DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5
مقاله پژوهشی

اثر برخی عوامل محیطی روی شاخص‌های اندازه بدن (طول، وزن خشک و وزن خاکستر) و تنوع جوامع ماکروبنتوزها در تالاب گمیشان و خلیج میانکاله

فائزه عصاریان نوش‌آبادی[۱]، حسین رحمانی[۱]* و آلبرتو باست[۲]

[۱]ایران، ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده علوم دامی و شیلات، گروه شیلات

[۲]ایتالیا، لچه، دانشگاه سالنتو، گروه زیست‌شناسی و علوم محیطی و تکنولوژی

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۶

چکیده

اندازه بدن یک ویژگی اساسی موجودات است و انتظار می‌رود در پاسخ به استرس‌های محیطی مانند استرس گرمایی کاهش یابد و برآورد آن یک گام مهم در پرداختن به بسیاری از سوالات اکولوژیکی در محیط‌های آبی است. مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر عوامل محیطی روی اندازه بدن و تنوع جوامع ماکروبنتوزها در تالاب گمیشان و خلیج میانکاله انجام شد. برای این منظور، در تابستان ۱۳۹۶، از بسترهای زیستی جهت نمونه‌برداری از سه ایستگاه در هر اکوسیستم استفاده شد. در این مطالعه، ماکروبنتوزها در سطح خانواده و در برخی موارد در سطح جنس و گونه شناسایی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب نظیر دما، شوری، pH، قابلیت هدایت الکتریکی و میزان اکسیژن محلول اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میانگین دما، شوری و هدایت الکتریکی در تالاب گمیشان بالاتر از خلیج میانکاله بود، اما این دو منطقه اختلاف چندانی از لحاظ اکسیژن محلول و pH با یکدیگر نداشتند. در این تحقیق در مجموع ۷ گروه ماکروبنتوزی مشتمل بر ۹ خانواده در تالاب گمیشان و ۸ گروه ماکروبنتوزی مشتمل بر ۷ خانواده در خلیج میانکاله شناسایی شد. میانگین وزن خشک و طول کل راسته‌های Littorinimorpha، Decapoda و Phyllodocida در تالاب گمیشان و خلیج میانکاله اختلاف معنی‌داری نشان داده ($p<۰/۰۱$)، اما در راسته Zygoptera اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>۰/۰۱$). در بین شاخص‌های مورد بررسی، شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون و یکنواختی در دو اکوسیستم تفاوت معنی‌داری نشان داد ($p<۰/۰۵$). نتایج تجزیه کوواریانس بین میزان اکسیژن محلول، شوری، وزن بدن و فراوانی بر تجزیه لیف‌پک‌ها نشان داد که فقط میزان شوری آب ارتباط معکوسی با میزان تجزیه دارد. نتایج تحلیل مؤلفه‌ی اصلی نشان داد که دما، طول و عرض جغرافیایی و k-day، اثر مثبت و اسیدیته و شوری و اکسیژن اثر منفی بر فراوانی ماکروبنتوزها داشت. نتایج نشان داد که نوسانات پارامترهای محیطی مانند دما بر متابولیسم و وزن توده زنده گونه‌های مختلف تاثیرگذار بوده بطوری که میانگین وزن بسیاری از گونه‌های مختلف در آب گرمتر تالاب گمیشان به مرتب کمتر از خلیج میانکاله بوده است.

واژه‌های کلیدی: ماکروبنتوزها، تالاب گمیشان، خلیج میانکاله، پارامترهای محیطی، اندازه بدن

* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: H.Rahmani@sanru.ac.ir

مقدمه

مطالعات زیستی و بوم‌شناختی منابع آب از اساسی‌ترین مباحث در تحقیقات و بررسی‌های علمی اکوسیستم‌ها محسوب می‌شود. شناسایی هر اکوسیستم و موجودات زنده و فاکتورهای زیست‌محیطی حاکم بر آن، گام نخست این تحقیقات علمی است (۲۱). مطالعه آب‌ها و شناسایی آلودگی منابع آبی تنها با روش‌های رایج سنجش پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب کافی نیست، زیرا این پارامترها فقط اطلاعاتی را در زمان نمونه‌برداری ارائه می‌دهند، به همین دلیل یکی از مناسب‌ترین روش‌های علمی و اقتصادی جهت تعیین سلامت اکولوژیک آب‌ها و بررسی

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5
مقاله پژوهشی

تاثیر فعالیت‌های انسانی بر کیفیت آن‌ها، ارزیابی و پایش بیولوژیک می‌باشد (۱). در بین اجتماعات آبزی، بی‌مهرگان کفزی در این مقوله بسیار مورد توجه‌اند، زیرا بررسی خصوصیات فون کفزی نه تنها ارزیابی مستقیمی از شرایط کیفی محیط آبی را فراهم می‌کند، بلکه می‌تواند انعکاس دهنده آشفتگی‌ها و فعالیت‌های انسانی و طبیعی حوضه باشد (۵). ماکروبنتوزها در تغذیه موجودات آبزی، جابجایی و چرخش غذا در اکوسیستم آبی و تبدیل مواد آلی به مواد معدنی نقش دارند (۵۷). در نتیجه شناسایی و مطالعه تنوع زیستی این موجودات، به ویژه ماکروبنتوزها، اهمیت ویژه‌ای دارد. در واقع تنها راه عملی و به صرفه اقتصادی برای تعیین سلامت اکولوژیک آب‌ها و تعیین اینکه آیا فعالیت‌های انسانی موجب کاهش کیفیت آن‌ها می‌شود، ارزیابی و پایش زیستی است (۶۱).

مقاومت گروه‌های مختلف بی‌مهرگان کفزی در برابر شدت آلودگی و کاهش میزان اکسیژن محلول با یکدیگر تفاوت دارد، به‌طوری که بعضی از گونه‌ها در محیط‌های به شدت آلوده و بعضی از گونه‌ها در آب‌های کاملا تمیز و فاقد آلاینده قادر به زیست هستند (۶۶). با توجه به مطالعات انجام شده بر روی تأثیر عوامل محیطی بر بزرگ بی‌مهرگان کفزی، دما به دلیل کنترل میزان متابولیسم و تاثیر بر بازده تولیدمثلی به عنوان یک عامل مهم، اثرهای واضحی بر هم-آوری، مدل تولیدمثلی، رشد، بازماندگی، میزان تغذیه و کنترل عملکردهای فیزیولوژیک در کفزیان دارد (۴۸). مدل‌های آب و هوایی ارائه شده در نقاط مختلف دنیا نشان داده که بسیاری از منابع آبی مثل دریای بالتیک که همانند دریای خزر دارای آب لب‌شور می‌باشد، تا سال ۲۰۱۰ به-طور متوسط ۲/۶ درجه سانتی‌گراد افزایش دما داشته که ناشی از گرم‌شدن کره‌ی زمین می‌باشد (۴۸). این شرایط افزایش دمای جهانی، بر هیدرولوژی آب‌ها تاثیرگذار بوده و پیامدهایی را برای موجودات زنده آبزی بهمراه خواهد داشت (۲۶).

اندازه بدن یکی از مهم‌ترین صفات یک جاندار است که تا حد زیادی نوع تعاملات زیست‌محیطی را که جانداران تحت تاثیر آن قرار دارند تعیین می‌کند (۳۶). بطور دقیق‌تر، ساختار فیزیکی زیستگاه‌های آبی اغلب به عنوان محرک توزیع اندازه بدن در جوامع ذکر شده است (۶۸). علاوه بر این، رشد فردی می‌تواند وابسته به تراکم باشد و تحت تاثیر تغییرات در شرایط محیطی قرار گیرد (۳۶). بی‌مهرگان با بدن‌های کوچک این امکان را فراهم می‌کنند که بتوان محیط‌هایی که ثبات بالایی ندارند را مشخص کرد و اندازه کوچک بدن آن‌ها می‌تواند ناشی از فشار محیطی و عوامل انسانی بر بدن موجودات زنده باشد (۵۸).

بسته‌های برگ (Trophic trap) به عنوان زیستگاه مصنوعی در سیستم‌های بستر آبی، در کوتاه مدت، تعریف می‌شود، که واحدهای زیستی مجزایی هستند که بوسیله تعامل پویایی آب و مورفولوژی پائین کنترل می‌شوند (۳۵ و ۴۱). این تجمعات طبیعی ایجاد یک مجموعه متمرکز متشکل از بی‌مهرگان می‌دهند، که از بستر دتریتوسی به عنوان منبع غذایی یا پناهگاه فیزیکی استفاده می‌کنند. محدوده مکانی و زمانی دتریتوس‌ها می‌تواند به‌طور چشمگیری در محیط-های مختلف متفاوت باشد، با این حال، آن‌ها نمایانگر نقاط فعالیت و تنوع زیستی بالا هستند (۳۵ و ۴۱). تراکم ماکروبنتوزها در لیف‌پک‌ها نسبت به محیط اطراف معمولا در سطح بالاتری قرار دارد (۳۷) که این موضوع تحت تاثیر ارزش تغذیه‌ای بافت برگ قرار دارد (۲۸). اجتماع ماکروبنتوزها در لیف‌پک‌ها را می‌توان بعلت تغییر در کیفیت آب، هیدرومورفولوژی آن و یا در فاکتورهای زیست محیطی پیرامون دانست (۳۳). ورودی‌ها و فاضلاب‌های تصفیه نشده ممکن است باعث آلودگی و ورود مقادیر زیادی از مواد آلی نرم (Fine particulate organic matter) به محیط آب شود (۳۱). بنابراین اجتماعات بی‌مهرگان در نواحی پایین‌دست که معمولا فاضلاب‌ها در آنجا تخلیه می‌شوند، تحت الشعاع تحمل گونه‌ها در برابر آلودگی خواهند بود (۳۰) که با تغییر در

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5
مقاله پژوهشی

ترکیب گروه‌های تغذیه‌ای مشخص می‌شود (۵۸). از اینرو، اخلال در جریان آب می‌تواند یک شیب از کیفیت آب از انواع سطوح مختلف آلودگی را ارائه نماید که می‌توانند به روش‌های مختلف شامل نرخ تجزیه برگ و بی‌مهرگان، لیف پک‌ها را تحت تاثیر قرار دهد (۶۷).

با وجود اهمیت موجودات ماکروبنتوز در بسیاری از اکوسیستم‌های بینابینی (Transitional water)، مثل انواع تالاب‌ها و خلیج‌ها که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بعنوان منابع غذایی ارزشمند برای بسیاری از آبزیان می‌باشند و نقش بسیار مهمی در زنجیره‌ها و شبکه‌های غذایی در این اکوسیستم‌ها دارند؛ ولی صید بی رویه و بی موقع، افزایش ورود فاضلاب‌های صنعتی، دامداری‌ها و کشاورزی از یک سو و اهمیت زیست محیطی این اکوسیستم‌ها و لزوم بهره‌برداری بیشتر از منابع غذایی بر جمعیت فزآینده کشور از سوی دیگر از جمله مسائلی است که می‌تواند لزوم بیشتر و انجام پژوهش‌های فراوان‌تری در خصوص بررسی تالاب‌ها را توجیه نماید. مطالعاتی که تاکنون در نقاط مختلف کشور انجام شده صرفا بررسی تنوع زیستی کفزیان در مقاطع زمانی مشخص می‌باشد (۱، ۵، ۶، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۴). اما در این تحقیق علاوه بر بررسی و مقایسه تنوع بی‌مهرگان کفزی در دو منطقه تالاب گمیشان و خلیج میانکاله شاخص‌های مرتبط با اندازه بدن، ارتباط بین طول و وزن خشک و میزان خاکستر بدن ماکروبنتوزها مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرد.

مواد و روشها

مناطق مورد مطالعه: تالاب گمیشان با وسعت ۱۴۰۰۰ هکتار در ۳۵ کیلومتری شمال غربی شهر گرگان قرار دارد که علاوه بر عملکرد هیدرولوژیکی در مهار سیلاب نقش ویژه‌ای را به لحاظ اقتصادی و اجتماعی در منطقه ایفا می‌کند (۷). ذخیره‌گاه زیست کره خلیج میانکاله با وسعت حدود ۶۷۰۰۰ هکتار از شرق به غرب کشیده شده و به وسیله یک کانال در بین بندر ترکمن و شبه جزیره آشوراده با دریای خزر در ارتباط است (۷). این دو منطقه به دلیل استعداد و پتانسیل بالای خود در جذب پرندگان مهاجر (آبزی و کنار آبزی) گذرگاه مناسبی برای مهاجرت پرندگان و تخم‌ریزی ماهیان و جذب گونه‌های نادر و کمیاب است (۲۰).

نمونه برداری از بی‌مهرگان کفزی: در هر اکوسیستم با توجه به محدودیت‌هایی مانند فاصله منطقی ایستگاه‌ها از یکدیگر، دوری و نزدیکی به منبع ورودی آب شیرین رودخانه‌ها، امکان دسترسی به نقطه مورد نظر، امکان تثبیت لیف‌پک‌ها و بازیابی آنها پس از یک ماه، ۳ ایستگاه به طور تقریبی در ابتدا، وسط و انتهای هر اکوسیستم در نظر گرفته شد. برای ایجاد بسترهای مصنوعی جهت جمع‌آوری نمونه‌های بی‌مهرگان کفزی از برگ‌های گیاه نی (*Phragmites australis*) استفاده شد (۵۶). در تابستان ۱۳۹۶ بسترهای آماده شده به‌صورت رشته‌های ۶ تایی در سه نقطه از هر ایستگاه بعنوان تکرارهای آزمایش قرار داده شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده بطور مجزا در شرایط دمای یخچال به آزمایشگاه اکولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و پس از تثبیت در الکل ۷۵ درصد به آزمایشگاه اکولوژی دانشگاه سالنتو در کشور ایتالیا ارسال شدند. پس از خشک شدن برگ‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند.

پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب نظیر دما، شوری، اکسیژن محلول، کدورت و pH در مناطق مورد مطالعه در زمان بسترگذاری و جمع‌آوری آنها توسط دستگاه مولتی پارامترسنج Lutron WA-2017SD اندازه‌گیری شد. طول بی‌مهرگان کفزی با استفاده از نرم‌افزار آنالیز تصویری NIS-Elements (AS) و وزن خاکستر بی مهرگان با روش استاندارد اندازه‌گیری شده و به منظور محاسبه بیومس از رابطه طول بدن –وزن خشک استفاده شد (۳۴).

$$M = aL^b$$

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5

M: وزن خشک بدن، L: طول بدن، a: عرض از مبدا و b: شیب خط رگرسیونی می‌باشد.

شاخص تنوع شانون (Shannon's Index)، شاخص غنای گونه ای مارگالوف (Margalef's Index)، شاخص تنوع سیمپسون (Simpson's Index) و شاخص یکنواختی (Evenness Index) با استفاده از افزونه آماری VBA Divrsity به نرم‌افزار EXCEL مورد محاسبه قرار گرفتند (۴۹ و ۶۶).

شکل ۱- موقعیت مکانی ایستگاه‌های نمونه برداری (ایستگاه‌های مطالعاتی در خلیج میانکاله با دایره و تالاب گمیشان با مثلث مشخص شده است)

تجزیه و تحلیل داده‌ها: قبل از انجام هر گونه تجزیه و تحلیلی، داده‌های پیوسته از نظر نرمال بودن به کمک تست کولموگروف- اسمیرنوف بررسی شدند. برای مقایسه میانگین تراکم، طول، وزن خشک و شاخص‌های تنوع ماکروبنتوزها بین دو منطقه مورد مطالعه از آزمون t و بررسی همبستگی پارامترها نیز از آزمون همبستگی پیرسون، رابطه بین نرخ تجزیه برگ‌ها با پارامترهای محیطی مانند اکسیژن محلول آب، شوری، وزن بدن و فراوانی ماکروبنتوزها از تجزیه کواریانس در نرم‌افزار SPSS 21 استفاده شد. همچنین برای بررسی تاثیر پارامترهای محیطی بر روی فراوانی و شاخص‌های زیستی از روش ماتریس دوران یافته عاملی (Factorial rotation matrix) در نرم‌افزار CANOCO استفاده شد.

نتایج

میانگین و انحراف معیار (کمینه و بیشینه) فاکتورهای محیطی شامل دما، شوری، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی و pH در تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج میانکاله در جدول ۱ آمده است.

میانگین دما در تالاب گمیشان (۲۹/۶۱) بیشتر از خلیج میانکاله (۲۷/۸۸) بوده است. میانگین شوری آب نیز در تالاب گمیشان (۲۳/۵۶) به مراتب بیشتر از خلیج میانکاله (۱۶/۲۱) بوده است.

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5
مقاله پژوهشی

جدول ۱- میانگین، بیشینه و کمینه شاخص های فیزیکو شیمیایی آب بین ایستگاه های مختلف نمونه برداری

ایستگاه		دما (C°)	شوری (ppt)	اکسیژن محلول (mg/l)	هدایت الکتریکی (ms/cm)	pH
خلیج میانکاله	بیشینه	۳۲/۲۰	۳۷/۸۰	۷/۲۰	۵۶/۱۰	۷/۹۴
	کمینه	۲۶/۱۰	۷/۲۰	۲/۶۰	۱۲/۲۱	۵/۴۱
	انحراف معیار±میانگین	۲۷/۱±۸۸/۹۱	۱۶/۱۰±۲۱/۰۶	۵/۱±۴۵/۸۳	۲۵/۱۴±۲۷/۴۶	۵/۰±۹۸/۸۱
تالاب گمیشان	بیشینه	۳۳/۳۰	۴۲/۳۳	۵/۱۰	۷۸/۸۰	۶/۸۷
	کمینه	۲۶/۹۰	۱۰/۸۰	۵/۸۰	۱۸/۹۰	۶/۰۱
	انحراف معیار±میانگین	۲۹/۲±۶۱/۸۴	۲۳/۱۴±۵۶/۳۵	۵/۰±۴۵/۳۰	۳۹/۲۸±۴۷/۷۱	۶/۰±۳۹/۳۷

جدول ۲- گونه های ماکروبنتوز شناسایی شده در تالاب گمیشان و خلیج میانکاله

تعداد	گونه	جنس	خانواده	راسته	منطقه مورد مطالعه
۲۳۶	*Glyptoten pallens*	_	Chironomidae	Diptera	تالاب گمیشان
۱۰	_	Eristalis	Ephydridae	Diptera	
۲	_	_	Syrphidae	Diptera	
۱	_	_	Tabanidae	Diptera	
۱۱	_	_	Hydrobiidae	Littorinimorpha	
۶	_	_	Hydrophilidae	Coleoptera	
۵	_	Alitta	_	Decapoda	
۳	*Alitta succinea*	_	Nereididae	Phyllodocida	
۱	_	_	lumbricidae	Haplotaxida	
۱	_		Agrriidae	Zygoptera	
۱۰۴	*Alitta succinea*	Alitta	Nereididae	Phyllodocida	خلیج میانکاله
۴۲۵	-	-	Gammaridae	Amphipoda	
۱۱۱۹	_	_	Hydrobiidae	Littorinimorpha	
۱۶	_	_	_	Decapoda	
۴	_	Cerastoderma	Cardiidae	Veneroida	
۱	_	_	Mytilidae	Mytiloida	
۳	_	Amphibalanus	Balanidae	Sessilia	
۱	_	_	Agrriidae	Zygoptera	

همچنین هدایت الکتریکی و pH نیز در تالاب گمیشان به مراتب بیشتر از خلیج میانکاله بوده است. میزان نوسانات اکسیژن محلول در دو اکوسیستم قابل توجه بوده اما میانگین آنها تفاوت چندانی نشان نداد.

در این تحقیق در تالاب گمیشان از سه ایستگاه مختلف در مجموع ۷ راسته شامل Diptera، Coleoptera، Littorinimorpha، Decapoda، Phyllodocida، Zygoptera و Haplotaxida از ۸ خانواده و ۳ جنس از ماکروبنتوزها و در خلیج میانکاله مجموعا ۶ راسته شامل Littorinimorpha، Decapoda، Phyllodocida، Zygoptera، Amphipoda و

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5
مقاله پژوهشی

Veneroida مشتمل بر ۷ خانواده و ۳ جنس شناسایی شد که بخش عمدهٔ آن ها را لارو حشرات آبزی تشکیل دادند. همانگونه که مشهود است غالب گروه ماکروبنتوزی متعلق به راسته Diptera، خانواده Chironomidae و جنس Glyptoten می‌باشد (جدول ۲).

ترکیب جمعیت راسته‌های بی‌مهرگان کفزی در تالاب گمیشان نشان می‌دهد که راسته Diptera با ۹۰/۲ درصد بیشترین درصد جمعیت ماکروبنتوزها را به خود اختصاص داده است. ۴ خانواده از این راسته شناسایی شد که خانواده Chironomidae و Ephydridae بیشترین سهم را داشته و ۹۸/۷ درصد کل اعضای این راسته را در تمام ایستگاه ها تشکیل دادند. راسته‌های Littorinimorpha و Coleoptera بترتیب با ۴ و ۲/۲ درصد در رتبه های بعدی قرار داشتند. راسته Decapoda با ۱/۸ درصد، راسته Phyllodocida با ۱/۱ درصد و دو راسته Zygoptera و Haplotaxida هر کدام با ۰/۴ درصد در رده های پایین‌تر قرار گرفتند

بیشترین فراوانی جمعیت راسته های بی مهرگان کفزی در خلیج میانکاله متعلق به راسته Littorinimorpha با میانگین فراوانی ۶۶/۹ درصد بود. راسته Amphipoda با ۲۵/۴ درصد، راسته Phyllodocida با ۶/۲ درصد، راسته Decapoda با ۱ درصد، راسته‌های Sessilia و Veneroida هر کدام با ۰/۲ درصد و Mytiloida و Zygoptera هر کدام با ۰/۱ درصد در رده‌های پایین‌تر قرار داشتند.

میانگین و انحراف معیار طول بدن و وزن خشک راسته‌های مشترک در مناطق مورد مطالعه در جدول ۳ آمده است. مقایسه میانگین طول بدن و وزن خشک براساس تست t نشان داده که فقط افراد راسته Decapoda در خلیج میانکاله به مراتب بزرگتر از تالاب گمیشان بوده است ($p<0/05$) و در بقیه راسته‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$).

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار طول کل (میلی‌متر) و وزن خشک (میلی‌گرم) راسته‌های مختلف در مناطق مورد مطالعه

نام راسته	منطقه مورد مطالعه	تعداد	انحراف معیار±میانگین طول	انحراف معیار±میانگین وزن
Littorinimorpha	تالاب گمیشان	۱۱	۳/۱±۴۵/۷	۱/۰±۲۶/۸۷
	خلیج میانکاله	۱۱۱۹	۲/۰±۹۹/۹۴	۱/۰±۷/۸۸
Decapoda	تالاب گمیشان	۵	۳/۰±۲۷/۷۷	۳/۲±۵۷/۶۱
	خلیج میانکاله	۱۶	۴/۰±۵۲/۸۹	۱۶/۱۲±۰۳/۶۲
Phyllodocida	تالاب گمیشان	۳	۹/۲±۵/۲۶	۰/۰±۶۱/۳۵
	خلیج میانکاله	۱۰۴	۱۴/۱۱±۹۸/۲۹	۲/۴±۹/۵
Diptera	تالاب گمیشان	۲۴۴	۷/۲±۹۳/۱۲	۰/۰±۵۷/۵۳
	خلیج میانکاله	۳	۷/۲±۰۵/۲۷	۰/۰±۱۲۶/۰۹۸

نتایج اندازه‌گیری میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای (شانون، سیمسون، غنای مارگالف و یکنواختی) در تالاب گمیشان و خلیج میانکاله در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج تست t مستقل تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های شانون و یکنواختی بین دو منطقه مورد مطالعه نشان داد ($p<0/05$). اما شاخص‌های غنای مارگالوف و تنوع سیمپسون اختلاف معنی‌داری بین ماکروبنتوزهای مناطق مورد مطالعه مشاهده نشد ($p>0/05$).

نتایج تجزیه کوواریانس بین میزان اکسیژن محلول در آب و تجزیه لیف‌پک‌ها یک رابطه مثبت معنی‌دار بوده که نشان می‌دهد با افزایش اکسیژن، میزان تجزیه روند متغیری داشته و تا حدودی افزایش می‌یابد.

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5
مقاله پژوهشی

جدول ۴- مقادیر میانگین (انحراف معیار±) شاخص‌های زیستی -جمعیتی ماکروبنتوزها در طول دوره مطالعه در خلیج میانکاله و تالاب گمیشان

شاخص	منطقه مورد مطالعه	تعداد کل نمونه	انحراف معیار±میانگین
غنای مارگالوف	تالاب گمیشان	۲۷۷	۰/۰±۵۲/۱۱
	خلیج میانکاله	۱۶۷۳	۰/۰±۵۳/۱۶
شانون-وینر	تالاب گمیشان	۲۷۷	۱/۰±۶۱/۳۶
	خلیج میانکاله	۱۶۷۳	۱/۰±۷۱/۳۰
سیمپسون	تالاب گمیشان	۲۷۷	۰/۰±۷۵/۲۴
	خلیج میانکاله	۱۶۷۳	۰/۰±۷۶/۲۹
یکنواختی	تالاب گمیشان	۲۷۷	۰/۰±۲۹/۰۳
	خلیج میانکاله	۱۶۷۳	۰/۰±۳۶/۰۶

در حالیکه میزان تجزیه با شوری یک رابطه معکوس دارد. وزن بدن موجودات ساکن کفزی روی لیف‌پک‌ها نشان می‌دهد که میزان تجزیه برگ‌ها با افزایش بدن افزایش می‌یابد. میزان فراوانی هم رابطه مستقیم با تجزیه لیف‌پک دارد که بصورت واضح نشان می‌دهد با افزایش فراوانی بی‌مهرگان، میزان تجزیه یا مصرف بی‌مهرگان از سطح برگ زیاد می‌شود (شکل ۲).

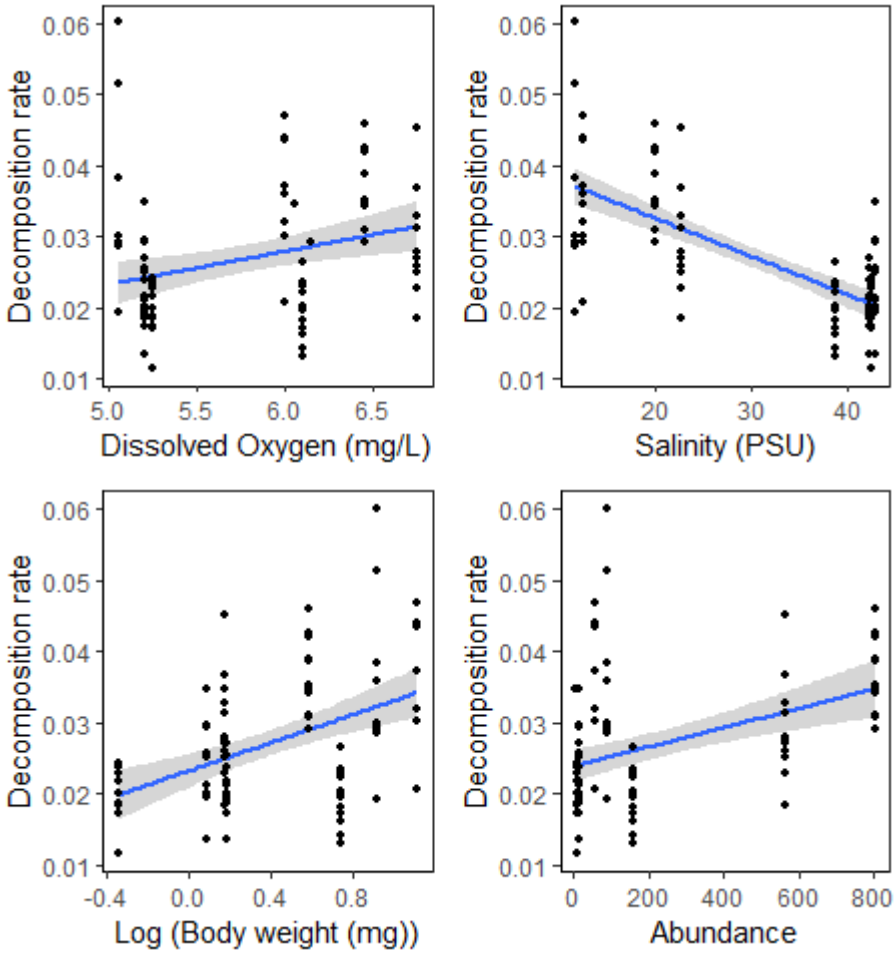
رابطه لگاریتمی بین طول بدن و وزن خشک بدن بطور کلی یک رابطه خطی بوده و در این مطالعه نشان می‌دهد موجودات کفزی به ازای هر واحد طول بدن در تالاب گمیشان نسبت به موجودات کفزی در خلیج میانکاله وزن بدن بیشتری داشته‌اند. همچنین افزایش وزن بدن به ازای هر واحد طول در تالاب گمیشان نشان می‌دهد این موجودات دارای متابولیسم بالاتری نسبت به موجودات دریایی هستند (شکل ۳)

نتایج ماتریس دوران یافته عامل‌ها برای تمامی پارامترهای مؤثر بر فراوانی ماکروبنتوزها در شکل ۴ نشان داده شده است. فاکتورهایی با مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک برای چرخش واریامکس و برای تمامی متغیرها مقادیر بارگذاری بزرگ‌تر از ۰/۵ به عنوان متغیرهای مؤثر و معنی‌دار انتخاب شدند. نتایج تحلیل عاملی نشان داد که در مجموع دو مولفه اصلی ۹۶/۱ درصد از کل تغییرات را توصیف می‌نمایند. مؤلفه اول ۷۷/۷ درصد و مولفه دوم ۱۸/۴ درصد از کل تغییرات را شامل می‌شوند. مؤلفه اول بارگذاری مثبت و قوی متغیرهای دما، طول و عرض جغرافیایی و k-day و نیز بارگذاری منفی و قوی شوری و اسیدیته را نشان داد. مؤلفه دوم بارگذاری مثبت و قوی اسیدیته و شوری و بارگذاری منفی طول جغرافیایی، اکسیژن و k-day را نشان داد. به طورکلی، نتایج تحلیل مؤلفه‌ی اصلی نشان داد که دما، طول و عرض جغرافیایی و k-day، اثر مثبت و اسیدیته و شوری و اکسیژن اثر منفی بر فراوانی ماکروبنتوزها داشت.

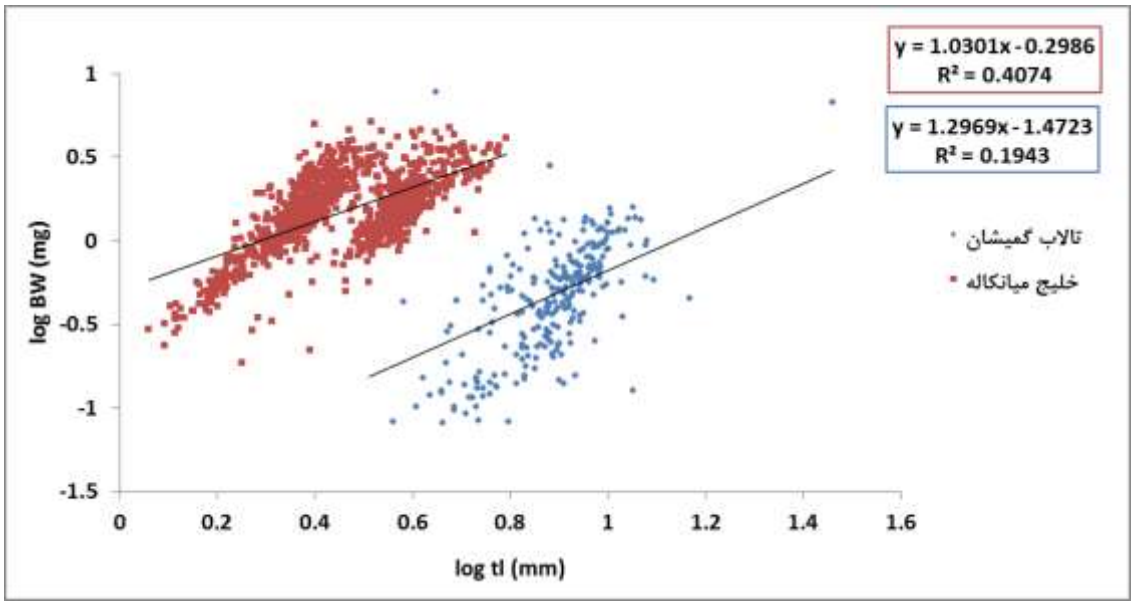
بحث و نتیجه‌گیری

بزرگ بی مهرگان کفزی که در بسترهای نرم ساکن هستند، شاخص‌های مناسبی برای سنجش سلامت محیط زیست هستند، زیرا نسبتاً غیرمتحرک هستند و نمی‌توانند مانع کاهش کیفیت آب در رسوبات شوند و نسبت به اثرات عوامل زیست محیطی در مقیاس محلی واکنش نشان می‌دهند. علاوه بر این، بیشتر گونه‌های آن‌ها دارای طول عمر دراز بوده، و همیشه اثرات وقایعی مانند تغییرات بزرگ فصلی و روزانه که باعث ایجاد آشفتگی می‌شوند را نشان می‌دهند (۴۵).

مقاله پژوهشی
DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5

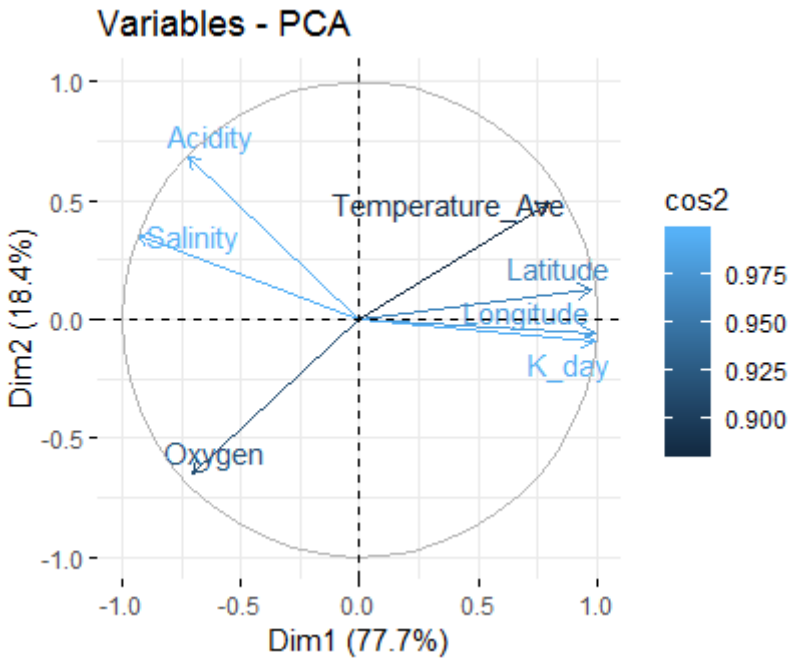


شکل ۲- رابطه بین نرخ تجزیه برگ‌ها با اکسیژن محلول آب، شوری، وزن بدن و فراوانی ماکروبنتوزها در مناطق مورد مطالعه



شکل ۳- رابطه بین طول بدن و وزن خشک بدن بی مهرگان آبزی (خلیج میانکاله و تالاب گمیشان)

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5
مقاله پژوهشی



شکل ۴- نتایج ماتریس دوران یافته عاملی برای پارامترهای مؤثر بر فراوانی ماکروبنتوزها در مناطق مطالعاتی

بطور کلی، تغییر در جوامع بی مهرگان کفزی در واکنش به شیب فزاینده مواد آلی توسط مدل پیرسون و رزنبرگ (۱۹۷۸) توضیح داده شده است (۵۴). این مدل بیان می‌کند که فراوانی موجودات کفزی در مراحل اولیه ورود مواد آلی به اکوسیستم ابتدا به تدریج افزایش یافته، اما با افزایش مواد آلی فراوانی نیز تا رسیدن جمعیت به نقطه حداکثر به سرعت زیاد می‌شود و سپس به دلیل کمبود اکسیژن به سرعت کاهش می‌یابد (۵۴).

از مهمترین عواملی که می‌تواند بر بیولوژی، فیزیولوژی و اکولوژی موجودات آبزی تأثیرگذار باشد، فاکتورهای محیطی و نوسانات فصلی آنها است. البته باید توجه داشت که هنگام بررسی و مطالعه تأثیر شرایط محیطی بر فراوانی و پراکندگی و تنوع موجودات بنتیک نمی‌توان فقط تأثیر یک فاکتور محیطی را در نظر گرفت. زیرا مجموعه عوامل مختلف محیطی در این زمینه دخالت دارند. بر این اساس، ترکیب و تأثیر ساختارهای بنتوزها می‌تواند در اثر تغییرات در میزان دما، شوری، بافت رسوبات و مواد آلی رسوبات باشد. تأثیر عوامل محیطی بر تنوع و تراکم ماکروبنتوزها در مطالعات متعدد به اثبات رسیده است (۱۲، ۱۷، ۲۳، ۴۲ و ۵۱).

با توجه به نتایج این تحقیق مقدار شاخص تنوع شانون در تالاب گمیشان ۱/۶۱ و در خلیج میانکاله ۱/۷۱ که مطابق طبقه‌بندی ولچ (۱۹۹۲) در محدوده آلودگی متوسط قرار دارند (۶۷). موفقیت در استفاده از این الگو در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است (۶، ۸، ۹، ۱۰، ۱۶، ۲۳، ۲۴ و ۴۷). بنابراین طی دوره انجام این مطالعه در تالاب گمیشان، علیرغم ورود آلودگی‌های مختلف به منطقه تنوع بین ایستگاه‌های مختلف دست خوش تغییرات قابل توجهی شده است و تغییرات تنوع با پارامترهای محیطی اندازه گیری شده نیز رابطه معنی‌داری داشته است. ریاضی (۱۳۸۱) و شیرود میرزائی و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی تنوع بی‌مهرگان کفزی در تالاب گمیشان بیشترین میزان شاخص شانون را به ترتیب ۰/۳۸۹ و ۰/۹ گزارش نمودند، که بطور قابل‌توجهی کمتر از مطالعه حاضر بود. دلیل پایین بودن این شاخص در مطالعات انجام شده به ایستگاه‌ها و عمق نمونه‌برداری، ابزار نمونه‌برداری و حتی پایه لگاریتمی برای

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5
مقاله پژوهشی

محاسبه این شاخص نسبت داد. علاوه بر این، افزایش فعالیت‌های کشاورزی و ورود پساب مزارع پرورش میگو در کنار کاهش عمق تالاب گمیشان سبب افزایش مقدار این شاخص در دو دهه اخیر شده است (۱۳). همچنین عقیلی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه جوامع بنتیک در قفس‌های محصور ساحلی (پن) و بدون حضور ماهی حداکثر مقدار شاخص تنوع را ۰/۹۴ محاسبه نمودند. ایشان پایین بودن این شاخص را به عوامل محیطی مانند بالا بودن دما، پایین بودن اکسیژن محلول، و شرایط آب و هوایی نظیر کولاک و بهم خوردگی بستر نرم عنوان کرد. براساس مطالعات انجام شده، مقادیر شاخص تنوع شانون در اکوسیستم‌های مختلف با بستر نرم بسیار متفاوت هستند (۸، ۲۵ و ۴۳) و بطور کلی میزان این شاخص در مناطق گرمسیری بیشتر از مناطق قطبی و معتدل است. علت این امر، ثبات بیشتر بستر است که متاثر از ثبات شرایط آب و هوایی و اقلیمی این مناطق است؛ بطوریکه بروز تغییرات شدید جوی و محیطی و پیدایش هرگونه آلودگی در آب‌های ساحلی می‌تواند باعث کاهش تنوع و تراکم بنتوزها گردد. علاوه براین محققین کشور روسیه نیز در دریای خزر تغییرات سطح دریا و بدنبال آن تغییرات شوری و اکسیژن را عوامل اصلی تغییرات جوامع بنتوز این دریا بیان کردند (۴۴).

مقایسه شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در تالاب گمیشان و خلیج میانکاله تفاوتی با هم نداشته اما نسبت به مطالعه ریاضی (۱۳۸۰) و شیرود میرزائی و همکاران (۱۳۹۷) در تالاب گمیشان به مراتب کمتر بوده است. دلیل این تفاوت احتمالا به ابزار و سطح ابزار نمونه‌برداری مرتبط باشد که در مطالعه حاضر از نمونه‌بردار زیستی (لیف‌پک‌ها) استفاده شده در حالیکه در مطالعات گذشته با نمونه‌بردار اکمن گرب با سطح مقطع ۲۲۵ سانتی‌متر مربع استفاده شده بود.

در این تحقیق شاخص یکنواختی پیلو در خلیج میانکاله به شکل معنی‌داری بالاتر از تالاب گمیشان بود. برخی ویژگی‌های زیستی جانوران کفزی مانند طول عمر، طول دوره‌های تولیدمثلی، عمق زیستگاه در رسوبات، سطح تروفیکی و عواملی مانند شدت فعالیت‌های صیادی نقش مهمی را در نوسانات ماکروبنتوزها ایفا می‌نمایند (۶۵). به دلیل پراکندگی واحدهای صنعتی، کشاورزی، آبزی‌پروری، دامپروری و تفرجگاهی در بخش مرکزی، شمال شرق، غرب و شرق خلیج میانکاله و نواحی جنوبی و غربی تالاب گمیشان شدت آسیب‌پذیری زیست محیطی در این منطقه زیاد است که علاوه بر معضلات خاص خود سبب آلودگی فیزیکی، شیمیایی و فیزیکوشیمیایی خلیج و رودخانه‌های منتهی به آنها می‌گردد (۳).

تحقیق حاضر و سایر مطالعات مشابه بر روی موجودات ماکروبنتیک نشان از تفاوت در میزان زی‌توده این موجودات در نقاط مختلف دارد. تفاوت در توده زنده کفزیان در نقاط مختلف با عوامل متعددی مانند مقدار غذا (۶۰)، عمق و نوع بستر (۴۰)، شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک حاکم بر محیط زیست (۵۹)، مقدار مواد آلی و آلودگی محیط زیست (۶۴)، اندازه ذرات رسوب (۴۶ و ۶۳)، میزان اکسیژن محلول (۲۹)، تغییر فصول (۶۲)، نوع ماهی و تعداد ماهیان کفزی‌خوار (۵۳) ارتباط دارد.

تاکنون مطالعات مختلفی در زمینه شناسایی بی‌مهرگان در خلیج میانکاله صورت گرفته است و میزان فراوانی گروه‌های مختلف کفزیان تفاوت‌های قابل توجه‌ای با یکدیگر و مطالعه حاضر داشته است (۲، ۴، ۶، ۹، ۱۰، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۲، ۲۴). که دلایل عمده تفاوت فراوانی بی‌مهرگان آبزی در اکوسیستم‌هایی مانند خلیج میانکاله به زمان مورد مطالعه، دوره زمانی، خصوصیات ایستگاه‌های انتخاب شده، اهداف تحقیق و روش نمونه‌برداری اشاره کرد که در این مطالعه برخلاف سایر مطالعات انجام شده از بسترهای زیستی استفاده گردید. ضمن اینکه دفعات نمونه‌برداری دراین مطالعه برخلاف سایر مطالعات یکبار

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5
مقاله پژوهشی

در فصل تابستان انجام شده که می تواند بر روی نتایج بدست آمده تاثیرگذار باشد.

در تحقیق حاضر، میزان فراوانی ماکروبنتوزها با وجود پایین‌تر بودن دمای آب در خلیج میانکاله نسبت به تالاب گمیشان، به مراتب بالاتر بوده که علت این امر احتمالاً به دلیل کاهش شدید مواد مغذی آلی و عدم تعادل ویژگی‌های محیطی از قبیل دما می‌باشد که تأثیر به سزایی در رشد و تولیدمثل ماکروبنتوزها داشته است. ذکر این نکته حائز اهمیت است که وجود ساخت و سازها در اراضی حاشیه‌ای اکوسیستم سبب افزایش فرسایش خاک، افزایش کدورت و تخریب زیستگاه‌های مهم و نیز جابجایی فون موجود توسط ابزار مورد استفاده گردیده است. این پدیده در مورد اکوسیستمی مانند خلیج میانکاله که به شکل طبیعی دارای حاشیه‌ای سست با ریزش رسوبات بالا است، مزید بر علت بوده و شرایط را تشدید می‌نماید. از طرفی عدم چرخش و گردش کامل آب در این مناطق نیز می‌تواند دلیل دیگری در رابطه با عدم تنوع گونه‌ای و فراوانی بالای ماکروبنتوزها باشد (۷).

در تحقیق حاضر بررسی شاخص‌های زیستی ماکروبنتوزهای شناسایی شده از هر دو منطقه مورد مطالعه نشان داد که میزان وزن خشک و درصد خاکستر در نمونه‌های جمع‌آوری شده از خلیج میانکاله بشکل معنی‌داری بالاتر از نمونه‌های تالاب گمیشان بود؛ اما ماکروبنتوزهای تالاب گمیشان از طول کل بیشتری برخوردار بودند. مقدار خاکستر نیز در نمونه های تالاب گمیشان ۷/۶۷ درصد و در خلیج میانکاله ۴/۴۳ درصد اندازه گیری شد. اندازه بدن ماکروبنتوزها به تعدد صفات گونه‌های مورد بررسی و فرآیندهای زیست محیطی مربوط است و می‌تواند به عنوان یک ابزار سنجش موثر جهت ارزیابی تغییرات جوامع و وضعیت اکوسیستم‌ها استفاده کرد (۳۸). این شاخص یکی از صفات کلیدی و بیشترین ویژگی مورد مطالعه موجودات در شرایط بیولوژیک و اکولوژیک است. اندازه بدن بر فرآیندهای زیستی در تمام سطوح از متابولیسم سلولی تا پویایی (۳۸)، نرخ گونه‌زایی و انقراض موجودات نیز موثر است (۳۹). با وجود برخی نظرات متضاد، اندازه بدن به عنوان یک صفت مناسب از سلامت اکوسیستم‌های تالابی پیشنهاد شده است (۲۷، ۵۲ و ۵۵)، و در حال حاضر به عنوان یکی از پارامتر اختیاری در دستورالعمل نظارت بر اکوسیستم‌های دارای آب انتقالی قرار دارد (۳۲).

نتایج تحلیل کوواریانس بین میزان اکسیژن محلول در آب و تجزیه لیف‌پک‌ها یک رابطه مثبت معنی‌دار بوده و در حالیکه میزان تجزیه با شوری یک رابطه معکوس دارد. وزن بدن موجودات ساکن کفزی روی لیف‌پک‌ها نشان می‌دهد میزان تجزیه برگ‌ها با افزایش بدن افزایش می‌یابد. از آنجا که براساس تئوری کلیبر رابطه مستقیمی بین وزن بدن و میزان متابولیسم موجودات وجود دارد (۵۰) در نتیجه با افزایش وزن بدن، میزان سوخت و ساز و تقاضا برای مصرف غذا افزایش می‌یابد و میزان مصرف بی‌مهرگان از منابع و همچنین جوامع میکروارگانیسم افزایش می‌یابد. میزان فراوانی هم رابطه مستقیم با تجزیه لیف‌پک‌ها دارد که بصورت واضح نشان می‌دهد با افزایش فراوانی بی‌مهرگان میزان تجزیه از برگ (مصرف) زیاد می‌شود. رابطه (کوواریانس) بین میانگین وزن بدن موجودات کفزی و غنای گونه ای یک رابطه معکوس و معنی‌داری می‌باشد که نشان می‌دهد هرچه غنای گونه‌ای بالاتر باشد وزن بدن موجودات کمتر بوده که می‌توان آن را به خاطر افزایش رقابت بین گونه‌ای برای غذا در بین موجودات تفسیر کرد (شکل ۲).

نتیجه‌گیری کلی

تغییرات اقلیم اثرات مشخصی بر ویژگی‌های زیست‌شناختی و اکولوژیکی اکوسیستم‌های آبی خصوصا دریاها و تالاب‌ها دارد و اثر نوسانات دمایی برجسته‌تر می‌باشد. در این مطالعه، تفاوت‌های دمایی در ایستگاه‌های

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5
مقاله پژوهشی

مختلف هر اکوسیستم و همچنین میانگین دمایی بین تالاب گمیشان و خلیج میانکاله مشاهده شد. نتایج نشان داد که این نوسانات بر متابولیسم و وزن توده زنده گونه‌های مختلف تاثیرگذار بوده به طوری که میانگین وزن بسیاری از گونه‌های مختلف در آب گرمتر تالاب گمیشان به مرتب کمتر از خلیج میانکاله بوده است.

منابع

۱. . اسحقی تیموری، م.، پاتیمار، ر.، نادری جلودار، م.، جعفریان، ح.، قربانی، ر. ۱۳۹۲. ارزیابی کیفیت آب رودخانه بابلرود با استفاده از شاخص‌های زیستی، همایش ملی علوم جانوری آبزی، دانشگاه گیلان، رشت.

۲. باقرزاده کریمی، م. و روحانی رانکویی، م. ۱۳۸۶. راهنمای تالاب‌های ایران: ثبت شده در کنوانسیون رامسر. سازمان حفاظت محیط زیست ایران، ۱۸۳ صفحه.

۳. بندانی، غ. ۱۳۸۴. بررسی دانه‌بندی و هیدروبیولوژی مناطق توسعه Pen (سواحل محصور) و Cage (قفس) در خلیج گرگان. معاونت امور اقتصادی و برنامه‌ریزی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گلستان، ۳۶۰ صفحه.

۴. بنی‌اعمام، م.، اجلالی خانقاه، ک.، علی ملایری، ف. ۱۴۰۰. همبستگی بین غلظت برخی فلزات سنگین در رسوبات و جمعیت ماکروبنتیک بنادر جنوب شرقی دریای خزر (بندر ترکمن تا بندر فریدونکنار). مجله علمی شیلات ایران، ۳۰(۲): ۱۶۱-۱۷۳.

۵. پورصوفی، ط.، حق‌نیا، ر.، قجقی، ا. ۱۳۹۷. ترکیب و فراوانی بی‌مهرگان کفزی در بخش پایینی رودخانه گرگانرود - استان گلستان. فصلنامه محیط زیست جانوری، ۱۰(۳): ۳۹۷-۴۰۴.

۶. حبیبی، پ.، بابازاده، ا.، علیزاده کتک‌لاهیجانی، ح.، عباسیان، ه. ۱۳۹۲. فراوانی رزنبران کفزی در توالی رسوبی خلیج گرگان، شمال ایران. مجله اقیانوس‌شناسی، ۴(۱۵): ۵۹-۶۹.

۷. حسن‌زاده کیابی، ب. قائمی، ر. عبدلی، ا. ۱۳۷۸. اکوسیستم‌های تالابی و رودخانه‌ای استان گلستان. اداره کل حفاظت محیط زیست استان گلستان. ۱۸۲ صفحه.

۸. خواجه‌پور، س. ۱۳۸۵. بررسی و تعیین تراکم، تنوع و توده زنده ماکروبنتوزها در سواحل استان خوزستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران. ۱۴۶ صفحه.

۹. درستکار احمدی، ه. ۱۳۸۶. مطالعه و پراکنش ماکروبنتوزهای خلیج گرگان. پایان نامه کارشناسی ارشد بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ۱۷۰ صفحه.

۱۰. ریاضی، ب. ۱۳۸۱. بررسی بی‌مهرگان کفزی در تالاب گمیشان .مجله منابع طبیعی ایران، ۵۵(۲): ۲۲۳-۲۱۱.

۱۱. شربتی، ص.، اکرمی، ر.، یلقی، س.، میردار، ج.، احمدی، ز. ۱۳۹۱. شناسایی، تعیین فراوانی و زیتوده جوامع ماکروبنتیک در آبهای ساحلی جنوب شرقی دریای خزر (استان گلستان). مجله علمی شیلات ایران، ۲۱(۴): ۳۲-۲۲.

۱۲. شکوری، ا.، بخش‌حوت، ک. ۱۳۹۶. بررسی ساختار جوامع کفزی در تالاب لیپاز در استان سیستان و بلوچستان. اکوبیولوژی تالاب، ۹(۳۳): ۲۹-۴۲.

۱۳. شیرود میرزایی، ف.، قربانی، ر.، حسینی، س.ع.، پرافکنده حقیقی، ف.، نصراله‌زاده ساروی، ح. ۱۳۹۷. ارزیابی اثرات محیط زیستی پساب آبزی‌پروری بر جوامع کفزی (مطالعه موردی: تالاب گمیشان، استان گلستان). محیط زیست جانوری، ۱۰(۴): ۴۹۹-۵۱۰.

۱۴. طاهری، م.، سیف‌آبادی، ج.، یزدانی فشتمی، م. ۱۳۸۵. پویایی جمعیت و زی‌توده کرم پرتار (*Streblospio gynobranchiata*) در خلیج گرگان (ساحل بندر گز) جنوب شرقی دریای خزر. مجله علوم و فنون دریایی ایران، ۵(۳ و ۴): ۴۱-۳۳.

۱۵. طاهری، م.، سیف‌آبادی، ج.، یزدانی، م. ۱۳۸۶. بررسی اکولوژیکی و تغییرات سالانه جمعیت پرتاران خلیج گرگان-ساحل بندر گز. مجله زیست‌شناسی، ۲۰(۲): ۲۹۴-۲۸۶.

۱۶. عقیلی، ک.، جعفری، و.، آقایی‌مقدم، ع.ع.، حق‌پرست، س. ۱۳۹۸. مطالعه جوامع بنتیکی در محیط‌های محصور (پن) پرورش کپور وحشی در خلیج گرگان. مجله بوم شناسی آبزیان، ۹(۲): ۱-۱۰.

۱۷. علی‌زاده، م.، حسینی، س.ع.، جعفریان، ح.، قربانی، ر.، قلی‌زاده، م. ۱۳۹۷. ارزیابی شاخص‌های بوم‌شناختی و زیستی جوامع درشت بی‌مهرگان کفزی در رودخانه ساری‌سو (قرناوه). علوم آبزی‌پروری، ۶(۲): ۷۵-۸۸.

۱۸. فرهنگی، م.، حسینی، س.ع.، جعفریان، ح.ا.، قربانی، ر.، هرسیج، م.، سوداگر، م. ۱۳۹۶. مطالعه اثرات پرورش ماهیان خاویاری بر

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5

پراکنش، تراکم و توده زنده بزرگ بی‌مهرگان در خلیج گرگان. مجله محیط‌زیست جانوری، ۹(۴): ۳۵۴-۳۴۷.

۱۹. کوثری. س.، وثوقی، غ.؛ فارابی، س.م. و سلیمانی رودی، ع. ۱۳۸۸. مقایسه فراوانی و زیتوده ماکروبنتوزهای دریای خزر در استان مازندران. مجله علمی شیلات ایران، ۲: ۲۱-۱۴.

۲۰. مهندسین مشاور آسارب. ۱۳۸۴. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مجتمع پرورش میگوی گمیشان. اداره کل شیلات استان گلستان، ۲۱ صفحه.

۲۱. موسوی رینه، س.م.، پورابراهیم، ش. ۱۳۹۸. ارزیابی کیفیت آب رودخانه کرج (استان البرز) با استفاده از شاخص‌های زیستی درشت بی‌مهرگان کفزی. محیط زیست جانوری، ۱۱(۳): ۳۳۵-۳۴۴.

۲۲. موسوی کشکا، م.، سیف‌آبادی، ج.، عوفی، ف.، حساس دلیرخواه، آ.، طاولی، م. ۱۳۸۹. پراکنش و نوسانات فصلی کفزیان بزرگ خلیج گرگان (جنوب شرقی دریای خزر). مجله زیست شناسی ایران، ۲۳(۴): ۶۱۲-۶۰۵.

۲۳. نبوی، س. م. ب.، یاوری و.، سید مرتضایی، س.ر.، دهقان مدیسه، س.، جهانی، ن. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات فراوانی و تنوع پرتاران در زیر قفس‌های پرورش ماهی‌خور غزاله (خور موسی). مجله اقیانوس‌شناسی، ۱(۱): ۹-۱.

۲۴. نوروزی، ن.، قربانی، ر.، حسینی، س.ع.، هدایتی، ع.ا.، ندافی، ر. ۱۳۹۷. روند جایگزینی کفزیان در حوضه جنوب‌شرقی دریای خزر و ارتباط آن با شرایط تروفی اکوسیستم. محیط زیست جانوری، ۱۰(۴): ۴۸۹-۴۹۸.

25. Aliakbarian, A., Ghorbani, R., Fazli, H., Mahini, R.S., Yelghi, A., Naddafi, R. 2020. Diversity and spatial distribution patterns of the benthic macrofauna communities in the southeast of the Caspian Sea (Golestan Province– Iran) in relation to environmental conditions. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 19(2): 525-540. DOI: 10.22092/ijfs.2019.120647

26. Arnell, N.W., Halliday, S.J., Battarbee, R.W., Skeffington, R.A., Wade, A.J. 2015. The implications of climate change for the water environment in England. Progress in Physical Geography, 39(1): 93-120. DOI: 10.1177/0309133314560369

27. Basset, A., Barbone, E., Borja, A., Brucet, S., Pinna, M., Quintana, X. D., Simboura, N. 2012. A benthic macroinvertebrate size spectra index for implementing the water framework directive in coastal lagoons in Mediterranean and Black Sea ecoregions. Ecological Indicators, 12(1): 72-83.

28. Cabrini, R., Canobbio, S., Sartori, L., Fornaroli, R., Mezzanotte, V. 2013. Leaf packs in impaired streams: the influence of leaf type and environmental gradients on breakdown rate and invertebrate assemblage composition. Water, Air, and Soil Pollution, 224(10): 1-13.

29. Camargo, J.A. 2019. Positive responses of benthic macroinvertebrates to spatial and temporal reductions in water pollution downstream from a trout farm outlet. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystem, 420: 1-8. doi.org/10.1051/kmae/2019010

30. Canobbio, S., Mezzanotte, V., Sanfilippo, U., Benvenuto, F. 2009. Effect of multiple stressors on water quality and macroinvertebrate assemblages in an effluent-dominated stream. Water, Air, and Soil Pollution, 198: 359–371.

31. Chang, H. 2005. Spatial and temporal variation in the water quality in the Han River and its tributaries. Water, Air, and Soil Pollution, 161: 267–284.

32. Common implementation strategy for the water framework directive. 2003. Carrying forward the Common Implementation Strategy for the water framework directive- Progress and work programme for 2003 and 2004. 52pp.

33. Davies, P.J., Wright, I.A., Findlay, S.J., Jonasson, O.J., Burgin, S. 2010. Impact of urban development on aquatic macroinvertebrates in south eastern Australia: degradation of in-stream habitats and comparison with non-urban streams. Aquatic Ecology, 44(4): 685–700.

34. Dekanova, V., Venarsky, M.P., Bunn, M.V. 2021. Length-mass relationships of Australian aquatic invertebrates. Austral Ecology, 47:120-126.

35. Deldicq, N., Langlet, D., Delaeter, C., Beaugrand, G., Seuront, L., Bouchet, V.M.P. 2021. Effects of temperature on the behavior and metabolism of an intertidal Foraminifera and consequences for benthic ecosystem functioning. Scientific Reports, 11: 1-14. https://doi.org/10.1038/s41598-021-83311-z

36. De Roos, A.M., Persson, L., McCauley, E. 2003. The influence of size-dependent life-history traits on the structure and dynamics of populations and communities. Ecology Letters, 6: 473–487.

37. Dobson, M. 2006. Microhabitat as a determinant of diversity: Stream invertebrates colonizing leaf

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5

freshwater pearl mussel River Waldaist (Upper Austria). Limnologica, 50: 54-57.

47. Marques, J.C., Salas, F., Patricio, J., Teixeiraand, H., Neto, J.M. 2009. Ecological indicators for coastal and estuarine environmental assessment: A User Guide. WIT Press, UK, 208p.

48. Marshall, S.A. 2002. Biological indicators of aquatic ecosystem stress. CABI publishing, 330p.

49. Mouillot, D., Lepretre, A. 1999. A comparison of species diversity estimators researches on population ecology, 41: 203-215.

50. Nagy, K.A. 2005. Field metabolic rate and body size. The Journal of Experimental Biology, 208: 1621-1625. doi:10.1242/jeb.01553

51. Naser, H.A. 2022. Community structures of benthic macrofauna in reclaimed and natural intertidal areas in Bahrain, Persian Gulf. Journal of Marine Science and Engineering, 10(7): 945-961. https://doi.org/10.3390/jmse10070945

52. Nash, K.L., Allen, C.R., Barichievy, C., Nystorm, M., Sundstorm, S., Graham, N.A.J. 2014. Habitat structure and body size distributions: cross-ecosystem comparison for taxa with determinate and indeterminate growth. Oikos, 123: 971-983. doi: 10.1111/oik.01314

53. Nicola, G.G., Elvira, A.A.B. 2010. Effects of environmental factors and predation on benthic communities in headwater streams. Aquatic Sciences, 72: 419-429. DOI 10.1007/s00027-010-0145-8

54. Pinna, M., Marini, G., Rosati, I., Neto, J.M., Patrício, J., Marques, J.C., Basset, A. 2013. The usefulness of large body-size macroinvertebrates in the rapid ecological assessment of Mediterranean lagoons. Ecological Indicators, 29: 48-61.

55. Peralta-Maraver, I., López-Rodríguez, M.J., Fenoglio, S.J.M. 2011. Macroinvertebrate colonization of two different tree species leaf packs (native vs. introduced) in a Mediterranean stream. Journal of Freshwater Ecology, 26(4): 495–505

56. Ponti, M., Casselli, C., Abbiati, M. 2011. Anthropogenic disturbance and spatial heterogeneity of macrobenthic invertebrate assemblages in coastal lagoons: the study case of Pialassa Baiona (northern Adriatic Sea). Helgoland Marine Research, 65: 25-42.

57. Rahman, M.Kh., Hossain, M.B., Majumdar, P.R., Mustafa, M.G., Noman, M.A., Albeshr, M.F., Bhat, E.A., Arai, T. 2022. Macrobenthic packs. Freshwater Biology, 32(3): 565-572. DOI:10.1111/j.1365-2427.1994.tb01147.x

38. Donadi, S., Eriksson, B. K., Lettmann, K. A., Hodapp, D., Wolff, J. O., Hillebrand, H. 2015. The body-size structure of macrobenthos changes predictably along gradients of hydrodynamic stress and organic enrichment. Marine Biology, 162(3): 675-685.

39. Etienne, R.S., De Visser, S.N., Janzen, T., Olsen, J.L., Olff, H., Rosindell, J. 2012. Can clade age alone explain the relationship between body size and diversity? Interface Focus, 2(2): 170-179.

40. Graca, M.A.S., Ferreira, W.R., Firmiano, K., Franva, J., Callisto, M. 2015. Macroinvertebrate identity, not diversity, differed across patches differing in substrate particle size and leaf litter packs in low order, tropical atlantic forest streams. Limnetica, 34(1): 29-40. DOI: 10.23818/limn.34.03

41. Gjoni, V. 2017. Ecological significance of cross community scaling relationship in lagoon ecosystem. Ph.D. thesis in ecology and climate changes, Salento University, Lecce, Italy.

42. Godson, P.S., Vincent, S.G.T., Krishnakumar, S. 2021. Ecology and biodiversity of benthos. Elsevier Inc., Amsterdam, Netherlands.

43. Joydas, T.V., Krishnakumar, P.K., Qurban, M., Ali, S.M., Al-Suwailem, A., Al-Abdulkhader, K. 2011. Status of macrobenthic community of Manifa - Tanajib Bay System of Saudi Arabia based on a once-off sampling event. Marine Pollution Bulletin, 62: 1249-1260.

44. Katunin, D.N., Khripunov, I.A., Besportochnyi, N.F. 1994. Oxygen content in water layers of the Caspian Sea in conditions of sea level increase and anthropogenic press. In: A.P. Alexeev (Ed) Ecosystems of the Seas of Russia in Conditions of Anthropogenic Press. Abstract/ VNIRO, Astrakhan: 102–104.

45. Kreiling, A.K., O'Gorman, E.J., Palsson, S., Benhaim, D., Leblanc, C.A., Olafsson, J.S., Kristjansson, B.K. 2021. Seasonal variation in the invertebrate community and diet of a top fish predator in a thermally stable spring. Hydrobiologia, 848: 531-545. https://doi.org/10.1007/s10750-020-04409-5(0123456789().,-volV)(01234567

46. Leitner, P., Hauer, C., Ofenbock, T., Pletterbauer, F., Schmidt-Kloiber, A., Graf, W. 2015. Fine sediment deposition affects biodiversity and density of benthic macroinvertebrates: A case study in the

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5

assemblages, distribution and functional guilds from a freshwater-dominated tropical estuary. Diversity, 14: 1-15. https://doi.org/10.3390/d14060473

58. Reizopoulou, S., Nicolaidou, A. 2007. Index of size distribution (ISD): a method of quality assessment for coastal lagoons. Hydrobiologia, 577: 141-149.

59. Rivera-Usme, J.J., Agudelo, G.P., Churio, R., Rebolledo, M.I.C. 2015. Biomass of macroinvertebrates and physicochemical characteristics of water in an Andean urban wetland of Colombia. Brazilian Journal of Biology, 75: 180-190. DOI:10.1590/1519-6984.10613

60. Salas, F., Marcos, C., Neto, J.M., Patricio, J., Perez-Ruzafa, A., Marques, J.C. 2006. User-friendly guide for using benthic ecological indicators in coastal and marine quality assessment. Ocean Coast Managent, 49: 308-331.

61. Schellekens, J., Heidecke L., Nguyen, N., Spit, W. 2018. The economic value of water- water as a key resource for economic growth in the EU. Ecorys, Rotterdam, Netherland.

62. Shokat, P., Nabavi, S. M. B., Savari, A. and Kochanian, P., 2010. Ecological quality of Bahrekan coast, by using biotic indices and benthic communities. Transitional Waters Bulletin, 4(1): 25-34.

63. Soto, E., Quiroga, E., Ganga, B., Alarcon, G. 2017. Influence of organic matter inputs and grain size on soft-bottom macrobenthic biodiversity in the upwelling ecosystem of central Chile. Marine Biodiversity, 47(2): 433-450. DOI 10.1007/s12526-016-0479-0

64. Spänhoff, B., Bischof, R., Böhme, A., Lorenz, S., Neumeister, K., Nöthlich, A., Küsel, K. 2007. Assessing the impact of effluents from a modern wastewater treatment plant on breakdown of coarse particulate organic matter and benthic macroinvertebrates in a lowland river. Water, air, and soil pollution, 180(1-4): 119-129.

65. Tampo, L., Kabore, I., Alhassan, E.H., Oueda, A., Bawa, L.M., Djaneye-Boundju, G. 2021. Benthic macroinvertebrates as ecological indicators: their sensitivity to the water quality and human disturbances in a tropical river. Frontiers in Water, 3: 1-17. https://doi.org/10.3389/frwa.2021.662765

66. Welch, F.B., Lindell, T. 1992. Ecological effect of waste water: applied limnology and pollutant effects. 2nd edition. 425pp.

67. Yamanaka, T., White, P.C.L., Spencer, M., Raffaelli, D. 2012. Patterns and processes in abundance–body size relationships for marine benthic invertebrates. Journal of Animal Ecology, 81(3): 463-471. https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2011.01921.x

68. Zalmon, L.R., Krohling, W., Ferrelra, C.E.L. 2011. Abundance and diversity patterns of the sessile macrobenthic community associated with environmental gradients in Vitória Harbor, southeastern Brazil. Zoologia, 28: 641-652. doi: 10.1590/S1984-46702011000500012

مقاله پژوهشی
DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.1.4.5

The effect of environmental factors on body size indices and the diversity of macrobenthic communities in Gomishan Lagoon and Miankale Bay.

Asarian Noushabadi F.[1], Rahmani H.[1*] and Bast A.[2]

[1]Dept. of Fisheries, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari of Agricultural Sciences and Natural Resources University, I.R. of Iran.

[2] Laboratory of Ecology, Department of Biological and Environmental Sciences and Technologies, University of Salento, S.P. Lecce-Monteroni, 73100 Lecce, Italy

Abstract

Body size is a fundamental characteristic of organisms and is expected to decrease in response to environmental stresses such as heat stress, and its estimation is an important step in addressing many ecological questions in aquatic environments. The aim of this study was to investigate the effect of environmental factors on body size and diversity of macrobenthos communities in Gomishan wetland and Miankaleh Bay. For this purpose, macrobenthos was carried out by leaf packages in summer 2017. In this study, the population of macrobenthos was determined at the family and in some cases, at the genus and species level and physical and chemical properties water such as temperature, salinity, pH, electrical conductivity and dissolved oxygen were measured. The results showed that the average temperature, salinity and electrical conductivity in Gomishan lagoon were higher than Miankale Bay, but no difference was observed in terms of dissolved oxygen and pH. In this study, a total of 7 macrobenthos groups including of 9 families in the Gomishan wetland and 8 macrobenthos groups in the Miankale Bay were identified. The average dry weight and total length of the Littorinimorpha, Decapoda and Phyllodocida orders in Gomishan lagoon and Miankaleh Bay showed a significant difference ($p<0.01$), but, no significant difference was observed in the Zygoptera ($p>0.01$). Shannon's species diversity and evenness indices showed a significant difference in two ecosystems ($p<0.05$). The results of covariance analysis between dissolved oxygen, salinity, body weight and abundance on leaf pack decomposition showed that only water salinity has an inverse relationship with the decomposition rate. The results of factorial rotation matrix showed that temperature, longitude and latitude and k-day had a positive effect and pH, salinity and oxygen had a negative effect on the abundance of macrobenthos. The results showed that the changes in environmental parameters such as temperature had an effect on the metabolism and weight of the biomass of different species, so that the average weight of many different species in the warmer water of Gomishan Lagoon was lower than that of Miankaleh Bay.

Keywords: Macrobenthos, Gomishan lagoon, Miankaleh Bay, environmental parameters, body size