

بررسی تغییرات پالئوآکولوژیکی در رسوبات هولوسن دریای عمان (منطقه نگور) بر اساس نانوپلانکتون‌های آهکی

سمیه ملایجردی*، دانشجوی دکتری، چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد
فاطمه هادوی، استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد
راضیه لک، استادیار، رسوب‌شناسی، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۳۰

چکیده

در این بررسی نمونه‌هایی از رسوبات بستر دریای عمان (منطقه نگور) انتخاب و پس از آماده‌سازی، مطالعه و عکسبرداری شد. تعداد ده جنس و پانزده گونه برای اولین بار از منطقه مورد مطالعه شناسایی و معرفی شد. در این منطقه نانوفسیل‌هایی مانند *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner 1943 و *Helicosphaeracarteri* و Gratner (1969c)، *Pseudoemilianialacunose* (Kamptner, 1963) و Kamptner 1954 (Wallich 1877) از نظر فراوانی گونه‌های غالب بود. برخی گونه‌ها به صورت نادر در نمونه‌ها حضور داشت که در این میان می‌توان گونه *Braarudosphaerabigelowii* Gran & Braarud، *Deflandre* (1947) (1935) را نام برد. همچنین، در نمونه‌های مورد مطالعه تعداد زیادی گونه‌های حمل‌شده و غالباً مربوط به بازه زمانی نئوژن گزارش می‌شود. بر مبنای فسیل‌های یافت‌شده و تنوع گونه‌ای پایین آن‌ها می‌توان نتیجه گرفت که دریای عمان در منطقه نگور دریایی حاشیه‌ای است که در عرض جغرافیایی پایین، کم‌عمق و نزدیک به ساحل است. حوضه مذکور برای رشد نانوفسیل‌های آهکی بسیار مساعد و دارای شرایط یوتروفیک است.
کلیدواژه‌ها: گونه، نانوفسیل، نگور، یوتروفیک.

مقدمه

کوکولیتوفورها پلانکتونیک‌های دریایی تک‌سلولی است که با صفحات کلسیتی ریزی به نام کوکولیت مشخص می‌شود. اولین ظهور این پلانکتونیک‌ها در تریاس بالایی بوده است. این موجودات در اعماق مختلف زون نوری وجود دارد که میزان توزیع آن‌ها به پارامترهایی از قبیل دما و شوری آب بستگی دارد (وینتر و همکاران، ۱۹۹۴). در این مطالعه به شناسایی و معرفی نانوپلانکتون‌ها، همچنین به تعیین میزان پراکندگی، فراوانی و گسترش نانوپلانکتون‌های آهکی در ساحل منطقه نگور می‌پردازیم.

مارتینی (۱۹۷۱) برای اولین بار کوکولیتوفورهای خلیج فارس را مطالعه کرد. اوکادا (۱۹۸۳) نمونه‌های عهد حاضر نانوپلانکتون‌های آهکی متمرکز در نواحی مختلف سواحل و دریاچه‌های حاشیه‌ای را مطالعه کرد. وی گونه *Kamptner G. oceanica* 1943 را که بیشترین ارتباط را با محیط‌های دریایی باز دارد، خاص عرض‌های جغرافیایی پایین و گونه *Okada & Honjo 1973 Florisphaeraprofunda* را خاص عرض‌های جغرافیایی بالا معرفی کرد. اندرلیت و همکاران (۲۰۰۰) در نمونه‌های شمال شرقی دریای عرب گونه‌های *G. oceanica* Kamptner 1943 را معرفی کردند و نشان دادند باروری آن‌ها طی وزش بادهای مونسون جنوب غربی و شمال شرقی افزایش می‌یابد. اندرلیت و روگالا (۲۰۰۲) در مطالعاتشان گونه‌های *G. oceanica* و *Okada & Honjo 1973 F. profunda* را معرفی کردند و نشان دادند باروری آن‌ها طی وزش بادهای

E. huxleyi (Lohman 1902) Hay & Mohler, و Okada & Honjo 1973 *F. profunda* Kamptner 1943 in Hay et al. را از مهم‌ترین و فراوان‌ترین گونه‌های هولوسن نام بردند و با استفاده از سه گونه مذکور شرایط و گرا دیانت‌های محیطی را بررسی کردند. Kamptner 1943 *G. oceanica* شاخص محیط‌هایی شامل جریان‌های رو به بالا با مواد غذایی فراوان، Okada & Honjo 1973 *F. profunda* شاخص شرایط الیگوتروفیکی و گونه (Lohman) یکی از گونه‌های فراوان کولیتوفورها محسوب می‌شود، به نظر می‌رسد که عوامل اکولوژیکی بسیار زیادی روی این گونه تأثیر می‌گذارد.

اندرلیت و همکاران (۲۰۰۳) نمونه‌های شمال دریای عرب را مطالعه کرده‌اند. در این بررسی با استفاده از فراوانی مطلق گونه‌های *Calcisoleniamurrayi*, *Oolithusantillarum*, *F. profunda*, *E. huxleyi*, *G. oceanica* شرایط اقیانوس شمال دریای عرب را بازسازی کردند. اندرلیت و همکاران (۲۰۰۵) با مطالعه کولیتوفورهای شمال دریای عرب ارتباط بین تغییرات فصلی رسوبگذاری و فراوانی گونه‌های شاخص و تغییرات کلسیتی شدن آن‌ها را بررسی کردند. هادوی (۱۳۹۰) نمونه‌هایی در عرض‌های جغرافیایی مختلف از شمال غرب تا جنوب غرب خلیج فارس را به منظور بررسی شرایط پالئو اکولوژی مطالعه کرد. متعاقباً مطالعاتی روی فاکتورهای محیطی رسوبات خلیج فارس انجام شده است (پوراسماعیل و همکاران، ۱۳۹۱). مجتهدین و همکاران (۱۳۹۲) مطالعاتی روی رسوبات هولوسن منطقه سیریک و شرق تنگه هرمز انجام داده‌اند و از این مناطق ۱۷ جنس و ۲۹ گونه برای اولین بار معرفی کردند. آن‌ها از این مطالعه نتیجه گرفتند که در نقاط نزدیک به ساحل میزان فراوانی نانوپلانکتون‌ها بالا بود و محل رسوبگذاری نهشته‌های مورد مطالعه در دریای عمان، محیطی مناسب برای رشد و گسترش نانوپلانکتون‌هاست و این حوضه دریایی حاشیه‌ای است که در عرض‌های جغرافیایی پایین و مناطق کم عمق تشکیل شده است.

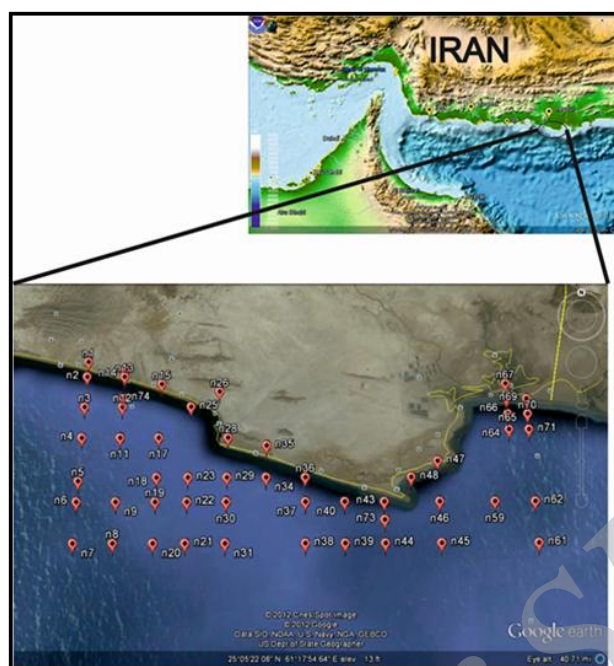
مواد و روش‌ها

دریای عمان یا به عبارتی خلیج عمان، پیش‌روی آب اقیانوس هند به داخل خشکی در جنوب غربی آسیاست. این خلیج در حقیقت از سه سو به خشکی و از یک سو به دریای آزاد مرتبط است. شمال آن ایران و پاکستان، شرق آن شبه‌جزیره دکن و غرب آن شبه‌جزیره عربستان قرار دارد. تنها از سوی جنوب، این دریا به اقیانوس هند متصل است. این حوضه کوچک اقیانوسی، باقیمانده اقیانوس وسیع قدیمی به نام نئوتتیس است که به علت برخورد ورقه عربی به اورازیا کوچک شده است. شروع این فرورانش به اواخر کرتاسه یا اوایل ترشیری بازمی‌گردد (وایت، ۱۹۸۲). دریای عمان دارای ماهیتی اقیانوسی است که حدود ۶ کیلومتر ضخامت دارد و روی آن حدود ۷ کیلومتر رسوبات متراکم قرار گرفته است. این رسوبات، به طور عمده شامل بخش پایینی با حدود ۴ کیلومتر ضخامت موسوم به توریدیت‌های هیمالیا و بخش بالایی با حدود ۳ کیلومتر ضخامت معروف به ماسه‌های مکران است. روی رسوبات موسوم به ماسه‌های مکران، پوشش نازکی از رسوبات عهد حاضر قرار گرفته است.

منطقه نگور (منطقه مورد مطالعه) با مختصات جغرافیایی ۶۱ درجه و ۸ دقیقه و ۵ ثانیه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۲۰ دقیقه و ۵۵ ثانیه عرض شمالی در بخش شمالی دریای عمان قرار دارد.

به منظور مطالعه و بررسی نانوپلانکتون‌های آهکی بستر دریای عمان در منطقه نگور، ۵۲ نمونه از رسوبات این منطقه را بخش زمین‌شناسی دریایی سازمان زمین‌شناسی کشور انتخاب کرد و در اختیار قرارداد (شکل ۱). نحوه نمونه‌برداری رسوبات سطحی از پهنه‌های آبی بدین صورت است که تاریخ و زمان نمونه‌برداری، وضعیت جوی و موقعیت جغرافیایی نقطه مورد نظر در دفترچه ثبت شد. به منظور بررسی نمونه‌های منطقه از دو روش مطالعه با میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ روبشگر الکترونی استفاده شد. برای مطالعه با میکروسکوپ نوری، آماده‌سازی نمونه‌ها از روش اسمیر اسلاید^۱ انجام گرفت. در این روش هیچ‌گونه نانوفسیلی از نمونه خارج نمی‌شود (بون و یانگ، ۱۹۹۸) و به همین علت جهت انجام مطالعات پالئو اکولوژیکی بسیار سودمند است.

۱. Smear slide



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

در این روش آماده‌سازی، ابتدا بخش کوچکی از نمونه، با کاردک تراشیده شد تا به صورت پودر درآید و روی لامل قرار گیرد. یک قطره آب مقطر با قطره‌چکان روی لامل می‌ریزیم که محلول نسبتاً غلیظی ایجاد می‌شود. محلول فوق را با خلال دندان روی لامل پخش می‌کنیم. لامل مذکور باید به سرعت روی اجاق برقی با حرارت ملایم خشک شود. لام را شماره‌گذاری می‌کنیم. لامل را واژگون روی لام قرار می‌دهیم و با چسب کانادابالزام می‌چسبانیم. در این حالت با کمی فشار روی لامل، حباب‌های هوا را که در فضای بین لامل قرار دارد، خارج می‌سازیم. سپس، با الکل یا استون، اسلاید را تمیز می‌کنیم و آن را زیر میکروسکوپ نوری قرار می‌دهیم و با کمک یک قطره روغن ایمرسیون مشاهده می‌کنیم. گونه‌های مورد مطالعه در هر نمونه تا تعداد ۳۰۰ عدد شمارش نسبی شد و دیاگرام‌های مربوط جهت تفاسیر زیست‌محیطی ترسیم شد. برای مطالعه نانوفسیل‌های آهکی با میکروسکوپ نوری از عدسی شیئی ۱۰۰ و میکروسکوپ نوری پلاریزان با بزرگ‌نمایی ۲۵۰۰ استفاده شد (تصویر ۲).

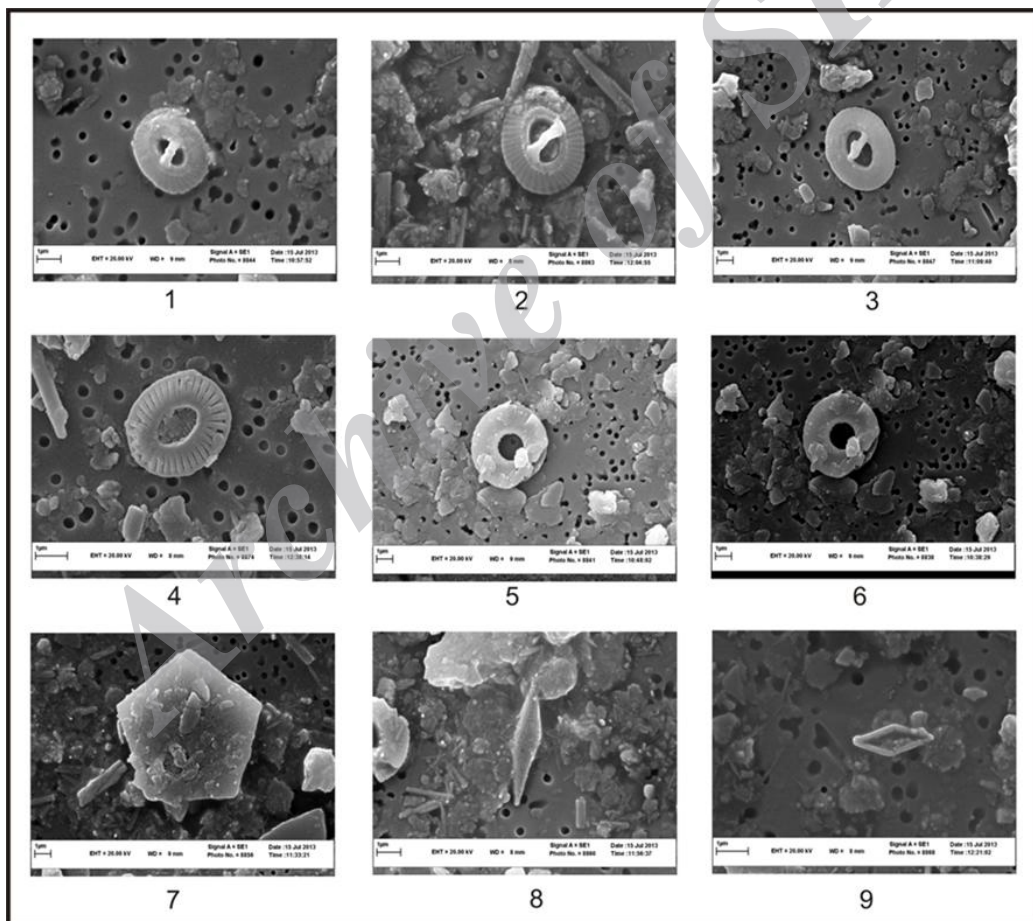
در روش مطالعه با میکروسکوپ روبشی، آماده‌سازی به این صورت است که ابتدا از فیلتر پلی‌کربنات به منظور دست‌یافتن به اندازه مناسبی از رسوب استفاده می‌شود. این فیلتر پس از خشک شدن با پمپ خلأ روی پایه‌ای فلزی قرار می‌گیرد و به وسیله نوارچسب دوطرفه چسبانده می‌شود. سپس با ورقه نازکی از طلا پوشانده می‌شود و در نهایت با بزرگ‌نمایی‌های مختلف که در پلیت ۱ مشخص شده است، عکسبرداری و مطالعه می‌شود.

یافته‌های پژوهش

نانوفسیل‌های شناسایی شده از منطقه نگور از حفظ‌شدگی نسبتاً خوبی برخوردار است. در نمونه‌های مطالعه‌شده درصد فراوانی نانوفسیل‌های آهکی شاخص محاسبه شده است (جدول ۱). در این بررسی برخی گونه‌ها با فراوانی نسبی بالا و تعدادی از گونه‌های نانوپلانکتونی با فراوانی نسبی بسیار پایین و تعداد زیادی گونه‌های حمل شده و غالباً متعلق به نئوزن وجود داشت. نحوه گسترش و فراوانی نسبی برخی از گونه‌ها در شکل ۲ و جدول ۱ نمایش داده شده است. در این بررسی گونه *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner 1943 گونه غالب در تمام نمونه‌ها با درصد فراوانی نسبی حدود ۷۵/۶۶ درصد بود. از گونه‌های کولیتوفر دیگر با درصد فراوانی بالا می‌توان به گونه‌های *Helicosphaeracarteri* (با درصد فراوانی نسبی ۴/۳)، *Gephyrocapsaericsonii* (۵/۹٪)، *Pseudoemiliana lacunose* (۵/۱۹٪) و *Emiliania huxleyi* (۲/۰۲٪) اشاره کرد. برخی گونه‌ها مانند *Braarudosphaerabigelowii* (۰/۲٪)،

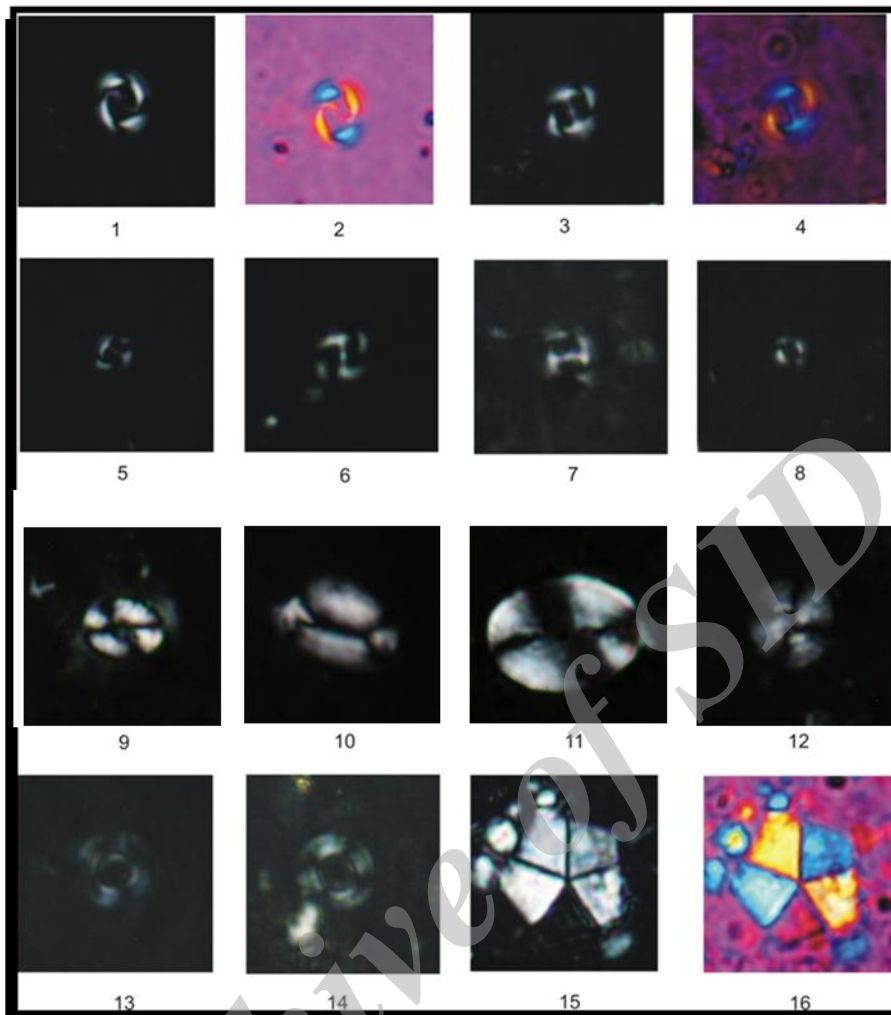
Umbilicosphaerasibogae (۰/۹۱٪)، Calcidiscusleptoporus (۰/۹۵٪)، Helicosphaerasellii (۰/۱۶٪)، Gephyrocapsaparallela (۱٪)، Schiller (1930) Cocolithuspelagicus (Wallich, 1877) (۰/۸۶٪) و Pontosphaeramultipora (۰/۰۸٪) از گونه‌های بسیار نادر است. گونه‌های نابرجا نیز در این مطالعه جهت گزارش شناسایی شد که غالباً متعلق به نتوزن بود که در غالب نمونه‌ها حضور داشت. از آن جمله می‌توان گونه‌های Sphenolithusmoriformis، Reticulofenestrapseudoumbilica، Reticulofenestraumbilica، Sphenolithusabies، Discoasterbrouweri، Sphenolithusciperoensis، Sphenolithus radians، Reticulofenestraminuta و Discoasterdeflandrei را نام برد.

یادآوری می‌شود با مقایسه مطالعات انجام‌شده، فراوانی گونه *Gephyrocapsaoceanica* Kamptner 1943 در خلیج فارس ۱۶/۲۸ درصد (پوراسماعیل و همکاران، ۱۳۹۱)، در منطقه سیریک با فراوانی ۱۷/۱۶ درصد (مجتهدین و همکاران، ۱۳۹۲)، شرق تنگه هرمز ۴۱/۳۷ درصد (هادوی و مجتهدین، ۱۳۹۲) و در نهایت در منطقه نگور که شرقی‌ترین منطقه مورد بررسی دریای عمان است، میزان فراوانی نسبی این گونه ۷۵/۶۶ درصد است. این افزایش فراوانی نسبی نشان‌دهنده شرایط مساعدتر با پروداکتیویته بیشتر حوضه، جهت نانوفسیل‌های آهکی است. این موضوع با افزایش عمق حوضه و نزدیکی آن با دریای باز در ارتباط است.



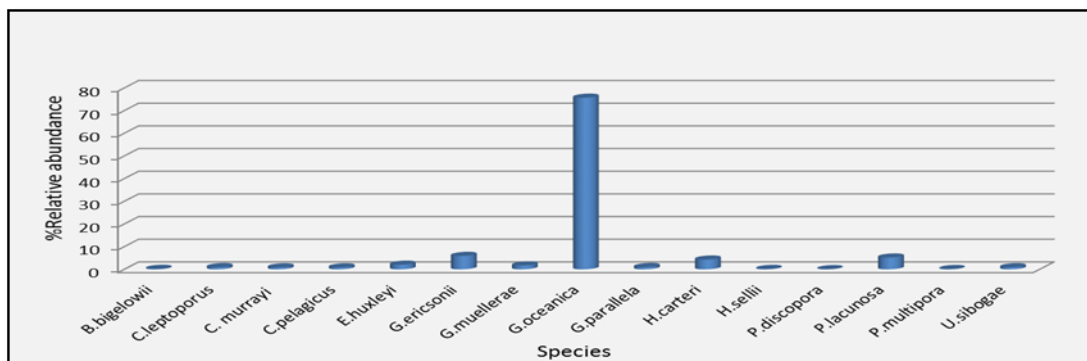
تصویر ۱

- 1, 2, 3. *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner 1943
4. *Emiliana huxleyi* (Lohman 1902) Hay & Mohler, in Hay et al. 1967 var *huxleyi*
- 5, 6. *Umbilicosphaera sibogae* (Weber-van Bosse 1901) Gaarder 1968
7. *Braarudosphaerabigelowii* Gran & Braarud (1935) Deflandre (1947)
- 8, 9. *Calciosolenia* sp.



تصویر ۲. تمامی شکل‌ها با میکروسکوپ نوری با درشت‌نمایی $\times 2500$ گرفته شده است

- 1, 2. *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner 1943
- 3, 4, 5. *Gephyrocapsa parallela* Hay & Beaudry (1973)
- 6, 7. *Gephyrocapsa muelleri* Breheret 1978
- 8, 9. *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877) Schiller (1930)
10. *Helicospaeracarteri* (Wallich 1877) Kamtner 1954
11. *Pontospaeradicopora* (Kamptner, 1948) Roth (1970)
12. *Calcidiscus leptoporus* (Murray & Blackman 1898) Leoblich & Tappan 1978
- 13, 14. *Umbilicosphaera sibogae* (Weber-van Bosse 1901) Gaarder 1968
- 15, 16. *Braarudosphaera bigelowii* Gran & Braarud, (1935) Deflandre (1947)



شکل ۲. درصد فراوانی نانوفسیل‌های آهکی در نمونه‌های دریای عمان (منطقه نگور)

جدول ۱. درصد فراوانی نسبی نانوپلانکتون‌های آهکی در نمونه‌های دریای عمان (منطقه نگور)

station	longitude	latitude	B.bigelowii	C.leptoporus	C.murrayi	C.pelagicus	P.multipora	P.lacunosa	P.discopora	U.sibogae	E.huxleyi	G.ericsonii	G.muelleriae	G.oceanica	G.parallela	H.carteri	H.sellii
N1	61	25.21	1.34	2	0.34	1	0.67	8.34	0	0.67	2	9	0.67	68	2	6.33	0
N13	61.05	25.19	0.34	1.34	0	0.34	0	6.34	0.34	0.67	5	10	4.33	65.67	0	3	0.34
N14	61.05	25.2	0.67	2.34	0	2	0.34	4	0	1	5	5	2.34	70	1.34	5.34	0
N15	61.05	25.18	0.34	2.67	0	1.67	0.34	8.67	0	1.67	2.34	5.67	1.34	75.34	3	9	1.34
N26	61.14	25.17	0	1.34	0	3	0	4	0	0	2.34	6.67	1	63	1	7.67	0
N25	61.14	25.15	1	1	0	2.34	1	5.34	0	0	4	8.34	0	74	0	3.67	0.34
N28	61.19	25.11	0.67	1.34	0	0.67	0.34	5.34	0	1	2	5	1.67	75	1.67	4	0
N35	61.24	25.1	0.34	1.34	0.34	1.67	0	3.67	0	0	2	8	0	75	0	7.34	0
N48	61.42	25.07	0	3	0	3	0	2	0.34	1	3.34	4.67	1	65.34	2	10.34	0.67
N47	61.46	25.91	0.67	2	0	1	0.34	5.67	0.34	0.67	1.34	3.67	1	75.34	1.34	5.33	0.34
N67	61.55	25.18	0	0.34	0	0.67	0	3.34	0	0.34	1	5	1.67	84	1	2.67	0
N69	61.58	25.16	0	0	0.67	0	0	0.34	0	1.67	0.67	8.67	1.67	80	1	1.67	0
N70	61.58	25.14	0	0	0.34	0.34	0	1.34	0	2.67	0.34	8.67	2	78	1.67	2	0
N66	61.55	25.16	0.34	0.34	0	0.34	1	8.34	0.34	1.67	2.34	8.34	0.34	70	0	5.33	0.34
N65	61.55	25.14	0.34	1.34	0	0.67	0.34	10	0	1	2	5	1.67	77	1.67	4	0
N36	61.29	25.07	0.67	0.67	0	1.34	0	5	0.34	0.34	1.67	8.34	2.67	71	0.34	5.34	0
N43	61.39	25.04	0	0	0	0.34	0	10.67	0	0	1.67	1	0.67	82	0.34	3.34	0
N2	61	25.19	0.67	2.67	0	2.67	0	10.67	0	1.67	1.34	7.34	5.67	77.67	0	3.67	0
N70	61.58	25.14	0	0.67	0	0.34	0.34	7	0	1	2	8	1	76	0	4	0.67
N74	61.05	25.16	1	0.67	0	1	0	5	0.34	1.34	3.67	8.34	2.67	67	0.34	5.34	0
N34	61.24	25.07	0	0.67	0	0.34	0	7.33	0	0	2.67	4.33	2.34	79	0.34	3	0
N71	61.58	25.12	0	0	0	0	0	1.67	0	0.34	1	3.34	1.67	80	5	3	0.34
N64	61.55	25.12	0.34	1.34	0	0.67	0.34	5	0	1	2	5	1.67	77	1.67	4	0
N73	61.39	25.02	0	0	0	0.67	0	2.34	0	0	1	5	1.67	87/34	0.67	4	0
N40	61.34	25.04	0	0.67	0	3	0	10.34	0	0.34	3.67	8.34	2.67	67	0	5.67	0
N29	61.2	25.07	0	0.67	0	1	0	6.34	0.34	1.34	2.67	3.34	0.34	76.67	1.67	4	0
N12	61.07	25.15	0	0.67	0	0	0	0.34	0	1.67	1	8.33	5	80.34	1.67	1	0
N3	61	25.15	0.34	0	0	0	0	1	0	0.67	1	3.34	1.67	84	5	3	0.34
N37	61.29	25.04	0.34	0.34	0	0.67	0	4	0	0	2	5.67	1.67	64.67	1	3	0
N46	61.46	25.04	0	0	0.67	0	0	0.34	0	1.67	0.67	8.67	1.67	80.67	1	1.67	0
N44	61.39	25	0	0.67	0.34	0.34	0.34	1.67	0	0.34	0.67	5	1	80.34	0.67	2.34	0.34
N45	61.46	25	0	0.34	0.34	0.34	0	4	0	0.34	2	3	1	68	0.67	2.34	0
N39	61.34	25	0.34	0.67	0	1	0	7.33	0	0	2.67	4.33	2.34	78	0.34	4	0
N38	61.29	25	0	2	0	0	0	5.34	0	2	1	8.34	1.67	68.34	2	9.67	0.67
N23	61.14	25.07	0.34	1.34	0	0.67	0.34	8	0	2	2	5	1.67	77	1.67	8	0
N17	61.1	25.11	0	1	0.34	1	0	6.67	0	0.67	0.34	6.67	2.67	80.34	0.67	2	0.34
N11	61.05	25.11	0	1.67	0	0.34	0	6	0.34	2	3.67	7	3	71.67	0.34	8.67	0
N4	61	25.11	0	0	0	0.67	0	2.34	0	0	1	5	1.67	87.34	0.67	4	0
N18	61.1	25.07	0	1.34	0	1	0	10.67	0.34	1.67	3	2.67	0.67	74	0	4.67	0
N22	61.14	25.04	0	0.67	0	0.34	0	7.33	0	0	2.67	4.33	2.34	78	0.34	3	0
N30	61.19	25.04	0	0.67	0	0.34	0	5.34	0	2	3	8.34	0	75.67	0	2.67	0
N62	61.58	25.04	0.34	0.34	0.34	2	0	4	0	0.34	2	3	1	68	0.67	2.34	0
N59	61.56	25.04	0	0	0.67	0	0	4	0	0.34	1	4	1	70	0.67	1.34	0.34
N5	61	25.07	0	0.67	0	0	0.34	3.34	0	0.67	0.67	6.67	0.34	85	0.67	1.67	0
N62	61.58	25.04	0	1.34	0	1	0	8.67	0.34	0.67	5	2.67	0.67	74.33	0	4.67	0
N6	61	25.04	0.34	1.34	0	0	0	3.34	0	1	2	8.34	0.67	73.34	2.67	7.34	0.67
N9	61.05	25.04	0	0	0	0.34	0	2	0	2.67	0.67	1	1.67	87	1	4	0.34
N31	61.19	25	0.34	1.34	0	2.34	0.34	3.67	0	2	3.34	10	1	70.67	0.67	3.67	0.67
N21	61.14	25	0	0.67	0	0.34	0	7.33	0	0	2.67	4.33	2.34	79	0.34	3	0
N20	61.1	25	0	0.67	0	0	0	0.34	0	1.67	1	8.33	5	80	1.67	1	0
N8	61.05	25	0	0.34	0	0.67	0	3	0	2	0.34	1.67	1.67	87	0.67	2.34	0.34
N7	61	25	0.34	1	0	2.34	0	4.34	0	1.67	0	8.34	0.67	75.34	0	5.67	0.34

بحث و نتیجه گیری

با توجه به فراوانی گونه *Kamptner 1943 Gephyrocapsa oceanica* که فلورای غالب در دریا‌های حاشیه‌ای و کم‌عمق و دریا‌های اپیکانتینتال است، همچنین حضور گونه *(Wallich 1877) Kamptner 1954 H. carteri* که متعلق به آب‌های گرم است (شکل ۲ و جدول ۱)، می‌توان نتیجه گرفت حوضه مورد مطالعه جزء دریا‌های حاشیه‌ای است و در مناطق کم‌عمق و گرم تشکیل شده است. همچنین، فراوانی کم دو گونه *(Wallich, 1877) Schiller (1930) C. pelagicus* و *Breheret 1978 G. muelleriae* که متعلق به عرض‌های جغرافیایی بالا و آب‌وهوای سرد است (کئمو و ساتو، ۲۰۰۰). گویای این مطلب است که حوضه مورد مطالعه متعلق به عرض‌های جغرافیایی پایین است (شکل ۲ و جدول ۱). گونه *(1947) Deflandre (1935) Braarudosphaera bigelowii* Gran & Braarud، تاکسای است که غالباً در محیط‌های دریایی کم‌عمق یافت می‌شود (اولین ظهور آن در کرتاسه پسین است)، و نشانگر نوسانات پایین یا کم‌شوری است (ملاینت، ۲۰۰۴). حضور فراوان *Braarudosphaera* امروزی و فسیلی غالباً در مجموعه‌های ساحلی و آب‌های با شوری پایین و در محیط‌هایی با ورود مواد آواری (اسوابنیک، ۱۹۹۹) گزارش شده است. وابستگی این گونه به آب‌های هیپرسالین در جایی که میانگین شوری آب‌های سطحی ۱۷ تا ۱۸ در هزار است، به‌خوبی با حضور این گونه در دریای سیاه توضیح داده شده است (بوکری و همکاران، ۱۹۷۰). با توجه به فراوانی کم این گونه (شکل ۲ و جدول ۱) در محل مورد مطالعه می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که منطقه مذکور احتمالاً دارای شوری بالاتر از این محدوده است.

به‌طور کلی، مواد مغذی به مواد غیرآلی محلول در آب دریا مانند نیترات و فسفات اشاره دارد که میزان دسترسی به آن‌ها محدودیت زیستی ایجاد می‌کند. رژیم‌های دسترسی به مواد مغذی به دو صورت الیگوتروفیک و یوتروفیک است. رژیم الیگوتروفی اشاره به کاهش مواد مغذی و بنابراین کاهش تولید اولیه دارد. برعکس، در رژیمی و تروفیک بر اثر تغییراتی میزان دسترسی به این مواد افزایش می‌یابد و تولید اولیه زیاد می‌شود (برایزر، ۱۹۹۵). عواملی مانند افزایش ورود آب شیرین، جریان‌های بالارو و افت دما سبب ایجاد شرایطی و تروفیکی می‌شود. در شرایط یوتروفیک مواد مغذی زیاد ولی با نوسان است ولی در شرایط الیگوتروفی تأمین مواد مغذی کم ولی پایدار است. در شرایط الیگوتروفی تنوع گونه‌ای زیاد و بیشتر گونه‌ها استرژای K دارد که در این استرژای، گونه‌ها بزرگ‌تر است ولی نسبت رشد کندتری دارد. فقدان مواد مغذی در محیط، آن‌ها را در برابر گونه‌های با استرژای R حفظ می‌کند. در استرژای R که مربوط به شرایط یوتروفیک است گونه‌ها دارای تنوع کم و فراوانی بالاست (بولمن و همکاران، ۱۹۹۳).

با توجه به تنوع گونه‌های بسیار پایین، همچنین فراوانی نسبتاً بالای گونه‌های *Kamptner 1943 G. oceanica*، *(Wallich 1877) Kamptner 1954 H. carteri*، *(Murray & Blackman 1898) Leoblich & Tappan 1978 C. leptoporus* که نشان‌دهنده وجود مواد مغذی بالا در محیط است و با توجه به فراوانی کم گونه *(Weber-van Bosse 1901) Gaarder 1968 U. sibogae* که شاخص شرایط کمبود مواد مغذی در محیط است (بروئرز و همکاران، ۲۰۰۰)، می‌توان نتیجه گرفت حوضه مورد مطالعه از لحاظ شرایط غذایی در رژیم یوتروفیک قرار دارد. در این مطالعه نمونه‌های دریای عمان (منطقه نگور) انتخاب و پس از آماده‌سازی، مطالعه و عکسبرداری شد. تعداد ۱۰ جنس و ۱۵ گونه برای اولین بار از منطقه شناسایی و معرفی شد. بر مبنای فسیل‌های یافت‌شده، این حوضه دریایی حاشیه‌ای است که در عرض‌های جغرافیایی پایین و مناطق کم‌عمق تشکیل شده است. با توجه به مطالب بحث‌شده، فراوانی بالای گونه‌های *(Murray & Blackman 1898) Leoblich & Tappan 1978 C. leptoporus*، *Kamptner 1943 G. oceanica* و *(Wallich 1877) Kamptner 1954 H. carteri* که نشان‌دهنده وجود مواد مغذی بالا در محیط است و فراوانی کم گونه *(Weber-van Bosse 1901) Gaarder 1968 U. sibogae* که شاخص شرایط کمبود مواد مغذی در محیط است، می‌توان نتیجه گرفت حوضه مورد مطالعه از لحاظ شرایط غذایی در رژیم یوتروفیک قرار دارد. همچنین، روند افزایش گونه *Kamptner 1943 G. oceanica* از تنگه هرمز به سمت نگور که بخش شرقی حوضه مورد مطالعه است، نشان‌دهنده شرایط مساعدتر با پروداکتیویتی بیشتر حوضه جهت نانوفسیل‌های آهکی است که این موضوع با افزایش عمق حوضه و نزدیکی آن با دریای باز در ارتباط است.

منابع

- پوراسماعیل، ا.، هادوی، ف.، لک، ر. (۱۳۹۱). بررسی نانوپلانکتون‌های آهکی در رسوبات هولوسن خلیج فارس (بندر شهید رجایی)، فصلنامه علوم زمین، سال بیست و دوم، شماره ۸۸، ص ۱۱۱-۱۲۰.
- مجتهدین، ا.، هادوی، ف.، لک، ر. (۱۳۹۲). بررسی تغییرات پالئوآکولوژیکی در رسوبات هولوسن دریای عمان (منطقه سیریک)، نشریه علمی- پژوهشی رخساره‌های رسوبی، سال دوم، شماره ۶، ص ۲۴۴-۲۵۹.
- هادوی، ف.، مجتهدین، ا. (۱۳۹۲). نانوپلانکتون‌های آهکی شرق تنگه هرمز، نشریه علمی- پژوهشی اقیانوس‌شناسی، سال چهارم، شماره ۱۵، ص ۱۱-۱۹.
- هادوی، ف. (۱۳۹۰). نانوپلانکتون‌های آهکی حوضه خلیج فارس، مجله اقیانوس‌شناسی، سال دوم، شماره ۵، ص ۴۱-۴۶.
- Andruleit, H. (1996). A filtration technique for quantitative studies of coccoliths, *Micropaleontology* 42, 403-406.
- Andruleit, H., Rad, U.V., Bruns, A. and Ittekkot, V. (2000). Coccolithophore fluxes from sediment traps in the northeastern Arabian Sea off Pakistan, *Marine micropaleontology*, No. 38, pp 285-308.
- Andruleit, H. and Rogalla, U. (2002). Coccolithophores in surface sediments of the Arabian Sea in relation to environmental gradients in surface waters, *Marine Geology*, No. 186, pp 505- 526.
- Andruleit, H., Stager, S., Rogalla, U. and Cepek, P. (2003). Living coccolithophores in the northern Arabian Sea, ecological tolerances and environmental control, *Marine Micropaleontology*, No. 49, pp 157- 181.
- Andruleit, H., Rogalla, U. and Stager, S. (2005). From living communities to fossil assemblages, origin and fate of coccolithophores in the northern Arabian Sea, *Micropaleontology*, Vol. 50, pp 5-22.
- Bollmann, J., Hilbrecht, H. and Thierstein, H.R. (1993). Evenness and species-richness in modern coccolith and foraminifera assemblages, *International Nannoplankton Association Newsletter*, No.15/2, pp 55.
- Bown, P.R. and Young, J. (1998). Techniques, In Bown, P.R., (ed.), *Calcareous nannofossil biostratigraphy*, Kluwer Academic publisher, London, pp 16-28.
- Braiser, M.D. (1995). Fossil indicators of nutrient levels, (part 1) evolution and extinction in relation to oligotrophy, In Bosence, D.W.J. and Allison, P.A., (eds), *Marine paleoenvironmental analysis fossils*, 133, Geological Society Special Publication, No. 83, pp 133-150.
- Broerse, A.T.C., Brummer, G.J.A. and van Hinte, J.E. (2000). Coccolithophore export production in response to monsoonal upwelling off Somalia (northwestern Indian Ocean), *Deep-See Res.* Vol. 47, pp 2179-2205.
- Bukry, D., King, A.S., Horn, M.K. and Manheim, F.T. (1970). Geological significance of coccoliths in fine-grained carbonate bands of postglacial Black Sea sediments, *Nature* 26 (5241), pp 156-158.
- Hadavi, F. (2011/1390). Calcareous Nannofossils of the Persian Gulf, *Journal of the Persian Gulf*, No. 5, pp 41-46.
- Hadavi, F. and Mojtahedin A. (2013/1392). Investigating Paleoenvironmental Factors of Strait of Hormuz during the Holocene, *Journal of the Persian Gulf*, No. 15, pp 11-19.
- Kaemo, K. and Sato, T. (2000). Biostratigraphy of Neogene calcareous nannofossils in the Caribbean and the eastern equatorial Pacific- Floral response to the emergence of the Isthmus of Panama, *Marine Micropaleontology*, No. 39, pp 201-218.
- Martini, E. (1971). Nannoplankton und lagerungserscheinungen im Persischen Golf und im nördlichen, Arabischen Meer, pp. 597-603.
- Melinte, M.C. (2004). Calcareous nannoplankton, a tool to assign environmental changes, National Institute of Marine Geology and Geoecology (*GEOECOMAR*), 23-25 Dimitrie Onciul str., 024053 Bucharest, Romania.
- Mojtahedin, A., Hadavi, F. and Lak, R. (2013/1392). Investigating paleoecological changes in the Oman Sea (Sirik area) Holocene deposits based on calcareous nannoplanktons, *sedimentary Facies*. No. 6, pp 244-259.
- Okada, H. (1983). Modern nannofossil assemblage in sediments of coastal and marginal seas along the western Pacific Ocean, *Utrecht Micropaleontology Bulletin*, No. 30, pp 171-187.
- Pouresmaeil, A., Hadavi, F. and Lak, R. (2012). Calcareous Nannofossils in Holocene Surface Sediments of the Persian Gulf. *Journal of the Persian Gulf*. Vol. 3. No. 8, pp 35- 48.
- Roth, P.H. (1994). Distribution of coccoliths in oceanic sediments. In: Winter, A., Siesser, W.G. (Eds.), *Coccolithophores*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 199-218.
- Svábenická, L. (1999). Braarudosphaera-rich sediments in the Turonian of the Bohemian Cretaceous Basin, Czech Republic, *Cretaceous Research*, No 20, pp 773-782.
- White, R.S. (1982). Deformation of the Makran accretionary sediment prism in the Gulf of Oman (northwest Indian Ocean), In: Leggett, J.K., (ed.), *Trench-forearc Geology, Sedimentation and Tectonic on Modern and Ancient active Plate Margins*, *Geological Society of London, Special Publication*, No.10, pp 357-372.
- Winter, A. and Siesser, W.G. (1994). *Coccolithophores*. Cambridge University Press. 242 pp.