

## پراکنش و فراوانی فیتوپلانکتون در مصب رودخانه حله (خليج فارس - ايران)

اميدوار فرهاديان<sup>\*</sup>، رويا صداقت، مجتبى پولادى و رامين شرفى<sup>۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۲۰)

### چکیده

مصب ها يكى از مهمترین اکوسیستم های آبی با تولید بالا می باشند که به لحاظ بوم‌شناسی و اقتصادی اهمیت دارند. این مطالعه به منظور بررسی پراکنش و فراوانی فیتوپلانکتون در مصب رودخانه حله (بوشهر - خليج فارس) انجام شد. نمونه‌ها در اواسط هر فصل از تابستان ۱۳۹۰ تا بهار ۱۳۹۱ برای يك دوره يك ساله گرفته شد. نتایج نشان داد که اکسیژن محلول آب، درجه حرارت، شوری، pH و عمق روئیت سکشی ديسک به ترتیب در دامنه ۱۲/۲۵-۶/۴۵ میلی گرم در لیتر، ۱۳-۳۴/۴ درجه سانتی گراد، ۹-۴۵ قسمت در هزار، ۲۳-۴۰-۵۵ و ۸/۰۴-۸/۰۵ متر متفاوت بود. جامعه فیتوپلانکتون شامل Ochrophyta (۳ رده، ۱۷ خانواده و ۲۲ جنس)، Myzozoa (۱ رده، ۶ خانواده و ۸ جنس) Cyanophyta (۱ رده، ۲ خانواده و ۲ جنس)، Chlorophyta (۲ رده، ۲ خانواده و ۲ جنس) و Haptophyta (۱ رده، ۱ خانواده و ۱ جنس) بود. تمام نمونه‌ها با Bacillariophyceae بخصوص رده Ochrophyta غالب بود. دامنه فراوانی فیتوپلانکتون‌ها ۱۳۵۳۳/۳-۱۱۸۶۶/۷، ۲۲۶۶/۷-۹۲۶۶/۷-۴۹۳۳/۳ و ۲۰۶۶/۷-۲۸۶۶/۷-۱۲۳۳/۳ سلول در لیتر به ترتیب در تابستان، پائیز، زمستان و بهار بدست آمد. همچنان، رابطه همبستگی معنی داری بین فراوانی فیتوپلانکتون با pH آب ( $r = 0.57$ ) و شوری آب ( $P < 0.05$ ) وجود دارد. این مطالعه نشان داد که Bacillariophyceae (دياتومه‌ها) مهم‌ترین رده از فیتوپلانکتون در مصب حله هستند و همچنان مهم‌ترین عوامل محیطی برای پراکنش و فراوانی فیتوپلانکتون pH و شوری آب مشخص گردید.

واژه‌های کلیدی: فیتوپلانکتون، فراوانی، پراکنش، مصب حله، خليج فارس

۱. گروه شیلات، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ايران  
\* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: omfarhad@cc.iut.ac.ir

**مقدمه**

نظرارت بر جنبه‌های معینی از محیط زیست از جمله وقایع هیدرولوگرافیکی، یوتوفیکاسیون، آلودگی، آمار و ارقام گرم شدن و مشکلات زیست محیطی به لحاظ تغییرات درازمدت بسیار مفید استند (۲۵). فیتوپلانکتون‌ها در سطح آب‌ها به لحاظ سطح تروفی و تولید اولیه اهمیت دارند. به عبارت دیگر ترکیب گونه‌های فیتوپلانکتون‌ها از طریق توالی فصلی، تنوع زیستی، گونه‌های بیواندیکاتور، و شاخص‌های زیستی با تروفی آب مرتبط می‌شود (۴). با توجه به پیچیدگی حضور فیتوپلانکتون‌ها در هر محیط و روابط متفاوت این موجودات با گروه‌های زیستی دیگر، شناخت گروه‌های مختلف فیتوپلانکتونی بسیار اهمیت دارد.

مطالعات اکولوژیک فیتوپلانکتون به صورت موردی در مناطق مصبی در ایران به ندرت انجام شده است. با توجه به این که فیتوپلانکتون تاثیرات متنوعی بر تولید اولیه، ارتباطات غذیه‌ای و رنگ و خصوصیات کیفی آب دارند لذا دستیابی به یک الگوی مناسب و قابل تعمیم برای مناطق مصبی با اندک اطلاعات موجود دشوار است. لذا ضرورت مطالعه پایه ای در این خصوص هم‌چنان در اولویت خواهد بود. در سال‌های اخیر در ایران مطالعات در خصوص پلانکتون‌ها در بخش‌هایی از حوزه خلیج فارس انجام گردیده است (۲، ۲۴، ۲۹ و ۳۱). ROPME در سال ۲۰۰۳ (۳۱) گزارش داد که بیشترین غلظت مواد غذایی نیترات، فسفات و سیلیکات از رودخانه‌های واقع در مناطق شمالی خلیج فارس یعنی کارون و حله وارد می‌شود. رودخانه حله که با حجم در حدود ۵/۲ کیلومتر مکعب در سال به خلیج فارس می‌ریزد. این رودخانه در منطقه مصبی خود دارای خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی گوناگون در فصول مختلف و همچنین در مقاطع مختلف می‌باشد (۳۱). دشت حله عمده‌ای از رسوبات ریزدانه از جنس سیلت و رس تشکیل شده (۳۰) که تا ورود رودخانه به خلیج فارس ادامه دارد (۳۱).

با توجه به این که برنامه‌های نظرارت بر آب‌های سور بهتر است براساس شناسایی گروه‌های مختلف تاکسونومیکی باشد تا

مصب‌ها، سیستم‌های پویا و پایداری هستند که به لحاظ تنوع زیستی و جغرافیایی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. چگونگی تنوع پذیری مصب‌ها به وسیله پویایی بیولوژیکی جمعیت‌ها، به خصوص پلانکتون‌ها معکوس می‌گردد (۷ و ۳۸). محیط‌های مصبی به عنوان یک منطقه اکوتون بین اکوسیستم‌های آب شیرین و دریایی، تحت تاثیر هر دو اکوسیستم قرار می‌گیرند (۹، ۱۳ و ۱۴). جریان رودخانه و حرکت امواج جمعیت‌های گوناگونی را به سمت مصب‌ها می‌کشاند که بر پراکنش و فراوانی جوامع مصبی بسیار تاثیرگذار است (۱۴، ۱۶ و ۳۹). پراکنش جمعیت‌های پلانکتونی در مصب به عنوان یک منطقه اکوتون به وسیله عوامل زیستی و پارامترهای غیرزیستی تحت تاثیر قرار می‌گیرد (۹ و ۱۴). علاوه بر این، توزیع مواد غذایی و گازهای محلول در مصب‌ها تحت کنترل چرخش‌ها، جریان‌ها و فرایندهای فیزیکی است که همواره سبب تغییرات زیست شناختی، رسوب شناسی و شیمیایی می‌شود. عملکردهای چنین فرایندهای در مصب‌های مختلف سبب شده که مصب‌ها خصوصیات نسبتاً متفاوت ظهرور نماید. بنابراین باید اذعان نمود که توزیع مواد غذایی و سایر خصوصیات آب در مصب‌ها تابع شرایط اقیانوس‌شناسی، ژئومرفولوژی و اقلیم‌شناسی است که به‌طور قابل ملاحظه‌ای برای مصب‌ها اختصاصی می‌باشد.

فیتوپلانکتون‌ها به عنوان یکی از اجزاء اولیه بیولوژیکی، در انتقال انرژی به ارگانیزم‌های واقع در سطوح بالای زنجیره‌های انرژی در اکوسیستم‌های آبی، مطرح می‌باشند (۳۳ و ۳۷). افزایش کمیت و کیفیت جوامع فیتوپلانکتونی و سایر ارگانیسم‌های وابسته به آنها همواره تحت تاثیر فعالیت‌های صنعتی و شهری سبب فشار و تغییرات زیادی بر زیستگاه‌های مصبی شده است. بررسی ساختار جوامع فیتوپلانکتونی به خصوص پراکنش و فراوانی آنها جهت ارزیابی کیفیت و تعیین درجه تولید اولیه و آلودگی آب‌ها مورداً استفاده قرار می‌گیرد (۱۰، ۲۷ و ۳۵). به عبارت دیگر، فیتوپلانکتون‌ها برای

### نمونه برداری و اندازه گیری پارامترها

مشخصه های کیفی آب شامل دما، pH، اکسیژن محلول و عمق رویت در محل هر ایستگاه به ترتیب با استفاده از دما سنج جیوه ای، pH متر (دیجیتال Schottgerate، مدل ۶۶۲۲۱)، ساخت آلمان)، اکسیژن متر (مدل ELE Paqualab)، ساخت آلمان) و صفحه سکشی اندازه گیری شد. در این مقاله میانگین پارامترهای موردنظر برای هر فصل گزارش شد (جدول ۲). نمونه برداری از فیتوپلانکتون در اواسط هر فصل از تابستان ۱۳۹۰ (مرداد ماه) تا بهار ۱۳۹۱ (اردیبهشت ماه)، با نمونه برداری آب از عمق ۰/۵ متری از سطح آب با استفاده از نمونه بردار Von Dorn انجام شد و سپس با استفاده از لوگول ایودین (۱ میلی لیتر به ازاء هر ۲۰۰ میلی لیتر نمونه) مورد تثیت قرار گرفت (۲۵).

شناسایی گونه های مختلف فیتوپلانکتونی با استفاده از کلیدهای شناسایی فیتوپلانکتون آب شور و لب شور انجام گرفت (۵، ۸، ۲۱ و ۴۲)، شمارش فیتوپلانکتون موجود با استفاده از لام سدلویک رفتر (Sedgewick rafter) و با کمک میکروسکوپ وارونه (مدل CETI، ساخت بلژیک) با سه تکرار انجام گرفت. جهت محاسبه میزان فراوانی فیتوپلانکتون (D) موجود در هر نمونه از فرمول زیر استفاده گردید (۴).

$$D = (N \times 1000) / (A \times d \times F)$$

در این رابطه،  $D$ = فراوانی فیتوپلانکتون بر حسب سلول در میلی لیتر،  $N$ = تعداد سلول های شمارش شده،  $A$ = سطح مربعات (میلی متر مربع)،  $d$ = عمق مربعات (عمق لام سدلویک رفتر) (میلی متر) و  $F$ = تعداد مربعات شمارش شده هستند.

### آنالیزهای آماری

داده های به دست آمده ابتدا با استفاده از آزمون کولموگراف- اسمیرونف بررسی گردید و پس از اطمینان از نرمال بودن داده ها، اختلاف معنی دار بین پارامترها در فضول و ایستگاه های نمونه برداری با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) بررسی شد. برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد (۴۱). ضریب همبستگی

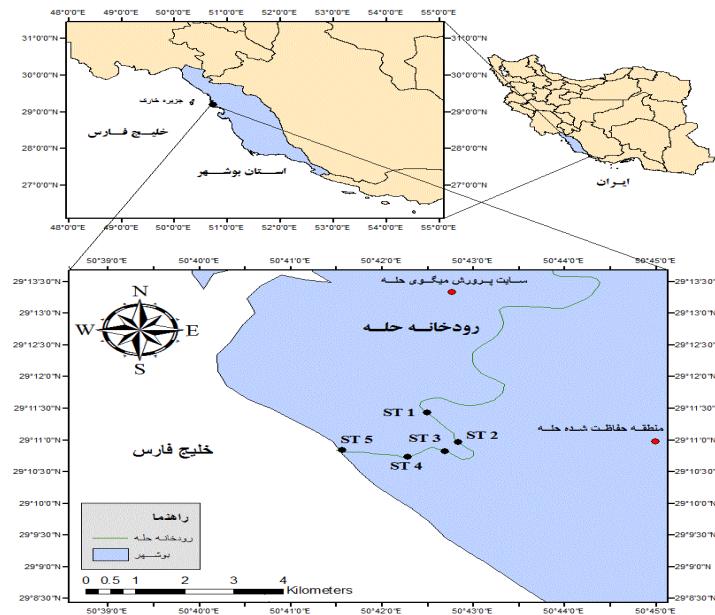
هزینه های برنامه های نظارتی برای مدیریت این آب ها کاهش یابد. لذا بررسی پراکنش و فراوانی فیتوپلانکتون در فضول مختلف سال اطلاعات کاربردی اکولوژیک و بیولوژیک را برای تعیین توان اکولوژیک و نظارت و مدیریت آتی این منابع اکولوژیک مشابه فراهم خواهد نمود. اگرچه در این پژوهش بررسی تغییرات ساختاری جامعه فیتوپلانکتون ها موربد بررسی قرار گرفت اما ما گمان داریم که مدیریت و نظارت دراز مدت این مصب می تواند براساس ساختار جامعه فیتوپلانکتونی، کیفیت آب و بررسی روند تغییرات پی در پی انجام شود. هدف از این بررسی، مطالعه بررسی ترکیب، فراوانی و پراکنش فیتوپلانکتون و ارتباط آن با پارامترهای کیفی آب مصب حلمه می باشد. نتایج این مطالعه می تواند در مدیریت و حفاظت این اکوسیستم آبی مفید واقع گردد.

### مواد و روش ها

#### معرفی منطقه و ایستگاه های نمونه برداری

رودخانه حله در محدوده جغرافیایی ۵۰ تا ۵۲ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۲۸ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۱۰ دقیقه عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). رودخانه حله از تلاقی رودخانه دالکی در دشت برازجان با رودخانه شاپور تشکیل شده و از مرز میان شبکه های و زیارت عبور نموده و پس از طی مسیر ۵۴ کیلومتری در جنوب غربی برازجان به خلیج فارس می ریزد. مساحت حوضه این رودخانه ۱۰۳۵۰ کیلومتر مربع و دبی متوسط آن ۱۷۰ متر مکعب در ثانیه می باشد. دشت حله عمده تا از رسوبات ریزدانه از جنس سیلت و رس تشکیل شده که تا ورود رودخانه به خلیج فارس ادامه دارد.

در این تحقیق ۵ ایستگاه نمونه برداری در مصب رودخانه حله در نظر گرفته شد (شکل ۱، جدول ۱). در انتخاب ایستگاه ها تلاش گردید تا مناطق با گرادیان های زیست محیطی، پویایی اختلاط و گردش آب های شور و شیرین، جزر و مد، شدت جریان رودخانه ای و ژئومورفولوژی متفاوت در نظر گرفته شود.



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه حله، استان بوشهر

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی و عمق ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصول مختلف در مصب رودخانه حله، خلیج فارس

ایستگاه	عرض جغرافیایی (شمالي)	طول جغرافیایی (شرقی)	عمق در فصول مختلف نمونه برداری (متر)	تابستان	زمستان	پائیز	بهار
۱	۲۹° ۱۰' ۲۲"	۵۰° ۴۰' ۳۸"	۰/۹۰	۰/۹۶	۰/۸۸	۰/۷۳	
۲	۲۹° ۰۹' ۳۷"	۵۰° ۴۱' ۰۳"	۲/۲۴	۲/۳۸	۲/۳۰	۲/۱۴	
۳	۲۹° ۰۹' ۳۶"	۵۰° ۴۰' ۳۲"	۲/۳۲	۲/۳۷	۲/۴۵	۲/۲۱	
۴	۲۹° ۰۹' ۳۵"	۵۰° ۴۰' ۰۵"	۱/۹۶	۲/۰۲	۱/۸۰	۱/۶۲	
۵	۲۹° ۰۸' ۳۹"	۵۰° ۳۸' ۵۴"	۲/۵۰	۲/۷۸	۲/۵۶	۲/۳۵	

فصلی عمق رویت سکشی، شوری و pH به ترتیب ۴۴/۴ سانتی متر ۳۹/۶ قسمت در هزار و ۸/۱ در تابستان، ۴۸ سانتی متر، ۳۷/۶ قسمت در هزار و ۸/۱ در پائیز، ۵۰ سانتی متر، ۲۷/۸ قسمت در هزار و ۸/۱ در زمستان، ۴۵/۲ سانتی متر، ۲۷/۸ قسمت در هزار و ۸/۲ در بهار بود (جدول ۲).

در این مطالعه، ۵ شاخه از جوامع فیتوپلانکتونی شامل Chlorophyta، Cyanophyta، Myzozoa، Ochrophyta و Haptophyta شناسایی گردید (جدول ۳). Haptophyta شاخه Ochrophyta بیشترین حضور و شاخه Haptophyta کمترین حضور را در فصول نمونه‌برداری در مصب حله را نشان

پیرسون بین پارامترها مورد محاسبه و سپس مورد آزمون آماری قرار گرفت. کلیه محاسبات آماری در نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ انجام گردید (۲۶).

## نتایج

میانگین فصلی دما و اکسیژن محلول به ترتیب ۳۲/۴ درجه سانتی گراد و ۶/۸ میلی گرم بر لیتر در تابستان، ۱۹/۲ درجه سانتی گراد و ۷/۱ میلی گرم بر لیتر در پائیز، ۱۳/۶ درجه سانتی گراد و ۱۱/۳ میلی گرم بر لیتر در زمستان، ۲۲/۰ درجه سانتی گراد و ۸/۴ میلی گرم بر لیتر در بهار بود. همچنین میانگین

جدول ۲. میانگین(±خطای استاندارد) پارامترهای آب در رودخانه حله

پارامتر	تابستان ۱۳۹۰	پائیز ۱۳۹۰	زمستان ۱۳۹۰	بهار ۱۳۹۱
دما (°C)	۳۲/۴±۱/۱ <sup>d</sup>	۱۹/۲±۰/۱ <sup>b</sup>	۱۳/۶±۰/۲ <sup>a</sup>	۲۳/۰±۰/۵ <sup>c</sup>
اکسیژن محلول (mg/L)	۶/۸±۰/۱ <sup>a</sup>	۷/۱±۰/۱ <sup>a</sup>	۱۱/۳±۰/۳ <sup>c</sup>	۸/۴±۰/۱ <sup>b</sup>
عمق رویت سکشی (cm)	۴۴/۴±۰/۷ <sup>a</sup>	۴۸±۱/۲ <sup>a</sup>	۵۰±۱/۶ <sup>a</sup>	۴۵/۲±۱/۸ <sup>a</sup>
شوری (PPT)	۳۹/۶±۱/۲ <sup>b</sup>	۳۷/۶±۱/۹ <sup>b</sup>	۱۷/۲±۶/۳ <sup>a</sup>	۲۷/۸±۶/۴ <sup>ab</sup>
pH	۸/۱±۰/۰۳ <sup>ab</sup>	۸/۱±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۸/۱±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۸/۲±۰/۰۲ <sup>b</sup>

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است ( $P > 0.05$ ).

( $r = 0.52$ ) و pH ( $r = 0.01$ ) و  $P < 0.05$ ، شوری با اکسیژن محلول ( $r = -0.679$ ) و دما ( $r = -0.44$ ) و  $P < 0.05$  و دما ( $r = 0.057$ ) و عمق رویت سکشی ( $r = 0.01$ ) و  $P < 0.059$ ، دما با عمق رویت سکشی ( $r = 0.01$ ) و  $P < 0.059$  هم‌بستگی معنی‌داری وجود دارد (جدول ۶).

## بحث و نتیجه‌گیری

مصب‌ها جزء پر تولیدترین اکوسیستم‌های دریایی به حساب می‌آیند که فیتوپلانکتون از اجزای این سیستم‌ها به شمار می‌روند. اکوسیستم‌های مصبی تحت تاثیر تغییرات اقلیمی، سیستم‌های بسیار حساسی می‌باشند (۱۹). بنابراین اکوسیستم فیتوپلانکتون خواهد داشت. بر اساس مطالعات محققین، بالغ بر ۲۲۰۰ گونه فیتوپلانکتون در آب‌های خلیج فارس شناسایی گردیده است که از این تعداد در مقایسه با تعداد کل گونه‌های فیتوپلانکتونی ثبت شده در آب‌های شور که بالغ بر ۳۴۰۰ گونه است، رقم قابل توجهی می‌باشد (۲). در مطالعه انجام شده در مصب رودخانه حله، رده با ۲۲ جنس از ۳۵ جنس شناسایی شده، بیشترین تراکم و حضور را در طول دوره نمونه برداری نشان داد (جدول ۴). سواری در سال ۱۳۶۱ در آب‌های سطحی واقع بین بوشهر و کنگان ۹۸ گونه فیتوپلانکتون را گزارش نمود که گونه از آنها را رده با سیلاریوفیسیه تشکیل داد (۲). براساس

داد. از شاخه Bacillariophyceae رده Ochrophyta با ۱۵ خانواده ۲۲ جنس و هم‌چنین از شاخه Dinophyceae رده Myzozoa با ۶ خانواده و ۸ جنس بیشترین گونه‌ها را در مصب حله نشان دادند.

نتایج نشان داد که فراوانی جوامع فیتوپلانکتونی در فصوص ایستگاه‌های مختلف مصب حله با هم تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۵). در ایستگاه‌های ۱ تا ۵ به ترتیب در تابستان ۱۳۵۳۳/۳، ۵۴۰۰/۴ و ۸۷۳۳/۳، ۴۰۰۰/۸، ۲۲۶۶/۷ و ۹۹۳۳/۳ سلول در لیتر؛ در پائیز ۴۹۳۳/۳، ۵۷۳۳/۳۳، ۹۳۳۳/۳ و ۱۱۸۶۶/۷ سلول در لیتر؛ در زمستان ۲۰۶۶/۷، ۳۴۶۶/۷ و ۹۲۶۶/۶ سلول در لیتر؛ در بهار ۱۳۳۳/۳، ۴۴۰۰/۶، ۲۲۳۳/۳، ۳۴۰۰/۴ و ۲۸۶۶۶/۷ و ۹۰۰۰/۲ سلول در لیتر محاسبه گردید. مقایسه فراوانی در ایستگاه‌ها و فصوص مختلف نشان داد که در تمام فصوص سال (به جز در فصل زمستان) در ایستگاه ۵ بیشترین میزان فراوانی فیتوپلانکتونی وجود دارد. در بهار با میانگین فراوانی ۸۹۴۶/۷ سلول در لیتر بیشترین و در زمستان ۵۲۵۳/۳ سلول در لیتر کمترین فراوانی بود (جدول ۵). در صد فراوانی نسبی رده‌های مختلف فیتوپلانکتونی در فصوص مختلف در شکل‌های ۲ تا ۵ به تفکیک ارائه شده است. نتایج نشان داد که فراوانی نسبی Bacillariophyceae در تمام ایستگاه‌ها و فصوص از پراکنش مناسبی برخوردار بود (اشکال ۵-۲).

هم‌بستگی مشخصه‌های کیفی اندازه‌گیری شده آب با فراوانی فیتوپلانکتون در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بین فراوانی فیتوپلانکتون با شوری ( $P < 0.05$ ) و

## جدول ۳. ساختار کلی جامعه فیتوپلاتکتونی در مصب رودخانه حله، استان بوشهر

شاخه	رده	خانواده	جنس
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariaceae	<i>Bacillaria</i>
			<i>Nitzschia</i>
		Catenulaceae	<i>Pseudonitzschia</i>
		Chaetocerotaceae	<i>Amphora</i>
			<i>Bacteriastrum</i>
			<i>Chaetoceros</i>
		Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus</i>
		Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>
		Hemiaulaceae	<i>Eucampia</i>
		Leptocylindraceae	<i>Leptocylindrus</i>
		Naviculaceae	<i>Navicula</i>
		Plagiotropidaceae	<i>Manguinea</i>
		Pleurosigmataceae	<i>Pleurosigma</i>
		Rhizosoleniaceae	<i>Dactyliosolen</i>
			<i>Rhizosolenia</i>
		Surirellaceae	<i>Surirella</i>
		Thalassiosiraceae	<i>Thalassiosira</i>
		Thalassionemataceae	<i>Thalassionema</i>
			<i>Thalassiothrix</i>
Myzozoa	Dictyochophyceae	Triceratiaceae	<i>Odontella</i>
		Dictyochaceae	<i>Dictyocha</i>
		Dinobryaceae	<i>Dinobryon</i>
		Ceratiaceae	<i>Ceratium</i>
		Dinophysiaceae	<i>Dinophysis</i>
			<i>Ornithocercus</i>
Cyanphyta	Cyanophyceae		<i>Phalacroma</i>
		Gymnodiniaceae	<i>Gymnodinium</i>
		Prorocentraceae	<i>Prorocentrum</i>
		Protoperidiniaceae	<i>Protoperdinium</i>
		Pyrophacaceae	<i>Pyrophacus</i>
		Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>
Chlorophyta	Prasinophyceae	Pseudanabaenaceae	<i>Spirulina</i>
		Pyramimonadaceae	<i>Halosphaera</i>
		Ulvophyceae	<i>Chaetonella</i>
Haptophyta	Coccolithophyceae	Phaeocystaceae	<i>Phaeocystis</i>

مطالعات خدادادی در سال ۱۳۷۰، دیاتومه‌ها گروه غالب ۸۴ می‌دادند(۱). هم‌جنین در بررسی تنوع زیستی فیتوپلاتکتون حوزه ایرانی خلیج فارس توسط فلاحتی در سال ۱۳۸۲، فیتوپلاتکتونی در محدوده بحر کانسر تا خلیج ناییند را تشکیل

جدول ۴. حضور (+) و عدم حضور (-) جوامع فیتوپلانکتونی در طی فصول مختلف در مصب رودخانه حله، استان بوشهر

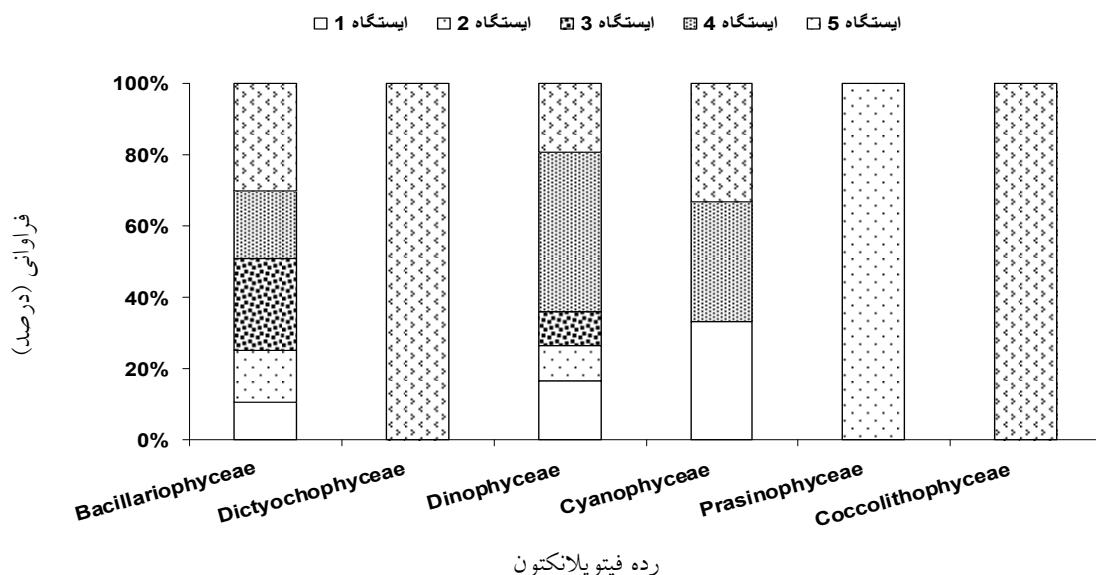
جنس	تابستان ۱۳۹۰	پائیز ۱۳۹۰	زمستان ۱۳۹۰	بهار ۱۳۹۱
<i>Bacillaria</i>	-	-	-	+
<i>Nitzschia</i>	+	+	+	+
<i>Pseudonitzschia</i>	+	+	+	+
<i>Amphora</i>	+	-	+	-
<i>Bacteriastrum</i>	+	+	+	-
<i>Chaetoceros</i>	+	+	+	+
<i>Coscinodiscus</i>	+	+	+	+
<i>Fragilaria</i>	+	+	+	-
<i>Eucampia</i>	+	+	-	-
<i>Leptocylindrus</i>	+	+	+	+
<i>Navicula</i>	+	+	+	+
<i>Manguinea</i>	-	+	-	+
<i>Pleurosigma</i>	+	+	+	+
<i>Dactyliosolen</i>	-	+	-	-
<i>Rhizosolenia</i>	+	+	+	+
<i>Surirella</i>	+	+	+	+
<i>Thalassiosira</i>	-	+	-	-
<i>Thalassionema</i>	+	+	+	+
<i>Thalassiothrix</i>	-	+	-	+
<i>Odontella</i>	+	+	+	+
<i>Dictyocha</i>	-	+	+	-
<i>Dinobryon</i>	+	-	-	+
<i>Ceratium</i>	+	+	+	+
<i>Dinophysis</i>	-	+	+	-
<i>Ornithocercus</i>	+	+	+	+
<i>Phalacroma</i>	-	-	+	-
<i>Gymnodinium</i>	+	+	+	+
<i>Prorocentrum</i>	-	+	+	-
<i>Protoperdinium</i>	+	+	-	-
<i>Pyrophacus</i>	+	+	-	-
<i>Oscillatoria</i>	+	+	+	+
<i>Spirulina</i>	+	-	-	-
<i>Halosphaera</i>	-	+	-	-
<i>Chaetonella</i>	+	-	-	+
<i>Phaeocystis</i>	-	+	-	+

جدول ۵. میانگین ( $\pm$  خطای استاندارد) فراوانی فیتوپلانکتون (سلول در لیتر) در مصب حله، استان بوشهر

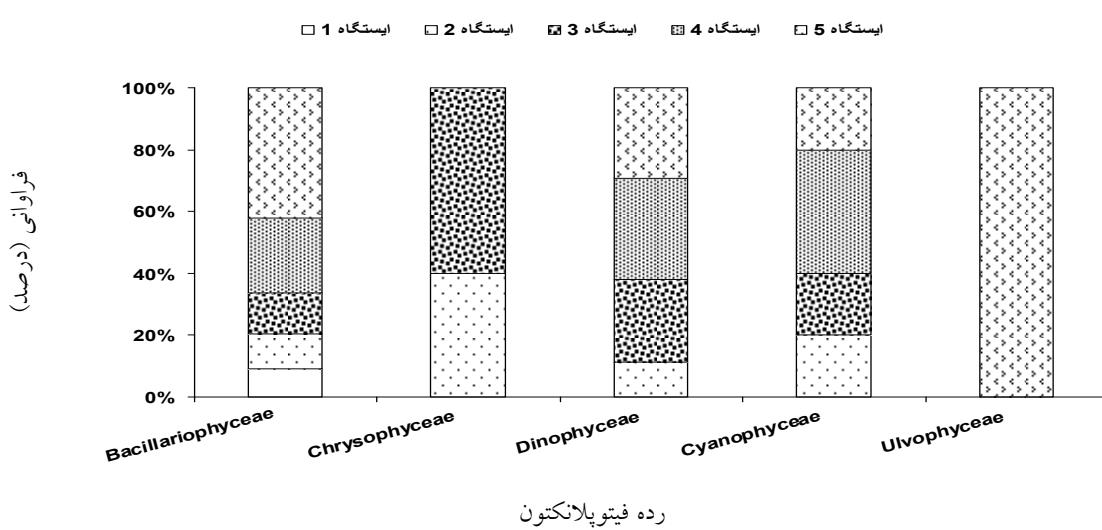
ایستگاه	تابستان ۱۳۹۰	پائیز ۱۳۹۰	زمستان ۱۳۹۰	بهار ۱۳۹۱
۱	۲۲۶۶/۷ $\pm$ ۳۱۸/۹ <sup>b</sup> E	۴۹۳۳/۳ $\pm$ ۴۸۱/۳ <sup>a</sup> C	۲۰۶۶/۷ $\pm$ ۲۲۷/۳ <sup>b</sup> D	۱۲۲۲/۳ $\pm$ ۲۱۶/۵ <sup>b</sup> E
۲	۴۰۰۰/۸ $\pm$ ۱۰۸/۱ <sup>ab</sup> D	۵۷۳۳/۳ $\pm$ ۲۱۶/۱ <sup>a</sup> C	۳۴۶۶/۷ $\pm$ ۶۴۱/۶ <sup>b</sup> C	۳۴۰۰/۴ $\pm$ ۳۲۴/۷ <sup>b</sup> C
۳	۵۴۰۰/۴ $\pm$ ۲۳۷۴ <sup>b</sup> C	۹۳۳۳/۳ $\pm$ ۲۸۵/۸ <sup>a</sup> B	۴۴۰۰/۶ $\pm$ ۳۹۳/۷ <sup>b</sup> C	۲۲۲۲/۳ $\pm$ ۴۳۲/۵ <sup>c</sup> D
۴	۸۷۳۳/۳ $\pm$ ۸۵۴/۲ <sup>a</sup> B	۹۹۳۳/۳ $\pm$ ۹۲۲/۹ <sup>a</sup> B	۹۲۶۶/۷ $\pm$ ۲۵۹۲/۶ <sup>a</sup> A	۹۰۰۰/۲ $\pm$ ۱۱۰۲/۳ <sup>a</sup> B
۵	۱۲۵۳۳/۳ $\pm$ ۱۲۰۴/۵ <sup>b</sup> A	۱۱۸۶۶/۷ $\pm$ ۱۰۶۱/۴ <sup>b</sup> A	۷۰۶۶/۷ $\pm$ ۵۹۳/۱ <sup>b</sup> B	۲۸۶۶۶/۷ $\pm$ ۴۵۰۶/۸ <sup>a</sup> A

حروف مشابه در ستون‌ها (حروف بزرگ، مقایسه ایستگاه‌ها) و ردیف‌ها (حروف کوچک، مقایسه فصول)، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است ( $P > 0.05$ )

(معنی‌دار است ( $P < 0.05$ ))



شکل ۲. درصد فراوانی نسبی فیتوپلانکتون در تابستان ۱۳۹۰ در مصب رودخانه حله، استان بوشهر



شکل ۳. درصد فراوانی نسبی فیتوپلانکتون در پائیز ۱۳۹۰ در مصب رودخانه حله، استان بوشهر

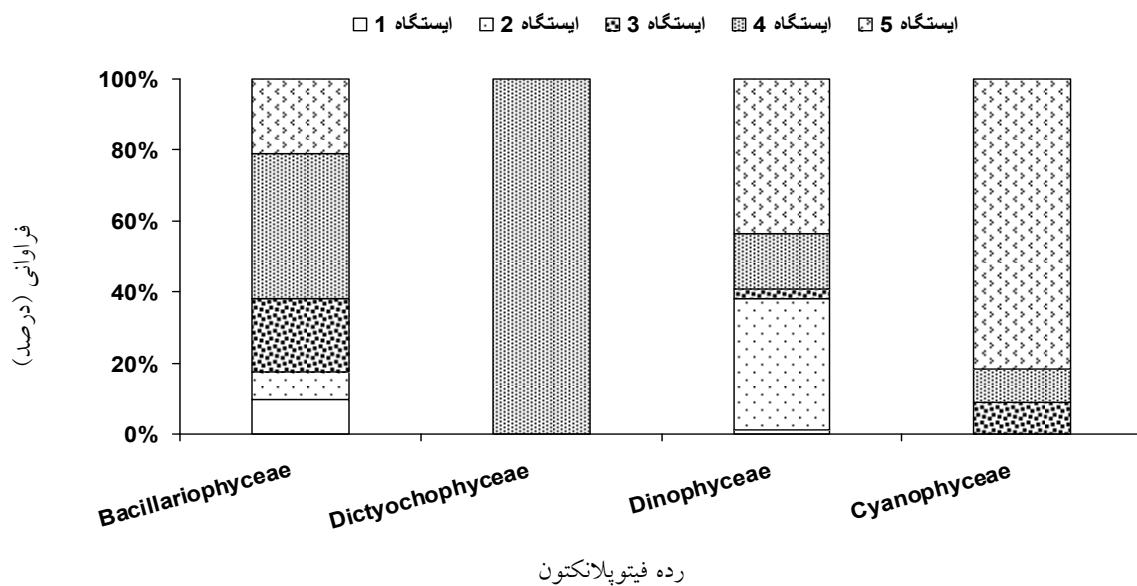
بیشتری را مورداستفاده قرار دهد که در این صورت واکنش‌های آنزیمی درون سلولی مختلط می‌شود. بنابراین با انحراف از pH بهینه، عملکرد آنزیم‌های درون‌سلولی و فرآیندهای غشایی، باعث تغییر در فعالیت سلولی در فیتوپلانکتون می‌گردد (۲۲).

تولیدمثل، رشد، ترکیب و فراوانی گونه‌های فیتوپلانکتونی تحت تاثیر بسیاری از متغیرهای محیطی به خصوص شوری، مواد مغذی، شفافیت و درجه حرارت هستند (۱۷). اکثر فیتوپلانکتون به‌ویژه دیاتومه‌ها، قادر به تحمل و ماندگاری در محیط‌های مصبی، برغم نوسانات متعدد شوری هستند. نامهگونی محیطی در محل مصب‌ها، جهت رشد پلانکتونی ضروری می‌باشد و شوری یکی از شاخص‌های پویای طبیعی در سیستم‌های تبادلی می‌باشد (۳۲ و ۳۴). در این مطالعه، شوری مصب حله دامنه‌ای از ۱۷/۲ قسمت در هزار در زمستان تا ۳۹/۶ قسمت در هزار در تابستان داشت و میزان نوسانات شوری هم‌بستگی مشتبی را با فراوانی فیتوپلانکتون نشان داد ( $P < 0.05$ ). در مصب رودخانه حله فراوانی فیتوپلانکتون، وابسته به روند افزایش میزان شوری، با نزدیک شدن به دهانه مصب افزایش نشان داد. بنابراین، تغییر فراوانی جمعیت فیتوپلانکتون در مصب رودخانه حله به شوری وابسته بود. در فصل پائیز در ایستگاه ۵ و در زمستان در ایستگاه ۴ جنس‌های از *Dictyochophyceae* شناسایی شد در حالی که جنس‌های از *Coccolithophyceae* تنها در ایستگاه ۵ در بهار و پائیز وجود داشت. با توجه به‌این‌که این دو رده اغلب در محیط‌های دریایی زیست می‌نمایند لذا در دهانه مصب یعنی در ایستگاه‌های ۴ و ۵ پراکنش دارند از سوی دیگر به‌نظر می‌رسد که تأثیرات دمای آب به خصوص دماهای پایین‌تر بر حضور جنس‌های از *Dictyochophyceae* بسیار موثرتر است. به‌طور کلی با توجه به‌این‌که میزان تحمل نسبت به شوری در فیتوپلانکتون متفاوت است و براساس تحمل آنها را به گونه یوری هالین و استنوهالین تقسیم می‌نمایند. تغییرات شوری می‌تواند به اندازه کافی بر فیتوپلانکتون استنوهالین موثر باشد و به صورت برگشت‌ناپذیری جمعیت فیتوپلانکتون محلی را تغییر دهد و یک جامعه جدید در اوج را ایجاد نماید در مصب حله،

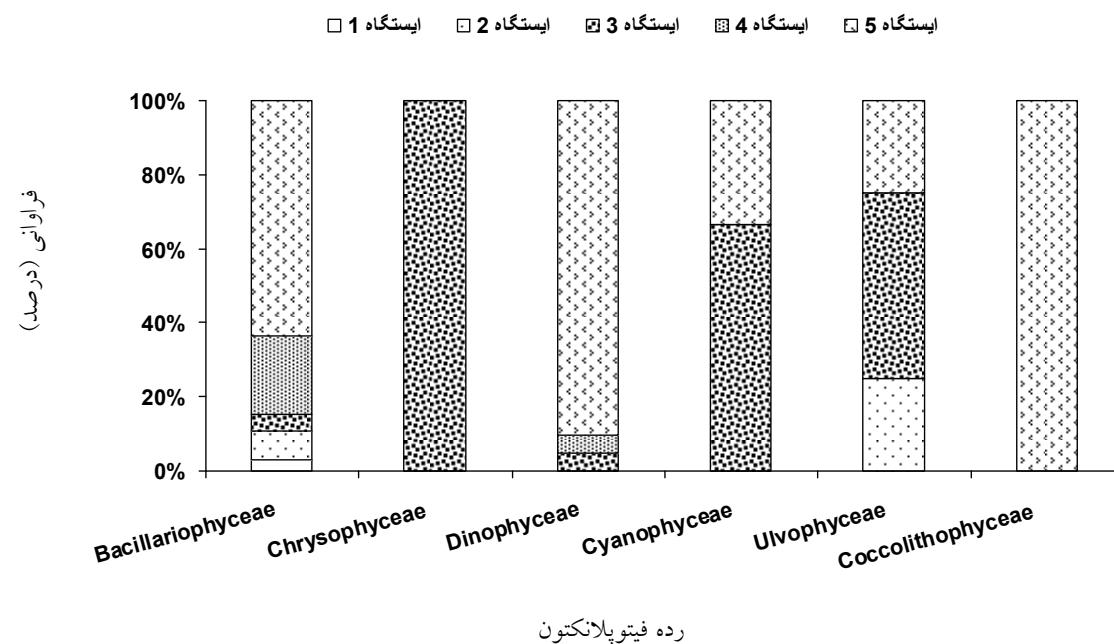
دیاتومه‌ها با ۹۷ گونه غالبیت جامعه فیتوپلانکتونی را شامل شدند (۳). مطالعات Dorgham و Moftah در سال ۱۹۸۶ نیز بیانگر تنوع زیاد اجتماعات فیتوپلانکتونی خصوصاً دیاتومه‌ها و داینوفلالزات‌ها در خلیج فارس است (۱۲).

توزیع مکانی گونه‌های مربوط به دیاتومه در مصب‌ها به پراکندگی و اختلاط فرآیندهای آغازی، زمانی که آب دریا و رودخانه با یکدیگر برخورد می‌کنند، بستگی دارد. دیاتومه‌ها همیشه ترجیح می‌دهند تا در مناطق کم عمق، آشفته و فراچاهنده واقع در منطقه ساحلی به عنوان جامعه غالب فیتوپلانکتون زندگی کنند. وفور مواد غذایی و انرژی نورانی ناشی از خورشید در مناطق کم عمق و آشفته، به‌طور شدیدی تولید این ارگانیسم‌های میکروسکوپی را به‌واسطه فعالیت‌های فتوستتری و تولیدمثلی افزایش می‌دهد. غالبیت دیاتومه‌ها، نشان‌دهنده ناپایداری فیزیکی در محیط‌های ساحلی کم عمق می‌باشد (۱۶ و ۳۶). بنابراین، همان‌طور که در این مطالعه نیز مشاهده گردید، غالبیت دیاتومه‌ها در میان سایر جوامع فیتوپلانکتونی بسیار معمول است. اندازه جمعیت و فراوانی نسبی هر یک از گونه‌های فیتوپلانکتونی درون مجموعه‌های پلانکتونی تابعی از توانایی‌های مختلف برای تولیدمثل و زندگاندن در محیط زیست مصب‌ها می‌باشد (۱۶ و ۳۶).

در تمام فصول، میزان pH در محدوده قلیایی قرار داشت و دامنه‌ای از ۸/۱ در تابستان تا ۸/۲ در بهار را نشان داد که براساس آزمون هم‌بستگی پرسون در مقایسه با سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده، بیشترین میزان هم‌بستگی را با فراوانی فیتوپلانکتون داشت ( $P < 0.01$ ). این امکان وجود دارد که pH دریا بر عملکرد و رشد فیتوپلانکتون به‌وسیله یکسری از مکانیسم‌های موجود، تاثیرگذار باشد. در pH بسیار بالا به‌دلیل عدم امکان استفاده از بی‌کربنات‌ها، محدودیت کربن اتفاق می‌افتد که می‌تواند بر میزان تولید اولیه اثر گذار باشد (۱۱ و ۲۳). تغییر در pH محیط می‌تواند باعث ایجاد تغییرات در تعادل یونی مصب‌ها گردد. در pH بالا و یا پایین‌تر از حد مطلوب، سلول جهت حفظ شرایط داخلی باید انرژی



شکل ۴. درصد فراوانی نسبی فیتوپلانکتون در زمستان ۱۳۹۰ در مصب رودخانه حله، استان بوشهر



شکل ۵. درصد فراوانی نسبی فیتوپلانکتون در بهار ۱۳۹۱ در مصب رودخانه حله، استان بوشهر

به طور کلی تغییرات شوری در مصب‌ها تابع فصل، توپوگرافی مصب، جزر و مد، مقدار دبی آب شیرین، دمای آب و تبخیر است و شوری آب‌های مصبی مهم‌ترین فاکتور محیطی کیفیت آب می‌باشد که همواره نوسان دارد. در مطالعات دیگر نیز اثر شوری بر فراوانی و تراکم فیتوپلانکتون در مصب‌ها، مشاهده و گزارش شده است (۲۰، ۲۸ و ۳۲). از آنجا که جوامع

جنس‌های از Ulvophycea در تابستان (ایستگاه ۵) و در بهار (ایستگاه‌های ۲، ۴ و ۵) حضور داشتند که می‌تواند صرفاً به لحاظ تفاوت‌های دمایی ایستگاه‌ها و فصول باشد. از سوی دیگر نمایندگانی از Chrysophycea در فصل بهار (ایستگاه ۴) و در تابستان (ایستگاه‌های ۲ و ۳) حضور داشتند که عمدهاً می‌تواند به لحاظ تاثیرات متقابل شوری و دمای آب باشد.

جدول ۶. ضریب همبستگی پیرسون بین فراوانی فیتوپلانکتون با برخی از پارامترهای کیفی آب

پارامتر	فرابوی فیتوپلانکتون	شوری	اکسیژن محلول	pH	دما
شوری	۰/۵۱۶*	۱			
اکسیژن محلول	-۰/۰۸۰	-۰/۶۷۹**	۱		
pH	۰/۰۵۷**	۰/۱۴۳	۰/۰۶۶	۱	
دما	۰/۰۳۴	۰/۴۹۶*	-۰/۷۴۷**	۰/۰۶۸	۱
عمق رویت سکشی	۰/۲۴۰	-۰/۱۹۶	۰/۰۵۹۰**	۰/۰۸۵	-۰/۶۲۶**

### سپاسگزاری

نویسنده‌گان بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشکده منابع طبیعی و معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه صنعتی اصفهان که موجبات انجام این تحقیق را فراهم نمودند کمال سپاسگزاری را می‌نمایند. از مسئولین پژوهشکده می‌گویی کشور و مرکز مطالعات خلیج فارس به لحاظ همکاری‌های ارزنده در مراحل نمونه‌برداری تشکر و قدردانی می‌نمایم.

فیتوپلانکتونی به عنوان شاخصی برای ارزیابی تولید و آلودگی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بنابراین توصیه می‌گردد که جهت مدیریت پایدار و سلامت اکوسیستم‌های مصبی به عنوان یک منطقه اکوتون، به طور سالانه پراکنش و فراوانی این موجودات و ارتباط آن با سایر پارامترهای محیطی و مواد مغذی به همراه ارتباط آنها با سایر موجودات زنجیره‌های غذایی مورد بررسی قرار گیرد.

### منابع مورد استفاده

1. خدادادی، م. ۱۳۷۰. گزارش نهایی پژوهش شناسایی و فراوانی پلانکتون‌های خلیج فارس (از بحر کانسر تا خلیج نایین). سازمان تحقیقات و آموزش شیلات ایران، مرکز تحقیقات شیلاتی خلیج فارس، ۴۵ ص.
2. سواری، ا. ۱۳۶۱. بررسی پلانکتون‌های منطقه بوشهر-کنگان، خلیج فارس. سازمان تکثیر و توسعه آبزیان وزارت کشاورزی، ۱۰۲ ص.
3. فلاحتی کبیرچالی، م. ۱۳۸۲. بررسی تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌های حوضه ایرانی خلیج فارس. رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران. ۱۱۷ ص.
4. Bellinger, E. G. and D. C. Sige. 2010. Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators. John Wiley & Sons Ltd, 271 p.
5. Boney, A. D. 1989. Phytoplankton. Hodder and Stoughton General Division British Library Cataloguing Publication Data, 128 p.
6. Burns, B. D. and J. Beardall. 1987. Utilization of inorganic carbon by marine microalgae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 107(1):75–86.
7. Calbet, A., S. Garrido, E. Saiz, M. Alcaraz and C. M. Duarte. 2001. Annual zooplankton succession in coastal NW Mediterranean waters: the importance of the smaller size fractions. *Journal of Plankton Research* 23(3):319-331.
8. Carmelo, R. . 1997. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press, , California, USA, 878 p.
9. Cearreta, A., M. J. Irabien, E. Leorri, I. Yusta, I. W. Croudace and A. B. Cundy. 2000. Recent anthropogenic impacts on the Bilbao estuary, northern Spain: geochemical and microfaunal evidence. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 50(4): 571-592.
10. Chaturvedi, R. K., K. P. Sharma, S. Kamayani, S. M. Bhardwaj and S. Sharma. 1999. Plankton community of polluted water around Sanganer, Jaipur. *Journal of Environmental Pollution* 61:77-84.

11. Chen, C. Y. and E. G. Durbin. 1994. Effects of pH on the growth and carbon uptake of marine phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series* 109:83–94.
12. Dorgham, M. M. and A. Moftah. 1989. Environmental conditions and phytoplankton distribution in the Persian gulf and gulf of Oman. *Journal of the Marine Biology and Association of India* 31:36-53.
13. Elliott, M. and V. N. De Jung. 2002. The management of nutrients and potential eutrophication in estuaries and other restricted water bodies. *Hydrobiologia* 475/476: 513-524.
14. Elliott, M. and D. S. Mc Lucky. 2002. The need for definition in understanding estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55(6): 815-827.
15. Faust, M. A. and R. A. Gulledge. 2002. Identifying harmful marine dinoflagellates. *Smithsonian Institution Contributions from the United States National Herbarium* 42:1-144.
16. Fernandez, L. F. and F. P. Brandini. 2004. Diatom association in variation in shelf waters off Parana State, southern Brazil: Annual variation in relation to environmental factors. *Brazilian Journal of Oceanography* 52(1):19-34.
17. Gouda, R. and R. C. Anigrahy. 1996. Ecology of phytoplankton in coastal waters off Gopalpur, east coast of India. *Indian Journal of Marine Science* 25(2):81-84.
18. Grice, G. D. and V. R. Gibson. 1978. General Biological Oceanographic Data from the Persian Gulf and Gulf of Oman. Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts, Project Report, 39 p.
19. Kromkamp, J. and G. J. C. Underwood. 1999. Primary production by phytoplankton and microphytobenthos in estuaries. *Advances in Ecological Research* 29: 93-153.
20. Lionard, M., K. Muylaert, D. V. Gansbeke and W. Vyverman. 2005. Influence of changes in salinity and light intensity on growth of phytoplankton communities from the Schelde river and estuary (belgium/The Netherlands). *Hydrobiologia* 540: 105-115.
21. Newell, G. E. and R. C. Newell. 1977. Marine Plankton. : a practical guide. 5<sup>th</sup> edition, Hatchinson of London, UK, 244 P.
22. Nimer, N. A., M. D. Iglesias-Rodriguez and M. J. Merrett. 1997. Bi-carbonate utilization by marine phytoplankton species. *Journal of Phycology* 33(4):625-631.
23. Nimer, N. A. and M. J. Merrett. 1992. Calcification and utilization of inorganic carbon by the coccolithophorid Emilianiahx-leyiLohman. *New Phytologist* 121(2):173-177.
24. Noorinezhad, M., F. Owfi, S. Omidi, F. Eslami, F. Ansari, J. Mohammadnezhad, A. Alboosharif, A. Haghshenas and M. Rabbaniha. 2006. A study on the diversity and abundance of Ichthyoplankton in coastal waters of the Kharg and Dylam (Persian Gulf). Ministry of Jahad -e- Agriculture, Research and Education Organization. . Project Report, 130 p.
25. Omori, M. and T. Ikeda. 1984. Methods in Zooplankton Ecology. John Wiley & Sons, New York, 332 pp.
26. Pallant, J. 2004. SPSS Survival Manual, A Step by Step Guide to Data Analysis Using SPSS, Allen & Unwin Book Publishers, Australia, 263 p.
27. Ponmanickam, P., T. Rajagopal, M. K. Rajan, S. Achiraman and K. Palanivelu. 2007. Assessment of drinking water quality of vembakkottai reservoir, virudhunagar district, Tamil nadu. *Journal of Experimental Zoology* 10(2): 485-488.
28. Putland, J. N. and R. L. Iverson. 2007. Phytoplankton biomass in a subtropical estuary: distribution, size composition, and carbon: chlorophyll ratios. *Estuaries and Coasts* 30(5): 878-885.
29. Rabbanih, M., G. Izadpanahi, F. Owfi and F. Mohsenizadeh. 2011. Plankton community assemblage in surface layers of Northern part of the Persian Gulf (Iran -Bushehr area), using by PCA Ministry of Jahad – e- Agriculture Research and Education Organization. Project Report (In English), 8 p.
30. Rabbanih, M., J. Seyfabadi, E. Sharifpour and F. Owfi. 2003. Abundance and diversity of fish larvae in northern coasts of Bushehr province. *Journal of Marine Science and Technology* 2(4): 39-47.
31. Regional Organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME). 2003. State of the marine environment report 2003, Kuwait, 217 p.
32. Sahu, G., K. K. Satpathy, A. K. Mohanty and S. K. Sarkar. 2012. Variations in community structure of phytoplankton in relation to physicochemical properties of coastal waters, southeast coast of India. *Indian Journal of Geo-Marine Science* 41(3): 223-241.
33. Saravananakumar, A., J. SeshSerebiah, G. A. Thivakaran and M. Rajkumar. 2008. Benthic macrofaunal assemblage in the arid zone mangroves of Gulf of Kuchch- Gujarat. *Journal of Ocean University of China* 6(3): 33-39.
34. Sarojini, Y. and N. S. Sarma. 2001. Vertical distribution of phytoplankton around Andaman and Nicobar Islands, Bay of Bengal. *Indian Journal of Marine Science* 30(2):65-69.
35. Shekhar, R. T., B. R. Kiran, E. T. Puttaiah, Y. Shivaraj and K. M. Mahadevan. 2008. Phytoplankton as index of water quality with reference to industrial pollution. *Journal of Environmental Biology* 29(2):233-236.
36. Stowe, K. 1996. Exploring Ocean Science. John Wiley & Sons Inc, 426 p.

- 
- 37. Tiwari, A. and S. V. S. Chauhan. 2006. Seasonal phytoplanktonic diversity of Kitham Lake. *Journal of Environmental Biology* 27(1):35-38.
  - 38. Valdes, L., A. Lopez-Urrutia, J. Cabal, M. Alvarez, A. Bode, A. Miranda, M. Cabanas, I. Huskin, R. Anadon, F. Alvarez-Marques, M. Llope and N. Rodriguez. 2007. A decade of sampling in the Bay of Biscay: what are the zooplankton time series telling us? *Progress in Oceanography* 74(2-3):98-114.
  - 39. Waniek, J. J. 2003. The role of physical forcing in initiation of spring blooms in the northeast Atlantic. *Journal of Marine System* 39(1-2):57-82.
  - 40. Waniek, J. J., N. P. Holiday, R. Davidson, L. Brown and S. A. Henson. 2005. Freshwater control of onset and species composition of Greenland shelf spring bloom. *Marine Ecology Progress Series* 288: 45-57.
  - 41. Zar, J. H. 1984. Bioststistical analysis, 2<sup>nd</sup> edition. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New York, USA, 718 p.
  - 42. Zheng, Z., L. Shaojing and X. Zhenzu. 1989. Marine Planktonology China Ocean, Springer, Berlin, 454 p.