

بازسازی پالئو هیدرولوژی و پالئو اکولوژی دریاچه‌ی ارومیه در کواترنری (با مطالعه‌ی پادگانه‌های دریاچه‌ای)

علیرضا صالحی پور میلانی^۱

مجتبی یمانی^{۲*}

ابراهیم مقیمی^۳

راضیه لک^۴

منصور جعفر بیگلر^۵

چکیده

چکیده

در سال‌های اخیر، با اجرای برنامه‌های سدسازی گسترده بر روی رودخانه‌های اصلی، وقوع خشکسالی‌های هیدرو اقلیمی چند (دهه) گذشته و به دلیل تبخیر زیاد منابع آبی، وسعت دریاچه ارومیه کاهش یافته است. علاوه بر آن میزان شوری دریاچه ارومیه نیز به ۶۵۰ میلی گرم در لیتر افزایش یافته است. با توجه به این شرایط هیدرولوژیکی هیچ موجود زنده‌ای نمیتواند در دریاچه ارومیه زندگی نماید. اطلاعات بسیار زیادی در رابطه با خصوصیات شیمیایی کنونی آب دریاچه ارومیه وجود دارد، ولی دانسته‌های ما در رابطه با شرایط دیرینه هیدرولوژیکی و زیستی آب این دریاچه و میزان شوری آن در گذشته و به خصوص در کواترنری بسیار اندک است. بررسی پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه، تحولات و تغییرات ارتفاعی آن‌ها و همچنین تغییرات خصوصیات زیست چینه شناسی آن‌ها یکی از بهترین شواهد در تشخیص بهتر ماهیت گذشته این دریاچه است. گاستروپودا، استراکودا، فرامین فرا و همچنین دو کفه‌ای پوسته‌های صدف غالب در رسوبات پادگانه‌های دریاچه‌ای می‌باشد. با تعیین جنس و گونه‌های هر یک از خرده‌های صدف همچنین بررسی شرایط محیطی در زمان شکل گیری این پادگانه‌ها نسبت به بازسازی شرایط هیدرولوژیکی و همچنین اکولوژیکی دریاچه ارومیه اقدام گردید. نتایج این بررسی نشان می‌دهد، ویژگی‌های شیمیایی آب دریاچه ارومیه در زمان تشکیل بسیاری از پادگانه‌های دریاچه‌ای بر خلاف شرایط کنونی، بسیار متفاوت و لب شور تا شیرین بوده است.

واژه‌های کلیدی: دریاچه‌ی ارومیه؛ پادگانه‌ی دریاچه‌ای؛ پالئو اکولوژی؛ نوسانات سطح آب دریاچه

مقدمه

فرایندهای ائوستاتیکی منجر به نوسانات سطح آب دریاچه‌ها در اثر تغییرات حجم آب شده و در نتیجه‌ی آن در خطوط ساحلی، پس‌روی^۱ و پیش‌روی‌ها^۲ به‌وقوع می‌پیوندد (آهنرت^۳، ۱۹۹۶). بررسی رسوبات پادگانه‌های دریاچه‌ای ما را در تشخیص ماهیت این پادگانه‌ها یاری می‌نماید، وجود مجموعه‌هایی از فسیل‌ها دلالت بر ماهیت دریاچه‌ای این محیط‌های رسوبی دارد. در رابطه با بحث زیست‌چینه‌شناسی پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه تنها دو مطالعه بر روی تعداد محدودی از پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه انجام گرفته است. مغفوری مقدم (۱۳۷۱)، در پایان‌نامه‌ی خود با موضوع فسیل‌شناسی تعدادی از پادگانه‌های دریاچه‌ی ارومیه را در بین روستای گل‌مانخانه و بندر گل‌مانخانه در شرق ارومیه، کوه قهرمان‌لو و برش کچه‌باشی و قره‌ضیا، جنس و گونه‌ی تعدادی از پوسته‌های صدفی موجود در پادگانه‌ها را بررسی نموده است. در این تحقیق گونه‌هایی از استراکد و گاستروپود در رسوبات پادگانه‌های دریاچه‌ای شناسایی و محیط زیست دیرینه‌ی آنها بررسی شده است. صبوری (۱۳۸۸)، برش کچه‌باشی را مورد مطالعه قرار داده و سن آن را با استفاده از کربن ۱۴، ۴۶۰۰۰ سال برآورد نموده است.

استفاده از شواهد رسوبی موجود در خطوط ساحلی قدیمی و پادگانه‌های این دریاچه می‌تواند ما را در درک بهتر شرایط زیستی این دریاچه یاری نماید. انواع فسیل‌ها و میکروفسیل‌ها از جمله، استراکد، گاستروپود، دوکفه‌ای و فرامین‌فرا جزو رسوبات دریاچه‌ای هستند. استراکدها در شاخه‌ی آرتروپودا^۴ و زیرشاخه‌ی کراستازیا^۵ قرار دارد. استراکدها دارای تنوع اکولوژیکی بالایی هستند، آنها قادر به زندگی در آب‌های شیرین، لب‌شور، شور و بسیار شور می‌باشند (بورسما و هاگ، ۱۹۹۸). حتی بعضی از آنها با زندگی در محیط‌های تقریباً خشک مانند خاک‌های مرطوب یا زندگی روی برگ درختان نیز سازگاری دارند (آرمسترانگ و برزیر^۶، ۲۰۰۵). استراکدهای دریازی قادرند از اعماق کم تا زیاد (حدود ۲۸۰۰ متر) زندگی کنند (مور، ۱۹۶۱). اغلب گونه‌های استراکد در اندازه‌های میکروسکوپی اند (۱/۵-۰/۴ میلی‌متر)؛ اگرچه بعضی انواع آب شیرین بزرگ‌تر بوده و به ۳۰ میلی‌متر نیز می‌رسند. از استراکدها در بیواستراتیگرافی و تشخیص محیط دیرینه استفاده شده و در تعیین خطوط ساحلی دریاچه‌های قدیمی نیز به عنوان یک شاخص مهم و ارزشمند کاربرد دارند. اگرچه این گروه فسیلی معمولاً برای تطابق در مقیاس جهانی قابل استفاده نیستند، اما می‌توانند

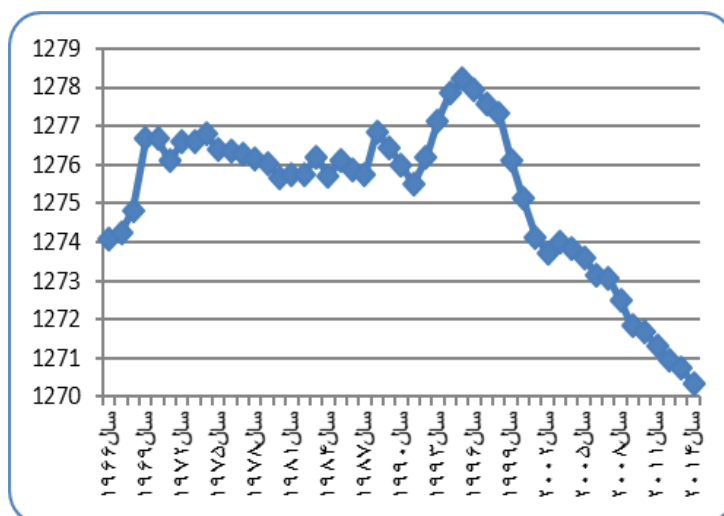
-
- 1- Transgressions
 - 2- Regressions
 - 3- Ahnert
 - 4- Arthropoda
 - 5- Crustacea
 - 6- Armstrong & Brasier

برای تطابق در مقیاس منطقه‌ای مفید واقع شوند (بات و رایبسون^۱، ۱۹۷۸). استراکدها در تعیین میزان شوری دیرینه و تشخیص نوسانات خطوط ساحلی دریا‌های قدیمی بسیار مفیدند. حتی از آنها می‌توان به‌عنوان شاخصی برای تعیین آب و هوای گذشته استفاده کرد؛ زیرا هم تنوع و فراوانی بالایی دارند و هم بین نحوه‌ی توزیع آنها و دما ارتباط بسیار قوی برقرار است (دکر^۲ و همکاران، ۱۹۸۸). رده‌ی گاستروپودها در شاخه‌ی نرم‌تنان^۳ قرار دارد. بیشتر گاستروپودها صدف آهکی دارند، ولی برخی از آنها فاقد اندام‌های سخت می‌باشند. صدف ممکن است به صورت مخروط مستقیم یا پیچیده دیده شود. فرامین‌فرا یکی از مهم‌ترین شاخه‌ها در ابرشاخه‌ی ریتاریا^۴ است که اهمیت بسیار زیادی در مطالعات زیست‌چینه‌ای دارد. بیشترین میزان تراکم تجمع زیستی فرامین‌فراها مربوط به مناطقی از دریا با شوری متوسط ۳۵ در هزار است. در صورتی که این میزان تراکم در محیط‌های با شوری کمتر (آب‌های لب‌شور و شیرین مانند دریاچه‌های آب شیرین و مرداب‌ها) یا مناطقی با شوری بالاتر مانند خلیج‌های بسته و دریای شور به شدت کاهش می‌یابند. بررسی تأثیر تغییرات شوری بر روی جنس آمونیا نشان می‌دهد با کاهش میزان شوری اندازه‌ی صدف و همچنین ضخامت دیواره‌ی کربناته کلسیم در پوسته‌ی آن به شدت کاهش می‌یابد. اندازه‌ی فرامین‌فراها معمولاً کمتر از ۱ میلی‌متر است؛ ولی در بعضی موارد بزرگ‌تر هستند. اندازه‌ی بزرگ‌ترین گونه‌ها به ۲۰ سانتی‌متر نیز می‌رسد. دوکفه‌ای‌ها از جانداران آبی هستند که استعداد اتصال به این نوع بسترها را توسط رشته‌های بیسوس یا چسب سیمانی در خود دارند (بروسکا^۵، ۲۰۰۳). از طرف دیگر فیلتر کردن آب توسط دوکفه‌ای‌ها موجب حذف حجم زیادی از آلودگی‌ها و عناصر شیمیایی آب و تبدیل آنها به مواد آلیدر پیکر و گوشته می‌شود (جورجینسون^۶، ۱۹۹۰). حضور این میکروفسیل‌ها در مناطق حاشیه‌ی این دریاچه و در ارتفاعات بالاتر در درون رسوبات دریاچه‌ای، علاوه بر اینکه نشان‌دهنده‌ی تغییرات سطح آب دریاچه است، شرایط محیطی که این موجودات در گذشته در آن زندگی می‌کردند، را نشان می‌دهند و با بررسی و مقایسه آنها با شرایط کنونی این دریاچه می‌توان تحولات هیدرولوژیکی و اکولوژیکی دریاچه‌ی ارومیه را بازسازی نمود. از این‌رو هدف این تحقیق تفسیر شرایط محیطی گذشته دریاچه‌ی ارومیه با استفاده از شواهد فسیلی موجود در پادگانه‌های دریاچه‌ای آن است.

1- Bate & Robinson
2- Deckker
3- Mollusca
4- Retaria
5- Brusca
6- Jorgensen

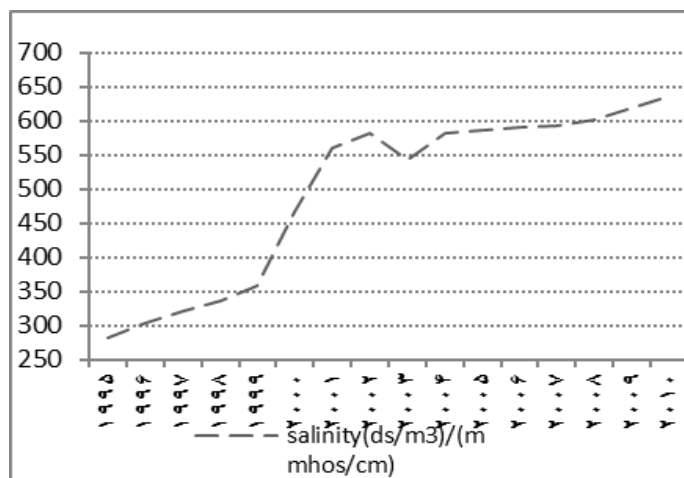
منطقه‌ی مورد مطالعه

دریاچه‌ی ارومیه در شمال غربی ایران و در منطقه‌ی آذربایجان، بین مختصات $44^{\circ}07'$ تا $47^{\circ}53'$ طول شرقی و $35^{\circ}40'$ تا $38^{\circ}30'$ عرض شمالی واقع شده است. این دریاچه در پست‌ترین فرونشست آذربایجان قرار دارد که اطراف آن را کوه‌های مرتفع با ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر فرا گرفته است و به وسیله‌ی بخش شمالی کوه‌های زاگرس، دامنه‌ی جنوبی کوه سبلان و دامنه‌های شمالی، غربی و جنوبی کوه سهند احاطه شده است (شهرابی، ۱۳۷۲). دریاچه‌ی ارومیه، بزرگ‌ترین دریاچه‌ی داخلی ایران و دومین دریاچه‌ی آب شور دنیا است. عمق متوسط دریاچه ۶ متر و حداکثر عمق آن ۱۳ متر است. سطح آن نسبت به سطح آب دریاچه‌ی آزاد، حدود ۱۳۰۰ متر بالاتر است. مهم‌ترین رودخانه‌های دریاچه، جیغاتی (زربنه‌رود)، تاتائو (سیمینه‌رود)، سویوق بولاق‌چای (مهابادچای)، گادارچای، باراندوزچای، شهرچای، روضه‌چای، نازلوچای، زولاچای، تسوج‌چای، آجی‌چای و صوفی‌چای می‌باشند. آجی‌چای از رسوب‌های نمکی نئوژن شرق تبریز عبور می‌کند و مقدار قابل ملاحظه‌ای نمک به دریاچه حمل می‌کند (آقنابتی، ۱۳۸۵). در سال‌های اخیر، با اجرای برنامه‌های سدسازی گسترده بر روی رودخانه‌های اصلی، وقوع خشکسالی‌های هیدرو اقلیمی چند دهه‌ی گذشته و تبخیر زیاد منابع آبی، وسعت دریاچه کاهش یافته، در نتیجه خطوط ساحلی دست‌خوش تغییرهای قابل توجهی گشته است. شکل (۱) تغییرات حداقل و حداکثر تراز آب دریاچه بین سال‌های ۱۹۶۷ تا ۲۰۱۴ را نشان می‌دهد. متوسط ارتفاع سطح آب دریاچه در سال ۱۹۶۷ معادل ۱۲۷۴ متر بوده که در سال ۱۹۹۵ تا ۱۲۷۹ متر (۵ متر) افزایش یافته بود. در این سال بیشتر تأسیسات موجود در سواحل دریاچه به زیر آب رفت. پس از این تاریخ، سطح آب دریاچه به شدت کاهش یافت شکل (۱). آمارها نشان می‌دهد از سال ۱۹۹۵ تاکنون تراز آب دریاچه‌ی ارومیه سیر نزولی داشته به طوری که در آگوست ۲۰۰۹ به سطح $1271/4$ متر از سطح آب‌های آزاد رسیده است که این میزان $2/7$ متر کمتر از سطح تراز اکولوژیک، $6/9$ متر کمتر از تراز حداکثری و $4/3$ متر کمتر از متوسط درازمدت ۴۰ ساله آن است. البته با توجه به بارندگی‌های زمستان ۱۳۸۸ و بهار ۱۳۸۹ سطح آب دریاچه بالا آمده و به ارتفاع $1271/92$ متر افزایش یافت. تا سال ۲۰۱۴ نیز روند کاهش ادامه یافته و سطح آب دریاچه به $1270/33$ رسیده است. تنها گونه جاندارانی که در آب‌های این دریاچه زندگی می‌نماید آرتمیا است. درجه حرارت قابل تحمل برای آرتمیا از ۴ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد ولی حرارت بهینه برای آرتمیا ۳۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد آرتمیا در شوری ۳۴۰ ppt نیز می‌تواند برای مدت کوتاهی زنده بماند ولی حد بالای تحمل شوری برای آرتمیا ۲۵۰ ppt عنوان شده است (ابرو گروبیس و بیرمور، ۱۹۸۲). شرایط کنونی این دریاچه و شوری بسیار بالای آب این دریاچه امکان زیست سایر موجودات آبی را در این دریاچه غیر ممکن نموده است. ولی این پرسش که شرایط زیستی در این دریاچه در و به خصوص کواترنری چگونه بوده است از جمله سؤال‌هایی است که پاسخ به آن می‌تواند به ما در درک بهتر پالئو اکولوژی این دریاچه یاری رساند.



شکل (۱) نوسانات سطح تراز آب دریای ارومیه متر ۲۰۱۴-۱۹۶۶ (۱۳۴۵- تیر ۱۳۹۳)

صالحی‌پور (۱۳۸۹)، در یک دوره‌ی زمانی ۳۵ ساله (۱۹۷۶-۲۰۱۱) با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست *TM ETM, MSS* در شش دوره‌ی زمانی ۱۹۷۶، ۱۹۸۹، ۲۰۰۰، ۲۰۰۶، ۲۰۰۹، ۲۰۱۰، ۲۰۱۱ به پایش تغییرات خطوط ساحلی دریای ارومیه پرداخته است. با بررسی تصاویر ماهواره‌ای مشخص شد که وسعت دریاچه در شهریور سال ۲۰۱۴ حدود ۴۷۴۰ کیلومتر مربع نسبت به سال ۱۹۸۹ کاهش یافته است و مساحت آن به ۷۵۰ کیلومتر مربع رسیده است. میزان نمک‌های محلول در آب دریاچه از ۲۱۷ تا ۲۸۰ گرم در لیتر متغیر است (طلوعی، ۱۳۷۵). نوع شوراب دریای ارومیه سدیم (کلسیم) و کلرید (سولفات) است (مهاجر باوقار، ۱۳۷۶). آب دریاچه حاوی مقادیر بالایی از یون‌های مختلف می‌باشد که شوری آب آن را به بیش از ۳۵۰ گرم در لیتر می‌رساند (شکل ۲). کمترین شوری در فصل بهار (۲۱۷ گرم در لیتر) به دلیل ورودی آب زیاد و بیشترین شوری در اواخر تابستان و اوایل پاییز (۳۵۰ گرم در لیتر) است (صالحی‌پور و همکاران، ۱۳۸۹). تغییرات شوری دریاچه در شکل ۲ مشاهده می‌شود. از سال ۱۹۹۵ که سطح آب دریاچه‌ی ارومیه در بالاترین ارتفاع خود در طول دوره‌های آماری ثبت شده قرار داشته است، میزان شوری به پایین‌ترین میزان کاهش می‌یابد و به حدود ۲۵۰ میلی‌گرم در مترمکعب می‌رسد. پس از آن به تدریج با کاهش سطح آب دریاچه تا سال ۲۰۱۰، میزان شوری نیز افزایش یافته است به‌صورتی که به بالاترین میزان ثبت شده یعنی ۶۵۰ میلی‌گرم در مترمکعب افزایش می‌یابد. با کاهش سطح آب دریا و کاهش سطح تراز دریاچه، میزان شوری افزایش می‌یابد.



شکل (۲) منحنی تغییرات شوری آب دریاچه‌ی ارومیه طی دوره ۱۶ ساله (۱۹۹۵-۲۰۱۰)

مواد و روش‌ها

قبل از انجام مطالعات میدانی، موقعیت احتمالی پادگانه‌های دریاچه‌ای بر روی تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های توپوگرافی مشخص گردیده، با استفاده از تکنیک‌های GIS و RS موقعیت مناطق احتمالی حضور پادگانه‌های دریاچه‌ای بر روی تصاویر ماهواره‌ای بازسازی شد. در بررسی‌های میدانی پادگانه‌های دریاچه‌ای شناسایی شد و به‌صورت اولیه لایه‌های رسوبی آنها مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که دقت جی‌پی‌اس‌های از نوع دستی کم است، از این‌رو، به‌منظور یافتن موقعیت جغرافیایی و ارتفاع دقیق پادگانه‌ها از GPS دوفرکانسه استفاده شد. این پادگانه‌ها حاوی میکروفسیل‌های متعددی از جمله گاستروپود، استراکد، فرامین‌فرا و همچنین دوکفه‌ای هستند؛ از این‌رو، به‌منظور بررسی شواهد از لایه‌های متعدد رسوبی در هر پادگانه نمونه‌برداری شد. میکروفسیل‌های موجود در رسوبات پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه با هدف تعیین جنس، فراوانی و تغییرات آنها در چینه‌بندی لایه‌های رسوبی و همچنین تعیین شرایط زیستی در زمان تشکیل پادگانه‌های دریاچه‌ای بررسی گردید. از رسوبات دانه‌بندی شده است در فراکسیون‌های ۶۳، ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰ میکرون و ۱ و ۲ میلی‌متر استفاده گردید. در این مطالعه ابتدا با استفاده از بینوکولار مدل Nikon میکروفسیل‌های موجود در رسوبات شناسایی و تفکیک گردید. ابتدا جنس اصلی میکروفسیل‌ها از جمله استراکد، گاستروپود و فرامین‌فرا با استفاده از میکروسکوپ تشخیص داده شد. در این مرحله در مجموع فسیل‌های بیش از ۶۰۰ فراکسیون مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. علاوه بر میکروسکوپ بیناکولار به‌منظور تصویربرداری بهتر و بالا بردن دقت شناسایی فسیل‌ها از میکروسکوپ الکترونیکی رویشی (SEM) استفاده گردید.

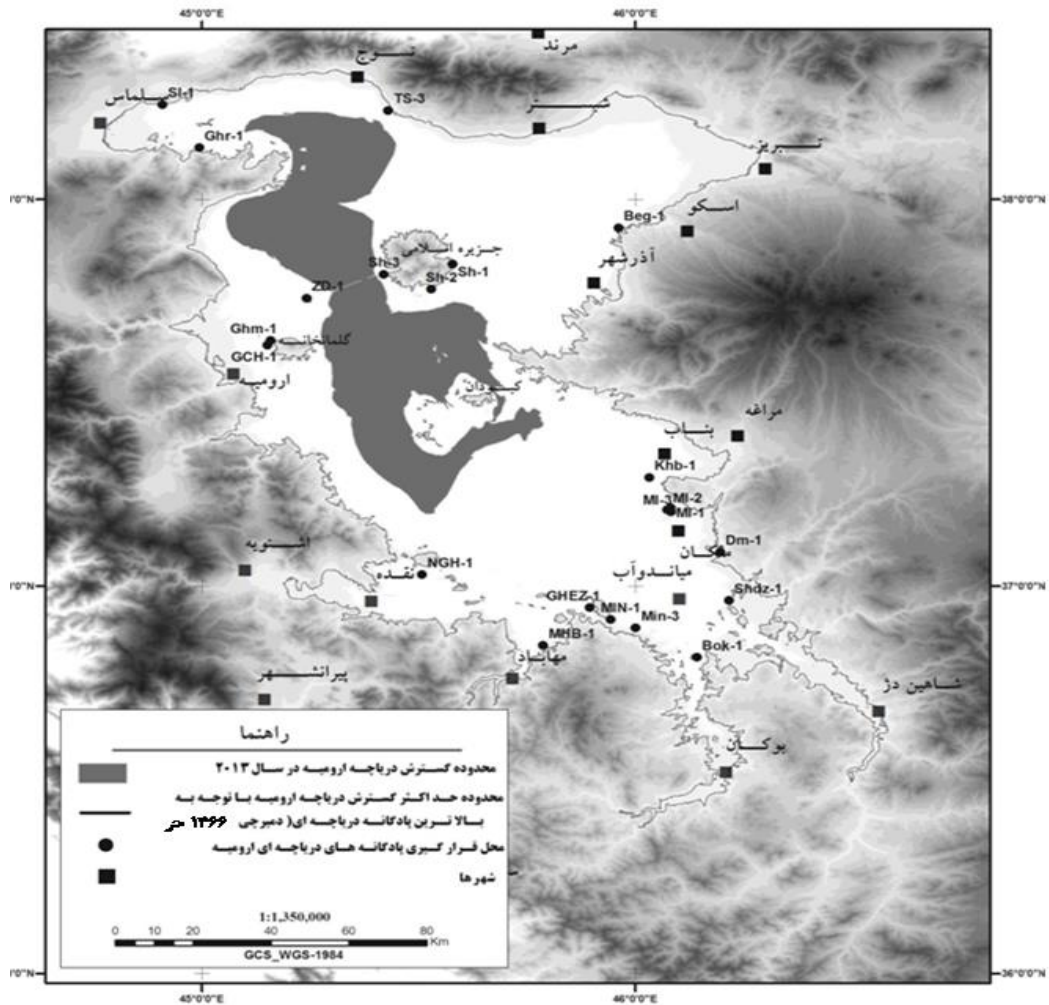
بحث و نتایج

پادگان‌های دریاچه‌ای ارومیه

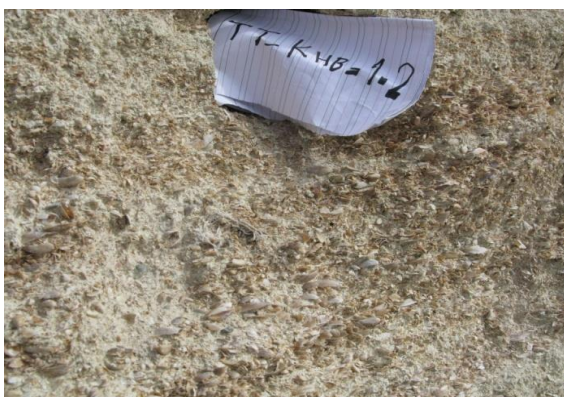
در بررسی‌های میدانی تعداد ۲۴ پادگان‌های دریاچه‌ای در رسوبات کواترنری حاشیه‌ی دریاچه‌ی ارومیه شناسایی و بررسی گردید (شکل، ۳ و ۴). از نظر پراکندگی، بیشترین گستره‌ی پادگان‌های دریاچه‌ای به ترتیب در بخش جنوبی، میانی و شمالی مشاهده می‌شود. از لحاظ فاصله طولی از خط ساحلی کنونی، تعدادی از پادگان‌ها در فاصله‌ی کمی از ساحل قرار گرفته‌اند؛ ولی پادگان‌هایی همانند پادگان‌ی بوکان (۷۲ کیلومتر)، مه‌باد (۴۵ کیلومتر) و میان‌دوآب (۶۵ کیلومتر) با خط ساحلی کنونی (سال ۱۳۹۳) فاصله دارند که نشان‌دهنده‌ی گسترش بسیار زیاد پهنه‌ی آبی دریاچه‌ی ارومیه در گذشته است. از لحاظ ارتفاعی کم ارتفاع‌ترین پادگان در جزیره‌ی اسلامی (۱۲۹۷ متر) و مرتفع‌ترین پادگان در دمیرچی (با ارتفاع ۱۳۶۶ متر) قرار دارد و اختلاف ارتفاعی بین این پادگان‌ها بیش از ۷۰ متر است. بیشترین تراکم پادگان‌ها به ترتیب در ارتفاع ۱۳۲۰-۱۳۴۰ با ۱۰ پادگان، ۱۳۲۰-۱۲۹۷ متر (۶ پادگان) و بیش از ۱۳۶۰ متر (۳ پادگان) است. با توجه به نتایج حاصل از مشاهدات و برداشت‌های میدانی، حداقل تعداد ۸ سطح ارتفاعی را می‌توان برای پادگان‌های دریاچه‌ای ارومیه در نظر گرفت (جدول ۱). سطوح تمامی پادگان‌ها را با در نظر گرفتن ارتفاع کنونی سطح آب دریاچه (۱۲۷۰ متر) می‌توان از لحاظ ارتفاعی در سطوح ارتفاعی ذیل طبقه‌بندی نمود.

جدول (۱) سطح‌بندی ارتفاعی پادگان‌های کواترنری دریاچه‌ای ارومیه

نام پادگان‌ها	ارتفاع پادگان از سطح کنونی دریاچه‌ی ارومیه (۱۳۷۰ متر) به متر
جزیره اسلامی ۱	۲۰-۳۰
خانه برق ۱	۴۰-۳۰
جزیره اسلامی ۳، ملکان ۳، ملکان ۴، ملکان ۵	۵۰-۴۰
بوکان ۱، قزل قپی، میان‌دوآب ۳، ملکان ۱، قره‌ضیا، بیگلو ۱، نقده ۱	۶۰-۵۰
جزیره اسلامی ۲، میان‌دوآب ۱، قهرمان‌لو ۱، کچه‌باشی	۷۰-۶۰
میان‌دوآب ۳، زنبیل‌داغی ۱	۸۰-۷۰
سلماس ۱	۹۰-۸۰
ملکان ۱، تسوج ۳، دمیرچی ۱	۱۰۰-۹۰



شکل (۳) موقعیت پادگانه‌های دریاچه ارومیه



شکل (۴). A: پادگانه‌ی دریاچه‌ای جزیره‌ی اسلامی،

B: فراوانی دوکفه‌ای‌ها در رسوبات دریاچه‌ای پادگانه‌ی خانه‌ی برق

زیست‌چینه‌شناسی پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه

در مطالعاتی که بر روی میکروفسیل‌های رسوبات پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه انجام گرفت، انواع فسیل‌ها از جمله، استراکد، گاستروپود، دوکفه‌ای و فرامین فرا شناسایی گردید؛ که در ذیل به بررسی آنها پرداخته می‌شود.

۱- استراکدهای پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه

در دریاچه‌ی ارومیه سه گروه شاخص استراکد شناسایی شد که عبارتند از سیپریدا^۱، کندونیدا و ایلوسپیپریس. ایلوسپیپریس.

الف: سیپریدا

این خانواده یکی از فراوان‌ترین گونه‌های استراکد در پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه است، سیپریدا متنوع‌ترین گروه استراکدهای آب‌های شیرین است (رابین، ۲۰۱۱). این گروه شامل ۱۰۰۰ گونه است که تقریباً شامل ۵۰ درصد استراکدهای آب‌های شیرین است (سایر گونه‌ها شامل کندونیدا^۲ با ۲۵ درصد و لیمنوسیتیریدا^۳ با حدود ۱۰ درصد)، (کوئن، ۲۰۰۸). بسیاری از سیپریداها در آب‌های موقتی ظاهر می‌شوند و تخم‌های آنها در شرایط خشک نیز حفظ می‌شوند و قابلیت شنا کردن دارند (هور نو مارتین، ۱۹۹۸). این گونه در اکثر رسوبات دریاچه‌ای پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه مشاهده می‌شود.

ب - گونه‌ی سیپریدیس تراروزای^۴

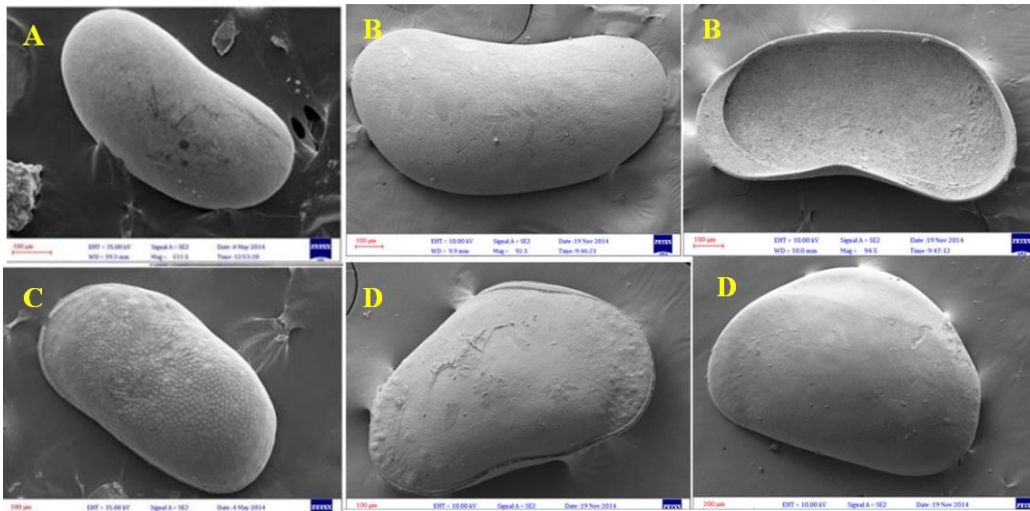
سیپریدیس تراروزای یکی از غالب‌ترین گونه‌های استراکد کفزی در مناطق ساحلی کم‌عمق لب‌شور دریای بالتیک به‌شمار می‌آید (هرمان و هیپ، ۱۹۹۸). طول بدن سیپریدیس تراروزای بالغ بر ۱ میلی‌متر است (هرمان و هیپ، ۱۹۹۸). این فسیل همچنین در محیط‌های دریایی و محیط‌های آب‌های لب‌شور مراکش نیز مشاهده شده است. در مطالعاتی که بر روی شرایط زیستی سیپریدیس تراروزای آب‌های لب‌شور انجام شده بود (هیپ، ۱۹۷۶)، مشاهده گردید آنها در دمایی بین ۷ تا ۱۶ درجه‌ی سانتی‌گراد زندگی می‌کنند. این استراکد همچنین در رسوبات سطحی دریاچه‌ی سوان ارمنستان نیز مشاهده شده است (ویکینسون و

1-Cyprididae
2- Candonidae
3- Limnocytheridae
4-torosa Cyprideis cf

گولاکیان^۱، ۲۰۱۰). این گونه تقریباً در تمامی پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه به‌خصوص زنبیل‌داغی، کچه‌باشی،
نقده و مهاباد، مشاهده می‌شوند (شکل، ۵C).

ب: کندونیدا

این جنس در خانواده‌ی کندونیدا^۲ و زیرخانواده‌ی کندونینی^۳ قرار دارد و در پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه به
خصوص پادگانه‌ی قره‌ضیاء و جزیره‌ی اسلامی^۳ به وفور قابل مشاهده است. این گونه نیز مختص به آب‌های
لب‌شور دریاچه‌ها است. همان‌طور که در شکل (۵D)، مشاهده می‌شود، گونه‌های مختلف کندونا از جمله،
کاندونا رنونسیس، کاندونا نگلکتا^۴ و گرو مانیانا تونر^۵ در رسوبات دریاچه‌ای ارومیه حضور دارند. بیشترین
فراوانی این رسوبات در پادگانه‌های دریاچه‌ای دمیرچی، زنبیل‌داغی، سلماس مشاهده می‌شود.



شکل (۵) A: استراکد کاندونا رنونسیس در پادگانه‌ی دریاچه‌ای قره‌ضیا. B: استراکد کاندونا نگلکتا در پادگانه‌ی دریاچه‌ای قره‌ضیا،
C: استراکد سیبیریدیس تراروزا در پادگانه‌ی دریاچه‌ای زنبیل‌داغی D: استراکد گرو مانیانا تونر در پادگانه‌ی دریاچه‌ای قره‌ضیا

۲- گاستروپودا^۶

رده‌ی گاستروپودها در شاخه‌ی نرم‌تنان^۷ قرار دارد. بیشتر گاستروپودها دارای صدف آهکی بوده، برخی هم
فاقد اندام‌های سخت می‌باشند. صدف ممکن است به‌صورت مخروط مستقیم یا پیچیده دیده شود. تقریباً در

- 1- Woilkinson & Gulakyan
- 2- Candoninae
- 3- Candonini
- 4- Candona Neglecta
- 5- Crogmaniana Turner
- 6- Gastropoda
- 7- Mollusca

تمامی پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه گاستروپودها حضور دارند. ولی اندازه‌ی آنها بین ۵۰۰ میکرون تا ۲ میلی‌متر متغیر است. دو جنس اصلی که در بررسی‌ها مورد شناسایی قرار گرفت، عبارتند از هیدروپیا و بیتینیدا.

الف - هیدروپیدا^۱

خانواده‌ی هیدروپیدا یک عنوان عمومی برای گاستروپودها است، که خانواده‌ی بسیار گسترده‌ای از گاستروپودهای آب شیرین و لب‌شور را شامل می‌شوند. هیدروپیدا گاستروپودهای کوچک و ریزی هستند که پوسته آنها دارای طولی بیش از ۸ میلی‌متر است. صدف‌های صافی هستند که به غیر از خطوط رشد شکل دهنده‌ی لبه خارجی، معمولاً هیچ نقش و نگاری ندارند. بدنه‌ی صدف دارای مشخصات کمی است از این‌رو به سختی می‌توان آنها را به صورت سیستماتیک طبقه‌بندی نمود. این سختی به واسطه‌ی تغییرات در خصوصیات داخلی مخصوص آنها است. گونه‌های صدف‌ها در این خانواده از پلانیسپیرال تا دوکی متفاوت است. صدف ممکن است یک ناف باز یا بسته داشته باشد و ضخامت آن ممکن است از یک پوسته‌ی نازک تا یک پوسته کاملاً سخت متفاوت باشد. پوسته ممکن است شفاف یا به رنگ شاخ^۲ و یا بی‌رنگ باشد. تعداد حلقه‌های پوسته بین ۲ تا ۸ متغیر است. تمام دریچه‌ی آنها سینوسی است که از یک طریق کانال سیفونی قطع شده است (کابات^۳ و هرسلر، ۱۹۹۳). گونه‌های اکروپیا و نتوروزا^۴، هیدروپیا اکیوتا^۵، اکروپیا گرمی^۶، اکروپیا ترانکاتا^۷ ترانکاتا^۷ و پسودومینوکلا ساب پیسینالیس^۸ این خانواده در رسوبات دریاچه‌ای به وفور یافت می‌شوند.

ب- اکروپیا و نتوروزا

این‌گونه متعلق به جنس اکروپیا و خانواده‌ی هیدروپیدا است. اکروپیا و نتوروزا در آب‌های لب‌شور، خورها، لاگون‌ها و محیط‌های دریایی مشاهده می‌شود (دراک و آریاس، ۱۹۹۵). هیدروپیا از رسوبات تغذیه می‌کنند و ذرات رسوب را می‌خورند و بر روی سطوح سخت چرا می‌کنند و همانند ماکروفیت‌ها^۹ از میکروارگانیزم‌ها تغذیه می‌کنند (گگازاگراند، ۲۰۰۵). دمای آب به میزان زیادی بر روی میزان رشد گونه‌های هیدروپیا تأثیر می‌گذارد (دراک و آریاس، ۱۹۹۵). (فریپوواند و ریل، ۲۰۰۹) به این‌گونه از گاستروپود به عنوان

-
- 1- Hydrobiidae
 - 2- Horn-colored
 - 3- Kabat
 - 4- Hydrobidia Ventrosa
 - 5-Hydrobia Acuta
 - 6- Ecrobia Grimmi
 - 7- Ecrobia Truncata
 - 8- Pseudamnicola Subpiscinalis
 - 9- Macrophytes

گاستروپودهای آب‌های لب‌شور اشاره داشته‌اند. اکروبیای ونتوروزا دارای خطوط ظریفی و ۵ تا ۷ دوک^۱ محدب هستند که دوک آنها کمی محدب‌تر از هیدروبیای نگلکتا^۲ است. صدف‌های کوچک‌تر دارای ۵ دوک هستند و سیلندرهای آنها کمی، کمتر از هیدروبیای نگلکتا است. در فیوردها و آب‌های ساحلی، خورها، رودخانه‌هایی که به دریا می‌ریزند، در دانمارک با شوری در حدود ۰/۶ تا ۲ درصد، در بریتانیا با شوری ۰/۵ تا ۲/۵ درصد، کم و بیش به زیر آب رفته و از آن بیرون می‌آیند، بر روی گل‌ها یا در پوشش‌های گیاهی دریایی زندگی می‌کنند (مو، ۱۹۶۳). این صدف‌ها در بسیاری از پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه به‌خصوص نقده و کچه‌باشی به چشم می‌خورند (شکل، ۶A).

ب - هیدروبیای اکیوتا

گونه‌ای بسیار کوچک از جنس هیدروبیای است. این گاستروپود آب لب‌شور با یک آب‌شش و یک سر پوشک گاستروپود مولاسی آبی است و در خانواده‌ی هیدروبیایا قرار دارد. اینگونه در آب‌های کم‌عمق لب‌شور و لاگون‌های و خورها و دریاچه‌های داخلی یافت می‌شود (بیرتون، ۱۹۸۵ و پانتازیدو و همکاران، ۲۰۰۶). این گونه نیز در بسیاری از پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه به‌خصوص در پادگانه‌ی میاندوآب ۱ و کچه‌باشی به چشم می‌خورند (شکل، B و ۶C).

ت - اکروبیای ترانکاتا

اکروبیای ترانکاتا از جنس اکروبیای که معادل گونه‌ی هیدروبیای توتینی است، گونه‌ای از گاستروپودهای بسیار ریز و از خانواده‌ی هیدروبیایا است (ابوت، ۱۹۷۴). حداکثر طول صدف ۸/۵ میلی‌متر ثبت شده است. این گونه در پادگانه‌ی نقده به وفور یافت می‌شود.

- پسودومینوکلا ساب پیسینالیس

پسودومینوکولا از گاستروپودهای کوچک مربوط به آب‌های لب‌شور، با یک سرپوش و از خانواده‌ی هیدروبیایا هستند (بوچت، ۲۰۱۴). پسودومینوکولا متعلق به زیرخانواده‌ی پسودومینیکولینا^۳ است. گونه‌ی پسودومینیکولا ساب پیسینالیس^۴ در نمونه‌های گاستروپود دریاچه‌ی ارومیه به‌خصوص میاندوآب ۳ قابل مشاهده است (شکل، ۶F).

1- Convex Whorls

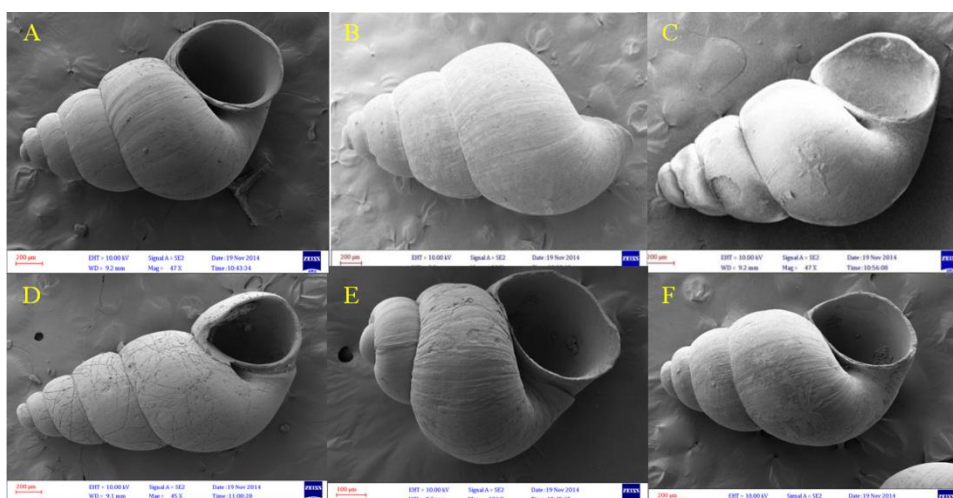
2- Hydrobia Neglecta

3- Pseudamnicola

4- Pseudamnicola Subpiscinalis

ب - بیتینیدا

بیتینیدا خانواده‌ای از گاستروپودهای آب شیرین یا یک نرم‌تن آبی است. صدف‌های ریز اغلب رنگی هستند. آن‌ها از طریق سرپوش آهکی‌شان شناسایی می‌شوند که یک بخش گرد بر روی سطح بالایی گرد دارند (پوندر و والکر، ۲۰۰۳). بیتینیدا عموماً در آب‌های در حال حرکت و پر قدرت تا عمق ۴۵ متری زندگی می‌کنند. ولی در موارد استثنایی در عمق ۱۵ متر نیز دیده می‌شوند. در بین گونه‌های بیتینیدا، گونه‌های پسودو بیتینیدایلدیریمی^۱، گابیلا هومروسا کیوونسیس^۲، دیگنوستوما ترانکتوم^۳، قابل تشخیص است (شکل، ۷).



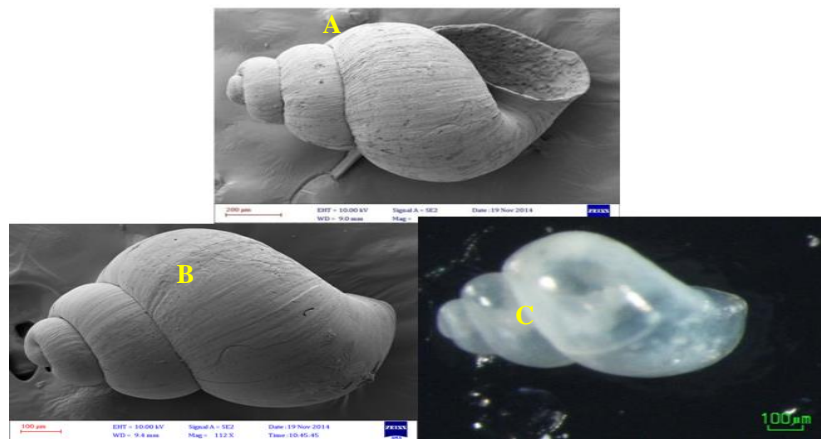
شکل (۶) A: اکروپیا ونتوروزا در پادگانه‌ی کچه‌باشی، B و C: هیدروپیا اکیوتا در پادگانه‌ی کچه‌باشی، D: اکروپیا گرمی در پادگانه‌ی دریاچه‌ای میان‌دوآب ۱، E: پسودومینوکلا ساب پیسینالیس در پادگانه‌ی دریاچه‌ای میان‌دوآب ۳، F: هیدروپیا تتونی در پادگانه‌ی دریاچه‌ای نقده

ج - نریتیمورفا^۴

این گروه گاستروپودهای خشکی‌زی و دریازی و در بعضی موارد صدف‌های مناطق عمیق و همچنین صدف‌های آب‌های شیرین را شامل می‌شود. این شاخه در گذشته به‌عنوان نریتوسپینا^۵ شناخته می‌شده است. شاخه نریتومورفا بر اساس تجزیه و تحلیل تبار زایش^۶ در یک دسته تقسیم‌بندی می‌شوند. با توجه به طبقه گاستروپودها (پوندر و لیندربرگ، ۱۹۹۷) نریتوسپینا بالا راسته‌ای^۷ در زیررده‌ی^۸ اورتوگاستروپودا^۱ است. بالا

- 1- Pseudobithynia Yildirimi
- 2- Gabbiella humerosa Kivuensis
- 3- Pseudamnicolinae
- 4- Neritimorpha
- 5- Neritopsina
- 6- Phylogenetic
- 7 - Superorder
- 8- Subclass

بالا خانواده‌ی پالئوتروچوئید^۳ نتروسپینا است. این گاستروپود به وسیله بوچت و روکای (۲۰۰۵) طبقه‌بندی و نریتیمورفاها به عنوان شاخه‌ی نرم‌تنان گاستروپود شناخته شد. نریتیدها^۴ اسم عام نریته، یک خانواده از گاستروپودهای آب شیرین است که دارای یک آبشش^۵ بوده و سرپوشی^۶ مجزا دارد. نرم‌تنان گاستروپود آب‌های شیرین، لب‌شور و دریایی در رده‌ی نریتوئیدها قرار می‌گیرند. خانواده‌ی نریتید شامل جنس‌های دریایی همانند نری تا^۷، جنس‌هایی همانند نری تینا^۸ در آب‌های شیرین و جنس‌های آب‌های لب‌شور و شیرین همانند تئودوکسوس^۹ است.

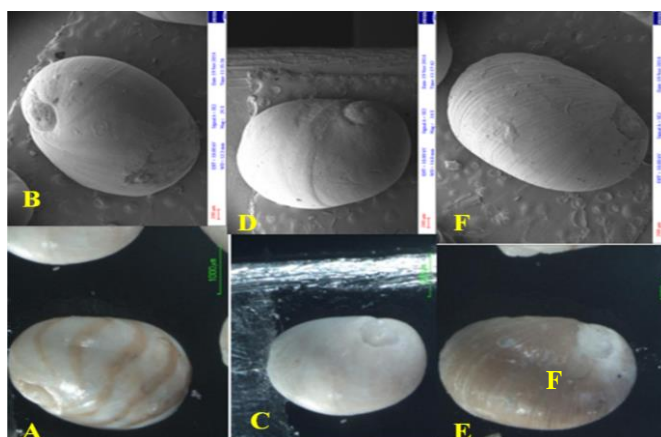


شکل (۷) A: پسودو بیتانیا بلدریمی در پادگانه‌ی نقده، B: تصویربرداری شده توسط SEM و C: گابیلا هومروسا کیوونسیس در پادگانه‌ی زنبیل‌داغی تصویربرداری شده توسط میکروسکوپ بیناکولار

– تئودوکسوس پالاسی^{۱۰} (لیندهم، ۱۹۲۴)

این صدف معمولاً به رنگ خاکستری روشن با زیگزاک‌های تیره یا با رنگ زرد با الگوهای زیگزاک قهوه‌ای دیده می‌شود. رگه‌های زیگزاک در بعضی موارد منقطع هستند و الگوی رنگی آنها به طور محلی تغییر می‌کند. این‌گونه به واسطه‌ی اندازه‌ی کوچک‌تر و تا حدودی ارتفاع کمتر و به واسطه خط‌های زیگزاکی ظریف‌تر از تئودوکس فلاویتوس متفاوت است (شکل ۸).

- 1- Orthogastropoda
- 2- Superfamily
- 3- Palaeotrochoidea
- 4- Neritidae
- 5- Gill
- 6- Operculum
- 7- Nerita
- 8- Neritina
- 9- Theodoxus
- 10- Theodoxus Pallasi



شکل (A) و B: گاستروپود تئودوکسوس پالاسی لیتوس در پادگانه‌ی دریاچه‌ی کچه‌باشی، C و D: گاستروپود تئودوکسوس پالاسی در پادگانه‌ی دریاچه‌ی کچه‌باشی، E و F: گاستروپود تئودوکسوس فلاویاتوس در پادگانه‌ی دریاچه‌ی کچه‌باشی

۳- فرامین‌فرا

سه جنس اصلی که در مطالعات پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه مورد شناسایی قرار گرفت عبارتند از آمونیا^۱، الفیدیم^۲ و کریبرو الفیدیم^۳. تمامی این فرامین‌فراها از نوع بنتیک هستند.

الف: جنس آمونیا

جنس آمونیا یکی از عام‌ترین فرامین‌فرا بنتیک است که در آب‌های کم‌عمق دریا و محیط‌های آبی لب‌شور زندگی می‌کنند (والتون و اسلون، ۱۹۹۰). یکی از شاخص‌ترین فرامین‌فرا آمونیا در پادگانه‌های دریاچه‌ی ارومیه، آمونیا باکاری است.

- گروه آمونیا باکاری

= گونه‌ی آمونیا باکاری تپیا^۴

این‌گونه از اواخر میوسن تا عهد حاضر مشاهده شده است. آمونیا در عمق ۳۵ سانتی‌متری و در شمال آمریکای شمالی در عمق ۵ سانتی‌متری رسوب زندگی می‌کند (مورای، ۲۰۰۶). فرامین‌فرا آمونیا باکاری فاقد ناف دو شاخه و دانه شیار یا شیار عمیق^۵ است. آمونیا باکاری تپیا تمایل دارد حجره‌ی خود را در شوری‌های متفاوت بین ۱۰ تا ۴۵% بسازد (شکل ۹) این‌گونه در پادگانه‌های قزقلعه و جزیره‌ی اسلامی ۱ بیشترین فراوانی را دارد.

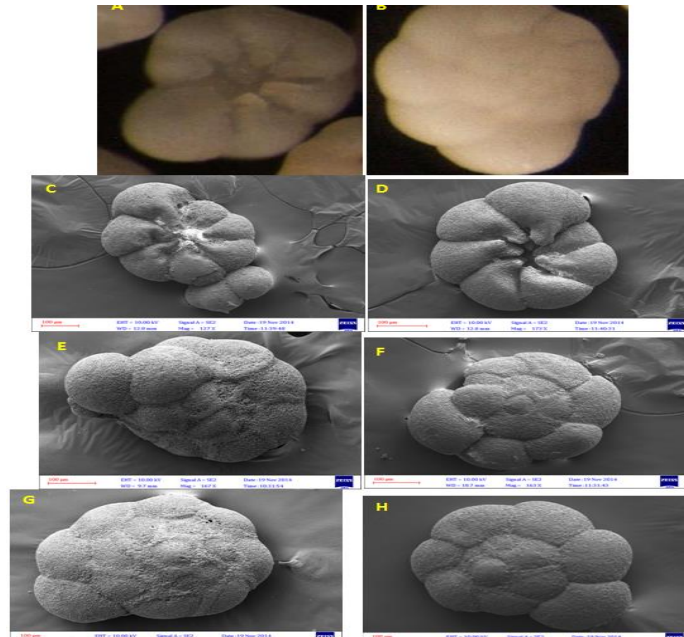
1-Ammonia

2- Elphidium

3- Cribro Elphidium

4- Ammonia Beccarii Var. Tepida

5- Umbilical Plugs and Beading, Fluting or Furrowing on Eithers



شکل (۹) A و B: گونه‌ی آمونیا باکاری تپیا (لین، ۱۷۵۸)، تصویربرداری شده توسط میکروسکوپ بیناکولار، C و D: گونه‌ی

آمونیا اس پی، E, F, G و H: گونه‌های آمونیا باکاری در پادگانه‌ی دریاچه‌ای قزقلعه، تصویربرداری شده توسط SEM

ب: الفیدیم^۱

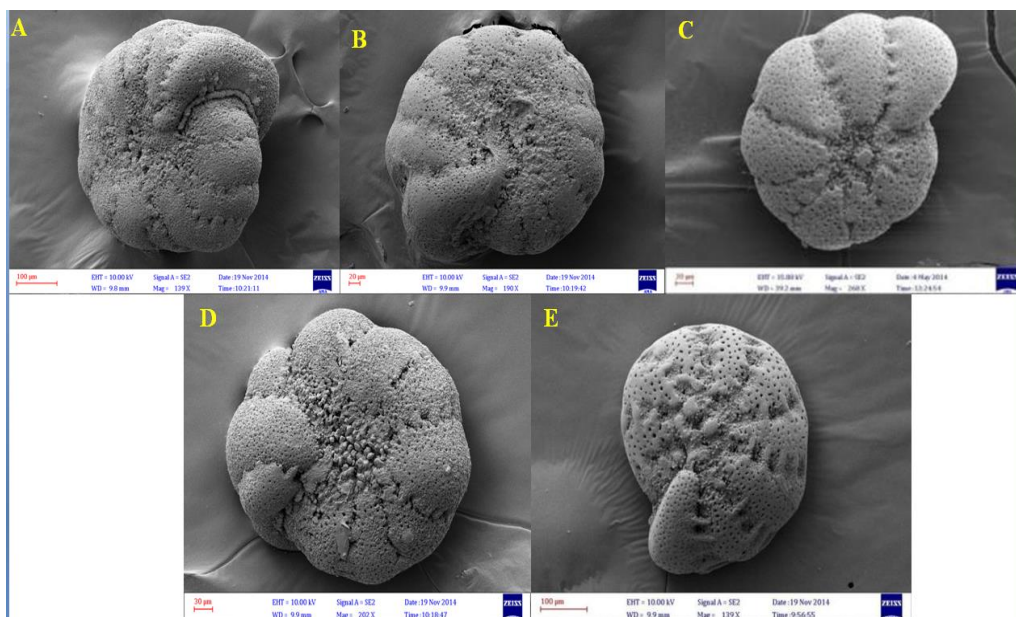
الفیدیم جنسی از خانواده‌ی الفیدیدیدا^۱ از فرامین‌فراهای تک‌یاخته‌ای است و یکی از فراوان‌ترین گونه‌ها در نزدیکی ساحل است. از منافذ بسیار ریز، ورقه‌ای، شعاعی یا کمی گرانولار، کلیوی، پلان اسپیرال چرخیده است. پیچش اینولوت یا حدوداً دارای پیچش با هفت تا بیست حجره در پیچش نهایی و احتمالاً یک نافی در هر طرف باشد. لبه‌ی برخی گونه‌ها تند یا دارای زاویه‌ی کناری و در بعضی موارد گرد شده‌اند. مشخص‌ترین اشکال شاید فرایندهای خلفی آنهاست که شکاف را به یکدیگر پیوند می‌زند. تقریباً در تمامی پادگانه‌های دریاچه‌ی ارومیه فرامین‌فرا مشاهده می‌شود.

ج: کریبرو الفیدیم

کریبرو الفیدیم در بسیاری از پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه از جمله دمیرچی، میان‌دوآب ۱، کچه‌باشی مشاهده می‌شوند (شکل، C, D و F+۱). دارای پوسته‌ای آزاد با پیچش پلان اسپیرال، اینولوت و دارای تعداد کمی حجره در هر دور پیچش، دیواره‌ی آهکی و منافذ درشت، دهانه‌های متعدد به صورت منافذی در قاعده‌ی آخرین حجره و سطح دهانه‌ای است. شوری عامل مهم دیگری است که در توزیع گونه‌های مختلف فرامین‌فرا بسیار مهم است. ولی گونه‌های الفیدیا شوری دوست هستند و توانایی تطابق خود را با شرایط مختلف شوری

1- Elphidium

از لبشور تا بسیار شور دارند. برای مثال گونه‌های الفیدیا با دریاچه‌های فصلی در جنوب استرالیا هماهنگ شده‌اند. در برخی از دریاچه‌ها به‌طور فصلی تغییرات شوری بسیار زیادی بر منطقه حاکم است (کن و دکر^۲، ۱۹۸۱). این دریاچه‌ها در زمستان به وسیله‌ی باران تغذیه شده و در طول تابستان خشک می‌شوند. این گونه حتی در آب‌های خیلی شور نیز زندگی می‌کنند (پیتر، ۲۰۱۱). کریبرو الفیدیم‌ها در آب‌های شیرین منطقه‌ی رودخانه‌ی کویکتون گراند آرژانتین و در شوری کمتر از ۰.۴۸ در هزار زندگی می‌کنند. این شرایط لبشور به واسطه مدهای بالای دریا است که به بالای رودخانه نفوذ می‌کند (بولتوفسکی^۳، ۱۹۶۸، رایت^۴، ۱۹۶۸) گونه‌ی کریبرو الفیدیم گونتری^۵ در محیط‌هایی با شوری پایین، در محیط‌های با شوری کم دلتای رودخانه فریزر^۶ در بریتیش کلمبیا (۱۹۹۰، جانسون^۷ و پترسون، ۱۹۹۲) و در آب‌های کم‌عمق لبشور (۱۰ در هزار) در دلتای می‌سی‌سی‌پی زندگی می‌کنند. در پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه گونه‌های الفیدیم لایوه، الفیدیم لامفیدوم، کریبرو الفیدیم اکسکوتوم و کریبرو الفیدیم اوشنیسیز در بیشتر رسوبات دریاچه‌ای پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه به خصوص زنبیل داغی، جزیره‌ی اسلامی^۳ و قره‌ضیا قابل مشاهده است.



شکل (۱۰) A: الفیدیم لایوه B: گونه‌ی الفیدیم لامفیدوم در پادگانه‌ی دریاچه‌ای میاندوآب C: کریبرو الفیدیم اکسکوتوم، D و E: کریبرو الفیدیم اوشنیسیز

- 1- Elphidiidae
- 2- Cann & De Deckker
- 3- Boltovskoy
- 4- Wright
- 5- Cribroelphidium Gunteri
- 6- Fraser
- 7- Jonasson

۴- دوکفه ای ها

دوکفه ای ها خانواده میتیلیدا^۱

میتیلدا خانواده ای از صدف های دوکفه ای آب های شور، نرم تنان دوکفه ای و در رده ی میتیلویدا^۲ قرار دارد. این رده تنها یک خانواده دارد و شامل ۵۲ گونه است (بوچت، ۲۰۱۴). گونه های این خانواده در سرتاسر دنیا یافت می شوند ولی اغلب در دریا های سردتر و در دارای ساحل سنگی در محدوده ی جزر و مدی و محدود زیر جزر و مدی کم عمق شکل می گیرند. شکل عمومی پوسته دوکفه ای ها پوسته به هم چسبیده و لایه های آنها به هم چسبیده هستند. کفه ای های موجود در پادگانه های دریاچه ای ارومیه غالباً از خانواده میتیلیدا هستند. از بین گونه های میتیلیداها، گونه ی میتیلاستر لینهاتوس^۳ در رسوبات پادگانه های دریاچه ای ارومیه شناسایی گردید (شکل ۱۱).



شکل (۱۱) A: گونه ی دوکفه ای میتیلاستر در پادگانه ی دریاچه ای نقره، تصویربرداری شده توسط SEM. B: میکروسکوپ بیناکولار

- فراوانی میکروفسیل ها در پادگانه های دریاچه ای ارومیه

به منظور بررسی فراوانی پوسته های صدفی در پادگانه های دریاچه ای ارومیه ابتدا فسیل ها به چهار گروه گاستروپود، فرامین فرا، دوکفه ای و استراکد تقسیم بندی شد. گاستروپودها به دو خانواده ی (هیدروبییدا و بیتینیدا و تئودوکسوس)، راسته ی فرامین فراها به دو خانواده ی (الفیدیا و گونه ی آمونیا)، دوکفه ای به خانواده ی میتیلیدا و گروه استراکدها به گونه های سیپریدیس، کندونا تقسیم بندی شد. به منظور تعیین فراوانی صدفها، رسوب های پادگانه های دریاچه ای ارومیه (نمونه ۱۰۷) در فراکسیون های ۲ و ۱ میلی متر و همچنین فراکسیون های ۵۰۰، ۲۵۰ و ۱۲۵ میکرون با استفاده از بیناکولار بررسی گردید. در این مرحله، در مجموع بیش از ۶۰۰ فراکسیون رسوبی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. بیش از ۴۵۰۰۰ فسیل و میکروفسیل مورد

1- Mytilidae
2- Mytiloidea
3- Mytilaster Lineatus

بررسی قرار گرفته و جنس و گونه‌ی آنها تعیین گردید. همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، تمامی گونه‌های گاستروپود (هیدروپیا، بیتینیدا و تئودوکسوس) و دوکفه‌ای میتیلاستر در تمامی فراکسیون‌های رسوبی دیده می‌شوند. فرامین‌فراهای الفیدیوم و آمونیا تنها در فراکسیون‌های ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرون دیده می‌شوند. هرچند فراکسیون‌های زیر ۶۳ در این تحقیق مورد بررسی قرار نگرفت، ولی در این فراکسیون فرامین‌فراها از میکروفسیل‌های غالب در پادگانه‌ها دریاچه‌ای ارومیه به‌شمار می‌روند.

جدول (۲) فراوانی میکروفسیل‌ها در فراکسیون‌های ۱۲۵ میکرون تا ۲ میلی‌متر پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه

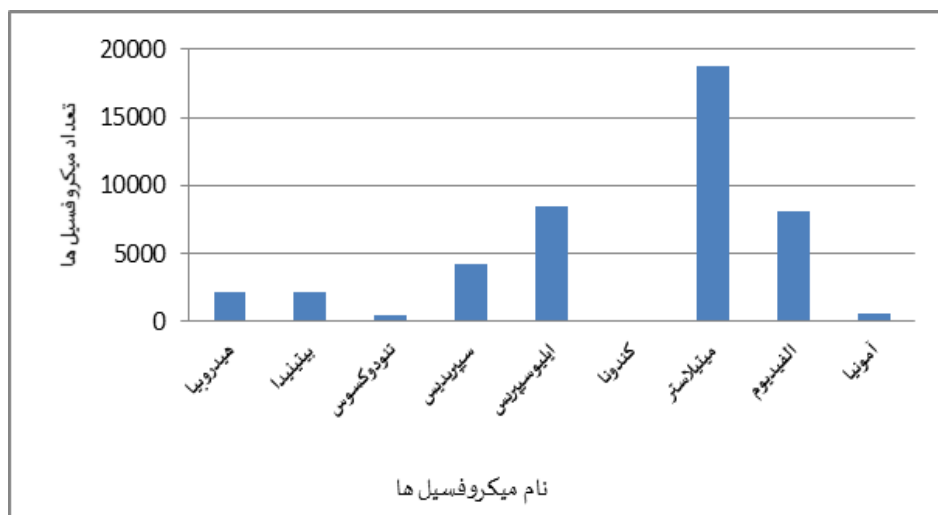
نوع فسیل	۱۲۵ میکرون	۲۵۰ میکرون	۵۰۰ میکرون	۱ میلی متر	۲ میلی متر	مجموع
هیدروپیا	۳۸	۱۷۴	۸۱۰	۱۰۳۹	۵۱	۲۱۶۶
بیتینیدا	۴۷۹	۷۶۱	۷۸۸	۹۷	۳۹	۲۱۶۴
تئودوکسوس	۱۹	۱۴	۱۱	۱۱۱	۳۵۴	۴۹۵
سیپریدیس	۷۷۷	۲۶۳۳	۷۸۹	۹۰	۰	۴۲۸۹
ایلیوسیپریس	۳۸۴۰	۴۰۶۹	۵۶۱	۳۷	۰	۸۵۰۷
کندونا	۱۰	۸۳	۱	۰	۰	۹۴
میتیلاستر	۹۲۴۴	۶۰۱۹	۱۸۵۹	۱۱۶۶	۴۶۹	۱۸۸۵۷
الفیدیوم	۴۹۹۰	۲۹۲۶	۱۳۶	۰	۰	۸۰۵۲
آمونیا	۳۲۳	۲۴۱	۴۱	۰	۰	۶۰۸
مجموع	۱۹۷۲۰	۱۶۹۰۶	۴۹۹۶	۲۵۹۴	۹۱۳	۴۵۱۳۲

با توجه جدول ۲ گونه‌های گاستروپود (هیدروپیا، بیتینیدا و تئودوکسوس) تقریباً در تمامی رسوبات پادگانه‌های دریاچه‌ای و تمامی فراکسیون‌های دانه‌بندی حضور دارند؛ از این‌رو می‌توان آنها را به عنوان شاخصه‌ی زیستی در زمان تشکیل پادگانه‌های دریاچه‌ای قلمداد نمود (شکل ۱۲). استراکدها نیز به عنوان یکی از شاخص‌ترین میکروفسیل‌های پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه شناخته می‌شوند و بعد از دوکفه‌ای‌های میتیلاستر بیشترین فراوانی را در بین میکروفسیل‌های پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه دارند. از بین گاستروپودها هیدروپیدا بیشتر در آب‌های شیرین دریاچه‌ها و رودخانه‌ها زندگی می‌کنند. ولی بعضی از آنها در آب‌های لب‌شور یا در حاشیه‌ی آب‌های لب‌شور و شیرین نیز یافته می‌شوند. تعداد کمی نیز در محیط‌های دریایی و بر روی بسترهای گلی یا ماسه‌ای و در بین جلبک‌ها و گیاهان دریا حضور دارند. هیدروپیدای ساحلی عموماً در آب‌های ساحلی و یا لاگون‌های لب‌شور در نزدیکی سواحل اروپا و شمال آفریقا یافت شده‌اند (برنز، ۱۹۸۸). خانواده‌ی بیتینیدا از گاستروپودهای آب شیرین با یک مولاس گاستروپود آبی است (بوچت و روکای،

(۲۰۰۵). همچنین خانواده‌ی نریتید شامل جنس‌های دریایی همانند نری تا^۱، جنس‌هایی همانند نری تینا^۲ در آب‌های شیرین و جنس‌های آب‌های لب‌شور و شیرین همانند تئودوکسوس^۳ است و در آب‌های لب‌شور با شوری ۱ درصد زندگی می‌کند. فریپوواند و ریدل (۲۰۰۹)، این گونه را در دریای خزر؛ خوشروان (۲۰۱۴) در رسوبات میانکاله (کانال خزینی) مشاهده نموده است. دوکفه‌ای میتیلاستر لینتئوس نیز تقریباً در تمامی پادگانه‌ها و تمامی فراکسیون‌ها دیده می‌شود؛ که نمونه‌ای از آنها در دریای خزر که دارای شوری ۰.۵ تا ۱۸ در هزار است، مشاهده شده و بومی این منطقه به شمار می‌آید (مارجو و همکاران، ۲۰۰۵). میتیلاستر لینتئوس دوکفه‌ای از خانواده میتیلیدا است که تنها گونه‌ی شناخته شده از این خانواده در دریای خزر است (علوی یگانه و کلباسی، ۱۳۸۵). تعلق این گونه‌ها به آب‌های شیرین و همچنین لب‌شور همانند دریای خزر نشان‌دهنده‌ی این مسأله است که در زمان شکل‌گیری پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه آب دریاچه حاوی آب‌های شیرین و آب‌های لب‌شوری بوده که شرایط را برای زیست بسیاری از گونه‌های گاستروپودا فراهم آورده است. همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، فرامین‌فرا موجود در رسوبات پادگانه‌های دریاچه‌ای از لحاظ اندازه در فراکسیون‌های ۵۰۰ میکرون، ۲۵۰ میکرون و ۱۲۵ میکرون قرار دارد. بیشترین فراوانی فرامین‌فراها به ترتیب در فراکسیون‌های ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرون است. فرامین‌فرا موجود در پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه در رده‌های بسیار کوچک طبقه‌بندی می‌شوند. کوچک بودن اندازه‌ای فرامین‌فرا در پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه نشان‌دهنده‌ی شرایط محیطی آب دریاچه‌ی ارومیه در زمان تشکیل پادگانه‌ها است. به طور کلی با کاهش میزان شوری، نوع گونه‌ای فرامین‌فراها به شدت دچار نقصان می‌شود. برداشوا (۱۹۵۵)، تأثیر تغییرات شوری را بر روی جنس آمونیا بررسی کرده و متوجه شده بود که با کاهش میزان شوری اندازه‌ی صدف و همچنین ضخامت دیواره‌ی کریناته کلسیم در پوسته‌ی آن به شدت کاهش می‌یابد. کوچک بودن اندازه فرامین‌فراها در پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه خود نشان‌دهنده‌ی پایین بودن میزان شوری در محیط‌هایی است که پادگانه‌های دریاچه‌ای در آن رسوب‌گذاری نموده‌اند. تقریباً تمامی گونه‌های فرامین‌فراهای موجود در رسوبات پادگانه‌های دریاچه‌ای دارای پوسته‌هایی هیالین هستند. این امر نیز نشان‌دهنده‌ی پایین بودن میزان شوری در زمان تشکیل پادگانه‌ها است. سه جنس اصلی که در این مطالعات مورد شناسایی قرار گرفت، عبارتند از: آمونیا^۴ و الفیدیم^۵ و کریبرو الفیدیم^۶. تمامی این فرامین‌فراها از نوع بنتیک هستند. آمونیا در عمق ۳۵ سانتی‌متری و در شمال آمریکای شمالی در عمق ۵ سانتی‌متری سطح رسوب زندگی می‌کند. بیشتر

-
- 1- Nerita
 - 2- Neritina
 - 3- Theodoxus
 - 4- Ammonia
 - 5- Elphidium
 - 6- Cribro Elphidium

گونه‌های کریبرو الفیدیوم و به خصوص کریبرو الفیدیوم گونتری^۱ در محیط‌هایی با شوری پایین، در محیط‌های با شوری کم دلتای رودخانه فریزر^۲ در بریتیش کلمبیا (پترسون^۳، جانسون^۴، ۱۹۹۲ و ۱۹۹۰) و در آب‌های کم‌عمق لب‌شور (۱۰ در هزار) در دلتای می‌سی‌سی‌پی زندگی می‌کنند (پگ^۱، ۱۹۷۸). همه‌ی این شواهد حکایت از تشکیل پادگانه‌های دریاچه‌ای در محیطی لب‌شور است.



شکل (۱۲) فراوانی میکروفسیل‌ها در پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه

- تأثیر تغییرات ارتفاع آب دریاچه‌ی ارومیه بر شرایط زیستی

همانطور که در شکل (۱۳) مشاهده می‌شود، همزمان با پایین بودن سطح آب دریاچه در پادگانه‌ی دریاچه‌ی جزیره اسلامی ۱، سه میکروفسیل استراکد، فرامین‌فرا و دوکفه‌ای میتیلاستر در لایه‌های رسوبی پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه مشاهده می‌شوند. با توجه به جدول (۲) بیشترین تراکم میکروفسیل‌ها در فراکسیون‌های زیر ۱ میلی‌متر حضور دارند و حتی در فرامین‌فرا محدود به فراکسیون‌های ۵۰۰ میکرون و پایین‌تر است. فقدان گاستروپودهای هیدروبیا و تئودوکسوس که بیشترین تراکم آنها در فراکسیون‌های بالای ۵۰۰ میکرون است و همچنین وجود سایر گونه‌ها تنها در فراکسیون‌های زیر ۵۰۰ میکرون، نشان‌دهنده‌ی این امر است که شرایط زیستی برای زندگی این‌گونه در کم‌ارتفاع‌ترین پادگانه‌های دریاچه‌ی ارومیه فراهم نبوده است. با بالا رفتن سطح آب دریاچه به خصوص در پادگانه‌هایی که بین سطوح ارتفاعی ۱۳۲۰ تا ۱۳۴۵ متر قرار گرفته‌اند، مشاهده می‌شود که تمامی فسیل‌ها و میکروفسیل‌های شناسایی‌شده در این مطالعه به حداکثر میزان گسترش

1- Cribroelphidium Gunteri

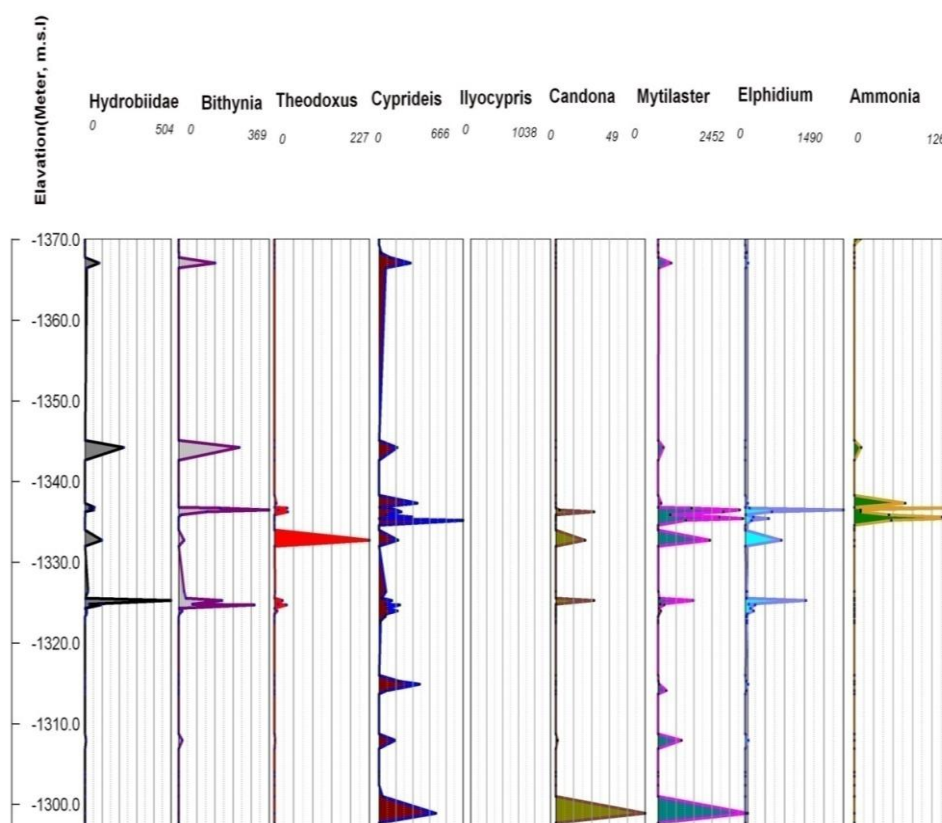
2- Fraser

3- Patterson

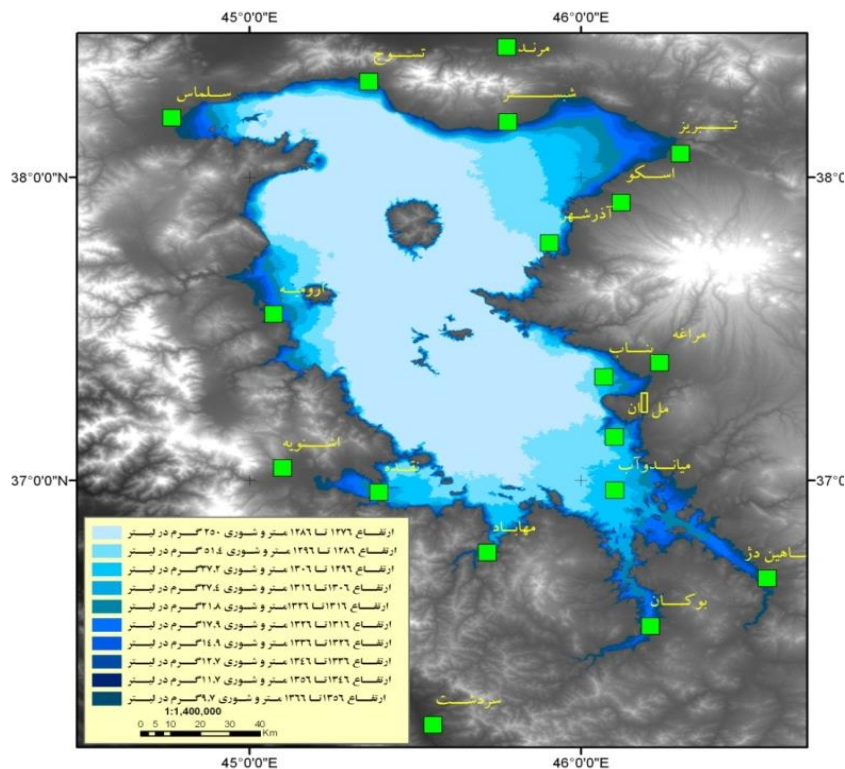
4- Jonasson

خود از لحاظ فراوانی، تنوع گونه‌ها و همچنین اندازه‌ی میکروفسیل می‌رسند. در بین پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه بیشترین فراوانی گاستروپودهای بزرگ‌تر از ۱ و ۲ میلی‌متر را می‌توان در این سطوح ارتفاعی مشاهده نمود. فراوانی این حجم از میکروفسیل‌ها در این سطوح ارتفاعی، نشان‌دهنده‌ی تغییر شرایط محیطی در زمان شکل‌گیری این پادگانه‌ها و مساعد شدن شرایط برای رشد گونه‌های مختلف است. از عوامل اصلی در گسترش این گونه‌ها، همزمان با بالا آمدن سطح آب دریاچه، کاهش میزان شوری آب است که با کم شدن شوری آب، امکان حضور تمامی گونه‌ها به خصوص گاستروپودها فراهم آمده است. گاستروپودهای آب شیرین در پادگانه‌های کم‌ارتفاع‌تر مشاهده نمی‌شدند، که این امر نشان‌دهنده‌ی افزایش میزان شوری آب و احتمالاً افزایش دمای سطحی آب است که به تبع آن، امکان رشد گونه‌هایی با اندازه‌ی بزرگ‌تر فراهم می‌آید. همچنین حضور میکروفسیل‌هایی با پوسته‌های هیالین می‌تواند نشانه‌های شرایط مساعد برای رشد این گونه‌ها در این سطوح ارتفاعی باشد. به منظور بررسی تغییرات میزان حجم آب دریاچه‌ی ارومیه با توجه به تغییرات ارتفاعی سطح آب دریاچه و همچنین تأثیر این تغییرات بر گونه‌ی صدفی بررسی شده در پادگانه‌های دریاچه‌ی ارومیه، تأثیر آن بر میزان شوری آب دریاچه با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی تغییرات حجم آب دریاچه‌ی ارومیه در گذشته بازسازی شد. متذکر می‌شود که اعداد به دست آمده در رابطه با شوری احتمالی بوده و می‌تواند با توجه به شرایط محیطی در زمان‌های گذشته تغییراتی داشته و این بازسازی شوری به منظور مقایسه شواهد زیست میکروفسیل‌های موجود در رسوبات پادگانه‌های دریاچه‌ای با شرایط احتمالی آب دریاچه از لحاظ شوری در زمان شکل‌گیری پادگانه‌ها می‌باشد. حجم آبگیر دریاچه‌ی ارومیه در سطح آب‌گیری ۱۲۷۱ به میزان ۴/۴۵ میلیارد متر مکعب و میزان شوری سطح آب دریاچه با توجه به شکل (۲) در حدود ۶۳۰ میلی‌گرم می‌باشد. با افزایش سطح آب دریاچه، حجم آب نیز به تبع آن افزایش یافته و به تدریج میزان شوری آب دریاچه کاهش می‌یابد. تقریباً تا ارتفاع ۱۲۹۶ سطح آب دریاچه در حد بسیار شور قرار دارد (۵۱/۲۴ میلی‌گرم در لیتر)، ولی با افزایش میزان حجم آب، به تدریج میزان شوری کاهش یافته و در سطح ارتفاعی ۱۲۹۶ تا ۱۳۰۶ متری آب دریاچه میزان شوری آب دریاچه به ۳۷/۲ میلی‌گرم در لیتر رسیده و شور می‌باشد. از سطح ارتفاعی ۱۳۰۶ تا ۱۳۱۶ شوری آب دریاچه‌ی ارومیه به ۲۷ میلی‌گرم در لیتر کاهش یافته و موجب تبدیل آن به آب‌های لب شور می‌شود. این سطح ارتفاعی با داده‌های فسیل‌شناسی ما هماهنگی دارد. با رسیدن سطح آب دریاچه به این سطح ارتفاعی به تدریج شرایط برای زیست بندپایان، شکم‌پایان و روزن‌بران در دریاچه‌ی ارومیه فراهم می‌شود. این سطح با مشاهده پادگانه‌های دریاچه‌ای در پایین‌ترین سطح ارتفاعی به

خصوص پادگانه‌ی خانه‌ی برق در ارتفاع ۱۳۰۷ متر هماهنگ می‌باشد. از این سطح دریچ شواهد فسیلی در پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه افزایش می‌یابد. بیشترین فراوانی پادگانه‌ها و همچنین افزایش میزان حضور میکروفسیل‌ها در بین سطوح ارتفاعی ۱۳۱۶ تا ۱۳۴۶ متر است. میزان شوری آب دریاچه‌ی ارومیه از ۱۳۱۶ متر به بعد دوباره کاهش یافته و به ۲۱ میلی‌گرم در لیتر می‌رسد. این روند تا سطح بالاترین سطح ارتفاعی پادگانه‌ها ادامه یافته و در بالاترین سطح ارتفاعی پادگانه‌ها میزان شوری به ۹/۷ در هزار کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج حاصل از این بررسی، شرایط شوری آب دریاچه با شرایط زیست فسیل‌ها و میکروفسیل‌های پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه هم‌خوانی دارد. شکل (۱۴) تغییرات میزان شوری آب دریاچه‌ی ارومیه با تغییرات ارتفاعی را نشان می‌دهد.



شکل (۱۳) تغییرات ارتفاعی فراوانی میکروفسیل‌ها در پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه



شکل (۱۴) تغییرات میزان شوری دریاچه‌ی ارومیه با افزایش ارتفاع

نتیجه‌گیری

تمامی گونه‌های گاستروپود (هیدروبی‌ها، بیتینیدا و تئودوکسوس) و دوکفه‌ای میتیلاستر در بسیاری از نمونه‌های رسوبی دیده می‌شود. فرامین‌فراهای الفیدیوم و آمونیا تنها در فراکسیون‌های ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرون دیده می‌شوند. تعلق این گونه‌ها به آب‌های شیرین و همچنین لب‌شور همانند دریای خزر نشان‌دهنده‌ی این مسئله است که محیط رسوب‌گذاری پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه در آب‌های لب‌شور حاشیه‌ی دریاچه و همچنین آب‌های شیرینی است که در زمان رسیدن به پهنه‌ی آبی شرایط را برای زیست گاستروپودها فراهم می‌آورد. علاوه بر آن با بالا آمدن سطح آب دریاچه میزان غلظت نمک محلول در آب دریاچه نیز کاهش می‌یابد. با توجه به برآوردهای انجام شده از حجم آب‌گیری دریاچه‌ی ارومیه در سطوح ارتفاعی گوناگون در زمان شکل‌گیری مرتفع‌ترین پادگانه‌ی دریاچه‌ای شناسایی شده در دریاچه‌ی ارومیه (دمیرچی در ارتفاع ۹۶ متر بالاتر از سطح کنونی دریاچه‌ی ارومیه)، حجم آب دریاچه به ۲۹ برابر شرایط کنونی می‌رسد. این امر هم‌زمان می‌تواند موجب کاهش میزان شوری دریاچه‌ی ارومیه و حتی تبدیل محیط آبی به محیطی لب‌شور گردد و شرایط زیستی را برای رشد گونه‌های مختلف فراهم آورد. فرامین‌فراهای موجود در رسوبات پادگانه‌های دریاچه‌ای از لحاظ اندازه در فراکسیون‌های ۵۰۰ میکرون، ۲۵۰ میکرون و ۱۲۵ میکرون قرار دارد. بیشترین

فراوانی فرامین‌فراها به ترتیب در فراکسیون‌های ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرون می‌باشد. فرامین‌فراهای موجود در پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه در رده‌های بسیار کوچک طبقه‌بندی می‌شوند. کوچک بودن اندازه‌ای فرامین‌فرا در پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه نشان‌دهنده‌ی شرایط محیطی آب دریاچه‌ی ارومیه در زمان تشکیل پادگانه‌ها است. به‌طور کلی با کاهش میزان شوری، نوع گونه‌ای فرامین‌فراها به شدت دچار نقصان می‌شود. کوچک بودن اندازه‌ی فرامین‌فراها در پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه خود نشان‌دهنده‌ی پایین بودن میزان شوری آب‌های دریاچه‌ی ارومیه در زمان تشکیل پادگانه‌های دریاچه‌ای بوده است. تقریباً تمامی گونه‌های فرامین‌فراهای موجود در رسوبات پادگانه‌های دریاچه‌ای دارای پوسته‌هایی هیالین هستند. این امر نیز نشان‌دهنده‌ی پایین بودن میزان شوری محیط آبی در زمان تشکیل پادگانه‌ها است. سه جنس اصلی که در این مطالعات مورد شناسایی قرار گرفت عبارتند از آمونیا^۱ و الفیدیم^۲ و کریبرو الفیدیم^۳. تمامی این فرامین‌فراها از نوع بنتیک هستند. استراکدها نیز به‌عنوان یکی از شاخص‌ترین میکروفسیل‌های پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه شناخته می‌شوند. بعد از دوکفه‌ای‌های میتیلاستر، استراکدها بیشترین فراوانی را در بین میکروفسیل‌های پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه به‌خود اختصاص داده است.

با بالا رفتن سطح آب دریاچه به خصوص در پادگانه‌هایی که در بین سطوح ارتفاعی ۱۳۲۰ تا، ۱۳۴۵ متر قرار گرفته‌اند، مشاهده می‌شود که تمامی فسیل‌ها و میکروفسیل‌های بررسی شده در این مطالعه، به حداکثر میزان گسترش خود از لحاظ فراوانی، تنوع گونه‌ها و همچنین اندازه می‌رسند. در بین پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه بیشترین فراوانی گاستروپود در فراکسیون بالای ۱ و ۲ میلی‌متر را می‌توان در این سطوح ارتفاعی مشاهده نمود. فراوانی این حجم از پوسته‌های صدف در این سطوح ارتفاعی نشان‌دهنده‌ی تغییر شرایط محیطی در زمان شکل‌گیری این پادگانه‌ها و مساعد شدن شرایط برای رشد گونه‌های مختلف می‌باشد. یکی از عوامل اصلی در گسترش این گونه‌ها هم‌زمان با بالا آمدن سطح آب دریاچه، کاهش میزان شوری آب است که امکان حضور تمامی گونه‌ها به‌خصوص گاستروپودها را فراهم می‌آورد. حضور و گسترش گاستروپودهای آب شیرین نشان‌دهنده‌ی کاهش میزان شوری آب و احتمالاً افزایش دمای سطحی آب است که به تبع آن، امکان رشد گونه‌هایی با اندازه‌ی بزرگ‌تر، می‌تواند نشانه‌هایی از شرایط مساعد برای رشد این گونه‌ها در زمان شکل‌گیری پادگانه‌ها باشد.

1-Ammonia
2- Elphidium
3- Cribro Elphidium

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و در مدیریت زمین شناسی دریایی این سازمان به انجام رسیده است. از زحمات مدیر محترم دفتر بررسی های زمین شناسی دریایی، آقای دکتر بهار فیروزی و سرکار خانم دهقان چناری، و همچنین ریاست محترم گروه فسیل شناسی سازمان زمین شناسی کشور سرکار خانم دکتر محتاط و آقای نریمانی تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

- آقا نباتی، علی (۱۳۸۵)، زمین‌شناسی ایران، تهران: سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور.
- شهرابی، م. (۱۳۷۲)، شرح زمین‌شناسی چهارگوش ارومیه، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور.
- مغفوری، ایرج (۱۳۷۱)، رسوب‌شناسی رسوبات پلیوستوسن گستره‌ی دریاچه‌ی ارومیه، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال.
- Abbott, R.T. (1974), **American Seashells**, 2nd ed. Van Nostrand Reinhold: New York, NY (USA).
- Ahnert, F. (1996), **Einführung in die Geomorphologie**, Ulmer, Stuttgart.
- Arias, A.M. & Drake. P. (1995), **Distribution and production of the polychaete Nereis diversicolor in a shallow coastal lagoon in the Bay of Cádiz (SW Spain)**, Cahiers de Biologie Marine, Vol. 36, PP 201-210.
- Bate, R.H. & Robinson, E. (1978), **A Stratigraphical Index of British Ostracoda**, xiv+538 pp., 98 Plates, 54 Figs and 53 Tables. Liverpool: Seel House Press
- Boltovskoy, E., & Boltovskoy, A. (1968), **Foraminíferos y Tecameba de la Parte Inferior del Río Quequé'n Grande, Provincia de Buenos Aires, Argentina: Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia, Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales**, Revista, Hydrobiologia, Vol. 2, No. 4, P 12.
- Bouchet, P. (2014), **Pseudamnicola Paulucci**, 1878. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=153799> on 2014-11-24.
- BROWN, D.S. (1994), **Freshwater Snails from Africa and Their Medical Importance**, Edn 2. Taylor & Francis, London.
- Brusca, R.C. & Brusca, G.L. (2003), **Invertebrates**, Second edition, Sinaure Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Cann, J.H. & De Dekker, P. (1981), **Fossil Quaternary and living foraminifera from Athalassic (Non-marine) Saline Lakes**, Southern Australia: Journal of Paleontology, Vol. 55, No. 3, PP 660-670.
- Decker De P.; Colin, J.P. & Peypouquet, J.P. (1988), **Ostracoda in the Earth Sciences**, Elsevier, Amsterdam.
- Emmanuelle Geslin; Barras, C.; Pucci, F.; Leori, E.; Uplussy, J.C.; Michel, E.; Reichart, G. J.; Morigi, C.; Negri, A. & Jorissen, J. (2006), **Laboratory studies on benthic foraminiferal ecology and geochemistry**, Anu. Inst. Geocienc. Vol. 29, No. 1, Rio de Janeiro.
- Filippovand, Andrei & Riedel, Frank, (2009), **The late Holocene mollusk Fauna of the Aral, Sea and its Biogeographical and Ecological Interpretation**, Limnologica- Ecology and Management of Inland Waters, Vol. 39, No. 1, PP 67-85.

- Horne D.J. & Marten, K.S. (1998), **An assessment of the Importance of Resting Eggs for the Evolutionary Success of Non-marine Ostracoda (Crustacea)**, In Luc Brendonck, Luc de Meester & Nelson Hairston, Evolutionary and Ecological Aspects of Crustacean Diapause, Advances in Limnology, 52. [E. Schweizerbart](#). PP 549–561.
- Heip, Carlo (1976), **The Life-cycle of Cyprideis Torosa (Crustacea, Ostracoda)**, Oecologia, 27. VII. 1976, Vol. 24, No. 3, PP 229-245.
- Jorgensen, B.C. (1990), **Bivalve Filter Feeding: Hydrodynamics, Bioenergetics, Physiology and Ecology**, Olsen and Olsen.
- Jonasson, K.E., & Patterson, R.T. (1992), **Preservation Potential of Salt Marsh Foraminifera from the Fraser River Delta**, British Columbia: Micropaleontology, Vol. 38, No. 3, PP 289–301.
- Kabat, Alan R. & Herhsler, Robert (1993), **The Prosobranch Snail Family Hydrobiidae (Gastropoda: Rissooidea): Review of Classification and Supraspecific Taxa”** ([PDF](#)). Smithsonian Contributions to Zoology, 547: PP 1–94. doi:10. 5479/si. 00810282. 547. Retrieved 13 February 2014.
- Kent, W.S. (1880), **A Manual of the Infusoria**: Bogue London, Vol. 1, PP 1–472.
- Khoshnavan, Homayoun and Khoshnavan, Arya (2014), **Impact of Sea Level Change of Caspian Sea on Gastropods Temporal and Spatial Variation**, International Journal of Marine Science, Vol. 4, No. 6, PP 67-73.
- Koen, Martens; Isa, Schön; Claude, Meisch & David, J. Horne (2008), **Estelle V. Balian, Christian Lévêque, Hendrik Segers & Koen Martens, ed. "Freshwater Animal Diversity Assessment, Hydrobiologia**, Developments in Hydrobiology (Springer) Vol. 198, PP 185–193.
- Marjo, Paavola; Sergej, Olenin & Erkki Leppa, koski, (2005), **Are Invasive Species most Successful in Habitats of Low Native Species Richness across European Brackish Water Seas?**, Estuarine, Coastal and Shelf Science 64 , PP 738-750.
- Ponder, W. & Lindberg, D.R. (1997), **Towards a Phylogeny of Gastropod 170 Ollusks: An Analysis Using Morphological Characters**, Zoological Journal of the Linnean Society, Vol. 119, No. 2, PP 83-265.
- Robin, J. Smith; Horst, Janz, & Ichiro, Okubo (2011), **Recent Cyprididae and Ilyocyprididae (Crustacea: Ostracoda) from Lake Biwa, Japan, Including a Summary of the Lake's Ostracod fauna (PDF excerpt)**, Zootaxa 2874: PP 1–37.
- Wilkinson, Ian P. & Serozh Z. Gulakyan (2010), **Holocene to Recent Ostracoda of Lake Sevan**, Armenia: Biodiversity and Ecological Controls, Stratigraphy, Vol. 7, No. 4, text-Figures 1-11, PP 301-315.