بررسی تأثیر دما و ازت بر روند تراکم و پراکنش سیانوباکتری‌های بخش جنوبی دریای مازندران در محدوده تنکابن تا امیرآباد

مهدیه مهدوی [1*]، طاهره مکتبی [2]، مهدی روستایی [3]، فاطمه خاکسار [4] و مژگان امتیازجو [5]

۱- گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی علوم وتحقیقات تهران

۲ و ۵- گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۳– دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

۴– پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۸

چکیده

در این تحقیق تغییرات فراوانی و بیوماس سیانوباکتری‌ها در چهار فصل سال ۱۳۸۸ در محدوده تنکابن تا امیر آباد (در حوزه جنوبی دریای خزر بررسی گردید. طی این تحقیق از اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری ایستگاه‌های تنکابن، نوشهر، بابلسر و امیرآباد نمونه برداری انجام گرفت. از سطح آب تا عمق ۳۰ متری لایه نوری و اعماق ۵۰ متر و پایین‌تر لایه کم نور در نظر گرفته شد. نمونه‌ها با فرمالین ۲ درصد فیکس و جهت بررسی‌های کمی و کیفی به آزمایشگاه انتقال یافت. در این بررسی تراکم سالانه سیانوباکترها برابر با ۱۲۲۸۲/۵۶ میلیون عدد در متر مکعب و بیومس سالانه آن برابر ۱۵۱۷/۷۳۶ میلی‌گرم در متر مکعب ارزیابی شد. بیشترین تراکم و بیومس مربوط به لایه نوری بوده و بیشترین میزان تراکم و بیومس در فصل تابستان به دست آمد. براساس آنالیز واریانس یک طرفه دما، نیترات، نیتریت و آمونیوم نیز بین فصل تابستان و سایر فصول در بین ایستگاه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) . براساس آنالیز آماری تراکم و بیومس سیانوباکترها با پارامترهای دما، یون آمونیوم، همبستگی معنی‌دار و مستقیم و با یون نیترات همبستگی معنی‌دار و معکوس داشت.

واژگان کلیدی: سیانوباکتری، نیترات، نیتریت، آمونیوم، دریای مازندران

* نگارنده پاسخگو: mahdavi_m20@yahoo.com

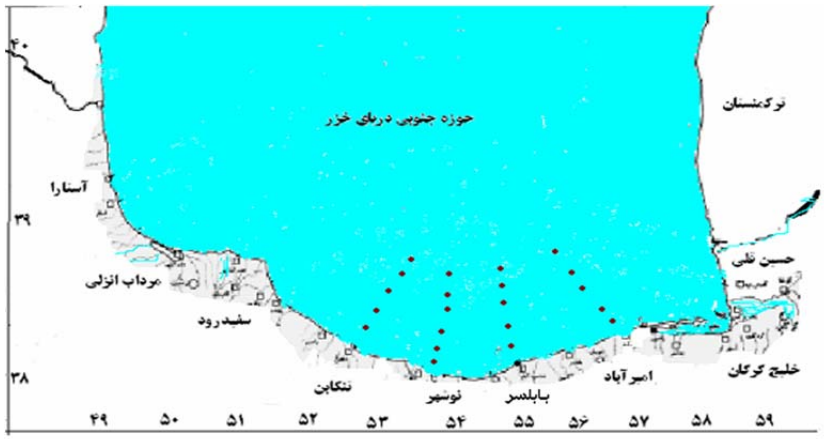
مقدمه

دریای مازندران بر اساس نشانه‌های فیزیکی و جغرافیایی به سه منطقه شمالی، میانی و جنوبی تقسیم می‌گردد. خزر جنوبی که در طول جغرافیایی ۳۸ تا ۴۰ درجه و عرض جغرافیایی ۴۹ تا ۵۴ درجه می‌باشد، با مساحت ۱۴۸۶۴۰ کیلومتر مربع دارای ۶۵/۶ درصد حجم کل آب این دریاست (نجات خواه و همکاران، ۱۳۸۸). مطالعه‌های انجام شده درطی سال‌های ۱۹۷۴-۱۹۶۲ تعداد گونه‌های فیتوپلانکتون شناسایی شده در دریای خزر ۴۴۹ گونه بود که شامل ۱۶۳ دیاتومه، ۱۳۹ گونه کلروفیت، ۱۰۲ گونه سیانوفیت، ۳۹ دیاتومه ۵ گونه اوگلنوفیت و یک گونه کریزیوفیت بود. تعداد گونه‌های فیتوپلانکتونی از شمال به جنوب کاهش می‌یابد (خزر شمالی ۴۱۴ گونه، میانی ۲۲۵ گونه، خزر جنوبی ۷۱ گونه) به این معنی که از شمال به جنوب تعداد گونه‌های آب شیرین کاهش یافته و ناپدید می‌شوند (Bagheri *et al.*, 2011).

سیانوباکترها از جمله گروه‌های زیستی مهم اکوسیستم‌های دریایی و اقیانوسی به حساب می‌آیند زیرا درصد بالایی از تولیدات اولیه اقیانوسی (حدود ۴۰٪) را شامل می‌شوند (Hader *et al.*, 2008). همچنین از جمله تولید کنند گان اکسیژن از طریق فتوسنتز به شمار می‌آیند. آن‌ها همچنین مسئول تثبیت حدوداً نیمی از نیتروژن موجود در سراسر محیط‌های آبی هستند این عمل در اثر واکنش نیتروژن موجود در آب با آنزیم Nitrogenase رخ می‌دهد و آمونیوم تولید می‌شود. برخی سیانوباکترهای دارای سلول‌های تخصصی به نام هتروسیست هستند که می‌توانند ازت اتمسفری را تثبیت کرده و مورد استفاده قرار دهند (Wolfgang *et al.*, 2010). تولید اولیه نیازمند مواد مغذی است. از میان عناصر شیمیایی که در آب دریاها موجود می‌باشد، برخی از آنها مانند نیترات و فسفات به منظور سنتز مواد آلی در موجودات فیتوپلانکتونی اهمیت خاصی دارد. اغلب املاح و مواد مغذی از خشکی و رودخانه‌ها به دریا منتقل شده و در فرآیند فتوسنتز به ساختار فیتوپلانکتون وارد می‌شوند (نجات خواه و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین در مناطق معتدله تغییر فصل موجب بروز تغییرات فیزیکی و شیمیایی در آب می‌گردد و در نتیجه در بعضی از فصل‌ها رشد زیاد سیانوباکترها در آب ایجاد شکوفایی می‌کنند. دوره نوری از عوامل مؤثر بر روی رشد فیتوپلانکتون است که برای هر گونه جلبکی متفاوت است (صباحی اصل، ۱۳۸۹). با توجه به اهمیت بالای فیتوپلانکتون، به عنوان تولید کنندگان اولیه تحقیقات گوناگونی صورت گرفته از جمله، فراوانی و ترکیب گونه‌ای فیتوپلانکتونی در آب‌های ساحلی بخش جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۶ مورد بررسی قرار گرفت (Bagheri *et al.*, 2011) در سال ۱۳۸۸ مطالعه‌ای بر روند پراکنش جغرافیایی سیانوباکتری‌های در بخش جنوبی دریای خزر انجام شد (مهدوی، ۱۳۹۰) همچنین، تأثیر عوامل محیطی شاخص بر تنوع و پراکنش گونه‌های غالب فیتوپلانکتونی در لایه‌های سطحی حوزه جنوبی دریای خزر (استان مازندران) توسط کیا در سال ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. تراکم و پراکنش سیانوباکترها در تابستان و پاییز در سواحل (در بخش جنوبی دریای مازندران (از سطح تا عمق ۱۰۰ متری) مورد شناسایی و بررسی قرار گرفت (امتیازجو و همکاران، ۱۳۹۱) و در زمینه چگونگی نوسانات زمانی و مکانی گروه‌های مختلف فیتوپلانکتونی از جمله تغییرات ساختاری، جمعیتی و زی توده در شرایط مختلف محیطی به‌طور اختصاصی برای اغلب اکوسیستم‌های آبی ایران صورت گرفته است. (Roohi *et al.*2010; Nasrollahzadeh *et al.*2008, Nasrollahzadeh *et al.*,2011، فضلی و همکاران، ۱۳۸۹، فارابی و همکاران، ۱۳۹۰). هدف این تحقیق بررسی تأثیر تغییرات دما و ازت (نیترات، نیتریت، آمونیوم) موجود در آب بر روند تراکم و پراکنش سیانوباکتری ها طی ۴ فصل سال از منطقه تنکابن تا امیرآباد در حوزه جنوبی دریای خزر می‌باشد.

مواد و روش کار

برای بررسی سیانوباکتری‌های منطقه تنکابن تا امیرآباد در حاشیه جنوبی دریای خزر، پس از بررسی منطقه تعداد ۴ ترانسکت در نظر گرفته شد. این ایستگاه‌ها بخش مرکزی حوزه جنوبی دریای خزر را در بر می‌گیرد. از هر ترانسکت در اعماق ۰، ۱۰،۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری و از لایه‌های سطح، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری نمونه برداری در چهار فصل سال ۱۳۸۸ انجام شد (شکل ۱). توده زنده براساس شکل هندسی و با اندازه گیری ابعاد هر گونه و با ضرب تعداد کل در حجم‌های به دست آمده، اندازه‌گیری شد.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری سیانو باکتری‌ها دریای خزر (تنکابن - امیر آباد) در سال ۱۳۸۸

نمونه‌های فیتوپلانکتونی به وسیله نمونه بردار ۲ لیتری روتنر جمع‌آوری شد. برای بررسی کمی از روش سانتریفوژ استفاده شد، ابتدا ۵۰۰ میلی‌لیتر از آب نمونه برداری شده با فرمالین تا حجم نهایی ۴ درصد تثبیت شد و در ظرف‌های شیشه‌ای به آزمایشگاه منتقل گردید. در این روش، نمونه‌ها به مدت ۱۰ روز در تاریکی نگهداری گردید تا کاملاً رسوب نماید. سپس نمونه‌ها سیفون و سانتریفوژ شدند تا حجم نمونه به ۲۰ الی ۲۵ میلی لیتر رسید. نمونه‌ها در دو مرحله کیفی و یک مرحله کمی با حجم ۰/۱ میلی‌لیتر به‌وسیله میکروسکوپ نوری Nikon با بزرگنمایی 100X، 200X، 400X شناسایی و شمارش شدند، تعیین توده زنده بر اساس شکل و ابعاد هندسی صورت پذیرفت (APHA, 2005). شناسایی گونه‌ای فیتوپلانکتون‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی انجام گرفت (Eaton *et el*., 2005;Kasimov.,2004,Wetzel *et al*.,2000 ;Carmelo.,1997 ;Proshkina.,1986).

روش نمونه برداری از پارامترهای محیطی

روش بررسی نمونه‌ها و کلیه فرایند آنالیز پارامترهای اندازگیری شده منطبق بر روش‌های استاندارد آمریکا و استاندارد روسی صورت گرفت (APHA, 2005). دمای آب در محل نمونه برداری و با استفاده از دماسنج برگردان مستقر بر روی روتنر (دقت ۰/۱ سانتی‌گراد) اندازه‌گیری شد. دمای هوا نیز با استفاده از دماسنج جیوه‌ای با دقت ۰/۱ درجه سانتی گراد ثبت گردید. مرز لایه نوری و لایه غیر نوری با تعیین میزان شفافیت آب به دست آمد. شفافیت آب نیز به‌وسیله Secchi Disk و میانگین دو عدد قابل رویت (هنگام بالا و پایین آمدن صفحه سیاه و سفید) اندازه‌گیری شد. حداقل شفافیت ۹ متر محاسبه شد و

۲/۵ تا ۳ برابر شفافیت، لایه نوری در نظر گرفته شد. بر اساس این محاسبات تا عمق ۳۰ متری لایه نوری و اعماق ۵۰ و ۱۰۰ متری لایه کم نور می‌باشد.

برای اندازه‌گیری ازت و آمونیاک نمونه‌های آب در ظروف پلاستیکی به آزمایشگاه انتقال داده شد و غلظت آن‌ها به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر Cecill سنجش گردید (Sapozhnikov, 1988)، آمونیم بر حسب میکروگرم بر لیتر و با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد. نیتریت به روش برن اشنایدر و رابینسون اندازه‌گیری شد. نیترات به روش ستون کاهشی کادمیوم اندازه گیری شد. برای سنجش آمونیم از روش فنات استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

پس از انجام آزمایش‌ها، داده‌ها در لیست‌های مربوطه ثبت گردید. سپس داده‌های حاصله در برنامه اکسل (Excel) وارد و محاسبه‌ها انجام و نمودارها ترسیم شد. از روش پارامتریک برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های نرمال شده استفاده شد. از روی داده‌ها آزمون‌های همبستگی پیرسون (Pearson Correlation)، آنالیز واریانس (ANOVA) و تست تی (T-Test) برای مقایسه تفاوت‌های موجود در پارامترهای زیست محیطی و بیولوژیک در میان لایه‌های آب، بین مناطق نوری و کم نور استفاده شد. همه آزمون‌ها در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ انجام شد. همچنین از نرم‌افزار SPSS 11 و تست تکمیلی Tukey نیز استفاده شد.

نتایج

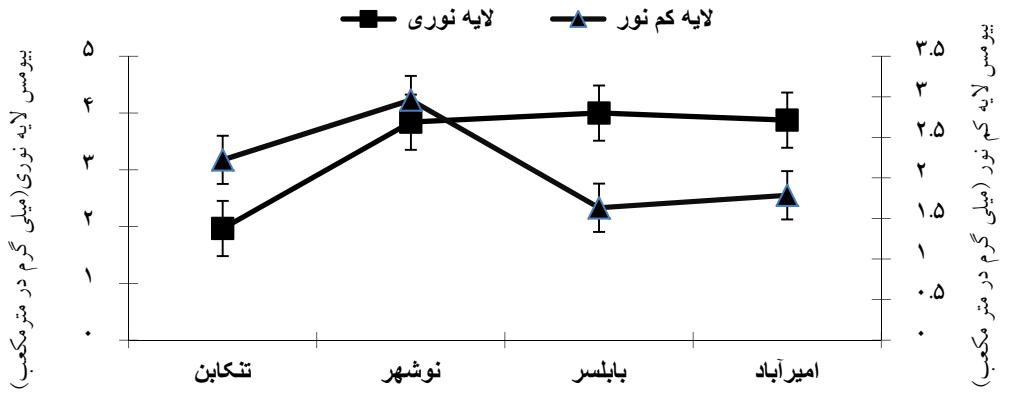
در تحقیق حاضر سیانوباکترهای شناسایی شده شامل *Oscillatoria* sp., *Lingbya* sp. *Spirulina* sp., *Merismopedia* sp., *Nodularia* sp., *Anabaena* sp., *Aphanizomenon* sp., *Microcystis* sp., *Gloeotrichia Raciborskii*, *Chloronostoc abbreviatum* بود. تغییرات توده زنده (بیومس) و تراکم سیانوباکتری‌ها در طی سال در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- نتایج میانگین و انحراف معیار تراکم (میلیون عدد در متر مکعب) و بیومس (میلی گرم در متر مکعب) سیانوباکتری‌ها در منطقه نوری و کم نور در طی فصول مختلف در بخش جنوبی دریای خزر در طول سال (تنکابن – امیرآباد) سال ۱۳۸۸

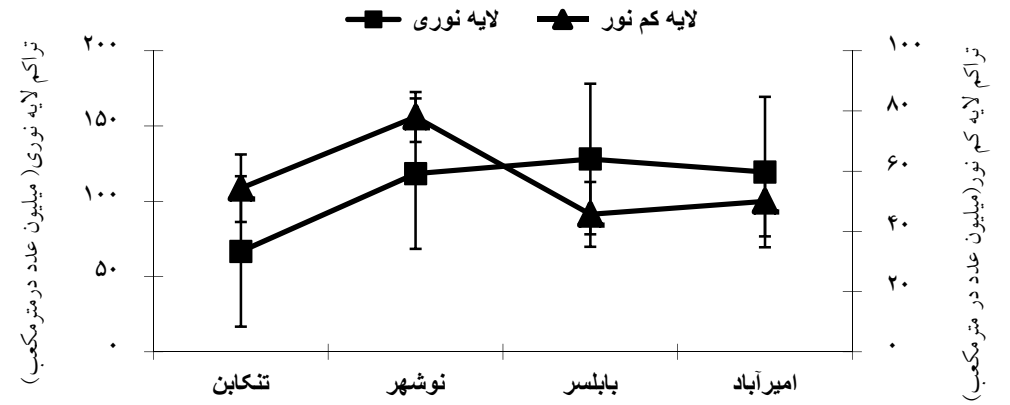
		بهار میانگین انحراف معیار	تابستان میانگین انحراف معیار	پاییز میانگین انحراف معیار	زمستان میانگین انحراف معیار
بیومس	Photic	۱۵۱/۹۸۸۳ ۳/۴۱۷	۱۵۳ /۲۲۷۵ ۴۳۵/۲۱۱	۶۸/۱۵۳۹۵ ۲۰	۶۷/۹۷۵۸۱ ۲/۶۰۹۹۵
	DisPhotic	۲/۹۸۵۹۲۹ ۲/۵۵۷۵۶۷	۲/۹۸۹۱۳۳ ۷/۶۶۸۶۰۹	۲/۲۲۵۲۴ ۶/۶۶۷۵۹۱	۱/۲۵۱۶۹۸ ۴/۹۴۱۵۱۷
تراکم	Photic	۲۴/۷ ۱۰/۷	۷۰۶ ۲۳/۶	۲۳/۶ ۲۸	۱۱/۶ ۵/۵
	DisPhotic	۰/۵ ۶/۸	۰/۵ ۱۳/۹	۰/۵ ۱۱/۷	۰/۴ ۴/۷

بیشترین بیومس و تراکم در فصل بهار، تابستان و پاییز مربوط به لایه نوری بود در حالی که در فصل زمستان میزان بیومس لایه کم نور با ۴/۹۴۱۵۱۷ میلی گرم در متر مکعب بیشتر از لایه نوری به دست آمد. تراکم در هر چهار فصل در لایه نوری نسبت به لایه کم نور بیشتر بود (جدول ۱).

بررسی بیومس و تراکم سیانوباکتری‌ها در دو لایه نوری و کم نور فصل بهار نشان داد، بیشترین بیومس و تراکم، در هر دو لایه مربوط به ایستگاه نوشهر و حداقل بیومس و تراکم نیز در لایه نوری و کم نور مربوط به ایستگاه تنکابن می‌باشد (شکل ۱ و ۲).

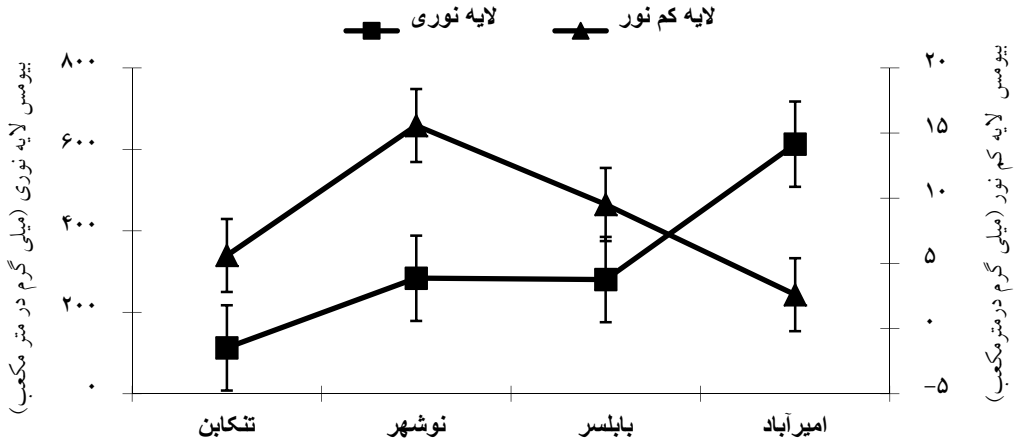


شکل ۱- نمودار میانگین بیومس سیانوباکتری‌های لایه نوری و کم نور فصل بهار بر اساس ایستگاه در بخش جنوبی دریای خزر (تنکابن – امیرآباد) سال ۱۳۸۸ (آنتنک‌ها نشانه انحراف معیار است)

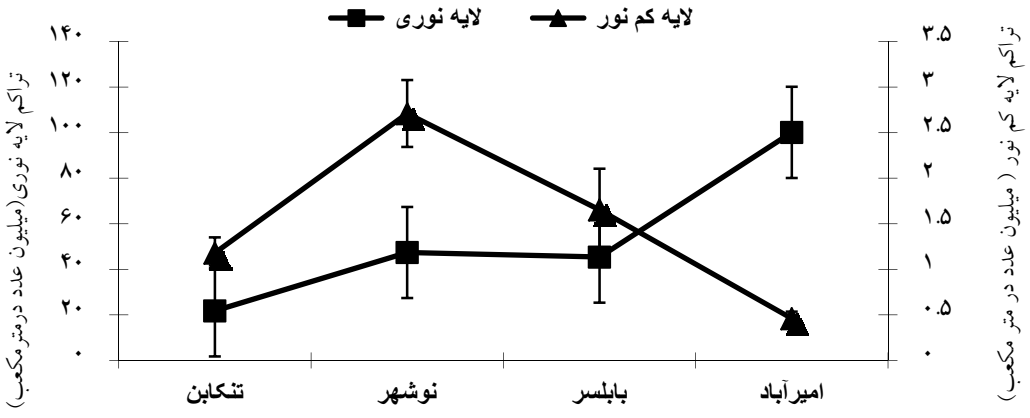


شکل ۲- نمودار میانگین تراکم سیانوباکتری‌های لایه نوری و کم نور فصل بهار بر اساس ایستگاه در بخش جنوبی دریای خزر (تنکابن – امیرآباد) سال ۱۳۸۸ (آنتنک ها نشانه انحراف معیار است)

بررسی بیومس و تراکم سیانوباکتری‌ها در دو لایه نوری و کم نور فصل تابستان نشان داد بیشترین بیومس و تراکم، در لایه نوری مربوط به ایستگاه امیرآباد و کمترین بیومس در لایه نوری مربوط به ایستگاه تنکابن و بیشترین بیومس و تراکم در لایه کم نور مربوط به ایستگاه نوشهر و کمترین بیومس و تراکم در لایه کم نور مربوط به ایستگاه امیرآباد می‌باشد (شکل ۳ و ۴).

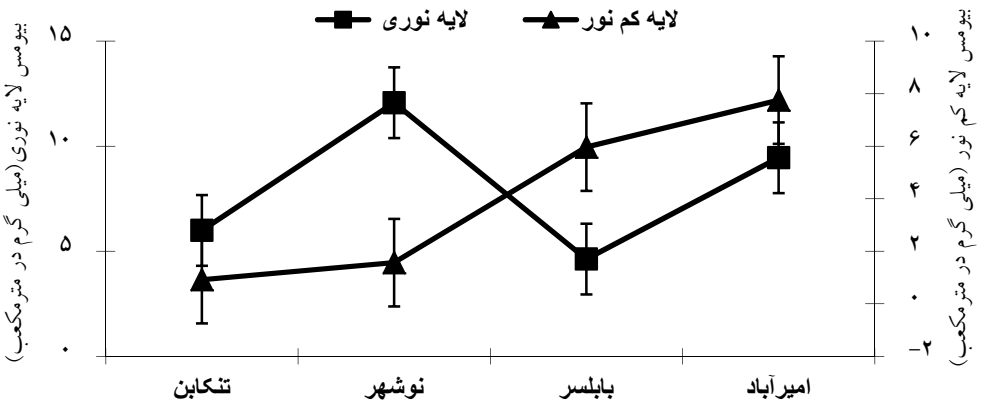


شکل ۳- نمودار میانگین بیومس سیانوباکتری‌های لایه نوری و کم نور فصل تابستان بر اساس ایستگاه در بخش جنوبی دریای خزر (تنکابن – امیرآباد) سال ۱۳۸۸ (آنتنک ها نشانه انحراف معیار است)

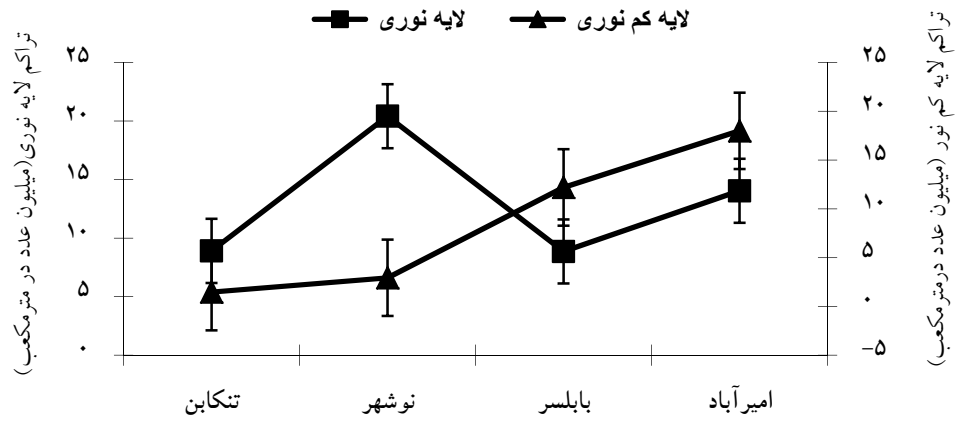


شکل ۴- نمودار میانگین تراکم سیانوباکتری‌های لایه نوری و کم نور فصل تابستان بر اساس ایستگاه در بخش جنوبی دریای خزر (تنکابن– امیرآباد) سال ۱۳۸۸ (آنتنک‌ها نشانه انحراف معیار است)

بیشترین توده زنده در لایه نوری در ایستگاه نوشهر و کمترین آن در لایه نوری ایستگاه بابلسر ثبت شد. بیشترین تراکم در لایه نوری در ایستگاه نوشهر و کمترین تراکم در ایستگاه تنکابن و همچنین کمترین تراکم در لایه کم نور مربوط در ایستگاه تنکابن و بیشترین تراکم در این لایه در منطقه امیرآباد به دست آمد (شکل ۵ و ۶).

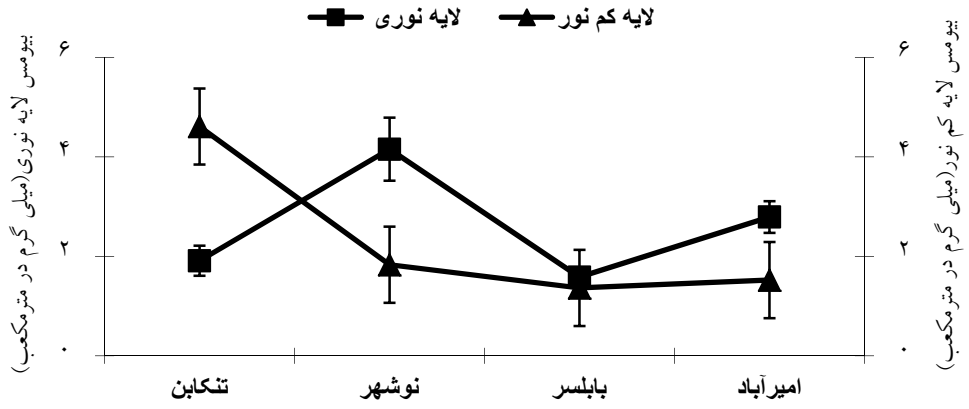


شکل ۵- نمودار میانگین بیومس سیانوباکتری‌های لایه نوری و کم نور فصل پاییز بر اساس ایستگاه در بخش جنوبی دریای خزر (تنکابن – امیرآباد) سال ۱۳۸۸ (آنتنک‌ها نشانه انحراف معیار است)

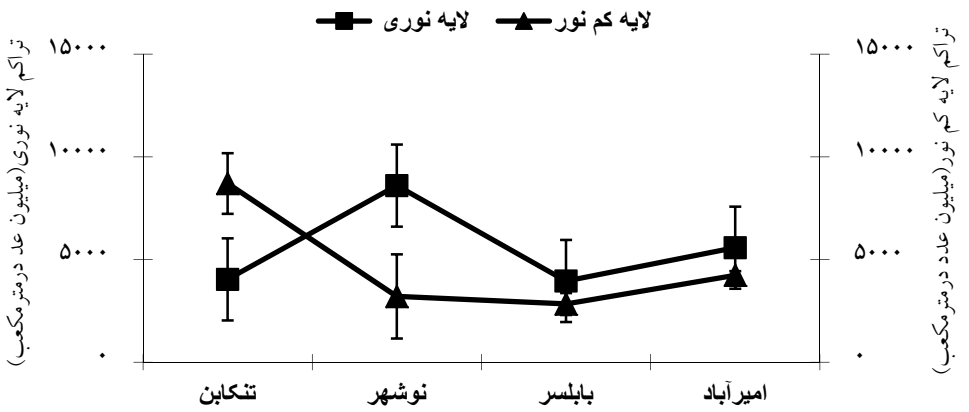


شکل ۶- نمودار میانگین تراکم سیانوباکتری‌های لایه نوری و کم نور فصل پاییز بر اساس ایستگاه در بخش جنوبی دریای خزر (تنکابن – امیرآباد) سال ۱۳۸۸ (آنتنک‌ها نشانه انحراف معیار است)

بیشترین توده زنده و تراکم سیانوباکتری‌ها در فصل زمستان در لایه نوری ایستگاه نوشهر و کمترین توده زنده و تراکم نیز در لایه نوری منطقه تنکابن به دست آمد (شکل ۷ و ۸).



شکل ۷- نمودار میانگین بیومس سیانوباکتری‌های لایه نوری و کم نور فصل زمستان بر اساس ایستگاه در بخش جنوبی دریای خزر (تنکابن – امیرآباد) سال ۱۳۸۸) (آنتنک‌ها نشانه انحراف معیار است)



شکل ۸- نمودار میانگین تراکم سیانوباکتری‌های لایه نوری و کم نور فصل زمستان بر اساس ایستگاه در بخش جنوبی دریای خزر (تنکابن – امیرآباد) سال ۱۳۸۸) (آنتنک ها نشانه انحراف معیار است)

جدول ۲- نتایج میانگین و انحراف معیار دما، آمنیوم، نیتریت و نیترات آب در فصول مختلف سال در لایه نوری و کم نور در بخش جنوبی دریای خزر محدوده تنکابن – امیرآباد سال ۱۳۸۸.

پارامترها	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
Water Tempc°	۱۹/۰۵	۶/۶۲	۲۶/۱۵	۸/۸	۱۸/۱۵	۵/۱	۱۰/۰۱	۱/۲۱
Photic	۹/۲۲	۲/۳۹	۱۱/۵۳	۵/۳۶	۱۴/۵۷	۵/۳۶	۹/۸۸	۳/۱۱
DisPhotic								
NH4+	۳۳/۸۱	۱۸/۸۳	۴۹/۵۹	۲۲/۸۱	۶۹/۱۱	۲۳/۴۰	۲۶/۶۳	۳/۲۱
Photic	۲۱/۲۰	۹/۹۱	۳۹/۶۸	۱۴/۷۸	۴۲/۵۴	۱۴/۷۷	۲۹/۱۵	۸/۳۲
DisPhotic								
NO2-	۰/۹۴	۰/۲۱	۰/۷۸	۰/۴۷	۱/۱۶	۰/۵۰	۱/۱۹	۰/۴۲
Photic	۰/۵۹	۰/۳۱	۰/۶۱	۰/۴۰	۱/۰۰	۰/۴۴	۱/۲۴	۰/۴۲
DisPhotic								
NO3-	۲۲/۴۹	۸/۱	۱۳/۷۹	۱۱/۵۷	۲۹/۳۱	۹/۵۷	۲۹/۳۱	۹/۵۷
Photic	۲۳/۴۸	۸/۸۳	۱۲/۸۳	۱۱/۸۴	۳۳/۹۹	۸/۲۳	۲۷/۱۲	۸/۲۳
DisPhotic								

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه سیانوباکتری‌ها در هر چهار فصل بررسی شده، مشاهده شدند و نتایج نشان داد که در شرایط آب و هوایی مختلف قادر به رشد می‌باشند. نتایج حاصل از تحقیق Cayelan و همکاران در سال ۲۰۱۲ نیز نشان داد تغییرات آب و هوایی و تغییر شرایط مختلف در اکوسیسم‌های آبی رشد سیانوباکتری‌ها را تحت تأثیر قرارداده و باعث افزایش، کاهش و یا غالبیت آن‌ها می‌شود. همچنین نتایج حاصل از تحقیق زرینی و همکاران بر سیانوباکتری‌های حوضه آبریز دریاچه ارومیه که در سال ۱۳۹۰ انجام شد موید این موضوع می‌باشد که سیانوباکتری‌ها توانایی رشد در محیط‌هایی با شرایط مختلف را دارند.

در این بررسی حداکثر بیومس و تراکم در فصول بهار، تابستان و پاییز مربوط به لایه نوری بوده و فقط در فصل زمستان میزان بیومس لایه کم نور بیشتر از لایه نوری بود. تراکم در هر چهار فصل در لایه نوری نسبت به لایه کم نور حداکثر بوده است (جدول ۱) طبق نتایج آماری حاصل از بررسی سیانوباکتری‌ها تراکم و بیومس (زی توده) در لایه نوری و کم نور هر چهار فصل اختلاف معنی‌داری بوده است ($p<۰/۰۵$).

براساس آنالیز واریانس یک طرفه بین تراکم و بیومس سیانوباکتری‌ها در فصول مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. در این بررسی حداکثر تراکم و بیومس در لایه نوری فصل تابستان به ثبت رسید، که در این فصل دمای لایه نوری نیز بیشترین بوده است. براساس آنالیز آماری تراکم و بیومس سیانوباکتری ها در دو لایه نوری و کم نور با یون آمونیوم و دمای مربوط به این لایه‌ها دارای همبستگی مستقیم و معنی‌دار می‌باشد ($p<۰/۰۵$). دمای بالای آب در فصل تابستان نسبت به سایر فصول می‌تواند یکی از عوامل رشد و تراکم بیشتر سیانوباکتری‌ها در این فصل باشد (مهدوی،۱۳۹۰). نتایج حاصل از مطالعات Cayelan و همکاران نیز موید این موضوع بود که با افزایش دمای آب و رسیدن به دمای بهینه، رشد و سرعت تکثیر طیف وسیعی از گونه‌های فیتوپلانکتونی افزایش می‌یابد. بیشترین دمای مؤثر بر گونه‌های مختلف سیانوباکتری بیشتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (مهدوی،۱۳۹۰; Cayelan *et al*., 2012) همچنین نتایج حاصل از مطالعات نجات خواه معنوی و همکاران در سال ۱۳۸۸ در حوزه جنوب شرقی دریای مازندران در فصل بهار و تابستان با در منطقه تنکابن با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. کاهش نیترات و نیتریت در تابستان و بهار می‌تواند نشان دهنده افزایش

فتوسنتز و مصرف مواد مغذی در این فصل باشد که این نتایج با یافته‌های خسروپناه در سال ۱۳۸۷ در سواحل جنوب غربی دریای خزر مطابقت دارد.

حداقل تراکم لایه نوری و کم نور مربوط به فصل زمستان می‌باشد و حداقل بیومس در لایه نوری مربوط به زمستان و در لایه کم نور مربوط به فصل بهار می‌باشد (جدول ۱). در هر دو لایه حداقل دما و یون آمونیوم مربوط به فصل زمستان، حداکثر دما مربوط به هر دو لایه فصل تابستان و حداکثر یون آمونیوم در لایه نوری مربوط به پاییز و لایه کم نور مربوز به بهار بود. بیشترین نیتریت در لایه نوری و کم نور مربوط به زمستان و حداقل آن در لایه نوری مربوط به تابستان و کم نور مربوط به بهار بود. بیشترین نیترات در لایه نوری و کم نور مربوط به پاییز و حداقل آن در لایه نوری و کم نور مربوط به تابستان می‌باشد (جدول ۲). این نتایج نشان می‌دهد تغییرات دما و یون آمونیم در لایه نوری و کم نور در فصول مختلف با رشد، تراکم و پراکنش سیانوباکتری‌ها رابطه مستقیم و نیتریت رابطه معکوس دارد. بین تراکم و پراکنش گونه‌های غالب سیانوباکتری‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی اداری مشاهده نشد ($p>0/05$). زیرا *Oscillatoria* sp. در همه فصول گونه غالب می‌باشد. مطالعه کیا در سال ۱۳۹۰ در بخش جنوبی دریای مازندران نیز نشان داد *Oscillatoria* sp. از گونه‌های غالب سیانوباکتری‌های بخش جنوبی خزر می‌باشد.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان اظهار داشت میانگین تراکم و بیومس سیانوباکتری‌ها در هر چهار ایستگاه در لایه نوری بیشتر از لایه غیر نوری بوده است، و اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P<0/05$).

از لحاظ ایستگاه‌های مورد مطالعه نیز، در فصل بهار بیشترین دما، آمونیم و نیتریت مربوط به بابلسر و بیشترین میزان نیترات در این فصل به ترتیب مربوط به امیرآباد و تنکابن بود. با توجه به نتایج مربوط به سیانوباکتری‌ها، حداکثر تراکم و بیومس سیانوباکتری‌ها در این فصل مربوط به ایستگاه بابلسر می‌باشد. بنابرین احتمالاً با مد نظر قرار دادن حرکت جریان‌های آبی و وجود چرخه آنتی سیکلون آبی در منطقه مرکزی دریای خزر (پورغلام و همکاران، ۱۳۷۴)، می‌تواند دلیل حداکثر تراکم و بیومس سیانوباکتری‌ها در ایستگاه بابلسر باشد (مهدوی،۱۳۹۰). نتایج حاصل از بررسی اکولوژیک سیانوباکترهای دریای خزر در سال ۱۳۷۸ توسط خسروی و همچنین از مطالعات مائی سیو و فیلاتوا طی سال‌های ۱۹۷۶-۱۹۶۲ چنین نتیجه‌گیری شد که در نواحی مرکزی دریا در فصول بهار و پاییز در مرحله تشدید جریان عمودی آب رشد فیتوپلانکتون‌ها بیشتر است.

منابع

امتیازجو، م.، مهدوی، م.، نصراله زاده ساروی، ح. و مخلوق، آ. ۱۳۹۱، بررسی تراکم و پراکنش سیانوباکترها در تابستان و پاییز در سواحل جنوبی دریای مازندران. مجله زیست شناسی دریا، ۳(۱۲): ۲۸-۱۹.

پورغلام، ر.، روشن طبری، م.، سلیمانی رودی، ع.، مخلوق، آ.، کیهان ثانی، ع.، ر. و نراله زاده، ح. ۱۳۷۴. پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوزه جنوبی دریای خزر ساری. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران.

خسروپناه، ن. ۱۳۸۷. تأثیر عوامل محیطی در شکوفایی فیتوپلانکتونی در حوزه جنوب غربی دریای خزر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

خسروی، م. ۱۳۷۸. بررسی اکولوژیک سیانوباکترهای دریای خزر با تأکید بر گونه‌های جنس *Oscillatoria*. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

زرینی، غ.، رسولی، ا.، اباذری، م. و قاسمی، ی. ۱۳۹۰. بررسی فعالیت ضد میکروبی سیانوباکتری‌های جدا شده از حوضه آبریز دریاچه ارومیه. مجله دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، ۱۱(۴): ۳۳۳-۳۲۹.

صباحی اصل، م.، نجات خواه معنوی، پ.، رمضانپور، ز. و حیدری، ن. ۱۳۸۹. بررسی اثر تناوب‌های متفاوت نوری بر رشد سیانوباکتر *Cylindrospermopsis raciborskii*. مجله علوم و فنون دریایی، ۹(۴): ۶۴- ۵۹.

فارابی، م. و.، فضلی، ح.، واردی، س.، واحدی، ف.، روشن طبری،

م.، هاشمیان، ع.، لآقائی، م. و رستمیان، م.ت .۱۳۹۰. طرح پروژه هیدرولوژی، هیدروبیولوژی و آلودگی‌های زیست محیطی حوزه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری.

فضلی، ح.، فارابی، م. و.، دریانبرد، غ. ر.، گنجیان، ع.، واحدی، ف.، واردی، ا.، هاشمیان، ع.، روشن طبری، م. و روحی، ا .۱۳۸۹. پروژه تجزیه و تحلیل داده‌های هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ساری.

کیا، ف. ۱۳۹۰. تأثیر عوامل محیطی شاخص بر تنوع و پراکنش گونه‌های غالب فیتوپلانکتونی در لایه‌های سطحی حوزه جنوبی دریای خزر (استان مازندران). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

مائی سیو، پ. ا. و فیلاتوا، ز. ۱۹۸۵. جانوران و تولیدات زیستی دریای خزر. ترجمه: ابوالقاسم شریعتی، موسسه تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ایران.

مهدوی، م. ۱۳۹۰. بررسی پراکنش جغرافیایی سیانوباکتری‌های بخش جنوبی دریای خزر (تنکابن – امیرآباد). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

نجات خواه معنوی، پ.، پاسندی، ع.، سقلی، م.، بهشتی نیا، ن. و میرشکار، د. ۱۳۸۸. بررسی میزان نیترات و فسفات در حوضه جنوب شرقی دریای مازندران در فصل بهار و تابستان. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، ۳: ۱۹-۱۱.

APHA (American Public Health Association). 2005. Standard method for examination of water and wastewater. 21th edition. American public health association publisher, Washington. USA.

Bagheri, S., Mansor, M., Makaremi, M., Sabkara, J., Mirzajani A, R., Khodaparast, H, S., Negarestan, H., Ghandi, A. & Khalilpour, A. 2011. Fluctuations of phytoplankton community in the coastal waters of Caspian Sea in 2006. *Ekoloji Journals*, 21: 32-43.

Carmelo, R. T. 1997. Identifying marine phytoplankton. Publication Harcourt Brace Company Academic Press. San Diego.

Cayelan, C, C. 2012. Eco-physiological adaptations that favour freshwater cyanobacteria in a changing climate. *Water Resesrch*, 46: 1394 -1407.

Eaton, A. D., Clesceri, L. S., Rice, E. W. & Greenberg, A. E. 2005. Standard methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington, DC.

Hader, D. P. & Sinha, R. P. 2008. UV-protectants in cyanobacteria. *Plant Science*, 174:278–289.

Kasimov, A. 2004. Ecology of the Caspian Sea plankton. Exxon Azerbaijan Operating Company, Publisher Adiloglu printing House. Baku, Azerbaijan.

Nasrollahzadeh, H. S., Din, Z. B., Foong, S. Y. & Makhlough, A. 2008. Spatial and temporal distribution of macronutrients and phytoplankton before and after the invasion of the Ctenophore, *Mnemiopsis leidyi*, in the Southern Caspian Sea. *Journal of Chemical Ecology*, 24(4): 233–246.

Nasrollahzadeh, H. S., Makhlough, A., Pourgholam, R., Zubir, B. D. & Swee Yeok, F. 2011. Multivariate analysis of water quality parameters and phytoplankton composition in the southern of Caspian Sea. *International Aquatic Research*, 3: 205-216.

Proshkina – Lavrenko, A. I., Makarova, I. V. & kaspiiakogo Moria, V. 1968. Plankton (Algae of plankton of the Caspian Sea). Nauka Publication. Leningrad.

Roohi, A., Kideys, A. E., Sajjadi, A., Hashemian, A., Pourgholam, R., Fazli, H., Ganjian Khanari, A. & Eker-Develi, E. 2010. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis Leidyi*. *Biological Invasions*, 12:2343-2361.

Sapozhnikov, V. N., Agativa, A. E., Arjanova, N. V., Nalitova, E. A., Mardosova, N. V., Zobarowij, V. L. & Bandarikov, E. A. 1988. Methods of hydrochemical analysis of the major nutrients. VNIRO publisher, Moscow, Russia.

Wetzel, R. G. & Likens, G. E. 2000. Limnological Analyses. Springer-Verlag. New York.

Wolfgang, R. H. D., Ionescu. B., Oren, A. & Muro-Pastor, A. M. 2010. Heterocyst specific transcription of NsiR, a Non-Coding RNA encoded in a tandem array of direct repeats in Cyanobacteria. *Journal of Molecular Biology*, 398: 177–188.