

لیتوفاسیس و پتروفاسیس نهشته های الیگوسن در زون بینالود با تأکید بر موقعیت تکتونیکی منشاء رسوبات در برش باغشن گچ در شمال نیشابور

داود دهنوی کارشناس ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد

رضا موسوی حرمی، استاد، گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد*

محمد حسین محمودی قرائی، استادیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

فرزین قائمی، استادیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

فرخ قائمی، کارشناس ارشد، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی

چکیده

در این مطالعه آنالیز رخساره‌های سنگی به منظور تفسیر محیط رسوبی و موقعیت تکتونیکی منشا نهشته‌های سیلیسی-آواری الیگوسن زون بینالود در برش باغشن گچ واقع در شمال نیشابور انجام گرفته است. مطالعات انجام شده منجر به شناسایی ۱۴ رخساره سنگی و ۴ عنصر ساختاری در ضخامتی حدود ۱۶۰ متر شده اند. رخساره های سنگی در ۳ گروه دانه درشت (Gmg, Gcm, Gmm, Gh, Gp, Gt)، دانه متوسط (Sh, Sp, ST, Sr, Sm, Sl) و دانه ریز (Fl, Fm) دسته بندی شده اند. عناصر ساختاری شناسایی شده شامل LV, SB و CH می باشند. بر مبنای شواهد موجود، محیط تشکیل این نهشته ها محیط رودخانه بریده بریده می باشد. آنالیز پتروفاسیس های ماسه سنگی نشان می دهد که این رسوبات از منشایی با موقعیت تکتونیکی کمان ماگمایی در آب و هوای گرم و خشک سرچشمه گرفته اند. آنالیز جهت جریان قدیمه نشان دهنده جهت جریان شمال شرقی به جنوب غربی برای این نهشته ها می باشد.

واژه‌های کلیدی: رخساره‌های سنگی، عناصر ساختاری، بینالود، کمان ماگمایی

مقدمه

حدود ۱۶۰ متر بوده و متشکل از توالی ضخیمی از کنگلومرا، ماسه سنگ و سیلت استون می باشد که به طور متناوب تا انتهای توالی تکرار می شود (شکل ۳). نهشته های الیگوسن زون بینالود تاکنون به طور دقیق مورد مطالعه قرار نگرفته است. در این مطالعه محیط تشکیل و موقعیت تکتونیکی نهشته های الیگوسن براساس ویژگی های رسوب شناسی و پتروگرافی، مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت. بدیهی است که این نتایج می تواند به درک بهتری از محیط تشکیل این رسوبات در زون بینالود منجر شود.

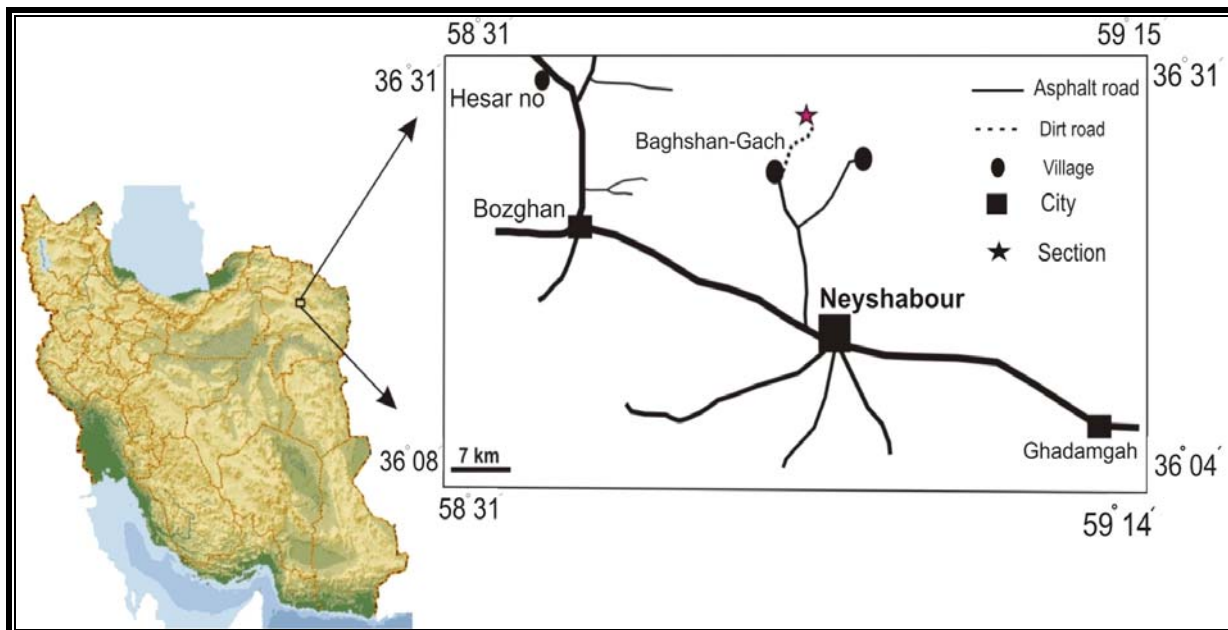
روش مطالعه

در این مطالعه، برش چینه شناسی باغشن گچ، واقع در شمال نیشابور، انتخاب و اندازه گیری و تعداد ۵۰ نمونه سنگی جهت مطالعات صحرایی برداشت شد. از این تعداد نمونه، ۲۵ عدد برش نازک ماسه سنگ به طوری که تمامی توالی را پوشش دهد انتخاب شده و آنالیز نقطه شماری به روش گزی-دیکینسون (Ingesoll et al. 1984) بر روی آنها انجام شده است. همچنین براساس اندازه ذرات، ضخامت، شکل هندسی، بافت، ساخت های رسوبی، سطوح محدود کننده، جهت جریان های قدیمه و با استفاده از طبقه بندی ارائه شده توسط میال (۲۰۰۶) رخساره های سنگی و عناصر ساختاری تعیین گردید (جدول ۳ و ۲). همچنین با استفاده از داده های برداشت شده، جهت جریان قدیمه این نهشته ها محاسبه شد و با توجه به این اطلاعات، محیط رسوبی این نهشته ها مشخص شد. در این مطالعه براساس شواهد پتروگرافی و داده های حاصل از نقطه شماری و با استفاده از نمودار فولک

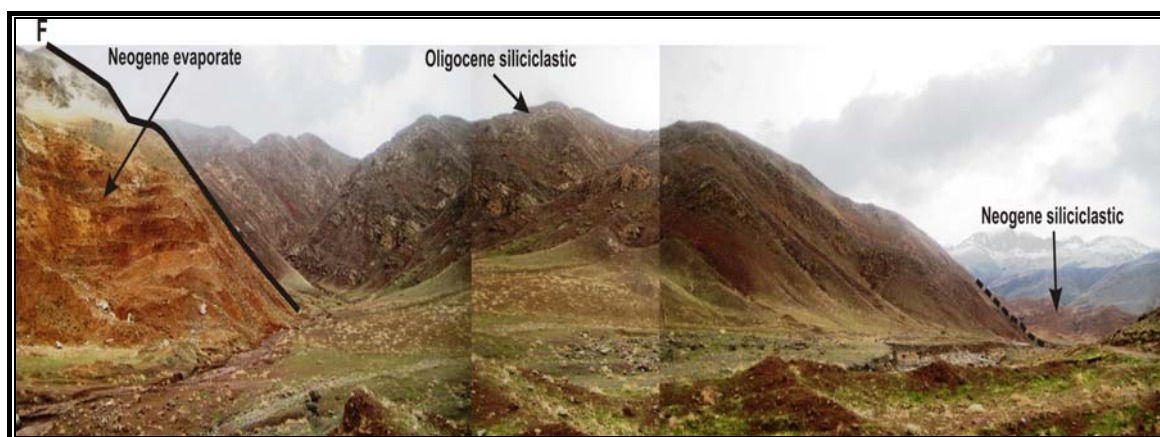
مطالعه رخساره های سنگی، به ویژه در رسوبات سیلیسی آواری، از این نظر که این رخساره ها توسط آن دسته از فرایندهای رسوبی کنترل می شود که در مناطق خاصی از محیط رسوبگذاری عمل می کنند اهمیت دارند (Miall 2006). به همین علت شناخت رخساره های سنگی به تفسیر فرایندهای همزمان با رسوبگذاری کمک شایانی می کند و همچنین تشخیص مجموعه رخساره ها می تواند کمک زیادی به بازسازی محیط رسوبی دیرینه نماید (Catuneanu 2006; Miall 2006). آنالیز پتروفاسیس ها از روش های اصلی در تعیین موقعیت تکتونیکی نهشته های سیلیسی آواری است (Hossain et al. 2010). رشته کوه بینالود ارتفاعاتی منحنی شکل با روند شرقی-غربی و تحدب به سمت شمال بوده و در شمال شرقی ایران قرار دارد. این رشته کوه از سمت غرب به سلسله جبال البرز، از شرق به کوه های پاراپامیسوس در شمال افغانستان، از شمال به دشت مشهد - قوچان و از جنوب به دشت نیشابور- سبزوار محدود شده است و همچنین خط درز پالتوتیس در شمال این ارتفاعات قرار دارد (Alavi 1992). این ناحیه عمدتاً از سنگ های پالئوزویک پایینی، ژوراسیک، کرتاسه و سنوزویک تشکیل شده است. ارتباط بین واحدهای پالئوزویک و واحدهای سنگی جوان تر غالباً گسله بوده به طوری که این رسوبات بر روی رسوبات سنوزویک رانده شده اند (قائمی و همکاران 1999). سنگهای سیلیسی آواری الیگوسن در شمال نیشابور و در رشته کوه های بینالود برونزد دارد (شکل ۱ و ۲). دربرش باغشن گچ، این نهشته ها دارای ضخامتی در

(1979) و نمودارهای ارائه شده توسط ساتنر و همکاران (۱۹۸۱) و ساتنر و دوتا (۱۹۸۶) تعیین گردید.

(۱۹۸۰)، سنگ ها نامگذاری شد. همچنین موقعیت تکتونیکی و آب و هوای غالب منشاء با استفاده از نمودارهای Dickinson) Qm,F,L و Qt,F,L و (1985 Ingersoll and Suczek) Lv,Ls,Lm



شکل ۱- نقشه راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه







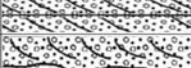


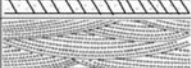






شکل ۲- رخنمون رسوبات سیلیسی آواری الیگوسن در برش باغشن گچ. مرز زیرین به صورت گسلی با تبخیری های میوسن و مرز بالائی به صورت تدریجی با نهشته های آواری نئوژن است.

بحث

بندی شده‌اند. رخساره های اصلی تشکیل دهنده توالی مورد مطالعه، عمدتاً رخساره های دانه درشت (کنگومرای) بوده و در مجموع بر اساس اندازه ذرات، شکل هندسی و ساخت های رسوبی مشاهده شده در توالی مورد مطالعه، ۱۴ رخساره سنگی شناسایی و مورد مطالعه قرار گرفت (جدول ۱).

تشکیل رخساره های سنگی مختلف تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله اندازه دانه، عمق جریان، سرعت جریان، ویسکوزیته جریان و درجه حرارت است (Tucker 2001). در برش مورد مطالعه رخساره های سنگی براساس اندازه ذرات در سه گروه دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز تقسیم

جدول ۱- رخساره های شناسایی شده در نهشته های الیگوسن زون بینالود، بر مبنای تقسیم بندی ارائه شده توسط میال (۲۰۰۶)، با تغییرات

Code	Lithofacies	Lithology	Interpretation
Gmg	Matrix supported graded Conglomerate		جریانهای با بار رسوبی زیاد در مناطق نزدیک منشاء
Gcm	Clast supported massive Conglomerate		جریانهای خرد دار با پلاستیسیت کاذب و بار رسوبی بالا
Gmm	Matrix supported massive Conglomerate		جریان های خرد دار با نرخ رسوبگذاری بالا در نواحی نزدیک منشاء
Gh	Horizontally bedded Conglomerate		مهاجرت جانبی سدهای طولی و یا به شکل رسوبات باقی مانده در کف کانال
Gp	Planar cross bedded Conglomerate		مهاجرت سدهای طولی و زبانه ای در بخش های عمیق کانال
Gt	Trough cross bedded Conglomerate		مهاجرت دونهای متقاطع سه بعدی و مهاجرت سدهای طولی
Sh	Horizontally bedded Sandstone		ورقه های ماسه ای مسطح در رژیم بالا و پایین جریان در بالای پشته ها و یا داخل کانال
Sp	Planar Planar cross bedded Sandstone		مهاجرت دونهای دو بعدی با خط الرأس موجی در رژیم پایین جریان
St	Trough cross bedded Sandstone		مهاجرت ریبها و مگاریبهای سه بعدی با خط الرأس سینوسی
Sl	Low angel cross bedded Sandstone		شسته شدن دونها و آنتی دونها در رژیم بالا و پایین جریان و بار رسوبی کم
Sr	Ripple cross Laminated Sandstone		مهاجرت به طرف پایین دست ریبیل های سینوسی در رژیم پایین جریان
Sm	Massive Sandstone		رسوبگذاری سریع ، ریزش دیواره، فرایندهای دیانژز و اشفتگی زیستی
Fl	Laminted mudstone and siltstone		ته نشست ذرات معلق در اثر کاهش سرعت جریان در منطقه (over bank) خارج کانال و بالای پشته های ماسه ای
Fm	Massive mudstone and siltstone		کاهش انرژی جریان در کانال های جدا شده و پهنه های سیلابی


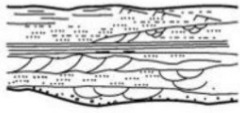

شود (Miall 2006; Nalpas et al. 2008). رخساره Gcm را می توان جزء عنصر ساختاری کانالی (CH) به حساب آورد (جدول ۲). رخساره Gmm، رخساره کنگلومرایی زمینه پشتیبان و توده ای است (شکل ۴B) و به طور پراکنده در طول توالی مشاهده می شود. ضخامت این رخساره معمولاً بیش از یک متر بوده و حالت توده‌ای، هندسه عدسی شکل دارد. وجود ماتریکس فراوان نشان می دهد که وجود گل فراوان، کمبود سیال انتقال دهنده و تاثیر نیروی ثقلی در حرکت توده باعث تشکیل این رخساره شده است. براساس شواهد موجود این رخساره توسط جریان‌های خرده دار با نرخ رسوب گذاری بالا در مناطق نزدیک به منشاء تشکیل شده است (Miall 2006). رخساره Gmm با توجه به تشکیل در محیط کانال، جزء عنصر ساختاری کانالی (CH) محسوب می شود (جدول ۲). رخساره Gmg، رخساره کنگلومرایی و زمینه پشتیبان همراه با دانه بندی تدریجی است و از پایین به طرف بالا از اندازه ذرات کاسته می شود و بر مقدار زمینه افزوده می شود (شکل ۴C). این رخساره یکی از فراوان ترین رخساره های دانه درشت است. این رخساره در طول توالی مورد مطالعه به فراوانی مشاهده می شود و دارای ضخامت متغیر بین چند سانتی متر تا چندین متر است. با توجه به کاهش اندازه ذرات به طرف بالا در این رخساره، تشکیل آن را می توان به محیط داخل کانالی نسبت داد (Miall 2006) و جزء عنصر ساختاری کانالی (CH) به حساب آورد (جدول ۲). رخساره Gp، رخساره کنگلومرایی دارای طبقه بندی مورب مسطح، زمینه پشتیبان و دارای قاعده فرسایشی است (شکل ۴E). این رخساره به صورت

مجموعه رخساره های دانه درشت این مجموعه دارای لایه بندی ضخیم بوده و بخش اصلی برش باغشن گچ را تشکیل می دهد (شکل ۳). اندازه دانه ها بین گرانول تا کابل متغیر بوده و قطعات تشکیل دهنده این مجموعه شامل قطعات ولکانیکی (بیش از ۷۰٪) و رسوبی (کمتر از ۳۰٪) با جورشدگی متوسط تا ضعیف و نیمه گرد شده تا نیمه زاویه دار هستند (حداکثر قطر ذرات ۱۵cm و متوسط قطر ذرات ۴cm است). این مجموعه متشکل از رخساره گراولی ماتریکس پشتیبان همراه با دانه بندی تدریجی (Gmg)، رخساره گراولی ماتریکس پشتیبان توده ای (Gmm)، رخساره گراولی دانه پشتیبان توده ای (Gcm)، رخساره گراولی دارای طبقه بندی مورب عدسی شکل (Gt)، رخساره گراولی دارای طبقه بندی مورب مسطح (Gp)، رخساره گراولی دارای طبقه بندی افقی (Gh) است (جدول ۱). رخساره های سنگی Gmm, Gcm عمدتاً حاوی زمینه ریز دانه بوده و فاقد لایه بندی و ساختمان رسوبی هستند. قطعات و زمینه دانه ریز موجود در این رخساره ها از جورشدگی ضعیفی برخوردار است. رخساره Gcm، رخساره کنگلومرایی دانه پشتیبان توده ای بوده و به طور پراکنده در قسمت ابتدایی و میانی توالی با ضخامت چند سانتی متر تا بیش از یک متر دیده می شود. این رخساره دارای جورشدگی ضعیف، قاعده فرسایشی و فاقد لایه بندی و ساختمان رسوبی است (شکل ۴A) شواهد موجود در این رخساره نشان دهنده تشکیل این رخساره توسط جریان های بار رسوبی بالا بوده و این احتمال وجود دارد که در نزدیکی در نزدیکی منشاء تشکیل شده باشد و می تواند جزء رخساره های پرکننده کانال محسوب

مطالعات شهید قاضی و ماتنتی (۲۰۰۹) رخساره Gt از رخساره های شاخص محیط کانالی می باشد و میتوان ان را جزء عنصر ساختاری کانالی محسوب کرد. رخساره Gh، رخساره کنگلومرایی، دارای طبقه بندی افقی و قطعات با جورشدگی و گردشگی متوسط است (شکل ۴F). آثار جهت یافتگی در پیل ها به فراوانی دیده می شود. این فابریک بیشتر در بخش های پایینی برش باغشن گچ دیده می شود و می تواند در ارتباط با مهاجرت سدهای طولی و یا حاصل رسوبات باقی مانده در کف کانال باشد (Kim et al. 2009). پوشیده شدن این رخساره در بعضی مواقع توسط رخساره Gp، که نشان دهنده مهاجرت سدهای طولی به طرف پایین دست است، مؤید این موضوع می باشد. بر همین اساس می توان این رخساره را جزء عنصر ساختاری کانالی (CH) به حساب آورد (جدول ۲).

پراکنده در برش باغشن گچ با ضخامت کمتر از یک متر مشاهده شده است. این رخساره ممکن است بر اثر مهاجرت سدهای طولی در بخش های عمیق تر کانال رودخانه های بریده بریده و یا در کف کانال های باقی مانده، در اثر ریزش رسوبات در قسمت جلویی سدها تشکیل شود (Kim et al. 2009) بر همین اساس رخساره Gp را می توان جزء عنصر ساختاری کانالی (CH) در نظر گرفت. رخساره Gt، رخساره کنگلومرایی، دارای طبقه بندی مورب عدسی شکل، مرز زیرین فرسایشی و گسترش جانبی کم می باشد (شکل ۴D) و با فراوانی و ضخامت کم در برش باغشن گچ دیده می شود (شکل ۳). این رخساره می تواند در اثر مهاجرت به طرف پایین دست دون های متقاطع سه بعدی و سدهای گراولی طولی در قسمت های کم عمق با سرعت بالای جریان و بار رسوبی متوسط تشکیل شده باشد (Fielding et al. 2007). بر مبنای

(2006)

Architectural element	Code	Geometry	Facies association	Interpretation
Channel	CH		Gcm, Gmm, Gmg, Gt, Gp, St	مهاجرت و پرشدگی کانال - رسوبات پرکننده به صورت چند طبقه (multi story) نشان دهنده مهاجرت مجدد جریان روی رسوبات قبلی
Sandy bedforms	SB		St, Sp, Sh, Sl, Sr, Sm	مهاجرت دون ها در سدهای میانی کانال و یا در کناره های پوینت بارها
Levee	LV		Fl, Fm, Sh	نهشته شدن در منطقه بین کانال و پهنه سیلابی در اثر شکسته شدن کناره کانال در زمان طوفان

مجموعه رخساره‌های دانه متوسط

این مجموعه در برش باغشن گچ، نسبت به رخساره‌های دانه درشت دارای ضخامت کمتری است (شکل ۳). این مجموعه متشکل از ۶ رخساره (Sh, Sp, St, Sr, Sm, Sl) بوده و دارای ساختمان‌های رسوبی متنوع و فراوانی از جمله طبقه بندی مورب تراف، لامیناسیون مورب، لامیناسیون موازی و ریپل مارک است (جدول ۱). رخساره Sh، رخساره ماسه سنگی دارای لامیناسیون‌های موازی و مسطح بوده و فراوان ترین رخساره ماسه‌ای در برش باغشن گچ است (شکل ۴i). اندازه ذرات تشکیل دهنده این رخساره در حد ماسه متوسط تا ریز است. با توجه به اندازه ذرات در این رخساره و با در نظر گرفتن اینکه در ماسه‌سنگ‌های ریز دانه، لامیناسیون افقی در ارتباط با فعالیت جریان‌های پرانرژی است، تشکیل این رخساره را می‌توان به سرعت‌های بالای جریان آب نسبت داد (Miall 2006). این رخساره ممکن است در قسمت‌های بالای پشته‌های کانالی و یا در داخل کانال تشکیل شده باشد (Khalifa and Catuneanu 2008) همچنین قرار گرفتن این رخساره در بعضی مناطق بر روی ذرات دانه ریزگلی باعث ایجاد ساخت‌های وزنی در قسمت زیرین این لایه‌های نیز شده است. با توجه به شواهد موجود این رخساره را می‌توان جزء عنصر ساختاری لایه‌های ماسه‌ای (SB) و خاکریزی (LV) دانست (جدول ۲). رخساره Sp، رخساره ماسه سنگی دارای طبقه بندی مورب مسطح است و معمولاً دارای ضخامت در حد چند سانتی متر می‌باشد (شکل ۴k). تشکیل این رخساره را می‌توان به مهاجرت به طرف پایین

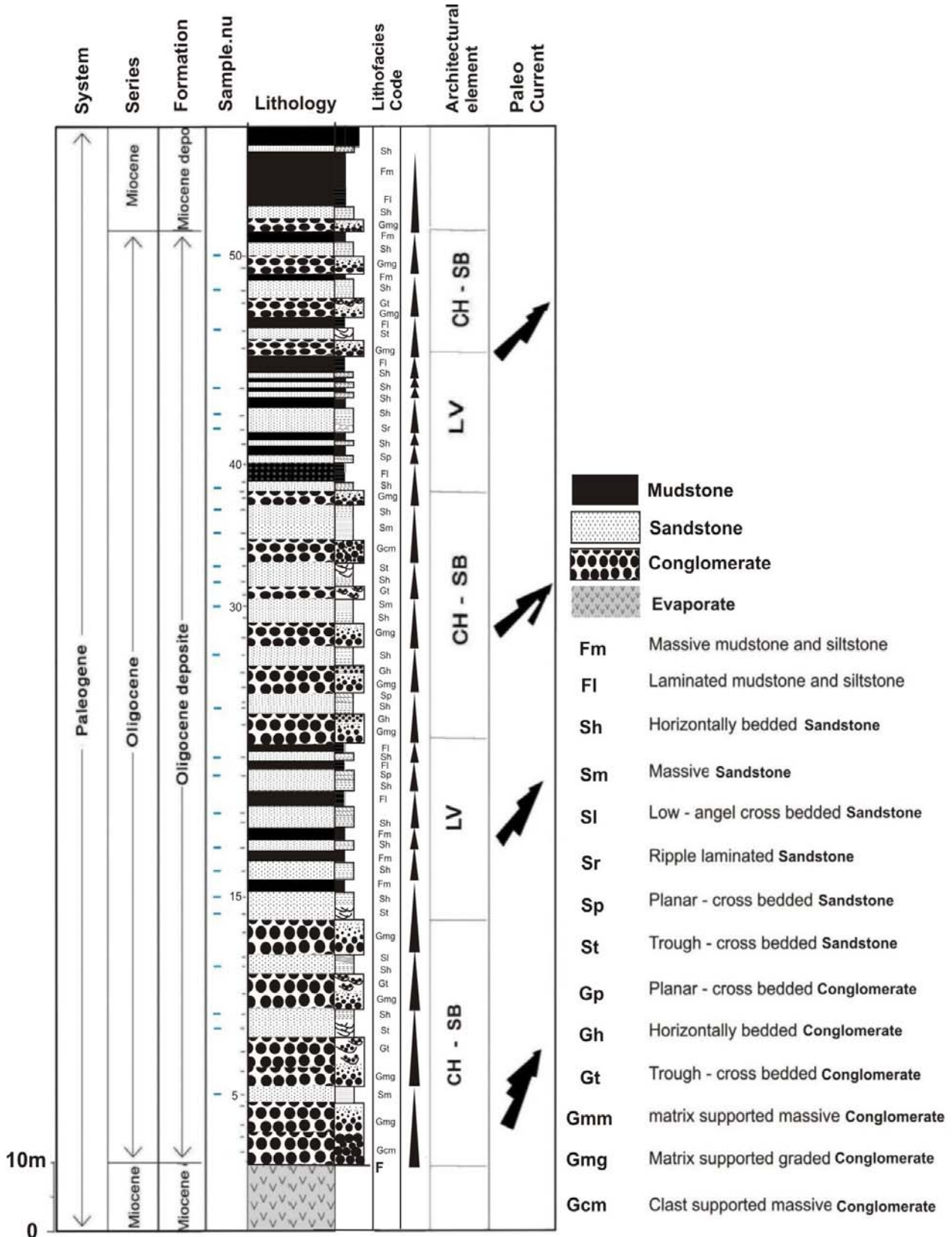
دست دون‌های دو بعدی با خط الراس موجی در رژیم پایین جریان و در قسمت داخلی کانال نسبت داد (Ghosh et al. 2006). این رخساره را میتوان جزء عناصر ساختاری لایه‌های ماسه‌ای (SB) و خاکریزی (LV) در نظر گرفت. رخساره St، رخساره ماسه سنگی دارای طبقه بندی مورب عدسی شکل بوده و عمدتاً به طور کامل حفظ نشده است (شکل ۴G). این رخساره را می‌توان در ارتباط با برافزایی سدهای طولی و متقاطع تجمع یافته و یا در اثر مهاجرت ریپل مارک‌ها یا مگاریپل مارک‌های سه بعدی با خط الراس سینوسی در نظر گرفت (Therrien 2006; Kim et al. 2009). رخساره St با توجه به شرایط تشکیلش می‌تواند جز عنصر ساختاری لایه‌های ماسه‌ای (SB) و خاکریزی (LV) باشد (جدول ۲). رخساره Sr، رخساره ماسه سنگی دارای لایه‌های ماسه‌ای همراه با ریپل مارک است (شکل ۴H)، این رخساره در توالی مورد مطالعه اغلب به طور متناوب با رخساره Sh در قسمت ابتدایی و بالایی توالی دیده می‌شود و نشان دهنده نهشته شدن در منطقه بین سدی و یا منطقه خارج کانالی است. رخساره Sr می‌تواند بر اثر مهاجرت به طرف پایین دست ریپل مارک‌های نامتقارن در رژیم پایین جریان تشکیل شود (Miall 2006). رخساره Sr را می‌توان جزء عناصر ساختاری لایه‌های ماسه‌ای (SB) و خاکریزی (LV) در نظر گرفت. رخساره Sm، رخساره ماسه سنگی و فاقد هرگونه ساختمان رسوبی است و به طور پراکنده در برش باغشن گچ با ضخامت چند سانتی متر تا بیش از یک متر دیده می‌شود

رخساره های گلی با مقادیر بالای سیلت دیده می شود (موسوی حرمی و همکاران، ۱۳۸۷)، می توان نتیجه گرفت که در این رخساره مقدار سیلت نسبت به رس فراوان تر است. این رخساره می تواند در منطقه خارج کانال و بخش های بالایی پشته های ماسه ای در پهنه های سیلابی تشکیل شده باشد (Miall 2006). این رخساره را با توجه به شواهد موجود، می توان جزء عنصر ساختاری خاکریزی (LV) در نظر گرفت. رخساره Fm، رخساره گلی و توده ای است (شکل O ۴) که به طور گسترده و با ضخامت چند سانتی متر تا چندین متر در برش باغشن گچ دیده می شود (شکل ۳) و به رنگ قرمز و بطور پراکنده دارای ساخت ترک های گلی است. این رخساره را با توجه به رنگ قرمز و ساخت ترک های گلی می توان به تشکیل در پهنه های سیلابی در آب وهوای خشک و نیمه خشک نسبت داد و جزء عنصر ساختاری خاکریزی (LV) دانست. در مجموع رخساره های FI و Fm جزء رخساره های خارج کانالی و داخل کانال محسوب شده و کمک شایانی به تفسیر چینه نگاری سکانسی می کنند، زیرا این رسوبات به عنوان شاخصی در شناخت دسته رخساره های پیشروی در رسوباتی که در ارتباط مستقیم با آب دریاها نیستند، می باشد (Catuneanu 2006).

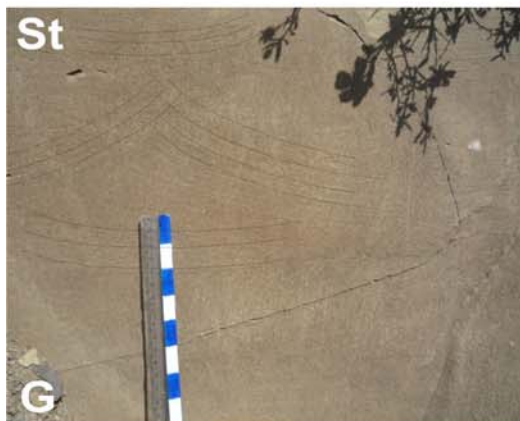
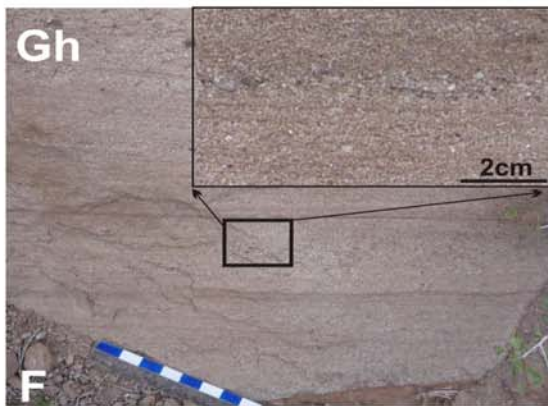
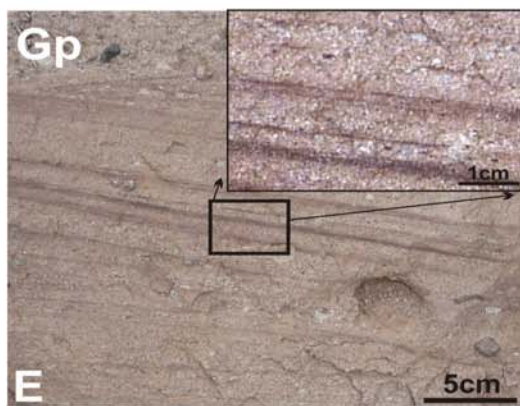
(شکل ۳ و N ۴). تشکیل این رخساره را می توان به رسوبگذاری سریع جریان های با بار رسوبی بالا و احتمالاً جریان های گراویده ای نسبت داد (Miall 2006) و جزء عنصر ساختاری لایه های ماسه ای (SB) در نظر گرفت. رخساره SI متشکل از لایه های ماسه سنگی حاوی طبقه بندی مورب بازایه شیب کمتر از ۱۰ درجه بوده (شکل J ۴) و مشابه رخساره Sh است و معمولاً با یکدیگر همراه هستند. در توالی مورد مطالعه با فراوانی کم و فقط در قسمت های ابتدایی مشاهده شده است. این رخساره به طور عمده در سرعت های بالای جریان وقتی که بار رسوبی نسبتاً کم است تشکیل می شود (Miall 2000). گاهی اوقات تشکیل این رخساره به شیب بستر در زمان رسوبگذاری نسبت داده می شود (موسوی حرمی و همکاران ۱۳۸۷). این رخساره رسوبی را نیز می توان جزء عنصر ساختاری لایه های ماسه ای (SB) و خاکریزی (LV) در نظر گرفت (جدول ۲).

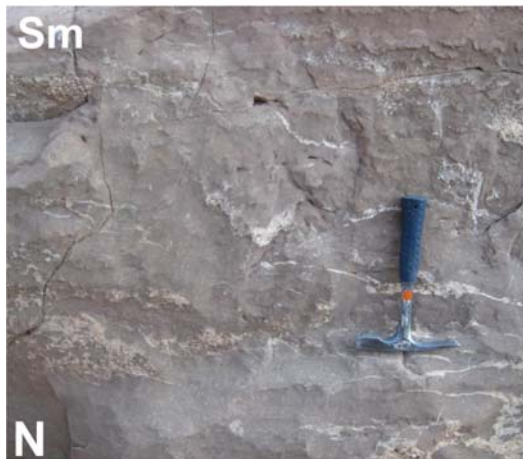
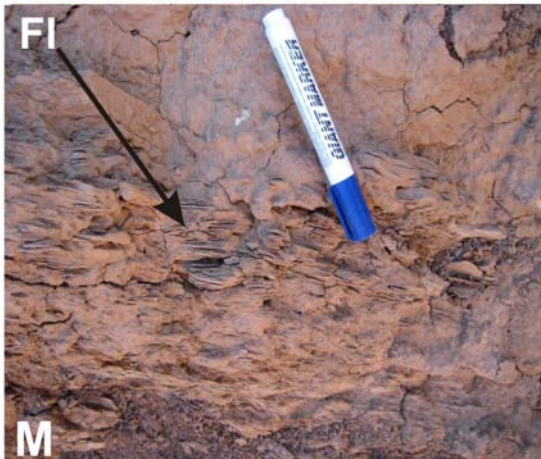
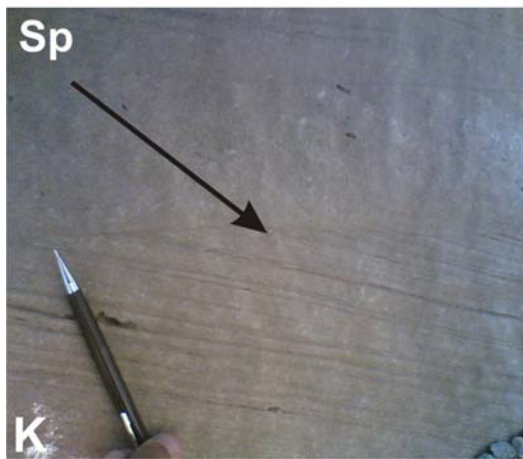
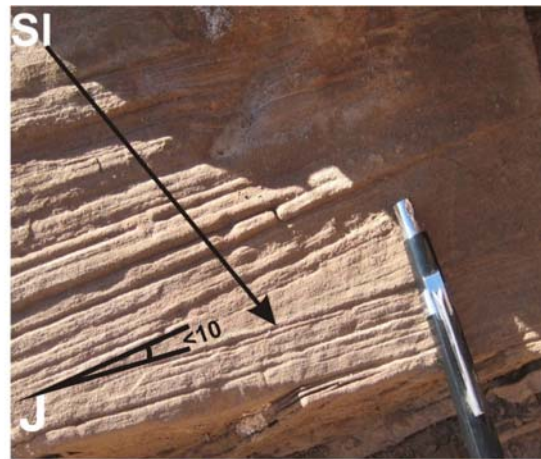
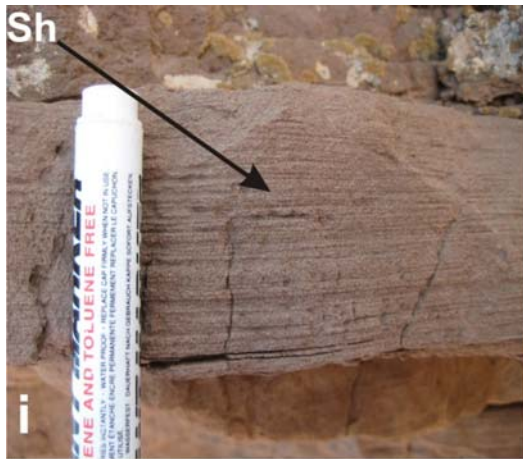
مجموعه رخساره های گلی

این رخساره ها به طور متناوب با رخساره های ماسه سنگی مشاهده می شود (شکل ۳) و متشکل از رخساره های Fm و FI می باشد. رخساره FI، رخساره گلی و دارای لامیناسیون مسطح است (شکل FM ۴). با توجه به اینکه این ساخت بیشتر در

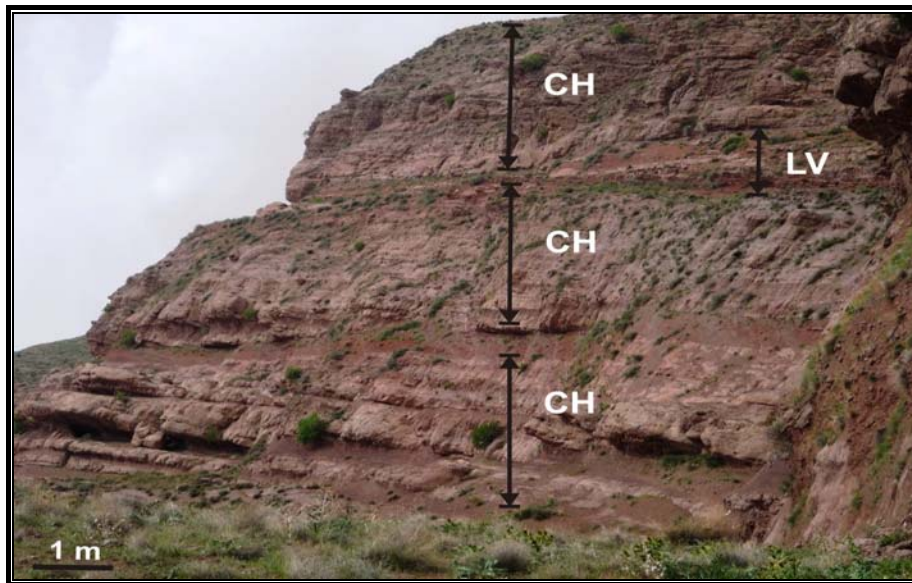


شکل ۳- ستون چینه شناسی نهشته های الیگوسن همراه با جهت جریان قدیمه در برش باغشن گچ





شکل ۴- رخساره های سنگی شناسایی شده در نهشته های الیگوسن،، A- رخساره گراولی دانه پستیان توده ای، B- رخساره گراولی ماتریکس پستیان توده ای، C- رخساره گراولی ماتریکس پستیان، D- رخساره گراولی با طبقه بندی مورب تراف، E- رخساره گراولی با طبقه بندی مورب مسطح، F- رخساره گراولی با طبقات افقی، G- رخساره ماسه سنگی با طبقه بندی مورب تراف، H- رخساره ماسه سنگی با ریپل مارک، i- رخساره ماسه سنگی با طبقات افقی، J- رخساره ماسه سنگی با طبقه بندی مورب با زاویه کم، K- رخساره ماسه سنگی با طبقه بندی مورب مسطح، M- رخساره سیلتی و گلی دارای لامیناسیون، N- رخساره ماسه سنگ توده ای، O- رخساره سیلتی و گلی توده ای.



شکل ۵- تصویر صحرایی از عناصر ساختاری کانالی (CH) و خاکریزی (LV) به همراه گسترش جانبی و ارتباط آنها با یکدیگر

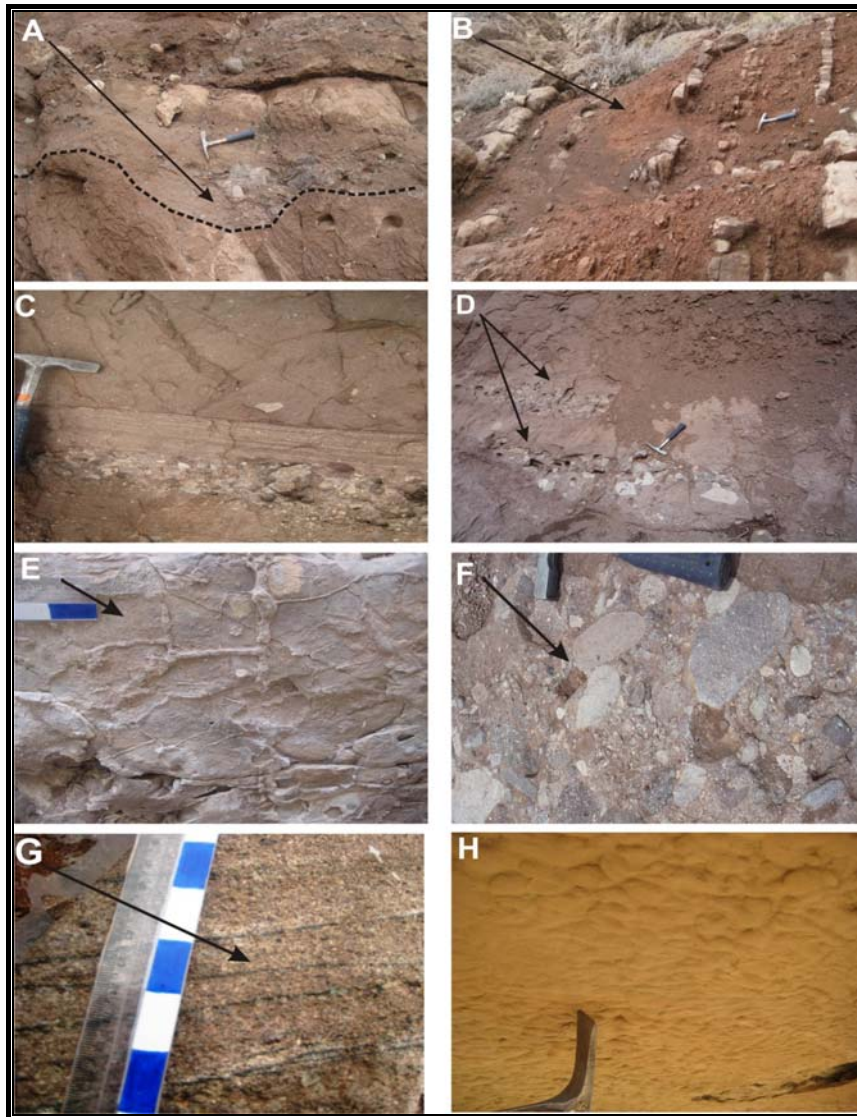
محیط رسوبگذاری

رخساره Gmm توسط جریانهای خرده‌دار با بار رسوبی بالا و رخساره‌های Gp, Gt, Gcm و Gm با قاعده فرسایشی به عنوان رخساره‌های پرکننده کانال، به تشکیل در قسمت داخلی کانال در رودخانه‌های نزدیک به منشأ نسبت داد (Miall 2006). همچنین وجود توالی‌های ماسه سنگی و سیلت‌استونی که در قسمت میانی و انتهایی برش مورد مطالعه دیده می‌شود را می‌توان در ارتباط با تشکیل در پهنه‌های سیلابی و مناطق خارج کانال در شرایط آشفته جریان، ریزش آب در مواقع سیلابی به خارج از کانال و سرازیر شدن رسوبات دانه درشت تر به این مناطق در نظر گرفت. وجود قطعات تشکیل دهنده آذرین با توجه به پایداری کم این قطعات در طی حمل و نقل و فراوانی آنها در نهشته‌های مورد مطالعه، دلیل دیگری بر تشکیل در مناطق نزدیک به منشأ این نهشته‌ها است. با در نظر گرفتن شواهد ذکر شده در بالا و وجود رخساره‌های Gp, Gmm, Gcm, Gmg, Gt می‌توان محیط تشکیل، رودخانه بریده بریده در مناطق

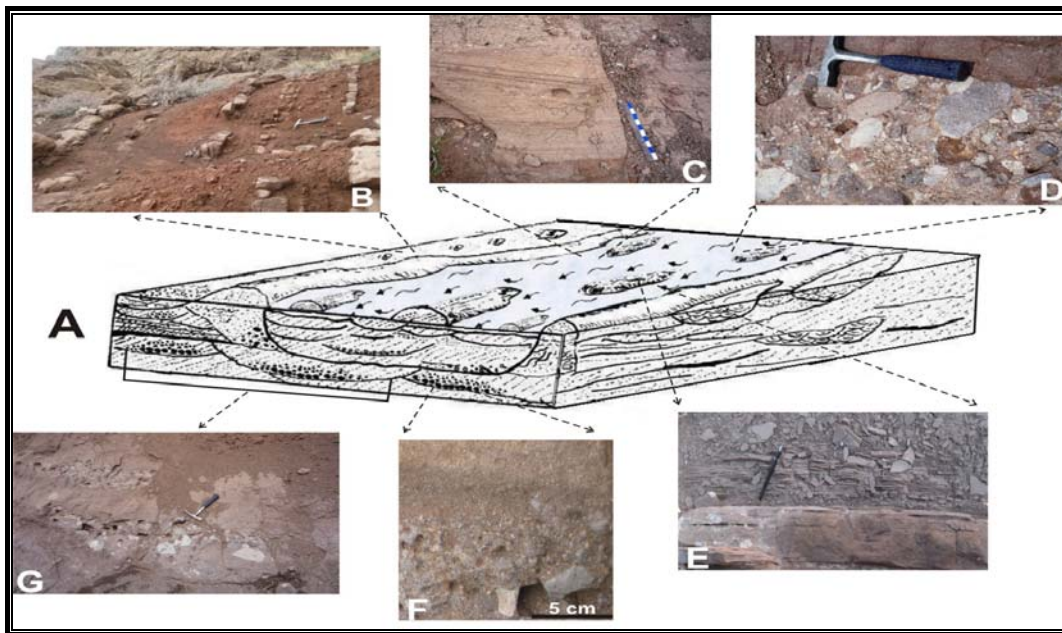
شناسایی رخساره‌های سنگی، بررسی تغییرات جانبی و عمودی آنها منجر به تفسیر محیط رسوبی دیرینه می‌شود (موسوی حرمی و همکاران ۱۳۸۷). بر همین اساس از این داده‌ها جهت تحلیل شرایط تشکیل سنگ‌های سیلیسی آواری الیگوسن در برش باغشن گچ استفاده شده است. وجود توالی‌های به طرف بالا ریزشونده با قاعده فرسایشی، گسترش محدود رخساره‌های سنگی، وجود ساختمان‌های رسوبی مربوط به مناطق خشک همچون ترک‌های گلی و ریپل مارک‌های نامتقارن، نبود فسیل و رنگ قرمز رسوبات که همگی از ویژگی‌های محیط‌های قاره‌ای می‌باشند (Roberts 2007)، در توالی مورد مطالعه (شکل ۶)، نشان دهنده تشکیل نهشته‌های سیلیسی آواری مورد مطالعه در سیستم رودخانه‌ای است. توالی کنگلومرای درشت دانه با ضخامت زیاد همراه با میان لایه‌های ماسه سنگی که در قسمت ابتدایی و میانی برش دیده شده و متشکل از رخساره‌های Gcm, Gmm, Gmg, Gt و Gp می‌باشد، را می‌توان با توجه به تشکیل

آنالیز جهت جریان قدیمه نشان دهنده چرخش به سمت غرب جهت جریان از پایین به طرف بالای توالی است (شکل ۸).

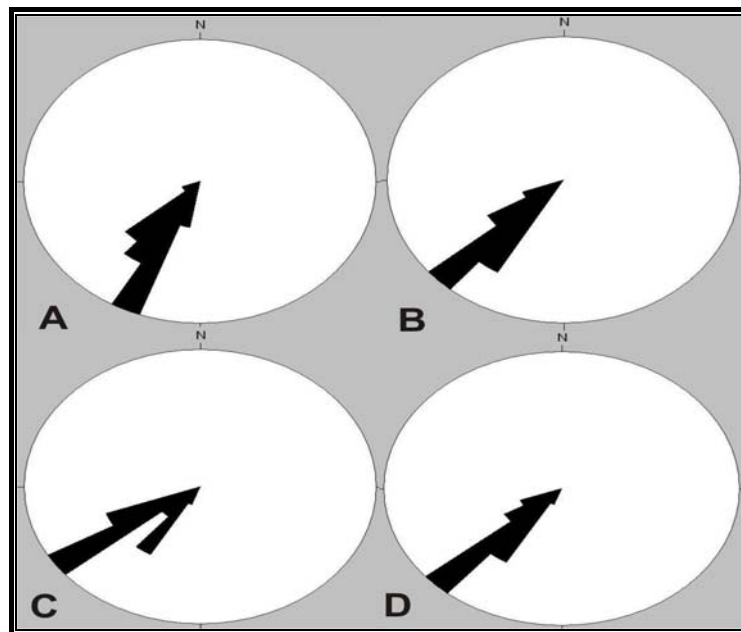
نزدیک به منشأ را برای نهشته های الیگوسن در برش باغشن گچ پیشنهاد کرد (شکل ۷). آنالیز جهت جریان قدیمه با استفاده از ۷۶ داده برداشت شده از طبقه بندی مورب، ریپل مارک، پیل های جهت یافته (جدول ۳) و تصحیحات انجام شده بر روی آنها نشان دهنده جهت جریان شمال شرقی به جنوب غربی برای این نهشته ها در زمان تشکیل می باشد.



شکل ۶- تصاویر ساخت های مشاهده شده در نهشته های الیگوسن.، A- قاعده فرسایشی کانال، B- توالی ماسه سنگ و سیلت استون تشکیل شده در منطقه خاکریز (Levee)، C- کاهش انرژی به طرف بالا، D- تکرار رسوبات کانالی، E- ترکهای گلی، F- پیل های جهت یافته، G- تمرکز کانی های اپیک، H- آثار وزنی در قسمت زیرین لایه



شکل ۷- A- مدل رسوبی رودخانه بریده بریده، ارایه شده برای محیط تشکیل نهشته‌های الیگوسن در برش باغشن گچ، B- توالی ماسه سنگ و سیلت استون تشکیل شده در خارج از کانال، C- رخساره کنگلومرایی با طبقه بندی مورب مسطح، D- پیل‌های جهت یافته در قسمت داخلی کانال، E- رخساره ماسه سنگی با لایه بندی افقی، F- رخساره کنگلومرایی با دانه بندی تدریجی، G- کانال‌های باقی مانده.



شکل ۸- دیاگرام‌های گل سرخی مربوط به جهت جریان قدیمه، از پایین به طرف بالای توالی (دیاگرام‌های A تا D) دیاگرام‌های گل سرخی نشان دهنده چرخش جهت جریان به سمت غرب می باشند (داده‌های کمی در جدول ۲ می باشد).

جدول ۳- داده های برداشت شده از ریپل مارک ، طبقه بندی مورب و پیل های جهت یافته جهت تعیین جهت جریان قدیمه

No	Layer	Imbrication (Modified)	Imbrication (Initial)	No	Layer	Imbrication (Modified)	Imbrication (Initial)
1	S85E,255W	S15W,30	S20W,30	31	S85E,325W	S33W,28	S38W,28
2	S85E,255W	S20W,40	S25W,40	32	S85E,325W	S28W,25	S33W,25
3	S85E,255W	S16W,40	S20W,50	33	S85E,325W	S43W,30	S48W,30
4	S85E,255W	S20W,30	S25W,30	34	S85E,325W	S55W,35	S60W,35
5	S85E,255W	S19W,35	S24W,35	35	S85E,325W	S50W,40	S55W,40
6	S85E,255W	S25W,45	S30W,45	36	S85E,325W	S25W,45	S30W,45
7	S85E,255W	S10W,47	S15W,47	37	S85E,325W	S20W,50	S25W,50
8	S85E,255W	S12W,25	S17W,25	38	S85E,325W	S30W,52	S35W,52
9	S85E,255W	S23W,28	S28W,28	39	S85E,385W	S60W,38	S65W,38
10	S85E,255W	S27W,40	S32W,40	40	S85W,385W	S23W,40	S28W,40
11	S85E,255W	S17W,30	S22W,30	41	S85W,385W	S25W,40	S30W,40
12	S85E,255W	S9W,50	S14W,50	42	S85E,385W	S35W,30	S40W,30
13	S85E,255W	S28W,52	S35W,52	43	S85E,385W	S40W,40	S45W,40
14	S85E,255W	S35W,45	S40W,45	45	S85E,385W	S52W,40	S57W,40
15	S85E,255W	S45W,35	S50W,35	46	S85E,385W	S52W,43	S57W,43
16	S85E,255W	S40W,40	S45W,40	47	S85E,385W	S40W,35	S45W,35
17	S85E,255W	S55W,50	S60W,50	48	S85E,385W	S45W,55	S50W,55
18	S85E,255W	S25W,25	S30W,30	49	S85E,385W	S38W,45	S43W,45
19	S85E,255W	S15W,30	S20W,30	50	S85E,385W	S30W,35	S35W,35
20	S85E,255W	S20W,45	S25W,45	51	S85E,385W	S33W,30	S38W,30
21	S85E,255W	S25W,35	S30W,35	52	S85E,385W	S55W,35	S60W,35
22	S85E,255W	S25W,40	S30W,40	53	S85E,385W	S25W,42	S30W,42
23	S85E,255W	S35W,30	S40W,30	54	S85E,385W	S50W,40	S55W,40
24	S85E,255W	S40W,35	S45W,40	No	Layer		Ripple
25	S85E,255W	S42W,30	S47W,30	55	S85E,405W	S44E,25NE	S50E,25NE
26	S85E,325W	S53W,50	S58W,50	56	S85E,405W	S49E,12NE	S55E,12NE
27	S85E,325W	S45W,55	S50W,55	57	S85E,405W	S41E,17NE	S47E,17NE
28	S85E,325W	S38W,45	S43W,45	58	S85E,405W	S44E,10NE	S50E,10NE
29	S85E,325W	S48W,48	S53W,48	59	S85E,405W	S42E,9NE	S48E,9NE
30	S85E,325W	S30W,35	S35W,35	60	S85E,405W	S46E,12NE	S52E,12NE

No	Layer	Cross-Lamination (Modified)	Cross-Lamination (Initial)	69	S85E,28SW	S34E,15NE	S40E,15NE
61	S85E,28SW	S36E,10NE	S42E,10NE	70	S85E,28SW	S49E,10NE	S55E,10NE
62	S85E,28SW	S24E,10NE	S30E,10NE	71	S85E,35SW	S24E,10NE	S30E,10NE
63	S85E,28SW	S47E,15NE	S43E,15NE	72	S85E,35SW	S19E,15NE	S25E,15NE
64	S85E,28SW	S34E,15NE	S40E,15NE	73	S85E,35SW	S21E,10NE	S27E,10NE
65	S85E,28SW	S39E,10NE	S45E,10NE	74	S85E,35SW	S29E,12NE	S35E,12NE
66	S85E,28SW	S49E,8NE	S55E,8NE	75	S85E,35SW	S29E,18NE	S35E,18NE
67	S85E,28SW	S54NE,12NE	S60E,12NE	76	S85E,35SW	S31E,15NE	S37E,15NE
68	S85E,28SW	S44E,10NE	S50E,10NE				

پتروفاسیس ها

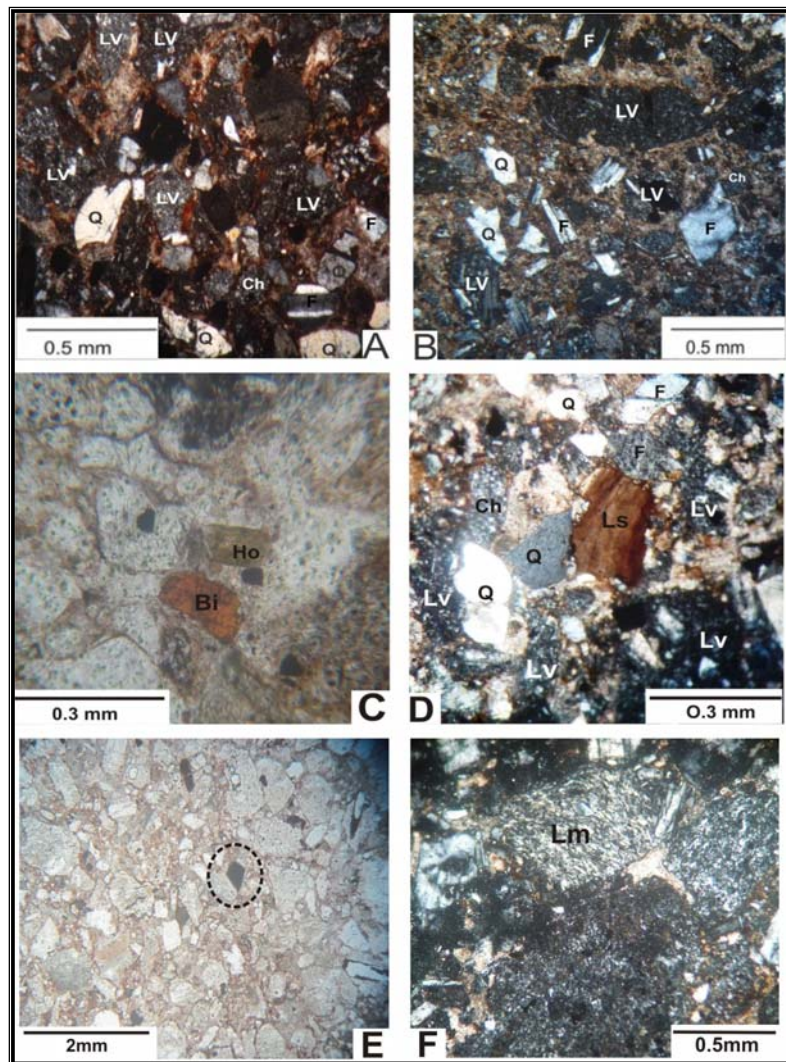
مهمترین ویژگی سنگ‌های رسوبی که در شناسایی و طبقه‌بندی آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد، اندازه قطعات و جنس ذرات تشکیل دهنده آنهاست که تحت عنوان ترکیب کانی شناسی سنگ‌های رسوبی مورد بررسی قرار می‌گیرد (Tucker 2001). ذرات تشکیل دهنده رسوبات سیلیسی آواری دارای ترکیب متفاوتی هستند که از تخریب و فرسایش مواد خارج از محیط رسوبی سرچشمه گرفته‌اند (Tucker 2001).

پتروفاسیس گراولی (کنگلوما): کنگلومراها براساس طبقه بندی پتی جان (1975) به دو نوع مونو میکتیک و پلی میکتیک تقسیم شده اند. در برش مورد مطالعه با توجه به اینکه قطعات تشکیل دهنده کنگلومراها اکثرا از جنس ولکانیکی (بیش از ۷۰ درصد) بوده و به مقدار کمتر قطعات رسوبی (کمتر از ۳۰ درصد) نیز وجود دارد، این کنگلومراها را می توان از نوع پلی میکتیک در نظر گرفت. اندازه قطعات کنگلومراها از گرانول تا کابل در تغییر بوده و از جورشدگی متوسط تا ضعیف همراه با حالت نیمه گردشده تا نیمه زاویه دار برخوردار هستند.

پتروفاسیس ماسه ای: در برش مورد مطالعه دو پتروفاسیس، لیت آرنایت (برای ۴۰٪ نمونه ها) و لیتیک آرکوز (برای ۶۰٪ نمونه ها) براساس طبقه بندی فولک (1980) شناسایی شد (شکل B-10). پتروفاسیس های فلدسپاتیک لیت آرنایت و لیتیک آرکوز دارای نسبت های متفاوتی از خرده سنگ و فلدسپات هستند. کوارتز در این پتروفاسیس ها عمدتا بی شکل و منو کریستالین بوده و به مقدار کمی کوارتز پلی کریستالین نیز مشاهده می شود. خرده سنگ های تشکیل دهنده ماسه سنگ ها شامل چرت (کمتر از ۲ درصد)، خرده های آهکی (کمتر از ۵ درصد)، فیلیت (کمتر از یک درصد) (شکل F-9) و به مقدار فراوان خرده های ولکانیکی (بین ۱۵ تا ۴۰ درصد) است (شکل ۹ و جدول ۴). درصد فراوانی چرت در نامگذاری ترکیبی به روش فولک (۱۹۸۰) در قطب خرده سنگ در نظر گرفته شده و در تحلیل منشاء رسوبات سیلیسی آواری به روش دیکینسون (۱۹۸۵) در قطب مجموعه کوارتز در نظر گرفته شده است. قطعات فلدسپات یکی از اجزای اصلی تشکیل دهنده ماسه سنگ های الیگوسن در برش باغشن گچ هستند (جدول ۴)، فراوانی فلدسپات ها به ترتیب شامل پلاژیوکلاز،

به شواهد دگرسانی فلدسپات ها احتمالا بخشی از این رسها منشاء دیاژنزی دارند (Tucker 2001). از لحاظ مجوریتی بافتی این ماسه سنگ ها ساب میچور می باشند.

ارتوکلاز و میکروکلین می باشد. از کانی های فرعی می توان به مسکویت، هورنبلند، هماتیت و مگنتیت (شکل E و ۹C) اشاره کرد. زمینه در ماسه سنگ ها شامل سیمان آهکی، هماتیتی و در بعضی مناطق ماتریکس رسی است (شکل ۹) که با توجه



شکل ۱۰- تصاویر میکروسکوپی ماسه سنگهای نهشته های الیگوسن زون بینالود، Q: کوارتز، F: فلدسپات، Lv: خرده های اذرین، Ls: خرده های رسوبی، Ch: خرده های چرتی، Ho: هورنبلند، Bi: بیوتیت، E- تصویر میکروسکوپی از قطعات لوزی شکل مگنتیت، F- تصویر میکروسکوپی از خرده دگرگونی (فیلیت) (Lm) که در آن جهت یافتگی داخلی کاملا مشخص است.

جدول ۴- داده های به دست آمده از نقطه شماری ۲۵ نمونه ماسه سنگی نهشته های الیگوسن زون بینالود.

Qm non = Non undulose monocrystalline quartz., Qm un = Undulose monocrystalline quartz., Qpq>3 = Qp>3 crystal unites per grain., Qpq 2-3 = Qp 2-3 crystal unites per grain., Cht = Chert., Qt = Qm+Qpq., P = Plagioclase feldspar., K = Potassium feldspar., F = Total feldspatic grains (P+K)., Lv = Volcanic rock fragments., Ls = Sedimentary rock fragments., Lc = Carbonate rock fragments., Acc = Accessory minerals., Lt = Unstable lithic fragment (Lv+Ls+Lc)., RF = Total unstable rock fragments and chert used for Folk(1980) classification

S.N	Qm non	Qm un	Qpq 2-3	Qpq >3	K	P	Lv	Ls	Lc	cht	Acc	Lt	RF	F	Qpq	Qm
B1	22	75	1	8	19	140	44	4	2	9	23	50	59	159	9	97
B2	22	47	7	5	20	80	167	3	6	15	1	170	185	100	12	69
B3	15	40	0	20	30	118	112	0	15	0	0	127	127	148	20	55
B4	35	44	2	15	15	70	120	4	0	40	5	124	164	85	17	79
B5	32	86	4	24	8	100	69	2	6	22	3	79	101	108	28	118
B6	26	50	2	10	30	110	112	0	0	20	0	112	132	140	12	76
B7	20	53	0	40	25	90	110	0	2	10	0	112	122	115	40	73
B8	30	65	5	15	32	130	63	0	3	7	0	66	73	162	20	95
B9	25	55	3	10	23	90	130	0	0	14	0	130	144	113	13	80
B10	20	45	2	15	25	128	100	0	2	10	0	102	112	153	17	65
B11	30	50	5	20	35	85	110	12	0	15	0	122	137	120	25	80
B12	15	40	3	17	40	120	90	0	10	15	0	100	115	160	20	55
B13	10	60	5	15	50	93	110	0	2	5	0	112	117	143	20	70
B14	24	50	2	10	40	100	115	0	2	3	0	117	120	140	12	74
B15	18	62	0	30	30	68	95	0	0	10	0	95	105	98	30	80
B16	32	73	3	20	35	74	120	0	2	3	1	124	127	109	23	91
B17	40	60	0	20	20	87	115	0	1	4	0	116	120	107	20	100
B18	25	68	3	9	25	75	107	0	3	4	1	110	114	100	12	93
B19	22	42	2	15	22	98	120	0	5	2	3	125	128	113	17	64
B20	43	60	6	10	30	103	86	0	2	0	1	88	88	133	16	103
B21	20	57	4	16	24	94	93	0	4	2	0	97	99	118	20	77
B22	18	65	0	14	23	100	105	0	0	1	2	105	106	123	14	83
B23	30	70	3	13	22	83	109	0	2	3	1	111	114	105	16	100
B24	12	60	3	20	16	90	113	0	0	0	2	113	113	106	23	72
B25	24	74	0	18	21	78	99	0	2	1	3	102	103	99	18	98

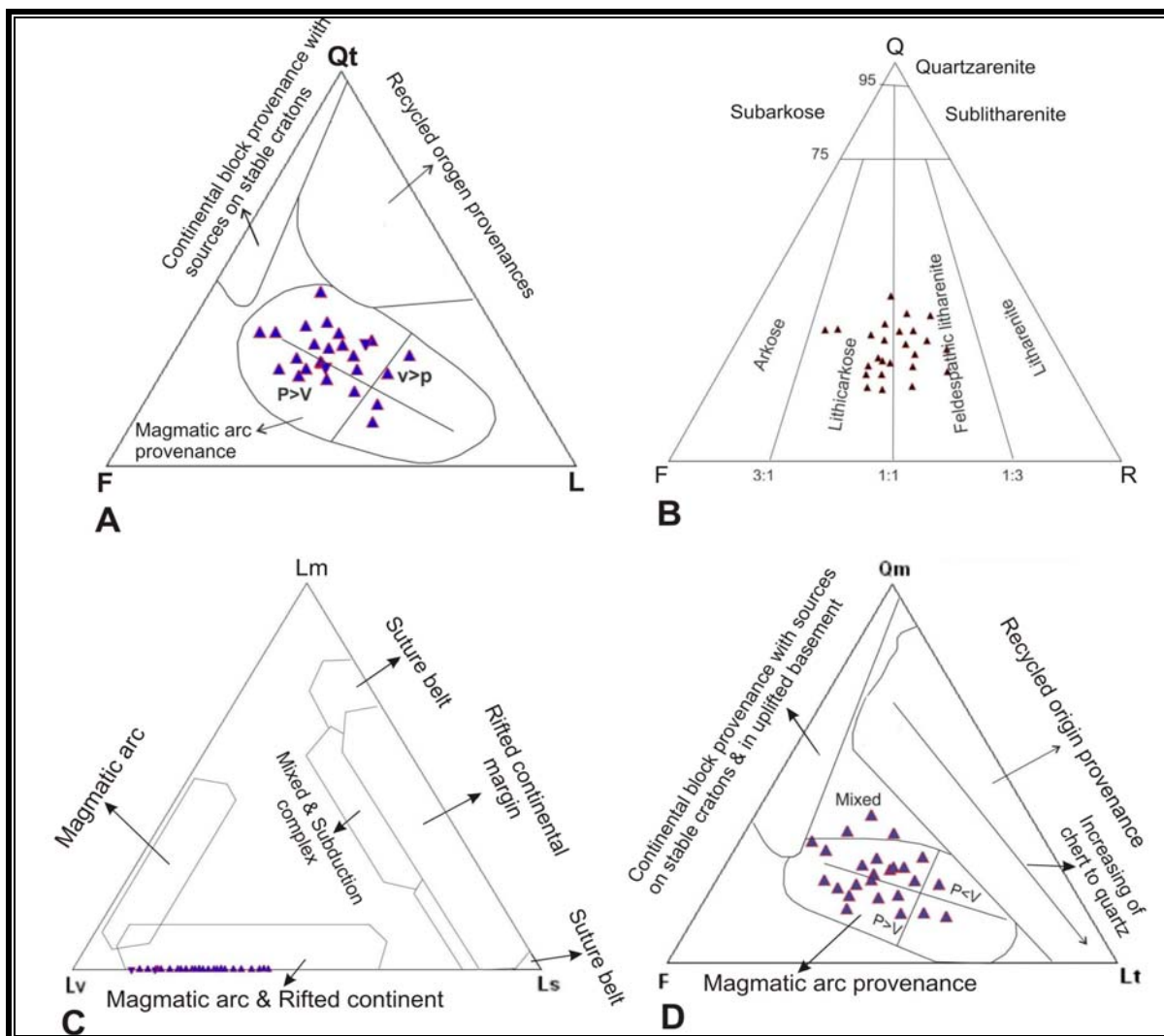
بررسی خاستگاه

سنگ منشاء را دارا می باشند، نمودارهای Lm,Lv,Ls (Ingersoll and Suczek 1979) نیز مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۱۰C). پس از قرار دادن درصد اجزاء اصلی ماسه سنگ، منشاء کمان ماگمایی با فراوانی نسبت پلوتونیک به ولکانیک در تمامی نمودارها مشاهده شد. همچنین براساس دیگرام چهارتایی باسو و همکاران (1975) که از دانه های کوارتز با خاموشی موجی و مستقیم و کوارتز های چند بلوری و تک بلوری در تفسیر منشاء ماسه سنگ ها استفاده می شود، منشاء پلوتونیک تا دگرگونی درجه متوسط برای این نهشته ها تعیین گردید (شکل ۱۱A). با توجه به تاثیر

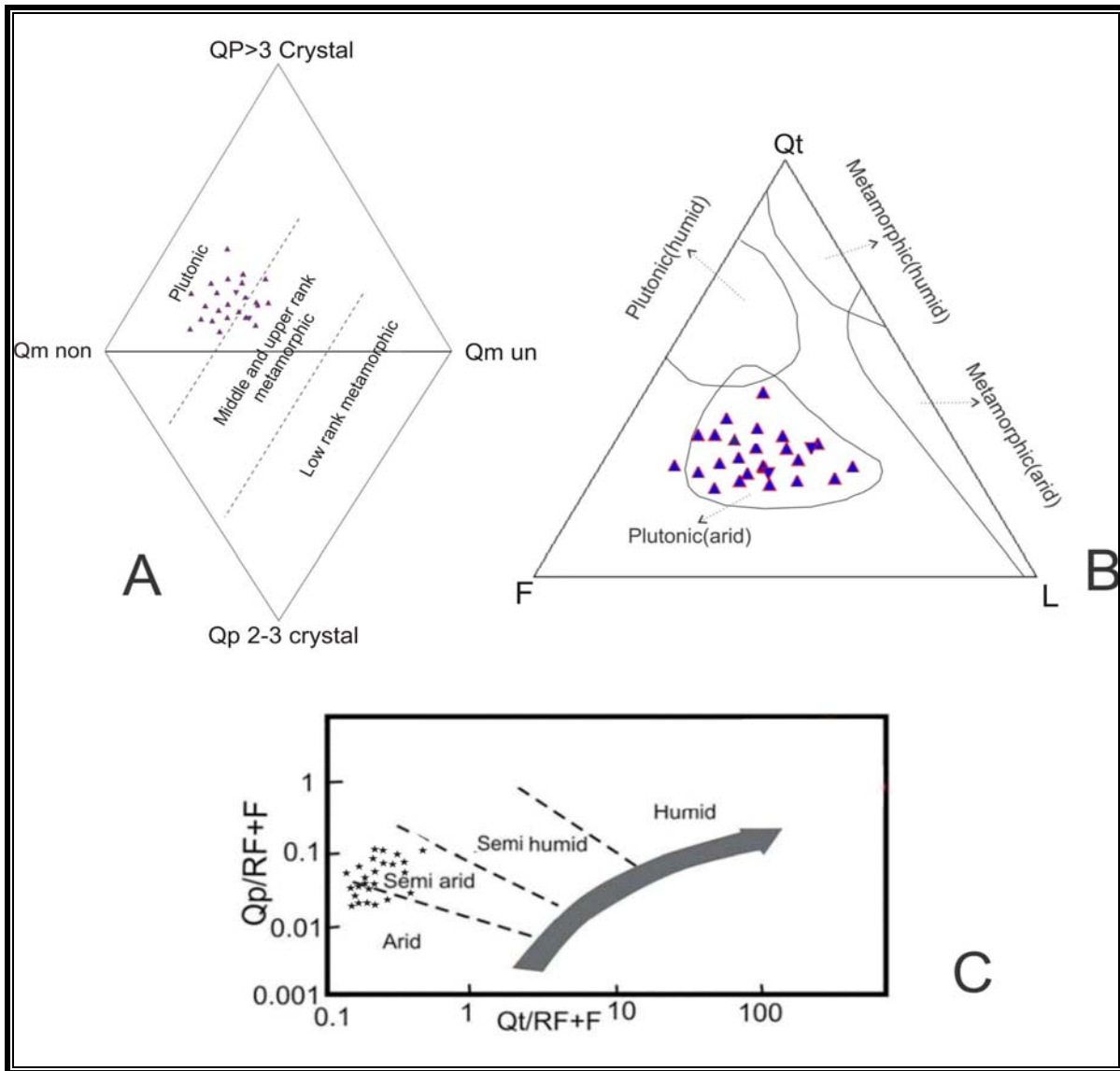
به طور کلی ترکیب ماسه سنگ ها به خصوصیات منشاء، فاصله حمل و نقل و تغییرات بعد از رسوبگذاری بستگی دارد و رابطه اصلی بین منشاء و حوضه رسوبگذاری توسط فرایندهای تکتونیکی کنترل می شود (Jin et al 2006)، که با قرار دادن اجزای اصلی ماسه سنگ ها (کوارتز، فلدسپات و خرده سنگ) بر روی نمودارهای منشا می توان ارتباط بین جایگاه تکتونیکی و رسوبگذاری را مشخص کرد. در این مطالعه از دیاگرام های Qt,F,L و Qm,F,L دیکینسون (۱۹۸۵) (شکل ۱۰A,D) استفاده شد و همچنین با توجه به اینکه خرده سنگ ها خصوصیات قابل تشخیصی از

ساتر و همکاران (Suttner et al. 1981) و نمودار ساتر و دوتا (Suttner and Dutta 1986) استفاده شد، که قراردادن داده ها نشان دهنده آب و هوای خشک برای ماسه سنگ های الیگوسن زون بینالود، در زمان رسوبگذاری است (شکل ۱۱B,C).

وضعیت آب و هوا در زمان رسوبگذاری بر ترکیب ماسه سنگها، استفاده از ترکیب ماسه سنگ ها در تعیین آب و هوای منشاء امری متداول می باشد. بر این اساس جهت تعیین آب و هوای منشاء نهشته های الیگوسن در برش مورد نظر از نمودارهای



شکل ۱۱- A, C- نمودار های Qt, F, L و Qm, F, L دیکنسون (Dikinson 1985) برای تعیین موقعیت تکتونیکی ماسه سنگ ها، B- نمودار فولک (Folk 1980) برای نامگذاری ماسه سنگ، D- نمودار Lm, Lv, Ls (Ingersoll & Suczek 1979) برای تعیین موقعیت تکتونیکی منشاء ماسه سنگ ها.



B

(Basu et al. 1975)

A

C

(Suttner et al. 1981)

(Dutta & Suttner 1986)

نتیجه گیری

با توجه به مطالعات انجام شده بر روی نهشته های سیلیسی آواری الیگوسن زون بینالود (مطالعه رخساره های سنگی، عناصر ساختاری و پتروگرافی) نتایج زیر بدست آمده است.

مطالعات رخساره ای نهشته های سیلیسی آواری الیگوسن در زون بینالود سبب تشخیص ۱۴ رخساره سنگی شد که در ۳ گروه گروه دانه درشت (Gmg, Gcm, Gmm, Gh, Gp, Gt)، دانه متوسط (Sh, Sp, ST, Sp, Sm, Sm) و دانه ریز (Fl, Fm) دسته بندی شده است. با توجه به رخساره های سنگی و ارتباط آنها با یکدیگر، ۳ عنصر ساختاری LV و CH و SB شناسایی شد.

وجود سیکل های به طرف بالا ریز شونده با قاعده فرسایشی، وجود ساختارهای مربوط به محیط های قاره ای از قبیل ترکهای گلی، ساختارهای رسوبی یک جهتی مانند ریپل مارک، طبقه بندی مورب، مشخصات بافتی (جهت یافتگی در پیل ها، جورشدگی متوسط تا ضعیف و ذرات نیمه گرد شده تا زاویه دار)، فقدان فسیل، رنگ قرمز رسوبات همگی مؤید محیط رسوبی رودخانه ای (بریده بریده) می باشد.

آنالیز پتروگرافی نشان دهنده موقعیت تکتونیکي کمان ماگمایی و آب و هوای گرم و خشک برای این نهشته ها است. آنالیز جهت جریان قدیمه نشان دهنده جهت جریان شمال شرقی به جنوب غربی برای نهشته های الیگوسن در زمان تشکیل می باشد.

منابع

- ۱- قائمی، ف.، ف.، قائمی، ف.، حسینی، ۱۹۹۹، نقشه زمین شناسی نیشابور (۱:۱۰۰۰۰۰): انتشارات سازمان زمین شناسی کشور.
- ۲- موسوی حرمی، ر.، ا.، محبوی، ع.، خردمند، ح.، زندهمقدم، ۱۳۸۷، آنالیز رخساره های سنگی و سیکلهای به طرف بالا ریز شونده در نهشته های سیلیسی آواری. سازند داهو (کامبرین پیشین)، واقع در شرق و جنوب شرق زرنند، شمال غرب کرمان: فصلنامه زمین شناسی ایران، ش ۶، ص. ۸۵-۷۱.
- 3- Alavi, M., 1992, Thrust tectonics of the Binalood region, NE Iran: Tectonics, v. 11, p. 360-370.
- 4- Basu, A., S. Young, L. Suttner, W. James,., and G.H. Mack, 1975, Re-evaluation of the use of undulatory extinction and crystallinity in detrital quartz for provenance interpretation: Journal of Sedimentary Petrology, v. 45, p. 873-882.
- 5- Bordy, E.M., O. Catuneanu., 2002, Sedimentology of the lower Karoo Supergroup fluvstratrain the Tuli Basin, South Africa: African Earth Sci, v. 35, p. 503-521.
- 6- Catuneanu, O., 2006, Principles of Sequence Stratigraphy (First Edition): Elsevier-Amsterdam, p. 375.
- 7- Catuneanu, O., and H.N. Elango, 2001, Tectonic control on fluvial styles: the Balfour Formation of the Karoo Basin, South Africa: Sedimentary Geology, v. 140, p. 291- 313.
- 8- Dickinson, W.R., 1985, Interpreting provenance relation from detrital modes of sandstones. In: Zuffa, G.G. (Ed.), Provenance of Arenites, Reidel, Dordrecht, p. 333-363.
- 9- Fielding, C.R., H.E. La Garry, L.A. La Garry, B.E. Bailey, and J.B. Swinehart, 2007, Sedimentology of the whiteclay Gravel Beds (Ogallala Group) in northwestern Nebraska, USA: Structurally controlled drainage promoted by Early Miocene uplift of the Black Hills Dome: Sedimentary Geology, v. 202, p. 58-71.
- 10- Folk, R.L., 1980, Petrology of sedimentary rocks. Hemphill, Austin, Texas, v. 159.
- 11- Ghosh, P., S. Sarkar, and P. Maulik, 2006, Sedimentology of a muddy alluvial deposit: Triassic Denwa Formation, India: Sedimentary Geology, v. 191, p. 3- 36.

- fluvial succession: The Permian Warchha Sandstone, SaltRange, Pakistan: *Sedimentary Geology*, v. 221, p. 99–126.
- 25- Shanely, K.W., P.J. McCab, 1998, Relative role of eustasy, climate and tectonism in continental rocks. *SEPM (Society of Sedimentary Geology) Special Publication*, v. 59, 234.
- 26- Therrien, F., 2006, Depositional environments and fluvial system changes in the dinosaur-bearing Sânpetru Formation (Late Cretaceous, Romania): Post-orogenic sedimentation in an active extensional basin: *Sedimentary Geology*, v. 192, p. 183–205.
- 27- Tucker, M.E., 2001, *Sedimentary Petrology*(Third Edition): Blackwell-Oxford, p. 260.
- 12- Hossain, H.M.Z., B.P. Roser., J.I.Kimura, 2010, Petrography and whole-rock geochemistry of the Tertiary Sylhet succession, northeastern Bengal Basin, Bangladesh: Provenance and source area weathering: *Sedimentary Geology*, v. 228, p. 171-183.
- 13- Ingersoll, R.V., C.A. Suczek, 1979, Petrology and provenance of Neogene sand from Nicobar and Bengal fans. DSDP sites 211 and 218: *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 49, p. 1217-1228.
- 14- Jin, Z., F. Li, J. Cao, S. Wang, and J.Yu, 2006, Geochemistry of Daihai Lake sediments, Inner Mongolia, north China: Implications for provenance, sedimentary sorting and catchment weathering: *Geomorphology*, v. 80, p. 147–163.
- 15- Khalifa, M., Q. Catuneanu, 2008, Sedimentary of the bahariya Formation (Early Cenomanian), Bahariya Oasis, Western Desert, Egypt: *Journal of African Earth Sciences*, v. 51, p. 89-103.
- 16- Kim, S.B., Y.G. Kim, H.R. Jo, K.S. Jeang, and S.K. Cjough, 2009, Depositional facies, architecture and environments of the Sihwa Formation (Lower Cretaceous), mid-west Korea with special refrence to dinosaur eggs: *Cretaceous Research*, v. 30, p. 100-126.
- 17- Miall, A.D., 2006, *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*: Springer-Verlag, p. 582
- 18- Miall, A.D., 2000. *Principle of Sedimentary Basin Analysis*: Springer-Verlag, New York, p. 668.
- 19- Nalpas, T., M.P. Dabard, G. Ruffet, A. Vernon, C. Mpodozis, A. Loi, and G. Heralli, 2008, Sedimentation and preservation of the Miocene Atecama Gravels in the pedernales-Chararal Area, Northern Chile: Climatic or tectonic control: *Tectonophysics*, v. 459, p. 161-173.
- 20- Pettijohn, F.J., 1975, *Sedimentary Rocks*: Harper and Row, New York, p. 628.
- 21- Roberts, E., 2007, Facies architecture and depositional environments of the Upper Cretaceous Kaiparowits Formation, southern Utah: *Sedimentary Geology*, v. 197, p. 207–233.
- 22- Suttner, L.J., P.K. Dutta, 1986, Alluvial sandstone composition and paleoclimate, I. Framework mineralogy: *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 56, p. 329-345.
- 23- Suttner, L.J., A. Basu, and G.H. Mack, 1981, Climate and the origin of quartz arenites: *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 51, v. 1235-1246.
- 24- Shahidghazi, N., P. Mountney, 2009, Facies and architectural elementan alysis of a meandering