

ارزیابی زیستی فون کفزیان رودخانه نور رود در منطقه بلده نور

- **مهرنوش نوروژی***: گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، صندوق پستی: ۴۶۸۱۷
- **مهران هاشمی**: گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، صندوق پستی: ۴۶۸۱۷

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۴

چکیده

شناسایی و بررسی پراکنش ماکروبتوزهای رودخانه نور رود به مدت یک سال (مرداد ۱۳۹۰ تا تیر ۱۳۹۱) به صورت ماهانه در ۷ ایستگاه با سه تکرار به وسیله نمونه بردار سوربر با سطح مقطع ۳۵×۳۵ سانتی متر انجام گردید. شاخص های محیطی (دی، دما و pH) در هر ایستگاه ثبت گردید. در مجموع ۷۸۸۱ عدد ماکروبتوز متعلق به ۷ راسته از ۲۱ خانواده شناسایی شد. بیشترین فراوانی مربوط به راسته یکروزه ها (خانواده باتیده) بود. بر اساس نتایج، فاکتور دی و دمای آب، بر روی تراکم و تنوع، فاکتور pH فقط بر روی تنوع ماکروبتوزها اثر معنی داری داشت. به طور کلی بیشترین و کمترین تراکم به ترتیب در ماه های اسفند و خرداد و تنوع به ترتیب در ماه های اسفند و دی دیده شد. بیشترین فراوانی ماکروبتوزها متعلق به ایستگاه اول، در سرچشمه رودخانه نور رود و کمترین فراوانی در ایستگاه هفتم، در محل ورود فاضلاب معدن شن و ماسه قرار داشت. به طور میانگین بیشترین و کمترین شاخص شانون وینر به ترتیب در ماه های تیر و دی، شاخص سیمپسون به ترتیب ماه های اسفند و تیر و شاخص مارگالف به ترتیب در ماه های آبان و بهمن بود. به طور میانگین در طول یک سال شاخص تنوع گونه ای شانون وینر $۱/۳۵$ ، غالبیت گونه ای سیمپسون $۰/۳۱$ و غنای گونه ای مارگالف $۲/۴۰$ به دست آمد. از نظر ضمیمت کیفی آب رودخانه در ایستگاه ۱ عالی و در ایستگاه ۴ به دلیل ورود آلودگی متوسط بود.

کلمات کلیدی: پراکنش، ماکروبتوز، رودخانه نور رود، تراکم



مقدمه

امروزه از موجودات آبی به عنوان شاخص کیفی آب استفاده‌های زیادی می‌شود (گیلانی و همکاران، ۱۳۹۲). به‌طور کلی در فراوانی و تنوع موجودات کفزی عوامل مختلفی موثر هستند، به‌طوری که می‌توان به مقدار غذا، مقدار مواد آلی و آلودگی محیط زیست و شرایط فیزیکی و شیمیایی حاکم بر زیستگاه (Li و همکاران، ۲۰۱۰)، نوع بستر (Ayyakkannu و Jegadeesan، ۱۹۹۲)، اندازه ذرات رسوبات و میزان اکسیژن محلول (Veloso و همکاران، ۲۰۰۳)، تغییرات فصول، نوع ماهی و تعداد ماهیان کفزی‌خوار (باقری و عبدالملکی، ۱۳۸۱) اشاره کرد (شربت‌ی و همکاران، ۱۳۹۱). مطالعات زیادی در ارزیابی شاخص زیستی رودخانه‌ها با استفاده از ماکروبن‌توزها در سال‌های اخیر انجام شده است، از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعات انجام شده در رودخانه تجن (گیلانی و همکاران، ۱۳۹۲)؛ آب‌های ساحلی جنوب شرقی دریای خزر (شربت‌ی و همکاران، ۱۳۹۱)؛ رودخانه چافرود (قانع و همکاران، ۱۳۸۵)؛ رودخانه زرین‌گل (میررسولی و همکاران، ۱۳۹۰)؛ ۶ چشمه شمال شهرستان دامغان (طوسی و همکاران، ۱۳۹۰)؛ تالاب انزلی (جلیلی و همکاران، ۱۳۸۹)، رودخانه‌های دالکی و حله بوشهر (پذیرا و همکاران، ۱۳۸۷)؛ نهر مادرسو پارک ملی گلستان (جرجانی و همکاران، ۱۳۸۷)؛ رودخانه شیرا در هند (Archana و همکاران، ۲۰۱۵) و آبگیرهای آب شیرین بنگلادش (Chakma و همکاران، ۲۰۱۵) اشاره کرد. رودخانه نور رود، در منطقه بلده نور از توابع شهرستان نور در استان مازندران قرار دارد. از آب این رودخانه برای مصارف صنعتی (کارگاه‌های پرورش ماهی، معادن شن و ماسه) و کشاورزی (آبیاری باغات و زمین‌های کشاورزی) استفاده می‌شود و متأسفانه فاضلاب‌های شهری و روستایی وارد این رودخانه می‌گردد. هدف از این مطالعه، ارزیابی زیستی و فون ماکروبن‌توزهای رودخانه نور رود و بررسی اثر ورود پساب کارگاه‌های پرورش ماهی و ورود فاضلاب معدن شن و ماسه بروی تراکم و تنوع گونه‌ای ماکروبن‌توزها در ماه‌ها و ایستگاه‌های مختلف سال و در نهایت بررسی و تعیین وضعیت کیفیت آب رودخانه نور رود توسط شاخص‌های زیستی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از رسوبات به مدت یک‌سال از مرداد ۱۳۹۰ تا تیر ۱۳۹۱ به صورت ماهانه در ۷ ایستگاه با سه تکرار انجام شد. ایستگاه‌های مطالعاتی با توجه به طول ۴۹ کیلومتری رودخانه،

نوع بستر، شیب، عمق، پوشش گیاهی، وجود کارگاه‌های پرورش ماهی و معدن شن و ماسه در منطقه تعیین شد. که شامل ایستگاه اول سرچشمه رودخانه، ایستگاه دوم محل ورود فاضلاب‌های شهر بلده به رودخانه، ایستگاه سوم قبل از کارگاه پرورش ماهی قزل آلا، ایستگاه چهارم محل ورود پساب کارگاه پرورش ماهی قزل آلا، ایستگاه پنجم قبل روستای رزن، ایستگاه ششم قبل کارخانه شن و ماسه، ایستگاه هفتم بعد از کارخانه شن و ماسه تعیین شد (جدول ۱). نمونه‌برداری به صورت ماهانه (از همه موجودات زنده و در همه مراحل زندگی آن‌ها) انجام گردید و در هر نوبت نمونه برداری، شاخص‌های محیطی (دبی، pH و دما) با سه تکرار در هر ایستگاه توسط دستگاه pH متر SET۲ (WTW) pH ۳۱۱۰ ساخت کشور آلمان برای اندازه‌گیری دما و pH، و میزان آبدی رودخانه (مترمکعب بر ثانیه) (فرمول ۱) اندازه‌گیری گردید. نمونه‌برداری از ماکروبن‌توز به وسیله قاب توری (سوربر) ۳۵×۳۵ سانتی‌متری، در هر ایستگاه ۳ بار (از سمت راست، سمت چپ و میانه رودخانه) انجام شد تا به این ترتیب، از دقت آزمایش اطمینان بیشتری به دست آید. نمونه‌های مربوط به ماکروبن‌توزها، با الکی به اندازه چشمه ۵۰۰ میکرون شستشو و در فرمالین ۴٪ فیکس، و با درج تاریخ و شماره ایستگاه به آزمایشگاه منتقل شد. ماکروبن‌توزهای جداسازی شده با استفاده از لوپ و میکروسکوپ به وسیله ویژگی‌های ظاهری و به وسیله منابع شناسایی معتبر (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰؛ Clifford و همکاران، ۲۰۰۲) در حد خانواده شناسایی و شمارش شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، پس از نرمال‌سازی با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف از آزمون همبستگی پیرسون و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون ANOVA و دانکن در سطح اطمینان ($p < 0.05$) استفاده گردید و هم‌چنین شاخص‌های بوم‌شناختی شانون-وینر (فرمول ۲)، سیپسون (فرمول ۳) و مارگالف (فرمول ۴) جهت تعیین تنوع، غالبیت و غنای گونه‌ای و جهت مشخص نمودن وضعیت آلودگی آب از شاخص هیلسنهوف (فرمول ۵) در ایستگاه‌های مختلف به کار برده شد (Mitra و همکاران، ۲۰۰۴).

$$(1) D = A \times V$$

D: دبی رودخانه، A: سطح مقطع رودخانه، V: سرعت جریان آب می‌باشد. A از حاصل ضرب عمق متوسط در عرض رودخانه به دست می‌آید.

$$(2) HFBI = \frac{\sum[(Tv)n]}{N}$$

n: تعداد افراد در یک تاکسون (خانواده)، Tv: میزان تحمل برای هر تاکسون (خانواده)، N: تعداد کل موجودات جمع‌آوری شده می‌باشد (Hilsenhoff, ۱۹۸۸).



$$D = 1 - \frac{\sum_{i=1}^S ni(ni-1)}{N(N-1)} \quad (5)$$

D شاخص سیمپسون، N تعداد کل افراد جمعیت همگی گونه‌ها، Ni جمعیت هر گونه، S تعداد کل گونه‌ها می‌باشد (Krebs، ۱۹۹۴).

$$H' = \sum_{i=1}^S \frac{Ni}{N} \ln \frac{Ni}{N} \quad (3)$$

که در آن: H شاخص تنوع گونه‌ای شانون، N تعداد کل افراد جمعیت همگی گونه‌ها، Ni جمعیت هر گونه، S تعداد کل گونه‌ها و \sum مجموع گونه‌ها از ۱ الی S می‌باشد (Weaver و Shannon، ۱۹۶۳).

$$R = \frac{S-1}{\ln N} \quad (4)$$

R غنای مارگالف، S تعداد گونه‌ها، N تعداد کل افراد گونه‌ها می‌باشد.

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های مطالعاتی در رودخانه نور

ایستگاه	موقعیت مکانی	جنس بستر	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	بعد سر شاخه	شنی - سنگلاخی	۳۶°۱۱'۵,۲۸"N	۵۱°۴۷'۲۴,۰۵"E
۲	بعد شهر بلده	شنی - سنگلاخی	۳۶°۱۲'۱۸,۹۹"N	۵۱°۴۹'۵۵,۳۶"E
۳	قبل کارگاه پرورش ماهی	سنگلاخی	۳۶°۱۱'۵۸,۰۳"N	۵۲°۰۲'۴,۹۳"E
۴	بعد کارگاه پرورش ماهی	شنی - سنگلاخی	۳۶°۱۲'۱۰,۴۰"N	۵۲°۱۳'۲۹,۰۹"E
۵	قبل روستای رزن	سنگلاخی - گلی	۳۶°۱۱'۳۴,۲۵"N	۵۲°۵'۴۵,۷۵"E
۶	قبل کارخانه شن و ماسه	شنی - سنگلاخی	۳۶°۹'۰,۲۱"N	۵۲°۱۶'۱۷,۶۵"E
۷	بعد کارخانه شن و ماسه	گلی-ماسه‌ای	۳۶°۸'۳۸,۲۲"N	۵۲°۱۷'۲۷,۴۱"E

نتایج

نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های محیطی نشان داد که بیش‌ترین دما در شهریور ماه در ایستگاه هفتم (۲۱ درجه سانتی‌گراد) و کم‌ترین دما در اسفند ماه در ایستگاه اول (۵/۵ درجه سانتی‌گراد) بود. نتایج بررسی pH بین ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف نمونه‌برداری، حداقل آن (۵/۵) در اسفند ماه و حداکثر آن (۷) در مرداد ماه ثبت شد. نتایج بررسی دبی آب نشان داد، در طول سال بیش‌ترین دبی (۲۹ متر بر مجذور ثانیه) در اردیبهشت ماه و در ایستگاه ششم بود و حداقل آن (۵ متر بر مجذور ثانیه) در اسفند ماه و در ایستگاه‌های دوم و هفتم اندازه‌گیری شد.

در این بررسی ۲۱ خانواده و ۷ راسته از ماکروبن‌توزها شناسایی شد (جدول ۲). در این بررسی بیش‌ترین فراوانی در ایستگاه اول (۲۰۲۱ عدد) و کم‌ترین فراوانی در ایستگاه هفتم (۱۸۰ عدد) در متر مربع بود. تعداد ماکروبن‌توزها در سه ایستگاه اول به‌مراتب بیش‌تر از چهار ایستگاه آخر بود. هم‌چنین فصل بهار کم‌ترین و فصل زمستان بیش‌ترین تراکم ماکروبن‌توز را در طول سال نشان دادند. از ۷ راسته شناسایی شده، ۴ راسته یک‌روزه‌ها (Ephemeroptera)، پلی‌کوپترا (Plecoptera)، تریکوپترا (Trichoptera)، دیپترا (Diptera) دارای بیش‌ترین تراکم و تنوع

و ۳ راسته سنجاقک‌شکلان (Odonata)، دو‌جورپایان (Amphipoda) و کرم‌های پهن به تعداد بسیار ناچیزی دیده شد به‌طوری‌که می‌توان از آن‌ها صرف نظر کرد. براساس نتایج به‌دست آمده در راسته تریکوپترا، ۷ خانواده و دو جنس *Philopotamus* و *Hydropsyche* شناسایی شدند، که در این بین خانواده *Hydropsychidae* بیش‌ترین و *Philopotamidae* دارای کم‌ترین فراوانی بودند. راسته پلی‌کوپترا ۴ خانواده و یک جنس *Perla* شناسایی شدند که خانواده *Perlidae* بیش‌ترین و *Chloroperlidae* دارای کم‌ترین فراوانی بودند. راسته دیپترا ۴ خانواده و دو جنس *Simulium* و *Tipula* شناسایی شدند، خانواده *Simuliidae* بیش‌ترین و *Blepharoceridae* دارای کم‌ترین فراوانی بودند. در راسته یک‌روزه‌ها ۵ خانواده و دو جنس *Ephemera* و *Centropilum* شناسایی شدند، خانواده *Baetidea* بیش‌ترین و *Leptophlebiidae* دارای کم‌ترین فراوانی بودند. به‌طورکلی در تمام ماه‌های مورد بررسی، تراکم گونه‌های مختلف ماکروبن‌توز از مناطق بالادست رودخانه به‌طرف به پایین دست از تراکم گونه‌های مختلف ماکروبن‌توز کاسته می‌شد. قابل ذکر است که در ماه‌های فروردین و اردیبهشت به‌علت طغیانی بودن رودخانه هیچ نمونه‌ای یافت نشد.

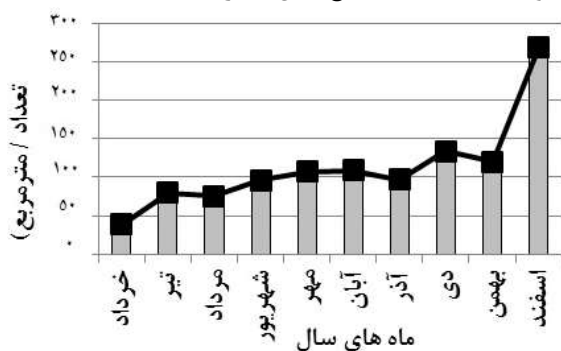


جدول ۲: راسته‌ها و خانواده‌های ماکروبتوز مشاهده شده در ایستگاه‌های مورد بررسی در رودخانه نورود

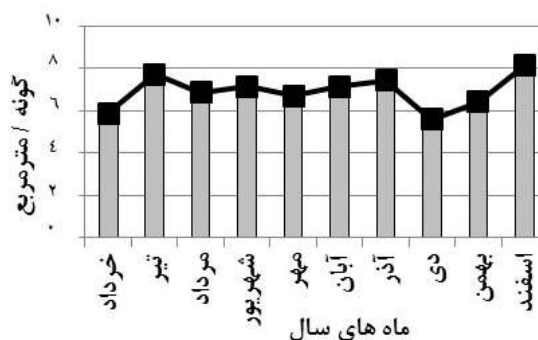
راسته	خانواده	جنس	ایستگاه						
			۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
	Leptoceroidea	-	√	√	√	√	√	√	√
	Philopotamidae	<i>Philopotamus</i>	x	x	x	√	x	x	√
	Odontoceridae	-	x	x	x	√	√	√	√
Trichoptera	Polycentropodidae	-	√	x	x	√	√	√	√
	Rhyacophilidae	-	x	x	x	x	√	x	x
	Glossosomatidae	-	√	√	√	√	√	√	√
	Hydroptilidae	<i>Hydropsyche</i>	√	√	√	√	√	√	√
Odonata	Cordulegastridae	<i>Cordulegaster</i>	x	x	x	√	x	x	x
	Simuliidae	<i>Simulium</i>	√	√	√	√	√	√	√
	Blephariceridae	<i>Liponeura</i>	x	x	x	x	x	√	√
Diptera	Tipulidae	<i>Tipula</i>	√	√	√	√	√	√	√
	Chironomidae	<i>Chironomus</i>	√	√	√	√	√	√	√
	Nemouridae	-	√	√	√	√	√	x	√
	Perlidae	<i>Perla</i>	x	x	x	x	√	√	√
Plecoptera	Chloroperlidae	-	x	x	√	√	√	√	√
	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	x	x	√	x	√	√	√
	Echniuroidea	-	x	√	√	√	√	√	√
	Ephemeroidea	<i>Ephemerella</i>	√	√	√	√	√	√	√
Ephemeroptera	Eprosidae	-	√	√	√	√	√	√	√
	Leptophlebeidae	-	√	√	√	√	√	x	√
	Baetidae	<i>Centroptilum</i>	√	√	√	√	√	√	√

معنی‌دار بود ($p < 0.05$) اما شاخص تنوع معنی‌دار نبود ($p > 0.05$). شکل‌های ۱ تا ۴ نیز تراکم و تنوع گروه‌های مختلف ماکروبتوز را در ماه‌ها و ایستگاه‌های مختلف نشان می‌دهند. براساس شکل ۱، تعداد ماکروبتوزها در ماه‌های پرباران و سیلابی شدن رودخانه‌ها در ماه‌های آذر و بهمن کاهش داشت. در فروردین و اردیبهشت به دلیل ذوب شدن برف و جاری شدن سیلاب شدید و دبی فوق‌العاده زیاد در رودخانه هیچ‌گونه موجودی یافت نشد. در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد با وجود افزایش دما، کاهش تعداد نمونه‌ها احتمالاً به علت بالغ شدن شفیره‌هاست.

نتایج بررسی شاخص‌های زیستی در جدول ۳، در بررسی شاخص تراکم نشان داد که بین تراکم ماکروبتوزها با ماه‌های مختلف سال و هم‌چنین با ایستگاه‌های مطالعاتی ارتباط معنی‌داری وجود دارد. اما در بررسی شاخص تنوع ارتباط معنی‌داری بین تنوع ماکروبتوزها با ماه‌های مختلف سال دیده نشد ولی بین تنوع ماکروبتوزها با ایستگاه‌های مطالعاتی ارتباط معنی‌داری به دست آمد. براساس نتایج آزمون ANOVA در جدول ۳، شاخص‌های تراکم و تنوع و طول کل بین ایستگاه‌های مختلف معنی‌دار بود ($p < 0.05$)، اما بین ماه‌های نمونه‌برداری فقط شاخص تراکم

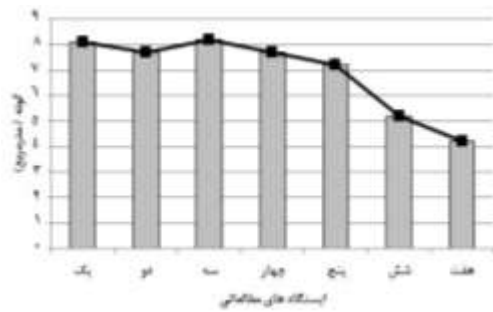


شکل ۲: تنوع ماکروبتوزها در ماه‌های مختلف سال

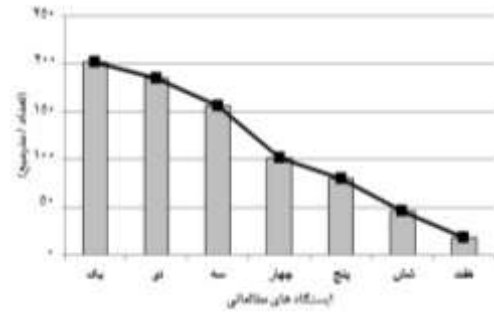


شکل ۱: تراکم ماکروبتوزها در ماه‌های مختلف سال





شکل ۴: تنوع ماکروبندوزها در ایستگاه‌های مطالعاتی



شکل ۳: تراکم ماکروبندوزها در ایستگاه‌های مطالعاتی

جدول ۳: میانگین (±انحراف معیار) شاخص‌های زیستی در ماه‌های مختلف سال و در ایستگاه‌های مختلف

شاخص	ماه	میانگین (±انحراف معیار)	حداقل - حداکثر	ایستگاه	میانگین (±انحراف معیار)	حداقل - حداکثر
تراکم	خرداد	$338/28 \pm 29/40$	۹۸-۱۱	۱	$202 \pm 154/76$	۶۰۶-۸۷
	تیر	$279/71 \pm 51/70$	۱۴۴-۱۳	۲	$185/2 \pm 137/77$	۵۱۵-۱۶
	مرداد	$275/71 \pm 44/97$	۱۵۲-۲۰	۳	$156/1 \pm 108/53$	۳۵۹-۵۲
	شهریور	$282 \pm 41/44$	۱۵۰-۳۰	۴	$101/7 \pm 42/58$	۱۵۳-۳۱
	مهر	$107/42 \pm 58/40$	۱۷۶-۱۹	۵	$79/4 \pm 38/45$	۱۴۷-۲۶
	آبان	$109 \pm 113/74$	۳۰۹-۱۴	۶	$45/4 \pm 20/65$	۸۳-۲۰
	آذر	$97/14 \pm 60/43$	۱۶۱-۱۲	۷	$18/2 \pm 11/03$	۳۸-۰
	دی	$133/57 \pm 120/25$	۳۳۰-۰	سطح معنی‌داری	۰/۰۰	
	بهمن	$119/71 \pm 75/61$	۲۱۲-۱۷			
	اسفند	$269 \pm 225/92$	۶۰۶-۲۸			
		سطح معنی‌داری	۰/۰۱۲			
تنوع	خرداد	$5/85 \pm 2/138a$	۷-۴	۱	$8/1 \pm 1/85$	۱۱-۵
	تیر	$7/71 \pm 1/676$	۱۰-۵	۲	$7/7 \pm 1/25$	۹-۵
	مرداد	$6/85 \pm 1/573a$	۸-۴	۳	$8/2 \pm 1/68$	۱۱-۵
	شهریور	$7/14 \pm 2/497$	۹-۵	۴	$7/7 \pm 1/82$	۱۰-۴
	مهر	$6/71 \pm 3/132$	۹-۲	۵	$7/2 \pm 1/54$	۱۰-۴
	آبان	$7/14 \pm 2/370$	۱۱-۳	۶	$5/2 \pm 1/39$	۸-۳
	آذر	$7/42 \pm 2/572$	۱۱-۴	۷	$4/2 \pm 2/20$	۸-۰
	دی	$5/57 \pm 2/225$	۷-۰	سطح معنی‌داری	۰/۰۰	
	بهمن	$6/42 \pm 1/951$	۹-۳			
	اسفند	$8/14 \pm 2/138$	۱۰-۵			
		سطح معنی‌داری	۰/۵۱			

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

ایستگاه هفتم، ورود فاضلاب معدن شن و ماسه به داخل رودخانه می‌باشد ($p < 0.05$). جهت مشخص کردن رابطه همبستگی بین شاخص‌های زیستی با شاخص‌های دما، pH و دبی (متر بر ثانیه) از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد (جدول ۴). طبق این نتایج، بین تراکم با دما، رابطه رگرسیون خطی معکوس برقرار است ($p < 0.01$)، بدین معنی که با افزایش دمای محیط، تراکم ماکروبندوزها کاهش می‌یابد. هم‌چنین طبق نتایج به‌دست آمده

فراوانی موجودات ماکروبندوز از ایستگاه دوم تا هفتم (به‌جز ایستگاه اول که سرچشمه رودخانه است)، هر یک به نوعی محل ورود فاضلاب‌های شهری و روستایی است رو به کاهش گذاشته است (شکل ۲). با توجه به داده‌ها از وضعیت دبی، دمای آب و بستر رودخانه در هر یک از ایستگاه‌های نمونه‌برداری، مهم‌ترین عاملی که در میزان تراکم موجودات ماکروبندوز اثر گذار بوده‌است در ایستگاه چهارم، ورود پساب کارگاه پرورش ماهی قزل‌آلا و در



تراکم و تنوع ماکروبتوزها رابطه غیرمستقیم دارد یعنی با افزایش دبی آب میزان تراکم و تنوع ماکروبتوزهای محیط کاهش پیدا می‌کند. برعکس هرچه میزان دبی آب کاهش پیدا کند میزان تراکم و تنوع ماکروبتوزها افزایش می‌یابد.

بین تنوع و دما نیز، رابطه رگرسیون خطی معکوس و با pH رابطه رگرسیون خطی مثبت برقرار است ($p < 0.05$)، بدین معنی که با افزایش دمای آب از تنوع ماکروبتوزها کاسته می‌گردد و با افزایش pH، تنوع ماکروبتوزها افزایش می‌یابد. هم‌چنین دبی آب نیز با

جدول ۴: نتایج آزمون همبستگی پیرسون (سطح معنی‌داری) بر تنوع و تراکم بنتوزها

متغیر	دما	pH	دبی
تراکم	-۰/۸۷۹ (۰/۰۰۹)	۰/۵۹۰ (۰/۱۶۳)	-۰/۰۴۲ (۰/۰۱)
تنوع	-۰/۹۴۰ (۰/۰۰۲)	۰/۷۶۱ (۰/۰۴۷)	-۰/۰۳۹ (۰/۰۴۹)

مارگالف بیش‌ترین مقدار عددی در آبان ماه (۲/۸۳) و کم‌ترین مقدار عددی در تیر ماه (۲/۰۸) دیده شد ($p < 0.05$). براساس نتایج آزمون دانکن در جدول ۵، شاخص‌های تنوع شانون، غالبیت سیمپسون و غنای مارگالف بین ماه‌های مختلف نمونه‌برداری مختلف معنی‌دار بود ($p < 0.05$).

بررسی شاخص تنوع شانون براساس جدول ۵، بیش‌ترین مقدار عددی در تیر ماه (۱/۵۶) و کم‌ترین مقدار عددی در دی ماه (۱/۱۱) دیده شد ($p < 0.05$). در شاخص غالبیت سیمپسون بیش‌ترین مقدار عددی در اسفند ماه (۰/۴۲) و کم‌ترین مقدار عددی در تیر ماه (۰/۲۴) دیده شد ($p < 0.05$). در شاخص غنای

جدول ۵: میانگین (± انحراف معیار) شاخص‌های بوم‌شناختی در ماه‌های مختلف سال

ماه	شاخص تنوع شانون	حداقل - حداکثر	غالبیت سیمپسون	حداقل - حداکثر	غنای مارگالف	حداقل - حداکثر
خرداد	ab ۱/۲۹ ± ۰/۱۹	۱/۵۳-۱/۰۵	bc ۰/۲۸ ± ۰/۰۷	۰/۳۸-۰/۱۹	ab ۲/۳۹ ± ۰/۹۲	۴/۳۵-۱/۵۳
تیر	a ۱/۵۶ ± ۰/۲۳	۱/۸۱-۱/۱۷	c ۰/۲۴ ± ۰/۰۵	۰/۳۶-۰/۲۰	ab ۲/۵۴ ± ۰/۶۶	۳/۹۰-۲/۰۱
مرداد	bc ۱/۴۴ ± ۰/۳۴	۱/۹۴-۱/۰۴	abc ۰/۳۰ ± ۰/۱۱	۰/۴۵-۰/۱۵	bc ۲/۷۲ ± ۰/۵۰	۳/۶۷-۲/۱۹
شهریور	ab ۱/۴۱ ± ۰/۳۰	۱/۷۱-۰/۹۵	abc ۰/۳۱ ± ۰/۱۰	۰/۴۸-۰/۲۱	cb ۲/۵۰ ± ۰/۳۵	۳/۲۳-۲/۲۰
مهر	ab ۱/۲۲ ± ۰/۲۹	۱/۵۸-۰/۶۶	ab ۰/۳۸ ± ۰/۰۹	۰/۵۱-۰/۲۶	a ۲/۳۱ ± ۰/۵۲	۳/۴۰-۱/۹۳
آبان	ab ۱/۴۶ ± ۰/۲۰	۱/۸۰-۱/۱۴	bc ۰/۲۸ ± ۰/۰۷	۰/۳۶-۰/۱۵	ab ۲/۸۳ ± ۰/۸۳	۴/۱۷-۱/۹۲
آذر	ab ۱/۴۰ ± ۰/۲۳	۱/۷۲-۰/۹۸	cab ۰/۳۱ ± ۰/۰۸	۰/۳۶-۰/۲۱	c ۲/۲۱ ± ۰/۹۶	۵/۲۳-۲/۵۶
دی	b ۱/۱۱ ± ۰/۵۶	۱/۶۲-۰	cab ۰/۳۰ ± ۰/۱۷	۰/۵۱-۰/۰۰	c ۲/۲۶ ± ۰/۵۹	۱/۸۲-۰
بهمن	bc ۱/۴۴ ± ۰/۳۲	۱/۸۲-۰/۸۷	bc ۰/۲۹ ± ۰/۰۸	۰/۴۶-۰/۲۲	c ۲/۰۸ ± ۰/۵۳	۳/۱۸-۱/۶۸
اسفند	ab ۱/۲۲ab ± ۰/۱۵	۱/۴۳-۱/۰۲	a ۰/۴۲ ± ۰/۰۹	۰/۵۳-۰/۲۶	b ۲/۲۲ ± ۰/۵۵	۳/۳۰-۱/۷۲

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

کارگاه پرورش ماهی به آب رودخانه می‌باشد. در مجموع با توجه به شاخص هیلسنهوف در ایستگاه‌های مختلف می‌توان وضعیت کیفی آب رودخانه نور رود را خوب اعلام کرد (جدول ۶).

نتایج بررسی شاخص کیفی هیلسنهوف بر روی رودخانه نور رود مشخص گردید، با کیفیت‌ترین آب مربوط به ایستگاه اول و بی‌کیفیت‌ترین آب مربوط به ایستگاه چهارم به دلیل ورود پساب

جدول ۶: شاخص زیستی هیلسنهوف در ایستگاه‌های مطالعاتی بر روی رودخانه نور رود

شماره ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
شاخص هیلسنهوف	۳/۷۴	۳/۸۰	۳/۹۶	۵/۵۶	۴/۱۱	۴/۷۱	۴/۹۴
وضعیت آب	عالی	بسیار خوب	بسیار خوب	متوسط	بسیار خوب	خوب	خوب

به حالت اسیدی و در بعضی مواقع خنثی بوده است و هیچ‌گاه به حالت قلیایی در نیامده است. بیش‌ترین دبی در طول سال در اردیبهشت ماه به دلیل ذوب برف و یخ کوه‌های اطراف رودخانه می‌باشد. نمونه‌برداری ماهیانه از رودخانه نور رود در طی یک‌سال، ۲۱ خانواده و ۵ راسه اصلی شناسایی شدند که بیش‌ترین آن‌ها

بررسی تغییرات سالانه دمای آب نشان داد که بیش‌ترین دما در شهریور ماه در پایین‌دست رودخانه و کم‌ترین دما در اسفند ماه و در بالادست رودخانه بود. هم‌چنین pH آب رودخانه همواره

بحث



متعلق به لاروهای یکروزه‌ها، پلی‌کوپترا، تریکوپترا و دیپترا بود. مشابه نتایج این بررسی در شناسایی ماکروبن‌توزهای رودخانه‌های مختلف، توسط پذیرا و همکاران (۱۳۸۷)، میررسولی و همکاران (۱۳۹۰)، قانع و همکاران (۱۳۸۵)، جرجانی و همکاران (۱۳۸۵)، طوسی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش شده‌است. خانواده سیمولیده از راسته دیپترا و خانواده هیدروپسیده از راسته تریکوپترا درصد قابل توجهی از ماکروبن‌توزها را در هفت ایستگاه به خود اختصاص دادند. دلیل آن را باید در اندام‌های این موجودات جستجو کرد. سیمولیده به کمک اندام بادکش‌مانند و هیدروسپیده به کمک چنگال‌های خود به سنگ‌های بستر رودخانه می‌چسبند. اما سایر ماکروبن‌توزها تحت تأثیر جریان شدید آب شسته می‌شوند. فراوانی راسته افروپترا در فصل تابستان و زمستان مخصوصاً دی‌ماه افزایش یافت. باتوجه به این که یکی از منابع تأمین آب رودخانه نور رود چشمه‌های متعدد می‌باشد و از طرفی بارندگی به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت (بارندگی به صورت برف بود نه باران)، موجب سرعت جریان و عمق کم آب و هم‌چنین کیفیت بالای آب شده است، از این رو افزایش در فراوانی این موجودات دیده شد. این نتیجه با مشاهدات جرجانی و همکاران (۱۳۸۵) مشابه بود. جنس‌های *Leuctra* و *Liponeura Perla* دیده شد در منطقه بالادست رودخانه (ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳) که گونه‌های آن‌ها شاخص آب‌های فاقد آلودگی می‌باشند. بیش‌تر بودن راسته‌های EPT (Ephemeroptera، Plecoptera، Tricoptera) در ایستگاه اول نسبت به ایستگاه دوم نشان‌دهنده کیفیت مناسب رودخانه پیش از ورود فاضلاب شهری و روستایی به داخل رودخانه می‌باشد. راسته یکروزه‌ها، در ایستگاه اول تقریباً در تمام طول سال بیش‌ترین فراوانی را نشان داد. اما راسته تریکوپترا و خانواده هیدروپسیده در ایستگاه دوم بیش‌ترین فراوانی را داشت که این وضعیت در ایستگاه سوم نیز برقرار بود که دلیل آن، ورود فاضلاب شهر بلده به رودخانه است. زیرا افراد این خانواده فیلترکننده هستند و از مواد آلی معلق موجود در آب تغذیه می‌کنند (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰). هم‌چنین افراد راسته دیپترا و خانواده‌های مقاوم به آلودگی شامل *Simullidae* و *Chironomidae* دیده شد. وجود این خانواده‌ها در ایستگاه اول تاییدکننده کمبود اکسیژن در این ایستگاه می‌باشد. اما بیش‌ترین تراکم این ۲ خانواده در ایستگاه ۴ به علت ورود مواد مغذی محلول و ذرات جامد معلق حاصل از ورود پساب کارگاه پرورش ماهی قزل‌آلا موجب شده‌است که جنس‌هایی که شاخص آب‌های نسبتاً آلوده هستند به فراوانی دیده شوند (جدول ۴). در ایستگاه ۵ به بعد تعداد راسته یکروزه‌ها از بقیه بیش‌تر می‌باشد که این نشان‌دهنده خودپالایی بالای

این رودخانه می‌باشد. هم‌چنین در ایستگاه ۶ به دلیل بالا بودن دبی آب به موجودات کفزی اجازه استقرار زیادی نمی‌دهد. به‌طور کلی کم‌ترین فراوانی موجودات ماکروبن‌توز مربوط به ایستگاه ۷ می‌باشد که تفاوت معنی‌داری با سایر ایستگاه‌ها داشت (شکل‌های ۳ و ۴). برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه موجب تغییرات مورفودینامیکی می‌شود. میزان مواد برداشت شده در محل استخراج معمولاً بسیار زیادتر از مقداری است که رودخانه قادر به رسوب‌گذاری و ترمیم ذخیره‌شن و ماسه بستر خود می‌باشد. در نتیجه با گذشت زمان مسیر آب بیش از حد بزرگ می‌شود. این امر منجر به کاهش فون و فلور بی‌مهرگان و ماهیان می‌شود. وجود حفاری‌ها سبب نابودی یا ناپایداری زیستگاه‌های اصلی آبزیان می‌گردد و ثبات آن‌ها را از بین می‌برد و منجر به تولید مقدار زیادی ذرات ریز و معلق در رودخانه می‌شود (هاشمیان و حاج‌مرادلو، ۱۳۹۲).

باتوجه به نتایج این بررسی، دیدن بیش‌تر خانواده‌ها و جنس‌های معرفی شده در همه ایستگاه‌ها و در بیش‌تر فصل‌های سال می‌تواند به علت‌های مختلف از جمله احتمال چندنسلی بودن برخی از آن‌ها، تفاوت در چرخه زندگی یا حمل آن‌ها با جریان آب طی فرایند شستشوی ارگانیزمی به صورت ناخواسته در طول مسیر رودخانه صورت گرفته باشد. مشابه نتیجه فوق توسط ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۷) نیز گزارش شده‌است. ویژگی‌های بستر رودخانه در ایستگاه‌های مورد بررسی نشان داد که روند تغییر بافت بستر رودخانه از ایستگاه ۱ که بستری شنی قله سنگی است به تدریج در اثر رسوب‌گذاری و انباشته‌شدن مواد معلق و ذرات حمل شده با جریان آب، به بسترهای شنی-گلی با نسبت‌های مختلف تبدیل شده‌است، این وضعیت در ایستگاه ۷ به‌طور کامل مشهود است. تغییر ایجاد شده در کیفیت بافت بستر باعث تغییر در فون کفزیان رودخانه شده و تراکم و تنوع آن‌ها را دست‌خوش تغییر نموده‌است به‌طوری‌که ایستگاه‌های ۴، ۶ و ۷ که در آن‌ها شرایط زیستی برای وجود بسیاری از گونه‌های کفزی وجود ندارد دارای کم‌ترین تنوع می‌باشند. اوج تغییرهای عنوان شده و کاهش کیفیت فیزیکی شیمیایی آب رودخانه و افزایش مواد آلی معلق در ایستگاه ۴، در محل تخلیه پساب کارگاه پرورش ماهی قرار دارد و هم‌چنین در ایستگاه ۶ در محل برداشت شن و ماسه و ایستگاه ۷ که جنس بستر به گلی - ماسه‌ای تغییر می‌کند، دیده می‌شود.

طبق تقسیم‌بندی Meyer و همکاران (۱۹۸۷) لارو حشرات جزو جاندارانی محسوب می‌شوند که دارای نوسانات فصلی و غیرمنظم می‌باشند. بر اثر سیلابی شدن‌های مکرر رودخانه و دستکاری‌های انسانی، تغییر بستر و جابجایی سنگ‌های کوچک و بزرگ تأثیر به‌سزایی در تعداد افراد خانواده‌ها دارد. فراوانی و تنوع ماکروبن‌توزهای



جلیلی، م.؛ نگارستان، ح. و صفاییان، ش.، ۱۳۸۹. بررسی فون ماکروبنیتیک بخش جنوب غربی تالاب انزلی و ارتباط آن ها با مواد آلی بستر. مجله اقیانوس شناسی. سال ۱، شماره ۴. صفحات ۱۱ تا ۲۰.

شربت، ص.؛ اکرمی، ر.؛ یلقی، س.؛ میردار، ج. و احمدی، ز.، ۱۳۹۱. شناسایی، تعیین فراوانی و زی توده جوامع ماکروبنیتیک در آب های ساحلی جنوب شرقی دریای خزر (استان گلستان). مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۱، شماره ۴، صفحات ۲۳ تا ۳۲.

قانع، ا.؛ احمدی، م.؛ اسماعیلی، ع. و میرزاجانی، ع.، ۱۳۸۵. ارزیابی زیستی رودخانه چافرود (گیلان) با استفاده از ساختار جمعیت ماکروبنیتوز. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۰، شماره ۱، صفحات ۲۴۷ تا ۲۵۸.

طوسی، ا.؛ شجعی، ه.؛ قلیچی، ا. و صابری، ا.، ۱۳۹۰. ارزیابی کیفیت ۶ چشمه شمال شهرستان دامغان براساس تنوع درشت بی مهرگان کفزی. مجله شیلات. سال ۵، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۶.

علیزاده، ب.، ۱۳۷۶. بررسی لیمنولوژیک و حفظ تعادل اکولوژیک آب های داخلی بوشهر رودخانه های حله و مند. دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی دانشگاه شهید چمران اهواز. صفحات ۲۱ تا ۳۴.

گیلانی، ف.؛ نوروزی، م. و فغانی، ح.، ۱۳۹۲. ارزیابی فون ماکروبنیتوزهای رودخانه تجن در محدوده کارخانه چوب و کاغذ مازندران. ساری. مجله شیلات. سال ۷، شماره ۴، صفحات ۳۷ تا ۴۴.

میررسولی، ا.، قربانی، ا. و عباسی، ا.، ۱۳۹۰. ارزیابی زیستی رودخانه زرین گل (استان گلستان) با استفاده از ساختار جمعیت ماکروبنیتوزها. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۶۴، شماره ۴، صفحات ۳۶۹ تا ۳۵۷.

هاشمیان، ب. و حاج مرادلو، م.، ۱۳۹۲. اثرات زیست محیطی ناشی از بهره برداری شن و ماسه رودخانه بر جمعیت کفزیان. دومین همایش ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست.

Archana, A.; Sharad, S.H. and Pratibha A., ۲۰۱۵. Seasonal biological water quality assessment of river Kshipra using benthic macro invertebrates, international of research granthaalayah. Vol. ۳, pp: ۱-۷.

Chakma, S.; Rahman, M.M. and Akter, M., ۲۰۱۵. Composition and abundance of benthic macro invertebrates in freshwater earthen ponds of Noakhali District, Bangladesh. American Journal of Bioscience and bioengineering. Vol. ۳, No.۵, pp: ۵۰-۵۶.

Clifford H.F., ۱۹۹۱. Aquatic invertebrates of Alberta. The University of Alberta Press, Canada. ۵۳۸ P.

Hilsenhoff, W.L., ۱۹۸۸. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. Journal of the North American Benthological Society. Vol. ۷, No. ۱, pp: ۶۵-۶۸.

Jegadeesan, P. and Ayyakhannu, K., ۱۹۹۲. Seasonal variation of benthic fauna in marine zone of Coleroon estuary and inshore waters, South east Coast of Indian. Indian Journal of Marine Sciences. Vol. ۲۱, pp: ۶۷-۶۹.

Krebs, C.J., ۱۹۹۴. Ecology the experimental analysis of distribution and abundance. ۴th ed. Harper Collins. New York. ۲۴۰ p.

Meyer, L.A.; Fauber, A.; Graf, G. and Thiel, H., ۱۹۸۷. Aspects of benthic community structure and metabolism-lecture notes on coastal and estuarine. Studies-Springer-Verlag Publications. ۱۳۹ p.

Mitra, A.; Fano, E.A.; Ghion, F. and Rossi, R., ۲۰۰۲. Academic. New York, USA. ۱۲۰ P.

Shannon, C.E. and Weaver, W., ۱۹۶۳. The Mathematical theory of communications. University of Illinois Press. Urbana, USA. ۱۱۷ P.

رودخانه نور رود، با افزایش میزان دبی آب در فصول سیلابی (بهار و پاییز) کاسته می گردد. هنگامی که سیلاب در رودخانه رخ می دهد، فون ماکروبنیتوز رودخانه به دلیل شسته شدن با سیلاب شدیداً کاهش می یابد. براساس نتایج، بین تنوع گونه ای و دبی آب رودخانه رابطه منفی وجود دارد، تأثیر مستقیم دبی رودخانه، مانع از اسقرار موجودات کفزی و از جا کنده شدن بسترهای قدیمی است که توسط آبزیان به منظور ادامه حیات ساخته شده است (پذیرا، ۱۳۸۷). نتایج مشابه با این بررسی توسط پارسامنش (۱۳۷۹) نیز گزارش شده است. نتایج حاصل از شاخص های بوم شناختی به طور میانگین مقادیر شانون ۱/۳۵، غالبیت سیمپسون ۰/۳۱۱ و غنای مارگالف ۲/۴۰ به دست آمد که نشان دهنده آلودگی متوسط در رودخانه نور رود می باشد. برطبق شاخص زیستی هیلسنهوف، ایستگاه ۱ به عنوان پاکیزه ترین ایستگاه در طول سال با امتیاز ۳/۷۴ و ایستگاه ۴ آلوده ترین ایستگاه در طول سال با امتیاز ۵/۵۶ بوده که نشان گر مقدار متوسط مواد آلی و کیفیت متوسط آب است و علت آن ورود پساب کارگاه پرورش ماهی است. در جمع بندی نهایی می توان بیان کرد که دبی، یک عامل تاثیرگذار در رودخانه نور رود بر تراکم ماکروبنیتوزها می باشد (علیزاده، ۱۳۷۶). عوامل آلودگی نظیر کارگاه پرورش ماهی قزل آلا و ورود فاضلاب معدن شن و ماسه، تاثیرات منفی بر تراکم ماکروبنیتوزها دارد. البته مطالعه ماکروبنیتوزهای این رودخانه تا سطوح جنس و گونه و اندازه گیری BOD و COD، نیترات، فسفات و فلزات سنگین در مطالعات آینده اطلاعات جامع تری از وضعیت آب این رودخانه می دهد.

تشکر و قدردانی

صمیمانه از جناب آقای مهندس باقری توانی در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

- احمدی، م. و نفیسی، م.، ۱۳۸۰. شناسایی موجودات شاخص بی مهره آب های جاری. انتشارات خبیر. صفحه ۲۳.
- پارسامنش، ا.، ۱۳۷۹. اصول ارزیابی ذخایر آبزیان. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. صفحات ۳۹ تا ۴۵.
- پذیرا، ع.؛ امامی، م.؛ کوهگردی، ا.؛ وطن دوست، ص. و اکرمی، ر.، ۱۳۸۷. اثر برخی عوامل محیطی بر تنوع زیستی ماکروبنیتوزهای رودخانه های دالکی و حله بوشهر. مجله شیلات. سال ۲، شماره ۴، صفحات ۲۲ تا ۳۱.
- جرجانی، س.؛ قلیچی، ا. و اکرمی، ر.، ۱۳۸۷. ارزیابی شاخص زیستی آلودگی و فون ماکروبنیتوز نهر مادرسو پارک گلستان. مجله شیلات. سال ۲، شماره ۱، صفحات ۴۱ تا ۵۲.

