بررسی تاثیر مانسون بر تنوع‌زیستی زئوپلانکتون‌های سواحل شرقی چابهار (دریای مکران)

- **مهران لقمانی***: گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران
- **فاطمه ذبیحی**: گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران
- **گیلان عطاران‌فریمان**: گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۷

چکیده

نقش و اهمیت زئوپلانکتون‌ها در زنجیره غذایی و هرم اکولوژیک اکوسیستم دریایی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر مانسون بر تنوع زیستی زئوپلانکتون‌های سواحل شرقی چابهار می‌باشد. نمونه‌برداری از سواحل شرقی چابهار با استفاده از تور مخروطی زئوپلانکتون با چشمه ۱۰۰ میکرون و با دهانه ۳۰ سانتی‌متر به‌صورت کشش افقی، در ۸ ایستگاه در مناطق خلیج چابهار، بریس و رمین طی ٤ فصل از تابستان ۱۳۹۵ تا بهار ۱۳۹٦ انجام گرفت. با توجه به نتایج، رده پاروپایان ٦٦/۸۷ درصد از جمعیت زئوپلانکتون‌ها را به‌خود اختصاص دادند. پس از رده پاروپایان، نرم‌تنان دوکفه‌ای (۷/۵۳ درصد)، سالپ‌سانان (٦ درصد)، بیش‌ترین حضور و رده‌های پرتاران، سرطنابداران، استراکودا کم‌ترین حضور (در مجموع با ۲/۲۲ درصد) را در فصول مختلف نمونه‌برداری شامل شدند. بالاترین و پایین‌ترین شاخص شانون به‌ترتیب در فصل پاییز (۳) و بهار (۰/۹۹)، بالاترین و پایین‌ترین شاخص غالبیت به‌ترتیب در فصل پاییز و زمستان (۰/۹۵) و تابستان و بهار (۰/۹٤) و بالاترین و پایین‌ترین شاخص یکنواختی به‌ترتیب در فصل پاییز و بهار (۰/۹۷) و تابستان (۰/۹٤) محاسبه شد. با توجه به نتایج حاصل از تحقیق، ساختار اجتماعات زئوپلانکتون‌های این منطقه تحت تأثیر تغییرات ناشی از بادهای مانسون و جریان‌های فراچاهنده ساحلی می‌باشد. چرخه تولید و نوسانات فصلی زئوپلانکتون‌ها بستگی به پاسخی دارد که محیط به این تغییرات می‌دهد. در نتیجه، هنگامی‌که موجودات زئوپلانکتونی در معرض اختلالات شدید (مانسون) قرار دارند، چند گونه به گونه غالب تبدیل می‌شوند و یکنواختی گونه‌ای کاهش یابند.

کلمات کلیدی: زئوپلانکتون، سواحل چابهار، مانسون، تنوع زیستی، مکران

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Loghmani.mehran@gmail.com

مقدمه

زئوپلانکتون‌ها و فیتوپلانکتون‌ها، شاخصی از شرایط محیطی می‌باشند چراکه حساس به شرایط کیفی آب هستند. آن‌ها به مقدار اکسیژن حل شده در آب واکنش نشان می‌دهند و نیز مقدار زیادی مواد غذایی و یا آلودگی‌های سمی و غذای کم و حتی صید زیاد، بر گستردگی‌شان تأثیر می‌گذارد. با گسترش زئوپلانکتون در یک منطقه، می‌توان افزایش زیست‌توده تولید شده آن‌ها و گستردگی و تنوع گونه‌های آبزی را انتظار داشت. توزیع و پراکندگی زئوپلانکتون‌ها می‌تواند به‌خوبی تأثیر دما و جریان‌های اقیانوسی را منعکس کند، زیرا زئوپلانکتون‌ها شناگرانی آزاد هستند (Biktashev و همکاران، ۲۰۰۳). دریای مکران در جنوب ایران و در محدوده آب‌های استان سیستان و بلوچستان واقع شده است و از جنوب به اقیانوس هند مرتبط بوده و تحت تاثیر جریانات دریایی آن می‌باشد. وزش بادهای موسمی (Monsoon) ازخصوصیات شاخص منطقه است که تاثیر عمده‌ای بر ویژگی‌های محیطی و بوم‌شناختی دریای مکران دارد. جریان‌ها و بادهای موسمی اقیانوس هند که به‌ویژه در شمال‌غربی هند رخ می‌دهد، بر روی دریای مکران اثر می‌گذارد. به‌طوری‌که بادهای مانسون در تغییر دمای منطقه دارای اهمیت ویژه‌ای است (حقیقی و همکاران، ۱۳۷۴). Smith(۱۹۹۵)در بررسی تغییرات ساختار جمعیت زئوپلانکتون‌ها در فصول مانسون در دریای عرب بیش‌ترین فراوانی این آبزیان را در مانسون زمستانه مشاهده کرد و معتقد بود که باد موثرترین عامل در ایجاد تغییرات فصلی این ارگانیسم‌هاست. زئوپلانکتون‌ها اجزای حیاتی از زنجیره‌های غذایی آب‌های اقیانوسی و ازجمله دریای مکران را تشکیل می‌دهند. جوامع زئوپلانکتونی به‌شدت تحت تأثیر فشارهای محیطی چون فعالیت‌های انسانی و تغییرات آب و هوایی به‌ویژه پدیده مانسونی قرار می‌گیرند از این‌رو می‌توانند به‌عنوان شاخصی مهم برای تعیین کیفیت محیط آبی مطرح باشند (پولادی،۱۳۹۲). بررسی طولانی مدت جوامع زئوپلانکتونی، می‌تواند خط مبنای مهمی برای پیش بینی تغییرات آینده در اکوسیستم‌های آبی باشد. زئوپلانکتون‌ها هم‌چنین به‌عنوان مهم‌ترین منبع غذایی مورد استفاده برای لارو ماهیان نیز مطرح می‌باشند. لذا با افزایش جمعیت آن‌ها بر تولیدات آبزی نیز افزوده می‌گردد. بنابراین بررسی جمعیتی این گروه از جانداران می‌تواند از جوانب مختلف حائز اهمیت باشد (رضایی و همکاران، ۱۳۸۹). در ارتباط با جمعیت زئوپلانکتون‌ها در محدوده شمالی سواحل مکران مطالعات معدودی صورت گرفته ازجمله سنجرانی و همکاران (۱۳۸۹) که در رابطه با شناسایی و رده‌بندی زئوپلانکتون‌های جانوری و تعیین فراوانی آن‌ها در آب‌های ایرانی دریای عمان در قبل و بعد مانسون تابستانه از تنگه هرمز تا پسابندر در چابهار صورت گرفته، پاروپایان با ۲۵٪، مژه‌داران دریایی با ۲۲٪، نیم‌طناب‌داران با ۶٪ و نرم‌تنان با ۲٪ گروه‌های غالب بودند. سنجرانی (۱۳۹۳) در مطالعه راسته کالانوئیداَ در آب‌های دریای عمان در قبل و بعد از مانسون از تنگه هرمز تا پسابندر مشخص گردید که فراوانی این راسته در ایستگاه‌های مختلف در دو مقطع زمانی قبل و بعد مانسون کاملاً با یکدیگر متفاوت است. در مطالعه Fazeli و همکاران (۲۰۱۳) در مورد تغییرات فصلی ساختار جمعیت زئوپلانکتون‌ها در سواحل چابهار، پاروپایان رده غالب شناسایی شده و پس از آن‌ها لارواسه ها، کلادوسرها و پیکانیان قرار داشتند و تراکم آن‌ها در بین فصول مانسون به‌دلیل شرایط هیدرولوژیکی با هم متفاوت بودند. در مطالعات خارج کشور می‌توان به Al-Khayat و Nour El-Din(۲۰۰۱) که تأثیر تخلیه پساب‌های صنعتی بر روی جوامع زئوپلانکتونی خلیج‌فارس در محدوده کشور قطر را مورد بررسی قرار دادند. Abdel-Aziz و همکاران (۲۰۰۳) در سواحل آب‌های عربستان، بندپایان (Arthropoda) را با ۳۹٪، کورداتاها را با ۳۷٪ و پروتوزوآها را با ۱۲٪ از گروه‌های غالب معرفی کردند. از آن‌جاکه زئوپلانکتون‌ها در ساختار اکوسیستم‌های آبی و هم‌چنین ارزیابی توان تولید در هر نوع آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و باتوجه به این‌که اطلاعات کافی در رابطه با تاثیر مانسون بر تنوع زیستی زئوپلانکتون‌های سواحل شرقی چابهار در دست نیست، هدف از این تحقیق ارائه گزارشی از وضعیت تنوع زیستی این گروه از آبزیان در سواحل شمالی دریای مکران است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از تابستان ۱۳۹۵ تا بهار سال ۱۳۹۶ در ایستگاه‌های معین شده در این مطالعه، انجام گردید (جدول ۱). در این تحقیق، نمونه‌های آب و زئوپلانکتون پس از جمع‌آوری، هرکدام به‌صورت جداگانه برای اهداف مطالعاتی بعدی به آزمایشگاه دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار منتقل شدند. همه نمونه‌ها پس از قرار گرفتن درظروف شیشه‌ای توسط برچسب‌های ضدآب، ایستگاه، تاریخ، و نوع ماده آنالیزی آن‌ها مشخص شده و در ظروف عایق همراه با یخ به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

به‌منظور نمونه‌برداری، از تور مخروطی زئوپلانکتون با چشمه ۱۰۰ میکرون با دهانه ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد. نمونه‌برداری به صورت افقی از سطح آب صورت گرفته و تور با زاویه ۴۵ درجه با کمک زاویه سنج در قایق تثبیت شده و با سرعت ثابت حدوداً

۴ گره‌دریایی شروع به حرکت نمود. مدت زمان تور کشی ۵ دقیقه در هر ایستگاه بوده که با ۳ تکرار انجام گردید.

جدول۱: مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سواحل شرقی چابهار

نام ایستگاه	مناطق	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	خارج از دهانه خلیج	۲۵° ۱۶′ ۲۴"	۶۰° ۲۸′ ۲۹"
۲	آب‌شیرین کن	۲۵ ° ۲۵′ ۱۸"	۶۰° ۳۰′ ۴۱"
۳	لنج‌سازی	۲۰°۲۵′۵۵"	۶۰° ۲۴′۲۹"
۴	تیس	۲۵° ۲۱′ ۳۶"	۶۰° ۳۶′ ۹"
۵	داخل اسکله رمین	۲۵° ۱۶′ ۲"	۶۰° ۴۴ ′۵۰"
۶	خارج اسکله رمین	۲۵° ۱۵′ ۵۶"	۶۰° ۴۴′ ۵۱"
۷	داخل اسکله‌بریس	۲۵° ۸′ ۵۲"	۶۱° ۱۰′ ۲۸"
۸	خارج اسکله بریس	۲۵° ۹′ ۶"	۶۱° ۱۰′ ۱۴"

شناسایی ابتدایی زئوپلانکتون‌ها با استفاده از لوپ آزمایشگاهی به مشخصات Olympus, SZ6045, Japan انجام شد، به این صورت که جدولی از رده‌ها شناسایی شده تهیه و در هر مرحله ۱۰ سی‌سی از حجم نمونه موردنظر در لام باگاروف ریخته شد و با قراردادن لام در زیر لوپ و حرکت دادن آن، نام نمونه‌های مشاهده شده در جدول ثبت و پس از اتمام بررسی حجم نمونه مربوط به یک زمان، شمارش کلی هر رده انجام گرفت. در مرحله بعد شناسایی دقیق زئوپلانکتون‌ها از میکروسکوپ اینورت (NIKON مدل SMZ1500) با بزرگ‌نمایی ۴۰ از کلیدهای شناسایی زئوپلانکتون‌های آب‌شور و لب‌شور استفاده شد (Chihara و Murano، ۱۹۹۷؛ Todd و Laverack، ۱۹۹۱؛ Maguire و همکاران، ۱۹۸۴؛ Nishida، ۱۹۸۳؛ Monchenko، ۱۹۷۴).

شاخص شانون از طریق معادله زیر محاسبه می‌شود (Ludwig و همکاران، ۱۹۸۸): معادله (۱) $\acute{H} = -\sum_{i=1}^{n} p_i \log_e p_i$

در این رابطه: $\acute{H}$= شاخص شانون-وینر، p_i =فراوانی نسبی گونه i ام، $(\frac{n_i}{N})$ n= تعداد گونه

شاخص سیمپسون نیز از طریق معادله زیر محاسبه شد (Ludwig و همکاران، ۱۹۸۸): $\lambda = \sum_{i=1}^{n} (P_i)^2$

در این رابطه: P_i عبارت است از نسبت فراوانی هریک از گونه‌ها در نمونه که به‌صورت زیر برآورد می‌شود:

معادله (۲) $\frac{in}{N} = {}_iP$ i= 1, 2, 3….., n

به‌منظور تعیین یکنواختی گونه‌ها از معادله زیر استفاده شد (Pielou، ۱۹۶۷): معادله (۳) $J' = H'/\ln s$

در این رابطه: H′= شاخص تنوع شانون، S= تعداد گونه در نمونه، J′= شاخص یکنواختی

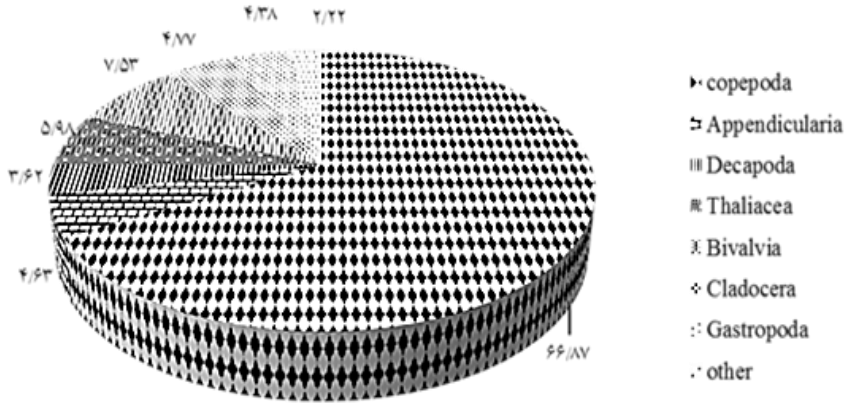
پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون کولموگراف-اسمیرنوف برای تعیین اختلاف آماری در بین ایستگاه‌ها و فصول مختلف نمونه‌برداری شده از تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS ۱۹ استفاده شد و به‌منظور مقایسه دو به دو فصول مختلف از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. تعیین مقادیر شاخص‌های تنوع‌زیستی به‌کمک نرم‌افزار Primer ۶/۰ صورت پذیرفت.

نتایج

ترکیب گونه و فراوانی جنس‌ها: در مجموع این تحقیق مطالعات ۱۰ رده از جوامع زئوپلانکتونی شناسایی شدند (شکل ۱). رده پاروپایان، راسته Calanoida، با ۹ جنس شامل *Paracalanus*، *Acartia*، *Acartiella*، *Clausocalanus*، *Centropages*، *Pseudodiaptomus*، *Tortanus*، *Euchaeta* و *Temora*، راسته Cyclopoida، با دو جنس *Oithona* و *Corycaeus* و راسته Harpacticoida با دو جنس *Macrosetella* و *Euterpina* حضور داشتند. رده پاروپایان، ۶۶/۸۷ درصد از جمعیت زئوپلانکتون‌ها را به‌خود اختصاص دادند. بعد از رده پاروپایان، رده نرم‌تنان دوکفه‌ای (۷/۵۳ درصد)، Thaliacea (۶ درصد حضور)، بیش‌ترین حضور و رده Polychaeta، Cephalochordata، Ostracoda کم‌ترین حضور (در مجموع با ۲/۲۲ درصد) را در فصول مختلف نمونه‌برداری شامل شدند.

مطابق جدول ۱، نرم‌تنان، در فصل تابستان با تراکم ۳۲۲۶/۱۴۷۹±۸۶ فرد بر مترمکعب (۱۱/۵۵ درصد حضور) بیش از سایر فصول مشاهده شدند. ولی جمعیت آن‌ها، در فصل پاییز با تراکم ۱۷۸۲/۳۱±۹۲/۵۶ فرد بر مترمکعب (۶/۰۴ درصد حضور) و در فصل زمستان با تراکم ۹۸۶/۵۳±۷۴/۴ فرد بر متر مکعب (۵/۱ درصد حضور)، کاهش یافته و در فصل بهار مجدداً روند افزایشی را با تراکم ۱۷۵۸/۷۲±۹۵/۷۴فرد بر مترمکعب (۶/۶۸ درصد حضور)، داشته است.

در رده پاروپایان، در راسته Calanoida، جنس *Acartiella*، با تراکم ۱۴۳۰/۸۹۶۲±۱۷۷/۵۱ فرد بر مترمکعب (۵/۵۶٪ حضور)، بالاترین حضور و جنس *Temora*، با تراکم ۱۲۲۷/۹۴±۲۷۳/۶۴ فرد بر مترمکعب (۴/۷۴ درصد) کم‌ترین فراوانی را در این رده به خود اختصاص دادند. جنس *Acartiella*، در فصل پاییز بالاترین حضور و در فصل زمستان کم‌ترین حضور را داشته‌اند.



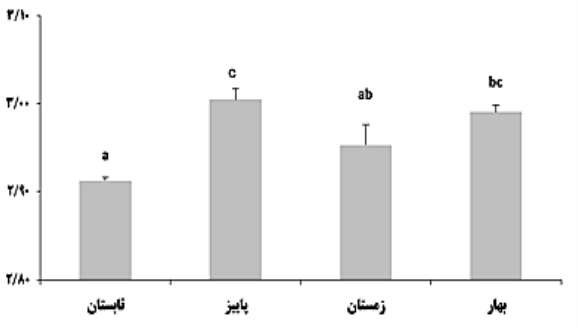
شکل ۱: مقایسه درصد فراوانی رده‌های زئوپلانکتون‌های سواحل شرقی چابهار (سال ۹۶-۱۳۹۵)

جدول ۱: ساختار جمعیت و میانگین تراکم جوامع زئوپلانکتونی در ایستگاه‌های مختلف (فرد در مترمکعب) طی فصلول مختلف (سال ۹۶-۹۵)

رده	راسته	جنس	تابستان	پاییز	زمستان	بهار
Copepoda	Calanoida	*Paracalanus*	۸/۲۴۰ ±۱۳۱۱/۴	۱۵۴۹/۸±۲۲۲/۲	۲۰۷/۳± ۱۱۷۴/۳	۱۳۰۸/۴±۲۳۰/۷
		Acartia	۱۴۸۱/۲±۲۱۳/۴	۵۷± ۱۶۶۹	۱۲۷/۷ ±۱۱۶۲/۳	۱۳۳۲/۲±۲۱۸/۳
		Acartiella	۱۴۳۳/۶± ۱۷۹/۹۸	۱۹۹/۱ ±۱۶۰۶/۴	۱۲۶۶/۶۹±۱۵۹/۴	۱۴۳۰/۶±۱۷۷/۵
		Clausocalanus	۲۳۰±۱۲۱۶/۸	۱۴۶۶/۳±۲۱۹/۶	۱۵۲/۴ ±۱۱۵۶/۴	۱۳۰۸/۴±۱۴۷/۲
		Centropages	۱۳۱۴/۳±۲۲۳/۸	۲۳۲/۱± ۱۵۲۰	۱۱۵۹/۳±۱۷۶/۱	۱۲۹۳/۵±۲۲۲/۴
		Pseudodiaptomus	۱۳۳۸/۲±۲۰۹/۲	۱۷۰/۲± ۱۵۲۸/۱	۱۹۵/۱± ۱۱۸۹/۲	۱۳۵۹/۰۸±۲۲۲/۱
		Tortanus	۱۶۶/۱± ۱۲۵۱/۷	۱۴۹۰/۲±۱۲۸/۷	۱۴۹/۱± ۱۱۳۲/۵	۱۲۴۸/۸±۱۷۷/۴
		Euchaeta	۱۲۴۲/۸±۱۵۰/۴	۵۵/۴± ۱۵۱۷	۱۱۴۴/۴۹±۱۰۰/۳	۱۲۴۲/۸±۱۴۳/۸
		Temora	۱۱۴۷/۴±۲۴۴/۶	۲۰۳± ۱۳۸۸/۸	۱۸۹/۲± ۱۰۹۳/۸۲	۱۲۲۷/۹±۲۷۳/۶
	Cyclopoida	*Oithona*	۱۸۶/۶± ۱۳۲۳/۳	۱۵۱۴±۱۶۹/۱	۱۱۳۵/۵۵±۱۲۱/۵۳	۱۲۶۰/۷±۱۶۴/۹
		Corycaeus	۱۳۱۱/۴±۱۷۵/۲	۱۰۴/۹± ۱۴۹۶/۱	۱۲۱/۸± ۱۱۴۷/۴۷	۱۳۱۷/۳±۱۹۸/۵
	Harpacticoida	*Macrosetella*	۱۲۶۳/۷±۱۶۰/۷	۱۴۷۲/۳±۱۴۱/۲	۱۰۵/۶۷± ۱۱۰۲/۷۷	۹۰/۶± ۱۲۷۲/۶
		Euterpina	۱۰۷/۳± ۱۲۹۶/۴	۱۰۷± ۱۴۹۹/۱	۱۱۲۶/۶۱±۱۶۰/۵۸	۱۹۹/۷± ۱۲۶۹/۶
Appendicularia			۲۲۱/۴± ۱۱۹۲/۱	۱۴۸۴/۲±۱۶۵/۱	۱۵۹/۶± ۶۵۵/۷	۲۲۱/۴± ۱۴۰۶/۷
Decapoda (Larvae)			۸۴۹/۴±۱۸۷/۷	۱۴۲۷/۶±۱۱۶/۴	۳۷۵/۵±۱۲۰	۱۰۶۱/۰۴±۱۸۲/۴
Thaliacea			۵۹/۶± ۱۶۶۰/۱	۶۸/۶± ۱۶۹۲/۸	۵۹/۶۹± ۱۰۱۶/۳	۵۹/۴۳± ۱۷۵۸/۴
Bivalvia			۳۲۲۱/۸±۱۴۷۹/۸	۱۷۸۲/۳±۹۲/۵	۷۶/۴۰± ۹۸۶/۵	۹۵/۷۴± ۱۷۱۹/۷
Polychaeta			۱۳۷/۱±۲۷/۷	۸۲/۶± ۳۵۷/۶	۱۲۵/۱۸±۴۵/۵	۲۰۵/۶۵±۳۵/۹
Cladocera			۱۶۷۲/۶± ۲۵۰۳/۵	۸۴± ۱۱۴۷/۴	۶۰/۷± ۲۵۶/۳۲	۱۱۶/۱± ۹۷۷/۵۹
Cephalochordata			۱۱۶/۲±۳۲/۳	۱۴۰±۵۶/۱	۳۵/۹± ۱۲۸/۱	۱۲۲/۲±۲۹/۷
Ostracoda			۸۹/۴± ۶۲/۱	۱۱۰/۲ ±۲۴۴/۴	۲۴۷/۳±۱۰۴/۲	۶۶/۱± ۲۰۵/۶
Gastropoda			۶۷/۴± ۱۱۴۴/۴	۱۴۸۴/۲±۱۵۲/۸	۶۷/۴± ۵۰۰/۷۲	۶۷/۴۳ ±۱۳۵۹/۰۸

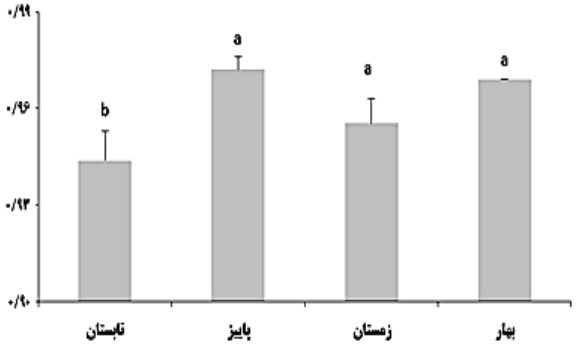
تنوع زیستی: میانگین و انحراف معیار شاخص شانون در فصل تابستان، پاییز، زمستان و بهار به‌ترتیب،۰۲/۰±۲/۹۱، ۰۱/۰±۹۵/۳، ۲/۰±۹۹/۰۰۷ محاسبه شد (شکل۲). بر اساس آزمون واریانس یک‌طرفه، اختلاف معنی‌داری بین ماه‌های مختلف نمونه‌برداری از لحاظ شاخص شانون مشاهده شد ($P<0/05$ و $F(3,31)$ ۹/۰۶۸) و براساس آزمون تعقیبی توکی، بین فصل پاییز با فصل تابستان و زمستان اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P<0/05$)، ولی این اختلاف بین فصل

زمستان و تابستان، بهارو زمستان، بهار و پاییز معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).



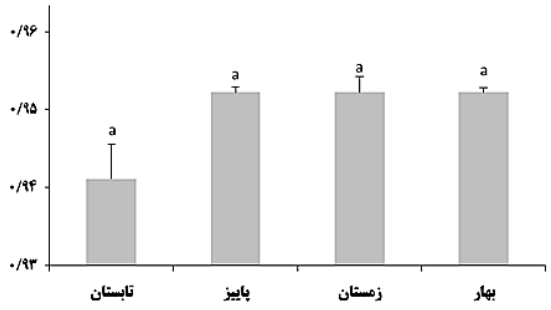
شکل ۲: نمودار مقایسه میانگین ± انحراف معیار شاخص شانون بین فصول مختلف در سواحل شرقی چابهار

میزان شاخص غالبیت در شکل ۳، نشان داده شده است. میانگین و انحراف معیار شاخص غالبیت در فصل تابستان، پاییز، زمستان و بهار به‌ترتیب، ۰/۹۴±۰/۰۰۴، ۰/۹۵±۰/۰۰۶، ۰/۹۵±۰/۰۰۱، ۰/۹۴±۰/۰۰۵ محاسبه شد. براساس آزمون واریانس یک‌طرفه، اختلاف معنی‌داری بین ماه‌های مختلف نمونه‌برداری از لحاظ شاخص غالبیت مشاهده نشد (P>۰/۰۵ و F(۳،۳۱) ۲/۲۲۴).



شکل ۳: نمودار مقایسه میانگین ± انحراف معیار شاخص غالبیت بین فصول مختلف در سواحل شرقی چابهار

میزان شاخص یکنواختی در شکل ۴، نشان داده شده است. میانگین و انحراف معیار شاخص یکنواختی در فصل تابستان، پاییز، زمستان و بهار به‌ترتیب ۰/۹۴±۰/۰۰۲، ۰/۹۷±۰/۰۰۳، ۰/۹۶±۰/۰۰۷، ۰/۹۷±۰/۰۰ محاسبه شد. براساس آزمون واریانس یک‌طرفه، اختلاف معنی‌داری بین ماه‌های مختلف نمونه‌برداری از لحاظ شاخص یکنواختی مشاهده شد (P<۰/۰۵ و F(۳،۳۱) ۷/۸۶۳) و براساس آزمون تعقیبی توکی، بین فصل بهار و پاییز با فصل تابستان و زمستان اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P<۰/۰۵)، ولی این اختلاف بین فصل زمستان و تابستان، بهار و پاییز معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).



شکل ۴: نمودار مقایسه میانگین ± انحراف معیار شاخص یکنواختی بین فصول مختلف در سواحل شرقی چابهار

بحث

پراکنش جوامع زئوپلانکتونی و تغییراتی که در فراوانی آن‌ها به‌وجود می‌آید به‌شدت تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (سنجرانی، ۱۳۸۹). شناخت این عوامل و میزان تاثیرگذاری هریک بر روی جمعیت پلانکتونی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع تغذیه لارو ماهیان از لحاظ زیست شناسی، ارزیابی ذخایر اهمیت خاصی داشته و از آن‌جایی که برنامه‌شیلات افزایش میزان صید و استحصال بیش‌تر و بهتر از منابع آبی است، می‌توان گفت با شناخت علمی عوامل موثر بر تغییر جوامع پلانکتونی طرح‌ریزی و تدوین برنامه‌های شیلاتی موفق‌تر خواهد بود. براساس مطالعه حاضر، ۱۰ شاخه از جوامع زئوپلانکتونی با غالبیت رده پاروپایان، ۶۶/۸۷ درصد به‌دست آمد که با بسیاری از مطالعات صورت گرفته در داخل و خارج از ایران از نظر غالبیت این رده مطابقت دارد. در مطالعه سنجرانی و همکاران (۱۳۸۹)، در ارتباط با شناسایی زئوپلانکتون‌های سواحل ایرانی دریای عمان و تنگه هرمز، ۶۲ جنس از ۱۱ راسته شناسایی گردید. از میان گروه‌های شناسایی شده، پاروپایان با ۲۵ درصد، مژه‌داران دریایی با ۲۲ درصد، طناب‌داران با ۶ درصد، نرم‌تنان با ۲ درصد گروه‌های غالب بودند. در مطالعه‌ای که در آب‌های دریای عمان توسط سنجرانی و همکاران (۱۳۹۳) صورت گرفت، ۲۲ جنس مورد شناسایی قرار گرفتند که راسته Calanoida با بیش‌ترین تعداد جنس، شامل *Mesocalanus*، *Cosmocalanus*، *Nannocalanus* و *Canthocalanus* بود.

فلاحی و همکاران (۱۳۸۲) و همچنین Baker و همکاران (۲۰۰۶)، پاروپایان رده برتر زئوپلانکتون را در کل حوزه ایرانی خلیج‌فارس به‌خود اختصاص دادند. Eco-zist (۱۹۸۰-۱۹۷۷) تنوع

و زی‌توده فیتوپلانکتونی و زئوپلانکتونی آب‌های منطقه بوشهر، پاروپایان را به‌عنوان غالب‌ترین گروه زئوپلانکتونی در منطقه خلیج‌فارس نشان داد. در تحقیق Michel (۱۹۸۶)، پاروپایان، نرم‌تنان با برتری دوکفه‌ای‌ها، استراکودا، کلادوسرا به‌ترتیب فراوان‌ترین گروه‌های زئوپلانکتونی بودند.

در بررسی که Zaleha و همکاران (۲۰۰۶)، بین ۲۰۰۵-۲۰۰۲ در شبه‌جزیره مالزی در مورد زئوپلانکتون‌ها انجام دادند، بیش‌ترین فراوانی مربوط به راسته‌های Calanoida و Harpacticoida بود. از راسته Harpacticoida دو جنس شناسایی کرد که مشابه با جنس‌های شناسایی شده در دریای عمان و مطالعه حاضر است. طبق مطالعات انجام شده در اقیانوس هند جنس *Pleuromamma* بیش‌ترین فراوانی را در غرب اقیانوس هند و سواحل شرقی آفریقا در جنوب شرق شبه جزیره عربستان و سواحل دریای عمان دارد.

جریان‌های دریایی گرم یا سرد در پراکنش گونه‌ها نیز مؤثر است، بنابراین، ساختار اجتماعات زئوپلانکتون‌ها به‌خصوص راسته پاروپایان این منطقه تحت تأثیر تغییرات ناشی از بادهای مانسون می‌باشد. بادهای مانسون موجب به‌وجود آمدن جریان‌های سریع، جریان‌های عمودی، جریان‌های فراچاهنده ساحلی و اقیانوسی شده و اختلاط آب‌های عمقی با سطحی را موجب می‌شود. چرخه تولید و نوسانات فصلی زئوپلانکتون‌ها بستگی به پاسخی دارد که محیط به این تغییرات می‌دهد (Smith، ۱۹۹۵). از طرفی عموماً هنگامی‌که موجودات زئوپلانکتونی در معرض اختلالات شدید (مانسون) قرار دارند، چند گونه به گونه غالب تبدیل می‌شوند و یکنواختی گونه‌ای کاهش می‌یابد (Murugesan، ۲۰۰۵).

بعد از رده‌پاروپایان، رده نرم‌تنان دوکفه‌ای (۷/۵۳ درصد)، Thaliacea (۶ درصد)، بیش‌ترین حضور و رده Polychaeta، Cephalochordata، Ostracoda کم‌ترین حضور (در مجموع با ۲/۲۲ درصد) را در فصول مختلف نمونه‌برداری شامل شدند. اهمیت دوکفه‌ای‌ها در دریا نه تنها به جهت حضور آن‌ها در بخش عمده‌ای از زنجیره غذایی اصلی ماهیان کفزی است بلکه وجود یا عدم وجود دوکفه‌ای‌ها در آب‌ها به‌عنوان شاخص کیفی از نظر میزان آلودگی و یا عدم آلودگی محیط می‌باشد (Hilly و Glemarec، ۱۹۹۱). تراکم دوکفه‌ای‌ها در آب‌های ساحلی Gangollu در بخش غربی سواحل هندوستان بین حداکثر ۳۷۰۰ تا حداقل ۹۰۰ فرد در متر مربع ثبت گردیده است (Parabhu و همکاران، ۱۹۹۳). هم‌چنین در خلیج Mormugoa در Goa در بخش مرکزی سواحل هند، تراکم فراوانی دوکفه‌ای‌ها بین حداقل ۴۹۸ عدد تا حداکثر ۱۱۰۷ عدد در مترمربع گزارش شده است. خلیج Mormugao شرایط حجم وسیعی از فاضلاب‌های شهری و صنعتی و مواد زائد ناشی از صید و صیادی را دریافت می‌کند به‌طوری‌که این وضعیت شرایط نامطلوبی را برای رشد و نمو زئوپلانکتونی ازجمله دوکفه‌ای فراهم آورده است و موجب کاهش تراکم این موجودات گردیده است (Raghukumar و همکاران، ۱۹۹۴). در بررسی دیگری در بخش داخلی خلیج سوانسی در انگلستان واقع در یک محدوده صنعتی حداکثر تراکم دوکفه‌ای‌ها معادل ۳۱۷۴ عدد در مترمربع اندازه‌گیری گردیده است.

در این مطالعه نرم‌تنان دوکفه‌ای، بعد از رده پاروپایان، نسبت به سایر رده‌ها از جمعیت بیش‌تری برخوردار بودند، به‌نظر می‌رسد تغییرات ایجاد شده در فراوانی رده‌ها، تحت تأثیر فاکتورهای محیطی و زیستی از قبیل شکار شدن و پایین بودن میزان آلاینده‌های محیطی در سواحل چابهار باشد (لقمانی، ۱۳۹۵). یکی از خصوصیات ویژه اجتماعات جانوری، تنوع آن‌هاست که این تنوع در یک اکوسیستم آبی پیش از هر عامل دیگری به ثبات فیزیکی محیط بستگی دارد. فرضیه ثبات محیطی در ایجاد تنوع، اولین‌بار توسط Sanders (۱۳۶۸) تحت عنوان فرضیه Stability-time hypothesis معرفی گردید. در تائید این فرضیه می‌توان به تنوع فون جانوری در مناطق دریایی حاره و گرمسیری اشاره نمود که به‌مراتب بیش‌تر از تنوع در مناطق قطبی و معتدله است. علت این امر در ثبات بیش‌تر شرایط آب و هوایی و اقلیمی در مناطق گرمسیری است (Ludwing، ۱۹۸۸).

در این مطالعه میزان میانگین شاخص شانون ۲/۹۷ و میزان این شاخص در فصل پاییز و بهار حدوداً ۳ محاسبه شد. با توجه به‌موارد فوق، میزان آلودگی سواحل شرقی چابهار متوسط و از تنوع متوسطی برخوردار است. هم‌چنین میزان تنوع در فصل پاییز (پس‌مانسون تابستانه) > بهار (پیش مانسون) > زمستان (مانسون زمستانه) > تابستان (مانسون تابستانه) می‌باشد. ولی از لحاظ شاخص غالبیت تفاوت آماری بین فصول مختلف مشاهده نشد ($p>0/05$). Wilhm-Dorris (۱۹۹۶)، گزارش نمود که براساس شاخص تنوع شانون می‌توان آلودگی آب‌ها را تخمین زد. اگر میزان تنوع شانون کم‌تر از یک باشد، آب‌ها بسیار آلوده است. اگر میزان شاخص شانون بین ۳-۱ قرار داشته باشد، آلودگی در حد متوسط و چنان‌چه بالاتر از ۳ باشد، آب‌ها فاقد آلودگی خواهد بود. در واقع، بروز تغییرات شدید جوی و محیطی و پیدایش هرگونه آلودگی در آب‌های ساحلی می‌تواند باعث کاهش تنوع و تراکم زئوپلانکتون‌ها گردد.

Ingole و همکاران (۲۰۰۸) آلودگی آب‌های ساحلی اقیانوس هند را متوسط اعلام کردند. هم‌چنین Vazirizadeh و Hosseini (۲۰۰۶)، آلودگی خط ساحلی استان بوشهر را از حد

متوسط تا بالا متغیر دانستند. در تحقیقات انجام شده بر جوامع پرتاران پلانکتونی در قسمت جنوبی سواحل هند توسط Musale و Dasai (۲۰۱۰)، نشان داد که دامنه شاخص شانون در این منطقه بین ۲/۲۵ تا ۳/۵ و غالبیت نیز بین ۳/۵- ۲/۵ می‌باشد. نیکوئیان (۱۳۷۷) گزارش نمود، میزان تنوع در زمان مانسون در به‌مراتب کم‌تر از ماه‌های پس‌مانسونی است. در مطالعه‌ای که توسط Mahapatro (۲۰۱۱)، در خلیج بنگال و در کشورهای هند انجام گرفت، بیش‌ترین مقدار تنوع گونه‌ای برابر ۲/۷۵ در ماه مارس (پیش مانسون) و کم‌ترین مقدار آن در ماه فوریه برابر ۱/۸۶ محاسبه شد (Wiggert و همکاران، ۲۰۰۵). در تحقیق لقمانی و همکاران(۱۳۹۵)، شاخص تنوع پرتاران در کل ایستگاه‌ها به‌صورت پیش مانسون > پس مانسون > مانسون بوده و اذعان داشتند که در خلیج چابهار طوفان‌ها و جریانات شدید دریایی در فصل مانسون با توجه به میانگین عمقی ۶ متر و کم‌عمق بودن خلیج، سبب آشفتگی بیش‌تر بستر شده، کاهش تنوع و فراوانی را در ماه مانسونی سبب می‌گردد. در فصل پس مانسون به‌دلیل بهبود شرایط آب و هوایی و ثبات نسبی و ترمیم تدریجی بستر، پرتاران مجدداً فرصت رشد و تکثیر می‌یابند. Fazeliو همکاران(۲۰۱۰)،نیز در مطالعه‌ای در ارتباط با فراوانی و تنوع زیستی گونه‌های پاروپایان در خلیج چابهار، بیش‌ترین میزان فراوانی و تنوع زیستی را در دوران پس از مانسون گزارش کردند و بیان داشتند در انتهای دوران پس مانسونی (پاییز) تراکم زئوپلانکتون‌ها کاهش می‌یابد. در تحقیق Fazeli و همکاران(۲۰۱۰)،گزارش شده که به‌علت شرایط محیطی پایدارتر در ماه پس مانسون، بیش‌ترین تنوع زئوپلانکتون‌ها در ماه پاییز و پایین‌ترین تنوع در مانسون زمستانه،به‌علت تسلط لاروسه‌ها در این ماه می‌باشد. در تحیقیق امینی‌یکتا و همکاران (۱۳۹۳)، گزارش شده که یکی از دلایل کاهش تنوع در دوره مانسون می‌تواند به‌دلیل افزایش بار رسوبی در ستون آب و به‌دنبال آن بالا رفتن کدورت که کاهش نفوذ نور و کاهش اکسیژن را در پی خواهد داشت، باشد و بیان نمودند که تنوع‌زیستی در یک بوم سامانه آبی بیش از هر عاملی به ثبات فیزیکی آن بوم سامانه بستگی دارد. تحقیقات فوق با یافته‌های مطالعه حاضر در مورد کاهش تنوع در ماه مانسون مطابقت دارد.

Niehoff (۲۰۰۷) گزارش داد، وجود مواد غذایی در ستون آب از مهم‌ترین دلایل جهت افزایش تراکم و تنوع گونه‌های زئوپلانکتونی می‌باشد. بادهای مانسون جنوب‌غربی در تابستان منجر به ایجاد فراجوشی آب‌های عمقی شده و تولیدات اولیه دریای عمان (افزایش مواد غذایی) را افزایش می‌دهد و پس از مانسون تابستان، تراکم زئوپلانکتون‌ها به بیش‌ترین میزان خود می‌رسد.

منابع

۱. **امینی‌یکتا، ف.؛ آگاه، ه.؛ آقاجان‌پور، ف.؛ صالح، ا.؛ جلیلی، م.؛ حکمت‌آرا، م.؛ صادقی، پ.؛ واجدسمیعی، ج. و حمزه، م.ع.، ۱۳۹۳.** پراکنش رده‌های بی‌مهرگان کفزی در مناطق زیر جزر و مدی خلیج چابهار و آب‌های اطراف با تأکید بر تأثیر عوامل محیطی. نشریه اقیانوس‌شناسی، دوره ۱۸، شماره ۵، صفحات ۲۹ تا ۳۷.

۲. **پولادی،م.؛ فرهادیان، ا. و وزیری‌زاده، ا.، ۱۳۹۲.** ترکیب، فراوانی و زی‌تودهٔ جامعهٔ زئوپلانکتونی در مصب رودخانهٔ حله، استان بوشهر، خلیج فارس. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۶۶، شماره ۳، صفحات ۲۵۵ تا ۲۷۰.

۳. **حقیقی، ح.، ۱۳۷۴.** گزارش نهایی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج چابهار. مرکز تحقیقات آب‌های دور چابهار. ۱۶۰ صفحه.

۴. **رضایی، ا.؛ کاظمیان، م.؛ عوفی، ف. و شاپوری، م.، ۱۳۸۹.** بررسی تنوع زئوپلانکتون‌های منتقل شده توسط آب توازن در بندرتجاری شهیدرجایی. مجله بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال ۲، شماره ۵، صفحات ۶۷ تا ۷۰.

۵. **سنجرانی، ا.؛ احمدی، م.ر.؛ کامرانی، ا.؛ ابراهیمی، م. و سنجرانی، م.، ۱۳۸۹.** شناسایی زئوپلانکتون‌های سواحل ایرانی دریای عمان و تنگه هرمز و مقایسه آن‌ها در قبل و بعد از مانسون تابستانه با یکدیگر. مجله علمی آبزیان و شیلات. سال ۱، شماره ۱، صفحات ۴۳ تا ۵۳.

۶. **سنجرانی، م.، ۱۳۹۳.** شناسائی و بررسی فراوانی راسته Calanoida از زیر رده پاروپایان در آب‌های ایرانی دریای عمان قبل و بعد از مانسون. مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست شناسی ایران). جلد ۲۷، شماره ۲۱، صفحات ۵۹ تا ۷۰.

۷. **فلاحی‌کپورچالی، م.؛ دهقان‌مدیسه، س. و اسلامی، ف.، ۱۳۸۲.** گزارش پلانکتونی حوزه ایرانی خلیج فارس. پروژه هیدرولوژی و بیولوژی خلیج فارس. موسسه تحقیقات شیلات ایران.

۸. **لقمانی، م.؛ سواری، ا.؛ دوست‌شناس، ب.؛ ارچنگی، ب. و کبیری، ک.، ۱۳۹۵.** بررسی اثر مانسون بر الگوهای تنوع زیستی پرتاران پهنه زیر جزر و مدی خلیج چابهار (دریای مکران). اقیانوس‌شناسی. سال ۷، شماره ۲۵، صفحات ۱۳ تا ۲۲.

۹. **لقمانی، م.، ۱۳۹۵.** بررسی تغییرات تراکم پرتاران زیر جزر و مدی خلیج چابهار با تأکید بر نقش فلزات سنگین (مس و روی). مجله بوم‌شناسی آبزیان. دوره ۳، شماره ۶، صفحات ۱۰ تا ۲۱.

۱۰. **نیکوئیان، ع. ر.، ۱۳۷۷.** بررسی تراکم پراکنش، تنوع و تولید ثانویه بی‌مهرگان کفزی (ماکروبنتوزها) در خلیج چابهار. پایان نامه دکتری بیولوژی دریا. دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات. ۱۸۷ صفحه.

۱۱. **Baker, M.; Hosny, C.F.H. and Al-Suwailem, A.M., 2006.** Contribution to the study of zooplankton diversity, abundance and biomass in Saudi waters, Arabian Gulf, Sultan Qaboos. Agricultural and Marine Sciences. Vol. 11, No. 1, pp: 71-88.

۱۲. **Biktashev, V.N.; Brindley, J. and Horwood, J.W., 2003.** Phytoplankton blooms and fish recruitment rate. J. Plankton Res. Vol. 25, pp: 21-33.

۱۳. **Chihara, M. and Murano, M., 1997.** An illustrated guide to marine plankton in Japan. Tokai University Press, Japan. 1574 p.

۱۴. **Eco-Zist, Consulting Engineers. 1980.** Environmental report. Atomic Energy Organization of Iran.Tehran, Iran.

۱۵. **Fazeli, N.; Rezai Marnani, H.; Sanjani, S.; Zare, R.; Dehghan, S. and Jahani, N., 2010.** Seasonal variation of Copepoda in Chabahar Bay-the Gulf of Oman. Jordan Journal of Biological Sciences. Vol. 3, No. 4, pp: 153-164.

۱۶. **Fazeli, N.; Savari, A.; Nabavi, M.B. and Zare, R., 2013.** Seasonal variation of zooplankton bundance, composition and biomass in the Chabahar Bay, Oman Sea. International Journal of Aquatic Biology. Vol. 1, No. 6, pp: 294-305.

۱۷. **Hilly, C. and Glemarec, M., 1991.** Polychaetes as biological indicators to measure organic environment, Ophelia. Suppl. Vol. 5, 696 P.

۱۸. **Ingole, B.; Sivadas, S.; Nanajkar, M.; Sautya, S. and Nag, A., 2008.** A Comparative Study of Macrobenthic Community from Harbors along the Central West Coast of India. Environmental Monitoring and Assessment. DOI: 10.1007/s10661-008-0384-5.

۱۹. **Ludwig, J.A. and Raynolds, J.F., 1988.** Statistical ecology, a primer on methods and computing John Wiley & Sons New York. 337 p.

۲۰. **Michel, H.B.; Behbehani, M. and Herring, D., 1986a.** Zooplankton of the Western Arabian Gulf south of Kuwait waters, Kuwait Bulletin of marine Science. Vol. 8, pp: 1-36.

۲۱. **Monchenko, V.I., 1974.** Cyclopidae. Fauna Ukrainii 27, 1-452. Musale, A. and Desai, D., 2010. Distribution and abundance of microbenthic polychaetes along the South Indian coast. Springer Science-Business Media B.V. Vol. 17, No. 1-4, pp: 423-436.

۲۲. **Niehoff, B., 2007.** Life history strategies in zooplankton communities: The significance of female gonad morphology and maturation types for the reproductive biology of marine Calanoid copepods. Progress in Oceanography. Vol. 74, pp: 1-47.

۲۳. **Nour El-Din, N.M. and Al-Khayat, J.A., 2001.** Impact of industrial discharges on the zooplankton community in the Messaieed industrial area, Qatar (Persian Gulf). International Journal of Environmental Studies. Vol. 58, pp: 173-184.

۲۴. **Pielou, E.C., 1966.** Shannon's formula as a measure of species diversity: its use and misuse. Am. Nat. Vol. 100, pp: 463-465.

۲۵. **Smith, S.L. 1995.** Meso zooplankton response to seasonal climate in the tropical ocean. ICES Journal of Marine Science. Vol. 52, pp: 427-438.

۲۶. **Todd, C.D. and Laverack, M.S., 1991.** Coastal marine zooplankton: a practical manual for students. Cambridge University Press. 106 p.

۲۷. **Vazirizadeh, A. and Hosseini, A.M., 2006.** Impacts of Urban Sewage Effluent on the Intertidal Molluscs Communities of the Bushehr Coast. Journal of Marine Science and Technology. Vol. 4, pp: 69-82. (in Persian)

۲۸. **Wiggert, J.; Hood, R.; Banse, K. and Kindle, J., 2005.** Monsoon-driven biogeochemical processes in the Arabian Sea. Progress in Oceanography. Vol. 65, No. 2, pp: 176-213.

۲۹. **Wilhm, J.L. and Dorris, T.C., 1966.** Species Diversity of Benthic Macroinvertebrates in a Stream Receiving Domestic and Oil Refinery Eeffluents. American Midland Naturalist. Vol. 76, pp: 427-449.

۳۰. **Zaleha, K. and Sathiya, B.M., 2006.** Zooplankton in East Coast of Peninsular Malaysia. Journal of Sustainability Science and Management. Vol. 2, pp: 87-96.