

## رخساره‌ها و محیط‌های رسوبی سازند شورجه در برش چینه‌شناسی حمام‌قلعه، جنوب کلات نادری

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

۱. دانشجوی دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی

۲. دانشیار گروه زمین‌شناسی، گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی

۳. استاد گروه زمین‌شناسی، گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۶

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۱۸

### چکیده

سازند شورجه یکی از مخازن گازی در خاور حوضه کپه‌داغ است. رسوبات آواری-تبخیری این سازند، هم‌زمان با فاز زمین‌ساختی سیمین پشین در اواخر ژوراسیک پشین - اوایل کرتاسه پیشین در بخش وسیعی از خاور کپه‌داغ در محیط‌های قاره‌ای و گاه دریایی نهشته شده است. به منظور بررسی محیط رسوبی و ارائه مدل رسوبی این سازند، یک برش چینه‌شناسی در جنوب - جنوب باختری حمام‌قلعه انتخاب و مطالعه شده است. سازند شورجه در ناحیه مورد مطالعه ۹۵۳ متر ستبرا دارد و برخلاف دیگر برش‌های شناخته شده از پنج واحد سنگی تشکیل شده است. در این برش، افزون بر رسوبات تخریبی و تبخیری، دو واحد کربناته با ضخامت قابل توجه وجود دارد. مطالعه ۴۰۲ مقطع نازک نشان می‌دهد که این نهشته‌ها در چهار کمربند رخساره‌ای پهنه جزر و مدی، لاگون، سد و دریای باز کم‌ژرفا در یک پلت‌فرم از نوع شلف تشکیل شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: سازند شورجه، رخساره، محیط رسوبی، کپه‌داغ.

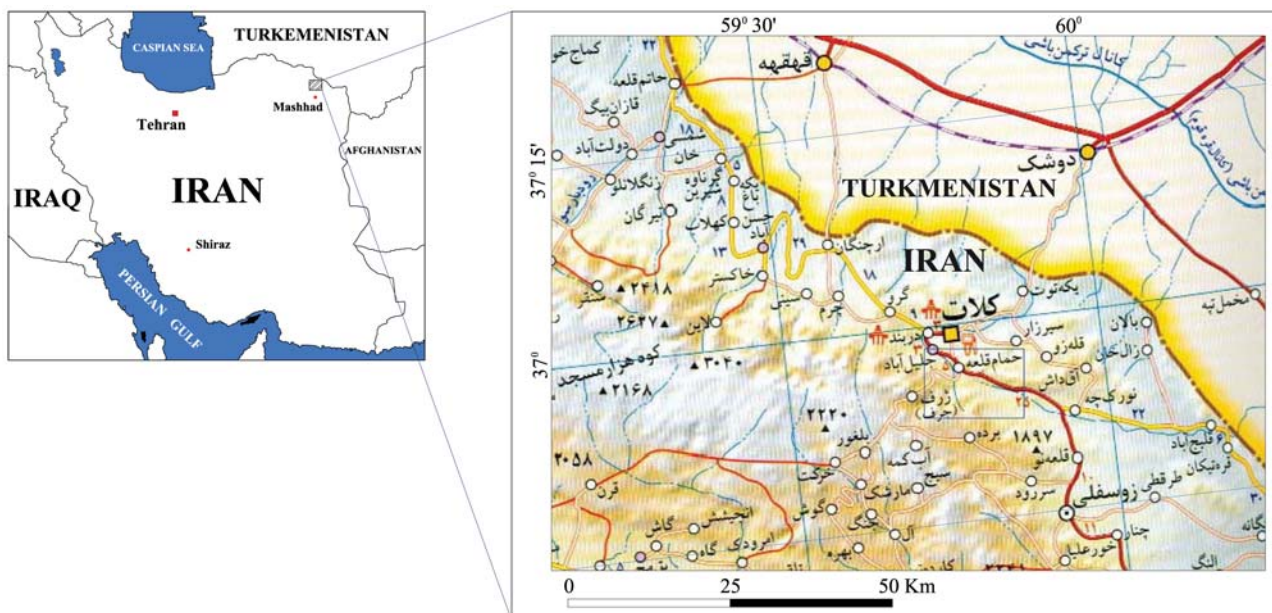
### مقدمه

پهنه رسوبی - ساختاری کپه‌داغ در شمال خاور ایران واقع شده است. این پهنه بخش‌هایی از ترکمنستان و شمال افغانستان را نیز در برمی‌گیرد. اکتشاف میدان‌های گازی در هر سه کشور واقع در این حوضه و موقعیت و جایگاه زمین‌ساختی آن در فصل مشترک دو ابرقاره اوراسیا و گندوانا، از ویژگی‌های مهم این ناحیه به شمار می‌آید. حوضه کپه‌داغ یک حوضه درون‌قاره‌ای از نوع پشت‌کمانی در جنوب سکوی توران است (Lyberis and Manby, 1999) که پس از کوهزایی سیمین پشین و بسته‌شدن پالئوتتیس در شمال خاوری ایران تشکیل شده است (Berberian and King, 1981; Ruttner, 1993).

سازند شورجه یکی از مخازن گازی در خاور حوضه کپه‌داغ است. مطالعات انجام‌شده توسط پژوهشگران مختلف (افشار حرب، ۱۳۷۳؛ نجفی و کوسرخی، ۱۳۷۷؛ ۱۳۶۹؛ Kalantari, 1969; Narani, 1968)

Bozorgnia, 1972; Afshar Harb, 1979; Moussavi-Harami and Brenner, 1990; Moussavi-Harami et al., 2009) است که در آغاز کرتاسه پیشین وضعیت بسیار متفاوتی در نقاط مختلف حوضه کپه‌داغ حاکم بوده است، به گونه‌ای که تغییرات رخساره‌ای واضح و نیز تغییرات ضخامت، از ناحیه‌ای به ناحیه دیگر مشاهده می‌شود. به منظور بررسی محیط رسوبی و ارائه مدل رسوبی سازند شورجه، یک برش چینه‌شناسی در ۲/۷ کیلومتری جنوب - جنوب باختری روستای حمام‌قلعه در دره ایستی‌سو (رود ایستیق) در یال شمال خاوری تاقدیس ژرف انتخاب و مطالعه شده است. روستای حمام‌قلعه در ۱۱ کیلومتری جنوب کلات نادری قرار دارد. قاعده برش در محلی به نام بش‌قوز با مختصات "۲۲،۸' ۵۴" عرض شمالی و "۳۸،۸' ۴۵" ۵۹° طول خاوری واقع شده است (شکل ۱).

\* نویسنده مرتبط amjgeo@yahoo.com



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه.

نهشته شده است (افشار حرب، ۱۳۷۳؛ نجفی و کوسرخی، ۱۳۷۷؛ Moussavi-Harami and Brenner, 1990; Moussavi-Harami et al., 2009) این رسوبات قرمز از مرز افغانستان تا آرموتلی (۸۰ کیلومتری خاور گنبد کاووس) گسترش دارند.

برش الگوی سازند شوربجه در ابتدا در تنگه جنوب روستای شوربجه مطالعه و معرفی شد. ادامه بررسی‌ها در برش الگوی معرفی شده نشان داد که این برش معرف رخساره متغیر این سازند نیست. از این رو، افشار حرب در سال ۱۳۷۰ برش جدیدی را در دماغه خاوری تاقدیس خور در ۵۰ کیلومتری شمال خاور مشهد مطالعه و معرفی کرد. سنگ‌شناسی این سازند شامل شیل، رس سنگ‌های قهوه‌ای مایل به قرمز، ماسه سنگ‌های قهوه‌ای مایل به خاکستری، کنگلومرا، گچ و مقدار کمی رسوبات کربناته است. این سازند در برش الگو ۹۸۰ متر ستبرتا دارد و از سه بخش غیررسمی شامل، واحد آواری - تبخیری زیرین، واحد کربناته - تبخیری میانی و واحد آواری بالایی تشکیل شده است (افشار حرب، ۱۳۷۳).

سازند شوربجه از انتهایی‌ترین نقطه مرز شمال خاوری ایران تا برش خواجه روشنایی، فاقد نهشته‌های دریایی است و تنها بر اساس موقعیت چینه‌شناسی، سن این سازند را نئوکومین در نظر گرفته‌اند (افشار حرب، ۱۳۷۳). در برخی از برش‌ها، زبانه‌هایی از نهشته‌های دریایی مشاهده می‌شود. این رسوبات دریایی حاوی فسیل‌هایی هستند که بر همین اساس سن سازند شوربجه در برش حمام قلعه کیمریجین - نئوکومین (Kalantary, 1969) تعیین شده است. سازند شوربجه به سمت باختر به مارن‌های دریایی خاکستری مایل به سبز و ماسه سنگ‌های دریایی خاکستری مایل به زرد تا نخودی و به طور محلی سنگ آهک ماسه‌ای سازند زرد تبدیل می‌شود.

یکی از جالب‌ترین رخنمون‌های سازند شوربجه، در جنوب روستای حمام قلعه مشاهده می‌شود. در این برش چینه‌شناسی، سازند شوربجه به سن کیمریجین پسین - هوتروی وین در یک

## روش مطالعه

در این پژوهش سنگ‌های کربناته به روش Dunham (1962) نام‌گذاری شده‌اند. رسوبات تخریبی در برش حمام قلعه به طور عمده از شیل‌های رسی و سیلتی و مقدار کمی میان‌لایه‌های ماسه‌سنگی تشکیل شده است. به دلیل تنوع بسیار ناچیز ساختارهای رسوبی در نهشته‌های تخریبی مورد مطالعه، پتروفاسیس‌ها به روش Folk (1974) نام‌گذاری شده‌اند. برای رده‌بندی رخساره‌ها و تعیین محیط رسوبی از Shinn, 1983; Reading, 1996; Tucker and Wright, 1990; Flügel, 2004 استفاده شده است. تلفیق مطالعات میکروسکوپی و شواهد روی زمین مانند بافت، رنگ، ساختار رسوبی و الگوهای لایه‌بندی، موجب تشخیص شرایط حاکم بر محیط رسوبی می‌شود. در این روش پس از نام‌گذاری سنگ‌ها بر پایه ویژگی‌هایی مانند بافت و فابریک رسوبی، توالی رسوبی به تعدادی رخساره که در زمان رسوب‌گذاری در کنار یکدیگر نهشته شده‌اند، دسته‌بندی می‌شوند، سپس تغییرات عمودی آنها در ستون رخساره‌ای و تغییرات جانبی آنها در مدل رسوبی نمایش داده می‌شود. نهشته‌های سازند شوربجه در برش چینه‌شناسی حمام قلعه بر اساس برداشت زمین‌شناسی، تشخیص الگوهای لایه‌بندی، بررسی تغییرات عمودی و جانبی رخساره‌ها بر روی زمین و مطالعه میکروسکوپی ۴۰۲ مقطع نازک مورد بررسی قرار گرفته است.

## چینه‌شناسی سازند شوربجه

در اثر عملکرد فاز زمین‌ساختی سیمین پسین در اواخر ژوراسیک پسین - اوایل کرتاسه پیشین، بخش قابل توجهی از حوضه کپه‌داغ به‌ویژه بخش خاوری آن یک فاز خشکی‌زایی را تحمل کرده و از آب خارج شده است. در بخش وسیعی از این نواحی، رسوبات آواری-تبخیری قرمز رنگی به نام سازند شوربجه در محیط‌های رودخانه‌ای، سبخایی، دلتایی، مردابی و دشت ساحلی

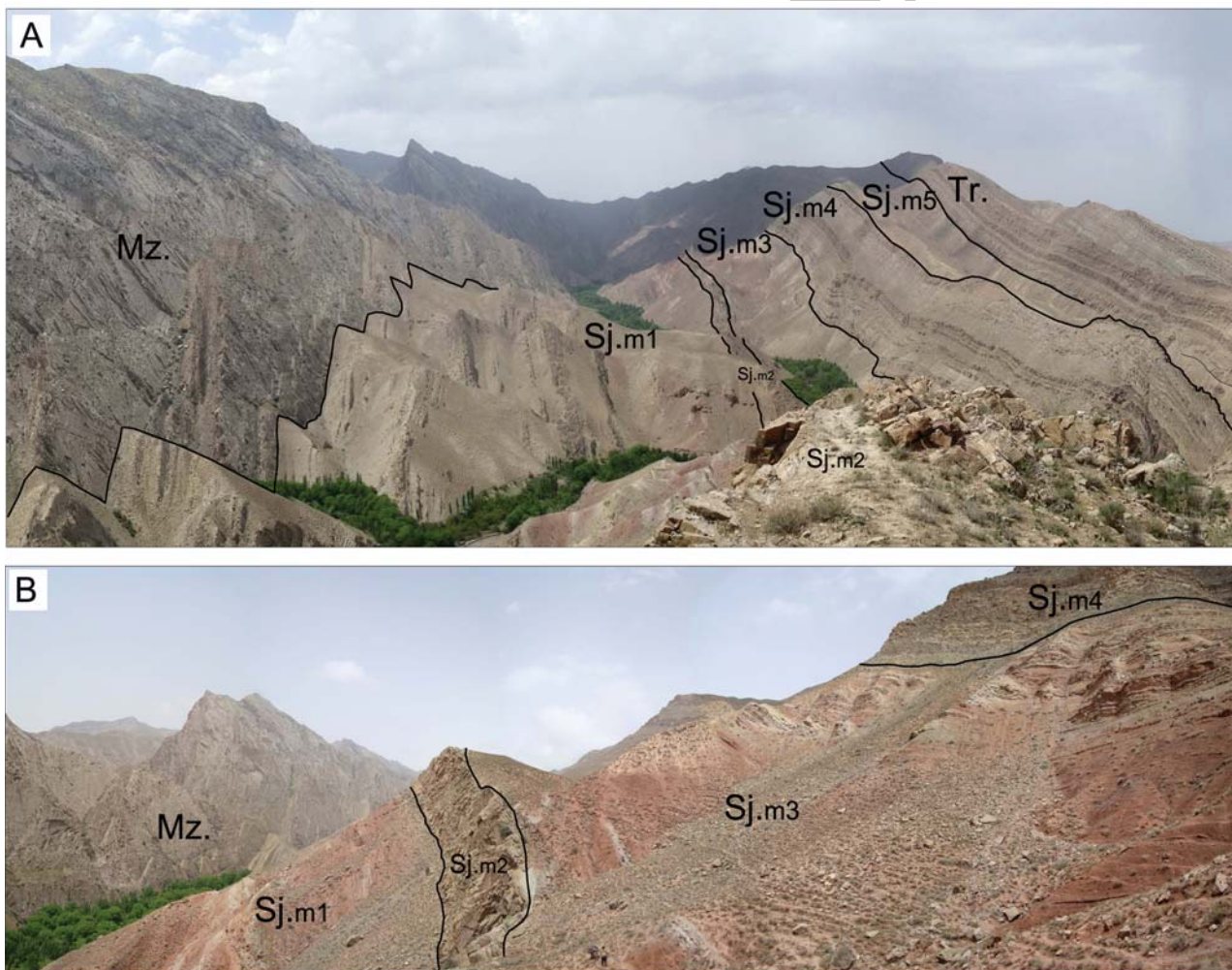
مقدار ناچیز ماسه‌سنگ، دولومیت و سنگ آهک رسی تشکیل شده است. این واحد در قسمت بالایی حاوی نهشته‌های تبخیری است. - واحد کربناته زیرین ۵۶ متر ستبرای دارد و شامل سنگ آهک‌های الیتی متوسط‌لایه تا توده‌ای خاکستری تا سبز و ماسه‌سنگ آهکی ضخیم تا بسیار ضخیم‌لایه است.

- واحد تخریبی - تبخیری میانی با ستبرای ۱۸۴ متر از شیل‌های رسی و سیلتی ژپس‌دار، سیلتستون، رس‌سنگ‌های قرمز تا ارغوانی و گاه خاکستری، ژپس و انیدریت و به میزان بسیار ناچیز ماسه‌سنگ، دولومیت و سنگ آهک رسی تشکیل شده است. این واحد نسبت به واحدهای دیگر دارای نهشته‌های تبخیری بیشتری است (شکل ۳، A و B).

- واحد کربناته بالایی ۲۱۳ متر ستبرای داشته و شامل سنگ آهک‌های الیتی و سنگ آهک ماسه‌ای متوسط‌لایه تا توده‌ای، خاکستری تا سبز، سنگ آهک رسی، مارن سبز تا خاکستری تیره، ماسه‌سنگ و سیلتستون‌های خاکستری تا خاکستری تیره است (شکل ۳، C).

توالی کاملاً منظم رخنمون دارد و افزون بر رسوبات تبخیری و تبخیری، ضخامت قابل توجهی از نهشته‌های کربناته دریایی در این سازند وجود دارد. در برش حمام‌قلعه، سازند شوربچه به صورت تدریجی بر روی سازند مزدوران قرار داشته و خود نیز به صورت تدریجی در زیر سازند تیرگان قرار می‌گیرد. در این ناحیه، حالت بین‌انگشتی و تغییر جانبی رخساره ماسه‌سنگ قاره‌ای سازند شوربچه به رسوبات دریایی و سنگ‌های کربناته سازند تیرگان به وضوح مشاهده می‌شود. سازند شوربچه در ناحیه مورد مطالعه با ستبرای ۹۵۳ متر از پنج واحد سنگی شامل واحد تخریبی - تبخیری زیرین، واحد کربناته زیرین، واحد تخریبی - تبخیری میانی، واحد کربناته بالایی و واحد تخریبی بالایی تشکیل شده است (شکل ۲، A و B). سنگ‌شناسی عمده این واحدها از قدیم به جدید به شرح زیر است:

- واحد تخریبی - تبخیری زیرین با ستبرای ۳۵۹ متر به طور عمده از شیل‌های رسی و سیلتی، سیلتستون و رس‌سنگ‌های قرمز تا ارغوانی و گاه سبز مایل به خاکستری، ژپس و انیدریت و نیز به



شکل ۲- تصاویر A و B توالی سازندهای مزدوران (Mz.)، شوربچه (Sj.) و تیرگان (Tr.) در برش حمام‌قلعه. سازند شوربچه در این برش از واحدهای ۱ تا ۵ شامل واحد تخریبی - تبخیری زیرین (Sj.m1)، واحد کربناته زیرین (Sj.m2)، واحد تخریبی-تبخیری میانی (Sj.m3)، واحد کربناته بالایی (Sj.m4) و واحد تخریبی بالایی (Sj.m5) تشکیل شده است (نگاه به سمت شمال باختر)



شکل ۳- تصاویر A و B نهشته‌های تبخیری و شیل‌های رسی واحد ۳ سازند شوربجه، تصویر C نهشته‌های کربناته واحد ۴ و تصویر D شیل‌های رسی و سیلتی با میان‌لایه‌های ماسه‌سنگی واحد ۵ سازند شوربجه.

### کمربند رخساره‌ای A (پهنه جزر و مدی)

این کمربند رخساره‌ای دربرگیرنده ۱۱ رخساره است. میکروفاسیس‌های A1 تا A5 کربناته، رخساره A6 تبخیری و پتروفاسیس‌های A7 تا A11 تبخیری هستند. این رخساره‌ها در محیط‌های بین جزر و مدی و بالای جزر و مدی<sup>۱</sup> نهشته شده‌اند.

### میکروفاسیس A1 (دولومادستون<sup>۳</sup>)

این رخساره از دولومیکریت تشکیل شده است (شکل ۴، A). در برخی نمونه‌ها کوارتزهای زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه سیلت و ماسه بسیار ریزدانه وجود دارد که در این صورت نام رخساره به دولومادستون سیلتی و دولومادستون ماسه‌ای تغییر می‌یابد. در بعضی از مقاطع فابریک چشم پرنده‌ای، لامیناسیون، اینتراکلاست، آثار میکروبی به صورت لکه‌ای و آغشتگی به اکسید آهن دیده می‌شود. این رخساره دولومیتی با توجه به بافت و اندازه بلورهای تشکیل‌دهنده و جایگاه آن در ستون چینه‌شناسی و به‌ویژه توالی آن با نهشته‌های تبخیری، به احتمال زیاد به صورت اولیه رسوب‌گذاری شده است. وجود بلورهای تبخیری (دولومادستون

- واحد تبخیری بالایی با ستبرای ۱۴۱ متر از شیل‌های رسی و سیلتی قرمز تا ارغوانی و سبز و به میزان کمتر ماسه‌سنگ، سنگ آهک رسی و دولومیت تشکیل شده است (شکل ۳، D).

همان گونه که ذکر شد، سازند شوربجه در برش نمونه از سه واحد شامل، واحد آواری- تبخیری زیرین، واحد کربناته - تبخیری میانی و واحد آواری بالایی تشکیل شده است، بنابراین برش حمام‌قلعه با توجه به دربرداشتن پنج واحد و نیز وجود دو واحد کربناته با ستبرای قابل توجه (به‌ویژه واحد کربناته بالایی) یکی از برش‌های تقریباً منحصر به فرد در قسمت خاوری و مرکز کپه‌داغ است که می‌تواند به عنوان برش مرجع معرفی شود.

### رخساره‌ها و محیط‌های رسوبی

بررسی میکروسکوپی نهشته‌های سازند شوربجه در برش چینه‌شناسی حمام‌قلعه نشان می‌دهد که این رسوبات در چهار کمربند رخساره‌ای پهنه جزر و مدی (A)، لاگون (B)، سد (C) و دریای باز کم‌ژرفا (D) به شرح زیر رسوب‌گذاری کرده است.

1. Intertidal
2. Supratidal
3. Dolomudstone

رسوب‌خوار و چرنده به‌ویژه 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 و همچنین وجود بلورهای تبخیری در لایه‌های دولومیتی شده استروماتولیت‌ها قابل اثبات است (Shinn, 1986; Reading, 1996).

#### میکروفاسیس A4 (ایتراکلاست گرینستون<sup>۳</sup>)

آلوکم اصلی در این رخساره ایتراکلاست است که در سیمان اسپاریتی به صورت متصل قرار دارد (شکل ۴، E). آلوکم‌های فرعی شامل استراکود، پلویید و خرده‌های شکم‌پایان و دوکفه‌ای است. حفره‌های کی‌ستون و آغشتگی به اکسید آهن نیز در این رخساره مشاهده می‌شود. ایتراکلاست‌ها دارای شکل و اندازه متفاوتی هستند، اما به طور عمده گردشده بوده و اندازه آن‌ها بین نیم تا یک میلی‌متر است. نوع آلوکم و توالی این رسوبات با نهشته‌های تبخیری و تخریبی ریزدانه نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در کانال‌های ناحیه بین جزر و مدی است (Insalaco et al., 2006).

#### میکروفاسیس A5 (بایوکلاست وکستون<sup>۴</sup>)

آلوکم اصلی در این رخساره بایوکلاست به‌ویژه استراکود و خرده‌های دوکفه‌ای است که در زمینه‌های میکریتی به صورت منفصل قرار دارند. در بعضی مقاطع مقدار ناچیزی ایتراکلاست، دانه‌های کوارتز زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه سیلت و ماسه بسیار ریزدانه و آغشتگی به اکسید آهن مشاهده می‌شود. همچنین فراوانی استراکود نام رخساره را به استراکود وکستون تغییر

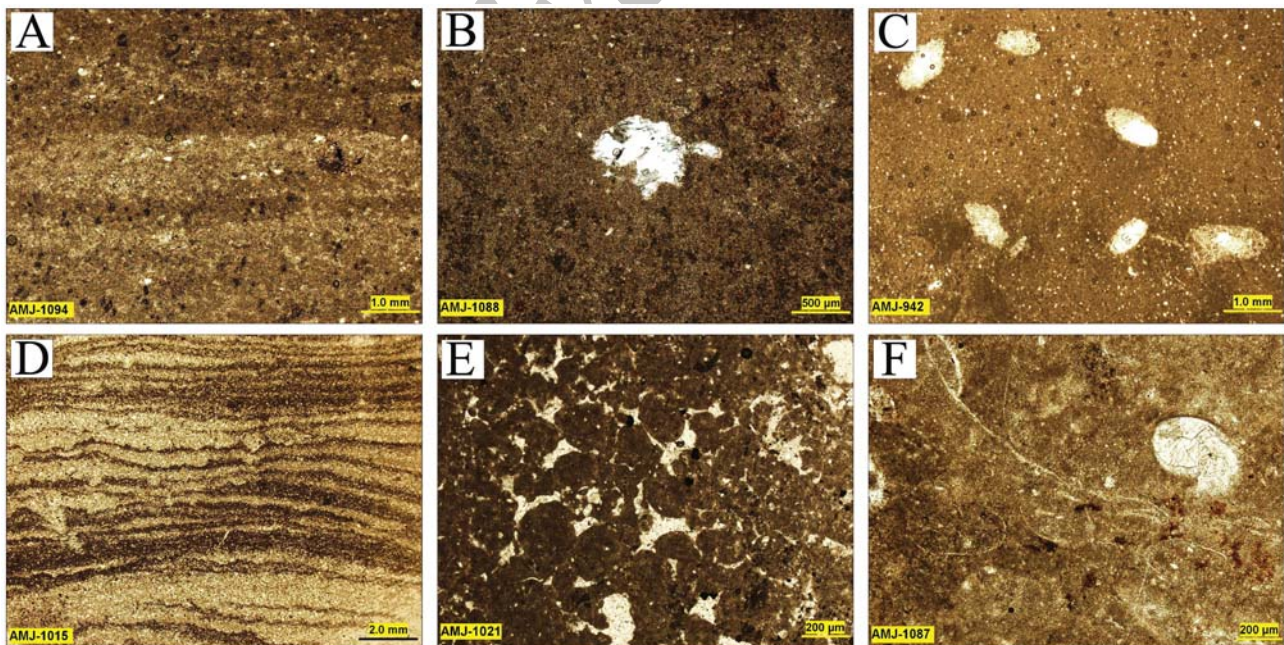
ژپیس‌دار) در این میکروفاسیس و تناوب این رخساره با نهشته‌های تبخیری نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط پهنه جزر و مدی با آب‌وهوای گرم و خشک و نواحی سبخایی است (Adabi, 2009).

#### میکروفاسیس A2 (مادستون آهکی<sup>۱</sup>)

این رخساره کربناته فاقد و یا دارای کمتر از ۱۰ درصد آلوکم است. در برخی از مقاطع دانه‌های اسکلتی و غیراسکلتی مانند بایوکلاست‌های بسیار ریز، استراکود، پلویید و ایتراکلاست دیده می‌شود که در یک زمینه میکریتی به صورت پراکنده و شناور قرار دارند. ساخت‌های میکروبی، روزنه‌ای و قالب بلورهای تبخیری در این میکروفاسیس مشاهده می‌شود (شکل ۴، B و C). همچنین کانی‌های ورقه‌ای ریزدانه، مانند سریسیت و کلریت و آغشتگی به اکسید آهن نیز وجود دارد. این رخساره گاه به دلیل فراوانی نسبی برخی از اجزای فرعی به صورت مادستون آهکی سیلتی، مادستون آهکی ماسه‌ای، مادستون آهکی بایوکلاست‌دار و مادستون آهکی ژپیس‌دار مشاهده می‌شود. این رخساره در مقایسه با محیط‌های کربناته امروزی مانند خلیج فارس (Shinn, 1986) در محیط بسیار کم‌انرژی بین جزر و مدی بالایی (Upper Intertidal) تا بالای جزر و مدی که دارای آب و هوای گرم و خشک بوده، گسترش داشته است.

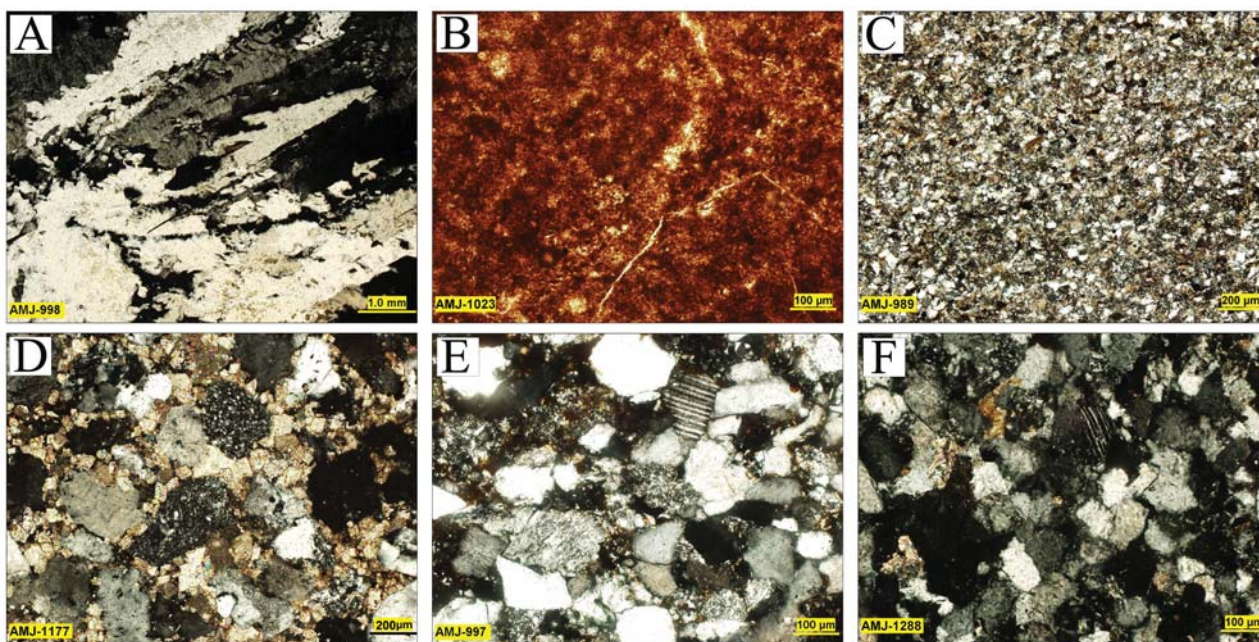
#### میکروفاسیس A3 (استروماتولیت باندستون<sup>۲</sup>)

این رخساره از نوارها و لایه‌های استروماتولیتی تشکیل شده است (شکل ۴، D). در محیط‌های امروزی ساختارهای لایه‌های جلبکی به دلیل وجود خطرات محیطی و فراوانی موجودات



شکل ۴- میکروفاسیس‌های کربناته پهنه جزر و مدی شامل (A) دولومادستون لایه‌ای، (B) مادستون آهکی با بلورهای تبخیری، (C) مادستون آهکی با قالب بلورهای تبخیری، (D) استروماتولیت باندستون، (E) ایتراکلاست گرینستون و (F) استراکود وکستون.

1. Lime mudstone
2. Stromatolite Boundstone
3. Intraclast Grainstone
4. Bioclast Wackestone



شکل ۵- رخساره‌های غیرکربناته منطقه بین جزر و مدی و بالای جزر و مدی شامل (A) ژپس، (B) رس سنگ، (C) سیلتستون، (D) ماسه سنگ متوسط دانه، لیت‌آرنایت نیمه‌بالغ تا بالغ، (E) ماسه سنگ ریزدانه، آرکوز بالغ و (F) ماسه سنگ بسیار ریز تا ریزدانه، ساب آرکوز بالغ.

ریز دانه نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در محیط پهنه جزر و مدی و به ویژه نواحی کم‌انرژی بخش‌های بالایی پهنه‌های جزر و مدی است (Reading, 1996; Tucker, 2001).

#### پتروفاسیس A8 (سیلتستون)<sup>(۱)</sup>

قسمت عمده این پتروفاسیس از کوارتزهای زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه سیلت تشکیل شده است (شکل ۵، C). در این پتروفاسیس کانی‌های ورقه‌ای ریزدانه نیز قابل مشاهده است. در برخی از نمونه‌ها، فراوانی کانی‌های ورقه‌ای و ایجاد تورق، نام سنگ را به شیل سیلتی تغییر می‌دهد. گاه در سیلتستون‌های درشت‌دانه، ریپل‌مارک و چینه‌بندی متقاطع مشاهده می‌شود. در برخی از مقاطع لامیناسیون، کست ترک‌های گلی (شکل ۶، B)، قطعات گلی، بلورهای ژپس و همچنین آغستگی به اکسید آهن وجود دارد. این پتروفاسیس دارای زمینه رسی و یا سیمان کربناته (سیلتستون آهکی) بوده و در محیط پهنه جزر و مدی رسوب‌گذاری نموده است (Tucker, 2001).

#### پتروفاسیس A9 (ماسه سنگ متوسط تا درشت‌دانه با سیمان کلسیتی، لیت‌آرنایت نیمه‌بالغ تا بالغ)<sup>(۲)</sup>

این پتروفاسیس یک ماسه سنگ آهکی است که بیش از نیمی از اجزای سنگ از ذرات تخریبی نیمه‌زاویه‌دار تا نیمه‌گردشده در اندازه ماسه متوسط تا درشت‌دانه تشکیل شده است. در این پتروفاسیس در حدود ۵۰ تا ۵۵ درصد کوارتز، ۳۰ تا ۳۵ درصد چرت، ۱ تا ۲ درصد خرده‌های ماسه‌سنگی و ۵ تا ۱۰ درصد فلدسپار قابل مشاهده است (شکل ۵، D). اجزای کربناته این رخساره شامل خرده‌های خارپوست، دوکفه‌ای، بریوزوئر، الیید

می‌دهد (شکل ۴، F). توالی این رسوبات به صورت بین لایه‌ای با نهشته‌های تبخیری و تخریبی ریز دانه، نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در محیط آرام و کم‌انرژی پهنه جزر و مدی است (Shinn, 1986; Lawrence, 1986; Insalaco et al., 2006).

#### میکروفاسیس A6 (ژپس و انیدریت)<sup>(۱)</sup>

این رخساره بیشتر از ژپس و گاه انیدریت تشکیل شده است (شکل ۵، A). برخی از لایه‌ها ناخالصی‌هایی از رس، سیلت و یا ماسه دارند. بلورهای تبخیری دارای شکل‌های مختلفی از جمله رشته‌ای، تیغه‌ای، ساختار گرهکی و ساختار توری لانه مرغی هستند. ژپس و انیدریت به طور عمده نشان‌دهنده رسوب‌گذاری در محیط بالای جزر و مدی و نواحی سبخایی با آب و هوای گرم و خشک است (Shinn, 1983). این مسئله با توجه به توالی این رخساره با رخساره‌های پهنه جزر و مدی مانند مادستون آهکی، دولومادستون، رس سنگ، سیلتستون، شیل رسی و شیل سیلتی قابل اثبات است.

#### پتروفاسیس A7 (رس سنگ)<sup>(۲)</sup>

این پتروفاسیس از ذرات تخریبی بسیار ریزدانه در اندازه رس تشکیل شده است (شکل ۵، B). در برخی نمونه‌ها، کوارتزهای زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه سیلت (رس سنگ سیلت‌دار) و گاه ماسه بسیار ریزدانه و نیز کانی‌های ورقه‌ای ریزدانه، مانند سریسیت و کلریت مشاهده می‌شود. بلورهای رشته‌ای و دانه‌ای ژپس، بلورهای بسیار ریز دولومیت و آغستگی به اکسید آهن نیز در برخی از مقاطع دیده می‌شود. وجود کانی‌های ورقه‌ای فراوان و در نتیجه ایجاد تورق در برخی از نمونه‌ها، نام رخساره را به شیل رسی تغییر می‌دهد. بافت و توالی این رسوبات با نهشته‌های تبخیری و تخریبی

1. Gypsum and Anhydrite
2. Claystone
3. Siltstone
4. Medium to Coarse Grained, Calcite Cement, Submature to Mature Litharenite

و کمتر از ۱ درصد کانی‌های ورقه‌ای ریزدانه دیده می‌شود (شکل ۵، E). جورشدگی ذرات بسیار خوب است. سیمان از جنس سیلیس با رشد هم‌محور است، اما در تعداد کمی از مقاطع، سیمان کلسیتی دیده می‌شود. فلدسپارها اغلب تجزیه شده‌اند، اما بیشتر پلاژیوکلازها و میکروکلین‌ها سالم باقی مانده‌اند. لامیناسیون، ریپل‌مارک (شکل ۶، A)، چینه‌بندی مورب (شکل ۶، C)، آشفستگی زیستی و قطعات گلی در این رخساره مشاهده می‌شود. این پتروفاسیس در ماسه‌سنگ‌های ضخیم تا بسیار ضخیم لایه کرم تا قهوه‌ای و سبز و همچنین ماسه‌سنگ‌های نازک تا متوسط لایه ارغوانی و سبز و گاه لنزی و گوه‌ای شکل (شکل ۶، D) سازند شوریه مشاهده می‌شود. با توجه به بافت و ساختارهای رسوبی موجود، این رخساره در محیط‌های پارانرژی بین جزر و مدی نهشته شده است (Tucker, 2001).

**پتروفاسیس A11 (ماسه‌سنگ بسیار ریز تا ریزدانه با سیمان کلسیتی، ساب آرکوز بالغ)**

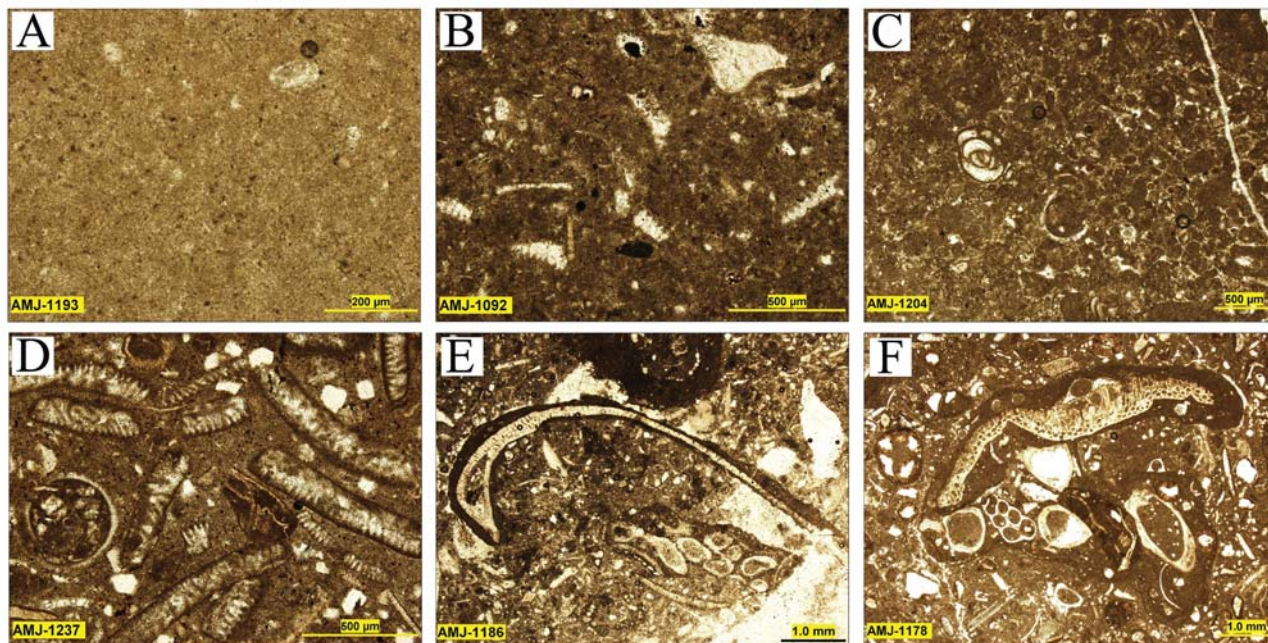
و ایتراکلاست است. جورشدگی ذرات متوسط تا خوب است. در این پتروفاسیس کوارتزهای پلی کریستالین با مرزهای مضرس، کوارتزهای با خاموشی موجی و گاه قطعات تخریبی درشت‌دانه در اندازه گراول (ماسه‌سنگ گراول‌دار) وجود دارد. زمینه برخی از نمونه‌ها از میکریت دولومیتی شده تشکیل شده است. چینه‌بندی مورب و قطعات گلی در برخی نمونه‌ها مشاهده می‌شود. این رخساره در ماسه‌سنگ و ماسه‌سنگ‌های گراول‌دار متوسط تا بسیار ضخیم لایه خاکستری تا سبز و گاه زرد سازند شوریه مشاهده می‌شود و نشان‌دهنده رسوب‌گذاری در ناحیه بین جزر و مدی است (Tucker, 2001).

**پتروفاسیس A10 (ماسه‌سنگ بسیار ریز تا ریزدانه با سیمان سیلیسی، آرکوز بالغ تا بسیار بالغ)**

این پتروفاسیس از ذرات تخریبی نیمه‌گردشده تا گردشده در اندازه ماسه بسیار ریز تا ریزدانه تشکیل شده است. حدود ۵۵ تا ۶۰ درصد کوارتز، ۳۰ تا ۳۵ درصد فلدسپار، ۲ تا ۵ درصد چرت



شکل ۶- تصویر A ریپل‌مارک‌های تداخلی در ماسه‌سنگ‌های پهنه جزر و مدی واحد ۱ سازند شوریه، تصویر B کست ترک‌های گلی در سطح زیرین نهشته‌های سیلتستونی مربوط به پهنه جزر و مدی (قسمت بالایی واحد ۴)، تصویر C لامیناسیون مورب و تصویر D لایه‌های گوه‌ای شکل در ماسه‌سنگ‌های ساحلی واحد ۱ سازند شوریه.



شکل ۷- میکروفاسیس‌های تالاب شامل (A) مادستون آهکی، (B) بایوکلاست وکستون، (C) بنتیک فرامینفرا پلویید وکستون، (D) بایوکلاست وکستون و (E و F) انکوئید وکستون - وکستون.

آهکی ماسه‌ای تغییر می‌یابد. وجود بافت شناور و گل‌پشتیان مادستونی و کاسته‌شدن از تعداد و اندازه دانه‌های اسکلتی نشان می‌دهد که این رخساره در محیط آرام تالاب نهشته شده است (Tucker and Wright, 1990; Flügel, 2004).

#### میکروفاسیس B2 (بایوکلاست وکستون)<sup>(۲)</sup>

این میکروفاسیس دارای استراکود، روزن‌داران کفزی کوچک (میلیولید و تکستولاریده)، جلبک سبز، دوکفه‌ای، شکم‌پایا، خارپوست، پلویید و اینتراکلاست است (شکل ۷، B). در برخی از مقاطع وجود بیش از ۱۰ درصد اجزای فرعی نام رخساره را به بایوکلاست وکستون ماسه‌ای و پلویید بایوکلاست وکستون تغییر می‌دهد. بافت وکستونی و نوع آلوکم‌های این رخساره نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط آرام و کم‌انرژی تالاب است (Tucker and Wright, 1990).

#### میکروفاسیس B3 (پلویید وکستون)<sup>(۳)</sup>

در این رخساره پلویید مهم‌ترین اجزای سنگ را تشکیل می‌دهد. دوکفه‌ای، شکم‌پایا، سرپولید، خارپوست، جلبک سبز، استراکود، کورتویید و روزن‌داران کفزی (مانند میلیولید) و کوارتز زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه سیلت نیز در این رخساره مشاهده می‌شود. آلوکم‌ها در زمینه‌ای میکریتی به صورت متصل قرار دارند (شکل ۷، C). گاه فراوانی روزن‌داران کفزی نام رخساره را به بنتیک فرامینفرا پلویید وکستون تغییر می‌دهد. بافت و به‌ویژه نوع آلوکم‌های موجود در این رخساره نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط تالاب است (Tucker and Wright, 1990).

این پتروفاسیس از ذرات تخریبی نیمه‌زاویه‌دار تا نیمه‌گردشده در اندازه ماسه بسیار ریز تا ریزدانه تشکیل شده است. در حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد کوارتز، ۵ تا ۱۰ درصد فلدسپار، ۱ تا ۲ درصد چرت و کمتر از ۱ درصد کانی‌های ورقه‌ای ریزدانه دیده می‌شود (شکل ۵، F). جورشدگی ذرات بسیار خوب است و سیمان به‌طور عمده از جنس کلسیت است، اما گاه سیمان سیلیسی نیز دیده می‌شود. در این رخساره لامیناسیون، چینه‌بندی مورب، ریپل‌مارک، قطعات گلی، آغشتگی به اکسید آهن و پرشدگی توسط بلورهای ژیبس مشاهده می‌شود. این رخساره در ماسه‌سنگ‌های نازک تا متوسط لایه و همچنین ضخیم‌لایه ارغوانی، زرد و سبز تا خاکستری سازند شورجه شناسایی شده است و معرف رسوب‌گذاری در ناحیه بین جزر و مدی است (Tucker, 2001).

#### کمر بند رخساره‌ای B (تالاب)

این کمر بند رخساره‌ای دربردارنده پنج میکروفاسیس B1 تا B5 به شرح زیر است:

#### میکروفاسیس B1 (مادستون آهکی)<sup>(۴)</sup>

این رخساره کربناته دربردارنده مقدار ناچیزی دانه‌های اسکلتی شامل استراکود، دوکفه‌ای، خارپوست و روزن‌داران کفزی با پوسته پورسلانوز (مانند میلیولید) است که در زمینه‌ای میکریتی به صورت پراکنده و شناور قرار دارند (شکل ۷، A). در تعدادی از نمونه‌ها به علت فراوانی نسبی بعضی از اجزای فرعی نام سنگ به مادستون آهکی بایوکلاست‌دار، مادستون آهکی سیلتی و مادستون

1. Very Fine to Fine Grained, Calcite Cement, Mature Sub-Arkose
2. Lime mudstone
3. Bioclast Wackestone
4. Peloid Packstone



زمینه‌ای میکربیتی به صورت منفصل و یا متصل قرار دارند (شکل E، F و G). بیشتر بایوکلاست‌ها هسته انکوئیدها را تشکیل می‌دهند. این رخساره در محیط کم ژرفای تالاب نهشته شده است (Flügel, 2004).

### کمر بند رخساره‌ای C (سدی)

این کمر بند رخساره‌ای دربرگیرنده چهار میکروفاسیس کربناته (C1 تا C4) و یک پتروفاسیس تخریبی (C5) به شرح زیر است.

#### میکروفاسیس C1 (ایید گرینستون<sup>۱</sup>)

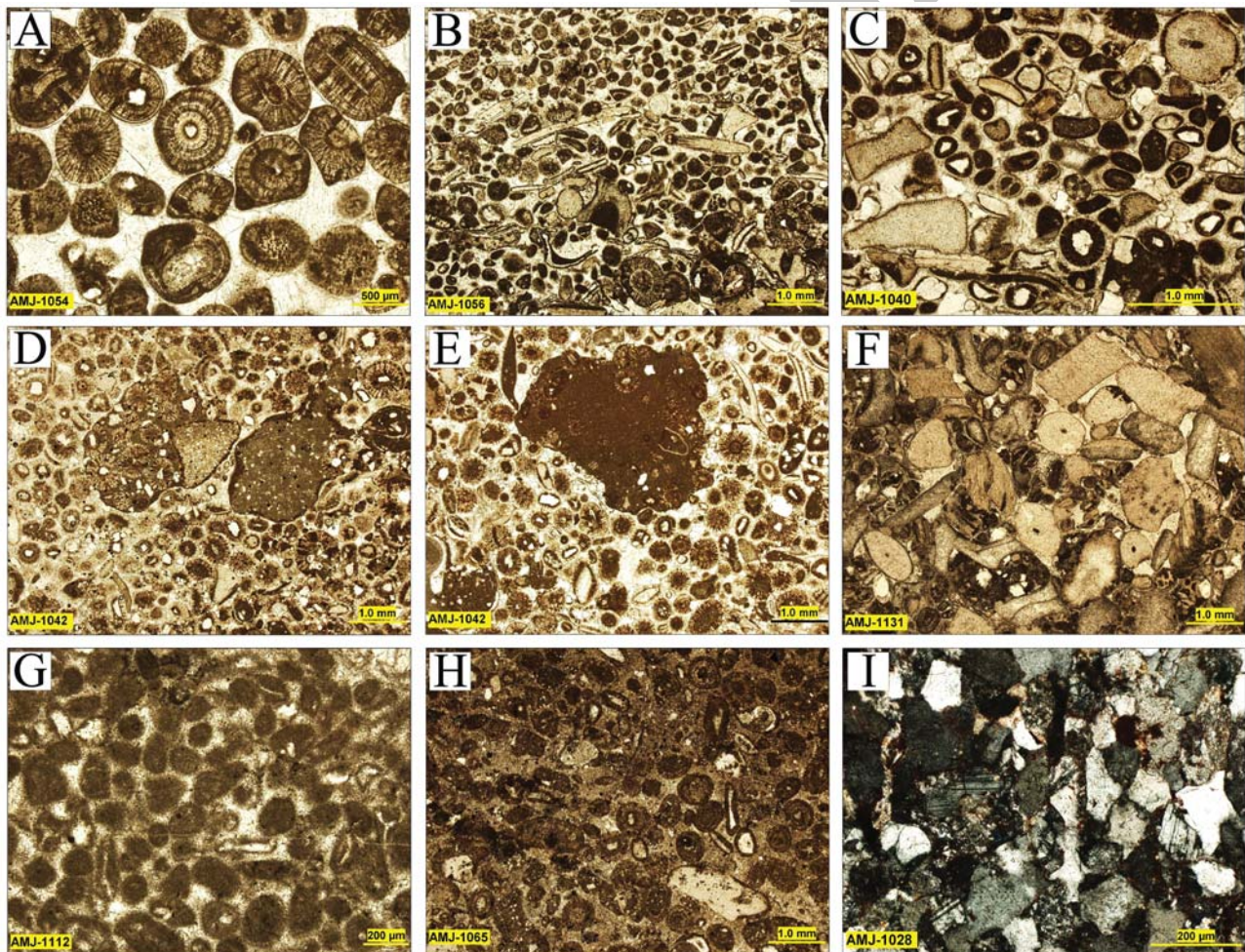
فراوان‌ترین آلومک در این رخساره ایید است که در زمینه‌ای اسپاریتی قرار دارد. اجزای فرعی شامل کرینویید، جلبک سبز، دوکفه‌ای، بازویا، اینتراکلاست، پلویید و کوارتز هستند. (شکل A، ۸). اییدها بیشتر به صورت شعاعی - هم‌مرکز بوده و اندازه متوسط آنها بین ۰/۵ تا یک میلی‌متر است. ساختار میکروسکوپی اییدها حفظ شده و دانه‌ها از جورشدگی خوبی برخوردار هستند، همچنین در این رخساره اییدهای دوباره فعال شده، شکسته و

### میکروفاسیس B4 (بایوکلاست پکستون<sup>۱</sup>)

در این رخساره دانه‌های اسکلتی شامل جلبک سبز، دوکفه‌ای، خارپوست، شکم‌پا، استراکود، سرپولید و روزن‌داران کفزی کوچک (میلولید و تکستولاریده) مشاهده می‌شود (شکل ۷، D). اجزای فرعی شامل پلویید، اینتراکلاست و ایید می‌باشند. جلبک‌های سبز در بعضی از نمونه‌ها فراوان هستند. در برخی از دانه‌های اسکلتی آثار حفاری موجودات ریز دیده می‌شود و برخی از بایوکلاست‌ها میکربیتی شده‌اند. بافت و نوع آلومک‌های شناسایی شده، نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در محیط کم ژرفای تالاب است (Tucker and Wright, 1990; Flügel, 2004).

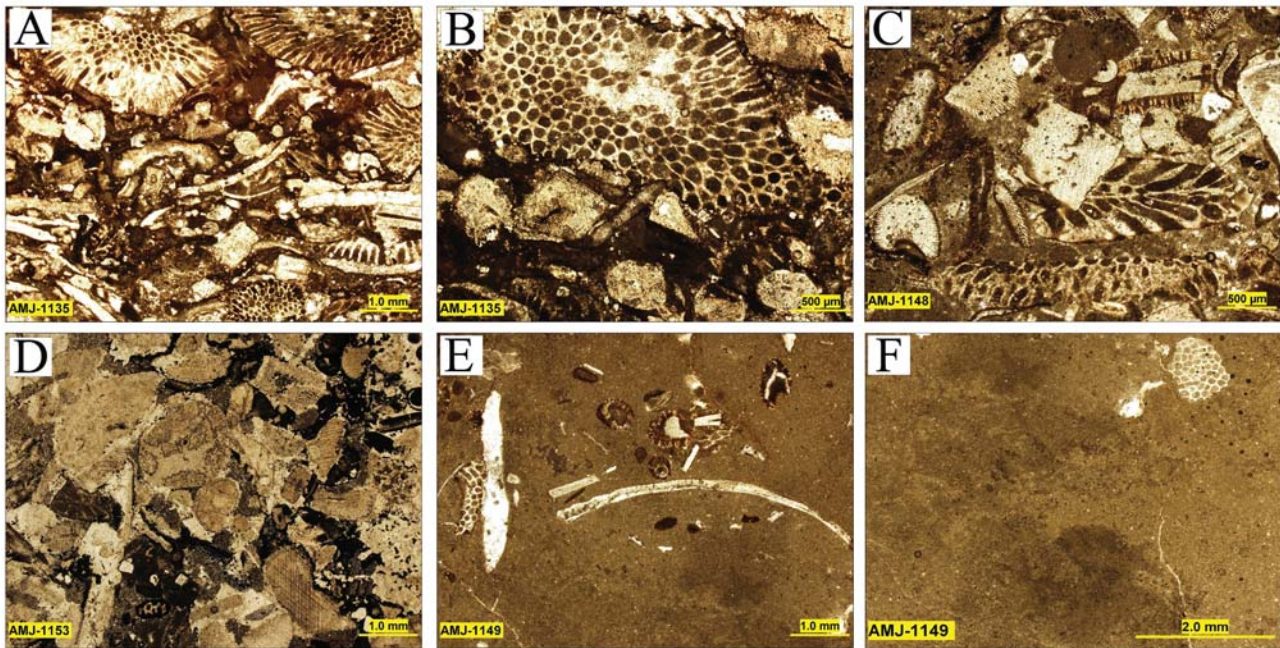
### میکروفاسیس B5 (انکوئید و کستون - پکستون<sup>۲</sup>)

آلومک اصلی در این رخساره انکوئید است. دوکفه‌ای، خارپوست، سرپولید، شکم‌پا، استراکود، روزن‌داران کفزی کوچک (میلولید و تکستولاریده)، جلبک سبز و به میزان کم‌تر بریوزوئر، بازویا، ایید، پلویید و کوارتز نیمه‌زاویه‌دار تا نیمه‌گردشده در اندازه ماسه بسیار ریزدانه، اجزای فرعی این رخساره را تشکیل می‌دهند. این اجزا در



شکل ۸- رخساره‌های سدی شامل (A) ایید گرینستون، (B) بایوکلاست ایید گرینستون با دانه‌بندی تدریجی، (C) بایوکلاست ایید گرینستون (D و E) اینتراکلاست ایید گرینستون، (F) کرینویید گرینستون، (G) پلویید گرینستون، (H) ایید پکستون و (I) ماسه‌سنگ ریز تا متوسط‌دانه، آرکوز بالغ.

- 1- Bioclast Packstone
- 2- Oncoid Wackestone-Packstone
- 3- Ooid Grainstone



شکل ۹- میکروفاسیس‌های دریای باز کم‌ژرفا شامل (A) و (B) بایوکلاست پکستون، (E) ایید بایوکلاست پکستون، (D) کرینویید پکستون، (E) بایوکلاست وکستون و (F) مادستون آهکی.

این رخساره در محیط سدی و به‌ویژه بخش کانال با انرژی بالا نهشته شده است (Flügel, 2004).

#### میکروفاسیس C2 (کرینویید گریستون<sup>۳</sup>)

آلوکم اصلی در این رخساره قطعات کرینویید است که در زمینه‌ای اسپاریتی به صورت متصل قرار دارند (شکل ۸، F). عناصر فرعی شامل ایید، جلبک سبز، دوکفه‌ای، بریوزوئر، بازوپا، شکم‌پا، سرپولید، ایتراکلاست و کوارتزهای نیمه‌گردشده تا گردشده هستند. آثار حفاری موجودات ریز بر روی برخی از بایوکلاست‌ها دیده می‌شود. این رخساره در نواحی پر انرژی سد نهشته شده است (Flügel, 2004).

#### میکروفاسیس C3 (پلویید گریستون<sup>۴</sup>)

آلوکم اصلی در این رخساره پلویید است که در زمینه‌ای اسپاریتی قرار دارد (شکل ۸، G). پلوییدها دارای جورشدگی خوبی هستند. عناصر فرعی شامل دوکفه‌ای، شکم‌پا، استراکود، روزن‌داران کفزی (میلویید و تکستولاریده) و ایتراکلاست می‌باشند. این رخساره در قسمت پشت سد نهشته شده است (Tucker, 2001; Flügel, 2004).

#### میکروفاسیس C4 (ایید پکستون<sup>۵</sup>)

در این رخساره ایید آلوکم اصلی را تشکیل می‌دهد. دوکفه‌ای، شکم‌پا، سرپولید، خارپوست، جلبک سبز، استراکود، کورتویید، پلویید و ایتراکلاست نیز در این رخساره مشاهده می‌شود. آلوکم‌ها در زمینه‌ای میکریتی به صورت متصل قرار دارند (شکل ۸، H). بیشتر آلوکم‌ها دارای قشر نازک میکریتی در اطراف خود

مرکب نیز مشاهده می‌شود. بایوکلاست‌ها بیشتر گردشده بوده و در برخی مقاطع میزان فشردگی دانه‌ها بسیار بالا بوده و مرز برخی از دانه‌ها میکرواستیلولیتی شده است. هسته اییدها از بایوکلاست‌ها و کوارتز تشکیل شده است و برخی از این کوارتزها رشد هم‌زمان و درجا حاصل نموده‌اند. با توجه به عناصر تشکیل‌دهنده و بافت، این رخساره در محیط سدی با انرژی بالا نهشته شده است (Tucker, 2001; Flügel, 2004). این رخساره از دو زیر رخساره به شرح زیر تشکیل شده است.

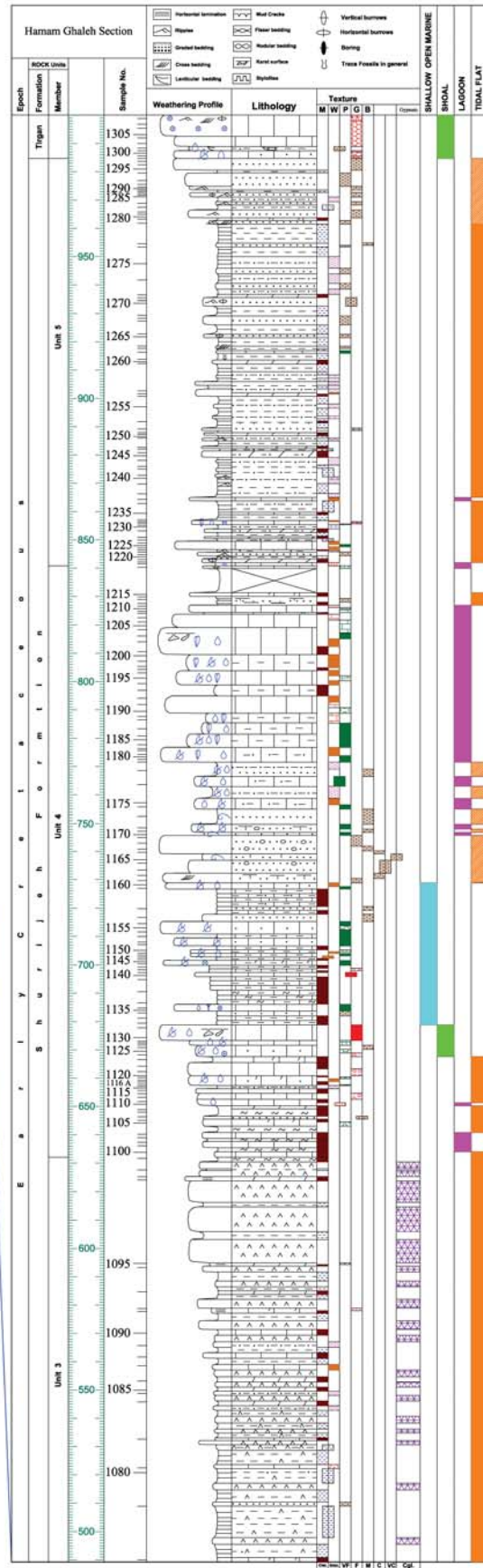
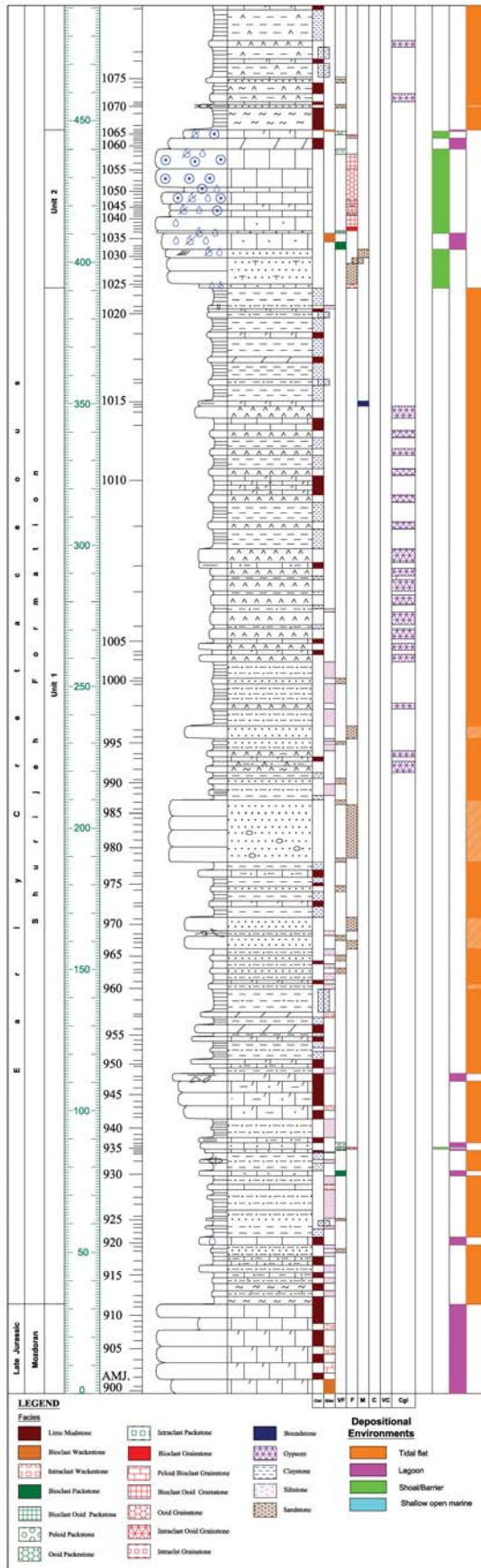
#### زیررخساره C1-1 (بایوکلاست ایید گریستون<sup>۱</sup>)

ایید و بایوکلاست فراوان‌ترین آلوکم‌ها در این رخساره هستند. بایوکلاست‌ها شامل کرینویید، جلبک سبز، دوکفه‌ای، بریوزوئر، بازوپا و شکم‌پایان می‌باشند. همچنین به مقدار کمتر ایتراکلاست، پلویید و کوارتز نیمه‌گردشده در اندازه ماسه متوسط‌دانه نیز مشاهده می‌شود (شکل ۸، B و C). برخی از دانه‌ها دارای قشر نازک میکریتی (کورتویید) هستند. گریستون، لامیناسیون (تناوب لامینه‌های گریستونی و پکستونی) و دانه‌بندی تدریجی (شکل ۸، B) نیز در این رخساره دیده می‌شود. این رخساره در محیط سدی با انرژی بالا نهشته شده است (Tucker, 2001; Flügel, 2004).

#### زیررخساره C1-2 (ایتراکلاست ایید گریستون<sup>۲</sup>)

در این رخساره ایید و ایتراکلاست به ترتیب فراوان‌ترین اجزای رخساره را تشکیل می‌دهند (شکل ۸، D و E). اجزای فرعی شامل کرینویید، دوکفه‌ای، بریوزوئر، خرده‌های شکم‌پا، پلویید و کوارتز هستند. بیشتر اجزای اسکلتی گرد شده می‌باشند.

1. Bioclast Ooid Grainstone
2. Intraclast Ooid Grainstone
3. Crinoid Grainstone
4. Peloid Grainstone
5. Ooid Packstone



شکل ۱۰- ستون چینه‌شناسی برش حمام‌قلعه به همراه تغییرات رخساره‌ای و محیط رسوبی.

به ویژه فراوانی کرینویید، بریوزوئر و بازوپا که فون‌های سازگار با شوری نرمال دریایی هستند و همچنین بافت و جایگاه چینه‌شناسی این رخساره نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط کم‌ژرفای دریای باز است (Tucker, 2001; Flügel, 2004). این رخساره از دو زیر رخساره تشکیل شده است.

#### زیر رخساره D1-1 (ایید بایوکلاست پکستون<sup>۱</sup>)

در این رخساره بایوکلاست و ائید به ترتیب مهم‌ترین اجزای آلومک را تشکیل می‌دهند که در زمینه‌ای میکریتی به صورت متصل قرار دارند. فراوان‌ترین بایوکلاست‌ها شامل کرینویید، بریوزوئر، بازوپا و دوکفه‌ای می‌باشند (شکل ۹، C). اجزای دیگر شامل شکم‌پا، سرپولید، روزن‌داران کف‌زی با پوسته هیالین (مانند *Lenticulina sp.* و *Trocholina sp.*)، اینتراکلاست و دانه‌های کوارتز نیمه‌زاویه‌دار تا نیمه‌گردشده در اندازه ماسه ریز تا درشت‌دانه هستند. فراوانی فسیل‌های سازگار با شوری نرمال دریایی و همچنین جایگاه چینه‌شناسی این رخساره نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط کم‌ژرفای دریای باز است (Tucker, 2001; Flügel, 2004).

#### زیر رخساره D1-2 (کرینویید پکستون<sup>۲</sup>)

در این رخساره کرینویید فراوان‌ترین آلومک را تشکیل می‌دهد. اجزای دیگر شامل بریوزوئر، بازوپا، دوکفه‌ای، سرپولید و روزن‌داران کف‌زی با پوسته هیالین (*Lenticulina sp.* و *Trocholina sp.*) هستند. آلومک‌ها در زمینه‌ای میکریتی به صورت متصل قرار دارند (شکل ۹، D). گاه در اثر فشردگی، مرزهای مضرس و میکرواستیلولیتی در دانه‌ها ایجاد شده است. بافت و نوع آلومک‌ها به‌ویژه فراوانی ساقه‌های کرینویید نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در محیط کم‌ژرفای دریای باز تا جلوی سد است (Flügel, 2004).

هستند. وجود بیش از ۱۰ درصد اجزای فرعی نام رخساره را به بایوکلاست ایید پکستون و اینتراکلاست ایید پکستون تغییر می‌دهد. بافت و نوع آلومک‌های این رخساره و توالی آن با رخساره C1 نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط کم‌انرژی‌تر پشت سد تا تالاب است (Tucker, 2001; Flügel, 2004).

#### پتروفاسیس C5 (ماسه‌سنگ ریز تا متوسط دانه با سیمان سیلیسی، آرکوز بالغ<sup>۱</sup>)

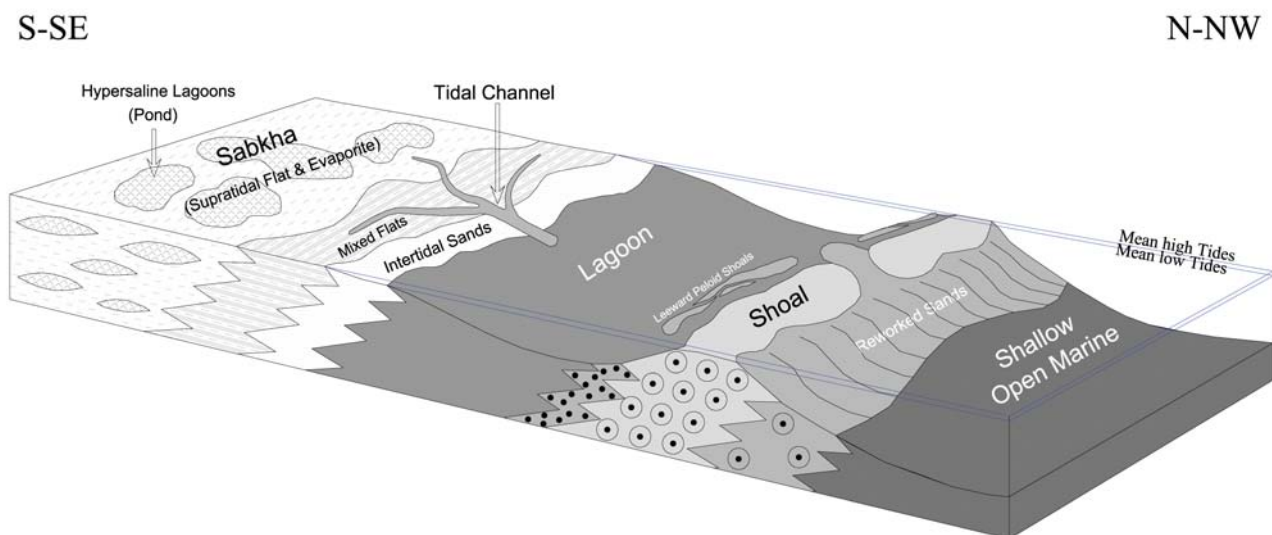
این پتروفاسیس از ذرات تخریبی نیمه‌گردشده و گاه گردشده در اندازه ماسه ریز تا بسیار ریزدانه با جورشدگی بسیار خوب تشکیل شده است. ذرات تخریبی شامل ۶۵ تا ۷۰ درصد کوارتز، ۲۰ تا ۲۵ درصد فلدسپار و ۲ تا ۵ درصد چرت است (شکل ۸، I). در برخی از مقاطع، بایوکلاست‌های گردشده نیز وجود دارد. سیمان از جنس سیلیس و گاه کلسیتی است. در برخی از توالی‌ها چینه‌بندی مورب نیز مشاهده می‌شود. این رخساره در ماسه‌سنگ‌های ضخیم‌لایه خاکستری رنگ سازند شوربچه شناسایی شده است. بافت و توالی این رسوبات با نهشته‌های سدی به ویژه ایید گرینستون‌ها نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط سدی است (Tucker, 2001).

#### کمریند رخساره‌ای D (دریای باز کم ژرفا)

این کمریند رخساره‌ای دربردارنده سه میکروفاسیس D1 تا D3 به شرح زیر است.

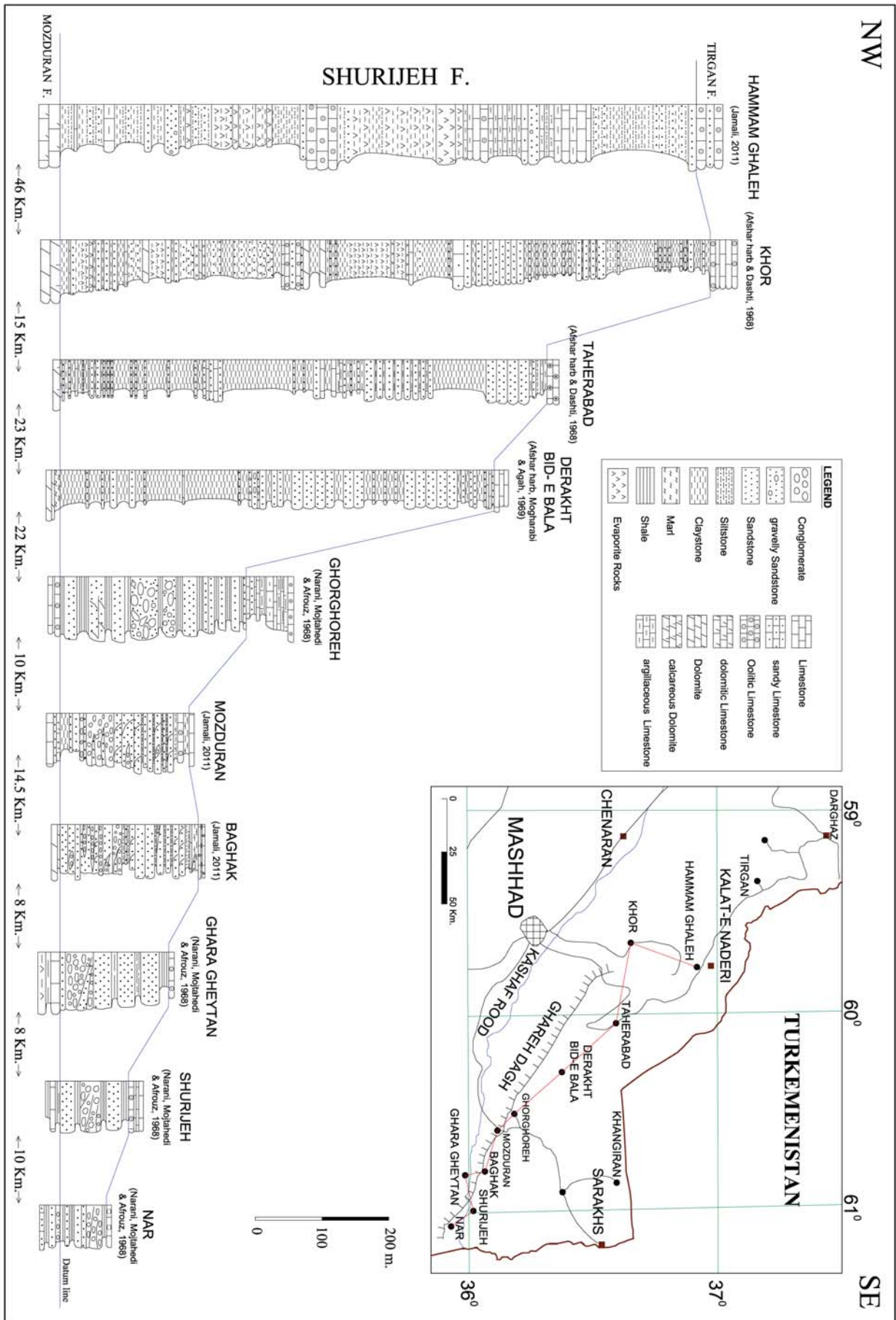
#### میکروفاسیس D1 (بایوکلاست پکستون<sup>۲</sup>)

اجزای اصلی این رخساره از دانه‌های اسکلتی شامل کرینویید، بریوزوئر، بازوپا و دوکفه‌ای تشکیل شده است. آلومک‌ها در زمینه میکریتی به صورت متصل قرار دارند. اجزای فرعی شامل سرپولید و ایید می‌باشند (شکل ۹، A و B). نوع آلومک‌های شناسایی شده



شکل ۱۱- مدل رسوبی پیشنهادی برای سازند شوربچه در برش چینه‌شناسی حمام‌قلعه.

1. Fine to Medium Grained, Mature Arkose
2. Bioclast Packstone
3. Ooid Bioclast Packstone
4. Crinoid Packstone



شکل ۱۲- تطبیق چینه‌شناسی سازند شورجه در خاور حوضه کیمداغ

**میکروفاسیس D2 (بایوکلاست و کستون<sup>۱</sup>)**

۴) نشان‌دهنده تغییرات بسیار زیاد ضخامت این سازند در فواصل نزدیک و نیز تغییرات رخساره‌ای شدید در جهت عمودی و جانبی است. محیط رسوبی این نهشته‌ها در خاور کپه‌داغ و به‌ویژه در برش‌های نار، شوربجه، قره‌قیطان، باغک، مزدوران و قرقره به طور عمده از نوع رودخانه‌ای و به ویژه رودخانه‌های بریده بریده بوده (Moussavi-Harami and Brenner, 1990)، اما به سمت باختر از میزان رسوبات رودخانه‌ای کاسته شده و نهشته‌های مربوط به نواحی سیخایی، پهنه جزر و مدی، دشت ساحلی و رسوبات دریایی کم‌ژرفا گسترش بیشتری می‌یابند.

در اواخر ژوراسیک پسین - اوایل کرتاسه پیشین به دلیل عملکرد فاز خشکی‌زایی سیمرین پسین، بستر حوضه رسوبی در نقاط مختلف، توپوگرافی متفاوتی داشته و به همین دلیل توالی‌های رسوبی نهشته شده در این زمان دارای رخساره‌های متنوعی هستند، به گونه‌ای که تغییرات رخساره‌ای و نیز تغییرات ضخامت از ناحیه‌ای به ناحیه دیگر و در فواصل نزدیک دیده می‌شود.

مطالعات انجام‌شده توسط افشار حرب (۱۳۷۳) بیانگر آن است که این تغییرات در اثر عملکرد گسل‌های پی‌سنگی که در زمان رسوب‌گذاری فعال بوده و به طور عمده دارای روند خاوری-باختری و یا شمال خاوری- جنوب باختری هستند، ایجاد شده است. گسل‌های هم‌زمان با فرونشست حوضه در ابتدا به صورت نرمال بوده و در زمان کرتاسه موجب ایجاد فرابوم و فروبوم و در نتیجه تغییرات رخساره‌ای شده‌اند. این گسل‌ها پس از برقراری رژیم فشارشی به انواع برگشته با شیب به سمت شمال تبدیل شده‌اند (افشارحرب، ۱۳۷۳).

بررسی و تطابق چینه‌شناسی برش‌های موجود در خاور حوضه کپه‌داغ (شکل ۱۲) بیانگر آن است که حرکات عمودی رو به بالا یا پایین بلوک‌های ایجاد شده در امتداد این گسل‌ها و به بیان دیگر ایجاد توپوگرافی متفاوت در اثر زمین‌ساخت ناحیه‌ای، مهم‌ترین عامل تغییردهنده جانبی رخساره‌ها در این ناحیه بوده است، به طوری که در برش حمام‌قلعه در مقایسه با برش‌های همجوار، ضخامت قابل توجهی از نهشته‌های کربناته دریایی در بین رسوبات تخریبی و تبخیری نهشته شده است.

**نتیجه‌گیری**

در اواخر ژوراسیک پسین-اوایل کرتاسه پیشین عملکرد فاز خشکی‌زایی سیمرین پسین در حوضه کپه‌داغ، موجب ایجاد توپوگرافی متفاوت در نقاط مختلف این حوضه شده است. پیامد این فاز، ایجاد تغییرات رخساره‌ای و نیز تغییرات ضخامت از ناحیه‌ای به ناحیه دیگر بوده است. سازند شوربجه در برش چینه‌شناسی حمام‌قلعه علاوه بر رسوبات تخریبی و تبخیری، دارای ضخامت قابل توجهی از نهشته‌های کربناته دریایی است. این سازند در برش مذکور از پنج واحد تشکیل شده و به صورت تدریجی بر روی سازند مزدوران قرار داشته و خود نیز به صورت

در این رخساره دانه‌های اسکلتی شامل کرینویید، بریوزوئر، بازوپا، دوکفه‌ای و سوزن اسفنج در یک زمینه میکریتی به صورت منفصل قرار دارند (شکل ۹، E). گاه مقدار بسیار ناچیزی آئید نیز مشاهده می‌شود. وجود بیش از ۱۰ درصد دانه‌های کوارتز و چرت نیمه‌زاویه‌دار تا نیمه‌گرد شده در اندازه ماسه ریز تا متوسط‌دانه، نام رخساره را به بایوکلاست و کستون ماسه‌ای تغییر می‌دهد. بافت و نوع آلوم‌های تشکیل‌دهنده به ویژه فراوانی نسبی کرینویید، بریوزوئر و بازوپا نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط کم‌ژرفای دریایی باز است (Tucker and Wright, 1990; Flügel, 2004).

**میکروفاسیس D3 (مادستون آهکی<sup>۲</sup>)**

این رخساره کربناته فاقد یا دربردارنده مقدار بسیار ناچیزی آلوم شامل بایوکلاست‌های بسیار ریز، بریوزوئر، خارپوست، استراکودهای پوسته نازک، پلوئید و دانه‌های کوارتز زاویه‌دار در اندازه سیلت تا ماسه بسیار ریزدانه است که در یک زمینه میکریتی به صورت پراکنده و شناور قرار دارند (شکل ۹، F). در تعدادی از نمونه‌ها لامیناسیون، آثار حفاری و گاه آشفستگی زیستی مشاهده می‌شود. وجود بافت شناور و گل‌پشتیبان مادستونی و کاسته‌شدن از تعداد و اندازه دانه‌های اسکلتی و توالی آن با رخساره‌های دریایی باز نشان می‌دهد که این رخساره در محیطی آرام و در بخش پایین‌تر دریایی باز کم‌ژرفا نهشته شده است (Tucker, 2001; Flügel, 2004).

**مدل رسوبی**

مدل رسوبی سازند شوربجه با تلفیق نتایج حاصل از مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی و تجزیه و تحلیل اطلاعات به‌دست آمده و با در نظر گرفتن قانون والتر (Middleton, 1973) و مقایسه شواهد کسب شده با محیط‌های رسوبی امروزی پیشنهاد شده است. نهشته‌های سازند شوربجه تحت تاثیر فرآیندهای مختلف به‌ویژه فرونشست تدریجی بستر، جغرافیای دیرینه، آب و هوا، زمین‌ساخت ناحیه‌ای و تغییرات جهانی سطح آب دریا کنترل و رسوب‌گذاری شده‌اند.

شناسایی رخساره‌های رسوبی (شکل ۱۰)، روند چیدمان رخساره‌ها، تغییرات عمودی و جانبی آنها، تشخیص محیط رسوبی و بررسی مهاجرت ناگهانی دسته‌های رخساره‌ای نشان می‌دهد که نهشته‌های سازند شوربجه در برش حمام‌قلعه در یک محیط رسوبی که به شدت تحت تاثیر عوامل زمین‌ساختی بوده، تشکیل شده است. در این برش ضخامت قابل توجهی از رسوبات کربناته دریایی در بین نهشته‌های تخریبی و تبخیری مربوط به پهنه جزر و مدی مشاهده می‌شود. مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که نهشته‌های سازند شوربجه در برش حمام‌قلعه، در چهار کمربند رخساره‌ای پهنه جزر و مدی، لاگون، سد و دریایی باز کم ژرفا در یک پلت‌فرم از نوع شلف نهشته شده‌اند (شکل ۱۱).

تطابق چینه‌شناسی برش حمام‌قلعه با برش‌های همجوار (شکل

1. Bioclast Wackestone  
2. Lime mudstone

Journal of Earth Sciences, 18, 2, 210-265.

- Bozorgnia, H., 1972. Geology and Oil Possibilities of the central Kopet Dag. National Iranian Oil Company, GR. 347, 67.

- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Mem. AAPG, 1, 108-121.

- 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., Lotfpour, 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.

- Kalantari, A., 1969. Foraminifera from the Middle Jurassic-Cretaceous successions of Kopet-Dagh region (N.E. Iran). Publication of the Geological Laboratories, National Iranian Oil Company, Tehran, 3, 298.

- Lawrence, A.E., 1986. Ancient carbonate tidal-flat deposits. Colorado School Mines. Quart., 81, 37-57.

- Lyberis, N. and Manby, G., 1999. Oblique to orthogonal convergence across the Turan Block in the post-Miocene. AAPG Bull., 83, 1135–1160.

- Middelton, G.V., 1973. Johannes Walter's law of correlation of facies, Bulletin of Geological Society of America, 84, 779-988.

- 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, GR. 313, 56.

- Pettijohn, F.J., Potter, P.E. and Silver, R., 1987. Sand and Sandstone, Springer-Verlag, New York, 553.

- Reading, H.G., 1996. Sedimentary Environments:

تدریجی در زیر سازند تیرگان قرار می‌گیرد. شواهد صحرایی، تشخیص الگوهای لایه‌بندی، بررسی تغییرات عمودی و جانبی رخساره‌ها و مطالعه میکروسکوپی نشان می‌دهد که نهشته‌های این سازند در چهار کمربند رخساره‌ای پهنه جزر و مدی، لاگون، سد و دریای باز کم‌ژرفا رسوب‌گذاری کرده است. در این مطالعات ۱۱ رخساره مربوط به پهنه جزر و مدی، ۵ رخساره لاگونی، ۵ رخساره سدی و ۳ رخساره دریای باز کم‌ژرفا شناسایی شده است. این رسوبات در یک پلت‌فرم از نوع شلف که به شدت تحت تاثیر عوامل زمین‌ساختی بوده، نهشته شده‌اند. تطابق چینه‌شناسی برش حمامقلعه با دیگر برش‌های خاور کپه‌داغ بیانگر آن است که ایجاد توپوگرافی متفاوت در اثر زمین‌ساخت ناحیه‌ای، مهم‌ترین عامل تغییردهنده رخساره‌ها به‌ویژه در جهت جانبی بوده، به گونه‌ای که در برش حمامقلعه برخلاف برش‌های همجوار، دو واحد کربناته دریایی در بین رسوبات تخریبی و تبخیری نهشته شده است.

### سپاسگزاری

از مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران و مدیریت پژوهش و فناوری وزارت نفت برای حمایت مالی و فراهم نمودن فرصت‌ها و بستریهای لازم جهت کارهای تحقیقاتی و همچنین از ریاست محترم اداره زمین‌شناسی سطح‌الارضی، جناب آقای دکتر داریوش باغبانی 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 شوربیجه در منطقه چشمه گیلاس- بی‌جیرک در شمال باختری مشهد. فصلنامه علمی-پژوهشی علوم زمین، سال هفتم، شماره ۲۹-۳۰، وزارت معادن و فلزات، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۸۶-۱۰۳.

- 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, GR. 316, 35.

- Afshar Harb, A., 1979. The stratigraphy, tectonics and petroleum geology of the Koppet-Dagh region Northern Iran, A Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy in petroleum geology, University of London, 316.

- Berberian, M. and King, G.C.P., 1981. Towards a paleogeography and tectonic evaluation of Iran. Canadian

Processes, facies and stratigraphy, 3rd Edn., Blackwell Science Publications, Oxford, 688.

- Ruttner, A.W., 1993. Southern borderland of Triassic Laurasia in north-east Iran. *Geologische Rundschau*, 82, 110-120.

- Shinn, E.A., 1983. Tidal flat environment. In: Scholle, P.A., Bebout, D.G., Moore, C.H. (eds.), *Carbonate Depositional Environments*. AAPG. Memoir, 33, 171-210.

- Shinn, E.A., 1986. Modern carbonate tidal flats, their diagnostic features. *Colorado School Mines. Quart.*, 81, 7-35.

- Tucker, M.E. and Wright, V.P., 1990. *Carbonate Sedimentology*: Cambridge, Blackwell Science, 482.

- Tucker, M.E., 2001. *Sedimentary Petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks*, 3rd edition, Oxford: Blackwell Science, 262.

Archive of SID