

ریزر خساره‌ها، مدل رسوب‌گذاری و لیتواستراتیگرافی سازند قم، در ناحیه میانه - بستان آباد

ارسلان بخشی^۱، محسن لیاقت^{۲*}، امیر فیضی^۳

- ۱- کارشناس ارشد رسوب‌شناسی، کارشناس رسوب‌شناسی مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت
- ۲- کارشناس ارشد رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی دانشگاه شهید بهشتی تهران
- ۳- کارشناس ارشد چینه و فسیل‌شناسی، کارشناس چینه‌شناسی مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت

پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۲۰

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۴/۲/۱۲

چکیده

در ناحیه میانه - بستان آباد ۷ برش چینه‌شناسی از سازند قم به سن میوسن (اکیتانین - بوردیگالین)، مورد مطالعه قرار گرفت. این سازند که در جنوب و جنوب‌شرق منطقه (حوالی میانه در برش‌های سلیمانلو، بالش کندی، گندوقی و داداشی) عمدتاً دارای سنگ‌شناسی کربناته بوده و در بخش شمال‌غربی آن (حوالی بستان آباد در برش‌های ینگه‌جه، برنج‌آباد و ارشتناب) متشکل از رخساره‌های تخریبی است؛ که به سبب افزایش نرخ تامین رسوبات از خشکی به حوضه رسوبی، از سمت میانه به طرف بستان‌آباد ضخامت این سازند افزایش می‌یابد. بر اساس مطالعات چینه‌شناسی، این سازند در قاعده با ناپیوستگی به رسوبات قدیمی‌تر با سنین متفاوت را پوشانده، و در راس به ناپیوستگی موجود در مرز چینه‌شناسی با سازند قرمز بالایی منتهی می‌شود. با توجه به مطالعات رسوب‌شناسی در ناحیه، مدل رسوب‌گذاری این سازند یک شلف کربناته لبه‌دار با زون‌های مختلف از قبیل جزر و مدی، لاگون، سدی، کم عمق دریای باز، شیب و حوضه است. عمق حوضه رسوب‌گذاری به طرف شمال‌غرب افزایش می‌یابد. رسوبات توریدایتی، مربوط به محیط جلوی دلتا، در بخش شمال‌غرب ناحیه مورد مطالعه از این سازند احتمالاً به سبب رژیم تکتونیک کششی حاکم بر حوضه رسوبی در زمان رسوب‌گذاری و یا هورست و گرابن‌های ناحیه و عملکرد گسل‌ها، دارای ضخامت زیاد و غیرعادی هستند. مطالعات زمین‌شناسی نفت حاکی از گسترش سنگ مخزن خوب در کل ناحیه و گسترش سنگ پوشش بیشتر در شمال‌غرب ناحیه مورد مطالعه بوده است.

واژه‌های کلیدی: سازند قم، ریزرخساره، محیط رسوبی، میانه- بستان‌آباد

مقدمه

انجام شده در این سازند شرایط رسوب‌گذاری متنوعی در زمان تشکیل آن حکمفرما بوده که در مجموع می‌توان به رخساره‌های رودخانه‌ای، آواری و ولکانوکلاستی، پهنه جزرومدی، سکوی کربناته-تبخیری، رخساره‌های نواحی شیب و نهایتاً ریز-رخساره‌های نواحی عمیق دریای باز و حوضه اشاره نمود. نقشه هم ضخامت تهیه شده از رسوبات این سازند در منطقه مورد مطالعه نشان دهنده افزایش عمق حوضه رسوبی در زمان تشکیل این سازند از سمت جنوب غرب به طرف شمال شرق ناحیه بوده به طوری که این سازند در برش ینگه‌چه دارای عمیق‌ترین رسوبات و نیز بیشترین ضخامت است. هدف از این مطالعه بررسی رسوب‌شناسی و ارائه مدل رسوبی سازند قم در برش‌های عنوان شده است. لازم به ذکر است این پژوهش در ادامه مطالعات سازند قم می‌باشد که در غرب ایران انجام شده است. از آن-جایی که عمده مطالعات پیشین از سازند قم در زون ایران مرکزی صورت گرفته که در این پژوهش بخش‌های غربی ایران را نیز در بر می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

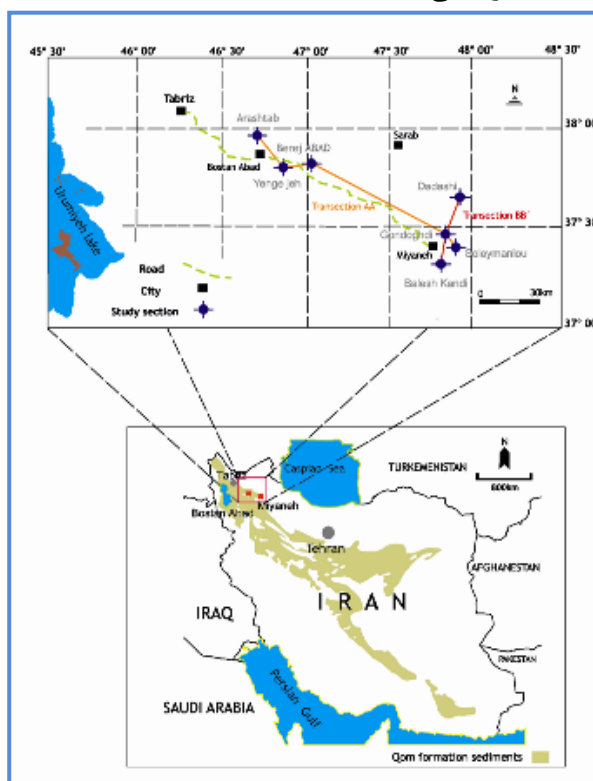
با مطالعه رسوب‌شناسی و فسیل‌شناسی ۴۸۰ مقطع نازک میکروسکوپی انتخاب شده به روش سیستماتیک (تاگر، ۲۰۱۱)، اقدام به تفکیک آلوکم‌ها، ریزرخساره‌ها، محیط‌های رسوبی و تعیین سن دقیق سازند قم در محدوده مورد بررسی گردید. سپس با تلفیق مشاهدات صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی و با توجه به سن نهشته‌های موجود اقدام به تطابق محیط رسوبی سازند قم در محدوده مورد مطالعه و ارائه مدل رسوبی گردید. همچنین ریزرخساره‌های کربناته، پتروفاسیس‌های آواری، محیط رسوبی این سازند و در نهایت مدل

رسوبات سازند قم دارای گسترش وسیعی در حوضه ایران مرکزی همچون حوضه‌های رسوبی قم و اصفهان-سیرجان بوده (اشتوکلین، ۱۹۷۴)، که از لحاظ سنگ‌شناسی متشکل از توالی‌های ضخیمی از رسوبات مارنی، سنگ آهک، تبخیری و آواری است (خسرو تهرانی، ۱۳۸۸) و طی سه چرخه رسوب‌گذاری بر جای مانده‌اند. این رسوبات عمدتاً در نواحی کوه‌های حاشیه جنوب دشت قم مانند کوه میل، دو چاه، دو برادر، نرداقی، خور آباد و شوراب با مختصر تغییرات سنگ‌شناسی جانبی رخنمون داشته و از لحاظ چین‌شناسی با سازند آسماری در حوضه رسوبی زاگرس هم‌ارز می‌باشد (درویش‌زاده، ۱۳۸۸). در مجموع سازند قم دارای ۹ عضو است که برش نمونه آن در حوالی شهر قم می‌باشد. این سازند، در تاقدیس سراج و نیز چاه شماره ۵ البرز به عنوان مخزن هیدروکربنی مورد توجه زمین‌شناسان نفت بوده است (گانسر، ۱۹۵۵) و در برش‌ها و حوضه‌های رسوبی مختلف توسط محققین و پژوهشگران متعددی مورد مطالعه واقع شده است. در مجموع ۷ برش چینه-شناسی از این سازند به ترتیب از جنوب شرق به طرف شمال غرب شامل: برش‌های بالش‌کندی با ۱۲۳ متر ضخامت، سلیمانلو با ۱۳۵ متر ضخامت، گندوقی ۱۰۱ متر ضخامت، دواداشی دارای ۳۵ متر ضخامت، برنج آباد، ینگه‌چه و ارشتاب به ترتیب با ۲۸۷، ۱۶۲۰ و ۱۶۶ متر ضخامت؛ انتخاب و نمونه‌برداری شدند. تغییرات شدید ریز-رخساره‌های رسوبی در این سازند نشان دهنده نوسانات سطح آب دریا در زمان رسوب‌گذاری بوده که با توجه به مطالعه ۷ برش سطح الارضی مدل رسوب‌گذاری در این سازند یک شلف کربناته شیب‌دار با زون‌های رخساره‌ای متفاوتی است (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱). بر اساس مطالعات

۴۶° تا ۴۸° ۰۰' ۰۰" طول شرقی و ۳۷° ۱۲' ۰۰" تا ۳۸° ۱۰' ۰۰" عرض شمالی در شمال غرب ایران، واقع در زون ساختاری ایران مرکزی با وسعت ۲۱۶۰۰ کیلومتر مربع واقع شده که در تقسیمات کشوری جزء استان آذربایجان شرقی محسوب می‌شود. ۷ برش سطح الارضی از این سازند از منطقه میانه تا بستان آباد (جنوب شرق به طرف شمال غرب) که توسط جاده اصلی آسفالتی میانه- تبریز قابل دسترسی هستند، مطالعه شدند (شکل ۱).

رسوبی آن ارائه شد، و به منظور درک بهتر محیط رسوبی و نیز تغییرات عمق حوضه یک نقشه ایزوپک نیز تهیه شد. در نامگذاری و توصیف ریز-رخساره‌های کربناته از تقسیم‌بندی (دانهام، ۱۹۶۲) استفاده شد. پتروفاسیس‌های آواری موجود به روش (فولک، ۱۹۶۲) رده‌بندی گردیدند. در تعیین ریزرخساره‌ها و تعیین زون‌های رخساره‌ای (Facies zones) مدل رخساره‌ای (ویلسون، ۲۰۱۳) به کار گرفته شد.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در مختصات جغرافیایی "۳۰' ۰۰"



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه: تصویر ۱) پراکندگی سازند قم در ایران (درویش‌زاده، ۱۳۸۸ و با کمی تغییرات)، تصویر ۲) نگاره‌های تطابقی پیشنهاد شده AA' و BB' به ترتیب در راستای جنوب شرقی- شمال غربی و جنوبی شمالی در ناحیه مورد مطالعه (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱).

جانبی در آن می‌توان مشاهده کرد (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱). برش بالش‌کندی در کیلومتر ۲۵ جاده میانه - زنجان قبل از سه راهی جمال-آباد در نزدیکی روستای بالش‌کندی قرار دارد. رسوبات مطالعه شده در این برش، که بر روی

بحث و نتایج

چینه‌شناسی سازند قم در ناحیه مورد مطالعه: سازند قم به دلیل شرایط ویژه حاکم بر حوضه در زمان تشکیل از رخساره‌های متنوعی تشکیل گردیده و تغییرات زیادی را به صورت عمودی و

اٹوسن (شکل ۲-ج) و حد بالایی آن پوشیده می‌باشد. برش دوداشی با ضخامت ۳۵ متر متشکل از ۲۰ متر رسوبات سازند قم است، به طوری که حد زیرین آن پوشیده و بر روی سنگ‌های ولکانیکی و سیاه رنگ اٹوسن واقع شده است (شکل ۲-چ). این برش که در جنوب روستای دوداشی قرار دارد متشکل از ۱۰ متر سنگ آهک رسی نازک لایه به رنگ سبز روشن حاوی پوسته‌های دوکفه‌ای و نیز اکسید آهن می‌باشد و ۱۰ متر انتهایی آن شامل سنگ آهک توده‌ای نودولار و کرم رنگ دارای مرجان جلبک قرمز و پوسته دوکفه‌ای است. برش ارشتاب که شمال شرقی‌ترین برش مطالعه شده می‌باشد در جنوب روستای دوداشی در مختصات جغرافیایی (۲۶' ۴۲" ۴۶° شرقی و ۲۴' ۵۷" ۳۷° شمالی) واقع شده است. ضخامت رسوبات در این برش در حدود ۳۵ متر است که ۲۰ متر آن به رسوبات کربناته سازند قم به سن بوردیگالین (شفیع زاده، ۲۰۱۰) تعلق دارند. حد زیرین این نهشته‌ها پوشیده بوده و سنگ‌های ولکانیکی و سیاه رنگ اٹوسن در زیر سنگ‌های مربوط به زمان بوردیگالین قرار دارند (شکل ۲-ح و خ). در این برش رسوبات زیرین سازند قم شامل ۱۰ متر آهک رسی نازک لایه به رنگ سبز روشن و کرم رنگ بوده که مرجان جلبک قرمز و پوسته دوکفه‌ای به وفور در آن وجود دارند. در برش برنج‌آباد، در ۶ کیلومتری جنوب روستای برنج‌آباد بعد از روستای تیکمه داش، این سازند از سه بخش که شامل: بخش کنگلومرای زیرین، بخش میکروکنگلومرا با میان لایه‌های ماسه‌ای و بخش آهکی تشکیل شده و بر اساس مطالعات (کلانتری، ۲۰۱۱) متعلق به اکتانین- بوردیگالین می‌باشند. ضخامت سازند قم در این برش ۲۸۷ متر بوده و حد زیرین آن پوشیده است (شکل ۲-د). در برش ینگه‌جه واقع در شرق بستان‌آباد، سازند قم متشکل از مارن با

نهشته‌های سازند قرمز زیرین قرار گرفته است (شکل ۲-الف)، ۱۲۳ متر ضخامت داشته (که ۱۱۳ متر آن به رسوبات سازند قم تعلق دارد) و شامل کنگلومرای پلی میکتیت قرمز رنگ با قطعاتی در اندازه پبل و نیمه گرد شده بوده و از پایین ستون چینه‌شناسی به سمت بالا قابل تقسیم به ۴ بخش: آهک زیرین، مارن زیرین، آهک بالایی، مارن و انیدریت می‌باشد (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱). در مجموع رسوبات این برش متعلق به زمان بوردیگالین (شفیع زاده، ۲۰۱۰) می‌باشند.

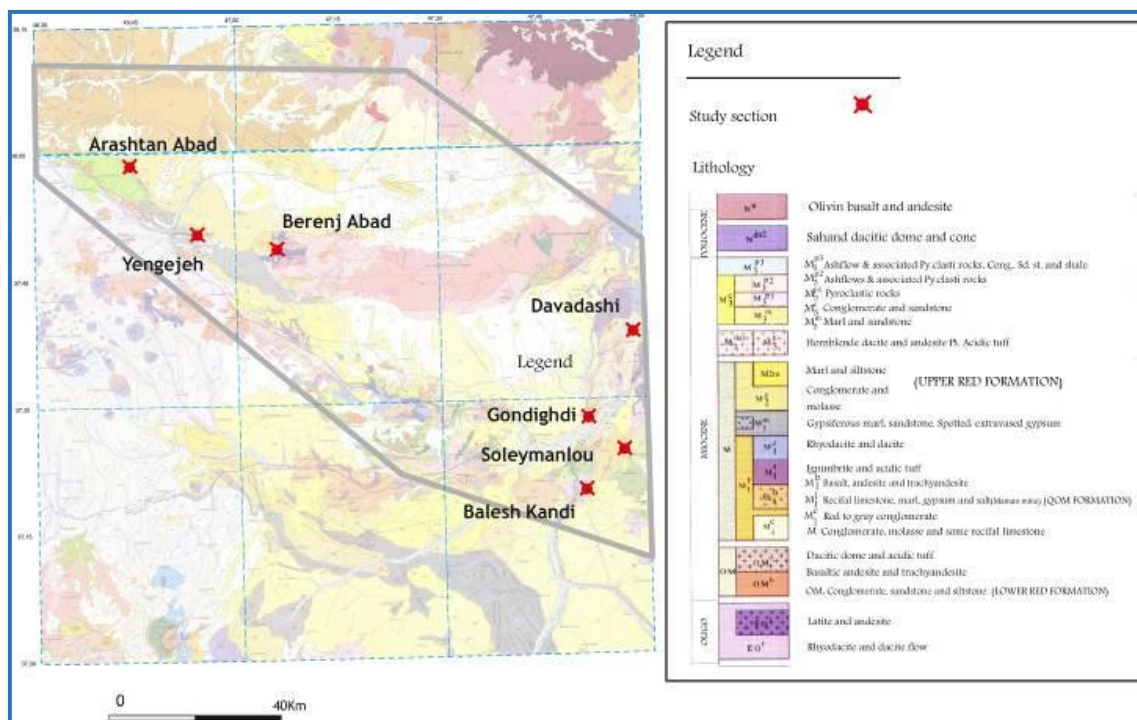
برش سلیمانلو پس از پلیس راه میانه به سمت خلخال و پس از روستای مامان با طی ۲۵ کیلومتر در شمال شرق روستای سلیمانلو واقع شده دارای ۱۳۵ متر ضخامت بوده و ۱۲۵ متر آن به سازند قم تعلق دارد. رسوبات این برش عمدتاً آهک توده‌ای، ماسه، کنگلومرا و انیدریت بوده و این سازند از قاعده به سمت راس در ستون چینه‌شناسی به ۶ بخش: کنگلومرای قاعده‌ای، ماسه سنگ و کنگلومرا، آهک ماسه‌ای، تناوب کنگلومرا و ماسه سنگ، آهک و مارن و انیدریت قابل تقسیم است. بر اساس مطالعات (شفیع‌زاده، ۲۰۱۰)، این رسوبات به دوران بوردیگالین تعلق داشته و حد زیرین آن‌ها سنگ‌های ولکانیکی سیاه رنگ اٹوسن قرار دارد (شکل ۲-ب). برش گندوقی با ضخامت ۱۰۱ متر، که ۹۱ متر آن مربوط به سازند قم است، در مختصات جغرافیایی (28' 37° -36.4" -37.1" 28' 37° شمالی و 18.2' 51' -47° -47.1" 25' 51' 47° شرقی) بوده که متشکل از ۵ بخش: کنگلومرای قاعده‌ای، آهک ماسه‌ای، کنگلومرا و ماسه سنگ، آهک بالایی، مارن با میان لایه انیدریت به سن بوردیگالین (شفیع‌زاده، ۲۰۱۰) است. بر اساس شواهد میدانی حد زیرین سازند قم در این برش، سنگ‌های ولکانیکی قرمز رنگ

(ضخیم‌ترین برش در ناحیه میانه - بستان‌آباد) توسط سازند قرمز بالایی پوشیده شده است (شکل ۲-ذ). موقعیت این برش‌ها در نقشه زمین‌شناسی منطقه نشان داده شده است (شکل ۳).

میان لایه‌های ماسه‌ای و کنگلومرایی، تناوب ماسه سنگ و مارن ماسه‌ای، ماسه سنگ ضخیم لایه، انیدریت با میان لایه ماسه سنگ و مارن است. در این برش رسوبات سازند قم با ۱۶۲۰ متر ضخامت



شکل ۲: تصویر میدانی برش‌های مطالعه شده از سازند قم در ناحیه میانه- بستان‌آباد. الف) برش بالمش کندی، ب) برش سلیمانلو، ج) برش گندوقی، چ) برش دوداشی، ح و خ) به ترتیب مرز فوقانی و مرز تحتانی در برش ارشتناب د) برش برنج‌آباد (الف- فسیل مرجان در واحد، ب- میکروکنگلومرا واحد)، ذ) برش ینگه‌جه



شکل ۳: نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه و برش‌های مطالعه شده از سازند قم (برگرفته شده از نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰۰ اهر و میانه سازمان زمین‌شناسی با کمی تغییرات).

تختانی و فوقانی این ولکانیکی ائوسن قرار دارد و حد فوقانی آن در برخی نواحی (به خصوص نواحی شمال غربی) به سازند قرمز بالایی منتهی شده که البته در برخی مناطق راس این رسوبات فرسایشی می‌باشد. در مجموع رسوبات این سازند در محدوده منطقه مورد مطالعه شامل: آهک‌های چاکی و ریفی کرم و سفید رنگ بسیار متخلخل و سرشار از فسیل‌های مرجان، جلبک و اکینودرم-های مناطق سدی دریای میوسن می‌باشد. این رسوبات با ضخامت تقریبی ۱۶۰۰ متر در برش ینگه‌جه در ناحیه بستان‌آباد تغییر رخساره داده و از لحاظ سنگ‌شناسی شامل رسوبات آواری، از جمله رسوبات ماسه‌سنگی، کنگلومرا و نیز لایه-های رسوبی با تناوب مارن و ماسه می‌باشد. این سازند در شمال بستان‌آباد (برش ارشتاناب) با ترکیب آهک‌ریفی و رسوبات مارنی پلاژیک بر روی

جایگاه تکتونیکی و چینه‌شناسی ناحیه مورد مطالعه: با توجه به وسعت ناحیه و شرایط خاص جغرافیایی، تکتونیکی و نیز نزدیکی منطقه به آتشفشان سهند، به لحاظ چینه‌شناسی این ناحیه از آذربایجان، به دو منطقه میانه - هشتگرد و سراب - بستان‌آباد قابل تقسیم است (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱). رسوبات الیگومیوسن در محدوده مورد مطالعه تابع روند خاصی بوده که از جنوب‌شرق (میانه) به سمت شمال‌غرب (بستان-آباد) ناحیه را می‌پوشانند. رسوبات این ناحیه از جنوب‌غرب بوکان تا حاشیه غرب و جنوب‌غرب دریاچه ارومیه و غرب و شمال‌غرب ارومیه به صورت بسیار بارزی از چینه‌های قدیمی‌تر خود قابل تفکیک بوده و در نواحی غرب و جنوب‌غرب هیچ گونه رخنمونی ندارند. عدم رسوب‌گذاری و وجود گسل‌های بزرگ و کوچک مقیاس ناشی از فعالیت‌های تکتونیکی؛ موجب ناپیوستگی در مرز

رخساره محدود و در برش ینگه‌جه مشاهده می‌شود (شکل ۳- الف).

زون رخساره‌ای لاگون B (Lagoonal Facies Zone)

B1- سیلتی مادستون (Silty mudstone)
این ریزخساره (عمدتاً در برش‌های سلیمانلو و گندوقی) که در بردارنده کمتر از ۱۰٪ آلومین می‌باشد. ذرات آواری که در لاگون‌ها به سبب افت انرژی رسوب‌گذاری می‌کنند (فلوگل، ۲۰۱۰)، همچون ذرات ولکانیکی در اندازه سیلت و ماسه ریزدانه در آن وجود دارد. خرده‌های دوکفه‌ای و اکیئودرم‌ها در آن به صورت پراکنده وجود دارند (شکل ۴- ب). این ریزخساره معادل (SMF20) در مدل (ویلسون، ۲۰۱۳) می‌باشد.

B2- پلوئید پکستون (Peloid packstone)
این ریزخساره معادل (SMF 16- N) در مدل رسوب‌گذاری ویلسون (ویلسون، ۲۰۱۳) می‌باشد و زیر رخساره B2-1 - پلوئید پکستون جلبک قرمز-دار (red algal peloid packstone) مربوط به آن است. پلت‌ها مهمترین جزء سازنده این ریزخساره بوده و جلبک قرمز، خرده‌های دوکفه‌ای و میلیولیدها از دیگر سازندگان این ریزخساره هستند (شکل ۴- ج).

B3- بایوکلاست میلیولید گرینستون (Bioclast miliolid Grainstone)
مهمترین اجزا تشکیل‌دهنده این رخساره میلیولید می‌باشد. این موجودات که عمدتاً در محیط‌های رسوبی محصور همچون لاگون‌های محصور در پشت سدها به فراوانی وجود دارند (مراد و همکاران، ۲۰۱۳)، همراه جلبک‌های قرمز، خرده‌های دوکفه‌ای، اکیئوئید و پلت می‌باشند. با توجه به بافت و نیز بایوکلاست‌های موجود در آن این ریزخساره مربوط به قسمت پر انرژی لاگون که چسبیده به قسمت سدی (Seaward Lagoon) است (شکل ۴- چ). این ریزخساره منطبق با

مارن‌های کرتاسه واقع شده‌اند (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱).

ریزخساره‌ها و مدل رسوبی: حوضه رسوبی سازند قم در ایران مرکزی به عنوان یک حوضه رسوبی پشت کمانی (Back arc basin) شناخته می‌شود (آقاناتی، ۱۳۸۸) که فرونشینی کف آن از زمان الیگوسن پیشین (Early Oligocene) آغاز و در انتهای دوران الیگوسن به حداکثر مقدار خود رسیده است. بالآمدگی کف حوضه از ابتدای میوسن شروع و در انتهای میوسن میانی بسته شدن این حوضه رسوبی صورت گرفت. با علم بر این تاریخچه، سهم اصلی در گسترش فضای رسوب‌گذاری در طول دوران میوسن در این حوضه را باید به اتوستازی منتسب کرد (امینی، ۱۳۷۰). همچنین تنوع زیاد سنگ‌شناسی در بخش‌های مختلف سازند قم مشخص کننده تغییرات شدید در شرایط محیط رسوب‌گذاری بوده، که این تغییرات خود معلول تغییر در میزان فضای در دسترس برای رسوب‌گذاری (Acomodation space) است (اخروی و امینی، ۱۹۹۸). در ادامه ریزخساره‌ها و پتروفاسیس‌های مطالعه شده در این سازند شرح داده می‌شوند.

زون رخساره‌ای پهنه جزر ومدی A (Tidal Facies Zone)

A1- پکستون اوئیدی ماسه دار (Sandy ooide packstone)
این ریزخساره که معادل (SMF15R) در مدل (ویلسون، ۲۰۱۳) می‌باشد. یک پکستون با اوئید فراوان همراه با اجزاء آواری در حد ماسه ریز تا متوسط دانه کوارتز، فلدسپات و خرده سنگ می‌باشد. هسته اوئیدها از قطعات کوارتز در حد ماسه تشکیل شده است (شکل ۴- الف). قطعات فسیلی پراکنده مانند خرده‌های دوکفه‌ای و بریوزوئر در این ریزخساره مشاهده می‌شود. میزان خمیره در این ریزخساره کم می‌باشد. گسترش این ریز-

1 باندستون مرجانی جلبک قرمزدار و C1-2 باندستون مرجانی بایوکلاست‌دار تقسیم می‌شود. این ریزرخساره معادل (SMF7) در مدل رسوب-گذاری ویلسون (ویلسون، ۲۰۱۳) می‌باشد.

C2-2 باندستون جلبک قرمزدار (Red algal boundstone)

جلبک‌های قرمز در این ریزرخساره پیکره اصلی ریف‌ها را تشکیل داده و آلوکم‌های اسکلتی دیگری شامل مرجان، اکینودرم، بریوزوئرها، آمفیستزینا و خرده فسیل‌ها در این ریزرخساره وجود دارند (شکل ۴-ذ). با توجه به مقدار آلوکم‌ها، ریز-رخساره‌های C2-1 باندستون جلبک قرمزی مرجان‌دار و C2-2 باندستون جلبک قرمزی بایوکلاست‌دار دو زیررخساره (Sub facies) مربوط به این رخساره می‌باشند. این ریزرخساره معادل (SMF6) (ویلسون، ۲۰۱۳) است.

زون رخساره‌ای دریای باز کم عمق (D Shallow open marine facies zone)

D1- بایوکلاست وکستون دولومیتی شده (Dolomitized Bioclast wackestone)

این ریزرخساره که تنها در برش سلیمانلو وجود دارد متشکل از خرده‌های اکینودرم، جلبک قرمز، بیوکلاست‌ها و همچنین کوارتز در اندازه سیلت همراه با خرده سنگ می‌باشد. به هم ریختگی زیستی، ناشی از فعالیت موجودات در محیط‌های رسوبی (تاگر و رایت، ۲۰۰۹؛ باگر، ۲۰۱۵)، و نیز دولومیتی شدن مهمترین فرآیند دیاژنزی موجود هستند (شکل ۴-ر). این ریزرخساره معادل (SMF9) (ویلسون، ۲۰۱۳) است.

D2- بایوکلاست جلبک قرمز پکستون (Bioclast red algal packstone)

جلبک‌های قرمز، که در برخی دوران‌ها و محیط‌های رسوبی ریف‌ساز هستند (شول و اولمر شول، ۲۰۰۶)، با فراوانی بالای ۵۰ درصد همراه با خرده-های دوکفه‌ای، اکینودرم، فرامینیفرهای بنتیک

(SMF18) در مدل رسوب‌گذاری (ویلسون، ۲۰۱۳) می‌باشد.

B4- جلبک قرمز میلیولید پکستون (Red algal miliolid packstone)

در این ریزرخساره ذرات اصلی سازنده میلیولید و جلبک قرمز با فراوانی تقریباً ۴۰ درصد همراه با دیگر خرده‌های فسیلی مانند دوکفه‌ای، قطعات اکینوئید، تکستولاریا و به مقدار کمتر قطعات بریوزوئر و مرجان می‌باشد. این ریزرخساره که معادل (SMF18) در مدل رسوب‌گذاری (ویلسون، ۲۰۱۳) می‌باشد و رسوبات آواری همچون دانه‌های کوارتز در اندازه سیلت تا ماسه ریز اجزا آواری در آن هستند (شکل ۴-ح).

B5- بایوکلاست جلبک قرمز پکستون (Bioclast red algal packstone)

فراوان‌ترین اجزا تشکیل‌دهنده این ریزرخساره جلبک قرمز، اکینودرم، خرده‌های دوکفه‌ای، فرامینیفرهای بنتیک (لپیدو سیکلینا) و استراکد می‌باشند. جلبک‌های قرمز و نیز قطعاتی پراکنده از مرجان‌های مربوط به نواحی سدی که ناشی از نوسانات سطح آب دریا هستند اجزا فرعی تشکیل‌دهنده‌ی این ریزرخساره هستند (شکل ۴-خ). از مهمترین فرآیندهای دیاژنز در این ریز-رخساره به هم ریختگی زیستی بوده و بر اساس مطالعات صورت گرفته این ریزرخساره در مدل رسوب‌گذاری (ویلسون، ۲۰۱۳) معادل (SMF10) می‌باشد.

زون رخساره‌ای سدی C (Barrier Facies Zone) C1- باندستون مرجانی (Coral boundstone)

از اجزای اصلی این ریزرخساره مرجان می‌باشد که به همراه جلبک قرمز، بریوزوئر، قطعات دوکفه‌ای و فرامینیفرهای بنتیک (لپیدوسیکلینا) مشاهده می‌شود (شکل ۴-د). گاهی ۱۰۰٪ اجزای میکروفاسیس از مرجان تشکیل شده است. با توجه به نوع آلوکم‌های موجود به زیر رخساره-C1

اغلب در منطقه نفوذ نور (Photic zone) می‌باشد، نشان از نزدیکی این رخساره به محیط‌های ابتدایی شیب پلتفرم است (مور و واد، ۲۰۱۳) (شکل ۴-ش).

E2- فرامینیفر پلانکتونیک وکستون ماسه‌ای (Sandy planktonic Foraminifera wackestone)

این ریزرخساره از سازند قم نمایانگر رسوب‌گذاری در محیط آشفته می‌باشد؛ و عمدتاً به جریان‌های دریایی و توریدایت در زمان تشکیل سازند قم نسبت داده می‌شود (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱). فرامینیفرهای پلانکتونی به همراه قطعات اکتینودرم و خرده فسیل‌ها در آن وجود دارند. ذرات تخریبی کوارتز در اندازه ماسه ریز تا متوسط دانه با فراوانی حدود ۲۰ درصد دیگر اجزا این ریز-رخساره می‌باشند (شکل ۵-الف). این ریزرخساره منطبق با (SMF8) در مدل رسوب‌گذاری (ویلسون، ۲۰۱۳) می‌باشد.

E3- سیلتی پلانکتونیک فرامینیفر مادستون (Silty planktonic Foraminifera mudstone)

مهمترین فسیل‌ها در این رخساره فرامینیفرهای پلانکتونیک بوده که به صورت پراکنده در زمینه گلی وجود دارند. فرآیندهای دیاژنزی به تشکیل اکسید آهن گاهی داخل حجرات فرامینیفرها و گاهی به صورت سیمان در این ریزرخساره منجر شده‌اند. گسترش این ریزرخساره در برش‌های ارشتاب و ینگه‌جه می‌باشد (شکل ۵-ب). این ریزرخساره منطبق با (SMF4) در مدل رسوب-گذاری (ویلسون، ۲۰۱۳) می‌باشد.

(آمفیستژینا، لپیدوسیکلینا، میوزیپسینا) و نیز فرامینیفرهای پلانکتونی و مرجان‌ها با فراوانی کمتر اجزا این ریزرخساره هستند (شکل ۴-ز). در برخی مقاطع نازک قطعات انتقالی و فرسایش یافته بخش ریفی نیز در این ریزرخساره که مختص برش‌های ارشتاب و برنج‌آباد است، دیده می‌شود. این ریزرخساره معادل (SMF18) (ویلسون، ۲۰۱۳) است.

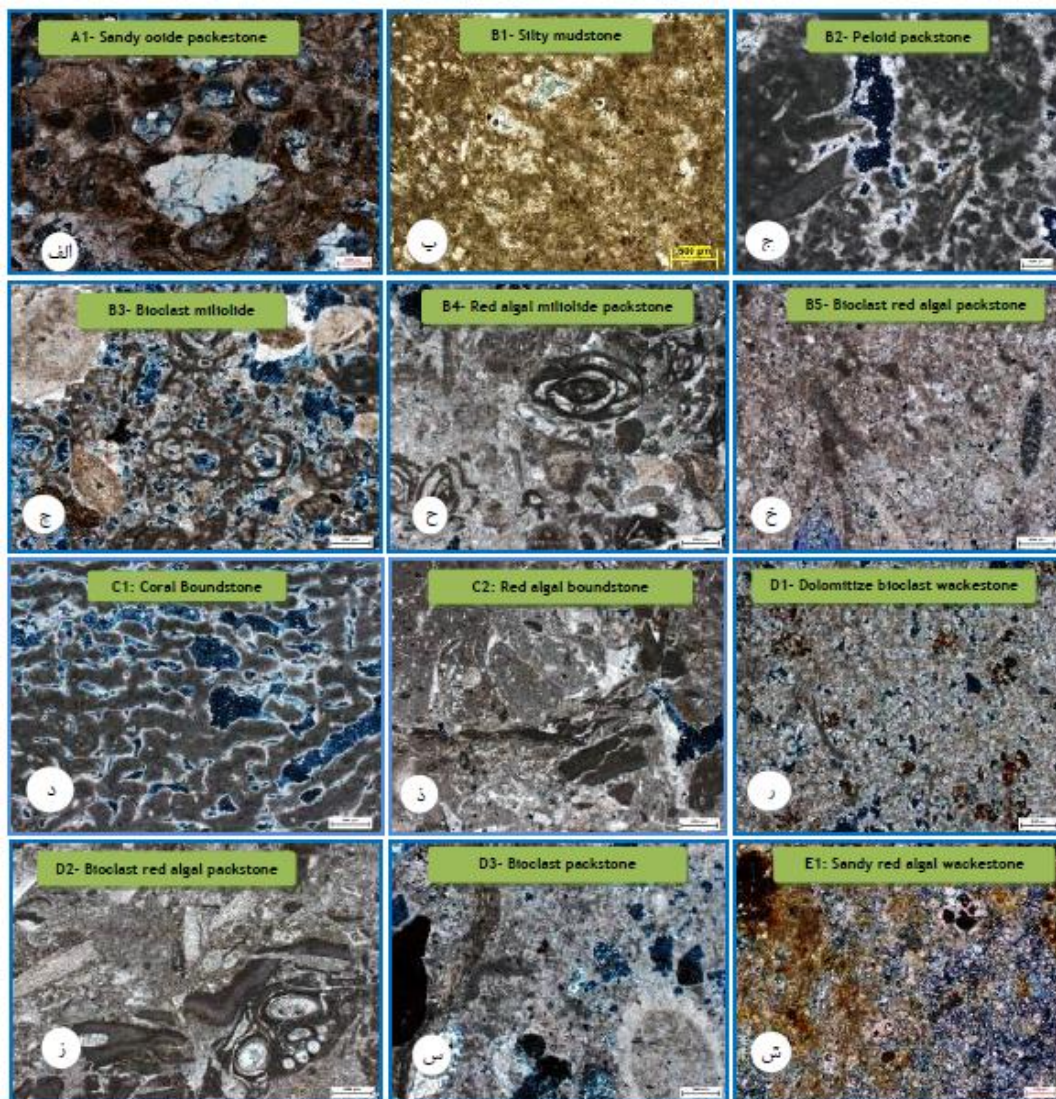
D3- بایوکلاست پکستون (Bioclast packstone)

مهمترین اجزای سازنده این ریزرخساره فرامینیفرهای بنتیک (آمفیستژینا، میوزیپسینا و لپیدوسیکلینا)، اکتینودرم‌ها، جلبک قرمز، مرجان، استراکد، قطعات دوکفه‌ای و به مقدار کمتر بریوزوئر و فرامینیفرهای پلانکتونی می‌باشد. زیر رخساره‌های D3-1 بایوکلاست پکستون جلبک قرمزدار، D3-2 بایوکلاست پکستون میوزیپسینا-دار، D3-3 بایوکلاست پکستون مرجان‌دار، D3-4 بایوکلاست پکستون ماسه‌دار (برش سلیمانلو) زیر-رخساره‌های متعلق به این ریزرخساره می‌باشند (شکل ۴-س). این ریزرخساره معادل (SMF10) (ویلسون، ۲۰۱۳) است.

زون رخساره‌ای شیب E (Slope Facies Zone)

E1- جلبک قرمز وکستون ماسه‌ای (Sandy red algal wackestone)

در این ریزرخساره جلبک قرمز، فرامینیفرهای پلانکتونیک، فرامینیفرهای بنتیک (آمفیستژینا) و قطعات کوارتز در اندازه ماسه وجود دارد. حضور قطعاتی از فرامینیفرهای بنتیک و جلبک قرمز که



شکل ۴: ریزخساره‌های محیط جزرومدی، لاگون، سدی و دریای باز سازند قم

فوقانی ماسه سنگ‌های ریز می‌باشد (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱) (شکل ۶-۳).

پتروفاسیس فلدسپاتیک لیتیک آرنایت: این پتروفاسیس یک ماسه سنگ خرده سنگی با میزان قابل توجهی فلدسپات دارای سیمان کربناته بوده که از نظر جورشدگی در حد متوسط تا صعیف می‌باشد (Medium grained calcite cemented moderately sorted submature feldespatitic lithic arenite). بر اساس مطالعات این پتروفاسیس فراوانترین پتروفاسیس ماسه سنگی (متشکل از ۸۰٪ ماسه سنگ) در توالی برش ینگه‌جه بوده و با داشتن فراوانی بیشتر خرده‌سنگ نسبت به فلدسپات، مشخص می‌شود (شکل ۵-۵-چ). میزان رس کمتر از ۵ درصد، عمدتاً ذرات زاویه‌دار و جورشدگی متوسط از دیگر ویژگی‌های این پتروفاسیس است. ذرات اصلی تشکیل‌دهنده چارچوب (Framework) به ترتیب فراوانی کوارتز، خرده‌سنگ‌ها (اکثراً ولکانیکی)، فلدسپات (عمدتاً پلاژیوکلاز) بوده و کانی‌های فرعی این پتروفاسیس نیز شامل: سرسیت، گلوکونیت و میکا می‌باشند. فرامینیفراهای پلانکتونیک، خرده‌های دوکفه‌ای و جلبک قرمز می‌باشند. حضور فسیل‌های مناطق کم‌عمق و عمیق دریا در رسوبات این بخش نشان‌دهنده رسوبات توریدایتی سازند قم در این برش می‌باشد (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱).

پتروفاسیس ولکانیک آرنایت: این پتروفاسیس یک ماسه سنگ با خرده سنگ‌های ولکانیکی و سیمان رسی و کربناته است که ذرات آن دارای جورشدگی ضعیف (Medium to coarse grained calcite cemented poorly sorted submature lithic arenite) هستند (شکل ۵-ج). ذرات اصلی تشکیل‌دهنده چارچوب به ترتیب فراوانی کوارتز، خرده سنگ‌ها (اکثراً ولکانیکی)، فلدسپات (عمدتاً پلاژیوکلاز) و قطعات فسیلی هستند. از ویژگی‌های بافتی این پتروفاسیس می‌توان به جورشدگی بد،

زون رخساره‌ای حوضه F (Basin Facies Zone) -F پلانکتونیک فرامینیفرا مادستون (Planktonic Foraminifera mudstone)

عمیق‌ترین بخش از حوضه رسوبی سازند قم متشکل از رسوبات مادستونی بوده که فرامینیفرا-های پلانکتونیک (عمدتاً گلوبوژرینا) در آن وجود دارند (شکل ۵-ج). وجود فرامینیفراهای گلوبوژرینا در این ریزرخساره نشان‌دهنده‌ی تشکیل و رسوب‌گذاری این بخش از سازند قم در اعماق زیاد؛ عمق حدوداً یعنی منطبق با رخساره کلسیت کم‌منیزیم (low Mg calcite facies) (فریدمن سندرز، ۱۹۷۸؛ هولبرن و همکاران، ۲۰۱۳)، آب دریا می‌باشد. این ریزرخساره منطبق با (SMF3) زون رخساره‌ای (ویلسون، ۲۰۱۳) است.

پتروفاسیس‌های آواری سازند قم

پتروفاسیس ماسه‌سنگ‌ها: بیشترین مقدار ماسه سنگ‌ها در توالی رسوبی برش ینگه‌جه وجود دارد، علاوه بر آن در قاعده برش سلیمانلو نیز مقداری ماسه سنگ دیده می‌شود. بر اساس مطالعات میکروسکوپی رسوبات سازند قم، در برش ینگه‌جه و سلیمانلو، ۴ پتروفاسیس ماسه سنگی شناسایی شد که در زیر به اختصار مورد بررسی قرار گرفته‌اند. با توجه به مطالعات صورت گرفته در سازند قم ماسه سنگ‌های برش ینگه‌جه عمدتاً ماسه سنگ‌های متوسط دانه (۵۲٪) می‌باشد (شکل ۶-۱). در برش ینگه‌جه بیشترین فراوانی را پتروفاسیس ماسه سنگی فلدسپاتیک لیت آرنایت (۸۱٪) و کمترین فراوانی را پتروفاسیس مختلط تخریبی-کربناته (۴٪) به خود اختصاص می‌دهند (شکل ۶-۲).

بررسی اندازه دانه‌های ماسه سنگ‌های سازند قم در ضخامت‌های مختلف برش ینگه‌جه نشان می‌دهد که این رسوبات در بخش‌های زیرین توالی شامل ماسه‌های درشت و متوسط دانه و در بخش

دهنده این کنگلومراها دارای قطعات رسوبی و ولکانیکی مربوط به ائوسن و نهشته‌های قدیمی‌تر، قطعات فسیلی نظیر مرجان و جلبک قرمز و تبخیری‌ها می‌باشند (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به جایگاه آن در ستون چینه‌شناسی و محیط رسوبی در برش برنج آباد، گندوقدی و سلیمانلو، این رسوبات محدود به نهشته‌های ساحلی بوده، اما این رسوبات در برش ینگه‌جه در محدوده نهشته‌های جزرومدی و در قسمت بالایی محیط توربیدایتی محیط شیب قاره قرار می‌گیرند. یک پتروفاسیس از این رسوبات، کنگلومرای دانه افزون با سیمان کربناتی و اکسید آهنی است (Granule-Cobble size carbonate and iron cemented, poorly sorted submature intrabasinal orthoconglomerate) (شکل ۵-۵). قطعات مادستون دولومیتی شده، خرده‌های صدف، اکینودرم‌ها، جلبک قرمز، دولومیت، کوارتز، فلدسپات، میکا و گلوکونیت سازنده چارچوب بوده؛ که عمدتاً نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده هستند. این کنگلومرها در برخی از توالی‌ها به صورت لنز مشاهده شد، و از نظر زمین‌شناسی نفت به سبب عملکرد به عنوان تله‌های چینه‌ای حائز اهمیت است (زارزارا و ترنر، ۲۰۱۰؛ الن و الن، ۲۰۱۳).

پتروفاسیس مادستون: این پتروفاسیس یک مادستون تخریبی (Calcite cemented, physiltic calcareous mudstone) و در بعضی از نمونه‌ها همراه با ذراتی در اندازه سیلت یا ماسه ریزدانه بوده که بر اثر فرآیند دیاژنز متبلور و کربناتی شده است. این پتروفاسیس در برش ینگه‌جه از فرامینیفرهای پلانکتونیک (گلوبیژرینا) تشکیل شده که حاکی از رسوبات مادستون ناحیه عمیق حوضه می‌باشد (شکل ۵-۵). در پاره‌ای از نمونه‌ها فراوانی مواد کربناته منجر به تشکیل مادستون آهکی (Calcareous Mudstone) شده است. این

مقدار رس کمتر از ۵ درصد و زاویه‌دار بودن ذرات اشاره نمود. کانی‌های فرعی در این پتروفاسیس نیز شامل: کلریت، گلوکونیت، میکا و سرسیت بوده که سیمان کربناته (ناشی از دگرسانی فلدسپارها) ما بین ذرات وجود دارد.

پتروفاسیس مختلط تخریبی - کربناته (Mixed carbonate-siliciclastic)

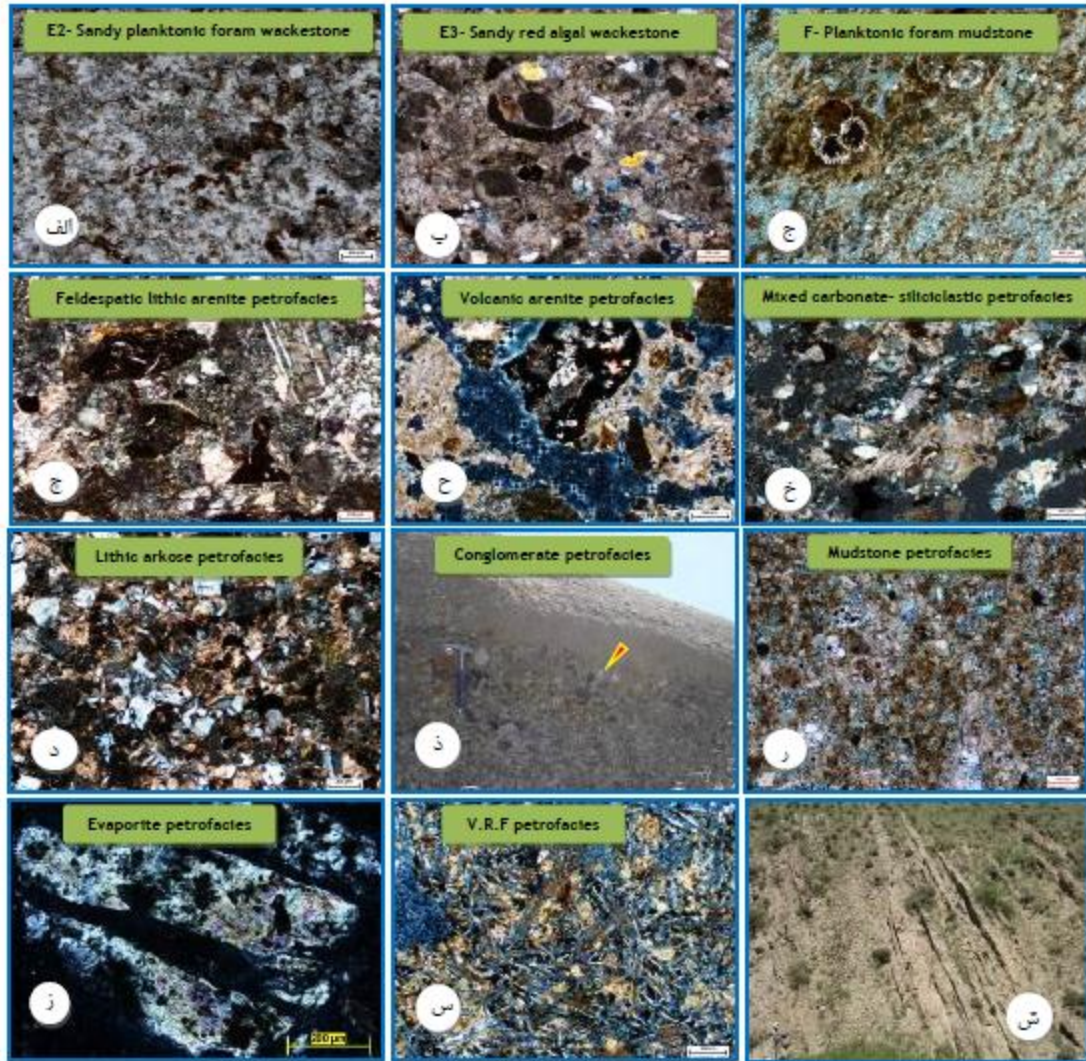
ذرات اصلی سازنده این پتروفاسیس مختلط (شکل ۵-۵) شامل دانه‌های کوارتز، خرده‌سنگ‌ها (عمدتاً قطعات کربناته و گلی)، فلدسپات، خرده‌های صدف دوکفه‌ای، جلبک قرمز، تکستولاریا، لپیدوسیکلینا، اکینودرم و فرامینیفرهای پلانکتونیک (Medium grained calcite cemented moderately sorted submature lithic calcareous sandstone) می‌باشد. از نظر فراوانی حدود ۴٪ از ماسه سنگ‌های مورد مطالعه به این پتروفاسیس تعلق داشته و (شکل ۶-۲) کانی گلوکونیت و کانی‌های فلزی (عمدتاً اکسید آهن) از اجزاء فرعی در آن می‌باشند (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱).

پتروفاسیس لیتیک آرکوز: این پتروفاسیس (Medium grained calcite cemented moderately sorted submature lithic arkose) متشکل از کانی کوارتز با فراوانی کمتر از ۷۵٪، فلدسپات و سپس خرده‌سنگ‌ها به ترتیب از لحاظ فراوانی، می‌باشد. سیمان غالب در این پتروفاسیس کربناته بوده اما سیمان رسی و آهنی نیز در برخی مقاطع وجود دارد. این پتروفاسیس دارای جورشدگی متوسط بوده و از نظر اندازه عمدتاً ماسه متوسط دانه با بلوغ بافتی و بلوغ کانی شناسی متوسط است (شکل ۵-۵). د.

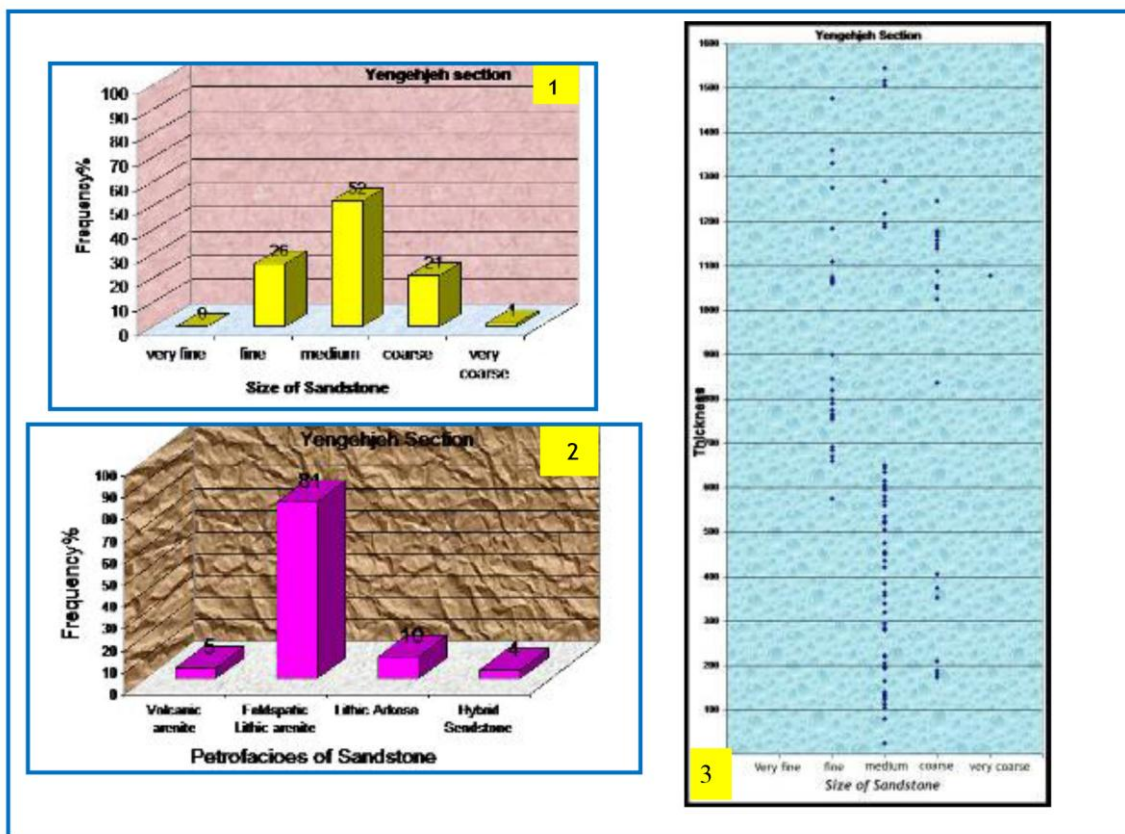
پتروفاسیس کنگلومرای: قاعده سازند قم در برش‌های سطح الارضی برنج آباد، گندوقدی و سلیمانلو و همچنین در برش ینگه‌جه، میان لایه‌هایی با نهشته‌های کنگلومرای دارد. اجزا تشکیل-

این پتروفاسیس نیز وجود داشته و در مجموع شامل انواع گل سنگ، گل سنگ سیلت دار و گل-سنگ ماسه دار می باشد.

پتروفاسیس در برش ینگه جه بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده که به سمت راس ستون چینه شناسی بر میزان فراوانی آن افزوده می شود. مواد آلی بیتومینه و پیریت در بعضی از نمونه های



شکل ۵: ادامه ریز رخساره ها همراه با پتروفاسیس های موجود در سازند قم.



شکل ۶: ۱) درصد فراوانی اندازه ماسه سنگ‌ها در برش ینگه‌جه، ۲) فراوانی انواع پتروفاسیس‌های ماسه‌سنگی در برش ینگه‌جه، ۳) تغییرات اندازه ماسه سنگ‌ها در برش ینگه‌جه.

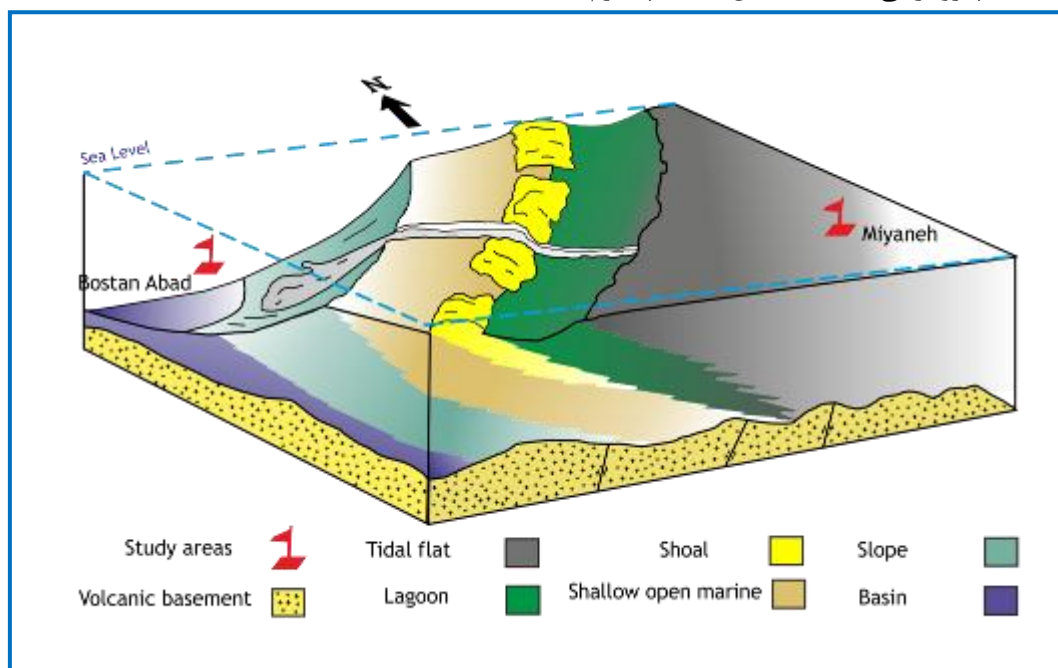
است. حضور رخساره‌های غیر رسوبی از نوع آذرین بیرونی در برخی محیط‌های رسوبی نشان از نزدیکی محیط تشکیل با حوضه رسوب‌گذاری بوده (بوزبی و پرز، ۲۰۱۲)، که مطالعات حاکی از یک فعالیت آتشفشانی همزمان با رسوب‌گذاری در زمان تشکیل چینه‌های این بخش از سازند قم می‌باشد (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱) (شکل ۵-س). به منظور پی بردن به شرایط محیطی سازند قم تغییرات عمق و آنالیز حوضه آن نیز صورت گرفت که در ادامه توضیح داده می‌شود. با توجه به مطالعه ریزرخساره‌ها در سازند قم، اصلی‌ترین اجزا تشکیل دهنده سنگ‌های کربناته این سازند اجزاء اسکلتی بوده که مهم‌ترین آن‌ها روزن بران کفزی (میوژپسینا، اوپرکولینا، نئوالوئولینا، آمفستزینا، میلیولید، روتالیا، تکستولاریا، مئاندروپسینا) و

پتروفاسیس تبخیری: این پتروفاسیس شامل کانی‌های ژپس و انیدریت است که با لایه‌های مارنی در تناوب بوده (شکل ۵-ز) و در قسمت راسی رسوبات برش‌های ینگه‌جه و بالش‌کندی دیده می‌شود. با توجه به رخساره‌های مجاور (Facies association) این رسوبات مربوط به محیط بالای جزرومدی (supratidal) در آب‌های آرام و ساکن و دور از موجودات حفار (وارن، ۲۰۰۶)، می‌باشد.

پتروفاسیس ولکانیکی: راس برش بالش‌کندی در برگیرنده رخساره آذرین بیرونی (بازالت) بوده و شامل کانی‌های پلاژیوکلاز سوزنی (با بافت میکرولیتی) و شیشه آتشفشانی است. ذرات ولکانیکی در اثر انفجار آتشفشان و ورود مواد آتشفشانی به درون حوضه رسوبی نهشته شده

کربناته شیب‌دار، با ۱۵ ریزرخساره و ۸ پتروفاسیس مربوط به زون‌های رخساره‌ای جزر و مدی، لاگون، سدی، کم عمق دریای باز، شیب پلتفرم و حوضه عمیق شد (شکل ۷) (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱).

مرجان، جلبک قرمز، بریوزا، اکینودرم، شکم‌پایان، اویستر و روزن بران پلانکتونی می‌باشد. آلوکم‌های غیر اسکلتی موجود در رخساره‌های سازند قم در ناحیه مورد مطالعه عمدتاً پلوتید و ائیدها (به‌طور محدود در برش ینگه‌جه) می‌باشند. نتایج حاصل از مطالعه پتروگرافی به تشخیص یک پلتفرم

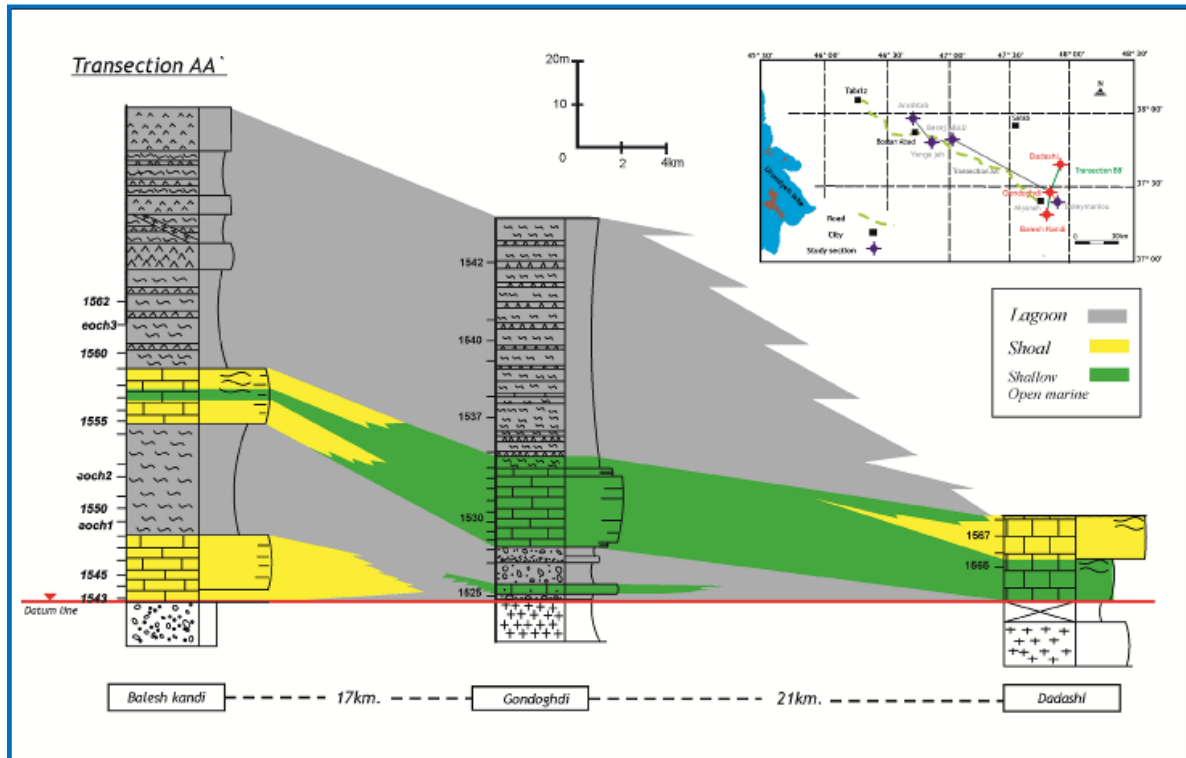


شکل ۷: مدل رسوب‌گذاری سازند قم همراه با زون‌های رخساره‌ای (بخشی و همکاران، ۱۳۹۱).

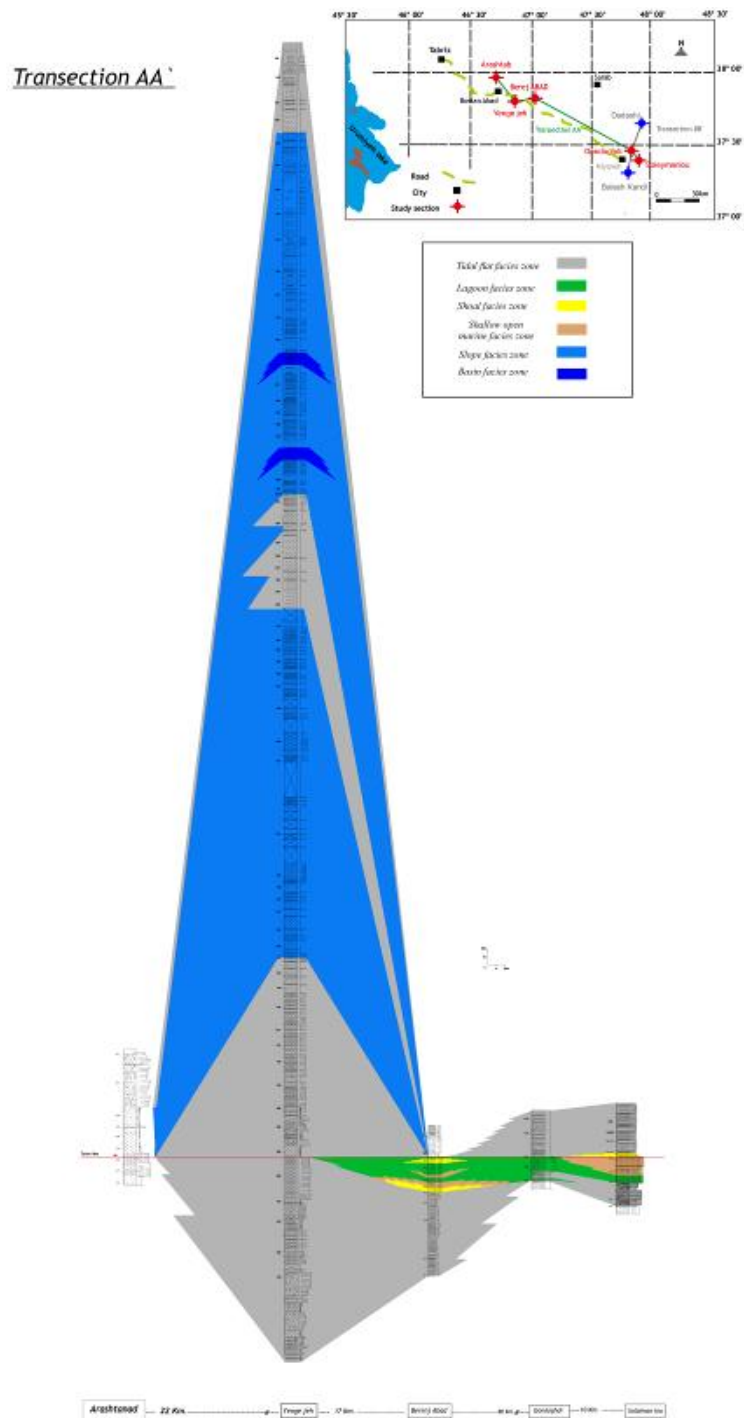
برش با یکدیگر انطباق داده شدند. محیط رسوبی سازند قم در رسوبات آواری ناحیه میانه - بستان- آباد (برش ینگه‌جه) یک محیط جلوی دلتایی (Prodelta) در نظر گرفته شده است که رسوبات در قسمت شیب‌دار آن به شکل توربیدیتی با تناوب مارن و ماسه سنگ رسوب‌گذاری نموده است. از جمله دلایل رسوب‌گذاری محیط دلتا در این برش می‌توان به ۱- وجود آثار چوب و فسیل گیاهی در رسوبات که به همراه جریان‌ات ورودی به حوضه وارد شده است؛ و ۲- بلوغ بافتی پایین و بالا بودن مقدار ماتریکس بالا در رسوبات این برش، که یکی از مهمترین ویژگی رسوبات ماسه دلتایی رسوب کرده در کانال‌های رسوبی و یا در

شرایط حاکم بر محیط رسوب‌گذاری سازند قم در برش‌های مذکور بر مبنای ریزرخساره‌های کربناته و پتروفاسیس‌های تخریبی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. این سازند در برش‌های عنوان شده از رسوبات کربناته، رسوبات مخلوط کربناته و تخریبی و بخش‌های کاملاً آواری تشکیل گردیده است. با توجه به داده‌های موجود در این مطالعه (لیتولوژی، میکروفسیل‌ها، ساخت رسوبی) و با توجه به اختلاف در شرایط حاکم بر محیط رسوب‌گذاری در بخش‌های مختلف و حضور رسوبات متنوب همراه با اختلاط ضمام فسیلی مربوط به محیط لاگون تا محیط دریایی باز مدل کلی در نظر گرفته شده که پس از شناسایی در ۷

قسمت جلویی دلتا می‌باشد (میال، ۲۰۱۴) اشاره نمود (شکل ۸ و ۹).



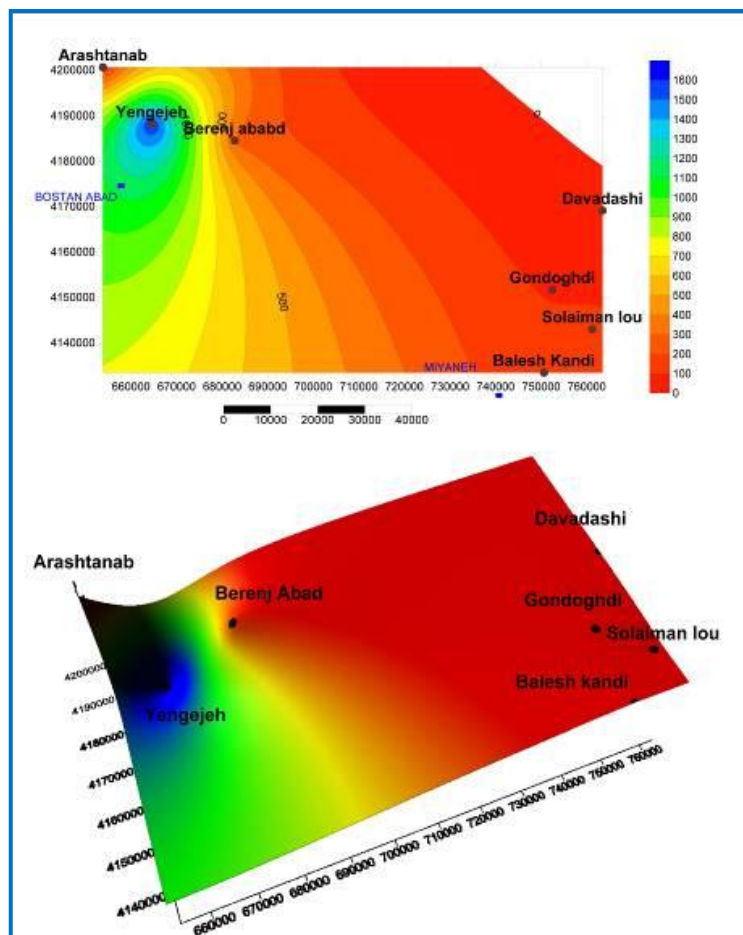
شکل ۸: ستون چینه‌شناسی سازند قم در برش‌های دواذشی، گندوقی، بالش کندی و تطابق آن‌ها از لحاظ محیط رسوبی



شکل ۹: ستون چینه‌شناسی سازند قم در برش‌های دواذاشی، گندوقی، بالش کندی و تطابق آن‌ها از لحاظ محیط رسوبی.

ارشتناب، به محیط شیب قاره (Slope) و حوضه عمیق تبدیل می‌شود. این نگراره حاکی از عمق بیشتر حوضه رسوب‌گذاری سازند قم در سمت شمال‌غرب بوده که عمیق‌ترین قسمت آن در برش ینگه‌جه می‌باشد. افزایش ناگهانی عمق آب و تغییر شدید محیط‌های رسوبی، از محیط جزر و مدی به محیط شیب حوضه، نشان دهنده تغییر وضعیت حوضه و ورود به شلف خارجی و حوضه عمیق بوده که شرایط رسوبی از نهشته‌های کربناته مناطق کم‌عمق به رسوبات کربناته - تخریبی حوضه (basin) تغییر کرده است.

نگاره تطابقی 'AA': این نگراره تطابقی عرضی شامل پنج برش سطح الارضی بوده (شکل ۱۰)، که از سمت جنوب شرق به سمت شمال غرب، شامل برش‌های سطح الارضی سلیمانلو، گندوقدی، برنج‌آباد، ینگه‌جه و ارشتناب می‌باشد. بررسی محیط‌های رسوبی در این نگراره نشان می‌دهد که در برش‌های سلیمانلو، گندوقدی و برنج‌آباد، واقع در جنوب شرق ناحیه مورد مطالعه، در زمان بوردیگالین یک حوضه رسوبی کم‌عمق کربناته با محیط‌های رسوبی جزرومدی، لاگون، سدی و کم‌عمق دریای باز وجود داشته که به سمت شمال‌غرب، در برش‌های ینگه‌جه و



شکل ۱۰: نقشه کلی ایزوپک سازند قم در ناحیه میانه-بستان آباد (۱- مدل دوبعدی، ۲- مدل سه بعدی).

نگاره تطابقی 'BB': این نگاره تطابقی با روند جنوبی- شمالی شامل سه برش سطح‌الارضی بالش‌کندی، گندوقدی و دوداشی است. مطالعه ریزرخساره‌ها و رسوبات در این نگاره از سمت برش بالش‌کندی به طرف برش گندوقدی، از سمت جنوب به طرف شمال، یک محیط رسوبی کم‌عمق کربناته را نشان داده که شامل محیط‌های رسوبی کم‌عمق جزر و مدی، لاگون و سدی (ریفی) بوده و به سمت برش دوداشی محیط ساحلی حذف می‌شود. در مجموع تغییرات محسوسی در عمق حوضه رسوبی این سازند از سمت جنوب به سمت شمال ناحیه مورد مطالعه مشاهده نمی‌شود (شکل ۸).

نتیجه‌گیری

سازند قم به سن میوسن با سنگ‌شناسی کربناته، ماسه‌سنگ، میان لایه‌های دولومیتی، مارن، کنگلومرا و رسوبات ولکانوکلاستی در ناحیه میانه - بستان‌آباد در ۷ برش چینه‌شناسی مورد مطالعه قرار گرفت. در مجموع ضخامت سازند قم در بیشتر برش‌های مورد مطالعه کمتر از ۲۰۰ متر بوده و تنها در برش ینگه‌جه که دارای رخساره‌های تخریبی است ضخامت رسوبات این سازند افزایش یافته و به بیش از ۱۶۰۰ متر می‌رسد؛ که دلیل این اختلاف ضخامت گسل‌خوردگی و هورست و گرابن موجود در منطقه می‌باشد. مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که این ناحیه فقط دارای عضوهای پایانی سازند قم بوده و این کاهش در ضخامت ناشی از حضور کوتاه مدت دریای قم در ناحیه میانه - بستان‌آباد است. بر اساس مطالعات رسوب شناسی از ۴۸۰ مقطع نازک میکروسکوپی، همراه با مشاهدات و مطالعات میدانی از این سازند مدل رسوب‌گذاری شلف کربناته با ۷ زون رخساره‌ای بر اساس مدل رسوب-

گذاری ویلسون در این سازند تشخیص داده شد که رخساره‌های توریدایتی در برش ینگه‌جه نمایانگر شیب زیاد حوضه رسوبی در زمان تشکیل است. همچنین بر اساس این مطالعات پتروفاسیس‌های آواری و آذرآواری نیز در این سازند تشخیص داده شد. در ناحیه مورد مطالعه، سازند قم عمدتاً از نظر توالی سنی کامل نبوده و از نظر رخساره‌ها نیز دارای رخساره‌های کم عمق تری می‌باشد (به استثنای برش ینگه‌جه که دارای رخساره‌های عمیق نیز می‌باشند). ریزرخساره‌های آهکی عمدتاً مربوط به نواحی شلف داخلی و میانی بوده و رخساره‌های مارنی و آهک‌های آرژیلی مربوط به شلف خارجی و نواحی عمیق دریا می‌باشند. در برش ینگه‌جه در طول ستون چینه‌شناسی در آغاز رسوبات آواری جزر و مدی وجود داشته و در ادامه با افزایش عمق حوضه رسوبات تخریبی مناطق شیب حوضه و عمیق قرار دارند. بر اساس شواهد صحرایی به نظر می‌رسد رسوب‌گذاری رخساره‌های سازند قم در پلت فرم کربناته از نوع شلف بوده و در محدوده مورد مطالعه وجود رخساره‌های توریدایتی در برش ینگه‌جه نمایانگر رسوبات بخش شیب حوضه رسوبی در زمان تشکیل است. با توجه به نبود رخساره دریایی الیگوسن در ناحیه مورد مطالعه، وضعیت توپوگرافی زمین‌های قبل از میوسن را می‌توان عامل اصلی در گسترش سازند قم دانست، به طوری که سازند قم با رخساره کربناته و تخریبی روی این بستر گسترش یافته است. مقایسه این ناحیه با بخش مرکزی حوضه قم نشان می‌دهد برخلاف بخش مرکزی حوضه قم در این ناحیه تغییرات رخساره‌ای و ضخامتی کمتر بوده، که این تغییرات کم به علت تشکیل حوضه‌های فرعی دیگر درون حوضه اصلی تحت تاثیر رژیم تکتونیکی حاکم بر این حوضه‌ها می‌باشد. به

گسترده در این ناحیه موجب رسوب‌گذاری رسوبات ریفی و کربناته شده است. رسوبات مادستونی توریدایتی تیره رنگ در برش ینگه‌جه حاوی فسیل‌های پلانکتون در این سازند حاکی از رسوب‌گذاری آن‌ها توسط جریان‌های توریدایتی بوده که این نهشته‌ها محیط عمیق دریا را نشان می‌دهند.

تشکر و سپاس‌گذاری

در این جا لازم است که از معاونت محترم مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران و مدیریت پژوهش و فناوری وزارت نفت به جهت حمایت مالی و همکاری جهت فراهم نمودن امکانات لازم تشکر و سپاس‌گذاری شود.

عبارت دیگر هنگام رسوب‌گذاری عضوهای پایینی سازند قم (عضوهای a, b, c, \dots)، دریای قم در این ناحیه پیشروی نداشته و فقط زبانه‌هایی از این دریا در بخش‌های کوچکی از ناحیه حضور داشته و منجر به رسوب‌گذاری رسوبات تخریبی و کربناته شد. بالا آمدگی ارتفاعات بر اثر فعالیت‌های ولکانیکی ائوسن نیز می‌تواند دلیل بر عدم رسوب‌گذاری بخش‌های زیرین سازند قم در این ناحیه بوده باشد که قبل از حضور دریای میوسن در طول ائوسن بالا آمده و حوضه قم و اطراف آن را از ناحیه میانه - بستان آباد جدا نموده و تنها در زمان رسوب‌گذاری بخش انتهایی سازند قم (بخش f) سطح آب دریا بالا آمده و یک پیشروی سریع و

منابع

- آقائاتی، ع.، ۱۳۸۸. فرهنگ چینه‌شناسی ایران: سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور، ۷۸۹ ص.
- امینی، ح.، ۱۳۷۰. مطالعه میکروفاسیس بخش F سازند قم: پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه تهران، ۱۷۱ ص.
- بخشی، ا. و همکاران، ۱۳۹۱. چینه‌شناسی و رسوب‌شناسی سازند قم در ناحیه میانه- بستان-آباد: شرکت ملی نفت ایران، منتشر نشده.
- خسرو تهرانی، خ.، ۱۳۸۸. چینه‌شناسی ایران، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۸۲ ص.
- درویش‌زاده، ع.، ۱۳۸۸. زمین‌شناسی ایران: انتشارات امیرکبیر، چاپ چهارم، ۹۱۱ ص.
- نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ اهر و میانه، سازمان زمین‌شناسی ایران

-Allen, P. A. and Allen, J. R., 2014. Basin Analysis: Principles and Application to Petroleum Play Assessment: Wiley-Blackwell, 678 p.

-Boggs, S. Jr., 2015. Principles of Sedimentology and Stratigraphy: University of Oregon, 7th edition, 660 p.

-Busby, C. and Pérez, A. A., 2012. Tectonics of Sedimentary Basins: Wiley-Blackwell, 579 p.

-Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture: AAPG, Memoir, v. 1, p. 108-121.

-Flügel, E., 2010. Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1006 p.

-Folk, R.L., 1962. Spectral subdivision of limestone types, in Ham, W.E., ed.,

Classification of Carbonate Rocks-A Symposium: AAPG, Memoir 1, p. 62-84.

-Friedman, G. M. and Sanders, J. E., 1978. Principles of Sedimentology: John Wiley & Sons, 792 p.

-Gansser, A., 1955. New aspects of the geology in Central Iran, Proceeding of the 4th world petroleum Congress Survey of Iran, v. 132, 48 p.

-Holbourn, A., Henderson, A. S. and Macleod, N., 2013. Atlas of benthic foraminifera: Wiley-Blackwell, 651 p.

-Kalantari, M., 2011. Biostratigraphy and Micropaleontological study on the surface sample of the Berenj abad section, central Iran (Botsan abad area-NW Iran): TR: 1866.

-Miall, A.D., 2014. Fluvial Depositional Systems: Springer Verlage, 316 p.

-Moore, C.H. and Wade, W. J., 2013. Carbonate Reservoirs, Porosity and Diagenesis in a Sequence Stratigraphic Framework (Developments in Sedimentology, 67): Elsevier, 347 p.

-Morad, S., Ketzer, J. M. and De Ros, L. F., 2013. Linking Diagenesis to Sequence Stratigraphy: An Integrated Tool for Understanding and Predicting Reservoir Quality Distribution: SEPM, Wiley Blackwell, 522 p.

-Okhravi, R. and Amini, A., 1998. An example of mixed carbonate-pyroclastic sedimentation (Miocene, Central Basin,

Iran): Sedimentary Geology, v. 118, p. 37 – 54.

-Scholle, P.A. and Scholle, D.S., 2006. A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis: AAPG, Tulsa, Oklahoma, U.S.A. 459 p.

-Shafizad, M., 2010. Biostratigraphy and Micropaleontological study on the surface samples of the Ahmad Abad stratigraphic section in south of Bukan (Urumyeh – Qareh Aqaji project) Paleontological Note# 764, p. 1-8.

-Stocklin, J., 1974. Possible ancient continental margins in Iran. In: BURK, C. A. and DRAKE, C. L. (eds) The Geology of Continental Margins: Springer- Berlin, p. 873 –887.

-Tucker, M.E. and Wright, V.P., 2009. Carbonate Sedimentology: Oxford, Blackwell Scientific Publications, 404 p.

-Tucker, M. E., 2011. Sedimentary Rocks in the Field. 4th edition: John Wiley and Sons Ltd, 238 p.

-Warren, J. K., 2006. Evaporites: Sediments, Resources and Hydrocarbons: Springer, 1035 p.

-Wilson, J.L., 2013. Carbonate Facies in Geologic History: Springer Berlin, 471 p.

-Zarza, A. M. A. and Tanner, L. H., 2010. Carbonates in Continental Settings, Geochemistry Diagenesis and Applications: Elsevier, 319 p.