

ریز زیت چینه نگاری و محیط رسوبی دیرینه نهشته‌های الیگو-میوسن در شمال ایران مرکزی

شهرام نواوا جاری^۱، ایرج مغفوری مقدم^۲، علیرضا شهیدی^۳ و حمید نظری^۴

^۱ دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

^۲ دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

^۳ دکترا، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

^۴ دانشیار، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۲

چکیده

نهشته‌های الیگوسن-میوسن ایران بین دو فاز کوهزایی پیرنین و پاسادنین قرار گرفته است. این نهشته‌ها در حوضه پشت کمان ایران مرکزی، سازند قم نامیده می‌شوند. رخنمون‌های مناسبی از سازند قم در شمال ایران مرکزی وجود دارند. به منظور مطالعه ریز زیت چینه نگاری و تحلیل محیط رسوبی این سازند، سه برش سطحی در شمال باختر شهرک درجین، کوه بنک و باختر اروانه در شمال باختر-باختر شهر سمنان انتخاب شد. در این برش‌ها سازند قم با ناپوستگی فرسایشی بر روی سازند قرمز زیرین و با همین گونه در زیر کنگلومرای دارای میان‌لایه‌های ماسه سنگی مربوط به میوسن پیشین، که هم‌ارز با سازند قرمز بالایی است، قرار می‌گیرد. ترکیب سنگ‌شناسی اصلی سازند قم در ناحیه مورد بررسی، تناوب سنگ آهک و مارن بوده که دارای میان‌لایه‌هایی از سنگ‌های تخریبی نیز می‌باشد. عضوهای ناحیه الیگوسن سازند قم در اینجا قابل مشاهده نبوده و تنها می‌توان بر مبنای ویژگی سنگ‌شناسی واحدهای سنگی، محلی برای آن در نظر گرفت. بر پایه روزن‌بران شناسایی شده، سن سازند قم در شمال باختر-باختر سمنان (زون در جزین-افتر)، که در زون ساختاری-رسوبی البرز مرکزی قرار دارد، آشکوب بوردیگالین از میوسن پیشین می‌باشد که معادل زیت زون *Borelis melo curdica-Borelis melo* است.

کلیدواژه‌ها: میوسن، بوردیگالین، زیت چینه نگاری، ریزخساره، ایران مرکزی.

* نویسنده مسئول: ایرج مغفوری مقدم

E-mail: irajmmms@yahoo.com.uk

۱- پیش‌نوشتار

نهشته‌های الیگوسن-میوسن ایران بین دو فاز کوهزایی پیرینه و پاسادنین قرار گرفته‌اند. این نهشته‌ها در حوضه پشت کمان ایران مرکزی، حوضه بین کمان ارومیه-دختر و حوضه جلوی کمان سندج-سیرجان به نام سازند قم نامیده می‌شوند (Stocklin and Setudehnia, 1991). کوهزایی پیرینه موجب حوادث مهمی در جهان شد که از آن جمله، می‌توان به کاهش دما در اوایل الیگوسن نسبت به ائوسن به علت باز شدن تنگه‌های دریکی و تاسمانی و ظهور کلاهک‌های یخچالی در جنوبگان و شروع فعالیت‌های آتشفشانی اتیوپی در ۲۹ تا ۳۱ میلیون سال پیش اشاره نمود (Berggren and Prothero, 1992).

در ایران این فاز با نبود رسوبی بین نهشته‌های الیگوسن زیرین و حتی نهشته‌های جوان‌تر با سنگ‌های ائوسن میانی در زاگرس و ته‌نشینی سازند ملاسیک قرمز زیرین مشخص می‌شود. با گرم شدن دوباره هوا و بالا آمدن جهانی آب دریاها از سمت جنوب رسوبات سازند قم شروع به رسوب گذاری نموده است. این پیشروی تا اواخر میوسن پیشین و شروع فاز آتیک ادامه داشت. بر اثر این فاز که به علت برخورد قاره-قاره صفری با صفحه ایران بوده است رسوبات ملاسیک سازند قرمز زیرین انباشته شدند. در طول الیگوسن-میوسن پیشین آبراهه بین حوضه هند و تیس باختری هنوز باز بوده (Reuter et al., 2007) و تبادل جانداران بین آنها برقرار بوده است. از آنجا که ایران در بخش‌های میانه این آبراهه قرار داشته، از این رو، دارای مجموعه فسیلی است که قابل مقایسه با حوضه‌های یاد شده می‌باشد و می‌توان از آنها برای تعیین سن دقیق استفاده نمود. از آنجا که زمان پیشروی سازند قم و نوع رخساره‌های آن در مناطق مختلف تفاوت‌های چشمگیری دارد و با توجه به اهمیت اقتصادی نهشته‌های این سازند، مطالعه سازند قم در برش‌های مختلف بسیار اهمیت دارد. سازند قم از توالی ستر مارن‌های دریایی، سنگ‌های کربناته، ژئیس و سیلیسی آواری تشکیل شده و رسوب گذاری آن در حوضه‌های قم و اصفهان-سیرجان در ایران مرکزی (Reutner et al., 2007) بوده است. رخنمون‌هایی از این سازند با ستر برای به مراتب کمتر، ولی با تغییرات رخساره‌ای متنوع در حاشیه جنوبی البرز مرکزی و به‌ویژه در شمال، شمال باختری و جنوب خاوری سمنان دیده می‌شوند. در این

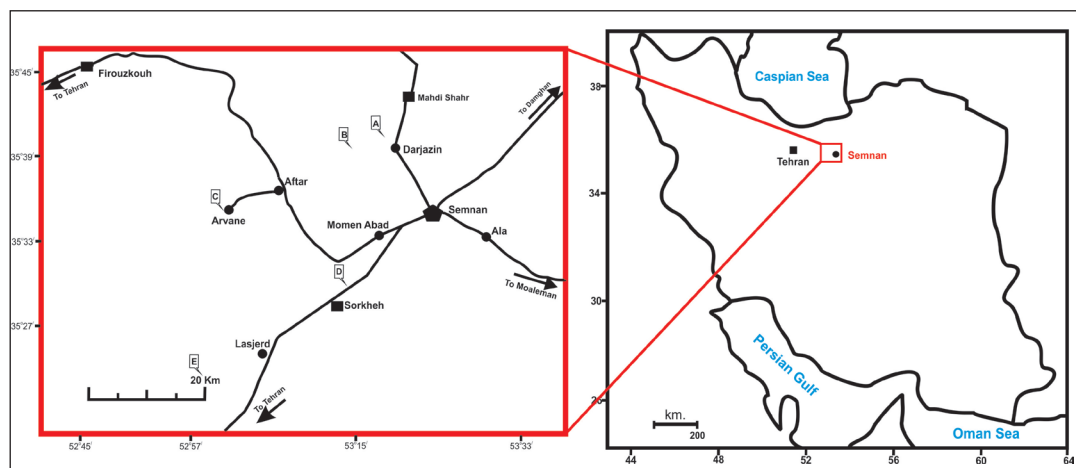
نوشتار، ویژگی‌های چینه نگاری زیتی و رخساره‌های سازند قم در بخش شمال ایران مرکزی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصل از برش‌ها با هم مقایسه می‌گردند. بر اساس تقسیمات حوضه‌ای البرز و ایران مرکزی، سازند قم عمدتاً جزو حوضه ایران مرکزی در نظر گرفته شده، و در ترسیم چینه‌شناسی البرز، جایگاهی برای سازند قم در نظر گرفته نشده است. گسترش این سازند در بخش عمده‌ای از حاشیه جنوبی به‌ویژه البرز مرکزی، این سوال را در اذهان بر می‌انگیزد، که تقسیم‌بندی یاد شده بدون در نظر گرفتن گسترش جغرافیایی سازندهای مربوط به دو حوضه بوده است. سازند قم در ایران مرکزی از نظر رخساره‌های سنگی، حوضه رسوبی، شرایط پالئو کولوژی و ذخیره هیدروکربنی قابل مقایسه با سازند آسماری در جنوب باختری ایران است (رحیم‌زاده، ۱۳۷۳). سازند قم در حوضه‌های قم و اصفهان-سیرجان در ایران مرکزی و نیز حاشیه جنوبی البرز مرکزی توسط یک سیستم کمان آتشفشانی، که در زمان ائوسن تشکیل شده، از هم جدا شده‌اند (Stocklin & Setudehnia, 1991). تغییر رخساره در سازند قم بسیار زیاد است و به همین دلیل تاکنون برش الگویی برای آن معرفی نشده است (آقاباتی، ۱۳۸۳). بررسی رخساره‌ها و محیط رسوبی سازند قم نشان می‌دهد که این سازند در سیستم‌های رسوبی گوناگونی نهشته شده است. به‌طور کلی رخساره‌های سازند قم را می‌توان در چهار دسته رخساره رودخانه‌ای دلتایی، رخساره سکوی کربناتی تبخیری، رخساره سرایشی حاشیه سکوی کربناتی و رخساره منطقه عمیق تقسیم نمود (رحیم‌زاده، ۱۳۷۳). ته‌نشست‌های سازند قم نشانگر آخرین پیشروی دریا در ایران مرکزی است. این نهشته‌های دریایی در مکان‌های متفاوت، سترهای مختلفی دارند به‌طوری که آقاباتی (۱۳۸۳) سترهای آن را در بین سازندهای قرمز پایینی و بالایی در منطقه ده‌هاج شهرستان انار ۱۰ تا ۱۵ متر و وحدتی دانشمند (۱۳۵۴) بیشترین سترهای سازند قم را از منطقه دخان در باختر ساوه، ۳۶۱۳ متر گزارش نموده‌اند. Berberian (1983) زایش حوضه رسوبی سازند قم را ناشی از فرو رانش پوسته اقیانوسی تیس جوان به زیر ایران مرکزی می‌داند که با باز شدگی پشت کمانی و نهشت رسوبات دریایی سازند قم و فرایندهای آتشفشانی آلکالین، همراه بوده است، ولی در مورد چگونگی زایش حوضه پیش کمان سخنی به میان نیاورده

گسترده و متنوع در فاصله بسیار کم چندین کیلومتری می‌باشد که ضرورت بررسی بیشتر این سنگ مخزن هیدروکربنی را توجیه می‌نماید، به‌عنوان نمونه، در جنوب باختر لاسجرد این سازند با رخساره‌ای تبخیری (گچ و ژپس) دیده می‌شود و چند کیلومتر به سمت خاور در شمال سرخه از سنگ آهک و مارن دریایی تشکیل یافته و یا به سمت شمال شهمیرزاد و در حاشیه خاور شهر چاشم، در حد نهایی پیشروی دریای سازند قم به سوی شمال، دارای رخساره تخریبی و تخریبی است و این در حالی است که در رخنمون‌های جنوب مهدی شهر دارای رخساره‌ای شامل تناوب سنگ آهک و مارن‌های دریایی می‌باشد. نهشته‌های سازند قم در شمال باختر-باختر سمنان تاکنون به طور تفصیلی از نگاه ریزیزیت چینه‌نگاری مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند، از سوی دیگر در روستای خوریان که در حوزه مرکزی شهرستان سمنان قرار داشته و در ۹ کیلومتری جنوب خاوری سمنان و در دشت‌های جنوبی البرز مرکزی واقع است، عملیات اکتشاف نفت با موفقیت، و در ساختاری تاقدیسی با ویژگی سنگ مخزنی سازند قم و در حدود ۷۰ سال گذشته انجام یافته است که گویای اهمیت شناخت بیشتر سازند قم در این بخش از سرزمین ایران است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی تغییرات رخساره‌ای و زیست چینه‌نگاری و به کارگیری نتایج آن برای تفکیک توالی‌های رسوبی و در نهایت مقایسه ستون چینه‌نگاری در برش‌های پیمایش شده در این بخش از جنوب البرز مرکزی است. در راستای مطالعه سازند قم در جنوب البرز مرکزی با بررسی‌های مقدماتی میدانی و مدارک و مستندات موجود (نقشه‌های زمین‌شناسی در مقیاس متنوع، گزارشات، پایان‌نامه‌ها و...) سه برش مرجع کامل‌تر از نظر همبری زیرین و زبرین و نیز دارای تنوع رخساره‌ای در شمال باختر-باختر سمنان انتخاب گردید که از لحاظ توالی سنگ چینه‌ای و ستبرای نیز تفاوت آشکاری داشته و در این نوشتار به تفصیل بیان خواهند گردید.

۲- روش مطالعه و راه‌های دسترسی

سه برش در باختر و شمال باختر شهر سمنان، با مجموع ۶۵۸ متر ستبرای، برای این مطالعه در نظر گرفته شده‌اند. این برش‌ها در گستره نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سمنان قرار می‌گیرند (شکل ۱).

است. بالا آمدن سطح دریاها در اثر گرم شدن جهانی الیگوسن پسین و تداوم آن تا میوسن میانی می‌تواند یکی دیگر از دلایل تشکیل نهشته‌های دریایی سازند قم باشد، چون به باور Harzhauser et al. (2007) پس از کاهش تدریجی دما که در اتوسن پسین آغاز شده و در نزدیکی مرز اتوسن-الیگوسن به اوج خود رسیده بود، روند گرم‌شدگی در الیگوسن پسین آغاز گردید و تا میوسن میانی تداوم یافت. به عقیده رحیم‌زاده (۱۳۷۳) احتمالاً ناپدید شدن دریای قم نتیجه افت جهانی سطح آب دریاها، عملکرد حرکات کوهزایی و یا تأثیر همزمان هر دو بوده است. همچنین بنا به نوشته Reutner et al. (2007)، بسته شدن راه دریایی تیس و قطع ارتباط حوضه قم با آب‌های آزاد هند و آرام پیشین (Proto-Indopacific) در بوردیگالین پیشین در اثر برخورد صفحه آفریقایی عربی با صفحه اوراسیا صورت گرفته است. مطالعات انجام شده بر روی سازند قم نیز گویای این واقعیت است که به دلیل تغییرات رخساره‌ای زیاد این سازند و نهشته شدن آن در حوضه‌های بین کوهستانی، نمی‌توان یک مدل رسوبی را در همه جای ایران برای این سازند در نظر گرفت. به‌طوری که قدسی و لاسمی (۱۳۷۶) در جنوب خاور دماوند و مورده کوه فلاتی شیب‌دار، اینانلو و همکاران (۱۳۹۲) در برش علا (جنوب خاور سمنان) لاگون، فیض‌نیا و مصفی (۱۳۷۷) در جنوب سمنان محیط دریایی کم‌ژرفا (Epicontinental) Okhravi and Amini (1998) در ناحیه قم، پلات‌فرم کربناته از نوع رمپ، نائیچی (۱۳۷۹) در شمال ایوانکی در خاور تهران پلات‌فرم کربناته از نوع رمپ، مومن‌زاده (۱۳۸۲) در جنوب خاور کاشان پلات‌فرم کربناته از نوع فلات باز، Vaziri-Moghaddam and Torabi (2004) در باختر اردستان پلات‌فرم کربناته از نوع فلات باز، دانشیان و درخشانی (۱۳۸۵) در جنوب گرمسار فلات (shelf) برای رسوب گذاری نهشته‌های این سازند تشخیص داده‌اند. همچنین Reutner et al. (2007) با مطالعه چینه‌نگاری زیستی و چینه‌نگاری سکانسی سازند قم در دو برش از حوضه پیش کمان و دو برش از حوضه پس کمان و هم‌ارزی آنها، پلات‌فرم کربناته از نوع رمپ برای ته‌نشست سازند قم در نظر گرفته‌اند. سازند قم در رخنمون‌های دامنه جنوبی ارتفاعات البرز و به‌ویژه شمال باختر-باختر سمنان دارای تغییرات رخساره سنگی



شکل ۱- راه‌های دسترسی به برش‌های مورد مطالعه (تلفیق کننده آقاباتی (۱۹۹۴)). (A) برش شمال باختر درجزین، (B) برش کوه بنک، (C) برش اروانه.

مقداری از آن را درون برش‌های فلزی ریخته و آب اکسیژنه و آب را به نسبت ۱ به ۱ به آن اضافه نمودیم. پس از ۲۴ تا ۴۳ ساعت با استفاده از الک‌های ۳۶۶ و ۱۶۶ مش به آرامی نمونه‌ها را شسته، در مرحله بعد محتویات روی الک ۳۶۶ مش را به‌خوبی شستشو داده تا جایی که آب خارج شده از آن شفاف شود. پس از خشک کردن، نمونه‌ها درون قوطی با ثبت شماره همان نمونه قرار داده شدند، لازم به یادآوری است در مواردی که پس از قرار دادن نمونه زیر میکروسکوپ مشخص شد که به

پس از بازدید صحرایی مقدماتی از نواحی مورد مطالعه، بهترین برش‌ها انتخاب و اندازه‌گیری ستبرای با ابزار اندازه‌گیری استاندارد ژاکوپ استاف انجام شد. در برداشت نمونه‌های صحرایی سعی شد با هر تغییر سنگ‌شناسی، نمونه یا نمونه‌های لازم برداشت شود و در مجموع ۴۴۳ نمونه در ستبرای ۶۵۸ متر، برای تهیه مقاطع نازک میکروسکوپی و الک شویی (نمونه‌های مارنی) برداشت شد. از نمونه‌های سخت برش نازک تهیه گردید و برای رخنمون‌های مارنی به‌منظور جدا کردن میکروفسیل‌ها

یال جنوبی ساختاری ناودیدی و با شیب عمومی ۳۵ تا ۴۰ در جهه سوی شمال باختر (۲۹۰ درجه) و نیز همبری از نوع ناپیوسته همشیب و فرسایشی بر روی تناوب ماسه سنگ، مارن‌ها و سیلتستون‌های سازند قرمز زیرین، و در زیر کنگلومرا و ماسه سنگ‌های هم‌ارز با سازند قرمز بالایی قرار می‌گیرد. سازند قم در این ناحیه قابل تفکیک به واحدهای سنگی متنوعی است که به ترتیب از قدیم به جدید عبارتند از: واحد اول ۸/۵ مترسترا دارد و شامل کنگلومرای شنی (Pebbly Conglomerate) متوسط لایه با ماتریکس ماسه‌ای و نیز سیمان اکسید آهن که دارای قطعات اسکلتی نرم‌تان عمدتاً دوکفه‌ای به‌عنوان چهارچوب اصلی سنگ می‌باشد (Folk, 1980). واحد دوم با ۱۰/۵ مترسترا بیشتر شامل سنگ آهک ماسه‌ای متوسط لایه زرد مایل به خاکستری روشن تا خاکستری مایل به سبز روشن می‌باشد، ریزرخساره غالب لایه‌های سنگ آهکی Wackstone/Packstone است. واحد سوم ۱۳ مترسترا دارد و شامل سنگ آهک متوسط تا ستبر لایه خاکستری مایل به سبز روشن دارای پوسته دوکفه‌ای‌ها به همراه میان‌لایه‌های مارنی سبز مایل به زرد و تا حدودی ماسه‌ای تشکیل یافته است، ریزرخساره غالب لایه‌های سنگ آهکی Wackstone/Packstone می‌باشد. واحد چهارم با ۱۴ مترسترا بیشتر شامل سنگ آهک خاکستری متوسط لایه مایل به سبز روشن دارای پوسته دوکفه‌ای‌ها به همراه میان‌لایه‌های مارنی سبز مایل به زرد و به‌صورت بخشی ماسه‌ای می‌باشد. ریزرخساره غالب لایه‌های سنگ آهکی Wackstone/Packstone است. واحد پنجم با ۲۶/۵ مترسترا شامل مارن سبز مایل به زرد است. واحد ششم ۱۵ مترسترا دارد و بیشتر شامل سنگ آهک متوسط تا ستبر لایه زرد مایل به سبز روشن تا خاکستری روشن دارای پوسته دوکفه‌ای‌ها است، ریزرخساره غالب Wackstone/Packstone می‌باشد. واحد هفتم با ۱۸/۵ مترسترا شامل تناوب مارن سبز مایل به زرد تا ستبر لایه زرد مایل به سبز روشن تا مایل به قرمز است، ریزرخساره غالب لایه‌های سنگ آهکی Wackstone/Packstone می‌باشد. واحد هشتم با ۱۷/۵ مترسترا شامل گچ می‌باشد. واحد نهم با ۱/۵ مترسترا بیشتر شامل مارن سرخ رنگ ژپس‌دار است (شکل B-۵). مجموعه فسیلی به‌دست آمده بیانگر سن بوردیگالین برای سازند قم در این برش می‌باشد. نمودار زیست‌چینه‌نگاری سازند قم در این برش به همراه رخساره‌های سنگی میکروسکوپی تشخیص داده شده به تفکیک لایه‌ها و نیز درصد فراوانی میکروفسیل‌ها در هر بخش از چینه‌ها در انتهای نوشتار درج گردیده است (شکل ۳).

— **برش اروانه (C):** این برش در حاشیه باختری - شمال باختری روستای اروانه با ستبرای بیشینه ۴۳۰/۵ قرار داشته و در آن سازند قم دارای شیب عمومی ۲۵ درجه به سوی شمال باختر (۳۴۰ درجه) می‌باشد. همبری زیرین سازند قم در این برش ناپیوسته هم‌شیب و فرسایشی با سازند قرمز زیرین است. ترکیب اصلی سنگ‌شناسی سازند قرمز زیرین مارن و سیلت سرخ رنگ دارای باندهای ژپس و ۲ متر ماسه‌سنگ آهکی دارای پوسته نرم‌تان در راس توالی می‌باشد (Folk, 1980). در بخش بالایی نیز سازند قم با همبری ناپیوسته فرسایشی در زیر کنگلومرای ستبر لایه چند زادی دارای میان لایه ماسه‌سنگی متوسط مربوط به میوسن پیشین قرار می‌گیرد. سازند قم در این ناحیه را می‌توان به واحدهای سنگی تفکیک نمود که به ترتیب از قدیم به جدید عبارتند از: واحد اول ۳۳ مترسترا دارد و شامل سنگ آهک متوسط لایه خاکستری مایل به زرد روشن است، ریز رخساره غالب Packstone می‌باشد. واحد دوم با ۵۵ مترسترا بیشتر شامل تناوب مارن و سنگ آهک متوسط لایه زرد روشن مایل به خاکستری می‌باشد، ریزرخساره غالب لایه‌های سنگ آهکی Packstone است. واحد سوم ۱۸ مترسترا دارد و شامل سنگ آهک نازک تا متوسط لایه خاکستری مایل به زرد خرد شده دارای سنگواره بی‌مهرگان می‌باشد. ریزرخساره غالب Wackstone/Packstone است. واحد چهارم با ۲۱/۵ مترسترا بیشتر شامل مارن سبز مایل به زرد می‌باشد. واحد پنجم با ۲۲ مترسترا شامل سنگ آهک متوسط تا ستبر لایه خاکستری مایل به زرد است که در بخش بالای توالی تبدیل به سنگ آهک ماسه‌ای متوسط لایه خاکستری روشن می‌گردد. ریزرخساره غالب Wackstone/Packstone است. واحد ششم ۱۷/۵ مترسترا دارد و بیشتر شامل سنگ آهک ماسه‌ای ستبر لایه

خوبی شسته نشده است، چند قطره مایع ظرفشویی و مقداری آب درون بشر ریخته و محتویات درون قوطی را به آن اضافه کردیم سپس آن را حرارت دادیم تا به جوش آید، پس از چند دقیقه جوشیدن، آن را از روی حرارت برداشته و به کمک الک ۳۶۶ مش بار دیگر آن را شسته تا کاملاً تمیز شود. با توجه به حضور فون‌های کف‌زی شاخص، توزیع و پراکندگی آنها و همچنین مقایسه روزن‌بران کف‌زی سازند قم در ناحیه مورد مطالعه با معادل زمانی آن در زاگرس (سازند آسماری)، تعیین سن مطلق و زون‌بندی زیستی بر پایه مطالعات ایزوتوپ استرانسیم انجام شد. به منظور شناسایی رخساره‌ها، شناخت شرایط زیستی میکروفون‌ها و تعیین و تفسیر محیط رسوبی، درصد دانه‌های اسکلتی و غیراسکلتی، ویژگی‌های بافتی، میزان سیمان و ماتریکس مقاطع مورد بررسی قرار گرفت. نامگذاری ریزرخساره‌ها در سنگ‌های کربناته آهکی بر اساس روش Dunham (1962) و تعیین و تفسیر مدل رسوبی بر اساس استانداردهای Wilson (1975) و Flügel (2010) انجام گرفت. ویژگی جغرافیایی برش‌ها عبارتند از:

برش شمال باختر در جیزین (A): مختصات این برش ۱۹° ۱۸' ۵۳" طول خاوری و ۳۹° ۳۵' عرض شمالی بوده و در ۱۴ کیلومتری شمال سمنان قرار دارد (شکل ۱). برش کوه بنک (B): این برش با مختصات ۲۵° ۱۵' ۵۳" طول خاوری و ۳۹° ۳۵' عرض شمالی، در ۲۲ کیلومتری شمال سمنان و در ۸ کیلومتری سوی باختری شهرک در جیزین از شهرستان مهدی شهر (استان سمنان) و در کوهی به همین نام قرار دارد (شکل ۱). برش اروانه (C): این برش با مختصات ۵۹° ۰۱' ۵۳" طول خاوری و ۵۲° ۳۴' ۳۵" عرض شمالی، در ۳۶ کیلومتری باختر سمنان و در ۱۰ کیلومتری سوی باختری شهرک افتر، از شهرستان سرخه (استان سمنان) و در مجاورت باختر روستای اروانه قرار دارد (شکل ۱).

۳- زمین‌شناسی و چینه‌نگاری ناحیه

زمین‌شناسی برش‌های مطالعه شده به این شرح است:

— **برش شمال باختر در جیزین (A):** در محل این برش سازند قم با ستبرای بیشینه ۱۰۲/۵ در یال جنوبی ساختاری ناودیدی و با شیب عمومی ۳۵ درجه به سوی شمال باختری (۳۲۰ درجه) و نیز همبری ناپیوسته همشیب و فرسایشی بر روی تناوب ماسه سنگ، مارن‌ها و سیلتستون‌های سازند قرمز زیرین و در زیر کنگلومرا و ماسه سنگ‌های میوسن هم‌ارز با سازند قرمز بالایی قرار می‌گیرد. سازند قم در این ناحیه را می‌توان به واحدهای سنگی محلی تفکیک نمود که به ترتیب از قدیم به جدید عبارتند از (مطالعه ریزرخساره‌ها بر مبنای تقسیم‌بندی سنگ‌های کربناته Dunham (1962) می‌باشد): واحد اول ۷/۵ مترسترا دارد و شامل کنگلومرای متوسط لایه پلی‌زنتیک، با سیمان اکسید آهن و ماتریکس ماسه‌ای، جورشدگی ضعیف و گرد شدگی متوسط بوده که اسکلت آن عمدتاً از سنگ‌های توفی ائوسن و ماسه‌سنگ‌های سازند قرمز تشکیل یافته است. واحد دوم با ۱۴ مترسترا بیشتر شامل سنگ آهک نازک تا متوسط لایه خاکستری مایل به زرد تا سبز کم رنگ می‌باشد، ریزرخساره غالب Wackstone/ Packstone است. واحد سوم ۳۱ مترسترا دارد و از مارن سبز به همراه میان لایه‌های سنگ آهکی نازک لایه دارای پوسته نرم‌تان به رنگ خاکستری مایل به سبز روشن تشکیل یافته است، ریزرخساره غالب Wackstone/Packstone می‌باشد. واحد چهارم با ۱۱ مترسترا بیشتر شامل مارن سرخ رنگ گچ‌دار می‌باشد. واحد پنجم با ۶ مترسترا شامل سیلتستون ماسه‌ای نازک لایه سبز روشن مایل به زرد است. واحد ششم ۳۳ مترسترا دارد و بیشتر شامل سنگ آهک متوسط لایه زرد رنگ مایل به خاکستری تا سبز روشن مایل به خاکستری در تناوب با مارن‌های زرد مایل به خاکستری ژپس‌دار است، ریزرخساره غالب لایه‌های سنگ آهکی Wackstone می‌باشد (شکل ۵-۵). مجموعه فسیلی به‌دست آمده بیانگر سن بوردیگالین برای سازند قم در این برش می‌باشد (شکل ۲).

— **برش کوه بنک (B):** در محل این برش سازند قم با ستبرای بیشینه ۱۲۵ متر در

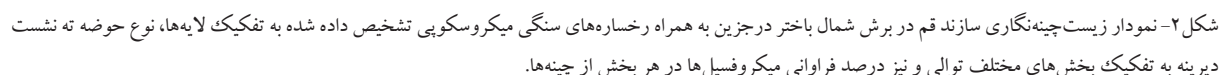
سنگ‌های تخریبی نظیر کنگلومرا و ماسه‌سنگ افزوده می‌شود. هر سه برش در گستره ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی سمنان (نوی، ۱۳۶۶) و در پهنه ساختاری البرز مرکزی و زیر پهنه افتر قرار گرفته‌اند که گستره آن در جنوب باختری ناحیه و در شمال گسل سمنان تا گسل بشم می‌باشد و به سوی باختر همچنان گسترده است و با پهنه قدمگاه-لارک پیوند می‌خورد. سنگ‌های آواری و تبخیری انوسن و الیگوسن پی‌سنگ این زیر پهنه می‌باشند. بنابراین حوضه‌ای رسوبی از نوع کم‌ژرفا بوده که در انوسن میانی از پی رخداد زمین‌ساختی به وجود آمده و در انوسن پسین به علت رخداد زمین‌ساختی دیگری گسترش بیشتری یافته است که به سوی باختر تا ناحیه ده نمک گرمسار و دورتر قابل پیگیری است. از ویژگی‌های بارز این زیر پهنه، تشکیل سنگ‌های انوسن بالایی که با نهشته‌های تبخیری دنبال شده و در الیگوسن و یا حتی میوسن نیز وجود دارند و معادن فعال گچ باختر سمنان از این تبخیری‌ها برداشت می‌شوند و همچنین وجود چین‌های بی‌قرینه و بی‌سامان در ساختار سنگ‌های تبخیری می‌باشند. گسترش سنگ‌های سازند قم نیز یکی دیگر از ویژگی‌های این زون است که به ویژه در بخش‌های باختری و جنوب باختری رخنمون‌های بزرگی از آنها دیده می‌شوند. میانگین ستبرای ردیف چینه‌نگاری از انوسن بالایی به میوسن نزدیک به ۳۹۰۰ متر است. از ویژگی‌های اساسی سازند قم پیرامون شهر سمنان، تغییرات رخساره‌های سنگی در فاصله نه چندان دور از یکدیگر می‌باشد و به صورتی که در این نوشتار آمده با وجود این تغییرات ظاهری در ستبرا و محتوای سنگ‌شناختی، مجموعه فسیلی ثابت بوده و زون‌های زیستی در برش‌ها مشترک هستند. در گستره شمال باختر-باختر سمنان ردیف‌های رسوبی دریای سازند قم در شمال و باختر در جزین و در هسته یک ساختار ناودیس با روند محوری شمال خاور-جنوب باختر رخنمون دارند که نشان دهنده آخرین پیشروی دریای سازند قم پیش از واپسین فاز چین خوردگی (آلپ پایانی) صفحه ایران است. شکل توسعه رخنمون‌ها به گونه‌ای است که گسترش زیاد آن در باختر ناحیه بوده و به سوی خاور به وسیله انباشت‌های آبرفتی مخروط افکنه‌ای حمل شده از بلندی‌های شمال ناحیه پوشیده شده‌اند. از رودخانه در جزین به سوی خاور ردیف‌های رسوبی مربوط به این سازند دیده نمی‌شوند و به نظر می‌رسد که حوضه الیگو-میوسن به سوی خاور در این ناحیه تا همین بخش گسترش داشته و بخش‌های خاوری سرزمین‌های بالا آمده‌ای را تشکیل می‌دهد و دریای کم ژرفای الیگو-میوسن نتوانسته است این بخش‌ها را فرا گیرد. از ناحیه در جزین به سوی باختر ستبرای سازند به تدریج افزایش می‌یابد به طوریکه در باختر افتر (در مسیر جاده سمنان به فیروزکوه) و نیز در پیرامون روستای اروانه ستبرا و محتوای سنگ‌شناسی سازند قم افزایش چشمگیری نشان می‌دهد. در این نوشتار به ریززیت چینه‌نگاری سازند قم در ناحیه مورد مطالعه و سپس به مقایسه بین برش‌های مورد مطالعه پرداخته خواهد شد. مهم‌ترین شاخص‌های زیستی مورد استفاده در مطالعات ریززیت چینه‌نگاری سازند قم در برش‌های شمال-شمال باختر سمنان وجود روزن‌بران کفزی می‌باشد که با توجه به توزیع آنها در لایه‌های رسوبی، اجتماع و پراکندگی زون‌های زیستی قابل تشخیص هستند. در برش‌های چینه‌شناسی مورد بررسی روزن‌بران کفزی عمدتاً از خانواده آلوتولینیده، پئوپلیده و متاندروپسینیده می‌باشند که در تعیین و تفکیک زون‌های زیستی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. (Stocklin (1952 و Bozorgnia (1966 معتقدند در زمان الیگو-میوسن به علت ارتباط حوضه ایران مرکزی و حوضه زاگرس با یکدیگر موجبات شباهت فونای سازند قم و سازند آسماری را فراهم نموده است، لذا از آنجایی که تاکنون زیست‌زون‌بندی استاندارد برای سازند قم انجام نشده و به دلیل شباهت قابل توجه و هم‌ارزی زمانی این دو سازند تقسیم بندی (Laursen et al. (2009 و Van Buchem et al. (2010 در این نوشتار مورد استفاده قرار گرفته است.

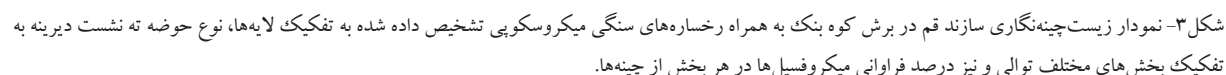
در شکل ۶ نمودار همخوانی سه برش در راستای مقایسه و جمع‌بندی برش‌ها درج شده است و در شکل ۷ - الف و ب نیز میکروفسیل‌های شاخص آورده شده‌اند.

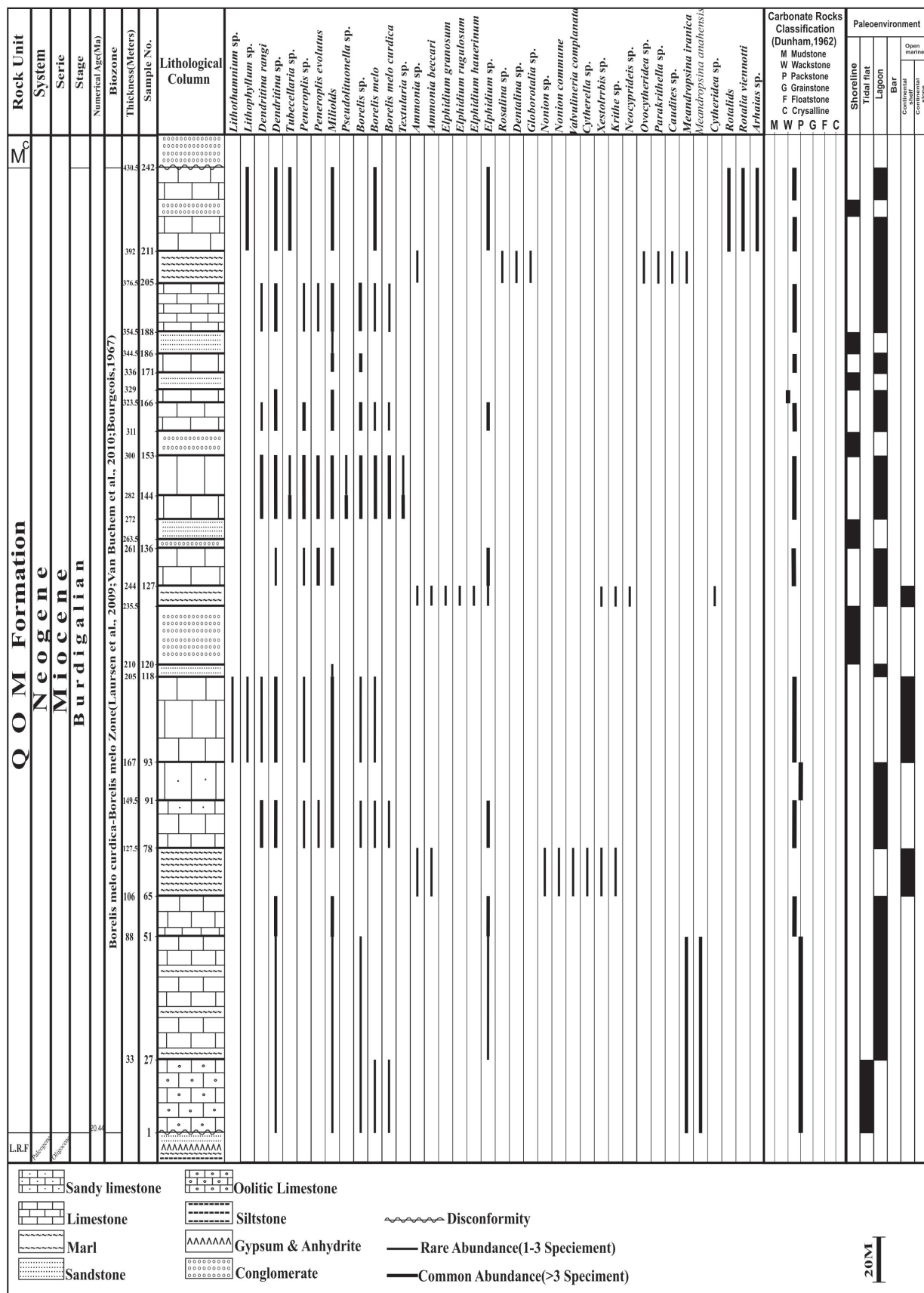
خاکستری مایل به قهوه‌ای روشن است. واحد هفتم با ۳۸ متر ستبرا شامل سنگ آهک متوسط تا ستبر لایه زرد روشن مایل به خاکستری است. ریزرخساره غالب Wackstone/Packstone می‌باشد. واحد هشتم با ۵ متر ستبرا شامل ماسه‌سنگ آهکی متوسط لایه خاکستری روشن مایل به آبی روشن دارای آثار رپیل مارک می‌باشد. واحد نهم با ۲۵/۵ متر ستبرا بیشتر شامل کنگلومرای متوسط تا ستبر لایه چندزادی با جورشدگی و گردشدگی ضعیف و سرخ رنگ است که در بخش بالایی به رنگ سبز متمایل می‌شود. دارای سیمان اکسید آهن بوده و عمدتاً از قطعات سنگی سازند قم، توف و سنگ‌های آتشفشانی و آذر آوری انوسن تشکیل شده است. واحد دهم با ۸/۵ متر ستبرا شامل مارن سبز رنگ می‌باشد. واحد یازدهم با ۱۷ متر ستبرا بیشتر شامل سنگ آهک متوسط لایه زرد مایل به سبز است. ریز رخساره غالب Wackstone/Packstone می‌باشد. واحد دوازدهم با ۲/۵ متر ستبرا عبارتست از کنگلومرای متوسط لایه چندزادی سرخ رنگ. واحد سیزدهم با ستبرای ۸/۵ متر بیشتر شامل ماسه‌سنگ آهکی متوسط تا ستبر لایه خاکستری مایل به سرخ رنگ می‌باشد. واحد چهاردهم عبارتست از ۱۰ متر سنگ آهک متوسط لایه سبز روشن مایل به خاکستری روشن، ریزرخساره غالب Wackstone/Packstone است. واحد پانزدهم با ۱۸ متر ستبرا شامل سنگ آهک ستبر لایه سبز مایل به زرد روشن است. ریزرخساره غالب Wackstone/Packstone می‌باشد. واحد شانزدهم با ۱۱ متر ستبرا داشته و بیشتر شامل کنگلومرای متوسط لایه چند زادی سرخ رنگ می‌باشد. واحد هفدهم با ۱۲/۵ متر ستبرا شامل سنگ آهک متوسط لایه زرد روشن است. ریزرخساره غالب Wackstone/Packstone می‌باشد. واحد هجدهم ۵/۵ متر ستبرا دارد و شامل سنگ آهک متوسط تا ستبر لایه زرد روشن مایل به خاکستری روشن است، ریزرخساره غالب Wackstone می‌باشد. واحد نوزدهم ۷ متر ستبرا دارد و شامل ماسه سنگ آهکی متوسط لایه زرد روشن است. واحد بیستم ۸/۵ متر ستبرا دارد و شامل سنگ آهک ستبر لایه زرد مایل به سبزرش است. ریزرخساره غالب Wackstone/Packstone می‌باشد. واحد بیستم و یکم ۱۰ متر ستبرا دارد و شامل ماسه سنگ آهکی متوسط لایه زرد روشن تا خاکستری روشن است. واحد بیستم و دوم ۲۲ متر ستبرا دارد و شامل سنگ آهک نازک لایه خاکستری مایل به سبز است، ریزرخساره غالب Wackstone/Packstone می‌باشد. واحد بیستم و سوم ۱۵/۵ متر ستبرا دارد و شامل مارن سبز است. واحد بیستم و چهارم ۳۸/۵ متر ستبرا دارد و شامل سنگ آهک نازک تا ستبر لایه زرد مایل به سبز به همراه میان لایه‌های کنگلومرای متوسط لایه سرخ مایل به خاکستری است، ریزرخساره غالب لایه‌ای سنگ آهکی Wackstone/Packstone می‌باشد (شکل ۵-۵). مجموعه فسیلی به دست آمده بیانگر سن بوردیگالین برای سازند قم در این برش می‌باشد. نمودار زیست چینه‌نگاری سازند قم در این برش به همراه رخساره‌های سنگی میکروسکوپی تشخیص داده شده به تفکیک لایه‌ها و نیز درصد فراوانی میکروفسیل‌ها در هر بخش از چینه‌ها در انتهای نوشتار درج گردیده است (شکل ۴).

۴- بحث

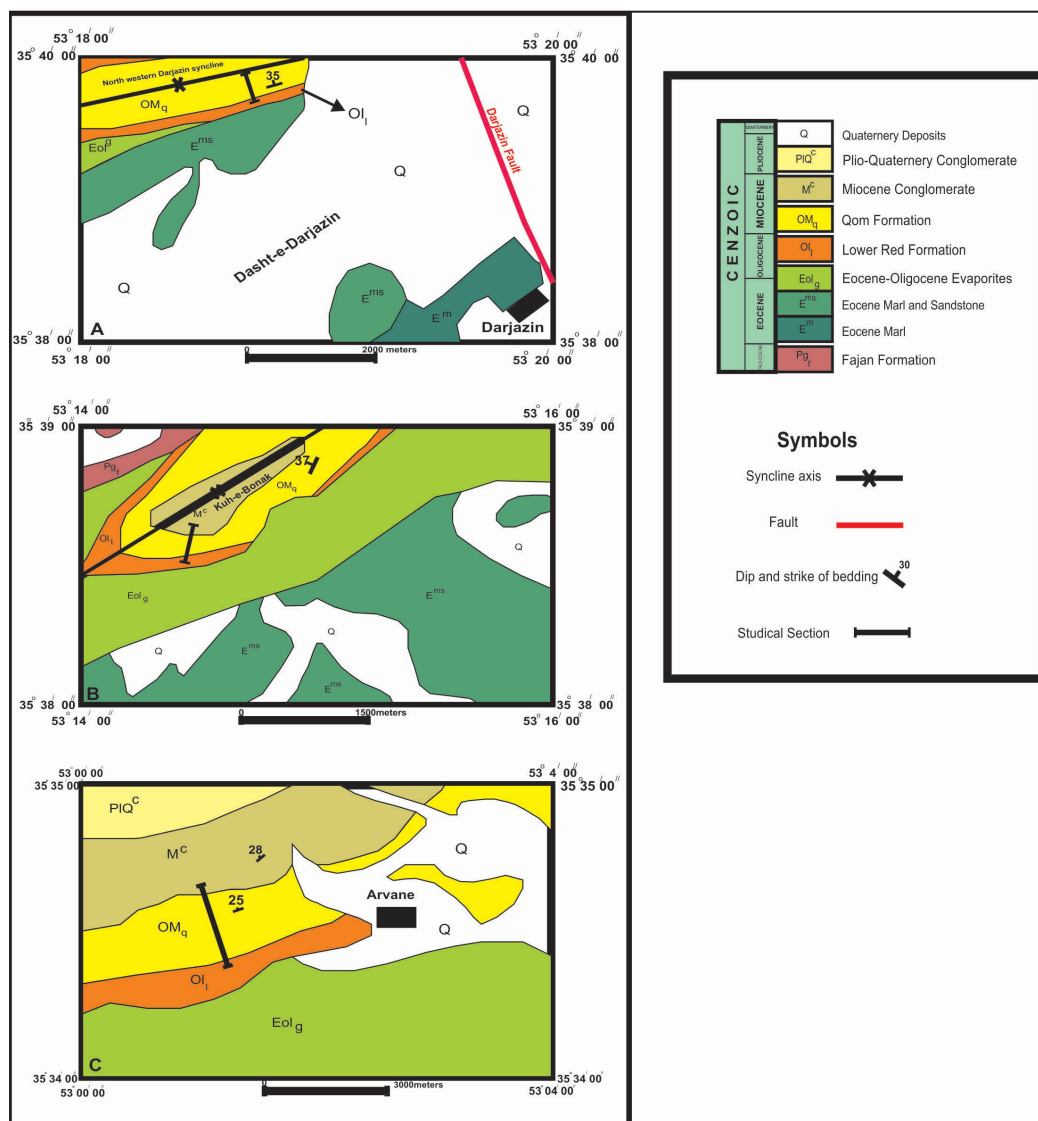
اطلاعات فسیل‌شناسی درباره سازند قم بسیار زیاد می‌باشد. تقریباً بر روی تمام رخنمون‌های شناخته شده این سازند مطالعات فسیل‌شناسی و چینه‌شناسی انجام شده‌است (Emami, 1981). این مطالعات بیشتر بر اساس شناخت روزن‌بران استوار گردیده و سن‌های پیشنهادی بر پایه ظهور یا ناپدید شدن فسیل مشخص و یا مجموعه فسیلی داده شده است. در هر سه برش شمال باختر در جزین، کوه بنک و اروانه، سازند قم با ناپوستگی فرسایشی بر روی سازند قرمز زیرین و به همین گونه در زیر کنگلومرای دارای میان لایه‌های ماسه سنگی مربوط به میوسن پیشین، که هم‌ارز با سازند قرمز بالایی است، قرار می‌گیرد. در هر سه برش سازند قم تناوبی از لایه‌های سنگ آهکی و مارنی است که در برش اروانه به این مجموعه میان لایه‌هایی از



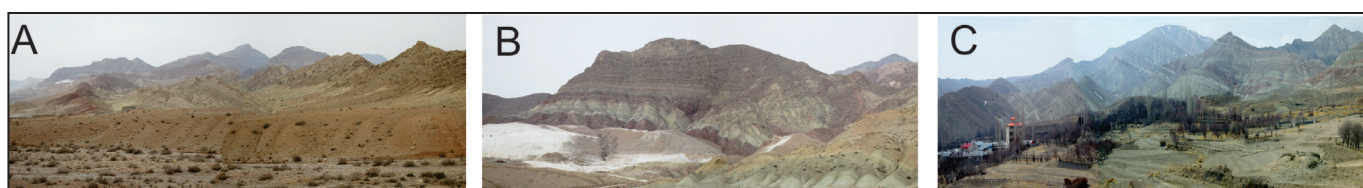




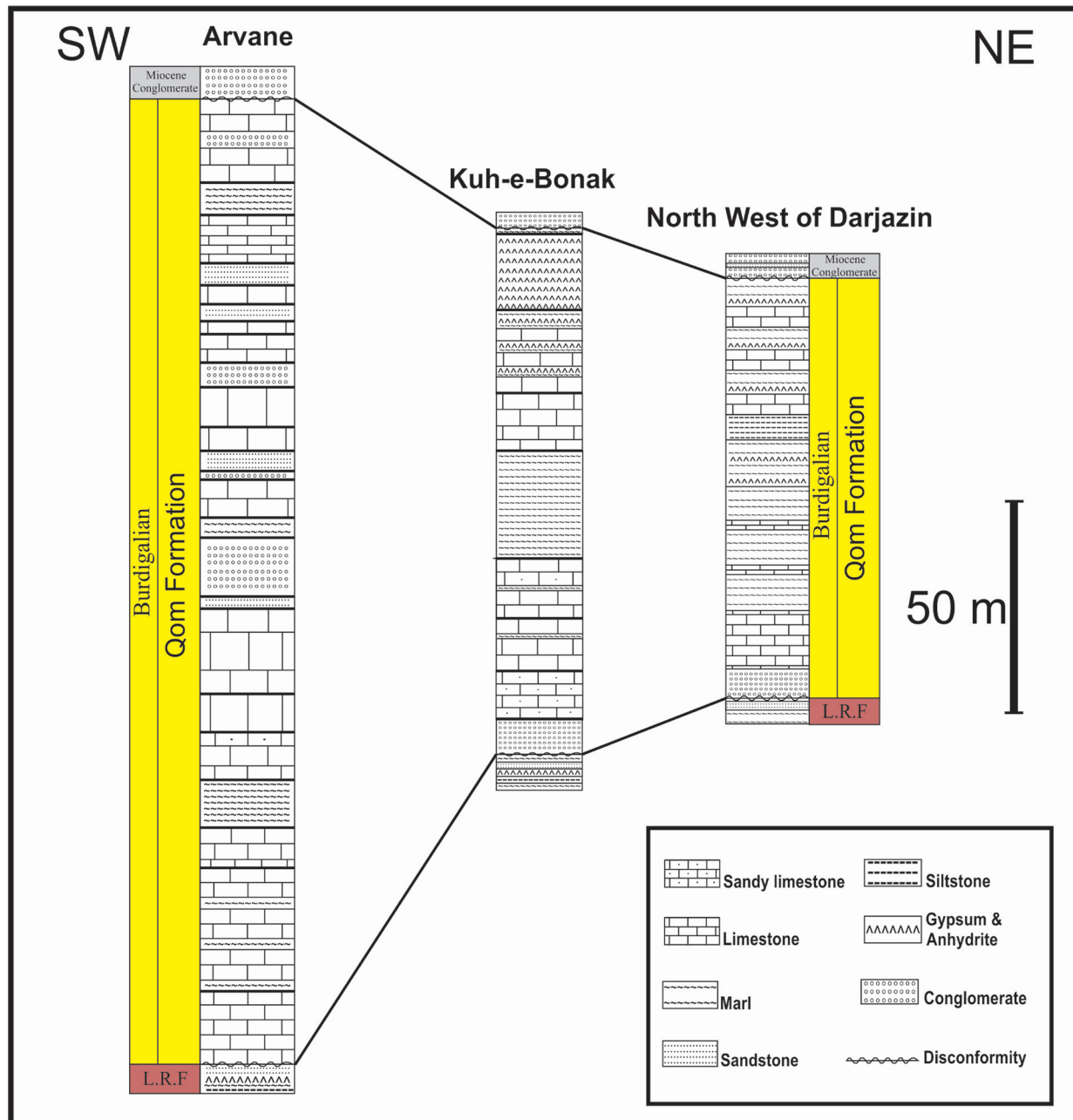
شکل ۴- نمودار زیست‌چینه‌نگاری سازند قم در برش اروانه به همراه رخساره‌های سنگی میکروسکوپی تشخیص داده شده به تفکیک لایه‌ها، نوع حوضه ته‌نشست دیرینه به تفکیک بخش‌های مختلف توالی و نیز درصد فراوانی میکروفسیل‌ها در هر بخش از چینه‌ها.



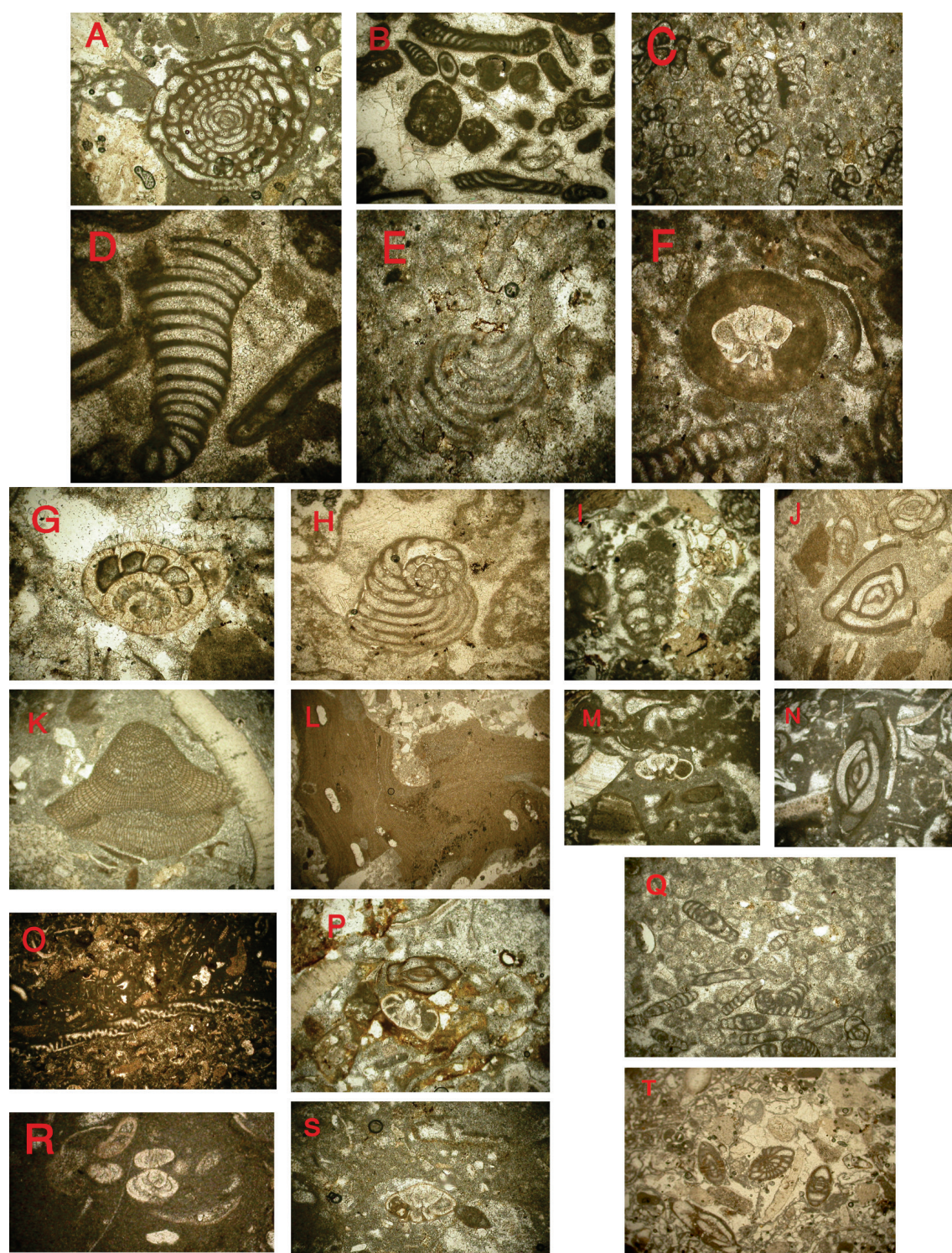
شکل ۵- الف) نقشه زمین‌شناسی سه برش مورد مطالعه (A: شمال باختر درجین، B: کوه بنک، C: اروانه (نبوی، ۱۳۶۶).



شکل ۵- ب) تصاویر پانورامایی سه برش بر اساس حروف انگلیسی مطابق با توصیف قسمت الف (در تصویر A: دید شمال، تصویر B: دید شمال و در تصویر C: دید باختر است).

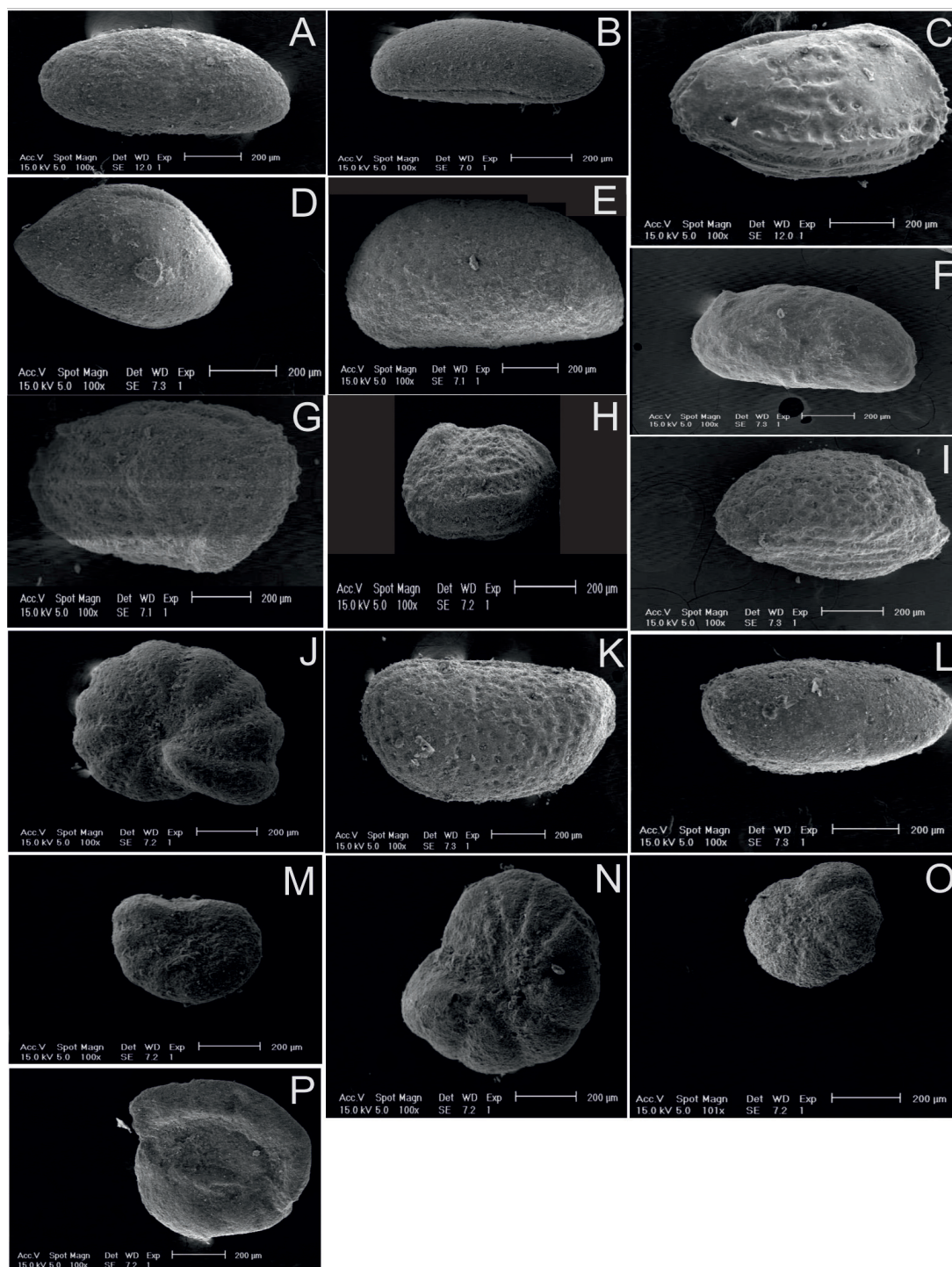


شکل ۶- نمودار همخوانی سازند قم در برش‌های سه‌گانه- از سوی شمال خاور به جنوب باختر ضمن افزایش قابل توجه در ضخامت سنگ‌های سازند قم همچنان ترکیب سنگ‌شناسی چیره تناوب سنگ آهک و مارن می‌باشد و لیکن محدوده سنی سازند نیز کماکان بوردیگالین است، در هر سه برش همبری سازند قم با سنگ‌های بالایی و پایینی از نوع ناپیوسته فرسایشی می‌باشد، در برش اروانه میان‌لایه‌های سنگ‌های تخریبی قابل توجه است که گویای تغییرات عمق حوضه رسوبی می‌باشد.



شکل ۷- الف) تصاویر برخی از میکروفسیل‌های به‌دست آمده از لایه‌های سنگی برش‌های مورد مطالعه به روش تهیه مقطع نازک سنگی و تصویر برداری با ابزار میکروسکوپ عبوری نوری:

A) *Borelis melo curdica*, equatorial section; B) *Meandropsina anahensis*, equatorial section; C) *Denndritina rangi*, equatorial and axial sections; D) *Pseudolituonella* sp., axial section; E) *Archaias* sp. equatorial section; F) *Rotalia vienotti* in Oolite center. G) *Elphidium* sp. subaxial section; H) *Peneroplis* sp. Axial section; I) *Textularia* sp. longitudinal section; J) *Triloculina tricarinata*, equatorial section; K) *Lithophyllum* sp.; L) *Lithothamnium* sp.; M) *Discorbis* sp. axial section; N) *Miliola* sp., equatorial section; O) *Meandropsina iranica*, equatorial section; P) *Milola* sp. (down) and Miliolid(up); Q) *Denndritina rangi*, equatorial and axial sections and Miliolid; R) *Ammonia beccarii*, axial section; S) *Rotalia viennotti*, axial section; T) *Denndritina* sp., Miliolid, Microgastrpod.



شکل ۷-ب) تصاویر برخی از میکروفسیل‌های به‌دست آمده از لایه‌های مارنی برش‌های مورد مطالعه به روش الکتشویی و سپس تصویر برداری با ابزار SEM:

A) *Cyprideis* sp.; B) *Eucandona* sp.; C) *Caudites* sp.; D) *Paradoxostoma* sp.; E) *Cytherella* sp.; F) *Krithe* sp.; G) *Cytheridea* sp.; H) *Parakrithella* sp.; I) *Ovocytheridea* sp.; J) *Elphidium granosum*; K) *Cytherella* sp.; L) *Xestoleberis* sp.; M) *Elphidium* sp.; N) *Elphidium hauerinun*; O) *Elphidium* sp.; P) *Miliola* sp.

۵- نتیجه گیری

شواهد زیست‌چینه‌نگاری نشان می‌دهد که سن سازند قم در شمال باختر-باختر سمنان (زون افتر)، که در زون ساختاری-رسوبی البرز قرار دارد، آشکوب بوردیگالین از میوسن پیشین می‌باشد که معادل زیست زون *Borelis melo curdica-Borelis melo zone* است (Laurson et al., 2009; Van Buchem et al., 2010). پیشروی دریای سازند قم در این آشکوب همزمان با پیشروی حوضه رسوب گذاری این سازند به سوی شمال و ارتفاعات البرز می‌باشد. ترکیب سنگ‌شناسی اصلی سازند قم در نواحی مورد بررسی تناوب سنگ آهک و مارن بوده که دارای میان لایه‌هایی از سنگ‌های تخریبی نیز می‌باشد. عضوها و زیرعضوهای ناحیه الگوی سازند قم در اینجا قابل مشاهده نبوده و تنها می‌توان بر مبنای ویژگی سنگ‌شناسی واحدهای سنگی، محلی برای آن در نظر گرفت. فقدان افق تبخیری در انتهای توالی این سازند در برش‌های شمال باختر در جزین و نیز ناحیه اروانه نشان از عدم وجود پوش سنگ بر روی سازند قم و در نتیجه نبود پتانسیل ذخیره‌سازی هیدروکربور برای این سازند در این برش‌هاست (Flugel, 2010)، ولی وجود لایه قابل ملاحظه تبخیری در محل برش کوه بنک در راس توالی، این سازند را از نظر پتانسیل‌یابی ذخایر هیدروکربوری مورد توجه قرار می‌دهد که نیازمند بررسی‌های بیشتر زیر سطحی است (Abaie et al., 1964). در برش در جزین محیط رسوب گذاری سازند قم پس از شرایط قاره‌ای سازند قرمز زیرین ابتدا محیط ساحلی (Shoreline) بوده و سپس شاهد محیط رسوبی لاگون

به صورتی غالب در کل توالی رسوبی هستیم که این محیط در نهایت به محیط قاره‌ای کنگلومرای میوسن ختم می‌شود. در برش کوه بنک نیز ابتدا شرایط قاره‌ای فراهم بوده و در بوردیگالین با پیشروی دریا شرایط لاگونی سازند قم فراهم شده که این محیط حدواسط گهگاه به سمت دریای باز (بخش میانی رمپ) تمایل داشته و در انتهای توالی نیز پس از محیط سبخایی شرایط قاره‌ای کنگلومرای میوسن حاکم گردیده است (Fournier et al., 2004). در ناحیه اروانه تغییرات ژرفا و کیفیت و کمیت حوضه رسوبی طی رسوب گذاری دستخوش تغییرات زیادی شده به صورتی که همانند دو برش دیگر در اینجا نیز دریای سازند قم پس از شرایط قاره‌ای شروع به پیشروی نموده و پس از محیط رسوبی پهنه بین‌کشنندی در قاعده توالی مانند دو برش دیگر محیط رسوبی برتر از نوع لاگون می‌باشد که به صورت مقطعی رخساره دریای باز (بخش میانی رمپ) و یا ساحلی را نیز شامل می‌شده است.

وسعت و ستبرای قابل توجه سازند قم در فاصله نه چندان دور از مرتفع‌ترین قله‌های البرز، بیانگر پیشروی دریایی قم در جنوب البرز مرکزی می‌باشد. تغییرات شدید حوضه رسوبی قم در حاشیه البرز، بیانگر شدت تأثیر پیشروی و پسروی‌های دریای قم در این ناحیه است، به نحوی که رسوبات تبخیری و تخریبی با طی چند مرحله در تناوب با لایه‌های سنگ آهکی این سازند قرار گرفته‌اند.

کتابنگاری

- آقاباتی، س.ع.، ۱۳۸۳- زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۰۶ص.
- آقاباتی، س.ع.، ۱۹۹۴- تلفیق نقشه یک دویست و پنجاه هزارم سمنان، تهران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- اینانلو، ط.، مصدق، ح.، دانشیان، ج.، اهری پور، ر.، ۱۳۹۲- مطالعات میکروفاسیس و ژئوشیمیایی سازند قم در برش علا (جنوب شرق سمنان)، اولین همایش زمین شیمی کاربردی ایران، دانشگاه دامغان.
- دانشیان، ج.، درخشانی، م.، ۱۳۸۵- محیط دیرینه سازند قم بر مبنای فرامینفرا در برش قصر بهرام، دامنه های شمال غربی سیاهکوه واقع در جنوب گرمسار، دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ص ۱۹۱.
- رحیم زاده، ف.، ۱۳۷۳- زمین شناسی ایران، الیگوسن، میوسن، طرح تدوین کتاب زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور، شماره ۱۲.
- فیض نیا، س.، مصفی، ح. ر.، ۱۳۷۷- میکروفاسیس و محیط رسوبی سازند قم در منطقه سمنان، فصلنامه علوم زمین، ۲۸-۲۷، ص ۶۴-۷۷.
- قدسی، ع.ث.، لاسمی، ی.، ۱۳۷۶- بررسی میکروبیواستراتیگرافی و محیط رسوبی سازند قم در مقاطع آجان (جنوب شرق دماوند) و مورده کوه (شمال شرق حوض سلطان) اولین همایش انجمن زمین شناسی ایران، تهران، ص ۷۴-۷۲.
- مومن زاده، ا.، ۱۳۸۲- چینه شناسی سازند قم در جنوب شرقی کاشان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۲۷۰ ص.
- نائیجی، م.ر.، ۱۳۷۹- محیط رسوبی رسوبات مختلط کربناتی اپیکلاستیک سازند قم در شرق تهران، چهارمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تبریز، ص ۶۵۲.
- نبوی، م.ح.، ۱۳۶۶- نقشه یکصد هزارم سمنان، تهران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- وحدتی دانشمند، ف.، ۱۳۵۴- بررسی زمین شناسی و سنگ شناسی ناحیه دخان (۷۵ کیلومتری غرب ساوه)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده علوم.

References

- Abaie, I., Ansari, H. J., Badakhshan, A. and Jafari, A., 1964- History and development of the Alborz and Sarajeh .fields of Central Iran, Bulletin of Iranian Petroleum Institute, V. 15, p. 561 –574. DOI:10.22059/GEOPE.2020.291450.648508.
- Berggren, W., Prothero, D., 1992- Eocene-Oligocene Climate, Princeton University Press, Book ISBN:0691025428.
- Berberian, M., 1983-Continental Deformation in the Iranian Plateau, Geological Survey of Iran, Report No. 52.
- Bozorgnia, F., 1966- Qom Formation stratigraphy of the Central Basin of Iran and its intercontinental position. Bulletin of the Iranian Petroleum Institute, V. 24, p. 69 –75.
- Dunham, R. J., 1962- Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: W. E. Ham, (ed.), Classification of Carbonate Rocks- A Symposium: A.A.P.G, Mem, V. 1, p. 108- 121.
- Ehrenberg, S. N., Pickard, N. A. H., Laursen, G. V., Monibi, S., Mossadegh, Z. K., Svana, T. A., Aqrabi, A. A. M., McArthur, J. M. and Thirlwall, M. F., 2007- Strontium isotope stratigraphy of the Asmari Formation (Oligocene – Lower Miocene), SW Iran, Journal of Petroleum Geology, V. 30, p. 107–128. DOI:10.1111/j.1747-5457.2007.00107.x.
- Emami, M. H., 1981- Geologie de la region de Qom- Aran (Iran) contribution a l'etude dynamique et geochemique du volcanism Tertiaire del'Iran central. These Sciences Naturelles, Universite de Grenoble. p. 500.
- Flügel, E., 2010- Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis Interpretation and Application, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, p. 976.
- Folk, R. L., 1980- Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Publishing Co., Austin, Texas, p. 182.
- Fournier, F., Montaggioni, L. and Borgomano, J., 2004- Paleoenvironments and high-frequency cyclicity from Cenozoic South-East Asian shallow-water carbonates: a case study from the Oligo-Miocene buildups of Malampaya, Offshore Palawan, Philippines, Marine Petroleum Geology, V. 21, p. 1–21. DOI:10.1016/j.marpetgeo.2003.11.012.
- Harzhauser, M., Kroh, A., Mandic, O., Piller, W.E., Gohlich, U., Reuter, M. and Berning, B., 2007- Biogeographic responses to geodynamics: A Key study all around the Oligo-Miocene Tethyan Seaway. Zoologischer Anzeiger, 246: 241-256. DOI:10.1016/j.jcz.2007.05.001.
- Laursen, G. V., Monibi, S., Allan, T. L., Pickard, N. A. H., Hosseiny, A., Vincent, B., Hamon, Y., Van Buchem, F. S. P., Moallemi, A. and Druillion, G., 2009- The Asmari Formation revisited: changed stratigraphic allocation and new biozonation. in: First international petroleum conference and exhibition, Shiraz, Iran. DOI:10.3997/2214-4609.20145919.
- Okhravi, R. and Amini, A., 1998- An example of mixed carbonate-pyroclastic sedimentation (Miocene, Central Basin, Iran). Sedimentology , 118: 37-54. DOI:10.1016/S0037-0738(98)00004-9.
- Reutner, M., Piller, W. E., Harzhauser, M., Mandic, O., Berning, B., Rögl, F., Kroh, A., Aubry, M. P., Wielandt-Schuster, U. and Hamedani, A., 2007- The Oligo-Miocene Qom Formation (Iran) – evidence for an early Burdigalian restriction of the Tethyan Seaway and closure of its Iranian gateways, International Journal of Earth Sciences, Springer-Verlag 2007. DOI:10.1007/s00531-007- 0269-9.

- Stocklin, J. and Setudehnia, A., 1991- Stratigraphic Lexicon of Iran. Geological Survey of Iran, Report No. 18, p. 40–41.
- Stocklin, J., 1952- Stratigraphical investigations in the Qom – Arak – Gulpaigan – Delijan area. National Iranian Oil Company. Report. 95.
- Van Buchem, F. S. P., Allan, T. L., Laursen, G. V., Lotfpour, M., Moallemi, A., Monibi, S., Motiei, H., Pickard, A. R., Tahmasbi, N. A. H., Vedrenne, V. and Vincent, B., 2010- Regional stratigraphic architecture and reservoir types of the Oligo-Miocene deposits in the Dezful Embayment (Asmari and Pabdeh Formations) SW Iran, Geological Society, London, Special Publications, V. 329, p. 219-263. DOI :10.1007%2Fs13146-011-0053-6.
- Vaziri-Moghaddam, H. and Torabi, H., 2004- Biofacies and sequence stratigraphy of the Oligocene succession, Central basin, Iran. N. Jb. Geol. Palaont., Stuttgart, 6: 321-344. DOI:10.1007%2Fs13146-011-0059-0.
- Wilson, J. L., 1975- Carbonate Facies in Geological History, Springer, New York.

Microbiostratigraphy and paleoenvironment of Oligo-Miocene deposits in the North of Central Iran

Sh. Navavajary¹, I. Maghfouri Moghadam^{2*}, A. R. Shahidi³ and H. Nazari⁴

¹ Ph.D. Student, Department of Geology, Faculty of Science, Lorestan University, Khoram Abad, Iran

² Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, Lorestan University, Khoram Abad, Iran

³ Ph.D., Geological Survey and Mineral Exploration of Iran, Tehran, Iran

⁴ Associate Professor, Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 2018 August 15

Accepted: 2020 September 02

Abstract

Oligo-Miocene rocks are deposited between Pyrenean and Pasadenian orogenic phases. This rocks in central Iran back arc deposits are named Qom formation. There are well developed outcrops of Qom formation at the North of Central Iran zone. In order to study microbiostratigraphy of the formation, Three sections, north west of Darjazin town, Bonak mount and Arvaneh were selected. In these sections Qom formation with discontinuity overlays the Lower Red formation and with the same quality under the Late Miocene Conglomerate with intercalations of Sandstone, which is equivalent to the Upper Red Formation is placed. The main lithological composition of the Qom Formation in the study area alternates between layers of limestone and Marl with intercalations of siliciclastic rocks. Members and submembers of the Qom formation type area are not visible in this area and can only based on the lithological characteristics divide to local units. Based on bentic foraminifera and other microbiostratigraphical data, Qom Formation age in north west-west of Semnan (Darjazin-After zone), which is located in the Central Alborz structural- sedimentary zone, is early Miocene epoch and Burdigalian stage, which is the equivalent of *Borelis melo curdica*-*Borelis melo* biozone.

Keywords: Miocene, Burdigalian, biostratigraphy, microfacies, Central Iran

For Persian Version see pages 37 to 50

*Corresponding author: I. Maghfouri Moghadam; E-mail: irajmmms@yahoo.com.uk