# معرفی گونه‌های سمی و مضر جدید فیتوپلانکتون در آب‌های سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریا ی خزر

**آسیه مخلوق*[۱]، حسن نصراله‌زاده ساروی[۲]، رضاپورغلام[۳]، رحیمه رحمتی[۴]**

۱*،۲، ۳ و۴- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، فرح آباد، ساری، ایران، صندوق پستی: ۹۶۱

asieh_makhlough@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱۶

**چکیده**

در سال‌های اخیر ظهور گونه‌های جدید فیتوپلانکتون رو به فزونی گزارده است که این امر به دلایل مختلف از جمله تخلیهٔ آب توازن کشتی‌ها و فاضلاب‌ها به دریای خزر و نیز تغییرات جهانی آب و هوا می‌باشد. تحقیق حاضر که در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر در ۸ نیم خط و ۴۰ ایستگاه صورت پذیرفت، نشان داد که گونه‌های جدید عمدتاً به شاخه‌های باسیلاریوفیتا، پیروفیتا و سیانوفیتا تعلق داشتند. از وجه تمایز این مطالعه اولین گزارش از ظهور هاپتوفیتا در دریای خزر می‌باشد. در بیش از ۵۰ درصد از نمونه‌های آب، حداقل یکی از گونه‌های جدید ثبت گردید. توزیع جمعیت در بین فصول به نحوی بود که درصد جمعیت این گونه‌ها در فصول بهار و زمستان بیشتر از تابستان و پاییز گردید. گونه‌های جدید به دلیل توانایی شکوفا شدن، تولید سم و نیز مواد شیمیایی دارای خاصیت آلوپاتی، بر روی اکولوژی و اقتصاد منطقه و نیز سلامت انسان اثرات منفی می‌گذارند. بنابراین شناسایی و برآورد جمعیت و گستردگی مکانی این گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه ضروری می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** ایران، دریای خزر، فیتوپلانکتون، گونه‌های سمی و مضر.

Archive of SID

www.SID.ir

**مقدمه**

اصطلاح شکوفایی جلبک‌های مضر ($HAB_S$) در گذشته به شکوفایی گفته می‌شد که سبب ایجاد کشند قرمز می‌گردید و رنگ آب را تغییر می‌داد. اما امروزه $HAB_S$ به هرگونه شکوفایی که سبب ظهور اثرات منفی (هرگونه صدمه و سمیت) در ماهی و سایر موجودات آبزی (صنعت آبزی پروری و شیلاتی)، محیط زیست و سلامت انسانی شود اطلاق می‌گردد. تحقیقات چندی در مورد جلبک‌های مضر در دریای خزر از دیدگاه زیست محیطی انجام شده است. چنان‌که گزارش‌های سالانهٔ پژوهشکده اکولوژی دریای خزر موید شکوفایی جلبک سبز آبی (*Nodularia spumigena*) در اواخر تابستان و اوایل پاییز سال ۱۳۸۴ و اواسط تابستان سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ بوده است که سبب ایجاد کف شیری رنگ و منظرهٔ نامطلوب بر سطح دریای خزر گردید. مطالعات در سال ۱۳۸۸ نیز بیانگر تغییر در ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون در هنگام شکوفایی *Nodularia* بوده است (۲۸). مطالعه محققین دیگر نیز نشان داد که سطح تروفیکی دریای خزر در طی سال‌های اخیر از الیگوتروفیکی به سوی مزو – یوتروفیکی سوق داده شد (۲۳). ادامهٔ این روند تروفیکی به سوی یوتروفی آلودگی بیولوژیکی دریای خزر و گسترش گونه‌های مضر را در پی خواهد داشت. محاسبهٔ شاخص ساپروبی بر اساس گونه‌های فیتوپلانکتونی نیز نشان داد که افزایش جمعیت گونه‌های جلبک‌های سبز-آبی موجب ایجاد محیطی با آلودگی متوسط تا شدید در ایستگاه‌های مورد مطالعه در دریای خزر گردید (۲). گونه‌های مضر ممکن است گونه‌های ساکن در محیط آبی را دربر گیرد که به دلیل پتانسیل ایجاد شکوفایی و یا تولید سم، در شرایط مناسب صدماتی را سبب می‌گردند. به عنوان مثال *Nodularia* در لیست گونه‌های آب‌های سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر در دههٔ ۱۳۷۰ (اطلاعات قابل دستیابی) نیز موجود بوده است اما تنها در سال‌های اخیر به دلایل مختلف از جمله افزایش ورود آلودگی‌ها، افزایش دمای کرهٔ زمین و پاره‌ای دیگر از تغییرات هواشناسی، شکوفا گردیده است (۳). بنابراین شناسایی گونه‌های دارای پتانسیل شکوفایی در هر منطقه دارای اهمیت زیادی در پیش گویی حوادث بیولوژیکی است. امروزه بخش عمده‌ای از مطالعات جلبک‌های مضر به گونه‌های مهاجم اختصاص یافته است که غالباً بطور تصادفی بر اثر فعالیت‌های انسانی به محیط آبی جدید راه می‌یابند. همه گونه‌های مهاجم به دریا می‌توانند دارای اثرات منفی بوده و مزاحمت ایجاد کنند در نتیجه به عنوان عامل مضر و آلودگی محسوب گردند، منتهی همه این اثرات به علت محدودیت‌های اجرایی و آزمایشی قابل تعیین و اندازه‌گیری نیستند. اثرات گونه‌های مهاجم بر روی اکوسیستم و ترکیب بومی وقتی قابل اندازه‌گیری است که جمعیت آن به اندازه معینی برسد و بتواند به اندازه کافی توزیع مکانی خود را گسترش دهد و به عبارتی موازنه جمعیتی را در جامعه مورد مطالعه تغییر دهد (۸). بر این اساس روش‌های سنجش بیولوژیکی ارائه گردیده است که بر اساس گستردگی مکانی گونهٔ مهاجم به منطقهٔ مورد مطالعه و یا میزان جمعیت گونهٔ مورد مطالعه به کل جمعیت فیتوپلانکتون می‌باشد (جدول ۱).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱: کلاسه بندی شدت تهاجم به ساختارجمعیتی فیتوپلانکتون از سوی گونه‌های مهاجم (۲۴)

| درصد جمعیت گونهٔ مهاجم به جمعیت فیتوپلانکتون کل | شدت اثر تهاجم بر ساختار جمعیت فیتوپلانکتون |
|---|---|
| در صد کم | کم |
| کم تر از ۵۰ | متوسط |
| بیشتراز ۵۰ | شدید |

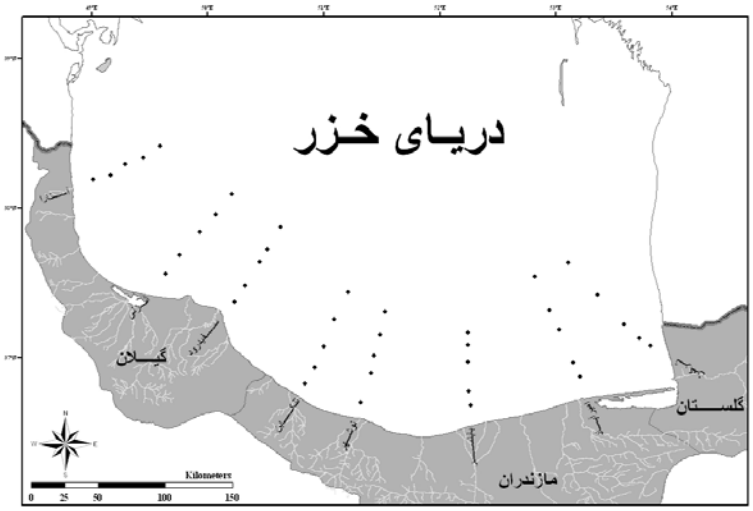
آنچه که در این مطالعه بیشتر به آن پرداخته شده است گونه‌های فیتوپلانکتون به اصطلاح مهاجم را در بر می‌گیرد که بومی دریای خزر نبوده‌اند و در سال‌های اخیر عمدتاً به دلیل تردد کشتی‌ها و فعالیت‌های اقتصادی به آن وارد گردیده‌اند و در آن سکنی گزیده‌اند و احتمالاً در شرایط مناسب قادر به رشد و تکثیر فراوان خواهند بود (۱۹). از آنجایی که اطلاعات کمی از این گونه‌ها در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر موجود می‌باشد و نیز بدلیل اهمیت اکولوژیکی و اقتصادی اثرات مضر این گونه‌ها، در این مطالعه ضمن معرفی آن‌ها تلاش می‌گردد تا شدت اثرات تهاجمی آن‌ها با تکیه بر درصد جمعیتی گونه‌های معرفی شده نسبت به جمعیت کل فیتوپلانکتون در ایستگاه‌ها و زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری در سال ۱۳۸۸ بصورت فصلی و بوسیله نمونه‌بردار نسکین در ۴۰ ایستگاه که بر روی ۸ نیم خط (آستارا، انزلی، سفیدرود، بابلسر، نوشهر، تنکابن، امیرآباد و بندر ترکمن) قرار داشتند در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر صورت گرفت. نمونه‌ها از لایه‌های سطح، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر (شکل ۱) در بطری‌های شیشه‌ای جمع‌آوری گردیدند. به این ترتیب ۴۸۰ نمونه در یک سال تهیه شد. نمونه‌ها سپس با فرمالین تا حجم نهایی ۲/۵٪ فیکس گردید و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها در آزمایشگاه استاندارد ISO17025 مورد آزمایش قرار گرفتند. به این ترتیب که پس از ۲ هفته رسوب‌گذاری در جای تاریک و ساکن به روش سانتریفوژ آماده سازی گردیده و با میکروسکوپ نوری Nikon مورد آنالیز کیفی (ترکیب گونه‌ای) و کمی (شمارش به تفکیک گونه‌ای) قرار گرفتند. آنالیز آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS11.5 انجام شد. پیش از هرگونه کار آماری توزیع داده‌های جمعیت با محاسبهٔ $\log_{10}(x+1)$ نرمال گردیدند. سپس تست‌های پارامتریک (Tukey,ANOVA) انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir




شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در ۸ نیم خط سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۸

## نتایج

جدول ۲ اسامی تعدادی از گونه‌هایی که از دهه ۸۰ به لیست فیتوپلانکتون‌های سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر اضافه شده‌اند را نشان می‌دهد. از ۱۵ گونهٔ معرفی شده ۶ گونه در شاخهٔ باسیلاریوفیتا، ۵ گونه در شاخهٔ پیروفیتا، ۳ گونه در شاخهٔ سیانوفیتا و ۱ گونه در هاپتوفیتا جای داشته‌اند. به جز اسامی ارائه شده تعدادی دیگر گونه‌های شاخته نشده (unknown) نیز مشاهده گردیدند که یا جمعیت و پراکندگی آن‌ها بسیار کم بوده است و یا شناسایی گونه‌ای قطعی نگردید. لذا شاید مطالعات بعدی فرصت مناسب‌تری را جهت شناخت بیشتر آن‌ها در اختیار محققین قرار دهد. در ضمن لازم به یادآوری است که به علت گستردگی مبحث شکوفایی، در این مقاله گونه‌های *Nodularia spumigena* و *Heterocapsa triquetra* که در دهه ۱۳۸۰ شکوفایی آن‌ها در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر ثبت گردیده است، مورد بررسی قرار نگرفته است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲: گونه‌های فیتوپلانکتون جدید مشاهده شده در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر از سال ۱۳۸۰تا ۱۳۸۸

| گونه | شاخه |
|---|---|
| *Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendey | Bacillariophyta |
| *Chaetoceros convolutus* (Castracane) | Bacillariophyta |
| *Chaetoceros peruvianus* (Brightwell) | Bacillariophyta |
| *Chaetoceros throndsenii* (Marino, Montresor et Zingone) | Bacillariophyta |
| *Pseudonitzschia seriata* (Cleve) | Bacillariophyta |
| *Pseudonitzschia* sp. | Bacillariophyta |
| *Dissodonium pseudolunula (*Swift ex Elbr.& Dreb*)* | Pyrrophyta |
| *Heteraulacus polyedricus* (Pouchet) Drugg and Loeblich | Pyrrophyta |
| *Heterocapsa* sp. | Pyrrophyta |
| *Heterocapsa triquetra* (Ehrenberg) Stein | Pyrrophyta |
| *Protoperidinium* sp. | Pyrrophyta |
| *Aphanothece* sp. | Cyanophyta |
| *Cylindrospermopsis* sp. | Cyanophyta |
| *Synechococcus*-type | Cyanophyta |
| *Chrysochromulina* sp. | Haptophyta |

**_Cerataulina pelagica_ (Cleve) Hendey**

از نظر رده‌بندی این گونه به شاخه باسیلاریوفیتا تعلق دارد. در بعضی مراجع از آن به نام *Rhizosolenia delicatissima* یاد شده است. در زیر میکروسکوپ به صورت سیلندری به طول ۷۰-۳۰ (میکرومتر) و پهنای ۱۵-۶ میکرومتر، به هر دو حالت منفرد و یا زنجیره‌های ۴-۲ تایی و گاهاً بیشتر گزارش شده است.

*Cerataulina pelagica* در کمتر از ۵ درصد از نمونه‌های آب در تابستان و پاییز مشاهده گردید در حالی که در بهار این میزان ۱۹ درصد بوده است. درصد جمعیت *Cerataulina pelagica* نسبت به جمعیت فیتوپلانکتون کل در سه فصل بهار، تابستان و پاییز به جز یک مورد کمتر از ۱۰ درصد بوده است، بر طبق این داده‌ها جمعیت این گونه در فصل زمستان چندین برابر نسبت به فصول دیگر افزایش داشته است. تست ANOVA نیزاختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ بین جمعیت فصلی این گونه نشان داد. جدول ۳ درصد جمعیت آن را نسبت به فیتوپلانکتون کل در اعماق و ایستگاه‌های مختلف در فصل زمستان نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: درصد جمعیت *Cerataulina pelagica* به جمعیت فیتوپلانکتون کل در اعماق مختلف ایستگاه‌های سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر ( زمستان۱۳۸۸)

| عمق ایستگاه | نیم خط | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | آستارا | انزلی | سفیدرود | تنکابن | نوشهر | بابلسر | امیرآباد | بندرترکمن |
| ۵ | ۶۶ | ۶۸ | ۶۳ | – | ۳۹ | ۲ | ۱ | – |
| ۱۰ | ۹ | ۲ | ۳۹ | ۳۲ | ۱۸ | ۱۷ | ۱ | – |
| ۲۰ | ۳۹ | ۴۱ | ۲۹ | ۱۶ | ۳۴ | ۷ | ۱ | ۱ |
| ۵۰ | ۲۰ | ۲۲ | ۳۴ | ۲۱ | ۱۱ | ۱۳ | ۸ | ۱۲ |
| ۱۰۰ | ۱۰ | ۶ | ۲۰ | ۱۸ | ۱۲ | ۳۱ | ۵ | ۱ |

اگرچه در ۵۵ درصد از نمونه‌های فصل زمستان حضور *Cerataulina pelagica* به ثبت رسید ولی تنها در ۷ درصد داده‌ها ، جمعیت آن‌ها نسبت به جمعیت کل بالاتر از ۵۰ درصد بوده است که عمدتاً در لایهٔ سطحی نیم خط‌های غربی (آستارا، انزلی و سفید رود) در عمق ۵ متر بوده است. در ۵۴ درصد از نمونه‌های فصل زمستان جمعیت *Cerataulina pelagica* به جمعیت کل بین ۱۰ تا ۵۰ درصد بوده است. چگونگی شدت تهاجم این گونه در هر ایستگاه با استفاده از جدول ۳ و با در نظرگرفتن کلاسه‌بندی مندرج در جدول ۱ قابل ارزیابی است.

### *Chaetoceros convolutus* (Castracane)

جنس کتوسروز (Chaetoceros) که در شاخهٔ باسیلاریوفیتا جای می‌گیرد دارای تنوع فراوان گونه‌ای (بیش از ۲۰۰ گونه) است. بسیاری از گونه‌های آن به دنبال یکدیگر قرار گرفته و در زیر میکروسکوپ بصورت زنجیره‌های کوتاه و بلند دیده می‌شوند. اما بعضی از آن‌ها بصورت انفرادی زیست می‌کنند. *Chaetoceros convolutus* دارای جسم سلولی نسبتاً بزرگی هست (عرض ۲۴-۱۸، طول ۵۴-۴۲ میکرون) که معمولاً در یک خط راست و یا خمیده به جسم سلولی بعدی ملحق می‌شود.

فراوانی حضور گونه *Chaetoceros convolutus* ۳۰ درصد از کل نمونه‌های سال ۱۳۸۸ را شامل شده است. متوسط میزان حضور در هر یک از فصول پاییز و زمستان (۵۴ مورد) تقریباً دو برابر بهار و تابستان (۲۵ مورد) بوده است. بهار و تابستان از نظر توزیع جمعیت این گونه در یک گروه و پاییز و زمستان در گروه دیگر قرار گرفتند. میانگین جمعیت در لایه‌های ۱۰۰ و۲۰ متر بیشتر از میانگین آن در لایه‌های ۵۰ و ۱۰۰ متر بوده است. تغییرات از ساحل تا دور از ساحل به نحوی بوده است که از ساحل تا عمق ۲۰ متر جمعیت به آهستگی افزایش یافت و سپس به طرف اعماق بالاتر (۵۰ متر) از جمعیت آن کاسته شد، اگرچه این تغییرات نتوانست اختلاف معنی‌داری را در تست آماری ANOVA ایجاد کند ($p>0/05$). بطور کلی ۹۶ درصد از داده‌های مربوط به جمعیت گونهٔ مورد مطالعه حداکثر ۱۰ درصد از جمعیت کل فیتوپلانکتون را شامل شده است. حداکثر نسبت درصد جمعیت این گونه به جمعیت فیتوپلانکتون کل ۲۰ درصد بوده است

Archive of SID

www.SID.ir

(۱ مورد) که در فصل پاییز، لایه سطحی، عمق ۱۰۰ متر در نیم خط بندر ترکمن ثبت گردید.

***Chaetoceros peruvianus* (Brightwell)**

این گونه در زیر میکروسکوپ به صورت انفرادی و گاهاً زنجیرهٔ دو سلولی و یا کوتاه با ابعادی تقریباً شبیه به *Chaetoceros convolutus* بوده است. از روبرو جسم سلولی آن به صورت ۴ وجهی (مستطیل) دیده می‌شود. همهٔ seataeها به سمت پایین‌ترین قسمت زنجیره بر می‌گردند و دارای کلروپلاست‌های کوچک و کروی هستند. seatae ها بشدت خاردار هستند و ممکن است طول آن‌ها تا ۴۰۰ میکرون هم برسد. در هنگام شناسایی باید آن را از گونه‌هایی که از نظر ظاهری شباهت زیادی به آن دارند نظیر *Chaetoceros pendulus* تفکیک نمود (۱۴). به طورکلی در حدود ۵۰ درصد از نمونه‌های برداشت شده از دریای خزر *Chaetoceros peruvianus* مشاهده گردید ولی توزیع فراوانی آن در بین فصول یکسان نبوده است بطوری‌که که در بهار کمترین (۲۰) و در پاییز و زمستان بیشترین میزان (۶۶) فراوانی این گونه درآن‌ها ثبت گردیده است. توزیع جمعیت نیز در فصول مختلف یکسان نبوده، بطوری که تست آماری ANOVA بین داده‌های فصلی اختلاف معنی‌داری را نشان داده است ($p<۰/۰۵$) و تست Tukey فصول بهار و تابستان را در زیر گروه ۱ و پاییز و زمستان را در زیرگروه ۲ قرار داد (بیشترین میانگین جمعیت در فصل پاییز مشاهده شد). به نظر می‌رسد گونهٔ *Chaetoceros peruvianus* علاوه بر تفاوت فصلی جمعیت، تمایل بیشتری در حضور در لایه‌های بالایی دارد ($p<۰/۰۵$). تست Tukey نیز لایه سطح و ۱۰۰ متر را در دو زیر گروه مختلف جای داده است. بررسی‌ها نشان داد که حدود ۹۳ درصد داده‌ها، جمعیتی کمتر از ۱۰ درصد از فیتوپلانکتون کل را شامل گردیده‌اند (دارای اثرات تهاجمی کم) و ۷ درصد از داده‌ها دارای جمعیتی بین ۱۰ تا ۳۰ درصد از جمعیت فیتوپلانکتون کل (اثرات تهاجمی متوسط) بوده‌اند. این ۷ درصد (به استثنای یک مورد در فصل تابستان) در فصل پاییز، نیم خط‌های غربی (آستارا و انزلی)، لایه‌های سطح و ۱۰ متر در اعماق ۵۰ و ۱۰۰ متر ثبت گردید.

***Chaetoceros throndsenii* (Marino, Montresor & zingone)**

از گونه‌های باسیلاریوفیتی است که در زیر میکروسکوپ به صورت انفرادی به طول ۱۵-۵ و عرض ۳-۱ میکرون مشاهده گردید که دارای دو تاژک بوده است. بیشترین فراوانی این گونه مربوط به فصل زمستان (۳۷) بوده است و در فصل پاییز کمترین فراوانی (۱۰) ثبت گردید. سه فصل بهار، تابستان و پاییز دارای میانگین فصلی پایین‌تری از این گونه نسبت به زمستان بوده‌اند. به این ترتیب حداکثر میانگین فصلی (زمستان) حدوداً ۱۱ برابر حداقل میانگین فصلی (پاییز) بدست آمد. تست آماری ANOVA نیز بیانگر اختلاف معنی‌دار بین جمعیت فصلی بوده است ($p<۰/۰۵$)، بطوریکه بر اساس تست Tukey فصل زمستان در زیر گروهی مجزا از سایر فصول طبقه بندی گردید. بررسی نیم خط‌ها نیز نشان داد که توزیع داده‌ها در بین نیم خط‌ها معنی‌دار بوده است ($p<۰/۰۵$). میانگین جمعیت این گونه دارای افزایش شدید در نیم خط نوشهر بود. مقایسه این گونه در عمق ساحلی (۵ متر) با عمق دور از ساحل (۱۰۰متر) بیانگر کاهش جمعیت بوده است. به همین ترتیب بررسی لایه‌ای نیز

Archive of SID

www.SID.ir

بیانگر کاهش میانگین جمعیت از لایه‌های بالایی به لایه‌های عمقی بوده است. در هیچ کدام از نیم خط‌ها در لایه ۱۰۰ متر، این گونه مشاهده نشد. به طور کلی نزدیک به ۹۸ درصد از نمونه‌های آب دارای مقادیر کمتر از ۱۰ درصد جمعیت گونه فوق نسبت به فیتوپلانکتون کل بوده‌اند (دارای اثر تهاجمی کم) و تنها در دو نمونه آب *Chaetoceros throndsenii* ۱۰ تا ۲۰ درصد از جمعیت را نسبت به فیتوپلانکتون کل (دارای اثرات تهاجمی متوسط) بدست آورد.

***Pseudonitzschia seriata* (Cleve)**

این گونه که به شاخهٔ باسیلاریو فیتا تعلق دارد، در زیر میکروسکوپ به پهنای ۸-۴ و درازای ۱۶۰-۴۰ میکرون دیده می‌شود (۳۰). در سلول آن دو کروماتوفر نزدیک به هسته وجود دارد. سلول‌های آن اغلب به دنبال هم قرار می‌گیرند، بطوریکه کمی از انتهای سلول بعدی را می‌پوشانند، لذا آرایش خاص و پله‌ای آن‌ها را از دیگر جنس‌ها متمایز می‌سازد. نتایج سال ۱۳۸۸ در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر نشان می‌دهد که ۴۳ درصد از نمونه‌های آب برداشته شده دارای تراکم قابل توجهی از این گونه بوده‌اند. حضور این گونه وابسته به نیم خط (از غرب تا شرق)، عمق (از ساحل تا دور ساحل) و نیز لایه (از لایه‌های بالایی تا لایه‌های پایینی) خاص نبوده است، در ضمن اختلاف معنی‌داری از جمعیت را نسبت به لایه و عمق نشان نداده است ($p>۰/۰۵$)، ولی فراوانی آن در فصول مختلف یکسان نبوده، بطوری‌که تنها در ۱۵ درصد از نمونه‌های بهار و تابستان حضور داشته است. در حالی که این رقم در فصول پاییز و زمستان به ترتیب به ۳۰ و ۵۶ درصد رسید. در ضمن جمعیت نیز در فصول و نیم خط‌های مختلف یکنواخت نبوده است و اختلاف معنی‌داری را نشان داده است ($p<۰/۰۵$). این اختلاف عمدتاً بر اثر افزایش جمعیت شدید در زمستان نسبت به دیگر فصول رخ داده است (متوسط جمعیت در زمستان تقریباً ۳۰ برابر متوسط جمعیت از بهار تا پاییز بود). به این ترتیب ۸۰ درصد نتایج در بهار وتابستان کمتر از ۱۰درصد از جمعیت کل فیتوپلانکتون را شامل شدند (دارای اثرات تهاجمی کم) و ۲۰ درصد از نتایج ۱۷-۱۰ درصد از جمعیت کل را دارا گردیدند (دارای اثرات تهاجمی متوسط). در پاییز نیز جمعیت به بیشتر از ۴۴ درصد از جمعیت کل فیتوپلانکتون نرسید، بطوریکه ۶۶ درصد از داده‌ها در محدودهٔ اثرات تهاجمی کم و ۳۵ درصد در محدودهٔ اثرات متوسط تهاجم قرار گرفتند. در حالی که در فصل زمستان جمعیت *Pseudonitzschia seriata* به اندازه‌ای افزایش یافت که تنها در ۷ درصد از موارد کمتر از ۱۰ درصد از جمعیت فیتوپلانکتون کل را شامل گردیده است و ۹۳ درصد از نتایج در محدودهٔ اثرات متوسط تا اثرات شدید تهاجمی بر روی ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون قرار داشتند. از این ۹۳ درصد تقریباً ۴۹ درصد از داده‌ها دارای جمعیت بیشتر از ۵۰ درصد از جمعیت فیتوپلانکتون گردیدند. افزایش جمعیت این گونه نسبت به فیتوپلانکتون کل مربوط به نیم‌خط‌های مرکزی تا شرقی (تنکابن تا بندرترکمن) در فصل زمستان (۷۳-۵۱ درصد) بوده است. در نیم خط‌های غربی (آستارا، انزلی و سفید رود) حتی در فصل زمستان نیز نسبت درصد جمعیت به فیتوپلانکتون کل نتوانسته مقادیر بیش از ۲۷ درصد را بدست آورد.

Archive of SID

www.SID.ir

### *Dissodonium pseudolunula* (Swift ex Elbr.& Dreb)

این فیتوپلانکتون که به شاخهٔ پیروفیتا تعلق دارد، به علت سایز بزرگ و نیز شکل هلالی به راحتی قابل مشاهده است. ولی تشخیص افتراقی آن از جنس‌های مشابه نظیر *Pyrocystis* با اهمیت است. قطر آن در پهن‌ترین نقطه ۱۵-۱۰ میکرون و طول دورتا دور آن حدوداً ۱۱۵-۱۳۰ میکرون بوده است.

در سال ۱۳۸۸ اگرچه این گونه در لایه‌های مختلف از اعماق ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر دیده شد ولی جمعیت آن درصد بسیار پایینی (۱/۴ – ۰/۰۶) از فیتوپلانکتون کل را شامل گردید، در ضمن فراوانی حضور آن تنها ۳ درصد (۱۴ عدد) از کل نمونه‌های برداشته شده بوده است. توزیع آن در بین فصول یکنواخت نبوده است، بطوری‌که از بهار تا پاییز تنها دو مورد (در فصل بهار و در نیم خط تنکابن در اعماق ۵۰ و ۱۰۰ متر در لایه‌های ۱۰ و ۲۰ متر) بوده است. بیشترین فراوانی حضور در فصل زمستان در تمامی نیم‌خط‌های مورد مطالعه (به جز نوشهر و بندر ترکمن) ثبت گردید ولی درصد جمعیت آن نسبت به فیتوپلانکتون کل کمتر از فصل بهار بوده است. بطورکلی بر اساس جدول ۱ جمعیت این گونه در بیشترین میزان، اثر تهاجمی کمی را بر ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون داشته است.

### *Synechococcus*-type

پیکو سیانوباکترهایی هستند که یا به دنبال هم به حالت میله‌ای و یا به صورت تجمعی قرار می‌گیرند که طول و عرض هر یک از آن‌ها ۰/۶ تا ۱ میکرون است. در این گروه ۲ جنس *Synechococcus* و *Cyanobium* جای دارد که در زیر میکروسکوپ دارای خصوصیات مرفولوژیکی بسیار شبیه به هم هستند. بهترین تشخیص افتراقی آن‌ها از طریق مشاهدهٔ چگونگی جدا شدن سلول‌های تکثیر شده (در محیط کشت) صورت می‌گیرد. به این دلیل و نیز به علت کوچکی بسیار زیاد، این دو جنس تحت عنوان Synechococcus-type دسته‌بندی می‌گردند (در نمونه‌هایی که از اکوسیستم آبی تهیه می‌شود و با میکروسکوپ‌های غیر پیشرفته شناسایی و شمارش انجام می‌گیرد). در سال ۱۳۸۸، ۲۶ مورد از آن ثبت گردید که از توزیع یکسان فصلی برخوردار نبود. بر اساس این نتایج، Synechococcus-type در بهار مشاهده نگردید و در زمستان بیشترین فراوانی را داشته است. به هر حال جمعیت آن نسبت به فیتوپلانکتون کل همواره (به جز دو مورد درتابستان در عمق ۲۰ متر در آستارا) کمتر از ۱۰ درصد بوده است. همچنین نتایج نشان داد که جمعیت آن در لایه سطحی بیشتر از لایهٔ عمقی بوده و اگرچه حداکثر جمعیت را در عمق ۲۰ متر داشته است ولی میانگین جمعیت در ایستگاه‌های ساحلی (عمق ۵ متر) بیشتر از منطقه دور از ساحل (عمق ۱۰۰ متر) بوده است.

### *Chrysochromulina* sp.

*Chrysochromulina* از نانوپلانکتون‌های متعلق به شاخهٔ هاپتوفیتا است. این فیتوپلانکتون دارای جسم سلولی بیضی شکل است که قسمت جلویی آن پهن‌تر است و دارای ۲ تاژک یک اندازه و یا تقریباً یک اندازه است. شناسایی تا حد گونه نیاز به میکروسکوپ با کیفیت خوب دارد (۳۱). در یکی از مطالعات *Chrysochromulina* از نظر سایز به سه گروه ۴- ۲، ۶-۴ و >۶ میکرون تقسیم شده است (۱۷). در مطالعهٔ حاضر در دریای خزر فقط یک مورد سایز

Archive of SID

www.SID.ir

بزرگتر از ۶ میکرون (۱۰ میکرون) ثبت گردید. در سایر موارد این گونه در زیر میکروسکوپ دارای ۶ میکرون پهنا و ۹ میکرون درازا بوده است. فراوانی این گونه در سال ۱۳۸۸ حدود ۱۰درصد از نمونه‌ها را شامل گردید و در زمستان نسبت به فصول دیگر از فراوانی بیشتری برخوردار بوده است. در بهار ۳ مورد افزایش جمعیت از این گونه مشاهده گردید که ۸۰ تا ۹۹ درصد از جمعیت فیتوپلانکتون در نیم خط‌های انزلی تا تنکابن را به خود اختصاص داد. ولی از تابستان تا زمستان جمعیت آن در کلیه موارد کمتر از ۱۰ درصد ازجمعیت کل را شامل گردید.

## بحث

*Cerataulina pelagica* از نظر اکولوژیکی به عنوان گونهٔ دریایی و لب شور شناسایی شده است و در گسترهٔ جغرافیایی وسیع (جهانی) و درجات حرارتی متفاوت (بهار، تابستان و زمستان) گزارش گردیده است. بلوم بهاره این گونه از نقاط مختلف از جمله شمال آتلانتیک گزارش گردید. اولین گزارش از حضور آن در دریای خزر با نام *Cerataulina bergonii* مربوط به سال ۲۰۰۲ می‌باشد (۲۶). (نام آن سپس به*Cerataulina pelagica* تغییریافت)، ولی اولین گزارش از حضور آن در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷ بوده است (۲۲). این گونه مانند دیگر گونه‌های مهاجم از دریای سیاه و مدیترانه به خصوص پس از گشایش کانال کشتیرانی Volga-Dan از طریق آب بالانس و آبی که با بدنه خارجی کشتی در تماس بوده است به دریای خزر وارد گردیده است (۳۰). اگرچه *Cerataulina pelagica* به عنوان گونه سمی معرفی نشده است ولی از جهت اثراتی که می‌گذارد جزو گونه‌های مضر محسوب می‌شود. کاهش علفخواری زئوپلانکتون‌ها، کاهش رشد و تکثیر دوکفه‌ای‌ها و مرگ صدف‌های بنتیک و ماهیان استخوانی بعد از بلوم *Cerataulina pelagica* توسط محققین در نقاط مختلف دنیا گزارش شده است. احتمالاً غلظت بالای این گونه و رسوب تودهٔ زیادی از آن بر میزان دریافت غذا (حتی در شرایط بدون محدودیت مواد غذایی) و عمل تنفس اثر منفی گذاشته و سبب فشرده شدن و انسداد آبشش و کمبود اکسیژن و یا آنوکسی (بدلیل تجزیهٔ باکتریایی دیاتومه‌های سقوط کرده) گردیده است (۳۳). در مطالعهٔ حاضر، این گونه که لایه‌های سطحی را برای رشد و تکثیر ترجیح می‌داد، بالاترین فراوانی و جمعیت را در فصل زمستان دارا گردید. با این حال کمتر از ۱۰ درصد از داده‌ها دارای جمعیتی در کلاس شدت تهاجم زیاد قرار گرفتند و عمده نتایج در کلاس شدت تهاجم متوسط به ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون طبقه‌بندی شدند.

از نظر اکولوژیکی *Chaetoceros convolutus* جزو گونه‌های دریایی طبقه بندی شده و در حال حاضر به نظر می‌رسد که در سطح جهانی گسترده شده است. در بعضی مراجع به عنوان گونهٔ شاخص آب‌های اقیانوسی سرد معرفی شده است (۶). در مطالعه حاضر نیز فراوانی و جمعیت آن با پایان فصل گرما (تابستان) افزایش نشان داده است. مطالعات مختلف بیانگر وجود آن در آب موازنهٔ تخلیه شده از کشتی‌ها بوده است (۲۰)، صدماتی که بر اثر افزایش جمعیت *Chaetoceros convolutus* ناشی می‌شوند را می‌توان به ۳ دسته تقسیم نمود: ۱- صدمات مکانیکی به ماهی بدلیل آسیب‌های جدی به آبشش ماهی

Archive of SID

www.SID.ir

۲- Hypoxyia (کاهش اکسیژن) در ستون آبی بدلیل انباشتگی تودهٔ سلولی مردهٔ آن ۳- جابجایی و جایگزینی در گونه‌های بومی و تغییر الگوی تنوع گونه‌ای که نهایتاً سبب می‌گردد که گونه‌های بومی در معرض خطر نابودی قرار می‌گیرند (۲۰ و ۳۵). در این مطالعه این گونه که به حضور در آب‌های ساحلی و نیز لایه‌های بالایی تمایل بیشتری داشته است در غالب موارد درصد جمعیت کمی را نسبت به فیتوپلانکتون کل دارا گردید لذا نتوانسته تغییر زیادی را در ترکیب فیتوپلانکتونی ایجاد کند.

بر اساس بسیاری ازتحقیقات افزایش بهاره و تابستانه *Chaetoceros peruvianus* نشانگر آن است که این گونه میتواند شاخص مناسبی از آب های گرم باشد (۱۳). البته امروزه اکولوژی اکوسیستم‌های آبی به دلیل دخالت‌های وسیع انسانی و ورود گونه‌های مهاجم بسیار پیچیده شده است و همواره مشاهدات جدیدی بر وقایع پیشین افزوده می شود. چنانکه در مطالعه بر روی مردابی در منطقهٔ استوایی و نیمه استوایی که زباله زیادی از مناطق اطراف به آن وارد می شد، *Chaetoceros peruvianus* حضور داشته است (۵). در این مطالعه در غالب موارد جمعیت این گونه سهم کمی از ساختار جمعیت فیتوپلانکتونی را دارا گردید با این حال حداکثر میزان آن مربوط به فصل گرما نبوده است و به نظر می‌رسد باید فاکتورهای مهم دیگری جز گرما نیز در اکولوژی آن مورد بررسی قرار گیرد.

*Chaetoceros throndsenii* عموماً در آب‌های لب شور و بسته است و دارای گسترش جهانی می‌باشد (۴). در یکی از مطالعات بیشترین جمعیت این گونه در نزدیک به سطح گزارش گردید (۱۷). چنانکه در این مطالعه نیز حضور آن علاوه بر وابستگی به سواحل به لایه‌های بالایی نیز بوده است، بطوریکه در لایهٔ ۱۰۰ متر اصلاً مشاهده نگردید. جمعیت آن اگرچه در طی سال ۱۳۸۸ نتوانسته تغییر چندانی را در ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون وارد کند ولی از آنجایی که پتانسیل شکوفایی دارد و نیز خروجی فاضلاب‌ها سبب تشدید رشد جمعیتی آن می‌گردد (۲۱)، جمعیت آن می‌تواند شاخص مناسبی از کیفیت آب را ارائه دهد.

*Pseudonitzschia seriata* از جمله گونه‌هایی از جنس *Pseudonitzschia* است که سم نورو توکسینی (Domoic Acid) تولید می‌کند. این سم در صورت انباشتگی، می‌تواند سبب بیماری و مرگ در پستانداران و پرندگان دریایی و نیز انسان (مسمومیت با بی‌مهرگان آبزی آلوده: Amnesic Shellfish Poisoning (ASP)) گردد. عواملی نظیر Upwelling در سواحل و یا ورودی رودخانه‌ها می‌توانند شکوفایی آن را تسریع کنند. *Pseudonitzschia* دارای گسترهٔ وسیع جغرافیایی است و گونه‌های مختلف آن از مهمترین جلبک‌های شکوفا شونده در سواحل غربی آمریکا است (۷، ۱۶ و ۲۹). شکوفایی *Pseudonitzschia seriata* از دریای مدیترانه نیز گزارش شده است. در دریای سیاه نیز گزارشی از افزایش جمعیت آن تا حد شکوفایی موجود است (۳۰). در دریای خزر ابتدا به نام *Nitzschia seriata* شناسایی گردید. در بعضی مراجع روسی اولین شناسایی آن در دریای خزر به اوایل سال ۱۹۹۰ مربوط می‌شود (۳۲). در حالی که در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریا ی خزر در لیست گونه‌ای سال ۷۴-۱۳۷۳ (گزارش پروژه دریای خزر، ۷۴-۱۳۷۳) وجود داشته است (۱)، اگرچه تراکم آن

Archive of SID

www.SID.ir

بسیار پایین بوده و تنها در منطقه محدودی از نیم خط‌های غربی و در فصل بهار ثبت گردید. در مطالعه سال ۱۳۸۳ تا حدودی به میزان گسترش آن افزوده شد وتا نیم خط‌های شرقی نیز مشاهده گردید و متوسط جمعیت آن به حدود ۷ میلیون در متر مکعب رسید (عمدتاً در فصل زمستان) ولی تنها در ۷ درصد از نمونه‌های برداشته شده موجود بوده است. نام این گونه‌ها بعدها به *Pseudonitzschia seriata* تغییر یافته است و اکنون از آن به عنوان گونه‌ای که از طریق آب موازنه کشتی‌ها از دریای سیاه به دریای خزر وارد شده است نام برده می‌شود (۱۹و۳۰). در سال ۱۳۸۸ فراوانی آن در فصل زمستان بیشتر از سایر فصول بوده، بطوریکه میانگین جمعیت آن را نسبت به سایر فصول بشدت افزایش داد و حدود نیمی از نتایج حاصله از جمعیت این گونه در نیم خط‌های مرکزی و شرقی را (فصل زمستان) در کلاس اثرات شدید تهاجمی بر روی ساختار جمعیتی قرار داد. نکته جالب و قابل تامل آنکه تقریباً در همه نمونه‌های آب در فصول پاییز و زمستان سال ۱۳۸۸ که *Cerataulina pelagica* در آن‌ها حضور داشته است *Pseudonitzschia seriata* نیز گزارش گردیده است.

یکی از مشخص‌ترین گونه‌های جدید فیتوپلانکتونی *Dissodonium pseudolunula* بوده که اولین بار در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۵ دیده شد، ولی شناسایی قطعی آن در نمونه‌های سال ۱۳۸۷ صورت پذیرفت (۱۱). در سیکل غیرجنسی از زندگی دارای کیست‌های اولیه کروی شکل (۱۳۰-۶۰ میکرن) فاقد تاژک است. از تقسیمات سلولی و تغییر شکل در کیست‌های اولیه کیست‌های ثانویه (هلالی شکل) ایجاد می‌گردد. کیست‌های ثانویه، داینوسپورهایی تولید می‌کنند که بدلیل دارا بودن تاژک متحرک می‌باشند. این داینوسپورها قادرند که به تخم زئوپلانکتون‌ها (کوپه پودها) بچسبند و همانند انگل خارجی از آن تغذیه کنند (۱۲). در نمونه‌های مورد مطالعه در سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در دریای خزر این گونه غالباً در مرحله هلالی شکل مشاهده گردید (چند مورد در سال ۱۳۸۸ بصورت کروی شکل نیز بوده است). *Dissodonium Pseudolunula* از دیگر نقاط دنیا نظیر اقیانوس‌های شمالی و نیز شمال غربی آتلانتیک در آب‌های شور تا لب شور گزارش گردیده است. حضور گونهٔ فوق در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷ عمدتاً در بهار و تابستان در اعماق مختلف (۱۰۰-۱۰ متر) بوده است (۱۱). در سال ۱۳۸۸ نیز اگرچه در زمستان از فراوانی بیشتری نسبت به بهار برخوردار بوده ولی درصد جمعیت آن نسبت به فیتوپلانکتون کل کمتر بوده است. هر چند که در حداکثر جمعیت هم نتوانست اثر چندانی را بر ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون وارد کند.

از شاخهٔ سیانوفیتا *Synechococcus*-type حضور بارزتری را نسبت به سایر گونه‌های جدید سیانوفیتی داشته است. این گروه به منابع اندکی از نور و انرژی برای بقا نیاز دارند و در محدودهٔ وسیعی از دما و شوری توانایی زیست دارند (۳۴). از اولین شناسایی سیانوکوکوس حدود ۳۰ سال در دنیا می‌گذرد. در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر گزارش‌های منتشر نشده از حضور این گروه در اواخر دههٔ ۱۳۷۰ و اوایل دههٔ ۱۳۸۰ موجود است. این گروه از سویی به عنوان مهم‌ترین تولیدکنندگان اقیانوسی نقش مهمی در چرخهٔ کربن دارند و از سوی دیگر اگرچه درصد

Archive of SID

www.SID.ir

پایینی از جمعیت فیتوپلانکتونی را در مطالعه سال ۱۳۸۸تشکیل دادند ولی بدلیل پتانسیل شکوفایی و نیز اثری که بر رشد و افزایش نانوفلاژل‌ها دارند، برآورد جمعیت آن‌ها دارای اهمیت می‌گردد (۹).

یکی از مهم‌ترین یافته‌های مطالعه دریای خزر در سال ۱۳۸۸، ثبت حضور جنسی از شاخهٔ هاپتوفیتا به نام *Chrysochromulina* می‌باشد. این فیتوپلانکتون دارای توزیع جهانی است و تاکنون بیش از ۶۰ گونه از این جنس شناسایی شده است. و بعضی از گونه‌های آن در آب‌های خیلی شور و نیز خیلی گرم توانایی زیست دارند. ولی بعضی از گونه‌های آن در محدودهٔ معینی از شوری (عموماً در آب شور و لب شور بعضاً در آب شیرین یافت می‌شود) و دما توانایی رشد دارند. همهٔ گونه‌های آن در نور رشد می‌کنند یعنی نورگرایی واضح دارند. بسیاری از گونه‌های آن به منبع آلی نیز نیازمند هستند ولی بعضی از گونه‌های آن Mixotroph می‌باشند. رفتارهای تغذیه‌ای *Chrysochromulina* به شرایط محیطی بستگی دارد (۱۰). اگر غذای در دسترس قابل شکار باشد آن را صید می‌کند در غیر این صورت مادهٔ موسیلاژی را ترشح می‌کند و در شرایط بسیار نامطلوب وارد مرحلهٔ کیستی می‌گردد. بعضی از گونه‌های آن توانایی تولید سم دارند و سم آن prymnesin-2 نام دارد و از نوع ترکیبات غیر نیتروژنی شامل پلی اتر خطی و ماکروسیکلیک است (۲۷). این سم قادر است که از باروری تخم و تکثیر جنین ماهی جلوگیری نماید. در ضمن در بعضی از گونه‌ها آن مواد شیمیایی خاصی ترشح می‌شود که از یک سو مانع رشد و تکثیر سایر جلبک‌ها (Allopathy) می‌شود و از سویی دیگر مانع رشد و تکثیر زئوپلانکتون می‌گردد و مرگ زئو پلانکتون روی می‌دهد. در این گروه گونه‌هایی با پتانسل مهاجم بودن جای می‌گیرند. این بدان معنا است که به محض فراهم شدن محیطی مناسب (نور و غذا) به شدت رشد و تکثیر می‌کنند و جمعیت بالایی را در حد غالبیت دارا می‌گردند (۱۰). در مطالعه‌ای در اواخر فصل بهار سال ۱۹۸۸در سواحل Skageeak (سواحل بین نروژ و جنوب غربی سوئد) مرگ و میر بسیاری از گونه‌های ماهیان و بی مهرگان دریایی بر اثر سم کریزوکرومولینا بر لارو تخم عنوان شده است (۱۰ و ۱۵) ضمناً افزایش جمعیت فیتوپلانکتون در این مطالعه از April تا August نیز تحت تاثیر *Chrysochromulina* گزارش گردیده بود. جمعیت *Chrysochromulina* در دوره‌های کوتاه مدت (چند روز) و یا در بین سال نیز تغییرات شدید افزایشی نشان می‌دهد. بطوری که در تحقیق آن‌ها جمعیت این گونه در ۳-۲ روز در تابستان به یک میلیون در لیتر رسید (۱۰). در مطالعه سال ۱۳۸۸ در دریای خزر نیز یک مورد افزایش *Chrysochromulina* تا حدود دو میلیون در لیتر (اواخر ماه می یا اواخر بهار) به ثبت رسیده است. ولی در سایر فصول جمعیت آن نسبت به جمعیت کل کم بوده است. بر این اساس در غالب موارد شدت تهاجم این گونه به ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون کم بوده است و افزایش آن در منطقه و زمان محدودی صورت گرفته است. مرفولوژی کریزوکرومولینا طوری است که به آن توانایی مهاجرت عرضی (توانایی شنا کردن) به زیر ناحیهٔ آب لایه‌بندی شده را می‌دهد از سویی دیگر زیاد بودن نسبت سطح به حجم (تقریباً ۱/۳۳) در این فیتوپلانکتون امکان دسترسی بیشتر و موثرتر به نوترینت را برای آن فراهم می‌نماید (۲۷). با توجه به این خصوصیات و اثرات منفی آن بر ترکیب

Archive of SID

www.SID.ir

فیتوپلانکتونی (درصورت افزایش جمعیت و تثبیت و سازگاری) شناسایی و مانیتورینگ آن اهمیت فراوانی می‌یابد.

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که ۸۰ درصد ازکل نمونه‌های آب برداشته شده حداقل یکی از نمونه‌های فیتوپلانکتونی لیست شده در جدول ۲ را دارا بوده‌اند ولی توزیع فراوانی آن در بین فصول اختلاف چندانی نداشته و فقط درزمستان اندکی بالاتر بود. در ۸۰ درصد از نمونه‌ها، همزمان ۳-۱ گونه از جدول ۲ وجود داشته‌اند و کمتر از ۲ درصد نمونه‌ها همزمان دارای ۷-۶ گونه از لیست ذکر شده بوده‌اند. در بررسی کلی اگرچه فراوانی گونه‌های فوق در بین فصول تفاوت بارزی نداشته است ولی نسبت درصد مجموع جمعیت فیتوپلانکتون‌های جدول ۲ به فیتوپلانکتون کل در همه فصول یکسان نبوده است. بطوریکه این مقدار در تابستان کمتر از ۱، در پاییز حدود ۷ و در بهار و زمستان تقریباً ۲۰ درصد گردیده است. بنابراین توجه به تغییرات جمعیتی این گونه‌ها در فصول بهار و زمستان اهمیت زیادی دارد. اگرچه تاکنون گزارشی مبنی بر مرگ و میر انسانی بر اثر مسمومیت و شکوفایی جلبکی در سواحل دریای خزر موجود نیست ولی مواردی از مرگ دسته جمعی فک و گاوماهی، کاهش ذخایر ماهیان خاویاری وجود داشته است که ممکن است با این وقایع در ارتباط بوده باشد (۱۸). به هر حال برای دستیابی به اطلاعات بهداشت و بیماری‌های انسانی و یا حیوانی همکاری نزدیک سازمان‌ها و ادارات مربوطه از جمله وزارت بهداشت و درمان، سازمان دامپزشکی و محیط زیست با بخش تحقیقات الزامی است. از سویی دیگر شرایط جغرافیایی و بومی نیز نباید نادیده گرفته شود. به عنوان مثال صدف عموماً در سفره غذایی مردم ایران وجود ندارد، لذا مسمومیت ناشی از تغذیهٔ صدف آلوده به سم جلبک معمولاً مشاهد نمی‌شود و یا آنکه حیوانات و پرندگان معمولاً از آب دریا برای نوشیدن استفاده نمی‌کنند لذا احتمال مسمومیت جلبکی از این طریق نیز کاهش می‌یابد (۳۵).

به نظر می‌رسد که همانند سایر فیتوپلانکتون‌ها افزایش نوترینت‌ها به دلیل چرخش عمودی در ستون آبی و نیز تجزیه اجساد شانه‌دار مهاجم (*Mnemiopsis leidyi*) در فصل زمستان و افزایش دوره و شدت نور در بهار نقش مهمی در افزایش تناوبی جمعیت آن‌ها دارد. از آنجایی که جمعیت بسیاری از آن‌ها بجز عوامل نوترینتی و مترولوژیکی (بخصوص در فصل تابستان) تحت تاثیر عواملی نظیر توپوگرافیکی (رسوب قابل دسترسی برای مرحلهٔ کمون) و اکولوژیکی (ترکیب مناسبی از حضور و همکاری جلبک- باکتری، حداقل علفخواری) نیز قرار دارد، احتمال وجود راهی که از افزایش جمعیت این گونه‌ها جلوگیری کند بسیار ضعیف است. زیرا کنترل شرایط آب و هوایی (جوی) و توپوگرافی عملاً امکان پذیر نیست و در حال حاضر تنها راه قابل دسترسی و عملی کاهش ورودی مواد مغذی به اکوسیستم آبی از طرق مختلف می‌باشد (۲۵).

## سپاسگزاری

بدینوسیله از موسسه تحقیقات شیلات که کلیه حمایت‌های مالی، آزمایشگاهی و علمی این تحقیق را در قالب پروژه "بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی فیتوپلانکتون در منطقه جنوبی دریای خزر" فراهم آورده کمال سپاسگزاری به عمل می‌آید. همچنین از

Archive of SID

www.SID.ir

کلیه همکاران و دست اندارکاران محترم در بخش اکولوژی و نیز پرسنل و نمونه برداران محترم کشتی قدردانی فراوان بعمل می‌آید.

## منابع


۱. گزارش پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریا ی خزر با همکاری انسیتو تحقیقات کاسپنریخ (روسیه) و مرکز تحقیقات گیلان و مازندران، ۷۴-۱۳۷۳. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، جلد۳، صفحات ۳۰۰-۲۰۱.

۲. مخلوق، آ.؛ نصراله زاده، ح.؛ فارابی، م.و. و واحدی، ف.، ۱۳۸۹. تغییرات فصلی کیفیت آب دریای خزر بر اساس ترکیب گونه‌ای فیتوپلانکتون. چهارمین سمینار ملی شیمی و محیط زیست، بندرعباس، ۳۵۶ صفحه.

۳. نصراله زاده، ح.؛ مخلوق، آ.؛ پورغلام، ر.؛ واحدی، ف.؛ قانقرمه، آ. و فارابی، م.و.، ۱۳۸۹. شرایط محیطی در شکوفایی سیانوباکتر *Nodularia spumigena* در حوزه جنوبی دریای خزر. اولین همایش ملی- منطقه‌ای اکولوژی دریای خزر ساری،۲۲۷ صفحه.

4. Ake–Castillo, J.A.; Guerra-Martinez, S.L. and Zamudio-Reséndiz, M.E., 2004. Observations on Some Species of *Chaetoceros* (Bacillariophyceae) with Reduced Number of Setae from a Tropical Coastal Lagoon, *Hydrobiologia*, vol.524, pp.203–213.
5. 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, *Est. Coast. Shelf. Sci*, Vol.78, pp.705–714.
6. Anraku, M., 2002. Distribution of Plankton Copepods off Kl1'AMI, HOKKAIDO, in OKHOTSK SEA in summer, 1949 and 1950, *Bull. of. faculty. of. fish*, Hokaido University, vol. 4(4), pp. 249-255.
7. 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.*Can.J.Fish.Aquat.Sci*, vol.46, pp. 1203 - 1215.
8. Carlton, J., 2002. Bioinvasion ecology: assessing invasion impact and scale. In: Leppa¨koski, E., Gollasch, S. and Olenin, S. (Eds.), Invasive Aquatic Species of Europe – Distribution, Impacts and Management. Kluwer Academic Publications, Dordrecht, Boston, London, pp. 7–19.
9. 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,*Microb.Ecol*, vol.43, pp.341-352.
10. Dahl, E.; Bagøien, E.; Edvardsen, B. and Stenseth, N.C., 2005. The dynamics of *Chrysochromulina* species in the Skagerrak in relation to environmental conditions, *J.Sea.Res*,vol. 54: 1, pp. 15-24.
11. Doustdar, M., 2009. IFRO Newsletter, ISSN: 1028-5156.
12. Elbrachter, M. and Drebf, G., 1978. Life cycles, phylogeny and taxonomy of *Dissodinium* and *Pyrocystis* (Dinophyta), *Helgolander wiss. Meeresunters*, vol.31, pp.347-366.
13. 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*, vol.331, pp. 678–685.


Archive of SID

www.SID.ir

14. Gomez, F. and Souissi, S., 2007. Unusual diatoms linked to climatic events in the northeastern English Channel, *J.Sea.Res*,vol. 58, pp. 283–290.
15. Granmo, A.; Havenhand, J.; Magnusson, K. and Svane, I., 1988. Effects of the planktonic flagellate *Chrysochromulina polylepis* Manton *et* Park on fertilization and early development of the ascidian *Ciona intestinalis* (L.) and the blue mussel *Mytilus edulis, L. Exp. mar. biol. Ecol*, vol. 124, pp.65-71.
16. 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*, vol. 150, pp. 475-480.
17. Hajdu, S.; Hoglander, H.; and Larsson, U., 2007. Phytoplankton vertical distributions and composition in Baltic Sea cyanobacterial blooms, *Harmful Algae*, vol.6 , pp.189–205.
18. http://www.caspianenvironment.org/newsite/DocCenter/Contract%20Reports/AAB/CEP-HAB%20First%20report%20from%20Gilan_Eng.doc
19. Karpinsky, M.G., 2010. On Peculiarities of Introduction of Marine Species into the Caspian Sea, *Russ. J. Biol. Invasion,* Vol.1:1, pp. 7–10.
20. Klein, G.; Kaczmarska, I. and Ehrman, J.M., 2009. The diatom Chaetoceros in ships' ballast waters survivorship of Stowaways, *Acta Bot. Croat*, vol. 68:2, pp. 325–338.
21. Livingston, R.J., 2002. Trophic organization in costal system,CRC Press, boca Raton, Florida, USA, p 4.
22. Makhlough, A., 2009. IFRO Newsletter, ISSN: 1028-5156.
23. Nasrollahzadeh, H.S.; Zubir, B.D.; Foong, S.Y. and Makhlough, A., 2008. Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity, *Cont.Shelf.Res,* vol. 28, pp. 1153– 1165.
24. Olenin, S.; Dan Minchin, D. and Daunys, D., 2007. Assessment of biopollution in aquatic ecosystems*, Mar.Pollut.Bull,* vol. 55, pp.379–394.
25. Paerl, H.W., 1988. Nuisance phytoplankton blooms in coastal, estuarine, and inland waters, Limnol. *Oceanogr*, vol.33, pp.823-847.
26. Polyaninova, A.A.; Tatarintseva, T.A. and Terletskaya, O.V., 2003. Hydrobiological Conditions in the Middle and Southern Caspian Regions after Biological Invasion of the Basin with Ctenophore *Mnemiorsis leidui, Rybokhozyaistvennye issledovaniya na kaspii* (Combined fishery studies at the Caspian Sea) Astrakhan': Izd-Vo KaspNIRKha, pp. 121–134.
27. Reynolds, C.S., 2006. The Ecology of Phytoplankton,Cambridge University Press, p.540.
28. Roohi, A.; Kideys, A.E.; Sajjadi, A.; Hashemian, A.; Pourgholam, R.; Fazli, H.; Ganjian Khanari, A. and Eker-Develi, E., 2009. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore Mnemiopsis Leidyi, *Biol Invasions*, DOI 10.1007/s10530-009-9648-4.
29. 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*, vol. 403, p.80-84.
30. 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, Vol. 32, No. 1, pp. 65–74. Translated from Izvestiya Akademii Nauk, Seriya Biologicheskaya, No. 1, pp. 78–87.
31. Seoane, S.; Eikrem, W.; Pienaar, R. and Edvardsen. B., 2009. Chrysochromulina palpebralis sp. nov. (Prymnesiophyceae): a haptophyte, possessing two alternative

Archive of SID

www.SID.ir

morphologies. *Phycologia,*vol. 48, pp.165–176. DOI: 10.2216/08-63.1.
32. Tatarintseva, T.A., 1992. Finding a New Species in the Caspian Sea, *Nitzschia seriata* Sleve (Vasillariorhita), *Astrakhan' Biologich. Nauki*, no. 6, pp. 55–57.
33. Taylor, F.J.; Taylor, N.J. and Walsby, J.R., 2007. Bloom of the Planktonic Diat 1983, and its Contribution to an Assoc om, *Cerataulina pelagica*, off the Coast of Northeastern New Zealand in 1983, and its Contribution to an Associated Mortality of Fish and Benthic Fauna, *Int.Rev.of Hydrobiology*, vol. 70, pp.773 – 795.
34. Tikhonova, I., 2006. Morphological and genetic characteristics Picoplankton Cyanobacteria BAIKAL, dissertation for the degree Candidate of Biological Sciences, Irkutsk, P.19. [In Russian].
35. Vershinin, A.O. and Orlova, Tu., 2008. Toxic and Harmful Algae in the Coastal Waters of Russia, *Oceanology*,Vol. 48, No. 4, pp. 524–537.

Archive of SID

www.SID.ir