رخساره‌های رسوبی، تابستان ۱۳۸۹
۳ (۱): ۴۷- ۳۵

Sedimentary Facies, Summer 2010
3 (1): 35-47

پالئواکولوژی سازند آب تلخ برمبنای استراکودها در برش بافرجی

زینت سلیمان نوری[۱]، محسن علامه[۲*]، حبیب‌الله ترشیزیان[۲]، رضا شریفیان عطار[۳]

۱ـ دانشجوی کارشناسی ارشد چینه شناسی و فسیل شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، ایران

۲ـ استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، ایران ۳ـ کارشناس زمین شناسی، دانشکده علوم دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، ایران

*پست الکترونیک: allameh.1345@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۱۷ **تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۲۷**

چکیده

سازند آب تلخ یکی از واحدهای رسوبی حوضه رسوبی کپه داغ است که تاکنون چندین مرتبه براساس سایر فسیلها از جمله پالینومورفها، نانوپلانکتونهای آهکی و روزن‌داران مورد مطالعه قرار گرفته است. برش مورد مطالعه با مختصات جغرافیایی "۵۴ '۴۶ °۵۹ طول شرقی و "۴۲ '۵۵ °۳۶ عرض شمالی در ۱۳۵ کیلومتری جاده مشهد ـ کلات و مجاورت روستای بافرجی واقع شده است. ترکیب سنگ شناسی این سازند عمدتاً شامل شیلهای خاکستری مایل به آبی با لایه‌هایی از مارن است. مرز پایینی سازند آب تلخ با سازند آب دراز کاملاً تدریجی و مرز بالایی آن با سازند نیزار نیز تدریجی است. ضخامت اندازه‌گیری شده سازند در برش بافرجی ۹۸۰ متر است. به منظور مطالعه سازند آب تلخ براساس استراکودها تعداد ۴۶ نمونه برداشته شد. برای جداسازی استراکودها از رسوبات، نمونه‌ها شسته و پس از مراحل آماده سازی، توسط میکروسکپ الکترونی عکس برداری شدند. تعداد ۵۴ گونه متعلق به ۲۵ جنس که عمدتاً از خانواده‌های پودوکوپیدا و پلاتی‌کوپیدا می‌باشند، شناسایی و با توجه به محدوده سنی این فسیلها، سن سازند آب تلخ سانتونین ـ ماستریشتین تعیین شد. همچنین این واحد در محیط دریایی کم عمق، اکسیژن دار با شرایط آب و هوایی گرم نهشته شده است.

واژه‌های کلیدی: کپه داغ، سازند آب تلخ، بافرجی، استراکود، پالئواکولوژی.

مقدمه

حوضه رسوبی کپه داغ در شمال شرق ایران، بخش وسیعی از ترکمنستان و شمال افغانستان را در برگرفته است. کپه داغ ایران منطقه‌ای کوهستانی است که دو رشته کوه کپه داغ و هزار مسجد، گلستان، آلاداغ و بینالود با روندی موازی بیشتر سطح منطقه را پوشانیده است (افشارحرب ۱۳۷۳). سازند آب تلخ یکی از سازندهای کرتاسه پسین حوضه کپه داغ است و نام آن از روستای آب تلخ گرفته شده است. این روستا در مسیر مشهد به سرخس در ۷۷ کیلومتری شمال شرق مشهد، در راه روستای بزنگان به روستای چهچهه، قراردارد. نام سازند آب تلخ اولین بار توسط زمین شناسان شرکت ملی نفت برای واحدی از سیلت‌سنگ و شیلهای خاکستری روشن تا سبز ـ آبی با لایه‌های جزیی و فرعی مارن که به طور وسیع در جنوب شرقی کپه داغ گسترش یافته‌اند، به کار گرفته شد. به دلیل وجود شیل و مارن در سازند آب تلخ، این سازند همواره دارای سیمای تپه ماهوری بوده و نفوذ ناپذیری شیل و مارنهای آن باعث به وجود آمدن زمینهای بد (Bad land) و زه‌کشی دندریتی در آن شده است. مرز زیرین سازند آب تلخ با سازند آب‌دراز هم شیب است. حد بالایی آخرین لایه سنگ آهک گل سفیدی سازند آب‌دراز به عنوان مرز پایینی سازند آب تلخ در نظر

گرفته شده است. سازند آب تلخ در بخش بالایی خود از لایه‌های نازک ماسه سنگ رس‌دار و سنگ آهک مارنی ماسه‌ای تشکیل شده و توسط سازند ماسه سنگی نیزار به طور هم شیب پوشیده می‌شود. ضخامت سازند آب تلخ ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ متر معرفی شده و میکروفونای آن سن کامپانین - ماستریشتین را مشخص می‌سازد (آقانباتی ۱۳۸۳).

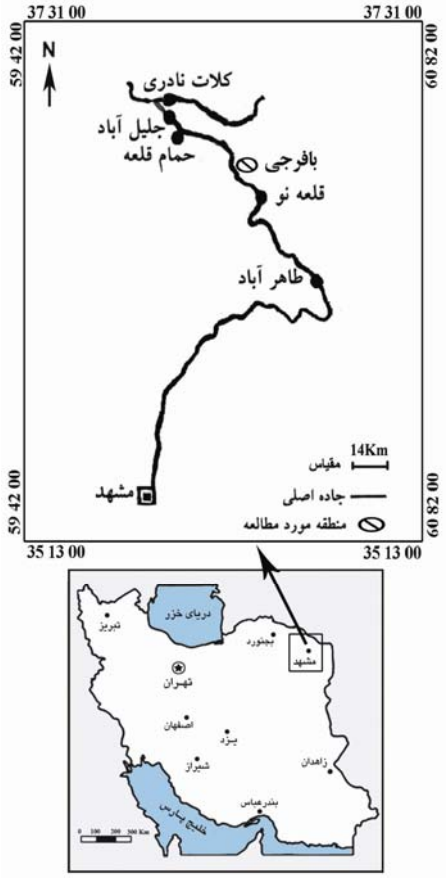
هدف از انجام این تحقیق، شناسایی جنسها و گونه‌هایی از فسیلهای استراکود در سازند آب تلخ واقع در برش بافرجی است و بر اساس آن می‌توان به پرسشهایی از جمله تعیین سن سازند، بازسازی محیط رسوبی قدیمه، تعیین پالئواکولوژی، تعیین درصد جنسهای استراکودهای موجود در سازند آب تلخ و بررسی میزان اکسیژن محیط پاسخ داد.

روش مطالعه

جمع‌آوری اطلاعات و حصول نتایج نهایی طی سه مرحله مطالعات کتابخانه‌ای، صحرایی و آزمایشگاهی صورت گرفته است. نمونه‌های برداشت شده از سازند آب تلخ، در آزمایشگاه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد مورد بررسی و تجزیه شیمیایی قرار گرفت که این مرحله حدود ۱۰ روز به طول انجامید. برای مطالعه استراکودهای فسیل ابتدا حدود ۴۰۰ گرم از هر نمونه به صورت قطعات کوچکی درآورده شد و داخل ظرف آبی قرار گرفت. به ازای هر لیترآب، ۱۰ سی‌سی آب اکسیژنه ۱۵ درصد اضافه کرده و نمونه‌ها ۱۲تا ۲۴ ساعت در همین وضعیت باقی ماندند. سپس در مرحله شست‌وشو از سه الک با مشهای ۳۵، ۸۰ و ۱۰۰ که به ترتیب از درشت به ریز روی هم قرار داده شده بودند، استفاده گردید. نمونه‌ها همراه با جریان آب از الکها عبور داده شد و این عمل آن قدر تکرار گردید تا آب خارج شده از الکها کاملاً زلال شود. آنگاه رسوب باقی‌مانده بر روی الکها با آب و کربنات سدیم جوشانده شد و پس از تبخیر نهایی آب، خشک شدن رسوب و جداسازی فسیلهای مورد نظر به کمک قلم (00) مخصوص جداسازی (picking)، به کمک میکروسکپ الکترونی از آنها عکس تهیه شد.

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه

مختصات جغرافیایی برش مورد مطالعه "۴۲ '۵۵ °۳۶ عرض شمالی و "۵۴ '۴۶ °۵۹ طول شرقی و ارتفاع آن از سطح آبهای آزاد ۱۲۵۲ متر است. ضخامت سازند آب تلخ در این برش ۹۸۰ متر اندازه گیری شده است. برش بافرجی در کیلومتر ۱۳۲ جاده مشهد به کلات نادری واقع شده است. برای رسیدن به برش مورد نظر باید در مسیر جاده مشهد به کلات حرکت کرد و قبل از رسیدن به روستای حمام قلعه (در فاصله ۱۵ کیلومتری شهر کلات) و پس از طی یک کیلومتر مسافت پیاده در سمت راست جاده، به محل برش رسید (شکل ۱).



شکل ۱: نقشه راههای دسترسی به برش مورد مطالعه

چینه شناسی سازند آب تلخ در برش بافرجی

جنس عمده سنگهای سازند آب تلخ در برش بافرجی را شیل و مارن تشکیل می‌دهد و ضخامت حقیقی سازند ۹۸۰ متر اندازه‌گیری شده است. مرز پایینی آن با سازند آب دراز به صورت تدریجی است. اولین بخش تفکیک شده از سازند آب تلخ شیلهای آهکی آبی تا خاکستری روشن است که در سطوح فرسوده و هوازده به رنگ سبز بسیار روشن دیده می‌شوند. آخرین بخش از سازند آب تلخ را نیز شیلهای آهکی به رنگ خاکستری بسیار روشن تشکیل می‌دهند و بعد از این واحد، ماسه سنگهای سازند نیزار شروع می‌شوند. مرز بالایی سازند آب تلخ با سازند نیزار همچون مرز پایینی تدریجی بوده و با تبدیل شیلها به شیلهای ماسه‌ای و نهایتاً ماسه سنگهای سازند نیزار مشخص می‌شود. ستون چینه‌شناسی سازند آب تلخ در برش مورد مطالعه در شکل ۲ نشان داده شده است.

معرفی استراکودهای سازند آب تلخ در برش بافرجی

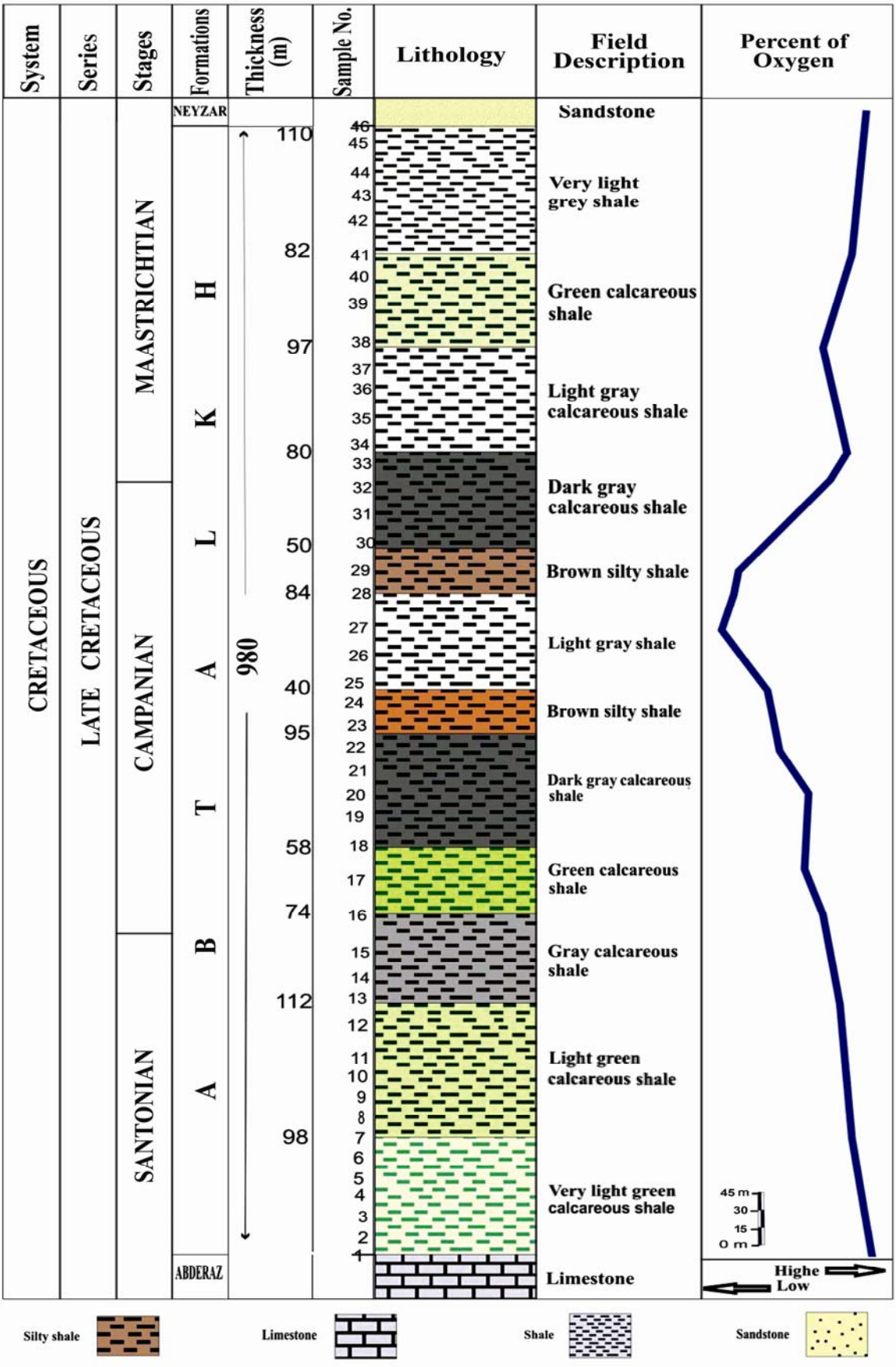
به منظور شناسایی استراکودهای سازند آب تلخ در برش بافرجی تعداد ۴۶ نمونه از قسمتهای مختلف سازند برداشته شد. استراکودها در تمامی نمونه‌های برداشت شده با فراوانی متفاوتی حضور دارند (شکل ۳). در این مطالعه تعداد ۵۴ گونه متعلق به ۲۵ جنس از استراکودها شناسایی شد. فراوانی استراکودها در نمونه‌های برداشت شده متفاوت است. استراکودهای شناسایی شده در این مطالعه به شرح زیر می‌باشند:

Alatacythere robusta, *Alatacythere* sp., *Bairdia dolicha*, *Bairdoppilata gliberti*, *Bairdia pseudoseptentrionalis*, *Bairdia* sp., *Brachycythere sphenoides*, *Brachycythere* sp., *Caudites* sp., *Cythereis dallasensis*, *Cythereis namousensis*, *Cythereis ornatissima*, *Cythereis* sp.1, *Cythereis* sp.2, *Cytherella ovata*, *Cytherella ovoidea*, *Cytherella speetonensis*, *Cytherella* sp.1, *Cytherella* sp.2, *Cytherella* sp.3, *Cytherelloidea granulose*, *Cytherelloidea* sp.1, *Cytherelloidea* sp.2, *Cytherelloidea* sp.3, *Eucythere solitaria*, *Eucythere trigonalis*, *Haplocytheridea* cf. *H. plummeri*, *Haplocytheridea* sp.1, *Haplocytheridea* sp.2, *Haplocytheridea* sp.3, *Krithe* sp., *Krithe whitecliffsensis*, *Macrocypris* sp., *Neocythere virginea*, *Nigeria* sp., *Paracypris dubertreti*, *Paracypris* sp., *Paracypris wrothamen-sis*, *Phacorhabdotus* sp.1, *Phacorhabdotus* sp.2, *Pterygocythere ovata*, *Pterygocythereis* sp.1, *Pterygocythereis* sp.2, *Polycope* sp., *Pontocyprella recurva*, *Pontocyprella* sp.1, *Pontocyprella* sp.2, *Pontocypris* sp., *Schuleridea perforate headonen-sis*, *Schuleridea* sp., *Trachyleberidea geinitzi*, *Veenia* sp., *Xestoleberis* sp.

سن سازند آب تلخ در برش بافرجی بر مبنای استراکودها

واتلی و باجپایی (۲۰۰۰) با پژوهشهایی که بر روی استراکودهای هند انجام داده‌اند و با توجه به مجموعه فسیلی *Bairdoppilata gliberti*، *Cythereis dallasensis*، *Cytherella ovata*، *Cytherella ovoidea*، *Cytherella speetonensis*، *Cytherelloidea granulose*، *Eucythere solitaria*، *Krithe* sp.، *Neocythere virginea* و *Pontocyprella recurva* سن سنونین را برای توالیهای مذکور تعیین کرده‌اند.

کاس و همکاران (۲۰۰۲) با تحقیقاتی که بر روی استراکودهای شمال شرق مکزیک انجام داده و با توجه به حضور فسیلهای *Alatacythere* sp.، *Cythereis dallasensis*، *Cytherella speetonensis*، *Cytherelloidae hindei*، *Cytherelloidea granulose*، *Neocythere virginea*، *Polycope* sp.، *Schuleriea perforate headonensis*، *Trachyleberidea geinitzi* و *Xestoleberis* sp. سن رسوبات مورد مطالعه خود را ابتدای سانتونین تا انتهای کامپانین معرفی کرده‌اند.



شکل ۲: ستون چینه‌شناسی و نمودار تغییرات میزان اکسیژن در طول سازند آب تلخ سازند در برش مورد مطالعه

شکل ۳: نمودار پراکندگی و درصد فراوانی جنس و گونه‌های فسیل استراکودها در برش مورد مطالعه

لاگر (۲۰۰۳) مطالعات گسترده‌ای را بر روی استراکودهای آفریقا، عربستان و ماداگاسکار انجام داده و باتوجه به مجموعه فسیلی *Brachycythere sphenoids*، *Cytherella ovata*، *Cytherella ovoidea*، *Cytherella speetonensis*، *Eucythere trigonalis*، *Haplocytheridea* cf. *Haplummeri*، *Haplocytheridea* sp.1، *Paracypris wrothamensis*، *Trachyleberidea geinitzi*، *Veenia* sp. و *Xestoleberis* sp. سن توالیهای مورد مطالعه خود را سانتونین پیشین تا ماستریشتین پسین گزارش کرده است.

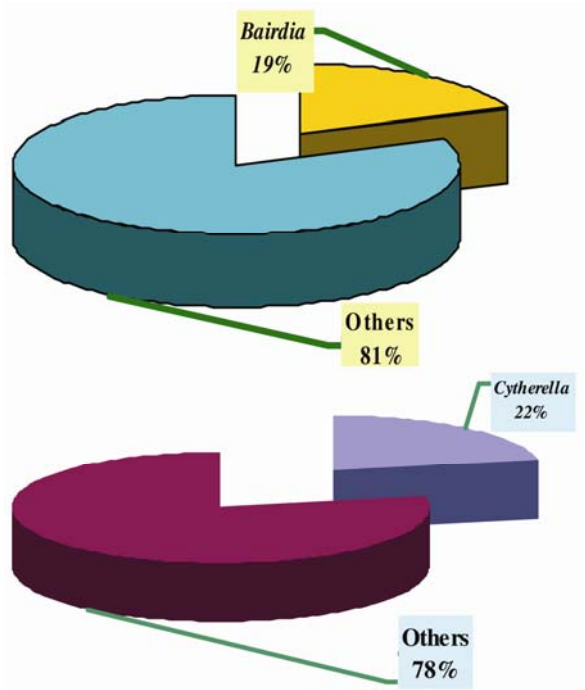
شاهین (۲۰۰۵) با توجه به مجموعه استراکودهای فسیلی *Brachycythere sphenoides*، *Bairdia psudoseptentrionalis*، *Cytherella ovata*، *Cythereis dallasensis*، *Eucythere solitaria*، *Krite witecliffsensis*، *Neocythere virginea*، *Pontocyprella recurva*، *Trachyleberidea geinitzi* و *Xestoleberis* sp. سن سانتونین تا ماستریشتین پیشین را توالیهای مورد مطالعه خود در مصر ارائه کرده است.

سُوین (۲۰۰۷) با مطالعه استراکودهای جنوب کارولینا و با توجه به مجموعه فسیلی *Alatacythere robusta*، *Bairdia psudoseptentrionalis*، *Cythereis dallasensis*، *Cytherella ovata*، *Cytherelloidea hindei*، *Eucythere solitaria*، *Phacorhabdotus* sp.، *Schuleridea perforate-headonensis* و *Veenia* sp.، که در رسوبات سازند آب تلخ در برش بافرجی نیز مشاهده شده‌اند، سن رسوبات مورد مطالعه خود را کامپانین ـ ماستریشتین دانسته است.

با توجه به مطالب فوق و مقایسه استراکودهای شناسایی شده در سازند آب تلخ در برش بافرجی با مطالعات انجام شده در سایر نقاط دنیا و گسترش زمانی جنسهای یافت شده، سن سازند مذکور در برش مورد مطالعه سانتونین ـ ماستریشتین در نظر گرفته می‌شود. این بازه زمانی با سنی که تا به حال برای سازند آب تلخ بر مبنای پالینومورفها (افسری کهنه شهری، ۱۳۸۷)، نانوفسیلهای آهکی (هادوی، ۱۳۸۶)، روزن‌داران (انجیدنی، ۱۳۸۸) و همچنین استراکودها (علامه و حسن زاده، ۱۳۸۶) ارائه شده است، مطابقت دارد.

بررسیهای پالئواکولوژیکی

برش بافرجی حاوی مجموعه متنوعی از فسیل استراکودها است. خانواده پلاتی‌کوپیدا از مشهورترین خانواده‌های یافت شده است و از فراوانترین جنسهای آن می‌توان به *Cytherella* و *Cytherelloidea* اشاره کرد. علاوه بر آن، در میان فسیلهای یافت شده از خانواده پودوکوپیدا نیز می‌توان به جنسهای *Bairdoppilata*، *Macrocypris*، *Pontocyprella*، *Pterygocythereis* و *Schuleridea* اشاره کرد. در این میان جنسهای *Bairdia* با ۱۹% و *Cytherella* با ۲۲% فراوان ترین‌اند. جهت انجام مطالعات پالئواکولوژیکی نمونه‌ها شمارش شده و درصدگیری شدند و نمودارهای آنها ترسیم شد (شکل ۴).



شکل ٤: درصد فراوانی جنسهای *Bairdia* و *Cytherella* در برش بافرجی

با توجه به تفسیر نمودارهای مذکور عوامل اکولوژیکی بر مبنای استراکودها دربرش مورد مطالعه به شرح زیر بحث می شوند:

شوری

اصولاً استراکودها در تمام محیطهای آبی با شوریهای متفاوت زندگی می کنند (مور، ۱۹۶۱). با توجه به حضور گونه‌های گزارش شده در سازند آب تلخ در برش بافرجی (نظیر *Haplocytheridea* و *Loxoconcha*) که نشانگر محیطهای دریایی با شوری متوسط ۳۵ در هزار می‌باشند، می‌توان گفت که حوضه رسوبی در زمان رسوب‌گذاری این سازند دارای شوری بین ۳۰ تا ۴۰ در هزار بوده است.

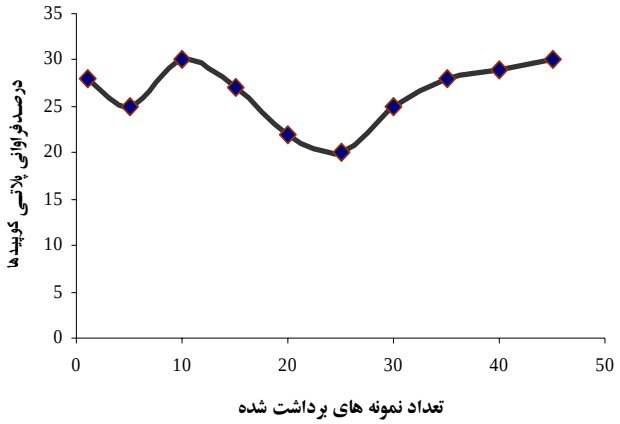
اکسیژن

میزان اکسیژن محلول در آب در پراکندگی استراکودها نقش اساسی دارد. برخی از استراکودها مانند جنس *Xestoleberise* از خانواده Xestoleberididae در محیطهای کم اکسیژن از بین می‌روند و محل زندگی آنها در محیطهای جزر و مدی واقع در بالای سواحل و گاهی در رسوبات فلات قاره است. با توجه به حضور این جنس در بین رسوبات برش مورد مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که در زمان رسوب‌گذاری سازند آب تلخ، شرایط اکسیژن داری بر محیط حکم‌فرما بوده است.

علاوه بر آن، درصد حضور فسیل پلاتی‌کوپیدها در بسیاری از تجمعات استراکودی در رسوبات می‌تواند برای تعیین سطح اکسیژن قدیمه و به عنوان مقیاس انحلال اکسیژن در دریاهای گذشته مورد استفاده قرار گیرد. افزایش حضور پلاتی‌کوپیدها نشان می‌دهد که اکسیژن محیط زیاد شده است (واتلی و همکاران، ۲۰۰۳). با توجه به این که حضور پلاتی‌کوپیدها در برش مورد مطالعه بین ۲۰ تا ۳۰ درصد است (شکل ۵)، می‌توان نتیجه گرفت که محیط سازند آب تلخ در زمان رسوب‌گذاری دارای اکسیژن بوده است. جدول۱ میزان اکسیژن محلول در آب را برحسب میلی لیتر بر لیتر و بر اساس درصد حضور پلاتی‌کوپیدها نشان می‌دهد.

جدول ۱: میزان اکسیژن محلول در آب برحسب ml/l و بر اساس درصد پلاتی کوپیدها (برگرفته از واتلی و باجپایی، ۲۰۰۰)

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



شکل ۵: درصد فراوانی پلاتی کوپیدها در ٤٠٠ گرم از هر نمونه

تغییرات اکسیژن محیط با فراوانی و تنوع استراکودها رابطه مستقیم دارد به طوری که با کاهش میزان اکسیژن محیط، تنوع و فراوانی استراکودها نیز رو به افول می گذارد. از آن جا که در برش بافرجی فسیلهای استراکود از فراوانی و تنوع بالایی برخوردارند، می‌توان از این مطلب به عنوان تأییدی بر اکسیژن دار بودن محیط استفاده کرد. روند کلی اکسیژن قدیمه محیط در شکل ۶ نشان داده شده است.

عمق

استراکودها در اعماق مختلف دریا از خط ساحلی تا منطقه آبیسال زندگی می کنند (کابرال و همکاران، ۱۸۹۷). عمق

یکی از مهمترین عواملی است که در کنترل تنوع گونه‌های استراکودها نقش دارد (کاس، ۲۰۰۲). محیط عامل اصلی انتخاب طبیعی و تکامل بسیاری از شکلها و ساختارهای گوناگون موجود در اسکلت بیرونی استراکودهاست. شکل و تزیینات کاراپاس نشان دهنده محیط زندگی آنهاست (گوئرنت و همکاران، ۱۹۹۱). استراکودها در شیلهای سیاه، تبخیریها و ماسه سنگهای با جورشدگی خوب کمیابند، ولی در شیلها و مارنها و به خصوص محل تفکیک شیلها در توالیهای دارای سنگ آهک تنوع بسیار زیادی دارند (لاینس و همکاران، ۲۰۰۷). استراکودها در آبهای گرم و در اعماق Eulittoral و Sublittoral تنوع بالایی را نشان می‌دهند. همچنین به نظر می‌رسد این تنوع در ریفهای محیطهای گرمسیری تا محیطهای کاملاً متلاطم که اکسیژن بیشتری را در خود حل می‌کنند، بیشتر باشد (واتلی و باجپایی، ۲۰۰۰).

حضور جنسهای *Alatacythere* و *Cythereis* که دارای تزئینات هستند، معرف یک محیط کم عمق با انرژی زیاد است. از سوی دیگر، جنسهای *Alatacythere* و *Xestoleberis* که بر روی گیاهان دریایی زیست می‌کنند (مور، ۱۹۶۱)، در سازند آب تلخ در برش بافرجی مشاهده می‌شوند. با توجه به محیط زندگی این دو جنس و حضور آنها در سازند آب تلخ می‌توان گفت که سازند مذکور در برش بافرجی در یک محیط کم عمق بر جای گذاشته شده است. شکل ۶ درصد فراوانی جنس *Xestoleberis* را در سازند آب تلخ نشان می‌دهد.

در آبهای کم عمق گرمسیری و به ویژه در ریفها جنسهای *Cytherella*، *Cytherelloidea*، *Cytherelolidae* و *Platella* با تعداد زیادی از گونه‌هایشان گسترش دارند. جنسهای *Cytherelloidea* و *Cytherella* نیز در محیطهای متلاطم زیر ۱۰۰ متر حضور دارند (واتلی و باجپایی، ۲۰۰۰).

شکل ٦: درصد فراوانی فسیل *Xestoleberis* در ٤٠٠ گرم از نمونه‌های برداشت شده

دما

اغلب استراکودها قادر به تحمل محدوده خاصی از دما هستند. مجموعه‌های استراکودها همانند اغلب موجودات دیگر، در آبهای کم عمق عرضهای پایین جغرافیایی متنوع‌تر از جوامع عرضهای بالای جغرافیایی می‌باشند (فریوالد و مصطفوی، ۱۹۹۸). از آن جا که محیط در زمان حیات فسیلها کم عمق بوده است، استراکودهای شناسایی شده از میزان نور و دمای مناسب بهره برده‌اند. فراوانی گونه‌های جنس *Cytherelloidea* در رسوبات سازند آب تلخ در برش بافرجی نشان دهنده شرایط آب و هوایی گرم در زمان رسوب‌گذاری نهشته‌های مذکور است.

نتیجه‌گیری

در بررسی و مطالعه مجموعه فسیلی سازند آب تلخ در برش بافرجی، تعداد ۲۵ جنس و ۵۴ گونه از استراکودها شناسایی شد. بر اساس استراکودهای شناسایی شده، بازه زمانی رسوب‌گذاری سازند آب تلخ در برش بافرجی سانتونین تا ماستریشتین پیشنهاد می‌گردد. این زمان با سنی که پیش‌تر توسط داینوفلاژله‌ها، روزن‌داران و نانوپلانکتونهای آهکی تعیین شده است، مطابقت دارد. حضور گونه‌های متعلق به جنسهای *Cythereis* و *Alatacythere*، که بر روی گیاهان دریایی یافت می‌شوند، در سازند آب تلخ، نشانگر

رسوب‌گذاری این سازند در محیطهای کم عمق (لیتورال) است. از طرفی پوسته اکثر فسیلهای شناسایی شده ضخیم و دارای تزیینات اندک یا فاقد تزیینات می‌باشد که این مطلب نیز تأییدی بر وجود محیط کم عمق و پرانرژی در زمان نهشته شدن سازند آب تلخ است. عمق حوضه رسوب‌گذاری سازند آب تلخ با توجه به حضور جنسهای *Cytherella* و *Cytherelloidea* که نشانگر محیطهای پر انرژی زیر ۱۰۰ متر هستند، کم بوده است. فراوانی گونه‌های جنس *Cytherelloidea* در اکثر نمونه‌های برداشت شده از شرایط آب و هوایی گرم در زمان رسوب‌گذاری حکایت می‌کند. حضور گونه‌های مربوط به جنس *Haplocytheridea* در برش مورد مطالعه که در آبهای با شوری ۵۵ در ۱۰۰۰ (ppm) زیست می‌کنند حاکی از بالا بودن درجه شوری آب در زمان نهشته شدن سازند است. بر مبنای فراوانی افراد متعلق به خانواده پلاتی‌کوپیدا و نیز با توجه به فراوانی جنس *Xestoleberis* که شاخص محیط اکسیژن‌دار است، نیز می‌توان گفت میزان اکسیژن موجود در حوضه رسوب‌گذاری نسبتاً بالا بوده است.

Plate 1

1. *Bairdia pseudoseptentrionalis*, a: left valve, b: right valve.
2. *Bairdia dolicha*, a: right valve, b: left valve.
3. *Cytherella ovata*, a: right valve, b: left valve.
4. *Cytherelloidea granulose*, a: left valve, b: inner of left valve, c: right valve.
5. *Paracypris wrothamensis*, a: left valve, b: dorsal view, c: ventral view.
6. *Pontocyprella recurva*, right valve.
7. *Paracypris dubertret*, left valve.
8. *Phacorhabdotus tridentus*, a: right valve, b: dorsal view.
9. *Cythereis ornatissima*, a: left valve, b: right valve.

Plate 2

1. *Haplocytheridea* sp_1., a: right valve, b: ventral view, c: dorsal view.
2. *Schuleridea perforatehea donensis*, left valve
3. *Schuleridea* sp1., a: interior of right valve, b: right valve.
4. *Schuleridea* sp2., a: left valve, b: interior of left valve.
5. *Krithe whitecliffsensis*, a: right valve, b: left valve, c: ventral view, d: dorsal view.
6. *Cythereis* sp1., left valve.
7. *Cytherelloidea* sp3., left valve.

Plate 3

1. *Diogmopteron luenesis*, a: right valve, b: dorsal view.
2. *Cythereis dallasensis*, right valve.
3. *Cythereis ornatissima*, a: left valve, b: right valve, c: dorsal view, d: ventral view.
4. *Xestoleberis cunteri*, a: left valve, b: ventral view.
5. *Trachyleberidea geinitzi*, a: right valve, b: interior of left valve, c: interior of right valve.
6. *Neocythere virginea*, a: dorsal view, b: ventral view.

Plate 1

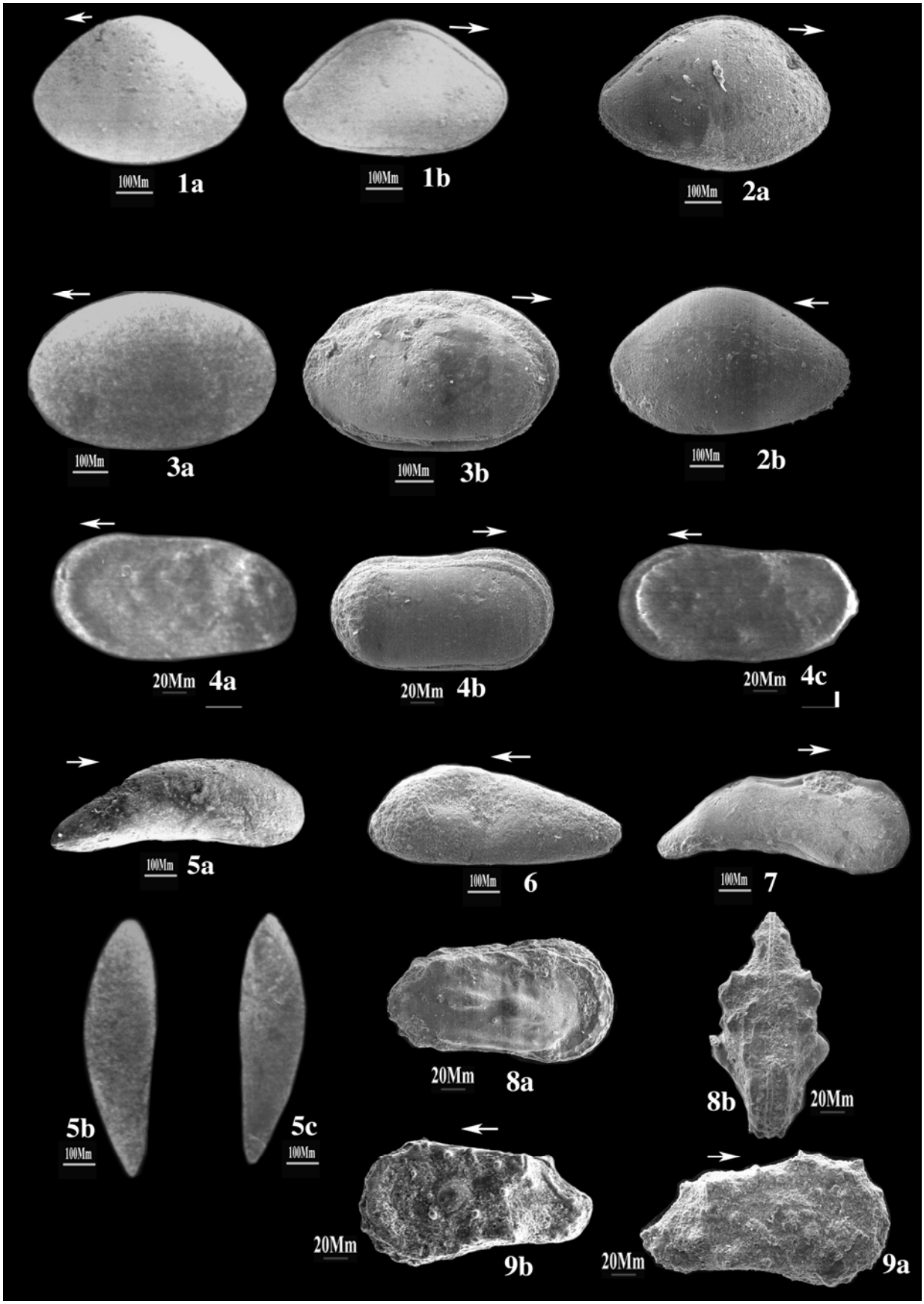

100Mm
1a
100Mm
1b
100Mm
2a
100Mm
3a
100Mm
3b
100Mm
2b
20Mm
4a
20Mm
4b
20Mm
4c
100Mm
5a
100Mm
6
100Mm
7
5b
100Mm
5c
100Mm
20Mm
8a
8b
20Mm
20Mm
9b
20Mm
9a

Plate 2

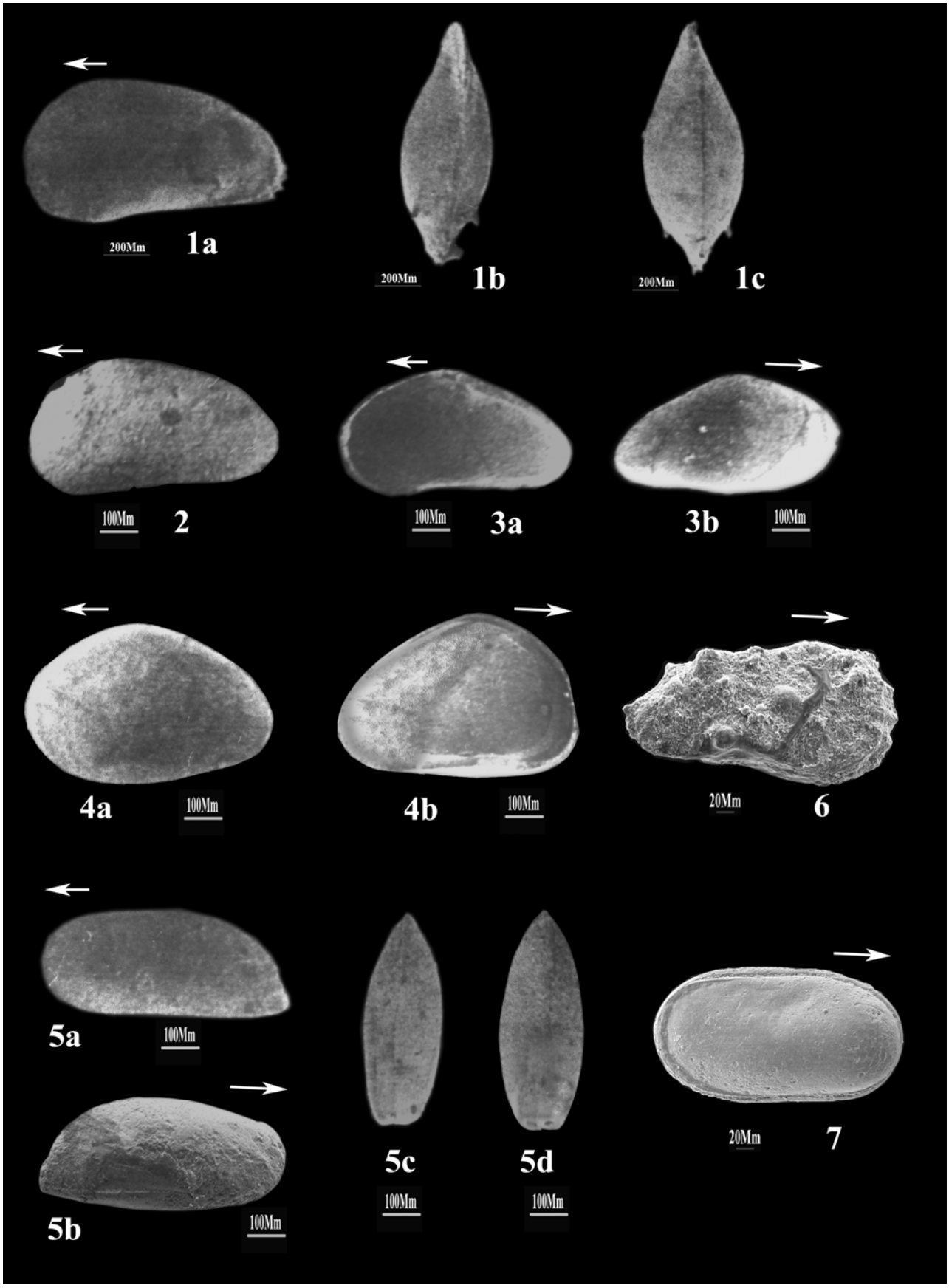
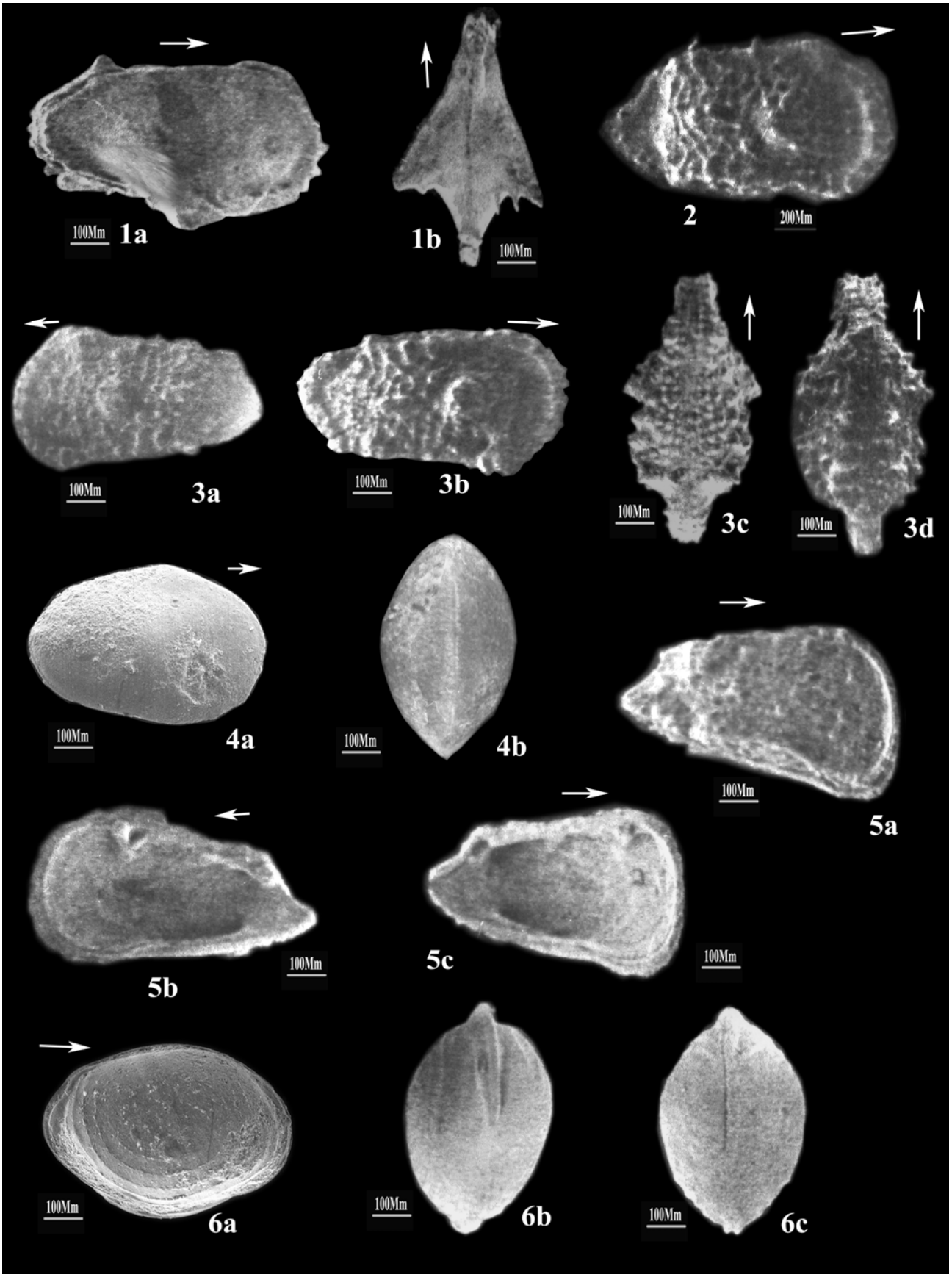

1a
200Mm
1b
200Mm
1c
200Mm
2
100Mm
3a
100Mm
3b
100Mm
4a
100Mm
4b
100Mm
6
20Mm
5a
100Mm
5b
100Mm
5c
100Mm
5d
100Mm
7
20Mm

Plate 3


100Mm
1a
1b
100Mm
2
200Mm
100Mm
3a
100Mm
3b
100Mm
3c
100Mm
3d
100Mm
4a
100Mm
4b
100Mm
5a
100Mm
5b
100Mm
5c
100Mm
6a
100Mm
6b
100Mm
6c

منابع

آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. *سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور*، ۵۸۶ ص.

افسری کهنه شهری، س.، ۱۳۸۷. پالینواستراتیگرافی سازند آب تلخ در برش حمام قلعه واقع در حوضه رسوبی کپه داغ. *پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.*

افشارحرب، ع.، ۱۳۷۳. زمین شناسی کپه داغ. *سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور*، ۲۷۵ ص.

انجیدنی، ف.، ۱۳۸۸. بایواستراتیگرافی سازند آب تلخ در برش حمام قلعه براساس میکروفسیلهای پلانکتونیک. *پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.*

علامه، م.، حسن زاده، ع.، ۱۳۸۶. مطالعه سازند آب تلخ بر مبنای استراکودها (شمال شرق روستای پادها). *اولین کنگره زمین شناسی کاربردی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.*

هادوی، ف.، ۱۳۸۶. نانوفسیلهای آهکی کرتاسه کپه داغ. *سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور*، ۴۹۳ ص.

Cabral, M.C., Colin, J.P., & Azeredo, A.C., 1897. Taxonomy and Palaeoecology of new brackish osteracoda species from the Middle Cenomanian of lousa Lisbonregion, Portugal. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 264: 250-262

Caus, E., Tambareau, Y., Colin, J.P., Aguilar, M., Bernaus, J.M., Garrido, A.G., & Brusset, S., 2002. Upper Cretaceous microfouna of the Cardenas Formaition, Sanluis potosi, NE. Mexico, Biostratigraphical, palaeoecological and palaeogeographical significance. *Revista Mexicana de ciencias Geologicas*, 19: 137-144

Swain, F.M., 2007. Biostratigraphy of Cretaceous ostracoda from wells in South Carolina. 5: 1- 30.

Freiwald, A., & Mostafawi, B.N., 1998. Ostracods in a cold temperate coastal environment Western Troms, Northern Norrway: Sedimentary aspect and assemblages. *Facies*, 38: 255-274.

Guernet, C., Bourdillon, C., & Roger, J., 1991. Palaeogene Ostracods of Dohofar (Oman), Strtigraphical and Paleogeographical Implications. *Reveue de Micropaleontologie*, 34: 297-311.

Lines, K., Brandet, A., Bohn, J.N., Danis, B., Broyer, C., & Ebbe, B., 2007. Macro and Mega benthic assemblages in the bathyal and abyssal Weedel Sea. *Oceanography Journal*, 54: 1848-1863.

Loger, P., 2003. Paleobiogeography of late Early Cretaceous to Early Paleocene marine ostracoda in Arabia and North to Equatorial Africa. *Palaeogeography, Paleoecology, Palaeoclimatology*, 196: 319-349.

Moore, R.C., 1961. Treatise on invertebrate paleontology, Part Q, Arthropoda 3, Osteracoda. *Geol. Soc. America and Univ. Kansas*, 422 p.

Shahin, A., 2005. Maastrichtian to Middle Eocene ostracodes from Sinai, Egypt: systematics, biostratigraphy and paleobiogeography. *Revue de Paleobiologie*, 24: 749-779.

Whatley, R., & Bajpai, S., 2000. Further nonmarine ostracoda from the Late Cretaceous intertrappean deposits of the Anjar region, Kachchh, Gujarat, India. *Micropaleontologie*, 43: 173- 178.

Whatley, R.C., Pyne, R.S., & Wilkinson, I.P., 2003. Ostracodes and palaeo-oxygen levels, with particular reference to the Upper Cretaceous of East Anglia. *Palaeogeography, Paleoecology, Palaeoclimatology*, 194: 355-386.