

نانوپلانکتون‌های آهکی شرق تنگه هرمز

فاطمه هادوی^{۱*}، الهام مجتهدین^۲

۱- استاد گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، پست الکترونیکی: hadavi231@yahoo.com
۲- دانشجوی دکتری گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، پست الکترونیکی: e.mojtahedin@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۳۰

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۲

© نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۲، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

در این گزارش برای اولین بار نانوپلانکتون‌های آهکی از شرق تنگه هرمز مطالعه شدند. ۱۵ نمونه از منطقه مذکور در زمستان ۸۶ انتخاب و تعداد ۲۷ گونه و ۱۶ جنس شناسایی گردید. در تجمعات فسیلی مطالعه شده به ۳ مجموعه برخورد شد. انواعی که دارای فراوانی زیاد هستند، از قبیل *Gephyrocapsa oceanica*، *Helicosphaera carteri* و *Emiliania huxleyi*، گونه‌هایی که به‌ندرت یافت می‌شوند مانند *Braarudosphaera bigelowi*، *Calcidiscus*، *Umbellosphaera tenuis* و *Umbilicosphaera sibogae*، *Leptoporus* (reworked) از نهشته‌های کرتاسه و نئوژن است. بر مبنای فسیل‌های یافت شده، نهشته‌های فوق در دریایی حاشیه‌ای که غنی از مواد غذایی و دارای باروری است، نهشته شده‌اند.

کلمات کلیدی: نانوپلانکتون‌های آهکی، دریای حاشیه‌ای، مواد غذایی، باروری، تنگه هرمز.

۱. مقدمه

تشکیل شده است. از نظر ریخت‌شناسی، خلیج فارس نامتقارن بوده و شیب سواحل جنوبی آن ملایم‌تر از شیب سواحل شمالی است. این خلیج از شرق از طریق تنگه هرمز و دریای عمان به اقیانوس هند و دریای عرب راه دارد. تنگه هرمز بین خلیج فارس و دریای عمان قرار گرفته است و تاکنون مطالعات نانوفسیلی بر روی آن‌ها انجام نشده است. این تنگه باریکه‌ای دریایی خمیده شکلی است که فلات ایران را از شبه جزیره عربستان جدا می‌کند و آب‌های خلیج فارس را به دریای مکران (عمان) و اقیانوس هند پیوند می‌دهد. این تنگه یک فرورفتگی از دوره سوم زمین‌شناسی است که ادامه رشته کوه‌های جنوبی ایران به شبه جزیره مُسندَم را قطع می‌کند. کف دریا در تنگه هرمز شیب نسبتاً تندی در جهت

کوکولیتوفورها موجودات تک‌سلولی، تاژک‌دار و فیتوپلانکتونی هستند و به جلبک‌های هاپتوفیتا تعلق دارند. این گروه، یکی از تولیدکنندگان اولیه و از جمله مهم‌ترین گروه‌های میکروپلانکتون‌ها هستند که فیتوپلانکتون‌های اقیانوسی را تشکیل می‌دهند. درک ارتباط بین موجودات و محیط زندگی آن‌ها در بوم‌سامانه‌های امروزی و قدیمی، یکی از محورهای مهم در مبحث دیرین‌شناسی و زیست‌شناختی است. از دیدگاه زمین‌شناسی، خلیج فارس فرورفتست زمین‌ساختی کم ژرفایی است که در دوره ترشیری، در حاشیه جنوبی رشته کوه زاگرس

میکروسکوپ نوری و روبش‌گر الکترونی عکس‌برداری نموده است.

در این مطالعه، گسترش و پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی در بستر شرق تنگه هرمز مورد مطالعه قرار گرفت. هدف از این بررسی، معرفی نانوفسیل‌های آهکی غالب در بستر شرق تنگه هرمز است.

۲. روش آماده‌سازی

به‌منظور مطالعه و بررسی نانوپلانکتون‌های آهکی بستر تنگه هرمز، ۱۵ نمونه از رسوبات این منطقه توسط بخش زمین‌شناسی دریایی سازمان زمین‌شناسی کشور در زمستان سال ۸۶ انتخاب و جهت مطالعه و بررسی در اختیار قرار گرفت که در شکل ۱ به محل نمونه‌برداری و نقشه‌ی پراکندگی نمونه‌ها اشاره شده است. نحوه نمونه‌برداری رسوبات سطحی از پهنه‌های آبی بدین صورت است که تاریخ و زمان نمونه‌برداری، وضعیت جوی و وضعیت دریا در دفترچه یادداشت و سپس موقعیت جغرافیایی نقطه مورد نظر در دفترچه ثبت می‌گردد. عمق محل نمونه از عمق‌یاب موجود بر روی کشتی و یا عمق‌یاب دستی قابل استفاده بر روی قایق یادداشت می‌گردد و در صورت نیاز به کنترل، طول وایر یا طناب اندازه‌گیری می‌شود. توسط دستگاه گرب *Hydrobius* رسوبات سطحی بستر به شناور منتقل شده و محتویات آن در لگن ریخته می‌شود، سپس بر چسب شماره نمونه در چندین محل بر روی لگن چسبانده می‌گردد. آب قرار گرفته بر روی رسوبات داخل پلاستیک پس از ته‌نشست کامل مواد معلق و صاف شدن آن با زدن سوزن در قسمت بالای پلاستیک، خارج می‌شود. پلاستیک حاوی رسوب و کمی آب، مجدداً در داخل پلاستیک دیگری قرار گرفته و درب آن محکم بسته می‌شود. سپس شماره نمونه بر روی پلاستیک دوم در چندین محل نوشته شده و نمونه‌ها در اولین فرصت به آزمایشگاه منتقل و مطالعه می‌گردند.

برای آماده‌سازی نمونه‌ها از روش اسمیراسلاید (Smear slide) استفاده شده است که بر اساس بررسی‌های *Young* و *Bown* (۱۹۹۸) این روش سریع‌تر و جهت شمارش نمونه‌ها مطلوب‌تر است، زیرا در این روش هیچگونه نانوفسیلی از نمونه خارج نمی‌شود و از این‌رو جهت مطالعات پالئوآکولوژیکی سودمندتر است. برای مطالعه نانوفسیل‌های آهکی با میکروسکوپ نوری از عدسی شیئی ۱۰۰ و میکروسکوپ نوری پلاریزان *Olympus* مدل

شمالی - جنوبی دارد. به‌منظور درک بهتر ارتباط بین حوضه خلیج فارس و دریای عمان و اهمیت تنگه هرمز، ابتدا به پیشینه مطالعات نانوفسیلی این حوضه‌ها اشاره می‌کنیم. نانوپلانکتون‌های خلیج فارس برای اولین بار توسط *Martini* (۱۹۷۱) مطالعه شدند. وی در این گزارش، بسیاری از گونه‌هایی که دارای اندازه کوچک بودند را توصیف نکرده و تنها به شناسایی تعداد کمی از گونه‌ها اشاره می‌کند. از میان آن‌ها می‌توان به دو گونه *Braarudosphaera bigelowi* و *Calcidiscus leptoporus* اشاره کرد که گونه اول در تجمعات فسیلی یافت شده از دریای عرب نادر بوده و گونه دوم به تعداد فراوان از دریای عرب گزارش شده است. در گزارش *Martini* تعداد زیادی از گونه‌های انتقال یافته از کرتاسه و پالئوژن دیده می‌شوند. مطالعه بعدی توسط *Kassler* (۱۹۷۱) انجام شده است و در این مقاله تکامل ساختاری و ریخت‌شناختی حوضه خلیج فارس به‌صورت جامع بررسی و از نانوفسیل‌های آهکی به‌عنوان فسیل غالب در رسوبات نرم و ریزدانه مارنی هولوسن می‌توان نام برد که به‌طور عمده در رسوبات بستر و در مناطقی که میزان کربنات بالا بوده حضور دارند. *Hulburt* و همکاران (۱۹۸۱) به معرفی فیتوپلانکتون‌های بخش ایرانی خلیج فارس می‌پردازند. اگرچه دیاتومه‌ها در تجمعات مذکور فراوان بوده‌اند، اما گونه‌های *Gephyrocapsa oceanica* و *E. huxleyi* در این مجموعه‌ها یافت شده‌اند. گزارش دیگری از نانوفسیل‌های آهکی تحت عنوان تولیدکننده‌های اولیه توسط *Huq* و همکاران (۱۹۷۸) منتشر شده است. *Okada* (۱۹۸۳) نمونه‌های زنده و عهد حاضر نانوپلانکتون‌های آهکی را که در نواحی مختلف سواحل و دریا‌های حاشیه‌ای متمرکز شده‌اند را مطالعه کرد و نتیجه گرفت دو گونه *G. oceanica* و *Florisphaera profunda* نشان دهنده دریاهای حاشیه‌ای هستند، گونه اول متعلق به عرض‌های جغرافیایی پایین بوده و گونه دوم خاص عرض‌های جغرافیایی بالا است. وی گونه *F. profunda* را شاخص عمق معرفی کرده و اظهار می‌کند تعداد این گونه با افزایش عمق، افزایش می‌یابد.

Al-Saadi و همکاران (۱۹۷۸) فهرستی از ۱۰ گونه از نانوپلانکتون‌های آهکی را در حوضه خلیج فارس گزارش نمودند. هادوی (۱۳۹۰) به‌منظور بررسی تنوع کوکولیتوفورهای خلیج فارس و بررسی پالئوآکولوژی حوضه، نمونه‌هایی در عرض‌های جغرافیایی مختلف از شمال غرب تا جنوب غرب این حوضه را مطالعه کرده و نانوفسیل‌های شناسایی شده را با

یا استون، اسلاید را تمیز کرده، آن را در زیر میکروسکوپ نوری قرار داده و با کمک یک قطره روغن ایمرسیون مشاهده می‌نماییم. در این راستا جهت تفکیک برخی از گونه‌ها از قبیل *Emiliania huxleyi* و *Calcidiscus leptoporus* از ورقه کمکی ژپس استفاده گردید (هادوی، ۱۳۹۰). گونه‌های شناسایی شده با دوربین دیجیتال عکس‌برداری شده و در هر نمونه تا تعداد ۳۰۰ عدد شمارش گردیدند که دیگرام‌های مربوط جهت تفاسیر زیست محیطی ترسیم شده‌اند. در نمونه‌های مطالعه شده، درصد فراوانی نانوفسیل‌های آهکی شاخص محاسبه گردیده است.

۲-۲. مطالعه با میکروسکوپ روبش‌گر الکترونی (SEM)

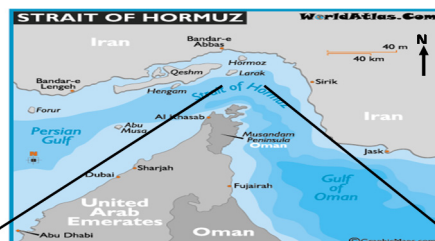
در این روش از فیلتر پلی‌کربنات به منظور دست یافتن به اندازه مناسبی از رسوب استفاده گردیده است. این فیلتر پس از خشک شدن توسط پمپ خلا بر روی پایه‌ای فلزی^۱ قرار گرفته و به وسیله‌ی نوار چسب دوطرفه چسبانده می‌شود و سپس با ورقه نازکی از طلا پوشانده می‌شود. سپس با بزرگ‌نمایی‌های مختلف که در پلیت ۳ مشخص شده است، عکس‌برداری شده‌اند.

۳. نتایج

نانوفسیل‌های آهکی عموماً در تمام نمونه‌های شرق تنگه هرمز به‌طور مطلوب حفظ شده بودند. تعداد ۲۷ گونه و ۱۶ جنس در نمونه‌های مورد مطالعه شناسایی (پلیت‌های ۱، ۲ و ۳) و درصد فراوانی نانوفسیل‌های آهکی محاسبه گردید (جدول ۱).

در این بررسی برخی از گونه‌ها مانند *G. oceanica* و *E. huxleyi* دارای فراوانی بالا بوده (به ترتیب دارای درصد فراوانی نسبی ۴۱/۳۷٪ و ۳/۴۴٪) (نمودار ۱) و برخی گونه‌ها با فراوانی کم مشاهده گردیدند (نمودار ۲). همچنین تعداد زیادی از گونه‌های انتقال یافته در نمونه‌ها حضور داشتند. دو گونه *Coccolithus pelagicus* (نمودار ۲) و *Gephyrocapsa muelleriae* (جدول ۱) در عرض‌های جغرافیایی بالا و آب و هوای سرد حضور دارند و به دلیل فراوانی کم گونه‌های مذکور در حوضه مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که حوضه بررسی شده مربوط به عرض‌های جغرافیایی پایین است.

BH2 با بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰ و مجهز به دوربین عکاسی مطالعه و عکس‌برداری شده‌اند (پلیت‌های ۱ و ۲). بر حسب نیاز، نانوپلانتکتون‌ها با استفاده از میکروسکوپ نوری و روبش‌گر الکترونی (SEM) مطالعه شده‌اند.

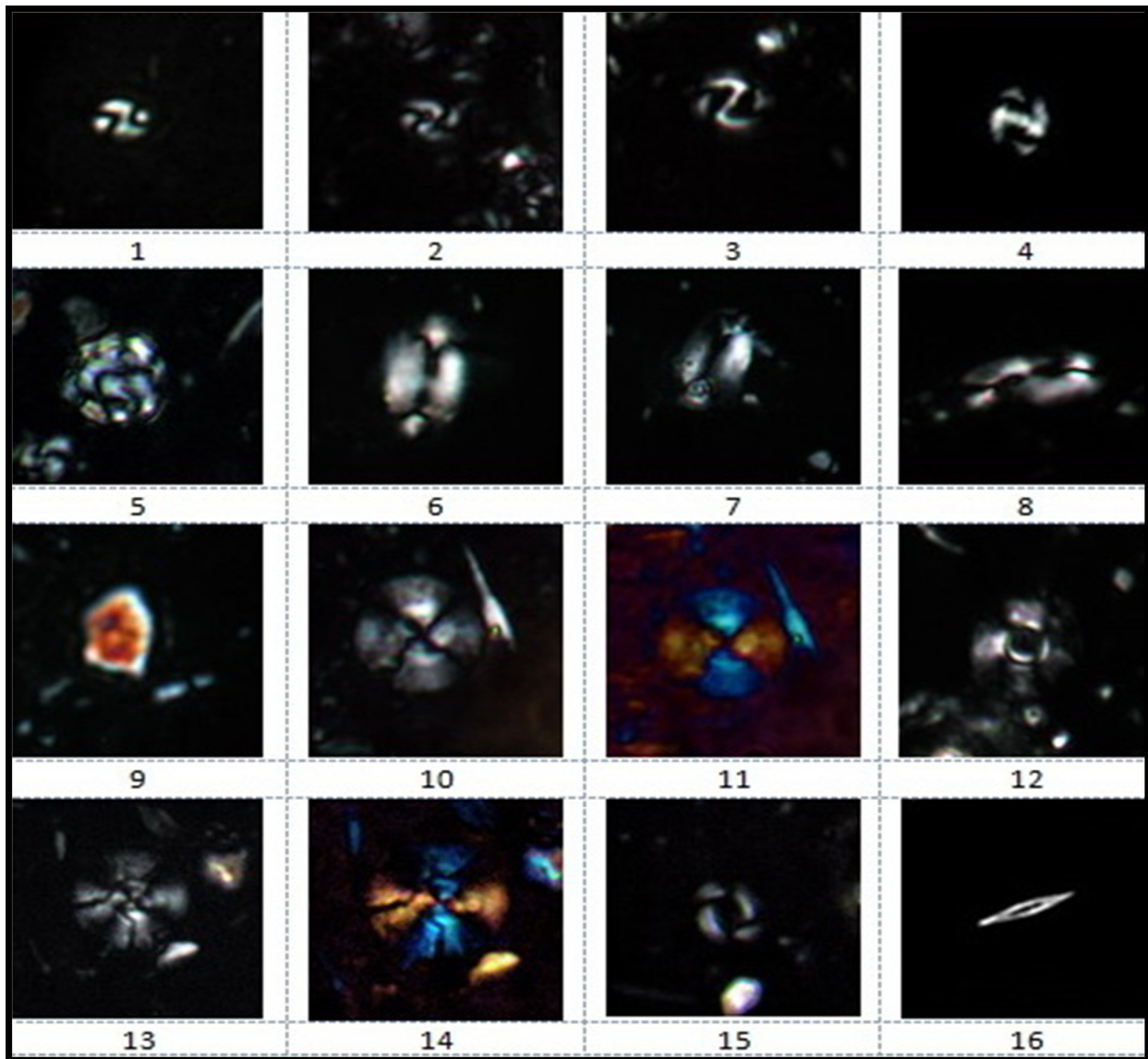


شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (منبع: www.worldatlas.com)

۱-۲. مطالعه با میکروسکوپ نوری

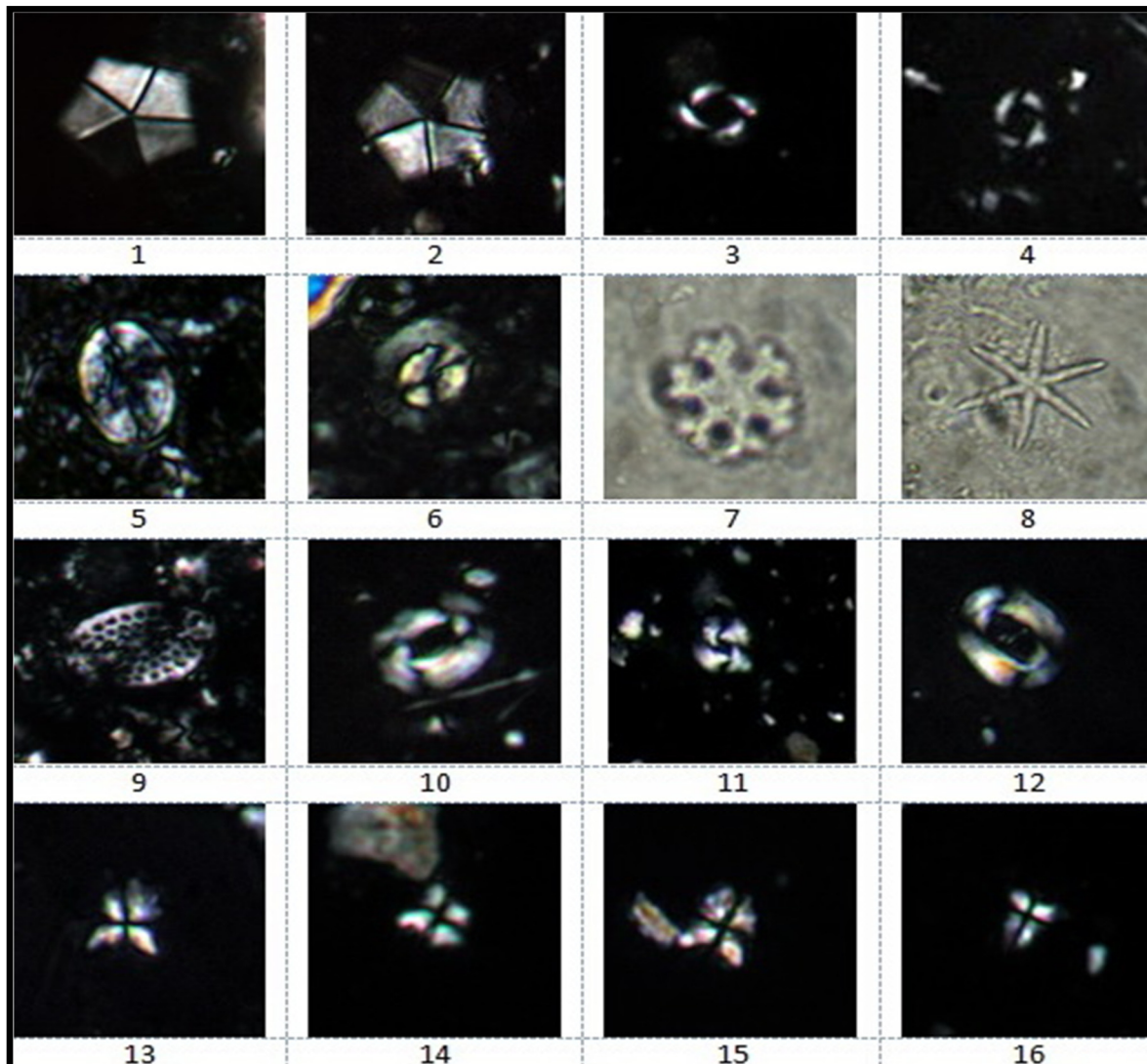
به منظور آماده‌سازی نمونه‌ها با روش اسمیراسلاید ابتدا بخش کوچکی از نمونه انتخاب و سطوح آن را توسط کاردک مخصوص که قبلاً شسته و خشک شده است، تراشیده شده است تا سطوح هوازده آن برداشته شود. سپس مقدار کمی از نمونه را تراشیده تا به صورت پودر درآید و روی لامل قرار گیرد (نمونه‌های سخت باید در هاون کوبیده شوند). یک قطره آب مقطر توسط قطره چکان روی لامل ریخته می‌شود که در این حالت محلول نسبتاً غلیظی ایجاد می‌شود. محلول فوق را به وسیله یک خلال دندان که در دو طرف مسطح است، روی لامل پخش می‌کنیم. لامل مذکور باید به سرعت روی اجاق برقی با حرارت ملایم خشک شود. یک لام را شماره‌گذاری کرده، لامل را واژگون روی لام قرار می‌دهیم و به وسیله چسب کانادا بالزام می‌چسبانیم. در این حالت با کمی فشار بر روی لامل، حباب‌های هوا که در فضای بین لامل قرار دارد، را خارج می‌سازیم. سپس توسط الکل

¹ stub



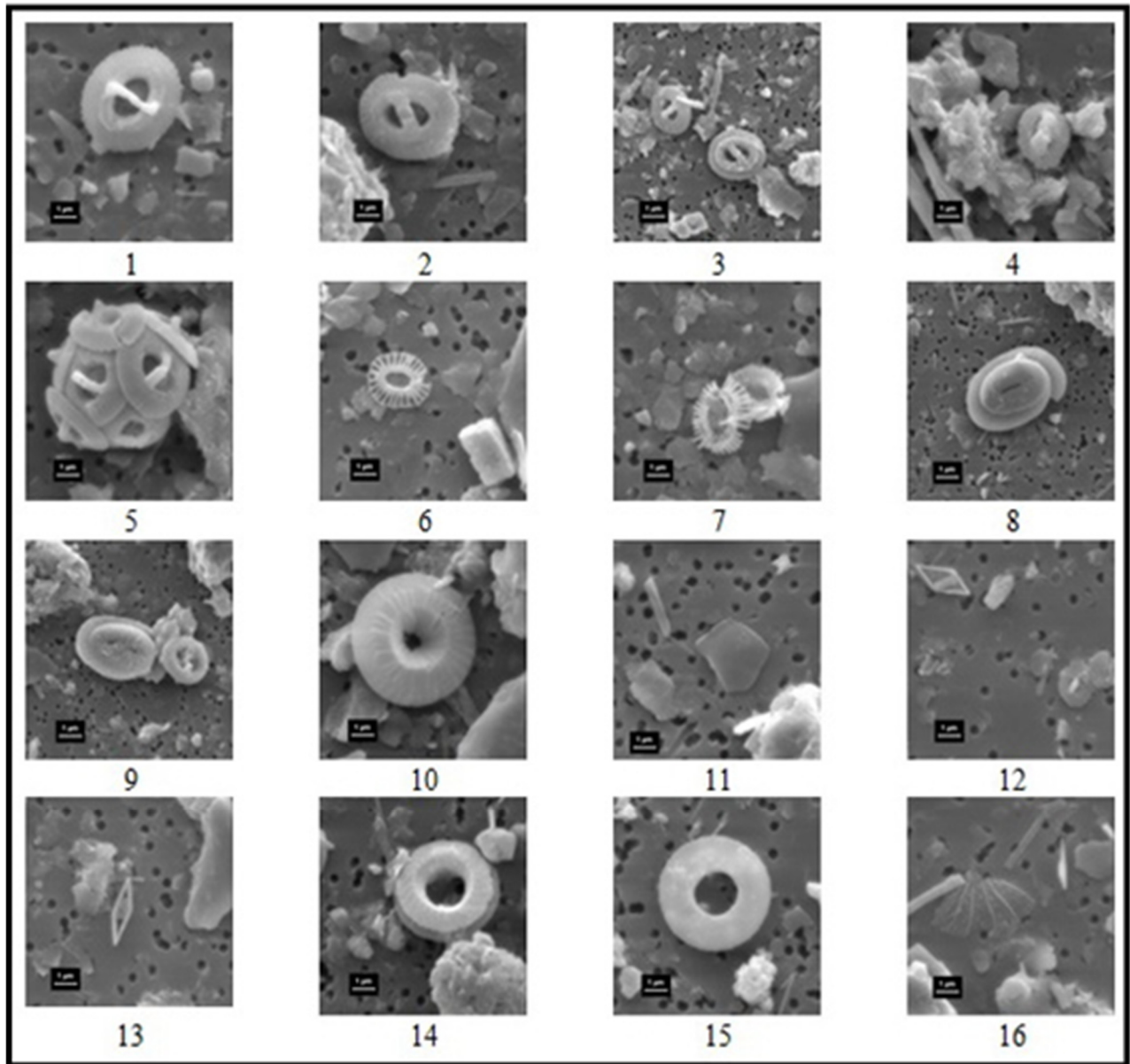
پلیت ۱: تصاویر میکروسکوپ نوری برخی گونه‌های مورد مطالعه در شرق تنگه هرمز (بزرگنمایی ۱۰۰۰×)

- 1,2. *Gephyrocapsa ericsonii* (McIntyre and Be, 1967)
3. *Gephyrocapsa muellerae* (Breheret, 1978a)
4. *Gephyrocapsa oceanica* (Kamptner, 1943)
5. Cocosphere of *G. oceanica* (Kamptner, 1943)
- 6,7. *Helicosphaera carteri* (Wallich, 1877) (Kamptner, 1954)
8. *Helicosphaera sellii* (Bukry and Bramlette, 1969b)
9. *Florisphaera profunda* (Okada and Honjo, 1973)
- 10,11. *Calcidiscus leptoporus* (Murray and Blackman, 1898) (Leoblich and Tappan, 1978)
12. *Umbilicosphaera sibogae* (Weber-van Bosse, 1901) (Gaarder, 1968)
- 13,14. *Umbellosphaera tenuis* (Kamptner, 1937) (Paasche and Paasche, 1955)
15. *Emiliania huxleyi* (Lohman, 1902) (Hay and Mohler, in Hay et al., 1967 var *huxleyi*)
16. *Calciosolenia murrayi* (Gran, 1912)



پلیت ۲: تصاویر میکروسکوپ نوری برخی گونه‌های مورد مطالعه در شرق تنگه هرمز (بزرگنمایی ۱۰۰۰×)

- 1,2. *Braarudosphaera bigelowi* (Gran and Braarud, 1935) (Deflandre, 1947)
- 3,4. *Pseudoemiliana lacunosa* (Kamptner, 1963) (Gratner, 1969c)
5. *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) (Perch-Nielsen, 1968)
6. *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877) (Schiller, 1930)
7. *Discoaster deflandrei* (Bramlette and Riedel, 1954)
8. *Discoaster brouweri* (Tan, 1927) (Bramlette and Riedel, 1954)
9. *Pontosphaera multipora* (Kamptner, 1948) (Roth, 1970)
10. *Reticulofenestra pseudumbilica* (Gartner, 1967) (Gartner, 1969c)
11. *Reticulofenestra minuta* (Roth, 1970)
12. *Reticulofenestra umbilicus* (Levin, 1965) (Martini and Ritzkowski, 1968)
13. *Sphenolithus abies* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954)
14. *Sphenolithus ciproensis* (Bramlette and Wilcoxon, 1967)
15. *Sphenolithus moriformis* (Bronnimann and Stradner, 1960) (Bramlette and Wilcoxon, 1967)
16. *Sphenolithus radians* (Deflandre in Grasse, 1952)



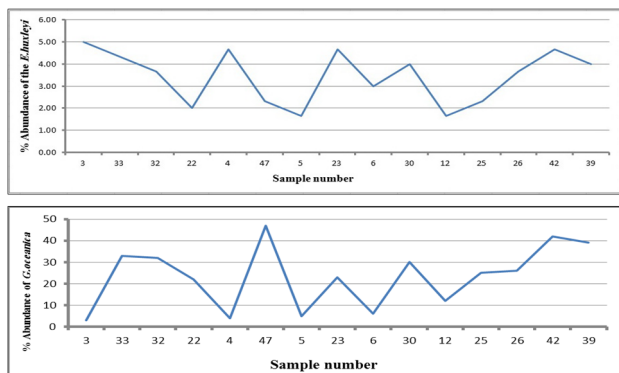
پلیت ۳: تصاویر میکروسکوپ روبش الکترونی برخی گونه‌های مورد مطالعه در شرق تنگه هرمز

- 1,2,3. *Gephyrocapsa oceanica* (Kamptner, 1943) 10000X
 4. *Gephyrocapsa ericsonii* (McIntyre and Be, 1967) 5000X
 5. Coccosphere of *Gephyrocapsa oceanica* (Kamptner, 1943) 5000X
 6,7. *Emiliania huxleyi* (Lohman, 1902) (Hay and Mohler, in Hay et al., 1967 var Huxleyi) 10000X
 8,9. *Helicosphaera carteri* (Wallich, 1877) (Kamptner, 1954) 5000X
 10. *Calcidiscus leptoporus* (Murray and Blackman, 1898) (Leoblich and Tappan, 1978) 10000X
 11. *Florisphaera profunda* (Okada and Honjo, 1973) 10000X
 12,13. *Calciosolenia murrayi* (Gran, 1912) 10000X
 14,15. *Umbicosphaera sibogae* (Weber-van Bosse, 1901) (Gaarder, 1968) 10000X
 16. *Umbellosphaera tenuis* (Kamptner, 1937) (Paasche in Markali and Paasche, 1955) 10000X

جدول ۱: درصد فراوانی نسبی نانوفسیل‌های آهکی در شرق تنگه هرمز

Ta-39	Ta-42	Ta-26	Ta-25	Ta-12	Ta-30	Ta-6	Ta-23	Ta-5	Ta-47	Ta-4	Ta-22	Ta-32	Ta-33	Ta-3	ایستگاه نمونه برداری
56.82	56.50	56.50	56.75	56.75	56.82	56.82	56.89	56.89	56.89	56.95	56.95	56.95	57.00	57.00	طول جغرافیایی
26.71	26.74	26.67	26.62	26.58	26.67	26.54	26.62	26.54	26.76	26.54	26.62	26.67	26.67	26.54	عرض جغرافیایی
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.66	0.00	0.00	<i>B. bigelowii</i>
0.00	0.00	0.00	0.33	1.00	2.33	3.66	0.00	1.00	3.00	0.00	0.00	0.66	2.33	1.66	<i>C. leptoporus</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	<i>C. murrayi</i>
3.00	5.00	2.66	4.33	5.66	3.66	4.33	3.00	3.33	5.00	3.66	2.66	4.33	2.33	2.00	<i>C. pelagicus</i>
0.33	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	1.00	<i>D. brouweri</i>
0.33	0.00	0.66	0.00	1.00	0.33	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	<i>D. deflandrei</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	<i>E. eximius</i>
4.00	4.66	3.66	2.33	1.66	4.00	3.00	4.66	1.66	2.33	4.66	2.00	3.66	4.33	5.00	<i>E. huxleyi</i>
0.33	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	<i>F. profunda</i>
3.33	8.33	5.33	1.33	4.66	4.00	1.33	3.00	4.66	2.33	3.66	9.66	6.66	11.66	9.00	<i>G. ericsonii</i>
3.00	0.66	1.00	2.00	1.33	2.33	4.00	1.66	3.66	1.66	3.00	6.33	7.66	2.33	5.33	<i>G. muelleriae</i>
39.66	33.66	45.00	42.00	40.00	36.33	39.00	40.66	45.00	48.66	43.00	41.66	46.33	42.33	37.33	<i>G. oceanica</i>
2.33	2.00	3.66	5.66	3.66	1.33	7.00	3.33	1.66	3.33	1.00	9.00	2.00	4.00	11.66	<i>G. parallela</i>
5.66	5.00	6.66	6.00	7.66	8.33	6.00	7.33	8.00	7.00	6.33	7.66	5.00	8.33	10.33	<i>H. carteri</i>
3.00	1.33	2.33	3.66	1.33	1.66	2.33	0.00	0.66	2.00	3.00	0.00	1.66	2.33	3.00	<i>H. sellii</i>
0.00	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	<i>P. multipora</i>
5.66	4.33	0.00	0.00	4.33	4.00	2.33	1.66	0.00	1.33	2.00	1.66	2.33	0.00	2.00	<i>P. lacunosa</i>
6.33	5.00	5.66	4.00	5.00	5.66	1.00	6.33	2.00	1.66	2.33	3.33	3.00	3.66	1.66	<i>R. minuta</i>
3.66	4.33	6.33	4.66	4.00	0.00	1.00	2.00	6.33	7.00	3.66	5.00	3.00	4.00	2.00	<i>R. pseudoumbilica</i>
7.66	8.66	6.66	4.33	5.00	5.33	7.33	8.33	1.00	2.33	4.66	3.66	2.33	3.00	3.33	<i>R. umbilica</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	<i>R. clavigera</i>
4.00	9.00	3.66	6.33	4.66	6.66	6.00	9.66	7.33	6.33	5.00	1.33	4.00	0.66	2.33	<i>S. abies</i>
2.00	3.00	1.66	3.66	2.33	3.66	1.66	3.00	4.00	1.00	0.33	0.00	2.33	1.33	0.33	<i>S. ciperensis</i>
4.33	1.00	3.00	2.00	3.00	8.33	7.66	4.33	6.00	1.00	9.33	1.66	1.33	3.00	1.00	<i>S. moriformis</i>
1.33	4.00	2.00	5.00	3.00	4.33	2.33	4.66	1.33	3.00	4.33	0.66	1.66	0.33	1.00	<i>S. radians</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	<i>U. tenuis</i>
0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.66	0.00	<i>U. sibogae</i>

و *Calciosolenia murrayi* *Helicosphaera sellii* *ericsonii* و *F. profunda* که در خلیج فارس دیده نشده است (جدول ۲).



نمودار ۱: درصد فراوانی گونه‌های *E. huxleyi* و *G. oceanica* در تنگه هرمز

۴. بحث

نانوپلانکتون‌های آهکی، یکی از مهمترین گروه‌های فیتوپلانکتون‌های اقیانوسی هستند که تاکنون به دلیل نقش حساس آن‌ها در سامانه‌ی آب و هوایی و حساسیت آن‌ها به اسیدیته اقیانوسی مطالعات فراوانی روی آن‌ها انجام شده است.

Baumann و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که محل زندگی این موجودات در لایه‌های سطحی آب بوده و تحت کنترل

نظر به اینکه گونه *B. bigelowii* در نمونه‌های شرق تنگه هرمز با فراوانی بسیار کم مشاهده گردید (نمودار ۲)، می‌توان گفت منطقه مورد مطالعه احتمالاً دارای شوری بالاتر از ۱۷ در هزار است. با توجه به حضور فراوان گونه‌های *G. oceanica*، *E. huxleyi* *H. carteri* (جدول ۱) در نمونه‌های مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که رسوبات فوق در دریایی حاشیه‌ای نهشته شده‌اند که برای باروری نانوفسیل‌های آهکی بستری مناسب بوده و غنی از مواد غذایی است.

جدول ۲: مقایسه درصد فراوانی نسبی گونه‌های مشاهده شده در تنگه هرمز و خلیج فارس (بندر شهید رجایی)

گونه‌های مشاهده شده	درصد فراوانی نسبی گونه‌ها در تنگه هرمز	درصد فراوانی نسبی گونه‌ها در خلیج فارس
<i>G. oceanica</i>	٪۴۱٫۳۷	٪۱۶٫۲۸
<i>G. muelleriae</i>	٪۳٫۰۶	٪۳٫۰۷
<i>G. ericsonii</i>	٪۲٫۳۶	-
<i>G. parallela</i>	٪۴٫۱۱	٪۳٫۵۸
<i>H. carteri</i>	٪۷٫۰۲	٪۱٫۰۹
<i>H. sellii</i>	٪۱٫۸۹	-
<i>E. huxleyi</i>	٪۳٫۴۴	٪۱۰٫۳۹
<i>C. murrayi</i>	٪۰٫۰۴	-
<i>F. profunda</i>	٪۰٫۲۲	-
<i>B. bigelowii</i>	٪۰٫۰۹	٪۰٫۰۲

با مقایسه گونه‌های مشاهده شده در تنگه هرمز و خلیج فارس (بندر شهید رجایی) می‌توان نتیجه گرفت که غالب گونه‌های گزارش شده از این مناطق مشابه یکدیگرند، به جز گونه‌های *G.*

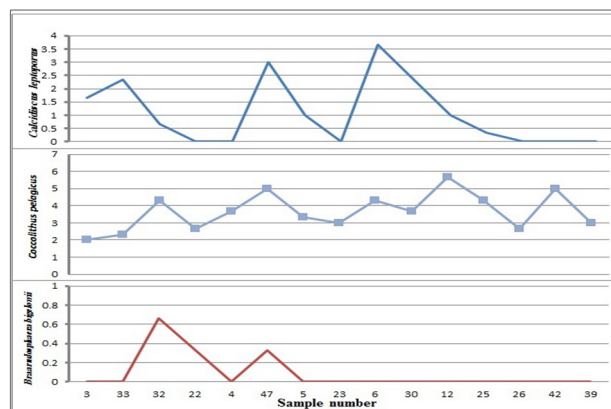
فراوانی کم این گونه در منطقه مورد مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که منطقه مذکور احتمالاً دارای شوری بالاتر از این محدوده است. نظر به اینکه دو گونه *Coccolithus pelagicus* و *Gephyrocapsa muelleriae* در عرض‌های جغرافیایی بالا و آب و هوای سرد حضور دارند و به دلیل فراوانی کم گونه‌های مذکور در حوضه مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که حوضه بررسی شده مربوط به عرض‌های جغرافیایی پایین است.

به‌علاوه نمونه‌های مطالعه شده از تنگه هرمز با مطالعات انجام شده توسط پوراسماعیل و همکاران (۱۳۹۱) مقایسه شده و نتایج نشان می‌دهند که گونه‌های مشاهده شده در تنگه هرمز و خلیج فارس به استثنای گونه‌های *C. murrayi*, *H. sellii*, *G. ericsonii* و *F. profunda* که در خلیج فارس دیده نشده است، مشابه هستند. در جدول ۲ درصد فراوانی نسبی گونه‌های مشاهده شده در شرق تنگه هرمز و خلیج فارس (بندر شهید رجایی) مقایسه شده است.

منابع

- پوراسماعیل، الف؛ هادوی، ف؛ لک، ر، ۱۳۹۱. بررسی نانوپلانکتون-های آهکی در رسوبات هولوسن خلیج فارس (بندر شهید رجایی). فصل‌نامه علوم زمین، پذیرش چاپ.
- هادوی، ف، ۱۳۹۰. نانوپلانکتون‌های آهکی حوضه خلیج فارس. مجله اقیانوس‌شناسی، سال دوم، شماره ۵، صفحات ۴۶-۴۱.
- 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.
- Baumann, K.H.; Andruleit, H.; Bockol, B.; Geisen, M.; Kinkel, H., 2005. The significance of extant coccolithophores as indicator of ocean water mass surface water temperature, and paleoproductivity: a review. *Palaontologische Zeitschrift*, 79 (1): 93-112.
- Bown, P.R.; Young, J., 1998. Techniques In: Bown, P.R., (Ed.). *Calcareous nannofossil biostratigraphy*. Kluwer Academic Publisher. London, 16-28 pp.
- Bukry, D., 1974. Coccoliths as paleosalinity indicators. Evidence from the Black Sea. *American Association of*

فراسنج‌هایی از جمله دما، مواد غذایی، عمق شیب دمایی و شفافیت آب هستند. اهمیت این گروه به دلیل گسترش جغرافیایی وسیع، تکامل و آماده سازی سریع آن‌ها است.



نمودار ۲: فراوانی گونه‌های *Coccolithus pelagicus*، *Braarudosphaera bigelowii* در نمونه‌های شرق تنگه هرمز

تاکتون مطالعات نانوفسیلی بر روی رسوبات تنگه هرمز انجام نشده است. در این بررسی، گونه‌های *E. huxleyi* و *G. oceanica* از فراوانی نسبتاً بالایی برخوردار هستند. گونه‌هایی مانند *Pseudoemiliana lacunosa*, *Reticulofenestra minuta*, *Reticulofenestra pseudumbilica*, *Reticulofenestra umbilicata* و *Helicosphaera sellii* دارای فراوانی کمتر و گونه‌هایی مانند *Calcidiscus leptoporus*, *Florisphaera profunda*, *Calciosolenia murrayi*, *Rhabdosphaera umbilicata* و *clavigera*, *Umbilicosphaera sibogae tenuis* نسبتاً نادر هستند. همچنین تعداد زیادی از گونه‌های انتقال یافته مربوط به دوره کرتاسه، پالئوژن و نئوژن در این نمونه‌ها هستند که به منطقه حمل شده‌اند.

بر اساس بررسی‌های Okada (۱۹۸۳)، به دلیل فراوانی بالای گونه *G. oceanica* در دریا‌های حاشیه قاره‌ای و کم عمق و دریا‌های حاشیه قاره‌ای می‌توان به این نتیجه رسید که حوضه مورد مطالعه جزء دریا‌های حاشیه‌ای محسوب می‌شود و در منطقه‌ای کم عمق تشکیل گردیده است. بر اساس گزارشات Bukry و همکاران (۱۹۷۰) و Bukry (۱۹۷۴) گونه *Braarudosphaera bigelowii* به دلیل بازه زمانی طولانی و اهمیت آن در تعیین شوری (در شوری‌های کمتر از ۱۷ در هزار مشاهده شده) از دیدگاه پالئوکلوژی دارای اهمیت است. به دلیل حضور گونه مذکور در شوری پایین آب دریاها و با توجه به

- studies on the primary production of North- West Persian Gulf during post monsoon period. *Journal of Oceanographical Society of Japan*, 34: 78-80.
- 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, 11-32 pp.
- Martini, E., 1971. Nannoplankton und lagerungserscheinungen im Persischen Golf und im nördlichen Arabischen Meer, 597-603 pp.
- Okada, H., 1983. Modern nannofossil assemblage in sediments of coastal and marginal seas along the western Pacific Ocean. *Utrecht Micropaleontology Bulletin*, 30: 171-187.
- Petroleum Geologists. Memoire; In Degens, E.T., and Ross, D.A. (eds.), *The Black Sea - geology, chemistry, and biology*, 20: 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.
- Currie, R.I.; Fisher, A.E.; Hargreaves, P.M., 1973. Persian Gulf upwelling. In: Zeitzchel B (ed) *The biology of the Indian Ocean*. *Ecological*, 3: (37-52).
- 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.
- Huq, M.F.; Al-Saadi, H.A.; Hadi, R.A., 1978. Preliminary