

تحلیل لیتوفاسیس ها و شرایط رسوب گذاری توالی آواری پالئوسن در البرز خاوری، ایران

رضا فرخ نژاد^۱، بیژن اسفندیاری^۲ و احمد معتمد^۳

^۱دکتر، گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

^۲استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران

^۳استاد، گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۰۸

چکیده

در این مقاله واحد سنگ چینه‌ای سازند فجن به سن پالئوسن در شمال باختر شاهرود (البرز خاوری) مورد مطالعه قرار گرفته است. ترکیب سنگی اصلی سازند مزبور در مقطع مطالعه شده کنگلومرا و ماسه سنگ و سبزی آن برابر با ۱۷۲/۵ متر است که با همبری از نوع ناپوستگی فرسایشی موازی، لایه‌های آهکی کرتاسه پایانی را می‌پوشاند و همبری بالایی آن با سنگ آهک زیارت به سن انوسن تدریجی است. بخش گسترده سازند فجن در مقطع مورد مطالعه را ارتو کنگلومرای پلی میکتیک و پلی مودال با دانه‌های گرد شده تا نیمه گرد شده تشکیل می‌دهد. جنس این دانه‌های آواری که به طور کلی کروی تا بیضی شکل هستند، سنگ آهک، ماسه سنگ و چرت است. سنگ رخصاره‌های کنگلومرای پالئوسن با دو رخصاره گراولی دانه‌پشتیان (با گسترده‌گی دانه‌ای بیشتر) به اشکال توده‌ای (Gcm) و همراه با لایه‌بندی افقی (Gh) مشخص می‌شوند که در سامانه رودخانه‌ای بریده بریده تشکیل شده‌اند. این موضوع با وجود شواهدی مانند فراوانی و بافت متراکم گراول‌ها، فابریک ایمبریکاسیون که نشان از جریان دیرینه یک‌سویه دارد، نبود فسیل به دلیل ماهیت اکسیدکنندگی محیط رسوبی، وجود عدسی‌های ماسه‌سنگی دارای لایه‌بندی مورب ناوهای شکل (St) و گرد تا نیمه گرد بودن بیشتر گراول‌های موجود که نشان از دور از منشأ بودن آنها دارد، تفسیر می‌شود. فراوانی بار بستر بیشتر در اندازه پیل تا کابل، وجود گراول‌هایی در حد بولدر، نبود رسوبات گلی دشت سیلابی و تداوم جانبی زیاد لایه‌های کنگلومرای، دلایلی هستند که محیط رسوبی شناسایی شده را از نوع رودخانه‌ماندیری متمایز می‌کنند. لایه‌های ماسه‌سنگی مورد بررسی با رخصاره‌های دارای رپیل مارک (St) و لایه‌بندی مورب مسطح (Sp) تبیین شده، از نوع ساب‌لیتارنایت و کوارتز آرنایت هستند و در سامانه دلتایی تحت نفوذ کشند نهشته شده‌اند. معیارهای این تشخیص عبارتند از: وجود ساختار رپیل مارک تداخلی که نمایانگر تغییر در سوی جریان حامل ذرات آواری است، نیمه گرد شده تا گرد شده بودن دانه‌های ماسه که می‌تواند معرف جابه‌جایی مکرر دانه‌ها پس از ته‌نشست در محیط رسوبی باشد، جورشدگی خوب، بلوغ یافتی بالا، ناچیز بودن مقدار ماتریکس که وجه تمایز دلتای مشخص شده از انواع دیگر دلتاهاست و لایه‌بندی مورب درهم که آشکارترین نشانه از وجود جریان‌های رفت و برگشتی کشندی است.

کلیدواژه‌ها: البرز خاوری، پالئوسن، سازند فجن، محیط رسوبی، کنگلومرا، ماسه سنگ.

***نویسنده مسئول:** رضا فرخ نژاد

E-mail: farokhnejad_reza@yahoo.com

۱- پیش‌نوشتار

ارتباط ته‌نشست این رخصاره‌ها با پسروری دریای اواخر کرتاسه، برقراری شرایط لازم برای تأمین حجم زیادی از انباشته‌های آواری در ابتدای دوران سنوزویک و تبیین معیارهای بافتی و ساختاری در تفسیر سامانه‌های رسوبی این نهشته‌هاست. طی بازدیدها و برداشت‌های روی زمین و بررسی رخنمون‌های سازند فجن در منطقه البرز خاوری، مناسب‌ترین مقطع زمین‌شناسی به دلایل زیر در نظر گرفته شد:

پوشیده نبودن سازند فجن در بیشتر بخش‌های مقطع انتخاب شده به‌ویژه در همبری‌های زیرین و بالایی، وجود پوشش آبرفتی و نبود رخنمون کامل در مقاطع دیگر که نمادی از شرایط رسوب گذاری توالی پالئوسن باشد، نبود گسل خوردگی و تکرار لایه‌ها، وضوح برونزد و رخنمون کاملی از سنگ رخصاره‌ها به دلیل وجود یک آبراهه در راستای تقریباً شمالی- جنوبی و عمود بر امتداد لایه‌ها، کامل بودن توالی چینه‌شناسی به طوری که سازند فجن میان لایه‌های آهکی کرتاسه پایانی در زیر و سازند زیارت در روی آن قرار گرفته است. آخرین سنگ رخصاره کرتاسه پایانی شامل سنگ آهک‌های متوسط لایه و خاکستری رنگ است که همبری آن با سازند فجن از نوع ناپوستگی فرسایشی موازی است (شکل ۵-ج).

۲- مطالعات پیشین

مقطع نمونه سازند فجن را Dellenbach (1964) در ۱۰۰ کیلومتری خاور تهران به سبزی ۱۵۰۰ متر معرفی کرده است؛ ولی سبزی این سازند تغییرات زیادی دارد. از

منطقه مورد مطالعه در شمال باختر شاهرود و در محدوده نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ گرگان (شهرابی، ۱۳۶۹) قرار دارد (شکل ۱). منطقه یاد شده با ارتفاع کلی ۲۰۶۰ متر از سطح دریا، در دامنه‌های جنوبی ارتفاعات البرز خاوری و در ۳۵ کیلومتری شهرستان شاهرود (منطقه مجن) جای گرفته است (شکل ۲). سازند لار با سنگ آهک‌های سبزی لایه توده‌ای، کهن ترین و مرتفع ترین سازند در منطقه مورد مطالعه و دارای گرهک‌های چرت فراوان و ژئودهای کلسیتی است و به رنگ نخودی روشن در شمال منطقه رخنمون دارد. سنگ‌های کرتاسه آغازین مانند بیشتر توالی‌های موجود در البرز وجود ندارد و سنگ آهک‌های کرتاسه پایانی با یک قاعده بازالتی سازند لار را می‌پوشاند. این قاعده بازالتی را می‌توان با رویداد زمین‌ساختی اتریشین مرتبط دانست (آقاباتی، ۱۳۹۲). سنگ آهک‌های کرتاسه دارای گرهک‌های چرت و میان‌لایه‌هایی از سنگ آهک‌های مارنی، سنگ آهک‌های ماسه‌دار و ماسه سنگ هستند که ریخت‌شناسی کوهساز، مرتفع و پرتگاهی دارد. سازند فجن از فاصله دور با رنگ نخودی مایل به سرخ نمایان است که نسبت به سازندهای دیگر منطقه ریخت‌شناسی کم‌ارتفاع تری نشان می‌دهد. سنگ آهک‌های نومولیت دار سازند زیارت به سن انوسن آغازین روی سازند فجن قرار می‌گیرند.

در مورد شرایط رسوب گذاری توالی پالئوسن در پهنه رسوبی- ساختاری البرز خاوری تاکنون هیچ گونه مطالعه جامع و دقیقی انجام نشده است. اهداف اصلی این مطالعه شناسایی سنگ رخصاره‌های آواری مختلف در توالی پالئوسن البرز خاوری،

۴-۲. Gh (Horizontally Stratified Gravel Clast-Supported)

این سنگ رخصاره از نوع ارتو کنگلومرای پلی میکتیک همراه با لایه بندی افقی است که در بخش هایی از آن فابریک امبریکاسیون دیده می شود (شکل ۴-ب). در برخی از لایه های کنگلومرای کاهش تدریجی اندازه دانه ها به سوی بالا دیده می شود (شکل ۴-الف). بیشتر دانه های گراول موجود به صورت گرد شده تا نیمه گرد شده هستند و مود در آنها میان ۸ تا ۱۰ سانتی متر با فراوانی حدود ۸۰ درصد است. اندازه بزرگ ترین قطعه آواری در سنگ رخصاره مورد نظر برابر با ۳۵ سانتی متر است.

۴-۳. St (Trough-Cross-Bedded Sand)

سنگ رخصاره یاد شده با عدسی های ماسه سنگی دارای لایه بندی مورب ناوای شکل (trough cross bedding) مشخص می شوند. این عدسی ها با ستبرای های مختلف میان حدود ۱۵ تا ۴۵ سانتی متر دیده می شوند که توسط واحدهای کنگلومرای در برگرفته شده اند. شکل ۴-ب نمایانگر رخصاره از نوع St است که به طور پراکنده دانه هایی در اندازه پیل در آن یافت می شود.

۴-۴. Sr (Ripple Marked Sand)

این سنگ رخصاره در سازند فجن از لایه های ماسه سنگی با ستبرای نازک تا متوسط تشکیل شده است که در بخش هایی از آن ریبیل مارک تداخلی (interference ripple marks؛ شکل ۵-ب) دیده می شود. رخصاره ماسه سنگی مورد مطالعه در مقیاس میکروسکوپی بیشتر از نوع ساب لیتارنایت و گاه کوارتز آرنایت است و دانه های کوارتز بیشتر به صورت تک بلورین با خاموشی یکنواخت دیده می شوند. خرده سنگ های موجود در این ماسه سنگ ها بیشتر از نوع دانه های چرت هستند. بیشتر دانه های ماسه به شکل نیمه گرد شده تا گرد شده دیده می شوند. فراوانی ماتریکس در آنها در بیشتر موارد بسیار محدود و در حد ناچیز، جورشدگی خوب و بلوغ بافتی در حد مجبور است (شکل ۵-ب). در سنگ های مورد نظر سیمان میان ۵ تا ۱۰ درصد متغیر و بیشتر از نوع کلسیتی است و در برخی نمونه ها هر بلور آن تعدادی از ذرات ماسه را فرا گرفته است (شکل ۳-ج) سیمان های کلسیتی در ماسه سنگ ها معمولاً درشت دانه و گاه این نوع سیمان ها آن قدر درشت هستند که یک بلور سیمان چندین دانه آواری را در برمی گیرد؛ در نتیجه یک بافت پوی کیلیتیک به وجود می آید (Burley and Worden, 2003).

۴-۵. Sp (Planar-Cross-Bedded Sand)

سنگ رخصاره یاد شده از لایه های ماسه سنگی با لایه بندی مورب مسطح، نخودی رنگ و درشت دانه تشکیل شده است. لایه های ماسه سنگی یاد شده تداوم جانبی زیادی ندارند و در بخش هایی از آنها لایه بندی مورب درهم (sherringbone cross bedding؛ شکل ۵-الف) دیده می شود. از ویژگی های این ماسه سنگ ها می توان به ناچیز بودن مقدار ماتریکس و بلوغ بافتی بالا اشاره کرد. میانگین درصد ذرات ماسه در رخصاره مورد مطالعه، بر پایه جداول تعیین درصد های ذرات آواری عبارت است از: کوارتز در حدود ۷۵ تا ۷۸ درصد، خرده سنگ های آهکی میکرایتی تقریباً ۳ درصد، خرده سنگ های آتشفشانی ۲ درصد، خرده سنگ های چرتی ۱۵ درصد و میکروکلین و آپاتیت کمتر از ۱ درصد. نام سنگ بر این اساس ساب لیتارنایت عنوان می شود.

۵- شرایط رسوب گذاری

۵-۱. سامانه رودخانه ای بریده بریده

بر پایه معیارهای رسوبی شناسایی شده در رخصاره های کنگلومرای پالنوسن تشکیل این رخصاره ها در محیط رودخانه ای بریده بریده تفسیر می شود. معیارهای تشخیص با نبود فسیل به دلیل ماهیت اکسیدکنندگی محیط رسوبی، داشتن سیمان هماتی به علت فرایندهای دیاژنزی و فراوانی بیشتر اکسید آهن در محیط های رودخانه ای و غیر دریایی، گرد شده تا نیمه گرد شده بودن بیشتر گراول های موجود که مسافت های

دید ترکیب سنگی سازند مزبور شامل ستبرای متغیری از کنگلومرای پلی میکتیک، ماسه سنگ های سرخ رنگ و مارن است. در محل مقطع نمونه، این سازند به طور دگرشیب و ناهمساز سنگ آهک های اریتولین دار کرتاسه آغازین (سازند تیزکوه) را می پوشاند و در بالا با سازند زیارت همشیب است (آقاباتی، ۱۳۹۲). مطالعه ترکیب سنگی سازند مورد نظر در ناحیه ارجمند و وستان در خاور دماوند نشان می دهد که از جنس کنگلومرا، مارن، ماسه سنگ و سنگ آهک دارای استراکدا و بریزوا است (Steiger, 1966). سازند فجن از دیدگاه چینه شناسی نیز در مناطق بندر انزلی و اردبیل بررسی و از دید رخصاره و به ویژه جایگاه چینه شناسی با سازند پسته لیک در کپه داغ و کنگلومرای کرمان در ایران مرکزی معادل دانسته شده است (حاجیان، ۱۳۷۵). همچنین نهشته های کنگلومرای پالنوسن در منطقه جنوب خوش ییلاق توسط مقدسی (۱۳۹۲) مطالعه و به محیط رودخانه ای بریده بریده نسبت داده شده است.

۳- روش مطالعه

مقطع انتخاب شده در عرض شمالی $36^{\circ} 31' 36''$ و طول خاوری $31^{\circ} 37' 54''$ جای گرفته است. در این مقطع همه تغییرات رخصاره ای به ویژه در سوی عمود بر امتداد لایه ها به دقت بررسی و رخصاره های موجود تفکیک شد و سپس بر پایه روش پیشنهادی (Mial (1996) و استفاده از تحلیل های ارائه شده مانند (Reineck and Singh (1985) تفسیر و مشخص شد. بررسی بافت و ترکیب قطعات درشت آواری و نام گذاری کنگلومراها بر پایه نظر (Nichols (2009 صورت گرفت. در مرحله بعد با نمونه برداری از لایه های آواری موجود و تهیه ۵۵ مقطع نازک، نمونه ها توسط میکروسکوپ پلاریزان مطالعه شد و ماسه سنگ ها طبق روش (Folk (1980 نام گذاری شد. سرانجام ستون چینه شناسی، نمودار تغییرات محیط رسوبی و مدل رسوب گذاری رسم و تفسیر معیارها و شرایط رسوب گذاری در نهشته های مورد بررسی انجام شد.

۴- سنگ رخصاره ها

سازند فجن در منطقه مورد مطالعه از ۵ سنگ رخصاره آواری مختلف تشکیل شده که ویژگی های رسوبی این سنگ رخصاره ها به شرح زیر است:

۴-۱. Gcm (Clast-Supported, Massive Gravel)

این سنگ رخصاره با رخصاره گراولی دانه پشتیبان (با گستردگی دانه ای بیشتر) به شکل توده ای مشخص می شود. رخصاره اشاره شده که به صورت تیغه مانند و برجسته تر از رخصاره های دیگر دیده می شود، گسترش جانبی زیادی دارد و بیشتر ترکیب سنگی سازند فجن را تشکیل می دهد. مود در گراول ها یکی با اندازه ۲ تا ۳ سانتی متر و فراوانی حدود ۴۰ درصد و دیگری با اندازه ۶ تا ۸ سانتی متر و فراوانی حدود ۵۰ درصد است که با توجه به وجود ماتریکس ماسه ای، کنگلومرای یاد شده بافت پلی مودال دارد. بیشترین قطر دانه های موجود در نهشته های مورد تحلیل ۳۰ سانتی متر است. سنگ های مورد مطالعه دارای ماتریکس ماسه ای سرخ رنگ با سیمان هماتی هستند که مقدار ماتریکس میان ۱۰ تا ۲۰ درصد متغیر است (شکل ۳-الف). ترکیب سنگی قطعات درشت آواری در این کنگلومراها سنگ آهک، چرت و ماسه سنگ است که به ترتیب در حدود ۶۵، ۱۰ و ۲۵ درصد از قطعات را شامل می شوند (شکل ۳-ب). گراول های موجود بیشتر گرد شده تا نیمه گرد شده هستند که بیشتر آنها کروی تا بیضوی شکل هستند و بقیه شکل منظمی ندارند (شکل های ۳-ب، ت و ث). اگر همه قطعات آواری از یک جنس (مثلاً از نوع گرانیت) باشند، کنگلومرا "مونومیکتیک" در نظر گرفته شده و یک کنگلومرای "پلی میکتیک" کنگلومرای است که متشکل از قطعات آواری با ترکیب سنگی متفاوت است (Tucker, 2001; Nichols, 2009). از این دیدگاه رخصاره یاد شده ارتو کنگلومرای پلی میکتیک به شمار می رود (شکل های ۴-پ و ت).

این لایه‌های آهکی نشان‌دهنده شروع پیشروی دریا در ائوسن آغازین است. در نتیجه واحد ماسه‌سنگی رأس نهشته‌های پالئوسن را می‌توان حدواسط تغییر شرایط رسوب‌گذاری از آواری به کرناته و گذار از محیط رودخانه‌ای به دریایی کم‌ژرفا در نظر گرفت که نشانه‌ای از تشکیل لایه‌های ماسه‌سنگی پالئوسن در شرایط دلتایی است. یکی از معیارهای شاخص در بیشتر سامانه‌های دلتایی و حدواسط برقراری ارتباط نزدیک و تغییر رخساره میان نهشته‌های قاره‌ای و کاملاً دریایی است (Reynaud et al., 2013). مشخصه‌های موجود که نشان‌دهنده محیط دلتایی یاد شده هستند و آن را از انواع دیگر دلتاها مشخص می‌کنند، با ساختار رپیل‌مارک تداخلی که نمایانگر تغییر در سوی جریان حامل ذرات آواری است، گسترش نیافتن جانبی لایه‌ها در مسافت‌های زیاد، ناچیز بودن مقدار ماتریکس و لایه‌بندی مورب در هم که آشکارترین نشانه از وجود جریان‌های رفت و برگشتی کشندی است، تبیین می‌شوند. در دلتاهای تحت نفوذ کشند (tide-dominated deltas) نسبت فراوانی ماسه به گل زیاد است و رسوبات ماسه‌ای بیشتر در کانال‌های کشندی نهشته می‌شوند (Sarker et al., 2003; Nichols, 2009).

۶- نتیجه‌گیری

بر پایه مطالعات انجام شده در مورد نهشته‌های آواری سازند فجن به سن پالئوسن در ناحیه البرز خاوری (منطقه شمال باختر شاهرود) نتایج زیر به دست آمد:

- نهشته‌های پالئوسن در منطقه مورد مطالعه با ناپیوستگی فرسایشی موازی روی سنگ آهک‌های کرتاسه پایانی قرار گرفته‌اند و همبری بالایی این نهشته‌ها با سنگ آهک زیارت تدریجی است.

- ترکیب سنگی اصلی و کلی سازند فجن در منطقه مزبور شامل کنگلومرا و ماسه‌سنگ است. ستبرای اندازه‌گیری شده برای سازند یاد شده در مقطع انتخاب شده ۱۷۲/۵ متر است که نسبت به مقطع نمونه به ستبرای ۱۵۰۰ متر، به مراتب ستبرای کمتری دارد. این مورد نشان از آن دارد که پس از تشکیل نهشته‌های آواری پالئوسن، در حالی که در منطقه مورد مطالعه با پیشروی دریا در ائوسن آغازین رسوبات آهکی سازند زیارت ته‌نشست می‌شده، در محل مقطع تیپ شرایط قاره‌ای همچنان تداوم داشته است.

- بر پایه ویژگی‌های رسوبی رخساره‌های کنگلومرای در نهشته‌های پالئوسن منطقه مورد مطالعه، می‌توان شرایط رسوب‌گذاری را این گونه تفسیر کرد که این رخساره‌ها در سامانه رودخانه‌ای بریده بریده تشکیل شده‌اند و با رخساره‌های گراولی دانه‌پشتیبان (با گسترده‌گی دانه‌ای بیشتر) به شکل‌های توده‌ای (با نماد Gcm) و همراه با لایه‌بندی افقی (با نماد Gh) شناسایی می‌شوند. از ویژگی‌های یاد شده می‌توان به این موارد به عنوان دلایل ارتباط اشاره کرد: وجود فابریک ایمبریکاسیون که بر جریان دیرینه یک‌سویه دلالت می‌کند، بافت متراکم و فراوانی گراول‌ها (clast-supported)، داشتن سیمان هماتی به علت فرایندهای دیاژنزی و فراوانی بیشتر اکسید آهن در محیط‌های رودخانه‌ای و غیر دریایی، نداشتن فسیل به دلیل ماهیت اکسیدکنندگی محیط رسوبی، وجود عدسی‌های ماسه‌سنگی که دارای لایه‌بندی مورب ناوهای شکل هستند (رخساره با نماد St) و گرد شده تا نیمه گرد شده بودن بیشتر گراول‌های موجود که مسافت‌های طولانی حمل را از ناحیه منشأ رسوبات توسط رودخانه نشان می‌دهند. همچنین فراوانی بار بستر بیشتر در اندازه پیل تا کابل و وجود گراول‌هایی در حد بولدر، تداوم جانبی زیاد لایه‌ها و نبود رسوبات گلی دشت سیلابی شواهدی هستند که محیط رودخانه‌ای شناسایی شده را از نوع مانداری متمایز می‌کنند.

- سنگ‌رخساره‌های ماسه‌سنگی مورد بررسی با رخساره‌های ماسه‌ای دارای رپیل‌مارک تداخلی (Str) و ماسه‌ای با لایه‌بندی مورب مسطح (Sp) شناخته می‌شوند و از نوع ساب‌لیتارنایت و گاه کوارتز آرنایت هستند. با توجه به معیارهای ماکروسکوپی

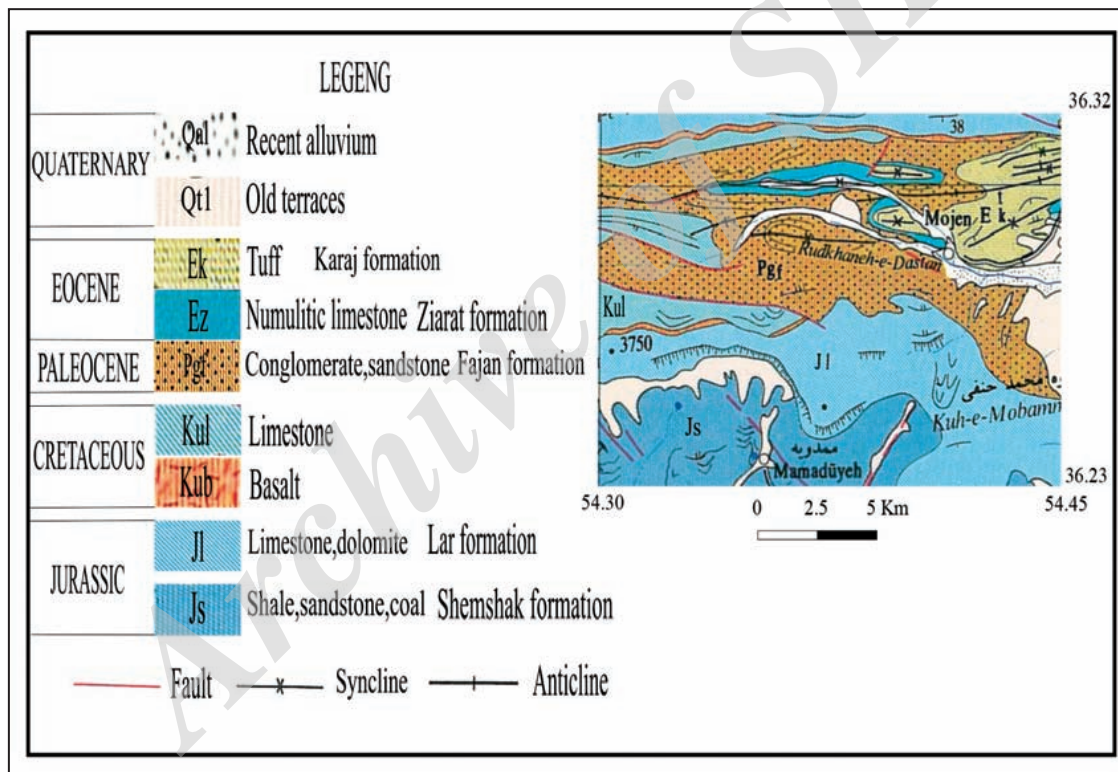
طولانی حمل را از ناحیه منشأ رسوبات توسط رودخانه نشان می‌دهد و وجود فابریک ایمبریکاسیون که بر جریان دیرینه یک‌سویه دلالت می‌کند، بیان می‌شوند. وجود هماتیت می‌تواند نشانه‌ای باشد از اینکه رسوبات در یک محیط اکسیدان و تحت شرایط رودخانه‌ای و غیر دریایی ته‌نشست یافته‌اند (Omali et al., 2011). قطر بزرگ‌تر پیل‌ها زاویه‌ای میان ۱۵ تا ۲۰ درجه و گاه تا ۳۰ درجه با مسیر جریان رودخانه می‌سازد و شیب پیل‌ها به سوی عکس مسیر جریان است (معمتد، ۱۳۷۵). در سامانه‌های رودخانه‌ای با آبگذری متفاوت در مواقع مختلف سال، قطعات آواری در اندازه گراول ممکن است چینه‌بندی افقی، ایمبریکاسیون و نهشته‌هایی را تشکیل دهند که در اثر کاهش قدرت جریان در طول زمان ایجاد شده‌اند و در بیشتر موارد لایه‌بندی تدریجی عادی (نرمال) دارند (Colombera et al., 2013). همچنین بافت متراکم و فراوانی گراول‌ها (clast-supported) را باید در تفسیر شرایط رسوب‌گذاری مد نظر قرار داد. کنگلومراهای با گسترده‌گی دانه‌ای بیشتر یا دانه‌پشتیبان (clast-supported) معمولاً شاخص محیط‌های رودخانه‌ای پر انرژی، ساحلی، واریزه‌های ریفی و بیشتر نهشته‌های آذرآواری هستند (Stow, 2003). این رخساره نشان دهنده انرژی بالای محیط در زمان رسوب‌گذاری بوده که از ته‌نشست ذرات ریز جلوگیری کرده است (Kostic et al., 2005; Roberts, 2007). همچنین نبود رسوبات گلی دشت سیلابی، فراوانی بار بستر بیشتر در اندازه پیل تا کابل، وجود گراول‌هایی در حد بولدر و تداوم جانبی زیاد لایه‌های کنگلومرای شواهدی است که محیط رودخانه‌ای یاد شده را از نوع مانداری متمایز می‌کند. رودخانه‌های بریده بریده با کانال‌های پهن، تغییر مکان سریع و مداوم رسوبات و موقعیت کانال توصیف می‌شوند. گاه دیده شده است که در یک رودخانه بریده بریده تنها در مدت یک سال، سی کیلومتر جابه‌جایی جانبی ایجاد شده است (Reineck and Singh, 1985). رخساره Gcm با حالت توده‌ای و وجود سطح زیرین فرسایشی نشان‌دهنده ته‌نشست در جریان‌های آشفته و درون کانال‌های بریده بریده با بستر گراولی است. سطح پایینی کانال‌های اصلی در زمان شروع رسوب‌گذاری به صورت نهشته‌های باقیمانده (lag deposits) گسترش می‌یابد و با رخساره Gh مشخص می‌شود. در رخساره‌های کنگلومرای مورد مطالعه عدسی‌های ماسه‌سنگی دارای لایه‌بندی مورب ناوهای شکل (trough cross bedding) یافت می‌شوند (رخساره St؛ شکل ۴-ث). این عدسی‌ها در سدهای کانال بریده بریده (جزیره‌های کانال) نهشته شده‌اند. سدهای کانال بریده بریده که متشکل از رسوبات آواری متوسط دانه هستند، در رودخانه‌های با آبگذری فصلی و بار بستر زیاد، در بخش‌های پایین دست رودخانه و نزدیک به دشت‌های دلتایی توسعه می‌یابند (Reineck and Singh, 1985).

۵-۲. سامانه دلتایی تحت نفوذ کشند

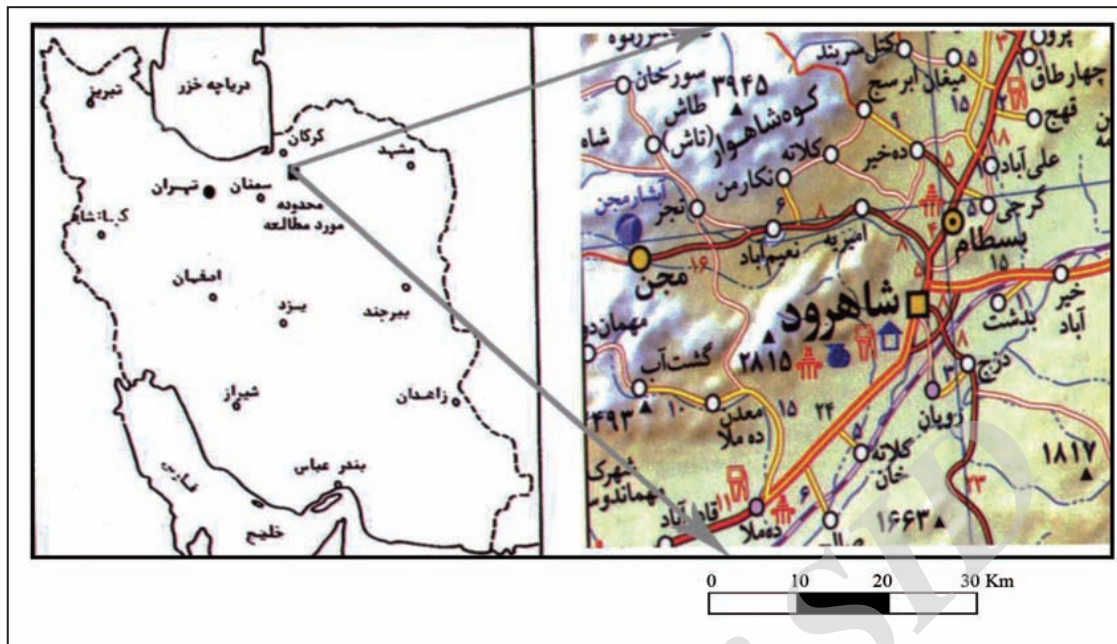
واحدهای ماسه‌سنگی مورد بررسی با رخساره‌های ماسه‌ای دارای رپیل‌مارک تداخلی (Str) و ماسه‌ای با لایه‌بندی مورب مسطح (Sp) شناخته می‌شوند که با توجه به شواهد ماکروسکوپی و میکروسکوپی موجود در این نهشته‌ها تشکیل آنها در محیط‌های دلتایی تحت نفوذ کشند آشکار می‌شود. این رخساره‌ها به صورت پشته‌های ماسه‌ای کشندی در بخش جلویی دلتا (tidal sand bars of delta front) و عمود بر ساحل تشکیل شده‌اند. شواهد مورد نظر شامل جورشدگی خوب و بلوغ بافتی بالا، درشت‌دانه بودن ماسه‌ها و نیمه‌گرد شده تا گرد شده بودن بیشتر دانه‌های ماسه است که می‌تواند معرف انرژی به نسبت زیاد در محیط رسوب‌گذاری و جابه‌جایی مکرر دانه‌ها پس از ته‌نشست باشد. همچنین در مقطع مورد مطالعه روی جوان‌ترین واحد ماسه‌سنگی سازند فجن که آخرین سنگ‌رخساره تشکیل‌دهنده این سازند به شمار می‌شود (شکل ۶)، لایه‌های سنگ‌آهک ماسه‌دار مربوط به قاعده سازند زیارت رخنمون دارد که رخساره میکروسکوپی آن و کستون پلتی است و در آن بیوکست‌هایی از نوع اکتیوندرم، استراکدا و جلبک قهوه‌ای همراه با ذرات کوارتز آواری در زمینه میکرایتی یافت می‌شوند (شکل ۵-ث).

تشکیل شده‌اند که در این شرایط سامانه‌های فرسایشی همزمان با رسوب گذاری قاره‌ای فعال بوده و رودخانه‌های دارای آبگذری نامنظم در طول سال با فراوانی زیاد بار بستر، بیشتر در حد پیل تا کابل و قدرت جریان (competence) تا حد بولدر در بار حمل شده وجود داشته‌اند. به طوری که در رخساره Gcm از سازند فجن قطر درشت‌ترین قطعه آواری موجود ۳۰ سانتی‌متر، اندازه مود برابر با ۲ تا ۳ سانتی‌متر و فراوانی آن حدود ۴۰ درصد و نیز اندازه مود دیگری میان ۶ تا ۸ سانتی‌متر و فراوانی آن حدود ۵۰ درصد است که به دلیل وجود ماتریکس ماسه‌ای نشان‌دهنده بافت پلی‌مودال در رخساره مورد مطالعه است. در رخساره Gh اندازه بزرگ‌ترین قطعه آواری برابر با ۳۵ سانتی‌متر و مود در گراول‌ها میان ۸ تا ۱۰ سانتی‌متر با فراوانی حدود ۸۰ درصد در نظر گرفته می‌شود.

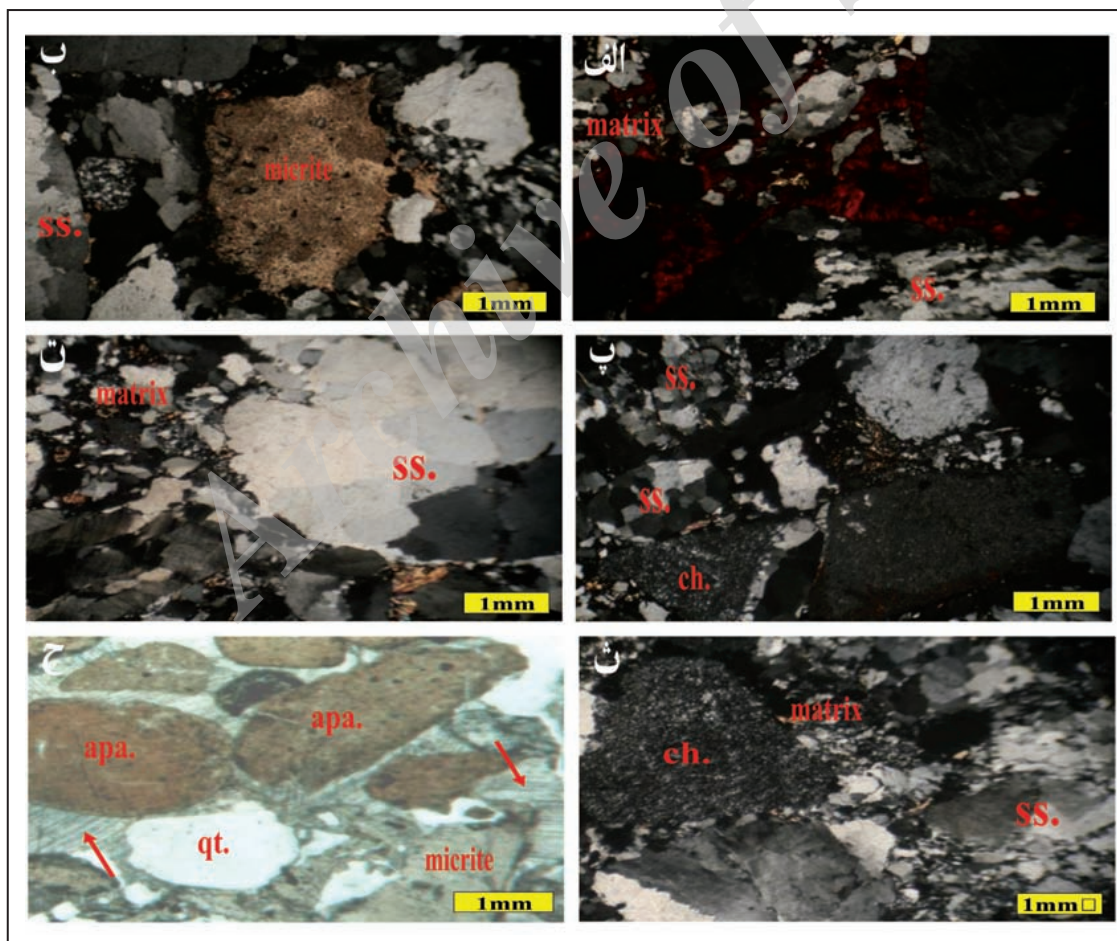
و میکروسکوپی موجود در این نهشته‌ها تشکیل آنها در محیط‌های دلتایی تحت نفوذ کشند آشکار می‌شود. معیارهای تشخیص شامل این موارد است: وجود ریپل مارک تداخلی، درشت‌دانه بودن ماسه‌ها، نیمه گرد شده تا گرد شده بودن بیشتر دانه‌های ماسه که می‌تواند نشان‌دهنده جابه‌جایی مکرر دانه‌ها پس از ته‌نشست در محیط رسوبی باشد، جورشدگی خوب، گسترش نیافتن جانبی لایه‌ها در مسافت‌های زیاد، لایه‌بندی مورب درهم که آشکارترین نشانه از وجود جریان‌های رفت و برگشتی کشندی است، بلوغ بافتی بالا و ناچیز بودن مقدار ماتریکس که معرف انرژی به نسبت زیاد در محیط رسوب گذاری و مختص محیط‌هایی دلتایی از نوع مشخص شده است. - رخساره‌های کنگلومرای سازند فجن در اثر فاز کوهزایی لارامید و پسروی دریای کرتاسه پایانی در واکنش به بالا آمدن بخش جنوبی البرز، در زمان پالنوسن



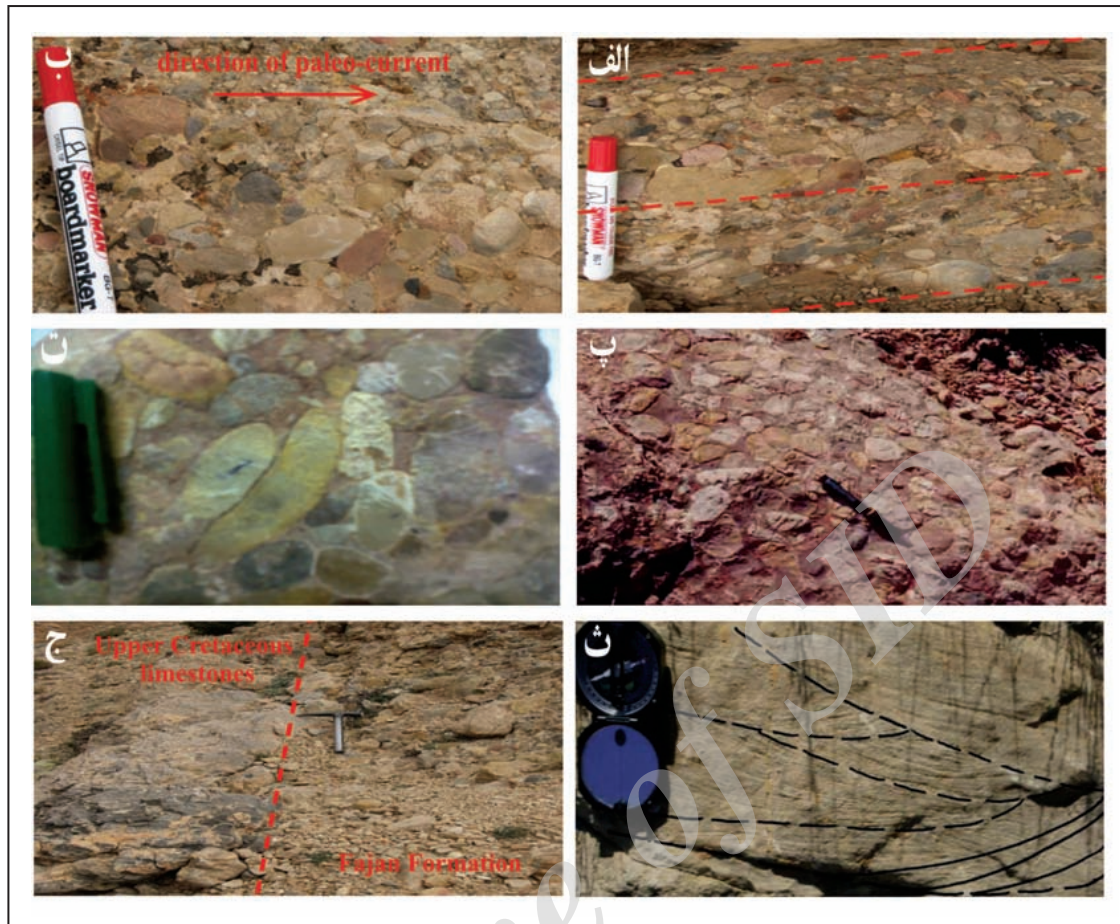
شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (واحدهای سنگ‌شناختی برگرفته از شهرابی (۱۳۶۹)).



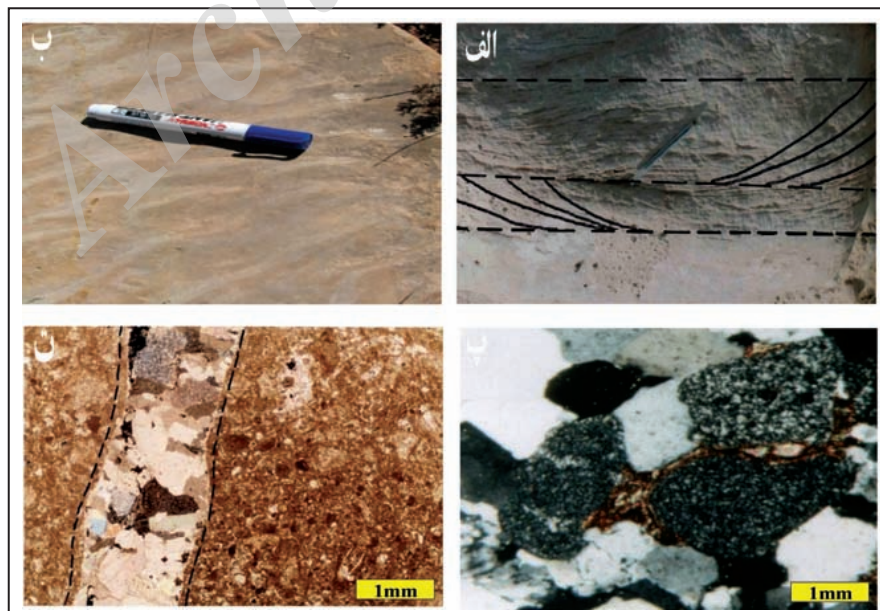
شکل ۲- موقعیت جغرافیایی و راه ارتباطی منطقه مورد مطالعه (دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی، ۱۳۸۱).



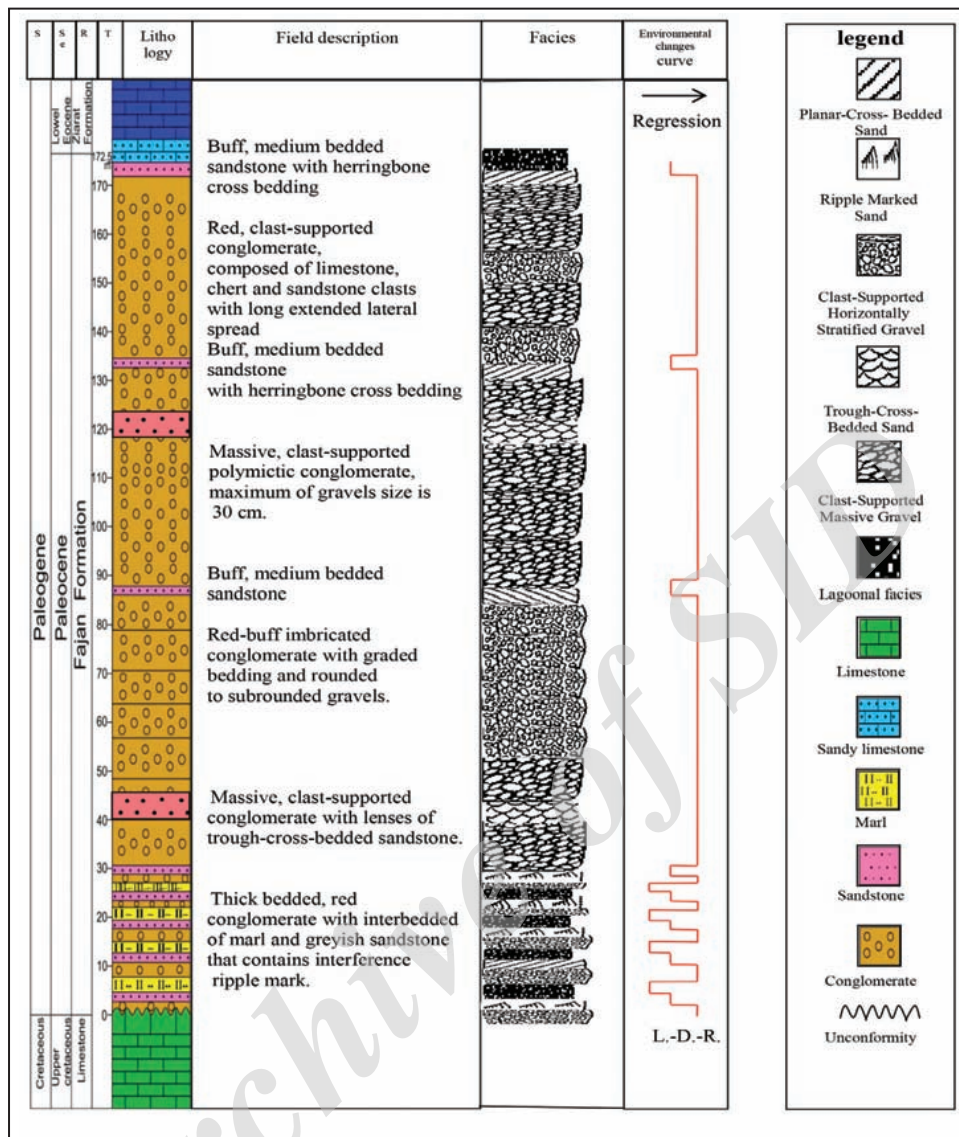
شکل ۳- الف) رخساره میکروسکوپی کنگلومرا با ماتریکس ماسه‌ای دارای پیل ماسه‌سنگی (ss) و سیمان همایتی (xpl)؛ ب) رخساره میکروسکوپی کنگلومرا دارای پیل ماسه‌سنگی (ss) گرد شده و پیل میکرایتی (xpl)؛ پ) رخساره میکروسکوپی کنگلومرا دارای دو دانه پیل ماسه‌سنگی (ss) گرد شده و چرت (ch) (xpl)؛ ت) رخساره میکروسکوپی کنگلومرا با ماتریکس ماسه‌ای دارای سیمان همایتی و پیل گرد شده ماسه‌سنگی (ss) (xpl)؛ ث) رخساره میکروسکوپی کنگلومرا با ماتریکس ماسه‌ای و پیل‌های چرتی (ch) و ماسه‌سنگی (ss) گرد شده (xpl)؛ ج) ساب‌لیتارایت دارای ذرات میکرایت، کوآرتز (qt) و آپاتیت (apa) با سیمان کلسیتی دارای بافت پوبیکلیتیک که با پیکان نشان داده شده است (ppl).



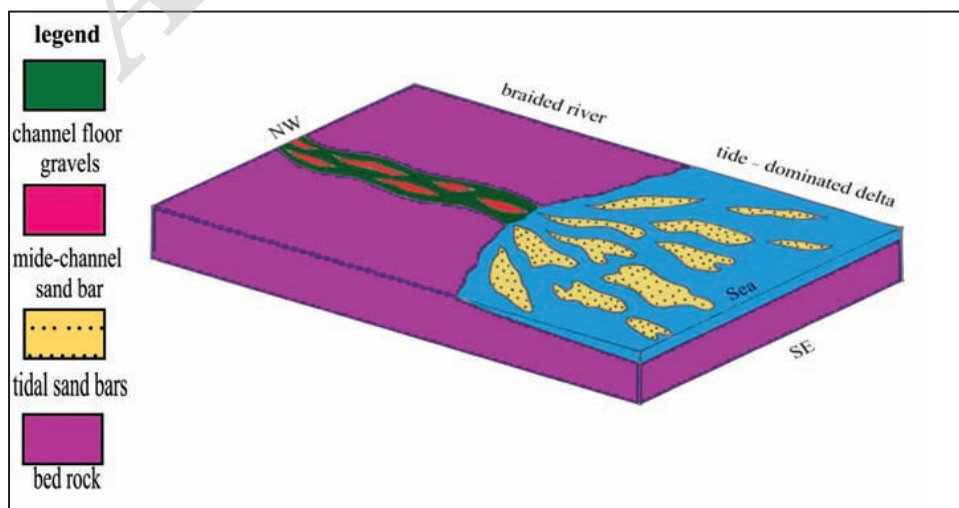
شکل ۴- الف) کاهش تدریجی اندازه دانه‌ها به سوی بالا در رخساره گراولی دانه‌پشتیبان (با گستردگی دانه‌ای بیشتر)؛ ب) فابریک ایمبریکاسیون در رخساره کنگلومرای نهشته‌های مورد مطالعه؛ پ) ارتو کنگلومرا با گراول‌های گرد شده تا نیمه‌گرد شده و ماتریکس ماسه‌ای سرخ رنگ در رخساره‌های مورد مطالعه؛ ت) بافت متراکم در پیل‌های آهکی بیضی شکل تا کروی و گرد شده در رخساره کنگلومرای پالنوسن؛ ث) لایه‌بندی مورب ناو‌های شکل در عدسی ماسه‌سنگی موجود در رخساره کنگلومرای؛ ج) ناپیوستگی فرسایشی موازی در همبری سنگ آهک‌های کرتاسه پایانی و کنگلومرای فجن.



شکل ۵- الف) لایه‌بندی مورب درهم در رخساره ماسه‌سنگی نهشته‌های پالنوسن؛ البرز خاوری؛ ب) ریپل مارک تداخلی در رخساره ماسه‌سنگی مورد مطالعه؛ پ) ساب‌لیتارنایت مجور و درشت‌دانه همراه با خرده‌سنگ‌های آتشفشانی (vol) و چرت (ch)؛ ت) رخساره و کستون پلنی مربوط به سنگ آهک‌های قاعده سازند زیارت.



شکل ۶- ستون چینه‌شناسی و رخساره‌ای و نمودار تغییرات محیط رسوب‌گذاری در نهشته‌های پالتوسن البرز خاوری (شمال باختر شاهرود)؛ S: سیستم؛ Se: سری؛ R: واحد سنگی؛ T: ستبر؛ I: لاگون؛ D: دلتای تحت نفوذ جزر و مد؛ R: رودخانه بریده بریده.



شکل ۷- مدل رسوب‌گذاری نهشته‌های آواری پالتوسن در پهنه رسوبی - ساختاری البرز خاوری.

کتابنگاری

- آقاباتی، ع.، ۱۳۹۲- زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- حاجیان، ج.، ۱۳۷۵- زمین شناسی ایران، پالنوسن - ائوسن در ایران، طرح تدوین کتاب سازمان زمین شناسی، شماره ۲۸، ۴۶۰ ص.
- دفتر برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی، ۱۳۸۱- جغرافیای استان سمنان، انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران، ۵۲ ص.
- شهرابی، م.، ۱۳۶۹- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ گرگان، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- معتد، ا.، ۱۳۷۵- رسوب شناسی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد اول، ۳۵۹ ص.
- مقدسی، ح.، ۱۳۹۲- سنگ نگاری و محیط های رسوبی نهشته های پالنوسن در منطقه جنوب خوش بیلاق، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهرود، ۸۹ ص.

References

- Burley, S. D. and Worden, R. H. 2003- Sandstone Diagenesis: Recent and Ancient, Blackwell Publishing, 649 p.
- Colombera, L., Mountney, N. P. and McCaffrey, W. D., 2013- A quantitative approach to fluvial facies models: Methods and example results, International Association of Sedimentologists, pp 1526-1558.
- Dellenbach, J., 1964- Contribution a l'etude geologique de la region situee a l'est de Tehran. Strasbourg, 120 p.
- Folk, R. L., 1980- Petrology of sedimentary rocks: Hemphill Publication Co., Austin, Texas, 182p.
- Kostic, B., Becht, A. and Aigner, T., 2005- 3-D sedimentary architecture of a Quaternary gravel delta (SW-Germany): Implication for hydrostratigraphy. Sedimentary geology, 181: 143-171.
- Mial, A. D., 1996 - The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology. Springer, 582 p.
- Nichols, G., 2009- Sedimentology and Stratigraphy, Wiley-Blackwell, Second Edition, 419 p.
- Omali, A. O., Imasuen, O. I. and Okiotor, M. E., 2011- Sedimentological characteristics of Lokoja Sandstone exposed at Mount Patti, Bida Basin, Nigeria. Advances in Applied Science Reserch, vol 2, pp 227-245.
- Reineck. H. E. and Singh, I. B., 1985- Depositional Sedimentary Environment, Springer- Verlag, 439 p.
- Reynaud, J. Y., Ferrandina, M., Santiago, M., Thion, I., Andre, J. P., Barthet, Y. and Tessier, B., 2013- From non-tidal to tide-dominated strait: The Miocene Bonifacio Basin, Southern Corsica, International Association of Sedimentologists, Sedimentology, vol 60, pp 599-623.
- Roberts, E. M., 2007- Facies architecture and depositional environments of the Upper Cretaceous Kaiparowits Formation, Southern Utah, Sedimentary Geology, Vol. pp 197-215.
- Sarker, M. H., Hugue I., Alam, M. and Koudstaal, R., 2003- Rivers, chars and chars deweller of Bangladesh. Int. J. River Basin Manag., vol 1, pp 61-80.
- Steiger, R., 1966- Die geologie der Weat-Firuzkuh area (Zentral Elburs /Iran). Mitteilung geologisches Institut, ETH-Zurich, 145p.
- Stow, A. V., 2003- Sedimentary Rocks in the Field (A Colour Guide), Manson Publishing, 322 p.
- Tucker, M. E., 2001- Sedimentary Petrology. Third Edition, Blackwell, Oxford, 272 p.

Analysis of lithofacies and sedimentary conditions of Paleocene detrital succession in Eastern Alborz, Iran

R. Farokhnejad^{1*}, B. Esfandiari² and A. Motamed³

¹Ph.D., Department of Geology, Islamic Azad university, Science and Research Branch, Tehran, Iran

²Professor, Islamic Azad university, South Tehran Branch, Tehran, Iran

³Professor, Department of Geology, Islamic Azad university, Science and Research Branch, Tehran, Iran

Received: 2015 November 24

Accepted: 2016 April 27

Abstract

In this paper the Fajan Formation of Paleocene age with a thickness of 172.5 meters is studied in northwest Shahroud (Eastern Alborz). Main lithology of this formation, at the studied section, consists of conglomerate and sandstone. The formation unconformably overlies upper Cretaceous limestones and its upper boundary with Ziarat limestone of Eocene age is of transitional type. Dominant lithology of mentioned formation, at the studied section, consists of polymodal and polymictic orthoconglomerate which contains rounded to subrounded grains. These clastic grains are generally oval to spherical in shape and originated from limestone, sandstone and chert materials. Paleocene Conglomerate is characterized by two distinct lithofacies: clast-supported massive gravel (Gcm) and clast-supported horizontally stratified gravel (Gh) which are formed in a braided river system. This subject is interpreted by evidences as condensed texture gravels, imbrication fabric that indicate on one hand paleocurrent, non-existence of fossil by reason of oxidation conditions of sedimentary environment, sandstone lenses that have through cross bedding (St) and existence of gravels that are mostly rounded to subrounded and denote distance from origin. Abundant bed load mostly range in size from pebble to cobble and partially boulder, gravelly beds with long extended lateral spread and lack of flood plain muddy sediments, are reasons in distinguish between recognized sedimentary environment and meandering river. The studied Sandstone layers are described by ripple marked sand (Sr) and planar-cross-bedded sand (Sp) which contain sublitharenite and quartzarenite type are deposited in tide-dominated deltaic system. Interpretation criteria are propounded by means of interference ripple mark that prove direction change of current bearing clastic particles, rounded to subrounded sands that can present repeated reworking of grains after deposition in sedimentary environment, well sorting, high textural maturity, insignificant matrix as criterion in distinction specified delta from other deltaic environments and herringbone cross bedding which is the most important evidence of tidal currents.

Keywords: Eastern Alborz, Paleocene, Fajan formation, Sedimentary environment, Conglomerate, Sandstone.

For Persian Version see pages 211 to 218

*Corresponding author: R. Farokhnejad; E-mail: farokhnejad_reza@yahoo.com

Archive of SID