

## بررسی تغییرات هفتگی در ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون‌های تنگه هرمز

علیرضا مهوری<sup>۱\*</sup>، سکینه دودی<sup>۲</sup>

۱- اداره کل حفاظت محیط زیست هرمزگان

۲- ایستگاه تحقیقات محیط زیست دریایی هرمز

© نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۸۹، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

### چکیده

تغییرات هفتگی در ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون‌ها و شاخص‌های محیطی در تنگه هرمز واقع در خلیج فارس از فروردین تا اسفند ۱۳۸۳ مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌برداری به صورت هفتگی و از دو ایستگاه ثابت انجام شد. ۹۲ گونه متعلق به ۴۲ جنس از سه گروه باسیلاریوفیسه (۲۹ جنس) داینوفیسه (۱۲ جنس) و سیانوفیسه (۱ جنس) شناسایی شده است که باسیلاریوفیسه با ۹۵ درصد داینوفیسه و سیانوفیسه با ۳ و ۲ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد جمعیت فیتوپلانکتونی را در تنگه هرمز دارا هستند. بیشترین تراکم جمعیت باسیلاریوفیسه در مهرماه (۳۴۵۱۸۲±۱۴۱۵۲۰۰ در متر مکعب) و جمعیت دو گروه داینوفیسه (۱۷۹۰±۲۰۴۳۳ در متر مکعب) و سیانوفیسه (۱۹۱۴۰±۹۶۳۶۷ در متر مکعب) در تیرماه مشاهده شده است. همچنین بیشترین جمعیت فیتوپلانکتونی در فصل گرم مشاهده شده است. هر سه گروه با عامل دما و pH همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داده است. دو گروه داینوفیسه و سیانوفیسه با اکسیژن محلول، همبستگی منفی و معنی‌دار داشته و تنها سیانوفیسه با شوری همبستگی مثبت و معنی‌دار را نشان داده است. شاخص تنوع شانون در زمستان از بیشترین مقدار (۳/۹۷۸) و در تابستان از کمترین میزان (۰/۵۰۲) برخوردار بوده است.

کلمات کلیدی: فیتوپلانکتون، تراکم جمعیت، شاخص‌های محیطی، تنوع گونه‌ای، تنگه هرمز، خلیج فارس

### ۱. مقدمه

هستند، دستخوش تغییرات جمعیتی قرار گرفته و احتمال حضور گونه‌های غیر بومی دور از ذهن نیست.

در خصوص فیتوپلانکتون‌ها در آبهای جنوبی ایران تحقیقاتی صورت می‌گیرد که تعدادی از آنها به صورت مقطعی و برخی در قالب پروژه‌های هیدروبیولوژی انجام شده است. از جمله این بررسی‌ها می‌توان به تحقیقات بوم‌زیست وابسته به سازمان انرژی اتمی ایران در منطقه بوشهر در سال ۱۹۸۰، بررسی فیتوپلانکتونی و ارتباط آن با عوامل آب‌شناختی (هیدرولوژیکی) در جنوب خلیج فارس (Dorgham and moftah, 1986, 1989)،

خلیج فارس و دریای عمان از دیدگاه‌های مختلف بوم‌شناختی (اکولوژی) به عنوان دو بوم سامانه (اکوسیستم) متفاوت محسوب می‌شوند و تنگه هرمز در تبادل آبهای اقیانوس هند از طریق دریای عمان به خلیج فارس از اهمیت خاصی برخوردار است، خصوصاً اینکه در این تبادل و چرخش آب، فیتوپلانکتون‌ها که در پایه هرم انرژی قرار گرفته و تولیدکنندگان مهم دریا و اقیانوس

\* پست الکترونیکی: mahvary@yahoo.com

فروردین تا اسفند ۱۳۸۳ به صورت هفتگی (چهار نمونه برداری در ماه با فاصله تقریبی یک هفته) در ایستگاه‌های مورد نظر اجرا گردید. روش نمونه برداری توسط بطری روتنر انجام شد و با برداشت سه لیتر آب سطحی طی سه مرحله برداشت یک لیتری و انتقال آن به ظروف پلی اتیلنی، نمونه برداشت شده در فرمالین چهار درصد تثبیت (Davis, 1955) و به آزمایشگاه ایستگاه تحقیقات محیط زیست دریایی تنگه هرمز انتقال یافت، سپس نمونه‌ها در استوانه مدرج یک لیتری قرار گرفته و پس از ۴۸ تا ۷۲ ساعت سکون، ۹۰۰ میلی لیتر مایع رویی توسط سیفون تخلیه و ۱۰۰ میلی لیتر حجم باقیمانده که شامل فیتوپلانکتون‌های رسوب کرده بود به ظروف ۱۵۰ میلی لیتری منتقل شد؛ سپس سه میلی لیتر از نمونه همگن شده طی سه مرحله برداشت یک میلی لیتری درون لام حجمی قرار گرفت و با استفاده از میکروسکوپ اینورت (مدل هیدروبیوس) کار شناسایی و شمارش انجام شد. تعداد شمارش شده در ۱۰۰ میلی لیتر محاسبه و به لیتر تعمیم داده شده است. شناسایی نمونه‌های فیتوپلانکتون با استفاده از کتب و گزارشات قبلی (Carmelo, 1990; Faust and Gullledge, ) (Zheng et al., 1989; Newell and Newell 1977; Zheng et al., 2002) انجام گردید.

جهت بررسی تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌های منطقه از شاخص شانون استفاده شده است (Ludwing and Raynolds, 1988). هم‌زمان با نمونه برداری از جمعیت فیتوپلانکتونی منطقه، چهارعامل محیطی شامل: دما، شوری، اکسیژن محلول و pH توسط دستگاه هوریا U-10 در ایستگاه‌های مورد بررسی اندازه‌گیری و ثبت گردید. در تحلیل آماری و پردازش داده‌ها از نرم‌افزارهای آماری مینی تب (نسخه ۱۳.۱) و استاتیسیتیکا (نسخه ۵.۵) و در رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل (مجموعه آفیس ۱۰) و به منظور تعیین شاخص شانون از برنامه روش شناسی در بوم شناخت (نسخه ۶.۰) استفاده شده است.

### ۳. نتایج و بحث

طی ۴۸ بار نمونه برداری، حدود ۹۲ گونه فیتوپلانکتون متعلق به ۴۲ جنس از سه گروه مهم باسیلاریوفیسه، داینوفیسه و سیانوفیسه مشخص که از این میان ۵۵ نمونه به‌طور کامل تا حد گونه و ۳۷ نمونه دیگر در حد جنس شناسایی شده است (جدول ۱). ۲۹ جنس از باسیلاریوفیسه ۹۵ درصد از کل جمعیت را به خود

بررسی پلانکتونی آب‌های منطقه بوشهر و کنگان (سواری، ۱۳۶۰)، بررسی پلانکتونی آب‌های ساحلی بندرعباس (سراجی و نادری، ۱۳۷۰)، بررسی تنوع و تراکم جمعیت پلانکتونی در مناطق شرق مرکزی و غرب بندرعباس (سراجی، ۱۳۷۹)، و بررسی زیست‌مندان و تنوع زیستی بوم‌سازگان کشند سرخ در سواحل استان هرمزگان (حیدری، ۱۳۸۱) اشاره کرد. به دلیل نقش اصلی و مشخص فیتوپلانکتون‌ها به عنوان اولین منبع غذایی هرم، حفظ و نگهداری این ذخایر عظیم دریایی ضروری به نظر می‌رسد، لذا پایش ساختار اجتماعات این موجودات، خصوصاً به دلیل افزایش فشار آلودگی سواحل و ورود انواع پساب‌ها به آب‌های منطقه بیش از پیش احساس می‌گردد. در مطالعه حاضر، تغییرات هفتگی جمعیت فیتوپلانکتون‌ها در محدوده آب‌های تنگه هرمز بررسی می‌گردد.

### ۲. مواد و روش‌ها

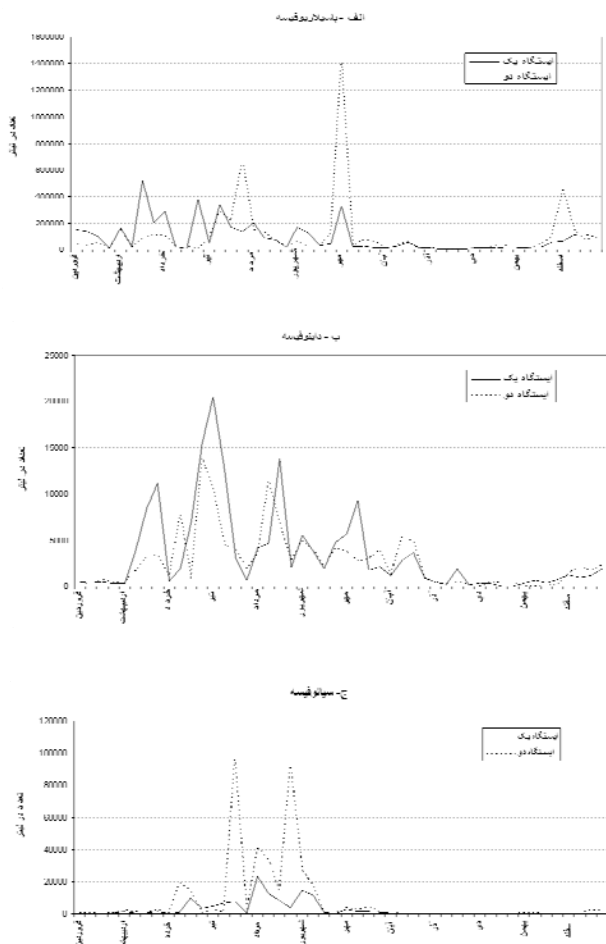
ناحیه مورد بررسی در این پروژه شامل دو ایستگاه ثابت تعیین شده در تنگه هرمز است. ایستگاه شماره یک با مختصات  $26^{\circ}59'34''/74''$  عرض شمالی و  $56^{\circ}28'49''/38''$  طول شرقی در جنوب جزیره هرمز و ایستگاه شماره دو با مختصات  $27^{\circ}07'54''/8''$  عرض شمالی و  $56^{\circ}29'25''/5''$  طول شرقی در آب‌های شمال جزیره هرمز واقع شده که موقعیت این ایستگاه‌ها نشان داده شده است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت تقریبی دو ایستگاه نمونه برداری در شمال و جنوب جزیره هرمز واقع در تنگه هرمز، ۱۳۸۳- ایستگاه یک : جنوب جزیره، ایستگاه دو: شمال جزیره

عملیات نمونه برداری توسط یک فروند قایق موتوری از

شده و در آذر ماه جمعیت آن به صفر رسیده است. روند کلی تغییرات در تراکم فیتوپلانکتونی با احتساب میانگین از دو ایستگاه مورد بررسی در نمودار (۷) نشان داده شده است که با توجه به آن بیشترین جمعیت فیتوپلانکتونی در دو ماه مهر و تیر مشخص شده است.



نمودار ۱ (الف، ب، ج) - روند تغییرات هفتگی در جمعیت فیتوپلانکتون در دو ایستگاه واقع در تنگه هرمز (۱۳۸۳)

تحلیل واریانس یک طرفه گروههای فیتوپلانکتونی بین چهار هفته نمونه برداری در هر ماه به تفکیک ایستگاه در جدول (۲) ارائه شده است. با توجه به این جدول، در جمعیت باسیلاریوفیسه بین چهار هفته نمونه برداری اختلاف معنی داری ( $P < 0.01$ ) مشاهده شده و در خصوص داینوفیسه در ماههای اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و در مورد سیانوفیسه در ماه های اردیبهشت، مرداد، مهر، بهمن و اسفند نیز بین چهار هفته نمونه برداری اختلاف معنی داری ( $P < 0.01$ ) وجود داشته است.

اختصاص داده و گروههای داینوفیسه و سیانوفیسه به ترتیب با داشتن ۱۲ جنس (۳ درصد) و یک جنس (۲ درصد) در مرتبه های بعدی قرار گرفته اند. جنسهای تولیدکننده شکوفایی مضر جلبکی همانند *Pyrodinium*, *Alexandrium*, *Protoperidinium*, *Pyrocystis* و *Prorocentrum* در منطقه مشاهده شده است (جدول ۱).

جدول ۱- فهرست فیتوپلانکتون های شناسایی شده در دو ایستگاه واقع در تنگه هرمز (۱۳۸۳)

<i>Alexandrium</i> sp.	<i>Guinardia cylindrus</i>	<i>Protoperidinium</i> sp.2
<i>Asterionella japonica</i>	<i>Guinardia flaccida</i>	<i>Protoperidinium</i> sp.3
<i>Bacteriastrium varians</i>	<i>Guinardia striata</i>	<i>Protoperidinium</i> sp.4
<i>Bellerochea malleus</i>	<i>Heliotheca</i> sp.	<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.
<i>Biddulphia mobiliensis</i>	<i>Hemidiscus hardmanianus</i>	<i>Pyrocystis lunula</i>
<i>Biddulphia sinensis</i>	<i>Heterocapsa</i> sp.	<i>Pyrocystis fusiformis</i>
<i>Ceratium carriense</i>	<i>Melosiera</i> sp.	<i>Pyrodinium bahamense</i>
<i>Ceratium dense</i>	<i>Navicula atlantica</i>	<i>Pyrophacus horologicum</i>
<i>Ceratium furca</i>	<i>Navicula</i> sp.1	<i>Rhizosolenia alata</i>
<i>Ceratium fusus</i>	<i>Navicula</i> sp.2	<i>Rhizosolenia</i> sp.1
<i>Ceratium inflatum</i>	<i>Nitzschia paradoxa</i>	<i>Rhizosolenia</i> sp.2
<i>Ceratium kofoidii</i>	<i>Nitzschia</i> sp.1	<i>Rhizosolenia calcaravis</i>
<i>Ceratium macroceros</i>	<i>Nitzschia</i> sp.2	<i>Rhizosolenia clevei</i>
<i>Ceratium trichoceros</i>	<i>Nitzschia</i> sp.3	<i>Rhizosolenia cochlea</i>
<i>Ceratium tripos</i>	<i>Noctiluca miliaris</i>	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
<i>Cerattocorys horrida</i>	<i>Odontella mobiliensis</i>	<i>Rhizosolenia robusta</i>
<i>Chaetoceros affinis</i>	<i>Planktoniella sol</i>	<i>Rhizosolenia hebetate</i>
<i>Chaetoceros breve</i>	<i>Pleurosigma acutum</i>	<i>Rhizosolenia setigera</i>
<i>Chaetoceros coarctatus</i>	<i>Pleurosigma normanii</i>	<i>Scripsiella</i> sp.
<i>Chaetoceros denticulatum</i>	<i>Prorocentrum</i> sp.	<i>Skeletonema costatum</i>
<i>Chaetoceros lorenzianum</i>	<i>Protoperidinium conicum</i>	<i>Soriella</i> sp.
<i>Chaetoceros peruvianum</i>	<i>Protoperidinium depressum</i>	<i>Stephanodiscus</i> sp.
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	<i>Protoperidinium divergens</i>	<i>Stereptotheca</i> sp.
<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Protoperidinium</i> sp.1	<i>Tebellaria</i> sp.
<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Protoperidinium</i> sp.2	<i>Thalassiotrix</i> sp. 1
<i>Cyanea</i> sp.	<i>Protoperidinium leonis</i>	<i>Thalassiotrix</i> sp.2
<i>Dinophysis caudate</i>	<i>Protoperidinium oblongum</i>	<i>Thalassionema</i> sp.
<i>Dinophysis tripos</i>	<i>Protoperidinium oceanicum</i>	<i>Thalassiosira</i> sp.
<i>Eucampia</i> sp.1	<i>Protoperidinium pellucidum</i>	<i>Trichodesmium theibautii</i>
<i>Eucampia</i> sp.2	<i>Protoperidinium pentagonum</i>	<i>Trichodesmium</i> sp.
<i>Fragillaria</i> sp.	<i>Protoperidinium</i> sp.1	

نتایج حاصل از روند تغییرات جمعیت این سه گروه در تنگه هرمز در نمودار (۱- الف تا ج) نشان داده شده است. با توجه به این نمودار، بیشترین تراکم جمعیت باسیلاریوفیسه در هفته اول مهر ( $345182 \pm 141520$  عدد در متر مکعب) و حداقل آن در هفته دوم آذر ( $361 \pm 290$  عدد در متر مکعب) برآورد شده است؛ همچنین بیشترین تراکم جمعیت داینوفیسه در هفته اول تیر ( $1790 \pm 20433$  عدد در متر مکعب) و کمترین تراکم این گروه در هفته اول بهمن ( $10 \pm 0$  عدد در متر مکعب) ثبت شده است. بیشترین تراکم سیانوفیسه نیز در هفته سوم تیر ( $19140 \pm 96367$  عدد در متر مکعب) مشاهده

جدول ۲- آنالیز واریانس یک طرفه جمعیت گروه‌های فیتوپلانکتونی بین چهار هفته نمونه‌برداری در ماه‌های مختلف در تنگه هرمز (۱۳۸۳)

داینوفیسه			سیانوفیسه			بسیلاریوفیسه			گروه‌های فیتوپلانکتونی			
ایستگاه ۲			ایستگاه ۱			ایستگاه ۲			ایستگاه ۱			ایستگاه‌ها
P	F	MS	P	F	MS	P	F	MS	P	F	MS	ماه / آمار
0.11	2.77	119297	0.63	0.61	35422	0.00	61	1.62 E+09	0.00	1535	1.14 E+10	فروردین
0.07	3.45	5597189	0.00	184	69580922	0.00	934	9.08E+09	0.00	557	1.35 E+11	اردیبهشت
0.00	65	114835835	0.00	60	135714653	0.00	258	5.09 E+09	0.00	143	1.04 E+11	خرداد
0.00	28	415339964	0.00	241	246676478	0.00	140	1.88 E+11	0.00	877	4.35 E+10	تیر
0.00	233	46320833	0.00	396	80215556	0.00	63	9.86 E+09	0.00	279	1.77 E+10	مرداد
0.00	21	4669722	0.00	37	7352222	0.00	1.02	6.59 E+09	0.00	66	1.26 E+10	شهریور
0.36	1.22	1182222	0.00	41	37473919	0.00	46	1.38 E+09	0.00	1 E+04	7.17 E+10	مهر
0.00	134	17649189	0.00	34	5134167	0.00	2732	1.91 E+09	0.00	843	1.01 E+09	آبان
0.22	1.83	83767	0.00	42	2074722	0.00	51	61070000	0.00	117	85932222	آذر
0.19	2	147300	0.06	3.64	86702	0.00	332	384836389	0.00	35	27388889	دی
0.00	15	28431	0.27	1.58	131922	0.00	2528	4.80 E+09	0.00	499	1.34 E+09	بهمن
0.00	8	535556	0.40	4.50	531944	0.00	504	2.57 E+09	0.00	90	1.74 E+09	اسفند

ادامه جدول ۲

سیانوفیسه			گروه‌های فیتوپلانکتونی			
ایستگاه ۲			ایستگاه ۱			ایستگاه‌ها
P	F	MS	P	F	MS	ماه / آمار
0.32	1.38	48164	0.23	1.73	53611	فروردین
0.00	11.4	1150764	0.01	7.21	830208	اردیبهشت
0.00	285	290417119	0.00	242	55635008	خرداد
0.00	2454	6.7 E+09	0.00	68	30614167	تیر
0.00	36	3.4 E+09	0.00	59	209695556	مرداد
0.00	564	515983056	0.00	461	165002222	شهریور
0.00	72	7668889	0.00	100	2763056	مهر
0.00	30	370764	0.01	7.32	96252	آبان
-----	-----	-----	-----	-----	-----	آذر
0.00	9.7	108	0.06	3.74	54	دی
0.00	18	402431	0.13	2.50	69011	بهمن
0.00	8	695556	0.52	0.81	29008	اسفند

داینوفیسه و سیانوفیسه با شاخص اکسیژن محلول، همبستگی منفی و معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) و از بین این سه گروه تنها سیانوفیسه با پارامتر شوری همبستگی مثبت و معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) را نشان داده است. در این جدول، بیشترین ضریب همبستگی ( $r = 0.65$ ) بین سیانوفیسه و pH مشخص شده است.

جدول ۴- آزمون همبستگی گروه‌های فیتوپلانکتونی و شاخصهای محیطی در تنگه هرمز (۱۳۸۳)

شاخص	شاخص شانون	سیانوفیسه	داینوفیسه	بسیلاریوفیسه	شاخص
شوری (ppt)	$r = -0.21^*$ $p = 0.03$	$r = 0.24^*$ $p = 0.00$	$r = -0.04$ $p = 0.61$	$r = -0.008$ $p = 0.92$	
دما (C°)	$r = -0.38^*$ $p = 0.00$	$r = 0.59^*$ $p = 0.00$	$r = 0.48^*$ $p = 0.00$	$r = 0.28^*$ $p = 0.00$	
اکسیژن محلول (mg/l)	$r = 0.11$ $p = 0.29$	$r = -0.48^*$ $p = 0.00$	$r = -0.21^*$ $p = 0.00$	$r = -0.07$ $p = 0.38$	
pH	$r = -0.22^*$ $p = 0.03$	$r = 0.65^*$ $p = 0.00$	$r = 0.29^*$ $p = 0.00$	$r = 0.21^*$ $p = 0.00$	

\* معنی‌دار ( $p < 0.05$ )

نتایج حاصل از تحلیل واریانس یک طرفه گروه‌های فیتوپلانکتونی بین دو ایستگاه طی ۴۸ مرحله نمونه‌برداری در جدول (۳) ارائه شده است. با توجه به این جدول، تنها در تراکم جمعیت سیانوفیسه بین دو ایستگاه، اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) مشاهده شده است.

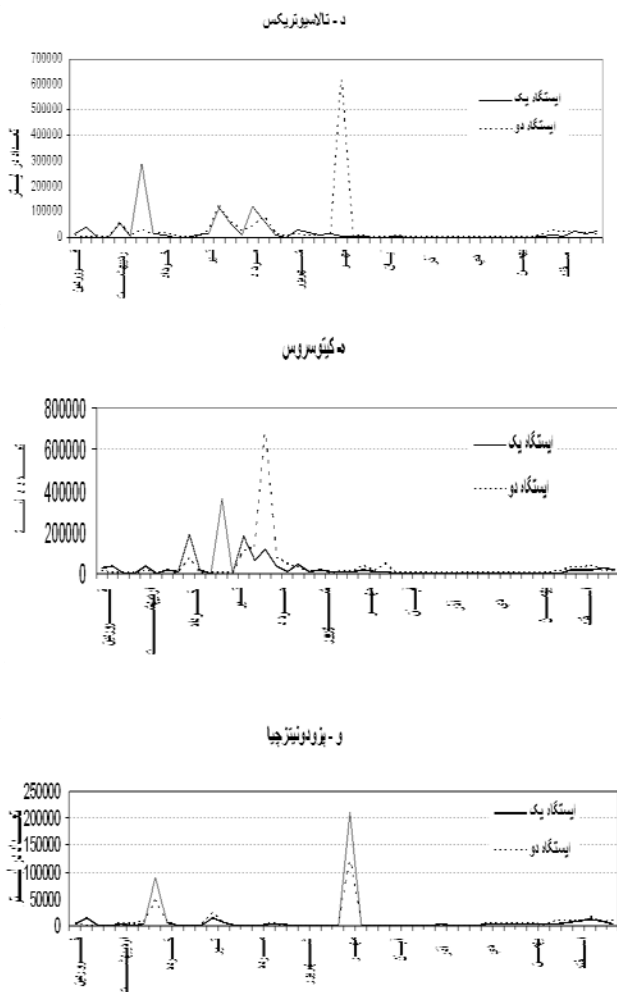
جدول ۳- آنالیز واریانس یک طرفه گروه‌های مختلف فیتوپلانکتونی بین دو ایستگاه طی ۴۸ مرحله نمونه‌برداری در تنگه هرمز (۱۳۸۳)

گروه‌های فیتوپلانکتونی	MS	F	P
بسیلاریوفیسه	6.629 E+09	0.21	0.646
داینوفیسه	38230225	2.50	0.115
سیانوفیسه	2.207 E+09	10.17	0.002*

\* معنی‌دار ( $p < 0.05$ )

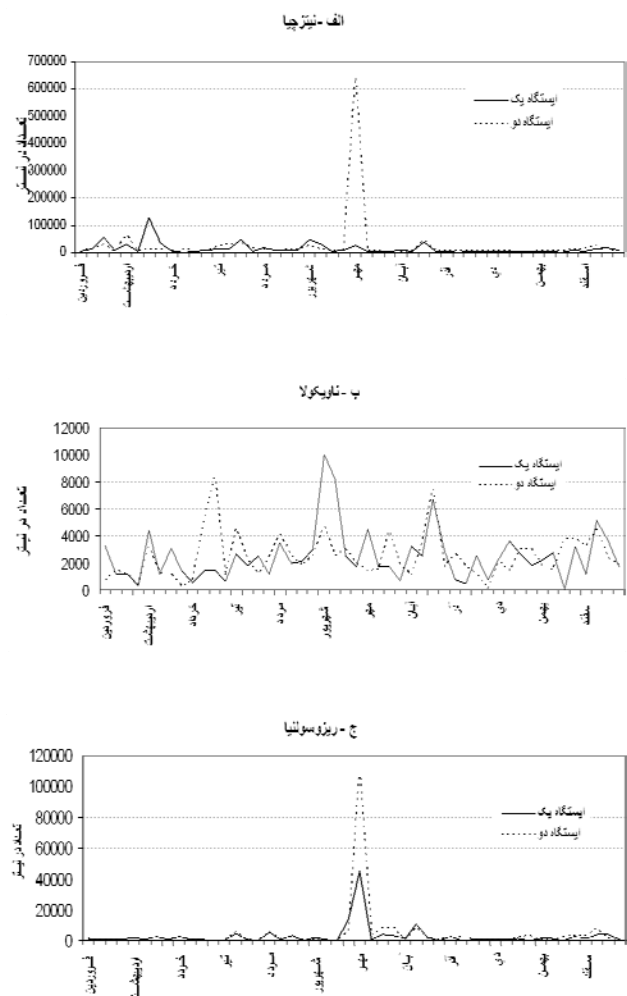
نتایج حاصل از آزمون همبستگی گروه‌های فیتوپلانکتونی با شاخص‌های فیزیک و شیمیایی در جدول (۴) آورده شده است که با توجه آن هر سه گروه با دو شاخص دما و pH همبستگی مثبت و معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) دارند؛ همچنین

نتایج حاصل از آزمون همبستگی بین شاخص‌های فیزیک و شیمیایی و جنس‌های فیتوپلانکتونی در جدول (۵) آورده شده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، جنس‌های *Protoperdinium*, *Prorocentrum*, *Chaetoceros*, *Ceratium* با عامل دما همبستگی مثبت و معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) جنس‌های *Trichodesmium*, *Rhizosolenia*, *Nitzschia* با شاخص شوری و جنس‌های *Chaetoceros*, *Navicula* با شاخص شوری و جنس‌های *Chaetoceros* و *Navicula* با عامل pH همبستگی مثبت و معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) و جنس‌های *Chaetoceros* و *Trichodesmium* با اکسیژن محلول، همبستگی منفی و معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) دارند؛ در حالی که دو جنس *Thalassiotrix* و *Pseudo-nitzschia* با هیچ‌یک از شاخص‌های محیطی همبستگی نشان نداده‌اند.



نمودار ۲ (د،ه،و) - روند تغییرات هفتگی در جمعیت برخی از جنس‌های باسیلاریوفیسه در دو ایستگاه واقع در تنگه هرمز (۱۳۸۳)

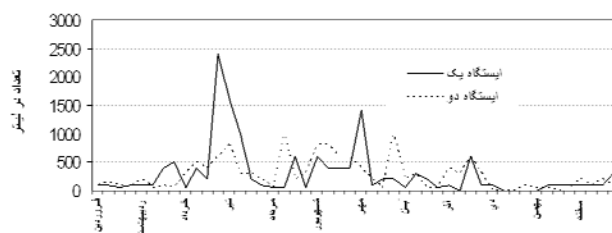
روند تغییرات هفتگی در برخی از جنس‌های باسیلاریوفیسه در نمودار (۲- الف تا و) نشان داده شده است. با توجه به این نمودار، بیشترین تراکم جمعیت جنس‌های *Nitzschia* مهر، *Rhizosolenia* و *Thalassiotrix* هفته اول شهریور و *Chaetoceros* هفته دوم تیر برآورد و ثبت شده است. همچنین روند تغییرات هفتگی در جمعیت برخی از جنس‌های داینوفیسه و سیانوفیسه به ترتیب در نمودار (۳- الف تا ج) و نمودار (۴) نشان داده شده است.



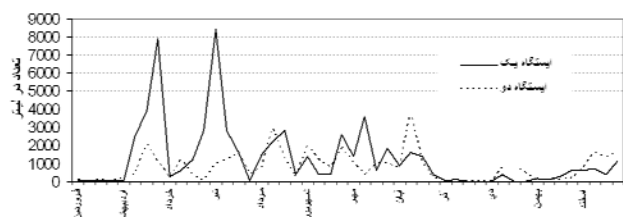
نمودار ۲ (الف، ب، ج) - روند تغییرات هفتگی در جمعیت برخی از جنس‌های باسیلاریوفیسه در دو ایستگاه واقع در تنگه هرمز (۱۳۸۳)

همچنین بیشترین تراکم جمعیت جنس *Ceratium* هفته اول تیر، *Prorocentrum* هفته چهارم خرداد، *Protoperdinium* هفته دوم اردیبهشت و هفته اول تیر و بیشترین جمعیت جنس *Trichodesmium* از سیانوفیسه هفته سوم تیر برآورد شده است.

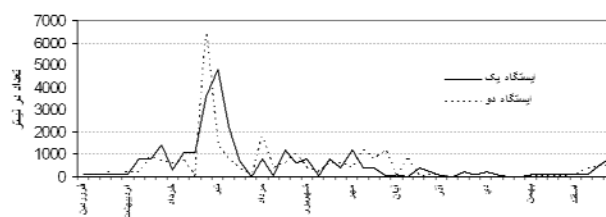
الف - سراتیوم



ج - پروتوبریستینوم



ب - پروروسفروم



نمودار ۳ (الف، ب، ج) - روند تغییرات هفتگی در جمعیت برخی از جنس‌های داینوفیسه در دو ایستگاه واقع در تنگه هرمز (۱۳۸۳)

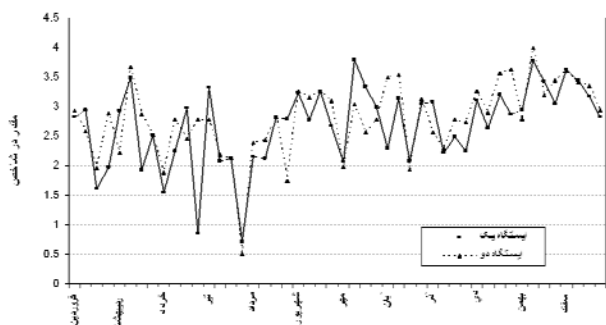
جدول ۵ - ضریب همبستگی برخی از جنس‌های مورد بررسی و شاخص‌های محیطی در تنگه هرمز (۱۳۸۳)

	Nitz.	Navi.	Rhiz.	Thala.	Chaeto.	Pseu.	Cera.	Proro.	Proto.	Trich.
ppt(شوری)	0.21*	0.03	0.33*	0.17	0.06	0.16	0.08	-0.10	0.01	0.24*
°C(دما)	0.13	0.17	0.13	0.19	0.28*	0.06	0.40*	0.35*	0.33*	0.38*
اکسیژن محلول mg/l( )	0.11	-0.05	0.16	0.05	-0.24*	0.09	-0.17	-0.19	0.05	-0.34*
pH	-0.02	0.26*	-0.11	0.10	0.28*	-0.15	0.20*	0.14	0.11	0.46*

\* معنی‌دار ( $p < 0.05$ )

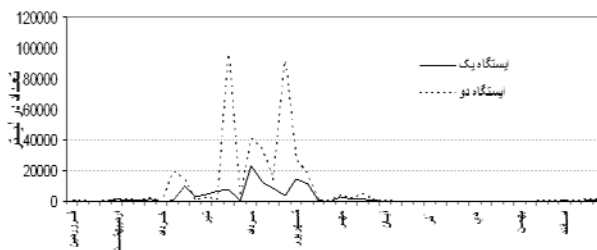
(۰/۵۰۲)، محاسبه شده است؛ همچنین نتایج حاصل از آزمون همبستگی شاخص شانون با شاخص‌های فیزیکوشیمیایی در جدول (۴) ارائه شده است که بر اساس این جدول این شاخص با عامل‌های شوری، دما و pH همبستگی منفی و معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) نشان داده است.

شاخص شانون



نمودار ۵ - روند تغییرات هفتگی در مقادیر شاخص شانون در دو ایستگاه واقع در تنگه هرمز (۱۳۸۳)

تریکودسمیوم



نمودار ۴ - روند تغییرات هفتگی در جمعیت جنس Trichodesmium از گروه سیانوفیسه در دو ایستگاه واقع در تنگه هرمز (۱۳۸۳)

در مطالعه حاضر، شاخص تنوع شانون برای تعیین هتروژنی جمعیت در هر دو ایستگاه مورد بررسی به تفکیک هفته محاسبه و روند تغییرات این شاخص در نمودار (۵) نشان داده شده است. بر اساس این نمودار، برخلاف تغییرات متناوب کاهشی و افزایشی در روند شاخص شانون، بیشترین میزان این شاخص در هفته دوم بهمن (۳/۹۷۸) و کمترین مقدار آن در هفته چهارم تیر

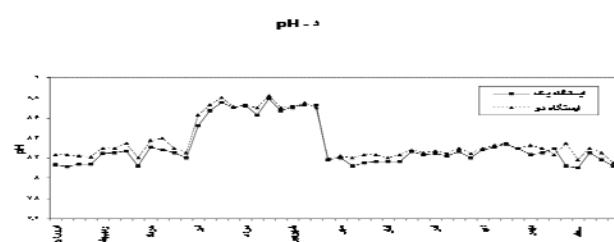
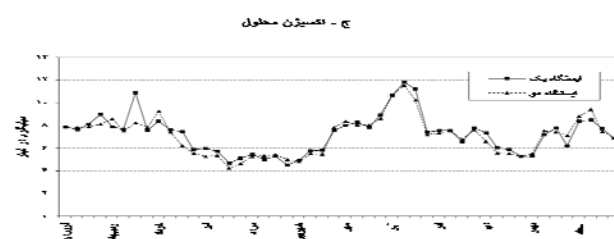
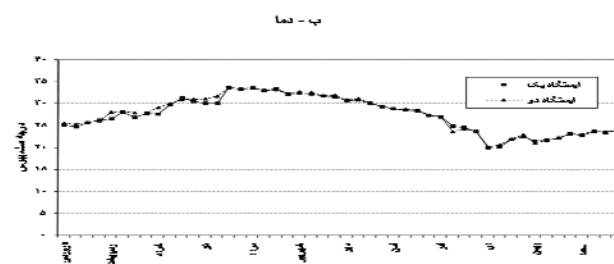
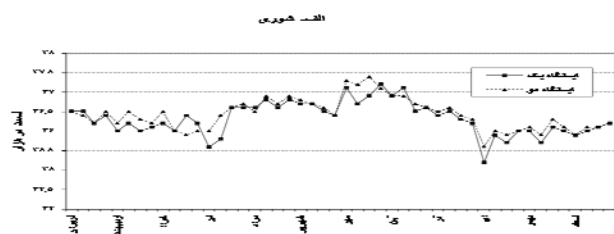
#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعات محققین، بالغ بر ۲۲۰۰ گونه فیتوپلانکتون در آب‌های خلیج فارس شناسایی شده است که این تعداد در مقایسه با تعداد کل گونه‌های فیتوپلانکتون ثبت شده در آب‌های شور که بالغ بر ۳۴۰۰ گونه است، رقم قابل توجهی است (سواری، ۱۳۶۰). مطالعات دورقام و مفتاح در سال ۱۹۸۶ بیانگر تنوع زیاد اجتماعات فیتوپلانکتونی خصوصاً دیاتومه و داینوفلاژله در خلیج فارس است. سواری در سال ۱۳۶۰ موفق شد حدود ۹۸ گونه فیتوپلانکتون را در آب‌های سطحی واقع بین بوشهر و کنگان شناسایی کند. همچنین سراجی در سال ۱۳۷۹، ۳۵-۴۰ جنس فیتوپلانکتون را در آب‌های ساحلی غرب، مرکز و شرق بندرعباس شناسایی کرده است.

در مطالعه حاضر، طی ۴۸ بار نمونه‌برداری از دو ایستگاه ثابت در تنگه هرمز ۴۲ جنس فیتوپلانکتون از سه گروه باسیلاریوفیسه، داینوفیسه و سیانوفیسه شناسایی گردید. باسیلاریوفیسه یا دیاتومه‌ها از فراوان‌ترین گروه‌های فیتوپلانکتونی خلیج فارس محسوب می‌شوند و حدود ۵۹ درصد کل را از نظر تعداد و بالغ بر ۶۰ درصد توده را از نظر وزن تشکیل می‌دهند (سواری، ۱۳۶۰). در مطالعه حاضر گروه مذکور با ۹۵ درصد بیشترین میزان را نسبت به گروه‌های دیگر دارا بوده است. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج مشاهدات دیگر محققین در منطقه شباهت‌های زیادی دارد؛ به‌طوری که سراجی در سال ۱۳۷۹ گزارش کرد تراکم باسیلاریوفیسه بین ۸۱-۹۶ درصد از آب‌های غرب تا شرق بندرعباس متغیر است. در مطالعه حاضر جنس‌های *Nitzschia*، *Chaetoceros*، *Thalassiotrix*، *Rhizosolenia*، *Navicula* غالبیت خاصی در اغلب اوقات سال برخوردار بوده‌اند. گزارش‌های سواری (۱۳۶۰)؛ حاکی از آن است که حضور جنس‌های مذکور در اکثر ایستگاه‌ها و اغلب اوقات سال نمایانگر گستردگی زیاد و پراکندگی نامحدود آنها در خلیج فارس است.

در این پژوهش، روند تغییرات باسیلاریوفیسه به‌نحوی است که بیشترین تراکم در مهر و تیرماه مشخص شده است. روند تغییرات جمعیت کل فیتوپلانکتون در منطقه مورد بررسی (تنگه هرمز) نیز حاکی از افزایش جمعیت در دو ماه تیر و مهر و کاهش جمعیت در فصل خنک سال است (نمودار ۷). این نتایج با اطلاعات به‌دست آمده در منطقه تفاوت‌هایی را نشان می‌دهد؛

روند تغییرات هفتگی عوامل محیطی در ناحیه تنگه هرمز شامل شوری، نوسان دمایی، اکسیژن محلول و pH در نمودار ۶ (الف تا د) نشان داده شده است. با توجه به این نمودار، بیشترین میزان شوری در هفته سوم مهر (۳۷/۲ گرم در هزار) و کمترین مقدار آن در هفته اول دی (۳۵/۲ گرم در هزار) ثبت شده است. همچنین حداکثر دمای سطحی آب در هفته سوم تیر (۳۳/۷) درجه سلسیوس) و حداقل دما در هفته اول دی (۲۰/۰ C°) برآورد شده است. اکسیژن محلول نیز در هفته دوم آبان بیشترین مقدار (۱۱/۸۴ میلی گرم در لیتر) و در هفته سوم تیر، کمترین میزان (۴/۲۳ میلی گرم در لیتر) را داشته است. عامل pH نیز بیشترین میزان (۸/۸۲) را در هفته سوم مرداد و کمترین مقدار این شاخص (۸/۱۰) در هفته اول اسفند ثبت شده است.



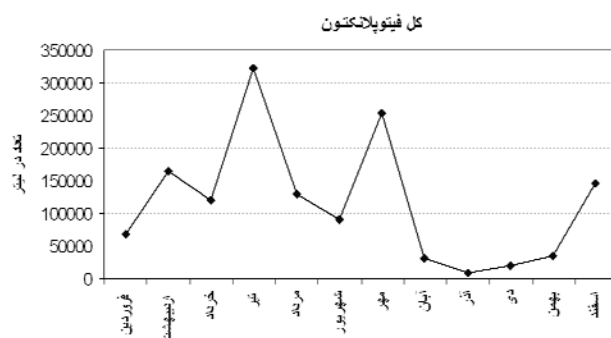
نمودار ۶ (الف، ب، ج، د) - روند تغییرات هفتگی در شاخص‌های محیطی در دو ایستگاه واقع در تنگه هرمز (۱۳۸۳)

باسیلاریوفیسه در هفته اول مهر به اوج جمعیتی رسیده است. در مطالعه حیدری (۱۳۸۲)، این جنس در دی ماه افزایش تراکم داشته است. همچنین تراکم قابل ملاحظه‌ای از *Navicula* در مطالعه حاضر ثبت نشده است. این در حالی است که بر اساس مطالعات محققین، شکوفایی مضر این گونه در بندرلنگه (تیر، مهر، آبان) مشاهده شده است (روحانی قادیکلایی، ۱۳۷۵؛ Rezai, 1995). به‌علاوه گزارش دیگری نیز از افزایش جمعیت *Navicula* (دی ماه) در دسترس است (حیدری، ۱۳۸۱). در این پژوهش *Chaetoceros* در خرداد، تیر و مرداد افزایش جمعیت داشته است. تراکم بسیار زیادی (شکوفایی) از این جنس در بهمن و خرداد گزارش شده است (سراجی، ۱۳۷۴). در این پژوهش جنس‌های *Rhizosolenia*، *Thalassiotrix* و *Pseudo-nitzschia* هم‌زمان با *Nitzschia* در مهرماه افزایش تراکم داشته است. گزارشی حاکی از شکوفایی جنس‌های مذکور در تنگه هرمز یا آب‌های استان هرمزگان در دسترس نیست. در تحقیق حاضر *Protoperidinium* از داینوفیسه در دو ماه اردیبهشت و خرداد از تراکم زیادی برخوردار بوده است. حیدری در سال ۱۳۸۲ تراکم این جنس را در مرداد ماه (در حد ایجاد شکوفایی) گزارش کرده است. *Trichodesmium* از سیانوفیسه در تیرماه جمعیت زیادی را نشان می‌دهد. این در حالی است که شکوفایی این جنس در خلیج فارس (بندرلنگه، گرز، نخیلو، فارور در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر) نیز گزارش شده است (Rezai, 1995). اگر چه این جنس موجب تراکم زیاد در سطح و ایجاد پوشش حصیری در بستر می‌شود، اما به نظر می‌رسد موج بودن دریا که ناشی از وزش بادهای موسمی در فصل گرم سال در تنگه هرمز است، مانع از بروز چنین پدیده‌ای (ایجاد پوشش حصیری) در زمان افزایش تراکم تریکودزمیوم می‌گردد.

اجتماعات فیتوپلانکتونی در خلیج فارس بسیار متنوع بوده و اغلب شامل دیاتومه‌ها و داینوفلاژله‌ها هستند (Dorgham and Mofteh, 1986). در این تحقیق با توجه به جدول (۱) مشخص می‌شود که جنس‌های *Rhizosolenia*، *Chaetoceros*، *Ceratium* و *Protoperidinium* تنوع گونه‌ای زیادی داشته‌اند. نتایج مطالعات محققین دیگر نیز در آب‌های هرمزگان و حوزه جنوبی خلیج فارس این موضوع را تایید می‌کند (حیدری، ۱۳۸۱؛ روحانی قادیکلایی، ۱۳۷۷؛ سراجی، ۱۳۷۹؛ Dorgham and Mofteh, 1989).

در این پژوهش با توجه به نمودار (۵) کمترین میزان شاخص شانون در تابستان (۰/۵۰۲) و بیشترین مقدار آن در زمستان

به‌طوری که در برخی مطالعات، تراکم باسیلاریوفیسه در ماه‌های خنک بیش از ماه‌های گرم گزارش شده است (روحانی قادیکلایی، ۱۳۷۵، ۱۳۷۷؛ سراجی، ۱۳۷۹). همچنین در گزارش دیگری، تمرکز زیاد فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های خلیج فارس از مهر تا دی ماه مشاهده شده است (سواری، ۱۳۶۰).



نمودار ۷- روند تغییرات ماهانه در جمعیت فیتوپلانکتون‌های مشاهده شده در تنگه هرمز (میانگین دو ایستگاه)، ۱۳۸۳

در اکثر مطالعات، بعد از باسیلاریوفیسه به‌ترتیب داینوفیسه و سیانوفیسه غالب‌ترین گروه‌های فیتوپلانکتونی در منطقه معرفی شده‌اند (سراجی و نادری، ۱۳۷۴؛ سراجی ۱۳۷۹؛ سواری، ۱۳۶۰؛ حیدری، ۱۳۸۱؛ Rezai, 1995) همچنین بر اساس بررسی‌های مذکور، جنس‌های *Protoperidinium*، *Ceratium*، *Dinophysis* و *Trichodesmium* از داینوفیسه و *Oscillatoria*، *Phormidium* از سیانوفیسه غالب‌ترین جنس‌های شناخته شده در منطقه هستند. به‌علاوه با توجه به نتایج محققین مذکور، بیشترین تراکم جمعیت این دو گروه از فیتوپلانکتون‌ها در فصل گرم سال گزارش شده است که با نتایج حاصل از این پژوهش در تنگه هرمز شباهت‌های زیادی را نشان می‌دهد؛ با این تفاوت که تنها جنس از سیانوفیسه که در مطالعه حاضر مشاهده و ثبت گردید، تریکودزمیوم است.

از ویژگی‌های مهم فیتوپلانکتون‌ها ایجاد پدیده‌ای بنام توالی است؛ بدین منظور که گونه‌ای در فصل یا زمان خاص و مکان مشخص، حضور خود را به تعداد زیاد نشان داده و پس از مدتی به‌دلیل نامساعد بودن شرایط محیطی، تعداد افراد آن گونه کاهش یافته و یا اینکه در آن مکان محو می‌شوند و در عوض گونه‌ای دیگر جای آن را اشغال می‌کند (سواری، ۱۳۶۰).

در این تحقیق، برخی از جنس‌ها در زمان خاصی از سال دارای اوج جمعیتی هستند، (نمودارهای ۲- الف تا و، ۳- الف تا ج ۴). با توجه به این نمودارها مشخص می‌گردد که *Nitzschia* از



همچنین در بررسی حاضر مشخص شده است که سه شاخص دما، شوری و pH، همبستگی منفی و معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) را با شاخص تنوع گونه‌ای نشان داده است و این امر مبین این موضوع است که شاخص‌های مذکور بر وضعیت ترکیب گونه‌ای موجود در تنگه هرمز تاثیر داشته و کاهش شاخص شانون را در فصل گرم با افزایش دما تایید می‌نماید.

با توجه به نکات فوق و اهمیت تنگه هرمز در تبادل آب بین دو بوم‌سامانه (خلیج فارس و دریای عمان) و نیز حضور جنس‌های تولیدکننده شکوفایی مضر جلبکی در منطقه و کاهش تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌ها در تابستان (که احتمالاً ناشی از افزایش بار آلودگی است)، علاوه بر پایش مداوم جمعیت‌های فیتوپلانکتونی، تعیین تنوع زیستی گروه‌های مهم زئوپلانکتونی و اندازه‌گیری میزان مواد مغذی آب دریا خصوصاً نیترات و فسفات در منطقه ضروری به نظر می‌رسد.

## ۵. تشکر و قدردانی

از زحمات بی‌شائبه جناب آقای مهندس محسنی، مدیرکل محترم حفاظت محیط زیست استان هرمزگان در فراهم‌آوری زمینه تحقیقات در ایستگاه هرمز نهایت تشکر و تقدیر را به عمل می‌آید.

## منابع

حیدری، م. ۱۳۸۱. زیست‌مندان و تنوع زیستی بوم سازگان کشند قرمز در سواحل استان هرمزگان. پایان نامه کارشناسی ارشد بیولوژی دریا، دانشگاه علوم دریایی و اقیانوسی خرمشهر. ۱۵۶ ص.

روحانی قادیکلایی، ک. ۱۳۷۵. بررسی میزان کلروفیل و توزیع فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های ساحلی بندرلنگه و نخیلو در ارتباط با صدف مروارید ساز. مجله علمی شیلات ایران. ۵. ش ۱. ۴۴ ص.

روحانی قادیکلایی، ک. ۱۳۷۷. بررسی نوسانات فصلی فیتوپلانکتون‌های آب‌های ساحلی لاوان از نقطه نظر کمی و ترکیب گونه‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

سراجی، ف. و نادری، ح. ۱۳۷۴. بررسی پلانکتون‌های آب‌های ساحلی بندرعباس. مرکز تحقیقات شیلاتی دریای عمان. ۱۰ ص.

سراجی، ف. ۱۳۷۹. تنوع و تراکم جمعیت پلانکتونی در مناطق شرق، مرکزی و غرب بندرعباس. مجله علمی شیلات ایران. ۹. ش ۴.

(۳/۹۷۸) محاسبه شده است. نتایج مشابهی در مناطق غرب، مرکز و شرق آب‌های ساحلی بندرعباس در دسترس است که حاکی از بالابودن میزان این شاخص (۳/۹۸۲/۸) در پاییز و زمستان است (سراجی، ۱۳۷۹). مطالعات حیدری در سال ۱۳۸۲ نیز نشان داده است که به‌طور نسبی تنوع گونه‌ای در ماه‌های خنک سال (آبان، دی و بهمن) از ماه‌های گرم بیشتر است. براساس نظر برخی محققین، این شاخص از مقدار عددی صفر شروع و تا حدود ۶۵ که بیانگر محیط سالم است، می‌رسد. از شاخص شانون به‌منظور سنجش تاثیر فاضلاب‌های آلاینده بر موجودات زنده و تنوع گونه‌ها استفاده می‌شود و در حقیقت معیار عمومی فشار بر موجودات تلقی می‌گردد (Luduing and Reynolds, 1989). لذا با توجه به نتایج بدست آمده از وضعیت شاخص شانون در این بررسی، به‌نظر می‌رسد محیط مورد بررسی (تنگه هرمز) تحت فشار بوده و تا رسیدن به یک محیط آبی سالم برای زیست موجودات فاصله زیادی باشد.

درجه حرارت، شوری، مواد مغذی، pH، کدورت، اکسیژن محلول، فراجوشی، آلاینده‌ها و برخی عوامل دیگر از جمله عواملی هستند که موجب تغییر در ساختار جمعیت فیتوپلانکتون‌ها و ترکیب گونه‌ای می‌شوند. در پژوهش حاضر، شوری با دو گروه باسیلاریوفیسه و داینوفیسه همبستگی منفی و معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) نشان نداده است؛ در حالی که مطالعات هادیان در سال ۱۳۸۲ کاهش شوری را هم‌زمان با افزایش جمعیت فیتوپلانکتونی در مرداد و شهریور ثبت کرده است. همچنین براساس نظر برخی محققین (Dorgham and Moftah, 1989)، تابستان به‌دلیل افزایش درجه حرارت و به تبع آن افزایش شوری، برخی گونه‌های باسیلاریوفیسه در ستون آب مشاهده نمی‌شوند.

دما در بوم‌شناسی دریا به‌دلیل تاثیر بر میزان سوخت و ساز و افزایش حرارت بسیار اهمیت دارد و در بسیاری موارد حداکثر رشد فیتوپلانکتونی، ارتباط قابل پیش‌بینی با این شاخص دارد (Eppley, 1972) نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که هر سه گروه فیتوپلانکتونی با دما، همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داده‌اند (جدول ۴)، البته تفاوت مهم در این است که رابطه سیانوفیسه با این شاخص نسبت به دو گروه دیگر از ضریب همبستگی بالاتری ( $r=0.59$ ) برخوردار است. نتایج مطالعات حیدری در سال ۱۳۸۲، در آب‌های هرمزگان و مطالعات دیگر محققین در آب‌های جنوبی تنگه هرمز (Dorgham and Moftah, 1989) تاییدکننده این موضوع است.

- marine dinoflagellates smithsonian institution contributions from the United States National Herbarium. 42:1-144.
- Ludwing, J. and Reynolds, J. 1988. Statistical ecology (A Primer on Methods and Computing). Toronto. Jhon Wiley & Sons PUB .
- Minitab Release 13(1) for Windows. Available at: <http://www.Minitab.com>.
- Newell, G.E. and Newell, R.C. 1977. Marine plankton Hutchinson. p. 244.
- Program for ecological methodology, 2nd ed. 2001 Version 6.0. Available at: <http://www.zoology.vbc.ca/~kerebs>.
- Rezai-Marnani, H. 1995. Blooms of phytoplankton along the northeastern coast of the Persian Gulf. Moll. Fish. Res. Sta. Bandar Linge. 14 pp.
- Statistica V 5.5A. 1995. for Windows: computer program manual. Available at: <http://www.Statsoft.com>
- Zheng, Z. Shaojing, L. and Zhenzu, X. 1989. Marine planktonology China Ocean Press. Berlin. Springer. Verlag. p. 454.
- ص ۱۵-۲۶.
- سواری، ا. ۱۳۶۰. بررسی پلانکتون‌های منطقه بوشهر- کنگان خلیج فارس. اهواز جهاد دانشگاهی استان خوزستان. ۱۰۱ ص.
- هادیان، م. ۱۳۸۲. الگوهای زیست‌ساخت و روندهای زیانبار کشند قرمز در سواحل استان هرمزگان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیولوژی دریا، دانشگاه علوم دریایی و اقیانوسی خرمشهر. ۱۵۵ ص.
- Carmelo, R. Jomas. 1990. Identifying marine phytoplankton. Academic Press. p.589.
- Davis, C.C. 1955. The marine and freshwater plankton. Michigan State university press. p. 541.
- Dorgham, M.M. and Moftah, A. 1986. Plankton studies in the Persian Gulf. J. Scient. Res., 4(2):421-436.
- Dorgham, M.M. and Moftah, A. 1989. Environmental conditions and phytoplankton distribution in the Persian Gulf and Gulf of Oman. J. Mar. Biol. Ass. India. 31(1-2):36-53.
- Eco-Zist consulting engineers. 1990. Environmental report. Vol. 1. Atomic energy organization of Iran.
- Eppley, R.W. 1972. Temperature and phytoplankton growth in the sea. Fish. Bull. 70:1063-1085.
- Faust, M.A. and Gulledge, R.A. 2002. Identifying harmful