زیست‌چینه‌نگاری و دیرینه‌بوم‌شناسی سازند آب دراز در برش چهچهه، خاور حوضه کپه‌داغ بر مبنای استراکدها

سمیه سنجری[۱]، فاطمه هادوی[۲*]، مرضیه نطقی‌مقدم[۳] و محسن علامه[۴]

[۱]دانشجوی دکترا، پردیس بین‌الملل، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[۲]استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[۳]استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
[۴]دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۰۹/ ۰۹/ ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: ۲۸/ ۰۵/ ۱۳۹۶

چکیده

در پژوهش کنونی استراکدهای سازند آب‌دراز در برش چهچهه مطالعه و بررسی شده‌اند. ضخامت سازند آب دراز در این برش ۳۸۵ متر و متشکل از شیل و مارن همراه با ۳ افق سنگ‌آهک گل‌سفیدی است. این مطالعه منجر به شناسایی ۱۶ جنس و ۵۱ گونه از استراکدها شد که بر مبنای گونه‌های شناسایی شده، ۴ زون زیستی تعیین شد. طبق بایوزون‌های استراکدی شناسایی شده و انطباق با نانوفسیل‌های آهکی در این برش، سن سازند، سانتونین پسین تا ابتدای کامپانین پسین تعیین گردید. حضور گونه‌های شاخص آب گرم و عدم حضور گونه‌های شاخص آب سرد پیشنهاد دهنده گرمای سطح آب در این منطقه است. همچنین بر مبنای حضور گونه‌های شاخص استراکد تغییر عمق و سطوح بالای اکسیژن پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: زیست‌چینه‌نگاری، دیرینه‌بوم‌شناسی، استراکد، آب‌دراز، چهچهه، کپه‌داغ.

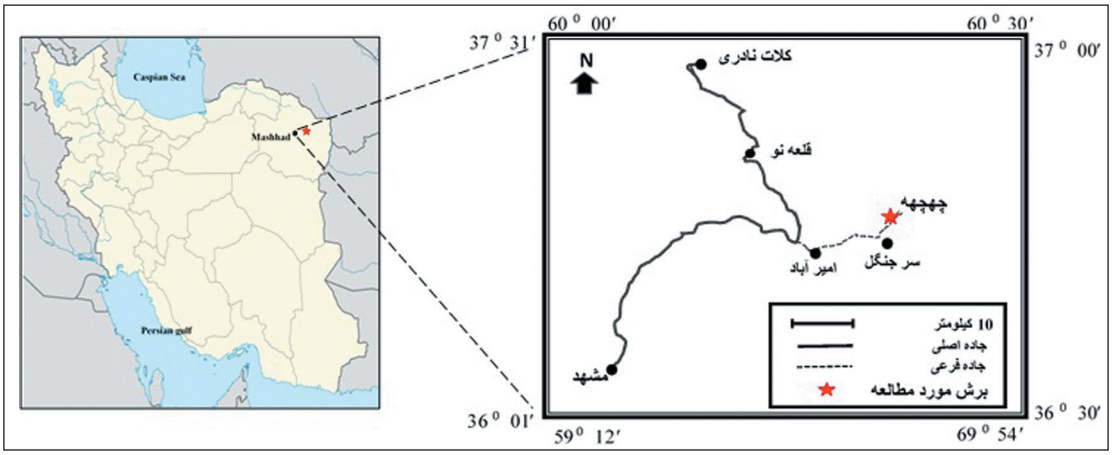
***نویسنده مسئول:** فاطمه هادوی
E-mail: fhadavi@ferdowsi.um.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

حوضه رسوبی کپه‌داغ گستره‌ای در شمال ایران و قسمت‌هایی از ترکمنستان و شمال افغانستان و دارای رسوبات ژوراسیک تا میوسن است (آقانباتی، ۱۳۸۳) و به‌طور کلی رسوباتی با ضخامت تقریبی ۸۰۰۰ متر و عمدتاً متشکل از سنگ آهک، ماسه سنگ، مارن، مقادیری کنگلومرا و رسوبات تبخیری دارد (افشارحرب، ۱۳۷۳). یکی از مهمترین سازندهای کرتاسه پسین کپه‌داغ، سازند آب‌دراز است که از رسوبات دریایی شیلی، مارن آهکی، سنگ‌آهک مارنی همراه با سه افق سنگ‌آهک گل‌سفیدی تشکیل شده است. نام این سازند از روستای آب‌دراز در جنوب شرق کپه‌داغ گرفته شده است. در این مطالعه برشی از سازند در نزدیکی روستای چهچهه (۱۰۴ کیلومتری جاده اصلی مشهد به کلات نادری) و در شرق حوضه رسوبی کپه‌داغ، جهت مطالعه استراکدها نمونه‌برداری شده است. جهت دسترسی به این برش باید در مسیر جاده مشهد- کلات حرکت کرد و بعد از سپری کردن ۷۳ کیلومتر از جاده مشهد- کلات وارد جاده فرعی روستای امیرآباد شد. پس از طی ۳۱ کیلومتر به سمت روستای چهچهه، رخنمون مناسبی از سازند آب‌دراز وجود دارد. سازند آب‌دراز در این برش دارای روند شمال غربی به جنوب شرقی است (شکل ۱). از آنجا که استراکدها، در تمامی پهنه‌های آبی مانند دریاها، مرداب‌ها، خلیج‌های دهانه‌ای، آب‌های شیرین، اقیانوس‌ها و خیلی به ندرت در محیط‌های خشکی زندگی می‌کنند و نیز به دلیل حساسیت به تغییر شرایط محیط، شاخص‌های سودمندی برای مطالعات فسیل‌شناسی هستند (هادوی، ۱۳۷۷).

در این پژوهش سازند آب‌دراز بر مبنای این گروه فسیلی نمونه‌برداری و مطالعه شد. به‌طور کلی هدف از مطالعه استراکدهای سازند آب‌دراز در برش مذکور به شرح ذیل است:

- مطالعه و شناسایی استراکدها
- تعیین زون‌های زیست‌چینه‌ای
- تعیین سن سازند
- بررسی حوضه رسوبی سازند مذکور بر مبنای شاخص های زیست‌محیطی



شکل ۱- راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه.

لازم به ذکر است که تاکنون مطالعات پراکنده‌ای روی سازند آب‌دراز در نقاط مختلف حوضه کپه‌داغ صورت گرفته است. غالب مطالعات فسیل‌شناسی انجام شده بر اساس فرامینیفرها، نانوپلانکتون‌های آهکی و استراکدهاست. برخی از مطالعات انجام شده روی استراکدهای سازند عبارتند از: هادوی و علامه (۱۳۸۱) که استراکدهای سازند را در مقطع تیپ واقع در گردنه مزدوران (شرق جاده مشهد- سرخس) مطالعه و سن سازند را بر اساس استراکدها کرتاسه پسین معرفی کرده‌اند. وحدتی‌راد (۱۳۸۷) فرامینیفرهای سازند آب‌دراز را در برش حمام‌قلعه مورد مطالعه قرار داده و بر اساس مطالعه فرامنیفرها سن سازند را سانتونین پیشین معرفی کرده‌اند. ذبیحی (۱۳۸۸) سازند آب‌دراز را بر مبنای فرامینیفرها در برش چهچهه بررسی و سن تورونین پیشین و سانتونین پسین را پیشنهاد کرده‌اند. جوادی موسوی و همکاران (۱۳۹۰) استراکدهای سازند را در برش سنگانه مطالعه کردند و ضمن ارائه سن تورونین تا سانتونین برای سازند در این برش، به بررسی پالئواکولوژی سازند پرداختند. داریوش‌نیا و علامه (۱۳۹۰) استراکدهای سازند آب‌دراز را در برش پادها بررسی و سن سازند را سنومانین- سانتونین تعیین کرده‌اند. در این مطالعه برای نخستین بار به بررسی همزمان استراکدها و نانوفسیل‌های آهکی سازند آب‌دراز در برش چهچهه با هدف تعیین سن و بازسازی شرایط دیرینه پرداخته می‌شود.

۲- سنگ‌چینه‌نگاری سازند آب‌دراز در برش چهچهه

نام سازند از روستای آب‌دراز واقع در ۷۵ کیلومتری شرق مشهد گرفته شده و مقطع تیپ آن در گردنه مزدوران است (آقانباتی، ۱۳۸۳). سازند آب‌دراز در این برش با ضخامت ۳۶۵ متر متشکل از مارن، مارن آهکی و سنگ‌آهک مارنی به رنگ خاکستری همراه با سه افق سنگ‌آهک گل‌سفیدی به رنگ خاکستری روشن است (شکل‌های ۲- الف و ب). جهت مطالعه استراکدهای سازند تعداد ۶۰ نمونه از برش مذکور برداشت و پس از آماده‌سازی مطالعه شد.

شکل ۲- الف) مرز سازند آب‌دراز و آیتامیر؛ ب) مرز سازند آب‌دراز و آب‌تلخ (دید به سمت غرب).

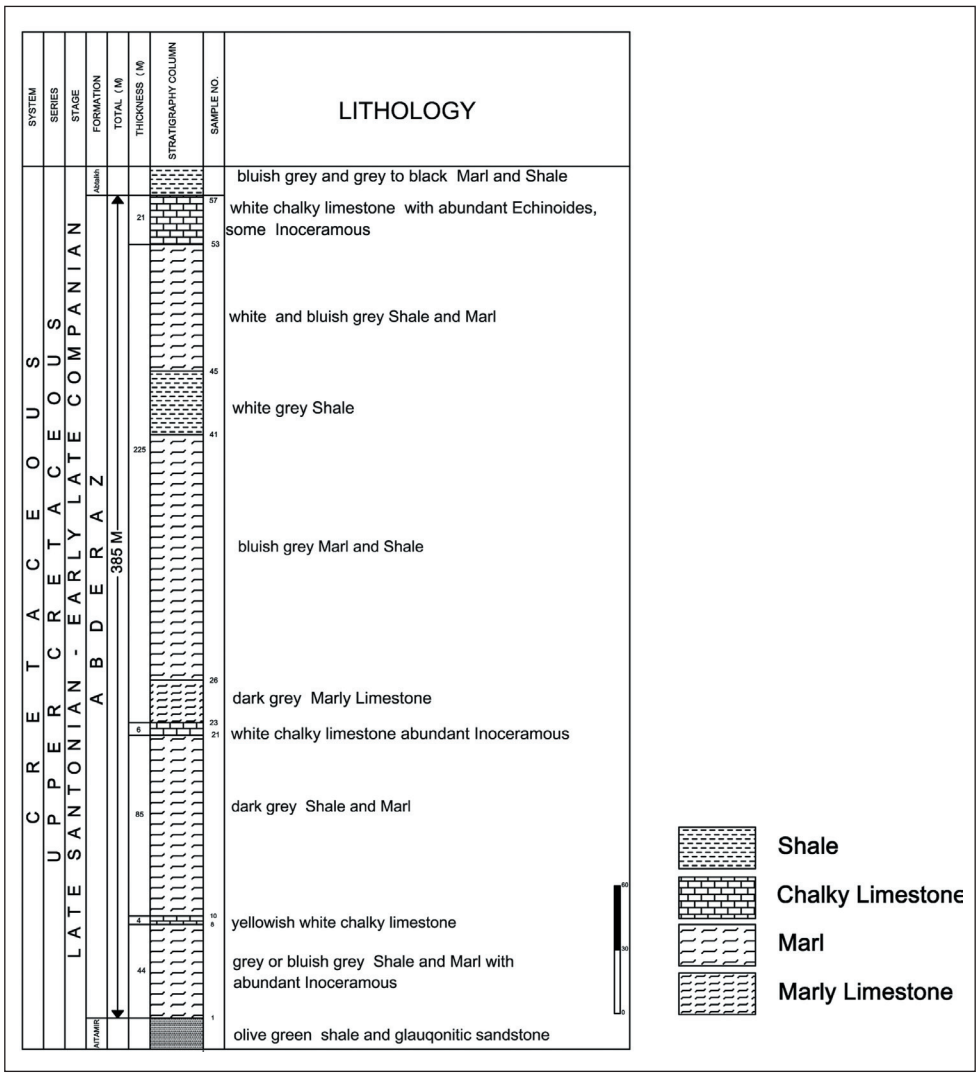
۳- روش آماده‌سازی و مطالعه

به منظور مطالعه استراکدها، سازند آب‌دراز در برش چهچهه نمونه‌برداری شد و نمونه‌های برداشت شده به شرح ذیل آماده‌سازی شدند. ابتدا حدود ۴۰۰ گرم از هر نمونه به مدت ۲۴ ساعت داخل ظروفی محتوی یک لیتر آب و ۱۰ سی سی آب اکسیژنه ۱۵ درصد قرار داده شد. سپس محتوای هر سطل شست شد و از الک‌هایی با مش ۳۰ و ۸۰ که به ترتیب از درشت به ریز روی هم گذاشته شده بود؛ عبور داده شد. نمونه‌ها همراه با جریان آب از الک‌ها عبور داده و این عمل آن قدر تکرار شد تا آب خارج شده از الک‌ها کاملاً زلال شود. رسوب باقیمانده در آخرین مرحله خشک، استراکدهای آن به کمک برس از رسوبات جدا و در اسلایدهایی نگهداری شد. جهت مطالعه نمونه‌ها با میکروسکوپ الکترونی استراکدهای مورد نظر در روی پایه‌های فلزی به نام Stub چسبانده و پس از پوشش به وسیله لایه‌ای از طلا، عکس‌برداری شد. لازم به یادآوری است که تمامی نمونه‌های یافت شده عکسبرداری شده که برخی از آنها در این پژوهش منعکس شده است. تعدادی از استراکدهای یافت شده در نمونه‌های مورد مطالعه توسط میکروسکوپ نوری الکترونی روبشی (SEM) نیز عکس‌برداری شدند. جهت انجام مطالعات دیرینه‌بوم‌شناسی استراکدهای موجود در هر نمونه شمارش و بازه زمانی آنها رسم شد (شکل ۴). دیاگرام‌های ۵ و ۷ نشانگر تغییرات اکسیژن و عمق سازند بوده و براساس تغییرات فراوانی استراکدهای سازند رسم شده است. یادآوری می‌شود که استراکدها به جهت حساسیت به شاخص‌های رسوب‌گذاری بیشتر به حوضه‌های محلی محدود هستند و مقایسه آنها در مناطق دورتر بیشتر بر مبنای جنس و بیشتر جهت انجام تفسیرهای محیط رسوب‌گذاری است. از این رو جهت مطالعات زیست‌چینه‌نگاری از نانوفسیل‌های آهکی استفاده شده است که در همان برش مطالعه شده‌اند.

۴- بحث و نتایج

از آنجا که استراکدها حساسیت بالایی نسبت به فاکتورهای زیست‌محیطی مانند دما، شوری، شیمی آب و عمق دارند و از طرفی بستر نیز ممکن است تأثیر مهمی در معماری و جنبه‌های مورفولوژی کاراپاس آنان داشته باشد؛ لذا جهت تفسیر محیط رسوبی گروه فسیلی مفیدی هستند. بر این اساس تاکنون مطالعات زیادی در مورد استراکدها در دنیا در بازه‌های زمانی مختلف به ویژه کرتاسه فوقانی انجام شده که شرح مختصر برخی از آنها آورده شده است. نمونه‌هایی از ۲۰ چاه در مناطق نفت خیز فارس ساحلی توسط Grosidider (1973) مطالعه شده است. اطلسی نیز مشتمل بر تصاویر جنس‌ها و گونه‌های استراکدی شناسایی شده توسط وی منتشر شده است. Shahin (2005) توالی رسوبی را در مصر مطالعه و با توجه به مجموعه استراکدهای شناسایی شده سن سانتونین تا ماستریشتین پیشین را برای توالی مذکور پیشنهاد کرده است. Luger (2003) استراکدهای موجود در نهشته‌های مناطق عربستان، آفریقا و ماداگاسکار را بررسی و سن توالی‌های مورد مطالعه را سانتونین پیشین تا ماستریشتین پسین بیان کرده است. Gerson Fauth et al. (2003) استراکدهای موجود در نهشته‌های جزیره قطب جنوب را بررسی و سن توالی‌های مورد مطالعه را کامپانین بیان کرده‌اند. غالب استراکدهای شناسایی شده در مطالعات فوق در سطح جنس معرفی شده‌اند. در مطالعات کنونی نیز استراکدهای نهشته‌های کرتاسه فوقانی ایران در حوضه رسوبی کپه‌داغ و در برش چهچهه بررسی شده است. مطالعات انجام شده منجر به شناسایی، ۵۱ گونه متعلق به ۱۶ جنس از استراکدها در سازند آب‌دراز شد (شکل ۴) که برخی از آنها برای اولین بار مشاهده شده‌اند. لازم به یادآوری است که مطالعات انجام شده در مورد استراکدها در ایران نسبتاً جدید است و همچنین حساسیت این گروه فسیلی نسبت به شرایط محیط رسوبی سبب شده تا غالب جنس و

گونه‌ها محلی باشند. از این رو بسیاری از گونه‌های معرفی شده در این پژوهش جدید بوده و در حال حاضر به‌صورت .sp معرفی شده‌اند. شایان ذکر است که بسیاری از استراکدهای موجود در سازند آب‌دراز مشابه استراکدهای گزارش شده از ناحیه فارس ساحلی ایران (Grosdider, 1973) است.



شکل ۳- ستون چینه‌شناسی سازند آب‌دراز در برش چهچهه.

در میان استراکدهای شناسایی شده، غالب گونه‌های موجود به جنس‌های *Bairdia*، *Cytherella* و *Cytherelloidea* تعلق دارند (شکل ۴). نتایج زیست‌چینه‌نگاری و تعیین سن سازند و نیز نتایج حاصل از بازسازی محیط دیرینه برمبنای استراکدهای سازند آب‌دراز در برش چهچهه به شرح ذیر است.

۵- زیست‌چینه‌شناسی

در این مطالعه بر مبنای اولین حضور استراکدهای شاخص و مجموعه‌های فسیلی همراه آن، بایوزون‌های استراکدی *Rehacythereis* sp.، *Haplocytheridea* sp.، *Brachycythere* sp. و *Veenia* sp. به شرح ذیل تعیین شد.

۵- ۱. زون زیستی *Rehacythereis* sp.I

این زیست‌زون از اولین حضور گونه *Rehacythereis* sp. تا اولین حضور گونه *Haplocytheridea* sp. را در بر دارد. مجموعه استراکدهای شناسایی شده در این زون زیستی عبارتند از:

Rehacythereis sp., *Cytherella* sp.1., *Cytherellaida* sp.1, *Cytheris* sp.1, *Pontocyprella* sp.1, *Cyterella ovata*, *Bairda* sp.1, *Bairdia dolicha*, *Bairdia pseudoseptententriondisa*, , *paracypris* sp.1, *Xestoleberis* sp., *Cyterella parallella*, *Bairdiappilata* sp., *Bairda* sp.2, *Cytherellaida* sp.2, *Cytherella* sp3, *Cyterella goboensis*, *Bairda* sp.4 , *Cytherellaida* sp.2, *Cytherella* sp.1, *Bairda* sp3, *Haplocytheridea* sp.

ضخامت این بایوزون ۸۵ متر است.

۵- ۲. زون زیستی *Haplocytheridea* sp.II

این زیست‌زون از اولین حضور گونه *Haplocytheridea* sp. تا اولین حضور گونه *Brachycythere* sp. تعریف می‌شود. اولین حضور استراکدهایی نظیر *Cytheris* sp.2, *Haplocytheridea* sp., *paracypris* sp.3, *Pterygocythere* sp, *Cytherellaida* sp.3, *Brachycythere* sp., *paracypris* sp.2, *Krithe* sp., *Cytheropteron* sp2, *Xestoleberis ovata, Brachycythere* sp, *Pterygocythere pinquita, Cythereis dallasensis*, در این زون زیستی است. این زیست‌زون ضخامت ۱۴۰ متر از سازند آب‌دراز را در برمی‌گیرد.

۵- ۳. زون زیستی *Brachycythere* sp. III

محدوده این زیست‌زون از اولین حضور گونه *Brachycythere* sp. تا اولین حضور

گونه .*Veenia* sp است. گونه‌هایی که برای اولین بار در این زیست زون ظاهر شده‌اند؛ عبارتند از:

Krithe whitecliffsensis, Oculocytheropteron sp., *Pterygocythere murrayi, Hermanites sagittal, Limburgina formosa, Pontocyprella* sp.2, *Veenia* sp., *Pterygocythere diminata.*

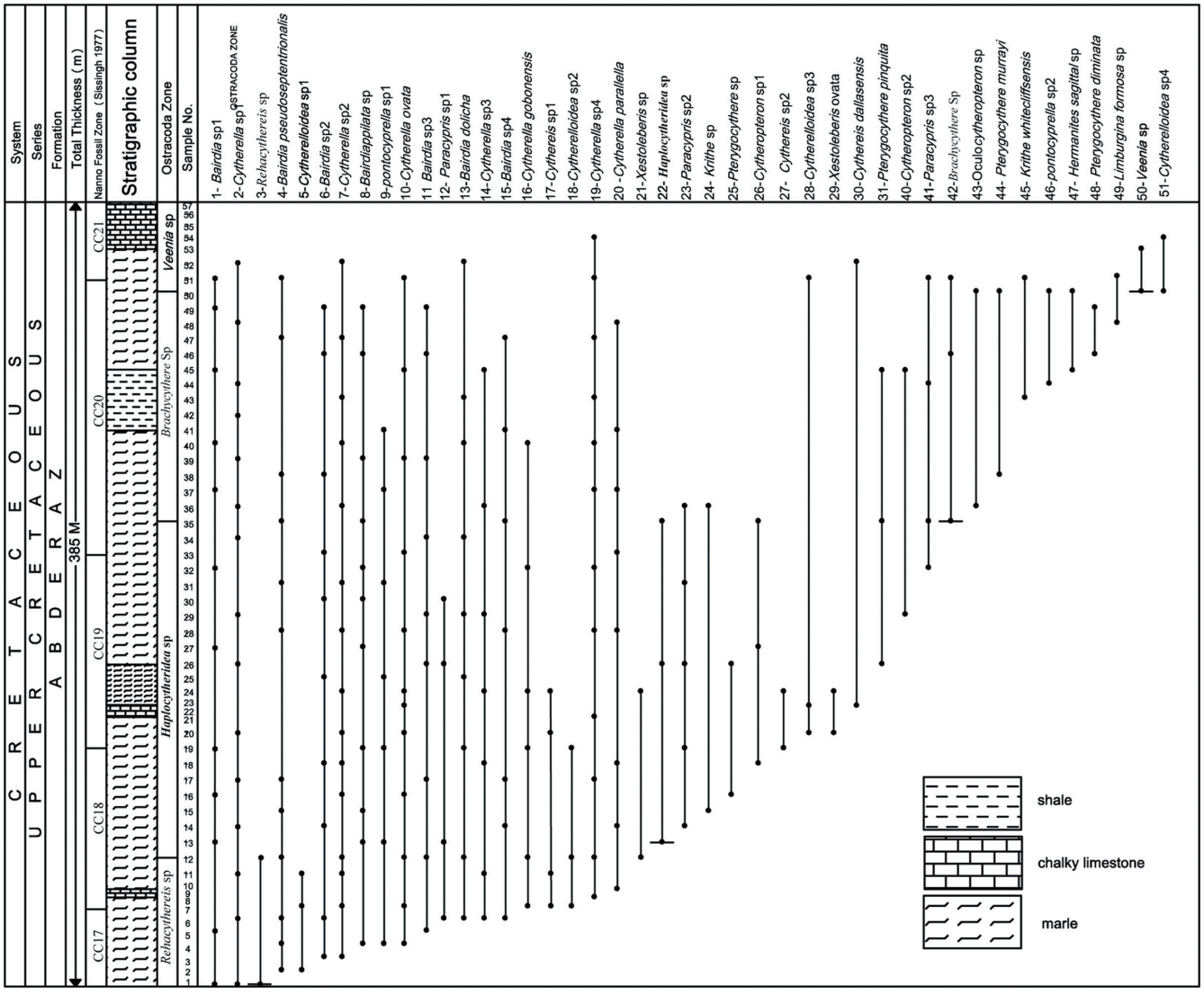
ضخامت این زیست‌زون ۹۰ متر است.

۵– ۴. زون زیستی *Veenia* sp. IV

اولین حضور گونه .*Veenia* sp نشانگر شروع زیست‌زون .*Veenia* sp است. گونه‌های همراه با گونه شاخص در این زیست‌زون عبارتند از: .*Cytherellaida* sp.4, *Veenia* sp ضخامت این زیست‌زون ۷۰ متر است.

در این برش علاوه بر مطالعه استراکدها، مطالعات نانوفسیل‌ها نیز انجام شده که نتایج حاصل از مقایسه استراکدها در مطالعات کنونی با مطالعات نانواستراتیگرافی به شرح زیر است:

همان‌طورکه در شکل ۴ مشخص است زیست‌زون *Rehacythereis* sp.I حدوداً معادل زیست‌زون Calculites obscurus (CC17) از زون‌بندی Sissingh (1977) است. بازه زمانی این زیست‌زون سانتونین پسین است.



شکل ۴- گسترش زیست‌چینه‌ای استراکدهای سازند آب دراز در برش چهچهه.

زیست‌زون .*Haplocytheridea* sp II تقریباً معادل *Aspidolitus parcus parcus* (CC18) و *Calculithes ovalis* (CC19) است. این زیست‌زون سنی معادل کامپانین آغازین تا انتهای کامپانین آغازین را دارد.

زیست‌زون .*Brachycythere* sp.III تقریباً معادل *Ceratolithoides aculeus* (CC20) و دارای سن معادل انتهای کامپانین آغازین است.

زیست‌زون .*Veenia* sp.IV حدوداً معادل زیست‌زون *Uniplanarius sissinghii* (CC21) است و سنی معادل ابتدای کامپانین پسین دارد.

بر اساس استراکدهای مطالعه شده و انطباق با نانوفسیل‌های شناسایی شده، سن سازند آب‌دراز در برش چهچهه سانتونین پسین تا ابتدای کامپانین پسین پیشنهاد می‌شود.

۶– دیرینه‌بوم‌شناسی

استراکدها نسبت به تغییرات شرایط محیطی از قبیل عمق آب، شوری، اکسیژن و میزان مواد مغذی حساس هستند و به دلیل حساسیت بالا نسبت به تغییر در پارامترهای محیطی، ابزاری سودمند در مطالعات دیرینه‌بوم‌شناسی و نیز بررسی تغییرات سطح آب دریا هستند (Gebhardth and Zorn, 2008). به دلیل وجود حساسیت به پارامترهای محیطی، توزیع گونه‌های استراکدی تا حد زیادی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. جایی که مواد غذایی بالا و اکسیژن کافی وجود داشته باشد؛ استراکدهای محیط فراوان است و تقریباً در زمان‌هایی که محیط زیستشان با شرایط کمبود اکسیژن مواجه شود؛ استراکدها ناپدید می‌شوند (Monostori and Ephraim, 1985).

شیل و مارن‌های سازند آب‌دراز در برش چهچهه حاوی مجموعه متنوعی از استراکدها هستند. فراوان‌ترین جنس‌های شناسایی شده در این برش از خانواده پلاتی‌کوپیدا شامل جنس‌های *Cytherella* و *Cytherelloidea* و از خانواده پودوکپیدا نیز جنس‌های *Pterygocytherei*، *Bairdia*، *Pontocyprella* است که تغییرات فراوانی آنها مبنای بازسازی شرایط محیطی دیرینه به ویژه تغییرات شوری، دما و عمق در مطالعات کنونی بوده است.

۶– ۱. شوری

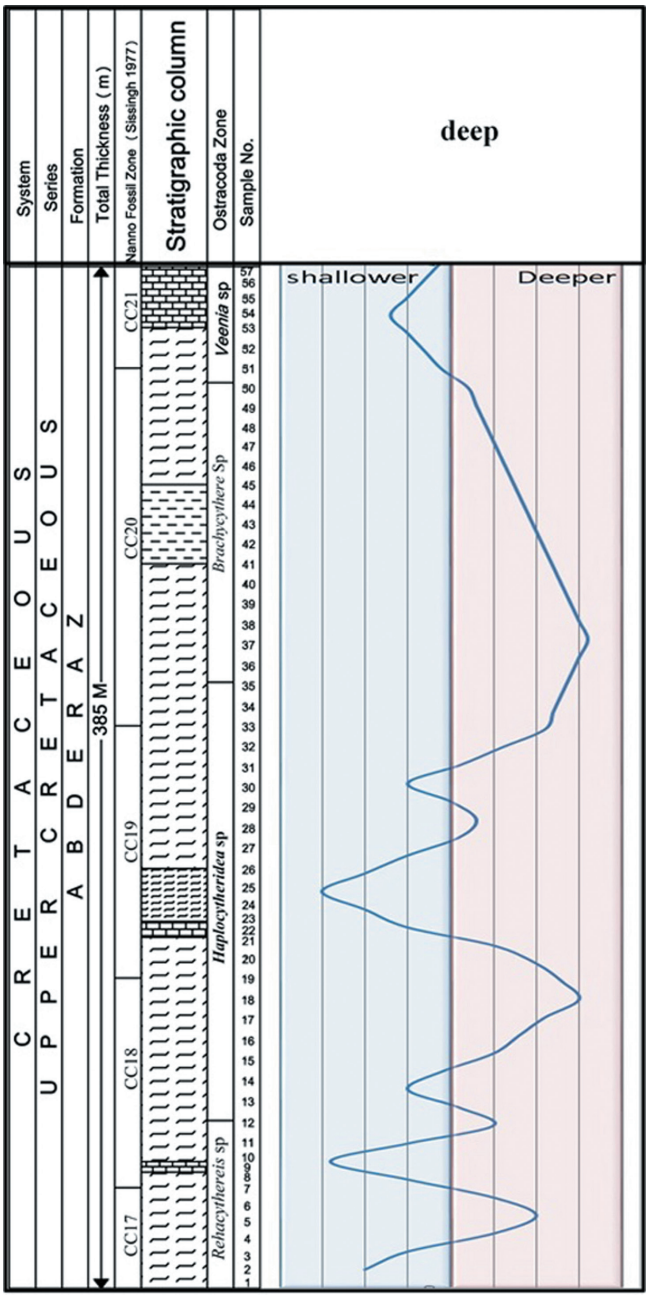
استراکدها در تمام محیط‌های آب شور و آب شیرین تا فوق العاده شور یافت می‌شوند (Moore, 1961). فراوانی و تنوع استراکدها در محیط‌های با شوری بالا به علت ناپایداری محیط پایین بوده است. جنس‌های *Cytherella*، *Bairdia* و *Cytheropteron* شاخص محیط‌های با شوری نرمال هستند (Sames, 2008; Khalaf and Aziz, 2009). در این مطالعه حضور فراوان گونه‌های متعلق به جنس‌های *Cytherlla*، *Bairdia* و *Cytheropteron* مؤید نهشته شدن رسوبات سازند در محیطی با شوری نرمال است (Ceolin et al., 2011).

۶– ۲. دما

دما به عنوان یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر پراکندگی استراکدهای دریایی در نظر گرفته می‌شود (Neale, 1964). جنس‌های *Cytherella*, *Paracypris*, *Cytherelloidea* نماینده آب‌های گرم وکم‌عمق هستند (Ceolin et al., 2011) *Cytherelloidea* یک جنس گرمادوست در دریاهای کم‌عمق است که تحمل کمتری نسبت به *Cytherella* در تغییرات دمای محیط دارد (Sohn, 1962) . بنا بر مطالعات Al-shareefi et al. (2010) وجود مجموعه جنس‌های *Paracypris*, *Bairdia*, *Cytherella* در مکان‌های مختلف نشان‌دهنده محیط دریایی کم‌عمق و گرم است. بر مبنای مطالب عنوان شده، فراوانی جنس‌های مذکور در برش چهچهه نشان‌دهنده رسوب‌گذاری سازند در محیط با دمای بالاست.

۶– ۳. عمق

از دیگر پارامترهایی تأثیرگذار بر تنوع و پراکندگی استراکدها، تغییرات عمق حوضه است. از این رو استراکدها شاخص‌های سودمندی جهت تعیین عمق دیرینه هستند. *Paracypris* و *Bairdia* با این که در محیط‌های دریایی کم‌عمق فراوان هستند؛ لکن در محیط‌های عمیق نیز دیده می‌شوند (Gebhardt and Zorn, 2008; Whatley et al., 2003). استراکدهای دارای زوائد بال‌مانند در آب‌های کم‌عمق کمیاب و در آب‌های عمیق فراوان‌ترند (Benson et al., 1971) همچنین حضور *Cytherelloidea* نشانگر محیط دریایی کم‌عمق است (Al-Shareefi et al., 2010). جنس *Paracypris* نماینده‌ای از آب‌های عمیق است. جنس *Cytherella* به تنهایی منعکس‌کننده یک محیط دریای باز با شرایط نریتیک نسبتاً عمیق است (Szcechura, 1965). که دارای کاراپاس صاف و فاقد تزیینات و صدف نازک، بیشتر در رخساره‌های آبی عمیق دیده می‌شوند و بالعکس استراکدهای که دارای کاراپاس تزیین یافته و پوسته ضخیم بیشتر در رخساره‌های آبی کم‌عمق وسازگار با محیط های انرژی بالا یافت می‌شوند (Benson et al., 1971). فراوانی جنس‌های *Bairdia*, Cytherella, Paracypris در برش مورد مطالعه بیشتر در نزدیکی باندهای آهکی گل‌سفیدی است. استراکدهایی با کاراپاس آرایش یافته و پوسته ضخیم نظیر *Pterygocythere* و*Veenia* نیز در نهشته‌های مارنی نزدیک به باندهای آهکی گل‌سفیدی دیده می‌شوند. *Xestoleberis* در نزدیکی باندهای آهکی گل‌سفیدی مشاهده می شود که نشان‌دهنده محیط کم‌عمق است. جنس *Cytherella* نیز علاوه بر حضور در مارن های سازند، نزدیک به باندهای آهکی گل‌سفیدی، در بخش‌های مارنی دور از باندهای آهکی گل‌سفیدی دیده می‌شود که فراوانی پودوکوپیدها و سایر فسیل‌های دیگر به نسبت کمتر شده است. از این رو تغییرات فراوانی و چگونکی حضور استراکدها نشانگر کاهش عمق در نزدیکی باندهای آهکی گل سفیدی و افزایش عمق به سمت واحدهای مارنی دورتر از باندهای آهکی گل‌سفیدی است (شکل ۵).



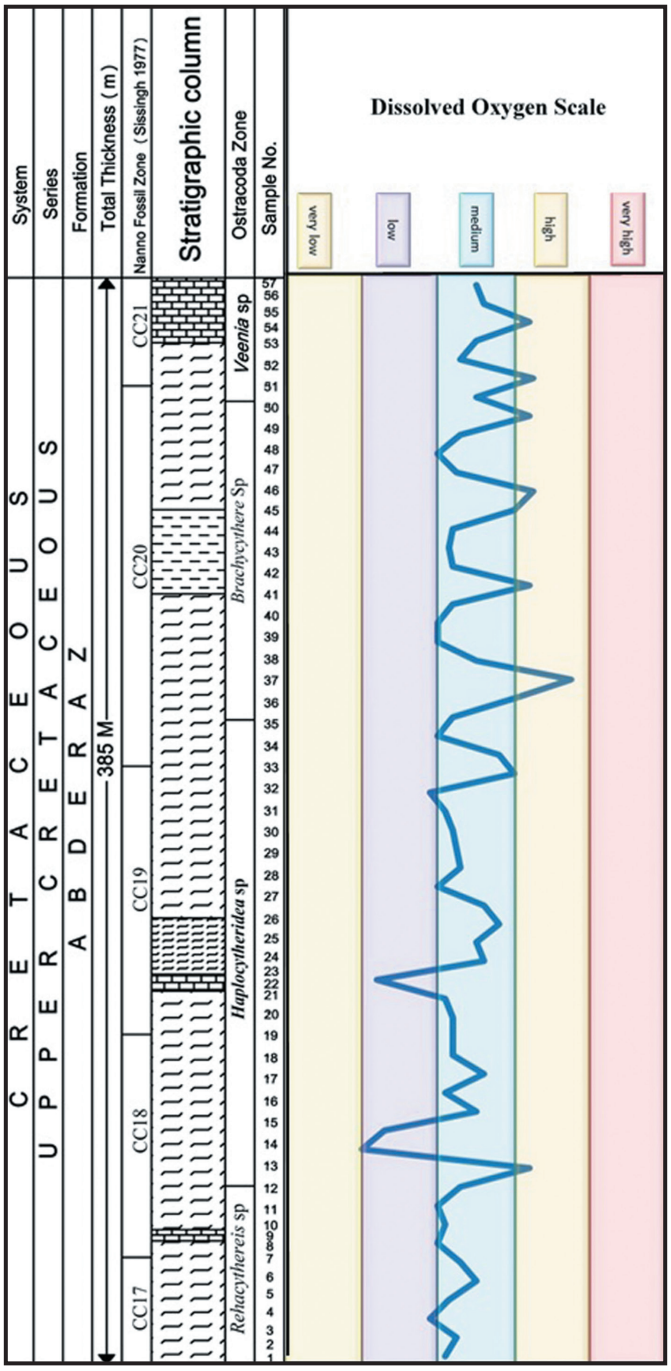
شکل ۵– میزان عمق سازند آب‌دراز در برش چهچهه.

۶– ۴. اکسیژن: پلاتی‌کوپیدها، تنها گروه باقیمانده از استراکدهای صافی‌خوار بعد از انقراض جهانی *Metacopina* در توآرسین زیرین و بسیار مهم جهت تعیین مقدار اکسیژن حل شده در اقیانوس‌های قدیمه هستند. به این ترتیب که افزایش فراوانی پلاتی‌کوپیدها نشان‌دهنده مقدار اکسیژن حل شده پایین (جدول ۱) است (Whatley et al., 2003). حضور فرم‌های متعلق به دو خانواده Platycopida و Podocopida با هم نشان‌دهنده محیط حاوی اکسیژن در زمان رسوب‌گذاری است (Whatley et al., 1987). به منظور تعیین میزان سطوح اکسیژن در سازند آب‌دراز، نسبت فراوانی پلاتی‌کوپیدها به پودوکوپیدها اندازه‌گیری شد. فراوانی پلاتی‌کوپیدها نسبت به پودوکوپیدها در سازند آب‌دراز متفاوت است. تغییرات فراوانی جنس‌های مذکور مؤید آن است که زمانی که تعداد پلاتی‌کوپیدا زیاد بوده؛ میزان اکسیژن کم و زمانی که تعداد پلاتی‌کوپیدا کم بوده، میزان اکسیژن محلول در آب زیاد بوده

است. نوسانات مشخص شده در میزان اکسیژن سازند در برش چهچهه و مقایسه آن با مطالعات انجام شده توسط Whatley et al. (2003) نشان می‌دهد که میزان اکسیژن از نوع میانه است (شکل ۶). در شکل ۷ تصاویر تعدادی از استراکدهای شناسایی شده سازند آب‌دراز در برش چهچهه ارائه شده است.

جدول ۱- تغییرات فراوانی پلاتی‌کوپیدها و تغییرات اکسیژن (اقتباس از Whatley et al., 2003).

Percent	Fossil	Oxygen	Amount
80%-90%	Platycopids	Very low oxygen	ml/1 2-1
60%-80%	Platycopids	Low oxygen	ml/1 3-2
40%-60%	Platycopids	Medium oxygen	ml/1 4-3
20%-30%	Platycopids	High oxygen	ml/1 5-4
0-20%	Platycopids	Very high oxygen	Above 5 ml/1



شکل ۶- میزان اکسیژن سازند آب‌دراز در برش چهچهه.

۷– نتیجه‌گیری

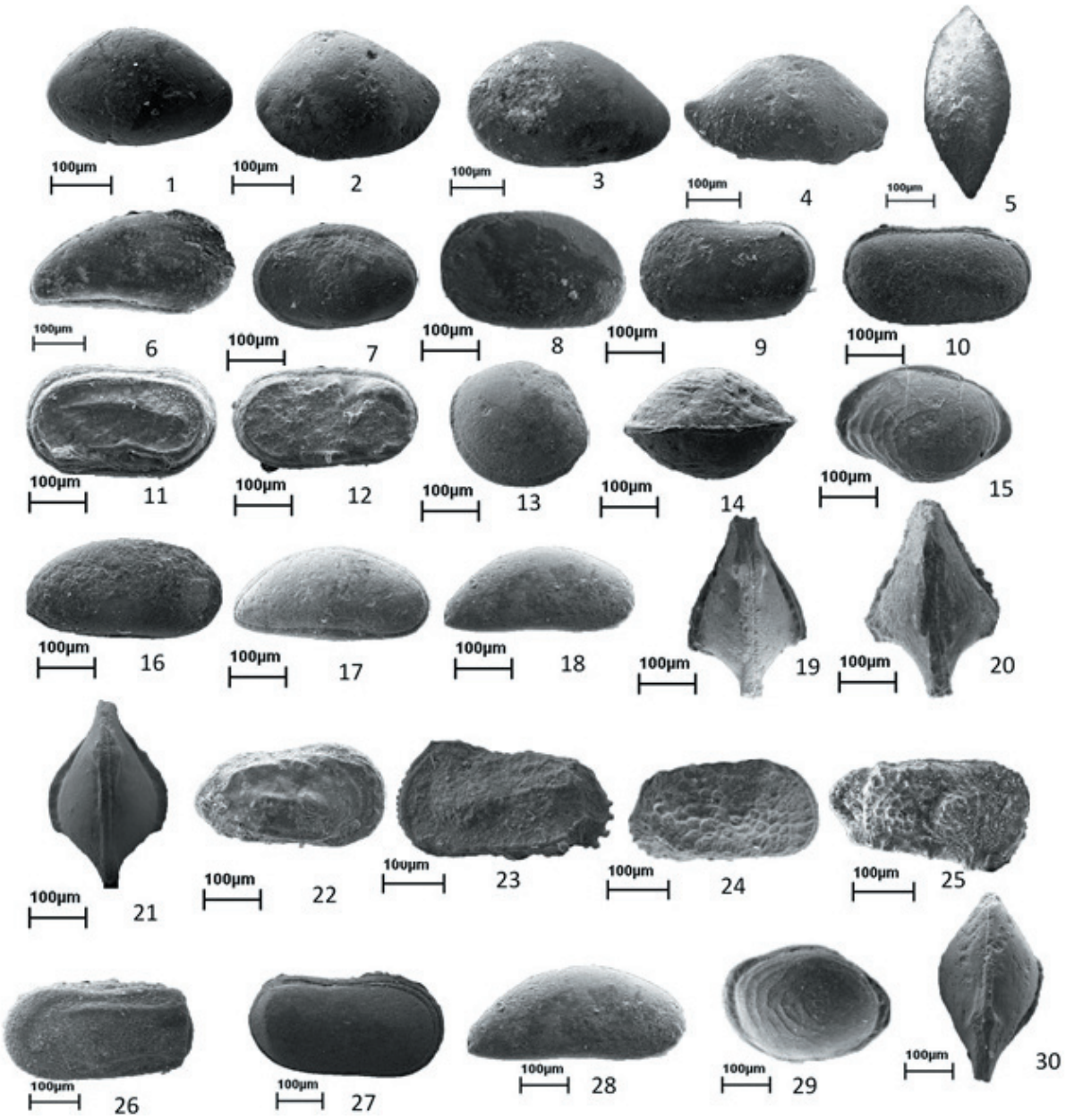
استراکدهای سازند آب‌دراز دارای حفظ‌شدگی خوب، فراوانی متوسط و تنوع نسبتاً خوب هستند. در این بررسی ۱۶ جنس و ۵۱ گونه از استراکدها شناسایی شد.

بر مبنای مطالعات انجام شده ۴ زون زیستی *Rehacythereis* sp., *Veenia* sp., *Brachycythere* sp., *Haplocytheridea* sp. تعیین شد که مطابق با زیست‌زون‌های نانوفسیلی CC17- CC21 از زون‌بندی Sissingh (1977) است. بر اساس مقایسه زون‌های زیستی استراکدی با نانوفسیل آهکی، سن برش مورد مطالعه سانتونین پسین تا ابتدای کامپانین پسین است.

– فراوانی جنس‌های *Cytherlla*، *Bairdia* و *Cytheropteron* در نمونه‌های مطالعه شده دال بر شوری نرمال آب در این سازند دارد.

–فراوانی *Cytherelloidea*، *Bairdia* و *Cytherella* نشانگر دمای بالای این حوضه رسوب‌گذاری است.

– فراوانی و تنوع استراکدها و به ویژه فراوانی میزان پلاتی کوپیدها مؤید اکسیژن‌دار بودن محیط بوده و میزان اکسیژن در حوضه مورد مطالعه از نوع میانه است. در این بررسی، استراکدها تغییرات عمق حوضه را با کاهش در نزدیکی باندهای آهکی گل‌سفیدی و افزایش به سمت واحدهای مارنی دورتر از باندهای آهکی گل‌سفیدی نشان می‌دهند.



شکل ۷– تصاویر منتخب از استراکدهای شناسایی شده در سازند آب‌دراز در برش چهچهه.

Fig.1- *Bairdia* sp1 exterior of left valve; Fig.2- *Bairdia* sp2 exterior of left valve; Fig.3- *Bairdoppilata* sp., exterior of Left valve; Fig.4-*Bairdia pseudoseptentrionalis* Mertens, 1985 exterior of right valve; Fig.5- *Bairdia dolicha* Bold, 1957 carapas; Fig.6- *Haplocytheridea* sp., Crane, 1965, exterior of right valve; Fig.7- *Cytherella gobonensis* neufville, 1973 exterior of left valve; Fig.8- *Cytherella ovate*, Roemer 1841 exterior of Left valve; Fig.9 - *Cytherella parallela* ,Reuss 1846 exterior of Left valve; Fig.10- *Cytherella* sp 4, exterior of Left valve; Fig.11- *Cytherelloidea* sp 1 exterior of left valve; Fig.12- *Cytherelloidea* sp 2 exterior of left valve; Fig.13- *Xestoleberis ovata* Bonnema 1941, exterior of left valve; Fig.14- *Oculocytheropteron* sp. dorsal view; Fig.15- *Brachycythere* sp1 exterior of right valve; Fig.16- *Krithe* sp, Bate, 1972 exterior of right valve; Fig.17- *Pontocyprella* sp, exterior of right valve; Fig.18- *paracypris* sp1 exterior of right left valve; Fig.19- *Pterygocythere diminata*, Weaver1982, dorsal view; Fig.20- *Pterygocythere murrayi* Hill 1954, dorsal view; Fig.21- *Pterygocythere pinguita*, Crane, 1965, dorsal view; Fig.22-*Veenia* sp, exterior of right valve; Fig.23- *Rehacythereis* sp. exterior of left valve; Fig.24- *Limburgina Formosa* sp., exterior of right valve; Fig.25- *Cythereis dallasensis*, Crane, 1965, exterior of right valve; Fig.26- Cytherelloidea sp 3 exterior of left valve; Fig. 27- *Cytherelloidea* sp. 4 exterior of right valve; Fig.28- *paracypris* sp2 exterior of right valve; Fig.29- *Brachycythere* sp2 exterior of left valve; Fig.30- *Pterygocythere* sp., dorsal view.

کتابنگاری

آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳- زمـین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.

افشارحرب، ع.، ۱۳۷۳- زمین‌شناسی کپه‌داغ، سازمان زمین‌شناسی واکتشافات معدنی کشور، ۲۷۵ ص.

جوادی موسوی، ن.، علامه، ح. و مرادیان، ف.، ۱۳۹۰- پالئواکولوژی سازند آب‌دراز در برش سنگانه بر اساس استراکدها در حوضه رسوبی کپه‌داغ، نخستین کنگره تخصصی رسوب‌شناسی و چینه‌شناسی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، ۲۵۶ ص.

داریوش‌نیا، م. و علامه، ح.، ۱۳۹۰- بیواستراتیگرافی سازند آب دراز در برش پادها بر مبنای استراکدها، پانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران تهران، دانشگاه تربیت معلم، ۱۹۳ ص.

ذبیحی ، ف.، ۱۳۸۸- بایوستراتیگرافی سازند آب‌دراز در برش چهچهه، پایا ن‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۳۰ص.

وحدتی‌راد، م.، ۱۳۸۷- بیواستراتیگرافی و تعیین محیط رسوبی سازند آب‌دراز در برش حمام قلعه ، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۸۰ص.

هادوی، ف. و علامه، م.، ۱۳۸۱- استراکدهای سازند آب‌تلخ در مقطع تیپ.مجموعه مقالات ششمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، ۵ تا ۷ شهریور، کرمان، ص. ۶۸۹ تا ۶۹۲.

هادوی، ف.، ۱۳۷۷- میکروپالئونتولوژی جلد اول ،انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۲ ص.

References

Al-Shareefi, I. Y., Khalaf, S. K. and Al-Eisa, M. A., 2010- Paleoecology of some Upper Cretaceous Formations from Selected Wells Northwest and Middle Iraq. Iraqi Journal of Earth Sciences, 10 (2): 67-96.

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, 5: 63-91.

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, 91: 111-128

Gerson Fautha, G., Seeling, J. and Luther A., 2003- Campanian(Upper Cretaceous) ostracods from southern James Ross Island, Antarctica, 84: 105-119

Gebhardt, H. and Zorn, I., 2008- Cenomanian ostracods of the Tarfaya upwelling region (Morocco) as palaeoenvironmental indicators. Revue de micropaleontology. 51: 273-286.

Grosdider, E., 1973- Associations d' ostracodes du Cretace d' Iran,Rev.Inst .fr.Petrol. 28. 131-168 P.

Khalaf, S. K. and Aziz, N. M., 2009- On Some Species of the Ostracode Genera Cytherella, Bairdia and Bairdoppilata From Avanah Formation, Dohuk Area, Northern Iraq. Tikrit Journal of Pure Science, 14 (3): 1813–1662.

Luger, P., 2003- Paleobiogeography of late Early Cretaceous to Early Paleocene marine Ostracoda in Arabia andNorth to Equatorial Africa. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 196, 319-342.

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; Crustacea, Osteracoda. Geological. Society of America and Univ. Kansas, 422 p

Neale, J. W., 1964- Some factors influencing the distribution of Recent British Ostracoda. Pubblicazioni della Stazione Zooligica di Napoli, 33: 247-307.

Shahin, A., 2005- Maastrichtian to Middle Eocene ostracodes from Sinai, Egypt: Systematics, biostratigraphy and paleobiogeography. Revue de Paleobiologie, 24(2): 749.

Sissingh, W., 1977- Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. Geol Mijnbo, 56: 37-65

Sohn, I. G., 1962- The ostracode genus Cytherelloidea, a possible indicator of paleotemperature. United States Geological Survey professional paper 450-D, 162: D144-147.

Szczechura, J., 1965- Cytheracea (Ostracoda) from the uppermost Cretaceous and Lowermost Tertiary of Poland. Acta Palaeontologica Polonica, 10 (4): 451–564.

Whatley, R. C., and Coles, G., 1987- The late Miocene to Quaternary Ostracoda of Leg 94, Deep Sea Drilling Project. Revista Española de Micropaleontologia, 19 (1): 33-97.

Whatley, R. C., Bajpai, S. and Whittaker, J. E., 2003- Indian intertrappean ostracoda in the collections of the Natural History Museum, London. Cretaceous Research, 24 (1): 73-88.

Biostratigraphy and paleoecology of Abderaz Formation in Chahchaheh section, East Koppeh-Dagh based on Ostracods

S. Sanjary[1], F. Hadavi[2*], M. Notghi Moghaddam[3] and M. Allameh[4]

[1]Ph.D. Student, International Campus, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

[2]Professor, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

[3]Assistant Professor, Department of Geology, Payame Noor University, Tehran, Iran

[4]Associate Professor, Department of Geology, Islamic Azad University,Mashhad Branch, Mashhad, Iran

Received: 2016 November 29 Accepted: 2017 August 19

Abstract

In the present study the Abderaz Formation ostracods were investigated. The thickness of the formation in this section is 385m, and consists of shale and marl together with three horizons of chalky limestone. Paleontological studies led to identification of 16 genera and 51 species of ostracods and differentiation of four biozones in this section. According to the ostracods and correlation with calcareous nannofossils in this section, an age of late Santonian to early late Campanian is quoted to the formation at this section. Presence of warm water index species and absence of cool water forms suggest warm surface waters. Also changes in depth and oxygen were concluded during depositional course of the formation.

Keywords: Biostratigraphy, Paleoecology, Ostracod, Abderaz Formation, Chahchaheh, Koppeh-Dagh.

For Persian Version see pages 75 to 82

*Corresponding author: F. Hadavi; E-mail: fhadavi@ferdowsi.um.ac.ir