بررسی ترکیب جوامع فیتوپلانکتون خور بردستان، خلیج فارس

احسان عابدی[1]*، مهشید جلیلی[2]

۱- مربی پژوهشی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، پست الکترونیکی: ehsan_abedi@inio.ac.ir
۲- کارشناس پژوهشی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، پست الکترونیکی: m_jalili@inio.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۲۰ * نویسنده مسوول تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۱۵

چکیده

هدف از این مقاله مقایسه ترکیب جوامع فیتوپلانکتون در فصل‌های زمستان ۹۲ و تابستان ۹۳ و همچنین در امتداد خور بردستان و آب‌های دریایی پیرامون آن در خلیج فارس است. نمونه‌برداری در اسفند ماه ۹۲ و مرداد ماه ۹۳ توسط بطری نیسکین و با استفاده از یک قایق صیادی انجام شد. ۹ ایستگاه در خور و ۹ ایستگاه در آب‌های دریایی پیرامون خور انتخاب گردیدند. میانگین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها (±SE) به ترتیب در خور و آب‌های دریایی پیرامون خور در فصل زمستان $Cell\ L^{-1}$ ۲/۸۶±۱۲۷۲ و $Cell\ L^{-1}$ ۱/۶۵±۸۳۷ و در فصل تابستان $Cell\ L^{-1}$ ۲/۴۵±۱۲۰۷ و $Cell\ L^{-1}$ ۱/۹۵±۱۱۰۲ به دست آمد. نتایج به دست آمده، اختلاف معنی‌داری در فراوانی فیتوپلانکتون‌ها، در فصل‌های تابستان و زمستان نشان نداد (P>۰/۰۵). همچنین نتایج همبستگی معنی‌داری میان فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و دما و شوری نشان نداد (P>/۰۵). رده‌های Bacillariophyceae، Dinophyceae، Cyanophyceae و Dictyochophyceae از گروه‌های فیتوپلانکتونی منطقه بودند. گروه‌بندی ساختار جوامع، ۳ گروه در سطح شباهت ۳۰ درصد را نشان داد.

کلمات کلیدی: *فیتوپلانکتون، ترکیب جوامع، گروه بندی، خور بردستان، خلیج فارس.*

۱. مقدمه

خورها[1] به دلیل انتقال مواد از خشکی به دریا دارای اهمیت بوم‌شناختی هستند و به عنوان مراقبت کننده‌های طبیعی و تأمین کننده‌های مکان تخم ریزی آبزیان و از مهمترین اکوسیستم‌های تولید زیست‌شناختی به شمار می‌آیند. خور ها به عنوان مناطق نوزادگاهی در دنیا شناخته می‌شوند (Kusemiju, 1991; Lawal-Are et al., 2010).

خور بردستان در سواحل شمالی خلیج فارس در استان بوشهر (بندر دیر) واقع شده است و اقلیم حاکم بر آن اقلیم نیمه گرمسیری است. این خور در اکثر ماه‌های سال تنها تحت تاثیر جریانات جزر و مدی است و تنها توسط آب دریا پر و خالی می‌شود. تنها در "هنگام بارندگی" تلاقی آب شیرین و شور در این خور صورت می‌گیرد. پهنای دهانه خور بردستان تقریباً ۹۰ متر است (جعفری، ۱۳۷۹؛ عابدی و همکاران، ۱۳۹۵).

فیتوپلانکتون‌ها مهمترین بخش زنجیره غذایی در پیکره آبی به شمار می‌آیند. مطالعه فیتوپلانکتون‌ها به عنوان تولیدکنندگان اولیه و حلقه اول چرخه انرژی برای مطالعات پویایی شبکه غذایی در بوم‌سامانه‌های دریایی بسیار مهم هستند. کوتاه بودن زمان تولید مثل و همچنین تاثیرپذیری فیتوپلانکتون‌ها از تغییرات زیست محیطی، ما را بر آن می‌دارند که تغییرات فیتوپلانکتونی را در زمان‌ها و مکان‌های مختلف بررسی نماییم

[1] Creeks

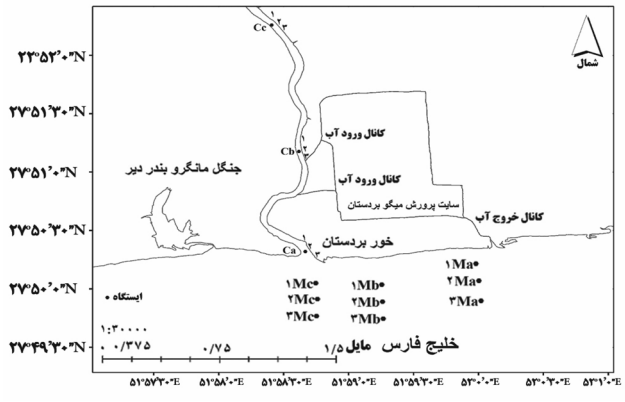
(Adel and Roger, 2005). فیتوپلانکتون‌ها در تعیین شاخص‌های کیفیت و وضعیت غذایی بوم‌سامانه‌های آبی کاربرد فراوان دارند و تغییرات و اختلالات این بوم سامانه‌ها را به خوبی در ساختار جمعیتی خود نمایان می‌سازند (Willen, 2000; Dokulil, 2003).

فیتوپلانکتون‌ها شامل گروه‌های با اهمیتی مانند Bacillariophyceae، Dinophyceae، Cyanophyceae و Dictyochophyceae هستند. یکی از مهم‌ترین نقش‌های فیتوپلانکتون‌ها، عمل فتوسنتز است که می‌تواند کربن معدنی را به صورت ترکیبات آلی در خود ذخیره نموده و انرژی شیمیایی قاعده هرم انرژی را تشکیل دهند (Ghosal and Wray, 2011).

مطالعات محدودی جهت تعیین ترکیب جوامع فیتوپلانکتونی در خورهای خلیج فارس انجام شده است و تاکنون مطالعه‌ای روی فیتوپلانکتون‌های خور بردستان صورت نگرفته است. هدف از انجام این مطالعه شناسایی و تعیین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در امتداد خور بردستان و آب‌های دریایی پیرامون آن در خلیج فارس طی فصل‌های زمستان ۱۳۹۲ و تابستان ۱۳۹۳ است. همچنین بررسی میزان شباهت و تفاوت ساختار جمعیت فیتوپلانکتون‌ها در امتداد خور بردستان و آب‌های دریایی پیرامون آن در فصل‌های زمستان و تابستان از دیگر اهداف این مطالعه است. در این پژوهش فراسنج‌های غیر زیستی کنترل‌کننده پراکنش و فراوانی فیتوپلانکتون در امتداد خور بردستان و آب‌های دریایی پیرامون خور بررسی و همبستگی این فراسنج‌ها با فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصل‌های زمستان و تابستان مطالعه شد.

۲. مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری فصل زمستان در اسفند ماه ۹۲ و نمونه‌برداری فصل تابستان در مرداد ماه ۹۳ با استفاده از یک قایق صیادی، در امتداد خور بردستان و آب‌های دریایی پیرامون خور انجام شد. ۹ ایستگاه در خور و ۹ ایستگاه در آب‌های دریایی پیرامون خور جهت نمونه‌برداری انتخاب گردید که موقعیت آن‌ها در شکل ۱ مشاهده می‌گردد. جدول ۱ مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.



شکل ۱: ایستگاه‌های نمونه‌برداری در خور بردستان و آب‌های دریایی پیرامون آن در خلیج فارس

جدول ۱: مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
Ma۱	۲۷° ۵۰' ۳ .۲۶	۵۱° ۵۹' ۳۱ .۳۴
Ma۲	۲۷° ۴۹' ۵۶ .۷۸	۵۱° ۵۹' ۳۲ .۳۲
Ma۳	۲۷°۴۹' ۴۹ .۲۶	۵۱° ۵۹' ۳۳ .۰۴
Mb۱	۲۷° ۴۹' ۵۵ .۳۴	۵۱°۵۸'۵۹ .۴۱
Mb۲	۲۷° ۴۹' ۴۸ .۴۹	۵۱°۵۸'۵۹ .۶۳
Mb۳	۲۷° ۴۹' ۴۲ .۵۶	۵۱°۵۸'۵۹ .۸۴
Mc۱	۲۷° ۴۹'۵۵ .۹۲	۵۱°۵۸'۳۷ .۰۶
Mc۲	۲۷°۴۹' ۴۹ .۹۴	۵۱°۵۸'۳۷ .۶۳
Mc۳	۲۷°۴۹'۴۳ .۵۴	۵۱°۵۸'۳۷ .۲۴
Ca۱	۲۷°۵۰'۱۹ .۱۴	۵۱° ۵۸' ۴۰ .۰۴
Ca۲	۲۷° ۵۰' ۱۶ .۲۶	۵۱° ۵۸' ۴۱ .۹۹
Ca۳	۲۷° ۵۰' ۱۳ .۴۲	۵۱° ۵۸' ۴۴ .۶۵
Cb۱	۲۷° ۵۱' ۱۰ .۵۵	۵۱° ۵۸' ۳۷ .۱۳
Cb۲	۲۷° ۵۱' ۷ .۸۵	۵۱° ۵۸' ۳۸ .۱۷
Cb۳	۲۷° ۵۱' ۳ .۹۲	۵۱° ۵۸' ۳۹ .۱۸
Cc۱	۲۷° ۵۲' ۱۵ .۵۶	۵۱° ۵۸' ۲۴ .۴۹
Cc۲	۲۷° ۵۲' ۱۱ .۷۵	۵۱° ۵۸' ۲۸ .۰۲
Cc۳	۲۷° ۵۲'۲۸ .۶۲	۵۱° ۵۸' ۳۰ .۳۸

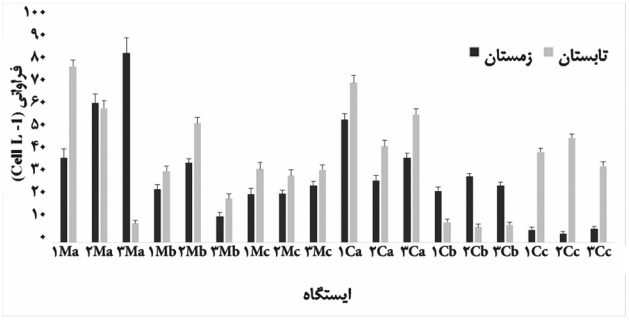
نمونه‌برداری فیتوپلانکتون با استفاده از بطری نیسکین با هدف شناسایی، شمارش و تعیین ترکیب فیتوپلانکتون صورت گرفت. همچنین از بطری‌های تیره رنگ و کاملاً استریل ۲ لیتری جهت نگهداری آب‌های نمونه‌برداری شده استفاده گردید. قبل از شروع نمونه‌برداری، بطری‌ها با آب دریا مجدداً شستشو شدند. جهت تثبیت و نگهداری نمونه‌های فیتوپلانکتون از محلول لوگول استفاده گردید. در هر لیتر از آب نمونه‌برداری شده حدود ۳ میلی‌لیتر محلول لوگول اضافه شد. پس از نمونه‌برداری، نمونه‌ها در یخدان نگهداری شدند و سپس به آزمایشگاه منتقل یافتند (APHA, 2005). مقدار حجم برداشت شده نمونه‌ها جهت شناسایی و شمارش در آزمایشگاه به دلیل غلظت‌های مختلف

فیتوپلانکتونی و مواد معلق آب، متفاوت بود. در آزمایشگاه جهت ته‌نشینی گونه‌های فیتوپلانکتونی، رسوب‌گذاری طی دو مرحله انجام شد. در مرحله اول همگن‌سازی نمونه‌ها انجام گردید که با تکان دادن افقی و عمودی بطری‌ها به مدت حدود ۱ دقیقه انجام شد. در مرحله دوم آماده‌سازی زیرنمونه[1] انجام شد، به این صورت که پس از همگن‌سازی نمونه‌ها ۴۰ سی‌سی از حجم نمونه برداشته شد و درون چمبر هیدروبیوس[2] به مدت حدود ۲۰ تا ۲۴ ساعت (Helcom, 2001) در محیط تاریک قرار داده شد (Mazziotti and Rosaria, 2007). سپس ۳ تکرار از هر نمونه برداشت شد و با استفاده از میکروسکوپ اینورت مدل AXIOVERT S100 زایس با بزرگنمایی ۲۰× و ۴۰× بر اساس کتب کلیدی، شناسایی و شمارش گونه‌ها صورت گرفت (Grethe et al., 1996; Al-kandari et al., 2009). دما و شوری ایستگاه‌های نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه CTD (IDRONAUT Co.) اندازه‌گیری شد.

چگونگی همسان بودن پراش و پیروی داده‌ها از توزیع نرمال توسط آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی گردید. این آزمون نشان داد که داده‌ها از توزیع طبیعی و پراش همسان برخوردار نیستند، در نتیجه از ریشه دوم و ریشه چهارم داده ها به منظور کاهش اثر غالبیت گونه های دارای فراوانی بالا در آزمون های آماری استفاده شد. آزمون آماری آنالیز واریانس در نرم افزار آماری SPSS، نسخه ۲۲ انجام گردید. معنی‌دار بودن اثر متقابل فاکتورها توسط آزمون LSD بررسی گردید. گروه‌بندی[3] ساختار جوامع فیتوپلانکتون با استفاده از نرم افزار PRIMER، نسخه ۵ انجام گردید.

۳. نتایج و بحث

فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصل زمستان از $Cell\ L^{-1}$ ۱۳۳ در ایستگاه ۲Cc تا $Cell\ L^{-1}$ ۲۹۸۷ در ایستگاه ۳Ma در نوسان بود و میانگین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها (±SE) به ترتیب در دریا و خور بردستان $Cell\ L^{-1}$ ۲/۴۵±۱۲۰۷ و $Cell\ L^{-1}$ ۱/۹۵±۱۱۰۲ به دست آمد. علی‌رغم اختلاف دمای تقریبا ۱۰ درجه سلسیوسی بین فصل زمستان و تابستان، آزمون آنالیز واریانس اختلاف معنی‌داری را در فراوانی فیتوپلانکتون‌ها بین فصل‌های زمستان و تابستان نشان نداد (P>۰/۰۵). بررسی میزان شباهت و تفاوت فیتوپلانکتون در امتداد خور بردستان و منطقه دور از ساحل دهانه خور نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین فیتوپلانکتون‌های دریایی و خور بردستان در فصل‌های زمستان و تابستان وجود ندارد (P>۰/۰۵) (شکل ۲).



شکل ۲: مقایسه میانگین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها (±SE) در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصل‌های زمستان ۹۲ و تابستان ۹۳

نتایج این تحقیق حاکی از حضور ۳۶ گونه فیتوپلانکتونی از ۴ رده Bacillariophyceae، Dinophyceae، Cyanophyceae و Dictyochophyceae است. در فصل زمستان ۳۵ گونه فیتوپلانکتون از ۲۴ جنس شناسایی شد که در این بین از رده Bacillariophyceae ۱۹ گونه متعلق به ۱۴ خانواده (۵۴/۲۸٪)، از گروه Dinophyceae ۱۴ گونه متعلق به ۷ خانواده (۴۰/۰۰٪) و یک گونه از هر یک از رده‌های Cyanophyceae (۲/۸۶٪) و Dictyochophyceae (۲/۸۶٪) بررسی شد. در فصل تابستان ۳۲ گونه فیتوپلانکتونی از ۲۳ جنس شناسایی گردید. از این تعداد نمونه، از رده Bacillariophyceae ۱۸ گونه متعلق به ۱۲ خانواده (۵۶/۲۵٪)، از گروه Dinophyceae ۱۲ گونه متعلق به ۶ خانواده (۳۷/۵۰٪) و یک گونه از هر یک از رده های Cyanophyceae (۳/۱۳٪) و Dictyochophyceae (۳/۱۳٪) بررسی شد (جدول ۲). فراونی نسبی گروه‌های مختلف فیتوپلانکتون در فصل‌های زمستان و تابستان در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است.

[1] Sub-Sample
[2] Hydro-Bios
[3] Cluster analysis

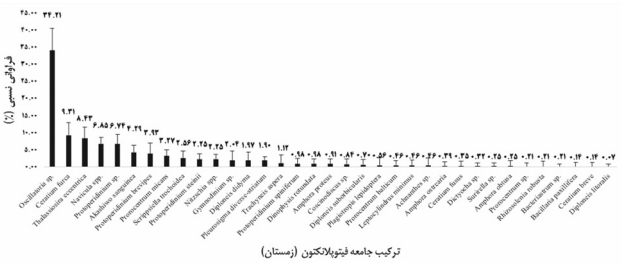
جدول ۲: میانگین فراوانی فیتوپلانکتون‌های (Cell L^{-1}) (± SE) مورد مطالعه در فصل‌های زمستان ۹۲ و تابستان ۹۳

فیتوپلانکتون	زمستان ۹۲	تابستان ۹۳	فیتوپلانکتون	زمستان ۹۲	تابستان ۹۳
Bacillariophyta			*Rhizosolenia robusta*	۱/۴۹±۴۰	۱/۷۲±۵۳
Coscinodiscus sp.	۱/۴۹±۱۶۰	-	*Dinophyta*		
Thalassiosira eccentrica	۳/۳۲±۱۶۰۰	۳/۲۷±۲۵۹۳	*Prorocentrum balticum*	۱/۴۳±۸۷	۱/۵۵±۱۷۳
Bacillaria paxillifera	۱/۲۲±۲۷	-	*Prorocentrum micans*	۱/۸۳±۶۲۰	۱/۵۵±۶۶۰
Diploneis didyma	۲/۳۷±۳۷۳	۱/۶۳±۱۷۳	*Prorocentrum* sp.	۱/۰۸±۴۰	۱/۲۲±۲۷
Diploneis litoralis	۰/۸۶±۱۳	۰/۸۶±۱۳	*Protoperidinium steinii*	۱/۶۲±۴۲۷	۱/۹۵±۵۸۷
Diploneis suborbicularis	۱/۴۵±۱۳۳	۱/۴۸±۱۴۷	*Protoperidinium spiniferum*	۱/۵۳±۱۸۷	۱/۴۸±۲۹۳
Navicula spp.	۱/۸۱±۱۳۰۰	۲/۲۵±۲۲۶۰	*Protoperidinium brevipes*	۳/۱۰±۷۴۷	۳/۶۷±۱۰۰۰
Leptocylindrus minimus	۱/۵۵±۸۷	۱/۴۳±۱۱۳	*Protoperidinium* sp.	۲/۸۷±۱۲۸۰	۳/۷۹±۳۰۰۷
Pseudo- nitzschia sp.	-	۰/۸۱±۴۰	*Ceratium fusus*	۱/۳۵±۶۷	۲/۲۹±۴۵۳
Bacteriastrum sp.	۰/۷۲±۴۰	۰/۹۵±۵۳	*Ceratium furca*	۳/۷۰±۱۷۶۷	-
Nitzschia spp.	۱/۴۹±۴۲۷	۱/۷۹±۷۰۷	*Ceratium breve*	۱/۲۲±۲۷	-
Amphora ostrearia	۱/۲۳±۷۳	۱/۴۱±۱۰۰	*Akashiwo sanguinea*	۲/۱۸±۸۱۳	۲/۳۰±۱۷۶۰
Amphora proteus	۱/۵۶±۱۷۳	۲/۸۳±۴۲۷	*Scrippsiella trochoidea*	۲/۰۸±۴۸۷	۳/۳۰±۱۱۵۳
Amphora obtuse	۱/۶۱±۴۷	۱/۶۱±۴۷	*Gymnodinium* sp.	۲/۶۸±۳۸۷	۱/۸۹±۱۰۷
Pleurosigma diverse-striatum	۱/۲۳±۳۶۰	۱/۴۲±۲۲۰	*Dinophysis rotundata*	۱/۴۰±۱۸۷	۱/۵۳±۸۰
Trachyneis aspera	۲/۳۷±۲۱۳	۱/۴۸±۱۷۳	*Cyanophyta*		
Achnanthes sp.	۲/۱۹±۸۷	۲/۵۸±۱۲۰	*Oscillatoria* sp.	۶/۴۶±۶۴۹۳	۲/۵۶±۳۹۶۰
Surirella sp.	۱/۰۱±۴۷	۰/۶۱±۷	*Dictyochophyta*		
Plagiotropis lepidoptera	۲/۱۳±۱۰۷	۲/۳۰±۱۸۰	*Dictyocha* sp.	۰/۸۵±۶۰	۰/۷۳+۱۰۰

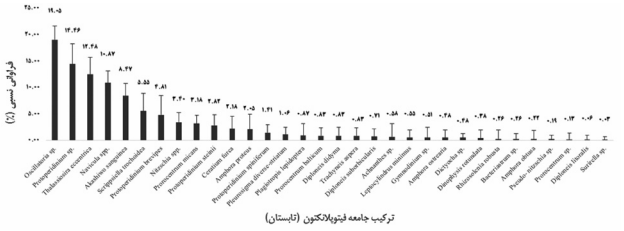
همانگونه که مشاهده می‌شود، دیاتومه‌ها رده غالب فیتوپلانکتونی را در خور بردستان و آب‌های دریایی پیرامون خور در هر دو فصل زمستان و تابستان نشان می‌دهند و داینوفلاژله‌ها پس از دیاتومه‌ها در رده دوم قرار دارند. در مطالعه Dorgham و Muftah (۱۹۸۶)، غالبیت دیاتومه‌ها نسبت به داینوفلاژله‌های خلیج فارس نشان داده شده است. همچنین در مطالعه‌ای دیگر Dorgham و Muftah (۱۹۸۹)، به غالبیت دیاتومه‌ها بر داینوفلاژله‌های خلیج فارس تاکید دارند. با توجه به نتایج بدست آمده در این مطالعه می‌توان به نقش مهم و با اهمیت دیاتومه‌ها و سپس داینوفلاژله‌ها در تولید اولیه و ترکیب جوامع فیتوپلانکتون خور بردستان و آب‌های دریایی پیرامون خور پی برد. براساس گزارش Darke و همکاران (۲۰۱۰)، در فصل زمستان و دماهای پایین فراوانی گونه‌های دیاتومه بیشتر از فصل تابستان است، چرا که پوسته سیلیسی دیاتومه‌ها نسبت به غشاء سلولزی دیگر فیتوپلانکتون‌ها به انرژی کمتری جهت تقسیم شدن نیاز دارد. این بررسی با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد.

غالبیت و بالا بودن تراکم گونه‌های پلانکتونی در هر منطقه تحت تاثیر عوامل و شرایط زیست محیطی متفاوت قرار می‌گیرند، بطوریکه در مطالعه Al-Yamani و همکارن (۲۰۱۰) بیان گردید که نوسانات تراکم پلانکتون‌ها بر حسب شرایط منطقه مورد مطالعه می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله شرایط آب و هوایی، جریانات غالب منطقه‌ای، جریانات دریایی و شرایط زیست محیطی منطقه قرار گیرد. در میان جنس‌های فیتوپلانکتونی شمارش شده در این مطالعه، جنس‌های Oscillatoria، Ceratium، Navicula و Thalassiosira به ترتیب از رده‌های Cyanophyceae، Dinophyceae، Bacillariophyceae و Bacillariophyceae فراوان‌تر از دیگر جنس‌ها مشاهده شدند. در این میان جنس *Oscillatoria* sp. از جلبک‌های سبز-آبی در دو فصل زمستان و تابستان فراوان‌ترین فیتوپلانکتون‌های شمارش شده بودند (شکل‌های ۳ و ۴). این فیتوپلانکتون به دلیل توانایی تثبیت ازت قادر است تراکم دیگر فیتوپلانکتون‌ها را تحت تاثیر قرار دهد. *Oscillatoria* sp. معمولاً آب‌های گرم را ترجیح می‌دهد و در آب‌های غنی از مواد غذایی به وفور یافت می‌شود. تراکم بالای این گروه بیشتر در آب‌های نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری است (Westberry and Siegel, 2006). جنس *Oscillatoria* sp. معمولاً به صورت اجتماع و گروهی یافت می‌شود و به ندرت به صورت منفرد مشاهده می‌گردد (Cronberg and Annadotter, 2006). در این مطالعه غالبیت جنس *Oscillatoria* sp. می‌تواند ناشی از گروهی بودن این فیتوپلانکتون‌ها در هنگام نمونه-برداری باشد. مطالعه سواری (۱۳۶۱) نیز حاکی از آن است که حضور *Oscillatoria* sp. در اکثر ایستگاه‌ها در اغلب اوقات نمایانگر گستردگی زیاد و پراکندگی نامحدود آن‌ها در خلیج فارس است. در مطالعه‌ای توسط اکبرزاده و همکاران (۱۳۸۳)،

بیان گردید که *Oscillatoria* sp.، در آب‌های ساحلی مجاور خور تیاب دارای پراکنش و فراوانی بالاتری نسبت به دیگر جنس‌های فیتوپلانکتونی است.



شکل ۳: فراونی نسبی گروه‌های مختلف فیتوپلانکتون (±SE) در زمستان ۹۲

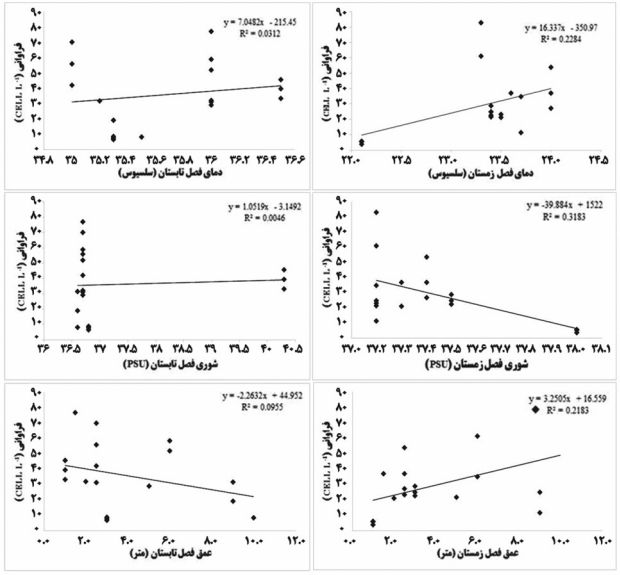


شکل ۴: فراونی نسبی گروه‌های مختلف فیتوپلانکتون (±SE) در تابستان ۹۳

در فصل زمستان متوسط دمای آب سطحی ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در بخش دریایی ۰/۰۱±۲۳/۴۹ درجه سلسیوس و در خور بردستان ۰/۰۵± ۲۳/۱۷ درجه سلسیوس محاسبه شد (جدول ۳). آزمون همبستگی اسپیرمن همبستگی معنی‌داری میان فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و دما، در فصل زمستان نشان نداد (P>۰/۰۵) (شکل ۵). در فصل تابستان متوسط دمای آب سطحی ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در بخش دریایی ۰/۰۱±۳۵/۷۸ درجه سلسیوس و در خور بردستان ۰/۰۳±۳۵/۶۰ درجه سلسیوس محاسبه شد (جدول ۳). همچنین آزمون همبستگی اسپیرمن همبستگی معنی‌داری میان فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و دما در فصل تابستان نشان نداد (P>۰/۰۵) (شکل ۵).

در فصل زمستان متوسط شوری آب سطحی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در بخش دریایی psu ۰/۰۰±۳۷/۲۲ و در خور بردستان psu ۰/۰۱±۳۷/۶۳ محاسبه شد (جدول ۳). آزمون همبستگی اسپیرمن همبستگی معنی‌داری میان فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و شوری در فصل زمستان نشان نداد (P>۰/۰۵). در فصل تابستان متوسط شوری آب سطحی ایستگاه‌های نمونه-برداری در بخش دریایی psu ۰/۰۰±۳۶/۶۷ و در خور بردستان psu ۰/۰۹±۳۷/۹۳ محاسبه شد (جدول ۳). همچنین آزمون همبستگی اسپیرمن همبستگی معنی‌داری میان فراوانی فیتوپلانکتون و شوری در فصل تابستان نشان نداد (P>۰/۰۵) (شکل ۵). همچنین آزمون همبستگی اسپیرمن همبستگی معنی-داری میان فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و عمق در دو فصل زمستان و تابستان نشان نداد (P>۰/۰۵) (شکل ۵).

درجه حرارت آب از جمله عواملی است که موجب تغییر در ساختار جمعیت و ترکیب جوامع فیتوپلانکتونی می‌شود (Dorgham and Moftah, 1989). فراهم بودن شرایط فیزیکوشیمیایی مناسب مانند دما، سرعت رشد فیتوپلانکتون‌ها را بهبود می‌بخشد و در جمعیت‌های فیتوپلانکتونی حائز اهمیت است (Takabayashi et al., 2006; Izadpanahi, 2007). با اینکه دما مهمترین متغیر محیطی در ساختار بوم-سامانه‌های دریایی است، اما دیگر فاکتورهای محیطی هم در ساختار این بوم‌سامانه‌ها دخالت دارند (Tan et al., 2004; Richardson, 2008). در توجیه تغییرات جمعیت فیتوپلانکتون‌های مختلف، می‌بایست تأثیر تغییر بسیاری از عوامل فیزیکوشیمیایی دیگر را نیز در نظر گرفت (Little, 2000). در کل شوری آب خلیج فارس در مقایسه با دیگر آب‌های دنیا بسیار زیاد است و پلانکتون‌هایی که در این بوم-سامانه زیست می‌کنند به زیستن در شوری بسیار بالا سازگار شده‌اند (Sheppard et al., 2010).

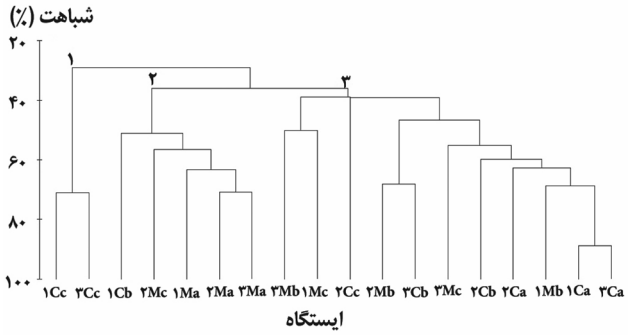


شکل ۵: همبستگی بین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها، دما، شوری و عمق در فصل-های زمستان ۹۲ و تابستان ۹۳

جدول ۳: میانگین فراسنج‌های عمق، دما و شوری ایستگاه‌های نمونه‌برداری (±SE) در فصل‌های زمستان ۹۲ و تابستان ۹۳

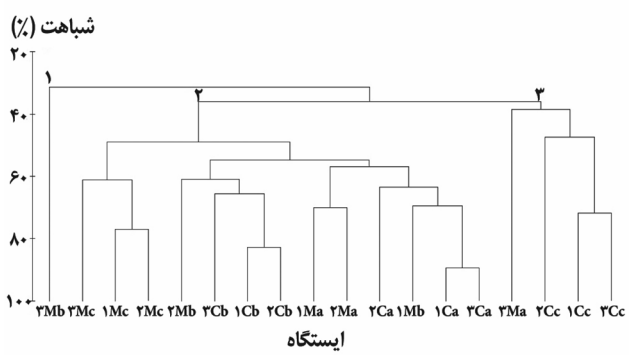
ایستگاه	شوری (psu)		دما (°C)		عمق (m)
	تابستان	زمستان	تابستان	زمستان	
Ma۱	۳۶/۷۰±۰/۰۱	۳۷/۳۰±۰/۰۲	۳۶/۰۰±۰/۰۲	۲۳/۶۰±۰/۰۲	۱/۵
Ma۲	۳۶/۷۰±۰/۰۲	۳۷/۲۰±۰/۰۲	۳۶/۰۰±۰/۰۲	۲۳/۳۰±۰/۰۲	۶/۰
Ma۳	۳۶/۶۰±۰/۰۲	۳۷/۲۰±۰/۰۱	۳۵/۵۰±۰/۰۲	۲۳/۳۰±۰/۰۲	۱۰/۰
Mb۱	۳۶/۷۰±۰/۰۲	۳۷/۲۰±۰/۰۲	۳۶/۰۰±۰/۰۲	۲۳/۵۰±۰/۰۲	۲/۵
Mb۲	۳۶/۷۰±۰/۰۱	۳۷/۲۰±۰/۰۲	۳۶/۰۰±۰/۰۱	۲۳/۷۰±۰/۰۲	۶/۰
Mb۳	۳۶/۶۰±۰/۰۲	۳۷/۲۰±۰/۰۱	۳۵/۳۰±۰/۰۲	۲۳/۷۰±۰/۰۲	۹/۰
Mc۱	۳۶/۷۰±۰/۰۲	۳۷/۳۰±۰/۰۱	۳۶/۰۰±۰/۰۲	۲۳/۵۰±۰/۰۲	۲/۰
Mc۲	۳۶/۷۰±۰/۰۱	۳۷/۲۰±۰/۰۲	۳۶/۰۰±۰/۰۲	۲۳/۴۰±۰/۰۲	۵/۰
Mc۳	۳۶/۶۰±۰/۰۱	۳۷/۲۰±۰/۰۲	۳۵/۲۰±۰/۰۱	۲۳/۴۰±۰/۰۲	۹/۰
Ca۱	۳۶/۷۰±۰/۰۲	۳۷/۴۰±۰/۰۲	۳۵/۰۰±۰/۰۲	۲۴/۰۰±۰/۰۲	۲/۵
Ca۲	۳۶/۷۰±۰/۰۲	۳۷/۴۰±۰/۰۲	۳۵/۰۰±۰/۰۲	۲۴/۰۰±۰/۰۲	۲/۵
Ca۳	۳۶/۷۰±۰/۰۲	۳۷/۴۰±۰/۰۱	۳۵/۰۰±۰/۰۱	۲۴/۰۰±۰/۰۲	۲/۵
Cb۱	۳۶/۸۰±۰/۰۲	۳۷/۵۰±۰/۰۲	۳۵/۳۰±۰/۰۲	۲۳/۴۰±۰/۰۲	۳/۰
Cb۲	۳۶/۸۰±۰/۰۲	۳۷/۵۰±۰/۰۲	۳۵/۳۰±۰/۰۲	۲۳/۴۰±۰/۰۲	۳/۰
Cb۳	۳۶/۸۰±۰/۰۱	۳۷/۵۰±۰/۰۲	۳۵/۳۰±۰/۰۲	۲۳/۴۰±۰/۰۲	۳/۰
Cc۱	۴۰/۳۰±۰/۰۲	۳۸/۰۰±۰/۰۱	۳۶/۵۰±۰/۰۱	۲۳/۱۰±۰/۰۱	۱/۰
Cc۲	۴۰/۳۰±۰/۰۱	۳۸/۰۰±۰/۰۲	۳۶/۵۰±۰/۰۱	۲۳/۱۰±۰/۰۱	۱/۰
Cc۳	۴۰/۳۰±۰/۰۲	۳۸/۰۰±۰/۰۱	۳۶/۵۰±۰/۰۱	۲۳/۱۰±۰/۰۱	۱/۰

گروه‌بندی جوامع فیتوپلانکتون، ۳ گروه در سطح شباهت ۳۰ درصد در فصل‌های زمستان و تابستان نشان داد (شکل ۶ و ۷). ایستگاه هایی که در یک 'گروه قرار دارند، شباهت زیادی به هم دارند و نسبت به ایستگاه‌هایی که در دیگر گروه‌ها قرار دارند، متفاوت هستند. به عبارت دیگر گروه‌بندی ساختار جوامع فیتوپلانکتونی به تفاوت بین ایستگاه‌ها در گروه‌های مختلف می‌پردازد.



شکل ۶: گروه‌بندی جوامع فیتوپلانکتون با استفاده از میانگین فراوانی فیتوپلانکتون‌های شمارش شده در زمستان ۹۲

ایستگاه‌های موجود در گروه‌های ۱، ۲ و ۳ در فصل‌های زمستان و تابستان شامل هر دو ایستگاه خور بردستان و آب-های دریایی پیرامون خور در سطح شباهت ۳۰ درصد بود که می‌توان این دو ایستگاه را در سطح ۳۰ درصد مشابه دانست (شکل‌های ۶ و ۷). شباهت بین فراسنج‌های فیزیکوشیمیایی و پارامترهای زیستی حاکم بر خور و آب‌های پیرامون خور در فصل‌های زمستان و تابستان می‌تواند یکی از دلایل ایجاد چنین شباهتی بین ایستگاه‌ها باشد (Pedrozo and Rocha, 2006).



شکل ۷: گروه‌بندی جوامع فیتوپلانکتون با استفاده از میانگین فراوانی فیتوپلانکتون‌های شمارش شده در تابستان ۹۳

۴. نتیجه‌گیری

بر اساس این مطالعه می‌توان گفت که ترکیب جوامع فیتوپلانکتونی خور بردستان و آب‌های دریایی پیرامون خور در خلیج فارس در دو فصل زمستان و تابستان مشابه است و تغییر فصل تاثیر معنی‌داری در ایجاد جوامع فیتوپلانکتونی متفاوت بین خور بردستان و آب‌های دریایی پیرامون آن ندارد ($P > 0/05$). در هر دو فصل، دیاتومه‌ها رده غالب فیتوپلانکتونی مشاهده شدند و داینوفلاژله‌ها با اندکی تفاوت بعد از آن‌ها قرار گرفتند که نشان از اهمیت این دو رده در تولید اولیه منطقه نمونه‌برداری است. فراوانی بالای *Oscillatoria* sp. در میان گونه‌های شمارش شده احتمالاً به علت وفور مواد مغذی در منطقه نمونه‌برداری و همچنین تمایل بالای این فیتوپلانکتون‌ها جهت حضور در آب‌های نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است. نتایج به دست آمده در دو فصل زمستان و تابستان نیز نشان داد که ایستگاه‌های خور بردستان و پیرامون خور از لحاظ ترکیب جوامع فیتوپلانکتونی دارای شباهت تقریبی هستند و این نکته که خور بردستان در اکثر ماه‌های سال تنها تحت تاثیر جریانات جزر و مدی است و تنها به وسیله آب دریا پر و خالی می‌شود، روی جوامع فیتوپلانکتونی خور در دو فصل تاثیر گذاشته و حاکمیت دریا بر خور

بردستان از طریق شباهت جوامع فیتوپلانکتونی در این مطالعه مشاهده می‌گردد.

منابع

اکبرزاده، غ.؛ سجادی، م.؛ مرتضوی، م.، ۱۳۸۳. اثرات آبزی‌پروری بر اکوسیستم‌های ساحلی در استان هرمزگان (مناطق تیاب و سایه خوش). مجله علمی شیلات ایران. سال هفدهم. شماره ۳.

جعفری، ع.، ۱۳۷۹. گیتاشناسی ایران: رودها و رودنامه‌ها. موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی. جلد ۲. چاپ دوم. ۵۶۰ صفحه.

سواری، ا.، ۱۳۶۱. بررسی پلانکتون‌های منطقه بوشهر-کنگان خلیج فارس. جهاد دانشگاهی استان خوزستان. ۱۰۱صفحه.

عابدی، ا.؛ غلامی پور، س.؛ قائمی، م.، ۱۳۹۵. اندازه‌گیری فصلی غلظت مواد مغذی خور بردستان و تحلیل بارگذاری آن‌ها بر خلیج فارس. نشریه اقیانوس‌شناسی. سال هفتم. شماره ۲۵. ۴۰-۳۳.

Adel, A.F.; Roger, J.F., 2005. Water quality and phytoplankton communities in Lake Qarun Aquatic Sciences, 67: 350-362.

Al-Kandari, M.; Al-Yamani, F.; Al-Rifaie, K., 2009. Marine phytoplankton atlas of Kuwait's water. Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait. 350P.

Al-Yamani, F.Y.; Saburova, M.A., 2010. Illustrated guide on the flagellates of Kuwait's intertidal soft sediments. Kuwait Institute for Scientific Research. 209P.

APHA., 2005. Standard methods for examination of water and wastewater, 21th Ed., American Public Health Association, Washington, D.C.

Cronberg, G.; Annadotter, H., 2006. Manual on aquatic cyanobacteria: A photo guide and a synopsis of their toxicology. International Society for the Study of Harmful Algae and the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Copenhagen, Denmark. 110P.

Dokulil, M.T., 2003. Algae as ecological bio- indicators. (Eds.) Market, B.A.; Breure, A.M.; Aechmeister, H.G., Bioindicators and Biomonitors Principles, Concepts and Applications. 997P.

Dorgham, M.M.; Muftah, A., 1986. Plankton studies in the Persian Gulf. I. Preliminary list of phytoplankton species in Qatari waters. Persian Gulf Journal of Scientific Research, 4: 421-436.

Dorgham, M.M.; Muftah, A., 1989. Environmental conditions and phytoplankton distribution in the Persian Gulf and Gulf of Oman, Marine Biological Association of India, 31: 36-53.

Ghosal, R.; Wray, S., 2011. The effects of turbulence on phytoplankton. Aerospace Technology Enterprise. NTRS.

Grethe, R.H.; Erik, E.S.; Karen, A.S.; Karl, T.; Carmelo, R.T., 1996. Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Academic Press. 598P.

HELCOM., 2001. Manual for marine monitoring in the COMBINE Program of HELCOM.

Izadpanahi, Gh., 2007. Hydrology and hydrobiological study of the Persian Gulf in Bushehr region. Final report, Iranian Fisheries Research Organization. 150PP.

Kusemiju, K., 1991. Fishes, man and the aquatic environment. Inaugural lecture series, University of Lagos Press. 35P.

Lawal-Are, A.O.; Onyema, I.C.; Akande, T.R., 2010. The water chemistry, Crustacean zooplankton and some associated faunal species of a tropical tidal Creek in Lagos, Nigeria. Journal of American Science. 6(1): 81-90.

Little, C., 2000. The biology of soft shores and estuaries. Oxford University. 252P.

Mazziotti, C.; Rosaria Vadrucci, M., 2007. Methodological aspects of phytoplankton analysis in transitional waters. Transitional Waters Bulletin, 3: 9-12.

Pedrozo, C.D.; Rocha, O., 2006. Zooplankton and water quality of lakes of the Northern Coast of Rio Grande do Sul State, Brazil. Zooplankton and water quality of

nutrient availability and temperature on chain length of the diatom, Skeletonema costatum. Jouranl of Plankton Research, 28: 831-840.

Tan, Y.; Huang, L.; Chen, Q.; Huang, X., 2004. Seasonal variation in zooplankton composition and grazing impact on phytoplankton standing stock in the Pearl River Estuary, China. Continental Shelf Research, 24: 1949-1968.

Westberry, T.K.; Siegel, D., 2006. Spatial and temporal distribution of Trichodesmium blooms in the world's oceans. Global Biogeochemical Cycles, 1(20): 4.

Willen, E., 2000. Phytoplankton in water quality assessment an indicator concept. In: Heinoren P, Ziglio G, van der Berken Aed. Hydrological and Limnological Aspects of Lake Monitoring, 57-80.

lakes. 445-464.

Richardson, A.J., 2008. In hot water: zooplankton and climate change. ICES Journal of Marine Science, 65: 279-295.

Sheppard, C.; Al-Husiani, M.; Al-Jamali, F.; Al-Yamani, F.; Baldwin, R.; Bishop, J.; Benzoni, F.; Dutrieux, E.; Dulvy, N.K.V.; Durvasula, S.R.A.; Jones, D.; Loughland, R.; Medio, D.M.; Nithyanandan, M.; Pillingm, G.; Polikarpov, I.; Andrew, R.G.P.; Purkis, S.; Riegl, B.; Saburova, M.; Samimi Namin, K.; Taylor, O.; Wilson, S.; Zainal, Z., 2010. The Persian Gulf: A young sea in decline. Marine Pollution Bulletin, 60: 13–38.

Takabayashi, M.; Lew, K.; Johnson, A.; Marchi, A.; Dugdale, R.; Wilkerson, F.P., 2006. The effect of