



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

تاریخچه مقاله: چکیده

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 سانتی‌متر و چشمه ۱۰۰ میکرون) صورت گرفت. نتایج نشان داد که میانگین شاخص تنوع شانون در طول سال (۲/۱۵) و برای شاخص غنای گونه‌ای 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 اندازه‌گیری 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 حاشیه‌ای و نیمه بسته، از زیر حوضه‌های شمال غربی اقیانوس هند است و در محدوده جغرافیایی زیر استوایی قرار دارد (Kampf and Sadrinasab, 2005). رودخانه بهمنشیر یکی از شاخه‌های کارون با طول تقریبی ۷۸ کیلومتر می‌باشد که از محل اتصال کارون به حفار و بهمنشیر شروع و تا دهانه خلیج فارس ادامه می‌یابد. این منطقه از نظر توپوگرافی سرزمینی بسیار هموار محسوب می‌شود. از ویژگی‌های این رودخانه می‌توان به عمق کم، ورودی آب شیرین از کارون و کدورت زیاد اشاره کرد. از قسمت بالا دست رودخانه آب شرب منطقه تامین می‌شود. بندر چوئیده که از پرتودترین بنادر کشور می‌باشد در این منطقه قرار گرفته است. تردد زیاد لنج‌ها، شناورهای کوچک و قایق‌ها، ورود فاضلاب‌های شهری و فعالیت‌های کشاورزی زیاد در این منطقه سبب شده تا این منطقه در معرض خطر قرار گیرد (اسماعیلی، ۱۳۸۲). مطالعه اکوسیستم‌های دریایی از آن جهت که فعالیت‌های انسانی نقش مهمی در تغییرات آنها دارد حائز اهمیت است (Adams, 2001).

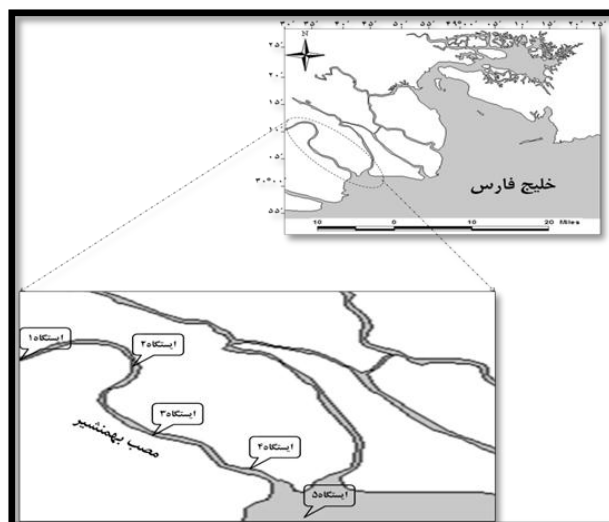
میکروژئوپلانکتون‌ها اندازه بین ۷۰ تا ۱۰۰ میکرون دارند و عمده‌ترین گروه‌های آنها شامل پاروپایان (Copepoda)، Cladocera، مژه‌داران (Ciliophora) و گردان‌تان (Rotifer) می‌باشد (Dussart, 1965). اهمیت اکولوژیکی

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

میکروژئوپلانکتون‌ها در اکوسیستم‌های آبی دنیا مشهود است و بخش مهمی از اکوسیستم‌های دریایی را جوامع پلانکتونی تشکیل می‌دهند (Revelant *et al.*, 1985). به علت اندازه‌ی کوچک، این موجودات از چراکنندگان اصلی فیتوپلانکتون‌ها محسوب می‌شوند و نقش مهمی در تروفی و تقویت نوترینت‌ها دارند (Verity, 1985). میکروژئوپلانکتون‌ها منابع غذایی خوبی برای لارو ماهی‌ها و دیگر موجودات آبی بوده و به علت نقشی که در تغذیه لارو ماهیان دارند مطالعه آنها به سیستم مدیریت ماهی‌گیری کمک می‌کند (Jitlang, 2007). فاکتورهای محیطی مانند شوری، دمای آب و نوترینت‌ها بر جمعیت میکروژئوپلانکتون‌ها اثر گذار هستند و هرگونه تغییری در این فاکتورها باعث تغییر در جمعیت میکروژئوپلانکتون‌ها و در نتیجه کل اکوسیستم می‌شود (Francis, 1998). از طرفی میکروژئوپلانکتون‌ها چون بسیار سریع به تغییرات محیطی پاسخ می‌دهند 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 می‌باشد (Adams, 2001). مطالعه میکروژئوپلانکتون‌ها در اکوسیستم‌های آبی به پیش‌بینی وضع اکوسیستم در دراز مدت کمک می‌کند (Ferrara *et al.*, 2002). یکی از متداول‌ترین راه‌ها برای ارزیابی وضعیت اکولوژیک استفاده از شاخص‌های تنوع زیستی می‌باشد. از طرفی افزایش فعالیت‌های انسانی در دریاها و بهره‌برداری 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 می‌باشد.

مواد و روش‌ها

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 می‌شدند 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 پلانکتون‌گیری مجهز به جریان سنج با اندازه چشمه ۱۰۰ میکرون به صورت سطحی استفاده گردید. در آزمایشگاه، مشاهده و شمارش ژئوپلانکتون‌ها با استفاده از میکروسکوپ فاز معکوس (مدل Olympus-A×70) و شناسایی نمونه‌ها تا پایین‌ترین 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. شاخص‌های تنوع زیستی مورد بررسی شامل شاخص شانون برای تنوع گونه‌ای، شاخص مارگالف برای تعیین غنای گونه‌ای، شاخص ترازوی زیستی هیل برای بررسی میزان یکنواختی و پراکنش نرمال افراد در میان گونه‌ها و شاخص غالبیت سیمپسون برای تعیین غالبیت گونه‌ها بودند. به منظور بررسی اختلاف معنی‌دار میان مقدار عددی این شاخص‌ها با توجه به ماه‌های 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، ۴). دیگر موجودات شناسایی شده لارو سایر موجودات مانند لارو کرم‌های پرتار، لارو بارناکل، لارو خرچنگ گرد، لارو دو کفه‌ای و همچنین مراحل لاروی و کوپه پودایت پاروپایان بود. تراکم میکروژئوپلانکتون‌ها در طی دوره‌ی مطالعاتی نشان داد که میانگین تراکم ژئوپلانکتون‌ها در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۲۲۱۱/۷۳، ۳۷۴۵/۲۶، ۳۴۰/۷۹ و ۸۲۶/۸۵ فرد در متر مکعب می‌باشد. در ایستگاه‌های رودخانه‌های ۱ و ۲ با محدوده‌ی شوری ۲/۲۷-۲/۰۸ (PSU) گروه غالب گردان‌تنان 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 دهانه‌ی مصب تنوع و تراکم گردان‌تنان کم و پاروپایان گروه غالب شدند. به طوری که در ایستگاه ۴ و ۵ در نزدیکی دهانه مصب هیچ گونه گردان‌تنی مشاهده نشد. در ایستگاه ۳، ۴ و ۵ گروه غالب پاروپایان بودند. همچنین در این ایستگاه‌ها موجوداتی مانند لارو کرم‌های 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 میکروژئوپلانکتون‌ها در فصل تابستان به دست آمد. تراکم ژئوپلانکتون‌ها در فصل‌های مختلف اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P < 0.05$). تغییرات فراوانی ژئوپلانکتون‌ها در فصل‌های مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است.

بررسی درصد فراوانی نسبی میکروژئوپلانکتون‌ها در کل سال نشان داد که بیشترین درصد فراوانی نسبی مربوط به پاروپایان و گردان‌تنان به ترتیب با ۶۱٪ و ۲۸٪ فراوانی بود.

نتایج حاصل از مقایسه میزان شاخص تنوع شانون در ماه‌های 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 گونه‌ها در ماه‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه بود.

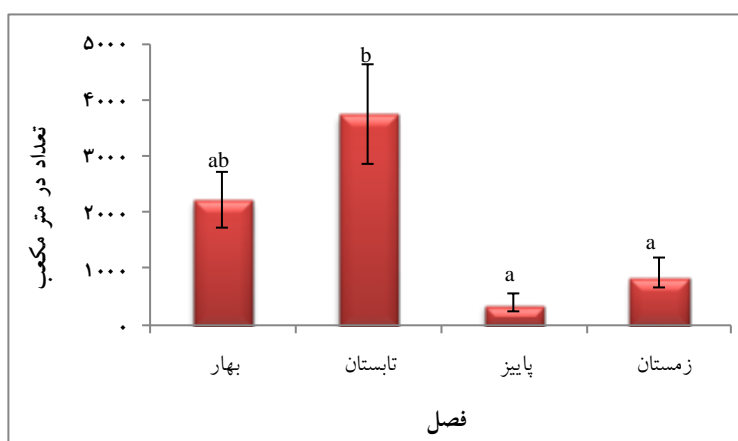
شاخص مارگالف که بیانگر غنای گونه‌ای در محیط می‌باشد بیشترین مقدار را در فصل تابستان ($1/84$) و کمترین مقدار را در فصل زمستان ($1/09$) نشان داد.

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 ایستگاه‌های مورد مطالعه در طول سال، اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$)

جدول ۱. پاروپایان شناسایی شده در طول دوره نمونه برداری

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



شکل ۲. مقایسه تغییرات میانگین تراکم زئوپلانکتون ها در فصل های مختلف در مصب بهمینشیر ۱۳۹۰. حروف مختلف بیانگر اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) می باشد.

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

راسته	خانواده	جنس	گونه
Ploimina	Branchionidae	Brachionous	<i>Brachionous angularis</i> (Goss, 1851)
			<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)
	Keratella	<i>Keratella quadrata</i> (Muller, 1786)	
		<i>Keratella valga</i> (Enrenberg, 1834)	
	Lecanidae	Lecane	<i>Lecane lunka</i> (Muller, 1776)
			<i>Monostyla</i>
Trichotriidae	Trichotria	<i>Trichotria tetratis</i> (Ehrenberg, 1830)	
Notommatidae	Cepalodella	<i>Cepalodella</i> sp.	
Bdelloidae	Unknown	Unknown	

جدول ۳. کلادوسرای شناسایی شده

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

جدول ۴. مژه داران شناسایی شده

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

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

میانگین کل سال	زمستان ۱۳۹۰	پاییز ۱۳۹۰	تابستان ۱۳۹۰	بهار ۱۳۹۰	شاخص تنوع شانون
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 غنای مارگالف
۱/۵۳±۰/۵۸	۱/۴۸±۰/۴۰	۱/۰۹±۰/۴۰	۱/۸۴±۰/۷۵	۱/۷۱±۰/۵۸	شاخص ترازوی هیل
۰/۸۳±۰/۰۱	۰/۸۲±۰/۰۱	۰/۸۵±۰/۰۵	۰/۸۶±۰/۰۲	۰/۸۱±۰/۰۵	شاخص غالبیت سیمپسون
۰/۲۷±۰/۰۲	۰/۸۷±۰/۰۵ ^{ab}	۰/۸۹±۰/۰۳ ^b	۰/۸۰±۰/۰۱ ^a	۰/۸۵±۰/۰۴ ^{ab}	

* 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 فصل‌های دیگر بود. Mageed (۲۰۰۶) در آب‌های 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 آب‌های سواحل خوزستان نشان داده است که بیشترین میزان مواد غذایی و تراکم فیتوپلانکتون‌ها در اوایل تابستان و کمترین مقدار آنها در زمستان مشاهده می‌شود (Nilsaz *et al.*, 2005). پیغان و همکاران در سال ۱۳۹۱ نیز در بررسی شاخص‌های زیستی زئوپلانکتونی بندر هندیجان بیشترین تراکم را در فصل تابستان گزارش کردند و از آنجایی که اکثر زئوپلانکتون‌ها مستقیماً و یا با یک واسطه از فیتوپلانکتون‌ها تغذیه می کنند، این امر می تواند علت اصلی بالا رفتن تراکم و تنوع زئوپلانکتون‌ها در فصل تابستان و کاهش آنها در فصول سرد سال باشد (Madhu *et al.*, 2007).

تنوع زیستی یکی از مهمترین مؤلفه‌ها برای تعیین سلامت اکوسیستم‌ها و یکی از معیارهای مهم برای نشان دادن اهمیت زیستگاه‌های مورد حفاظت می‌باشد (Price, 2002). بررسی شاخص‌های 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 ۳/۵ - ۱/۵ 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 آب‌های بهم‌نشیر ۲/۴۴ - ۱/۷۳ بیشترین مقدار در فصل تابستان و کمترین مقدار در فصل پاییز محاسبه شد. میانگین این شاخص در کل سال ۲/۱۵ 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 ۲/۰۵-۰/۱ 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 زئوپلانکتون‌ها 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 گونه‌های 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 (۱/۸۴) به دست آمد و کمترین میزان آن در فصل پاییز (۱/۰۹) محاسبه شد. که در مجموع بین این دو فصل اختلاف معنی داری مشاهده نشد. Prabhakar و همکاران در سال ۲۰۱۱ در آب‌های ساحلی هند بیشترین مقدار شاخص غنای گونه ای و تنوع زیستی را در آب‌های هند برای زئوپلانکتون‌ها در تابستان گزارش دادند که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. Mishra و همکاران در سال ۲۰۱۰ در بررسی تنوع زیستی زئوپلانکتون‌ها در مصبی در هند محدوده ی این شاخص را ۱/۹۴-۰/۸۱ به دست آورد که تقریباً مشابه با محدوده ی این شاخص در مطالعه ی حاضر است. علت افزایش تعداد گونه‌ها در فصل گرم افزایش دما است که همبستگی مستقیم و معنی داری با تراکم میکروزئوپلانکتون‌ها 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 ($27/92 \pm 0/98^{\circ}C$) 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 جورشدگی 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. Prakash و Amita در سال ۲۰۱۲، در مطالعه‌ی ژئوپلانکتون‌ها 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 ژئوپلانکتون‌ها 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 ژئوپلانکتون‌ها، 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 آبی پروری جنوب کشور. ۸۷ ص.
- پیغان، س.، سواری، ا.، سخایی، ن.، دوست شناس، ب.، دهقان مدیسه، س. ۱۳۹۱. تعیین شاخص‌های زیستی ژئوپلانکتونی 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., Fului, 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. Monsoonal impact on planktonic standing stock and abundance in a tropical estuary (Chochin backwater- India). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 73(1-2): 54-64.
- Magheed, 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.
- Prabhakar, 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 Pardo, 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., Smodlaka, 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.