

انطباق چینه‌شناسی نهشته‌های پالئوژن حوضه رسوبی کپه‌داغ - آسیای میانه بر مبنای شواهد سنگ‌شناسی و فونای اویستری

میرامیر صلاحی^۱، عباس قادری^۲، علیرضا عاشوری^{۳*} و علی اصغر ثیاب قدسی^۴

^۱دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۲استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۳استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۴دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۲۸

چکیده

در پژوهش حاضر جهت تفکیک بخش‌های مختلف ردیف رسوبات پالئوژن حوضه رسوبی کپه‌داغ و تطابق ناحیه‌ای این حوضه با نواحی همجوار در منطقه آسیای میانه، از دو کفه‌های اویستری استفاده شده است. همچنین مطالعه دیرینه زیست جغرافیایی این فونا نیز مدنظر این پژوهش بوده است. بر این اساس، اجتماعات *Pycnodonte-Oestra* در انتهای سازند چهل کمان معرف زمان پالئوسن پسین و اولین ظهور گونه *Flemingostrea hemiglobosa* در قاعده سازند خانگیران نشانگر آغاز ائوسن است. همچنین، اجتماعات انواع گونه‌ها و زیرگونه‌های مختلف زیرجنس *Turkostrea* در سازند خانگیران گویای بخش میانی ائوسن پیشین و تجمع *Sokolowia* در بخش نزدیک به رأس سازند خانگیران نیز شاخص محدوده سنی لوتشین - بارتونین در نظر گرفته شده‌اند. این ویژگی‌ها در تطابق کامل با اجتماعات ثبت شده از فونای دوکفه‌ای در سایر نقاط آسیای میانه نظیر حوضه‌های آمودریا، فرغانا، افغان - تاجیک و تریم چین بوده و نشان از تاریخچه زمین‌شناسی یکسان حوضه‌های فوق در طول پالئوژن دارند که در نتیجه آن، حضور انواع تاکسای نرم‌تنان شناسایی شده در حوضه کپه‌داغ، در افق‌ها و واحدهای سنی مشابه در سرتاسر منطقه عظیم آسیای میانه رخ داده است.

کلیدواژه‌ها: آسیای میانه، کپه‌داغ، سازند چهل کمان، سازند خانگیران، پالئوسن، ائوسن، لوتشین.

*نویسنده مسؤل: علیرضا عاشوری

E-mail: ashouri@um.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

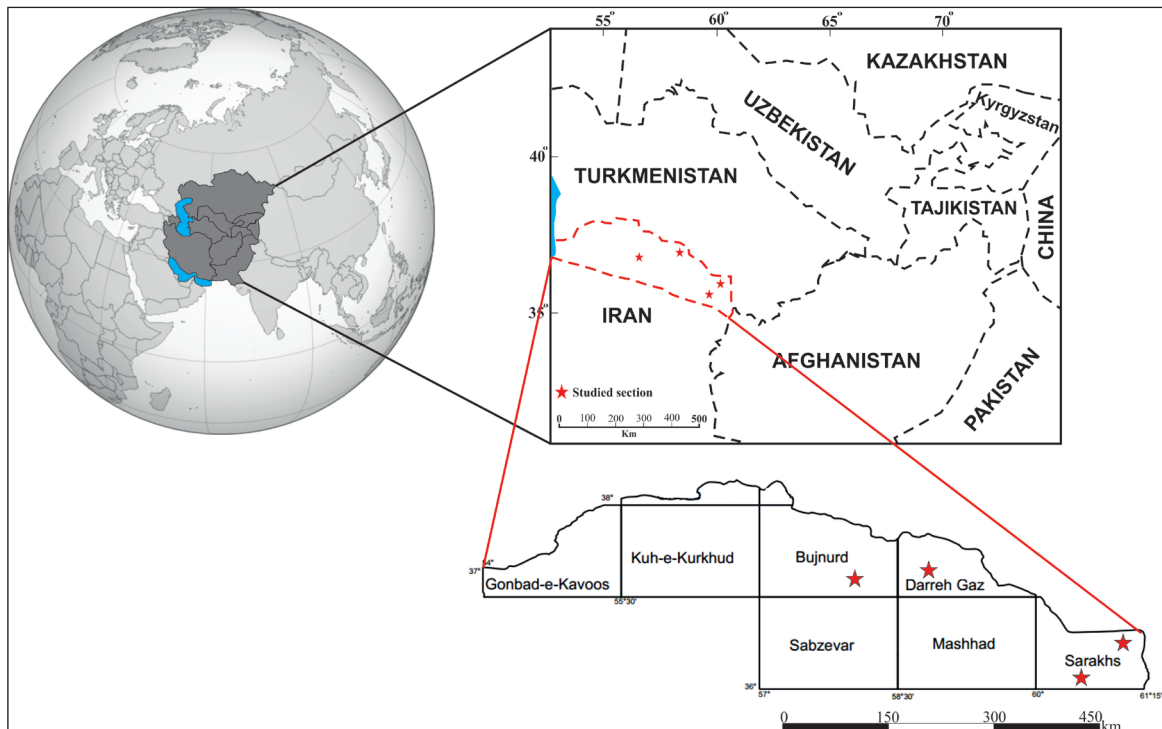
دوره پالئوژن در بین ادوار مختلف زمین‌شناسی به دلیل وقوع رویدادهای مرز بلافضل با رویداد انقراض انتهای کرتاسه، رخداد‌های متعدد دمایی و تغییرات شدید در تنوع و فراوانی گونه‌های مختلف موجودات زنده، تاریخچه پیچیده و متنوعی را در خود جای داده و مطالعه آن حایز اهمیت بسیار است (Gradstein et al., 2004). حوضه رسوبی کپه‌داغ در این زمان به عنوان یک حوضه قاره‌ای تا دریایی کم‌عمق در حاشیه شمالی تبتس جای گرفته و فراهم کننده برش‌های چینه‌شناسی مناسبی در قالب سازندهای آواری پسته‌لیق، کربناته چهل کمان و مخلوط آواری - کربناته خانگیران، برای مطالعه تاریخچه پالئوژن است.

عمده بررسی‌های چینه‌شناختی انجام شده بر روی توالی پالئوژن کپه‌داغ، بر اساس مطالعه میکروفسیل‌های روزن‌داران (صلاحی، ۱۳۹۰؛ حسین‌زاده فیروزیان و وحیدی‌نیا، ۱۳۹۰؛ صلاحی و وحیدی‌نیا، ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲؛ ریوندی، ۱۳۹۲؛ وحدتی‌راد، ۱۳۹۴)، نانوفسیل‌ها (سنماری، ۱۳۷۷؛ خادم، ۱۳۷۷؛ مافی، ۱۳۸۰) و پالینومورف‌ها انجام شده است (مشیرفر، ۱۳۹۱؛ Moshirfar et al., 2013). تنها گزارش منتشر شده از ماکروفسیل‌های این زمان به معرفی فونای دوکفه‌ای سازند خانگیران توسط صلاحی و وحیدی‌نیا (۱۳۹۰) محدود می‌شود که به معرفی جنس *Sokolowia* خلاصه شده است. نظر به اهمیت ماکروفونای کف‌زی پالئوژن در بررسی حوضه‌های برقراره‌ای همچون حوضه کپه‌داغ و کاربرد آنها در سن‌سنجی و تطابق حوضه‌های مشابه در منطقه آسیای میانه و با توجه به مطالعات ناچیزی که در این زمینه در ایران شده است، در مطالعه حاضر این گروه از بی‌مهرگان کف‌زی به ویژه دوکفه‌ای‌های اویستری مدنظر قرار گرفته است. بر این اساس، با تأکید بر شواهد سنگ‌شناسی در کنار تشابهات فسیل‌شناسی فونای اویستری که از گروه‌های بسیار موفق در پالئوژن آسیای میانه بوده و از دیرباز در شناسایی آشکوب‌های مختلف محلی این ناحیه به کار می‌رفته‌اند (Berizzi Quarto di Palo, 1970; Stenzel, 1971)، اقدام به تطابق چینه‌شناسی منطقه‌ای شده تا ارتباط حوضه کپه‌داغ با حوضه‌های مجاور در محدوده جغرافیایی آسیای میانه طی پالئوژن مشخص شود. همچنین به دلیل اهمیت محدوده گذر پالئوسن

بسیاری از محققین، شروع رسوب‌گذاری حوضه کپه‌داغ را از تریاس دانسته‌اند که تا نئوژن ادامه یافته است (افشارحرب، ۱۳۷۳). این حوضه رسوبی با وسعتی در حدود ۵۵۰۰۰ کیلومترمربع، در شمال و شمال خاوری ایران قرار گرفته و علاوه بر ایران، بخشی از ترکمنستان و شمال افغانستان را نیز در بر می‌گیرد (شکل ۱). کپه‌داغ در سوی شمال خاوری با حوضه آمودریا ارتباط تنگاتنگی داشته و لذا فهم تاریخچه تکاملی آن حایز اهمیت است. حوضه آمودریا که در ترکمنستان و ازبکستان گسترده شده است و در جنوب خاور به سمت افغانستان نیز ادامه یافته (Ulmishek, 2004)، همچون کپه‌داغ پس از بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس و در طول مزوزوئیک شکل گرفته است. آمودریا به سمت خاور، در اتصال با حوضه افغان - تاجیک است و پس از آن به حوضه تریم چین می‌رسد، ضمن این که حوضه فرغانا نیز بیشتر در خاور ازبکستان گسترده شده است (Burtman and Molnar, 1993; Burtman et al., 1996). با تغییر رژیم رسوب‌گذاری پس از وقوع کوه‌زاد سیمیرین که مسؤل بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس طی زمان تریاس پسین بوده است، در کپه‌داغ و دیگر حوضه‌های مجاور آن رخساره‌های مردابی تا دریایی سازند کشف رود و واحدهای رسوبی معادل آن نهشته شده‌اند. این طبقات با صعود نسبی مجدد سطح آب دریاها در ژوراسیک میانی و پسین و رسوب‌گذاری سازند چمن بید دنبال شده و یکی از مهم‌ترین سنگ‌منشأهای هیدروکربوری حوضه کپه‌داغ و آمودریا شکل گرفته است (افشارحرب، ۱۳۷۳؛ Ulmishek, 2004). در ادامه تکامل ژئودینامیکی این حوضه، بالغ بر هفت هزار متر رسوب از ژوراسیک پسین تا انتهای پالئوژن بر روی ناپیوستگی پساتریاس کپه‌داغ نهشته شده که واحدهای هم‌ارز آنها را می‌توان در کل محدوده آسیای میانه نیز جستجو نمود (Brunet et al., 2003; Muttoni et al., 2009; Sheikholeslami and Kouhpeym, 2012). تاریخچه چینه‌شناسی این حوضه‌ها به طور کلی شامل پی‌سنگی از سنگ‌های پالئوژن و تریاس، پوشش رسوبی ژوراسیک تا پالئوژن و آواری‌های حاصل از کوه‌زایی نئوژن تا هولوسن است (افشارحرب، ۱۳۷۳؛ Dastyar et al., 1990; Orudzhv and Korneiko, 1991).

مرکز حوضه هستند (شکل ۱) و مقایسه و انطباق آنها با سایر حوضه‌های پالتوژن منطقه، مسائل مرتبط با ظهور، حضور و زیست‌جغرافیای دیرینه ماگروفسیل‌های موجود بررسی شود تا فهم بهتری از تاریخچه رسوب‌گذاری پالتوژن در این حوضه به دست آید.

به اتوسن به عنوان یک مرز چینه‌شناسی رویدادی، تأکید بیشتری بر آن با توجه به تحولات فونای اویستری شده است. در این بررسی سعی شده تا با انتخاب و مطالعه برش‌های چینه‌شناسی مختلف در گستره حوضه کپه‌داغ که شامل دو برش ناودیس چهل کمان و شورلق در خاور حوضه، برش یاقل در شمال حوضه و برش شیخ در



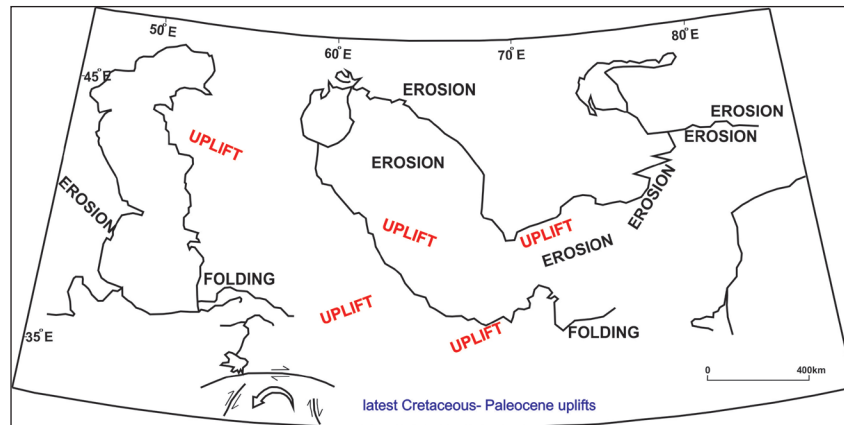
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی آسیای میانه که در آن جایگاه حوضه تریم چین، تاجیکستان، قرقیزستان، قزاقستان، ازبکستان، افغانستان، ترکمنستان و کپه‌داغ ایران را به همراه موقعیت برش‌های مورد مطالعه در این پژوهش (ستاره سرخ رنگ) در گستره حوضه کپه‌داغ نشان می‌دهد.

۲- روش مطالعه

در این بررسی پس از انتخاب برش‌های چینه‌شناسی مختلف در محدوده سنی پالتوژن در حوضه کپه‌داغ شامل دو برش ناودیس چهل کمان و شورلق در خاور حوضه، برش یاقل در شمال حوضه و برش‌های شیخ و قلعه زو در مرکز حوضه (شکل ۱)، ظهور، حضور و نحوه توزیع و پراکنش فونای ماگروفسیلی اویستری محلی در آشکوب‌های مختلف پالتوژن مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. همچنین خصوصیات سنگ چینه‌نگاری نهشته‌های مزبور در آشکوب‌های مختلف نیز مورد توجه و بررسی قرار گرفته است. تمامی نمونه‌های فسیلی که پس از آماده‌سازی و تنظیف اولیه، به کمک دوربین Canon 60D و لنز ماگرو L100 تصویر برداری شده‌اند، در حال حاضر در موزه گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد نگهداری می‌شوند. همچنین جهت انجام تطابق‌های منطقه‌ای با نواحی همجوار، نحوه توزیع و بازه زمانی حضور ماگروفونای اویستری در سایر حوضه‌ها شامل آمودریا، سیردریا، فرغانا، افغان - تاجیک و حوضه تریم چین از منابع مختلف استخراج و با حوضه رسوبی کپه‌داغ مقایسه و انطباق داده شده‌اند. نتایج این مقایسه و میزان قرابت فونایی حوضه‌های مزبور بر روی نرم افزار Past جانمایی و تحلیل شده‌اند. لازم به ذکر است در تحلیل مبحث تطابق چینه‌شناسی پالتوژن کپه‌داغ با سایر حوضه‌های همجوار، علاوه بر مطالعات سنگ چینه‌نگاری و بررسی نحوه پراکنش فونای اویستری محلی، موارد دیگری نیز از قبیل پراکنش لایه‌های گلوکونیتی - پیریتی و نیز جایگاه افق‌های حوضه‌های همجوار مورد بررسی دقیق‌تری قرار گرفته و از نمونه‌های به دست آمده تصویربرداری توسط میکروسکپ نوری و الکترونی تصاویر مناسب تهیه شده است.

۳- انطباق سنگ‌چینه‌ای با حوضه‌های مجاور

در مطالعات چینه‌شناسی، استفاده از فسیل‌ها معمولاً مطمئن‌ترین ابزار جهت تطابق برش‌های مختلف در حوضه‌های مجاور و یا دور از هم است (Brookfield, 2004)، اما بررسی‌های زمین‌شناسی منطقه‌ای در حوضه کپه‌داغ و مناطق مجاور در ماورای مرزهای جغرافیایی شمال و خاور ایران نشان می‌دهد تغییرات سنگ‌شناسی نیز تا حد بسیاری در این مناطق مشابه بوده به طوری که امکان تطابق سنگ چینه‌ای نیز به خوبی فراهم است. شباهت بسیار رسوبات آواری قرمز رنگ نوکومین زیرین (سازندهای کارابیل (Karabil)، آلمراد (Almurad) و قیزیل داش (Kyzyl Itash) در محدوده آسیای میانه (Ulmishek, 2004) با سازندهای شورویچه و زرد در حوضه کپه‌داغ (Moussavi-Harami and Brenner, 1992)؛ افشارحرب، ۱۳۷۳)، بیانگر این هم‌ارزی حتی از زمان کرتاسه پیشین است. پیش‌روی دریایی زمان هوتریون در حوضه افغان - تاجیک که در نهایت، در زمان آلبن پسین به بیشینه مقدار خود می‌رسد نیز با روند تدریجی عمیق شدگی در طبقات کرتاسه پیشین حوضه کپه‌داغ همخوانی دارد (Robert et al., 2014). در کرتاسه پسین، دریای تاجیک به سمت خاور توسعه یافته که این پیش‌روی را تا منطقه پامیر - آلائی نیز می‌توان مشاهده کرد و بیشینه گسترش آن نیز به بخش باختری حوضه تریم چین محدود می‌شود (Ulmishek, 2004). با کاهش سطح نسبی آب دریاها در اواخر کرتاسه پسین، بالا آمدگی‌هایی (Uplift) در منطقه ایجاد شده (شکل ۲) که سبب توزیع نهشته‌های دانه درشت‌تر و کم عمق‌تر انتهای کرتاسه در بیشتر نواحی اتحاد جماهیر شوروی سابق، در نزدیکی حاشیه‌های جنوبی و خاوری حوضه افغان - تاجیک، قلمرو پامیر، محدوده مرکزی افغانستان و بخش‌هایی از این قبیله در گستره آسیای میانه شده است (Melamed et al., 1988).



شکل ۲- بالا آمدگی‌های موجود در زمان کرتاسه پسین- پالئوسن در محدوده آسیای میانی که زمینه ساز افت نسبی سطح آب دریاها و تشکیل رسوبات آواری قرمز رنگ نظیر طبقات سازند پستلیق شده است (برگرفته از Otto, 1997؛ با اندکی تغییرات).

اویستری خاصی، سنگ شناسی و رخساره مشابه، روند یکنواخت تغییرات نسبی سطح آب و نیز دیگر فونای مشابه از تاجیکستان، ازبکستان، ترکمنستان، قزاقستان، افغانستان (Cox, 1938; Osipova, 1958; Vialov et al., 1966; Berizzi Quarto di Palo, 1970;) (Bosboom et al., 2011, 2014a, b and c and 2015; Bougeois et al., 2015) حوضه تریم چین (Lan, 1997) و حوضه کپه‌داغ ایران (صلاحی و وحیدی‌نیا، ۱۳۹۰) حاکی از شباهت بسیار چینه‌شناسی پالئوژن این ناحیه با دیگر برش‌های مشابه در نواحی مختلف آسیای میانه است. با این پیشینه مطالعاتی، در این جا بخش‌های مختلف سازندها و آشکوب‌های پالئوژن حوضه رسوبی کپه‌داغ ایران بر مبنای فونای اویستری تفکیک و طبقه بندی شده‌اند.

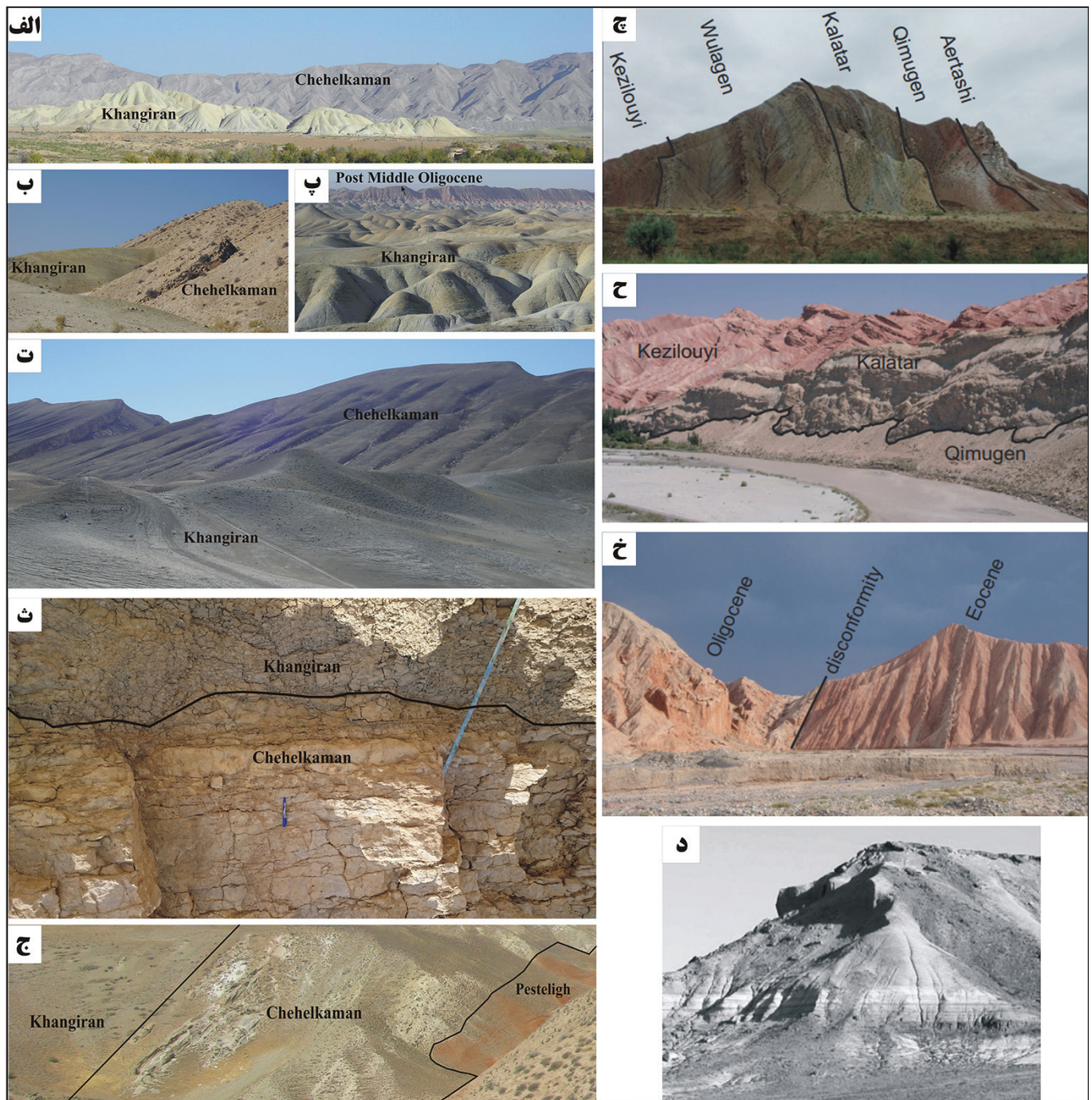
در این مطالعه قرابت فونای نرم‌تنان محدوده‌هایی نظیر افغان - تاجیک، آمودریا و فرغانا (Cox, 1938; Berizzi Quarto di Palo, 1970; Osipova, 1958;) (Vialov et al., 1966) (Mathur and Juyal, 2000) و حتی لیبی و سنگال در شمال آفریقا (Berizzi Quarto di Palo, 1970) با استفاده از نرم‌افزار Past بررسی و در شکل‌های ۵ و ۶ آمده‌اند. نتایج آنالیز مذکور نشان می‌دهد در این مناطق، حوضه‌های آسیاتیک تشابه بالایی با یکدیگر دارند که این امر به دلیل ارتباط این حوضه‌ها با هم بوده و باعث شده تعداد فونای مشترک زیاد باشند. بر اساس نمودارهای مذکور، قرابت فونی با فاصله گرفتن از حوضه‌های آسیاتیک، کمتر شده که این امر در مورد حوضه‌های هند، لیبی و سنگال قابل مشاهده است. بدین ترتیب از میان ۱۰۰ گونه معرفی شده از لیبی، تنها ۷ گونه با بخش‌های آسیایی مشابه بوده و از ۲۰۰ گونه گزارش شده از سنگال نیز تنها ۸ مورد قرابت فونی با حوضه‌های آسیاتیک رؤیت شده است.

در مطالعه حاضر، از ۲۹ جنس، ۵ زیرجنس، ۳۶ گونه و ۳ زیر گونه نرم‌تنان شناسایی شده در محدوده حوضه کپه‌داغ، ۱۸ جنس و ۵ زیرجنس، ۲۴ گونه و ۳ زیر گونه در تشابه کامل با حوضه‌های مجاور آسیای میانه بوده‌اند (Salahi et al., 2019). اختلاف موجود را شاید در آن جا می‌توان جست‌وجو کرد که در حوضه‌های آمودریا، فرغانا و افغان - تاجیک، فونای شکم‌پایان مورد مطالعه قرار نگرفته است و بنابراین اطلاعاتی از آنها در دسترس نیست. بدون در نظر گرفتن فونای شکم‌پایان، ۲۲ گونه دوکفه‌ای‌ها از پالئوژن کپه‌داغ شناسایی شده است که ۱۷ مورد از آنها در مشابهت کامل با سایر حوضه‌های آسیای میانه هستند. همچنین تعداد ۱۶ گونه از فونای نرم‌تنان دوکفه‌ای و شکم‌پایان پالئوژن حوضه رسوبی کپه‌داغ مشابه با انواع نرم‌تنان حوضه تریم چین و تعداد ۷ گونه در تشابه با نرم‌تنان حوضه هند هستند.

چینه‌شناسی پالئوژن آسیای میانه نیز اغلب با آواری‌های قرمز رنگ قاره‌ای در پالئوسن پیشین آغاز شده و در پالئوسن میانی و پسین عمدتاً با نهشته‌های کربناته کم عمق، لایه‌هایی از سنگ‌های آواری و انیدریت ادامه می‌یابد و بالاخره در محدوده ائوسن و پس از آن با طبقات آواری نظیر شیل، سیلت سنگ و ماسه سنگ دنبال می‌شود (شکل‌های ۲ و ۳). این ویژگی‌های سنگ‌شناسی نشان از سرگذشت کاملاً یکسان حوضه کپه‌داغ، آمودریا و حوضه‌های مجاور در آسیای میانه دارد. اسامی سازندهای شناخته شده این زمان در حوضه‌های مورد سخن به تفکیک حوضه در شکل ۴ آمده است. عملکرد این بالا آمدگی‌ها را در تشکیل طبقات آواری سرخ رنگ پالئوسن می‌توان مشاهده نمود که معادل آنها را در محدوده کپه‌داغ، نهشته‌های قاره‌ای قرمز رنگ سازند پسته‌لیق هستند (شکل‌های ۳ و ۴). رخساره‌های تبخیری، دیگر نهشته‌های مهم بازه زمانی پالئوسن پیشین در حوضه‌های افغان - تاجیک، فرغانا و آمودریا هستند (Dzhalilov et al., 1982) که مشابه آنها را در برخی نواحی حوضه کپه‌داغ درون سازند پسته‌لیق می‌توان یافت. نهشته‌های آواری - کربناته پالئوسن میانی تا انتهای پالئوسن در منطقه آسیای میانه را می‌توان هم ارز با رسوبات سازند چهل کمان در نظر گرفت که با ورود به ائوسن تبدیل به مارن‌های نرم فرسای می‌شوند که معادل با سازند خانگیران هستند (شکل ۴).

۴- انطباق فونای اویستری با حوضه‌های مجاور

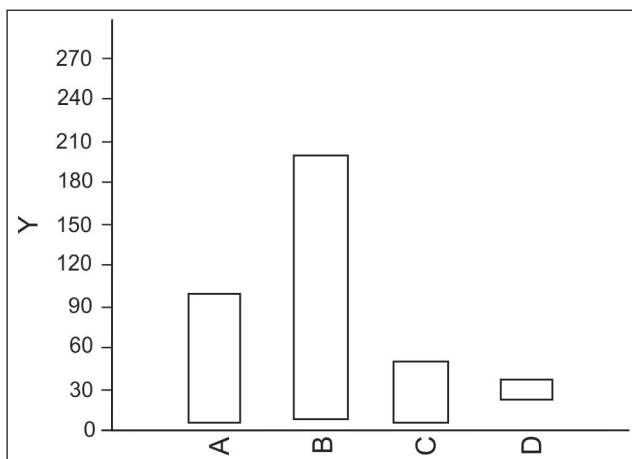
اگر موفقیت جانوری را در تعداد افراد در حال زندگی و قلمروی که اشغال کرده در نظر گرفت (Stenzel, 1971)، اویسترا را می‌توان جزو انواع بسیار موفق گروه‌های جانوری در پالئوژن حوضه رسوبی کپه‌داغ و سایر نقاط آسیای میانه در نظر گرفت. این دو کفه‌ای‌ها از دیرباز (Sokolow, 1910) جزو مهم‌ترین فسیل‌ها برای تعیین سن سازندها در محدوده پالئوژن منطقه آسیای میانه به شمار می‌رفته و ارزش زیست پهنه‌بندی ایالتی و محلی بالایی داشته‌اند. (Osipova (1958)؛ Vialov (1937 and 1948)؛ و Gekker et al. (1962) در حوضه‌های فرغانا و افغان - تاجیک و Lan (1997) در حوضه تریم چین، آشکوب‌های پالئوژن و سازندهای این محدوده را بر مبنای فونای اویستری طبقه‌بندی کرده‌اند. علاوه بر این، افق‌های پرفسیلی در محدوده پالئوسن پسین تا لوتشین پسین مناطق مختلفی از افغانستان و فروافتادگی تاجیک (حوضه آمودریا و سایر حوضه‌های اطراف) گزارش شده که حاکی از شرایط مشابه و یکسان با حوضه کپه‌داغ و تشابه فسیل‌شناسی بالا با فونای مشاهده شده در این حوضه از ایران با سن مشابه است (Vialov et al., 1966; Bosboom et al., 2014a). به غیر از فونای



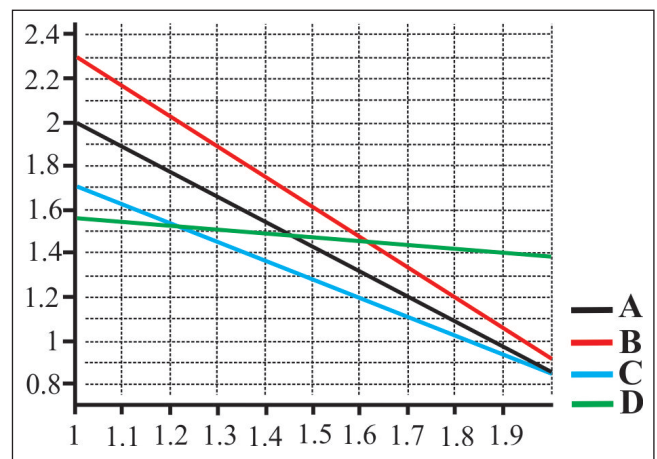
شکل ۳- الف) سازندهای پالئوژن حوضه رسوبی کپه‌داغ ایران در برش یاقل واقع در محدوده درگزر (برش الگوی سازند خانگیران)؛ ب) رسوبات آواری- کربناته چهره‌ساز سازند چهل کمان و مارن‌های نرم‌فرسای رنگ روشن سازند خانگیران؛ ب) نمای نزدیک‌تری از تبدیل افق آواری- کربناته صخره‌ساز سازند چهل کمان به واحد نرم‌فرسای سازند خانگیران مشاهده می‌شود؛ پ) مارن‌های سازند خانگیران به سن ائوسن پیشین- الیگوسن پیشین که در ادامه به نهشته‌های قرمز رنگ قاره‌ای متناسب به نئوژن تبدیل می‌شوند؛ ت) نهشته‌های آواری کربناته سازند چهل کمان با محدوده سنی پالئوسن در برش ناودیس چهل کمان منطقه سرخس که در آغاز ائوسن به مارن‌های نرم‌فرسای سازند خانگیران تبدیل می‌شوند؛ ث) نمای نزدیک از تبدیل سنگ‌های کربناته سازند چهل کمان به مارن‌های خاکستری تا سبز سازند خانگیران در برش شورلق؛ ج) گذر سازندهای پسته‌لیق، چهل کمان و خانگیران در برش ناودیس شیخ؛ چ) نهشته‌های پالئوژن حوضه تریم چین که نهشته‌های قرمز رنگ قاره‌ای پالئوسن تا مارن‌های نرم‌فرسای ائوسن و نهشته‌های قرمز رنگ قاره‌ای ائوسن پسین به بعد در آن به تصویر کشیده شده است (برگرفته از Bosboom et al., 2014b)؛ ح) سازند کیموژن از حوضه تریم چین به سن ائوسن پیشین معادل بخش قاعده‌ای سازند خانگیران، سازند کالاتار به سن ائوسن میانی تا بخشی از ائوسن پسین؟ معادل با بخش میانی و انتهایی سازند خانگیران و سازند قزلبوی به سن ائوسن پسین- الیگوسن که از دیدگاه سنگ‌شناسی مشابه طبقات پس از سازند خانگیران در حوضه کپه‌داغ (متناسب به نئوژن) هستند (برگرفته از Bosboom et al., 2014b)؛ خ) محدوده قسمت راسی ائوسن و قاعده الیگوسن در حوضه تریم چین؛ همان‌طور که در تصویر نیز دیده می‌شود آغاز نهشته‌های قاره‌ای در حوضه تریم چین (ائوسن پسین) کمی زودتر از حوضه رسوبی کپه‌داغ ایران (الیگوسن پیشین تا نئوژن؟) صورت گرفته است و د) رسوبات مارنی نرم‌فرسا به سن ائوسن در قزاقستان (برگرفته از King et al., 2013).

Age (Ma)	Geological age	Lithology		Kopet Dagh units & sea level	Amu darya units	Afghan Tajik	Fergana	Kazakhstan	Tarim
		W Gonbad	E Sarakhs						
2.58	Quaternary	Continental with few marine tab		Neogene red bed	Rustak	Karanak	Soh	Baktry	Anjuan
5.333	Pliocene								
23.03	Miocene								
33.9	Oligocene								
37.8	Priabonian	Khangiran	Turkestan	Beshkent	Alay	Turkestan	Fergana	Kegincol	Bashbulake
47.8	Lute.- Barton.								
56.0	Ypresian	Chebelkaman	Suzak	Givar	Suzak	Suzak	Tolagaysor	Sangryk	Wulagen
59.2	Thanetian								
61.6	Selandian	Pesteligh	Bokhara	Tabakcha, Arukfan, Karatag	Bokhara	Bokhara	Kamsaktygol	Manisay	Upper Qimugen
66.0	Danian								

شکل ۴- موقعیت سازندهای پالئوژن در حوضه‌های مختلف آسیای میانه شامل انواع حوضه‌های کپه‌داغ (افشارحرب، ۱۳۷۳)، آمودریا (Ulmishek, 2004)، افغان- تاجیک (Ulmishek, 2004)، فرغانا (Bande et al., 2015)، قزاقستان (King et al., 2013) و تریم (Yang et al., 1995).



شکل ۶- قرابت فونایی در نمودار Box plot نرم افزار Past که در آن A قرابت فونای دوکفه‌ای لیبی با آسیای میانه، B سنگال با آسیای میانه، C هند با آسیای میانه و D کپه‌داغ ایران با آسیای میانه است (اندازه کوچک‌تر نمودار میله‌ای مربوط به حوضه کپه‌داغ، نشان دهنده تفاوت کمتر آن با دیگر بخش‌های آسیای میانه است).



شکل ۵- نمودار قرابت فونایی در نرم‌افزار Past، که در آن A قرابت فونای دوکفه‌ای لیبی با آسیای میانه، B سنگال با آسیای میانه، C هند با آسیای میانه و D کپه‌داغ ایران با آسیای میانه است و میزان قرابت بالایی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در نمودار مشخص است، تفاوت فونایی بالایی را در سنگال، لیبی و هند با آسیای میانه می‌توان مشاهده کرد. در واقع هر چه عدد به سمت خط ۱ میل کند، نشان دهنده تشابه بیشتر بین فونای دو منطقه است.

استانداردهای تعریف شده بر اساس ماکروفسیل‌ها در توالی‌های مشابه در دیگر سرزمین‌های همجوار تعریف و شناسایی کرد. طبقات مرز تبدیلی پالئوسن به ائوسن در تمامی این حوضه‌ها ویژگی‌های یکسانی دارند و از دیدگاه سنگ چینه‌ای، با تبدیل واحدهای صخره‌ساز آوارای - کربناته پالئوسن به واحدهای نرم‌فرسای ماری ائوسن مشخص می‌شوند (Ulmishek, 2004; King et al., 2013).

در حوضه کپه‌داغ، طبقات رأسی سازند چهل کمان ترکیبی از سنگ آهک تا ماسه سنگ آهکی داشته که در مواردی با برخی میان‌لایه‌های نازک ماری و گاهی تبخیری تناوب دارند. در بخش نزدیک به رأس سازند چهل کمان در برش شورلوق در منطقه سرخس، اولین ظهور گونه *Ostrea (Flemingostrea) hemiglobosa* را می‌توان در هفت متری انتهای سازند چهل کمان شاهد بود. این گونه در حوضه‌های آمودریا و افغان- تاجیک معروف و جدا کننده سازند بخارا به سن پالئوسن از سازند سوزاک (Suzak) به سن ائوسن پیشین است (Berizzi Quarto di Palo, 1970; Bougeois et al., 2015; Bosboom et al., 2015).

با این توضیحات می‌توان چنین استنباط کرد که حوضه‌های نامبرده جایگاه سنی، رخساره‌ای و محیط دیرینه یکسانی را در کل منطقه به اشتراک گذاشته‌اند. جالب‌تر آن که برخی گونه‌ها و زیرگونه‌های خاص از زیرجنس *Turkostrea* نظیر *Ostrea (Turkostrea) afghanica*، *Ostrea (Turkostrea) turkestanensis*، *Ostrea (Turkostrea) turkestanensis alaica*، *Ostrea (Turkostrea) turkestanensis baissunensis* و همچنین گونه‌های *Ostrea (Turkostrea) turkestanensis* و *Gryphaea (Ferganea) ferganensis* منحصراً محدود به منطقه آسیای میانه هستند که در این مطالعه نیز یافت شده‌اند (Plate 1 and 2).

۵- جایگاه مرز پالئوسن - ائوسن بر مبنای فونای اویستر

علاوه بر هماهنگی و انطباق کلی چینه‌شناسی و دیرینه‌شناسی توالی پالئوژن حوضه کپه‌داغ با دیگر نواحی موجود در سرزمین‌های آسیای میانه، مرزهای چینه‌شناسی مهمی همچون مرز پالئوسن- ائوسن در حوضه کپه‌داغ را نیز می‌توان بر اساس

و تالیکان (Talikan) است (شکل ۴) که در آن سازند سوزاک به سن ائوسن پیشین است (Ulmishek, 2004). عبور از طبقات سازند بخارا به سازند سوزاک با یک عمیق‌شدگی عمومی همراه است که معادل این ویژگی را در حوضه رسوبی کپه‌داغ می‌توان به خوبی در گذر از سازند چهل کمان به سازند خانگیران مشاهده کرد.

آن چه که از نظر فسیل‌شناسی و تطابق منطقه‌ای حایز اهمیت است، حضور *Ostrea (Flemingostrea) hemiglobosa* در محدوده شروع ائوسن پیشین و آغاز آشکوب ایپرزین است که در کل منطقه آسیای میانه به عنوان شاخص سنی و منطقه‌ای قابل استناد است (Bosboom et al., 2014b; Bougeois et al., 2015). سازند سوزاک (در حوضه‌های آمودریا و فرغانا) و سازند گیوار (در حوضه افغان-تاجیک) به دلیل قرارگیری پس از ظهور گونه *Ostrea (Flemingostrea) hemiglobosa* به سن پس از پالئوسن دانسته شده‌اند. این گونه در حوضه رسوبی کپه‌داغ در آخرین لایه‌های سازند چهل کمان و قاعده سازند خانگیران قابل مشاهده است. بر این اساس در حوضه رسوبی کپه‌داغ، بخش ائوسن پیشین را می‌توان معادل با سازندهای ذکر شده در نظر گرفت که به صورت کلی از ۷ متر انتهایی بخش رأسی سازند چهل کمان شروع شده و تا موقعیت اولین ظهور جنس *Guembeltrioides* از روزندان پلانکتونیک (Pearson et al., 2006; Rögl and Egger, 2010) درون سازند خانگیران (صلاحی، ۱۳۹۰) ادامه دارد.

علاوه بر شواهد چینه‌شناسی فوق، گل‌سنگ‌های ائوسن پیشین در مناطق مختلف آسیای میانه علاوه بر محتوای فسیلی شناخته شده خود، دربردارنده تمرکز و تجمعاتی از فسفریت (در قطعات ۲ تا ۵ سانتی‌متری)، پیریت (در قطعات ۲ تا ۳ سانتی‌متری)، گلوکونیت، نودول‌های آهنی و قطعات مختلفی از ماهیان هستند (Pokryshkin, 1981; Bannikov et al., 2016). نکته قابل توجه که تا پیش از این در هیچ یک از مطالعات انجام شده بر روی سازند خانگیران اشاره نشده است، و فور آثار مشابهی از پیریت، گلوکونیت، نودول‌های آهن دار و قطعات بسیاری از ماهیان در بخش قاعده‌ای سازند خانگیران است که در تمامی برش‌های مورد مطالعه، هم در مقیاس صحرایی و هم در زیر مقاطع میکروسکوپی قابل رؤیت هستند (شکل ۷). این امر نیز به عنوان شاهد دیگری بر هم‌ارزی طبقات مورد سخن در کپه‌داغ ایران و سرزمین‌های همجوار شمال خاوری و جایگاه سنی مشابه لایه‌های دربرداخته قابل تصور است.

گونه فوق در نقاط مختلف آسیای میانه در انطباق با آغاز ائوسن می‌باشد (Bosboom et al., 2015; Bougeois et al., 2015)، بنابراین می‌توان شروع ائوسن در برش شورلق را نیز درون بخش پایانی سازند چهل کمان دانست. این طبقات که آخرین نهشته‌های زمان پالئوسن پسین هستند، سیمای صخره‌سازی را به سازند چهل کمان می‌بخشند که با ورود به سازند خانگیران و به دلیل ماهیت نرم فرسای مارن‌های سازنده آن، بهتر مشخص می‌شود (شکل ۳).

حضور فراوان شکم‌پایان Ampulnidae در تمامی واحدهای سنگ آهکی، ماسه‌سنگی و مارن‌های سیلتی آخرین بخش سازند چهل کمان در بیشتر مناطق مورد مطالعه نظیر برش‌های شیخ، شورلق، ناودیس چهل کمان و محدوده برش کارناوه (ریوندی، ۱۳۹۲)، و نیز حضور این تغییر سنگ‌شناسی مشخص حاصل تغییر رخساره و محیط رسوب‌گذاری از محیط کم عمق‌تر در سازند چهل کمان به محیط عمیق‌تر در سازند خانگیران است. حضور شکم‌پایان Turritellidae در طبقات معادل برش‌های شیخ، قلعه‌زو (صلاحی و همکاران، ۱۳۹۵) و یاقل مؤید عمق بسیار کم حوضه و میزان مواد مغذی بالا در آن بوده که به حضور گسترده‌ای از افراد این خانواده‌ها انجامیده است.

نهشته‌های پالئوسن-ائوسن با ضخامت‌های متغییر و سنگ‌شناسی غالب گل‌سنگ خاکستری تا سبز حاوی مواد آلی فراوان، ماسه‌سنگ و سیلت‌سنگ به صورت گسترده‌ای در مناطق مختلف آسیای میانه همچون آمودریا، فرغانا، افغان-تاجیک و تریم چین حضور دارند (Pokryshkin, 1981). نهشته‌های پالئوسن میانی و پسین در حوضه آمودریا شامل سازندهای غوری (Ghory) و بخارا هستند (Vnigni, 2005). سازند غوری (کامپاین پسین تا تانین) ترکیب غالب کربناته کم عمق دارد که در بخش‌های بالایی، میان‌لایه‌هایی از انیدریت و سنگ‌های آواری را در خود جای داده (Ulmishek, 2004) و معادل با طبقات آواری سازند پسته‌لیق است. سازند بخارا (شکل ۴) (Kreydenkov and Ashurov, 1971) نیز در شرایط لاگون و دریایی کم عمق شکل گرفته و حاوی انیدریت، سنگ آهک‌های روشن تا خاکستری و گاهی تیره به همراه ماسه‌سنگ است. بیشترین فونای قابل رؤیت در این سازند متعلق به گونه‌هایی از *Ostrea* و *Gryphaea* است و هم از دیدگاه سنگ‌شناسی و هم فسیل‌شناسی، در تطابق کامل با بخش‌هایی از سازند چهل کمان است. سری ائوسن در حوضه آمودریا قابل تقسیم به سازندهای سوزاک (Suzak)، آلائی (Alai valley)، ترکستان (Turkestan)



شکل ۷- الف) گلوکونیت سبز رنگ در مقیاس میکروسکوپی و در فراوانی قابل توجه در بخش قاعده سازند خانگیران؛ ب) قطعاتی از ماهیان که متعلق به بخش‌های مختلفی از جمله دندان، فلس و سایر قطعات بدنی می‌باشند و به وفور در بخش قاعده سازند خانگیران یافت می‌شوند؛ ج) تصویر میکروسکوپ الکترونی از اجتماع بلورهای پیریت که با فراوانی قابل توجه در بخش قاعده سازند خانگیران قابل مشاهده است.

۵-۱. ائوسن میانی - پسین

سازند آلای در جنوب قرقیزستان، در حوضه‌های آمودریا، افغان - تاجیک و فرغانا معرف طبقات ائوسن میانی بوده (شکل ۴) و با سنگ‌شناسی مارن‌های سبز زیتونی، ماسه‌سنگ و میان لایه‌هایی از سنگ آهک و گاهی ژپس همراه با تجمعاتی از صدف‌های نرم‌تنان شناخته می‌شود (Dzhalilov et al., 1982). در حوضه رسوبی کپه‌داغ این بخش را می‌توان با بخش میانی سازند خانگیران در حد فاصل بعد از ظهور *Guembeltrioides* از روزن‌داران پلانکتونیک تا محدوده ظهور دو کفه‌ای *Sokolowia* در نظر گرفت (صلاحی، ۱۳۹۰). از دو کفه‌ای‌های مشترک این حوضه با کپه‌داغ می‌توان به *Ostrea turkestanensis* و *Turkostrea afghanica* اشاره کرد.

سازند ترکستان در حوضه‌های فرغانا و آمودریا با سنگ‌شناسی غالب ماسه سنگ، سیلت سنگ و گل سنگ به سن بخش پایینی ائوسن پسین است (شکل ۳). آن چه که شاخص این سازند در تمام برش‌های چینه‌شناسی شناخته شده در آسیای میانه است، دو کفه‌ای *Sokolowia* است که در حوضه رسوبی کپه‌داغ ایران نیز قابل مشاهده است. بخش بالایی ائوسن پسین نیز با سازند تالیکان و سنگ‌شناسی غالب گل سنگ، ماسه سنگ و میان لایه‌هایی سنگ آهکی آن مشخص می‌شود. این بخش از ائوسن قابل تقسیم به عضوهای اسفارین (Isfarin)، ریشتان (Rishtan) و خاناباد (Khanabad) است (شکل ۳) که می‌تواند معادل با بخش انتهایی سازند خانگیران باشد.

توالی ائوسن میانی در حوضه تریم چین را می‌توان در سازند کالاتار جست - وجو نمود (Bougeois et al., 2015). این سازند متشکل از مارن سبز خاکستری با میان لایه‌هایی از سنگ آهک مارنی است و اجتماعاتی از انواع اویسترهای *Turkostrea* و نیز انواعی از شکم پایان را در خود جای داده است (شکل ۳). بخشی از بارتونین این حوضه نیز که دربرداخته بایوزون‌های نافوسیلی NP15- NP17 است، در قالب سازند وولاژن (Wulagen) تعریف شده است (Bougeois et al., 2015). این سازند شامل اجتماعاتی از *Sokolowia buhssi-Kokanostrea kokanensis* و برخی شکم‌پایان بوده و از گل سنگ آهکی سبز و خاکستری، میان لایه‌هایی از سنگ آهک‌های فسیل دار و ژپس تشکیل شده است. این توالی را در حوضه رسوبی کپه‌داغ می‌توان در سازند خانگیران، هم در برش الگو و هم در برش شورلق با حضور لایه‌های دارای *Sokolowia* معادل دانست.

۵-۲. الیگوسن

نهشته‌های الیگوسن را در بخش‌های مختلفی از سرزمین‌های شوروی سابق با عنوان سازند سامسر (Sumsar) می‌شناسند که به صورت ناپیوسته بر روی سازند ترکستان قرار می‌گیرد (شکل ۳)؛ هرچند رخنمون‌های آن در بسیاری از بخش‌های جنوبی ازبکستان و حتی در شمال افغانستان فرسایش یافته و غایب است (Egamberdiyev and Mayvandi, 1992). سازند سامسر متشکل از ماسه‌سنگ‌های دریایی و قاره‌ای و سیلت سنگ‌های ژپسی قرمز رنگ است. ماکروفونای مشاهده شده در این محدوده را بیشتر دو کفه‌ای *Ferganea* تشکیل می‌دهد. در حوضه کپه‌داغ، این بخش قابل انطباق با نهشته‌های قرمز رنگ روی سازند خانگیران است که بیشتر تحت عنوان لایه‌های قرمز رنگ نئوزن (Neogene Red Beds) خوانده می‌شوند؛ اگرچه به دلیل مطالعه اندکی که بر روی این توالی‌ها در کپه‌داغ انجام شده است، فسیل خاصی از آنها گزارش نشده و چه بسا نام‌گذاری و موقعیت سنی آن نیاز به بازنگری و مطالعات بیشتر دارد.

با توجه به توضیحات فوق که تأیید کننده ارزشمندی از انطباق چینه‌شناسی بین حوضه‌های مورد سخن است، منطقه جنوب باختری حوضه‌های تریم، فرغانا، آلای، افغان - تاجیک، آمودریا و کپه‌داغ ایران تاریخچه زمین‌شناسی مشابهی را در یک محیط قاره‌ای تا دریایی نسبتاً عمیق به نمایش گذاشته‌اند (شکل ۸). تشابه اجتماعات فسیلی در حوضه‌های فوق نشان می‌دهد که دریا در طول یک بخش مهم از اوراسیا گسترده شده بوده و با ایالت تیس در ارتباط بوده است (Popov et al., 2004). (Dercourt et al., 1993). این دریا در طول زمان ائوسن پسین تا الیگوسن پیشین از

در حوضه تریم چین که از سوی باختر به حوضه‌های فرغانا و افغان - تاجیک متصل بوده و نیز در حوضه آلای و در قرقیزستان و تاجیکستان که همگی حداقل تا زمان الیگوسن، بخشی از قلمرو تیس بوده‌اند نیز وضع به همین ترتیب است (Nikolaev, 2002). پالتوسن پیشین در حوضه تریم سازند آرتاشی (Artashi) با سنگ‌شناسی غالب ژپس سفید، سنگ آهک خاکستری و دولومیت به ضخامت بیشتر از ۲۰۰ متر است که بایوزون نانوپلانکتونی NP3 از آن معرفی شده است (Lan, 1997; Bosboom et al., 2011, 2014a, b and c). معادل این سازند در حوضه کپه‌داغ را نهشته‌های سازند پسته‌لیق می‌توان در نظر گرفت. پالتوسن پسین نیز شامل عضو زیرین سازند کیموژن (Qimugn) متشکل از ماسه سنگ‌های قهوه‌ای تا زرد، ماسه سنگ‌های حاوی صدف سنگ، گل سنگ سبز تا خاکستری گاهی سیلانی با میان لایه‌هایی از سنگ آهک‌های خاکستری و دولومیت به ضخامت ۵۳ متر است که بایوزون‌های نانوپلانکتونی NP8-NP9 از آن معرفی شده است (Bosboom et al., 2015). این طبقات را می‌توان با بخش‌های انتهایی سازند چهل کمان در حوضه رسوبی کپه‌داغ معادل در نظر گرفت (شکل‌های ۳ و ۴)، چراکه از نظر زیستی هر دو حاوی اجتماعاتی از *Ostrea - Pycnodonte* هستند. (Lan 1997) اجتماعات *Ostrea - Pycnodonte* را به صورت یک شاخص برای سن پالتوسن پسین در حوضه تریم چین در نظر گرفته‌اند که این ویژگی را در طبقات سازند چهل کمان در برش‌های شورلق و یاقل نیز می‌توان مشاهده کرد.

عضو بالایی سازند کیموژن بایوزون‌های نانوپلانکتونی NP10-NP13 را در خود جای داده و به سن ایزرین از ائوسن پیشین هستند. این عضو از گل سنگ‌های قرمز، قهوه‌ای تا خاکستری همراه با میان لایه‌هایی از ژپس، سنگ آهک و دولومیت به ضخامت ۲۰۹ متر تشکیل شده است (Bosboom et al., 2015) و به دلیل حضور اجتماعات ماکروفسیلی *Panopea vandini-Flemingostrea hemiglobosa-Ostrea (Turkostrea) afghanica* قابل قیاس با بخش‌های ابتدایی سازند خانگیران در برش‌های شورلق و ناودیس شیخ است. (Yang et al. 1995) گونه *Flemingostrea hemiglobosa* را به سن پالتوسن پسین - ائوسن پیشین دانسته‌اند و (Burtman 2000) نیز این گونه را از بخش میانی سازند کیموژن در حوضه تریم معرفی کرده و به صورت احتمالی به پالتوسن پسین - ائوسن پیشین نسبت داده است. در عین حال، در نوشته‌های جدیدتر همچون (Bosboom et al. 2015) و (Bougeois et al. 2015) ظهور این گونه به شروع ایزرین نسبت داده شده است. لازم به ذکر است وجود پوسته ضخیم در گونه *Flemingostrea hemiglobosa* نشان دهنده محیط کاملاً دریایی آب‌های گرم است (Lan, 1997)، که به صورت جالب توجهی منطبق بر محدوده بیشینه دمایی پالتوسن - ائوسن (PETM) (Paleocene-Eocene Thermal Maximum) است.

پس از طبقات حاوی *Flemingostrea hemiglobosa*، در بخش‌های بالاتر ائوسن پیشین حوضه کپه‌داغ می‌توان اق‌های پرفسیل حاوی *Turkostrea* را شاهد بود. گونه‌ها و زیرگونه‌های مختلفی از این زیرجنس در محدوده شمال افغانستان به وفور گزارش شده‌اند (Cox, 1938) و گونه‌ها و زیرگونه‌های مختلفی از آن در حوضه تریم چین از پالتوسن پسین تا ائوسن میانی حضور دارند (Lan, 1997). این زیرجنس در بخش‌های پایینی و میانی سازند کالاتار (Kalatar) در لوتشین چین بسیار فراوان است. (Lan 1997) وفور این زیرجنس را در بخش میانی ائوسن پیشین چین گزارش نموده است. در پژوهش حاضر نیز گونه‌های مختلف *Turkostrea* از طبقات همسن در برش‌های شیخ و شورلق شناسایی شده است که از میان آنها، گونه *Turkostrea afghanica* منحصراً فقط از آسیای میانه گزارش شده است. (Berizzi Quarto dipalo, 1970; Van Hinsbergen, 2012). حضور گونه فوق در توالی مورد مطالعه از سازند خانگیران در این پژوهش نیز دلیل دیگری بر ارتباط نزدیک حوضه کپه‌داغ با محیط‌های دریایی کم عمق محدوده آسیای میانه در آشکوب منطقه‌های آلای در حوضه‌های فرغانا و افغان - تاجیک است. (Berizzi Quarto di Palo, 1970; Stenzel, 1971).

که در منابع مختلف به نام‌های حوضه‌های دریایی آمودریا، سیردریا، دریای تاجیک، دریای توران و یا دریای تریم نیز خوانده شده است، امروزه به نام دریای پروتوپاراتیس معرفی می‌شود (Tang et al., 1992; Burtman and Molnar, 1993).

خاوری‌ترین محدوده در حوضه تریم چین به سوی باختری‌ترین محدوده در حوضه کپه‌داغ ایران پسروی کرده و سرانجام به عنوان دریای پاراتیس شناخته شده است؛ اگرچه پیش از آن نیز با تیس باختری در ارتباط بوده است (Bosboom et al., 2014a, b and c). این گستره دیرینه جغرافیایی



شکل ۸- موقعیت حوضه‌های تریم، فرغانا، سیردریا، افغان تاجیک، آمودریا و کپه‌داغ در آسیای میانه در طول پالئوژن پیشین.

سازند خانگیران داده است. از دیدگاه دیرینه‌شناختی، نتایج به دست آمده از مطالعه اویسترهای شاخص این ناحیه نشان می‌دهد گونه *Flemingostrea hemiglobosa* در سازندهای سوزاک، گیوار، کیموژن بالایی، انتهای ترین بخش سازند چهل کمان و قاعده سازند خانگیران (محدوده ائوسن پیشین) حضور دارد. نماینده‌هایی از *Turkostrea* گویای بخش میانی و انتهای سازندهای سوزاک، آلی، جوکار، کالاتر و بخش قاعده‌ای و میانی سازند خانگیران (محدوده ائوسن پیشین- میانی) هستند. زیرجنس *Sokolowia* در سازندهای ترکستان، بشکنت، فرغانا، وولازن و همچنین بخش انتهای سازند خانگیران (محدوده انتهای لوتشین تا بارتونین و ابتدای پریابونین) حضور دارد. همچنین عقب نشینی دریا در روندی خاور به باختر، در زمان ائوسن پسین - الیگوسن پیشین اتفاق افتاده است که طی آن مجدداً رخساره‌های قرمز رنگ قاره‌ای در کل منطقه ظاهر شده‌اند. این سرگذشت زمین‌شناسی یکسان و تکامل زیست جغرافیایی مشابه در طی پالئوژن نشان می‌دهد منطقه کپه‌داغ - آسیای میانه را می‌توان به عنوان یک ایالت زیستی مجزا در جنوب صفحه توران در نظر گرفت که با رویدادهای زیستی و زیست‌زون‌های اختصاصی و ارتباطات محلی خاص خود مشخص می‌شود.

سیاسگزار

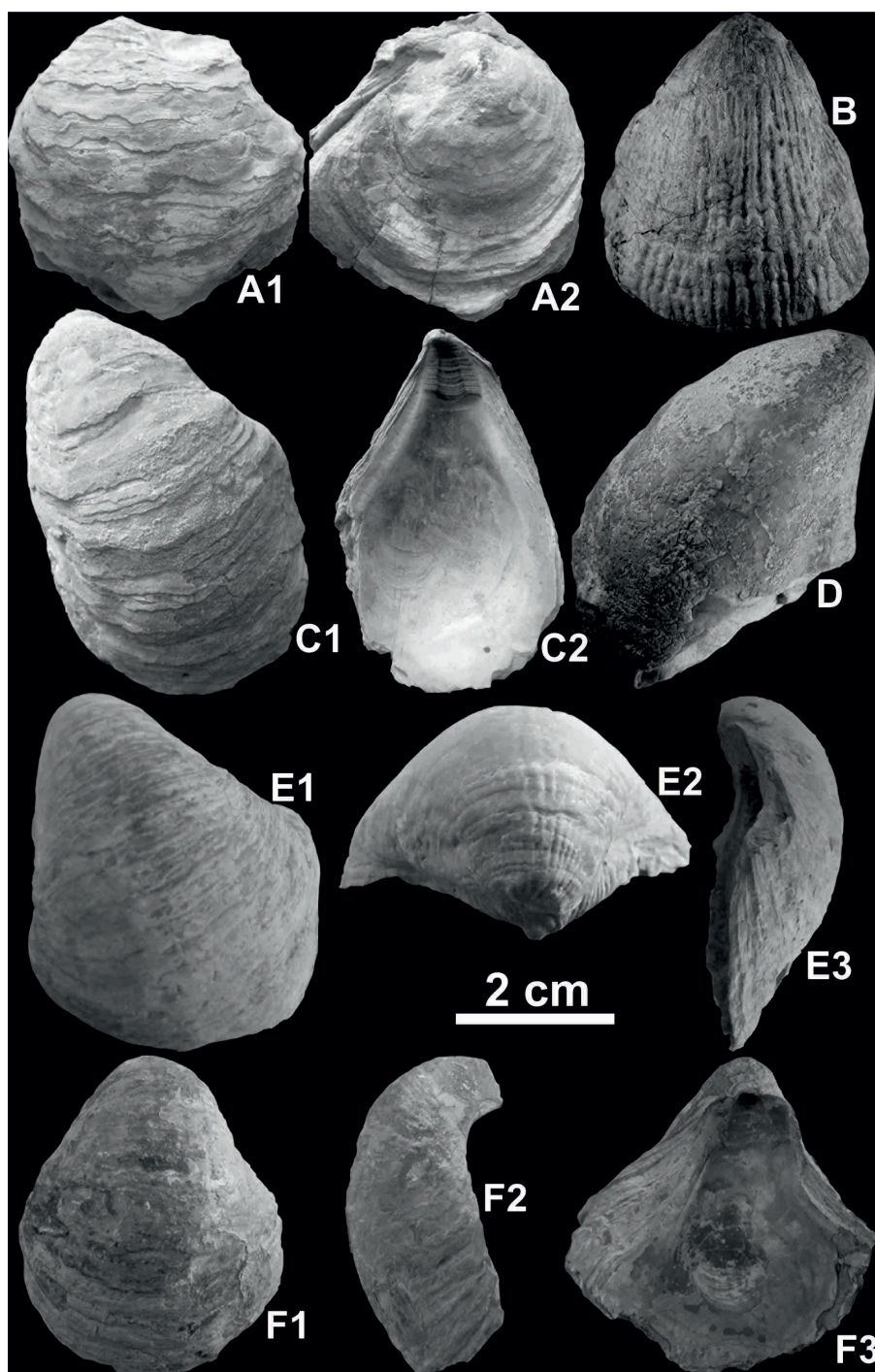
نگارندگان لازم می‌دانند از خانم پروفیسور ایزابلا پرمولی سیلوا از دانشگاه میلان ایتالیا و آقای دکتر گریگوری آلمیشک از سازمان زمین‌شناسی آمریکا برای در اختیار قرار دادن برخی نسخه‌های چاپی و منتشر نشده تشکر و قدردانی کنند.

عقب نشینی دریای مذکور در زمان ائوسن پسین به عوامل تکنونیک ناشی از تصادم هند - آسیا (Bosboom et al., 2011) و گاه به اثرات ائوستاتیک ناشی از تغییرات آب و هوایی جهانی همچون کاهش در تأمین میزان رطوبت، تغییرات شرایط گلخانه‌ای به سردخانه‌ای و خشک شدن دریا نسبت داده شده است (Bosboom et al., 2011, 2014a, b and c and 2015). به نظر می‌رسد روند پسروی دریایی خاور به باختر در موقع رسیدن به حوضه کپه‌داغ، به زمان الیگوسن پیشین رسیده باشد چرا که در این زمان هنوز برخی زبان‌های دریایی در آمودریا (Ulmishek, 2004) و کپه‌داغ (وحدتی راد، ۱۳۹۴) حضور داشته‌اند.

۶- نتیجه‌گیری

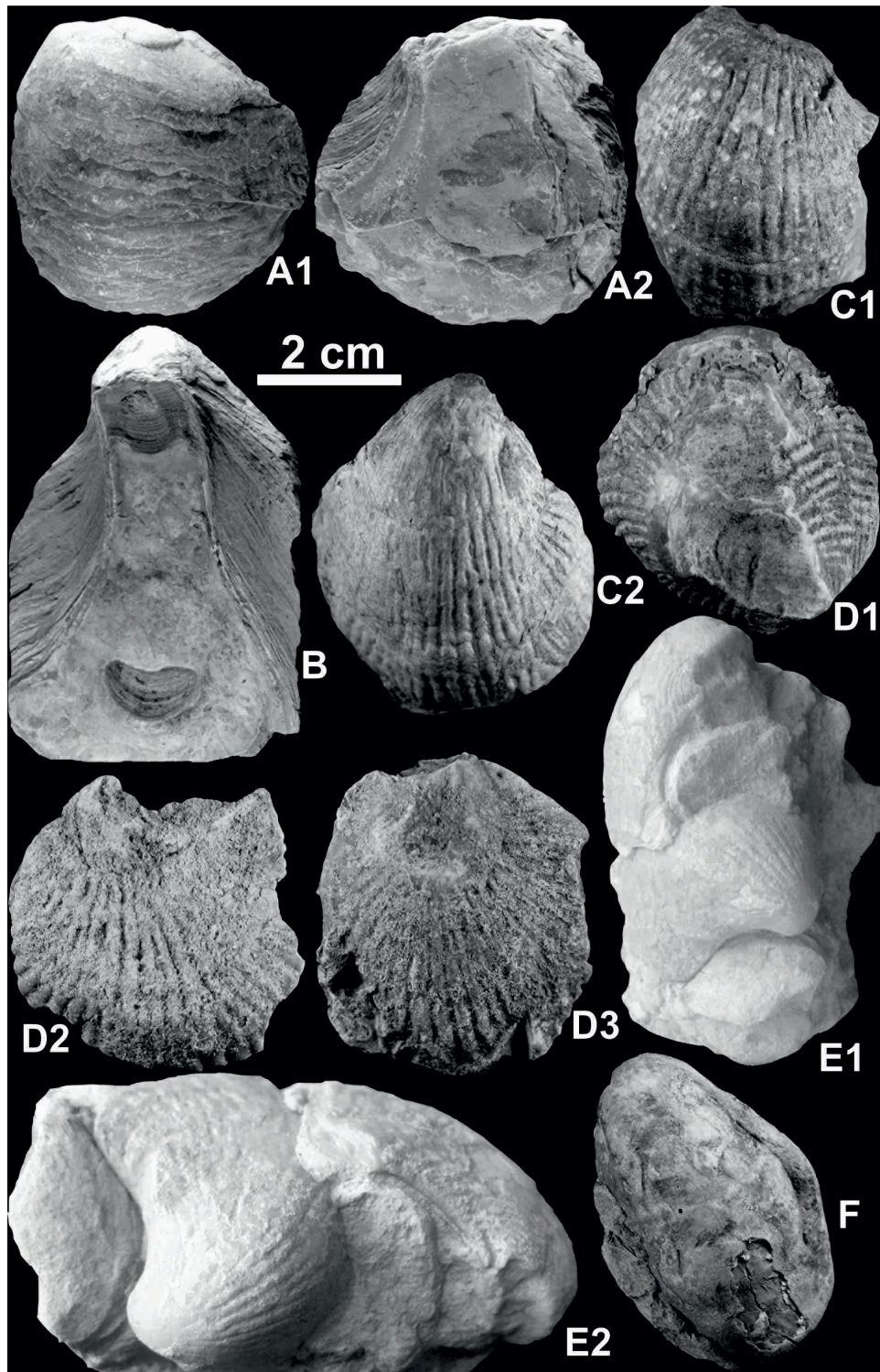
مطالعات سنگ چینه‌نگاری و زیست‌چینه‌نگاری توالی پالئوژن در حوضه رسوبی کپه‌داغ، حکایت از انطباق چینه‌شناسی منطقه‌ای شفاف و دقیق بین این ناحیه و حوضه‌های رسوبی مختلف در منطقه آسیای میانه، از حوضه آمودریا تا شمال باختری چین دارد. همچنین فونای اویستری گزارش شده از پالئوژن حوضه کپه‌داغ از نظر سنی و جایگاه حضور، در ارتباط کامل با منطقه آسیای میانه است و نشان می‌دهد این نواحی در طول پالئوژن تاریخچه چینه‌نگاری یکسانی داشته‌اند. بر مبنای اطلاعات سنگ‌چینه‌ای، در بخش‌های مختلف محدوده آسیای میانه در انتهای کرتاسه و پالئوسن پیشین، بالآمدگی‌هایی صورت گرفته که به شکل‌گیری رخساره‌های قاره‌ای مشابه سازند پسته‌لیق شده است. در پالئوسن میانی تا پسین رخساره کم عمق آواری - کرناته با سیمای صخره ساز نظیر سازند چهل کمان حاکم شده که با ورود به زمان ائوسن، جای خود را به مارن‌های نرم فرسای سبز زیتونی همچون طبقات

PLATE 1



A1-2: *Ostrea (Flemingostrea) hemiglobosa* Romanovskiy 1884, #MASSH0001, Shourlogh section; B: *Ostrea (Turkostrea) turkestanensis* Böhm, 1899 #MASSHKH0025, Sheikh Syncline section; C1-2: *Gryphea (Fergana) ferganensis* Romanovskiy, 1879, #MASSH0006, Shourlogh section; D: *Pycnodonte* sp., #MASSHKH0032, Sheikh Syncline section; E1-3: *Sokolowia* sp., #MASNCH0014, Chehelkaman Syncline section; F1-3: *Sokolowia* sp., #MASYA0042, Yaghol section.

PLATE 2



A1-2: *Ostrea (Flemingostrea) hemiglobosa* Romanovskiy 1884, #MASSH0008, Shourlogh section; **B:** inner part of left valve in *Sokolowia* sp., # MASYA0043, Yaghol section; **C1-2:** *Ostrea (Turkostrea) turkestanensis* Böhm, 1899 #MASSHKH0026, Sheikh Syncline section; **D1-3:** *Ostrea (Turkostrea) afghanica* Vialov, 1938 #MASSHKH0027-0030, Sheikh Syncline section; **E1-2:** *Ostrea (Turkostrea)* concentrations in the Early Eocene *Turkostrea* shell bed # Sheikh Syncline section; **F:** *Pycnodonte* sp., #MASSHKH0033, Sheikh Syncline section.

کتابنگاری

- افشار حرب، ع.، ۱۳۷۳- زمین شناسی ایران، زمین شناسی کپه‌داغ، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۲۷۶ص.
- حسین زاده فیروزیان، م. و وحیدی‌نیا، م.، ۱۳۹۰- زیست چینه نگاری بخش زیرین سازند خانگیران بر مبنای روزن داران پلانکتونیک در برش الگو (روستای یاقل، شمال شهر درگز) غرب حوضه رسوبی کپه‌داغ، رخساره‌های رسوبی، ۴ (۲)، صص. ۱۵۱ تا ۱۶۱.
- خادم، م. ج.، ۱۳۷۷- بایواستراتیگرافی سازند خانگیران بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی، غرب دشت سرخس (شرق روستای کاریزک). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۹۶ص.
- ریوندی، ب.، ۱۳۹۲- چینه سنگی و چینه زیستی سازند چهل کمان در شرق و مرکز حوضه رسوبی کپه‌داغ، رساله دکترا، دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۰۹ص.
- سنماری، س.، ۱۳۷۷- بایواستراتیگرافی سازند خانگیران بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی (شرق ناودیس چهل کمان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۲۷ص.
- صلاحی، ا. و وحیدی‌نیا، م.، ۱۳۹۰- توصیف سیستماتیک، پالئوکولوژی و پالئوبیوژئوگرافی دوکفه‌ای‌های اویستر سازند خانگیران در برش ناودیس چهل کمان، شرق حوضه رسوبی کپه‌داغ، رخساره‌های رسوبی، ۴ (۱)، صص ۵۴ تا ۶۴.
- صلاحی، ا. و وحیدی‌نیا، م.، ۱۳۹۱- بررسی پالئوکولوژی و شرایط اقلیم‌نوسازی دیرینه سازند خانگیران بر اساس عدم حضور *Morozovella*، از جنس‌های شاخص فرامینیفری اتوسن، فصلنامه زمین شناسی و محیط زیست، ۲۱: ۱۳۹۱، صص. ۱۲ تا ۱۲.
- صلاحی، ا. و وحیدی‌نیا، م.، ۱۳۹۲- زیست چینه نگاری بخش پایینی سازند خانگیران بر مبنای فرامینیفرهای پلانکتونیک در برش ناودیس چهل کمان، خاور حوضه رسوبی کپه‌داغ، فصلنامه پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۲۹ (۲)، صص. ۸۷ تا ۱۰۶.
- صلاحی، ا.، ۱۳۹۰- زیست چینه نگاری سازند خانگیران در دشت سرخس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- صلاحی، ا.، قادری، ع.، عاشوری، ع. و ثیاب قدسی، ع.، ۱۳۹۵- آثار فرسایش زیستی و قشرسازی بر روی فسیل نرم‌تنان: مطالعه موردی از سازند چهل کمان در برش شیخ، باختر حوضه رسوبی کپه‌داغ، دوره ۴، شماره ۱، سال، صص. ۳۱ تا ۴۴.
- مافی، آ.، ۱۳۸۰- تعیین سن قاعده سازند خانگیران بر اساس نانوپلانکتون‌های آهکی در ناودیس چهل کمان (شرق کپه‌داغ). بیستمین گردهمایی علوم زمین.
- مشیرفر، ی.، ۱۳۹۱- پالئوکولوژی، پالئوفاسیس و چینه نگاری سکانسی سازند خانگیران در شرق کپه‌داغ (برش ناودیس چهل کمان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۲۰ص.
- وحدتی‌راد، م.، ۱۳۹۴- مطالعه زیست چینه نگاری سازند خانگیران در نواحی سرخس و درگز، رساله دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۲۰ص.

References

- Bande, A., Radjabov, Sh., Sobel, E. and Sim, T., 2015- Cenozoic palaeoenvironmental and tectonic controls on the evolution of the northern Fergana Basin. Geological Society of London, Special Publications, 427: 1-23.
- Bannikov, A., Tyler, J., Arcila, D. and Carnevale, G. 2016- A new family of gymnodont fish (Tetraodontiformes) from the earliest Eocene of the Peri-Tethys (Kabardino-Balkaria, northern Caucasus, Russia). Systematic Palaeontology. 15: 129-146.
- Berizzi Quarto di Palo, A., 1970- Paleogene pelecypods from Kataghan and Badakhshan (North-East Afghanistan). In: Desio, A. (Ed.), Fossils of North-East Afghanistan: Italian Expeditions to the Karakorum (K2), and Hindu Kush, Brill, Leiden, IV/2: 161-240.
- Bosboom, R. E., Dupont-Nivet, G., Grothe, A., Brinkhuis, H., Villa, G., Mandic, O., Stoica, M., Kouwenhoven, T., Huang, W. and Guo, Z. J., 2014a- Paleogeography of the late Eocene stepwise sea retreat from the Tarim Basin (west China). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 403: 101-118.
- Bosboom, R. E., Dupont-Nivet, G., Grothe, A., Brinkhuis, H., Villa, G., Mandic, O., Stoica, M., Huang, W., Yang, W., Guo, Z. and Krijgsman, W., 2014b- Linking Tarim Basin sea retreat (west China) and Asian aridification in the late Eocene. Basin Research, 26 (5): 621-640.
- Bosboom, R. E., Dupont-Nivet, G., Houben, A. J. P., Brinkhuis, H., Villa, G., Mandic, O., Stoica, M., Zachariasse, W. J., Guo, Z. and Li, C., 2011- Late Eocene Sea Retreat from the Tarim Basin (West China) and Concomitant Asian Paleoenvironmental Change. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 299: 385-398.
- Bosboom, R. E., Dupont-Nivet, G., Huang, W., Yang, W. and Guo, Z. J., 2014c- Oligocene clockwise rotations along the eastern Pamir: tectonic and paleogeographic implications. Tectonics, 33 (2): 53-66.
- Bosboom, R., Dupont-Nivet, G., Mandic, O., Proust, J. and Ormukov, C., 2015- Late Eocene paleogeography of the Proto-Paratethys Sea in Central Asia (NW China, S Kyrgyzstan and SW Tajikistan). Geological Society of London, Special Publications, 427 (1): 565- 588.
- Bougeois, L., De Rafelis, M., Reichart, G. J., De Nooijert, L. and Dupont Nivet, G., 2015- Mg/Ca in fossil oyster shells as palaeotemperature proxy, an example from the Palaeogene of Central Asia. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 441 (4): 611-626.
- Brookfield, M. E., 2004- Principles of Stratigraphy. Wiley-Blackwell, 340p.
- Brunet, M. F., Korotaev, M. V., Ershov, A. V. and Nikishin, A. M., 2003- The South Caspian Basin: a review of its evolution from subsidence modelling. Sedimentary Geology, 156: 119-148.
- Burtman, V. S., 2000- Cenozoic crustal shortening between the Pamir and Tien Shan and a reconstruction of the Pamir-Tien Shan transition zone for the Cretaceous and Paleogene, Tectonophysics, 319, 69- 92.
- Burtman, V. S. and Molnar, P., 1993- Geological and geophysical evidence for deep subduction of continental crust beneath the Pamir. Geological Society of America Special Publications, 281: 1-76.
- Burtman, V. S., Skobelev, S. F. and Molnar, P., 1996- Late Cenozoic Slip on the Talas-Ferghana Fault, the Tien Shan, Central Asia. Geological Society of America Bulletin, 108: 1004-1021.
- Cox, L. R., 1938- Fossiles Eocenes du nord de l' Afghanistan. Memoires de la Societe Geologique de France, 39: 29-44.
- Dastyar, A. H., Bakhshi, N. A. and Qadari, M. K., 1990- Mesozoic and Cenozoic of the southern part of the Afghano-Tajik Basin. In: Stratigraphic Correlation between Sedimentary Basins of the ESCAP Region, v. 14, ESCAP Atlas of Stratigraphy 8-Afghanistan and Australia. Mineral Resources Development Series 58, United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, New York, p. 24-32.
- Dercourt, J., Ricou, L. E. and Vrielynck, B. (eds), 1993- Atlas Tethys Paleoenvironmental Maps. Commission for the Geological Map of the World, Paris.
- Dzhaliyov, M. R., Alekseev, M. N., Andreev, Y. N. and Salibaev, G. K., 1982- Mesozoic and Cenozoic Deposits of the Northern Part of the Afghano-Tajik Basin. Mineral resources development series, 131 p.

- Egamberdyev, M. and Mayvandi, M., 1992- Main geologic and geochemical factors affecting petroleum potential of southern Uzbekistan and northern Afghanistan. *Uzbekskiy Geologicheskii Zhurnal*, 3(4): 55-65.
- Gekker, R. F., Osipova, A. I. and Belskaya, G. N., 1962- Ferganskiy zaliv paleogenovogo mopya srednei Azii, Ego istoriya, osadki, fauna, flora, usloviya ich obitaniya I razvitiya. *Akademiya Nawk*, 1, 90 p. (In Russian).
- Gradstein, J. Ogg, G. and Smith, G. A., 2004- A Geologic Time Scale. Cambridge University Press. 589 p.
- King, C., Iakovleva, A. I., Steurbaut, E., Heilmann-Clausen, C. and Ward, D. J. 2013- The Aktulagay section, west Kazakhstan: a key site for Early Eocene northern mid-latitude stratigraphy. *Stratigraphy*, 10: 171-209.
- Kreydenkov, G. P. and Ashurov, A. A., 1971- Paleocene rocks of the Tajik basin and southwestern plunge of the Gissar Ridge: *Bulleten Moskovskogo Obshchestva Ispytateley Prirody, Otd. Geologii*, 46 (4): 85-93.
- Lan, X., 1997- Paleogene bivalve communities in the western Tarim basin and their paleoenvironmental implications. *Paleoworld*, 7: 137-157.
- Mathur, N. S. and Juyal, K. P., 2000- Atlas of Early Paleogene invertebrate fossils of the Himalayan Foothills belt, Bishen Singh Mahendra Pal Singh, India, 258 p.
- Melamed, Y. R., Vasilchikov, M. V. and Bekker, Y. A., 1988- Zones of regional thrusts important reserve for petroleum exploration in SW Tajikistan. *Doklady Akademii Nauk Tadzhikskoy SSR*, 31 (6): 410-414.
- Moshirfar, Y., Mahdavi, M., Ghasemi-Nejad, E. and Ashouri, A., 2013- Eocene climatic events recorded in dinoflagellate cyst assemblages from the Kopeh-Dagh Basin, NE Iran; a statistical approach. *Arabian Journal of Geosciences*, 8 (2): 1-10.
- Moussavi-Harami, R. and Brenner, R. L., 1992- Geohistory analysis and petroleum reservoir characteristics of Lower Cretaceous (Neocomian) sandstones, Eastern Kopet-Dagh Basin, Northeastern Iran. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 76 (8): 1200-1208.
- Muttoni, G., Mattei, M., Balini, M., Zanchi, A., Gaetani, A. and Berra, F., 2009- The drift history of Iran from the Ordovician to the Triassic: South Caspian to Central Iran Basins. *Geological Society of London, Special Publication*, 312: 7-29.
- Nikolaev, V. G., 2002- Afghan-Tajik Depression: Architecture of Sedimentary Cover and Evolution. *Russian Journal of Earth Sciences*, 4: 399-421.
- Orudzheva, D. S. and Kornenko, G. Y., 1991- South Tadzhik depression: *Petroleum Geology*, 25 (7/8): 263-268.
- Osipova, A. I., 1958- Polemical questions concerning Lower Paleogene stratigraphy in Southeastern Central Asia. *Nauk USSR, Geology*, 8: 75- 89.
- Otto, S. C., 1997- Mesozoic-Cenozoic history of deformation and petroleum systems in sedimentary basins of Central Asia; implications of collisions on the Eurasian margin. *Petroleum Geoscience*, 3: 327-341.
- Pearson, P. N., Olsson, R. K., Huber, B. T., Hemleben, C. and Berggren, W. A. (Eds.), 2006- Atlas of Eocene Planktonic Foraminifera, Cushman Foundation Special Publication. Cushman foundation special publication, 41: 1-263.
- Pokryshkin, V. I., 1981- Zakonomernosti razmeshcheniya promyshlennykh mestorozhdeniy fosforitov dokembriya i fanerozoya mira (Distribution regularities of Precambrian and Phanerozoic commercial phosphorite deposits in the world): All-Union Research Institute for Geology of Foreign Countries, *Trudy*, 38: 1-217.
- Popov, S., Rögl, F., Rozanov, A. Y., Steininger, F. F., Shcherba, I. G. and Kovac, M., 2004- Lithological Paleogeographic Maps of Paratethys 10 Maps Late Eocene to Pliocene. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 250: 1-42.
- Robert, A., Letouzey, J., Kavooosi, M., Sherkat, Sh., Müller, C., JaumeVergés, J. and Aghababaei, A., 2014- Structural evolution of the Kopeh-Dagh fold-and- thrust belt (NE Iran) and interactions with the South Caspian Sea Basin and Amu Darya Basin. *Marine and Petroleum Geology*, 57: 68- 87.
- Rögl, F. and Egger, H., 2010- The missing link in the evolutionary origin of the foraminiferal genus *Hantkenina* and the problem of the lower-middle Eocene boundary. *Geology*, 38 (1): 23-26.
- Salahi, M.A., Ghaderi, A., Ashouri, A.R., Cristin, A., and Senemari, S., 2019- Systematic paleontology and taphonomic studies of Ypresian mollusks at the Kopet-Dagh Basin, NE Iran. *Boletin de la Sociedad Geologica Mexicana*, 71 (3): 773-804.
- Sheikholeslami, M. and Kouhpeym, M., 2012- Structural analysis and tectonic evolution of the eastern Binalud Mountains, NE Iran. *Geodynamic*. 61: 23-46.
- Sokolow, D. V., 1910- La question de letage Ferghanien. *Bulletin Society Naturural, Moscou, n.s, XXIII*: 44-93.
- Stenzel, H. B., 1971- Oysters. In: Moore, R.C., (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Volume 3*. Geological Society of America/ University of Kansas Press, Boulder, CO /Lawrence, KS, 953-1224.
- Tang, T., Xue, Y. and Yu, C., 1992- Characteristics and Sedimentary Environments of the Late Cretaceous to Early Tertiary Marine Strata in the Western Tarim, China. *Science Press, Beijing*. 138 pp.
- Ulmishek, G. F., 2004- Petroleum geology and resources of the Amu-Darya Basin, Turkmenistan, Uzbekistan, Afghanistan, and Iran. *U.S. Geological Survey Bulletin*, 32 p.
- Van Hinsbergen, D. J. J., Lippert, P. C., Dupont-Nivet, G., Mcquarrie, N., Doubrovine, P. V., Spakman, W. and Torsvik, T. H., 2012- Greater India Basin Hypothesis and a Two-Stage Cenozoic Collision between India and Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109: 7659-7664.
- Vialov, O. S., 1937- Typical Ostreids from Ferghana Paleogene. *Trudy Geology Rasv. Sluzhby Tresta- Sredazneft*, 1: 1-48 (In Russian).
- Vialov, O. S., 1948- Paleogenovie Ustrici Tadzhikskoi Depressii (Paleogene Ostreids from Tajik Depression). *Trudy Vnigri, Leningrad*. 38: 1-94 (In Russian).
- Vialov, O. S., Nedelku, I. and Niza, P., 1966- A few data on the northern Afghanistan Paleogene. *Geology Sbornik Lvovsk. Geology Obshch.*, 10: 142- 157.
- Vnigni, A., (All-Union Petroleum Scientific Geological Institute), 2005- Geological and geochemical conditions of oil and gas distribution in the southwestern part of the epi-platform orogenic zone of the Turan plate: Unpublished report. 87p.
- Yang, H., Jiang, X. and Lin, S., 1995- Late Cretaceous- Early Tertiary Ostracod Fauna from Western Tarim Basin, South Xinjiang, China. *Science Press, Beijing*. 173 p.

Stratigraphical correlation of Paleogene deposits of the Kopet-Dagh – Central Asia based on lithological and Oyster fauna evidences

M. A. Salahi¹, A. Ghaderi², A. R. Ashouri^{3*} and A. A. Siab Ghodsi⁴

¹Ph.D. Student, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

²Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

³Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

⁴Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Urmia University, Urmia, Iran

Received: 2018 February 12

Accepted: 2018 December 19

Abstract

To separate the different units of the Paleogene sequences of the Kopet-Dagh basin and their regional correlation with the adjacent areas in the Central Asia, the *Oyster* bivalve's fossils are used in the current research. Also, the study of their paleobiogeography has been considered in this study. Based on this fauna, *Pycnodonte-Oestra* community in the Chehelkaman Formation uppermost parts represents the late Paleocene age and the first occurrence of *Flemingostrea hemiglobosa* at the base of the Khangiran Formation confirms the beginning of Eocene epoch. Association of different species and subspecies of *Turkostrea* in the Khangiran Formation demonstrates the middle part of early Eocene and *Sokolowia* community near the top of the Khangiran Formation shows the Lutetian-Bartonin ages. These features are in full compliance with the bivalve communities recorded from the other parts of Central Asia such as Amu-Darya, Farghana, Afghan- Tajik and Trim basin of China. It illustrates the same geological history of the mentioned areas during Paleogene, indicates the occurrence of different types of molluscan taxa in the Kopet-Dagh basin is the same as parallel horizons and equivalent time units throughout the extensive Central Asian region.

Key words: Central Asian, Kopet-Dagh, Chehelkaman Formation, Khangiran Formation, Paleocene, Eocene, Lutetian.

.For Persian Version see pages 295 to 306

*Corresponding author: A. R. Ashouri; E-mail: ashouri@um.ac.ir