شناسایی و تنوع زیستی گونه‌ای کفزیان رودخانه قره‌سو- جنوب‌شرق دریای خزر

- **طاهر پورصوفی**: مرکز تحقیقات ذخایر آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
- **آلتین قجقی***: گروه شیلات، دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
- **رحمان پاتیمار**: گروه شیلات، دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹٦ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹٦

چکیده

این مطالعه به‌منظور شناسایی گونه‌های مختلف کفزیان و ارزیابی تنوع فصلی در سال ۱۳۸۹ در طی ٤ فصل در دو ایستگاه رودخانه‌ای و مصبی رود قره‌سو انجام گردید. برای نمونه‌برداری از دستگاه گراب ون وین به‌صورت ۳ تکرار استفاده گردید و نمونه‌های جمع‌آوری شده جهت شناسایی در فرمالین ٤٪ تثبیت گردیدند. در ایستگاه رودخانه ۹ راسته متعلق به ۱۲ خانواده شناسایی شد که بیش‌ترین فراوانی مربوط به خانواده Lumbriculidae با فراوانی ۱۹/۳۹٪ می‌باشد و کم‌ترین فراوانی متعلق به خانواده Tubificidae با فراوانی ۲/۰۷٪ بود. در ایستگاه مصب ۱۰ راسته و ۱۲ خانواده شناسایی گردیدکه بیش‌ترین فراوانی مربوط به خانواده‌های Ampharetidae (۲۱٪)، Lumbriculidae (۱۱/۵۵٪)، Naididae (۱۱/۳۲٪) و Gammaridae (۹/۹۸٪) بود. بیش‌ترین تراکم کفزیان در ایستگاه رودخانه در فصل پاییز و کم‌ترین تراکم در فصل زمستان بود. بیش‌ترین و کم‌ترین تراکم کفزیان در ایستگاه مصب به‌ترتیب در فصل بهار و فصل زمستان مشاهده شد. بیش‌ترین مقدارشاخص شانون در ایستگاه رودخانه در فصل بهار (۲/۳٦) و در ایستگاه مصب در فصل تابستان (۲/۳۱) مشاهده گردید. بیش‌ترین میزان شاخص سیمپسون در ایستگاه رودخانه در فصل تابستان (۰/۱۹) و در مصب حداکثر مقدار آن در فصل بهار بود. نتایج شاخص غنا نشان داد که بیش‌ترین مقدار این شاخص در رودخانه در فصل بهار و تابستان بود درحالی‌که در مصب قره‌سو بیش‌ترین مقدار آن در فصل پاییز بود. به‌طورکلی ایستگاه رودخانه تراکم و تنوع بالاتری نسبت به ایستگاه مصب دارد و از وضعیت اکولوژیکی بهتری برخوردار است.

کلمات کلیدی: کفزیان، تنوع ، پراکنش، تراکم، مصب رودخانه قره‌سو

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: altin.ghojoghi@gmail.com

مقدمه

بی‌مهرگان کفزی شاخص‌های خوبی برای نشان دادن تغییرات در زیستگاه‌های آبی به‌حساب می‌آیند به‌عبارت دیگر آن‌ها شاخص‌های ساختار و عملکرد یک اکوسیستم آبی می‌باشند(Roni و Lierman، ۲۰۰۵؛ Rosenberg و Resh، ۱۹۹۳). این موجودات، جزئی از زنجیره غذایی زیستگاه‌های آبی هستند که نیاز غذایی بسیاری از گونه‌های آبزی به‌ویژه ماهیان را برآورده می‌نمایند و بدین‌ترتیب در چرخه انرژی و مواد غذایی اثر می‌گذارند (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰). کفزیان به عنوان دومین یا سومین سطح غذایی مورد استفاده آبزیان، می‌توانند نشان‌دهنده میزان کل تولیدات و هم‌چنین شاخصی برای کیفیت آب محسوب شوند(Owen، ۱۹۷۴).ارزیابی‌زیستی با کمک درشت کفزیان بر مبنای گروه‌های شاخص استوار است که موجودات مختلف در محدوده‌های متفاوتی از شرایط کیفیتی آب قادر به بقاء هستند و در صورت تغییر شرایط محدوده آبی، در آن‌جا حضور نخواهند داشت. مطالعات بیولوژیک مختلفی توسط محققان بر روی رودخانه‌های ایران انجام شده است. جرجانی و همکاران (۱۳۸۷) شاخص زیستی آلودگی و فون کفزیان نهر مادرسو پارک ملی گلستان را مورد ارزیابی قرار دادند.رضایی‌وهمکاران(۱۳۹۳)ساختارجوامع‌کفزی‌برپایه‌شاخص‌های زیستی‌در رودخانه جاجرود را بررسی کردند.شکری‌وهمکاران(۱۳۹۳) با استفاده از ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کفزی کیفیت رودخانه تجن ساری را مورد بررسی قرار دادند. کیفیت رسوبات سواحل بندرعباس با استفاده از شاخص‌های اکولوژیک مورد ارزیابی قرار گرفت (رشیدی وهمکاران،۱۳۹۵).محمودی‌فردو همکاران(۱۳۹۵)کاربردشاخص‌های زیستی-جمعیتی‌درارزیابی‌اکولوژیکی با استفاده از جمعیت بی‌مهرگان کفزی دررودخانه شاهرود را بررسی کردند. نوروزی و هاشمی (۱۳۹۵) مطالعه‌ای تحت عنوان ارزیابی زیستی فون کفزیان رودخانه نور رود در منطقه بلده نور انجام دادند که در مجموع ۷۸۸۱ عدد درشت کفزیان متعلق به ۷ راسته از ۲۱ خانواده را شناسایی نمودند.

مصب‌ها به‌عنوان منطقه ترانزیتی جزو پیچیده‌ترین و متنوع‌ترین اکوسیستم‌ها به‌شمار می‌روند و به‌عنوان یکی از غنی‌ترین محیط‌های آبی محسوب می‌شوند. این نواحی به‌عنوان یکی از مناطق مهم زیست محیطی، به‌علت تولید بالای مواد آلی در آن‌ها و مکانی که انواع موجودات آبزی به‌طور متراکم در آن به‌سر می‌برند از دیرباز مورد توجه قرار داشته است. در نتیجه فعالیت‌های بشر در این مناطق به‌صورت استقرار تاسیسات و یا آلوده کردن آن‌ها به‌وسیله فاضلاب‌های شهری و کشاورزی مورد تهدید قرار گرفته‌اند. با توجه به نوع و حجم ورودی آلاینده‌ها فون و فلور منطقه دچار تغییر شده، در مقادیر کم موجب حذف گونه‌های حساس از منطقه و حضور فراوان گونه‌های مقاوم می‌شود (طباطبایی و همکاران، ۱۳۸۸)

رودخانه قره‌سو یکی از رودخانه‌های مهم شیلاتی و فصلی حوضه جنوب‌شرقی‌دریای‌خزر است که‌در طول‌مسیر آن به‌خصوص‌در حواشی نواحی بالادست فعالیت‌های کشاورزی زیادی صورت گرفته و تاثیرات انسانی زیادی در آن دیده می‌شود. وجود روستاهای نزدیک به‌هم و استخرهای پرورش ماهی که فاضلاب‌خود را وارداین رودخانه می‌کنند، موجب آلودگی این رودخانه و تاثیر آن بر تنوع و پراکنش موجودات کفزی شده است. به‌علاوه شن‌برداری‌های مکرر موجب تغییر بستر رودخانه‌گردیده‌و آلودگی‌های روستایی نیز در قسمتی که این رودخانه در روستای قره‌سو جاری است وارد آن می‌شود. با توجه به اثرات شدید فعالیت‌های‌انسانی‌برروی‌این‌رودخانه(که می‌تواند یک مدل از رودخانه شدیداً تغییر یافته درنظر گرفته شود)، این مطالعه با هدف شناسایی گونه‌های‌کفزی،بررسی‌تغییرات‌فصلی،تعیین شاخص زیستی و ارزیابی کیفی براساس جوامع کفزیان در رودخانه قره سو انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در منطقه مصبی رودخانه قره‌سو در سال ۱۳۸۹ انجام پذیرفت. برای شناسایی موجودات کفزی و آثار عوامل تاثیرگذار بر روی نوع و ترکیب آن‌ها ۲ ایستگاه طبق جدول ۱ تعیین و به‌مدت یک‌سال در چهارفصل نمونه‌برداری‌انجام شد.منطقه‌اول داخل رودخانه و منطقه دوم مصب رود (محل ورودی به خلیج گرگان) بود جنس بستر این منطقه رسوبی و تا حدودی لجنی می‌باشد. فاصله این دو ایستگاه از هم ۱۳۰۰ متر می‌باشد. در هر منطقه با استفاده از دستگاه بنتوزگیر ون وین گرب (Ven Veen Grab) با سطح ۲۵×۲۵ سانتی‌متر مربع با سه تکرار نمونه برداری انجام شد و پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از یک الک باچشمه ۶۳ میکرون شستشو داده شد و سپس ماکروبنتوزها با فرمالین ۴٪ فیکس شدند. با درنظر گرفتن سطح دهانه بنتوزگیر تعداد در متر مربع شمارش و جنس آن‌ها شناسایی گردیدند.

جدول۱: مختصات جغرافیایی محل نمونه‌برداری ماکروبنتوزها در منطقه مصبی رودخانه قره سو-جنوب‌شرق دریای خزر

منطقه مورد مطالعه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	مساحت متر مربع
داخل رودخانه قره‌سو (پل داخل روستای قره‌سو تا دهانه)	۳۶°۴۹′۳۴"	۵۴°۰۲′۵۱"	۲۰۷۶۹
مصب‌قره‌سو (اکتون رودخانه و خلیج گرگان)	۳۶°۴۹′۴۴"	۵۴°۰۲′۰۷"	۲۸۵۰۰

شاخص‌های تنوع زیستی

غنای گونه‌ای (R): از بین شاخص‌های متفاوت ارائه شده شمارش تعداد کل گونه‌ها یا عنوان غنای گونه‌ای (کنت و کاکر، ۱۳۸۰) در این تحقیق استفاده شد (رابطه ۱):

$$R = \frac{S-1}{Ln(s)}$$

شاخص یکنواختی (E_D و E_H): شاخص یکنواختی از توابع یکنواختی شانون- وینر (رابطه ۲) و سیمپسون (رابطه ۳) استفاده شد (Barnes، ۱۹۹۸):

$$E_H = \frac{H}{H_{Max}} = \frac{-\sum_{i=1}^{s} p_i Ln(p_i)}{Ln(s)} \quad \text{(رابطه۲)}$$

$$E_D = \frac{1}{\sum_{i=1}^{s} (p_i)^2 \times S} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

S = تعداد گونه، n_i = تعداد افراد یا وفور گونه i ام، N = تعداد کل افراد یا وفور گونه‌ها، P_i= نسبت تعداد افراد گونه i ام به تعداد کل افراد

شاخص غلبه (D): به‌منظور بررسی شاخص غلبه از شاخص سیمپسون استفاده شد (رابطه ۴):

$$D_D = \sum_{i=1}^{s} (P_i)^2$$

شاخص تنوع گونه‌ای (H و D-1): در این تحقیق برای بررسی تنوع گونه‌ای از توابع شانون- وینر (رابطه۵) و سیمپسون (رابطه ۶) استفاده شد (Barmes، ۱۹۹۸):

$$H = -\sum_{i=1}^{s} P_i Ln(P_i) \quad \text{(رابطه ۵)}$$

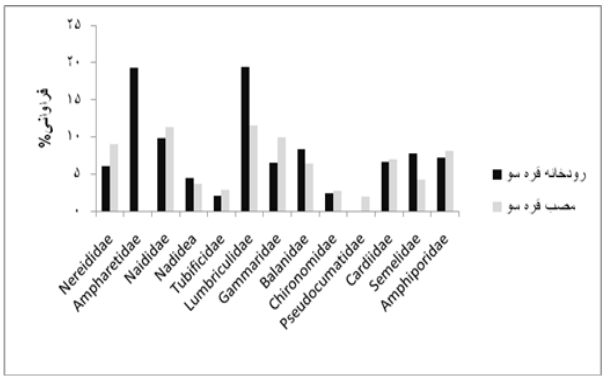
$$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^{s} (P_i)^2 \quad \text{(رابطه ۶)}$$

H= تابع تنوع گونه‌ای شانون وینر، D-۱= تابع تنوع گونه‌ای سیمپسون

کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری و رسم نمودارها به‌وسیله نرم‌افزار Excel انجام گردید.

نتایج

در نمونه‌برداری از ۲ منطقه تعیین شده طی چهارفصل، تعداد ۱۲ خانواده متعلق به ۴ شاخه از بی‌مهرگان شامل *Cerastoderma lamarcki* و *Abra ovata* از رده دوکفه‌ای‌ها (Bivalvia) و شاخه نرم‌تنان، جنس‌های *Pontoporeia* و *Niphargoides* از خانواده Gammaridea و راسته دوجورپایان Amphipoda، جنس *Balanus* از راسته Sessilia و خانواده Chironomidae از راسته Diptera و از شاخه بندپایان، جنس‌های *Nereis diversicolor*، *Hypania invalida*، *Hypaniola kowalewskii*، *Isohaetides michaelseni*، *Amphiporus lactifloreus* و *Parhypania bresivis* از راسته کرم‌های حلقوی پرتار، Naididae و *Stylodrilus cernosvitoviv* و Tubificidae از راسته کرم‌های حلقوی کم‌تار از شاخه کرم‌های حلقوی شناسایی گردید. در مصب از خانواده Pseudocumatidae گونه *Schizorhynchus eudorelloides* شناسایی شد که رودخانه قره‌سو فاقد این گونه بود (جدول۲، شکل‌های ۱ و ۲).



شکل۱: درصد فراوانی کفزیان شناسایی شده در رودخانه و مصب قره‌سو جنوب‌شرق دریای خزر

طی چهار فصل نمونه‌برداری در داخل رودخانه ۲۰۶۹۷ عدد بی‌مهره آبزی در مترمربع شناسایی گردید که بیش‌ترین فراوانی ماکروبنتوزها ۵۹۰۵ عدد در متر مربع در فصل پاییز و کم‌ترین فراوانی بی‌مهرگان آبزی ۴۱۶۷ عدد در مترمربع در فصل زمستان مشاهده گردید. در رودخانه ۹ راسته متعلق به ۱۲ خانواده شناسایی شد که عبارتند از: Nereididae، Ampharetidae، Nadidea، Tubificidae، Lumbriculidae، Gammaridae، Balanidae، Chironomidae، Pseudocumatidae، Cardiidae، Semelidae و Amphiporidae بودند (شکل ۲). طی چهار فصل نمونه‌برداری در داخل مصب ۲۹۶۲۹ عدد بی‌مهره آبزی در مترمربع شناسایی شد که حداکثر فراوانی کفزیان ۱۵۱۵۹ عدد در مترمربع در فصل بهار و حداقل فراوانی ۵۰۷۵ عدد بنتوز در مترمربع بود. دراین منطقه ۱۰ راسته متعلق به ۱۲ خانواده شناسایی شد که عبارتند از: Nereididae، Ampharetidae، Nadidea، Tubificidae، Lumbriculidae، Gammaridae، Balanidae، Chironomidae، Cardiidae، Semelidae، Amphiporidae و Pseudocumatidae بودند (شکل ۳). بیش‌ترین درصد فراوانی در داخل رودخانه در فصل بهار در خانواده Ampharetidae (۱۶/۰۲٪) و کم‌ترین فراوانی مربوط به خانواده Nereididae (۲/۵۶٪) و در مصب بیش‌ترین در صد فراوانی در خانواده Ampharetidae (۲۶/۱٪) و کم‌ترین فراوانی در خانواده Pseudocumatidae (۱/۰۷٪) دیده شد. بیش‌ترین درصد فراوانی در فصل تابستان در داخل رودخانه خانواده Ampharetidae (۳۳/۹۴٪) و کم‌ترین درصد فراوانی در خانواده‌های Balanidae (۰/۸۲٪) و Nadidea (۰/۲۲٪) و بیش‌ترین درصد فراوانی در مصب در خانواده Lumbriculidae (۲۴/۶۷٪) و کم‌ترین درصد فراوانی مربوط به خانواده Pseudocumatidae (۲/۲۳٪) بود.

جدول۲: گونه‌های شناسایی شده ماکروبنتوزهای فصول مختلف در رودخانه و مصب قره سو- جنوب‌شرق دریای خزر

شناسایی نمونه‌ها			فصل							
رده	راسته	خانواده	جنس و گونه	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
				۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱
Polychaeta	Phyllodocida	Nereididae	*Nereis diversicolor*	+	+	+	+	+	+	+	+
Polychaeta	Terebellida	Ampharetidae	*Hypania invalida*	+	+	+	+	+	+	+	+
Polychaeta	Terebellida	Ampharetidae	*Hypaniola kowalewskii*	+	+	+	+	+	+	+	+
oligocheata	–	Naididae	*Isohaetides michaelseni*	+	+	+	+	+	+	+	+
Polychaeta	–	Ampharetidae	*Parhypania bresivis*	+	+	+	+	+	+	+	+
oligocheata	–	Nadidea	–	+	+	+	+	+	+	+	+
oligocheata	–	Tubificidae	–	+	+	+	+	+	–	–	–
oligocheata	–	Lumbriculidae	*Stylodrilus cernosvitoviv*	+	+	+	+	+	–	–	–
Crustaceea	Amphipoda	Gammaridae	*Niphargoides caspius*	–	+	+	+	–	+	+	+
Crustaceea	Amphipoda	Gammaridae	*Niphargoides carausui*	–	+	+	+	–	+	+	+
Crustaceea	Amphipoda	Gammaridae	*Niphargoides quadrimanus*	+	+	+	+	+	+	+	+
Crustaceea	Amphipoda	Gammaridae	*Pontoporeia affinis microphthalma*	+	+	+	+	–	+	–	–
Crustaceea	Sessilia	Balanidae	*Balanus improvisus*	+	+	+	+	+	+	–	–
Insects	Diptera	Chironomidae	–	+	+	+	+	+	+	–	+
Crustaceea	Cumacea	Pseudocumatidae	*schizorhynchus eudorelloides*	–	+	–	+	–	+	–	+
Bivalvia	Veneroida	Cardiidae	*Cerastoderma lamarcki*	+	+	+	+	+	+	+	+
Bivalvia	Cardiida	Semelidae	*Abra ovata*	+	+	+	+	+	+	+	+
Enopla	Monostilifera	Amphiporidae	*Amphiporus lactifloreus*	+	+	+	+	+	+	+	+

۱: ایستگاه مصب، ۲: ایستگاه رودخانه

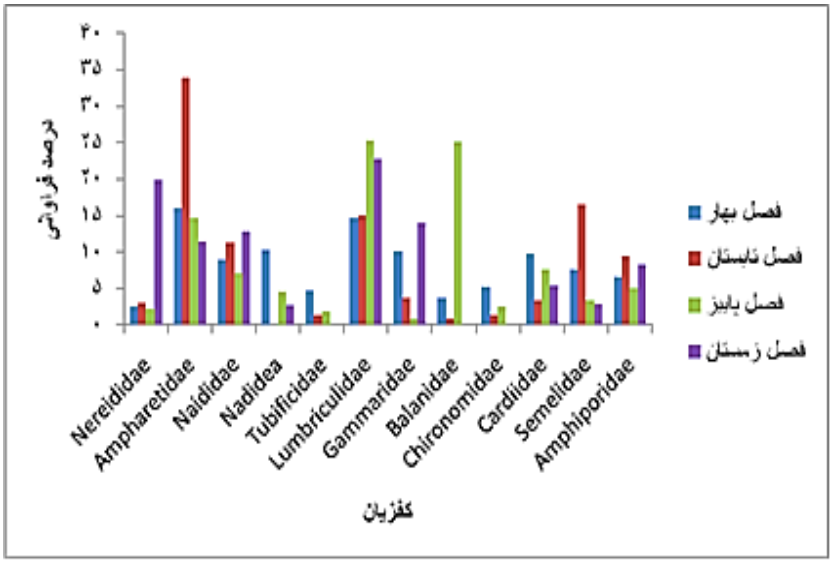
درصد فراوانی در داخل رودخانه در فصل پاییز به‌ترتیب در خانواده‌های Lumbriculidae(۲۵/۲۳٪)و Balanidae (۲۵/۱۳٪) و هم‌چنین میزان حداقل درصد فراوانی در خانواده Gammaridae (۰/۷۷٪) و در مصب حداکثر درصد فراوانی به‌ترتیب در خانواده Lumbriculidae (۱۶/۷۷٪) و حداقل درصد فراوانی در خانواده Semelidae (۱/۵۱٪) مشاهده شد. در داخل رودخانه در فصل زمستان بیش‌ترین و کم‌ترین سهم مربوط به خانواده‌های Lumbriculidae (۲۲/۷۹٪)و Nadidea (۲/۶۶٪) بود و در مصب بیش‌ترین و کم‌ترین درصد کفزیان به خانواده‌های Lumbriculidae (۲۰٪) و Semelidae (۱/۵۷٪) اختصاص گرفت. مقادیر شاخص شانون در فصول مختلف در هر دو منطقه بالاتر از ۲ ثبت شد که بالاترین مقدار آن در فصل بهار در رودخانه قره‌سو ۲/۳۶ بود. با بررسی شاخص شانون مشخص گردید که هر دو منطقه فاقد آلودگی بوده و اکوسیستم از سلامت بالایی برخوردار است. شاخص سیمپسون نشان داد که در رودخانه قره‌سو بیش‌ترین میزان آن (۰/۱۹) در فصل تابستان و کم‌ترین مقدار آن (۰/۱۰) در فصل بهار و در مصب قره‌سو در فصل بهار حداکثر میزان آن (۰/۱۴) مشاهده شد. در بررسی فصول مختلف در رودخانه قره‌سو بیش‌ترین مقدار شاخص تشابه در فصل بهار (۰/۹۵) و زمستان (۰/۹۱) و در مصب قره سو در فصل تابستان (۰/۹۰) مشاهده گردید. شاخص مارگالف که غنای گونه‌ای را نشان می‌دهد که با اندازه‌گیری آن می‌توان اکوسیستم را از لحاظ غنی و فقیر بودن سنجش نمود. نتایج حاصل از شاخص غنا نشان داد که بیش‌ترین مقدار این شاخص در رودخانه قره‌سو در فصل بهار و تابستان(۱/۲۸) و کم‌ترین مقدار در فصل زمستان(۰/۹۵)بود درحالی‌که در مصب قره‌سو بیش‌ترین مقدار آن در فصل پاییز (۱/۳۷) و کم‌ترین مقدار در فصل زمستان (۱/۱۷) مشاهده گردید (جداول ۳ و ۴).

جدول۳: شاخص‌های تنوع زیستی رودخانه قره‌سو در فصول مختلف جنوب‌شرق دریای خزر

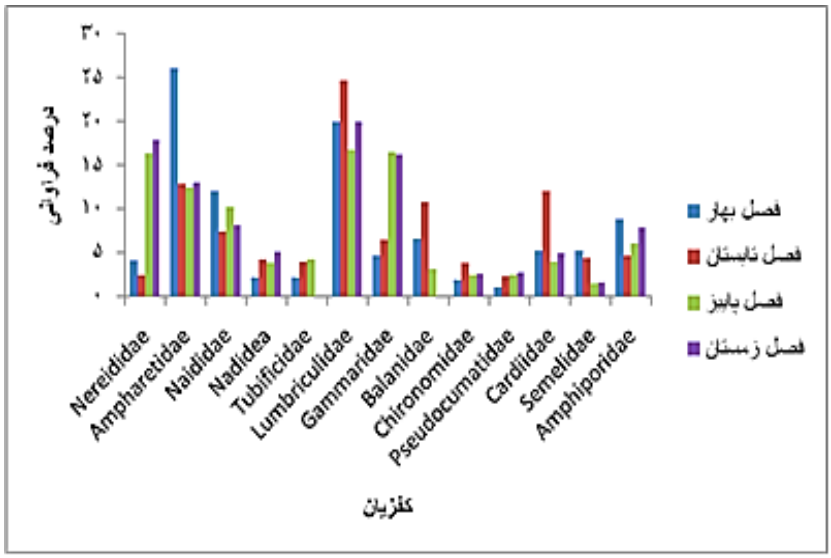
	فصل بهار	فصل تابستان	فصل پاییز	فصل زمستان
شاخص شانون	۲/۳۶	۱/۹۲	۲/۰۵	۲
شاخص سیمپسون	۰/۱۰۲	۰/۱۹	۰/۱۶۶	۰/۱۵۱
شاخص غنا	۱/۲۸۳	۱/۲۸۱	۱/۲۶۶	۰/۹۵۹
شاخص تشابه	۰/۹۵۳	۰/۷۷۵	۰/۸۲۶	۰/۹۱۲

جدول۴: شاخص‌های تنوع زیستی مصب قره‌سو در فصول مختلف جنوب‌شرق دریای خزر

	فصل بهار	فصل تابستان	فصل پاییز	فصل زمستان
شاخص شانون	۲/۱۹	۲/۳۱	۲/۲۹	۲/۱۵
شاخص سیمپسون	۰/۱۴۵	۰/۱۲۳	۰/۱۱۹	۰/۱۳۴
شاخص غنا	۱/۲۴	۱/۳۶	۱/۳۷	۱/۱۷
شاخص تشابه	۰/۸۵۴	۰/۹۰۲	۰/۸۹۵	۰/۸۹۷



شکل۲: فراوانی کفزیان فصول مختلف در داخل رودخانه قره‌سو- جنوب‌شرق دریای خزر



شکل ۳: فراوانی ماکروبنتوزهای فصول مختلف مصب قره‌سو- جنوب‌شرق دریای خزر

بحث

مطالعه و بررسی ساختار جوامع کفزی در اکوسیستم‌های آبی جایگاه خاصی در بررسی‌های اکولوژیک موجودات آبزی به‌خود اختصاص داده است. اهمیت بنتوز نه تنها به جهت حضور آن‌ها در زنجیرهٔ غذایی می‌باشد بلکه وجود یا عدم وجود برخی از گونه‌های کفزی نشان‌دهندهٔ کیفیت آب از نظر میزان آلودگی و یا عدم آلودگی می‌باشد (رشیدی و همکاران، ۱۳۹۵). بیش‌ترین فراوانی کفزیان در رودخانه در فصل پاییز و کم‌ترین آن در فصل زمستان بود، درحالی‌که در مصب بیش‌ترین فراوانی در فصل بهار و کم‌ترین مقدار در فصل زمستان مشاهده گردید. شربتی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی آب‌های جنوب‌شرق دریای خزر بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار زی‌توده را در فصل تابستان و بهار گزارش نمودند. جلیلی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی فون ماکروبنتیک در بخش جنوبی تالاب انزلی در محدوده سیاه‌کیشم بیش‌ترین تراکم کفزیان را به‌ترتیب در فصول بهار، پاییز، تابستان و زمستان گزارش نمودند که نتایج مطالعه حاضر را تایید می‌نماید. هم‌چنین سقلی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی ماکروبنتوزهای خلیج گرگان بیش‌ترین تراکم را در فصل بهار و کم‌ترین تراکم در فصل زمستان محاسبه نمودند که با این

مطالعه هم‌خوانی داشت. علت افزایش فراوانی ماکروبنتوزها در فصل بهار را می‌توان این گونه توجیه نمود که با افزایش دما در اواخر بهار تولیدات مواد غذایی بیش‌تری در اختیار این جانداران قرار می‌گیرد. هم‌چنین در این دوره زمانی فعالیت‌های زیستی این جانداران از قبیل تغذیه و تولیدمثل افزایش می‌یابد و سپس فراوانی و پراکنش آن‌ها نیز افزایش خواهد یافت.

تفاوت فراوانی کفزیان در نقاط مختلف با عوامل متعددی ازجمله مقدار غذا، عمق و نوع بستر، شرایط فیزیکوشیمیایی حاکم بر محیط زیست و مقدار مواد آلی و هم‌چنین تغییرات بیولوژیکی مثل رقابت و شکار ممکن است در ارتباط باشد (طاولی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Dobson، ۱۹۹۸؛ Gray، ۱۹۸۱). کاهش فراوانی و زی‌توده کفزیان در نواحی مختلف دریای خزر با چگونگی پراکندگی ماهیان بنتوزخوار ارتباط مستقیم دارد (مائی‌سیو و فیلاتووا، ۱۹۸۵). علت این کاهش در زمستان علاوه بر مصرف آن‌ها توسط ماهیان و تاثیر فعالیت‌های صیادی (سبب به‌هم خوردن بستر و بی‌ثباتی فیزیکی بستر می‌شود) می‌تواند با کاهش دمای آب در زمستان و هم‌چنین کاهش تولیدات فیتوپلانکتونی مرتبط باشد (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳).

بیش‌ترین فراوانی را خانواده Lumbriculidae در فصل‌های زمستان و پاییز به‌خود اختصاص داد که نشان‌دهنده آلودگی آب است و می‌توان علت آن‌را در ورود گستردهٔ فاضلاب‌های شهری و صنعتی به این مناطق دانست. با توجه به این‌که فصل تولیدمثل بسیاری از ماهیان کفزی‌خوار مانند تاس‌ماهیان، کپورماهیان و گاوماهیان از اواخر اسفند تا اواخر بهار می‌باشد و نوزادان این ماهیان پس از گذراندن دوره لاروی (در فصل تابستان) از جانوران کفزی به‌ویژه کرم‌ها تغذیه می‌کنند. لذا در این فصل زی‌توده به‌علت حضور شکارچیان کم‌تر از فصول دیگر سال می‌گردد. بیش‌ترین درصد زی‌توده در فصل بهار مربوط به Ampharetidae نسبت به کل جمعیت ماکروبنتوزها بوده که دلیل آن ممکن است مهیا بودن شرایط محیطی یا اکولوژیکی یا افزایش دما برای این گونه باشد.

در این مطالعه ۱۲ خانواده از ماکروبنتوزها شناسایی گردید. در مطالعه شربتی و همکاران (۱۳۹۱) در خلیج گرگان ۱۱ خانواده شناسایی گردید که با مطالعه حاضر تقریباً هم‌خوانی داشت. سقلی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی ماکروبنتوزهای خلیج گرگان و جنوب‌شرق دریای خزر بیش‌ترین در مجموع ۱۳ خانواده شناسایی گردید که خانواده Amphartidae بیش‌ترین درصد را به‌خود اختصاص دادند که مشابه نتایج مطالعه حاضر است. با توجه به نوسانات شدید دمایی و حاصلخیزی بالای مصب‌ها احتمالاً می‌توان گفت ساختار تشکیلات رسوبی این منطقه به نوعی است که نمی‌تواند پذیرای تنوع و فراوانی بالایی از جوامع کفزی باشد (به‌لحاظ فقر در تولیدات ثانویه) این موضوع امکان دارد با بافت رسوبات و هم‌چنین میزان موادآلی منطقه مرتبط باشد و هم‌چنین عدم چرخش و گردش کامل آب در این منطقه نیز دلیل بر عدم تنوع گونه‌ای و فراوانی خواهدبود. ازعواملی که باعث تفاوت مصب و رودخانه می‌شود می‌توان به عمق و میزان دسترسی به مواد غذایی اشاره نمود.

وضعیت ماکروبنتوزها، نحوه توزیع و پراکندگی موجودات بنتیک به‌وسیله برخی شاخص‌های زیستی قابل محاسبه است (آقاجری و همکاران، ۱۳۹۴). شاخص شانون یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها در ارزیابی اکولوژیکی آلودگی می‌باشد و از آن‌جایی‌که این شاخص در هر دو منطقه مطالعاتی بین ۳-۱ قرار داشت بنابراین به‌عنوان منطقه با آلودگی متوسط است که این وضعیت در مطالعه عباسپور و همکاران (۱۳۹۰) در رودخانه چشمه‌کیله تنکابن و مطالعه محمودی‌فرد و همکاران (۱۳۹۵) در رودخانه شاهرود هماهنگی داشت. باید درنظر داشت که این شاخص به تنهایی نمی‌تواند کیفیت آب مورد ارزیابی قرار بدهد.

غالبیت گونه‌ای به‌وسیله شاخص سیمپسون سنجیده می‌شود که در محدوده ۱-۰ قرار دارد و هرچه غالبیت بیش‌تر باشد این مقدار به سمت ۱ میل می‌کند. از آن‌جایی که در مناطق مطالعاتی این شاخص به سمت صفر میل می‌کند بنابراین نشان‌دهنده یکنواختی می‌باشد (باقری‌توانی و جمال‌زاده، ۱۳۹۳؛ رهبری، ۱۳۸۴). به‌نظر می‌رسد با توجه به این‌که آب قره‌سو برای رسیدن به دریای خزر باید مسیری را طی نماید و ممکن است در قسمت‌هایی از مسیر خود در معرض آلودگی شدید قرار گیرد، این آلودگی احتمالاً در اثر ۲ عامل مهم می‌تواند باشد. آلودگی محیطی و آلودگی که در اثر فعالیت‌های انسانی حاصل می‌شود و احتمالاً دلیل قرار گرفتن شاخص‌های تنوع در محدوده آلودگی ممکن است به این علت باشد.

با توجه شاخص‌های تنوع و تراکم گونه ای ماکروبنتوزها، به‌طورکلی به‌نظر می‌رسد منطقه مورد بررسی و تحقیق از نظر میزان زی‌توده و تراکم کفزیان از وضعیت خوبی برخوردار نمی‌باشد که این مسئله بیانگر وضعیت زیستی نامناسب از نظر نوع بستر و دیگر شرایط محیطی در منطقه مصبی رودخانه قره‌سو می‌باشد. از آن‌جایی‌که گسترش تاسیسات شهری و صنعتی و ورود فاضلاب‌های شهری و کشاورزی که منجربه برهم خوردن تعادل زیستی می‌گردد، منطقه مورد نظر نیازمند کنترل اکولوژیکی و زیست‌محیطی بیش‌تری می‌باشد.

منابع

۱. **احمدی، م. و نفیسی، م.، ۱۳۸۰.** شناسائی موجودات شاخص بی‌مهره آب‌های جاری انتشارات خیبر. ۲۴۰ صفحه.

۲. **آقاجری، ش.؛ اجلالی‌خانقاه، ک.؛ گرامی، م.ح.؛ ابراهیمی، م.؛ اکبرزاده، غ. و جوکار، ک.، ۱۳۹۴.** بررسی تنوع و تراکم ماکروبنتوزها پس از شکوفایی جلبکی گونه *Cochlodinium polykrikoides* در سواحل استان هرمزگان. مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی مولکولی. دوره ۶، شماره ۲۱، صفحات ۸۵ تا ۹۲.

۳. **باقری‌توانی، م. و جمال‌زاده، ح.ر.، ۱۳۹۳.** بررسی شاخص‌های بوم شناختی و زیستی ماکروبنتوزهای ناحیه مصبی رودخانه شیرود منتهی به دریای خزر. مجله زیست‌شناسی دریا. سال ۶، شماره ۲۳، صفحات ۸۱ تا ۹۶.

۴. **جرجانی، س.؛ قلیچی، ا. و اکرمی، ر.، ۱۳۸۷.** ارزیابی شاخص زیستی آلودگی و فون کفزیان نهر مادرسو پارک ملی گلستان. مجله شیلات ایران. سال ۲، شماره ۱، صفحات ۴۱ تا ۵۲.

۵. **جلیلی، م.؛ نگارستان، ح. و صفاییان، ش.، ۱۳۸۹.** بررسی فون ماکروبنتیک بخش جنوب‌غربی تالاب انزلی و ارتباط آن‌ها با موادآلی بستر. مجله اقیانوس‌شناسی. سال ۱، شماره۴، صفحات ۱۱تا ۱۹.

۶. **رشیدی، ش.؛ محمدی‌زاده، ف. و جلالی، ک.، ۱۳۹۵.** ارزیابی کیفیت رسوبات سواحل بندرعباس با استفاده از برخی شاخص‌های اکولوژیک. زیست‌شناسی دریا. سال ۸، شماره ۲۹ ، صفحات ۳۹تا۵۰.

۷. **رضایی، ک.؛ کیانی، س.؛ مقدم، م.؛ پهلوانی، س. و سعیدپور، ب.، ۱۳۹۳.** بررسی ساختار جوامع بنتیک رودخانه جاجرود بر پایه شاخص‌های زیستی (منطقه خجیر). مجله علوم و مهندسی محیط زیست. سال ۲، شماره ۵، صفحات ۷۷ تا ۸۴.

۸. **رهبری، ک.، ۱۳۸۴.** مطالعه تاثیر برخی از پارامترهای زیست‌محیطی بر روی اجتماعات ماکروبنتیک در رودخانه کارون از ملاثانی تا دارخوین. پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات اهواز.

۹. **سقلی، م.؛ باقراف، ر.؛ پاتیمار، ر.؛ حسینی، س.ع. و مختومی، ن.م.، ۱۳۹۱.** پراکنش، فراوانی و توده زنده ماکروبنتوزهای خلیج گرگان و جنوب‌شرق دریای مازندران، استان گلستان. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی. دوره ۷، شماره ۴، صفحات۴۶ تا ۵۹.

۱۰. **شربتی، ص.؛ اکرمی، ر.؛ یلقی، ص.؛ میردار، ج. و احمدی، ز.، ۱۳۹۱.** شناسایی، تعیین فراوانی و زی‌توده جوامع ماکروبنتیک در آب‌های ساحلی جنوب‌شرق دریای خزر (استان گلستان). مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۱، شماره ۴، صفحات ۲۳ تا ۳۲.

۱۱. **شکری، م.؛ احمدی، م.ر؛ رحمانی، ح. و کامرانی، ا.، ۱۳۹۳.** بررسی کیفیت رودخانه تجن ساری با استفاده از ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کفزی و شاخص BMWP . محیط زیست جانوری، سال ۶، شماره ۴، صفحات ۲۲۱ تا ۲۳۰.

۱۲. **طاولی، م.؛ اسلامی، م. و مهدوی، س.م.، ۱۳۸۹.** الگوی پراکنش و فراوانی مکانی و زمانی ماکروبنتوزهای سواحل جنوبی دریای خزر (ساحل شهرستان چالوس). مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۹، شماره ۴، صفحات ۱۴۷ تا ۱۵۲.

۱۳. **طباطبایی، ط.؛ امیری، ف. و پذیرا، ع.، ۱۳۸۸ .** پایش ساختار و تنوع اجتماعات ماکروبنتیک به‌عنوان شاخص‌های آلایندگی در خورهای موسی و غنام. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۴، صفحات ۳۹ تا ۴۱.

۱۴. **عباسپور، ر.؛ علیزاده‌ثابت، ح.؛ هدایتی‌فرد، م و مسگران کریمی، ج.، ۱۳۹۰.** ارزیابی زیستی رودخانه چشمه‌کیله تنکابن (استان مازندران) با استفاده از شاخص‌های زیستی، ساختار جمعیتی و زی‌توده‌ای درشت بی‌مهرگان کفزی. مجله آبزیان و شیلات. سال ۲، شماره ۸، صفحات ۶۳ تا ۷۵.

۱۵. **کنت،م. و کاکر،پ.، ۱۳۸۰.** توصیف و تحلیل پوشش گیاهی، ترجمه مصداقی، م.، جهاددانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۸۷ صفحه.

۱۶. **لالویی، ف.؛ زلفی‌نژاد، ک.؛ هاشمیان، ع.؛ سالاروند، غ.؛ قانع، ا . و طالبی، د.، ۱۳۸۳.** هیدرولوژی و هیدرو بیولوژی و آلودگی‌های زیست محیطی اعماق کم‌تر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریایی خزر . پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری. ۳۹۴ صفحه.

۱۷. **مائی‌سیو، پ. و فیلاتووا، ز.، ۱۹۸۵.** جانوران و تولیدات زیستی دریای خزر. ترجمه شریعتی، ا.، ۱۳۷۳. مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. صفحات ۳۹ تا ۴۷.

۱۸. **محمودی‌فرد، ع.؛ ایمانپورنمین، ج.؛ علاف‌نویریان، ح. و غلامی دشتکی، ک.، ۱۳۹۵.** کاربرد شاخص‌های زیستی جمعیتی در ارزیابی اکولوژیکی رودخانه شاهرود با استفاده از جمعیت بزرگ بی‌مهرگان. محیط زیست جانوری. سال ۸، شماره ۳، صفحات ۱۴۵ تا ۱۵۸.

۱۹. **نوروزی، م. و هاشمی، م.، ۱۳۹۵.** ارزیابی زیستی فون کفزیان رودخانه نور رود در منطقه بلده نور. زیست جانوری. سال ۸، شماره ۳، صفحات ۱۷۵ تا ۱۸۲.

۲۰. **Barnes, B.V., 1998.** Forest ecology. John Wiley and Sons. INC. 773 p.

۲۱. **Dobson, M., 1998.** Ecology of Aquatic Systems. Longman. 222 P.

۲۲. **Gray, J.S., 1981.** The ecology of marine sediment. Cambridge University Press. 475 P.

۲۳. **Owen, T.L., 1974.** Handbook of common methods in limnology. Institute of Environmental studies and department of biology, Baylor University, Texas, U.S.A. pp: 120-130

۲۴. **Roni, P.M. and Lierman, A., 2005.** Monitoring and evaluating responces of solminid and other fishes to in stream restoration. University of Washington Press. pp: 318-339.

۲۵. **Rosenberg, D.M. and Resh, V.H., 1993.** Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman and Hall. New York. 448 p.