

مطالعه محیط دیرینه بخش مارنی سازند فرخی بر پایه استراکدا (ایران مرکزی)

محسن علامه^۱

^۱دانشیار، گروه زمین‌شناسی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۲۶

چکیده

سازند فرخی جوان‌ترین واحد رسوبی کرتاسه بالایی است که در منطقه خور و بیابانک جای گرفته است. ترکیب سنگی آن شامل ۲۵۰ متر آهک، مارن و آهک مارنی با میان‌لایه‌هایی از سنگ‌آهک فسیل‌دار است. به منظور شناسایی استراکدا و مطالعه محیط رسوبی سازند فرخی بر پایه آنها، ۲۳ نمونه از بخش‌های مارنی سازند برداشت و با استفاده از روش شستشو نمونه‌ها آماده شد که در پایان به شناسایی ۲۹ گونه متعلق به ۲۳ جنس از استراکدا انجامیده است. بیش از ۸۷ درصد استراکدای شناسایی شده دارای صدف صاف، بدون تزیین و متصل به هم هستند و میزان رسوب‌گذاری به نسبت بالا را تایید می‌کند که سبب حفظ‌شدگی بسیار خوب استراکدا شده است. با توجه به استراکدای شناسایی شده، می‌توان چهار رخساره اکولوژیکی لیئورال، نریتیک داخلی، نریتیک خارجی، نریتیک خارجی تا ابتدای باتیال با شوری کم تا زیاد و گرم برای بخش‌های مختلف مارن‌های سازند فرخی در زمان رسوب‌گذاری پیشنهاد کرد.

کلیدواژه‌ها: سازند فرخی، کرتاسه بالایی، ایران مرکزی، استراکد، رخساره اکولوژیکی، شوری.

*نویسنده مسئول: محسن علامه

E-mail: allameh0277@mshdiau.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

سازند فرخی یکی از سازندهای غیر رسمی کرتاسه بالایی حوضه رسوبی ایران مرکزی است که به‌طور همیشگی روی سازند دبرسو (سنومانین-تورونین) قرار گرفته و مرز بالای آن به‌صورت همیشگی با سازند چوپانان (پالئوسن-اتوسن زیرین) است و در حوالی شهرستان طبس رخنمون دارد. در پیرامون آن روستاهای جوخواه، رباط گور، دارین، نهرود و خور قرار گرفته‌اند. ترکیب سنگی این سازند بیشتر از سنگ‌آهک‌های روشن به همراه گرهک‌های چرتی و نواری است. در قاعده این سازند یک بخش مارنی به سبزی ۴۵ تا ۱۲۰ متر قرار دارد. سنگ‌های آهکی این سازند مقدار زیادی فسیل‌های دوکفه‌ای و خارپوست دارند (مجیدی فرد، ۱۳۹۲). هدف از این پژوهش شناسایی استراکدای فسیل برای نخستین بار در سازند فرخی و محیط دیرینه آن بر پایه استراکداس. گزارش کرده‌اند. (Allameh and Taherpour Khalil Abad (2014) جنس *Porosphaera globularis* Wilmsen et al. (2012) را از سازند فرخی *Echinocorys ex. gr. scutata* از خارپوستان را از بخش آهک بالایی سازند فرخی معرفی کرده‌اند. با توجه به فسیل بازویایان و خارپوستان سن سنونین پسین-پالئوسن برای سازند فرخی در نظر گرفته شده است (Aistov et al., 1984). رضایی یزدی‌نژاد (۱۳۹۳) روزن‌بران پلانکتونیک *Gansserina gansseri*, *Globotruncanita elevata*, *Globotruncana aegyptiaca*, *Globotruncana ventricosa*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Contusotruncana contusa* را از سازند فرخی در برش فرخی شناسایی و در نتیجه سن کامپانین پیشین-ماستریشین پسین را برای آن منظور کرده است. بر پایه روزن‌بران پلانکتونیک و کف‌زنی سن ماستریشین زیرین پالئوسن توسط رزمجویی (۱۳۹۰) برای سازند فرخی منظور شده است. سیف و همکاران (۱۳۹۴) روزن‌بران پلانکتونیک سازند فرخی را در برش خور مطالعه و سن ماستریشین پیشین تا پسین را برای آنها در نظر گرفته‌اند. تریایان و علامه (۱۳۹۰) تعدادی جنس و گونه از داینوفلاژله‌های سازند فرخی معرفی کرده‌اند. علامه و تریایان (۱۳۹۵) با مطالعه بخش مارنی سازند فرخی، محیط دیرینه سازند را بر پایه داینوفلاژله‌ها مطالعه و تعداد زیادی جنس و گونه از داینوفلاژله‌ها معرفی کرده و یک پالینوفاسیس در آن تشخیص داده و محیط رسوب‌گذاری سازند فرخی را در زمان انباش رسوبات، محیط کم‌ژرفا تا دریای باز پیشنهاد داده‌اند. تریایان و همکاران (۱۳۹۰) پالینوفاسیس و محیط دیرینه بخش مارنی سازند فرخی را مطالعه کرده‌اند.

۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

نهبشته‌های کرتاسه بالایی در پیرامون شهرستان طبس رخنمون دارد. برای دست‌یابی به سازند فرخی در برش فرخی باید از جاده طبس-اصفهان در مسیر روستاهای یاد شده حرکت کرد و امتداد مسیر را در راستای روستای فرخی ادامه داد. در حومه این منطقه روستاهای جوخواه، رباط گور، دارین، نهرود و خور قرار دارند. پس از رسیدن به روستای فرخی باید از راه جاده فرعی شمال روستا ۷ کیلومتر مسیر را ادامه داد تا به سازند غیر رسمی فرخی رسید؛ برش مورد مطالعه در ۷ کیلومتری باختر روستای فرخی و دارای موقعیت جغرافیایی $9^{\circ} 54' 33''$ عرض شمالی و $48^{\circ} 52' 54''$ طول خاوری است (شکل ۱).

۳- چینه‌شناسی سازند فرخی

سازند فرخی شامل ستبرای متغیری (۶۵ تا ۱۸۰ متر) از سنگ‌آهک خاکستری روشن با قله یا نوارهای چرت است که با داشتن خارپوست‌هایی که بیشتر سیلیسی شده‌اند و دوکفه‌ای فراوان دیده می‌شود. پایین‌ترین بخش این سازند ۴۵ تا ۱۲۰ متر مارن با لایه‌هایی از ماسه‌سنگ است. بازویا، دوکفه‌ای و خارپوست نشانگر آن هستند که سازند فرخی، سن سنونین پسین-داین دارد (آقاباتی، ۱۳۸۳). ستبرای سازند فرخی در مناطق مختلفی از جمله انارک، خور و جندق متفاوت است؛ برای نمونه سیف و همکاران (۱۳۹۴) ستبرای آن را در دامنه شمال خاوری کوه هونو و در جنوب باختر شهر خور، ۱۷۷ متر اندازه‌گیری کرده‌اند. اما این سازند در برش مورد مطالعه ۲۵۰ متر ستبرای دارد و به‌طور کلی شامل آهک زیرین به ستبرای ۵۰ متر، مارن میانی به ستبرای ۱۲۸ متر و آهک بالایی به ستبرای ۷۲ متر است (شکل‌های ۲ و ۳).

۴- روش مطالعه

از ۱۲۸ متر بخش مارنی سازند فرخی ۲۳ نمونه از ژرفای ۳۰ سانتی‌متری سطح زمین برداشت شده است که در پایان هر نمونه به دو بخش تقسیم شد؛ بخشی از آن به منظور شناسایی روزن‌بران پلانکتونیک و کف‌زنی مورد استفاده قرار گرفت (رضایی یزدی‌نژاد، ۱۳۹۳) و بخش دیگر آن به منظور شناسایی استراکدا و محیط دیرینه آنها (مقاله حاضر) استفاده شد. برای جداسازی استراکدا از دیگر رسوبات در برگزیده آنها از هر نمونه ۲۰۰ گرم برداشت و با استفاده از بی‌کربنات سدیم (Na_2O) و الک‌هایی با مش‌های ۱۰ (۲۰۰۰ میکرون) و ۷۰ (۲۱۰ میکرون) با استفاده از جریان

محیط‌های خشکی دیده می‌شوند. دارای دو کفه هستند و جنس پوسته آنها از بخش سخت آهکی با پوشش نازک کیتینی تشکیل شده است. این موجودات از دوران اول تا اکنون زیست می‌کنند. از تجمع استراکدا می‌توان برای بررسی دیرینه بوم‌شناختی (Paleoecology) استفاده کرد. انتشار استراکدا توسط تعداد زیادی از عوامل کنترل کننده محیطی انجام می‌شود و این عوامل نقش مهمی در بوم دیرینه‌شناختی استراکدا دارند که مهم‌ترین آنها اکسیژن، شوری، دما، تأمین مواد غذایی، رسوبات بستر و ژرفاست (Al-Sheikhly and Kamil, 2016). استراکدا اهمیت زیادی در تشخیص تعیین ژرفای آب، تغییرات سطح آب دریاها، اکسیژن، شوری و مواد غذایی دارند (Gebhardt and Zorn, 2008). انتشار گونه‌های استراکدا با انواع متغیرهای محیطی همچون ژرفای آب، بستر، ترکیب املاح، دما، تلاطم و مواد جامد محلول بستگی دارد (Monostori and Ephraim, 1985; Frogley et al., 2002). نسبت به تغییرات محیطی به شدت حساس هستند و ابزار بسیار مهمی در تعیین ژرفای آب در کرتاسه بالایی به شمار می‌روند (Gebhardt and Zorn, 2008).

استراکدایی که صدف صاف دارند؛ در گل‌های ریزدانه فراوان هستند (Rossi et al., 2003). استراکدایی که دارای پوسته‌ترین یافته و یا ستر هستند؛ بیشتر در رخساره‌های آبی کم‌ژرفا و در محیط‌هایی با انرژی بالا سازگاری دارند (Bless, 1989). استراکدا در آب‌های کم‌ژرفای عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر، گوناگون‌تر از عرض‌های جغرافیایی بالاتر هستند (خسروتهرانی، ۱۳۸۷؛ Freiwald and Mostafawi, 1998). شکل و تزینات کاراپاس استراکدا نشان‌دهنده محیط زندگی آنهاست (Guernet et al., 1991). عموماً در آب‌های ژرف استراکدایی با زواید باله‌مانند فراوان‌ترند (Benson et al., 1971). استراکدا در محیط‌هایی با شوری متفاوت یافت می‌شوند (Moore, 1961).

کمبود یا نبود اکسیژن، فراوانی خانواده Platycoepida را نشان می‌دهد؛ اما حضور آنها با خانواده Podocopida نشان از حضور اکسیژن در زمان رسوب‌گذاری دارد (Whatley, 1991). دما بر پراکندگی استراکدای دریایی نقش مهمی دارد (Neale, 1964). زمانی که کفه‌های جدا شده در رسوبات دارای فسیل استراکد کمتر باشد یا به عبارتی کفه‌های به هم چسبیده یا سالم‌تر باشد، نشان از رسوب‌گذاری بالا در زمان رسوب‌گذاری رسوبات دارد (Moore, 1961).

۷- استراکدای شناسایی شده سازند فرخی و شاخص‌های محیطی

Puckett (1992) گونه‌هایی از *Argilloecia* را به محیط نریتیک داخلی تا خارجی و Bassiouni and Luger (1990) جنس *Argilloecia* را به محیط فلات قاره خارجی نسبت می‌دهند. جنس *Paracypris* و *Argilloecia* را مربوط به آب‌های ژرف یا زیر ژرفای ۱۰۰ متر می‌دانند (Szczuchura, 1965; Pezelj et al., 2007). جنس *Argilloecia* در نمونه‌های شماره ۱۶، ۱۳، ۱۲ دیده می‌شود.

گونه‌هایی از *Bairdia* توسط Peterson and Kaesler (1980) از محیط مردابی (lagoonal)، نزدیک ساحل (Nearshore) و نیز با آب‌های لب‌شور گزارش شده‌اند. وجود جنس‌های *Bairdia* و *Paracypris* نشان از محیط دریایی باز و کم‌ژرفا دارد (Van Morkhoven, 1963; Gebhardt and Zorn, 2008; Hazel and Brouwers, 1982). جنس *Bairdia* در محیط بسیار کم‌ژرفا یا به عبارتی در ژرفاهای ۱۵ تا ۲۵ متر دیده می‌شود (Benson, 1961; in EL – Nady et al., 2008). محیط فلات قاره داخلی تا خارجی را نشان می‌دهد (Bassiouni and Luger, 1990) و از ژرفاهای زیاد یعنی ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر دریا هم گزارش شده است (Pepouquet et al., 1986; in Shahin, 2005). جنس *Bairdia* می‌تواند در همه ژرفاهای آب‌های دریایی یافت شود (Morsi et al., 2008). بیشتر گونه‌های *Bairdia* در آب‌های کم‌ژرفا و گرم با شوری عادی زندگی می‌کنند (Hartmann and Puri, 1974; Monostori and Ephraim, 1985; Khalaf and Aziz, 2009). از *Bairdia* در نمونه‌های شماره ۵، ۶، ۸، ۱۰، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲ دیده می‌شود.

مداوم آب شستشو (Washing) انجام شد. رسوبات باقیمانده روی الک با مش ۱۰ بدون استراکد است و دور ریخته می‌شود. محتویات باقیمانده روی الک با مش ۷۰ دارای استراکد است؛ بنابراین جمع‌آوری، درون قوطی ریخته و نگهداری شدند. در مرحله بعد محتویات درون قوطی درون تشتک ریخته و با قلم دو صفر با کمک میکروسکوپ دوچشمی و نور بالا، استراکدای موجود جدا (Pick) و درون ظرفی به نام سل قرار داده شد. در مرحله بعد نمونه‌ها در روی صفحه فلزی خاصی (Stub) با چسب دوسویه مسی چسبانده و با میکروسکوپ الکترونی (SEM) تصویربرداری شد. گفتنی است همه نمونه‌ها حتی نمونه‌های شکسته جدا، سپس آمارگیری انجام و با استفاده از منابع مختلف استراکدای موجود شناسایی شده است.

۵- استراکدای سازند فرخی

از ۲۳ نمونه برداشت شده از بخش مارنی سازند فرخی برای نخستین بار ۲۹ گونه متعلق به ۲۴ جنس از استراکدا شناسایی شد (شکل ۳). فراوان‌ترین جنس‌ها مربوط به *Bairdia* با فراوانی ۱۶ درصد و *Cytherella* با فراوانی ۱۴ درصد است. همچنین کمترین تجمع استراکدا را می‌توان در ابتدا و انتهای بخش مارنی سازند دید و نسبت استراکدای راسته پودوکوپیدا (Order podocopida) خیلی بیشتر از راسته پلاتی کویپیدا (Order Platycoepida) است.

مهم‌ترین استراکدای شناسایی شده سازند فرخی (Plates 1-4) در برش فرخی عبارتند از: *Anthobythocypris* sp., *Argilloecia* sp., *Bairdia dohukensis* (Khalaf and Aziz 1994), *Bairdia dolicha* (Bold and Van 1957), *Bairdia eoacenic* (Khalaf and Aziz 1994), *Bairdia hiwannensis* (Kellett, 1935), *Bairdia ilaroensis* (Reyment, 1959), *Bairdia* sp₁, *Bairdia* sp₂, *Bairdoppilata gliberti* (Keij, 1957), *Brachyocythere* sp., *Bythocypris brownie* (Jones and Hinde, 1890), *Cardobairdia minute* (Van Veen 1982), *Cytherella atypicall* (Bate 1972), *Cytherella concave* (Weaver, 1982), *Cytherella obovata* (Jones and Hinde, 1890), *Cytherella ovata* (Roemer, 1841), *Cytherella sergipensis* (Neufville, 1973), *Cytherella* sp., *Cytherella speetonensis* (Kaye, 1963), *Cytherelloidea* sp., *Cytheropteron* sp., *Haplocytheridea* sp., *Krithe simplex* (Jones and Hind, 1890), *Krithe* sp₁, *Krithe* sp₂, *Krithe whitecliffensis* (Crane, 1965), *Manoceratina* sp., *Paracyprideis* sp., *Paracypris nigeriensis* (Reyment, 1960), *Paracypris* sp₁, *Paracypris* sp₂, *Paracypris* sp₃, *Paracypris* sp₄, *Phacorhabdotus* sp., *Pontocyprilla maynic* (Oertli, 1958), *Pontocyprilla recurva* (Esler, 1968), *Pontocyprilla* sp₁, *Pontocyprilla* sp₂, *Pontocyprilla harrisiana* (Jones, 1849), *Pontocypris* sp., *Pseudobythocypris* sp., *Pterygocythere laticristata* (Bosquet, 1854), *Schuleridea* sp., *Schuleridea* sp₁, *Trachyleberis anteplanna* (Bate 1972), *Uroleberis* sp.

برای شناسایی استراکدای سازند فرخی از منابع زیر استفاده شده است:

Al-Shareefi et al., 2010; Bassiouni and Luger, 1990; Benson and Sylvester-Bradley, 1971; Bless, 1989; Caus et al., 2002; Ceolin et al., 2011; EL – Nady et al., 2008; Frogley et al., 2002; Gebhardt and Zorn, 2008; Guernet et al., 1991; Luger, 2003; Hartmann and puri, 1974; Hazel and Brouwers, 1982; Ishizaki and Irizuki, 1990; Khalaf and Aziz, 2009; Majoran et al., 1998; Moore, 1961; Morsi et al., 2008; Peterson and Kaesler, 1980; Pezelj et al., 2007; Piovesan et al., 2015; Puckett, 1992. Rossi et al., 2003; Sames, 2008; Shahin, 2005; Tesakova, 2010; Whatley et al., 2003.

۶- فاکتورهای تأثیرگذار در انتشار استراکدا

استراکدا از شاخه بندپایان و رده سخت‌پوستان هستند و در همه محیط‌ها از جمله محیط‌های آب شیرین و شور، دریایی ژرف تا کم‌ژرفا، جنگل‌های مرطوب و کمتر

۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۶ و ۱۷ دید. جنس *Pontocypris* محیط نریتیک یا جایی را نشان می‌دهد که شناگران فعال در آن هستند (Van Morkhoven, 1963). جنس *Pontocypris* در نمونه‌های شماره ۷ و ۸ دیده می‌شود. جنس *Uroleberis* نشان‌دهنده محیط مردابی یا فلات قاره داخلی شور است (Bassiouni and Luger, 1990). این جنس در نمونه‌های ۳، ۴ و ۶ دیده می‌شود.

با توجه به مطالب گفته شده می‌توان چهار رخساره اکولوژیکی (Ecofacies) گوناگون برای محیط رسوب‌گذاری سازند فرخی در زمان رسوب‌گذاری در نظر گرفت؛ محیط‌های لیتورال، نریتیک داخلی، نریتیک خارجی، نریتیک خارجی تا ابتدای منطقه ژرف.

۱) محیط لیتورال گونه‌هایی از جنس *Bairdia*، *Cytherella* و *Paracypris* را در بر می‌گیرد.

۲) محیط نریتیک داخلی گونه‌هایی از جنس‌های زیر را شامل می‌شود:

Paracypris, *Bairdia*, *Cytherella*, *Schuleridea*, *Cytherelloidea*, *Krithe*, *Pontocypris*, *Paracypris nigeriensis*, *Brachycythere*, *Argilloecia*

۳) در محیط نریتیک خارجی گونه‌هایی از جنس‌های زیر را می‌توان دید:

Argilloecia, *Bairdia*, *Cytherella*, *Pontocypris*, *Bairdoppilata*, *Pontocypris*, *Paracypris*, *Brachycythere*

۴) در محیط نریتیک خارجی تا ابتدای منطقه ژرف گونه‌هایی از جنس‌های زیر دیده می‌شود:

Argilloecia, *Paracypris*, *Bairdia ilaroensis*, *Paracypris nigeriensis*, *Krithe*, *Cytherella*, *Pontocypris*

از سوی دیگر گونه‌های *Bairdia* که درصد زیادی از استراکدای شناسایی شده در سازند فرخی را شامل می‌شوند؛ در آب‌های گرم زندگی می‌کنند. همچنین جنس‌های *Argilloecia*، *Paracypris*، *Cytherelloidea* و *Cytherella* که نماینده آب‌های گرم هستند؛ به مقدار قابل توجهی در سازند فرخی دیده می‌شوند. تجمع بخش‌های مختلف سازند فرخی دیده می‌شود. بنابراین محیط رسوب‌گذاری گرم در زمان انباش رسوبات سازند فرخی تأیید می‌شود.

گونه‌هایی از *Bairdia* آب‌های لب‌شور، شوری طبیعی تا بالا، جنس *Brachycythere*، شوری طبیعی و جنس *Cytherella*، شوری طبیعی، متوسط تا به نسبت بالا نشان می‌دهند. همچنین جنس *Cytheropteron*، گستره شوری متوسط تا بالا، *Paracypris nigeriensis*، شوری طبیعی و *Uroleberis* محیط‌های شور را نشان می‌دهند. آنچه بیان شد؛ محیط با شوری کم تا بالای سازند فرخی را در زمان رسوب‌گذاری تأیید می‌کند.

۸- سن سازند فرخی

۲۳ نمونه از بخش‌های مارنی سازند فرخی برداشت و از این تعداد نمونه هم روزن‌بران پلانکتونیک و کفزی (رضایی یزدی‌نژاد، ۱۳۹۳) و هم استراکدای موجود (مقاله حاضر) ارزیابی و بررسی شده است. بنابراین برای تعیین سن سازند هم از استراکدای شناسایی شده و هم از سنی که توسط روزن‌بران تأیید شده، استفاده شده است. در ادامه استراکدایی که در هر کدام از زیست‌زون‌های روزن‌بران قرار می‌گیرند؛ بیان شده است؛

زون‌های زیستی روزن‌بران پلانکتونیک از قدیم به جدید عبارتند از (رضایی یزدی‌نژاد ۱۳۹۳):

- Biozone 1: Globotruncanita elevata Partial Range Zone

این زون زیستی ۱۶ متر از ستون چینه‌شناسی بخش مارنی سازند فرخی را دربر می‌گیرد و سنی معادل کامپانین پیشین دارد. استراکدای شناسایی شده در این زون عبارتند از:

Cardobairdia minute, *Krithe* sp., *Krithe whitecliffsensis*, *Paracyprideis* sp.,

جنس *Brachycythere* نشان‌دهنده محیط نریتیک داخلی تا میانی (Morkhoven, 1963)، زون نریتیک میانی و محیط دریایی با شوری عادی (Bassiouni and Luger, 1990) است. این جنس در نمونه‌های شماره ۱۱، ۱۳ و ۱۵ سازند فرخی دیده می‌شود.

در محیط‌های ژرف (Bathyal) و بسیار ژرف دیده می‌شود *Cytherella* (Whatley, 1983; Whatley and Coles, 1987). این جنس در برابر اکسیژن مقاومت زیادی دارد (Whatley et al., 2003). جنس *Cytherella* گستره (Range) شوری متوسط تا به نسبت بالا (Polyhaline to Mesohaline) را نشان می‌دهد (Sames, 2008). فراوانی جنس *Cytherella* محیط دریایی کم‌ژرفا را نشان می‌دهد (Salaj and Nairn, 1987). *Cytherella* نشان‌دهنده محیط نریتیک داخلی تا میانی (EL - Nady et al., 2008)، محیط دریایی کم‌ژرفای باز (Van Morkhoven, 1963) و محیط دریایی ژرف (۴۰۰ تا ۵۰۰ متر) است (Peypouquet et al., 1986; in Shahin, 2005). همچنین (Ishizaki and Irizuki (1990) جنس *Cytherella* را از محیط کم‌ژرفا تا فلات قاره خارجی گزارش کرده‌اند. (Gebhardt (1999) گونه‌هایی از جنس *Cytherella* را به محیط‌های کم‌ژرفا (Shallow water) و *Paracypris*، *Brachycythere* را به آب‌های ژرف‌تر نسبت داده است. بیشترین گونه‌های *Cytherella* در شوری طبیعی (Normal) و آب‌های کم‌ژرفا زندگی می‌کنند (Hartmann and Puri, 1974; Monostori and Ephraim, 1985; Khalaf and Aziz, 2009). جنس‌ها و گونه‌هایی از *Cytherella* در نمونه‌های شماره ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲ دیده می‌شود. تجمع *Cytherella* با *Schuleridea* نشان از محیط دریایی کم‌ژرفا دارد (Casier, 1988). جنس *Schuleridea* در نمونه‌های شماره ۷، ۱۰، ۱۴ و ۱۵ دیده می‌شود. همچنین (Piovesan et al. (2015) گونه‌های مربوط به جنس‌های *Brachycythere*، *Cytherella* و *Bairdoppilata* را به محیط نریتیک خارجی نسبت داده‌اند. گونه‌ای از جنس *Bairdoppilata* را می‌توان در نمونه‌های شماره ۹، ۱۰، ۱۲ و ۱۳ دید. جنس *Bairdia* گستره شوری بالا، جنس *Cytherella* گستره شوری متوسط تا به نسبت بالا و جنس *Cytheropteron* گستره شوری متوسط تا بالا را نشان می‌دهند (Sames, 2008). جنس *Cytheropteron* در نمونه‌های شماره ۹، ۱۲ و ۱۵ دیده می‌شود.

جنس‌های *Argilloecia*، *Paracypris*، *Cytherelloidea* و *Cytherella* نماینده آب‌های گرم و کم‌ژرفا هستند (Ceolin et al., 2011). جنس *Paracypris* نشان‌دهنده محیط نریتیک داخلی تا میانی (EL-Nady et al., 2008) و دریای باز و کم‌ژرفاست *Paracypris nigeriensis* (Benson, 1961; in EL - Nady et al., 2008) نشان‌دهنده منطقه (Zone) نریتیک میانی با دریای شور عادی (Esker, 1968) و محیط دریایی ژرف ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر (Peypouquet et al., 1986; in Shahin, 2005) و فلات قاره داخلی شور است (Bassiouni and Luger, 1990). جنس *Cytherelloidea* را می‌توان در نمونه‌های شماره ۱۸، ۲۰، ۲۱ و ۲۲ دید. جنس‌ها و گونه‌هایی از *Paracypris* را می‌توان در نمونه‌های شماره ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۲۰ و ۲۱ دید. تجمع *Paracypris*، *Bairdia*، *Cytherella* و *Paracypris* نشان‌دهنده محیط دریایی کم‌ژرفا و گرم (Neale, 1977) و ساب‌لیتورال است (Al-Shareefi et al., 2010). تجمع این سه جنس و گونه‌های آنها در بسیاری از نمونه‌ها دیده شده که نشان از محیط کم‌ژرفا در بخش‌های زیادی از سازند فرخی در زمان رسوب‌گذاری است.

جنس *Krithe* و گونه‌هایی از *Pontocypris* در بخش‌های ژرف‌تر فلات قاره تا ژرف دیده می‌شود (Morsi et al., 2008). *Krithe* نشان‌دهنده محیط آبی کم‌ژرفا و محیط فلات قاره خارجی تا بالای منطقه ژرف (Morsi et al., 2008) و محیط دریایی ژرف ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر است (Peypouquet et al., 1986; in Shahin, 2005). جنس‌ها و گونه‌هایی از *Krithe* را می‌توان در نمونه‌های شماره ۴، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ دید. جنس *Pontocypris* نشان از فلات قاره خارجی تا بخش‌های بالای منطقه ژرف (Morsi et al., 2008) و محیط نریتیک خارجی دارد (Morkhoven, 1963). جنس‌ها و گونه‌هایی از *Pontocypris* را می‌توان در نمونه‌های شماره ۵، ۷، ۸،

Anthobythocypris sp., *Bairdia dohukensis*, *Bairdia dolicha*, *Bairdia eocaenica*, *Bairdia* sp., *Cytherella obovata*, *Cytherella sergipensis*, *Cytherelloidea* sp., *Haplocytheridea* sp., *Manoceratina* sp., *Paracypris nigeriensis*, *Pontocyprilla* sp., *Pseudobythocypris* sp.

Caus et al. (2002) با مطالعه استراکدای شمال خاور مکزیک و شناسایی جنس‌های زیر سن رسوبات یاد شده را ابتدای سانتونین تا انتهای کامپاین در نظر گرفت:

Alatacythere sp., *Cytherelloidea hindei*, *Cytherella speetonensis*, *Cythereis dallasensis*, *Polycoppe* sp., *Neocythere virginea*, *Cytherelloidea granulose*, *Trachyleberidea geinitzi*, *Schuleridea perforateheadonensis*, *Xestoleberis* sp

Luger (2003) با مطالعه استراکدای ماداگاسکار و ... و شناسایی جنس‌های زیر سن رسوبات یاد شده را سانتونین پیشین تا ماستریشتین پسین در نظر گرفته است: *Brachycythere sphenoids*, *Cytherella ovata*, *Cytherella ovoidea*, *Cytherella speetonensis*, *Eucythere trigonalis*, *Haplocytheridea* cf. *Haplummeri*, *Haplocytheridea* sp., *Paracypris wrothamensis*, *Trachyleberidea geinitzi*, *Veenia* sp., *Xestoleberis* sp.

Tesakov (2010) با توجه به استراکدایی همچون موارد زیر رسوبات سارتو در روسیه را متعلق به ماستریشتین می‌داند:

Cytherella ovate, *Cytherella obovata*, *Cytherella contraca contracta*, *Cytherelloidea vishneviensis* sp. nov., *Cythereis ornatissima*, *Argilloecia* sp., *Pterygocythere* sp., *Xestoleberis* sp., *Paracypris depressa*, *Krithe simplex*, *Neocythere* sp., *Pterygocythere turonica*.

تعداد زیادی از استراکدایی که در بالا آمده است در سازند فرخی دیده می‌شود. همچنین Piovesan et al. (2009) با توجه به استراکدایی همچون موارد زیر سن رسوبات استراکدار پارا مارانهاو در برزیل را تورونین تا ماستریشتین در نظر گرفته است:

Cytherella piacabucensis, *Cytherella* sp., *Cytherelloidea* sp., *Paracypris* cf., *Paracypris gracilis*, *Macrocypris longana*, *Argilloecia* sp., *Pontocypris* sp., *Australoecia* sp., *Bairdoppilata cepedesensis*, *Limburgina* sp., *Brachycythere* sp., *Protobuntionia numidica*, *Krithe* sp., *Soudanella laciniata*, *paucicostat* sp., *Haplocytheridea* sp., *Cytheropteron brasiliensis*, *Xestoleberis* sp.

در مصر، استراکدای زیر توسط Shahin (2005) ارزیابی شده و با توجه به این استراکدا سن سانتونین تا ماستریشتین پیشین برای آنها در نظر گرفته شده است:

Bairdia psudoseptentrionalis, *Brachycythere sphenoides*, *Cythereis dallasensis*, *Cytherella ovate*, *Eucythereso litaria*, *Krite witelcliffensis*, *Neocythere virginea*, *Pontocyprilla recurva*, *Trachyleberidea geinitzi*, *Xestoleberis* sp.

استراکدای زیر توسط Majoran et al. (1998) در جنوب آتلانتیک شناسایی و سن ماستریشتین برای رسوبات آن در نظر گرفته شده است:

Cytherella sp., *Bairdia* sp., *Bythocypris falkandensis*, *Pontocyprilla* sp., *Argilloecia* sp., *Aversovalva* aff. *Hydrodynamica*, *Eucythere* cf. *circumcostata*, *pennyella* sp., *Dutoitella* sp., *Paraphysocythere* sp., *Agulhasina* sp., *Phacorhabdotus* cf. *inaequicostata*.

تعداد زیادی از استراکدای شناسایی شده در سازند فرخی مشابه با استراکدایی است که در مناطق یاد شده است؛ بنابراین استراکدای شناسایی شده سن کامپاین - ماستریشتین را برای مارن‌های سازند فرخی تأیید می‌کنند. از سوی دیگر روزن‌بران پلانکتونیک شناسایی شده در بخش مارنی سازند فرخی در همین برش سن کامپاین - ماستریشتین را تأیید کرده‌اند. در نتیجه با توجه به مطالب یاد شده سن کامپاین - ماستریشتین برای سازند فرخی در برش فرخی در نظر گرفته شده است.

Paracypris sp., *Paracypris* sp., *Paracypris* sp., *Uroleberis* sp.,

- Biozone 2: *Globotruncana ventricosa* Interval Zone (Delbiez, 1955)

این زون زیستی ۳۱ متر از ستون چینه‌شناسی بخش مارنی سازند فرخی را دربر می‌گیرد و سنی معادل کامپاین میانی - پسین دارد. استراکدای شناسایی شده در این زون عبارتند از:

Bairdia dolicha, *Bairdia eocaenica*, *Bairdia hiwannensis*, *Bairdoppilata gliberti*, *Bythocypris brownie*, *Cardobairdia minute*, *Cytherella atypical*, *Cytherella concave*, *Cytherella ovata*, *Cytherella* sp., *Cytheropteron* sp., *Krithe simplex*, *Krithe* sp., *Krithe* sp., *Krithe whitecliffensis*, *Paracyprideis* sp., *Paracypris* sp., *Paracypris* sp., *Paracypris* sp., *Phacorhabdotus* sp., *Pontocyprilla recurva*, *Pontocyprilla* sp., *Pontocyprilla* sp., *Pontocyprilla harrisiana*, *Pontocypris* sp., *Pterygocythere laticristata*, *Schuleridea* sp., *Schuleridea* sp., *Trachyleberis antepilana*, *Uroleberis* sp.

- Biozone 3: *Globotruncana stuartiformis* Partial-Range Zone

این زون زیستی ۲۸ متر از ستون چینه‌شناسی بخش مارنی سازند فرخی را دربر می‌گیرد و سنی معادل بخش ابتدایی (کامپاین پسین) دارد. استراکدای شناسایی شده در این زون عبارتند از:

Argilloecia sp., *Bairdia dolicha*, *Bairdia eocaenica*, *Bairdia ilaroensis*, *Bairdoppilata gliberti*, *Brachycythere* sp., *Bythocypris brownie*, *Cardobairdia minute*, *Cytherella atypical*, *Cytherella concave*, *Cytherella ovata*, *Cytherella sergipensis*, *Cytherella* sp., *Cytheropteron* sp., *Krithe simplex*, *Krithe* sp., *Krithe whitecliffensis*, *Paracypris* sp., *Paracypris* sp., *Phacorhabdotus* sp., *Pontocyprilla recurva*, *Pontocyprilla* sp., *Pontocyprilla* sp., *Schuleridea* sp., *Trachyleberis antepilana*.

- Biozone 4: *Globotruncana aegyptiaca* Interval Zone (Caron, 1978)

این زون زیستی ۲۱ متر از ستون چینه‌شناسی بخش مارنی سازند فرخی را دربر می‌گیرد و سنی معادل بخش انتهای کامپاین پسین دارد. استراکدای شناسایی شده در این زون عبارتند از:

Argilloecia sp., *Bairdia dolicha*, *Bairdia eocaenica*, *Bairdia ilaroensis*, *Bairdoppilata gliberti*, *Brachycythere* sp., *Cardobairdia minute*, *Cytherella atypical*, *Cytherella obovata*, *Cytherella ovata*, *Cytherella* sp., *Cytheropteron* sp., *Krithe simplex*, *Krithe whitecliffensis*, *Paracypris* sp., *Paracypris* sp., *Phacorhabdotus* sp., *Pontocyprilla recurva*, *Pontocyprilla* sp., *Pontocyprilla* sp., *Schuleridea* sp.

- Biozone 5: *Gansserina gansseri* Interval Zone (Premoli Silva and Bolli, 1973)

این زون زیستی ۲۰ متر از ستون چینه‌شناسی بخش مارنی سازند فرخی را دربر می‌گیرد و سنی معادل انتهای کامپاین تا ماستریشتین پیشین دارد. استراکدای شناسایی شده در این زون عبارتند از:

Anthobythocypris sp., *Bairdia dohukensis*, *Bairdia dolicha*, *Bairdia eocaenica*, *Bairdia* sp., *Cardobairdia minute*, *Cytherella obovata*, *Cytherelloidea* sp., *Manoceratina* sp., *Pontocyprilla maynic*, *Pontocyprilla* sp., *Pseudobythocypris* sp.

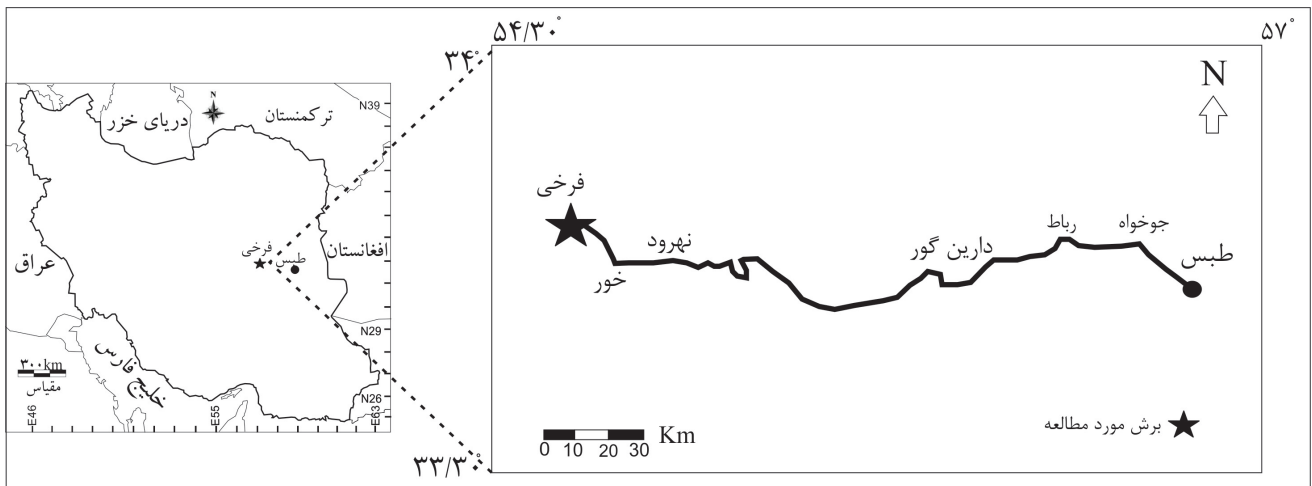
- Biozone 6: *Contusotruncana contusa* Interval Zone (Premoli Silva and Bolli, 1973)

این زون زیستی ۱۲ متر از ستون چینه‌شناسی بخش مارنی سازند فرخی را دربر می‌گیرد و سنی معادل ماستریشتین پیشین - ماستریشتین پسین دارد. استراکدای شناسایی شده در این زون عبارتند از:

۹- نتیجه گیری

شناخته شده محیط‌هایی با آب‌های دارای شوری کم، طبیعی و متوسط تا بالا را در زمان انباش رسوبات سازند فرخی نشان می‌دهند. وجود تعداد زیادی از استراکدای آب گرم، نشان از محیط گرم سازند فرخی در زمان تشکیل و رسوب گذاری دارد. با توجه به استراکدای شناسایی شده و روزن‌بران پلانکتونیک سن سازند فرخی در برش مورد مطالعه کامپاین - ماستریشتین در نظر گرفته شده است.

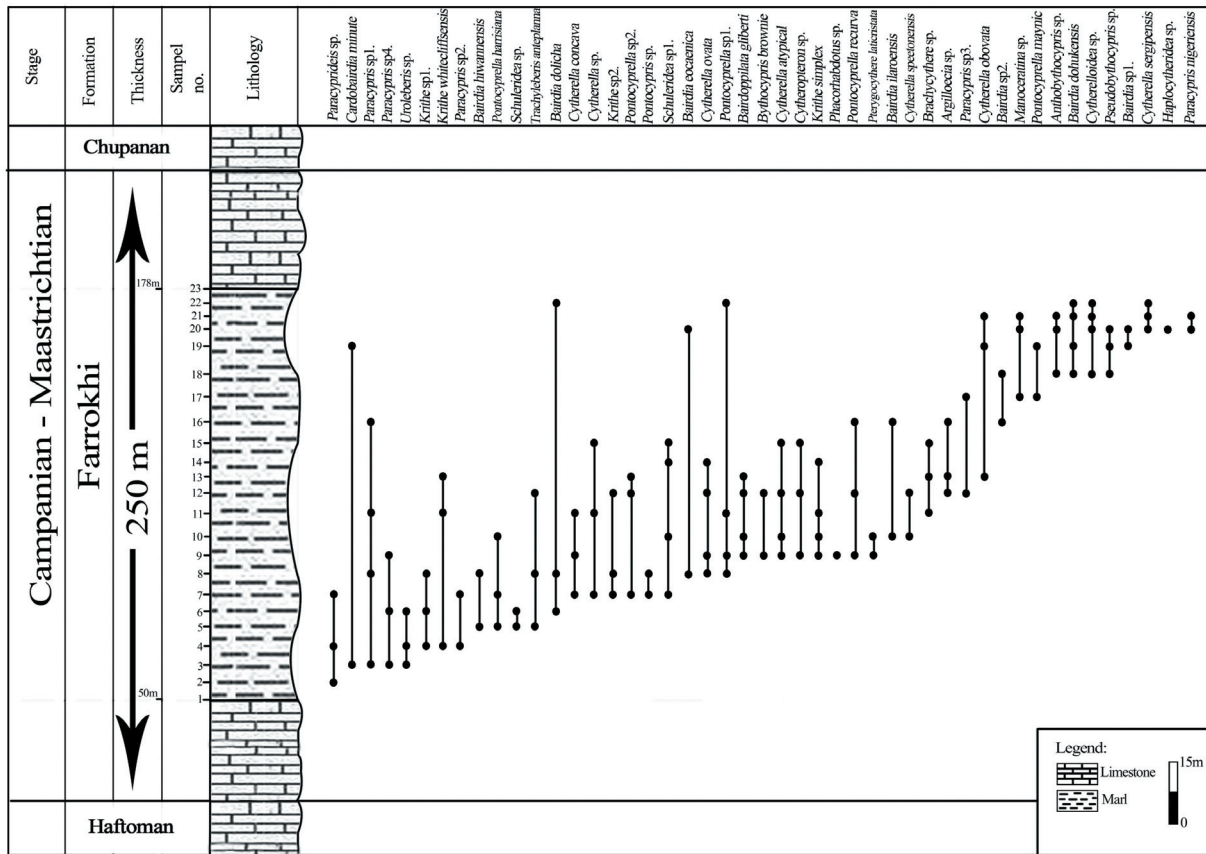
۲۹ گونه متعلق به ۲۳ جنس از استراکدای متعلق به راسته پلاتی کویپدا و پودوکویپدا از سازند فرخی برای نخستین بار شناسایی شده است. ۸۷ درصد استراکدای شناسایی شده در این مطالعه صدف صاف (بدون تزیین) دارند. با توجه به استراکدای شناسایی شده، چهار رخساره اکولوژیکی لیتورال، نریتیک داخلی، نریتیک خارجی، نریتیک خارجی تا ابتدای منطقه ژرف برای سازند فرخی پیشنهاد می‌شود. همچنین استراکدای



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به سازند فرخی در برش فرخی.



شکل ۲- نمایش بخش مارنی سازند فرخی در برش فرخی.



شکل ۳- ستون چینه‌سنگی به همراه گسترش زیست‌چینه‌ای استراکدای شناسایی شده سازند فرخی در برش فرخی.

PLATE 1

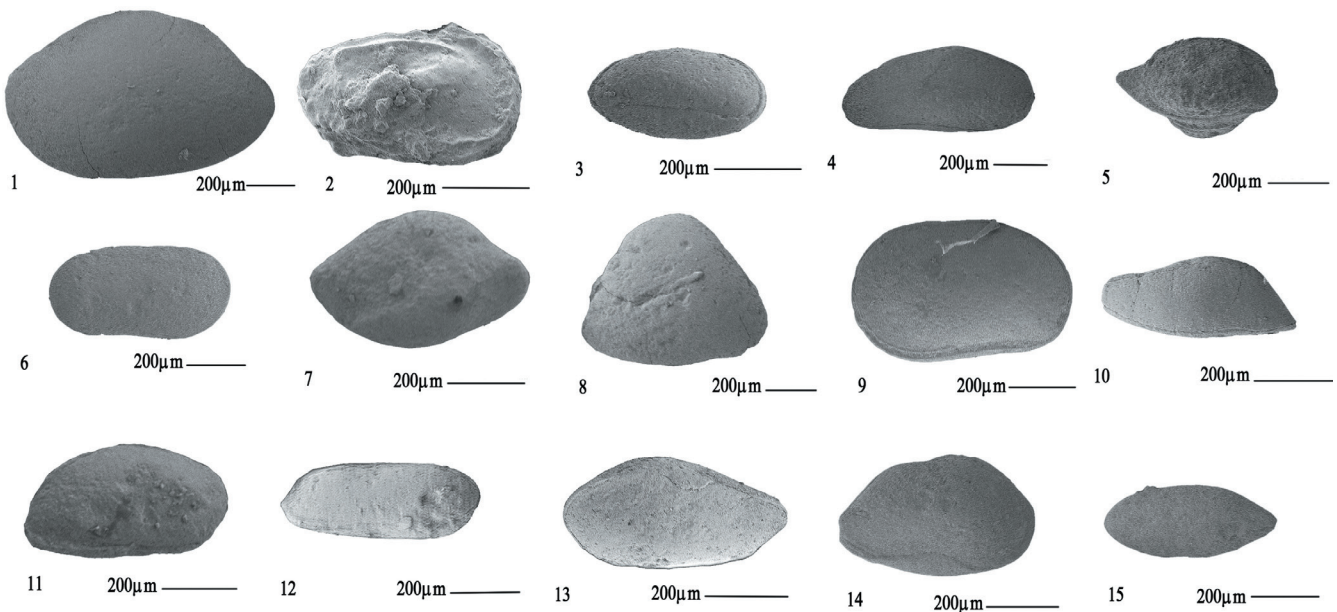


Fig.1, 13. *Bairdia dolicha* Bold and Van 1957, 1-Valve exterior of left, 13- Valve exterior of left, Fig. 2. *Phacorhabdotus* sp. Valve exterior of right, Fig. 3. *Cardobairdia minute* Van Veen 1982, Valve exterior of right, Fig. 4. *Pontocyprrella maynic* Oertli, 1958 Valve exterior of right, Fig.5. *Cytheropteron* sp. Valve exterior of right, Fig. 6. *Cytherella speetonensis* Kaye, 1963 Valve exterior of right, Fig. 7. *Schuleridea* sp. Valve exterior of right, Fig. 8. *Uroleberis* sp. Valve exterior of right, Fig. 9. *Cytherella obovata* Jones and Hinde, 1890 Valve exterior of left, Fig.10. *Paracypris* sp. Valve exterior of left, Fig. 11. *Krithe* sp. Valve exterior of right, Fig. 12. *Argilloecia* sp. Valve exterior of right, Fig. 14. *Paracypris* sp₂. Valve exterior of right, Fig. 15. *Pseudobythocypris* sp. Valve exterior of left.

PLATE 2

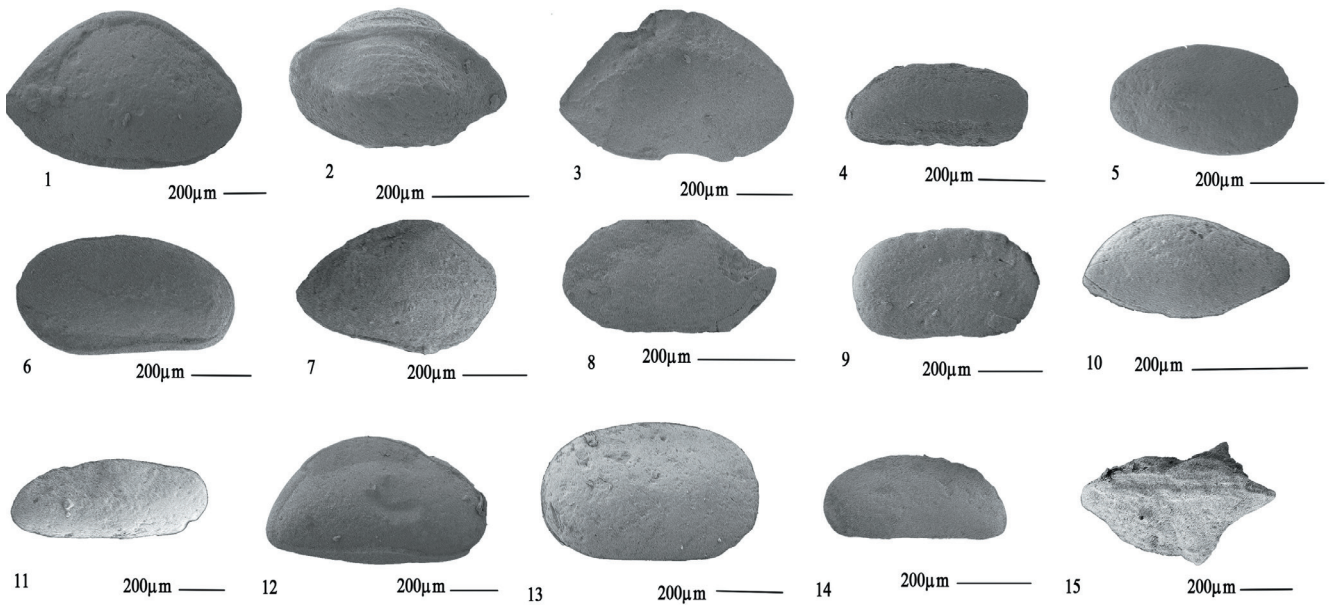


Fig.1. *Bairdia dolicha* Boldand Van 1957 valve exterior of right; **Fig.2.** *Brachycythere* sp. valve exterior of left; **Fig.3.** *Bairdia* sp₁ valve exterior of right; **Fig. 4.** *Krithe whitecliffensis* Crane, 1965 valve exterior of right; **Fig. 5.** *Cytherella sergipensis* Neufville, 1973 valve exterior of right; **Fig. 6.** *Cytherella obovata* Jones and Hinde, 1890 valve exterior of left; **fig. 7.** *Bairdia ilaroensis* Reyment, 1959 valve exterior of right; **Fig. 8.** *Bairdia* sp₁ valve exterior of left; **Fig. 9.** *Cytherella concava* Weaver, 1982 valve exterior of left; **Fig. 10.** *Schuleridea* sp. valve exterior of left; **Fig. 11.** *Pontocyprella harrisiana* Jones, 1849 valve exterior of right; **Fig. 12.** *Paracypris* sp₃ valve exterior of right **Fig. 13.** *Cytherella ovata* Roemer, 1841 valve exterior of right; **Fig. 14.** *Paracypris nigeriensis* Reyment, 1960 valve exterior of left; **Fig. 15.** *Pterygocythere laticristata* Bosquet, 1854 valve exterior of left.

PLATE 3

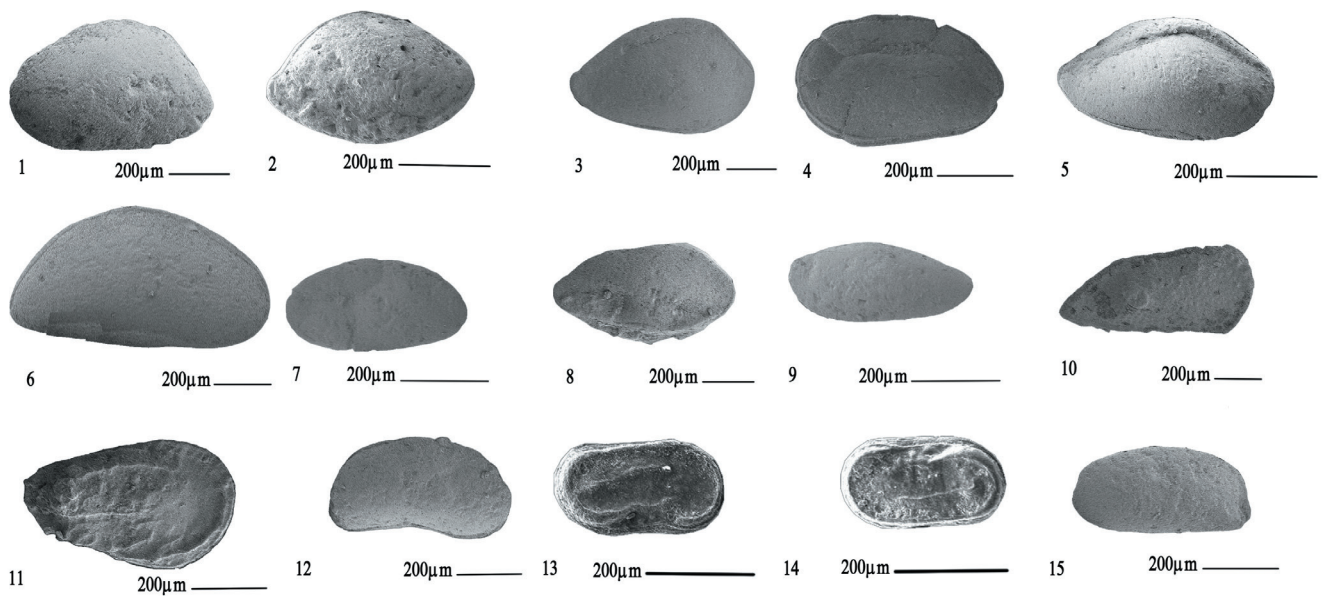


Fig.1. *Bairdoppilata gliberti* Keij, 1957 valve exterior of left; **Fig. 2** *Bairdia hiwannensis* Kellett, 1935 valve exterior of right; **Fig. 3.** *Bairdia dohukensis* Khalaf and Aziz 1994 valve exterior of right; **Fig. 4.** *Cytherella* sp. valve exterior of left; **Fig. 5.** *Bairdia dolicha* Boldand Van 1957 valve exterior of right; **Fig. 6.** *Pontocypris* sp₄ valve exterior of right; **Fig. 7.** *Cardobairdia minute* Van ween 1963 valve exterior of left; **Fig. 8.** *Bairdia eocaenica* Khalaf and Aziz 1994 valve exterior of right; **Fig. 9.** *Paracypris* sp₁ 10. valve exterior of left; **Fig. 10.** *Manoceratina* sp. valve exterior of right; **Fig.11.** *Trachyleberis antepplanina* Bate 1972 valve exterior of right; **Fig.12.** *Bythocypris brownie* Jones and Hinde, 1890 valve exterior of right; **Fig. 13and14.** *Cytherelloidea* sp₁₃, valve exterior of right, 14 valve exterior of left; **Fig. 15.** *Krithe simplex* Jones and Hind, 1890 valve exterior of left.

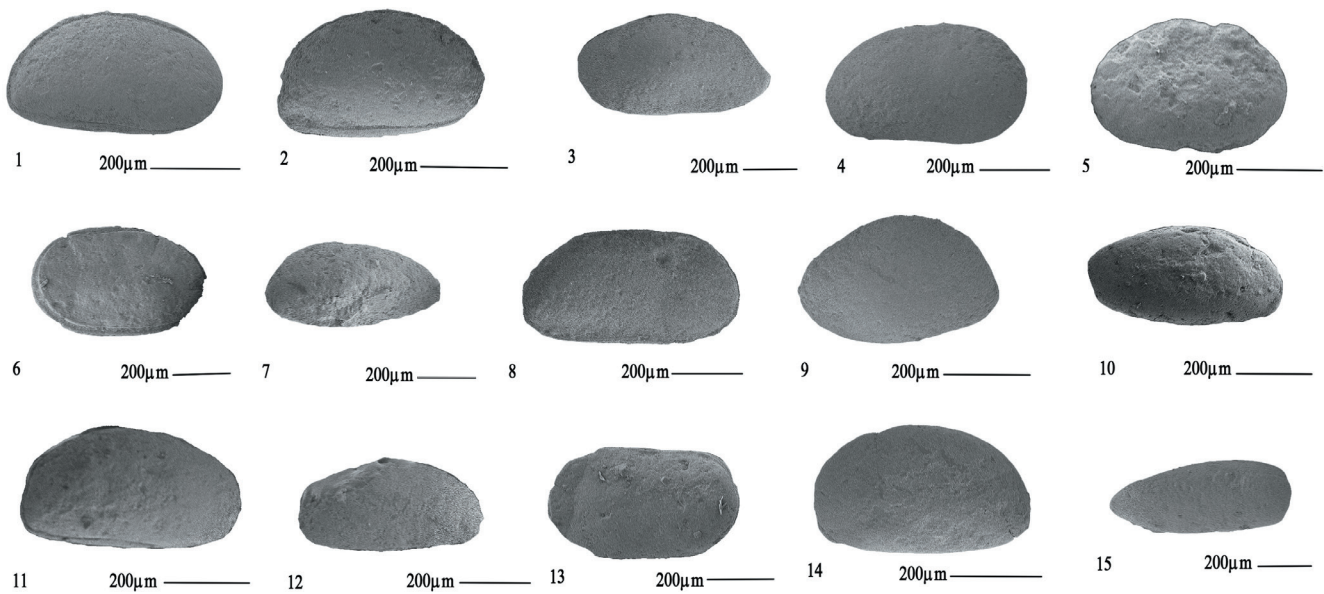
PLATE 4


Fig. 1. *Anthobythocypris* sp. valve exterior of right; **Fig. 2.** *Haplocytheridea* sp. valve exterior of right; **Fig. 3.** *Bairdia eocaenica* Khalaf and Aziz 1994 valve exterior of left; **Fig. 4.** *Cytherella obovata* Jones and Hinde, 1890 valve exterior of right; **Fig. 5.** *Cytherella ovata* Roemer, 1841 valve exterior of right; **Fig. 6.** *Cytherella atypical* Bate 1972 valve exterior of left; **Fig. 7.** *Pontocyprrella* sp₂ valve exterior of left; **Fig. 8.** *Paracypris nigeriensis* Reymont 1963, valve exterior of right; **Fig. 9.** *Haplocytheridea* sp. valve exterior of left; **Fig. 10.** *Pontocyprrella recurva* Esker, 1968 valve exterior of right; **Fig. 11.** *Krithe whitecliffensis* Crane, 1965 valve exterior of right; **Fig. 12.** *Krithe* sp₁ valve exterior of left; **Fig. 13.** *Cytherella ovata* Jones and Hinde, 1890 valve exterior of right; **Fig. 14.** *Paracyprideis* sp. valve exterior of left; **Fig. 15.** *Pontocyprrella* sp₃ valve exterior of right.

کتابنگاری

- آفانیاتی، س.ع.، ۱۳۸۳- زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور، ۶۰۶ ص.
- ترابیان، ب. و علامه، م.، ۱۳۹۰- اولین معرفی داینوفلاژله‌های کرتاسه فوقانی ایران مرکزی در غرب روستای فرخی، همایش ملی کاربرد علوم زمین در تحقیقات بنیادی کشور- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- ترابیان، ب.، علامه، م. و آریایی، ع.ا.، ۱۳۹۰- پالئوفاسیس و محیط رسوبی بخش‌های مارنی سازند فرخی در حوضه رسوبی ایران مرکزی (غرب روستای فرخی)، نخستین کنگره تخصصی رسوب شناسی و چینه شناسی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، ۱۷۸ ص.
- خسروتهرانی، خ.، ۱۳۸۷- میکروپالئوتولوژی کاربردی جلد دوم، غیرفرامینیفرها، موسسه انتشارات دانشگاه تهران، ۲۱۹ ص.
- رزمجویی، آ.، ۱۳۹۰- سنگ چینه‌نگاری و زیست‌چینه‌نگاری سازند فرخی در شمال باختری خور، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، پژوهشکده علوم زمین، ۲۰۲ ص.
- رضایی یزدی‌نژاد، ر.، ۱۳۹۳- میکروپالئوتولوژی بخش‌های شیلی سازند فرخی بر مبنای فرامینیفرها (حوضه رسوبی ایران مرکزی)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، ۱۵۰ ص.
- سیف، ح.، مجیدی‌فرد، م. ر. و محتاط، ط.، ۱۳۹۴- یافته‌های نوین چینه‌نگاری سنگی و زیستی سازند فرخی در جنوب باختر خور (ایران مرکزی)، فصلنامه علوم زمین سال ۲۵، شماره ۹۷، صص. ۱۹۷ تا ۲۱۰.
- علامه، م.، ترابیان، ب.، ۱۳۹۵- پالئوفاسیس و محیط دیرینه بخش مارنی سازند فرخی (ایران مرکزی)، فصلنامه علوم زمین، سال ۲۶، شماره ۱۰۱، صص. ۵۷ تا ۱۰۸.
- مجیدی‌فرد، م. ر.، ۱۳۹۲- داده‌های جدید در باره چینه‌شناسی سنگ‌های کرتاسه در ناحیه خور (ایران مرکزی)، سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین، مرکز زمین شناسی و اکتشافات معدنی منطقه شمال شرق، مشهد، صص. ۶۳۷ تا ۶۴۰.

References

- Aistov, L., Melnikov, B., Krivyakin, B., Morozov, L. and Kiristaev, V., 1984- Geology of the Khur Area (Central Iran). Explanatory Text of the Khur Quadrangle Map 1:250.000, V/O Technoexport Report 20, pp. 1e130.
- Al-Shareefi, I. Y., Khalaf, S. K. and Al-Eisa, M. A., 2010. Paleogeology of some Upper Cretaceous Formations from Selected Wells Northwest and Middle Iraq. Iraqi Journal of Earth Sciences, Vol.10(2), pp. 67-96.
- Al-Sheikhly, S. S. and Kamil, A. I., 2016- Ostracoda as a paleoecological indicators for the Maastrichtian – Upper Eocene succession in North and Western Iraq. Iraqi Journal of Science, Vol 57(2B), pp. 1227-1237.

- Allameh, M. and Taherpour Khalil Abad, M., 2014- Systematic Interpretation Of Silicified Specimens of Upper Cretaceous Echinocorys ex. gr. scutata (Leske, 1778), Farokhi Formation, Central Iran. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, Vol. 25(3), pp. 237 – 251.
- Bassiouni, M. A. and Luger, P., 1990- Maastrichtian to Early Eocene Ostracoda from Southern Egypt, *Palaeontology, Paleoecology, Paleobiogeography and Biostratigraphy. Berliner Geowiss. Abh. (A)* 120 (2), pp. 755- 928.
- Benson, R. H. and Sylvester-Bradley, P., 1971- Deep-sea Ostracodes and the transformation of ocean to sea in the Tethys. *Bulletin du centre de recherches de Pau*, Vol. 5, pp. 63-91.
- Bless, M. J. M., 1989- Event – Induced changes in Late Cretaceous to Early Paleocene ostracode assemblages of the se Netherlands and Belgium. *Annales de la Societe Geologique de Belgique*, T. 112(facicule 1)- 1989, pp. 19-30.
- Casier, J. G., 1988- Les Ostracodes des sédiments envasants du récif de la Carrière Beauchâteau, à Senzeilles (partie supérieure du Frasnien, Bassin de Dinant). *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belgique, Sc. de la terre*, Vol. 58, pp. 79-87.
- Caus, E., Tambareau, Y., Colin, J. P. and Aguilar, M., 2002- Upper Cretaceous microfauna of the Cardenas Formation, San Luis Potosi, NE Mexico, Biostratigraphical, Palaeoecological, and Palaeogeographical significance, *Revista Mexicana de Ciencias Geologicas*, Vol. 19, pp. 137-144.
- Ceolin, D., Fauth, G. and Coimbra, J. C., 2011- Cretaceous–Lower Paleogene ostracods from the Pelotas Basin, Brazil, *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments. international journal of palaeontology and stratigraphy*, Vol. 91, pp. 111-128.
- EL-Nady, H., Abu-Zied, R. and Ayyad, S., 2008- Cenomanian- Maastrichtian Ostracods from Gabal Arif EL-Naga anticline, Eastern Sinai, Egypt. *Revue de Paleobiologie, Geneve*, Vol. 27 (2), pp. 533- 573.
- Esker, G. L., 1968- Danian ostracodes from Tunisia. *Micropaleontology, New York*, Vol. 14(3), pp. 319-333.
- Freiwald, A. and Mostafawi, B. N., 1998- Ostracods in a cold-temperate coastal environment western Troms, northern Norway: Sedimentary aspect and assemblages. *Facies*, Vol. 38, pp. 255-274.
- Frogley, M. R., Griffiths, H. I. and Martens, K., 2002- Modern and Fossils Ostracods From Ancient Lakes. *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research , Geophysical Monograph*, pp.167-184.
- Gebhardt, H., 1999- Uccurrence and paleoecology of Cenomanian to Turonian ostracods from Ashaka (NE Nigeria).- *Neues Jahrbuch fur Geologie and Paleontologie, Abhandlungen*, Vol. 211(3), pp.133-150.
- Gebhardt, H. and Zorn, I., 2008- Cenomanian ostracods of the Tarfaya upwelling region (Morocco) as palaeoenvironmental indicators. *Revue de micropaleontologie*, Vol. 51, pp. 273-286.
- Guernet, C., Bourdillon, C. and Roger, J., 1991- Palaeogene Ostracods of Dohofar (Oman) Stratigraphical and Paleogeographical Implicatin. *Revue de Micropaleontologie*, Vol. 34(4), pp. 297-311.
- Hartmann, G. and Puri, H. S., 1974- Summary neontological and palaeontological classification of ostracoda. *Mitteilungen aus dem Hamburgishcen Zoologischshchen Museum und Institut*, Vol. 70, pp. 7–73.
- Hazel, J. E. and Brouwers, E. M., 1982- Biostratigraphic and chronostratigraphic distribution of ostracodes in the Coniacian-Maastrichtian (Austinian-Navarroan) in the Atlantic and Gulf Coastal Province. *Texas Ostracoda; Guidebook of Excursions and Related Papers for the Eighth International Symposium on Ostracoda: Houston, Texas, University of Houston, Departament of Geosciences*, pp. 166-198.
- Ishizaki, K. and Irizuki, T., 1990- Distribution of Bathyal Ostracodes in Sediments of Toyama Bay, Central Japan. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, Vol. 123, pp. 53-67.
- Khalaf, S. K. and Aziz, N. M., 2009- On Some Species Of The Ostracode Genera Cytherella, Bairdia and Bairdoppilata From Avana Formation , Dohuk Area, Northern Iraq. *Tikrit Journal of Pure Science*, Vol. 14 (3), pp. 1813–1662.
- Luger, P., 2003- Paleobiogeography of late Early Cretaceous to Early Paleocene marine Ostracoda in Arabia and North to Equatorial Africa. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology*, Vol.196, pp. 319-342.
- Majoran, S., Kucera, M. and Widmark, J. G. V., 1998- Maastrichtian Deep-Sea Ostracods from DSDP/ ODP Sites 327, 356, 525, 527, 528, 529 and 698 in the South Atlantic. *Revista Espanola de Micropaleontologia*, Vol. 30(3), pp. 59- 73.
- Monostori, M. and Ephraim, G., 1985- Eocene Ostracoda from the Dorog Basin (Northern Transdanubia, Hungary). *Akademiai kiado, Budapest*, 213p.
- Moore, R. C., 1961- Treatise on invertebrate paleontology , Part Q, Arthropoda; 3, Crustacea, Ostracoda. *Geological. Society of America and Univ. Kansas*, 422 p.
- Morsi, A. M., Faris, M., Zalat, A. E. and Salem, R., 2008- Maastrichtian-Early Eocene ostracodes from west-central Sinai, Egypt taxonomy, biostratigraphy, paleoecology and paleobiogeography. *Revue de Paléobiologie*, Vol. 27 (1), pp. 159-189
- Neale, J. W., 1964- Some factors influencing the distribution of Recent British Ostracoda. *Publicazioni della Stazione Zooligica di Napoli*, Vol. 33, pp. 247-307.
- Neale, J. W., 1977- Cretaceous ostracoda of the North Atlantic Basin. *Developments in Palaeontology and Stratigraphy*, Vol. 6, pp. 245-270.
- Peterson, R. M. and Kaesler, R. L., 1980- Distribution and diversity of ostracode assemblages from the Hamlin shale and the Americus Limestone (Permian, Wolfcampian) in Northeastern Kansas. *The University of Kansas Paleontological Contributions*, Vol. 100, pp. 1-26.
- Pezelj, D., Sremac, J. and Sokac, A., 2007- Palaeoecology of the Late Badenian foraminifera and ostracoda from the SW Central Paratethys (Medvednica Mt., Croatia). *Geologia Croatica*, Vol. 60(2), pp. 139–150.
- Piovesan, E. K., Bergue, C. T. and Fauth, G., 2009- Cretaceous ostracodes from Pará-Maranhão Basin, Brazil: taxonomy and preliminary paleoecological and paleobiogeographical inferences. *Revue de Paléobiologie*, 28(2), pp.437-456.

- Piovesan, E. K., Cabral, M. C., Boavida, E. A., Colin, J. P. and Fauth, G., 2015- Fossocytheridea Swain & Brown and Perissocytheridea Stephenson (Ostracoda): Insights into paleosalinity gradients of late Cretaceous deposits from Brazil and Portugal. *Revista brasileira de paleontologia*, Vol.18(1), pp. 21-30.
- Puckett, T. M., 1992- Distribution of ostracodes in the Upper Cretaceous (late Santonian through middle Maastrichtian) of Alabama and Mississippi, *Geological Survey Of Alabama*, Vol. 42, pp. 613-631
- Rossi, V. Benassi, G. Veneri, M. Bellareves, C. Menozzi, P. and Moroni, A., 2003- Ostracoda of the Italian riefields thirty years on: new synthesis and hypothesis, *Journal Limnol*, Vol. 62, pp. 1-8.
- Salaj, J. and Nairn, A., 1987- Age and depositional environment of the Lower Tar "Member" of the Ziman Formation (Upper Senonian) in the Northern Hamada Al Hamra, Libya. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Vol. 61, pp. 121-143.
- Sames, B., 2008- Application of Ostracoda and Charophyta from the Late Jurassic to Early Cretaceous Tendaguru formation at Tendaguru Tanzania (East Africa)- Biostratigraphy, palaeobiogeography and palaeoecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Vol. 264(3), pp. 213-229.
- Shahin, A., 2005- Maastrichtian to Middle Eocene ostracodes from Sinai, Egypt: Systematics, biostratigraphy and paleobiogeography. *Revue de Paleobiologie*, Vol. 24(2), pp. 749-779.
- Szczuchura, J., 1965- Cytheracea (Ostracoda) from the uppermost Cretaceous and Lowermost Tertiary of Poland, *Acta Palaeontologica Polonica*. Vol. 10 (4), pp. 451-564.
- Tesakova, E. M., 2010- New data on Late Santonian and Early Maastrichtian Ostracodes of the Saratov region. *Paleontological Journal*, Vol. 44(2), pp. 168-179.
- Van Morkhoven, F. P. G. M., 1963- Post Paleozoic Ostracoda, part (II). Elsevier publication contributions, Amsterdam, London, New York, 478 p.
- Whatley, R. C. and Coles, G., 1987- The late Miocene to Quaternary Ostracoda of Leg 94, Deep Sea Drilling Project. *Revista Española de Micropaleontologia*, Vol. 19(1), pp. 33-97.
- Whatley, R. C., 1983- Some aspects of the palaeobiology of Tertiary deep-sea Ostracoda from the SW Pacific. *Journal of micropalaeontology*, Vol. 2(1), pp. 83-104.
- Whatley, R. C., 1991- The platycypid signal: a means of detecting kenoxic events using Ostracoda. *Journal of micropalaeontology*, Vol. 10(2), pp. 181-185.
- Whatley, R. C., Bajpai, S. and Whittaker, J. E., 2003- Indian intertrappean Ostracoda in the collections of the Natural History Museum, London. *Cretaceous Research*, Vol. 24(1), pp. 73-88.
- Wilmsen, M., Fürsich, F. T. and Majidifard, M. R., 2012- *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829) (Porifera, Calcarea) from the Maastrichtian of the Farokhi Formation of Central Iran. *Cretaceous Research*, Vol. 33, pp. 91-96.

Paleoenvironmental study of the marly beds of the Farrokhi Formation (Central Iran) based on their ostracods content

M. Allameh^{1*}

¹Associate Professor Department of Geology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

Received: 2016 December 11

Accepted: 2017 April 15

Abstract

The Farrokhi Formation is the youngest sedimentary unit in Upper Cretaceous of Khur and Biabanak area. Its lithology is mainly consists of limestone, marl, marly limestone with intercalations of fossiliferous limestone. For environmental interpretation of this formation, 23 specimens of marly beds are sampled and washed.. The study led to identification of 23 genera and 29 species of ostracods. More than 87% of determined Ostracods have straight shell, without any ornamentation and connected to each other. It is concluded that the high rate in sedimentation led to well preservation of this fauna. According to the determined Ostracods, four ecofacies “i.e. littoral, inner neritic, outer neritic and outer neritic with low to high salinity and warm” are identified for the marly beds under study.

Keywords: Farrokhi Formation, Upper Cretaceous, Central Iran, Ostracod, Ecofacies, Salinity.

For Persian Version see pages 15 to 24

*Corresponding author: M. Allameh; E- mail: allameh0277@mshdiau.ac.ir