روند جایگزینی کفزیان در حوضه جنوب‌شرقی دریای خزر و ارتباط آن با شرایط تروفی اکوسیستم

- **نیلوفر نوروزی***: گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **رسول قربانی**: گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **سیدعباس حسینی**: گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **سیدعلی‌اکبر هدایتی**: گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **رحمت ندافی**: گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سوئد

تاریخ دریافت: آبان ١٣٩٦ تاریخ پذیرش: بهمن ١٣٩٦

چکیده

مطالعه مستمر اکولوژیک دریای خزر، به‌خصوص پراکنش، شناسایی گونه‌ها و نوسانات منطقه‌ای قبل از هر مطالعه، ضروری به‌نظر می‌رسد، بر این اساس در پژوهش حاضر روند جایگزینی گروه‌های کفزی در خلیج گرگان و حوضه جنوب‌شرقی دریای خزر (منطقه استان گلستان)، مورد مطالعه قرار گرفت و با نتایج به‌دست آمده در پژوهش‌های مشابه پیشین مقایسه شد. نتایج حاصل از بررسی کفزیان نشان داد که به‌ترتیب کرم‌های پرتار، کرم‌های کم‌تار، نماتدها، کرم‌های شیرونومیده، صدف‌های دوکفه‌ای و سخت‌پوستان آمفی‌پودا اصلی‌ترین فون کفزی اکوسیستم را تشکیل داده‌اند. این نتایج نشان‌دهنده وجود وضعیت بسیار نامناسب کیفی در مناطق مورد بررسی می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه با سایر پژوهش‌های پیشین نیز نشان داد که عواملی نظیر ورود آلاینده‌های آلی و معدنی، دفع نامناسب زباله‌ها، بسته شدن کانال‌های اصلی دریای خزر و عدم تهویه اکوسیستم، ساخت تاسیسات نامناسب صیادی و غیره موجب ایجاد شرایط هایپرتروفی و کاهش بسیار زیاد تراکم و تنوع کفزیان در این مناطق گردیده است.

کلمات کلیدی: دریای خزر، خلیج گرگان، وضعیت تروفی، جایگزینی کفزیان

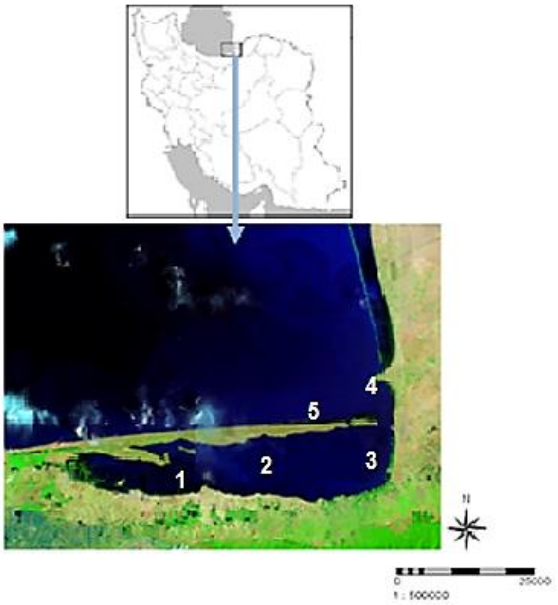
* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:norouziniloufar67@gmail.com

مقدمه

دریای خزر دریای فرصت‌ها و چالش‌ها است و نقش آن در شکل‌دهی سیمای اکولوژیک اطراف آن در چند دهه اخیر همگام با توجه بشر به خطراتی که محیط زیست کره زمین را در معرض تهدید قرار داده، مورد شناسایی و توجه فراوان قرار گرفته است. هم‌اکنون آب جاری ۱۳۰ رودخانه به این دریا ریخته می‌شود و آب‌های آلوده بزرگ‌ترین منبع آلودگی این اکوسیستم محسوب می‌شوند. خلیج گرگان تنها خلیج دریای خزر است اکولوژی آن تحت‌تاثیر دریای خزر، رودهای مجاور و شبه‌جزیره میانکاله قرار گرفته و در رشد و تکثیر آبزیان، ماهیان استخوانی، ماهیان غضروفی و جذب پرندگان مهاجر زمستانی نقش مهمی دارد، این در حالی است که وضعیت آب آن بسیار نامطلوب ارزیابی شده است. علاوه بر خلیج گرگان سواحل استان گلستان نیز به طول ۱۵۰ کیلومتر (با احتساب پیرامون خلیج)، به‌طور بالقوه از پتانسیل‌های زیادی برخوردار است ولی متاسفانه این قابلیت‌ها آن‌چنان که شایسته است به فعل درنیامده‌اند. بی‌مهرگان کفزی یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان دریای خزر و زیرحوضه‌های آن نظیر خلیج گرگان می‌باشند. حدود ۸۰ درصد از ماهیان این دریا از موجودات کفزی تغذیه می‌کنند (رضوی‌صیاد، ۱۳۷۱) و پایه و اساس تولید ماهیان اقتصادی دریای خزر به‌غیر از شگ‌ماهیان (Clupeidae) بر تولیدات ماکروبنتوزها استوار است (Qasim AF، ۱۳۸۴). این در حالی است که همان‌طورکه در فوق اشاره گردید، این اکوسیستم و زیرحوضه‌های آن به‌شدت دچار آلودگی به‌ویژه آلودگی تروفی شده‌اند. از آن‌جاکه کفزیان علاوه براهمیت بالا در دریای خزر، به‌عنوان شاخص زیستی بسیار مناسبی جهت پایش اکولوژیک نیز محسوب می‌شوند (Spellman و Drinan، ۲۰۰۲)، می‌توان از آن‌ها جهت پایش این اکوسیستم و ترسیم وضعیت کیفی آن بهره برد. بر این اساس افرائی بندپی و همکاران (۱۳۹۵) پژوهشی با عنوان بررسی ساختار جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی درسواحل جنوبی دریای خزر به‌منظور استقرار قفس‌های پرورش ماهی به انجام رساندند و نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که اعماق ۵، ۱۰ و ۲۰ متر از اهمیت شیلاتی خاصی به‌لحاظ فراوانی‌زی‌توده، انباشت مواد مغذی، منطقه زادآوری، تغذیه‌ای، منطقه تخم‌ریزی و غیره برای برخی گونه‌های ماهیان دریای خزر برخوردار هستند، هم‌چنین Aghajari وGhorbani (۱۳۹۱) پژوهشی با عنوان ارزیابی اکولوژیکی‌منابع آبی‌طبیعی حوضه جنوبی دریای خزر براساس شاخص‌های BMWP و ASPT به انجام رساندند و در نهایت نتایج حاصل از شاخص ASPT، استان مازندران را در سطح آب‌های مشکوک به آلودگی و بعد از آن آب‌های استان گلستان و مازندران را در دسته آب‌های عاری از آلودگی قرار داد.، هم‌چنین شاخص BMWP نیز استان گیلان و مازندران را آلوده‌ترین استان با سطح کیفی متوسط و استان گلستان را با سطح کیفی خیلی خوب دسته‌بندی کرده است. با توجه به اهمیت دریای خزر و خلیج گرگان و نیز گروه بزرگ بی‌مهرگان کفزی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین گروه‌های مستقر در این اکوسیستم‌ها و البته با درنظر گرفتن آلودگی تروفی شدید ایجاد شده در این مناطق، بررسی روند غالبیت گروه‌های کفزیان با توجه به شرایط تروفی مختلف دریای خزر در طول سالیان گذشته، به‌خوبی می‌تواند محیط زیست فعلی این اکوسیستم مهم را ترسیم نماید.

مواد و روش‌ها

مکان‌مورد‌مطالعه: حوضه‌آبخیز‌خلیج‌گرگان‌یکی‌از‌زیرحوضه‌های دریای خزر محسوب می‌شود که به‌طور عمده در استان گلستان و بخش کمی از آن در استان مازندران واقع شده است.



شکل ۱: موقعیت خلیج گرگان در استان گلستان و ایستگاه‌های مورد بررسی (تصویر ماهواره لندست ۲۰۰۲). ایستگاه ۱: ″۲ '۴۹ °۳۶ شمالی، ″۴۲ '۴۲ °۵۳ شرقی، ایستگاه ۲: ″۴۹ '۴۹ °۳۶ شمالی، ″۴۵ '۵۳ °۵۳ شرقی، ایستگاه ۳: ″۵۲ '۵۱ °۳۶ شمالی، ″۳۵ '۰ °۵۴ شرقی، ایستگاه ۴: ″۱۷ '۵۸ °۳۶ شمالی، ″۲۵ '۵۹ °۵۳ شرقی، ایستگاه ۵: ″۱۹ '۵۵ °۳۶ شمالی، ″۱۰ '۵۶ °۵۳ شرقی

نمونه‌برداری از کفزیان: از آن‌جاکه هدف پژوهش تعیین روند غالبیت کفزیان در اکوسیستم نسبت به سال‌های گذشته می‌باشد، نمونه‌برداری زمانی که اکوسیستم دارای بیش‌ترین تنوع زیستی و کم‌ترین تغییرات بیوژئوشیمیایی است،صورت گرفت. براساس مطالعات Hoffman و همکاران (۲۰۱۰) ویژگی‌های مذکور در ماه‌های سپتامبر و اگوست در اکوسیستم برقرار می‌باشد و از این‌رو در پژوهش حاضر نمونه‌برداری در اواخر شهریور و اوایل مهر سال ۱۳۹۴ انجام شد. نمونه‌برداری ۳ مرتبه و در هر مرتبه با ۳ تکرار، به‌وسیله تورگراب با سطح مقطع ۴۰۰ سانتی‌مترمربع انجام گرفت. نمونه‌ها با الک ۰/۵ میلی‌متری شسته‌شده و پس از فیکس کردن با اتانول ۷۰ درصد در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفتند و با استفاده از کلیدهای شناسایی مختلف ازجمله Tiffany و Britton(۱۹۷۱) تفکیک و شمارش شدند. متاسفانه به‌قدری شاهد تعداد نمونه‌های اندک (در بسیاری اوقات فاقد نمونه) در طول دفعات نمونه‌برداری بوده‌ایم که به ناچار، به جهت آن‌که معنی‌داری و اختلافات موجود در اکوسیستم بهتر درک شود، مجموع نمونه‌ها به‌عنوان یک بسته زیستی درنظر گرفته شده و آنالیز بر روی آن‌ها انجام شد. بنابراین مقادیر ارائه شده در بخش نتایج، مجموع مقادیر به‌دست آمده از کفزیان در طول ۳ مرتبه نمونه‌برداری (با ۳ تکرار) می‌باشد.

شاخص‌های زیستی مورد استفاده

شاخص تراکم و بیوماس (زی‌توده): تعداد کفزیان در مساحت معین را تراکم می‌گویند. تراکم پایین کفزیان، نشان‌دهنده از بین رفتن شرایط مناسب زیستگاه می‌باشد. برای به‌دست آوردن تراکم در مترمربع باید تراکم در سطح نمونه‌برداری را به‌دست آورد و سپس به مترمربع تعمیم داد (Davis و همکاران، ۲۰۰۱). برای تعیین زی‌توده ابتدا باید نمونه‌ها را توسط کاغذ صافی خشک کرد و با ۵-۳ تکرار، وزن کرده و وزن انفرادی هر خانواده را به‌دست آورد. سپس با توجه به تعداد هر خانواده در ایستگاه‌های مختلف، میزان زی‌توده در سطح نمونه‌برداری شده به‌دست آمده و به مترمربع تعمیم داده می‌شود.

شاخص شانون - وینر: در این شاخص اطلاعات مربوط به تعداد گونه‌های متعلق به یک‌جمعیت و فراوانی نسبی آن‌ها با هم در محاسبه لحاظ می‌شود و در حقیقت تخمینی از ترکیب جمعیت کفزیان است (Lydia و همکاران، ۲۰۰۰). این شاخص می‌تواند مقادیر بین ۵-۱ را به‌خود اختصاص دهد و هر چقدر مقدار عددی شاخص پایین باشد، نشان‌دهنده آلودگی بالاتر می‌باشد. این شاخص در رابطه زیر نشان داده شده است: $H'=-\sum Pilog2P$

H´ = مقدار شاخص شانون، Pi = نسبت افراد یافت شده از گونه i، n = کل تعداد افراد در نمونه، ni = تعداد افراد گونه i

شاخص غنای مارگالف: این شاخص، میزان غنی و فقیر بودن اکوسیستم را از لحاظ تعداد گونه نشان می‌دهد. هر چه مقدار عددی آن بیش‌تر باشد، حاکی از آن است که بدنه آبی به‌لحاظ زیستی از سلامت بالاتری برخوردار است. این شاخص در رابطه زیر نشان داده شده است: $Ri=S-1/Ln(N)$

Ri = شاخص مارگالف، S = تعداد کل گونه‌ها، N = فراوانی کل گونه‌ها

شاخص یکنواختی: این شاخص بین ۱-۰ متغیر می‌باشد. زمانی که توزیع و فراوانی تمام افراد از گونه‌های مختلف در نمونه مشابه باشد، می‌توان پیش‌بینی کرد که شاخص یکنواختی به‌مقدار بیشینه نزدیک شود و در صورتی‌که توزیع و فراوانی نسبی افراد از مشابهت کم‌تری برخوردار باشد، مقدار عددی این شاخص به سمت صفر میل خواهد کرد(Lydia و همکاران، ۲۰۰۰). این شاخص در رابطه زیر نشان داده شده است:

$$J'=\frac{H'}{H'_{max}}=\frac{H'}{LnS}$$

H' = مقدار شاخص شانون، S = تعداد گونه‌های موجود در نمونه

تجزیه و تحلیل داده‌ها: ابتدا جهت بررسی نحوه توزیع داده‌ها از آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و نیز شاپیروویلک در سطح معنی‌دار ۵ درصد استفاده شد. پس از اطمینان از نرمالی داده‌ها، جهت بررسی معنی‌داری از آزمون واریانس یک‌طرفه و نیز جهت بررسی اختلاف بین ایستگاه‌ها از تست‌های LSD و دانکن استفاده گردید. برای انجام تمامی تجزیه و تحلیل‌ها از نرم‌افزارهای آنالیزی Excel نسخه ۲۰۰۷ و Spss نسخه ۲۲ استفاده گردید.

نتایج

بررسی کیفی بزرگ بی‌مهرگان کفزی (شناسایی نمونه‌ها): شناسایی فون بزرگ بی‌مهرگان کفزی تا حد نیاز و امکان، براساس کلیدهای شناسایی معتبر صورت گرفت و در مجموع ۶ خانواده و ۱۱۱ نمونه(۶۴ عدد کرم پرتار، ۱۷ عدد کرم کم‌تار، ۸ عدد کرم شیرونومیده، ۹ انگل نماتد، ۱۲ صدف دوکفه‌ای و ۱ عدد آمفی‌پودا) در مجموع کل دفعات نمونه‌برداری شناسایی شدند. در جدول ۱ رده‌بندی فون بزرگ بی‌مهرگان موجود در خلیج گرگان و سواحل استان گلستان نشان داده شده است.

جدول۱:رده‌بندی فون بزرگ بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده در خلیج گرگان و سواحل استان گلستان

طبقه‌بندی						
شاخص‌های پاکی		شاخص‌های آلودگی				
Eukaryota	Eukaryota	Eukaryota	Eukaryota	Eukaryota	Eukaryota	سرسلسله
Animalia	Animalia	Animalia	Animalia	Animalia	Animalia	سلسله
Arthropoda	Mollusca	**Nematoda**	Arthropoda	Annelida	Annelida	شاخه
Malacostraca	Bivalvia	-	Insecta	Oligochaeta	Polychaeta	رده
Amphipoda	-	-	Diptera	-	Phyllodocida	راسته
Gammaridae	-	-	Chironomidae	-	Nereididae	خانواده
Gammarus					*Nereis*	جنس
-	-	-	-	-	*Nereis diversicolor*	گونه

بررسی کمی بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی(شاخص‌های زیستی): جهت بررسی کمی نمونه‌ها، پس از شمارش، شاخص‌های زیستی مهم محاسبه‌گردیدومیانگین مقادیر به‌دست آمده بین ایستگاه‌های مختلف مورد مقایسه قرار گرفت. طبق نتایج، در مقایسه مقادیر شاخص تشابه بین ایستگاه‌های مختلف‌اختلاف معنی‌داری‌مشاهده نشد ($p>0/05$). هم‌چنین درموردشاخص تراکم بین ایستگاه‌های۱و ۲، درمورد شاخص شانون بین ایستگاه‌های ۱ و ۲ و نیز بین ایستگاه‌های ۳ و ۵ و در نهایت در مورد شاخص مارگالف بین ایستگاه‌های ۳ و ۵ اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد($p>0/05$).درسایر موارد شاهداختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌ها بوده‌ایم. جدول ۲ تعداد نمونه‌های شمارش شده در هر ایستگاه‌را به تفکیک گروه‌های مختلف‌کفزیان نشان می‌دهد. در جدول ۳ نیز مقایسه میانگین مقادیر شاخص‌های زیستی بین ایستگاه‌های مختلف در اکوسیستم نشان داده شده است.

جدول۲: تعداد نمونه‌های شمارش شده در هر ایستگاه را به تفکیک گروه‌های مختلف کفزیان

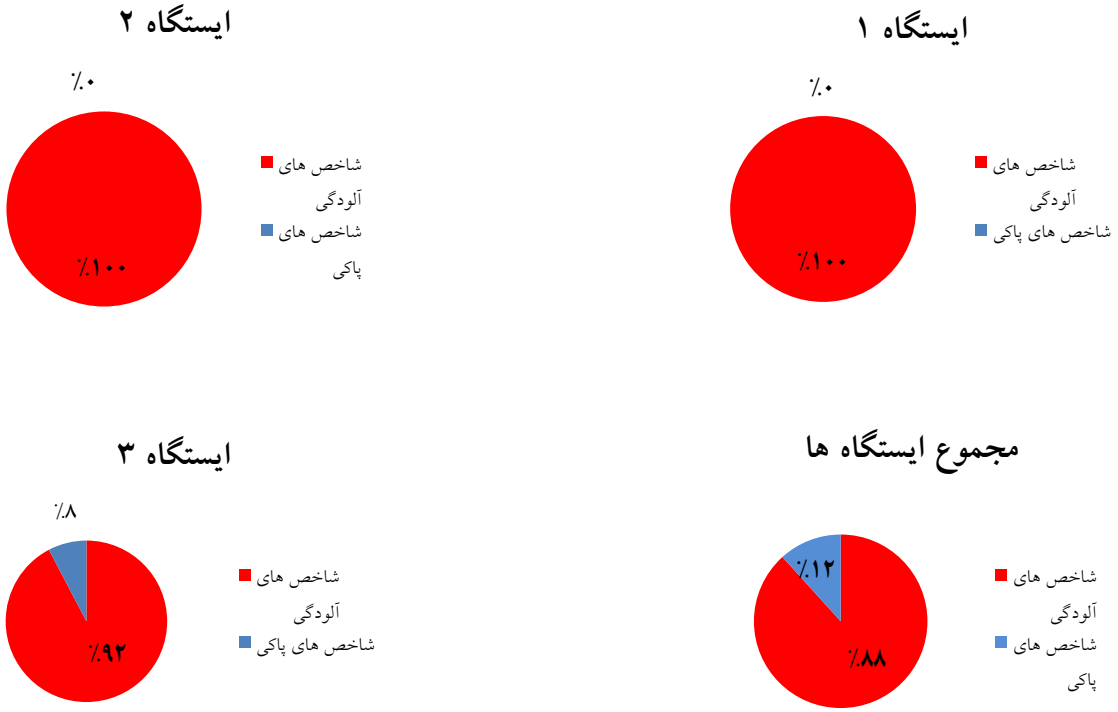
ایستگاه/ تعداد کفزیان	کرم‌های پرتار	کرم‌های کم‌تار	کرم‌های شیرونومیده	نماتدها	صدف‌های دوکفه‌ای	آمفی‌پودا
ایستگاه ۱	۱۵	۴	۰	۱	۰	۰
ایستگاه ۲	۱۳	۴	۲	۰	۰	۰
ایستگاه۳	۷	۰	۱	۴	۰	۱
ایستگاه ۴	۱۳	۷	۴	۳	۵	۰
ایستگاه ۵	۱۶	۲	۱	۱	۷	۰

جدول ۳: مقایسه میانگین مقادیر شاخص‌های زیستی کفزیان بین ایستگاه‌های مختلف در خلیج گرگان و سواحل استان گلستان

ایستگاه/ شاخص کفزیان	شاخص تراکم	شاخص بیوماس	شاخص شانون	شاخص مارگالف	شاخص تشابه
ایستگاه ۱	۱۶۶/۶±۶/۶ [b]	۲۷/۴۶±۱/۱۵ [c]	۰/۶۷±۰/۱۱ [a]	۰/۶۵±۰/۰۵ [a]	۰/۲۲±۰/۰۶ [a]
ایستگاه ۲	۱۵۸/۳±۱۰ [b]	۲۴/۵±۰/۹۸ [b]	۰/۸۱±۰/۱۱ [a]	۰/۸±۰/۱ [b]	۰/۲۶±۰/۰۱ [a]
ایستگاه۳	۱۰۸/۳±۱۰ [a]	۱۲/۶۴±۰/۶۵ [a]	۱/۰۵±۰/۰۳ [b]	۱/۰۵±۰/۰۴ [c]	۰/۲۶±۰/۰۲ [a]
ایستگاه ۴	۲۶۶/۳±۱/۱۷ [d]	۴۵/۵۶±۰/۷۸ [d]	۱/۴۲±۰/۱ [c]	۱/۴۲±۰/۰۹ [d]	۰/۲۸±۰/۰۱ [a]
ایستگاه ۵	۲۲۵±۲۵ [c]	۵۳/۴۶±۱/۹ [e]	۱/۰۲±۰/۰۲ [b]	۱/۰۲±۰/۰۱ [c]	۰/۱۹±۰/۰۵ [a]

تذکر: حروف کوچک انگلیسی نشان‌دهنده معنی‌داری می‌باشند.

همان‌طور که نتایج حاصل از بررسی کیفی و کمی نمونه‌ها نشان می‌دهد، غالب گروه‌های کفزیان مستقر در اکوسیستم ازجمله کرم‌های پرتار، کرم‌های کم‌تار، کرم‌های شیرونومیده و نماتدها جزء گروه‌های مقاوم‌به‌آلودگی‌بوده‌وشاخصی‌از شرایط نامساعد زیستی در اکوسیستم می‌باشند، در حالی‌که گروه صدف‌های دوکفه‌ای و آمفی‌پودا که نسبت به آلودگی حساس‌اندوشاخصی از شرایط زیستی مناسب در اکوسیستم می‌باشند، به تعداد بسیار اندک و انگشت‌شمار در اکوسیستم حضور دارند و تمامی نتایج کسب شده گواهی بر وجود شرایط بسیار نامساعد از لحاظ کیفی و زیستی در اکوسیستم می‌باشد. بر این اساس جهت درک بهتر در شکل ۲ مقایسه‌ای بین تراکم کفزیان شاخص آلودگی و کفزیان شاخص آب‌های پاک در اکوسیستم نشان داده شده است که به‌خوبی موکد مطالب ذکر شده در فوق می‌باشد.



شکل ۲: مقایسه بین تراکم کفزیان شاخص آلودگی و کفزیان شاخص پاکی در خلیج گرگان و سواحل استان گلستان

بحث

پرتاران از گروه‌های غالب بنتوزی در منابع آبی بوده، نسبت به آلودگی بسیار مقاوم هستند و از نظر اکولوژیکی و حضور در زنجیره غذایی نیز دارای ارزش زیادی می‌باشند. در اوایل دهه ۱۳۷۰ خانواده Nereidae از کرم‌های پرتار در حوضه جنوبی خزر به شکل غالب در آمد (سلیمانی‌رودی، ۱۳۷۳). علاوه بر آن در رده‌های دیگر کفزیان نیز تغییراتی به‌وجود آمد، ازجمله در رده سخت‌پوستان و نیز در مورد صدف‌های دوکفه‌ای، کاهش تنوع و تراکم گزارش گردید (Soleimani Roody و همکاران، ۱۳۹۱؛ Roohi و همکاران، ۲۰۱۰؛ Shiganova و همکاران، ۲۰۰۴). در پژوهش حاضر، کرم‌های پرتار و گونه *Nereis diversicolor* دارای بیش‌ترین تراکم بین گروه‌های مختلف بنتوزی بوده‌اند. Qasim AF (۱۳۷۸) و هاشمیان‌کفشگیری (۱۳۷۷) نیز در پژوهش‌های خود نتیجه مشابهی را گزارش نمودند. این در حالی است که به‌نظر می‌رسد ورود شانه‌دار به دریای خزر در دهه اخیر به‌عنوان عاملی تنش‌زا، نقش مهمی در تغییرات عوامل زیستی و غیرزیستی

این پیکره آبی داشته است (Roohi و همکاران، ۲۰۱۰؛ Shiganova و همکاران، ۲۰۰۴)، به‌طوری‌که از تراکم کلیه گروهای کفزی ازجمله پرتاران کاسته شده است. Katonin و Pourghola (۱۳۷۳) و Hosseini و همکاران(۱۳۸۹) در پژوهش خود تعداد گونه‌های کفزیان در سواحل جنوبی خزر را به‌ترتیب ۳۲ و ۵۷ گونه اعلام کردند، درحالی‌که در مطالعه افرایی‌بندپی و همکاران (۱۳۹۵) این تعداد ۲۵ گونه بوده است که دارای کاهش تغییرات ۲۱/۹ درصد با سال ۱۳۷۳ و ۵۷/۹ درصد با سال ۱۳۷۵ بوده است. آن‌ها نیز دلیل این مساله را ورود شانه‌دار خزری، افزایش بار آلودگی خزر و ورود برخی گونه‌های مهاجم از طریق آب توازن کشتی اعلام کردند.

در پژوهش حاضر در مقایسه تراکم پرتاران بین ایستگاه‌های مختلف، ایستگاه ۵ دارای بیش‌ترین تراکم و ایستگاه ۳ دارای کم‌ترین تراکم بوده است. اصلی‌ترین دلیل وجود تراکم کم‌تر در ایستگاه ۳، ورود رودخانه دائمی قره‌سو به این منطقه می‌باشد. رودخانه قره‌سو طولانی‌ترین رودخانه استان گلستان پس از گرگانرود است که در طول مسیر خود فاضلاب‌های شهری و کشاورزی که سرشار از مواد سمی و شیمیایی‌هستند را دریافت می‌کند. هم‌چنین رودخانه قره‌سو در مسیر خود مسافتی طولانی از زمین‌های بایر عبور می‌کند که این امر سبب حمل مقادیر بالای رسوبات توسط این رودخانه می‌شود که سبب افزایش کدورت و کاهش تولید می‌گردد. این موارد در کنار عواملی هم‌چون تمرکز بیشتر شهرنشینی در این قسمت و استفاده نامناسب از آب قره‌سو جهت کاربری‌های مختلف، مهم‌ترین دلیل تفاوت پارامترهای زیستی و غیرزیستی این ایستگاه با سایر ایستگاه‌ها می‌باشد که سبب آلودگی بسیار شدید آن توسط مواد آلی و معلق شده و در بسیاری از نقاط آن شرایط بی‌هوازی (هایپرتروفی) ایجاد شده است. البته قابل ذکر است که بسته شدن و عدم لایروبی کانال‌های ورودی خزر به خلیج گرگان، سهم بسیار زیادی در عدم تهویه آب خلیج و ایجاد شرایط هایپرتروفی ایفا می‌نماید. این شرایط در مجموع سبب کاهش پرتاران در این ایستگاه نسبت به سایر مناطق گردیده است. اصلی‌ترین دلیل وجود تراکم بیش‌تر در ایستگاه ۵ نیز، وجود جریان‌های شمالی جنوبی و نیز جریان غربی- شرقی حاشیه جنوب شرقی خزر می‌باشد که از این منطقه عبور کرده و تا حدود زیادی سبب اختلاط مواد آلوده وارده به این قسمت با سایر نواحی می‌گردد. اگرچه وجود تعداد بیش‌تر پرتاران در ایستگاه ۵ نشان‌دهنده شرایط نامساعد زیستی است، لیکن می‌توان گفت که این ایستگاه نسبت به ایستگاه ۳ که دارای شرایط هایپرتروفی است (که موجب کاهش تراکم کلیه بنتوزهای مقاوم و غیرمقاوم می‌گردد)،دارای وضعیت مناسب‌تری است. هم‌چنین ایستگاه ۵ دارای بستر ماسه‌ای بوده که امکان تهویه بیش‌تر آب و جایگزینی بهتر گروه‌های کفزی را مهیا می‌نماید، درحالی‌که ایستگاه ۳ دارای بستر گلی بوده که این امر سبب کاهش تولیدات بنتوزی در این منطقه می‌گردد. مهم‌ترین علت غالب بودن این گونه پرتار در مناطق مورد بررسی، توانایی سازگاری بالا با شرایط نامساعد تروفی (به‌ویژه تجمع مواد آلی) می‌باشد. هاشمیان‌کفشگری (۱۳۷۷) و Rozali Othman و همکاران (۲۰۰۲) نیز نتایج مشابهی را در پژوهش خود گزارش کردند که نتایج هر ۲ پژوهش با نتایج اخیر هماهنگی دارد. از طرف دیگر از آن‌جاکه جنس بستر تاثیر بسیار زیادی در پراکنش کفزیان دارد و کفزیان در بستر گلی نسبت به بستر ماسه‌ای توان زیست کم‌تری دارند و البته با درنظر گرفتن این موضوع که جنس غالب بستر ایستگاه‌های مورد بررسی ما، گلی می‌باشد، بنابراین تراکم و تنوع پایین کفزیان در مطالعه حاضر منطقی به‌نظر می‌رسد.

کم‌تاران: کم‌تاران رده دیگری از راسته بزرگ کرم‌های حلقوی می‌باشند که نسبت به بار مواد آلی مقاوم‌اند. در پژوهش حاضر این رده از نظر تراکم در جایگاه دوم، پس از رده پرتاران قرار گرفته است. تراکم رده کم‌تاران اگرچه در تجمعات کفزیان دریای خزر از سال ۱۳۷۵ تاکنون، به‌دلیل افزایش شدید پرتاران، از ۲۱ درصد به ۱۷ درصدرسیده است (Soleimani Roody و همکاران، ۱۳۹۱)، اما اشغال دومین رده تراکمی توسط کم‌تاران که ارتباط منفی با اشباعیت اکسیژن و ارتباط مثبت با کل مواد آلی (Ramsko و Forbes ، ۲۰۰۸) داشته است، می‌تواند شاهدی بر افزایش آلودگی دریای خزر باشد. این موضوع تاییدی بر نتایج به‌دست آمده ما درمورد پرتاران است. کم‌تاران نسبت به بار مواد آلی مقاوم بوده و قادراند غذای خود را از رسوبات زیرلایه سطحی و دارای کل‌مواد‌آلی (Total Organic Matter یا TOM) بالا تامین کنند.

در مقایسه تراکم کم‌تاران بین ایستگاه‌های مختلف، کم‌ترین تراکم متعلق به ایستگاه ۳ است که دلایل آن در بخش کرم‌های پرتار ذکر گردید و بیش‌ترین مقدار مربوط به ایستگاه ۴ است که مهم‌ترین دلیل آن وجود مواد آلی و غذایی حمل‌شده از طریق جریانات ورودی (به‌ویژه گرگانرود)به این قسمت می‌باشد. ضمن آن‌که این ایستگاه نیز مانند ایستگاه ۵ دارای بستر رسوبی می‌باشد که در شکل‌گیری فون قوی‌تر کمک می‌نماید.

نماتدها: نماتدها جزء گروه کرم‌های گرد می‌باشند. نماتدهای آزادزی کرم‌های ریزی هستند که معمولاً طول آن‌ها ۲-۱ میلی‌متر می‌باشد که در خاک یا داخل خزه‌ها زندگی می‌کنند. برخی نماتدها انگل بوده و برخی دیگر مفید می‌باشند (غالبا نماتدهای خاکزی). در مطالعه حاضر بیش‌ترین تراکم نماتدها در ایستگاه ۳ و ۴ مشاهده شد. از آن‌جاکه غالب نمونه‌های یافت شده هم‌زیست با پریفیتون‌ها مشاهده شدند، به‌نظر می‌رسد که این نماتدها از نوع انگل گیاهی بوده که نزدیک به ریشه گیاهان زیست می‌کنند. با توجه به این موضوع تراکم بیش‌تر این موجودات در ایستگاه ۳ و ۴ منطقی به‌نظر می‌رسد. با وجود این‌که به‌طورکلی مناطق مورد بررسی دارای فلور گیاهی ضعیفی می‌باشند، لیکن این دو ایستگاه دارای پوشش گیاهی غنی‌تری نسبت به ایستگاه‌های دیگر هستند (هم از نظر وجود پریفیتون‌ها و هم گیاهان عالی آبزی) و این امر بستر لازم جهت زیست این موجودات را فراهم می‌نماید. علاوه بر این موضوع شرایط کیفی نامناسب این دو ایستگاه و وجود آلاینده‌های آلی در مقادیر بالا سبب تجمع بیش‌تر نماتدها(که مقاوم به شرایط نامساعدزیستی می‌باشند) شده است. این در حالی است که هیچ نمونه‌ای در ایستگاه ۲ یافت نشد که اصلی‌ترین دلیل آن پوشش گیاهی بسیار ضعیف این ایستگاه است. وجود نماتدها در مناطق مورد بررسی بیانگر وجود عامل بیماری‌زا و شرایط نامناسب زیستی است و از آن‌جاکه حضور این گروه در مطالعات مشابه پیشین در این رتبه غالبیت، گزارش نشده و از این جهت نوظهور می‌باشند، متاسفانه‌حضور آن‌ها تاییدمجددی برسوق یافتن اکوسیستم‌های مورد بررسی به سمت شرایط هایپرتروفی می‌باشد.

شیرونومیده: خانواده‌شیرونومیده درکلیه‌فصول‌سال‌ودر شرایط مختلف آبی قادر به زیست بوده و این امر به حدود بردباری بالای گونه‌های آن برمی‌گردد، به‌طوری‌که گونه‌های مذکور شاخص آب‌های تمیز تا آلوده می‌باشند. این درحالی است که وجود افراد این راسته در غالب موارد نشان‌دهنده وجود ورودی فاضلاب و مواد مغذی به داخل اکوسیستم است. در پژوهش حاضر در ایستگاه‌های مختلف شاهدتراکم بسیاراندک این گروه بوده‌ایم.اصلی‌ترین دلیل این موضوع به تمایلات زیستی خانواده شیرونومیده برمی‌گردد. این خانواده فیلتر کننده بوده و ذرات گیاهی و دتریتوس‌ها را از ستون و بستر آب فیلتر می‌کند. از آن‌جاکه مناطق مورد مطالعه ما فاقد پوشش گیاهی مناسب و غنی است، بنابراین تراکم پایین این خانواده به‌دلیل نبود منابع غذایی غنی، دور از انتظار نبوده است. هم‌چنین این خانواده عادت به حرکت به سمت حاشیه اکوسیستم (در مجاورت پوشش گیاهی) جهت ماواءگزینی، تخم‌ریزی و رشد لاروهای خود دارد، که این مساله نیز درکاهش‌تراکم این‌گروه تاثیرگذار بوده است. جنس بستر در جایگیری خانواده شیرونومیده اهمیت زیادی دارد. از آن‌جاکه غالب ایستگاه‌های مورد مطالعه دارای بستر دانه‌ریز و در بسیاری موارد گلی می‌باشند و این امر از پناهگیری موجودات، زیر و روی ذرات آن‌ها جلوگیری کرده و نیز قدرت تهویه جریان و نگه‌داری مواد آلی جهت رشد کفزیان را کاهش می‌دهد، بنابراین جایگاه‌های زیستی این خانواده و متعاقب آن تراکم آن‌ها کاهش می‌یابد. ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که وجود ساخت و ساز بالا در اراضی حاشیه‌ای اکوسیستم سبب افزایش فرسایش‌خاک، افزایش‌کدورت‌وتخریب‌زیستگاه‌های‌مهم‌ونیز جابجایی فون موجود توسط ابزار مورد استفاده گردیده است. این پدیده در مورد اکوسیستمی مانند خلیج گرگان که به شکل طبیعی دارای حاشیه‌ای سست با ریزش رسوبات بالا است، مزید بر علت بوده و شرایط را تشدید می‌نماید که یکی از عوامل کاهش تراکم کفزیان در مطالعه حاضر نیز می‌باشد و ممکن است دلیل عدم وجود حتی یک نمونه از شیرونومیده‌ها در ایستگاه ۱، به‌دلیل ساخت و سازهای مابین این منطقه و ناحیه میانکاله باشد که در سال‌های اخیر شدت یافته است.

دوکفه‌ای‌ها: دوکفه‌ای‌ها ازجمله گروه‌های حساس به آلودگی می‌باشند. دوکفه‌ای‌ها اگرچه از نظر تعداد ممکن است کم‌تر از سایر گروه‌ها باشند ولی نقش آن‌ها در افزایش زی‌توده به‌دلیل بزرگ بودن اندازه آن‌هاقابل‌توجه‌است.بر این اساس Hosseini و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهش خود عنوان کردند که ۵ گونه دوکفه‌ای در سواحل جنوبی دریای خزر در دهه هفتاد موجود بوده است. در حالی‌که افرائی‌بندپی و همکاران (۱۳۹۵) تنها دو گونه دوکفه‌ای را در مطالعه خود گزارش نمودندکه حاکی از کاهش‌تنوع بسیارشدید(نشان‌دهنده‌وجود استرس شدید در محیط) می‌باشد و علت آن را به وضعیت زیست، جنس بستر، عمق، محل و زمان نمونه‌برداری نسبت دادند. در پژوهش حاضر نیز تنها یک گونه از دوکفه‌ای‌ها مشاهده گردید که با روند کاهشی مشاهده شده از تراکم این گروه در مطالعات پیشین هم‌خوانی دارد. از علل اصلی کاهش این گروه در مناطق مورد بررسی وجود آلودگی بسیار زیاد و جنس بستر نامناسب جهت زیست این گروه می‌باشد. همان‌طورکه اشاره گردید این گروه نسبت به وجود آلاینده در محیط

حساس است و از آن‌جاکه حاشیه خزر و به‌ویژه خلیج گرگان در معرض انواع آلاینده‌های آلی و معدنی قرار دارد، حذف این گروه دور از انتظار نبوده است. Katonin و Pourgholam (۱۳۷۳) نیز در پژوهش خود اعلام نمودند که بسترهای لجنی سبب کاهش تراکم دوکفه‌ای‌ها درحاشیه دریای‌خزر می‌شود که با نتایج حاصل از پژوهش ما هماهنگی دارد و با توجه به این‌که بخش زیادی از جنس بستر اکوسیستم‌های مورد مطالعه ما گلی و لجنی است، تکثیر این گروه محدود شده است. در مقایسه تراکم این گروه در ایستگاه‌های مختلف، در ۳ ایستگاه اول به‌علت وجود مقادیر بالای آلودگی و نیز عدم تهویه مناسب هیچ صدفی مشاهده نشد. در ایستگاه ۴ و ۵ به مقدار بسیار کم مشاهده گردید که علت آن اختلاط آب و تهویه حدودی ساحل خزر می‌باشد، لیکن در ایستگاه ۴ به‌علت ورود بیش از اندازه مواد آلی و رسوبی شاهد تراکم کم‌تری بوده‌ایم. نیکویان (۱۳۷۷) در نتایج پژوهش خود اعلام کرد که یکی از خصوصیات مهم اجتماعات بنتوزی تنوع آن‌ها است که در اکوسیستم‌های آبی بیش از هر عاملی به ثبات فیزیکی محیط بستگی دارد و این امر می‌تواند با فعالیت پره‌های صیادی در سواحل جنوبی دریای خزر که از مهرماه به‌مدت ۶ ماه به‌اجرا درمی‌آید مرتبط باشد. افرائی‌بندپی و همکاران (۱۳۹۵) نیز در پژوهش خود بر این موضوع تاکید ورزیدند. با توجه به موارد عنوان شده، در صورت عدم استقرار تعاونی صیادی در ایستگاه ۵ و عدم وجود پره‌کشی در مقادیر بالا، قطعاً شاهد تراکم بالاتری از دوکفه‌ای‌ها در این ایستگاه خواهیم بود.

آمفی‌پودا (خانواده گاماریده): راسته ناجورپایان یا آمفی‌پودا گروهی از کفزیان هستند که تنوع و فراوانی آن‌ها به اکسیژن، مواد آلی‌رسوبات و دربرخی‌موارد به هیدروکربن‌های نفتی در محیط وابسته است. خانواده گاماریده یکی از خانواده‌های بزرگ راسته آمفی‌پودا محسوب می‌شود. در مطالعه حاضر تنها ۱ عدد آمفی‌پودا از جنس گاماروس در ایستگاه ۳ مشاهده شد. اصلی‌ترین علت عدم حضور این دسته در ایستگاه‌های مورد بررسی، حساسیت بالای این گروه نسبت به مواد آلاینده می‌باشد. ورود و تجمع مقادیر بالای آلاینده‌های آلی و معدنی به‌داخل خلیج گرگان و حاشیه جنوب‌شرقی دریای خزر و ایجاد شرایط زیستی دشوار بی‌هوازی برای موجودات ساکن (به‌ویژه در خلیج گرگان به‌علت بسته شدن کانال‌های ورودی آب از دریای خزر)، سبب حذف کامل این گروه در زمان نمونه‌برداری شده است. در مورد ۱ عدد نمونه یافت شده در ایستگاه ۳ نیز نمی‌توان اظهارنظر علمی نمود زیرا به احتمال قوی می‌توان فرض نمود که این ایستگاه، زیستگاه اصلی موجود نبوده و به‌صورت تصادفی توسط برخی جریانات ورودی (از طریق پدیده شستشوی ارگانیسمی یا غیره) وارد این منطقه شده است. در پژوهش انجام شده توسط Katonin و Pourgholam (۱۳۷۳) و Hosseini و همکاران (۱۳۸۹) در حاشیه دریای خزر، گزارش گردید که در سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۵، تعداد ۲۹ گونه از راسته آمفی‌پودا در این‌منطقه قابل‌مشاهده‌بوده‌است.هم‌چنین‌میرزاجانی‌و کیابی (۲۰۰۰) اعلام نمودند که در سال‌های ۱۹۹۶-۱۹۹۵ در اعماق ۲ تا ۱۰۰ متری سواحل جنوبی دریای خزر، تعداد ۲۰ گونه از راسته آمفی‌پودا مشاهده شده است. این در حالی است که افرائی‌بندپی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهش خود اعلام کردند که تنها ۱۲ گونه از راسته آمفی‌پودا در منطقه‌مورد مطالعه یافت شده که نسبت به پژوهش‌های مشابه پیشین کاهش ۵۸/۶ درصد داشته است. روند نزولی موجود در پژوهش‌های ذکر شده همگی موکد نتایج پژوهش ما می‌باشد.

شاخص‌های زیستی: در مقایسه مقادیر شاخص‌های تراکم و بیوماس بین ایستگاه‌های مختلف، در مورد شاخص تراکم بین غالب ایستگاه‌ها و در مورد شاخص بیوماس بین تمامی ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). بر این اساس بیش‌ترین مقدار متعلق به ایستگاه‌های ۴ و ۵ و کم‌ترین مقدار متعلق به ایستگاه ۳ بوده است. ایستگاه ۴ و ۵ همان‌طورکه در متون قبلی اشاره گردید دارای شرایط زیستی‌بهتری نسبت به سایر مناطق می‌باشند. البته این موضوع به‌طور کامل قابل تعمیم به تمامی رده‌های زیستی نمی‌باشد (به‌ویژه در مورد ایستگاه ۴) و لیکن از آن‌جاکه در مبحث‌کفزیان، جنس بستر نیز بسیار مهم است و با توجه به بستر ماسه‌ای این دو ایستگاه، وجود تراکم بالاتر در این دو منطقه منطقی به‌نظر می‌رسد. موارد ذکر شده در مورد شاخص بیوماس نیز صدق می‌نماید. در ایستگاه ۳ نیز با توجه به وجود آلودگی بسیار بالا و نیز جنس بستر گلی، وجود کم‌ترین تراکم و بیوماس قابل انتظار بوده است. لازم به ذکر است که یکی از بزرگ‌ترین علل کاهش تراکم و بیوماس در کلیه ایستگاه‌ها، وجود تراکم‌بالای‌فیتوپلانکتون‌های‌سمی‌اوگلنا و غالبیت آن‌ها در اکوسیستم می‌باشد.

مقادیر شاخص شانون به‌دست‌آمده در ایستگاه‌های مختلف نشان دهنده تنوع بسیار پایین کفزیان در اکوسیستم می‌باشد. در مقایسه بین ایستگاه‌های مختلف، ایستگاه ۱ دارای کم‌ترین تنوع و ایستگاه ۴ دارای بیش‌ترین تنوع می‌باشد. نتایج کلی به‌دست آمده از شاخص‌های

مارگالف و تشابه نیز حاکی بر وجود تنوع گونه‌ای بسیار پایین در اکوسیستم، به‌ویژه در ایستگاه‌های ۱ و ۲ می‌باشد. دلایل اصلی این امر به فیزیوگرافی و مشخصه‌های زیستی هر ایستگاه، سازه‌های بنا شده در آن‌ها و کاربری اراضی مجاورشان برمی‌گردد که به‌دلیل تشریح در متون فوق، از بیان مجدد صرف‌نظر می‌گردد.

نتایج حاصل از پژوهش حاضر و نیز مقایسات انجام شده با پژوهش‌های پیشین حاکی از آن است که مناطق مورد بررسی از نظر وضعیت تروفی، دارای شرایط یوتروف- هایپرتروف با غالبیت شرایط هایپرتروفی به‌ویژه در ایستگاه‌های مستقر در خلیج گرگان می‌باشد و این امر موجب کاهش شدید تراکم و تنوع جمعیت بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی مستقر در این اکوسیستم، در طول سالیان اخیر گردیده است. اصلی‌ترین دلیل این امر، ایجاد شرایط بی‌هوازی کامل، فعالیت باکتری‌های بی‌هوازی، تولید گازهای سمی و در نهایت ایجاد خفگی در اکوسیستم می‌باشد. لازم به ذکر است که جهت تصمیم‌گیری در مورد وضعیت زیستی اکوسیستم و ارائه نتایج قطعی، نیازمند انجام پژوهش‌های دیگری از این دست در آینده می‌باشیم و صرفاً با اتکا به نتایج حاصل از پژوهش حاضر نمی‌توان با جدیت در مورد وضعیت اکوسیستم صحبت نمود، لیکن بسیار پراهمیت است که مطالعاتی هم‌چون پژوهش حاضر هر ۲ سال یک‌بار صورت گرفته که ضمن حفظ فون زیستی اکوسیستم (عدم تکرر در نمونه‌برداری) نمای کلی اکوسیستم را ترسیم نماید و در صورت وجود شرایط نامساعد، زنگ خطر نابودی اکوسیستم را برای متخصصین امر به‌صدا درآورد. امید است با مدیریت مطلوب و برنامه‌ریزی‌های علمی میان‌مدت و بلندمدت، پتانسیل‌های این نواحی به فعل تبدیل و افق‌های روشنی جهت توسعه همه‌جانبه سواحل استان گشوده شود.

منابع

۱. **افرائی‌بندپی، م.ع.؛ هاشمیان‌کفشگری، ع. و پرافکنده، ف.، ۱۳۹۵.** بررسی ساختار جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی در سواحل جنوبی دریای خزر به‌منظور استقرار قفس‌های پرورش ماهی. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۵، شماره ۵، صفحات ۲۳ تا ۳۹.

۲. **رضوی‌صیاد، ب.، ۱۳۷۱.** منابع زیستی دریای خزر. مرکز تحقیقات شیلات گیلان. ۴۴ صفحه.

۳. **سلیمان‌رودی، ع.، ۱۳۷۳.** فون بنتیک حوضه جنوبی دریای مازندران، اعماق ۴۰ تا ۸۰ متری. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱۰، شماره ۳، صفحات ۴۱ تا ۵۶.

۴. **نیکوییان، ع.، ۱۳۸۱.** بررسی فراوانی و پراکنش و تنوع و تولید ثانویه بی‌مهرگان کفزی (ماکروبنتوزها) در خلیج چابهار. رساله دکتری بیولوژی دریا دانشگاه آزاد. واحد علوم تحقیقات تهران.

۵. **هاشمیان‌کفشگیری، ع.، ۱۳۷۷.** پراکنش و تغییرات فصلی زی‌توده و تنوع ماکروبنتوزهای غالب سواحل جنوبی دریای خزر. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد زیست دریا. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۱۰ صفحه.

۶. **Aghajari, S.N. And Ghorbani, R., 1391.** Ecological assessment of natural water resources of the Caspian Sea basin based on ASPT and BMWP indices. Second National Conference on Caspian Sea Fisheries Resources.

۷. **Davis, J.; Minshall, G.; Wayne, R.; Christopher, T. and Landres, P., 2001.** Monitoring Wilderness Stream ecosystems. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 137 p.

۸. **Hoffman, J.C.; Peterson, G.S.; Cotter, A.M. and Kelly, J.R., 2010.** Using stable isotope mixing in a great lakes coastal tributary to determine food web linkages in young fishes. Journal of Estuaries and Coasts. Vol. 33, pp: 1391-1405.

۹. **Hosseini, S.A.; Ganjian, A.; Makhloogh, A.; Kayhan Sani, A.; Tahami, F.; Mohammadjani, T.; Heydari, A.; Makarimi, M.; Makhdoomi, N.; Roshan Tabari, M.; Takmilian, K.; Roohi, A.; Rostamian, M.; Fallahi, M.; Sabok ara, J.; Khosravi, M.; Varesdi, S.A.; Hashemian, A.; Vahidi, F.; Nasrollahzadeh, H.; Najafpour, S.; Soleimaniroodi, A.; Lalooyi, F.; Gholamipour, S.; Oloumi, Y. And Salarvand, Gh., 1839.** Study of hydrology and hydrobiology of the Caspian Sea basin. National Fisheries Research Center. Final report. 250 p.

۱۰. **Katonin, A. And Pourgholam, R., 1373.** Hydrology and Hydrobiology of the Southern Caspian Basin. Fisheries Research Center of Mazandaran. 980 p.

۱۱. **Lydia, M.J.; Crawford, C.G. and Fery, J.W., 2000.** A comparision of selected diversity, similarity and biotic indices for detecting changes in benthic intervebrate community structure and stream quality. Arch. Environ. Contom. Toxical. Vol. 39, pp: 469-479.

۱۲. **Mirzajani, A.S., 1997.** Determination of live mass and distribution of benthic species in the southern Caspian Sea Astara to Chalous. Journal of Research and Development. Vol. 37, No. 4, pp: 130- 126.

۱۳. **Qasim AF, G., 1978.** Ecology of the Caspian Sea. Fisheries Research Institute. 272 p. (Translated)

۱۴. **Qasim AF, G., 2005.** Benthoses of the Black and Azov Sea and their role in the production of benthoses in the Caspian Sea. Guilan Fisheries Research Center. 23 p. (Translated)

۱۵. **Ramskov, T. and Forbes, V.E., 2008.** Life history and population dynamics of the opportunistic polychaete Capitella sp. In relation to sediment organic matter. Marine Ecology Progress Series. Vol. 369, pp: 181-192.

۱۶. **Roohi, A.; Kideys, A.; Sajjadi, A.; Hashemian, A.; Pourgholam, R.; Fazli, H.; Ganjian Khanari, A. and Eker Develi, E., 2010.** Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore Mnemiopsis Leidyi. Biological Invasions. Vol. 12, pp: 2343-2361.

۱۷. **Rozali Othman, M.; Samat, A. and Hoo, L.S., 2002.** The effect of bed sediment quality on distribution of macrobenthos

in Labu River system and selected site in Langat River, Malasia. Online Journal of Biological Science. Vol. 2, No. 1, pp: 32-34.

۱۸. **Shiganova, T.A.; Dumont, H.J.; Sokolsky, A.F.; Kamakin, A.M.; Tinenkova, D. and Kurasheva, E.K., 2004.** Population dynamics of Mnemiopsis leidyi in the Caspian Sea, and effects on the Caspian Ecosystem. In: Dumont H, Shiganova TA, Niermann U (eds). In Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas. Vol. 35, pp: 71-111.

۱۹. **Soleimani Roody, A.; Hashemian, A.; Salarvand, B.; Raisian, A.; Nasrollahzadeh Sarove, H.; Farabi, S.M.V.; Makloukh, A.; Naderi, M.; Eslami, F.; Eliasi, F.; Nazari, M.; Dashti, A.; Rezaei Nasrabadi, A.; Salmani, A. and Rostami, M., 2016.** Investigation on diversity, distribution, abundance and zinc content of macrobenthes in the southern part of the Caspian Sea in 2009. Caspian Sea Ecology Research Institute. 108 p.

۲۰. **Spellman, F.R. and Drinan, J.E., 2002.** Stream ecology and self purification, Lancaster Technomic Publication Inc. USA. 261 p.

۲۱. **Tiffany, L.H. and Britton, M.E., 1971.** The Algae of Illinois. Hanfer Publishing Company, Newyork. 407 P.