

## بازسازی محیط رسوبی سازند جیروود در برش آرو (البرز مرکزی)

سید محمد زمان‌زاده<sup>(۱)</sup>، محسن رنجبران<sup>۱</sup> و کیارش غفاری<sup>۲</sup>

۱. دانشیار دانشکده زمین‌شناسی، دانشکدگان علوم، دانشگاه تهران

۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده زمین‌شناسی، دانشکدگان علوم، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۵

### چکیده

در این پژوهش محیط رسوبی سازند جیروود مورد بررسی و بازسازی قرار گرفته است. سازند جیروود به سن دونین پسین در برش آرو در جنوب غربی شهرستان فیروزکوه در بخش جنوبی البرز مرکزی متشکل از حدود ۴۵ متر نهشته‌های تخریبی است. برای انجام این پژوهش عملیات صحرایی صورت گرفت و لاگ رسوبی تفصیلی این سازند در برش مذکور تهیه شد و تعداد ۵۲ نمونه از لیتولوژی‌های مختلف برداشت شد. برای مطالعات میکروسکوپی از تمام نمونه‌های ماسه سنگی و کنگلومرایی و چند نمونه محدود از نمونه‌های گلسنگی و یک نمونه خاک قدیمه مقاطع نازک تهیه شد و مورد مطالعه قرار گرفت. مرز زیرین این سازند با ناپیوستگی فرسایشی روی سازند میلا قرار گرفته است. رخساره‌های مشاهده شده این سازند در برش آرو شامل رخساره‌های تخریبی کنگلومرا، ماسه سنگ و گل سنگ به همراه یک افق خاک دیرینه می‌باشد. رخساره‌های مشاهده شده براساس رخساره‌های رسوبی رودخانه‌ای مایال طبقه‌بندی شد. نهشته‌های کنگلومرایی متشکل از دو رخساره Gcm و Gmm، نهشته‌های ماسه سنگی شامل سه رخساره Sh، Sp و Sm و رخساره‌های گل سنگی شامل دو رخساره Fl و Fm می‌باشند. مطالعات صحرایی و سنگ نگاری به شناسایی دو مجموعه رخساره تخریبی رودخانه‌ای کانال و دشت سیلابی منجر شد. محیط رسوبی کلی بازسازی شده برای سازند جیروود در برش آرو یک محیط رسوبی رودخانه‌ای بریده بریده تعیین شد که بخش پایینی این سازند به‌طور عمده رخساره‌های درون کانال با غلبه رخساره‌های کنگلومرایی و بخش بالایی کم‌وبیش به‌طور کامل از رخساره‌های دانه ریز گل سنگی دشت سیلابی به همراه افقی از خاک دیرینه را شامل می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** البرز مرکزی، دونین، سازند جیروود، رخساره‌های آواری، محیط رسوبی.

### مقدمه

شامل ۱۰ واحد سنگی به ضخامت ۷۵۰ متر است که نام آن از دهکده جیروود در بخش بالایی دره جاجروود در شمال تهران و ارتفاعات دامنه جنوبی البرز مرکزی گرفته شده است. آستر تو گاتنی (Assereto, 1963, Gaetani, 1965) این سازند را به چهار بخش A, B, C, D تقسیم کردند. سپس بنا بر پیشنهاد کمیته ملی چینه‌شناسی ایران نهشته‌های تخریبی عضو A با

در البرز مرکزی نهشته‌های به‌طور عمده آواری شامل کنگلومرا، ماسه سنگ، آهک فسیل دار و شیل به سن دونین پسین که با ناپیوستگی فرسایشی روی سنگ‌های اردویسین و یا قدیمی‌تر قرار دارند به‌عنوان سازند جیروود معرفی شده‌اند (Assereto, 1963). برش نمونه این واحد سنگ چینه‌ای

\* نویسنده مرتبط: zamanzadeh@ut.ac.ir

دقت هرچه بیشتر و دقیق تر صورت گیرد. با توجه به این که مطالعات قبلی در خصوص محیط رسوب گذاری سازند جیروود در مناطق مختلف البرز نشانگر تنوعی از محیط‌های رسوب گذاری است، و محتوای سنگ شناسی و توالی رسوبی این سازند در پهنه مورد مطالعه یعنی روستای آرو (شکل ۱) نشانگر تفاوت‌های اساسی با برش‌های مطالعه شده قبلی است، این موضوع ضرورت بازسازی محیط رسوب گذاری در منطقه آرو را ایجاب می‌کند.

### جایگاه زمین شناسی و زمین ساختی منطقه مورد مطالعه

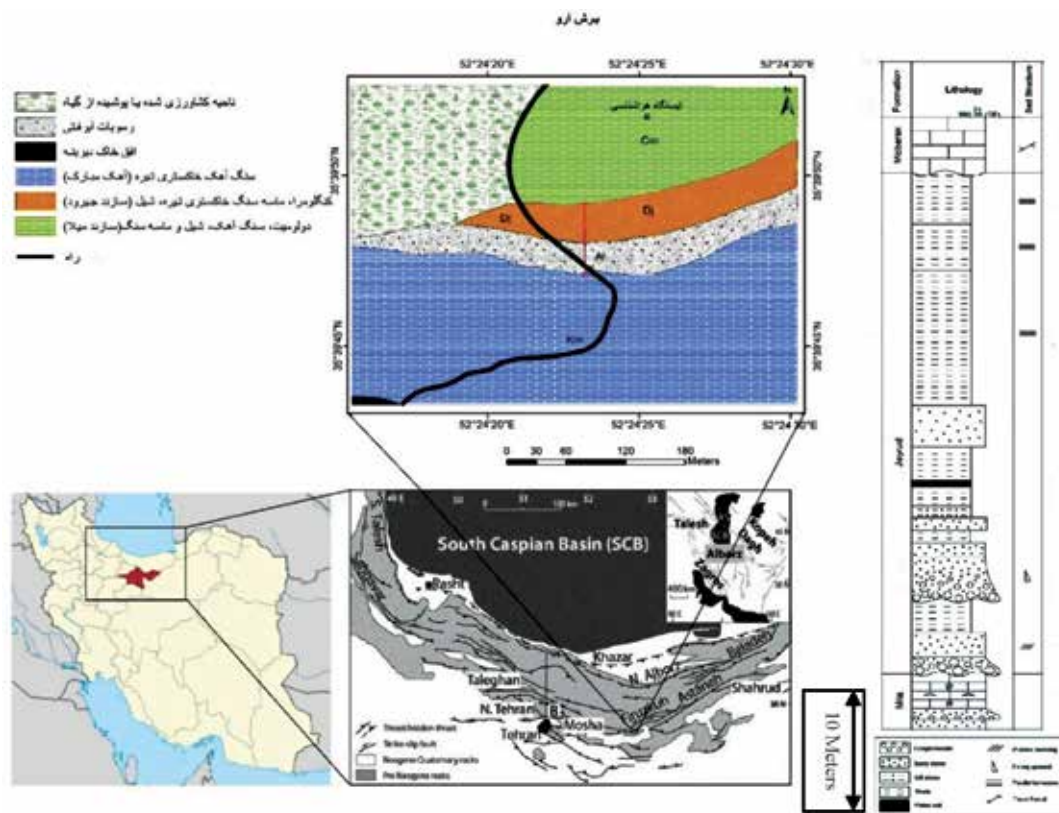
ناحیه مورد نظر در فاصله ۴۰ کیلومتری جنوب غرب شهرستان فیروزکوه، در مسیر جاده اصلی تهران-فیروزکوه در شرق تاقدیس آینه ورزان (منطقه آرو) واقع است. مختصات جغرافیایی منطقه ۵۲°، ۲۴' شرقی و ۳۵°، ۳۹' شمالی واقع در پهنه رسوبی ساختاری البرز مرکزی است. در این برش سازند جیروود ضخامتی در حدود ۴۵ متر دارد و از مجموعه متنوعی از لیتولوژی‌های کنگلومرا، ماسه سنگ، شیل و گل سنگ تشکیل شده است (شکل ۱).

از نگاه زمین شناختی، مرز شمالی البرز محدود به زمین درز تتیس کهن است که از برخورد سنگ کره قاره‌ای البرز با سنگ کره توران، در تریاس پسین به وجود آمده است. ولی، در بیشتر نقاط، محل زمین درز با ورقه‌های رانده شده از شمال به جنوب پوشیده شده است. حد جنوبی البرز چندان روشن نیست. گسل تبریز (Alavi, 1996)، گسل گرمسار (بربریان و همکاران، ۱۳۷۵)، گسل سمنان (نیوی، ۱۳۵۶) و گسل عطاری (Alavi-Naini, 1972)، مرز جنوبی البرز معرفی شده‌اند. ولی، چنین به نظر می‌رسد که مرز شاخصی در مرز جنوبی البرز وجود نداشته باشد و گذر از پهنه ایران مرکزی به پهنه البرز تدریجی باشد (آقا نباتی، ۱۳۸۳). همسانی البرز با ایران مرکزی به ویژه در دامنه جنوبی بیشتر است ولی در دامنه شمالی تفاوت‌هایی دارد (Stöcklin, 1968). در زمان کامبرین تا کربونیفر گندوانا بزرگ‌ترین ابرقاره روی زمین و در جنوب اوراسیا، شامل عربستان، آفریقا، جنوبگان و برخی سرزمین‌های جزئی در اطراف بوده است (Stampfli et al., 2001).

ستبرای ۳۵۵ متر و با سن دونین پسین به عنوان سازند جیروود معرفی و در نظر گرفته شد. در برش الگو، مرز سازندهای جیروود و میلا با ناپیوستگی فرسایشی مشخص می‌شود اما در مورد مرز بالایی اتفاق نظر وجود ندارد. در این برش قاعده سازند جیروود شامل کوارتزیت و ماسه سنگ است که به طرف بالا با تناوب ماسه سنگ، شیل، آهک فسیل دار و چند افق ماسه سنگ فسفات دار ادامه یافته و در بالاترین قسمت، این توالی در زیر گدازه‌های بازالتی قرار دارد (آقانی، ۱۳۸۳).

مطالعات پیشین سازند جیروود (دونین بالایی) در برش‌های مختلف البرز مرکزی متمرکز بر دو زمینه مطالعات چینه نگاری-فسیل شناسی و رسوب شناسی بوده است. بیشتر پژوهش‌های انجام شده در حوزه مطالعات چینه نگاری-فسیل شناسی به طور عمده توسط هاشمی و همکارانش به طور عمده بر روی پالئوآکولوژی و پالینواستراتیگرافی سازند جیروود در برش‌های گرمابدر شمال شرق تهران، نهشته‌های دونین جنوب غرب شاهرود، شمال سمنان، غرب دامغان بوده است (هاشمی و تابع، ۱۳۸۸؛ هاشمی و فهیمی، ۱۳۸۴، فرهادیانی، ۱۳۸۸). بر اساس این مطالعات در پهنه غرب گرمابدر، نهشته‌های دونین البرز مرکزی که با ناپیوستگی فرسایشی روی سنگ‌های اردوئین یا قدیمی تر قرار دارند مربوط به دونین پسین (فرازنین-فامنین) می‌باشند. مطالعات حوزه رسوب شناسی بیشتر بر زمینه‌های بازسازی محیط رسوبی، دیاژنز و مطالعه نهشته‌های فسفاتی و خاستگاه رسوبات این سازند متمرکز بوده است و می‌توان به پژوهش‌های محققین زیر اشاره کرد: در برش‌های هیو، دهکده جیروود، دره مبارک‌آباد، دریاچه تار و ده صوفیان (خزایی، ۱۳۹۵ الف، ۱۳۹۵ ب، ۱۳۹۷؛ شرفی و همکاران، ۱۳۹۷). این مطالعات به طور عمده نشانگر رسوب گذاری این سازند در محیط‌های دریایی کم عمق و دلتایی و در برش‌هایی مناطق دور از ساحل در موقعیت‌های زمین ساختی کوهزایی چرخه مجدد و درون کراتونی پایدار در شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب تا نیمه خشک و خشک است.

برای بازسازی جغرافیای دیرینه یک ناحیه ایجاب می‌کند که بازسازی شرایط محیطی در برش‌های مختلف یک سازند یا مجموعه رسوبات یک بازه زمانی مشخص با



شکل ۱. نقشه زمین‌شناسی و موقعیت زمین‌ساختی منطقه مورد مطالعه (با اصلاح از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ فیروزکوه) (Sheikholeslami, 2018)

آواری‌های اردویسیان تا سیلورین همراه با جریان بازالتی) و پس از کافتش (نهشته‌های دونین تا انتهای تریاس) تقسیم می‌شوند که همگی در ارتباط با کرانه ناپویای پالئوتتیس است (Bagheri and Stampfli, 2008).

تاق‌دیس آینه‌ورزان-دلیچای واقع در بخش شرقی البرز مرکزی، تحت تاثیر بخش شرقی گسل مُشا با روند شرقی-غربی (مشخص‌کننده مرز توالی‌های پالئوزوئیک و سنوزوئیک) می‌باشد. بیرون زدگی رسوبات اینفراکامبرین تا کربونیفر در منطقه مورد مطالعه ناشی از تحرکات این گسل بوده است (Ehteshami Moinabadi and Yassaghi, 2007; Berberian and Yeats, 2001).

### روش مطالعه

در این پژوهش برای رسیدن به اهداف مورد نظر ابتدا بازدیدها، مطالعات و بررسی‌های صحرایی و تهیه لاگ رسوبی به‌منظور توصیف دقیق واحدهای رسوبی و برداشت نمونه‌هایی از لیتولوژی‌های مورد هدف (تعداد ۵۲ نمونه شامل کنگلومرا، ماسه سنگ و گل سنگ جهت انجام مطالعات کانی‌شناسی و

شواهدی از حداقل ده حوضه رسوبی با کنترل‌کننده زمین‌ساختی متفاوت در بخش مرکزی رشته‌کوه البرز در قسمت میانی کمربند آلپ-هممالیا از زمان نئوپروتروزوئیک تا زمان حال قابل شناسایی است که تحت کنترل زمین‌ساختی متفاوت تشکیل شده و در اثر حرکت نسبی صفحات در گستره تتیس شکل گرفته‌اند و در محدوده زمانی مشخص پرشده‌اند (Sheikholeslami, 2018). با تشکیل حوضه پالئوتتیس رسوبات ولکانیکی-رسوبی از دونین تا پرمین در آن نهشته شده‌اند. بر اساس نظریه زمین‌ساخت صفحاتی، اقیانوس تتیس از شرق تا غرب گسترش داشته و ابرقاره پانگه‌آ را به دو بخش تقسیم کرد که همگرایی اوراسیا و گندوانا و بسته شدن تتیس در بین آنها موجب شکل‌گیری کمربند کوهزایی آلپ-هممالیا شده است (Ghorbani, 2021). در یک نگاه کلی می‌توان گفت: توالی‌های رسوبی سازندهای البرز به مانند سایر بخش‌های صفحه ایران مانند مرکز و بلوک طبرستان به سه مجموعه رسوبات پیش از کافتش (رخساره‌های کامبرین)، رخساره‌های هم‌زمان با کافتش (کربنات‌های دریاچه‌ای و

توصیف پتروفاسیس ها جمع آوری شد)، برداشت ساخت‌های رسوبی که نشانگر جهت جریان‌های دیرینه هستند و ارتباط جانبی و قائم واحدهای رسوبی، هندسه این واحدها و پیوستگی و ناپیوستگی بین واحدها صورت گرفت. در مرحله بعد برای تکمیل مطالعات سنگ‌شناسی جهت مطالعه ماسه

سنگ‌ها تعداد ۱۱ نمونه از ماسه سنگ‌های سازند جیروود برای آنالیز مودال انتخاب شدند و در هر نمونه ۲۴۰ نقطه (جدول ۱) با استفاده از روش گزی-دیکنسون<sup>۱</sup> شمارش شدند (Ingersoll et al., 1984). نام‌گذاری سنگ‌ها بر اساس طبقه‌بندی پتی جان (Pettijohn, 1975) انجام گرفت.

جدول ۱. نتایج حاصل از نقطه شماری نمونه‌های سازند جیروود نشانه‌های اختصاری در جدول: Qm: کوارتز تک‌بلوری، Qp: کوارتز چند بلوری، Kf: فلدسپات پتاسیم، Plg: پلاژیوکلاز، SRF: خرده‌سنگ رسوبی، VRF: خرده‌سنگ ولکانیکی، Cht: چرت، HM: کانی‌های سنگین

Sample No	Qm	Qp	Kf	Plg	SRF	VRF	MRF	Cht	HM	Ma
GA2	106	11	2	0	84	0	0	8	0	29
GA3	95	6	0	0	14	0	0	8	2	115
GA3P4	147	19	1	0	39	0	0	8	0	26
GA4	99	8	0	0	91	0	0	6	1	35
GA5	85	10	0	0	98	0	0	10	1	36
GA5-1	169	8	0	0	27	0	0	3	0	33
GA5-L	153	8	1	0	37	0	0	9	1	31
GA5-M	112	10	2	0	0	0	0	6	2	108
GA5-Q	106	22	0	0	1	0	0	4	0	107
GA5-F	136	9	1	0	56	0	0	7	0	31
GA-CH	156	13	0	0	31	0	0	7	1	32

## بحث

علاوه بر این، در این مطالعه تعداد ۳ پتروفاسیس مورد شناسایی قرار گرفت که توضیحات هر کدام از آنها در ادامه ارائه خواهد شد. سپس با تلفیق داده‌های مطالعات پتروگرافی و صحرایی تعداد ۸ رخساره رسوبی مشخص شد (جدول ۲) و درنهایت با توجه به همراهی این رخساره‌ها محیط رسوبی سازند جیروود مدل رسوب‌گذاری این سازند در منطقه مورد مطالعه بازسازی قرار گرفت.

### رخساره‌های سازند جیروود در برش آرو

به‌طور کلی سازند جیروود در برش آرو از مجموعه رخساره‌های آواری دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز تشکیل شده است. بررسی‌های سنگ‌شناسی نشان‌دهنده تغییرات در بخش‌های مختلف برش مورد مطالعه هم به‌صورت جانبی و هم به‌صورت قائم می‌باشد به‌طوری‌که در بخش قاعده‌ای رسوبات آواری دانه درشت فراوان‌تر است و لایه‌ها به‌طور عمده از کنگلومرا تا ماسه سنگ دانه متوسط تشکیل شده‌اند. در بخش بالایی رسوبات دانه ریز غالب است و رسوبات دانه متوسط فراوانی کمی دارند.

در بررسی‌های سنگ‌شناسی به‌طور اساسی ویژگی‌های بافتی، ترکیب، دیاژنزی و ساخت‌های رسوبی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. انجام مطالعات ذکر شده در دو مقیاس میکروسکوپی (بررسی پتروفاسیس‌ها) و ماکروسکوپی (بررسی لیتوفاسیس‌ها) صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه در این مطالعه هدف اصلی تعیین محیط رسوبی است، در ابتدا باید رخساره‌ها مشخص شوند و برای این کار ابتدا باید توصیف آنها در صحرا یعنی لیتوفاسیس‌ها و سپس توصیف آنها در زیر میکروسکوپ یعنی پتروفاسیس‌ها تعیین گردد، در مرحله بعد با تلفیق این اطلاعات رخساره‌ها تعریف و با مشخص کردن همراهی رخساره‌ها محیط رسوبی مشخص می‌شود. در مطالعات صحرایی رخساره‌های مورد مشاهده در سازند جیروود مورد توصیف قرار گرفت که فهرست لیتوفاسیس‌ها بر اساس طبقه‌بندی مایال (Miall, 1996) در جدول ۲ به‌اختصار ارائه شده است. حاصل مطالعات صحرایی تهیه لاگ رسوبی از سازند جیروود در منطقه مورد مطالعه بود که نشانگر هندسه عمومی و روابط بین رخساره‌ها و همراهی آنها در صحرا می‌باشد (شکل ۲).

1. Gazzi-Dickinson

جدول ۲. مشخصات رخساره‌های مشاهده شده سازند جیروود در برش آرو

کد رخساره	مشخصات رخساره
Gcm	این واحد در قاعده سازند جیروود، متشکل از کنگلومرای پلی میکت دانه پشتیبان با جورشدگی بد شامل قطعات ماسه سنگ، چرت، شیل و قطعات کربناته فسیل دار سازند میلا می‌باشد، فرم هندسی این کنگلومرا پرکننده کانال و فاقد لایه‌بندی دارد.
Gmm	این واحد بر روی رخساره Sp متشکل از یک کنگلومرای پلی میکت ماتریکس پشتیبان که عمده قطعات تشکیل دهنده قطعات پیل می‌باشد و با جورشدگی و گردشگی متوسط و فاقد لایه‌بندی به صورت شناور در یک ماتریکس ریزشونده به سمت بالا که به ماسه سنگ ختم می‌شود، قرار دارد. عدم وجود لایه‌بندی واضح و ویژگی ریزشونده به بالای این رخساره نشانگر رسوب‌گذاری در پشته‌ها یا سدهای درون کانال رودخانه‌های بریده بریده است
Sp	این واحد ماسه سنگی بین رخساره‌های کنگلومرای و دارای فرم هندسی کانال و ساخت رسوبی لایه‌بندی مورب مسطح می‌باشد.
Sh	این واحد ماسه‌سنگی متشکل از دانه‌های ریز تا درشت بر روی رخساره Gmm و دارای چینه‌هایی در حد لامیناسیون تا لایه‌بندی نازک با ساخت جدایش خطی در سطح لایه‌ها قابل مشاهده است.
Sm	این واحد ماسه سنگی متشکل از ذرات دانه ریز تا دانه متوسط کوارتز کمی چرت به صورت توده‌ای در زیر رخساره P قرار گرفته است. شکل توده‌ای این رخساره نشانگر رسوب‌گذاری سریع و ناگهانی این رخساره در اثر افت سریع انرژی جریان حمل‌کننده مثلا بعد از سیلاب در دشت سیلابی است.
Fm	این واحد متشکل از سیلت و رس به صورت توده‌ای و نخودی رنگ و فاقد فسیل می‌باشد، این واحد بر روی رخساره P و در زیر رخساره FI قرار دارد.
Fl	این واحد متشکل از سیلت و رس واحد فوقانی سازند جیروود، قرمز رنگ و دارای لامیناسیون موازی و فاقد فسیل می‌باشد و بر روی رخساره Fm قرار دارد.
P	این واحد سرشار از ذرات در حد گرانول خاکستری، سرخ-قهوه‌ای رنگ و فاقد لایه‌بندی بر روی رخساره Sm قرار دارد.

### رخساره‌های آواری دانه درشت (کنگلومراها)

کانال است و اندازه برخی قطعات به نزدیکی ۷۰ سانتی‌متر می‌رسد. قطعات فسیل دار سازند میلا در این رخساره حضور دارد (شکل ۳- E, D, A). علاوه بر این به صورت جانبی این رخساره‌های کنگلومرای به رخساره‌های دانه ریزتر ماسه سنگی و در نهایت به رخساره‌های سیلتسونی و شیلی تغییر رخساره می‌دهند.

#### ب- رخساره گراولی گل پشتیبان توده‌ای Gmm

گراول‌های با دانه‌بندی ریزشونده ضعیف، که در قاعده به صورت گل پشتیبان (پلی میکت پاراکنگلومرا) و در راس به ماسه سنگ ختم می‌شود و اندازه قطعات به طور عمده در حد پیل با جورشدگی و گردشگی متوسط که به صورت شناور در خمیره قرار گرفته‌اند (شکل ۳- D). با توجه به کوچک‌تر بودن اندازه قطعات سنگی، میزان انرژی در این رخساره نسبت به رخساره Gcm کمتر است.

#### رخساره‌های آواری دانه متوسط (ماسه سنگ‌ها)

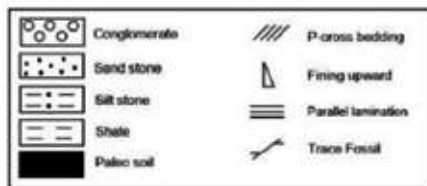
این رخساره‌ها در مطالعات انجام شده دارای بیشترین تنوع می‌باشند. در مطالعات صحرایی به رنگ سفید تا خاکستری و به صورت توده‌ای، تا با لایه‌بندی مورب و همچنین ساخت رسوبی جدایش خطی قابل مشاهده می‌باشد (شکل ۴). در

در بررسی‌های صحرایی کنگلومراها به رنگ خاکستری دیده می‌شوند. این رخساره به صورت پلی میکتیک با قطعات بزرگ و متنوع است که به طور عمده از قطعات کربناته قدیمی سازند میلا تشکیل شده است سایر قطعات تشکیل دهنده شامل چرت، ماسه سنگ و گل سنگ می‌باشد (شکل ۳، A). این رخساره‌ها به طور عمده در دو بخش قابل مشاهده است. در یک بخش که قاعده سازند جیروود در برش آرو از این رخساره تشکیل شده به صورت ناپیوستگی فرسایشی بر روی سازند میلا قرار گرفته است (شکل ۳، B, C). در بخش دیگر که به صورت یک توالی ریزشونده به بالا قابل مشاهده است کنگلومراها فاقد لایه‌بندی هستند و به علت تشکیل در شرایط آشفته حالت توده‌ای دارند (Kostic et al., 2005).

#### الف- رخساره گراولی دانه پشتیبان توده‌ای Gcm

قاعده سازند جیروود در برش آرو از این رخساره تشکیل شده و با ناپیوستگی فرسایشی بر روی سازند میلا قرار گرفته است و به صورت یک کنگلومرای پلی میکتیک دانه پشتیبان (اورتوکنگلومرا) با خمیره کم و جورشدگی بد قطعات که به طور عمده در اندازه پیل تا بولدر می‌باشد. از نظر فرم هندسی این کنگلومرا دارای فرم هندسی کانالی، و پرکننده

Age		Formation	Thickness	Sample No	Lithology	Sed Structure	Field Description	Environment Interpretation
System	Stage							
Carbonifer	Visean	Mobarak			Ls Mst   Sst   Cgl	X	Thick bedded dark grey Ls with a variety of trace fossile such as Zoophycus	
Devonian	Farasnian-Farnennian	Jeirud	40			≡	Laminated red Mst	Flood plain
						≡	Green Shaley Mst	
			30			≡	Laminated red Mst eroded and covered in eastern part of the road but it sampled in a trench in the western part of the road	
			20	GA-5M GA-5Q			Thin-medium bedded grey-green Sst	Crevasse splay
							Eroded grey-green Mst	Flood plain
							Paleosole	
							Eroded grey-green Mst	
							Sandy Sst	
							Finely bedded grey-white Sst	
							Grey-green Sh Mst	
			10	GA-5-1 L GA-5 GA-4			Finely bedded grey-white Sst	
							Massive grey Sst	Channel
							Para Cgl	
							Ortho Cgl	
							Grey-green sh	
							Channel shape grey Sst	Longitudinal bar
							Jeirud basal Cgl max clast size 70 Cm, from Lalun and Mila Fm	
M. U. Cambrian		Mila					Fossiliferous Ls	
							Mila Fm basal Cgl	
							Base Quartzite	



شکل ۲. لاک رسوبی سازند جیرود در برش آرو به همراه توصیف واحدهای رسوبی و تفسیر محیطی آنها





شکل ۳. رخساره‌های مشاهده شده در سازند جیروود، (A) قطعه سنگ حاوی فسیل مرجان سازند میلا، (B) کنگلومرای قاعده سازند جیروود، (C) مرز فرسایشی بین سازند میلا و جیروود (دید به سمت جنوب شرق)، (D) کنگلومرای ریز شونده به بالا، (E) شکل هندسی کانال در کنگلومرای جیروود

### ج- رخساره ماسه سنگ توده‌ای Sm

این رخساره در صحرا به صورت توده‌ای و فاقد لایه‌بندی می‌باشد. این رخساره به‌طور عمده از دانه‌های به اندازه ماسه‌های دانه‌ریز تا دانه متوسط با گردشگی متوسط تا خوب تشکیل شده‌اند و به‌صورت شناور درون یک خمیره گلی قرار گرفته و سیمان این رخساره سیمان رسی می‌باشد (شکل ۴- D).

### رخساره‌های آواری دانه ریز (شیل و سیلتستون)

از نظر بافتی این سنگ‌ها شامل گل سنگ توده‌ای و گل سنگ لامینه‌ای می‌باشد. در نمونه‌های صحرایی به رنگ خاکستری، سبز تا قرمز با فرم هندسی ورقه‌ای شکل مشاهده می‌شوند و بیشترین ضخامت سازند جیروود در برش آرو را نشان می‌دهند.

### الف- رخساره دانه‌ریز Fm

در صحرا این رخساره به‌صورت توده‌ای متشکل از ذرات

مطالعات آزمایشگاهی این رخساره‌ها از دانه‌های به اندازه ماسه خیلی ریز دانه تا ماسه خیلی درشت دانه و با جورشدگی بد تا خوب مشاهده می‌شوند.

### الف- رخساره ماسه سنگ با چینه‌بندی متقاطع مسطح Sp

این رخساره که به‌صورت یک چینه‌بندی متقاطع مسطح با زاویه ۲۰ درجه بر روی رخساره Gcm قرار گرفته است یک توالی ریزشونده به سمت بالا با جورشدگی متوسط می‌باشد. دانه‌ها به‌طور عمده زاویه‌دار که در قاعده به‌طور عمده دانه‌ها در حد ماسه دانه ریز تا دانه درشت و در راس دانه‌های خیلی ریز و غالب می‌باشد (شکل ۴- A, B).

### ب- رخساره ماسه سنگی با طبقات موازی Sh

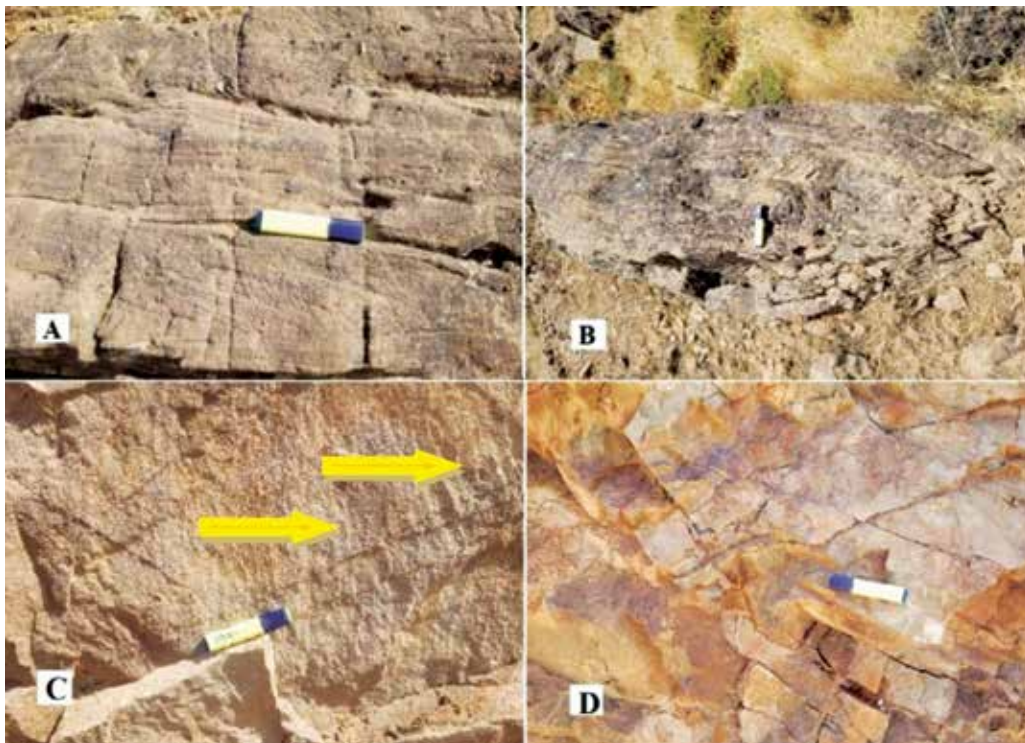
این رخساره با ضخامت کم دارای چینه‌هایی در حد لامیناسیون تا لایه‌های نازک است. عمده‌ترین ساخت رسوبی پس از لامیناسیون وجود ساخت جدایش خطی در سطح لایه‌ها است. اندازه دانه‌ها در حد ماسه ریز تا دانه درشت با جورشدگی متوسط تا خوب می‌باشد (شکل ۴- C).

سیلت و رس به ضخامت ۱۵ تا ۵۰ سانتی‌متر در بخش‌های مختلف به رنگ نخودی قابل مشاهده است (شکل ۵-۱).  
فسیلی می‌باشند (شکل ۵-۲).

### رخساره خاک دیرینه P

این رخساره در صحرا به رنگ خاکستری سرشار از قطعات در حد گرانول و فاقد لایه‌بندی و دارای ساختار توده‌ای شکل کم‌وبیش در ۱۸ متری از قاعده سازند جیروود مشاهده می‌شود (شکل‌های ۲ و ۶). ضخامت این افق خاک دیرینه بین ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر در برش مطالعه شده تغییر می‌کند. این در مطالعات صحرایی توالی قرمز رنگ با فراوانی قابل توجه قابل و ضخامت‌های متغیر از پنج تا ۱۰ متر مشاهده می‌شود، این نهشته‌ها که از ذرات در حد سیلت و رس تشکیل شده، دارای ساخت رسوبی لامیناسیون و فاقد آثار

### ب- رخساره دانه ریز FI

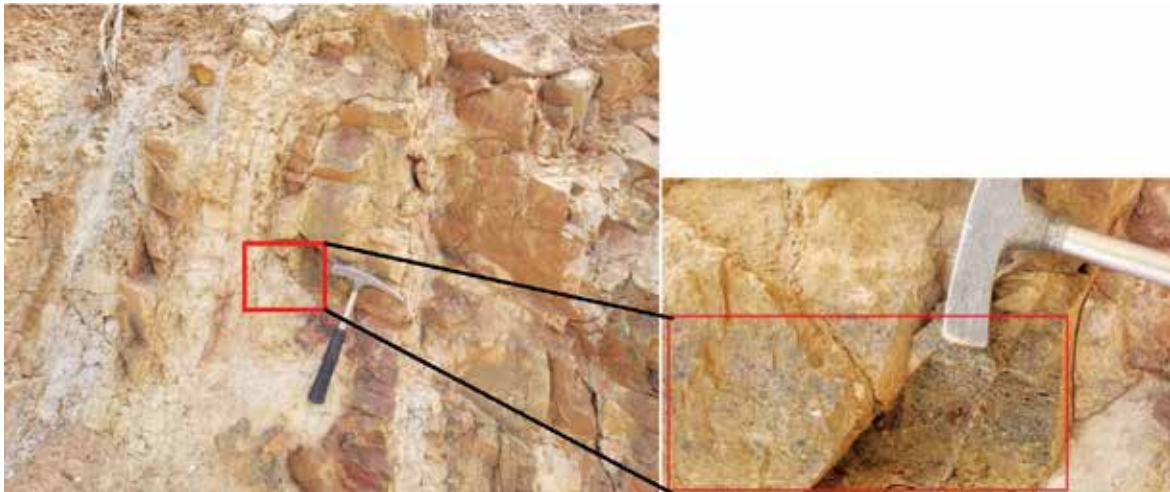


شکل ۴. رخساره‌های ماسه سنگی مشاهده شده در سازند جیروود، (A) ساخت رسوبی چینه‌بندی متقاطع مسطح، (B) شکل هندسی کانال در یک توالی ماسه سنگی، (C) ساخت رسوبی جدایی خطی در سطح فوقانی یک لایه رسوبی، (D) نهشته‌های ماسه سنگ توده‌ای



شکل ۵. رخساره‌های آواری دانه ریز سازند جیروود، (A) گل سنگ توده‌ای، (B) گل سنگ لامینه‌ای قرمز رنگ





شکل ۶. تصویر صحرایی از رخساره خاک دیرینه

بولدرهای ۷۰ سانتیمتری به طور عمده از سنگ آهک‌های سازند میلا است) با گردشگی متوسط است و انواع سیمان کربناته از قبیل سیمان فراگیر و میکرواستلاکتیت منطقه هواده در این رخساره مشاهده شد (شکل ۷).

#### پتروفاسیس‌های رسوبات دانه متوسط (ماسه سنگ‌ها)

این پتروفاسیس‌ها شامل سبب لیت آرنایت، لیتیک آرنایت و کوارتزوکی می‌باشند که در زیر شرح آنها می‌آید:

##### سبب لیت آرنایت

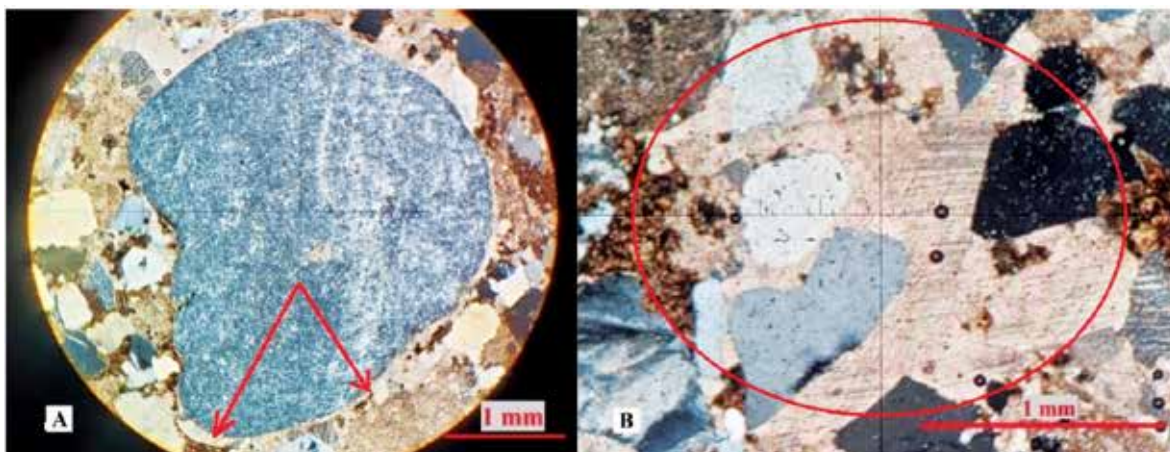
در این پتروفاسیس دانه‌های کوارتز تک‌بلوری با سیمان سیلیسی رو رشدی (شکل ۸-۸) با خاموشی مستقیم تا موجی (شکل ۸-۸) و چند بلوری دارای کشیدگی جزئی (حدود ۸۰ درصد) و همچنین خرده‌های رسوبی از نوع کربناته (حدود ۲۰

رخساره به طور عمده روی رخساره Sm و در بالا زیر رخساره Fl قرار می‌گیرد که هر دو از رخساره‌های دشت سیلابی در نظر گرفته می‌شود. فراوانی گرانول‌های به طور کامل گردشده با رنگ‌های متغیر از خاکستری و به طور عمده سرخ-قهوه‌ای از ویژگی اصلی این رخساره در مشاهدات صحرایی است.

#### پتروفاسیس‌ها

##### پتروفاسیس رسوبات دانه درشت (کنگلومرها)

در مطالعات آزمایشگاهی این رخساره‌ها جورشدگی ضعیف با زمینه متشکل از ذرات کربناته خشکی‌زاد، چرت و کوارتز به اندازه ذرات دانه متوسط تا گرانول (البته در زیر میکروسکوپ؛ همان طور که پیش‌تر اشاره شد در مطالعات صحرایی برخی واحدهای کنگلومرایی دارای قطعاتی در اندازه



شکل ۷. انواع پتروفاسیس‌های رسوبات درشت دانه شامل: (A) کنگلومرای دانه پشتیبان با سیمان کلسیتی از نوع میکرواستلاکتیت (نوک فلش‌ها)، (B) کنگلومرای گل پشتیبان با سیمان کلسیتی از نوع فراگیر (شکل‌ها در xpl)

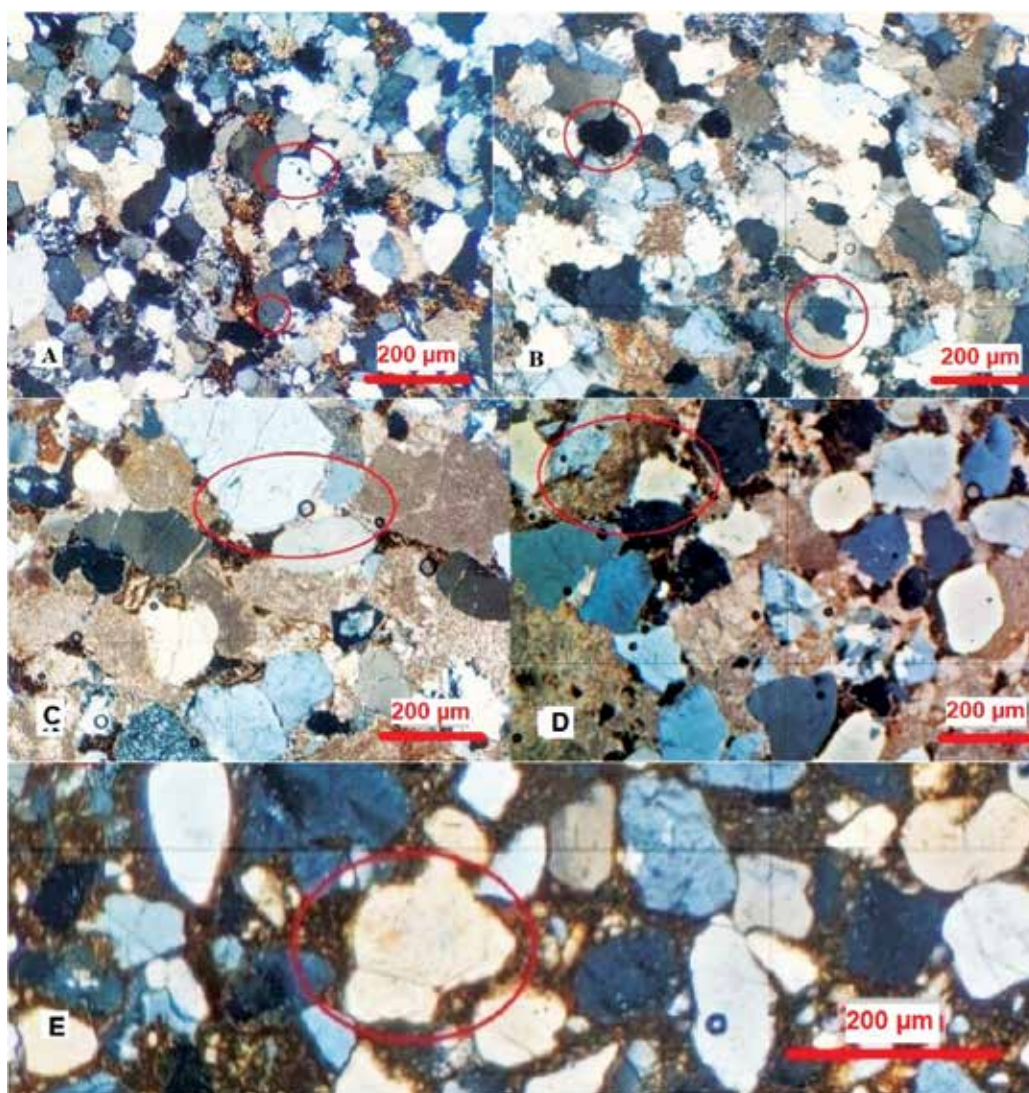
بلوری، وجود جوش خوردگی در مرز بین بلورها (شکل ۸-D) احتمال آمدن دانه‌ها از یک محیط دگرگونی را نشان می‌دهد (Basu, 1985).

جنس خرده سنگ‌های مشاهده شده کربناته (بیش از ۵۰ درصد) می‌باشد و در این قطعات نشانه‌هایی از دولومیتی شدن پراکنده مشاهده می‌شود. با توجه به اینکه این دولومیتی شدن با تغییر در اندازه بلورها صورت گرفته (ایجاد بلورهای درشت‌تر) بنابراین، این فرآیند پس از دفن رسوبات گلی کربناته در حین تدفین صورت گرفته است. جنس سیمان این رخساره از نوع سیمان کربناته می‌باشد.

درصد) که در برخی قسمت‌ها دولومیتی شده‌اند (شکل ۸-C) در این رخساره حضور دارند. آثار فشردگی در دانه‌های کوارتز که با مرز فرورفته در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند مشاهده می‌شود (شکل ۸-A-B). سیمان از نوع کربناته و گاهی دولومیتی شدن (شکل ۸-C) در این رخساره حضور دارد.

#### ب- لیتیک آرنایت

این پتروفاسیس شامل، کوارتز، چرت (کمتر از ۲۰ درصد) و خرده‌های رسوبی می‌باشند. کوارتز شامل انواع تک بلوری و چند بلوری می‌باشد که خاموشی مستقیم تا موجی را نشان می‌دهند. در برخی از دانه‌های کوارتز چند



شکل ۸. A-B) تصاویر میکروسکوپی از پتروفاسیس ساب لیت آرنایت با سیمان سیلیسی رورشدی و فشردگی دانه‌های کوارتز، (C-D) تصاویر میکروسکوپی از پتروفاسیس لیتیک آرنایت با خرده سنگ‌های رسوبی کربناته با سیمان کربناته و دولومیتی شدن پراکنده، (E) تصویر میکروسکوپی از پتروفاسیس کوارتز و کی که دانه‌ها به صورت شناور درون خمیره مشاهده می‌شوند. وجود خوردگی در حاشیه سیمان رورشدی مشاهده می‌شود (شکل‌ها در xpl)



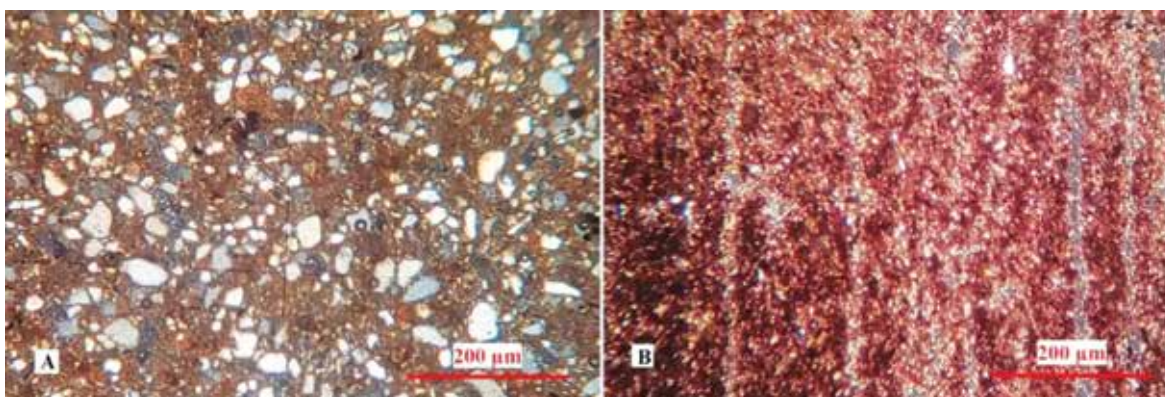
### ج- کوارتز وکی

می باشد (Zoleikhaei et al., 2015).

#### پتروفاسیس رسوبات دانه ریز (گل سنگ ها)

رسوبات دانه ریز مشاهده شده که به طور عمده به صورت گل سنگ می باشد، در مطالعات میکروسکوپی گل سنگ توده ای نشان دهنده تشکیل سنگ از ذرات رس، سیلت و ذرات ماسه دانه ریز با فراوانی خیلی کم (شکل ۹- A) و گل سنگ قرمز رنگ دارای لامیناسیون موازی است (شکل ۹- B).

در این پتروفاسیس دانه های کوارتز (کمتر از ۳۰ درصد) به صورت شناور در خمیره و یا سیمان (به دلیل تبلور مجدد بخشی از ماتریکس) رسی مشاهده می شوند دانه های کوارتز در انواع چند بلوری و تک بلوری با خاموشی مستقیم تا موجی وجود دارد (شکل ۸- E). دانه های چرت با فراوانی بسیار کمتر در این رخساره حضور دارد. در بسیاری از دانه ها سیمان رورشدی هم محور وجود دارد که بخشی از حاشیه دچار خوردگی شده و این نشان دهنده چرخه مجدد دانه ها

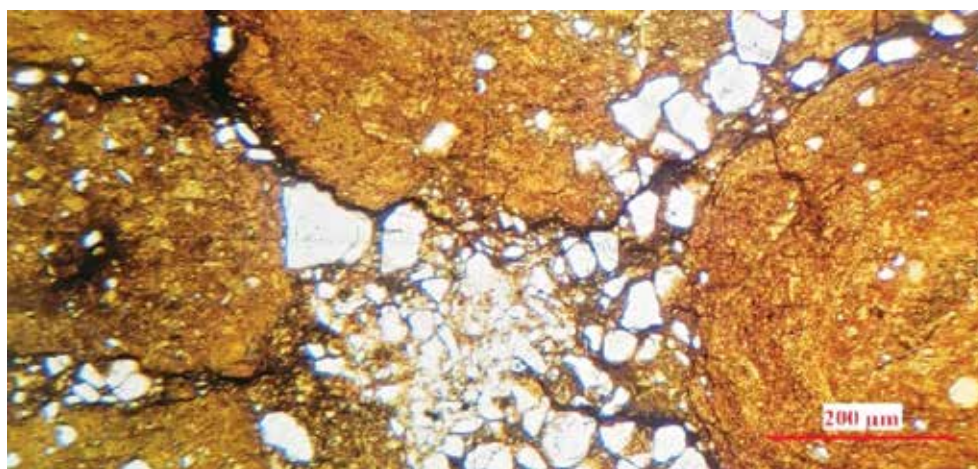


شکل ۹. رسوبات دانه ریز مشاهده شده، (A یک گل سنگ با دانه های سیلیسی، B یک رس سنگ حاوی ذرات سیلت دانه ریز (شکل ها در xpl)

#### پتروفاسیس خاک دیرینه

طولانی مدت این رخنمون موجب تجمع اجزای پایدار در این بخش شده است. پیروبیدهای تشکیل شده بعد دچار فشردگی شده اند که آثار آن به صورت همبری محدب-مقعر بین این پیروبیدها و ذرات کوارتز نشانگر این موضوع است (شکل ۱۰).

این رخساره در مقاطع میکروسکوپی شبیه به شکل های پیروبییدی دیده می شود که به طور عمده از کانی های رسی همراه با ذراتی از کانی کوارتز چرخه دوم تشکیل شده است (شکل ۱۰) و حاصل تجمع ترکیبات پایدار آلومینیوم، آهن و سایر مواد انحلال ناپذیر است. هوازگی شیمیایی شدید و

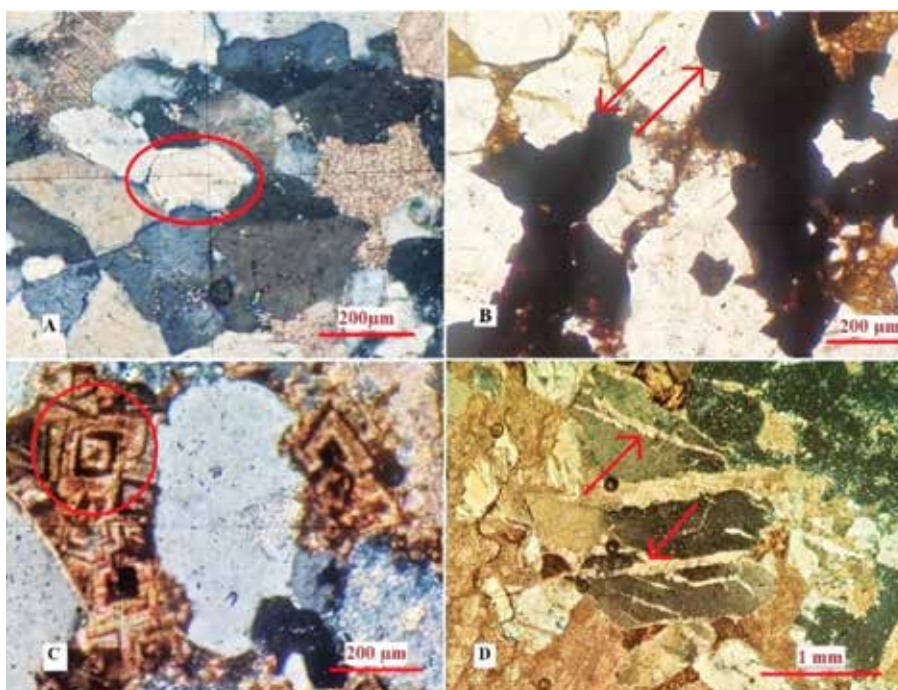


شکل ۱۰. تصویر میکروسکوپی از افق خاک دیرینه (تصویر در ppl)

## فرآیندهای دیاژنزی

دلیل حادث شدن پس از رسوب‌گذاری و بیشتر پس از تدفین رسوبات باید این گونه عوارض از لیتولوژی‌های مورد مطالعه حذف شوند و از آن پس بازسازی شرایط محیطی صورت گیرد. فرآیندهای دیاژنزی شناسایی شده در پتروفاسیس‌های مختلف در سازند جیروود شامل موارد زیر است: سیمانی شدن (سیمان‌های کربناته، سیلیسی و اکسید آهن)، عوارض حاصل از فشار، دولومیتی شدن، انحلال و جاننشینی (شکل‌های ۱۱ و ۱۲).

از آنجایی که در بازسازی شرایط محیط رسوب‌گذاری باید عوارض تاثیرگذار بر رسوبات حذف شود (امینی، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) بنابراین، مطالعات دیاژنزی در این زمینه از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. در این گونه مطالعات باید عوارض دیاژنتیک اولیه و ثانویه در ابتدا مورد شناسایی قرار گیرند و سپس با توجه به اینکه بخشی از فرآیندهای دیاژنتیک اولیه متأثر از محیط رسوب‌گذاری است می‌توانند در بازسازی شرایط محیطی مورد استفاده قرار گیرند و عوارض ثانویه به



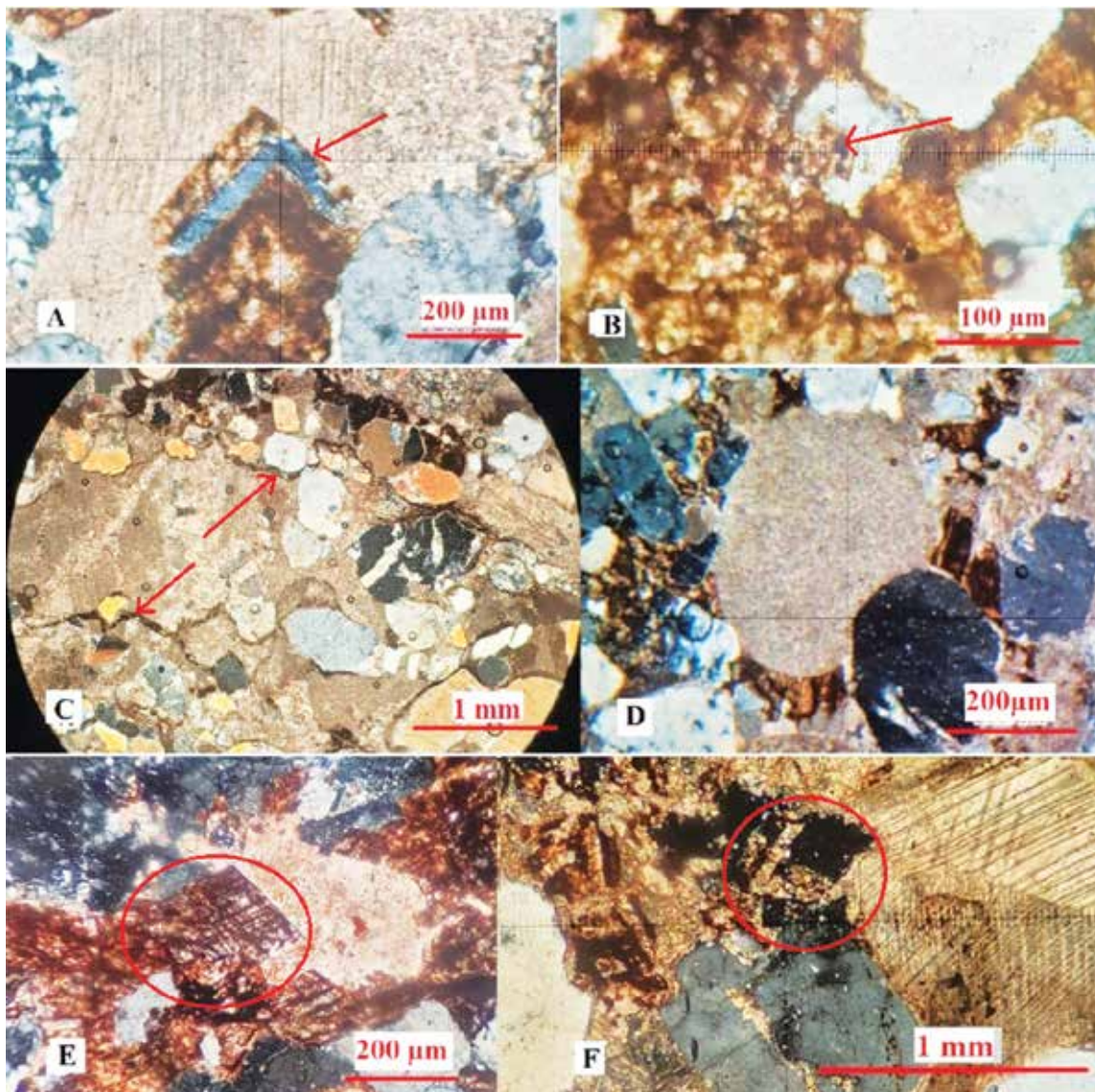
شکل ۱۱. انواع سیمان کربناته شامل: (A) سیمان رو رشدی در اطراف دانه‌های کوارتز، (B) سیمان اکسید آهن، (C) سیمان دولومیت آهن‌دار زونه با لوزوجهی‌های مشخص و مقدار کمی خمیدگی، (D) سیمان کلسیتی پرکننده شکستگی‌ها (شکل‌های A, C, D در xpl)

## تاریخچه دیاژنز

از دیرباز فرآیندهای دیاژنزی را به مراحل مختلف تقسیم‌بندی کرده‌اند که از این بین طبقه‌بندی چوکت و پری (Choquette, and Pray, 1970) یکی از اولین طبقه‌بندی‌هایی است که بعدها مبنای طبقه‌بندی‌های دقیق‌تر دیگر پس از اعمال تغییراتی مورد استفاده قرار گرفته است. طبقه‌بندی‌های بعدی که در حال حاضر بیشترین استفاده را در ادبیات مطالعات رسوب‌شناسی دارند توسط مراد و همکارانش و وردن و برلی (Morad et al., 2000)

از دیرباز فرآیندهای دیاژنزی را به مراحل مختلف تقسیم‌بندی کرده‌اند که از این بین طبقه‌بندی چوکت و پری (Choquette, and Pray, 1970) یکی از اولین طبقه‌بندی‌هایی است که بعدها مبنای طبقه‌بندی‌های دقیق‌تر دیگر پس از اعمال تغییراتی مورد استفاده قرار گرفته است. طبقه‌بندی‌های بعدی که در حال حاضر بیشترین استفاده را در ادبیات مطالعات رسوب‌شناسی دارند توسط مراد و همکارانش و وردن و برلی (Morad et al., 2000)





شکل ۱۲. عوارض دیاژنری مشاهده شده شامل: (A) جانشینی سیلیس در بخشی از دولومیت زونه، (B) جانشینی دولومیت در دانه کوارتز، (C) تشکیل رگچه انحلالی ناشی از فشردگی، (D) مرز محدب مقعر ناشی از فشردگی دانه‌های، (E) دولومیتی شدن لوزوجهی یک دانه کربناته، (F) انحلال یک دانه سیدریت لوزوجهی و سیمان کلسیتی بلوکی در سمت راست آن (شکل‌ها در xpl)

دولومیتی زین اسبی و رشد سیمان‌های دولومیتی آهن‌دار زونه (شکل ۱۲-A-B) و سیمان کلسیتی، فشردگی ذرات و تشکیل رگچه‌های انحلالی (شکل ۱۲-C-D) و دولومیتی آهن‌دار بلوکی درشت بلور (شکل ۱۲-E-F) در همین مرحله مزوژنز صورت گرفته است. اصلی‌ترین فرایندهای تولوژنز که هم‌زمان با بالازدگی سازند جیروود است به‌طور عمده شامل اکسید شدن کانی‌های آهن‌دار (شکل ۱۱-B) و تشکیل گسترده اکسید آهن است که به شکل عامل رنگ‌کننده رسوبات و انحلال برخی کانی‌ها مانند سیدریت (شکل ۱۲-F) خود را نشان داده است.

تدفین) طبقه‌بندی می‌شوند. پاراژنز رویدادهای دیاژنتیک در سازند جیروود در شکل ۱۳ آمده است. فرآیندهای سیمانی شدن در محله ائوژنز شامل تشکیل سیمان‌های اکسید آهن (شکل ۱۱-B) و سیمان‌های کلسیتی و پس از این‌ها تشکیل سیمان‌های دولومیت آهن‌دار (شکل ۱۱-C) و دگرسانی فلدسپارها است. از مراحل پایانی ائوژنز تا مراحل مزوژنز فشردگی و آثار آن شامل همبندی‌های محدب و مقعر سپس مضرس و در نهایت شکستگی (شکل ۱۱-D) و رگچه‌های انحلالی (شکل ۱۱-D، ۱۲-C-D) در مراحل میانه مزوژنز تا انتهای همین مرحله صورت گرفته است. تشکیل سیمان‌های

Diagenetic products	Eogenesis	Mesogenesis	Telogenesis
Dolomites:			
- Ferron	—————	-----	
- Saddle		—————	
Feldspar alteration	—————		
Quartz over growth		—————	
Compaction	—————	—————	
Calcite cement	—————	—————	
Fe oxide	—————	-----	—————
Authigenic pyrite		—————	
Dissolution			—————

شکل ۱۳. تاریخچه فرآیندهای اصلی دیاژنزی در سازند جیروود

و نشان‌دهنده انرژی بسیار زیاد محیط در زمان رسوب‌گذاری است و با رخساره‌های دانه ریزتر ماسه سنگی و بخصوص در فواصل جانبی بیشتر رخساره‌های دانه ریزتر سیلتستونی و شیلی احاطه می‌شود. ۲- مجموعه رخساره‌هایی که با کنگلومراهای پلی میکتیک Gmm و قاعده فرسایشی شروع می‌شود و با حرکت به سمت بالا شاهد کوچک‌تر شدن اندازه دانه‌ها در ابعاد ماسه می‌باشیم و این ناشی از کاهش انرژی است. در این کنگلومراها گل کربناته به صورت ماتریکس کربناته (به‌طور عمده میکرایت و دولومیکرایت) وجود دارد که بیشتر به دلیل تدفین عمیقی که این سازند داشته است بخشی از این گل کربناته تبدیل به سیمان درشت بلور کلسیتی و یا دولومیت‌های آهن‌دار (بیشتر دولومیت آهن‌دار زونه) شده است. در ماسه سنگ‌های مذکور لایه‌بندی نازک لایه و لایه‌بندی مورب مسطح قابل مشاهده است. این مجموعه رخساره‌ای اخیر به‌عنوان پشته‌های کنگلومرای-ماسه سنگی نهشته شده به صورت پشته‌های سدی درون کانال تفسیر شده است که با رخساره‌های کنگلومرای در قاعده شروع و به ماسه سنگ‌هایی که دارای لایه‌بندی متقاطع یا لایه‌بندی موازی است ختم می‌گردد و نهایتاً این رخساره‌ها همواره در زیر رخساره‌های دانه ریز سیلتستونی و شیلی سرخ رنگ دارای سیمان اکسید آهن دشت سیلابی قرار می‌گیرند. با

### مجموعه‌های رخساره‌ای

طبق بررسی‌های صحرائی و آزمایشگاهی انجام شده بر روی سازند جیروود در منطقه آرو به‌طور کلی از دو مجموعه رخساره (که در ادامه A و B نامیده می‌شود) تشکیل شده که به‌اختصار مورد بررسی قرار می‌گیرند. و با استفاده از همراهی رخساره‌های مشاهده شده محیط رسوبی تعیین می‌شود.

### نهشته‌های بخش A

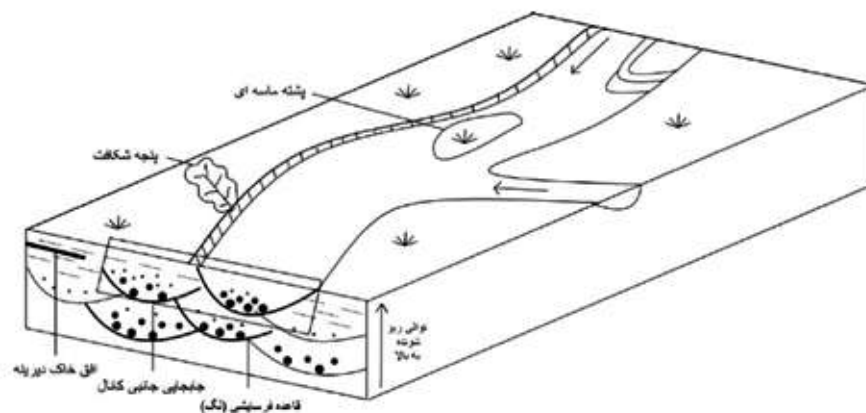
این بخش به‌طور عمده از نهشته‌های خاکستری رنگ شامل کنگلومرا و ماسه سنگ فاقد آثار فسیلی تشکیل شده است. نهشته‌های کنگلومرای همان‌طور که در جدول ۱ مورد اشاره قرار گرفته است به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند: ۱- مجموعه رخساره‌هایی که با کنگلومراهای پلی میکتیک Gcm در قاعده دارای یک سطح فرسایشی شروع می‌شوند و با دانه‌بندی تدریجی ریزشونده به سمت بالا ادامه یافته به رخساره‌های ماسه سنگی ختم می‌شوند که در نهشته‌های ماسه سنگی شکل هندسی کانال پر شده و ساخت‌های رسوبی خطی جریان اولیه دیده می‌شود. مجموعه یاد شده به‌طور عمده دربرگیرنده قطعات بسیار بزرگ در قاعده توالی (رسوبات لگ) در اندازه کابل و بولدر است که کنگلومرای دانه پش‌تیبیان (پلی میکت) این بخش را تشکیل داده است

را مطرح کرد: اول اینکه با توجه به حضور بولدرهای درون کانال به قطر حدود ۷۰ سانتیمتر که نشانگر نزدیکی به منشأ رسوبات و زمین‌ساخت فعال است، حفر سریع بستر و آورد بالای رسوب باعث فرونشست سریع رسوبات و انباشتگی روی دشت سیلابی و افزایش درصد بالای نهشته‌های ریزدانه دشت سیلابی شده (Nichols, 2009) و رسوبات یادشده را از دسترسی رودخانه خارج ساخته است؛ در نظریه دوم می‌توان عنوان داشت که پس از گذشت مدت زمان طولانی که شاید مسیر رودخانه به محدوده برش آرو نزدیک گشته است و یا احتمالاً تغییر در شرایط یوستازی و یا زمین‌ساختی (شرایط آرام‌تر زمین‌ساختی پس از کافتش) (Bagheri and Stampfli, 2008) منجر به گسترش رودخانه‌های مئاندری شده است، این برش در محدوده دشت سیلابی رودخانه‌های یاد شده قرار گرفته و ضخامت قابل ملاحظه‌ای از رسوبات دانه ریز دشت سیلابی گسترش یافته‌اند که در این رسوبات دانه ریز گاهی عدسی‌هایی از لایه‌های ماسه سنگی دانه ریز دیده می‌شود که به‌عنوان رسوبات پنجه شکافت تفسیر شده‌اند (امینی، ۱۳۹۶). در این بخش (B) لایه‌بندی موازی نازک لایه در نهشته‌های ماسه‌ای و لامینه‌های مسطح در بخش گلی تنها ساخت رسوبی مشاهده شده است و سطوح چینه‌ای مشاهده شده در این بخش به‌طور عمده از انواع رده پایین و فرم هندسی لایه‌های نهشته شده ورقه‌ای می‌باشد. با استفاده از مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی می‌توان اظهار کرد که نهشته‌های بخش B مربوط به زیر محیط دشت سیلابی رودخانه می‌باشد (شکل ۱۴).

استفاده از نتایج حاصل از مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی می‌توان اظهار کرد که نهشته‌های بخش A مربوط به زیر محیط کانال رودخانه می‌باشد (امینی، ۱۳۹۶؛ Galloway and Hobday, 1996; Nichols, 2009) (شکل ۱۴).

### نهشته‌های بخش B

این بخش به‌طور عمده از نهشته‌های دانه ریز سیلت و رس به‌صورت لامیناسیون نازک تا توده‌ای به رنگ سفید، قهوه‌ای کم رنگ تا سبز و قرمز که نشانه رسوب‌گذاری در محیط اکسیدان با فراوانی کانی‌های حاوی  $Fe^{3+}$  می‌باشد (بیشتر با سیمان‌های آهن‌دار که با اکسید آهن هستند و یا دولومیت‌های آهن‌دار که بعد طی تدفین به سیمان‌های دولومیت آهن‌دار زونه یا زین اسبی تبدیل شده است) و به‌صورت محدود همراه لایه‌هایی از ماسه دانه ریز تا دانه متوسط تشکیل شده است. سیمان اکسید آهن که نشان‌دهنده شرایط اکسیدان می‌باشد به‌صورت جزئی قابل مشاهده است. علاوه بر این، یک افق مشخص از خاک دیرینه در این بخش دیده می‌شود. این افق خاک از نظر دیانژی غنی از پیزویدهای رسی دارای اکسید آلومینیوم فراوان است و در بین این پیزویدها ذرات در اندازه ماسه ریز و سیلت قرار می‌گیرند. از آنجایی که تشکیل افق خاک نیازمند گذشت زمانی طولانی و آبشویی گسترده رسوبات بدون ایجاد تغییرات فرسایشی است از این موضوع می‌توان نتیجه گرفت که سازند جیرو در برش آرو در طی این زمان از مسیر رودخانه یا به‌صورت افقی فاصله بسیاری گرفته است. برای توضیح ضخامت بسیار بالای رسوبات دشت سیلابی در این برش می‌توان دو نظریه



شکل ۱۴. مدل رسوبی رودخانه بریده بریده ارائه شده برای سازند جیرو در برش آرو که بخش‌های مشاهده شده روی شکل نشان داده شده است

جدول ۳. موقعیت برش‌های مطالعه شده سازند جیروود در بخش‌های مختلف البرز مرکزی و محیط‌های رسوبی تفسیر شده برای این سازند (با اقتباس از تابع، ۱۳۸۸، رسولی و همکاران، ۱۳۹۰؛ شرفی و همکاران ۱۳۹۶؛ ستاری و همکاران ۱۴۰۱، فهیمی، ۱۳۸۵، مسعودی، ۱۳۸۴)

نام برش	مختصات جغرافیایی	ضخامت	محیط رسوبی
ده صوفیان	N 35° 49' 34" and E 53° 23' 4"	۱۸۵	رودخانه‌ای، ساحلی، دریای کم ژرف تا کمی عمیق
دره مبارک‌آباد	N 35° 47' 10" and E 51° 58' 25"	۲۵۲	محیط حد واسط (خلیج دهانه‌ای، دلتایی و ساحلی) و دریای باز
دروار	N 36° 01' 27" and E 53° 53' 17"	۲۴۸	محیط کم عمق جزر و مدی مربوط به دریای باز
ده ملا	N 36° 21' 53" and E 54° 45' 28"	۱۸۵	رودخانه‌ای، خلیج دهانه‌ای، حاشیه ساحلی و فلات کم عمق
آبنیک	N 35° 58' and E 51° 35'	۳۵۰	دلتای تحت تاثیر امواج، ساحلی کم عمق و محیط عمیق دور از ساحل
دره لالون	N 35° 59' and E 51° 34'	۱۷۰	دلتای تحت تاثیر امواج، ساحلی کم عمق و محیط عمیق دور از ساحل
آرو	N 35°, 39'; E 52°, 24'	۴۵	رودخانه‌ای بریده بریده و دشت سیلابی وسیع
سیدآباد	N 35° 39' 47" and E 52° 22' 54"	۱۰۸	یک محیط سدی ساحلی با رخساره‌های پهنه جزر و مدی، تالاب پشت سد و جزایر سدی

رسوبی قاره‌ای به صورت کلی و به طور جزئی زیر محیط‌های مختلف یک رودخانه برید بریده است که در برخی بازه‌ها آثار گسترش خاک دیرینه در آن مشاهده می‌شود و از طرفی دیگر هیچ اثری از رسوبات دریایی مربوط به دونین در منطقه مورد مطالعه مشاهده نشد. برای بازسازی دقیق تر محیط رسوبی سازند جیروود دو مجموعه رخساره A و B مورد شناسایی قرار گرفته است. رسوب گذاری مجموعه رخساره‌ای بخش A که شامل کنگلومرا و ماسه سنگ فاقد آثار فسیلی است در زیر محیط کانال رودخانه صورت گرفته است. رسوب گذاری بخش B که به طور عمده از نهشته‌های دانه ریز سیلت و رس با میان لایه‌هایی از ماسه سنگ و گاهی رخساره‌های خاک دیرینه تشکیل شده است به رسوب گذاری در زیر محیط دشت سیلابی همان رودخانه مربوط می‌شود. شرایط محیطی در زمان رسوب گذاری، نشان دهنده یک محیط اکسیدان قاره‌ای با شوری متوسط و شرایط اقلیمی نیمه خشک است.

## منابع

- آقناباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶.
- امینی، ع.، ۱۳۹۵. مراحل اساسی در مطالعات خاستگاه رسوبی، با مثال‌هایی از ایران مرکزی و شمال غرب ایران، بیستمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، ۱۰۹۳-۱۱۰۲.

همان گونه که در مقدمه نیز بیان شد یکی از موارد مهمی که در مورد سازند جیروود می‌توان عنوان کرد تغییرات رخساره‌ای این سازند در بخش‌های مختلف البرز مرکزی است. در برش مورد مطالعه همان گونه که بیان شد این سازند نشانگر رخساره‌های قاره‌ای از نوع رودخانه است در حالی که در بخش‌های مطالعه شده قبلی بیشتر محیط‌های دریایی از دلتا تا مناطق کم عمق و حتی دورتر از ساحل نیز برای این سازند عنوان شده است (جدول ۳). این جدول به اختصار تغییرات محیط رسوبی در موقعیت‌های جغرافیایی مختلف در البرز را بیان می‌کند و می‌تواند به عنوان راهنما برای مطالعات تکمیلی برای تهیه نقشه‌های جغرافیای دیرینه مورد استفاده قرار گیرد.

## نتیجه‌گیری

سازند جیروود در برش آرو با لیتولوژی تخریبی و مرز فرسایشی بر روی سازند میلا قرار گرفته است و با یک مرز فرسایشی در زیر سنگ‌های آهکی سازند مبارک قرار می‌گیرد. با توجه به آثار فشردگی شدید به صورت فابریک فشرده دانه‌ها، رگچه‌های انحلالی و حضور سیمان دولومیتی زین اسبی که عمق تدفین حداقل (۱-۲) کیلومتری را نشان می‌دهد، نشانگر تدفین عمیق این سنگ‌ها می‌باشد. با توجه به مطالعه صورت گرفته در این برش محیط رسوبی سازند جیروود در برش آرو نشانگر رسوب گذاری در یک محیط



- امینی، ع.، ۱۳۹۶. محیط‌های رسوبی. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۸۸.
- بربریان م.، قرشی، م.، طالبیان، م. و شجاع طاهری، ج.، ۱۳۷۵. پژوهش و بررسی نو زمین‌ساخت، لرزه زمین‌ساخت و خطر زمین‌لرزه گسلش در گستره سمنان، گزارش شماره ۶۳، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- تابع، ف.، ۱۳۸۶. پالینولوژی سازند جیروود در مقطع چینه‌شناسی گرمابدر، شمال شرق تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۵۱.
- خزائی، م.، ۱۳۹۷. محیط رسوبی، دیاژنز و خاستگاه سازند جیروود در البرز مرکزی. رساله دکتری، دانشگاه شهید بهشتی، ۳۵۰.
- خزائی، م.، ۱۳۹۵ (الف). خاستگاه نهشته‌های سیلیسی آواری سازند جیروود در البرز مرکزی، فصل‌نامه علوم زمین، ۱۰۸، ۴۵-۵۶.
- خزائی، م.، ۱۳۹۵ (ب). محیط رسوبی و چینه نگاری سکانسی نهشته‌های سازند جیروود در برش ده صوفیان، فصل‌نامه علوم زمین، ۱۰۲، ۱۰۱-۱۱۶.
- رسولی م.، حسینی برزی م.، آدابی م. ح. و بایت گل آ.، ۱۳۹۰. محیط رسوبی سازند جیروود و بررسی مرز دونین-کربونیفر در دو برش آبنیک و دره لالون البرز مرکزی، پانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، ۲۴۴-۲۶۵.
- ستاری ا.، بهرامی ع.، وزیری مقدم ح.، و طاهری ع.، ۱۴۰۱. زیست‌چینه نگاری، زیست‌رخساره‌های کندونتی نهشته‌های دونین بالایی-کربونیفر زیرین در برش تویه-دروار دامغان، البرز شرقی فصل‌نامه پژوهش‌های دانش زمین، ۵۱، ۲۵-۱.
- شرفی م.، محبوبی ا.، موسوی حرمی س. و مصدق ح.، ۱۳۹۶. اثر مجموعه‌ها و اهمیت محیطی آنها در سازند جیروود، جنوب غرب شاهرود و شمال شهمیرزاد، البرز مرکزی، رخساره‌های رسوبی، ۷۷-۹۸.
- شرفی، م.، موسوی حرمی، ر.، محبوبی، ا. و جعفرزاده، م.، ۱۳۹۷. سنگ‌نگاری و ژئوشیمی ماسه سنگ‌های سازند جیروود در البرز میانی، کاربرد در شناسایی خاستگاه و جایگاه زمین‌ساختی، رسوب‌شناسی کاربردی، ۱۲، ۱-۲۴.
- فرهادیانی، م.، ۱۳۸۸. پالینولوژی سازند جیروود در برش چینه‌شناسی ده‌ملا، جنوب غرب شاهرود: پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۲۳۲.
- فهیمی، م.، ۱۳۸۵. پالینولوژی سازند جیروود در مقطع چینه‌شناسی دروار، جنوب غرب دامغان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۳۱.
- مسعودی، م.، ۱۳۸۴. پالینولوژی سازند جیروود در مقطع چینه‌شناسی شهمیرزاد، شمال سمنان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۸۱.
- نبوی، م. ح.، ۱۳۵۶. دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی کشور.
- هاشمی س. ح. و تابع ف.، ۱۳۸۴. پالینولوژی سازند جیروود در برش چینه‌شناسی غرب گرمابدر، شمال شرق تهران. نهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۴۰۸-۳۹۸.
- هاشمی س. ح. و فهیمی، م.، ۱۳۸۴. اسپورها و میکروفیتوپالکتون‌های سازند جیروود در برش چینه‌شناسی دروار، غرب دامغان. نهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۹-۸ شهریور، ۳۰۸-۲۹۵.
- هاشمی، س. ح. و تابع، ف.، ۱۳۸۸. پالئوآکولوژی سازند جیروود در برش چینه‌شناسی گرمابدر، شمال شرق تهران: فصل‌نامه زمین‌شناسی ایران، ۳، ۹، ۱۴-۳.
- Alavi, M., 1996. Tectonostratigraphic synthesis and structural style of the Alborz Mountain System in Iran. *Journal of Geodynamics* 21, 1-33.
- Alavi-Naini, M., 1972. Etude geologique de la region de Djam. *Geological Survey of Iran, Tehran, Iran. Report No. 23: 288.*
- Assereto, R., 1963. The Paleozoic formations in Central Elburz (Iran) (preliminary note). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. 69, 503-543.
- Bagheri, S. and Stampfli, G. M., 2008. The Anarak, Jandaq and Posht-e-Badam metamorphic complexes in central Iran: new geological data, relationships and tectonic implications. *Tectonophysics*, 451(1-4), 123-155.
- Basu, A., 1985. Reading provenance from

- detrital quartz. In Provenance of arenites, 231-247. Springer, Dordrecht.
- Berberian, M. and Yeats, R. S., 2001. Contribution of archaeological data to studies of earthquake history in the Iranian Plateau. *Journal of Structural Geology*, 23(2-3), 563-584.
  - Choquette, P.W. and Pray, L.C., 1970. Geologic Nomenclature and Classification of Porosity in Sedimentary Carbonates. *AAPG Bulletin*, 54, 207-250.
  - Ehteshami Moinabadi, E. M. and Yasaghi, A., 2007. Geometry and kinematics of the Mosha Fault, south central Alborz Range, Iran: An example of basement involved thrusting. *Journal of Asian Earth Sciences* 29: 928-938.
  - Gaetani M., 1965. The geology of the Upper Jajrud and Lar valleys, North Iran, II. *Palaeont. Rivista. Italiano di Paleontologia e Stratigrafia*. 73(3), 679-770.
  - Galloway, W. E. and Hobday, D. K., 1996. Terrigenous Clastic Depositional Systems. Applications to Fossil Fuel and Groundwater Resources, 489.
  - Ghorbani, M., 2021. The geology of Iran: tectonic, magmatism and metamorphism. Springer International Publishing.
  - Ingersoll, R. V., Bullard, T. F., Ford, R. L., Grimm, J. P., Pickle, J. D. and Sares, S. W., 1984. The effect of grain size on detrital modes: a test of the Gazzi-Dickinson point-counting method. *Journal of Sedimentary Research*, 54(1), 103-116.
  - Kostic, B., Becht, A. and Aigner, T., 2005. 3-D sedimentary architecture of a Quaternary gravel delta (SW-Germany): Implications for hydro stratigraphy. *Sedimentary Geology*, 181(3-4), 147-171.
  - Miall, A.D., 1996. *The Geology of Fluvial Deposits, Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*.-Springer-Verlag, New York, 668.
  - Morad, S., Ketzer, J. M. and De Ros, L. F., 2000. Spatial and temporal distribution of diagenetic alterations in siliciclastic rocks: implications for mass transfer in sedimentary basins. *Sedimentology*, 47, 95-120.
  - Nichols, Gary, 2009. *Sedimentology and stratigraphy*, 2nd edition, John Wiley, 419.
  - Pettijohn, F. J., 1975. *Sedimentary rocks* (. 3, 628). New York: Harper and Row.
  - Sheikholeslami, M. R., 2018. Tectono-sedimentary evolution of the basins in Central Alborz, Iran. (Special Journal-106), 29-38.
  - Stampfli, G. M., Borel, G. D., Cavazza, W., Mosar, J. and Ziegler, P. A., 2001. Palaeotectonic and palaeogeographic evolution of the western Tethys and PeriTethyan domain (IGCP Project 369). *Episodes Journal of International Geoscience*, 24(4), 222-228.
  - Stöcklin, J., 1968. Salt deposits of the Middle East, *Geological Society of America*, 88, 157-181.
  - Worden, R. H. and Burley, S. D., 2003. Sandstone diagenesis: the evolution of sand to stone. *Sandstone diagenesis: Recent and ancient*, 4, 3-44.
  - Zoleikhaei, Y., Amini, A. and Zamanzadeh, S. M., 2015. Integrated provenance analysis of Zakeen (Devonian) and Faraghan (early Permian) sandstones in the Zagros belt, SW Iran. *Journal of African Earth Sciences*, 101, 148-161.