

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 چینه ای 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 ستر برای آن برابر با ۱۷۲/۵ متر است که با همبری از نوع ناپوستگی فرسایشی موازی، لایه های آهکی کرتاسه پایانی را می پوشاند و همبری بالایی آن با سنگ آهک زیارت به سن ائوسن تدریجی است. بخش گسترده سازند فجن در مقطع مورد مطالعه را ارتو کنگلومرای پلی میکتیک و پلی مودال با دانه های گرد شده تا نیمه گرد شده تشکیل می دهد. جنس این دانه های آواری که به طور کلی کروی تا بیضی شکل هستند، سنگ آهک، ماسه سنگ و چرت است. سنگ رخساره های کنگلومرای پالئوسن با دو رخساره گراولی دانه پشتیبان (با گسترده گی دانه ای بیشتر) به اشکال توده ای (Gcm) و همراه با لایه بندی افقی (Gh) مشخص می شوند که در سامانه رودخانه ای بریده بریده تشکیل شده اند. این موضوع با وجود شواهدی مانند فراوانی و بافت متر اکم گراول ها، فابریک ایمبریکاسیون که نشان از جریان دیرینه یک سویه دارد، نبود فسیل به دلیل ماهیت اکسید کنندگی محیط رسوبی، وجود عدسی های ماسه سنگی دارای لایه بندی مورب ناوایه ای شکل (St) و گرد تا نیمه گرد بودن بیشتر گراول های موجود که نشان از دور از منشأ بودن آنها دارد، تفسیر می شود. فراوانی بار بستر بیشتر در اندازه پیل تا کابل، وجود گراول هایی در حد بولدر، نبود رسوبات گلی دشت سیلابی و تداوم جانبی زیاد لایه های کنگلومرای، دلایلی هستند که محیط رسوبی شناسایی شده را از نوع رودخانه نمادری متمایز می کنند. لایه های ماسه سنگی مورد بررسی با رخساره های دارای رپیل مارک (Sr) و لایه بندی مورب مسطح (Sp) تبیین شده، از نوع ساب لیتارنایت و کوآرتز آرنایت هستند و در سامانه دلتایی تحت نفوذ کشند نهشته شده اند. 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 دانه های ماسه که می تواند معرف جابه جایی مکرر دانه ها پس از ته نشین شدن در محیط رسوبی باشد، جورشدگی خوب، بلوغ بافتی بالا، ناچیز بودن مقدار ماتریکس که وجه تمایز دلتای مشخص شده از انواع دیگر دلتاهاست و لایه بندی مورب درهم که آشکارترین نشانه از وجود جریان های رفت و برگشتی کشندی است.

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

***نویسنده مسئول:** رضا فرخ نژاد

E-mail: farokhnejad_reza@yahoo.com

۱- پیش نوشتار

ارتباط ته نشین شدن این رخساره ها با پسروری دریای اواخر کرتاسه، برقراری شرایط لازم برای تأمین حجم زیادی از انباشته های آواری در ابتدای دوران سنوزویک و تبیین معیارهای بافتی و ساختاری در تفسیر سامانه های رسوبی این نهشته هاست. طی بازدیدها و برداشت های روی زمین و بررسی رخنمون های سازند فجن در منطقه البرز خاوری، مناسب ترین مقطع زمین شناسی به دلایل زیر در نظر گرفته شد:

پوشیده نبودن سازند فجن در بیشتر بخش های مقطع انتخاب شده به ویژه در همبری های 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 لایه ها، وضوح برونزد و رخنمون کاملی از سنگ رخساره ها به دلیل وجود یک آبراهه در راستای تقریباً شمالی - جنوبی و عمود بر امتداد لایه ها، کامل بودن توالی چینه شناسی به طوری که سازند فجن میان لایه های آهکی کرتاسه پایانی در زیر و سازند زیارت در روی آن قرار گرفته است. آخرین سنگ رخساره کرتاسه پایانی شامل سنگ آهک های 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 ستر برای ۱۵۰۰ متر معرفی کرده است؛ ولی ستر برای این سازند تغییرات زیادی دارد. از

منطقه مورد مطالعه در شمال باختر شاهرود و در محدوده نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ گرگان (شهرابی، ۱۳۶۹) قرار دارد (شکل ۱). منطقه یاد شده با ارتفاع کلی ۲۰۶۰ متر از سطح دریا، در دامنه های جنوبی ارتفاعات البرز خاوری و در ۳۵ کیلومتری شهرستان شاهرود (منطقه مجن) جای گرفته است (شکل ۲). سازند لار با سنگ آهک های ستر لایه تا توده ای، کهن ترین و مرتفع ترین سازند در منطقه مورد مطالعه و دارای گرهک های چرت فراوان و ژئودهای کلسیتی است و به رنگ نخودی روشن در شمال منطقه رخنمون دارد. سنگ های کرتاسه آغازین مانند بیشتر توالی های موجود در البرز وجود ندارد و سنگ آهک های کرتاسه پایانی با یک قاعده بازالتی سازند لار را می پوشاند. این قاعده بازالتی را می توان با رویداد زمین ساختی اتریشین مرتبط دانست (آقائباتی، ۱۳۹۲). سنگ آهک های کرتاسه دارای گرهک های چرت و میان لایه هایی از سنگ آهک های مارنی، سنگ آهک های ماسه دار و ماسه سنگ هستند که ریخت شناسی کوهساز، مرتفع و پرتگاهی دارد. سازند فجن از فاصله دور با رنگ نخودی مایل به سرخ نمایان است که نسبت به سازند های دیگر منطقه ریخت شناسی کم ارتفاع تری نشان می دهد. سنگ آهک های نومولیت دار سازند زیارت به سن ائوسن آغازین روی سازند فجن قرار می گیرند.

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 رخساره های آواری مختلف در توالی پالئوسن البرز خاوری،

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

این سنگ‌رخساره از نوع ارتو کنگلومرای پلی میکتیک همراه با لایه‌بندی افقی است که در بخش‌هایی از آن فابریک ایمبریکاسیون دیده می‌شود (شکل ۴-ب). در برخی از لایه‌های کنگلومرای کاهش تدریجی اندازه دانه‌ها به سوی بالا دیده می‌شود (شکل ۴-الف). بیشتر دانه‌های 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 بزرگ‌ترین قطعه آواری در سنگ‌رخساره مورد نظر برابر با ۳۵ سانتی متر است.

۴-۳. St (Trough-Cross-Bedded Sand)

سنگ‌رخساره یاد شده با عدسی‌های ماسه‌سنگی دارای لایه‌بندی مورب ناوهای شکل (trough cross bedding) مشخص می‌شوند. این عدسی‌ها با ستبرای‌های مختلف میان حدود ۱۵ تا ۴۵ سانتی متر دیده می‌شوند که توسط واحدهای کنگلومرای در برگرفته شده‌اند. شکل ۴-ب نمایانگر رخساره از نوع St است که به طور پراکنده دانه‌هایی در اندازه پیل در آن یافت می‌شود.

۴-۴. Sr (Ripple Marked Sand)

این سنگ‌رخساره در سازند فجن از لایه‌های ماسه‌سنگی با ستبرای نازک تا متوسط تشکیل شده است که در بخش‌هایی از آن ریل مارک تداخلی (interference ripple marks؛ شکل ۵-ب) دیده می‌شود. رخساره ماسه‌سنگی مورد مطالعه در مقیاس میکروسکوپی بیشتر از نوع ساب‌لینارایت و گاه کوارتزآرنایت است و دانه‌های کوارتز بیشتر به صورت تک‌بلورین با خاموشی یکنواخت دیده می‌شوند. خرده‌سنگ‌های موجود در این ماسه‌سنگ‌ها بیشتر از نوع دانه‌های چرت هستند. بیشتر دانه‌های ماسه به شکل نیمه گرد شده تا گرد شده دیده می‌شوند. فراوانی ماتریکس در آنها در بیشتر موارد بسیار محدود و در حد ناچیز، جورشدگی خوب و بلوغ بافتی در حد محجور است (شکل ۵-پ). در سنگ‌های مورد نظر سیمان میان ۵ تا ۱۰ درصد متغیر و بیشتر از نوع کلسیتی است و در برخی نمونه‌ها هر بلور آن تعدادی از ذرات ماسه را فراگرفته است (شکل ۳-ج). سیمان‌های کلسیتی در ماسه‌سنگ‌ها معمولاً درشت‌دانه و گاه این نوع سیمان‌ها آن قدر درشت هستند که یک بلور سیمان چندین دانه آواری را در برمی‌گیرد؛ در نتیجه یک بافت پوی کیلیتیک به وجود می‌آید (Burley and Worden, 2003).

۴-۵. Sp (Planar-Cross-Bedded Sand)

سنگ‌رخساره یاد شده از لایه‌های ماسه‌سنگی با لایه‌بندی مورب مسطح، نخودی رنگ و درشت‌دانه تشکیل شده است. لایه‌های ماسه‌سنگی یاد شده تداوم جانبی زیادی ندارند و در بخش‌هایی از آنها لایه‌بندی مورب درهم (herringbone cross bedding؛ شکل ۵-الف) دیده می‌شود. از ویژگی‌های این ماسه‌سنگ‌ها می‌توان به ناچیز بودن مقدار ماتریکس و بلوغ بافتی بالا اشاره کرد. میانگین درصد ذرات ماسه در رخساره مورد مطالعه، بر پایه جداول تعیین درصد‌های ذرات آواری عبارت است از: کوارتز در حدود ۷۵ تا ۷۸ درصد، خرده‌سنگ‌های آهکی میکرایتی تقریباً ۳ درصد، خرده‌سنگ‌های آتشفشانی ۲ درصد، خرده‌سنگ‌های چرتی ۱۵ درصد و میکروکلین و آپاتیت کمتر از ۱ درصد. نام سنگ بر این اساس ساب‌لینارایت عنوان می‌شود.

۵- شرایط رسوبگذاری

۵-۱. سامانه رودخانه‌ای بریده بریده

بر پایه معیارهای رسوبی شناسایی شده در رخساره‌های کنگلومرای پالنوسن تشکیل این رخساره‌ها در محیط رودخانه‌ای بریده بریده تفسیر می‌شود. معیارهای تشخیص با نبود فسیل به دلیل ماهیت اکسیدکنندگی محیط رسوبی، داشتن سیمان همایتی به علت فرایندهای دیازنزی و فراوانی بیشتر اکسید آهن در محیط‌های رودخانه‌ای و غیر دریایی، گرد شده تا نیمه گرد شده بودن بیشتر گراول‌های موجود که مسافت‌های

دید ترکیب سنگی سازند مزبور شامل ستبرای متغیری از کنگلومرای پلی میکتیک، ماسه‌سنگ‌های سرخ رنگ و مارن است. در محل مقطع نمونه، این سازند به طور دگرشیب و ناهمساز سنگ آهک‌های اریپتولین دار کرتاسه آغازین (سازند تیزکوه) را می‌پوشاند 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 می‌دهد که از جنس کنگلومرا، مارن، ماسه‌سنگ و سنگ آهک دارای استراکدا و بریزوا است (Steiger, 1966). سازند فجن از دیدگاه چینه‌شناسی نیز در مناطق بندر انزلی و اردبیل بررسی و از دید رخساره و به‌ویژه جایگاه چینه‌شناسی با سازند پسته‌لیق در کپه‌داغ و کنگلومرای کرمان در ایران مرکزی معادل دانسته شده است (حاجیان، ۱۳۷۵). همچنین نهشته‌های کنگلومرای پالنوسن در منطقه جنوب خوش‌یلاق توسط مقدسی (۱۳۹۲) مطالعه و به محیط رودخانه‌ای بریده بریده نسبت داده شده است.

۳- روش مطالعه

مقطع انتخاب شده در عرض شمالی ۳۶° ۳۱' و طول خاوری ۳۷° ۳۱' ۵۴' جای گرفته است. در این مقطع همه تغییرات رخساره‌ای به‌ویژه در سوی عمود بر امتداد لایه‌ها به دقت بررسی و رخساره‌های موجود تفکیک شد و سپس بر پایه روش پیشنهادی (Mial, 1996) و استفاده از تحلیل‌های ارائه شده مانند (Reineck and Singh, 1985) تفسیر و مشخص شد. بررسی بافت و ترکیب قطعات درشت آواری و نام‌گذاری کنگلومراها بر پایه نظر (Nichols, 2009) صورت گرفت. در مرحله بعد با نمونه‌برداری از لایه‌های آواری موجود و تهیه ۵۵ مقطع نازک، نمونه‌ها توسط میکروسکوپ پلاریزان مطالعه شد و ماسه‌سنگ‌ها طبق روش (Folk, 1980) نام‌گذاری شد. سرانجام ستون چینه‌شناسی، نمودار تغییرات محیط رسوبی و مدل رسوب‌گذاری رسم و تفسیر معیارها و شرایط رسوب‌گذاری در نهشته‌های مورد بررسی انجام شد.

۴- سنگ‌رخساره‌ها

سازند فجن در منطقه مورد مطالعه از ۵ سنگ‌رخساره آواری مختلف تشکیل شده که ویژگی‌های رسوبی این سنگ‌رخساره‌ها به شرح زیر است:

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

این سنگ‌رخساره با رخساره گراولی دانه‌پشتیبان (با گسترده‌گی دانه‌ای بیشتر) به شکل توده‌ای مشخص می‌شود. رخساره اشاره شده که به صورت تیغه مانند و برجسته‌تر از رخساره‌های دیگر دیده می‌شود، گسترش جانبی زیادی دارد و بیشتر ترکیب سنگی سازند فجن را تشکیل می‌دهد. مود در گراول‌ها 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 ماسه‌ای، کنگلومرای یاد شده بافت پلی‌مودال دارد. بیشترین قطر دانه‌های موجود در نهشته‌های مورد تحلیل ۳۰ سانتی متر است. سنگ‌های مورد مطالعه دارای ماتریکس ماسه‌ای سرخ رنگ با سیمان همایتی 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 ماسه‌سنگ است که به ترتیب در حدود ۶۵، ۱۰ و ۲۵ درصد از قطعات را شامل می‌شوند (شکل ۳-ب). گراول‌های موجود بیشتر گرد شده تا نیمه گرد شده هستند که بیشتر آنها کروی تا بیضی شکل هستند و بقیه شکل منظمی ندارند (شکل‌های ۳-پ، 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 رخساره یاد شده ارتو کنگلومرای پلی میکتیک به شمار می‌رود (شکل‌های 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 کریناته 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 درهم 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 دانه‌پشتیان (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 ناوای 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 (Sr) و ماسه‌ای با لایه‌بندی مورب مسطح (Sp) شناخته می‌شوند و از نوع ساب‌لیترانیت و گاه کوآرتز آرنایت هستند. با توجه به معیارهای ماکروسکوپی

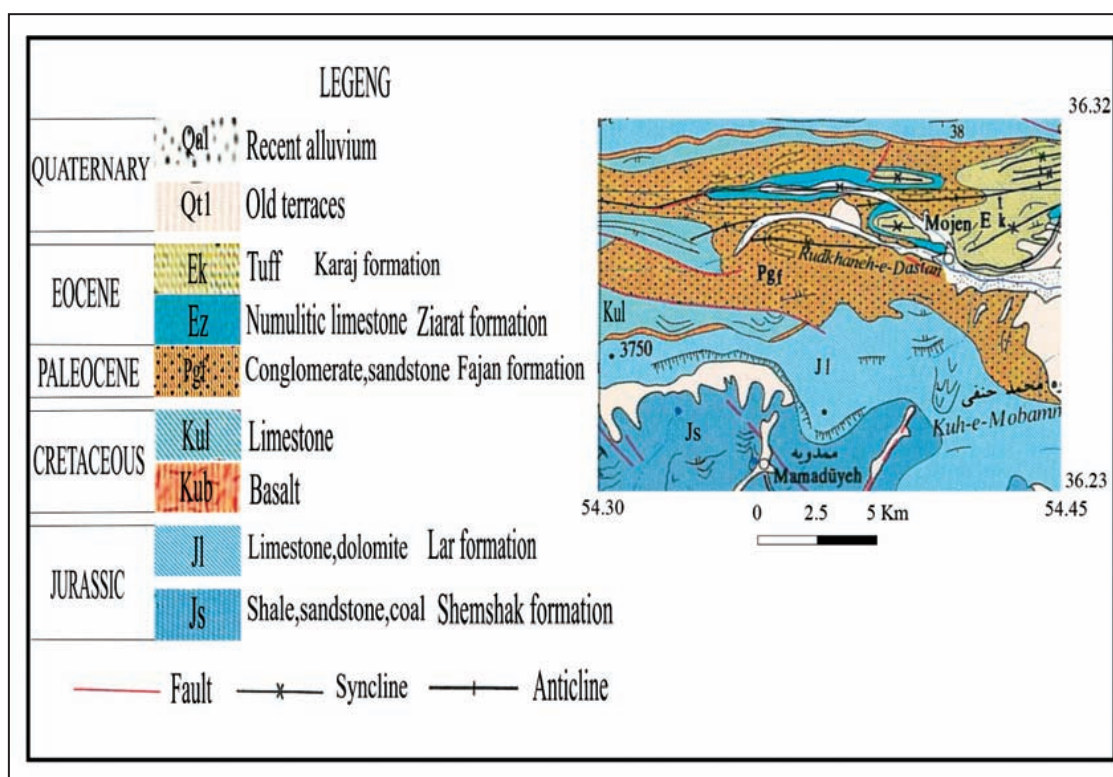
طولانی حمل را از ناحیه منشأ رسوبات توسط رودخانه نشان می‌دهد و وجود فابریک ایمبریکاسیون که بر جریان دیرینه یک‌سویه دلالت می‌کند، بیان می‌شوند. وجود هماتیت می‌تواند نشانه‌ای باشد از اینکه رسوبات در یک محیط اکسیدان و تحت شرایط رودخانه‌ای و غیر دریایی ته‌نشست یافته‌اند (Omali et al., 2011). قطر بزرگ‌تر پیل‌ها 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 (معتمد، 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 دانه‌پشتیان (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 ناوای 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 پایین‌دست رودخانه و نزدیک به دشت‌های دلتایی توسعه می‌یابند (Reineck and Singh, 1985).

۵-۲. سامانه دلتایی تحت نفوذ کشند

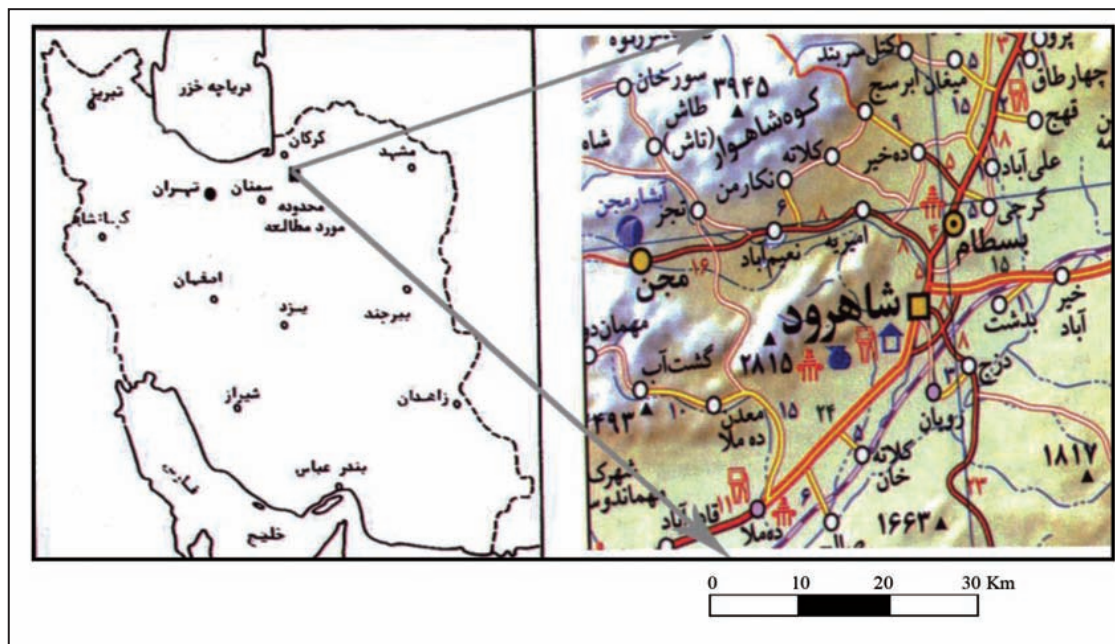
واحدهای ماسه‌سنگی مورد بررسی با رخساره‌های ماسه‌ای دارای رپیل‌مارک تداخلی (Sr) و ماسه‌ای با لایه‌بندی مورب مسطح (Sp) شناخته می‌شوند که با توجه به شواهد ماکروسکوپی و میکروسکوپی موجود در این نهشته‌ها تشکیل آنها در محیط‌های دلتایی تحت نفوذ کشند آشکار می‌شود. این رخساره‌ها به صورت پشته‌های ماسه‌ای کشندی 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 سنگ آهک ماسه‌دار مربوط به قاعده سازند زیارت رخنمون دارد که رخساره میکروسکوپی آن وکستون پلتی است و در آن بیوکست‌هایی از نوع اکیونودرم، استراکدا و جلبک قهوه‌ای همراه با ذرات کوآرتز آواری در زمینه میکراتیتی یافت می‌شوند (شکل ۵-ث).

تشکیل شده‌اند که در این شرایط سامانه‌های فرسایشی همزمان با رسوب‌گذاری 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. به‌طوری 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.

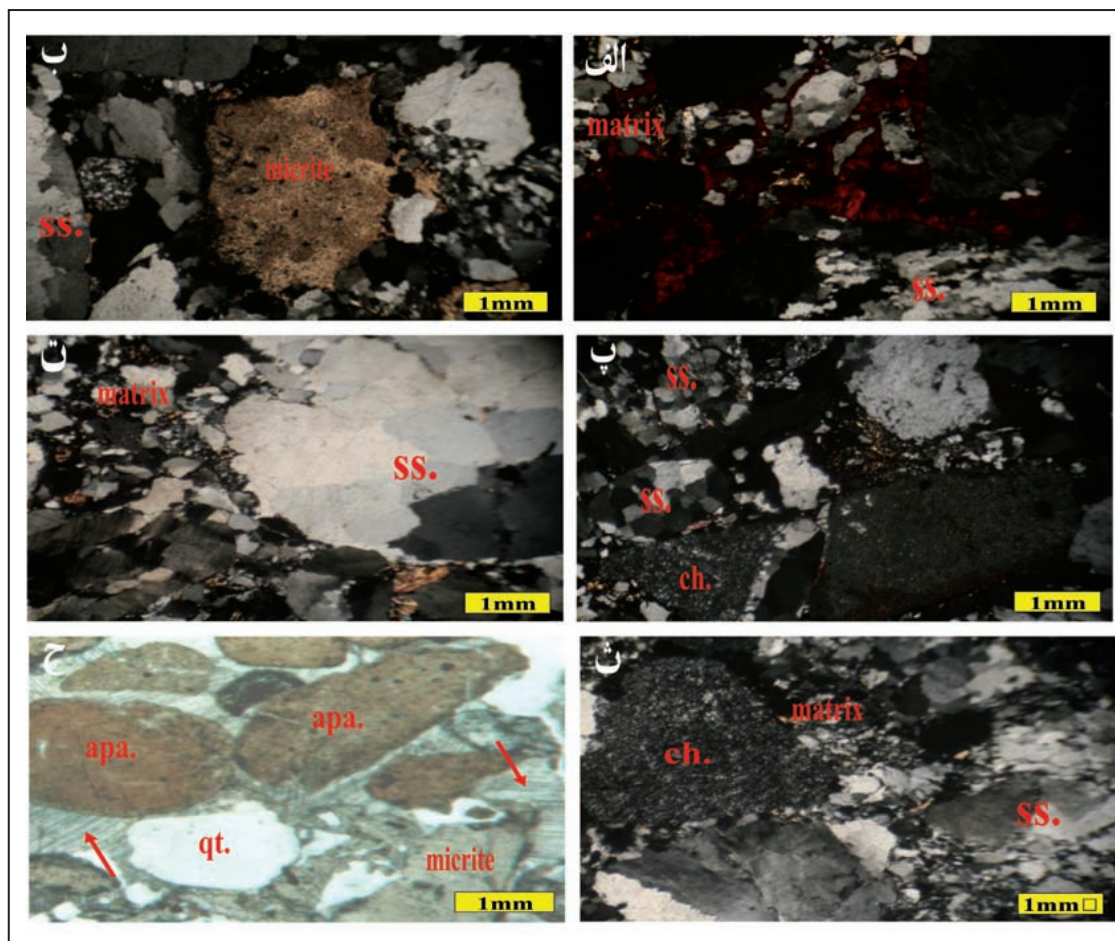
و میکروسکوپی موجود در این نهشته‌ها تشکیل آنها در محیط‌های دلتایی تحت نفوذ کشند آشکار می‌شود. معیارهای تشخیص شامل این موارد است: وجود رپیل مارک تداخلی، درشت‌دانه بودن ماسه‌ها، نیمه‌گرد شده تا گرد شده بودن بیشتر دانه‌های ماسه که می‌تواند نشان‌دهنده جابه‌جایی مکرر دانه‌ها پس از ته‌نشست در محیط رسوبی باشد، 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 رسوب‌گذاری و مختص محیط‌هایی دلتایی از نوع مشخص شده است. - رخساره‌های کنگلومرایی سازند فجن در اثر فاز کوهزایی لارامید و پسروی دریای کرتاسه پایانی در واکنش به بالا آمدن بخش جنوبی البرز، در زمان پالنوسن



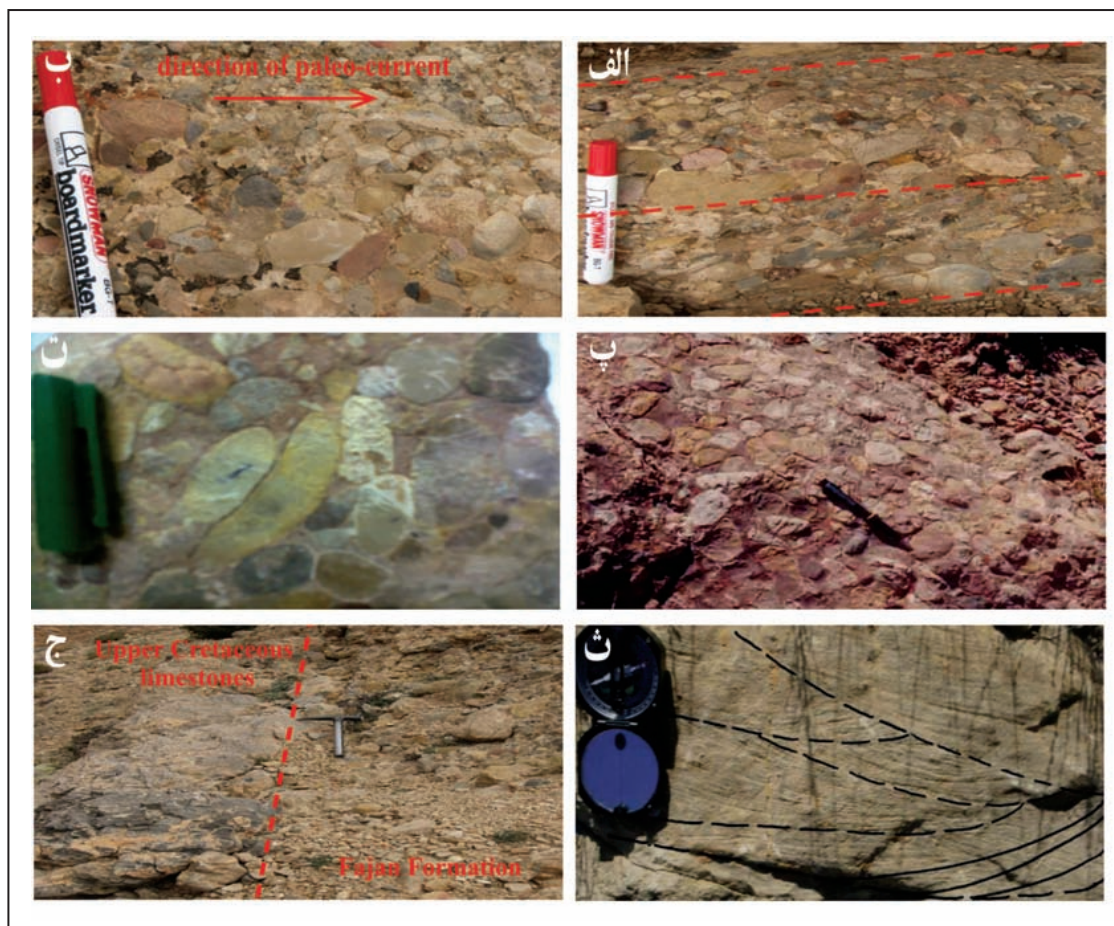
شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (واحدهای سنگ‌شناختی برگرفته از شهرابی (۱۳۶۹)).



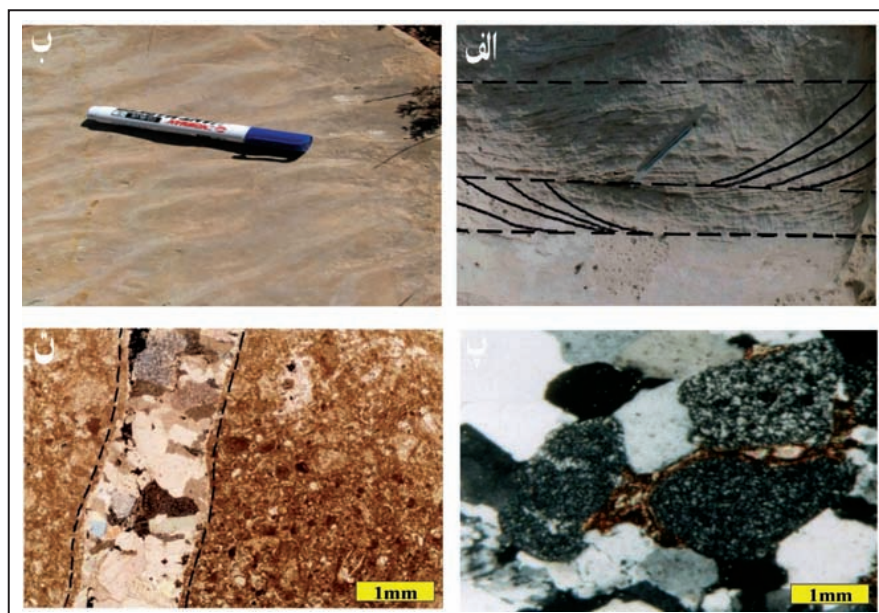
شکل ۲- موقعیت جغرافیایی و راه ارتباطی منطقه مورد مطالعه (دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی، ۱۳۸۱).



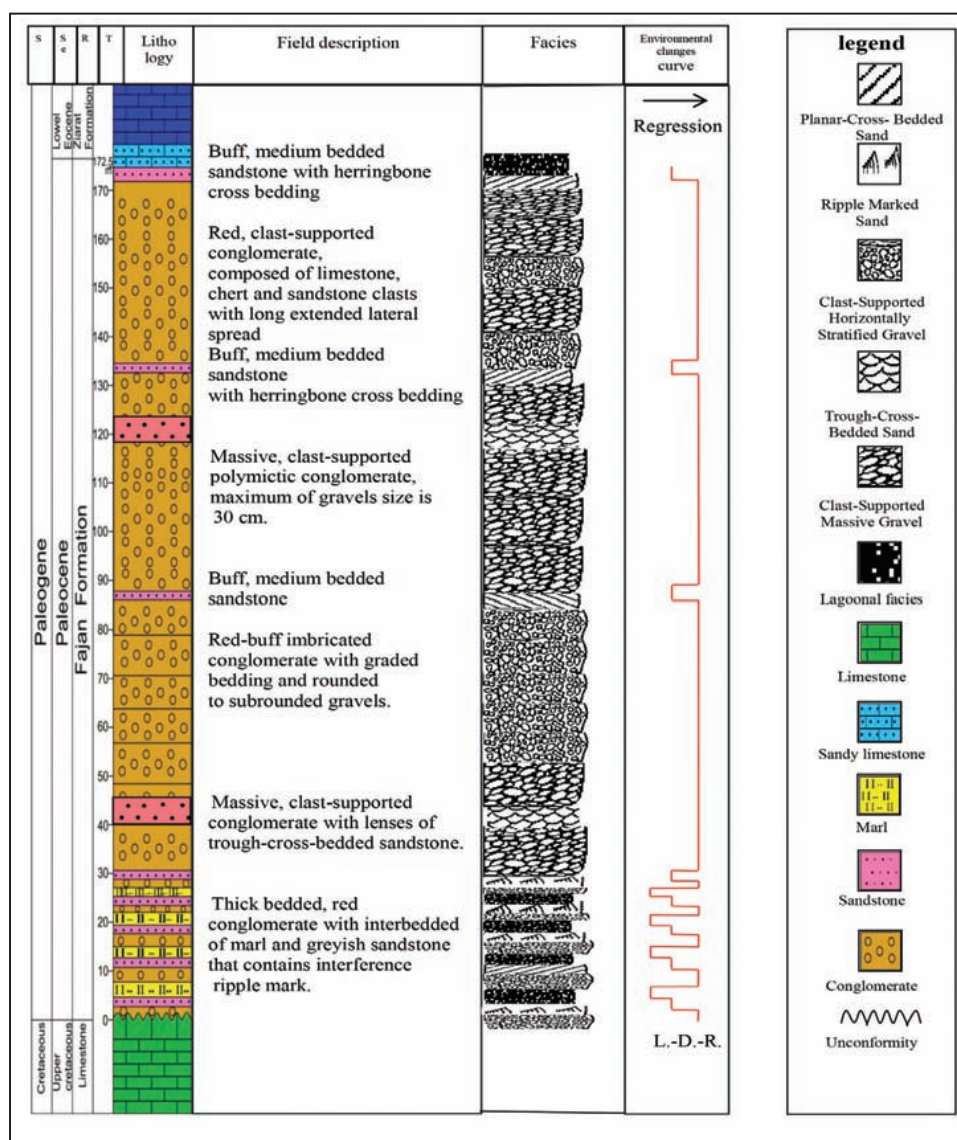
شکل ۳- الف) رخساره میکروسکوپی کنگلومرا با ماتریکس ماسه‌ای دارای پیل ماسه‌سنگی (ss) و سیمان همایتی (xpl)؛ ب) رخساره میکروسکوپی کنگلومرا دارای پیل ماسه‌سنگی (ss) گرد شده و پیل میکرایتی (xpl)؛ پ) رخساره میکروسکوپی کنگلومرا دارای دو دانه پیل ماسه‌سنگی (ss) گرد شده و چرت (ch) (xpl)؛ ت) رخساره میکروسکوپی کنگلومرا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



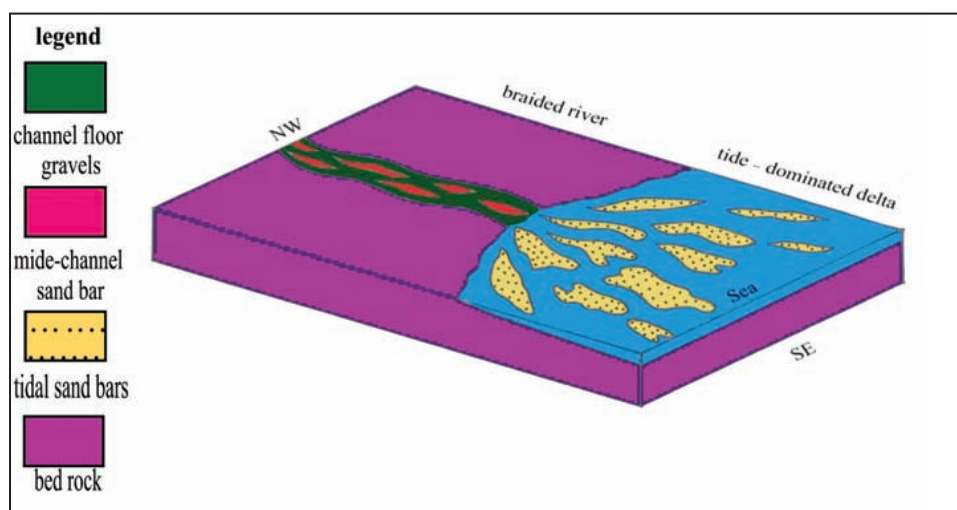
شکل ۴- الف) کاهش تدریجی اندازه دانه‌ها به سوی بالا در رخساره گراولی دانه‌پشتیان (با گستردگی دانه‌ای بیشتر)؛ ب) فابریک ایمبریکاسیون در رخساره کنگلومرای نهشته‌های مورد مطالعه؛ پ) ارتوکنگلومرا با گراول‌های گرد شده تا نیمه گرد شده و ماتریکس ماسه‌ای سرخ رنگ در رخساره‌های مورد مطالعه؛ ت) بافت متراکم در پیل‌های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



شکل ۵- الف) لایه‌بندی مورب در هم 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) (xpl)؛ ت) رخساره و کستون پلتی مربوط به سنگ‌آهک‌های قاعده سازند زیارت.



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



شکل ۷- مدل رسوب گذاری 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 کتاب‌های درسی، ۱۳۸۱- جغرافیای استان سمنان، انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب‌های 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 محیط‌های رسوبی نهشته‌های پالنوسن در منطقه جنوب خوش بیلاق، پایان‌نامه 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 Research, 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