Archive of SID

تابستان ۹۸، سال بیست و هشتم، شماره ۱۱۲، صفحه ۱۰۱ تا ۱۰۸

شناسایی یک دریاچه قدیمی برای نخستین بار در واحدهای کواترنری اطراف شهر یزد

بهنام پاشازاده[1*]، داود جهانی[2]، راضیه لک[3]، حمید نظری[4] و مسعود زمانی پدرام[5]

[1]دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[2]دانشیار، گروه زمین‌شناسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[3]دانشیار، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

[4]استادیار، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

[5]دکترا، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳/ ۰۹/ ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: ۱۸/ ۱۰/ ۱۳۹۶

چکیده

هدف از این پژوهش شناسایی واحدهای کواترنری و تعیین محیط رسوبی اطراف شهر یزد در ایران مرکزی است. منشأ رسوبات کواترنری به‌طور عمده به فرسایش واحدهای سنگی دوره‌های تریاس، کرتاسه و پالئوژن مربوط می‌شود. بر اساس نتایج مطالعات رسوب‌شناسی، ۶ نوع رخساره به نام‌های گل، سیلت، سیلت ماسه‌ای، ماسه سیلتی، ماسه گلی و گل ماسه‌ای شناسایی شد. نتایج مطالعات کانی‌شناسی به روش پراش اشعه ایکس (XRD) نشان می‌دهد که نمونه‌ها به‌طور عمده از کانی‌های کوارتز، کلسیت، دولومیت، فلدسپار، مسکوویت و کانی‌های رسی تشکیل شده‌اند. در بررسی‌های فسیل‌شناسی دو گونه مهم استراکود به نام‌های .Ilyocypris sp مربوط به آب‌های شیرین و .Candona sp مربوط به آب‌های با شوری‌های مختلف شناسایی شد. با توجه به تنوع رخساره‌ها و فسیل‌های موجود در آنها حدود تقریبی گسترش دریاچه در ناحیه مورد مطالعه تعیین شد. ویژگی‌های رخساره‌ای، نوع کانی‌های تشکیل‌دهنده آن و فسیل‌های شناسایی شده در رسوبات نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره‌ها در یک محیط رسوبی دریاچه‌ای است که برای اولین بار در ناحیه مورد مطالعه شناسایی شده است.

کلیدواژه‌ها: ایران مرکزی، کواترنری، رسوب‌شناسی، کانی‌شناسی، فسیل‌شناسی، دریاچه.

***نویسنده مسئول:** بهنام پاشازاده

E-mail: pashazadeh1360@gmail.com

۱- پیش‌نوشتار

کواترنری ۲ دوره به نام‌های پلیستوسن از ۲/۶ میلیون سال پیش تا ۱۱/۷۰۰ هزار پیش و هولوسن از ۱۱/۷۰۰ هزار سال پیش تا امروزه را شامل می شود (IUGS, 2015). دوران یخچالی و بین یخچالی در ایران در عرض‌های جغرافیایی مختلف، دارای شرایط آب‌وهوایی متفاوتی هستند. در دوران یخچالی که اکثر نقاط اروپا دارای آب‌وهوای سرد و خشک بوده‌اند در عرض‌های جغرافیایی مختلف ایران آب‌وهوای سرد و مرطوب، گرم و مرطوب و گرم و خشک حاکم بوده است (اصغری‌مقدم، ۱۳۹۰). زمان کوتاهی است که کواترنری در دانش زمین‌شناسی جایگاه پراهمیتی را اشغال کرده است. تا ابتدای قرن حاضر مطالعه سنگ‌ها و فسیل‌ها به خصوص بررسی آنچه مربوط به گذشته‌های دوردست زمین‌شناسی بوده است تمام وقت زمین‌شناسان را به خود اختصاص داده بود. روی نقشه‌های زمین شناسی ایران حتی تا چند سال پیش کواترنر بدون هیچ‌گونه مشخصات و توضیحات فقط به رنگ سفید نمایش داده می‌شد. بسیاری از این متخصصین زمان کوتاه کواترنری را در مقابل زمان‌های بسیار طولانی گذشته در مقیاس ده‌ها میلیون سال خالی از اهمیت فرض می‌کردند (معتمد، ۱۳۹۰).

بیشتر دریاچه‌های جهان چند صد تا هزار سال قدمت دارند. در بازه زمانی زمین‌شناسی، دریاچه‌ها کوچک‌تر و پس از مدتی خشک می‌شوند و از بین می‌روند (Day, 2006). دو ویژگی اصلی مطالعه دریاچه‌ها، یکی حساسیت و ارتباط مستقیم آنها با تغییرات آب‌وهوایی و دیگری مطالعات توالی عمودی دریاچه‌هاست که می‌توان تغییرات را از سواحل به سمت مرکز دریاچه از دیدگاه رسوب‌شناسی (رخساره های رسوبی) و تغییرات شیمیایی آب مورد بررسی قرار داد. در مطالعه یک دریاچه، اطلاعات هیدرولوژیکی و مطالعات رخسارها بسیار ارزشمند است. ولی عاملی که باعث تغییر در ماهیت و آرایش آنها می‌شود، وجود یک خروجی آب است. در صورتی که یک دریاچه دارای خروجی باشد از نوع باز و در صورت نبود خروجی آب، از نوع بسته است. ممکن است یک دریاچه در طول تاریخ، چندین مرحله باز و بسته بودن را تجربه کند (Reading, 1996).

تاکنون در رابطه با رخساره‌های رسوبی دریاچه‌های قدیمی و عهد حاضر مطالعات گسترده‌ای در نواحی مختلف جهان اعم از ایران (غضبان و مهاجر باوقار، ۱۳۷۶؛ لک، ۱۳۸۶؛ عبدی و رحیم‌پور بناب، ۱۳۸۹؛ درویشی خاتونی و همکاران، ۱۳۹۴) و سایر نقاط جهان (Mángano et al., 1994; Mamedov, 1997; Khormali and Abtahi, 2003; Dube-loubert and Roy, 2017; Lorrey and Newnham, 2017) انجام شده است.

در ایران یخچال‌ها به جز در ارتفاعات بیش از ۲۵۰۰ متر، در دیگر مناطق وجود ندارد. استفاده از واحدهای مربوط به دوران عصر یخبندان برای تمام محیط‌های رسوبی در ایران مورد تأیید نیست. به همین منظور پس از بررسی نتایج حاصل از آنالیز نهشته‌های منطقه و با توجه به مطالعات میدانی بسیار گسترده، دریاچه مورد شناسایی و بررسی قرار داده شد. نهشته‌های کواترنری در ایران بیشترین تنوع و گستردگی را دارند. بیشتر شهرها و سازه‌های ساخته شده، بر روی نهشته‌های کواترنری بنا شده است. به دلیل اهمیت و نقش بالای مطالعه کواترنر در زندگی بشر، می‌توان با نگرشی دقیق و کارشناسانه از مخاطرات و حوادث مخرب طبیعی مانند سیل، بهمن، زمین‌لرزه و... جلوگیری کرد. وجود بانک اطلاعاتی قوی و شناخت دقیق از زیربنای شهرها در هر کشوری، کمک شایانی به حفظ ثروت‌های بزرگ در آن مملکت خواهد کرد.

هدف از این تحقیق، شناسایی یک دریاچه قدیمی در اطراف شهر یزد بر پایه مطالعات رسوب‌شناسی، ژئوشیمی رسوبی و فسیل‌شناسی است.

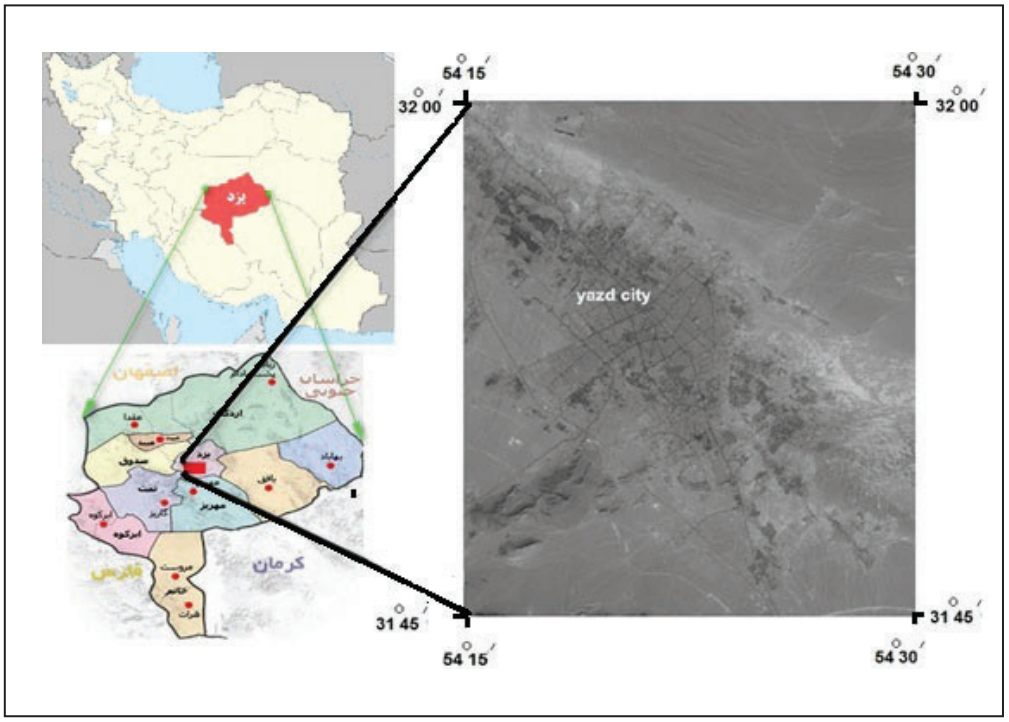
۲- موقعیت جغرافیایی

استان یزد در مرکز ایران در قلمرو سلسله جبال مرکزی ایران قرار گرفته است. این استان در حدود ۷۲۱۵۶ کیلومتر مربع وسعت دارد و تقریباً ۴/۳۷ درصد از وسعت کل ایران را در بر می‌گیرد. به دلیل قرار داشتن بر روی کمربند خشک جهانی دارای زمستان‌های

www.SID.ir

Archive of SID

سرد و نسبتاً مرطوب و تابستان‌های گرم و طولانی و خشک است. ناحیه مورد مطالعه بین عرض‌های جغرافیایی ′۴۵ °۳۱ تا °۳۲ شمالی و طول جغرافیایی ′۱۵ °۵۴ تا ′۳۰ °۵۴ شرقی قرار دارد. در شکل ۱ موقعیت استان یزد در نقشه ایران، شهرهای مختلف استان یزد و همچنین موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه مشخص شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهر یزد.

۳- زمین‌شناسی ناحیه مورد مطالعه

آقانباتی (۱۳۸۹) جایگاه زمین‌شناسی شهر یزد را در خرده‌قاره ایران مرکزی قرار داده که بخشی از ایران میانی است. این محدوده با زمین‌درزهای افیولیتی سیستان، نایین، بافت، گسل درونه و افیولیت‌های کاشمر- سبزوار احاطه شده است و توسط گسل‌های طویل دارای خمیدگی به سمت باختر و از نوع امتدادلغز راست‌گرد تفکیک شده‌اند.

در گذشته خرده‌قاره ایران مرکزی را بخشی از توده میانی ایران مرکزی می‌دانستند ولی به باور Stoklin (1968) پس از سخت شدن پی‌سنگ پرکامبرین، بخش یاد شده در زمان پالئوزوییک ویژگی‌های سکویی داشته و در زمان‌های مزوزوییک و سنوزوییک به منطقه‌ای پر تحرک و پویا تبدیل شده است. با وجود این باید گفت که الگوی ساختاری حاکم بر این خرده‌قاره از نوع بلوک‌های جدا شده با گسل‌های عمده است که هر یک ویژگی‌های جداگانه دارند و پویایی خرده‌قاره در همه جا یکسان نیست. شواهد موجود نشان می‌دهند که کوهزایی کاتانگایی در این ناحیه در پرکامبرین پسین و پیش از یک رژیم سکویی حاکم شده است.

۴- روش مطالعه

جهت شناسایی دقیق نهشته‌های کواترنری در اطراف شهر یزد، ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای و سپس مطالعات دقیقی به روی عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در بازه زمانی ۲۰ ساله صورت پذیرفت و واحدهای رسوبی به‌صورت کلی شناسایی و تفکیک شد. ساختار کلی زمین‌شناسی منطقه و تأثیر واحدهای زمین‌شناسی در رسوبات کواترنر مورد بررسی قرار گرفت. جهت مطالعات دقیق واحدهای کواترنری، عملیات صحرایی هدفمند و مشخصی برنامه‌ریزی و برای هر واحد زمین‌شناسی کواترنری شناسایی شده یک شبکه نمونه‌برداری سیستماتیک مجزا و مخصوص به خود تعریف شد و طبق شبکه نمونه‌برداری سیستماتیک نمونه‌های مورد نظر برداشت شدند. علاوه بر ترانشه‌های موجود در این ناحیه، ۲ ترانشه به عمق ۵ متر جهت مطالعه دریاچه حفر و بیش از ۴۰ نمونه سطحی (با فاصله نیم متر) و زیرسطحی از ترانشه‌ها برداشت شد.

پس از پایان عملیات صحرایی نمونه‌های برداشت شده جهت انجام آزمایش‌های رسوب‌شناسی (دانه‌بندی)، ژئوشیمی رسوبی به ویژه ICP-OES، مطالعات فسیل‌شناسی و نیز تهیه عکس توسط دستگاه SEM به آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی مرکز کرج منتقل شد. نتایج به دست آمده از مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی با یکدیگر تلفیق شد و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Spss و Arc gis مورد ارزیابی و تفسیر قرار گرفت.

جهت شناسایی دقیق دریاچه مورد نظر، مطالعات گسترده صحرایی و آزمایشگاهی در رابطه با رسوب‌شناسی، ژئوشیمی رسوبی و فسیل‌شناسی صورت گرفت که در ادامه شرح داده می‌شود.

۵- رسوب‌شناسی

در این پژوهش پس از حفر ۲ ترانشه، نمونه‌برداری از سطح به عمق انجام پذیرفت. در نمونه‌های برداشت شده پس از انجام آنالیز دانه‌بندی، رسوبات بر اساس طبقه‌بندی Folk (1974) نام‌گذاری شدند و همچنین رخساره‌های آنها شناسایی شد. هر یک از ترانشه‌ها به‌صورت جداگانه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

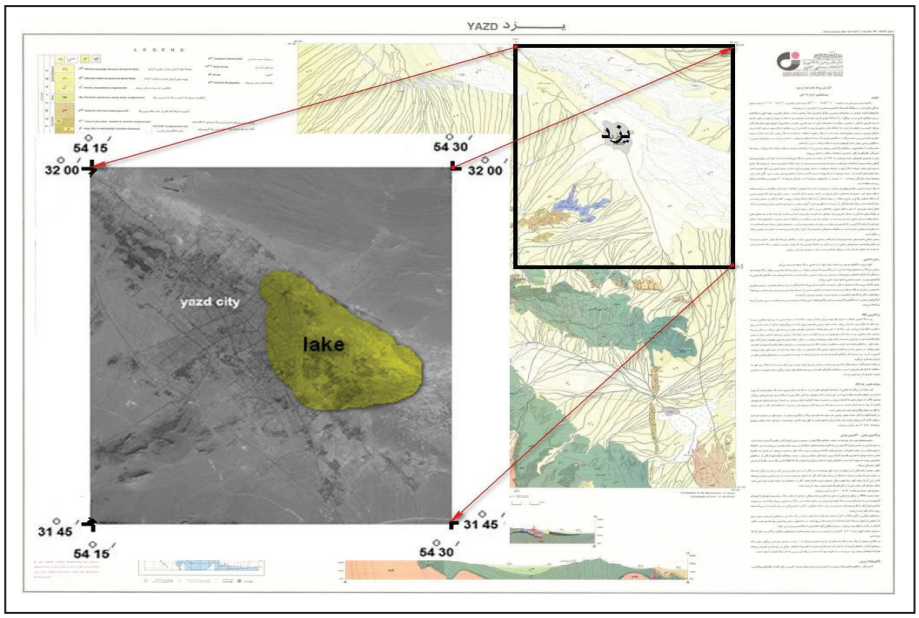
طبق جدول ۱ با بررسی نتایج رسوبات مشخص شد که دریاچه مورد مطالعه در حال توسعه بوده و از قدیم به جدید، رطوبت هوا و بارش بیشتر شده و اقلیم مرطوب بر ناحیه حاکم بوده است. زیرا رسوبات از عمق به سطح روند ریزشدگی دارند و عمق آب افزایش یافته است. نکته قابل توجه سرعت بالای تغییرات آب‌وهوایی در منطقه مورد مطالعه بوده زیرا در اثر خشک شدن یک دریاچه آن هم طی گذر زمان، حجم قابل توجهی از رسوبات دارای کانی‌های تبخیری در لایه‌های مختلف رسوبات منطقه مشاهده نشده است. ولی در مطالعه ترانشه‌های ایجاد شده در منطقه اثری از وجود لایه‌های دارای حجم بالایی از کانی‌های تبخیری مشاهده نشد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج جدول ۲ که مربوط به ترانشه شماره ۲ است، شاهد یک اقلیم مرطوب در ناحیه مورد مطالعه بوده که همان روند ریزشدگی اندازه رسوبات از عمق به سطح در آن قابل مشاهده است. باتوجه به این مطلب که ترانشه شماره ۱ در مرکز دریاچه قرار دارد و ترانشه شماره ۲ در فاصله ۱ کیلومتری به سمت ساحل دریاچه حفر شده است با مقایسه نتایج رسوب‌شناسی، می‌توان روند توسعه دریاچه مورد نظر را به وضوح مشاهده کرد. همچنین افزایش رسوبات ماسه‌ای در ترانشه شماره ۲ نشان‌دهنده عمق کمتر ناحیه ترانشه شماره ۲ نسبت به ترانشه شماره ۱ است. از مطالعاتی که در رابطه با تکامل دریاچه ها صورت گرفته است می‌توان به Talbot and Lærdal (2000)، Melles et al. (2007)، Labeyrie et al. (2003) و Asikainen et al. (2007) اشاره کرد.

ضخامت بالای رسوبات سیلتی و رسی در منطقه مورد مطالعه (طبق مطالعات چاه‌های حفاری شده در گذشته)، نشان‌دهنده یک محیط دریاچه باز در منطقه است که در مواقع پر باران و افزوده شدن حجم زیادی از آب‌های سطحی، سطح آب در این دریاچه بالا رفته و با توجه به شیب توپوگرافی از موقعیت شمال شرق شهر یزد کنونی به سمت شمال میبد و شرق اردکان جریان یافته است. ولی در زمان‌هایی که حجم آب‌های سطحی و نزولات جوی کاهش یافته این دریاچه همانند یک دریاچه بسته عمل کرده و در یک شرایط آرام رسوب‌گذاری صورت پذیرفته است. در شکل ۲ محدوده دریاچه و ترانشه‌های مورد مطالعه بر روی تصویر ماهواره‌ای و نقشه یک صد هزار یزد دیده می‌شود.



شکل۲- تعیین محدوده دریاچه شناسایی شده و ترانشه‌ها بر روی تصویر ماهواره‌ای و نقشه ۱۰۰ ۰۰۰ /۱ یزد.

جدول ۱- مشخصات نمونه‌های رسوبات دریاچه‌ای در ترانشه شماره ۱.

Number	Name and Facies of sampel		Mean	Kurtosis		Inclusive Graphic standard Deviation		Inclusive Graphic Skewness		Description	
										Depth of sample	Color of sample
y-k-13	Mud	M	0.9	0.9	(Mesokurtic)	2.1	(Bad sorting)	7.9	(near symmetical)	1	Dark Brown
W.T.K.13	Silt	Z	6.32	0.95	(Mesokurtic)	0.5	(good sorting)	0.008	(near symmetrical)	2.	Bright Brown
W.1	Sandy Clay	sZ	3.81	0.63	(very platy kurtic)	2.1	(very Bad sorting)	0.58	(Strongly fine Skewed)	3	Bright Brown

جدول ۲- مشخصات نمونه‌های رسوبات دریاچه‌ای در ترانشه شماره ۲.

Number	Name and Facies of sampel		Mean	Kurtosis		Inclusive Graphic standard Deviation		Inclusive Graphic Skewness		Description	
										Depth of sample	Color of Sample
W.T.1	**Muddy Sand**	mS	3.74	0.67	(platy kurtic)	1.95	(Bad sorting)	0.39	(Strongly fine Skewed)	1	Dark Brown
W.T.2	**Silty Sand**	zS	5.25	0.88	(platy kurtic)	1.90	(Bad sorting)	-0.19	(Coarse Skewed)	2.	Bright Brown
W.T.3	**Silty Sand**	zS	3.96	1.06	(Meso kurtic)	1.55	(Bad sorting)	0.73	(Strongly fine Skewed)	3	Bright Brown
W.T.6	**Sandy Silt**	cS	5.18	0.69	(platy kurtic)	2.17	(very Bad sorting)	-0.29	(Coarse Skewed)	4	Bright Brown

www.SID.ir

Archive of SID

۶– مطالعات ژئوشیمی نهشته‌های دریاچه‌ای

برای حصول نتایج مطلوب ۱۵ عدد از نمونه‌های دریاچه، مورد ارزیابی طیف‌سنجی تابشی (ICP-OES) و پراکنش اشعه ایکس (XRD) قرار گرفت.

۶– ۱. طیف‌سنجی تابشی (ICP–OES)

با استفاده از نرم‌افزار SPSS داده‌ها و نتایج حاصل از طیف‌سنجی تابشی پردازش شد و میزان عنصرهای موجود در ناحیه مورد مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت تا مشخص شود چه عناصری باعث آلایندگی می‌شوند و نیز به بررسی ارتباط آنها پرداخته شد.

– **رسم نمودار میانگین برخی عناصر و مقایسه آنها با میزان استاندارد EPA:** با توجه به مطالعات انجام شده و رسم نمودارهای برخی عناصر و مقایسه میزان میانگین آنها با استانداردهای EPA در نرم‌افزار spss (شکل ۳)، میزان برخی از عناصر مانند نیکل و کروم در این دریاچه نزدیک به مرز آلودگی مشاهده شد که باعث عوارض و اختلالاتی برای انسان و محیط زیست می‌شود.

• **نیکل (Ni):** نیکل جزو عناصری است که وابستگی مستقیمی به مواد آلی دارد. خاک‌های لاتریتی می‌توانند حاوی مقادیر زیادی از این عنصر باشند. نیکل و وانادیم دو عنصر فرعی مهم در نفت خام هستند (Ikebe and Tanaka, 1979). مقادیر فراوان نیکل عنصر در زغال‌سنگ نیز یافت می‌شود (El-Moselhy, 2006).

میزان نیکل موجود در خاک می‌تواند بسیار کم (۰/۲ ppm) یا در خاک های رسی بسیار زیاد (۰/۴۵ ppm) باشد. در ناحیه مورد مطالعه میزان این عنصر ۸۹/۱۳ ppm است که این حجم بالای عنصر در ناحیه مورد مطالعه مربوط به رسوبات شیلی و ماسه‌سنگی حاوی زغال‌سنگ است که پس از فرسایش توسط آب حمل شده و در این دریاچه رسوب کرده است.

• **کروم (Cr):** کروم همانند سایر عناصر فلزی دارای منشأ بیرون حوضه‌ای است. این عنصر تمایل بالایی برای جذب در ساختار کانی‌های کربناته ندارد و بسترهای گلی را برای رسوب‌گذاری ترجیح می دهد. در مقیاس جهانی مهم‌ترین منبع ورود کروم به درون دریاها فاضلاب‌های خانگی با فراوانی ۳۲/۲ % از کل کروم موجود در دریاها هستند (Barceloux, 1999). در ناحیه مورد مطالعه میزان این عنصر ۹۷/۹۵ ppm است.

– **آنالیز کلاستر:** همان‌گونه که در شکل ۴ مشخص است نتایج حاصل از این گونه مطالعات به‌صورت دندوگرام ارائه می‌شود که در ناحیه مورد مطالعه می‌توان سه خانواده اصلی را مشاهده کرد.

• **خانواده A:** در واقع ستون اصلی است که عناصر با هم ارتباطی خیلی نزدیک دارند.

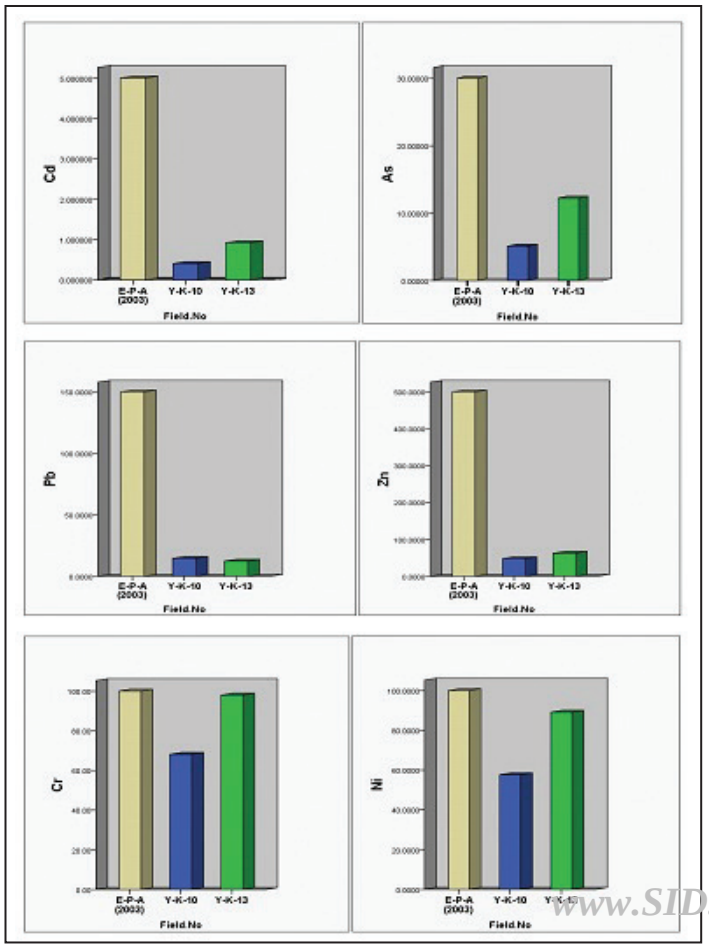
•**خانواده B:** این خانواده به دلیل ارتباط بین عناصر Sr و Ba مورد توجه قرار گرفته است. البته این ارتباط منشأ بیوشیمیایی دارد و معنادار است. در این آنالیز ارتباط نزدیکی بین دو عنصر باریم و استرانسیم مشاهده می‌شود. کانی باریت با حضور باریم در ذخایر قابل توجه است. منشأ این عناصر می‌تواند مرتبط با معادن سرب و روی موجود در واحدهای سنگی اطراف شهر یزد باشد. غالباً کانی باریت به‌صورت رگه‌ای و پرشدگی شکاف در سنگ‌های آهکی تشکیل و گاهی نیز به عنوان ذرات تشکیل دهنده سیمان در ماسه‌سنگ‌ها مشاهده می‌شود و یا توده‌های خاکی را در لایه‌های مارنی به وجود می‌آورد.

• **خانواده C:** در این خانواده ارتباط بسیار نزدیکی بین عنصرهای Mn و P وجود دارد.

۶– ۲. کانی‌شناسی رس‌ها

طیف‌سنجی پراش پرتو ایکس (XRD) یکی از بهترین روش‌های شناسایی رس‌هاست که این آزمایش در آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور (مرکز تبریز) انجام شد.

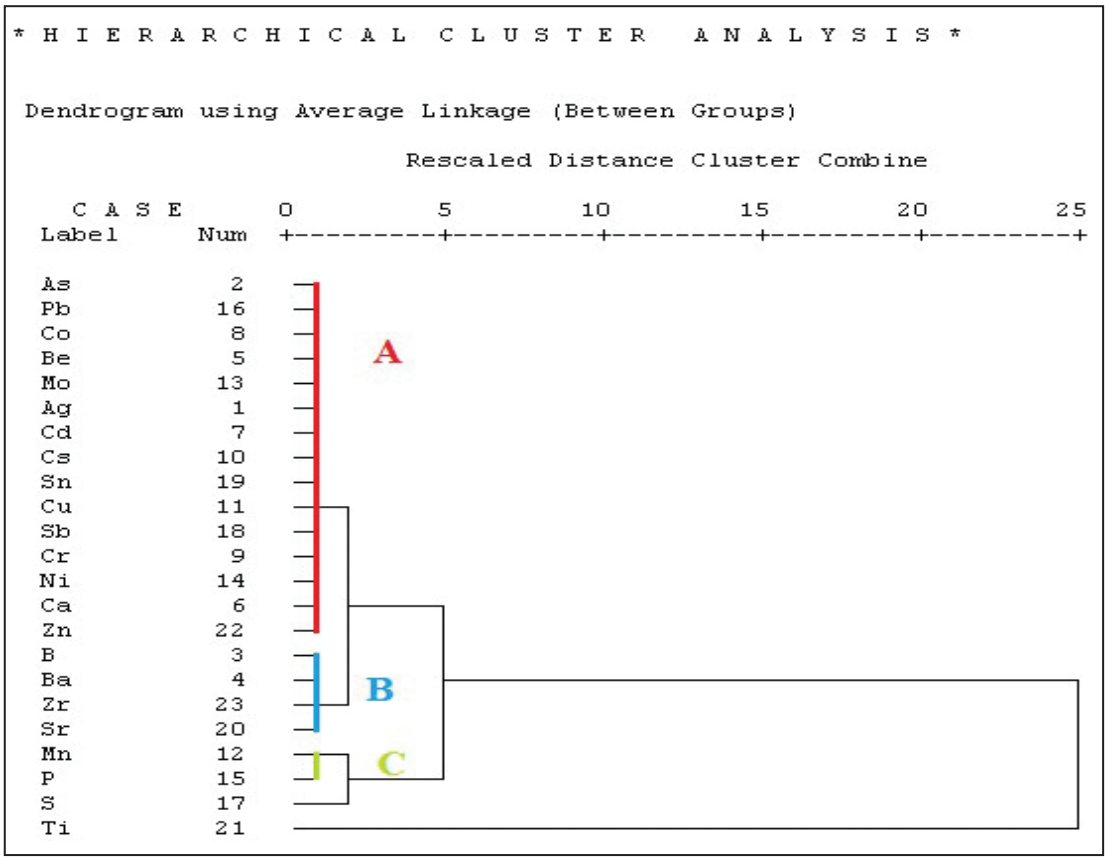
نتایج آنالیز XRD نشان می‌دهد که میزان کوارتز ۱۷ تا ۱۸ %، کلسیت ۵۱ تا ۴۸ %، فلدسپار ۵ تا ۶ %، دولومیت ۱۱ تا ۱۲ %، مسکویت ۴ تا ۵ %، کانی های رسی ۹ تا ۱۲ % است (شکل ۵). شناسایی دقیق کانی‌های رسی دارای اهمیت فراوانی است. زیرا در صورت شناسایی دقیق آنها می‌توان به اقلیم گذشته و زمان رسوب‌گذاری پی برد. در ناحیه مورد مطالعه رس‌ها در صنایع آجرپزی مورد استفاده قرار می‌گیرند و از نظر اقتصادی حائز اهمیت هستند.



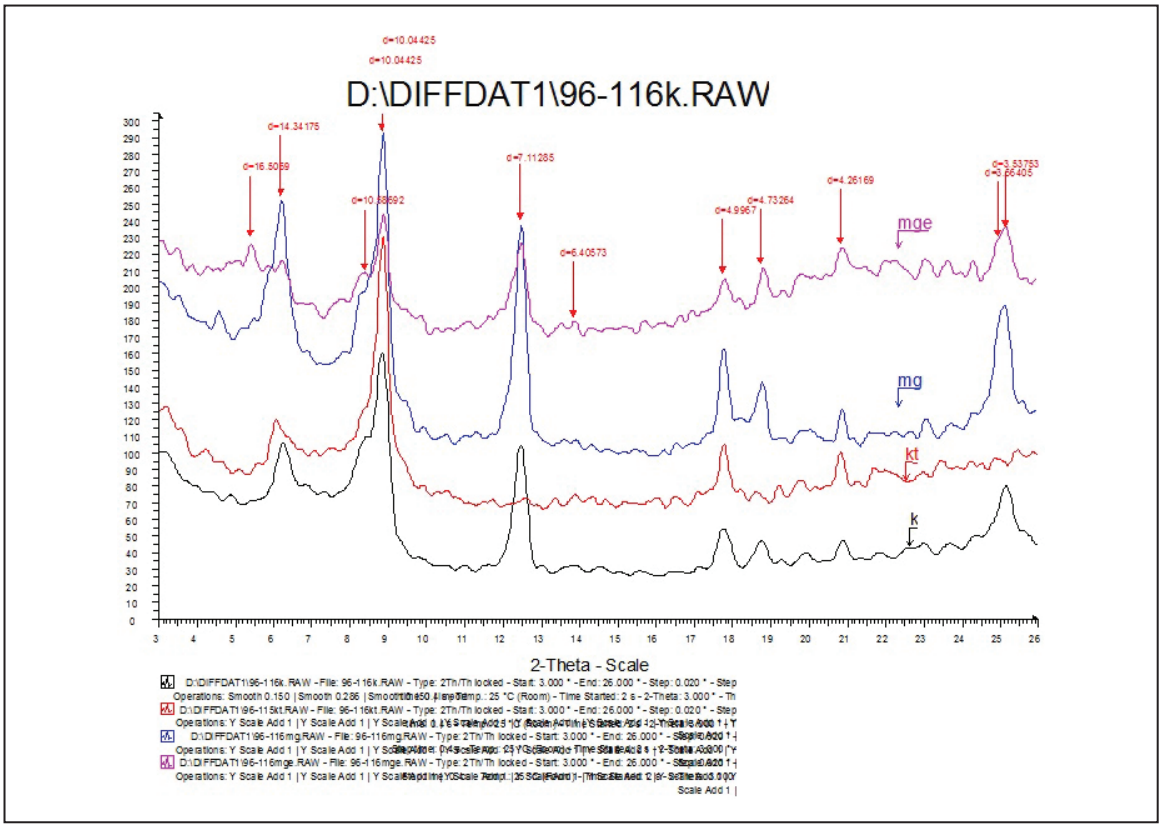
شکل ۳– رسم نمودار برخی از عناصر و مقایسه آنها با اندازه استاندارد EPA.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- دندوگرام آنالیز کلاستر در رسوبات دریاچه‌ای.



شکل ۵-گراف آنالیز پراش اشعه ایکس.

www.SID.ir

Archive of SID

کانی‌های رسی در رسوبات منفصل و سنگ رسوبی سه منشأ دارند: ۱) موروثی (به ارث برده شده‌ها)؛ ۲) رس های نوظهوری یا نوشکل یافته؛ ۳) رس‌های تبدیلی (Hillaire-Marcel and Vernal., 2007).

تنوع کانی‌های رسی که در دریاچه‌ها رسوب می‌کنند، به‌طور قابل ملاحظه‌ای در تغییر است و به ترکیب سنگ منشأ، آب‌وهوای محیط، شیمی آب دریاچه و فرایندهای دیاژنز بستگی دارد. جهت شناسایی دقیق کانی‌های رسی، در ادامه دو نمونه از رسوبات محیط رسوبی دریاچه‌ای که حائز اهمیت هستند مورد تفسیر قرار خواهد گرفت.

طبق نتایج جدول ۳، رسوبات محیط رسوبی دریاچه‌ای ناحیه مورد مطالعه، در زمان رسوب‌گذاری دارای آب‌وهوای خشک و کم‌باران و اکثر بارندگی‌ها به‌صورت رگباری و سیل‌آسا هستند زیرا کانی‌های رسی ایلیت و کلریت که مربوط به آب‌وهوای خشک و کم‌باران هستند در کانی‌های رسی رسوبات ناحیه مورد مطالعه شناسایی شده‌اند.

جدول ۳- نتایج کانی‌های آنالیز XRD نمونه رسوبات دریاچه‌ای.

کانی‌های رسی	محیط خشک و کم باران (Zhou and Keeling, 2013)	ایلیت، کلریت، مونت‌موریلونیت	۱۲-%۹
	محیط دیاژنزی و منشأ تخریبی (Chamley, 1989)	پالیگورسیت	

کانی‌های رسی ایلیت و کلریت می‌توانند نماینده محیط‌های خشک و کم‌باران باشند (Zhou and Keeling, 2013) و با حضور کانی اسمکتیت در خاک‌های منطقه می‌توان به آب‌وهوای مرطوب گذشته پی برد (Khormali and Abtahi, 2003).

در اکثر مواقع منشأ کانی‌های رسی در دریاچه‌ها، تخریبی است. لیکن کانی‌های اتوژن نظیر سپیولیت، پالیگورسکیت و کورنزیت نیز در داخل دریاچه ها تشکیل می‌شوند. این کانی‌های رسی، خاص محیط‌های دیاژنزی به شمار می‌روند که عمدتاً در رسوبات دریاچه‌های شور و قلیایی یافت می‌شوند (Chamley, 1989). بیش از نیمی از حجم رسوبات را کلسیت تشکیل می‌دهد زیرا منشأ اصلی رسوبات دریاچه مربوط به دوره کرتاسه (سازند غیر رسمی آهکی تفت) و دوره تریاس (سازند آهکی نایبند) است. با توجه به وجود ۴ تا ۶ درصد فلدسپار و مسکوویت، می‌توان چنین بیان کرد که مجموعه رخدادهای فرسایش تا رسوب‌گذاری در یک مدت زمان کوتاه انجام پذیرفته است. زیرا فلدسپار و مسکوویت به علت پایداری کم، بیشتر در سیکل اول رسوب‌گذاری مشاهده می‌شوند.

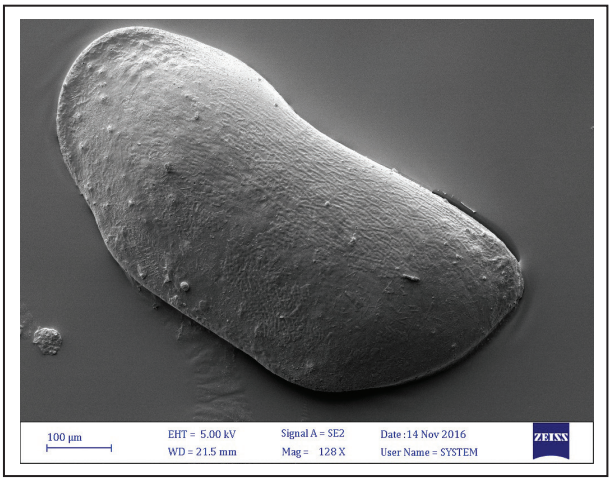
۷- فسیل‌شناسی

در زمینه تکامل زیستی موجودات، استراکودها دارای مزایای ویژه و بسیار عالی هستند که در صورت شناسایی دقیق، می‌توانند به عنوان یکی از روش‌های جدید شناسایی محیط رسوبی در مناطق مختلف معرفی شوند. استراکودها جنس‌های متنوعی دارند که می‌توانند در تفکیک محیط‌های دریایی و غیر دریایی در گذشته مفید باشند (Horne and Martens, 1997).

در مطالعات کواترنری می‌توان اطلاعات بسیار ارزشمندی از طریق مطالعه استراکودها به دست آورد. استراکودهای شناسایی شده در منطقه عبارتند از *Ilyocypris* sp. و *Candona* sp. که نشان‌دهنده یک محیط رسوبی دریاچه ای است.

***Candona* -** طبق مطالعات انجام شده به روی این گونه از استرکودها مشخص شد که این گونه سازگاری بالایی با آب‌های با شوری‌های مختلف دارد و در منطقه مورد مطالعه نیز حجم زیادی از این گونه شناسایی شد که در شکل ۶ می‌توان تصویر آن را مشاهده کرد. این فسیل در آب‌های با شوری‌های مختلف یافت می‌شود. طبق مطالعات گسترده Cohuo et al. (2016) در دریاچه گرمسیری مکزیک، فسیل *Candona* شناسایی شد که نشان داد این فسیل در آب‌های با شوری نسبتاً بالا قابل شناسایی است.

در گذشته نیز Viehberg (2006) در شمال شرق آلمان و Higuti et al. (2009) در برزیل مطالعات زیادی را در داخل آب‌های نسبتاً شیرین انجام داده بودند که گونه *Candona* بیشتر در مناطقی که رودخانه حالت مئاندری، ساکن و دریاچه‌ای دارد قابل شناسایی بوده است.



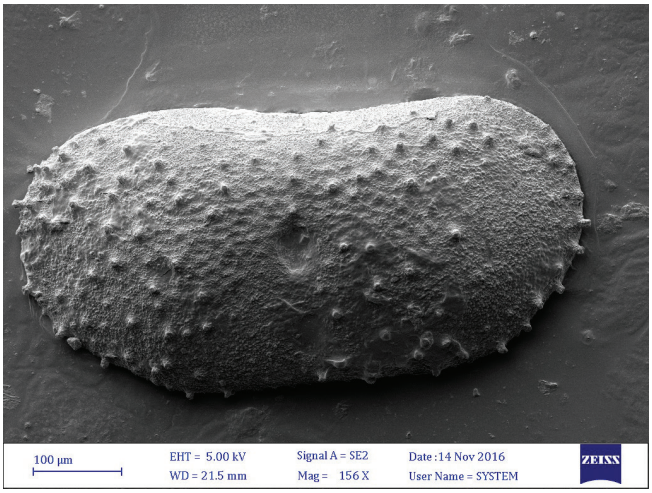
شکل ۶- فسیل *Candona* sp. (Right valve) تصویر برداری توسط دستگاه SEM.

***Ilyocypris* -** این استراکودها در آب‌های شیرین و در دورانی که نزولات جوی درمنطقه زیاد بوده و حجم آب شیرین وارد شده به دریاچه افزایش یافته است قابل شناسایی هستند. لازم به ذکر است که سن این استراکودها مربوط به اواخر پلیستوسن و اوایل هولوسن است. این فسیل در ناحیه مورد مطالعه قابل شناسایی است که در شکل ۷ می‌توان تصویر این فسیل را مشاهده کرد. در رابطه با شناسایی استراکودهای آب شیرین با وضوعات تغییرات اقلیم، دریاچه‌های آب شیرین و ... مطالعات زیادی انجام شده است که استراکود *Ilyocypris* یکی از فسیل‌های کلیدی است که از آن جمله می‌توان Horne et al. (2012) و Bunbury (2012) را نام برد. در زمینه مطالعات استراکودهای کواترنری می‌توان به مطالعات Rodriguez-Lazaro and Ruiz-Munoz (2012) اشاره کرد که در این مطالعه هر دو استراکود مورد مطالعه *Candona* sp. و *Ilyocypris* sp. قابل شناسایی هستند (شکل ۸).

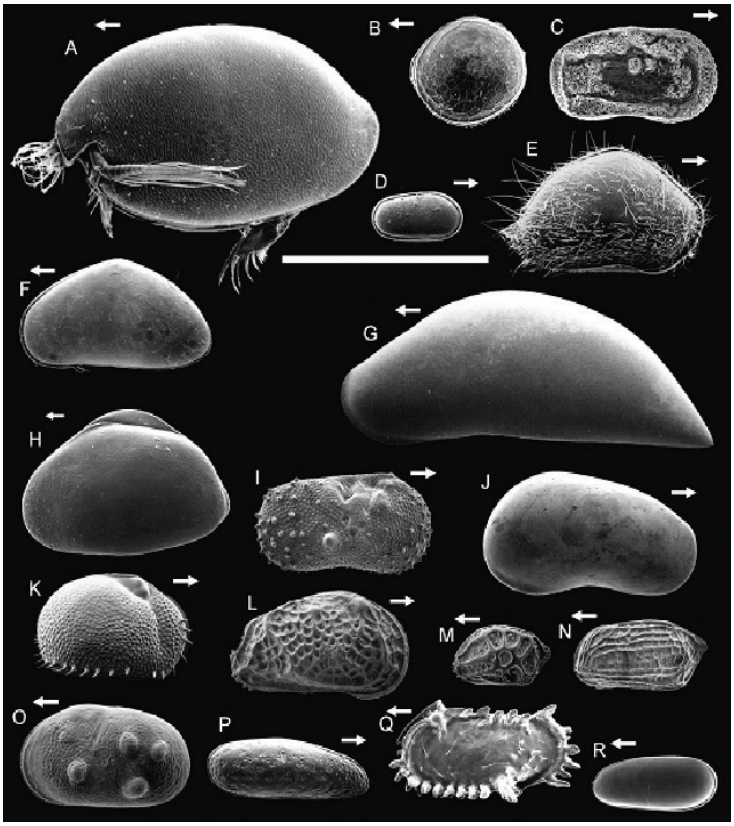
در تمام رسوبات دریاچه شناسایی شده در منطقه مورد مطالعه، میزان استرکودهای *Candona* sp. درصد بیشتری از استراکودهای *Ilyocypris* sp. دارد که نشان‌دهنده محیط رسوبی دریاچه با آب لب‌شور است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- فسیل *Ilyocypris* sp. (Right valve) تصویربرداری توسط دستگاه SEM.



شکل ۸- در این شکل حرف لاتین (J) مربوط به (Cypridoidea) *Candona* و حرف لاتین (I) مربوط به (Cypridoidea) *Ilyocypris* است (اقتباس از Rodriguez-Lazaro and Ruiz-Munoz, 2012).

۸- نتیجه‌گیری

منطقه مورد مطالعه در حال حاضر منطقه‌ای خشک و بیابانی است که میزان بارش و رطوبت کمی دارد ولی این منطقه در یک مقطع زمانی اواخر پلیستوین و اویل هولوسن، دارای آب‌وهوایی کمی مرطوب‌تر و بارندگی بیشتر بوده زیرا نتایج حاصل از بررسی رسوبات سطحی و زیرسطحی، پارامترهای آماری و فسیل‌شناسی در ناحیه مورد مطالعه، نشان‌دهنده رخساره‌های وابسته به محیط رسوبی صحرایی در سطح و رخساره‌های وابسته به محیط دریاچه‌ای در زیر سطح است. با توجه به نتایج آنالیز XRD و شناسایی کانی‌های رسی ایلیت و کلریت و همچنین کانی رسی پالیگورسیت در رسوبات دریاچه، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که دریاچه در مجموع دارای آب شور و قلیایی بوده و به گمان قوی اقلیم حاکم بر آن نسبتاً گرم و کمی خشک بوده است.

با تلفیق داده‌های رسوب‌شناسی با نتایج آنالیز استراکودها، مشخص شد که در تمامی دوران‌های پر باران درصد وجود استراکودهایی از نوع *Ilyocypris* sp. افزایش یافته که نشان‌دهنده شیرین شدن نسبی آب دریاچه در ناحیه مورد مطالعه است. در مقابل و در دورانی که دریاچه در اثر کاهش نزولات جوی همانند یک دریاچه بسته عمل می‌کرده میزان استرکود *Candona* sp. افزایش یافته است.

www.SID.ir

Archive of SID

کتابنگاری

اصغری‌مقدم، م. ر.، ۱۳۹۰- نگرشی دیگر بر شرایط آب‌وهوایی ایران دوره یخچالی، فصلنامه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، ۲۱۷ ص.

آقانباتی،.س. ع. ، ۱۳۸۹- زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور چاپ نوبت سوم. انتشارات جوان امروز، ۵۸۶ ص.

درویشی خاتونی، ج. لک، ر. و محمدی، ع.، ۱۳۹۴- بررسی هیدروژئوشیمیایی آب دریاچه ارومیه در بازه زمانی ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۲. فصلنامه علوم زمین، شماره ۹۵، صص. ۲۳۹ تا ۲۵۲.

عبدی، ل. و رحیم‌پور بناب، ح.، ۱۳۸۹- منشأ، هیدروژئوشیمی و نحوه تکامل شورابه در پلایای میقان اراک، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، سال بیست و ششم، شماره ۲۵- پیاپی ۳۸، شماره اول، ۴۲ ص.

غضبان، ف. و مهاجر با وقار، ن.، ۱۳۷۶- ژئوشیمی و منشأ شوری آب دریاچه ارومیه، اولین همایش زمین‌شناسی دریایی ایران، چابهار، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۴۳ ص.

لک، ر.، ۱۳۸۶- گزارش بررسی زمین‌شناسی دریاچه مهارلو، فاز هیدروشیمی و هیدروژئوشیمی، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۷۰ ص.

معتمد، ا.، ۱۳۹۰- جغرافیای کواترنر، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها، ۲۴۹ ص.

References

Asikainen, C. A., Francus, P., Brigham-Grette, J., 2007- Sediment fabric, clay mineralogy and grain-size as indi-cators of climate change since 65 ka from El'gygytgyn crater lake, northeastern Siberia. J Paleolimnol DOI 10.1007/s10933-006-9026-5.

Barceloux, D. G., 1999- Chromium, clin Toxicol 37(2).pp173- 194.

Chamley, H., 1989- Clay Sedimentology, Springer-Verlag, Berlin, pp 623.

Cohuo, S., Hernandez, M. D. C., Perez, L. and Alcocer, J., 2016- Candona alchichica (Podocopida: Candonidae), a new ostracod speciesfrom saline, tropical Lake Alchichica, Mexico. pp 67.

Horne, D. J., Holmes, J. A., Rodriguez-Lazaro, J. and Viehberg, F. A. (Eds.), 2012- Ostracoda as Proxies for Quaternary Climate Change-Academic Press, (Developments in Quaternary Sciences 17), Else.pp678.

Horne, D. J. and Martens, K., 1997- Evelutionary biology and Ecology of ostracoda, Spring science+Bu siness media, B.V.pp1.

Dube-Loubert, H. and Roy, M., 2017- Development, evolution and drainage of glacial Lake Naskaupi during the deglaciation of north-central Quebec and Labrador, Journal of Quaternary Science. Pp 1121- 1137.

El-Moselhy, Kh. M., 2006- Distrbution of vanadium in bottom sediment from the marine coastal area of the Egyptian seas, Journal of aquatic research.32(1) pp 12- 21.

Folk, R. L., 1974- Petrology of Sedimentary Rocks, Hemphill, Austin, TX, pp 184.

Mángano, G. M., Buatois, L. A., Xiantao, W. U., Sun, J. and Zhang, G., 1994- Sedimentary facies, depositional processes and climatic controls in a Triassic Lake, Tanzhuang Formation, western Henan Province, China, February 1994, Volume 11, Issue 1, pp 41- 65.

Higuti, J., Lansac-Tôha, F. A., Velho, L. F. M. and Martens, K., 2009- Biodiversity of non-marine ostracods (Crustacea, Ostracoda)in the alluvial valley of the upper Paraná River, Brazil Journal of Braz. J. Biol., 69 (2, Suppl.) pp 661- 668.

Hillaire-Marcel, C. and Vernal, A. D., 2007- Introduction Methods in Late Cenozoic Paleoceanography. Developments in Marine Geology, Volume 1, pp 1- 15.

Ikebe, K. and Tanaka, R., 1979- Determination of Vanadium and Nickel in Marine Sampeles by Flameless and Flame Atomic Absorption Spectrophotometry, Bull Environ .Contam.Toxicol, 21, pp 526- 532.

IUGS, 2015- International Commission on stratigraphy, January. Chart drafted by K.M. Cohen S. C. Finney, P. L. Gibbard., 2015. URL:http://www.stratigraphy.org/CSchart/chronostratChart2015-01.pdf.

Bunbury, J., 2012- Distribution of Freshwater Ostracods inthe Canadian North and Implications for Palaeoclimate Reconstructions (Developments in Quaternary Sciences 17) -Ostracoda as Proxies for Quaternary Climate Change-Academic Press, Els. Pp78.

Rodriguez-Lazaro, J. and Ruiz-Munoz, F., 2012- A General Introduction to Ostracods:Morphology, Distribution, Fossil Record and Applications (Developments in Quaternary Sciences 17) -Ostracoda as Proxies for Quaternary Climate Change-Academic Press, Else.pp 365.

Khormali, F. and Abtahi, A., 2003- Origin and distribution of clay minerals in calcareous arid and semi-arid soils of Fars Province,southern Iran, Clay Minerals. 38pp511- 527.

Labeyrie, L, Cole, J, Alverson, K, Stocker, T., 2003- The history of climate dynamics in the Late Quaternary.In: Alverson KD, Bradley RS, Pedersen TF (eds) Paleoclimate, global change and the future. Springer,Heidelberg, pp 33- 61.

Lorrey, A. M. and Newnham, R. M., 2017- Late Quaternary records and chronology of environmental change in the Southern Hemisphere – a contribution to Shape, Journal of Quaternary Science, pp 661- 664.

Mamedov, R., 1997- The Late Pleistocene-Holocene history of the Caspian Sea, Quaternary International, Volumes 41- 42, pp 161- 166.

Melles, M., Brigham-Grette, J., Glushkova, O. Y., Minyuk, P. S., Nowaczyk, N. R and Hubberten, H. W., 2007- Sedimentary geochemistry of core PG1351 from LakeEl'gygytgyn - a sensitive record of climate variability in the East Siberian Arctic during the past three glacial–interglacial cycles. J Paleolimnol DOI 10.1007/s10933-006-9025-6 PP 89- 104.

Reding, H. G., 1996- Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy, 3rd Edition. Department of Earth Sciences University of Oxford, third edition. Lake. Introduction.pp610.

Stoklin, J., 1968- Structural history and tectonics of Iran: a review.American Association of petroleum Geologists Bulletin, 52(7), pp. 22, 62.

Talbot, M. R. and Lærdal, T., 2000- The Late Pleistocene–Holocene palaeolimnology of Lake Victoria, East Africa, based upon elemental and isotopic analyses of sedimentary organic matter. J Paleolimnol 23:141- 164.

Day, T., 2006- lakes and Rivers, Biomes of the earth. pp5- 9.

Viehberg, F. A., 2006- Freshwater ostracod assemblages and their relationship to environmental variables in waters from northeast Germany. Springer. Hydrobiologia 571, pp213- 224.

Zhou, Ch. H. and Keeling, J., 2013- Fundamental and applied research on clay minerals: From climate and environment to nanotechnology, Applied Clay Science, Volume 74, PP 3- 9.

www.SID.ir

Archive of SID

Identification of an old lake for the first time in quaternary units around Yazd city

B. Pashazadeh[1*], D. Jahani[2], R. Lak[3], H. Nazari[4] and M. Zamani Pedram[5]

[1]Ph.D. Student, Department of Geology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[2]Associate Porfessor, Department of Geology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[3]Associate Porfessor, Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

[4]Assistant Professor, Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

[5]Ph.D., Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 2017 December 04 Accepted: 2018 January 08

Abstract

The purpose of this research is to identify quaternary units and determine the sediment boundaries around Yazd city in Central Iran. The origin of Quaternary sediments is mainly related to erosion of the Triassic, Cretaceous, and Palaeozoic units. Based on the results of sedimentation, six types of facies were identified as Mud, silt, sandy silt, silty sand, mud sands and sandy mud. The XRD results of the samples show that these specimens consist mainly of quartz, calcite, dolomite, feldspar, coperite and clay minerals. In the fossil studies of two important species of ostracodes called Ilyocypris sp. Which refers to sweet waters and Candona .sp, which relate to various saline waters. Due to the diversity of facies and fossils, approximately the lake in the study area was developed in late Quaternary. Facies characteristics, the type of minerals and index fossils indicate that the sedimentation of these facies in a sedimentary lake environment that was first identified in the study area.

Keywords: Centeral Iran, Quaternary, Sedimentology, Mineralogy, Paleontology, Lake.

For Persian Version see pages 101 to 108

*Corresponding author: B. Pashazadeh; E-mail: pashazadeh1360@gmail.com

www.SID.ir