سنگ شناسی و محیط های رسوبی سنگ های آواری پرمین زیرین (سازند دورود) در ناحیه البرز

نوشته: دکتر حسینعلی مختارپور

Sedimentary petrology and depositional environments of the Lower Permian (Dorud Formation) clastic rocks in the Alborz region

By: Dr. H.A. Mokhtarpour

Absrtract

The Lower Permian rocks of the Alborz region (Jolfa, Abyeik, Bibi Shahrbanu, Amol, Mighan and Ghaznavi) were studied to define their facies and depositional environments. The Lower Permian rocks of the Alborz area are composed of thick clastic (conglomerate, sandstone, siltstone and shales) and carbonate (limetstone) facies. In some places (Amol) about 365 meters of sediments have been deposited during Asselian to Sakmarian time.

The Lower Permian rocks of the Alborz region are charactereized by the clastic sediments of the Dorud Formation. Facies analysis of more than 100 thin sections and 15 polished samples led to the recognition of several clastic facies. The clastic rocks of the Dorud Formation (units 1 and 3) were deposited in a continental (meandering river) and transitional (deltaic and beach) environments.

* دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری

* Azad Eslami University, Sari Division, Sari, Iran

چکیده

برای تشخیص رخسارههای محیطهای رسوبی سنگهای پرمین زیرین حوزه البرز، ۶ مقطع چینهشناسی در ناحیه جلفا، آبیک، بیبیشهربانو (جنوب خاوری تهران)، آمل، میغان و غزنوی (البرز خاوری) مورد بررسی قرار گرفته است. دهشتههای پرمین زیرین حوزه البرز با رخسارههای آواری (کنگلومرا، ماسهسنگ، سیلتسنگ و شیل) و رخسارههای کربناتی (سنگهای آهکی) مشخص میشوند. این دهشتهها ضخامت زیادی داشته و در برخی نواحی حوزه البرز بیش از ۳۶۵ متر رسوب در فاصله زمانی بین آسلین- ساکمارین گذاشته شده است.

پرمین زیرین حوزه البرز با رسوبهای آواری (سازند دورود) مشخص میشود که برای بررسی ویژگیهای آن بیش از ۱۰۰ مقطع نازک و ۱۵ نمونه صیقلی تهیه شده است. این پژوهش برای تعیین محیطها و ردیفهای رسوبی سازند دورود (واحدهای ۱و۳) انجام گرفته است. بررسیهای سنگشناسی ما را به تشخیص رخسارههای میکروسکوپی و گروههای آن هدایت کرده است. این بررسیها منجر به شناسایی دو گروه رخساره(رخسارههای آواری و رخسارههای کربناتی) شده است. رخسارههای آواری سازند دورود (واحدهای ۱ و ۳) در محیطهای قارهای (رودخانههای مآندری) و محیطهای حد واسط (دلتایی و ساحلی) تشکیل یافتهاند.

مقدمه

سازند دورود اولین بار توسط آسرتو (1963) Assereto در روستای دورود واقع در درهٔ شمشک بررسی شده است. آسرتو ستبرای سازند دورود در مقطع الگو را ۱۸۰ متر گزارش نموده، و این سازند را به چهار واحد سنگی تقسیم کرده است که از قدیم به جدید شامل:

۱- مارن‌های رسی خاکستری یا سبز با سنگ‌های آهکی به رنگ سیاه قرمز و شیل‌های الوان. این واحد روی سازند جیرود قرار گرفته و ستبرای آن ۵۰ متر تعیین شده است.

۲- کنگلومرای کوارتزی، همراه با لایه‌های نازک شیلی و ماسه‌سنگی به ستبرای ۲۵ متر.

۳- سنگ‌آهک بیوژنیک خاکستری به ستبرای ۵۰ متر.

۴- فورش سنگ‌های قرمز با تناوبی از شیل و ماسه‌سنگ به ستبرای ۵۵ متر. در واحد ۲ و ۴ فسیلی گزارش نشده است، ولی بررسی‌های بعدی نشان داده است که لیتوزون ۲ که با کنگلومرا آغاز می‌گردد پایه این سازند می‌باشد و واحد اول مربوط به سازند دورود نمی‌باشد Ahmadzadeh Heravi (1971)، هاشمی ۱۳۶۹، علوی نائینی ۱۳۷۱) و بنام سازند دزدیند معرفی شده است. بنابر این ستبرای سازند دورود در مقطع الگو فقط ۱۳۰ متر می‌باشد. با بررسی واحد کربناتهٔ سازند دورود آسرتو سازند دورود را داروازین (1963) Assereto و Stepanov (1966) سن آنرا آسلین تعیین کرده است ولی شمیرانی (در علوی نائینی، ۱۳۷۲) معتقد است که سن سازند دورود آسلین- ساکمارین است.

برای بررسی سنگ‌های سازند دورود حوزه البرز ۶ مقطع چینه‌شناسی در ناحیه جلفا، آبیک و بی‌بی‌شهربانو (جنوب خاور تهران)، آمل، میغان و غزنوی (البرز خاوری) مورد مطالعه قرار گرفته است (تصویر، ۱). بررسی‌های مقدماتی و صحرایی سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۴ انجام گرفت. در این مقاله سنگ‌های آواری سازند دورود مورد بررسی است. تعداد ۱۰۰ تیغهٔ نازک سنگ‌شناسی و همچنین ۱۵ نمونهٔ صیقلی از سنگ‌های تخریبی این سازند تهیه و برای طبقه‌بندی رخساره‌های ماسه‌سنگی سازند دورود از روش فولک (1980) Folk استفاده شده است.

تاریخچه بررسی‌ها- سازند دورود در ناحیه البرز مورد توجه پژوهشگران مختلفی بوده که از میان آنها می‌توان به اسامی زیر اشاره نمود:

Assereto 1963, Ahmadzadeh Heravi 1971, Stampfli 1987, Steiger 1966, Davies et al, 1972, Stocklin et al, 1965, Nabavi et al, 1975, Jenny 1977, Alavi Naini 1972, Sussli 1976, Sieber 1970, Bolourchi 1977, Alavi Naini et al., 1982.

و همچنین علوی نائینی (۱۳۷۲)، هاشمی (۱۳۶۹)، رضائی (۱۳۶۷)، پرتوآذر (۱۳۶۳، ۱۳۷۰)، منیعی (۱۳۷۱)، شهرابی (۱۳۷۳)، لاسمی و مختارپور (۱۳۷۲، ۱۳۷۱)، مختارپور (۱۳۷۰و ۱۳۷۶)، حسینی‌نژاد (۱۳۷۱)، علیزاده کتک لاهیجانی (۱۳۷۰)، وزیری (۱۳۷۲،۱۳۷۱) و دیگران.

چینه‌شناسی

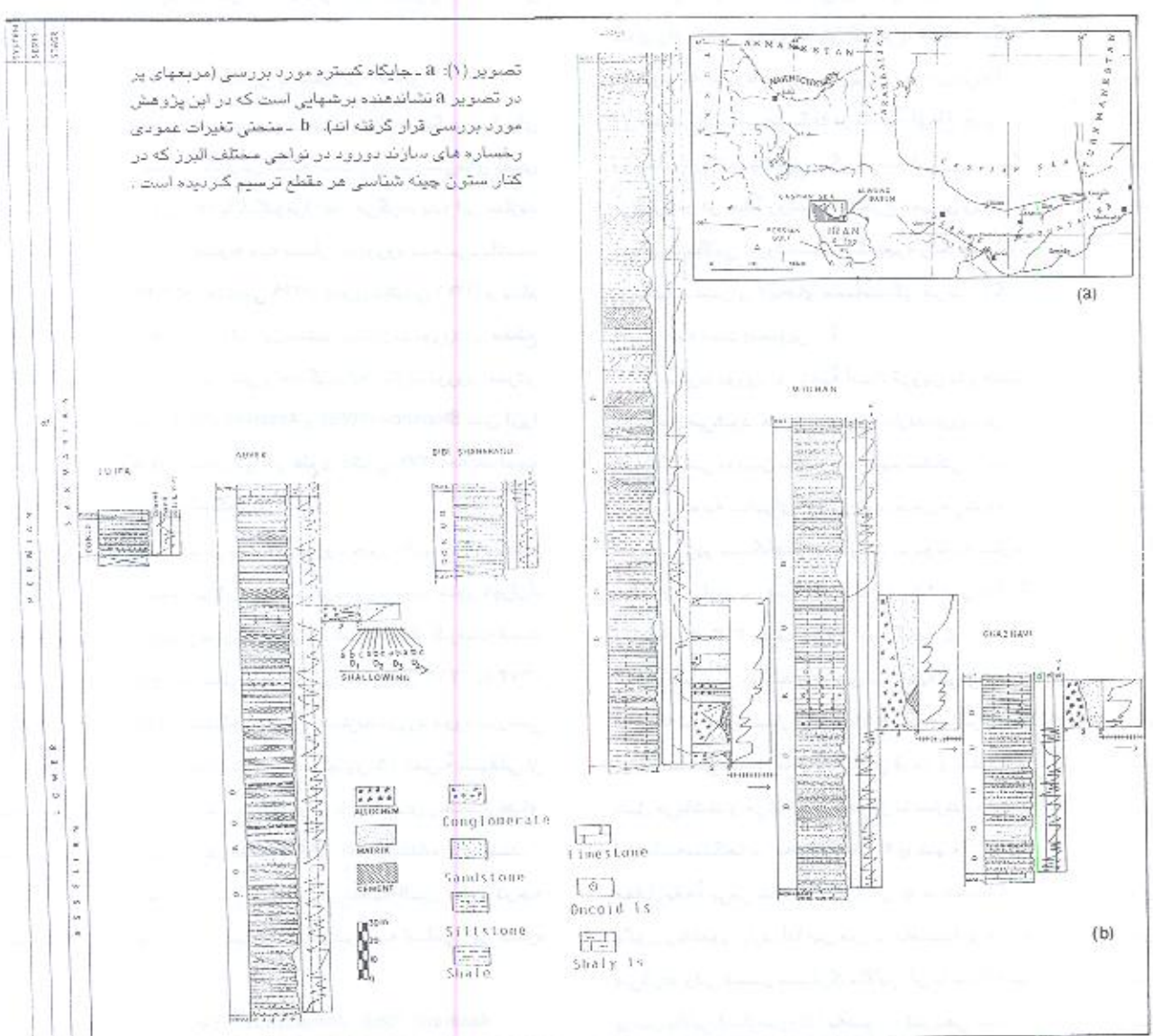
در ناحیه جلفا نزدیکی روستای تازه کند و همچنین در جادهٔ جلفا- خوی راه منتهی به روستای گل‌فرج، ماسه‌سنگ‌های قرمز رنگی دیده می‌شوند که مربوط به پرمین زیرین بوده و می‌توان آنرا سازند دورود هم ارز داشت. این ماسه‌سنگها در ناحیهٔ آق‌داغ جنوب باختری جلفا (مقابل روستای تازه‌کند) با ناپیوستگی فرسایشی روی سنگ‌های پرکامبرین قرار می‌گیرند و در جادهٔ روستای گل‌فرج همبری زیرین آن پوشیده بوده ولی مجاورت بالایی آن با سنگ آهک تیره رنگ (هم ارز سازند روته) گسله می‌باشد. ستبرای لایه‌های ماسه‌سنگی قرمز رنگ در این ناحیه ۱۸ متر تعیین شده است (تصویر، ۱).

سازند دورود در ناحیهٔ آبیک قزوین با رخسارهای آواری و کربناته مشخص می‌شود. همبری زیرین سازند دورود در این ناحیه با سنگ‌های آتش‌فشانی دونین به‌صورت ناپیوستگی بوده و با افق کنگلومرای پیشرونده به ستبرای ۶ متر مشخص می‌شود. این سازند با همبری تدریجی زیر سنگ‌آهک تیره رنگ مربوط به سازند روته قرار می‌گیرد. ستبرای سازند دورود در این ناحیه ۲۷۰ متر اندازه‌گیری شده است که با واحدهای ۲، ۳، ۴ مقطع هم ارز است (تصویر ۱، وزیری ۱۳۷۲،۱۳۷۱).

کهن‌ترین سنگ‌های پرمین در ناحیهٔ بی‌بی‌شهربانو سنگ‌های تخریبی است که در معدن شماره ۲ کارخانه سیمان تهران رخنمون دارد. از دیدگاه سنگ‌شناسی شامل ماسه‌سنگ‌های قرمز و سفید همراه با فورش سنگ و شیل می‌باشند و می‌توان آنرا هم‌ارز با سازند دورود دانست. همبری زیرین این ماسه‌سنگ‌ها در معدن شماره ۲ پوشیده می‌باشد ولی در ناحیهٔ دشت مقابل بقعهٔ بی‌بی شهربانو در یکی دو ترانشه ماسه‌سنگ‌های سرخ رنگ لالون رخنمون دارد، لذا این مرز با ناهمسازی و وقفه رسوبی مشخص می‌گردد ولی فصل مشترک بالایی آن با سنگ‌آهک ماسه‌دار مربوط به پرمین بالایی (سازند روته) به‌صورت تدریجی است. (تصویر، ۱) ستبرای این واحد سنگی در معدن شماره ۲ کارخانه سیمان تهران حدود ۴۰ متر تعیین شده است.

در ۲ کیلومتری روستای عمارت واقع در ۳۰ کیلومتری جنوب آمل (مقابل پاسگاه نیروی انتظامی شاه زید) که کهن‌ترین رخنمون‌های سنگی درهٔ پائینی هراز دیده می‌شود، توالی سنگ‌های تخریبی متعلق به سازند دورود تشکیل شده است از لحاظ سنگ‌شناسی شامل ماسه‌سنگ، شیل و میان لایه‌های فورش سنگ می‌باشد. در بخش پائینی میان لایه‌هایی از سنگ‌های کربناتی نیز وجود دارند. همبری پائینی سازند دورود در این منطقه پوشیده و همبری بالایی آن با ردیف‌های دولومیتی و ژیپسی سفید رنگ مشخص می‌گردد. سازند دورود در این ناحیه ۳۶۵ متر ستبرا دارد و می‌توان آن را به دو زیر واحد تقسیم نمود که با واحدهای ۳ و ۴ آسرتو (۱۹۶۳) معادل است (تصویر، ۱).

نهشته‌های پرمین زیرین در درهٔ رودبار روستای میغان (شمال خاوری شاهرود) با رخساره‌های آواری و کربناته مشخص می‌گردد، که به طور همشیب و با ناپیوستگی فرسایشی روی سنگ‌های کربناته نازک لایه و شیل‌های مربوط به کربونیفر (تصویر، ۲) و همچنین با ناپیوستگی



تصویر (۱): a ـ جایگاه گستره مورد بررسی (مربعهای پر در تصویر a نشاندهنده برشهایی است که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته‌اند). b ـ منحنی تغییرات عمودی رخساره‌های سازند دورود در نواحی مختلف البرز که در کنار ستون چینه شناسی هر مقطع ترسیم گردیده است.

فرسایشی زیر سنگ‌آهک بیوژنیک و تیره رنگ مربوط به سازند روته قرار می‌گیرد. بخش اصلی سنگ‌های تخریبی مورد نظر قرمز رنگ است که ستبرای آنها در این ناحیه ۲۳۶ متر تعیین شده است. سازند دورود در درهٔ رودبار را می‌توان با واحدهای ۲، ۳ و ۴ مقطع نمونه (آسرتو ۱۹۶۳) معادل دانست (تصویر، ۱).

سازند دورود در روستای غزدوی نیز با رخساره‌های آواری و کربناته مشخص می‌گردد. همبری زیرین آن در این ناحیه با سنگ‌های آهکی نازک لایه همراه با میان لایه‌های شیلی مربوط به کربونیفر به‌صورت ناپیوستگی فرسایشی و همبری بالایی آن با سنگ‌های آهکی روته نیز با ناپیوستگی فرسایشی مشخص می‌شود. ستبرای این سازند در این ناحیه ۱۰۰ متر تعیین شده است. سازند دورود در ناحیه غزدوی با ۲ واحد سنگی مشخص می‌شود که واحد ۱ آن تخریبی بوده و تناوبی از کنگلومرا، ماسه‌سنگ و شیل‌های قرمز و خاکستری و سنگ‌آهک تخریبی است (تصویر، ۱).

شرح رخساره‌های آواری سازند دورود

پس از بررسی‌های صحرایی و میکروسکوپی و همچنین تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از نمونه‌های مربوط به سازند دورود مجموعه رخساره‌های زیر در سنگ‌های تخریبی این سازند تشخیص داده شده است.

۱- مجموعهٔ رخساره‌های A: شامل رخساره‌های کنگلومرایی، ماسه‌سنگی، فورش سنگی و شیلی است.

۲- مجموعهٔ رخساره‌های B: که شامل رخساره‌های شیل، فورش سنگ و ماسه‌سنگ است.

۳- مجموعهٔ رخساره‌های C: این مجموعه شامل رخساره‌های شیل، گل‌سنگ و ماسه‌سنگ است.

شرح مجموعهٔ رخساره‌ای A

این مجموعه شامل رخساره‌های متعددی می‌باشد و می‌توان آن را به رخساره‌های کنگلومرایی (A_1)، ماسه‌سنگی (A_2)، سیلت‌سنگی (A_3)، شیلی و گلسنگی (A_4)، تفکیک نمود. از ویژگی‌های مهم این مجموعهٔ رخساره‌ای وجود ردیفی به سمت بالا ریزشو می‌باشد.

مجموعهٔ رخساره‌ای A به‌طور متناوب در طول ستون رخساره‌های سازند دورود تکرار شده و از نظر گسترش بیشترین ستبرای را به خود اختصاص می‌دهند. در زیر هر یک از رخساره‌های این مجموعه با تفکیک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تصویر (۲) ـ رخساره‌های تخریبی واحد یک و سه سازند دورود (P_D) و همچنین رخساره‌های کربناته واحد دو سازند دورود مشاهده می‌شود، علاوه بر این نهشته‌های سازند خوش ییلاق (دوتین D_G) و سازند مبارک (کربونیفر C_M) نیز رخنمون دارند.

رخسارهٔ کنگلومرایی A_1

دانه‌های اصلی تشکیل دهندهٔ این رخساره در حد ماسه خیلی درشت، شن، ریگ و درشت‌تر است و بیش از ۳۰ درصد دانه‌های اصلی در اندازهٔ ماسه و درشت‌تر می‌باشند. آژند این رخساره در بسیاری از موارد ماسه‌سنگی است و مخصوصاً از نوع لیت آرنایت به‌خصوص ساب آرنایت می‌باشد و در ضمن خرده سنگ‌های آن از دانه‌های چرتی، سیلت فورش سنگی و شیلی تشکیل یافته که در تعدادی از نمونه‌های مطالعه شده به ویژه نمونه‌های البرز خاوری (میغان) دانه‌های آهکی و خرده سنگ‌های آهکی فسیل‌دار نیز دیده می‌شود (تصویر a-۳). دانه‌های تشکیل دهندهٔ این رخساره به‌صورت نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده و در برخی موارد گرد شده بوده و جور شدگی خوبی ندارند. این رخساره ستبرای کمی از ردیف‌هایی به سمت بالا ریزشو را بر می‌گیرد و در آغاز این ردیف‌ها به ستبرای چند سانتی‌متر تا حداکثر ۱۰ تا ۲۰ و در موارد نادری ۴۰ سانتی‌متر از آغاز ردیف‌ها را تشکیل می‌دهد. رخساره کنگلومرایی در هر ردیف نیز گسترش جانبی زیادی نداشته و به نازک شدگی آغاز آنها را نشان می‌دهد و در نهایت به رخساره‌های ماسه‌سنگی تبدیل می‌گردد. میانگین درصد اجزاء تشکیل دهندهٔ این رخساه در نواحی مختلف البرز به قرار زیر است: کوارتز ۵۳ درصد، فلدسپات ۳/۵ درصد، انواع مختلف خرده سنگ‌ها ۲۱/۵ درصد، خرده فسیل‌ها ۲/۱ درصد، آژند ماسه‌سنگی ۱۲/۴ درصد و سیمان ۷/۵ درصد می‌باشد.

رخسارهٔ ماسه‌سنگی A_2

این رخساره دارای لایه‌بندی ضخیم تا نازک بوده و همچنین قسمت میانی ردیف‌هایی به سمت بالا ریزشو را اشغال می‌نمایند و به رنگ‌های مختلفی از قبیل قرمز، ارغوانی و خاکستری دیده می‌شود این رخساره از چهار زیر رخساره به‌شرح زیر تشکیل یافته است:

۱- زیر رخساره A_2 - 1 : کوارتز آنارنیت (Qurtzarenite)

۲- زیر رخساره A_2 - 2 : ساب‌لیت آنارنیت (Sublitharenite)

۳- زیر رخساره A_2 - 3 : ساب‌آرکوز و آرکوز (Subarkose & arkose)

۴- زیر رخساره A_2 - 4 : لیتیک آرنایت (Lithicarenite)

ویژگی‌های هر یک از این رخساره‌ها به‌شرح زیر است:

۱- زیر رخسارهٔ A_2 -1 : کوارتز آنارنیت

دانه‌های اصلی تشکیل دهندهٔ این زیر رخساره در حد ماسه ریز تا درشت می‌باشد. دانه‌های کوارتز بیشتر خاموشی مستقیم داشته و تعداد کمی از آنها خاموشی موجی نشان می‌دهند. در صد فلدسپاتها، خرده‌های سنگی، آژند و سیمان در این رخساره بسیار ناچیز می‌باشد. دانه‌های آواری این زیر رخساره به‌صورت نیمه گرد شده و گرد شده بوده و جور شدگی خوبی دارند. علائم فشردگی در وضعیت دانه‌ها به‌خوبی مشهود بوده و تماس از حالت نقطه‌ای به تماس خطی و تماس کوژ – کاو دیده می‌شود. در پیرامون تعدادی از دانه‌های کوارتز سیمان سیلیسی به‌صورت حاشیه‌ای (Syntaxial) دیده می‌شود و نشان دهنده آن است که این دانه‌ها در چندین چرخهٔ رسوبی وارد شده‌اند و احتمالاً بخشی از کوارتزها از ماسه‌سنگ‌های کهنتر (کامبرین و . . .) تأمین شده است. علاوه بر این سیمان هماتیتی و آغشتگی هماتیت در پیرامون برخی از دانه نیز دیده می‌شود. از لحاظ رسیدگی بافتی و کانی‌شناسی از خوب تا بسیار خوب تغییر می‌کند. میانگین درصد اجزاء تشکیل دهندهٔ این زیر رخساره بشرح زیر می‌باشد: دانه‌ها ۹۲ درصد (کوارتز ۹۵/۱ درصد، خرده سنگها ۲/۶ درصد، فلدسپاتها ۲/۳ درصد)، آژند ۳ درصد و سیمان ۵ درصد (تصویرb-۳).

۲- زیر رخساره A_2 - 2 : ساب‌لیت آنارنیت

دانه‌های آواری این سنگ در حد ماسه ریز تا متوسط می‌باشد و آژند آن غالباً به‌صورت رسی است و همچنین دارای مقداری آژند ثانویه می‌باشد که در اثر فشردگی و خرد شدن خرده سنگها و کانی‌های کم مقاومت بوجود آمده‌اند. دانه‌های کوارتز بیشتر به‌صورت خاموشی مستقیم دیده می‌شوند و میزان خرده سنگها بیش از فلدسپاتها می‌باشد. خرده سنگها از دانه‌های چرت فورش سنگی و شیلی تشکیل یافته‌اند.

سیمان سیلیسی در اطراف برخی از دانه‌های کوارتز به‌شکل سیمان حاشیه‌ای سین‌تکسیال بوده و در برخی از نمونه‌ها سیمان رسی نیز دیده می‌شود. افزون بر این سیمان هماتیتی و آغشتگی به هماتیت در اطراف برخی از دانه‌ها وجود دارند. تماس دانه‌ها با یکدیگر غالباً خطی و کوژ– کاو است. دانه‌های تخریبی از نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده تغییر می‌کند و جور شدگی آنها ضعیف و متوسط است رسیدگی بافتی از نارس تا رسیده و رسیدگی کانی‌شناسی نیز از نارس تا نیمه رسیده و متغیر می‌باشد (تصویر ۳-c). در برخی از نمونه‌ها رگه‌های سیلیسی، ملده‌ای فورش سنگی و شیلی وجود دارد. در این رخساره ساخت‌های رسوبی متعدد از جمله لایه‌بندی تیغه‌ای (Laimination) و لایه‌بندی تیغه‌ای متقاطع دیده می‌شود. میانگین درصد اجزاء تشکیل دهندهٔ در نواحی مختلف البرز به قرار زیر است: دانه‌ها ۸۹/۵ درصد (کوارتز ۸۴/۵ درصد، خرده سنگها ۱۱/۳ درصد، فلدسپات ۳/۸ درصد، کانی‌های تیره ۰/۴ درصد)، آژند ۲/۷ درصد و سیمان ۷/۸ درصد.

۳- زیر رخساره A_2 -3 : ساب‌آرکوزو آرکوز

اندازهٔ ذرات اصلی تشکیل دهندهٔ این زیر رخساره در حد ماسه ریز تا متوسط دانه می‌باشد. دانه‌های خرده سنگی نسبت به فلدسپاتها از درصد کمتری برخوردار هستند و فلدسپاتها از نوع پلاژیوکلازها و قلیایی بوده و میزان آژند این زیر رخساره نیز ناچیز و بیشتر رسی است (تصویر ۳-d)، علائم فشردگی در وضعیت دانه‌ها غالباً به‌صورت خطی و کاو– کوژ دیده می‌شود. سیمان سیلیسی در اطراف دانه‌های کوارتز به‌صورت سیمان حاشیه‌ای سین تکسیال بوده و همچنین سیمان هماتیتی، آهکی و خوردگی در حاشیهٔ دانه‌ها کم و بیش وجود دارند. دانه‌های آواری غالباً نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده و جورشدگی در آنها متوسط تا خوب می‌باشد. رسیدگی بافتی و کانی‌شناسی در این زیر رخساره از رسیده تا نیمه رسیده تغییر می‌کند. در این زیر رخساره ساخت رسوبی لایه‌بندی تیغه‌ای مقاطع (Cross Lamination) دیده می‌شود. میانگین درصد اجزاء تشکیل دهندهٔ این رخساره بشرح زیر می‌باشد. دانه‌ها ۸۰ درصد (کوارتز ۷۴/۴ درصد، فلدسپاتها ۱۷/۴ درصد، خرده سنگها ۷/۵ درصد و کانی‌ها تیره ۰/۷ درصد)، آژند ۳/۷ درصد و سیمان ۱۶/۳ درصد می‌باشد.

۴- زیر رخساره A_2 - 4 : لیت‌آرنایت (سدآرنایت)

دانه‌های اصلی تشکیل دهندهٔ این زیر رخساره در حد ماسه ریز تا درشت است. درصد خرده سنگها نسبت به فلدسپاتها بیشتر و خرده سنگها از دانه‌های مختلف از قبیل خرده سنگها چرتی، فورش سنگی و شیلی تشکیل یافته‌اند. در نمونه‌های البرز شرقی درصد سنگهای آهکی افزایش می‌یابد (تصویر e -۳) و بنا براین خرده سنگها خاستگاه مختلف دارند. دانه‌های کوارتز دارای خاموشی مستقیم بوده و اندکی از دانه‌ها خاموشی موجی از خود نشان می‌دهند. دانه‌های آواری به‌صورت زاویه‌دار تا نیمه گرد بوده و جور شدگی ضعیف تا متوسط دارند. درصد آژند نسبت به زیر رخسارهای دیگر ماسه‌سنگی بیشتر می‌باشد. ولی نکته‌ای که باید به آن بیشتر توجه نمود وجود مقداری آژند ثانویه است که در اثر تجزیهٔ فلدسپاتها و یا فشردگی و خرد شدن خرده سنگهای سست همانند شیل و همچنین کانی‌های کم مقاومت حاصل شده است. در بین دانه‌های این زیر رخساره سیمان حاشیه‌ای سیلیسی، سیمان هماتیتی و سیمان آهکی در برخی از نمونه‌ها وجود دارد. علائم فشردگی در وضعیت دانه‌ها به‌صورتهای مختلف تماس کوژ - کاو و تماس خطی دیده می‌شود. رسیدگی بافتی در این رخساره از نارس تا رسیده و رسیدگی کانی‌شناسی از نارس تا نیمه رسیده تغییر می‌کند. در نمونه‌های این زیر رخساره رگه‌های سیلیسی و همچنین ملوه‌ای شیلی و گل سنگی دیده شده است. میانگین درصد اجزاء تشکیل دهندهٔ این زیر رخساره در نواحی مختلف البرز به‌شرح زیر می‌باشد: دانه‌ها ۷۰ درصد (کوارتز ۴۷/۵ درصد ، خرده سنگها ۴۳/۶ درصد، کانی‌های تیره ۰/۴ درصد، خرده‌های فسیلی ۳/۳ درصد)، آژند ۶/۵ درصد و سیمان ۲۳/۵ درصد است.

رخسارهٔ سیلت سنگی A_3

این رخساره نیز در مجموعهٔ رخسارای A دیده می‌شود. بیش از $\frac{2}{3}$ نرات تشکیل دهندهٔ این رخساره در اندازهٔ سیلت و بقیه در حد رس است. این رخساره چون با رخساره شیلی بطور پی‌در پی تکرار می‌شود، بنابراین در برخی موارد خاصیت تورق دارند. ویژگی‌های دیگر این رخساره لایه‌بندی نازک تا متوسط است و درصد کوارتز در این رخساره نسبت به دیگر کانی‌ها بیشتر می‌باشد (تصویرf-۳). این رخساره به رنگهای قرمز، صورتی و سبز و خاکستری دیده می‌شود و ساخت رسوبی تیغه‌ای و همچنین ردیف به‌سمت بالا ریزشو در برخی از نمونه‌های آن دیده می‌شود. بسیاری از نمونه‌های این رخساره سست می‌باشد و به آسانی خرد می‌شوند.

رخسارهٔ شیلی و گل سنگی A_4

در این مجموعهٔ رخساره‌ای، رخسارهٔ شیلی ستبرای قابل ملاحظه‌ای را تشکیل می‌دهد و شیلها بیشتر به رنگ قرمز دیده می‌شوند. با توجه به این که در شیلها تغییرات کانی‌شناسی حاصل شده و همچنین فشردگی و تورق یافتگی شدیدی اثر نموده است، بنابراین شناخت شیلها به تجهیزات و بررسی‌های تفرق اشعه مجهول، میکروسکوپ الکترونی و پرتونگاری نیاز دارد. ویژگی ممتاز شیلهای مجموعهٔ رخساره‌ای A رنگ سرخ آنها است که نمایانگر خروج از آن و یا تشکیل این رسوبها در محیط خشکی و قاره‌ای است.

تفسیر محیط رسوبی مجموعهٔ رخساره‌ای A

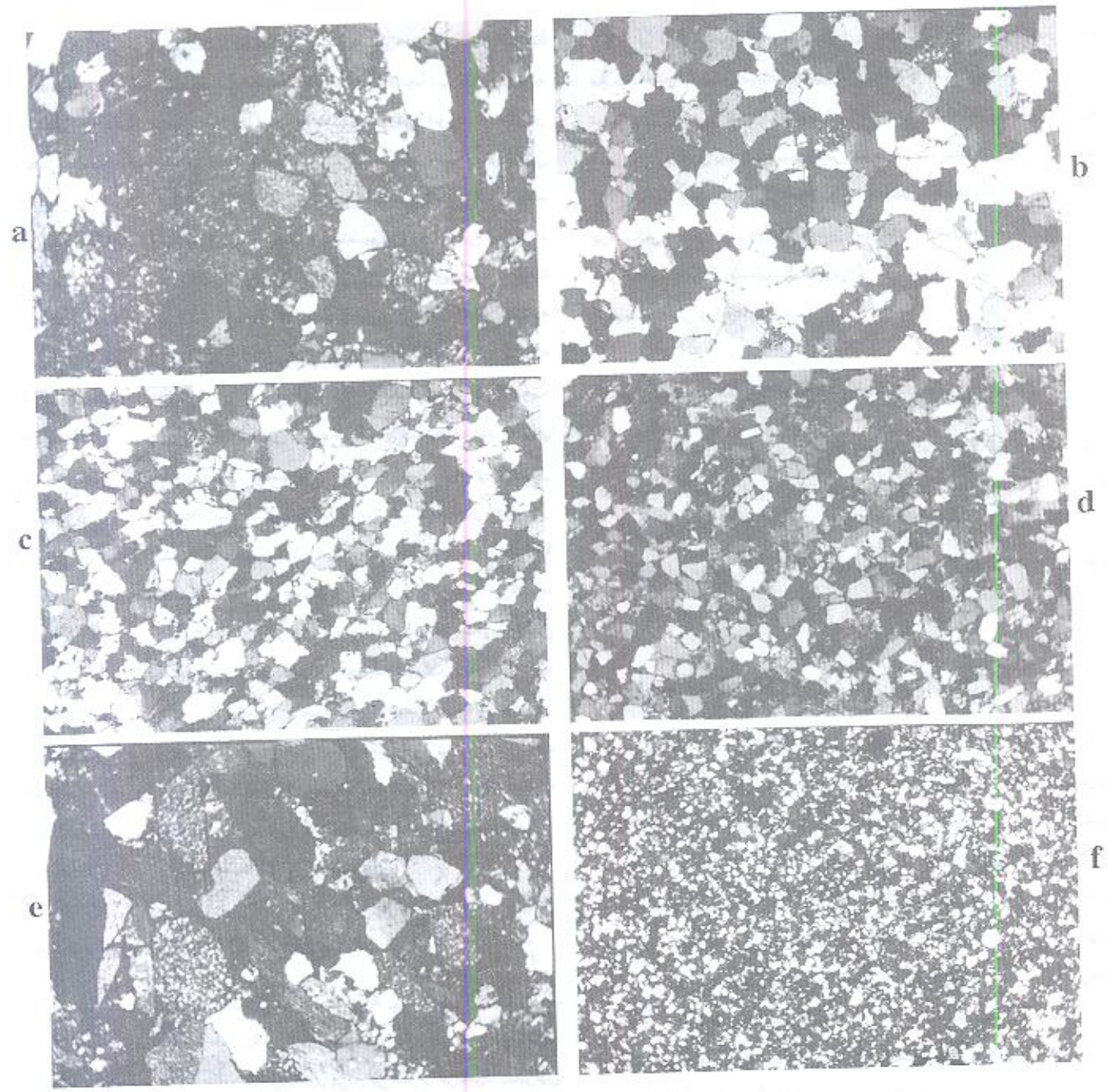
با بررسی‌های صحرایی و میکروسکوپی و با ارائه دلایلی که در ادامه این بحث بیان می‌شود می‌توان مجموعهٔ رخساره‌ای A را که شامل کنگلومرا، ماسه‌سنگ، سیلت سنگ و شیل می‌باشد به محیط رسوبی رودخانه‌های میاندری نسبت داد که در زیر هر یک به اختصار شرح داده می‌شود.

رسوبهای کف آبراهه

این رسوبها از لحاظ اندازه از شن و ماسهٔ درشت تشکیل شده است که در بستر آبراهه بر جای مانده است و در بخش ژرفتر آبراهه تجمع می‌یابند Collinson (1991) و چون به وسیله رسوبهای دانه ریزتر پوشیده می‌شوند بنابراین محفوظ می‌مانند. Reineck & Singh (1986) از ویژگی‌های این رسوبها این است که با رسوبهای زیرین خود مرز فرسایشی دارند، چون حرکت جانبی آبراهه‌های رسوبی و همچنین تغییرات شدت جریان موجب تخریب آبراهه روخانه‌های میاندری می‌شود Reineck & singh (1986). لایه‌بندی در این رسوبها به شکل توده‌ای است و لایه‌بندی مورب نیز دیده می‌شود. از دیگر ویژگی‌های این رسوبها عدم تداوم امتداد جانبی آنها است و معمولاً به‌صورت منقطع می‌باشند. رسوبهای کف آبراهه، در بخش زیرین بسیاری از ردیفها به سمت بالا ریزشو نواحی مختلف البرز دیده می‌شوند (تصویر ۴).

رسوبهای کرانه‌ای (Point bar) و ردیف به سمت بالا ریزشو

این رسوبها در رودخانه‌هایی که پیچش زیاد دارند (میاندری) تشکیل می‌گردند. فرآیند تخریب در قسمت گود میاندر و فرآیند



تصویر (۳) ـ a ـ رخساره کنگلومرایی (A_1)، خرده سنگهای شیلی، چرتی و گل سنگی در یک ماتریکس ماسه سنگی قرار گرفته‌اند (مقطع میکروسکوپی یکی از نمونه‌های سازند دورود در ناحیه میغان)، b ـ نمونه میکروسکوپی یکی از زیر رخساره‌های ماسه سنگی (کوارتز آرنایت) در ناحیه آمل، در حاشیه کوارتزها سیمان حاشیه‌ای و آغشتگی هماتیت مشاهده می‌شود، c ـ مقطع میکروسکوپی یکی از نمونه‌های ماسه سنگی A_2 (ساب لیت آرنایت) در ناحیه غزنوی، d ـ مقطع میکروسکوپی یکی از نمونه‌های ماسه سنگی A_2 (ساب آرکوز) در ناحیه غزنوی، e ـ یکی از نمونه‌های ماسه سنگی A_2 (سد آرنایت) انواع مختلف خرده سنگ شامل خرده سنگهای شیلی، گل سنگی و چرتی به همراه کوارتز در این زیر رخساره مشاهده می‌شود (سازند دورود در ناحیه میغان)، f ـ مقطع میکروسکوپی یکی از نمونه‌های رخسارهٔ سیلت سنگی (A_3)، کوارتز و اجزای تشکیل دهندهٔ در اندازهٔ ماسه ریز و سیلت مشاهده می‌شوند (سازند دورود در ناحیه آمل).

رسوبگذاری در طرف محدب آن (پوینت بار) صورت می‌گیرد Collinson (1991). در قسمت زیرین کرانه رسوبهای دانه درشت و به طرف قسمت بالائی آن اندازه دانه‌ها کاهش می‌یابد زیرا از عمق آب کاسته شده و انرژی کم می‌گردد و ذرات دانه ریزتر رسوب می‌کنند. بنابراین در یک ردیف عمودی اندازهٔ دانه‌ها به‌طور تدریجی به طرف بالا کوچکتر می‌گردد (تصویر b -۴) و در بالای آن رسوبهای دشت سیلابی که بیشتر فورش و رس هستند قرار می‌گیرد. با توجه به توضیح بالا ردیفهایی به سمت بالا ریزشو از ویژگی‌های محیط رسوبی رودخانهٔ میاندری است visher (1969) و Allen (1965) این ردیف به دفعات در طول ستون رخساره‌ای سازند دورود (در ناحیهٔ جلفا، آمل و البرز شرقی) تکرار می‌شود. در این مقاطع ردیفها به سمت بالا ریزشو با کاهش اندازه ذرات تخریبی از کنگلومرا به ماسه‌سنگ، سیلت سنگ و شیل همراه است و به‌علت حرکت جانبی رودخانه در این ردیفها سطوح فرسایشی مشخصی ایجاد می‌شود. یکی از موضوعات قابل بحث در ردیفها به سمت بالا ریزشو در سازند دورود ناحیه آمل و البرز خاوری این است که ستبرای بخش دانه ریز یک ردیف بسیار زیاد است و در واقع رسوبهای دانه ریز پس از قطع شدن ارتباط آبراهه اصلی با آبراهه جدید، درون آبراهه کهن رسوب کرده و آن را پر کرده است. در این حالت قطع شدگی دیوارهٔ بین دو میاندر به‌طور ناگهانی صورت گرفته و سپس رسوبهای ماسه‌ای به سرعت در دهانهٔ ورودی و خروجی خمیدگی میاندر رسوب کرده و ارتباط آن را آبراهه جدید، قطع نموده و برکه‌های هلالی شکل تشکیل داده است. بطوری که در آبراهه قطع شده بیشتر رسوبهایی در اندازهٔ سیلت و رس انباشته شده است. میزان رسوبهای دانه ریز در قطع شدگی ناگهانی به مراتب بیشتر از قطع شدگی تدریجی است (تصاویر a ۵- و b ۵-)، زیرا در قطع شدگی تدریجی رودخانه مدت طولانی‌تری در آن جریان داشته و رسوبهای درشتتر را به داخل آبراهه حمل کرده است Walker & Cant (1984). رسوبهای ماسه‌ای مربوط به ردیفهایی به سمت بالا ریزشو در ماسه‌سنگهای دورود آمل به‌طور تدریجی به ردیف ضخیمی از گل سنگهای قرمز رنگ تبدیل می‌گردد که در درون رسوبهای دانه ریز، لایه‌های نازکی از گچ (به خصوص در بخش بالایی سازند دورود در مقطع آمل، تصویر ۱)، سیلتسنگ و ماسه‌سنگ دانه ریز به‌طور پی درپی دیده می‌شود. همچنین فسیل‌های گیاهی و آثار حرکت جانوران در این رسوبها قابل رویت می‌باشد (تصویر b -۵) رسوبهای ماسه‌سنگی در اثر حرکت پوینت بار در رودخانه‌های میاندری تشکیل گردیده است و رسوبهای دانه ریز متعلق به دشت سیلابی می‌باشد. در ضمن تیغه‌های نازک گچی موجود در این رسوبها در حوضه‌های کم عمق دشت سیلابی برجای گذاشته شده‌اند. تناوبی از رسوبهای نازک لایه سیلتسنگی و ماسه‌سنگی موجود در بین رسوبهای دانه ریز متعلق به خاکریزهای طبیعی حواشی رودخانه‌ها و کروس‌های پهن می‌باشند. چون ستبرای رسوبهای دانه ریز نسبت به ماسه سنگها خیلی زیادتر است لذا اعتقاد براین است که، رسوبهای دانه ریز درون آبراهه‌هایی که ارتباط آنها بطور ناگهانی با آبراهه اصلی قطع شده برجای گذاشته شده‌اند Elmore & Farrand (1981).

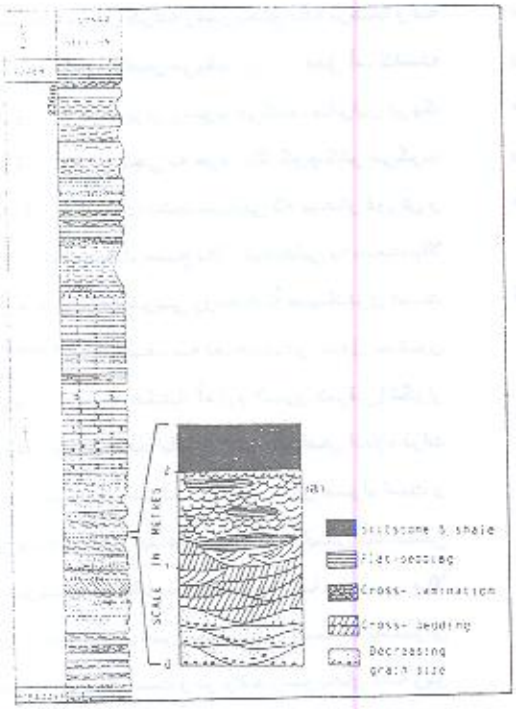
گسترش جانبی محدود لایه‌ها

از ویژگی‌های دیگر تائید کننده محیط رسوبی رودخانهٔ میاندری می‌توان گسترش جانبی محدود لایه‌های ماسه‌سنگی و کنگلومرایی را نام برد به عبارت دیگر وقتی که گسترش جانبی لایه‌ها محدود است و یک ردیف به سمت بالا ریزشو به‌طور جانبی نازک می‌شود (تصویر a -۶) نشان دهندهٔ این است که این لایه‌ها در یک حوضه محدود و بسته مانند آبراهه که امکان گسترش وجود نداشته است، تشکیل شده‌اند Reineck & Singh (1986).

ساخت‌های رسوبی

در بررسی‌های صحرایی و میکروسکوپی ساختهای رسوبی متنوعی مورد مطالعه قرار گرفته است. بخش اصلی این ساختهای رسوبی در زیر رخسارهٔ A_2 (ماسه‌سنگ) یافت می‌شود. با بررسی هر یک از این ساختهای رسوبی می‌توان تا حدودی نوع زیر محیط رسوبی و جریان را پیشگویی نمود. یکی از این ساختها رسوبی با لایه‌بندی متقاطع در مقیاس بزرگ و کوچک می‌باشد. لایه‌بندی متقاطع بزرگ مقیاس در اثر حرکت تپه‌ها ماسه‌ای و موج نماهای بزرگ ایجاد می‌شود و این ساخت رسوبی در بخش‌های پائینی ردیفها به سمت بالا ریزشو دیده می‌شوند Collinson & Thompson (1986). ساخت رسوبی در بخش پائینی بسیاری از ردیفها به سمت بالا ریزشو در مقاطع جلفا، دورود، آمل، میغان و غزنوی دیده می‌شود. لایه‌بندی متقاطع سازند دورود در نواحی مختلف، جهت جریان‌های کهن را از جنوب به سمت شمال نشان می‌دهد و این موضوع بیانگر وجود جریان‌های یک طرفه همانند رودخانه است (تصویر b -۶) لایه‌بندی متقاطع کوچک مقیاس را در بخش میانی ردیفهای به سمت بالا ریزشو این مقاطع می‌توان دید (بخش بالایی تصویر a ۴-).

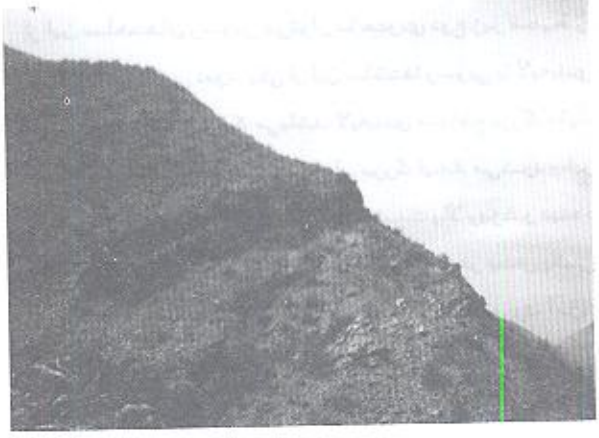
از شواهد دیگری که در رخسارهٔ A_2 دیده می‌شود وجود قلوه‌های گلی است که از بخش دیوارهٔ رودخانه کنده و در داخل رخسارهای ماسه‌سنگی قرار گرفته است ولی از آنجا که گل سنگها سست می‌باشند

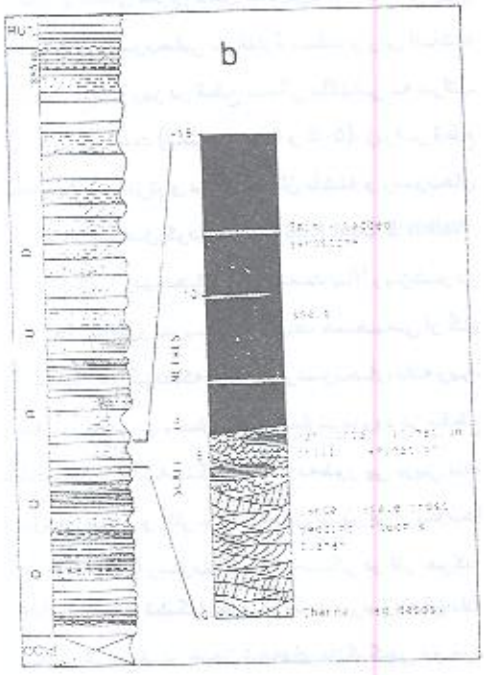


(b)

تصویر (۴) ـ ستون چینه شناسی سازند دورود در ناحیهٔ مغان، a ـ توالی به سمت بالا ریز شو مربوط به رسوبات پوینت بار رودخانه‌های مآندری در ناحیهٔ البرز شرقی (میغان) ترسیم شده است، b ـ تصویر واقعی همین توالی را مشاهده می‌کنید (علائم ستون چینه شناسی در تصویر ۱ وجود دارد). توالی به سمت بالا ریزشو مربوط به سازند دورود در ناحیهٔ غزنوی، در بخش پایینی تصویر رسوبات کف کانال (رخسارهٔ A_1) و در بخشهای بالایی ماسه سنگهای بالامینیشن و کراس بدینگ مشاهده می‌شود (رخسارهٔ A_2).

a





تصویر (۵) ـ a ـ توالیهای به سمت بالا ریزشو در ناحیهٔ آمل، در بخش بالایی هر توالی ضخامت رسوبات گل سنگی و شیلی زیاد می‌باشد، این رسوبات دانه ریز در قطع شدگیهای ناگهانی در برکه‌های هلالی شکل تشکیل شده‌اند (نگاه به سمت شمال غرب) b ـ ستون چینی شناسی سازند دورود در ناحیهٔ آمل (سمت چپ)، قطع شدگی ناگهانی و تشکیل رسوبات ضخیم در محیط برکه‌های هلالی شکل (سمت راست).

تخریب حاصل و حفراتی را در داخل ماسه سنگها ایجاد کرده است (تصویر c ۶۰).

یکی دیگر از ساختهای رسوبی لایه‌بندی مسطح است که همانند لایه بندی‌های متقاطع بزرگ مقیاس در اثر حرکت تپه‌های شنی موج نماهای بزرگ تشکیل می‌شوند Collinson & Thompson (1989) و در بخش پائینی ردیفها به سمت بالا ریزشو سازند دورود در نواحی مختلف البرز این ساخت به فراوانی دیده می‌شود (تصاویر a ۲۰ ، b ۶۰). افزون‌بر ساختهای شرح داده شده در مجموعهٔ رخساره‌ای A خصوصاً در بخش ماسه‌سنگی A_2 لایه‌بندی تپه‌ای گرد و مسطح را می‌توان در بخش‌های میانی و بالایی ردیفهای به سمت بالا ریزشو دید (تصویر d ۶۰). این ساخت نشاند دهندهٔ کاهش انرژی و اندازهٔ ذرات تخریبی در این ردیفها است، ولی با توجه به این که ساخت رسوبی در سرعت کم و زیاد جریان آب و با نوسانات در سرعت جریان به وجود می‌آیند Reineck & Singh (1986) و در هر قسمت از رسوبهای داخل آبراهه ظاهر می‌شوند، بنابراین اهمیت چندانی ندارند ولی با این ساخت رسوبی می‌توان به تغییرات شدید جریان پی‌برد. ساخت لایه‌بندی متقاطع، لایه‌بندی تپه‌ای گرد و مسطح از فراوانی نسبی بیشتری برخوردار می‌باشند. یکی دیگر از ساختهای رسوبی که در مجموعهٔ رخساره‌ای A در سطح طبقات ماسه‌سنگی دانه ریز متوسط (رخساره A_2) دیده می‌شود موج نماها هستند. بررسی موج نماها مخصوصاً در ردیفهای به سمت بالا ریزشو نواحی البرز شرقی نشان می‌دهد که این موج نماها از نوع مستقیم یا سینوسی هستند و نوع و اندازه آنها به اندازهٔ دانه‌های رسوبی، سرعت جریان و میزان رسوبگذاری بستگی دارد. موج‌نماهایی که در مقطع آمل و غزنوی دیده شده‌اند از این نوع هستند. (تصویر e ۶۰)، بالا بودن انرژی جریان را نشان می‌دهد. این موج‌نماها افزون بر تائید جریان‌های یک طرفه، جهتهای مختلف جریان را نیز نشان می‌دهند. وانگهی وجود جریان‌های یک طرفه با پراکندگی زیاد نشانهٔ رودخانه‌ها با پیچش زیاد می‌باشد Tucker (1991) که با مطالعه این موج‌نماها تقریباً سوی جریان غالب جنوب به شمال تعیین شده است.

ساختهایی مانند قالبهای وزنی و لایه‌بندی تپه‌ای پیچیده نیز در مجموعهٔ رخساره‌ای A مشاهده شده است (تصویر c - ۶)، این نوع ساختها در رخساره‌های کرانه‌ای رودخانهٔ میاندری فراوان تشکیل می‌گردند. مجموعهٔ این ساختها که در یک ردیف دیده می‌شوند در داخل کانال تشکیل شده است.

نوع زیر رخسارهٔ ماسه‌سنگی A_2

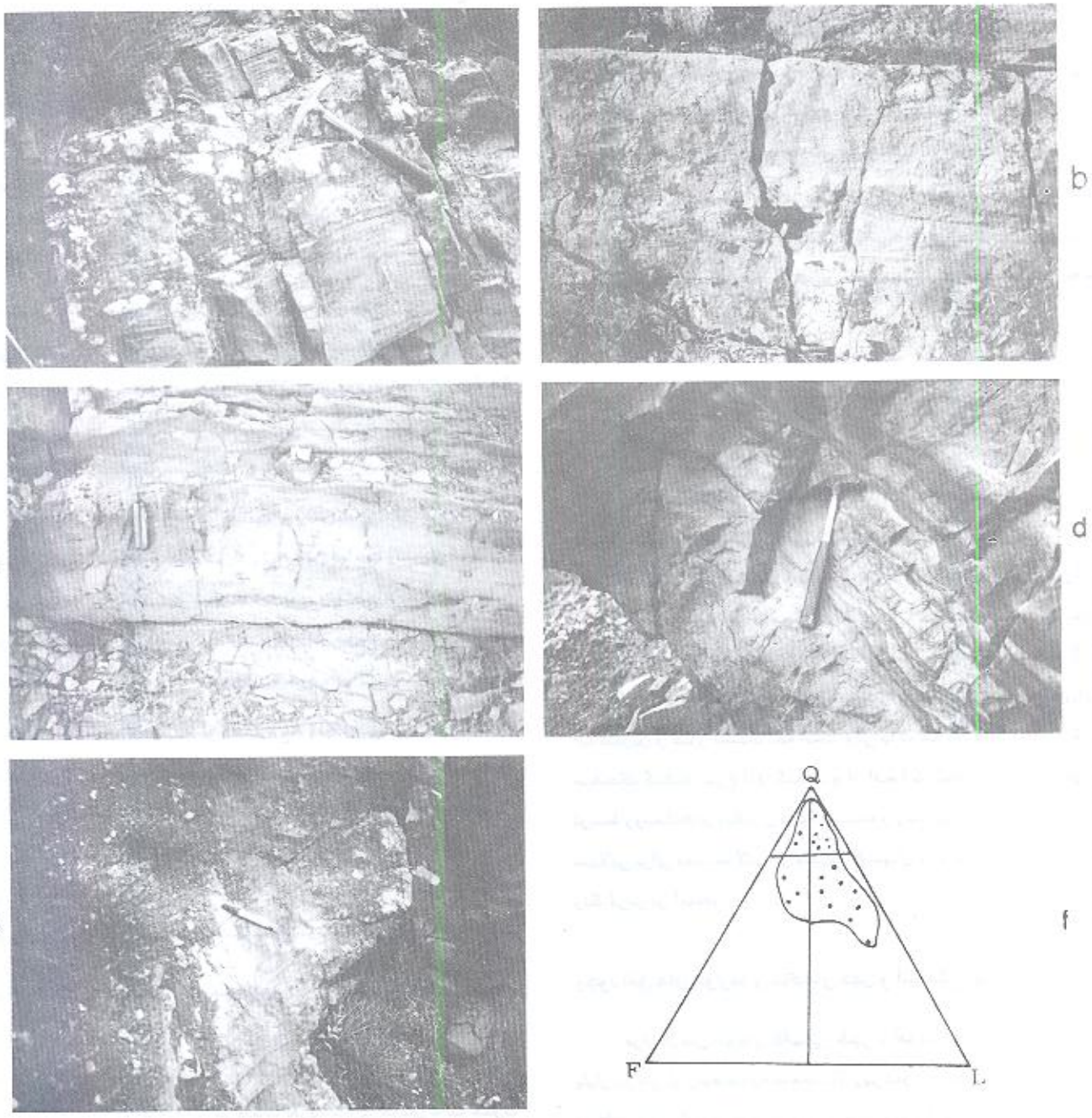
همان‌گونه اشاره شد رخسارهٔ ماسه‌سنگی مجموعهٔ رخساره‌ای A از چهار زیر رخساره به‌شرح زیر: زیر رخساره کوارتزآنایت، ساب‌لیت‌آرنایت، ساب‌آرکوز و آرکوز، لیتیک آرنایت (سد آرنایت) تشکیل شده است. محل قرار گیری نمونه‌های این رخساره را با توجه به طبقه‌بندی Folk (1980) در (تصویر f ۶۰) می‌بینید. ویژگی‌های این زیر رخساره همانند ویژگی‌های ساختمانی، رسیدگی بافتی و کانی‌شناسی، حاکی از این است که محیط رسوبی تشکیل دهندهٔ این رخساره می‌تواند آبراهه‌های رودخانهٔ میاندری باشد.

رنگ رخساره‌ها

رنگ رخسارههای ماسه‌سنگی سازند دورود متنوع می‌باشد ولی غالباً لایه‌های ماسه‌سنگی، شیلی، گل‌سنگی و سیلت سنگی که در محیط رودخانه‌های میاندری تشکیل شده‌اند، قرمز می‌باشند. حال سوال این است که رنگ قرمز همزمان با رسوبگذاری است و یا خاستگاه دیاژنتیکی دارد؟ آقای علیرضا کتک لاهیجانی (۱۳۷۰) با بررسی دیاژنتیک ماسه‌سنگهای دورود در ناحیه آمل، رنگ قرمز این سازند را به دیاژنز در محیط فری‌آتیک آب شیرین و شور نسبت داده است. ولی با توجه به رخساره‌هایی که در صفحات گذشته شرح آنها گذشت و از آنجا که بخشی از این رسوبها توسط رودخانه‌های میاندری تشکیل شده و رسوبهای پوینت بار و دشت سیلابی برای مدت طولانی در محیط اکسیدان قرار داشته‌اند بنابراین به رنگ قرمز در آمده‌اند.

وجود افق های هوازده و خاک‌های کهن و آشفتگی زیستی

قرار گرفتن افق‌های کالیچی، گچی و افق‌های زردرنگ دولومیتی در پایان برخی از ردیفها به سمت بالا ریزشو در سازند دورود در نواحی مختلف البرز گویای شرایط رودخانه‌ای بوده و این افق‌ها در مناطق بین آبراهه‌ها تشکیل شده‌اند (تصاویر ۱ و c ۶۰) افق‌ها گچی و دولومیتی در بخش بالایی سازند دورود در ناحیه آمل گزارش شده است Sussli (1976) افزون بر این در محیطهای آرام رودخانه‌های میاندری مانند دشت سیلابی و لبه آبراهه‌ها، جاندران زیست کرده و سبب به هم ریختگی لایه‌های رسوبی شده‌اند که در تعدادی از رخسارههای شیلی و گل‌سنگی، سیلت سنگی و ماسه‌سنگهای دانه ریز مربوط به سازند دورود، دیده می‌شود.



تصویر (٦) ـ a ـ رخساره‌های کانالی در نهشته‌های سازند دورود (پرمین زیرین) در ناحیه آمل، همان گونه که در تصویر مشاهده می‌شود، نهشته‌های کانالی با سطح فرسایشی در بخش زیرین تصویر و نازک شدگی لایه‌ها در بخش میانی تصویر مشخص شده‌اند، b ـ ساخت رسوبی متقاطع در بخش تحتانی (رخسارهٔ A_2) توالی به سمت بالاریزشو (مساه سنگهای دورود در ناحیه میغان)، جهت جریانهای کهن از سمت چپ به راست تصویر می‌باشد (جنوب به سمت شمال)، c ـ سطح فرسایشی بین دو توالی به سمت بالاریزشو دیده می‌شود. حفرات مربوط به قلوه‌های گلی در بخش ماسه سنگی (رخساره A_2) مشاهده می‌شود (تصویر مربوط به سازند دورود در ناحیه غزنوی است)، d ـ لایه‌های تیغه‌ای مورب و مسطح در رخساره A_2 سازند دورود در ناحیه غزنوی (البرز شرقی)، e ـ موج نما در سطح طبقات ماسه سنگی دانه متوسط (رخسارهٔ A_2) سازند دورود در ناحیه آمل، f ـ محل قرار گیری نمونه‌های زیر رخسارهٔ ماسه سنگی (A_2) بر روی مثلث طبقه‌بندی فولک (FOIK, 1986).

شرح مجموعهٔ رخساره‌ای B

این مجموعهٔ رخساره‌ای شامل رخساره‌های شیلی (B_1)، فورش سنگی (B_2) و ماسه‌سنگی (B_3) می‌باشد. از ویژگی‌های آن ریخت ردیف به سمت بالا درشت‌شو می‌باشد. این مجموعهٔ به‌طور پی درپی در طول ستون رخساره‌ای سازند دورود مخصوصاً در بخش بالایی آن در نواحی جلفا، آبیک، آمل و بی‌بی شهربانو تکرار می‌گردد. در ادامه هر یک از رخساره‌های این مجموعه به تفکیک مورد بررسی قرار می‌گیرند.

رخساره شیلی (B_1)

این رخساره در بخش‌های زیرین ردیف به سمت بالا درشت شو دیده می‌شود که دارای لایه‌بندی بسیار نازک تا نازک می‌باشد. وجود مواد رسی در بافت این سنگها و همچنین ساختار ورقه‌ای این کانی‌ها سبب تورق پذیری این شیل‌ها شده است. دانه‌بندی در این رخسارهٔ دانه ریز بدلیل فعالیت موجودات زنده و پدیدهٔ آشفتگی زیستی به هم ریخته است. با توجه به این که در این رخساره افزون بر دانه‌هایی در اندازه سیلت و رس مقداری مواد ارگانیکی، پیریت و انواعی از اکسیدهای آهن یافت می‌شود، بنابراین شیل‌های رخسارهٔ B به رنگهای ارغوانی، خاکستری و رنگهای تیره دیده می‌شوند.

رخسارهٔ سیلت سنگی (B_2)

این رخساره در بخش زیرین و میانی ردیف به سمت بالا درشت شو و به رنگهای خاکستری، سبز و صورتی دیده می‌شوند. از ویژگی‌های مهم این رخساره لایه‌بندی نازک تا متوسط و وجود ساخت‌های رسوبی تیغه‌ای متقاطع می‌باشد (تصویر a- ۷).

رخسارهٔ ماسه‌سنگی (B_3)

این رخساره بخش اصلی ردیف‌های به سمت بالا درشت و ضخیم شو را به خود اختصاص می‌دهد و دارای لایه‌بندی متوسط تا ضخیم بوده و به رنگهای ارغوانی، سبز و خاکستری دیده می‌شود این رخسارهٔ ماسه‌سنگی را می‌توان به سه زیر رخساره تفکیک نمود:

۱- زیر رخسارهٔ کوارتز آرنایت (1- B_3)

۲- زیر رخساره ساب‌لیت‌آرنایت (2- B_3)

۳- زیر رخسارهٔ لیتیک آرنایت (3- B_3)

ویژگی‌های هر یک از زیر رخساره‌های ماسه‌سنگی به شرح زیر است:

۱- زیر رخسارهٔ کوارتز آرنایت (1- B_3)

دانه‌های اصلی تشکیل دهندهٔ این زیر رخساره در حد ماسه ریز تا درشت است و کوارتز بخش اصلی آن را تشکیل می‌دهد. درصد فلدسپات‌ها، خرده سنگها، آژند و سیمان در این زیر رخساره ناچیز می‌باشد. دانه‌های تخریبی دارای تماس خطی و تماس کوژ- کاو و در مواردی دندانه‌ای می‌باشند و همچنین دانه‌های تشکیل دهندهٔ این زیر رخساره به‌صورت نیمه گرد و گرد شده بوده و جور شدگی خوبی دارند و در نتیجه می‌توان گفت که جابه‌جائی زیادی را متحمل شده‌اند. از لحاظ رسیدگی بافتی، از رسیده تا نیمه رسیده تغییر کرده و از نظر کانی‌شناسی نیز رسیدگی نسبتاً خوبی دارند. سیمان هماتیتی و آغشتگی هماتیت و سیمان سیلیسی (حاشیه‌ای سپن تکسیال) در بین دانه‌ها دیده می‌شود (تصویر b - ۷).

میانگین اجزاء تشکیل دهندهٔ این زیر رخساره در نواحی مختلف به شرح زیر می‌باشد: دانه‌ها ۹۲/۲ درصد (کوارتز ۹۵/۹ درصد، خرده سنگها ۲/۹ درصد، فلدسپات‌ها ۱/۲ درصد)، آژند ۱/۴ درصد و سیمان ۶/۴ درصد است.

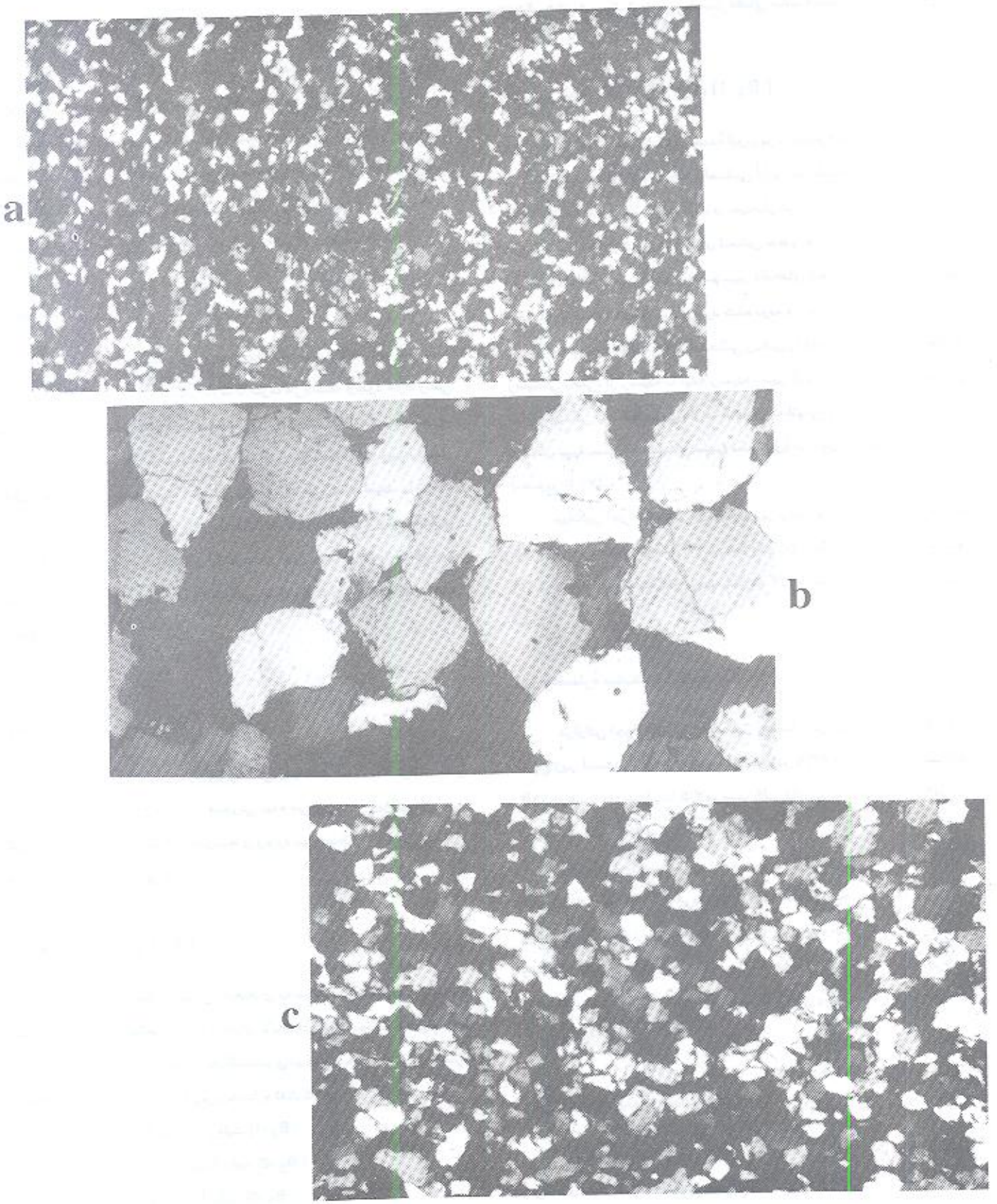
زیر رخسارهٔ ساب‌لیت آرنایت (2- B_3)

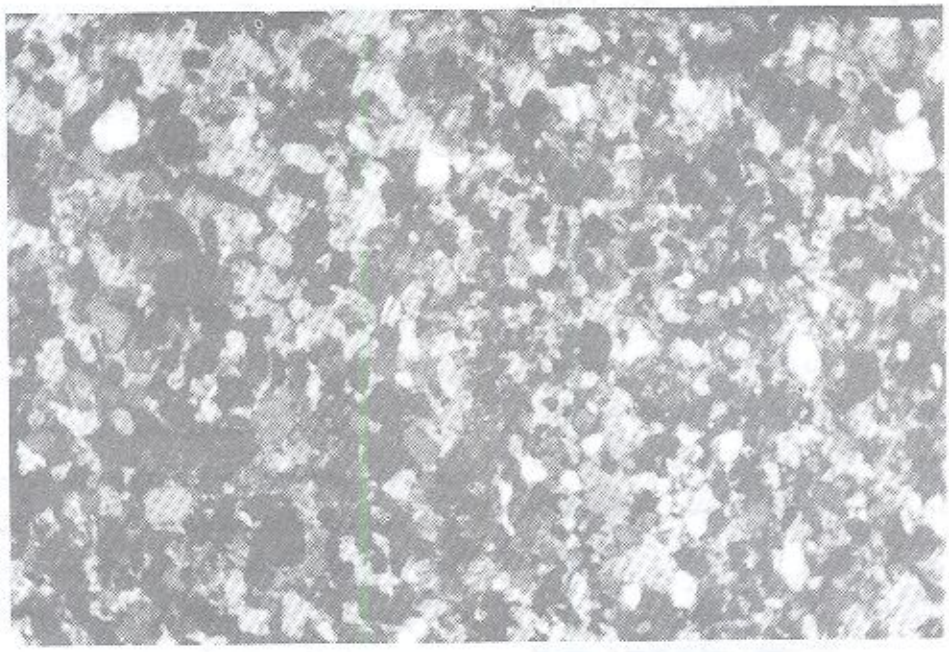
فراوانی اجزاء تشکیل دهندهٔ این رخساره در نواحی مختلف البرز به شرح زیر است: دانه‌ها ۸۸/۲ درصد (کوارتز ۸۴/۸ درصد، خرده سنگها ۱۱/۲ درصد، فلدسپات‌ها ۳/۵ درصد، کانی‌های تیره ۰/۴ درصد، آژند ۳/۳ درصد و سیمان ۸/۵ درصد است.

دانه‌های تخریبی این زیر رخساره از ماسه ریز تا متوسط بوده و نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد می‌باشند و جور شدگی سطحی دارند. آژند آنها غالباً رسی است و خرده سنگها از نوع چرت و یا رسوبی می‌باشند. رسیدگی بافتی در این زیر رخساره از نارس تا نیمه رسیده تغییر می‌کند و از لحاظ رسیدگی کانی‌شناسی درصد کانی‌های پایدار قابل توجه می‌باشد (تصویر b - ۷).

زیر رخسارهٔ لیتیک آرنایت (3- B_3)

دانه‌های تخریبی این زیر رخساره از ماسه ریز تا درشت تغییر می‌کند و دارای درصد قابل توجهی خرده سنگهای شیلی و چرت می‌باشد.


a
b
c



تصویر (۷) ـ a ـ نمونه میکروسکوپی از رخسارهٔ سیلت سنگی (B_2) این رخسارهٔ میکروسکوپی در بخش زیرین توالی به سمت بالا درشت شو مشاهده می‌شود، b ـ مقطع میکروسکوپی یکی از نمونه‌های رخساره ماسه سنگی (B_3 - 1)، بخش اعظم دانه‌های تشکیل دهندهٔ این رخساره کوارتز بوده و از رسیدگی نسبتاً خوبی برخوردار است (بخش بالایی سازند دورود در ناحیهٔ آمل)، c ـ یکی از نمونه‌های رخسارهٔ ماسه سنگی (B_3 - 2)، بخش اعظم دانه‌های تشکیل دهندهٔ این زیر رخساره دانه‌های کوارتز و خرده سنگها می‌باشد (سازند دورود در ناحیه جلفا)، d ـ مقطع میکروسکوپی یکی از نمونه‌های رخسارهٔ ماسه سنگی (B_3 - 3)، دانه‌های کوارتز، خرده سنگها و فلدسپاتها در زمینهٔ سیمان آهکی مشاهده می‌شوند (سازند دورود در ناحیه جلفا).

کوارتز دارای خاموشی مستقیم است و دانه‌های تخریبی به صورت زاویه‌دار تا نیمه گرد می‌باشد و آژند ثانویه (دروغین) در بافت برخی از نمونه‌ها دیده می‌شود. در بین دانه‌های این رخساره سیمان سین‌تکسیال، سیمان هماتیتی و سیمان آهکی در برخی از نمونه‌ها وجود دارد.از لحاظ رسیدگی بافتی و کانی‌شناسی این زیر رخساره از نارس تا نیمه رسیده تغییر می‌کند (تصویرd-۷)، درصد میانگین اجزاء تشکیل دهندهٔ این زیر رخساره در نواحی مختلف به شرح زیر می‌باشد: دانه‌ها ۷۱/۳ درصد (کوارتز ۶۶/۳ درصد، خرده سنگها ۲۶/۲ درصد، فلدسپاتها ۷/۲ درصد، کانی‌های تیره ۰/۳ درصد)، آژند ۵/۱ درصد و سیمان ۲۳/۶ درصد را تشکیل می‌دهند.

تفسیر محیط رسوبی مجموعهٔ رخساره‌ای B

با نتایجی که از بررسی‌های صحرایی و میکروسکوپی مجموعهٔ رخساره‌ای B (شیل‌ها، سیلت سنگها و ماسه‌سنگها) بدست آمده، می‌توان تشکیل آنرا به محیط رسوبی دلتایی نسبت داد. ویژگی‌های این مجموعه رخساره از دیدگاه نوع محیط رسوبی به شرح زیر است.

ساخت‌های رسوبی رخسارهٔ B

ساخت‌های رسوبی متنوعی که در مجموعهٔ رخساره‌ای B دیده می‌شود عبارتند از: ساخت لایه‌بندی تیغه‌ای که در طبقات ماسه‌سنگی (زیر رخسارهٔ B_3) دیده می‌شود(تصویر a -۸)، ساخت رسوبی لایه‌بندی متقاطع که در رخسارهٔ سیلت سنگی (B_2) (تصویر a -۸)، ساخت رسوبی لایه‌بندی متقاطع نوع ترافی (Trough cross bedding) که در رخسارهٔ

ماسه‌سنگی دانه متوسط (B_3) و بخش‌های بالایی ردیف‌های درشت شو (تصویر b-۸) قالب‌های وزنی (Load cast) که در طبقات ماسه‌سنگی دیده می‌شود. این ساخت‌های رسوبی زمانی که طبقات ماسه‌سنگی دانه متوسط بر روی طبقات ماسه‌سنگی دانه ریز واقع می‌گردند، تشکیل شده است (تصویر a- ۸).

ردیف‌هایی به سمت بالا درشت شو و ضخیم شو

ردیف‌های به سمت بالا درشت و ضخیم شو به‌طور پی‌درپی در قسمت‌هایی از ستون رخساره‌ای سازند دورود دیده می‌شود. البته در همین بخش از ستون، گاهی به ردیف‌های ریزشو و نازک‌شو نیز برخورد می‌شود. وجود این ویژگی یعنی داشتن ردیف‌های درشت و ضخیم شو را می‌توان به محیط دلتایی تحت نفوذ رودخانه (River-dominated deltas) نسبت داد Coleman (1981) ، Elliott (1991) این ردیف با لایه‌بندی نازک شیلی و یا گل‌سنگی فاقد لایه‌بندی و زیست آشفته به رنگ خاکستری تیره آغاز می‌شود، که بخش انتهایی دلتا (Prodelta deposits) نهشته شده است Coleman & Prior (1982) روی این رخساره،رخسارهٔ سیلت سنگی و ماسه‌سنگی دانه ریز و سرانجام رخسارهٔ ماسه‌سنگی دانه متوسط و درشت تشکیل می‌شود (تصاویر a-۸ و c-۸)، رخسارهٔ ماسه‌سنگی در واقع در سدهای آبراهه‌های انشعابی (Channel mouth bar distrbutary) تشکیل شده‌اند. این سدها توسط عوامل متعددی مانند میزان رسوب‌های حمل شده توسط رودخانه و یا عوامل جا به جا کنندهٔ آن در محیط دلتایی، فرآیندهای دریایی (جزر و مد، امواج) شیب بستر حوضه رسوبی و غیره کنترل و تعیین می‌شود Coleman & Prior (1982).

در بین ردیف‌های به سمت بالا درشت و ضخیم شو ردیف‌های به سمت بالا ریزشو و نازک شو دیده می‌شود که احتمالاً رسوب‌های این توالی، ردیف رسوب‌های پرکننده آبراهه‌های قطع شده انشعابی (Abandoned-distributary channel fill deposits) می‌باشند. آبراهه‌های انشعابی دارای پیچش کم ولی عمق زیادند و در صورتی که ارتباط بین آبراهه‌های انشعابی قطع گردد، در بالای رسوب‌های دانه درشت‌تر ماسه‌ای داخل آبراهه، رسوب‌های دانه ریز معلق از قبیل سیلت و رس رسوب می‌کنند (تصویر d-۸). این رسوبها غالباً ویژگی‌های رسوب‌های رودخانه‌های میاندری را دارا می‌باشند. از ویژگی‌های این رسوبها وجود کنگلومرای بستری آبراهه، کاهش تدریجی اندازهٔ دانه‌ها به طرف بالا، لایه‌بندی گرد نوع تراف که غالباً یک جهت دارند، لایه‌بندی افقی، وجود موج نما با تیغه‌ای در بخش بالایی ردیف، و وجود آثار ترکهای گلی و ریشه گیاهان است که سبب آشفتگی زیستی می‌گردند Coleman & Prior (1982).

رنگ رخسارهٔ شیلی و گل سنگی

رنگ رخساره‌های دانه ریز مجموعهٔ رخساره‌ای B غالباً خاکستری، خاکستری تیره و سبز می‌باشد. این رنگ گواه بر محیط رسوبی پرودلتا که دارای شرایط آرام و احیاء بوده، می‌باشد. رسوب‌های این محیط دارای مواد آلی و پیریت هستند. افزون بر این چون زیر رخسارهٔ B_1 از ذرات دانه ریز سیلت و رس، به‌صورت معلق و در محیطی آرام و کم انرژی در قسمت انتهایی دلتا تشکیل شده‌اند، شرایط زندگی برای جانوران در این قسمت از دلتا مساعدتر بوده است و موجودات زنده سبب به هم ریختگی طبقات رسوبی گشته و پدیدهٔ آشفتگی زیستی در این زیر رخساره را بوجود آورده‌اند.

بررسی ارتباط جانبی رخساره‌ها

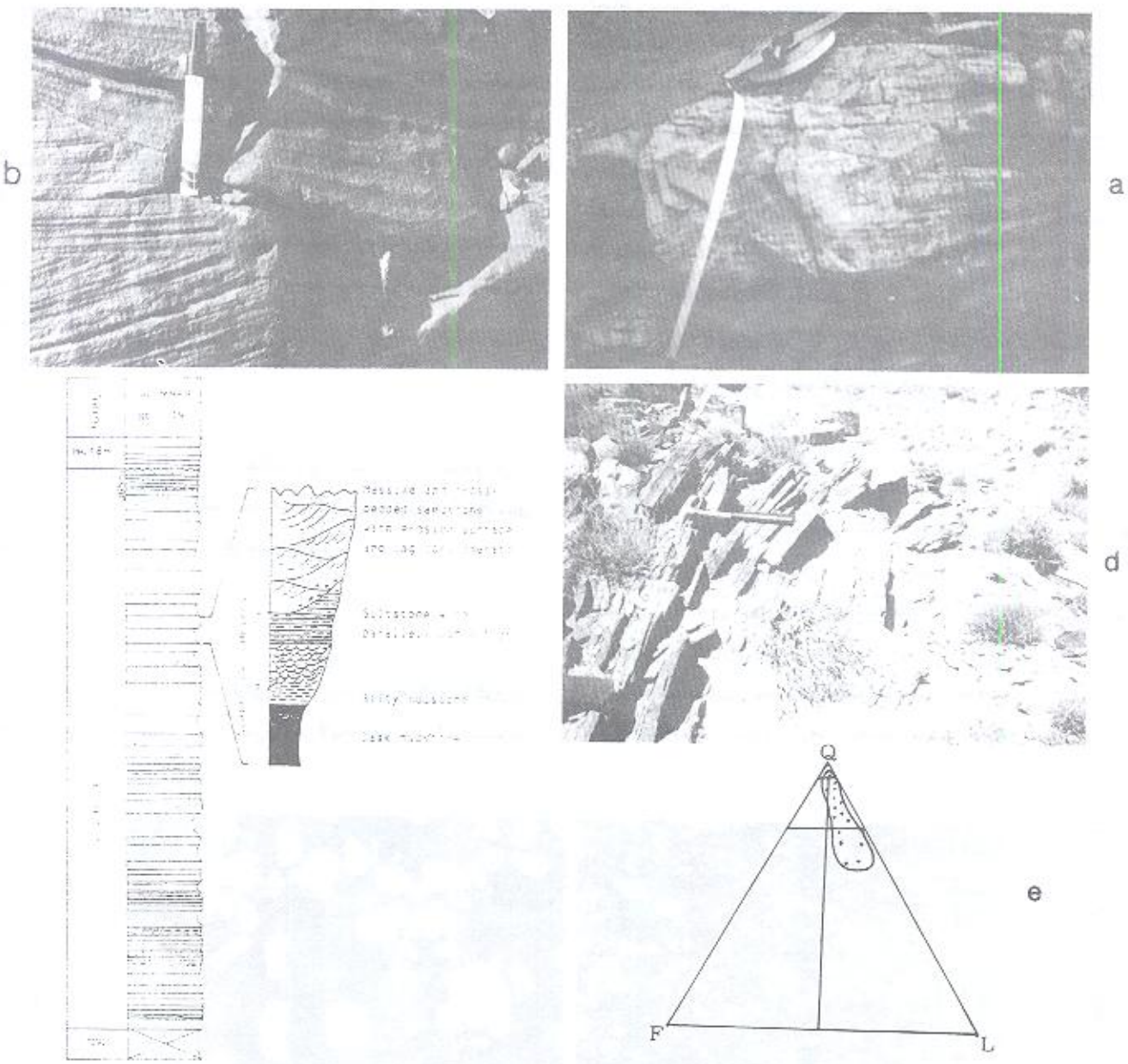
بسیاری از رخساره‌های دلتایی گسترش جانبی محدودی دارند به‌طوری که رسوب‌های پرکننده آبراهه‌های انشعابی یعنی ماسه‌سنگ‌های پرکننده آبراهه به‌طور جانبی به رسوب‌های دانه ریز تبدیل می‌شوند و به عبارتی این ماسه‌سنگها بطور جانبی نازک شده و تغییر رخساره حاصل می‌کنند. همچنین رسوب‌های سدهای دهانهٔ کانال‌های انشعابی نیز به‌طور جانبی به رسوب‌های دانه ریز دریایی تبدیل می‌شوند (تصاویر a -۸ و d-۸).

نوع زیر رخسارهٔ ماسه‌سنگی B_3

مجموعهٔ رخساره‌ای B که مربوط به محیط رسوبی دلتایی است از سه زیر رخسارهٔ کوارتز آرنایت، ساب‌لیت آرنایت و لیتیک آرنایت تشکیل شده است از میان این سه زیر رخسارهٔ، زیر رخسارهٔ ساب‌لیت‌آرنایت فراوان‌تر از بقیه است. موقعیت و محل قرارگیری نمونه‌های مربوط به زیر رخساره‌های فوق در مثلث طبقه‌بندی ماسه‌سنگها به روش Folk (1980) در تصویر (e-۸) نشان داده شده است.

ارتباط بین مجموعه‌های رخساره‌های رسوبی

بررسی ارتباط بین مجموعه‌های رخساره‌های محیط دلتایی و مجموعه‌های رخساره‌ای بالایی، پائینی بر روی ستون رخساره‌ها نشان می‌دهد، در جاهایی از ستون که پیوستگی رسوبی برقرار است مجموعهٔ



تصویر (۸) ـ a ـ توالی به سمت بالا درشت‌شو و ضخیم شو ، ساختهای رسوبی تیغه‌ای، تیغه‌ای متقاطع، لایه متقاطع در این تصویر دیده میشود (بخش بالایی سازند دورود در ناحیه آمل) ، b ـ زیر رخسارهٔ ماسه سنگی (B_p) در بخش فوقانی توالی به سمت بالا درشت شو که ساخت رسوبی تیغه‌ای و تیغه‌ای متقاطع نوع ثراف مشاهده می‌شود (سازند دورود در ناحیه جلفا)، c ـ ستون چینه شناسی سازند دورود در ناحیه آمل (سمت چپ) ، توالیهای به سمت بالا درشت در بخش بالایی سازند دورود در ناحیه آمل (سمت راست)، d ـ یکی از توالیهای به سمت بالاریز شو و نازک شو که در بین توالیهای درشت و ضخیم شو مشاهده شده است، که به عنوان محیط کانالهای قطع شده انشعابی در محیط دلتایی تفسیر شده است (سازند دورود در ناحیه غزنوی) ، e ـ محل قرارگیری نمونه‌های مربوط به زیر رخساره‌های دلتایی در مثلث طبقه‌بندی ماسه سنگها (FOIK, (1986.

رخساره‌ای دلتایی حالت حد واسط بین مجموعهٔ رخساره‌ای کربناته و رودخانه‌ای میاندری را دارا است (تصویر ۱).

رخساره‌های وابسته به محیط ساحلی (مجموعهٔ رخساره‌ای C)

بر روی ستون رخساره‌های آواری سازند دورود در نواحی مختلف البرز، افزون بر ردیف به سمت بالا ریزشو مربوط به محیط رودخانه‌ای میاندری و ردیف به سمت بالا درشت شو مربوط به محیطهای دلتایی، گاهی رخساره‌های شیلی و ماسه‌سنگی دیده می‌شود که تفاوتهایی با مجموعه‌های قبلی داشته و می‌توان این مجموعه رخساره‌ای را به محیط رسوبی خطوط ساحلی نسبت داد. این مجموعهٔ رخساره‌ای را به چند زیر رخساره تفکیک می‌نمائیم.

رخسارهٔ شیل و گل سنگ C_1

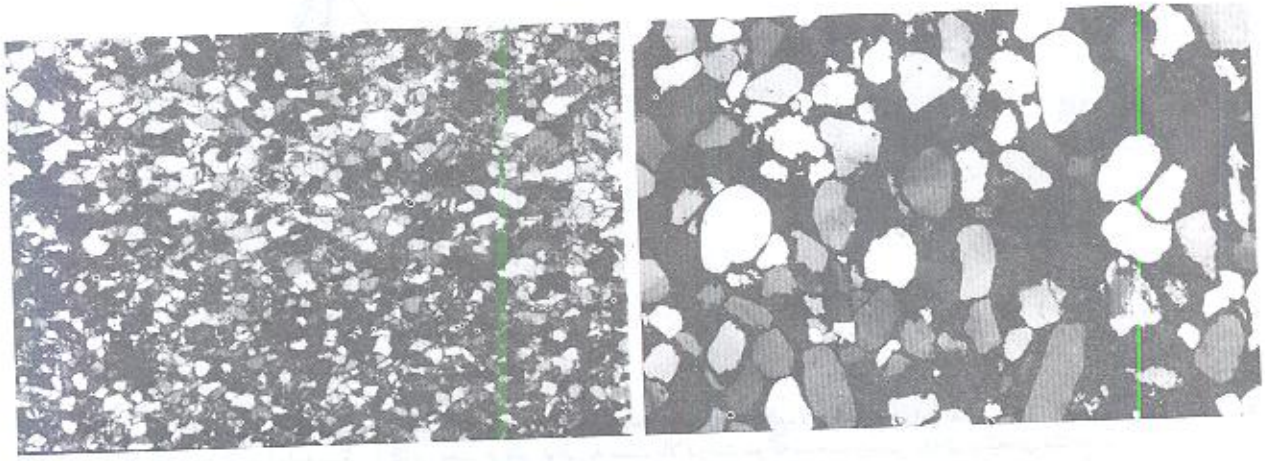
این زیر رخساره از شیل‌های خاکستری و سبز تشکیل شده و دارای لایه‌بندی نازک می‌باشد. در بعضی قسمتها این رخساره فاقد لایه‌بندی بوده و به صورت رخساره گل‌سنگی دیده می‌شود.

رخسارهٔ ماسه‌سنگ C_2

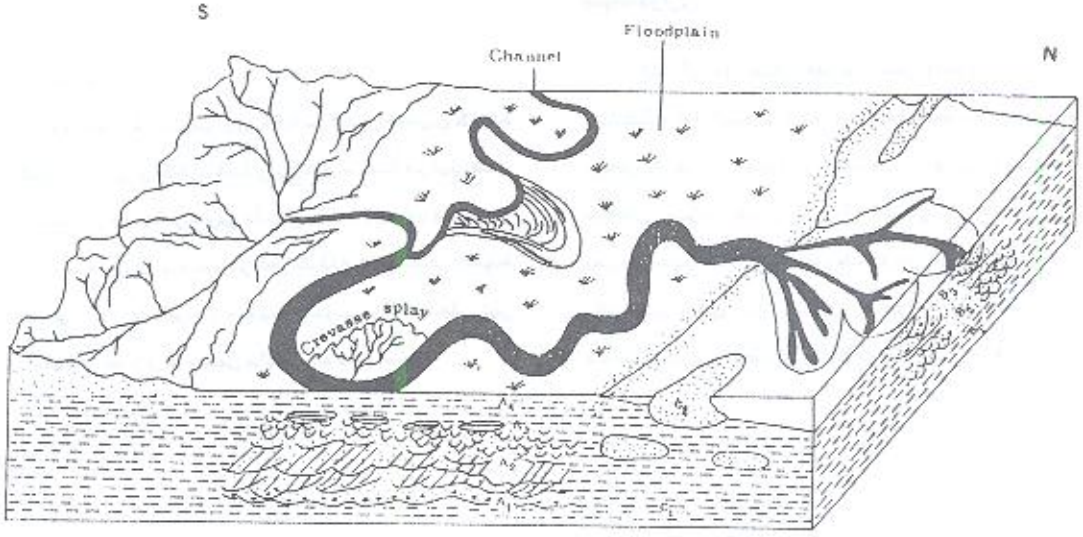
این ماسه سنگها از نوع کوارتز آرنایت (تصویر a-۹) و یا کوارتز آرنایت گلوکونیتی (تصویرb- ۹) می‌باشد. لایه‌بندی این ماسه‌سنگها متوسط بوده و اندازهٔ دانه‌ها از ماسه ریز تا متوسط و برخی موارد درشت تغییر می‌کند و به رنگ سفید، صورتی و سبز روشن دیده می‌شوند. از لحاظ رسیدگی بافتی و کانی‌شناسی نمونه‌های این زیر رخساره رسیده می‌باشند و دانه‌ها، جور شدگی و گردشدگی خوبی نشان می‌دهند (تصویر a- ۹)، فقط بعضی از آنها در اثر فرآیند فشردگی بطور ثانویه زاویه‌دار شده‌اند. افزون بر این سیمان کربناتی و همچنین سیمان سیلیسی حاشیه‌ای (سین‌تکسیال) در اطراف کوارتز مشاهده می‌شوند. درصد اجزاء تشکیل دهندهٔ کوارتز آرنایت‌ها در این زیر رخساره به‌شرح زیر می‌باشد. دانه‌ها ۹۳ درصد (کوارتز ۹۶ درصد، خرده سنگها ۲/۸ درصد و کانی‌های تیره ۱/۲ درصد)، سیمان ۷ درصد.

تفسیر محیط رسوبی مجموعهٔ رخساره‌ای C

مجموعهٔ رخساره (C) از دو زیر رخسارهٔ شیلی و گل سنگی (C_1) و زیر رخسارهٔ ماسه‌سنگ دانه ریز و دانه متوسط C_2) تشکیل یافته است.از ویژگی‌های این رخساره این است که ردیف به سمت بالا درشت شو نشان می‌دهد. این ردیف را در حد فاصل ردیفهای مربوط به رودخانهٔ میاندری و دلتایی بر روی ستون رخساره‌هامی‌توان دید می‌شود (تصویر ۱). ویژگی‌های که برای مجموعه‌های رخساره‌ای رودخانهٔ میاندری و دلتایی قبلاً گفته شد در این ردیف یافت نشده است. این مجموعه بتنهای کمی از ستون چینه‌شناسی سازند دورود را به خود اختصاص داده است و از آنجا



تصویر (۹) ـ a ـ مقطع میکروسکوپی یکی از نمونه‌های رخسارهٔ ماسه سنگی (کوارتز آرنایت، C_2) ، دانه‌های کوارتز در زمینه سیمان سیلیسی و همانیتی واقع‌اند و از جور شدگی و گرد شدگی خوبی برخوردارند (سازند دورود در ناحیه آمل) ، b ـ مقطع میکروسکوپی یکی از نمونه‌های ماسه سنگی رخسارهٔ (C_2) ، کوارتز ارنایت گلوکونیتی (سازند دورود در ناحیه آمل).



تصویر (۱۰) : محیط رسوبی رخساره های تخریبی سازند دورود در ناحیهٔ البرز .

که همراه با رخسارههای دلتایی دیده میشوند و همچنین ردیف به سمت بالا درشتشو را نشان میدهند. لذا این مجموعهٔ رخسارهای بهمحیط ساحلی نسبت دادهایم. رخسارههای شیلی و گلسنگی اینمجموعهٔ رخسارهای در محیطهای آرام و کم انرژی نهشته شدهاند و به احتمال زیاد در مناطق دورتر از ساحل (Offshore) رسوب کردهاند. رخسارهٔ ماسهسنگی کوارتز آرنایت گلوکونیتی نیز با توجه به این که دانه ریزتر بوده و در صدی آژند به همراه داشته و کانی گلوکونیت در آب دریا تشکیل میشود، بنابراین در مناطق دور از ساحل رسوب کرده است. رخسارههای کوارتز آرنایت مربوط به این مجموعهٔ رخسارهای با اطلاع به این که رسیدگی بافتی و کانیشناسی بالایی دارند در محیطهای پر انرژی همانند سواحل و جزایر سدی موازی با سواحل (Barrier islands) راسب شدهاند.

تغییرات عمودی، مدل و محیط رسوبی رخسارههای آواری سازند دورود در نواحی مختلف البرز

پس از بررسیهای صحرایی و مقاطع نازک همان گونه که شرح داده شده، مجموعهها و زیر مجموعههای رخسارهای تعیین گردیده است و تکرار این ردیفها بیانگر این موضوع است که در زمان تشکیل در محیطهای کنار هم نهشته شدهاند و جابجایی این محیطها بر روی هم این ردیفها را ایجاد نمودهاست (قانون والتر Walther 1884 در Middleton, 1973) تغییرات عمودی رخسارههای آواری سازند دورود در کنار ستون چینهشناسی آن در نواحی جلفا، آبیک، بیبی شهربانو، آمل، میغان و غزنوی ترسیم گردیده است (تصویر ۱). در ضمن با استفاده از منابع علمی مربوط به محیطهای رسوبی عهد حاضر و کهن که در مباحث قبلی این مقاله بیان شده است مدل رسوبی (بهصورت بلوک دیاگرام) مربوط به سازند دورود در نواحی مختلف البرز ترسیم گردیده است (تصویر ۱۰).

نتیجهگیری

با مطالعهٔ رخسارههای آواری سازند دورود نتایج زیر بدست آمده است.

۱- واحدهای ۱ و ۳ سازند دورود (معادل با واحدهای ۲ و ۴ آسرتو ۱۹۶۳) تخریبی بوده و از لحاظ سنگشناسی این واحدها شامل کنگلومراها، ماسهسنگها، سیلت سنگها ، شیلها، گلسنگها و بین لایههایی از سنگآهک تخریبی و سنگ آهک میباشد.

۲- تناوب سنگهای تخریبی بگونهای است که ردیفهای بسمت بالا ریزشو و نازک شو و همچنین ردیفهای بسمت بالا درشتشو و ضخیمشو دلیل بر تشکیل این سنگها در محیطهای قارهای و حد واسط (دلتایی، ساحلی) است.

۳- بخش اصلی نهشتههای آواری سازند دورود در محیطهای رسوبی رودخانهای تشکیل شده است و این رودخانهها از نوع میاندری بوده است و زیر محیطها و رخسارههای میاندری همانند رسوبها بستری، آبراهه، برکههای هلالی شکل، دشت سیلابی و کروسهای طبیعی نیز کم و

بیش تشخیص داده شده است.

آشکار است که محیط رسوبی رودخانهٔ میاندری تامین کنندهٔ رسوبهای محیطهای دلتایی و خط ساحلی بوده و ضمناً فرآیندهای رودخانه‌ای نیز در تشکیل محیط رسوبی دلتایی غالب بوده‌اند و محیط دلتایی نیز به صورت دلتاهای پای پرنده‌ای در نظر گرفته شده است. محیط دلتایی با محیط ساحلی در ارتباط بوده و محیط رسوبی خط ساحلی نیز به صورت سدهای ماسه‌ای موازی با ساحل نشان داده شده است.

سپاسگزاری

ابتدا از آقای دکتر یعقوب لاسمی (استاد دانشگاه تربیت معلم تهران و دانشگاه آزاد اسلامی) که در مراحل مختلف تحقیق از ارشادات ایشان برخوردار بوده‌ایم، قدردانی می‌شود همچنین از پژوهشکده علوم زمین سازمان زمین‌شناسی کشور که بخشی از هزینه‌های این تحقیق را تقبل نموده، سپاسگزارم در این خصوص بویژه از آقایان احمدزاده هروی، دکترمهدی علوی، دکتر منصور علوی نائینی، دکتر حمید وزیری، مهندس محسن شهریور، مهندس پیمان پارسی تشکر و قدردانی می‌نمائیم.

کتاب‌نگاری

پرتوآذر، حسین (۱۳۶۳): سنگهای کربونیفر میانی و پرمین زیرین (سازند دورود) در ناحیه خاشاچال البرز مرکزی، سازمان زمین‌شناسی کشور.

پرتوآذر، حسین (۱۳۷۰): بازنگری روی طبقات پرمین، مرز پرمین- تریاس در ناحیه جلفای ایران، خلاصه مقالات دهمین گردهمائی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور.

حسینی‌نژاد، سید محمود (۱۳۷۱): چینه‌شناسی، فسیل‌شناسی و رسوب‌شناسی دهشته‌های پرمین ناحیه عمارت- منگل واقع در جنوب آمل، دانشگاه تربیت معلم تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

رضائی، محمدرضا (۱۳۶۷): میکروبیواستراتیگرافی رسوبات پالئوزوئیک در مقطع جیرود (جنوب البرز مرکزی) دانشگاه تربیت معلم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

شهرابی، مصطفی (۱۳۷۳): شرح نقشه $\frac{۱}{۲۵۰۰۰۰}$ چهارگوش، شماره B_3 ، سازمان زمین‌شناسی کشور.

علیزاده کتک لاهیجانی، حمید (۱۳۷۰): مطالعه محیط رسوبی و دیاژنز دورود در مقطع هراز (البرز مرکزی) دانشگاه تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

علوی نائینی، منصور (۱۳۷۲): چینه‌شناسی پالئوزوئیک ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور.

لاسمی، یعقوب. مختارپور، حسینعلی (۱۳۷۱): مطالعه سنگ‌شناسی، محیط رسوبی و ردیفهای پسرونده سنگهای پرمین در منطقهٔ بی‌بی شهربانو، یازدهمین گردهمائی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور.

لاسمی، یعقوب. مختارپور، حسینعلی (۱۳۷۲): محیط رسوبی و ردیفهای سنگهای پرمین در منطقه بی‌بی شهربانو جنوب شرق تهران، فصلنامه علمی- پژوهشی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور، شماره ۷ بهار ۷۲، سال دوم صفحه ۴۶-۵۷.

مختارپور، حسینعلی (۱۳۷۰): پترولوژی و محیط رسوبی سنگهای پرمین در منطقه بی‌بی شهربانو، دانشگاه تربیت معلم تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد.

مختارپور، حسینعلی (۱۳۷۶): سنگ‌شناسی، محیطهای رسوبی و توالی سنگهای پرمین در ناحیه البرز، شمال ایران ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، رساله دکترا (Ph.D) زمین‌شناسی.

منیبی، سعید (۱۳۷۰): بیواستراتیگرافی و چینه‌شناسی واحد سنگی سیستم پرمین در ناحیه سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

وزیری، سیدحمید (۱۳۷۱): بیواستراتیگرافی و لیتواستراتیگرافی واحدهای سنگی سازندهای سیستم پرمین در ناحیه آبیک- هیوالبرز مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال تهران و پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

وزیری، سیدحمید (۱۳۷۲): گسترهٔ واحدهای سنگی سیستم پرمین در ناحیه آبیک - هیو (البرز مرکزی) فصلنامه علمی- پژوهشی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور، سال دوم شماره ۸ صفحه ۴۴-۵۹.

هاشمی شیخ‌آبادی ، ج (۱۳۶۹): مطالعه پالینولوژیکی رسوبات مقطع تیپ سازند دورود در البرز مرکزی و ارتباط پالئوژئوگرافی این ناحیه با خشکی گندوانا در دورهٔ پرمین، دانشگاه تهران، پایان‌نامه کاشناسی ارشد.

References

Ahmadzadeh Heravi, M.,1971, Stratigraphische und Palaeontologishe untersuchungen im unterkarbon des Zentral Elburz (Iran) Glausthaler Geol.

Abh. 7, P.1-104.

Alavi Naini, M., Hajian, J., Amidi, M. and Bolourchi, H., 1982, Geology of Takab Shahin Dezh, 1: 250000 , Geol. surv. Iran, Rep. No.50,P.34-41.

Alvai Naini, M., 1972, Etude geologique de la region de Djam: Geol. Sut. Iran, Rep. NO. 23, P, 78-91.

Allen, J., R.,L., 1965, A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments., Sedimentology, V.5,P.89-191.

Assereto, R., 1963, The Paleozoic formations in Central Elburz (Iran) Prelimininary note: Rive. Ital, Paleont. Stratgr., V. 69, No. 4,P. 503-543.

Bolourchi, M., H., 1977, Etude geologique de la region d'Avadj: These de doct, Univ. de Grenoble, Geol. Surv, Iran., Rep. No. 45, P.50-60.

Coleman, J.M. and Prior, D.B., 1982, Deltaic environments of deposition: In P. A. Scholle and D. Spearing, eds. Sandstone Depositional Environments: AM. Asso, Petroleum. Geologists , Mem. 31, P. 139-178.

Collinson, J.D., 1991, Alluvial Sediments, In:H.G.Reading (editor), sedimentary Environments and Facies, Blackwell Scientific Publ. P. 20-62.

Collinson, J.D. & Thompson, D.B, 1989, Sedimentray Structures,Vnwin Hyman, London, 207 P.

Davies, R.G., Jones, C.R., Hamzehpour, B., and Clark, G.C., 1972, The Geology of the Masuleh sheet (Northwest Iran): Geol Survey Iran. Report.,

No 24, 110 P.

Elmore, R.D. and Farrand, W.R., 1981, Asphalt- bearing sediment in Synorogenic Miocene-Pliocene molasse Zagros mountains Iran: Am. Assoc.

Petrol. Geol. Bull., V. 65, P. 1105- 1160.

Folk, R.L. 1980, Petrology of Sedimentary Rocks, Hemphills, Austin Texas. 182 P.

Jenny, J., 1977, Geologie et stratigraphie de L'Elburze Oriental entre Aliabad et Shahrud, Iran. Universite de Geneve.

Middleton, G.V., 1973, Johann, S. Walthher Law of the correlation of facies Geol. Soc. of Amer. Bull., V.84, No.3, P.979-988.

Nabavi, M.H., and Hamdi, B., 1975, Permian Limestone with Holothurian sclerite , Semnan area, South Central Alborz, Iran, Geol.Surv. Iran, Rep.

No. 32.

Reading, H. G., 1991, Sedimentary Environments and Facies, Blackwell scientific publ., 524P.

Reincks, H. E., and Singh, I.B.,1986, Depositioal Sedimentary Environments, Springer- Verlag, NewYork, 549 P.

Sieber, N., 1970, Zur Geolgie des Gebietes Sudlich des - Taleghan Tales, Zentral Elburz Iran - Publications Universitaires Europeennes, 41-52.

Stamphli, G., M., 1978, Etude geologique generale de l'Elburz Oriental au sud de Gonbad-e-Qabus Iran.N-E. These NO. 1978.

Steiger.R., 1966, Die geologie der West- Firuzkuh area (Zentral Elburz), Iran, Mipt, Geol. Inst. Eidgen. Tech. Hochschule. Univ. Zurich, N.F.68,1

45 P.

Stocklin, J., Nabavi, M., & Samimi, M., 1965, Geology and Mineral resources of the Soltanieh mountains (North- West Iran), Geol. surv. Iran. Rep.No 2

Sussli, P., E., 1976, The Geology of the Lower Haraz valley aera Central Alborz, Iran: Geol. Surv. Of Iran, Rep., NO. 38, P. 1-36.

Tucker, M., 1991, Sedimentary petrology, Blakcwell Scientific pub 1.,P .1-107.

Visher, G., S., 1969, Grain size distributions and depositional process Jour.sed petrol., V. 39, P.1074-1106.

Walker, R., G., and Cant, D., J., 1984, Sandy fluvial systems: In R.,G. Walker, ed., Faices Modle: 2 nded., Geoscience Canada Reprint series 1,

P.71-89.