

ارتباط بین ویژگی‌های معدنی با ریزرخساره‌ها و محیط رسوبی سنگ‌های کربناته کرتاسه زیرین در برش معدن ده‌سرخ (جنوب‌غرب اصفهان)

زهرا طالبی^{۱*}، عبدالحسین کنگازیان^۱ و علی‌خان نصر اصفهانی^۱

۱- گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان

نویسنده مسئول: zahratalebi128@yahoo.com*

دریافت: ۹۴/۲/۳۰ پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۶

چکیده

به منظور تعیین ارتباط بین ویژگی‌های معدنی و رسوب‌شناسی نهشته‌های کربناته کرتاسه زیرین (آپتین) معدن ده‌سرخ اصفهان یک برش سطحی به ضخامت حدود ۱۸۲ متر از این سنگ‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به مطالعات صحرایی و خصوصیات سنگ‌شناسی این توالی، می‌توان آن را به سه واحد سنگ‌چینه‌نگاری مختلف تفکیک کرد. واحد نخست (E1) از آهک نازک لایه تا متوسط لایه خاکستری و پرفسیل تشکیل شده است، واحد دوم (E2) شامل تناوبی از آهک و آهک‌رسی متوسط تا ضخیم لایه‌ی خاکستری است و واحد سوم (E3) از آهک‌های متوسط تا نازک لایه با فسیل‌های درشت تشکیل شده است. مطالعات آزمایشگاهی و بررسی مقاطع نازک میکروسکوپی به شناسایی ۸ ریزرخساره کربناته منجر گردید. این ریزرخساره‌ها از دو ریزرخساره گرین‌استونی، دو ریزرخساره پکستونی، سه ریزرخساره روداستونی و یک ریزرخساره فلوئستونی تشکیل شده‌اند. این رسوبات عمدتاً در قسمت‌های مختلف رمپ میانی و ابتدای رمپ پایانی یک پلاتفرم کربناته با انرژی متوسط تا زیاد تشکیل شده‌اند. مقایسه نتایج کلسی‌متری با محیط رسوبی و ریزرخساره‌ها نشان داد که بخش دور از منشأ رمپ میانی بهترین شرایط و بخش رمپ خارجی بدترین شرایط را برای ایجاد خلوص در این منطقه دارا بوده است.

واژه‌های کلیدی: کرتاسه زیرین (آپتین)، رخساره، ریزرخساره کربناته، رمپ کربناته

مقدمه

هدف از انجام این مطالعه، بررسی نحوه رسوب‌گذاری و محیط رسوبی سنگ‌های کرتاسه زیرین معدن ده‌سرخ و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های معدنی و اقتصادی آن می‌باشد. به عبارت دیگر، مهم‌ترین هدف این پژوهش شناخت رخساره‌ها و بازسازی شرایط محیطی نهشته‌های کرتاسه زیرین و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های معدنی در این محدوده است. نتیجه این تحقیق می‌تواند در پی‌جویی ذخایر جدید سنگ‌آهک در مناطق دیگر متمر ثمر باشد. از دلایل انتخاب این موضوع اهمیت آن در اقتصاد کشور و مصرف بسیار زیاد سنگ‌های آهکی در داخل کشور و صنایع گوناگون می‌باشد. مصرف صنعتی مواد معدنی استخراج شده به عنوان تصفیه در کارخانه قند و کمک ذوب در ذوب آهن و صنعت فولاد مبارکه و می‌باشد [۳]. معدن سنگ‌آهک ده‌سرخ در حدود ۳۱ کیلومتری جنوب‌غرب اصفهان واقع در نزدیکی پلیس راه اصفهان - شیراز و در ابتدای شهر مبارکه واقع شده است (شکل‌های

۱ و ۲). این معدن در محدوده‌ای با طول‌های جغرافیای " ۲۷، ۴۰'، ۵۱° و " ۸، ۴۷'، ۵۱° شرقی و عرض‌های جغرافیائی " ۱۳'، ۵۳° و " ۶، ۵۶'، ۳۲° شمالی قرار دارد. ارتفاع آن نیز ۱۷۷۱ متر از سطح دریا می‌باشد [۳]. این معدن محدوده‌ای در حدود ۱/۸۹۰/۰۰۰ متر مربع دارد و میزان ذخیره قطعی آن ۱۴/۱۷۵/۰۰۰ تن سنگ آهک ارزیابی گردیده است [۳]. جهت دسترسی به ذخیره مورد نظر می‌بایست مسیر ۲۷ کیلومتری جاده آسفالته اصفهان - سه راهی مبارکه و ۴ کیلومتر ابتدای جاده آسفالته مبارکه را طی نمود (شکل‌های ۲ و ۳) [۳].

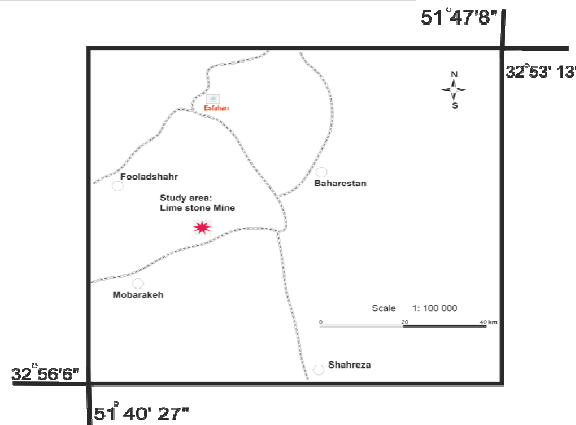
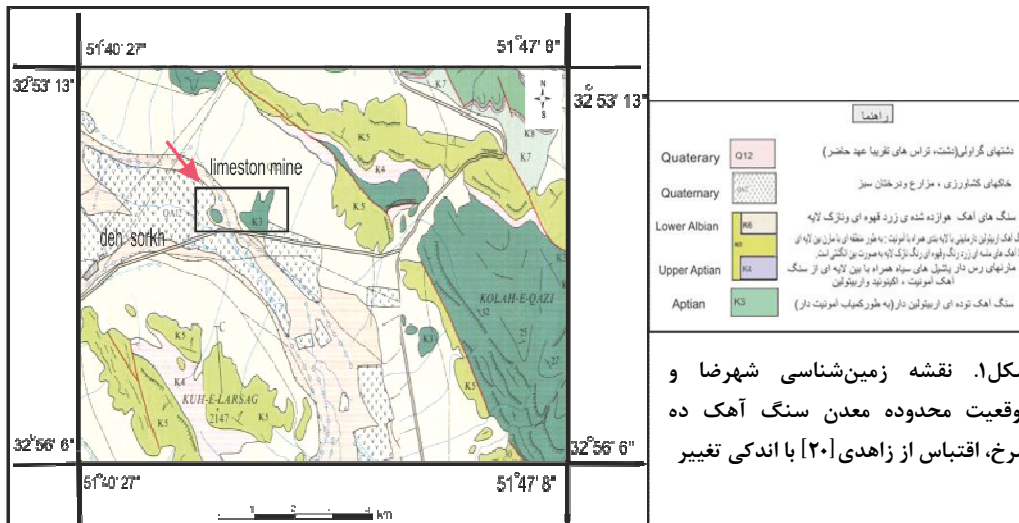
روش‌های پژوهش

برای بازسازی محیط‌رسوبی، شرایط رسوب‌گذاری و تعیین ارتباط ویژگی معدنی سنگ‌های کربناته کرتاسه زیرین معدن ده‌سرخ ابتدا گزارش زمین‌شناسی معدن و نقشه زمین‌شناسی شهرضا [۳] و نقشه توپوگرافی معدن [۲] مورد بررسی قرار گرفت (شکل‌های ۳ و ۱). سپس بر

تعیین گردید (جدول ۱). خلوص آهک (درصد بالای کربنات کلسیم) ویژگی مهم معدنی این سنگ‌ها محسوب می‌شود.

برای شناسایی و تفکیک رخساره‌ها از روش [۱۱] استفاده شد. ریز رخساره‌ی تعیین شده، بر مبنای نام آلوکم‌ها و نام اکتباسی از طبقه‌بندی [۱۵]، نام‌گذاری و چینش آن‌ها در کنار هم نیز بر طبق قانون والتر (نقل از میدلتون [۱۲]) و با استفاده از روش سلی (نقل از واکر [۱۸]) تعیین گردید. در نهایت این ریزرخساره‌ها با ریزرخساره‌های [۱۷ و ۹] مقایسه شدند. محیط رسوبی سنگ‌های کرتاسه زیرین معدن دهرسخ بر مبنای ریزرخساره‌های شناسایی شده و با مقایسه با مدل‌های رخساره‌ای استاندارد (به‌عنوان مثال: فلوگل [۹]، واکر [۱۸ و ۴]) بازسازی شد. با بررسی نتایج آنالیز تیتراسیون ریزرخساره و زیرمحیطی که بیش‌ترین درصد کربنات کلسیم را به خود اختصاص می‌داده تعیین گردید.

اساس روش‌های پیشنهادی [۱۶] بهترین برش جهت برداشت اطلاعات صحرایی انتخاب و از آن به روش سیستماتیک -رخساره‌ای نمونه‌برداری شد (فاصله بین نمونه‌ها حداکثر ۱ متر در نظر گرفته شد). آنگاه، به منظور شناخت و تفکیک کانی‌های کربناته، ۷۴ مقطع نازک میکروسکوپی از نمونه‌های صحرایی تهیه و به وسیله محلول فری‌سیانید پتاسیم و آلینازین قرمز (ARS) مطابق با روش دیکسون [۶] رنگ‌آمیزی شدند. این مقاطع با کمک میکروسکوپ پلاریزان (Nikon E200) و با استفاده از منابعی چون [۹، ۱۵ و ۸] در آزمایشگاه زمین‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، مطالعه و با استفاده از روش [۵] بازنگری شده و توسط [۱۹، ۷] نام‌گذاری شدند. با انجام آزمایش تیتراسیون در پژوهشکده دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) درصد کربنات کلسیم و درصد عناصر اصلی (Ca و Mg) ۳۰ نمونه از سنگ‌های کربناته



جدول ۱. نتایج کلسیمتری منطقه معدنی ده‌سرخ، واقع در جنوب غرب اصفهان (در ستون دوم primery، وزن رسوب قبل از آزمایش می‌باشد)

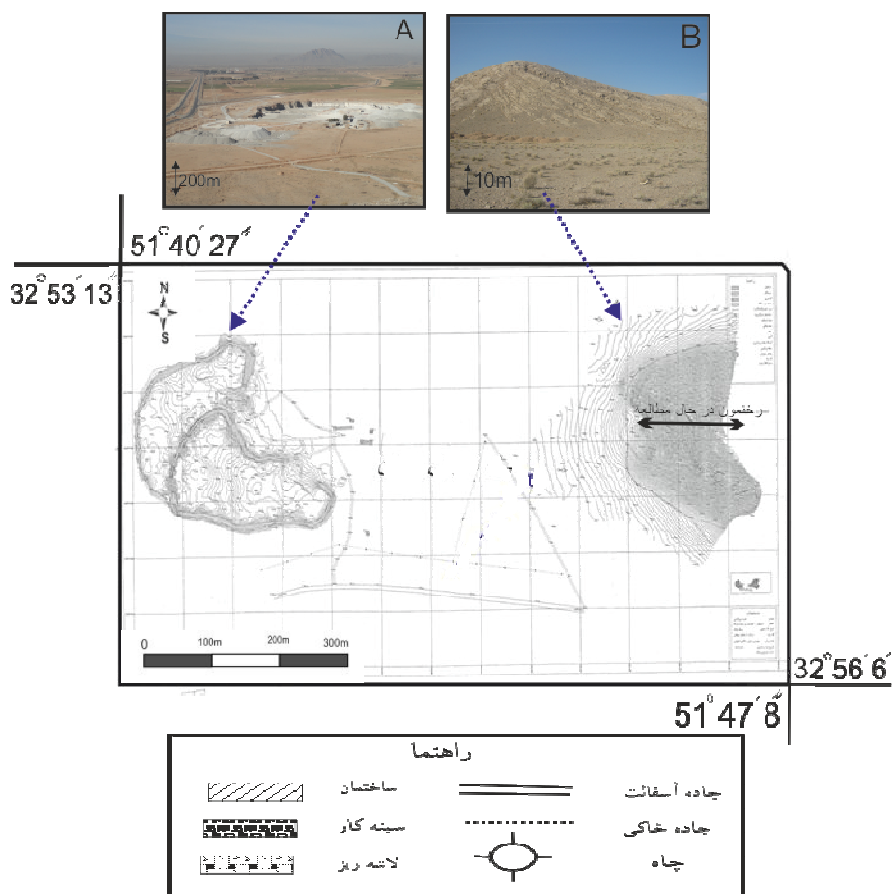
Sample	Primery W(gr)	%CaCO3	CaMgCO3	T ⁰ C
۲	۰/۵	%۹۵	۰	۲۵
۳	۰/۵	%۱۰۰	۰	۳۱
۵	۰/۵	%۹۸	۰	۲۸
۷	۰/۵	%۹۵	۰	۳۲
۹	۰/۵	%۹۹	۰	۳۲
۱۱	۰/۵	%۹۳	۰	۲۷
۱۳	۰/۵	%۹۴	۰	۳۰
۱۵	۰/۵	%۹۲	۰	۳۰
۱۷	۰/۵	%۹۷	۰	۲۹
۱۹	۰/۵	%۸۸	۰	۲۶
۲۱	۰/۵	%۹۰	۰	۲۷
۲۳	۰/۵	%۹۴	۰	۳۰
۲۵	۰/۵	%۹۱	۰	۲۷
۲۷	۰/۵	%۱۰۰	۰	۲۸
۲۹	۰/۵	%۹۲	۰	۲۸
۳۱	۰/۵	%۹۶	۰	۲۶
۳۳	۰/۵	%۹۴	۲	۲۸
۳۵	۰/۵	%۹۴	۰	۲۸
۳۷	۰/۵	%۹۰	۰	۲۸
۳۹	۰/۵	%۹۲	۱	۲۸
۴۱	۰/۵	%۹۱	۰	۲۸
۴۳	۰/۵	%۹۷	۰	۲۸
۴۵	۰/۵	%۹۴	۰	۲۸
۴۷	۰/۵	%۹۰	۰	۲۷
۴۹	۰/۵	%۹۸	۰	۲۷
۵۳	۰/۵	%۹۰	۰	۲۸
۵۵	۰/۵	%۹۵	۰	۲۷
۵۷	۰/۵	%۸۹	۰	۲۷
۶۱	۰/۵	%۹۷	۰	۳۰
۶۳	۰/۵	%۹۴	۰	۲۷

یافته‌ها

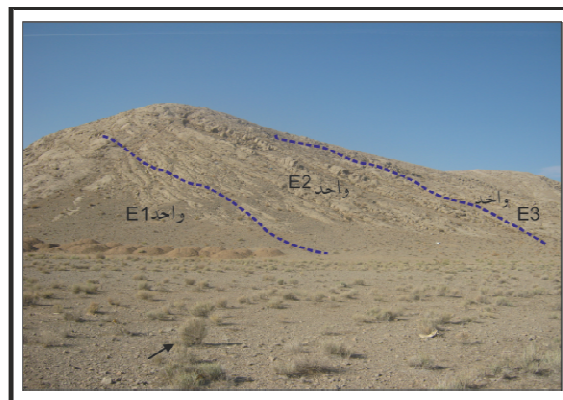
منطقه معدنی مورد مطالعه از دو رخمون غربی و رخمون شرقی تشکیل شده است [۲]. نهشته سنگ‌های کرتاسه زیرین هم اکنون به عنوان سنگ معدن در رخمون غربی در حال بهره‌برداری است (سازمان زمین‌شناسی کشور [۳]). برش مورد بررسی در این مطالعه، در رخمون شرقی معدن انتخاب شده است (شکل ۳). این توالی بر اساس تغییرات سنگ‌شناسی، ضخامت لایه‌ها، محتوای فسیلی و رنگ لایه‌ها، به سه واحد سنگ‌چینه‌نگاری به شرح زیر تقسیم گردید:

واحد E1 واحد کربناته زیرین

این واحد با ضخامت حدود ۶۹ متر، اولین واحد سنگ‌چینه‌نگاری در برش مورد مطالعه می‌باشد (شکل‌های ۵ و ۴). نهشته‌های سنگی این واحد را تناوبی از آهک نازک‌لایه تا متوسط‌لایه، که در بعضی نقاط ضخیم لایه هستند، تشکیل می‌دهند. این سنگ‌های آهکی براساس طبقه‌بندی [۱۰] از کالک‌آرنایت تا عمدتاً کلسی‌رودایت در تغییر هستند.



شکل ۳. نقشه توپوگرافی منطقه معدنی ده سرخ در جنوب غرب اصفهان (دلالی اصفهانی [۲] با کمی تغییرات) و تصاویر صحرایی مربوط به آن. شکل (A) رخنمون غربی در حال بهره‌برداری و استخراج، شکل (B) رخنمون شرقی مورد مطالعه (نگاه دوربین به سمت غرب)

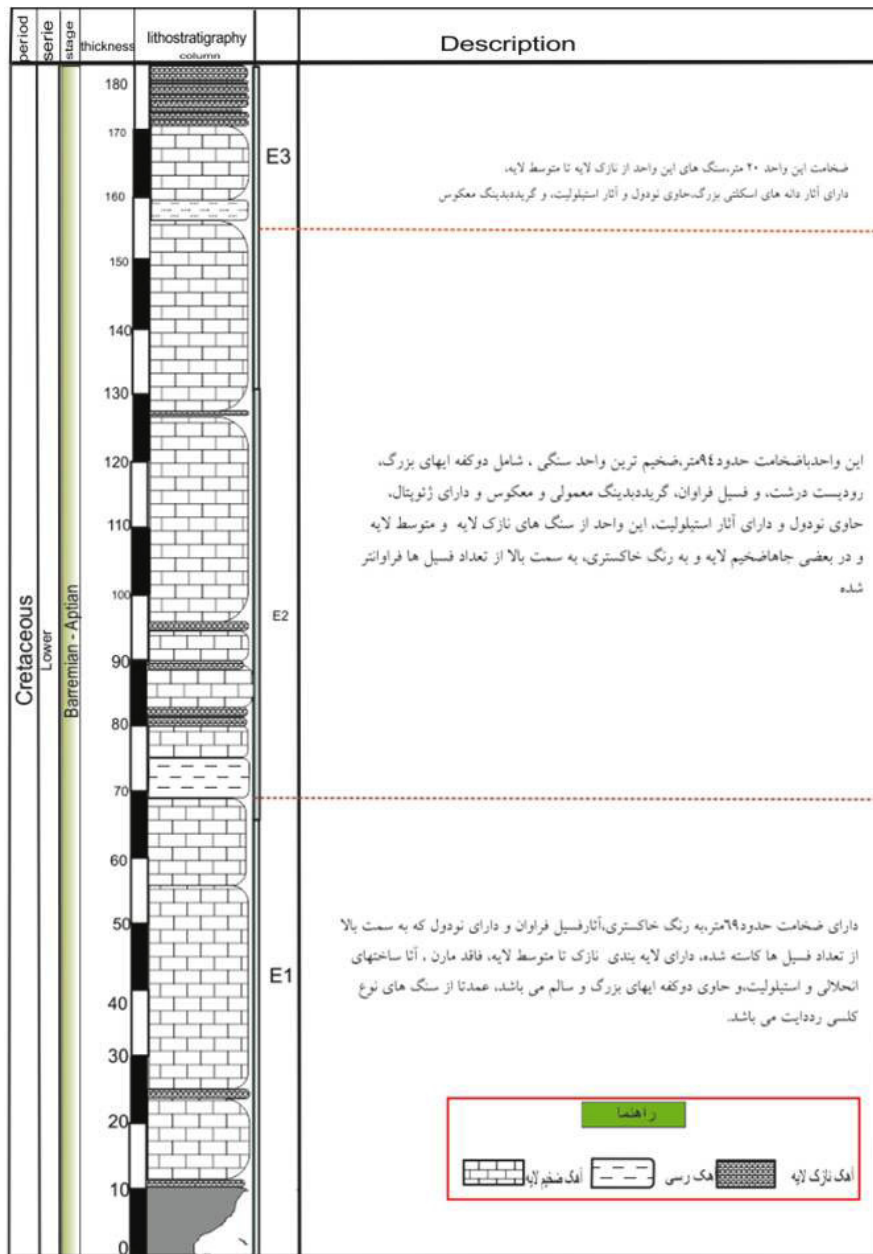


شکل ۴. رخنمون نهشته‌های کرتاسه زیرین در معدن ده سرخ، جنوب غرب اصفهان (دید به سمت غرب) علامت پیکان: (طول بوته‌های خار بزرگ ۴۰ تا ۳۰ سانتی‌متر)

این سنگ‌ها بر اساس طبقه‌بندی [۱۰] کلسی‌رودایت و عمدتاً کالک‌آرنایت نام‌گذاری شده‌اند (شکل‌های ۴ و ۵).

واحد E3 (واحد کربناته بالایی) یا واحد آهک خاکستری رنگ

این واحد با ضخامت ۲۰ متر تناوبی از سنگ‌های متوسط لایه تا نازک لایه و به رنگ خاکستری روشن تا تیره است.



شکل ۵. ستون سنگ‌چینه‌نگاری توالی کرتاسه زیرین معدن دهرسرخ (جنوب غرب اصفهان)

شرح و تفسیر ریزرخساره‌ها

مطالعه بر روی سنگ‌های کرتاسه زیرین ناحیه معدن آهکی دهرسرخ سبب شناسایی ۸ ریزرخساره کربناته گردید که در زیر شرح و تفسیر می‌شوند.

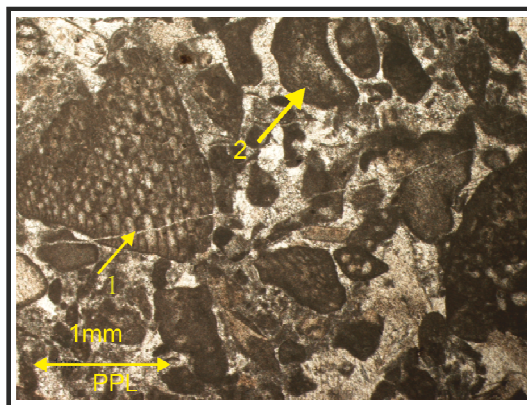
دسته ریزرخساره‌های گرین استونی (G)

این دسته از دو ریزرخساره تشکیل شده است.

ریزرخساره اکینودرم اسفنج گرین استون (F1)

این ریزرخساره در صحرا به صورت آهک متوسط لایه [۱۳] دیده شده است (شکل ۶) و حاوی بیش از ۶۲٪

آلوکم می‌باشد. مهم‌ترین این آلوکم‌ها را خرده‌های اسفنج و قطعات اکینودرم تشکیل می‌دهند و اجزای فرعی آن را فرامینیفرها (اریتولین)، خرده‌های دوکفه‌ای، رودیست، مرجان و کورتوئید تشکیل داده است (شکل ۶). نتایج حاصل از آنالیز کلسی‌متری نشان می‌دهد که میانگین درصد کربنات کلسیم نمونه‌های به دست آمده از این ریزرخساره ۹۴/۲٪ می‌باشد. با توجه به ویژگی‌های ذکر شده این ریزرخساره تقریباً معادل RMF۲۷ [۹] و SMF ۵ [۱۷] می‌باشد.



شکل ۶. تصویر میکروسکوپی رخساره اکینودرم اسفنج گرین‌استون (F1)، مقطع شماره ۳، واحد E1، توالی کرتاسه زیرین، معدن ده سرخ، جنوب غرب اصفهان. پیکان شماره ۱ اربیتولینا و پیکان شماره ۲ خرده‌های اسفنج و بیوکلاست‌های میکریتی شده را نشان می‌دهند.

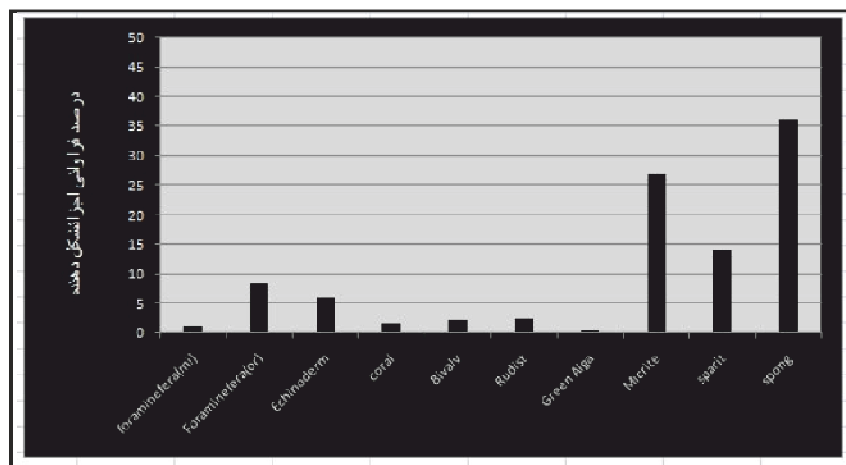
می‌باشد. با توجه به ویژگی‌های ذکر شده این ریزرخساره تقریباً معادل RMF27 [۹] و SMF ۵ [۱۷] می‌باشد.

رخساره اسفنج روداستون (F3)

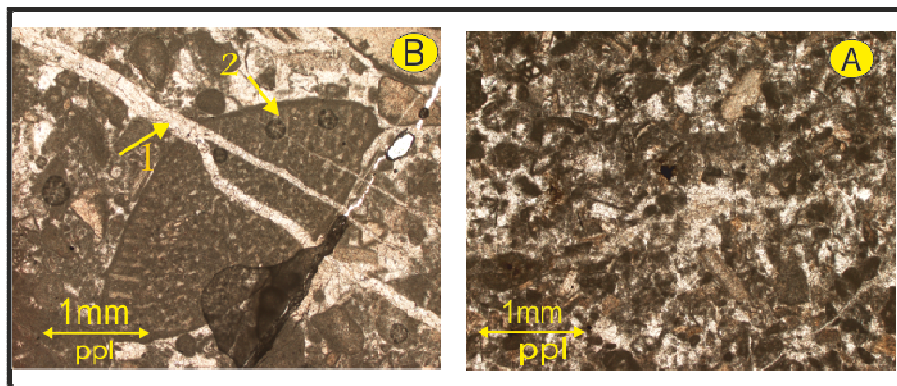
این ریز رخساره در صحرا بیش‌تر به صورت آهک نازک لایه و به رنگ خاکستری دیده و سنگ‌های مربوطه کلسی رودایت [۱۰] نام‌گذاری می‌شود. در سطح لایه‌های آهکی مذکور آثار رودیست و دوکفه‌ای‌ها به وضوح قابل مشاهده است (شکل ۹، A, B). این رخساره حاوی بیش از ۶۳٪ آلومک می‌باشد. مهم‌ترین این آلومک‌ها را خرده‌های اسفنج و اجزای فرعی را خرده‌های دوکفه‌ای، رودیست، مرجان، فرامینفر، جلبک سبز و اکینودرم تشکیل داده است شکل (۹). نتایج حاصل از آنالیز کلسی‌متری نشان می‌دهد که میانگین درصد کربنات کلسیم نمونه‌های بدست آمده از این ریز رخساره ۹۵/۷٪ می‌باشد. با توجه به ویژگی‌های ذکر شده این ریز رخساره معادل RMF28 [۹] و SMF6 [۱۷] می‌باشد.

ریزرخساره اسفنج گرین‌استون (F2)

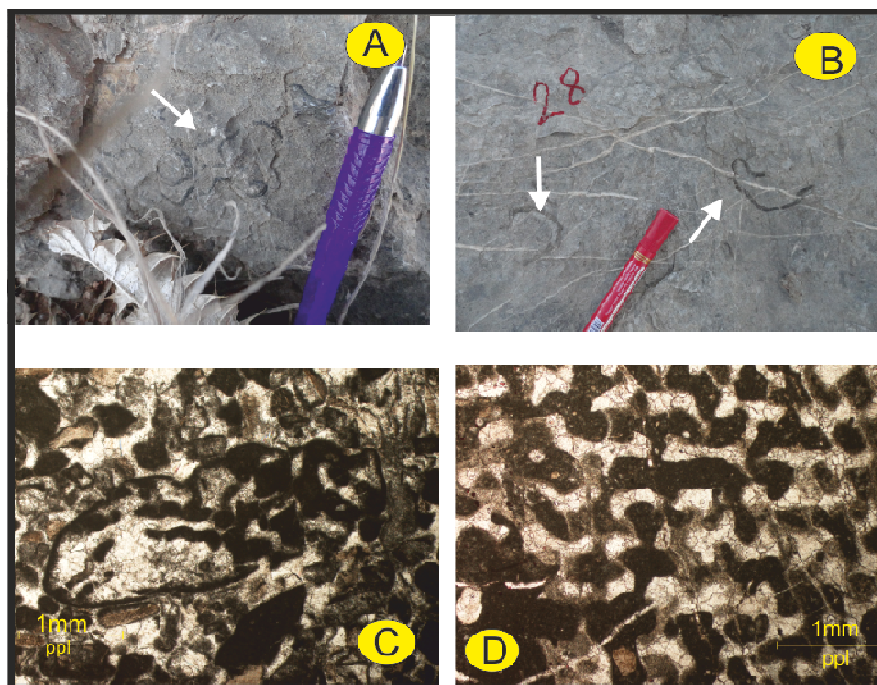
سنگ‌های این ریزرخساره در صحرا به صورت آهک متوسط لایه تا ضخیم لایه و به رنگ خاکستری دیده می‌شوند. این سنگ‌ها را می‌توان کالک‌آرنایت تا کلسی رودایت [۱۰] نام‌گذاری نمود. بیش از ۶۲٪ از اجزاء این ریزرخساره را خرده‌های اسفنج تشکیل می‌دهد. اجزای فرعی را (بیش‌تر اربیتولینا و کمتر میلیولیدا)، قطعات اکینودرم، خرده‌های مرجان، دوکفه‌ای، رودیست و جلبک سبز تشکیل داده است. در این ریزرخساره فضای بین دانه‌ها را بیش‌تر گل‌آهکی (۲۷٪) و به مقدار کمتر اسپاریت (۱۳/۵٪) پر کرده است، به همین دلیل فابریک ضعیف شسته شده (پورلی و اشد) از خود نشان می‌دهد (شکل‌های ۸ و ۷). نتایج حاصل از آنالیز کلسی‌متری نشان می‌دهد که میانگین درصد کربنات کلسیم نمونه‌های بدست آمده از این ریز رخساره ۹۳/۶٪



تصویر ۷. درصد فراوانی اجزاء در ریز رخساره اسفنج گرین‌استون (F2)، توالی کرتاسه زیرین، معدن ده سرخ، جنوب غرب اصفهان



شکل ۸. تصاویر میکروسکوپی رخساره‌ی پورلی واشد اسفنج‌گرین استون (F2)، توالی کرتاسه زیرین، معدن ده سرخ، جنوب غرب اصفهان تصویر (A): آثار فرامینیفر و خرده‌های اسفنج در ریز رخساره اسفنج پورلی واشد گرین استون، مقطع شماره ۳۴، واحد E2 تصویر (B): پیکان شماره ۱ به درزهای کلسیتی و پیکان شماره ۲ به اربیتولین همراه با شکستگی‌های پر شده با کلسیت، اشاره دارد، مقطع شماره ۴، واحد E1



شکل ۹. تصاویر صحرایی و میکروسکوپی رخساره اسفنج روداستون (F3)، توالی کرتاسه زیرین، معدن ده سرخ، جنوب غرب اصفهان A: تصویر کلسی رودایتی از ریز رخساره اسفنج روداستون (F3) علامت پیکان، قطعات دوکفه‌ای را نشان می‌دهد، نمونه شماره ۱۲، متر ۵۱ واحد E1 شکل B: تصویر صحرایی از ریز رخساره اسفنج روداستون (F3)، هر دو علامت پیکان، آثار دوکفه‌ای را نشان می‌دهند، نمونه شماره ۲۸، متر ۱۰۲/۴، واحد E2 شکل C: تصویر میکروسکوپی از ریز رخساره اسفنج روداستون، مقطع شماره ۶۹، واحد E3 شکل D: تصویر میکروسکوپی از ریز رخساره اسفنج روداستون، مقطع شماره ۲۸، واحد E2

رودیست (با اندازه بزرگ‌تر از ۲mm) است. نتایج حاصل از آنالیز کلسی‌متری نشان می‌دهد که میانگین درصد کربنات کلسیم نمونه‌های به‌دست آمده در این ریز رخساره ۹۴/۲٪ می‌باشد. با توجه به ویژگی‌های ذکر شده این ریز رخساره معادل RMF28 [۹] و 6SMF [۱۷] می‌باشد.

رخساره رودیست اسفنج روداستون (F4)
 لایه‌های این ریز رخساره، که در صحرا به صورت آهک‌های توده‌ای ضخیم لایه و متوسط لایه و به رنگ خاکستری مشاهده می‌شوند، کلسی‌رودایت [۱۰] نام‌گذاری می‌شوند. این رخساره حاوی بیش از ۶۳٪ خرده‌های اسفنج و

فابریک این ریزرخساره دانه پشتیبان بوده و فضای بین دانه‌های آن را در بیش‌تر موارد گل آهکی و گاهی اسپاریت پرکرده است (شکل، ۱۱، B). نتایج حاصل از آنالیز کلسی‌متری نشان می‌دهد که میانگین درصد کربنات کلسیم نمونه‌های به‌دست آمده در این ریز رخساره ۹۳/۸٪ می‌باشد. با توجه به ویژگی‌های ذکر شده این ریزرخساره تقریباً معادل RMF9 [۹] و SMF5 [۱۷] می‌باشد.

رخساره اسفنج فلوستون (F7)

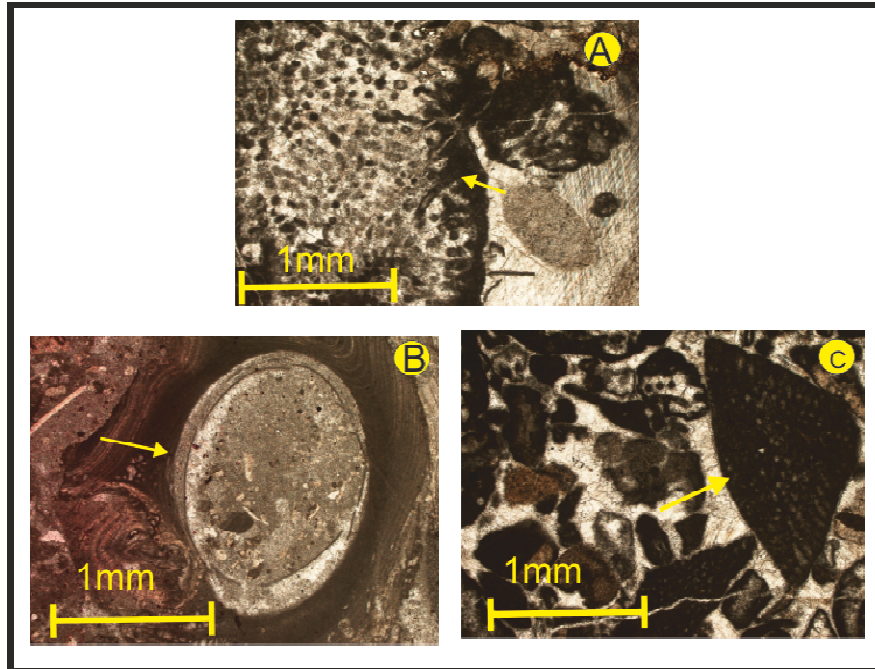
سنگ‌های کلسی‌رودایت [۱۰] مربوط به این ریزرخساره و در صحرا بیش‌تر به صورت ضخیم لایه و به رنگ خاکستری دیده می‌شود. مهم‌ترین آلوم‌های این ریز رخساره را خرده‌های اسفنج و اجزای فرعی را مرجان جلبک سبز، فرامینیفر، دوکفه‌ای‌ها و اکتینودرم تشکیل می‌دهد. نتایج حاصل از آنالیز کلسی‌متری نشان می‌دهد که میانگین درصد کربنات کلسیم نمونه‌های به‌دست آمده در این ریز رخساره ۹۷٪ می‌باشد. این ریز رخساره تقریباً معادل RMF15 [۹] و SMF6 [۱۷] می‌باشد. (شکل، ۱ و A).

رخساره اربیتولینا اسفنج روداستون (F5)

لایه‌های این ریزرخساره در صحرا بیش‌تر به صورت آهک ضخیم لایه و به رنگ خاکستری رنگ مشاهده شده است. در صحرا سنگ‌های مربوطه کلسی‌رودایت و کالک‌آرنایت [۱۰] نام‌گذاری می‌شوند. این ریزرخساره حاوی بیش از ۵۹٪ خرده‌های اسفنج، رودیست، دوکفه‌ای درشت، فرامینیفر و جلبک سبز است شکل (۱۰). نتایج حاصل از آنالیز کلسی‌متری نشان می‌دهد که میانگین درصد کربنات کلسیم نمونه‌های به دست آمده در این ریز رخساره ۹۴/۴٪ می‌باشد. این ریز رخساره تقریباً معادل RMF27 [۹] و تقریباً ۶ SMF [۱۷] می‌باشد.

رخساره اسفنج پکستون (F6)

عناصر آلوم‌کی بیش از ۶۵٪ از حجم کل این ریزرخساره را تشکیل داده است. بر اساس مشاهدات صحرایی مهم‌ترین آلوم‌کی این ریزرخساره را خرده‌های اسفنج و مرجان تشکیل می‌دهد. سایر اجزای آن عبارتند از: پوسته‌های فرامینیفر، قطعات اکتینودرم، خرده‌های براکیوپود، رودیست و دوکفه‌ای‌های دیگر تشکیل می‌دهد.

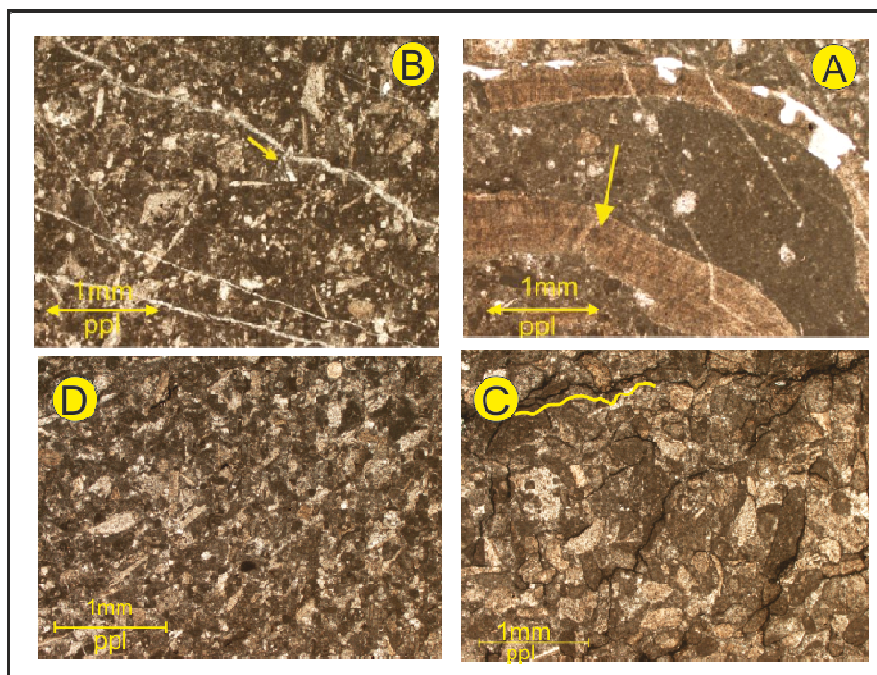


شکل ۱۰. تصاویر میکروسکوپی از ریزرخساره اربیتولینا اسفنج روداستون (F5)، توالی کرتاسه زیرین، معدن ده سرخ، جنوب‌غرب اصفهان A: علامت پیکان آثار جلبک سبز در این ریزرخساره را نشان می‌دهد. مقطع شماره ۶۷، واحد E3، B: علامت پیکان آثار مربوط به گرم‌های حلقوی در این ریزرخساره را نشان می‌دهد. مقطع شماره ۳۲، واحد E2، C: علامت پیکان: آثار اربیتولینا و خرده‌های اسفنج در این ریزرخساره را نشان می‌دهد، مقطع شماره ۶۵، واحد E3

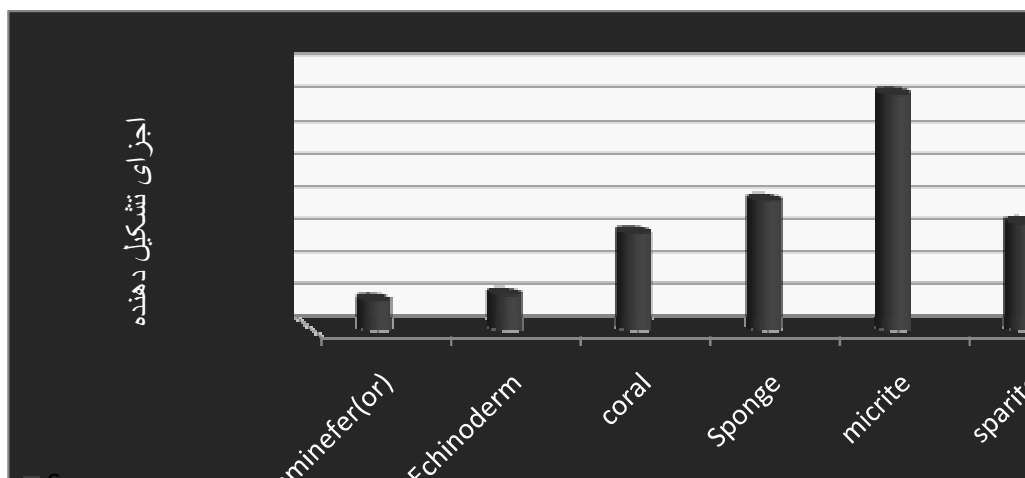
رخساره در صحرا به صورت سنگ‌های کلسی‌رودایتی [۱۰] ضخیم لایه مشاهده شده است. مهم‌ترین آلوکم‌ها را خرده‌های اسفنجی و مرجان تشکیل داده‌اند. این ریز رخساره تقریباً معادل RMF1 [۹] و تقریباً معادل SMF1 [۱۷] می‌باشد. (شکل ۱۱، C,D) و شکل (۱۲).

رخساره آرژیلیت پکستون (F8)

نتایج حاصل از آنالیز کلسی‌متری نشان می‌دهد که میانگین درصد کربنات کلسیم نمونه‌های به‌دست آمده در این ریز رخساره ۸۸/۲٪ می‌باشد. بنابراین میزان ذرات ریز آواری در آن بیش از ۱۰ درصد است به همین خاطر می‌توان آن را آهک رس‌دار یا آرژیلیتی دانست. این ریز



شکل ۱۱. تصاویر میکروسکوپی از ریزرخساره‌های توالی کرتاسه زیرین، معدن ده‌سرخ، جنوب غرب اصفهان A: تصویر میکروسکوپی از ریزرخساره اسفنج فلوتستون، F7، (علامت پیکان به خرده‌های رودیست اشاره دارد)، مقطع شماره ۴۹، واحد B E2: تصویر میکروسکوپی از ریز رخساره اسفنج پکستون، F6، (علامت پیکان به فرامینیفر موجود در ریزرخساره اشاره دارد)، مقطع شماره ۶۳، واحد C E3: تصویر میکروسکوپی از ریزرخساره آرژیلیت پکستون، F8، (آثار خرده‌های اسفنج، درزه‌های استیلولیت با خط زرد گویا شده‌اند)، مقطع شماره ۵۷، واحد E2: مقطع شماره ۵۷، واحد E2D: تصویر میکروسکوپی از ریز رخساره آرژیلیت پکستون، F8، (خرده‌های اسفنج به خوبی مشخص هستند)، مقطع شماره ۱۹، واحد E1



شکل ۱۲. درصد فراوانی اجزاء در ریز رخساره آرژیلیت پکستون (F8)، توالی کرتاسه زیرین معدن ده‌سرخ، جنوب غرب اصفهان

تفسیر رخساره‌ها

با توجه به ویژگی‌های ریزرخساره‌های F1, F2 می‌توان تشکیل آن‌ها را در شرایط پر انرژی حوضه انتظار داشت [۹] زیرا تمامی آن‌ها علاوه بر اینکه دارای فابریک دانه پشتیبان هستند، فاقد گل بوده یا میزان گل آن‌ها کم است. وجود گل در ریزرخساره F2 نشان از تشکیل آن در شرایط کم انرژی تری نسبت به ریزرخساره F1 است. قطعات متنوع فسیلی خرد شده در حد ماسه در این ریزرخساره‌ها نشان از نابرجابودن این قطعات و حمل و نقل مجدد آن‌هاست. ریزرخساره‌های روداستون (F3 تا F5) و فلوتستون‌ها (F7) به احتمال زیاد از ریف‌های رودیستی همراه با اسفنج و مرجان منشا گرفته‌اند. زیرا رودیست‌های کرتاسه زیرین در سازندگی کالک‌آرنایتی و کلسی‌رودایتی اهمیت خاصی دارند و معرف رخساره‌های ریفی و حاشیه ریف می‌باشند [۱]. روداستون‌ها نزدیک‌تر به منشا (ریف‌ها) بوده و می‌توانند عمدتاً در بخش‌های شیب پلاتفرم دریا اطراف ساختمان‌های بانداستونی باشد [۹]. در حالی که فلوتستون‌ها جابجایی بیش‌تری را تحمل کرده‌اند. فرامینفرهای یافت شده در این ریزرخساره‌ها بیش‌تر از نوع اربیتولین‌های مخروطی شکل می‌باشد که متعلق به محیط دریایی با شوری آب دریا است، حمل شده‌اند [۹]. ویژگی‌های ریزرخساره‌های پکستونی (F6) و پکستونی - آرژیلیتی (F8) نیز نشان از تشکیل آن‌ها در نواحی دورتر از منشا و عمیق‌تر است. با توجه به قانون والتر و نحوه چینش ریزرخساره‌ها در ستون چینه‌شناسی و نیز با توجه به مقایسه آن‌ها با ریزرخساره‌های هم‌ارز در مدل فلوگل [۹] و مدل ویلسون [۱۷] می‌توان تشکیل ریزرخساره‌های F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7 را به زیر محیط رمپ میانی و ریزرخساره F8 را به رمپ خارجی نسبت داد. روال قرارگیری ریز رخساره‌ها در این زیر محیط به این صورت می‌باشد که ریز رخساره اسفنج پکستون (F6) و اسفنج فلوتستون (F7) در بخش دورتر^۱ رمپ میانی و ریزرخساره‌های F1, F2, F3, F4, F5 (ریزرخساره‌های روداستونی و گرین‌استونی) در بخش‌های نزدیک به منشاء^۲ رمپ میانی و نزدیک به دریای باز قرار گرفته‌اند. بنابراین در رمپ خارجی رخساره‌های گرین‌استونی و روداستونی به رخساره‌های پکستونی و فلوتستونی تبدیل

می‌شود [۹]. بنابراین ریزرخساره معادل ریز رخساره‌های ذکر شده در مدل [۹] به سدها و شول‌ها و در مدل ویلسون [۱۷] به کمر بند رخساره‌ای ۴ نسبت داده شده است.

بررسی آلوکم‌ها در ریز رخساره آرژیلیت پکستون (F8) نشان می‌دهد که این آلوکم‌ها از محیط‌های بالادست به این نقطه وارد شده و رسوب کرده‌اند [۹]. و به دلیل دارا بودن رس آواری بیش‌تر نسبت به ریزرخساره‌های قبلی (مخصوصاً F7) در یک محیط عمیق‌تر قرار گرفته است، پس می‌تواند گواهی بر این باشد که این ریز رخساره در یک محیط آرام با انرژی کم نهشته شده‌اند، بنابراین تشکیل این ریزرخساره را می‌توان به زیر محیط رمپ خارجی نسبت داد [۹]. ریزرخساره معادل این ریزرخساره در مدل [۹] به دریای خارجی و در مدل ویلسون [۱۷] به کمر بند رخساره‌ای ۱ نسبت داده می‌شود شکل (۱۳).

مدل رسوب‌گذاری

مطالعه ریزرخساره‌های مربوط به سنگ‌های آپتین در معدن ده‌سرخ، بررسی تغییرات عمودی در ستون رخساره، تعیین همبستگی بین رخساره‌ها تشخیص ریزرخساره‌هایی که در کنار هم رسوب می‌کرده‌اند بر اساس قانون والتر [۱۲] و مقایسه آن‌ها با مدل رخساره‌ای مربوط به محیط‌های دریایی کربناته (به‌عنوان مثال [۱۷]، ۹ و [۱۴])، شرایط لازم برای ارائه یک مدل رخساره‌ای مربوط به محیط دریایی کم عمق را فراهم نمود. بر اساس یافته‌های این پژوهش تقریباً هیچ رخساره‌ی توربیدایتی در توالی سنگ‌های مورد مطالعه وجود نداشت و از طرف دیگر آلوکم‌های شناسایی شده کم یا بیش در همه ریز رخساره‌ها دیده می‌شدند. بنابراین، یک رمپ کربناته (از نوع هموکلینال) به عنوان مدل رسوب‌گذاری مطابق با مدل [۹ و ۱۴] ارائه می‌گردد. رمپ‌های کربناته براساس نظر آن‌ها به چهار بخش: رمپ داخلی، رمپ میانی، رمپ خارجی و حوضه قابل تقسیم است. در این منطقه تنها تشکیل رمپ میانی و رمپ خارجی برای نهشته‌های کرتاسه زیرین معدن ده‌سرخ به شرح زیر اثبات گردیده است:

زیر محیط رمپ میانی

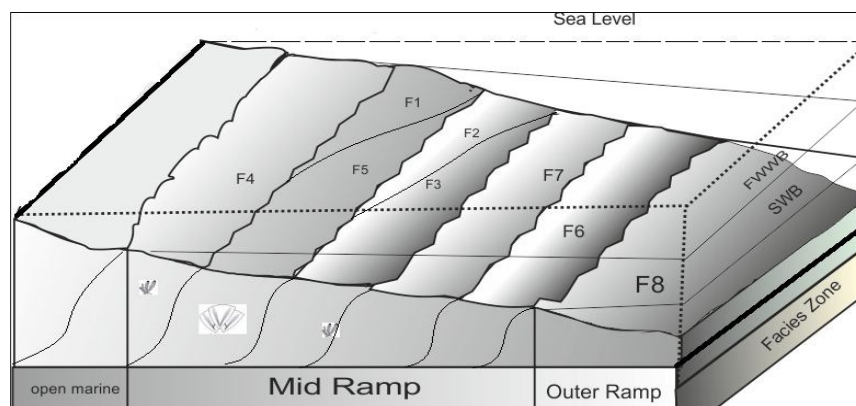
با توجه به نوع آلوکم‌های موجود در این ریز رخساره‌ها از جمله اسفنج‌ها، مرجان‌ها، جلبک‌ها، و اکیونودرم که اکثراً

¹ distal² proximal

زیر محیط رمپ خارجی

رمپ خارجی یا بیرونی منطقه‌ای زیر خط اثر امواج طوفانی تا دشت حوضه‌ای را در بر می‌گیرد [۹]. در این بخش از سمت رمپ میانی به سمت حوضه میزان گل آهکی افزایش می‌یابد. عمق آب در این منطقه ممکن است به حدود ۲۰۰ الی ۳۰۰ متر برسد و دارای درجه شوری نرمال می‌باشد [۹]. بنابراین تشکیل ریزرخساره F8 (آرژیلیت پکستون) را می‌توان به این زیر محیط نسبت داد. بر اساس مدل اشلايگر [۱۴] ریزرخساره‌های میکروسکوپی مربوط به کمربند شماره ۱ [۱۷] می‌توانند در این بخش از رمپ تشکیل شوند (شکل ۱۳).

در شوری نرمال دریا ایجاد می‌شوند [۹] می‌توان نتیجه گرفت که ریزرخساره‌های موجود بیش‌تر در نواحی کم عمق دریا تشکیل شده‌اند [۱۴]. با این وجود تمامی رخساره‌های میکروسکوپی که در این پژوهش به رمپ میانی نسبت داده شده‌اند، معادل رخساره‌های میکروسکوپی کمربند ۴ [۱۷] نیز هستند. شاید علت این امر پرشیب‌تر بودن این بخش از رمپ در این ناحیه نسبت به یک رمپ ایده‌آل یا رو به باد بودن رمپ و گسترده بودن عملکرد طوفان در آن باشد. وجود ساختمان‌های گریددب‌دینگ نرمال که حاکی از تاثیر طوفان است و گریددب‌دینگ معکوس که حاکی از عملکرد جریان خرده‌دار است نیز می‌تواند تقویت‌کننده‌ی این نظریه باشد.



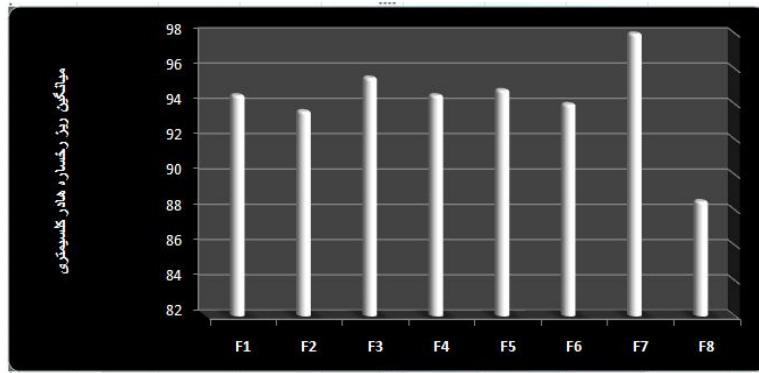
شکل ۱۳. مدل رسوبی و توزیع ریزرخساره‌های نهشته‌های کرتاسه زیرین در ناحیه معدن دهرخ، جنوب غرب اصفهان

ارتباط بین رخساره‌ها و درصد کربنات کلسیم نهشته‌ها

همچنانکه در بخش بالا ذکر شد ریزرخساره‌های مختلف به میزان یکسان خالص نیستند، بلکه ریزرخساره F8 یعنی ریزرخساره‌ی آرژیلیت پکستون به دلیل بالا رفتن ذرات رس آواری در آن کمترین خلوص را دارد و ریزرخساره‌ی F7 یعنی ریزرخساره‌ی اسفنج فلوتستون دارای بیش‌ترین خلوص است. درصد کربنات کلسیم ریزرخساره‌های دیگر نیز در نمودار شکل ۱۴ آورده شده است. بر اساس این اطلاعات می‌توان نتیجه گرفت که ریزرخساره‌های دانه‌پشتیبان نسبت به ریزرخساره‌های گل پشتیبان خلوص کمتری دارند و مهم‌تر اینکه ورود ذرات آواری در زمان تشکیل ریزرخساره‌ها در محیط به شدت خلوص رخساره‌ها را دچار نقصان می‌نموده است.

ارتباط بین ویژگی‌های معدنی نهشته‌های کرتاسه‌ی زیرین معدن دهرخ با ویژگی‌های رخساره‌ای و محیطی آن‌ها

یکی از مهم‌ترین اهداف این تحقیق تعیین ارتباط توصیفی بین مهم‌ترین ویژگی معدنی با ویژگی‌های ریزرخساره‌ای، محیطی نهشته‌های کرتاسه زیرین معدن دهرخ بوده است. مهم‌ترین ویژگی معدنی سنگ‌های این معدن بالا بودن میزان کربنات کلسیم و به اصطلاح خلوص سنگ‌های آهکی آن است. آزمایش کلسی‌متری که بر روی تعداد ۳۰ نمونه از سنگ‌های توالی مورد آزمایش انجام گرفت (جدول ۱) به وضوح میزان این خلوص را به اثبات می‌رساند. با این وجود درجات خلوص در طول توالی متفاوت بوده است که علت این تفاوت در زیر تحلیل می‌شود.



شکل ۱۴. میزان میانگین کربنات کلسیم در ریزرخساره‌ها سنگ‌های کرتاسه زیرین منطقه معدنی ده‌سرخ، جنوب غرب اصفهان

می‌توان گفت نسبت به بخش‌های عمیق‌تر رمپ (یعنی بخش حوضه) و بخش‌های کم عمق‌تر آن (یعنی رمپ داخلی) این بخش شرایط مساعدتری برای ایجاد خلوص در نهشته‌های کربناته کرتاسه زیرین را داشته‌اند. به همین دلیل مشابه چنین معادنی در مناطق دیگر اصفهان که عمدتاً از سنگ‌های کربناته کرتاسه زیرین مربوط به رمپ داخلی تشکیل شده‌اند یافت نمی‌شود.

نتیجه‌گیری

- در این مطالعه تعداد ۸ رخساره کربناته مورد ارزیابی و شناسایی قرار گرفته است.
- توالی مزبور بر اساس شواهد صحرایی و آزمایشگاهی به سه واحد سنگ‌چینه‌ای قابل تفکیک است.
- از این تعداد ۸ رخساره، ۲ رخساره اسفنج‌گرینستونی و ۳ رخساره اسفنج روداستونی و ۱ رخساره اسفنج فلوتستونی و ۲ رخساره اسفنج پکستونی می‌باشد.
- مدل رسوب‌گذاری پیشنهادی برای این رخساره یک مدل رمپ کربناته می‌باشد.
- این مدل دارای ۲ بخش outer Ramp و Mid Ramp که در بخش رمپ خارجی، رخساره‌ی آرژیلیت پکستون و در بخش رمپ میانی رخساره‌های اسفنج رودستون‌ها، اربیتولینا اسفنج رودستون، رودیست اسفنج روداستون، اسفنج فلوت‌استون، اسفنج‌گرین‌استون‌ها، اسفنج پورلی و اشد‌گرین‌استون، اسفنج پک‌استون می‌باشد.
- کلسی‌متر نمونه‌های مربوط به این نهشته‌ها خلوص خوبی را از نظر درصد کربنات کلسیم نشان می‌دهد که مهم‌ترین ویژگی معدنی آن‌ها محسوب می‌شود.

ارتباط بین محیط رسوب‌گذاری و درصد کربنات کلسیم نهشته‌ها

از آنجاکه ویژگی ریزرخساره‌ها تابع شرایط محیط رسوب‌گذاری آن‌هاست، بنابراین می‌توان با استناد به نوع ریزرخساره‌هایی که در هر محیط تشکیل می‌شود، شرایط آن محیط را جوابگوی ویژگی‌های نهشته‌های مربوط به آن ریزرخساره و حتی ویژگی‌های معدنی آن دانست. اطلاعات این تحقیق نشان داد که نهشته‌های کرتاسه زیرین در معدن ده‌سرخ در دو زیر محیط رمپ خارجی و رمپ میانی نهشته شده‌اند. ریزرخساره F8 که کمترین میزان کربنات کلسیم را به خود اختصاص داده است در زیر محیط رمپ خارجی تولید می‌شده است (شکل ۱۳). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که شرایط این زیر محیط برای تولید نهشته‌های خالص مناسب نبوده است. با توجه به اینکه مهم‌ترین ویژگی این زیر محیط قرارگیری آن در زیر خط اثر امواج طوفانی است می‌توان نتیجه گرفت که آرامش موجود در آن اجازه داده است که ذرات آواری همی‌پلاژیک به صورت معلق در این زیر محیط رسوب نموده و خلوص نهشته‌ها را پایین بیاورند. از طرف دیگر ریزرخساره‌ی F7 که حاوی بیش‌ترین درصد کربنات کلسیم است در بخش رو به دریای زیر محیط رمپ میانی تولید می‌شده است، بنابراین می‌توان گفت که چون حمل مجدد ذرات از نواحی بالا دست به این بخش کمتر بوده است بنابراین باعث گل-پشتیبان شدن آن گشته و همین امر ایجاد خالص‌ترین نهشته‌های کربناته را در این بخش از مدل (شکل ۱۳) سبب شده است. این بخش چون در بالاتر از خط اثر امواج طوفانی نیز قرار دارد به دلیل وجود تناوب انرژی در آن نمی‌توانسته به اندازه زیر محیط رمپ خارجی برای نشست ذرات همی‌پلاژیک آواری مناسب باشد. به هر حال در کل

- [4] Burchette TP., Wright .VP (1992) Carbonate ramp depositional systems .J. Sedimentary Geology. 79: 3-57.
- [5] Dunham RJ (1962) Classification carbonate rocks according to depositional texture, in: Ham, WE (Ed). Classification of carbonate rocks AAPG, Mem. 1:108-121
- [6] Dickson. JAD (1965) Carbonate identification and genesis as revealed by staining.J. sedimentary petrology. 36(2): 491-505.
- [7] Emby AF. ,klovan JE (1971) A late Devonian reff tract on northcaterri banks Island. Norh west Territories ball. J. petrol , 19: 730-781
- [8] Folk.RL (1961) Spectral Subdivision of Limestone typesin : Classification of carbonate rocks. 6Journal of American, Association. Petroleum Geology. L: 62-64p.
- [9] Flügle E (2010) Microfacies of carbonate rocks Analysis interpretation and Application Edition. Springer Berlin-Heidelberg publishing, 302-49 1p.
- [10] Grabau AW (1913) On the classification of sedimentary rocks. Journal of geology, 33:62 - 84
- [11] Lasemi .Y (1980) Carbonate Microfacies and Depositional Environment of the Kinkaid Formation(Upper Mississippian) of the Illinios Basin:PhD Thesis University of Illinios, U.S.A., 139P.
- [12] Middltone .G.V (1973) Walther,s law of the correlation of facies, Geol. Soc. Of Amer, Bull. No:39.84: 979- 988.
- [13] Stow. AV (2005) Sedimentary rocks in the field (colures guide): Manson publishing, 320p.geology, 33:62
- [14] Schlager.W. (2005) Carbonate sedimentology and sequence stratigraphy of rocks, the leading Edge, geologic colum: 51-75
- [15] Tucker M. E Wrigh ,V. P (1990) Carbonate Sedimentology, Published by Black Well Scientific, 480p.
- [16] Tucker M .E (2003) Sedimentary Rocks in the Field: 3rd Edition, Willey, 234P.
- [17] Wilsonn .JL (1975) Carbonate facies in Geological history. Springer- verlag berlin. 47IP.
- [18] Walker.R.G (1983) Facies model. Geoscience Canada publ. 211p
- [19] Wright. Vp (1992) Arevised classification of limestone. Jornal of Sedimentary geology, 76:77- 186.
- [20] Zahedi M (1976) Explanatory text of the Esfahan quadrangle map 1:250000, Geol. Surv. Iran, F8, 49p.

- تغییرات نسبی خلوص نشان می‌دهد که خالص‌ترین ریزرخساره، ریزرخساره F7 است که علت آن فراوانی گل کربناته و کمبود آلوم و نیز ذرات آواری رسی است.

- کمترین خلوص را ریز رخساره F8 دارد که علت آن درصد بالای ذرات آواری رسی در آن است.

- مقایسه نتایج کلسی‌متری با محیط رسوبی ریز رخساره-ها نشان داد که بخش دور از منشأ رمپ میانی بهترین شرایط و بخش رمپ خارجی بدترین شرایط را برای ایجاد خلوص در این منطقه دارا بوده است.

تقدیر و تشکر

آنچه از بن جان می‌آید آن است که از صمیم قلب از همکاری صادقانه و کوشش خالصانه شما در راستای هدایت و ارشاد بنده تقدیر و تشکر نمایم. دلسوزی تلاش و کوشش شما عزیزان حقیقتاً قابل ستایش است. هم‌چنین مراتب امتنان خویش را نسبت به دکتر کنگازیان استاد محترم گروه زمین‌شناسی دانشگاه خوراسگان به خاطر همکاری ایشان در اصلاح مقاله اعلام می‌دارم. از داوران ارجمند که نقش مهمی در بهتر شدن نوشتار و محتوی مقاله داشتند صمیمانه قدردانی شده و هم‌چنین از همه مسئولین اجرایی، خانم مهندس صحرارو و سایر عزیزان دست اندرکار مجله یافته‌های نوین زمین‌شناسی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان به خاطر پی‌گیری‌های امور مربوطه در امر پذیرش، داوری و... کمال تشکر را دارم. آرزومندم ذات اقدس احدیت شما خوبان را در مسیر تحقق اهداف متعالی در کنف الطاف خاصه خویش قرار دهد.

منابع

- [۱] خسروتهرانی، خ (۱۳۸۶) کتاب رخساره‌های میکروسکوپی، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران ص ۱۸۹، ۳۹، ۳۶.
- [۲] دلالی‌اصفهانی، م (۱۳۸۹) تهیه نقشه توپوگرافی منطقه معدنی ده سرخ.
- [۳] سازمان زمین‌شناسی کشور (۱۳۵۱) نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، شهرضا.

Mining characteristic and its relationship to the microfacies and sedimentary environment of the lower Cretaceous succession in the Deh-Sorkh mine, (Southwestern of Esfahan)

Z. Talebi ^{*1}, A. Kangazian ¹ and A. Nasr Isfahani¹

1- Dept. of Geology, Islamic Azad University, Isfahan Branch (Khorasgan)

* zahratalebi128@yahoo.com

Recieved: 2015/5/19

Accepted: 2016/1/15

Abstract

To determine the relationship between the mining and sedimentology characteristics of carbonate deposits of Lower Cretaceous (Aptian) in Deh-Sorkh mine of Isfahan, a section with thickness of about 182 meters, was studied. According to field studies and lithological characteristics of this succession, it can be separated into three different lithostratigraphic units. The first unit (E1 unit) is composed of thin to medium bedded, gray fossiliferous limestones, the second unit (E2) consists of interbedded limestone and medium to thick clayey limestone beds; and, the third unit (E3) is composed of medium to thick bedded limestone with macrofossils. Microscopic examination of thin sections led to the identification of eight carbonate microfacies consist of two grainstone microfacies, two packstone microfacies, three rudstone microfacies and a floatstone microfacies. These microfacies deposited in different parts (mid ramp and beginning of the outer ramp) of a carbonate ramp with moderate to high energy. Comparison of calcimetry results with sedimentary environment results and microfacies showed that the distal portion of mid ramp had the best conditions and the outer ramp had the worst conditions to establish "calcium carbonate purity" in the carbonate rocks of this region.

Keywords: Lower Cretaceous (Aptian), microfacies, Carbonate rocks, Carbonate ramp