

میکروفاسیس ها و محیط رسوبی بخش کربناته سازند قلعه دختر واقع در کوه بیرگ (جنوب شهرستان سرایان، خراسان جنوبی)

عایشه سلمانی^۱، غلامرضا میراب شبستری^۲، محمدحسین آدابی^۳، سید علی آقائاتی^۴

۱- دانش آموخته رشته زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- استادیار دانشگاه بیرجند

۳- استاد دانشگاه شهید بهشتی تهران

۴- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۱/۲۰ تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۶/۲۵

چکیده

هدف از انجام این تحقیق، تعیین میکروفاسیس ها و محیط رسوبی بخش کربناته سازند قلعه دختر (ژوراسیک میانی تا بالایی) براساس مشاهدات صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی می باشد. منطقه مورد مطالعه در کوه بیرگ واقع در جنوب شهرستان سرایان (استان خراسان جنوبی) قرار دارد. ضخامت توالی مذکور در برش مورد مطالعه ۱۸۸ متر است که بیشتر شامل آهک هایی از نوع وکستون بایوکلستی حاوی سوزن اسفنج، وکستون اینتراکلستی/اوولیتی، پکستون پلونییدی، پکستون اینتراکلستی، وکستون اینتراکلستی/بایوکلستی و وکستون جلبکی می باشد. براساس مطالعات پتروگرافی قطعات اسکلتی سازند قلعه دختر در برش مورد مطالعه از قطعات خارپوست، براکیوپود، سوزن اسفنج، جلبک ها، مرجان ها و فرامینیفرها و همچنین پلوییدها، اینتراکلست ها و آنکوئید ها به عنوان ذرات غیر اسکلتی تشکیل شده است. به طور کلی هفت میکروفاسیس مربوط به محیط های دریای باز، سد و لاگون شناسایی گردیده است. بر اساس اطلاعات به دست آمده می توان نتیجه گرفت که در منطقه مورد مطالعه بخش کربناته سازند قلعه دختر در یک پلاتفرم کربناته دریایی از نوع فلات حاشیه دار نهشته شده است.

واژگان کلیدی: سازند قلعه دختر، کوه بیرگ، شرق ایران، میکروفاسیس، پلاتفرم کربناته

مقدمه

نام این سازند از قلعه دختر واقع در غرب شهرستان بشرویه (مشرق ایران) گرفته شده است [1]. سازند قلعه دختر در برش نمونه بر روی سازند بغمشاه به سن ژوراسیک میانی قرار دارد و پس از آن سازند اسفندیار به سن ژوراسیک بالایی بر روی آن قرار گرفته است. برش مورد مطالعه در کوه بیرگ (جنوب غربی شهر سه قلعه- جنوب شهرستان سرایان) قرار دارد. شهرستان سرایان در شمال غربی استان خراسان جنوبی واقع است. در این مطالعه میکروفاسیس ها و محیط رسوبی تشکیل دهنده بخش

این نمونه ها به روش دیکسون به وسیله محلول آلیزاین قرمز و فروسیانید پتاسیم رنگ آمیزی شده و سپس با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان مورد مطالعه قرار گرفت [4]. نامگذاری سنگهای کربناته به روش [5,9] انجام گرفته است. بررسی رخساره ها و ارائه مدل رسوبی بر پایه قانون والتر [10]، تغییرات جانبی و عمودی رخساره ها با استفاده از روش [2,8,12,13,14] انجام شده است. برای تقسیم بندی رخساره ها از روش استفاده شده است [1,3,6,11]. لازم به ذکر است بسیاری از سازندهای ایران مرکزی تاکنون مورد مطالعه قرار نگرفته است. تا امروز هیچگونه مطلب منتشر شده ای درباره میکروفاسیس و محیط رسوبی بخش کربناته سازند قلعه دختر در این منطقه ارائه نشده است. بنابراین هدف این پژوهش شناسایی و معرفی واحد های لیتولوژیکی میکروفاسیس و محیط رسوبی سازند قلعه دختر در برش کوه بیرگ می باشد.

کربناته این سازند به ضخامت ۱۸۸ متر مورد بررسی قرار گرفته است.

منطقه مورد مطالعه در محدوده نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ بشرویه قرار دارد.

مختصات جغرافیایی قاعده برش اندازه گیری شده در کوه بیرگ ۲۲' ۱۷ و ۳۳ شمالی و ۱۸' ۳۷ و ۵۸ شرقی می باشد. این منطقه موسوم به کوه بیرگ و در ۷۴ کیلومتری جنوب غربی روستای سه قلعه در شهرستان سرايان واقع شده و برای دسترسی به آن می توان از جاده آسفالته سرايان- سه قلعه به طول ۲۴ کیلومتر استفاده کرد (شکل ۱ و ۲). در این پژوهش، پس از بررسی مقدماتی منطقه و انتخاب محل مناسب برای برداشت، مطالعات در طی چندین مرحله شامل جمع آوری اطلاعات، عملیات صحرائی، مطالعات آزمایشگاهی و تجزیه و تحلیل نهایی صورت گرفت. عملیات صحرائی در اردیبهشت سال ۱۳۸۸ در منطقه کوه بیرگ انجام شد و پس از سه بار عزیمت به منطقه حدود ۱۲۰ نمونه سنگی از برش مورد نظر برداشت شده و تعداد ۸۱ نمونه برای تهیه مقطع نازک میکروسکوپی انتخاب گردید. مقاطع نازک تهیه شده از



شکل ۲- دورنمایی از سازند قلعه دختر در منطقه کوه بیرگ جنوب غربی روستای سه قلعه (دید به سمت شرق)

چینه نگاری توالی ناحیه مورد مطالعه

سازند قلعه دختر به سن ژوراسیک بالایی در محل برش مورد مطالعه ۱۸۸ متر دارد. سازند قلعه دختر در برش نمونه بر روی سازند بغمشاه به سن ژوراسیک میانی قرار دارد و پس از آن سازند اسفندیار به سن ژوراسیک بالایی بر روی آن قرار گرفته است حد زیرین سازند قلعه دختر در منطقه مورد مطالعه توسط لایه های ماسه ای قرمز رنگ از بخش مارنی سازند قدیمی تر خود سازند بغمشاه جدا شده است (شکل ۳a). گذر مارن های بغمشاه به بخش ماسه سنگی که در پایین سازند قلعه دختر قرار دارد به صورت ناگهانی بوده و با تغییر های سنگ شناسی همراه است. حد بالایی نهشته های سازند قلعه دختر نشان دهنده سطح های فرسایشی است. لایه های رسوبی سازند قلعه دختر حالت طبیعی (نرمال) را دارند و لایه های قدیمی تر در زیر لایه های جوان تر

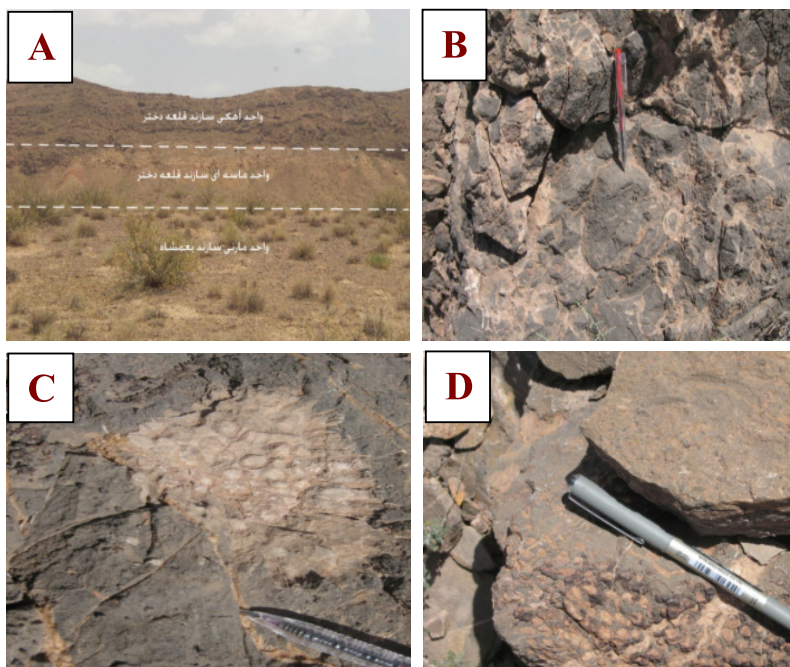
قرار دارند. جهت امتداد طبقات در مقطع مورد مطالعه شمال غرب- جنوب شرق است و جهت شیب لایه ها شمال شرق می باشد. شیب اغلب لایه ها در منطقه ۴۸ درجه اندازه گیری شده است.

بخش کربناته. این سازند در مقطع مورد نظر شامل لایه های آهکی ضخیم، متوسط، نازک لایه است، که شامل موارد زیر می باشند:

۷۴ متر آهک ضخیم لایه به رنگ خاکستری تیره حاوی فسیل های دوکفه ای، مرجان و آمونیت (شکل ۳b,c,d).

۵۴ متر آهک متوسط لایه دارای فرامینفر و جلبک های آهکی می باشد.

۶۰ متر آهک نازک لایه که به خاطر هماتی شدن به رنگ نارنجی تیره مایل به قرمز می باشد همچنین دارای فسیل بلمنیت و دوکفه ای است.

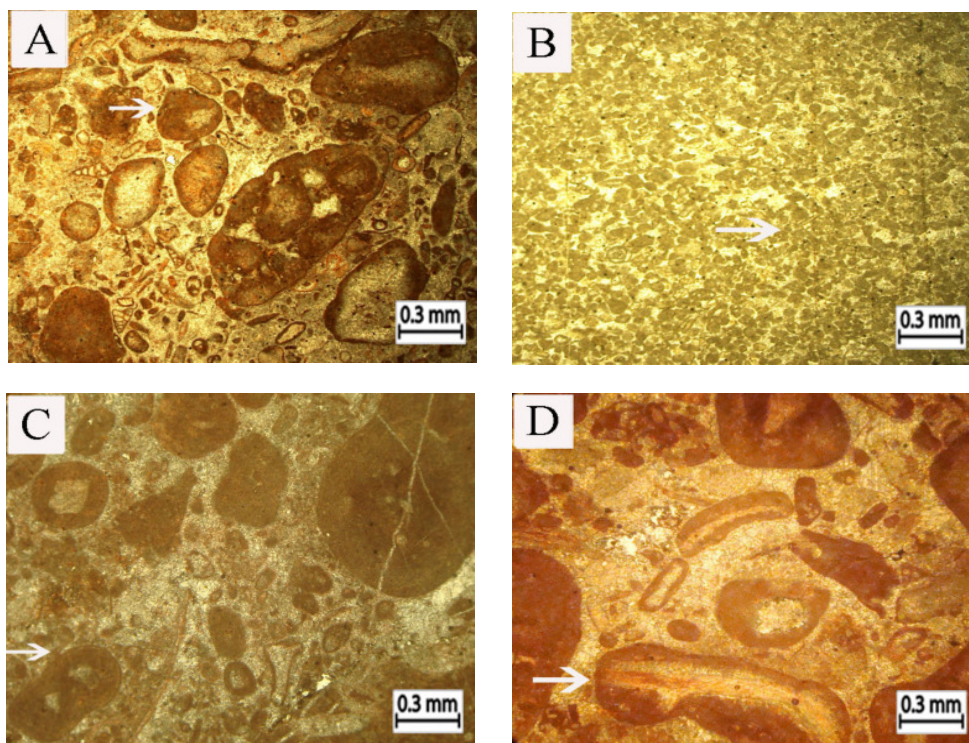


شکل ۳- A- مرز سازند قلعه دختر با سازند بغمشاه. B- آهک ضخیم لایه حاوی دوکفه ای. C- آهک ضخیم لایه همراه با فسیل مرجان. D- آهک ضخیم لایه همراه با فسیل آمونیت

اجزای اصلی سازنده سنگ های کربناته سازند قلعه دختر

مطالعه میکروسکوپی سازند قلعه دختر نشان می دهد که عناصر سازنده سنگ های کربناته از دو بخش اصلی یعنی سازندگان برج (اورتوکم) و سازندگان نابرجا (آلومک ها) تشکیل گردیده اند. سازندگان برج رسوباتی هستند که در داخل حوضه رسوبی ته نشست گردیده و شامل سیمان و ماتریکس می باشد.

سازندگان نابرجا شامل ذرات و دانه های کربناتی هستند که همزمان با رسوبگذاری تشکیل می گردند و دارای اجزای غیر اسکلتی (اینتراکلیست، پلت، ایپید، آنکوئید) (شکل ۴) و اجزای اسکلتی (براکیوپود خارپوست، سوزن اسفنج، بریزووتر، مرجان، جلبک فرامینفرهای بتتیک، میلیولیده) می باشد (شکل ۵).



شکل ۴- اجزای غیر اسکلتی، A- تصویر میکروسکوپی از دانه های اینتراکلیست که بعضی از آنها انحلال پیدا کرده اند و با سیمان پر شده و در اکثر قسمت های توالی سازند قلعه دختر از پایین تا بالا وجود دارند. B- تصویر میکروسکوپی از پلیویدها یا پلت که در بعضی از گوشه های عکس به صورت میکرایت دیده می شود. C- تصویر میکروسکوپی از دانه های ایپید که بیشتر میکرایتی شده اند و در بعضی از قسمت های توالی به صورت ایپید مرکب است. D- تصویر میکروسکوپی از آنکوئید که اطراف خرده های براکیوپود را در بر گرفته است

میکروفاسیس

بنابر تعریف میکروفاسیس عبارت است از مجموعه ویژگی های فسیل شناسی و رسوب شناسی که می توان از طریق مطالعه مقطع نازک سنگ، قطعه

سنگ صیقل داده شده و یا ورقه نازک سنگ آن ها را کسب نمود [8].

مطالعات سنگ شناسی و مقایسه عناصر تشکیل دهنده سنگ ها در هر مقطع نازک میکروسکوپی

در این میکروفاسیس ائید در حدود ۱۵ درصد و اینتراکلیست در حدود ۲۰ درصد وجود دارد. بایوکلست های موجود در این میکروفاسیس سوزن اسفنج در حدود ۱۵ درصد است. بعضی از دانه های ائید ساختمان متحدالمرکز خود را حفظ کرده اند و بعضی دیگر میکرایتی شده اند. این میکروفاسیس منطبق با میکروفاسیس استاندارد RMF14 فلوگل ویلسون می باشد و در کمربند رخساره ای ۶ ویلسون قرار دارد. فضای بین دانه ها توسط سیمان پر شده است. ضخامت این توالی ۱۲ متر می باشد. این میکروفاسیس مربوط به رخساره جلو سد می باشد (شکل ۷).

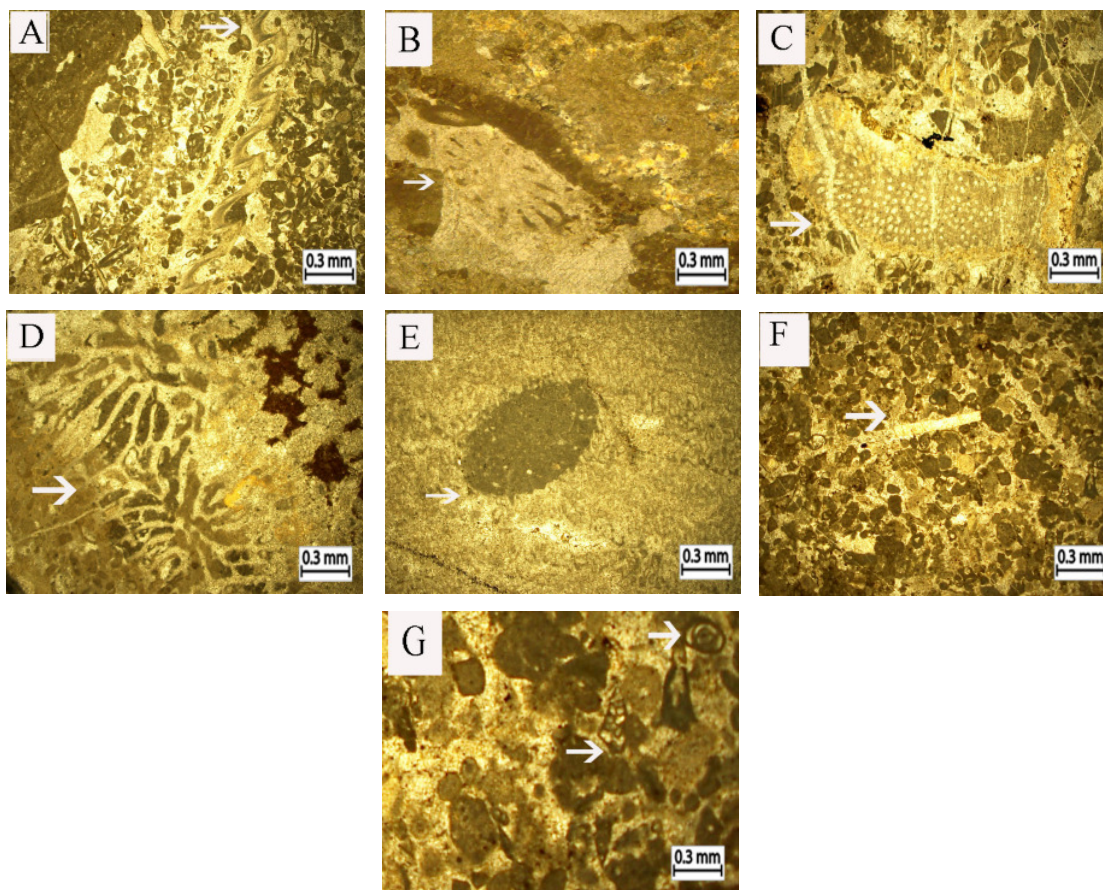
موجب وجه تشابه مقاطع نازک گردیده است. بدین منظور از روش های فلوگل استفاده شده و مقاطع میکروسکوپی مورد مطالعه قرار گرفته است [8,14]. بررسی دقیق مقاطع نازک میکروسکوپی و مشاهدات صحرائی، منجر به شناسایی ۷ میکروفاسیس مربوط به محیط لاگون (Lagoon) سدی (Barrier) و دریای باز (Marin Open) در توالی رسوبی سازند قلعه دختر در منطقه کوه بیرگ گردیده است.

میکروفاسیس های مربوط به دریای باز (Open Marine Microfacies):

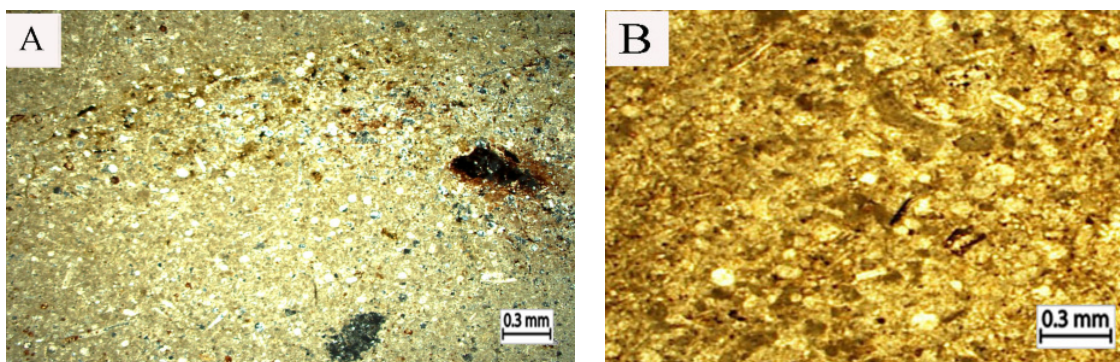
O1- بایوکلست وکستون حاوی سوزن های اسفنج
Bioclastic Wackestone (with sponge spicules)
مهم ترین آلوکم های تشکیل دهنده این میکروفاسیس، خرده های اسکلتی است که شامل مقاطع طولی و عرضی سوزن های اسفنج و مقادیری پلت است. از مشخصات دیگر این میکروفاسیس ماتریکس میکرایتی فراوان، وجود بایوکلست های دریای باز، عدم وجود بایوکلست های پلاژیک و ارتباط عمودی آن با میکروفاسیس های رخساره ای دریای باز است. این میکروفاسیس منطبق با میکروفاسیس استاندارد RMF1 فلوگل و ویلسون بوده و در کمربند رخساره ای شماره ۱ قرار می گیرد [14]. سنگ های این رخساره در صحرا از نظر ضخامت، متوسط لایه تا ضخیم لایه است (شکل ۶).

میکروفاسیس های مربوط به محیط سد (Barrier Microfacies):

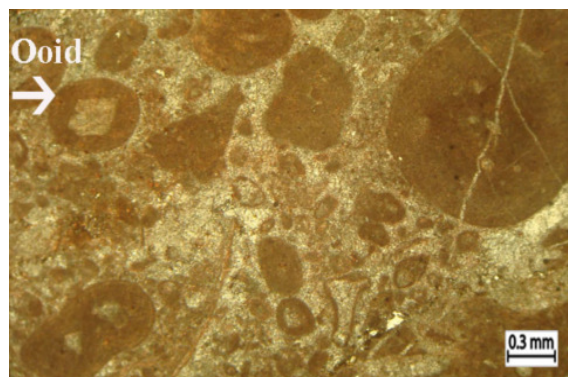
B1- وکستون اینتراکلیستی / اولیتی
(Intraclastic/ Oolitic Wackestone)



شکل ۵- A- تصویر میکروسکوپی از یک براکیوپود مفصل دار B- تصویر میکروسکوپی از یک قطعه خار پوست (خار اکتینوئید). C- تصویر میکروسکوپی از یک بریوزوئر روزنه دار. D- تصویر میکروسکوپی از مرجان از نوع *Polygonella* sp. E- تصویر میکروسکوپی از جلبک از نوع *Protoglobigerina*. F- تصویر میکروسکوپی از سوزن اسفنج، G- میلیولیده و فرامینیفر بتیک از نوع *Textularia*



شکل ۶- A- شامل مقطع عرضی سوزن اسفنج، پلت، که همراه آن ها کانی های اپاک و اکسید آهن است مشاهده شده است. B- شامل مقاطع طولی و عرضی اسپیکول اسفنج (سوزن های اسفنج) و مقادیری پلت است



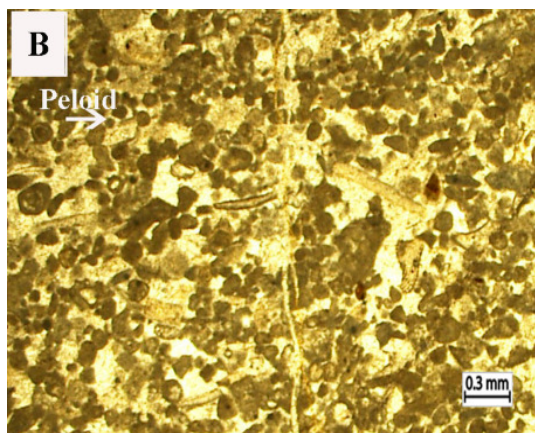
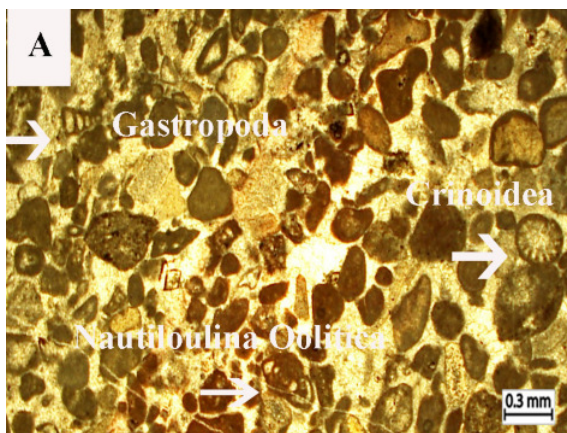
شکل ۷- در این شکل ایده‌های مرکب، ایده‌هایی که میکرایتی شده اند و ایتراکلیست مشاهده می شود

B2- پکستون / گرینستون ایتراکلیست دار

(Intraclastic Packstone/ Grainestone)

در این میکروفاسیس آلوکم اصلی تشکیل دهنده ایتراکلیست با فراوانی ۳۰ درصد است. پلت در حدود ۶ درصد و ائید به میزان کمتر وجود دارد. بایوکلیست های تشکیل دهنده این میکروفاسیس میلیولیده، قطعات خارپوست، گاستروپود است.

دور دانه ها را پوشش میکرایتی در بر گرفته است. در فضای بین دانه ها بلور های رومبوهدری دولومیت وجود دارد. این میکروفاسیس قابل مقایسه با میکروفاسیس استاندارد ۱۱ ویلسون و فلوگل است و مربوط به کمر بند رخساره ای FZ6 ویلسون است. ضخامت این توالی ۲/۵ متر می باشد (شکل ۸).

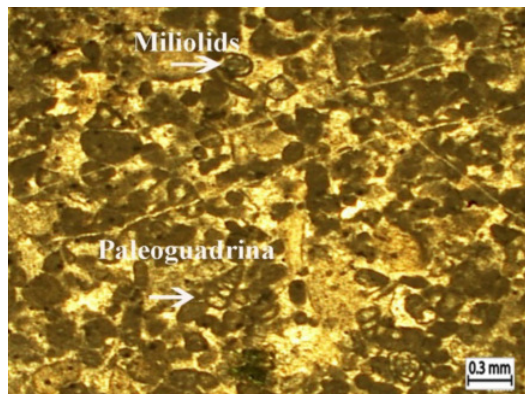


شکل ۸- A- قطعات خارپوست (کرینئید)، گاستروپود، فرامینیفر از نوع *Nautiloculina oolitea* و ایتراکلیست در یک زمینه سیمانی قرار گرفته است. B- خرده های دوکفه ای، پلت و ایتراکلیست در یک زمینه سیمانی قرار دارد

دوکفه ای از اجزای تشکیل دهنده رخساره جلوی سد است.

۱- در میکروفاسیس B1 دانه های درشت ائید ایتراکلیست به همراه ذرات درشت اسکلتی از قبیل

میکروفاسیس استاندارد ۱۸ فلوگل ویلسون بوده و در کمر بند رخساره ای Fz7 قرار می گیرد (شکل ۹) [14].



شکل ۹- اجزای تشکیل دهنده این میکروفاسیس بیشتر شامل فرامینفرهای بنتیک از نوع Paleoguardrina و میلیولیده به همراه پلت است که در یک زمینه میکرایتی قرار گرفته اند

L2- پکستون اینتراکلاست دار (Intraclastic Packstone)

آلوکم اصلی تشکیل دهنده این رخساره اینتراکلاست در حدود ۳۰ درصد می باشد و میزان پلت در این رخساره ۱۰ درصد است. بایوکلاست های تشکیل دهنده این رخساره فرامینفر های بنتیک از نوع Paleoguardrina، سوزن اسفنج و میلیولیده است. فشار مکانیکی بر روی دانه ها تاثیر گذاشته و باعث شده که دانه ها تماس هایی از نوع محذب، مقعر و نقطه ای داشته باشند.

این میکروفاسیس منطبق با میکروفاسیس استاندارد شماره ۵ فلوگل ویلسون بوده و در کمر بند رخساره ای Fz-4 جای دارد (شکل ۱۰) [14].

۲- در میکروفاسیس B2 قطعات اینتراکلاست موجود به صورت تقریباً نیمه گرد شده و دارای جور شدگی متوسط تا ضعیف هستند.

عدم وجود ماتریکس نشان دهنده وجود انرژی در محیط می باشد که میزان آن به قدری بوده است که توانسته ذرات ریز را شسته و از محل دور کند.

وجود مقدار کم ماتریکس گلی وجود مقادیر زیاد اینتراکلاست گرد شده و نیمه گرد شده با جور شدگی خوب و پر شدن حفرات توسط سیمان همچین وجود قطعات و خورده های اکینودرم و دوکفه ای نشان انرژی بالای محیط دارد که باعث شستشوی ماتریکس گلی و رسوبگذاری سیمان بین ذرات شده است.

این میکروفاسیس قابل مقایسه با میکروفاسیس استاندارد ۱۱ فلوگل ویلسون است و مربوط به کمر بند رخساره ای Fz6 بوده که در ناحیه بالای سطح اثر امواج تشکیل می شود.

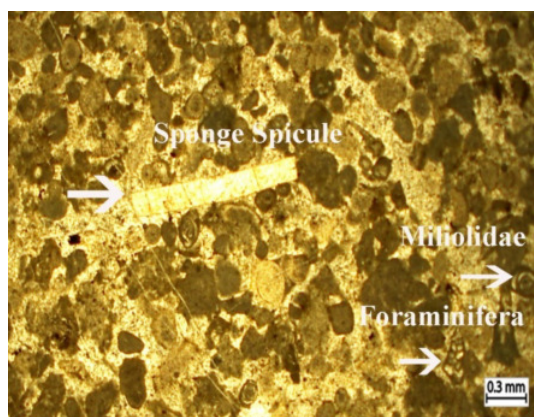
میکروفاسیس های مربوط به محیط لاگون (Lagoonal Microfacies)

L1- پکستون پلوئید دار (packstone peloidal)

آلوکم اصلی در این میکروفاسیس پلت در حدود ۶۰ درصد است. این میکروفاسیس در صحرا به صورت نازک تا متوسط لایه است. فضای بین دانه ها را میکرایت در بر گرفته است.

بایوکلاست های در برگیرنده این رخساره فرامینفر های بنتیک و میلیولیده است که فرامینفر ها توسط رگه ها شکسته شده اند.

در برخی از نمونه ها جانشینی دولومیت به جای کلسیت رویت شده است. این میکروفاسیس منطبق با

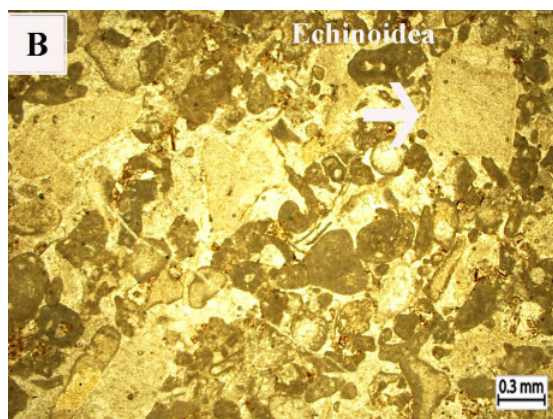
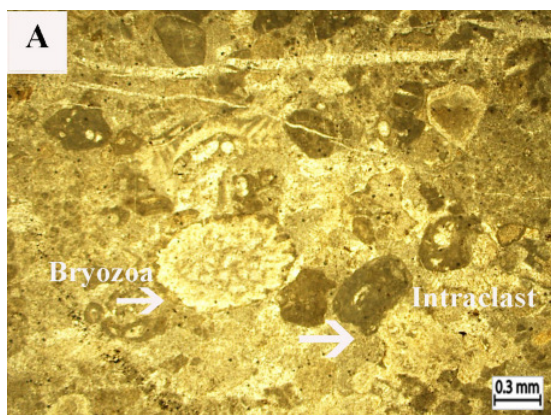


شکل ۱۰- اجزای تشکیل دهنده این میکروفاسیس شامل سوزن اسفنج، میلیلیده و فرامینیفر بتیک از نوع *Paleoguardina* همراه آن ها پلت در حدود ۳۰ درصد و ایتراکلاست می باشد

این میکروفاسیس منطبق با میکروفاسیس استاندارد شماره ۹ فلوگل ویلسون می باشد و در کمر بند رخساره ای Fz7، Fz2 قرار می گیرد (شکل ۱۱) [14].

L3- وکستون ایتراکلاستی / پلوئیدی بایوکلست دار (Bioclastic/Intraclastic, peloidal Wackestone)

آلوکم اصلی تشکیل دهنده این رخساره پلت در حدود ۱۵ درصد و ایتراکلاست در حدود ۲۰ درصد می باشد و بایوکلست های تشکیل دهنده این رخساره براکیوپود، بریوزوئر و اکیئوئید است. فضای بین دانه ها توسط میکرایت پر شده است.

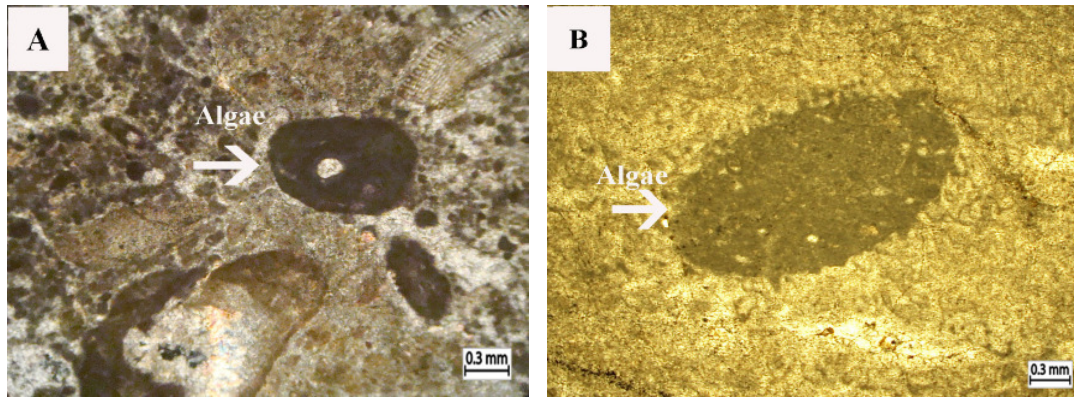


شکل ۱۱- A- اجزای تشکیل دهنده این میکروفاسیس مقطع عرضی از یک بریوزوئر *Microproblematica* به همراه پلوئید و ایتراکلاست در یک زمینه میکرایت. B- اجزای این میکروفاسیس خرده های دوکفه ای، اکیئودرم، ایتراکلاست، پلت، میکرایت

این میکروفاسیس منطبق با میکروفاسیس استاندارد شماره ۸ [14,17] و در کمربند رخساره ای [14] قرار می گیرد (شکل ۱۲).

L4- بایوکلیست وکستون حاوی جلبک (Bioclastic Algal Wackestone)

آلوکم اصلی تشکیل دهنده این میکروفاسیس جلبک در حدود ۶۰ درصد و پلت به میزان کم است.



تصویر ۱۲- A- جلبک Cyanophyceae به همراه پلت در یک زمینه میکرایت. B- جلبک از نوع Protoglobigerina است

برای سازند قلعه دختر به صورت یک دیاگرام سه بعدی رسم شده است. در این مدل در مجموع سه محیط رسوبی دریای باز (Openmarine)، سد (Barrier) و لاگون (Lagoon) که نشان دهنده یک پلاتفرم کربناته از نوع حاشیه دار می باشد، نشان داده شده است (شکل ۱۵ و ۱۴).

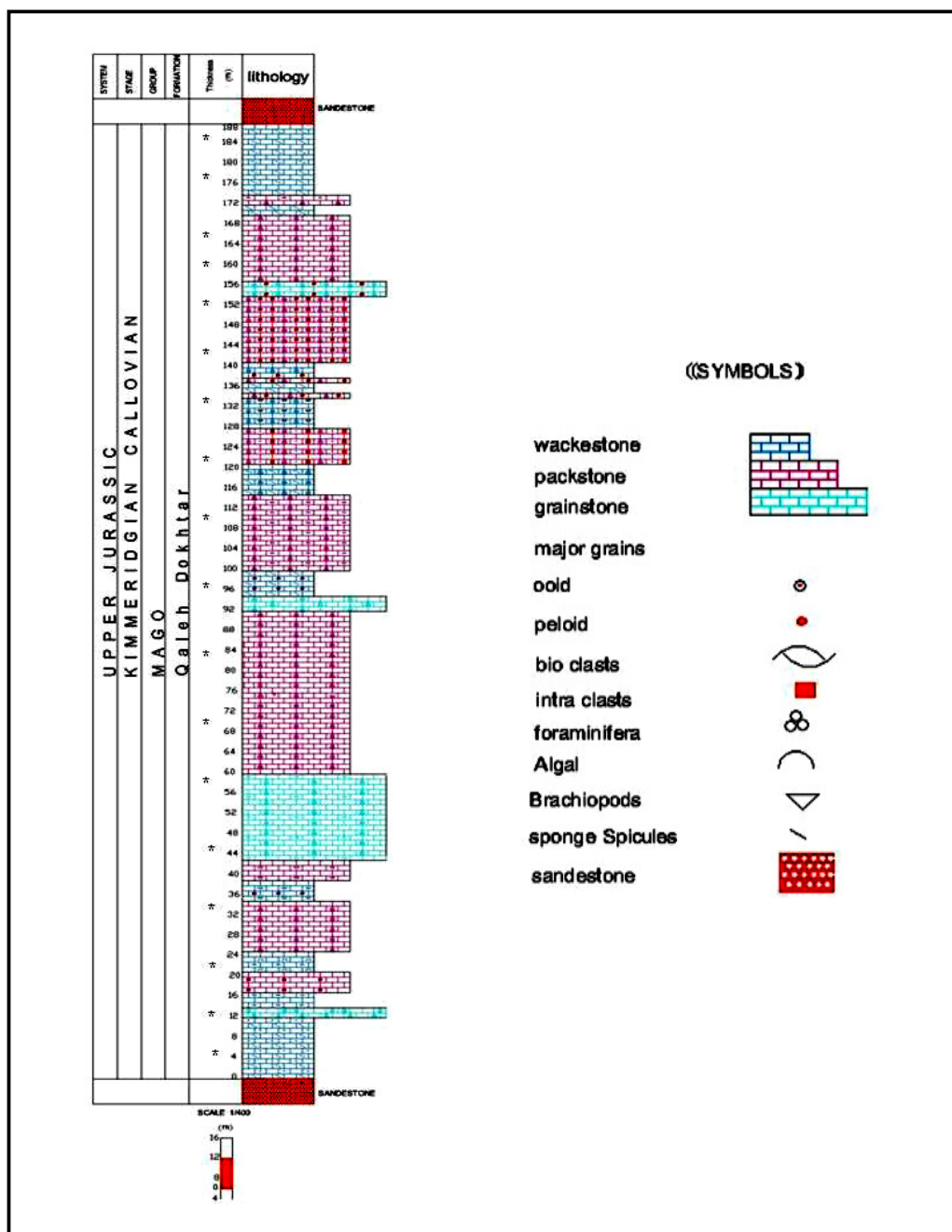
۱- زیر محیط دریای باز (Open Marine) میزان انرژی در این محیط از کم تا متوسط تغییر می کند در قسمت های عمیق تر، کم اما در قسمت سد افزایش می یابد. میکروفاسیس O1 مربوط به بخش های انتهایی دریای باز می باشد.

۲- زیر محیط سد (Barrier) این زیر محیط دارای بالاترین میزان انرژی است میزان انرژی در قسمت های جلوی سد کمتر بوده به سمت بدنه اصلی سد افزایش می یابد لذا آلوکم ها

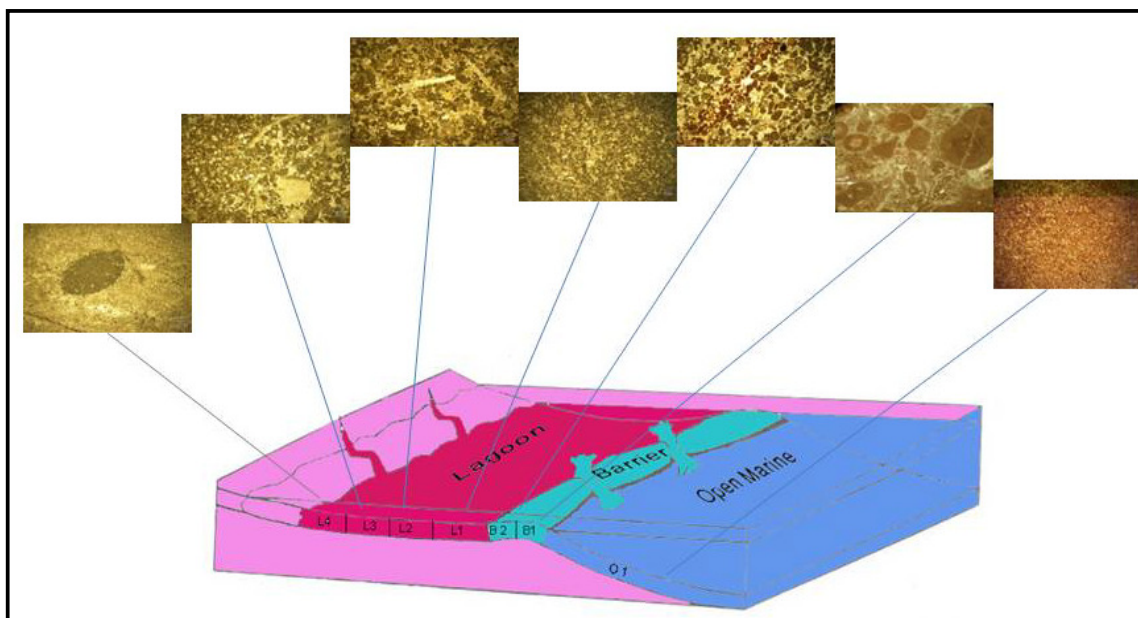
تفسیر میکروفاسیس های مربوط به محیط لاگون محیط لاگون نسبت به منطقه دریای باز دارای عمق کمتری است و به دلیل تشکیل سدهای بیوکلیستی افت چشم گیری در میزان انرژی این قسمت بوجود می آید. در این سازند مجموعه رخساره ای چون پلت، میلیولیده، جلبک، گاستروپود و همچنین میکرایت موجود در بین ذرات حاکی از ته نشست این رخساره ها در یک محیط آرام، کم انرژی و دور از دسترس امواج می باشد. پلت ها بیشتر حالت مدور داشته و جورشدگی را نشان می دهند این نوع پلت ها غالباً از نوع پلت های مدفوعی هستند. مدل رسوبی سازند قلعه دختر در منطقه مورد مطالعه بر اساس مطالعه مقاطع نازک میکروسکوپی و تشخیص انواع میکروفاسیس ها و ارتباط عمودی و جانبی آن ها و تلفیق آن با مشاهدات صحرائی و با مقایسه آن ها با محیط های امروزی، مدل رسوبی پیشنهادی

دارای انرژی کم تا متوسط است که در قسمت های پشت سد بیشتر بوده و همراه با کاهش عمق از میزان انرژی نیز کاسته می شود. میکروفاسیس L1,L2,L3,L4 مربوط به این زیر محیط می باشد.

معمولا دارای جورشدگی خوب بوده و در یک زمینه اسپارایتی پراکنده اند. میکروفاسیس B1 و B2 به این زیر محیط تعلق دارد.
۳- زیر محیط لاگون (Lagoon)



شکل ۱۳- ستون میکروفاسیس های سازند قلعه دختر در منطقه کوه بیرگ (محل نمونه برداری با علامت ستاره بر روی ستون مشخص شده است)



شکل ۱۴- مدل رسوبی مفروض برای بخش کربناته سازند قلعه دختر در برش کوه بیرگ

Open marine	Barrier	Lagoon
O 1	B 1 B 2	L 1 L 2 L 3 L 4
Bioclastic Wackestone) (with sponge spicules)	(Intraclastic / Oolitic Wackestone) (Intraclastic Packstone Grainstone)	(peloidal packstone) (Intraclastic Packstone) (Bioclastic/ peloidal Wackestone) (Bioclastic Algal Wackestone)

شکل ۱۵- برش عرضی مدل رسوبی بخش کربناته سازند قلعه دختر در کوه بیرگ

در استان خراسان جنوبی نتایج زیر حاصل گردیده است. بخش کربناته سازند قلعه دختر به سن ژوراسیک بالایی در برش کوه بیرگ شامل آهک های

نتیجه گیری

بر اساس مطالعات صحرایی و میکروسکوپی بخش کربناته سازند قلعه دختر در جنوب شهرستان سرايان

منابع

- ۱- درویش زاده، ع. (۱۳۷۰)، زمین شناسی ایران، انتشارات امیرکبیر، ۲۵۶ ص.
- ۲- لاسمی، ی. (۱۳۷۹)، رخساره ه ها محیط های رسوبی و چینه نگاری سکانسی نهشته سنگ های پرکامبری بالایی و پالئوزویک ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۸۰ ص.
- 3-Carrozi, A. V., (1989), Carbonate Rocks Depositional Modl: Prentice Hall, New Jersey, 604 p.
- 4-Dickson, J.A.D., (1965), A modified staining technique for carbonates in thin section. Nature, v. 205, 587 p.
- 5-Dunham, R. J., (1962) classification of carbonate rocks according to depositional texture in: simon, J. A. T., Scott, R. w., Masse, J-P., (eds.), Cretaceous carbonate Platforme: Am. Assoc. Petrel. Geol. Mem, v.1, pp108-121.
- 6-Embry, A. F. and Klovan, J. E., (1971) A late Devonian reef tract on Northeastrn Banks Islnd, Northwest territories, Bull.Cn. Petrol. Geol. 19, pp 730 – 781.
- 7-Flugel, E., (1982), Microfacies Analysis of Limestone, Springer Verlag, Berlin, 633 P.
- 8-Flugel, E., (2004), Microfacies of Carbonate Rocks. Springer-Verlag, Berlin, 976 p.
- 9-Folk, R. L., (1962) Spectral subdivision of limestone types, in: w. e. Ham (ed.), Classification of Corbonate Rocks, A Symposium: a. A. P. G. Mem: I, 62–84 pp.
- 10- Middleton, G. V., Johannes Walthers (1973), Law of the correlation of facies, Geol. Soc.of Amer. Bull., V. 84, No. 39, pp 979-988.
- 11- Lasemi, Y., (1980), Crbonate microfacies and depositional environment of the Kinkaid Formation (upper Mississipian) of the Illinios Basin: Ph.D. Thesis University of Illinios, U.S.A., 139 p.
- 12-Lasemi, Y., (1995), Platform carbonates of the Upper Jurassic Mozduran Formation in the Kopet Dagh Basin, NE Iran –facies, palaeoenviroments and sequence: Sedimentology Geology, V. 99, pp 151-164.
- 13-Tucker, ME., (1991), Sedimentary Petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 260 p.
- 14-Wilson, I.L., 1975, Carbonate Rocks in Geologic History. Springer-Verlag, Berlin, 471p.

خاکستری تا قهوه ای رنگ است که در بعضی از لایه ها ندول ها و لایه های چرتی مشاهده می شود و بیشتر این آهک ها از نوع پلویید پکستون ایتراکست پکستون، بایوکست وکستون است. ضخامت واقعی اندازه گیری شده بخش کربناته سازند قلعه دختر در منطقه مورد مطالعه بالغ بر ۱۸۸ متر است.

بررسی مقاطع نازک میکروسکوپی نشان می دهد که شرایط مختلف موجود در حوضه باعث ایجاد تنوع اجزای سازنده ای نظیر اجزای اسکلتی (براکیوپود جلبک، بریوزوئر، فرامینفرهای بتیک، میلیولیده مرجان ها) و اجزای غیر اسکلتی (شامل پلت ایتراکست، انید) شده است. که از بین اجزای اسکلتی تشکیل دهنده فرامینفرها، از نوع میلیولیده در قسمت های بالای توالی بیشتر مشاهده شده و در بین اجزای غیراسکلتی ایتراکست و پلت بیشتر مشاهده شده است. پس از تجزیه و تحلیل مقاطع نازک بر اساس ویژگی های بافتی و فراوانی اجزای تشکیل دهنده آن ها، تعداد هفت میکروفاسیس گوناگون از وکستون تا گرینستون تشخیص داده شده که در سه کمر بند رخساره ای دریای باز، سد و لاگون نهشته شده اند. میکروفاسیس دریای باز شامل بایوکست وکستون حاوی سوزن اسفنج می باشد. میکروفاسیس های مربوط به رخساره سد شامل وکستون ایتراکستی / اوولیتی و پکستون / گرینستون ایتراکستی می باشد. میکروفاسیس های مربوط به رخساره لاگون نیز شامل پکستون پلوییدی، پکستون ایتراکستی، وکستون ایتراکستی / بایوکستی و وکستون جلبکی می باشد. مدل رسوبی ارائه شده برای توالی مورد مطالعه به شکل یک پلتفرم کربناته از نوع فلات حاشیه دار (Rimmed Shelf) می باشد.

