

نوسانات زمانی و مکانی جلبک های سبز_آبی (Cyanophyta) در حوضه جنوبی دریای خزر

فاطمه سادات نهامی^۱، رحیمه رحمتی^۱، فرشته اسلامی^۲، مرضیه رضایی^۱

۱- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر - موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی - صندوق پستی ۹۶۱

- ساری - ایران

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی - تهران

مسئول مکاتبات: farnaztahamy@gmail.com

چکیده

این تحقیق به صورت فصلی، در ۸ نیم خط عمود بر ساحل آستارا، بندر انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد، بندر ترکمن در ساحل جنوبی دریای خزر طی سال ۱۳۸۹ انجام شد. در این مطالعه در مجموع ۳۲ گونه جلبک سبز-آبی (Cyanophyta) شناسایی شد. بیشترین تنوع ۱۸ گونه در فصل پاییز و پس از آن به ترتیب ۱۶ گونه در زمستان، ۱۵ گونه در تابستان و ۱۰ گونه در بهار بود. بیشترین تراکم در فصل تابستان با میانگین $207/80 \pm 180/61$ میلیون در متر مکعب و بیشترین زی توده در فصل پاییز با میانگین $183/68 \pm 123/17$ (میلی گرم در متر مکعب) بود ولی اختلاف معنی داری بین تراکم و زی توده در نیم خط های عمود بر ساحل مختلف مشاهده نشد که به دلیل وجود جریان های آنتی سیکلونی در این منطقه می باشد. در بررسی فصلی شاخه جلبک های سبز - آبی، در فصل پاییز حد اکثر تراکم با میانگین تراکم $285/7 \pm 137/1$ میلیون در متر مکعب بوده است. تراکم و زی توده جلبک های سبز - آبی در فصول مختلف معنی دار بود ($p < 0.05$). شاخص شانون و درصد تراکم جلبک های سبز_آبی در فصول مختلف متفاوت بوده است. طی سالهای اخیر تراکم و تنوع گونه ای شاخه جلبک های سبز_آبی روند افزایشی داشته است و امکان بلوم مجدد وجود دارد.

کلمات کلیدی: تراکم، زی توده، دریای خزر، جلبک های سبز - آبی، تنوع فصلی، ایران

مقدمه

جلبک های سبز_آبی بعنوان یکی از تولیدکنندگان اولیه حوضه جنوبی دریای خزر بشمار می آیند. حضور این جلبک ها متأثر از شرایط محیطی است و فراوانی و زی توده این شاخه فیتوپلانکتونی در فصول مختلف دارای مقادیر متفاوت است و از این رو مطالعه آنها بخصوص بررسی پراکنش و شناسایی ترکیب گونه ای و نوسانات فصلی و منطقه ای آنها ضروری بنظر میرسد. بر اساس مطالعات تهامی در سال ۲۰۱۲، تنوع زیستی این شاخه نسبت به سالهای قبل از ورود شانه دار دریای خزر (*Mnemiopsis leidyi*) افزایش یافت و نیز میزان متفاوت دریافت انرژی خورشید و در نتیجه درجه حرارت و جریان های آبی می تواند باعث بروز تفاوت های فصلی در تراکم جلبک های سبز_آبی گردد و تغییرات ناشی از تغذیه توسط زئوپلانکتونها و نیز هجوم شانه دار در جمعیت جلبک های سبز_آبی، به شدت تحت تاثیر امواج دریایی و تغییرات فصلی میباشد (Tahami, 2012). این تغییرات تنها در تراکم و زی توده نبوده است بلکه برخی از گونه ها در سالهای قبل از ورود شانه دار مشاهده نشدند و یا موردی مشاهده شدند در حالیکه در سالهای پس از ورود شانه دار افزایش یافتند (تهامی و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین Shiganova در سال ۱۹۹۸ بیان نمود که افزایش بار مواد مغذی دریای سیاه توسط رودخانه دانوب سبب ایجاد شکوفائی جلبک های سبز_آبی گردید. بنابراین دلایل انجام این تحقیق شناسایی گونه های جلبک های سبز_آبی، برآورد تراکم و زی توده جلبک های سبز_آبی طی ۴ فصل و نیز شناخت تغییرات و نوسانات زمانی و مکانی جوامع جلبک های سبز_آبی در حوضه جنوبی دریای خزر می باشد.

روش کار

این مطالعه در حوضه جنوبی دریای خزر انجام گرفته است. نمونه برداری به مدت یکسال و در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان ۱۳۸۹ توسط بطری نمونه بردار روتنر (حداکثر حجم ۲ لیتر) صورت گرفت. مناطق نمونه برداری بصورت ۸ نیم خط عمود بر ساحل بین آستارا تا مرز حسنقلی انتخاب شده است. نیم خط های عمود بر ساحل در آستارا، بندرانزلی، دهانه سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد، بندر ترکمن در سواحل جنوبی دریای خزر قرار دارند. در این روش ۵۰۰ سی سی آب در ظروف نمونه برداری جمع آوری و با فرمالین (۴ درصد) فیکس شدند و در ظروف نمونه برداری به آزمایشگاه منتقل گردیدند. بررسی های کمی و کیفی نمونه ها مطابق روش (APHA, 2005) و (Vollenweider, 1974) صورت گرفت. برای شناسایی گونه ها از کلید شناسایی موجود استفاده گردید (Newell & Newell, 1977) و (Vollenweider, 1974). طول و عرض جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری براساس اطلاعات بدست آمده از GPS کشتی نمونه برداری می باشد که در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. ایستگاه های نمونه برداری جلبک های سبز_آبی در ناحیه جنوبی دریای خزر - سال ۱۳۸۹

محل نمونه برداری	عمق (متر)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
------------------	-----------	---------------	---------------

۴۸° ۵۵' ۸۲۲"	"234 '09 °38	۵	
۴۸° ۵۸' ۹۰۳"	۳۸° ۱۰' ۷۱۶"	۱۰	
۴۹° ۰۲' ۱۱۹"	۳۸° ۱۱' ۷۱۰"	۲۰	
۴۹° ۰۸' ۴۰۰"	۳۸° ۱۱' ۲۴۰"	۵۰	
۴۹° ۱۴' ۹۱۴"	۳۸° ۱۲' ۴۸۷"	۱۰۰	آستارا
۴۹° ۲۹' ۳۷۴"	۳۷° ۲۹' ۰۴۰"	۵	
۴۹° ۲۸' ۹۸۴"	۳۷° ۲۹' ۵۰۸"	۱۰	
۴۹° ۳۰' ۲۴۰"	۳۷° ۳۰' ۹۴۷"	۲۰	
۴۹° ۳۰' ۱۹۹"	۳۷° ۳۵' ۰۹۰"	۵۰	
۴۹° ۳۰' ۱۸۶"	۳۷° ۳۹' ۹۵۷"	۱۰۰	انزلی
۴۹° ۵۶' ۹۱۶"	۳۷° ۲۸' ۵۴۰"	۵	
۴۹° ۵۵' ۸۹۸"	۳۷° ۲۹' ۳۷۳"	۱۰	
۴۹° ۵۵' ۴۱۷"	۳۷° ۳۰' ۵۴۵"	۲۰	
۴۹° ۵۵' ۰۶۷"	۳۷° ۳۱' ۳۷۴"	۵۰	
۴۹° ۵۵' ۶۵۰"	۳۷° ۳۱' ۵۱۵"	۱۰۰	سفیدرود
۵۰° ۵۳' ۴۷۶"	۳۶° ۴۹' ۳۲۱"	۵	
۵۰° ۵۳' ۵۹۶"	۳۶° ۴۹' ۶۱۰"	۱۰	
۵۰° ۵۳' ۶۷۳"	۳۶° ۵۰' ۷۹۱"	۲۰	
۵۰° ۵۵' ۸۹۸"	۳۶° ۵۳' ۷۱۸"	۵۰	
۵۰° ۵۷' ۸۴۸"	۳۶° ۵۶' ۱۳۳"	۱۰۰	تنکابن
۵۱° ۳۰' ۶۵۰"	۳۶° ۴۰' ۱۰۸"	۵	
۵۱° ۳۱' ۲۴۹"	۳۶° ۴۰' ۲۵۵"	۱۰	
۵۱° ۳۲' ۲۹۷"	۳۶° ۴۰' ۸۱۲"	۲۰	
۵۱° ۳۱' ۱۰۱"	۳۶° ۴۳' ۲۴۹"	۵۰	
۵۱° ۳۲' ۶۹۵"	۳۶° ۴۵' ۰۷۱"	۱۰۰	نوشهر
۵۲° ۳۹' ۰۹۲"	۳۶° ۴۳' ۳۲۲"	۵	
۵۲° ۳۸' ۹۶۱"	۳۶° ۴۳' ۵۶۷"	۱۰	
۵۲° ۳۸' ۵۶۲"	۳۶° ۴۵' ۲۱۶"	۲۰	
۵۲° ۳۶' ۹۴۰"	۳۶° ۴۸' ۱۵۹"	۵۰	
۵۲° ۳۶' ۸۷۲"	۳۶° ۴۸' ۸۴۵"	۱۰۰	بابلسر
۵۳° ۲۲' ۴۶۵"	۳۶° ۵۲' ۳۴۱"	۵	
۵۳° ۲۲' ۷۲۱"	۳۶° ۵۳' ۷۷۸"	۱۰	
۵۳° ۲۰' ۴۸۵"	۳۶° ۵۷' ۲۸۷"	۲۰	
۵۳° ۱۵' ۶۸۶"	۳۷° ۰۰' ۶۸۰"	۵۰	
۵۳° ۱۳' ۰۵۸"	۳۷° ۰۳' ۲۶۹"	۱۰۰	امیرآباد
۵۳° ۴۹' ۰۳۳"	۳۷° ۱۱' ۳۷۱"	۵	
۵۳° ۴۳' ۲۰۹"	۳۷° ۱۱' ۵۹۳"	۱۰	
۵۳° ۲۴' ۵۲۴"	۳۶° ۱۶' ۲۰۰"	۲۰	
۵۳° ۱۱' ۶۴۵"	۳۷° ۱۸' ۴۶۳"	۵۰	
۵۳° ۰۸' ۴۴۲"	۳۷° ۱۹' ۱۵۲"	۱۰۰	ترکمن

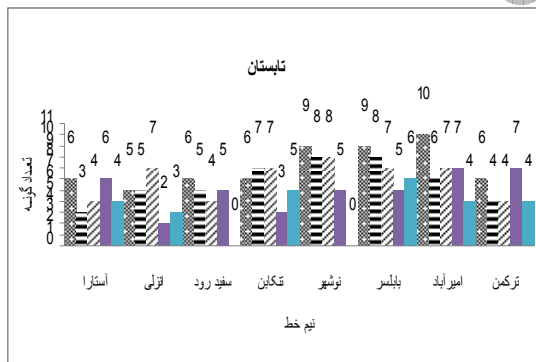
بررسی های کمی و کیفی نمونه ها مطابق روش (APHA, 2005) صورت گرفت و مقایسات میانگین آماری داده ها از طریق آنالیز واریانس (ANOVA)، Multiple و آزمون مقایسه میانگین به روش شاخص تنوع گونه ای طبق فرمول Shannon-Weaver انجام شد (Shannon and Weaver, 1963).

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

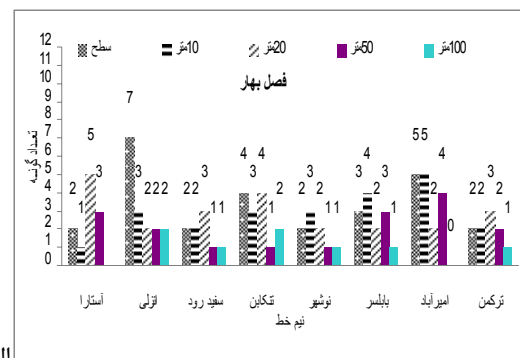
(H' = شاخص شانون-ویور (nits per individual) و Pi = فراوانی نسبی گونه) انجام گرفت.

نتایج و بحث

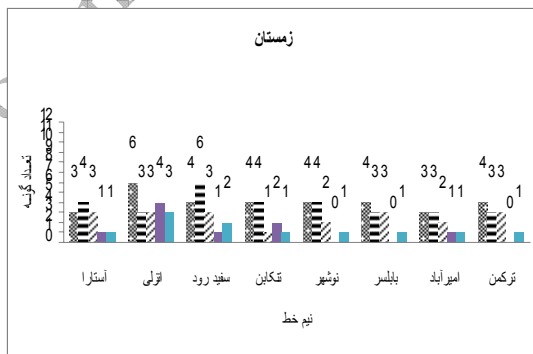
در این بررسی بطور کلی ۳۲ گونه از جلبک سبز-آبی شناسایی شد. در این مطالعه برخی از گونه ها مانند *Lyngbya sp.* و *Oscillatoria sp.* در تمام نیم خط های مطالعاتی و در تمام فصول مشاهده شدند و گونه *Aphanizomenon flos-aqua* در فصل تابستان در تمامی نیم خط ها مشاهده شد و در فصل پاییز نیز فقط در نیم خط نوشهر مشاهده شد و گونه *Anabaena aphanizomenon* نیز در فصول تابستان و پاییز در تمامی نیم خط ها مشاهده شد. گونه سمی *Nodollaria spungina* نیز در نیم خط های نوشهر و بابلسر در فصل تابستان مشاهده شده است. در فصل بهار نیم خط های انزلی و امیرآباد بیشترین و نوشهر کمترین تعداد گونه جلبک سبز-آبی را داشتند. در فصل تابستان بیشترین تعداد گونه جلبک سبز-آبی در نیم خط بابلسر و کمترین آن در سفیدرود مشاهده شد و در فصل پاییز بیشترین گونه جلبک سبز-آبی در نیم خط آستارا و کمترین گونه در نیم خط انزلی بود در حالیکه در فصل زمستان نیم خط انزلی بیشترین گونه و امیرآباد کمترین گونه را داشتند (نمودار ۱).



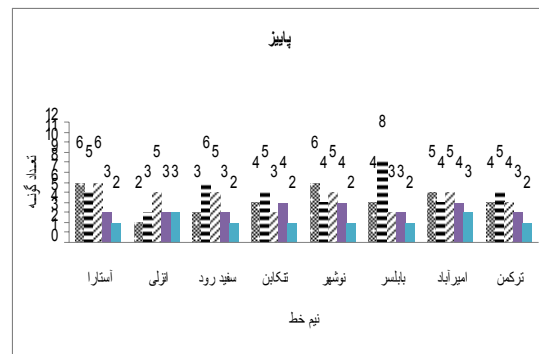
(ب)



(الف)



(د)



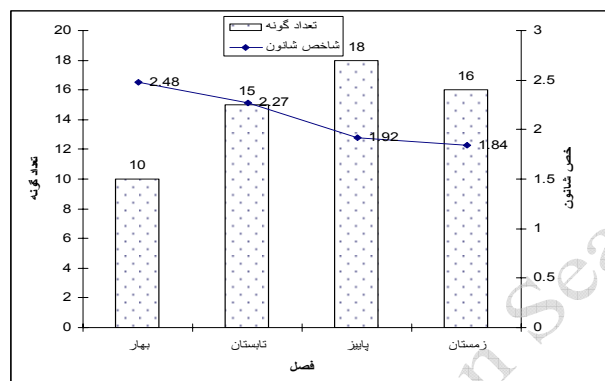
(ج)

نمودار ۱. تعداد گونه جلبک سبز-آبی مشاهده شده در ایستگاههای مختلف در فصول بهار(الف)، تابستان(ب)، پاییز(ج) و زمستان(د)-

سال ۱۳۸۹

بیشترین تعداد گونه جلبک سبز-آبی در فصل پاییز (۱۸ گونه) و پس از آن به ترتیب در فصل زمستان (۱۶ گونه)، تابستان (۱۵ گونه) و بهار (۱۰ گونه) مشاهده شد و اگر چه کمترین گونه جلبک سبز-آبی در فصل بهار مشاهده شد ولی همانگونه که نمودار ۲ نشان میدهد، بیشترین شاخص شانون (H') در بهار بوده و به تدریج در فصول تابستان، پاییز و زمستان کاهش یافت

(نمودار ۲).



نمودار ۲. تعداد گونه جلبک سبز-آبی و شاخص شانون (H') در فصول مختلف حوضه جنوبی دریای خزر - سال ۱۳۸۹

جدول ۲- لیست گونه های جلبک های سبز_آبی مشاهده در فصول مختلف آبهای حوضه جنوبی دریای خزر- سال ۱۳۸۹

زمستان	بهار				تابستان				پاییز				زمستان			
	فروردین	اردیبهشت	مهرماه	مهرماه	مهرماه	مهرماه	مهرماه	مهرماه	مهرماه	مهرماه	مهرماه	مهرماه	مهرماه	مهرماه	مهرماه	
<i>Anabaena bergii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Anabaena aphanizomenides</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Anabaena spiroides</i>	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Anabaena sphaerica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Anabaena variabilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Anabaenopsis cunningtonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Anabaenopsis nadsonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Anabaenopsis sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Aphanizomimon flos-aqua</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Aphanizomimon sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Aphanotece sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Aphanotece elabens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>chroococcus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cylindrospermopsis sp.</i>	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	
<i>cyanococcus sp.</i>	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	
<i>Dactylococcopsis sp.</i>	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	
<i>Lyngbya limnetica</i>	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Lyngbya sp.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Merismopedia minima</i>	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	
<i>Microcystis sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Nodularia harrayana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Nodularia spumgina</i>	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	
<i>Oscillatoria aphanizomenides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Oscillatoria limosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Oscillatoria geminata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Oscillatoria agardhii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Oscillatoria sp.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Oscillatoria tenuis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Phormidium sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Spirulina laxissima</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	
<i>Spirulina sp.</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	

* += حضور - = عدم حضور

برخی گونه ها مانند *Anabaenopsis Anabaenopsis cunningtonii Anabaena sphaerica* *Microcystis sp. Dactylococcopsis sp. Cylandrospermopsis sp Aphanothece elabens* *Gloeacapsa Phormidium sp. Oscillatoria geminate Nodularia harrayana* *Oscillatoria aphanizomenides Limnetica* نادر بودند و فقط در یک لاین مشاهده شدند (جدول ۲).

جدول ۳- میانگین تراکم (میلیون در متر مکعب)، زی توده (میلی گرم در متر مکعب) \pm انحراف معیار جلبک های

سبز-آبی در نیم خطها و فصول مختلف حوضه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۸۹

نیم خط	فاکتور	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
آستارا	تراکم	۲/۶۳±۱/۳۸	۳۹/۵۱±۲۳/۷۳	۱۶/۳۷±۲۰/۰۰	۳/۷۱±۲/۴۸
	زی توده	۰/۰۰±۰/۰۰	۳۲/۷۶±۱۷/۸۵	۵۰/۹۴±۶۷/۸۵	۱/۲۴±۰/۸۶
انزلی	تراکم	۲/۳۶±۲/۱۷	۱۰/۴/۵۶±۱۱۶/۴۰	۸/۷۹±۱۷/۰۸	۰/۰۰±۰/۰۰
	زی توده	۱/۶۰±۲/۶۰	۵۷/۶۱±۵۰/۵۵	۳۷/۱۸±۶۸/۱۱	۰/۰۰±۰/۰۰
سفیدرود	تراکم	۲/۷۱±۱/۳۱	۴۰/۰۶±۲۹/۷۳	۱۴/۶۶±۱۷/۹۰	۶/۵۱±۳/۵۹
	زی توده	۰/۶۰±۰/۴۰	۳۶/۰۸±۲۰/۶۸	۴۹/۷۷±۵۸/۱۸	۵/۶۳±۱/۱۱
تنکابن	تراکم	۷/۷۸±۵/۵۶	۱۸۰/۶۱±۲۰۷/۸۰	۱۳/۵۲±۳۸/۲۵	۵/۹۰±۲/۴۰
	زی توده	۱/۶۰±۱/۲۰	۷۷/۰۲±۸۰/۷۲	۳۲/۲۲±۱۱۴/۶۴	۳/۱۳±۲/۷۹
نوشهر	تراکم	۶/۶۱±۳/۴۹	۱۵۶/۳۱±۱۴۵/۵۹	۳۵/۸۴±۵۵/۳۶	۴/۶۹±۱/۹۴
	زی توده	۲/۰۰±۱/۲۰	۵۴/۴۱±۴۸/۵۰	۱۰۷/۲۲±۱۷۳/۶۱	۱/۸۲±۱/۶۲
بابلسر	تراکم	۷/۸۶±۵/۳۰	۴۱/۴۸±۳۵/۰۲	۴۹/۵۲±۶۹/۲۱	۴/۵۶±۲/۶۹
	زی توده	۲/۲۰±۱/۲۰	۹۸/۷۲±۷۰/۶۸	۱۲۳/۱۷±۱۸۳/۶۸	۱/۶۲±۱/۳۹
امیرآباد	تراکم	۱۱/۳۴±۸/۶۷	۱۲/۵۲±۹/۱۲	۳۳/۲۴±۴۴/۴۵	۳/۲۶±۱/۷۰
	زی توده	۱/۰۱±۲۵/۶۰	۳۹/۳۸±۳۹/۶۰	۱۱۴/۰۶±۱۵۲/۴۷	۱/۹۸±۱/۸۴
	تراکم	۵/۶۶±۴/۳۵	۲۲/۷۰±۲۰/۸۶	۳۲/۲۰±۳۸/۹۰	۴/۷۰±۴/۲۵
	زی توده	۲۸/۰۰±۳/۴۰	۴۶/۵۲±۴۵/۷۷	۹۷/۰۳±۱۱۸/۰۰	۱/۳۱±۱/۲۷
	تراکم	۴۰/۶۰±۷/۱۳	۴/۲۰±۱۳۴/۱۵۸	۱۰/۷۰±۱۳۷/۲۸۵	۴۰/۴۰±۲/۱۰
کل	زی توده	۵۰±۱۰/۷	۸۱±۳۸/۱۰۵	۹۵±۵۴	۲۰/۵±۲

در بررسی فصلی جلبک های سبز-آبی حد اکثر تراکم در فصل پاییز با میانگین تراکم $285/7 \pm 137/1$ میلیون در متر مکعب و ۱۸ گونه مشاهده شد در حالی که بیشترین زی توده در فصل تابستان به میزان $105/81 \pm 38$ میلی گرم در متر مکعب و ۱۵ گونه بود (جدول ۳). کمترین تراکم تراکم و زی توده این شاخه در فصل زمستان به ترتیب $10/4 \pm 2/4$ میلیون در متر مکعب و $5 \pm 2/2$ میلی گرم در متر مکعب بود. در این بررسی نیز نشان داد که بین فراوانی جلبک های سبز-آبی در فصول مختلف تفاوت معنی داری وجود داشت ($p < 0.05$) (جدول ۳). در فصل بهار بیشترین تراکم در نیم خط امیرآباد به میزان $11/34 \pm 8/67$ میلیون در متر مکعب در مشاهده شد در حالی که بیشترین زی توده متعلق به ایستگاه

ترکمن به میزان $28/00 \pm 3/40$ (میلی گرم در متر مکعب) بوده است (جدول ۳). در فصل تابستان تراکم و زی توده جلبک های سبز_آبی افزایش معنی داری داشت ($p < 0.05$) (جدول ۴). به طوری که بیشترین میانگین تراکم در ایستگاه تنکابن به میزان $180/61 \pm 207/80$ میلیون در متر مکعب و بیشترین زی توده در نیم خط بابلسر به میزان $49/52 \pm 69/21$ (میلی گرم در متر مکعب) مشاهده شده است (جدول ۳). در فصل پاییز بیشترین تراکم $49/52 \pm 69/21$ میلیون در متر مکعب و زی توده $123/17 \pm 183/68$ (میلی گرم در متر مکعب) در نیم خط بابلسر مشاهده شد که تغییرات تراکم و زی توده در این فصل نسبت به فصل تابستان معنی دار بوده است. کاهش تراکم در فصل زمستان نیز ادامه یافت به طوری که حداکثر تراکم جلبک سبز_آبی در این فصل در نیم خط سفیدرود به میزان $6/51 \pm 3/59$ میلیون در متر مکعب مشاهده شد. در این فصل، زی توده جلبک های سبز_آبی نیز $1/11 \pm 1/63$ (میلی گرم در متر مکعب) کاهش معنی داری را نشان داد ($p < 0.05$) و تفاوت معنی داری در تعداد گونه های جلبک های سبز_آبی نیم خط های مورد مطالعه مشاهده نشد ($p > 0.05$) (جدول ۴).

جدول ۴. نتایج آماری آنالیز واریانس یکطرفه جلبک های سبز_آبی در فصول مختلف- سال ۱۳۸۹

شاخه	فاکتور	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Cyanophyta	تراکم	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰	۰/۰۳۵	۰/۰۵۰
	زی توده	۰/۰۳۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۹۰

به دلیل شرایط متغیر زیست محیطی اکوسیستم دریای خزر و داشتن شرایط متنوع زیستی جهت رشد جلبک های سبز_آبی، ویژگی های تولید در مناطق مختلف دریای خزر کاملاً متفاوت هستند (Kosarev and Yablonskaya, 2002).

تغییرات فصلی بصورت های مختلف از جمله تاثیر بر دمای آب، ورودی رودخانه ها و در نتیجه افزایش مواد مغذی، ایجاد جریان های آبی و تغییرات شوری در ورودی رودخانه ها می تواند تاثیرات مهمی را در تغییر جمعیت جلبک های سبز_آبی داشته باشد (WHO, 1999). در این تحقیق، در اواخر بهار و تابستان با افزایش دما، تراکم و زی توده جلبک های سبز_آبی نیز افزایش یافت ولی در فصل زمستان با کاهش میانگین دما و نیز بالا آمدن مواد مغذی از کف به ستون آب توسط جریان های دریایی، جلبک های سبز_آبی کاهش یافتند که مشابه این نتیجه را مکارمی و همکاران در سال ۱۳۸۵ نیز مشاهده شد که پایین بودن میزان شاخص شانون در فصل زمستان بدلیل سیلابی شدن آب در اثر بارندگی و تراکم دیگر شاخه های فیتوپلانکتونی توضیح داده شد. شاخص شانون-ویور در اکوسیستم های باز بر اساس فراوانی برای فیتوپلانکتون بین ۱/۰ الی ۳/۵ متغیر است (Mason, 1998) و در این منطقه نیز بین ۱/۸۴ تا ۲/۴۸ متغیر بود. بر اساس مطالعات تهامی در سال ۲۰۱۲، تنوع زیستی این شاخه نسبت به سال های قبل از ورود شانه دار دریای خزر (*M. leidy*) افزایش یافت (Tahami et al., 2012 و Tahami et al., 2011) که میتواند به دلیل کاهش زئوپلانکتونها و در نتیجه

کاهش مصرف جلبک‌های سبز_آبی توسط آنها گردد. شاخص شانون در فصول و مناطق مختلف حوضه جنوبی دریای خزر متفاوت بود. در این مطالعه بیشترین شاخص شانون (H) در بهار بود که نشان می‌دهد در فصل بهار توزیع فراوانی بین گونه‌ها یکنواخت بوده و به همین دلیل شاخص افزایش داشته است و کمترین تغییرات در فیتوپلانکتون وجود داشت. به دلیل چرخش آنتی سیکلون در ناحیه ساحلی حوضه جنوبی دریای خزر تفاوت معنی داری در تعداد گونه‌های جلبک‌های سبز_آبی نیم خط‌های مورد مطالعه مشاهده نشد که این نتیجه در مطالعات پیشین نیز مشاهده شد (گل آقایی و همکاران، ۱۳۹۱)، (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۱) و (حسینی و همکاران، ۱۳۸۹).

مقایسه درصد تراکم شاخه جلبک‌های سبز_آبی در سالهای مختلف نشان می‌دهد (جدول ۴) که درصد تراکم جلبک‌های سبز_آبی نسبت به کل جلبک‌های میکروسکوپی این منطقه طی این سالها روند افزایشی داشت ولی تعداد گونه این شاخه ابتدا طی سال ۱۳۸۷ کاهش داشته است ولی سپس طی سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ افزایش یافت (Tahami, et al., 2010). بیشترین تنوع گونه‌ای طی سالهای ۱۳۷۴-۷۵ و ۱۳۸۹ مشاهده شد. در سال‌های اخیر به دلیل افزایش آلودگی‌های ناشی از پساب‌های خانگی و صنعتی، فعالیت‌های استخراج نفت و گاز و تبادلات تجاری کشورهای حاشیه خزر، ورود گونه‌های غیر بومی و بلوم جلبکی را افزایش داده و حیات آبزبان دریای خزر را تهدید کرده است (Roohi, et al., 2009). زیرا جلبک‌های سبز - آبی پس از آن که در محیط دارای کدورت و مواد مغذی رشد نمودند، قادر به ایجاد شکوفایی در محیط دارای دما و مواد مغذی بالا (Eutroph) هستند (WHO, 1999) (جدول ۴). مطالعه آزمایشگاهی Finenko در سال ۲۰۰۶ نیز نشان می‌دهد که بدلیل کاهش تغذیه جلبک‌های سبز_آبی توسط زئوپلانکتونها، امکان افزایش تراکم، زی‌توده و تعداد گونه شاخه جلبک‌های سبز_آبی را فراهم می‌نماید. همچنین در گزارش‌های دیگری نیز به این تغییرات اشاره شده است (Kosarev, et al., 1993 and 2002) و (Zenkevich, ۱۹۶۳).

جدول ۵. مقایسه درصد تراکم نسبت به کل فیتوپلانکتون و تعداد گونه جلبک‌های سبز_آبی در سالهای مختلف

شاخه	۱۳۷۴-۷۵ ^۱	۱۳۸۵-۸۶ ^۲	۱۳۷۷ ^۳	۱۳۸۸ ^۴	۱۳۸۹ ^۵
درصد تراکم	۱۳/۸	۲۰/۸	۲۶/۴۹	۲۹/۳	۳۸/۳۸
تعداد گونه	۲۲	۳۳	۱۳	۲۸	۳۲

^۱ (حسینی و همکاران، ۱۳۸۹)، ^۲ (Tahami et al., 2011)؛ ^۳ (گل آقایی و همکاران، ۱۳۹۱)؛ ^۴ (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۰) و ^۵ (Tahami, 2012).

در فصل تابستان با افزایش دما جلبک‌های سبز_آبی در اعماق مختلف بخصوص در لایه‌های بالاتر افزایش قابل توجهی داشتند و در مواردی شکوفایی گونه *Nodollaria spumgina* که گونه‌ای سمی است نیز مشاهده گردید. *Nodollaria spumgina* اولین بار در اوایل پاییز ۱۳۸۵ در آبهای منطقه غربی حوضه جنوبی دریای خزر مشاهده شد که مربوط به شکوفایی گونه *Nodularia spumigena* بوده است و سپس در مرداد ماه ۱۳۸۸ نیز در منطقه غرب کرانه

جنوبی دریای خزر شکوفایی این گونه مشاهده گردید (News letter, 2010). در طول این پدیده تعداد بسیاری از این موجودات مرده و به بستر رسوب کرده و مورد تجزیه قرار میگیرند که این پدیده موجب کاهش اکسیژن شده و می تواند به سلامت کلی دریای خزر جنوبی آسیب برساند (News letter, ۲۰۱۰) که در این مطالعه نیز این گونه سمی در ایستگاه انزلی مشاهده شد که میتوان انتظار شکوفایی مجدد این گونه را در سالهای آینده داشت.

به طور کلی در این مطالعه تنوع گونه های جلبک های سبز - آبی به طور قابل توجهی با تغییرات فصول تغییر کرده است. و در نتیجه فصل یک عامل مهم در توسعه جلبک های سبز - آبی در حوضه جنوبی دریای خزر است و همچنین طی سال های اخیر تنوع گونه ای و درصد تراکم جلبک های سبز - آبی در این منطقه افزایش معنی داری داشته است که این افزایش می تواند به دلایل افزایش درجه حرارت کل زمین، کاهش تغذیه توسط زئوپلانکتونها به دلیل کاهش زئوپلانکتون ها و افزایش غلظت نیتروژن به دلیل ورود فاضلاب ها در این محیط باشد که این تغییرات می تواند به سلامت کلی دریای خزر آسیب برساند (Tahami, et al., 2012).

تشکر و قدردانی :

این تحقیق با حمایت مالی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور انجام شده است. ضمناً از کلیه همکاران پژوهشکده اکولوژی دریای خزر بویژه سرکار خانم احترام السادات علوی سپاسگزاری می گردد.

منابع:

تهامی، ف.س.، پورغلام، ر.، نصراله زاده، ح.، مخلوق، آ.، یوسفیان، م.، خداپرست، ن.، کیهان ثانی، ع.، دوستدار، م.، نادری، م.، رمضانی، ح.، رحمتی، ر.، رضایی، م.، فلاحی، م.، ۱۳۹۲. گزارش پروژه بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی فیتوپلانکتون در منطقه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۱۱۱ صفحه.

حسینی، س. ع.، روشن طبری، م.، سلیمانی رودی، ع.، مخلوق، آ.، تکمیلیان، ک.، روحی، آ.، رستمیان، م.ت.، گنجیان، ع.، واردی، آ.، کیهان ثانی، ع.، واحدی، ف.، نجف پور، ش.، نصراله زاده، ح.، هاشمیان، ع.، تهامی، ف. س.، لالویی، ف.، غلامی پور، س.، علمی، ی.، سالاروند، غ.، ۱۳۸۹. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوضه جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۵۱۰ صفحه.

گل آقایی، م.، تهامی، ف. س.، مخلوق، آ.، گنجیان، ع.، کیهان ثانی، ع.، دوستدار، م.، اسلامی، ف.، نصراله تبار، ع.، خداپرست، ن.، مکرمی، ع.، پورمند، ت. م.، ۱۳۹۱. بررسی پراکنش فیتوپلانکتون در حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۱۳۰ صفحه.

مخلوق، ا.، نصراله زاده، ح.، فارابی، س. م. و.، روشن طبری، م.، اسلامی، ف.، رحمتی، ر.، تهامی، ف.س.، کیهان ثانی، ع.، دوستدار، م.، خداپرست، ن.، گنجیان، ع.، مکرمی، ع.، ۱۳۹۰. گزارش پروژه بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی فیتوپلانکتون در منطقه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۱۳۲ صفحه.

مکرمی، م.، سبک آرا، ج. و کفاش محمدجانی، ط.، ۱۳۸۵. شناسایی و پراکنش فیتوپلانکتونی در مناطق مختلف تالاب انزلی و نواحی ساحلی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. سال پانزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۵، ۱۲۹ تا ۱۴۹.

APHA, S., 2005. Standard Methods. *American Public Health association*. Washington, DC 2005, USA. 346 p.

Kosarev, A.N. & Yablonskaya, E.A., 2002. The Caspian Sea. *SPB*. The Hague. 259 p.

Kosarev, A.N. & Yablonskaya, E.A., 1994. The Caspian Sea. *SPB Academic Publishing*, The Hague. 259p

Mason. C.F., 1998. Biology of freshwater pollution. Longman Scientific and Technical Biology. 400p.

Roohi, A., 2009. Population dynamic and effects of the invasive species Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Southern Caspian Sea. *University Sains*, Malaysia. 152p.

Shiganova, T.A., Niermann, U., Gugu, A., Kideys, A. & Khoroshilov, V., 1998. Changes of species diversity and their abundance in the main components of pelagic community after *Mnemiopsis leidyi* invasion. "NATO Scientific Affairs Division" Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea. *Kluwer Academic Publishers*. 171-188 p.

Tahami, F. S., 2012. Changes in phytoplankton community structure during the *Mnemiopsis leidyi* invasion of the Southern Caspian Sea (IRAN). Thesis for the degree of Ph.D of Marine Science. *University kebangsan*, Malaysia. 260 p.

Tahami F.S., Mazlan A.G., Negarestan H., Najafpour Sh., Lotfi W.W.M, and. Najafpour G.D., 2012. Phytoplankton Combination in the Southern Part of Caspian Sea. *World Applied Sciences Journal*. 99-105 p.

Tahami F.S, Mazlan Bin A.G., Negarestan H., and Lotfi Bin W.M., 2011. Abundance and Biomass of Phytoplanktons in Different Seasons in Southern Caspian Sea Before and After *Mnemiopsis leidyi*. *International Congress on Applied Biology*. Mashad, IRAN, 31 p.

Vollenweider A.R., 1974A manual on methods for measuring primary production in aquatic enviromantal. Blackwell scientific Publication. Oxford, london. 423 P.

Newell G.E. and Newell K.C., 1977. Marin plankton. Hutchinson and Co., London, 242P.

Shannon. C. E. and Weaver. W., 1963. The Mathematical Theory of Communication. *University of Illinois Press*. Urbana, 117 p.

WHO., 1999. Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to their Public Health Consequences, Monitoring and Management. World Health Organization, Geneva, 407 p.

Zenkevich, L.A., 1963. The Biology of the USSR Seas. *Moscow*, Nauka. 955 p.

News letter of fishery research organize of iran, 2010. *Nodularia spumigena* bloom in the Caspian Sea. 612 p.

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