

اثرات پرورش ماهی در قفس‌های شناور بر رسوبات بستر و ساختار اجتماعات بزرگ بی‌مهرگان کفزی در جنوب دریای خزر، کلارآباد

سمیرا داد*^۱، حجت اله جعفریان^۱، سید محمد وحید فارابی^۲، رحمان پاتیمار^۱، ابوالقاسم روحی^۲، محمد هرسیج^۱

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۳

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، ایران، صندوق پستی: ۹۶۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۱۱

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثرات پرورش ماهی در محل استقرار قفس‌های دریایی در منطقه کلارآباد واقع در جنوب دریای خزر انجام شده است. نمونه‌برداری در سه جهت محل استقرار قفس‌ها؛ شرق، غرب و جنوب (سمت ساحل دریای خزر) انجام گرفته است. به این منظور ۴ ایستگاه در هر سمت، از سایه قفس‌ها (۵ متری) تا فاصله ۱۰۰۰ متری قفس‌ها (شاهد) برحسب فاصله در نظر گرفته شد. آنالیز دانه‌بندی، میزان درصد سیلت - رس (ذرات کوچک‌تر از ۶۳ میکرون) را با دامنه (۹۸/۴-۲۵/۴۴) و میانگین درصد مواد آلی (TOM) در رسوبات را با دامنه (۱/۷۴-۷/۲۱) نشان داد. آن‌طور که نتایج نشان می‌دهد در کل دوره درصد ذرات دانه‌ریز و از جنس ذرات سیلتی (۰/۰۶۳ mm) بوده و بیشترین درصد مواد آلی در ایستگاه ۳ (۱۰۰ متری) در اوایل دوره پرورش (دی ماه) نشان داد جایی که می‌تواند به دلیل وجود جریانات دریایی (سیلکون و آنتی سیلکون) از غرب به شرق بستگی داشته باشد. براساس نتایج، بیشترین تراکم در ایستگاه شاهد و کمترین تراکم در سایه قفس‌ها بوده است که می‌تواند به دلیل فعالیت پرورش در قفس‌های دریایی و جریانات آبی بستگی داشته باشد. از نظر زی‌توده نیز کمترین میزان در سایه قفس‌ها و بیشترین میزان در ایستگاه ۱۰۰ متری از قفس‌ها بوده است، جایکه می‌تواند به دلیل حضور گونه *Cerastoderma lamarki* در ایستگاه ۱۰۰ متری اعلام نمود که به دلیل بزرگ جثه بودن و مقاوم بودن به شرایط ناپایدار حاکم بر محل استقرار قفس‌های دریایی با توجه به جریانات آبی که سبب جابجایی و حمل بیشتر مواد آلی از محل استقرار قفس‌ها به این نقطه شده است منجر به افزایش زی‌توده گردید. محدوده‌ی شاخص شانون بین ۰/۲۹-۰/۹۲ تعیین شد که نشان‌دهنده‌ی تنوع پایین منطقه مورد مطالعه می‌باشد. اندازه‌گیری شاخص‌های بیولوژیک مانند تنوع، فراوانی، گونه‌های شاخص، اختلافات جزئی را بین ایستگاه زیر قفس و ایستگاه دور از قفس، نشان دادند که بخشی از این اختلافات می‌تواند ناشی از فعالیت پرورش ماهی در قفس‌ها باشد.

کلمات کلیدی: آبی‌پروری، قفس‌های پرورشی، بزرگ بی‌مهرگان کفزی، کلارآباد، دریای خزر.

مقدمه

امروزه انجام مطالعات و تحقیقات دریایی در جهت اهداف مختلف اقتصادی، امنیتی، سیاسی، نظامی، زیست محیطی امری اجتناب ناپذیر تلقی می شود. نگاه همه جانبه و فراگیر به حوزه مطالعات دریایی امری بدیهی محسوب شده و ناگفته پیداست که انجام این تحقیقات و مطالعات، دستاوردها و نتایج قابل توجهی در پی خواهد داشت (منصوری و صدری نسب، ۱۳۹۲). پرورش ماهی در قفس در آب های لب شور و شور، از مدت ها قبل مورد توجه قرار گرفته و به دلیل وجود منابع آبی شور، می تواند گسترش و تنوع قابل توجهی داشته باشد (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۶).

فعالیت های تولید غذا، مانند هر فعالیت دیگر بشر، بر محیط زیست اثر می گذارند. صنعت آبی پروری هم از این قاعده مستثنی نیست. پساب های خروجی از سیستم های آبی پروری ممکن است باعث تغییراتی در اکوسیستم های دریافت کننده پساب شود. البته سهم آثار زیست محیطی آبی پروری در جهان در مقایسه با دیگر فعالیت های بشر مانند کشاورزی، صنعت، مسکن سازی و غیره اندک است (Arimoro and Osakwe, 2006). بطوریکه به ازای هر تن تولید ماهی، ۳۰۰-۱۵۰ کیلوگرم مواد غذایی مصرف نشده و ۳۰۰-۲۵۰ کیلوگرم مدفوع به آب وارد می شود (کریمی و همکاران، ۱۳۹۱).

فعالیت آبی پروری با وجود اهمیت فراوان می تواند بر سیستم های دریایی تأثیرگذار باشند. در واقع قفس های دریایی اگر درست مدیریت نشوند می توانند بر محیط تأثیرات منفی بگذارند (Rome, 1996; Gray, 1981). مطالعه ماکروفون ها یک روش استاندارد برای ارزیابی فعالیت های مختلف انسانی روی محیط دریا،

به ویژه برای فعالیت های پرورش ماهی در قفس، می باشد (Morrisey et al., 2000; Simboura et al., 1995).

تنوع زیستی یکی از مهم ترین مؤلفه ها برای تعیین سلامت اکوسیستم ها و یکی از معیارهای مهم برای نشان دادن اهمیت زیستگاه های مورد حفاظت می باشد (Price, 2002). بررسی شاخص های اکولوژیکی در یک اکوسیستم، تصویر روشنی را از وضعیت زیست محیطی و ثبات منطقه ارائه می دهند (Jorgensone et al., 2005).

بنابراین با توجه به فعالیت آبی پروری در منطقه مورد مطالعه تجمع غذای خورده نشده ماهیان، مواد دفعی شامل مدفوع ماهیان و حتی داروهای مورد استفاده، در زیر قفس ها با گذشت زمان قابل پیش بینی است. به نظر می رسد محل احداث قفس های آبی پروری به عنوان مکانی برای مقایسه متغیرها نسبت به منطقه شاهد مناسب باشد بنابراین محل استقرار قفس ها به عنوان منطقه ای که می تواند تحت اثر باشد در مقایسه با مناطق مجاور تا فاصله ۱۰۰۰ متر (منطقه شاهد)، از لحاظ فراوانی و تنوع، توده زنده بزرگ بی مهرگان کفزی و میزان مواد آلی مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت.

از تحقیقات انجام یافته توسط محققین در راستای این تحقیق می توان به موارد زیر اشاره نمود:

در مطالعه ای دیگر پرافکنده و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی پراکنش، تراکم و توده زنده بزرگ موجودات بتیکی در محل استقرار پرورش ماهی در قفس در سواحل جنوبی دریای خزر (آبهای مازندران- کلارآباد) با تعیین سه ایستگاه در محل استقرار قفس های پرورشی نشان دادند که تراکم و زی توده

بزرگ موجودات کفزی در ایستگاه محل استقرار قفس کمتر از سایر ایستگاه‌ها بود جایکه می‌تواند به فعالیت پرورش ماهی در قفس و اثرات آن بر موجودات کفزی بستگی داشته باشد که با مطالعه تغییرات ساختار جمعیتی و تنوع آن‌ها می‌توان به پایش اثرات آلودگی اکوسیستم‌های آبی پرداخت. همچنین اظهار داشتند که گونه *Streblospio gynobranchiata* از پرتاران، جمعیت غالب بزرگ موجودات کفزی را به خود اختصاص دادند. جهانی و همکاران (۱۳۸۹) در سنجش کیفی بار آلودگی ناشی از اثرات احتمالی فعالیت‌های آبی‌زی پروری در خور غزاله (خلیج فارس) بر کفزیان به بررسی اثرات احتمالی قفس‌های پرورش ماهیان دریایی خور غزاله روی جوامع بنتیک به عنوان شاخص آلودگی پرداختند. به این منظور ۴ ایستگاه بر حسب فاصله از زیر قفس‌های پرورشی (زیر قفس، ۵۰ متری قفس، ۱۵۰ متری قفس، ۴۰۰ متری قفس بعنوان شاهد) انتخاب و از هر ایستگاه برداشت نمونه رسوب برای شناسایی ماکروبتوز، آنالیز دانه‌بندی رسوبات و سنجش میزان مواد آلی درون رسوبات یا TOM^۱ صورت گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که ایستگاه‌های نزدیک قفس دارای آلودگی متوسط محیطی هستند، در صورتی که ایستگاه شاهد شرایط بدون آلودگی حاکم بود. نبوی و همکاران (۱۳۸۹) به منظور بررسی تغییرات فراوانی و تنوع پرتاران (*Polychaetes*) در زیر قفس‌های پرورش ماهی خور غزاله (خور موسی) از ۴ ایستگاه از زیر قفس تا فاصله ۴۰۰ متری از قفس نمونه‌برداری انجام گرفت. نتایج نشان داد که تنوع گونه ای و غالبیت از ایستگاه ۱ (زیر قفس) تا ایستگاه ۴ (۴۰۰ متری از قفس) به ترتیب افزایش و کاهش داشته است.

^۱ Total Organic Matter

میانگین درصد مواد آلی در رسوبات خور با دامنه (۶/۱۷-۲۳/۲۶) درصد تخمین زده شد که ایستگاه شاهد کمترین مقدار را نشان داد. آنالیز دانه بندی رسوبات میزان درصد سیلت - رس را با دامنه (۹۷/۴۷-۴/۷۶) نشان داد که کمترین مقدار در ایستگاه ۲ و بیشترین مقدار در ایستگاه ۳ ثبت شد. Lam و همکاران (۱۹۹۴) در بررسی اثرات پرورش ماهیان دریایی بر کیفیت آب و رسوبات بستر، کاهش در جوامع بنتیک و اکسیژن محلول را بیان داشتند. Karakasis و همکاران (۲۰۰۰) به مطالعه‌ای از اثرات آبی‌زی‌پروری در قفس بر بستر دریا در سه منطقه از سواحل مدیترانه پرداختند. نمونه‌برداری جهت بررسی از ماکروفون‌ها و متغیرهای ژئوشیمیایی از ۵ ایستگاه (صفر متر زیر قفس، ۲۵ متر، ۵۰ متر، ۱۰۰ متر و ۱۰۰۰ متر ایستگاه شاهد) در هر سه منطقه انجام گرفت. بطور کلی نتایج نشان داد که تغییرات فصلی ژئوشیمی و جمعیت ماکروفونا در اطراف قفس بیشتر می‌باشد. طی مطالعه‌ای دیگر، تأثیر پرورش قزل‌آلای رنگین کمان روی ساختار جمعیتی بی‌مهرگان کفزی دریاچه‌ای در کانادا، منجر به کاهش ۸ برابری در فراوانی و همچنین کاهش غنای گونه‌ای بی‌مهرگان کفزی زیر قفس‌های پرورشی در مقایسه با فاصله‌ی ۴۵ متری بعد از دو ماه از پرورش شد. همچنین با استفاده از آزمون PCA تعیین گردید که ۷۶٪ تغییرات در فراوانی بی‌مهرگان کفزی با فاصله از قفس و متغیرهای شیمیایی مرتبط بود که این اثرات نیز محلی بوده و با فاصله‌ی بیشتر از ۱۵ متری از قفس‌ها کاهش می‌یابد (Rebecca, 2009).

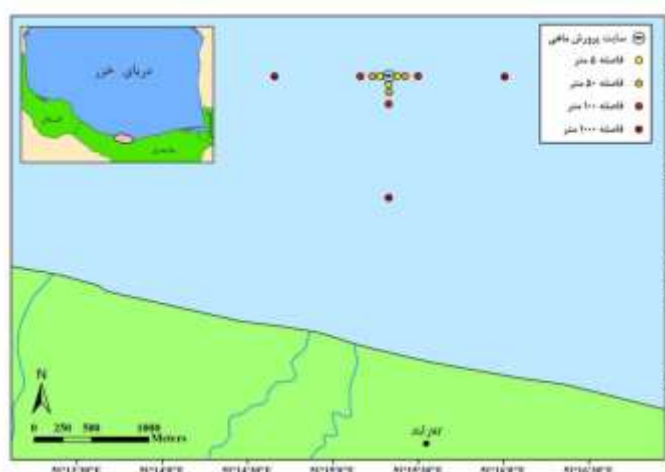
به‌طور کلی اهداف دنبال شده در این مطالعه سنجش مواد آلی رسوبات بستر، دانه‌بندی و استفاده از شاخص بیولوژیک بزرگ بی‌مهرگان کفزی به منظور

تعیین تاثیر پرورش ماهی در قفس بر محیط اطراف آن می باشد.

مواد و روش ها

این تحقیق در منطقه کلارآباد واقع در جنوب دریای خزر در استان مازندران انجام شد. منطقه

کلارآباد واقع در شهرستان چالوس در ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در محل سایت استقرار قفس پرورش ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر (کلارآباد)

Karakassis and *et al.*, ;Bron and *et al.*, 1993
2000; 2003; Shakouri, 2003; Guo and Li, 2003). نمونه برداری از منطقه مورد مطالعه در کل دوره پرورش (ماه آذر تا ماه خرداد) بدلیل محدودیت ها و شرایط نامساعد جوی در چهار دوره یعنی در ماه های دی، اسفند، اردیبهشت و شهریور (به ترتیب اوایل و اواسط دوره پرورش و پس از برداشت) انجام گرفت.

نمونه گیری از رسوب با استفاده از گرب ون وین با سطح مقطع ۰/۰۳۳ مترمربع انجام گرفت. از هر ایستگاه سه نمونه رسوب برای جداسازی و شناسایی بزرگ بی مهرگان کفزی، آنالیز دانه بندی رسوبات^۱ و سنجش مواد آلی (TOM)^۲ درون رسوبات برداشت شد. نمونه رسوب حاوی بزرگ بی مهرگان کفزی با استفاده از الک ۵۰۰ میکرون شستشو داده شد و توسط فرمالین

قفس های پرورش ماهی در این منطقه جهت پرورش ماهی قزل آلا ی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تأسیس شد که شامل ۴ قفس با قطر ۲۰ متر، ارتفاع تور ۸ متر و تاج یک متر بوده است. در راستای این تحقیق ۴ ایستگاه مورد بررسی در منطقه کلارآباد در جهت وزش باد و جریان عمومی آب (غرب به شرق) و همچنین امکان تاثیر آن بر آب های ساحلی در سه جهت به سمت شرق، غرب و جنوب یا ساحل دریای خزر در نظر گرفته شد. ایستگاه اول نزدیک قفس های پرورش ماهی در سایه قفس (فاصله ۵ متری)، ایستگاه دوم در فاصله ۵۰ متری، ایستگاه سوم در فاصله ۱۰۰ متری و ایستگاه چهارم که به عنوان ایستگاه شاهد در فاصله ۱۰۰۰ متری از ایستگاه اول قرار داشتند (شکل ۱) (جهانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ نبوی و همکاران، ۱۳۸۹؛ باقری و همکاران، ۱۳۹۴؛ پرافکنده و همکاران، ۱۳۹۵؛

¹ Grain size

² Total Organic Matter

استفاده شد. محاسبه داده‌ها و ترسیم شکلها و بیان روابط همبستگی با بسته‌ی نرم‌افزاری EXCEL و جهت محاسبه شاخص تنوع شانون از نرم‌افزار Primer استفاده شده است.

یکی از متداول‌ترین شاخص‌های تنوع که کاربرد وسیعی در مطالعات اکولوژیکی دارد شاخص تنوع شانون می‌باشد (Shanon and Weaver, 1949).

تابع شانون به صورت زیر است:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

H' شاخص تنوع زیستی شانون - و یور؛ P_i تراکم نسبی گونه‌ای، P_i تراکم هر یک از گونه‌ها در نمونه که به صورت

$$P_i = n_i / N$$

افراد یک گونه و N تعداد کل افراد تشکیل دهنده تمام گونه‌ها در نمونه برداری‌ها می‌باشد.

نتایج

دانه‌بندی رسوبات بستر

آنالیز دانه‌بندی رسوبات در ایستگاه‌های مختلف از محل نمونه‌برداری میزان درصد سیلت - رس (ذرات کوچک‌تر از ۶۳ میکرون) را با دامنه (۹۸/۴ - ۲۵/۴۴) و میانگین درصد مواد آلی (TOM) در رسوبات را با دامنه (۷/۲۱ - ۱/۷۴) درصد نشان داد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه ANOVA بر اساس میزان سیلت - رس در بین ایستگاه‌ها در هر دوره از نمونه‌برداری اختلاف معنی‌دار آماری نشان نداد ($p > 0.05$ ، آزمون دانکن)، اما در ماه‌های مختلف از دوره نمونه‌برداری در هر ایستگاه به‌غیر از ایستگاه شاهد (۱۰۰۰ متری از قفس‌ها) اختلاف معنی‌دار آماری نشان داد ($p < 0.05$ ، آزمون دانکن). بطوریکه در فواصل ۵، ۵۰ و ۱۰۰ متری از قفس‌ها بیشترین مقدار در نزدیک

۴ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس نمونه‌ها به صورت چشمی و با استفاده از میکروسکوپ Nikon مدل SMZ800 از رسوبات تفکیک گردید (Eleftheriou and McIntyr, 2005). جهت شناسایی نمونه‌ها از کلید شناسایی اطلس بی‌مهرگان دریای خزر استفاده شد (Birshtain, 1968).

جهت محاسبه دانه‌بندی و جداسازی شن، ماسه، سیلت و رس، از الک‌های با چشمه ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵، ۶۳ میکرون استفاده شد. از طرف دیگر به منظور تعیین میزان مجموع مواد آلی رسوبات (TOM) نیز از روش فیزیکی (کوره الکتریکی) در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت استفاده گردید (Eleftheriou and McIntyr, 2005).

روش اندازه‌گیری (TOM) به شرح ذیل می‌باشد:

$$T.O.M\% = (B - C / B - A) * 100$$

(A) وزن بوته خشک شده در آون پس از ۲ ساعت

(B) وزن بوته و رسوب خشک شده در آون پس از ۲۴

ساعت

(C) وزن بوته و رسوب سوخته در کوره پس از ۴

ساعت

تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS با ویرایش ۲۰ انجام شد. در این نرم‌افزار ابتدا با استفاده از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف نرمال بودن داده‌ها بررسی و سپس جهت بررسی اختلاف معنی‌داری داده‌ها و شاخص‌های زیستی در بین ایستگاه‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه One Way ANOVA در یک طرح آماری بلوک کامل تصادفی جهت مقایسه لاین‌ها و زمان‌های مختلف نمونه‌برداری استفاده گردید. همچنین برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

به پایان دوره پرورش و کمترین مقدار در پایان دوره

نمونه برداری مشاهده شد (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه مکانی و زمانی میانگین دانه بندی ذرات بسیار ریز سیلت- رس (One Way Anova)، منطقه جنوبی دریای خزر،

کلارآباد ۱۳۹۴-۱۳۹۳

دی	اسفند	اردیبهشت	شهریور
۸۳/۳۴±۸/۵۱ ^{Aab}	۸۲/۸۶±۷/۲۳ ^{Aab}	۹۷/۳۰±۰/۶۵ ^{Aa}	۷۲/۳۴±۱۲/۸۲ ^{Ab}
۸۵/۷۷±۲/۰۹ ^{Ab}	۸۱/۴۴±۷/۸۴ ^{Abc}	۹۷/۴۸±۰/۲۶ ^{Aa}	۷۳/۷۴±۸/۳۱ ^{Ac}
۸۵/۸۲±۵/۶۰ ^{Aab}	۷۸/۰۰±۱۰/۴۷ ^{Aab}	۹۶/۸۸±۱/۳۵ ^{Aa}	۶۸/۸۱±۴/۷۴ ^{Ac}
۶۸/۸۴±۳۷/۵۵ ^{Aa}	۷۳/۴۲±۱۵/۶۲ ^{Aa}	۹۶/۷۳±۲/۰۲ ^{Aa}	۷۵/۲۸±۱۲/۳۸ ^{Aa}

حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون و سطر بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین میانگین دانه بندی رسوبات در سطح ۰/۰۵ و تحت آزمون دانکن می باشد.

داده ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار بیان شده است.

حروف بزرگ لاتین: مقایسه میانگین ها به صورت عمودی. حروف بزرگ لاتین: مقایسه میانگین ها به صورت افقی

مواد آلی بستر (TOM)

درصد مواد آلی رسوبات نیز اختلاف معنی دار

آماري را در ایستگاه های مورد بررسی در هر دوره از

نمونه برداری نشان نداد ($p < 0/05$ ، آزمون دانکن)، اما

در ماه های مختلف از دوره نمونه برداری در هر ایستگاه

فقط در فاصله ۵ و ۱۰ متری از قفس ها اختلاف

معنی دار آماری را نشان دادند ($p < 0/05$ ، آزمون

دانکن)؛ بطوریکه بیشترین مقدار مواد آلی را در اواسط

دوره پرورش و کمترین مقدار را پس از برداشت

ماهی ها در ماه شهریور نشان داد. در فاصله ۵۰، ۱۰۰ و

۱۰۰۰ متری از قفس ها نیز در طی چهار دوره

نمونه برداری اختلاف معنی دار آماری ($p > 0/05$ ،

آزمون دانکن)، مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه مکانی و زمانی میانگین های TOM (one way anova)، منطقه جنوبی دریای خزر، کلارآباد ۱۳۹۴-۱۳۹۳

دی	اسفند	اردیبهشت	شهریور
۳/۹۷±۱/۲۲ ^{Aab}	۴/۶۴±۰/۸۲ ^{Aa}	۴/۱۸±۰/۵۲ ^{Aa}	۲/۴۸±۰/۴۴ ^{Ab}
۴/۱۳±۰/۳۹ ^{Aa}	۴/۸۴±۲/۱۴ ^{Aa}	۳/۹۹±۰/۷۱ ^{Aa}	۲/۹۲±۰/۸۰ ^{Aa}
۵/۲۱±۱/۴۹ ^{Aa}	۴/۳۴±۰/۷۴ ^{Aab}	۴/۲۸±۱/۴۴ ^{Aab}	۲/۴۹±۰/۸۷ ^{Ab}
۴/۲۱±۱/۲۱ ^{Aa}	۴/۰۲±۰/۰۴ ^{Aa}	۴/۱۴±۰/۳۸ ^{Aa}	۳/۲۲±۱/۵۱ ^{Aa}

حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون و سطر بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین میانگین دانه بندی رسوبات در سطح ۰/۰۵ و تحت آزمون دانکن می باشد.

داده ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار بیان شده است.

حروف بزرگ لاتین: مقایسه میانگین ها به صورت عمودی. حروف کوچک لاتین: مقایسه میانگین ها به صورت افقی

اجتماعات بزرگ بی مهرگان کفزی

در بررسی اجتماعات بزرگ بی مهرگان کفزی

نتایج نشان داد که درصد تغییرات فراوانی گونه های

مختلف در زمان ها (فصل ها) و مکان های مختلف

(ایستگاه ها) دارای اختلاف معنی دار آماری نبود

($P > 0/05$ ، آزمون دانکن). اما گونه *Streblospio*

gynobranchiata با ۹۱/۳۵٪ در آخرین نمونه‌برداری (ماه شهریور) و با ۷۵/۴۰٪ در اولین نمونه‌برداری یا شروع پرورش (ماه دی) بیشترین درصد فراوانی را به خود اختصاص داد. همچنین گونه *kowalewskii* با ۶۷/۵۹٪ در پایان دوره پرورش (ماه

اردیبهشت) و با ۴۸/۱۷٪ در اواسط دوره پرورش (ماه اسفند) بیشترین درصد فراوانی را به خود اختصاص داد و گونه‌های *Nereis diversicolor* و *Oligochaeta* در کل دوره دارای تغییرات کمی بودند (جدول ۳).

جدول ۴- لگاریتم فراوانی و درصد حضور گونه‌های غالب بزرگ بی‌مهرگان کفزی در زمان و مکان‌های مختلف نمونه برداری در اطراف محل استقرار قفس در منطقه جنوبی دریای خزر، کلارآباد (۱۳۹۴-)

(۱۳۹۳)

گونه	فاصله / زمان	۵	۵۰	۱۰۰	۱۰۰۰
<i>S.gynobranchiat</i>	دی (۷۵/۴۰)	$(\pm 0.26) 3/18$	$(\pm 0.16) 3/28$	$(\pm 0.10) 3/32$	$(\pm 0.43) 3/58$
	اسفند (۴۶/۸۹)	$(\pm 0.14) 3/07$	$(\pm 0.62) 2/80$	$(\pm 0.09) 3/03$	$(\pm 0.35) 3/28$
	اردیبهشت (۲۶/۵۹)	$(\pm 0.06) 2/89$	$(\pm 0.12) 2/99$	$(\pm 0.10) 3/10$	$(\pm 0.21) 2/83$
	شهریور (۹۱/۳۵)	$(\pm 0.29) 3/45$	$(\pm 0.21) 3/51$	$(\pm 0.11) 3/44$	$(\pm 0.16) 3/71$
<i>kowalewskii.H</i>	دی (۱۶/۲۶)	$(\pm 0.08) 2/56$	$(\pm 0.46) 2/43$	$(\pm 0.62) 1/87$	$(\pm 0.38) 2/49$
	اسفند (۴۸/۱۷)	$(\pm 0.19) 2/81$	$(\pm 0.51) 3/02$	$(\pm 0.18) 3/12$	$(\pm 0.10) 3/10$
	اردیبهشت (۶۷/۵۹)	$(\pm 0.09) 3/35$	$(\pm 0.12) 3/38$	$(\pm 0.18) 3/43$	$(\pm 0.21) 3/33$
	شهریور (۳/۸۹)	$(\pm 0.54) 2/07$	$(\pm 0.23) 2/18$	$(\pm 0.35) 1/54$	$(\pm 0.32) 1/52$
<i>diversicolor.N</i>	دی (۱/۷۰)	$(\pm 0.03) 1/19$	$(\pm 0.03) 1/19$	$(\pm 0.23) 1/74$	$(\pm 0.98) 1/00$
	اسفند (۱/۸۷)	$(\pm 0.02) 1/15$	$(\pm 0.12) 1/28$	$(\pm 0.27) 1/64$	$(\pm 0.02) 1/19$
	اردیبهشت (۱/۳۸)	$(\pm 0.19) 1/34$	$(\pm 0.23) 1/74$	$(\pm 0.86) 0/99$	$(\pm 0.02) 1/15$
	شهریور (۱/۴۶)	$(\pm 0.74) 0/75$	$(\pm 0.07) 1/19$	$(\pm 0.02) 1/15$	$(\pm 0.18) 2/12$
<i>Oligochaeta</i>	دی (۳/۹۱)	$(\pm 0.95) 1/09$	$(\pm 0.18) 2/23$	$(\pm 0.24) 1/32$	$(\pm 0.16) 1/34$
	اسفند (۱/۲۸)	$(\pm 0.89) 0/91$	$(\pm 0.89) 0/94$	$(\pm 0.68) 1/17$	$(\pm 0.11) 1/21$
	اردیبهشت (۲/۸۳)	$(\pm 0.04) 1/20$	$(\pm 0.16) 1/32$	$(\pm 0.53) 2/00$	$(\pm 0.15) 2/13$
	شهریور (۱/۴۶)	$(\pm 0.42) 1/63$	$(\pm 0.41) 1/92$	$(\pm 0.98) 1/00$	$(\pm 0.32) 2/13$

حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون و سطر بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین دانه‌بندی رسوبات در سطح ۰/۰۵ و تحت آزمون دانکن می‌باشد.

داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار بیان شده است.

حروف بزرگ لاتین: مقایسه میانگین‌ها به صورت عمودی. حروف کوچک لاتین: مقایسه میانگین‌ها به صورت افقی.

بی‌مهرگان کفزی را تشکیل داد. از راسته Cirripedia یک گونه *Balanus improvisus* شناسایی شد و ۰/۳۱ درصد از فراوانی را داشتند و خانواده Veneroidae ۰/۳۱ درصد از فراوانی بزرگ بی‌مهرگان کفزی را تشکیل داد که شامل یک گونه *Cerastoderma lamarcki* بود. از راسته Amphipoda دو گونه شناسایی شد که ۰/۲ درصد از جمعیت را به خود اختصاص داد. از راسته Diptera خانواده Chironomidae شناسایی شد و تنها ۰/۰۳ درصد از فراوانی بزرگ بی‌مهرگان کفزی را تشکیل می‌داد (شکل ۲).

در مطالعه بزرگ بی‌مهرگان کفزی منطقه مطالعاتی، در مجموع ۹ گونه شناسایی شدند و شناسایی گروه Oligochaeta در حد رده صورت گرفت (جدول ۴). رده Polychaeta شامل ۳ گونه که ۹۵/۷۸ درصد از جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی را تشکیل می‌دادند و از بین آن‌ها *Streptolisbia gynobranchiata* و *Hypaniola kowalewskii* بیشترین فراوانی را داشتند. Oligochaeta که در حد رده شناسایی شد و در کل ۲/۸۰ درصد از کل جمعیت را تشکیل دادند. راسته Cumacea دارای یک گونه *Stenocuma graciloiedes* بود که ۰/۵۴ درصد از فراوانی بزرگ

جدول ۴- بزرگ بی‌مهرگان کفزی مشاهده شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه در طول دوره نمونه برداری، کلارآباد، سواحل جنوبی دریای خزر ۱۳۹۵-۱۳۹۴

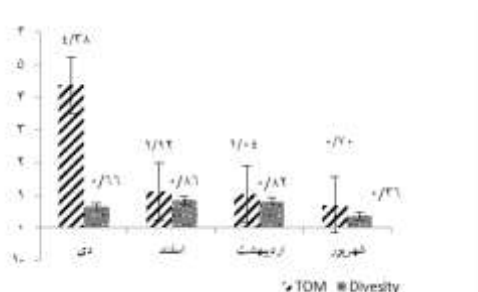
شاخه	رده	راسته	خانواده	جنس و گونه
Annelida	Polychaeta	Sponoidea	Sponoidea	<i>Streblospio gynobranchiata</i>
		Sedentaria	Amphartidae	<i>Hypaniola kowalewskii</i>
		Aciculata	Nereidae	<i>Nereis diversicolor</i>
Artropoda	Crustacea	Cumacea	Psudocumidae	<i>Stenocuma graciloiedes</i>
		Cirripedia	Balanidae	<i>Balanus improvisus</i>
	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus Albides</i>
		Malacostraca	Amphipoda	Behningiellidae
	Pontogammaridae			<i>Niphargoides similis</i>
Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Cardidae	<i>Cerastoderma lamarcki</i>
Annelida	Oligochaeta	-	-	-

قفس‌ها مشاهده شد، همچنین کمترین تراکم و زی‌توده در سایه قفس‌ها (۵ متری از قفس‌ها) به ترتیب در ابتدای دوره پرورش (ماه دی) و اواسط دوره پرورش (ماه اسفند) مشاهده شد و اینکه در هیچ‌یک از داده‌ها اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد، ($P > 0.05$)، آزمون دانکن)، (شکل ۲ و ۳).

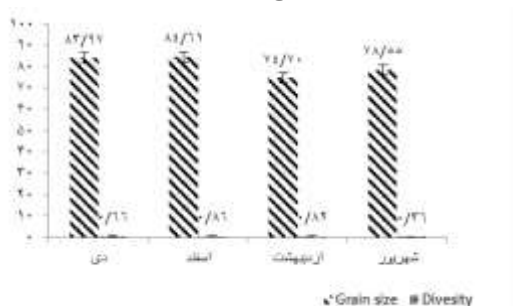
تغییرات جمعیت و زی‌توده بزرگ بی‌مهرگان کفزی در ماه‌های نمونه‌برداری و ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داد که بیشترین تراکم در پایان نمونه‌برداری (ماه شهریور) در ایستگاه شاهد (۱۰۰۰ متری از قفس‌ها) و بیشترین زی‌توده در اولین دوره نمونه‌برداری (ماه دی) و در ایستگاه ۱۰۰ متری از



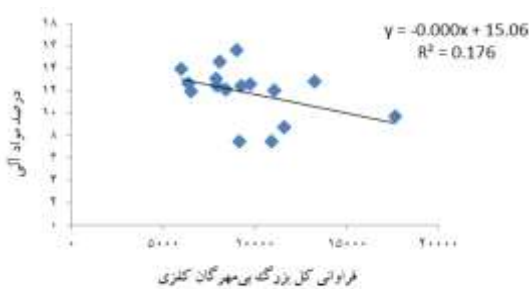
شکل ۲: درصد میانگین فراوانی و توده زنده کل جمعیت بزرگ بی مهرگان کفزی در سواحل جنوبی دریای خزر منطقه کلارآباد ۱۳۹۴-۱۳۹۳



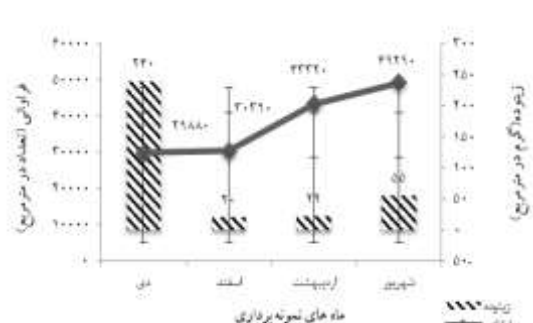
شکل ۵: درصد مواد آلی TOM و شاخص تنوع شانون در ماه‌های نمونه‌برداری در سطح ۰/۰۵ و تحت آزمون دانکن



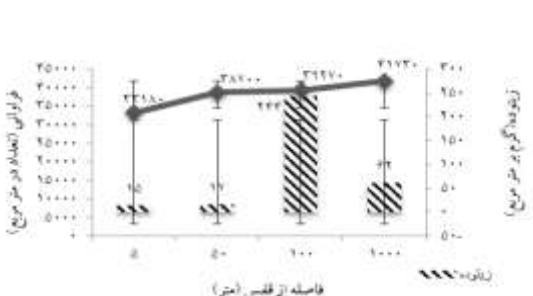
شکل ۶: درصد دانه‌بندی ذرات سیلتی و شاخص تنوع شانون در ماه‌های نمونه‌برداری در سطح ۰/۰۵ و تحت آزمون دانکن



شکل ۷: همبستگی درصد TOM و فراوانی کل بزرگ بی مهرگان کفزی

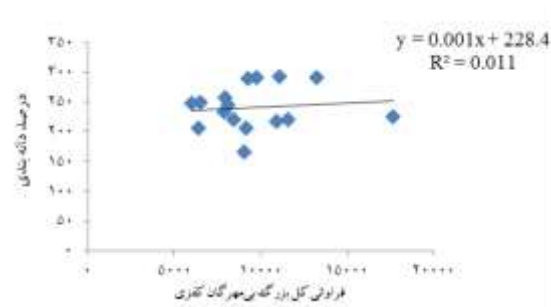


شکل ۳: فراوانی (عدد در مترمربع) و زی توده (گرم در مترمربع) بزرگ بی مهرگان کفزی در ماه‌های نمونه‌برداری در سواحل جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در سطح ۰/۰۵ و تحت آزمون دانکن



شکل ۴: فراوانی (عدد در مترمربع) و زی توده (گرم در مترمربع) بزرگ بی مهرگان کفزی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سواحل جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در سطح ۰/۰۵ و تحت آزمون دانکن

متری در پایان دوره نمونه‌برداری (ماه شهریور) تا ۰/۹۶ در ایستگاه ۵۰ متری در اواسط دوره پرورش (ماه اسفند) متغیر بود. مقدار این تنوع در هیچ‌یک از ایستگاه‌های مطالعاتی در هر دوره از نمونه‌برداری معنی‌دار آماری نبود ($P > 0.05$ ، آزمون دانکن). اما این معنی‌داری آماری در دوره‌های مختلف از نمونه‌برداری در ایستگاه‌های ۵۰ و ۱۰۰۰ متری از قفس (ایستگاه شاهد) مشاهده شد ($P < 0.05$ ، آزمون دانکن) که بیشترین و کمترین آن به ترتیب در ماه‌های اسفند و شهریور مشاهده شد (جدول ۳).



شکل ۸: همبستگی درصد دانه‌بندی و فراوانی کل بزرگ بی‌مهرگان کفزی

شاخص تنوع زیستی (شاخص شانون)

نتایج نشان داد که روند تغییرات تنوع بزرگ بی‌مهرگان کفزی طی دوره تحقیق بسیار جزئی و اندک بود. به‌طوری‌که این مقدار از ۰/۲۹ در ایستگاه ۱۰۰

جدول ۳- تعیین میانگین شاخص تنوع شانون بزرگ بی‌مهرگان کفزی حوضه جنوبی دریای خزر، کلارآباد ۱۳۹۴-۱۳۹۳

شاخص	فاصله	دی	اسفند	اردیبهشت	شهریور
شانون	۵	۰/۶۳±۰/۲۱ ^{Aa}	۰/۷۶±۰/۱۶ ^{Aa}	۰/۷۴±۰/۰۰ ^{Aa}	۰/۴۲±۰/۴۶ ^{Aa}
	۵۰	۰/۶۷±۰/۱۸ ^{Aab}	۰/۹۶±۰/۲۶ ^{Aa}	۰/۸۲±۰/۱۱ ^{Aa}	۰/۳۴±۰/۱۰ ^{Ab}
	۱۰۰	۰/۷۲±۰/۵۰ ^{Aa}	۰/۸۴±۰/۱۵ ^{Aa}	۰/۷۸±۰/۰۵ ^{Aa}	۰/۲۹±۰/۱۹ ^{Aa}
	۱۰۰۰	۰/۵۹±۰/۳۱ ^{Aab}	۰/۸۵±۰/۱۱ ^{Aa}	۰/۹۱±۰/۱۱ ^{Aa}	۰/۳۹±۰/۲۸ ^{Ab}

حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون و سطر بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین دانه‌بندی رسوبات در سطح ۰/۰۵ و تحت آزمون دانکن می‌باشد.

داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار بیان شده است.

حروف بزرگ لاتین: مقایسه میانگین‌ها به صورت عمودی. حروف کوچک لاتین: مقایسه میانگین‌ها به صورت افقی

بحث

جوامع بنتیک به طرق مختلف در مقابل قفس‌های پرورش ماهی واکنش نشان می‌دهند که بیش از همه به میزان مواد آلی و عناصر مغذی حاصل از پرورش ماهی در قفس بستگی دارد. اغلب مطالعات انجام شده روی قفس‌های پرورش ماهی بر این نکته تأکید دارند که بیشترین اثرات قفس‌های پرورش ماهیان دریایی بر

محیط، غنای مواد آلی در زیر قفس است (Karakassis et al., 1998).

مقایسه میزان مواد آلی و سیلت -رس با فراوانی بزرگ بی‌مهرگان کفزی روند مشخصی را نشان نمی‌دهد و تعیین نقش بستر به علت مداخله سایر عوامل محیطی (ازجمله سرعت جریان کم، اندازه ریز مواد بستر و احتمالاً مقدار کم اکسیژن) بسیار پیچیده است. به‌علاوه اندازه و مقدار مواد آلی که بر رشد موجودات

کفزی تأثیر می‌گذارد بسته به نوع بستر تغییر می‌کند. همبستگی طبیعی عوامل محیطی فوق باعث می‌شود که به‌سختی بتوان علت کاهش یا افزایش بزرگ بی‌مهرگان کفزی را در ارتباط با عوامل TOM و سیلت - رس را به اثبات رساند علاوه بر این تفسیر یک متغیر منفرد همیشه عملی نمی‌باشد. اگرچه به نظر نمی‌رسد که ادعا کنیم بستر، به‌تنهایی عامل پراکنش جانداران است اما بدون شک عامل بسیار مهمی در این زمینه محسوب می‌شود (Minshall, 1984).

در این بررسی میانگین TOM در فصل زمستان ۱/۱۱ درصد بوده است و در تابستان که شرایط برای تولیدکنندگان اولیه و مصرف مواد غذایی مناسب‌تر می‌باشد، مانع ته‌نشین شدن مواد شده و میزان مواد آلی کاهش می‌یابد به‌طوری‌که در تابستان میانگین TOM ۰/۶۹ درصد بوده است. به‌طور کلی مقدار TOM از شروع دوره پرورش (ماه دی) تا پایان دوره پرورش (ماه اردیبهشت) و پایان دوره نمونه‌برداری (ماه شهریور، یعنی دو ماه پس از پرورش) سیر نزولی داشت، این موضوع می‌تواند علاوه بر تأثیر پرورش ماهی در قفس، به دلیل آورد مواد رسوبی از رودخانه به دریا باشد. همچنین میزان درصد رسوبات مواد آلی در ایستگاه ۱۰۰ متری از قفس‌ها بیشتر از ایستگاه شاهد بود، جایی که می‌تواند به دلیل وجود جریان‌ات دریایی (سیلکون و آنتی سیلکون) از غرب به شرق بستگی داشته باشد، که این نتیجه در راستای نتایج (غلامی و نبوی، ۱۳۹۴) و (پرافکنده و همکاران، ۱۳۹۵) بوده و اما با نتایج (پژند و همکاران، ۱۳۹۷) مطابقت نداشت.

TOM با تنوع بزرگ بی‌مهرگان کفزی رابطه خطی معکوسی دارد و بزرگ بی‌مهرگان کفزی شرایط دارای کمترین مواد آلی را ترجیح می‌دهند و ترکیب

دانه‌بندی رسوبات بیشتر عامل مهمی است که علاوه بر تأثیر بر سایر عوامل محیطی در پخش و پراکنش بزرگ بی‌مهرگان کفزی نقش مهمی ایفا می‌کند (Gray, 1981).

در مطالعه حاضر، پرتاران، کم تاران و کوماسه‌ها به ترتیب فراوان‌ترین گروه‌های بزرگ بی‌مهرگان کفزی را تشکیل دادند.

همچنین شاخص تنوع بزرگ بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه زیر قفس کمتر از ایستگاه شاهد (۱۰۰۰ متری از قفس‌ها) تعیین شد. از آنجا که Beveridge (1996) نیز در مطالعات خود بیان می‌کند که یک همبستگی منفی بین مواد آلی و تنوع بزرگ بی‌مهرگان کفزی وجود دارد، به نظر می‌رسد که با توجه به افزایش میزان مواد آلی در نواحی نزدیک به محل استقرار قفس‌ها این مسئله قابل توجه می‌باشد.

همچنین در بررسی رسوبات مشخص گردید که در این منطقه جنس رسوبات بستر بیشتر از جنس ذرات سیلتی (0.063mm) بوده است. بر اساس نتایج، شمارش بزرگ بی‌مهرگان کفزی در فصل تابستان بیشتر از فصل زمستان بوده است و آن‌طور که نتایج نشان می‌دهد در کل دوره درصد ذرات دانه‌ریز بیشتر بوده و کمترین درصد مواد آلی را در فاصله ۵ متری از قفس‌ها در ماه شهریور و بیشترین درصد را در فاصله ۱۰۰ متری از قفس‌ها در اوایل دوره پرورش در دی ماه بوده است. به نظر می‌رسد که جریان‌ات آبی در محل استقرار قفس علت اصلی تغییرات بستر بوده است.

Nybakken در سال ۱۹۹۳، Maslowski در سال ۲۰۰۳، سلیمانی رودی و همکاران (۱۳۹۱) و پرافکنده و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعات خود نشان دادند که بین میزان مواد آلی و فراوانی گونه‌ها رابطه وجود دارد ولی

این ارتباط تنها تحت تأثیر مواد مغذی نبوده و به وسیله عوامل متعددی از جمله اکسیژن محلول در رسوبات، pH، شوری، حرارت، شرایط جوی، ذرات رسوبی و نوع رسوبات بستر، رقابت بر سر مواد غذایی، مرگ و میر، سیکل تولیدمثلی، مهاجرت به مناطق دیگر و غیره کنترل می‌شود و لذا پیدا کردن رابطه منطقی بین تراکم بزرگ بی‌مهرگان کفزی و سایر عوامل محیطی به سادگی و با در نظر گرفتن یک عامل محیطی امکان‌پذیر نمی‌باشد.

همانطور که در نتایج به آن اشاره شده است تراکم و زی‌توده موجودات کفزی در ایستگاه‌های مختلف اختلافاتی را نشان داد که بیشترین تراکم در ایستگاه شاهد و کمترین تراکم در سایه قفس‌ها بوده است که می‌تواند به دلیل فعالیت پرورش در قفس‌های دریایی و جریان‌ات آبی بستگی داشته باشد و از نظر زی‌توده بیشترین و کمترین میزان به ترتیب در ایستگاه ۱۰۰ متری و در سایه قفس‌ها بوده است، جاییکه می‌تواند به دلیل حضور گونه *Cerastoderma lamarcki* در ایستگاه ۱۰۰ متری از قفس‌ها اعلام نمود که به دلیل بزرگ جثه بودن و مقاوم بودن به شرایط ناپایدار حاکم بر محل استقرار قفس‌های دریایی با توجه به جریان‌ات آبی که سبب جابجایی و حمل بیشتر مواد آلی از محل استقرار قفس‌ها به این نقطه شده است منجر به افزایش زی‌توده گردید.

می‌توان این چنین پنداشت که با توجه به ماهی دار بودن قفس‌های دریایی در فصول پائیز، زمستان و بهار و تحت تأثیر قرار گرفتن محیط آبی و به دنبال آن درصد مواد آلی رسوبات و در نهایت جمعیت کفزیان دستخوش تغییر قرار گرفتند که این نتیجه در راستای نتایج مطالعه Jahani و همکاران (2012) و پرافکننده و

همکاران (۱۳۹۵) می‌باشد. در بین گروه‌های مختلف بزرگ موجودات کفزی، پرتاران بخصوص گونه *Streblospio gynobranchiata* گروه غالب در تمام فصول و ایستگاه‌های نمونه‌برداری بوده و شاید بتوان علت آن را تهاجم این کرم پرتار به دریای خزر و رقابت بر سر غذا و زیستگاه با سایر کرم‌های پرتار دانست که می‌تواند به دلیل قدرت سازش‌پذیری این گونه در دریای خزر به عنوان گونه غیر بومی بیان نمود که این نتیجه منطبق بر مطالعات Alstone و همکاران (۲۰۰۵)؛ Jahani و همکاران (۲۰۱۲)؛ طاهری و همکاران (۱۳۸۲ و ۱۳۸۹)؛ نبوی و همکاران (۱۳۹۱)؛ سلیمانی رودی و همکاران (۱۳۹۱)؛ پرافکننده و همکاران (۱۳۹۵) بود.

محدوده شاخص شانون به‌طور معمول بین ۱-۳ قرار دارد و مقادیر کمتر از این محدوده نشان‌دهنده وجود استرس و عدم پایداری در محیط و بالاتر از آن نشان‌دهنده وجود تنوع زیستی بالا در اکوسیستم می‌باشند. محدوده‌ی شاخص شانون را می‌توان بین ۰/۲۹-۰/۹۲ گزارش کرد که نشان‌دهنده تنوع پایین این اکوسیستم در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. تنوع کم جانوران کفزی را می‌توان به دلیل کم‌عمق بودن و نیز عدم ثبات شرایط فیزیکی و شیمیایی ناشی از تغییرات جوی و ایجاد جریان‌های متلاطم داخلی آب و سرانجام برهم خوردن رسوبات بستر دانست که موجب مرگ و میر کفزیان و از بین رفتن آن‌ها توسط شکارگران می‌گردد که با نظر (پرافکننده و همکاران، ۱۳۹۵) همخوانی دارد.

تغییر درصد ترکیب فراوانی بزرگ بی‌مهرگان کفزی نشان‌دهنده‌ی غالبیت گروه پرتاران و کاهش تنوع در این منبع آبی است. کاهش تنوع و غالبیت

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. باقری، سیامک، مکارمی، مرضیه، میزاجانی، علیرضا، خداپرست، حجت. و بهمنش، شهرام. ۱۳۹۴. اثرات پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در قفس بر فراوانی فیتوپلانکتون در جنوب دریای خزر. همایش ملی- منطقه ای آبی پروری ماهیان دریایی اهواز. ۱۵ صفحه.
۲. پرافکننده حقیقی، ف.، افرائی بندپی، م.ع. و سلیمانی رودی، ع. ۱۳۹۵. بررسی پراکنش، تراکم و زی توده بزرگ موجودات بنتیکی در محل استقرار پرورش ماهی در قفس در سواحل جنوبی دریای خزر (آبهای مازندران- کلارآباد). مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۵ شماره ۳. صفحات ۹۱-۱۰۳.
۳. پژند، ذبیح اله.، صادقی راد، م.، حدادی مقدم، ک.، چوبیان، فروزان، رمضانپور، ز. و فرزانه، ا. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر پرورش فیل ماهی در قفس بر عوامل غیر زیستی در حوضه جنوبی دریای خزر (منطقه جفروود). مجله توسعه آبی پروری. سال ۱۱ شماره ۳. صفحات ۲۵-۱۳.
۴. جهانی، ن.، نبوی، س.م.ب.، دهقان مدیسه، س. و مرتضایی، س.ر.س. ۱۳۸۹. سنجش کیفی بار آلودگی آلی ناشی از اثرات احتمالی فعالیت های آبی پروری در خور غزاله (خلیج فارس) روی

فراوانی گروه های مقاوم و فرصت طلب از جمله مهم ترین ویژگی های ناپایداری و بیانگر وضعیت نامطلوب در اکوسیستم است بطوریکه طبق نظر (Welch, 1992) مقادیر شاخص تنوع در محدوده ی ۱-۳ وضعیت آلودگی متوسط را نشان می دهد.

لذا می توان نتیجه گرفت که در حوضه ی مورد مطالعه ترکیبات رسوبات کف و میزان کافی از مواد آلی، زیستگاه و منابع غذایی مناسبی را برای رده ی پرتاران فراهم نموده است. ضمن آنکه ظهور و افزایش تراکم *Streblospio* می تواند شاهی بر افزایش بار مواد آلی و تنش در بوم سامانه ی دریای خزر به خصوص از دهه ی ۱۳۸۰ باشد (طاهری و همکاران، ۱۳۸۲).

میزان فراوانی، زی توده و شاخص تنوع گونه ای در محل استقرار قفس های پرورش ماهی به مراتب کمتر از سایر ایستگاه های مورد مطالعه بود که می تواند به دلیل فعالیت پرورش ماهی و ته نشست مواد غذایی و تأثیر آن بر بستر شده که سبب دور شدن بزرگ بی مهرگان کفزی از محل شده است که با مطالعات به دست آمده سلیمانی رودی و همکاران (۱۳۹۱) و پرافکننده و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت دارد.

در نهایت همان طور که قبلاً اشاره شد، اندازه گیری شاخص های بیولوژیک مانند تنوع، فراوانی، گونه های شاخص، اختلافات جزئی را بین ایستگاه زیر قفس و ایستگاه دور از قفس، نشان دادند که بخشی از این اختلافات می تواند ناشی از فعالیت پرورش ماهی در قفس ها باشد.

- غربی در خرمشهر. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۷ شماره ۳. صفحات ۹۷-۱۰۹.
۱۰. کریمی، ج.، آذری تاکامی، ق.، خارا، ح. و عباسپور، ر.، ۱۳۹۱. تعیین تنوع و فراوان بزرگ بی مهرگان کفزی رودخانه دوهزار تنکابن با استفاده از شاخص های زیستی. مجله آبیان و شیلات، دوره ۳ شماره ۱۱. صفحات ۲۷-۳۹.
۱۱. کریمیان، ع.، ذاکری، م.، فارابی، س.م.و.، حقی، م. و کوچین، پ.، ۱۳۹۶. اثر پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان در قفس شناور بر ساختار جمعیت زئوپلانکتونی منطقه عباس آباد، در جنوب دریای خزر. مجله توسعه آبرزی پروری، سال ۱۱ شماره ۳. صفحات ۹۴-۷۵.
۱۲. منصوری، د. و صدری نسب، م.، ۱۳۹۲. بررسی دانه بندی رسوبات بستر منطقه دریایی نور. پنجمین همایش ملی صنایع فراساحل. تهران دانشگاه صنعتی شریف. ۵ صفحه.
۱۳. نبوی، س.م.ب.، یآوری، و.، سید مرتضایی، س.ر.، دهقان مدیسه، س.، جهانی، ن.، ۱۳۸۹. بررسی تغییرات فراوانی و تنوع پرتاران (Polychaetes) در زیر قفس های پرورش ماهی خور غزاله (خور موسی). مجله اقیانوس شناسی. دوره ۱ شماره ۱. ۹ صفحه.
14. Alston, D.E.; Cabarcas, A.; Capella, J.; Benetti, D.D.; Keene-Meltzoff, S.; Bonilla, J.; and Cortés, R., 2005. Environmental and social impact of sustainable offshore cage culture production in Puerto Rican waters. Department of Marine Sciences. 208 p.
15. Arimoro, F.O., Osakwe, E.I., 2006. Influence of sawmill wood wastes on the distribution and population of Macrobenthic invertebrates in Benin River
- کفزیان با استفاده از شاخص ABC. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱۹ شماره ۴. صفحات ۴۳-۵۴.
۵. سلیمانی رودی، ع.، هاشمیان کفشگری، ع.، سالاروند، غ.، رئیسین، ا.، نصراله زاده، ح.، فارابی، م. و.، مخلوق، آ.، نادری، م.، اسلامی، ف.، الیاسی، ف.، نظران، م.، دشتی، ع.، رضایی نصرآبادی، ع.، سلمانی، ع. و کاردر رستمی، م.، ۱۳۹۱. بررسی تنوع، پراکنش، فراوانی و زی توده ماکروبتوزها در منطقه جنوبی دریای خزر. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۱۲۵ صفحه.
۶. طاهری، م.، سیف آبادی، س.ج.، ابطحی، ب. و یزدانی فشتمی، م.، ۱۳۸۲. گزارش اولین مشاهده خانواده Spionidae (کرم پرتار) در سواحل شهرستان نور- جنوب دریای خزر. مجله علوم و فنون دریایی ایران. دوره ۲ شماره ۳. ۸۵-۸۳.
۷. طاهری، م.، سیف آبادی، ج.، ابطحی، ب. و یزدانی فشتمی، م.، ۱۳۸۹. پویایی جمعیت، پراکنش و چرخه ی تولیدمثلی کرم پرتار *Nereis diversicolor* در ساحل شهرستان نور- جنوب دریای خزر. مجله اقیانوس شناسی، سال اول، شماره ۲، صفحات ۲۷-۳.
۸. طباطبائی، ط.، امیری، ف. و پذیرا، ع.ر.، ۱۳۸۸. پایش ساختار و تنوع اجتماعات ماکروبتیک به عنوان شاخص های آلاینده گی در خورهای موسی و غنام. مجله شیلات. دوره ۳ شماره ۴. ۱۳ صفحه.
۹. غلامی، ز. و نبوی، س.م.ب.، ۱۳۹۴. تأثیر میزان کل مواد آلی (TOM) و دانه بندی رسوبات در پراکنش اجتماعات ماکروبتیک رودخانه حفار

26. Lam, K. S., MacKay, D. W., Lau, T. C., and Yam, V., 1994. Impact of marine fish farming on water quality and bottom sediment: a case study in the sub-tropical environment. *Journal of Marine Environmental Research*, 38: 115-145.
27. Maslowski, J., 2003. Effects of trophic conditions on benthic macrofauna in the vicinity of the river swina mouth, southern Baltica sea. *oceanologia. Journal of Oceanologia* 45:41-52.
28. Minshall, G.W. 1984. Aquatic insect-substratum relationships, in the Ecology of Aquatic Insects, *Journal of New York*, pp. 358-400.
29. Morrissey, D. J., Gibbs, M. M., Pickmere, S. E., and Cole, R. G., 2000. Predicting impacts and recovery of marine- farm sites in Stewart Island, New Zealand, from the Findlay- Watling model. *Journal of Aquaculture*, 185:257-271.
30. Nybakken, T.W. 1993. Marine biology an ecological approach. Harper Collins college publishers, *Journal of California*. pp. 445.
31. Price, A.R.G., 2002. Simultaneous 'Hotspots' and 'Coldspots' of marine biodiversity and implications for global conservation. *Journal of Marine Ecology Progress Series*. 241: 23-2.
32. Rebecca, C., Rooney, R., Cheryl, L. and Podemski, C. L., 2009. Effects of an experimental rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farm on invertebrate community composition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 66, 11: pp. 1949-1964.
33. Rome., 1996. Monitoring the ecological effects of coastal aquaculture wastes. GESAMP Report and Studies, United Nations Food and Agriculture Organization, Italy, 57: p. 38.
34. Shakouri, M. and Aquaculturist, S., 2003. Impact of cage culture on sediment chemistry. A case study in Mjoifjordur (Doctoral dissertation, Dissertation (SHILAT). Tahrn, Iran.
35. Shanon, C.E., Weaver, W., 1949. The mathematical Theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27: 379-423.
- at Sapele, Niger Delta, Nigeria. *Journal of Chemistry and Biodiversity*, 3: 578-592.
16. Beveridge, M.C.M., 1996. Cage and pen fish farming. Carrying capacity models and environmental impact. *FAO Doc. Tech. Peches. No. 255. FAO, Rome*. 126 pp.
17. Birshain, Y.A., 1968. Atlas of Caspian Sea invertebrates. Iranian Fisheries Research Organization, pp. 610.
18. Bron, J.E., Sommerville, C., Wootten, R., 1993. Fallowing of marine Atlantic salmon, *Salmo salar* L., farms as a method for the control of sea lice, *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer, 1837). *Journal of Fish Diseases* 16:487-493. doi:10.1111/j.1365-2761.1993.tb00882.x
19. Eleftheriou, A., and McIntyre, A., 2005. Methods for the study of Marine benthos. Third edition, Oxford Blackwell Scientific publication, pp. 418.
20. Gray, J. S., 1981. The ecology of marine sediment. Cambridge University Press. Cambridge, p. 185.
21. Guo, L., Li, Z., 2003. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. *Journal of Aquaculture*, 226, 201 212.
22. Jahani, N., Nabavi, S. N. B., Dehghan Madiseh, S., Mortezaie, S. R. S., and Fazeli, N., 2012. The effect of marine fish cage culture on benthic communities using bopa index in ghazale creek. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11: 78-88.
23. Jorgenson, S.F., Costanza, R., Fuliu, X.U., 2005. Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health. CRC press, p. 439.
24. Karakassis, I., Tsapakis, M., and Hatziyanni, E., 1998. Seasonal variability in sediment profiles beneath fish farm cages in the Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 162: 243-252.
25. Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Papadopoulou, K. N., and Plaiti, W., 2000. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. *ICES Journal of Marine Science. Journal du Conseil*. 57: 1462-1471.

37. Welch, E.B., 1992. *Journal of Ecological effect & water*, 2nd ed. Chapman & Hall, p. 425.

36. Simbora, N., Zenetos, A., Panayotidis, P., and Makra, A., 1995. Changes in biotic community structure along an environmental pollution gradient. *Journal of Marine Pollution Bulletin*, 30: 470-474.