



گزارش جلبک‌های سبز آبی از ساحل جنوبی دریای خزر (شهرستان نور)

سروناز بی‌غم سوسستانی^۱، بهروز زارعی دارکی^{۲*}، رحمان پاتیمار^۳، عیسی جرجانی^۱

^۱گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده فنی مهندسی و علوم پایه، دانشگاه گنبدکاووس

^۲گروه زیست‌شناسی دریا دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

^۳گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

نوع مقاله:

چکیده

پژوهشی

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۴/۱۲/۰۶

اصلاح: ۹۵/۰۵/۱۰

پذیرش: ۹۵/۰۵/۲۱

کلمات کلیدی:

پلانکتون

جلبک‌های سبز آبی

دریای خزر

هیدروبیولوژی

جلبک‌های سبز- آبی جزو اولین فتوسنتزکننده‌هایی هستند که اساس زندگی و بهره‌وری در اکوسیستم‌های آبی را تشکیل می‌دهند. از این‌رو مطالعه‌ی توزیع، شناسایی، تنوع جلبک‌های سبز آبی به شکل پایدار و دائمی در دریای خزر حائز اهمیت است. بر این اساس چهار ترانسکت و ۱۲ ایستگاه به‌صورت عمود بر ساحل در راستای رودخانه‌های سبزه رود، لایوچ، نور و دانشکده علوم دریایی در سال ۱۳۹۳ تعیین گردید. نمونه‌برداری در اواسط هر فصل به‌وسیله تور پلانکتون و نمونه‌بردار روتنر انجام شد. شناسایی و فراوانی جلبک‌های سبز آبی به کمک متدهای استاندارد مرسوم در فیکولوژی و هیدروبیولوژی انجام شد. بیشترین تعداد جلبک‌های سبز آبی در ایستگاه A1 در امتداد رودخانه‌های سبزه رود با تعداد 1.06×10^6 سلول در لیتر در فصل تابستان مشاهده شد. گونه‌های تک‌سلولی شناسایی‌شده به جنس‌های *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Chroococcus*, *Gloeocapsa*, *Merismopedia*, *Microcystis* و پرسلولی به *Nostoc*, *Oscillatoria*, *Phormidium* تعلق داشتند. در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه گونه *Anabaenopsis nadsonii* مشاهده شد. نتایج نشان داد در تمام فصول، فراوانی جلبک‌های سبز آبی در ایستگاه‌ها یکسان نبود و مقایسه فراوانی جلبک‌های سبز آبی مشابه بین تمام ایستگاه‌های هر ترانسکت اختلاف معنی‌داری را نشان داد (آزمون K اسکوتر، $P < 0.05$).

مقدمه

جلبک‌های سبز- آبی (Cyanophyta) موجودات پروکاریوت (سیانوپروکاریوت ها، سیانوباکترها) فتوسنتز کننده و ابتدایی‌ترین موجودات کره زمین می‌باشند که قدمت آن‌ها به ۲٫۷ میلیارد سال می‌رسد و تولیدکنندگان عمده و اصلی مواد آلی و اولین موجودات منتشرکننده اکسیژن به اتمسفر می‌باشند. این گروه از موجودات زنده موفق به تحمل تغییرات زیاد شوری و دما هستند و نیز توانایی زنده ماندن در شدت نور کم را دارند و وجود آنها در محیط به عنوان یک مزیت رقابتی بسیار بزرگ قلمداد می‌شود (Funari and Testai, ۲۰۰۸, Chorus and Bartram, ۱۹۹۹). جلبک‌های سبز- آبی به طور قابل توجهی از لحاظ مورفولوژیک

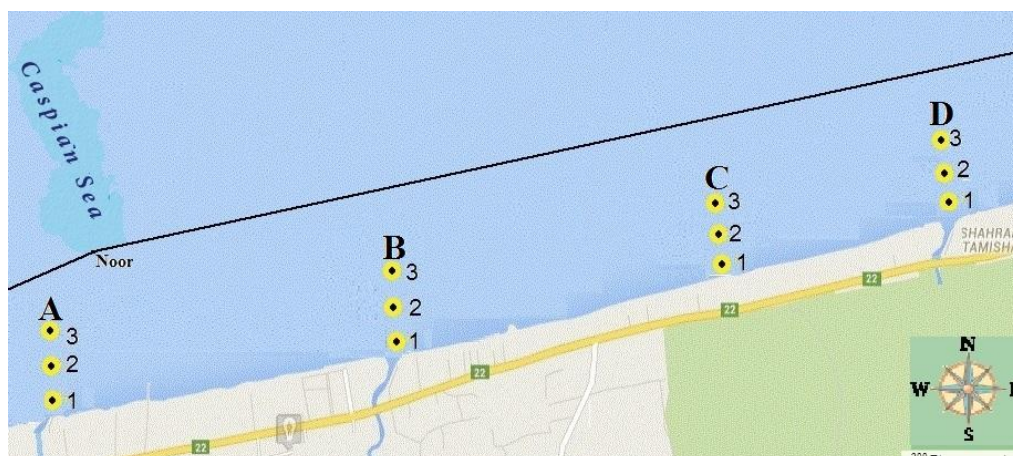
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: zareidarki@modares.ac.ir

متنوع هستند (Whitton and Potts, 2000). ویژگی اصلی جلبک‌های سبز آبی توزیع جغرافیایی گسترده می‌باشد که نشان‌دهنده تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی این گروه است (Soares, 2009). برخی از جلبک‌های سبز آبی از عوامل ایجاد بلوم جلبکی هستند که در برخی مواقع با تولید متابولیت‌های ثانویه خود می‌تواند برای انسان و موجودات آبی ایجاد خطر کنند. تغییرات جهانی آب و هوا نیز موجب افزایش جلبک‌های سبز-آبی خطرناک و افزایش نرخ رشد آن‌ها شده است (Bláha *et al.*, 2009; Paerl *et al.*, 2009). نیروهای محرک و مکانیسم‌های فصلی، به دلیل خواص فیزیکی، شیمیایی و محیط زیستی به احتمال زیاد به نحوی موجب رشد ویژه و افتراقی در میان جلبک‌ها به خصوص جلبک‌های سبز-آبی می‌شوند (Reynold, 1984). به نظر می‌رسد آب و هوای گرم، آرام و آفتابی با دمای بالای آب به نفع رشد جلبک‌های سبز-آبی می‌باشد. چرخه زندگی استراحت و بلوغ جلبک‌های سبز-آبی به دلیل تشکیل بلوم، در مناطق مختلف مورد بررسی‌های متعددی قرار گرفته است (Hense and Beckmann, 2006). جلبک‌های سبز-آبی در ماه ژوئن و ژوئیه به دلیل افزایش درجه حرارت آب و هوا افزایش می‌یابند (Sze, 1986). جمعیت جلبک‌های سبز-آبی با افزایش نور افزایش می‌یابد (Stewart, 2003). جلبک‌های سبز-آبی بخش قابل توجهی از فلور جلبکی ارائه شده از کشور ایران را به خود اختصاص می‌دهند (Zarei Darki, 2011). جلبک‌های سبز-آبی از نظر فراوانی به عنوان یک گروه مهم در جنوب دریای خزر محسوب می‌شوند. که این زی توده و فراوانی آنها به سرعت با افت دما در پاییز و زمستان کاهش می‌یابد. طی مطالعه‌ای که صورت گرفته مشخص شده است در اوایل سال ۱۹۸۰ تالاب‌های ایران و مناطق ساحلی به طور پیوسته در اثر افزایش کودهای آلوده و آفت‌کش‌های مورد استفاده در کشاورزی و نیز افزایش بار مواد مغذی موجود در جریان رودخانه که ناشی از جنگل زدایی بوده است، نوسانات عمده‌ای در تولید اولیه جلبک‌های سبز آبی داشته‌اند (CEP, 2001; Salmanov, 1987). شناسایی جلبک‌های سبز-آبی برخی از چشمه‌های آب گرم استان هرمزگان رابطه‌ی مستقیم بین دما و تنوع گونه‌های نشان داده است به نحوی که در چشمه‌های آب گرم با دمای بالا تنوع کمتر و چشمه‌های آب گرم با دمای پایین تنوع بیشتر جلبک‌های سبز آبی را نشان داده‌اند (Arman *et al.*, 2015) طی مطالعه فلوریستیکی جلبک‌های سبز-آبی سه چشمه آب گرم در استان هرمزگان ۶۶ گونه شناسایی شد که در چشمه آب گرم فاریاب ۵۶ گونه جلبکی متعلق به ۲۲ جنس و ۱۰ خانواده، در چشمه آب گرم فتویه ۲۹ گونه متعلق به ۱۱ جنس و ۶ خانواده، در چشمه آب گرم Todlooye ۱۲ گونه متعلق به ۶ جنس و ۲ خانواده شناسایی شد (Arman *et al.*, 2014). مطالعات دقیق صورت گرفته روی شناسایی و تنوع گونه‌ای جلبک‌های سبز-آبی دریای مازندران به سال‌های خیلی دور برمی‌گردد (Proshkina-Lavrenko, 1968; Kosarev and Yablonskaya, 1994). مطالعات نشان داده است که تنوع گونه‌های جلبک‌های سبز-آبی از شمال به جنوب دریای خزر کاهش می‌یابد و پس از دیاتوم‌ها، جلبک‌های سبز-آبی بیشترین گروه فیتوپلانکتونی با ۲۰۳ گونه را به خود اختصاص داده‌اند (Kosarev, 2005). بسیاری از عوامل آلاینده‌ی جنوب دریای خزر موجب اثرات سریع بر روی این جلبک‌ها شده است. درحالی‌که برخی عوامل در مدت‌زمان طولانی‌تر تغییراتی را در تنوع، پویایی و فراوانی گونه‌های مختلف باعث می‌گردند. طی مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۶-۲۰۰۷ در فصل‌های مختلف در سواحل دریای خزر انجام شده، بیشترین تنوع و فراوانی در تابستان گزارش شده است (Tahami, 2013). Shah و همکاران (۲۰۰۸)، تغییرات فصلی ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون‌ها و توان تولید آنها را در ارتباط با عوامل محیطی حاکم بر آب‌های سواحل جنوب غربی بنگلادش مورد بررسی قرار دادند که طی این مطالعه در مجموع ۳۱ گونه فیتوپلانکتون شناسایی شدند. عوامل متعدد اکولوژیکی می‌توانند به صورت روزانه، هفتگی، ماهانه و فصلی بر ساختار فلور جلبکی اکوسیستم‌های آبی تاثیر بگذارند. این عوامل گاهی باعث حذف بعضی از گونه‌ها و افزایش برخی از گونه‌های جدید به فلور جلبکی یک اکوسیستم آبی می‌شوند. لذا جهت بررسی حضور و عدم حضور گونه‌ها و فراوانی جلبک‌های سبز-آبی در سواحل شهر نور اقدام به انجام مطالعه فوق شده است.

مواد و روش‌ها

جهت دستیابی به اهداف این پروژه چهار ترانسکت با دوازده نقطه در سواحل شهرستان نور تعیین گردید (جدول ۱) که در امتداد رودخانه‌های سبزه رود (A)؛ رود نور (B)؛ لایوچ رود (D) و یک ترانسکت در راستای دانشکده علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس (C) مشخص گردید (شکل ۱).

جهت دستیابی به اهداف تحقیق، ۱۴۶ نمونه‌ی جلبکی در اواسط هر فصل در سال ۱۳۹۳ برداشت شد. جهت نمونه‌برداری جلبک‌های سبز-آبی از وسایل مختلف نمونه‌برداری از جمله: تور پلانکتون، نمونه‌بردار روتنر، ظروف با حجم مختلف، GPS و قایق استفاده شد. جهت شناسایی نمونه‌ها ابتدا اقدام به شناسایی نمونه‌های تازه گردید. سپس از لام شمارش گاریایو جهت شمارش فراوانی گونه‌ها استفاده شد. شناسایی پلانکتون‌ها به کمک کلیدهای شناسایی و مونوگراف‌های معتبر صورت گرفت (Komarek and Anagenostidis, 1998; Komarek and Anagenostidis, 2005; Komarek and Haur, 2010; Vinogradova, 2012; Dogadina, 1986b; Muzafarov, 1965; Massjuk, 1973). نتایج با استفاده از SPSS ۲۰ آزمون مربع K اسکوئر و شاخص تنوع شانن از طریق PRIMER7 مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت.



شکل ۱. ایستگاه‌های منطقه نمونه‌برداری در ساحل شهرستان نور

جدول ۱. مختصات نقاط منطقه‌ی نمونه‌برداری

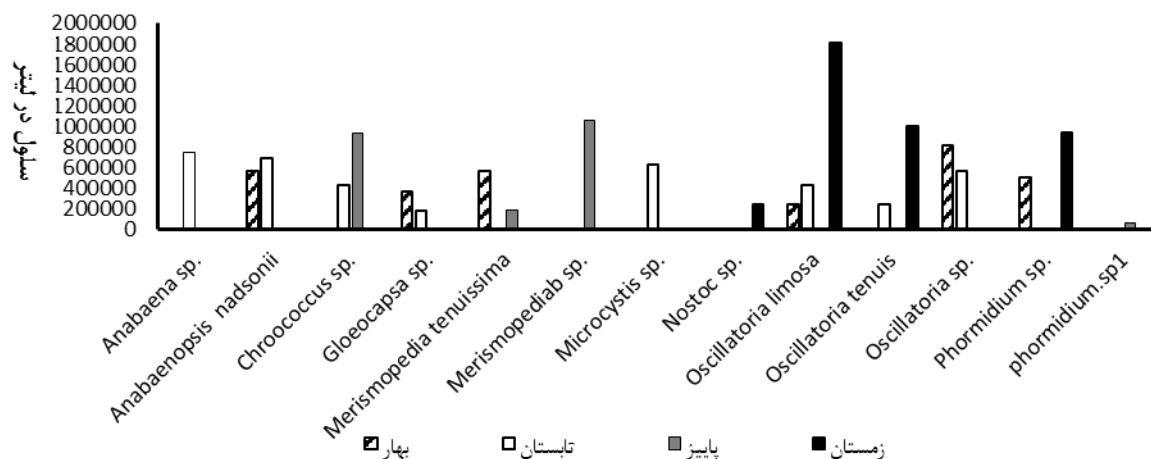
عرض شمالی	طول شرقی	عمق	ایستگاه	ترانسکت
۳۶/۳۴۵۵	۵۲/۵۹۲۴	A ^۱	۱	۱ راستای سبزه رود
۳۶/۳۴۴۰	۵۲/۵۹۸۲	A ^۲	۲	
۳۶/۳۵۹۹	۵۲/۵۹۳۸	A ^۳	۳	
۳۶/۳۵۱۸	۵۲/۰۱۰۷	B ^۱	۱	۲ راستای رود نور
۳۶/۳۵۸۲	۵۲/۰۱۹۸	B ^۲	۲	
۳۶/۳۵۳۷	۵۲/۰۱۰۲	B ^۳	۳	
۳۶/۳۵۲۲	۵۲/۰۲۰۵	C ^۱	۱	۳ راستای دانشکده علوم دریایی تربیت مدرس
۳۶/۳۵۶۲	۵۲/۰۲۱۱	C ^۲	۲	
۳۶/۳۵۹۰	۵۲/۰۲۱۲	C ^۳	۳	
۳۶/۳۵۷۴	۵۲/۰۵۸۹	D ^۱	۱	۴ راستای لایوچ رود
۳۶/۳۵۹۵	۵۲/۰۵۷۲	D ^۲	۲	
۳۶/۳۶۲۱	۵۲/۰۵۰۸	D ^۳	۳	

نتایج

در مطالعه حاضر، نمونه‌های جلبک‌های سبز-آبی در چهار فصل از چهار ترانسکت و در دوازده نقطه مورد بررسی قرار گرفتند. شناسایی و شمارش گونه‌ها به صورت مجزا انجام و محاسبه شد. کمترین تنوع و فراوانی گونه‌ای در فصل زمستان و بیشترین تنوع و فراوانی گونه‌ای در فصل تابستان مشاهده شد (جدول ۲). نتایج نشان داد افزایش دما موجب افزایش تنوع و فراوانی می‌شود (شکل ۲). طبق آزمون مربع K اسکوتر مقایسه فراوانی جلبک‌های سبز-آبی در طی فصول مختلف هر ایستگاه یکسان نمی‌باشد (آزمون K اسکوتر، $P < 0.05$).

جدول ۲. مقایسه‌ی فراوانی گونه‌های جلبک‌های سبز آبی (تعداد سلول در حجم یک لیتر) در فصول مختلف نمونه‌برداری

Species	Spring	Summer	Fall	Winter
<i>chrysoosporum bergii</i>	-	$7/5 \times 10^5$	-	-
<i>Anabaenopsis nadsonii</i>	$5/625 \times 10^5$	$6/875 \times 10^5$	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	-	$4/375 \times 10^5$	$9/375 \times 10^5$	-
<i>Chroococcus turgida</i>	$3/75 \times 10^5$	$1/875 \times 10^5$	-	-
<i>Merismopedia tenuissima</i>	$5/625 \times 10^5$	-	$1/875 \times 10^5$	-
<i>Merismopedia</i> sp.	-	-	$10/625 \times 10^5$	-
<i>Microcystis</i> sp.	-	$6/25 \times 10^5$	-	-
<i>Nostoc</i> sp.	-	-	-	$2/5 \times 10^5$
<i>Oscillatoria limosa</i>	$2/5 \times 10^5$	$4/375 \times 10^5$	-	$18/125 \times 10^5$
<i>Oscillatoria tenuis</i>	-	$2/5 \times 10^5$	-	10×10^5
<i>Oscillatoria</i> sp.	$8/125 \times 10^5$	$5/625 \times 10^5$	-	-
<i>Phormidium amoenum</i>	5×10^5	-	-	$9/375 \times 10^5$
<i>Phormidium</i> sp.	-	-	$6/25 \times 10^5$	-

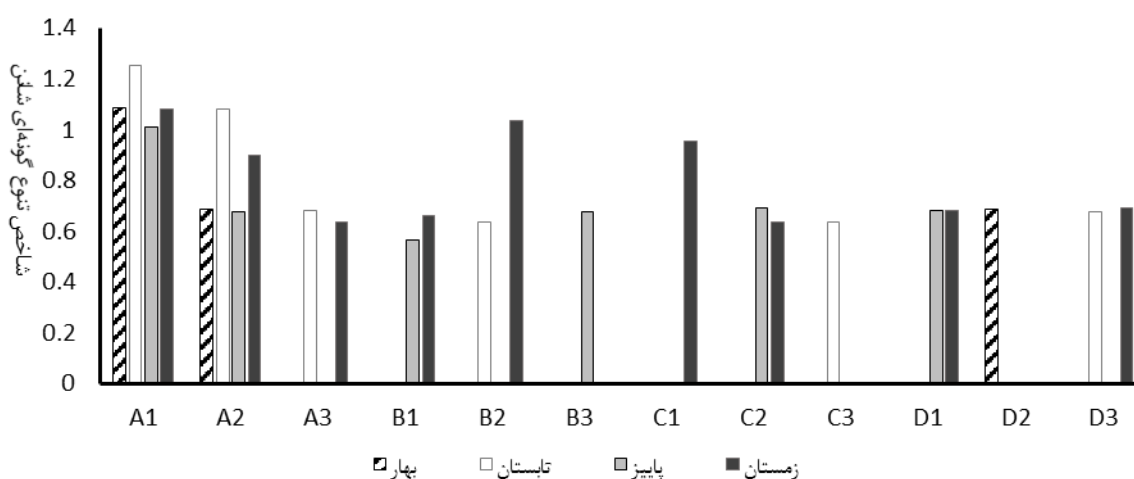


شکل ۲. فراوانی گونه‌های جلبک‌های سبز آبی در فصول مختلف

براساس شاخص تنوع شانن بیشترین تنوع گونه‌ای در تابستان ۱/۲۵۳ و کمترین تنوع گونه‌ای در پاییز ۰/۵۶۲ ارزیابی گردید (جدول ۳). هرچند تجزیه واریانس این اطلاعات نشان داد که بین شاخص شانن در فصول مختلف اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P < 0.05$, $F = 0.521$).

جدول ۳. مقایسه مقدار شاخص تنوع شانن در ایستگاه‌های مورد مطالعه

Time	Transect 1			Transect 2			Transect 3			Transect 4		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
Spring	۱/۰۸۵	۰/۶۸۷	۰/۶۸۷	.
Summer	۱/۲۵۳	۱/۰۸۷	۰/۶۸۳	.	۰/۶۳۶	.	.	.	۰/۶۳۶	.	.	۰/۶۷۳
Fall	۱/۰۱۱	۰/۶۳۷	.	۰/۵۶۲	.	۰/۶۷۳	.	۰/۶۹۳	.	۰/۶۸۳	.	.
Winter	۱/۰۷۹	۰/۹۰۰	۰/۶۳۶	۰/۶۶۱	۱/۰۳۶	.	۰/۹۵۶	۰/۶۳۶	.	۰/۶۸۳	.	۰/۶۹۳



شکل ۳. مقایسه مقادیر شاخص تنوع شانن در فصول و ایستگاه‌های مختلف

در ایستگاه A1، A2، A3 بیشترین تنوع گونه‌ای در تابستان و کمترین تنوع گونه‌ای در پاییز مشاهده شد و در ایستگاه B1 کمترین و بیشترین تنوع گونه‌ای به ترتیب متعلق به تابستان و زمستان بود. در ایستگاه B2 کمترین و بیشترین تنوع گونه‌ای به فصل پاییز و زمستان تعلق داشت و در ایستگاه B3 و C1 تنوع گونه‌ای به ترتیب فقط در فصل پاییز و زمستان مشاهده شد (شکل ۳). در ایستگاه C2 کمترین و بیشترین تنوع گونه‌ای به ترتیب به فصل تابستان و پاییز تعلق داشت. در ایستگاه D1 تنوع گونه‌ای در دو فصل پاییز و تابستان برابر شد در حالی که در ایستگاه‌های D2 و D3 تنها تنوع گونه‌ای به ترتیب در بهار و زمستان مشاهده شد.

بحث

ترکیب و فراوانی Cyanophyta در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشانگر ورود مواد مغذی و مواد آلی به همراه سموم و آلودگی‌ها در فصل زمستان به این بخش دریای خزر است که باعث بی‌ثباتی محیط‌زیست آن می‌باشد. در آب جنوب دریای خزر عوامل فیزیکی‌وشیمیایی در فصل‌های مختلف به دلیل گردش آب و ورودی رودخانه‌ها موجب تغییر فراوانی سلولی زیست‌توده و تعداد گونه‌ها در فصول مختلف می‌شود (Kasimov and Bagirov, 1983). در این مطالعه اوج فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصل تابستان رخ داد، که با افزایش دما در فصل تابستان بیشترین فراوانی جلبک‌های سبز-آبی مشاهده شد. گونه‌هایی مانند

Gloeocapsa turgida و *Chrysochlorum bergii*, *Nadsonii Anabaenopsis* تولید اولیه در مناطق معتدل مانند جنوب دریای خزر به‌شدت با تغییر فصل و شدت نورتابشی به سطح آب (زمستان) کاهش می‌یابد (Salmanov, 1987; Kasimov and Bagirov, 1983). قابل ذکر است که گونه‌های تک سلولی نظیر *Merismopediab* sp., *Chroococcus* sp. و *Merismopedia tenuissima* در فصل پاییز از وفور بیشتری نسبت به فصول بهار و تابستان برخوردار بودند. بین پرسلولی‌ها نیز گونه‌های *Phormidium amoenum* و *Oscillatoria tenuis*, *Oscillatoria limosa*, *Nostoc* sp. در فصل زمستان نسبت به بهار و تابستان وفور بیشتری داشتند. تغییر مواد مغذی و درجه حرارت محیط‌زیست به‌طور مداوم در تغییرات و توزیع زیست‌توده دخالت دارند. فشار چرا، جزر و مد، حرکات آب و فصل بر میزان جذب نوری پدیده فتوسنتز و تقسیم سلولی گونه‌های موجود در طبیعت فیتوپلانکتون‌ها اثر می‌گذارد (Vandeveldel *et al.*, 1987; Legendre *et al.*, 1988). تراکم بالای جمعیت جلبک‌های سبز-آبی در فصل تابستان می‌تواند به علت افزایش درجه حرارت و مواد مغذی (نیترات، آمونیوم و فسفات) باشد که به دلیل افزایش استفاده از کود توسط کشاورزان و زهکشی آب آنها به رودخانه‌ها و دریا اتفاق می‌افتد (Khosravi, 1999). مطالعات قبلی نشان داده است که نه تنها مواد مغذی بلکه عوامل دیگری مانند درجه حرارت در کنترل رشد جلبک‌های سبز-آبی مهم هستند (Khosravi Rineh, 2011). افزایش نور موجب افزایش فراوانی جلبک‌های سبز آبی می‌شود (Stewart, 2003). در فصل تابستان با افزایش دمای هوا، فراوانی سلولی و زیست توده جلبک‌های سبز-آبی افزایش یافته و در مجموع تولید اولیه در مناطق معتدل مانند جنوب دریای خزر در فصول مختلف با تغییرات تابش نور در سطح آب و درجه اختلاط لایه‌های آب بسیار متفاوت است (Salmanov, 1987; Kasimov and Bagirov, 1983). لذا طی مطالعه فوق در فصل تابستان در ایستگاه A1 بیشتر تراکم سلولی از گونه‌ی *Anabaena* sp. مشاهده شد. Hajdu (2007) نشان داد که ۴۰-۵۰ درصد زیست توده جلبک‌های سبز-آبی در لایه‌ی euphotic قرار دارند و نتایج آزمون ANOVA تفاوت معنی داری را بین فصل و تراکم جلبک‌های سبز-آبی نشان داد. تراکم بالای جمعیت جلبک‌های سبز-آبی در فصل تابستان می‌تواند به علت افزایش درجه حرارت و مواد مغذی (نیترات، آمونیوم و فسفات) در پی افزایش استفاده از کود توسط کشاورزان و نفوذ از طریق رودخانه‌ها به دریا باشد (Khosravi, 1999). اما در ایستگاه ورودی رودخانه‌ی سبزه رود تراکم یا تنوع گونه‌ای نسبت به دیگر ایستگاه‌های دور از ساحل بیشتر بود. تحلیل آماری تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) در تراکم و زیست توده بین فصول و لایه‌های (euphotic و aphotic) نشان داده است (Mahdavi, *et al.*, 2014). تجزیه و تحلیل آماری، همبستگی قوی و مثبتی در تراکم جمعیت و زیست توده با پارامترهایی مانند دما، آمونیوم و فسفات نشان می‌دهد که مطابق با مطالعات قبلی است و نه تنها مواد مغذی بلکه عوامل دیگری مانند دما در کنترل رشد جلبک‌های سبز-آبی موثر می‌باشد (Khosravi Rineh, 2011). به این ترتیب طی مطالعه انجام شده ۱۳ آرایه‌ی درون گونه‌ای در سواحل جنوبی دریای خزر در ساحل شهرستان نور معرفی شد که بیشترین تنوع گونه‌ای با ۸ آرایه درون گونه‌ای در فصل پاییز گزارش می‌شود. در تحقیق فوق بیشترین تنوع گونه‌ای تمام فصول اغلب در ایستگاه‌های ساحلی مشاهده شد. لذا با توجه به حضور جلبک‌های سبز-آبی در این ایستگاه‌ها، به نظر می‌رسد ورود نوترینت‌ها مخصوصاً فسفات از رودخانه‌ها باعث حضور آنها در این بخش شده است.

منابع

- Arman, M., Riyahi, H., Sonboli, A. 2015. Identification of blue-green algae and assessment of their ecological relationship in Chah-Ahmad hot spring of Hormozgan Province. *Journal of Aquatic Ecology*. 4(4): 79-71.
- Arman, M., Riahi, H., Yousefzadi, M., Sonboli, A. 2014. Floristic study on Cyanophyta of three hot springs of Hormozgan Province, Iran. *Iranian Journal of Botany*. 20(2): 240-247.
- Bláha, L., Pavel, B., Blahoskav, M. 2009. Toxins produced in cyanobacterial water blooms; toxicity and risks. *Interdisciplinary Toxicology*. (2): 36-41.

- CEP. 2001. Caspian Environmental Program, Mnemiopsis workshop (Baku, 24-26 April 2001) final report. CEP Wb site: <http://www.Caspianenvironment.Org/biodiversity/meeting>.
- Chorus, I., Bartram, J. 1999. Toxic Cyanobacteria in Water: a guide for their public health consequences, monitoring and management. E&FN Spon: London, UK. pp. 41-112.
- Dogadina, T.V. 1986b. Yellow-green algae of USSR: flora, taxonomy, evolution, phylogeny. PhD. thesis. Kiev. 45 pp. (in Russian)
- Funari, E., Testai, E. 2008. Human health risk assessment related to cyanotoxins exposure. Critical Reviews in Toxicology. 38: 97-125.
- Hajdu, S., Hoglander, H., Larsson, U. 2007. Phytoplankton vertical distributions and composition in the Baltic Sea cyanobacterial blooms. Harmful Algae. 6: 189-205.
- Hense, I., Beckmann, A. 2006. Towards a model of Cyanobacteria life cycle effects of growing and resting stages on bloom formation of N₂-fixing species. Ecological Modelling. 195(3-4): 205-218.
- Kasimov, A.G., Bagirov, R.M. 1983. Biology of the Modem Caspian Sea. Baku. 184 p.
- Khosravi Rineh, M. 2011. The study of environmental factors effects on wastewater phytoplankton in Arak. Journal of Plant Science Research. 5(4): 1-9.
- Khosravi, M. 1999. Ecological study of Cyanobacteria (with emphasis on *Oscillatoria* species) in Caspian Sea. MSc. thesis. Faculty of marine studies. Tehran Azad University (north branch). Tehran. Iran. 90 p.
- Komarek, J., Anagenostidis, K. 1998. Cyanoporokaryota.1.Til: Chroococcales. In: Susswasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/1., Gustav Fischer, Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm. 548 p.
- Komarek, J., Anagenostidis, K. 2005. Cyanoporokaryota.1.Til: Osillatoriales. In: Susswasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/2. Elsevier/Spektrum, Heidelberg. 759 p.
- Komarek, J., Hauer, T. 2010. CyanoDB.cz-On-line database of cyanobacterial genera. Word-Wide electronic publication, University of South Bohemia & Inst. of Botany as CR, <http://www.cyanodb.cz>.
- Kosarev, A.N., Yablonskaya, A.E. 1994. The Caspian Sea. SPB Academic Publishing. Netherlands. 259 p.
- Kosarev, N.K. 2005. The Caspian Sea Environment. Vol. 5 "Physical-Geographical Conditions of the Caspian Sea" in Hdb. Env. Chem. Vol. 5, Part P, Springer-Verlag 2005.
- Legendre, L., Demers, S., Garside, C., Haugen, E.M., Phinney, D.A., Shapiro, L.P., Therriault, J.C., Yentsch, C.M. 1988. Circadian photosynthetic activity of natural marine cyanobacteria isolated in a tank. Journal of Plankton Research. 10: 1-6.
- Mahdavi, M., Maktabi, T., Mahdavi, S., Roostaie, M., Alasvandi, M.F. 2014. Changing trends in the abundance and biomass of cyanobacteria in the southern part of the Caspian Sea in 2009 (The stretch between Tonekabon and Amirabad). Iranian Journal of Fisheries Sciences. 14(2): 503-512.
- Massjuk, N.P. 1973. Morfology, systematic, ecology, geographical of distribution genera *Dunaliella Teod*. Naukova dumka Press, Kiev. 244 p. (in Russian)
- Muzafarov, A.M. 1965. Algal flora of the water bodies of Middle Asia. Nauka Press, Tashkent. 571 p. (in Russian)
- Paerl, H.W., Huisman, J. 2009. Climate change; a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. Environmental Microbiology Reports. 1: 27-37.
- Proshkina Lavrenko, A.I. 1968. The Plankton Algae of the Caspian Sea. L. Science. 291 p.
- Reynolds, C.S. 1984. The Ecology of Freshwater Phytoplankton. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 535 p.
- Salmanov, MA. 1987. The role of microflora and cyanobacteria in production process translated by Abolghasem shariati the science and industrial. Fishery centers in Mirza Kochaghkhan, Rasht, IRAN 349 p.
- Shah, M.M.R., Hossain, M.Y., Begum, M., Ahmed, Z.F., Ohtomi, J. 2008. Seasonal variations of phytoplanktonic community structure and production in relation to environmental factors of the southwest coastal waters of Bangladesh. Journal of Fisheries and Aquatic Science. 3: 102-113.
- Soares, R.M. 2009. Toxicologia de cianotoxinas: Microcistinas as estrelas do tema. Oecologia Brasiliensis. 13: 259-271.

- Stewart, R. 2003. Educating an informed citizenry: what should every student know about the Oceans. A&M University. Texas. pp. 280-283.
- Stewart, R. 2003. Educating an informed citizenry: What should every student know about the Oceans? A&M University. Texas. pp. 280-283.
- Sze, P. 1986. A Biology of the Algae. W.M.C. Brown Publishers. 251 p.
- Tahami, F.S. 2013. Study on cyanobacteria in different years and seasons in southern Caspian Sea. Journal of Novel Applied Sciences. (S3): 1102-1109.
- Vandavelde, T., Legendre, L., Therriault, J.C., Demers, S., BAH, A. 1987. Sub-surface chlorophyll maximum and hydrodynamics of the water column. Journal of Marine Research. 45: 377-396.
- Vinogradova, O.N. 2012. Cyanoprokaryota in hyperhaline environments of Ukraine. Kyiv. 200 p.
- Whitton, B.A., Potts, M. 2000. Introduction to the cyanobacteria. In: Whitton, B.A., Potts, M. (eds.). The Ecology of Cyanobacteria, Their Diversity in Time and Space. Kluwer Academic Publishers Dordrecht. pp. 1-11.
- Zarei Darki, B. 2011. Cyanophyta from different water bodies of Iran. International Journal on Algae. 13(1): 52-62.