

## بررسی تغییرات شوری رسوبات هولوسن خلیج فارس تا شرق تنگه هرمز با استفاده از گونه *Braarudosphaera bigelowii*

الهام مجتهدین، دانشجوی دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، استان خراسان رضوی، مشهد  
فاطمه هادوی، استاد، گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، استان خراسان رضوی، مشهد  
اکرم پوراسماعیل\*، دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد خراسان رضوی، مشهد

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۰۱

### چکیده

نانوپلانکتون‌های آهکی یکی از مهم‌ترین گونه‌های فیتوپلانکتونی جهت بازسازی محیط‌های دیرینه است. گونه *Braarudosphaera bigelowii* در مجموعه‌های ساحلی و آب‌هایی با میزان شوری پایین و همراه با ورود مواد آواری زندگی می‌کند. بررسی‌های نمونه‌های خلیج فارس، شرق تنگه هرمز و دریای عمان (سیریک) بر اساس پراکندگی این گونه نشان داد که فراوانی این گونه در مناطق مذکور نسبتاً کم و حضور این گونه در بخش غربی خلیج فارس به دلیل ورود مواد آواری و آب‌های شیرین رودخانه‌هایی است که در این بخش به خلیج فارس می‌ریزد. در قسمت‌های مرکزی به دلیل شوری و تبخیر بالا فراوانی آن خیلی کم است و نزدیک به تنگه هرمز که شوری نسبتاً کمتر است فراوانی کمی دارد. در نهایت، در شرق تنگه هرمز و دریای عمان (سیریک) که میزان شوری بالاست این گونه حضور ندارد.

**کلیدواژه‌ها:** خلیج فارس، دریای عمان، نانوپلانکتون‌های آهکی، *Braarudosphaera bigelowii*.

### مقدمه

کوکولیتوفور شاخص بسیار مهمی برای شرایط محیطی گذشته است و به‌طور گسترده برای کمک به بازسازی تغییرات اکولوژی قدیم و اقیانوس‌شناسی قدیم به کار می‌رود (کینکل و همکاران، ۲۰۰۰). با توجه به اینکه نمونه‌های مورد مطالعه از خلیج فارس، تنگه هرمز و دریای عمان برداشت شده است، زمین‌شناسی این مناطق را بررسی می‌کنیم. خلیج فارس دریایی حاشیه‌ای است که در شمال شرق پلایت عربی قرار گرفته است. این خلیج کم‌عمق (عمق کمتر از ۱۰۰ متر) در ۲۴ تا ۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ تا ۵۶ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد. خلیج فارس امروزی بخش کوچکی از گستره آبی پهناوری است که در گذشته تمامی دریای عمان و بخشی از اقیانوس هند را تا حدود رود سند در بر می‌گرفته است.

خلیج فارس از شرق از طریق تنگه هرمز و دریای عمان به اقیانوس هند راه دارد و از غرب به رودخانه اروندرود در خوزستان ایران ختم می‌شود که حاصل پیوند دو رودخانه دجله و فرات در عراق و الحاق رود کارون در ایران به آن است. طول خلیج فارس از تنگه هرمز تا آخرین نقطه پیشروی آن به سمت غرب حدود ۸۰۵ کیلومتر است. هرچند خلیج فارس از طریق تنگه هرمز به دریای عمان و اقیانوس هند مرتبط است، با این حال از کم‌عمق‌ترین دریاها محسوب می‌شود. به دلیل محصور بودن خلیج فارس، اثر اقیانوس بر آن بسیار ناچیز است. از همین رو، سرعت جریان‌های زیرین و افقی آن بسیار اندک و حدود ۱۰ سانتی‌متر در ثانیه است. شوری بیشتر خلیج فارس نسبت به اقیانوس موجب پیدایش

جریان آبی از اقیانوس هند به خلیج فارس می‌شود. این جریان به موازات سواحل ایران و در خلاف جهت عقربه‌های ساعت است. جریان مورد نظر با کاهش دما و مقدار شوری همراه است، به گونه‌ای که در تنگه هرمز مقدار نمک ۳۶/۶ گرم در لیتر ولی در انتهای شمال غربی، در دهانه کارون، حدود ۴۰ گرم در لیتر است. آب شیرین ورودی به خلیج فارس به‌طور عمده محدود به روان‌آب‌های کوه‌های زاگرس، ترکیه و عراق است که از میان آن‌ها، رودهای کارون، دجله و فرات پرآب‌ترینند. در کرانه جنوبی، آب‌های ورودی بسیار کم است.

تنگه هرمز با مختصات جغرافیایی ۲۶ درجه و ۳۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۶ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی، بین خلیج فارس و دریای عمان قرار گرفته است. این تنگه باریکه دریایی خمیده‌شکلی است که فلات ایران را از شبه‌جزیره عربستان جدا می‌کند و آب‌های خلیج فارس را به دریای عمان (مکران) و اقیانوس هند پیوند می‌دهد. این تنگه، فرورفتگی‌ای از دوره سوم زمین‌شناسی است و کف دریا در تنگه هرمز شیب نسبتاً تندی در جهت شمالی- جنوبی دارد (کسلر، ۱۹۷۳).

دریای عمان حوضه اقیانوسی کوچکی به عمق ۳۴۰۰ متر بین جنوب ایران، جنوب پاکستان و عمان است و از شمال غرب به خلیج فارس محدود می‌شود. این حوضه مثلثی‌شکل با قاعده ۹۵۰ کیلومتر و ارتفاع ۳۴۰ کیلومتر است. دریای عمان باقیمانده حوضه گسترده تیس است که اندازه آن در اثر برخورد پلیت عربی با اوراسیا و چرخش‌ها و برخورد‌های بین میکروقاره‌های عربی و اوراسیا کاهش یافته است. آب‌وهوای دریای عمان، به لحاظ قرار گرفتن در شمال مدار رأس‌السرطان گرم و عمدتاً متأثر از آب‌وهوای استوایی است. منطقه سیریک با ۲۶ درجه و ۳۰ دقیقه و ۲۰ ثانیه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۷ دقیقه و ۱۹ ثانیه طول شرقی از شهرهای ساحلی دریای عمان است. در این بررسی، نحوه گسترش و پراکندگی گونه *B. bigelowii* در خلیج فارس، تنگه هرمز و دریای عمان (منطقه سیریک) و ارتباط این گونه با شوری مناطق مورد مطالعه، بررسی شده است (اوچیوی و همکاران، ۲۰۰۲).

جدول ۲. فراوانی نسبی گونه *B. bigelowii* در خلیج فارس

<i>B. bigelowii</i>	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ایستگاه نمونه برداری
12.66	50.02	28.49	T-13-3
8.66	50.42	28.68	S-70
6.00	50.46	28.58	T-13-2
1.33	50.95	28.12	S-90
1.33	51.29	27.74	S-110
0.33	51.79	27.05	S-145
1.66	51.94	26.43	T-9-3
1.33	53.23	26.69	S-165
0.00	53.27	26.31	S-181
3.33	52.97	26.13	S-196
2.66	53.46	26.37	T-7-2
4.00	53.50	26.38	T-7-3
1.33	53.78	26.32	S-182
0.33	54.00	25.69	T-6-3
1.33	54.01	25.57	T-6-4
3.33	55.38	26.25	S-234
4.00	55.98	26.50	S-250

جدول ۱. فراوانی نسبی گونه *B. bigelowii* در شرق تنگه هرمز

<i>B. bigelowii</i>	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ایستگاه نمونه برداری
0	57.00	26.54	Ta-3
0	56.95	26.54	Ta-4
0	56.89	26.54	Ta-5
0	56.82	26.54	Ta-6
0	56.75	26.58	Ta-12
0.33	56.95	26.63	Ta-22
0	56.89	26.63	Ta-23
0	56.75	26.63	Ta-25
0	56.50	26.67	Ta-26
0	56.82	26.67	Ta-30
0.66	56.95	26.67	Ta-32
0	56.00	26.67	Ta-33
0	56.82	26.72	Ta-39
0	56.50	26.74	Ta-42
0.33	56.89	26.76	Ta-47

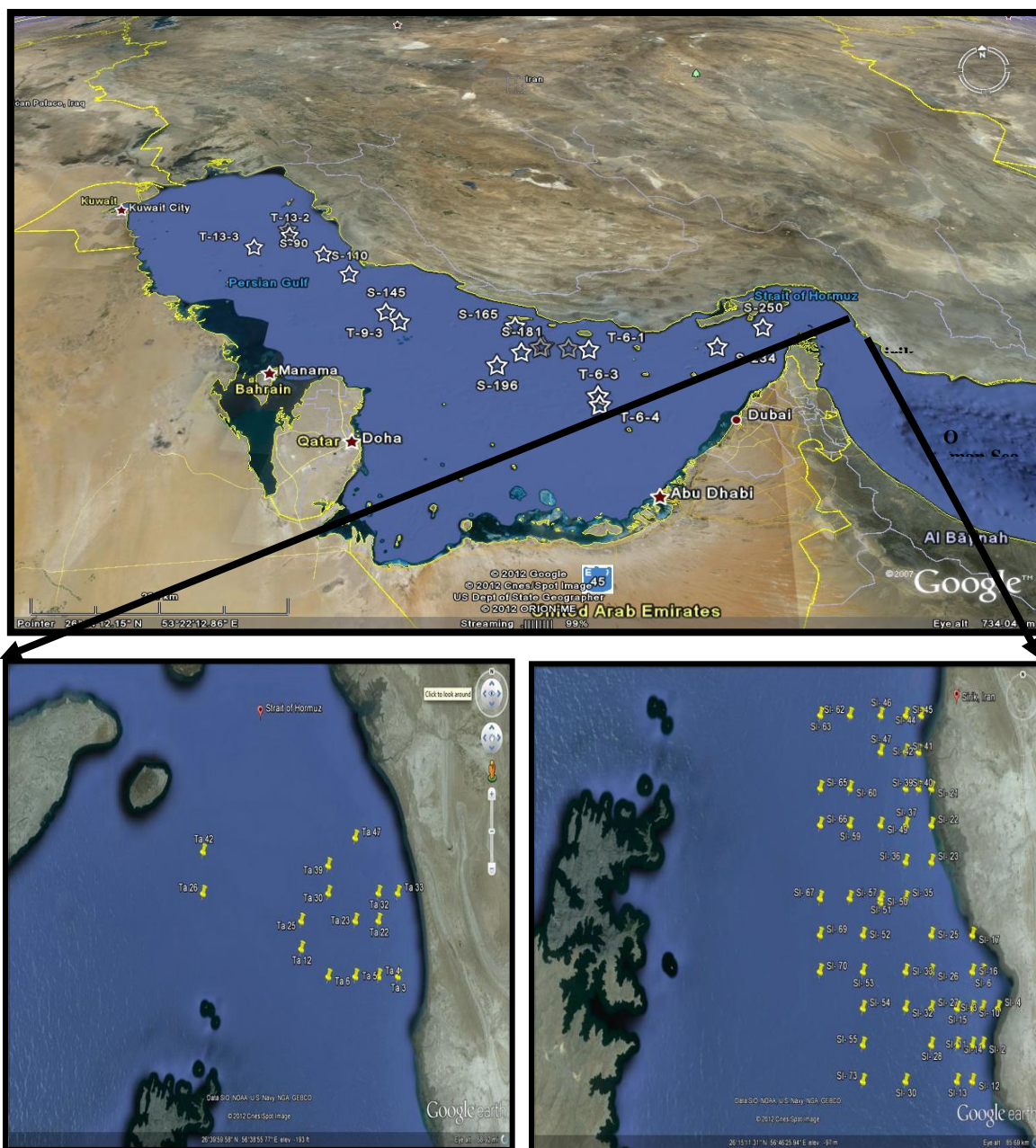
## مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه نمونه‌های این مناطق، هفده نمونه از خلیج فارس، پانزده نمونه از شرق تنگه هرمز و ۴۸ نمونه از دریای عمان (سیریک) توسط سازمان زمین‌شناسی کشور در اختیار محققان قرار گرفت. در شکل ۱ پراکندگی نمونه‌های مورد مطالعه نشان داده شده است. نمونه‌های مذکور با روش اسمیر اسلاید آماده‌سازی شد. در این روش هیچ‌گونه نانوفسیلی از

جدول ۳. فراوانی نسبی گونه *B. bigelowii* در دریای عمان (سیریک)

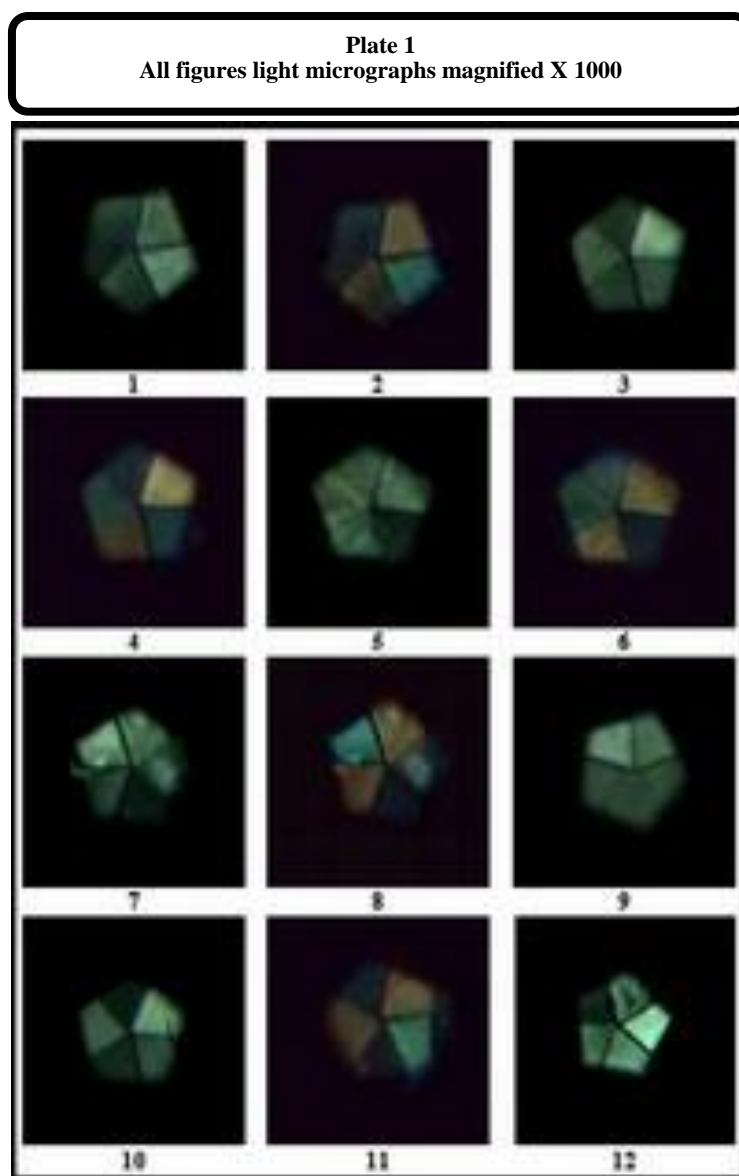
ایستگاه نمونه برداری	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	<i>B. bigelowii</i>
SI-4	26.12	57.18	0
SI-21	26.39	57.05	0
SI-22	26.34	57.05	0
SI-44	26.48	57.03	0
SI-42	26.43	57.02	0
SI-17	26.21	57.13	0.33
SI-11	26.07	57.13	0
SI-23	26.3	57.05	0
SI-40	26.39	57	0.33
SI-45	26.48	57	0
SI-2	26.07	57.15	0.33
SI-10	26.12	57.13	0
SI-15	26.12	57.1	0
SI-16	26.16	57.13	0
SI-37	26.34	57	0.33
SI-39	26.39	57.02	0
SI-41	26.43	57	0
SI-13	26.02	57.01	0
SI-14	26.07	57.01	0
SI-26	26.16	57.05	0
SI-25	26.21	57.05	0
SI-35	26.25	57	0
SI-36	26.3	57	0
SI-28	26.07	57.05	0
SI-27	26.12	57.05	0.33
SI-30	26.02	57	0
SI-32	26.12	57	0
SI-33	26.16	57	0
SI-34	26.21	57	0
SI-50	26.3	56.95	0
SI-49	26.34	56.95	0
SI-47	26.27	56.95	0
SI-46	26.48	56.95	0
SI-62	26.48	56.89	0
SI-60	26.39	56.89	0
SI-57	26.25	56.89	0
SI-52	26.21	56.91	0
SI-53	26.16	56.91	0
SI-54	26.12	56.91	0
SI-55	26.07	56.91	0
SI-73	26.02	56.91	1
SI-70	26.16	56.83	0
SI-69	26.21	56.83	0
SI-68	26.25	56.83	0.66
SI-59	26.34	56.89	0
SI-66	26.34	56.83	0
SI-65	26.39	56.83	0
SI-63	26.48	56.83	0

محیط خارج نشد. بنابراین، برای شمارش گونه‌ها که اساس مطالعات آماری و در نتیجه زیست‌محیطی است، بسیار مفید است. به‌منظور آماده‌سازی با این روش، ابتدا بخش سطحی نمونه با کاردک مخصوصی تراشیده شد. مقدار کمی از نمونه تراشیده و پودر آن روی لام ریخته شد. سپس، با افزودن قطره‌ای آب مقطر و به‌کمک خلال دندان، نمونه روی لام پهن



شکل ۱. پراکنده‌گی نمونه‌های مورد مطالعه در خلیج فارس، شرق تنگه هرمز و دریای عمان (سیریک)

شد و با حرکات دورانی با خلال دندان، ضخامت‌های مختلفی از نمونه روی لام ایجاد و با چسب اپکسی، لام و لامل به هم چسبانده شد. برای مطالعه گونه *B. bigelowii* و فراوانی و گسترش آن در نمونه‌های مورد مطالعه از میکروسکوپ نوری پلاریزان Olympus مدل BH2 با بزرگنمایی ۱۰۰۰ و عدسی شیئی ۱۰۰ استفاده و نمونه‌ها با دوربین دیجیتال عکسبرداری شد. در شکل ۲، تصاویر مربوط به گونه *B. bigelowii* در نور XPL و با استفاده از تیغه ژئپس نشان داده شده است. همچنین، در مطالعه کنونی در هر نمونه تا تعداد سیصد گونه نانوفسیلی شمارش شده و درصد فراوانی تمام گونه‌ها به خصوص گونه *B. bigelowii* تعیین و بر مبنای این شمارش، نتایج پالئواکولوژیکی ارائه شده است.



شکل ۲. تصویر ۱، ۲، ۳ و ۴ گونه *B. bigelowii* در نمونه‌های خلیج فارس؛ تصویر ۵، ۶، ۷ و ۸ گونه *B. bigelowii* در نمونه‌های شرق تنگه هرمز؛ تصویر ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ گونه *B. bigelowii* در نمونه‌های دریای عمان (منطقه سیریک)

همچنین، در این بررسی، برای مطالعه دقیق‌تر از میکروسکوپ رویشگر الکترونی (SEM) استفاده شده است. به‌منظور آماده‌سازی نمونه‌ها برای عکسبرداری با این میکروسکوپ، از فیلتر پلی‌کربنات (با قطر منفذ ۱ میکرون) جهت جداسازی ذرات درشت‌تر از ۱ میکرون استفاده شده است. سپس، نمونه‌های آماده‌شده روی پایه‌ای فلزی (Stub) قرار گرفت و با لایه نازکی از طلا پوشیده و سپس با میکروسکوپ الکترونی عکسبرداری شد (شکل ۳).

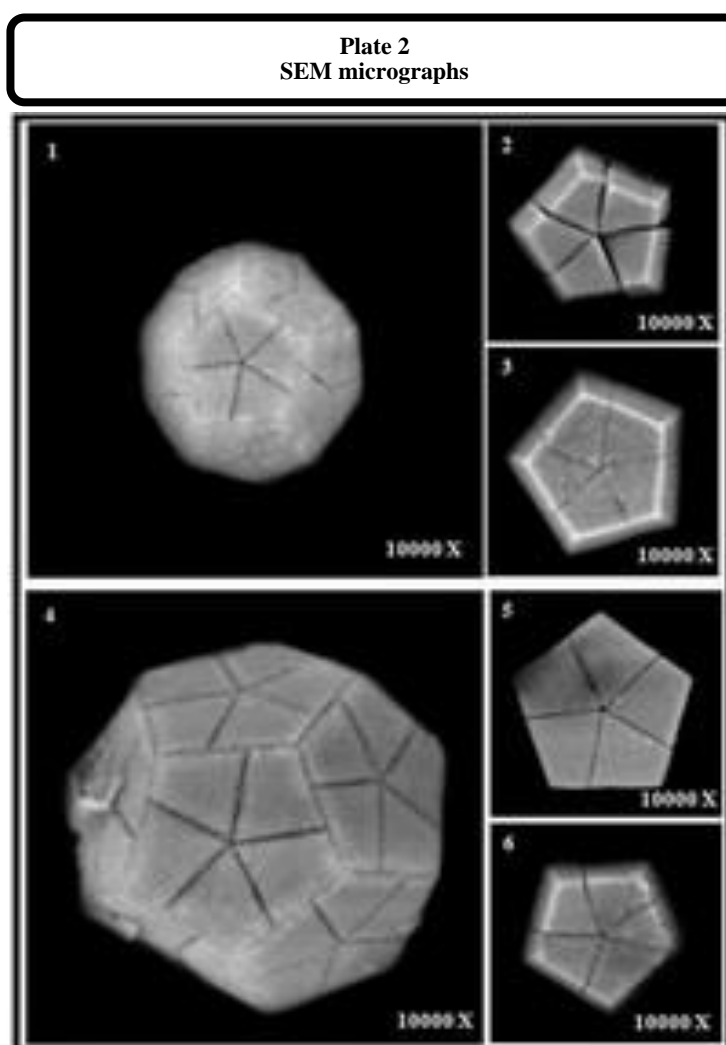
### تاریخچه مطالعات قبلی

تاکنون مطالعاتی مبنی بر بررسی تغییرات شوری در حوضه‌های خلیج فارس، شرق تنگه هرمز و دریای عمان (سیریک) انجام نشده است. با توجه به اینکه خلیج فارس با دریای سرخ و رودخانه‌های کارون، دجله و فرات در ارتباط است و تنگه هرمز راه ارتباطی بین آب‌های خلیج فارس و دریای عمان است، همچنین بر اساس ارتباط دریای عمان با دریای عرب، به مطالعات انجام گرفته در این مناطق اشاره می‌کنیم.

نانوپلانکتون‌های خلیج فارس را برای اولین بار مارتینی (۱۹۷۱) مطالعه کرد و گونه *B. bigelowii* را به میزان بسیار کم در خلیج فارس گزارش داد. وی در این گزارش، بسیاری از گونه‌های در اندازه کوچک را توصیف نکرد و تنها به شناسایی تعداد کمی از گونه‌ها اشاره می‌کند.

در بررسی‌های نانوفسیل‌های آهکی شمال و شمال شرق دریای عرب گونه *B. bigelowii* مشاهده نشده است (آندرولیت و همکاران، ۲۰۰۰، ۲۰۰۳، ۲۰۰۵؛ آندرولیت و روگالا، ۲۰۰۲).

هادوی (۲۰۱۱) نانوپلانکتون‌های حوضه خلیج فارس را بررسی کرد و در این بررسی گونه *B. bigelowii* در نمونه‌های بخش شرقی خلیج فارس و نزدیک به تنگه هرمز با میزان فراوانی کم گزارش شده است. پوراسماعیل و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی نانوپلانکتون‌های آهکی در رسوبات سطحی هولوسن خلیج فارس، گونه *B. bigelowii* را در تمام نمونه‌های رسوب سطحی با فراوانی مختلف گزارش کردند. همچنین، پوراسماعیل و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی نانوپلانکتون‌های آهکی حوضه خلیج فارس در منطقه بندر شهید رجایی، گونه مذکور را با درصد فراوانی ۰/۳ درصد گزارش کردند.



شکل ۳. تصاویر میکروسکوپ روبشگر الکترونی از گونه *Braarudosphaera bigelowii* در نمونه‌های خلیج فارس

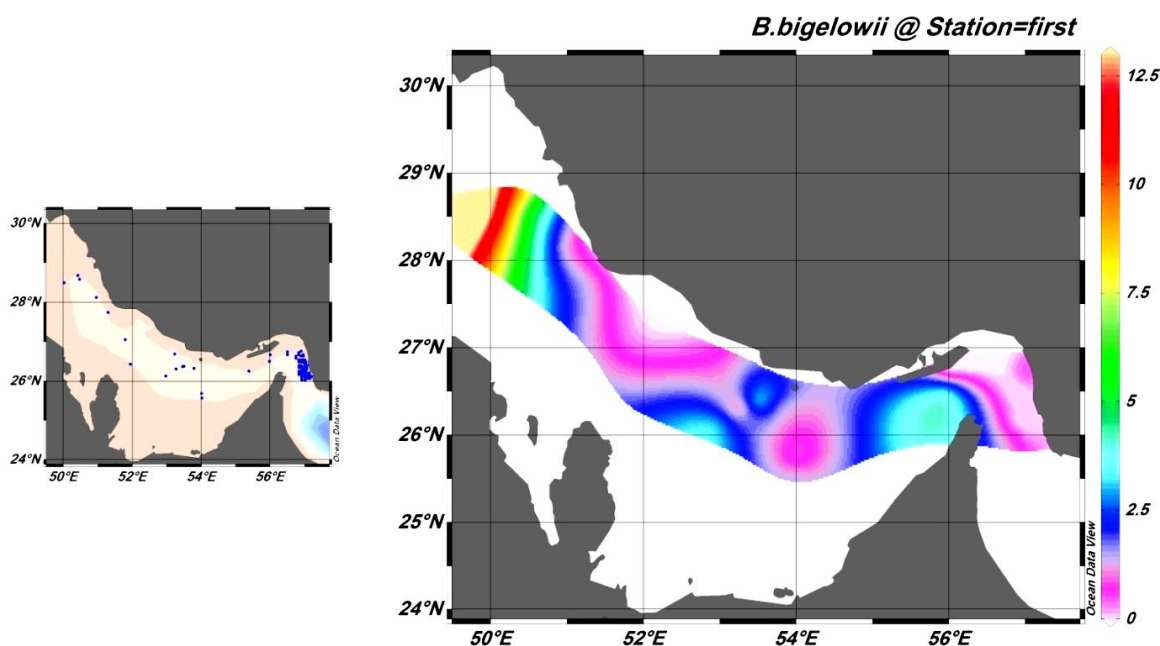
### بحث و نتیجه‌گیری

خانواده *Braarudosphaeraceae* یکی از فیتوپلانکتون‌هایی تشکیل شده از لایه‌ای خارجی است. این لایه خارجی متشکل از پنج صفحه آهکی متقارن به نام پنتالیت است. تنها نمونه زنده *B. bigelowii* را محققان متفاوت گزارش

کرده‌اند (دفلاندر، ۱۹۷۴). اولین عضو این خانواده از ژوراسیک فوقانی گزارش شده و وجود تکامل نژادی طولانی جنس *Braarudosphaera* با ابهام همراه است (بون و همکاران، ۲۰۰۴). تاکانو و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از روش‌های ژنتیک مولکولی، به این نتیجه رسیدند که *B. bigelowii* متعلق به راسته Isochrysidales و Cocolithals است. برخی خانواده *Braarudosphaera* را با بازه زمانی زمین‌شناسی طولانی از کرتاسه زیرین گزارش می‌کنند و *B. bigelowii* احتمالاً قدیمی‌ترین گونه در نانوپلانکتون‌های آهکی زنده است. این گروه از نانوفسیل‌ها در مقایسه پالئوکلژیکی بسیار مفید است و در جایی که تنوع نانوفسیلی کم است به وفور یافت می‌شود (بون و همکاران، ۲۰۰۴). با وجود اهمیت نانوفسیل مذکور به منزله شاخص پالئوکلژیکی، اطلاعات خیلی کمی در مورد زندگی آن وجود دارد، زیرا تاکنون کشت آن‌ها در محیط آزمایشگاهی موفق نبوده و اکولوژی نمونه‌های زنده این گونه تنها بر مبنای توزیع جمعیت‌های فسیلی و زنده قابل بحث است.

گونه *B. bigelowii* زنده به نوبه خود در آب‌های با شوری پایین یافت می‌شود (گرن و برارود، ۱۹۳۵؛ هاگینو و همکاران، ۲۰۰۵)، اما در آب‌های پلاژیک شور حضور ندارد (اوکادا و هونجو، ۱۹۷۳). توزیع جغرافیایی فسیل *Braarudosphaera* نیز در رخساره‌های رسوبی نزدیک ساحل در سرتاسر سنوزویک دیده شده است، از این‌رو، *Braarudosphaera* ساکن محیط‌های با شوری پایین است (مارتینی، ۱۹۶۷؛ تاکایاما، ۱۹۷۲؛ بوکری، ۱۹۷۴). حضور فراوان *Braarudosphaera* زنده و فسیلی غالباً در مجموعه‌های ساحلی و آب‌های با شوری پایین (پالئو-آلمپای و همکاران، ۱۹۹۹) و در محیط‌های با ورود مواد آواری (ساوانیکا، ۱۹۹۹) و یوتروفیک (کنها و شیمابوکورو، ۱۹۹۷) گزارش شده است. وابستگی این گونه به آب‌های هیپرسالین در جایی به خوبی اثبات شده که میانگین شوری آب‌های سطحی ۱۷ تا ۱۸ در هزار است. همچنین، این گونه در آب‌های با شوری بالای دریای سرخ دیده نشده است (بوکری، ۱۹۷۴). بیشتر گونه‌های نانوپلانکتونی آب‌های دریایی با شوری نرمال را برای زندگی ترجیح می‌دهد، بنابراین فراوانی و تنوع آن‌ها در آب‌های ساحلی کمتر است. همچنین، بر اساس مطالعات بوکری (۱۹۷۴) در دریای سیاه، این گونه با میزان فراوانی کم در شوری ۱۷ تا ۱۸ در هزار گزارش شده است. بر اساس مطالعات ژانگ و سیسر (۱۹۸۶) در شرق دریای چین، فراوانی این گونه نادر است.

در مطالعات کنونی، فراوانی نسبی گونه *B. bigelowii* در رسوبات سطحی خلیج فارس، شرق تنگه هرمز و دریای عمان (سیریک) مطالعه شده است. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که فراوانی گونه *B. bigelowii* در قسمت‌های غربی حوضه خلیج فارس بیشتر و در قسمت‌های مرکزی کاهش می‌یابد. سپس، در قسمت‌های شرقی حوضه، نزدیک به تنگه هرمز افزایش می‌یابد. در شرق تنگه هرمز و دریای عمان مقدار این گونه به شدت کاهش می‌یابد (شکل ۴).



شکل ۴. پراکندگی گونه *B. bigelowii* در نمونه‌های خلیج فارس، شرق تنگه هرمز و دریای عمان (سیریک)

در بررسی گونه *B. bigelowii* و شمارش این گونه در نمونه‌های مورد مطالعه، مشاهده شد که فراوانی نسبی این گونه در قسمت غربی نسبتاً بیشتر است. با توجه به اینکه گونه *B. bigelowii* متعلق به آب‌هایی با شوری پایین و نواحی ساحلی است، می‌توان نتیجه گرفت که حضور نسبتاً بیشتر این گونه در قسمت‌های غربی و در سواحل ایران احتمالاً به دلیل ورود آب‌های شیرین و مواد آواری از رودخانه‌های غربی (کارون، دجله و فرات) است که باعث کاهش شوری در بخش غربی شده است. در قسمت مرکزی حوضه، واردات آب‌های شیرین و مواد آواری تقریباً صفر است و تبخیر نسبتاً بالاست. به همین دلیل در این قسمت از فراوانی این گونه کاسته شده است، سپس در نزدیکی تنگه هرمز با تشکیل جریاناتی از دریای عمان به داخل خلیج فارس، تعداد این گونه کمی افزایش می‌یابد. در شرق تنگه هرمز و دریای عمان به دلیل ارتباط با دریای عرب و اقیانوس هند، مقدار شوری افزایش و فراوانی این گونه به شدت کاهش می‌یابد. ممکن است نبود این گونه در دریای عرب به دلیل شوری بالای این دریا باشد. به‌طور کلی، در حوضه مورد مطالعه، از خلیج فارس تا شرق تنگه هرمز، فراوانی گونه *B. bigelowii* نسبتاً پایین است و تنها در قسمت غربی و تا حدودی در غرب تنگه هرمز افزایش نسبی این گونه را مشاهده می‌کنیم که ممکن است به دلیل ورود آب‌های شیرین به این نواحی باشد زیرا انتقال آب شور از سمت دریای عمان بر اثر جریان‌های رو به بالای موجود باعث جابه‌جایی آب‌های با شوری کمتر به این قسمت شده است.

## منابع

- 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*. 38: 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*. 186: 505-526.
- 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*. 50: 5-22.
- Andruleit, H., Stager, S., Rogalla, U. and Cepek, P. (2003). Living coccolithophores in the northern Arabian Sea: ecological tolerances and environmental control. *Marine Micropaleontology*. 49: 157-181.
- Bown, P.R., Lees, J.A. and Young, J.R. (2004). *Calcareous nannoplankton evolution and diversity through time*. Thierstein, H.R., Young, J.R. (Eds.), Coccolithophores, Springer, London, 481-508.
- Bukry, D. (1974). Coccoliths as paleosalinity indicators - evidence from Black Sea. Degens E.T. and Ross D.A. (Eds.): *The Black Sea- Geology, Chemistry and Biology*. AAPG, *Memoir* 20, 352-363.
- Cunha, A.A.S. and Shimabukuro, S. (1997). Braarudosphaera blooms and anomalous enrichments of Nannoconus: evidence from the Turonian South Atlantic, Santos Basin, Brazil. *Journal Nannoplankton Research*, 19 (1), 51-55.
- Deflandre, G. (1974). *Braarudosphaera* nov. gen., type d'une famille nouvelle de Coccolithophorides actuels a elements composites. C. R. Hebd. *Séances Academic Science*, Paris 225, 439-441.
- Gran, H.H. and Braarud, T. (1935). A quantitative study of the phytoplankton in the Bay of Fundy and the Gulf of Marine (including observations on hydrography, chemistry and turbidity). *Journal Biological*. Board Can. 1: 279-467.
- Hadavi, F. (2011). Calcareous nannoplankton of the Persian Gulf. *Journal of the oceanography*. 2(5).
- Hagino, K., Okada, H. and Matsuka, H. (2005). Coccolithophore assemblages and morphotypes of *Emiliania huxleyi* in the boundary zone between the cold Oyashio and warm Kuroshio currents off the coast of Japan. *Marine Micropaleontology*. 55, 19-47.
- Kassler, P. (1973). *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*, Springer, New York, 11-32.
- Kinkel, H., Baumann, K.H. and Cepek, M. (2000). Coccolithophores in the equatorial Atlantic Ocean: response to seasonal and Late Quaternary surface water variability. *Marine Micropaleontology*. 39, 87-112.
- Martini, E. (1967). Nannoplankton und Umlagerungserscheinungen im Persischen Golf und im nördlichen Arabischen Meer. N. Jb. *Geology Paläontology*. 10, 597-607.
- Martini, E. (1971). *Standard Tertiary and Quarternary calcareous nannoplankton zonation*. Farinacci, A. (Ed.), *Proceedings of the II Planctonic Conference, Roma, 1970*. (Ed.). Technoscienza, 739-785.
- Okada, H. and Honjo, S. (1973). The distribution of oceanic coccolithophorida in the Pacific. *Deep-Sea Research*, 20, 355-374.
- Paleo-Alampay, A.M., Mead, G.A., and Wei, W. (1999). Unusual Oligocene *Braarudosphaera*-rich layers of the South Atlantic and their palaeoceanographic implications. *Journal Nannoplankton Research*. 21 (1), 17-26.
- Pouresmaeil, A., Hadavi, F. and Lak, R. (2012). Calcareous nannofossils in Holocene surface sediments of the Persian Gulf. *Journal of the Persian Gulf*. 3(8), 35-48.
- Pouresmaeil, A., Hadavi, F. and Lak, R. (2013). Calcareous nannoplankton in Holocene sediments of the Persian Gulf. (Shahid Rajaei Port). *Geosciences scientific Quarterly Journal*. 22(88), 111-120.
- Svábenická, L. (1999). Braarudosphaera-rich sediments in the Turonian of the Bohemian Cretaceous Basin, Czech Republic. *Cretaceous Research*. 20, 773-782.
- Takano, T., Tian, G.F., Peng, W., Lou, N., Libionka, W. and Han, X. (2006). Astrocyte-mediated control of creball blood flow. *Nat Neurosci*, 2 (2): 260-267.
- Takayama, T. (1972). A note on the distribution of *Braarudosphaera bigelowi* (Gran and Braarud) Deflandre in the



- bottom sediments of Sendai Bay, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.* 87, 429-435.
- Uchupi, E., Swift, S.A. and Ross, D.A. (2002). Morphology and Late Quaternary sedimentation in the Gulf of Oman basin, *Marine Geophysical Researches*, 23 (2), 185-208.
- Zhang, J. and Siesser (1986). Calcareous nannoplankton in continental shelf sediments, East China Sea. *Marine Micropaleontology*. 32: 271-281.