



کاربرد شاخص‌های میکروژئوپلانکتون‌ها در تعیین وضعیت زیست محیطی رودخانه بهمنشیر (شمال غرب خلیج فارس)

زهره آرا*، بابک دوست شناس، نسرین سخایی، احمد سواری، بیتا ارچنگی

گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

چکیده

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۲/۰۹/۱۲

اصلاح: ۹۲/۱۲/۰۵

پذیرش: ۹۳/۰۱/۲۵

کلمات کلیدی:

شاخص‌های زیستی

ژئوپلانکتون

بهمنشیر

خلیج فارس

میکروژئوپلانکتون‌ها نقش مهمی را در زنجیره غذایی اکوسیستم‌های آبی دارند که به عنوان حلقه‌ی واسطه زنجیره غذایی بین فیتوپلانکتون‌ها و سطوح غذایی بالاتر عمل می‌کنند. هدف از این مطالعه، بررسی وضعیت اکولوژیک آب‌های بهمنشیر بر اساس محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی است. در این تحقیق شاخص‌های زیستی ژئوپلانکتونی در منطقه بهمنشیر مورد بررسی قرار گرفت. نمونه برداری به صورت فصلی در فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان ۱۳۹۰ به وسیله تور پلانکتون‌گیری (با قطر دهانه ۴۵ سانتی متر و چشمه ۱۰۰ میکرون) صورت گرفت. نتایج نشان داد که میانگین شاخص تنوع شانون در طول سال (۲/۱۵) و برای شاخص غنای گونه ای مارگالف (۱/۵۳) بود. بیشترین میزان هر دو شاخص تنوع در فصل تابستان و کمترین میزان آنها نیز در فصل پاییز محاسبه شد. میانگین شاخص ترازوی زیستی هیل در طول سال (۰/۸۳) محاسبه شد که بیشترین مقدار آن در فصل تابستان و کمترین میزان آن در فصل بهار به دست آمد و اندازه گیری شاخص غالبیت سیمپسون نشان داد که بیشترین میزان این شاخص در فصل پاییز (۰/۸۹) و کمترین مقدار آن در فصل تابستان (۰/۸۰) بود. این نتایج در اعمال حفاظت زیست محیطی در آب‌های بهمنشیر نقش مهمی دارند.

مقدمه

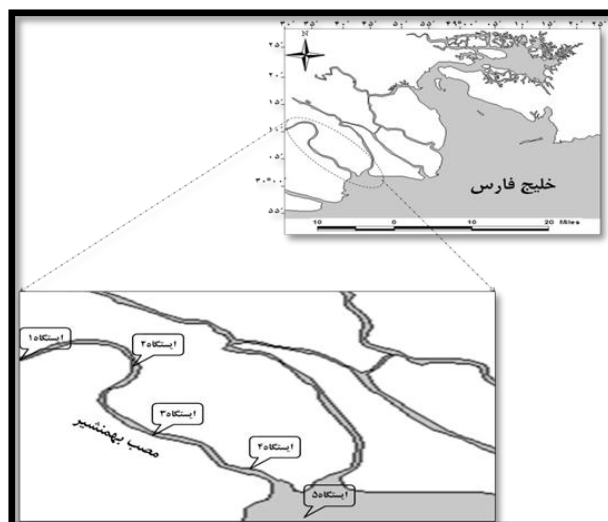
خلیج فارس دریای حاشیه ای و نیمه بسته، از زیر حوضه های شمال غربی اقیانوس هند است و در محدوده جغرافیایی زیر استوایی قرار دارد (Kampf and Sadrinasab, 2005). رودخانه بهمنشیر یکی از شاخه های کارون با طول تقریبی ۷۸ کیلومتر می باشد که از محل اتصال کارون به حفار و بهمنشیر شروع و تا دهانه خلیج فارس ادامه می یابد. این منطقه از نظر توپوگرافی سرزمینی بسیار هموار محسوب می شود. از ویژگی های این رودخانه می توان به عمق کم، ورودی آب شیرین از کارون و کدورت زیاد اشاره کرد. از قسمت بالا دست رودخانه آب شرب منطقه تامین می شود. بندر چوئیده که از پرتددترین بنادر کشور می باشد در این منطقه قرار گرفته است. تردد زیاد لنج ها، شناورهای کوچک و قایق ها، ورود فاضلاب های شهری و فعالیت های کشاورزی زیاد در این منطقه سبب شده تا این منطقه در معرض خطر قرار گیرد (اسماعیلی، ۱۳۸۲). مطالعه اکوسیستم های دریایی از آن جهت که فعالیت های انسانی نقش مهمی در تغییرات آنها دارد حائز اهمیت است (Adams, 2001). میکروژئوپلانکتون ها اندازه بین ۷۰ تا ۱۰۰ میکرون دارند و عمده ترین گروه های آنها شامل پاروپایان (Copepoda)، Cladocera، مژه داران (Ciliophora) و گردان تنان (Rotifer) می باشد (Dussart, 1965). اهمیت اکولوژیکی

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: zohrehara74@yahoo.com

میکروژئوپلانکتون‌ها در اکوسیستم های آبی دنیا مشهود است و بخش مهمی از اکوسیستم های دریایی را جوامع پلانکتونی تشکیل می دهند (Revelant *et al.*, 1985). به علت اندازه ی کوچک، این موجودات از چراکنندگان اصلی فیتوپلانکتون ها محسوب می شوند و نقش مهمی در تروفي و تقویت نوترینت ها دارند (Verity, 1985). میکروژئوپلانکتون ها منابع غذایی خوبی برای لارو ماهی ها و دیگر موجودات آبی بوده و به علت نقشی که در تغذیه لارو ماهیان دارند مطالعه آنها به سیستم مدیریت ماهی گیری کمک می کند (Jitlang, 2007). فاکتورهای محیطی مانند شوری، دمای آب و نوترینت ها بر جمعیت میکروژئوپلانکتون ها اثر گذار هستند و هرگونه تغییری در این فاکتورها باعث تغییر در جمعیت میکروژئوپلانکتون ها و در نتیجه کل اکوسیستم می شود (Francis, 1998). از طرفی میکروژئوپلانکتون ها چون بسیار سریع به تغییرات محیطی پاسخ می دهند نشان‌گرهای زیستی خوبی به شمار می‌روند (Saldeek, 1983). روش‌های گوناگونی برای درک این تغییرات شکل گرفته است که یکی از آنها استفاده از شاخص‌های زیستی می باشد (Adams, 2001). مطالعه میکروژئوپلانکتون ها در اکوسیستم های آبی به پیش بینی وضع اکوسیستم در دراز مدت کمک می کند (Ferrara *et al.*, 2002). یکی از متدوال ترین راه ها برای ارزیابی وضعیت اکولوژیک استفاده از شاخص های تنوع زیستی می باشد. از طرفی افزایش فعالیت های انسانی در دریاها و بهره برداری زیاد از منابع آبی، باعث ایجاد تغییرات زیادی در تنوع زیستی این مناطق شده و نیاز به ارزیابی سلامت اکوسیستم و حفاظت از این مناطق را افزایش داده است، بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی وضعیت اکولوژیک آب‌های بهمنشیر بر مبنای محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی می باشد.

مواد و روش ها

نمونه برداری از ژئوپلانکتون‌های آب‌های بهمنشیر (با موقعیت جغرافیایی $30^{\circ}N$ ، $48^{\circ}E$)، طی یک سال به صورت فصلی در فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان ۱۳۹۰ از ۵ ایستگاه مختلف که از ابتدای بهمنشیر شروع می شدند و تا دهانه ادامه داشتند انجام شد. دو ایستگاه موقعیت رودخانه ای و سه ایستگاه موقعیت مصبی داشتند (شکل ۱). جهت نمونه برداری از تور پلانکتون گیری مجهز به جریان سنج با اندازه چشمه ۱۰۰ میکرون به صورت سطحی استفاده گردید. در آزمایشگاه، مشاهده و شمارش ژئوپلانکتون ها با استفاده از میکروسکوپ فاز معکوس (مدل Olympus-A×70) و شناسایی نمونه ها تا پایین ترین سطح ممکن با توجه به کلیدها و مقالات معتبر صورت گرفت (Conway *et al.*, 2003; AL-Yamani *et al.*, 2011; Owre and Foyo, 1967; Abboud and Saab, 2008; Sharma and Michael, 1980; Stembereger, 1979). صورت تعداد در متر مکعب آب محاسبه شد. شاخص های تنوع زیستی مورد بررسی شامل شاخص شانون برای تنوع گونه ای، شاخص مارگالف برای تعیین غنای گونه ای، شاخص ترازوی زیستی هیل برای بررسی میزان یکنواختی و پراکنش نرمال افراد در میان گونه ها و شاخص غالبیت سیمپسون برای تعیین غالبیت گونه ها بودند. به منظور بررسی اختلاف معنی دار میان مقدار عددی این شاخص ها با توجه به ماه های مختلف نمونه برداری، از آنالیز واریانس یک طرفه ($P < 0.05$) و پس آزمون Tukey استفاده شد.



شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری شده در آب‌های بهمنشیر (۱۳۹۰)

نتایج

در این بررسی ۱۷ گونه از پاروپایان، ۱۳ گونه از گردان تنان، ۳ گونه از کلادوسرا و ۳ گونه از مژه داران شناسایی شد (جداول ۱، ۲، ۳ و ۴). دیگر موجودات شناسایی شده لارو سایر موجودات مانند لارو کرم های پرتار، لارو بارناکل، لارو خرچنگ گرد، لارو دو کفه ای و همچنین مراحل لاروی و کوپه پودایت پاروپایان بود. تراکم میکروزئوپلانکتون ها در طی دوره ی مطالعاتی نشان داد که میانگین تراکم زئوپلانکتون ها در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۲۲۱۱/۷۳، ۳۷۴۵/۲۶، ۳۴۰/۷۹ و ۸۲۶/۸۵ فرد در متر مکعب می باشد. در ایستگاههای رودخانه ای ۱ و ۲ با محدوده ی شوری ۲/۲۷-۲/۰۸ (PSU) گروه غالب گردان تنان بودند. در این ایستگاه‌ها، کلادوسرا، مژه داران آب شیرین (*Tintinopsis* sp.) و پاروپایان آب شیرین گونه (*Mesocyclopoc* sp.) و همچنین مراحل ناپلیوس و کوپه پودایت پاروپایان وجود داشتند. با حرکت از رودخانه (ایستگاه ۱ و ۲) به سمت دهانه ی مصب تنوع و تراکم گردان تنان کم و پاروپایان گروه غالب شدند. به طوری که در ایستگاه ۴ و ۵ در نزدیکی دهانه مصب هیچ گونه گردان تنی مشاهده نشد. در ایستگاه ۳، ۴ و ۵ گروه غالب پاروپایان بودند. همچنین در این ایستگاه ها موجوداتی مانند لارو کرم های پرتار، لارو کشتی چسب، لارو خرچنگ گرد و مراحل لاروی و کوپه پودایت پاروپایان و مژه داران دریایی مانند *favella* sp. و *Tintinopsis nana* وجود داشتند. بیشترین فراوانی میکروزئوپلانکتون ها در فصل تابستان به دست آمد. تراکم زئوپلانکتون ها در فصل‌های مختلف اختلاف معنی دار نشان داد ($P < 0.05$). تغییرات فراوانی زئوپلانکتون ها در فصل‌های مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است.

بررسی درصد فراوانی نسبی میکروزئوپلانکتون ها در کل سال نشان داد که بیشترین درصد فراوانی نسبی مربوط به پاروپایان و گردان تنان به ترتیب با ۶۱٪ و ۲۸٪ فراوانی بود.

نتایج حاصل از مقایسه میزان شاخص تنوع شانون در ماه های مختلف سال نشان داد که بیشترین مقدار میانگین این شاخص در فصل تابستان ($2/4 \pm 0/38$) و کمترین میزان آن در فصل پاییز ($1/73 \pm 0/07$) بود.

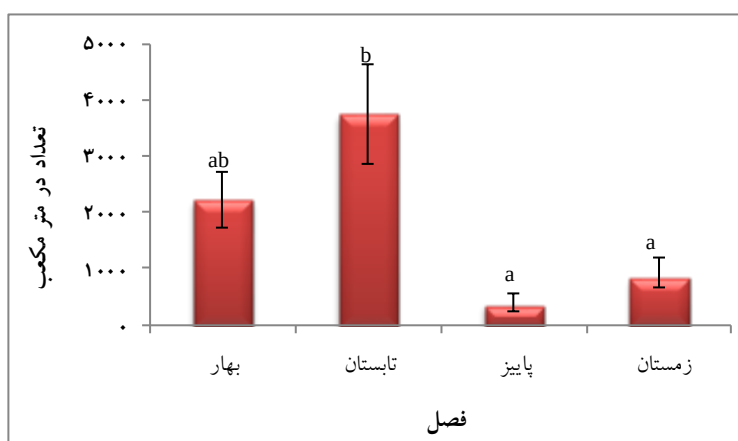
محدوده میانگین شاخص ترازوی زیستی هیل بین $0/86 - 0/81$ با بیشترین مقدار در فصل تابستان و کمترین مقدار در فصل بهار به دست آمد و در کل نشان دهنده یکنواختی و پراکنش مناسب گونه ها در ماه های مختلف در منطقه مورد مطالعه بود. شاخص مارگالف که بیانگر غنای گونه ای در محیط می باشد بیشترین مقدار را در فصل تابستان ($1/84$) و کمترین مقدار را در فصل زمستان ($1/09$) نشان داد.

نتایج حاصل از بررسی شاخص غالبیت سیمپسون نشان داد که بیشترین میزان این شاخص در فصل پاییز با مقدار ($0/89$) و کمترین میزان این شاخص در فصل تابستان ($0/80$) بود.

مقدار میانگین شاخص‌های زیستی محاسبه شده در دوره مطالعاتی در جدول ۵ آمده است. مقایسه میانگین شاخص‌های اکولوژیکی در برخی از ایستگاه های مورد مطالعه در طول سال، اختلاف معنی داری را نشان داد ($P < 0.05$)

جدول ۱. پاروپایان شناسایی شده در طول دوره نمونه برداری

گونه	جنس	خانواده	راسته
<i>Acrocalanus gracilis</i> (Gisbretch, 1888)	Acrocalanus	Paracalanidae	Calanoida
<i>Acrocalanus monochus</i> (Gisbretch, 1888)			
<i>Paracalanus parvus</i> (Claus, 1863)	Paracalanus		
<i>Clausocalanus arcuicornis</i> (Dana, 1849)	Clausocalanus		
<i>Acartia pasifica</i> (Steuer, 1915)	Acartia	Acartiidae	
<i>Acartia erythrae</i> (Giesbrecht, 1889)			
<i>Acartia danae</i> (Giesbrecht, 1889)			
<i>Temora</i> sp.	Temora	Temoridae	
<i>Oithona nana</i> (Gisbretch, 1892)	Oithona	Oithonidae	Cyclopoida
<i>Oithona attenuate</i> (Farran, 1913)			
<i>Oithona simplex</i> (Farran, 1913)			
<i>Oithona</i> sp.			
<i>Mesocyclopos</i> sp.	Cyclopos	Cyclopoidae	
<i>Shaphirella-like copepodite</i>	Hemicyclpos	Clusidiidae	Poecilostomatoida
<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana,1848)	Euterpina	Euterpinae	Harpactocoida
<i>Clymnestra</i> sp.	Clymnestra	Clymnestridae	
<i>Microsetella rosea</i> (Dana,1848)	Macrosetella	Miraciidae	



شکل ۲. مقایسه تغییرات میانگین تراکم زئوپلانکتون‌ها در فصل‌های مختلف در مصب بهمنشیر ۱۳۹۰. حروف مختلف بیانگر اختلاف معنی دار (P<0.05) می باشد.

جدول ۲. گردان تنان شناسایی شده در طول دوره نمونه برداری

گونه	جنس	خانواده	راسته	
<i>Brachionous angularis</i> (Goss, 1851)	Brachionous	Branchionidae	Ploimina	
<i>Brachionous calyciflours</i> (Pallas, 1766)				
<i>Brachionous urceolaris</i> (Muller, 1783)				
<i>Brachionous plicatis</i> (Muller, 1786)				
<i>Brachionous brevipina</i> (Enrenberg, 1834)				
<i>Brachionous quadridentatus</i> (Hermann, 1783)				
<i>Keratella quadrata</i> (Muller, 1786)	Keratella			
<i>Keratella valga</i> (Enrenberg, 1834)				
<i>Lecane lunka</i> (Muller, 1776)	Lecane	Lecanidae		
<i>Monostyla bulla</i> (Sudzuki, 1992)				
<i>Trichotria tetratis</i> (Ehrenberg, 1830)	Trichotria	Trichotriidae		
<i>Cepalodella</i> sp.	Cepalodella	Notommatidae		
Unknown	Unknown	Bdelloidae		

جدول ۳. کلادوسرای شناسایی شده

گونه	جنس	خانواده	راسته
<i>Simosephalus latirostis</i> (Stinglin, 1906)	Simosephalus	Daphnidae	Cladosera
<i>Diaphanosma</i> Sp.	Diahanosma	Sididae	
<i>Bosmina longoriotis</i> (Muller, 1785)	Bosmina	Bosminidae	

جدول ۴. مژه داران شناسایی شده

گونه	جنس	خانواده	راسته
<i>Tintinopsis nana</i> (Lohmann, 1908)	Tintinopsis	Codnellidae	Tintinnida
<i>Tintinopsis</i> sp.			
<i>Favella</i> sp.	Favella	Xystonellidae	

جدول ۵. مقدار میانگین شاخص‌های اکولوژیک در فصل‌های مختلف در آبهای بهمنشیر ۱۳۹۰

میانگین کل سال	زمستان ۱۳۹۰	پاییز ۱۳۹۰	تابستان ۱۳۹۰	بهار ۱۳۹۰	
۲/۱۵±۰/۴۱	۲/۱۱±۰/۰۹ ^{ab}	۱/۷۳±۰/۰۷ ^{cd}	۲/۴۴±۰/۳۸ ^c	۲/۲۹±۰/۰۳ ^{ac}	شاخص تنوع شانون
۱/۵۳±۰/۵۸	۱/۴۸±۰/۴۰	۱/۰۹±۰/۴۰	۱/۸۴±۰/۷۵	۱/۷۱±۰/۵۸	شاخص غنای مارگالف
۰/۸۳±۰/۰۱	۰/۸۲±۰/۰۱	۰/۸۵±۰/۰۵	۰/۸۶±۰/۰۲	۰/۸۱±۰/۰۵	شاخص تراز هیل
۰/۲۷±۰/۰۲	۰/۸۷±۰/۰۵ ^{ab}	۰/۸۹±۰/۰۳ ^b	۰/۸۰±۰/۰۱ ^a	۰/۸۵±۰/۰۴ ^{ab}	شاخص غالبیت سیمپسون

* حروف مختلف بیانگر اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) می باشد.

بحث

در این بررسی گردان تنان در ایستگاه‌های رودخانه ای (۱ و ۲) به ترتیب به میزان ۱۱۲۱/۷۴ و ۱۳۲۰/۳۶ فرد در متر مکعب و پاروپایان در ایستگاه‌های مصبی (۳، ۴ و ۵) به ترتیب با فراوانی ۷۱۸/۷۴، ۱۱۲۲/۱۱ و ۳۲۱۹/۴۴ فرد در متر مکعب، گروه غالب بودند. نتایج مشابهی نیز Soetaert و Rijswijk در سال ۱۹۹۳ به دست آوردند، آنها گروه غالب زئوپلانکتون‌ها را در شوری‌های مصبی، پاروپایان و گروه غالب زئوپلانکتون‌ها را در شوری‌های پایین در دهانه رودخانه، گردان تنان معرفی کرد. این مسئله

نشان دهنده‌ی اهمیت این دو گروه از موجودات در اکوسیستم های آبی بوده و نقش آنها را در زنجیره غذایی و تأثیر آنها را بر شیلات نشان می دهد. همچنین این محقق گزارش نمود پراکنش زئوپلانکتون ها در مصب بر اثر شوری، دما، کدورت و مواد غذایی است. در مطالعه‌ی حاضر بیشترین تراکم میکروزئوپلانکتون ها در فصل تابستان به میزان ۳۷۴۵ فرد در متر مکعب و کمترین تراکم در فصل پاییز به میزان ۳۴۰ فرد در متر مکعب مشاهده شد (شکل ۲). علت کمتر بودن تراکم در فصل پاییز دارا بودن دمای پایین تر آب در بین فصل های دیگر بود. Mageed (۲۰۰۶) در آب های مصب Bardawil در مصر بیشترین میزان فراوانی و تولیدات زئوپلانکتون ها را در فصل تابستان گزارش کرد. وجود مواد غذایی در ستون آب از مهمترین دلایل جهت افزایش تراکم و تنوع گونه ای زئوپلانکتونی می باشد (Niehoff, 2007). مطالعات در آب های سواحل خوزستان نشان داده است که بیشترین میزان مواد غذایی و تراکم فیتوپلانکتون ها در اوایل تابستان و کمترین مقدار آنها در زمستان مشاهده می شود (Nilsaz et al., 2005). پیغان و همکاران در سال ۱۳۹۱ نیز در بررسی شاخص های زیستی زئوپلانکتونی بندر هندیجان بیشترین تراکم را در فصل تابستان گزارش کردند و از آنجایی که اکثر زئوپلانکتون ها مستقیماً و یا با یک واسطه از فیتوپلانکتون ها تغذیه می کنند، این امر می تواند علت اصلی بالا رفتن تراکم و تنوع زئوپلانکتون ها در فصل تابستان و کاهش آنها در فصول سرد سال باشد (Madhu et al., 2007).

تنوع زیستی یکی از مهمترین 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 (Jorgenson et al., 2005).

محدوده شاخص شانون به طور معمول بین $3/5 - 1/5$ قرار دارد و مقادیر کمتر از این محدوده نشان دهنده وجود استرس و عدم پایداری در محیط و بالاتر از آن نشان دهنده وجود تنوع زیستی بالا در اکوسیستم می باشند.

محدوده میانگین شاخص تنوع شانون در آب های بهمنشیر $2/44 - 1/73$ بیشترین مقدار در فصل تابستان و کمترین مقدار در فصل پاییز محاسبه شد. میانگین این شاخص در کل سال $2/15$ بدست آمد که نشان دهنده تنوع نسبتاً خوب در منطقه می باشد.

در مطالعه ی زئوپلانکتون ها در مصب Timsah در کانال سوئز در مصر، محدوده ی شاخص شانون را بین $2/05 - 0/1$ گزارش شد که نشان دهنده ی تنوع پایین تر این اکوسیستم نسبت به مصب بهمنشیر بود (Sherbiny and Mohsen, 2011). Primo و همکاران در بررسی تنوع و تراکم زئوپلانکتون ها در مصبی در جنوب کشور پرتغال در سال ۲۰۰۹، بیشترین شاخص تنوع را در فصل تابستان گزارش کرد.

شاخص غنای گونه ای مارگالف، بیانگر تعداد کل گونه های موجود در اکوسیستم است. به طور طبیعی، افزایش مقدار این شاخص نشان دهنده افزایش تنوع و کاهش آن، نشان دهنده کاهش تنوع در محیط می باشد (Jorgenson et al., 2005).

بیشترین مقدار میانگین این شاخص در فصل تابستان ($1/84$) به دست آمد و کمترین میزان آن در فصل پاییز ($1/09$) محاسبه شد. که در مجموع بین این دو فصل اختلاف معنی داری مشاهده نشد. Prabhakar و همکاران در سال ۲۰۱۱ در آب های ساحلی هند بیشترین مقدار شاخص غنای گونه ای و تنوع زیستی را در آب های هند برای زئوپلانکتون ها در تابستان گزارش دادند که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. Mishra و همکاران در سال ۲۰۱۰ در بررسی تنوع زیستی زئوپلانکتون ها در مصبی در هند محدوده ی این شاخص را $1/94 - 0/81$ به دست آورد که تقریباً مشابه با محدوده ی این شاخص در مطالعه ی حاضر است. علت افزایش تعداد گونه ها در فصل گرم افزایش دما است که همبستگی مستقیم و معنی داری با تراکم میکروزئوپلانکتون ها دارد.

علت افزایش مقدار شاخص های تنوع شانون و غنای گونه ای مارگالف در فصل تابستان می تواند به دلیل پایداری فاکتورهای محیطی از قبیل دما ($27/92 \pm 0/98^{\circ}\text{C}$) در این فصل باشد. از طرفی وجود مواد غذایی در ستون آب از مهمترین دلایل جهت افزایش تراکم و تنوع گونه های زئوپلانکتونی می باشد (Niehoff, 2007).

شاخص ترازوی زیستی هیل بیانگر نحوه پراکنده شدن افراد در بین گونه‌های یک نمونه می‌باشد. افزایش میزان این شاخص نشان دهنده جورشدهی مناسب افراد در میان گونه‌ها و یک شرایط محیطی مساعد و پایدار است. بیشترین میزان میانگین این شاخص در فصل تابستان (۰/۸۶) و کمترین میزان میانگین این شاخص در فصل بهار (۰/۸۱) گزارش شد که در مجموع بین این دو فصل اختلاف معنی داری مشاهده نشد. حضور گونه‌های غالب در نمونه باعث کاهش این شاخص می‌شود. کمتر بودن این شاخص در فصل بهار به علت غالب بودن گونه‌های *Oithona nana* و *Oithona simplex* در گروه پاروپایان است که حدود ۵۰٪ از کل پاروپایان را در این فصل به خود اختصاص داده‌اند. Amita و Prakash در سال ۲۰۱۲، در مطالعه‌ی زئوپلانکتون‌ها بر اساس شاخص‌های زیستی در مصبی در هند، محدوده‌ی این شاخص را ۰/۹۸-۰/۹۱ به دست آوردند که تا حدودی با نتایج این بررسی مطابقت دارد.

شاخص غالبیت سیمپسون درجه غالبیت را نشان می‌دهد و در نتیجه مقدار آن با افزایش تنوع، کاهش می‌یابد و بین ۰ تا ۱ متغیر است. بیشترین میزان آن در فصل پاییز (۰/۸۹) و کمترین میزان آن در فصل تابستان (۰/۸۰) به دست آمد. با توجه به کمتر بودن تنوع در فصل پاییز این نتیجه منطقی است. بیشتر بودن این شاخص در فصل پاییز به دلیل غالب بودن مراحل لاروی ناپلیوس و گونه *Oithona nana* در گروه پاروپایان است که در مجموع حدود ۴۰٪ از تراکم پاروپایان را در این فصل به خود اختصاص می‌دهند و همچنین می‌تواند به علت غالب بودن گونه‌ی *keratella valga* از گروه گردان تنان باشد که به تنهایی بیش از ۵۰٪ از تراکم این گروه را در فصل پاییز به خود اختصاص دادند. Mishra و همکاران در سال ۲۰۱۰ در بررسی تنوع زیستی زئوپلانکتون‌ها در مصبی در هند محدوده‌ی این شاخص را ۰/۹۳-۰/۸۰ به دست آورد که تقریباً مشابه با محدوده‌ی این شاخص در مطالعه‌ی حاضر است.

در نهایت، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان تنوع زیستی در آب‌های بهمنشیر، از وضعیت نسبتاً خوبی برخوردار است که نشانگر پایداری نسبی محیط می‌باشد. این منطقه به خصوص با قرار گرفتن بندر چوئبد در آن یکی از مناطق شاخص زیستی در خلیج فارس محسوب می‌شود و نتایج به دست آمده از مطالعه زئوپلانکتون‌ها، در توصیف وضعیت بوم شناختی آب‌های بهمنشیر با هدف مدیریت بهینه و حفاظت صحیح، نقش مهمی ایفا می‌کنند.

منابع

- اسماعیلی، ف. ۱۳۸۲. گزارش نهایی طرح‌های تحقیقاتی بررسی لیمنولوژی رودخانه بهمنشیر. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده آبرزی پروری جنوب کشور. ۸۷ ص.
- پیغان، س.، سواری، ا.، سخایی، ن.، دوست شناس، ب.، دهقان مدیسه، س. ۱۳۹۱. تعیین شاخص‌های زیستی زئوپلانکتونی در آب‌های بحرکان - هندیجان (شمال غرب خلیج فارس). فصلنامه بوم‌شناسی آبریان. دوره ۱، شماره ۴، صفحات ۲۶-۱۷.

- Abboud, M., Saab, A. 2008. Tintinnids of the Lebanese coastal waters eastern mediteranean. National center for marinesciences. 192 p.
- Adams, S.M. 2001. Biomarker/Bioindicator response profiles of organisms can help differentiate between sources of anthropogenic stressor in aquatic ecosystem. Biomarkers. 6(1): 33-44.
- AL-Yamani, F.Y., Skryabin, V., Gubanova, A., Khvorov, S., Prusova, I. 2011. Marine zooplankton practical guide for the Northwestern Persian Gulf. Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait. 211 p.
- Amita, D., Prakash, M. 2012. Study of diversity indices (zooplankton) at Munj in the westerschelde estuary. Marine Ecology Progres. 199 (97): 47-59.
- Conway, V.P.D., White, R.G., Hoguest-Dit-Ciles, J., Gallienne, C.P., Robine, D.B. 2003. Guid to the coastal and surface zooplankton of the south-western Indian Ocean. Marine Biological Association of the United Kingdom. 354 p.
- Dussart, B.M. 1965. Les differentes categories de plankton. Hydrobiologia. 26: 72-74.

- Ferrara, O., Vagaggini, D., Margaritora, F.G. 2002. Zooplankton abundance and diversity in Lake Bracciano, Latium, Italy. *Journal of Limnology*. 61(2): 169-175.
- Francis, R.C., Hare, S.R., Hallowed, A.B., Wooster, W.S. 1998. Effects of inter decadal climate variability on the oceanic ecosystems of the NE Pac. *Fisheries Oceanography*. 7(1): 1-21.
- Jitlang, I., Pattarajinda, S., Mishra, R., Wongrat, L. 2007. Composition, abundance and distribution of zooplankton in the Bay of Bengal. *The Ecosystem-Based Fishery Management in the Bay of Bengal*. 28:65-92.
- Jorgenson, S.F., Costanza, R., Fuliu, X.U. 2005. Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health. CRC press. 439 p.
- Kampf, J., Sadrinasab, M. 2005. The circulation of the Persian Gulf: a numerical study. *Ocean Science Discussion*. 2: 129-146.
- Ludwig, J.A., Reynolds, J.F. 1988. Diversity indices. in: statistical ecology: a primer on methods and computing. pp. 85-103.
- Madhu, N.V., Jyothibabu, R., Balachandran, K.K., Honey, U.K., Martin, G.D., Vijay, J.C., Shiyas, C.A., Gupta, G.V.M., Achuthankutty, C.T. 2007. Monsonal impact on planktonic standing stock and abundance in a tropical estuary (Chochin backwater- India). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 73(1-2): 54-64.
- Mageed, A.A.A. 2006. Spatio-Temporal variations of zooplankton community in the hypersaline lagoon of Bradwil. north Sinal-Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research*. 32(1): 168-183.
- Margalef, D.R. 1978. Life form of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanological Acta*. 1(4): 493-509.
- Mishra, A., Chakraborty, S.K., Jaiswar, A.K., Sharpma, A.P., Deshmukhe, G., Moham, M. 2010. Plankton diversity in Dhaura and Baigul reservoirs of Uttarakhand. *Indian Journal Fish*. 57(3): 19-27.
- 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*. 74: 1-47.
- Nilsaz, M., Dehghan, S., Mazreavi, M., Esmaili, F., Sabz alizadeh, S. 2005. Persian Gulf hydrology and hydrobiology in Khuzestan Province water. *Iranian Fisheries Organization-Ahwaz*. 145 p.
- Owre, H.B., Foyo, M. 1967. Copepods of the Florida current. *Institute of marine science*. University of Miami. 137 p.
- Prabhahar, C., Saleshrani, K., Enbarasan, R. 2011. Studies on the ecology and distribution off zooplankton biomass in kadalur coastal zone, Tamil nadu, India. *Current Biology*. 2(3): 1-4.
- Price, A.R.G. 2002. Simultaneous 'Hotspots' and 'Coldspots' of marine biodiversity and implications for global conservation. *Marine Ecology Progress Series*. 241: 23-2.
- Primo, A., Azeiteiro, U., Marques, S., Martinho, F., Miguel Parda, A. 2009. Changes in zooplankton diversity and distribution pattern under varying precipitation regimes in a southern temperate estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 82: 341-347.
- Revelante, N., Gilmartin, M., Smolaka, N. 1985. The effects of Po River induced eutrophication on the distribution and community structure of ciliated protozoan and micrometazoan populations in the northern Adriatic Sea. *Journal of Plankton Research*. 7: 461-471.
- Saldeek, V. 1983. Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia*, 100: 167-201.
- Sharma, B.K. Michael, R.G. 1980. Synopsis of taxonomic studies on Indian rotifers. *Hydrobiologia*. 3: 73-229.
- Sherbiny, E., Mohsen, M. 2011. Seasonal composition and population density of zooplankton in Lake Timsah, Suez Canal, Egypt. *Oceanologia*. 53(3): 837-859.
- Soetaert, K., Rijswijk, P. 1993. Spatial and temporal patterns of the zooplankton in the westerhelde. *Marine ecology progress*. 99: 47-59.
- Stemberger, R. 1979. A guide to rotifer of the Laurentian great lakes. U.S. EPA. Environmental Monitoring and support laboratory. 186 p.
- Verity, P.G. 1985. Grazing, respiration, excretion and growth rates of tintinnids. *Limnology and Oceanography*. 30: 1268-1282.