فراوانی روزنبران کف‌زی در توالی رسوبی خلیج گرگان، شمال ایران

پریسا حبیبی[1*]، سیداحمد بابازاده[2]، حمید علیزاده کتک لاهیجانی[3]، هدیه عباسیان[4]

۱- کارشناس پژوهشی گروه علوم غیرزیستی پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: phabibi@inio.ac.ir

۲- دانشیار و عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: seyedbabazadeh@yahoo.com

۳- دانشیار و عضو هیات علمی گروه علوم غیرزیستی پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: lahijani@inio.ac.ir

۴- کارشناسی ارشد رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی دانشگاه تهران، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: hediehabasian@gmail.com

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱/۸

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

چکیده

فراوانی روزنبران کف‌زی در طول یک مغزه رسوبی به طول ۱/۳۶ متری که از عمق ۳/۸ متری خلیج گرگان در جنوب دریای خزر در اردیبهشت‌ماه ۹۰ برداشت شد و با استفاده از شاخص‌های رسوب‌شناسی و فسیل‌شناسی مطالعه گردید. مطالعات رسوب‌شناسی نشان می‌دهد که رسوبات این مغزه از نظر دانه‌بندی در محدوده ماسه‌ی سیلتی قرار دارد. مقدار متوسط ماده آلی ۶/۷٪ و کربنات کلسیم ۲۴/۵٪ است. در مجموع در این مغزه شش گونه از روزنبران کف‌زی، شناسایی، شمارش و نمودار فراوانی آن به‌دست آمد. این مجموعه جانوری شامل *Ammonia beccarii*، *Elphidium littoralle* *capsicum*، *Elphidium shochinae*، *Elphidiella brotzkajae*، *Discorbis aguajoi*، *Cornuspira* sp. است و از نوع یوری‌هالین هستند. داده‌های روزنبران کف‌زی نشان‌دهنده تنوع گونه‌ای کم و فراوانی بالا در این منطقه است. نوسانات شوری، میزان مواد مغذی و همچنین نوسان تراز آب از فاکتورهای مهم کنترل‌کننده فراوانی و پراکنش روزنبران کف‌زی در خلیج گرگان هستند.

کلمات کلیدی: *روزنبران کف‌زی، فراوانی، تنوع زیستی، خلیج گرگان.*

۱. مقدمه

اگرچه روزنبران گروهی از زیستمندان هستند که معمولا در محیط‌های دریایی وجود دارند، ولی تعدادی از آن‌ها در طی دهه‌های اخیر در دریاچه‌ها افزایش پیدا کرده‌اند. اخیراً مطالعات روزنبران فسیل و عهد حاضر در دریاچه‌های داخلی، تالاب‌ها و رودخانه‌ها به سرعت رو به افزایش است (Patterson et al., 1990; Levy et al., 1995).

De Dekke و Cann (۱۹۸۱) پنج گونه از روزنبران زنده شامل *Ammonia beccareii*، *Elphidium* sp. و *Trochammina* sp. را در

Archive of SID

www.SID.ir

دریاچه‌های شور شمال استرالیا (Athalassic saline lakes) توصیف کردند.

Anado'n (۱۹۸۹) در اروپا مجموعه‌ای جانوری از روزنبران غیردریایی مربوط به نهشته‌های چندین حوضه دریاچه‌ای در Iberian Peninsula اسپانیا مربوط به ترشیاری و کواترنری کشف کرد. همچنین مطالعاتی نیز از وجود روزنبران در چاه‌های آب کاراکوم ترکمنستان (Brodsky, 1928)، در دریاچه Balpash-Sor قزاقستان (Schmalhausen, 1950)، در دریای سیاه (Kaminski et al., 2002; Yanko and Troitskaya, 1987) و در دریاهای خزر و آرال (Boltovskoy and Wright, 1976; Riedel et al., 2010) انجام شده است. بیشتر این سواپق به مجموعه جانوری باقیمانده از پاراتتیس ارتباط دارد (Le´vy et al., 1995).

دریای خزر بزرگترین دریاچه در دنیا است که بیش از ۱۳۰ رودخانه بزرگ و کوچک به آن می‌ریزد. شوری آب دریای خزر در ناحیه جنوبی و میانی آن تقریبا ثابت و برابر ۱۳ گرم بر لیتر (Parr et al., 2007) است. بیشترین میزان اکسیژن محلول در نواحی کم‌عمق ساحلی و نواحی دلتایی بوده و این مقدار در آب‌های سطحی خزر جنوبی ۶-۵ میلی‌لیتر بر لیتر (Terziev, 1992) است. بیشتر مواد مغذی در دریای خزر از طریق آب رودخانه‌ای وارد دریا می‌شود و بخش کمی از مواد مغذی از طریق آب زیرزمینی، اتمسفر و از طریق تجزیه مواد آلی وارد می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۳). مناطق کم‌عمق ساحلی، نواحی دلتایی و نواحی متأثر از فعالیت‌های انسانی (فاضلاب‌های ناشی از شهرها، روستاها و مزارع) دارای بیشترین تمرکز مواد مغذی هستند.

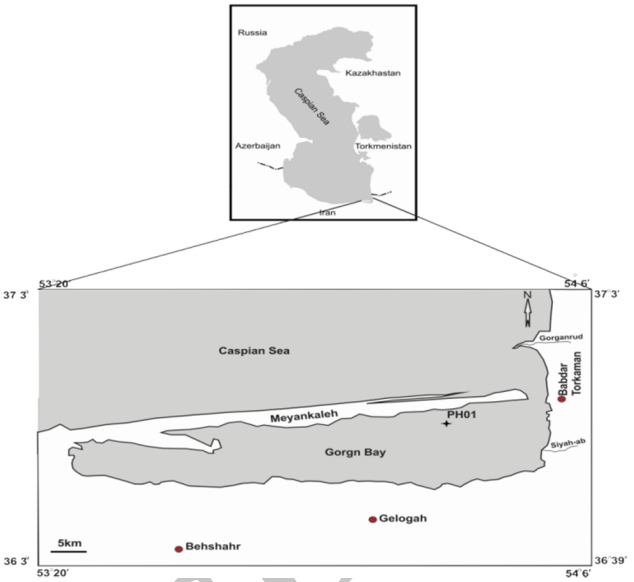
ارتباط آبی دریای خزر در می‌سی‌نین (Missinian) با دریاهای دیگر قطع گردید (Jones and Simmons, 1996; Reynolds et al., 1996) و در ۱/۸ میلیون سال قبل، مجموعه جانوری بومی جدید از تعداد کمی از گونه‌های دریایی، رشد پیدا کردند (Marret et al., 2004; Karpinsky, 2005). تراز آب دریای خزر تا پلیوسن مطابق با روند کلی تراز آب‌های آزاد بوده است (Reynolds et al., 1996)، اما پس از این دوره با جدا شدن از دریاهای آزاد روند مستقلی به خود گرفت. تراز آب حوضه‌های آبی عامل مهمی در روند فعالیت‌های طبیعی آن‌ها به‌شمار می‌آید. امروزه مطالعات فراوانی از اثر نوسان تراز آب خزر بر روی فعالیت‌های زیستی توسط (Kakroodi et al., 2012; Leroy et al., 2007; Boomer et al., 2005) انجام شده است. جانداران حوضه‌ی خزر معرف محیط‌های آب شیرین و لب شور هستند (علیزاده، ۱۳۸۳). از بین زیستمندان دیرینه‌ی خزر، روزنبران حضور قابل توجهی در توالی‌های رسوبی دارند. روزنبران کف‌زی مهمترین گروه از اجتماعات کفزی دریایی به‌شمار می‌آیند و نقش باارزشی در بازسازی محیط دیرینه دارند (Schroder et al., 2008). همچنین برای ارزیابی تغییرات محیطی در محیط‌های دریای بسیار مفید هستند (Alve, 1995; Culver and Buzas, 1995). مجموعه جانوری روزنبران در محیط‌های غیردریایی با تنوع گونه‌ای کم شناسایی می‌شوند (Cann and De Deckker, 1981). هدف از مطالعه تنوع روزنبران و تلفیق آن با ویژگی‌های رسوبی، اظهار نظر در مورد شرایط محیطی را فراهم می‌سازند. در این مقاله با استفاده از نمونه‌برداری مغزه از رسوبات خلیج گرگان (واقع در جنوب شرقی دریای خزر) و آزمایش‌های رسوب‌شناسی و فسیل-شناسی، شواهد جدیدی از روزنبران و فراوانی آن‌ها در یک توالی رسوبی معرفی و ارائه می‌گردد.

۲. موقعیت منطقه

خلیج گرگان حوضه نیمه‌بسته‌ای در بخش جنوب شرقی دریای خزر است که محل اصلی اتصال آن به دریا از طرف شرق است. این خلیج در دوره یخبندان کوچک (Little Ice Age) تشکیل شده است (Kakroodi et al., In press) و شبه جزیره میانکاله، آن را از دریای خزر جدا می‌کند (شکل ۱). مساحت خلیج گرگان ۴۰۰ کیلومتر مربع، طول خلیج گرگان ۶۰ کیلومتر، عرض آن ۱۲ کیلومتر و ژرفای آن بسته به نوسان تراز آب، بین ۶-۴ متر متغیر است. اکوسیستم خلیج گرگان متأثر از ورود آب دریای خزر و آب شیرین رودخانه‌های حوضه‌ی آبریز خلیج گرگان است. در این حوضه آبریز دو رودخانه گرگان و سیاه‌آب (قره‌سو) زهکش اصلی به‌حساب می‌آیند. رودخانه گرگان در بخش خاوری و میانی و سیاه‌آب در بخش جنوب باختری این حوضه واقع است. هم‌اکنون اتصال آبی خلیج گرگان با دریای خزر از طریق دهانه‌ی حد فاصل آشوراده با سرزمین اصلی و همچنین کانال خوزینی، که میانکاله را قطع می‌کند، برقرار است. اما این ارتباط به‌گونه‌ای نیست که خلیج گرگان انرژی امواج دریای خزر را دریافت کند، بنابراین خلیج گرگان از این نظر بیشتر متأثر از فرایندهای داخل حوضه است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه و موقعیت مغزه (PH01)

۳. روش‌های مطالعه

به‌منظور بررسی رسوبات خلیج گرگان در منطقه‌ی مورد مطالعه، یک مغزه‌ی رسوبی، در تاریخ ۹۰/۲/۵ به طول ۱۳۶ سانتی‌متر تهیه شد. موقعیت جغرافیایی این مغزه ″۵۲/۷ ′۵۱ °۳۶ شمالی ″۲۰/۱ ′۵۴ °۵۳ شرقی در عمق ۳/۸ متری در داخل خلیج گرگان و در عمیق‌ترین قسمت خلیج گرگان برداشت گردید. برای انجام آزمایش‌های رسوب‌شناسی، در مجموع ۳۴ نمونه از مغزه تهیه گردید و آنالیزهای رسوب‌شناسی شامل دانه‌بندی، اندازه‌گیری میزان کربنات کلسیم و میزان ماده آلی مورد مطالعه قرار گرفتند. برای سنجش میزان ماده آلی و کربنات کلسیم از روش سوزاندن در کوره استفاده شد (Heiri et al., 2001). تحلیل دانه‌بندی به‌وسیله‌ی دستگاه دانه‌بندی لیزری مدل LA 950 شرکت Horiba انجام شد. برای مطالعات میکروسکوپی ۱۸ نمونه با فواصل ۸ سانتی‌متری مغزه انتخاب و به مقدار ۱۰ گرم نمونه خشک از نمونه‌ها جدا شده و میزان معینی آب اکسیژنه ۴ درصد به نمونه‌ها اضافه گردید. بعد از ۱۰ ساعت نمونه‌ها توسط الک‌های شماره ۶۳، ۱۲۵ و ۲۵۰ میکرون شسته شدند. سپس با استفاده از استریومیکروسکوپ مدل Stemi SV11 شرکت زایس آلمان نمونه‌ها در داخل سینی میکروفسیل ریخته شده و با استفاده از قلم موی شماره ۵ صفر تمامی روزنبران آن جدا گردیدند. برای نمونه‌هایی که مقدار آن‌ها زیاد بوده برحسب مقدار به ۴، ۶ یا ۸ قسمت مساوی تقسیم گردید و روزنبران یک قسمت از آن جدا گردیده و جنس و گونه‌های مختلف آن شناسایی و شمارش گردید. سپس عدد بدست آمده در مضربی از ۴، ۶ و یا ۸ ضرب گردید. برای شناسایی و مطالعه دقیق‌تر روزنبران با از استفاده از میکروسکوپ الکترونی مدل VEGA\\TESCAN-LMU موجود در مرکز پژوهش متالوژی رازی از آن‌ها تصاویر SEM تهیه گردید.

۴. نتایج

۴-۱. رسوب‌شناسی

رنگ رسوبات مغزه PH01 خاکستری تیره بوده و ۵۰ سانتی‌متری بالای مغزه به رنگ سبز زیتونی است. درصد ماسه در این مغزه بین ۴۵ تا ۸۵ درصد متغیر بوده و درصد سیلت آن در محدوده ۱۵ تا ۵۰ درصد قرار دارد. درصد رس این مغزه ناچیز و کمتر از ۳٪ است. با توجه به اندازه ذرات، رسوبات این مغزه در محدوده ماسه‌ی سیلتی قرار دارد. در طول این مغزه خرده‌های فسیلی، صدف دوکفه‌ای‌های به هم چسبیده، شکم پایان و پوسته استراکدا به وفور وجود دارد. میزان ماده آلی در این مغزه بین ۳/۵ درصد (در فاصله ۱۱۲ تا ۱۱۶ سانتی‌متری) تا ۳۱ درصد (در فاصله ۸۴ تا ۸۸ سانتی‌متری) تغییر می‌کند. میزان ماده آلی در توالی این مغزه در فواصل بین ۷۲ تا۷۶ سانتی‌متری و ۸۴ تا ۸۸ سانتی‌متری دارای بیشترین مقدار است، البته به جز این دو افق، در بقیه فواصل مغزه، تغییرات ماده آلی بین ۳/۵ تا ۷/۲۵ درصد بوده و تقریبا یکنواخت است. تغییرات کربنات کلسیم نیز در محدوده ۱/۰۲ تا ۴۱/۸۲ درصد قرار دارد و تغییرات کربنات کلسیم در طول مغزه قابل توجه است. با توجه به اینکه میزان خرده‌های فسیلی در این مغزه‌ها به مقدار فراوانی وجود دارد، بنابراین بخشی از کربنات کلسیم در این مغزه‌ها می‌تواند آواری باشد (نمودار ۳).

۴-۱. فسیل‌شناسی

۴-۱-۱. رده‌بندی

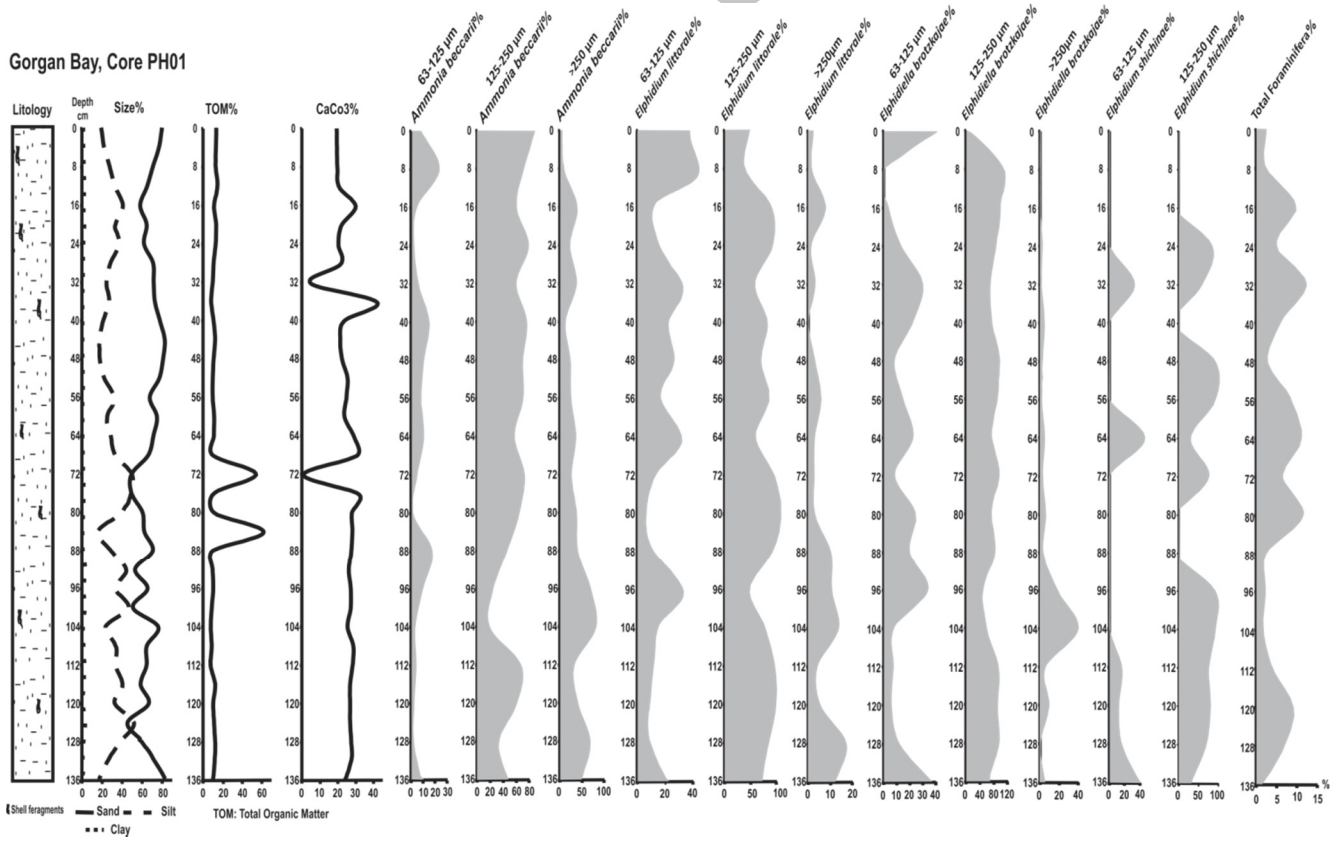
رده‌بندی روزنبران کف‌زی خلیج گرگان بر اساس کتاب اطلس بی‌مهرگان دریای خزر، (Brishtein et al., 1986; Loeblich and Tappan, 1953) ارایه شده است. در جدول ۱ رده‌بندی گونه‌های شناسایی شده در خلیج گرگان ارائه شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱: رده‌بندی گونه‌های شناسایی شده در خلیج گرگان

رده	خانواده	جنس	گونه
ROTALIDA	Rotaliidae	*Ammonia* Brunnich, 1772	*Ammonia beccarii* Stschedrina,1968
	Elphidiidae	*Elphidium* de Montfort, 1808	*Elphidium littorale caspicum* (Mayer, 1968) =*Cribroelphidium littorale capsicum* (Mayer, 1968)
			Elphidium shochinae (Mayer, 1968) =*Cribroelphidium shochinae* (Mayer, 1968)
		Elphidiella Cushman, 1936	*Elphidiella brotzkajae* Mayer, 1968
	Discorbidae	*Discorbis* Lamark, 1804	*Discorbis aguajoi* Bermúdez, 1935= *Trichochyalus aguajoi* (Bermúdez)= *Discorbis instans Mayer*, 1965
MILIOLIDA	Cornuspiridae	*Cornuspira* Schultze, 1854	*Cornuspira* sp.

از نتایج حاصل از مطالعات میکروسکوپی فسیل‌های روزنبران کف‌زی در توالی رسوبی این مغزه، ۴ خانواده، ۵ جنس و ۶ گونه از روزنبرانی کف‌زی مشاهده شد و گونه‌های *Ammonia beccarii*، *Elphidium littorale caspicum*، *Elphidiella brotzkajae*، *Elphidium shochinae*، *Discorbis aguajoi* و *Cornuspira* sp. شناسایی، شمارش و نمودارهای فراوانی آن‌ها در طول مغزه تهیه گردیده است (نمودار ۲، شکل ۲ و جدول ۲). در توالی این مغزه فراوانی گونه‌ها به ترتیب در الک شماره ۱۲۵، ۲۵۰ و ۶۳ میکرون است. گونه *Ammonia beccarii* به‌عنوان فراوان‌ترین گونه در تمام طول مغزه و در هر سه الک مشاهده می‌گردد. بیشترین فراوانی این گونه در الک شماره ۱۲۵ میکرون و در فواصل ۳۲ و ۸۰ سانتی‌متری مغزه وجود دارد. فراوانی گونه *Elphidium littorale* به ترتیب در الک شماره ۱۲۵، ۶۳ و ۲۵۰ میکرون است. بیشترین فراوانی در الک شماره ۱۲۵ و به‌ترتیب در فواصل ۸۰، ۱۶ و ۱۲۰ سانتی‌متری طول مغزه است. گونه *Elphidiella brotzkajae* نیز بعد از دو گونه دیگر، فراوانی آن بیشتر در الک شماره ۱۲۵ و به‌ترتیب در فواصل ۶۴، ۱۲۰ و ۵۶ سانتی‌متری طول مغزه است. گونه *Elphidium shochinae* فراوانی کمتری نسبت به گونه‌های *Elphidium littorale* و *Elphidiella brotzkajae* که از یک خانواده هستند، دارد. فراوانی این گونه نیز به ترتیب در الک‌های شماره ۱۲۵، ۶۳ و ۲۵۰ میکرون است.



نمودار ۲: تحلیل رسوب‌شناسی و فسیل‌شناسی روزنبران کف‌زی در مغزه PH01

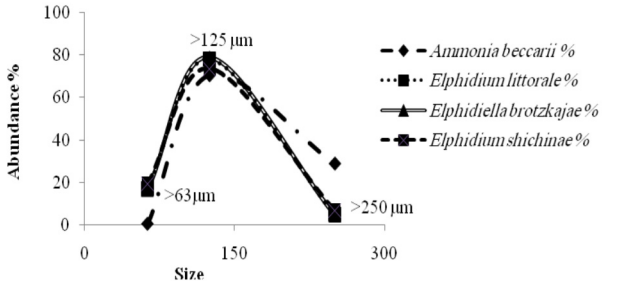
www.SID.ir

جدول ۲: اطلاعات گونه‌های روزنبران کف‌زی در مغزه PH01

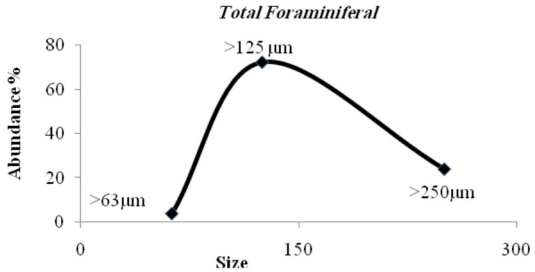
		>250µm						>125 µm					>63 µm						
Depth (cm)	Dry sample weight (g)	*Ammonia beccarii*	*Elphidium littorale*	*Elphidiella brotzkajae*	*Elphidium shichinae*	*Discorbis aguayoi*	Total >250µm	*Ammonia beccarii*	*Elphidium littorale*	*Elphidiella brotzkajae*	*Elphidium shichinae*	Total >125 µm	*Ammonia beccarii*	*Elphidium littorale*	*Elphidiella brotzkajae*	*Elphidium shichinae*	*cornuspira*	Total >63 µm	Total counted foraminifera
0-4	10	71	13				84	3024	311			3335	250	300	2			552	3971
8-12	10	180	12				192	2128	340	4		2472	682	440				1122	3786
16-20	10	5250	240				5490	8740	2560	220		11520	553	329	7	7		896	17906
24-28	10	1420	9	16	4	1	1450	5616	650	676	50	6992	120	120	100			340	8782
32-36	10	7070	20	20			7110	12200	380	1100	20	13700	1130	260	470	10		1870	22680
40-44	10	840		75			915	6615	297	1323		8235	1245	95	395			1735	10885
48-52	10	670	10	20			700	2288	224	912	8	3432	321	102	80			503	4635
56-60	10	2950	40	20			3010	9270	550	1400	20	11240	996	112	240			1348	15598
64-68	10	5190	60	120	4		5374	8940	1280	1960	10	12190	1530	840	594	12	2	2982	20546
72-76	10	2325	30	15	2		2372	7170	990	550	10	8720	415	136	50			601	11693
80-84	10	6430	80	8			6518	11860	2640	100		14600	126	36	34			196	21314
88-92	10	1005	95	11			1111	1203	777	267		2247	447	59	67			573	3931
96-100	10	1765	50	80			1895	640	236	212	4	1092	234	189	148			571	3558
104-108	10	1556	56	96			1708	372	298	130	4	804	50	58	18			126	2638
112-116	10	1512	48	36			1596	3450	1056	606	36	5148	169	113	49	7		338	7082
120-124	10	4760	120	180			5060	7488	1950	1720	28	11186	180	142	112	4		438	16684
128-132	10	7025	225		12		7262	3512	1024	232	131	4899	138	68	30	28		264	12425
132-136	10	738	35	5	12		790	765	192	60	22	1039	125	64	37	23		249	2078

در این مغزه در الک شماره ۶۳ میکرون گونه *Cornuspira* sp.، به تعداد ۲ عدد در فاصله ۶۴ سانتی‌متری این مغزه وجود دارد.

از گونه *Discorbis aguajoi* به تعداد یک عدد در فاصله ۲۴ سانتی‌متری طول مغزه طول مغزه مشاهده گردید. در مجموع بیشترین فراوانی روزنبران در فاصله ۳۲، ۶۴ تا ۸۰ سانتی‌متری مغزه است (نمودارهای ۲، ۳ و ۴).



نمودار ۳: درصد فراوانی گونه‌های *Ammonia beccarii*، *Elphidium littorale*، *Elphidiella brotzkajae* و *Elphidium shichinae* در سه الک با اندازه‌های ۶۳، ۱۲۵ و ۲۵۰ میکرون



نمودار ۴: درصد فراوانی کل روزنبران کف‌زی در سه الک با اندازه‌های ۶۳، ۱۲۵ و ۲۵۰ میکرون

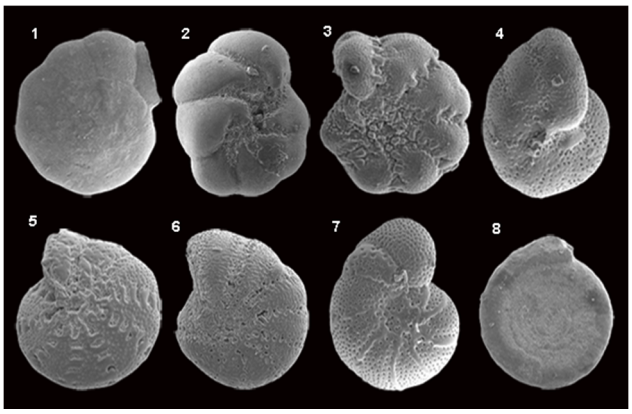
۵. بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱. رسوب‌شناسی

اندازه رسوبات خلیج گرگان در محدوده‌ی ماسه‌ای سیلتی قرار دارد. نتایج حاصل از سن‌سنجی 210Pb رسوبات خلیج گرگان توسط Karbasi و همکاران (۲۰۰۴) نشان می‌دهد که نرخ

www.SID.ir

رسوب‌گذاری در منطقه برابر با ۱/۴ میلی‌متر در سال است. بر این اساس با توجه به نزدیک بودن این مغزه با مغزه برداشت شده PH01 در این مطالعه، سن مغزه متعلق به محدوده زمانی کوتاه (حدود ۹۷۰ سال) مربوط به (اشکوب نئوکاسپین بالایی) است. به‌طور کلی ترکیبات ماده آلی از مواد زیستی دریایی تشکیل شده است که از سه منبع تامین می‌گردند: ۱- گیاهان کف‌زی کرانه‌های ساحلی، ۲- فیتوپلانکتون‌ها ۳- تولیدات رودخانه‌ای (Newman Hedges and Parker, Rice and Rhoads, 1989; et al., 1973 ;1993)، با این حال میزان ماده آلی موجود در رسوبات برداشت شده از خلیج گرگان در این مطالعه، بین ۱/۲۵ تا ۳۱ درصد تغییر می‌کند. این تغییرات می‌تواند ناشی از حمل مواد از رودخانه‌های کوچک در جنوب و غرب خلیج گرگان باشد که به‌طور عمده به‌صورت زهکش زمین‌های کشاورزی عمل می‌کنند. از این رو ورود مواد آلی به خلیج گرگان از طریق رودخانه‌ها، از طریق رشد گیاهان در سواحل باتلاقی خلیج، ورود فاضلاب‌ها به درون حوضه و رشد فیتوپلانکتون‌ها افزایش می‌یابد. از سوی دیگر سامانه‌ی نیمه بسته‌ی خلیج گرگان سبب کاهش سرعت تجزیه ماده آلی نسبت به دریای خزر می‌شود. بنابراین فرآیندهای فوق‌الذکر سبب افزایش درصد مواد آلی در داخل حوضه خلیج گرگان می‌گردد. کربنات کلسیم موجود در نمونه‌ها بین ۱/۰۲ تا ۴۱/۸۲ درصد است که میزان بالایی را نشان می‌دهد. بخش عمده‌ی رسوبات کربناته از فرسایش حوضه‌ی آبریز خلیج گرگان تامین می‌گردد. علاوه براین، مطالعه پوسته‌های موجود در رسوبات منطقه، حاکی از وجود پوسته‌ها و صدف‌هایی از رده دوکفه‌ای‌ها، شکم‌پایان، استراکودها، کاروفیت‌ها و روزنبران است. خرد شدن این پوسته‌ها که از جنس کربنات کلسیم است (لاهیجانی و همکاران، ۱۳۸۹)، از عوامل دیگری است که مقداری از کربنات کلسیم موجود در منطقه را تامین می‌کند. به‌طور کلی ترکیب مواد متشکله رسوبات خلیج گرگان عمدتا مواد کربناته، مواد آلی، خرده-های فسیلی (صدف روزنبران، دوکفه‌ای‌ها، شکم‌پایان، استروکدا و کاروفیت) و اجزای رسوبی با منشا بیرون حوضه‌ای (آواری) است که توسط رودخانه‌های منتهی به خلیج گرگان حمل و به حوضه آورده می‌شوند. بخش اصلی این رسوبات حاصل فرسایش حوضه‌ی آبریز و انتقال آن‌ها به خلیج گرگان است. اما بخش عمده‌ی موادآلی و بخش کمی از کربنات کلسیم حاصل فعالیت‌های داخل حوضه است. براساس (نمودارهای ۲ و ۵) مقایسه منحنی نوسان تراز آب با تغییرات کربنات کلسیم و ماده آلی، به‌دلیل کم عمق بودن خلیج گرگان، نوسان تراز آب اثر مستقیمی بر تغییرات کربنات کلسیم و ماده آلی در این حوضه ندارد.



شکل ۲: تصاویر SEM از گونه‌های شناسایی شده در مغزه PH01

1) *Ammonia beccarii* (Stschedrina,1968) dorsal, depth (32-36 cm), x 254.

2) *Ammonia beccarii* (Stschedrina,1968) umbilical, depth (32-36 cm), x335.

3) *Elphidium shochinae* (Mayer, 1968), depth (72-76 cm), x355.

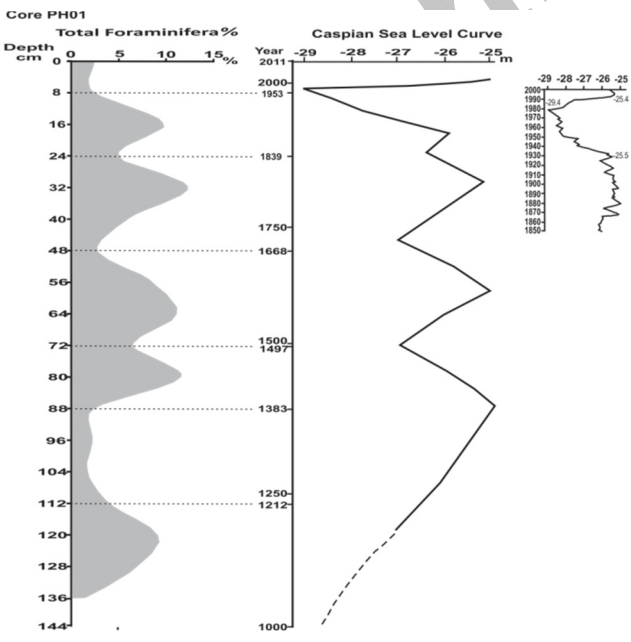
4) *Elphidiella brotzkajae* (Mayer, 1968), depth (104-108 cm), x347.

5) *Elphidium littorale caspicum* (Mayer, 1968), depth (16-20 cm), x308.

6) *Elphidium littorale caspicum* (Mayer, 1968), depth (128-132 cm), x392.

7) *Discorbis aguajoi* (Bermúdez, 1935) umbilical, depth (24-28 cm), x308.

8) *Cornuspira* sp., core PH01, depth (64-68 cm), x162.



نمودار ۵: نمودار فراوانی روزنبران و منحنی نوسان تراز آب دریای خزر (Rychagov, 1977, 1997)

www.SID.ir

۵-۲. فسیل‌شناسی

مطالعات و بررسی بر روی روزنبران خلیج گرگان نشان می‌دهد که به‌طور کلی در این منطقه تنوع گونه‌ای کم ولی تعداد افراد گونه‌ها بی‌شمار است. این شرایط شاخص محیط‌های حاشیه ساحلی یعنی محیط‌های خلیج دهانه‌ای، تالاب‌ها و محیط‌های نیمه بسته (مانند خلیج) است که با شوری غیرعادی و بی‌ثبات مشخص می‌شوند. در این‌گونه محیط‌ها به‌دلیل پایین بودن شوری همه روزنبران نمی‌توانند با محیط سازگاری پیدا کنند (Sen Gupta, 1999) و فقط گونه‌های کمی توانایی سازگاری با محیط‌های شیرین و لب شور را دارند. تاکسای خلیج گرگان شامل *Ammonia beccarii* به‌عنوان گونه غالب و گونه‌های *littorale*، *caspicum*، *Elphidiella brotzkajae*، *Elphidium shochinae* و *Discorbis aguajoi* به‌عنوان گونه‌های همراه است و *Cornuspira* sp. به تعداد ۲ عدد به عنوان گونه نادر در تاکسای خلیج گرگان شناسایی گردید. این تاکسا معرف محیط کم‌عمق حاشیه ساحلی است که می‌توانند تغییرات محیطی زیادی را تحمل نمایند و تنوع زیستی کمی نسبت به سایر محیط‌ها دارند. گونه‌های روزنبران این منطقه از گونه‌های یوری‌هالین هستند و با توجه به شرایط محیطی این منطقه گونه‌های استنوهالین وجود ندارد. تنوع زیستی روزنبران در زیستگاه‌های محیط‌های نیمه بسته به چند فاکتور محیطی مانند شوری، درجه حرارت (به‌خصوص برای تولید مثل)، منبع مواد مغذی بستگی دارد (Perthuisot, 1995; Murry, 2006). همچنین عواملی دیگری مانند اندازه بوم-سازگان، ثبات و پایداری محیطی، خصوصیات شبکه غذایی، رقابت و غیره در تنوع زیستی روزنبران قابل توجه و بااهمیت است (Riedel et al., 2010). البته همیشه این داده‌ها به‌طور کامل قابل دسترسی نیستند.

ماده آلی نیز از فاکتورهای مهم برروی روزنبران کف‌زی در محیط‌های کم عمق است، که به طور غیر مستقیم بر روزنبران تاثیر دارد. در محیط‌های کم عمق و کرانه‌های ساحلی، تغییرات ماده آلی، تحت‌تاثیر فاضلاب‌ها و مواد غذایی که توسط رودخانه‌ها آورده می‌شود، قرار می‌گیرد. اما به‌دلیل مشکل بودن شناسایی تاثیر آن برروی روزنبران، به طور مستقم در مطالعات روزنبران اندازه‌گیری نمی‌شود (Sen Gupta, 2003). بنابراین در خلیج گرگان نیز به‌دلیل کم عمق بودن آن، میزان ماده آلی مستقیما برروی روزنبران تاثیر ندارد.

تولیدات اولیه مواد مغذی در دریاها از طریق گیاهان دریایی تامین می‌گردد و جلبک‌های میکروسکوپی (فیتوپلانکتون‌ها و میکروفیتوبنتوزها) نقش مهمی در تولید مواد مغذی دارند (Murry, 2006). تولیدات ثانویه بر اساس مصرف تولیدات اولیه توسط ارگانیسم‌های دیگری مانند گیاه‌خواران، گوشتخوارن، ریزه‌خواران و تجزیه کنندگان (باکتری‌ها، قارچ‌ها و غیره) (Murry, 2006) تامین می‌گردد. مواد غذایی به‌عنوان یک منبع محدود کننده اصلی، کنترل الگوهای توزیع روزنبران کف‌زی را به‌عهده داشته و نقش مهمی در توزیع گونه‌های مختلف روزنبران دارد. *Ammonia* و *Elphidium* از روزنبران گیاه‌خوار و محدود به محیط‌های نوری (Euphotic zone) هستند. بیشتر روزنبران مناطق ساحلی از دیاتومه‌های pennate و کلروفیت‌های کوچک تغذیه می‌کنند (Arnold, 1974; Anderson et al., 1991; Lee 1980). روزنبران با جلبک‌ها زندگی همزیستی دارد، بدین صورت که روزنبران برروی جلبک-ها زندگی می‌کنند. مواد مغذی در دریای خزر بیشتر از طریق آب رودخانه‌ای تامین می‌گردد (علیزاده، ۱۳۸۳). در خلیج گرگان علاوه بر آورد رودخانه‌ای، فعالیت‌های انسانی (ورود فاضلاب-های ناشی از شهرها، روستاها و مزارع به درون حوضه) نیز بر میزان مواد مغذی موثر است. همان‌طور که گفته شد فراوانی گونه‌ها در این حوضه زیاد است، همچنین درصد فراوانی گونه‌ها در الک شماره ۱۲۵ میکرون نسبت به الک‌های ۶۳ و ۲۵۰ میکرون بیشتر است (نمودارهای ۲ و ۳). این فراوانی می‌تواند نشان‌دهنده‌ی شرایط محیطی با مواد مغذی بالا باشد، که باعث می‌گردد تا گونه‌ها سیر تکاملی خود را به سرعت انجام داده و اندازه آن‌ها کوچک ولی از نظر تکاملی، متکامل باشند و دوره زندگی کوتاه داشته باشند. بدین‌صورت که سرعت رشد بالا، تکثیر بالا و مرگ و میر زیاد است. این موجودات از راهبرد r تبعیت می‌کنند (Hallock and Gelnn, 1986) (تعداد افراد زیاد ولی از نظر اندازه کوچک هستند تا بهترین آن‌ها در شرایط محیط به سن بلوغ برسند). اثرات تراز آب نیز از عوامل موثر بر روی فعالیت‌های زیستی همچون بوم‌شناسی ساحلی است. نوسان تراز آب در دریای خزر بیشترین تاثیر را بر روی فعالیت‌های زیستی در ناحیه ساحلی دارند (علیزاده، ۱۳۸۳). شرایط فیزیکی و شیمیایی آب دریای خزر باعث تغییر در فراوانی روزنبران می‌شود. تراز بالای آب خزر معمولا همراه با کاهش سرعت چرخه‌ی آب و به تبع آن با کاهش میزان اکسیژن محلول همراه است. از این رو در تراز بالا تولیدات زیستی کاهش یافته و در تراز پایین تولیدات

Archive of SID

www.SID.ir

زیستی افزایش می‌یابد (Terziev, 1996). براساس منحنی تراز آب در نمودار ۵ در فواصل ۸، ۲۴، ۷۲ و ۱۳۶ سانتی‌متری مغزه مورد مطالعه، افت تراز آب با کاهش فراوانی روزنبران مطابقت دارد. با توجه به شواهد موجود در این منطقه، ورودی آب رودخانه‌ای حوضه آبریز خلیج گرگان در تراز آب تاثیر می‌گذارد، که احتمالا کاهش ورودی آب و به‌دنبال آن میزان مواد مغذی باعث کم شدن فراوانی روزنبران در این مغزه شده است. اگرچه در فواصل ۸۸ تا ۱۱۲ سانتی‌متری مغزه فوق، کاهش قابل ملاحظه‌ای در فراوانی روزنبران مشاهده می‌شود، ولی اندازه روزنبران با ابعاد بزرگتر از ۲۵۰ میکرون افزایش یافته است. بزرگ شدن اندازه روزنبران می‌تواند برای جذب نور و مواد مغذی بیشتر باشد که ناشی از ایجاد شرایط سخت‌تر برای زندگی آن‌ها است (Babazadeh, 2004). بنابراین به‌نظر می‌رسد علاوه بر نوسان تراز آب و ورودی رودخانه‌ها، عوامل دیگری نیز در فراوانی روزنبران در خلیج گرگان موثر است که شناسایی آن‌ها نیاز به بررسی و تحقیقات بیشتری دارد. به‌طور کلی در این منطقه نوسان تراز آب، میزان مواد مغذی که توسط بادهای شرقی و جنوبی (Terziev, 1996) و رودخانه‌های حوضه آبریز خلیج گرگان به درون حوضه وارد می‌شود، از عوامل کنترل کننده پراکنش و فراوانی روزنبران کف‌زی در خلیج گرگان هستند.

در این مطالعه شواهدی از وجود روزنبران آهکی در محیط نیمه بسته‌ی خلیج گرگان ارائه شد. خلیج گرگان دارای محیط حد واسط است و از نظر دانه‌بندی در محدوده ماسه‌ای سیلتی قرار دارد. میزان کربنات کلسیم در حد متوسط بوده و مقدار ماده آلی در این حوضه تقریبا زیاد است. گونه‌های شناسایی‌شده در این منطقه شامل *Ammonia beccarii*، *Elphidium littorale*، *Elphidium caspicum*، *Elphidiella brotzkajae*، *Elphidium shochinae*، *Discorbis aguajoi* و *Cornuspira* sp. است که همراه با استراکدا، شکم‌پایان و دوکفه‌ای‌ها وجود دارند. در خلیج گرگان تنوع زیستی گونه‌های روزنبران کم و تعداد افراد گونه‌ها فراوان است. وجود مواد مغذی فراوان باعث فراوانی در افراد گونه‌ها شده و همچنین به‌علت تکامل سریع گونه‌ها، اندازه آن‌ها کوچکتر شده است. روزنبران این منطقه از نوع روزنبران یوری‌هالین هستند. مواد مغذی متأثر از عوامل انسانی و حمل شده توسط باد و رودخانه به درون حوضه و همچنین نوسان تراز آب از فاکتورهای مهم کنترل‌کننده فراوانی روزنبران در خلیج گرگان هستند.

۷. سپاسگزاری

بدین‌وسیله از پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی که کلیه حمایت‌های مالی و آزمایشگاهی این تحقیق را در قالب پایان نامه دانشجویی "پراکنش، تنوع زیستی و ریخت‌شناسی اجتماعات فرامینیفرای بنتیک در سواحل گلستان در طی هولوسن" فراهم آورده و نیز از همکاران گروه علوم غیرزیستی این پژوهشگاه که در مراحل نمونه‌برداری نهایت همکاری را نموده‌اند، تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع

بیرشتین، ی. الف.، ۱۳۷۹. اطلس بی‌مهرگان دریای خزر، تالیف لودمیلا دلیناد و فضه نظری، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران و مدیریت اطلاعات علمی و روابط بین‌الملل، ۶۱۰ صفحه.

قاسموف، ع.، ۱۹۲۹. اکولوژی دریای خزر، ترجمه ابوالقاسم شریعتی، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، صفحه ۲۷۲.

علیزاده، ح.، ۱۳۸۳. مقدمه‌ای بر ویژگی‌های دریای خزر، انتشارات نوربخش. تهران،۱۱۰ صفحه.

لاهیجانی، ح.، ۱۳۸۹. شاخص‌های رسوب‌شناختی و ژئوشیمیایی رسوبات خلیج گرگان، نشریه اقیانوس‌شناسی، ۱: ۵۵-۴۵.

وزیری، م.؛ داستانپور، م.؛ ناظری، و.، ۱۳۸۰. مبانی دیرینه‌شناسی بی‌مهرگان، ایکنوفسیل‌ها، گیاهان، انتشارات دانشگاه باهنر کرمان، ۳۵۳ صفحه.

Alve, E., 1995. Benthic foraminiferal response to estuarine pollution; a review. Journal of Foraminifera Research, 25: 190-203.

Anado'n. P., 1989. Los lagos salinos interiores (atala´ sicos) con faunas de afinidad marina del Cenozoico de la Penı´nsula Ibe´rica: Acta Geologica Hispanica, 24: 83–102.

Anado'n.P.; Siman-Tov, R.; Rosenfeld, A.; Debard, E., 1995. Occurrence and distribution of the foraminifer *Ammonia beccarii tepida* (Cushman) in water bodies, Recent and Quaternary of the Dead Sea rift, Marine Micropaleontology, 26(1–4): 153–159.

Anderson, O. R.; Lee, J. J.; Faber, W. W., 1991.

Archive of SID
www.SID.ir

sediments and glacial drift in the Canadian Shield in the region of Ottawa/Kingston to Georgian Bay, Ontario, Canada. Water, Air and Soil Pollution, 80: 1025-1029.

Culver, S.J.; Buzas, M.A., 1995. The effects of anthropogenic habitat disturbance, habitant destruction, and global warming on shallow marine benthic foraminifera. Journal of foraminifera Research, 25: 204-211.

Jones, R.W.; Simmons, M.D., 1996. A review of the stratigraphy of Eastern Paratethys (Oligocene-Holocene). Bulletin of the Natural History Museum. London Geology, 52 (1): 25-49.

Hallock, P.; Gelnn, D.C., 1986. Larger foraminifer: a tool for paleoenvironmental analysis for Cenozoic depositional carbonate facies. Palaios, 1:55–64.

Hedges, J.; Parker, P., 1976. Land-derived organic matter in surface sediments from the Gulf of Mexico. Geochimicaet Cosmochimica Acta, 40: 1019–29.

Heiri, O.; Lotter, A.F.; Lemcke, G., 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. Journal of Paleolimnology, 25: 101-110.

Hutchinson, G. E., 1957. A Treatise on Limnology; Geography, Physics and Chemistry: Wiley and Sons, New York, 1015P

Kakroodi, A. A.; Leroy, S.; Kroonenberg, S.B.; Lahijani, H.A.K.; Alimohammadian, H.; Yamani, M.; Nohegar, A., 2012. Late Pleistocene and Holocene sea level-change and coastal palaeoenvironment along the Iranian Caspian shore. Quaternary Science Reviews, in press.

Kaminski, M.A.; Aksu, A.E.; Box, M.; Hiscott, R.N.; Filipescu, S., 2002. Late glacial to Holocene benthic foraminifera in the Marmara Sea: implications for Black Sea–Mediterranean Sea connections following the last deglaciation. Marine Geology, 190:165–202.

Collection, maintenance and culture methods for the study of living foraminifera. In Lee, J. J. and Anderson, O. R., eds. Biology of Foraminifera. London: Academic, 335–570pp.

Arnal, R. E., 1954. Preliminary report on the sediments and foraminifera from the Salton Sea, Southern California: Geological Society of America Bulletin, 65(12): 1227–1228.

Arnold, Z. M., 1974. Field and laboratory techniques for the study of living foraminifera. In Hedley, R. H. and Adams, C. G. (eds.), Foraminifera, 1: 153–206.

Babazadeh, S.A., 2004. Litho-biostratigraphy of paleogene sedimentary succession in Sahlabad province (South Birhand) and evolution on Neo-Tethyan basin clouser, scientific project, 1-45.

Boltovskoy, E.; Scott, D.B.; Medioli, F.S., 1991. Morphological variations of benthic foraminiferal tests in response to changes in ecological parameters—a review: Journal of Paleontology, 65(2): 175–185.

Boltovskoy, E.; Wright, R., 1976. Recent Foraminifera: W. Junk, The Hague. 515P.

Boomer, I.; von Grafenstein, U.; Guichard, F.; Bieda, S., 2005. Modern and Holocene sublittoral ostracod assemblages (Crustacea) from the Caspian Sea: a unique brackish, deep-water environment. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 225: 173–186.

Brodsky, A. A., 1928. Foraminifera (Polythalamia) in the wells of the Kara-Kum Desert: Trudy Sredne-Aziatskogo Gosudarstvennogo Universiteta; Serija 8a, Zoologija, 8: 6–36, (in Russian).

Cann, J.H.; De Deckker, P., 1981. Fossil Quaternary and living foraminifera from athalassic (non-marine) saline lakes, southern Australia. Journal of Paleontology, 55: 660-670.

Coker, W. B.; Kettles, I. M.; Shilts, W. W., 1995. Comparison of mercury concentrations in modern lake

Archive of SID

www.SID.ir

Foraminifera, Cambridge University Press. 426P.

Newman, J.; Parker, P.; and Behrens, W., 1973. Organic carbon isotope ratios in Quaternary cores from the Gulf of Mexico. Geochimica et Cosmochimica Acta, 37: 225–38.

Parr, T.; Tait, T.; Maxon, C.; Newton, F.; Hardin, J., 2007. A descriptive account of benthic macrofauna and sediment from an area of planned petroleum exploration in the southern Caspian Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 71: 170-180.

Patterson, R.T., 1987. Arcellaceans and foraminifera from Pleistocene Lake Tecopa, California. Journal of Foraminiferal Research, 17: 333-343.

Pethuiost, J.P., 1995. Inland saline lakes with lagoonal biota: some reflections on the concept and nature of athalassic (non-marine), paralic and marine saline waters. International Journal of salt Lake Research, 4: 79-94.

Reynolds, A.D.; Simmons, M.D.; Bowman, M.B.J.; Henton, J.; Brayshaw, A.C.; Ali-Zade, A.A.; Guliyev, I.S.; Suleymanova, S.F.; Ateava, E.Z.; Mamedova, D.N.; Koshkarly, R.O., 1996. Implications of outcrop geology for reservoirs in the Neogene Productive Series, Apsheron Peninsula, Azerbaijan. AAPG Bull, 82 (1): 25-49.

Rice, D.L.; Rhoads, D.C., 1989. Early diagenesis of organic matter and the nutritional value of sediment, in Ecology of Marine Deposit Feeders, (eds G. Lopez, G. Taghon and J. Levinton), 31, Springer-Verlag. Berlin. 59–97pp.

Riedel, F.; Kossler, A.; Tarasov, P.; Wunnemann, B.; 2010.A study on Holocene foraminifera from the Aral Sea and West Siberian Lakes an its implication for migration pathway. Quaternary International, 1-6 p.

Resig, J.M., 1974. Recent foraminifera from a landlocked Hawaiian lake. Journal of Foraminiferal Research, 4: 69-76.

Karbassi, A.R.; Amirnezhad, R., 2004. Geochemistry of heavy metals and sedimentation rate in a bay adjacent to the Caspian Sea. International Journal of Environmental Science and Technology, 1(3): 191-198.

Karayeva, N.I.; Makarova, I.V., 1973. Specific features of the Caspian Sea Diatom Flora. Marine Biology, 21: 269-275.

Lee, J. J.; Mc Enery, M. E.; and Garrison, J. R., 1980. Experimental studies of larger foraminifera and their symbionts from the Gulf of Elat on the Red Sea. Journal of Foraminiferal Research, 10: 31–47.

Leroy, S.A.G.; Marret, F.; Gibert, E.; Chalié, F.; Reyss, J.L.; Arpe, K., 2007. River inflow and salinity changes in the Caspian Sea during the last 5500 years. Quaternary Science Reviews, 26: 3359–3383.

Le´vy, A., 1984. Donne´es nouvelles sur la pale´oge´ographie du Sud Tunisien au Quarternaire supe´rieur, in Oertli, H. J., and Reichel, M. (eds.), Benthos ’83, Proceedings of the 2nd International Symposium on Benthonic Foraminifera, Pau, France, April 11– 15, 1983: Elf Aquitaine, ESSO REP and Total CFP, Pau, France, 369–374.

Loeblich, A.R.; Tappon, H.; 1987. Foraminiferal Genera and their Classification. Van Nostrand Reinhold, New York. 1182P.

Marret, F.; Leroy, S.; Chalié, F.; Gasse, F., 2004. New organic-walled dinoflagellate cysts from recent sediments of central Asian seas. Review of Palaeobotany and Palynology, 129: 1– 20.

Mortimer, C.H., 1942. The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. Part III and IV: Journal of Ecology, 30: 147-207.

Mortimer, C.H., 1971. Chemical exchanges between sediments and water in the Great Lakes-speculations on probable regulatory mechanisms. Limnology and Oceanography, 16 (2): 387-404.

Murry. J.W., 2006. Ecology and Application of Benthic

Archive of SID

www.SID.ir

159pp.

Sen Gupta, B.K., 2002. Modern Foraminifera, Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, 367pp.

Schmalhausen, O. L., 1950. A new foraminiferal species from Lake Balpash-Sor (Kasakhstan): Doklady Akademii Nauk SSSR, 75(6): 869–872 (in Russian).

Schroder-Adams, C.J.; Boyd, R.; Ruming, K.; Sandstrom, M., 2008. Influence of sediment transport dynamics and ocean floor morphology on benthic foraminifera, offshore Fraser Island, Australia, Marine Geology, 245: 47-61

Stocklin, J.; Setudehnia, A., 1977. Stratigraphy Lox of Iran, Geological Survey of Iran, 18P.

Terziev, S.F., 1992. Hydrometeorology and Hydrochemistry of Seas, Vol.6 the Caspian Sea, No 1. Hydrometeorologycal Conditions, Gidrometeoizdat, Leningrad, 360 pp.

Terziev, S.F., 1996. Hydrochemical and Oceanographic Condition of Biological Productivity, Saint Petersburg, Russia, 322pp.

Yanko, V.V.; Troitskaya, T.S., 1987. Pozdnechetvertichnye foraminifery Chernogo moria (Late Quaternary Foraminifera of the Black Sea). Nauka, Moscow, (In Russian)

Ruttner, F., 1963. Fundamentals of Limnology: University of Toronto Press, Toronto. 295P.

Rychagov, G.I., 1977. The Pleistocene history of the Caspian Sea. D.Sc. Thesis Moscow State University. 252P. Autoreferate, 62P (in Russian).

Reynolds, A.D.; Simmons, M.D.; Bowman, M.B.J.; Henton, J.; Brayshaw, A.C.; Ali-Zade, A.A.; Guliyev, I.S.; Suleymanova, S.F.; Ateava, E.Z.; Mamedova, D.N.; Koshkarly, R.O., 1996. Implications of outcrop geology for reservoirs in the Neogene Productive Series, Apsheron Peninsula, Azerbaijan. AAPG Bulletin, 25–49 pp.

Rychagov, G.L., 1997. Holocene 1253 oscillation of the Caspian Sea, and forecast based on the Caspian Sea and forecast based on paleogegraphical reconstructions. Quaternary International, 41/42: 167-172.

Reynolds, A.D.; Simmons, M.D.; Bowman, M.B.J.; Henton, J.; Brayshaw, A.C.; Ali-Zade, A.A.; Guliyev, I.S.; Suleymanova, S.F.; Ateava, E.Z.; Mamedova, D.N.; Koshkarly, R.O., 1996. Implications of outcrop geology for reservoirs in the Neogene Productive Series, Apsheron Peninsula, Azerbaijan. AAPG Bulletin, 25–49 pp.

Sen Gupta, B.K., 1999. Foraminifera In marginal marine environments. In: Sen Gupta, B. (Ed.) Modern Foramifera. Kluwer Academic Publishers. Boston, 141-

Archive of SID

www.SID.ir