خطر شکوفایی *Nodularia spumigena* Mert در حوضه جنوبی دریای خزر و اثر آن روی زوپلانکتون و موجودات کف زی درمنطقه ساحلی نوشهر

مژگان روشن طبری[1*] ، فاطمه السادات تهامی[1]، فریبا واحدی[1] و عبدالله هاشمیان[1]

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

Rowshantabari@yahoo.com

چکیده

شکوفایی *Nodularia spumigena* Mert برای اولین بار در حوضه جنوبی دریای خزر در تاریخ ۱۳۸۴/۰۷/۱۲ مشاهده شد. هدف از این بررسی اثر *Nodularia spumigena* روی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب، زوپلانکتون، موجودات کف زی و شانه دار *Mnemiopsis leidyi* است. به دلیل اهمیت آنها پراکنش آنها در سال ۱۳۸۹ نیز اورده شد که نشان دهنده وجود این گونه در آبهای خزر است. شکوفایی این گونه از مناطق غربی شروع و تا مناطق وسیعی در نوشهر گسترش یافت. محل شکوفایی در نواحی ساحلی و در عمق ۲۰ متر، زمانی که دمای آب حدود ۲۵ درجه سانتی گراد بوده، وجود داشته است. بررسی نشان می دهد که با شکوفایی *Nodularia spumigena* Mert در سال ۱۳۸۴ میزان نیترات افزایش چشمگیری در لایه سطحی عمق ۲۰ متر داشته است. تراکم فیتوپلانکتون که تحت تاثیر شکوفایی قرار داشت در لایه سطحی محل شکوفایی ۲۲۶۱/۶۰ عدد در مترمکعب اندازه گیری شد که ۱۱ برابر لایه کف و ۱۶ برابر عمق ۷ متر بوده است. به دلیل افزایش سیانوفیت در عمق ۲۰ متر میزان زوپلانکتون ۷ برابر و بنتوز ۱۰ برابر کمتر ازعمق ۷ متر بوده است. بررسی سال ۱۳۸۹ نشان می دهد که *N. spumigena* در همه فصول سال مشاهده شد. این گونه در تابستان بیش ترین تراکم و پراکنش را داشته است. در این فصل در ایستگاه های انزلی، سفیدرود و نوشهر در همه اعماق مورد بررسی مشاهده شد.

کلمات کلیدی: *Nodularia spumigena* Mert، فیتوپلانکتون، زوپلانکتون، موجودات کف زی، دریای خزر

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

مقدمه

سیانوباکترها در سرتاسر دنیا در خشکی ، آب شیرین و زیستگاه های دریایی یافت می شوند. شکوفایی *Nodularia spumigena* در طول تابستان ۱۹۹۰ در ناحیه وسیعی از لاگونهای لب شور واقع در جنوب شرقی Urguay (جنوب آمریکا) ثبت شد. شکوفایی آنها در آب هایی با pH برابر ۸/۳ و درجه حرارت۲۳ درجه سانتی گراد بود(Perez *et al.*, 1999) .

سیانوباکترها به دلیل داشتن هتروسیست و آنزیم نیتروژناز قادرند از ترکیبات آلی و معدنی استفاده کنند و در دریای بالتیک تقریبا ۵۰ در صد از نیتروژن آب را فراهم می کنند (Stal *et al.*, 2003). *N . spumigena* نه تنها قادر است نیتروژن ملکولی را تثبیت کند(Capone and Carpenter, 1999)، بلکه می تواند فسفر را در واکوئل ها ذخیره کند (Oliver and Ganf, 2000).این گونه می تواند به راحتی در محیط هایی که شوری بین ۱۳-۵ PSU (Sivonen *et al.*, 1989; Lehtimaki *et al.* , 1994) و درجه حرارت آب بیش از ۲۰ درجه سانتی گراد باشد (Mazur-Marzec *et al.*, 2006) به خصوص در تابستان به خوبی رشد کنند.

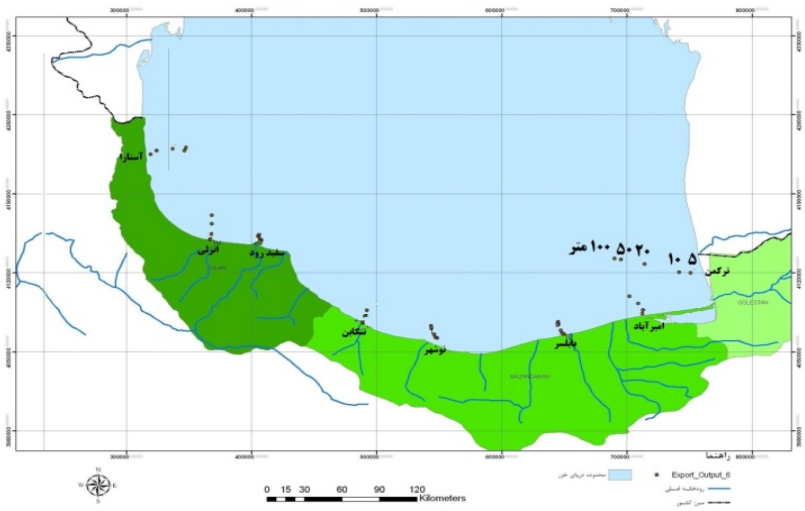
مکارمی و همکاران (۱۳۹۰)در ۲۰ شهریور ۱۳۸۴ (سپتامبر ۲۰۰۵) بر اساس گزارشی از محیط زیست گیلان یک شکوفایی غیر عادی در محدوده آب‌های ساحلی جنوب غربی دریای خزر را بیان کردند، که اولین گزارش درباره شکوفایی سیانوباکتریا در یک محدوده وسیع در دریای خزر بود و این فیتوپلانکتون را از جنس *Nodularia* شناسایی کردند. همچنین اعلام کردند که این شکوفایی فیتوپلانکتونی بسیار سریع اتفاق افتاد به طوری که ۲۰۰۰۰ کیلومتر مربع از دریای خزر را در برگرفت. عکس‌های ماهواره‌ای شروع این پدیده را ۲۱ مرداد (۱۲ اگوست) و حداکثرآن‌را ۱۰ شهریور (۱ سپتامبر) ثبت کرد. در مهر ۱۳۸۴ این شکوفایی در نوشهر مشاهده شد که *Nodularia spumigena* شناسایی و نمونه برداری فیتوپلانکتون، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی، زوپلانکتون، بنتوز و شانه دار انجام شد. شکوفایی *Nodularia* به وسیله باد ، جریانها و عوامل دیگر در طول ساحل حرکت می کند و هوای ابری و باد از تجمع آن ها در لایه های سطحی جلوگیری می کند. هدف از این بررسی تعیین تاثیر تغییرات فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب و وضعیت زوپلانکتون، موجودات کفزی و شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در زمان بلوم *Nodularia spumigena*می باشد.

روش کار

نمونه برداری در منطقه نوشهر جایی که بلوم مشاهده شد، در موقعیت جغرافیایی ″ ۶۵۰ / ۳۰ ′ ۵۱ تا ″ ۲۴۹ / ۳۱ ° ۵۱ طول جغرافیایی و ″ ۱۰۸ / ۴۰ ر۳۶ تا ″ ۲۵۵ / ۴۰ ر۳۶ عرض جغرافیایی انجام شد(شکل ۱). دو ایستگاه در عمق ۷ متر و ۲۰ متر انتخاب شدند. لایه سطحی عمق ۲۰ متر محل شکوفایی جلبک بود و در عمق ۷ متر لکه های شکوفایی در سطح آب مشاهده نشد.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

نمونه های فیتوپلانکتون و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی ۱ نمونـه از عمـق ۷ متـر و ۲ نمونـه از عمـق ۲۰ متـر (سـطح و کـف) و نمونه های زوپلانکتون و موجودات کف زی ۱ نمونه از هرایستگاه گرفته شد. نمونه های تیر ۱۳۸۴ نیر مانند مهر، از ایستگاه نوشـهر بوده است. نمونه برداری در سال ۱۳۸۹ در ۸ ایستگاهآستارا،انزلی،سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و بندرترکمن در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ انجام شد.



شکل۱ . ایستگاه های نمونه برداری در حوضه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۸۹ و محل شکوفایی جلبک (ایستگاه نوشهر) ۱۳۸۴

نمونه برداری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب به وسیله نمونه بردار روتنر، درجه حرارت و شوری آب با ترمومتر برگردان (با دقت یک درجه سانتیگراد) و شوری سنج دیجیتالی(با دقت ۰/۰۰۰۱ قسمت در هزار)، pH توسط دستگاه pH متـر و سـایر فاکتورهـای شیمیائی نظیر اکـسیژن، نوتریـنـت هـا و سـیلیس بـا روش اسـتاندارد متـد انـدازه گیـری شـد(APHA, 2005). نمونـه بـرداری فیتوپلانکتون با نیسکین انجام شد(Vollenweider, 1974). در این روش ۵۰۰ سـی سـی آب از عمـق مـورد نظـر را در ظـروف شیشه ای جمـع آوری و بـا فرمـالین (۴ درصـد) فـیکس و در ظـرف شیـشه‌ای بـه آزمایـشگاه منتقـل گردیـد(Sorina, 1978). بررسی های کمی و کیفی نمونه‌ها مطابق روش Kiselev (1956) صورت گرفت. سپس در آزمایشگاه نمونه‌ها شـمارش و بررسـی شدند(Vollenweider 1974 ; Newell and Newell, 1977; APHA, 2005) . شانه دار به وسـیله تـور پلانکتـون بـا چشمه ۵۰۰ میکرون و قطر دهانه ۵۰ سانتی متر نمونه برداری شد. طول موجود با دقت میلی متر اندازه گیـری و شـمارش شـدند. برای محاسبه وزن موجودات از رابطه طول و وزن W=۰/۰۰۱۳*L۲/۳۴ استفاده شد(Kideys *et al.*, 2001).

نمونه برداری زوپلانکتون با تور پلانکتون با چشمه۱۰۰ میکرون با قطر دهانه۳۶ سانتی متر صورت گرفت. در عمق ۷ متـر از لایـه ۷ تا سطح و در عمق ۲۰ متر از لایه ۲۰ تا سطح به صورت کشش عمودی نمونه برداری شد. در آزمایشگاه برای شمارش زوپلانکتـون

از پی پت Stample و لام شمارش Bogarov استفاده شـد (Postel *et al*., 2000; Newell and Newell, 1977) و زی توده به وسیله وزن استاندارد دریای سیاه محاسبه شده (Petipa , 1957).

برای نمونه برداری موجودات کف زی از نمونه بردار رسوبات Grab با سطح پوشش ۰/۱ مترمربع استفاده گردید. جهت شستـشوی نمونه ها و جداسازی ماکروبنتوزها از الک با قطر چشمه ۰/۵ میلی متر اسـتفاده گردیـد. نمونـه هـا بـا فرمـالین ۱۰٪ فـیکس و بـه آزمایشگاه انتقال داده شدند. روش شاخص شانون- وینر متداول ترین راه برای اندازه گیـری تنـوع مـی باشـد (Shannon and Weaver, 1963) . مقدار این شاخص با افزایش تعداد گونه ها در اجتماع افزایش می یابد. این شـاخص حـساسیت بیـشتری بـه فراوانی گونه های نادر در نمونه یا جامعه دارد و رابطهٔ آن به صورت زیر است.

$$H=\sum(Pi: *\ln Pi)$$

کـه H: شاخص تنوع گونه ای شانون Pi: نسبت تعداد گونهٔ i ام به تعداد کل گونه ها

نتایج و بحث

در بررسی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی، pH و شوری تغییرات زیادی نداشتند، میزان اکسیژن در کف کاهش و به ۷/۵ میلی گرم در لیتر رسید و میزان سیلیس در لایه سطحی عمق ۲۰ متر ۲ برابر عمق ۷ متر و میزان فسفات و

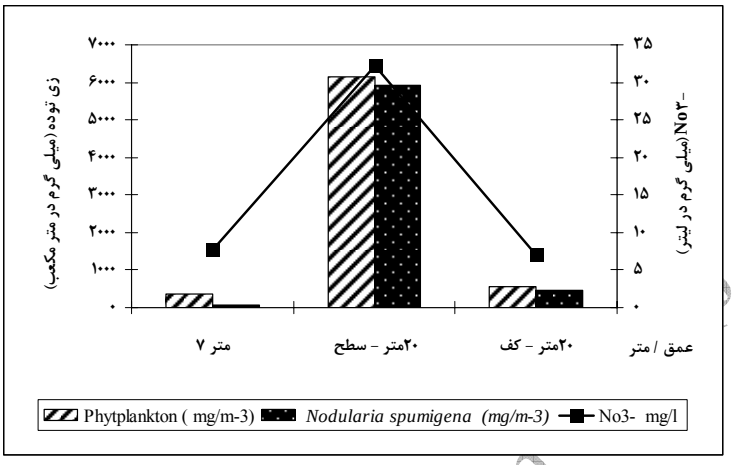
جدول ۱. تغییرات فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی و فیتوپلانکتون در حوضه جنوبی دریای خزر (ایستگاه نوشهر) مهر ۱۳۸۴

متر / عمق	۷	۲۰	
لایه	سطح	سطح	کف
درجه حرارت (سانتی گراد)	۲۵	۲۵	–
اکسیژن (میلی گرم در لیتر)	۹/۹	۹/۸	۷/۵
pH	۸/۴۳	۸/۴۳	۸/۴۱
شوری ‰	۱۲/۵۷	۱۲/۶۵	۱۲/۹۰
(گرم در لیتر) T.D.S	۹.۲	۹.۲	۹.۳۱
(میلی گرم در لیتر) Sio2	۱۹۷	۲۹۸	۲۴۹
(میلی گرم در لیتر) po43-	۳۱/۵	۳۴/۲	۴۵/۸
(میلی گرم در لیتر) No3-	۷/۷	۳۲/۲	۷/۰
(میلی گرم در لیتر) No2-	۰/۶۰	۰/۷۳	۲/۰۴
(میلی گرم در لیتر) NH4+	۲۱/۸	۱۶/۰	۱۳/۹
EC	۱۸/۴	۱۸/۴	۱۸/۶
(تعداد در متر مکعب× $۱۰^۶$) فیتوپلانکتون	۱۴۳/۰۵	۲۲۶۱/۶۰	۲۰۴/۳۸
(میلی گرم در متر مکعب) فیتوپلانکتون	۳۵۷/۶۶	۶۱۵۲/۶۶	۵۴۷/۰۸
(تعداد در متر مکعب× $۱۰^۶$) *Nodularia spumigena*	۱۸/۸۸	۱۸۷۰/۴۴	۱۴۱/۴۶
(میلی گرم در متر مکعب) *Nodularia spumigena*	۵۹/۹	۵۹۳۴/۹	۴۴۸/۸۵

نیتریت در قسمت کف عمق ۲۰ متر بیشتر بود ولی میزان نیترات افزایش چشمگیری در لایه سطحی عمق ۲۰ متر داشته است و به میزان ۳۲/۲ میلی گرم در لیتر رسید، به طوری که بیش از ۴ برابر عمق ۷ متر و لایه نزدیک بـه کـف بـوده اسـت. ایـن افـزایش در فراوانی فیتوپلانکتون نیز مشاهده شده است(جدول ۱).

Caspian Sea (J.A.C.S)

تراکم فیتوپلانکتون در لایه سطحی عمق ۲۰ متر، محل شکوفایی ۲۲۶۱/۶۰ عدد در مترمکعب، در کف ۲۰۴/۳۸ عـدد در مترمکعب و در عمق ۷ متر ۱۴۳/۰۵ عدد در مترمکعب بود. در زی توده فیتوپلانکتون نیز چنـین رونـدی مـشاهده شـده اسـت، بـه طوری که زی توده در محل بلوم حدود ۶ گرم در مترمکعب بود (جدول ۱ و شکل ۲).



شکل۲. زی توده فیتوپلانکتون و *Nodularia spumigena* و میزان نیترات در اعماق ۷ و ۲۰ متر (ایستگاه نوشهر) مهر ۱۳۸۴

جدول ۲. تراکم (تعداد در مترمکعب) و زی توده (میلی گرم در مترمکعب) فیتوپلانکتون، زوپلانکتون، موجودات کف زی و شانه دار در اعمـاق۷ و ۲۰ متر در حوضه جنوبی دریای خزر (ایستگاه نوشهر) مهر ۱۳۸۴

عمق / متر	۷		۲۰	
موجودات	تراکم	زی توده	تراکم	زی توده
*Cyanophyta	۱۰۸/۱۶	۹۹/۷۴	۱۰۵۵/۱۲	۳۲۰۹/۳۷
Nodularia spumigena	۱۸/۸۸	۵۹/۹	۱۰۰۵/۹۵	۳۱۹۱/۸۸
*Euglenophyta	۸/۶۴	۳۰/۷۲	۰	۰
*Chrysophyta	۲۶/۲۴	۱۹۹/۰۴	۶۱/۱۶	۹۹/۵۷
*Pyrrophyta	۰/۰۱	۲۸/۱۶	۵/۷۲	۳۸/۷۲
*Chlorophyta	۰	۰	۱۱۰/۹۹	۲/۲۲
لانکتون	۱۴۳/۰۵	۳۵۷/۶۶	۱۲۳۲/۹۹	۲۳۴۹/۸۷
زوپلانکتون	۱۶۷۰	۱۷/۱۳	۲۹۰	۲/۵۴
بنتوز	۲۴۲۰	۱۴/۰۶	۱۳۷۰	۱/۴۳
Mnemiopsis leidyi	۳۳۵	۱۹/۷۶	۱۳۹	۱۴/۷۲

-برای موجودات کف زی تراکم (تعداد در متر مربع) و زی توده (گرم در متر مربع) می باشد

-گروه هایی که با * مشخص شده اند، $۱۰^{۶}\times$ تراکم

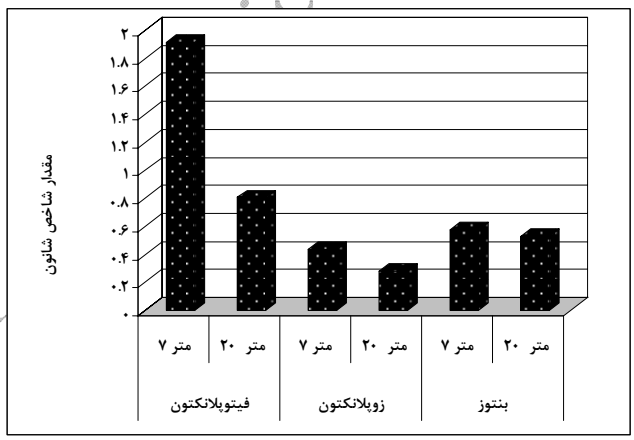
نتایج نشان می دهد که ۸۶ در صد از تراکم و ۹۵ درصد از زی توده فیتوپلانکتون مربوط به *N. spumigena* بوده است (جـدول ۱). جمعیـت زوپلانکتـون، بنتـوز و شـانه دار در محـل شـکوفایی کـاهش داشـت(جـدول ۲). تـراکم

زوپلانکتون در عمق ۲۰ متر حدود ۶ برابر و زی توده آن ۷ برابر کمتر از عمق ۷ متر بود. این روند در فراوانی شانه دار نیز در محل شکوفایی مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۳. تراکم فیتوپلانکتون (تعداد در مترمکعب) و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی ایستگاه نوشهر، تیر ۱۳۸۴

متر / عمق	۵	۲۰	
لایه	سطح	سطح	کف
درجه حرارت (درجه سانتی گراد)	۲۷	۲۸	۲۷
اکسیژن (میلی گرم در لیتر)	۷/۲۰	۶/۳۷	۶/۴۹
pH	۸/۴۳	۸/۳۷	۸/۴۹
شوری ‰	۱۰/۳۵	۹/۲۳	۱۲/۵۳
T.D.S (گرم در لیتر)	۷/۸	۹/۰	۷/۶
Sio2 (میلی گرم در لیتر)	۲۵۸	۲۰۰	۱۶۷
po43- (میلی گرم در لیتر)	۱۴/۳	۹/۰	۱۱/۱
No3- (میلی گرم در لیتر)	۸/۷	۵/۱	۹/۲
No2- (میلی گرم در لیتر)	۰/۰۱	۰/۳۰	۰/۱
NH4+ (میلی گرم در لیتر)	۲۲/۱	۵/۵	۹/۲
EC	۱۵/۶	۱۵/۱۸	۱۷/۹
فیتوپلانکتون (تعداد در متر مکعب× $۱۰^{۶}$)	۶/۲۰	۲۲/۹۰	۹۳/۴۰
Cyanophyta (تعداد در متر مکعب× $۱۰^{۶}$)	۵/۰۰	۸/۹۰	۵۹/۴۰

فیتوپلانکتون دریای خزر در زمان و محل بلوم ۹۹ برابر و برای *N. spumigena* این میزان ۲۱۱ برابر بیش تر از کل سیانوفیتا در بررسی تیر ماه حدود ۳ ماه قبل بوده است. با شکوفایی جلبکی در دریای خزر، کلیه فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی نیز افزایش داشت به طوری که در محل بلوم میزان نیترات ۶/۳ برابر، فسفات ۳/۸ برابر بیش تر از محل مشابه در تیر ۸۴ بود (جداول ۱ و ۳).



شکل۳. مقدار شاخص تنوع شانون در محل شکوفایی عمق ۲۰متر و دور از محل عمق ۷متر

میزان شاخص تنوع شانون در همه جوامع مورد بررسی (فیتوپلانکتون، زوپلانکتون و بنتوز) در عمق ۷ متر بیش تر از عمق ۲۰ متر در محل شکوفایی بوده است. این تغییرات نشان می دهد که در عمق ۲۰ متر محل شکوفایی توزیع فراوانی بین گونه

ها یکنواخت نبوده به همین دلیل این شاخص کاهش داشته است و بیش ترین تغییرات شاخص شانون در فیتوپلانکتون وجود داشت. که از ۱/۹۲ در عمق ۷ متر به ۰/۸۱ در عمق ۲۰ متر رسید (شکل ۳).

بررسی سال ۱۳۸۹ نشان می دهد که *N. spumigena* در همه فصول سال مشاهده شد تراکم آن ها در بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۲۱۰۰۰۰، ۲۷۴۶۶۶۷، ۲۵۰۰ و ۱۸۲۶۹ عدد در متر مکعب بوده است در این سال *Nodularia* sp. در بهار و تابستان حدود ۳ درصد و در پاییز و زمستان کمتر از ۱ در صد در جمعیت سیانوفیتا وجود داشتند. این گونه در بین فیتوپلانکتون های دریای خزر وجود دارد و به همین دلیل در شرایط مناسب شکوفا شده و حیات این اکوسیستم را تهدید می کنند (جدول ۴).

جدول ۴. تغییرات شاخه سیانوفیتا در حوضه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۸۹

	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
گونه	میانگین	SD	میانگین	SD	میانگین	SD	میانگین	SD
Nodularia spumigena	۲۱۰۰۰۰	۲۱۹۰۸۶۷	۲۷۴۶۶۶۷	۱۰۰۶۰۱۱۳	۲۵۰۰	۲۰۳۴۴	۱۸۲۶۹	۹۵۲۹۲
کل سیانوفیتا	۲۱۰۰۰۰	۸۵۸۲۴۳۸	۲۷۴۶۶۶۷	۲۱۶۸۳۵۵۲۰	۲۵۰۰	۱۶۷۷۷۶۸۴۱	۱۸۲۶۹	۴۴۶۸۵۶۲

در سال ۱۳۸۹ این گونه در تابستان بیش ترین تراکم و پراکنش را داشته است. در این فصل در ایستگاه های انزلی، سفیدرود و نوشهر در همه اعماق مورد بررسی مشاهده شد. در آستارا فقط در عمق ۵ متر و در تنکابن در اعماق ۵ و ۱۰ متر دیده نشد. در ایستگاه های بابلسر، امیرآباد و ترکمن در اعماق ۵۰ و ۱۰۰ متری وجود داشت. نتایج نشان می دهد که این گونه در همه مناطق مورد بررسی در این فصل وجود داشت و امکان شکوفایی آن ها در شرایط مناسب وجود دارد. همچنین در سایر فصول سال نیز به صورت پراکنده در برخی ایستگاه ها انتشار داشته است (جدول ۵).

شکل ۴. شکوفایی *Nodularia spumigena* در حوضه جنوبی دریای خزر در منطقه نوشهر سال ۱۳۸۴

شکل ۵. گونه *Nodularia spumigena* در حوضه جنوبی دریای خزر در منطقه نوشهر سال ۱۳۸۴

جدول ۵. تراکم *Nodularia spumigena* تعداد در متر مکعب در حوضه جنوبی دریای خزر در سال۱۳۸۹

ایستگاه	عمق	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	متر	میانگین	SD	میانگین	SD	میانگین	SD	میانگین	SD
آستارا	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۱۰	۰	۰	۲۱۸۰۰۰۰۰	۲۹۶۹۸۴۸۵	۰	۰	۰	۰
	۲۰	۰	۰	۳۲۰۰۰۰۰	۴۸۶۶۲۱۰	۰	۰	۰	۰
	۵۰	۰	۰	۹۴۰۰۰۰۰	۱۶۸۴۸۳۴۳	۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۰	۰
	۱۰۰	۰	۰	۱۴۰۸۰۰۰۰	۲۹۹۴۳۱۴۶	۰	۰	۰	۰
انزلی	۵	۰	۰	۴۰۰۰۰۰	–	۰	۰	۰	۰
	۱۰	۰	۰	۱۱۶۰۰۰۰۰	۱۵۲۷۳۵۰۶	۰	۰	۰	۰
	۲۰	۰	۰	۱۷۲۰۰۰۰۰	۲۷۵۵۴۳۱۰	۰	۰	۰	۰
	۵۰	۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰
	۱۰۰	۰	۰	۲۴۰۰۰۰	۳۲۸۶۳۳.۵	۰	۰	۰	۰
سفیدرود	۵	۰	۰	۶۰۰۰۰۰	–	۰	۰	۰	۰
	۱۰	۰	۰	۳۲۰۰۰۰۰	۴۵۲۵۴۸۳	۰	۰	۱۵۰۰۰۰	۲۱۲۱۳۲
	۲۰	۰	۰	۲۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰
	۵۰	۰	۰	۸۹۵۰۰۰۰	۱۶۵۹۳۴۷۳	۰	۰	۰	۰
	۱۰۰	۰	۰	۶۷۶۰۰۰۰	۱۵۱۱۵۸۲۰	۰	۰	۰	۰
تنکابن	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۱۰	۰	۰	۰		۰	۰	۰	۰
	۲۰	۰	۰	۴۰۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰
	۵۰	۰	۰	۸۰۰۰۰۰	۶۹۷۹۷۹	۰	۰	۰	۰
	۱۰۰	۰	۰	۴۰۰۰۰	۳۸۹۴۴	۰	۰	۰	۰
نوشهر	۵	۰	۰	۱۲۰۰۰۰۰	–	۰	۰	۰	۰
	۱۰	۰	۰	۲۰۰۰۰۰	–	۰	۰	۰	۰
	۲۰	۰	۰	۷۴۶۶۶۶	۱۱۵۴۷۰	۰	۰	۲۰۰۰۰۰	۳۴۶۴۱۰
	۵۰	۰	۰	۳۰۰۰۰۰	۳۴۶۴۱۰	۰	۰	۰	۰
	۱۰۰	۰	۰	۱۲۰۰۰۰	۲۶۸۳۲۸	۰	۰	۰	۰
بابلسر	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶۰۰۰۰۰	–
	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۰۰۰۰۰	۳۲۸۲۸۴
	۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۵۰	۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	۵۷۴۴۵۶	۲۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	۰	۰
	۱۰۰	۰	۰	۵۶۰۰۰۰	۸۴۱۴۲۷	۰	۰	۰	۰
امیرآباد	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۲۰	۸۰۰۰۰۰۰	۱۳۸۵۶۴۰۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۵۰	۰		۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۱۰۰	۴۰۰۰۰	۳۸۹۴۴	۱۶۰۰۰۰	۲۱۹۰۸۹	۰	۰	۰	۰
ترکمن	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۵۰	۱۵۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰
	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

سیانوفیتا معمولا به دلیل مورفولوژی آن ها، ارزش غذایی کم و میزان سم به عنوان غذایی با کیفیت پایین برای زوپلانکتون مطرح شده اند (Porter and Orcutt 1980; Lampert 1987). در سال های اخیر به دلیل افزایش آلودگی های ناشی از پساب های خانگی و صنعتی، فعالیت های استخراج نفت و گاز و تبادلات تجاری کشورهای حاشیه خزر، ورود گونه های غیر بومی و بلوم جلبکی افزایش یافته و حیات آبزیان خزر را تهدید کرده است. دریای خزر با توجه به عدم ارتباط به آب های آزاد بیش از سایر منابع آبی تحت تاثیر رودخانه ها و منابع آلاینده محیطی است (روشن طبری، ۱۳۷۳). شکوفایی پلانکتون و یوتروفی شدن دریای خزر در سال های اخیر (Ganjian *et al*., 2010.) احتمالا در مرگ فک ها، گاوماهیان، کاهش صید ماهیان خاویاری و ماهیان استخوانی دریای خزر تاثیر داشته اند. سم نودولاریا موجب تجمع و تخریب در بافت کبد ماهی *Salmo trutta* (Kankaanpaa *et al*., 2002) می گردد. برخی از دانشمندان معتقدند که افزایش یوتروفی و بلوم سیانوباکتر به خاطر فاضلاب انسانی، فاضلاب کارخانجات و آب ورودی از طریق رودخانه ها می باشد (Lucas *et al*., 2003; Savchuk, 2005).

گونه *N. spumigena* برای اولین بار در حوضه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۸۴ و سپس در ۱۳۸۸ مشاهده شد (IFRO Newsletter, 2010). بلوم تابستانه آن در دریای بالتیک و سواحل غربی آمریکای شمالی (Kabir and Mandal, 2012; Akcaalan *et al*., 2009) . گزارش شد. این گونه اولین بار در اواخر جولای و اوایل آگوست در دریای بالتیک در قرن ۱۹ مشاهده شد (Finni *et al*. 2001) و در قرن ۲۰ اغلب موجب یوتروفی شد(Larsson *et al*., 1985) که منجر به تغییرات میزان نوترینت ها شد (Smayda,1990). در خلیج Gdansk در دریای بالتیک شکوفایی گونه *N. spumigena* در سال ۲۰۰۱ در June-Julay و در سال ۲۰۰۲ در July- August مشاهده شد(Sivonen *et al*., 1989). شکوفایی این گونه از شهریور در نواحی غربی خزر شروع و اوایل مهر در نوشهر وقتی که دما ۲۵ درجه سانتی گراد، شوری ۱۲/۶ و pH حدود ۴/۳ بود اتفاق افتاد و میزان $No3^-$ به ۳۲/۲ میلی گرم در لیتر رسید. اپتیمم شوری را برای بلوم این گونه بین PSU ۱۳-۵ گزارش کردند (Lehtimaki *et al*., 1994). غلظت بالای سولفات و شوری عامل محدود کننده بلوم هستند (Lucas *et al*., 2003).

گونه *N. spumigena* به دلیل توانایی در تولید سم هپاتوتوکسین تهدید بزرگی برای حیات آبزیان خزر می باشد (Mazur-Marzec *et al*., 2006; Sivonen *et al*., 1989). دانشمندان زیادی Francis (1878), Edler *et al*. (1985), Nehring (1993) وجود سم در نودولارین را گزارش کردند و درجه حرارت مناسب برای تولید هپاتوتوکسین نودولاریا بین ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتی گراد است (Plinski and Jozwiak 1999; Mazur-Marzec and Plinski, 2003). این سم روی موجودات درون اکوسیستم که شامل ماهی و بی مهرگان می باشد، اثر دارد (Sivonen and Jones 1999;Karjalainen *et al*., 2007) اثر مضر سیانوباکترها روی زوپلانکتون به سم آن ها مربوط می شود

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

(DeMott *et al*., 1991; Reinikainen *et al*., 1994) . با توجه به نتایج حاصله شکوفایی نودولاریا و افزایش فیتوپلانکتون، کاهش زوپلانکتون، موجودات کف زی و شانه دار *Mnemiopsis leidyi*، افزایش نوترینت ها و کاهش میزان شاخص شانون نشان دهنده آشفتگی محیط می باشد. این عوامل نشان می دهد که دریای خزر به سمت یوتروفی می رود. از آنجایی که این گونه در سال ۱۳۸۹ به خصوص در فصل تابستان در همه مناطق دریای خزر انتشار داشته است می تواند در شرایط مناسب شکوفا شود و خطری جدی حیات آبزیان خزر را تهدید نماید. به همین دلیل نیاز است تا اکوسیستم دریای خزر به طور مستمر بررسی شود تا بتوان برنامه ریزی دقیقی در ارتباط با بروز حوادثی مانند شکوفایی جلبکی و ورود گونه های غیر بومی داشت.

تشکر و قدردانی

این پژوهش توسط موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر انجام شده است. به این وسیله از آقای دکتر مطلبی رییس وقت موسسه تحقیقات علوم شیلاتی به دلیل همکاری و حمایت صمیمانه قدردانی می نمایم. از همکاران بخش اکولوژی آقایان علیرضا کیهان ثانی، نوربخش خداپرست ، عبدالله نصرالله تبار و آقای حسین تقی پور تشکر می کنم.

منابع

روشن طبری، م. ۱۳۷۳. اهمیت رودخانه ها و نقش فعالیت انسان در تخریب آن ها. آبزیان. ۹. صفحات ۵۱-۴۸

مکارمی، م. سبک آرا، ج.، میرزاجانی، ع.، ۱۳۹۰. بررسی شکوفایی جلبک *Nodularia* (AAB) درحوضه جنوب غربی دریای خزر (محدوده آب‌های گیلان) سال‌های ۱۳۸۴ – ۸۵. مجله علوم زیستی واحد لاهیجان. ۱ . صفحات ۹۴-۷۹

Akcaalan, R., Mazur-Marzec, H., Zalewska, A., Albay, M., 2009. Phenotypic and toxicological characterization of toxic *Nodularia spumigena* from a freshwater lake in Turkey. Harmful Algae. 8: 273-278

APHA. 2005. Standard method for the examination of water and wastes water. American publication Health, Assocdatron Washington, USA,1313 p.

Capone,D.G.,and Carpenter,E.J.1999.Nitrogen fixation by marine cyanobacteria: historical and global perspectives.In:Charpy L, Larkum AWD(eds) Marine cyanobacteria Bull Institue Oceanography,Monaco, p 235–256

DeMott, W. R., Zhang, Q-X., Carmichael, W. W. 1991. Effects of toxic cyanobacteria and purified toxins on the survival and feeding of a copepod and three species of *Daphnia.* Limnology and Oceanography. 36 (7): 1346-1357.

Edler, L., Ferno, S., Lind, M. G., Lundberg, R., Nilsson, P. O. 1985. Mortality of dogs associated with a bloom of the cyanobacterium *Nodularia spumigena* in the Baltic Sea. Ophelia. 24: 103–109

Finni, T., Kononen, K., Olsonen, R., Wallstrom, K. 2001. The history of cyanobacterial blooms in the Baltic Sea. Ambio. 30 (4):172–178

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

Francis, G., 1878. Poisonous Australian lake. Nature (London). 18: 11–12

Ganjian, a., Wan Maznah, W. O., Yahya, Kh., Najafpour, Sh., Najafpour, Gh., Fazli, H., Roohi, A. (2010) Principal Component Analysis and Multivariate Index for Aasessment of Eitrophication in the southern part of Caspian Sea. World Applied Sciences Journal. 283-290, 9(3)

Kabir, A. H, Mandal, A. 2012. *Nodularia spumigena* and Its Attribute to Bloom Formation in the Baltic Sea. Environmental Research, Engineering and Management. 1(59), 509.

Kankaanpaa, H., Vuorinen, P. J., Sipia, V., Keinanen, M. 2002. Acute effects and bioaccumulation of nodularin in sea trout (*Salmo trutta* m. *Trutta* L.) exposed orally to *Nodularia spumigena* under laboratory conditions. Aquatic Toxicology. 61: 155-168.

Karjalainen, M., Engstrom-Ost, J., Korpinen, S., Peltonen, H., Paakkonen, S., Suikkanen, S., Viitasalo, M. 2007. Ecosystem consequences of cyanobacteria in the Northern Baltic Sea.Ambio 36(2-3): 195-202

Kideys, A. E., Shiganova, T. 2001. Methodology for the Mnemiopsis monitoring in the Caspian Sea. A report prepared for the Caspian Environment Programme, Baku,Azerbaijan

Kiselev, J. A. 1956. Methods of plankton studies. Life of fresh waters of USSR 4, 1, a. 1983-265

Lampert, W. 1987. Laboratory studies on zooplankton cyanobacteria interactions. New Zealand journal of marine and freshwater research. 21 : 483-490

Larsson, U., Elmgren, R., Wulff, F. 1985. Eutrophication and the Baltic Sea: Causes and consequences. AMBIO. 14(1): 9-14

Lehtimaki, J., Sivonen, K., Luukkainen, R., Niemela, S. I. 1994. The efect of incubation time, light, salinity, and phosphorus on growth and hepatotoxin production by *Nodularia* strains. Archiv Hydrobiologie. 130: 269–282

Lucas, I.S., Patrizia, A., Birgitta, B., Klaus von, B., John, R.G., Paul, K. H., Kaarina, S., Anthony, E.W. 2003. BASIC:BalticSea cyanobacteria An investigation of the structure and dynamics of water blooms of cyanobacteria in the Baltic Sea-responsees toa changing environment.Continental Shelf Research.23:1695-1714.

Mazur-Marzec, H., Plinski, M., 2003, *Nodularia spumigena* blooms and the occurrence of hepatotoxin in the Gulf of Gdańsk, Oceanologia, 45 (2), 305–316

Mazur-Marzec, H. Krezel, A., Kobos, G. Plinski, M. 2006. Toxic *Nodularia spumigena* blooms in the coastal waters of the Gulf of Gdańsk: a ten-year survey. Oceanologia, 48 (2): 255 – 273

Nehring, S., 1993, Mortality of dogs associated with a mass development of *Nodularia spumigena* (Cyanophyceae) in a brackish lake at the German North Sea coast. Plankton Research., 15 (7): 867–872

Newell, G. E. and Newell, R. C. 1977. Marine plankton: a practical guide. London, Hutchinson, Educational Ltd. 244 p.

Oliver, R., and Ganf, G. 2000. Freshwater blooms. in: Whitton, B., and Potts, M. (eds), The ecology of cyanobacteria : their diversity in time and space, The Netherlands:Kluwer Academic Publishers: 149-194.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

Perez, M. C., Bonilla, S., Leon, L., Samarda, J. and Komarek, J. 1999. A bloom of *Nodularia baltica-spumigena* group (Cyanobacteria) in a shallow coastal lagoon of Uruguay, South America. Algological Studies. 93: 91-101.

Petipa, T. S. 1957**.** On average weight of the main zooplankton forms in the Black Sea. Proceedings of Sevastopol Biological Station.9: 39-57 (in Russian).

Plinski, M., Jozwiak, T., 1999, Temperature and N: P ratio as factors causing blooms Of blue-green algae in the Gulf of Gdansk, Oceanologia, 41 (1), 73–80

Porter, K. G. and Orcutt, J. D. 1980. Nutritional adequacy, manageability and toxicity as factors that determine the food quality of green and bluegreen algae for *Daphnia* . – In: Kerfoot, W. C ed.), Ecology and evolution in zooplankton communities, pp. 268-281. University press of New England, Hanover

Postel, L., Fock, H. and Hagen, W. 2000. Biomass and abundance. In: Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H.R. and Huntley, M. (Eds.), Zooplankton Methodology Manual. Academic Press, San Diego, pp. 83-192

Reinkainen, M., Ketolo, M., Walls, M. 1994. Effects of the concentrations of toxic *Microcystis aeruginosa* and an alternative food on the survival of *Daphnia pulex*. Limnology and Oceanography. 39 (2): 424-432.

Savchuk, O.P. 2005. Resolving for 1991-1999. Marine system. 56: 1-15.

Sivonen, K., Kononen, K., Carmichael, W. W., Dahlem, A. M., Rinehart, K. LKiviranta , J., Niemela, S. I., 1989. Occurrence of the hepatotoxic cyanobacterium *Nodularia spumigena* in the Baltic Sea and structure of the toxin. Applied Environmental Microbiology. 55(8): 1990–1995.

Sivonen, K. and Jones, G. 1999. Cyanobacterial toxins. In Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to public health, Significance, monitoring and management, I. Chorus, and J. Bertram, eds.(London: The World Health Organization E. and F. N. Spon). pp. 41-111.

Shannon, C. E. and Weaver, W. 1963. The Mathematical Theory of Communication. Urbana :University of Illinois Press.

Smayda, T. J. 1990. Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea: Evidence for a global epidemic.In: Graneli E,Sundstrom B,Edler L, Anderson DM,editors.Toxic Marine Phytoplankton.Elsevier Science;.pp.29-40.

Sorina, A. 1978. Phytoplankton manual Unesco, Paris. 340p.

Stal, L.J., Albertano, P., Bergman, B., Von Brockel, K., Gallon, J.R., Hayes, P.K., Sivonen, K. Walsby, A.E. 2003. BASIC: Baltic Sea cyanobacteria. An investigation of the structure and dynamics of water blooms of cyanobacteria in the Baltic Sea-responsees to a changing environment.Continental Shelf Research. 23: 1695-1714.

Vollenwider, A.R. 1974. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environmental. Blackwell scientific puplication Oxford London, UK. 423 p

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)