پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی
سال سی و یکم، شماره پیاپی ٦١، شماره چهارم، زمستان ١٣٩٤
تاریخ وصول: ١٣٩٤/١/٢٢ تاریخ پذیرش: ١٣٩٤/٦/٣٠
صص ٦٩-٨٦

تحلیل رخساره‌ای و محیط رسوبی سازند زاگون در برش سربندان، البرز مرکزی

مریم جافری سالور، *کارشناس ارشد رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران* *
محبوبه حسینی برزی، *دانشیار، گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی تهران*، **ایران**
عباس صادقی، *دانشیار، گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران*

چکیده

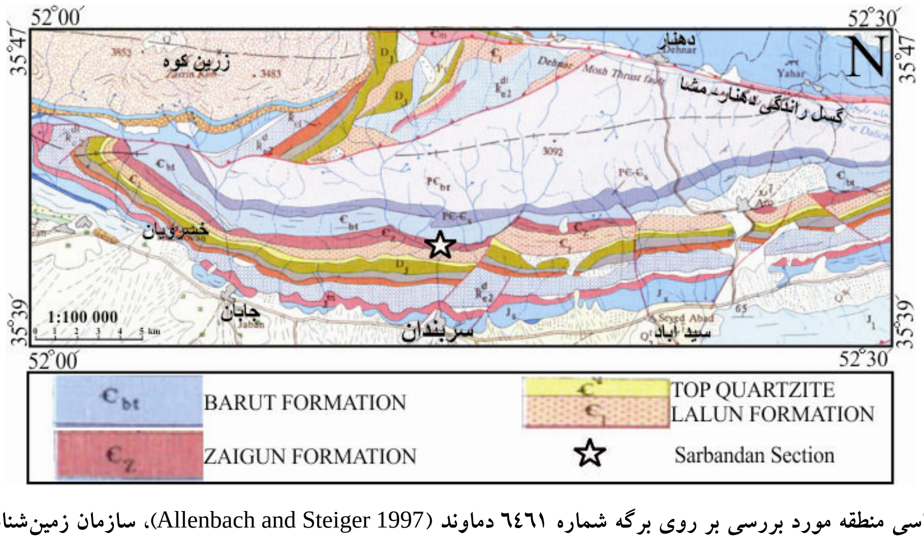
در این تحقیق سازند زاگون به سن کامبرین پیشین در برش سربندان با ضخامت ١٩٢ متر جهت پتروگرافی، تحلیل رخساره‌های سنگی و تعیین محیط رسوبی مورد بررسی قرار گرفت. در برش اشاره شده سازند زاگون از دو واحد سنگی: پایینی (واحد سنگی A) شامل تناوبی از لیتولوژهای شیل و سیلتستون و بالایی (واحد سنگی B) شامل ماسه‌سنگ با میان لایه‌هایی از سیلتستون، شیل و در پاره‌ای از مناطق، کنگلومرا تشکیل شده است. ماسه سنگ‌های بررسی شده اغلب آرکوز متوسط تا درشت دانه خوب جور شده هستند. تحلیل رخساره‌های سنگی سازند زاگون در برش سربندان، بیانگر حضور یک رخساره سنگی دانه ریز (F1)، چهار رخساره سنگی دانه متوسط (Sm، Sh، Sp، Sr) و یک رخساره سنگی دانه درشت (Gcm) می‌باشد. این رخساره‌های سنگی همراه با شواهد به دست آمده من جمله: ترک گلی، طبقه‌بندی‌های مورب و درهم و ریپل مارک‌های موجی به شناسایی دو مجموعه رخساره‌ای پهنه گلی و پهنه مخلوط و هم‌چنین زیر رخساره رسوبات کانال‌های جزرومدی منجر شده است. این مجموعه‌های رخساره‌ای به همراه ساختمان‌های رسوبی شناسایی شده و نیز شواهد پتروگرافی، همانند حضور کانی شاخص گلوکونیت، همگی حاکی از ته‌نشست سازند زاگون در یک محیط دریایی از نوع پهنه جزرومدی می‌باشد: بخش پایینی (واحد سنگی A) در پهنه گلی و بخش بالایی (واحد سنگیB) در پهنه مخلوط. در واقع این سازند یک روند افزایشی عمق حوضه را در گذر زمان نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: زاگون، پتروگرافی، رخساره‌های سنگی، محیط رسوبی

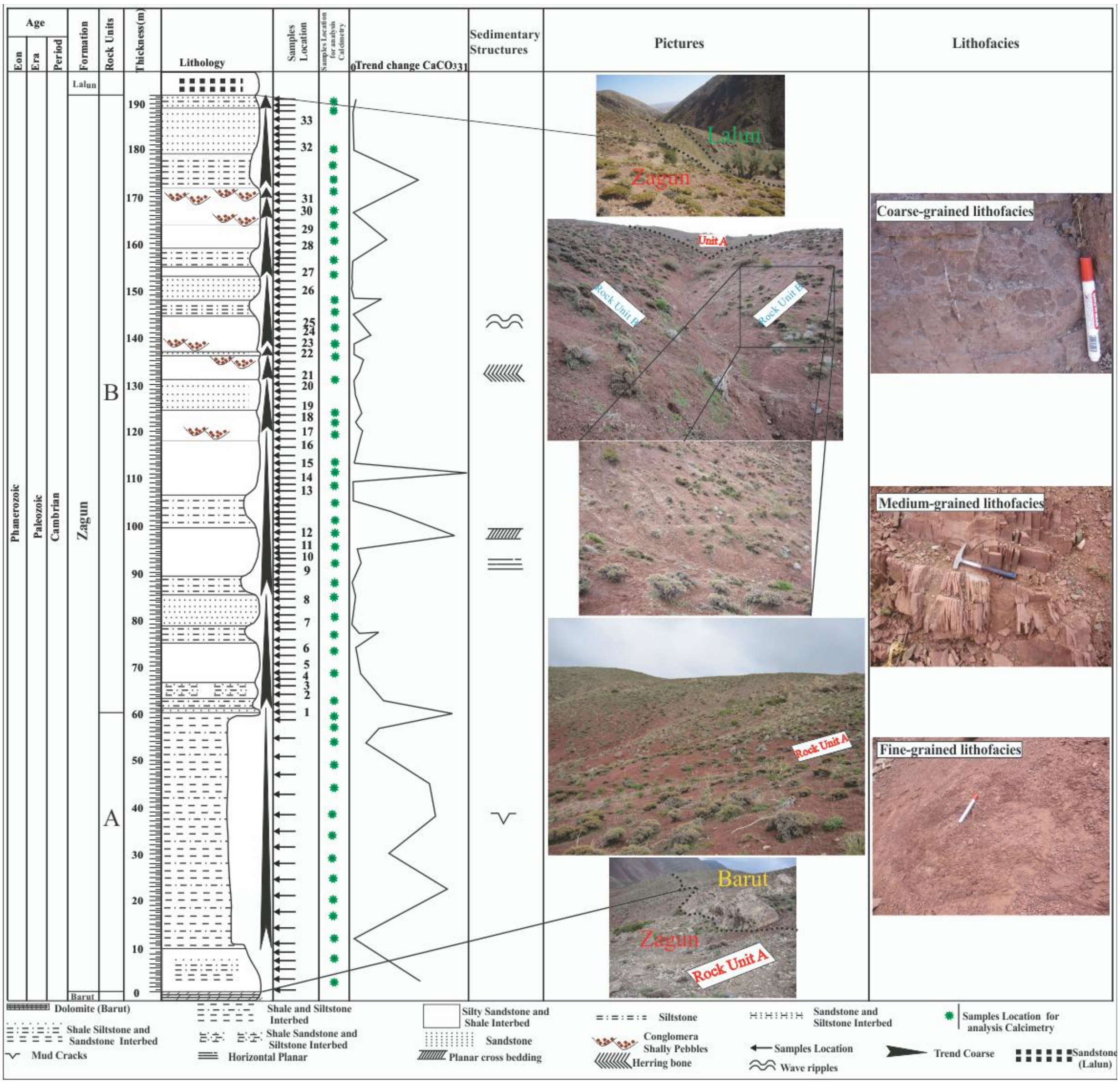
* نویسنده مسؤول: ٠٩١٠٦٤٩٧٨٤٦ Email: jaferimaryam64@yahoo.com

مقدمه

سازند زاگون به سن کامبرین پیشین در برش سربندان دارای گسترش و رخنمون مناسبی می‌باشد (شکل ۱). طبق بررسی‌های صحرایی به عمل آمده از سازند زاگون در برش سربندان، مرز پایینی این سازند با سازند باروت ناپیوسته و هم‌شیب و مرز بالایی آن با سازند لالون پیوسته و هم‌شیب می‌باشد. با توجه به گذر تدریجی سازند زاگون به لالون و تشابهات نسبی رخساره‌های بین دو سازند زاگون و لالون، تفکیک دقیق مرز بالایی سازند زاگون از تحتانی ترین بخش سازند لالون با دشواری همراه می‌باشد به طوری که در برخی از نواحی ایران، جدا کردن سازندهای زاگون و لالون از همدیگر امکان‌پذیر نیست (علوی نائینی ۱۳۷۲). با این حال، وجود مظاهر ویژه سنگ‌شناسی در سازند زاگون که بیشتر حاوی گل سنگ، سیلتستون و ماسه‌سنگ ریز دانه می‌باشد در مقابل سازند لالون که از ماسه سنگ‌های درشت دانه و همچنین از لیتولوژی یکنواخت‌تری برخوردار می‌باشد به عنوان ملاک اصلی در تفکیک دو سازند اشاره شده از هم استفاده شد. همچنین علاوه بر اطلاعات به دست آمده از بررسی‌های صحرایی، با بررسی برش‌های نازک نمونه‌های برداشت شده از سازند زاگون در برش سربندان که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد، تفکیک تقریبی مرز سازند زاگون و لالون به شکل مطمئن‌تری امکان‌پذیر گردید. در نهایت با توجه به آن‌چه که در بالا اشاره شد ضخامت سازند زاگون در برش سربندان ۱۹۲ متر اندازه‌گیری شد (شکل۲). به عقیده آقانباتی (۱۳۸۳) نهشته‌های کامبرین پیشین ایران (سازندهای زاگون و لالون) در محیط‌های بسیار کم ژرف اکسیدی نهشته شده اند که در زمان کامبرین میانی- بالایی به محیط دریایی کم عمق تبدیل می شوند. از محیط‌های کم ژرفی که در زمان کامبرین پیشین در شمال شرق گندوانا (موقعیت ایران در زمان کامبرین پیشین) وجود داشته لبه های کم عمق ریفت ها می باشند (Moujahed I.Husseini 1989). از آن‌جایی که در زمان کامبرین پیشین، البرز (زون ساختاری که بر اساس تقسیم‌بندی ایران توسط آقانباتی (۱۳۸۳)، برش سربندان در آن قرار دارد) در شمال شرق گندوانا قرار داشته (درویش‌زاده ۱۳۷۰ Horton et al. 2008; و تحت تأثیر سیستم‌های ریفتی بوده (Husseini 1989) حوضه‌های رسوبی کم ژرفی در آن ایجاد شده و رسوبات پرکامبرین بالایی و پالئوزوئیک پیشین در این حوضه‌های کم عمق نهشته شده‌اند (جافری ۱۳۹۲ ۱۳۹۱; جوادی‌نیا ۱۳۹۰; Husseini 1989). در این تحقیق سازند زاگون در برش سربندان ضمن اینکه از نظر پتروگرافی و رخساره‌های سنگی مورد بررسی قرار می گیرد، به تفسیر محیط رسوبی و ارایه مدل رسوبی آن نیز پرداخته خواهد شد.



شکل۱- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد بررسی بر روی برگه شماره ٦٤٦١ دماوند (Allenbach and Steiger 1997)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، منطقه مورد بررسی با ستاره مشخص شده است.



شکل ۲- ستون چینه‌شناسی سازند زاگون در برش سربندان، جهت توضیحات بیشتر به متن مراجعه شود.

روش مطالعه

پس از بررسی‌های دقیق صحرایی سازند زاگون در برش سربندان رخنمون کاملی از این سازند با ضخامت ۱۹۲ متر انتخاب گردید. در ادامه بررسی‌های صحرایی، نظیر توجه به شیب، امتداد و ضخامت لایه‌ها، نوع لایه‌بندی، ساختمان‌های رسوبی، عوارض دیاژنتیکی ماکروسکوپی، فرسایش و رنگ لایه‌ها، از این سازند به طور سیستماتیک ۱۵۰ نمونه سنگی (گل‌سنگ، ماسه‌سنگ و کنگلومرا) برداشت گردید. از بین نمونه‌های بالا ۶۳ برش نازک تهیه شد و توسط میکروسکوپ پلاریزان مورد بررسی قرار گرفت. جهت تشخیص کلسیت از دولومیت و بررسی وجود یا نبود وجود آهن، برش‌های نازک توسط مخلوط آلیزارین قرمز و فری سیانید پتاسیم، به روش دیکسون (Dickson 1965) رنگ‌آمیزی شد. در بررسی پتروگرافی رس‌ها، ۵۰ نمونه گل‌سنگ به گونه‌ای انتخاب

گردید که در کل ضخامت سازند زاگون (۱۹۲متر)، به‌ویژه در میان توالی‌های گل سنگی تشکیل‌دهنده این سازند دارای پراکندگی منطقی باشد. نمونه‌های گل‌سنگی اشاره شده در آزمایشگاه تهیه پودر دانشگاه شهید بهشتی پس از خرد کردن توسط دستگاه خرد کن، با استفاده از دستگاه تهیه پودر با هاون چدنی، پودر گردیدند. جهت تعیین درصد کربنات کلسیم نمونه‌های پودر شده بالا در آزمایشگاه رسوب‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی، از کلسی متر برنارد استفاده شد. در این آنالیز با توجه به میزان دی‌اکسیدکربن آزاد شده از هر نمونه نسبت به نمونه شاهد (کربنات کلسیم خالص) در اثر ترکیب با اسیدکلریدریک یک نرمال، درصد کربنات کلسیم هر نمونه مشخص شد (شکل۲). در نهایت ۱۰ نمونه (شیل) با حداقل درصد کربنات کلسیم (کمتر از ۵ درصد) به نمایندگی از بخش‌های گل‌سنگی تشکیل‌دهنده سازند زاگون به گونه‌ای که کل ضخامت بخش‌های اشاره شده را تحت پوشش قرار دهد، انتخاب و جهت شناسایی نوع کانی‌های رسی به آزمایشگاه بررسی‌های مواد معدنی زرآزما فرستاده شد و توسط دستگاه XRD (Simense-Difratometer D 5000) مورد بررسی قرار گرفت. در بررسی کانی‌های رسی این سازند با استفاده از آنالیز XRD، پس از شستشو و حذف کربنات توسط محلول استات با اسیدیته ۵ (Grassman and Milet 1961)، جداسازی مواد آلی با استفاده از آب اکسیژنه (Kunze 1965) و همچنین تیمار حرارتی و تیمار اشباع اتیلن گلیکول (Whitting 1965)، کانی‌های رسی شناسایی و مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین جهت تعیین ارتباط کانی‌های رسی با محیط‌رسوبی، ٤ نمونه شیل و ۲ نمونه ماسه‌سنگ به گونه‌ای که پراکندگی مناسبی در کل ضخامت سازند داشته باشند انتخاب و با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) – مدل (Philips-XL30) ، مجهز به آنالیزور (EDX) در آزمایشگاه دانشگاه تربیت مدرس مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های بالا قبل از بررسی توسط میکروسکوپ الکترونی، ابتدا توسط دستگاه Sputter coater مدل SCDOOS با عنصر طلا لایه نشانی شدند و بعد مورد بررسی و عکس برداری قرار گرفتند.

یافته‌ها

سازند اشاره شده در برش سربندان از دو بخش پایینی (واحد سنگی A) و بالایی (واحد سنگی B) تشکیل شده است (شکل۲). بخش پایینی (واحد سنگی A) با ضخامت ٦۰ متر، توالی‌های پایینی سازند زاگون را تشکیل می‌دهد و از تناوب لایه‌های شیل و سیلتستون تشکیل شده است. بخش بالایی (واحد سنگی B) با ضخامت ۱۳۲ متر توالی‌های بالایی سازند زاگون را شامل می‌شود و عمدتاً از ماسه‌سنگ با میان لایه‌هایی از سیلتستون و شیل و درپاره‌ای از مناطق، کنگلومرا تشکیل شده است. دو بخش اشاره شده (واحدهای سنگی A و B) دارای انواع ساخت‌های رسوبی من جمله لامیناسیون، ترک گلی، طبقه‌بندی‌های مورب و درهم و ریپل مارک موجی می‌باشند.

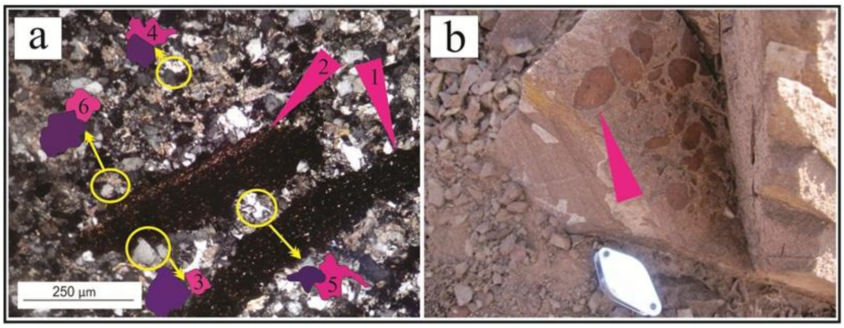
اجزای تشکیل‌دهنده

بر اساس بررسی‌های صحرایی، نهشته‌های سیلیسی آواری سازند زاگون از سه لیتولوژی کنگلومرا، ماسه‌سنگ و گل سنگ تشکیل شده‌اند. اجزاء تشکیل‌دهنده این سه لیتولوژی پس از بررسی٦۳ برش نازک توسط میکروسکوپ پلاریزان به ترتیب ذیل می‌باشند:

کنگلومرا

در سازند زاگون، برش سربندان، رخساره کنگلومرایی عمدتاً در بخش بالایی (واحد سنگی B) کم ضخامت با شکل هندسی کانالی، متناوب با لایه‌های ماسه‌سنگی و گل‌سنگی مشاهده می شود (شکل ۱). پبل‌های موجود در این کنگلومراها از نوع شیلی بوده و این رسوبات به صورت پاراکنگلومرای مونومیکتیک درون حوضه‌ای مشاهده می‌شود که حاصل نوسان سطح آب و کندگی از کف حوضه می‌باشند (شکل۳، تصاویر a و b). ماتریکس مشاهده شده در این

کنگلومراها عمدتاً در اندازه ماسه و اجـزای تشـکیل‌دهنـده آن کوارتزها، فلدسپات‌ها، میکاهـا، کـانی‌هـای فرعـی و سـنگین مـی‌باشـد (شـکل۳، تصـاویر a و b). میـزان مـاتریکس گلـی مشاهده شده در این کنگلومراها بسیار اندک اسـت. پبـل‌هـای شیلی موجود در کنگلومرهای سازند زاگون بـه علـت جـنس نرم، مقاومت پایین و قرارگرفتن تحت جریان‌های دریایی نیمه گرد شده تا گرد شده با کرویت پایین مـی‌باشـند (شـکل۳b). اجزای دانـه‌هـای تشـکیل‌دهنـده مـاتریکس ایـن کنگلومراهـا متوسط تا درشت دانه، دارای کرویت بـالا، نیمـه زاویـه‌دار تـا نیمه گرد شـده بـا جورشـدگی ضـعیف مـی‌باشـند (شـکل۳، تصاویر a و b). تماس‌های بین دانه‌ای مشـاهده شـده در ایـن ماتریکس، بر اساس تیلور (Taylor 1950) بیشتر از نوع نقطه‌ای و طولی و با فراوانی کمتر از نـوع محـدب، مقعـر و مضـرس می‌باشند (شکل۳، تصاویر a و b).



شکل ۳- a) فلش‌های ۱ و ۲ پبل‌های شیلی و مابقی تصویر زمینه کنگلومرا (ماتریکس) می‌باشد. تماس‌های بین دانه‌ای در زمینه کنگلومرا با دوایر زرد و توسط اشکال رنگی نشان داده شده‌اند (۳- نقطه‌ای، ٤- طولی، ٥- محدب، مقعر، ٦- مضرس)، b) پبل‌های شیلی نیمه گرد شده تا گرد شده با تماس‌هایی از نوع نقطه‌ای و طولی می‌باشند.

ماسه‌سنگ

بر اساس بررسی‌های پتروگرافی، تقسـیم‌بنـدی انـواع دانـه‌هـا (جدول۱) و داده‌های به دست آمده از نقطه شماری (جدول۲) برش‌های نازک ماسه‌سنگی سازند زاگون توسط میکروسکوپ پلاریزان، ترکیب سنگ‌شناسی این ماسه سـنگ‌هـا آرکـوز بـه دست آمد (Folk 1974) (شکل٤). فلدسـپات‌هـا بـا میـانگین فراوانـی (٤٧٪) فـراوان‌تـرین جـزء تشـکیل دهنـده در ماسه‌سنگ‌های سازند اشاره شده می‌باشند. انواع فلدسپات‌های مشاهده شده، فلدسپات‌های پتاسیم‌دار (ارتوکلاز، میکروکلین) و پلاژیوکلازهـا مـی‌باشـند (شـکل۵، تصـاویر a، b). در ماسه‌سنگ‌های زاگون فلدسپات‌ها به دو صورت فلدسپات‌های هوازده و تازه در کنار یکدیگر حضور دارند (شکل۵c). کوارتز بـا میـانگین فراوانـی (٤٤٪) دومـین جـزء فـراوان در ماسه‌سنگ‌های سازند زاگون می‌باشد. انواع مختلف دانـه‌هـای کوارتز مشاهده شده عبارتند از: کوارتز تک بلور بـا خاموشـی مستقیم و موجی (شـکل ۵d)، کوارتزهـای انتقـالی بـا چرخـه مجدد رسوبی (شکل ۵e)، کوارتز چند بلور با تعداد دانه‌های بیشتر از سه و کمتر از سـه. در درون دانـه‌هـای کـوارتز تـک بلوری درون‌گیرهایی از کانی‌هـای سـوزنی و واکوئـل وجـود دارد (شکل ۵، تصاویر f و g).در کوارتزهای چند بلوری مـرز بین دانه‌ها اکثراً مستقیم و به ندرت دندانه‌دار می‌باشـد (شـکل ۵، تصاویر h و i). خرده‌های سنگی موجود در ماسه‌سنگ‌های زاگون به ترتیـب فراوانـی شـامل خـرده سـنگ‌هـای رسـوبی (ماسه‌سنگی، چرتی و شیلی) و خـرده سـنگ‌هـای دگرگـونی (اسلیت، فلیت، شیست) می‌باشـند (شـکل ۵، تصـاویر j، k و L). کانی‌های سنگین شناسایی شده در برش‌های نـازک مـورد بررسی عبارتند از: کانی‌های سنگین اپک (احتمالاً هماتیـت و مگنتیت) و کانی‌های سنگین شفاف (تورمالین و زیـرکن گـرد

شده) که به صورت‌های پراکنده مشاهده می‌شوند. موسکویت، بیوتیت، فلوگوپیت و کلریت مهم‌ترین میکاهای شناسایی شده در سازند زاگون می‌باشند (شکل ۵n).گلوکونیت کانی شاخص (محیط دریای کم عمق) و مهمی است (Chafetz 2007; Chafetz and Reid 2000) که در بعضی از برش‌های نازک ماسه‌سنگی بررسی شده به شکل دانه‌های گرد شده سبز رنگ با فراوانی کم مشاهده می‌شود (شکل ۵m). در برخی از موارد به علت فرآیند اتوژنز میکاها در درون یک دانه دیگر فرو رفته است. در سایر موارد میکاها دارای منشأ تخریبی می‌باشند. همچنین در بعضی موارد به‌خصوص توالی‌های پایینی سازند زاگون جهت یافتگی در میکاها مشاهده می‌شود. دانه‌های تشکیل‌دهنده ماسه سنگ‌های سازند زاگون از نظر اندازه در محدوده متوسط تا دانه درشت قرار می‌گیرند. ماسه‌سنگ‌های اشاره شده دارای کرویت بالا، نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده‌اند. ماسه‌سنگ‌های سازند زاگون با توجه به نمودارهای مقایسه‌ای ارایه شده توسط تاکر (Tucker 2001) خوب جورشده هستند. ارتباط دانه به دانه در ماسه‌سنگ‌های سازند زاگون بر اساس تیلور (Taylor 1950)، به صورت تماس‌های بین دانه‌ای بیشتر از نوع نقطه‌ای و طولی و با فراوانی کمتر از نوع محدب، مقعر و مضرس می‌باشند (شکل ۵O).

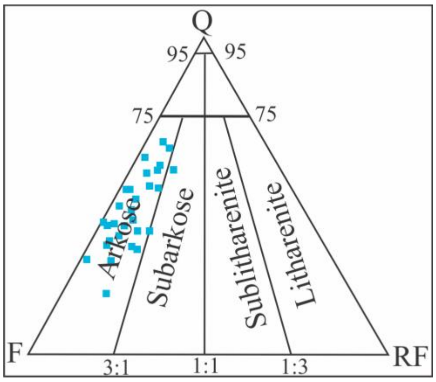
ماسه‌سنگ‌های مورد بررسی دانه پشتیبان بوده و بدون ماتریکس هستند. البته در بعضی مواقع به علت تخریب دانه‌های اصلی و یا رشد کانی‌های دیگر در هنگام دیاژنز ماتریکس دروغین شکل گرفته است. با توجه به میزان کم رس، این ماسه‌سنگ‌ها اغلب ساب‌مچور تا مچور هستند. همچنین بر اساس نسبت چرت + کوارتز در مقابل فلدسپات + خرده سنگ (Tucker 2001) کمتر از یک، این ماسه‌سنگ‌ها مچوریتی ترکیبی پایینی دارند.

جدول ۱- تقسیم بندی انواع دانه های نقطه شماری شده و علایم اختصاری آن‌ها (Dickinson 1985).

Qm	Non-undulouse monocrystalline quartz
non	Undulouse monocrystalline quartz
Qm un	Polycrystalline quartz
Qpq	Qpq>3 crystal units per grain
Qpq>3	Qpq2-3 crystal units per grain
Qpq2-3	Chert
Cht	Polycrystalline quartz (or Calcedonic) lithic fragments (Qpq+Cht)
Qp	Total quartzose grain (Qm+QP)
Qt	Total (Qm non+Qm un) and Qpq used for Folk (1980)
Q	classification (Qm+QPQ)
P	Plagioclase feldspar
K	Potassium feldspar
F	Total feldspar grain (P+K)
Ls	Sedimentary rock fragments
Lsm	Metasedimentary rock fragments (Ls+(1-x) Lm)
L	Unstable lithic fragments (Lv+Ls+Lsm)
Lt	Total Siliciclastic lithic fragments (L+Qp)
RF	Total unstable rock fragments and Chert used for Folk (1980)
Acc	classification (L+Cht)
Cem	Accesory minerals
Matx	Cements
	Matrix

جدول ۲- نتایج حاصل از نقطه شماری به روش گزی و دیکینسون (Dickinson 1985).

Sample	Qm Un	Qm Non	Qp >3	Qp <3	K	P	Mic	Lsm	Ls	Cht	Acc	Cem+ Max	Sum	Qpq	Qm	Qp	Qt	Q	F	L	Lt	RF	Sum
1	18	29	0	0	70	0	2	4	4	2	0	23	152	0	47	0	47	47	70	10	10	12	243
2	20	68	0	0	34	3	7	2	5	0	18	8	165	0	88	0	88	88	37	7	7	7	322
3	19	51	2	0	46	0	1	1	6	0	4	18	148	2	70	2	70	70	46	7	9	7	283
4	21	58	3	0	33	0	6	0	10	0	22	0	155	3	79	3	79	79	33	33	36	33	345
5	16	54	6	1	40	0	0	1	1	1	4	26	150	7	70	8	70	70	40	3	11	4	283
6	52	31	4	0	52	2	0	4	5	0	0	2	152	4	83	4	83	83	54	9	13	9	342
7	21	47	3	1	59	1	0	0	3	0	1	17	153	4	68	0	68	68	60	4	4	4	280
8	14	35	6	0	62	0	0	0	8	3	3	27	158	6	49	9	39	39	62	16	25	19	264
9	12	32	4	0	78	0	0	0	6	0	0	22	154	4	44	4	44	44	78	8	12	8	245
10	13	36	5	0	56	1	0	1	13	4	1	22	152	5	49	9	49	49	57	20	29	24	291
11	10	36	1	1	52	1	3	1	9	0	16	11	141	2	46	2	46	46	53	10	12	10	227
12	20	47	5	0	45	2	2	0	45	0	12	5	183	5	67	5	67	67	47	15	20	15	308
13	19	27	2	0	62	0	1	0	4	1	17	14	147	2	46	3	46	46	62	5	8	6	224
14	38	27	0	1	34	2	1	3	4	2	21	21	154	1	65	3	65	65	36	9	12	11	267
15	18	28	2	1	67	1	0	3	5	2	3	37	167	3	46	5	46	46	68	10	15	12	251
16	28	34	1	0	36	0	4	2	5	2	5	29	146	1	62	3	61	61	38	9	12	11	256
17	29	34	3	3	44	2	0	1	4	5	10	17	152	6	63	11	63	63	46	10	21	15	298
18	17	68	8	0	88	1	0	2	13	3	5	14	219	8	85	11	25	25	89	18	29	21	311
19	10	34	3	0	54	2	0	3	6	5	0	18	135	3	44	8	44	44	56	14	22	19	254
20	14	31	9	1	58	0	1	2	2	5	1	15	139	10	45	15	45	45	58	9	24	14	256
21	15	46	4	0	32	1	2	3	10	1	14	13	144	4	64	5	64	64	33	14	19	15	282
22	14	48	7	0	53	4	0	3	3	3	0	7	142	7	62	10	62	62	57	9	19	12	300
23	9	23	1	0	71	1	2	1	0	2	3	20	133	1	32	3	32	32	72	3	6	5	186
24	24	20	0	0	53	8	2	0	1	0	12	17	137	0	44	0	44	44	61	1	1	1	196
25	24	42	2	0	58	1	4	2	2	1	10	22	168	2	66	3	68	68	59	5	8	5	284
26	12	28	1	0	64	0	4	4	14	0	18	27	172	1	40	1	40	40	64	18	19	18	241
27	12	48	3	0	84	0	6	3	1	1	17	4	179	3	60	4	60	60	84	5	9	6	291
28	14	20	4	0	80	3	1	6	6	1	2	20	157	4	34	5	40	40	83	13	18	14	251
29	14	40	4	0	56	1	0	0	6	3	8	35	167	4	54	7	54	54	57	9	16	12	267
30	21	28	3	0	83	1	2	3	4	2	11	9	167	3	49	5	50	50	84	9	14	11	275
31	17	51	1	0	36	4	2	1	1	1	5	46	165	1	68	2	69	69	40	3	5	4	261
32	19	55	1	0	50	0	3	4	0	3	4	21	160	1	74	4	75	75	50	7	11	10	307
33	26	28	2	0	57	1	0	0	1	3	2	20	140	2	54	5	54	54	58	4	9	7	247
Average	19	39	3	0.2	55.9	1	1.6	1.8	6.2	1.6	7.5	18.4	156.15	3.3	58	4.8	56	56.2	57.2	9.8	14.6	115	271.1



شکل ٤- ترکیب سنگ‌شناسی ماسه‌سنگ‌های سازند زاگون بر اساس نمودار فولک (Folk 1974).

گل‌سنگ

این لیتولوژی عمدتاً توالی‌های پایینی سازند زاگون را تشکیل می‌دهد و به سمت توالی‌های بالاتر به طور متناوب با لایه‌های ماسه‌سنگی قرار می‌گیرد. با توجه به اندازه بسیار ریز کانی‌های رسی برای بررسی آن‌ها از تکنیک‌ها و ابزارهای خاصی استفاده می‌شود. در بررسی گل‌سنگ‌های سازند زاگون در برش سربندان از آنالیزهای XRD (۱۰ نمونه شیل)، SEM و EDX (٤ نمونه شیل و ۲ نمونه ماسه‌سنگ) استفاده شده است. لازم به ذکر است که ٤ نمونه شیلی که در آنالیزهای SEM و EDX استفاده شده‌اند جزء نمونه‌های شیلی می‌باشند که در آنالیز XRD نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بررسی کانی‌شناسی رس‌های سازند زاگون (XRD) بر وجود دو نوع کانی‌رسی ایلیت و کلریت دلالت می‌نماید. بر اساس داده‌های اشاره شده گل سنگ‌های سازند زاگون علاوه بر کانی‌های رسی، غنی از کوارتز، فیلوسیلیکات‌ها (مسکویت)، فلدسپات (آلبیت و ارتوکلاز) و هماتیت هستند. برای تجزیه و تحلیل نیمه کمی داده‌های حاصل از آنالیز XRD کانی‌های رسی سازند زاگون از فرمول پیشنهادی ویر و همکاران (Weir et al. 1974)، مطابق با فرمول زیر استفاده شده است:

IKaolinite/2.5 +IIllite +ISmectite +IChlorite/2 =100%

در این فرمول I مطابق با بزرگ‌ترین پیک مربوط به هر کانی

رسی نسبت به خط مبنا است. بر این اساس نتایج به دست آمده از سازند زاگون (جدول۳)، ایلیت حدود ۷٤/۲۹ درصد و کلریت حدود ۲۵/۷۱ درصد کانی‌های رسی موجود در رسوبات مورد بررسی را تشکیل می‌دهند. در بررسی میکروسکوپ الکترونی (SEM و EDX) سازند زاگون ٦ نمونه (٤ نمونه شیلی و ۲ نمونه ماسه سنگی) به گونه‌ای که پراکندگی مناسبی در کل ضخامت این سازند داشته باشند، انتخاب شد. از میان تصاویر SEM گرفته شده از نمونه شیلی و ماسه‌سنگی سازند زاگون دو تصویر که دارای بهترین وضوح می‌باشند در شکل ٦ (تصاویر a و b) و از میان تصاویر EDX نیز دو تصویر در همین شکل (تصاویر c و d) نشان داده شده است. بررسی‌های میکروسکوپی الکترونی (SEM) صورت گرفته بر روی نمونه‌های شیلی سازند زاگون، بیانگر حضور کانی‌های رسی کلریت و ایلیت با ساختارهای واضح و با منشأ دیاژنزی در نمونه‌ها شیلی می‌باشد که با نتایج حاصل از بررسی‌های XRD مطابقت دارد. همچنین بررسی‌های مشابه (SEM) بر روی نمونه‌های ماسه‌سنگی بیانگر حضور کانی رسی کلریت با رشد دیاژنزی بر روی سطح دانه‌های نمونه‌های اشاره شده می‌باشد که با بررسی‌های پتروگرافی مطابقت دارد.

رخساره‌های سنگی

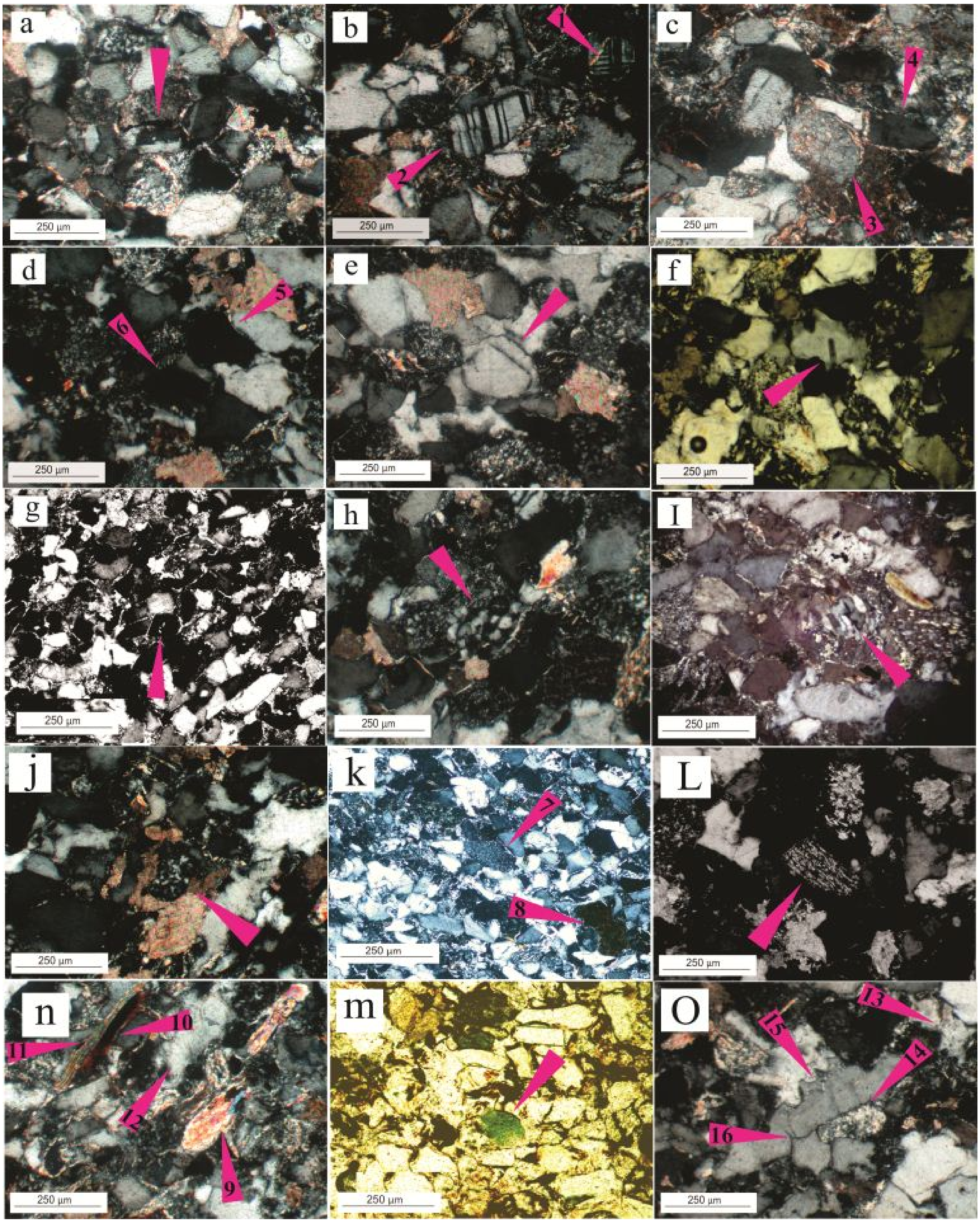
بر اساس بررسی‌های صحرایی و آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های سنگی برداشت شده از سازند زاگون مشخص گردید که، رخساره‌های آواری تنها رخساره موجود در توالی‌های واحد سنگی، سازند مورد بررسی می‌باشد. به منظور مشخص کردن رخساره‌های سنگی تشکیل‌دهنده سازند زاگون در برش سربندان از طبقه‌بندی اورتون و ریدینگ (Orton and Reading 1993) و کدهای رخساره‌ای برگرفته از میال (Miall 1996 2000) استفاده شد. بر این اساس رخساره‌های سنگی شناسایی شده در سازند زاگون به شرح ذیل می‌باشند:

رخساره‌های گراولی دانه پشتیبان توده‌ای (Gcm)

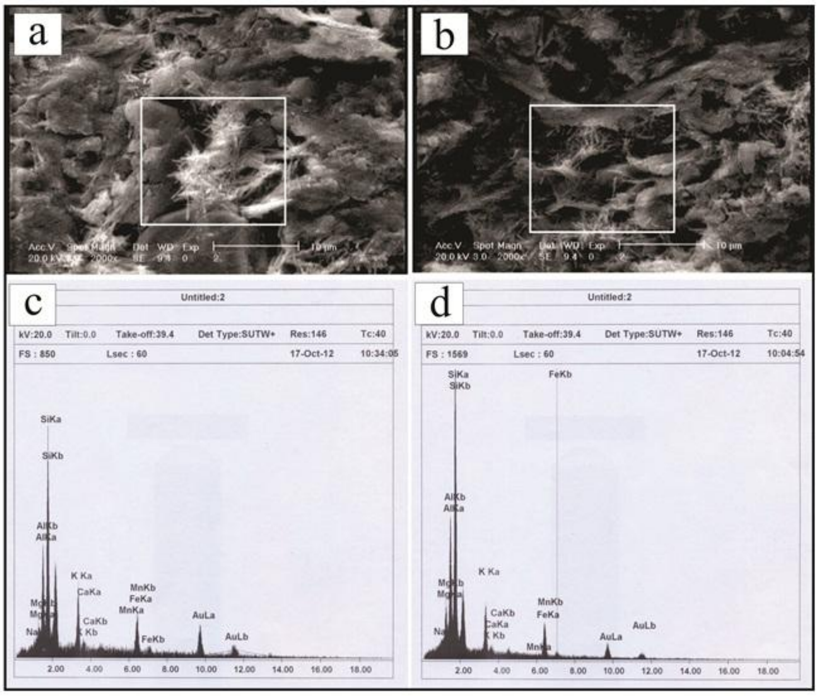
این رخساره در توالی‌های انتهایی برش سربندان در چند لایه و به شکل هندسی کانالی مشاهده می‌شود. بر روی رخساره (Gcm) رسوبات دانه ریزتر قرار می‌گیرند و در نهایت به رخساره‌های ماسه‌سنگی مربوط به سازند لالون تبدیل می‌شود. از مشخصه‌های اصلی این رخساره می‌توان به حضور پبل‌های قهوه‌ای رنگ شیل با گردشدگی خوب و جورشدگی بد اشاره کرد. کنگلومراهای اشاره شده بدون لایه‌بندی بوده و طبقه‌بندی تدریجی نیز در آن‌ها مشاهده نمی‌شود (شکل ۷a). همچنین میزان ماتریکس در آن‌ها بسیار کم می‌باشد و دانه‌ها توسط سیمان کربناته به یکدیگر متصل شده‌اند. تشکیل این رخساره بیانگر انرژی بالای محیط در هنگام رسوب‌گذاری بوده که از ته‌نشست ذرات دانه‌ریز جلوگیری نموده است و به علت تشکیل در شرایط جریان آشفته حالت توده‌ای دارند (Kostic et al. 2005).

نوع نمونه	شماره نمونه	ایلیت	مونت موریونیت	کلریت	کائولینیت
شیل	Za 3	76.9	۰	23.07	۰
شیل	Za 13	74.39	۰	24.58	۰
شیل	Za 24	76.92	۰	23.07	۰
شیل	Za 28	77.53	۰	22.44	۰
شیل	Za 32a	77.53	۰	22.44	۰
شیل	Za 35a	68.83	۰	31.4	۰
شیل	Za 46a	66.66	۰	33.33	۰
شیل	Za 53a	81.62	۰	18.36	۰
شیل	Za 59a	73.66	۰	26.31	۰
شیل	Za 64b	68.83	۰	31.14	۰

جدول ۳- نتایج حاصل از فرمول پیشنهادی ویر و همکاران برای نمونه‌های شیلی سازند زاگون.



شکل ۵- a) ارتوکلاز، b) میکروکلین فلش 1، پلاژیوکلاز فلش 2، c) فلدسپات در حال دگرسانی فلش 3، فلدسپات آلتره نشده فلش 4، d) کوارتز تک بلور با خاموشی مستقیم فلش 5، با خاموشی موجی فلش 6، e) کوارتز با سیمان رورشدی گردشده که نشانه چرخه مجدد رسوبی می‌باشد، f) کوارتز با درون‌گیرهایی از کانی‌های سوزنی، g) کوارتز با درون‌گیرهایی از واکوئل، h) کوارتز پلی‌کریستالین با مرزهای بلوری مستقیم، I) کوارتز پلی‌کریستالین با مرزهای بلوری دندانه‌دار، j) خرده سنگ ماسه‌سنگی، K) خرده سنگ چرتی فلش۷، خرده سنگ شیلی۸، L) خرده سنگ دگرگونی، n) فلش‌های ۹- مسکویت، ۱۰- بیوتیت، ۱۱- فلوگوپیت، ۱۲- جهتی که میکاها دارای جهت یافتگی هستند خرده سنگ دگرگونی m) گلوکونیت O) ارتباط دانه به دانه در ماسه‌سنگ‌های سازند زاگون، ۱۳- نقطه‌ای، ۱۴- طولی، ۱۵- محدب، مقعر، ۱۶- مضرس.



شکل ٦- a و b تصاویر میکروسکوپ الکترونی (SEM)، c و d آنالیزهای شیمیایی (EDX) از نمونه‌های سنگی سازند زاگون، a) بخشی از تصویر که مشخص شده است نشان‌دهنده رشد دیاژنزی ایلیت به صورت سوزن‌های ظریف می‌باشد، b) در این تصویر بخش مشخص شده، نشان‌دهنده رشد توأم ایلیت به صورت سوزنی و کلریت به صورت صفحات تیغه‌ایی شکل می‌باشد، c) نشان‌دهنده کانی رسی کلریت، d) نشان‌دهنده کانی رسی ایلیت و مسکویت.

رخساره‌های سنگی دانه متوسط

در سازند مورد بررسی این رخساره بر روی رخساره دانه‌ریز قرار گرفته و در مجموع واحدهای درشت شونده به سمت بالا را تشکیل می‌دهد. از رخساره‌های سنگی دانه متوسط شناسایی شده در سازند زاگون می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

رخساره ماسه‌سنگ توده‌ای (Sm)

این رخساره در توالی‌های مورد بررسی نسبت به رخساره‌های دانه متوسط دیگر از فراوانی بیشتری برخوردار است. رخساره (Sm) را می‌توان به صورت پراکنده در بخش‌های پایینی (واحد سنگی A) و بالایی (واحد سنگی B) سازند زاگون مشاهده کرد. تماس‌های تحتانی و فوقانی این ماسه‌سنگ‌ها با لایه‌های پایینی و بالایی خود مسطح و پیوسته می‌باشد. اندازه دانه‌ها اغلب در حد ماسه متوسط تا درشت است (شکل ۷b).

رخساره‌های ماسه‌سنگی با طبقات موازی (Sh)

طبقات ماسه‌سنگی با چینه‌بندی موازی یکی از فراوان‌ترین رخساره‌های سنگی در نهشته‌های سیلیسی آواری سازند زاگون در برش سربندان می‌باشد. چینه‌ها در حد لامیناسیون (میلیمتری) هستند که واحدهایی به ضخامت زیاد (تا ۲ متر) ایجاد می‌کنند. اندازه دانه‌ها اغلب در حد ماسه دانه‌ریز تا متوسط‌اند. در قسمت‌هایی از توالی‌های سازند زاگون که رخساره Sh، ماسه دانه‌ریز است با رخساره گلی (F1) در تناوب بوده است. در بعضی از برش‌های نازک مشاهده شده از این رخساره دانه‌های گلوکونیت به صورت پراکنده شناسایی شده است. وجود گلوکونیت نشان‌دهنده حاکم بودن شرایط دریایی بر این رخساره می‌باشد (Chafetz 2007; Chafetz and Reid 2000) (شکل ۷c).

رخساره ماسه‌سنگی با طبقات مورب مسطح (Sp)

اندازه دانه‌ها در این رخساره در حد ریز تا متوسط می‌باشد.

رخساره (Sp) شامل ساخت‌های رسوبی طبقه‌بندی مورب ساده، درهم و سطوح دوباره فعال شده می‌باشد (شکل۷، تصاویر d، e و f) و بیشتر در توالی‌های میانی سازند زاگون (واحد سنگی B) مشاهده می‌شود. طبقات مورب ساده دارای زاویه بین ۲۰ تا ۲۵ می‌باشند. ساخت‌های رسوبی اشاره شده می‌تواند بیانگر ته‌نشست این رخساره در محیط آبی با جریان‌های یک جهتی و دو جهتی باشد (Tucker 2001). همچنین این رخساره می‌تواند در اثر حرکت ریپل‌ها و مگاریپل‌های دو بعدی با خط الراس مستقیم تشکیل شوند (Therrien 2006).

رخساره ماسه‌سنگی با لایه‌های ریپلی (Sr)

رخساره (Sr) با گسترش کمی در توالی‌های بالایی سازند مورد بررسی حضور دارد. اندازه دانه‌های تشکیل دهنده این رخساره در حد ماسه ریز تا متوسط می‌باشد. ریپل مارک‌های مشاهده شده در این رخساره از نوع ریپل مارک‌های موجی می‌باشند (شکل۷g).

رخساره‌های سنگی دانه‌ریز (F1)

این رخساره با رنگ قرمز در بخش پایینی (واحد سنگی A) سازند زاگون دارای ضخامت قابل توجهی می‌باشد و به سمت بخش بالایی این سازند (واحد سنگی B) به صورت بین لایه‌ای در واحدهای درشت شونده حضور دارد. در این رخساره اندازه دانه‌ها در حد سیلت و رس می‌باشد و دارای ساخت رسوبی لامیناسیون مسطح و ترک گلی می‌باشند (شکل ۷، تصاویر h و I). فراوانی این رخساره به طرف بالای سازند کاهش می‌یابد. در این رخساره آثار فسیلی مشاهده نشده است.

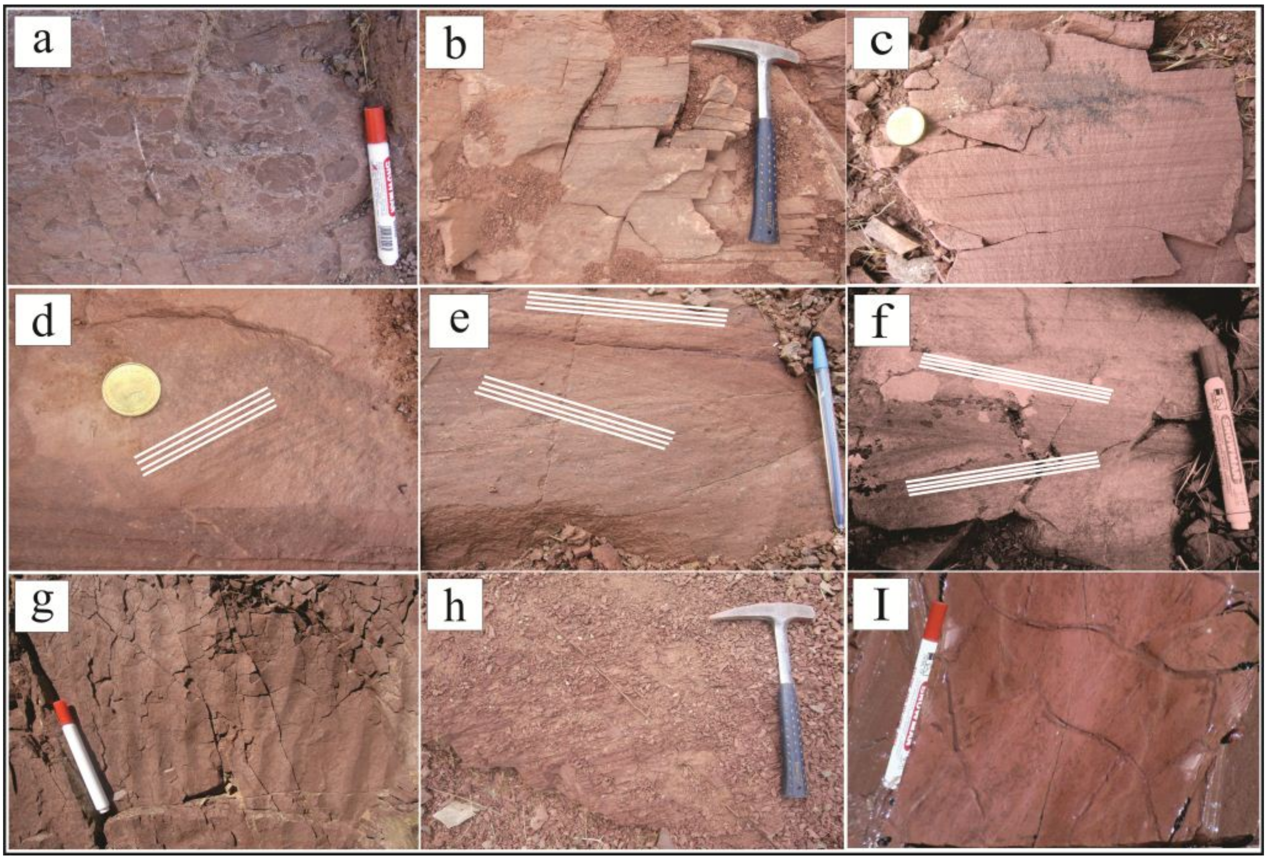
مجموعه‌های رخساره‌ای

طبق بررسی‌های صحرایی و پتروگرافی صورت گرفته بر روی سازند زاگون جهت تعیین محیط رسوبی، مشخص گردید که این سازند به طور کلی از دو مجموعه رخساره پهنه گلی و پهنه مخلوط تشکیل شده است که در ادامه به شرح آن‌ها پرداخته خواهد شد.

رخساره پهنه گلی[1]

رخساره پهنه گلی در سازند بررسی شده از ذرات سیلت و رس تشکیل شده است. این رخساره در کل ضخامت سازند زاگون واقع در برش سربندان، دارای رنگ قرمز، سیمان کربناته و بدون هرگونه بقایای فسیلی می‌باشد. رخساره پهنه گلی در بخش پایینی (واحد سنگی A) سازند زاگون ضخامت قابل توجهی دارد و به سمت بخش بالایی (واحد سنگی B) سازند ضمن اینکه با سایر رخساره‌ها واحدهای درشت شونده‌ای را تشکیل می‌دهد، از فراوانی آن نیز کاسته می‌شود (شکل ۲). ترک گلی مهم‌ترین ساخت رسوبی شناسایی شده در این رخساره می‌باشد. به عقیده (Tucker 2001) خشک شدن رسوبات دانه ریز در اثر مجاورت با هوا باعث ایجاد ترک‌های گلی چند ضلعی در سطح رسوبات می‌شود. این ساختمان‌ها در پهنه‌های جزرومدی فراوان می‌باشند (Tucker 2001). از آن‌جایی که ترک‌های گلی مهم‌ترین ساخت رسوبی شناسایی شده در بخش پایینی سازند زاگون می‌باشد، همچنین بر اساس بررسی‌های صحرایی و پتروگرافی، می‌توان اظهار داشت که این بخش (واحد سنگی A) از سازند زاگون متعلق به رخساره پهنه گلی از یک محیط جزرومدی می‌باشد. رخساره پهنه گلی در محیط‌های جزرومدی حاصل ته‌نشست ذرات دانه‌ریز معلق در رژیم‌های جریانی پایین و در یک پهنه کم شیب به سمت خشکی می‌باشد (Einsele 2000). به عقیده انسل (Einsele 2000) این رخساره در محیط‌های جزرومدی می‌تواند پهنه وسیعی را به خود اختصاص دهد که در سازند بررسی شده نیز دارای ضخامت قابل توجهی می‌باشد.

[1] Mud Flat



شکل ۷- a) رخساره گراولی دانه پشتیبان توده‌ای (Gcm)، b) رخساره ماسه‌سنگی توده‌ای، c) رخساره ماسه‌سنگی با طبقات موازی، d) طبقه‌بندی مورب مسطح، e) سطوح دوباره فعال شده، f) طبقات مورب درهم، g) رخساره ماسه‌سنگی با لایه‌های ریپلی، h) رخساره سنگی دانه‌ریز با لامیناسیون (F1)، I) ترک گلی تشکیل شده در رخساره سنگی دانه‌ریز.

رخساره پهنه مخلوط[1]

این رخساره در سازند بررسی شده از تناوب لایه‌های ماسه‌سنگ دانه متوسط با لایه‌های سیلتی و رسی تشکیل شده است. دانه‌های این ماسه‌سنگ‌ها دارای کرویت بالا، نیمه زاویه‌دار و خوب جورشده هستند. مقدار ماتریکس رسی در ماسه‌سنگ‌های این رخساره کم و دارای سیمان کربناته می‌باشند. مهم‌ترین ساخت رسوبی شناسایی شده در این رخساره طبقه‌بندی مورب می‌باشد. این رخساره توالی‌های میانی (به طور دقیق‌تر، توالی‌های پایینی واحد سنگی B) سازند زاگون را تشکیل می‌دهد. به عقیده انسل (Einsele 2000) بعد از پهنه گلی به سمت دریا، پهنه ماسه‌ای و یا پهنه مخلوط تشکیل می‌شود که بر اساس شواهد صحرایی و پتروگرافی به دست آمده از سازند بررسی شده، بر روی پهنه گلی، پهنه مخلوط تشکیل شده است. به عقیده (Tucker 2001) ریپل‌های جریانی باعث تشکیل طبقه‌بندی مورب می‌شود. در پهنه مخلوط سازند زاگون ریپل‌های جریانی مشاهده نشده است ولی همان طور که پیش از این نیز اشاره شد طبقه‌بندی مورب که ساخت داخلی این ریپل‌ها می‌باشد تشکیل شده است. همچنین به عقیده (Einsele 2000) لایه‌های پهنه مخلوط می‌توانند طی جریان‌های جزرومدی ایجاد شوند. بنابراین با توجه به ساخت رسوبی طبقه‌بندی مورب و بر اساس بررسی‌های صحرایی و پتروگرافی، می‌توان اظهار داشت که این بخش (توالی‌های پایینی واحد سنگی B) از سازند زاگون

[1] Mixed Flat

می‌تواند متعلق به رخساره پهنه مخلوط از یک محیط جزرومدی باشد.

زیر رخساره رسوبات کانال‌های جزرومدی[1]

این زیر رخساره از تناوب لایه‌های ماسه‌سنگی دانه متوسط تا درشت دانه با لایه‌های گل سنگی و در پاره‌ای از مناطق کنگلومرا تشکیل شده است و در مجموع واحدهای درشت شونده ای به سمت بالا، تشکیل می‌دهند (شکل۲). دانه‌های تشکیل‌دهنده ماسه‌سنگ‌های اشاره شده دارای کرویت متوسط تا بالا، نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده و خوب جور شده هستند. مقدار ماتریکس رسی در ماسه‌سنگ‌های این رخساره کم و دارای سیمان کربناته می‌باشند. در لایه‌های کنگلومرایی سازند زاگون بزرگ‌ترین دانه‌های تشکیل‌دهنده از نظر اندازه در حد پبل می‌باشند. پبل‌ها، مونومیکتیک، دارای کرویت پایین، نیمه گرد شده تا گردشده با ماتریکس ماسه‌سنگی هستند. مهم‌ترین ساخت‌های رسوبی شناسایی شده در این رخساره طبقه‌بندی‌های مورب، درهم و ریپل مارک‌های موجی می‌باشد. این بخش از سازند زاگون برش سربندان، در محدوده رخساره پهنه مخلوط قرار می‌گیرد و یک زیر رخساره محسوب می‌شود. زیر رخساره رسوبات کانال‌های جزرومدی بالاترین قسمت (توالی‌های بالایی واحد سنگی B) سازند زاگون را تشکیل می‌دهد. در سیستم‌های کانالی جزرومدی انرژی محیط بالا و فرسایش و تشکیل رسوبات دوباره حمل شده در آن‌ها معمول می‌باشد (Einsele 2000). همچنین این کانال‌ها ضمن رشد جانبی در بخش میانی عمیق‌تر می‌باشند و ضخامت رسوبات در بخش میانی کاهش می‌یابد (Einsele 2000). در سازند زاگون حضور لایه‌های کنگلومرایی عدسی شکل در چندین افق مجزا شواهدی از سیستم کانالی را نشان می‌دهد. طبقه‌بندی‌های درهم و ریپل مارک‌های موجی از جمله ساخت‌های رسوبی هستند که در سیستم‌های کانالی جزرومدی تشکیل می‌شوند (Einsele 2000). این ساخت‌ها در بخش بالایی سازند زاگون مشاهده شده‌اند. با توجه به کلیه مطالب بالا و بر اساس بررسی‌های صحرایی و پتروگرافی می‌توان اظهار داشت که این بخش (توالی‌های بالایی واحد سنگی B) از سازند زاگون می‌تواند متعلق به زیر رخساره سیستم‌های کانالی محیط جزرومدی باشد.

محیط رسوبی

مجموعه‌های رخساره‌ای ارایه شده و همچنین بررسی‌های میکروسکوپی و ماکروسکوپی نمونه‌های سازند زاگون شواهد متعددی از تاثیر جزرومد در محیط رسوب‌گذاری را نشان می‌دهد که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

قاعده سازند زاگون (واحد سنگی A) غالباً از شیل با میان لایه‌هایی از سیلتستون تشکیل شده است. ته‌نشست این رسوبات دانه ریز توسط جریان‌هایی با انرژی پایین صورت می‌گیرد که در نهایت رخساره‌های سنگی از نوع رسی با اندازه ذرات در حد سیلت و رس را به وجود می‌آورد. ترک‌های گلی مهم‌ترین ساخت رسوبی مشاهده شده در این شیل‌ها می‌باشد. این ساخت جزء ساخت‌های رسوبی اولیه می‌باشد و با توجه به ویژگی‌های ظاهری آن (مقطع عرضی v شکل و عمق چند سانتی متری) می‌تواند شاخص محیط‌های رسوبی حدواسط تا قاره‌ای باشد (حرمی ۱۳۷۹). لازم به ذکر است که سازند باروت که با مرز تدریجی در زیر سازند زاگون قرار گرفته است به پیشنهاد میرشاهانی (۱۳۸۱) دارای محیط رسوبی پهنه جزرومدی تا دلتا می‌باشد. با توجه به کلیه شواهد بالا می‌توان اظهار داشت که، بخش پایینی سازند زاگون در محیط کم عمق و به طور دقیق‌تر در پهنه بالای جزرومد[2] نهشته شده است.

بخش بالایی سازند زاگون (واحد سنگی B) از تناوب ماسه‌سنگ با میان لایه‌هایی از شیل و سیلتستون و در پاره‌ای مناطق از لایه‌های کنگلومرایی تشکیل شده است که نشان‌دهنده درشت‌شونده شدن سازند زاگون به سمت بالا و افزایش قدرت محیط می‌باشد. از مهم‌ترین ساخت‌های رسوبی

[1] Tidal Channel Sedimentary

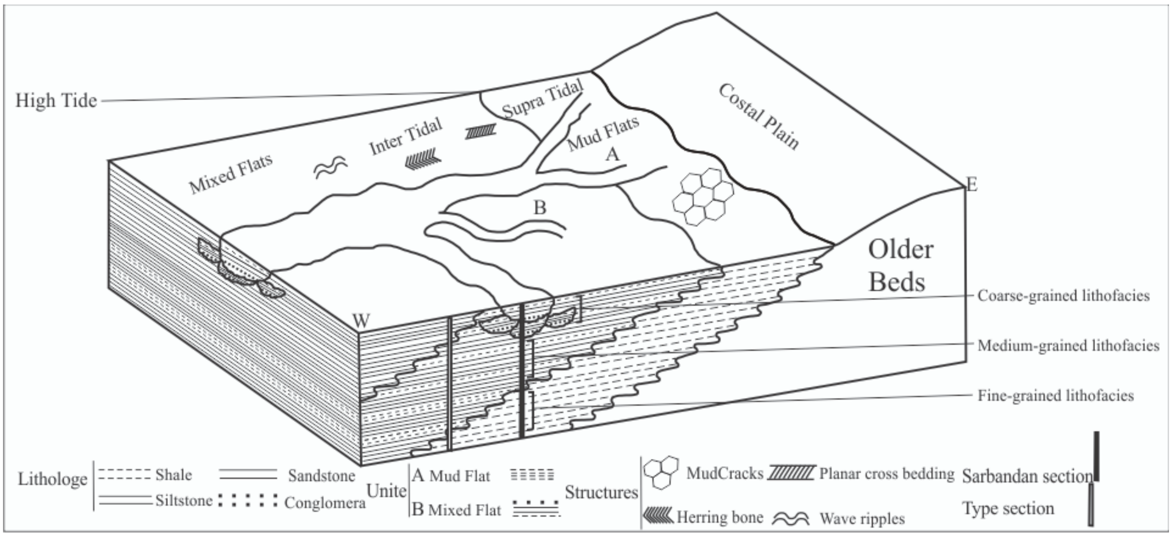
[2] Supra Tidal

شناسایی شده در این ماسه‌سنگ‌ها طبقه‌بندی‌های مورب و درهم و همچنین ریپل مارک متقارن می‌باشد. مجموع این ساخت‌ها نشانه‌ای بر تشکیل شدن آن‌ها در محیط‌های تحت تأثیر امواج مانند جزرومد می‌باشد. گلوکونیت یکی از کانی‌های فرعی شناسایی شده در این ماسه‌سنگ‌ها می‌باشد. از آن‌جایی که گلوکونیت کانی است که تحت شرایط خاص تشکیل می‌شود، شاخص بسیار مناسبی جهت تعیین محیط رسوب‌گذاری می‌باشد. در نهشته‌های قدیمی، گلوکونیت در محیط‌های کم عمق دریایی و تحت شرایط انرژی زیاد نیز تشکیل شده است (Chafetz 2007; Chafetz and Reid 2000). در عهد حاضر در بخش‌های فلات قاره میانی، عمیق‌تر دریا و تحت شرایط انرژی کم، تا حدودی احیا (سطح مشترک ناحیه اکسیداسیون و احیایی) دمای کم، ورود کم مواد آواری و غنی از ارگانیسم‌ها تشکیل می‌شود (Kelly and Webb 1999). بنابراین وجود گلوکونیت در این ماسه‌سنگ‌ها می‌تواند نشانه خوبی برای تشکیل این رسوبات در محیط‌های کم عمق دریایی (و نه قاره‌ای) باشد. علاوه بر مواردی که در بالا به آن‌ها اشاره شد، می‌توان به بررسی‌های اعتماد سعید (۱۳۸۷) بر روی سازند لالون اشاره کرد. سازند لالون با مرز تدریجی بر روی سازند زاگون قرار گرفته است و به پیشنهاد ایشان در یک محیط رسوبی ساحلی تا دریایی کم عمق نهشته شده است. شواهد بالا می‌تواند گویای آن باشد که بخش بالایی سازند زاگون در منطقه بین جزرومدی[1] نهشته شده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود که سازند زاگون در برش سربندان در یک پهنه رسوبی جزرومدی نهشته شده است (شکل ۸). در شکل ۸ علاوه بر برش سازند زاگون در روستای سربندان، برش دیگری از این سازند در روستای زاگون (برش تیپ) نیز نشان داده شده است. دو برش اشاره شده از نظر موقعیت جغرافیایی در فاصله نزدیکی از یکدیگر قرار دارند. طی بررسی‌های که جوادی‌نیا (۱۳۸۹ ۱۳۹۰) بر روی سازند زاگون در برش تیپ انجام داده است ضخامت این سازند را ۴۵۳ متر اندازه‌گیری کرده که نسبت به ضخامت ۱۹۲ متری همین سازند در برش سربندان افزایش قابل توجهی را نشان می‌دهد. به عقیده جوادی‌نیا (۱۳۸۹ ۱۳۹۰) سازند زاگون در برش تیپ در یک محیط جزرومدی نهشته شده است که با محیط رسوبی پیشنهادی برای سازند زاگون در برش سربندان یکسان می‌باشد با این تفاوت که سازند زاگون در برش تیپ نسبت به برش سربندان در عمق بیشتری نهشته شده است (جوادی‌نیا ۱۳۹۰؛ جافری ۱۳۹۱). این تفاوت عمق با مقایسه مجموعه‌های رخساره‌ای تشکیل شده در دو برش آشکار می‌شود به طوری که در برش تیپ، علاوه بر دو مجموعه رخساره‌ای Mud Flat و Mixed Flat که در برش سربندان نیز وجود دارد، داری مجموعه رخساره‌ای Sand Flat نیز می‌باشد که بر روی دو مجموعه رخساره‌ای بالا نهشته شده است (جوادی‌نیا ۱۳۸۹ ۱۳۹۰). این درحالی است که در برش سربندان مجموعه رخساره‌ای Sand Flat وجود ندارد (جوادی‌نیا ۱۳۹۰؛ جافری ۱۳۹۱). قرار گرفتن مجموعه رخساره‌ای Sand Flat بر روی دو مجموعه رخساره‌ای Mud Flat و Mixed Flat در برش تیپ و نبود آن در برش سربندان گویای آن است که سازند زاگون در برش تیپ نسبت به برش سربندان در عمق بیشتری تشکیل شده است (جوادی‌نیا ۱۳۹۰؛ جافری ۱۳۹۱). بنابراین با توجه به بررسی‌های انجام شده بر روی سازند زاگون در دو برش سربندان و زاگون (جوادی‌نیا ۱۳۹۰؛ جافری ۱۳۹۱) می‌توان اظهار داشت که سازند زاگون در دو برش اشاره شده در یک پهنه رسوبی جزرومدی نهشته شده است. قابل توجه است که پهنه جزرومدی که سازند زاگون در آن نهشته شده است از نظر جایگاه زمین ساختی در یک جایگاه حاشیه قاره‌ای غیر فعال قرار دارد (جوادی‌نیا ۱۳۹۰؛ جافری ۱۳۹۱). به عقیده مجاهد الحسینی (Husseini 1989) در زمان کامبرین پیشین، در شمال شرقی گندوانا (موقعیت ایران در زمان کامبرین پیشین) رژیم‌های کششی وجود داشته است که باعث تشکیل ریفت‌ها[2] و حوضه‌های ریفتی درون کراتون شده است. وی همچنین اظهار می‌دارد که سازند زاگون، سازندی پس از ریفت می‌باشد. به عبارت دیگر حاشیه غیرفعالی که سازند

[1] Inter Tidal

[2] Rifting

زاگون در آن نهشته شده است در واقع لبه‌های ریفتی می‌باشد که ضمن گـذر بـه حاشـیه قـاره ای غیرفعـال محـل تشـکیل حوضه‌های کم عمق پس از ریفت نیز می‌باشد که نهشته‌هـای مربوط به کامبرین پیشـین در آن نهشـته مـی‌شـده اسـت. بـه عبارت دیگـر در لبـه‌هـای ریفـت، محیطـی کـم عمـق (پهنـه جزرومدی) تشکیل شـده و رسـوبات تشـکیل‌دهنـده سـازند زاگون در آن نهشته شده‌اند (جافری ۱۳۹۲).



شکل ۸- مدل رسوبی پیشنهادی برای سازند زاگون، جهت‌های جغرافیایی آورده شده، بر روی مدل جزرومدی بوده و با توجه به دو برش موجود، ارایه شده است که می‌تواند با بررسی بیشتر بر روی این سازند شامل اصلاحاتی گردد.

نتیجه

سازند زاگون در برش سربندان به دو بخـش پـایینی و بـالایی تقسیم می‌شود. این دو بخش در مجموع با ضخامت ۱۹۲ متـر از تناوب لیتولوژی‌های کنگلـومرا، ماسـه‌سـنگ و گـل سـنگ تشـکیل شـده اسـت. بـر اسـاس بررسـی‌هـای پتروگرافـی کنگلومراهای این سازند پاراکنگلومرای مونومیکتیـک و درون حوضه‌ای می‌باشند. دانه‌های تشـکیل‌دهنـده ماسـه‌سـنگ‌هـای آرکوزی سازند زاگون، از نظر اندازه در محـدوده متوسـط تـا دانه درشت با کرویت بالا، نیمـه زاویـه‌دار تـا نیمـه گردشـده هستند. این ماسه‌سنگ‌های خوب جورشده از نظر بلوغ بـافتی به صورت ساب‌مچور تا مچـور بـا مچـوریتی ترکیبـی پـایینی می‌باشند. بررسی‌های (XRD) بر وجود دو نـوع کـانی رسـی ایلیت و کلریت دلالت مـی‌نمایـد. تصـاویر SEM گویـای آن است که کانی‌های رسی بالا غالباً دارای منشأ دیاژنزی بـوده و رس‌ها با منشأ تخریبـی دارای فراوانـی محـدودی مـی‌باشـند. آنالیزهای رخساره‌ای منجر بـه شناسـایی ٦ رخسـاره سـنگی، دانه‌ریز (F1) دارای ساخت‌های رسوبی لامیناسـیون مسـطح و ترک گلی، توده‌ای (Sm)، ماسه‌سنگی با طبقات موازی (Sh) با حضور کانی شاخص گلوکونیت، ماسه‌سنگی با طبقات مورب مسطح (Sp) دارای ساخت‌های رسوبی طبقات مورب درهم و سطوح دوباره فعال شده، ماسه‌سنگی با لایه‌هـای ریپلـی (Sr) دارای ساخت رسوبی ریپل مارک‌های موجی و گراولـی دانـه پشتیبان توده‌ای (Gcm) شده است. این رخساره‌های سنگی در دو مجموعـه رخسـاره‌ای پهنـه گلـی و پهنـه مخلـوط و زیـر رخساره رسوبات کانال‌های جزرومـدی قـرار مـی‌گیرنـد. بـر اسـاس بررسـی‌هـای صـحرایی، پتروگرافـی، رخسـاره‌هـا و

مجموعه‌های رخساره‌ای شناسایی شده می‌توان اظهار داشت که سازند زاگون در برش سربندان در یک پهنه رسوبی جزرومدی نهشته شده است.

منابع

اعتماد سعید، ن، ۱۳۸۷، سنگ شناسی و محیط رسوبی سازند لالون در مقطع باهمو، اسفوردی، یزد: پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ۱۸۷ص.

آقانباتی، ع، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، چاپ دوم: سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸٦ص.

جافری، م.، ۱۳۹۱، محیط رسوبی و دیاژنز سازند زاگون در برش سربندان، البرز مرکزی: پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی،۲۰۰ ص.

جافری، م. و م.، حسینی برزی، ۱۳۹۲، خاستگاه سازند زاگون بر اساس پتروگرافی، آنالیز مودال و ژئوشیمی در برش سربندان البرز مرکزی: مجله رخساره‌های رسوبی، دانشگاه فردوسی مشهد، سال ۷، شماره ۱، ۳۳–۵۰ ص.

جوادی‌نیا، ص.، و م.، حسینی برزی، ۱۳۸۹، ژئوشیمی عناصر اصلی سازند زاگون در برش تیپ، روستای زاگون، البرزمرکزی: بیست و نهمین گرده همایی علوم زمین (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور)، ص ۵.

جوادی‌نیا، ص. ۱۳۹۰، محیط رسوبی و دیاژنز نهشته‌های سازند زاگون در برش تیپ – روستای زاگون – البرز مرکزی: پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱٤۹ص.

درویش زاده، ع. ۱۳۷۰، زمین شناسی ایران: انتشارات امیرکبیر، ۹۰۸ ص.

علوی نائینی، م.، ۱۳۷۲، چینه‌شناسی پالئوزوئیک ایران: سازمان زمین‌شناسی کشور، طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران، ش ۵، ٤۹۲ص.

موسوی حرمی، ر. ۱۳۷۹، رسوب شناسی، چاپ دهم: انتشارات آستان قدس رضوی، ٤۷٤ص.

میرشاهانی، م، ۱۳۸۱، مطالعات پتروگرافی و ژئوشیمیایی نهشته‌های کربناته سازند باروت در البرز مرکزی (قشم)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ١٦٥ص.

نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ دماوند، برگه شماره ٦٤٦١ (Allenbach and Steiger, 1997): سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

Chafetz, H.S. and A. Reid, 2000, Syndepositional shallow-water precipitation of glauconitic minerals: Sediment. Geology., **v.** 136, p. 29-42.

Chafetz, H.S. 2007, Paragenesis of the Morgan Creek Limestone, Late Cambrian, central Texas: Constraints on the formation of glauconite, Deep-Sea Research II. **v.** 54, p. 1350–1363.

Dickson, J. A. D., 1965, A modified Staining technique for carbonates in thin Section: Nature., **v.** 205, 587 p.

Dickinson, W.R. 1985, Interpreting provenance relation from detrital modes of sandstones. In: Zuffa, G.G. (Ed.), Provenance of Arenites: Reidel Publishing Company. **v.** 407, p. 333–363.

Einsele, G., 2000, Sedimentary Basin: Evolution, Facies and Sediment Budget (2ndedition): Springer- Verlag, 292p.

Folk, R.L., 1974, Petrology of Sedimentary Rocks: Hemphill, Austin, Texas, 159 P.

Grassman, R.B., and J.C. Milet, 1961, Carbonate removal from soils by a modification of the acetate buffer method: Journal of Soil, **v.** 25, p. 325-326.

Horton, et al. 2008, Detrital zircon provenance of Neoproterozoic to Cenozoic deposits in Iran: Implications for chronostratigraphy and collisional tectonics: Journal of Tectonophysics, **v.** 451, p. 97–122.

Husseini. M., Tectonic and Deposition Model of Late Precambrian-Cambrian Arabian and Adjoining Plates. The American Assoclation of Petroleum Geologists Bulletin, **v.** 73, (9), p. 1117-1129.

Kelly, J.C. and J.A. Webb, 1999, The genesis of glaucony in the Oligo–Miocene Torquay group, southeastern Australia: petrographic and geochemical evidence: Sedimentary with particular emphasis on grain size: Journal of Sedimentology, **v.** 40, p. 475-512.

Taylor, J M. 1950, Pore-space reduction in sandstone: Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geologist, **v.** 34, p. 701-716.

Therrien, F., 2006, Depositional environments and alluvial system changes in the dinosaur-bearing Sânpetru Formation (Late Cretaceous, Romania): Post-orogenic sedimentation in an active extensional basin: Sedimentary Geology, **v.** 192, p. 183–205.

Tucker, M.E., 2001, Sedimentary Petrology: Third Edition: Blackwell, Oxford, 260p.

Weir, A. H. and J. H. Rayaner, 1974, An interstratified illite-smectite from Denhworth series soil in weatherd Oxford clay: Clay Miner. **v.** 10, p. 173-187.

Whitting, L.D., 1965, X-Ray diffraction techniques for mineral identification and mineralogical composition. In: (Eds.), Black C.A. et al. Methods of Soil Analysis, Amer. Soc. of Agronomy. Madison, Wisconsin. USA, 671-698.

Geology, **v.** 125, p. 99-114.

Kostic, B., A. Becht and T. Aigner, 2005, 3-D sedimentary architecture of a Quaternary gravel delta (SW-Germany): Implications for hydrostratigraphy: Sedimentary Geology, **v.** 181, p. 143–171.

Kunze, C.W., 1965, Pretreatment for mineralogical analysis, In: (Eds.) Methods of soil analysis, Black C.A. et al. Amer. Soc. of Agronomy, p. 568-577.

Liu, K. W., 2003, Deep-burial diagenesis of the siliciclastic Ordovician Natal Group, South Africa: Sedimentary Geology, **v.** 154, p. 177-189.

Miall, A. D., 1996, The Geology of Fluvial deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology: Springer-Verlag, New York, 582p.

Miall, A. D., 2000, Principles of sedimentary basin analysis: Springer Verlag, New York, 616 p.

Orton, G. J., and H. G. Reading, 1993, Variability of deltaic processes in terms of sediment supply,