Archive of SID

شکوفایی فیتوپلانکتونی در تالاب انزلی و شناسایی جلبکهای سمی

پریسا نجات‌خواه معنوی[۱]، شهربانو عریان[۲]، عبدالحسین روستائیان[۳]، رضا نقشینه[۴] و سید محمدرضا فاطمی[۵]

nejatkhah@yahoo.com

۱ ـ دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، دربند

۲ ـ گروه زیست‌شناسی دانشگاه تربیت معلم، تهران خیابان شهید مفتح

۴،۳ و ۵ ـ واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، پونک صندوق پستی: ۱۸۱-۱۹۵۸۵

تاریخ دریافت : دی ۱۳۸۰ تاریخ پذیرش : شهریور ۱۳۸۱

خلاصه

طی یکسال نمونه برداری از منطقه آبکنار و هندخاله در تالاب انزلی در سال ۱۳۸۰-۱۳۷۹ جمعاً ۶۷ جنس متعلق به ۵ شاخهٔ جلبکی مورد شناسایی و شمارش قرار گرفتند. براساس نتایج، فراوانی فیتوپلانکتونی در منطقهٔ آبکنار، دوبار در سال یعنی اواخر فصل بهار و شروع تابستان و دیگری در فصل پاییز به اوج خود می‌رسد که Cyanobacteria (جلبکهای سبز ـ آبی) ترکیب غالب را بوجود می‌آورند و در منطقهٔ هندخاله Chrysophyta ترکیب غالب فیتوپلانکتونی را تشکیل می‌دهند. پنج گونه از Cyanobacteria در منطقه آبکنار مورد بررسی قرار گرفتند و یک گونه متعلق به جنس *Oscillatoria* از طریق زیست‌سنجی با موش، سمی تشخیص داده شد.

سم موجود در نمونه جزء سموم کبدی (هپاتوتوکسین) بوده و متعلق به خانواده‌ای از سموم پپتیدی حلقوی موسوم به Microcystin می‌باشد.

لغات کلیدی: شکوفایی فیتوپلانکتونی، *Oscillatoria*، تالاب انزلی، جلبک‌های سمی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بیوتوکسین‌ها گروه بزرگی از تولیدات طبیعی ناشی از سیانوباکترها (Cyanobacteria) هستند که گونه‌ها و نژادهای مختلفی از سیانوباکترها مانند *Anabaena*, *Microcystis*, *Nostoc* و *Oscillatoria* توانایی تولید چنین سموم زیستی را دارند (Carmichael, 1992).

سیانوباکترها بطور متناوب ولی مکرر باعث مسمومیت حیوانات در بسیاری از مناطق دنیا می‌گردند. از سالها پیش مسمومیت‌های ناشی از این جلبک‌ها عامل بیماری و مرگ و میر در میان حیوانات اهلی و وحشی بوده است (Patterson and Larsen, 1994).

دو گروه اصلی از سیانوتوکسین‌ها شامل هپاتوتوکسین پپتیدی و نوروتوکسین‌های آلکالوئیدی است. شکوفایی حاوی هپاتوتوکسین تقریباً در تمام جهان دیده می‌شود ولی شکوفایی نوروتوکسین، محدود به نقاط جغرافیایی خاصی است و گسترش جهانی ندارد. هپاتوتوکسین‌ها، پپتیدهایی حلقوی به نام میکروسیستین (Microcystin) هستند که از *Microcystis* و جلبک‌های سبز ـ آبی رشته‌ای مانند *Anabaena*، *Nostoc* و *Oscillatoria* از آبهای شیرین جداسازی و نام‌گذاری شده‌اند.

ساختمان میکروسیستین بصورت (-D-Ala-X-D-Me Asp-ZAdda-D-Glo-Mdha-) حلقوی می‌باشد و تا به حال حدود ۶۰ نوع ساختمان مختلف برای میکروسیستین شناسایی و گزارش شده است (WHO, 1999). اسید آمینه غیرمعمول Adda مهمترین بخش این مولکول بوده و به نظر می‌رسد که توانایی پیوند با پروتئین فسفاتاز را دارد. هر نژاد از سیانوباکترها (Cyanobacteria) که توانایی تولید سموم را دارند می‌توانند مجموعه‌ای شامل چندین میکروسیستین را سنتز نمایند (Luukkainen *et al.*,1993). هپاتوتوکسین‌ها در پستانداران، معمولاً در کبد تجمع می‌یابند. هپاتوتوکسین‌ها، بعد از ورود به بدن بصورت خوراکی، از بخش اپیتلیوم روده عبور کرده و توسط یک حمل کننده اسید صفراوی، وارد خون می‌شوند. بنابراین در سلولهای کبدی به سرعت تجمع می‌یابند و بصورت کووالانس به پروتئین‌های ۴۰ کیلودالتونی بنام پروتئین فسفاتاز I و 2A باند می‌شوند و باعث مهار این آنزیمها می‌گردند. احتمالاً این ترکیبات، از هپاتوسیت‌ها بداخل صفرا بصورت مولکولهای فعال بیوشیمیایی منتقل می‌شوند

www.SID.ir

Archive of SID

(Gaete *et al.*, 1994). تزریق داخل صفاقی میکروسیستین نشاندار با مواد رادیواکتیو در موشها نشان داده که تقریباً ۷۰ درصد از سم سریعاً در کبد متمرکز می‌شود و میزان آن در کبد تا ۶ روز تغییر چندانی نمی‌کند. حدود ۹ درصد سم از راه ادرار دفع می‌گردد و بقیه بصورت بسیار تدریجی حدود ۱ درصد در هر روز از طریق مدفوع خارج می‌گردد (WHO, 1999).

پدیدهٔ غنی شدن آب (Eutrphication) که به وسیله انواع آلاینده‌ها ایجاد می‌شود، از اواسط قرن بیستم در اکوسیستم‌های آبی بسیاری از کشورهای جهان مطرح شده است. این پدیده در بعضی مناطق باعث زوال و از بین رفتن محیط‌های آبی می‌گردد. در مناطقی که رشد جمعیت شدید بوده و فعالیت‌های کشاورزی وجود داشته و نظارت دقیقی هم بر فاضلاب‌های ورودی آنها به منابع آبی دیده نمی‌شود، معمولاً افزایش عناصر و غنی شدن آب بوجود می‌آید که همراه با سایر عوامل از جمله درجه حرارت و نور، منجر به شکوفایی فیتوپلانکتونی می‌گردد. در آبهای شیرین مناطق گرمسیری اغلب سیانوباکترها ترکیب غالب فیتوپلانکتونی منطقه را بوجود می‌آورند (WHO, 1999). شکوفایی‌های فیتوپلانکتونی از طریق ایجاد سم، کم کردن ذخایر اکسیژن و یا مسدود کردن آبشش ماهی‌ها باعث آسیب رساندن به ماهیها شده‌اند و بتدریج به صورت یک مشکل اقتصادی برای صنعت صید و صیادی و کشت و پرورش آبزیان درآمده‌اند.

مشابه این وضعیت در تالاب انزلی که یکی از اکوسیستم‌های با ارزش ایران محسوب می‌گردد دیده می‌شود. تالاب انزلی و بخصوص منطقه آبکنار که وسیع‌ترین گسترهٔ آبی تالاب انزلی می‌باشد، از مناطق مهم تخم‌ریزی و گذراندن دوران لاروی بسیاری از ماهیان محسوب می‌گردد. در سالهای اخیر افزایش ورود مواد آلی به تالاب انزلی باعث تغییرات واضحی در کیفیت آن شده است. بدیهی است این روند می‌تواند با توجه به حضور دائمی سیانوباکترها در منطقه، باعث بوجود آمدن شکوفایی سیانوباکترها شده و مرگ و میر آبزیان را به دنبال داشته باشد. در این مطالعه افزایش فیتوپلانکتونی و بخصوص سیانوباکترها مورد بررسی قرار گرفته و فراوان‌ترین آنها، جهت تعیین سمیت، با استفاده از روش زیست‌سنجی با موش ارزیابی شده است.

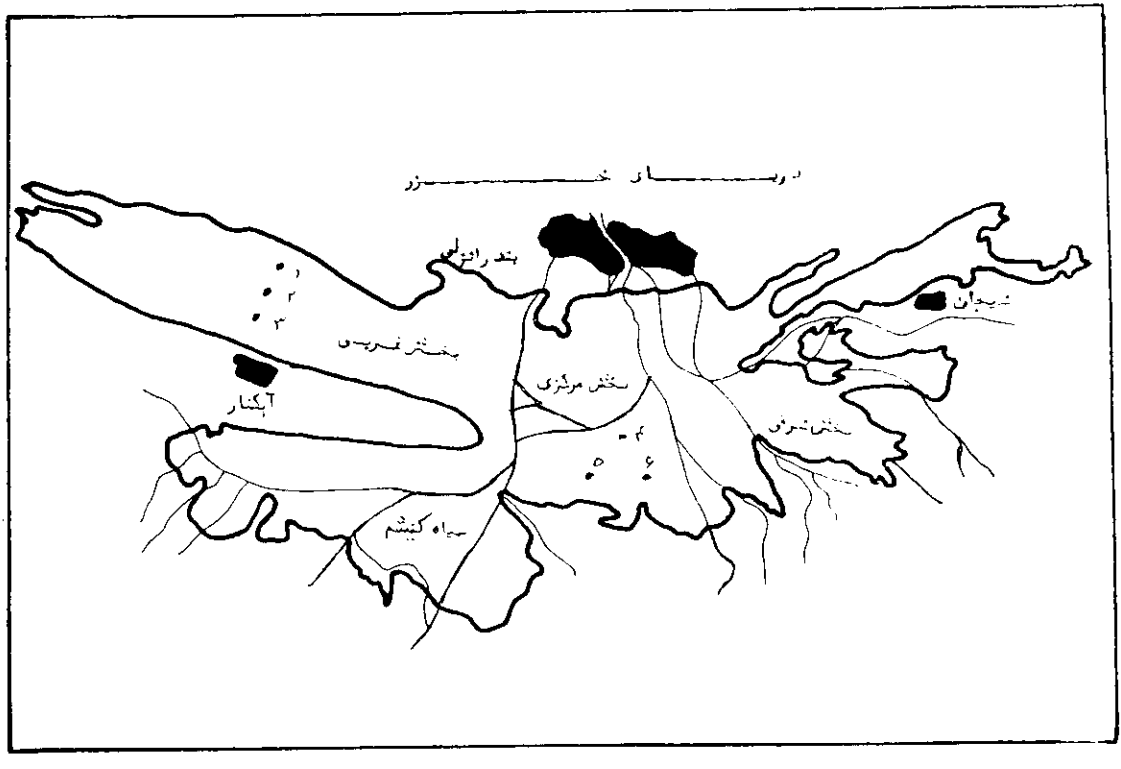
مواد و روشها

مناطق آبکنار و هندخاله در تالاب انزلی از نظر شکوفایی فیتوپلانکتونی در یک دورهٔ یکساله

www.SID.ir

Archive of SID

(۱۳۸۰-۱۳۷۹)، مورد بررسی قرار گرفتند. در هر منطقه سه ایستگاه تعیین گردید. ایستگاههای ۱، ۲ و ۳ در آبکنار و ایستگاههای ۴، ۵ و ۶ در هندخاله قرار دارند. (شکل ۱). نمونه‌برداری بصورت ماهانه انجام گرفت و در ماههای مرداد و شهریور بدلیل بررسی دقیق‌تر تراکم پلانکتونی، نمونه‌برداری هر هفته یکبار صورت پذیرفت.



شکل ۱: موقعیت ایستگاههای نمونه‌برداری در بررسی جلبکهای سمی در تالاب انزلی سال ۸۰-۱۳۷۹

www.SID.ir

Archive of SID

از لوله پلیکا (PVC) به قطر ۱۰ سانتی‌متر و طول ۲ متر جهت نمونه‌برداری استفاده شد (WHO, 1999) و سپس نمونه‌ها با فرمالین ۴ درصد تثبیت گردیده و به آزمایشگاه انتقال داده شدند و با میکروسکوپ اینورت مورد شناسایی و شمارش قرار گرفتند.

پس از شناسایی فیتوپلانکتون‌های غالب منطقه در مرداد ماه اقدام به نمونه‌برداری کششی با تور پلانکتون ۵۵ میکرون شد و سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال یافته و با استفاده از پی‌پت پاستور جداسازی و کشت داده شدند (Borowitzka & Borowitzka, 1989).

از محیط کشت Z-8 در درجه حرارت ۲±۲۵ درجه سانتی‌گراد و لامپ فلورسنت جهت نوردهی استفاده شد. پس از حدود دو تا سه هفته نمونه‌های جداسازی شده، کشت داده شدند و در ۱۲۰۰ دور به مدت ۲۰ دقیقه و در ۲۰ درجه سانتیگراد سانتریفوژ و سپس Lyophilize گردیدند و جهت انجام مراحل بعدی آزمایشات در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

زیست‌سنجی با موش با استفاده از سلولهای Lyophilized انجام گرفت. زیست‌سنجی با موش امروزه وسیعاً مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش با هزینه‌ای کم قابل اجرا بوده و طی چند ساعت از نظر کیفیت و کمیت سم، تعیین کننده است. از علائم مسمومیت این امکان وجود دارد که هپاتوتوکسین را از نوروتوکسین متمایز کرد و از معایب روش تست موش، عدم توانایی در تعیین میزان کم سم، بخصوص در آبهای آشامیدنی است و همینطور عدم توانایی آن در تشخیص سموم با ساختمان مشابه مختلف است (Willen & Mattsson, 1997).

موش‌های سوری نر با وزن ۲۰ تا ۲۵ گرم به ۱۱ گروه تقسیم شدند و حدود ۱ سی‌سی سرم فیزیولوژی ۰/۹ درصد ریخته شده بر سلولهای خشک و سانتریفوژ شده به طور داخل صفاقی (تحت شرایط استریل) به هر موش تزریق شد. گروه شاهد فقط یک سی‌سی سرم فیزیولوژی دریافت کرد. موش‌ها تا ۲۴ ساعت زیر نظر گرفته شدند. پس از ۲۴ ساعت مرگ و میر ثبت شده و موش‌ها و کبد آنها وزن شد و کبد، کلیه و ریه در محلول بوئن تثبیت شدند و برش‌گیری به قطر ۶ میکرون انجام گرفت و سپس به روش هماتوکسیلین ـ ائوزین رنگ‌آمیزی شدند. از آزمون ANOVA یک طرفه برای مقایسه فراوانی نمونه‌های پلانکتونی و از آزمون t-test جهت مقایسه میانگین‌های ایستگاههای مختلف استفاده شد و از برنامه‌های نرم‌افزاری SPSS و Excel نیز استفاده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

طی یکسال نمونه برداری از ۶ ایستگاه در دو منطقهٔ آبکنار و هندخاله در تالاب انزلی، مجموعاً ۶۷ جنس مورد شناسایی قرارگرفتند (جدول ۱).

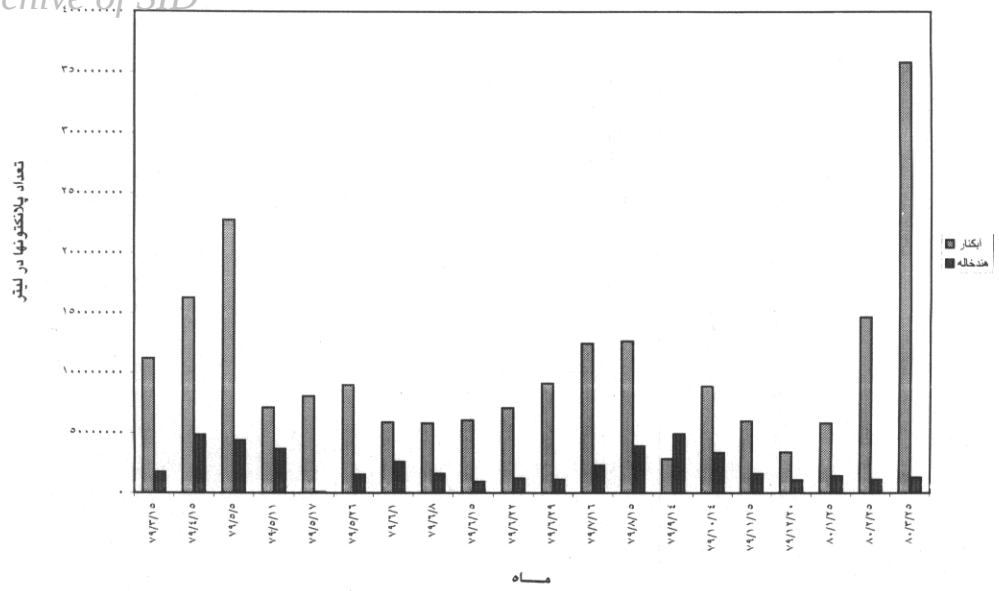
جدول ۱: نمونه‌های فیتوپلانکتونی شناسایی شده در مناطق آبکنار و هندخاله (تالاب انزلی)

شاخه‌های فیتوپلانکتونی	تعداد جنس‌های شناسائی شده	فراوانترین جنس‌های مشاهده شده
Chrysophyta	۲۴	*Stephanodiscus, Amphora, Navicula, Synedra, Cyclotella*
Chlorophyta	۲۵	*Ankistrodesmus, Kirchneriella, Dictyosphaerium, Crusigenia*
Cyanobacteria	۹	*Anabaena, Anabaenopsis, Osciallatoria*
Pyrrhophyta	۵	*Prorocentrum, Gymnodinium, Cryptomonas*
Euglenophyta	۴	*Phacus, Euglena*

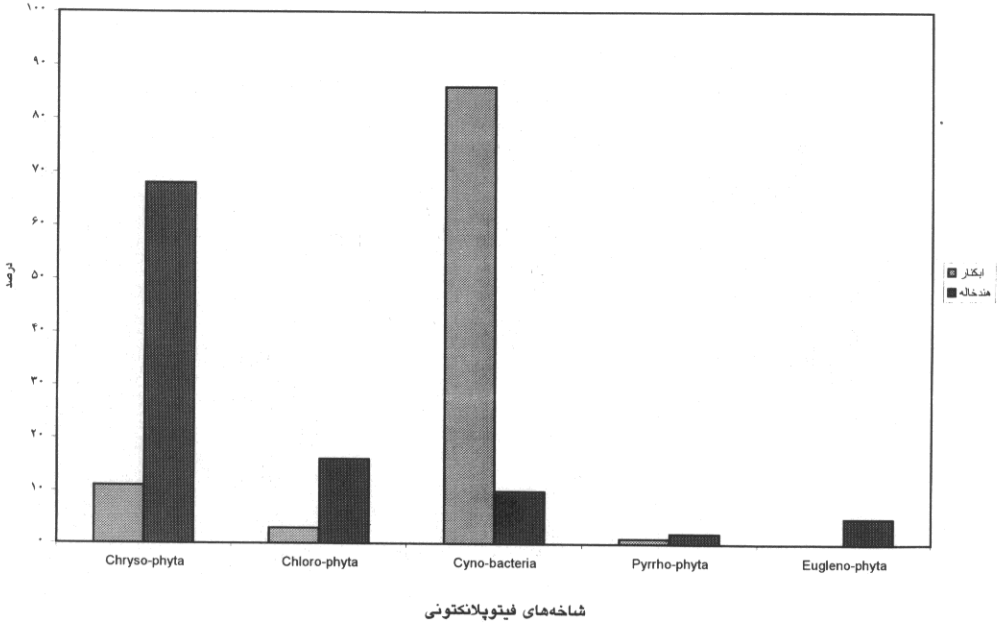
منطقه آبکنار در تالاب دوبار در سال به حداکثر تراکم فیتوپلانکتونی می‌رسد که این دو زمان در اواخر فصل بهار و اوایل فصل تابستان و دیگری در فصل پاییز می‌باشند (نمودار ۱). جنس *Oscillatoria* جلبک غالب منطقه آبکنار بوده و در مرتبه دوم شاخه Chrysophyta با غالبیت *Synedra* حضور دارد. در منطقهٔ هندخاله شاخه Chrysophyta گروه غالب را تشکیل می‌دهد و در بیشتر اوقات سال جنس *Cyclotella* فراوانترین جلبک می‌باشد و در رتبه دوم فراوانی شاخه Chlorophyta قرار گرفته است. شاخه Euglenophyta در منطقهٔ هندخاله تراکم بالاتری نسبت به آبکنار داشته و شاخه Pyrrhophyta کمترین تراکم و فراوانی را در دو منطقه نشان می‌دهد (نمودار ۲). شکلهای ۲ و ۳ بترتیب نشاندهندهٔ جنسهای *Oscillatoria* و *Anabaena* می‌باشند. نتایج حاصل از تزریق پنج گونه Cyanobacteria جداسازی شده از تالاب انزلی به موش، در جدول ۲ ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



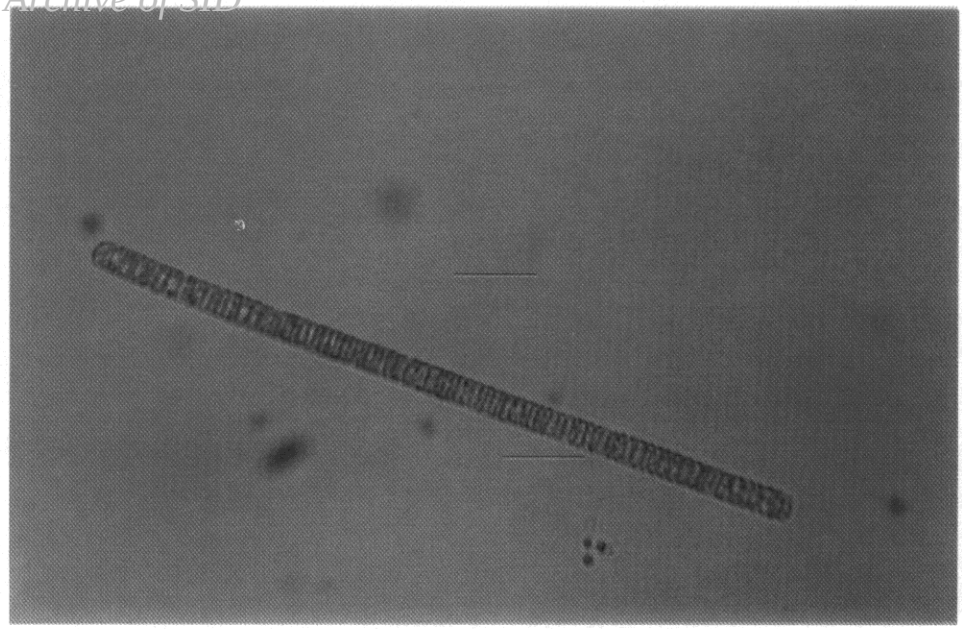
نمودار ۱: مقایسهٔ تعداد کل فیتوپلانکتونهادر مناطق آبکنار و هندخاله



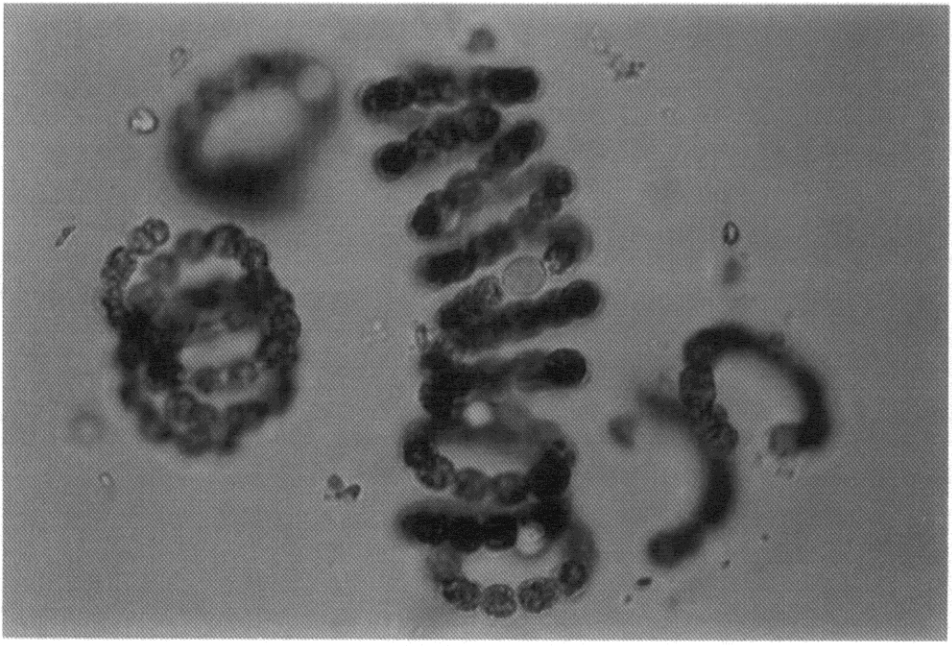
نمودار ۲: مقایسهٔ فراوانی حضور شاخه‌های فیتوپلانکتونی در دو منطقهٔ آبکنار و هندخاله

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲: *Oscillatoria*



شکل ۳: *Anabaena*

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: زیست‌سنجی با موش. تزریق داخل صفاقی برحسب کیلوگرم بر کیلوگرم وزن موش انجام شده است. نتایج ثبت شده پس از ۲۴ ساعت می‌باشد (تعداد = ۶).

مقدار (برحسب میلی‌گرم برلیتر)	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۷۰۰	۱۰۰۰	۱۴۰۰	۱۷۵۰	۲۰۰۰
انواع جلبک‌ها										
شاهد	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oscillatoria sp$_1$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oscillatoria sp$_2$	—	—	—	—	بی‌حال و کم‌تحرک	بی‌حال و کم‌تحرک	خونریزی از گوش و مخرج	بیرون زدگی مخرج بی‌حالی	بیرون زدگی مخرج بی‌حالی	بیرون زدگی مخرج بی‌حالی
Oscillatoria sp$_3$	بی‌حال و کم‌تحرک	بی‌حالی و فلج شل، کج‌شدن ستون فقرات	بی‌حالی و فلج شل، کج‌شدن ستون فقرات	بی‌حالی و فلج شل، کج‌شدن ستون فقرات	۱ عدد مرده	۲ عدد مرده	۵ عدد مرده	۶ عدد مرده	۶ عدد مرده	۶ عدد مرده
Anabaena sp$_1$	—	—	—	—	بی‌حالی کم‌تحرکی که بتدریج رفع شد	بی‌حالی کم‌تحرکی که بتدریج رفع شد	بی‌حالی کم‌تحرکی که بتدریج رفع شد	بی‌حالی کم‌تحرکی که بتدریج رفع شد	بی‌حالی کم‌تحرکی که بتدریج رفع شد	بی‌حالی کم‌تحرکی که بتدریج رفع شد
Anabaena sp$_2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

www.SID.ir

Archive of SID

در مدت آزمایش گروهها تغذیه نگردیدند. حدود ۱۵ دقیقه بعد از تزریق گروههایی که *Oscillatoria sp.*2 در مقدار بالاتر از ۵۰۰ دریافت کرده بودند، بی‌حالی و کم تحرکی در آنها ظاهر شد و در تعدادی از موش‌ها گوش و مخرج خونریزی داشته و با چشمهای بسته در گوشه‌ای از قفس جمع شده بودند. بی‌حالی بتدریج رفع شد و هیچ مرگ و میری تا ۲۴ ساعت دیده نشد.

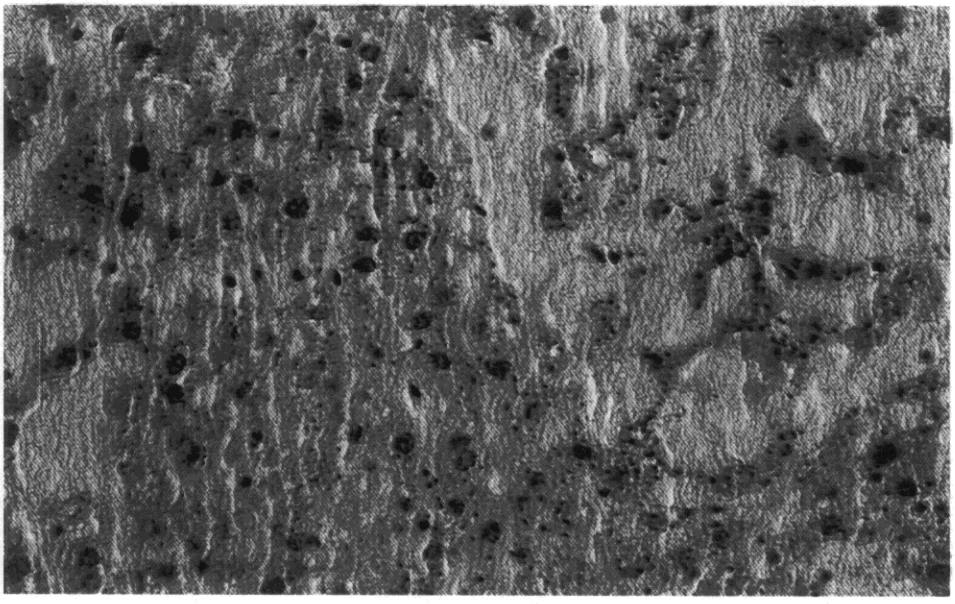
گروههایی که *Anabaena sp.*1 به آنها تزریق شده بود، حدود نیم ساعت پس از تزریق، آثار بی‌حالی و کم تحرکی و عدم تمایل به تغذیه دیده شد ولی بتدریج رفع گردید و هیچ مرگ و میری در گروه آنها ثبت نگردید. گروههایی که *Oscillatoria sp*3 دریافت کرده بودند پس از حدود پانزده دقیقه، بسیار بی‌حال و کم‌تحرک درگوشه‌ای جمع شدند، و چشمها بسته بود، ستون فقرات کج شده و فلج شل در پاها دیده می‌شد و عدم تمایل به تغذیه مشهود بود و مرگ و میر آنها ثبت گردید. در بقیه گروه‌ها عوارض قابل توجه و مرگ و میر مشاهده نشد. گروهی از موشها که *Oscillatoria sp* 3 به آنها تزریق شده بود، بخصوص در مقدار بالا، بزرگی و پرخونی کبد و لکه‌های خونریزی در آن، بخوبی قابل مشاهده بود. نسبت وزن کبد به وزن موش در گروه شاهد بطور متوسط ۰/۰۶ بدست آمده و در تمامی گروهها این نسبت تقریباً ثابت و بین ۰/۰۶ تا ۰/۰۷ بوده و تغییری مشاهده نشد. تنها در گروهی که *Oscillatoria sp.*3 دریافت نموده بودند افزایش این نسبت حدود ۰/۰۸ تا ۰/۱۲ اندازه‌گیری گردید. نمونه‌های بافتی نشان دهندهٔ ضایعات و صدمات بافتی در کبد، کلیه و ریه بوده‌اند. گروه شاهد و سایر گروه‌ها که عوارضی در آنها دیده نشده بود دارای بافتهای طبیعی بودند. شکل ۴ برشی از کبد موشهایی را که *Oscillatoria sp.*3 به آنها تزریق شده بود نمایش می‌دهد. در این شکل پرخونی بسیار شدید کبد دیده می‌شود. سلولهای کبدی دچار نکروز شده و اتساع غیرطبیعی سینوزوئیدهای کبدی (Telancgiectasis) دیده می‌شود. داخل سینوزوئیدها سلولهای آماسی مشاهده می‌شود. در برشهایی از کلیه پرخونی جلب توجه می‌کند. در جسم مالپیگی، لوله‌های درهم پیچیده نزدیک، به شدت متورم شده و تورم ابری پیدا کرده است که معمولاً بعنوان اولین ضایعه ظاهر می‌گردد و سلولهای آماسی دیده نمی‌شدند (شکل ۵). در تصویر مربوط به ریه، ادم ریه و پرخونی آن دیده می‌شود، همینطور ذات‌الریه بینابین (Interstitial Peneumonia) همراه با آمفیزم آلوئولی (Alveole Emphyseman) دیده می‌شود و

www.SID.ir

Archive of SID

سلولهای آماسی نیز قابل مشاهده‌اند (شکل ۶).

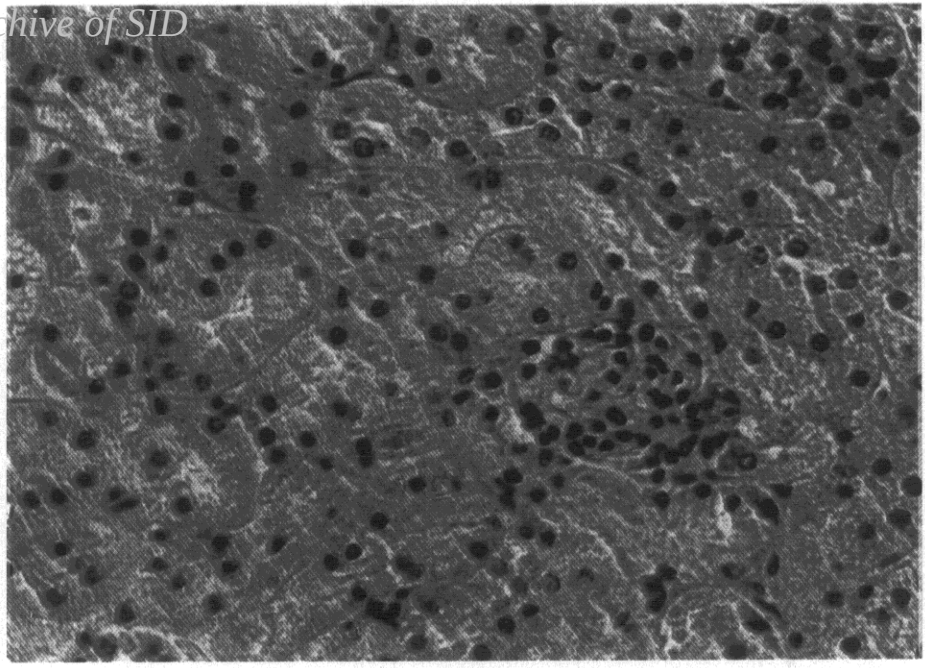
نمودار ۳ نشاندهندهٔ LD_{50} در ۲۴ ساعت در موش است که ۶۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن موش در تزریق داخل صفاقی بدست آمد.



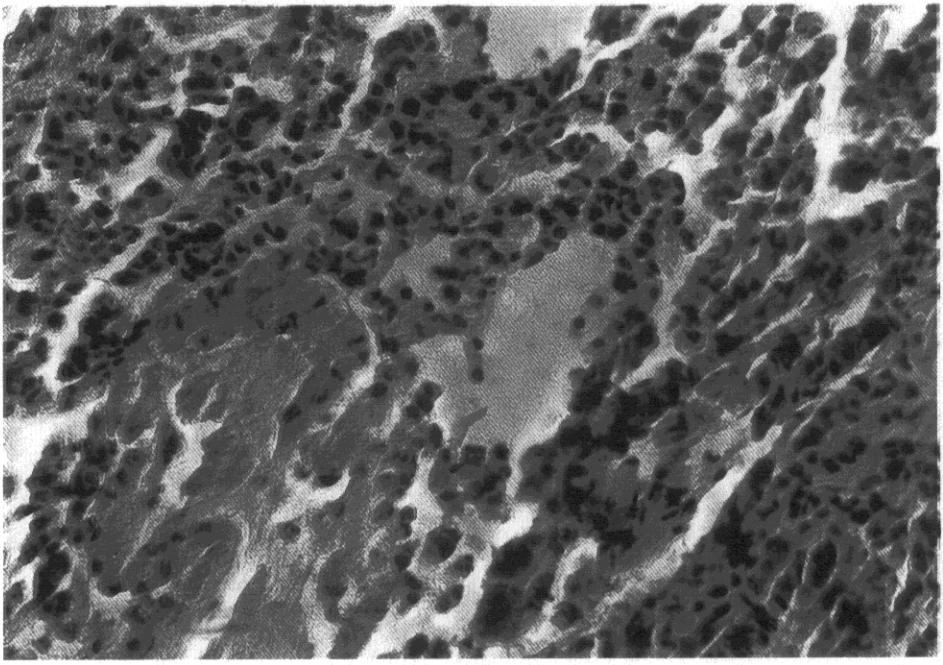
شکل ۴: برش کبد موش که به آن *Oscillatoria sp.*3 تزریق شده است

www.SID.ir

Archive of SID



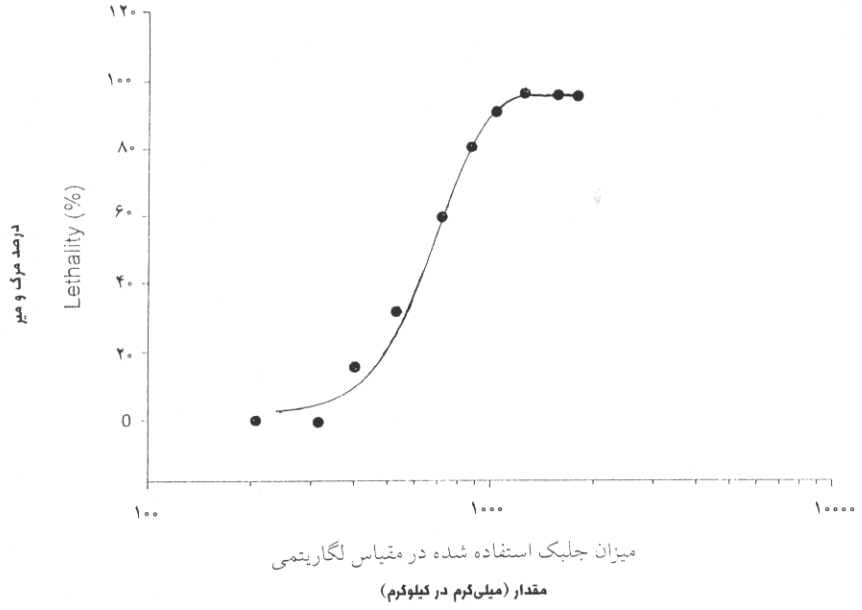
شکل ۵: برش کلیه موش که به آن *Oscillatoria sp.*3 تزریق شده است



شکل ۶: برش ریهٔ موش که به آن *Oscillatoria sp.*3 تزریق شده است

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۳: منحنی مقدار پاسخ در موش سوری پس از تزریق جلبک

بحث

مطالعات فیتوپلانکتونی از خردادماه ۱۳۷۹ تا خرداد ماه ۱۳۸۰ در دو منطقه از تالاب انزلی، نشان دهندهٔ تراکم فیتوپلانکتونی بیشتری در تالاب آبکنار در مقایسه با منطقهٔ هندخاله بود. براساس بررسی‌های انجام شده در خرداد ماه سال ۱۳۷۹ در تالاب آبکنار میزان متوسط تراکم فیتوپلانکتونی حدود ۱۱۲ میلیون سلول در لیتر ثبت گردید که حدود ۹۶ میلیون سلول در لیتر آن به شاخهٔ سیانوباکترها تعلق داشت و در خرداد ماه سال ۱۳۸۰ میانگین پلانکتونها حدود ۳۷۵ میلیون سلول در لیتر اندازه‌گیری گردید که حدود ۳۴۰ میلیون سلول آن متعلق به شاخهٔ سیانوباکترها بوده است. با توجه به نتایج بدست آمده افزایش شدید فیتوپلانکتونی مشاهده می‌گردد که این افزایش از سالها قبل آغاز شده است. بطوریکه در مطالعات هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی در سال ۱۳۷۱ تراکم فیتوپلانکتونی از کمتر از ۵ میلیون سلول در لیتر به بیش از ۴۰ میلیون عدد در لیتر در سال ۱۳۷۵ بالغ گردیده است که نسبت به مطالعات کیمبل در سال ۱۳۶۶ افزایش نشان می‌دهد (خداپرست، ۱۳۷۷). نتایج این مطالعات آشکار می‌سازد که

www.SID.ir

Archive of SID

سیانوباکتری در حال حاضر تقریباً در تمامی طول سال جلبک غالب منطقه بوده و جنس *Oscillatoria* فراوان‌ترین فیتوپلانکتون منطقه می‌باشد.

در منطقهٔ هندخاله شمالی در تمام سال شاخه Chrysophyta اکثریت جلبک‌ها را تشکیل داده و فراوانترین جلبک جنس *Cyclottela* بوده است. این نتایج با نتایج مطالعات هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی ۱۳۷۳ ـ ۱۳۷۵ مطابقت دارد و بنظر نمی‌رسد که تغییرات چندانی صورت گرفته باشد. هندخاله جنوبی از نظر تراکم فیتوپلانکتونی بعد از منطقه آبکنار قرار دارد. در این بخش Chrysophyta در تمام سال غالب هستند و Euglenophyta حضور محسوس‌تری داشته و جنسهای *Phacus*, *Lepocinclis* و *Euglena* از فراوانی بیشتری برخوردارند.

در ادامه بررسی، با توجه به نتایج زیست‌سنجی با موش مشخص شد که جلبک‌های *Anabaena sp.*1 و *Oscillatoria sp.*2 غیرسمی هستند و علائم باقی مانده در موشها می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد. سایر گروه‌های جلبکی نیز همگی غیرسمی هستند. موش‌هایی که *Oscillatoria sp.*3 دریافت کرده بودند حتی در مقدار پایین، پس از مدت کوتاهی علائم مسمومیت را بروز دادند که شامل بی‌حالی، کم‌تحرکی و کج شدن ستون فقرات و فلج شل در پاها بوده است. در تشریح این گروه از موشها، کبد بزرگتر از حالت عادی به نظر می‌رسید و نقاط نکروز بوضوح دیده می‌شدند. افزایش نسبت وزن کبد به وزن موش در گروههای مختلف، نشانگر افزایش وزن کبد است. کلیه و ریه بترتیب اندامهای هدف در این نوع سموم می‌باشند و آسیبها ابتدا در آنها ظاهر می‌گردد (Falconer & Jakson, 1986)).

پس از تزریق وریدی یا داخل صفاقی هپاتوتوکسینها، این سموم باعث تغییراتی در عمل میکروفیلمانها که در ساختن اسکلت سلولی نقش دارند می‌گردند و میکروفیلمانها در نزدیک مرکز سلول تجمع می‌یابند. سلولها گرد شده و بالاخره منهدم می‌شوند. به دلیل از بین رفتن ساختمان Sinusoidal، وزن کبد افزایش می‌یابد که منجر به خونریزی داخل کبدی کشنده (طی چند ساعت) و شوک‌های همودینامیک و نارسائی قلبی و نهایتاً مرگ می‌شود و یا نارسائی کبدی (طی روزها) ظاهر می‌شود (Carmichael, 1992).

آسیبهای وسیع سلولهای کبدی و اتساع سینوزوئیدهای کبد و وجود سلولهای آماسی نشان

www.SID.ir

Archive of SID

دهندهٔ هپاتوتوکسین (سم کبدی) بودن آن می‌باشد.

یافته‌های این بررسی، با توجه به علائم ایجاد شده در موشها و تصاویر بافتی نشانگر این نکته است که سم موجود در جلبک *Oscillatoria sp.*3 از گروه میکروسیستین‌ها می‌باشد. میکروسیستین‌ها و سموم مرتبط به آنها، خانواده‌ای از سموم پپتیدی حلقوی (۷ یا ۵ اسید آمینه) بوده و همگی هپاتوتوکسین هستند و از نظر سمیت با هم اختلاف دارند، بطوریکه LD_{50} آنها بین ۵۰ تا ۸۰۰ میلی‌گرم به کیلوگرم وزن موش در تزریق داخل صفاقی گزارش شده است (Brusle, 1995). در سالهای اخیر شکوفایی‌های فیتوپلانکتونی بیشتری در دنیا گزارش شده‌اند که بیش از ۵۰ درصد آنها با روش زیست‌سنجی با موش نسبت به سمیت مثبت می‌باشند (Willen & Mattsson, 1997) و این خود دلیلی بر توجه هرچه بیشتر به منابع آب شیرین، بخصوص آبهایی که در کنار سایر ارزشها، جهت تهیه آب شرب نیز از آنها استفاده می‌گردد، می‌باشد.

منابع

خداپرست، ح.، ۱۳۷۷. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۱۱۲ صفحه.

Borwitzka, M. and Borowitzka, L. , 1989. Micro-algal biotechnology. Cambridge University Press. Cambrige. 476 P.

Brusle, J. , 1995. The impact of harmful algal blooms on finfish: A review. 6. International conference on toxic marine phytoplankton. Nantes (France).1993 P.

Carmichael, W.W. , 1992. Cyanobacteria secondary metabolites the Cyanotoxins: A review. Journal of Applied Bacteriology. Vol. 75, pp.445-459.

Falconer, I.R. and Jakson, A. , 1986. Liver Pathology in mice in poispning by blue-green algae *Microcystis aeruginosa*. J. Biol. Sci. Vol. 34, pp.174-187.

Gaete, V.C. ; Canelo, E. ; Lagos, N. and Zambramo, F. , 1994. Inhibitory effects of

www.SID.ir

Archive of SID

Microcystis aeruginosa toxin on ion pumps of the gill of freshwater fish. Toxicon. Vol. 32, No.1, pp.121-127.

Luukkainen, R. ; Sivonen, K. ; Namikoshi, M. ; Fardig, N. ; Rinehart, K. and Nienela, S. , 1993. Isolation and identification of eight Microcystins from thirtheen *Oscillatoria agardhii* strains and structure of a new Microcystin. Applied and environmental Microbiology. Vol. 59, No. 7, pp.2204-2209.

Patterson, G.M.L. and Larsen, I.K. , 1994. Bioactive natural products from blue - green algae. Journal of Applied phycology. Vol.353, pp.181-192.

WHO , 1999. Toxic Cyanobacteria in water. E & FN Spon. 416 P.

Willen, T. and Mattsson, R. , 1997. Water blooming and toxin prodcuing Cyanbacteria in Sweadish fresh and brackish waters, 1990-1995. Hydrobiologia. Vol.353, pp.181-192.

www.SID.ir