

آنالیز رخساره‌های سنگی و سیکل‌های به طرف بالا ریزشونده در نهشته‌های سیلیسی آواری سازند داهو (کامبرین پیشین)، واقع در شرق و جنوب شرق زرنند، شمال غرب کرمان

رضا موسوی حرمی^(*)، اسدا... محبوبی^۱، علی خردمند^۲ و حامد زندمقدم^۳

۱. استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی، مشهد

۲. دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی، مشهد

۳. استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر، کرمان

۴. کارشناس ارشد رسوب‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی، مشهد

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۰/۲۲

تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۱/۲۰

چکیده

برای آنالیز رخساره‌های سنگی و شناخت عناصر ساختاری نهشته‌های سیلیسی آواری سازند داهو به سن کامبرین پیشین، دو برش داهوئیه (الگو) و گزوه به ضخامت‌های ۲۴۰ و ۲۲۷ متر واقع در جنوب شرق و شرق زرنند مورد مطالعه قرار گرفته است. آنالیز رخساره‌های سنگی و عناصر ساختاری منجر به شناخت ۹ رخساره سنگی و ۵ عنصر ساختاری شده است. رخساره‌های سنگی در سه گروه دانه درشت (Gcm)، دانه متوسط (Sp, St, Sh, Sl, Sr, Sm) و دانه ریز (Fl, Fm) دسته‌بندی شده‌اند. عناصر ساختاری شناسایی شده شامل CH, LA, FF, CR, CS می‌باشند. آنالیز رخساره‌های سنگی و عناصر ساختاری منعکس کننده محیط رسوب‌گذاری این نهشته‌ها در رودخانه پریپچ و خم با بستر ماسه‌ای است. آنالیز چینه‌نگاری سکانشی نشان می‌دهد که رسوبات سازند داهو در طی افت سطح نسبی دریا در کامبرین پیشین شکل گرفته و سیکل‌های به طرف بالا ریزشونده که حجم وسیعی از نهشته‌های سازند داهو را در بر می‌گیرند، به دسته رخساره HST تعلق دارند که در اثر حرکات جانبی کانال و تغییرات در میزان فرونشینی حوضه بر جای گذاشته شده‌اند. امید است که این داده‌ها بتواند در تفسیر حوضه و بازسازی جغرافیای دیرینه در مقیاس محلی و ناحیه‌ای مورد استفاده قرار گیرند.

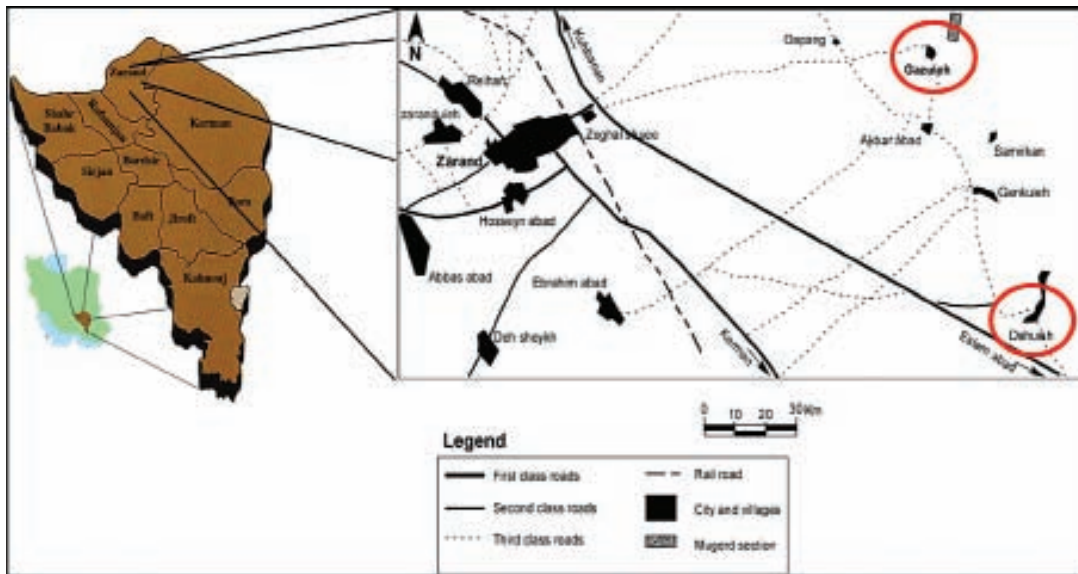
واژه‌های کلیدی: چینه‌نگاری سکانشی، رخساره‌های سنگی، سازند داهو، سیلیسی آواری، عناصر ساختاری.

مقدمه

داهو معرفی کردند که بعدها با مطالعات بیشتر و بر اساس تصمیم کمیته ملی چینه‌شناسی ایران نام سازند داهو انتخاب گردید و آن را معادل سازند لالون در شمال ایران قرار دادند (Stocklin, 1986). در بالای این سازند، همانند سازند لالون، کوارتزیت راسی قرار گرفته است که با کنگلومرای چرتی در قاعده مشخص می‌گردد. از لحاظ موقعیت چینه‌شناسی، سازند داهو بین سازند دزو در قاعده و سازند کوهبنان (میلا) در راس قرار دارد. هدف از این تحقیق آنالیز رخساره‌های سنگی، شناخت عناصر ساختاری و در نهایت تفسیر محیط رسوبی این نهشته‌ها است. همچنین قسمت اعظم نهشته‌های مورد مطالعه، شامل سیکل‌های به طرف بالا ریزشونده می‌باشد که با قاعده ماسه سنگی شروع و اغلب به رسوبات گلشنگی ختم می‌شوند. مکانیزم تشکیل این

رخساره‌های سنگی توسط فرایندهای رسوبی که در مناطق خاصی از محیط رسوب‌گذاری عمل می‌کنند، کنترل می‌شوند از این رو شناخت رخساره‌های سنگی به تفسیر فرایندهای همزمان با رسوب‌گذاری کمک شایانی می‌کند (Catuneanu, 2003). تشخیص مجموعه رخساره‌ها نیز یک عنصر خاص برای بازسازی محیط رسوبی دیرینه است که برای تشخیص تغییرات آب و هوایی و تاریخچه فرونشست حوضه‌های رسوبی مناسب می‌باشد. همچنین آنالیز دقیق رخساره‌ها پایه و اساسی برای تفسیر صحیح از چینه‌نگاری سکانشی است (Catuneanu, 2006). در شمال غرب کرمان، اطراف زرنند و کوهبنان، هوکریده و همکاران (Huckriede et al., 1962) توالی‌هایی از رسوبات گلشنگی و ماسه سنگی قرمز ارغوانی را تحت عنوان سری

*نویسنده مرتبط



شکل ۱ - موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

تشخیص ۹ رخساره سنگی شده است. در زیر رخساره‌های سنگی به تفصیل شرح داده می شوند.

رخساره گراولی دانه پشتیبان توده ای (Gcm)

این رخساره سنگی به صورت چند لایه در قسمت ابتدایی سازند داهو وجود دارد (شکل ۲- A). اکثر پیل‌ها از نوع چرت بوده که از جورشدگی و گردشگی خوبی برخوردار هستند. هیچ گونه آثار جهت یافتگی (ایمیریکاسیون) یا روند ریزشوندگی و درشت شونده‌گی در پیل‌ها دیده نمی‌شود. بین این ذرات سیمان دولومیتی همراه بنا اندکی ماتریکس ماسه‌ای قرار دارد. این رخساره احتمالاً در اثر جریان‌های خرده دار تشکیل شده است (Yuste et al., 2004; Petit et al., 2005) (جدول ۱). کنتاکت این رخساره به صورت فرسایشی بوده که به طور جانبی به رخساره‌های ماسه‌ای و گلی تبدیل می‌شود.

رخساره ماسه سنگی با طبقات مورب مسطح (Sp)

سطح زیرین این رخساره اغلب فرسایشی بوده، و با ساختمان‌های وزنی و رسوبات باقی مانده همراه است. وجود لایه‌های مورب مسطح با زاویه ۳۵ تا ۴۵ درجه و ضخامت سانتیمتری تا چند متر، از ویژگی‌های اصلی این رخساره است (شکل ۲- B). جورشدگی دانه‌ها در این رخساره ضعیف تا متوسط می باشد و دامنه اندازه آنها بین ۲/۰ تا ۵/۰ میلی‌متر است. معمولاً این رخساره سنگی در سرعت‌های پایین جریان آب (Harms et al., 1982)، و در اثر حرکت مگا رپله‌های دو بعدی و باخاط الرس مستقیم تشکیل می شود (Therrien, 2006; Ghosh et al., 2006) (جدول ۱). این رخساره به طور جانبی به رخساره های Sl, Sh, FI تبدیل می شود.

سیکل‌ها که در ارتباط با چین‌نگاری سکانشی است، از دیگر اهداف این مطالعه بوده تا بتواند به بازسازی جغرافیای دیرینه کمک نماید.

به این منظور دو برش داهوئیه (الگو) و گزوئیه به ترتیب در ۲۰ کیلومتری جنوب شرق و ۵ کیلومتری شرق زرد در استان کرمان مورد مطالعه قرار گرفتند (شکل ۱). به طوری که ضخامت این نهشته‌ها در برش الگو ۲۴۰ و در برش گزوئیه ۲۲۷ متر اندازه گیری شده است. از برش‌های مذکور داده‌های ۷۵ طبقه بندی مورب جهت آنالیز جهت جریان دیرینه و تعداد ۱۶۰ نمونه سنگی به روش سیکلی برداشت شده که از این تعداد ۱۰۰ مقطع نازک میکروسکوپی تهیه و توسط میکروسکوپ پلاریزان مطالعه شده است.

رخساره‌های سنگی

بر اساس اندازه ذرات، رخساره‌های سنگی در سه گروه دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز^۳ تقسیم شده‌اند. تغییرات بافتی و ساختی در رسوبات دانه درشت گراولی نتیجه جریانهای متغییر کششی و نرخ حمل و نقل رسوب است زیرا در طی حمل و نقل، دانه‌های گراولی ممکن است چندین مرتبه رسوب کرده و مجدداً حمل شوند. رخساره‌های سنگی دانه متوسط یا ماسه‌ای حاصل جریانهای کششی - تعلیقی به فرم جهش است (Blair and Mcpherson, 1999; Tucker, 2001). اندازه دانه و عمق جریان دو فاکتور اصلی کنترل کننده مورفولوژی اشکال لایه‌ای و به عبارت دیگر رخساره‌های سنگی ماسه‌ای هستند. از عوامل دیگر می توان به سرعت جریان، ویسکوزیته جریان و درجه حرارت اشاره کرد. در نهایت تشکیل رخساره‌های سنگی دانه ریز، نتیجه جریان‌های تعلیقی هستند که باعث ایجاد رخساره‌های گلی می‌شوند (Tucker, 2001). ضخامت این رخساره‌ها از چند میلی‌متر تا ده‌ها متر در تغییر است. رخساره‌های سنگی در نهشته‌های سیلیسی آواری سازند داهو بر اساس طبقه بندی میال (Miall, 1996, 2000)، انجام گردیده که در نهایت باعث

1. Gravel Facies
2. Sand Facies
3. Mud Facies



شکل ۲- رخساره های سنگی شناسایی شده در نهشته های سیلیسی آواری سازند داهو. A- رخساره گراولی دانه پشتیان، در این رخساره سنگی پیل های سفید رنگ چرتی (نوک پیکان)، در زمینه ای با سیمان دولومیتی و ماتریکس ماسه ای قرار دارند B- رخساره ماسه سنگی با طبقات مورب مسطح. C- رخساره ماسه سنگی با طبقات مورب عدسی (نوک پیکان). D- رخساره های ماسه سنگی با طبقات موازی و مورب کم زاویه. به زاویه اندک بین لایه ها توجه شود. E- رخساره ماسه سنگی با لایه های ریبلی (نوک پیکان). F- رخساره ماسه سنگی توده ای. در این رخساره سنگی هیچ گونه ساخت رسوبی دیده نمی شود. G- رخساره ماسه ای، سیلتی و گلی دارای لامیناسیون. این رخساره سنگی اغلب از دانه های سیلتی تشکیل شده است. H- رخساره سیلتی و گلی توده ای. در این رخساره سنگی هیچ گونه ساختمان رسوبی مشاهده نمی شود و اغلب از ذرات گلی تشکیل یافته اند.

جدول ۱- رخساره‌های سنگی شناسایی شده در نهشته‌های سیلیسی آواری سازند داهو بر مبنای کدهای رخساره ای میال

(۱۹۹۶)

LITHOFACIES	LITHOFACIES	SEDIMENTARY	INTERPRETATION
Gcm	Clast-supported gravel	Massive to horizontal-bedded	Debris flow deposits
Sp	Fine to coarse sand	Planar cross-bed or lamination	Transverse & linguoid bedforms (ripple or 2-D dunes)
St	Medium sand	Trough cross-beds	Sinuuous-crested & 3-D dunes
Sh	Very fine to medium sand	Horizontal lamination or beds	Plane bed lower & upper flow regims
Sl	Fine to medium sand	Low angle ($x < 10$) cross beds	Humpback or washed-out dunes
Sr	Very fine to medium sand	Ripple cross- lamination	Ripples(lower & upper flow regims)
Sm	Medium to coarse sand	Massive or fine lamination	Sediment-gravity flow deposits
Fl	Very fine sand ,silt & mud	Fine lamination,very small ripple & mud cracks	Over bank,abandoned channel or waning flood deposit
Fm	Mud & silt	Massive, mud cracka,	Over bank,abandoned channel or drap deposits

پایین جریان آب و ماسه سنگ‌های ریز دانه در سرعت‌های بالای جریان آب ایجاد می‌شوند (Miall, 2000). اندازه دانه‌ها در این رخساره در حد ماسه متوسط تا ریز است که از جورشدگی متوسطی برخوردار هستند. بنابراین مجموعه رخساره سنگی Sh در نهشته‌های سازند داهو تقریباً در سرعت‌های بالای جریان آب ایجاد شده اند (جدول ۱). ضخامت این رخساره متفاوت بوده به طوری که از مقیاس سانتیمتری تا چند متر در تغییر است که به صورت جانبی به رخساره‌های Sl, Sp و Fl تغییر می‌یابد.

رخساره ماسه سنگی با طبقات مورب کم زاویه (Sl)

اگر طبقات مورب با زوایای شیب کمتر از ۱۰ درجه قرار گرفته باشند، رخساره سنگی Sl تشکیل می‌شود که بسیار شبیه به رخساره سنگی Sh است و در اغلب اوقات همراه با یکدیگر مشاهده می‌شوند (شکل ۲-D). به طور متوسط اندازه دانه‌ها در این رخساره ۰/۳ میلی‌متر بوده و از جورشدگی متوسطی برخوردار هستند. سطح زیرین این رخساره غالباً فاقد آثار فرسایشی است. تشکیل این رخساره نیز مانند رخساره Sh در شرایط رژیم‌های پایین و بالای جریان آب بوده ولی به طور عمده در سرعت‌های بالای جریان آب و مقدار بار رسوبی کم تشکیل می‌شود (Harms et al., 1982) (جدول ۱). گاهی اوقات تشکیل این رخساره به علت شیب منطقه است به طوری که لایه‌ها به تبعیت از شیب توپوگرافی زاویه دار می‌شوند.

رخساره ماسه سنگی با طبقات مورب عدسی (St)

این رخساره در رسوبات سازند داهو به ندرت یافت می‌شود به طوری که در مکان‌های پیدایش این رخساره، لایه‌بندی مورب عدسی به صورت ناقص مشاهده می‌شوند (شکل ۲-C). این رخساره اکثراً موید شرایط آشفته جریان آب است و اغلب در ابتدای سیکل‌های به طرف بالا ریزشونده که با رسوبات باقیمانده همراه هستند، مشاهده می‌شود. اندازه دانه‌ها در این رخساره از ماسه دانه متوسط تا ریز در تغییر است. (جدول ۱). رخساره St اغلب در اثر حرکت ریپل مارک‌ها و مگا ریپل‌های سه بعدی با خط‌الرس سینوسی تشکیل می‌شوند (Therrien, 2006; Ghosh et al., 2006). این رخساره به طور جانبی به رخساره‌های Sp و Sh مبدل می‌گردد.

رخساره ماسه سنگی با طبقات موازی (Sh)

رخساره سنگی Sh جزء فراوانترین رخساره‌های موجود در نهشته‌های مورد مطالعه است که به طور پراکنده از ابتدا تا انتهای سازند وجود دارد (شکل ۲-D). مهمترین ساختار رسوبی در این رخساره لایه بندی و لامیناسیون موازی یا مسطح است. همچنین رسوبات باقی مانده^۱ در قاعده این رخساره یافت می‌شود. این لایه‌ها در رژیم‌های جریان پایین و بالا به وجود می‌آیند (موسوی حرمی، ۱۳۸۵) به طوری که ماسه سنگ‌های درشت دانه در سرعت‌های

یا به علت فرایندهای دیاژنتیکی باشد (Tucker, 2001) که باعث از بین رفتن لامیناسیون‌ها شده است. این رخساره به طور جانبی به دیگر رخساره‌های ماسه‌ای تبدیل می‌شود.

رخساره ماسه‌ای، سیلنتی و گلی دارای لامیناسیون (Fl)

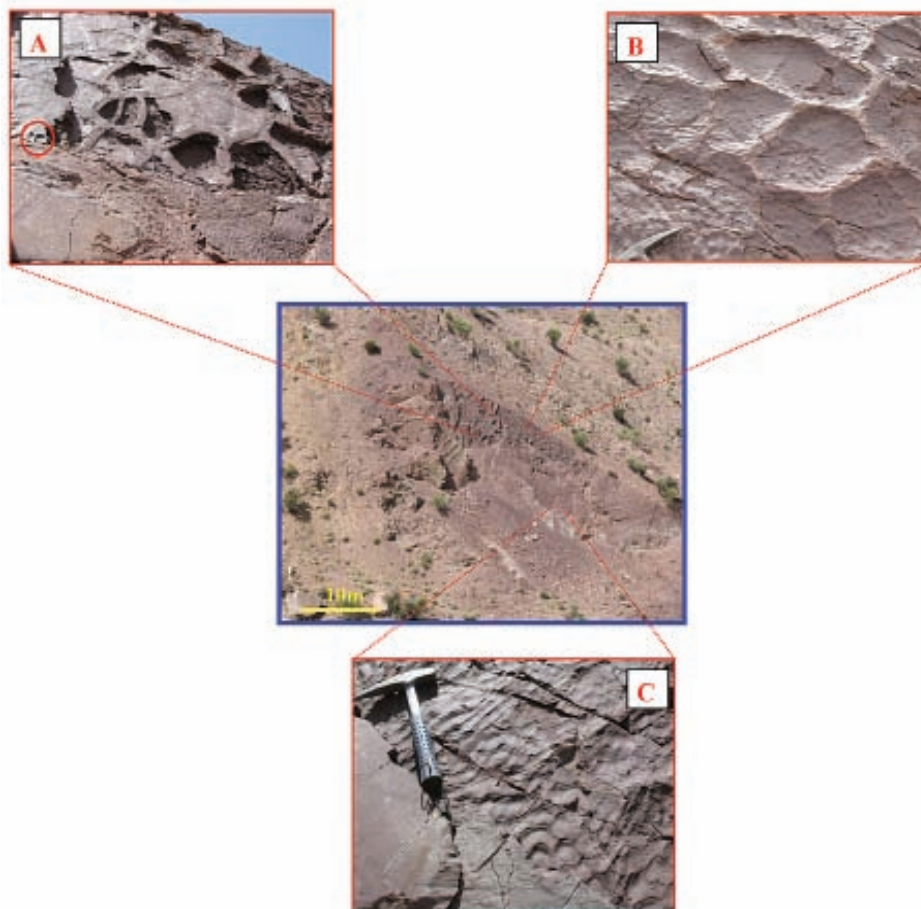
یکی از مهمترین رخساره‌های سنگی در نهشته‌های سازند داهو، رخساره Fl است که حجم وسیعی از رسوبات مورد مطالعه، بالاخص در برش الگو را فرا گرفته است (شکل ۲-G). ذرات تشکیل دهنده آن از نظر خصوصیات بافتی در اندازه‌های سیلت و رس بوده به طوری که میزان سیلت به نسبت فراوانتر است. لامیناسیون‌های مسطح و مورب و ریپل مارک‌ها از مهمترین ساختارهای رسوبی این رخساره به شمار می‌روند که اغلب در رسوبات گل‌سنگی در اندازه سیلت مشاهده می‌شوند. علاوه بر این می‌توان به ترک‌های گلی اشاره کرد که در گل‌سنگ‌های رسی دیده می‌شوند. به طور کلی رخساره سنگی Fl در سرعت‌های بسیار پایین جریان آب و در اثر رسوب‌گذاری ذرات معلق به وجود می‌آید (جدول ۱). ضخامت این رخساره از اندازه‌های سانتیمتری تا ۳۰ متری در تغییر است که به طور جانبی به رخساره‌های ماسه سنگی و گراولی تبدیل می‌شود.

رخساره ماسه سنگی با لایه‌های ریپلی (Sf)

ریپل مارک‌های نامتقارن در این رخساره سنگی مهمترین ساختار رسوبی به شمار می‌روند که عموماً در رژیم‌های جریانایی پایین به وجود می‌آیند (Harms et al., 1982) (شکل ۲-E). اغلب ریپل مارک‌ها دارای ارتفاعی بین ۰/۵ تا ۱ سانتیمتر و طول موجی تا ۱/۵ سانتیمتر را شامل می‌شوند. از لحاظ بافتی، دانه‌ها در این رخساره سنگی در اندازه ماسه ریز (کوچکتر از ۰/۲ میلیمتر) بوده و از جورشدگی ضعیفی برخوردار هستند (جدول ۱). این رخساره اکثراً به صورت جانبی به رخساره‌های گلی تغییر یافته است.

رخساره ماسه سنگی توده‌ای (Sm)

این رخساره در نهشته‌های مورد مطالعه گسترش اندکی دارد و از لحاظ ساختاری هیچ گونه ساختمان رسوبی در آن مشاهده نمی‌شود (شکل ۲-F). اندازه دانه‌ها در این رخساره در حد ماسه‌های درشت تا متوسط بوده و دانه‌های ریز نیز به صورت پراکنده موجود می‌باشد (جدول ۱). بنابراین دارای جورشدگی ضعیفی هستند. تشکیل این رخساره می‌تواند به علت رسوب‌گذاری سریع، ریزش دیواره‌های کانال (Miall, 2000) و



شکل ۳ - نمایش بعضی از ساختارهای رسوبی در نهشته‌های دشت سیلابی سازند داهو. A - فرسایش رسوبات داخل چارچوب ترک‌های گلی، سبب تشکیل حفرات بزرگی در این قسمت شده است. B - ترک‌های گلی در بعضی نقاط با ریپل مارک‌ها همراه هستند C - تبدیل ریپل‌های زبانه‌ای در فواصل کوتاه به دیگر ریپل‌ها، این امر نشان دهنده تغییرات سرعت جریان در این منطقه است.

رخساره سیلتی و گلی توده‌ای (Fm)

این رخساره به مقدار اندکی در رسوبات دانه ریز سازند داهو یافت می‌شود که اکثراً به صورت پوشش‌های گلی در اندازه‌های سانتیمتری تا چندمتری وجود دارد (شکل ۲-۲). این رخساره می‌تواند از طریق رسوبگذاری در دشت سیلابی برجای گذاشته شود (Ito et al., 2006) (جدول ۱). ترک‌های گلی (شکل ۳-۳) مهم‌ترین ساختار رسوبی شناسایی شده در این رخساره سنگی به شمار می‌رود.

عناصر ساختاری

عناصر ساختاری شامل اشکال فرسایشی از قبیل کانال‌های پر شده و اشکال رسوب‌گذاری از قبیل نهشته‌های خارج کانال هستند که بر اساس اندازه دانه و محیط رسوبی دسته‌بندی می‌شوند (Lowey, 2007). در اینجا عناصر ساختاری که بر اساس رخساره‌های سنگی در نهشته‌های سازند داهو تشخیص داده شده‌اند، بررسی می‌شوند.

عناصر ساختاری کانالی (CH)

این عناصر عمدتاً به فرم رسوبات پرکننده کانال مشاهده می‌شوند و متشکل از رسوبات ماسه‌ای به اشکال مختلف لایه‌ای هستند که در رژیم‌های مختلف جریان‌ی بر جای گذاشته شده‌اند. رخساره‌های سنگی تشکیل دهنده این عناصر ساختاری شامل رخساره‌های Sh, Sp, Sl, St, Sr, Sm می‌باشند که دارای کنتاکت زیرین فرسایشی هستند. علاوه بر این مقادیر اندک رخساره سنگی Gcm نیز جزئی از عناصر مربوط به کانال محسوب می‌شوند (جدول ۲). عناصر مربوط به کانال در رسوبات سازند داهو به صورت عدسی شکل با ضخامت ۱ تا ۷ متر و گسترش ۵ تا ۳۰ متر وجود دارند که در اغلب موارد به صورت متناوب با عنصر ساختاری FF قرار می‌گیرند.

عناصر ساختاری با برافزایی جانبی (LA)

این عناصر ساختاری در اثر حرکات جانبی و به طرف پایین دست کانال به وجود می‌آید که سبب تشکیل سیکل‌های به طرف بالا ریزشونده می‌شوند. این عناصر از مهم‌ترین عناصر ساختاری در رودخانه‌های پر پیچ و خم^۱ محسوب می‌شوند

جدول ۲- عناصر ساختاری به همراه مجموعه رخساره‌های نهشته‌های سیلیسی آواری داهو

ELEMENT	SYMBOL	FACIES ASSEMBLAGE	GEOMETRY AND RELATIONSHIPS
Channels	CH	Gcm, Sh, Sp, Sm, St, Sr, Sl	Wedge, Lens
Lateral-accretion macroform	L.A	Sh, Sp, St	Wedge, Sheet, Lens
Overbank fine	FF	Fl, Fm, Sr	Blanket or Sheet, commonly Interbedded with SB
Crevasse splay	CS	Fl, Sh, Sp, Sr	Ribbon and Blanket

(Roberts, 2007). حرکات جانبی کانال در این رودخانه‌ها سبب فرسایش در قسمت محدب و رسوب‌گذاری در قسمت مقعر شده و در نتیجه بر اساس هندسه کانال و مقدار بار رسوبی به اشکال مختلفی تشکیل می‌شوند. در نهشته‌های سازند داهو، این عناصر اکثراً در بار بستر ماسه‌ای ایجاد گردیده‌اند. عنصر ساختاری LA اغلب از رخساره سنگی Sh و Sp تشکیل شده است (جدول ۲). همچنین رخساره‌های سنگی Sr و Sl نیز قابل تشخیص هستند. طبقه‌بندی مورب بزرگ مقیاس معمولاً در این عناصر ساختاری قابل تشخیص است.

عناصر ساختاری دانه ریز دشت سیلابی (FF)

یکی از مهم‌ترین عناصر شناسایی شده در نهشته‌های داهو، عنصر ساختاری FF است که به ضخامت‌های ۰/۵ تا بیش از ۱۰ متر مشاهده می‌شود. اصلی‌ترین رخساره سنگی در این عنصر ساختاری، رخساره Fl است که در بعضی موارد با رخساره‌های سنگی Sh و Sr همراه است (Viseras et al., 2006). در نهشته‌های سازند داهو، این عنصر اغلب به صورت اشکال مختلف لایه‌ای موازی و گاهی مورب مشاهده می‌شود (جدول ۲)، که جزء نهشته‌های دشت سیلابی تفسیر می‌شوند (Miall, 1996).

عناصر ساختاری کروس (CR و CS)

در مواقع سیلابی و شکسته شدن خاکریز طبیعی می‌شوند، شاخه‌های آبی از کانال‌های رودخانه‌ای وارد دشت سیلابی می‌شوند و نهشته‌های ماسه‌ای خود را بر روی رسوبات دانه ریز خارج کانال برجای می‌گذارند و سبب تشکیل عناصر ساختاری مذکور می‌شوند (Gani and Alam, 2004). این عناصر ساختاری در نهشته‌های دانه ریز سازند داهو به خوبی مشاهده می‌شوند (جدول ۲)، که به صورت اشکال لایه‌ای و گاهی به شکل صفحه‌های نازک ماسه‌ای متناوب با رسوبات دانه ریز سیلتی و رسی قرار گرفته‌اند. رخساره‌های سنگی شناسایی شده اغلب Sh و Sp هستند که در برخی موارد می‌توان به Sr نیز اشاره کرد. این عناصر ساختاری به فراوانی در سیستم‌های رودخانه‌های پر پیچ و خم وجود دارند.

محیط رسوبگذاری

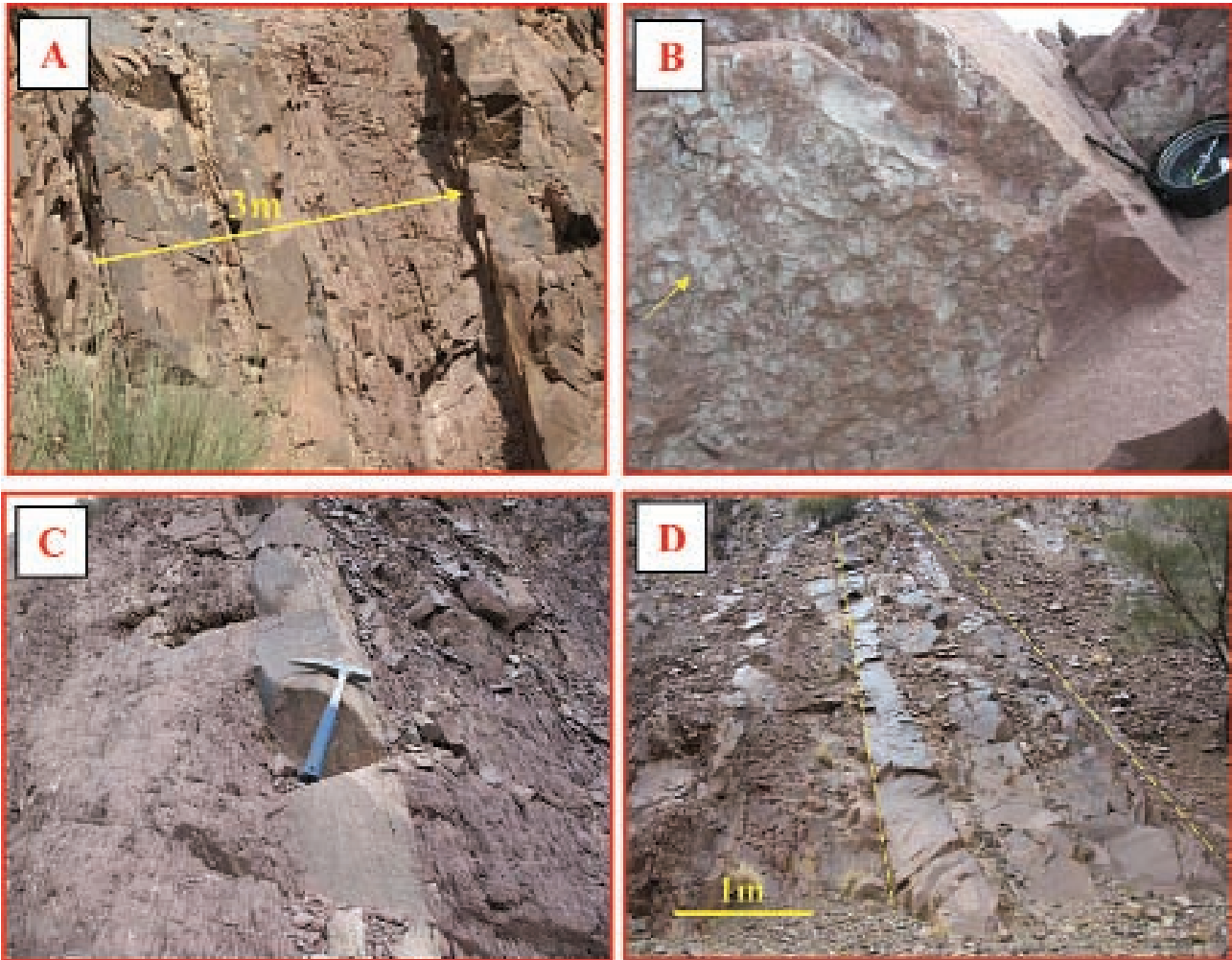
(Nichols Fisher, 2007) از طرفی مطالعه رودخانه‌های عهد حاضر نشان داده است که اندازه دانه‌ها به طرف پایین دست به صورت نمایی کاسته می‌شود (Rengers and Wohl, 2007). این وضعیت در رسوبات دیرینه به صورت کاهش ابعاد طبقات ماسه سنگی کانالی به عبارت دیگر کاهش نسبت عرض به ضخامت لایه هاست (Nichols and Fisher, 2007). لذا با توجه به مقادیر بالاتر رخساره‌های دانه ریز در برش الگو نسبت به برش گزویی، استنتاج می‌شود که برش الگو در قسمت‌های پایین دست‌تر رودخانه و دورتر از منشاء تشکیل شده است. آنالیزهای منشاء (محبوبی و همکاران، ۱۳۸۶) و جهت جریان دیرینه نیز موید این موضوع است. به طوری که آنالیز جهت جریان دیرینه با استفاده از داده‌های طبقه‌بندی مورب، جهت جریانی از سمت شمال شرق به جنوب غرب را نشان می‌دهد (شکل ۵). با توجه به چرخش میکروپلیت ایران مرکزی از زمان تریاس به اندازه ۱۳۵ درجه در خلاف جهت عقربه‌های ساعت (Schmidt Soffel, 1983) و با تصحیح این چرخش در داده‌های جهت جریان دیرینه، جهت جریانی از سمت جنوب به شمال به دست می‌آید. با تصحیح این چرخش، جایگاه برش گزویی در قسمت جنوبی‌تر (بالادست) نسبت به داهویی قرار می‌گیرد. یکی از ویژگی‌های نهشته‌های دشت سیلابی سازند داهو، حضور رسوبات کروس‌های پهن^۱ است که اغلب دارای رخساره‌های سنگی Sh و Sp بوده و عناصر ساختاری CR و CS را مشخص می‌کنند (شکل ۴- C). از دیگر ویژگی‌های مشاهده شده در این نهشته‌های دانه ریزدشت سیلابی، می‌توان به پهنه‌های خشک شده^۲ اشاره کرد (شکل ۳). از ساخت‌های اصلی در این منطقه می‌توان به ترک‌های گلی و ریپل مارک‌ها اشاره کرد. باید توجه داشت که هماتیت به فرم سیمان در این رسوبات به مقدار زیادی دیده شده است.

از آنجایی که این سیمان در مراحل اتورژن که سیالات پرکننده حفرات متاثر از محیط رسوبی هستند تشکیل شده اند بنابراین این احتمال وجود دارد که رنگ قرمز دلیلی بر شرایط آب و هوای خشک و نیمه خشک باشد (Tucker, 2001; Reed et al., 2005). بنابراین با توجه به علائم ساختاری مذکور و رنگ قرمز رسوبات می‌توان چنین استنباط نمود که رسوبگذاری نهشته‌های سیلابی آواری سازند داهو در شرایط اکسیدی و آب و هوایی گرم و خشک صورت گرفته است. در خاتمه بر اساس رخساره‌های پرکننده کانال و خارج کانال و عناصر ساختاری شناسایی شده، نهشته‌های سازند داهو در رودخانه پر پیچ و خم با بار بستر ماسه‌ای^۳ برجای گذاشته شده است (شکل ۶). همچنین انواع رودخانه پر پیچ و خم با بسترهای ماسه‌ای موقتی^۴ و رودخانه پرپیچ و خم دانه‌ریز^۵ دور از واقعیت نیست (جدول ۳).

شناسایی رخساره‌های سنگی و تغییرات آنها به صورت جانبی و عمودی همراه با اختصاصات پترولوژیکی منجر به تفسیر محیط رسوبی دیرینه می‌شود. به طور کلی وجود سیکل‌های به طرف بالا ریزشونده (شکل ۴- A) با قاعده فرسایشی همراه با رسوبات باقی‌مانده (شکل ۴- B)، گسترش جانبی اندک رخساره‌های سنگی (شکل ۴- D)، وجود ساختمان‌های رسوبی مربوط به مناطق خشکی همچون ترک‌های گلی و ساختمان‌های رسوبی یک جهتی همچون طبقه‌بندی مورب و ریپل مارک‌های نامتقارن و نبود فسیل، همگی منعکس‌کننده ته نشست رسوبات سیلابی آواری سازند داهو در سیستم‌های رودخانه‌ای است (Viseras et al., 2006; Roberts, 2007). مطالعات رخساره‌ای نشان می‌دهد که رخساره‌های سنگی متوسط و ریز دانه از گسترش زیادی برخوردار هستند که اغلب به صورت سیکل‌های به طرف بالا ریزشونده و در ضخامت‌های مختلف ۱ تا ۷ متری مشاهده می‌شوند. بنابراین مجموعه رسوبی حاضر در یک محیط رودخانه‌ای مانداری تشکیل شده است (Ghosh et al., 2006) رخساره‌های سنگی گراولی و ماسه سنگی مربوط به بخش کانال رودخانه یا پوینت بار بوده که به صورت کششی و جهشی برجای گذاشته شده‌اند. از ویژگی‌های اصلی عناصر کانالی (CH) کنتاکت زیرین تخریبی و حضور ساختمان‌های رسوبی همچون طبقه بندی مورب در آنها است (Viseras et al., 2006)، که بیانگر عناصر ساختاری LA هستند (Roberts, 2007). این امر به علت حرکت جانبی کانال (مهاجرت کانال) و تغییر در شدت جریان است که سبب فرسایش رسوبات زیرین شده و کنتاکت فرسایشی را ایجاد می‌کند (Turner Eriksson, 1999). سیکل‌های به طرف بالاریزشونده بیانگر دوره‌های پرشدن کانال و کاهش انرژی می‌باشند (Huerta Armenteros, 2005; Nichols Fisher, 2007). به عقیده موسوی حرمی و برنر (Moussavi-Harami Berener, 1990)، مهاجرت جانبی کانال و نوسانات تخلیه آب، عوامل اصلی در تشکیل سیکل‌های به طرف بالا ریزشونده هستند. با در نظر گرفتن پیچش رودخانه‌های پر پیچ و خم و حرکات جانبی کانال، رسوبات دانه ریز خارج کانال (Over bank) یا دشت سیلابی، در شرایط کم انرژی و کم عمق به صورت معلق بر روی رسوبات کانالی برجای گذاشته می‌شوند (Cotter & Driese, 1998; Roberts, 2007). هر قدر که این شرایط بیشتر حاکم باشد مقدار رسوبات دانه‌ریز زیادتر می‌شود. این امر اغلب در قسمت‌های پایین دست رودخانه جایی که انرژی جریان کمتر است، بیشتر انتظار می‌رود. بنابراین در قسمت‌های پایین دست رودخانه، دشت‌های سیلابی گسترش بیشتری دارند و رسوبات پرکننده کانال تنها بخش اندکی از رسوبات را در بر می‌گیرند.

1. Crevasse splay
2. Desiccated Flat
3. Sand-Bed Meandering River

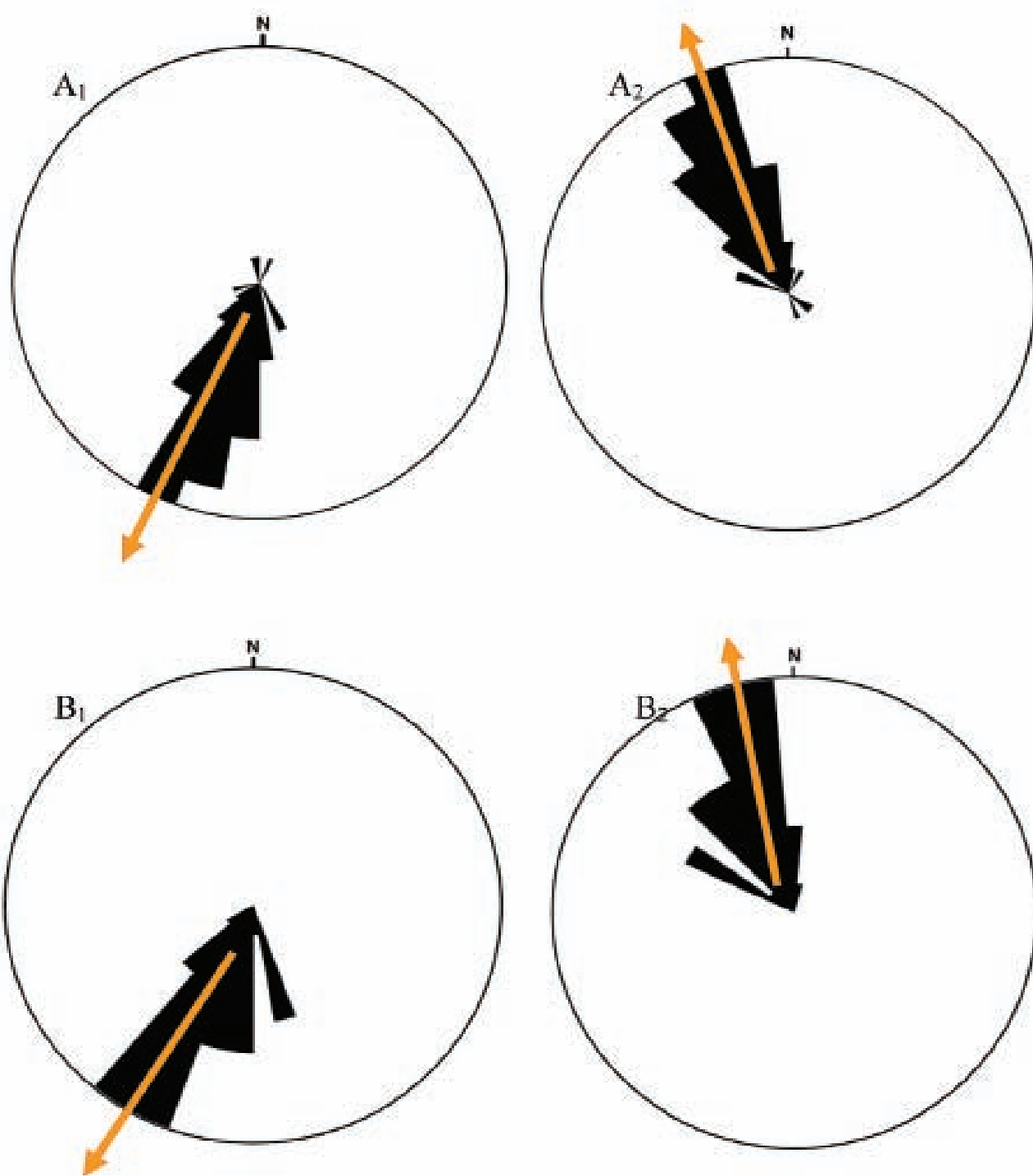
4. Ephemeral, Sand-Bed Meandering River
5. Fine-Grained Meandering River



شکل ۴ - A- نمایش یک سیکل به طرف بالا ریز شونده در نهشته‌های سازند داهو. B- قاعده اغلب سیکل‌های به طرف بالا ریز شونده به صورت فرسایشی و همراه با رسوبات باقی مانده یا Lag Deposits است. C- کانال‌های کروس که در اثر طغیان رودخانه در دشت سیلابی، ماسه‌ها بر جای گذاشته می‌شوند. D- گسترش اندک رخساره‌های سنگی به علت حرکات جانبی کانال (عنصر ساختاری LA).

جدول ۳- ویژگی، عناصر ساختاری و بعضی از خصوصیات مدل‌های رودخانه‌ای پیش‌بینی شده برای نهشته‌های سیلیسی آواری سازند داهو

STYLE NAME	SINUOSITY	BRADING PARAMETER	SEDIMENT TYPE	ARCHITECTURE
Sandy meandering	high	Low	Sand,Silt,Mud,A few pebel	CH,LA,CR,CS,FF
Ephemeral sandy-meandering	high	Low	Sand,Silt,Mud	LA,CH ,FF
Fine-grained meandering	high	Low	Fine sand,Silt,Mud	CH,FF,CR,CS



شکل ۵- آنالیز جهت جریان دیرینه براساس داده‌های طبقه بندی مورب در سازند داهو. A1 جهت جریان برش گزوه قبل از چرخش، A2 جهت جریان در برش گزوه بعد از تصحیح میزان چرخش. B1 جهت جریان برش داهو قبل از چرخش، B2 جهت جریان در برش داهو بعد از تصحیح میزان چرخش.

چینه نگاری سکاسی

چینه نگاری سکاسی ابزاری است که به زمین شناسان اجازه می‌دهد تا در هنگام آنالیز پر شدن حوضه رسوبی بسیاری از شواهد مختلف را با یکدیگر ترسیم کنند. کاربرد چینه‌نگاری سکاسی در نهشته‌های رودخانه‌ای به علت حضور در خشکی، بسیار پیچیده‌تر از دیگر سیستم‌ها است. این امر زمانی مشکل‌تر می‌شود که سیستم رودخانه‌ای از حوضه جدا شده و یا در قسمت‌های دورتر نسبت به خط ساحلی قرار گرفته باشد. سیستم‌های رودخانه‌ای بسیار متأثر از عوامل آلوتزیک همچون یوستازی، اقلیم، تکنیک ناحیه منشاء و فرونشینی هستند (Shanely and McCabe, 1998; Miall, 2002). بررسی تاثیر نسبی این عوامل در توالی‌های رودخانه‌ای بسیار دشوار است اما می‌توان تا حدودی با مطالعات صحرائی (برای مثال Posamentier, 2001; Catuneanu, 2003) و آزمایشگاهی (برای مثال Paola et al, 2001) نقش آنها را تشخیص داد. به طور کلی چینه نگاری سکاسی در سیستم‌های رودخانه‌ای در دو قسمت بالادست و پایین دست رودخانه متفاوت است. پایین دست رودخانه جایی است که سیستم رودخانه‌ای اغلب تحت تاثیر تغییرات خط ساحلی و یا به عبارتی دیگر تغییرات سطح نسبی دریا است (Miller and Eriksoon, 2000). علاوه بر تغییرات سطح نسبی دریا می‌توان به فرونشینی حوضه و تاثیرات انرژی جریان رودخانه که در ارتباط با اقلیم هستند، اشاره کرد. بنابراین در چینه نگاری سکاسی پایین دست یک سیستم رودخانه‌ای می‌توان از واژه‌های LST, TST, HST استفاده کرد (Catuneanu, 2006). در قسمت‌های بالادست رودخانه که دور از خط ساحلی قرار گرفته است، فرایندهای تاثیرگذار اغلب شامل تکنیک ناحیه منشاء، اقلیم و فرونشینی حوضه می‌باشند که در این مواقع بهتر است از واژه‌هایی همچون فضای رسوبگذاری بالا و پایین استفاده کرد که بر اساس فراوانی عناصر ساختاری رودخانه تقسیم بندی می‌شوند (Catuneanu and Elango, 2001). با این وجود، بسته به موقعیت سکانس مورد مطالعه در حوضه رسوبی، می‌توان ادغامی از دو مدل بالا را در تفسیر دقیقتر سکاسی نهشته‌ها به کار برد. مرز سکانس‌های رسوبی در سیستم‌های قاره‌ای مطابق با خاک‌های دیرینه و قاعده فرسایشی کانال‌های رودخانه در مدت پایین آمدن سطح اساس است (Einsele, 2000). آنالیز چینه نگاری سکاسی نشان می‌دهد که سازند داهو در ناحیه مورد مطالعه، از یک سکانس که در بین مرز تحتانی و فوقانی ناپیوسته نوع اول (SB₁) محصور گردیده، تشکیل شده است (شکل ۷). دولومیت‌های بخش بالایی سازند دزو متعلق به دسته رخساره‌های HST بوده که به مرزی فرسایشی با سازند داهو ختم می‌شود (لاسمی، ۱۳۷۹). در منطقه مورد مطالعه این مرز به صورت کنگلومرای (رخساره Gcm) با سیمان اکثراً دولومیتی در ضخامت‌های مختلف مشاهده می‌شود که در برش الگو واضح تر است. مرز بالایی این سکانس منطبق با کنگلومرای چرتی

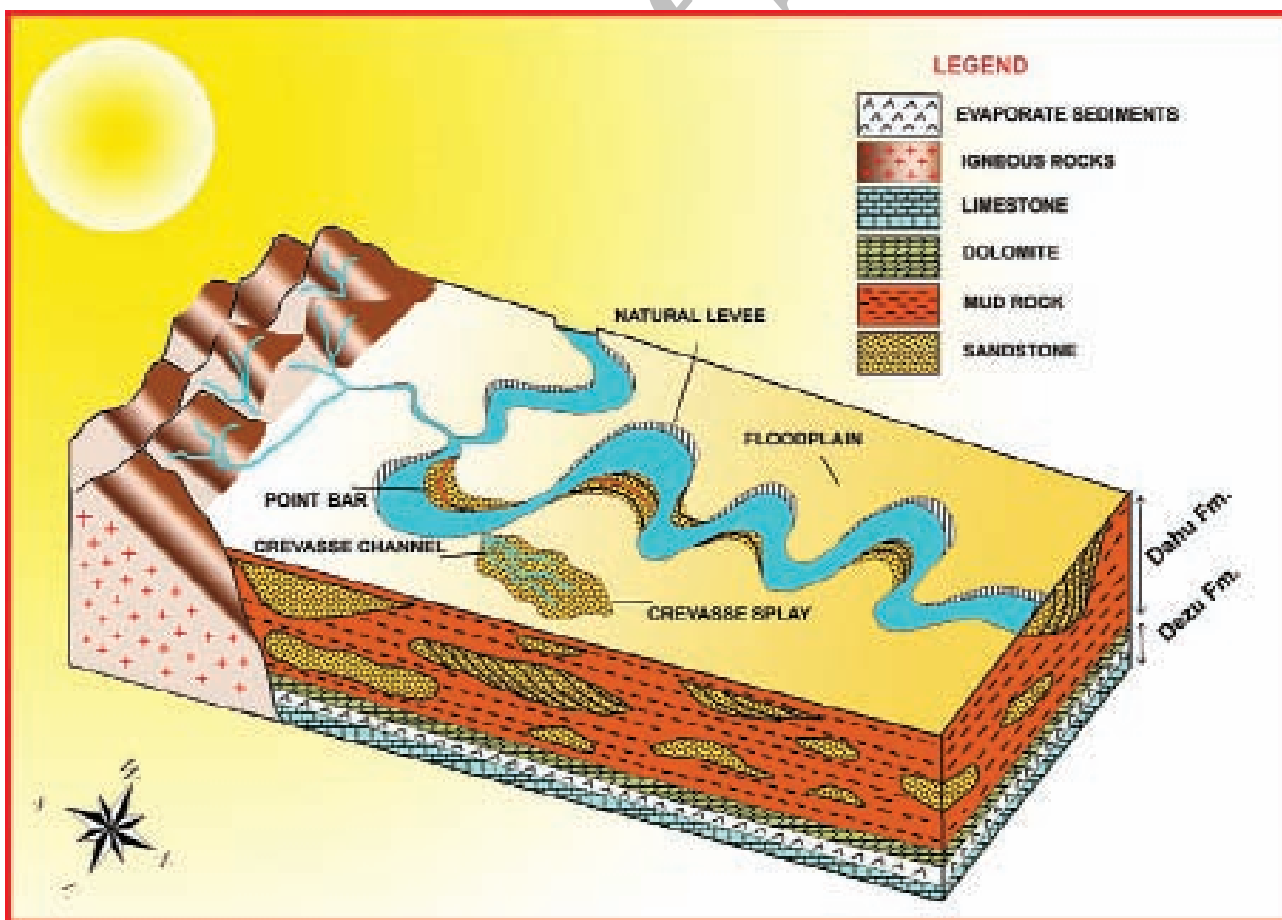
کوارتزیت رأسی، به ضخامت ۱ متر، می‌باشد که بر روی سطح SB₁ پیشروی نموده است (شکل ۷). این مرز مطابق با رخساره چرت آرنایت پبل دار کوارتزیت رأسی سازند لالون بوده و با ناپیوستگی جهانی نزدیک تیونین و نابودی زیستی جهانی پس از آن (Rowland & Gangloff, 1988) برابر است (لاسمی و امین رسولی، ۱۳۸۲). به طور کلی می‌توان تشکیل نهشته‌های رودخانه‌ای سازند داهو را منطبق با پایین افتادن سطح دریا و پیشروندگی رسوبات قاره‌ای به طرف مرکز حوضه دانست به طوری که با پایین افتادن سطح جهانی آب دریاها در اواخر کامبرین پیشین (Vail et al, 1977)، سازندهای قرمز رنگ زایگون و لالون و نیز سازند داهو پدیدار شده و نیمه اول چرخه بزرگ ساک (Sloss, 1963) را تشکیل داده است. همانطوری که در بالا ذکر شد، نهشته‌های پایین دست رودخانه تحت تاثیر سطح نسبی دریا هستند که در این صورت می‌توان از واژه‌های مختلف دسته رخساره‌های یک سکانس استفاده کرد و عموماً رودخانه‌های پر در قسمت‌های پایین دست یک سیستم رودخانه‌ای شکل می‌گیرند. با توجه به اینکه محیط رسوبی نهشته‌های سازند داهو شامل مدل‌های مختلف از رودخانه‌های پر پیچ و خم است لذا می‌توانسته است تحت تاثیر نوسانات نسبی سطح دریا قرار گرفته باشد. سیستم‌های رودخانه‌ای پر پیچ و خم معمولاً در دوره‌های متناوبی از بالا و پایین آمدن سطح اساس شکل می‌گیرند (Miall, 2002). بنابراین، به وجود آمدن دسته رخساره‌ها در سیستم رودخانه‌ای از نوع مئاندری بر اساس بالا و پایین آمدن سطح اساس رودخانه، که این سطح تحت تاثیر سطح نسبی دریا است، می‌باشد. تغییر سطح اساس رودخانه بر روی فاکتورهای زیادی همچون تغییر نرخ و میزان دبی، تغییر جهت رودخانه، دینامیک و قابلیت فرسایش رسوبات ناحیه منشاء تاثیر بسزایی دارد (Schumm, 1993). بعد از مرز سکاسی نوع اول، افت سطح نسبی دریا سبب تشکیل رسوبات این مرحله در سکانس مورد مطالعه شده است. در برش الگو، این رسوبات شامل رخساره‌های کنگلومرای و ماسه سنگی به ضخامت ۱۴/۵ متر است که به صورت متناوب با یکدیگر قرار گرفته‌اند. در صورتیکه رسوبات مرحله افت (LST, FSST) به دلایل فرسایشی و یا عدم رسوبگذاری (Catuneanu et al., 2006) در برش گزویی وجود ندارند، و سطح TS منطبق بر مرز SB₁ پایینی می‌باشد. بالا آمدن سطح اساس رودخانه متعاقب بالا آمدن سریع سطح نسبی دریا، منجر به گسترش دشت سیلابی و رسوبگذاری نهشته‌های دانه ریز شده است. این توالی عموماً تحت عنوان دسته رخساره پیشروی (TST) یا HST آغازین^۲ تفسیر می‌شوند (Catuneanu, 2006). ضخامت زیاد این توالی در برش الگو نسبت به برش گزویی، منعکس کننده نزدیکتر بودن این برش به خط ساحلی است. بعد از این توالی، سیکل‌های به طرف بالا ریز شونده قرار دارند. این سیکل‌ها شامل تناوب‌هایی از ماسه سنگ،

1. High-low, accommo dation

2. early highstand

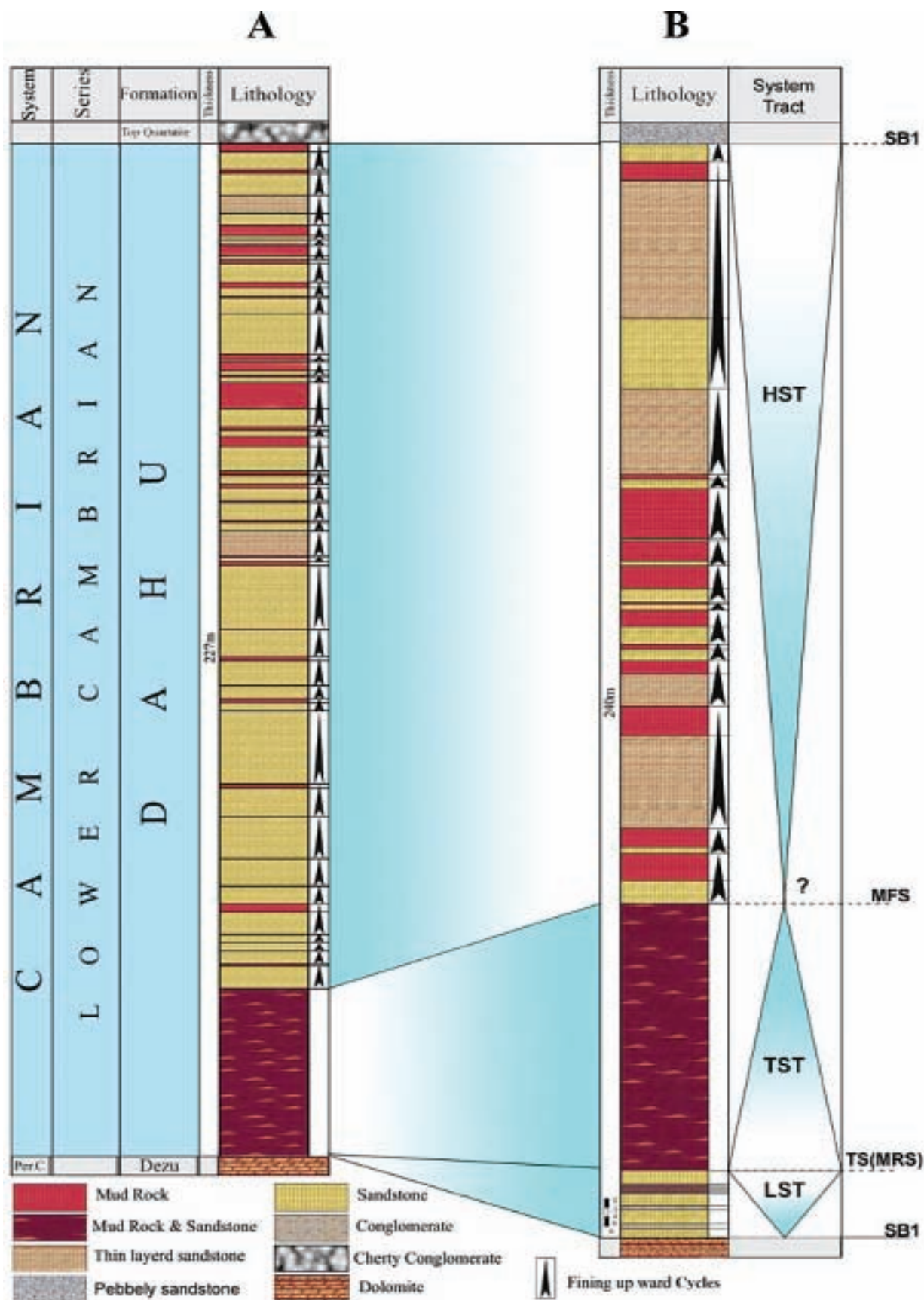
شکل گرفته‌اند. پیشروندگی مداوم دسته رخساره‌های HST توسط افت بعدی سطح نسبی اساس (دریا) خاتمه می‌یابد، که آغاز تشکیل مرز سکانس بعدی است. بالاترین سطح طغیانی (mfs) در سیستم‌های قاره‌ای مطابق با حد و مرز بین بالا آمدن و پایین رفتن سطح اساس است (Einsele, 2000). بر این اساس می‌توان این مرز را بین رخساره‌های دانه ریز دشت سیلابی و سیکل‌های ریز شونده به طرف بالا انتخاب کرد. البته ذکر این نکته ضروری است که برای شناسایی دقیق این سطح و حتی دسته رخساره‌های معرفی شده، می‌بایستی وضعیت رخساره‌های مختلف را در حوضه رسوبی دنبال کرد. بر اساس اظهارات کاتونینو (Catuneanu, 2006) و موسوی حرمی و خاوری (۱۳۸۴)، گسترش کمتر دسته رخساره TST می‌توانسته است در اثر نرخ اندک بالا آمدن سطح اساس یا نرخ تامین رسوب نسبتاً بالا در آن منطقه باشد، که در مورد سازند داهو نیز صادق است.

سیلتستون و شیل و بعضاً ماسه سنگ-سیلتستون و ماسه سنگ-شیل هستند که با ضخامت‌های مختلف بر جای گذاشته شده‌اند. این الگوی رسوبگذاری یکنواخت که به صورت پیشرونده و افزایش می‌باشد، اغلب جزء دسته رخساره‌های HST تاخیری^۱ و در بعضی مواقع LST تفسیر می‌شوند. زیرا این سیکل‌ها در اثر افزایش آهسته‌تر سطح اساس تشکیل شده که سبب پرشدگیهای کانالی شده و فضای اندکی برای رسوبگذاری در محیط خارج کانال فراهم می‌گردد (Catuneanu, 2006). علاوه بر تغییرات سطح اساس در شکل گرفتن سیکلهای به طرف بالا ریزشونده، می‌توان به عوامل تکتونیکی (فرونشینی) در حوضه نیز اشاره کرد که سبب کاهش و افزایش فضای رسوبگذاری می‌شود. به عبارت دیگر دسته رخساره‌های HST می‌توانند در اثر فرایندهای اتوسیکلیک رودخانه یا به عبارتی دیگر در اثر حرکات جانبی کانال رودخانه مانداری به وجود آیند که این فرایندها تحت تاثیر سطح اساس و تکتونیک



شکل ۶- مدل رسوبگذاری پیشنهادی برای نهشته‌های سیلیسی آواری سازند داهو که در یک رودخانه از نوع پر پیچ و خم با بستر ماسه سنگی نهشته شده‌اند. آنالیز جهت جریان دیرینه بیانگر حرکت این رودخانه از سمت جنوب است.

1. Late high stand



شکل ۷ - ستون چینه شناسی و آنالیز چینه نگاری سکانشی در دو برش گزویی (A) و داهویی (B). سطح مبنا قاعده کوارتزیت راسی در نظر گرفته شده است

نتیجه گیری

در طی مطالعه رخساره‌های سنگی و عناصر ساختاری رسوبات سیلیسی آواری سازند داهو به سن کامبرین پیشین نتایج زیر حاصل شده است:

۱- مطالعات رخساره‌ای نهشته‌های داهو سبب تشخیص ۹ رخساره سنگی شد که در سه دسته دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز طبقه‌بندی می‌شوند این رخساره‌ها شامل Gcm, Sh, Sp, Sl, Sr, St, Sm, Fl, Fm هستند که از این میان رخساره‌های ماسه سنگی Sh و Sp و گل‌سنگی Fl بیشترین گسترش را دارا می‌باشند.

۲- رخساره‌های سنگی شناسایی شده، ۵ عنصر ساختاری CH, LA, FF, CR, CS را مشخص می‌کنند به طوری که عناصر FF, CR, CS عناصر خارج کانال می‌باشند.

۳- تعداد بالای سیکل‌های به طرف بالا ریز شونده همراه با قاعده فرسایشی و حضور رسوبات باقی مانده، وجود ساختارهای مربوط به محیط‌های قاره‌ای از قبیل ترک‌های گلی و ساختارهای رسوبی یک جهتی همچون ریپل مارک و طبقه بندی‌های مورب، مشخصات بافتی و فقدان فسیل همگی موید محیط رسوبی رودخانه‌ای از نوع پر پیچ و خم با بستر ماسه‌ای می‌باشد که از سمت جنوب به شمال در حرکت بوده است.

۴- آنالیز چینه نگاری سکانسی نشان می‌دهد که تمام سکانس سازند داهو (نهشته‌های مورد مطالعه) در یک افت سطح دریا در کامبرین پیشین شکل گرفته است. این سکانس به علت نزدیکی به خط ساحلی از سه دسته رخساره LST, TST, HST تشکیل شده است.

۵- سیکل‌های به طرف بالا ریزشونده به دسته رخساره‌ای HST تعلق دارند که در اثر حرکات جانبی کانال تحت تاثیر تکنونیک (فرونشینی) حوضه شکل گرفته‌اند.

منابع

- لاسمی، ی. و امین رسولی، ه.، ۱۳۸۲. بررسی میکروفاسیسی‌ها، محیط‌های رسوبی و چینه نگاری سکانسی واحدهای شیلی و کوارتزیت بالایی سازند لالون در البرز شرقی. فصلنامه علوم زمین، وزارت صنایع و معادن، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شماره ۴۷-۴۸، صفحه ۶۷-۴۸.

- Blair, T.C. and McPherson, J.G., 1999. Grain-size textural Classification of Coarse Sedimentary Particles. *Journal of Sedimentary Research*, 69, 6-19.

- Catuneanu, O., 2003. Sequence Stratigraphy of Clastic Systems. Geological Association of Canada, Short Course Notes, 16, 248pp.

- Catuneanu, O., 2006. Principles of Sequence Stratigraphy. First Edition, Elsevier, Amsterdam, 375p.

- Catuneanu, O. and Elango, H.N., 2001. Tectonic control on fluvial styles: the Balfour Formation of the Karoo Basin, South Africa. *Sedimentary Geology*, 140, 291-313.

- Catuneanu, O., Khalifa, M.A. and Wanas, H.A., 2006. Sequence stratigraphy of the Lower Cenomanian Baharia Formation, Baharia Oasis, Western Desert, Egypt. *Sedimentary Geology*, 190, 121-137.

- Cotter, E. and Driese, S.G., 1998. Incised-valley fills and other evidence of sea level fluctuations affecting deposition of the Catskill Formation (Upper Devonian), Appalachian Foreland Basin, Pennsylvanian. *Journal Sedimentary Research*, 62, 1130-1146.

- Einsele, G., 2000. Sedimentary Basin: Evolution, Facies and Sediment Budget (2nd edition), Springer-Verlag, 292p.

- Gani, R.M. and Alam, M.M., 2004. Fluvial facies architecture in small scale river system in the Upper Dupi Tila formation, North east Bengal Basin, Bangladesh, *Journal of Asian Earth Sciences*, 24, 225-236.

- Ghosh, P., Sarkar, S. and Maulik, P., 2006. Sedimentology of a muddy alluvial deposit: Triassic Denwa Formation, India. *Sedimentary Geology* 191, 3-36.

- Harms, J.C., Southard, J.B. and Walker, R.G., 1982. Structures and Sequence in Clastic Rock. SEPM (Society of Economic Paleontologists and

- محبویی، ا.، خردمند، ع.، رحیمی، ب.، موسوی حرمی، ر.، زندمقدم، ح. و حیدری، اکبر.، ۱۳۸۶. منشاء و موقعیت تکنونیک نهشته‌های سیلیسی آواری سازند داهو (کامبرین پیشین) در حوالی زرنند کرمان. یازدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران.

- موسوی حرمی، ر.، ۱۳۸۵. رسوب شناسی. چاپ یازدهم، انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۷۴.

- موسوی حرمی، ر. و خاوری خراسانی، پ.، ۱۳۸۴. تفسیر تغییر سطح دریا از نگاهت رسوبی. (ترجمه)، کو، آنجلا. ۲۰۰۳. انتشارات واژگان خرد، ۴۲۸.

- لاسمی، ی. ۱۳۷۹. رخساره‌ها، محیط‌های رسوبی و چینه نگاری سکانسی نهشته سنگ‌های پرکامبرین بالایی و پالئوزوئیک ایران. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شماره ۷۸، ۱۸۰.

- Mineralogists), Short Course, Chater 1, 55.
- Huckriede, R., Kursten, M. and Venzlaff, H., 1962. Zur Geolog. Des Gebietes Zuischen Kerman and Saghakd (Iran). Beih. Geo. Jarb., no.51, 197p.
 - Huerta, P. and Armenteros, I., 2005. Calcrete and palustrine assemblages on a distal alluvial flood plain: A response to local subsidence (Miocene of the Duero basin, Spain). *Sedimentary Geology*, 177, 253-270.
 - Ito, M., Matsukawa, M., Saito, T. and Nichols, D.J., 2006. Facies architecture and paleohydrology of a synrift succession in the Early Cretaceous Choyr Basin, Southern Mongolia. *Cretaceous Research*, 27, 226-240.
 - Lowey, G.W., 2007. Lithofacies analysis of the Dezadeash Formation (Jura–Cretaceous), Yukon, Canada: The depositional architecture of a mud/sand-rich turbidite system. *Sedimentary Geology*, 198, 273–291.
 - Miall, A.D., 1996. *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. Springer-Verlag, New York, 582p.
 - Miall, A.D., 2000. *Principle of Sedimentary Basin Analysis*. Springer- Verlag, New York, 668p.
 - Miall, A.D., 2002. Architecture and sequence stratigraphy of Pleistocen fluvial system in the Malay Basin, based on seismic time-slice analysis. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 86, 1201-1216.
 - Miller, D.J. and Eriksson, K.A., 2000. Sequence stratigraphy of Upper Mississippian strata in the central Appalachians: a record of glacioeustasy and tectonostasy in a foreland basin setting. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 84, 210-233.
 - Moussavi-Harami, R. and Brenner, R.L., 1990. Lower Cretaceous (Neocomian) fluvial deposition eastern Kopet-Dagh Basin, Northeastern Iran. *Cretaceous Research*, 11, 163-174.
 - Nichols, G.J. and Fisher, J.A., 2007. Processes, facies and architecture of fluvial distributary system deposits, *Sedimentary Geology* 195, 75–90.
 - Paola, C., Mullin, J., Ellis, C., Mohrig, D.C., Swenson, J.B., Parker, G., Hickson, T., Heller, P.L., Partson, L., Syvitski, J., Sheets, B. and Strong, N., 2001. *Experimental stratigraphy*. *GSA Today*, 11, 4-9.
 - Petit, F., Gol, F., Houbrechts, G. and Assani, A.A., 2005. Critical specific stream power in gravel-bed rivers. *Geomorphology*, 69, 92-101.
 - Posamentier, H.W., 2001. Lowstand alluvial bypass system: incised vs. unincised. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 85, no. 10, 1771-1793.
 - Reed, J.S., Eriksson, K.A. and Kowalewski, M., 2005. Climate, depositional and burial controls on diagenesis of Appalachian Carboniferous Sandstones: qualitative and quantitative methods. *Sedimentary Geology*, 176, 225-246.
 - Rengers ,F. and Wohl, E., 2007. Trends of grain sizes on gravel bars in the Rio Chagres, Panama., *Geomorphology*, 83, 282 – 293.
 - Roberts, E., 2007. Facies architecture and depositional environments of the Upper Cretaceous Kaiparowits Formation, southern Utah, *Sedimentary Geology*, 197, 207–233.
 - Rowland, S.M. and Gangloff, R.A., 1988. Structure and paleogeology of Lower Cambrian reefs. *Palaios*, 3, 111-135.
 - Schmidt, K. and Soffel, H., 1983. Mesozoic–Cenozoic geological event in central–east Iran and their relation to paleomagnetic result.. *Ministry of Mines and Metals Geological Survey of Iran*, report no.51, 27-35.
 - Schumm, S.A., 1993. River response to baselevel change: Implications for sequence stratigraphy. *Geology*, 101, 279-294.
 - Shanely, K.W. and McCab, P.J., 1998. Relative role of eustasy, climate and tectonism in continental rocks. *SEPM (Society of Sedimentary Geology) special publication*, no. 59, 234.
 - Sloss, L.L., 1963. Sequence in the cratonic interior of North America. *Geological Society of America Bulletin*, 74, 93-114.
 - Stocklin, J. 1986. *The Vendian – Lower Cambrian Salt Basins Of Iran, Oman and Pakistan: Stratigraphy, Correlations, Paleogeography*, *Sciences de la terre, Memorie* 47, 329-345.
 - Tucker, M.E., 2001. *Sedimentary Petrology*. Third Edition, Blackwell, Oxford, 260p.

- Turner, B.R. and Eriksson, K.A., 1999. Meander bend reconstruction from an Upper Mississippian muddy point bar at Possum Hollow, West Virginia, U.S.A. In: Smith, N.D. and Rogers, J. (Eds.), *Fluvial Sedimentology VI*. Int. Assoc. Sedimentol. Spec. Publ., vol. 28. Blackwell Science, Oxford, U.K., 363–380.
- 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*, 192, 183–205.
- Vail, P.R., Mitchum, R.M.Jr. and Thompson, S., III, 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part four: global cycles of relative changes of sea level. *American Association of Petroleum Geologist Mem.*, 26, 83-98.
- Viseras, C., Soria, J.M., Duran, J.J., Pla, S., Carrido, G., Garcia – Garcia, F. and Arribas, A., 2006. A large-mammal site in a meandering fluvial context (Fonelas P-1, Late Pliocene, Guadix Basin, Spain) Sedimentological keys for its paleoenvironmental reconstruction, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 242, 139-168.
- Yuste, A., Luzon, A. and Bauluz, B., 2004. Provenance of Oligocene-Miocene alluvial and fluvial fans of the Northern Ebro Basin (NE Spain): An XRD petrographic and SEM study. *Sedimentary Geology*, 172, 251-268.

Archive of SID