پراکنش و فراوانی فیتوپلانکتون درمصب رودخانه حله (خلیج فارس- ایران)

امیدوار فرهادیان*، رویا صداقت، مجتبی پولادی و رامین شرفی[۱]

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

چکیده

مصب ها یکی از مهم‌ترین اکوسیستم های آبی با تولید بالا می‌باشند که به لحاظ بوم‌شناختی و اقتصادی اهمیت دارند. این مطالعه به‌منظور بررسی پراکنش و فراوانی فیتوپلانکتون در مصب رودخانه حله (بوشهر- خلیج فارس) انجام شد. نمونه‌ها در اواسط هر فصل از تابستان ۱۳۹۰ تا بهار ۱۳۹۱ برای یک دوره یک ساله گرفته شد. نتایج نشان داد که اکسیژن محلول آب، درجه حرارت، شوری، pH و عمق روئیت سکشی دیسک به‌ترتیب در دامنه ۱۲/۲۵-۶/۴۵ میلی‌گرم در لیتر، ۳۴/۴-۱۳ درجه سانتی‌گراد، ۴۵-۹ قسمت در هزار، ۸/۲۳-۸/۰۴ و ۵۵-۴۰ سانتی‌متر 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 Ochrophyta بخصوص رده Bacillariophyceae غالب بود. دامنه فراوانی فیتوپلانکتون‌ها ۱۳۵۳۳/۳-۲۲۶۶/۷ ، ۱۱۸۶۶/۷-۴۹۳۳/۳، ۹۲۶۶/۷-۲۰۶۶/۷ و ۲۸۶۶۶/۷-۱۳۳۳/۳ سلول در لیتر به‌ترتیب در تابستان، پائیز، زمستان و بهار به‌دست آمد. هم‌چنین، رابطه هم‌بستگی معنی‌داری بین فراوانی فیتوپلانکتون با pH آب (۰/۵۷ =r و ۰/۰۱ >P) و شوری آب (۰/۵۲ =r و ۰/۰۵ >P) وجود دارد. این مطالعه نشان داد که Bacillariophyceae (دیاتومه‌ها) مهم‌ترین رده از فیتوپلانکتون در مصب حله هستند و هم‌چنین مهم‌ترین عوامل محیطی برای پراکنش و فراوانی فیتوپلانکتون pH و شوری آب مشخص گردید.

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

۱. گروه شیلات، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: omfarhad@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.9.2.4]

مقدمه

مصب‌ها، سیستم‌های پویا و پایداری هستند که به لحاظ تنوع‌زیستی و جغرافیایی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. چگونگی تنوع‌پذیری مصب‌ها به‌وسیله پویایی بیولوژیکی جمعیت‌ها، به‌خصوص پلانکتون‌ها منعکس می‌گردد (۷ و ۳۸). محیط‌های مصبی به‌عنوان 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، ۳۹ و ۴۰). پراکنش جمعیت‌های پلانکتونی در مصب به‌عنوان یک منطقه اکوتون به‌وسیله عوامل‌زیستی و پارامترهای غیرزیستی تحت‌تاثیر قرار می‌گیرد (۹ و۱۴). علاوه بر این، توزیع مواد غذایی و گازهای محلول در مصب ها تحت کنترل چرخش ها، 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 ظهور 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 می باشد.

فیتوپلانکتون‌ها به‌عنوان یکی از اجزاء اولیه بیولوژیکی، در انتقال انرژی به ارگانیزم‌های واقع در سطوح بالای زنجیره‌های انرژی در اکوسیستم های آبی، مطرح می باشند (۳۳ و۳۷).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 زیستگاه های مصبی شده است. بررسی ساختار جوامع فیتوپلانکتونی به‌خصوص پراکنش و فراوانی آنها جهت ارزیابی کیفیت و تعیین درجه تولید اولیه و آلودگی آب‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد(۱۰، ۲۷ و ۳۵). به‌عبارت دیگر، فیتوپلانکتون‌ها برای نظارت بر جنبه‌های معینی از محیط زیست از جمله وقایع هیدروگرافیکی، یوتریفکاسیون، آلودگی، آمار و ارقام گرم شدن و مشکلات زیست محیطی به لحاظ تغییرات درازمدت بسیار مفید هستند (۲۵). فیتوپلانکتون‌ها در سطح آب‌ها به لحاظ سطح تروفی وتولید اولیه اهمیت دارند. به‌عبارت دیگر ترکیب گونه‌ای فیتوپلانکتون‌ها از طریق توالی فصلی ، تنوع‌زیستی ، 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 به‌صورت موردی در مناطق مصبی در ایران به ندرت انجام شده است. با توجه به این‌که فیتوپلانکتون تاثیرات متنوعی بر تولید اولیه، ارتباطات تغذیه‌ای 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 ازحوزه خلیج فارس انجام گردیده است (۲، ۱۸، ۲۴، ۲۹ و ۳۱). ROPME در سال ۲۰۰۳ (۳۱) گزارش داد که بیشترین غلظت موادغذایی نیترات، فسفات و سیلیکات از رودخانه های واقع در مناطق شمالی خلیج فارس یعنی کارون و حله وارد می‌شود. رودخانه حله که با حجم در حدود۵/۲ 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 می باشد (۳۱). دشت حله عمدتاً از رسوبات ریزدانه از جنس سیلت و رس تشکیل شده (۳۰) که تا ورود رودخانه به خلیج فارس ادامه دارد (۳۱).

با توجه به این‌که برنامه‌های نظارت بر آب‌های شور بهتر است براساس شناسایی گروه‌های مختلف تاکسونومیکی باشد تا

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.9.2.4]

هزینه‌های برنامه‌های نظارتی برای مدیریت این آب‌ها کاهش یابد. لذا بررسی پراکنش و فراوانی فیتوپلانکتون در فصول مختلف سال اطلاعات کاربردی اکولوژیک و بیولوژیک را برای تعیین توان اکولوژیک و نظارت ومدیریت آتی این منابع اکولوژیک مشابه فراهم خواهد نمود. اگرچه در این پژوهش بررسی تغییرات ساختاری جامعه فیتوپلانکتون‌ها موردبررسی قرارگرفت اما ما گمان داریم که مدیریت و نظارت درازمدت این مصب می‌تواند براساس ساختار جامعه فیتوپلانکتونی، کیفیت آب و بررسی روند تغییرات پی‌درپی انجام شود. هدف از این بررسی، مطالعه بررسی ترکیب، فراوانی و پراکنش فیتوپلانکتون و ارتباط آن با پارامترهای کیفی آب مصب حله می‌باشد. نتایج این مطالعه می‌تواند در مدیریت و حفاظت این اکوسیستم آبی مفید واقع گردد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری

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 شبانکاره و زیارت عبور نموده و پس از طی مسیر ۵۴ کیلومتری در جنوب غربی برازجان به خلیج فارس می‌ریزد. مساحت حوضه این رودخانه ۱۰۳۵۰ کیلومتر مربع و دبی متوسط آن ۱۷۰ مترمکعب در ثانیه می‌باشد. دشت حله عمدتاً از رسوبات ریزدانه از جنس سیلت و رس تشکیل شده که تا ورود رودخانه به خلیج فارس ادامه دارد.

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

نمونه برداری و اندازه گیری پارامترها

مشخصه‌های کیفی آب شامل دما، pH، اکسیژن محلول و عمق‌رویت در محل هر ایستگاه به‌ترتیب با استفاده از دماسنج جیوه‌ای، pH متر (دیجیتالSchottgerate، مدل ۶۶۶۲۲۱،ساخت آلمان)، اکسیژن متر (مدل Paqualab ELE، ساخت آلمان) و صفحه سکشی اندازه‌گیری شد. در این مقاله میانگین پارامترهای موردنظر برای هر فصل گزارش شد (جدول ۲). نمونه‌برداری از فیتوپلانکتون در اواسط هر فصل از تابستان ۱۳۹۰ (مرداد ماه) تا بهار ۱۳۹۱ (اردیبهشت ماه)، با نمونه‌برداری آب از عمق ۰/۵ متری از سطح آب با استفاده از نمونه‌بردار Von Dorn انجام شد و سپس با استفاده از لوگول ایودین (۱ میلی‌لیتر به ازاء هر ۲۰۰ میلی‌لیتر نمونه) مورد تثبیت قرارگرفت (۲۵).

شناسایی گونه‌های مختلف فیتوپلانکتونی با استفاده از کلیدهای شناسایی فیتوپلانکتون آب شور و لب شور انجام گرفت (۵، ۸، ۱۵، ۲۱ و ۴۲). شمارش فیتوپلانکتون موجود با استفاده از لام سدویک 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).

$$D = (N\times1000)/A\times d\times F$$

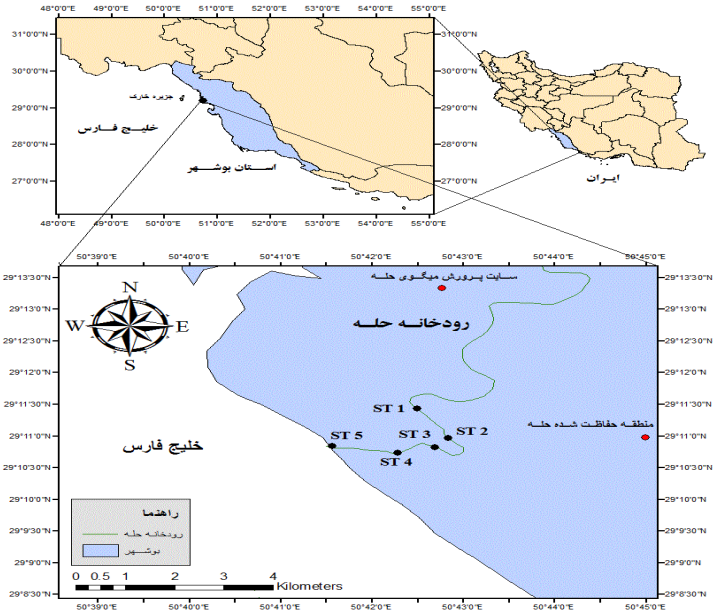
در این رابطه، D= فراوانی فیتوپلانکتون برحسب سلول در میلی‌لیتر، N= تعداد سلول‌های شمارش شده، A= سطح مربعات (میلی‌متر مربع)، d= عمق مربعات (عمق لام سدویک رفتر) (میلی‌متر) و F= تعداد مربعات شمارش‌شده هستند.

آنالیزهای آماری

داده‌های به‌دست آمده ابتدا با استفاده از آزمون کولموگراف- اسمیرونف بررسی گردید و پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، اختلاف معنی‌دار بین پارامترها در فصول و ایستگاه‌های نمونه‌برداری با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه (One–way ANOVA) بررسی شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد (۴۱). ضریب هم‌بستگی

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.9.2.4]



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

پیرسون بین پارامتر ها 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 به‌ترتیب ۳۲/۴ درجه سانتی‌گراد و ۶/۸ میلی‌گرم بر لیتر در تابستان، ۱۹/۲ درجه سانتی‌گراد و ۷/۱ میلی‌گرم بر لیتر در پاییز، ۱۳/۶ درجه سانتی‌گراد و ۱۱/۳ میلی‌گرم بر لیتر در زمستان، ۲۳/۰ درجه سانتی‌گراد و ۸/۴ میلی‌گرم بر لیتر در بهار بود. هم‌چنین میانگین فصلی عمق رویت سکشی، شوری و pH به‌ترتیب ۴۴/۴ سانتی متر ۳۹/۶ قسمت در هزار و ۸/۱ در تابستان ، ۴۸ سانتی‌متر، ۳۷/۶ قسمت در هزار و ۸/۱ در پائیز، ۵۰ سانتی‌متر،۱۷/۲ قسمت در هزار و ۸/۱ در زمستان، ۴۵/۲ سانتی‌متر، ۲۷/۸ قسمت در هزار و ۸/۲ در بهار بود (جدول ۲).

در این مطالعه، ۵ شاخه از جوامع فیتوپلانکتونی شامل Ochrophyta ، Myzozoa ، Cyanophyta ، Chlorophyta و Haptophyta شناسایی گردید (جدول ۳).

شاخه Ochrophyta بیشترین حضور و شاخه Haptophyta کمترین حضور را در فصول نمونه‌برداری در مصب حله را نشان

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.9.2.4]

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

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

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است (P>۰/۰۵).

داد. از شاخه Ochrophyta رده Bacillariophyceae با ۱۵ خانواده و۲۲ جنس و هم‌چنین از شاخه Myzozoa رده Dinophyceae با ۶ خانواده و ۸ جنس بیشترین گونه ها را در مصب حله نشان دادند.

نتایج نشان داد که فراوانی جوامع فیتوپلانکتونی در فصول و ایستگاه‌های مختلف مصب حله با هم تفاوت معنی داری دارند(جدول ۵، P<۰/۰۵). در ایستگاههای ۱ تا ۵ به‌ترتیب در تابستان ۲۲۶۶/۷، ۴۰۰۰/۸، ۵۴۰۰/۴، ۸۷۳۳/۳ و ۱۳۵۳۳/۳ سلول در لیتر؛ در پائیز ۴۹۳۳/۳ ، ۵۷۳۳/۳۳، ۹۳۳۳/۳، ۹۹۳۳/۳ و ۱۱۸۶۶/۷ سلول در لیتر؛ در زمستان ۲۰۶۶/۷، ۳۴۶۶/۷، ۴۴۰۰/۶، ۹۲۶۶/۶ و ۷۰۶۶/۷ سلول در لیتر؛ در بهار ۱۳۳۳/۳، ۳۴۰۰/۴، ۲۳۳۳/۳، ۹۰۰۰/۲ و ۲۸۶۶۶/۷ سلول در لیتر محاسبه گردید. مقایسه فراوانی در ایستگاه‌ها و فصول مختلف نشان داد که درتمام فصول 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). درصد فراوانی نسبی رده‌های مختلف فیتوپلانکتونی در فصول مختلف در شکل های ۲ تا ۵ به تفکیک ارائه شده است. نتایج نشان داد که فراوانی نسبی Bacillariophyceae در تمام ایستگاه‌ها و فصول از پراکنش مناسبی برخوردار بود (اشکال ۲-۵).

هم‌بستگی مشخصه‌های کیفی اندازه‌گیری شده آب با فراوانی فیتوپلانکتون در جدول۶ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بین فراوانی فیتوپلانکتون با شوری (P<۰/۰۵ و r=۰/۵۲) و pH (P<۰/۰۱ و r= ۰/۵۷)، شوری با اکسیژن محلول(P<۰/۰۱ و r= -۰/۶۷۹) و دما (P<۰/۰۵ و r= ۰/۴۴)، اکسیژن محلول با دما (P<۰/۰۱ و r= - ۰/۷۵) و عمق رویت سکشی (P<۰/۰۱ و r= ۰/۵۹)، دما با عمق رویت سکشی (P<۰/۰۱ و r= -۰/۶۳) هم‌بستگی معنی‌داری وجود دارد (جدول۶).

بحث و نتیجه‌گیری

مصب‌ها جزء پرتولیدترین اکوسیستم‌های دریایی به حساب می‌آیند که فیتوپلانکتون از اجزای این سیستم‌ها به‌شمار می‌روند. اکوسیستم‌های مصبی تحت تاثیر تغییرات اقلیمی، سیستم‌های بسیار حساسی می باشند(۱۹). بنابراین اکوسیستم مصب رودخانه حله به‌لحاظ تغییرات ناشی از شرایط اقلیمی در این محیط، تغییرات چشمگیری را در تراکم و توالی جمعیت 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 می باشد (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 باسیلاریوفیسه تشکیل داد(۲). براساس

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.9.2.4]

جدول ۳. ساختار کلی جامعه فیتوپلانکتونی درمصب رودخانه حله، استان بوشهر

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

مطالعات خدادادی در سال۱۳۷۰ ، دیاتومه‌ها گروه غالب ۸۴ فیتوپلانکتونی در محدوده بحر کانسر تا خلیج نایبند را تشکیل می دادند(۱). هم‌چنین در بررسی تنوع زیستی فیتوپلانکتون حوزه ایرانی خلیج فارس توسط فلاحی در سال ۱۳۸۲،

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.9.2.4]

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
Bacillaria	-	-	-	+
Nitzschia	+	+	+	+
Pseudonitzschia	+	+	+	+
Amphora	+	-	+	-
Bacteriastrum	+	+	+	-
Chaetoceros	+	+	+	+
Coscinodiscus	+	+	+	+
Fragilaria	+	+	+	-
Eucampia	+	+	-	-
Leptocylindrus	+	+	+	+
Navicula	+	+	+	+
Manguinea	-	+	-	+
Pleurosigma	+	+	+	+
Dactyliosolen	-	+	-	-
Rhizosolenia	+	+	+	+
Surirella	+	+	+	+
Thalassiosira	-	+	-	-
Thalassionema	+	+	+	+
Thalassiothrix	-	+	-	+
Odontella	+	+	+	+
Dictyocha	-	+	+	-
Dinobryon	+	-	-	+
Ceratium	+	+	+	+
Dinophysis	-	+	+	-
Ornithocercus	+	+	+	+
Phalacroma	-	-	+	-
Gymnodinium	+	+	+	+
Prorocentrum	-	+	+	-
Protoperidinium	+	+	-	-
Pyrophacus	+	+	-	-
Oscillatoria	+	+	+	+
Spirulina	+	-	-	-
Halosphaera	-	+	-	-
Chaetonella	+	-	-	+
Phaeocystis	-	+	-	+

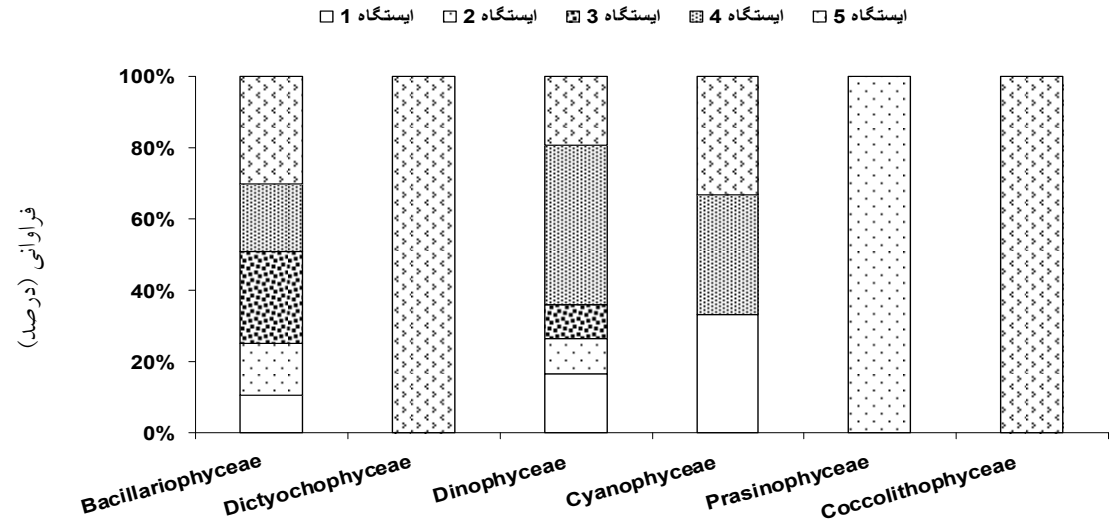
[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.9.2.4]

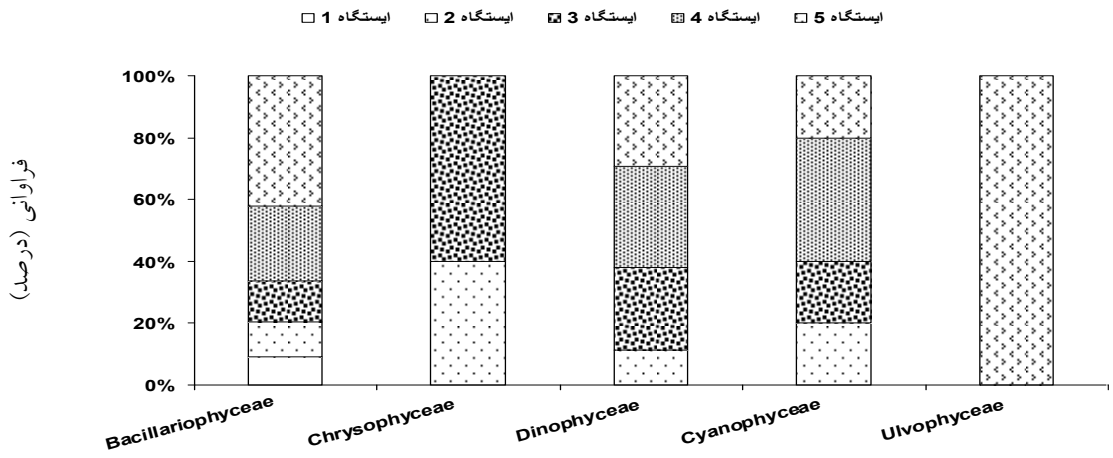
جدول ۵. میانگین (± خطای استاندارد) فراوانی فیتوپلانکتون (سلول در لیتر) در مصب حله، استان بوشهر

ایستگاه	تابستان ۱۳۹۰	پائیز ۱۳۹۰	زمستان ۱۳۹۰	بهار ۱۳۹۱
۱	۲۲۶۶/۷±۳۱۸/۹$^{b\ E}$	۴۹۳۳/۳±۴۸۱/۳$^{a\ C}$	۲۰۶۶/۷±۲۲۷/۳$^{b\ D}$	۱۳۳۳/۳±۲۱۶/۵$^{b\ E}$
۲	۴۰۰۰/۸±۱۰۸/۱$^{ab\ D}$	۵۷۳۳/۳±۲۱۶/۱$^{a\ C}$	۳۴۶۶/۷±۶۴۱/۶$^{b\ C}$	۳۴۰۰/۴±۳۲۴/۷$^{b\ C}$
۳	۵۴۰۰/۴±۲۳۷۴$^{b\ C}$	۹۳۳۳/۳±۲۸۵/۸$^{a\ B}$	۴۴۰۰/۶±۳۹۳/۷$^{b\ C}$	۲۳۳۳/۳±۴۳۲/۵$^{c\ D}$
۴	۸۷۳۳/۳±۸۵۴/۲$^{a\ B}$	۹۹۳۳/۳±۹۲۲/۹$^{a\ B}$	۹۲۶۶/۷±۲۵۹۲/۶$^{a\ A}$	۹۰۰۰/۲±۱۱۰۲/۳$^{a\ B}$
۵	۱۳۵۳۳/۳±۱۲۰۴/۵$^{b\ A}$	۱۱۸۶۶/۷±۱۰۶۱/۴$^{b\ A}$	۷۰۶۶/۷±۵۹۳/۱$^{b\ B}$	۲۸۶۶۶/۷±۴۵۰۶/۸$^{a\ A}$

حروف مشابه در ستون‌ها (حروف بزرگ، مقایسه ایستگاه‌ها) و ردیف‌ها (حروف کوچک، مقایسه فصول)، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است (P>۰/۰۵)



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

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.9.2.4]

دیاتومه‌ها با ۹۷ گونـه غالبیـت جامعـه فیتوپلانکتـونی را شـامل شـدند(۳). مطالعـات Dorgham و Moftah در سـال ۱۹۸۶ نیـز بیانگر تنوع زیاد اجتماعات فیتوپلانکتونی خصوصاً دیاتومه ها و داینوفلاژلات‌ها در خلیج فارس است(۱۲).

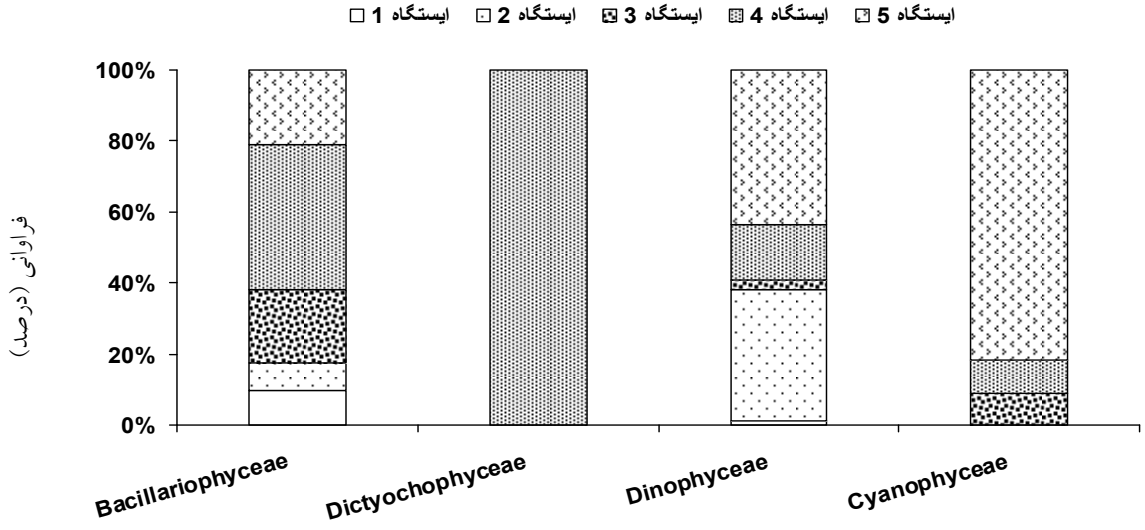
توزیع مکانی گونه‌های مربوط به دیاتومـه در مصـب‌هـا بـه پراکندگی و اختلاط فرآیندهای آغـازی، زمـانی کـه آب دریـا و رودخانه با یکدیگر برخورد می کنند، بستگی دارد. دیاتومـه هـا همیشـه تـرجیح مـی دهنـد تـا در منـاطق کـم عمـق، آشـفته و فراچاهنـده واقـع در منطقـه سـاحلی بـه‌عنـوان جامعـه غالـب فیتوپلانکتون زندگی کنند. وفور مـواد غـذایی و انـرژی نـورانی ناشی از خورشید در مناطق کم عمق و آشفته ، به‌طـور شـدیدی تولید این ارگانیسم های میکروسکوپی را به‌واسطه فعالیـت‌هـای فتوسنتزی و تولیدمثلی افـزایش مـی‌دهـد. غالبیـت دیاتومـه‌هـا، نشان‌دهنده ناپایداری فیزیکی در محیط‌هـای سـاحلی کـم‌عمـق می‌باشد (۱۶ و ۳۶). بنـابراین، همـان‌طـور کـه در ایـن مطالعـه نیزمشاهده گردیـد، غالبیـت دیاتومـه‌هـا در میـان سـایر جوامـع فیتوپلانکتونی بسیار معمول اسـت. انـدازه جمعیـت و فراوانـی نسبی هر یک از گونه‌هـای فیتوپلانکتـونی درون مجموعـه‌هـای پلانکتونی تابعی از توانایی‌های مختلف برای تولیدمثـل و زنـده ماندن در محیط زیست مصب‌ها می‌باشد (۱۶ و ۳۶).

در تمام فصول، میزانpH در محدوده قلیایی قـرار داشـت و دامنـه‌ای از ۸/۱ در تابسـتان تـا ۸/۲ در بهـار را نشـان داد کـه براساس آزمون هم‌بستگی پیرسون در مقایسه با سایر پارامترهای اندازه‌گیـری شـده، بیشـترین میـزان هـم‌بسـتگی را بـا فراوانـی فیتوپلانکتون داشت($P<0/01$). این امکـان وجـود دارد کـه pH دریا بر عملکرد و رشـد فیتوپلانکتـون بـه‌وسـیله یـک‌سـری از مکانیسم‌های موجود، تاثیرگذار باشد. در pH بسیار بالا بـه‌دلیـل عدم امکان استفاده از بـی‌کربنـات‌هـا، محـدودیت کـربن اتفـاق می‌افتد کـه مـی‌توانـد بـر میـزان تولیـد اولیـه اثـر گـذار باشـد (۶، ۱۱ و ۲۳). تغییـر در pH محـیط مـی‌توانـد باعـث ایجـاد تغییرات در تعادل یونی مصب‌ها گردد. در pH بالا و یا پایین‌تـر از حد مطلوب، سلول جهت حفظ شـرایط داخلـی بایـد انـرژی بیشتری را مورداستفاده قرار دهد که در این‌صورت واکنش‌هـای آنزیمی درون سلولی مختل می‌شود. بنابراین بـا انحـراف از pH بهینه، عملکرد آنـزیم‌هـای درون‌سـلولی و فرآینـدهای غشـایی، باعث تغییر در فعالیت سلولی در فیتوپلانکتون می‌گردد (۲۲).

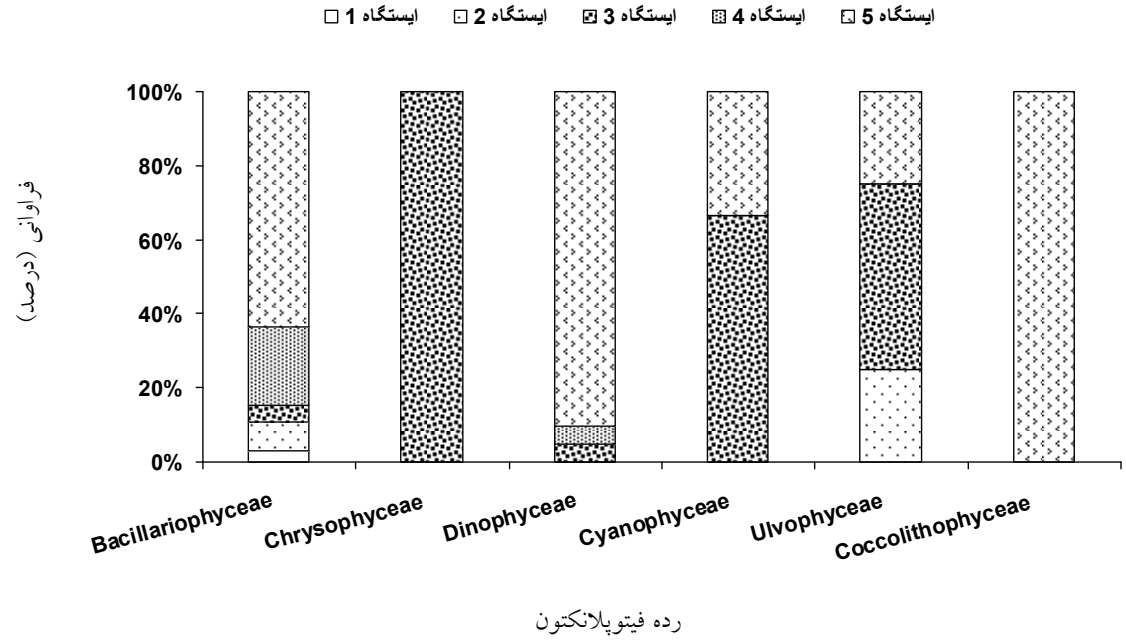
تولیدمثل، رشد، ترکیب و فراوانی گونه‌هـای فیتوپلانکتـونی تحت‌تاثیر بسیاری از متغیرهای محیطی به‌خصوص شوری، مواد مغذی، شفافیت و درجه حرارت هستند (۱۷). اکثر فیتوپلانکتون به‌ویژه دیاتومه‌ها، قادر بـه تحمـل و مانـدگاری در محـیط‌هـای مصبی، به‌رغم نوسانات متعدد شوری هستند. ناهمگونی محیطی در محل مصب‌ها، جهت رشد پلانکتونی ضـروری مـی‌باشـد و شوری یکی از شاخص‌های پویای طبیعی در سیستم‌های تبـادلی می‌باشد (۳۲ و۳۴). در این مطالعه، شوری مصب حله دامنـه ای از ۱۷/۲ قسمت در هزار در زمستان تا ۳۹/۶ قسمت در هزار در تابستان داشت و میزان نوسانات شوری هم‌بسـتگی مثبتـی را بـا فراوانی فیتوپلانکتون نشان داد ($P<0/05$). در مصـب رودخانـه حله فراوانی فیتوپلانکتون، وابسته به روند افزایش میزان شوری، با نزدیک شدن به دهانه مصب افزایش نشان‌داد. بنـابراین، تغییـر 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 Dictyochophycea شناسایی شـد در حـالی‌کـه جنس‌های از Coccolithophycea تنها در ایسـتگاه ۵ در بهـار و پائیز وجود داشت. بـا توجـه بـه‌ایـن‌کـه ایـن دو رده اغلـب در محیط‌های دریایی زیست می‌نمایند لذا در دهانه مصب یعنی در ایستگاه‌های ۴ و ۵ پراکنش دارند از سوی دیگر به‌نظر مـی‌رسـد که تاثیرات دمای آب به‌خصوص دماهای پـایین‌تـر بـر حضـور جنس های از Dictyochophycea بسیار موثرتر اسـت. بـه‌طـور کلی بـاتوجـه بـه‌ایـن‌کـه میـزان تحمـل نسـبت بـه شـوری در فیتوپلانکتون متفاوت است و براساس تحمـل آنهـا را بـه گونـه یوری هالین و استنوهالین تقسـیم مـی‌نماینـد. تغییـرات شـوری می‌تواند به اندازه کافی بر فیتوپلانکتون استنوهالین موثر باشـد و به‌صورت برگشت‌ناپذیری جمعیت فیتوپلانکتون محلی را تغییر. دهد و یک جامعه جدید در اوج را ایجاد نمـاید در مصب حله،

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.9.2.4]



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



شکل ۵. درصد فراوانی نسبی فیتوپلانکتون در بهار۱۳۹۱ در مصب رودخانه حله، استان بوشهر

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

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

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.9.2.4]

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

پارامتر	فراوانی فیتوپلانکتون	شوری	اکسیژن محلول	pH	دما
شوری	۰/۵۱۶*	۱			
اکسیژن محلول	-۰/۰۸۰	-۰/۶۷۹**	۱		
pH	۰/۵۶۷**	۰/۱۴۳	۰/۰۶۶	۱	
دما	۰/۰۳۴	۰/۴۹۶*	-۰/۷۴۷**	۰/۰۶۸	۱
عمق رویت سکشی	۰/۲۴۰	-۰/۱۹۶	۰/۵۹۰**	۰/۰۸۵	-۰/۶۲۶**

فیتوپلانکتونی به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی تولید و آلودگی مورداستفاده قرار می گیرند، بنابراین توصیه می‌گردد که جهت مدیریت پایدار و سلامت اکوسیستم‌های مصبی به‌عنوان یک منطقه اکوتون، به‌طور سالانه پراکنش و فراوانی این موجودات و ارتباط آن با سایر پارامترهای محیطی و موادمغذی به‌همراه ارتباط آنها با سایر موجودات زنجیره های غذایی مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

نویسندگان بدین‌وسیله 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 میگوی کشور و مرکز مطالعات خلیج فارس به‌لحاظ همکاری‌های ارزنده در مراحل نمونه‌برداری تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع مورد استفاده

۱. خدادادی، م. ۱۳۷۰. گزارش نهایی پروژه شناسایی و فراوانی پلانکتون های خلیج فارس (از بحرکانسر تا خلیج نایبند). سازمان تحقیقات و آموزش شیلات ایران، مرکز تحقیقات شیلاتی خلیج فارس، ۴۵ ص.

۲. سواری، ا. ۱۳۶۱. بررسی پلانکتون های منطقه بوشهر-کنگان، خلیج فارس. سازمان تکثیر و توسعه آبزیان وزارت کشاورزی، ۱۰۲ ص.

۳. فلاحی کپورچالی، 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. Sigee. 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.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.9.2.4]

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 eutriphication 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. 5th 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 Emilianiahux-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 vembakottai 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. Rabbaniha, 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. Saravanakumar, 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 Nicober 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.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.9.2.4]

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 Progresses Series* 288: 45-57.
41. Zar, J. H. 1984. Bioststistical analysis, 2nd 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.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.9.2.4]