View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان:

بررسی تراکم و تنوع فیتوپلانکتون با تأکید بر پتانسیل شکوفایی جلبکی درحوزه جنوبی دریای خزر– استان مازندران

مجری :
آسیه مخلوق

شماره ثبت
٤٤٧٦٣

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان پروژه : بررسی تراکم و تنوع فیتوپلانکتون با تاکید بر پتانسیل شکوفایی جلبکی درحوزه جنوبی دریای خزر- استان مازندران

شماره مصوب پروژه : ۹۱۰۰۲-۹۱۵۷-۱۲-۷۶-۱۴

نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : آسیه مخلوق

نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : -

نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : آسیه مخلوق

نام و نام خانوادگی همکار(ان) : حسین نگارستان ، رضا پورغلام، حسن نصراله زاده ساروی، محمد علی افرایی، ابوالقاسم روحی ، فاطمه سادات تهامی، علیرضا کیهان ثانی، نوربخش خداپرست، عبداله نصراله تبار، سید ابراهیم صفوی، مرضیه رضایی، مجید ابراهیم زاده

نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -

نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : فرشته اسلامی

محل اجرا : استان مازندران

تاریخ شروع : ۹۱/۲/۱

مدت اجرا : ۲ سال

ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ انتشار : سال ۱۳۹٤

حق چاپ برا ی مولف محفوظ است. نقل مطالب، تصاویر و جداول، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است.

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

پروژه : بررسی تراکم و تنوع فیتوپلانکتون با تاکید بر پتانسیل شکوفایی جلبکی درحوزه جنوبی دریای خزر- استان مازندران

کد مصوب : ۹۱۰۰۲-۹۱۵۷-۱۲-۷۶-۱٤

شماره ثبت (فروست) : ٤٤٧٦٣ تاریخ : ۹۳/۱/۳۰

با مسئولیت اجرایی سرکار خانم آسیه مخلوق دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته بیولوژی دریا می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده ■ مرکز□ ایستگاه□

با سمت کارشناس ارشد در پژوهشکده اکولوژی دریای خزرمشـــــغول بوده است.

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
۱-مقدمه ۳
۱-۱-مروری بر مطالعات گذشته ۴
۲- مواد و روش ها ۷
۲-۱- محل و زمان نمونه برداری ۷
۲-۲- سنجش کمی و کیفی فیتوپلانکتون ۸
۲-۳- آمار و محاسبات ۱۰
۳- نتایج ۱۱
۳-۱- تراکم ۱۱
۳-۲- زی توده ۲۸
۴- بحث ۳۶
منابع ۴۹
پیوست ۵۴
چکیده انگلیسی ۵۶

چکیده

این تحقیق به منظور تعیین تراکم، زی توده و تنوع فیتوپلانکتون و تغییرات زمانی-مکانی آن ها در چهار نیم خط عمود بر ساحل (تنکابن، نوشهر، بابلسرو امیر آباد) در استان مازندران، طی شش ماه از فصول مختلف در سال ۱۳۹۱ انجام گردید. تعداد ۷۲ نمونه آب از لایه سطحی در ایستگاههای دارای ۵، ۱۵ و ۳۰ متر عمق جمع آوری شدند و سپس بررسی های کمی و کیفی نمونه ها منطبق با روش کار موجود در آزمایشگاه پلانکتون استاندارد شده (ISO۱۷۰۲۵) در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر انجام گردید. مطالعه تنوع فیتوپلانکتون در بررسی کیفی نشان داد که در ساختار آن ۱۱۲ گونه شرکت داشته اند که در ۹ شاخه ی باسیلاریوفایتا (Bacillariophyta)، پیروفایتا (Pyrrophyta)، سیانوفایتا (Cyanophyta)، کلروفایتا (Chlorophyta)، اگلنوفایتا (Euglenophyta)، کریپتوفایتا (Cryptophyta)، کریزوفایتا (Chrysophyta) ، هاپتوفیتا (Haptophyta) و زانتوفایتا (Xantophyta) طبقه بندی گردیدند. ضمن آنکه موجودات تاژکدار فیتوپلانکتونی با حداکثر طول خطی (MLD) کمتر از ۱۰ میکرون نیز مشاهده گردیدند که تحت گروه تاژکداران کوچک(Small flagellates) تقسیم بندی شدند. بطوریکه در شاخه باسیلاریوفایتا (۴۲) ، پیروفایتا (۱۸)، سیانوفایتا (۱۴)، کلروفایتا (۱۵) واگلنوفایتا (۱۱) گونه جای گرفت. تعداد گونه در سایرشاخه ها از ۱ تا ۳ عدد متغیر بوده است.میانگین تراکم فیتوپلانکتون به همراه خطای استاندارد درطی دوره نمونه برداری ۳۲ ± ۱۶۴ میلیون سلول در مترمکعب بود. بررسی نشان داد که تراکم از اردیبهشت تا شهریورتقریبا" ۲ برابر افزایش یافت و سپس با حدود ۲/۵ برابر کاهش در آبان با شیب تند در ماههای دی و اسفند افزایش نشان داد. بطوری که میانگین تراکم در ماههای دی و اسفند حدودا" ۵ برابر میانگین تراکم در سایر ماههای مورد بررسی،گردید.میانگین تراکم درنیم خط های غرب استان یعنی تنکابن و نوشهر به ترتیب ۱/۶ و ۲ برابرمیانگین تراکم درنیم خط شرقی (امیرآباد) گردید. باسیلاریوفایتا با ۸۹ درصد بیشترین درصد تراکم را در بین شاخه‌های فیتوپلانکتونی دارا بوده است. پیروفایتا، سیانوفایتا و کلروفایتا به ترتیب رتبه های بعدی از درصد تراکم را بدست آوردند. شاخه ی کریزوفایتا و گروه تاژکداران کوچک (۱/۴) درصد تراکم یکسانی را نشان دادند. بررسی ماهانه میانگین تراکم گونه های غالب نشان داد که *Chaetoceros throndsenii* در سه ماه اول نمونه برداری یعنی ماه های اردیبهشت، تیر و شهریور بعنوان اولین گونه غالب حضور یافت ولی در ماه های آبان، دی و اسفند به ترتیب گونه های *Thalassionema nitzschioides*، *Skeletonema costatum* و *Pseudonitzschia seratia* در رتبه اول تراکم قرار گرفتند. میانگین زی توده فیتوپلانکتون به همراه خطای استاندارد (SE) در طی دوره ۱ /۱۸ ± ۱۵۶/۵ میلی گرم در مترمکعب بدست آمد. میانگین زی توده در ماههای فصول تابستان و زمستان بالاتر از ماه های دو فصل دیگرثبت گردید. زی توده فیتوپلانکتون در طی مطالعه عمدتا" تحت تاثیرباسیلاریوفایتا و پیروفایتا شکل گرفت. در ماههای مربوط به فصول بهار و تابستان *Cyclotella meneghiniana* و *Coscinodiscus jonesianus* از باسیلاریوفایتا و در ماههای مربوط به فصول پاییز و زمستان گونه *Prorocentrum proximum* از پیروفایتا نخستین گونه های غالب در زی توده را تشکیل دادند.گونه های ریز سایز وتاژکدار

موجود در شاخه های مختلف (کریزوفایتا، باسیلاریوفایتا و ..) اهمیت زیادی در تشخیص وضعیت اکولوژیکی و کیفیت آب بخصوص از بهار تا پاییزداشته اند. افزایش تراکم آن ها در محدوده زمانی فوق تحت تاثیر عوامل مختلف بیانگردریافت مواد مغذی از لایه های عمقی بوده است. جایگزینی گونه های غالب در فصول پیش از زمستان، از فرم های انفرادی، کلنی های کوچک و رشته های کوتاه به *Pseudonitzschia seriata* و *Skeletonema costatum* دارای فرم زنجیره ای متوسط تا بلند در زمستان بیانگر افزایش مواد مغذی در لایه سطحی ناشی از اختلاط عمودی در ستون آب است. بنظر می رسد که وجود استرس و عدم ثبات در اکوسیستم، به نفع گونه های دارای پتانسیل شکوفایی بخصوص *Chaetoceros throndsenii* و *Pseudonitzschia seriata* بوده است. توان رشد و تکثیر در محیط فاضلابی و پتانسیل تولید سم به ترتیب ازدیگر خصوصیات اکولوژیکی و فیزیولوژیکی قابل توجه در این گونه ها می باشد.

کلمات کلیدی: فیتوپلانکتون، تراکم، زی توده، تنوع،استان مازندران، دریای خزر

۱-مقدمه

دریای خزر بزرگترین دریا محصور در جهان است که مساحت و حجم آن به ترتیب ۳۹۰۰۰۰ کیلومتر مربع و ۷۸۰۰۰۰ کیلومتر مکعب می باشد. منطقه دریای خزر که بوسیله پنج کشور روسیه، آذربایجان، ایران، ترکمنستان و قزاقستان احاطه شده نقش کاملا" بارزی را در جهان و نیز اقتصاد جهانی ایفا می کند. حدود ۴ درصد از جمعیت جهان مربوط به کشورهای حاشیه خزر می باشد و حدوداً ۳درصد از ذخایر نفتی دنیا در دریای خزر وجود دارد (Zonn *et al*., 2010). پیچیدگی شکل گیری دریای خزر و جداشدگی آن درهزاران سال پیش از سایرآب های کره زمین، سبب گردید که این محیط آبی نه تنها از نظر خواص فیزیکوشیمیایی بلکه زیستگاه ها و موجودات زنده آن نیز خاص گردند. مواد مغذی از رودخانه ها و عمدتا" بوسیله ولگا با ۸۰٪ آب ورودی به آن وارد می شود. تا قبل از انجام فعالیتهای سازه ای بر روی این دریا و رودخانه های مربوطه، مواد مغذی عمدتا" در اواخر بهار و اوایل تابستان به آن وارد می شد. اما با احداث سد ها بخصوص بر روی ولگا از ورود مواد مغذی به طریق کلاسیک جلوگیری شده است. به این ترتیب مواد مغذی در نواحی مختلف (شمالی، مرکزی، جنوبی) عمدتا" از سیکل داخل اکوسیستم و باران تامین می گردد (Kosarov and Yablonskaya, 1994).

استفاده انسان از دریا و بهره برداری از منابع آن، این اکوسیستم تقریباً بسته را به میزان بالایی در معرض خطر آلودگیهای مختلف اعم از آلودگی نفتی، سموم، شوینده ها ، فلزات سنگین و بیولوژیکی قرار داده است. بطوریکه بسیاری از گونه های با ارزش آن از جمله ذخایر ماهیان خاویاری و ۲ گونه شاه ماهی در معرض کاهش شدید و یا نابودی قرار گرفته است (Zonn *et al*., 2010) . کاهش گونه های بومی و افزایش گونه های مضر و جدید در موجودات میکروسکوپی دریا از جمله فیتوپلانکتون ها نیز روی داده است (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۱). تغییرات فصلی ترکیب گونه ای و جمعیت فیتوپلانکتون امری طبیعی است که تحت تاثیر تغییرات شدت نور، طول مدت روز، درجه حرارت و.. صورت می گیرد (Kasymov, 2004). این جمعیت زیاد در حلقه ی ارتباط با سایر رویدادهای موجود در طبیعت نظیرچرای موجودات مصرف کننده تعدیل می گردد و توازن اکوسیستم را به هم نمی زند. اما در اثر عوامل مختلف نظیر آلودگی های با منشا انسانی و نیز آلودگی های بیولوژیکی نظیر ورود گونه های مهاجم، تعادل و پایداری طبیعی اکوسیستم دچار اختلال می گردد و جمعیت گونه های خاصی از فیتو پلانکتون به خصوص انواع مضر و یا سمی به شدت افزایش می یابد، به نحوی که موجب آسیب های مختلف می گردد. افزایش جمعیت در بسیاری از موارد منجر به شکوفایی جلبکی می شود که به اختصار HABs (Harmful Algal Blooms) نامیده می شود. این اصطلاح در گذشته عموما" به شکوفایی اشاره می کرد که با ایجاد رنگ قرمز سبب تغییر رنگ آب می شد، لذا معادل با کشند قرمز در نظر گرفته می شد. در حالی ممکن است شکوفایی تحت تاثیر گونه هایی صورت گیرد که رنگ آب را به رنگ های دیگری همچون شیری و یا قهوه ای در آورند. گسترش جهانی بلوم (شکوفایی) جلبک های مضر سبب اجرای پروژ هایی در سطوح مختلف بخصوص ملی و منطقه ای گردیده است. افزایش HABs اثرات منفی بر سلامت

مردم،بهداشت غذاهای دریایی، منابع طبیعی، اکوسیستم، مزارع پرورش آبزیان، فعالیتهای اقتصادی وابسته به دریا و گردشگری می گذارد. در ضمن شکوفایی جلبکی بیماری های انسانی، مرگ ومیر، آنوکسی و... را در نقـاط مختلف جهان به همراه داشته است.

بنابراین بدلیل اهمیت اکولوژیکی و اقتصادی اثرات این گونه ها، امروزه شناسایی و بررسی الگوی جمعیتی این گروه از میکروارگانیزم ها (فیتوپلانکتون) اهمیت زیادی در درک وشناخت اکوسیستم دارد. نتایج این اطلاعات یا مستقیما" و یا با محاسبه شاخص های بیولوژیکی و اکولوژیکی مانند شانون، ساپروبی و تروفیکی با تعیین سطح کیفی آب برای درک وضعیت موجود و حاکم بر اکوسیستم و نیز تبادلات آبی با آب های مناطق مجاور کاربرد دارد.

۱-۱ مروری بر مطا لعات گذشته

اولین مطالعات فیتوپلانکتون در دریای خزر در دهه سوم قرن نوزدهم آغـاز گردیـد (Kiselev, 1938) و Proskina and Makarova (1968) توانستند مطالعات پیشین را به خوبی مدون نمایند. آنها در این مطالعه با معرفـی ۲۸۵ گونـه معرفی شده توسط سایر محققین به تشریح و توزیع جغرافیایی و اکولوژیکی گونه های نقاط مختلف دریای خزر پرداختند.

بر اساس مطالعه انجام شده توسط Levshakova (1985) برای خزر شمالی، میانی و جنـوبی بـه ترتیـب ۴۱۴، ۲۲۵ و ۶۸ گونه فیتوپلانکتون اعلام گردید. Akhundova(1999) در خزر جنوبی ۱۹۲ فیتوپلانکتون را معرفی نمـود و آنهـا را در ۶ گـــروه ســـیانوفایتا (Cyanophyta)، اگلنوفایتـــا (Euglenophyta)،کریزوفایتـــا (Chrysophyta) ، دیاتومـــه (Diatome)، داینوفایتا (Dinophyta) و کلروفایتا (Chlorophyta) طبقه بندی نمود. ترکیب فیتوپلانکتونی دریای خزر بسیار شبیه به گونه های موجود در دریای سیاه بوده است، که این امر بدلیل تشابهات جغرافیایی و منشـا مشـترک این دو پیکره ی آبی(Ponto-Caspian) می باشد (Kosarev and Yablonskaya, 1994).

Dumont,1998 دریافت که از حدود ۴۵۰ گونه فیتوپلانکتون شناسایی شده تنهـا ۷۰ گونـه بیشـترین فراوانـی را در دریای خزر تشکیل می دهند..

در بررسی که توسط Kideys, 2005 و همکاران در حوزه هـای جنـوبی (قلمروایـران) و شـرقی (قلمـرو قزاقسـتان) دریای خزر در سال ۲۰۰۱ (اواخر زمستان) به عمل آمد ، تعداد ۴۵گونه فیتوپلانکتون ثبت گردید که ۲۰ گونه در دیاتومه، ۱۷ گونه در داینوفلاژل و ۸ گونه در دیگر شاخه ها طبقه بنـدی گردیدنـد. دیاتومـه هـا در ایسـتگاههای شرقی تراکم بالایی را دارا بودند در حالی که در ناحیه جنوبی داینوفلاژل ها از نظر تراکم و زی توده غالب بوده اند. در این مطالعه متوسط تراکم cell/l ۳۵۰۰۰ ± ۴۰۰۰۰ برای داینوفلا ژل در حـوزه ایرانـی دریـای خـزر ثبـت گردید که از مقادیر ارائه شده در مطالعات سال‌های پیشین بیشتر بوده است.

در سال ۱۳۷۰ اولین گام های مطالعه گسترده و تخصصی فیتوپلانکتون حوزه ایرانی جنوب دریای خزر توسط مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران برداشته شد. این مطالعه که با نمونه برداری از نوار ساحلی و آب های آزاد (تا عمق ۸۰۰ متر) انجام گردید، در سال ۱۳۷۳ نیز تکرار شد. مطالعات هیدروبیولوژیکی در محدوده ایرانی دریای خزر با اهداف مختلف طی سال های ۱۳۷۵(حسینی و همکاران، ۱۳۹۰)، ۷۹-۱۳۷۸(لالویی وهمکاران،۱۳۸۳)، ۱۳۸۰ (روحی و همکاران ، ۱۳۸۸)، ۸۳-۱۳۸۲ (هاشمیان و همکاران،۱۳۸۸)، ۱۳۸۷(گل آقایی و همکاران، ۱۳۹۱)، ۱۳۸۸ (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۱) و ۱۳۸۹(تهامی و همکاران، منتشرنشده) توسط پژوهشکده اکولوژی دریای خزر ادامه یافت. در این پروژه ها همزمان با سنجش پارامترهای بیولوژیکی، فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب نیز تعیین گردیدند. شاخه های عمده ی فیتوپلانکتون در مطالعات فوق شامل باسیلاریوفایتا (Bacillariophyta) ، پیروفایتا (Pyrrophyta)، سیانوفایتا، کلروفایتا و اوگلنوفایتا بوده است. تعداد معدودی گونه از شاخه های زانتوفایتا (Xantophyta)، کریپتوفایتا (Cryptophyta) ، کریزوفایتا و هاپتوفایتا (Haptophyta) نیز در الگوی ساختاری فیتوپلانکتون مشاهده گردید. به این ترتیب بیش از ۳۰۰ گونه فیتوپلانکتون در طی مطالعات فوق در حوزه ایرانی دریای خزر شناسایی گردید.

این مطالعات اگرچه در سال های اولیه عمدتا" به منظورایجاد بانک اطلاعاتی و تاریخچه ای (Historical data) انجام گرفت اما در سال های اخیر بخصوص از اواخرسال ۱۳۷۹پس ازمعرفی شانه دار (*Mnemiopsis leidyi*) به دریای خزر و اثرات آن بر ساختار فیزیکو-شیمیایی و بیولوژیکی پیکره‌ی آبی اهمیت زیادی یافته است. افزایش فشار تغذیه ای شانه دار مهاجم بر مزوزئوپلانکتون ها موجب کاهش تنوع گونه ای و تراکم در این گروه پلانکتونی شد که منجربه کاهش فشار چرا از سوی زئو پلانکتون بر فیتوپلانکتون و در نهایت افزایش تراکم فیتوپلانکتون شد . در سال ۸۳-۸۲ همزمان با افزایش تراکم شانه دار مهاجم، تراکم پیروفایتا و سیانوفایتا برخلاف سال های پیشین بر باسیلاریوفایتا پیشی گرفت (Rohhi *et al*, 2010). در ادامه این تغییرات، در اوایل مهر ۱۳۸۴ ازسواحل انزلی تا سواحل نوشهر شکوفایی جلبکی ناشی از رشد و تکثیر شدید *Nodularia spumigena* رخ داد (Nasrollahzadeh *et al*., 2011). این گونه که به شاخه سیانوفایتا تعلق دارد، دارای توانایی تولید سم هپاتوتوکسین است (Chorus and Bartram, 1999). شکوفایی بعدی، در نیمه ی مهر ۱۳۸۵، کانال موج شکن در انزلی را تا شهر حسن رود را در بر گرفت. آب دریا در این منطقه تحت تاثیر شکوفایی *Heterocapsa* از شاخه پیروفایتا برنگ قهوه ای متمایل به قرمز (کشند سرخ) در آمده بود. این پدیده پس از ۳ روز ناپدید گشت (CEP, 2006). دراواخرمرداد ۱۳۸۸ واواسط مرداد۱۳۸۹ مجددا"شرایط مناسب (از قبیل افزایش سطح تروفیکی آب، شرایط مناسب آب و هوایی مانندرجه حرارت بیش از ۲۵ درجه سانتیگراد و سکون هوا) بروز شکوفایی جلبکی شیری رنگ مربوط به *Nodularia spumigena* به ترتیب در حوالی سواحل تنکابن و نوشهر تا بابلسرفراهم آمد. این پدیده در سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ پس از حدود دو هفته پس از شکست دمایی و وزش باد پایان پذیرفت (Nasrollahzadeh *et*

al., 2011 ; گزارش منتشر نشده). ضمن آنکه در آب های نمونه برداری شده در دهه ی ۱۳۸۰ حدود ۱۵گونه های مضر و نیز گونه های دارای پتانسیل شکوفایی نیز گزارش شده است (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۰).

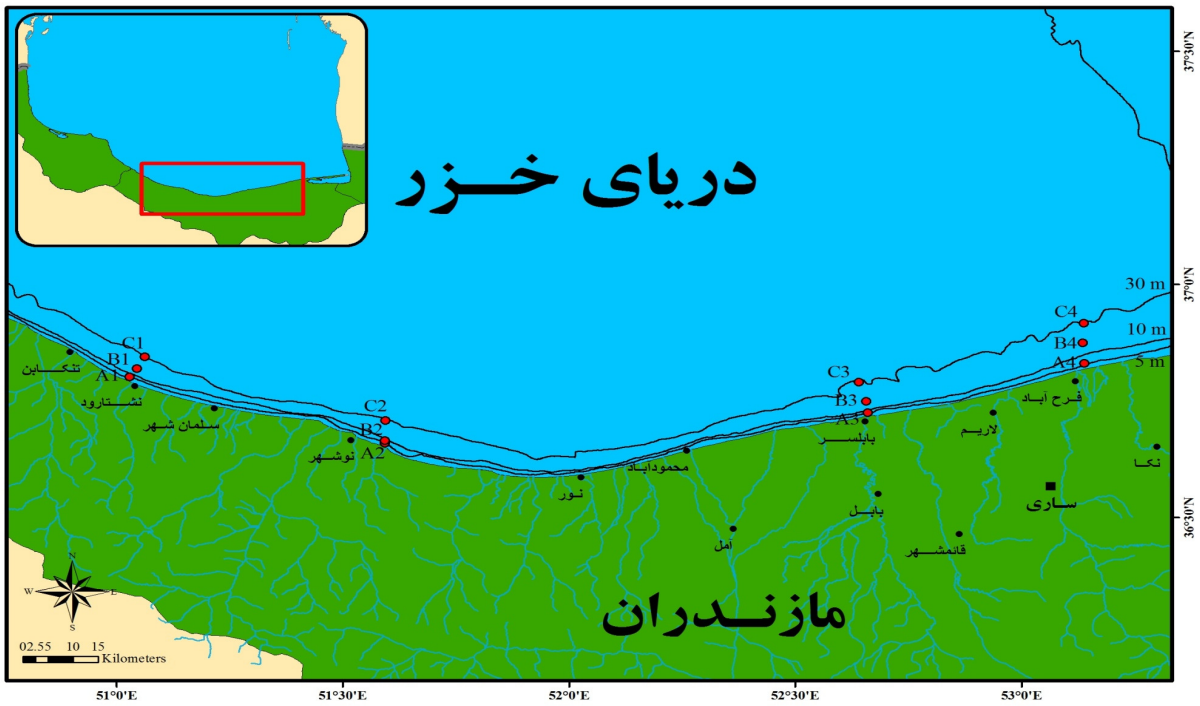
وقوع رویداد های اکولو ژیکی عمدتا" نامطلوب در دریای خزر لزوم بر نامه ریزی مناسب، فراگیرو بلند مدت را از سوی مسئولین مربوطه برای مدیریت این اکوسیتم منحصر بفرد می طلبد. این برنامه باید از سویی به منظور ترویج توسعه پایدار و به دست آوردن منافع درازمدت مطلوب برای ساکنین منطقه و حفظ سلامت انسان باشد و از سوی دیگرمحافظت آن از مخاطرات اکولوژیکی و مسائل زیست محیطی را در بر گیرد. لذا با توجه به اثرات انسانی بر روی آب‌های دریای خزر مسائل عمده زیست محیطی از جمله آلودگی های بیولوژیکی باید مورد شناسایی و بررسی قرار گیرند. در این راستا پروژه حاضر با عنوان " تعیین تراکم، زی توده و تنوع فیتوپلانکتون در سواحل استان مازندران در اعماق ۵، ۱۵و ۳۰ متر" در سال ۱۳۹۱ به اجرا در آمد. در این پروژه با شناسایی گونه ای و تعیین تراکم و زی توده شاخه های مختلف فیتوپلانکتون در منطقه مازندران ازدریای خزر در اعماق ۵، ۱۵ و ۳۰ متر تلاش گردید تا در جهت اهداف اصلی پروژه یعنی" مطالعه بر پتانسیل حوزه جنوبی دریای خزر جهت بروز بلوم جلبکی و نیزکشند قرمز در فصول و ایستگاههای مختلف" قرار گیرد. بر این اساس موارد بیان شده ی ذیل برای تامین اهداف بیان شده در پروژه پیگیری شدند:

- تعیین روند تغییرات زمانی و مکانی ترکیب گونه ای، تراکم و زی توده فیتوپلانکتون
- مقایسه پارامترهای مذکور با سالهای قبل

۲-مواد و روش ها

۲-۱- محل و زمان نمونه برداری

این مطالعه در حوزه جنوبی دریای خزر، در منطقه مازندران و در ۴ نیم خط(Transect) تنکابن، نوشهر، بابلسر و امیرآباد صورت پذیرفت(شکل۲-۱). انتخاب نیم خط ها با توجه به امکانات ، تجهیزات وشیب دریا به نحوی انتخاب گردید که بتواند ورودی رودخانه ها، بندرگاهها ومنابع آلوده کننده در این حوزه را پوشش دهد. ضمنا" به منظور مقایسه نتایج، انطباق این نیم خط ها بر نیم خط های مطالعاتی پیشین نیز مورد توجه قرار گرفت.



شکل ۲-۱- موقعیت ایستگاههای نمونه برداری در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

بر روی هر یک از نیم خط های فوق، ۳ ایستگاه از ساحل تا دورتر از ساحل تعیین گردید. بطوریکه ایستگاه های Aدر لایه سطحی از عمق ۵ متر، ایستگاه های B در لایه سطحی از عمق ۱۵ متر و ایستگاه های C در لایه سطحی از عمق ۳۰ متر قرار گرفتند. لذا در این گزارش هر جا که از ایستگاه های A ، B و C نام برده می شود به نمونه های مربوط به لایه سطحی از اعماق ۵، ۱۵ و ۳۰ متر اشاره می کند .شایان ذکر است که در تعیین محل ایستگاه از GPS استفاده شد. شرقی ترین و غربی ترین محل نمونه برداری در طول های جغرافیایی ´´57 ´07 °53 و´´21 ´00 °51 و شمالی ترین و جنوبی ترین نقطه در عرض های جغرافیایی ´´57 ´54 °36 و ´´18 ´38 °36 قرار داشتند. سایر نقاط نمونه برداری بین طول و عرض های جغرافیای فوق جای گرفتند. مشخصات طول و عرض جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری در جدول۲-۱ آورده شده است.

جدول ۲-۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاههای نمونه‌برداری در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

ردیف	نیم خط	ایستگاه	فاصله از ساحل (متر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
1	تنکابن	A_1	۹۶۵	51º 00´ 21´´	36º 46´ 10´´
		B_1	۲۵۱۰	51º 01´ 20´´	36º 47´ 16´´
		C_1	۳۱۵۰	51º 02´ 17´´	36º 48´ 47´´
2	نوشهر	A_2	۷۰۵	51º 34´ 45´´	36º 38´ 18´´
		B_2	۶۸۰	51º 34´ 42´´	36º 38´ 40´´
		C_2	۴۸۱۰	51º 34´ 43´´	36º 41´ 16´´
3	بابلسر	A_3	۶۶۵	52º 39´ 02´´	36º 43´ 10´´
		B_3	۲۷۸۰	52º 38´ 51´´	36º 44´ 40´´
		C_3	۴۸۰۰	52º 37´ 47´´	36º 47´ 07´´
4	امیرآباد	A_4	۱۳۰۰	53º 07´ 57´´	36º 49´ 47´´
		B_4	۴۹۴۰	53º 07´ 41´´	36º 52´ 27´´
		C_4	۴۶۵۶	53º 07´ 49´´	36º 54´ 57´´

نمونه برداری از بهار تا زمستان ۱۳۹۱ انجام گرفت. با توجه به مطالعات انجام شده در سال های اخیر درخصوص تغییرات فصلی تراکم فیتوپلانکتون و احتمال بیشتر وقوع شکوفایی در بعضی فصول، زمان بندی نمونه برداری به نحوی بود که در فصول بهار و پاییز یک بار در ماه های اردیبهشت و آبان و در فصول تابستان و زمستان دو بار به ترتیب در ماه های (تیر ، شهریور) و (دی، اسفند) ۱۳۹۱انجام گردید.

۲-۲- سنجش کمی و کیفی فیتوپلانکتون

تعداد ۷۲ نمونه آب به حجم ۵۰۰ سی سی از سطح (۳۰ تا ۵۰ سانتی متر زیر سطح) در ایستگاهها و زمان های تعیین شده با استفاده از نمونه بردار ۲ لیتری نسکین جمع آوری شد. نمونه ها پس از انتقال به بطری های شیشه ای با فرمالین ٪۳۷ تا حجم نهایی ۲درصد تثبیت گردیدند و به آزمایشگاه منتقل شدند. لایه فوقانی آب که فاقد هر گونه فیتوپلانکتون است پس از ۱۰ روز رسوب گذاری و نگهداری در تاریکی با سیفون مخصوص تخلیه گردید. مابقی نمونه که حدود ۲۵۰ میلی لیترآب محتوی فیتوپلانکتون بود در چند مرحله به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد تا حجم نمونه نهایتا" به ۶۰-۵۰ میلی لیتر رسید. پس از حداقل ۲۴ ساعت رسوب گذاری مجدد، حدود ۴۰-۳۰ میلی لیتر از آب رویی جدا شد. آب باقیمانده کاملا" همگن شده و یک قطره از آن بر روی لامل ریخته شد تا مورد بررسی کیفی از نظر ترکیب گونه ای و تعیین حدود تراکم(کم، متوسط و زیاد) قرار گیرد. این مرحله از مشاهده کیفی دو بار صورت گرفت. سپس نمونه ها پس از حداقل ۲۴

ساعت رسوب گذاری مجدد مورد مشاهده کمی قرار گرفت. پس از تعیین رقت مطلوب ۱/. سی سی از نمونه با پی پت پیستونی شیاردار بر روی لام و لامل ۲۴ × ۲۴ میلی متر ریخته شده و با میکروسکوپ با بزرگنمایی ۱۰ × ۲۰×۴۰× مورد بررسی قرار گرفت. شناسایی گونه ای بر اساس کلیدهای معتبر و بخصوص روسی صورت گرفت (Tiffany and ; Habit and Pankow, 1976 ; Hartley et al., 1996 ; Carmelo, 1997 ; Wehr and Sheath, 2003 Zabelina et al., 1951 Proshkina-Lavrenko and Makarova, ;1968 ;Britton, 1976). در ضمن به منظور تعیین زی توده (بیوماس)، ابعاد هندسی (طول، عرض، قطر و ضخامت) گونه ها نیز توسط میکرومتر تعیین و ثبت گردید. سپس با توجه به شکل هندسی گونه حجم محاسبه گردید. از آنجایی که وزن حجمی فیتوپلانکتون تقریباً معادل آب است (۱ gr/cm^3) لذا حجم بدست آمده به عنوان جرم (زی توده) فیتوپلانکتون بیان می گردد. در نهایت با توجه به ضریب رقت، تراکم و زی توده در متر مکعب محاسبه گردید(APHA,2005).

شاخص تنوع گونه ای طبق فرمول Shannon-Weaver (شاخص شانون–ویور)

و از طریق فرمول زیر محاسبه گردید(Washington, 1984; Ludwig and Reynolds, 1988) :

$$H' = -\sum P_i InP_i$$

H′= شاخص شانون–ویور(nits per individual)، Pi = فراوانی نسبی گونه

شاخص یکنواختی(Evenness) که چگونگی توزیع جمعیت در بین گونه ها را نشان می دهد نیز از فرمول زیر محاسبه شد(Krebs, 1999):

$$E = H' / InS$$

E= شاخص یکنواختی، H′= شاخص شانون– ویور، S= تعداد گونه

تعیین گونه های غالب با محاسبه ی ISI (Important Species Index) و طبق فرمول زیر صورت گرفت (Rushforth & Brock, 1991).

$$ISI=(f_i)\times(D_i)$$

fi= درصد فراوانی گونه ، Di= تراکم نسبی گونه

لازم به ذکر است که کلیه مراحل (از نمونه برداری تا شمارش) منطبق با روش کار موجود در آزمایشگاه استاندارد شده پلانکتون(ISO۱۷۰۲۵) در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر بوده است. به منظور مقایسه اطلاعات حاضر با سال های پیشین از گزارشات منتشر شده از پروژه های مربوط به تعیین تراکم و زی توده فیتوپلانکتون در سال های ۱۳۷۵ (حسینی و همکاران، ۱۳۸۹)، ۱۳۸۷(گل آقایی و همکاران،۱۳۹۱)، ۱۳۸۸ (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۱) و ۱۳۹۰ (مخلوق و همکاران، منتشر نشده) استفاده شده است. ضمنا"همزمان با مطالعه حاضر، پروژه " بررسی برخی پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در حوزه جنوبی دریای خزر- استان مازندران (نصراله زاده و همکاران، منتشر نشده)، نیز انجام گرفت که در تجزیه تحلیل و بحث از آن استفاده گردید.

۳-۲-آمار و محاسبات

آنالیز آماری داده ها با استفاده از SPSS 11/5 صورت گرفت. بطورکلی ایستگاه ها، فصول، نیم خط ها بعنوان متغیرهای غیر وابسته و تراکم و زی توده فیتوپلانکتون بعنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شدند. داده ها پس از انتقال بر اساس رتبه بندی و رسم نمودار Q-Q نرمال بودن آن ها تایید گردید (Siapatis *et al*., 2008). بر روی داده های انتقال یافته و نرمال تست های همبستگی پیرسون (Pearson Correlation)، تست پارامتریک (ANOVA) و در صورت لزوم تست های تکمیلی Tukey ، Homogeneous و Duncan انجام شد. در ضمن کلیه تست های آماری در سطح ۵ درصد صورت گرفت (Bluman, 1998 ; نصیری، ۱۳۸۸) و تمام میانگین ها به همراه خطای استاندارد (Mean±SE) آورده شده است.

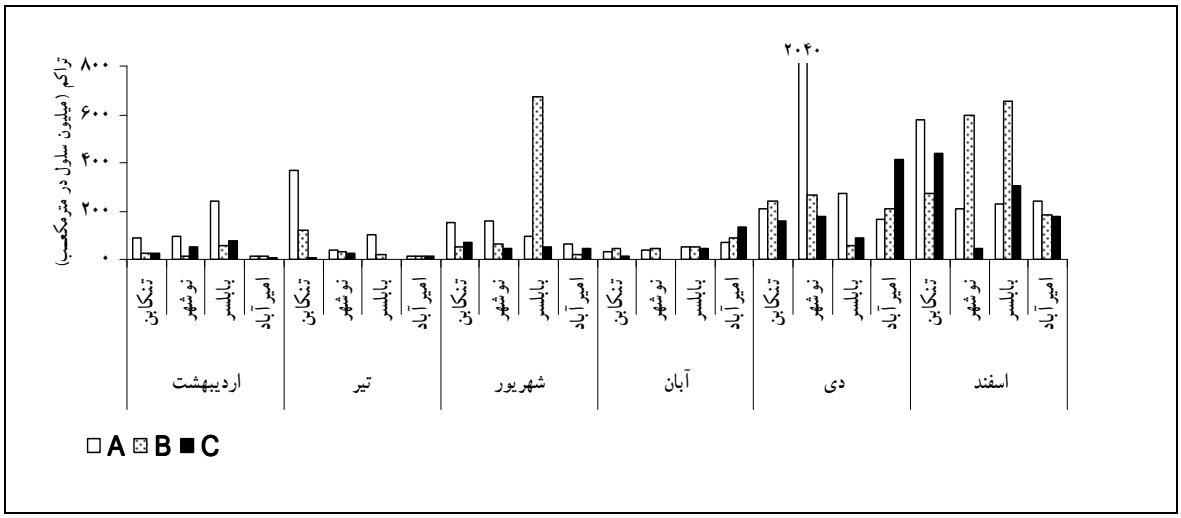
۳-نتایج

بررسی کیفی فیتوپلانکتون نشان داد که در ساختار آن ۱۱۴ گونه شرکت داشته اند که در ۹ شاخه ی باسیلاریوفیتا، پیروفیتا، سیانوفیتا، کلروفیتا، اگلنوفیتا، کریپتوفیتا، کریزوفیتا، هاپتوفیتا و زانتوفایتا طبقه بندی گردیدند. ضمن آنکه موجودات تاژکدار فیتوپلانکتونی با حداکثر طول خطی کمتر از ۱۰ میکرون (MLD<۱۰µ) نیز مشاهده گردیدند که تحت گروه تاژکداران کوچک(Small flagellates) تقسیم بندی شدند

۱-۳- تراکم

۱-۱-۳- فیتوپلانکتون کل

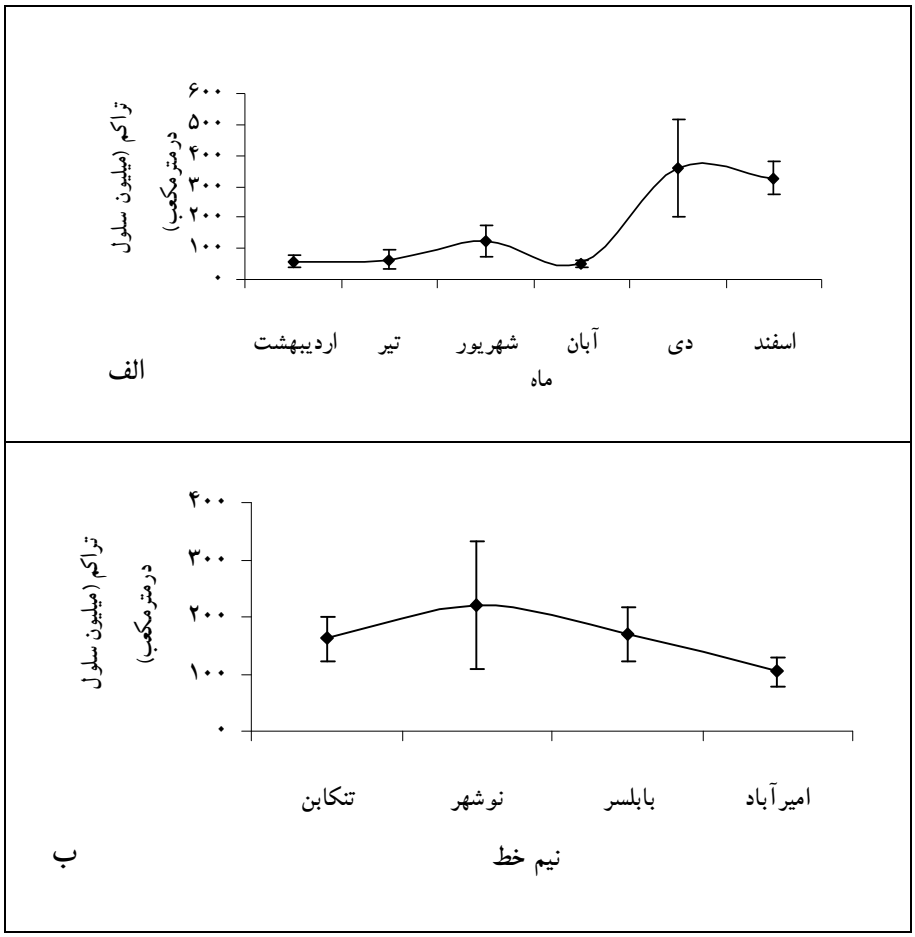
میانگین تراکم فیتوپلانکتون درطی دوره نمونه برداری ۳۲ ± ۱۶۴ میلیون سلول در مترمکعب بود. نمودار ۳-۱ چگونگی تغییرات تراکم را در طی دوره بررسی نشان می دهد. بررسی مقادیر تراکم فیتوپلانکتون نشان می دهد که ۵۰ درصد از داده ها بین ۳۴ تا ۲۰۸ میلیون سلول در متر مکعب قرار داشتند. ثبت تراکم با مقادیرکم تر از ۳۴ میلیون سلول در متر مکعب، عمدتا" در ایستگاه های B وC و در ماههای اردیبهشت و تیر بوده است. در حالی که ثبت مقادیر بیش از ۲۰۸ میلیون سلول در متر مکعب در ایستگاه A و ماههای دی و اسفند بیشتر بوده است.

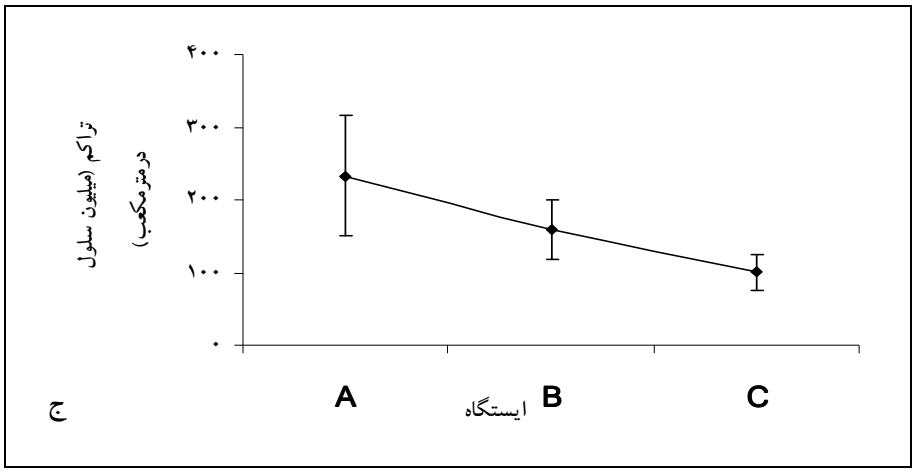


نمودار ۳-۱- تغییرات تراکم فیتوپلانکتون کل دربخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱) . A: لایه سطحی از ایستگاههای با عمق ۵ متر، B: لایه سطحی از ایستگاههای با عمق ۱۵ متر، C: لایه سطحی از ایستگاههای با عمق ۳۰ متر

میانگین تغییرات زمانی(ماهها ی مختلف) و مکانی (نیم خط ها و ایستگاه های مختلف) تراکم فیتوپلانکتون در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) در نمودار۳-۲ نشان داده شده است.

بر اساس این نمودار نیز حداکثر مقدار میانگین تراکم فیتوپلانکتون (میلیون سلول در متر مکعب) در بین ماه ها، نیم خط ها و ایستگاه های نمونه برداری به ترتیب در ماه دی (۳۵۸)، نیم خط نوشهر(۲۱۹) و در ایستگاه A (۲۳۳) بوده است، ضمن آنکه بیشترین تغییرات داده ها نیز در زمان و مکان ذکر شده رخ داد. کمترین تغییرات و حداقل میانگین تراکم فیتوپلانکتون (میلیون سلول در متر مکعب) نیز در بین ماه ها، نیم خط ها و ایستگاه های نمونه برداری به ترتیب ماه آبان (۵۱)، نیم خط امیرآباد (۱۰۴) و در ایستگاه C ثبت گردید. بررسی نشان داد که تراکم از اردیبهشت (فصل بهار) تا شهریور (فصل تابستان) تقریبا" ۲ برابر افزایش یافت و سپس با حدود ۲/۵ برابر کاهش در آبان (فصل پاییز) با شیب تند در ماههای دی و اسفند (زمستان) افزایش نشان داد. بطوری که میانگین تراکم در ماههای دی و اسفند حدودا" ۵ برابر میانگین تراکم در سایر ماههای مورد بررسی، گردید.





نمودار۳-۲- تغییرات میانگین زمانی (الف) و مکانی (ب و ج) تراکم فیتوپلانکتون در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

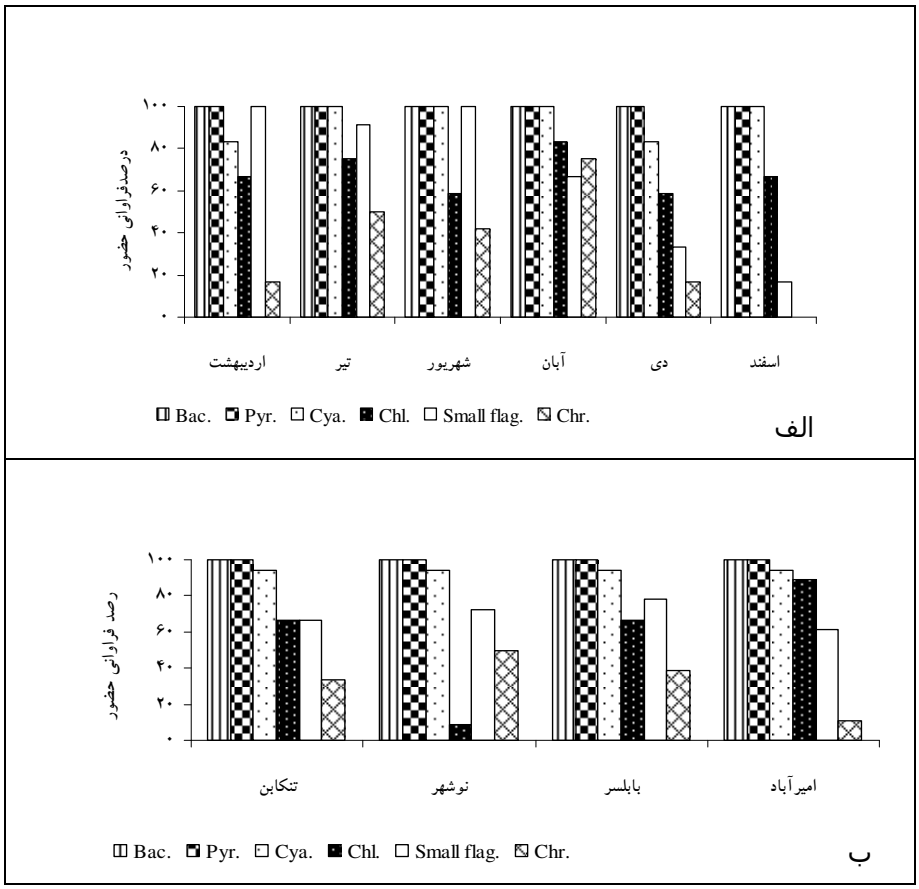
آنتنک ها نشان دهنده خطای معیار (SE) می باشد. A: لایه سطحی از ایستگاههای با عمق ۵ متر، B: لایه سطحی از ایستگاههای با عمق ۱۵ متر، C: لایه سطحی از ایستگاههای با عمق ۳۰ متر

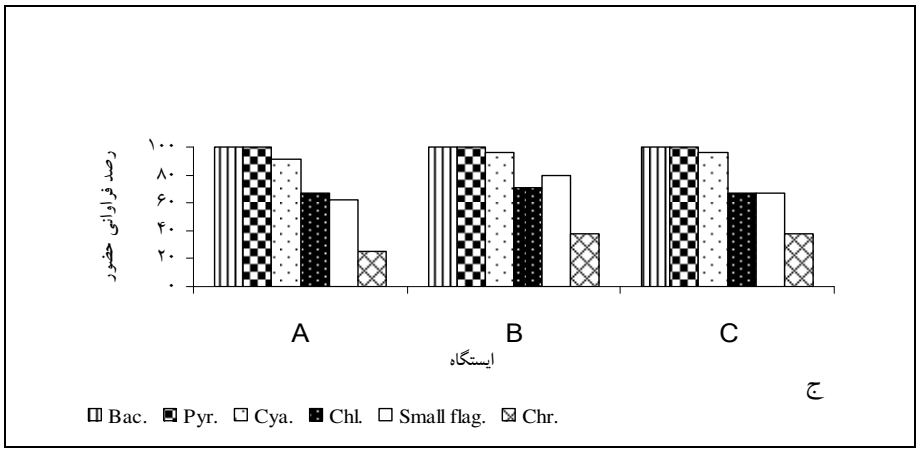
نمودار ۳-۲ روند کاهشی میانگین تراکم از نیم خط های غرب به شرق در استان مازندران را نشان می دهد بطوریکه میانگین تراکم در نیم خط های غرب استان یعنی تنکابن و نوشهر به ترتیب ۱/۶ و ۲ برابر میانگین تراکم در امیرآباد گردید.

بررسی تغییرات تراکم فیتوپلانکتون از ساحل تا دورتر ار ساحل در نمودار ۳-۱ نشان می دهد که ۵۰ درصد از مقادیر تراکم درلایه سطحی از ایستگاه های با عمق ۵ متر (ایستگاه هایA) حدودا" ۱/۶ تا ۴ برابر مقادیر در درلایه سطحی از ایستگاه های با عمق ۳۰ متر(ایستگاه های C) هستند و در تعداد کمی از موارد مانند نیم خط های تنکابن و بابلسر در ماه تیر تغییرات تراکم از ساحل تا دورتر از ساحل (از ایستگاه های A به ایستگاه هایC) شدید بوده و به ترتیب ۶۰ و ۴۴ برابر کاهش یافت. چنانکه بر اساس نمودار ۳-۲ تغییرات کاهشی میانگین تراکم از ایستگاه های A به ایستگاه هایC حدودا" ۲ برابر بوده است. با این وجود، آزمون آماری ANOVA میانگین تراکم در ایستگاه های ساحل تا دورتر از ساحل اختلاف معنی داری نشان نداد ($p>0/05$). تراکم بین نیم خط ها نیز فقط در ماههای اردیبهشت و آبان معنی دار بود ($p <۰/۰۵$). آزمون تکمیلی دانکن (Duncan) در اردیبهشت، امیرآباد را که دارای میانگین تراکم پایین تری بود در گروه جداگانه از سایر نیم خط ها قرار داد. در حالی که در ماه آبان نیم خط های بابلسر و امیرآباد نسبت به دو نیم خط دیگر دارای میانگین تراکم بالاتری بودند و در گروه جداگانه از دو نیم خط دیگر جا گرفتند. تراکم در بین ماهها اختلاف معنی داری را نشان داد ($p<0/05$) بطوریکه در آزمون دانکن ماههای دی و اسفند از سایر ماهها تفکیک گردید.

۲-۱-۳- شاخه های فیتوپلانکتون

فیتوپلانکتون های مشاهده شده در طی دوره نمونه برداری در ۹ شاخه طبقه بندی گردیدند. نمودار ۳-۳ درصد فراوانی حضور (Frequency) شاخه ها و گروه های عمده موجود در دوره نمونه برداری را نشان می دهد. بر اساس این نمودار، درصد فراوانی حضور باسیلاریوفایتا با شاخه ها ی پیروفایتا و سیانوفایتا تقریبا" یکسان بوده است. درصد فراوانی حضور گروه تاژکداران کوچک از اردیبهشت تا شهریور حداکثر بوده است و در این ماهها با درصد فراوانی حضور شاخه های باسیلاریوفایتا، پیروفایتا و سیانوفایتا تقریبا" برابر بود. میزان فراوانی حضور گروه تاژکداران کوچک از آبان تا اسفند سیر نزولی داشته است. این گروه بیشترین میزان فراوانی حضور مکانی را در بابلسر (در ۷۸ درصد از کل نمونه های برداشته شده) نشان داد و با ۱۷ درصد کاهش در امیرآباد به حداقل میزان (در ۶۱ درصد از کل نمونه های برداشته شده) رسید. ضمن آنکه در ایستگاه های B میزان فراوانی حضور آن اندکی بیشتر از ایستگاه های A و C ثبت گردید. درصد فراوانی حضور شاخه کریزوفایتا در نیم خط امیرآباد و ماههای فصل زمستان کاهش چشم گیری نسبت به دیگر نیم خط ها و ماهها نشان داد. میزان فراوانی حضور یوگلنوفایتا و سایر شاخه ها کم بود و برای یوگلنوفایتا ۳۰ درصد از نمونه ها را در طی یک سال شامل گردید.

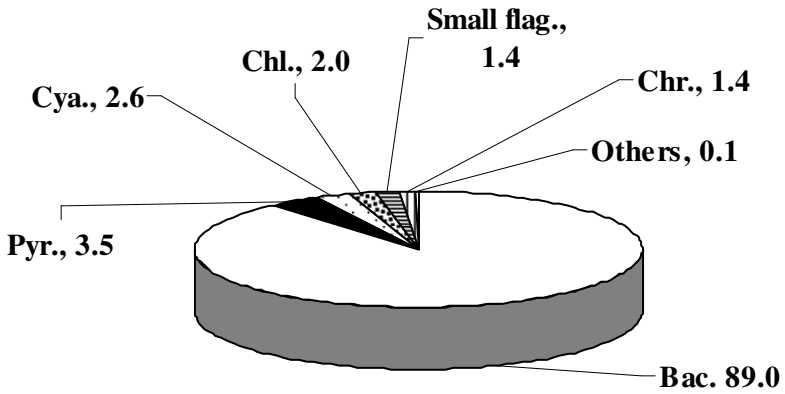




نمودار۳-۳- تغییرات زمانی (الف) و مکانی (ب و ج) فراوانی حضور شاخه ها ی عمده و گروه تاژکداران کوچک در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

Bac.=Bacillariophyta، Pyr.=Pyrrophyta، Cya.=Cyanophyta، Chl.=Chlorophyta، Chr.=Chrysophyta، Small flag.= تاژکداران کوچک. A: لایه سطحی از ایستگاههای با عمق ۵ متر، B: لایه سطحی از ایستگاههای با عمق ۱۵ متر، C: لایه سطحی از ایستگاههای با عمق ۳۰ متر

با آنکه درصد فراوانی حضور باسیلاریوفایتا با شاخه های پیروفایتا و سیانوفایتا یکسان بود اما میزان تراکم آن نسبت به سایر شاخه بسیار بیشتر بود. نمودار ۳-۴ میزان در صد تراکم شاخه ها و گروههای شناسایی شده را نشان می دهد.



نمودار۳-٤- درصد تراکم شاخه ها و گروههای مختلف فیتوپلانکتون در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

Bac.=Bacillariophyta، Pyr.=Pyrrophyta، Cya.=Cyanophyta، Chl.=Chlorophyta، Chr.=Chrysophyta، Small flag.= تاژکداران کوچک، Others= سایر شاخه ها.

طبق این نمودار، باسیلاریوفایتا بیشترین درصد تراکم(۸۹ درصد) از فیتوپلانکتون کل را را در بین شاخه های فیتوپلانکتونی دارا بوده است. پیروفایتا، سیانوفایتا و کلروفایتا به ترتیب رتبه های بعدی از درصد تراکم را بدست آوردند. شاخه ی کریزوفایتا و گروه تاژکداران کوچک (۱/۴) درصد تراکم یکسانی را نشان دادند. درصد تراکم سایر شاخه های موجود یعنی یوگلنوفایتا، هاپتوفایتا، کریپتوفایتا و زانتوفایتا بسیار کم بود بطوریکه مجموعا" تنها ۰/۱ درصد ازتراکم فیتوپلانکتون را دارا گردیدند.

تغییرات زمانی (ماهها) و مکانی (نیم خط ها و ایستگاه ها) میانگین تراکم شاخه های مختلف فیتوپلانکتون و گروه تاژکداران کوچک در جدول ۳-۱ آورده شده است.

جدول۳-۱ – تغییرات میانگین تراکم (میلیون سلول در مترمکعب) به همراه خطای معیار (SE) شاخه ها و گروههای مختلف فیتوپلانکتون در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱)

	باسیلاریوفایتا	پیروفایتا	سیانوفایتا	کلروفایتا	کریزوفایتا	تاژکداران کوچک
ماه						
اردیبهشت	۴۸/۶±۱۵/۹	۲/۷±۰/۵	۴/۰±۳/۱	۰/۳±۰/۱	۰/۲±۰/۲	۲/۸±۰/۷
تیر	۴۵/۰±۲۵/۳	۱/۲±۰/۲	۶/۴±۲/۳	۱/۲±۰/۴	۱/۷±۰/۸	۷/۱±۳/۶
شهریور	۱۰۲/۶±۴۷/۹	۲/۷±۰/۵	۸/۱±۲/۸	۱/۶±۰/۹	۶/۰±۴/۷	۲/۸±۰/۶
آبان	۳۰/۵±۷/۲	۳/۸±۰/۸	۲/۶±۰/۹	۸/۳±۳/۳	۵/۴±۲/۱	۰/۶±۰/۲
دی	۳۵۱/۴±۱۵۵/۲	۳/۶±۰/۳	۰/۷±۰/۲	۲/۲±۰/۸	۰/۱±۰/۰	۰/۴±۰/۳
اسفند	۲۹۷/۳±۵۳/۷	۲۰/۱±۴/۹	۳/۹±۰/۵	۵/۸±۲/۳	–	۰/۵±۰/۴
نیم خط						
تنکابن	۱۴۸/۵±۳۶/۸	۳/۹±۱/۵	۲/۶±۰/۸	۲/۴±۰/۷	۰/۹۶±۰/۶	۳/۴±۱/۸
نوشهر	۲۰۳/۹±۱۱۱/۹	۶/۷±۲/۹	۳/۶±۰/۹	۲/۷±۱/۴	۰/۸±۰/۵	۱/۳±۰/۵
بابلسر	۱۴۷/۴±۴۵/۰	۵/۶±۱/۹	۵/۸±۲/۴	۱/۱±۰/۴	۶/۶±۳/۳	۳/۸±۲/۰
امیرآباد	۸۳/۸±۲۵/۳	۶/۶±۲/۵	۵/۲±۲/۰	۶/۷±۲/۴	۰/۶±۰/۵	۱/۰±۰/۲
ایستگاه						
A	۲۰۹/۱±۸۳/۶	۵/۲±۱/۵	۷/۳±۲/۲	۵/۰±۱/۹	۱/۴±۱/۰	۳/۹±۱/۹
B	۱۴۲/۰±۳۸/۷	۷/۶±۲/۸	۲/۸±۰/۶	۱/۴±۰/۵	۳/۶±۲/۲	۱/۹±۰/۵
C	۸۶/۶±۲۴/۳	۴/۳±۱/۳	۲/۷±۰/۷	۳/۴±۱/۱	۱/۶±۰/۸	۱/۳±۰/۴

از آنجایی که باسیلاریوفایتا حدود ۹۰ درصد تراکم فیتوپلانکتون را در طی دوره به خود اختصاص دادند، در بررسی نیم خط ها، ایستگاه ها، ماهها نیز قائدتا" رتبه نخست تراکم را به خود اختصاص دادند. این شاخه حداکثر (۲۰۳/۹ میلیون سلول در متر مکعب) و حداقل (۳۸/۸ میلیون سلول در متر مکعب) تراکم را در بین نیم خط ها به

ترتیب در نوشهر و امیرآباد نشان داد. تراکم باسیلاریوفایتا در تنکابن و بابلسرتقریبا" مشابه و حدود ۱۴۸ میلیون سلول در متر مکعب بود. شاخه پیروفایتا در تنکابن نسبت به سایر نیم خط ها تراکم کمتری داشت (۳/۹ میلیون سلول در متر مکعب)، ولی در بین سه نیم خط دیگر تفاوت چندانی نشان نداد (از ۵/۶ تا ۶/۷ میلیون سلول در متر مکعب). سیانوفایتا نیز با تراکم تقریبا" مشابه در تنکابن و نوشهر(۲/۶ تا ۳/۶ میلیون سلول در متر مکعب) مقادیر کم تری را نسبت به بابلسر و امیرآباد (۵/۲ تا ۵/۸ میلیون سلول در متر مکعب) بدست آورد. به این ترتیب در نیم خط امیرآباد پیروفایتا، سیانوفایتا وکلروفایتا به ترتیب با مقادیر ۶/۶، ۵/۲ و ۶/۷ میلیون سلول در متر مکعب دارای مقادیر حداکثر و یا نزدیک به حداکثر بوده است. جدول ۳-۱ نشان می دهد که تراکم گروه تاژکداران کوچک در نیم خط تنکابن (۳/۴ میلیون سلول در متر مکعب) نزدیک به حداکثر مقدار آن (۳/۸ میلیون سلول در متر مکعب) در بابلسر بوده است.

بررسی مقادیر تراکم در ایستگاه های مختلف نشان می دهد که بجز پیروفایتا و کریزوفایتا که در ایستگاه های B بیشترین مقدار را بدست آوردند، بقیه شاخه ها و گروه ها حداکثر تراکم را در ایستگاه های A نشان دادند و سپس به سوی ایستگاه های دورتر از ساحل کاهش یافتند. به این ترتیب حداقل تراکم در اغلب شاخه ها در ایستگاه های C ثبت گردید. اما در بعضی از شاخه ها (سیانوفایتا و گروه تاژکداران کوچک) تراکم درایستگاه های B و C تفاوت چندانی با هم نداشته اند.

بررسی تغییرات زمانی تراکم شاخه ها و گروه ها ی فیتوپلانکتون نشان داد که حداکثر میانگین تراکم باسیلاریوفایتا و پیروفایتا به ترتیب در ماههای دی و اسفند بوده است. سیانوفایتا و گروه تاژکداران کوچک به ترتیب در ماههای تیر و شهریور دارای بیشترین میانگین تراکم گردیدند. کریزوفایتا نیز بیشترین میانگین تراکم را در ماههای شهریور و آبان نشان دادند. حداکثر میانگین تراکم کلروفایتا نیز در آبان ثبت گردید. جدول ۳-۲ نتایج آزمون آماری بر روی تراکم فیتوپلانکتون و شاخه ها ی عمده (باسیلاریوفایتا، پیروفایتا و سیانوفایتا) آن را نسبت به فاکتورهای مختلف نشان می دهد.

جدول ۳-۲- نتایج آزمون آماری ANOVA بر روی تراکم فیتوپلانکتون و شاخه های عمده آن (باسیلاریوفایتا، پیروفایتا و سیانوفایتا) نسبت به فاکتورهای مختلف در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

دوره بررسی	متغیر مستقل	فیتوپلانکتون کل	Bac.	Pyr.	Cya.
سال	نیم خط	NS	NS	NS	NS
	ایستگاه	NS	NS	NS	NS
	ماه	S	S	S	S
اردیبهشت	نیم خط	S	S	S	NS
	ایستگاه	NS	NS	NS	NS
تیر	نیم خط	NS	NS	NS	NS
	ایستگاه	NS	NS	NS	NS
شهریور	نیم خط	NS	NS	NS	NS
	ایستگاه	NS	NS	NS	NS
آبان	نیم خط	NS	NS	NS	NS
	ایستگاه	NS	NS	NS	NS
دی	نیم خط	NS	NS	NS	NS
	ایستگاه	NS	NS	NS	NS
اسفند	نیم خط	NS	NS	NS	NS
	ایستگاه	NS	NS	NS	NS

S = p<0/05 اختلاف معنی دار است. NS =p>0/05 اختلاف معنی دار نیست.

بررسی آماری نشان داد که پارامترهای مورد بررسی اختلاف معنی داری در بین نیم خط ها ولایه سطحی از ایستگاه ها ی مختلف در طی دوره نمونه برداری نداشته اند (p>0/05) ولی بین ماههای نمونه برداری، دارای اختلاف معنی دار بوده ا ند (p<0.05).

تراکم ماهانه فیتوپلانکتون و شاخه های عمده آن (باسیلاریوفایتا، پیروفایتا و سیانوفایتا) بر اساس آزمون دانکن به سه زیر گروه تقسیم شد. نتیجه این تقسیم بندی برای فیتوپلانکتون کل و باسیلاریوفایتا یکسان بود. بطوریکه زیرگروه اول ، دوم و سوم به ترتیب شامل ماههای (اردیبهشت، تیر، آبان) و (اردیبهشت، شهریور، آبان) و (دی، اسفند) گردید. در تقسیم بندی ماهانه ی پیروفایتا، ماههای تیر و اسفند هر کدام در دو زیرگروه جداگانه و ماههای (اردیبهشت، شهریور، آبان و دی) در زیر گروه سوم جای گرفتند. این تقسیم بندی برای سیانوفایتا بصورت (اردیبهشت، دی) و (اردیبهشت، آبان) و (تیر، شهریور، آبان و اسفند) بدست آمد.

نتایج آزمون همبستگی پیرسون (Pearson Correlation) بین تراکم فیتوپلانکتون و شاخه های عمده آن بیانگر بالاترین همبستگی بین باسیلاریوفایتا و فیتوپلانکتون کل (r= 0.98) بود. پس از آن شاخه های پیروفایتا و سیانوفایتا به ترتیب با r=0/69 و r=0.24 در مراتب بعدی از همبستگی با تراکم فیتوپلانکتون کل جای داشتند. به

این ترتیب تغییرات تراکم فیتوپلانکتون در طی مطالعه و در منطقه مورد بررسی از دریای خزر در درجه اول از تغییرات تراکم باسیلاریوفایتا و پس از آن از پیروفایتا و سیانوفایتا تاثیر پذیرفته است.

۳-۱-۳- گونه های فیتوپلانکتون

توزیع ۱۱۲ گونه شناسایی شده در بین ۹ شاخه فیتوپلانکتون طوری بود که در شاخه باسیلاریوفایتا (۴۲) ، پیروفایتا (۱۸)، سیانوفایتا (۱۴)، کلروفایتا (۱۵)، یوگلنوفایتا (۱۱)، هاپتوفایتا (۱)، کریپتوفایتا (۲)، زانتوفایتا (۱)، کریزوفایتا (۳) گونه جای گرفت. ضمن آنکه ۵ گونه در گروه تاژکداران کوچک و یک گونه ی ناشناخته نیز در طی دوره مشاهده گردیدند. جدول ۳-۳ حضور و غیاب و نیز درصد فراوانی حضور گونه ها را طی دوره مطالعاتی نشان می دهد.

جدول ۳-۳- درصد فراوانی حضور (Percent Frequency) گونه های مشاهده شده در نیم خط ها و حضور و غیاب آن ها در ماههای نمونه برداری در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

(-) =عدم حضور، (+) = نادر (<۳۱درصد)، (++) = رایج و معمولی(۶۰-۳۱درصد)، (+++) = فراوان (>۶۰درصد)

ماه	نیم خط				گونه
	امیرآباد	بابلسر	نوشهر	تنکابن	
					Bacillariophyta
6,8	-	-	-	+	*Actinocyclus ehrenbergii*
8,10	-	+	+	-	*Actinocyclus paradoxus*
2,8,10,12	+	+	+	+	*Cerataulina pelagica*
4,6,10	+	+	+	-	*Chaetoceros muelleri*
2,6,8,10,12	++	++	++	++	*Chaetoceros peruvianus*
12	-	-	+	+	*Chaetoceros simplex*
2,6,8,10,12	+	+	+	+	*Chaetoceros socialis*
8	-	-	-	+	*Chaetoceros* sp.
2,4,6,8,10,12	++	++	++	++	*Chaetoceros subtilis*
2,4,6,8,10,12	+++	++	+++	+++	*Chaetoceros throndsenii*
4,6	+	-	-	-	*Cocconeis placentula*
6	-	-	+	-	*Coscinodiscus gigas*
4,6	-	+	+	+	*Coscinodiscus jonesianus*
2	-	-	-	+	*Coscinodiscus perforatus*
2,4,6,8,10,12	+++	+++	+++	+++	*Cyclotella meneghiniana*
2,8,10,12	+	++	+	++	*Dactyliosolen fragilissima*
2,4,8,10,12	-	+	+	+	*Gomphonema olivaceum*
12	-	-	+	-	*Gomphonema* sp.
4,8,10,12	+	+	+	+	*Gyrosigma attenuatum*
8	-	-	+	-	*Melosira* sp.
8	-	-	-	+	*Navicula cryptocephal*
4,8	-	+	+	+	*Navicula pupula*
2,4,6,8,10,12	++	+++	+++	+++	*Navicula* sp.1
2,4,6,10	-	+	+	+	*Navicula* sp.2
2,8	-	+	-	-	*Navicula* sp.3
2,4,6,8,10,12	++	++	++	++	*Nitzschia acicularis*
6	+	-	-	-	*Nitzchia longissima*
2,4,6,8,10,12	+	+	+	+	*Nitzschia reversa*
2,4,6,8,10,12	+	+	+	++	*Nitzschia* sp.1
8,12	+	+	-	-	*Nitzschia* sp.2
6,8	-	-	+	-	*Nitzchia sublinearis*
8,12	+	+	+	+	*Nitzschia tenuirostris*

2,8,10,12	++	++	++	++	*Pseudonitzschia seriata*
10،12	-	-	+	+	*Pseudonitzschia* sp.
2,4,6,10,12	+	+	+	++	*Pseudosolenia calcar-avis*
4,8,10,12	+	++	++	++	*Skeletonema costatum*
4,10,12	++	+	+	+	*Skeletonema subsalsum*
6,10	-	+	-	+	*Stephenodiscos socialis*
12	-	-	+	-	*Synedra* sp.
2,12	-	+	+	+	*Syndra ulna*
6,8,10	+	+	-	-	*Thalassiosira caspica*
2,4,6,8,10,12	+++	+++	++	+++	*Thalassionema nitzschioides*
6,12	-	+	-	+	*Thalassiothrix* sp.
					Xantophyta
12	-	+	-	-	*Centritractus* sp.
					Pyrrophyta
2,4	-	-	-	+	*Ceratium hirundinella*
2,4,6,8,10,12	+++	+++	+++	+++	*Exuviaella cordata*
10	+	+	+	+	*Exuviaella marina*
2,4,8,10,12	++	++	++	+	*Glenodinium behningii*
2,4,6,8,12	+	+	+	+	*Glenodinium lenticula*
4	-	+	-	-	*Goniaulax digitale*
2,4,6,8,10,12	++	+++	++	+	*Goniaulax polyedra*
8	+	-	-	-	*Goniaulax spinifera*
2,4,6,10,12	+	+	+	++	*Gymnodinium* sp.
2,4,8	+	+	+	+	*Gymnodinium variabile*
2,4,6,8,10,12	++	++	+++	++	*Peridinium achromaticum*
2,6,10	+	+	+	-	*Peridinium latum*
6,12	-	+	+	-	*Peridinium* sp.
2,4,6,8,10,12	++	++	++	++	*Peridinium trochoideum*
2	-	-	-	+	*Prorocentrum micans*
12	-	-	+	-	*Prorocentrum obtusum*
2,4,6,8,10,12	+++	+++	+++	+++	*Prorocentrum proximum*
4,12	+	-	-	+	*Prorocentrum scutellum*
					Cyanophyta
2,4,6,8,10,12	+	+	+	+	*Anabaena aphanizomenoides*
2,10	-	-	+	+	*Anabaena spiroides*
8	+	-	-	-	*Anabaenaopsis nadsonii*
2	-	+	-	+	*Chroococcus* sp.
8	+	-	-	-	*Dactylococcopsis acicularis*
6	+	-	-	-	*Gloeothece linearis*
2,6,8,10,12	++	++	++	++	*Lyngbya* sp.
4,6,8	+	+	+	+	*Merismopedia minima*
12	-	+	-	-	*Merismopedia punctata*
2	-	+	+	-	*Microcystis* sp.
8,10	-	-	-	+	*Oscillatoria limosa*
2,4,6,8,10,12	+++	+++	+++	+++	*Oscillatoria* sp.
8	+	-	-	-	*Spirulina laxissima*
2,4,6,8,10	++	++	++	++	*Synechococcus* sp.
					Chlorophyta
6,8,10,12	++	+	+	++	*Binuclearia lauterbornii*
6,8,12	+	+	+	+	*Binuclearia* sp.
2,4,6,8,10,12	++	++	++	++	*Chlamydomonas* sp.
2,10	+	-	-	-	*Cosmarium* sp.
8	+	-	-	-	*Kichneriella* sp.
2,4	+	+	-	-	*Oocystis solitaria*
12	-	-	+	-	*Oocystis* sp.
8	+	-	-	-	*Scenedesmus bijugatus*
4	-	-	+	-	*Scenedesmus obliqus*
8	-	+	-	-	*Scenedesmus quadricauda*
2	+	-	-	-	*Scenedesmus* sp.
4,6,8	+	+	-	-	*Schroederia setigera*
8	+	-	-	-	*Treubaria* sp.
					Euglenophyta

4,6,8	+	+	+	-	*Euglena acus*
8	+	-	+	-	*Euglena caudata*
4	-	-	-	+	*Euglena gracilis*
4	+	-	-	-	*Euglena oxyuris*
12	+	-	-	-	*Euglena* sp.
6	-	+	+	-	*Euglena variablilis*
4	+	+	+	-	*Euglena wangi*
8	-	+	-	-	*Phacus* sp.
8,12	+	+	-	+	*Trachelomonas spicolafra*
2,4,6,8,12	+	+	-	+	*Trachelomonas* sp.1
8	+	-	-	-	*Trachelomonas* sp.2
					Chrysophyta
2	-	-	+	-	*Dinobryon sertularia*
2,4,6,8,10	+	++	++	++	*Apedinella spinifera*
					Haptophyta
6,12	-	+	-	-	*Chrysochromulina* sp.
					Cryptophyta
8,10	-	+	-	-	*Cryptomonas obovata*
4,12	+	+	-	-	*Cryptomonas* sp.
4 و 8	+	-	+	-	Unknown 1
					Small flagellates
2,4,6,8,10,12	++	++	++	+	Unknown 1
2,4,6,8	+	-	+	+	Unknown 2
2,4,6,8,10	++	++	+	++	Unknown 3
2,4,8	+	+	+	+	Unknown 4
2,4,6	-	+	+	+	Unknown 5

اعداد درج شده در ستون ماه بترتیب بیانگر: ۲= اردیبهشت، ۴= تیر، ۶=شهریور، ۸=آبان، ۱۰= دی و ۱۲=اسفند می باشند.

بر اساس این جدول، تعداد جنس های مشاهده شده در شاخه باسیلاریوفایتا (۲۰)، پیروفایتا (۷)، سیانوفایتا (۱۱)، کلروفایتا (۸)، یوگلنوفایتا (۳)، هاپتوفایتا (۱)، کریپتوفایتا(۱)، زانتوفایتا (۱)، کریزوفایتا (۳) بوده ا. ضمن آنکه ۵ گونه مشاهده شده در گروه تاژکداران کوچک نیز به جنس های متفاوت تعلق داشت. ۳۷ جنس از فیتوپلانکتون بصورت تک گونه ای حضور داشتند که عمدتا" در شاخه باسیلاریوفایتا و سیانوفایتا مشاهده شد. در بین جنس های مشاهده شده از فیتوپلانکتون *Chaetoceros*، *Nitzschia*، *Euglena* و *Navicula* به ترتیب با ۸، ۷، ۷ و ۵ گونه بیشترین تعداد از گونه را دارا گردیدند. در شاخه پیروفایتاجنس های *Peridinium* و *Procrocentrum* با ۴ گونه و *Goniaulax* با ۳ گونه بیشترین تعداد گونه را شامل شدند. بعضی از گونه ها مانند *Ceratium hirundinella*، *Oscillatoria limosa* و *Euglena gracilis* در نیم خط تنکابن، *Goniaulax spinifera* و چند گونه از سیانوفایتا در امیرآباد تنها در یک نیم خط دیده شدند در حالی که بعضی از آنها مانند *Chaetoceros peruvianus*، *Chaetoceros subtilis*، *Chaetoceros throndsenii*، *Cyclotella meneghiniana*، *Nitzschia acicularis*، *Exuviaella cordata*، *Peridinium achromaticum*، *Prorocentrum proximum* و *Oscillatoria* sp. در همه نیم خط ها به صورت رایج و فراوان در غالب ماههای نمونه برداری دیده شدند. بعضی از گونه ها با آنکه غالبا" جزو گونه های رایج و فراوان (فراوانی بیش از ۳۰ درصد) بودند در زمان معینی از سال مشاهده نشدند مانند *Pseudonitzschia seriata* در ماه های فصل تابستان و *Apedinella spinifera* در اسفند که فراوانی آن ها صفر گردید. از سوی دیگر ۴۴ گونه ی

نادر (فراوانی کم تر از ۳۰ درصد) فقط در یک ماه ثبت گردیدند و در دیگر ماههای سال مشاهده نشدند. حضور این گونه ها عمدتا" درماههای آبان و اسفند، نیم خط های امیرآباد و نوشهر و در شاخه های باسیلاریوفایتا و سیانوفایتا بوده است. البته بعضی از گونه ها مانند *Pseudosolenia calcar-avis* با آن که غالبا" دارای فروانی نادر (کم تر از ۳۰ درصد) بود ولی در همه نیم خط ها در بیشتر ماههای نمونه برداری حضور داشتند. در جدول ۳-۵ تعداد گونه ها در هر شاخه به تفکیک نیم خط و ماه آورده شده است. بطور کلی در بیشتر نیم خط ها، ماهها و ایستگاه ها تعداد گونه های باسیلاریوفایتا و پیروفایتا بطور مشخصی از سایر شاخه بیشتر بود. در بین نیم خط ها امیرآباد دارای کم ترین تعداد گونه ها از باسیلاریوفایتا (۲۳ گونه) بود در حالی که تعداد گونه های موجود در سیانوفایتا، کلروفایتا و یوگلنوفایتا در این نیم خط حداکثر بود و به سوی نیم خط های غرب استان مازندران اندکی کاهش یافت. در امیرآباد تعداد گونه های موجود در سیانوفایتا (۱۲ گونه) کم ترین اختلاف را با تعداد گونه های موجود در پیروفایتا (۱۳ گونه) داشت.

جدول۳-٤- تعداد گونه های مشاهده شده درهر شاخه در نیم خط ها، ایستگاه ها و ماههای نمونه برداری شده در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

	شاخه									مجموع
	Bac.	Pyr.	Cya.	Chl.	Eug.	Chr.	Xan.	Hap.	Cry.	
نیم خط										
تنکابن	۳۱	۱۳	۹	۳	۳	۱	–	–	–	۶۰
نوشهر	۳۲	۱۳	۸	۵	۴	۲	–	–	–	۶۴
بابلسر	۳۰	۱۳	۹	۶	۶	۱	۱	۱	۲	۶۹
امیرآباد	۲۳	۱۳	۱۲	۱۰	۸	۱	–	–	۱	۶۸
ماه										
اردیبهشت	۱۸	۱۱	۵	۳	۲	۱	–	۱	–	۴۱
تیر	۱۸	۱۱	۴	۳	۲	۱	–	–	۱	۴۰
شهریور	۱۹	۹	۵	۴	۲	۱	–	۱	–	۴۱
آبان	۲۴	۸	۶	۴	۳	۱	–	–	۱	۴۷
دی	۲۴	۸	۶	۳	–	۱	–	–	۱	۴۳
اسفند	۲۳	۱۰	۳	۳	۲	–	۱	۱	۱	۴۴
ایستگاه ها										
A	۳۵	۱۵	۱۲	۹	۹	۱	۱	–	۱	۸۳
B	۳۲	۱۳	۷	۴	۶	۱	–	۱	۱	۶۵
C	۲۹	۱۳	۱۰	۷	۳	۲	–	۱	۲	۶۷
کل	۴۲	۱۸	۱۴	۱۵	۱۱	۳	۱	۱	۲	۱۰۷

علائم اختصاری نظیر نمودار۳-۳ می باشد.

بررسی ماهانه نشان داد که تعداد گونه ها در باسیلاریوفایتا در ماههای مربوط به فصول پاییز و زمستان بیش از بهار و تابستان بود و کم ترین تعداد گونه ها از سیانوفایتا در اسفند ثبت گردید. در سایر موارد تعداد گونه ها در هر یک از شاخه ها تفاوت زیادی در بین ماهها نداشته است. تعداد گونه لایه سطحی از عمق ۵ به ۳۰ متر (از ایستگاه های A به ایستگاه های C) عموما" کاهش یافت.

چگونگی تغییرات شاخص های تنوع گونه ای (Shanoon-Weaver) و نیز یکنواختی (Evenness) در جدول ۳-۵ نشان داده شده است.

جدول۳-۵- تغییرات زمانی و مکانی شاخص های تنوع گونه ای (شاخص شانون- ویور) و یکنواختی در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

نیم خط	شاخص شانون	یکنواختی
تنکابن	۲/۱۷	۰/۵۲
نوشهر	۲/۰۷	۰/۴۸
بابلسر	۲/۳۲	۰/۵۵
امیرآباد	۲/۲۶	۰/۵۳
ماه		
اردیبهشت	۱/۱۷	۰/۳۱
تیر	۱/۸۹	۰/۴۸
شهریور	۲/۰۱	۰/۵۳
آبان	۲/۴۲	۰/۵۹
دی	۱/۴۱	۰/۳۸
اسفند	۱/۱۳	۰/۲۹
ایستگاه ها		
A	۲/۲۱	۰/۴۹
B	۲/۲۰	۰/۵۲
C	۲/۰۵	۰/۴۸

مقادیر شاخص های یکنواختی و تنوع گونه ای اندکی از نیم خط های غرب به شرق استان مازندران افزایش نشان داد. بر اساس نتایج بدست آمده شاخص شانون از ۲/۰۷ (نوشهر) تا ۲/۳۲ (بابلسر) و شاخص یکنواختی از ۰/۴۸ (نوشهر) تا ۰/۵۵ (بابلسر) در تغییر بود. بررسی ماهانه بیانگر افزایش شاخص شانون و یکنواختی از اردیبهشت تا آبان بود و سپس از آبان تا اسفند دو شاخص فوق کاهش یافتند. شاخص تنوع گونه ای از ایستگاه های A به ایستگاه های C اندکی کاهش نشان داد.

-گونه های غالب فیتوپلانکتون

برای تعیین گونه های غالب از شاخص ISI استفاده شد، لذا در انتخاب آنها فراوانی نسبی نیز همراه با تراکم هریک از گونه ها در نظرگرفته شد. جداول ۳-۶ ، ۳-۷ و ۳-۸ گونه های غالب را به ترتیب در نیم خط ها، ایستگاه ها و ماههای نمونه برداری نشان می دهند.

جدول ۳-٦- میانگین تراکم (صدهزارسلول در مترمکعب) و خطای معیار (SE) گونه های غالب فیتوپلانکتون درنیم خط های مختلف در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

امیرآباد		بابلسر		نوشهر		تنکابن		گونه
SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	
1	3	1	2	3	6	3	8	*Chaetoceros peruvianus*
2	3	4	6	1	2	4	8	*Chaetoceros socialis*
2	5	122	133	47	50	13	24	*Chaetoceros subtilis*
7	23	226	422	45	112	140	298	*Chaetoceros throndsenii*
3	13	12	29	13	43	41	89	*Cyclotella meneghiniana*
14	19	28	45	41	61	56	99	*Dactyliosolen fragilissima*
4	13	5	12	5	9	2	8	*Nitzschia acicularis*
201	493	311	571	280	555	318	677	*Pseudonitzschia seriata*
31	46	59	99	746	854	76	134	*Skeletonema costatum*
6	12	4	8	33	41	12	25	*Skeletonema subsalsum*
68	197	62	140	171	270	29	100	*Thalassionema nitzschioides*
21	44	13	27	26	42	13	21	*Exuviaella cordata*
1	2	1	2	1	2	<1	<1	*Glenodinium behnengi*
1	1	<1	<1	<1	1	<1	<1	*Glenodinium lenticula*
1	2	1	2	1	2	1	1	*Goniaulax polyedra*
<1	<1	2	3	1	3	1	3	*Gymnodinium* sp.
2	2	2	2	1	2	1	1	*Gymnodinium variabile*
1	2	1	2	1	3	1	1	*Peridinium achromaticum*
1	2	1	2	<1	1	<1	1	*Peridinium tricoidum*
2	10	6	14	4	11	3	9	*Prorocentrum proximum*
3	7	1	2	1	3	1	2	*Lyngbya* sp.
4	11	4	10	7	17	3	12	*Oscillatoria* sp.
19	29	21	35	7	13	3	7	*Synechococcus* sp.
14	42	3	5	14	17	7	20	*Binuculeria lauteriburni*
16	17	<1	1	–	–	–	–	*Schroederia setigera*
1	3	10	14	3	4	11	18	Unknown 3 (Small flagellats)
5	6	33	66	5	7	6	10	*Apedinella spinifera*

جدول ۳-۷- میانگین تراکم (صدهزارسلول در مترمکعب) و خطای معیار (SE) گونه های غالب فیتوپلانکتون در ایستگاه های مختلف در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

ایستگاه C		ایستگاه B		ایستگاه A		گونه
SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	
2	4	2	6	1	4	*Chaetoceros peruvianus*
3	4	2	3	4	7	*Chaetoceros socialis*
6	9	92	96	36	54	*Chaetoceros subtilis*
27	70	157	237	129	334	*Chaetoceros throndsenii*
9	28	17	41	29	62	*Cyclotella meneghiniana*
24	40	37	72	37	56	*Dactyliosolen fragilissima*
2	9	5	15	3	7	*Nitzschia acicularis*
210	506	276	649	236	568	*Pseudonitzschia seriata*
32	57	53	101	560	692	*Skeletonema costatum*
7	14	6	16	25	35	*Skeletonema subsalsum*
40	116	51	167	132	247	*Thalassionema nitzschioides*
11	25	23	48	12	28	*Exuviaella cordata*
<1	1	1	3	1	2	*Glenodinium behnengi*
<1	<1	<1	1	1	1	*Glenodinium lenticula*
<1	1	0	2	1	2	*Goniaulax polyedra*
1	2	1	2	1	3	*Gymnodinium* sp.
1	2	1	1	1	2	*Gymnodinium variabile*
<1	1	1	2	1	3	*Peridinium achromaticum*
<1	2	1	2	<1	1	*Peridinium tricoidum*
2	8	5	15	3	10	*Prorocentrum proximum*
2	3	1	2	2	5	*Lyngbya* sp.
3	8	5	14	3	15	*Oscillatoria* sp.
5	11	4	10	20	41	*Synechococcus* sp.
10	27	5	10	12	26	*Binuculeria lauteriburni*
<1	<1	<1	<1	12	13	*Schroederia setigera*
2	4	3	6	11	19	Unknown 3 (Small flagellats)
8	16	24	36	10	14	*Apedinella spinifera*

جدول ۳-۸- میانگین تراکم (صدهزارسلول در مترمکعب) و خطای معیار (SE) گونه های غالب فیتوپلانکتون در ماههای مختلف در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

گونه	اردیبهشت		تیر		شهریور		آبان		دی		اسفند	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
Chaetoceros peruvianus	_	_	_	_	1	_	4	1	8	2	16	5
Chaetoceros socialis	<1	<1	_	_	6	5	18	7	2	2	2	2
Chaetoceros subtilis	4	2	3	4	303	186	4	2	-	-	2	1
Chaetoceros throndsenii	436	159	197	302	538	302	2	1	1	<1	4	2
Cyclotella meneghiniana	43	14	58	132	68	18	8	3	7	2	2	1
Dactyliosolen fragilissima	<1	<1	1	1	-	-	2	1	42	21	291	86
Nitzschia acicularis	-	-	<1	<1	<1	<1	21	6	15	2	26	7
Pseudonitzschia seriata	-	-	-	-	-	-	<1	<1	982	299	2462	434
Skeletonema costatum	-	-	5	3	-	-	6	4	1622	1084	66	27
Skeletonema subsalsum	-	-	1	1	-	-	-	-	103	48	26	7
Thalassionema nitzschioides	1	<1	<1	<1	86	17	220	64	710	230	43	15
Exuviaella cordata	15	4	4	1	7	2	11	5	12	2	152	42
Glenodinium behnengi	<1	<1	1	<1	-	-	2	1	2	1	5	2
Glenodinium lenticula	1	1	-	-	<1	<1	1	1	-	-	1	1
Goniaulax polyedra	3	1	1	<1	2	1	1	1	2	1	2	1
Gymnodinium sp.	2	1	<1	<1	11	3	-	-	1	1	<1	<1
Gymnodinium variabile	<1	<1	4	1	-	-	6	3	-	-	-	-
Peridinium achromaticum	2	1	1	-	3	1	3	1	1	1	4	1
Peridinium tricoidum	2	1	<1	<1	1	<1	3	1	2	1	1	1
Prorocentrum proximum	1	<1	2	1	3	1	11	3	15	2	34	8
Lyngbya sp.	1	1	-	-	5	2	14	4	1	1	1	<1
Oscillatoria sp.	2	1	25	9	2	1	8	3	4	1	33	5
Synechococcus sp.	36	31	18	8	71	26	1	<1	<1	<1	-	-
Binuculeria lauteriburni	-	-	-	-	13	9	40	14	21	7	53	23
Schroederia setigera	-	-	1	<1	<1	<1	26	24	-	-	-	-
Unknown 3 (Small flagellats)	5	3	35	21	19	4	<1	<1	-	-	-	-
Apedinella spinifera	1	1	17	8	60	47	54	21	1	<1	-	-

اولین و دومین گونه غالب در نیم خط های تنکابن، نوشهر، بابلسر و امیرآباد به ترتیب شامل (*Pseudonitzschia seriata* ، *Chaetoceros throndsenii*) ، (*Pseudonitzschia seriata*، *Skeletonema costatum*) ، (*Pseudonitzschia seriata* ، *Chaetoceros throndsenii*) ،(*Pseudonitzschia seriata* ، *Thalassionema nitzschioides*) بوده است. جدول ۳-۶ نشان می دهد که *Pseudonitzschia seriata* ، *Chaetoceros throndsenii*، *Skeletonema costatum* و *Thalassionema* nitzschioides به ترتیب با ۶۸، ۴۲، ۸۵ و ۲۷ میلیون سلول در مترمکعب در تنکابن، بابلسر؛ نوشهر و نوشهر حداکثر میانگین تراکم را دارا بودند. بر اساس جدول ۳-۷ بجز *Pseudonitzschia seriata* که در ایستگاه B (لایه سطحی از ایستگاه های با عمق ۱۵ متر) حداکثر میانگین را دارا گردید بقیه گونه های فوق در ایستگاه A دارای حداکثر میانگین تراکم گردیدند. *Pseudonitzschia seriata* در هر سه ایستگاه جزو یکی از دو گونه غالب بود ولی در ایستگاه A تراکم آن کم تر از *Skeletonema costatum* بود. در ایستگاه های B و C به ترتیب گونه های *Chaetoceros throndsenii* و *Thalassionema nitzschioides* در دومین رتبه تراکم قرار گرفتند. بر اساس

میانگین ماهانه تراکم گونه های غالب، *Chaetoceros throndsenii* در سه ماه اول نمونه برداری یعنی ماههای اردیبهشت، تیر و شهریور بعنوان اولین گونه غالب حضور یافت و حداکثر میانگین آن در شهریور ثبت شد. در ماههای آبان، دی و اسفند به ترتیب گونه های *Thalassionema nitzschioides*، *Skeletonema costatum* و *Pseudonitzschia seriata* در رتبه اول تراکم قرار داشتند.

از میان گونه های معرفی شده در جدول ۳-۸، هیستوگرام های رسم شده بر اساس تراکم برای *Cyclotella meneghiniana*، *Thalassionema nitzschioides*، *Exuviaella cordata*، *Prorocentrum proximum* و *Oscillatoria* sp. شباهت بیشتری به منحنی نرمال داشتند. آزمون آماری ANOVA نیز بیانگراختلاف معنی داری بین تراکم هر یک از ۵ گونه ی فوق در ماههای نمونه برداری بود ($p<۰/۰۵$). تغییرات تراکم *Cyclotella meneghiniana* به نحوی بود که تنها از اردیبهشت تا تیر افزایش قابل ملاحظه داشت و پس از آن تا اسفند روند کاهشی آن ادامه یافت. در حالی که روند افزایشی و نسبتا" شدید*Thalassionema nitzschioides* تا ماه دی ادامه یافت و سپس در اسفند کاهش نشان داد. برای *Exuviaella cordata* و *Prorocentrum proximum* افزایش مشخصی از تراکم در اسفند نسبت به سایر ماهها ی نمونه برداری ثبت گردید. میانگین تراکم *Oscillatoria* sp. علاوه بر اسفند در ماه تیر نیز دارای مقدار بالاتری نسبت به دیگر ماههای نمونه برداری بود. زیر گروههای تشکیل شده برای *Cyclotella meneghiniana*، *Thalassionema nitzschioides*، *Exuviaella cordata*، *Prorocentrum proximum* و *Oscillatoria* sp. در آزمون دانکن به ترتیب بصورت (۲ زیر گروه:اردیبهشت- تیر- شهریور ، آبان- دی – اسفند)، (۳ زیر گروه: اردیبهشت-تیر، شهریور-اسفند، شهریور- آبان- اسفند)، (۳ زیرگروه: تیر-شهریور-آبان، اردیبهشت- شهریور- آبان- دی ، اسفند)، (۳ زیر گروه: اردیبهشت-تیر- شهریور، دی – اسفند)، (سه زیر گروه: اردیبهشت- شهریور-آبان-دی، تیر-آبان-دی، تیر-اسفند) بوده است.

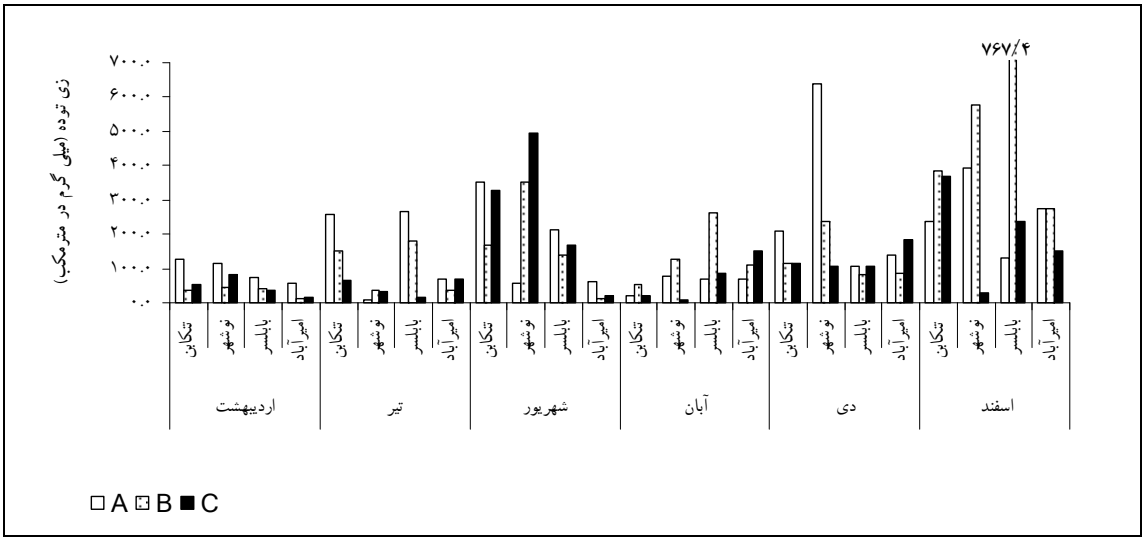
توزیع تراکم در بعضی از گونه ها ی غالب اگرچه بیانگر عدم شایستگی داده ها برای انجام آزمون های آماری بوده است اما به نظر می رسد که در میزان حضور و تراکم ماهانه دارای تفاوت بودند. بعنوان مثال تراکم *Pseudonitzschia seriata* در دو ماه نمونه برداری شده در فصل زمستان بخصوص اسفند و*Skeletonema costatum* در دی ماه افزایش چشم گیری نسبت به دیگر ماههای سال داشتند. در حالی که *Chaetoceros throndsenii* در ماههای نمونه برداری شده در فصول بهار و تابستان تراکم بالاتری نسبت به دیگر ماهها نشان داد. روند افزایشی تراکم *Apedinella spinifera* نیز از اردیبهشت شروع شد و پس از رسیدن به حداکثر میزان خود در شهریور و آبان در دی و اسفند (زمستان) کاهش شدید نشان داد.

ضریب پیوستگی پیرسون (r) بین تراکم بعضی از گونه ها معنی دار بوده است. مثلا" بین تراکم *Oscillatoria* sp. با *Exuviaella cordata* و *Prorocentrum proximum* ضریب پیوستگی پیرسون مثبت و برابر ۰/۳ بود. در حالی که ضریب فوق بین *Cyclotella meneghiniana* با *Exuviaella cordata* و *Prorocentrum proximum* منفی و به ترتیب برابر ۰/۳- و ۰/۴- بود.

۲-۳- زی توده

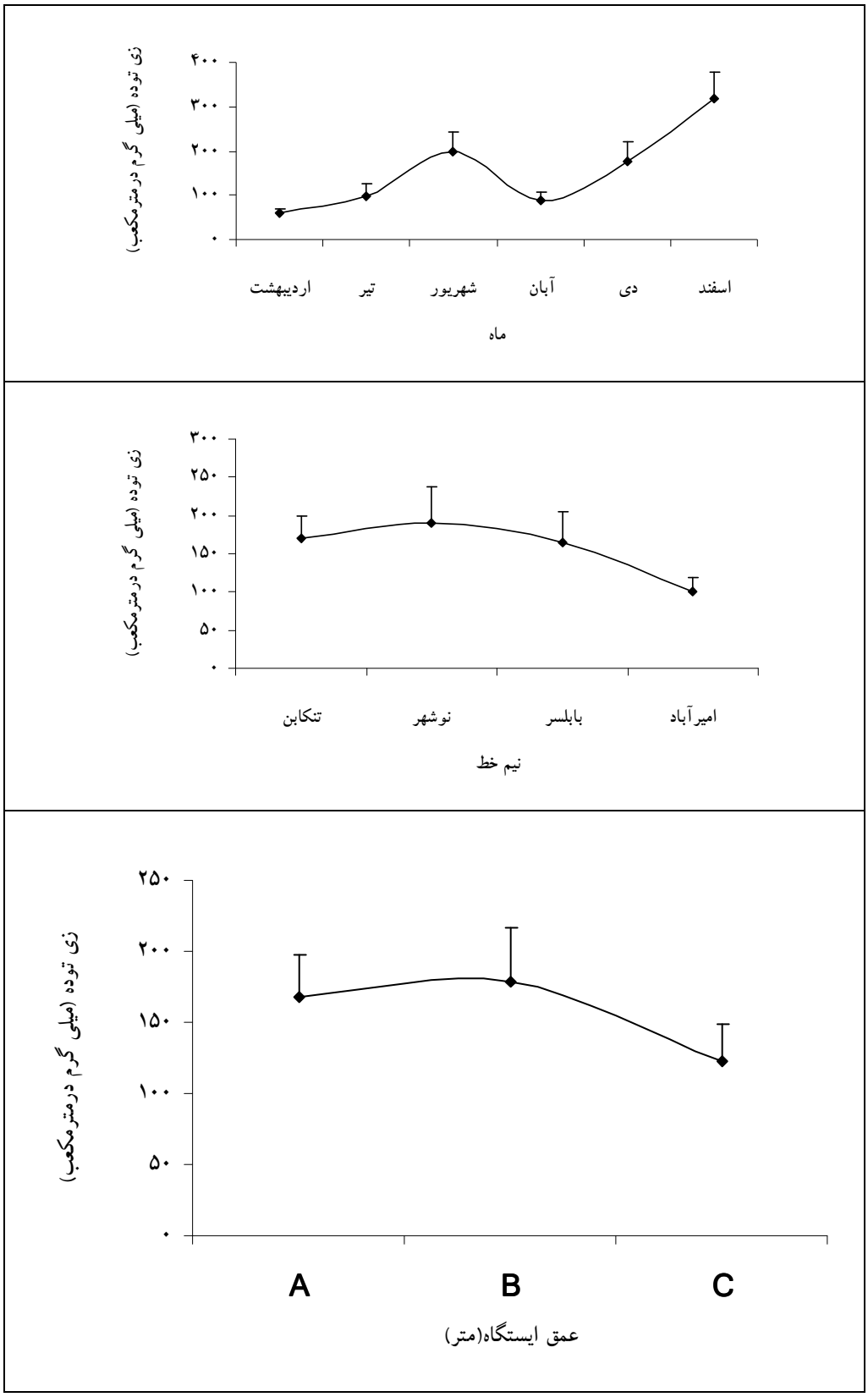
۱-۲-۳- فیتوپلانکتون کل

میانگین زی توده فیتوپلانکتون به همراه خطای استاندارد (SE) در طی دوره ۱ /۱۸ ± ۱۵۶/۵ میلی گرم در مترمکعب بدست آمد. نمودار ۳-۵ تغییرات زی توده فیتوپلانکتون را در طی مطالعه نشان می دهد. این تغییرات بین حداقل ۹/۳ (ایستگاه A، تیر ماه و نیم خط نوشهر) و حداکثر ۷۶۷/۴ (ایستگاه B، اسفند ماه و نیم خط بابلسر) میلی گرم در مترمکعب در تغییر بوده است. اما ۵۰ درصد از داده ها بین ۵۴/۳ و ۲۳۰/۶ میلی گرم در مترمکعب قرار داشتند. بطوری که زی توده با مقادیر کمتر از۵۴/۳ میلی گرم در مترمکعب عمدتا" در ماه های فصول بهار و تابستان و زی توده با مقادیربیشتر از ۲۳۰/۶ میلی گرم در مترمکعب در ماه های زمستان و در نیم خط های تنکابن و نوشهرثبت گردید.



نمودار۳-۵- تغییرات زی توده فیتوپلانکتون دربخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱)

نمودار ۳-۶ تغییرات زی توده را به تفکیک زمانی (ما ه ها) و مکانی (نیم خط ها و ایستگاه ها) نشان می دهد. تغییرات ماهانه زی توده بیانگر دو حداکثر در شهریور (تابستان) و اسفند (زمستان) بوده است. میانگین زی توده فیتوپلانکتون در ماه های شهریور، دی واسفند دارای میزان بیشتری نسبت به بقیه ماه ها بوده است. در بررسی مکانی زی توده، روند کاهشی ملایمی از نیم خط های غرب استان یعنی تنکابن و نوشهر به سمت نیم خط شرق استان (امیرآباد) و نیز از ایستگاه های A به C مشاهده گردید.



نمودار۳-٦- تغییرات میانگین زمانی و مکانی زی توده فیتوپلانکتون در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱). آنتنک ها نشان دهنده خطای معیار (SE) می باشد.

نتایج تست آماری ANOVA اختلاف معنا داری از زی توده را بین ماهها نشان داد (p<۰/۰۵)، اما تغییرات زی توده بین ایستگاه ها و نیم خط های نمونه برداری به ترتیب بین سیانوفایتا و باسیلاریوفایتا معنی دارنبوده است (p<۰/۰۵) (جدول ۳-۹).

جدول۳-۹- نتایج تست آماری ANOVA بر زی توده فیتوپلانکتون و شاخه های عمده آن (باسیلاریوفیتا، پیروفیتا و سیانوفیتا) نسبت به فاکتورهای مختلف در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

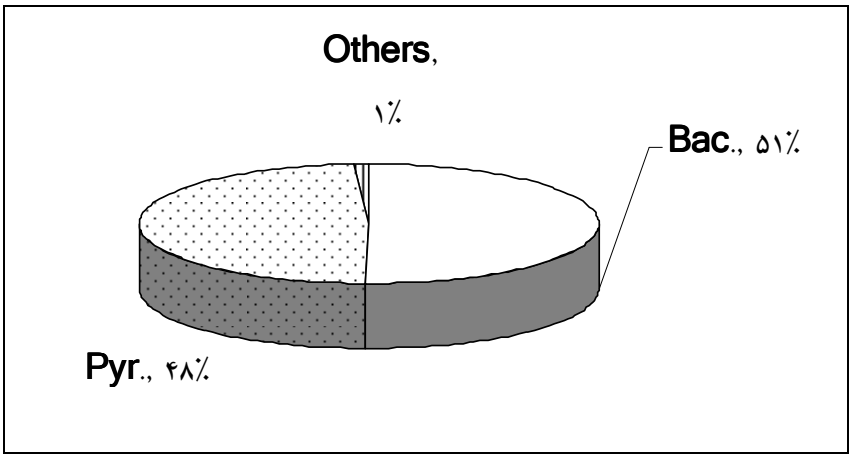
دوره بررسی	متغیر مستقل	فیتوپلانکتون کل	Bac.	Pyr.	Cya.
سال	ماه	S	S	S	S
	نیم خط	NS	S	NS	NS
	ایستگاه	NS	NS	NS	S
اردیبهشت	نیم خط	NS	S	NS	NS
	ایستگاه	S	NS	S	NS
تیر	نیم خط	NS	NS	NS	NS
	ایستگاه	NS	NS	NS	NS
شهریور	نیم خط	S	S	NS	S
	ایستگاه	NS	NS	S	NS
آبان	نیم خط	NS	NS	NS	NS
	ایستگاه	NS	NS	NS	NS
دی	نیم خط	NS	NS	NS	NS
	ایستگاه	NS	NS	NS	NS
اسفند	نیم خط	NS	NS	NS	NS
	ایستگاه	NS	NS	NS	NS

S = p<0/05 اختلاف معنی دار است. NS =p>0/05 اختلاف معنی دار نیست

.Bac= باسیلاریوفایتا، .Pyr= پایروفایتا، Cya= سیانوفایتا.

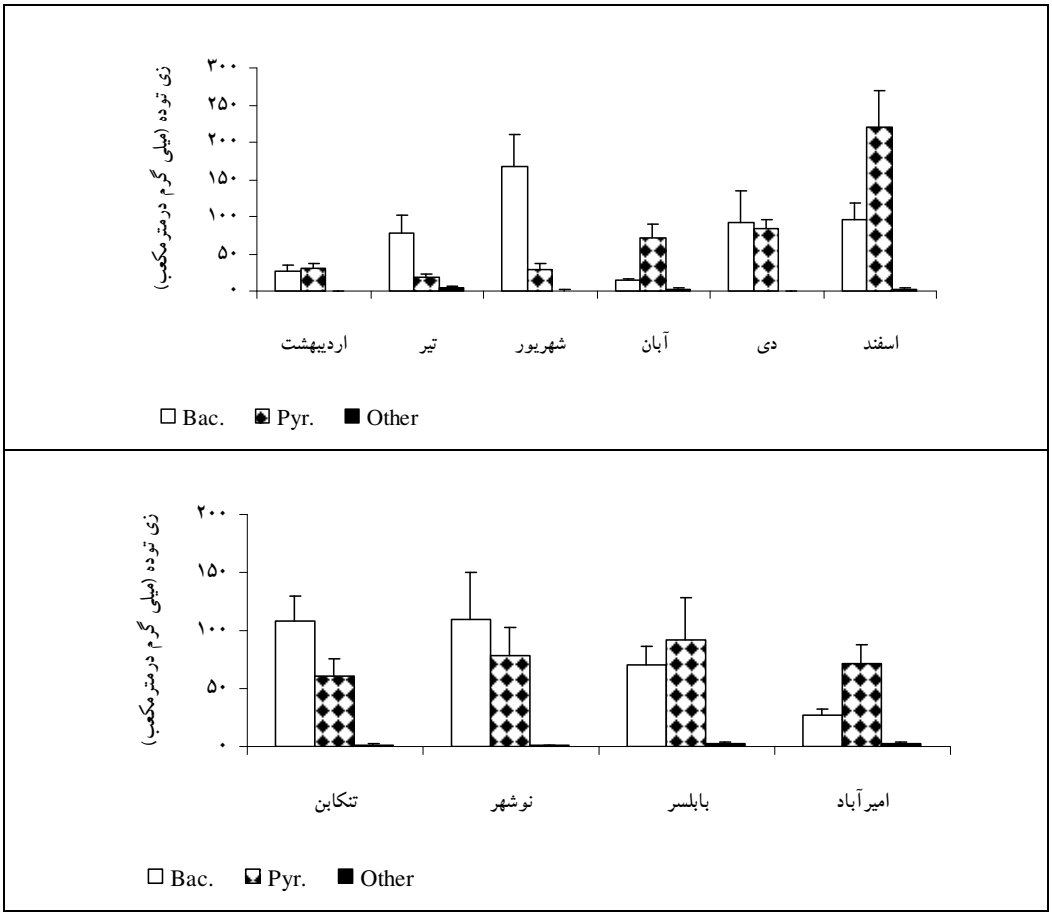
۲-۲-۳- شاخه های فیتوپلانکتون

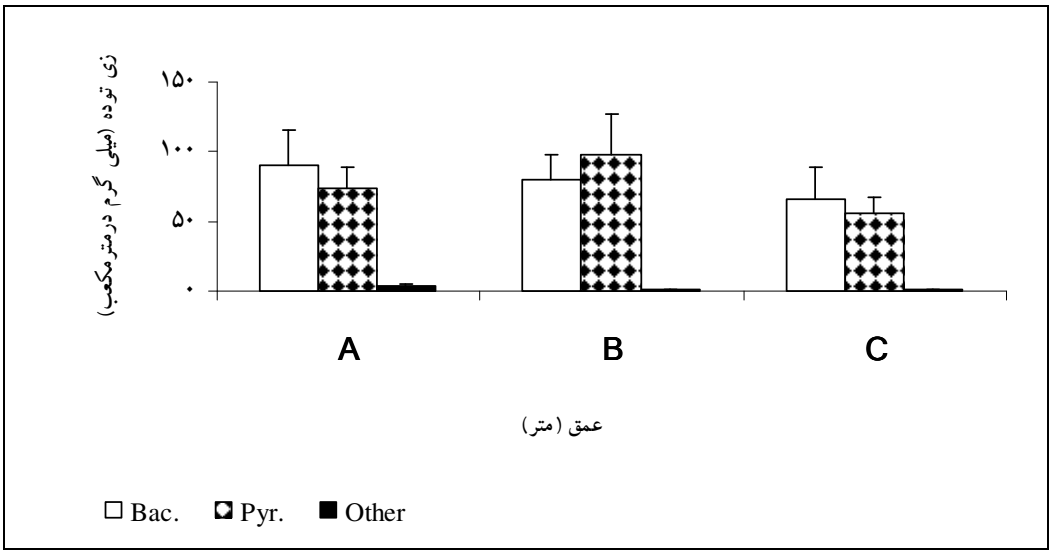
توزیع زی توده در بین شاخه های فیتوپلانکتون به نحوی بود که میزان عمده ای از زی توده فیتوپلانکتون به ترتیب به باسیلاریوفایتا و پیروفایتا اختصاص یافت (نمودار ۳-۷). دیگر شاخه ها تنها ۱ درصد از مجموع زی توده فیتوپلانکتون را شامل شدند.



نمودار۳-۷- تغییرات درصد زی توده شاخه های مختلف فیتوپلانکتون در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).Bac= Bacillariophyta ،Pyr= Pyrrophyta Others= سایر شاخه ها.

به این ترتیب شاخه ها و گروه های دیگر نظیر شاخه کریزوفایتا و گروه تاژکداران کوچک با آنکه تراکم قابل توجهی را در بعضی ماه ها و نیم خط ها بدست آوردند ولی زی توده آن ها به علت کوچک بودن اندازه آن ها نتوانسته رقم قابل توجهی را ایجاد کند. تغییرات زمانی (ماهها) و مکانی (در نیم خط ها و ایستگاه ها) میانگین زی توده شاخه های مختلف فیتوپلانکتون در نمودار ۳-۸ آورده شده است.





نمودار۳-۸- تغییرات زمانی (ماه ها) و مکانی (نیم خط ها و ایستگاه ها) میانگین زی توده شاخه های فیتوپلانکتون در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).
علائم اختصاری شبیه به نمودار ۳-۳.

باسیلاریوفایتا: تغییرات میانگین زی توده در بین نیم خط ها به نحوی بود که از ایستگاه های غرب به سمت شرق استان از میزان آن کاسته شد. بطوریکه بیشترین زی توده در این شاخه در نیم خط های تنکابن و نوشهر (۱۰۸ و ۱۱۰ میلی گرم در متر مکعب) و کم ترین آن در امیرآباد (۲۶ میلی گرم در متر مکعب) بدست آمد. مقدار زی توده از ایستگاه نزدیک به ساحل(A) تا دورتر از ساحل (C) کاهش داشته است. بیشترین زی توده ماهانه در شهریور و کم ترین آن در آبان ثبت گردید.

پیروفایتا: کم ترین زی توده در بین نیم خط ها در تنکابن (۶۱ میلی گرم در متر مکعب) و بیشترین آن در بابلسر (۹۲ میلی گرم در متر مکعب) ثبت گردید اما نظم معینی در روند تغییرات میانگین زی توده این شاخه در بین نیم خط ها دیده نشد. این شاخه بیشترین و کمترین زی توده را به ترتیب در ایستگاه های B و C دارا بوده است. کم ترین و بیشترین زی توده ماهانه به ترتیب در تیر و اسفند (۱۷ و ۲۲۱ میلی گرم در متر مکعب) بوده است بنابراین زی توده این شاخه پس از کمی کاهش از اردیبهشت تا ماه های فصل تابستان با روند افزایشی، در اسفند (زمستان) به حداکثر میزان خود رسید. بطوری که میانگین زی توده پیروفایتا در ماه های زمستان نسبت به ماه های بهار و تابستان تقریبا" ۴/۵ برابر گردید.

دیگر شاخه ها: زی توده این گروه (شامل سیانوفایتا، کلروفایتا، اگلنو فایتا، زانتوفایتا، هاپتوفایتا، کریپتوفایتا و کریزوفایتا) نسبت به باسیلاریوفایتا و پیروفایتا بسیار کم بوده و تنها ۱ درصد از زی توده کل را شامل گردید. به هرحال تغییرات مکانی این گروه به نحوی بود که از ایستگاههای غرب به شرق استان افزایش و از ایستگاه های دارای عمق ۵ متر به ایستگاه های دارای عمق ۳۰ متر افزایش داشته است. این گروه در اردیبهشت و ماه های زمستان زی توده پایین تری نسبت به آبان و ماه های فصل تابستان بدست آورد.

بررسی آماری نشان داد که زی توده باسیلاریوفایتا دارای اختلاف معنا داری بین ماه ها و نیم خط های نمونه برداری بوده است ($p<۰/۰۵$). بررسی در هر ماه نشان داد که اختلاف معنا دار بین نیم خط ها در ماه های اردیبهشت و شهریوربوده است. تست تکمیلی دانکن نیم خط امیرآباد (دارای میانگین زی توده پایین تر نسبت به سایر نیم خط ها) را در ماه های اردیبهشت و شهریوردر گروه جداگانه از سایر نیم خط ها قرار داد.

همچنین تست ANOVA نشان داد که زی توده پیروفایتا نیز دارای اختلاف معنا دار بین ایستگاه ها بوده است. بررسی در هر فصل نشان داد که زی توده پیروفایتا فقط در اردیبهشت و شهریوردارای اختلاف معنا دار بین ایستگاه ها بوده است. به نحوی که بر اساس تست تکمیلی دانکن در اردیبهشت ایستگاه A که دارای بالاترین میانگین زی توده پیروفایتا بود در گروه جداگانه از ایستگاه های B و C قرار گرفت. اما در شهریورکاهش زی توده پیروفایتا در ایستگاه B سبب گردید که زی توده آن با ایستگاه A (دارای حداکثر میزان زی توده) در یک گروه قرار نگیرد. لذا گروه بندی ایستگاهی زی توده پیروفایتا در شهریور به صورت دو گروه (ایستگاه های A و C) و (ایستگاه های B و C) شکل گرفت.

ضریب همبستگی پیرسون بین زی توده کل و دو شاخه غالب در زی توده (باسیلاریوفایتا و پیروفایتا) نشان داد که برای باسیلاریوفایتا $r=۰/۸$ و پیروفایتا $r=۰/۷$ بوده است و این دو شاخه تاثیر تقریبا" یکسانی در ایجاد زی توده کل فیتوپلانکتون داشته اند.

۳-۲-۳-گونه ها ی غالب فیتوپلانکتون

تعداد ۱۳ گونه از فیتوپلانکتون حدود ۹۰ درصد از زی توده آن را در نیم خط ها، ایستگاه ها و ماه های نمونه برداری تشکیل دادند. میانگین زی توده گونه های فوق در نیم خط ها، ایستگاه ها و ماه های نمونه برداری به ترتیب در جداول ۳-۱۰ ، ۳-۱۱ و ۳-۱۲ آورده شده است.

جدول ۳-۱۰- میانگین زی توده (میلی گرم در مترمکعب) و خطای استاندارد (SE) گونه های غالب فیتوپلانکتون درنیم خط های مختلف در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

گونه	تنکابن		نوشهر		بابلسر		امیرآباد	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
Chaetoceros throndsenii	6/2	2/9	2/3	0/9	8/8	4/7	0/5	0/1
Coscinodiscus jonesianus	31/6	18/4	39/4	27/7	31/6	14/3	0/0	0/0
Cyclotella meneghiniana	24/0	11/2	11/6	3/4	7/8	3/1	3/5	0/8
Dactyliosolen fragilissima	3/6	1/9	2/1	1/4	2/0	1/0	0/6	0/5
Pseudonitzschia seratia	12/0	5/5	9/4	4/8	9/7	5/3	8/4	3/4
Pseudosolenia calcar-avis	19/3	9/4	7/4	7/2	0/2	0/2	5/5	3/9
Skeletonema costatum	4/0	2/3	25/6	22/4	3/0	1/8	1/4	0/9
Thalassionema nitzschioides	1/9	0/5	5/1	3/3	2/7	1/2	3/7	1/3
Exuviaella cordata	5/2	2/6	10/0	5/3	7/5	2/7	10/5	4/3
Goniaulax polyedra	0/9	0/6	2/2	0/6	2/9	0/8	2/8	1/0
Peridinium achromaticum	4/3	1/9	9/2	2/4	6/5	2/7	5/5	2/3
Peridinium tricoidum	1/1	0/4	0/8	0/3	1/6	0/5	1/2	0/4
Prorocentrum proximum	46/1	13/4	53/6	19/6	71/7	30/4	48/9	12/4

جدول ۳-۱۱- میانگین زی توده (میلی گرم در مترمکعب) و خطای استاندارد (SE) گونه های غالب فیتوپلانکتون در ایستگاه ها ی مختلف در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

C		B		A		گونه
SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	
0/6	1/5	3/3	5/0	2/7	7/0	*Chaetoceros throndsenii*
21/4	35/5	14/0	23/7	9/8	17/8	*Coscinodiscus jonesianus*
2/4	7/4	4/5	11/1	7/8	16/7	*Cyclotella meneghiniana*
0/8	1/5	1/3	2/8	1/3	1/9	*Dactyliosolen fragilissima*
3/6	8/6	4/7	11/4	4/0	9/7	*Pseudonitzschia seratia*
3/2	4/8	8/5	13/4	3/0	6/2	*Pseudosolenia calcar-avis*
1/0	1/7	1/6	3/0	16/8	20/8	*Skeletonema costatum*
0/8	2/2	1/0	3/2	2/5	4/7	*Thalassionema nitzschioides*
2/2	6/2	4/6	11/9	2/7	6/9	*Exuviaella cordata*
0/6	1/7	0/6	2/3	0./9	2/7	*Goniaulax polyedra*
1/1	4/3	2/4	5/9	2/3	9/0	*Peridinium achromaticum*
0/3	1/4	0/4	1/6	0/2	0/6	*Peridinium tricoidum*
10/2	40/0	24/7	74/2	13/4	51/0	*Prorocentrum proximum*

جدول ۳-۱۰ نشان می دهد که در همه نیم خط ها *Prorocentrum proximum* بیشترین زی توده را دارا بود. پس از آن *Coscinodiscus jonesianus* در همه نیم خط ها بجز امیرآباد بیشترین زی توده را بذست آورد. در نیم خط های تنکابن و نوشهر تعداد ۴-۳ گونه در تشکیل بخش عمده ای از زی توده نقش داشتند در حالی که در نیم خط های بابلسر و امیر آباد تنها ۲ گونه بخش عمده ای از زی توده را تشکیل دادند. بررسی ایستگاهی زی توده گونه های غالب نیز نشان داد که در ایستگاه ها ی B و C مجددا" گونه های *Prorocentrum proximum* و *Coscinodiscus jonesianus* به ترتیب دو گونه نخست در زی توده را تشکیل دادند. در دومین رتبه گونه های غالب در" ایستگاه A " Skeletonema costatum قرار داشت و پس از آن *Coscinodiscus jonesianus* و *Cyclotella meneghiniana* جای گرفت. این جدول نشان می دهد که در "ایستگاه B " عمده زی توده توسط ۶ گونه شکل گرفت. در حالی که در "ایستگاه C " فقط دو گونه بخش عمده زی توده را تشکیل دادند.

جدول ۳-۱۲- میانگین زی توده (میلی گرم در مترمکعب) و خطای استاندارد (SE) گونه های غالب فیتوپلانکتون در ماه های مختلف در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران) (سال ۱۳۹۱).

اسفند		دی		آبان		شهریور		تیر		اردیبهشت		گونه
SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	
0/0	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	6/3	11/2	4/1	6/3	3/3	9/1	*Chaetoceros throndsenii*
0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	40/8	130/2	16/0	23/7	0/0	0/0	*Coscinodiscus jonesianus*
0/2	0/6	0/5	1/9	0/9	2/3	5/0	18/5	15/7	35/8	3/7	11/5	*Cyclotella meneghiniana*
2/9	9/9	0/7	1/4	0/6	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	*Dactyliosolen fragilissima*
7/4	41/9	5/2	17/4	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	*Pseudonitzschia seratia*
16/3	32/6	0/3	0/3	0/0	0/0	1/3	1/3	5/9	11/2	3/3	3/3	*Pseudosolenia calcar-avis*
0/8	2/0	32/5	48/7	0/1	0/2	0/0	0/0	0/1	0/1	0/0	0/0	*Skeletonema costatum*
0/3	0/8	4/4	13/5	1/2	4/2	0/3	1/6	0/0	0/0	0/0	0/0	*Thalassionema nitzschioides*
8/5	30/4	0/4	2/4	1/0	2/3	0/4	1/4	1/8	2/4	2/7	10/9	*Exuviaella cordata*
1/0	2/7	1/1	2/8	0/7	1/3	0/8	2/1	0/5	0/8	1/3	3/6	*Goniaulax polyedra*
4/3	12/0	2/0	2/0	2/5	8/0	2/4	8/8	0/8	1/5	3/0	6/0	*Peridinium achromaticum*
0/4	0/6	0/4	1/6	0/7	2/2	0/3	0/9	0/1	0/1	0/5	1/7	*Peridinium tricoidum*
39/7	171/7	11/6	73/3	15/9	56/3	6/7	14/2	3/7	9/6	2/3	5/4	*Prorocentrum proximum*

بررسی ماهانه گونه های غالب در زی توده نشان داد که در ماه های اردیبهشت، خرداد و تیر Cyclotella meneghiniana و در ماه های آبان، دی و اسفند Prorocentrum proximum اولین گونه غالب بوده است. در شهریور Coscinodiscus jonesianus بیشترین زی توده را در بین گونه ها بدست آورد. در همه ماهها بجز آبان ۵-۴ گونه عمده زی توده فیتوپلانکتون را شکل دادند. در آبان ماه تنها یک گونه بخش اعظم زی توده را شامل گردید.

٤-بحث

برآیند مجموعه ای از عوامل فیزیکوشیمیایی(نظیرجریان های آبی، درجه حرارت، نور و مواد مغذی) ، بیولوژیکی (مانند چرای مصرف کنندگان و رقابت) و عوامل فیزیولوژیکی (نظیر چرخه زندگی گونه ها) سبب تغییر در تراکم زمانی و مکانی فیتوپلانکتون می گردد (Paecho et al., 2010). امروزه با افزایش فعالیت های جوامع انسانی (صنعتی، توریستی و ...) در زمینه های مختلف مرتبط به اکوسیستم های آبی، بسیاری از پارامترهای فوق مستقیم و غیر مستقیم تحت تاثیرقرار می گیرند و توضیح علل و چگونگی تغییرات را پیچیده و گاها" ناممکن می سازند. اثرات عوامل انسان ساخت بسته به شدت و طول مدت آن ممکن است کوتاه مدت و یا بلندمدت باشد. تخلیه دائمی فاضلاب رستوران ها، مجتمع های تفریحی و آموزشی، کشتی های لنگر انداخته، لنج های صید کیلکا، قایق های تفریحی از جمله فعالیت های انسانی معمول در طول سواحل نیم خط های نمونه برداری بوده است. ضمن آنکه این فعالیت ها در فصول دارای مجوز صید (اوایل پاییز تا اوایل بهار) و فصول گردشگری (بهار و تابستان) شدت داشته است. از دیگر فعالیت های مهم در ناحیه نمونه برداری شده وجود نیروگاه تولید برق شهید سلیمی در نزدیکی نیم خط امیرآباد می باشد. لذا تغییرات پارامترهای مختلف مانند افزایش سطح مواد مغذی ناشی از فعالیت جوامع انسانی بخصوص در ورودی رودخانه ها به دریا و تغییرات درجه حرارت آب ناشی از تخلیه آب خروجی خنک کننده های کندانسور های نیروگاه به داخل آن در نیم خط امیرآباد (لالویی،۱۳۷۴، فارابی و همکاران، ۱۳۸۸) را باید همراه با نوسانات ناشی از منابع طبیعی آن در نظر داشت. تعیین سهم هر یک از عوامل در ایجاد تغییرات منوط به اجرای پروژه های مدل سازی است که پارامترهای فوق را طی فصول و یا ماههای مختلف سال عددی سازد . لذا در این پروژه بر اساس اهداف ارائه شده، عمدتاً بر شرح وضعیت حاکم بر اکوسیستم و بیان تغییرات تاکید شده است و در صورت امکان برخی روابط بین فیتوپلانکتون و سایر پارامترهای اندازه گیری شده مورد بررسی قرار گرفته است. در این شرایط یکی از ابزارهای مهم در تعیین روند و چگونگی تغییرات، مقایسه اطلاعات بدست آمده با داده هایی است که اکوسیستم دارای ثبات اکولوژیکی بوده و اثرعوامل تغییر دهنده انسان ساخت (مستقیم یا غیر مستقیم) بر آن ناچیز بوده است، بطوریکه عوامل و روابط معمول و طبیعی برای بیان تغییرات کفایت می کرد. بدین منظورتغییرات میانگین تراکم فیتوپلانکتون ودرصدتراکم شاخه های غالب به ترتیب در جداول ۴-۱ و ۴-۲ آورده شده است. شایان ذکر است که این مقایسه در محدوده ی مکانی نمونه برداری پروژه حاضر انجام گرفته است. جدول ۴-۳ نیز درصد تراکم بعضی از گونه ها را نسبت به شاخه مربوطه و نیز درصد فراوانی حضور آنها را در کل نمونه های آب برداشته شده در سال مورد مطالعه نشان می دهد. تعدادی از گونه های فوق جزو گونه های غالب و ساکن در سال ۱۳۷۵(سال ثبات اکوسیستم) و تعدادی دیگر، در سال های اخیر دارای تراکم فراوان در دریای خزر شده اند.

جدول ٤-١- تغییرات میانگین تراکم (میلیون سلول درمتر مکعب) فیتوپلانکتون به همراه خطای معیار در سال های مختلف در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران)

سال	بهار		تابستان		پاییز		زمستان		سال	
	میانگین	SE	میانگین	SE	میانگین	SE	میانگین	SE	میانگین	SE
1375	29	11	2	1	24	6	13	3	17	5
1387	4	1	52	18	43	9	52	13	38	10
1388	32	7	386	91	32	3	537	184	247	71
1390	62	18	23	3	100	40	41	18	57	20
مطالعه حاضر	59	19	124	52	51	10	327	56	140	25

جدول ٤-٢- تغییرات درصد تراکم شاخه های غالب فیتوپلانکتون (باسیلاریوفایتا، پیروفایتا و سیانوفایتا) در سال های مختلف در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران)

سال	**بهار**			**تابستان**			**پاییز**			**زمستان**			**سال**		
	Bac.	Pyr.	Cya.	Bac.	Pyr.	Cya.	Bac.	Pyr.	Cya.	Bac.	Pyr.	Cya.	Bac.	Pyr.	Cya
1375	55	45	-	69	30	0	90	9	<۱	79	18	<۱	72	27	<۱
1387	31	49	15	5	3	91	45	7	37	68	10	10	39	8	45
1388	31	36	30	2	3	94	51	25	23	96	2	1	56	4	39
1390	15	63	15	21	8	68	80	4	2	83	14	2	57	23	12
مطالعه حاضر	83	5	7	83	2	7	59	7	5	91	6	1	85	5	3

بر اساس (جدول ۴-۱)، درمطالعه حاضر میانگین تراکم فیتوپلانکتون دارای دو حداکثر تابستان و زمستان بود و شدت افزایش تراکم فیتوپلانکتون در فصل زمستان به حدی بوده که این فصل را از دیگر فصول متمایز نموده است (P<۰/۰۵). در حالی که در سال ۱۳۷۵ چنین الگویی در تراکم فیتوپلانکتون مشاهده نمی شود و تراکم فیتوپلانکتون دارای دو حداکثر در بهار (تحت تاثیر عواملی نظیر افزایش طول مدت روز، افزایش مواد مغذی) و پاییز (همراه با کم شدن فشار چرا از سوی زئوپلانکتون) و دو حداقل در تابستان (تحت تاثیر افزایش فشار چرا از سوی زئوپلانکتون) و زمستان (همراه با کاهش درجه حرارت، شدت تابش نور و فتوسنتز) بوده است (Davi , 1955). این تغییرات بین سالی در فصول تابستان و پاییز به میزان زیادی تحت تاثیر افزایش تراکم Mnemiopsis leidyi و فشار تغذیه ای بر مزوزئوپلانکتون و نهایتا" کاهش فشار چرا از سوی مزوزئوپلانکتون بر فیتوپلانکتون بخصوص در فصول تابستان و پاییز صورت گرفته است (Roohi et al., 2010 ; نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱).

جدول ٤-۳- مقایسه درصد فراوانی حضور و تراکم تعدادی از گونه های فیتوپلانکتون در سال های مختلف در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه مازندران).

گونه	درصد فراوانی حضور				درصد تراکم از شاخه مربوطه			
	۱۳۷۵	۱۳۸۸	۱۳۹۰	مطالعه حاضر	۱۳۷۵	۱۳۸۸	۱۳۹۰	مطالعه حاضر
Chaetoceros throndsenii	–	۴۰/۲	۳۳/۳	68/8	–	۰/۷	۱/۳	۲۰/۵
Cyclotella meneghiniana	۳۷/۵	۵۹/۸	۷۰/۸	81/3	۱۴/۱	۱/۲	۵/۲	۲/۵
Dactyliosolen fragilissima	۶/۳	۳۴/۱	۲۹/۲	33/3	–	۱۳/۲	۵/۲	۶/۱
Pseudosolenia calcar-avis	۵۶/۳	۳۶/۶	۲۵/۰	12/5	۳/۶	۰/۳	۰/۷	۰/۱<
Pseudonitzschia seriata	–	۴۵/۱	۵۰/۰	27/1	–	۴۴/۹	۲۳/۳	۵۱/۴
Skeletonema costatum	۹/۴	۱۹/۵	۱۲/۵	27/1	۱/۶	۲/۵	۱۷/۷	۱/۵
Thalassionema nitzschioides	۷۸/۱	۷۶/۸	۵۴/۲	72/9	۷۳/۳	۳/۶	۲۴/۳	۷/۳
Exuviaella cordata	۸۱/۳	۸۶/۶	۷۰/۸	87/5	۸۸/۳	۲۸/۵	۷۴/۶	۷۰/۵
Glenodinium behningii	۱۲/۵	۳۹/۰	۳۷/۵	27/1	۱	۱/۸	۱/۸	۲/۵
Glenodinium lenticula	–	۳۱/۷	۲۵/۰	20/8	–	۱/۱۲	۰/۱<	۱/۱
Goniaulax polyedra	۳/۱	۶۱/۰	۳۷/۵	50/0	۰/۶۲	۵/۷	۱/۶۳	۲/۸
spiniferum Goniaulax	۳/۱	۰/۱<	۸/۳	2/1	۰/۱۴	۰/۱<	۰/۲۶	۰/۱
Gymnodinium variabile	۱۸/۸	۱۵/۹	۲۵/۰	12/5	۶/۹	۰/۷	۱/۴	۲/۲
Peridinium achromaticum	–	۴۵/۱	۳۳/۳	56/3	–	۲/۳	۱/۲	۴/۰
Peridinium trochoideum	–	۲۶/۸	۴۵/۸	45/8	–	۱/۲	۲/۷	۲/۳
Prorocentrum proximum	–	۸۶/۶	۶۶/۶	7/.8	–	۴۷/۵	۱۲/۶	۱۶/۹
Nodularia spumigena	–	۲/۴	۱۲/۵	–	–	<۰/۱	۰/۵	–
Oscillatoria limosa	۳/۱	۲/۴	۴/۲	<۰/۱	۵۰	۲/۲۴	۰/۱	<۰/۱
Oscillatoria sp.	–	۹۲/۷	۷۹/۲	68/8	–	۸۲/۶	۴۵/۰	۲۴/۳
Synechococcus sp.	–	۳/۷	۲۰/۸	45/8	–	۰/۰۸	۷/۵	۵۷/۶
Binuclearia lauterbornii	۹/۴	۱۱	۳۷/۵	35/4	۱۰۰	۵۳/۴	۷۱/۹	۶۶/۰

از دیگر عوامل ایجاد تغییر و جابجایی، افزایش مواد مغذی با منابع داخلی است. مواد مغذی دریای خزر از رودخانه ها و عمدتا" بوسیله ولگا با ۸۰٪ آب ورودی به آن وارد می شود. تا قبل از انجام فعالیتهای سازه ای بر روی این دریا و رودخانه های مربوطه مواد مغذی عمدتا" در اواخر بهار و اوایل تابستان به آن وارد می شد. اما با احداث سد ها بخصوص بر روی ولگا از ورود مواد مغذی به طریق کلاسیک جلوگیری شده است. به این ترتیب

مواد مغذی در نواحی مختلف (شمالی، مرکزی، جنوبی) عمدتا" از سیکل داخل اکوسیستم و باران تامین می گردد (Kosarov and Yablonskaya, 1994). بررسی رسوبات سواحل ایرانی دریای خزر در اعماق ۱۰ و ۱۰۰ متر در سال ۱۳۸۸ نشان داد که رقم قابل توجهی از فسفر معدنی (۵۱/۴-۱۶/۷ درصد) را فسفر قابل دسترس برای رشد جلبک تشکیل داده است (Samadi et al., 2013). این امر می تواند تا حد زیادی مربوط به تجزیه توده انبوه شانه دار و فیتوپلانکتون سقوط کرده در رسوبات بستر باشد (Shiganova et al., 2003; Samadi et al., 2013)، بخصوص آنکه افزایش تراکم فیتوپلانکتون در سال های اخیر با چند بار وقوع شکوفایی جلبکی نیز همراه بوده است (Nasrollahzadeh et al., 2011). منبع سرشاری از این مواد مغذی، در فصل زمستان از طریق اختلاط عمودی در ستون آب (Kosarev and Yablonskaya, 1994) و همزمان با کاهش شرایط مطلوب محیطی برای رشد و تکثیر شانه دار مهاجم (Roohi et al., 2010)، برای افزایش تراکم فیتوپلانکتون فراهم می گردد. از سویی دیگر موکوس مترشحه از *Mnemiopsis leidyi* به همراه مواد خروجی از زئوپلانکتون های زنده و فعال، نیز سبب افزایش مواد مغذی گردیده اند. مجموع این عوامل منبع مناسبی از مواد مغذی را برای افزایش تراکم فیتوپلانکتون در کلیه فصول نسبت به سال ۱۳۷۵ (تغییرات بین سالی) فراهم نموده است. تغییر شدت این عوامل به همراه تغییرات درجه حرارت، نوسانات فصلی تراکم (داخل سالی) را نیز ایجاد نموده است.

همانطور که عنوان گردید تغییر در تجمعات اکولوژی و بیولوژیکی دریای خزر از اواخر ۱۳۷۹ (معرفی شانه دار به دریای خزر) آغاز شده است. مطالعه Nasrollahzadeh و همکاران (2008b) بیانگر وجود نوسانات واضح فصلی درتراکم فیتوپلانکتون در سال ۱۳۸۳ بود.بطوریکه حداکثر پاییزه بر جا ماند اما دومین نقطه حداکثر به جای بهار تا حد زیادی در زمستان شکل گردید. با این حال میانگین تراکم پاییز بیش از زمستان بود. مطالعه ی Roohi و همکاران (۲۰۱۰) نیز از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵، حداکثر میانگین ماهانه تراکم را در اوایل بهمن سال ۱۳۸۰ به میزان ۳۹۶ سلول در میلی لیتر و حداقل آن را در مرداد سال ۱۳۸۱ به میزان ۱ سلول در هر میلی لیتر نشان داد. در سال ۱۳۸۸نیز میانگین سالانه تراکم فیتوپلانکتون دارای دو نقطه حداکثر در فصول تابستان و زمستان گردید که دارای تفاوت زیادی با نقاط حداقل در فصول بهار و پاییز بود، ضمن آنکه بدلیل وقوع شکوفایی تراکم فیتوپلانکتون در فصول مختلف سال ۱۳۸۸ افزایش شدیدی نسبت به سال ۱۳۷۵ داشته است. تراکم در تابستان و زمستان سال ۱۳۹۰ نسبت به سال ۱۳۸۸ کاهش داشت در حالی که در بهار و پاییز افزایش داشته است. تغییرات بین فصول از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۱ (مطالعه حاضر) دقیقا" بالعکس روند بیان شده در بین سال های ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ بوده است. عدم مشاهده روند یکسان در بین سال های مختلف بیانگر عدم ثبات در این اکوسیستم می باشد.

احتمالا" وجود شرایط مشابه مانند ورودی رودخانه و فعالیت جوامع انسانی در نیم خط ها سبب میگردد که در طی سال اختلاف معنی داری از تراکم فیتوپلانکتون در بین نیم خط دیده نشود($p>0/05$). اما وجود شرایط خاصی در نیم خط ها احتمالا" افزایش تراکم فیتوپلانکتون را در بعضی گونه ها و ماهها تشدید می نماید و اختلاف معنا داری را در بین نیم خط ها ایجاد می کند. مثلا" سابقه وقوع شکوفایی در نیم خط های تنکابن و

نوشهردر سال های ۱۳۸۴ ، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ و نیز بابلسر در سال ۱۳۸۹، ذخایر مواد مغذی را در رسوبات منطقه بیشتر نموده است. ضمن آنکه وجود حرکت دورانی در بیشتر اوقات سال در بابلسر و اختلاط آب، مواد مغذی مناسبی را برای افزایش تراکم فیتوپلانکتون فراهم می نماید. اگرچه تراکم در ایستگاه C نسبت به ایستگاه A کم تر بوده است ولی عدم وجود اختلاف معنی دار تراکم از ساحل تا دورتر از ساحل بیانگر یکسان بودن شرایط از ساحل تا دورتر از ساحل و موثر بودن مواد مغذی سواحل تا ایستگاه C برای رشد وتکثیر فیتوپلانکتون است.

در سال ۱۳۹۱ (مطالعه حاضر) باسیلاریوفایتا در همه فصول درصد عمده از تراکم فیتوپلانکتون را تشکیل داد و از تاثیر سایر شاخه ها در ایجاد تراکم فیتوپلانکتون بشدت کاسته شد. مقایسه درصد فصلی تراکم شاخه های فیتوپلانکتون در بین سال های مختلف نشان می دهد که جابجایی در شاخه های غالب رخ داده است. چنانکه در سال ۱۳۷۵ (جدول ۴-۵) باسیلاریوفایتا در کلیه فصول اولین شاخه غالب بود و پیروفایتا در فصول بهار و تابستان این شاخه غالب را در تشکیل بخش عمده از تراکم فیتوپلانکتون همراهی نمود. در سال ۱۳۸۰ دو شاخه نخست غالب یعنی باسیلاریوفایتا و پیروفایتا با پیروفایتا و سیانوفایتا جایگزین گردیدند (Makhlough, 2002). در پاییز و زمستان سال ۱۳۸۴ نیز باسیلاریوفایتا و پیروفایتا غالب بودند ولی در بهار و تابستان تراکم باسیلاریو فایتا و سیانوفایتا غالب گردید. در سال ۱۳۸۸ همزمان با وقوع شکوفایی در تابستان، سیانوفایتا و باسیلاریوفایتا تنها شاخه غالب به ترتیب در فصول تابستان و زمستان بوده اند. در این سال شاخه غالب در فصول بهار(پیروفایتا) با شاخه های باسیلاریوفایتا و سیانوفایتا و شاخه غالب در پاییز(باسیلاریوفایتا) با شاخه های پیروفایتا و سیانوفایتا همراه گردید. در بهار و پاییز سال ۱۳۹۰ که نقاط حداکثر تراکم در آنها ثبت گردید(برخلاف سال ۱۳۸۸)، بر درصد شاخه های پیروفایتا و باسیلاریوفایتا به ترتیب در این دو فصل افزوده شد اما الگوی غالبیت فصلی شاخه ها مانند ۱۳۸۸ ظاهر شد. عدم محدودیت منابع سیلیسی از جمله دلایل غالبیت باسیلاریوفایتا در دریای خزر می باشد (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱). ضمن آنکه، ثبات آنها نسبت به تغییرات عوامل غیر زنده اکوسیستم سبب شده که بتوانند در کل دریا توزیع داشته باشند(Kasymov, 2004). پیروفایتا نیز همواره بعنوان یکی ازدو شاخه غالب بخصوص در فصول تابستان و پاییز همراه با لایه بندی حرارتی آب و کم شدن مواد مغذی در خزر جنوبی (شریعتی، ۱۳۷۲) و حوزه ایرانی مطرح بوده است (فضلی و همکاران، ۱۳۸۹). وجود تعداد زیاد ورودی رودخانه ها سبب بالا بودن تراکم سیانوفایتا وکلروفایتا در بخش شمالی دریای خزر بوده است (شریعتی، ۱۳۷۲) و لذا سیانوفایتاوکلروفایتا معمولا" جزوشاخه های غالب در تراکم و فراوانی حضور در حوزه ایرانی نبوده اند. شاخه کلروفایتا بر اساس مطالعات انجام شده در سالهای ۸۸-۱۳۷۰ (پورغلام و همکاران، ۱۳۷۴; فضلی و همکاران، ۱۳۸۹; گل آقایی و همکاران، ۱۳۸۷; مخلوق و همکاران، ۱۳۹۱) و نیز این مطالعه تاکنون چنین وضعیتی را در حوزه ایرانی دریای خزر حفظ کرده است و عمدتا" در فصل پاییز فراوانی حضور و تراکم آن افزایش داشته است. لذا ظاهرا" تغییر قابل توجهی در غالبیت تراکمی باسیلاریوفایتا، پیروفایتا و کلروفایتا در طی سال های مختلف استنباط نمی گردد. اما تغییرات در مورد سیانوفایتا بسیار محرز بوده است. بطوریکه موقعیت این شاخه از

سال ۱۳۷۵ با فراوانی حضور حدود ۶ درصد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۹) و تراکم کم تر از ۱درصد، از سال ۱۳۸۰ به بعد، به تناوب به یکی از دو شاخه غالب رسید. سیانوفایتا اگرچه جزو ساکنین طبیعی اکوسیستم محسوب می گردند ولی افزایش سیانوفایتا در نیم خط امیرآباد (در نزدیکی نیروگاه تولید برق نکا) (لالویی، ۱۳۸۳ ; فارابی و همکاران، ۱۳۸۹) و نیز شکوفایی تابستانه آن در سال های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ شواهدی بر افزایش مواد مغذی از نوع انسان ساخت (Antropogenic) (Chorus and Bartram. 1999) و نیز هوای گرم و ساکن (Hajdu et al.,2007) می باشد. بر اساس Kasymov (۲۰۰۴) سیانوفایتا در دریای خزر در فصول تابستان و پاییز دارای افزایش جمعیت هستند اما غالبیت با درصد تراکم بیش از ۹۰ درصد درتابستان پدیده ای است که در سال های بعد از تهاجم شانه دار رخ داده است (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۱). غالبیت سیانوفایتا بعنوان نشانه ای از پرغذایی (عمدتا" از نوع انسان ساخت) در فصول تابستان و پاییز در اغلب دریاچه های یوتروف در اروپای مرکزی گزارش گردیده (Soylu and Gonulol, 2010). در مطالعه حاضر نیزحداکثر تراکم سیانوفایتا در طی دوره نمونه برداری در فصل تابستان (شهریور) و در نیم خط امیرآباد ثبت گردید. وجود گونه های دارای توان تثبیت نیتروژن مولکولی و گونه های فاقد این توانایی در این شاخه سبب گردیده که این شاخه در شرایط مختلف بتواند تراکم خود را افزایش دهد و رابطه مستقیم بین مواد مغذی نیتروژنی و تراکم سیانوفایتا را کمی پیچیده نماید. چنانکه در مطالعه ی Romo and Villena (۲۰۰۵)، در مزوکزوم (با استفاده از آب مدیترانه) گونه های سیانوفایتا دارای توانایی فیکس نیتروژن در محیط دارای میزان کم فسفات (کم تر از ۸ میکرومول) و گونه های سیانوفایتی فاقد توانایی تثبیت نیتروژن در محیط دارای میزان بالاتر فسفات (۲۶-۸ میکرومول) غالب گردیدند. بنابراین اگرچه غالبا" در محیط های یوتروف مشاهده می شوند اما خصوصیاتی مانند سازگاری در محیط های دارای میزان کم مواد مغذی (اولیگوتروف)، استفاده از مواد مغذی موجود در رسوب و تولید سم به این شاخه توان رقابت با سایر شاخه ها را داده است (Romo and Villena, 2005). در دریای خزر نیز شکوفایی در تابستان سال ۱۳۸۸ بر اثر رشد تکثیر شدید گونه ی دارای توانایی تثبیت نیتروژن یعنی *Nodularia spumigena* (سیانوفایتا) بوده است. شکوفایی این گونه و مصرف بالای فسفراحتمالا"سبب تشدید محدودیت فسفری در محیط گردید. بررسی نشان داد که درماههای تیر و شهریور (تابستان) ۱۳۹۱ (مطالعه حاضر) از فراوانی حضور و تراکم سیانوفایتا نسبت به سال های ۹۰-۱۳۸۰ بشدت کاسته شد و از اردیبهشت تا شهریور، کلنی های کوچک *Synechococcus* گونه غالب در شاخه سیانوفایتا بوده است. بررسی همزمان مواد مغذی درمنطقه (نصراله زاده و همکاران، منتشر نشده) نشان داد که در ماههای تابستان شرایط محدودیت فسفری حاکم بوده است، بدون آنکه همانند سال۱۳۸۸ وقوع شکوفایی و مصرف شدید فسفر باعث کاهش آن شده باشد. به این ترتیب به نظر می رسد که دمای مناسب در تابستان و نیز محیط دارای محدودیت فسفری، فرصت مناسبی را برای افزایش تراکم و فراوانی حضور *Synechococcus* sp. نسبت به سال های پیشین فراهم نموده است. زیرا *Synechococcus* جزو گونه های دارای محدودیت نیتروژنی است (Stal et al,2003; Hajdu et al.,2007) و معمولا" برای منابع آمونیاکی بیش

از منابع فسفر رقابت می کند (Romo and Villena, 2005). افزایش تراکم و شکوفایی آن در هر دو نوع آبهای اولیگوتروف و آب های دارای غلظت بالای نوترینت مشاهده شده است (Sigee, 2004). در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر گزارش های منتشر نشده از حضور این گونه در اواخر دهه ی ۱۳۷۰ و اوایل دهه ی ۱۳۸۰ موجود است. در سال ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ نیز حضور محدودی داشته است. اهمیت آنها از سویی بعنوان مهم ترین تولیدکنندگان اقیانوسی در چرخه ی کربن و از سوی دیگر بدلیل پتانسیل شکوفایی و نیز اثری است که بر رشد و افزایش نانوفلاژل ها دارند(Christaki et al., 2002). در حوزه ایرانی دریای خزر تا سال ۱۳۸۸ گزارشی مبنی بر حضور گروه تاژک داران کوچک نشده است. اما بعد از چند گزارش موردی در سال ۱۳۹۰ حضور نسبتا" گسترده ای از این گروه در مطالعه حاضر (۱۳۹۱) ثبت گردید. به طوری که تراکم آن طی مدت مطالعه به ۵۰ درصد از تراکم سیانوفایتا رسید.

تشابهات جغرافیایی، منشا مشترک (Kosarev and Yablonskaya, 1994)، وقوع حوادث مشابه اکولوژیکی و ورود بسیاری ازگونه های مهاجم از دریای سیاه به دریای خزر(Shiganova et al., 2005) سبب می گردد که رویدادهای اکولوژیکی این دو پیکره ی آبی (دریا های خزر و سیاه) با هم پی گیری و مقایسه گردند. چنانکه مطالعه درجنوب دریای سیاه نیز از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ نشان داد که از درصد غالبیت تراکم باسیلاریوفایتا در بهار، تابستان و پاییز کاسته شد در حالی که درصد تراکم تاژکداران کوچک و کریزوفایتا افزایش یافت. بررسی جایگزینی شاخه ها در حوزه داخلی دریای سیاه در سال های ۱۹۹۴-۱۹۸۵ نیز نشان داد که در بهار و تابستان باسیلاریوفایتا غالب بود و پس از آن در پاییز تاژکداران کوچک غالب گردید(Nesterova et al., 2008). آنها این رویداد را که با افزایش شدیدگونه هایی از شاخه پیروفایتا وگونه های سمی از جنس *Pseudonitzschia* ادامه یافت را نشانه ای از اختلال در جایگزینی گونه ای و عدم ثبات اکوسیستم دانستند.

مشارکت گونه های غالب در ساختار زنجیره غذایی اکوسیستم آبی تعیین کننده جریان انرژی و مواد است. در این رابطه دو شبکه غذایی کلاسیک و میکربی تعریف شده است. در سیستم با غالبیت سیانوفایت های تک سلولی، کلنی های کوچک و پلانکتون های با سایز کمتر از میکرو (نانو و پیکو پلانکتون)، بخش عمده ای از انرژی و کربن در شبکه غذایی میکربی قرار می گیرد و مجددا" در لایه نوری در چرخه قرار می گیرد، بر خلاف شبکه غذایی کلاسیک که بخش عمده ای از انرژی و کربن توسط موجودات گیاهخوار به مصرف می رسند و یا در رسوب قرار می گیرند. به این ترتیب در یک سیستم با شبکه غذایی میکربی در مقایسه با شبکه غذایی کلاسیک تنها حدود ۳ تا ۹ درصد از تولیدات به سطوح بالاتر می رسد و کارایی انتقال انرژی کاهش می یابد (Samuelsson, 2003). اگرچه این برآورد در پروژه حاضر صورت نگرفته است، اما بیانگر لزوم توجه به افزایش تراکم و گسترش پلانکتون های کوچک سایز (نانو و پیکو پلانکتون) می باشد.

در مطالعه حاضر، علاوه بر گونه های موجود در گروه تاژکداران کوچک در سایر شاخه ها نیز افزایش گونه های تاژکدار ریز سایز با حداکثر طول خطی ۱۰ میکرن و نسبت بالای سطح به حجم (S/V) صورت گرفت.

چنانکه درشاخه کریزوفایتا، گونه ی *Apedinella spinifera* با وجود آنکه برای اولین بار در حوزه ایرانی دریای خزرمشاهده شد، فراوانی حضور آن در غالب نیم خط ها به ۳۰ تا ۶۰ درصد رسید و تراکم آن نه تنها با شاخه سیانوفایتا برابری می کرد حتی در مواردی (ماههای شهریور و آبان و در نیم خط بابلسر) از آن بیشتر گردید. افزایش گونه های کوچک تاژکدار در شاخه باسیلاریوفایتا نیز مشاهده گردید. تراکم تاژکدار کوچک در این شاخه یعنی *Chaetoceros throndsenii* (حداکثر طول خطی ۱۵ میکرن) در سال ۱۳۸۸ تغییر چندانی را در ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون ایجاد نکرد ولی در مطالعه حاضر فراوانی حضور آن درنیم خط ها به بیش از ۶۰ درصد رسید و تراکم غالب را در بیشتر نیم خط ها و ماههای مربوط به بهار و تابستان تشکیل داد. بدلیل اثر فضولات شهری (Ake-Castillo and Vazquez, 2008) وخروجی فاضلابهای بهینه سازی نشده در تشدیدتراکم آن و نیز پتانسیل شکوفایی این گونه(Livingston, 2002) ، افزایش تراکم آن احتمالا" شاخص کیفیت نامناسب آب بخصوص در نیم خط های تنکابن تا بابلسر در ماههای اردیبهشت، تیر و شهریور می باشد.تجزیه توده های انبوه فیتوپلانکتون در فصول قبل احتمالا" برای گسترش و افزایش تاژکداران کوچک، باسیلاریوفایتای کوچک سایزمطلوب بوده است. ضمن آنکه بسیاری از تاژکداران کوچک قادر به بلع باکتریها هستند و در نتیجه می توانند مواد آزاد شده از آنها را نیز مورد استفاده قرار دهند (Hajdu et al.,2007). مطالب فوق نشان می دهد همانطور که در سال های ۸۸-۸۰ شاخه سیانوفایتا نقش مهمی در بیان کیفیت آب و وضعیت اکولوژیکی دریای خزر داشته است در سال ۱۳۹۱ (مطالعه حاضر) تاژکداران موجود در شاخه های مختلف (کریزوفایتا، باسیلاریوفایتا و ..) اهمیت زیادی در این امربخصوص از بهار تا پاییز داشته اند.

Reynolds (۲۰۰۶) بیان نمود که گونه ها از شاخه های مختلف فیتوپلانکتون بطور تصادفی در کنار هم قرار نمی گیرند، بلکه شباهت استراتژی و الگوی زندگی، گونه ها را در کنار هم قرار می دهد. لذا تعیین محدوده های مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی درمطالعات اکولوژیکی بخصوص در پیش بینی و تعیین وضعیت، اطلاعات بیشتری از مطالعات سیستماتیک و فیلوژنیکی می دهد. در این مطالعه، و خصوصیات مرفولوژیکی تاژکداران کوچک یعنی کوچک بودن سایز، بالا بودن نسبت سطح به حجم (S/V) عدم تشکیل تجمعات بزرگ،کلنی و زنجیره، احتمالا" انعکاسی از تامین مواد مغذی از لایه های عمقی تر آب و نزدیک به کف درماههای فصل تابستان می باشد. بالا بودن نسبت S/V کارایی تا ژکداران کوچک را در جذب مواد مغذی یعنی نیتروژن و فسفر، رشد و فتوسنتز بالا می برد (Dahl et al. ,2005 ; Greisberger et al., 2007). ضمن آن که دارا بودن تاژک و تحرک شدید به آنها توانایی دریافت این مواد مغذی را در لایه های عمقی تر (نزدیک به کف) و برگشت به لایه های بالایی برای دریافت نور را می دهد. دارا بودن تاژک برای این گونه های کوچک سازگاری بسیار مناسبی برای آنها بوده تا حتی با الگوی C- استراتژی بتوانند تراکم خود را در این شرایط بالا ببرند. زیرا گونه های دارای الگوی C- استراتژی با آنکه به محض فراهم آمدن مواد مغذی می توانند رشد و تکثیر تهاجمی داشته باشند ولی به اندازه گونه های S- استراتژی (مانند کلنی های کوچک *Synechococcus*) درمقابل کمبود مواد مغذی مقاوم

نیستند لذا وجود تاژک و تحرک در گونه هایی مانند *Chrysochromulina* sp. ، *Apedinella spinifera* و *Chaetoceros throndsenii* موجب کم رنگ شدن حساسیت این گونه ها به دریافت مواد مغذی در لایه بالایی در فصل تابستان گردیده است (Hajdu et al., 2007). تراکم زیاد گونه های C–استراتژی (تاژک داران کوچک از شاخه های مختلف) می تواند بیانگر افزایش میزان مواد مغذی بخصوص از نوع انسان ساخت است (Moncheva et al., 2001). مطالعه Dahl و همکاران (2005) نیز نشان داد که در تابستان افزایش فیتوپلانکتون های با سایز کوچک (پیکوپلانکتون و نانوپلانکتون) نشانه ای از ورود مغذی و یا تامین آن از لایه های عمقی است.

باید در نظر داشت که افزایش تاژکداران کوچک می تواند نتیجه غیر مستقیم از نوع تغذیه ی سطوح بالاتر تغذیه ای (زئوپلانکتون و دیگر موجودات تغذیه کننده از فیتوپلانکتون) باشد. مطالعه ی نصراله زاده و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که مزوزئوپلانکتون در بیشتر فصول سال ۱۳۸۸، گونه های فیتوپلانکتون دارای اندازه مناسب برای تغذیه را در دسترس نداشته است، لذا اجبارا" گونه های دارای اندازه بزرگ را در شاخه باسیلاریوفایتا و یا رشته های بلند *Oscillatoria* sp. (شاخه سیانوفایتا) را مورد تغذیه قرار داد. مطالعات Sommer. و همکاران (۲۰۰۳) در مزوکوزم و نیز Goldyn و Kowalczewska (۲۰۰۷) در دریاچه Swarzedzkie نشان داد که کوپه پودا با تغذیه از فیتوپلانکتون های بزرگ سایز سبب افزایش پلانکتون های کوچک سایز می گردند. با توجه به آنکه اکنون ساختار تراکمی زئوپلانکتون در دریای خزر بخصوص در فصول بهار، تابستان و پاییز را عمدتا" کوپه پودا (*Acartia*) تشکیل میدهد (Rohhi et al;2010 ; نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱)، احتمالا" افزایش فشار مصرف برگونه های بزرگ سایز از یک سو و محدودیت تغذیه ای کوپه پودا از پلانکتون های کوچک سایز (کوچک تر از میکروپلانکتون) (Allan, 2007) از سوی دیگر موجب افزایش تراکم گونه های کوچک سایز بصورت غیر مستقیم (Sommer et al.,2003) در دریای خزرگردیده است. افزایش تراکم کوپه پودا و فشار تغذیه ای آنها بر مژه داران (شکارگران تاژکداران کوچک) (Peter and Sommer, 2012) نیز می تواند از دیگر دلایل افزایش تاژکداران کوچک در دریای خزر باشد.

صرف نظر از رویداد ها و روابط موجود در دریای خزر، افزایش دما در جهان (Global Warming) نیز به عنوان یکی از دلایل افزایش گونه های کوچک سایز بیان گردیده است. زیرا اعتقاد بر این است که گرما از یک سو بلوغ (Maturation) را بیش از رشد جسمی (Somatic) سرعت می بخشد، لذا موجب کوچک شدن سایز داخل گونه ای می گردد(Forster et al., 2011 ; Atkinson, 1994). اما از سوی دیگر افزایش درجه حرارت بر روند جایگزینی بین گونه ها نیز تاثیر می گذارد بطوری که ممکن است سبب برتری تراکم گونه های کوچک سایز گردد. مطالعه گونه ها در محیط کشت، نشان دادکه اثرات بین گونه ای به هنگام افزایش دما بسیار قوی است (Atkinson et al, 2003) .بطوریکه به ازای افزایش هر یک درجه سانتی گراد دما، ۲/۵ درصد سایز کاهش یافت که عمدتا" جابجایی بین گونه ای بیش از داخل گونه ای بوده است. این فرایند در واقع این یک روش سازگاری با افزایش دما است. زیرا با افزایش دما نیازهای متابولیک سلول بالا می رود و گونه های با سایز کوچک نسبت به

گونه های با سایز بزرگ نیازهای متابولیک کم تری به ازای هر واحد سلول دارند (Daufresne et al., 2009). این امر در محیط دارای استرس مواد مغذی و حتی دارای میزان ثابت از مواد مغذی و محیط با غالبیت گونه های کوچک سایز، بیشتر مشاهده می گردد (Yvon-Durocher et al., 2011).

وجود گونه هایی با توانایی های متفاوت مانند توانایی حرکتی و تغذیه ای در شاخه پیروفایتا به آن ها امکان حضور در شرایط مختلف از آب لایه بندی شده تا آب دارای اختلاط عمودی و از آب "اولیگوتروف" تا "یوتروف" داده است. در مطالعه حاضر ۱۸ گونه شناسایی گردید اما فقط ۶ گونه دارای فراوانی حضور بیش از ۳۰ درصد بوده اند و ۲ گونه (*Exuviaella cordata* و *Prorocentrum proximum*) بعنوان گونه های غالب مطرح گردیدند. در دهه ی ۱۳۸۰ ، *Dissodonium pseudolunula*، *Heteraulacus polyedricus*، *Protoperidinium* sp.، *Heterocapsa* sp. و *Heterocapsa triquetra* از پیروفایتا در لیست گونه های مضر معرفی شده به دریای خزر وارد گردیدند (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۰) که در میان آنها *Heterocapsa* در اوایل پاییز ۱۳۸۵به مدت سه روز در حوالی کانال موج شکن در انزلی تا شهر حسن رود شکوفا گردید و کشند سرخ را ایجاد کرد. به هر حال هیچ کدام از این گونه ها در مطالعه حاضر مشاهده نشدند. چنانکه در تابستان سال ۱۳۹۱ (مطالعه حاضر) نیز با آنکه تراکم گونه هایی از پیروفایتای مقاوم به کمبود مواد مغذی (S-استراتژی) افزایش یافت ولی به نظر می رسد که در مقایسه با گونه های دیگر دارای الگوی S-استراتژی ولی کوچک سایزتر (*Synechococcus*) و دارای S/V بالاترتوان رقابتی پایین تری داشته و به سطح بالاتری از مواد مغذی نیازمند است (Sigee, 2004). شاید به این دلیل، گونه تاژکدار ولی درشت سایز از پیروفایتا مانند *Ceratium hirundinella* نیز تنها در دو نمونه و با میانگین تراکم ۰/۲ درصدگزارش گردید. *Exuviaella cordata* و *Prorocentrum proximum* با توجه به الگوی C-استراتژی و رشد تهاجمی از آبان تا اسفند همزمان با تخریب لایه بندی و اختلاط عمودی آب و فراهم شدن مواد مغذی به سرعت تراکم خود را افزایش دادند. اگرچه *E. cordata* در دریای خزر بعنوان منبع غذایی مناسب برای زئوپلانکتون مطرح می باشد (Kasymov, 2004)، ولی با توجه به ویژگی هایی مانند رشد تهاجمی و توانایی شکوفایی (شریعتی، 1372)، توان بهم زدن موازنه جمعیتی را در ساختار فیتوپلانکتون و در نتیجه اکوسیستم دارا می باشد. چنانکه شکوفایی *E. cordata* در اوایل ۱۹۸۰در دریای سیاه بعد ازحمله ی *M. leidyi*، در نهایت به یوتریفیکاسیون دریای سیاه ختم گردید(Sorokin, 1999). مطالعه ی Nasrollahzadeh و همکاران (۲۰۱۱) بر روی ترکیب و تراکم گونه های فیتوپلانکتونی به هنگام شکوفایی *Nodularia spumigena* در سال ۱۳۸۸ نشان داد که *E. cordata* و *P. proximum* به ترتیب ۲۱ و ۴۵ درصد از تراکم پیروفایتا را تشکیل دادند. سابقه مطالعاتی ناحیه مورد بررسی در این مطالعه در چندین سال نشان داد که بعد از کاهش ۶۰ درصدی تراکم *E. cordata* در سال ۱۳۸۸ نسبت به سال ۱۳۷۵، تراکم آن در سال ۱۳۹۰ و مطالعه حاضر افزایش یافته است. *Glenodinium* ، *Peridinium* و *Goniaulax* از دیگر جنس های مشاهده شده در شکوفایی سال ۱۳۸۸بودند که در لیست گونه های پیروفایتا در مطالعه حاضر نیز دیده شده اند. این نتیجه نشان می دهد که این گونه ها بخصوص *E. cordata* و *P.*

proximum نه تنها با کیفیت نامناسب آب به هنگام شکوفایی مقاوم و سازگار بودند بلکه ممکن است درصورت شرایط مناسب همراه با دیگر گونه های شکوفا شده تراکم خود را به شدت افزایش دهند. چنانکه نتایج مطالعه حاضر نشان داد افزایش دو گونه ی فوق با افزایش تراکم انفجاری *Pseudonitzschia seriata* در ماههای دی و اسفند همراه بوده است. *P. seriata* که به شاخه ی باسیلاریو فایتا تعلق دارد اغلب به صورت زنجیره ای و آرایش خاص " پله ای" مشاهده می شود. *Pseudonitzschia* دارای گستره ی وسیع جغرافیایی است و گونه های مختلف آن از مهمترین جلبک های شکوفا شونده در سواحل غربی آمریکا است (Scholin et al., ; Gulland et al., 2002 Bates et al.,1989 ; 2000). شکوفایی *P. seriata* از دریای مدیترانه نیز گزارش شده است. در دریای سیاه نیز گزارشی از افزایش جمعیت آن تا حد شکوفایی موجود است(Shiganova et al., 2005). این گونه در سال ۱۹۹۰ پس از شناسایی در سواحل روسی دریای خزر ابتدا به *Nitzschia seriata* نام گذاری گردید (Tatarintseva,1992). اکنون این گونه با نام *Pseudonitzschia seriata* بعنوان یکی از گونه های وارد شده از طریق آب موازنه کشتی ها از دریای سیاه به دریای خزر نیز شناخته می شود (Karpinsky, 2010 ; Shiganova et al., 2005). در سواحل ایرانی حوزه جنوبی

دریا ی خزر نیز در لیست گونه ای سال ۷۴-۱۳۷۳ با تراکم بسیار پایین و در منطقه محدودی از سواحل خزر در استان گیلان و در فصل بهار وجود داشته است (پورغلام و همکاران، ۱۳۷۴) ولی در سال ۱۳۸۳با فراوانی حضور۷ درصد و میانگین تراکم حدود ۷میلیون درمترمکعب و عمدتا" در فصل زمستان بر میزان گسترش مکانی آن افزوده شد وتا سواحل خزر در استان گلستان مشاهده گردید (لالویی و همکاران، ۱۳۸۸). افزایش تراکم این گونه معمولا" به صورت فصلی و بدنبال طوفان های زمستانی و فراچاهندگی ساحلی صورت می گیرد (Caron et Louise, 1998 ;Trainer et al., 2009 ; al.,2010). چنانکه در سال ۱۳۸۸ فراوانی حضور آن در زمستان به ۵۶ درصد رسید و تراکم آن در این فصل ۳۰ برابر میانگین در سایر فصول شد. افزایش بالای تراکم این گونه در زمستان ۱۳۹۱ (مطالعه حاضر) نیز ادامه یافت. جایگزینی گونه های غالب در فصول قبل با فرم های انفرادی، کلنی های کوچک و رشته های کوتاه (با طول خطی۶۰-۳۰ میکرن) به *P. seriata* با فرم زنجیره ای متوسط تا بلند (به طول۱۶۰-۴۰ میکرن) با الگوی R-استراتژی (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۰) نشانه واضحی از افزایش مواد مغذی در ستون آب است (Dahl et al., 2005). افزایش گستردگی مکانی و نیز تراکم *P. seriata* در دریای خزر به لحاظ نقش آن درافزایش پتانسیل مواد مغذی رسوب و نیز تولید سم عصبی (Domoic Acid) بسیار حائز اهمیت است. مطالعات آزمایشگاهی Thessen و همکاران (۲۰۰۹) و Guillaume و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که استفاده گسترده از کودهای کشاورزی اوره و انتقال این ترکیبات به دریا از طریق ورودی رودخانه ها یا راه آبهای کشاورزی از عوامل موثر در شکوفایی گونه های سمی *Pseudonitzschia* است. این سم در صورت انباشتگی، می تواند سبب بیماری و مرگ در پستانداران و پرندگان دریایی و نیز انسان (اختلال عصبی ناشی از مسمومیت با بی مهرگان آبزی آلوده (Amnesic Shellfish Poisoning (ASP) گردد (Bates Gulland et al., 2002 ; Taylor et al., 2007

et al., 1989;). باید در نظر داشت که علاوه بر شرایط فیزیولوژیکی سلول و فیزیکوشیمیایی محیط، افزایش تراکم آن نیز عامل مهم در تحریک *P. seriata* در تولید سم است. ضمن آنکه نتایج مطالعه دریای خزر در سال ۱۳۸۸ (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۱) و مطالعه حاضر بیانگر اثر مثبت تراکم *P. seriata* بر تراکم گونه مضر *Cerataulina pelagica* بوده است. *C. pelagica* مانند بسیاری ازگونه های مهاجم از طریق دریای سیاه، مدیترانه و آزوف در سال ۲۰۰۱ به دریای خزر وارد گردید (Kasymov, 2004 ;Shiganova et al., 2005) ، و در سال ۲۰۰۸ در سواحل ایرانی دریای خزر مشاهده شد (Makhlough, 2009). از جمله اثرات مضر شکوفایی این گونه کاهش علفخواری زئوپلانکتونها، کاهش رشد و تکثیر دوکفه ایها ، مرگ صدفهای بنتیک و ماهیان استخوانی است (Taylor et al., 2007). افزایش گونه های غیر خوراکی و تولید کننده سم، انتقال نامناسب انرژی به سطوح بالاتر تغذیه ای را نیز نشان می دهد(Samuelsson, 2003).

اگر محدوده شاخص شانون -ویوردر سال ۱۳۷۵(۱/۴۱-۱/۰۱) (Nasrollahzadeh et al., 2008a) را به عنوان شاخص در دوره ی ثبات بیولوژیکی در نظر بگیریم و آن را با مطالعه حاضر مقایسه کنیم در می یابیم که در بیش از ۶۰درصد از نمونه های مطالعه حاضر(سال ۱۳۹۱) مقدار شاخص شانون- ویور بیش از ۱/۴ هستند. افزایش این مقدار در صورت وجود شواهد دیگر نیز می تواند دلیلی بر وجود اغتشاش در اکوسیستم باشد (Washington, 1984). افزایش شدید تراکم *Chaetoceros throndsenii* در اردیبهشت و *P. seriata* در اسفند سبب کاهش موازنه تراکم در بین گونه ها شد و نهایتا" از میزان شاخص های یکنواختی و شانون- ویور کاست. علاوه بر این تغییرات، درصد فراوانی و تراکم بعضی از گونه های بومی و ساکن نظیر*Thalassionema nitzschioides* و *Pseudosolenia calcar-a*vis کاسته شد. در حالی که بر درصد فراوانی و تراکم گونه های مضر، سمی و دارای پتانسیل شکوفایی هم در فرم انفرادی (*Chaetoceros throndsenii*) و هم در فرم رشته ای (*Oscillatoria* sp.) و زنجیره ای (*Skeletonema costatum* و *Pseudonitzschia seriata*) افزوده شد. به این ترتیب در طی فصول سال های مختلف، جابجایی گونه های غالب صورت گرفت. تغییر شرایط محیطی و استرس، تراکم و ترکیب گونه های بومی را تحت تاثیر و تغییر قرار دادند (Gomez and Souissi, 2003, 2007; Olenin et al., 2007). نتایج این مطالعه نشان داد که بررسی جزییات کیفیت اکوسیستم تنها بر پایه تراکم کل و شاخه ها ی فیتوپلانکتون کفایت نمی کند و ضروری است که بررسی کمی گونه ها همراه با سایر خصوصیات از قبیل ویژگی های اکولوژیکی و مرفولوژیکی گونه ها نیز مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه گیری کلی آنکه جایگزینی واضح فصلی در گونه ها بیانگر اثر شدید درجه حرارت و وضعیت آب وهوایی بر هدایت فاکتورهای زیستی از جمله چرخه زندگی و تکامل گونه ها بوده است. غلظت مواد مغذی نیز در هر فصل تحت تاثیر درجه حرارت زمینه رشد و تکثیر گونه های مربوط به فصل را فراهم نموده است. اما الگوی نامنظم ازنسبت های مواد مغذی، جایگزینی شاخه ای و گونه ای در فصول مختلف از سال های مختلف، تکرار شکوفایی جلبکی، افزایش تعدادی از گونه های مضر و سمی ساکن و نیز تازه وارد (newcomer) و کم

شدن بعضی گونه های بومی و ساکن بیانگر چهره ی مشوش و وضعیت گذرا و شاید روند رو به افزایش درعدم ثبات اکولوژیکی باشد. واضح است که کنترل رویداد های فوق از سوی انسان در مقیاس طبیعی آن، یعنی دریای خزر عملا" ناممکن است. اما شاید واگذار نمودن این امر به طبیعت و توقف یا کاهش هر گونه فعالیت (تخلیه فاضلاب، شهرک سازی، جاده سازی، ایجادمراکزتفریحی، اختلال در زنجیره و شبکه غذایی با صید بی رویه ماهیان، فعالیت های تفریحی طبیعت ستیزو..) و حتی فعالیت های اجرایی با هدف بهبود شرایط اکوسیستم دریای خزر(مانند کنترل فیزیکی و بیولوژیکی) از سوی انسان، بهترین روش پیشگیری و کنترل تغییرات اکولوژیکی نامطلوب آتی و شاید بازگشت به ثبات اکولوژیکی در دوره ی پیش از دهه ی ۱۳۸۰ باشد.

منابع

- پورغلام، ر. ۱۳۷۴. پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر با همکاری انسیتوتحقیقات کاسپنریخ(روسیه) و مرکز تحقیقات شیلات گیلان و مازندران،۷۴-۱۳۷۳. مرکز تحقیقات شیلات مازندران، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۳۸۹ صفحه.
- حسینی، س. ع.، گنجیان، ع. مخلوق، آ.،کیهان ثانی،ع.ر.، تهامی،ف.س.، محمد جانی،ط.، حیدری،ع.، مکارمی،م.، مخدومی،ن.م.، روشن طبری، م.، تکمیلیان، ک.، روحی، ا.، رستمیان،م.ت.، فلاحی، م.، سبک آرا، ج.، خسروی، م.، واردی، س.ا.، هاشمیان، ع.، واحدی، ف.،نصرالله زاده ساروی، ح.، نجف پور، ش.، سلیمان رودی، ع.، لالویی، ف.، غلامی پور، س.، علومی، ی. و سالاروند، غ.ر. ۱۳۸۹. پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوزه جنوبی دریای خزر (۷۶-۱۳۷۵). پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۶۰ صفحه.
- روحی، ا. ۱۳۸۸. پروژه بررسی پراکنش و فراوانی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در سواحل ایرانی دریای خزر در سال ۸۵-۱۳۸۴. پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۶۷ صفحه.
- شریعتی، ا.۱۳۷۲.نقش میکروفلورا و فیتوپلانکتون ها در پروسه های تولیدی دریای خزر. مرکز آمزش عالی و صنایع شیلاتی میرزاکوچک خان، رشت. ۳۴۷ صفحه.
- فارابی ، س.م. و.پورغلام، ر.، نصراله زاده ساروی، ح.، نادری، م.، مخلوق، آ.، واردی، س.ا.، واحدی، ف.، غلامی پور، س.، سلیمان رودی، ع. یونسی پور،ح.، آذری، ح.، صفری، ر.، نجف پور،ش.، علومی، ی.، احمدی نژاد، ا.، کیهان ثانی، ع.ر.، نصراله تبار، ع.، کاردر رستمی، م. و رییسیان، ا. ۱۳۸۸. پروژه بررسی اثرات سیستم های خنک کننده و پساب نیروگاه شهید سلیمی نکاء بر محیط زیست و آبزیان دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر، اداره کل محیط زیست استان مازندران. ۱۲۸صفحه.
- فضلی، ح.، فارابی، م.و.، دریانبرد، غ.ر.، گنجیان، ع.، واحدی، ف.، واردی، ا.، هاشمیان، ع.، روشن‌طبری، م.، روحی، ا. ۱۳۸۹. پروژه تجزیه و تحلیل داده‌های هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر طی سالهای ۸۵-۷۰ ، پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران . ۱۷۲ صفحه.
- گل آقایی، س.م. تهامی، ف.س.، مخلوق، آ.، گنجیان، ع.، کیهان ثانی ع.ر.، دوستدار، م.، تبار، ع.، خداپرست، ن. و مکرمی، ع. ۱۳۹۱. پروژه بررسی فراوانی و زی توده فیتوپلانکتون در منطقه جنوبی دریای خزردر سال۱۳۸۷. پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر ساری، موسسه تحقیقات شیلات ایران.۹۷ صفحه.
- لالویی ،ف.۱۳۷۴. پروژه بررسی اثرات زیست محیطی نیروگاه شهید سلیمی نکا در سال ۱۳۷۰، سازمان تحقیقات و آموزش شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۳۴ صفحه.

- لالویی، ف. ۱۳۸۳. پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی های زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوزه جنوبی دریای خزر ۷۹-۱۳۷۸، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۳۹۴ صفحه.
- مخلوق،آ.، نصراله زاده ساروی، ح.، پورغلام،ر. و رحمتی، ر.۱۳۹۰. معرفی گونه های سمی و مضر جدید فیتوپلانکتون در آبهای سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر. مجله علمی علوم زیستی. سال پنجم شماره ۲۰.
- مخلوق، آ.، نصراله زاده ساروی، ح.، فارابی، س.م.و.، روشن طبری، م.، اسلامی، ف.، رحمتی، ر.، تهامی، ف.س.،کیهان‌ثانی، ع.ر.، دوستدار، م.، خداپرست، ن.،گنجیان، ع. و مکرمی، ع. ۱۳۹۱. پروژه بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی فیتوپلانکتون در حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۸. پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خز ر، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۹۶ صفحه.
- نصراله زاده ساروی، ح.، نجف پور، ش.، روشن طبری، م.، مخلوق، آ. و سلیمانی رودی، ع. ۱۳۹۱. طرح هیدرولوژی، هیدروبیولوژی و آلاینده‌های زیست محیطی در منطقه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۸. پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۹۳ صفحه.
- نصیری،ر. ۱۳۸۸. آموزش گام به گام SPSS17. تهران: مرکز فرهنگی نشر گستر. ۳۴۴ صفحه.
- هاشمیان، ع.، نجف پور، ش.، روشن طبری، م.، کیهان‌ثانی، ع.ر.، خداپرست، ن.،گنجیان، ع.، روحی، ا.، رستمیان،م.ت.، غلامی پور، س. واردی، س.ا. یونسی پور، ح. و علومی، ی. ۱۳۸۸پروژه بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی های زیست حوضه جنوبی دریای خزر در اعماق کمتر از ۱۰ متر. پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۳۴ صفحه.

- Ake –Castillo, J.A. and Vazquez, G. 2008. Phytoplankton variation and its relation to nutrients and allochthonous organic matter in a coastal lagoon on the Gulf of Mexico. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 78: 705–714.
- Akhundova, N.A. 1999. Ecological characteristic of phytoplankton of the Caspian Sea. Fifth Baku Intern. Congress" Energy, ecology, economy", Baku, Azerbayjan, p 269-273.
- Allan, E.L. 2007. Ecological role of free-living bacteria in the microbial food web of the temporarily open/closed East Kleinemonde Estuary, South Africa, thesis for the degree of Master Of Science at Rhodes University, 73 pp.
- APHA (American Public Health Association).2005. Standard method for examination of water and wastewater. Washington. USA: American Public Health Association Publisher, 18thedition,1113 pp.
- Atkinson, D. 1994. Temperature and organism size: A biological law for ectotherms? Advances in Ecological Research, 25: 1–58.
- Atkinson, D., Ciotti, B.J. and Montagnes, D.J.S. 2003. Protists decrease in size linearly with temperature: ca. 2.5% °C(−1). Proceedings of the Royal Society Biological Sciences, 270: 2605–2611.
- Bates, S.S. and Strain, P.M. 2006. Nutrients and phytoplankton in Prince Edward Island inlets during late summer to fall: 2001 – 2003. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2668: xii, 136 pp.
- Bates, S.S., Bird, C.J., Defreitas, A.S.W., Foxall, R., Gilgan, M., Hanic, L.A., Johnson, G.R., McCulloch, A.W., Dodense, P., Pocklington, R., Quilliam, M.A., Sim, P.G., Smith, J.C., Subba Rao, D.V.; Todd, C.D.; Walter, J.A. and Wright. J.L.C. 1989. Pennate diatom Nitzschia pungens as the primary source of domoic

acid, a toxin in shellfish from eastern Prince Edwards Island, Canada. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 46: 1203 - 1215.

- Bluman, A.G.1998. Elementary statistics: a step by step approach. USA : Tom Casson Publisher, 3rd edition.Boca Raton, Florida, USA, p 4.
- Carlsson, P. and Granel, E. 1999. Effects of N:P:Si ratios and zooplankton grazing on phytoplankton communities in the northern Adriatic Sea. 11. Phytoplankton species composition. Aquatic Microbial Ecology, 18: 55-65.
- Carmelo, R.T. 1997. Identifying marine phytoplankton. London: Publication Harcourt Brace Company. 858 pp.
- Caron, D.A., Garneau, M.E., Seubert, E., Howard, M.D.A., Darjani, L., Schnetzer, A., Cetinic, I., Filteau, G., Lauri, P., Jones, B. and Trussell, S., 2010. Harmful Algae and their potential impacts on desalination operations off southern California, Water research, 44: 385- 416.
- CEP (Caspian Environment Programme). 2006. A Study on the Harmful Algal Bloom in the Southwestern Basin of the Caspian Sea. Available from: http :// www .caspianenvironment. org/newsite/DocCenter/Contract%.Accessed July 17, 2007.
- Chorus, I. and Bartram. J. 1999 .Toxic cyanobacteria in water , A guide to their public health consequences, monitoring and management. London: UK. E & FN Son, 416pp.
- Christaki, U., Coarties, C., Karayanni, H., Giannakourou, A., Maravedias, C., Korilas, K.A.C. and Leberon, P. 2002. Dynamic characteristics of Prochiracoccus and Synechoccus consumption by bacterivorous nanoflagellates, Microbial Ecology, 43: 341-352.
- Dahl, E., Bagoien, E., B. Edvardsen and N.C. Stenseth. 2005. The dynamics of Chrysochromulina species in the Skagerrak in relation to environmental conditions. Journal of Sea Research, 54(1): 15-24
- Daufresne, M., Lengfellner, K. and Sommer,U., 2009, Global warming benefits the small in aquatic ecosystems, Proceedings of the National Academy of Sciences,106: 12788–12793.
- Dumont, H.J.1998. The Caspian Lake: History, Biota, Structure, and Function. Limnology and Oceanography ,43 (1): 44-52.
- Forster, J., Hirst, A.G. and Atkinson,D.,2011, How do organisms change size with temperature? The importance of reproductive mode and ontogenetic timing. Functional Ecology, 25: 1024–1031.
- Goldyn, R. and Kowalczewska, K.M.2007. Interactions between phytoplankton and zooplankton in the hypertrophic Swarzędzkie Lake in western Poland, JPR Advance,Plankton Oxford Journal. Downloaded from http://plankt.oxfordjournals.org/ October 29, 2013, p 1-30.
- Gomez, F. and Souissi, S. 2003. The impact of the 2003 summer heat wave and the 2005 late cold wave on the phytoplankton in the north-eastern English Channel. Biologies, 331(9): 678–685.
- Gomez, F. and Souissi, S. 2007. Unusual diatoms linked to climatic events in the northeastern English Channel. Journal of Sea Research,58 (4) :283–290.
- Greisberger, S., Dokullil, M. T. and Teubner, K. 2007. A comparison of phytoplankton size-fractions in Mondsee, an alpine lake in Austria: distribution, pigment composition and primary production rates. Aquatic Ecology., 42, 379–389.
- Guillaume, C., Veronique, M.J., Estelle, L., Veronique, S., Patrick, L., Pierre, W. and Zouher, A. 2009, The influence of nitrogen speciation on growth and toxicity of *Pseudo-nitzschia multiseries* and P. *pungens* in batch and continuous cultures, ICMSS09, (7 th International Conference on Molluscan Shellfish),Nantes (France), June 14th to 19th, p 1-7.
- Gulland, F.M., Fauquier, D., Langlois, G., Lander, M.E., Zabka, T. and Duerr, R. 2002. Domoic acid toxicity in Californian sea lions (*Zalophus californianus*): clinical signs, treatment and survival, Veterinary Record, 150: 475-480.
- Habit, R.N. and Pankow, H. 1976. Algenflora der Ostsee II, Plankton. Gustav Fischer Verlag. Germany: Jena University Rostock Publication. 385 pp.
- Hajdu, S., Hoglander, H. and Larsson, U. 2007. Phytoplankton vertical distributions and composition in the Baltic Sea cyanobacterial. Harmful Alagae, 6 (2): 189-205.
- Hartley, B.H.G., Barber, J.R.C. and Sims, P.1996. An Atlas of British Diatoms. UK: Biopress Limited, Bristol.601 pp.
- Karpinsky, M.G. 2010. On Peculiarities of Introduction of Marine Species into the Caspian Sea, . Biological Invasions1(1): 7–10.
- Kasymov, A. 2004. Ecology of the Caspian Sea plankton". Exxon Azerbaijan Operating Company : Publ. House Adiloglu, ExxonMobil, I,I,C, Mobil Subsidiary. 541pp.

- Kideys, A.E., Roohi, A., Bagheri, S., Finenko, G. and Kamburska, L. 2005. Impacts of invasion ctenophore on the fisheries of the Black Sea and Caspian Sea. Oceanography-Black Sea Special Issue, 18 (2): 76-85.
- Kiselev, I.A.1938. On phytoplankton of the Caspian Sea. In: Materials on hydrobiology and lithology of the Caspian Sea: Public house of AS USSR.p 229-254. (In Russa)
- Kosarev, A.N. and Yablonskaya, E.A. 1994. The Caspian Sea. The Netherlands: SPB Academic Publishing, The Hague.274 pp.
- Levshakova, V.D. Ardabeva, A.G., Tatarintseva, T.A. 1985. Phytoplankton. In: The Caspian Sea. Fauna and biological productivity. Moscow. Nauka.p 23-54. (In Russa)
- Ludwig, J.A. and Rynolds, J.F.1988. Diversity indices. Statistical ecology: A primer on method and computing. New York: John Wiley & Sons.337 pp.
- Makhlough, A. 2002. The effect of *Mnemiopsis leidyi* attack on phytoplankton in southern of Caspian Sea. International Conference "Present-day problems of the Caspian Sea", 24-25 December,2002,105th anniversary of Kaspnirkh, Astrakhan, 398-400 pp.
- Makhlough, A. 2009. IFRO Newsletter,ISSN:1028-5156.60: p.4
- Moncheva, S., Gotsis-Skretas, O. Pagou, K. and Krastev, A. 2001. Phytoplankton Blooms in Black Sea and Mediterranean Coastal Ecosystems Subjected to Anthropogenic Eutrophication: Similarities and Differences. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 53:281-295.
- Nasrollahzadeh, H. S., Din, Z. B., Foong, S. Y. and Makhlough, A. 2008$_a$. Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity. Continental Shelf Research, 28:1153– 1165.
- Nasrollahzadeh, H. S., Din. Z. B., Foong, S. Y. and Makhlough. A. 2008$_b$. Spatial and temporal distribution of macronutrients and phytoplankton before and after the invasion of the ctenophore, *Mnemiopsis leidyi*, in the Southern Caspian Sea. Chemistry and Ecology, 24(4): 233–246.
- Nasrollahzadeh, H.S, Makhlough, A, Pourgholam, R, Vahedi, F, Qanqermeh, A, Foong, S.Y. 2011. The study of *Nodularia spumigena* bloom event in the southern Caspian Sea, Applied Ecology and Environmental Research. ISSN 1589 1623, 141-155.
- Nesterova, D., Moncheva, S. Mikaelyan, A., Vershinin, A., Akatov, V., Boicenco, L., Aktan, Y., Sahin, F., Gvarishvili,T.2008. The state of phytoplankton, Chapter 5, p 112-147. In: BSC, 2008. State of the Environment of the Black Sea (2001-2006/7). Edited by Temel Oguz. Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008-3, Istanbul, Turkey, 421 pp.
- Olenin, S., Dan Minchin, D. and Daunys, D. 2007. Assessment of biopollution in aquatic ecosystems Marine Pollution Bulletin , 55:379–394.
- Pacheco, J.P., Iglesias, C., Meerhoff, M., Fosalba, C., Goyenola, G., Teixeira-de Mello, F., Garcıa, S., Gelos, M. and Garcıa-Rodrıguez, F. 2010. Phytoplankton community structure in five subtropical shallow lakes with different trophic status (Uruguay): a morphology-based approach. Hydrobiologia, 646(1):187–197.
- Peter, K.H. and Sommer,U. 2012. Phytoplankton Cell Size: Intra- and Interspecific Effects of Warming and Grazing. PLoS ONE , 7 (11) .
- Proshkina-Lavrenko, A.I. and Alfimov, N.N. 1954. On using of diatomaceous algae in estimation of sanitary state of sea waters. Botanical Journal, 39(1):15-18. (In Russa).
- Proshkina-Lavrenko, A.I. and Makarova, I.V. 1968. Plankton Algae of the Caspian Sea. Leningrad, Nauka: L. Science. 291 pp. (In Russa)
- Reynolds, C.S., 2006. The ecology of phytoplankton.Cambridge University Press. UK. 551 pp.
- Romo, S. and Villena, M.A.J. (2005). Phytoplankton strategies and diversity under different nutrient levels and planktivorous fish densities in a shallow Mediterranean lake, Journal of plankton research, 27:12, p 1273-1286.
- Roohi, A., Kideys, A. E., Sajjadi, A., Hashemian, A., Pourgholam, R., Fazli, H., Ganjian Khanari, A. and Develi, E. E. 2010. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis Leidyi*. Biological Invasions,12:2343-2361.
- Rushforth, S.R., and Brock, J.T. 1991. Attached diatom communities from the lower Truckee River. Summer and fall 1986. Hydrobiologia. 224: 49-64.
- Samadi, A. M., Taheri, H., Khodadoust, S., Nasrollahzadeh, H.S. and Najafpour, S. 2013. Study on different forms and phosphorus distribution in the coastal surface sediments of Southern Caspian Sea by using UV–Vis spectrophotometery. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 113 : 67–71.
- Samuelsson, K.,2003, Mechanisms structuring the pelagic microbial food web, importance of resources and predation, Doctoral dissertation, Umea University, Sweden p.36.

- Scholin, C.A., Gulland, F., Doucette, G.J., Benson, S., Busman, M., Chavez, F., Cordaro, J., Delong, E.F., Vogelaere, A.D., Harvey, J., Haulena, M.,Lefebvre, K., Lipscomb, T., Loscutoff, S., Lowenstine, L.J., Marin III,R., Miller, P.E., McLellan, W.A., Moeller, P.D.R., Powell, C.L., Rowles, T., Silvagni, P., Silver, M.W., Spraker, T.,Trainer, W.L. and Dolah, F.M.V. 2000. Mortality of sea lions along the central California coast linked to a toxic diatom bloom. Nature, 403: 80-84.
- Shiganova T.A., Dumont H. J. D, Mikaelyan A. , Glazov D. M., Y. V. Bulgakova, E. I. Musaeva, P. Y Sorokin, .L A. Pautova, Z. A. Mirzoyan & E I. Studenikina. 2004. Interaction between the Invading Ctenophores *Mnemiopsis leidyi* (A. *Agassiz*) and *Beroe ovata* Mayer 1912, and their Influence on the Pelagic Ecosystem of the Northeastern Black Sea Edc. Dumont, H., T. Shiganova & U. Niermann – The Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Black, Caspian and Mediterranean Seas and other aquatic invasions - NATO ASI Series, 2. Environment-. Kluwer Academic Publishers: p 33-70.
- Shiganova, T., Musaeva, E., Arashkevich,E., Shirshov, P.P., Kamburska, L., Stefanova, K., Mihneva, V., Polishchuk, L., Timofte, F., Ustun, F., Oguz, T. and Khalvashi, M. 2008. Chapter 6 The state of zooplankton . In: BSC, 2008. State of the Environment of the Black Sea (2001-2006/7). Edited by Temel Oguz. Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008-3, Istanbul, Turkey, 421 pp.
- Shiganova, T.A., Musaeva, E.I., Pautova, L.A., and Bulgakova, Yu.V. 2005.The Problem of Invaders in the Caspian Sea in the Context of the Findings of New Zoo- and Phytoplankton Species from the Black Sea. Biology Bulletin, 32(1): 65–74. Translated from Izvestiya Akademii Nauk, Seriya Biologicheskaya, 1: 78–87.
- Shiganova, T.A., Sapozhnikov, V.V., Musaeva, E.I., Domanov, M.M., Bulgakova, Y.V., Belov, A.A., Zazulya, N.I., Zernova, V.V., Kuleshov, A.F., Sokol'skii, A.F., Imirbaeva, R.I. and Mikuiza, A.S. 2003. Factors determining the conditions of distribution and quantitative characteristicsof the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the North Caspian. Oceanology ,43(5):676-693.
- Siapatis, A., Giannoulaki, M., Valavanis, V. D., Palialexis, A., Schismenou, E., Machias, A. and Somarakis, S. 2008. Modelling potential habitat of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Aegean Sea. Hydrobiologia, 612:281–295.
- Sigee, D.C., (2004). Freshwater microbiology, biodiversity and dynamic interaction of microorganisms in the aquatic environment ,University of Manchester, UK, John Wiley & Sons, LTD. 524 pp.
- Sommer, U., F. Sommer, B. Santer, E. Z. llner, K. J. Gens, C. Jamieson, M. Boersma and K. Gocke. 2003. Daphnia versus copepod impact on summer phytoplankton: functional compensation at both trophic levels, Oecologia,135: 639–647.
- Sorokin, Y. 1999. Aquatic microbial ecology, a textbook for students in environmental sciences. Netherlands: Backhuys Publishers, Leiden.252 pp.
- Soylu, E. N., Gonulol, A. (2010). Functional classification and composition of phytoplankton in Liman Lake, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 10: p 53-60.
- Stal, L.J., Albertano, P., Bergman, B., Von Bro¨ckel, K., Gallon, J.R., Hayes, P.K., Sivonen, K. and Walsby, A.E., 2003. BASIC: Baltic Sea cyanobacteria. An investigation of the structure and dynamics of water blooms of cyanobacteria in the Baltic Sea—responses to a changing environment. Continental Shelf Research. 23: 1695–1714.
- Tatarintseva, T.A. 1992. Finding a New Species in the Caspian Sea, *Nitzschia seriata* Sleve (Vasillariorhita), Astrakhan'Biologich. Nauki, 6: 55–57. (In Russa).
- Taylor, F.J., Taylor, N.J. and Walsby, J.R., 2007. A bloom of the planktonic diatom, *Cerataulina pelagica*, off the Coast of Northeastern New Zealand in 1983, and its contribution to an associated mortality of fish and benthic fauna, International Review of Hydrobiology, 70: 773 – 795.
- Thessen A.E., Bowers H.A., Stoecker D.K., 2009. Intra- and interspecies differences in growth and toxicity of *Pseudo-nitzschia* while using different nitrogen sources. Harmful Algae, 8: 792-810.
- Tiffany, H. and Britton,M.E. 1971. The algae of Illinois. New York, USA: Hafner Publishing Company. 407 pp.
- Washington, H.G.1984. Diversity, biotic and similarity indices. Water Research 18(6) :653–694.
- Wehr, J.D. and Sheath. R.G. 2003. Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification. USA: Academic Press.950 pp.
- Yvon-Durocher, G., Montoya, J.M.,Trimmer, M. and Woodward,G., 2011, Warming alters the size spectrum and shifts the distribution of biomass in freshwater ecosystems, Global Change Biology 17: 1681–1694.
- Zabelina, M.M., Kisselev, I.A., Proshkina-Lavrenko, A.I. and V.S. Sheshukova. 1951. Diatoms. In: Inventory of freshwater algae of the USSR. Sov. Nauka Moscow, 619 pp. (In Russa).
- Zonn, I., A. Kostianoy, A. Kosarev, and M. Glantz. 2010. The Caspian Sea encyclopedia, Springer Heidelberg, New York, 537pp.

پیوست

Tests of Normality (Abundance)

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Total phytoplankton	.014	72	.200(*)	.999	72	1.000
Bacillariophyta	.014	72	.200(*)	.999	72	1.000
Pyrrophyta	.051	72	.200(*)	.996	72	.999
Cyanophyta	.047	72	.200(*)	.990	72	.821

* This is a lower bound of the true significance.
a Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality (Biomass)

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Total phytoplankton	.007	72	.200(*)	.999	72	1.000
Bacillariophyta	.007	72	.200(*)	.999	72	1.000
Pyrrophyta	.007	72	.200(*)	.999	72	1.000
Cyanophyta	.030	72	.200(*)	.992	72	.922

* This is a lower bound of the true significance.
a Lilliefors Significance Correction

Abstract:

This study was conducted to determine of phytoplankton abundance and diversity of water and their spatial and temporal fluctuations in the Mazandaran coastal of Caspian Sea in 6 months, at 4 transects (Tonekabon, Nowshahr, Babolsar, Amirabad) during different season of 2012-2013. 72 samples were collected at surface layer of water in 5, 15 and 30m depths. The sampls were analyzed based on the standard methods. 112 species contributed in phytoplankton community structure which where classified in 9 phyla namly: Bacillariophyta (42 species), Pyrrophyta (18 species), Cyanophyta (14 species), Chlorophyta (15 species), Euglenophyta (11 species), Cryptophyta (2 species), Chrysophyta (3 species), Haptophyta (1 species) and Xantophyta (1 species). Meanwhile small flagellate algae with Maximum Linear Dimension (MLD) <10 µ observed which they classified in small flagellates. Mean annual phytoplankton abundance with standard error obtained 164 ±32 million Cells/m3. Seasonal study showed that phytoplankon abndance of summer was 1.5 folds of spring. The value in auttuman was same as spring, however it increased sharply in winter. The mean phytoplankton abundance of winter was 5 folds of the other seasons. Mean phytoplankton abundance of Tonkabon and Nowshahr (west transects) were 1.6 and 2 folds of Amirabad (east transect), respectively. Bacillariophyta with 89 percent of total abundance was the predominant phylum and Pyrrophyta was the second one. The third and fourth of dominant phyla were Cyanophyta and Chlorophyta, respectively. Chrysophyta and small flagellates showed equal percentage of abundance (1.4 percent of total abundance). Monthly study showed that *Chaetoceros throndsenii* was the first dominant species in Ordibehesht, Tir and Shahrivar. However, the first dominant species in Aban, Day and Esfand were *Thalassionema nitzschioides, Skeletonema costatum* and *Pseudonitzschia seratia* respectively. Mean phytoplankton biomass calculated 156.5 ± 18.1 during the study period. The mean of biomass was higher in summer and winter than the two other seasons. Phytoplankton biomass was formed mainly by Bacillariophyta and Pyrrophyta in all seasons. The highest biomass were belonged to *Cyclotella meneghiniana* and *Coscinodiscus jonesianus* (Bacillariophyta) in spring and summer respectively.While in fall and winter *Prorocentrum proximum* was in the first place of dominat species. Small size and flagellates species of different phyla (Chrysophyta, Bacillariophyt...) had importance role for determination of ecological and water quality conditions during spring to autuman. The increasing of phytoplankton abundance within these times indicates to regeneration of nutrients or entrainment of nutrient-rich deep water. Dominant species were observed in single forms, small filament and loose colonies during spring to autuman. However, these form shifted to fair-long chains form in winter which it indicates to nutrient-rich water was brought to the surface by vertical mixing process. It seems that environmental stress and instability of ecosystem was benefit to *Chaetoceros throndsenii* and *Pseudonitzschia seriata* which are known as species with bloom potential. Ability of reproduction in sewage environment (*Chaetoceros throndsenii*) and toxin production (*Pseudonitzschia seriata*) are the ecological and physiological significant characters of the two species.

Key words: phytoplankton, abundance, biomass, biodiversity, Mazandran Proviece, Caspian Sea.

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION – Caspian Sea Ecology Research Center

---

Project Title : Study on abundance and diversity species of phytoplankton with emphasis on potential of algal bloom in the southern part of the Caspian Sea-Mazandaran Provience
Approved Number: 14-76-12-9157-91002
Author: Asiyeh Makhlough
Project Researcher : Asiyeh Makhlough
Collaborator(s)*:* Negarestan, H ,Reza Pourgholam ,Nasrollahzadeh, H., Afraei, M.A., Tahami, F., Roohi, A., Keyhansani, A.R., Khodaparast, N., Nasrollahtabar, A., Safavi, E., Ebrahimzadeh, M., Rezaei, M
Supervisor: Eslami, F
Advisor(s): -
Location of execution : Mazandaran province
Date of Beginning : 2011
Period of execution : 2 Years
Publisher : ***Iranian Fisheries Research Organization***
Date of publishing : ***2015***
All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION - Caspian Sea Ecology Research Center

Project Title :

Study on abundance and diversity species of phytoplankton with emphasis on potential of algal bloom in the southern part of the Caspian Sea-Mazandaran Provience

Project Researcher :
Asiyeh Makhlough

Register NO.

44763