

بازسازی نوسانات دیرین دریای خزر در کواترنری

همایون خوشروان^۱، سمیه روحانی زاده^۲

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات آب

۲- کارشناس پژوهشی مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۴/۱۰ تاریخ تصویب: ۱۳۸۹/۱۱/۱۰

چکیده

بازسازی نرخ نوسانات سطح تراز آب دریای خزر در دوره کواترنری از اهداف اصلی این پژوهش می باشد. بدین منظور با مطالعه زیست رخساره ای ۲۵۴ مغزه های حفاری چاه های اکتشافی (مازندران ۱ و گرگان ۳-الف) و ۱۵۰ نمونه رسوبی عهد حاضر متعلق به اعماق ۱۰ تا ۸۰۰ متری بستر دریا شواهد فسیلی و رسوبی مشترک که گویای وضعیت محیطی دریا می باشد، شناسایی گردید. نتایج حاصل از مطالعات دیرین شناختی رسوبات کواترنری مشخص نمود که گونه های گروه شکم پایان مهم ترین شواهد زیستی برای بازسازی عمقی و شرایط بستر در زمان رسوبگذاری دریای خزر می باشند. همچنین با تعیین پنج محدوده زیستی عمقی در بستر عهد حاضر دریا و تعمیم و مطابقت آن با یافته های حاصل از مطالعات رسوبات کواترنری مشخص شد که دریای خزر طی زمان کواترنری از دوره های نوسانی بلند، میان و کوتاه مدت بصورت دوره ای برخوردار بوده است.

واژگان کلیدی: نوسانات، کواترنری، شکم پایان، دریای خزر

مقدمه

از بین رفتن زیستگاه های ساحلی، تخریب واحدهای مسکونی، ایجاد مشکلات در بنادر و چاه های بهره برداری نفتی را می توان برای مثال نام برد. بنابراین آگاهی داشتن از ماهیت نوسانی سطح تراز آب دریا و پیش بینی دوره های پیشروی و پسروی و عوامل موثر بر روی آن از مسائل بسیار با اهمیت در مطالعات مدیریت و حفاظت از مناطق ساحلی محسوب می شود. در این تحقیق بازسازی نوسانات قدیمی دریای خزر در طول زمان کواترنری بعنوان مساله و سؤال اصلی است.

دریای خزر بعنوان بزرگترین حوضه باقیمانده از اقیانوس بزرگ پاراتتیس از نظر مشخصات جغرافیای طبیعی و زمین شناختی واجد ویژگی های خاص و با اهمیتی است که آن را از سایر حوضه های آبی پیرامون خود متمایز می کند [14]. تغییرات قلمرو آبی این حوضه نقش بسیار مهمی در معادلات سیاسی و اقتصادی و اجتماعی کشورهای حاشیه دارد. بطوریکه پیشروی دو دهه اخیر دریای خزر که منجر به افزایش سطح تراز آب دریا به میزان ۲/۵ متر گشت شرایط بسیار ناگواری را برای محیط زیست، کاربری ها و فعالیت های مهم در این منطقه بوجود آورد [9].

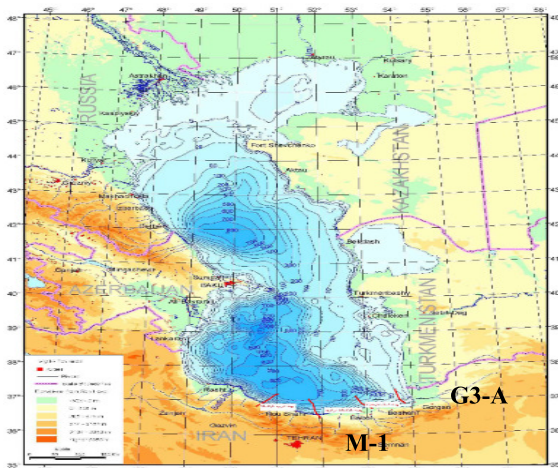
لایه های تحت الارضی با ضخامت میانگین ۱۲۰۰ متر نشان داد [۱]. انجام مطالعات زیست چینه ای بر روی نرم تنان فسیلی در رسوبات نئوژن جنس های مهمی را از شکم پایان و دوکفه ای ها معرفی نمود [۱۱] و پس از آن مطالعات جامعی بر روی استراکدهای نئوژن و کواترنری بخش جنوبی دریای خزر انجام پذیرفت [۳]. شواهد و یافته های این مطالعات مشخص می کند که طی دوره نئوژن - کواترنری توالی رسوبات با ترکیب رسوبی تخریبی، کلئیدی و گاهی کربناته حاوی فسیل های شاخص نرم تن و استراکد در سواحل جنوبی دریای خزر بصورت تکراری و متناوب نهشت یافته است و تغییر شرایط حوضه از لحاظ خصوصیات فیزیکی شیمیایی و بیولوژیکی در اثر عوامل زمین شناختی بر روی صفات سنگ چینه ای این رسوبات بسیار موثر بوده است. بنابراین تغییر ترکیب سنگ شناسی واحدهای رسوبی و تنوع زیستی گونه های فسیلی وابسته به آن ها مؤید تغییر شرایط فرایند حوضه رسوبگذاری دریای به لحاظ عمق و سطح تراز آب دریا در دوره کواترنری می باشد که این موضوع به عنوان مهم ترین فرضیه این پژوهش قلمداد می گردد. ضمن آنکه با استناد بر این موضوع می توان از شواهد شاخص زیست رخساره ای که واجد قابلیت های فسیل شناسی و سنگ شناسی مشخص می باشد، برای باز سازی شرایط تغییرات سطح تراز آب دریای خزر در طی زمان کواترنری استفاده نمود. بنابراین باسازی تغییرات نوسانی سطح تراز آب دریای خزر یا عمق سنجی دیرین آن با بکاربردن شواهد زیست رخساره ای بعنوان هدف اصلی این پژوهش می باشد.

در حقیقت با شناخت نرخ نوسانی گذشته این حوضه می توان شرایط آبی آن را به شکل منطقی تری پیش بینی نمود. در این باره دانشمندان روسی مطالعات گسترده ای را در مورد ماهیت زمین شناختی نوسانات دریای خزر در سواحل مشرف به کشورهای مشترک المنافع (ترکمنستان، آذربایجان، روسیه، قزاقستان) به انجام رسانیده اند. در این راستا سن نسبی و ارزش زمانی سری های رسوبی دریای خزر در عصر کواترنری با انجام مطالعات زیست چینه ای به پنج آشکوب آپشرونین، باکووین، خزرین، خوالینسکین و کاسپین جدید طبقه بندی گردید [۶]، (جدول ۲). همچنین با استفاده از پالینومورف ها یا گرده های گیاهی شرایط جغرافیای دیرین و آب و هوای گذشته دریای خزر مورد بررسی قرار گرفت [۴]. اما بیشینه پژوهش های مرتبط با تحقیق در سواحل جنوبی دریای خزر بسیار محدود می باشد. بطوریکه مطالعه سیمای مورفولوژی رسوبی بخش جنوبی دریای خزر مشخص نمود که ساختار جغرافیای طبیعی و زمین ریخت شناختی این منطقه قابل طبقه بندی است [۹]. بررسی پادگانه های رسوبی در کرانه جنوبی دریای خزر حضور رسوبات دریایی متعلق به عصر کواترنری را در حاشیه ارتفاعات مشرف به سواحل منطقه تایید نمود [۴]. یافته های علمی بدست آمده از مطالعات میدانی در مسیر دره های منتهی به ارتفاعات شمالی البرز در ناحیه مابین رودخانه گلندرود تا نکارود نیز حضور تراس های رسوبی کواترنری را که حاوی فسیل های نرم تن و استراکد می باشد را مشخص کرد [۹]. همچنین بررسی زمین شناسی چاه های اکتشافی شرکت ملی نفت ایران در جلگه ساحلی مازندران و گلستان حضور سری کامل رسوبی کواترنری را در

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

دریای خزر واقع در منطقه شمالی فلات ایران (حاشیه ارتفاعات شمالی البرز) و بخش جنوبی صفحه روسیه، در بخش غربی با تقاطع امتداد رشته کوه های قفقاز بزرگ و کوچک (کشور آذربایجان) و در ناحیه شرقی با جلگه پست بیابانی ترکمنستان قرابت دارد (شکل ۱). مساحت حوضه آبریز دریای مزبور میلیون کیلومتر مربع و درازای آن در راستای شمالی، جنوبی در حدود ۱۲۰۰ کیلومتر و عرض متوسط آن به ۳۶۵ کیلومتر می رسد [۹]. به لحاظ صفات مورفولوژی بستر به سه بخش کم عمق شمالی با عمق متوسط ۵ متر، ناحیه گودال میانی با حداکثر عمق ۷۵۰ متر و گودال جنوبی با ژرفای بیش از ۱۰۲۰ متر تقسیم می شود [۹]. بخش جنوبی دریای خزر که محل انجام این پژوهش می باشد در راستای عمود بر ساحل شامل عوارض مورفولوژی: ارتفاعات شمالی البرز، بخش دامنه ای و تپه ماهورهای حاشیه ارتفاعات، جلگه ساحلی و نوار ماسه ای حاشیه دریا و اعماق بستر دریا است. این منطقه نیز به لحاظ مورفولوژی در راستای طولی از آستارا تا گمیشان به پنج واحد مورفولوژیکی تقسیم بندی شده است [۹]. بنابراین محدوده مورد مطالعه شامل بخش جنوبی دریای خزر می باشد. تمامی آثار و شواهد مربوط به توالی رسوبات کواترنری در محل پادگانه های رسوبی و حاشیه تراس های رودخانه ای و رسوبات تحت الارضی چاه های اکتشافی در منطقه مزبور مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱- موقعیت جغرافیای طبیعی دریای خزر و چاه های اکتشافی شرکت ملی نفت ایران (مازندران ۱ و گرگان ۳ - الف)

مراحل انجام کار

با مطالعه گزارش ها و مستندات مرتبط با مساله پژوهش جهت شناسایی واحد های سنگ چینه ای کواترنری سواحل جنوبی دریای خزر از منطقه مورد مطالعه بازدید میدانی بعمل آمد و توالی رسوبات مزبور در محل پادگانه های رسوبی و تراس های رودخانه ای و در تپه ماهورهای حاشیه ارتفاعات شمالی البرز که در منطقه مابین دره رودخانه گلندرود نور تا نکارود قرار دارند، مورد ارزیابی و نمونه برداری قرار گرفت. پس از آن با تهیه مغزه های حفاری متعلق به رسوبات چاه های اکتشافی شرکت ملی نفت ایران واقع در منطقه محمود آباد در نزدیک روستای خشتسر (چاه مازندران ۱) و در مجاورت شهر آق قلا (چاه گرگان ۳ - الف)، (شکل ۱)، مطالعه زیست رخساره ای (biofacies) بر روی نمونه ها انجام گرفت. با استفاده از اطلس های مرجع فسیل شناسی [۵, ۱۵, ۱۶, ۱۷] شناسایی سیستماتیک گونه های فسیلی انجام گرفت و محدوده حضور هر یک از فسیل ها در لایه های رسوبی طبقات کواترنری مشخص گردید و

جنس های مختلف رده شکم پایان از فراوانی و تنوع گونه ای بیشتر و قابلیت و ارزش محیطی مناسب تری نسبت به سایر گروه های زیستی دیگر برخوردارند. بنابراین آنها بعنوان گونه شاخص محیطی انتخاب گردیدند. مهم ترین گونه های فسیلی شکم پایان کواترنری دریای خزر متعلق به زیر رده ربه داران یا *Prosobranchia* و آبشش جلوئی ها یا *pulmonata* است (جدول ۱) و جنس های خانواده های نریتیده و میکروملانیده فراوان ترین فسیل های جانوری نرم تنان شکم پای دریای خزر را تشکیل می دهند.

طبقه بندی زیست رخساره ای لایه های رسوبی کواترنری

نتایج حاصل از مطالعه توالی رسوبات کواترنری مشخص نمود که واحدهای زیست رخساره ای معرف محیط های رسوبی مختلف با ترکیب رسوب شناسی و مجموعه های فسیلی جانوری گوناگونی به شرح زیر در آشکوب های مختلف زیست چینه ای کواترنری در سواحل جنوبی دریای خزر توسعه داشته است (جدول ۲).

واحد زیست رخساره ای نوع اول: محیط رسوبی خشکی تا حاشیه ساحلی با ترکیب جانوران آب شیرین (*Planorbis, Corbicula*) و رسوبات ماسه ای تا ماسه رسی حاوی کانی های آهنی آب دار (گوتیت و لیمونیت) و خرده های گیاهی مربوط به حوضه های تالابی و یا رودخانه ای.

واحد زیست رخساره ای نوع دوم: محیط رسوبی خشکی تا حاشیه ساحلی با رسوبات ماسه تا ماسه رسی حاوی بلورهای نمک و ژیبس و فاقد گونه های فسیلی.

بر اساس آن رسوبات آشکوب های مختلف کواترنری به واحدهای زیستی مشخصی تقسیم شدند. در نهایت با تعیین شرایط محیطی هر یک از افق های زیست رسوبی، سری های پیشرونده و پسرونده دریای خزر طی زمان کواترنری مشخص گردیدند. در گام بعد با نمونه برداری از رسوبات بستر دریای خزر از ژرفای ۱۰ تا ۸۰۰ متر در محدوده های عمقی (۲۰، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۸۰۰ متری) در طول ۱۸ محور اندازه گیری از آستارا تا گمیشان و مطالعه و ارزیابی نمونه های رسوبی به لحاظ زیست رخساره ای مشابه با اقدامات قبلی انجام گرفته بر روی رسوبات سطحی و عمقی کواترنری در منطقه مورد مطالعه، مجموعه های جانوری متعلق به محدوده های عمقی بستر دریای خزر با شرایط رسوب شناختی محل توسعه آنها شناسایی گردید. در نهایت نتایج اصلی این پژوهش با انطباق و بر هم نهی نتایج حاصل از مطالعات زمین شناسی زیست چینه ای رسوبات کواترنری با دستاوردهای حاصل از ارزیابی ویژگی های زیست رخساره ای بستر عهد حاضر دریای خزر بدست آمد.

نتایج

شناسایی سیستماتیک گونه های فسیلی کواترنری دریای خزر

با مطالعه دیرینه شناختی نمونه های رسوبی مغزه های حفاری چاه های شرکت ملی نفت ایران مهم ترین گونه های فسیلی نرم تنان (شکم پایان و دوکفه ای ها) و سخت پوستان (استراکدها) و روزن داران پلانکتون (فرامینوورها) مورد شناسایی سیستماتیک قرار گرفت. نتایج حاصل مشخص می نماید که گونه های

بازسازی نوسانات دیرین دریای خزر در کواترنری

جدول ۱- شناسائی و طبقه بندی سیستماتیک گونه های فسیلی شکم پایان کواترنری دریای خزر

گروه	رده	زیر رده	راسته	خانواده	جنس	گونه		
فرم تنان (Mollusk)	شکم پایان (Gastropod)	Pulmonota	-----	planorbidae	<i>Planorbis</i>	<i>eichwaldi</i>		
					<i>Anisus</i>	<i>kolensikovi</i> <i>sulcatus</i>		
		Prosobranchia	Diotocardia	Neritidae	<i>Theodoxus</i>	<i>pallasi</i> <i>schultzi</i>		
					<i>Valvata</i>	<i>sphaerion</i>		
		Monotocardia	Monotocardia	Valvatidae	<i>Pyrgula</i>	<i>nosoui</i>		
					Hydrobidae	<i>psuedamnicola</i>	<i>sp</i>	
				<i>Hydrobia</i>		<i>sp</i>		
				Micromelanidae	Micromelanidae	Micromelania	<i>caspia</i>	
							<i>spica</i>	
							<i>dimidiata</i>	
							<i>Debia</i>	
				Caspia	Caspia	Caspia	<i>grimmi</i>	
							<i>orthii</i>	
							<i>baeri</i>	
							<i>gemellini</i>	
				Clessionella	Clessionella	Clessionella	<i>triton</i>	
		<i>variabilis</i>						
		<i>martensi</i>						
		Casiella	Casiella	Casiella	<i>conus</i>			
					<i>ovum</i>			
<i>sierersi</i>								
<i>baicalia</i>								
<i>baeri</i>								
<i>eichwaldi</i>								

واحد زیست رخساره ای نوع پنجم: محیط رسوبی نیمه عمیق تا عمیق دریایی با ترکیب لب شور و با گونه های غالب شکم پایان جنس (*Micromelania*) حاوی رسوبات رس مارنی تا رس کربناته و رس های آرژیلی و لجن های گلی.

واحد زیست رخساره ای نوع سوم: محیط رسوبی کم عمق ساحلی با ترکیب جانوری گونه های لب شور شکم پایان جنس *Clessionella*, *Theodoxus* و رسوبات ماسه ای حاوی خرده های چوب گیاهان ساحلی واحد زیست رخساره ای نوع چهارم: محیط رسوبی کم عمق تا نیمه عمیق دریایی با ترکیب آب لب شور و با گونه های شکم پا جنس های (*Caspiella*, *Caspia*) و ترکیب رسوبی ماسه تا ماسه رسی و سیلت رسی.

جدول ۲- طبقه بندی ساختار زیست رسوبی رسوبات کواترنری بخش جنوبی دریای خزر

واحد زیست رخساره ای	ضخامت واحدها(متر)	طبقات	زمان	نام واحد رسوبی	
				نام واحد رسوبی	نام واحد رسوبی
۳	۱۰۰	بالائی	KY۱۲	نئو کاسپین	
		میانی			
		زیرین			
۴	۱۰۰	بالائی	100KY	خوالینسکین	
		میانی			
		زیرین			
۳	۲۵۰	بالائی	300KY	خزرین	
		میانی			
		زیرین			
۱	۴۰۰	بالائی	700KY	باکووین	
		زیرین			
۵	۳۵۰	بالائی	1.2 MY	آپشرونین	
		زیرین			

رخساره ای با ترکیب گونه ای شاخص و جنس رسوبی مشخص در اعماق دریای خزر می باشد (جدول ۵). هر یک از این نواحی عمقی با فسیل های شاخص و ماهیت رسوبی ویژه رده بندی می شود.

تعیین شاخص های زیست رخساره ای در محدوده های عمقی بستر عهد حاضر دریای خزر بررسی رسوبات حال حاضر بستر در محدوده های عمقی ۱۰ تا ۸۰۰ متری سواحل جنوبی دریای خزر (آستارا- گمیشان) مؤید حضور پنج محدوده زیست

جدول ۳- طبقه بندی واحدهای زیست رخساره ای عهد حاضر بستر سواحل جنوبی دریای خزر

ردیف	کلید شناسایی فسیلی	ترکیب رسوبی	جنس های شاخص شکم پایان	عمق بستر دریا	واحد های زیست رخساره ای
۱	بدون گونه های دریایی و با حضور جنس شکم پایان ریه دار	ماسه تا گراول	<i>Planorbis</i>	۰	ناحیه خشک ساحلی
۲	فراوانی گونه های <i>Clessionella</i> بیشتر از جنس <i>Caspiella</i> می باشد.	ماسه تا ماسه سیلتی	<i>Clessionella</i>	۵-۱۰	بخش کم عمق دریایی
۳	گونه های جنس <i>Caspiella</i> غالب است	رس سیلتی تا رس	<i>Caspiella</i>	۱۰-۱۰۰	ناحیه دور از ساحل
۴	گونه های جنس <i>Caspia</i> غالب است.	رس تا گل کربناته	<i>Caspia</i>	۱۰۰-۲۰۰	بخش نیمه عمیق
۵	گونه های جنس <i>Micromelania</i> غالب است	لجن های گلی	<i>Micromelania</i>	۲۰۰-۴۰۰	ناحیه عمیق

انطباق شواهد زیستی بستر دریا با عوامل فسیلی

رسوبات کواترنری

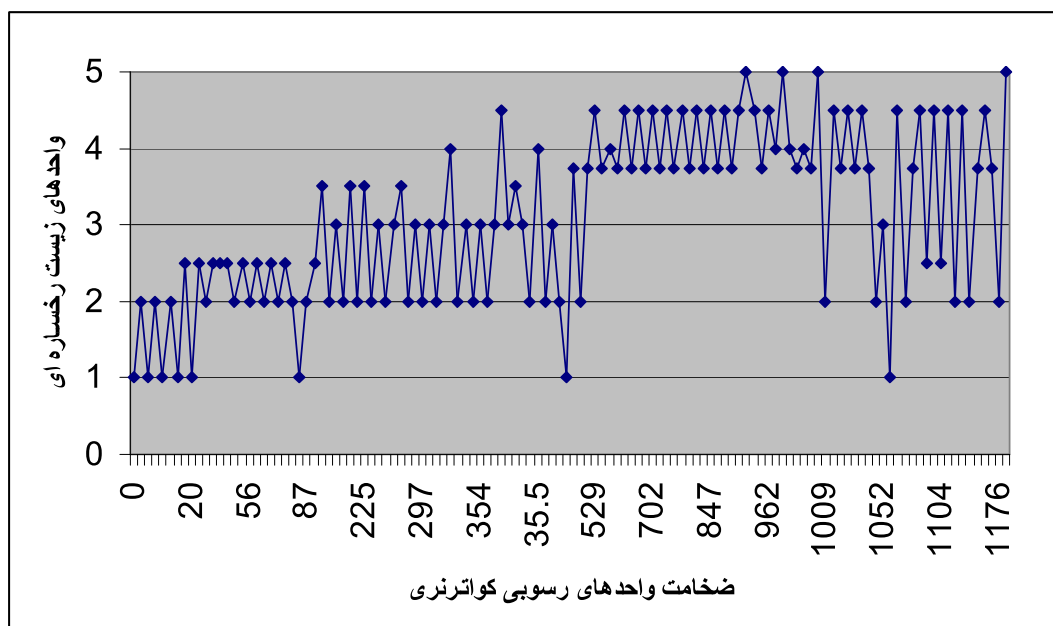
انطباق و برهم نهی نتایج حاصل از مطالعه شرایط زیست رخساره ای بستر عهد حاضر دریای خزر با شواهد مشابه حاصل از مطالعه رسوبات کواترنری وضعیت تغییر عمق بستر دریا را بصورت دوره های پیشروی و پسروی پرریودیک طی زمان کواترنری مشخص می نماید (منحنی ۱).

بحث

زمین شناسی زیست چینه ای رسوبات کواترنری

نتایج حاصل از مطالعات فسیل شناسی رسوبات کواترنری در منطقه مورد مطالعه مشخص نمود که مهم ترین گونه های فسیلی شامل: نرم تنان، روزن داران و سخت پوستان می باشند. تنوع و فراوانی گونه های فسیلی دریای خزر نسبت به سایر دریاهاى باز بعلى شوری پایین (۱۲/۵ گرم در لیتر) بسیار محدود می باشد و این موضوع موجب بروز مشکلات جدی در تعیین فسیل های شاخص برای طبقه بندی زمانی لایه های رسوبی می شود. ضمن آنکه جدایی دریای خزر از حوضه های دیگر پاراتتیس در ابتدای پلیستوسن آغازی روند تکاملی موجودات زنده را در این حوضه دچار مشکلات جدی نموده است [18]. بطوریکه گونه های فسیلی خزری عمدتاً خاص این منطقه بوده و مشابه آن در مکان های دیگر مشاهده نمی شود [18]. برای مثال در دریای خزر گونه های شکم پا دارای اسکلت کوچک آهکی با تزیینات بسیار محدود است که این موضوع در مقایسه آنها با سایر شکم پایان بزرگ حوضه دریاهاى شور اختلاف فاحش دارد. بطور کلی مطالعات قبلی نشان می دهد

که جانوران و گیاهان خزر از نظر منشاء و قرابت به سه گروه موجودات بومی، مهاجر و متعلق به حوضه های حاشیه ای تقسیم بندی می شوند [18]. جانوران بومی از زمان تشکیل دریای خزر از میوسن میانی (آشکوب سارماسین) تاکنون با سازگاری مناسب در منطقه حضور دارند (مانند جنس *Theodoxus* از شکم پایان). اما گونه های مهاجر از طریق کانال ارتباطی دریای خزر با حوضه های مجاور خود (دریای سیاه، آزوف، آرال) در زمان های پیشروی گسترده به این منطقه وارد شده اند. دسته سوم جانورانی هستند که در حوضه های حاشیه ای مانند تالاب ها، رودخانه ها زندگی می کنند. همچنین این مطالعات مشخص کرده است که گونه های جانوری خاصی از دریای خزر طی زمان کواترنری در ترکیب آب های شور، لب شور و آب شیرین در زمان های مختلف به سر برده اند [18]. بنابراین با یافتن این شواهد زیستی در لایه های مورد مطالعه می توان محیط های مختلف رسوبی را از نظر ترکیب شیمیایی آب و نوع حوضه های حاکم تعیین و تفکیک نمود و بر اساس تکرار تناوب آن ها در توالی رسوبات کواترنری چهره تغییرات حوضه خزر را بازسازی نمود. نتایج نشان می دهد که اهمیت شکم پایان از سایر گروه های جانوری فسیل دیگر بعلى تنوع و فراوانی و حساسیت های محیطی بیشتر است. بنابراین گونه های مورد شناسایی جنس های متعلق به خانواده (Micromelanidae) شاخص بسیار خوبی برای تعیین ژرفای محیط های رسوبی و عمق بستر می باشند.



شکل ۲- باز سازی دوره های نوسانی و عمق سنجی دیرین رسوبات کواترنری دریای خزر

شامل مواد رسوبی تخریبی از جنس ماسه و رس های ماسه ای مناطق کم عمق دریایی بوده که در زمان نهشت تحت تاثیر فوران های آتشفشانی (لایه های توف) قرار گرفته است.

حضور روزن داران خاص مناطق سرد و قطبی (*Elphidium calvata* و *Ammonia tepida*) معرف خوبی برای آغاز عملکرد عصر یخبچالی گونز در کواترنری آغازی می باشد [۴]. در حقیقت شرایط دریا در این زمان در حالت پسروی بوده است. رسوبات آشکوب باکووین حاوی رسوبات دریایی عمیق با ترکیب سنگ شناسی رس های شیلی خاکستری تیره با میان لایه های رس مارنی تا آهکی با فراوانی گونه های فسیلی نرم تن و استراکد و در برخی از لایه ها گونه های شکم پای (*Truncatella sp.* و *Caspiella Baicalia*) حوضه های مجاور مانند دریای سیاه و آزوف مشاهده

همچنین حضور گونه های مهاجر شکم پا مانند (*Caspiella baicalia*) و گونه های جنس (*Truncatella*) گواهی آشکار برای اثبات برقراری ارتباط آبی دریای خزر با حوضه های مجاور خود می باشد. اما آنها برای تعیین سن نسبی ارزش زیست چینه ای ندارند و در لایه های مختلف عصر کواترنری مشاهده می شوند. بنابراین دانشمندان روسیه با استفاده از گونه های دوکفه ای زیر رده ناجور دندان ها (*Hetrodont*) رسوبات کواترنری دریای خزر را به لحاظ سن نسبی در حد آشکوب (stage) به طبقات آپشرونین، باکووین، خزرین، خوانینسکین و نئوکاسپین طبقه بندی نموده اند [۶]. مطالعه گزارش های زمین شناسی چاه های اکتشافی مورد بررسی [۱۰،۲] حضور این واحد های رسوبی را در کواترنری بخش جنوبی دریای خزر بطور کامل و به ضخامت ۱۲۰۰ متر نشان می دهد [۱۰،۲]. ترکیب لیتولوژی رسوبات آپشرون

تقسیم بندی می شوند [18]. جانوران بومی از زمان تشکیل دریای خزر از میوسن میانی (آشکوب سارماسین) تاکنون با سازگاری مناسب در منطقه حضور دارند (مانند جنس *Theodoxus* از شکم پایان). اما گونه های مهاجر از طریق کانال ارتباط آبی دریای خزر با حوضه های مجاور خود (دریای سیاه، آزوف، آرال) در زمان های پیشروی گسترده به این منطقه وارد شده اند. دسته سوم جانورانی هستند که در حوضه های حاشیه ای مانند تالاب ها، رودخانه ها زندگی می کنند. همچنین این مطالعات مشخص کرده است که گونه های جانوری خاصی از دریای خزر طی زمان کواترنری در ترکیب آب های شور، لب شور و آب شیرین در زمان های مختلف به سر برده اند [18]. بنابراین با یافتن این شواهد زیستی در لایه های مورد مطالعه می توان محیط های مختلف رسوبی را از نظر ترکیب شیمیایی آب و نوع حوضه های حاکم تعیین و تفکیک نمود و بر اساس تکرار تناوب آنها در توالی رسوبات کواترنری چهره تغییرات حوضه خزر را بازسازی نمود. نتایج نشان می دهد که اهمیت شکم پایان از سایر گروه های جانوری فسیل دیگر بعلت تنوع و فراوانی و حساسیت های محیطی بیشتر است. بنابراین گونه های مورد شناسایی جنس های متعلق به خانواده (*Micromelaniidae*) شاخص بسیار خوبی برای تعیین ژرفای محیط های رسوبی و عمق بستر می باشند. همچنین حضور گونه های مهاجر شکم پا مانند (*Caspiella baicalia*) و گونه های جنس (*Truncatella*) گواهی آشکار برای اثبات برقراری ارتباط آبی دریای خزر با حوضه های مجاور خود می باشد. اما آنها برای تعیین سن نسبی ارزش زیست چینه ای ندارند و در لایه های مختلف عصر کواترنری مشاهده می شوند. بنابراین دانشمندان روسیه با استفاده

می شود. شرایط دریای خزر در این بازه زمانی شامل یک پیشروی گسترده بوده که در اثر آن ارتباط هیدرولوژیکی با حوضه های اطراف (دریای سیاه، آرال، آزوف) برقرار گردید [7]. شواهد زیست رخساره ای در خزرین نشان می دهند که دریای خزر با افت شدید سطح تراز آب دریا دچار شده و ترکیب سنگ شناسی لایه های رسوبی به مواد ماسه ای حاوی عناصر قاره ای (کانی های آهنی آبدار مانند لیمونیت، گوتیت، نمک و گچ) و فاقد عناصر فسیلی شاخص محیط دریایی تغییر رخساره می دهد. این حالت با رسوبات پیشرونده خوالینسکین که دارای گونه های فسیلی بسیار بالایی است بصورت یک توالی رسوبی تغییر می یابد و مواد ماسه ای رسی و رس های شیلی خاص محیط های نیمه عمیق تا عمیق دریایی در این زمان نهشت می یابد و در نهایت با آغاز دوره هلوسن یعنی ده هزار سال قبل که مقارن با آشکوب نئوکاسپین می باشد دریای خزر دچار پسروی مجدد شده و توالی رسوبات تخریبی کم عمق دریایی کم فسیل با لایه های ماسه ای خاص محیط های ساحلی رسوبگذاری می شود. مجدداً در طبقات هلوسن میانی پیشروی قابل ملاحظه ای در حوضه اتفاق افتاده و حضور گونه های شکم پای متعلق به جنس *Micromelania* و *Caspia* در رسوبات رس ماسه ای تا رس سیلتی این مساله را تأیید می کند. در هلوسن انتهایی شرایط دریا در دریای خزر گونه های شکم پا دارای اسکلت کوچک آهکی با تزیینات بسیار محدود است که این موضوع در مقایسه آنها با سایر شکم پایان بزرگ حوضه دریاهاى شور اختلاف فاحش دارد. بطور کلی مطالعات قبلی نشان می دهد که جانوران و گیاهان خزر از نظر منشاء و قرابت به سه گروه موجودات بومی، مهاجر و متعلق به حوضه های حاشیه ای

سنگ شناسی لایه های رسوبی به مواد ماسه ای حاوی عناصر قاره ای (کانی های آهنی آبدار مانند لیمونیت، گوتیت، نمک و گچ) و فاقد عناصر فسیلی شاخص محیط دریایی تغییر رخساره می دهد. این حالت با رسوبات پیشرونده خوالینسکین که دارای گونه های فسیلی بسیار بالایی است بصورت یک توالی رسوبی تغییر می یابد و مواد ماسه ای رسی و رس های شیلی خاص محیط های نیمه عمیق تا عمیق دریایی در این زمان نهشت می یابد و در نهایت با آغاز دوره هلوسن یعنی ده هزار سال قبل که مقارن با آشکوب نئوکاسپین می باشد دریای خزر دچار پسروی مجدد شده و توالی رسوبات تخریبی کم عمق دریایی کم فسیل با لایه های ماسه ای خاص محیط های ساحلی رسوبگذاری می شود. مجدداً در طبقات هلوسن میانی پیشروی قابل ملاحظه ای در حوضه اتفاق افتاده و حضور گونه های شکم پای متعلق به جنس *Micromelania* و *Caspia* در رسوبات رس ماسه ای تا رس سیلتی این مساله را تأیید می کند. در هلوسن انتهایی شرایط دریا به حالت پسرونده با ترکیب رسوبی ماسه تا سیلت ماسه ای حاوی ذرات رسی تغییر می کند. بنابراین چرخه های نوسانی گسترده دریای خزر طی زمان کواترنری به دو پیشروی گسترده (باکووین، خوالینسکین) و دو پسروی عمده (آپشرونین، خزرین) تقسیم می شود. همچنین تغییر سکناس های تکراری رسوبات کم عمق تا نیمه عمیق دریایی به مواد رسوبی ماسه ای خشک ساحلی (ماسه بادی) بصورت متناوب در آشکوب نئوکاسپین، معرف خوبی برای تکرار دوره های نوسانی سریع و کوتاه مدت سطح تراز آب دریای خزر طی ۱۰۰۰۰ سال اخیر می باشد. بنابراین از مجموع مطالب فوق الذکر در می یابیم که نتایج مطالعات زیست رخساره ای

از گونه های دوکفه ای زیر رده ناجور دندان ها (*Hetrodont*) رسوبات کواترنری دریای خزر را به لحاظ سن نسبی در حد آشکوب (stage) به طبقات آپشرونین، باکووین، خزرین، خوالینسکین و نئوکاسپین طبقه بندی نموده اند [۶]. مطالعه گزارش های زمین شناسی چاه های اکتشافی مورد بررسی [۱۰،۲] حضور این واحد های رسوبی را در کواترنری بخش جنوبی دریای خزر بطور کامل و به ضخامت ۱۲۰۰ متر نشان می دهد [۱۰،۲]. ترکیب لیتولوژی رسوبات آپشرون شامل مواد رسوبی تخریبی از جنس ماسه و رس های ماسه ای مناطق کم عمق دریایی بوده که در زمان نهشت تحت تاثیر فوران های آتشفشانی (لایه های توف) قرار گرفته و حضور روزن داران خاص مناطق سرد و قطبی (*Ammonia tepida* و *Elphidium calvata*) معرف خوبی برای آغاز عملکرد عصر یخبچالی گونز در کواترنری آغازی می باشد [۴]. در حقیقت شرایط دریا در این زمان در حالت پسروی بوده است.

رسوبات آشکوب باکووین حاوی رسوبات دریایی عمیق با ترکیب سنگ شناسی رس های شیلی خاکستری تیره با میان لایه های رس مارنی تا آهکی با فراوانی گونه های فسیلی نرم تن و استراکد و در برخی از لایه ها گونه های شکم پای (*Caspiella Baicalia*, *Truncatella* sp.) حوضه مجاور مانند دریای سیاه و آزوف مشاهده می شود. شرایط دریای خزر در این بازه زمانی شامل یک پیشروی گسترده بوده که در اثر آن ارتباط هیدرولوژیکی با حوضه های اطراف (دریای سیاه، آرال، آزوف) برقرار گردید [۷]. شواهد زیست رخساره ای در خزرین نشان می دهند که دریای خزر با افت شدید سطح تراز آب دریا دچار شده و ترکیب

مؤید حضور فازهای مکرر پیشروی و پسروی های عمده در دریای خزر بوده و دامنه این نوسانات بصورت دوره های تدریجی بلند مدت و نوسانات سریع با دوره زمانی کوتاه مدت است (شکل ۲).

پهنه بندی زیست رخساره ای بستر عهد حاضر دریای خزر

نتایج ارزیابی وضعیت زیست رخساره ای بستر عهد حاضر دریای خزر نشان داد که ترکیب رسوبی و مجموعه های جانوری شاخص و کلیدی شکم پایان با افزایش عمق بستر دریا از منطقه خط ساحل تا اعماق بیش از ۸۰۰ متری از ویژگی های کاملاً متمایزی برخوردار است. بطوریکه با استناد به آن نتایج بستر سواحل جنوبی دریای خزر را به پنج واحد زیست رخساره های با محدوده های عمقی مشخص طبقه بندی گردید (جدول ۲). در حقیقت در هر یک از این نواحی عمقی ترکیب رسوبی خاص و گونه های فسیلی کلیدی برای شناسایی وجود دارد. برای مثال در ناحیه خشک ساحلی با ترکیب رسوبی ماسه ای حاوی خرده های گیاهی و اجزای سنگی غربال نشده (جورشدگی کم) صرفاً فسیل های شکم پایان ریه دار مانند: (*Planorbis*) وجود دارد. در ژرفای کمتر از ۱۰ متر گونه فسیلی *Clessionella eodoxus* در ترکیب رسوبات ماسه ای ریز دانه تا ماسه سیلتی فراوانی می یابند. در محدوده عمقی بین ۱۰ تا ۱۰۰ متر بتدریج گونه های جدید جنس *Caspiella* با اشکال متنوع در رسوبات با ترکیب رس و رس های گلی چسبنده ظاهر می شوند. با افزایش عمق تا ژرفای ۲۰۰ متر وضعیت رخساره ای بستر با حضور گسترده گونه های فسیلی جنس *Caspia* و کاهش تدریجی و از بین

رفتن حضور گونه های جنس *Caspiella* با ترکیب مواد رسوبی کلوئیدی از جنس رس های آهکی و لجن های گلی مشخص می شود. فراوانی زیاد گونه های فسیلی جنس *Micromelania* با صدف آهکی بزرگ و توسعه یافته به لحاظ دور پیچش به همراه گونه شکم پا *Planorbis eichwaldi* کلید شناسایی خوبی برای اعماق بیش از ۲۰۰ متر بستر دریای خزر جنوبی می باشد. بنابراین مطالعه رسوبات عهد حاضر بستر دریای خزر از منطقه کم عمق تا ناحیه عمیق مؤید تغییر ترکیب رسوبی و فراوانی خاص گونه های فسیلی شاخص در پنج گروه در محدوده های عمقی مختلف می باشد (جدول ۲).

عمق سنجی دیرین رسوبات کواترنری دریای خزر

در حقیقت با برهم نهی گونه های فسیلی شاخص محدوده های عمقی بستر حال حاضر دریای خزر در منطقه مورد مطالعه با فسیل های مشابه متعلق به رسوبات کواترنری موجود در طبقات رسوبی که مغزه های حفاری آنها مورد مطالعه زیست رخساره ای قرار گرفت. مرزهای عمق دیرین دریای خزر بازسازی شد. نتایج حاصل از انطباق مزبور نشان می دهد که قلمرو آبی این حوضه در ازمنه تاریخ زمین شناسی مورد بحث بطور متناوب دچار تغییر شده است (نمودار ۱). بطوریکه بازسازی شرایط عمق دریا مؤید حوضه نسبتاً کم عمق در آپشرونین و خزرین و نئوکاسپین با چرخه نوسانی متناوب و با تغییرات سریع سطح تراز آب دریا در اثر عوامل اقلیمی است. پایین بودن تنوع و فراوانی زیستی گونه های نرم تن و وجود گونه های خاص مناطق کم عمق در لایه های

نتیجه گیری

۱- مهم ترین مجموعه های جانوری فسیل در رسوبات کواترنری دریای خزر شامل: نرمتنان (دوکفه ای و شکم پایان) و سخت پوستان (استراکدها) می باشند. در این میان شکم پایان از فراوانی و تنوع گونه ای بسیار خوبی برخوردار است و برای تحلیل شرایط فیزیکی بستر و تعیین عمق حوضه بعنوان شاهد بسیار ارزشمندی محسوب می شوند.

۲- مهم ترین تنوعات زیستی گونه های شکم پایان کواترنری و عهد حاضر دریای خزر به خانواده های میکروملانیسده از زیر رده آبشش جلائی ها یا *Prosobranchia* و پلان اریبده از زیر رده ریه داران یا *Pulmonata* تعلق دارد.

۳- حضور گونه های مهاجر شکم پایان *Caspiella baicalia* در توالی رسوبات آشکوب باکوین و خوالینسکین معرف ارتباط آب این حوضه با دریاهای پیرامون خود می باشد.

۴- تعیین گونه های نرم تن خاص محیط های لب شور (*Micromelania*)، آب شیرین (*Corbicula*) و آب شور (*Tridacna*) شاهدهی آشکار برای بازسازی محیط های رسوبی گذشته دریای خزر می باشد.

۵- بستر دریای خزر براساس ماهیت تنوع زیستی گونه های شکم پا و جنس رسوبات به پنج محدوده عمقی مشخص (ناحیه خشک ساحلی، بخش کم ژرفای دریایی، ناحیه دور از ساحل، بخش نیمه عمیق و ناحیه عمیق دریایی) تقسیم می شود.

۶- شرایط دریای خزر به لحاظ زیست رخساره ای در کواترنری بسیار متغیر بوده و رسوبات خاص محیط های پیشرونده و پسرونده بطور متناوب در آن رسوبگذاری نموده اند.

رسوبی نوع ساحلی در این واحدها معرف خوبی برای بازسازی شرایط گذشته حوضه دریای خزر می باشد. اما نتایج نشان می دهد که در آشکوب های باکوین و خوالینسکین مساحت قلمرو و عمق آب دریای خزر به حداکثر میزان خود رسیده و در طی این زمان ها توانسته با دریاهای حاشیه باقیمانده از حوضه پاراتیس (دریای سیاه، آزوف، آرال) ارتباط هیدرولوژیکی برقرار نماید.

حضور گونه های مهاجر فسیلی از نرم تنان شکم پا مانند گونه *Caspiella baicalia* گواهی آشکار بر این مدعا است.

البته در حال حاضر نیز با ارتباط آبی بین خزر و دریای سیاه از طریق کانال ولگا دن شرایط مهاجرت برای عوامل زیستی پدید آمده است که وجود گونه های دوکفه ای *Abra ovata* در کرانه ساحلی دریای خزر و شانه دار مهاجم *Miniopsis Lady* مثال خوبی برای آن می باشد [۱۲].

به طور کلی در یک جمع بندی کلی از نتایج این قسمت مشخص می شود که شرایط عمق سنجی رسوبات کواترنری بخش جنوبی دریای خزر (منحنی ۱) از دو ریتم نوسانی بلند مدت با دوره های پیشروی و پسروی گسترده و نوسانات کوتاه مدت با تغییرات سریع و متناوب سطح تراز آب دریا برخوردار است. در حقیقت بررسی عوامل موثر بر نوسانات مشخص می نماید که نوع اول ریتم نوسانی بیشتر توسط عوامل اقلیمی کلان مانند تاثیر دوره ای یخچالی و بین یخچالی و یا نیروهای زمین ساختی بصورت حرکات خشکی زائی کنترل می شود و نوع دوم آن بیشتر تحت تسلط عوامل اقلیمی کوتاه مدت مانند پدیده های آب و هوایی کنترل می گردد.

۴- پالوسکا و دیکنز (ترجمه شهرابی، م)، (۱۳۷۱)، زمین شناسی کواترنر کرانه های دریای خزر، سازمان زمین شناسی کشور، شماره ۶۰، ۱۲۴ ص.

۵- تجلی پور، ا، (۱۳۵۶)، نرمندان دریای خزر از انزلی تا استارا، دانشگاه اهواز، صفحه ۷۵ ص.

۶- خسروتهرانی، خ، (۱۳۵۳)، چینه شناسی ایران، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۴۵۲، ص ۳۸ تا ۵۵.

۷- خوشروان، ه، (۱۳۷۴)، زمین شناسی سنگ چینه ای و جغرافیای دیرین رسوبات کواترنری دریای خزر، دانشگاه اصفهان، ۱۸۴ ص.

۸- خوشروان، ه، (۱۳۷۸)، مدل های بایواستراتیگرافی دو زیست رخساره ای رسوبات کواترنری دریای خزر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۶۶ ص.

۹- خوشروان، ه، (۱۳۷۹) پهنه بندی مورفولوژی سواحل جنوبی دریای خزر، مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر، گزارش داخلی، ۱۵۶ ص.

۱۱- فتوحی، م، (۱۳۴۴)، گزارش زمین شناسی چاه گرگان ۳- الف، گزارش شماره ۳، شرکت ملی نفت ایران، ۵۸ ص.

۱۰- موسوی روحبخش، م، (۱۳۷۰)، چینه شناسی زیستی خزر جنوبی، دوکفه ای ها و شکم پایان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ۸۹ ص.

۱۱- موسوی روحبخش، م، (۱۳۷۹)، زمین شناسی دریای خزر، انجمن زمین شناسی ایران، کتاب شماره ۸۰، ۱۶۵ ص.

۱۲- یاسینی، ا، (۱۳۶۰)، طرح کلی چینه شناسی رسوبات نئوژن کواترنری حوضه پاراتتیس شرقی، نشریه انجمن نفت، شماره ۸۳، ۱۱۴ ص.

13- Berberian, M, (1983); the southern Caspian. A compressional depression floored, Canadian Journal of Earth Science, Vol, 20, No2, 163-183 pp.

14-Black R.M.,(1980); the element of paleontology, press syndicate of Cambridge University, 214 p.

15- Moore R.C.,(1969); Treatise on invertebrate paleontology, part 1, Mollusk Gastropods, Russel Rutter Co. New York City, 176 p.

16- Murray J.W., (1985); Atlas of invertebrate macrofossils, Longman-England, 137 p.

17- Paluska, A and Degenz, E, (1992); Caspian Sea quaternary Geology, Iranian Geology Society, Report no 60, 214 p.

۷- چرخه نوسانی دریای خزر در آپشرونین، خزرین و نئوکاسپین از دوره های پسروی گسترده با حداقل سطح تراز آب دریا برخوردار بوده و در این زمان هیچ نوع ارتباط هیدرولوژیکی بین این حوضه و حوضه های حاشیه وجود نداشته است. برعکس در آشکوب های باکووین و خوالینسکین قلمرو آبی خزر به حداکثر میزان ممکن رسیده و این دریا توانسته با حوضه های پیرامون خود ارتباط آبی برقرار نماید.

۸- بازسازی عمق بستر دریای خزر با استفاده از شواهد زیستی مؤید حضور دو ریتم نوسانی بلند مدت و کوتاه مدت تدریجی و متناوب در منطقه مورد مطالعه می باشد که نوع با دامنه بلند بیشتر تحت تاثیر عوامل فازهای یخچالی و بین یخچالی و پدیده های خشکی زائی کنترل می شود و نوسانات سریع و کوتاه مدت آن در اثر پدیده های اقلیمی و آب و هوایی بوجود می آید.

۹- فراوانی نوسانات سریع آب دریای خزر در آشکوب کاسپین جدید یا نئو کاسپین به خوبی مشهود است و در طبقات کاسپین میانی سکانس رسوبات پیشرونده دریای خزر مشاهده می شود.

منابع

۱- اشتوکلین، ج، (۱۳۳۶)، گزارش کامل زمین شناسی چاه های اکتشافی دریای خزر، گزارش شماره ۱۷۲، شرکت ملی نفت ایران، ۷۶ ص.

۲- آگاه، س. بیات، ا، (۱۳۴۹)، گزارش زمین شناسی چاه مازندران یک، گزارش شماره ۳۲۲، شرکت ملی نفت ایران، صفحه ۸۴ ص.

۳- بهرامی زاده، س، (۱۳۶۹)، مقدمه ای بر مطالعات استراکدهای نئوژن تا کواترنری حوضه جنوبی دریای خزر، شرکت ملی نفت ایران، گزارش داخلی، ۱۲۵ ص.

18- Zenkevitch, L.A. (1963); Biology and fauna of the seas of the USSR. George Allen & Urwin Ltd. 156 p.