بررسی وجود سیست دایﻧوفلاژله‌ها و معرفی انواع مضردر رسوبات دریائی استان هرمزگان

هدایت اسدی[1*]، گیلان عطاران [2] و رضا دهقانی[3]

۱ و ۳- پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان
۲- دانشگاه چابهار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۱/۲۲ تاریخ پذیرش:۱۳۹۴/۰۷/۱۹

چکیده

برخی از دایﻧوفلاژله‌ها در چرخه زیستی خود و در شرایط نامناسب محیطی سیست تولید می‌نمایند که بر روی رسوبات بستر ته نشین می‌شوند. سیست‌ها نقش اکولوژیک مهمی در پراکنش گونه‌های دایﻧوفلاژله‌ها، بقای آنان در شرایط ناسازگار و بازترکیبی ژنتیکی (زمان تشکیل آنها طی فرایند تولید مثل جنسی) دارند. به منظور بررسی وجود سیست انواع دایﻧوفلاژله در رسوبات دریائی استان هرمزگان در سال ۱۳۹۰ نمونه‌برداری از رسوبات دریائی استان هرمزگان در ۲۷ ایستگاه انجام شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده در شرایط تاریکی به آزمایشگاه منتقل شده و مورد بررسی قرار گرفتند. در نمونه‌های رسوب، سیست انواع دایﻧوفلاژله متعلق به سه راسته و دو جنس از دیاتومه ها شناسایی شد. سیست‌های دایﻧوفلاژله‌های یافت شده به ترتیب متعلق به راسته‌های Peridiniales (۵۳ عدد یا ۵۹ درصد)، Gonyaulacales (۲۵ عدد یا ۲۸ درصد) و Gymnodiniales (۲ عدد سیست یا دو درصد) بودند. از راسته Peridiniales، ۱۹ درصد سیست‌ها (یا ۱۷ عدد سیست) در حد راسته، ۳۷ درصد سیست‌ها (یا ۳۳ عدد سیست) در حد جنس (۲۰ درصد (یا ۱۸ سیست) از جنس *Protoperidinium*، و ۱۷ درصد (یا ۱۵ سیست) از جنس *Scrippsiella* و ۳ درصد سیست‌ها (یا ۳ عدد سیست) در حد گونه (شامل گونه‌های *Ensiculifera carinata*، *Scrippsiella irrigularis*، *Scrippsiella* sp. (c.f. trochoidea) شناسائی شدند. از تاکسون‌های مشاهده شده راسته‌ی Gonyaulacales، ۲۲ درصد سیست‌ها (یا ۲۰ عدد سیست) در حد راسته، ۵ درصد سیست‌ها (یا ۴ عدد سیست) در حد جنس (از جنس *Alexandrium*) و ۱ درصد سیست‌ها (۱ عدد سیست) در حد گونه (*Alexandrium affine*) شناسائی گردید. همچنین از تاکسون‌های مشاهده شده راسته‌ی Gymnodiniales، ۲ درصد سیست (یا ۲ عدد سیست) در حد راسته شناسائی شد. علاوه بر این در نمونه‌ها تعداد ۱۰ عدد سیست (۱۱ درصد) ناشناخته از دایﻧوفلاژله‌ها تشخیص داده شد که عمدتاً از نوع آهکی (Calcareous) بودند. در نمونه‌های رسوب تعداد قابل توجهی سیست دیاتومه از جنس‌های *Coscinodiscus* و *Surirella* نیز شناسائی گردید.

واژگان کلیدی: سیست، دایﻧوفلاژله‌ها، رسوبات دریائی، هرمزگان، دیاتومه

* نگارنده پاسخگو: assadyh@gmail.com

مقدمه

شکوفائی فیتوپلانکتونی (Phytoplankton Bloom) از پدیده‌های طبیعی است که به صورت لکه‌های قهوه‌ای، قرمز، نارنجی و سبز هرچند وقت یک بار ظاهر می‌شود. ظهور این پدیده در آب‌های ایران به صورت بروز لکه‌های قرمز، قهوه‌ای و نارنجی در آب و یا کلاً تغییر رنگ آب دریا با ترکیبی از این رنگ‌ها است. به این پدیده کشند قرمز (Red tide) یا سرخ آب گفته می‌شود و در اثر افزایش مواد مغذی آب دریا و یا سایر شرایط خاص (از جمله رویش سیست های بعضی از تاژکداران، دمای مناسب، شرایط جوی مناسب و غیره) به وجود می‌آید (Hallegraeff *et al.*, 2004; Hinga, 1992; Matsuoka & Fukuyo, 2000) .

کشند سرخ برخی مواقع بیش از حد گسترش یافته و سبب مرگ و میر گسترده آبزیان و ایجاد خسارات فراوان در فعالیت‌های آبزی پروری در دریا و ساحل می‌گردد (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۸؛ مطلبی و همکاران، ۱۳۹۲).

در سال ۱۳۸۷ بروز پدیده کشند سرخ در خلیج فارس و دریای عمان (بخصوص در استان هرمزگان) خسارت قابل توجهی به بخش ماهیگیری وارد نمود. مطالعات متعددی در خصوص شناسائی جلبک عامل، میزان تراکم سلولی، عوامل رشد و گسترش شکوفائی و همچنین بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی مؤثر آب دریا در ایجاد این پدیده صورت گرفت (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۸؛ مطلبی و همکاران، ۱۳۹۲). در نهایت عامل این پدیده داینوفلاژله *Cochlodinium polykrikoides* معرفی گردید و علت شکوفائی آن افزایش مواد مغذی در دریا (به ویژه از طریق ورود فاضلاب‌های شهری به دریا) و فراهم شدن شرایط شکوفائی تشخیص داده شد. همچنین احتمال داده شد که سیست این داینوفلاژله به طرق مختلف از مناطق دیگر جهان به خلیج فارس و دریای عمان منتقل شده باشد (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۸؛ مطلبی و همکاران، ۱۳۹۲). لازم بذکر است که امکان انتقال داینوفلاژله‌ها و سیست‌های موقت آنان که در شرایط سخت و نامناسب محیطی تولید می‌شوند، از دیگر نقاط آب‌های کره زمین به وسیله جریان‌های دریائی (Hallegraeff *et al.*, 2004; Matsuoka & Fukuyo, 2000) و یا تخلیه آب توازن تانکرهای نفت کش وجود دارد (Choi, 2009). امروزه مطالعه وجود و پراکنش آنها در محیط‌های دریایی به منظور بررسی پدیده کشند قرمز و یا بررسی تغییرات شرایط محیطی در دنیا توسعه زیادی یافته است (Pospelova *et al.*, 2006; Radi *et al.*, 2007; Thorsen & Dale, 1997; Vernal *et al.*, 2001).

حداقل ۲۶۰ گونه داینوفلاژله شناخته شده است که تولید سیست می‌کنند و ۶۰ گونه داینوفلاژله توانایی تولید سم دارند. هر چند تعداد گونه‌های تولیدکننده سیست در مقایسه با تمام گونه‌های داینوفلاژله (بیش از ۲۰۰۰ گونه) اندک است، اما تعدادی از آنها (۱۶ گونه) عامل ایجاد کشند سرخ بوده و ۷ گونه از آنها سمی می‌باشند. مطالعه سیست‌های داینوفلاژله‌های جدید برای دانستن مکانیزم‌های درگیر در حضور مجدد (شکوفائی) و پراکنش جغرافیائی آن‌ها مؤثر است (Matsuoka & Fukuyo, 2000; Wall *et al.*, 1977).

از آنجایی که اطلاعات جمعیتی و شرایط محیطی در سیست‌های داینوفلاژله‌ها کدگذاری می‌شود، آنالیز مجموعه سیست‌های موجود در رسوبات در پژوهش‌های دیرین شناسی و برای تفسیر تاریخ محیطی نیز به کار می‌رود (Pospelova *et al.*, 2006; Radi *et al.*, 2007; Vernal *et al.*, 2001). تحقیقات متعددی درباره سیست داینوفلاژله ها در چین (Cho & Jin, 2000; Hai-Feng *et al.*, 2004)، ژاپن (Fujii & Matsuoka, 2006; Imai *et al.*, 1993; Ishikawa & Taniguchi, 2000; Matsuoka & Shin, 2010)، کره (Kim *et al.*, 2007; Kim & Han, 2000)، امریکا (Pospelova *et al.*, 2005; Pospelova *et al.*, 2004)، مالزی (Furio *et al.*, 2006)، اندونزی (Matsuoka *et al.*, 1999) و مصر (Ismael & Khadr, 2003) و در

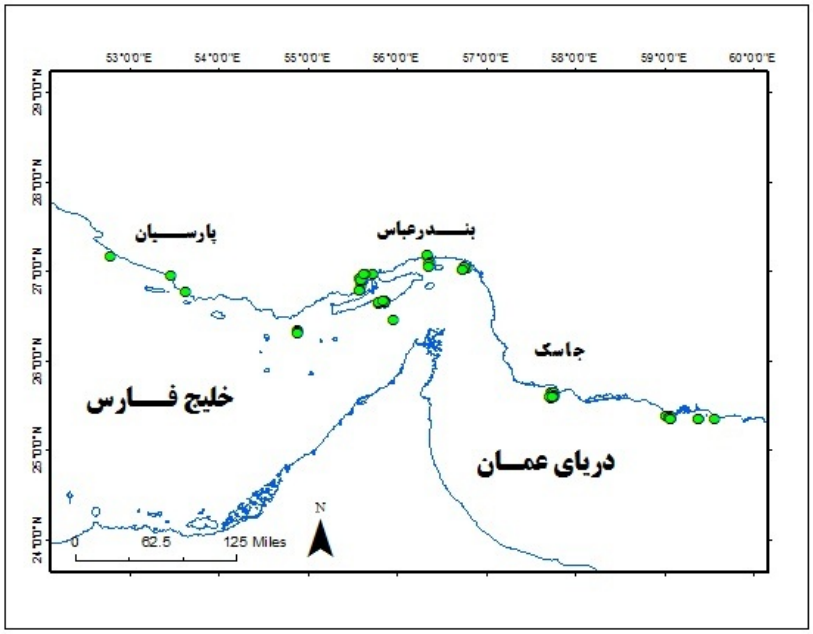
جنوب غربی اقیانوس آرام (Marret *et al.*, 2001) انجام شده است. پژوهش‌های انجام شده در ایران عمدتاً در رسوبات شمال شرق دریای عمان توسط عطاران فریمان صورت گرفته است (Attaran-Fariman & Bolch, 2007; Attaran-Fariman & Khodami, 2010; Attaran-Fariman *et al.*, 2011; Attaran-Fariman *et al.*, 2007; Attaran, 2007). در خلیج فارس (Bradford & Wall, 1984) و در دریای عرب (Wendler *et al.*, 2002) پژوهش‌های اندکی انجام شده است. لذا، هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی و شناسائی سیست داینوفلاژله‌ها در رسوبات دریائی استان هرمزگان و معرفی انواع سیست در ارتباط با پدیده کشند قرمز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ناحیه مورد بررسی

در سال ۱۳۹۰ آب‌های ساحلی استان هرمزگان از دورترین نقطه شرقی استان (رأس میدانی) تا انتهائی‌ترین نقطه غرب آن (بندر مقام)، به سه بخش شرقی، مرکزی و غربی تقسیم شد و هر بخش خود به سه منطقه تقسیم گردید. در این تقسیم‌بندی بخش شرقی شامل بندر تیاب، بندر جاسک و منطقه میدانی، بخش مرکزی شامل بندرعباس، جزیره هنگام و بندرپل ـ خمیر و بخش غربی شامل بندر لنگه، بندر چارک و بندر مقام بوده است. انتخاب هر یک از مناطق مذکور بر اساس

- نزدیکی به سایت‌های کشت و پرورش میگو که امکان نفوذ کشند سرخ به آنها وجود دارد،
- وجود مناطق نوزادگاهی (Nursery Ground) آبزیان که بانک‌های زیستی می‌باشند و با تحمل کم نوزادان در برابر تنش‌های محیطی امکان وقوع مرگ و میر گسترده در اثر کشند سرخ وجود دارد،
- نزدیکی به مناطق صیادی که تراکم آبزیان زیاد است و وقوع کشند قرمز در این مناطق احتمال مرگ و میر را زیاد می‌نماید و مناطقی که وقوع کشند سرخ در آنها گزارش شده است و احتمال بروز مجدد آن وجود دارد، انتخاب گردید. شکل (۱) موقعیت عمومی منطقه مورد بررسی را که در برگیرنده ۲۷ ایستگاه نمونه برداری است، نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت کلی ایستگاه‌های نمونه برداری برای بررسی سیست داینوفلاژله‌های استان هرمزگان در سال ۱۳۹۰

نمونه برداری از رسوب در ایستگاه‌های تعیین شده به وسیله گراب ون وین (Van veen) با سطح مقطع ۰/۰۲۲۵ متر مربع انجام شد. پس از تخلیه مقداری رسوب از ۲ سانتی‌متر سطحی (از سطح به عمق) برداشته شد و در ظروف پلاستیکی کوچک و در شرایط تاریکی به آزمایشگاه منتقل گردید (Attaran-Fariman & Bolch, 2007). در بشرهای جداگانه، آب فیلتر شده دریا به ۳ تا ۵ گرم از نمونه‌های رسوب اضافه شد و در حمام سونیکاتور (مدل BANDELIN sonorex Digitec Type: DT 31 H به مدت ۲ دقیقه قرار گرفت. پس از سونیکیشن، نمونه‌های رسوب بر روی مجموعه الک‌های به ترتیب ۲۵۰، ۱۲۵، ۳۸ و ۲۰ میکرومتری ریخته شد. رسوبات بتدریج با آب دریای فیلتر شده شسته شده و از ۴ الک گذرانده شدند. تمام پسمان‌های باقی مانده بر روی الک‌های ۳۸ و ۲۰ میکرومتر به طور جداگانه به ۲ پتری دیش منتقل گردید (Matsuoka & Fukuyo, 2000) و به وسیله بطری آبفشان مقداری آب فیلتر شده دریا به پتری دیش‌ها اضافه گردید. با حرکات چرخشی و افقی پتری دیش، ذرات سبک‌تر و سیست‌ها در سطح آب و ذرات سنگین ماسه در کف جمع شدند. آب سطحی (supernatant) به آرامی به درون شیشه ساعت ریخته شد سپس به وسیله سرنگ ۵ میلی‌لیتر (بدون سرسوزن) آب سطحی به داخل ویال ۲۰ میلی‌لیتر منتقل گردید و حجم آن با آب (فیلتر شده) دریا به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد (Matsuoka & Fukuyo, 2000). چند قطره از محتویات درون ویال (نمونه آماده مطالعه) در لام سدویک رافتر (Glass Sedgewick Rafter Counting Chamber) ریخته شد و در زیر میکروسکپ اینورت مدل Nikon eclipse TS100 بررسی گردید و از نمونه‌های مشاهده شده توسط دوربین عکاسی مدل Nikon Digital Sight DS-Fi1 عکسبرداری گردید.

شناسائی سیست‌های داینوفلاژله و سایر تک سلولی‌ها بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی و با استفاده از منابع معتبر مرتبط (AL-Kandari *et al*., 2009; Attaran-Fariman *et al*., 2011; Attaran-Fariman *et al*., 2012; Cremer *et al*., 2007; Matsuoka & Fukuyo, 2000; Hallegraeff *et al*., 2004; Pospelova *et al*., 2005; Pospelova & Kim, 2010) انجام شد.

نتایج

سیست‌های داینوفلاژله شناسایی شده در این بررسی از راسته‌های Peridiniales، Gonyaulacales و Gymnodiniales بود. بیشتر نمونه‌ها در حد راسته و کمتر در حد جنس و برخی در حد گونه شناسائی شدند. همچنین تعدادی سیست ناشناخته از داینوفلاژله‌ها تشخیص داده شد که عمدتاً از نوع آهکی (Calcareous) بودند و تعدادی سیست دیاتومه از جنس‌های *Coscinodiscus* و *Surirella* نیز شناسائی گردید.

سیست‌های شناسایی شده در جدول (۱) درج گردیده است. قابل مشاهده است که بیشترین تعداد شناسایی شده در این مجموعه مربوط به راسته Peridiniales با ۵۳ عدد سیست و کمترین تعداد متعلق به راسته Gymnodiniales با ۲ عدد سیست است. گونه *Alexandrium affine* و گونه *Scrippsiella* (c.f. t*rochoidea*) هر کدام با فراوانی ۱ سیست از گونه‌های مضر (Harmful) محسوب می‌شوند.

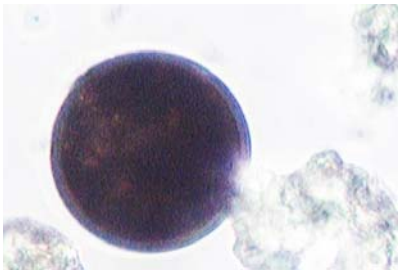
جدول۱- نوع و تعداد سیست‌های داینوفلاژله و دیاتومه‌های مشاهده شده در نمونه‌های رسوب آب‌های ساحلی استان هرمزگان در سال ۱۳۹۰

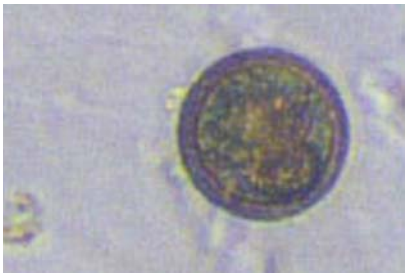
میزان شناسائی	راسته Peridiniales	راسته Gonyaulacales	راسته Gymnodiniales	سیست های ناشناخته داینوفلاژله	دیاتومه شناخته شده	دیاتومه ناشناخته
در حد راسته	۱۷	۲۰	۲	۱۰	*Coscinodiscus* sp.: ۶ *Surirella* sp.: ۳	۱
در حد جنس	*Protoperidinium* spp.: ۱۸ *Scrippsiella* spp.: ۱۵	*Alexandrium* spp.: ۴				
در حد گونه	*Ensiculifera carinata*: ۱ *Scrippsiella* (c.f. *trochoidea*)*: ۱ *Scrippsiella irrigularis*: ۱	*Alexandrium affine**: ۱				
جمع تعداد	۵۳	۲۵	۲	۱۰	۹	۱

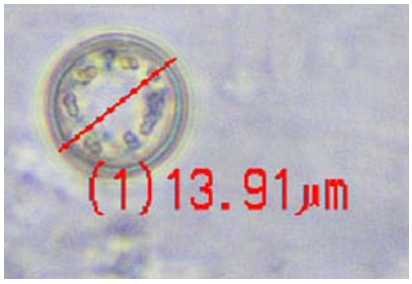
*: گونه‌های مضر (گونه‌هایی که توانایی ایجاد کشند سرخ سمی دارند)

تصاویر میکروسکپی سیست‌های مشاهده شده در رسوب در شکل‌های (۲ تا ۶) آورده شده است. نام علمی مربوطه در زیر هر تصویر و عموماً اندازه آنها روی تصویر در مقیاس میکرومتر درج گردیده است. شکل‌های (۲ تا ۵) مربوط به داینوفلاژله‌ها و شکل (۶) مربوط به دیاتومه‌ها می‌باشد. شماره‌های درج شده در کنار تاکسون نشان دهنده شماره نوع متفاوت آن است.

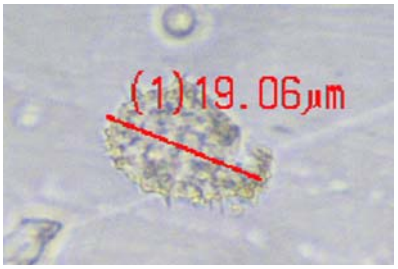
میزان شناسائی هر تاکسون (راسته، جنس و گونه) از سیست‌های داینوفلاژله‌های فوق الذکر در شکل (۷) در نمودار دایره‌ای نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌گردد بیشترین میزان سیست‌های شناسائی شده مربوط به راسته Gonyaulacales (۲۲ درصد) و کمترین میزان متعلق به راسته Gymnodiniales (۲ درصد) می‌باشد. بیشترین جنس‌های سیست شناخته شده مربوط به جنس *Protoperidinium* (۲۰ درصد) و کمترین میزان متعلق به جنس *Alexandrium* (۵ درصد) است.


Peridiniales 1

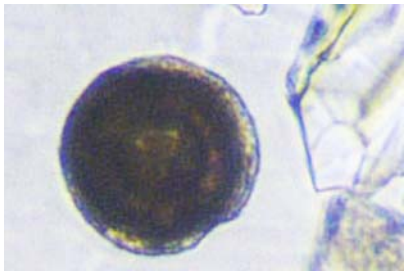

Peridiniales 2

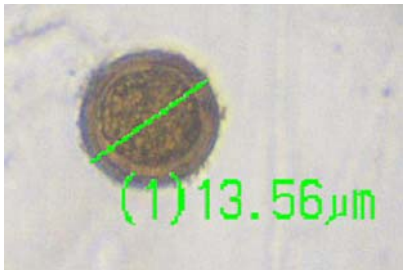


Peridiniales 3

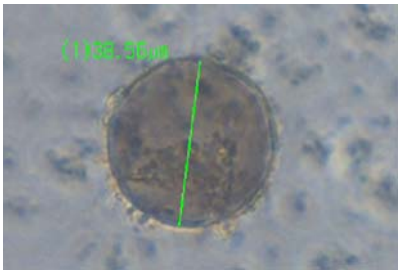


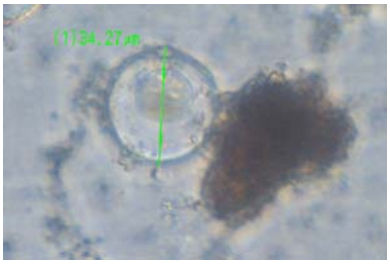
Peridiniales 4

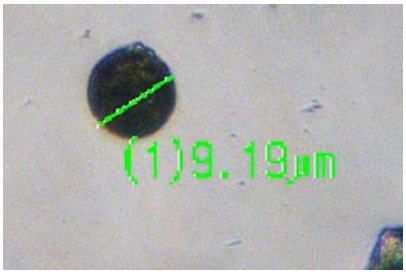

Peridiniales 5



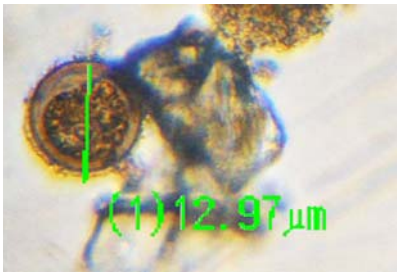
Peridiniales 6


Peridiniales 7

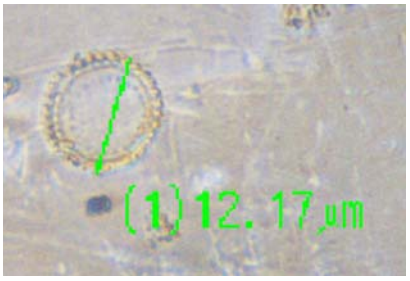

Peridiniales 8



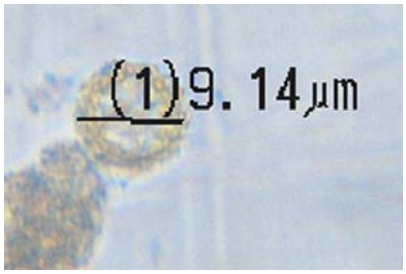
Peridiniales 9



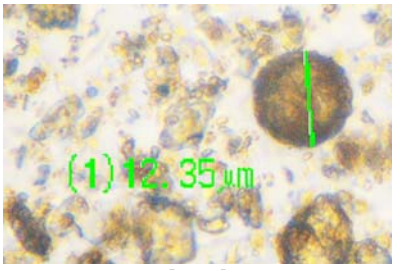
Peridiniales 10



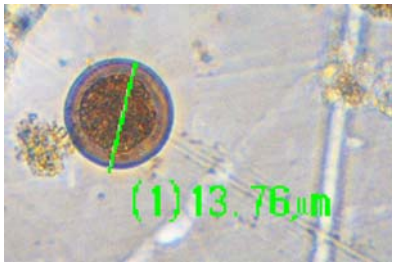
Peridiniales 11



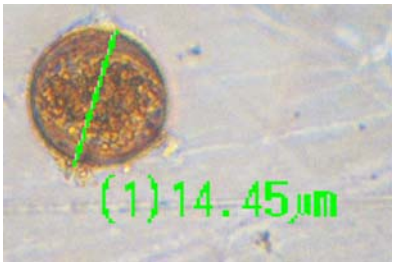
Peridiniales 12



Peridiniales 13

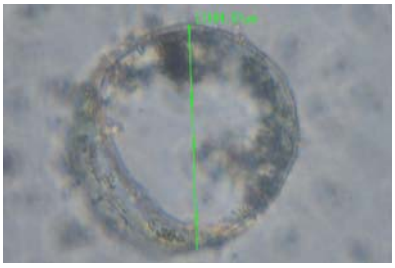


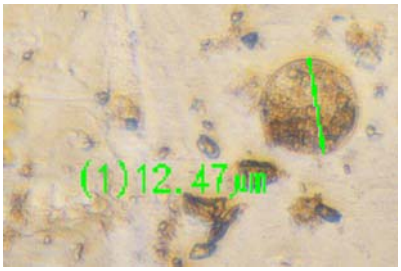
Peridiniales 14



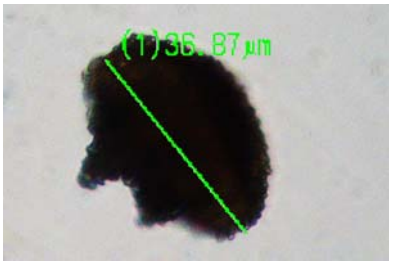
Peridiniales 15

شکل ۲- سیست‌های شناسایی شده راسته Peridiniales در رسوبات دریایی استان هرمزگان درسال ۱۳۹۰


Peridiniales 16

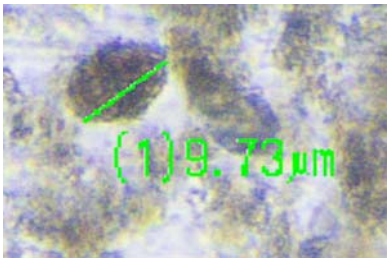


Peridiniales 17

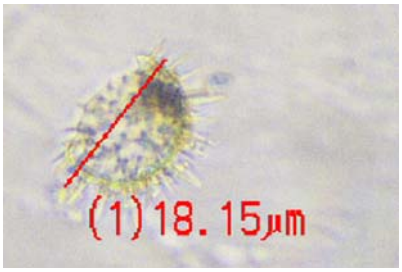


Protoperidinium sp. 1

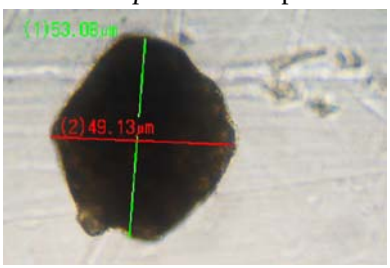
Protoperidinium sp. 2



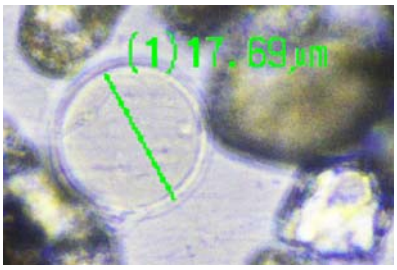
Protoperidinium sp. 3



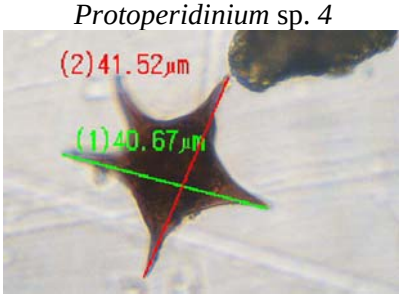
Protoperidinium sp. *4*



Protoperidinium sp. 5

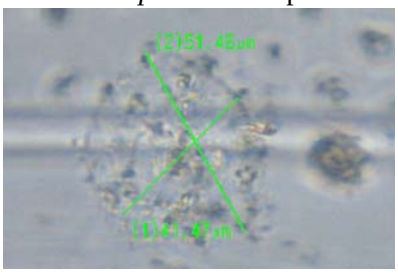


Protoperidinium sp. 6

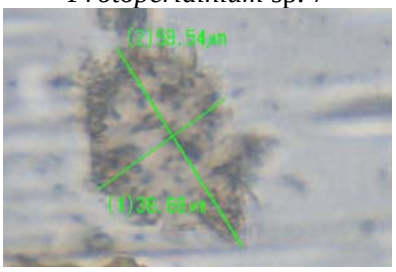


Protoperidinium sp. 7

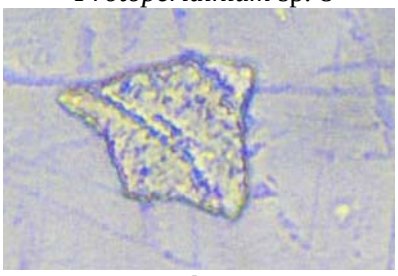
Protoperidinium sp. 8

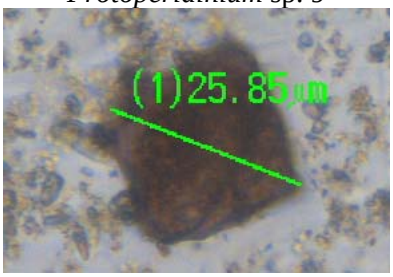


Protoperidinium sp. 9

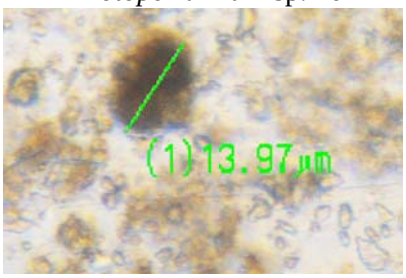


Protoperidinium sp. 10

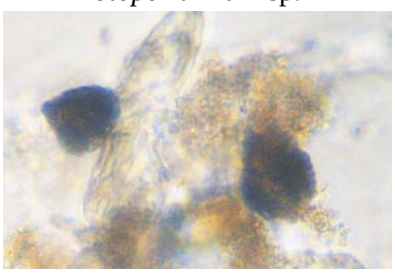

Protoperidinium sp. 11

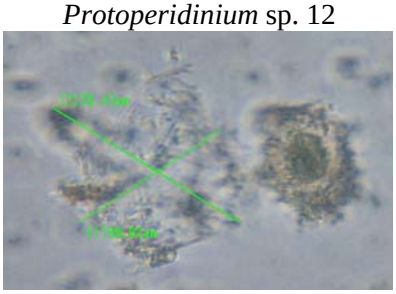


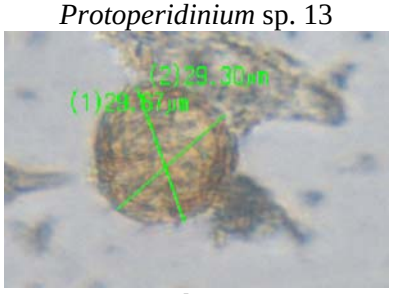
Protoperidinium sp. 12



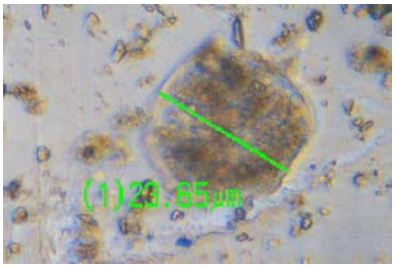
Protoperidinium sp. 13


Protoperidinium sp. 14

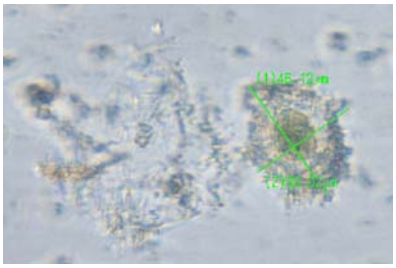

Protoperidinium sp. 15



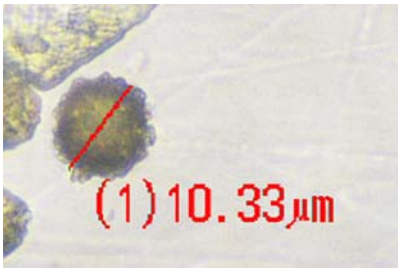
Protoperidinium sp. 16



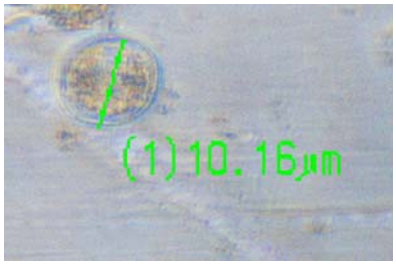
Protoperidinium sp. 17



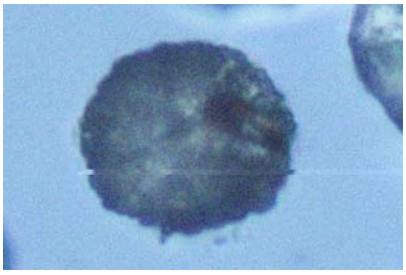
Protoperidinium sp. 18



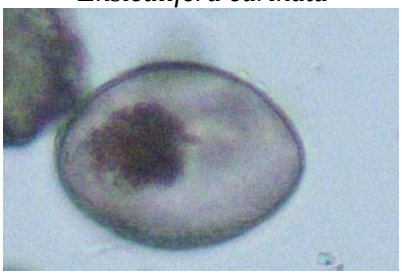
Ensiculifera carinata



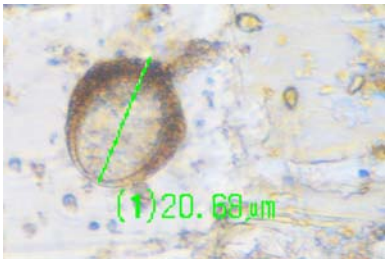
Scrippsiella irrigularis



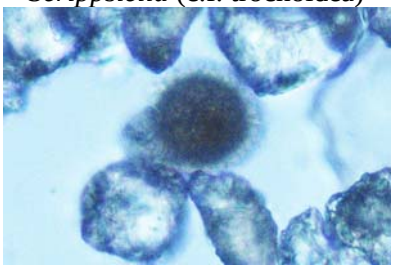
Scrippsiella (c.f. trochoidea)



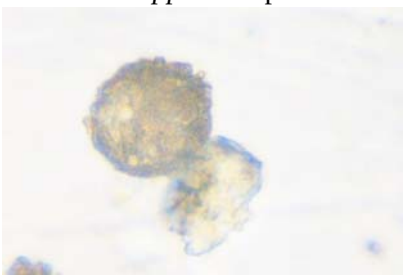
Scrippsiella sp. 1



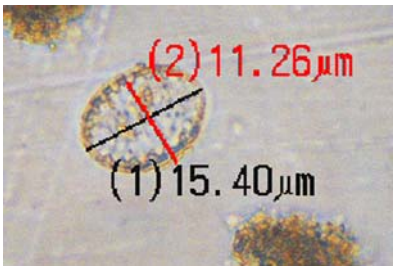
Scrippsiella sp. 2



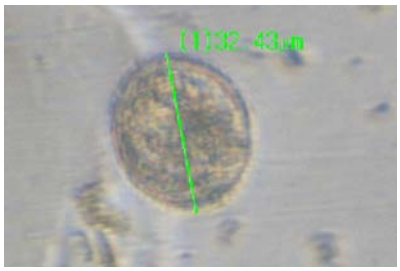
Scrippsiella sp. 3



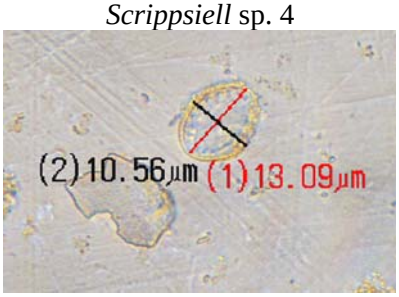
Scrippsiell sp. 4



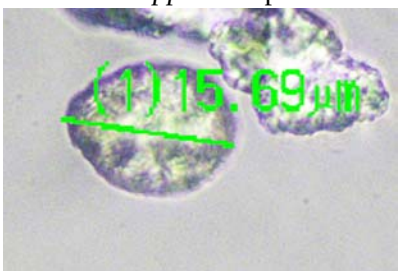
Scrippsiella sp. 5



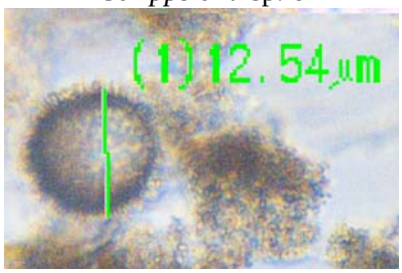
Scrippsiella sp. 6



Scrippsiella sp. 7

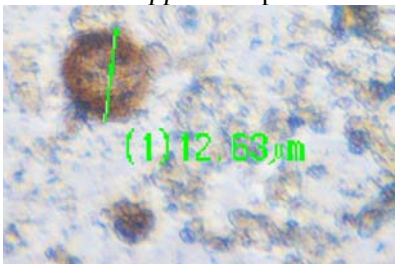


Scrippsiella sp. 8

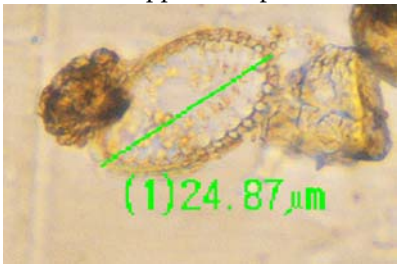


Scrippsiella sp. 9

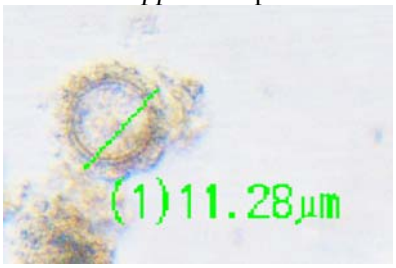
Scrippsiella sp10



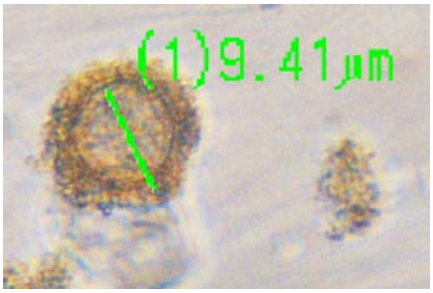
Scrippsiella sp. 11



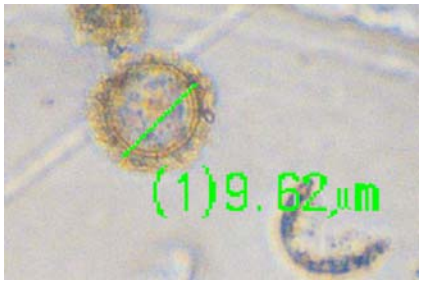
Scrippsiella sp. 12



Scrippsiella sp. 13

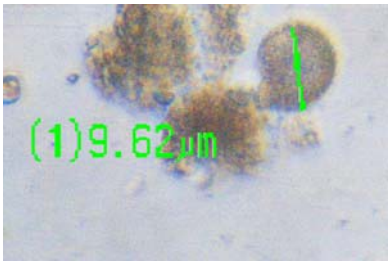


Scrippsiella sp. 14

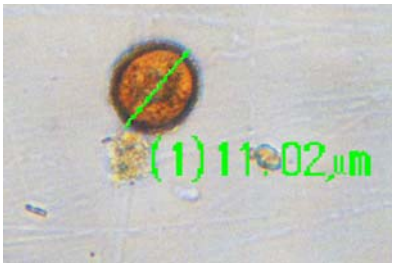


Scrippsiella sp.15

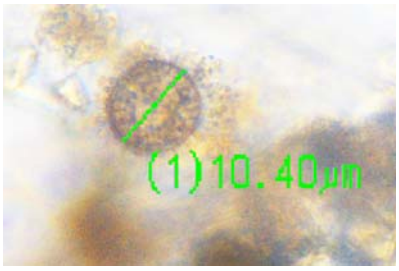
ادامه شکل ۲- سیست‌های شناسایی شده راسته Peridiniales از رسوبات دریایی استان هرمزگان در سال ۱۳۹۰



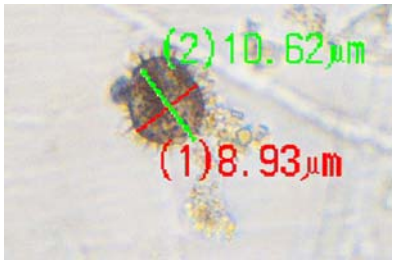
Gonyaulacales 1



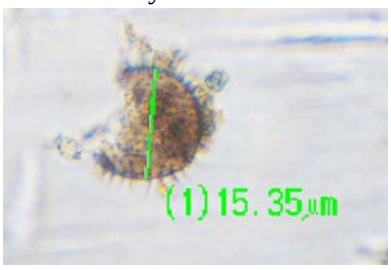
Gonyaulacales 2



Gonyaulacales 3

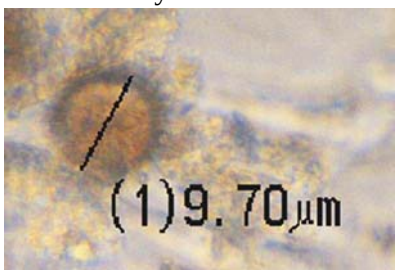


Gonyaulacales 4

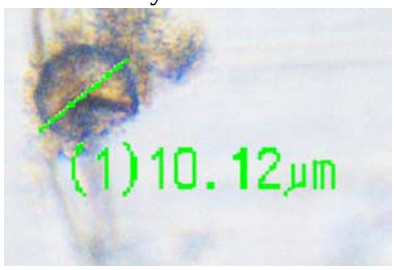


Gonyaulacales 5

Gonyaulacales 6

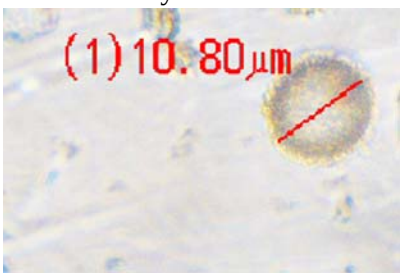


Gonyaulacales 7

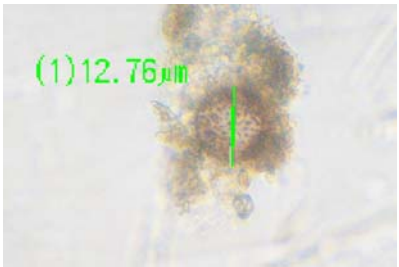


Gonyaulacales 8

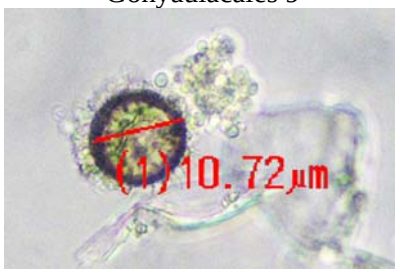
Gonyaulacales 9



Gonyaulacales 10

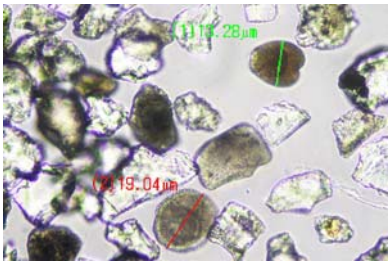


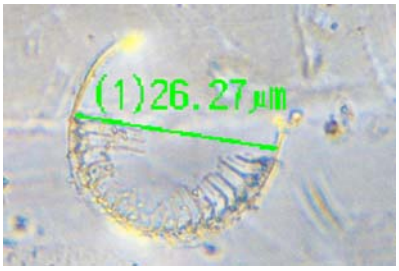
Gonyaulacales 11



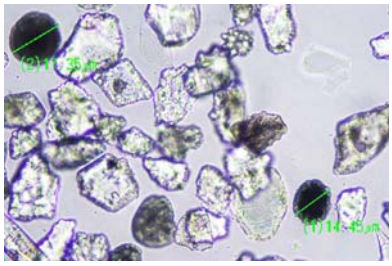
Gonyaulacales 12

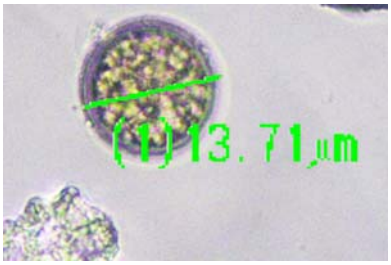
شکل ۳- سیست‌های شناسایی شده راسته Gonyaulacales در رسوبات دریائی استان هرمزگان درسال ۱۳۹۰


Gonyaulacales 13

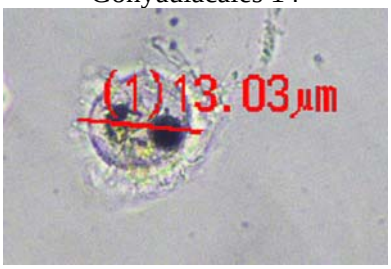


Gonyaulacales 14

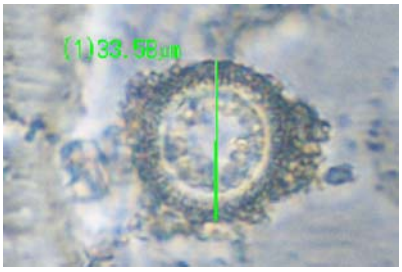

Gonyaulacales 15

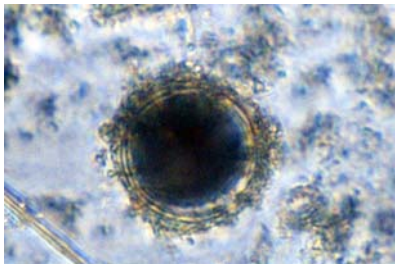


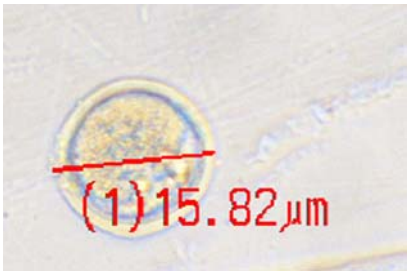
Gonyaulacales 16



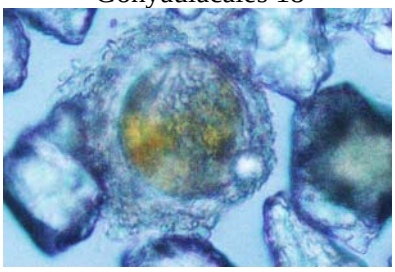
Gonyaulacales 17

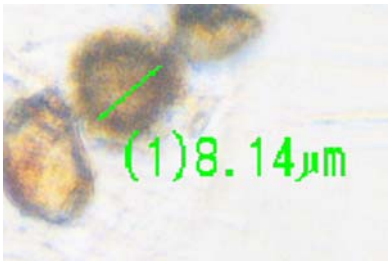

Gonyaulacales 18


Gonyaulacales 19

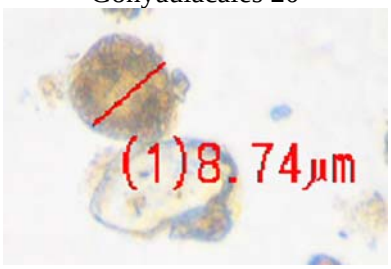


Gonyaulacales 20

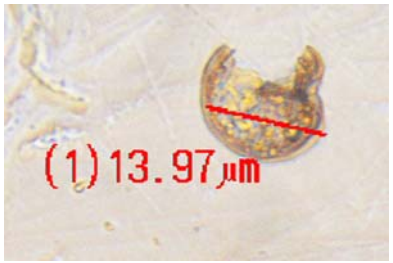

Alexandrium affine



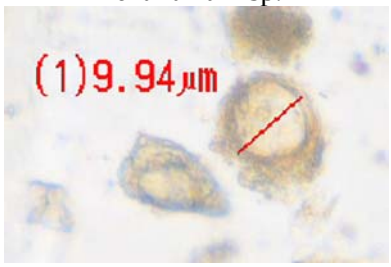
Alexandrium sp. 1



Alexandrium sp. 2

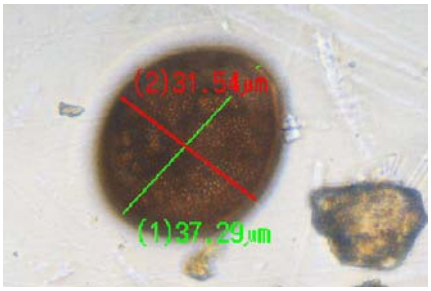


Alexandrium sp. 3

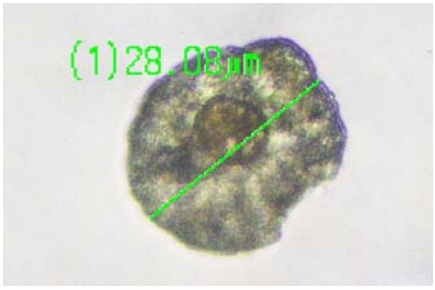


Alexandrium sp. 4

ادامه شکل ۳- سیست‌های شناسایی شده راسته Gonyaulacales در رسوبات دریائی استان هرمزگان درسال ۱۳۹۰

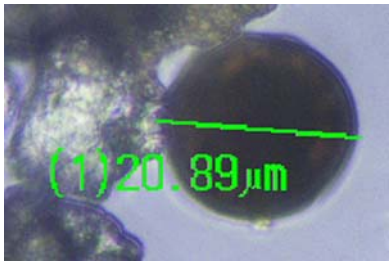


Gymnodiniales 1



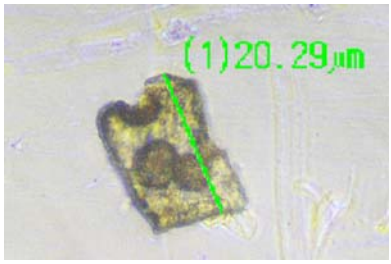
Gymnodiniales 2

شکل۴- تصویر سیست های راسته Gymnodiniales از رسوبات دریائی استان هرمزگان درسال ۱۳۹۰

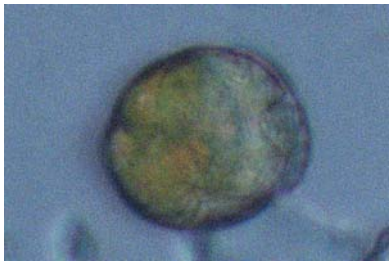


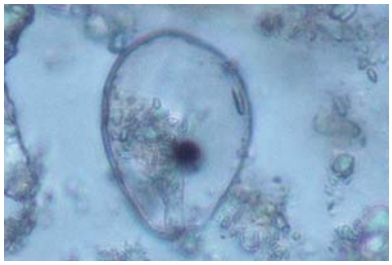
سیست ناشناخته

سیست آهکی ناشناخته

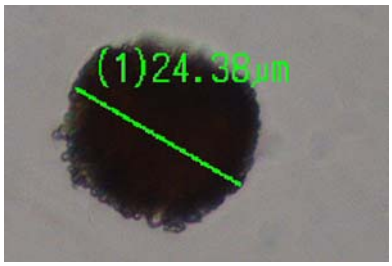


سیست ناشناخته

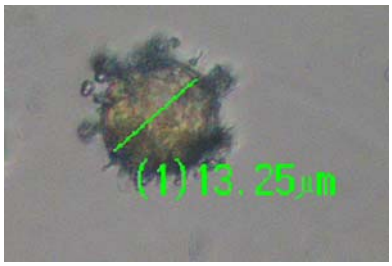

سیست آهکی ناشناخته


سیست ناشناخته و احتمالاً مرده

سیست ناشناخته

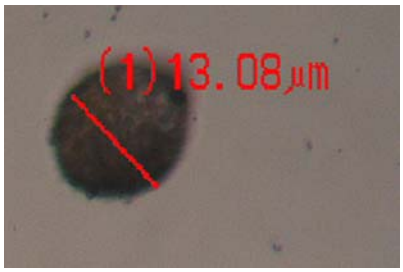


سیست ناشناخته



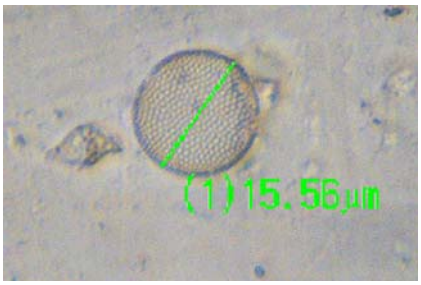
سیست ناشناخته

سیست ناشناخته

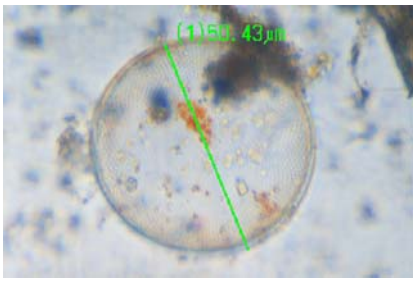


سیست ناشناخته

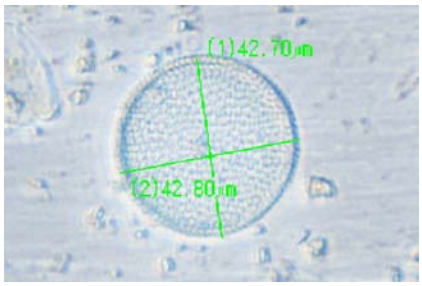
شکل۵- سیست‌های ناشناخته دایونوفلاژله‌ها از رسوبات دریائی استان هرمزگان درسال ۱۳۹۰



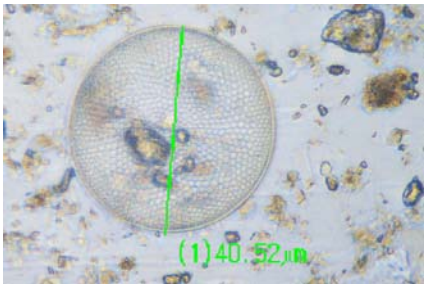
Coscinodiscus sp. 1



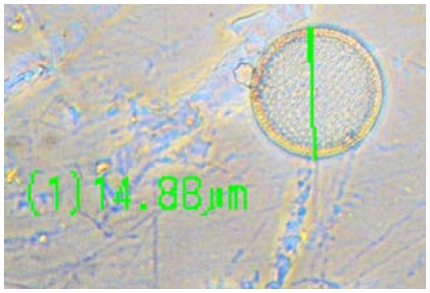
Coscinodiscus sp. 2



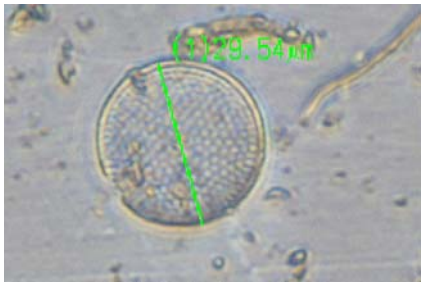
Coscinodiscus sp. 3



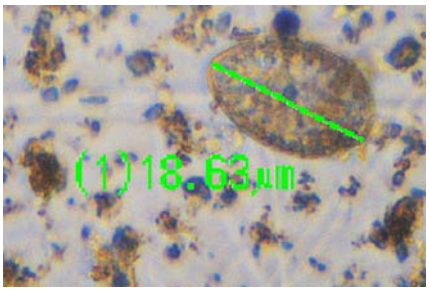
Coscinodiscus sp. 4



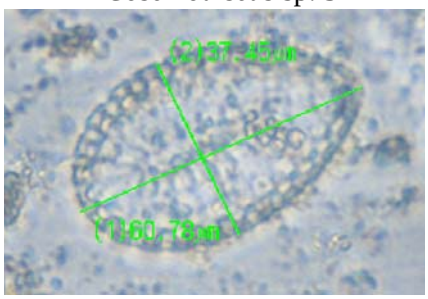
Coscinodiscus sp. 5



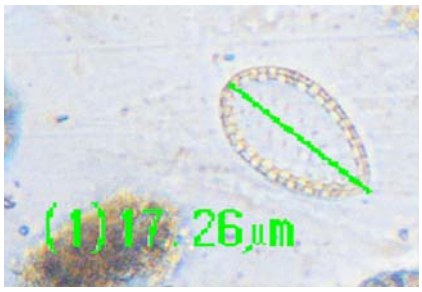
Coscinodiscus sp. 6



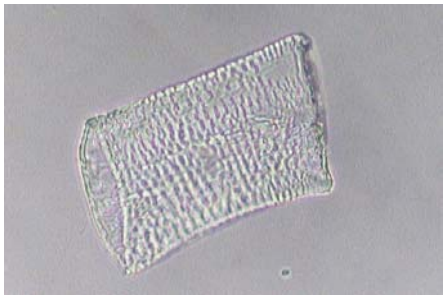
Surirella sp. 1



Surirella sp. 2

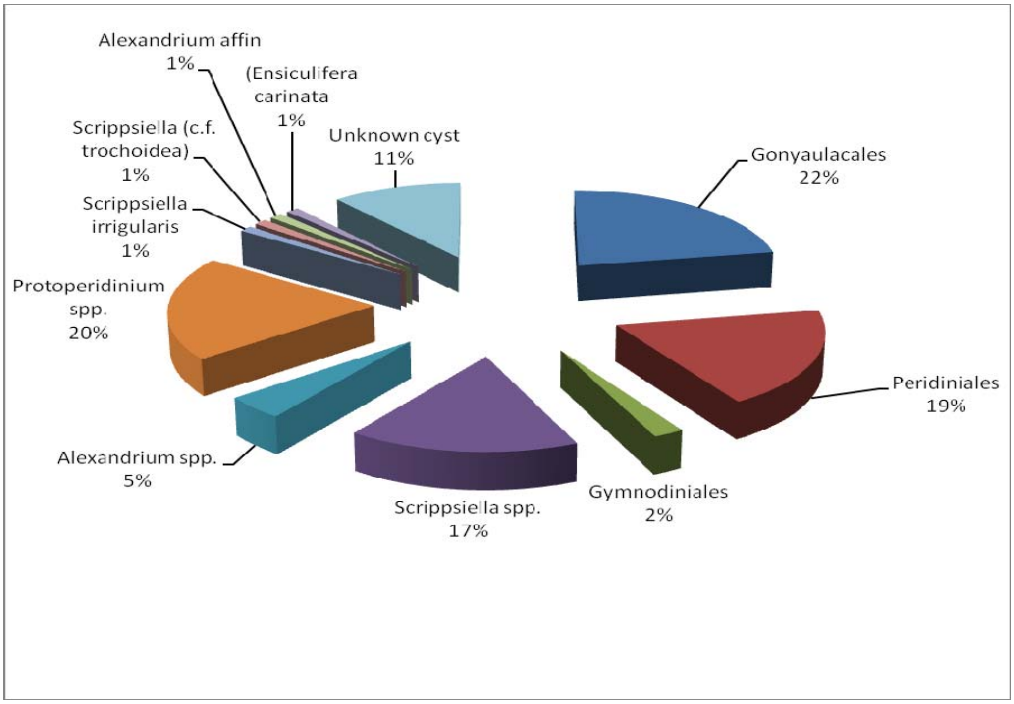


Surirella sp. 3



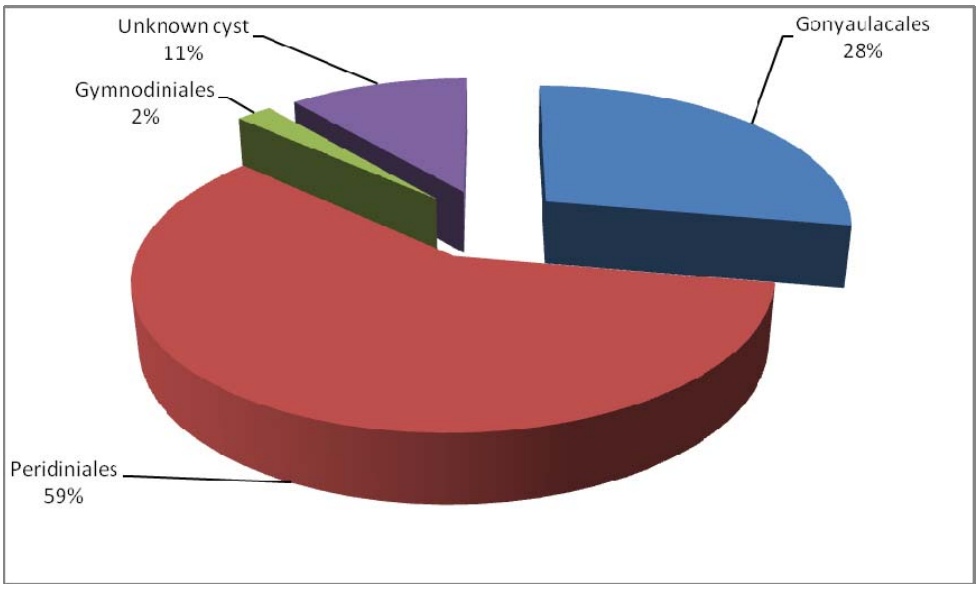
دیاتومه

شکل ۶- تصویر سیست دیاتومه‌های مشاهده شده در رسوبات دریائی استان هرمزگان در سال ۱۳۹۰



شکل۷- فراوانی تاکسون‌های شناسائی شده سیست‌های داینوفلاژله‌ها در رسوبات دریائی استان هرمزگان در سال ۱۳۹۰

در مجموع میزان فراوانی سیست‌های داینوفلاژله‌ها در رسوبات دریائی استان هرمزگان (تاکسون‌های اشاره شده) عبارت است از راسته Peridiniales با فراوانی ۵۱ درصد، راسته Gonyaulacales با فراوانی ۲۸ درصد و راسته Gymnodiniales با فراوانی ۲ درصد، فراوانی سیست‌های ناشناخته داینوفلاژله نیز قابل توجه (۱۱ درصد) می‌باشد (شکل ۸).



شکل ۸- فراوانی راسته‌های مختلف سیست‌های داینوفلاژله در نمونه‌های رسوب دریائی استان هرمزگان در سال ۱۳۹۰

بحث و نتیجه‌گیری

شکل‌های (۲ الی ۶) برخی از سیست‌های داینوفلاژله و دیاتومه یافت شده را در رسوبات سطحی استان هرمزگان نمایش می‌دهد. مطابق اطلاعات موجود در منابع، بیشتر سیست‌های داینوفلاژله اشکالی کروی و یا بیضوی، رنگی شفاف تا قهوه‌ای و تیره داشتند و دارای پوسته‌ای ضخیم و یا نسبتاً ضخیم، ساده و یا همراه با زوائد و تزئینات بودند (Hallegraeff *et al.*, 2004). بنابراین سیست‌های داینوفلاژله‌های شناسائی شده می‌توانند بیشتر متعلق به راسته Peridiniales باشند. در نمونه‌های تحقیق حاضر، تعداد ۱۰ عدد از سیست‌های مشاهده شده، شناسایی نشدند و به عنوان ناشناخته گزارش گردیدند. براساس بررسی انجام شده، تعدادی از آنها سیست‌های آهکی (Calcareous) داینوفلاژله‌ها و تعدادی دیگر سیست مرده داینوفلاژله‌ها تشخیص داده شدند (شکل ۵). بر اساس نتایج، سیست‌های راسته Peridiniales بیشترین فراوانی (۵۹ درصد) و بعد از آن سیست‌های راسته‌های Gonyaulacales (۲۸ درصد) و سیست‌های راسته Gymnodiniales کمترین میزان فراوانی را داشته‌اند. بررسی‌های انجام شده در محیط‌های دریائی نشان می‌دهد که اغلب اجتماعات سیست این مناطق از سه راسته یاد شده می‌باشند (Hallegraeff *et al.*, 2004). پژوهش انجام شده در آب‌های منطقه سبای مالزی نیز نشان می‌دهند که ترکیب گونه‌ای و تنوع اجتماعات سیست‌های داینوفلاژله‌های این منطقه شباهت‌هائی با سیست‌های داینوفلاژله آب‌های گرمسیری جنوب شرقی آسیا دارد و همگی از دسته‌های کم تعداد سیست، با تنوع کم و معمولاً متعلق به راسته‌های Gonyaulacales و Gymnodiniales و Pridiniales می‌باشند (Furio *et al.*, 2006). بر اساس نتایج جدول (۱) جنس *Protoperidinium* دارای بیشترین تعداد سیست (۱۸ عدد) در مقایسه با جنس‌های دیگر داینوفلاژله بود. جنس *Protoperidinium* دارای بیشترین تعداد گونه (۲۶۴) در بین داینوفلاژله‌های آزاد اقیانوس‌های دنیا می‌باشد (Gómez, 2005;Matsuoka & Fukuyo, 2000; Omura *et al.*, 2012)، بنابراین دور از انتظار نیست که سیست‌های این جنس بیشترین تعداد را در نمونه‌های این تحقیق داشته باشد. مطالعات مختلفی در این زمینه در ایران انجام شده است و ۱۱ گونه از جنس اشاره شده توسط عطاران در سال ۲۰۰۷ در آب‌های سواحل شرقی ایران شناسایی شد (Attaran, 2007) و همچنین در سال ۲۰۱۰، سه گونه دیگر در آب‌های جنوب شرقی ایران گزارش گردید (Attaran-Fariman *et al.*, 2010). در پژوهشی دیگر عطاران و همکاران نشان دادند که ۵۱ درصد از سیست‌های موجود در خلیج چابهار متعلق به جنس *Protoperidinium* می‌باشد (Attaran-Fariman *et al.*, 2012).

جنس *Scrippsiella* نیز دارای تعداد قابل توجهی سیست (۱۵ عدد) در نمونه‌های تحقیق حاضر بود (جدول ۱)، این جنس دارای ۱۰ گونه است و گونه (*S. trochoidea*) از جلبک‌های مضر محسوب می‌شود (Hallegraeff *et al.*, 2004; Matsuoka & Fukuyo, 2000) و توانایی ایجاد پدیده کشند سرخ را دارد (Chambouvet *et al.*, 2011).

احتمالاً سیست شناسائی شده در مطالعه حاضر *Scrippsiella* sp. (cf. *trochoidea*) همین گونه باشد (مکاتبه با دکتر دانام. آندرسون از آمریکا و دکتر کریستوفر جی اس بلاچ از استرالیا). سیست این گونه (*S. trochoidea*) از شمال شرق اقیانوس آرام (سواحل ژاپن) نیز گزارش شده است، همچنین در وسعتی پهناور در دریای کارائیب، ساحل شرقی امریکا، نواحی مرکزی جنوب و شرق دریای مدیترانه، افریقای غربی و ساحل کشور پرو یافت شده است. به نظر می‌رسد که این گونه بطور موفقیت آمیزی با طیف وسیعی از شرایط محیطی سازگاری پیدا کرده است، سلول‌های رویشی آن در دامنه وسیعی از دما (۱۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد) و شوری (۵ تا ۵۵ در هزار) رشد و نمو می‌نماید و حتی در ۵ درجه سانتی گراد هم زنده

می‌ماند (Kim & Han, 2000). گونه جدید از جنس *Scrippsiella* به نام *Scrippsiella irregularis* sp. nov. نیز توسط عطاران در دریای عمان گزارش شد (Attaran-Fariman & Bolch, 2007) که در نمونه‌های تحقیق حاضر نیز مورد شناسایی قرار گرفته است. در تحقیقی دیگر نشان داده شد که سیست‌های این جنس و گونه‌های وابسته به آن که در اصطلاح Calciodinellid cyst نامیده می‌شوند، در پسابندر و دهانه باهوکلات (استان سیستان و بلوچستان) دارای بیشترین فراوانی (۸۰ درصد) و در خلیج چابهار دارای ۳۸ درصد فراوانی بوده‌اند (Attaran-Fariman *et al.*, 2012).

گونه *E. carinata* متعلق به راسته Peridiniales که در تحقیق حاضر شناسایی شده است (جدول ۱) گونه‌ای غیر مضر و از دایونوفلاژله‌های فتوسنتز کننده است، این گونه از آب‌های مرکزی ژاپن نیز گزارش شده است (Matsuoka *et al.*, 1990)

جنس *Alexandrium* دارای تعداد قابل توجهی گونه‌های مضر و سمی می‌باشد (Matsuoka & Fukuyo, 2000; Omura *et al.*, 2012). گونه *Alexandrium affine* که سیست آن در این پژوهش تصویر برداری شده است در برخی از منابع به عنوان گونه مضر گزارش گردیده است (Hallegraeff *et al.*, 2004; Matsuoka & Fukuyo, 2000) و در منابعی دیگر، مضر بودن این گونه (*A. affine*) را به دلیل توانایی تولید سم ناشناخته‌ای می‌داند که به تولید مثل و رشد آبزیانی مانند رتیفرا، کلادوسرها، سخت پوستان و لارو نرمتنان صدمه وارد می‌سازد (Xiang-Hai1 *et al.*, 2008). از سویی دیگر پژوهش انجام گرفته در آب‌های خلیج کالیفرنیا نشان می‌دهد که این گونه درکشت آزمایشگاهی در شرایط کمبود نوترینت‌ها (فسفر و ازت) تشکیل سیست می‌دهد و گونه‌ای سمی نیست (Band-Schmidt *et al.*, 2003) در پژوهش انجام شده در آب‌های استان سیستان و بلوچستان وجود گونه دیگری از این جنس بنام *Alexandrium tamarenense* که ایجاد مسمومیت فلجی PSP (Paralytic Shellfish Posoning) می‌نماید، در پسابندر گزارش گردید (Attaran-Fariman *et al.*, 2012). نکته قابل تأمل در این پژوهش وجود انواع دیاتومه‌ها بخصوص از جنس *Coscinodiscus* در نمونه‌های رسوب می‌باشد (شکل ۶) مطالعات متعددی نشان داده است که برخی از دیاتومه‌ها تولید هاگ‌های ساکن (Resting spores) و یا سلول‌های ساکن (Resting cells) می‌کنند (Cremer *et al.*, 2007; Lewise *et al.*, 1999). همچنین گزارشاتی مبنی بر تولید شکوفائی مضر بعضی از دیاتومه‌ها در دسترس است. به عنوان نمونه در بسیاری از منابع جنس *Pseudo-Nitzschia* دیاتومه‌ای سمی معرفی شده است. (Cerino *et al.*, 2005; Romero *et al.*, 2011; Silver *et al.*, 2010; Thessen *et al.*, 2009; Trainer *et al.*, 2012). در مطالعه دیگری علاوه بر این جنس، جنس *Nitzschia* را گونه‌ای مسبب مرگ و میر میگو در استخرهای پرورش میگو در ویتنام معرفی کرده است (Kotaki *et al.*, 2000).

گونه‌هائی از جنس *Chaetoceros* (*C. convolutes* و *C. concaviccornis*) دیاتومه های مضر معرفی شده‌اند (Albright *et al.*, 1993). هرچند در نمونه‌های شناسایی شده در پژوهش حاضر، نمونه‌هایی از جنس‌های *Nitzschia* و *Pseudo-Nitzschia* و *Chaetoceros* مشاهده نشد، اما این امکان وجود دارد که در منطقه حضور داشته باشند، چنان که رادخواه، در فروردین و اردیبهشت سال ۱۳۸۹ عامل مرگ و میر گروهی از گاریز (از خانواده کفال ماهیان) را، عمدتاً دیاتومه جنس *Pseudo-Nitzschia* و دایونوفلاژله *Gymnodinium* اعلام می‌کند (ارتباط شخصی). بررسی‌های انجام شده در پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵ نیز دیاتومه‌های *Nitzschia* و *Navicula* را (علاوه بر دایونوفلاژله *Noctiluca*) عامل شکوفائی پلانکتونی تشخیص داده‌اند (سراجی و

همکاران، ۱۳۸۷).

در پژوهش‌های انجام شده در آب‌های پاکستان، دیاتومه گونه *Coscinodiscus wailesii* را گونه‌ای مهاجم و مسئول بروز شکوفائی بزرگی در منطقه معرفی نموده و زنگ خطری برای شیلات پاکستان اعلام کرده‌اند (Tahira & Siddiqui, 2012).

قابل توجه اینکه در نمونه‌های بررسی شده در این پژوهش تعداد زیادی دیاتومه جنس *Coscinodiscus* مشاهده گردید (شکل ۶) و احتمال اینکه برخی از آنها از گونه (*C. wailesii*) باشند وجود دارد و نیازمند مطالعات بیشتری در این خصوص می‌باشد. از آنجایی که در پدیده کشند سرخ علاوه بر داینافلاژله‌ها، دیاتومه‌ها نیز می‌توانند نقش داشته باشند بررسی و شناسایی آنها دارای اهمیت می‌باشد.

منابع

سراجی، ف. مرتضوی، م. ص. بهپوری، ع. جوکار، ک. ابراهیمی، م. دقوقی و غریب نیا، م. ۱۳۸۷. شکوفائی پلانکتونی در آب‌های استان هرمزگان. پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان. بندرعباس، ایران.

مرتضوی، م. ص.، سراجی، ف.، بهپوری، ع.، غریب نیا، م.، جوکار، ک.، ابراهیمی، م.، دقوقی، ب.، اکبرزاده، غ.، رادخواه، ک.، محبی نوذر، ل.، عبدالعلیان، ع.، روحانی، ک.، فروغی فر، ح. و دهقانی، ر. ۱۳۸۸. گزارش آخرین وضعیت و اقدامات در زمینه شکوفائی پلانکتونی. پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان. بندرعباس، ایران.

مطلبی، ع.، محسنی زاده، ف.، دهقان، س.، موسوی گل سفید، ع.، سراجی، ف.، بهپوری، ع.، ابراهیمی، م.، جوکار، ک.، اکبرزاده، غ.، رادخواه، ک.، اجلالی، ک.، صیدمرادی، ش.، حق شناس، آ.، آل بوشریف، ع.، ایزدپناهی، غ.، امیدی، س.، بارانی، م.، گنجور، س.، مرزبان، ع.، محمدنژاد، ج.، آیین جمشید، خ.، آذینی، م.، سنجرانی، م.، رضاخواه، ع.، امینی، ت.، سبزعلیزاده، س.، خلیفه نیلساز، م.، میاحی، ی.، پرورش، م.، لعل شناس، م. ر.، قرنجیک، ب.، دلوکیان، ا. ب.، کریمی، م. و توکلی، ح. ۱۳۹۲. پایش کشند قرمز در خلیج فارس و دریای عمان. موسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران، ایران.

Albright, L.J., Yang, C.Z. & Johnson, S. 1993. Sub-lethal concentrations of the harmful diatoms, *Chaetoceros concavicornis* and *C. convolutus*, increase mortality rates of penned Pacific salmon. *Aquaculture*, 117(3–4): 215–225.

Attaran, G. 2007. Dinoflagellate cysts and *Chattonella* resting stages from recent sediments of southeast coast of Iran. PhD thesis Thesis, University of Tasmania, Tasmania.

Attaran-Fariman, G. & Bolch, C.J.S. 2007. *Scrippsiella irregularis* sp. nov. (Dinophyceae), a new dinoflagellate from the southeast coast of Iran. *Phycologi*a, 46(5): 572-582.

Attaran-Fariman, G., de Salas, M.F., Negri, A.P. & 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 cyst. *Phycologia*, 46(6): 644-656.

Attaran-Fariman, G. & & Khodami, S. 2010. Phylogenic position of *Chattonella* cf. *subsalsa* Isolated from southeast sediment of Iran based on ITS & LSU rDNA sequencing, (abstract only), International Biology Conference in Mashhad University, Septamber 2010, Mashhad University.

Attaran-Fariman, G., Khodami, S. & 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.

Attaran-Fariman, G., Khodami, S. & Bolch, C. J. S. 2012. First observation of dinoflagellate resting cysts from recent sediments of the southeast coast of Iran. *Algological Studies*, 140(1): 51- 79.

Band-Schmidt, C. J., Lechuga-Deveze, C. H., Kulis, D. M. & Anderson, D. M. 2003. Culture studies of *Alexandrium affine* (Dinophyceae), a non-toxic cyst forming dinoflagellate from Bahía Concepción,Gulf of California. *Botanica Marina*, 46: 44–54.

Bradford, M. R. & Duncan, A. W. 1984. Die distribution of recent organic-walled dinoflagellate cysts in the Persian Gulf, Gulf of Oman, and northwestern Arabian Sea. *Palaeontographica Abteilung B*, 192(1-3): 16-84.

Cerino, F., Orsini, L., Sarno, D., Dell'Aversano, C., Tartaglione, L. & Zingone, A. 2005. The

dinoflagellate blooms and high pH in marine enclosures. *Marine Ecology Progress Series*, 86:181-187.

Imai, I., Itakura, Sh. & Itoh, K. 1993. Cysts of the red tide flagellate *Heterosigma akashiwo*, Raphidophyceae, found in bottom sediments of Northern Hiroshima Bay. Nippon Suisan Gakkaishi, 59(10): 1669-1673.

Ishikawa, A. & Taniguchi, A. 2000. Vegetative cell and cyst assemblages of armored dinoflagellates in Onagawa Bay, northeast Japan. *Plankton Biology and Ecology*, 47(1): 12-22.

Ismael, A. A. & Khadr, A. M. 2003. *Alexandrium minutum* cysts in sediment cores from the Eastern Harbour of Alexandria Egypt. *Oceanologia*, 45(4): 721–731.

Kim, C. J., Kim, H. G., Kim, C. H. & Oh, H. M. 2007. Life cycle of the ichthyotoxin dinoflagellate *Cochlodinium polykrikoides* in Korean coastal waters. *Harmful Algae*, 6(1): 104-111.

Kim, Y. O. & Han, M. S. 2000. Seasonal relationships between cyst germination and vegetative population of *Scrippsiella trochoidea* (Dinophyceae). *Marine Ecology Progress Series*, 204:111–118.

Kotaki, Y., Koike, K., Yoshida, M., Thuoc, C. V., Huyen, N. T. M., Hoi, N. C., Fukuyo, Y. & Kodama, M. 2000 Domic acid production in *Nitzschia* sp. (Bacillariophyceae) isolataed from a shrimp-culture pond in Do Son, Vietnam. *Journal of Phycology*, 36(6): 1057–1060.

Lewise, J., Harris, A. S. D., Jones, K. J. & Edmonds, R.L. 1999. Long- term survival of marine planktonic diatoms and dinoflagellates in stored sediment samples. *Journal of Plankton Research*, 21(2): 343-354.

Marret, F., Vernal, A. D. E., Benderra, F. & Harland, R. 2001. Late Quaternary sea-surface conditions at DSDP Hole 594 in the southwest Pacific Ocean based on dinoflagellate cyst assemblages. *Quaternary Science*, 16(7): 739–751.

Matsuoka, K., Kobayashi, S. & Gains, G., 1990. A new species of the genus alternation of different morphotypes in the seasonal cycle of the toxic diatom *Pseudo-nitzschia galaxiae*. *Harmful Algae*, 4:33–48.

Chambouvet, A., Alves-de-Souza, C., Cueff, V., Marie, D., Karpov, S. & Guillou, L. 2011. Interplay between the parasite *Amoebophrya* sp. (Alveolata) and the Cyst formation of the red tide dinoflagellate *Scrippsiella trochoidea*. *Protist*, 162(4): 637-649.

Cho Jin, H. 2000. Utility of dinoflagellates in studying the marine environment: the case of the East China Sea and Adjacent Areas. PhD thesis, Nagasaki University, Japan, Nagasaki.

Choi, K. H. 2009. Risk assessment of ballast water-mediated invasions of phytoplankton: A modeling study. *Ocean Science Journal*,44(4): 221-226.

Cremer, H., Sangiorgi, F., Wagner-Cremer, F., Mcgee, V., Lotter, A. F. & Visscher, H. 2007 Diatoms (Bacillariophyceae) and dinoflagellate cysts (Dinophyceae) from Rookery Bay,
Florida, U.S.A. *Caribbean Journal of Science*, 43: 23-58.

Fujii, R. & Matsuoka, K. 2006. Seasonal change of dinoflagellates cyst flux collected in a sediment trap in Omura Bay, West Japan. *Journal of Plankton Research*, 28(2): 131–147.

Furio, E. F., Matsuoka, K., Mizushima, K., Baula, I., Chan, K.W., Puyong, A., Srivilai, D., Sidharta, B.R. & Fukuyo, Y. 2006. Assemblage and geographical distribution of dinoflagellate cysts in surface sediments of coastal waters of Sabah, Malaysia. *Coastal Marine Science*, 30(1): 62-73.

Gómez, F. 2005. A list of free-living dinoflagellate species in the world's oceans. *Acta Botanica Croatica***,** 64 (1): 129–212.

Hai-Feng, G., Dong-Zhao, G. L., Qi, F. & Zong_Ling, W. 2004. Cyst formation, development of *Alexandrium tamarense* from Yangtse River Estuary and its relation to bloom dynamics. *Acta Botanica Sinica*, 46 (9): 1025-1031.

Hallegraeff, G. M., Anderson, D. M. & Cembella, A. D. (Eds)., 2004. Manual on Harmful Marine Microalgae, UNESCO.

Hinga, K. R. 1992. CO-occurrence of

Endo, T., Lim, P. T., Kodama, M. & Fukuyo, Y. 2011. Unique amnesic shellfish toxin composition found in the South East Asian diatom *Nitzschia navis-varingica*. *Harmful Algae*, 10: 456-462.

Silver, M. W., Bargu, S., Coale, S. L., Benitez-Nelson, C. R., Garcia, A.C., Roberts, K.J., Sekula-Wood, E., Bruland, K.W. & Coale, K. H. 2010. Toxic diatoms and domoic acid in natural and iron enriched waters of the oceanic Pacific. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(48):20762-7.

Tahira, N. & Siddiqui, P.J.A. 2012. Taxonomy of potentially harmful diatom *Coscinodiscus* cf. *wailesii* Gran et Angst (Coscinodiscales, Bacillariophyta) from Pakistan waters. *Journal of Algal Biomass Utilization*, 3(1): 28 – 31.

Thessen, A. E., Bowers, H. A. & Stoecker, D. K. 2009. Intra- and interspecies differences in growth and toxicity of *Pseudo-nitzschia* while using different nitrogen sources. *Harmful Algae*, 8: 792–810.

Thorsen, T. A. & Barrie, D. 1997. Dinoflagellate cysts as indicators of pollution and past climate in a Norwegian fjord. *The Holocene*, **7**(4): 433-446.

Trainer, V. L., Bates, S. S., Lundholm, N., Thessen, A. E., Cochlan, W. P., Adams, N. G. & Trick, C. G. 2012. *Pseudo-nitzschia* physiological ecology, phylogeny, toxicity, monitoring and impacts on ecosystem health. *Harmful Algae*, 14:271–300.

Vernal, A., Henry, M., Matthiessen, J., Mudie, P. J., Rochon, A., Boessenkool, K. P., Eynaud, F., GrØsfjeld, K., Guiot, J., Hamel, D., Harland, R., Head, M. J., Kunz-Pirrung, M., Levac, E., Loucheur, V., Peyron, O., Pospelova, V., Radi, T., Turon, J.-L. & Voronina, E. 2001. Dinoflagellate cyst assemblages as tracers of sea-surface conditions in the northern North Atlantic, Arctic and sub-Arctic seas: the new 'n = 677' data base and its application for quantitative palaeoceanographic reconstruction. *Journal of Quaternary Science*, 16(7): 681–698.

Wall, D., Dale, B., Lohmann, G. P. & Smith, W. K. 1977. The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the North *Ensiculifera* (Dinophyceae); its cyst and motil forms. *Bulletin of Plankton Society of Japan*, 37 (2): 127-143.

Matsuoka, K., Fukuyo, Y., Praseno, D. P., Adnan, Q. & Kodama, M. 1999. Dinoflagellate cysts in surface sediments of Jakarta Bay, off Ujung Pandang and Larantuka of Flores Island, Indonesia with special reference of *Pyrodinium bahamense*. *Bulletin of the Faculty of Fisheries, Nagasaki University*, No. 80 (1999).

Matsuoka, K. & Fukuyo, Y. 2000. Technical guide for modern dinoflagellate cyst study. Faculty of Fisheries, Laboratory of Coastal Environmental Science, Nagasaki University and Asian Natural Environmental Science Center, and University of Tokyo. Japan.

Matsuoka, K. & Shin, H. H. 2010. Environmental changes in the inner part of Ariake Sound,west Japan recorded in dinoflagellate cyst assemblages. Coastal environmental and ecosystem issues of the East China Sea, 111–120.

Omura, T., Iwataki, M., Borja, V.M.,Takayama, H. & Fukuyo, Y. 2012. Marine phytoplankton of the Western Pacific. Kouseisha Kouseikaku. Tokyo, Japan.

Pospelova, V., Chmura, G. L. & Walker, H. A. 2004. Environmental factors influencing spatial distribution of dinoflagellate cyst assemblages in shallow lagoons of southern New England. *Review of Paleobotany and Palynology*, 128: 7-34.

Pospelova, V., Chmura, G. L., Boothman, W. S. & Latimer, J. S. 2005. Spatial distribution of modern dinoflagellate cysts in polluted estuarine sediments from Buzzards Bay (Massachusetts, USA) embayments. *Mrine Ecology Progress Series*, 292: 23–40.

Pospelova, V., Pedersen, T. F. & Vernal, A. 2006. Dinoflagellate cysts as indicators of climatic and oceanographic changes during the past 40 kyr in the Santa Barbara Basin, southern California. Paleoceanography, 21.

Radi, T., Pospelova, V., Vernal, de A. & Barrie, J.V. 2007. Dinoflagellate cysts as indicators of water quality and productivity in British Columbia estuarine environments. *Marine Micropaleontology*, 62: 296-297.

Romero, M. L. J., Kotaki, Y., Lundholm, N., Thoha, H., Ogawa, H., Relox, J. R., Terada, R., Takeda, S., Takata, Y., Haraguchi, K.,

and South Atlantic Oceans and adjacent seas. *Marine Micropaleontology*, 2(0): 121-200.

Wendler, I., Zonneveld, K. A. F & Willems, H. 2002. Oxygen availability effects on early diagenetic calcite dissolution in the Arabian Sea as inferred from calcareous dinoflagellate cysts. *Global and Planetary Change*, 34: 219–239.

Xiang-Hai1, T., Ren-Cheng, Y., Yang, C., Qing-Chun, Z., Yun-Feng, W., Tian, Y. & Ming-Jiang, Z. 2008. A oligonucleotide probe for detection of *Alexandrium affine*. Oceanologia Et Limnologia Sinica. Availeble at: http://en.cnki.com.cn/ Article_en/CJFDTotal-HYFZ200806016.