

تحلیل رخساره‌ای و محیط رسوبی نهشته‌های مخلوط سیلیسی آواری - کربناته سازند شیرگشت در بلوک کلمرد، ایران مرکزی

محبوبه حسینی برزی*، نارام بایت گل

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

*پست الکترونیک: hosseini@khayam.ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۳۰

تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۲۰

چکیده

بررسی‌های صحرایی و پتروگرافی سازند شیرگشت، با سن اردوئین در دو برش کوه عاشقان و کوه راهدار، واقع در بلوک کلمرد در پهنه ایران مرکزی، به شناسایی ۴ مجموعه رخساره میکروسکوپی کربناته و ۷ رخساره سنگی سیلیسی آواری منجر گردید. مجموعه رخساره‌های مذکور، به انضمام حضور ایکنوفاسیسا (کروزانا و اسکولایتوس) و همچنین نتایج کلسی متری، آنالیز XRD و SEM نمونه‌های ریزدانه (شیلی)، محیط رسوبی نهشته‌های مورد نظر را جزایر سدی - لاگونی معرفی می‌کنند. روند تغییرات سطح آب از پایین به بالا در هر دو برش مطالعه شده، افت نسبی سطح آب را نشان می‌دهد. همچنین، بررسی‌های انجام شده نمایانگر آن است که تغییرات زمانی - مکانی در میزان ورود رسوب به حوضه بیشتر با سازوکارهای ناحیه‌ای و محلی مانند فعالیت گسل پی‌سنگی کلمرد در ارتباط است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل رخساره‌ای، نهشته‌های مخلوط، ایکنوفاسیس، بلوک کلمرد، سازند شیرگشت.

مقدمه

صورت می‌گیرد (باد و هریس، ۱۹۹۰). همچنین، تشخیص سازوکار اختلاط در هر مجموعه رسوبی مخلوط، خود نیازمند تعیین محیط رسوبی، برخاستگاه زمین‌ساختی (Provenance) و نیز آب و هوای دیرینه است (باد و هریس، ۱۹۹۰). سیستم رسوبی مخلوط (Mixed siliciclastic/carbonate) سازند شیرگشت در زمان اردوئین، در چرخه‌های کوه‌زایی کالدونین نهشته شده است (آقانباتی، ۱۳۸۳). در بلوک کلمرد، ردیف‌های اردوئین تا تریاس میانی، ضمن داشتن ایستهای رسوبی

شناخت کامل توالیهای آواری - کربناته نیازمند بررسی ارتباط هندسی و جانی توالیها، تغییرات سنگ‌شناختی در توالی مورد مطالعه و مطالعات دیرینه‌شناسی جهت استفاده فسیلها به عنوان نشانگرهای حساس به تغییرات محیطی است (فلوگل، ۲۰۰۴). تشکیل نهشته‌های مخلوط آواری - کربناته، طی سازوکارهای متفاوتی از جمله اختلاط جانی رخساره‌ها، تغییرات سطح آب دریا (Sea level changes) و تغییر در میزان ورود رسوب به حوضه (Sediment supply)

پی در پی و چند باره، یک واحد زمین ساختی - چینه نگاشتی محدود میان رخداد کاتانگایی - سیمرین پیشین محسوب می شوند که در محیطهای سکویی کم ژرفا انباشته شده اند (آقابات، ۱۳۸۳). سازند شیرگشت دارای بدنه رسوبی کربناته است که در محدوده‌هایی از زمان و مکان (Spatial & temporal)، با رسوبات تخریبی، مخلوط شده است. سازند شیرگشت با سن اردوئین در ناحیه کلمرد عمدتاً از واحدهای ماسه‌سنگی قهوه‌ای با لایه‌بندی متقاطع، شیل‌های قرمز و سبز و واحدهای سنگ آهکی تشکیل شده است و همبری آن با سنگهای منتسب به پرکامبرین (سازند کلمرد) از نوع دگرشیبی زاویه‌دار و با گرانودیوریت‌های این زمان (پرکامبرین) از نوع دگرشیبی آذرین‌پی است (شکل ۱). در این پژوهش، سازند شیرگشت در دو برش کوه عاشقان ($N33^{\circ}40'1''$ و $E56^{\circ}12'54''$) با ستبرای حدود ۲۶۰ متر و کوه راه‌دار ($N33^{\circ}37'23''$ و $E56^{\circ}21'53''$) با ستبرای حدود ۱۶۰ متر و فاصله هوایی ۱۳ کیلومتر در ۶۰ کیلومتری طبس و ۳۰۰ کیلومتری شمال شهرستان یزد مورد مطالعه قرار می‌گیرد (شکل ۲a و ۲b).

هدف اصلی این مقاله بررسی رخساره‌های رسوبی و ایکنوفسیل‌های سازند شیرگشت در دو برش مورد مطالعه و تفسیر محیط رسوبی و ارائه مدل رسوب‌گذاری می‌باشد که می‌تواند در بررسی سازوکار اختلاط و تعیین جغرافیای دیرینه اردوئین در بلوک کلمرد گامی مهم محسوب گردد.

روش مطالعه

در بازدیدهای صحرایی ستبرای نهشته‌های سازند شیرگشت، سطوح لایه‌بندی، ساختارهای رسوبی، نشانه‌های فسیلی، تغییرات اندازه دانه‌ها و همچنین ارتباط لایه‌ها بررسی و تعداد ۱۱۰ نمونه جهت تهیه مقاطع نازک و مطالعات

پتروگرافی برداشت شد. مقاطع کربناته توسط محلول آلزارین قرمز (Alizarin red-s) و فروسیانید پتاسیم (تشخیص کلسیت از دولومیت) به روش دیکسون (۱۹۶۵) رنگ آمیزی شدند. نام‌گذاری ماسه‌سنگها طبق طبقه‌بندی فولک (۱۹۷۴) و نام‌گذاری کربناتها طبق طبقه‌بندی دانهام (۱۹۶۲) انجام شده است. در پتروگرافی این سازند تعیین جنس نمونه‌های ریزدانه با استفاده از دستگاه کلسی‌متری برنارد در آزمایشگاه رسوب‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی و بر طبق تقسیم‌بندی پتی‌جان و همکاران (۱۹۷۵) انجام و کلیه نمونه‌ها، شیل ارزیابی گردیدند (کمتر از ۵ درصد کربنات). همچنین به منظور بررسی نوع کانیهای رسی و تعیین ارتباط آنها با محیط رسوبی در نمونه‌های ریزدانه، ۵ نمونه با استفاده از روشهای آنالیز پراش اشعه ایکس (XRD) در آزمایشگاه XRD و ۴ نمونه به کمک میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) مجهز به سیستم آنالیز (edx) در آزمایشگاه تربیت مدرس تهران مورد مطالعه قرار گرفت.

یافته‌ها

اجزای تشکیل دهنده

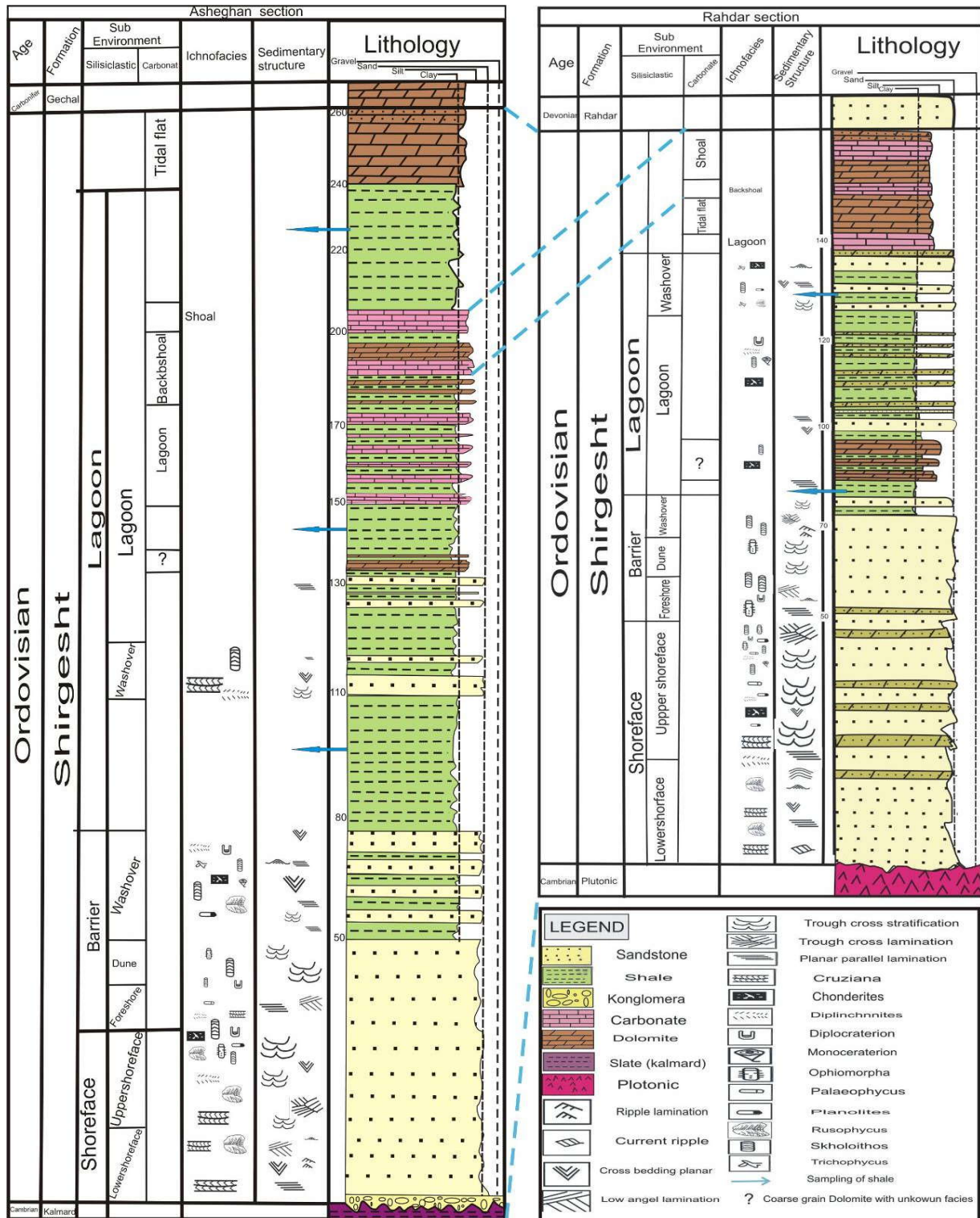
اجزای تشکیل دهنده در مقاطع نازک مورد مطالعه سه دسته کلی را شامل می‌شوند:

الف) اجزای کربناته غیراسکلتی: در مقاطع مورد مطالعه، این اجزا شامل پلوئید، آئید و اینتراکلاست می‌باشند.

ب) اجزای کربناته اسکلتی: از بین اجزای کربناته اسکلتی مشاهده شده، قطعات دو کفه‌ایها، براکیوپودها، جلبکها و گاستروپودها درصد قابل توجهی را دارا می‌باشند؛ هر چند که در این نمونه‌ها خارپوستان (اکینودرم) و استراکود نیز وجود دارد.

یک حاشیه آرام (Passive margine) ته‌نشین شده‌اند (بورنت و کوریک، ۲۰۰۴). این مورد با نتایج آنالیز مودال این ماسه‌سنگها نیز تأیید شده است (حسینی برزی و همکاران، ۱۳۸۷). در نمونه‌های مورد مطالعه، کوارتزهای تک بلوری دارای اینکلوزنهایی مانند زیرکن و روتیل می‌باشند. حضور کانیه‌های سنگین زیرکن، اسفن و تورمالین با گردشگی خوب در مقاطع مورد مطالعه، نشان دهنده هواز دگی شیمیایی شدید سنگ منشأ و چرخه مجدد مواد آواری اولیه و بالا رفتن رسیدگی ترکیبی است (مورتون، ۱۹۸۵). در ماسه‌سنگهای مورد مطالعه، اندازه دانه متغیر (دانه‌ریز تا دانه درشت) و جورشدگی به صورت متوسط تا خوب و خیلی خوب می‌باشد (شکل ۳a). در بعضی از این مقاطع، بایمدالیته در اندازه دانه مشاهده می‌شود (شکل ۳b) که می‌تواند حاکی از منشأ چندگانه و ورود رسوبات قدیمی چرخه مجدد به مواد اولیه و یا انرژی بسیار بالای محیط باشد. ماسه‌سنگهای مورد مطالعه نیمه رسیده تا رسیده می‌باشند و میزان ماتریکس در این ماسه‌سنگها کم بوده و بیشتر نمونه‌های مورد مطالعه به صورت دانه‌پشتیان هستند. دانه‌های ماسه در این نمونه‌ها به صورت نیمه گرد شده تا نیمه زاویه‌دار بوده و اغلب دانه‌های کوارتز فرورفتگیهای خلیجی (شکل ۳c) حاصل از نفوذ سیمان کلسیتی را نشان داده و همچنین وجود دانه‌های کوارتز درشت گرد شده و شکسته شده، در نمونه‌های ماسه‌سنگی دلالت بر انرژی بالای محیط رسوب گذاری می‌نماید (شکل ۳d). در این ماسه‌سنگها، گلوکونیت در جازا که از مشخصه‌های رسوبات دریایی است به صورت دانه‌های سبزرنگ و گرد شده مشاهده شده است (شکل ۳a). بررسی ساخت ماسه سنگهای شیرگشت، انواع تماس طولی، نقطه‌ای، محدب - مقعر (شکل ۳a) و مضرس (شکل ۳b) را نشان می‌دهد.

پ) اجزای آواری: اجزای آواری این سازند اغلب کوارتز بوده (بیش از ۹۵ درصد از حجم ماسه‌سنگها) و میزان کمتری از قطعات سنگی (در حدود کمتر از ۳ درصد ماسه‌سنگها) و به ندرت فلدسپات و کانیه‌های فرعی مانند مسکویت، زیرکن، اسفن و اکسید آهن را شامل می‌شود. کوارتزهای تک بلور بدون خاموشی موجی غالب بوده و در درجه دوم کوارتزهای تک بلور با خاموشی موجی مشاهده می‌شوند که بر اساس طبقه‌بندی ژنتیکی (فولک، ۱۹۷۴)، این کوارتزها بیشتر در رده کوارتزهای پلوتونیک قرار می‌گیرند. در نمونه‌های مورد مطالعه، به میزان خیلی کمتر کوارتزهای چندبلوری و به خصوص از نوع دگرگونی و جهت یافته مشاهده می‌شود که می‌تواند شاهدهی بر وجود منشأ دگرگونی باشد. کم بودن کوارتزهای چند بلوری در این مقاطع را می‌توان به پایداری مکانیکی کم این نوع کوارتز تحت شرایط دریایی با انرژی بالا، به ویژه نواحی فعالیت امواج جزرومدی نسبت داد (واناس و عبدالماجد، ۲۰۰۶). یکی دیگر از اجزای تشکیل دهنده این ماسه‌سنگها بر اساس فراوانی، قطعات سنگی (چرت و به میزان کمتر ماسه‌سنگ) است. مقدار بالای کوارتز تک بلوری با خاموشی مستقیم نسبت به انواع دیگر دانه‌ها نشان از وجود منشأ داخل کراتون است (واناس و عبدالماجد، ۲۰۰۶). نبود فلدسپات و فراوانی کم آنها همراه با کم بودن قطعات سنگی، می‌تواند فرض وجود ناحیه منشأ با هواز دگی شیمیایی شدید و حمل طولانی (پتی جان و همکاران، ۱۹۸۷؛ آمایره، ۱۹۹۱) را طرح نماید. چنین خصوصیتی از تشکیل دهنده‌های یک ماسه‌سنگ، نشان دهنده نواحی منشأ از حاشیه شلف پایدار (Stable shelf margin) با برجستگی کم (Low relief) می‌باشد. به این ترتیب که ماسه‌سنگهای مذکور از قسمت داخلی کراتون (Cratonic interior) منشأ گرفته‌اند و در



شکل ۱: ستون چینه شناسی تالیهای آواری - کربناته سازند شیرگشت در برشهای مورد مطالعه.

۱- رخساره میکروسکپی محیط پهنه جزر و مدی

دولومادستون: این رخساره سنگی از دولومیت‌های یک اندازه (Unimodal mosaics)، در اندازه خیلی ریز تا ریز بلور تشکیل شده است. دولومیت‌های مذکور متراکم و تیره رنگ بوده و فاقد فسیل‌اند و اغلب دارای دانه‌های پراکنده کوارتز در اندازه سیلت (شکل ۳e) همراه با آثار استروماتولیتها (شکل ۳f) می‌باشند. فابریک و اندازه بسیار ریز بلورها و حفظ شدگی بافت‌های رسوبی اولیه دلالت بر محیط تشکیل آنها در دمای پایین و نزدیک سطح است (گیرگ و شلتون، ۱۹۹۰). اصولاً این نوع از دولومیت همزمان با رسوب‌گذاری یا در مراحل اولیه دیاژنز در محدوده سوپراتایدال تا بالای اینترتایدال تشکیل می‌گردد (آدابی، ۲۰۰۲). همچنین، وجود آثار استروماتولیتی به همراه این دولومیتها حاکی از تشکیل آنها در محدوده پهنه‌های جزرومدی است (تاگر، ۲۰۰۱). این ریز رخساره معادل میکروفاسیس شماره RMF-22 فلوگل (۲۰۰۴) و کمربند رخساره‌ای شماره FZ-7 ویلسون (۱۹۷۵) است.

بایوکلاست و کستون دولومیتی شده: این رخساره سنگی، بیش از ۲۵ درصد بایوکلاست (شکل ۳g) و کمی پلت دارد. زمینه اغلب از میکرایت دولومیتی شده و دارای آثار زیست آشفته‌گی می‌باشد. این رخساره در برخی قسمت‌ها، تا بیش از ۱۰ درصد کوارتز دارد. با توجه به حضور دانه‌های پهنه‌های جزرومدی برجای گذاشته شده است. این ریز رخساره معادل میکروفاسیس شماره RMF-20 فلوگل (۲۰۰۴) و کمربند رخساره‌ای شماره FZ-7 ویلسون (۱۹۷۵) می‌باشد.

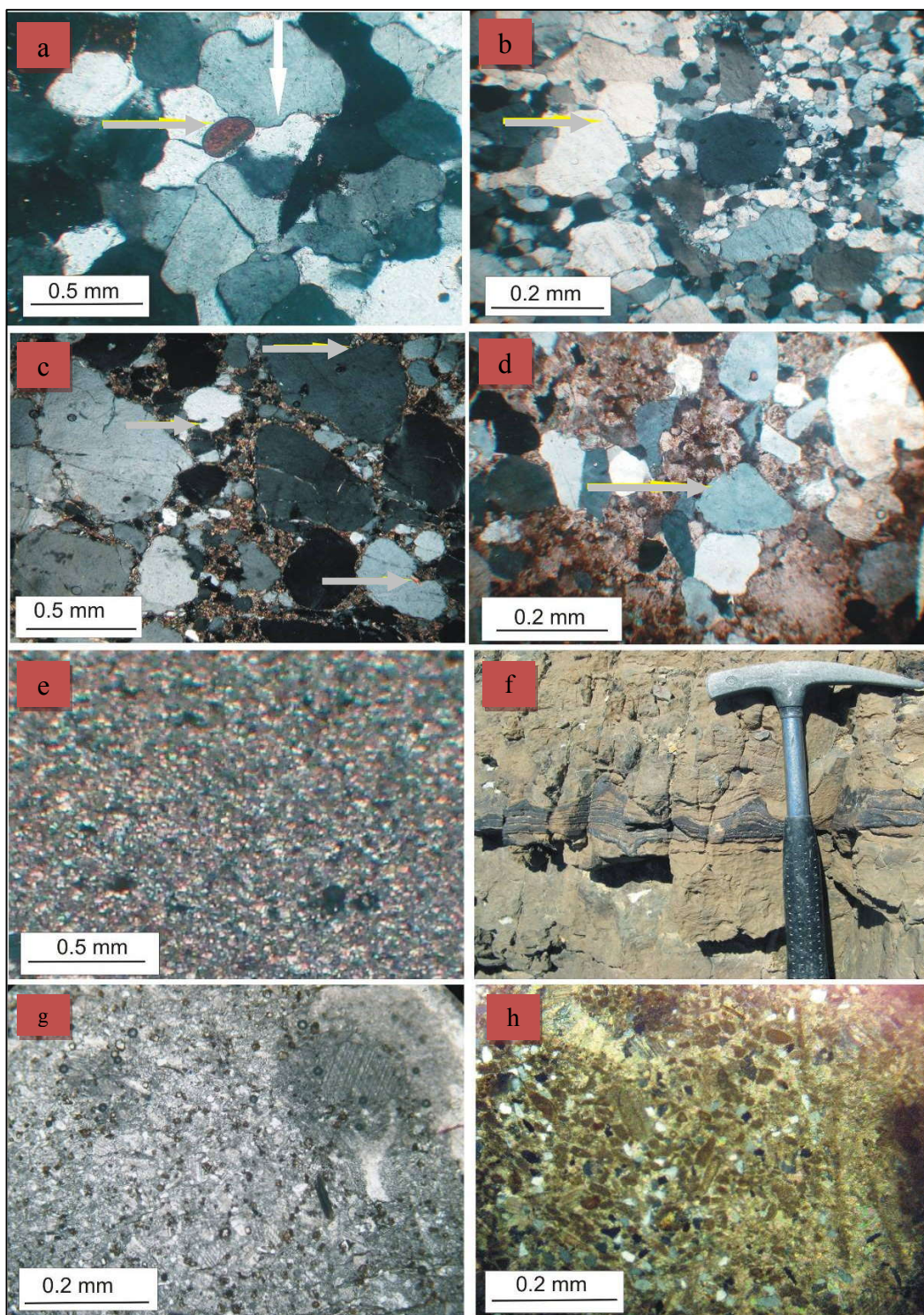
بایواینترا و کستون - پکستون ماسه‌ای: قطعات اینتراکلاستی به صورت میکرایتی و تا اندازه‌ای گرد شده، ۲۰ تا ۲۵ درصد

از اجزای اصلی این رخساره را شامل می‌شوند. دانه‌های پلوئیدی، قطعات گاستروپود و براکیوپود نیز در آنها دیده می‌شود که در زمینه سیمان اسپارایتی قرار دارند. با توجه به حضور دانه‌های بایوکلاستی با جورشدگی کم و قطعات اینتراکلاستی فراوان، این رخساره احتمالاً در محیط جزرومدی نهشته شده است (شکل ۳h). این ریز رخساره معادل میکروفاسیس شماره RMF-24 فلوگل (۲۰۰۴) و کمربند رخساره‌ای شماره FZ-7 ویلسون (۱۹۷۵) می‌باشد.

۲- رخساره‌های میکروسکپی لاگونی

پلوئیدال پکستون - وکستون ماسه‌ای: دانه‌های پلوئید بخش عمده‌ای از این رخساره را تشکیل می‌دهند (۲۵ درصد) و همچنین قطعاتی از دوکفه‌ایها، براکیوپود و خرده‌های خارپوست نیز به مقدار کم همراه با قطعات اینتراکلاست در آنها مشاهده می‌شود (شکل ۴a). این رخساره احتمالاً در بخش پرانرژی تر لاگون برجای گذاشته شده است. این ریز رخساره معادل میکروفاسیس شماره RMF-20 فلوگل (۲۰۰۴) و کمربند رخساره‌ای شماره FZ-7 ویلسون (۱۹۷۵) می‌باشد.

مادستون بایوکلاست دار ماسه‌ای: این میکروفاسیس دارای اجزای اسکلتی بسیار کم (کمتر از ۵ درصد) است که شامل خرده‌های اکینوئید، دوکفه‌ای و براکیوپود می‌باشد (شکل ۴b). بلورهای دولومیت به صورت رومبوئدرهای پراکنده در زمینه مادستون دیده می‌شوند. این رخساره می‌توانسته در بخش کم انرژی تر لاگون برجای گذاشته شود. این ریز رخساره معادل میکروفاسیس شماره RMF-19 فلوگل (۲۰۰۴) و کمربند رخساره‌ای شماره FZ-7 ویلسون (۱۹۷۵) است.



شکل ۳: a- جورشدگی خوب دانه‌های ماسه با تماس محدب - مقعر (پیکان سفید) و طولی، نقطه‌ای و دانه گرد شده گلوکونیت (پیکان خاکستری) (مقطع xpl، 28b).
 b- بایمودالیت در دانه‌های کوارتز همراه با تماس مضرس بین دانه‌های کوارتز (پیکان خاکستری) (مقطع 16a). c- فرورفتگی‌های خلیج مانند در دانه‌های کوارتز (پیکان خاکستری)، زمینه سنگ از سیمان دولومیتی (مقطع 31b). d- شکستگی دانه کوارتز (پیکان خاکستری) نشان از انرژی بالای محیط رسوبی، زمینه سنگ از سیمان دولومیتی. e- دولومیکرایت در پهنه جزرومدی (مقطع xpl، 28a). F- آثار ساخت استروماتولیت در دولومیتها (نشان دهنده پهنه‌های جزرومدی). g- بایوکلاست وکستون دولومیتی، همراه با قطعات کرینوئید (مقطع ppl، 31a). h- بایواینتراکلاست وکستون - پکستون (مقطع xpl، 42a).

مورب را می دهند که در بیشتر موارد حالت عدسی شکل دارند.

آئید گرینستون ماسه‌دار: اجزای اصلی تشکیل دهنده این میکروفاسیس را آئید با فابریک هم مرکز و هسته کوارتز با فراوانی بیش از ۵۰ درصد تشکیل می دهند. زمینه بین آئیدها را سیمان اسپارایتی پر کرده است و از فرآیندهای دیاژنزی حاکم بر این رخساره میکرایتی شدن آئیدها می باشد (شکل ۴e). وجود آئید با هسته کوارتز و زمینه اسپارایتی و نبود زمینه میکرایتی همراه با جورشدگی خوب دانه‌های آئید مؤید تشکیل آن در محیطهای پرانرژی همچون کانالهای جزرومدی است. این ریزرخساره معادل RMF-29 فلوگل (۲۰۰۴) و کمر بند رخساره‌ای شماره FZ-6 ویلسون (۱۹۷۵) می باشد.

آئید گرینستون: اجزای اصلی تشکیل دهنده این میکروفاسیس را آئید (در اندازه ۰/۵ میلی متر، فابریک هم مرکز و هسته میکرایتی شده بیو کلاست و کوارتز) با فراوانی بیش از ۸۵ درصد تشکیل می دهند. از اجزای غیراسکلتی در این میکروفاسیس می توان به کوارتز تا ۵ درصد و دانه‌های آگرگات اشاره کرد. فاصله بین آئیدها را سیمان اسپارایتی پر کرده که با نیروی تبلور خود بافت دانه پشستیان را به زمینه پشستیان تبدیل نموده است. از فرآیندهای دیاژنتیکی مشخص در این میکروفاسیس می توان به میکرایتی شدن و شکستگی حاصل از فشردگی، اشاره نمود (شکل ۴f). نبود زمینه میکرایتی و وجود آئیدهای متحدالمرکز در این میکروفاسیس نشان دهنده انرژی جریانات پرانرژی بخش سد است. این ریز رخساره معادل RMF-29 فلوگل (۲۰۰۴) و کمر بند رخساره‌ای شماره FZ-6 ویلسون (۱۹۷۵) می باشد.

گرینستون جلبکی ماسه‌دار: از مشخصات این رخساره حضور جلبکهای کشیده (فیلوئید) تا حدی میکرایتی و حدود ۱۰ درصد قطعات کوارتز است. اجزای دیگر تشکیل دهنده سنگی را قطعات اینتراکلاست، پلوئید و دوکفه‌ای تشکیل می دهند. زمینه سنگ را سیمان اسپارایت اشغال کرده و دانه‌ها از جورشدگی ضعیفی برخوردارند. از فرآیندهای دیاژنزی حاکم بر این رخساره میکرایتی شدن حاشیه دانه هاست (شکل ۴c). این رخساره می توانسته در پشت سدهای ماسه‌ای نزدیک به جزایر در بخش پرانرژی نهشته شده باشد. این ریز رخساره معادل RMF-17 فلوگل (۲۰۰۴) و کمر بند رخساره‌ای شماره FZ-7 ویلسون (۱۹۷۵) می باشد.

بایوکلاست پکستون - گرینستون ماسه‌دار: اجزای اصلی تشکیل دهنده این میکروفاسیس بایوکلاستها می باشند که همراه جلبکهای کشیده (فیلوئید) و دوکفه‌ایها در یک زمینه میکرایتی قرار دارند. از فرآیندهای دیاژنزی حاکم بر این رخساره، دولومیتی شدن به صورت انتخابی و ایجاد پوشش میکرایتی است (شکل ۴d). وجود آلوکمه‌های میکرایتی شده در یک زمینه میکرایتی در این میکروفاسیس نشان دهنده تشکیل آن در یک محیط لاگونی است. وجود زمینه اسپارایتی در بخشهایی از این میکروفاسیس نیز مؤید تشکیل آن در بخشهای پرانرژی تر لاگون و نزدیک سد می باشد. این ریز رخساره معادل میکروفاسیس شماره RMF-26 فلوگل (۲۰۰۴) و کمر بند رخساره‌ای شماره FZ-7 ویلسون (۱۹۷۵) می باشد.

۳- رخساره‌های میکروسکوپی سد (Shoal)

این رخساره به علت تشکیل در مناطق پر انرژی، همانند رخساره‌های آواری دارای ساختهای جریان (Current Structures) است، به طوری که ماسه‌های کربناته ته‌نشین شده در جزایر سدی تشکیل لایه‌های گرینستون با طبقه بندی

سمت بالا به ماسه‌سنگهای با آثار ریپل مارک و زیست آشفته‌گی تبدیل می‌گردد (شکل ۵c و ۵b). زیست آشفته‌گی مذکور در برداشتهای صحرایی شامل آثار فسیلی مانند *Cruziana furifera*، *Cruziana goldfussi* و *Cruziana rugosa* همراه با آثار *Rusophycus* می‌باشد (شکل ۶d، ۶c، ۶b، ۶a).

تفسیر: تا کر (۲۰۰۱)، بخشهای عمیق‌تر حاشیه ساحلی را شامل نهشت ماسه ریزدانه با لامیناسیون موازی می‌داند که گویای نهشت طی جریان بالا و شرایط طوفانی بوده (شاهد شرایط طوفانی) (آرنوت، ۱۹۹۳) و طی فروکش این شرایط، به سمت بالا، به ماسه ریپل‌دار (نماینگر شرایط آرام) و با آشفته‌گی زیستی (شرایط آرام) (سیلاچر، ۱۹۸۵) تبدیل می‌شود. ایکونوفاسیس کروزیانا نشان دهنده رسوب‌گذاری در محیطهای حاشیه ساحلی (Shoreface) به خصوص حاشیه پایینی و تیبیک (خاص) بستر نرم و یا میزان رسوب‌گذاری بالا در ماسه‌های ریز تا متوسط دانه است (پیکریل و همکاران، ۱۹۸۴؛ پمبرتون و همکاران، ۲۰۰۱) (شکل ۷ و جدول ۱).

۲- رخساره‌های قسمت بالای حاشیه ساحل (Upper shoreface facies)

توالی رسوبات قسمت بالایی حاشیه ساحلی سازند شیرگشت به صورت واحدی از ماسه‌سنگ درشت‌شونده به سمت بالا، با لامیناسیون موازی، ریپلهای موجی و طبقه‌بندی مورب مسطح و ترف است (شکل ۵d و ۵a). این توالی رخساره‌ای دارای ماسه‌سنگهای متوسط دانه خوب جور شده است. از مجموعه آثار فسیلی این قسمت می‌توان به *Skolithos*، *Diplichnites*، *Chondrites*، *Ophiomorpha*، *Planolites* و *Rusophycus* اشاره کرد و به صورت پراکنده دارای آثار *Cruziana*، (شکل ۶k، ۶j، ۶i، ۶h، ۶g، ۶f، ۶e) می‌باشند.

بایوکلاست، اینتراکلاست گرینستون: اجزای اصلی تشکیل دهنده این رخساره قطعات بایوکلاست و اینتراکلاستهای تقریباً جور شده با مقدار کمی پلوئید و اکیئوئید می‌باشد که در یک زمینه اسپارایتی قرار گرفته‌اند. با توجه به خروج نسبی میکرایت و جورشدگی نسبتاً خوب ذرات (شکل ۴g) می‌توان نتیجه گرفت که این رخساره مربوط به محیطهای سدی رو به لاگون (Leeward) با انرژی متوسط است. این ریز رخساره معادل RMF-27 فلوگل (۲۰۰۴) و کمر بند رخساره‌ای شماره FZ-6 ویلسون (۱۹۷۵) می‌باشد.

۴- رخساره میکروسکوپی جلوی سد

کریئوئید گرینستون: عمده‌ترین جزء این رخساره را قطعات درشت کریئوئیدی به صورت متراکم (تا حدود ۵۵ درصد) و دیگر ذرات شامل قطعات بایوکلاست مانند پوسته‌های دوکفه‌ایها (۲۰ درصد) تشکیل می‌دهند. این رخساره احتمالاً در بخش دریای باز جلوی جزایر سدی تشکیل شده (شکل ۴h) و معادل RMF-7 فلوگل (۲۰۰۴) و کمر بند رخساره‌ای شماره FZ-5 ویلسون (۱۹۷۵) می‌باشد.

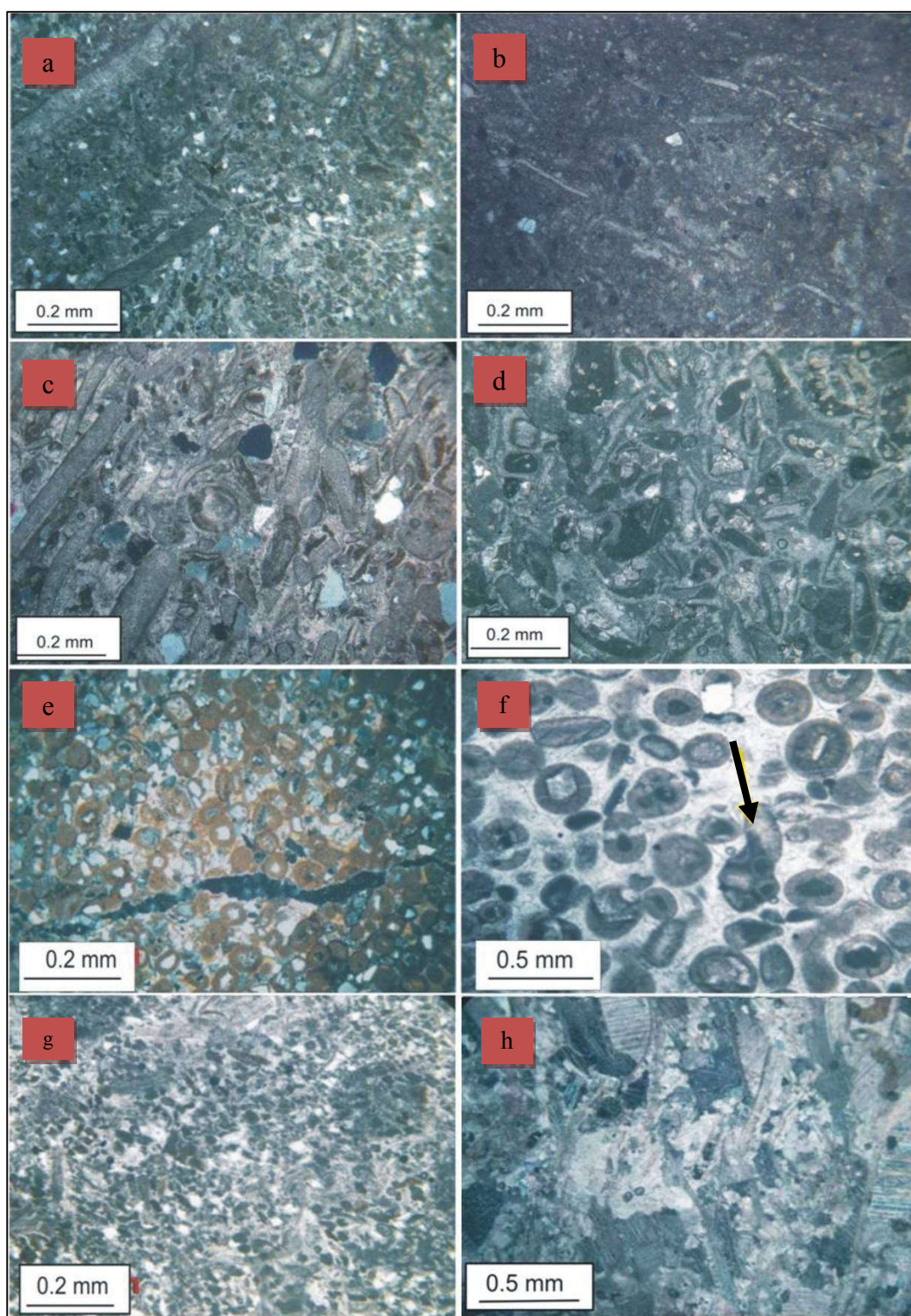
مجموعه رخساره‌های سنگی سیلیسی آواری

به طور کلی، اصلی‌ترین رخساره‌های سازنده نهشته‌های شیرگشت شامل رخساره قسمت پایینی حاشیه ساحل در قاعده، رخساره قسمت بالایی حاشیه ساحل بر روی آن و رخساره‌های کانالهای جزرومدی در بالاترین بخش است (شکل ۵a). با این حال، کلیه رخساره‌های سنگی نهشته‌های آواری سازند شیرگشت در ۷ گروه تقسیم‌بندی می‌شوند که در زیر به شرح آن می‌پردازیم:

۱- رخساره قسمت پایینی حاشیه ساحل

(Lower shoreface facies)

این رخساره از سازند شیرگشت، ماسه ریزدانه و گل نازک لایه با هندسه فرشی و گسترش جانبی است که در ادامه به



شکل ۴: a- پولیئیدال پکستون - وکستون (مقطع xpl، 48b). b- مادستون کوارتزی خرده فسیل‌دار (مقطع xpl، 34a). c- آنگال گرینستون ماسه‌دار (مقطع xpl، 51b). d- بایوکلاست پکستون - گرینستون ماسه‌دار (مقطع xpl، 44a). e- آئید گرینستون ماسه‌دار همراه با تخلخل کانالی. (مقطع xpl، 53b). f- آئید گرینستون، همراه با اینترکلاست (بیگان سیاه) و قطعات بایوکلاست (مقطع ppl، 56b). g- بایواینتراکلاست گرینستون (مقطع ppl، 48a). h- کریئوئید گرینستون، با قطعات بایوکلاست، احتمالاً دوکفه‌ایها (مقطع xpl، 59b).

زیستی پرتنش برای موجودات است (سلی، ۱۹۹۶). از طرف دیگر با توجه به شکل ۷ و جدول ۱، ایکنوفسیلها در محدوده ایکنوفاسیس اسکولایتوس قرار دارند. اسکولایتوس به عنوان ارگانسیم حفر (Burrowing organisms) با ایجاد پناهگاه می‌تواند شرایط پرانرژی و نوسانات شوری را تحمل نماید. وجود این ایکنوفاسیس، حاکی از شرایط انرژی بالا در این رخساره است (الکساندر و همکاران، ۱۹۸۵).

۴- رخساره تپه‌های ساحلی (Dunes)

این رخساره از ماسه‌سنگهای دانه ریز با جورشدگی بالا تشکیل شده و بیشترین مقدار جورشدگی را در سیستم جزایر سدی داراست. از ساختمانهای رسوبی مشاهده شده در این رخساره می‌توان به طبقه‌بندی مورب تراف بزرگ مقیاس (شکل ۵g) و آثار فسیلی اسکولایتوس و پلانولیتس اشاره کرد.

تفسیر: از قسمت حاشیه ساحلی به سمت رخساره‌های ساحلی و تپه‌های ماسه‌ای میزان جورشدگی ذرات افزایش می‌یابد و همچنین اندازه ذرات روند کاهش را نشان می‌دهد (دیویس، ۱۹۹۴). ماسه‌های تپه‌های ساحلی در سیستم جزایر سدی بیشترین جورشدگی و رسیدگی بافتی را دارا هستند و مهمترین ساخت رسوبی در آنها، طبقه‌بندی مورب در مقیاس بزرگ با جهت شیب به سمت خشکی می‌باشد (اینسل، ۲۰۰۰).

۵- رخساره مخروطهای شسته شده (Washover deposits)

این رخساره از ماسه‌سنگهای دانه ریز تا متوسط دارای طبقه بندی مورب مسطح (شکل ۸a) با دانه‌بندی تدریجی نرمال تشکیل شده، اغلب دارای قاعده فرسایشی بوده و به صورت توده‌ای دیده می‌شود (شکل ۸b). از

تفسیر: روند به سمت بالا درشت شونده (بر اساس مطالعات پتروگرافی) نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره طی پیش‌روی خط ساحل (Coastal progradation) به سمت دریاست (واکر و پلینت، ۱۹۹۲). ایکنوفاسیس مخلوط اسکولایتوس - کروزیانا (Mixed Skolithos - Cruziana) موجود در این رخساره بیانگر نوسانات شرایط رسوب‌گذاری، کاهش انرژی به سمت دریای باز و شرایط تافونومی است (پمبرتون و همکاران، ۲۰۰۱؛ بوآتویس و همکاران، ۲۰۰۵). در واقع، با توجه به مدل حاشیه ساحلی ایده‌آل، بر اساس رفتار ارگانسیمها، عمق آب و سطح انرژی (فری، ۱۹۹۰)، در قسمت بالای حاشیه ساحلی ایکنوفاسیس مخلوط اسکولایتوس - کروزیانا می‌تواند تشکیل شود (شکل ۷). همچنین، فراوانی ایکنوفسیلهای *Diplichnites* و *Rusophycus*، مؤید محیطهای دریایی کم عمق ساحلی است (پارکا و همکاران، ۲۰۰۵).

۳- رخساره پیش ساحل (Foreshore)

این رخساره در سازند شیرگشت شامل ماسه‌سنگهای دانه متوسط تا خوب جورشده و دارای لامیناسیون موازی (شکل ۵e) و طبقه‌بندی مورب با زاویه ملایم (Low-angle cross-bedded) (شکل ۵f) است. رخساره مذکور دارای آثار فسیلی محدودی شامل حفرات عمودی اسکولایتوس و افیومورفا می‌باشد.

تفسیر: اینسل (۲۰۰۰)، ماسه‌های دارای لامیناسیون موازی تا کم زاویه را به محیط پیش ساحل نسبت می‌دهد. همچنین، وجود لامیناسیون موازی در کوارتزآرنایت‌های فاقد بین‌لایه‌های دانه ریز حاکی از رژیم جریان بالاست (العذابی و العربی، ۲۰۰۵). نبود یا فراوانی کم آثار فسیلی نیز ناشی از انرژی بالای حاکم در محیط رسوبی و در نتیجه شرایط

فرسایشی تحت انرژی جریانهای موازی ساحل (Longshore) به وجود آمده باشند. طبقه‌بندی مورب از نوع تراف، لامیناسیونهای موازی و نبود ذرات گلی بیانگر حمل و نقل ذرات رسوبی به صورت بار کشتی، تحت تأثیر جریانهای پراثری در محیط رسوب گذاری است (العذابی و العربی، ۲۰۰۵). جورشدگی و بلوغ بافتی بالا نشان دهنده انرژی بالای محیط است. حضور محدود اسکولایتوس، نیز مؤید انرژی بالای محیط است (بروملی، ۱۹۹۶).

۷- رخساره‌های مردابی (Lagoonal facies)

رسوبات این رخساره در سازند شیرگشت به صورت شیل‌های با رنگ سبز تا ارغوانی همراه با مقادیر متغیری از ماسه ریز تا متوسط است. در کل، رسوبات به صورت توده‌ای و هموزن می‌باشند که احتمالاً در نتیجه زیست‌آشفته‌گی زیاد در آنهاست، اما تشخیص زیست‌آشفته‌گی و آثار فسیلی به علت تباین کم موجود در این رسوبات مشکل است (هنریک و همکاران، ۱۹۹۸). فعالیت شدید امواج و جریانهای جزرومدی باعث ورود مقادیر زیادی ماسه به محیط لاگونی می‌شود که با شیل‌ها حالت بین لایه‌ای دارند. شرایط با انرژی بالا در رخساره مردابی و شرایط زیستی پرتنش برای موجودات، باعث کاهش زیست‌آشفته‌گی توسط موجودات شده و شیل‌های با حالت ورقه‌ای و لامیناسیون ظریف بدون آثار به هم ریختگی را ایجاد می‌کند (شکل ۸d).

تفسیر: در محیط‌های لاگونی، گل معلق عمومی‌ترین رسوبات می‌باشد، اما فعالیت امواج و جریانات جزرومدی باعث ورود مقادیری از ماسه تیره به این محیط می‌شود که با شیل‌ها حالت بین لایه‌ای دارند (فرایس، ۱۹۹۵). با وجود این، بیشتر شیل‌های این رخساره آشفته‌گی زیستی زیادی دارند که سرعت پایین ته‌نشست را در مرکز لاگون نشان می‌دهد. دوره‌های با سرعت بالاتر رسوب گذاری به وسیله میزان بیشتر

آثار فسیلی مشاهده شده در این رخساره می‌توان به آثار فسیلی ایکونوفاسیس اسکولایتوس شامل *Planolites*، *Diplocraterio*، *Chondrites*، *Skolithos* و همچنین آثار فسیلی *Rusophycus*، *Palaeophycus*، *Monocraterion*، *Arthropycus* (شکل ۶i، ۶m، ۶n، ۶o) اشاره کرد.

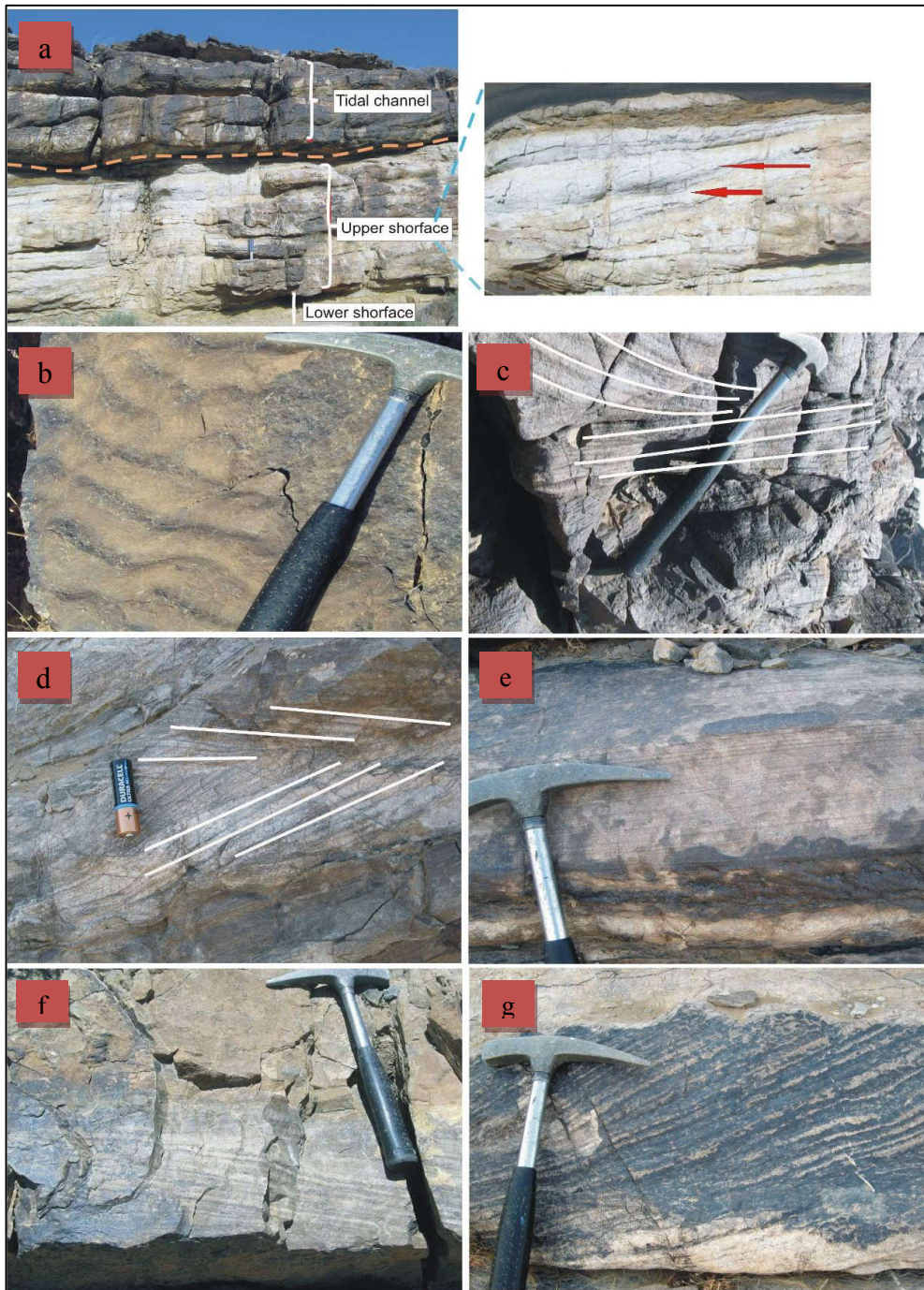
تفسیر: رینسون (۱۹۸۴)، وجود طبقه‌بندی مورب مسطح همراه با طبقات دارای دانه‌بندی تدریجی نرمال را خاص مخروط‌های شسته شده می‌داند. حالت تدریجی دانه‌بندی در این سنگ‌ها نشان‌دهنده تبدیل شرایط پراثری (ورود رسوب به داخل محیط به طور ناگهانی) به حالت ته‌نشست آرام از حالت معلق با لامیناسیون افقی و ریل‌های موجی است (هنریک و همکاران، ۱۹۹۸). وجود آثار فراوان فسیلی (حفاریهای فراوان) در سطح طبقات ماسه‌ای، ته‌نشست آرام رسوبات (بیشتر گل) را در این رخساره نشان می‌دهد (ویسر، ۱۹۸۰).

۶- رخساره کانالهای جزرومدی (Tidal channel)

ماسه‌سنگ‌های این رخساره در سازند شیرگشت دارای ساختمانهای رسوبی طبقه‌بندی مورب از نوع مسطح با زاویه کم، طبقه‌بندی مورب تراف (عدسی شکل) در دسته‌های به سمت بالا نازک شونده و طبقه‌بندی مورب طولی (Longitudinal cross-bedding) (شکل ۵a) می‌باشد. این ماسه‌سنگ‌ها متوسط دانه و با جورشدگی خوب هستند. قاعده این رخساره فرسایش کانالی را نشان می‌دهد (شکل ۸c). آثار فسیلی موجود در این رخساره شامل حفرات عمودی ساده همچون اسکولایتوس و افیومورفاست.

تفسیر: با توجه به این که ساختهای رسوبی، جریان غالب یک طرفه را نشان می‌دهند و در ضمن رسوبات دارای جورشدگی خوبی هستند، به نظر می‌رسد که کانالهای

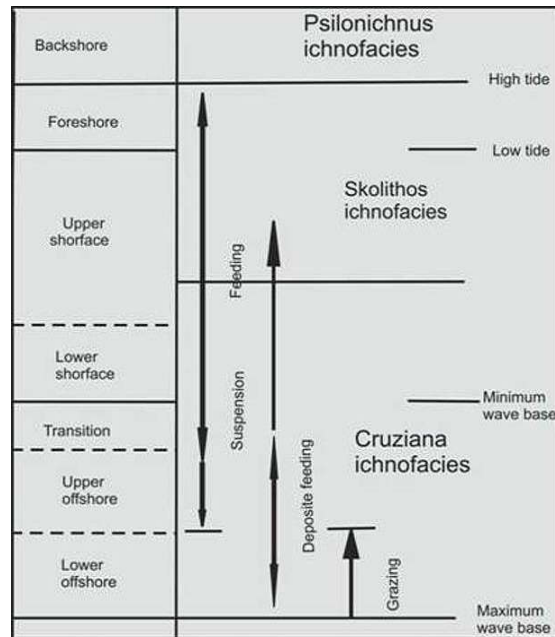
رسوبات ماسه‌ای و میزان کمتر زیست آشفستگی مشخص می‌شود (کازار و همکاران، ۲۰۰۶).



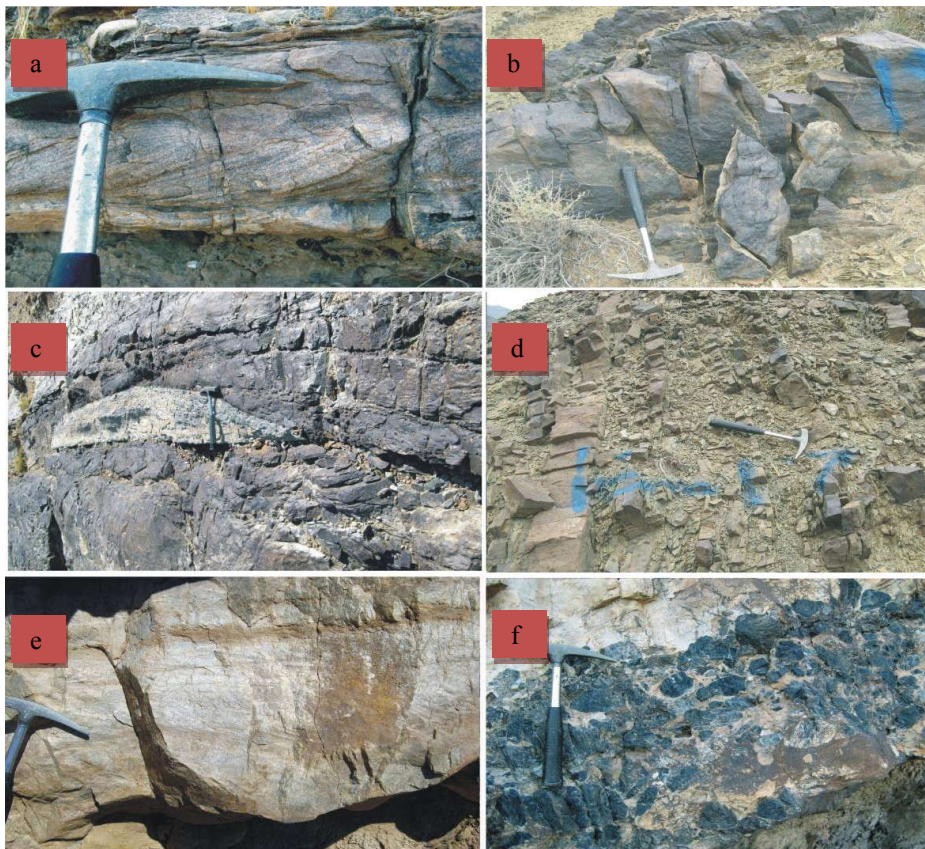
شکل ۵: a- سازند شیرگشت در برش کوه عاشقان با بخش‌های مختلف Uppershorface، Lower shorface و Foreshore، همراه با تصویری از مجموعه طبقه‌بندی مورب تراف در Uppershorface (پیکان سیاه). b- ریپل جریانی در Lower shorface. c- لامیناسیون موازی همراه با طبقه بندی مورب مسطح در Lower shorface. d- آثار طبقه‌بندی مورب تراف در Uppershorface. e- ماسه سنگهای با لامیناسیون موازی ظریف مربوط به Foreshore. f- طبقه‌بندی مورب مسطح بر روی سطوح لایه‌بندی، خطوط مستقیم و موازی در ماسه‌سنگهای ناحیه Foreshore، دیده می‌شود. g- ماسه‌سنگهای با طبقه‌بندی مورب مسطح در رخساره‌های تپه‌های ساحلی (Dunes).



شکل ۶: a- *Cruziana furcifera*, b- *Cruziana goldfussi*, c- *Cruziana rugosa*, d- آثار استراحت یا *Rusophycus*, e- مقطع عرضی *Skolithos* (پیکان سفید)، f- مقطع طولی *Skolithos* - آثار حرکت و خزش تریلوبیتها یا *Diplichnites*, h- *Chondrites* به صورت شاخه درختی، i- مقطع طولی *Ophiomorpha*, j- مقطع طولی *Diplocraterion*، قسمت دایره‌ای سفید رنگ، k- *Planolites* - l- *Paleophycos*، باروهای ساده فاقد انشعاب، m- *Arthropycus* - n- *Trichophycus* با حالت قیفی شکل، o- *Monocraterion*، باروهای قائم با حالت قیفی شکل.



شکل ۷: مدل حاشیه ساحلی ایده‌آل ایکنوفاسیسیها بر اساس رفتار ارگانیسمها، عمق آب و سطح انرژی.



شکل ۸: a- ماسه‌سنگهای با طبقه‌بندی مورب مسطح در رخساره‌های Washover. b- ماسه‌سنگهای توده‌ای با آثار کروزیانا در رخساره Washover. c- آثار کانال جزرومدی در ماسه‌سنگها. d- شیل لامینه‌ای با میان لایه‌های ماسه‌سنگی. e- لایه‌های عدسی شکل طبقات کربناته در برش کوه راهدار. f- کنگلومرای چرتی سفید رنگ (الیگومکتیک) با پبلهای از نوع چرت و از نظر بافتی دارای جورشدگی و گردشگی خوب در بخش قاعده سازند شیرگشت در برش کوه عاشقان.

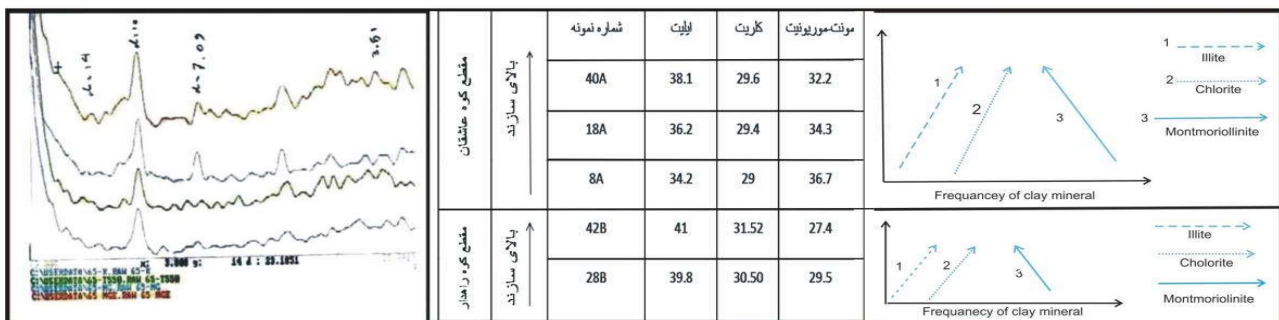
جدول ۱: رابطه بین انواع ایکترفاسیسیها و محیط رسوبی آنها. در این رابطه ایکترفاسیسی اسکولایتوس در محیطهای پارانرژی ساحلی در محدوده اندازه دانه‌های ماسه مشخص شده است در حالی که ایکترفاسیسی کروزیانا در محیطهای با انرژی کمتر همچون لاگون و فلات قاره با محدوده اندازه دانه‌ای در حدود ماسه و سیلت مشاهده می‌شود (بروملی، ۱۹۹۶).

Woodground	Rockground	Firmground		Loose- and softground		Sedimentology / environment		
		Marine	Freshwatr	Freshwater	Marine	Energy	Bathymetry	Grainsize
Teredolites	Trypanites	Glossifungites	Scoyenia	----	<i>Psilonichnus</i>	----	Backshore	Sand
				<i>Rusophycos?</i>	<i>Skolithos</i>	High	Beach	Sand
				<i>Arenicolites?</i>	<i>Arenicolites</i>	Event	Shelf	Sand silt
				<i>Fuersichnus</i>	<i>Cruziana</i>	Medium	Sand, silt	

بررسی شیل‌های سازند شیرگشت

نتایج آنالیز کلسی متری نمونه‌های ریزدانه، بیش از ۹۵ درصد رس و کمتر از ۵ درصد کربنات و نام شیل را بر حسب طبقه‌بندی پتی جان (۱۹۷۵) برای این نمونه‌ها پیشنهاد می‌کند. همچنین، آنالیز پراش اشعه ایکس (XRD) ۵ نمونه انتخابی حاکی از وجود ۳ کانی ایلیت، مونتموریونیت و کلریت است (شکل ۹). نتایج آنالیز نیمه کمی داده‌های مربوط به آنالیز XRD (شکل ۹) بیانگر افزایش ایلیت و تا حدی کلریت به سمت بالای سازند و کاهش مونتموریونیت در هر دو ستون است. ایلیت تخریبی معمولاً به همراه کانی رسی کلریت در مناطق کم عمق و ساحلی نهشته می‌شود (میونیر، ۲۰۰۵؛ دکونینک و همکاران، ۲۰۰۵). کلریت در

دیاژنز دریایی، به ویژه از محیطهای دریایی لاگون یا ساحلی (near-shore) جایی که رودخانه یون آهن را از هوازدگی قاره‌ای به داخل دریا حمل می‌کند، منشأ می‌گیرد (میونیر، ۲۰۰۵). از طرف دیگر، مونتموریونیت از نظر محیط رسوبی حاصل ته‌نشست در بخشهای عمیق‌تر (دریایی؟) (آدات و همکاران، ۲۰۰۲) می‌باشد. بررسی تصاویر SEM نشان می‌دهد که تنها کانی که با ساختمان مشخص و متنوع از منشأ دیاژنزی مشاهده گردید، کلریت بوده است (شکل ۱۰a، ۱۰b) که توسط آنالیز EDX نیز وجود آنها تأیید گردیده است.



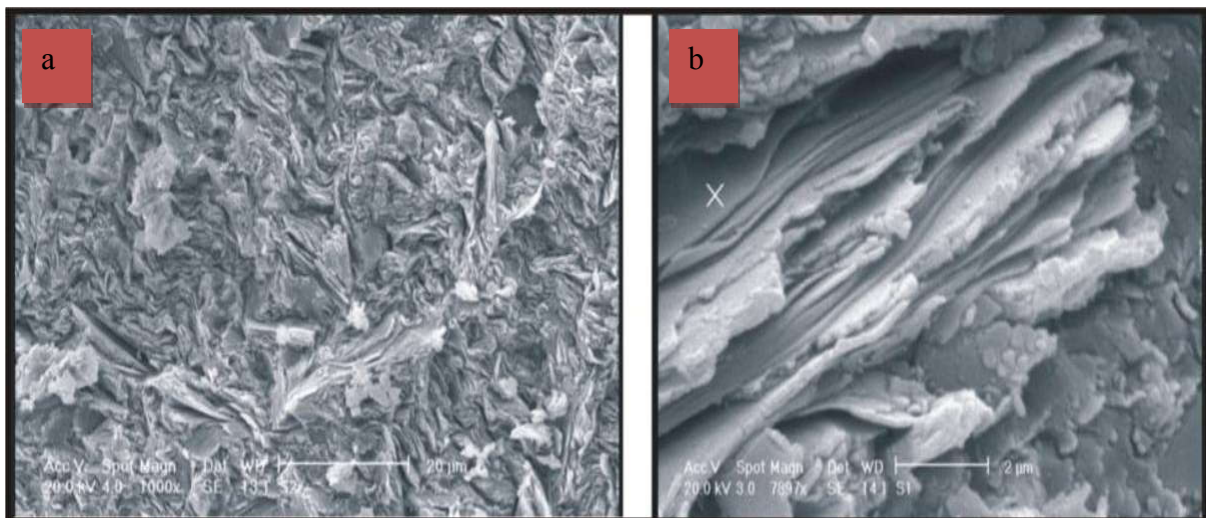
شکل ۹: نتایج آنالیز پراش اشعه ایکس (XRD) حاکی از وجود ۳ کانی ایلیت، مونتموریونیت و کلریت.

مشاهده شده می‌تواند حاصل تبدیل ساده ایلیت به کلریت طی دیاژنز باشد. با توجه به این که ایلیت همراه با کلریت بیش از مونتموریونیت بوده و نیز نسبت ایلیت به

بدین ترتیب تمام ایلیت و مونتموریونیت موجود در نمونه‌ها و احتمالاً بخشی از کلریت آن آواری و مرتبط با محیط رسوبی و شرایط آب و هوایی بوده و کلریت دیاژنزی

موجود در این شیلها که حاوی ایکنوفاسیسه‌های محیط کم عمق هستند همراه با رنگ سبز این شیلها و نبود شیلهای تیره در کل توالی شیلی، از شواهد شیلهای محیط لاگونی است. جالب توجه این که، با توجه به مقایسه مقادیر نیمه کمی، کانیه‌های رسی در دو برش مطالعه شده، برش راهدار عمق کمتری را برای نهشت شیلهای سازند نشان می‌دهد که ممکن است ناشی از موقعیت کوه راهدار بر روی یک برآمدگی (هورست) نسبت به کوه عاشقان باشد. نتایج رخساره‌ای نیز کم عمق شدن رسوبات را به سمت بالای سازند و به سمت برش راهدار نشان می‌دهد (ادامه بحث).

مونتورینیت به سمت بالای سازند افزایش می‌یابد، می‌توان این شیلها را متعلق به محیط کم عمق دانست که با گذشت زمان کم عمق‌تر می‌شود. البته، در این تحقیق به علت محدودیت در تعداد نمونه‌های شیلی، با قطعیت تمام نمی‌توان توسط داده کانی رسی، در مورد عمق حوضه رسوب گذاری نظر داد و به همین دلیل از بافت و ساختهای موجود در رخساره‌های همراه شیلهای لاگونی سازند شیرگشت نیز برای تأیید و تکمیل تفسیر عمق حوضه استفاده می‌نماییم. نبود لامیناسیون (ناشی از به هم ریختگی آنها طی زیست آشفستگی)، وجود میان لایه‌های ماسه‌سنگی و کربناته



شکل ۱۰: a- مجموعه کانیه‌های رسی تخریبی در حال تبدیل شدن به کلریت. B- کانی رسی کلریت دیاژنتیکی.

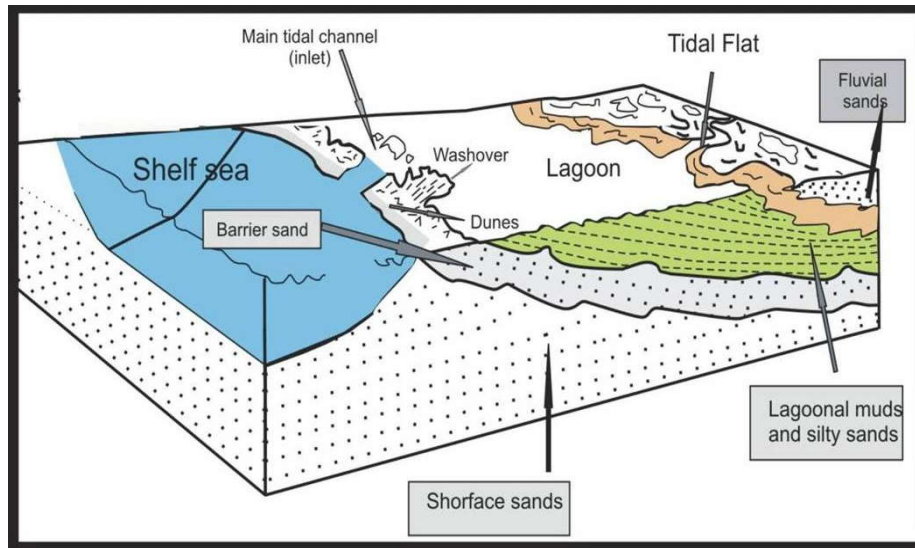
نهشته شده‌اند. کاهش ورود آوارها به این حوضه، شرایط مساعد را برای تشکیل کربناتها فراهم نموده است به طوری که روی برآمدگی سد و در جبهه امواج، رخساره‌های بایو کلاست گرینستون و آئید گرینستون و در لاگون، جلبک (فیلوئید) و قطعات بایو کلاستی درشت نرم‌تان و تاحدی قطعات آواری نهشته می‌شود (پورسر، ۱۹۷۳؛ بلال و عبدالکدر، ۱۹۹۹). از آن جایی که در جلوی سد آواری مورد بحث، رسوبات شیب قاره مشاهده نمی‌شود و بخشهای

مدل رسوبی سازند شیرگشت، اختلاط و تکامل رخساره‌ها

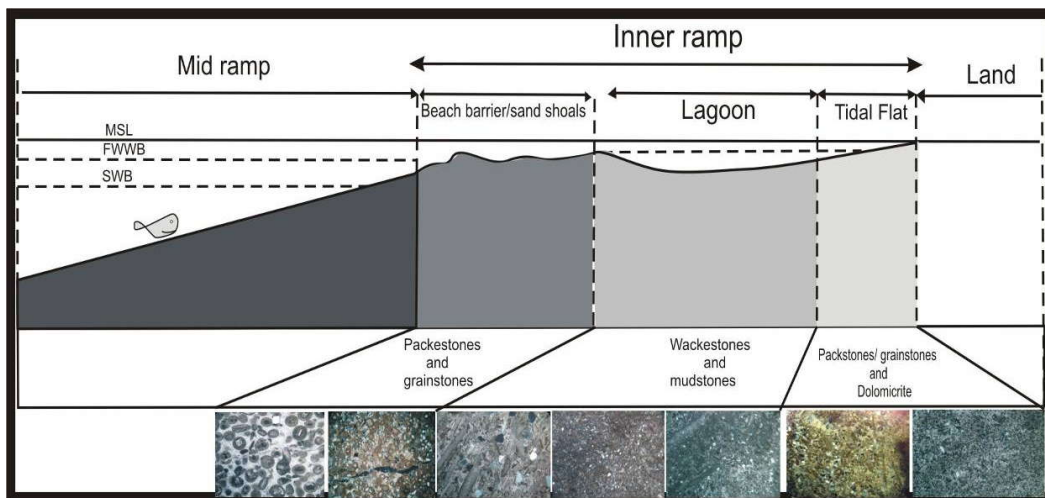
در بررسی رخساره‌های تخریبی، مدل ارائه شده با توجه به مقایسه مجموعه رخساره‌ها با مدل‌های موجود (برای مثال ریدینگ و کالینسون، ۱۹۹۶؛ اینسل، ۲۰۰۰)، جزایر سدی - لاگونی با روند کلی پس روی دریا قابل طرح است (شکل ۱۱). در واقع سازند شیرگشت، رسوبات جزایر سدی - لاگونی است که در دو چرخه پیش‌رونده به سمت دریا

ته‌نشین شده‌اند (فلوگل، ۲۰۰۴) (شکل ۱۲). ماسه‌های کربناته‌ته‌نشین شده در جزایر سدی از طریق کانالهای جزرومندی، تشکیل لایه‌های پکستون و گرینستون با طبقه‌بندی مورب را می‌دهند که در بیشتر موارد حالت عدسی دارند (پرات و همکاران، ۱۹۹۲) (شکل ۸e). همچنین، دولوستون و دولومیت‌های ماسه‌ای (Arenaceous dolomites) سازند شیرگشت، نهشت محیط سوپرتایدال در دوره‌های با ورود تخریبی کم را نشان می‌دهد (جیمز، ۱۹۸۴).

بالایی تا پایینی حاشیه ساحل را داریم، برآمدگی مورد بحث، در نهشت کربناته به نظر یک منطقه پرانرژی کربناته بر روی رمپ می‌آید. همچنین، با توجه به مطالعات پتروگرافی مقاطع کربناته، ۴ کمر بند رخساره‌ای شناخته شده و به علت نبود ریفهای سدی بزرگ، رخساره‌های ریزشی و لغزشی، کورتوئیدها، آنکوئیدها، پیروئیدها و دانه‌های آگرگات که خاص فلاتهای لبه‌دار هستند و همچنین تبدیل تدریجی رخساره‌ها به هم، به نظر می‌رسد که کربناته‌های سازند شیرگشت در داخل یک رمپ کربناته (Inner ramp) قرار دارد.



شکل ۱۱: مدل رسوبی سیلیسی - آواری سازند شیرگشت.



شکل ۱۲: مدل رسوبی کربناته سازند سازند شیرگشت. مدل سه بعدی نشان دهنده قسمت‌های مختلف یک رمپ است. مقطع عرضی، قسمت‌های مختلف رمپ داخلی کربناته‌های سازند شیرگشت را نشان می‌دهد.

۳- قرارگیری کوه راهدار بر روی یک برآمدگی زمین‌ساختی به شکلی که طی فرسایش فعالیت سازند کلمرد در این نقطه کاملاً حذف شده است. دو مورد آخر می‌توانند توضیحی برای مرز زیرین متفاوت این دو برش باشند.

نهشت سازند شیرگشت در هر دو برش، با نهشت ماسه‌های حاشیه پایینی ساحل شروع و طی پس‌روی دریا، تا جزایر سدی و لاگونی ادامه می‌یابد. از این پس با کمتر شدن ورود رسوبات آواری به حوضه، محیط برای نهشت کربنات مساعدتر شده و رخساره‌های کربناته لاگونی نیز ما بین لایه‌های آواری لاگون نهشته می‌گردد. این روند در هر دو ستون با به حداقل رسیدن ورود رسوب و نهشت رخساره‌های کربناته ادامه پیدا می‌کند (شکل ۱۳). نهشت مجدد رخساره‌های جزایر سدی (این بار از نوع کربنات به صورت آئیدی) ادامه می‌یابد. سپس، در کوه راهدار، سازند شیرگشت به سازند آواری راهدار (دوین پسین) تبدیل شده و یک بار دیگر ورود رسوب به حوضه به حداکثر خود می‌رسد. در کوه عاشقان رخساره‌های محیط پرانرژی کربناته به رخساره‌های لاگون آواری تغییر یافته و با کاهش ورود آوارها به سمت بالای سازند با دولومیت‌های منطقه جزرومدی دنبال شده تا به سازند گچال (کربنیفر) ختم گردد. این روند تکاملی در دو برش دارای چهار ویژگی برجسته است:

۱- میزان ورود رسوب به حوضه ابتدا در حداکثر خود بوده و به سمت بالا کاهش می‌یابد. در انتهای سازند یک پالس در ورود رسوب روند کلی را قطع نموده است که بار دیگر به سمت بالا کاهش می‌یابد.

۲- رخساره‌ها از پایین به بالا به طور تدریجی در حال پیش‌روی به سمت دریا بوده و با یک واقعه پس‌روی بار دیگر به پیش‌روی خود به سمت دریا ادامه می‌دهد.

۳- وجود دو چرخه رسوبی که در کوه عاشقان کاملتر و

از شواهد رسوب‌گذاری همزمان رسوبات آواری - کربناته می‌توان به تبدیل جانبی لایه‌های کربناته به دولومیت ماسه‌ای، وجود عدس‌های موجود در این توالیها، توزیع دانه‌های کوارتز در لایه‌های کربناته (به ویژه در لایه‌های عدسی شکل آئید گریستون ماسه‌دار به عنوان هسته آئیدها) اشاره کرد. در سیستم‌های رسوبی مخلوط، تبدیل رسوبات کربناته به سیلیسی - آواری و ورود رسوب به حوضه تحت کنترل عوامل مختلفی مانند تغییر در آب و هوا، زمین‌ساخت محلی، تغییر سطح آب و جریانهای داخل حوضه‌ای (مانند جریانهای در امتداد ساحل) است (باد و هریس، ۱۹۹۰). روند تغییرات رخساره‌ای از پایین به بالای دو ستون مطالعه شده جهت بررسی عوامل احتمالی کنترل‌کننده فرآیند اختلاط به ترتیب زیر مورد استفاده قرار گرفت:

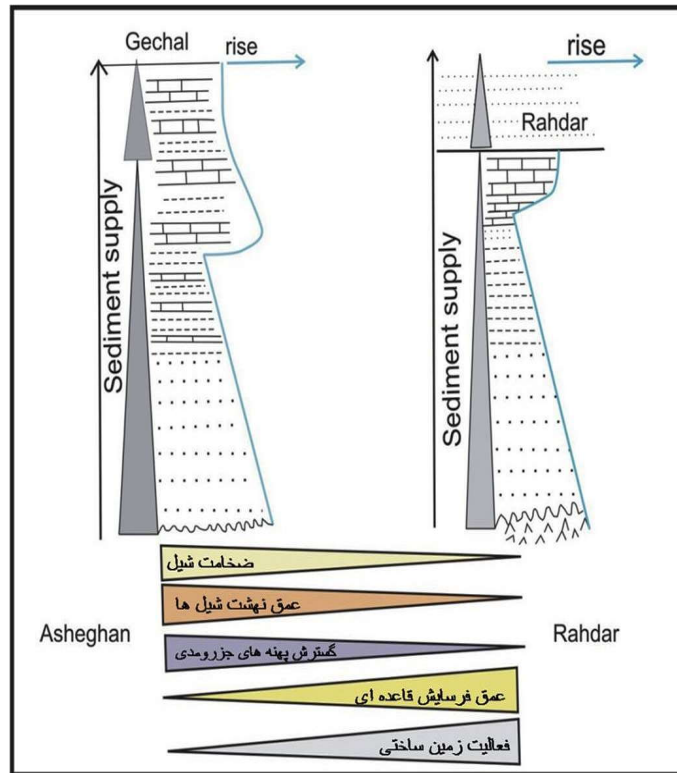
برش راهدار با موقعیت نزدیکتری که نسبت به گسل کلمرد دارد (شکل ۲)، زمین‌ساخت فعالیت را نسبت به برش عاشقان نشان می‌دهد. نهشت آذرین‌پی در قاعده سازند شیرگشت در برش راهدار (شکل ۱) در مقابل نهشت کنگلومرای قاعده‌ای بر روی مرز فرسایشی بالایی سازند کلمرد در برش عاشقان (شکل ۸f) در جهت تأیید این مورد می‌باشد. در واقع، مرز زیرین متفاوت سازند شیرگشت در این دو برش، می‌تواند به سه علت باشد:

۱- نفوذ آذرین در سازند کلمرد در محل کوه راهدار که با توجه به سن جوانتر کلیه سازندهای منطقه مورد مطالعه از جمله سازند کلمرد نسبت به این توده (شیخ‌الاسلامی و زمانی، ۱۳۷۸) ناممکن به نظر می‌رسد.

۲- قرارگیری کوه راهدار در مجاورت گسل پی سنگی کلمرد، بر روی یک برآمدگی (هورست) زمین‌ساختی، به شکلی که سازند کلمرد در این نقطه نهشته نشده یا آن قدر ضخامت کمی داشته که طی فرسایش کاملاً حذف شده است.

پهنه‌های جزرومدی است و می‌تواند ناشی از ایجاد فضای مناسبتر، طی فرونشینی تدریجی شیب در این موقعیت از حوضه باشد (ویلیام و همکاران، ۲۰۰۵).

در کوه راهدار با نهشت سازند راهدار کامل می‌شود. ۴- ضخامت بیشتر سازند شیرگشت در برش عاشقان نسبت به برش راهدار حاصل گسترش بیشتر رسوبات لاگون و



شکل ۱۳: مقایسه دو برش مورد مطالعه و بررسی تغییرات سطح آب دریا. در برش راهدار میزان فرسایش قاعده‌ای و زمین‌ساخت ناحیه‌ای نسبت به برش عاشقان فعالیت‌تر است. با وجود این، در برش عاشقان میزان ضخامت شیل و گسترش بیشتر پهنه‌های جزرومدی که در نتیجه فرونشست تدریجی به وجود آمده‌اند، فضای بیشتری برای نهشت این رسوبات ایجاد کرده است.

تغییر میزان ورود رسوب و سازوکار اختلاط سازند شیرگشت باشد. سازوکار دوم با توجه به تغییرات جانبی سازند و موقعیت گسل پی‌سنگی کلمرد در این منطقه کاملاً قابل طرح بوده و می‌توان فرض نمود که پس از وقوع فعالیت اصلی در این گسل و ایجاد سطح فرسایشی قاعده سازند شیرگشت، ورود رسوب ابتدا به حداکثر خود رسیده و به تدریج رو به کاهش می‌گذارد. جالب این که چرخه دوم نیز با کم عمق شدن (در حد سطح فرسایش در این دو برش) و سپس افزایش مجدد ورود رسوب به حوضه ثبت

کاهش میزان ورود رسوب به حوضه طی سازوکارهای متفاوتی صورت می‌پذیرد که عبارتند از:

- ۱- افزایش سطح آب.
 - ۲- گذر از فعالیت‌های اصلی زمین‌ساختی و آرام شدن نسبی.
 - ۳- توقف تا تغییر رژیم جریان‌های داخل حوضه‌ای مانند جریان در امتداد ساحل.
 - ۴- تغییر در آب و هوا.
- سازوکار اول با توجه به همزمانی کاهش ورود رسوبات آواری با کم عمق شدن حوضه نمی‌تواند عاملی جدی در

جزایر سدی - لاگونی است که به فرم پیش‌رونده به سمت دریا تشکیل شده‌اند. بررسی ایکونوفاسیسه‌های سازند شیرگشت، وجود دو نوع ایکونوفاسیس کروزیانا و اسکولایتوس را مربوط به محیطهای ساحلی پرانرژی نشان می‌دهد. بر پایه نتایج حاصل از آنالیز XRD، کانیهای رسی، ایلیت، کلریت و مونتوریونیت ۳ کانی اصلی تشکیل دهنده شیلهای سازند شیرگشت می‌باشند که افزایش ایلیت و کلریت و همچنین، کاهش مونتوریونیت به سمت بالای سازند، نشان دهنده روند پایین آمدن سطح آب دریا در نهشته‌های این سازند و کم عمق بودن نهشته‌های شیلی در کوه راهدار نسبت به کوه عاشقان است. در سازند شیرگشت عامل اصلی کاهش ورود رسوبات آواری به حوضه و ایجاد شرایط مساعد تولید کربنات و همچنین تغییرات عمق حوضه، فعالیت تکتونیکی گسل پی سنگی کلمرد می‌باشد.

سپاس‌گزاری

از همکاری آقایان مهدی شادان، علی محمد علی‌خاصی و اسد عبدی در جمع‌آوری نمونه‌ها و مطالعات صحرایی تشکر و قدردانی می‌گردد. از کلیه مسؤولان آزمایشگاههای دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی، برای کمکهای بی‌شائبه در طول این پژوهش تشکر می‌شود. در پایان از داوران محترم که با نظرهای خود به ارتقای سطح علمی این مقاله کمک کرده‌اند، سپاس‌گزاریم.

گردیده است و می‌تواند پالس ضعیفتری از فعالیت گسل کلمرد فرض شود. قابل توجه این که مطالعات پتروگرافی و آنالیز مودال ماسه سنگهای این دو سازند حاکی از شرایط برخاستگاهی حاشیه غیرفعال بوده است (حسینی برزی و همکاران، ۱۳۸۷). بر اساس مطالعات هنریک و همکاران (۱۹۹۸) جزایر سدی جزایر طویل ماسه‌ای در طول سواحل می‌باشند که معمولاً در طول حاشیه قاره‌ای غیرفعال - جایی که تأمین رسوب از منشأ زیاد و تغییرات جزرومد کوتاه باشد - تشکیل می‌شوند به طوری که عمل امواج و جریانات در امتداد ساحل (Longshore) مهمتر از جریانات جزرومدی است. این بدین معناست که با وجود تشکیل این رسوبات در طول حاشیه قاره‌ای غیرفعال، محیط نهشت سازند شیرگشت تحت تأثیر عوامل محلی زمین‌ساختی (گسل پی سنگی کلمرد) به صورت دوره‌ای (Periodic) بوده است. داده‌های موجود در کار حاضر در حد بررسی دو سازوکار دیگر نبوده و تنها به طرح امکان آن بسنده می‌شود.

نتیجه‌گیری

مطالعه رخساره‌های رسوبی، پتروگرافی و مطالعات صحرایی ساختمانهای رسوبی و بیولوژیکی و دیگر شواهد سنگ-شناختی سازند شیرگشت، در بلوک کلمرد در ایران مرکزی، نشان می‌دهد که این سازند حاصل اختلاط نهشته‌های آواری - کربناته در یک سیستم رسوبی پیچیده

منابع

- آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- حسینی برزی، م.، بایت گل، الف.، شادان، م.، ۱۳۸۷. پتروگرافی و برخاستگاه زمین‌ساختی سازند شیرگشت در مقاطع کوه عاشقان و کوه راهدار، بلوک کلمرد، ایران مرکزی. مجموعه مقالات اولین همایش سراسری کاربرد روشهای نوین در علوم زمین، آبان ۱۳۸۷، دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات.
- شیخ‌الاسلامی، م.، زمانی، م.، ۱۳۷۸. گزارش چهار گوش زمین‌شناسی حلوان با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- Adabi, M.H., 2002. Petrography and geochemical criteria for recognition of unaltered cold water and diagenetically altered Neoproterozoic dolomite, western Tasmania, Australia. *16th Australian Geol. Conv.*, Australia (Abst.), p. 350.
- Addate, T., Keller, G., & Stinnesbeck, W., 2002. Late Cretaceous to Early Paleocene climate and sea-level fluctuations; the Tunisian record. *Paleogeography, Paleocology, Palaeoclimatology*, 178: 165-196.
- Alexander, W.B., Southgate, A., & Bassindale, R., 1985. Survey of the river Tes. Part II. The estuary-chemical and biological. *Department of Science Industrial Research, Water Pollution research technical Paper*, 5, 171p.
- Amireh, B.S., 1991. Mineral composition of the Cambrian-Cretaceous Nubian Series of Jordan: provenance, tectonic setting and climatological implication. *Sedimentary Geology*, 71: 99-119.
- Arnott, R.W.C., 1993. Quasi-planar-laminated sandstone beds of the lower Cretaceous Bootlegger Member, North-central Montana: evidence of combined flow sedimentation. *Journal of Sediment. Petrol.*, 63: 488-494.
- Belal, S.A., & Abdulkadr M.A., 1999. Depositional environments of the Kurnub Group (Early Cretaceous) in northern Jordan. *Journal of African Earth Sciences*, 29(3): 449-468.
- Bromley, R.G., 1996. Trace fossils: Biology, taphonomy and applications. Geological Institute University of Copenhagen, Denmark. *Chapman & Hall*, P. 361.
- Buatois, L.A., Gingras, M.K., MacEachern, J., Mángano, M.G., Zonneveld, J.P., Pemberton, S.G., Netto, R.G., & Martin, A., 2005. Colonization of brackish-water systems through time: evidence from the trace-fossil record. *Palaios*, 20: 321-347.
- Budd, D.A., Harris, P.M., 1990. Carbonate siliciclastic mixtures. SEPM Reprint Series vol. 26, *Society for Economic Paleontologists and Mineralogists*, Tulsa, pp. 185-204.
- Burnett, D.J., & Quirk, D.G., 2004. Turbidite provenance in the Lower Paleozoic Manx Group, Isle of man; implications for the tectonic setting of Eastern Avalonia. *Journal of Geological Society of London*, 158: 913-924.
- Cozar, I.D., Somerville, S., Rodriguez, R., Mas, P., Medina-Varea, P., 2006. Development of a late Viséan (Mississippian) mixed carbonate/siliciclastic platform in the Guadalquivir Valley (southwestern Spain). *Sedimentary Geology*, 183: 269-295.
- Davis, R.A., 1994. Geology of Holocene, Barrier Island Systems, *Texas University*. 248p.
- Deconink, J.F., Amerdo, F., Baudin, F., Godet, A., & Zimmerlin, I., 2005. Late Cretaceous Palaeoenvironments expressed by the clay mineralogy of Cenomanian - Campanian chalks from the east of the Paris Basin. *Cretaceous Research*, 26: 171-179.
- Dickson, J.A.D., 1965. A modified staining technique for carbonates in thin section. *Nature*. 205: 587
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W.E., (Ed.), Classification of carbonate rocks. *Memoirs. Am. Ass. Petrol. Geol. 1.*, pp. 108-121,
- Einsele, G., 2000. Sedimentary Basins: Evolution Facies and Sediment budget. Berlin, *Springer*, 792 p.
- El-Azabi M.H., & El-Araby, A., 2005. Depositional facies, environments and sequence stratigraphic interpretation of the Middle Triassic-Lower Cretaceous (pre-Late Albian) succession in Arif El-Naga anticline, northeast Sinai, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 41: 119-143.
- Flügel, E., 2004. Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application. *Springer-Verlag*, Berlin Heidelberg. 976 pp.
- Folk, R.L., 1974. Petrology of Sedimentary Rocks, second ed. *Hemphill Press*, Austin, Texas. 182 pp.
- Frey, R.W., 1990. Trace fossils and hummocky cross-stratification, Upper Cretaceous of Utah. *Palaios*, 5: 203-218.
- Friis, H., 1995. The role of faecal pellets in the deposition of marine muds - examples from the Danish Tertiary. *Bull. Geol. Sot. Den.* 42: 68-75.
- Friis, H., Mikkelsen, J., & Sandersen, P., 1998. Depositional environment of the Vejle Fjord Formation of the Upper Oligocene - Lower Miocene of Denmark: a barrier island/barrier-protected depositional complex. *Sedimentary Geology*, 117(3): 221 - 244.

- Gregg, J.M., & Shelton, K.L., 1990. Dolomitization and neomorphism in the back reef facies of the Bonnetterre and Davies Formations (Cambrian), southeastern Missouri. *J. Sed. Petrology*, 60: 549-562.
- James, N., 1984. Shallowing-upward sequences in carbonates. In: Walker, R.G., (Ed.), *Facies Models. Geological Association Canada*, Toronto, Reprint series 1. 213-228 pp.
- Meunier, A., 2005. *Clays. Springer Verlag*, Berlin Heidelberg New York, 472p.
- Morton, A.C., 1985. Heavy minerals in provenance studies. In: Zuffa, G.G., (Ed.), *Provenance of Arenite. Reidel, Dordrecht, the Netherlands*, 405- 428pp.
- Parcha, S.K., Singh B.P., & Singh-Birendra, P., 2005. Palaeoecological significance of ichnofossils from the Cambrian succession of the Spiti Valley, Tethys Himalaya, India. *Current Science*, 88(1): 158-161.
- Pemberton, S.G., & Wightman, D.M., 1992. Ichnological characteristics of brackish water deposits. In: Pemberton, S.G., (Ed.), *Applications of Ichnology to Petroleum Exploration. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Core Workshop*, 17: 141-167.
- Pemberton, S.G., Spila, M., Pulham, A.J., Saunders, T., MacEachern, J.A., Robbins, D., & Sinclair, I.K., 2001. Ichnology and sedimentology of shallow to marginal marine systems: Ben Nevis and Avalon Reservoirs, Jeanne d'Arc Basin. *Geological Association of Canada, Short Course Notes Volume*, vol. 15. St. John's, Newfoundland.
- Pettijohn, F.J., 1975. *Sedimentary Rocks. Harper and Row*. New York, 628 pp.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E., & Siever, R., 1987. *Sand and Sandstone*, second ed. *Springer*, New York, 553 pp.
- Pickerill, R., Romano, M., & Meléndez, B. 1984. Arenig trace fossils from the Salamanca area, western Spain. *Geological Journal* 19: 249-269.
- Pratt, B.R., James, NP. Conwn C. A. 1992. Peritidal carbonates. In: Walker R.G., & James, N.P., (Eds.), *Facies Models: Response to Sea Level Change. Geological Association of Canada*, St Johns, Newfoundland. 303-322 pp.
- Purser, B.H., 1973. *The Persian Gulf: Holocene Carbonate Sedimentation and Diagenesis in a Shallow Epicontinental Sea, Springer-Verlag*, Berlin. 417 pp.
- Reading, H.G., & Collinson, J.D., 1996. Clastic coasts. In: Reading, H.G., (Ed.), *Sedimentary Environments: Process, Facies and Stratigraphy. Blackwell Scientific Publication*, Ltd Oxford, 154-231.
- Reinson, G.E., 1984. Barrier island and associated strand plain system. In: Walker R.G. (Ed.), *Facies models. Geoscience Canada*, Reprint series 1, 119-114 pp.
- Seilacher, A. 1985. Trilobite palaeobiology and substrate relationships. *Royal Society of Edinburgh Transactions: Earth Sciences*, 76: 231-237.
- Selley, R.C., 1996. *Ancient Sedimentary Environments and their Subsurface Diagnosis. Chapman & Hall*, London, fourth ed., 300 p.
- Tucker, M.E., 2001. *Sedimentary Petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks. Blackwell, Scientific Publication*, London, 260 p.
- Visser, R., 1980. (Sub)Recent tidal deposits in the constructionpit Schaar'. In: Van den Berg, J.H., (Ed.), *Field Course Guidebook on Clastic Tidal Deposits in the SW Netherlands. Rijksuniversiteit*, 283p.
- Walker, R.G., & Plint, G.A., 1992. Wave - and storm - dominated shallow marine systems. In: Walker, R.G., & James, N.P. (Eds.), *Facies Models. Geological Association of Canada*, pp. 219-238.
- Wanas, H.A, Abdel-Maguid, N.M., 2006. Petrography and geochemistry of the Cambro-Ordovician Wajid Sandstone, southwest Saudi Arabia: Implications for provenance and tectonic setting. *Journal of Asian Earth Sciences*, 27: 416-429.
- William, C., Parcell, T., & Monica, K., 2005. Mixed sediment deposition in a retro-arc foreland basin: Lower Ellis Group (M. Jurassic), Wyoming and Montana, U.S.A. *Sedimentary Geology*, 177: 175-194.
- Wilson, J.L., 1975. *Carbonate facies in geologic history. Springer-Verlag*, Berlin, 471pp.

Facies analysis and sedimentary environment of mixed carbonate-siliciclastic deposits of Shirgesht Formation in Kalmard Block, Central Iran

***Hosseini-Barzi, M., Bayet goll, A.**

Department of Geology, Faculty of Earth Science, University of Shahid Beheshti

*E-mail: hosseini@khayam.ut.ac.ir

Abstract

Field Study and petrography of Shirgesht Formation (Ordovician), in Kuh-e Asheghan and Kuh-e Rahdar sections, located in Kalmard block in Central Iranian Zone, led to identification of 4 carbonate microfacies associations and 7 siliciclastic petrofacies. These facies associations in conjunction with trace fossils, such as *cruziana* and *skholithos* ichnofacies, as well as the results of calcimetry, XRD analysis and SEM images from fine grained samples (shales), show that these strata have been deposited in barrier island-lagoon depositional system. The trends of interpreted sea level curve, from bottom to the top of the two studied sections, represent relative falling stage in sea level. Moreover, this study shows the effect of regional and local mechanisms in deposition, such as movement of Kalmard basement fault that effected the spatial and temporal variations in sediment supply.

Key word: Analysis facies, Mixed deposits, Ichnofacies, Kalmard block, Shirgesht Formation.