

# چینه‌شناسی و محیط‌های رسوبی سازند شوربجه در برش‌های باغک، مزدوران و چاه خانگیران، خاور حوضه کپه‌داغ

امیرمحمد جمالی<sup>۱\*</sup>، عباس صادقی<sup>۲</sup> و محمدحسین آدابی<sup>۳</sup>

۱. اداره زمین‌شناسی، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران

۲. دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

۳. استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۹

## چکیده

رسوبات آواری-تبخیری سازند شوربجه در اواخر ژوراسیک پسین-اوایل کرتاسه پیشین، در اثر عملکرد فاز زمین‌ساختی سیمیرین پسین در نواحی وسیعی از خاور و مرکز حوضه کپه‌داغ نهشته شده است. به‌منظور شناسایی تغییرات رخساره‌ای و تعیین محیط‌های رسوبی این سازند در خاور کپه‌داغ، سه برش چینه‌شناسی شامل دو برش سطحی باغک و مزدوران و یک برش تحت‌الارضی در یکی از چاه‌های خانگیران انتخاب و مطالعه شده است. بررسی شواهد روی زمین و مطالعه میکروسکوپی ۳۱۱ مقطع نازک نشان می‌دهد که محیط رسوبی قسمت زیرین سازند شوربجه در برش‌های مورد بررسی به‌طور عمده از نوع رودخانه‌ای، به‌ویژه رودخانه بریده بریده و همچنین رودخانه مئاندری است. در قسمت بالایی این سازند، رخساره‌های ساحلی و در نهایت رخساره‌های پهنه جزر و مدی دیده می‌شود که به‌طور محلی دارای رسوبات مربوط به محیط‌های لاگونی و سدی می‌باشند.

**واژه‌های کلیدی:** سازند شوربجه، چینه‌شناسی، رخساره، محیط‌های رسوبی و حوضه کپه‌داغ.

## مقدمه

رسوبات سیلیسی-آواری سازند شوربجه و نهشته‌های کربناته سازند مزدوران در میدان‌های خانگیران و گنبدلی، حوضه کپه‌داغ در کشور پس از حوضه زاگرس دارای جایگاه دوم از نظر اکتشافات هیدروکربوری است (افشارحرب، ۱۳۷۳). در حوضه کپه‌داغ، رسوبات کرتاسه دارای ستبرای بسیار زیادی هستند. در اواخر ژوراسیک پسین-اوایل کرتاسه پیشین، نهشته‌های تخریبی-تبخیری سازند شوربجه

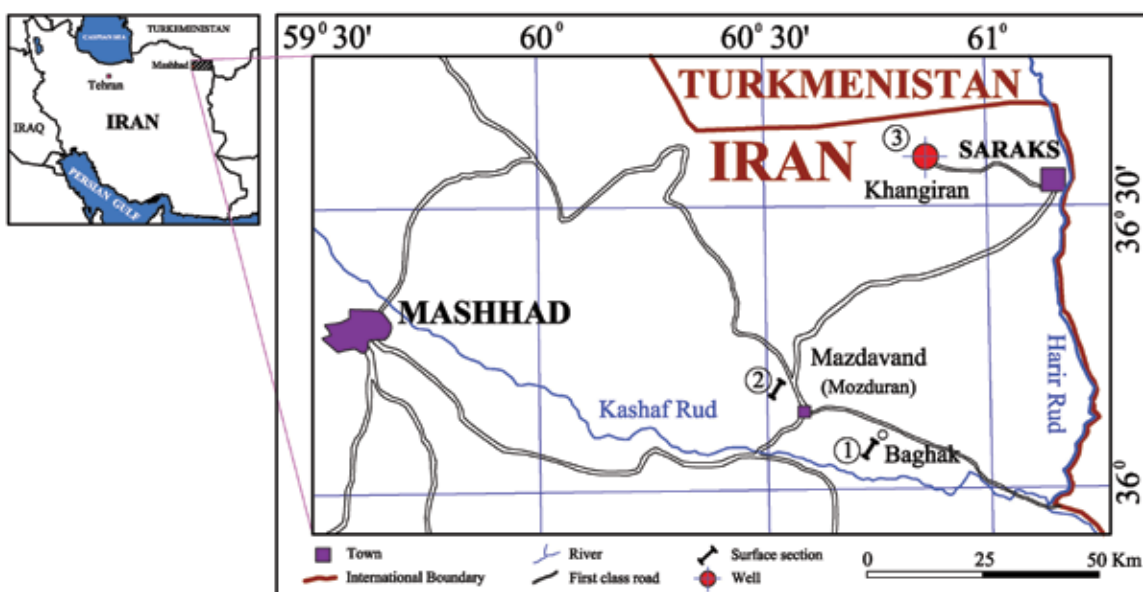
حوضه رسوبی کپه‌داغ در شمال خاوری ایران قرار دارد. این حوضه به‌دلیل رسوب‌گذاری توالی ضخیمی از نهشته‌های دریایی ژوراسیک تا میوسن و نبود فعالیت‌های آتشفشانی در طی این زمان، یکی از نواحی مهم برای اکتشاف منابع هیدروکربوری محسوب می‌شود. به‌دلیل اکتشاف گاز از

\* نویسنده مرتبط: amjgeo@yahoo.com

باغک در قوباغک واقع شده است. قاعده برش چینه‌شناسی مزدوران در دو کیلومتری شمال-شمال باختری شهر مزداوند قرار دارد و دارای مختصات  $36^{\circ} 10' 27.04''$  عرض شمالی و  $60^{\circ} 33' 6.88''$  طول خاوری است. جهت دسترسی به بهترین برونزد سازند شوربچه در گردنه مزدوران باید از محل برونزد سازند شوربچه در مجاورت جاده مزداوند- سرخس در حدود ۱/۵ کیلومتر به سمت شمال باختر پیاده طی نمود. همچنین میدان گازی خانگیران در ۲۷ کیلومتری باختر- جنوب باختری شهر سرخس قرار دارد (شکل ۱).

در نواحی وسیعی از خاور و مرکز کپه‌داغ نهشته شده‌اند (افشارحرب، ۱۳۷۳). جهت شناسایی تغییرات رخساره‌ای و تعیین محیط‌های رسوبی سازند شوربچه در خاور کپه‌داغ، سه برش چینه‌شناسی شامل دو برش سطحی باغک و مزدوران و یک برش تحت‌الارضی در یکی از چاه‌های خانگیران انتخاب و مطالعه شده است.

برش چینه‌شناسی باغک در ۲۶ کیلومتری خاور شهر مزداوند (مزدوران) قرار دارد. قاعده برش دارای مختصات جغرافیایی  $36^{\circ} 02' 58.27''$  عرض شمالی و  $60^{\circ} 45' 12.73''$  طول خاوری بوده و در ۱/۲ کیلومتری جنوب باختری روستای



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی برش‌های چینه‌شناسی باغک (۱)، مزدوران (۲) و چاه خانگیران (۳)

## روش مطالعه

ژئوفیزیکی (پرتو گاما، صوتی، چگالی، نوترون و مقاومت) بررسی شده است.

در این پژوهش، مطالعه سنگ‌های تخریبی در دو مقیاس ماکروسکوپی (لیتوفاسیس‌ها) و میکروسکوپی (پتروفاسیس‌ها) صورت گرفته است. در شناسایی لیتوفاسیس‌ها براساس روش Miall (1985) از توصیف ویژگی‌های قابل مشاهده در صحرا از جمله سنگ‌شناسی، ویژگی‌های لایه‌بندی و فرم هندسی، ساختارهای رسوبی،

نهشته‌های سازند شوربچه براساس برداشت زمین‌شناسی، تشخیص الگوهای لایه‌بندی، بررسی تغییرات عمودی و جانبی رخساره‌ها بر روی زمین و مطالعه میکروسکوپی ۱۶۸ مقطع نازک مربوط به برش‌های سطحی به همراه ۱۴۳ مقطع نازک متعلق به یکی از چاه‌های خانگیران مورد بررسی قرار گرفته است. در چاه خانگیران، افزون بر خرده‌های حاصل از حفاری، مجموعه‌ای از لاگ‌های

در تنگه جنوب روستای شوربچه مطالعه و معرفی شده است (Narani, 1968). ادامه بررسی‌ها در برش الگوی معرفی شده نشان داد که نهشته‌های تخریبی در این ناحیه دارای ستبرای کم و تغییرات سنگ‌شناسی و رخساره‌ای محدود است و معرف رخساره متغیر این سازند نیست، به همین جهت افشارحرب در سال ۱۹۷۱ برش جدیدی را در مسیر جاده مشهد به کلات نادری در دره خور مطالعه و معرفی نمود (افشارحرب، ۱۳۷۳).

برش الگوی سازند شوربچه در دماغه خاوری تاقدیس خور در ۵۰ کیلومتری شمال خاوری مشهد انتخاب و مطالعه شده است. قاعده برش در ۹۰ متر جاده مشهد به کلات نادری در کناره خاوری رود خور قرار دارد. با توجه به این که نام شوربچه سال‌ها در گزارش‌ها و نقشه‌های زمین‌شناسی استفاده شده است و از سویی دیگر این نام برای افق‌های مخزنی ناحیه سرخس (مخزن شوربچه) به کار رفته است، بنابراین نام این سازند بدون تغییر برای برش الگوی جدید استفاده شد. این سازند از شیل، رس سنگ‌های قهوه‌ای مایل به قرمز، ماسه سنگ‌های قهوه‌ای مایل به خاکستری، کنگلومرا، گچ و به طور محلی رسوبات کربناته تشکیل شده است. سازند شوربچه در برش الگو ۹۸۰ متر ستبرای دارد و از سه بخش غیر رسمی شامل بخش آواری-تبخیری زیرین، بخش کربناته-تبخیری میانی و بخش آواری بالایی تشکیل شده است (افشارحرب، ۱۳۷۳).

سازند شوربچه در برش چینه‌شناسی باغک ۲۰۷ متر (شکل ۲، تصاویر A و B)، در برش مزدوران ۱۹۳/۵ متر (شکل ۲، تصویر C) و در چاه خانگیران، ۲۶۰ متر ستبرای دارد. در این برش‌ها، سازند شوربچه به صورت هم‌شیب و با تغییرات سنگ‌شناسی مشخص بر روی سازند مزدوران و خود به صورت هم‌شیب و با تغییرات سنگ‌شناسی مشخص در زیر نهشته‌های کربناته سازند تیرگان قرار دارد.

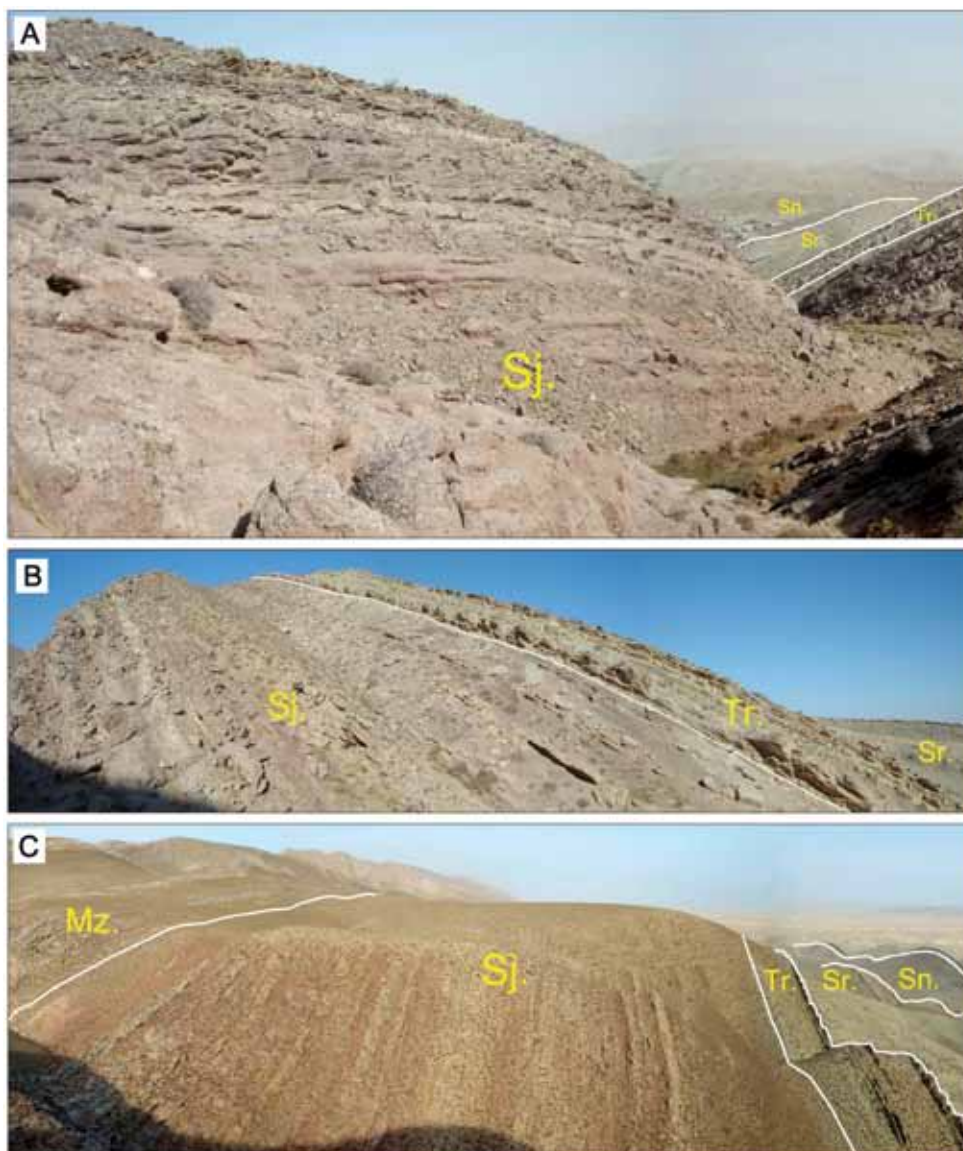
محتویات فسیلی، الگوی جریان‌های دیرینه و ماهیت سطوح لایه‌بندی استفاده شده است. در مطالعه پتروفاسیس‌ها، ویژگی‌های میکروسکوپی رسوبات مورد بررسی قرار گرفته و سنگ‌های تخریبی براساس روش Folk (1974) رده‌بندی شده و سنگ‌های کربناته به روش Dunham (1962) نام‌گذاری شده‌اند.

جهت طبقه‌بندی رخساره‌ها و تعیین محیط‌های رسوبی نهشته‌های تخریبی از روش Miall (1985) و Reading (1996) و جهت رسوبات کربناته از Flügel (2004) و همچنین Tucker and Wright (1990) استفاده شده است. با تلفیق شواهد روی زمین مانند بافت، رنگ، ساختار رسوبی و الگوهای لایه‌بندی و همچنین مطالعات میکروسکوپی، محیط‌های رسوبی این نهشته‌ها شناسایی شده است.

## چینه‌شناسی سازند شوربچه

سازند شوربچه با سن کیمریجین پسین؟- بارمین پیشین به صورت یک واحد لیتولوژیکی قرمز رنگ و راهنما، سازندهای کربناته و صخره‌ساز مزدوران و تیرگان را از هم جدا می‌کند (افشارحرب، ۱۳۷۳). این رسوبات آواری-تبخیری در اثر عملکرد فاز زمین‌ساختی سیمین پسین در اواخر ژوراسیک پسین- اوایل کرتاسه پیشین، در محیط‌های رودخانه‌ای، سیخایی، دلتایی، مردابی و دشت ساحلی در بخش وسیعی از حوضه کپه‌داغ نهشته شده است (افشارحرب، ۱۳۷۳؛ نجفی و کوسرخ، ۱۳۷۷؛ Harami and Brenner, 1990; Moussavi-Harami et al., 2009). سازند شوربچه از مرز افغانستان تا آرموتلی (آرمادلو) در ۸۰ کیلومتری خاور گنبد کاووس گسترش دارد (افشارحرب، ۱۳۷۳).

نام سازند شوربچه از روستای شوربچه در شمال خاوری ایران گرفته شده است. برش الگوی این سازند در ابتدا



شکل ۲. A) توالی نهشته‌های کرتاسه زیرین شامل سازندهای شوربجه (Sj.)، تیرگان (Tr.)، سرچشمه (Sr.) و سنگانه (Sn) در برش چینه‌شناسی باغک (نگاه به سمت شمال-شمال خاور)، B) قسمت بالایی سازند شوربجه در برش چینه‌شناسی باغک و مرز آن با سازند تیرگان (نگاه به سمت شمال باختر)، C) توالی نهشته‌های کرتاسه زیرین در برش چینه‌شناسی مزدوران، در این برش، بخشی از توالی برگشته است (نگاه به سمت شمال باختر)

شده است (شکل ۳).  
مرز سازند شوربجه و مزدوران در برش مزدوران، توسط واریزه پوشیده شده است، اما در برخی نقاط، رخنمون‌های محدودی از شیل‌های رسی قرمز و ارغوانی رنگ دیده می‌شود. بالاترین بخش سازند شوربجه در برش مزدوران از نهشته‌های شیلی و دولومیتی قرمز و ارغوانی مربوط به محیط‌های پهنه جزر و مدی تشکیل شده است. در قسمت

بخش عمده قسمت زیرین این سازند در هر دو برش سطحی مورد مطالعه از ماسه‌سنگ و کنگلومراهای قرمز رنگ مربوط به محیط‌های رودخانه‌ای تشکیل شده است (شکل ۲). بر روی این رسوبات، ماسه‌سنگ‌های مربوط به محیط‌های ساحلی قرار دارد. بالاترین بخش این سازند در برش باغک از نهشته‌های شیلی و دولومیتی قرمز و ارغوانی رنگ مربوط به نواحی پهنه جزر و مدی تشکیل

چینه‌شناسی نهشته‌های اواخر ژوراسیک زیرین تا بarmین در این ناحیه موید آن است که نهشته‌های شیلی و دولومیتی قرمز و ارغوانی مربوط به نواحی پهنه جزر و مدی بخش بالایی سازند شوربجه (شکل ۳) و حتی ماسه‌سنگ‌های مربوط به محیط‌های ساحلی به‌طور جانبی به سمت باختر (به‌ویژه از نواحی جنوب کلات نادری به سمت باختر) به سنگ آهک‌های سازند تیرگان تبدیل می‌شوند.

میانی این واحد شیلی و دولومیتی قرمز رنگ، در حدود ۱۱ متر سنگ آهک ماسه‌ای و سنگ آهک الییتی خاکستری روشن تا کرم وجود دارد. مطالعات انجام‌شده در خاور کپه‌داغ نشان می‌دهد که بخش‌های زیرین سازند تیرگان به سمت نواحی خاوری به‌صورت جانبی به سرعت تغییر رخساره داده و به قسمت‌های بالایی سازند شوربجه تبدیل می‌شوند. تطابق



شکل ۳. نهشته‌های شیلی و دولومیتی قرمز و ارغوانی و گاه سبزرنگ در بخش بالایی سازند شوربجه (Sj.) و مرز آن با رسوبات کربناته سازند تیرگان (Tr.) در برش چینه‌شناسی باغک (نگاه به سمت شمال - شمال باختر)

## رخساره‌های سازند شوربجه

بخش عمده قسمت زیرین سازند شوربجه در برش‌های مورد مطالعه از ماسه‌سنگ و کنگلومراهای قرمز رنگ مربوط به رودخانه‌های بریده بریده تشکیل شده است. کانال‌های پهن و کم عمق و پیچش ناچیز از ویژگی‌های این رودخانه‌ها است. این رودخانه‌ها در زمان آبدهی کم، توسط پشته‌های بریده بریده به کانال‌های فرعی تقسیم می‌شوند. در این محیط لیتوفاسیس‌های کانالی و پشته‌ای با طبقه‌بندی مورب مسطح مشاهده می‌شود. این لیتوفاسیس‌ها به‌طور عمده

بررسی الگوی لایه‌بندی، فرم هندسی، ساختارهای رسوبی، ماهیت سطوح لایه‌بندی، تغییرات عمودی و جانبی رخساره‌ها و همچنین مطالعه میکروسکوپی نهشته‌های سازند شوربجه نشان می‌دهد که این رسوبات در محیط‌های متفاوت از جمله رودخانه بریده بریده (A)، رودخانه مئاندری (B)، نواحی ساحلی با انرژی زیاد (C)، پهنه جزر و مدی (D)، تالاب (E) و پشته‌های زیر دریایی (F) به شرح زیر نهشته شده‌اند.

و گاه اثرات ضعیفی از خاک دیرینه<sup>۲</sup> در برخی از افق‌های آن مشاهده می‌شود. لیتوفاسیس  $G_m$  در نواحی پراثری رودخانه بریده بریده به صورت پشته‌های طولی<sup>۳</sup>، رسوبات برج مانده<sup>۴</sup> و یا رسوبات غربال شده<sup>۵</sup> تشکیل شده است (Miall, 1985). این رخساره در کنگلومرا و میکروکنگلومراهای ضخیم لایه تا توده‌ای ارغوانی و گاه صورتی و ارغوانی تیره در برش‌های باغک و مزدوران مشاهده می‌شود.

۲-۱- لیتوفاسیس  $A_2$  ( $G_p$ ): این لیتوفاسیس به صورت کنگلومرای دارای چینه‌بندی مورب مسطح<sup>۶</sup> مشاهده می‌شود (شکل ۵، تصاویر B و C). شکل هندسی آن در مقیاس منطقه‌ای به طور عمده عدسی شکل است و در اثر مهاجرت کانال‌ها دارای گسترش بیشتری می‌شود. لیتوفاسیس  $G_p$  پرکننده کانال‌ها بوده و مرز زیرین آن به علت حرکت جانبی کانال و تغییر شدت جریان به صورت فرسایشی است. این رخساره تخریبی درشت‌دانه از قطعات گردشده تا نیمه‌گردشده تشکیل شده است و از نظر اندازه، جنس و جورشدگی مشابه لیتوفاسیس  $A_1$  ( $G_m$ ) می‌باشد. چینه‌بندی مورب، لایه‌بندی لنزی شکل، آثار کانال و گاه لنزهایی از ماسه‌سنگ و ماسه‌سنگ گراول‌دار در این رخساره مشاهده می‌شود. این لیتوفاسیس در اثر مهاجرت جانبی پشته‌های زبانه‌ای شکل<sup>۷</sup> به وجود آمده است (Miall, 1985). این رخساره در کنگلومرا و میکروکنگلومراهای با چینه‌بندی مورب مسطح ضخیم تا بسیار ضخیم لایه ارغوانی روشن و گاه صورتی و ارغوانی تیره در برش‌های باغک و مزدوران شناسایی شده است.

عدسی شکل بوده، اما در اثر مهاجرت کانال‌ها تداوم بیشتری می‌یابد. شش لیتوفاسیس  $A_1$  تا  $A_6$  مربوط به رودخانه بریده بریده در برش‌های مورد مطالعه شناسایی شده است.

۱-۱- لیتوفاسیس  $A_1$  ( $G_m$ ): لیتوفاسیس  $G_m$  یا کنگلومرای توده‌ای دارای شکل هندسی صفحه‌ای است، اما در مقیاس منطقه‌ای، عدسی شکل با گسترش زیاد می‌باشد و مرز زیرین آن به صورت فرسایشی است (شکل ۴). لیتوفاسیس  $G_m$  به صورت کنگلومرای توده‌ای و یا با لایه‌بندی ضعیف<sup>۸</sup> دیده می‌شود (شکل ۵، تصویر A). قطعات برون حوضه‌ای گردشده تا نیمه‌گردشده، اجزای این کنگلومرا را تشکیل می‌دهند. بیشتر از ۸۰ درصد قطعات از چرت و کوارتز پلی کریستالین تشکیل شده است (شکل ۶، تصویر A). بقیه قطعات شامل خرده‌های ماسه‌سنگ، دولومیت، سنگ آهک کریستالین و گاه سنگ‌های دگرگونی درجه پایین می‌باشند. اجزای این کنگلومرای قطعه پستی‌بان، دارای اندازه متوسط ۰/۵ تا دو سانتی‌متر است، اما گاه اندازه قطعات به ۲۰ سانتی‌متر نیز می‌رسد. قطعات دارای جورشدگی ضعیف تا متوسط می‌باشند و گاه در آن‌ها جهت‌یافتگی بسیار ضعیفی دیده می‌شود. سیمان اولیه سیلیسی است و همچنین سیمان کلسیتی گرانولار آغشته به اکسید آهن نسل دوم نیز با گسترش زیاد قابل رویت است. قطعات این کنگلومرا به سمت بالا حالت ریزشونده دارند، به طوری که به سمت بالا به میکروکنگلومرا و ماسه‌سنگ پبل‌دار تبدیل شده و سیکل‌های متعدد ریزشونده در آن مشاهده می‌شود. این لیتوفاسیس دارای لنزهایی از ماسه‌سنگ و ماسه‌سنگ گراول‌دار است

1. Massive or crudely bedded conglomerate
2. Paleosol
3. Longitudinal bars
4. Lag deposits
5. Sieve deposits
6. Planar cross beds
7. Linguoid bars



شکل ۴. مرز فرسایشی در بین واحد کنگلومرای و ماسه‌سنگی در برش باغک

تجزیه‌شده، پلاژیوکلاز، میکروکلین و گاه خرده‌های شیلی و سنگ‌های دگرگونی درجه پایین مشاهده می‌شود. جورشدگی ذرات، خوب تا بسیار خوب است. در تعدادی از نمونه‌ها فراوانی فلدسپات نام پتروفاسیس را به لیتیک آرکوز بالغ تغییر می‌دهد (شکل ۶، تصویر D). سیمان اولیه به‌طور عمده از جنس سیلیس با رشد هم‌محور و گاه کلسیت نسل دوم (با حالت گرانولار و گاه پویکیلو توپیک) است. گاه دانه‌ها بسیار فشرده و با مرز محدب-مقعر و گاه مضرس هستند. لیتوفاسیس  $S_p$  در پشته‌های زبانه‌ای شکل عرضی<sup>۴</sup> در زمانی که رودخانه دارای جریان‌های ضعیف‌تر بوده، تشکیل شده است (Miall, 1985). این رخساره در ماسه‌سنگ‌های ضخیم تا بسیار ضخیم لایه و گاه لنزی شکل قرمز تا ارغوانی تیره در برش‌های باغک و مزدوران شناسایی شده است.

۴-۱- لیتوفاسیس A4 ( $S_L$ ): این رخساره به صورت ماسه‌سنگ ریزدانه با چینه‌بندی مورب کوچک زاویه<sup>۵</sup> دیده می‌شود (شکل ۵، تصویر F) و دارای شکل هندسی صفحه‌ای تا عدسی با گسترش زیاد است. ذرات تشکیل‌دهنده در این لیتوفاسیس به سمت بالا حالت ریزشونده دارند. قاعده این ماسه‌سنگ‌ها به صورت مسطح و گاه فرسایشی است.

۳-۱- لیتوفاسیس A3 ( $S_p$ ): این لیتوفاسیس به صورت ماسه‌سنگ با چینه‌بندی مورب مسطح<sup>۱</sup> مشاهده می‌شود (شکل ۵، تصاویر D و E). لیتوفاسیس  $S_p$  عدسی شکل با گسترش زیاد تا صفحه‌ای است. قاعده این ماسه‌سنگ‌ها مسطح و گاه فرسایشی است. سطوح مربوط به فعالیت مجدد<sup>۲</sup> در این لیتوفاسیس قابل رویت می‌باشد. این لیتوفاسیس در برخی از توالی‌ها دارای لنزهای کنگلومرای و یا به صورت ماسه‌سنگ پبل دار است. در این رخساره قطعات گلی<sup>۳</sup> حاصل از فرسایش و کنده‌شدگی رسوبات دانه‌ریزتر نیز دیده می‌شود. بررسی‌های میکروسکوپی این لیتوفاسیس نشان‌دهنده پتروفاسیس ماسه‌سنگ ریز تا درشت‌دانه با سیمان سیلیسی (لیت‌آرنایت بالغ) (شکل ۶، تصویر B) و همچنین ماسه‌سنگ ریز تا متوسط‌دانه با سیمان سیلیسی (فلدسپاتیک لیت‌آرنایت بالغ) است (شکل ۶، تصویر C). ذرات تخریبی نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده در اندازه ماسه ریز تا درشت‌دانه، اجزای این پتروفاسیس‌ها را تشکیل می‌دهند. در حدود ۶۰ تا ۶۵ درصد کوارتز، ۲۰ تا ۲۵ درصد چرت، ۲ تا ۱۰ درصد فلدسپات (در لیت‌آرنایت ۲ تا ۵ درصد و در فلدسپاتیک لیت‌آرنایت ۵ تا ۱۰ درصد) و ۱ تا ۲ درصد کانی‌های ورقه‌ای (سریسیت و کلریت) در این پتروفاسیس شناسایی شده است. در این رخساره کوارتز پلی‌کریستالین (با مرز بلوری مضرس)، کوارتز با خاموشی موجی، فلدسپات

1. Planar cross bedded
2. Reactivation surface
3. Mud clast
4. Linguoid transverse bars
5. Low angle cross beds

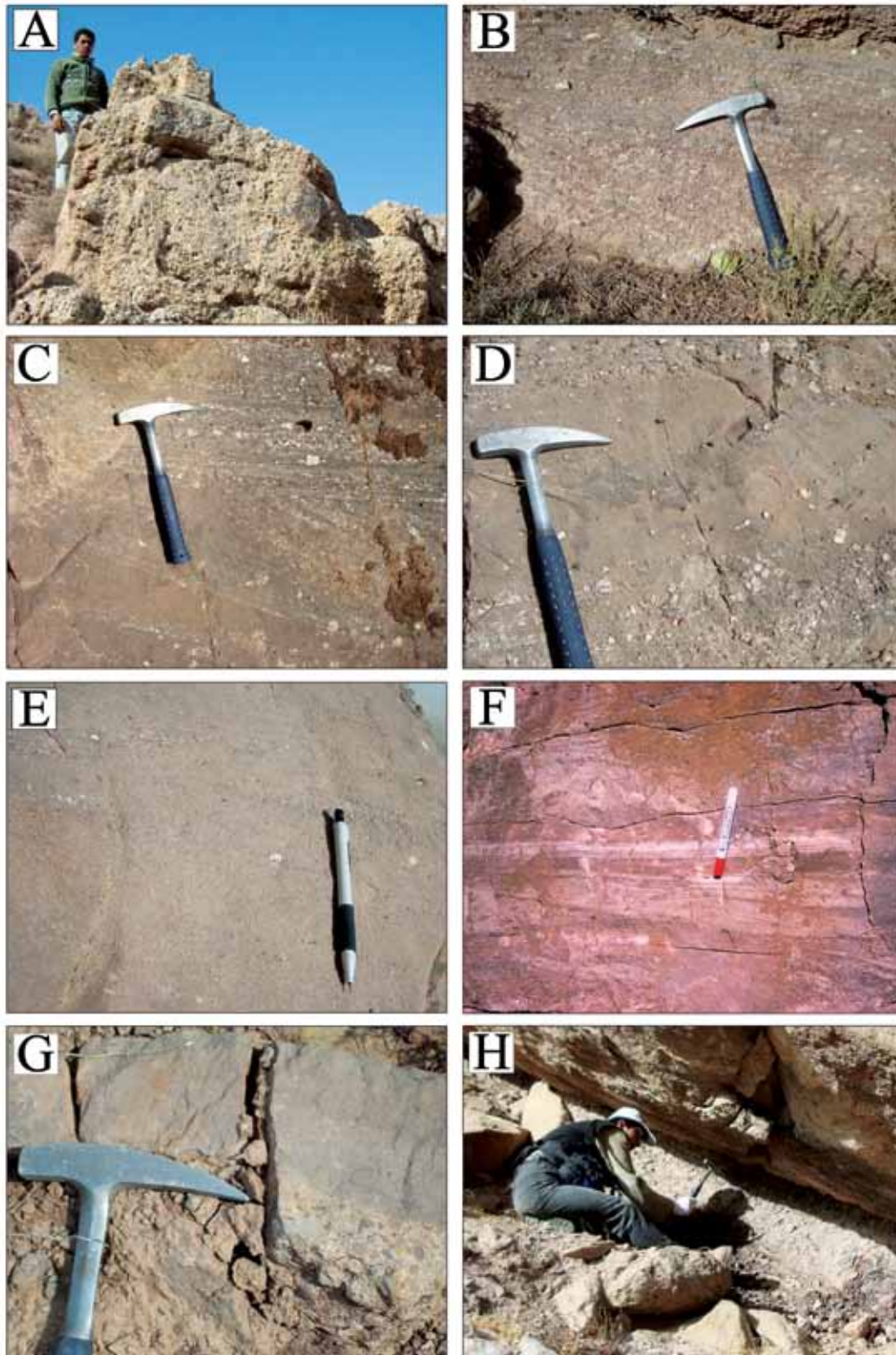
سیلتستونی مشاهده می‌شود. دانه‌ها در برخی مقاطع بسیار فشرده بوده و مرز آن‌ها محدب- مقعر و گاه مضرس است. در این رخساره قطعات گلی و لنزهای کنگلومرای مشاهده می‌شود. این رسوبات در محیط‌های کم انرژی‌تر رودخانه‌های بریده بریده و گاه به صورت میان لایه‌های نازک در تناوب با سیلتستون و رس سنگ‌های دشت سیلابی نهشته شده است (Miall, 1985). این رخساره گاه به صورت ماسه‌سنگ گراول‌دار مشاهده می‌شود و در ماسه‌سنگ‌های نازک لایه و گاه لنزی شکل قرمز تا ارغوانی تیره در برش‌های باغک و مزدوران مشاهده می‌شود.

۱-۶- لیتوفاسیس A6 ( $F_{se}$ ): این لیتوفاسیس دارای لامیناسیون ریز و گاه توده‌ای است و از دو پتروفاسیس سیلتستون و رس سنگ تشکیل شده است (شکل ۵، تصویر H). شکل هندسی این واحد، صفحه‌ای و مرزهای زیرین و بالایی آن در بیشتر مواقع تدریجی است. بافت و جایگاه چینه‌شناسی این رخساره معرف رسوب‌گذاری آن در محیط‌های کم انرژی‌تر و جداشده رودخانه بریده بریده است (Miall, 1985). به‌طور کلی در رودخانه‌های بریده بریده، رسوبات دانه‌ریز دشت سیلابی به‌میزان بسیار کمی گسترش دارند. میزان سیلتستون و رس سنگ‌های مربوط به این رودخانه‌ها در مقایسه با رودخانه مئاندری بسیار ناچیز بوده و بیشتر در هنگام سیلاب در محیطی آرام برجای گذاشته شده است.

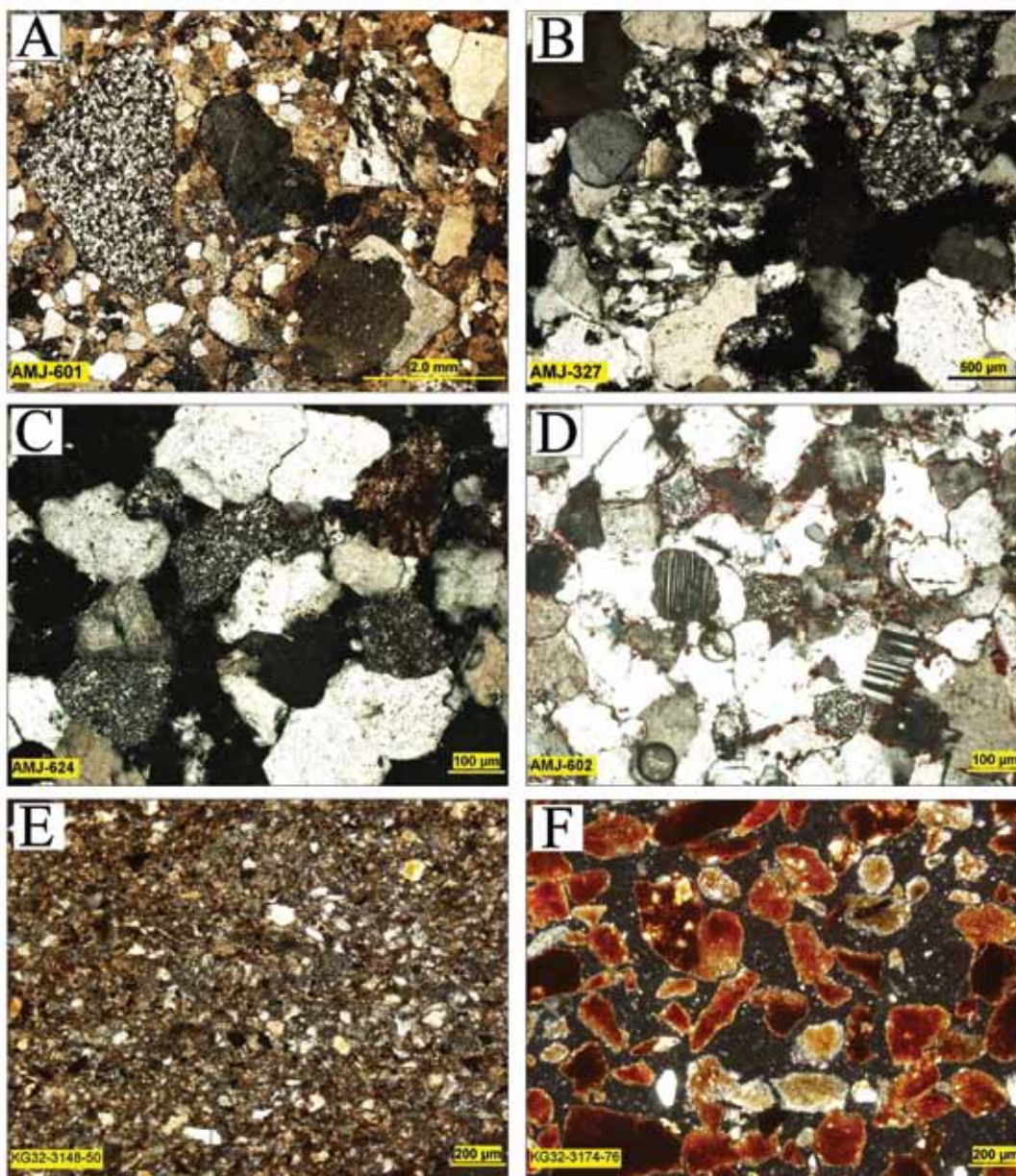
بررسی‌های میکروسکوپی این لیتوفاسیس نشان‌دهنده پتروفاسیس ماسه‌سنگ ریز تا متوسط‌دانه با سیمان سیلیسی (لیت‌آرنایت بالغ) و همچنین پتروفاسیس ماسه‌سنگ ریز تا متوسط‌دانه با سیمان سیلیسی (فلدسپاتیک لیت‌آرنایت بالغ) است. لیتوفاسیس SL به صورت پرکننده اسکورها تشکیل می‌شود (Miall, 1985). این رخساره در ماسه‌سنگ‌های دارای چین‌بندی مورب کوچک‌زاویه ضخیم تا بسیار ضخیم لایه و گاه لنزی شکل قرمز تا ارغوانی تیره در برش‌های باغک و مزدوران شناسایی شده است.

۱-۵- لیتوفاسیس A5 ( $S_p$ ): این رخساره به صورت ماسه‌سنگ‌هایی با لامیناسیون موازی مشاهده می‌شود (شکل ۵، تصاویر F و G). لیتوفاسیس A5 دارای شکل صفحه‌ای تا عدسی با گسترش زیاد است (Miall, 1985). بررسی‌های میکروسکوپی این لیتوفاسیس نشان‌دهنده پتروفاسیس ماسه‌سنگ ریز تا متوسط‌دانه با سیمان سیلیسی (لیت‌آرنایت بالغ) و همچنین ماسه‌سنگ ریز تا متوسط‌دانه با سیمان سیلیسی (فلدسپاتیک لیت‌آرنایت بالغ) است. ذرات دارای جورشدگی خوب تا بسیار خوب بوده و سیمان اولیه به‌طور عمده از جنس سیلیس با رشد هم‌محور و گاه کلسیت نسل دوم (با حالت گرانولار و گاه پویکیلوتوبیک) است. در این رخساره کوارتز پلی کریستالین (با مرز بلوری مضرس)، کوارتز با خاموشی موجی، فلدسپات تجزیه‌شده، پلاژیوکلاز، میکروکلین و گاه خرده‌های شیلی و





شکل ۵. A) لیتوفاسیس A1: کنگلومرای توده‌ای، B) لیتوفاسیس A2:  $G_p$  کنگلومرا با چینه‌بندی مورب مسطح) و C و D) لیتوفاسیس A2 و A3:  $(G_p, S_p)$  تناوب کنگلومرا و ماسه‌سنگ با چینه‌بندی مورب مسطح)، E) لیتوفاسیس A3:  $S_p$ : ماسه‌سنگ با چینه‌بندی مورب مسطح)، F) لیتوفاسیس‌های A4 و A5:  $(S_p, S_L)$ : تناوب ماسه‌سنگ با چینه‌بندی مورب کوچک زاویه و ماسه‌سنگ با لامیناسیون موازی، G) لیتوفاسیس A5:  $S_p$ : ماسه‌سنگ با لامیناسیون موازی به‌همراه لنز کنگلومرای درون‌سازندی) و H) لیتوفاسیس A6:  $F_{sc}$ : شیل سیلتی)



شکل ۶. A) بخش ریز دانه‌تر کنگلومرا با سیمان کلسیتی، B) ماسه‌سنگ متوسط تا درشت دانه با سیمان سیلیسی (لیت‌آرنایت بالغ)، C) ماسه‌سنگ ریز دانه با سیمان سیلیسی (فلدسپاتیک لیت‌آرنایت بالغ)، D) ماسه‌سنگ ریز دانه با سیمان سیلیسی (لیتیک آرکوز بالغ)، E) سیلتستون و F) رس‌سنگ (خرده‌های حاصل از حفاری چاه خانگیران)، تمامی تصاویر در نور XPL عکس‌برداری شده‌اند

کم انرژی‌تر مانند دشت سیلابی و گاه در قسمت بالایی کانال‌های قطع شده دیده می‌شود (Miall, 1985). این رخساره در سیلتستون و سیلتستون‌های ماسه‌ای قرمز رنگ در برش‌های باغک و مزدوران و همچنین چاه خانگیران شناسایی شده است.

پتروفاسیس A6-1 (سیلتستون): این رخساره تخریبی به‌طور عمده از کوارتزهای زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه سیلت تشکیل شده و دارای زمینه رسی و گاه سیمان کربناته است (شکل ۶، تصویر E). در برخی از نمونه‌ها، به‌علت وجود کانی‌های ورقه‌ای ریز دانه و ایجاد تورق، نام رخساره به شیل سیلتی تبدیل می‌شود. این رخساره در محیط‌های

1. Siltstone

موجب ایجاد یک توالی ریزشونده به سمت بالا می‌شود. ماسه‌سنگ‌های به سمت بالا ریزشونده رودخانه‌های مئاندری توسط سیلستون‌های دشت سیلابی پوشیده می‌شوند (Tucker, 2001). شکل هندسی و تبدیل قائم و جانبی لیتوفاسیس Sp به رسوبات تخریبی بسیار ریز دانه دشت سیلابی، نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در بستر رودخانه مئاندری است (Miall, 1985). این رخساره در ماسه‌سنگ‌های ضخیم تا متوسط لایه ارغوانی تیره تا قرمز و گاه کرم‌رنگ در برش‌های باغک و مزدوران شناسایی شده است.

۲-۲- لیتوفاسیس B2 (S<sub>p</sub>): این رخساره ماسه‌سنگی دارای لامیناسیون موازی است (شکل ۷، تصویر C). لیتوفاسیس S<sub>p</sub> به شکل صفحه‌ای تا عدسی با گسترش زیاد است. بررسی‌های میکروسکوپی این لیتوفاسیس نشان‌دهنده پتروفاسیس ماسه‌سنگ ریز تا متوسط دانه با سیمان کلسیتی (لیت‌آرنایت نیمه بالغ تا بالغ) است. این رخساره از ذرات تخریبی نیمه زاویه‌دار تا نیمه گردشده در اندازه ماسه ریز تا متوسط‌دانه تشکیل شده است. در این رخساره در حدود ۶۵ تا ۷۰ درصد کوارتز، ۲۵ تا ۳۰ درصد قطعات لیتیک و به‌ویژه چرت و ۱ تا ۲ درصد فلدسپات دیده می‌شود. کوارتز پلی‌کریستالین (با مرز بلوری مضرس)، کوارتز با خاموشی موجی، فلدسپات تجزیه‌شده، پلاژیوکلاز، میکروکلین و گاه خرده‌های شیلی و سنگ‌های دگرگونی درجه پایین در این رخساره مشاهده می‌شود. جورشدگی ذرات بسیار خوب و گاه متوسط است. سیمان به‌طور عمده از جنس کلسیت گرانولار و یا پوبیکیلوتوپیک است که به‌طور عمده دولومیتی شده است، اما سیمان سیلیسی نیز دیده می‌شود. در برخی نمونه‌ها دانه‌ها بسیار فشرده و دارای مرز محدب-مقعر و گاه مضرس هستند. در این رخساره قطعات گلی دیده می‌شود. بافت، شکل هندسی و تناوب این لیتوفاسیس با رسوبات تخریبی بسیار ریز دانه، نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در دشت سیلابی و گاه به‌صورت کروس<sup>۲</sup> است (Miall, 1985). این رخساره در ماسه‌سنگ‌های نازک تا متوسط لایه ارغوانی تا

پتروفاسیس A6-2 (رس‌سنگ<sup>۱</sup>): ذرات بسیار ریزدانه در اندازه رس، بخش عمده این رخساره تخریبی را تشکیل می‌دهند. در برخی از مقاطع، کوارتزهای زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه سیلت (رس‌سنگ سیلت‌دار) و گاه ماسه بسیار ریز دانه (رس‌سنگ ماسه‌دار) دیده می‌شود (شکل ۶، تصویر F). به‌علت وجود کانی‌های ورقه‌ای و در نتیجه ایجاد تورق در برخی از نمونه‌ها، نام رخساره به شیل رسی تبدیل می‌شود. این رسوبات در محیط‌های کم‌انرژی دشت سیلابی و نیز در قسمت بالایی کانال‌های قطع شده نهشته شده است (Miall, 1985). این رخساره در رس‌سنگ و شیل‌های رسی قرمز رنگ در چاه خانگیران مشاهده می‌شود.

## ۲- رخساره‌های رودخانه مئاندری

رودخانه‌های مئاندری در نواحی با شیب کم تشکیل می‌شوند. این رودخانه‌ها دارای تغییرات ناچیز سالیانه دبی و نسبت زیاد بار معلق می‌باشند. ماسه‌سنگ‌های پوینت‌بار متعلق به کانال خطی و رسوبات ضخیم دشت سیلابی از مهم‌ترین رسوبات شناخته‌شده در این رودخانه‌ها هستند (Tucker, 2001). میزان نهشته‌های تخریبی بسیار ریزدانه در این رودخانه‌ها در مقایسه با رودخانه‌های بریده بریده به مراتب بیشتر است. رخساره‌های رودخانه مئاندری در منطقه مورد بررسی شامل سه لیتوفاسیس B1 تا B3 به شرح زیر است.

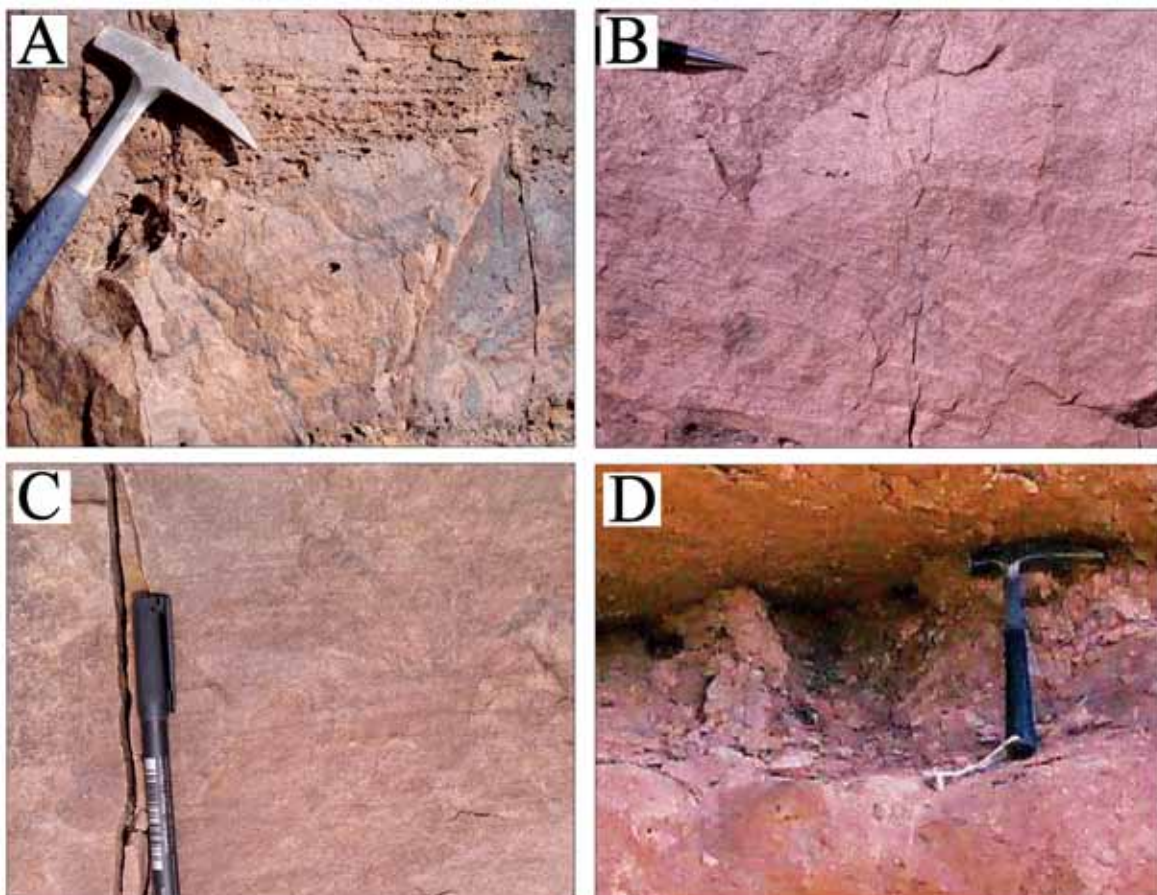
۲-۱- لیتوفاسیس B1 (S<sub>p</sub>): این لیتوفاسیس به‌صورت ماسه‌سنگ با چین‌بندی مورب مسطح مشاهده می‌شود (شکل ۷، تصاویر A و B). لیتوفاسیس S<sub>p</sub> عدسی‌شکل با گسترش زیاد تا صفحه‌ای بوده و در برخی از توالی‌ها به‌صورت ماسه‌سنگ پبل‌دار و یا دارای لنزهای کنگلومرایی است. در این لیتوفاسیس قطعات گلی نیز وجود دارد. بررسی‌های میکروسکوپی این لیتوفاسیس نشان‌دهنده پتروفاسیس ماسه‌سنگ ریز تا متوسط‌دانه با سیمان کلسیتی (لیت‌آرنایت نیمه بالغ تا بالغ) است (شکل ۸، تصویر A). این رخساره از ذرات تخریبی نیمه‌زاویه‌دار تا نیمه گردشده در اندازه ماسه ریز تا متوسط‌دانه تشکیل شده است. قاعده لیتوفاسیس S<sub>p</sub> به‌صورت مسطح و گاه فرسایشی است. مهاجرت پوینت‌بارها

1. Claystone  
2. Crevasse

است (شکل ۷، تصویر D). شکل هندسی این لیتوفاسیس صفحه‌ای و مرزهای زیرین و بالایی آن تدریجی است و در نواحی کم انرژی دشت سیلابی، خاکریز و گاه دریاچه‌های شاخ‌گاو<sup>۲</sup> نهشته شده است (Miall, 1985).

قرمز و گاه کرم رنگ در برش‌های باغک و مزدوران شناسایی شده است.

۲-۳- لیتوفاسیس B3 ( $F_{sc}$ ): این لیتوفاسیس دارای لامیناسیون ریز و گاه به صورت توده‌ای بوده و از دو پتروفاسیس سیلتستون و رس سنگ انیدریت‌دار تشکیل شده



شکل ۷. A و B) لیتوفاسیس B1 ( $S_p$ : ماسه‌سنگ با چینه‌بندی مورب مسطح)، C) لیتوفاسیس B2 ( $S_p$ : ماسه‌سنگ با لامیناسیون موازی) و D) لیتوفاسیس B3 ( $F_s$ : سیلتستون)

کم انرژی رودخانه‌های مئاندری مانند دشت سیلابی است (Miall, 1985). گاه در طی بالا آمدن آب رودخانه‌ها رسوبات معلق به دشت سیلابی وارد شده و ماسه‌سنگ‌ها به صورت بین‌لایه‌ای با سیلتستون‌های دشت سیلابی نهشته می‌شوند. تناوب سیلتستون‌ها و ماسه‌سنگ‌های نازک‌لایه در خاکریزهای حواشی رودخانه‌ها و کروس‌ها دیده می‌شود. لایه‌بندی در

پتروفاسیس B3-1 (سیلتستون): دانه‌های کوارتز زاویه‌دار تا نیمه زاویه‌دار در اندازه سیلت، بخش عمده این رخساره تخریبی را تشکیل می‌دهند (شکل ۸، تصویر B). این پتروفاسیس دارای زمینه رسی و گاه سیمان کربناته است. وجود کانی‌های ورقه‌ای ریز دانه در بعضی از نمونه‌ها، موجب ایجاد تورق شده و رخساره به شیل سیلتی تبدیل می‌شود. بافت و توالی این رسوبات با نهشته‌های تخریبی ریز و متوسط‌دانه نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در محیط‌های

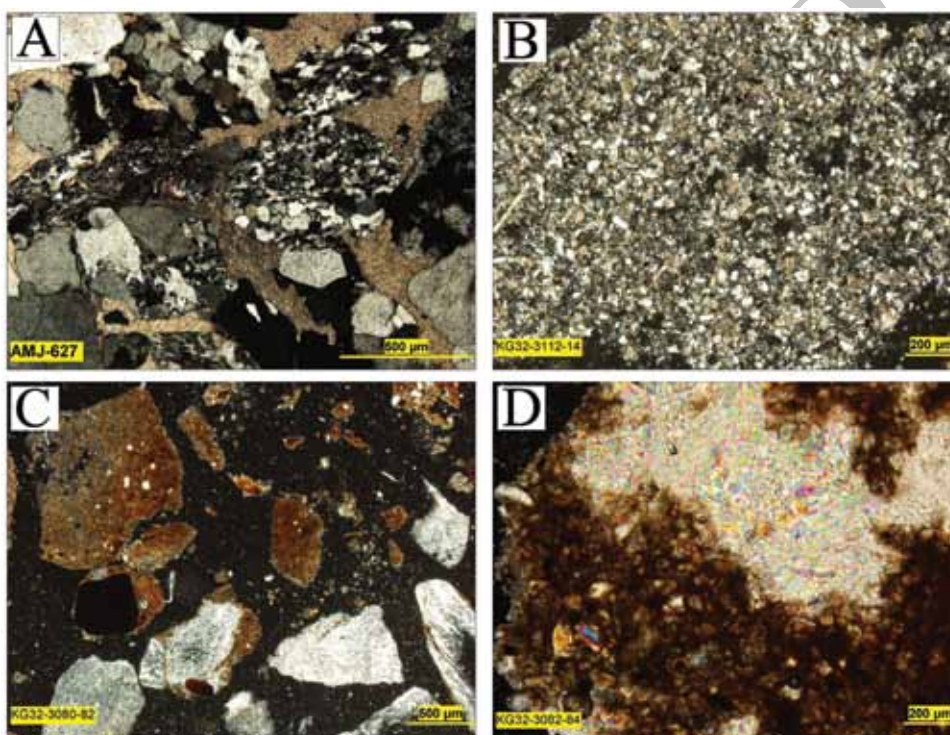
1. Levee

2. Oxbow lake

ماسه‌دار) دیده می‌شود. گاه به علت فراوانی کانی‌های ورقه‌ای و در نتیجه ایجاد تورق، نام رخساره به شیل رسی تبدیل می‌شود. بافت و توالی این رسوبات با نهشته‌های تخریبی ریزدانه نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در محیط‌های کم‌انرژی رودخانه مئاندری مانند دریاچه‌های شاخ‌گاو و گاه حوضه‌های کم‌عمق و بسته مجاور رودخانه‌ها است (Miall, 1985). این رخساره در رس سنگ و شیل‌های رسی انیدریت‌دار قرمز رنگ در چاه خانگیران مشاهده می‌شود.

رسوبات دشت سیلابی به صورت افقی و لامینه‌ای و به ندرت مورب با مقیاس کوچک است. این رخساره در سیلتستون و سیلتستون‌های ماسه‌ای قرمز تا ارغوانی تیره در برش‌های باغک و مزدوران و چاه خانگیران مشاهده می‌شود.

پتروفاسیس B3-2 (رس سنگ انیدریت‌دار): ذرات بسیار ریزدانه در اندازه رس و همچنین بلورهای انیدریت، بخش عمده این رخساره تخریبی را تشکیل می‌دهند (شکل ۸، تصاویر C و D). در برخی نمونه‌ها کوارتزهای زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه ماسه بسیار ریزدانه (رس سنگ



شکل ۸. A) ماسه‌سنگ متوسط‌دانه با سیمان کلسیتی (لیت‌آرنایت نیمه بالغ تا بالغ)، B) سیلتستون، C و D) رس سنگ انیدریت‌دار، تمامی تصاویر در نور XPL عکس‌برداری شده‌اند

قاعده این ماسه‌سنگ‌ها به صورت مسطح و یا فرسایشی است. در این لیتوفاسیس فسیل‌های اثری<sup>۲</sup> و عدسی‌هایی از کنگلومرا با قطعات گلی مشاهده می‌شود (شکل ۹). این لیتوفاسیس توده‌ای تا بسیار ضخیم‌لایه، دارای شکل صفحه‌ای تا عدسی با گسترش زیاد است (شکل ۱۰، تصویر A). بررسی‌های میکروسکوپی این لیتوفاسیس نشان‌دهنده

1. Anhydritic claystone
2. Trace fossils

### ۳- رخساره‌های ساحلی

این رخساره‌ها در خطوط ساحلی و سواحل با انرژی بالا تشکیل شده است. این رسوبات گردش‌گی و جورشدگی خوبی داشته و از نظر بافتی بالغ هستند. رخساره‌های ساحلی شامل ۵ لیتوفاسیس C1 تا C5 به شرح زیر است.

۳-۱- لیتوفاسیس C1 ( $S_m$ ): این لیتوفاسیس به صورت ماسه‌سنگ‌های توده‌ای تا بسیار ضخیم‌لایه دیده می‌شود.

و گاه مضرس هستند. در سطح زمین کالکریت و لکه‌هایی از دولومیت قرمز دیده می‌شود. بلوغ بافتی و وجود فسیل‌های اثری در این نهشته‌ها نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در محیط‌های ساحلی با تامین فراوان ماسه و امواج قوی است (Miall, 1985; Tucker, 2001). این رخساره در ماسه‌سنگ و ماسه‌سنگ‌های گراول‌دار بسیار ضخیم‌لایه تا توده‌ای ارغوانی تیره تا قهوه‌ای و صورتی روشن تا سفید در برش‌های باغک و مزدوران شناسایی شده است.

پتروفاسیس ماسه‌سنگ ریز تا متوسط‌دانه با سیمان سیلیسی (لیت‌آرنایت بالغ) (شکل ۱۱، تصاویر A و B) و همچنین ماسه‌سنگ ریز تا متوسط‌دانه با سیمان سیلیسی (فلدسپاتیک لیت‌آرنایت بالغ) (شکل ۱۱، تصویر C) است. این رخساره از ذرات تخریبی نیمه‌گردشده در اندازه ماسه ریز تا متوسط‌دانه تشکیل شده است. جورشدگی ذرات بسیار خوب است. سیمان از جنس کلسیتی (پویکیلوئوپیک) است، اما گاه سیمان سیلیسی با رشد هم‌محور نیز مشاهده می‌شود. در برخی نمونه‌ها، دانه‌ها بسیار فشرده و با مرز محدب-مقعر



شکل ۹. ماسه‌سنگ ضخیم تا بسیار ضخیم لایه دارای لنز کنگلومرای متشکل از خرده‌های گلی در برش باغک

است (شکل ۱۱، تصویر D). این رخساره از ذرات تخریبی نیمه‌گردشده تا نیمه زاویه‌دار در اندازه ماسه بسیار ریز تا متوسط‌دانه تشکیل شده است. در حدود ۵۵ تا ۶۰ درصد کوارتز، ۲۵ تا ۳۰ درصد فلدسپات و ۱۰ تا ۱۵ درصد چرت قابل مشاهده است. جورشدگی ذرات بسیار خوب است. سیمان از جنس سیلیس با رشد هم‌محور است. برخی از فلدسپات‌ها تجزیه شده‌اند، اما بیشتر پلاژیوکلازها و میکروکلین‌ها سالم باقی مانده‌اند. گردش‌دهی و جورشدگی خوب تا بسیار خوب ذرات، بلوغ بافتی خوب، طبقه‌بندی مورب و وجود فسیل‌های اثری نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این لیتوفاسیس

۲-۳- لیتوفاسیس C2 (S<sub>p</sub>): این رخساره به صورت ماسه‌سنگ با چینه‌بندی مورب مسطح مشاهده می‌شود (شکل ۱۰، تصویر B). لیتوفاسیس S<sub>p</sub> در برخی از توالی‌ها دارای لنزهای کنگلومرای و یا به صورت ماسه‌سنگ پیل‌دار است. این لیتوفاسیس عدسی‌شکل با گسترش زیاد تا صفحه‌ای بوده و قاعده آن‌ها به صورت مسطح و به ندرت فرسایشی است. آشفستگی زیستی، فسیل‌اثری، لنزهای کنگلومرای با قطعات گلی در این رخساره دیده می‌شود. بررسی‌های میکروسکوپی این لیتوفاسیس نشان‌دهنده پتروفاسیس ماسه‌سنگ بسیار ریز تا متوسط‌دانه با سیمان سیلیسی (لیتیک آرکوز بالغ)

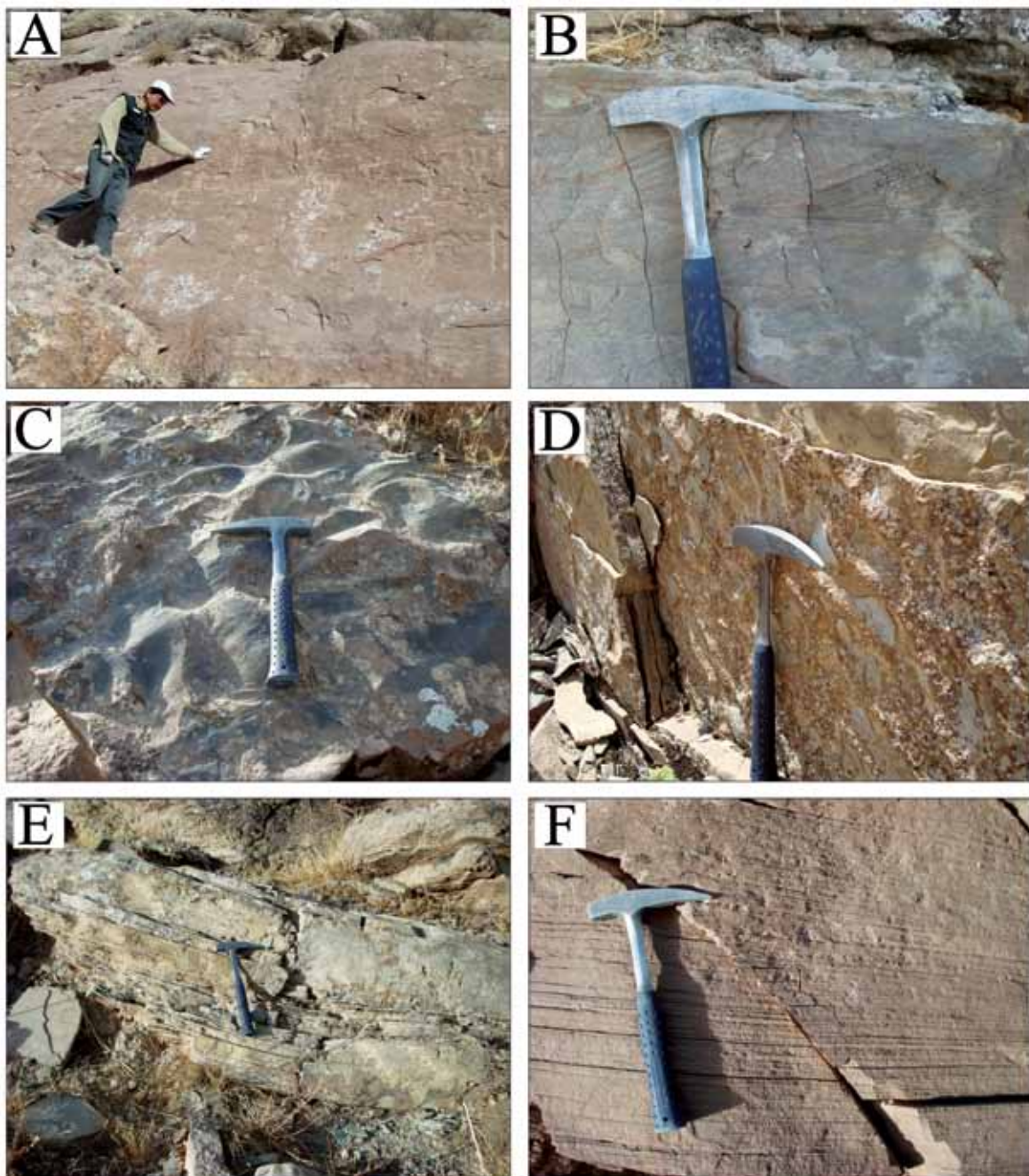
پتروفاسیس ماسه‌سنگ بسیار ریز تا متوسط‌دانه با سیمان سیلیسی (لیتیک آرکوز بالغ) می‌باشد. لیتوفاسیس  $S_1$  دارای شکل هندسی ورقه‌ای تا عدسی با گسترش زیاد است. قاعده این ماسه‌سنگ‌ها به صورت مسطح و به ندرت فرسایشی است (شکل ۱۰، تصویر E). گردشگی و جورشدگی خوب ذرات و وجود لامینه‌های مورب در این رسوبات نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این لیتوفاسیس در محیط‌های ساحلی است (Miall, 1985). این رخساره در ماسه‌سنگ‌های نازک تا متوسط‌لایه سبز تا کرم و گاه ارغوانی در برش‌های باغک و مزدوران شناسایی شده است.

۳-۵- لیتوفاسیس  $C5$  ( $S_1$ ): این رخساره ماسه‌سنگی دارای لامیناسیون موازی بوده (شکل ۱۰، تصویر F) و بیشتر به شکل صفحه‌ای تا عدسی با گسترش زیاد دیده می‌شود. بررسی‌های میکروسکوپی این لیتوفاسیس نشان‌دهنده پتروفاسیس ماسه‌سنگ بسیار ریز تا متوسط‌دانه با سیمان سیلیسی (لیتیک آرکوز بالغ) است. گردشگی و جورشدگی ذرات، وجود لامینه‌های موازی و جایگاه چینه‌شناسی این رسوبات نشان‌دهنده نهشته‌شدن این رخساره در خطوط ساحلی با انرژی نسبتاً بالا است (Miall, 1985). این رخساره در ماسه‌سنگ‌های نازک تا متوسط‌لایه سبز تا کرم در برش‌های باغک و مزدوران مشاهده می‌شود.

در محیط‌های ساحلی است (Miall, 1985). این رخساره در ماسه‌سنگ‌های ضخیم تا متوسط‌لایه سبز روشن تا خاکستری و صورتی روشن و همچنین ماسه‌سنگ‌های نازک تا متوسط‌لایه و گاه لنزی شکل سبز در برش‌های باغک و مزدوران شناسایی شده است.

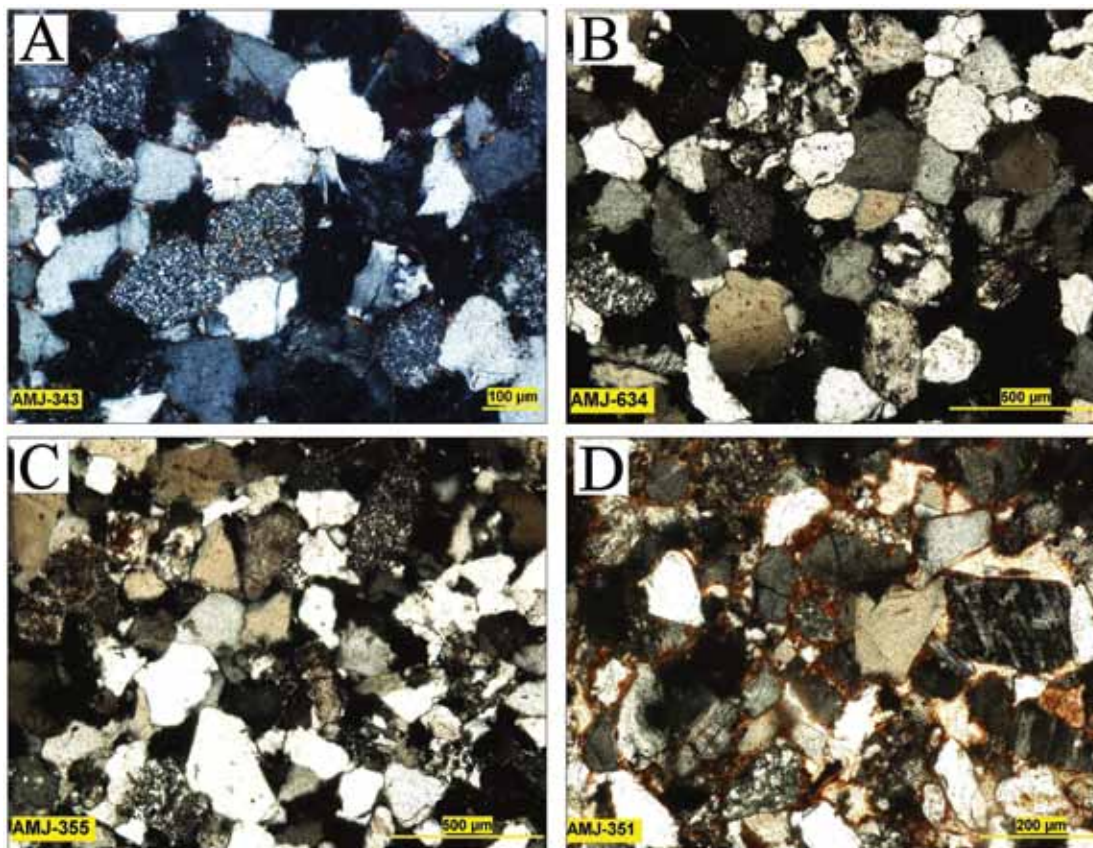
۳-۳- لیتوفاسیس  $C3$  ( $S_1$ ): این رخساره به صورت ماسه‌سنگ ریپل‌مارک‌دار مشاهده می‌شود (شکل ۱۰، تصاویر C و D). ریپل‌مارک‌ها از انواع مختلف مانند متقارن، نامتقارن و یا تداخلی هستند. این ماسه‌سنگ‌ها به صورت عدسی شکل با گسترش زیاد تا صفحه‌ای هستند. بررسی‌های میکروسکوپی این لیتوفاسیس نشان‌دهنده پتروفاسیس ماسه‌سنگ بسیار ریز تا متوسط‌دانه با سیمان سیلیسی (لیتیک آرکوز بالغ) است. این رخساره از ذرات تخریبی نیمه گرد شده تا نیمه زاویه‌دار در اندازه ماسه بسیار ریز تا متوسط‌دانه تشکیل شده است. جورشدگی ذرات بسیار خوب است. لیتوفاسیس  $S_1$  در محیط ساحلی تشکیل شده است (Miall, 1985). این رخساره در ماسه‌سنگ‌های نازک تا متوسط‌لایه سبز و گاه لنزی شکل در برش‌های باغک و مزدوران مشاهده می‌شود.

۳-۴- لیتوفاسیس  $C4$  ( $S_1$ ): این رخساره به صورت ماسه‌سنگ ریزدانه با چینه‌بندی مورب کم‌زاویه دیده می‌شود. بررسی‌های میکروسکوپی این لیتوفاسیس نشان‌دهنده



شکل ۱۰. A) لیتوفاسیس C1 ( $S_{1m}$ : ماسه‌سنگ توده‌ای)، B) لیتوفاسیس C2 ( $S_p$ : ماسه‌سنگ با چینه‌بندی مورب مسطح)، C و D) لیتوفاسیس C3 ( $S_p$ : ماسه‌سنگ ریپل‌مارک‌دار)، E) لیتوفاسیس C4 ( $S_p$ : ماسه‌سنگ با چینه‌بندی مورب کوچک‌زاویه) و F) لیتوفاسیس C5 ( $S_p$ : ماسه‌سنگ با لامیناسیون موازی)





شکل (۱). A و B) ماسه‌سنگ ریزدانه با سیمان سیلیسی (لیت‌آرنایت بالغ)، C) ماسه‌سنگ ریز تا متوسط‌دانه با سیمان سیلیسی (فلدسپاتیک لیت‌آرنایت بالغ) و D) ماسه‌سنگ ریز تا متوسط‌دانه با سیمان سیلیسی (لیتیک آرکوز بالغ)، تمامی تصاویر در نور XPL عکس‌برداری شده‌اند

اکسید آهن دیده می‌شود. در برخی از نمونه‌ها کوارتزهای زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه سیلت و ماسه بسیار ریزدانه (دولومادستون سیلتی- ماسه‌ای) وجود دارد. این رخساره با توجه به بافت و اندازه بلورهای تشکیل‌دهنده و توالی آن با نهشته‌های تخریبی- تبخیری، به احتمال زیاد به صورت اولیه رسوب‌گذاری شده و شاخص محیط پهنه جزر و مدی و نواحی سبخایی است (Adabi, 2009). این میکروفاسیس در دولومیت‌های خاکستری مایل به سبز روشن و گاه کرم‌رنگ متوسط تا ضخیم‌لایه و نیز دولومیت‌های سیلتی قرمز تا ارغوانی و سبز با حالت ورقه‌ای در برش‌های باغک و مزدوران و چاه‌خانگیران شناسایی شده است.

1. Intertidal
2. Supratidal
3. Dolomudstone
4. Microbial

#### ۴- رخساره‌های پهنه جزر و مدی

این کمر بند رخساره‌ای دربرگیرنده ۷ رخساره می‌باشد. میکروفاسیس‌های D1 تا D4 کربناته، رخساره D5 تبخیری و پتروفاسیس‌های D6 و D7 تخریبی می‌باشند. این رخساره‌ها در محیط‌های بین جزر و مدی<sup>۱</sup> و بالای جزر و مدی<sup>۲</sup> نهشته شده و در شیل‌ها و دولومیت‌های قرمز و ارغوانی رنگ بخش بالایی سازند شوربجه مشاهده می‌شود. این بخش همانطوری که ذکر شد به سمت باختر حوضه به صورت جانبی به قسمت‌های زیرین سازند تیرگان تبدیل می‌شود.

۴-۱- میکروفاسیس D1 (دولومادستون<sup>۳</sup>): این رخساره از دولومیکریت تشکیل شده است (شکل ۱۲، تصویر A). در این میکروفاسیس ساخت‌های میکروبیال<sup>۴</sup>، لامیناسیون، اینتراکلاست، کانی‌های ورقه‌ای ریز دانه و آغشتگی به

لامینه‌های جلبکی به دلیل وجود خطرات محیطی و فراوانی موجودات رسوب‌خوار و چرند به ویژه شکم‌پایان، بیشتر در محیط‌های بسته بسیار شور بخش بالایی جزر و مدی و بالای جزر و مدی حفظ می‌شوند. این مسئله با توجه به حضور این رخساره در بین نهشته‌های تبخیری قابل اثبات است (Shinn, 1986; Reading, 1996). این رخساره در سنگ‌آهک‌های دولومیتی و دولومیت متوسط تا ضخیم لایه خاکستری تا سبز در برش باغک شناسایی شده است.

۴-۵- رخساره D5 (انیدریت<sup>۵</sup>): این رخساره از انیدریت تشکیل شده است (شکل ۱۲، تصویر F). نهشته‌های انیدریتی بیشتر نشان‌دهنده رسوب‌گذاری در محیط سوپراتایدال و سبخایی با آب و هوای گرم و خشک می‌باشد (Shinn, 1983). این مسئله با توجه به توالی این رخساره با رخساره‌های پهنه جزر و مدی مانند مادستون کربناته، دولومادستون، رس سنگ، سیلتستون و شیل‌های رسی و سیلیتی قابل اثبات است. این رخساره در چاه خانگیران شناسایی شده است.

۴-۶- پتروفاسیس D6 (سیلتستون): قسمت عمده این پتروفاسیس از کوارتزهای زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه سیلت تشکیل شده است (شکل ۱۲، تصویر G). در این رخساره لامیناسیون، قطعات گلی و همچنین آغشتگی به اکسید آهن وجود دارد. در برخی از نمونه‌ها، به علت فراوانی کانی‌های ورقه‌ای و ایجاد تورق، نام سنگ به شیل سیلیتی تبدیل می‌شود. این پتروفاسیس دارای زمینه رسی و یا سیمان کربناته است. در برخی از توالی‌ها، ماسه‌سنگ‌های بسیار ریزدانه (آرکوز لیتیک نابالغ) نازک تا ضخیم لایه ارغوانی تیره به صورت لیزی‌شکل در این رخساره مشاهده می‌شود. بافت و جایگاه چینه‌شناسی این رسوبات نشان‌دهنده رسوب‌گذاری در محیط پهنه جزر و مدی است (Tucker, 2001). این رخساره معادل لیتوفاسیس  $F_{sc}$  است (Miall, 1985) و در سیلتستون و سیلتستون‌های ماسه‌ای نازک تا متوسط لایه قرمز تا ارغوانی تیره و گاه سبز در برش‌های باغک و مزدوران

۴-۲- میکروفاسیس D2 (مادستون آهکی<sup>۱</sup>): این میکروفاسیس کربناته فاقد و یا دارای کمتر از ۱۰ درصد آلوم است (شکل ۱۲، تصویر B). فابریک چشم پرنده‌ای<sup>۲</sup>، ساخت میکروبیال، قالب بلورهای تبخیری، بایوکلاست‌های بسیار ریز، کانی‌های ورقه‌ای ریزدانه و آغشتگی به اکسید آهن در این میکروفاسیس دیده می‌شود. در بعضی از نمونه‌ها کوارتزهای زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه سیلت و ماسه بسیار ریزدانه (مادستون آهکی سیلیتی و مادستون آهکی ماسه‌ای) و در برخی نمونه‌ها بیش از ده درصد بلورهای ژئپس (مادستون آهکی ژئپس‌دار) وجود دارد (شکل ۱۲، تصویر C). بافت شناور و گل‌پشتیبان مادستونی، فقدان و یا کاهش تعداد و اندازه دانه‌های اسکلتی نشان می‌دهد که این رخساره در محیط بسیار کم‌انرژی نهشته شده است. این رخساره در مقایسه با محیط‌های کربناته امروزی، در بخش‌های بالایی پهنه‌های جزر و مدی که دارای آب و هوای گرم و خشک است، نهشته شده است (Shinn, 1986). این میکروفاسیس در سنگ آهک و سنگ آهک‌های رسی نازک تا متوسط لایه ارغوانی تا قرمز در برش باغک و چاه خانگیران مشاهده می‌شود.

۴-۳- میکروفاسیس D3 (اینتراکلاست پکستون-گرینستون<sup>۳</sup>): در این رخساره اینتراکلاست آلوم اصلی را تشکیل می‌دهد (شکل ۱۲، تصویر D). اجزای فرعی شامل ائید، استراکود، شکم‌پا، جلبک سبز و دانه‌های کوارتز و چرت است. در برخی مقاطع به علت وجود بیش از ۱۰ درصد دانه‌های کوارتز و چرت زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه ماسه بسیار ریز و گاه درشت‌دانه نام رخساره به اینتراکلاست پکستون-گرینستون ماسه‌ای تبدیل می‌شود. نوع آلوم و توالی این رخساره با نهشته‌های تخریبی ریزدانه و تبخیری نشان‌دهنده رسوب‌گذاری در کانال‌های ناحیه بین جزر و مدی است (Insalaco et al., 2006). این رخساره در سنگ آهک و سنگ آهک‌های نازک لایه خاکستری روشن تا قهوه‌ای در برش مزدوران شناسایی شده است.

۴-۴- میکروفاسیس D4 (استروماتولیت باندستون<sup>۴</sup>): این رخساره از نوارها و لامینه‌های استروماتولیتی تشکیل شده است (شکل ۱۲، تصویر E). در محیط‌های امروزی ساختارهای

1. Lime mudstone
2. Birds eyes
3. Intraclast packstone-grainstone
4. Stromatolite boundstone
5. Anhydrite

آلوکم‌های اصلی در این رخساره بایوکلاست و اینتراکلاست می‌باشند (شکل ۱۳، تصویر A). بایوکلاست‌ها شامل دوکفه‌ای، جلبک سبز، خارپوست، استراکود و روزن‌داران کفزی کوچک (Miliolidae, Textularidae) می‌باشند. اجزای فرعی شامل ائید و پلوئید می‌باشند. آلوکم‌ها در زمینه‌ای میکریتی به صورت متصل قرار دارند. وجود بیش از ۱۰ درصد دانه‌های کوارتز و چرت نیمه‌زاویه‌دار تا نیمه‌گرد شده در اندازه ماسه بسیار ریزدانه، نام رخساره را به بایوکلاست پکستون ماسه‌ای تغییر می‌دهد. برخی از بایوکلاست‌ها میکریتی شده‌اند. بافت و نوع آلوکم‌های شناسایی شده، نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در محیط کم‌ترفای تالاب است (Tucker and Wright, 1990; Flügel, 2004). این رخساره در سنگ آهک و سنگ آهک‌های ماسه‌ای خاکستری روشن ضخیم‌لایه در برش مزدوران شناسایی شده است.

۲-۵- رخساره E2 (مادستون آهکی): این میکروفاسیس کربناته فاقد و یا دارای کمتر از ۱۰ درصد آلوکم است (شکل ۱۳، تصویر B). در برخی از مقاطع، استراکود، جلبک سبز، میلیولید، پلوئید و دانه‌های کوارتز زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه سیلت و ماسه بسیار ریزدانه دیده می‌شود. وجود بافت شناور و گل‌پشتیان مادستونی، فقدان و یا کاهش تعداد و اندازه دانه‌های اسکلتی نشان می‌دهد که این رخساره در محیط بسیار کم انرژی تالاب نهشته شده است (Tucker, 2001; Flügel, 2004). این رخساره در سنگ‌آهک‌های خاکستری روشن متوسط تا ضخیم‌لایه در برش مزدوران شناسایی شده است.

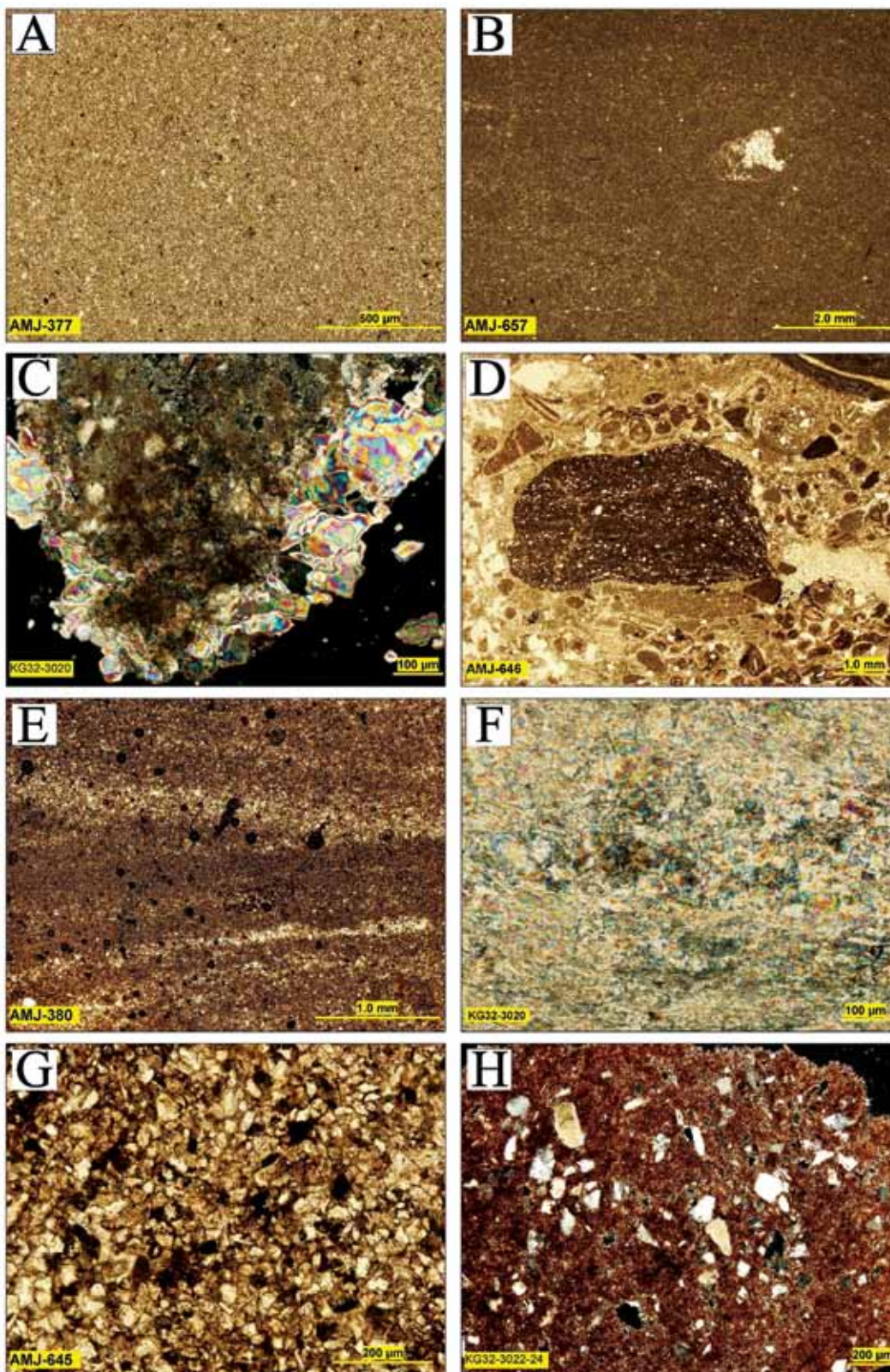
و چاه خانگیران مشاهده می‌شود.

۴-۷- پتروفاسیس D7 (کلی‌ستون): این پتروفاسیس از ذرات تخریبی بسیار ریزدانه در اندازه رس تشکیل شده است. در برخی از نمونه‌ها کوارتزهای زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه سیلت (کلی‌ستون سیلت‌دار) و گاه ماسه بسیار ریزدانه دیده می‌شود (شکل ۱۲، تصویر H). این رخساره معادل لیتوفاسیس  $F_{sc}$  است (Miall, 1985). بلورهای ژپیس و انیدریت و آغشتگی به اکسید آهن نیز در برخی از مقاطع مشاهده می‌شود. به‌علت وجود کانی‌های ورقه‌ای فراوان و ایجاد تورق در برخی از نمونه‌ها، نام رخساره به شیل رسی تبدیل می‌شود. بافت و توالی این رسوبات با رخساره‌های پهنه جزر و مدی مانند مادستون کربناته، دولومادستون، سیلتستون و شیل‌های سیلتی نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در نواحی کم‌انرژی پهنه‌های جزر و مدی است (Reading, 1996; Tucker, 2001). این رخساره در رس‌سنگ و شیل‌های رسی قرمز تا ارغوانی تیره و گاه سبز در برش‌های باغک و مزدوران و چاه خانگیران مشاهده می‌شود.

#### ۵- رخساره‌های تالاب

این کمر بند رخساره‌ای به‌طور محلی در قسمت بالایی سازند شوربچه در برش چینه‌شناسی مزدوران مشاهده می‌شود و دربرگیرنده دو میکروفاسیس کربناته E1 و E2 به شرح زیر است.

۵-۱- رخساره E1 (اینتراکلاست بایوکلاست پکستون):



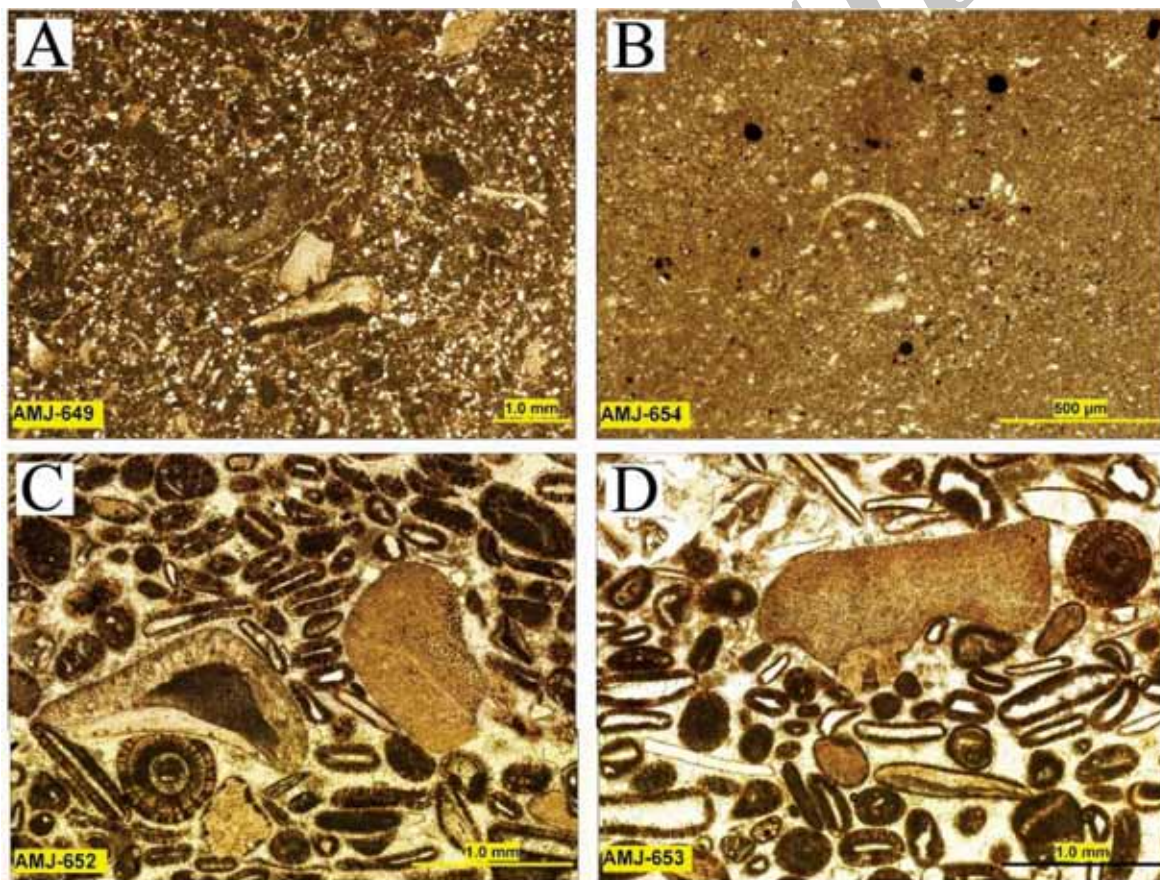
شکل ۱۲. میکروفاسیس‌های کربناته پهنه جزر و مدی شامل (A) دولومادستون، (B) مادستون آهکی با فابریک چشم‌پرنده‌ای، (C) مادستون آهکی انیدریت‌دار، (D) اینتراکلاست پکستون- گرینستون، (E) استروماتولیت باندستون، (F) انیدریت، (G) سیلتستون و (H) رس‌سنگ ماسه‌دار. تصاویر C، F و H در نور XPL و بقیه تصاویر در نور PPL عکس‌برداری شده‌اند

پلوئید و کوارتز نیمه گرد شده در اندازه ماسه بسیار ریز تا ریزدانه نیز مشاهده می‌شود. برخی از دانه‌ها دارای قشر نازک میکریتی (کورتوئید) هستند. ائیدها بیشتر به صورت شعاعی- متحدالمرکز می‌باشند و اندازه متوسط آن‌ها بین ۰/۵ تا یک میلی‌متر می‌باشد. بافت و نوع آلوکم‌های این رخساره نشان‌دهنده رسوب‌گذاری در محیط پراثری سد است (Tucker, 2001; Flügel, 2004). این رخساره در سنگ‌آهک‌های خاکستری روشن ضخیم‌لایه در برش مزدوران شناسایی شده است.

#### ۶- رخساره‌های سدی

این کمر بند رخساره‌ای به‌طور محلی در قسمت بالایی سازند شوربجه در برش چینه‌شناسی مزدوران مشاهده می‌شود و دربردارنده یک میکروفاسیس کربناته F1 به شرح زیر است.

۶-۱- رخساره F1 (بایوکلاست ائید گرینستون): فراوان‌ترین آلوکم‌ها در این رخساره ائید و بایوکلاست است (شکل ۱۳، تصاویر C و D). بایوکلاست‌ها شامل دوکفه‌ای، جلبک سبز، خارپوست، شکم‌پا، استراکود و گاه روزن‌داران کفزی می‌باشند، همچنین به مقدار کم‌تر اینتراکلاست،

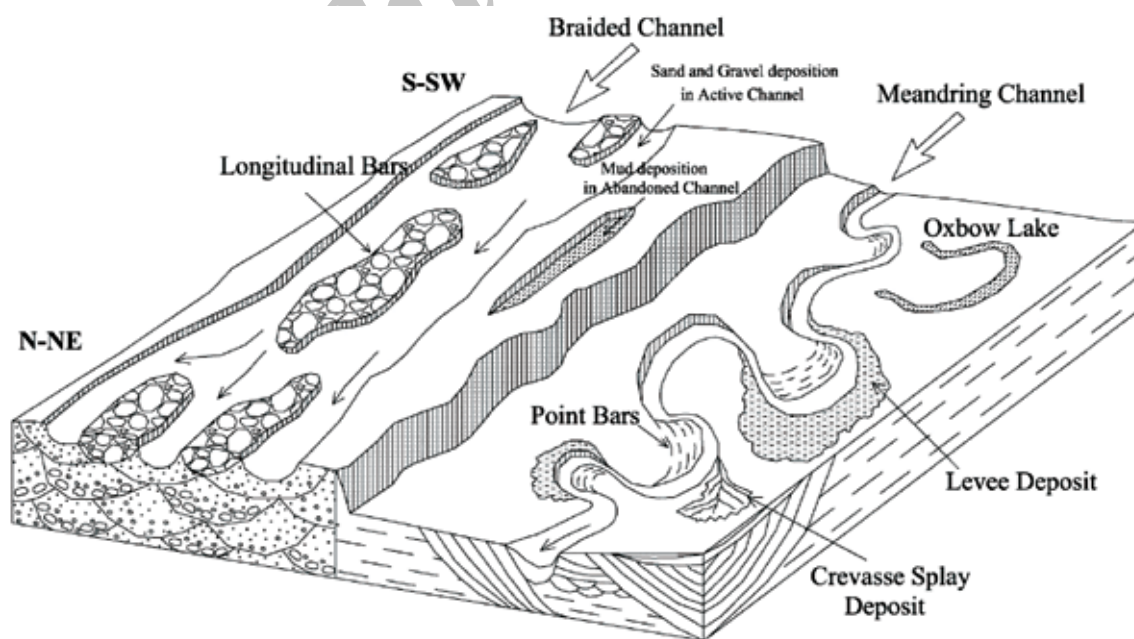


شکل ۱۳. میکروفاسیس‌های تالاب شامل (A) اینتراکلاست بایوکلاست پکستون ماسه‌ای، (B) مادستون آهکی، (C و D) میکروفاسیس سدی شامل بایوکلاست ائید گرینستون. تمامی تصاویر در نور PPL عکس‌برداری شده‌اند

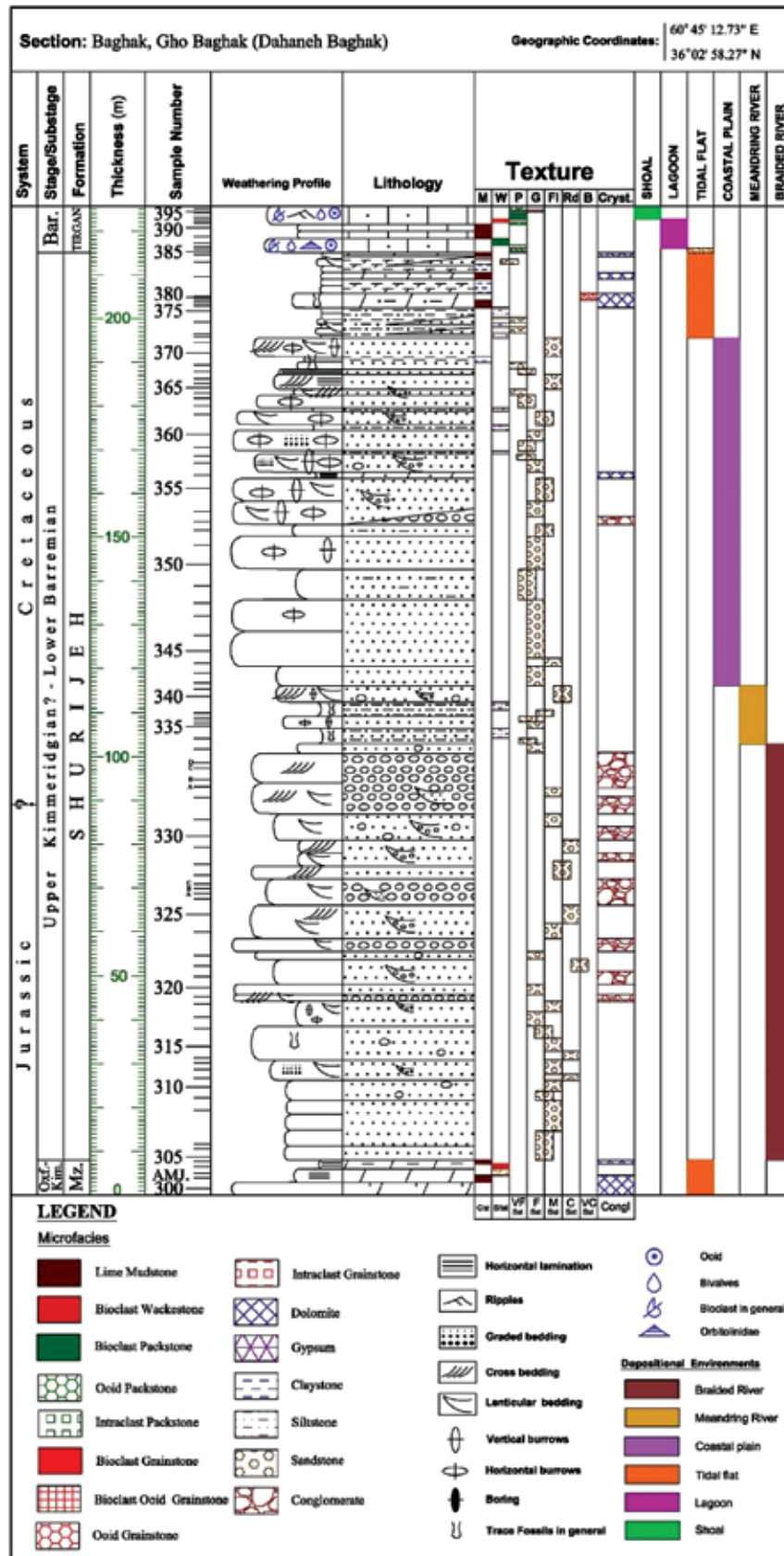
## مدل رسوبی سازند شوربچه

شوربچه، دربردارنده طیف وسیعی از سنگ‌های تخریبی درشت‌دانه به‌ویژه کنگلومرا تا رسوبات تخریبی بسیار ریزدانه مانند شیل‌های رسی (به میزان بسیار کم‌تر) است. در قسمت عمده بخش زیرین سازند شوربچه که در رودخانه‌های بریده بریده نهشته شده، مهاجرت جانبی کانال‌ها و سیکل‌های متعدد ریزشونده مشاهده می‌شود. در کانال‌های پرشده، کاهش اندازه رسوبات به سمت بالا به خوبی دیده می‌شود. رسوبات رودخانه‌های بریده بریده سازند شوربچه، بیشتر عدسی‌شکل می‌باشند و بیشتر دارای طبقه‌بندی مورب ناقص هستند. این رسوبات دارای رخساره‌های کانالی، پشته‌های بریده بریده با طبقه‌بندی مورب مسطح، قاعده فرسایشی و سطوح دوباره فعال شده می‌باشند. این اشکال در اثر مهاجرت سدها و پشته‌های بریده بریده به‌طرف پائین تشکیل شده‌اند (Tucker, 2001). در رخساره‌های رودخانه‌های بریده بریده سازند شوربچه، مقدار بسیار ناچیزی از رسوبات تخریبی بسیار ریزدانه شامل شیل‌های رسی و سیلتی مربوط به دشت سیلابی وجود دارد. کنده‌شدگی و حرکت مجدد این رسوبات موجب تشکیل قطعات گلی شده است.

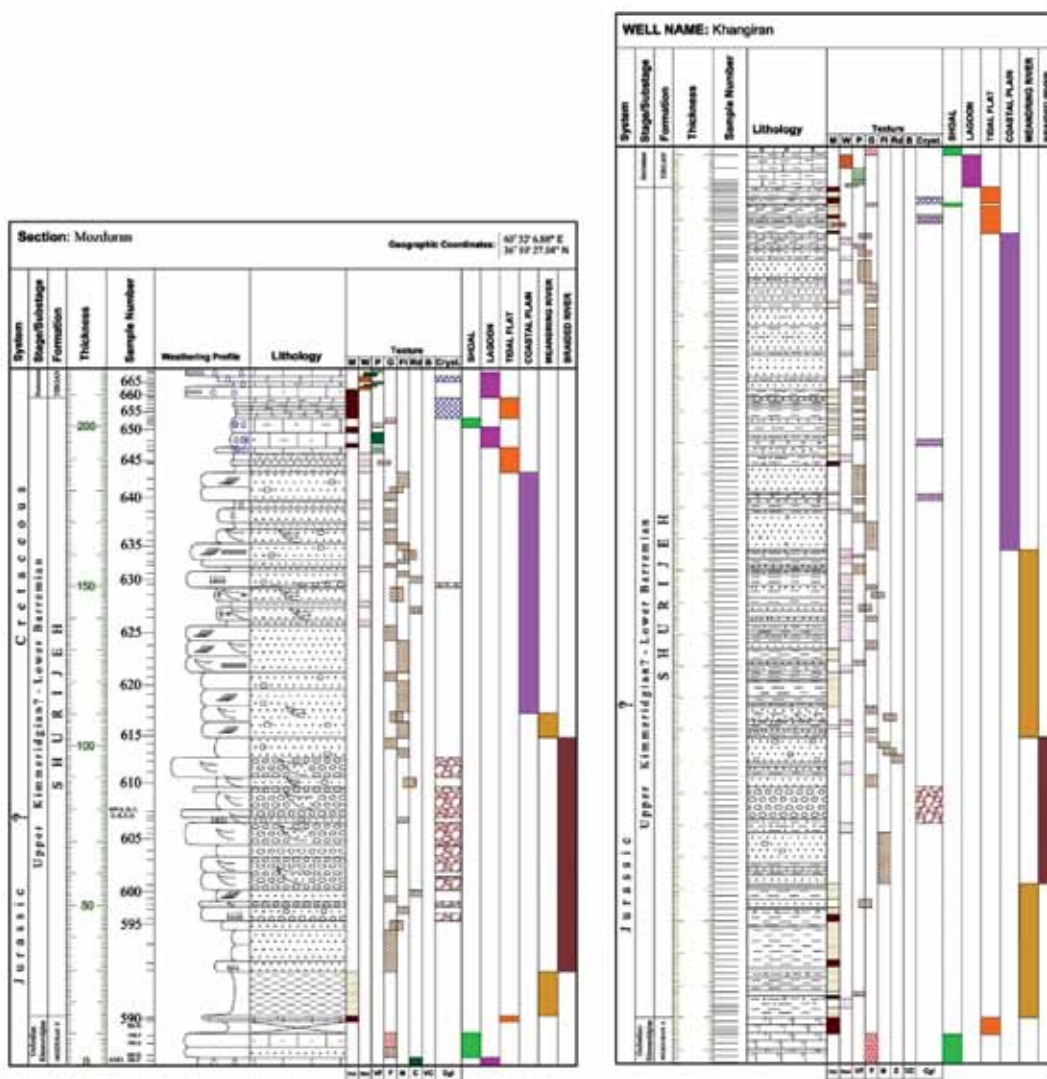
با تلفیق نتایج حاصل از مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی و مقایسه شواهد به‌دست آمده با محیط‌های رسوبی امروزی، مدل رسوبی جهت نهشته‌های سازند شوربچه پیشنهاد شده است. محیط رسوبی قسمت زیرین سازند شوربچه در خاوری‌ترین قسمت کپه‌داغ به‌طور عمده از نوع رودخانه‌ای، به‌ویژه رودخانه بریده بریده (Moussavi-Harami and Brenner, 1990) و گاه رودخانه مئاندری است (شکل ۱۴). در قسمت بالایی این سازند رخساره‌های ساحلی و در نهایت رخساره‌های پهنه جزر و مدی دیده می‌شود (شکل‌های ۱۵ تا ۱۷). این قسمت به سمت باختر حوضه به‌صورت جانبی به بخش‌های زیرین سازند تیرگان تبدیل می‌شود. در برش چینه‌شناسی مزدوران، در بین نهشته‌های پهنه جزر و مدی، به‌طور محلی یک بخش کربناته با رخساره‌های لاگونی و سدی وجود دارد. رسوبات مربوط به محیط‌های رودخانه‌ای سازند



شکل ۱۴. مدل رسوبی پیشنهادی برای نهشته‌های رودخانه‌های بریده بریده و مئاندری سازند شوربچه در خاور کپه‌داغ



شکل ۱۵. ستون چینه‌شناسی سازند شورپیچه در برش باغک به همراه تغییرات رخساره‌ای و محیط‌های رسوبی



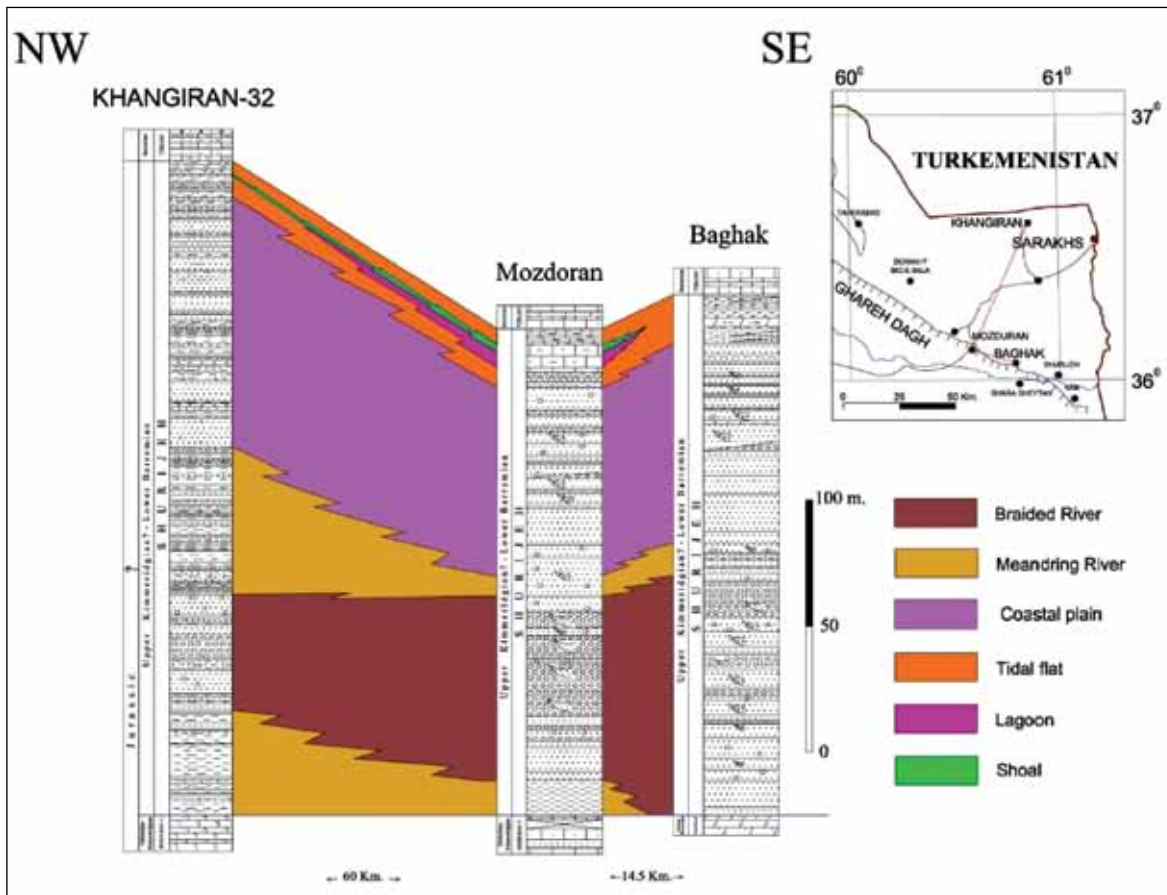
شکل ۱۶. ستون چینه‌شناسی سازند شوربجه در برش‌های مزدوران و چاه خانگیران به همراه تغییرات رخساره‌ای و محیط‌های رسوبی (راهنما و علائم نمایش داده شده، مشابه شکل ۱۵ است)

با کانال مشخص و به‌ویژه زیر محیط‌های خارج از کانال از دیگر رودخانه‌ها متمایز می‌باشند. ماسه‌های مورب بستر کانال، پوینت بارها، خاکریزها، دشت سیلابی، کانال‌های کروس<sup>۱</sup>، کروس‌های پهن و دریاچه‌های شاخ‌گاو در این سیستم رودخانه‌ای تشکیل می‌شوند (Tucker, 2001). ماسه‌سنگ‌های مربوط به رودخانه‌های مئاندری به سمت بالا ریز شونده است و به‌طور عمده توسط شیل‌های سیلتی و سیلتستون‌های دشت سیلابی پوشیده شده‌اند.

تغییرات آب و هوایی و حرکات زمین‌ساختی از عوامل مهم جهت تبدیل یک رودخانه به رودخانه دیگر است (Tucker, 2001). رودخانه‌های بریده بریده در برش‌های باغک و مزدوران و همچنین چاه خانگیران با هموار شدن توپوگرافی و کم شدن شیب بستر به رودخانه‌های مئاندری تبدیل شده‌اند. کم شدن پیچ و خم کانال‌های رودخانه‌ای در رودخانه‌های بریده بریده به فضای رسوب‌گذاری کم و پایین آمدن سطح اساس مرتبط است و افزایش پیچ و خم کانال‌ها و ایجاد رودخانه‌های مئاندری به افزایش فضای رسوب‌گذاری نسبت داده می‌شود (Miall, 1996). رودخانه‌های مئاندری

1. Crevasse channel





شکل ۱۷. نمایش تغییرات عمودی و افقی محیط‌های رسوبی سازند شوربچه در برش‌های مورد مطالعه

است (شکل‌های ۱۵ تا ۱۷). از سوی دیگر، بررسی کلیه برش‌های برداشت شده از سازند شوربچه توسط محققان دیگر بیانگر آن است که به سمت باختر حوضه از میزان رسوبات رودخانه‌ای کاسته شده و نهشته‌های مربوط به نواحی سبخایی، پهنه جزر و مدی، دشت ساحلی و رسوبات دریایی کم ژرفا گسترش بیشتری می‌یابند و بخش بالایی سازند شوربچه به سمت باختر حوضه به صورت جانبی به قسمت‌های زیرین سازند تیرگان تبدیل می‌شود. این مسئله نشان‌دهنده عملکرد زمین‌ساخت ناحیه‌ای و توپوگرافی بسیار متفاوت حوضه رسوبی در زمان تشکیل این نهشته‌ها است. به نظر می‌رسد که در خاوری‌ترین قسمت حوضه کپه‌داغ به دلیل ایجاد یک بلندای دیرینه حاصل از بالآمدگی مجدد مجموعه پی‌سنگی کپه‌داغ در ناحیه آق‌دریوند، در اثر فاز خشکی‌زایی سیمیرین پسین، جغرافیایی دیرینه بسیار

در بخش بالایی برش‌های باغک و مزدوران، رخساره‌های ساحلی و در نهایت رخساره‌های پهنه جزر و مدی مشاهده می‌شود. رخساره‌های ساحلی در خطوط ساحلی با انرژی بالا و جزایر سدی تشکیل شده‌اند. این رسوبات گردشگری و چورشدگی بسیار خوبی دارند و دارای بلوغ بافتی هستند. نهشته‌های ساحلی دارای لامیناسیون مورب مسطح، انواع ریپل‌مارک و فسیل‌های اثری می‌باشند. در بالاترین قسمت سازند شوربچه در برش‌های مورد مطالعه، دولومادستون و رسوبات تخریبی بسیار ریز دانه مربوط به پهنه‌های جزر و مدی مشاهده می‌شود.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که محیط رسوبی نهشته‌های سازند شوربچه از پایین به سمت بالا، از محیط‌های قاره‌ای به محیط‌های ساحلی و پهنه جزرو مدی و به‌طور محلی به محیط دریایی کم ژرفا تبدیل شده

بالایی برش چینه‌شناسی مزدوران، یک بخش کربناته با رخساره‌های لاگونی و سدی نهشته شده است.

### قدردانی

از مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران و مدیریت پژوهش و فناوری وزارت نفت به جهت حمایت مالی و فراهم نمودن فرصت‌ها و بستری‌های لازم جهت کارهای تحقیقاتی و همچنین از مهندس علی میشری به جهت همراهی در عملیات زمین‌شناسی صحرایی قدردانی می‌شود.

### منابع

- افشار حرب، ع.، ۱۳۷۳. زمین‌شناسی کپه‌داغ. طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران، شماره ۱۱، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۲۷۵.
- نجفی، م. و کوسرخی، ع.، ۱۳۷۷. بررسی‌های سنگ چینه‌ای و سنگ‌شناسی سازند شوربچه در منطقه چشمه گیلاس- بی‌جیرک در شمال باختری مشهد. فصلنامه علمی- پژوهشی علوم زمین، ۳۰-۲۹، ۱۰۳-۸۶.
- Adabi, M.H., 2009. Multistage dolomitization of Upper Jurassic. Mozduran Formation, Kopet-Dagh Basin, N.E. Iran. Carbonates and Evaporites, 24, 16-32.
- Afshar Harb, A., Dashti, Gh. and Agah, S., 1971. Detailed geological report of Amirabad anticline and stratigraphy of Mesozoic in eastern Hezar-Masjed. National Iranian Oil Company, Geological Report 316, 35.
- Afshar Harb, A., 1979. The stratigraphy, tectonics and petroleum geology of the Kopet-Dagh region Northern Iran, A Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy in petroleum geology, University of London, 316.
- Bozorgnia, H., 1972. Geology and oil possibilities of the central Kopet Dag. National Iranian Oil Company, Geological Report 347, 67.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture, The American Association of Petroleum Geologists, Memoir 1, 108-121.

متفاوتی در حوضه رسوبی ایجاد شده است (افشارحرب، ۱۳۷۳). در نتیجه نهشته‌های اواخر ژوراسیک بالایی- اوایل کرتاسه زیرین از لحاظ رخساره و ستبرای دارای تغییرات بسیار مشهودی شده‌اند.

### نتیجه‌گیری

در اواخر ژوراسیک پسین- اوایل کرتاسه پیشین به دلیل عملکرد فاز خشکی‌زایی سیمین پسین، سطح آب دریا پایین آمده و شرایط قاره‌ای در بخش وسیعی از حوضه کپه‌داغ حاکم شده است. در این زمان بستر حوضه، توپوگرافی متفاوتی در نقاط مختلف داشته است. عملکرد این فاز منجر به نهشته شدن رسوبات آواری- تیخیری سازند شوربچه با تغییرات رخساره‌ای بسیار سریع در نواحی وسیعی از کپه‌داغ شده است. سازند شوربچه در منطقه مورد مطالعه به صورت هم‌شیب و با تغییرات سنگ‌شناسی مشخص بر روی سازند مزدوران و خود به صورت هم‌شیب و با تغییرات سنگ‌شناسی مشخص در زیر نهشته‌های کربناته سازند تیرگان قرار دارد. این سازند در برش چینه‌شناسی باغک ۲۰۷ متر، در برش چینه‌شناسی مزدوران ۱۹۳/۵ متر و در چاه خانگیران، ۲۶۰ متر ستبرای دارد. شواهد صحرایی، تشخیص الگوهای لایه‌بندی، بررسی تغییرات عمودی و جانبی رخساره‌ها و مطالعه میکروسکوپی مقاطع نازک نشان می‌دهد که سازند شوربچه در منطقه مورد مطالعه از شش لیتوفاسیس مربوط به رودخانه بریده بریده، سه لیتوفاسیس متعلق به رودخانه مئاندری، پنج لیتوفاسیس مربوط به محیط ساحلی، هفت رخساره متعلق به پهنه جزر و مدی، دو رخساره مربوط به تالاب و یک میکروفاسیس متعلق به کمر بند رخساره‌ای سدی تشکیل شده است. بررسی‌های انجام شده بیانگر آن است که بخش زیرین سازند شوربچه در برش‌های مورد مطالعه، در محیط‌های قاره‌ای به‌ویژه رودخانه بریده بریده نهشته شده است. این رسوبات به سمت بالا به رخساره‌های رودخانه مئاندری تبدیل می‌شوند. در بخش بالایی این برش‌ها، رخساره‌های ساحلی و در نهایت دولومادستون و رسوبات تخریبی بسیار ریز دانه قرمز رنگ مربوط به پهنه جزر و مدی مشاهده می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که به‌طور محلی در بین رخساره‌های پهنه جزر و مدی قسمت

- Flügel, E., 2004. *Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis Interpretation and Application*. Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag, Berlin, 976.
- Folk, R.L., 1974. *Petrology of Sedimentary Rocks*, Austin, Texas, Hemphill Publishing Company, 182.
- Insalaco, E., Virgone, A., Courme, B., Gaillot, J., Kamali, M., Moallemi, A., Lotf-pour, M. and Monibi, S., 2006. Upper Dalan member and Kangan Formation between the Zagros mountains and offshore Fars, Iran, Depositional system, biostratigraphy and stratigraphic architecture, *GeoArabia*, 11, 75-176.
- Miall, A.D., 1985. Architectural elements and bounding surfaces, A new method of facies analysis applied to fluvial deposits, *Earth-Science Reviews*, 22, 261-308.
- Miall, A.D., 1996. *The Geology of Fluvial Deposits*, New York, Springer-Verlag, 598.
- Moussavi-Harami, R. and Brenner, R.L., 1990. Lower Cretaceous (Neocomian) fluvial deposits in eastern Kopet-Dagh Basin, northeastern Iran. *Cretaceous Research*, 11, 163-174.
- Moussavi-Harami, S.R., Mahboubi, A., Nadjafi, M., Brenner, R.L. and Mortazavi, M., 2009. Mechanism of calcrete formation in the Lower Cretaceous (Neocomian) fluvial deposits, north eastern Iran based on petrographic, geochemical data. *Cretaceous Research*, 30, 1146-1156.
- Narani, H., 1968. Geological report on Mozduran-Shurijeh area (northeast of Mashhad), National Iranian Oil Company, Geological Report 313, 56.
- Reading, H.G., 1996. *Sedimentary Environments, Processes, Facies and Stratigraphy*, 3rd edition, Blackwell Science Publications, Oxford, 688.
- Shinn, E.A., 1983. Tidal flat environment. In: Scholle, P.A., Bebout, D.G., Moore, C.H. (eds.), *Carbonate Depositional Environments*. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 33, 171-210.
- Shinn, E.A., 1986. Modern Carbonate Tidal Flats, their diagnostic features. *Colorado School of Mines, Quarterly* 81, 7-35.
- Tucker, M.E. and Wright, V.P., 1990. *Carbonate Sedimentology*, Cambridge, Blackwell Science Publications, 482.
- Tucker, M.E., 2001. *Sedimentary Petrology, An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*, 3rd edition, Oxford, Blackwell Science Publications, 262.