

روند پراکنش و تنوع سیست دینوفلاژله ها در رسوبات خلیج گواتر (شمال شرق دریای عمان)

گیلان عطاران فریمان*، آیدا رئیسی

*gilan.attaran@gmail.com

دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، گروه زیست دریا

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۳

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۴

چکیده

بسیاری از دینوفلاژله ها در چرخه تولید مثل جنسی و همینطور تحت شرایط نامساعد زیست محیطی تولید سیست کرده و از ستون آب در رسوبات بستر ته نشین می شوند. ارزیابی تنوع و پراکنش سیست دینوفلاژله ها در مطالعات زیست محیطی بسیار مهم است، زیرا سیستها در بستر دریا مانند بذری هستند که می توانند با شکوفا شدن سبب ایجاد کشند سرخ شوند. این تحقیق به منظور پراکنش و تعیین تنوع سیست دینوفلاژله های موجود در رسوبات خلیج گواتر در سال ۱۳۹۲ با نمونه برداری از رسوبات ۵ ایستگاه انجام پذیرفت. نمونه برداری با استفاده از گرب اکمن با سطح جمع کنندگی ۰/۲۲۵ متر مربع با سه تکرار در هر ایستگاه در دو فصل قبل و بعد از مانسون انجام شد. در کل نمونه برداری ها ۱۶ نمونه در حد گونه متعلق به ۹ جنس سیست دینوفلاژله برای اولین بار از خلیج گواتر شناسایی گردید. بیشترین درصد فراوانی را جنس *Protoperidinium* (۵۲٪) و کمترین را جنس *Zygabikodinium* (۱٪) به خود اختصاص دادند. نتایج نشان داد که میانگین تنوع سیست دینوفلاژله ها از ۲/۲۲ قبل از مانسون به ۲/۰۶ بعد از مانسون کاهش پیدا کرده است.

کلمات کلیدی: تنوع، پراکنش، سیست دینوفلاژله، مانسون، خلیج گواتر

*نویسنده مسئول

مقدمه

فیتوپلانکتون‌ها اساس زنجیره ی غذایی در محیط آبی بوده و از تولید کنندگان اولیه هستند. واکنش‌ها و روابط فیزیکی شیمیایی و زیست شناختی، نقش موثری در تولیدات پلانکتونی دارد بعلاوه اجتماع پلانکتونی شامل ترکیب، پراکندگی، تنوع و فراوانی نیز تحت تاثیر عوامل ذکر شده هستند (Mustapha, 2009). تاکنون نزدیک به ۲۰۰۰ گونه دینوفلاژله ی دریایی گزارش شده است. نزدیک به ۱۰ درصد از آنها قادر به تولید سیست هستند که در شرایط نامساعد محیطی دیواره سلولی آنها ضخیم شده و با کاهش فعالیت های فیزیولوژیک در رسوبات کف نشست و تشکیل سیست داده و برای مدت های طولانی زنده باقی می ماندند (Anderson, 1984; Montresor and Lewis 2006). دیواره سلولی سیست در برابر عوامل فیزیکی، شیمیایی و تخریب فیزیولوژیکی مقاوم می باشد (Fensome et al., 1993). در شرایط مناسب، سیست‌ها جوانه زده به صورت سلولهای شناور پلانکتونی درآمده و در ستون آب قرار می گیرند.

دریای عمان در جنوب ایران و در محدوده آب های استان های سیستان و بلوچستان و هرمزگان واقع شده، از جنوب به اقیانوس هند مرتبط بوده، تحت تاثیر جریانات دریایی است. وزش بادهای موسمی (Monsoon) از ویژگی های بارز منطقه است که تاثیر عمده ای بر خصوصیات محیطی و اکولوژیک دریای عمان دارد (اصغری و همکاران، ۱۳۸۹). خلیج گواتر با مساحت ۴۱۵/۹۴ کیلومتر مربع در منتهی الیه شرقی سواحل استان سیستان و بلوچستان قرار گرفته که بخشی از تالاب بین المللی و منطقه حفاظت شده گاندو به شمار می آید و ارزش های اکولوژیک منحصر به فردی دارد (دانه کار، ۱۳۸۵). متأسفانه مطالعات بسیار اندکی در منطقه ایرانی دریای عمان در خصوص شناسایی سیست فیتو پلانکتونها صورت گرفته است. Attaran-Fariman (۲۰۰۷) برای اولین بار به بررسی و شناسایی سیست دینوفلاژله از طریق ایجاد کشت آنها در شرایط آزمایشگاهی و سپس شناسایی مولکولی و سمیت آنها در مناطق محدودی از سواحل دریای عمان پرداخت، و در این مطالعه ۴۰ گونه سیست دینوفلاژله را از منطقه معرفی نمود. دوگونه جدید

به نام‌های *Scrippsiella irregularis* و *Gymnodinium trapeziforme* توسط Attaran-Fariman and Bolch و Fariman و همکاران در سال ۲۰۰۷ از آب‌های ایران نامگذاری گردید. Attaran-Fariman و همکاران در سال ۲۰۱۱ مطالعات گسترده تر و اختصاصی بر روی ارتباط مرحله سیست و متحرک پروتوپریدینیوم انجام دادند و مرفولوژی آنها را در هر دو مرحله سیست و متحرک بررسی کردند. همچنین گونه *Scrippsiella trochoidea* از سواحل جنوب شرق ایران شناسایی و ساختار صفحات و فیلوژنی این گونه از ایران بررسی گردید، این گونه می تواند سبب شکوفایی مضر در آب های ساحلی شود (Attaran-Fariman and Bolch, 2012). در دیگر نقاط ساحلی دنیا مطالعات زیادی بر روی پراکنش و تنوع سیست‌ها صورت گرفته است. به عنوان مثال Souza (2008) پراکنش، فراوانی و تنوع زیستی سیست دینوفلاژله را در شیلی بررسی کرد که در این بررسی ۲۴ گونه سیست دینوفلاژله ها ثبت که ۴ گونه آنها جدید بودند. Aydin و Uzdar در سال ۲۰۱۴ پراکنش سیست دینوفلاژله را در رسوبات دریای اژه بررسی کردند که نتایج آنها نشان داد سیستهای گونه های سمی در همه ایستگاه ها حضور دارند و اندازه، شکل و محتویات سیستها در ایستگاه های متفاوت با هم مشابه اند. طی مطالعاتی که Jagadish (2013) بر روی فراوانی سیست ها در سواحل جنوب غربی هند انجام داد، ۲۴ گونه از جنس *Protoperdinium*، *Lingulodinium*، *Gonyaulax* و *Zygabikodinium* را شناسایی نمود، که بیشترین فراوانی آنها در رسوبات دانه ریز ثبت گردید. تولید سیست تسهیلات لازم جهت تعیین پراکنش گونه را فراهم می نماید که توسط جریان ها یا عوامل دیگر به مکان های جدید حمل شده و بعنوان بذر جهت تشکیل اجتماعات در محیط هایی که قبلا وجود نداشتند تکوین می یابند (Anderson, 1984). نتایجی که از بررسی سیست گونه های مختلف فیتوپلانکتون به عنوان تولید کنندگان اولیه بدست می آید شرایط زیست محیطی حاکم بر یک اکوسیستم را نشان می دهد (Aydin et al., 2011; Matsuoka and Minareci 2011). برای گونه های ریز

تنوع و غنای گونه ای و شاخص یکنواختی با نرم افزار استاندارد Ecological Methodology تعیین گردید (Kenny and Krebs, 2001 و اجتهادی و همکاران، ۱۳۸۷).

الف : شاخص Margalef مارگالف :

$$R_1 = \frac{S-1}{L_n(N)}$$

R = شاخص غنای مارگالف

S = تعداد گونه ها

N = فراوانی تمام گونه ها

شاخص های تنوع (Diversity indices)

شاخص های تنوع بازتاب ترکیب و ادغام دو شاخص Richness و evenness بصورت یک رقم واحد می باشد
الف شاخص غالبی سیمپسون Simpson index ((λ)

این شاخص بعنوان اولین شاخص تنوع در بررسی های اکولوژیک مورد استفاده قرار گرفته است که بصورت زیر محاسبه می شود :

$$\lambda = \sum_{i=1}^s (P_i)^2$$

در این فرمول P_i عبارت است از نسبت فراوانی هر یک از گونه ها در نمونه که بصورت زیر برآورد می شود.

$$i=1, 2, 3, \dots, S \quad P_i = \frac{n_i}{N}$$

$$H = -\sum_{i=1}^s (P_i) \log_2 P_i$$

p_i - فراوانی نسبی گونه i ام $(\frac{n_i}{N})$

جلبک توانایی تولید سیست از اهمیت زیست محیطی ویژه ای برخوردار است زیرا که تضمین کننده ی بقای آنها، پراکنش و همچنین شکوفایی پلانکتونی را برای آنها تسهیل می نماید. مطالعه سیست میتواند تکمیل کننده ی اطلاعات بدست آمده از پلانکتون های ستون آب باشد (Dale, 1983).

در این مطالعه شناسایی وتنوع سیست دینوفلاژله ها در رسوبات خلیج گواتر برای اولین بار بررسی گردید.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه آبهای ایرانی دریای عمان، خلیج گواتر در منتهی الیه جنوب شرقی چابهار می باشد (شکل ۱). در این تحقیق نمونه برداری بوسیله گراب Ekman با سطح مقطع جمع کنندگی ۲۲۵ / ۰ متر مربع از رسوبات خلیج گواتر در اوایل خرداد (قبل از مانسون) و اوایل مهر ماه (بعد از مانسون) سال ۱۳۹۲ در ۵ ایستگاه و با سه تکرار از اعماق ۱-۲ متری صورت گرفت. مشخصات جغرافیایی هر ایستگاه با استفاده از دستگاه GPS روی شناور تعیین گردید (جدول ۱). در آزمایشگاه بر اساس روش ارائه شده در (Attaran-Fariman, 2007) جداسازی سیست ها انجام گردید. بدین صورت که ابتدا ۵ گرم رسوب را با آب مقطر مخلوط کرده به مدت دو دقیقه در دستگاه Homogenizer (مدل S-450D) هموژن گردید. سپس رسوبات را به ترتیب از الک ۲۵ میکرون و ۱۲۵ میکرون عبور داده و میزان رسوب باقی مانده را با مقداری آب مقطر به پتری دیش منتقل و سیست های دینوفلاژله ها توسط میکروسکوپ نوری مدل TS100 مورد شناسایی و تعیین فراوانی قرار گرفتند. شناسایی سیست ها بر اساس منابع متعددی از جمله (Attaran-Fariman, 2007; Joyce et al., 2012; Liu et al., 2012; Cremer et al., 2007; Attaran-Fariman et al., 2012; Liu et al., 2012; Cremer et al., 2007;) حد گونه انجام شد. نتایج حاصله توسط برنامه SPSS و با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه (ANOVA) تحلیل شد و آزمون توکی برای تعیین اختلاف معنی دار بین ایستگاه ها مورد استفاده قرار گرفت برای رسم نمودارها از نرم افزار آماری Excel استفاده گردید. محاسبه شاخص ها

برای محاسبه شاخص یکنواختی از فرمول معروف به پیلو استفاده شد که معمول ترین شاخص یکنواختی مورد استفاده توسط بوم شناسان است.

$$E_1 = \frac{H'}{\ln(s)} = \frac{\ln(N_1)}{\ln(N_0)}$$

E_1 = شاخص یکنواختی

N_1 = تعداد گونه ها (S)

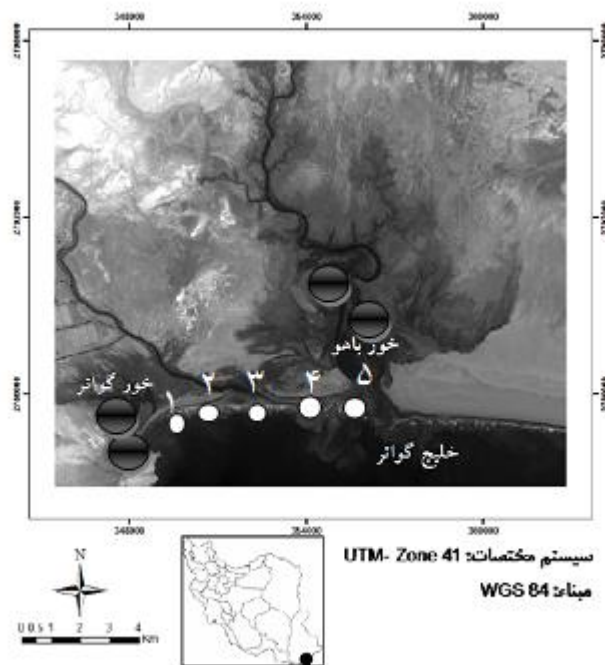
N_0 = شاخص نمایی شانون

H' - شاخص شانون- وینر p_i - فراوانی نسبی گونه i ام $(\frac{n_i}{N})$ n - تعداد گونه

طبق بررسی های بعمل آمده میزان H' بصورت خطی با لگاریتم تعداد گونه ها در نمونه ارتباط مستقیم دارد

(Ludwig et al., 1988)

شاخص یکنواختی



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه طی سال ۹۲

جدول ۱: مشخصات و موقعیت جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری

ایستگاه	مکان ایستگاه	عمق آب (متر)	عرض شمالی	طول شرقی
ایستگاه ۱	انتهای خلیج	۱/۸	۲۵° ۱۰' ۱۵.۲"	۶۱° ۲۹' ۲۹.۷"
ایستگاه ۲	میانه خلیج	۱/۵	۲۵° ۱۰' ۳۱.۹"	۶۱° ۲۹' ۳۱.۹"
ایستگاه ۳	میانه خلیج	۱/۷	۲۵° ۱۰' ۴۲.۲"	۶۱° ۲۹' ۳۰.۷"
ایستگاه ۴	نزدیک دهانه	۱/۴	۲۵° ۱۰' ۴۵.۲"	۶۱° ۲۹' ۲۷.۸"
ایستگاه ۵	دهانه خلیج	۱/۱	۲۵° ۱۰' ۱۴.۱"	۶۱° ۲۹' ۲۹.۸"

نتایج

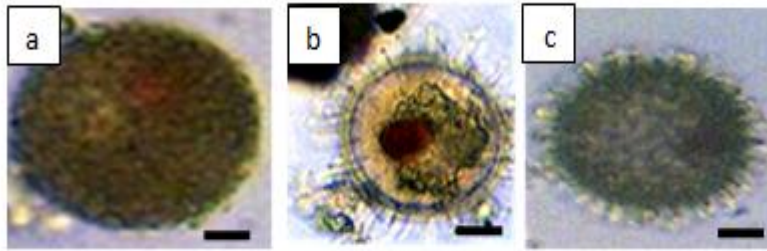
Peridinales و Gymnodinales, Gonyaulacales

می باشند. بیشترین گونه های شناسایی شده در این تحقیق متعلق به راسته Peridinales می باشند. فقط یک گونه متعلق به راسته Gymnodinales شناسایی گردید. برخی از سیست‌های شناسایی شده در شکل ۲ آورده شده است،

در بررسی حاضر جمعا ۱۶ نمونه در حد گونه سه نمونه در حد جنس که متعلق به ۹ جنس بودند، مورد شناسایی قرار گرفتند و ۲ سیست ناشناخته هم شناسایی گردید. فراوانی نسبی و گونه های شناسایی شده در دو فصل نمونه براری (قبل و بعد مانسون) در جدول ۲ آورده شده است. سیست های شناسایی شده متعلق به سه راسته

جدول ۲: سیستهای دینو فلاژله شناسایی شده و فراوانی (تعداد در ۱۰۰ گرم رسوب) آنها در رسوبات خلیج گواتر در قبل و بعد مانسون ۱۳۹۲

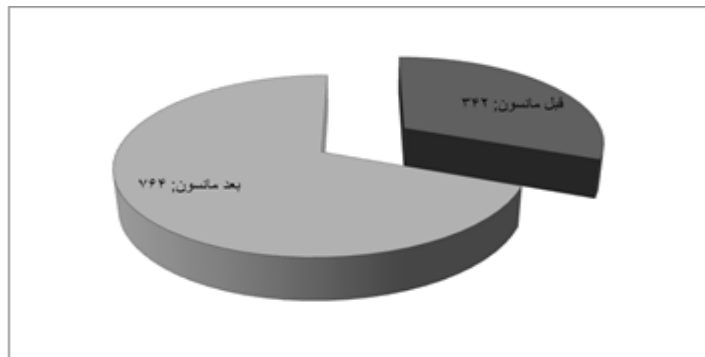
گونه	قبل مانسون	بعد مانسون	راسته
<i>Alexandrium affine</i>	۲۲		Gonyaulacales
<i>Alexandrium cf. tamarense</i>	۸	۱۳	Gonyaulacales
<i>Cochlodinium cf. polykrikoides</i>	۱۸		Gymnodinales
<i>Gonyaulax digitalis</i>	۵	۵	Gonyaulacales
<i>Gonyaulax spiniper</i>	۲۲	۱۵	Gonyaulacales
<i>Pentapharsodinium dalei</i>	۲۴		Gonyaulacales
<i>Pentapharsodinium tyrrhenicum</i>	۲۶		Peridinales
<i>Pyrodinium bahamense</i>	۴۲		Gonyaulacales
<i>Spiniferites bentorii</i>	۶	۳۳	Peridinales
<i>Scrippsiella</i> sp1.	۲۶	۶۸	Peridinales
<i>Scrippsiella</i> sp2.	۱۸	۳۲	Peridinales
<i>Scrippsiella lachrymose</i>	۱۸	۴۴	Peridinales
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	۳۳	۱۶	Peridinales
<i>Protoceratium reticulatum</i>	۱۰	۸۱	Peridinales
<i>Protoperidinium conicoides</i>		۱۱۲	Peridinales
<i>Protoceratium reticulatum</i>	۹	۱۳۰	Peridinales
<i>Protoperidinium oblongum</i>	۲۴	۱۴۱	Peridinales
<i>Protoperidinium obtusum</i>		۷۴	Peridinales
<i>Zygabikodinium lenticulatum</i>	۲۱		Peridinales
Unknown cyst 1	۶		-
Unknown cyst 2	۴		-



شکل ۲: برخی سیست های شناسایی شده (*a-Scripsiella lachryose*; *b-Pentapharsodinium dalei* *c-Scripsiella trochoidea*) در رسوبات خلیج گواتر در سال ۱۳۹۲، (مقیاس = ۱۰ میکرومتر)

مانسون ۳۴۲ عدد در ۱۰۰ گرم رسوب و بعد از مانسون ۷۶۴ عدد در ۱۰۰ گرم می باشد.

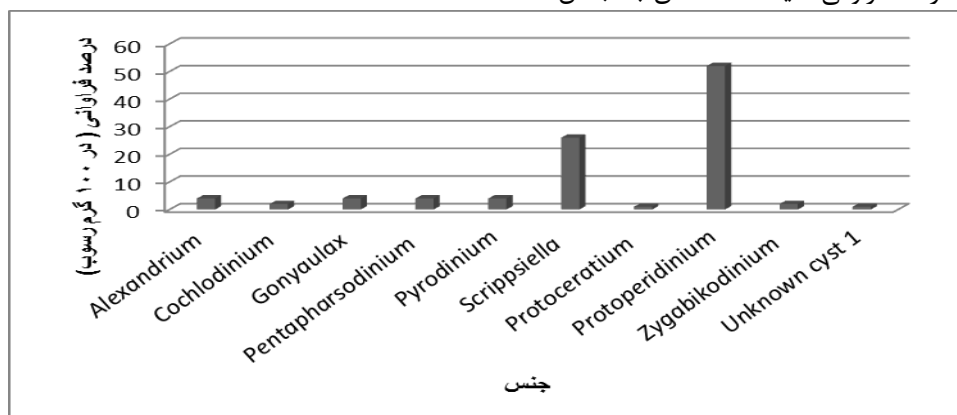
مقایسه میانگین فراوانی سیست دینوفلاژله در کل ایستگاه ها در دو دوره نمونه برداری در شکل ۳ نشان داده شده است بر اساس این شکل میانگین فراوانی ها در قبل از



شکل ۳: میانگین فراوانی (تعداد در ۱۰۰ گرم رسوب) سیست دینوفلاژله در قبل و بعد از مانسون در مجموع ایستگاه های نمونه برداری در رسوبات خلیج گواتر (۱۳۹۲)

Protoperidinium با ۵۲٪ و کمترین فراوانی مربوط به جنس *Zygabikodinium* با ۱٪ بوده است.

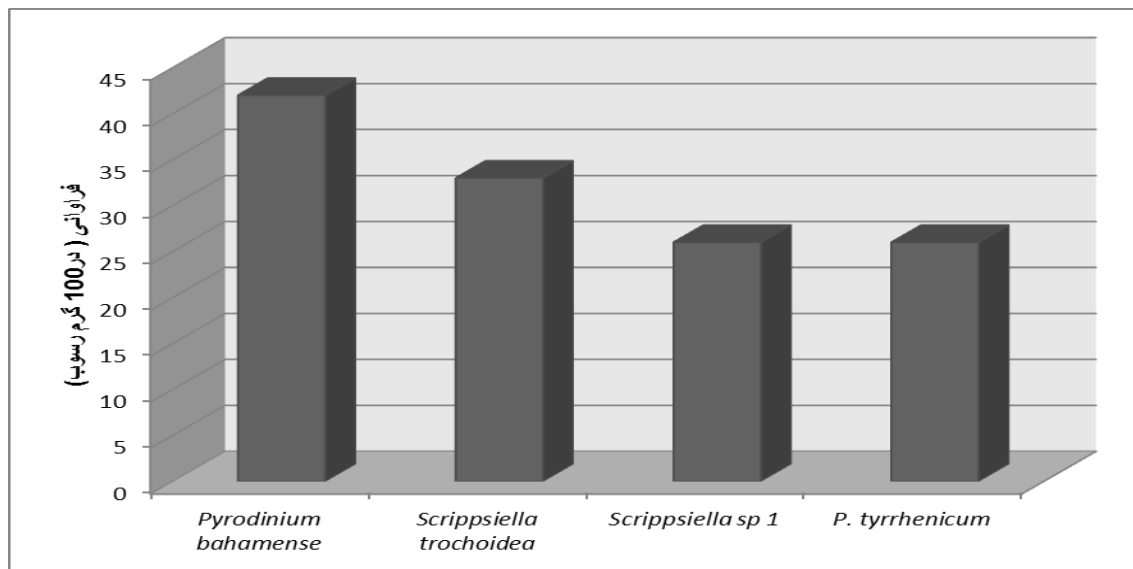
درصد فراوانی جنس ها در طول دوره نمونه برداری در شکل ۴ ارائه شده است. در بین جنس های شناسایی شده بیشترین درصد فراوانی سیست ها متعلق به جنس



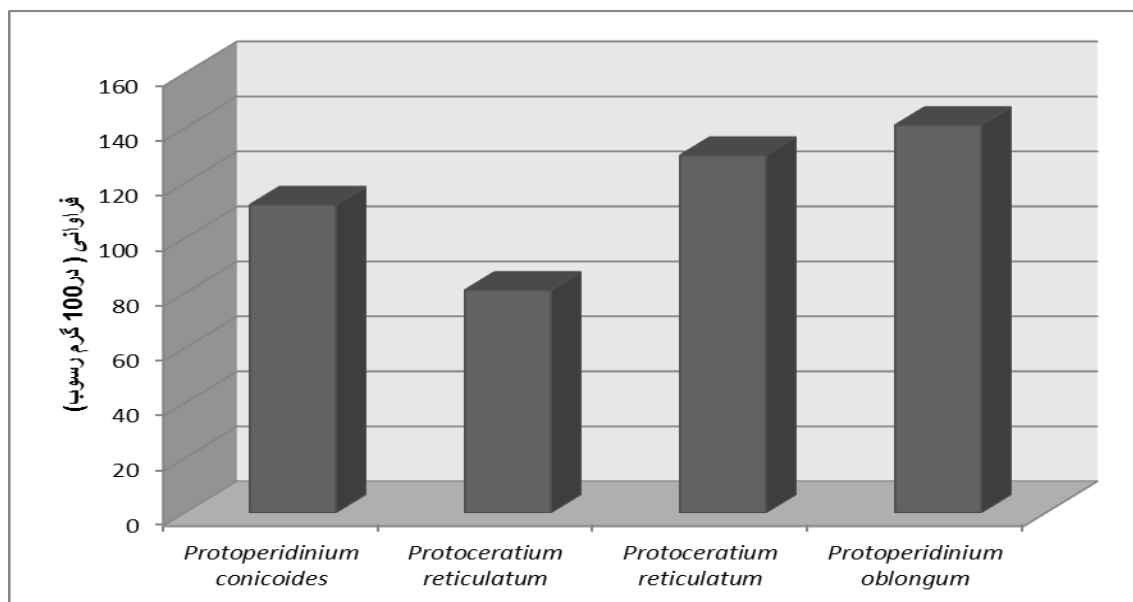
شکل ۴: درصد فراوانی جنس های سیست دینوفلاژله شناسایی شده در رسوبات خلیج گواتر (۱۳۹۲)

در بعد از مانسون گونه‌های *Protopteridinium* , *Protopteridinium spp oblongum* و *Protoceratium* و *Protopteridinium conicoides* بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند.

شکل های ۵ و ۶ گونه های غالب سیست دینوفلاژله ها را در دو دوره نمونه برداری نشان می دهد. طبق این شکل ها در قبل از مانسون بیشترین فراوانی متعلق به گونه های *Pyrodinium bahamense* و *Scrippsiella sp1* و *Pentapharsodinium tyrrhenicum* و *Scrippsiella trochoidea* می باشد.



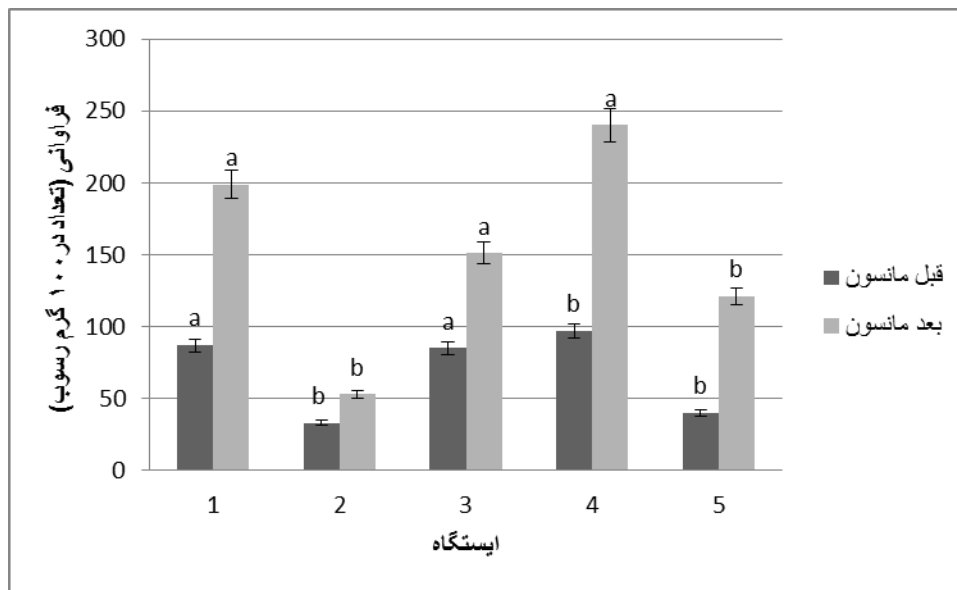
شکل ۵: فراوانی گونه های غالب سیست دینوفلاژله های شناسایی شده در قبل از مانسون در رسوبات خلیج گواتر (۱۳۹۲)



شکل ۶: فراوانی گونه های غالب سیست دینوفلاژله های شناسایی شده در بعد از مانسون در رسوبات خلیج گواتر (۱۳۹۲)

آزمون توکی برای تعیین تفاوت معنی دار بین ایستگاه‌ها در قبل و بعد مانسون استفاده شد. نتایج این آزمون در شکل ۷ نشان داد شده است. همانطور که در شکل مشخص است در قبل مانسون ایستگاه ۱ با ۴ ایستگاه دیگر اختلاف معنی دار دارد ($p < 0.05$) و در بعد از مانسون ایستگاه ۲ و ۵ با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی دار دارند ($p < 0.05$).

به منظور مقایسه فراوانی سیست‌ها در ماه‌های پس مانسون و پیش مانسون از آنالیز واریانس دو طرفه استفاده گردید. نتایج نشان داد میانگین تعداد سیست‌ها در قبل و بعد مانسون دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشد. فرض برابری میانگین فراوانی سیست‌ها در ماه‌های مختلف پذیرفته می‌شود ($p > 0.05$).



شکل ۷: میانگین فراوانی سیست دینوفلاژله‌ها در قبل و بعد از مانسون به تفکیک ایستگاه‌های نمونه برداری در رسوبات خلیج گواتر (۱۳۹۲)، (حروف نامتشابه (a,b) نشانه معنی دار بودن اختلاف در سطح ۵ درصد می‌باشد).

مانسون است. شاخص غالبیت با شاخص تنوع روند معکوسی را نشان می‌دهد بطوریکه میانگین این شاخص در بعد مانسون افزایش پیدا کرده است.

نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های غنای گونه‌ای، تنوع شانون، غالبیت سیمپسون و تراز محیطی به تفکیک دوره‌های نمونه برداری در جدول ۳ نشان داده شده است. میانگین شاخص تنوع در قبل از مانسون بیشتر از بعد

جدول ۳: شاخص‌های غنای گونه‌ای، تنوع گونه‌ای، غالبیت و یکنواختی سیست دینوفلاژله‌ها در قبل و بعد مانسون در رسوبات خلیج گواتر (۱۳۹۲).

فصل	ایستگاه	شاخص تنوع شانون	غالبیت سیمپسون	غنای گونه‌ای مارگالف	شاخص یکنواختی
بعد مانسون	۱	۲/۳	۰/۸	۲/۲	۰/۳۵
	۲	۱/۲	۰/۹۹	۲	۰/۰۷۸
	۳	۲/۵	۰/۸۸	۲/۹	۰/۳۸۲
	۴	۲/۲	۰/۹	۲/۲	۰/۴۲
	۵	۲/۱	۰/۹۵	۲/۱	۰/۳۰۹
میانگین	۲/۰۶	۰/۹۰۴	۲/۲۸	۰/۳۰۹	

ادامه جدول ۳:

۰/۳۱۱	۴	۰/۷	۲/۵	۱	
۰/۲۸۹	۲	۰/۹۳	۲	۲	
۰/۲۹۹	۳/۳۷	۰/۹	۲/۴	۳	
۰/۳۰۹	۳/۳۵	۰/۹۱	۲/۴	۴	قبل مانسون
۰/۲۶۷	۱.۸۶	۰/۹۵	۱/۸	۵	
۲/۲۹۵	۲/۹۱۶	۰/۷۸۷	۲/۲۲	میانگین	

بحث

نقش مهمی در دینامیک کشند سرخ ایفا می‌کند (Jacobson and Anderson, 1986; Hansen, 1991). به نظر می‌رسد در خلیج گواتر هم سلولهای پلانکتونی در ستون آب در قبل مانسون زیاد بوده و تحت شرایط استرس مانسون از حالت سلول پلانکتونی به حالت سیست تبدیل شده و بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده اند (Grzebyk *et al*, 1996). به لحاظ اینکه سیست‌های هتروتروف و اتوتروف بیانگر دو سطح مهم تغذیه‌ای در شبکه غذایی هستند و اینکه هرکدام از آنها شرایط غذایی خاصی را می‌طلبند، مطالعه آن‌ها نیز حائز اهمیت است. از آنجایی که تعداد زیادی از دینوفلاژله های پلانکتونی هتروتروف از دیاتومه‌های کوچک تغذیه می‌کنند، رشد یکباره آن‌ها می‌تواند بیان کننده وقوع نیتریفیکاسیون یا فراچاهندگی باشد (Fazeli and Zare, 2011). گونه های جنس *Scrippsiella* بعد از جنس *Protoperidinium*، ۲۶ درصد فراوانی را به خود اختصاص داده است (شکل ۴) این گونه با فراوانی کم در تمامی ایستگاه ها وجود دارد (مطالعات Attaran-Fariman, 2007) در خلیج چابهار نشان دادند که یکی از گونه های جنس *Scrippsiella* در نقاط ساحلی از گونه های غالب هستند. با وجود افزایش فراوانی در بعد از مانسون، تنوع شانون کاهش پیدا کرده است (شکل ۳ و جدول ۳). در واقع وجود فراوانی بالا بیانگر تنوع بالای جمعیت بنتیک محسوب نمی‌شود. بلکه تعداد گونه ها، توزیع متعادل و وسیع افراد در بین گونه ها از ملاک های اصلی افزایش تنوع آنها محسوب می‌شود (Gray, 2002).

در این مطالعه تغییرات فراوانی در سیست دینوفلاژله ناشی از بادهای مانسون در خلیج گواتر مشهود است. همانطور که ملاحظه می‌گردد میزان تراکم در دوره پس مانسون بیش از تراکم آن در دوره پیش مانسون است (شکل ۳). اقلیم دریای عمان با دیگر مناطق جنوبی کشور کاملاً متفاوت است. وزش بادهای مانسونی به موازات ساحل باعث بالا آمدن آب اعماق و بروز پدیده فراجوشی در طول خط ساحلی می‌شود. آب بالا آمده حاوی مواد مغذی فراوانی بوده، لذا باعث افزایش قابل ملاحظه ای در تولید اولیه فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون‌ها می‌شود (Barratt *et al.*, 1984) و همکاران در سال ۲۰۰۰ نشان دادند که فراوانی سیست ها به تدریج با افزایش مواد غذایی زیاد می‌شود. در این مطالعه بعد از مانسون گونه های جنس *Protoperidinium* بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده و بعد مانسون غالب هستند (شکل ۶). *Protoperidinium* یک جنس با ۱۵۱ گونه است (Bisby *et al.*, 2007) و یک گروه هتروتروف غالب در جمعیت دینوفلاژله است (Matsuka *et al.*, 2006). سیست های جنس *Protoperidinium* بیشترین درصد فراوانی (۵۲ درصد) را در نمونه ی رسوب خلیج گواتر دارند (شکل ۴) سلولهای پلانکتونی این جنس در زمان شکوفایی پلانکتونی غالب هستند زیرا گونه ای هتروتروف بوده و از دیگر دینوفلاژله ها تغذیه می‌نماید (Ganjian *et al*, 2010) و به دلیل چرنده بودن این گونه

بعد از مانسون بیش از قبل مانسون است (جدول ۳) در واقع بعد از مانسون بعثت غالب شدن گونه های جنس *Protopridinium* جمعیت یکنواخت تر شده است چرا که هر چه میزان این شاخص به عدد یک نزدیکتر باشد یکنواختی اجتماع بیشتر خواهد بود (خیر آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). مطالعات Matsuoka و Minareci (۲۰۱۱) نشان داد که شاخص های تنوع می توانند پیچیدگی یک اکوسیستم را تعیین نمایند در الگوی پراکندگی سیستم دینوفلاژله چنین به نظر می رسد که این منطقه تحت تاثیر جریان های حاصل از طوفان های مانسون قرار گرفته و باعث ایجاد تغییرات در موجودات شده است. بطوریکه فراوانی سیستم ها در بعد از مانسون افزایش پیدا کرده است. بدنبال افزایش فراوانی در بعد از مانسون کاهش تنوع را شاهد هستیم (جدول ۳). در مجموع منطقه خلیج گواتر به دلیل ارتباط با دریای عمان و اقیانوس هند، جنگل های وسیع مانگرو، و همچنین افزایش مقدار مواد مغذی به دلیل فراجوشی در منطقه، دارای تنوع و تراکم بالایی از سیستم دینوفلاژله می باشد. و احتمال اینکه گونه هایی مانند *trochoidea* *Scrippsiella* در آینده در خلیج گواتر بلوم کند زیاد است، و گونه های هتروتروفی مانند اغلب جنسهای *Protopridinium* به دلیل چرند بودن می توانند در کاهش شدت بلوم پلانکتونی نقش مهمی داشته باشند (Christine et al., 2002).

تشکر و قدردانی

از دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار که امکان انجام این پژوهش را در قالب پایان نامه کارشناسی ارشد خانم آیدا رئیسی فراهم نمود تشکر و قدردانی می نمایم. از کارشناسان محترم آزمایشگاه دانشگاه که به نحوی در این پروژه همکاری داشتند نیز تشکر و قدردانی می شود.

منابع

اصغری، ث.، احمدی، م.، محمدی زاده، ف.، ابراهیمی، م.، اجلالی، ک.، شیوا آقاجری، ش. و اکبرزاده، غ.، ۱۳۸۹. بررسی تنوع و تراکم شکم پایان در قبل و

همچنین حضور گونه های غالب جنس *Protopridinium* که میزان بالایی از تراکم را به خود اختصاص داده است، باعث کاهش میزان تنوع و افزایش غالبیت در بعد از مانسون شده است (جدول ۳). در واقع شدت و جهت بادهای مانسون اثرات قابل توجهی بر روی بافت رسوبات و همچنین تنوع و تراکم فون و فلور بنتیک می گذارد (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۲). Hylleberg و همکاران (۱۹۸۵) گزارش نمودند که شدت و جهت بادهای مانسون اثرات قابل توجهی بر روی بافت رسوبات می گذارد و باعث کاهش تنوع موجودات بنتیک می شود. مطالعات Attaran-Fariman و همکاران در سال ۲۰۱۲ نشان دادند که در بین سیستم دینوفلاژله ها گونه های جنس *Protopridinium* هتروتروف در جاهایی که از نظر نوترینتها غنی هستند غالب می باشند، بعد از مانسون میزان نوترینتها اغلب افزایش نشان می دهد (D'Costa et al., 2008). همچنین مطالعات Fariman در سال ۲۰۰۷ نشان داد که سیستم گونه های *Protopridinium* با ۵۱٪ فراوانی در خلیج چابهار نیز غالب می باشد. بطور کلی تفاوت های مکانی و زمانی در ترکیب گونه ای سیستم دینوفلاژله می تواند تابع عوامل متعددی از قبیل فاکتورهای زیستی، تولید اولیه، رقابت، و همچنین سازش با محیط باشد (Simpson et al., 2005).

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه و دیگر مطالعات از جمله (Wendler et al., 2002)، به نظر می رسد برخی از مهمترین عوامل مؤثر در افزایش تراکم سیستم دینوفلاژله ها در فصل پس مانسون، عواملی همچون وقوع پدیده فراجوشی در منطقه، افزایش فیتوپلانکتون ها و زئوپلانکتون ها (Mustapha, 2009) می باشد. شاخص غنای گونه ای نشان دهنده شایستگی یک زیستگاه برای رشد گونه های متفاوت می باشد و میزان این شاخص در بعد از مانسون کاهش پیدا کرده است در واقع مقدار این شاخص با ورود هر ارگانیسم بیولوژیک که انگل یا شکارچی گونه های موجود در منطقه باشد و یا ورود هر ماده خارجی بعنوان عامل آلوده کننده محیط، کاهش می یابد (اصغری و همکاران، ۱۳۸۹). شاخص یکنواختی در

- coast. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11(2): 252-270.
- Attaran-Fariman, G., 2007.** Dinoflagellate cysts and *Chattonella* resting stages from recent sediments of the southeast coast of Iran, PhD Thesis University of Tasmania, Australia, 318p.
- Attaran-Fariman, G., de Salas, M. F., Negri, A.P. and Bolch, C.J.S., 2007.** Morphology and phylogenetic affinities of *Gymnodinium trapeziforme* sp. nov. (Dinophyceae): A new dinoflagellate from the southeast coast of Iran that forms microreticulate resting cysts. Phycologia, 46: 644-656
- Attaran-Fariman, G., Khodami, S. and Bolch, C.J.S., 2012.** First observation of dinoflagellate resting cysts from recent sediments of the southeast coast of Iran. Algological Studies, 140: 51-80
- Attaran-Fariman, G., Khodami, S. and Bolch, C.J.S., 2011.** The cyst-motile stage relationship of three *Protoperidinium* species from south-east coast of Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 10(1): 1-12.
- Aydin, H., Matsuoka, K. and Minareci, E., 2011.** Distribution of dinoflagellate cysts in recent sediments from Izmir Bay (Aegean Sea, Eastern Mediterranean), Marine Micropaleontology, 80:44-52
- Aydin, H. and Uzar, S., 2014.** Distribution and abundance of modern dinoflagellate cysts from Marmara, Aegean and Eastern Seas of Turkey. Environmental Biology of Marine, 35(2): 413-9.
- Barratt, L., Ormond, R.F.G., Campbell, A., Hiscock, S., Hogarth, P. and Taylor, J.,** بعد از مانسون تابستانه در سواحل ایرانی دریای عمان، آبریان و شیلات، ۱-۱۲: ۴.
- اجتهادی، ح.، سپهری، ع. و عکافی، ح.، ۱۳۸۷.** روش های اندازه گیری تنوع زیستی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۵۳۰، صفحه ۲۲۶.
- خیرآبادی، ن.، سیف آبادی، س.، عوفی، ف. و مهوری، ع.، ۱۳۹۳.** شناسایی و تعیین تنوع شکم پایان جزیره هرمز. تاکسونومی و بیوسیستماتیک. ۱۲-۱۸، ۱.
- دانه کار، ا.، ۱۳۸۵.** شناسایی و پهنه بندی مناطق حساس ساحلی سیستان و بلوچستان، اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان، ۲۵۸ صفحه.
- سلیمانی، آ.، کامرانی، ا.، کشاورز، م.، وزیری زاده، ا. و بهره مند، م.، ۱۳۹۲.** بررسی بوم شناختی جمعیت ماکروبتوزهای منطقه حفاظت شده خور گابریک در شهرستان جاسک. اقیانوس شناسی. ۳۱-۳۸: ۷(۲).
- Anderson, D. M., 1984.** Shellfish toxicity and dormant cysts in toxic dinoflagellate blooms,
- Ansari, Z.A. , Sreepada, R.A. and Kanti, A., 1994.** Macrobenthic assemblage in the soft sediment of Marmugoa Harbor, Goa (central west coast of India). Indian Geo-Marine Science issued monthly, 23(4): 225-231.
- Attaran-Fariman, G. and Bolch, C.J.S., 2007.** *Scrippsiella irregularis* sp.nov. (Dinophyceae), a new dinoflagellate from southeast coast of Iran. Phycologia, 46: 575-582.
- Attaran-Fariman, G. and Bolch, C.J.S., 2012.** Morphology and Phylogeny of *Scrippsiella trochoidea* (Dinophyceae) a potentially harmful bloom forming species isolated from the sediments of Iran's south

- 1984.** Ecological Study of Rocky Shores on the South Coast of Oman, Report of the International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources to the United Nations Environmental Programme, Geneva. 102p.
- Bisby, F.A., Roskov, Y.R., Ruggiero, M.A., Orrell, T.M., Paglinawan, L.E. and Brewer, P. W. 2007.** Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2007 Annual Checklist (eds). Species 2000: Reading, U.K. Cambridge. pp. 69-136.
- Christine, D., Olseng, L.J. and Naustvoll, E.P., 2002.** Grazing by the heterotrophic dinoflagellate *Protoperdinium steinii* on a Ceratium bloom. Marine Ecology Progress Series, 225: 161-167.
- Cremer, H., Sangiorgi, R. and Visscher, H., 2007.** Diatoms (Bacillariophyceae) and Dinoflagellate Cysts (Dinophyceae)" . Caribbean Journal of Science, 43(10): 23-58.
- D'Costa, P.M., Anil, A.C., Patil, J.S., Hegde, S., D'Silva, M.S. and Chourasia, M., 2008.** Dinoflagellates in a mesotrophic, tropical environment influenced by monsoon. - Estuar. Coast Mar. Sci. 77: 77-90.
- Dale, B., 1983.** Dinoflagellate resting cysts. Benthic plankton. In: Fryxell, G.A. Ed, (Survival Strategies of the Algae. Cambridge University Press), Cambridge. pp. 69-136.
- Fazeli, N. and Zare, R., 2011.,** Effect of seasonal monsoons on calanoid copepod in Chabahar bay, Gulf of Oman, Jordan Journal of Biological Sciences, 41: 55-62.
- Fensome, R.A., Taylor, F.J.R., Norris, G., Sarjeant, W.A.S., Wharton, D.I. and Williams, G.L., 1993.** A classification of living and fossil dinoflagellates. American Museum of Natural History. 351p.
- Ganjian, A., Wan Maznah, W.O., Yahya, K., Fazli, H., Vahedi, M., Roohi, A. and Farabi, S.M.V., 2010.** Seasonal and regional distribution of phytoplankton in the southern part of the Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 9(3): 382-401.
- Gray, J., 2002.** The ecology of marine sediments. *First edition.* Cambridge University Press. pp. 100-120.
- Grzebyk, D. and Berland, B., 1996.** Influences of temperature, salinity and irradiance on growth of (Dinophyceae) from the Mediterranean Sea. *J. Plankton Re, Prorocentrum minimum*, 18: 1837-1849.
- Hansen, P.J., 1991.** Quantitative importance and trophic role of heterotrophic dinoflagellates in a coastal pelagial food web. *Marine Ecology Progress Series*, 73: 253-261.
- Hylleberg, J., Nateewathana, A. and Chatanantthawei, B., 1985.** Temporal changes in sediment characteristics on the west coast of Phuket Island, *Phuket Marine Biological Center Research Bulletin*, 37, 16 p
- Jacobson, D. M. and Anderson, D. M., 1986.** Thecate heterotrophic dinoflagellates: feeding behaviour and mechanisms . *Journal of Phycology*, 22: 249-258.
- Jagadish, S., 2013.** Dinoflagellate cyst distribution in recent sediments along the south-east coast of India *Oceanologia*, 55(4): 979-1003.

- Joyce, L. B., Pitchera, G.C., du Randta, A. and Monteiroc, P.M.S., 2005.** Dinoflagellate cysts from surface sediments of Saldanha Bay, South Africa: an indication of the potential risk of harmful algal blooms . *Harmful Algae* 4: 309–318.
- Kenny, A. and Krebs, C.J., 2001.** Ecological methodology program package, version 6/0. University of British Columbia.
- Liu, D., Shi, Y., Di, B., Sun, Q., Wang, Y. and Dong, Z., 2012.** Hongbing shao the impact of different pollution sources on modern dinoflagellate cysts in Sishili Bay, Yellow Sea, China. *Yellow Sea, China Marine Micropaleontology*. pp. 84-85 :1–13
- Matsuka, K., Hise, K., Fuii, R. and Iwataki, M., 2006.** Further examination of cyst theca relationship of *Protoperidinium thulesense* and phylogenic significant of round brown cyst, *Phycologia*, 45(6): 632-641.
- Matsuoka, K. and Minareci, E., 2011.** "Distribution of dinoflagellate cysts in recent sediments from Izmir Bay (Aegean Sea, Eastern Mediterranean), *Marine Micropaleontology*. 80: 44-52
- Montresor, M. and Lewis, J., 2006.** Phases, stages, and shifts in the life. *Biology Ecology*. 287: 209–221.
- Mustapha, M.K., 2009.** Zooplankton assemblage of Oyun Reservoir Offa. *Nigeria. revista de Biologia Tropical*, pp.12-18.
- Persson, A., Godhe, A. and Karlson, B., 2000.** Dinoflagellate cysts in recent sediments from the west coast of Sweden. *Botanica Marina* 43:69–79.
- Redding, J.M. and Cory, R.L., 1975.** Macroscopic benthic fauna of three tidal creeks adjoining the Rhode River, Maryland: Water Resources Investigations Report, 39: 3p.
- Simpson, S. L., Batley, G.E., Chariton, A.A., Stauber, J. L., King, C. K., Chapman, J. C., Hyne, R.V., Gale, S.A., Roach, A.C. and Maher, A., 2005.** Handbook for sediment quality assessment, CSIRO, Bangor, NSW, 218p.
- Souza, A., Navarrete, F., Fernandez, P. and Leal, P., 2008.** Distribution, abundance and diversity of modern dinoflagellate cyst assemblages of southern Chile, *Botanica Marina*, 51: 399-410.
- Wendler, I., Karin, A., Zonneveld, F. and Willems, H., 2002.** Production of calcareous dinoflagellate cysts in response to monsoon forcing of Somalia: a sediment trap study *Marine Micropaleontology*, 46: 1-11.

The Distribution and Diversity of Dinoflagellate Cysts in Sediments of Gwatar Bay (Northeast Gulf of Oman)

Attaran-Fariman G^{*} and Raisi A

*gilan.attaran@gmail.com

Chabahar Maritime University

Received: September 2014

Accepted: August 2015

Keywords: Diversity, Distribution, Dinoflagellate Cysts, Monsoon, Gwatar Bay

Abstract:

Most dinoflagellate produce resting cysts during their sexual lifecycle as well as under unfavorable environmental conditions and from water column settle in the sediments substratum. The evaluation of diversity and distribution of dinoflagellate cysts is very important in environmental studies, because cysts act as seed in sea bed that can cause red tide with excystment. This study was performed to determine the diversity and distribution of dinoflagellate cysts in the sediments of Gwatar Bay in 2013 by sediments sampling from five stations. Sediment sampling was made by Ekman grab with covering area of 0.225 square meters with three replicates at each station in two seasons before and after the monsoon. In total of sampling 17 samples in species level belonging to 9 genera of dinoflagellate cysts were identified. The highest and lowest abundances are related to the genus *Protoperidinium* (52%) and the genus *Zygabikodinium* (1%), respectively. The results showed the average dinoflagellate cysts diversity from 2.22 before monsoon have decreased to 2.06 after monsoon.

*Corresponding author