



بررسی پویایی و ساختار جامعه فیتوپلانکتون خلیج چابهار (در مانسون تابستانه، زمستانه، پیش و پس مانسون)

مهشید جلیلی^۱، ابوالفضل صالح^{۲*}، مریم فلاحی^۱، علی ماشینچیان مرادی^۱، محمدرضا فاطمی^۱

۱- گروه علوم دریایی دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه زیست شناسی دریا، پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، تهران، ایران

نوع مقاله:	فرآوانی، پراکندگی و تنوع ساختار جمعیت گونه‌ای فیتوپلانکتونی و میزان غلظت مواد مغذی خلیج چابهار
پژوهشی	در سال ۹۸-۹۹ مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفت. گسترش فیتوپلانکتون به عوامل فیزیوشیمیایی،
تاریخچه مقاله:	مواد مغذی در دسترس، میکسوتروفی بودن گونه‌ها و شکارچیان (ژئوپلانکتون) بستگی دارد. نمونه‌برداری
دریافت:	از آب توسط بطری نیسکین در ۹ ایستگاه در ۶ بار از سال در دوره‌های پیش مانسون، ۲ بار در مانسون
۱۴۰۰/۱۰/۲۶	جنوب غربی، پس مانسون و ۲ بار در مانسون تابستانه انجام گرفت. در این بررسی ۱۱۴ گونه فیتوپلانکتون
پذیرش:	متعلق به ۴ شاخه باسیلاریوفیتا، داینوفیتا، سیانوفیتا و کروموفیتا شناسایی شد. داینوفیتا با تراکم ۹۴٪ بیشترین
۱۴۰۰/۱۲/۰۴	فرآوانی را به خود اختصاص دادند. با انجام آزمون آماری غیرپارامتریک Kruskal-Wallis تفاوت معنی-
کلمات کلیدی:	داری بین تراکم گونه‌های ماه‌های نمونه‌برداری شده دیده شد. اگرچه اختلاف معنی‌داری بین تراکم گونه‌ها
تراکم	و میزان مواد مغذی دیده نشد اما همسویی مشخص و واضحی بین میزان مصرف مواد مغذی و تراکم
تنوع	فیتوپلانکتون مشاهده گردید. نتایج نشان داد افزایش مواد مغذی در پاییز و زمستان سبب افزایش تراکم
خلیج چابهار	فیتوپلانکتون (به خصوص در مهر و بهمن) می‌شود. آزمون CCA نشان داد که حدود ۸۴٪ تغییرات تراکم
فیتوپلانکتون	فیتوپلانکتون به میزان مواد مغذی و میزان اکسیژن محلول بستگی دارد.
مانسون	

مقدمه

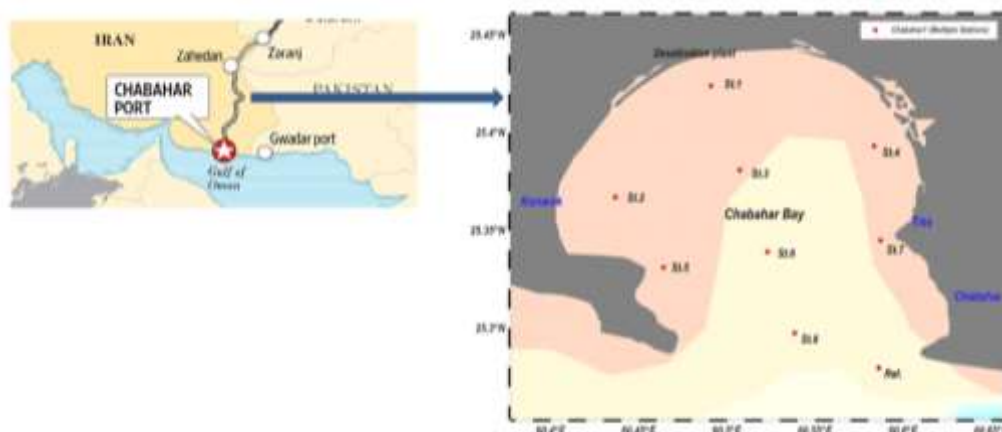
می‌گذارد. دریای عمان شدیداً متأثر از چرخه مانسون فصلی بوده که فراجوشی و شکوفایی جلبکی را به دنبال دارد. جابجایی آب در زمان وقوع فراجوشی می‌تواند باعث تغییر در پراکنش مکانی پلانکتون باشد. در اکوسیستم‌های ساحلی تولید خالص اولیه فیتوپلانکتونی با اثرات متقابل عوامل زیستی و غیرزیستی تنظیم می‌گردد. در چنین سیستم‌هایی، مواد غذایی تا حد زیادی تحت تأثیر فعالیت بشری و تغییرپذیری جوی که از طریق وقایع فراچاهنده و یا ورودی‌های قاره‌ای (سرزمینی) بوجود می‌آید، قرار دارد.

بندر چابهار تنها بندر بزرگ سواحل ایرانی دریای عمان که خلیج چابهار واقع شده است. متوسط عمق خلیج چابهار ۶ متر و بیشترین عمق آن ۲۰ متر گزارش شده است (Taheri *et al.*, 2010). دریای عمان و خلیج چابهار در مقایسه با آب‌های اطرافش از شرایط خاصی برخوردار می‌باشند که اثرات فصلی مانسونی از جمله عوامل به وجود آورنده این شرایط به‌شمار می‌روند. این دریا از لحاظ اکولوژیک از سایر نواحی حاره‌ای هند-آرام مجزا هستند که این امر بر پوشش جانوری و گیاهی منطقه تأثیر

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی: محدوده مورد بررسی در استان سیستان و بلوچستان، خلیج چابهار و دریای عمان در نظر گرفته شده است. نمونه‌برداری از آب خلیج چابهار در نیم رخ‌های عمود بر ساحل، موازی ساحل و یک ایستگاه شاهد دریای آزاد در بیرون از خلیج طراحی شد، مجموعاً ۹ ایستگاه نمونه‌برداری شد. عمق ایستگاه‌های درون خلیج از ۴ تا ۱۵ متر و عمق ایستگاه شاهد ۳۰ متر انتخاب شده است (شکل ۱).

به دلیل کمبود امکانات در محدوده سواحل ایرانی دریای عمان، اکثر فعالیت‌های زیست‌شناسی ساحلی و دریایی نزدیک به ساحل در محدوده و اطراف خلیج چابهار در بازه زمانی محدود انجام شده‌اند. بنابراین، برای درک وضعیت کنونی متغیرهای مرتبط با افزایش جمعیت فیتوپلانکتون‌ها به عنوان پایه و اساس هرم غذایی و میزان مواد مغذی و شناخت عوامل تأثیرگذار بر روی تغییرات فصلی این گونه‌ها، انجام یک مطالعه دقیق در یک رزولوشن زمانی و مکانی مناسب ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین این طرح با اهداف بررسی میزان تراکم و تنوع این موجودات و نیز اندازه‌گیری مواد مغذی و ارتباط متقابل آن‌ها انجام شده است.



شکل ۱- نقشه ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده

شده و پس از افزودن محلول تثبیت کننده لوگول، در جای خنک و تاریک به آزمایشگاه منتقل شدند. pH با استفاده از روش پتانسیومتری با الکترود شیشه/ مرجع در محل با دستگاه مولتی متر پرتابل HACH اندازه‌گیری شد. اکسیژن محلول به وسیله پروب نوری (59 Gabaldón) با استفاده از دستگاه مولتی متر پرتابل HACH در محل اندازه‌گیری شد. دما و شوری با استفاده از پروب هدایت سنجی دستگاه مولتی متر پرتابل HACH در محل اندازه‌گیری شد. **آنالیز آزمایشگاهی:** در آزمایشگاه جهت آنالیز فیتوپلانکتون، نمونه‌های آب به روش ته‌نشینی و با تکنیک شمارش نواری (Strip Count) در لام سجویک رفر و با میکروسکوپ معکوس (Axiovert, S100) جلبک‌های میکروسکوپی شمارش شدند (ASTM Standards 4148 – 82, 2012). مواد مغذی (فسفات، سیلیکات، نیتريت و نیترات) با استفاده از روش نورسنجی (MOOPAM) در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد.

نمونه‌برداری: نمونه‌برداری‌ها به مدت ۱ سال دو بار در مانسون تابستان و دو بار در مانسون زمستان و یک بار در پیش و یک بار در پس مانسون در شرایط جزر و مد ضعیف در سال ۹۸-۹۹ انجام شده است. ماه‌های تیر و مرداد برای نمونه‌برداری در مانسون، مهر، دی و بهمن به عنوان پس‌مانسون و اردیبهشت به عنوان پیش‌مانسون در نظر گرفته شد.

نمونه‌های آب برای مواد مغذی با سه تکرار در هر عمق پس از فیلتراسیون استات سلولز ۰/۴۵ میکرون) در ظروف پلی اتیلن ۱۰۰ میلی لیتری ذخیره شده و در اسرع وقت به فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد تا زمان آنالیز منتقل شدند. همه محلول‌ها و معرف‌ها بر طبق دستورکار MOOPAM تهیه گردید (MOOPAM, 1999).

نمونه‌های آب برای آنالیز فیتوپلانکتون با استفاده از بطری نمونه‌بردار نیسکین، پس از انجام، در ظروف تیره جمع‌آوری

نتایج

بررسی تنوع و ساختار گونه‌های جمعیت فیتوپلانکتون‌ها و رده‌بندی گونه‌ها

شناسایی گونه‌های فیتوپلانکتون: نمونه‌برداری از فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌های تعیین شده در ۶ بار از سال در ماه‌های تیر، مرداد، مهر، دی، بهمن و اردیبهشت؛ ماه‌های تیر و مرداد در ۹ ایستگاه انجام شد. مطالعه حاضر حاکی از معرفی ۱۱۴ گونه متعلق به ۴ شاخه Cyanophyceae, Dinophyceae, Bacillariophyceae و Chromophyta می‌باشند (جدول ۱). در نمونه‌های بررسی شده دینوفیسه‌ها و باسیلاریوفیسه‌ها به ترتیب با ۹۴/۵۶ و ۵/۳۰ بیشترین درصد تراکم را داشتند (شکل ۲).

از بین نمونه‌های شناسایی شده گونه‌های *Noctiluca scintillans*, *Gymnodinium Pyrophacus steinii*, *Pyrophacus Ceratium furca spirale (Karenia)*, *Ceratium Gyrosigma acuminatum horologicum*, *Chaetoceros Gonyaulax polygramma lineatum* و *Prorocentrum micans affinis* به ترتیب بیشترین درصد درصد تراکم را داشتند. درصد تراکم ده گونه غالب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در جدول ۲ آورده شده است.

پردازش داده‌ها: نتایج به دست آمده از بررسی نمونه‌ها در نرم‌افزار Excel و سپس پردازش داده‌ها و کسب نتایج مورد نظر به‌وسیله این نرم‌افزار صورت گرفت. نتایج تعداد در لیتر گونه‌های فیتوپلانکتون بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{Cells/ml} = [(C) (N/E) (P) (D)] * 1000$$

که در آن

C: ضریب کالیبراسیون ، P: ضریب حفظ، D: ضریب تغلیظ، N/E: تعداد شمارش شده در واحد حجم می‌باشد.

محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای: برای تعیین تنوع گونه‌ای یک اکوسیستم و ارائه آن به صورت یک کمیت عددی از شاخص شانون- واینر (H) استفاده شد. شاخص‌های تنوع برای میانگین فراوانی گونه‌های فیتوپلانکتون در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده با استفاده از نرم‌افزار Past محاسبه شده است.

محاسبات آماری: رسم نمودارها و آنالیز و پردازش داده‌ها در فصول مختلف با نرم‌افزارهای Excel, primer نسخه ۷ و SPSS نسخه ۲۱ تهیه شده‌اند. قبل از محاسبه کلیه عملیات اشاره شده جهت اطمینان از کیفیت داده‌های اطلاعاتی از نظر نرمال بودن از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف، در محیط نرم‌افزار SPSS مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۱- فهرست گونه‌های شناسایی شده (*نشان دهنده حضور گونه)

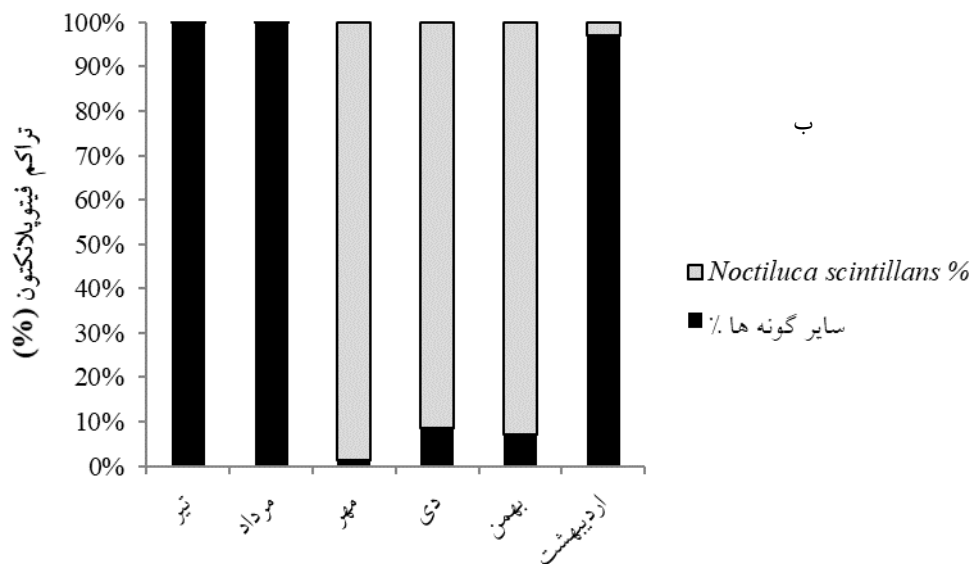
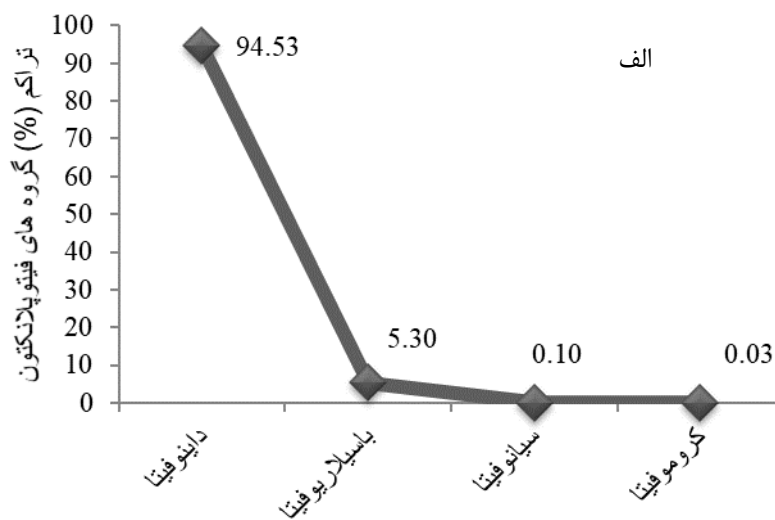
خانواده	نام علمی	تیر	مرداد	مهر	دی	بهمن	اسفند
Prorocentraceae	<i>Prorocentrum gracile</i>	*	*	*	*	*	*
	<i>P. micans</i>	*	*	*	*	*	*
	<i>P. balticum</i>	*	*	*	*	*	*
Kolkwitzziellaceae	<i>P. belizeanum</i>	*	*	*	*	*	*
	<i>D. orbicularis</i>	*	*	*	*	*	*
Gonyaulacaceae	<i>D. lenticula</i>	*	*	*	*	*	*
	<i>Protoceratium reticulatum</i>	*	*	*	*	*	*
Goniodomataceae	<i>Gonyaulax polygramma</i>	*	*	*	*	*	*
	<i>Pyrodinium bahamense</i>	*	*	*	*	*	*
Gymnodiniaceae	<i>Akashiwo sanguinea</i>	*	*	*	*	*	*
	<i>Gyrodinium sp.</i>	*	*	*	*	*	*
Protopteridiniaceae	<i>Protopteridinium cerasus</i>	*	*	*	*	*	*
	<i>P. bipes</i>	*	*	*	*	*	*
	<i>P. claudicans</i>	*	*	*	*	*	*
	<i>P. divergens</i>	*	*	*	*	*	*
	<i>P. biconicum</i>	*	*	*	*	*	*
	<i>P. steinii</i>	*	*	*	*	*	*

اسفند	بهمن	دی	مهر	مرداد	تیر	نام علمی	خانواده
*	*	*	*	*	*	<i>Ceratium fusus</i>	Ceratiaceae
*	*	*	*	*	*	<i>C. furca</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>C. lineatum</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>C. breve</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Dinophysis mitra</i>	Dinophysiaceae
*	*	*	*	*	*	<i>D. rotundata</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Gymnodinium spirale</i>	Gymnodiniaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Scrippsiella stinii</i>	Calciodinellaceae
*	*	*	*	*	*	<i>S. trochoidea</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Alexandrium tamarens</i>	Goniodomataceae
*	*	*	*	*	*	<i>A. leei</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>A. insuetum</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>A. minutum</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Pyrophacus steinii</i>	Pyrophacaceae
*	*	*	*	*	*	<i>P. horologicum</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Amphisolenia palmata</i>	Amphisoleniaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Cochlodinium polykriokoides</i>	Gymnodiniaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Noctiluca scintillans</i>	Noctilucaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Chaetoceros diversus</i>	Chaetocerotaceae
*	*	*	*	*	*	<i>C. pseudocurvisetum</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>C. affinis</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>C. atlanticum</i>	<i>C. atlanticum</i>
*	*	*	*	*	*	<i>C. dichæta</i>	<i>C. dichæta</i>
*	*	*	*	*	*	<i>Licmophora sp.</i>	<i>Licmophora sp.</i>
*	*	*	*	*	*	<i>Thalassiosira oestrupii</i>	<i>Thalassiosira oestrupii</i>
*	*	*	*	*	*	<i>Planktoniella sol</i>	<i>Planktoniella sol</i>
*	*	*	*	*	*	<i>N. sigmoidea</i>	<i>N. sigmoidea</i>
*	*	*	*	*	*	<i>N. longissima</i>	<i>N. longissima</i>
*	*	*	*	*	*	<i>N. closterium</i>	<i>N. closterium</i>
*	*	*	*	*	*	<i>N. Seriata</i>	<i>N. Seriata</i>
*	*	*	*	*	*	<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>
*	*	*	*	*	*	<i>Bacillaria paxillifera</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>B. socialis</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>R. cochlea</i>	Rhizosoleniaceae
*	*	*	*	*	*	<i>R. robusta</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>R. imbricata</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>R. bergonii</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Guinardia flaccida</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Odontella aurita</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>O. sinensis</i>	Triceratiaceae
*	*	*	*	*	*	<i>O. mobiliensis</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Triceratium reticulum</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Haslea balearica</i>	stephanopyxidaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Trachyneis antillarum</i>	Naviculaceae
*	*	*	*	*	*	<i>T. aspera</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Meuniera membranacea</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Plagiotropis lepidoptera</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Plagiotropidaceae
*	*	*	*	*	*	<i>L.s danicus</i>	Leptocylindraceae

اسفند	بهمن	دی	مهر	مرداد	تیر	نام علمی	خانواده
*	*	*	*	*	*	<i>Cyclotella striata</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>C. stylum</i>	stephanodiscaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Thalassiosira eccentrica</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Thalassiosira sp.</i>	Thalassiosiraceae
*	*	*	*	*	*	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>C. granii</i>	Coscinodiscaceae
*	*	*	*	*	*	<i>C. wailesii</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>C. centralis</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>C. oculus-irridis</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>C. marginatus</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Palmeria hardmaniana</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Actinocyclus octonarius</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Lauderia annulata</i>	Hemidiscaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Paralia sulcata</i>	Lauderiaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Fragilaria sp.</i>	Paraliaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Synedra sp.</i>	Fragilariaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Grammatophora marina</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Lioloma elongatum</i>	striatellaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	Thalassionemataceae
*	*	*	*	*	*	<i>T. nitzschioides</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Pleurosigma strigosum</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>P. diverse-striatum</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Navicula elegans</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>N. acutum</i>	Naviculaceae
*	*	*	*	*	*	<i>N. membrane</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Diploneis suborbicularis</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>D. didyma</i>	Diploneidaceae
*	*	*	*	*	*	<i>D. lenticula</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Surirella fastuosa</i>	surirellaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Entomoneis sulcata</i>	entomoneidaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Amphora spectabilis</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>A. proteus</i>	Catenulaceae
*	*	*	*	*	*	<i>A. obtusa</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Mastogloia sp.</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>M. erythraea</i>	Mastogloiaceae
*	*	*	*	*	*	<i>M. mac-Donaldii</i>	
*	*	*	*	*	*	<i>Achnanthes brevipes</i>	Achnantheaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Eucampia zodiacus</i>	Biddulphiaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Oscillatoria thiebautii</i>	Oscillatoriaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	Phormidiaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Spirulina sp.</i>	Spirulinaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Dictyocha fibula</i>	Dictyochaceae
*	*	*	*	*	*	<i>Phaeocystis sp.</i>	Phaeocystaceae

جدول ۲- درصد تراکم گونه‌های غالب

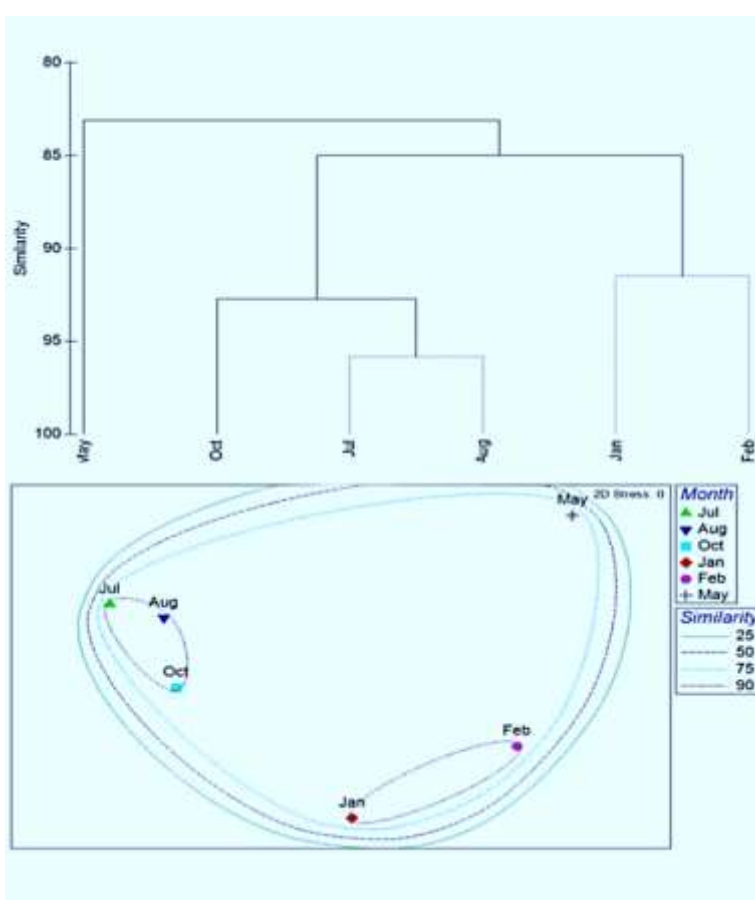
درصد تراکم	گونه فیتوپلانکتون
۶۰/۶۳	<i>Noctiluca scintillans</i>
۲۸/۱۱	<i>Pyrophacus steinii</i>
۱/۱۷	<i>Gymnodinium spirale</i> (<i>Karenia</i>)
۰/۵۸	<i>Ceratium furca</i>
۰/۳۷	<i>Pyrophacus horologicum</i>



شکل ۲- الف: تراکم شاخه های فیتوپلانکتون (%). ب: مقایسه تراکم *Noctiluca scintillans* با سایر گونه‌های فیتوپلانکتون

مانسون و مانسون نایبستانه در شباهت حدود ۹۰٪ از هم جدا شدند (شکل ۳). آزمون *simper* برای تعیین گونه مسؤول در تفاوتها انجام شد. گونه مسؤول در تفکیک ماههای اردیبهشت، مهر، دی و بهمن از سایر ماهها (مانسون تابستانه) گونه *N. scintillans* بود. گونههای *Prorocentrum balticum* و *Pyrophacus horologicum* در تفکیک اردیبهشت از سایر ماهها به ترتیب ۴/۱۹ و ۳/۷ درصد نقش داشتند (شکل ۳).

گروهبندی تراکم فیتوپلانکتون ماههای مختلف با آزمون کلاستر و شاخص شباهت Bray-curtis نشان دهنده اختلاف معنی دار بین ماههای نمونه برداری شده ($P < 0/05$) بود اما در بین ایستگاهها اختلاف معنی دار نبود ($P > 0/05$). بر اساس آزمون فوق گونههای فیتوپلانکتون با سطح اطمینان ۹۵٪ به چهار گروه تفکیک شدند ($p < 0/05$) SIMPROF test): اردیبهشت، مهر، دی و بهمن، تیر و مرداد که میانگین فراوانی فیتوپلانکتونهای اردیبهشت در شباهت ۸۲٪ از سایر ماههای نمونه برداری شده جدا شد و پس



شکل ۳- آنالیز خوشه‌ای و گروه‌بندی تراکم فیتوپلانکتونهای ماههای مختلف بر اساس آزمون *Simper*

شانون و سیمپسون اندازه‌گیری شد (به ترتیب ۰/۱۲ و ۰/۰۳) در حالی که در ماههای دیگر شاخصهای مذکور بالاترین میزان را داشتند (به ترتیب ۴/۱۴ و ۰/۹۸) (جدول ۳).

تنوع زیستی: بر اساس آزمون کروسکال والیس تمام شاخصهای غالبیت، سیمپسون، شانون، یکنواختی و مارگالف معنی دار بود ($P < 0/001$). در ماههایی که بلوم *N. Scintillans* مشاهده شده، کمترین میزان شاخص

جدول ۳- شاخص‌های تنوع در منطقه نمونه برداری شده

تعداد گونه	اردیبهشت ±SE	بهمن ±SE	دی ±SE	مهر ±SE	مرداد ±SE	تیر ±SE
تراکم	۸۰۹۵۲±۱۳۴۷	۱۱۶۸۱۱۲±۱۳۸۷۸/۸	۱۱۳۸۶۲۸±۱۳۱۸۴/۷	۹۹۷۹۳۶±۲۱۳۴۴/۱	۶۴۷۱۹±۶۷۳۳/۳	۵۱۹۷۹±۵۷۹۸/۰
غالبیت	۰/۰۲±۰	۰/۸۶±۰/۰۱	۰/۸۴±۰/۰۱	۰/۹۷±۰	۰/۰۴±۰	۰/۰۴±۰
سیمپسون	۰/۹۸±۰	۰/۱۴±۰/۰۱	۰/۱۶±۰/۰۱	۰/۰۳±۰	۰/۹۶±۰	۰/۹۶±۰
شانون	۴/۱۴±۰/۰۸	۰/۵۳±۰/۰۵	۰/۶۰±۰/۰۴	۰/۱۲±۰/۰۱	۳/۶۹±۰/۰۷	۳/۶۸±۰/۰۶
یکنواختی	۰/۵۵±۰/۰۱	۰/۰۱±۰	۰/۰۲±۰	۰/۰۱±۰	۰/۳۵±۰/۰۲	۰/۳۵±۰/۰۱
مارگالف	۱۰/۰۰±۰/۴۱	۸/۰۹±۰/۳۱	۷/۸۹±۰/۲۳	۸/۱۱±۰/۱۵	۱۰/۱۱±۰/۰۳	۱۰/۳۱±۰/۱۵

اندازه‌گیری و بررسی پارامترهای محیطی و مواد

مغذی: در طی نمونه‌برداری‌ها میانگین محدوده تغییرات دمایی از ۲۴ تا ۳۱ درجه سانتیگراد و میزان شوری از ۳۶/۷ تا ۳۷/۳، میزان اکسیژن محلول از ۵/۶ تا ۷/۳ میلی گرم بر لیتر متغیر بود (جدول ۴).

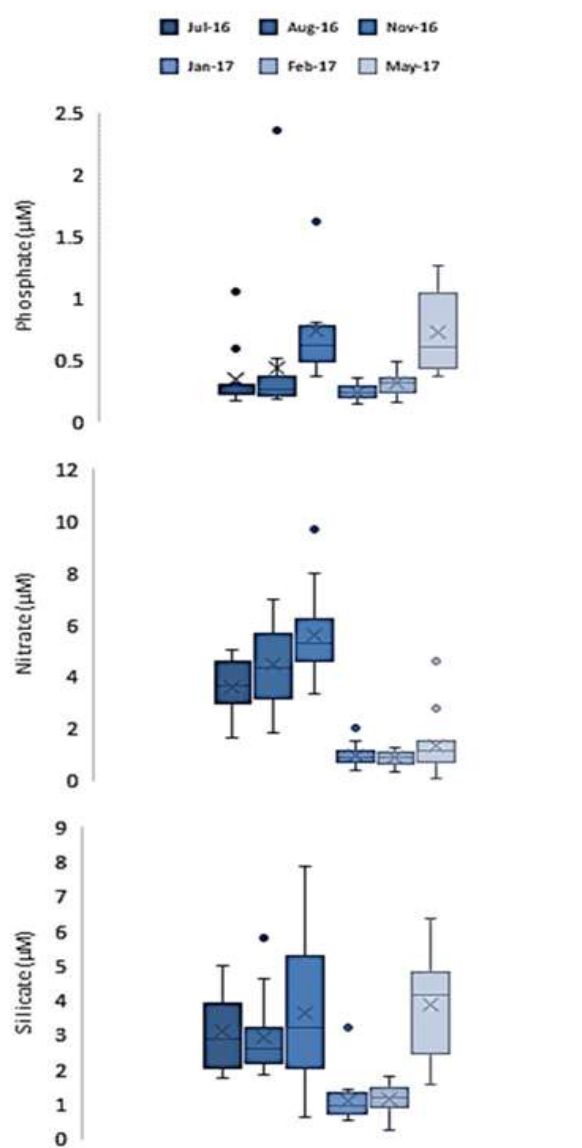
شکل ۴، باکس و Whisker پلات مواد مغذی در زمان نمونه‌برداری در ایستگاه‌های مختلف را نشان می‌دهد. نتایج سنجش مواد مغذی (فسفات، نیتريت، نیترات و سیلیکات) با استفاده از روش رنگ‌سنجی در طی شش بار

نمونه‌برداری در سال در جدول ۵ آورده شده است. بیشترین مقدار نیترات در مهر ماه ۵/۵۹ میکرومول و کمترین آن در دی و بهمن با مقدار حدود ۱ میکرومول، فسفات با بیشترین مقدار (۰/۷ میکرومول) در مهر و اردیبهشت و کمترین میزان (۰/۲ میکرومول) در دی ماه و سیلیکات با کمترین مقدار ۱/۱ در دی و بهمن و بیشترین مقدار ۳/۸۷ میکرومول در اردیبهشت در نوسان بودند (جدول ۵).

جدول ۴- مقادیر پارامترهای فیزیکی شیمیایی آب

T	DO [mg/L]	pH	Salinity [psu]	
۳۱/۸۸	۵/۶۹	۸/۰۸	۳۷/۱۳	تیر
۳۰/۹۰	۵/۸۱	۸/۱۳	۳۷/۳۱	مرداد
۲۶/۴۱	۵/۸۶	۸/۱۳	۳۷/۰۵	مهر
۲۴/۱۱	۶/۹۹	۸/۲۱	۳۶/۹۱	دی
۲۴/۳۵	۷/۳۲	۸/۲۱	۳۶/۷۵	بهمن
۲۹/۳۴	۵/۶۴	۸/۰۸	۳۶/۸۷	اردیبهشت

T؛ دما، DO: اکسیژن محلول



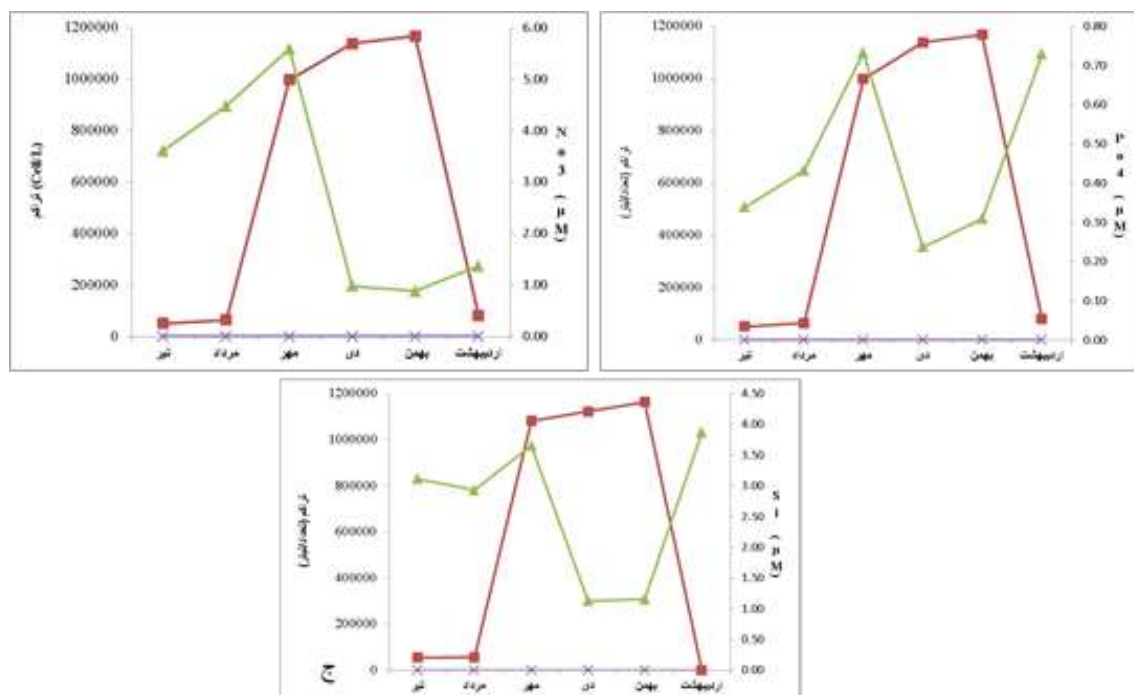
شکل ۴- باکس و Whisker پلات مواد مغذی در زمان نمونه برداری

جدول ۵- میزان مواد مغذی آب در ایستگاه‌های نمونه برداری شده

PO ₄ (µM) (SE)	NO ₃ (µM) (SE)	Si (µM) (SE)	NO ₂ (µM)(SE)	
۰/۳۴(۰/۰۶)	۳/۶۱(۰/۱۳)	۳/۱۲(۰/۱۳)	۰/۰۰(۰)	تیر
۰/۴۳(۰/۱۵)	۴/۴۸(۰/۱۳)	۲/۹۳(۰/۱۳)	۰/۰۱(۰)	مرداد
۰/۷۳(۰/۱)	۵/۵۹(۰/۱۴)	۳/۶۶(۰/۱۵)	۰/۰۳(۰/۰۱)	مهر
۰/۳۴(۰/۰۱)	۰/۹۸(۰/۱۱)	۱/۱۳(۰/۱)	۰/۰۰(۰)	دی
۰/۳۱(۰/۰۲)	۰/۸۸(۰/۰۷)	۱/۱۶(۰/۱)	۰/۰۰(۰)	بهمن

دیده نشد اما یک همسویی واضح و مشخص دیده شد. با افزایش مواد مغذی یعنی افزایش غلظت فسفات، سیلیکات و نیترات، تراکم گونه‌ها با سیر صعودی افزایش می‌یابد و تا بهمن به اوج می‌رسد، پس از آن با کاهش مواد مغذی تراکم گونه‌ها نیز کاهش می‌یابد (شکل ۵).

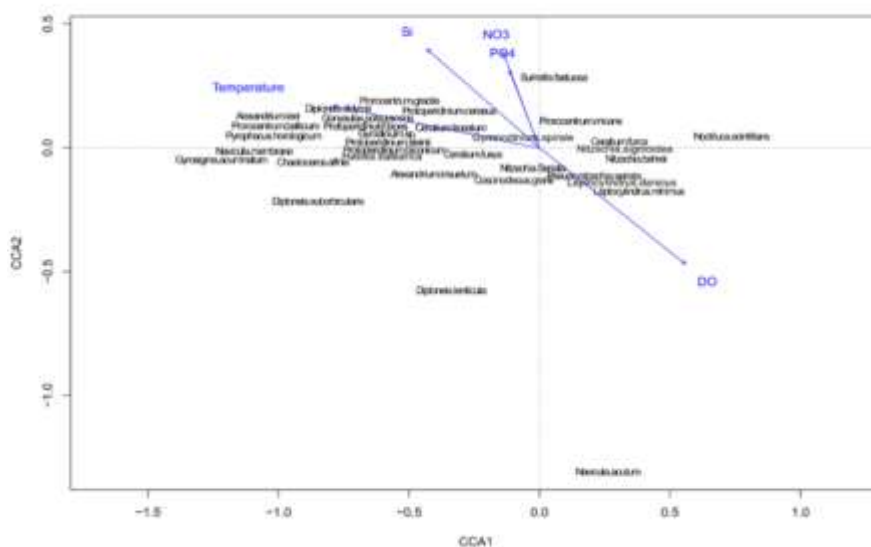
همبستگی که با استفاده از آزمون Pearson در SPSS بین تراکم فیتوپلانکتون، دما، فسفات، نیتريت، نیترات و سیلیکات انجام شد، نشان‌دهنده همبستگی معنی‌دار و معکوس بین تراکم گونه‌ها و دما ($p < 0.05$) بود. اگرچه اختلاف معنی‌داری بین تراکم فیتوپلانکتون و مواد مغذی



شکل ۵- الف؛ تراکم گونه‌های فیتوپلانکتون و میزان فسفات، ب؛ تراکم گونه‌های فیتوپلانکتون و میزان نیترات و ج؛ تراکم گونه‌های فیتوپلانکتون و میزان سیلیکات. (رنگ سبز: غلظت ماده مغذی) (رنگ قرمز: تراکم گونه‌ها)

که آب‌های گرمسیری و با مواد مغذی بیشتر را ترجیح می‌دهد، قرار دارند. گونه‌هایی مانند *Navicula actum* و *Leptocylindrus danicus* در شیب دمایی منفی قرار دارند. *Prorocentrum gracil* و *Pyrosigma* در شیب دمایی مثبت قرار دارند و با توجه به تغییرات میزان اکسیژن محلول و مواد مغذی می‌توان نتیجه گرفت که گونه‌هایی مانند *Leptocylindrus danicus* و *L. minimus* آب‌هایی سرد با مواد غذایی کم را ترجیح می‌دهند و گونه‌هایی مانند *Surirella fastuosa* آب‌هایی گرمتر با مواد غذایی بیشتر را ترجیح می‌دهند (شکل ۶).

واکنش فیتوپلانکتون به تغییرات محیطی: تجزیه و تحلیل همبستگی کانونی (CCA یا Canonical Correspondence Analysis) ارتباط بین عوامل محیطی و جوامع فیتوپلانکتونی را نشان می‌دهد. به‌طور کلی این آزمون نشان داد که حدود ۸۴٪ از تغییراتی که در تراکم فیتوپلانکتون نقش دارند عوامل غلظت فسفات، نیترات، سیلیکات، دما و میزان اکسیژن محلول است. نوکتیلوکا به‌طور مشخصی در موقعیت متفاوتی نسبت به سایر گونه‌ها قرار دارد. گونه‌هایی مانند *Gonyalax Alexandrium lee* و *polygramma* که از داینوفلاژله‌های ایجادکننده کشند هستند در موقعیتی مخالف نوکتیلوکا



شکل ۶ - ارتباط بین متغیرهای محیطی و جوامع فیتوپلانکتونی (CCA)

بحث

کاهش دما، جریان‌های قوی، تلاطمات و محدودیت شرایط تغذیه‌ای ممکن است علت رکود فیتوپلانکتون در دوران بادهای موسمی جنوب غربی باشد.

نتایج بررسی حاضر نشان داد که مواد مغذی نقش مهمی در تنوع و تراکم فیتوپلانکتون این منطقه دارند. با افزایش مواد مغذی تراکم فیتوپلانکتون با پیک شدید افزایش می‌یابد و در بهمن ماه به بیشترین تعداد می‌رسد و پس از آن با کاهش مواد غذایی، تراکم سیر نزولی دارد (شکل ۵). الگوی تنوع و تراکم فصلی فیتوپلانکتون مشابه موارد گزارش شده در مطالعات قبلی بود (Mirzaei *et al.*, 2017; Saraji *et al.*, 2014 و Dorgham, 2013). عمدتاً تراکم، گسترش و تنوع زیستی گونه‌های دریای عمان و خلیج چابهار تحت تأثیر جریان‌های اقیانوسی، بادهای موسمی، غلظت مواد مغذی و درجه حرارت است (Nowrouzi & Valavi, 2011, 2004, Al-Hashmi *et al.*, 2012).

براساس مطالعات انجام شده نوکتیلوکا محیط‌هایی با تلاطم کمتر را ترجیح می‌دهند (Goes *et al.*, 2020). در نتیجه کاهش تراکم این گونه در فصل تابستان به دلیل وجود جریان‌های و تلاطمات ناشی از بادهای تابستانه و مانسون جنوب غربی است. در این زمان، نوکتیلوکا به عمق و اغلب نزدیک به اکسی‌کلاین و در مناطقی که نور

بیشترین غلظت نیترات در مهر و کمترین آن در بهمن دیده شد. میزان فسفات نیز از ۰/۲ تا ۰/۷ متغیر بود. افزایش غلظت سیلیکات در پیش مانسون به دلیل افزایش سرعت انحلال ارگانوسیم‌های سیلیکاتی است و در فصل پاییز به دلیل جریان‌های فصلی و انتقال آب‌های غنی عمق به سطح مواد مغذی افزایش می‌یابد. غلظت مواد مغذی از بهمن تا اردیبهشت روند صعودی داشت.

تراکم فصلی الگوی تغییرات فیتوپلانکتون تفاوت معنی‌داری را بین ماه‌های نمونه‌برداری شده نشان داد. تراکم گونه‌ها از تیر (مانسون جنوب غربی) تا بهمن (مانسون شمال شرقی) افزایش یافت و در مقابل با اتمام مانسون شمال شرقی روند کاهشی بود (شکل ۲). بیشترین تراکم فیتوپلانکتون در مانسون تابستانه ($136/18 \text{ Cell/L} \pm$) هنگامی که ترکیب عمودی ستون آب به دلیل سرمایش تبخیری منجر به غلظت بالای مواد مغذی در لایه نوری می‌شود.

تغییرات تراکم فیتوپلانکتون تحت تأثیر متغیرهای محیطی منطقه مورد مطالعه می‌باشد (Al-Yamani *et al.*, 2010). مطالعات دیگری که در راستای مطالعه حاضر انجام گرفته است، نشان داد که در زمان مانسون جنوب غربی، تراکم فیتوپلانکتون کاهش می‌یابد (Hassan *et al.*, 2010).

در مهر ماه تراکم بالایی از *N. scintillans* مشاهده شد که مربوط به گردش آب و چرخه‌های فصلی مواد مغذی است. این احتمال وجود دارد که غلظت بالای مواد مغذی و لایه-بندی ستونی آب خصوصاً در قسمت‌های ساحلی دلیل این تغییر تراکم باشند (Corcoran & Shipe, 2011).

به نظر می‌رسد ساختار جامعه فیتوپلانکتونی و ترکیب آن در دریای عمان، در نزدیک خلیج چابهار، تحت تأثیر جریان‌های فراجوشی منطقه باشد. Al-Hashmi و همکاران در شهریور و دی ماه شکوفایی گونه *N. scintillans* را از این منطقه گزارش کرده‌اند و بهبود ویژگی‌های بیولوژیک و هیدروگرافیک را به عنوان عامل اصلی شکوفایی گونه و پراکنش آن عنوان کرده‌اند (Al-Hashmi et al., 2012) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. در مقایسه با برخی گزارش‌های قبلی، در بررسی حاضر تعداد گونه‌های بیشتری از دیاتمه و داینوفلاژله شناسایی شد (جدول ۶). برخی گونه‌های معمول فیتوپلانکتون که قبلاً از خلیج چابهار (Mirzaei et al., 2017) گزارش نشده بود نظیر *Diplopsalis*، *P. balticum*، *Prorocentrum micans*، *Gonyaulax*، *Protoceratium reticulatum orbicularis* و *polygramma* در بررسی حاضر دیده شد.

نتایج تأیید کردند که گونه سبز نوکتیلوکا در زمان مانسون زمستانه، نقش مهمی در شبکه غذایی پلانکتونی سواحل ایرانی خلیج عمان دارد. اگر چه گزارشات اخیر از حضور گونه فوق در مانسون تابستانه (Al-Hashmi et al., 2015) نشان داد که ممکن است این گونه محدوده زمانی خود را گسترش دهد و تا دوره تابستانی پربار شمال شرق اقیانوس هند، زمانی که شکوفایی دیاتمه شکل می‌گیرد نیز در منطقه حضور داشته باشد و فعالیت‌های صیادی را تحت تأثیر قرار دهد (Gomes et al., 2018). از آن جا که *Noctiluca* سبز یک شکارچی پرخور دیاتمه است و با زئوپلانکتون (به عنوان مثال copepods) رقابت می‌کند، ممکن است تأثیرات منفی بر زنجیره غذایی و ماهیگیری منطقه داشته باشد.

با توجه به این‌که بررسی تغییرات، تنوع و پراکنش فیتوپلانکتون در تحقیق حاضر انجام شد لذا پیشنهاد می‌گردد مطالعه‌ای با همین مضمون برای زئوپلانکتون‌ها در محدوده دریای عمان با جزئیات بیشتر از دیدگاه اثرات

کافی برای فتوسنتز وجود دارد، مهاجرت می‌کند (Goes & Gomes, 2016).

در این مطالعه شکوفایی سطحی نوکتیلوکا در پاییز و زمستان دیده شد زمانی که بادهای زمستانی باعث کاهش دما به حدود ۲۶°C (جدول ۴) و انتقال مواد غذایی از عمق به سطح می‌شوند. بنابراین به دلیل وجود طعمه کافی (دیاتمه) این گونه شروع به تغذیه از این گروه کرده و افزایش می‌یابد (Gomes et al., 2014) و این نیز می‌تواند دلیلی برای کاهش معنی‌دار غلظت دیاتمه در فصل مذکور باشد. در مطالعات انجام شده بر روی طبقه‌بندی فیتوپلانکتون نواحی شمال دریای عمان که در طول سال‌های ۱۹۶۵، ۱۹۷۲ و ۱۹۹۰ در مانسون زمستانه انجام شده (Gomes et al., 2014) گزارشی از گونه *N. scintillans* به عنوان گونه غالب وجود ندارد و در عوض دیاتمه‌ها گروه غالبی بودند که در اثر جریان‌های دریایی و انتقال آب‌های حاوی مواد مغذی اعماق به سطح، شکوفا شدند. مطالعات میدانی از توزیع گونه فیتوپلانکتون (Gomes et al., 2014) و بررسی‌های بیشتر سال‌های اخیر (Chenhui et al., 2019; Goes et al., 2020; Lotliker et al., 2018) حاکی از وقوع بلوم‌های متعددی از گونه *N. scintillans* در منطقه بوده است. از عوامل موفقیت اکولوژیک این گونه حالت میکسوتروفی آن (Goes & Gomes, 2016) است که در شرایطی که حتی میزان فسفات در محیط پایین است می‌تواند از دیاتمه تغذیه کند و دلیل دیگر اندازه بزرگ این گونه است در نتیجه به راحتی نمی‌تواند مورد تغذیه زئوپلانکتون قرار گیرد (Gomes et al., 2014).

سیانوفیسه بیشتر در تابستان دیده شدند چون این گروه گرمادوست و قادر به تثبیت نیتروژن هستند (Issa et al., 2014) در پاییز و زمستان در زمان پس مانسون و مانسون شمال شرقی در زمستان کاهش تراکم آن‌ها دیده شد.

بیشترین تعداد گونه (۱۱۴ گونه) مربوط به نمونه‌های بررسی شده در اردیبهشت در زمان پیش مانسون بوده است (جدول ۳) که مطابق با سایر بررسی‌های انجام شده در این منطقه می‌باشد (Mirzaei et al., 2017; Saraji, 2014).

غلظت مواد مغذی از بهمن تا اردیبهشت (پایان شکوفایی *N. scintillans*) به‌طور قابل توجهی افزایش یافت (جدول ۵).

- and is the direct responsibility of Subcommittee E47.01 on Aquatic Assessment and Toxicology, United States.
7. **Attaran- Fariman, G., 2010.** Dispersion of potentially HABs former species along the south- east coast of the Oman Sea. Final Report of the project to Iran's Marine environment.
 8. **Corcoran, A.A. and Shipe, R.F., 2011.** Inshore-offshore and vertical patterns of phytoplankton biomass and community composition in Santa Monica Bay, CA (USA). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol.94, No.1, pp: 24-35.
 9. **Dorgham, M. M., 2013.** Plankton research in the ROPME Sea Area, achievements and gaps, *International Journal of Environmental Research*, Vol. 7, No. 3, pp: 767-778.
 10. **Dorgham, M.M. and Moftah, A., 1989.** Environmental conditions and phytoplankton distribution in the Arabian Gulf and Gulf of Oman, September 1986. *Journal of the Marine Biological Association of India. Cochin*, Vol.31, No. 1, pp: 36-53.
 11. **Fatemi, A. R., Vosughi, G. H. and Nikouei, A. R., 2005.** Diatoms diversity and abundance in Iranian waters of the RSA, Bushehr area. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, Vol.13, NO. 4, pp: 111-124.
 12. **Fazeli, N., Rezai Marnani, H., Sanjani, S., Zare, R., Dehghan, S. and Jahani N., 2010.** Seasonal variation of Copepoda in Chabahar Bay. *Jordan J of Biological Sciences*, Vol. 3, No. 4, pp: 153-164.
 13. **Fazeli, N., Savari, A., Nabavi, S.M.B. and Zare, R., 2013.** Seasonal variation of zooplankton abundance, composition and biomass in the Chabahar Bay. *International Journal of Aquatic Biology*, Vol.1, No. 6, pp: 294-305.
 14. **Goes, J.I. and Gomes, H.D.R., 2016.** An ecosystem in transition: the emergence of mixotrophy in the Arabian Sea. In *Aquatic Microbial Ecology and Biogeochemistry: A Dual Perspective* (pp. 155-170). Springer, Cham.
 15. **Goes, J.I., Tian, H., do Rosario Gomes, H.; Anderson, O.R., Al-Hashmi, K., deRada, S., Luo, H., Al-Kharusi, L., Al-Azri, A. and Martinson, D.G., 2020.** Ecosystem state change in the Arabian Sea fuelled by the recent loss of snow over the Himalayan-Tibetan plateau region. *Scientific Reports*, Vol.10, No. 1, pp: 1-8.

متقابل فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون و شرایط محیط زیستی اکوسیستم نیز به عمل آید. آب های ساحلی دریای عمان از مجموعه های متنوعی از فیتوپلانکتون برخوردار می باشد و ساختار این مجموعه ها از منظر زمانی و مکانی قابل بررسی می باشد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر به نظر می رسد خصوصیات فیزیکی شیمیایی آب توجیه کننده بخش ناچیزی از تغییرات زمانی- مکانی مجموعه های فیتوپلانکتونی منطقه باشد و احتمالاً مسائل دیگری از قبیل ارتباط زیستی بین گونه ها در این امر بیشتر دخیل باشد.

منابع

1. **Al Hashmi, K., Claereboudt, M., Piontkovski, S., Al Azri, A. and Amin, S.M.N., 2015.** Seasonal variability of size-classes of phytoplankton biomass in a sub-tropical embayment, Muscat, Sea of Oman. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, Vol.14, No. 1, pp: 136-149.
2. **Al-Hashmi, K., Sarma, Y.V.B., Claereboudt, M.; Al- Azri, A.R.; Piontkovski, S.A. and Al-Habsi. H., 2012.** Phytoplankton community structure in the Bay of Bandar Khyran, Sea of Oman with special reference to harmful algae. *International Journal of Marine Science*, Vol.2, No. 5, pp: 31-42.
3. **Al-Saadi, H. A. and Hadi, R. A. M., 1987.** Ecological and taxonomical studies on phytoplankton in the RSA. *Research Journal of Biological Sciences*, Vol.18, No. 3, pp: 7-31.
4. **Al-Yamani, F.Y., Bishop, J., Al-Rifaie, K., Ismail, W., Al-Yaqout, A., Al-Omran, L., Kwarteng, A., Al-Ghadban, A. and Sheppard, C., 1997.** Assessment of the effects of the Shatt Al-Arab's altered discharge regimes on the ecology of the northern Arabian Gulf. *Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR, 5174.*
5. **Al-Yamani, F.Y.; Khvorov, S.A. and Khvorov, A.S., 2010.** Interactive Guide of Planktonic Decapod Larvae of Kuwait's Waters. *Kuwait Institute for Scientific Researches. Electronic resource. Registry, (2010/009), 4.*
6. **ASTM 4148-82, 2012.** Standard Test Method for Analysis of Phytoplankton in Surface Water by the Sedgwick-Rafter Method. *ASTM Committee E47 on Biological Effects and Environmental Fate*

- Azhang, B., 2017.** Assessing phytoplankton community structure in relation to hydrographic parameters and seasonal variation (Pre & Post Monsoon). *Journal of Biological Diversity*. No. 18, pp: 507-513.
26. **Moopam, R., 1999.** Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. ROPME. Kuwait, 1 20, pp: 122-133.
27. **Nowrouzi, S. and Valavi, H., 2011.** Effects of environmental factors on phytoplankton abundance and diversity in Kaftar Lake. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, Vol.6, No. 2, pp: 130.
28. Oksanen, J.; Blanchet, F. G., and Lindt, R., 2013. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version. No. 2.pp: 0-7.
29. **R Core Team, 2013.** R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.R-project.org/>.
30. **Rakshesh, M., Raman, A.V., Ganesh, T., Chandramohan, P. and Dehairs, F., 2013.** Small copepods structuring mesozooplankton community dynamics in a tropical estuary-coastal system. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, No.126, pp: 7-22.
31. **ROPME, 1999.** The Regional Organization for the Protection of Marine Environment.
32. **Saraji, F., Wan Maznah, W. O., Ebrahimi, M.; Jokar, K. and Akbarzadeh, G. A., 2014.** Seasonal Variation of Phytoplankton Community in the Northern Of Oman Sea (Part of Iranian Waters). *International Journal of Botany and Research*, No.4, pp: 19-28.
33. **Vajravelu, M., Martin, Y., Ayyappan, S. and Mayakrishnan, M., 2018.** Seasonal influence of physico-chemical parameters on phytoplankton diversity, community structure and abundance at Parangipettai coastal waters, Bay of Bengal, South East Coast of India. *Oceanologia*, Vol. 60No. 2, pp: 114-127.
34. **Xiang, C., Tan, Y., Zhang, H., Liu, J., Ke, Z. and Li, G., 2019.** The key to dinoflagellate (*Noctiluca scintillans*) blooming and outcompeting diatoms in winter off Pakistan, northern Arabian Sea. *Science of the Total Environment*, No.694, 133396.
16. **Goes, J.I., Tian, H., Gomes, H. do R., Anderson, O.R.; Al-Hashmi, K.; deRada, S., Luo, H., Al-Kharusi, L., Al-Azri, A. and Martinson, D.G., 2020.** Ecosystem state change in the Arabian Sea fuelled by the recent loss of snow over the Himalayan-Tibetan Plateau region. *Sci. Rep.* No. 10, pp: 2-9.
17. **Gomes, H.D.R., McKee, K., Mile, A., Thandapu, S., Al-Hashmi, K., Jiang, X. and Goes, J.I., 2018.** Influence of light availability and prey type on the growth and photo-physiological rates of the mixotroph *Noctiluca scintillans*. *Frontiers in Marine Science*, No.5, pp: 374.
18. **Gomes, H.do R., Goes, J.I., Matondkar, S.P., Buskey, E.J., Basu, S., Parab, S. and Thoppil, P., 2014.** Massive outbreaks of *Noctiluca scintillans* blooms in the Arabian Sea due to spread of hypoxia. *Nature Communications*, Vol. 5, No.1, pp: 1-8.
19. **Grasshoff, K., Kremling, K. and Ehrhardt, M. eds., 2009.** Methods of seawater analysis. John Wiley & Sons.
20. **Guinder, V.A.; López-Abbate, M.C.; Berasategui, A.A.; Negrin, V.L.; Zapperi, G.; Pratolongo, P.D.; Severini, M.D.F. and Popovich, C.A., 2015.** Influence of the winter phytoplankton bloom on the settled material in a temperate shallow estuary. *Oceanologia*, Vol. 57, No. 1, pp: 50-60.
21. **Hassan, F.M., Taylor, W.D., Al-Tae, M.M. and Al-Fatlawi, H.J., 2010.** Phytoplankton composition of Euphrates River in Al-Hindiya barrage and kifil city region of Iraq. *Journal of Environmental Biology*, Vol. 31, No. 3, pp: 343.
22. **Issa, A.A., Abd-Alla, M.H. and Ohyama, T., 2014.** Nitrogen fixing cyanobacteria: future prospect. *Advances in biology and ecology of nitrogen fixation*, No.2, pp: 24-48.
23. **Koochaknejad, E., Ghazilou, A., Ershadifar, H.; Kor, K. and Maghsoudlou, A., 2016.** A three-year record of red tides in Chabahar coastal waters (North of Gulf of Oman). *Journal of the Persian Gulf*. Vol. 7, No. 25, pp: 61-66.
24. **Lotliker, A.A., Baliarsingh, S.K., Trainer, V.L., Wells, M.L., Wilson, C., Bhaskar, T.U., Samanta, A. and Shahimol, S.R., 2018.** Characterization of oceanic *Noctiluca* blooms not associated with hypoxia in the Northeastern Arabian Sea. *Harmful algae*, No. 74, pp: 46-57.
25. **Mirzaei, M. R., seraji, F., Erfanifar, E., Aminirad, T., Aminikhoei, Z. and**

Investigation of Dynamism of Phytoplankton Diversity and Distribution in Chabahar Bay (In Summer, Winter, Pre and Post Monsoon)

Mahshid Jalili¹, Abolfazl Saleh^{2*}, Maryam Fallahi¹,
Ali Mashinchian Moradi¹, MohammadReza Fatemi¹

- 1- Department of Marine Biology, Faculty of Natural Resources and Environment, Sciences and Research Branch, Islamic Azad University Tehran, Iran
- 2*- Department of Biological Oceanography Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science, Tehran, Iran

Abstract

The abundance, distribution, biodiversity and species composition of phytoplankton and the concentration of nutrient were evaluated in Chabahar Bay during 2018-2019. Phytoplankton succession is mostly push by physical factors, nutrient availability, mixotrophy and phytoplankton's predators. Water sampling was carried out by Niskin water sampler from 9 stations in 6 time periods (pre-monsoon, 2 times in southwest monsoon, post-monsoon and 2 times in summer monsoon). The physical and chemical factors were also recorded. In this study, 114 phytoplankton genus and species belonging to 4 main taxa were identified, of which the most dominant phytoplankton was Dinophyta with abundance of 94%. A significant difference of the density of phytoplankton among sampling months was observed (non-parametric Kruskal-Wallis analysis, $p \leq 0.05$). Clear paradox between phytoplankton abundance and nutrient concentration was detected. The results showed that increasing the concentration of nutrients by the autumn resulted in highest number of phytoplankton in winter. CCA Analysis explained about 84% of variations on the phytoplankton density cause by nutrient concentration and dissolved Oxygen.

Keywords: Density, Abundance, Chabahar Bay, Phytoplankton, Monsoon

* Corresponding Author's email: saleh@inio.ac.ir