نانوپلانکتون‌های آهکی در رسوبات هولوسن خلیج فارس (بندر شهید رجایی)

اکرم پوراسماعیل [۱]، فاطمه هادوی [۲*] و راضیه لک [۳]

[۱] دانشجوی دکتری، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[۲] استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[۳] استادیار، پژوهشکده علوم‌زمین، سازمان‌زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۶/۲۶

چکیده

در این مطالعه مغزه‌ای به طول ۱۰/۵ متر از آب‌های کم ژرفای ساحلی در منطقه بندرعباس (در محدوده بندر شهید رجایی) بر پایه نانوپلانکتون‌های آهکی مورد مطالعه قرار گرفت. ۵۲ نمونه رسوبی از مغزه یادشده انتخاب شد و پس از آماده‌سازی، مورد مطالعه میکروسکوپی و عکس‌برداری قرار گرفت. ۲۱ جنس و ۳۵ گونه برای اولین بار از منطقه مورد مطالعه معرفی شد. در مغزه یادشده نانوفسیل‌هایی چون *Emiliania huxleyi* و *Gephyrocapsa oceanica* گونه‌های چیره بودند که بر پایه حضور فراوان این گونه‌ها می‌توان نتیجه گرفت که حوضه خلیج فارس یک دریای حاشیه‌ای است که در عرض های جغرافیایی پایین و مناطق کم ژرفا تشکیل شده است و فراوانی نانوپلانکتون‌ها در آن بالاست.

کلیدواژه‌ها: نانوپلانکتون‌های آهکی، هولوسن، خلیج فارس، بندر شهید رجایی

***نویسنده مسئول:** فاطمه هادوی
E-mail: Hadavi231@yahoo.com

۱- مقدمه

حوضه خلیج فارس امروزی یک فرورفتگی زمین‌ساختی نامتقارن با درازای تقریبی ۱۰۰۰ متر است که شیب کمتر آن در بخش عربی و شیب بیشتر آن در بخش ایرانی است (Kassler, 1971). خلیج فارس در شمالی‌ترین بخش صفحه عربی تشکیل شده است و در طول ۲۴ تا ۳۰ درجه شمالی و عرض ۴۸ تا ۵۶ درجه خاوری قرار دارد. در خاور این حوضه دریـای عمان قرار دارد و تنگه هرمز این دو دریا را از یکدیگر جدا میکند. با این وجود تبادل و چرخش آب میان دو دریای یادشده صورت می‌گیرد.

نانوپلانکتون‌های آهکی با وجود اندازه کوچکشان به صورت فسیل در رسوبات و اقیانوس‌های امروزی به تعداد چشم‌گیری حضور دارند و از آنجا که از فلات قاره تا اقیانوس ژرف گسترش دارند، برای تطابق میان‌قاره‌ای و میان‌اقیانوسی رسوبات مورد استفاده قرار می‌گیرند. این موجودات به طور ویژه پلانکتونیک دریایی هستند و در اقیانوس‌های باز، محیط‌های پلاژیک تا محیط نزدیک به ساحل و مردابی (لاگونی) پراکنده‌اند.

کوکولیتوفورها که جزو نانوپلانکتون‌های آهکی هستند شاخص‌هایی گویا برای تعیین شرایط محیطی هستند، این گروه افزون بر این که موجوداتی زیبا با ریخت‌شناسی بسیار متنوع هستند، در مطالعات اقیـانوس‌شناسی نقش ویژه‌ای دارند. آنها یکی از مهم‌ترین گروه‌های فیتوپلانکتون‌های دریایی به شمار می‌روند که به عنوان تولیدکننده اولیه نقش کلیدی را در اکوسیستم‌های دریایی دارند. از این رو، در مطالعات کنونی افزون‌بر معرفی این موجودات، با توجه به ویژگی‌های زیستی آنها تا آنجا که ممکن باشد به تفسیر حوضه رسوب‌گذاری پرداخته خواهد شد. بدین منظور نمونه‌های حاصل از مغزه حفاری‌شده در بندر شهید رجایی مطالعه می‌شوند.

۲- زمین‌شناسی منطقه

از نگاه زمین‌شناسی، خلیج فارس فرونشست زمین‌ساختی کم‌ژرفایی است که در زمان ترشیری پسین در حاشیه جنوبی کوه‌های زاگرس تشکیل شده است. به طور کلی رسوبات عهد حاضر خلیج فارس، از ساحل به سوی مناطق ژرف (ژرفای بیشتر از ۹۰ متر) دانه‌ریزتر می‌شوند و با مارن‌ها که بخش مرکزی خلیج فارس را تشکیل می‌دهند، پایان می‌یابند. از این‌رو آهک‌های مارنی، ژرف‌ترین رخساره عهد حاضر خلیج فارس است. در بستر این حوضه تجمعات میکروسکوپی دارای گل‌های کربناتی، گستره پهناوری را می‌پوشانند که دارای جلبک‌های آهکی به‌ویژه از نوع نانوپلانکتون‌های آهکی فراوان است.

بیشترین ژرفای این حوضه در سواحل ایران در حدود ۱۰۴ متر است. وسعت سطحی این حوضه درحدود ۲۴۰۰۰۰ کیلومتر مربع است. به دلیل کم ژرفا بودن حوضه، تغییرات سطح آب دریا روی آن تأثیر بسزایی دارد.

در طی آخرین دوره یخچالی پلیستوسن سطح آب ۱۲۰ متر افت داشته است و رسوبات تخریبی و درشت و ناجوردانه شکل گرفته‌اند و در طی پیش‌روی Flandrian در ۱۸۰۰۰ سال پیش حوضه دوباره پر آب شده و زمینه را برای تشکیل رسوبات نرم و دانه‌ریز هولوسن فراهم کرده است (Kassler, 1971).

۳- روش انجام کار

ضمن حفاری بستر خلیج فارس توسط بخش زمین‌شناسی دریایی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نانوفسیل‌های آهکی نمونه‌های حفاری‌شده بررسی شد.

از آنجا که تغییرات رخساره‌ای در نواحی کم ژرفا و ساحلی زیاد است برای بررسی تغییرات رخساره‌ای، مغزه مورد مطالعه در بخش شمالی خلیج فارس (نزدیک ساحل بندر عباس در محدوده بندر شهید رجایی) و با مختصات N ۷۰۰ ۹۹ ۲۹ و E ۰۰ ۲۱ ۴۱ (شکل ۱)، از ژرفای ۵ متری و به طول تقریبی ۱۰/۵ متر به روش حفاری با استفاده از سامانه فشار هیدرولیک و مغزه گیر Ufer تهیه شد. تصویر سکوی حفاری مغزه مورد مطالعه در شکل ۲ آورده شده است. این مغزه پس از انتقال به آزمایشگاه توسط دستگاه برش مغزه (Core Cutter) به دو بخش تقسیم شد و بر پایه نوع رخساره ۵۲ نمونه برای مطالعه نانوپلانکتون‌های آهکی موجود انتخاب شد. ترکیب‌سنگی و نوع رخساره‌های رسوبی مغزه مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

نمونه‌های برداشت‌شده برای آماده سازی به آزمایشگاه منتقل و متناسب با مطالعه به‌وسیله میکروسکوپ نوری و الکترونی به دو روش مختلف آماده شدند. برای مشاهده نمونه‌های یادشده با میکروسکوپ نوری روش‌های بی‌شماری وجود دارد که در پژوهش کنونی از روش smear slide که سرعت و دقت بالاتری دارد، استفاده شده است (Bown & Young, 1998). در این روش هیچ گونه نانوفسیلی از محیط خارج نشده و در نتیجه برای شمـارش گونه‌ها که پایه مطالعات آماری و در نتیجه زیست‌محیطی است بسیار مفید هستند. در این روش که تنها برای مطالعه نانوفسیل‌های آهکـی توسط میکروسکـــوپ نوری (LM) استفـــاده می‌شود،

ابتدا بخش کوچکی از نمونه انتخاب و سطوح آن توسط کاردک ویژه که پیش‌تر شسته و خشک شده است، تراشیده می‌شود تا سطوح هوازده آن برداشته شود؛ سپس مقدار کمی از نمونه تراشیده می‌شود تا به صورت پودر در آید و روی لامل قرار داده می شود. یک قطره آب مقطر توسط قطره چکان روی لامل ریخته می‌شود که در این حالت محلول به نسبت غلیظی ایجاد می شود. این محلول به وسیله یک خلال دندان که در دو طرف مسطح است، روی لامل پخش می‌شود. لامل یادشده باید به سرعت روی اجاق برقی با حرارت ملایم خشک شود. سپس نمونه به وسیله چسب ویژه روی لام چسبانده و خشک می‌شود. نمونه‌های آماده‌شده پس از تمیز شدن به‌وسیله میکروسکوپ نوری پلاریزان Olympus مدل BH2 با بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰ و مجهز به دستگاه عکاسی مطالعه و عکس‌برداری شده‌اند.

یادآوری می‌شود که در مطالعه نانوپلانکتون‌های آهکی دو نور معمولی XPL و PPL استفاده شده است. همچنین از ورقه کمکی ژیپس که در شناسایی برخی از نمونه‌های جوان‌تر (به ویژه هولوسن) بسیار مفید و متداول است استفاده شده است.

ضمن مطالعه نمونه‌ها با میکروسکوپ نوری افزون بر شناسایی نانوفسیل‌های آهکی، گونه‌های شناسایی‌شده تا میزان ۳۰۰ نانوفسیل در هر نمونه شمارش و نمودارهای فراوانی برخی از گونه‌ها رسم شد.

گفتنی است که به علت کمبود امکانات برای استفاده از میکروسکوپ الکترونی (SEM) تنها تعدادی از نمونه‌های یادشده عکس‌برداری شدند که برای آماده‌سازی آنها از فیلتر پلی کربنات (با قطر منفذ ۱ میکرون) و دستگاه سانتریفوژ استفاده شد، سپس نمونه‌های آماده‌شده روی یک پایه فلزی (Stub) قرار گرفت، توسط ورقه نازکی از طلا پوشیده و سپس توسط میکروسکوپ الکترونی عکس‌برداری شد (پلیت شماره ۴).

۴- پیشینه مطالعات

مطالعات کمی در زمینه فیتوپلانکتون‌های خلیج فارس به ویژه در سواحل ایران در دسترس است.

Martini (1971) برای اولین بار نانوپلانکتون‌های آهکی را در شمال دریای عرب مورد مطالعه قرار داد و کوکولیت‌های کوچک (کوچک‌تر از ۵ میکرون) را شناسایی کرد. او تنها دوگونه *Braarudosphaera bigelowii* و *Calcidiscus leptoporus* را گزارش کرد که گونه اول در دریای عرب کمتر وگونه دوم فراوان‌تر بود ولی این فراوانی منحصر به بخش‌های جنوب خاوری خلیج فارس بود.

او همچنین نمونه‌های انتقال یافته کرتاسه، پالئوژن و نئوژن زیادی را گزارش کرد. مطالعه دیگری توسط Kassler (1971) صورت گرفت که در آن تکامل ساختاری و ریخت‌شناختی حوضه خلیج فارس را به طور کامل بررسی کرد و از نانوفسیل‌های آهکی به عنوان فسیل چیره در رسوبات نرم و دانه‌ریز مارنی هولوسن نام برد که به طور چیره در شکستگی‌های رسوبات بستر و در مناطقی که میزان کربنات بالا بوده است حضور داشتند.

Hullburt et al. (1981) فیتوپلانکتون‌های سواحل ایران که بیشتر دیاتومه‌ها بودند را گزارش کردند ولی به حضور گونه‌هایی از نانوپلانکتون‌های آهکی مانند *Gephyrocapsa oceanica* و *Emiliania huxleyi* نیز اشاره کردند.

Okada (1983) ضمن مطالعه نمونه‌های زنده و عهد حاضر نانوپلانکتون‌های آهکی که در نواحی مختلف سواحل و دریاهای حاشیه‌ای متمرکز شده بودند، به این نتیجه رسید که دوگونه *Florisphaera profunda* و *Gephyrocapsa oceanica* معرف دریاهای حاشیه‌ای هستند؛ با این تفاوت که گونه اول، وابسته به عرض‌های جغرافیایی بالا و گونه دوم خاص عرض‌های جغرافیایی پایین است. او در طی مطالعات خود گونه *Florisphaera profunda* را گونه‌ای شاخص در تعیین ژرفا معرفی می‌کند و بیان می‌دارد که با افزایش ژرفا، این گونه افزایش می‌یابد.

Al-Saadi et al. (1978) ۱۰ گونه نانوپلانکتون‌های آهکی را در خلیج فارس گزارش کردند.

به تازگی نانوپلانکتون‌های آهکی بخش ایرانی خلیج فارس مورد مطالعه قرار گرفتند، ضمن بررسی تعدادی نمونه که از ۱۸ ایستگاه نمونه‌برداری در خلیج فارس برداشت شده بود، گونه *Gephyrocapsa oceanica* به عنوان گونه چیره در همه ایستگاه‌های نمونه‌برداری و گونه‌های *Helicosphaera carteri* و *Emiliania huxleyi* به نسبت کمتر مشاهده شد. نمونه‌های انتقال یافته از کرتاسه، پالئوژن و نئوژن نیز گزارش شده است (هادوی، ۱۳۸۹).

۵- بحث

نانوپلانکتون‌های آهکی، یک گروه اصلی و مهم فیتوپلانکتون‌های اقیانوسی را تشکیل می‌دهند، الگوی‌های تکاملی این گروه از موجودات زنده و حضور آنها در همه محیط‌های دریایی، سبب شده تا در مطالعات مختلف مانند زیست‌شناسی دریایی، زمین‌شناسی دریایی، ژئوشیمی زیستی و فسیل‌شناسی بسیار مهم باشند. همچنین این گروه از موجودات بیشتر از دیگر موجودات زنده تحت تأثیر تغییرات محیطی، شوری، دما، تغییرات سطح آب دریا و میزان مواد غذایی قرار می‌گیرند و به همین دلیل نقش کلیدی در بازسازی محیط‌ها و تعیین آب‌و هوای دیرینه دارند.

به‌طور کلی تغییرات محیطی و آب‌وهوای دیرینه روی تاکساها در نواحی کم‌ژرفا نسبت به دریاهای آزاد تأثیر بیشتری دارد. در مناطق کم ژرفا و نواحی ساحلی، نوسانات سطح آب دریا زیاد و تغییرات رخساره‌ای خیلی آشکار است. بدین منظور مغزه‌ای در ژرفای ۵ متری و به طول تقریبی ۱۰/۵ متر در سواحل بندرعباس (در محدوده بندر شهید رجایی) انتخاب و مطالعه شد.

در نمونه‌های مورد مطالعه درصد فراوانی نانوفسیل‌های آهکی شاخص محاسبه شد (جدول ۲). با توجه به محاسبات انجام‌شده در شمارش نمونه‌ها، گونه‌های *Emiliania huxleyi* و *Gephyrocapsa oceanica* بیشترین فراوانی را دارند، ولی به دلیل تغییرات رخساره‌ای زیاد درون مغزه یادشده، میزان فراوانی نانوفسیل‌های آهکی در طول مغزه حفاری‌شده متفاوت است. گونه‌هایی چون *Pseudoemiliania laconusa*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *Cyclocargolithus floridanus*, *Gephyrocapsa caribeanica*, *Reticulofenestra glidea*, نیز به نسبت کمتر و گونه‌هایی چون *Calcidiscus leptoporus*, *Coccolithus pelagicus*, *Braarudosphaera bigelowii* و *Gephyrocapsa mullerae* به نسبت کمیاب هستند.

در این بررسی بر پایه فراوانی گونه‌های *Emiliania huxleyi* و *Gephyrocapsa oceanica* نمودارهایی با افزایش ژرفا رسم شدند. همان گونه که در شکل ۳ نشان داده شده است، دو گونه یادشده در ژرفاهای مختلف فراوانی‌های متفاوتی دارند که این امر می‌تواند به دلیل اثرات زیاد شرایط محیطی روی رسوب‌گذاری و تغییرات شدید رخساره‌ای در مناطق کم‌ژرفا و ساحلی باشد. همچنین با توجه به این‌که گونه *Gephyrocapsa oceanica* گونه گیاهی (فلورای) چیره در دریاهای حاشیه‌ای و کم ژرفا و دریاهای اپی‌کانتیننتال است (Okada, 1983)، می‌توان چنین نتیجه گرفت که حوضه مورد مطالعه جزو دریاهای حاشیه‌ای بوده و در مناطق کم ژرفا تشکیل شده است.

در ضمن، فراوانی برخی از گونه‌هایی که به تعداد کمتر یافت شده‌اند نیز در شکل ۴ نشان داده شده است. در بیشتر گزارشات گونه *Braarudosphaera bigelowii* در شوری‌های کمتر از ۱۷ درهزار دیده شده است (Bukry et al., 1970; Bukry, 1974). همچنین این گونه بازه زمانی طولانی داشته که از دید دیرین‌بوم‌شناسی (پالئواکولوژی) مهم است. با توجه به فراوانی کم این گونه نانوفسیلی (شکل ۴) در محل مورد مطالعه می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که منطقه یادشده احتمالاً دارای شوری بالاتر از این محدوده است. حضور کم گونه یادشده در ژرفای ۲۰، ۲۴۳ و ۵۹۲ سانتی‌متری مغزه می‌تواند نشان از شوری کمتر این افق‌های

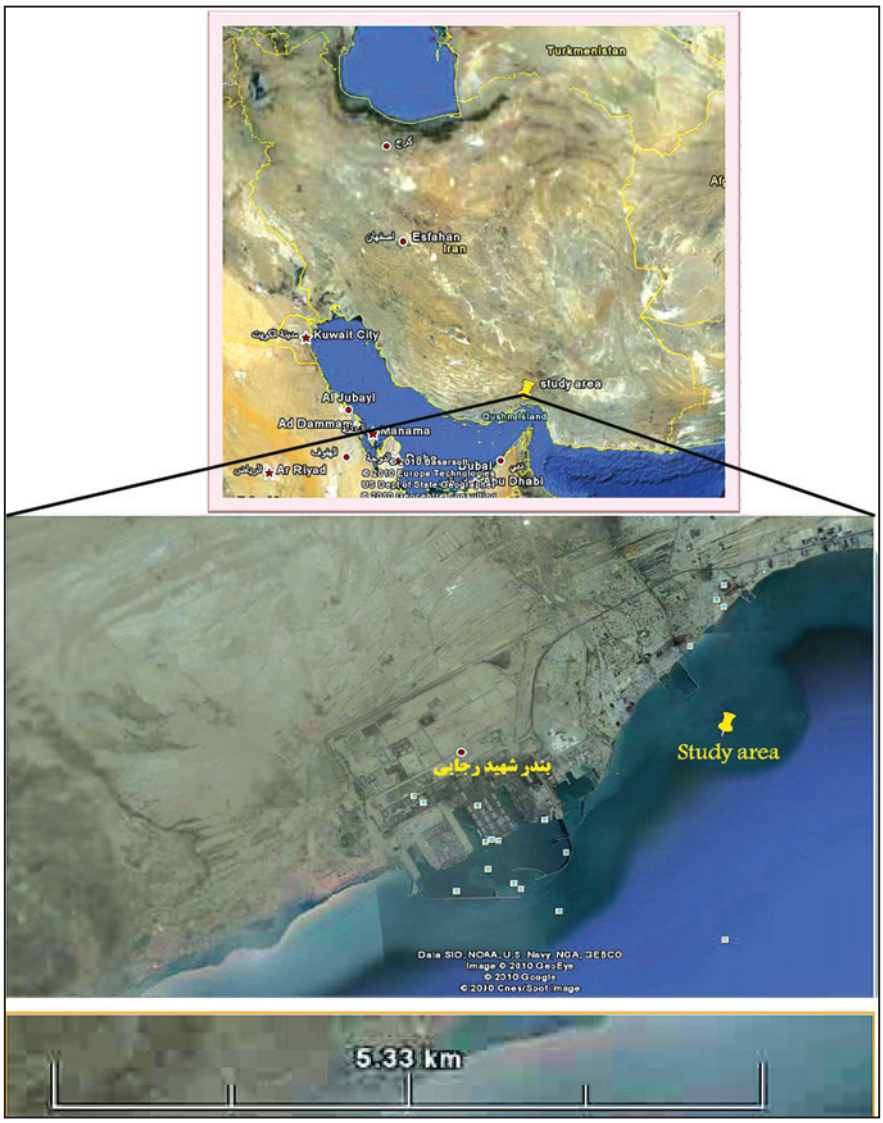
رسوب‌گذاری در زمان نهشته شدن داشته باشد که این امر احتمالاً به دلیل وجود آب‌های لب‌شور و یا مخلوط شدن آب دریا و آب رودخانه در این فاصله زمانی است.

از سوی دیگر دو گونه *Coccolithus pelagicus* و *Gephyrocapsa muellerae* وابسته به عرض‌های جغرافیایی بالا و آب‌وهوای سرد هستند (Kaemo & Sato, 2000) و با توجه به این که این دو گونه در نمونه‌های مورد مطالعه به مقدار کم یافت شدند (شکل ۴)، می‌توان نتیجه گرفت که حوضه مورد مطالعه وابسته به عرض‌های جغرافیایی پایین است. حضور کم این گونه‌ها در ژرفای ۳۲، ۴۲، ۱۴۲ و ۸۲۲ سانتی‌متری می‌تواند نشانگر آب‌وهوای سردتر در زمان نهشته شدن رسوبات در این ژرفا باشد.

در مغزه مورد مطالعه شمار زیادی گونه‌های حمل‌شده (Reworked) دیده می‌شود که احتمالاً وابسته به سنگ‌های رسوبی کهن‌تر است که از رخنمون‌های بالاتر در اثر فرسایش به حوضه حمل شده‌اند.

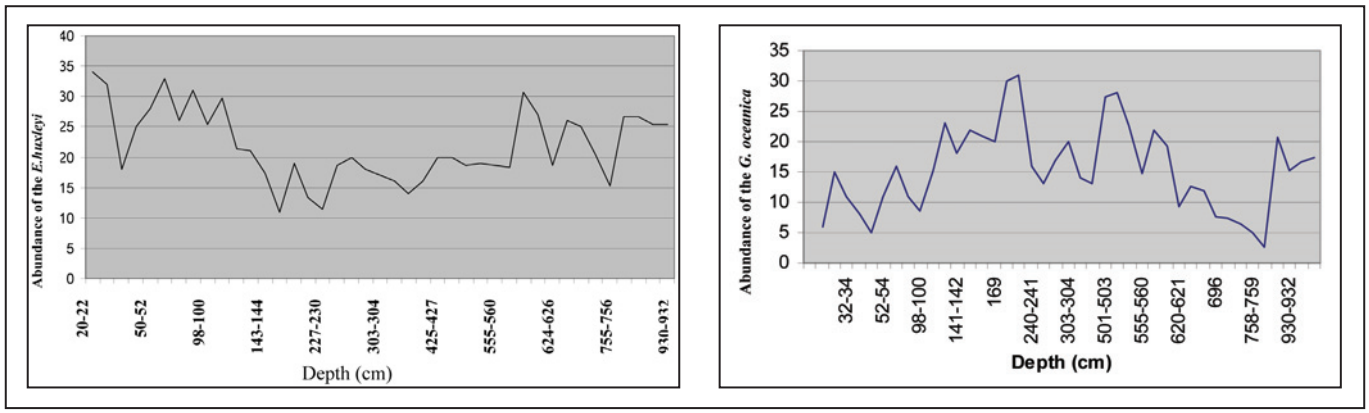
۶- نتیجه‌گیری

- نانوفسیل‌های آهکی موجود در مغزه حفاری‌شده منطقه بندرعباس در همه نمونه‌ها حفظ‌شدگی به نسبت خوبی دارند.
- در این پژوهش ۲۱ جنس و ۳۵ گونه برای اولین بار از منطقه مورد مطالعه معرفی شد.
- با توجه به حضور چیره گونه *Gephyeocapsa oceanica* در نمونه‌های مطالعه‌شده خلیج فارس می‌توان نتیجه گرفت که این حوضه از دریاهای حاشیه‌ای است که در مناطق کم ژرفا تشکیل شده و فراوانی نانوپلانکتون‌ها در آن بالا و شرایط محیطی برای رشد و تکثیر این گروه از فیتوپلانکتون‌ها فراهم آمده است.
- به علت تعداد کم گونه *Braarudosphaera bigelowii*، این حوضه رسوب‌گذاری شوری بالاتری از ۱۷ در هزار دارد جز موارد کمی که می‌تواند نشان از تداخل آب‌های رودخانه‌ای به این حوضه داشته باشد.
- در نمونه‌های مطالعه شده در مغزه یادشده، فراوانی نانوفسیل‌های آهکی در ژرفاهای مختلف، متفاوت است که این امر می‌تواند به دلیل اثرات زیاد شرایط محیطی روی رسوب‌گذاری و تغییرات شدید رخساره‌ای در منطقه مورد مطالعه باشد.
- با توجه به فراوانی پایین دو گونه *Gephyrocapsa muellerae* و *Coccolithus pelagicus* در نمونه های مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که حوضه مورد مطالعه وابسته به عرض‌های جغرافیایی پایین است، اما حضور کم این گونه‌ها در ژرفای ۳۲، ۴۲، ۱۴۲ و ۸۲۲ سانتی‌متری می‌تواند نشان‌دهنده وجود آب‌وهوای سردتر در زمان نهشته شدن رسوبات در این ژرفا باشد.

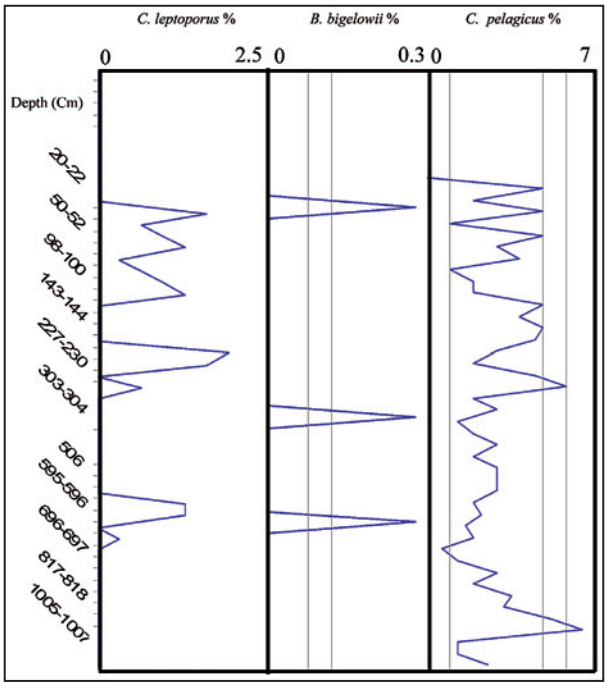


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی مغزه مورد مطالعه (N ۷۰۰ ۹۹ ۲۹ و E ۰۰ ۲۱ ۴۱)

شکل۲- تصویری از سکوی حفاری و مغزه‌گیری در بندر شهید رجایی

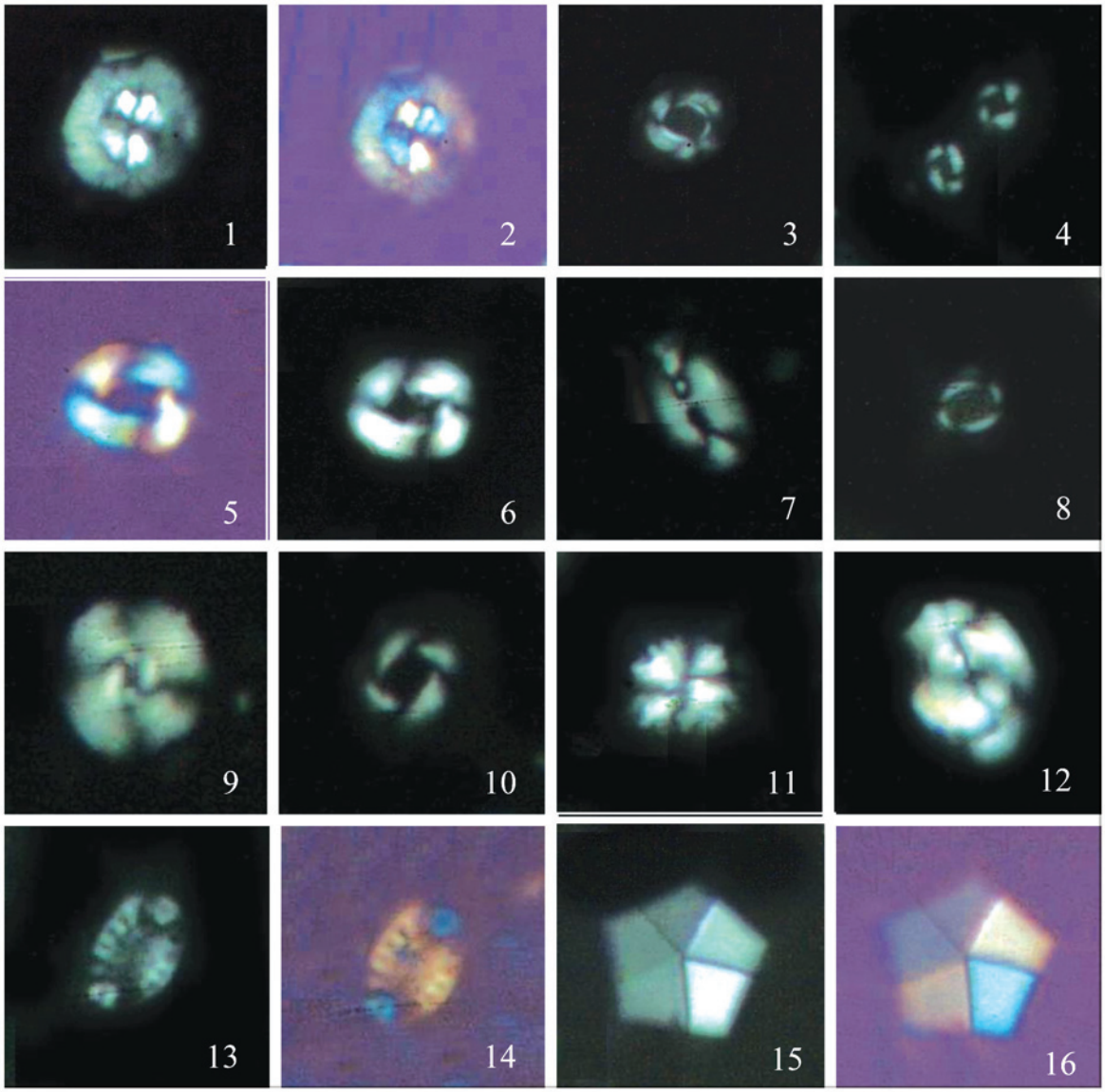


شکل۳- درصد فراوانی گونه‌های *Emiliania huxleyi* و *Gephyrocapsa oceanica* در مغزه مورد مطالعه



شکل۴- نمودار فراوانی گونه‌های *Calcidiscus leptoporus*, *Braarudosphaera bigelowii* و *Coccolithus pelagicus*

PLATE 1



All figures light micrographs magnified X 1000All figures light micrographs magnified X 1000

1-2: *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1871) Schiller, 1930

3: *Umbilicosphaera sibogae* (Weber-van Bosse, 1901) Gaarder, 1970

4: *Emiliania huxleyi* (Lohmann, 1902) Hay and Mohler in Hay et al., 1967

5-6: *Reticulofenestra pseudoumblica* (Gartner, 1967b) Gartner, 1969

7: *Helicosphaera carteri* (Wallich, 1877) Kamptner, 1954

8: *Coronosphaera mediteraneae (*Lohmann, 1902) Gaarder in Gaarder and Heimdal, 1977

9: *Cyclicargolithus floridanus* (Roth and Hay in Hay et al., 1967) Bukry, 1971a

10: *Pseudoemiliania laconusa* (Kamptner, 1963) Gartner, 1969c

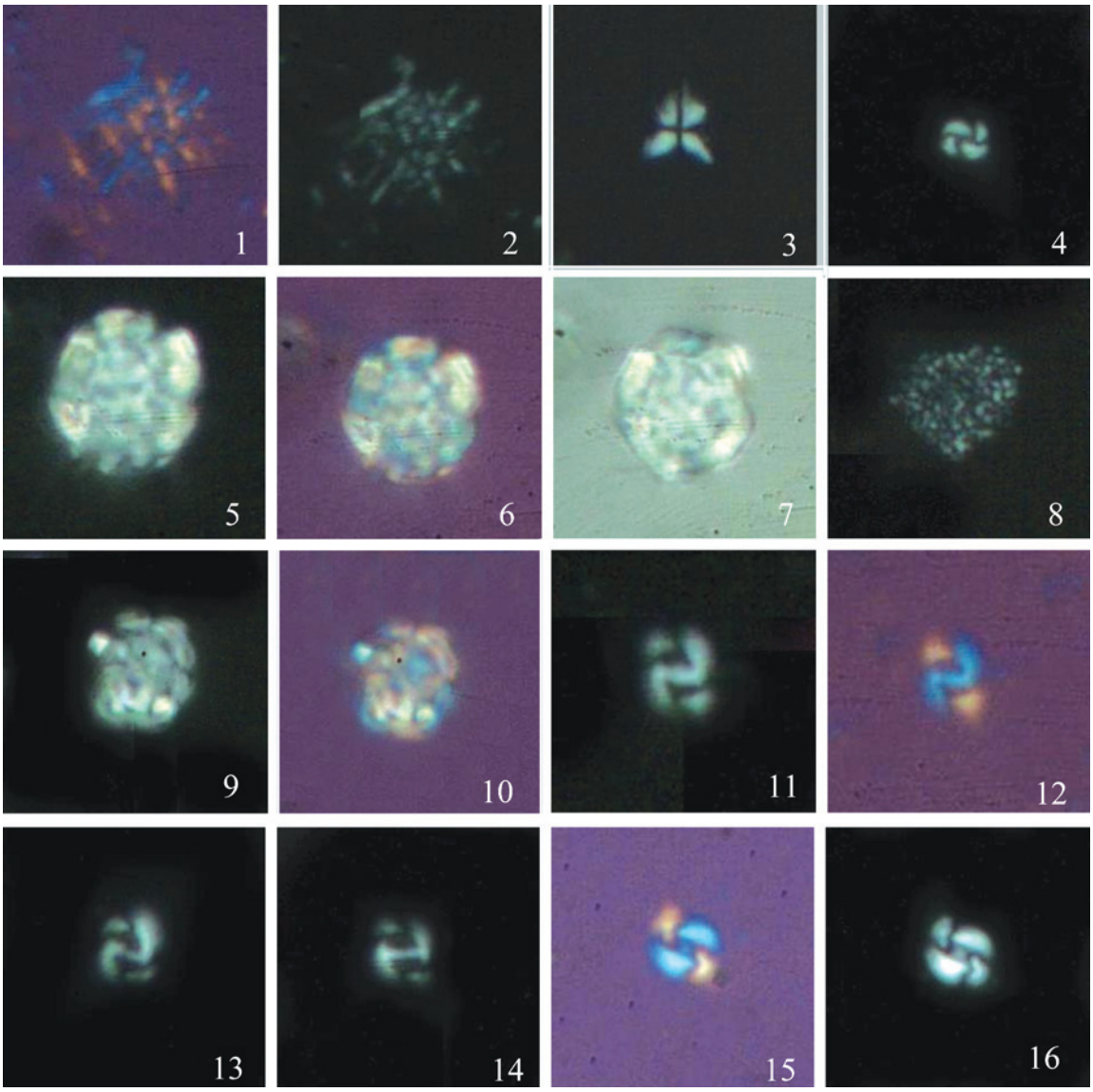
11: *Calcidiscus leptoporus* Murray and Blachman, 1898) Loeblich and tappan, 1978

12: *Reticulofenestra bisecta* (Hay et al., 1966) Roth, 1970

13-14: *Pontosphaera pectinata* (Bramlette and Sullivan, 1961) Sherwood, 1974

15-16: *Braarudosphaera bigelowii* (Gran and Braarud, 1935) Deflandre, 1947a

PLATE 2



All figures light micrographs magnified X 1000

1-2*:Rhabdosphaera clavigera* Murray & Blackman, 1898

3*: Sphenolithus abies* Deflandre in Deflandre and Fert, 1954

4*: Reticulofenestra minuta* Roth, 1970

5-7: *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner, 1943

8*: Thoracosphaera* sp.

9-10*: Emiliania huxleyi* (Lohmann, 1902) Hay and Mohler in Hay et al., 1967

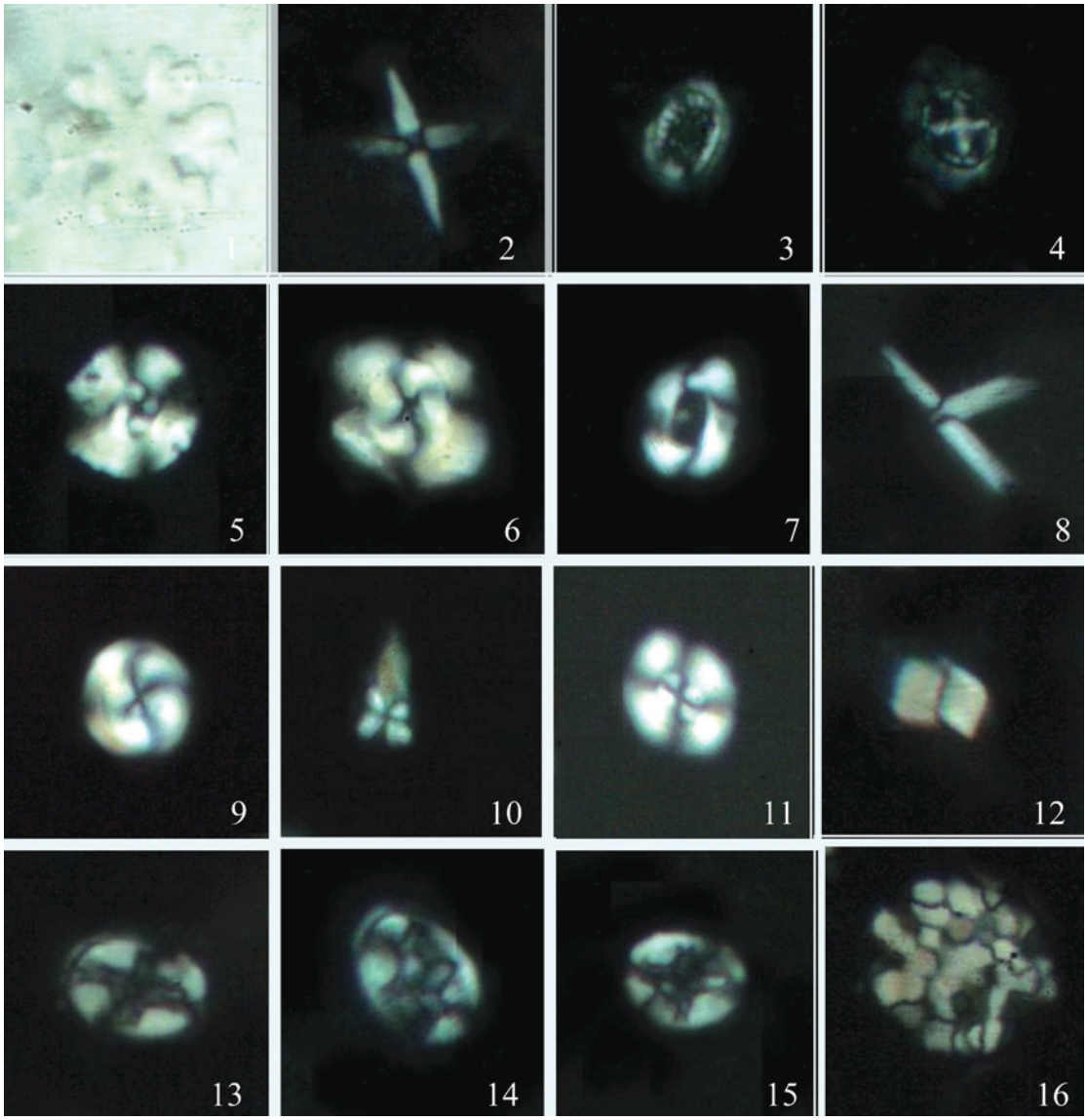
11-12*: Gephyrocapsa oceanica* Kamptner, 1943

13: *Gephyrocapsa muellera* Breheret, 1978

14: *Gephyrocapsa parallela* Hay and Beaudry, 1973

15-16*: Gephyrocapsa caribeanica* Boudreaux and Hay, 1967

PLATE 3



All figures light micrographs magnified X 1000

1*:Discoaster deflanderi* Bramlette and Riedel, 1954

2,8: Aragonit Grain

3: *Cribrosphaerella ehrenbergii* (Arkhangelski, 1912) Deflandre in Pivetteau, 1952

4- *Prediscosphaera spinosa* (Bramlette and Martini, 1964) Gartner, 1968

5- *Cyclicargolithus floridanus* (Roth and Hay in Hay *et al*., 1967) Bukry, 1971

6*: Reticulofenestra bisecta* (Hay *et al*., 1966) Roth, 1970

7*: Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner,1967b) Gartner, 1969

9*: Pyrocyclus orangensis* (Bukry, 1971) Backman, 1980.

10*: Sphenolithus* sp.

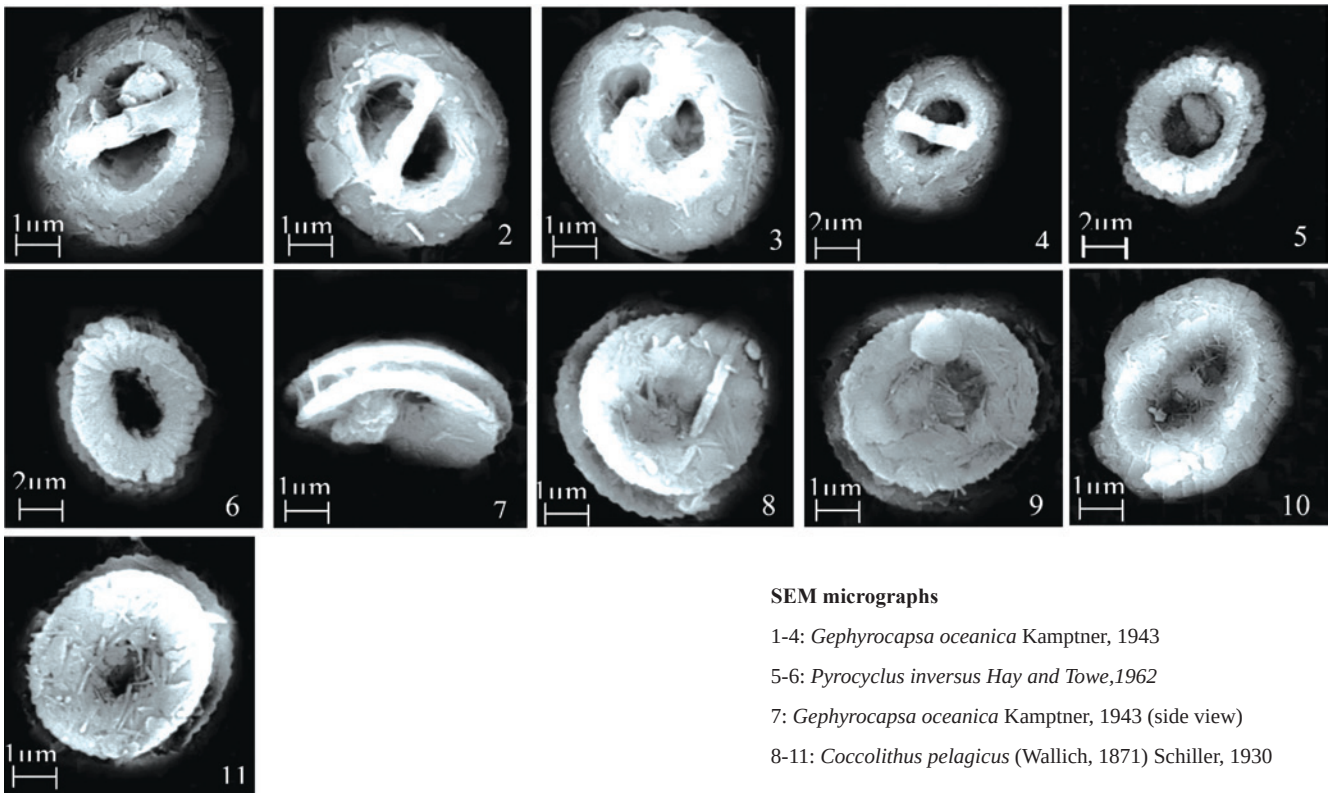
11*: Cyclogelosphaera reinhardti* (Perch- Nielsen, 1968) Romein, 1977

12*: Ceratolithoides pricie* Burnett, 1998

13-15*: Eiffelithus eximius* (Stover, 1966) Perch- Nielsen, 1968

16*: Thoracosphaaera saxea* Stradner, 1961

PLATE 4



SEM micrographs

1-4: *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner, 1943

5-6: *Pyrocyclus inversus Hay and Towe,1962*

7: *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner, 1943 (side view)

8-11: *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1871) Schiller, 1930

جدول ۱- رخساره‌های رسوبی مغزه مورد مطالعه (Lak et al., 2010)

FACIES	DESCRIPTION	DEPTH (cm)
1	Grayish gravelly mud	0-60
2	Yellowish brown gravelly sand with a lot of benthic shells	60-98
3	Grayish slightly gravelly sandy mud with large muscovite	98-105
1	Grayish gravelly mud	105-140
3	Grayish slightly gravelly sandy mud with large muscovite	140-145
2	Yellowish brown gravelly sand with a lot of benthic shells	145-166
3	Grayish slightly gravelly sandy mud with large muscovite	166-180
1	Grayish gravelly mud	180-225
4	Interbeded sandy mud with organic laminae	225-240
5	Grayish yellow slightly gravelly sandy mud with fenestral fabric	240-300
1	Grayish gravelly mud	300-317
3	Grayish slightly gravelly sandy mud with large muscovite	317-325
1	Grayish gravelly mud	325-340
3	Grayish slightly gravelly sandy mud with large muscovite	340-345
1	Grayish gravelly mud	345-420
6	Grayish yellow slightly gravelly mud with coral reef fragment. This reworked fragment probably represents storm process.	420-480
7	Grayish gravelly mud with large muscovite and benthic shells (gastropoda)	480-510
8	Grayish gravelly mud with benthic shells. Deeper than facies 7.	510-656
9	Grayish yellow slightly gravelly mud with benthic shells and fenestral fabric	656-662
10	Grayish sandy mud	662-750
11	Grayish yellow slightly gravelly mud with gas bubbles and fenestral fabric	750-820
10	Grayish sandy mud	820-850
12	Grayish yellow slightly gravelly sandy mud with gas bubbles	850-934
13	Yellowish brown sandy mud. This facies represents a main drouth.	934-958
14	Grayish green slightly gravelly sandy mud	958-1200

جدول۲- درصد فراوانی نانوفسیل‌های آهکی در مغزه بندرعباس

Sample Number	*Arkhangelskiella cymbiformis*	*Braarudosphaera bigelowii*	*Calcidiscus leptoporus*	*Coccolithus pelagicus*	*Coronosphaera mediteraneae*	*Cribrosphaerella ehrenbergii*	*Cyclocargolithus floridanus*	*Eiffellithus eximius*	*Eiffellithus gorkae*	*Eiffellithus turriseffelii*	*Emiliania huxleyi*	*Gephyrocapsa caribbeanica*	*Gephyrocapsa muellera*	*Gephyrocapsa oceanica*	*Gephyrocapsa parallela*	*Helicosphaera carteri*	*Pesudoemiliania lacomusa*	*Prediscosphaera cretaceae*	*Reticulofenestra bisecta*	*Reticulofenestra glieda*	*Reticulofenestra minuta*	*Reticulofenestra pesudoumbilica*	*Sphenolithus abies*	*Watznauria barnesae*
10-12	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	16.0	5.0	7.0	7.0	6.0	2.0	7.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	6.0	5.0
20-22	0.0	0.3	0.0	2.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	34.0	3.0	0.0	6.0	0.7	2.0	10.0	0.0	3.0	0.0	0.0	4.7	8.0	6.7
30-32	0.0	0.0	1.7	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	32.0	3.0	2.3	15.0	8.3	2.3	8.0	3.0	1.7	0.0	0.0	2.3	4.7	7.0
32-34	0.0	0.0	0.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	7.0	4.7	11.0	9.0	1.0	6.0	0.0	1.7	1.7	0.0	5.3	7.7	4.3
40-42	0.0	0.0	1.0	5.0	0.0	1.3	6.3	0.0	0.0	0.7	25.0	3.0	5.0	8.0	5.3	1.0	12.0	0.3	0.3	2.0	5.0	3.7	7.3	2.0
50-52	0.0	0.0	1.3	3.0	0.0	0.0	4.0	0.3	0.7	0.3	28.0	3.0	3.0	5.0	1.3	1.0	3.0	1.0	3.0	0.0	1.7	7.0	9.3	6.7
52-54	0.0	0.0	0.3	4.0	0.0	0.7	5.7	0.0	0.0	0.0	33.0	1.3	0.3	32.0	0.0	2.7	4.0	1.0	2.0	3.0	6.0	3.0	10.6	3.0
68-70	0.3	0.0	0.7	1.0	0.0	0.0	6.3	0.7	0.0	0.7	26.0	3.0	0.0	16.0	0.0	1.0	3.0	0.0	4.0	2.0	3.0	1.0	6.0	4.0
72-74	0.0	0.0	1.0	2.0	0.0	0.7	6.0	0.0	0.0	0.0	31.0	2.0	0.0	11.0	3.0	1.0	2.0	0.3	1.0	1.3	4.0	4.3	6.7	6.7
98-100	0.0	0.0	1.3	2.0	0.0	0.0	4.0	0.7	0.0	0.0	25.3	2.0	1.3	8.7	5.0	0.0	5.3	0.3	4.0	0.0	4.7	4.7	4.3	5.3
104-106	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	5.7	0.3	0.0	0.0	29.7	2.0	1.3	15.3	4.0	0.7	5.0	0.3	2.0	2.7	3.0	1.7	4.0	4.7
106-108	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	6.0	0.3	0.0	0.0	21.3	3.0	1.0	23.0	4.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.7	0.0	4.0	3.0	6.0
141-142	0.0	0.0	0.0	5.0	1.0	0.7	12.7	0.3	0.0	0.0	21.0	2.0	5.0	18.0	4.3	0.7	5.0	0.3	3.0	5.0	0.0	4.3	3.0	4.3
143-144	0.0	0.0	0.0	4.7	0.0	1.3	3.0	0.3	0.0	0.0	17.3	1.0	0.0	22.0	2.0	1.3	3.0	0.0	4.0	2.7	5.3	9.3	5.7	3.0
165-166	0.0	0.0	2.0	3.0	1.7	0.0	13.0	0.3	0.0	0.3	11.0	4.0	0.0	21.0	0.0	1.0	3.0	0.3	6.7	1.0	0.0	7.3	3.7	5.0
169	0.3	0.0	1.7	2.0	2.7	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	19.0	3.0	0.0	20.0	5.0	0.3	8.0	0.7	2.0	3.0	6.3	2.0	3.0	5.0
225	0.3	0.0	0.0	4.7	1.3	1.3	9.0	0.7	0.0	1.0	13.3	1.0	0.0	30.0	6.0	2.0	4.0	0.3	2.0	2.3	2.0	7.0	0.7	3.7
227-230	0.0	0.0	0.7	6.0	0.0	1.0	10.0	0.7	0.0	0.0	11.3	1.3	0.0	31.0	3.0	2.0	4.0	0.7	3.7	0.0	2.7	6.0	2.7	2.3
240-241	0.0	0.0	0.0	2.0	1.3	0.0	5.8	0.3	0.0	0.0	18.7	4.0	0.0	16.0	2.7	0.0	7.0	1.0	2.0	2.6	6.1	12.0	4.6	8.0
242-243	0.0	0.3	0.0	3.0	0.0	2.0	6.7	0.0	0.0	0.0	20.0	5.0	0.0	13.0	1.7	5.0	5.0	0.3	3.0	3.0	6.0	4.7	5.3	5.0
301-303	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	5.5	0.3	0.0	0.0	18.0	2.0	0.0	17.0	5.5	0.0	2.0	0.3	1.3	3.3	3.0	6.1	4.0	4.3
303-304	0.3	0.0	0.0	2.0	0.0	0.3	8.0	0.3	0.0	0.0	17.0	3.0	0.0	20.0	8.0	1.0	4.0	0.0	1.0	1.0	3.0	7.0	3.0	6.7
421	0.3	0.0	0.0	3.0	0.3	0.3	5.7	0.0	0.0	0.0	16.0	3.0	0.0	14.0	0.6	2.0	14.0	1.3	4.0	2.8	4.4	5.3	3.8	6.9
425-427	0.0	0.0	0.0	2.0	1.3	0.0	3.2	0.6	0.0	0.0	14.0	4.0	0.0	13.0	1.3	1.0	7.0	0.0	8.0	6.7	3.5	8.0	5.1	10.2
501-503	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.6	7.0	0.3	0.0	0.3	16.0	4.0	3.0	27.3	4.7	1.0	8.7	0.0	1.0	0.0	4.7	8.0	2.7	7.3
506	0.0	0.0	0.0	3.0	1.3	0.0	6.9	0.3	0.0	0.0	20.0	2.0	0.0	28.0	4.7	1.0	4.0	0.0	2.0	2.5	3.1	6.6	2.2	5.6
530-532	0.0	0.0	0.0	3.0	1.0	1.0	1.0	8.0	0.0	0.0	20.0	2.0	0.0	22.7	5.3	0.3	8.0	0.3	4.0	2.0	1.0	4.3	2.7	3.0
555-560	0.0	0.0	1.3	2.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.7	18.7	2.3	0.0	14.7	4.3	0.3	10.0	0.3	2.0	2.3	6.0	9.0	2.0	3.0
591-592	0.0	0.3	1.3	2.3	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.3	19.0	3.7	0.0	22.0	8.7	2.3	7.0	0.0	2.3	3.0	5.3	5.7	3.3	4.0
595-596	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.7	7.0	0.0	0.0	0.0	18.7	5.3	5.3	19.3	6.7	0.7	7.0	0.3	2.0	2.0	5.6	6.7	2.0	5.3
620-621	0.0	0.0	0.3	2.0	0.0	0.7	9.7	0.3	0.0	0.0	18.3	0.3	0.0	9.3	2.0	0.3	7.0	0.0	6.3	3.0	6.3	8.0	4.0	5.2
624-626	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.3	4.0	0.0	0.0	0.0	30.7	0.3	0.0	12.7	4.7	1.3	9.7	1.3	2.0	2.0	4.0	7.3	4.0	6.0
658	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	4.7	0.3	0.0	0.0	27.0	3.0	0.0	12.0	2.3	1.3	9.0	0.3	3.0	3.0	10.0	8.0	2.0	4.0
696-697	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	3.3	8.7	0.0	0.0	0.0	18.7	5.0	0.0	7.7	1.3	1.0	10.0	0.3	3.3	3.0	8.7	6.3	4.0	5.7
701-703	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.3	6.7	0.0	0.0	0.0	26.0	0.0	0.0	25.0	2.7	0.7	5.0	1.0	3.0	0.0	6.7	4.7	3.0	2.3
755-756	0.3	0.0	0.0	3.7	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	25.0	4.7	0.0	6.3	1.0	0.3	8.3	1.0	4.7	2.7	4.7	8.7	2.3	5.0
758-759	0.3	0.0	0.0	3.3	0.0	0.7	7.0	0.0	0.0	0.3	20.3	3.0	0.0	5.0	0.0	1.3	6.0	0.0	6.0	2.0	6.7	11.0	5.3	4.7
817-818	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	9.7	0.0	0.3	0.0	15.3	3.3	0.0	2.7	1.3	0.7	8.7	0.0	1.3	3.3	3.0	14.3	6.0	6.7
821-822	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0	26.7	2.0	0.0	26.7	2.7	0.0	6.7	0.0	2.7	0.0	1.3	12.7	4.7	1.7
930-932	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.7	26.7	4.0	0.0	15.3	0.0	0.3	10.7	0.0	2.7	0.0	0.0	12.0	2.7	4.0
966-968	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.3	25.3	4.0	0.0	16.7	8.7	0.3	9.0	0.3	5.3	0.7	0.0	11.7	1.3	2.7
1005-1007	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0	25.3	2.7	0.0	17.3	4.7	1.3	6.0	0.0	4.3	0.7	0.0	14.7	0.0	3.3

کتابنگاری

هادوی، ف.، ۱۳۸۹ - معرفی نانوپلانکتون‌های آهکی رسوبات سطحی خلیج فارس، چهارمین همایش انجمن دیرینه شناسی ایران- شیراز، ۱۳۸۹.

References

Al-Saadi, H. A., Hadi, R. A. & Hug, M. F., 1978- Preliminary studies on phytoplankton of northwest Persian Gulf. (I) related environmental factors, Chlorophyll content and phytoplankton species. *Bangladesh Journal of Botany*, 5 (1): 9-21.

Bown, P. R. & Young, J., 1998- Techniques *In*: Bown, P.R., (Ed.). Calcareous nannofossil biostratigraphy. *Kluwer Academic publisher*, London: 16-28.

Bukry, D., 1974- Coccoliths as paleosalinity indicators. Evidence from the Black Sea. American Association of Petroleum Geologists. Memoire; In Degens, E.T., & Ross, D.A. (eds.), *The Black Sea - geology, chemistry, and biology*, no. 20, p. 353-363.

Bukry, D., King, A. S., Horn, M. K. & Manheim, F. T., 1970- Geological significance of coccoliths in fine-grained carbonate bands of postglacial Black Sea sediments. *Nature 26* (5241), 156-158.

Hulburt, E. M., Mhmoodian, F., Russell, M., Stalcup, F., Lalezary, S. & Amirhor, P., 1981- Attributes of the plankton flora at Bushehr, Iran. *Hydrobiologia*, 79: 51-63.

Kaemo, K. & Sato, T., 2000- Biostratigaphy of Neogene calcareous nannofossils in the Caribbean and the eastern equatorial Pacific- Floral response to the emergence of the Isthmus of Panama: *Marine Micropaleontology*, 39, 201-218.

Kassler, P., 1971- The structural and geomorphic evolution of the Persian Gulf. *In*: Purser, B.H., (Ed.), The Persian Gulf: Holocene carbonate sedimentation and diagenesis in a shallow epicontinental sea: Berlin and New York, Springer-Verlag, p. 11–32.

Lak, R., Mohammadi, A., Behbahani, R., Moeini, M. & Shidnia, S., 2010- Verification of the Persian Gulf Sea level changes in Holocene through sedimentary core obtained from sea floor of Bushehr neighboring areas, First International Conference of Applied Geology, Mashhad, Iran.

Martini, E., 1971- Nannoplankton und lagerungserscheinungen im Persischen Golf und im nördlichen *Arabischen Meer* :597-603.

Okada, H., 1983- Modern nannofossil assemblages in sediments of coastal and marginal seas along the western Pacific Ocean. *Utrecht Micropaleontology Bulletin* 30,171-187.

Calcareous Nannoplankton of Holocene Sediment in the Persian Gulf (Shahid Rajaee Port)

A. Pouresmaeil [1], F. Hadavi [2*] & R. Lak [3]

[1]Ph. D. Student, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

[2] Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

[3]Assistant Professor, Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 2010 October 19 Accepted: 2011 September 17

Abstract

In this study, a core with 10.5 m lenght and in shallow water in Bandar Abbas (Shahid Rajaee Port area) was studied based on calcareous nannoplankton. In this study, 52 samples of sediment cores were taken and prepared. Most species were photographed by light microscope. For the first time 21 genera and 35 species introduced in this area.In the core mentioned *Gephyrocapsa oceanica* and *Emiliania huxleyi* are the dominant taxa, based on the abundant presence of these species can be concluded that the Persian Gulf basin is a marginal sea in the lower latitudes and shallow areas have been formed and in this area productivity of nannoplankton is high.

Keywords: Calcareous nannoplankton, Holocene, Persian Gulf, Shahid Rajaee Port.

For Persian Version see pages 111 to 120

*Corresponding author: F. Hadavi; E-mail: Hadavi231@yahoo.com