بررسی شکوفایی جلبک *Nodularia* (AAB) درحوضه جنوب غربی دریای خزر (محدوده آب‌های گیلان) سال‌های ۸۵ – ۱۳۸۴

مرضیه مکارمی*[۱]، جلیل سبک آرا[۲]، علیرضا میرزاجانی[۳]

۱*، ۲و ۳- پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، بندرانزلی - ایران، صندوق پستی: ۶۶

marziyeh_makaremi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۲ تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۲۱

چکیده

در شهریور ۱۳۸۴ (سپتامبر ۲۰۰۵) CEP، گزارشی از محیط زیست گیلان در ارتباط با یک شکوفایی غیر عادی در محدوده آب‌های ساحلی جنوب غربی دریای خزر دریافت کرد. این گزارش بر اساس مطالعات انجام شده توسط پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی بوده که اولین گزارش درباره شکوفایی سیانوفیتا (سیانوباکتریا) در یک محدوده وسیع در دریای خزر است. پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی کشور (گیلان) پس از نمونه‌برداری بر اساس مشخصات مورفولوژیکی (ریخت‌شناسی) عامل این شکوفایی غیرعادی را جنس *Nodularia* از شاخه سیانوفیتا شناسایی کرد. این شکوفایی فیتوپلانکتونی بسیار سریع اتفاق افتاد و ۲۰۰۰۰ کیلومتر مربع از دریای خزر را در برگرفت، عکس‌های ماهواره‌ای شروع این پدیده را ۲۱مرداد (۱۲ اگوست) و حداکثرآن‌را ۱۰ شهریور (۱ سپتامبر) ثبت کردند. تجزیه وتحلیل تصاویر ماهواره‌ای وقوع چنین پدیده‌ای را با این حجم طی پنج سال گذشته در دریای خزر نشان نمی‌دهد. ضخامت لایه شناور جلبکی بیش از ده‌ها سانتی‌متر و بیوماس آن بسیار زیاد بود، به طوری‌که خطر آلودگی شدید نواحی ساحلی را با محصولات پوسیده جلبکی تهدید می‌نمود. خوشبختانه تغییرات جوی از پخش محصولات این شکوفایی به نواحی ساحلی ممانعت کرده و باعث انهدام و نابودی آن گردید. مهمترین عامل در ایجاد این شکوفایی جلبکی دمای بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و عدم وزش باد بوده است. در گشت مطالعاتی سال ۱۳۸۵ جهت بررسی امکان مجدد این شکوفایی در جنوب غربی دریای خزر مجموعاً ۴۱ گونه فیتوپلانکتونی از پنج شاخه سیانوفیتا (۹گونه)، باسیلاریوفیتا (۱۶گونه)، پیروفیتا (۸گونه)، کلروفیتا (۶گونه) و اگلونوفیتا (۲گونه) شناسائی گردید که از نظر تعداد گونه‌های مشاهده شده در شاخه باسیلاریوفیتا و شاخه‌های دیگر نسبت به سال‌های گذشته کاهش نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: نودولاریا، شکوفایی جلبکی، فیتوپلانکتون، دریای خزر.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

دریای خزر یکی از بزرگترین و مهمترین دریاچه‌های آب شور دنیاست که بعد از انجماد دوران سوم زمین‌شناسی از سایردریاها مجزا گردیده و مجموعه‌ای از جانوران با منشاءآب شور را دربر دارد. مساحت این دریا $۳۷۸۴۰۰ km^2$ باحجم آبی $۷۸۱۰۰ km^3$، به طول ۱۰۳۰ کیلومتر و به عرض ۴۳۵ کیلومترکه حداکثر عمق آن به ۱۰۲۵ متر نیز می‌رسد. شوری آب آن در مقایسه با سایر دریاها و اقیانوس‌ها کمتر و قسمت اعظم آب آن از طریق رودخانه‌های وارده تأمین گردیده که فقط صرف تبخیر سطحی آن می‌شود. سطح آبی این دریاچه مدام درحال تغییر و نوسان بوده و بتناوب افزایش و کاهش داشته، به طوری‌که در سال‌های ۱۳۵۵- ۱۳۰۸ کاهش واز سال۱۳۷۱ - ۱۳۵۶ حدود ۱۴ سانتی‌متر در سال افزایش سطح داشته است (۱۰).

شکل‌گیری سیستم جریانات آبی در دریای خزر تحت تأثیر بادها و یکنواخت نبودن توزیع گرمایی در تمام منطقه دریا (ترموکلاین) است. حرکت نصف النهاری توده‌های هوا بر روی دریا و یا از شمال به طرف جنوب بوده که ایجاد موج بسمت جنوب کرده و روی چرخش آبی در دریای خزر تأثیر می‌گذارد. بدین ترتیب چرخش آبی در طول سواحل غربی به سمت جنوب و در طول سواحل شرقی به سمت شمال ایجاد می‌شود. خصوصیات برجستگی‌های بستر دریا، جریانات و تقسیمات بافت بستر بر روی شکل‌گیری رژیم هیدروشیمی آب‌های ساحلی ایران و تولیدات بیولوژیکی آن تأثیر دارد.

در ایران شکوفایی مضر جلبکی در خلیج فارس و دریای عمان معمولاً دیده شده اما تا قبل از سال ۱۳۸۴ در دریای خزر چنین شکوفایی‌هایی از جمله در مورد سیانوفیتاگزارش نشده، البته سابقه این نوع شکوفایی در تالاب انزلی وجود داشته ومطالعات محدود دانشجویی روی آن انجام گرفته است. شاید علت مطرح نبودن تحقیقات جامع بر روی شکوفایی جلبک‌ها کوچک بودن شکوفایی و عدم تأثیرگذاری جدی آن‌ها بر روی اکوسیستم‌ها بوده است.

در تاریخ ۸۴/۶/۲۰ گزارشی از وجود یک لکه مشکوک در آب‌های ایرانی دریای خزر داده شد، نقطه ابتدایی این لکه در حدود ۱۵ کیلومتری ساحل انزلی در تراکم‌های مختلف مشاهده شد، عمق این نقطه ۷۵ متر بود. وسعت لکه ایجاد شده در محدوده آب‌های گیلان حدود ۳۰۰ کیلومتر مربع تخمین زده شد، این شکوفایی سپس به سمت بندر نوشهر حرکت نمود (۳).

تحقیقات انجام گرفته توسط جمهوری اوکراین که سال‌های متمادی از طریق عکس‌های ماهواره‌ای آب‌های شور را مطالعه می‌کند، شروع این پدیده را از تاریخ ۲۱ مرداد ۱۳۸۴و اوج آن‌را در۱۰ شهریور ثبت نمود تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای برای همان فصل در ۵ سال گذشته وجود چنین پدیده‌ای با این میزان را نشان نداده است. در اواسط شهریور این شکوفایی به نواحی ساحلی آب‌های ایران رسید و شهر وندان را متحیر ساخت. ضخامت لایه جلبکی شناور بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر بوده و زیتوده آن فوق‌العاده زیاد بود به طوری‌که خطر آلودگی شدید ساحل با جلبک‌های پوسیده بسیار زیاد بود. خوشبختانه تغییرات آب و هوا از پخش شدن این شکوفایی به ساحل ممانعت و موجب از بین رفتن آن گردید.

به منظور بررسی این پدیده بعد از انجام نمونه‌برداری در چند ایستگاه و از اعماق مختلف،

Archive of SID

www.SID.ir

شناسایی نمونه‌ای که ایجاد شکوفایی جلبکی نموده بود در آزمایشگاه پلانکتون پژوهشکده آبزی‌پروری گیلان انجام شد. این جلبک از شاخه سیانوفیتا و خانواده نودولاریاسه وجنس نودولاریا شناسایی گردید. رنگ شیری این جلبک موجب شد تا در اعماق بالاتر با فراوانی کمتر نیز مشاهده شود.

دلایل تشکیل این شکوفایی شناخته شده نبوده و برای ایجاد آن عوامل مختلف و پیچیده‌ای باید در آب وجود داشته باشد. با توجه به اینکه اینگونه شکوفایی‌ها می‌تواند تأثیرات مخربی بر اکوسیستم محیط‌های آبی وارد سازد، به منظور تعیین روند ایجاد شکوفایی و انجام اقدامات لازم در کنترل تأثیرات اکولوژیک منفی آن تحقیق حاضر با اهداف بررسی تغییرت زمانی در فیتوپلانکتون‌ها و مواد مغذی به منظور برآورد زمان شکوفایی و شناسایی و برآورد فراوانی و پراکنش آن‌ها، همچنین مواد سمی حاصل از این شکوفایی، همراه با اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب در سال ۱۳۸۵ تعریف گردید.

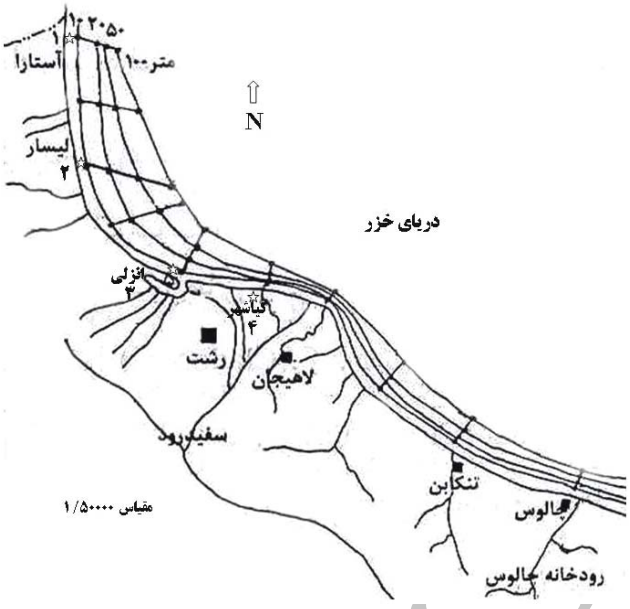
مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری فیتوپلانکتونی هر دو هفته یکبار توسط روتنرو از چهار خط مطالعاتی در آستارا، لیسار، انزلی و کیاشهر از شهریور الی آذرماه سال ۱۳۸۵ در اعماق ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر انجام شد. انتخاب ایستگاه‌ها بر اساس مناطق شکوفایی جلبکی ایجاد شده در سال ۱۳۸۴ در آب‌های گیلان بوده است (شکل۱). نمونه‌برداری با استفاده از لنج و توسط روتنر در هر ایستگاه و در اعماق ذکر شده تا عمق ۵ متر، یک نمونه از سطح، نقطه میانی و ۵ متر گرفته شد، نمونه‌ها با هم مخلوط و یک نمونه به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر جمع‌آوری گردید، نمونه‌ها با فرمالین به نسبت ۴ درصد تثبیت و در ظروف نمونه‌برداری (بطری‌های آب معدنی) به آزمایشگاه منتقل شدند.

در آزمایشگاه بعد از رسوب کامل، نمونه‌ها بعد از سیفون آب رویی به منظور تغلیظ، در چند مرحله به مدت ۵ دقیقه با دور ۳۰۰۰ سانتریفوژ شدند. حجم نهایی نمونه در این مرحله حدود ۲۵ تا ۳۰ میلی‌لیتر بوده است. در نهایت نمونه‌ها توسط لام خط‌کشی شده و با لامل‌های ۲۴×۲۴ میلی‌متری توسط میکروسکوپ معمولی با عدسی‌های ۱۰، ۲۰ و۴۰ برابر، در دو مرحله به صورت کیفی و کمی شناسایی و شمارش شدند. جهت نمونه‌برداری از منابع (۱۶، ۲۱ و ۲۴) و برای شناسایی نمونه‌ها از منابع (۴، ۷، ۱۸، ۲۰و ۲۳) استفاده شد. جهت ثبت داده‌ها، محاسبات آماری و ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: ایستگاه‌های نمونه‌برداری پلانکتونی طرح (A.A.B) در دریای خزر سال ۱۳۸۵

نتایج

الف - کیفی

در این طرح ۳۶ نمونه فیتوپلانکتونی از نظر شناسایی و تراکم و زیتوده گونه‌های فیتوپلانکتونی مورد بررسی قرار گرفتند. درمجموع ۴۱ گونه از ۵ شاخه فیتوپلانکتونی شناسایی شدند که ۱۶ گونه از شاخه Bacillariophyta (Diatoms)، ۹ گونه از شاخه Cyanophyta، ۸ گونه از شاخه Pyrrophyta، ۶ گونه از شاخه Chlorophyta و ۲ گونه متعلق به شاخه Euglenophyta بودند (نمودار ۱). در این بررسی شاخه Bacillariophyta (Diatoms)، حداکثر فراوانی و زیتوده را دارا بوده ضمن اینکه بیشترین تنوع گونه‌ای را نیز به خود اختصاص داد (جدول۱)، نمونه‌های غالب این شاخه *Nitzschia acicularis*، *Cyclotella meneghiniana*، *Chaetoceros sp.* و *Thalassionema nitzschioides* بودند. سپس شاخه Cyanophyta با گونه *Oscillatoria sp.* از نظر تراکم و شاخه Pyrrophyta با گونه‌های غالب *Peridinium sp.*، *Exuviaella cordata* و *Prorocentrum scutellum* از زیتوده بیشتری برخوردار بودند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱: تنوع گونه‌های مشاهده شده فیتوپلانکتونی در دریای خزر (پروژهA.A.B سال ۱۳۸۵)

Phylum Bacillariophyta	**Phylum Cyanophyta**
Chaetoceros socialis	*Anabaenopsis cunningtonii*
Chaetoceros sp.	*Anabaenopsis raciborskii*
Cyclotella meneghiniana	*Lyngbya limnetica*
Diatoma vulgare	*Lyngbya sp.*
Gyrosigma attenuatum	*Merismopedia elegans*
Melosira varians	*Microcystis sp.*
Navicula sp.	*Oscillatoria limosa*
Nitzschia acicularis	*Oscillatoria sp.*
Nitzschia reversa	*Spirulina laxissima*
Nitzschia sp.	**Phylum pyrrophyta**
Nitzschia tenui	*Exuviaella cordata*
Rhizosolenia calcar - avis	*Glenodinium lenticula*
Rhizosolenia fragilissima	*Goniaulax digitale*
Sceletonema costatum	*Gymnodinium variabile*
Synedra ulna	*Peridinium latum*
Thalassionema nitzschioides	*Peridinium pallidum*
Phylum Chlorophyta	*Peridinium sp.*
Actinastrum hantzchii	*Prorocentrum scutellum*
Ankistrodesmus acicularis	**Phylum Euglenophyta**
Ankistrodesmus convolutus	*Euglena viridis*
Crucigenia tetrapedia	*Trachelomonas sp.*
Scenedesmus quadricauda	
Tetraselmis sp.	

ب - بررسی کمی

سال ۱۳۸٤

در تاریخ ۸۴/۶/۲۰ گزارشی حاکی از وجود لکه‌های مشکوک در آب‌های ایرانی دریای خزر توسط کشتی‌های در حال تردد داده شد. نقطه ابتدایی لکه در منطقه انزلی از مختصات ″۶۹۷ ′۳۸ °۳۷ شمالی و ″۶۰۷ ′۲۸ °۴۹ شرقی، حدود ۱۵ کیلومتری ساحل انزلی (شکل‌های ۳و۴) مشاهده گردید که در تراکم‌های مختلف قرار داشتند، برآورد دقیق آن با عکس‌های ماهواره‌ای منطقه، تا ۲۰۰۰۰ کیلومتر مربع تخمین زده شد (شکل۲). این عکس‌ها زمان شروع شکوفایی را ۲۱ مرداد (۱۲اگوست) و اوج شکوفایی را در۱۰ شهریور (۱سپتامبر) و خاتمه آن‌را اوایل مهر ماه (اواخر سپتامبر) نشان داده‌اند.گسترش این پدیده بسیار کند بوده است. بر اساس مدارک موجود خواستگاه بلوم این جلبک نامشخص و ممکن بود در بخش‌های دیگر ایجاد و توسط جریان آب و باد وارد آب‌های ایرانی شده باشد. نتایج بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و مقایسه آن با نتایج سایر مطالعات این پژوهشکده در دریای خزر تفاوت بارزی را نشان نداد و تنها در بخش حضور جلبک‌ها شفافیت در لایه‌های سطحی تغییر زیاد داشته که در تراکم زیاد پوشش جلبکی، شفافیت در حد چند سانتی‌متر، در تراکم متوسط در حد ۲۰ الی ۲۵ سانتی‌متر و در تراکم کم

Archive of SID

www.SID.ir

حدود ۳۰۰ سانتی‌متر بوده است. این میزان در شرایط طبیعی حدود ۴۰۰ سانتی‌متر می‌باشد.

بعد از نمونه‌برداری، شناسایی و تعیین فراوانی جلبک مذکور در آزمایشگاه پلانکتون پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی توسط میکروسکوپ اینورت میسر گردید. این جلبک متعلق به شاخه Cyanophyta و خانواده Nodulariaceae و جنس Nodularia (شکل‌های۵و۶) و گونه *spumigena* (۱۹) بوده (گونه نامبرده مورد تایید Dr Hanna mazur از انستیتو اقیانوس‌شناسی شهر گدانسگ در لهستان قرارگرفته است) که به صورت رشته‌های منفرد یا گروهی مستقیم و خمیده دیده شده و برنگ شیری (زرد مایل به قهوه‌ای) شکوفایی می‌کند. این گونه شناور بوده، هتروسیست‌ها پهن‌تر از سلول‌های دیگر و اکینت‌ها بزرگتر از سلول‌های رویشی و هتروسیست‌ها می‌باشند که فشرده یا گوی مانند هستند، غشاء تقریباً قهوه‌ای تا زرد قهوه‌ای و محتوی سلول دانه دانه بود. این جنس در تابستان بیش از سایرگونه‌ها دیده شده ولی تاکنون شکوفایی نداشته است. رنگ شیری این جلبک در آب موجب شد تا در اعماق بیشتر با فراوانی کمتر نیز مشاهده شود. فراوانی آن در لایه سطحی به ۱۰ میلیون در لیتر و در ۵۰ متر در حد ۳۰ هزار در لیتر بوده است. وزن‌تر آن از لایه سطحی به میزان ۰/۱ گرم در لیتر تا ۰/۰۰۰۲ گرم در لیتر در لایه ۵۰ متر سنجش گردید (نمودار ۳).

سال ۱۳۸۵

دوراول شهریور ماه

عمق ۲۰ متر: ایستگاه انزلی حداکثر تراکم و زیتوده (۲۲۵۰۰۰۰۰۰ عدد در متر مکعب و ۱۰۹۹/۵۳ میلی‌گرم در متر مکعب) را دارا بوده و نمونه غالب گونه *Cyclotella meneghiniana*، *Nitzschia acicularis* از شاخه باسیلاریوفیتا (دیاتوم‌ها) می‌باشد. از نظر فراوانی شاخه سیانوفیتا با گونه *Oscillatoria sp.* و از نظر زیتوده شاخه پیروفیتا با گونه غالب *Exuviaella cordata* در رتبه دوم قرار داشتند.

عمق ۵۰ متر: حداکثر تراکم و زیتوده فیتو پلانکتونی در ایستگاه کیاشهر (۱۱۲۸۰۰۰۰۰عدد در متر مکعب و۲۹۹/۳۷میلی‌گرم در متر مکعب) مشاهده شد و نمونه غالب از نظر فراوانی گونه *Nitzschia acicularis* و از نظر زیتوده گونه *Cyclotella meneghiniana* از شاخه باسیلاریوفیتا است. از نظر فراوانی شاخه سیانوفیتا باگونه *Oscillatoria sp.* و از نظر زیتوده شاخه پیروفیتا با گونه *Peridinium latum* در جایگاه بعدی قرار داشتند.

عمق ۱۰۰متر: ایستگاه کیاشهر دارای حداکثر تراکم و زیتوده فیتوپلانکتونی (۱۵۲۰۰۰۰۰عدد در متر مکعب و۳۲/۲۴ میلی‌گرم در متر مکعب) بوده و نمونه غالب شاخه باسیلاریوفیتا، با گونه *Cyclotella meneghiniana* می‌باشد. از نظر فراوانی شاخه سیانوفیتا با گونه غالب *Oscillatoria sp.* و از نظر زیتوده شاخه پیروفیتا با گونه *Peridinium sp.* و *Goniaulax digitale* در مرتبه بعدی هستند.

توضیح: گونه *Exuviaella cordata* از نظر تعداد زیاد بوده ولی وزن آن نسبت به گونه‌های دیگر این شاخه کمتر است.

دور دوم مهرماه

عمق ۲۰ متر: ایستگاه انزلی، حداکثر تراکم و زیتوده فیتوپلانکتونی را دارد (۱۰۶۲۰۰۰۰۰عدد در متر

Archive of SID

www.SID.ir

مکعب و ۲۰۶ میلی‌گرم در متر مکعب) و نمونه غالب از نظر فراوانی گونه *Thalassionema nitzschioides* و از نظر زیتوده گونه *Cyclotella meneghiniana* از شاخه باسیلاریوفیتا بود. از نظر فراوانی گونه *Oscillatoria sp.* از شاخه سیانوفیتا و از نظر زیتوده گونه *Prorocentrum scutellum* از شاخه پیروفیتا در جایگاه بعدی هستند.

عمق۵۰ متر: ایستگاه انزلی حداکثر تراکم و زیتوده فیتوپلانکتونی را دارا بوده (۲۳۵۰۰۰۰۰عدد در متر مکعب و ۱۴۸/۳۸میلی‌گرم در متر مکعب). از نظر فراوانی گونه *Thalassionema nitzschioides* و از نظر زیتوده نمونه غالب *Cyclotella meneghiniana* از شاخه باسیلاریوفیتا است. سایر شاخه‌ها از جمعیت و زیتوده قابل توجهی برخوردار نبودند.

عمق۱۰۰ متر: ایستگاه آستارا با گونه *Oscillatoria sp.* از شاخه سیانوفیتا دارای حداکثر تراکم (۱۸۳۰۰۰۰۰عدد در متر مکعب) و ایستگاه کیاشهر با گونه *Cyclotella meneghiniana* /از شاخه باسیلاریوفیتا (دیاتوم ها) دارای حداکثر زیتوده فیتو پلانکتونی (۵۴/۶۵ میلی‌گرم در متر مکعب) است.

دور سوم (آبان – آذر)

عمق ۲۰ متر: ایستگاه انزلی دارای حداکثر تراکم و زیتوده فیتو پلانکتونی می‌باشد (۱۹۷۶۰۰۰۰۰عدد در متر مکعب و ۴۰۹/۲۶۸ میلی‌گرم در متر مکعب) و نمونه غالب از نظر فراوانی *Chaetoceros sp.* ولی از نظر زیتوده گونه *Cyclotella meneghiniana* از شاخه باسیلاریوفیتا بوده است. از نظر فراوانی شاخه سیانوفیتا با گونه *Oscillatoria sp.* و از نظر زیتوده شاخه پیروفیتا با گونه *Exuviaella cordata* در جایگاه بعدی بودند.

عمق۵۰ متر: ایستگاه کیاشهر دارای حداکثر تراکم و زیتوده فیتو پلانکتونی است (۴۲۶۰۰۰۰۰۰ عد در متر مکعب و۹۸/۰۱ میلی‌گرم در متر مکعب)، از نظر فراوانی شاخه باسیلاریوفیتا با گونه‌های *Chaetoceros sp.* و *Thalassionema nitzschioides* و از نظر زیتوده شاخه پیروفیتا با گونه‌های *Peridinium sp.* و *Prorocentrum scutellum* غالب بودند.

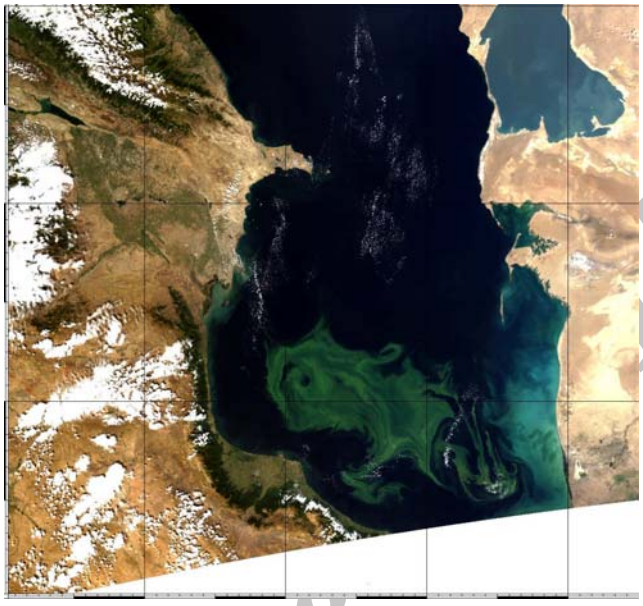
عمق ۱۰۰متر: ایستگاه کیاشهر دارای حداکثر فراوانی و زیتوده فیتوپلانکتونی بوده (۴۲۰۰۰۰۰۰۰عدد در متر مکعب و۹۰/۴ میلی‌گرم در متر مکعب)، نمونه غالب از نظر فراوانی، شاخه باسیلاریوفیتا (دیاتوم‌ها) با گونه *Chaetoceros sp.* و از نظر زیتوده شاخه پیروفیتا با گونه *Prorocentrum scutellum* قرار داشت.

نتایج مطالعات نشان می‌دهد که حداکثر جمعیت و زیتوده فیتوپلانکتونی مربوط به ایستگاه انزلی بوده و کیاشهردر رتبه دوم قرار دارد. همچنین حداکثر فراوانی و زیتوده فیتوپلانکتونی در شهریورماه و به ترتیب در اعماق ۲۰ متر ، ۵۰ متر و ۱۰۰مترمشاهده شد (نمودار۴). بیشترین میانگین فراوانی و زیتوده مربوط به شاخه Bacillariophyta (Diatoms) بوده که ۶۰/۱ درصد جمعیت و ۷۷/۴ درصد زیتوده فیتوپلانکتونی را در این بررسی نشان داده است. شاخه‌های Cyanophyta و Pyrrophyta به ترتیب با میانگین فراوانی ۲۵/۵ درصد و ۱۳ درصد در رتبه‌های بعدی قراردارند، اما از نظر زیتوده شاخه‌های Pyrrophyta و Cyanophyta به ترتیب با میانگین ۱۸/۹ درصد و

Archive of SID

www.SID.ir

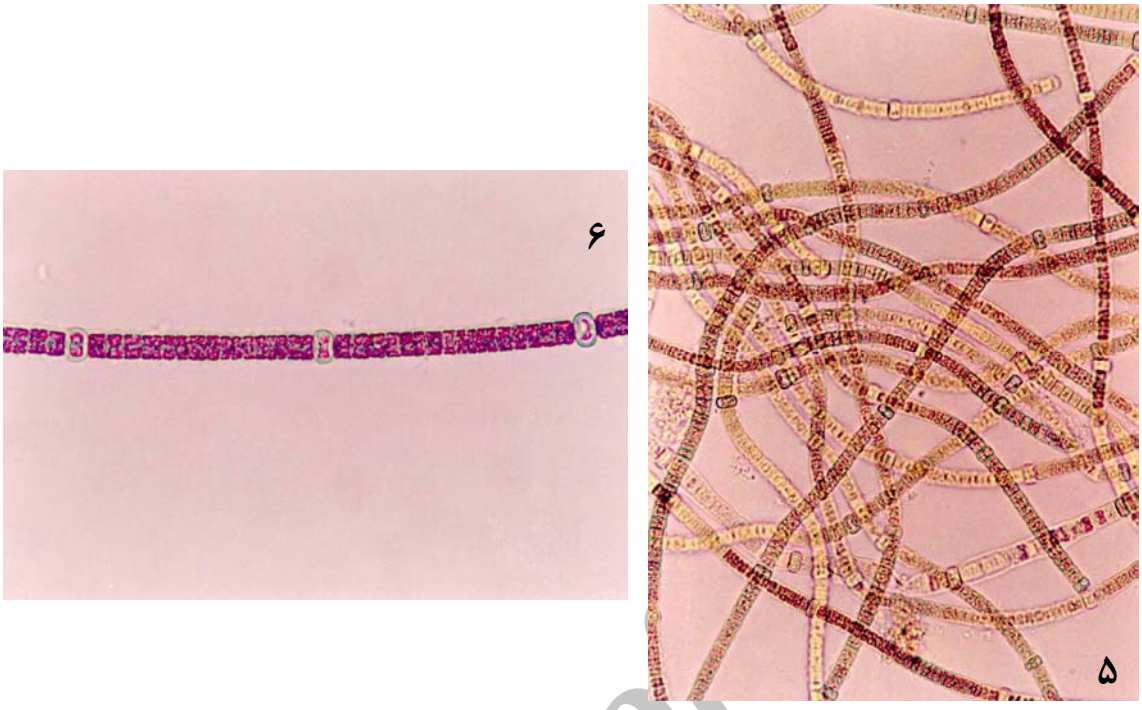
۳/۱ درصد قرار گرفته‌اند. شاخه Chlorophyta با میانگین فراوانی ۱ درصد و میانگین زیتوده ۰/۱ درصد و شاخه Euglenophyta با میانگین فراوا نی ۰/۴ درصد و میانگین زیتوده ۰/۵ درصد در این تحقیق از فراوانی و زیتوده کمی برخوردار بوده‌اند (نمودارهای ۱و۲).



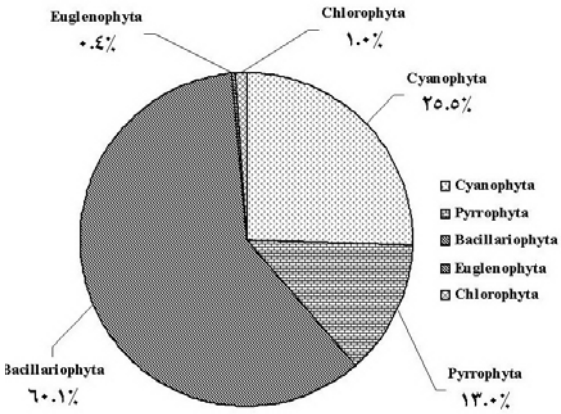
شکل ۲: تصویر ماهواره ای از شکوفایی جلبکی در دریای خزر سال ۱۳۸۴(CEP اول سپتامبر۲۰۰۵)

شکل های ۳و۴: عکس‌های برداشته شده توسط پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی از شکوفایی جلبکی دردریای خزر

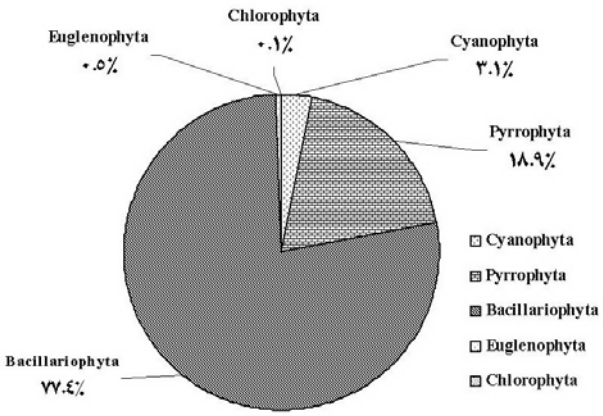
www.SID.ir



شکل های ۵و۶: جلبک *Nodularia* ایجاد کننده شکوفایی در دریای خزر در سال ۱۳۸۴

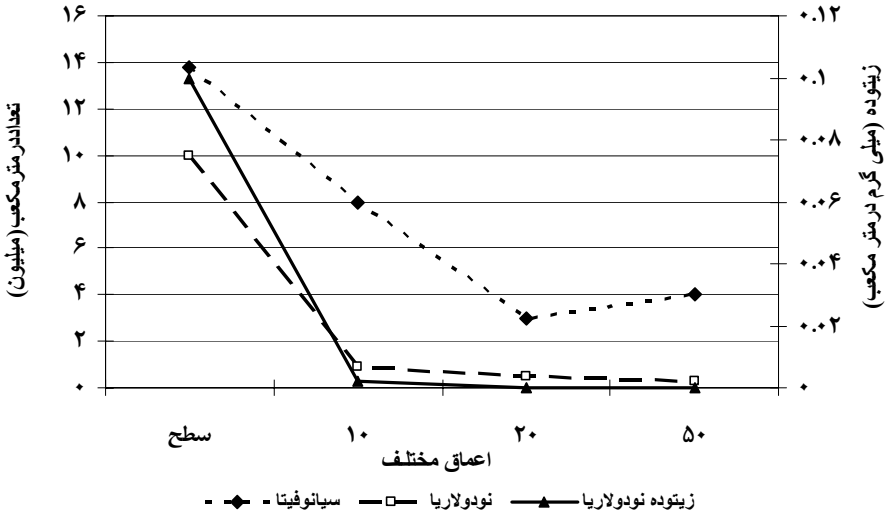


نمودار ۱: درصد فراوانی فیتوپلانکتون‌های دریای خزر در سال ۱۳۸۵

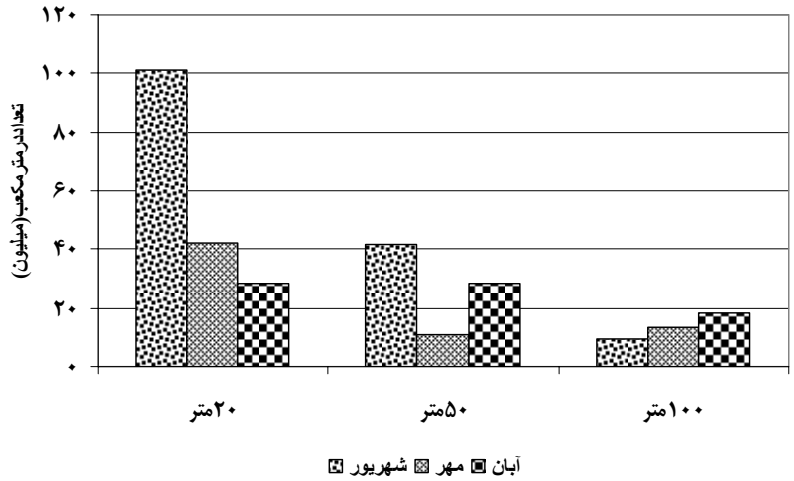


نمودار ۲: درصد زیتوده فیتوپلانکتون‌های دریای خزر در سال ۱۳۸۵

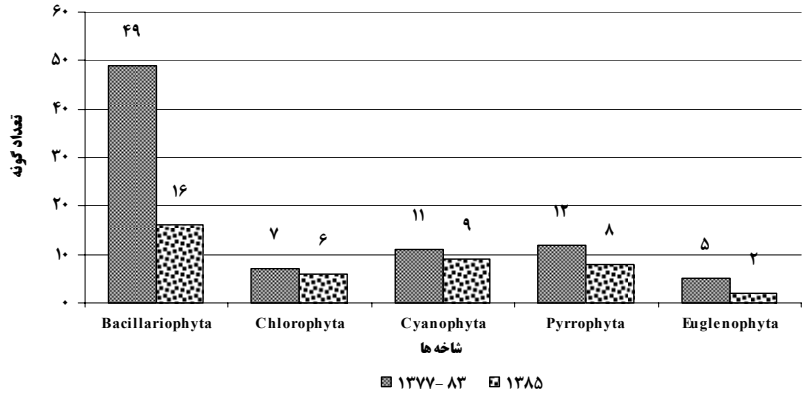
www.SID.ir



نمودار ۳: مقایسه فراوانی سیانوفیتا و جنس نودولاریا و زیتوده آن در اعماق مختلف در دریای خزر سال ۱۳۸۴



نمودار ۴: میانگین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در اعماق مختلف دریای خزر سال ۱۳۸۵



نمودار ۵: مقایسه تعداد گونه‌های مشاهده شده در شاخه‌های فیتوپلانکتونی در فصول بهار و پاییز طی سال‌های ۸۵-۱۳۷۷

www.SID.ir

بحث

افزایش موادبیوژن مانند فسفر و کلسیم در منابع آبی در شرایط مطلوب مثل دمای مناسب و نور کافی و ... منجر به بروز شکوفایی جلبکی می‌گردد. این شکوفایی ممکن است شامل گونه‌های متعددی از ارگانیسم‌های تک سلولی گیاهی (فیتوپلانکتون) بوده و خطرات جدی برای آبزیان بوجود آورد. از نظر طبقه‌بندی این جلبک‌ها را در سه گروه باسیلاریوفیتا (دیاتوم‌ها)، پیروفیتا و سیانوفیتا تقسیم‌بندی می‌کنند. که در این بین جلبک‌های گروه سیانوفیتا (سیانوباکتریا) عامل عمده شکوفایی و تلفات ماهیان در منابع آبی هستند، گونه‌های متعدد این گروه با رشد سریع خود لایه قطوری در سطح آب بوجود آورده و به دو طریق موجب تلفات ماهیان و سایر آبزیان می‌شوند، اول با ایجاد مسمومیت توسط ایکتیوتوکسین، دوم با کاهش سریع اکسیژن محلول، موجب مرگ سریع و ناگهانی ماهیان می‌شوند، همچنین از بین رفتن این جلبک‌ها موجب افزایش بار آلی آب و تغییرات مضر شیمیایی در محیط‌های آبی می‌شود. جلبک‌های بوجود آورنده این وضعیت عبارت از گونه‌های مختلف از جنس‌های *Anabaena, Aphanizomenon ،Microcystis* و *Nodularia* بوده که جنس اخیر در دریای خزر دارای ۲ گونه *N. spumigena* و *N. harveyana* می‌باشد. گونه اول شناور در سطح آب، گاهی در فصل تابستان و پائیز در خزر شمالی غالب بوده ولی در خزر میانی بندرت و به صورت منفرد در شوری ۱۲/۵ - ۱/۴ و در دمای ۲۶ – ۱۵ دیده می‌شود. گونه *N. harveyana* کفزی بوده و بندرت ایجاد شکوفایی می‌کند (۱۹)، این گونه در کل دریای خزر نسبتاً غالب بوده و بیشترین میزان آن مربوط به فصل تابستان و در شهریور ماه است، گونه نامبرده در خزر شمالی غالب ولی در منطقه مرکزی و جنوبی در درجه شوری ۱۲/۵– ۱۲ و در دمای ۲۵ – ۱۹ درجه سانتی‌گراد دیده می‌شود.

شکوفایی متراکم این فیتوپلانکتون‌ها موجب تشکیل لایه سنگین و قطور در سطح آب شده که مانع نفوذ نور خورشید به لایه‌های عمیق‌تر و مانع انجام عمل فتوسنتز و در نتیجه کاهش اکسیژن محلول در این لایه‌ها می‌شود. جلبک‌های مرده یا در حال مرگ نیز محل مناسبی برای رشد باکتری‌ها بوده که به نوبه خود اکسیژن محلول را کاهش و تولید گاز کربنیک را افزایش می‌دهند، با پیشرفت این پدیده که در شرایط بی هوازی بعد از افزایش زیاد مواد معلق موجود در آب به وجود می‌آید اکسیژن مورد نیاز ماهیان درشت تأمین نشده و سرانجام سبب تلفات ماهیان می‌گردد. تحت این شرایط ماهیان و جلبک‌های مرده موجب عفونت و آلودگی آب می‌شوند. چنین وضعیتی در تلفات ماهیان دریاچه زریوار (۵) مشاهده و ثبت گردید. جلبک عامل ایجاد این شکوفایی جنس *Microcystis* بوده که با تولید سم در اثر حجم زیاد وکاهش سریع اکسیژن آب بخاطر پوشاندن سطح آب موجب تلفات ماهیان شد. فاکتورهایی که به شکوفایی سیانوفیتا (جلبکهای سبز – آبی) منجر می‌شوند به طور عمده مربوط به غنی شدن بیش از حد آب در اثر افزایش بار مواد آلی، همچنین یکی از شرایط اصلی برای بروز این شکوفایی افزایش pH بین ۹/۵ الی ۱۱ و دمای ۲۰ الی ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. این فرآیند ناشی از کاهش گاز کربنیک، به علت مصرف آن در جریان عمل فتوسنتز بوده که مطلوبترین شرایط را برای این شکوفایی جلبکی فراهم می‌سازد (۲۶).

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج مطالعات هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر طی سال‌های مختلف نشان داده که شاخه دیاتوم‌ها به جز فصل بهار در سایر فصول از تراکم بیشتری برخوردار بوده و حداکثر تراکم آن‌ها در فصول پاییز و زمستان و حداکثر زیتوده آن‌ها مربوط به فصل تابستان به دلیل حضور گونه‌های بزرگ مثل *Rhizosolenia calcar-avis* می‌باشد. همچنین بدلیل غنی بودن منطقه ساحلی و شرایط خاص و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی، شاخه باسیلاریوفیتا (دیاتوم‌ها) از تراکم فوق‌العاده زیادی در لایه‌های سطحی و مناطق ساحلی برخوردارند. برعکس شاخه پیروفیتا علاوه بر تراکم زیاد آن‌ها در مناطق ساحلی تراکم نسبتاً خوبی در مناطق عمیق‌تر داشته، بنابراین بر عکس دیاتوم‌ها که فقط منطقه نورانی (Euphotic) را انتخاب می‌کنند این شاخه در منطقه تاریک (Aphotic بعد از عمق ۵۰ متر) نیز با تراکم خوبی رشد می‌کند (۶ و ۱۵). در میان گونه‌های شاخه پیروفیتا *Exuviaella cordata* اهمیت ویژه‌ای داشته و به همراه گونه *Prorocentrum scutellum* بر اساس مطالعات (۸) از دیگر فیتوپلانکتون‌های پرجمعیت این شاخه محسوب می‌شود در بین گونه‌های شاخه پیروفیتا *Exuviaella cordata* بیشترین درصد فراوانی را داشته اما به دلیل وزن کم از نظر زیتوده پایین‌تر است. نتیجه این بررسی و مطالعات سال‌های قبل نشان داده که در فیتوپلانکتون‌های حوضه جنوبی دریای خزر دیاتوم‌ها جایگاه اصلی را از نظر تنوع گونه‌ای، تراکم و زیتوده در کل سطح دریا دارا هستند. در بین گونه‌های فیتوپلانکتونی متنوع مشاهده شده در حوضه جنوبی دریای خزر، گونه‌های متمایزی دیده می‌شوندکه انتشار وسیعی دارند از جمله می‌توان به گونه شاخص *Rhizosolenia calcar-avis* از دیاتوم‌ها در فصل تابستان و *Exuviaella cordata* ازپیروفیتا در فصول بهار و پاییز اشاره نمود (۸، ۱۲و ۱۴).

سیانوفیتا درجات حرارتی بالای۲۰ درجه سانتی‌گراد را جهت رشد خود ترجیح می‌دهند (۲۲) لذا در فصل بهار و تابستان که متوسط درجه حرارت نسبت به فصول دیگر بالاتر است، محدودیتی از نظر درجه حرارت مناسب جهت رشد ندارند. در نتیجه در این فصول نقش عوامل دیگر بر میزان تراکم و زیتوده سیانوفیتا بیشتر می‌گردد. از این جهت می‌توان گفت که افزایش تراکم و زیتوده آن‌ها در این دو فصل در منطقه غربی به علت ورود آب‌های رودخانه‌ای غنی از مواد مغذی است (۸). در حالی که در سرمای زمستان درجه حرارت نقش بارزتری می‌یابد، نقاط حداکثر تراکم و زیتوده از منطقه غربی به منطقه شرقی که دارای درجه حرارت بالاتری نسبت به غرب است کشیده می‌شود. در فصل پاییز که شرایط دیگری از قبیل چرخش‌های عمودی آب و کاهش نرخ چرای زئوپلانکتون‌ها مطرح می‌گردد (۱۷) زمینه‌های مناسبی جهت انتشار بیشتر سیانوفیتا فراهم می‌گردد.

نتایج حاصل از تحقیقات نشان داده که می‌توان حضور سیانوفیتا را در درجات مختلف حرارتی مشاهده کرد به عبارتی دما اثر تعیین کننده بر وجود یا عدم وجود آن‌ها ندارد. چنان‌که در دمای پایین زمستان نیز در جمعیت فیتوپلانکتونی حضور داشته اما بالاترین تراکم آن‌ها درگرمای تابستان بچشم می‌خورد، چنان‌که نتیجه تحقیقات در خلیج گدانسک در سال ۱۹۹۸ نشان می‌دهد با کاهش دما در فصل تابستان تراکم سیانوفیتا کاهش می‌یابد (۲۷)، که این می‌تواند تاییدی بر فرضیه (۲۲) باشد. به نظر آن‌ها سیانوفیتا بیشتر

Archive of SID

www.SID.ir

از آنکه سایکروفیل (سرمادوست) باشند، سایکروتروف (تغذیه در محیط سرما) هستند. طبق این فرضیه سیانوفیتا در فصول سرد حضور داشته و تغذیه می‌کنند ولی از رشد و تکثیر چندان بالایی برخوردار نیستند. در مجموع باید به این نکته توجه کرد که دینامیک جمعیت سیانوفیتا بیشتر تحت تأثیر ترکیب خاصی از عوامل محیطی است و ارتباط مستقیم بین عوامل محیطی(مثل دما) و سیانوفیت کمتر دیده می‌شود (۲۵).

با بروز شکوفایی جنس *Nodularia* از شاخه سیانوفیتا در اواخر شهریور سال ۱۳۸۴ با میزان متوسط ۷/۷ میلیون عدد در لیتر تراکم این شاخه در این مطالعه نسبت به سال ۱۳۸۰ حدود ۴۰ برابر و نسبت به سال ۱۳۸۲ حدود ۷۰ برابر شده است. بیشترین فراوانی این جلبک در سطح دریا بوده و به دلیل رنگ شیری در آب موجب شد تا در اعماق بیشتر با فراوانی کمتر نیز قابل مشاهده باشد. فراوانی آن در لایه سطحی به حدود ۱۰میلیون عدد در لیتر و در عمق ۵۰ متر حدود ۳۰ هزار عدد در لیتر و وزن تر آن در لایه سطحی ۰/۱ گرم در لیتر و در ۵۰ متر ۲ ۰/۰۰۰ گرم در لیتر بوده است (۳).

پدیده شکوفایی جلبکی در اکثر نقاط دنیا و در منابع مختلف آبی وجود داشته اما در سال‌های اخیر تکرار و وسعت بیشتری یافته است، در دریای خزر بروز این پدیده نادر و غیرمحسوس بوده، اما تغییرات جوامع پلانکتونی و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب، در ارتباط با تهاجم شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* در سال‌های اخیر ناگهانی بوده است. کم شدن و حذف تعدادی از گونه‌های زئوپلانکتونی در دریای خزر در اثر ورود شانه‌دار و کاهش نرخ چرای زئوپلانکتون‌ها موجب تغییرجوامع فیتوپلانکتونی در این دریا بوده است.

تأثیر ورود شانه‌دار به دریای خزر بر روی جوامع فیتوپلانکتونی اصولاً متضاد با تأثیرات آن بر روی جمعیت زئوپلانکتون‌ها بوده است. به دلیل کاهش جمعیت زئوپلانکتونی طی ماه‌های خرداد تا اوایل شهریور، جمعیت فیتوپلانکتون‌ها افزایش چشمگیری یافت. به طوریکه زیتوده کل فیتوپلانکتون‌ها در خرداد ماه معادل ۲۲۴± ۳۵۴ میلی‌گرم در متر مکعب بوده و این میزان تا اوایل شهریورماه تا میزان قابل توجهی یعنی ۲۵۸±۵۱۰ میلی‌گرم در متر مکعب افزایش یافته است (۱). در واقع زیتوده پلانکتون‌های گیاهی در مناطقی که همراه با حضور شانه‌داران بوده است افزایش چشمگیری یافته است که این مناطق همواره همراه با فقر پلانکتون‌های جانوری بوده‌اند. این مناطق به طور عمده سواحل غربی میانی و به ویژه سواحل جنوبی دریای خزر را شامل می‌گردد. بنابراین مقادیر زیادی از جمعیت فیتوپلانکتونی در خرداد ماه زمانی‌که پدیده فراچاهندگی (جابجایی مواد مغذی ته نشین شده از بستر به سطح آب) در امتداد سواحل شرقی قسمت شمالی خزر میانی رخ می‌دهد مشاهده می‌گردد. در این زمان میزان فیتوپلانکتون‌ها در قسمت غربی خزر میانی به مراتب کمتر از خزر شمالی بوده و در خزر جنوبی در مقایسه با سایر قسمت‌ها در حداقل می‌باشد. در مرداد و اوایل شهریور میزان زیتوده پلانکتون‌های گیاهی در سواحل شرقی خزر میانی دو برابر بیشتر از سواحل غربی بوده و بیشترین افزایش گیاهان پلانکتونی در سواحل غربی خزر جنوبی در طی ماه‌های یاد شده مشاهده می‌گردد. به طوری‌که زیتوده آن در این زمان معادل ۲۲۷±۶۳۰ میلی‌گرم در متر مکعب می‌رسد (۲). در این زمان در سواحل شرقی خزر میانی جمعیت فیتوپلانکتونی تقریباً ثابت است زیرا که میزان شانه

Archive of SID

www.SID.ir

داران و زئوپلانکتون‌ها هر دو در میزان تقریباً پایینی هستند. در حالی که در این زمان و در سواحل غربی زیتوده فیتوپلانکتونی افزایش یافته و به دو برابر رسیده و در سواحل جنوبی میزان زیتوده فیتوپلانکتون‌ها سه برابر شده است. افزایش زیتوده فیتوپلانکتونی در دریا موجب افزایش کلروفیل a خواهد گردید. این میزان در سال ۱۳۸۰ و در مقایسه با سال ۱۳۷۸طی ماه‌های تیر و شهریور در خزر شمالی دو برابر اندازه‌گیری شد در حالی که این میزان در خزر میانی طی ماه‌های شهریور و مهر دو برابر شده بود و در خزر جنوبی در مقایسه با تابستان ۱۳۷۸ این میزان تا پنج برابر افزایش یافته بود (۹). در یک مقایسه کلی در طی ماه‌های خرداد تا شهریور، میزان کلروفیل در خزر میانی تا دو برابر و در خزر جنوبی تا سه برابر افزایش می‌یابد. اگرچه فیتوپلانکتون‌های دریای خزر طی سال‌های اخیر و بعد از تهاجم شانه‌دار در قالب پنج گروه عمده Bacillariophyta، Cyanophyta، Chlorophyta، Pyrrophyta و Euglenophyta بوده ولی تغییرات عمده‌ای از لحاظ تعدادگونه‌ها، زیتوده و فراوانی گونه‌ای در آن‌ها ایجاد شده است. (۱، ۲و ۱۲) (نمودار ۵).

نتایج بررسی‌های فیتوپلانکتونی در این تحقیق جهت بررسی تغییرات زمانی در ظهور فیتوپلانکتون‌های عامل شکوفایی‌های مضر جلبکی، غالبیت شاخه دیاتوم‌ها را از نظر فراوانی و زیتوده (به ترتیب ۶۰/۱ درصد و ۷۷/۴ درصد) نشان داده که تقریباً با نتایج مطالعات هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر در سال‌های گذشته و مطالعات شانه‌دار مطابقت دارد. در این بررسی از جلبک نودولاریا و سایر جلبک‌های مضر با تراکم بالا جهت شکوفایی نمونه‌ای مشاهده نشد. از آنجا که شکوفایی تحت شرایط خاص دمایی و نوری و فیزیکوشیمیایی انجام می‌گیرد. کاهش دما، بروز کولاک‌های مساعد و کوتاه شدن دوره نوری، کاهش و متزلزل شدن این پدیده را دربر دارد، مشخص شدن دلایل و زمان بروز شکوفایی و نوع جلبک عامل آن احتیاج به مطالعات مستمر و جامع‌تردارد.

سپاسگزاری

با سپاس از خداوند بزرگ و منان که توفیق انجام این بررسی را به ما عطا فرمودند، لازم‌است از همکاری و مساعدت‌های ریاست وقت پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی دکترخانی‌پور، و مجری این پروژه مهندس خداپرست و همکاران بخش پلانکتون‌خانم مهندس خطیب و خانم مددی جهت آماده‌سازی نمونه‌ها و آقایان زحمتکش، یوسف‌زاد، صیادرحیم و نوروزی که زحمت نمونه‌برداری‌ها را تقبل کردند، سپاگزاریم.

منابع

۱. باقری، س.؛ سبک آرا، ج.؛ روحی، ا.؛ پرافکنده، ف.؛ قاسمی، ش. و رضوی صیاد، ب.، ۱۳۸۱. گزارش نهایی بررسی فراوانی وپراکنش شانه‌داران در حوزه جنوبی دریای خزر (سواحل استان گیلان). پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی کشور. ۳۴ صفحه.

۲. باقری، س.، ۱۳۸۳. گزارش نهایی بررسی جامع اکولوژیک امکان کنترل جمعیت شانه‌دار مهاجم دریای خزر. فعالیت ۲: بررسی تغذیه شانه‌دار مهاجم در دریای خزر. پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی کشور. ۱۰۲صفحه.

Archive of SID
www.SID.ir

۳. پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی کشور.، ۱۳۸۴. گزارش فنی رویت لکه مشکوک در دریای خزر. ۶ صفحه.
۴. پیروشکینا، آ.ای - لاورینکو و ماکاروا، یی.و.، ۱۹۶۸. جلبک‌های پلانکتونی دریای خزر. لنینگراد، ۲۹۰صفحه.
۵. جلالی، ب. و برزگر، م.، ۱۳۸۲. بررسی علل تلفات ماهیان دریاچه زریوار و نقش جلبک میکروسیستیس در ایجاد تلفات. شرکت مهندسین مشاور آبزی گستر. صفحات ۱- ۱۷.
۶. حسینی، ع. و نصرالله‌زاده، ح.، ۱۳۷۶. بررسی رابطه بین میزان کلروفیل وسی چی دیسک در حوزه جنوبی دریای خزر. مرکز تحقیقات شیلاتی مازندران. ۱۵ صفحه.
۷. زابلینا، ام.ام.؛ کسیلف، یی.آ.؛ پیروشکینا، آ.ای. و شیشوکوما. اس.، ۱۹۵۱. جلبک‌های دیاتومه‌ای. مسکو. ۶۲۱ صفحه.
۸. سلمانوف، ام.آ.، ۱۹۸۷. نقش میکروفلورها و فیتوپلانکتون‌ها در پروسه‌های تولیدی دریای خزر. ترجمه ابوالقاسم شریعتی، علوم وصنایع شیلاتی میرزا کوچک خان، رشت. ۳۴۹ صفحه.
۹. شاهی‌فر، ر.، ۱۳۸۵. ورود *Mnemiopsis leidyi* به دریای خزر و تأثیرات آن بر ذخایر ماهیان اقتصادی. سایت پایگاه اطلاع رسانی شیلات ایران.
۱۰. کاسیموف، ا. گ.، ۱۹۹۴. اکولوژی دریای خزر. ترجمه ابولقاسم شریعتی. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۷۲ صفحه.
۱۱. کاسیموف، ا. گ.، ۱۹۸۷. دریای خزر. لنینگراد، ترجمه یونس عادلی. انتشارات مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۸۰ صفحه.
۱۲. گنجیان، ع.؛ حسینی، س.ع.؛ کیهان ثانی، ع. و خسروی، م.، ۱۳۷۷. بررسی تراکم و پراکنش گروه‌های عمده فیتوپلانکتون‌های حوضه جنوبی خزر. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۲، سال هفتم. صفحات ۹۵ تا ۱۰۷.
۱۳. لوشاکووا، و. دی.، ۱۹۷۰. تغییرات فصلی فیتوپلانکتون‌های خزر شمالی. مجله هیدروبیولوژی. مسکو. صفحات ۱۱تا۱۹.
۱۴. مائی سیو،پ. ا. و فیلاتووا، ز.، ۱۹۸۵. جانوران و تولیدات زیستی دریای خزر. ترجمه: ابوالقاسم شریعتی، موسسه تحقیقات شیلات ایران. صفحات ۴۸ تا۴۹.
15. Boney, A.D., 1989. Phytoplankton. Edward annoid. British Library Cataloguing Publication data. 118 P.
16. Clesceri, L.S; Greenberg, A.E. and Trussell, R., 1989. Standard metod for examination water and Wastewater,17th edition. American poblic helth Association .Washington,U.S.A. 1193p.
17. Davis, C., 1955. The marine and freshwater plankton. Michigan State University Press. 156p.
18. Habit, R.N. and Pankow, H., 1976. Algenoflora der ostsee. Vebgusta fischers verlagjena. 493p.
19. Mazur,H; Plinski, M., 2003. Nodularia spumigena blooms and the accurance of Hepatotoxin in the Golf of Gedanck.Oceanologia, Institute of oceanology PAS. 45(1), pp.305-316.
20. Presscot, G.W.,1962. Algae of the western great lakes area . vol 1,2,3. WM.C.Brown Company Publishing,Iowa. 933P.
21. Sorina, A., 1978. Phytoplankton manual, United nations educational, scientific and Culture organization.337 P.

Archive of SID

www.SID.ir

22. Tang, E.P.; Tremlay, R. and Vincen,W.F., 1997. Cyanobacterial dominance of polar freshwater ecosystem. Canada. Jurnal – Article, 371-381.
23. Tiffany, L.H. and Britton, M.E., 1971. The Algae of Illinois. Hanfer publishing Company, Newyork .407 P.
24. Vollen weider, A.R., 1974. A manual on methods for Measuring primary production in aquatic environmental. Blackwell Scientific Publication .Oxford, London .423p.
25. Wade, D.C., 1984. Factor affecting development of a summer Cyanophyta dominated Phytoplankton community in a mainstem Tennessee Reservoir. U.S.A. 138p.
26. Willoghby, S., 1999. Manual of salmonid farming .Fishing news books. London. England.329p.
27. Zmijews, M.I. and Neim lewicz, E., 2000. Abundance and species composition of Plankton in the gulf of Gdansk- wschd (Gdansk- East) sewage treatment plant. Oceanologia. 42 .Poland pp.5-57.

Archive of SID

www.SID.ir