‌زی) می‌باشد. در این مطالعه جهت بررسی وضیعت کیفیت آب رودخانه از دو روش متفاوت شامل روش فیزیکوشیمیایی (بررسی ۶ فاکتور مهم محیطی) و دیگری روش مطالعه بنتوز به عنوان شاخص زیستی پرداخته شد زیرا این دو روش مکمل هم هستند و تصویر روشنتری در خصوص میزان آلودگی می‌دهند.

مواد و روشها

رودخانه تیروم در۷ کیلومتری غرب شهرستان تنکابن و۵۰۰ متری غرب شیرود قرار دارد و موقعیت جغرافیایی آن ´۴۹–°۵۰–´۴۸°۵۰ E – ´۵۱°۳۶–´۴۴°۳۶N می‌باشد. مساحت حوزه رودخانه ۱۰۸/۱۹۲ کیلومتر مربع و طول رودخانه ۲۲/۹ کیلومتر و مساحت حوضه آبریز تیروم بیش از ۸۰ کیلومتر مربع است (۱).

برای سنجش شاخص‌های زیستی نمونه‌بردای از رسوبات بطور منظم به مدت ۶ ماه در دو فصل تابستان و پاییز ۱۳۹۱ به صورت ماهانه در ۵ ایستگاه شامل: ایستگاه اول در قسمت بالا دست رودخانه، ایستگاه دوم قبل از کارخانه، ایستگاه سوم در دهانه ورودی فاضلاب کارخانه، ایستگاه چهارم بعد از کارخانه و ایستگاه پنجم قسمت پایین دست رودخانه با ۳ تکرار (سمت راست، وسط و سمت چپ رودخانه) انجام شد (جدول۱، شکل۱). پس از تعیین ایستگاه‌های مطالعاتی با کمک دستگاه سیستم تثبیت مکان جهانی (جی‌پی‌اس)(Global Positioning System)، برای جمع‌آوری از ماکروبنتوزها کف بستر در رودخانه از

دستگاه سوربر با مساحت ورودی تور ۳۰/۵ × ۳۰/۵ سانتی‌متر با سطح نمونه‌برداری یک فوت مربع استفاده شد. برای جداسازی موجودات کف‌زی از رسوبات و سایر اضافات از الک با چشمه‌های ۰/۵، ۱و ۱/۵ میلی‌متری استفاده شد که پس از الک کردن رسوبات موجودات را با پنس جدا کرده و در داخل قوطی‌های با الکل ۷۰٪ فیکس کرده و در نهایت بر روی هر قوطی، نام ایستگاه و تاریخ نمونه‌برداری ذکر گردید (۲۰).

جدول ۱- مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های مطالعاتی در رودخانه تیروم

ایستگاه	موقعیت مکانی	طول و عرض جغرافیایی
1	بالا دست رودخانه	36°46'31.28"N 50°48'54.05"E
2	قبل از کارخانه	36°47'18.22"N 50°48'40.11"E
3	دهانه ورودی فاضلاب کارخانه	36°47'37.46"N 50°48'34.54"E
4	بعداز کارخانه	36°47'44.07"N 50°48'34.23"E
5	پایین دست رودخانه	36°48'12.77"N 50°48'18.61"E

شکل ۱- نقشه ایستگاه‌های مطالعاتی در رودخانه تیروم

پس از انتقال موجودات از محل به آزمایشگاه برای شناسایی در زیر میکروسکوپ استریو با بزرگنمایی ۱۰ تا ۴۰ با کمک خصوصیات ظاهری (شکل بدن، تعداد پاها، چنگال‌ها، شکل دهان) که داشتند به کمک ۴ کلید (۲، ۱۷، ۱۸، ۲۴) موجودات در حد خانواده شناسایی شدند. برای سنجش شاخص محیطی ۶ فاکتور (دمای آب، pH، هدایت الکتریکی (EC)، کدورت، مواد معلق و مواد محلول) با سه تکرار در هر ایستگاه در عمق ۲۰ سانتی‌متر ثبت شد و در ظروف پلی اتیلن که با آب مقطر استریل گردیده بود، قرار داده شدند. بر روی هر ظرف مشخصات ایستگاه و تاریخ نمونه‌برداری آن قید گردید. و سپس نمونه آب ایستگاه‌های تهیه شده به آزمایشگاه مرکزی تحقیقات ماهیان سردآبی تنکابن انتقال و براساس روش‌های استاندارد آنالیز آب و فاضلاب اندازه‌گیری شدند (۲۶، ۱۴). برای تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از نرمال سازی داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف از آزمون واریانس یک طرفه ANOVA و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن و نرم افزار SPSS 18 در سطح اطمینان ($P<۰/۰۵$) استفاده شد(۷). همچنین شاخص‌های بوم شناختی شانون–وینر، سیمپسون و مارگالف جهت تعیین تنوع، غالبت و غنای گونه‌ای در ایستگاه‌های مختلف از طریق معادلات زیر و به کمک نرم افزار (BioDiversity Pro 0.2) استفاده شد.

۱- شاخص تنوع شانون–وینر از رابطه زیر محاسبه گردید (۲۵). در این رابطهH: شاخص تنوع گونه‌ای شانون، N:

تعداد کل افراد جمعیت همگی گونه‌ها، Ni: جمعیت هر گونه، S: تعداد کل گونه‌ها

معادله (۱) $H' = \sum_{i-1}^{S} \frac{Ni}{N} Ln \frac{Ni}{N}$

۲- شاخص تنوع سیمپسون در سال ۱۹۴۹ توسط سیمپسون ارائه شده است و در سال ۱۹۷۲ کربس رابطه محاسبه آنرا به صورت ذیل ارائه کرد (۲۰). در این رابطه D: شاخص سیمپسون، N: تعداد کل افراد جمعیت همگی گونه‌ها، Ni: جمعیت هر گونه، S: تعداد کل گونه‌ها

معادله (۲) $D = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{S} ni\,(ni-1)}{N\,(N-1)}$

۳- شاخص غنای مارگالف نشان داد که با افزایش خطی تعداد گونه‌ها، تعداد افراد گونه دارای افزایش لگاریتمی می‌باشند. به همین لحاظ فرمول زیر ارایه شد (۲۲). در این رابطه R: غنای مارگالف، S: تعداد گونه‌ها، N: تعداد کل افراد گونه‌ها

معادله (۳) $R = \frac{S-1}{Ln\,N}$

نتایج

با توجه به جدول های ۲ و ۳ نتایج آزمون واریانس یک طرفه (ANOVA) در مورد شاخص‌های محیطی نشان داد که میزان مواد محلول، مواد معلق و کدورت در ایستگاه ۳ (دهانه ورودی پساب کارخانه) بیشترین و ایستگاه ۱ (قسمت بالادست رودخانه) کمترین مقدار بود. و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). میزان هدایت الکتریکی ایستگاه ۱ بیشترین و ایستگاه ۴ (بعد از کارخانه شن و ماسه) کمترین مقدار بود. ولی این تفاوت معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). میزان pH در ایستگاه ۳ بیشترین و ایستگاه ۲ (قبل از کارخانه شن و ماسه) کمترین مقدار بود و این تفاوت نیز از نظر آماری معنی دار بود (P<۰/۰۵).

میزان دمای آب ایستگاه ۱ کمترین و ایستگاه ۳ بیشترین مقدار بود. ولی این تفاوت معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). همچنین نتایج آزمون دانکن برای مقایسه بین میانگین‌ها فاکتور مواد محلول، مواد معلق، کدورت و هدایت الکتریکی نشان داد که بین ایستگاه‌های مطالعاتی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. ولی در مقایسه بین میانگین‌ها فاکتور pH و دما آب بین ایستگاه‌های مطالعاتی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (شکل‌های ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷).

جدول ۲- نتایج آزمون دانکن و میانگین، (± انحراف معیار) شاخص‌های محیطی در ایستگاه‌های مختلف

شاخص محیطی		ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵
مواد محلول	میانگین	۲۳۸/۳۳ b	۲۶۳/۳۳ b	۴۵۶/۶۶ a	۴۳۹/۱۶ a	۲۶۶/۶۶ b
	انحراف معیار	۵۹/۴۶	۵۲/۷۸	۱۴۷/۸۷	۱۳۸/۶۱۵	۱۰۷/۶۴۱
مواد معلق	میانگین	۲۱/۳۳ b	۵۱/۶۶ b	۱۰۱۳/۳۳ a	۱۰۰۱/۳۳ a	۶۵/۸۳ b
	انحراف معیار	۱۴/۷۸۷	۱۶/۰۲۰	۵۷۲/۷۷۱	۵۶۱/۲۵۰	۶۷/۱۱۳
کدورت	میانگین	۱۰/۳۶ b	۲۷/۱۵ b	۲۹۱/۱۶۳ a	۲۷۵/۹۲۸ a	۳۲/۶۵۸ b
	انحراف معیار	۱۰/۳۶۱	۲۷/۱۵۶	۲۹۱/۱۶۳	۲۷۵/۹۲۸	۳۲/۶۵۸
هدایت الکتریکی	میانگین	۳۲۱/۵۰ a	۳۰۴/۸۳ ab	۲۶۲/۶۶ b	۲۵۸/۵۰ b	۳۱۸/۵۰ a
	انحراف معیار	۳۷/۵۵۳	۳۴/۴۱۱	۴۲/۴۵۷	۴۲/۷۵۸	۳۲/۲۲۸
pH	میانگین	۸/۰۵ a	۷/۷۵ a	۸/۳۵ a	۸/۳۴ a	۸/۳۳ a
	انحراف معیار	۰/۷۱۷	۱/۳۰۴	۰/۱۹۴	۰/۲۱۸	۰/۱۶۸
دما	میانگین	۱۷/۴ a	۱۸/۰۵ a	۱۸/۳۱ a	۱۸/۲ a	۱۸/۲۶ a
	انحراف معیار	۷/۰۵۲	۷/۱۷۷	۷/۰۷۶	۶/۷۶۳	۶/۴۷۹

* متفاوت بودن حروف نشان از معنی‌دار بودن بین میانگین‌ها می‌باشد.

جدول ۳- نتایج آزمون (ANOVA) شاخص‌های محیطی در ایستگاه-های مختلف

فاکتور	درجه آزادی df	F	سطح معنی داری Sig
مواد محلول	۴	۵/۶۹۳	(+) ۰/۰۰۲
مواد معلق	۴	۱۲/۸۴۰	(+) ۰/۰۰۰
کدورت	۴	۱۱/۵۰۳	(+) ۰/۰۰۰
هدایت الکتریکی	۴	۰/۸۹۴	(–) ۰/۴۸۲
pH	۴	۳/۸۳	(+) ۰/۰۱۵
دما	۴	۰/۱۸	(–) ۰/۹۹۹

با توجه به جدول های ۴ و ۵ نتایج آزمون واریانس یک طرفه در مورد شاخص‌های زیستی نشان داد که تراکم ماکروبنتوزها در ایستگاه ۳ کمترین و ایستگاه ۱ بیشترین مقدار بود. و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). همچنین تنوع ماکروبنتوزها در ایستگاه ۳ کمترین و ایستگاه ۱ بیشترین مقدار بود. و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). نتایج آزمون دانکن برای مقایسه بین میانگین‌ها تراکم و تنوع ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های مختلف نشان دهنده اختلاف معنی‌داری بین آنها است (شکل های ۸ و ۹).

از مجموع ۱۷۲۷ عدد در فوت‌مربع بی‌مهرگان بزرگ متعلق به ۲۳ خانواده و ۷ راسته شناسایی شده به طور میانگین بیشترین تراکم ماکروبنتوز در ماه مرداد با فراوانی ۱۰۲/۵ عدد در فوت‌مربع و کمترین تراکم ماکروبنتوز در ماه آبان با فراوانی ۳۲/۶ عدد در فوت‌مربع ثبت شد. همچنین بیشترین تراکم در ایستگاه ۱ (قسمت بالا دست رودخانه) با فراوانی ۱۰۴/۸۳ عدد و کمترین تراکم در ایستگاه ۳ با فراوانی ۱۳/۱۶ عدد در فوت‌مربع ماکروبنتوز ثبت شد (شکل ۱۰).

از میان خانواده‌های شناسایی شده خانواده *Hydropsychidae* با ۴۷۸ عدد در فوت‌مربع بیشترین فراوانی و خانواده *Echyonuridae* با ۱ عدد در فوت‌مربع کمترین فراوانی را به خود اختصاص دادند (شکل۱۱).

با توجه به جدول ۶ نتایج شاخص‌های بوم شناختی نشان داد که تنوع گونه‌ای شانون در ایستگاه ۱ قسمت بالادست رودخانه بیشترین و در ایستگاه ۳ دهانه ورودی پساب کارخانه کمترین بود و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). غالبیت سیمپسون نشان داد که غالبیت گونه‌ای در ایستگاه ۳ بیشترین و در ایستگاه ۱ کمترین مقدار بود ولی این تفاوت معنی دار نبود (P>۰/۰۵). همچنین غنای گونه‌ای در ایستگاه ۳ بیشترین و در ایستگاه ۱ کمترین مقدار بود و این تفاوت از نظر آماری معنی دار بود (P<۰/۰۵). جهت مشخص نمودن وضعیت آلودگی رودخانه تیروم شاخص شانون طبق الگوی جدول (۷) مورد مقایسه قرار گرفت (۲۸) که تیجه منطقه با آلودگی بالا مشخص گردید (اشکال ۱۲، ۱۳، ۱۴).

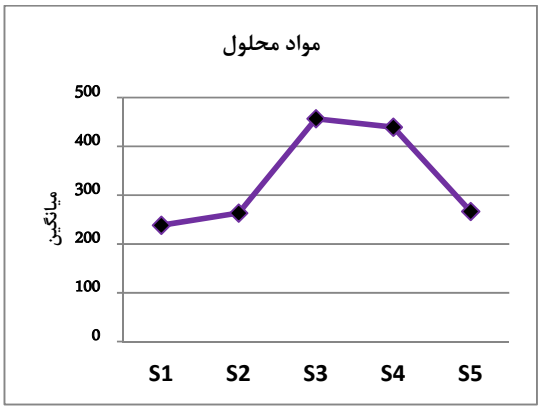
بحث

مطالعه انجام شده بر روی رودخانه تیروم اثرات کارگاه شن و ماسه را بر تغییرات و نوسانات جمعیتی بنتوز نشان می دهد. بوم شناس‌ها بیان می‌دارند که حضور موجود زنده در یک بوم‌سازه تصادفی نبوده و مجموعه شرایط زیست-محیطی هستند که موجب رشد تکثیر و تراکم بعضی گونه-ها و حذف بعضی گونه‌های دیگر را می‌شود (۱۲).

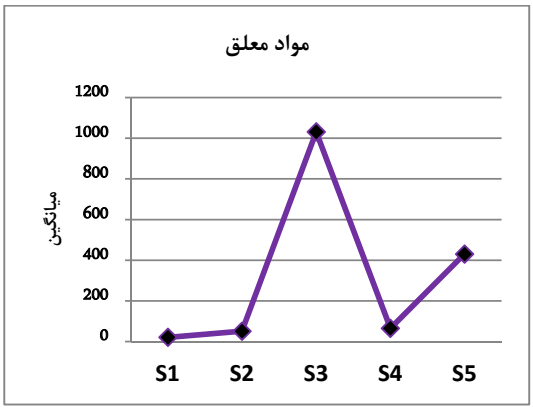
جدول ۴- نتایج آزمون دانکن و میانگین، (± انحراف معیار) شاخص‌های زیستی در ایستگاه‌های مختلف

شاخص زیستی		ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵
تراکم	میانگین	۱۰۴/۸۳ [a]	۸۷/۵۰ [a]	۱۳/۱۶ [b]	۱۹/۸۳ [b]	۸۲ [a]
	انحراف معیار	۴۴/۰۴۷	۵۰/۷۶۹	۵/۲۶۹	۲۲/۰۶۷	۴۸/۰۶۲
تنوع	میانگین	۸/۵ [a]	۵/۳۳ [c]	۳ [d]	۳/۸۳ [d]	۶/۶۶ [b]
	انحراف معیار	۱/۸۷۰	۱/۰۳۳۲	۰/۶۳۲	۰/۷۵۲	۰/۸۱۶

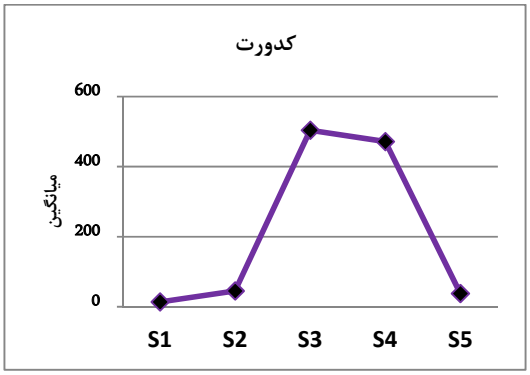
*حروف نامشابه در ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است



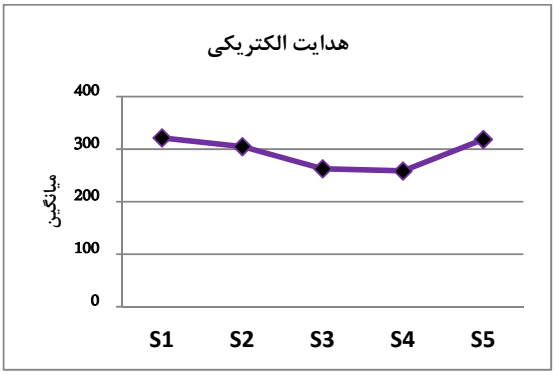
شکل ۲- منحنی میزان مواد محلول در ایستگاه‌های مختلف



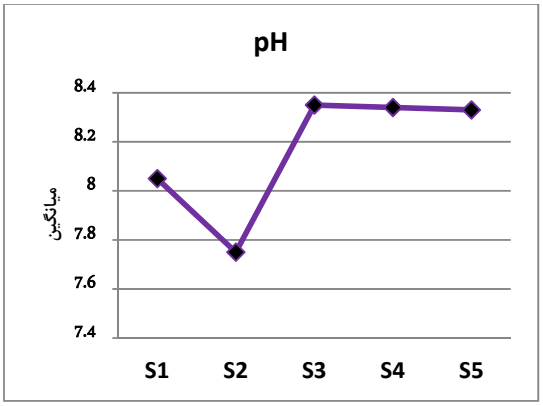
شکل ۳- منحنی میزان مواد معلق در ایستگاه‌های مختلف



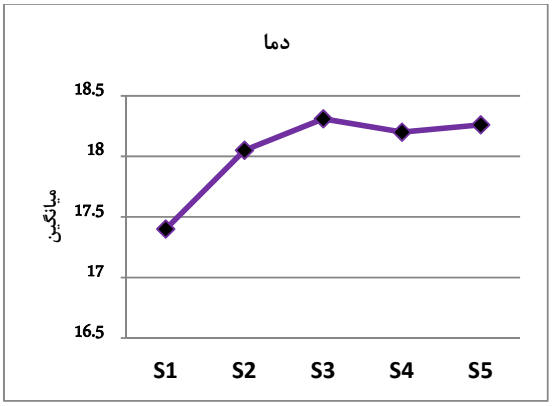
شکل ۴- منحنی میزان کدورت در ایستگاه‌های مختلف



شکل ۵- منحنی میزان هدایت الکتریکی در ایستگاه‌های مختلف



شکل ۶- منحنی میزان pH در ایستگاه‌های مختلف



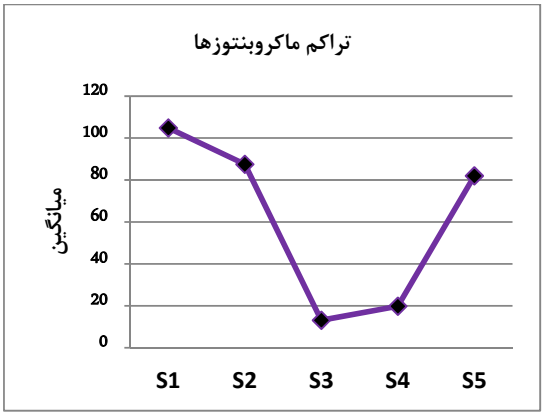
شکل ۷- منحنی میزان دمای آب در ایستگاه‌های مختلف

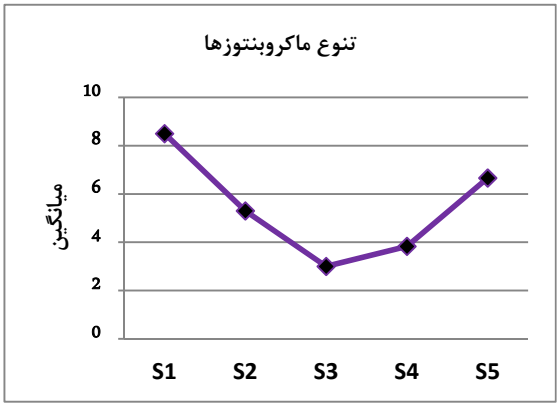
جدول ۵- نتایج آزمون (ANOVA) شاخص‌های زیستی در ایستگاه‌های مختلف

فاکتور	درجه آزادی df	F	سطح معنی داری Sig
تراکم	۴	۷/۱۹۷	(+) ۰/۰۰۱
تنوع	۴	۲۳/۴۸۱	(+) ۰/۰۰۰

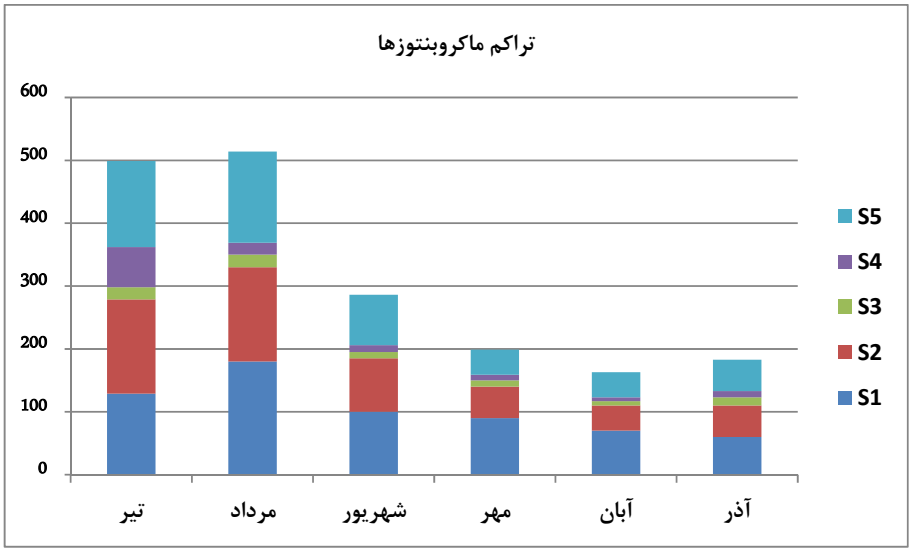
جدول ۶- نتایج میانگین شاخص‌های بوم شناختی در ایستگاه‌های مختلف

		ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	سطح معنی داری
تنوع گونه ای شانون	میانگین	۰/۷۶	۰/۶۷	۰/۴۶	۰/۵۱	۰/۷۲	(+) ۰/۰۰۰
	انحراف معیار	۰/۰۷۶۹۶	۰/۱۲۰۴۰	۰/۱۵۳۱۵	۰/۱۳۶۷۸	۰/۰۴۰۹۹	
غالبیت سیمپسون	میانگین	۰/۲۰	۰/۲۳	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۱۹	(-) ۰/۱۴۷
	انحراف معیار	۰/۰۶۷۵۴	۰/۰۹۵۶۰	۰/۱۱۸۹۱	۰/۱۵۷۵۳	۰/۰۲۲۶۷	
غنای مارگالف	میانگین	۵/۴۷	۵/۶۵	۹/۷۷	۹/۵۳	۵/۸۵	(+) ۰/۰۰۰
	انحراف معیار	۰/۸۹۹۳۷	۰/۹۶۲۴۵	۱/۵۱۸۰۷	۲/۳۱۶۱۴	۱/۰۰۳۸۸	

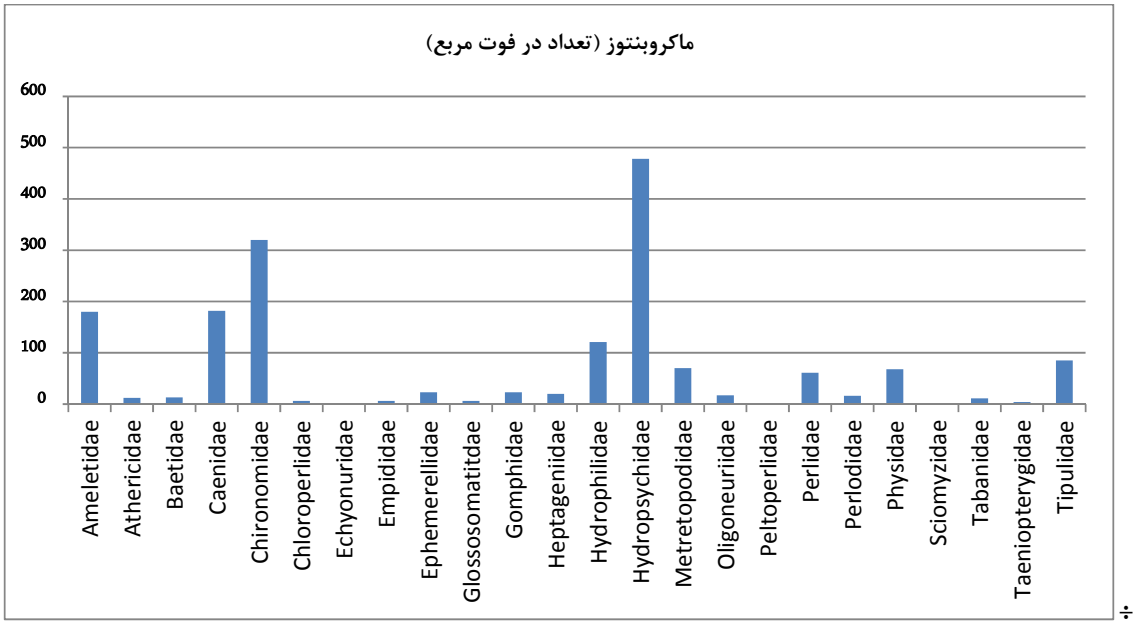




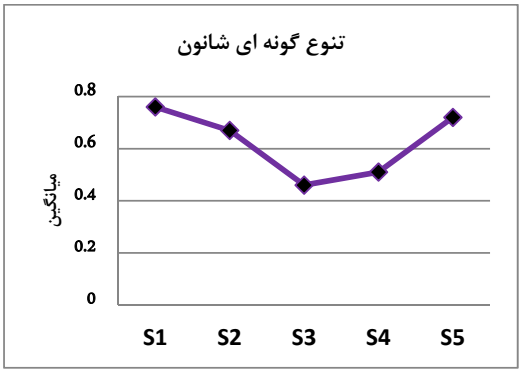
شکل ۸- منحنی تراکم ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های مختلف شکل ۹- منحنی تنوع ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های مختلف



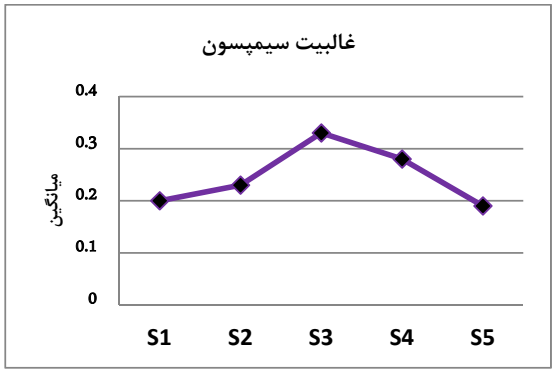
شکل ۱۰- منحنی تراکم ماکروبنتوزها در ایستگاه و ماههای مختلف سال



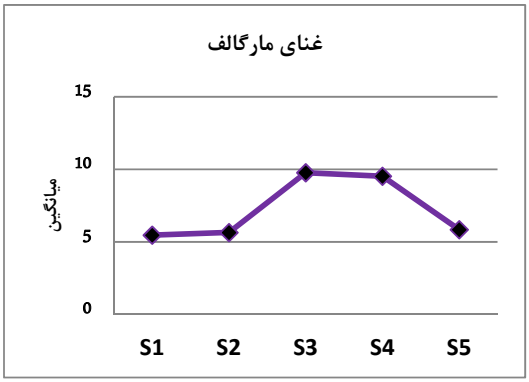
شکل ۱۱- منحنی تعداد خانواده ماکروبنتوزها در رودخانه تیروم



شکل ۱۲- منحنی شاخص شانون در ایستگاههای مختلف



شکل ۱۳- منحنی شاخص سیمپسون در ایستگاههای مختلف



شکل ۱۳- منحنی شاخص مارگالف در ایستگاههای مختلف

شکل ۱۴- منحنی شاخص‌های بوم شناختی در ماههای مختلف

جدول ۷- الگوی معرفی شده توسط Welch (۲۸)

نتیجه	شاخص شانون
منطقه با آلودگی بالا	H< ۱
منطقه با آلودگی متوسط	۳<H<۱
منطقه فاقد آلودگی	۳H>

نتایج آزمون ANOVA نشان داد که میزان مواد معلق، مواد محلول و کدورت در ایستگاه ۳ (دهانه ورودی پساب کارخانه) نسبت به تمام ایستگاه‌ها بسیار بالاتر و این اختلاف نیز معنی‌دار بود. نتایج مطالعات محققین در بررسی اثرات بهره‌برداری از شن و ماسه در رودخانه چالوس (۱۱)، و بررسی وضعیت آلودگی‌های زیست محیطی واحدهای معدن شن و ماسه در استان مازندران (هراز) (۳) با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. روان آبهای که در اثر آب شویی شن و ماسه بعد از بهره‌برداری وارد رودخانه‌های می‌شوند ممکن است دارای تراکم زیادی از ذرات ریز باشند که کدورت و مواد محلول آب افزایش می‌یابد. رسوبات و نهشته‌های حاصل از این منابع میزان نفوذ نور بداخل آب را کاهش داده و سرانجام ته‌نشینی این ذرات ریز، بستر رودخانه را زیر لایه‌ای از نهشته قرار می گیرد. پیامدهای رسوب مواد ریز و معلق سبب اختلال در تنفس و فتوسنتز گیاهان آبزی غوطه ور در آب شده، این امر خود آلودگی بیولوژیکی، کاهش اکسیژن محلول و همچنین اکسیژن لازم باکتری‌های هوازی در ستون آب را نیز افزایش داده که در نتیجه میزان رشد ماهیان کاهش یافته و در نهایت سبب مرگ آنها می‌شود. ماهیانی که در برابر شرایط تخریب یافته تحمل پذیری کمتری دارند در این فرایند از بین رفته و جای خود را به ماهیان نامرغوب‌تر و یا بعبارت بهتر مقاومتر خواهند داد. آبزی پروری (اعم از نرمتنان یا پرورش ماهیان) نیز در برابر افزایش سطح رسوبات معلق بسیار حساس است. زمانی که میزان تراکم مواد معلق بالا باشد آبشش‌های ماهیان را مسدود کرده و از کار می اندازد (۲۱). جلبکها بدلیل قرارگرفتن در ابتدای زنجیرهٔ غذایی اکوسیستم‌های آبی و نقش اساسی آنها در تولیدات اولیه، از اهمیت ویژه‌ای برخور دارند. عوامل اصلی رشد و نمو این جلبکها نور، گازکربنیک و مواد معدنی موجود در آب می‌باشند و حداکثر میزان تولید در چرخه اکوسیستم‌های آبی مربوط به جلبکها می‌باشد. ولی رسوب مواد ریز و معلق ناشی از کارخانه و افزایش بار آلودگی در رودخانه باعث کاهش تولید شده و به طبع بروی زنجیره غذایی اثر مستقیم دارد و باعث کاهش تولید اولیه رودخانه می‌شود (۶).

کارشناسان حیات وحش معتقدند یکی از اثرات زیست-محیطی تخریب رودخانه‌ها باعث انقراض گونه‌های بومی میگردد که به طور کامل به این زیستگاههای ویژه وابسته هستند. منابع تأمین کننده جریان آب رودخانه ذوب برف‌ها و بارندگی می‌باشد، که متأسفانه پس از طریق احداث سد و توسعه آبیاری در دشتهای بالادست دچار تغییرات گوناگونی از نظر دبی آب شده است که این می‌تواند مشکل را دو چندان کند (۵).

در مورد شاخص‌های زیستی نتایج آزمون ANOVA نشان داد که تراکم و تنوع ماکروبنتوزها در ایستگاه ۳ (دهانه ورودی پساب کارخانه) نسبت به ایستگاه ۱ به شدت کاهش پیدا کرده در ایستگاه ۵ قسمت پایین دست افزایش پیدا کرده است (۸) در مورد اثرات بهره‌برداری شن و ماسه روی جلبک‌های بستر و بنتوز رودخانه شیرود مطالعه انجام دادند به نتیجه مطالعه حاضر رسیدند و اعلام کردند که این موجودات به دلیل تخریب زیستگاه خود و عدم ثبات بستر رودخانه و افزایش مواد معلق در نهایت سبب کاهش تنوع و فراوانی گونه‌ها را به دنبال دارد. اثرات منفی شن و ماسه به محل نمونه‌برداری محدود نبوده و به بخش‌های دیگر سیستم ساحل رودخانه‌ای نیز سرایت کرده و موجب تخریب بستر و حاشیه رودخانه شده است. در جمع‌بندی کلی این مطالعات نشان می‌دهد که تراکم و توده زنده این اجتماعات کاهش قابل توجهی (تا ۹۰ درصد یا بیشتر) داشته و تا کیلومترها از رودخانه این اثرات محسوس هستند (۱۹).

نتایج مربوط به جمعیت ماکروبنتوزها نشان داد که بیشترین تراکم و تنوع ماکروبنتوزها در ماه مرداد و کمترین تراکم و تنوع ماکروبنتوزها در ماه آبان می‌باشد. علت افزایش تراکم و تنوع ماکروبنتوزها در ماه مرداد مربوط به افزایش دمای آب در این ماه است افزایش دما باعث افزایش سوخت و ساز بدن، تولیدمثل، حرکت و در نتیجه افزایش بیشتر فراوانی و تراکم موجودات می گردد (۴). دلایل کاهش بنتوزها در ماه آبان را می‌توان به وضعیت سیلابی و افزایش دبی آب نسبت به ماههای دیگر نسبت داد زیرا بین فراوانی گونه‌ای و دبی آب رابطه منفی وجود دارد که دبی آب رودخانه هرچه بیشتر باشد مانع از استقرار موجودات کف-زی می‌شود که این باعث کاهش تنوع گونه‌ای بنتوزها می-گردد (۱۵). نتیجه شاخص شانون به دست آمده در منطقه مورد مطالعه و تطابق آن با مقیاس (۲۸) در جدول ۷ نشان دهنده آلودگی در سطح بالا در کلیه ایستگاه می‌باشد. شاخص سیپسون درجه غالبیت را نشان می‌دهد. معمولاً هرچه غالبیت یک گونه در اجتماع بیشتر باشد، این مقدار به سمت ۱ میل می‌کند و برعکس هر چه توزیع فراوانی افراد بین گونه‌ها یکنواخت‌تر باشد، این مقدار به سمت صفر میل می کند. نتیجه شاخص سیمپسون در منطقه‌ی مورد مطلعه بیشتر به سمت صفر میل می‌کند. بنابراین توزیع فراوانی افراد بین گونه‌ها یکنواخت است (۱۰).

نتیجه گیری

نتایج پژوهش نشان داد که بطور کلی پساب کارخانه شن و ماسه بروی شاخص‌های محیطی و زیستی بوم سازه رودخانه تیروم اثر دارد و این اثر نیز منفی می‌باشد. چون پساب کارخانه باعث افزایش بار مواد معلق، مواد محلول و کدورت آب رودخانه شده که بالاتر از میزان حد مجاز رفته و نشان از آلودگی این مراکز است. همچنین در بحث شاخص‌های زیستی پساب کارخانه شن و ماسه باعث کاهش تراکم و تنوع ماکروبنتوزها رودخانه تیروم می‌شود. و همچنین با توجه به نتایج شاخص‌های بوم شناختی آلودگی رودخانه تیروم در سطح بالا می‌باشد.

منابع

۱- ابو، م.، ۱۳۷۳. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانهٔ شیرود. مرکز تحقیقات شیلات استان مازندران، صفحات ۳۰-۲۰.

۲- احمدی، ر.، و نفیسی، م.، ۱۳۷۹. شناسایی جانداران شاخص بی-مهره آب‌های جاری، انتشارات خبیر، صفحات ۲۳۰-۲۵.

۳- برزویی، ف.، اسکندری، ط.، کنعانی، م.، و توحیدی، ف.، ۱۳۸۷. بررسی وضعیت آلودگی زیست‌محیطی واحدهای معدنی شن و ماسه در استان مازندران (رودخانه هراز)، دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران، ۲۸ اردیبهشت لغایت ۱ خرداد، صفحات ۱-۷.

۴- پذیرا، ع.، امامی، م.، گردی، ا.، وطن‌دوست، ص.، و کرمی، ر.، ۱۳۸۷. اثر برخی عوامل محیطی بر تنوع زیستی ماکروبنتوزهای رودخانه دالکی و حله بوشهر، مجله شیلات، شماره چهارم، صفحات ۴۷-۴۰.

۵- پیری، ح.، و عنایت غلامپور، ط.، ۱۳۹۲. بررسی نقش جلبکهای سبز آبی آنابنافلوس آکوا (*Anabaena flos-aquae*) و اسیلاتوریا آفریکانوم (*Daphnia magna*) در تغذیه دافنی ماگنا (*Oscillatoria africanum*). مجله پژوهشهای جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، شماره ۳، صفحات ۲۷۵-۲۶۵.

۶- هاشمی، ا.، و اسکندری، غ.، ۱۳۹۲. ارزیابی ذخیره و تولید ماهی تالاب شادگان در استان خوزستان. مجله پژوهشهای جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، شماره ۲، صفحات ۲۲۷-۲۱۸.

۷- خاتمی، س. ۱۳۸۲. آزمون‌های آماری در علوم زیست‌محیطی، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، صفحات ۱۶۴-۱۲۰.

۸- روشن طبری، م.، مخلوق، آ.، سلیمان رودی، ع.، روحانی اردشیری، ر.، مهدوی، آ.، ۱۳۸۸. بررسی اثرات بهره‌برداری شن و ماسه روی جلبک‌های بستر و بنتوز رودخانه شیرود. دومین همایش بیوتکنولوژی کشاورزی، پژوهشکده باغبانی و دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر، صفحات ۲۲۷-۲۲۲.

۹- روشن طبری، م.، ۱۳۸۵. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه چالوس، انتشارات مؤسسه تحقیقات و شیلات ایران، صفحات ۲۷-۲۰.

۱۰- رهبری، ک.، ۱۳۸۴. مطالعه تاثیر برخی از پارامترهای زیست محیطی بر روی اجتماعات ماکروبنتیک در رودخانه کارون از بازه ملاثانی تا داروخوین، پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، واحد علوم تحقیقات اهواز، صفحات ۵۲-۴۷.

۱۱-غفوری، س.، ۱۳۷۶. اثرات مواد آلاینده بر حیاط آبزیان رودخانه چالوس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران- شمال، صفحات ۶۵-۴۰.

۱۲-قریب خانی، م.، و تایتنا، م.، ۱۳۷۸. توان تولیدطبیعی رودخانه لوندویل آستارا براساس جوامع کفزیان، مجله شیلات، شماره چهارم، صفحات ۵۵-۳۵.

۱۳-مجنونیان، ه.، ۱۳۷۸. حفاظت رودخانه، انتشارات سازمان محیط زیست، صفحات ۱۳۲-۱۱۵.

۱۴- ولی الهی، ج.، ۱۳۸۳. راهنمای روشهای عمومی در لیمنولوژی، انتشارات موسسهٔ تتا، صفحات ۷۵-۱۰.

15- Aller, Y., Woodin, S. A., and Aller, R. C., 2001. Organism sediment interactions. University of South Carolina Press. Belle W Baruch Library in Marine Science. 21, PP: 250-403.

16- Cooper, M., and Knight, S., 1991. Water quality cycles in two hill land streams subjected to natural, and non-point agricultural stresses in the Yazoo Basin of Mississippi, USA (1985-1987). Verh Internat. Verein. Limnol. 24, PP: 1654-1663.

17- Clifford, Hugh, F., 1991. Aquatic invetrtebrates of alberta. The University of Alberta Press, Canada. PP: 15-538.

18- Edmondson, w. t., 1959. Fresh water biology. John Wiley & sons, USA. PP: 1-1248.

19- Karr, J. R., 1998. Rivers as Sentile Using the Biology of Rivers to Guid Landscape Management. Final Report For Usepa. PP: 1-28.

20- Krebs, C. J., 1994. Ecology the experimental analysis of distribution and abundance. 4 thed. Harper Collins. New York. PP: 200-240.

21- Mistri, M., Fano, E. A., Ghion, F., and Rossi, R., 2001. Disturbance and community pattern of Polychaetes inhabiting Valle Magnavacca (Valli di Comacchio, Northern Adriatic Sea, Italy). Mrine Ecology. 23, PP: 31-49.

22- Margalef, R. 1951. Diversidad de especies en las comunidades naturales. Publicaciones del instituto de biologia aplicada. 6, pp 59-72.

23-Owen, T., 1974. Handbook of common methods in limnology. Institute of environmental Studies and departman of bioligy, Baylor University Waco Texas. PP: 120-130.

24-Pennak, R. W., 1953. Fresh water invertebrates of the United States, The Ronald Press, new york. PP: 1-769.

25-Shannon, C. E., and Weaver, W., 1963. The Mathematical theory of communications. University of Illinois Press. Urbana. PP: 90-117.

26- Standard methods for the examination of water and waste water. USA. 2005. PP: 100-200.

27- Wetzel, R. G., 1983. Limnology scecond edition. Saunders College Publishing, PP: 110-120.

28- Welch, E. B., 1992. Ecological effect and waste water. Capman & Hall press. PP: 425.

Investigating Sand and Gravel Factory Hogwash on Biological, Environmental and Ecological Indices in Tirom River (Mazandaran Province)

Bagheri Tavani M.[1], Norouzi M.[2] and Faridi Sh.[3]

[1] **Young Researchers and Elite Club, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, I.R. of Iran**

[2] **Fisheries and Marine Biology Dept., Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, I.R. of Iran**

[3] **Environment Dept., Islamic Azad University, Tonekabon Branch, Tonekabon, I.R. of Iran**

Abstract

The research aims at investigating the effect of sand and gravel factory hogwash on biological, environmental and ecological indices in Tirom River. Examining the biological indexes was being done during 6 months, from July to November 2012 in 5 fishery farms through using Sorber, a sample collector in three reiterations. To measure environmental indices in water, there were examined 6 factors (pH, electrical conductivity, turbidity, TSS, TDS and water temperature) in research center of cold water fish, in Dohezar, Tonekabon. Moreover to measure the ecological indices to assign diversity, species dominance and richness, there were used Shannon-Weaver, Simpsons and Margalof. To analyze the data, after imposing standardization, there were picked up Kolmogrof-smirnof, One-way variance test, ANOVA, Besides to compare means, Duncan was utilized. Totally there were recognized 1727 Macrobentohs which they all belonged to 23 families and 7 orders. The most abundant was *Hydropsychidae* family and the least was recorded for *Echyonuridae*. The results revealed that the amount of suspension materials of TSS, solution material of TDS, as well as turbidity in three stands (the hogwash factory entrance) were highest to all other stands ($P<0.05$). the gained results showed that factory hogwash would cause macrobentoz' diversity and abundance decrease in three farms ($p<0.05$). the ecological means were the least in farm No.3 (shanon-winner) and the most in farm No.1 ($P<0.05$). it showed the high degree of pollution in Tirom River.

Key words: Macrobentohs, Biological Indicators, Diversity and Density, Caspian Sea