پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال سیزدهم، شماره ۲، پاییز ۱۴۰۳
صص. ۳۲-۲۱

# بازسازی نوسانات تراز آب در بازه زمانی پلیستوسن–هولوسن در سواحل کم عمق دریای خزر

عطاالله عبدالهی کاکرودی*- دانشیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۱۶ تائید نهایی: ۱۴۰۳/۰۵/۲۹

## چکیده

**شواهد رسوبی به جا مانده در اطراف دریای خزر در بخشها و ترازهای مختلف حاکی از نواسانات بسیار شدید ترازآب در دوره های مختلف زمین شناسی است. دو تراز مطلق دریای خزر که حدوداً در ترازها ی ۲۲- و ۲۴- اندازه گیری شده ا ند در اواخر و نیمه دوم هولوسن در سرتاسر دریای خزر شواهد آن وجود دارد و مورد پذیرش اکثر محققین دریای خزر می باشد. تا کنون گزارش دقیقی از تغییرات تراز آب مطلق در ابتدای هولوسن ارائه نشده است و همچنان تراز آب مطلق آن بدلیل فقدان داده های لازم مورد اتفاق نظر محققین دریای خزر قرار نگرفته است. هدف از این مقاله تمرکز بر روی تراز مطلق ابتدای هولوسن با استفاده از داده های مختلف و تعیین سن مطلق از گمانه نسبتاً عمیق ۲۷,۷ متری واقع درسواحل شرقی ایران واقع در گمیشان می باشد. بر اساس نمو نه های تعییین سن کربن ۱۴ گمانه گمیشان نشان می دهد که تراز مطلق آب بین ۱۰۵۹۰ تا حدودا ۸۴۰۰ سال پیش بطور مستمر ادامه داشته و احتمالاً در تراز های مطلق بیشتری نسبت به تراز های نیمه دوم هولوسن قرار داشته است . افزایش تراز آب پس از پسروی شدید تراز آب حداقل در تراز مطلق ۵۰- در حدود ۱۰۵۹۰ سال پیش شروع شده و تا حدود ۸۴۰۰ سال پیش ادامه داشته است. در چنین شرایطی منطقه کم عمق ساحلی گمیشان محیط ساحلی عمیق را تجربه نموده است.**

***واژگان کلیدی: هولوسن، گمیشان، خوالین، تراز آب، دیاتوم.***

* نویسنده مسئول: E-mail: a.a.kakroodi@ut.ac.ir

**مقدمه**

بازسازی گذشته ترازآب دریای خزر هم اکنون توسط بسیاری از محققین در سرتاسر دریای خزر از بخشهای مختلف آن شامل سواحل کم عمق- نیمه عمیق وعمیق و همینطورمطالعه رسوباتی که هم اکنون در خشکی قرار دارند انجام گرفته هست. مطالعه گرده شناسی، مغناطیس، رسوب شناسی و کانی شناسی، تعیین سن مطلق، تکتونیک و نیز مطالعه فونای دریای خزر اگرچه تصویر بهتری از تراز مطلق دریای خزر را در گذشته نشان می دهد اما همچنان ارئه یک منحنی تراز مورد اجماع محققین حاصل نگردیده است (Rychagov, 1977, 1997; Boomer et al.,2005; Kroonenberg et al., 2007; Lahijani et al., 2009; Hoogendoorn et al., 2005; Leroy et al., 2013; Kakroodi et al., 2012, 2015; Naderi et al, 2013,).

دریای خزر بدلیل تغییرات شدید تراز آن توسط دانشمندان به تغییرات تراز خیالی تعبیر شده است. رسوبات دریایی به جای گذاشته در بخشهای مختلف دریای خزر حاکی از تغییرات شدید آن حداقل بالای ۵۰+ در پلیستوسن پیشین و در حدود ۲۰+ پلیستوسن پسین می باشد. در گذار از پلیستوسن به هولوسن با افت شدید تراز آب مواجه هستیم و گسترش جلگه خرزی حاصل این پسروی شدید می باشد. تراز مطلق آن دقیق ذکر نشده است اما در منابع روسی تا ۱۰۰- و در بخش ایران و مطالعه مغزه رسوبات ناحیه گمیشان تا حداقل ۵۰- گزارش شده است .(Kakroodi et al., 2015) مطالعه رسوبات نئوکاسپین در هولوسن حاکی از تغییرات شدید تراز آب می باشد. تراز مطلق این تغییرات در اوایل هولوسن مشخص نیست اگرچه شدت آن به احتمال زیاد بسیار شدیدتر است. دو تراز بعدی در حدود ۲۲- و ۲۴- می باشد که بخش عمده ای از سوحل کم شیب را در بر می گیرد. نهایتا آخرین چرخه دریای خزر بین سالهای ۱۹۲۹ و ۱۹۹۵ با دامنه تغییرات در حدود ۳ متر بوده که توسط ایستگاهای اندازه گیری ثبت شده اند و تاثیرات شگرفی در تمام مناطق ساحلی به ویژه مناطق کم عمق ساحلی به جا گذاشته اند.

**جدول ۱. مهمترین دوره های افزایش ترازآب دریای خزر(**Kroorneberg et al,. 1997; Kakroodi ., 2012**)**

| | | زمان | بالاترین تراز آب |
|---|---|---|---|
| هولوسن | | ۱۹۹۵ | -۲۵.۵ |
| | | دوره سرد | ~ -۲۴ |
| | | ۲۶۰۰ پیش | -۲۲ |
| | | ۶۰۰۰ پیش | -۲۶ |
| | | ۸۴۰۰ پیش | ؟ -۲۲ |
| پلیوستوسن | خوالین | پسین | -۱۸ یا -۱۵ |
| | | | -۱۲ یا -۱۰ |
| | | | -۶ یا -۵ |
| | | | ۰ |
| | | پیشین | ۶ یا ۴ |
| | | | ۱۵ یا ۱۴ |
| | | | ۲۲ یا ۱۹ |
| | | | ۳۶ یا ۳۴ |
| | خزر | پسین | ؟ |
| | | پیشین | ؟ |
| | باکو | پسین | ؟ |
| | | پیشین | ؟ |
| پلیوسن | آبشوران | | ؟ |
| | آگچوگیل | | ؟ |

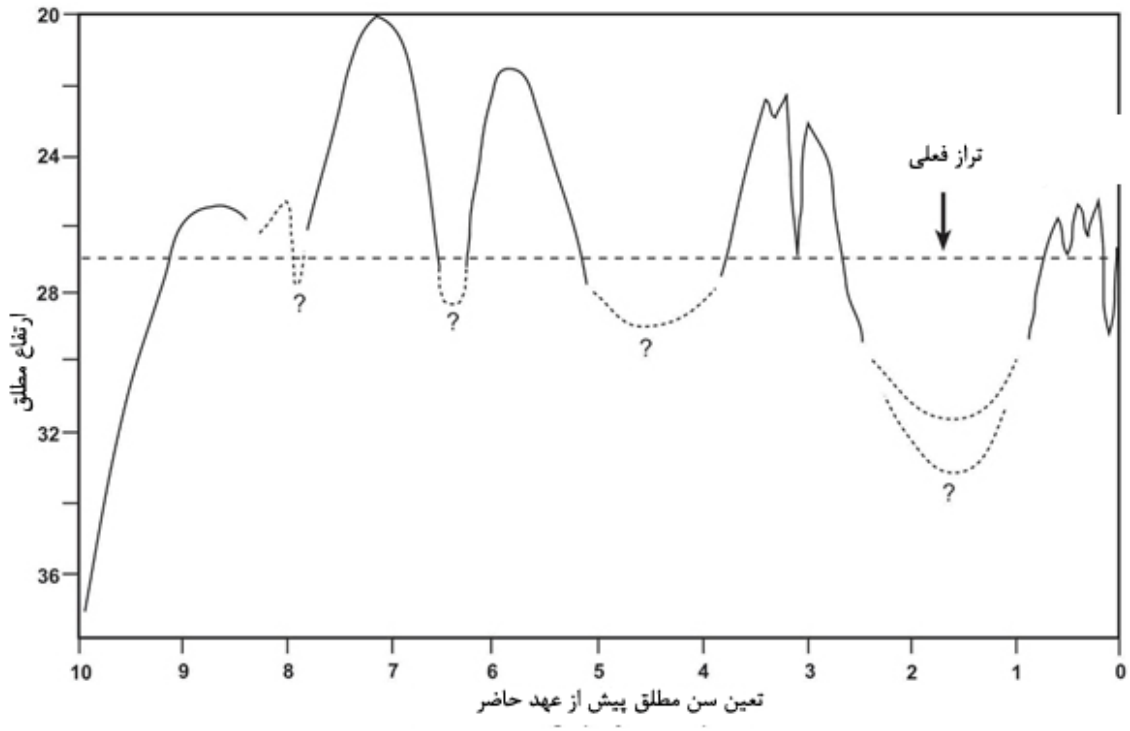
تراز مطلق کنونی دریای خزر در حدود ۲۸,۵- با تغییرات فصلی در حدود ۳۰-۴۰ سانتی مترتوسط ابزارهای تاید گیج و ماهواره گزارش شده است. مطالعه مغزه های رسوبی دریایی خزر در بخش سواحل کم شیب ساحلی منطقه گمیشان

شواهد قوی از تغییرات تراز آب دریای خزر را نشان می دهد. با استفاده از مغزه رسوبی در حدود ۲۷,۷ متری و مطالعه آن با پروکسیهای مختلف و نیز تعیین سن مطلق نتایج مهمی از تغییرات تراز آب دریای خزر بدست آمد. رسوبات پلیستوسن با هولو سن با ساختار متفاوت به لحاظ فونا و اکسیدا سیون شدید ازهم متمایزمی شوند. پس از پسروی شدید، سیستم تالاب در ابتدای هولوسن شناسایی گردید. ادامه افزایش تراز آب منجر به حرکت سیستم به سمت خشکی و افزایش عمق شـدید تا میانه های هولوسـن گردید (Kakroodi el al., 2015). این افزایش تراز آب تا حدود ۸۴۰۰ سـال پیش ادامه داشته و احتمالاً شدید ترین ثبت تراز آب را در هولوسن داشته است. تراز مطللق آن هنوز روشن نیست ولی شواهد رسوبی آن نشان می دهد که این تراز بخشهای وسیعی از جلگه ساحلی را پوشش داده است.

پس از ۸۴۰۰ سال پیش تراز دریا شواهد پایین آمدن را نشان می دهد. در هولوسن بالایی شواهد تکرار سیستم تالاب حداقل ۵ بار شناسایی گردید. رسوبات سیستم تالابی که از توالی رسوبات رسی-سیلتی به همراه فونای این محیط و سد ماسه ای نهشته شده اند بخوبی تکرار این سیستم را نشان میدهد ( Kakroodi, 2012).

تا کنون منحنی تراز هولو سن دریای خزر که مورد اتفاق همه محققین دریای خزر با شد ارائه نشده ا ست. در سالهای اخیر بدلیل افزایش نمونه برداری و تعیین سن مطلق در سرتاسر دریای خزر شرایط بهتری برای یک منحنی تراز هولوسن فراهم شده است، اگرچه مشکلات ناهمگنی روشهای تعیین سن و نیز تعیین سن تصحیح شده کماکان وجود دارد.

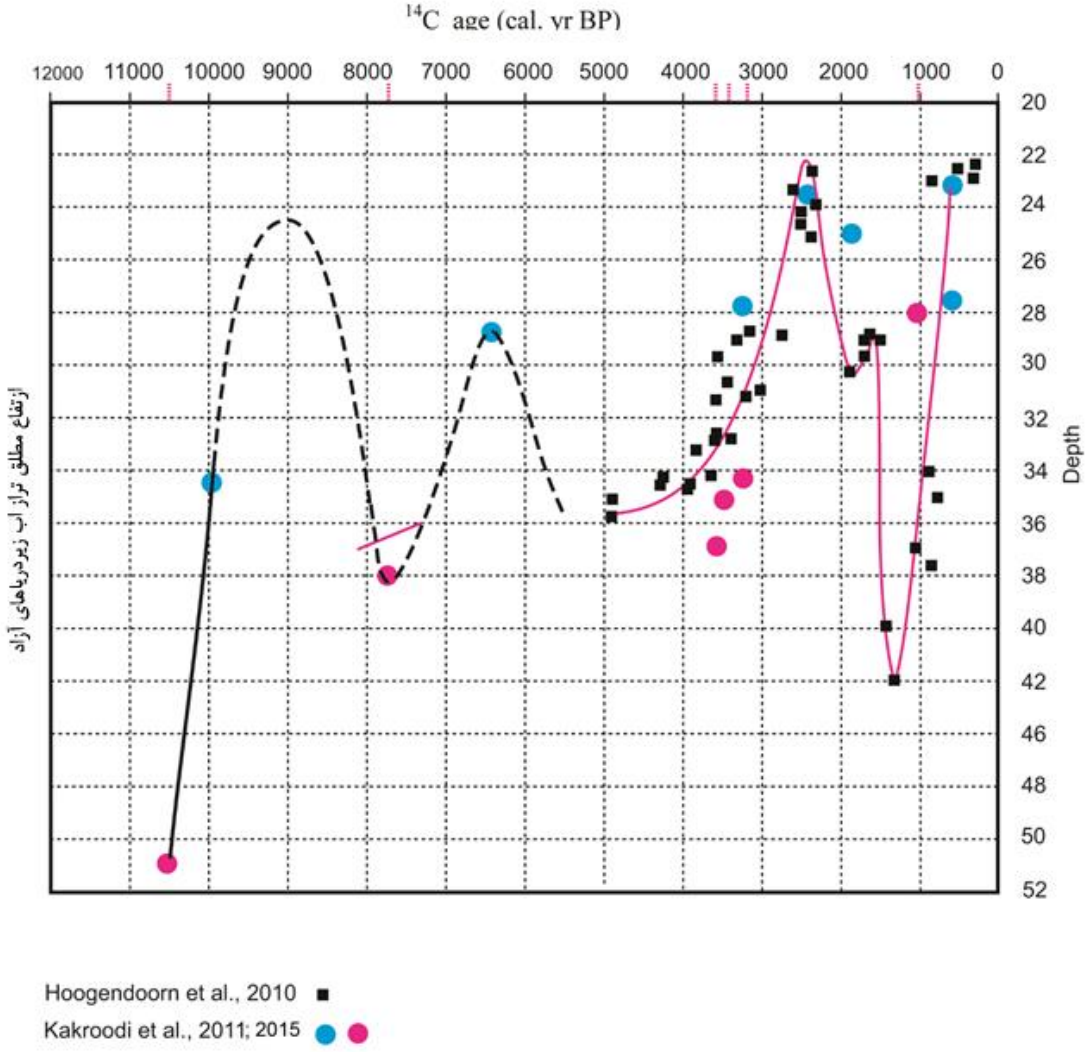
یکی از منحنی های ترازهولوسـن دریای خزر که توسـط بسـیاری از محقیقین مورد توجه قرار گرفته اسـت منحنی تراز Rychagov, 1977, 1997 می باشد (شکل ۱).




**شکل ۱. منحنی پیشنهادی هولوسن ریچاگوف، به احتمال زیاد این داد ه ها بدون در نظر گرفتن تصحیحات سن مطلق است.**

همانطور که از شکل ۱ مشخص هست پس از پسروی شدید در مرز پلیستوسن و هولوسن افزایش شدید تراز آب مشاهده می شـود. ماکزیمم تراز آب در حدود ۲۰- و کمترین در حدود ۱۵۰۰ سـال پیش در حدود ۳۴- می باشـد. به طور کلی

منحنی تراز آب یک کاهش تراز را به سمت عهد حاضر نشان می دهد. یافته های جدید در بخش دلتای کورا و ناحیه گمیشان تا حدود زیادی تصویر بهتری از منحنی هولوسن نشان می دهد (شکل ۲).



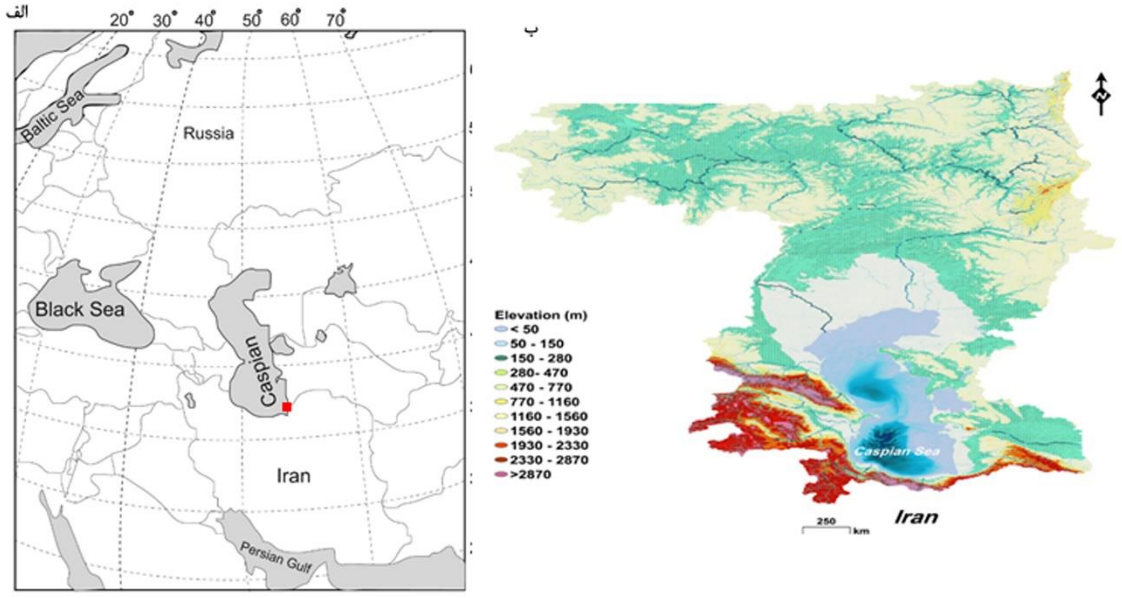

**شکل ۲. منحنی تغییرات تراز آب طی هولو سن از بخ شهای مختلف دریای خزر. این منحنی بدون در نظر گرفتن اثرات تکتونیک تهیه شده است.**

بر ا ساس شکل ۱و۲ بین دو منحنی تراز آب ا شاره شده در بالا ضمن هم پو شانی در بخ شهای مختلف تفاوت های مشخصی وجود دارد. مهم ترین آنها تفاوت در تراز مطلق ۲۲- در حدود ۲۴۰۰ سال پیش می باشد. شواهد افت شدید تراز آب ۱۴۰۰ سال پیش که توسط Hoogendoorn et al., 2005 گزارش شده است در مغزه گمیشان وجود ندارد (شکل ۲). آنچه م شخص ا ست هنوز ابهامات زیادی در منحنی تراز دریای خزر وجود دارد و لازم ا ست مطا لعات بی شتری در بخ شهای مختلف دریای خزر صورت پذیرد تا منحنی هولو سن تراز دریای خزر مورد اتفاق محققین قرار گیرد. این مقاله با اسـتفاده از مغزه گمیشـان و پروکسـی های مختلف تلاش دارد تراز بین ۱۰۵۹۰ تا حدودا ۸۴۰۰ سـال پیش را مورد بررسی و ارزیابی قرار دهد و پیشنهاداتی را در زمینه تراز مطلق آن ارائه دهد.

## داده و روش

### منطقه مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه در جنوب شرقی دریای خزر و شمال شرقی سواحل ایران واقع شده است (شکل ۳) و منطبق بر عوارض مورفولژیکی خلیج گرگان تالاب و گمیشان واقع در مرز شمال شرقی ایران و ترکمنستان است. منطقهٔ مورد مطالعه یکی از مناطق وسیع جلگهٔ ساحلی ایران محسوب می شود که شیب آن به سمت خشکی و دریا بسیار اندک است. اثر امواج در مورفولوژی ساحلی بخش های تالاب گمیشان، به دلیل شیب بسیار کم، چندان محسوس نیست و انرژی موج در سطح وسیعی از شیب ساحلی تحلیل می رود. سواحل جنوب شرقی دریای خزر به دلیل تخریب کمتر و عدم فعالیت های انسانی و نیز به لحاظ مورفولوژی و شیب کم در برابر تراز آب بسیار حساس بوده و مکانی مناسب برای مطالعه تغییرات تراز آب می باشد. آثار سواحل قدیمی بخوبی در این منطقه تا کنون حفظ شده است، اگرچه در سالهای اخیر فعالیتهای کشاورزی بخشهایی از این سواحل قدیمی را تخریب کرده است.




**شکل ۳. دریای خزر با منابع آبی پیرامون و منطقه مورد مطالعه که با کادر قرمز مشخص شده است (الف) و حوضه آبخیز دریای خزر (ب).**

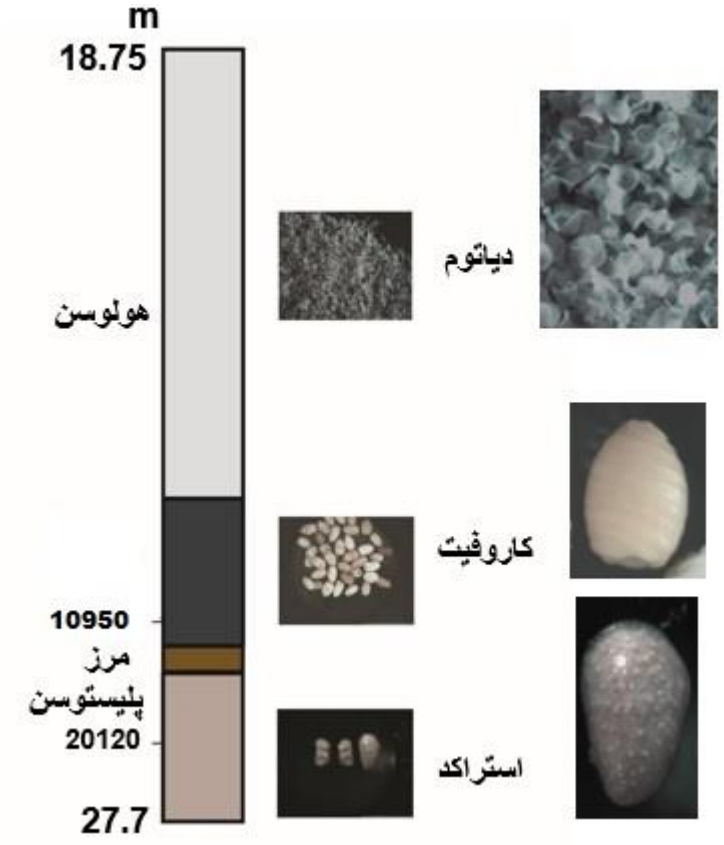
سواحل جنوب شرق دریایی خزر بسیار کم شیب بوده و نسبت به تغییرات تراز آب بسیار حساس می باشد (Kakroodi et al., 2015). به همین منظور با یک دستگاه ماشین حفاری در سال 1388 یک مغزه در حدود ۲۷٫۷ متری در یکی از تالاب های قدیمی واقع در منطقه مورد مطالعه تهیه گردید. موقعیت گمانه در فاصله حدودا ۱۰ کیلومتری شهر گمیشان و در موقعیت جغرافیایی 37° 09 23.36″ E و 54° 03′ 23.36″ E واقع شده است. ارتفاع مطلق آن در حدود ۲۵٫۵- متری تراز فعلی دریای خزر است.

نمونه های گرفته شده با توجه به تغییر رخساره جهت مطالعه ماکرو و میکرو ارگانیسم ها و سایر ویژگی رسوبی در آزمایشگاه مورد مطالعه قرار گرفت. جهت برآورد تعیین سن دو نمونه از استراکدا و کاستروپدا به روش کربن ۱۴ به لابوراتورا رادیو کربن دانشگاه بلفست نیوزلند ارسال و پس از تصحیحات لازم به ترتیب ۲۰۱۲۰ و ۱۰۹۵۰ تخمین زده شدند. بر اساس نرخ رسوب گذاری تعیین سن در زمان افزایش تراز آب در حدود ۸۴۰۰ سال پیش تخمین زده شد. علاقمندان جهت اطلاعات و جزئیات بیشتر می توانند به مقاله Kakroodi et al., 2015 مراجعه نمایند.

داده هیدروگرافی منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۱۶ توسط سازمان بنادر و کشتیرانی در سال ۱۳۹۵ تهیه شده است. موقعیت آن در شکل ۵ نشان داده شده است.

## نتایج

شکل ۴ لاگ تهیه شده از بخشی از گمانه حفاری شده را بین ۲۷,۷ و ۱۸,۷۵ متری نشان می دهد که یک سکانس از مرحله قبل از هولوسن تا ماکزیمیم افزایش تراز آب را در هولوسن شامل می گردد ( شکل ۴). هر کدام از این واحد ها با فونای مشخص از واحد دیگر جدا می شود. استراکد های پلیستوسن با یک واحد رسوبی همگن و اکسید شده همراه با بلورهای ژیپس به واحد آغازین پیشروی دریایی خزر در هولوسن و محیط تالابی و نهایتا به یک محیط عمیق همراه با دیاتم ها منتهی می شود. در واقع در هولوسن ابتدا محیط تالابی در منطقه مورد شکل گرفته و در یک افزایش تراز آبی مداوم به محیط عمیق تبدیل شده است. شناسایی این واحد ها مبتنی بر فونای موجود و رسوب شناسی (از جمله بافت، رنگ و ساختمان رسوبی ) است.




**شکل ۴. بخشی از لاگ ترسیم شده از مغزه گمیشان با ۳ واحد اصلی به همراه فونای غالب آنها.**

### ۱- شواهد تغییرات تراز بین هولوسن- پلیستوسن

تقریبا بین محققین دریای خزر، مرز بین هولوسن- پلیستوسن با یه پسروی شدید در سرتاسر دریایی خزر تحت عنوان پس روی Mangyshlak شناخته می شود و میزان پسروی بر اساس عمق، تراس های دریایی متفاوت و در تراز های

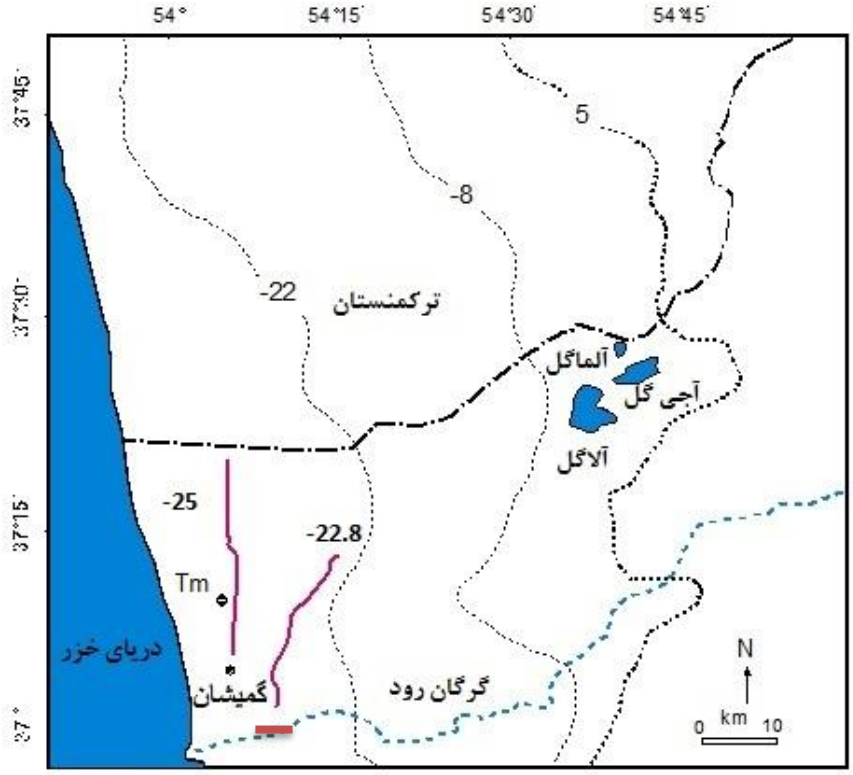
۵۰-، ۹۲- ۱۱۳- اشاره شده است. زمان دقیق آن نیز مشخص نیست و بین ۱۲۰۰۰ تا ۹۰۰۰ سال گزارش شده است (Svitoch et al., 1987, Varushchenko et al.1987; .(Kroonenberg et al., 2000, 2010). مطالعه مغزه گمیشان نشان میدهد که تراز مطلق آن حداقل در حدود ۵۰- بدون در نظر گرفتن اثر تکتونیک و منطبق بر مرز هولوسن- پلیستوسن می باشد. گاستروپدهای پلیستوسن بیشتر از گونه های Leptocythere bacuana, Bacuniella dorsoarcuata and Eucythere naphtatscholana می باشد که در واحد های بالایی کم و یا وجود ندارند (Boomer et al., 2005; Kakroodi et al., 2015 ). در بالای واحد پلیستوسن در حدود ۳۰ سانتی متر رسوبات یکدست همراه با بلور های ژیپس وجود دارد که به احتمال زیاد بخشی از پالئوسل منطقه گمیشان را پس از پسروی شدید نشان می دهد (شکل ۴). بدیهی است چنین پسروی شدیدی در مناطق با شیب کم همانند منطقه مورد مطالعه بسیار قابل توجه است و ممکن است کیلومتر ها بر وسعت جلگه بیافزاید.

## ۲- تغییرات تراز آب در هولوسن

تغییرات منحنی دریای خزر در بازه هولوسن ( Rychagov, 1977, 1997; Hogendoorn et al., 2010; Kakroodi et al., 2105 ) نشان می دهد که با آغاز هولوسن تراز دریای خزر یک پیشروی مستمر را تجربه نموده است. این افزایش تراز آب منطبق بر تراز های۲۰-، ۲۲-، ۲۴-، ۱۳- و ۵- می باشد که در بخشهای مختلف دریای خزر گزارش شده است.

مطالعه رسوبات نئوکاسپین در هولوسن حاکی از تغییرات شدید تراز آب می‌باشد (Lahijani et al.,2009; Naderi et al., 2013; Kakroodi et al., 2015; Ramezani et al., 2016) ). بدلیل فقدان داده های رسوبی، عمده مطالعات انجام گرفته شامل اواخر هولوسن بوده و بازه زمانی آن حدودا بین ۳۰۰۰ تا ۲۴۰۰ سال پیش و تراز مطلق آنها در حدود ۲۲- و ۲۴- شناسایی شده است، که تقریبا شواهد آن در سواحل دریای خزر از جمله سواحل ایران وجود دارد. آنچه تا کنون مورد اتفاق قرار نگرفته است تراز مطلق اوایل هولوسن است.

نتایج بدست آمده از گمانه گمیشان نشان می دهد که پس از پسروی شدید در مرز بین هولوسن و پلیستوسن، سیستم تالاب در ابتدای هولوسن با سن مطلق در حدود ۱۰۵۹۰ سال پیش با افزایش تراز آب تشکیل گردید. (شکل ۴و ۵).




**شکل۵. موقعیت گمانه گمیشان (Tm) و خطوط ساحلی قدیمی که با رنگ قرمز نمایش داده شده است و ارتفاع مطلق تقریبی آنها از نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ اخذ شده است. منحنی میزانها از تصاویر SRTM استخراج گردیده است. خط نارنجی محدوده داده هیدورگرافی را نشان می دهد.**

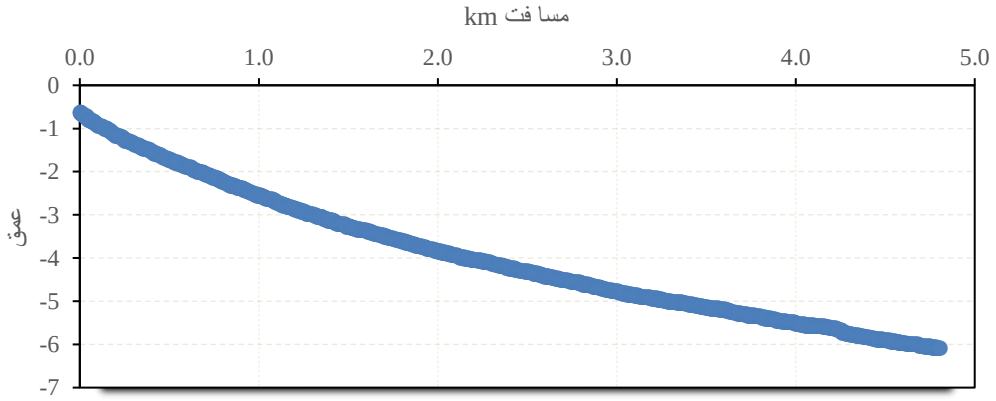
ادامه افزایش تراز آب منجر به حرکت سیستم به سمت خشکی و افزایش عمق شدید تا میانه‌های هولوسن گردید. این افزایش تراز آب تا حدود ۸۴۰۰ سال پیش ادامه داشته و با توجه تغییر محیط تالابی به یک محیط عمیق همراه با تغییرات فونای دریای خزر (شکل ۴) به احتمال زیاد بیشترین و شدیدترین ثبت تراز آب در هولوسن را تجربه کرده باشد. این محیط عمیق در سواحل کم عمق تا لابی گویای اثر گذاری شدید افزایش تراز آب بوده و به احتمال زیاد بخش‌های عمده‌ای از جلگه ساحلی منطقه مورد مطالعه را پوشش داده است.

سیستم تالابی پس از ادامه دار بودن افزایش تراز آب به سمت خشکی حرکت کرده است. ادامه افزایش تراز آب محیط تالاب اولیه را کاملا به بخش عمیق تری تبدیل نموده و نوع رسوبات بیشتر بصورت لامینهای های رسی خاکستری تیره رنگ ظاهر می شوند. فونای غالب به شکل وسعیی دیا توم ها هستند (شکل ۴). مطالعه فونای دریای خزر در یک ترانسکت حدود ۸۵ کیلومتر در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد که دیاتومها بیشتر در اعماق زیاد ظاهر می شوند (Leroy et al., 2018).

این واحد بین عمق ۲۴-۱۸,۷۵ متری با دارا بودن حجم قابل توجه ای از دیاتوم ها، شاخص فراوانی گرده گیاهی (Leory., 2O13) و ساختمان رسوبی مشخصات رسوبات عمیق را نشان می دهد. این افزایش تراز در دریای خزر گاهی به Late khovalynian transgression معروف است و بسیار مورد بحث محققان دریای خزر است و زمان و تراز دقیق آن گزارش نشده است. بر اساس ( 1997 )Mamdov, زمان آن بین ۱۶۰۰۰ تا ۸۰۰۰ سال پیش

بوده و تراز آن بین ۱۳-، ۵- متر بر آورد شده است. این افزایش تراز آب بر اساس تعیین سن ترمولومینسانس ۳۰۰۰۰ تا ۱۶۰۰۰ سال پیش و بر اساس تعیین سن رادیو کربن بین ۱۶۰۰۰ تا ۹۰۰۰ سال پیش برآورد شده است (Varuschenko et al.1987; Mamedov, 1997; Kroornenberg et al., 1997., Leonov et al., 2002; Bezrodnykh et al., 2004; Badyukova, 2007; Svitoch et al., 2008; Shkatova, 2010) . تعیین سن جدید لابرواتوار در روسیه نشان می دهد بسیاری از این تعیین سن ها اشتباه بوده است (Tudryn. A., 2013).

داده های تعیین سن مطلق افزایش تراز آب از ۱۰۵۹۰ شروع و بر اساس نرخ رسوب گذاری تا حدود ۸۴۰۰ سال پیش ادامه داشته است (Kakroodi et al., 2015). اگرچه به دلیل فقدان داده تعیین سن مطلق در زمان پایانی این افزایش تراز آب بوسیله نرخ رسوبگذاری صورت گرفته است بدرستی نمی توان دقت آن را مشخص نمود، آنچه مشخص است منطقه کنونی گمیشان که در حال حاضر یک سیستم تالابی کم عمق را تجربه می‌کند در حدود ۸۴۰۰ سال پیش شرایط یک دریای عمیق را داشته است. بدلیل شیب کم در دو سوی خط ساحلی، اعماق ۵۰ متری در مسافت بیش از ۵۰ کیلومتری از سواحل قرار دارند (Kakroodi et al., 2015). بر اساس داده های هیدروگرافی که در سال ۲۰۱۶ انجام گرفته است در فاصله ۵ کیلومتری از خط ساحلی کنونی بیشترین عمق آب در حدود ۶ متر می باشد.




**شکل ۶. هیدورگرافی منطقه مورد مطالعه از خط ساحلی کنونی تا ۵ کیلومتری. موقعیت داده هیدروگرافی در شکل ۵ با خط نارنجی مشخص شده است.**

اگر چه نمی توان به طور دقیق تراز مطلق خط ساحلی قدیمی ۸۴۰۰ سال پیش را تعیین نمود ولی با توجه به اینکه واحد رسوبی عمیق بر اساس تراز مطلق موقعیت گمانه گمیشان در تراز ۲۵,۵- حدودا بین ۴۴- ۴۹ -متری واقع شده است به نظر می رسد تراز ۸۴۰۰ سال پیش در فاصله بیش از ده کیلومتری خط ساحلی قرار داشته باشد و به احتمال زیاد اثر گذارترین تراز دریای خزر در هولوسن باشد. با توجه به این که شواهد بیشترین تراز مطلق در هولوسن در تراز های ۲۲- و ۲۴- در منطقه وجود دارند (کاکرودی، ۱۳۹۶) بسختی می توان شواهد این تراز مطلق را در منطقه شناسایی نمود و به احتمال زیاد در زیر رسوبات رودخانه گرگان و اترک مدفون شده باشد. احتمالاً تالابهای آلماگل، آلاگل و آجی گل در منطقه مورد مطالعه تحت تاثیر این تراز شکل گرفته باشند.

## نتیجه گیری

در گذر از پلیستوسن به هولوسن با افت شدید تراز آب مواجه هستیم و گسترش جلگه خزری حاصل این پسروی شدید می‌باشد. تراز مطلق آن دقیق ذکر نشده است، اما در منابع روسی تا ۱۰۰- متر گزارش شده و مطالعه مغزه رسوبات در بخش ایران نشان می‌دهد، پسروی ناحیه گمیشان حداقل تا ۵۰- متر است (Kakroodi et al., 2015). مطالعه رسوبات نئوکاسپین در هولوسن حاکی از تغییرات شدید تراز آب می‌باشد. تراز مطلق این تغییرات در اوایل هولوسن

مشخص نیست، اگرچه شدت آن بسیار شدیدتر است. دو تراز بعدی و بسیار مهم که شواهد رسوبی آن در منطقه مورد مطالعه وجود دارند در حدود ۲۲- و ۲۴- می‌باشد که بخش عمده‌ای از سوحل کم‌شیب را در بر می‌گیرد. نهایتا آخرین چرخه دریای خزر بین سال‌های ۱۹۲۹ و ۱۹۹۵ با دامنه تغییرات در حدود ۳ متر تاثیرات شگرفی در تمام مناطق ساحلی به جا گذاشته‌اند.

با استفاده از مغزه رسوبی در حدود ۳۰ متر و مطالعه آن با داده های مختلف و نیز تعیین سن مطلق، نتایج مهمی از تغییرات تراز آب دریای خزر بدست آمد. رسوبات پلیستوسن با هولوسن با ساختار متفاوت به لحاظ فونا و اکسیدا سیون شدید از هم متمایز می‌شوند. پس از پسروی شدید، سیستم تالاب در ابتدای هولوسن شناسایی گردید. ادامه افزایش تراز آب منجر به حرکت سیستم به سمت خشکی و افزایش عمق شدید تا میانه‌های هولوسن گردید. این افزایش تراز آب تا حدود ۸۴۰۰ سال پیش ادامه داشته و احتمالاً شدیدترین تراز آب در هولوسن باشد. تراز مطلق آن هنوز روشن نیست، ولی شواهد رسوبی آن نشان می‌دهد که این تراز بخش‌های عمده‌ای از جلگه ساحلی را پوشش داده است. اگر چه شواهد افزایش تراز ۸۴۰۰ سال پیش همانند تراز های ۲۲- در سواحل دریای خزر به روشنی گزارش نشده است اما به نظر میرسد بدلیل وجود رسوبات عمیق دریایی در گمانه گمیشان ممکنست این تراز اثر گذارترین تراز دریای خزر در هولوسن باشد. به احتمال زیاد وجود تالابهای قدیمی همانند آلماگل، آلاگل و آجی گل که هم اکنون در تراز های حدودا بین ۵ و ۸- واقع شده اند ممکنست شواهد این تراز بسیار اثر گذار باشند اگرچه برای اثبات آن نیاز به گمانه های عمیق در بستر این تالابهاست.

## منابع


- **عبدالهی کاکرودی، عطا اله (۱۳۹۶)**، تغییرات تراز آب دریای خزر در حدود ۲۶۰۰ پیش و دورهٔ سرد کوتاه و اثرهای آن بر سواحل ایران **پژوهش ها ی جغرافیای طبیعی**، پژوهشهای جغرافیای طبیعی، دورهٔ ۴۹ شماره

- *Badyukova, E.N., 2007. Age of Khvalynian transgression in the Caspian Sea region. Oceanology 47 (3), 400-405.*
- *Bezrodnykh, Yu. Romanyuk, B., Deliya, S., Magomedov, R., Sorokin, V., Parunin, O., Babak, E., 2004. Biostratigraphy and structure of the Upper Quaternary deposits and some paleogeographic features of the north Caspian region. Stratigraphy and Geological Correlation 12 (1), 102-111 (in Russian).*
- *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.*
- *Hoogendoorn, R.M., Boels, J.F., Kroonenberg, S.B., Simmons, M.D., Aliyeva, E., Babazadeh, A.D., Huseynov, D., 2005. Development of the Kura delta, Azerbaijan; a record of Holocene Caspian sea-level changes. Marine Geology 222–223, 359–380.*
- *Hoogendoorn, R.M., Levchenko, O., Missiaen, T., Lychagin, M., Richards, K., Gorbunov, A., Kasimov, N., Kroonenberg, S.B., 2010. High resolution seismic stratigraphy of the modern Volga delta, Russia. International Conference. The Caspian Region, Moscow, pp. 32–37.*
- *Kakroodi, A.A., 2012a. Rapid Caspian Sea-Level Change and its Impact on Iranian Coasts. PhD thesis. Delft University of Technology.*
- *Kakroodi, A.A., Kroonenberg, S.B., Goorabi, A., Yamani, M., 2014a. Shoreline response to rapid 20th century sea-level change along the Iranian Caspian coast. J. Coast. Res. 30 (6), 1243–1250.*

- *Kakroodi, A.A., Kroonenberg, S.B., Hoogendoorn, R.M., Mohammad Khani, H., Yamani, M., 2012b. Rapid Holocene Sea-level changes along the Iranian Caspian coast. Quat. Int. 263, 93–103.*
- *Kakroodi, A.A., Kroonenberg, S.B., Naderi Beni, A., Noehgar, N., 2014b. Short- and longterm development of the Miankaleh spit, Southeast Caspian Sea, Iran. Coastal Res. 30 (6), 1236–1242.*
- *Kakroodi, A.A., Leroy, S.A.G., Kroonenberg, S.B., Lahijani, H.A.K., Alimohammadian, H., Boomer, I., Goorabi, A., 2015. Late Pleistocene and Holocene Sea-level change and coastal palaeoenvironment evolution along the Iranian Caspian shore. Mar. Geol. 361, 111–125.*
- *Kroonenberg, S.B., Abdurakhmanov, G.M., Badyukov, E.N., van der Borg, K., Kalashnikov, A., Kasimo, N.S., Rychagov, G.I., Svitoch, A.A., Vonhof, H.B., Wesselingh, F.P., 2007. Solarforced 2600 BP and Little Ice Age highstands of the Caspian Sea. Quaternary International 173-174, 137-143.*
- *Kroonenberg, S.B., Aliyeva, E., de Baptist, M., Hoogendoorn, R.M., Huseynov, D., Huseynov, R., Kasimov, N.S., Lychagin, M., Missiaen, T., De Mol, L., Popescu, S., Suc, J.P., 2010. Pleistocene connection and Holocene separation of the Caspian and 1031 Black Seas: data from the modern Kura delta, Azerbaijan. International 1032 Conference. The Caspian Region, Moscow, pp. 17–20.*
- *Kroonenberg, S.B., Aliyeva, E., DE Battis, M., Hoogendoorn, R.M., Huseynov, D., Huseynov, R., Kasimov, N.S., Lychagin, M., Missiaen, T., De Mol, L., Popescu, S., Suc, J.P., 2010. Pleistocene connection and Holocene separation of the Caspian and Black Seas: Data from the modern Kura delta, Azerbaijan. In: International Conference, the Caspian Region, Moscow, pp. 17-20.*
- *Kroonenberg, S.B., Badyukova, E.N., Storms, J.E.A., Ignatov, E.I., Kasimov, N.S., 2000. A full sea-level cycle in sixty-five years: barrier dynamics along Caspian shores. Sedimentary Geology 134, 257–274.*
- *Kroonenberg, S.B., Rusakov, G.V., Svitoch, A.A., 1997. The wandering of the Volga delta: a response to rapid Caspian Sea-level changes. Sedimentary Geology 107, 189–209.*
- *Lahijani, H., Rahimpour-Bonab, H., Tavakoli, V., Hosseindoost, M., 2009. Evidence for late Holocene highstands in Central Guilan e East Mazandaran, South Caspian coast, Iran. Quaternary International 197, 55-71.*
- *Leonov, Y.G., Lavrushin, Y.A., Antipov, M.P., Spiridonova, E.A., Kuz'min, Y.V., Jull, E.J.T., Burr, G.S., Jelinowska, A., Chalié, F., 2002. New age data on sediments of the transgressive phase of the Early Khvalyn transgression of the Caspian Sea. Doklady Earth Sciences 386 (2), 748-751.*
- *Leroy, S., Lahijani, H., Reyss, J., Chalie, F., Haghani, S., ShaheHosseini, M., Shahkarami, S., Tudryn, A., Arpe, K., Habibi, P., 2013. A twoestep expansion of the dinocyst Lingulodinium machaerophorum in the Caspian Sea: the role of changing environment. Quaternary Science Reviews 77, 31-45.*
- *Leroy, S., Lahijani, H., Reyss, J., Chalie, F., Haghani, S., Shah Hosseini, M., Shahkarami, S., Tudryn, A., Arpe, K., Habibi, P., 2013. A twoestep expansion of the dinocyst Lingulodinium machaerophorum in the Caspian Sea: the role of changing environment. Quaternary Science Reviews 77- 31-45.*
- *Leroy, S.A., Chalie, F., Wesselingh, F.P., Sanjani, M.S., Lahijani, H., Athersuch, J., Kabiri, K., (2018) Multi-proxy indicators in a pontocaspian system: a depth transect of surface sediment in. the SE Caspian Sea. Geol. Belg. 21, 3–4.*
- *Mamedov, A.V., 1997. The Late PleistoceneeHolocene history of the Caspian Sea. Quaternary International 41/42, 161-166.*
- *Naderi Beni, A., Lahijani, H., Moussavi Harami, R., Leroy, S. A. G., Shah-hosseini, M., Kabiri, K., and Tavakoli, V.: Development of spit-lagoon complexes in response to Little*

*Ice Age rapid sea level changes in the central Gilan coast, South CS, Iran, Geomorphology, 187, 11–26, 2013.*

- *Ramezani, E., Mrotzek, A., Marvie Mohadjer, M.R., Abdollahi Kakroodi, A., Kroonenberg, S.B. & Joosten, H. (2016) between the mountains and the sea: Late Holocene Caspian Sea level fluctuations and vegetation history of the lowland forests of Northern Iran. Quaternary International, 408, 52–64.*
- *Rychagov, G.I., 1977. The Pleistocene History of the Caspian Sea. D.Sc. Thesis, Moscow State University (252 pp. Autoreferate 62 pp. (in Russian).*
- *Rychagov, G.L., 1997. Holocene oscillation of the Caspian Sea, and forecast based on the Caspian Sea and forecast based on paleogeographical reconstructions. Quaternary International 41 (42), 167–172.*
- *Shkatova, V.K., 2010. Paleogeography of the Late Pleistocene Caspian Basins: geochronometry, paleomagnetism, paleotemperature, paleosalinity and oxygen isotopes. Quaternary International 225, 221-229.*
- *Svitoch, A.A., Arslanov, Kh.A. Bol'shakov, V.A., Yanina, T.A., 2008. The Data of the Core from Borehole 1 in the North Caspian Basin (core Description, Malacofaunistic, Radiocarbon and Magnetic Analyses, Stratigraphy and Deposition Conditions), in: Problemy stratigrafii paleogeografii pleistocena: Stratigraphy and Paleogeography of the Pleistocene, vol. 2. MGU, Moscow, pp. 128-143 (in Russian).*
- *Svitoch, A.A., Parunin, O.B., Yanina, T.A., 1993. Radiocarbon chronology of Late Pleistocene deposits and events in the Ponto-Caspian. In: Geochronology of the Quaternary. Nauka, Moscow, pp. 72-80.*
- *Svitoch, A.A., Yanina, T.A., Parunin, O.B., 1987. Chronology of Pleistocene transgressions according to absolute dating. In: New Data about the Chronology of the Quaternary. Akademia Nauk USSR, pp. 157e162 (in Russian).*
- *Tudryn, A., Chalie, F., Lavrushin, YuA. Antipov, M.P., Spiridonova, E.A., Lavrushin, V., Tucholka, P., Leroy, S.A.G., 2013. Late Quaternary Caspian Sea environment: late Khazarian and early Khvalynian transgressions from the lower reaches of the Volga River. Quat. Int. 292, 193-204.*
- *Varushchenko, S.I., Varushchenko, A.N., Klige, R.K., 1987. Regime Change of the Caspian Sea and Enclosed Water Bodies in Paleotime. Nauka, Moscow, 240 pp (in Russian).*