

محیط رسوبی، نوسانات سطح آب دریا و سازوکار اختلاط در نهشته‌های مخلوط سیلیسی آواری-کربناته سازند قم در برش دستجرد (جنوب خاور تفرش)

مهشید ساروخانی^۱، محبوبه حسینی برزی^۱ و علی مبشری^۲

^۱گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران
^۲آمدیریت و اکتشاف نفت، تهران، ایران

چکیده

سازند قم با سن الیگوسن-میوسن که به دلیل داشتن ذخایر هیدروکربوری در برخی از مناطق حائز اهمیت است، در برش دستجرد به صورت توالی مخلوط سیلیسی آواری-کربناته با ستبرای ۳۳۰ متر به طور ناپیوسته و هم‌شیب بر روی سازند سرخ زیرین و به صورت ناپیوسته در زیر سازند سرخ بالایی پروتزد دارد. در این مطالعه، نهشته‌های مورد نظر جهت بررسی سنگ‌نگاری، ریزرخساره و محیط رسوبی و همچنین تغییرات سطح آب دریا و سازوکار اختلاط مورد مطالعه قرار گرفتند. بر مبنای فراوانی و توزیع اجزای اسکلتی و دیگر اجزای موجود در نهشته‌های کربناته سازند قم در برش مورد مطالعه، شش ریزرخساره وابسته به سه کمر بند دریای باز، سد و لاگون مرتبط با یک رمپ کربناته شناسایی شد. اختلاط و دورگه شدن نهشته‌های کربناته سازند قم با مقادیر متفاوتی از سیلیسی آواری در اندازه ماسه و سیلت، در موقعیت‌های مختلف از ستبرای این سازند و نیز گستره جانبی آن، به فعالیت‌های متناوب زمین‌ساختی و فرسایش سنگ‌های کهن تر منطقه مانند سازند سرخ پایینی و آتشفشان‌های پالئوژن مرتبط است که در حوضه پشت کمان از یک سیستم فروانش نهشته شده است. بر اساس نتایج حاصل از مطالعات ریزرخساره در نهشته‌های برش مورد مطالعه، دو چرخه تغییرات سطح آب تمایز داده شد که رسوبگذاری چرخه اول با ناپایداری کف حوضه و نوسانات سطح نسبی آب دریا همراه بوده که با اوج گرفتن فعالیت‌های زمین‌ساختی منطقه به نهشت ستبرایی از ماسه سنگ منتهی می‌شود و چرخه دوم با پایداری بیشتر حوضه همراه است و در نهایت به کم‌ترفا شدن حوضه می‌انجامد.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۱۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:

سازند قم

نهشته‌های مخلوط

برش دستجرد

تحلیل ریزرخساره

تغییرات سطح آب دریا

سازوکار اختلاط

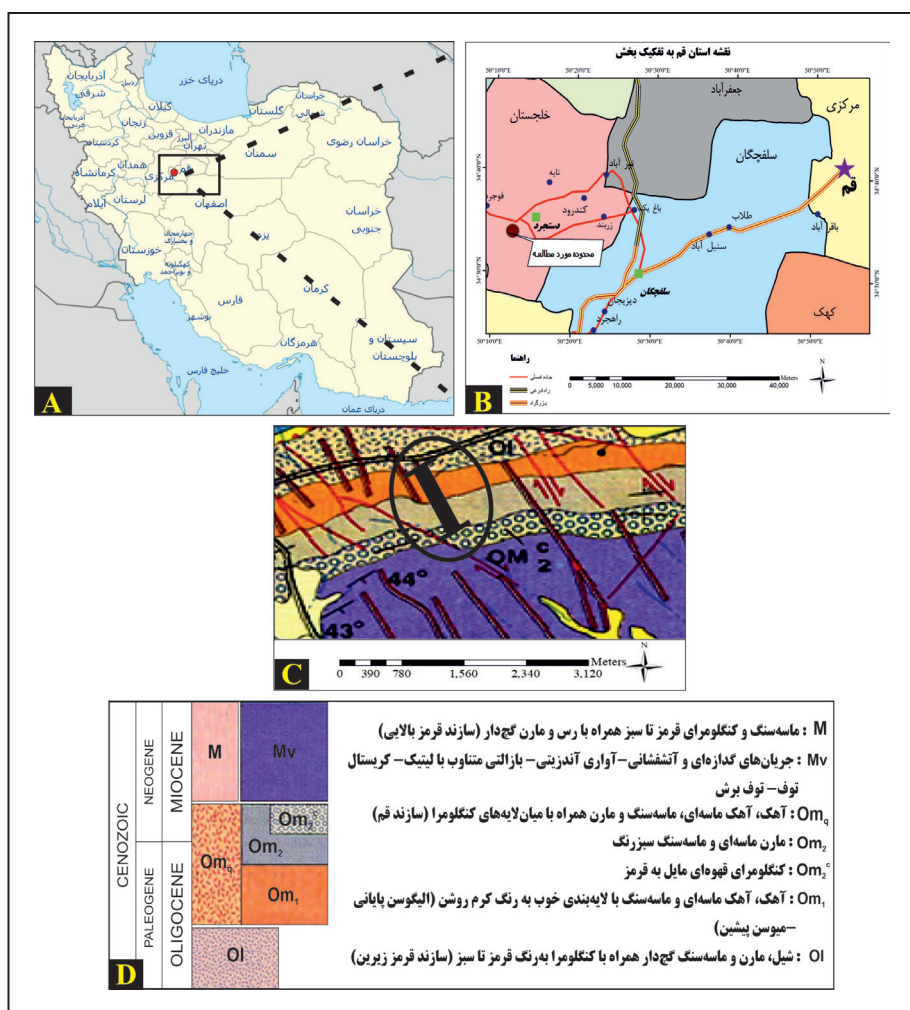
۱- پیش‌نوشتار

به دلیل گستردگی فراوان، شاخص بودن و تمرکز مواد هیدروکربنی، مطالعات انجام‌شده برای سنگ‌های الیگوسن-میوسن ایران بسیار حائز اهمیت است. در نتیجه رخداد پیرنن که در الیگوسن پایینی اتفاق افتاد، محیط رسوبی قاره‌ای در بخشی از باختر ایران مرکزی از ماکو تا جازموریان به شرایط دریایی تغییر یافت. رسوبات نهشته شده در این دریا غالباً از نوع رسوبات آهکی هستند که در ردیف‌های ساحلی سکوه‌های کربناتی و سراسیمی سکوی کربناتی نهشته شده‌اند (آقاباتی، ۱۳۸۳). این واحد سنگی برای اولین بار توسط آبیخ (Abich, 1858) از دریاچه ارومیه، تیتز (Tietze, 1875) از ایران مرکزی و اشتال (Stahl, 1911) از قم گزارش شده است. بدنه رسوبی مورد نظر نام‌های گوناگونی داشته اما از سال ۱۹۵۵ به بعد و به پیشنهاد گانسر (Ganser, 1955) به نام «سازند قم» خوانده می‌شود. مرز زیرین این سازند در همه جا یکسان نیست و براساس میزان فرسایش پیش از پیشروی دریا، مرز زیرین آن در مکان‌های مختلف با سازندهای گوناگونی می‌باشد اما در بیشتر موارد «سازند سرخ زیرین» در زیر آن قرار دارد که در اغلب نواحی، این مرز ناگهانی و با یک دگرشیبی نه چندان مشهود مشخص می‌شود. مرز بالایی آن نیز در همه جا

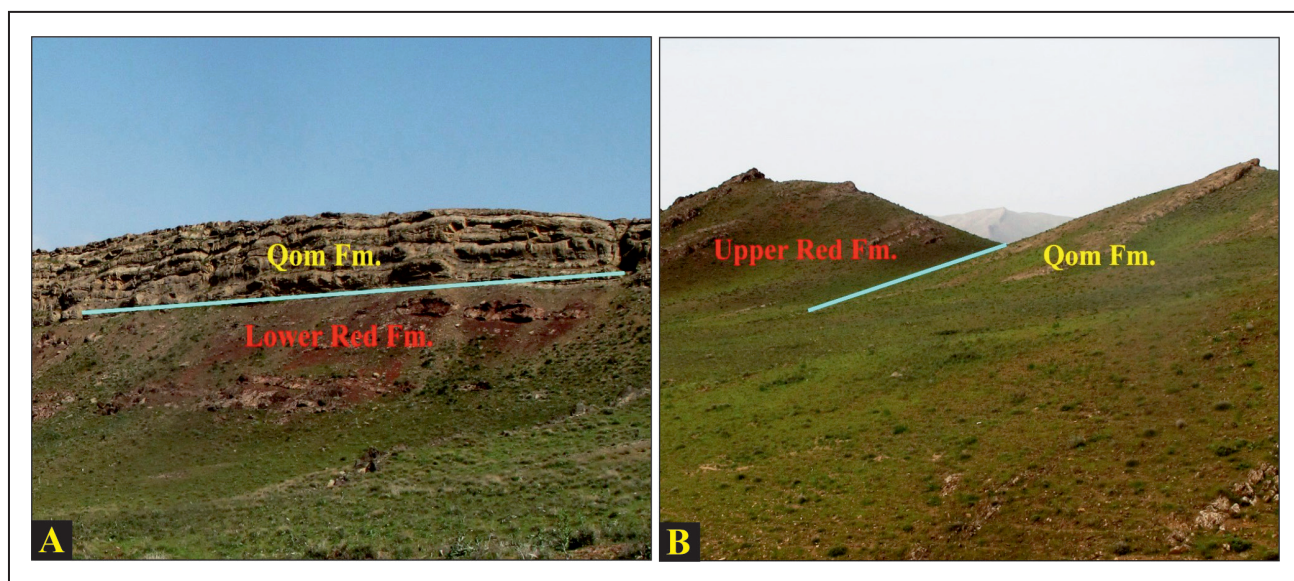
یک سطح فرسایشی عمدتاً هم‌شیب و گاه نیز همراه با دگرشیبی بوده که با حذف بخش‌هایی از سازند همراه است و عموماً به طور ناگهانی به نهشته‌های آواری سازند «سرخ بالایی» می‌رسد (Bozorgnia, 1966). ستبرای این سازند در ناحیه قم ۱۲۰۰ متر است و در بخش بزرگی از باختر ایران مرکزی گسترش دارد (آقاباتی، ۱۳۸۳). هر چند سازند قم به طور عمده دارای سنگ‌شناسی کربناته است اما در برخی برش‌ها (از جمله برش مورد مطالعه در این پژوهش)، این سازند دارای سنگ‌شناسی مخلوط است. این اختلاط در سیستم کربناته نهشت سازند قم، گاه با نهشته‌های آذرآواری (رجایی و اخروی، ۱۳۷۷) و گاه سیلیسی آواری (برای مثال یزدی‌مقدم، ۱۳۹۸) صورت گرفته است. در این ویژه، دانشیان و همکاران (۱۳۸۷) نیز با انجام مطالعاتی بر روی سازند قم در ناحیه الگو (برش کوه بیچاره) سنگ‌شناسی مخلوط را برای این سازند معرفی کرده و نشان دادند که نهشته‌های سازند قم در این ناحیه مرتبط با ۴ کمر بند رخساره‌ای (دریای باز، پشت ریفی، پهنه جذرومدی و سدی) است. براساس مطالعات انجام شده توسط گانسر (Ganser, 1955) و فورر و سودر (Furrer and Soder, 1955)، سازند قم به ۶ واحد تقسیم شده است: عضو a

ایجاد شده و در حوضه‌های مرتبط با کمان مانند حوضه پشت کمان نهشته شده است (ساروخانی و همکاران، ۱۳۹۸). برخلاف آنکه مطالعات بسیاری بر روی سازند قم انجام گرفته است، در ارتباط با محیط رسوبی و سازوکار اختلاط این نهشته‌های مخلوط در منطقه مورد نظر مطالعه‌ای صورت نپذیرفته است. در این نوشتار سعی بر آن است تا رسوبات سازند قم با سنگ‌شناسی مخلوط در منطقه قم، بخش خلجستان، محدوده دستجرد، نایه و کندرود از نظر سنگ‌نگاری، تحلیل ریزرخساره، محیط رسوبی، تغییرات سطح آب دریا و سازوکار اختلاط مورد مطالعه قرار گیرد و از این طریق گامی در راستای تکمیل اطلاعات پایه‌ای در ارتباط با رسوب‌شناسی و جغرافیای دیرین الیگومیوسن در منطقه مورد مطالعه برداشته شود. سن سازند قم در برش دستجرد میوسن است (امامی، ۱۳۷۰). برای دسترسی به برش مورد مطالعه با طی ۱۰ کیلومتر از سلفچگان به سمت ساوه (جاده قدیم سلفچگان به سمت ساوه)، جاده آسفالتی به سمت دستجرد و تفرش از توابع خلجستان در استان قم منشعب می‌شود (شکل‌های ۱- A و B). با عبور از این جاده به مسافت ۲۵ کیلومتر شهر دستجرد قرار دارد. با طی مسیر ۴ کیلومتر به سمت تفرش، سه‌راه مزرعه سبزعلی (تفرش - قم - ساوه) وجود دارد که با عبور از این مسیر به سمت ساوه به مسافت ۳/۵ کیلومتر، در سمت راست جاده سازند قم رخنمون دارد که محل برش مورد مطالعه است (شکل ۱- C و D). تصاویری از سازند قم در برش دستجرد در شکل ۲ نشان داده شده است.

(آهک قاعده‌ای)، b (مارن ماسه‌ای)، c (تناوب ماسه و مارن آهکی)، d (تبخیری‌ها)، e (مارن‌های خاکستری و سبز) و f (سنگ آهک بالایی). عضو C براساس مطالعات آبه و همکاران (Abaie et al., 1964)، خود به ۴ بخش مجزا تقسیم شد. بررسی رخصاره‌ها و محیط رسوبی سازند قم در برش‌های مختلف این سازند را به سیستم‌های رسوبی متفاوتی مانند رودخانه‌ای- دلتایی، سکوی کربناتی- تبخیری، سرایشی حاشیه سکوی کربناته و منطقه ژرف نسبت داده است (رحیم‌زاده، ۱۳۷۳). طبق بررسی‌های انجام شده بر روی این نهشته‌ها در جنوب کاشان، یک شلف لیه‌دار (Mohammadi et al., 2011) و در برخی مناطق دیگر، محیط پلتفرم کربناته از نوع شلف باز با رخصاره‌های مختلف مربوط به چهار کمربند محیطی شامل پهنه جذرومدی، لاگون، سد بایوکستی و کمربند جلوی سد کربناته (نوری و لاسمی، ۱۳۷۷؛ Vaziri moghaddam and Momenzadeh, 2003) برای محیط رسوبگذاری کربنات‌های سازند قم پیشنهاد شده است. همچنین ریوتر و همکاران (Reuter et al., 2007)، با مطالعه چینه‌نگاری زیستی و چینه‌نگاری سکانسی سازند قم در دو برش از حوضه پیش کمان (حوضه قم) و دو برش از حوضه پس کمان (حوضه اصفهان- سیرجان) و هم‌ارزی آنها، یک پلتفرم کربناته از نوع رمپ را برای سازند قم پیشنهاد کردند. امینی و اخروی (Okhravi and Amini, 1998) حوضه نهشت سازند قم را یک حوضه پشت کمان معرفی کردند و دیگر مطالعات انجام شده نیز خاستگاه آنها را کمان انتقالی تا کوهزایی چرخه دوباره می‌دانند که در یک آب و هوای نیمه خشک از فرسایش سنگ والد رسوبی- آتشفشانی



شکل ۱- (A) موقعیت محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه ایران؛ (B) نقشه استان قم به تفکیک بخش‌ها و موقعیت برش مورد مطالعه بر روی آن؛ (C) نقشه زمین‌شناسی برش مورد مطالعه با اقتباس از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰ ایران، برگه شماره ۶۰۵۹ تفرش، سازمان زمین‌شناسی ایران و راهنمای نقشه مربوطه (D).



شکل ۲- A) نمایی از مرز سازند قم با سازند سرخ زیرین؛ B) نمایی از مرز سازند قم با سازند سرخ بالایی.

۲- روش پژوهش

(شکل ۳- C، فلش آبی)، دانه چرت (شکل ۳- D، فلش آبی)، لیتیک ولکانیکی (شکل ۳- E)، کانی‌های اوبیک (شکل ۳- F)، گلوکونیت (شکل ۳- G)، و بیوتیت (شکل ۳- H) می‌باشند. اجزای موجود در سنگ‌های کربناته نیز شامل فسیل میلیولیده (Miliolida) (شکل ۳- I)، پنروپلیس (Peneroplis) (شکل ۳- J)، لپیدوسیکلینا (Lepidocyclina) (شکل ۳- K)، تصویر K، روتالیا (Rotalia) (شکل ۳- L)، فرامینیفر پلانکتون (Planktonic foraminifera) (شکل ۳- M)، بریوزوئر (Bryozoan) (شکل ۳- N)، فسیل دوکفه‌ای (Bivalve) (شکل ۳- O)، جلبک قرمز (Red algae) (شکل ۳- P)، جلبک سبز نوع لیتوفایلوم (Lithophyllum) (شکل ۳- Q)، فلش زرد، جلبک قرمز نوع لیتوآمنیوم (Lithothamnium) (شکل ۳- Q)، فلش صورتی، جلبک سبز نوع میکروکودیم (Microcodium) (شکل ۳- R)، فسیل ائینوئید (Echinoid) (شکل ۳- S) و توده‌های مرجانی (Coral) (شکل ۳- T) به‌عنوان اجزای اسکلتی و دانه‌های پلویید (شکل ۳- U)، اینتراکست (شکل ۳- V)، فلش صورتی و آگرگات‌ها (شکل ۳- V، فلش زرد) به‌عنوان اجزای غیر اسکلتی می‌باشند. سنگ‌های دورگه نیز شامل درصدهای متفاوتی از اجزای نامبرده می‌باشند.

۳-۲- ریزرخساره‌ها

A مجموعه ریزرخساره‌های محیط دریای باز کم‌ژرفا (Shallow open marine): A1: بایوکلست و کستون-پکستون ماسه‌ای (Sandy bioclast wackestone-packstone): آنچه که در ارتباط با این ریزرخساره قابل توجه است، تنوع اجزای فسیلی در نمونه‌های مربوط به آن است. از اجزای اصلی تشکیل دهنده می‌توان به فسیل بریوزوآ (Bryozoan) و نیز در برخی از نمونه‌های این ریزرخساره، جلبک قرمز (به‌عنوان مثال جلبک قرمز توبولاریا (Bryozoan) و فسیل دوکفه‌ای (Bivalve) اشاره کرد.

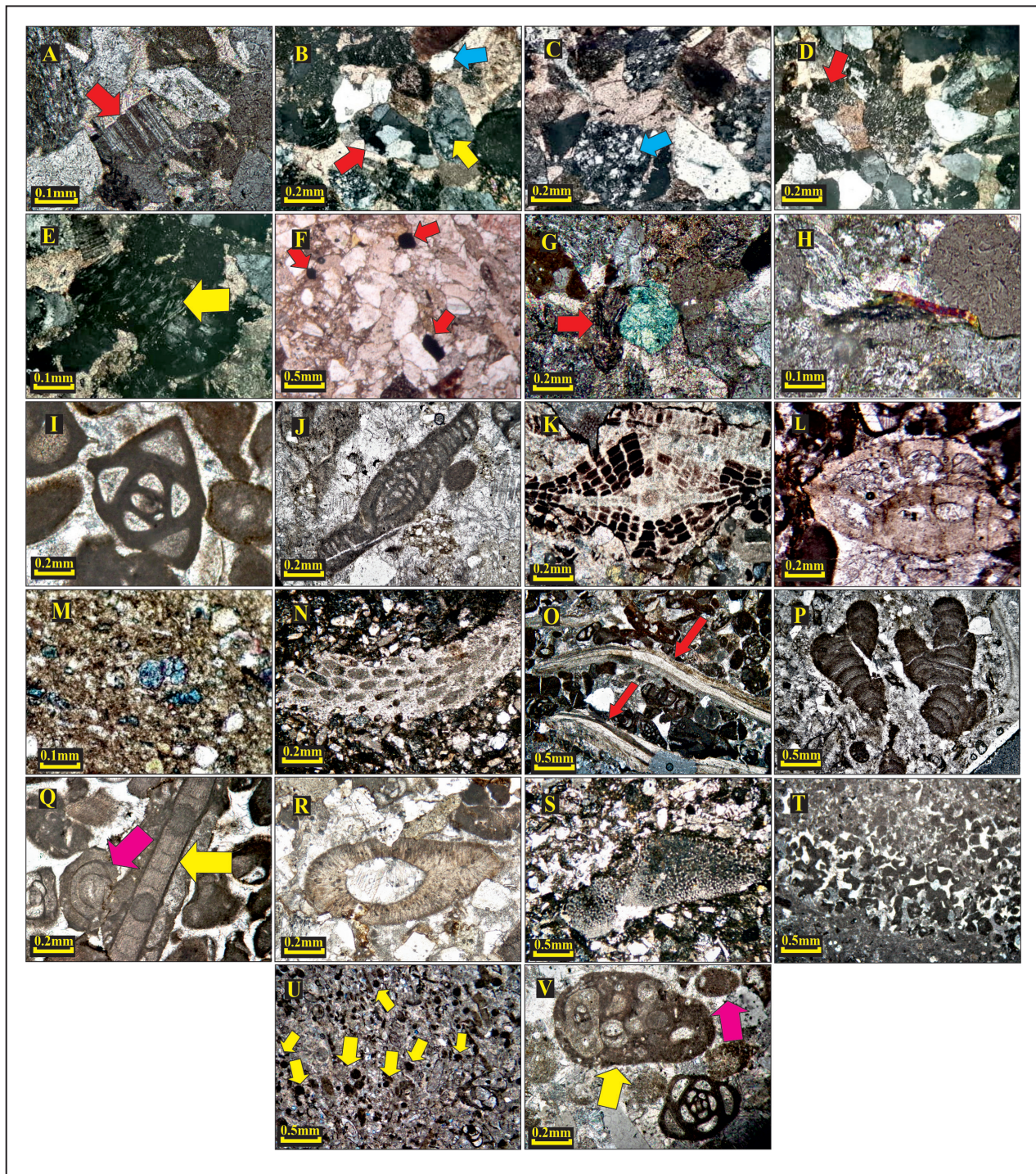
پس از انتخاب برش مناسبی از سازند قم در منطقه دستجرد، پیمایش‌های صحرایی جهت بررسی مشخصات سنگ‌شناسی، محتوای فسیلی، ساخت‌های رسوبی، ماهیت ستون چینه‌ای، روندهای رسوبی مانند ستبرشوندگی یا نازک‌شوندگی به سمت بالا انجام شده و تعداد ۱۷۲ نمونه به فواصل ۱/۵ متری از ستبرای ۳۳۰ متری سازند در این برش برداشت و جهت انجام مطالعات سنگ‌شناسی از آنها مقطع نازک تهیه گردید. جهت تشخیص کانی‌شناسی کلسیتی از دولومیتی و نیز آهن‌دار بودن کلسیت در نمونه‌های آهکی، مقاطع مورد نظر توسط محلول آلزارین قرمز (Alizarin Red Stain) و فروسیانید پتاسیم (Potassium Ferricyanide) به روش دیکسون (Dickson, 1966) رنگ‌آمیزی شدند. همچنین رده‌بندی و نام‌گذاری سنگ‌ها بر اساس روش دانهام (Dunham, 1962) و فولک (Folk, 1959 and 1962) صورت گرفت و نیز در تفسیر رخساره‌های میکروسکوپی از تقسیم‌بندی فلوگل (Flügel, 2010) استفاده شد.

۳-۳- بحث

با توجه به مطالعات انجام شده بر روی سازند قم در برش دستجرد موارد ذیل مطرح می‌شود.

۳-۱- سنگ‌نگاری

نمونه‌های مورد مطالعه در این پژوهش شامل ۳ گروه مختلف هستند: سنگ‌های کربناته، سنگ‌های سیلیسی-آواری و سنگ‌های دورگه. اجزای مختلف شناسایی شده در سنگ‌های سیلیسی-آواری به‌ترتیب فراوانی شامل فلدسپار (شکل ۳- A)، کوآرتز (شکل ۳- B)، لیتیک دگرگونی (شکل ۳- D، فلش قرمز)، لیتیک رسوبی

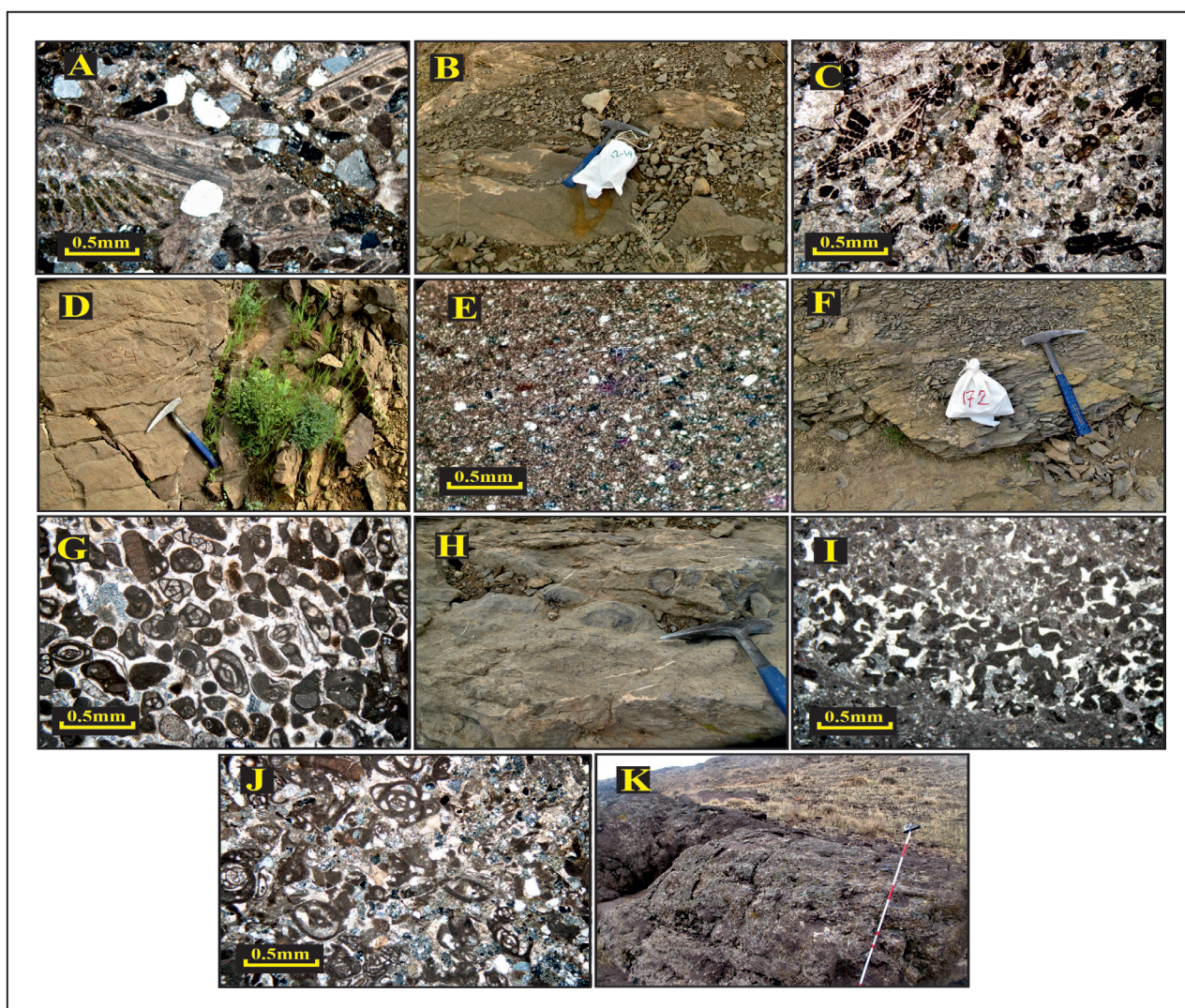


شکل ۳- (A) دانه پلاژیو کلاز با ماکل پلی سنتتیک (فلش قرمز) (XPL)؛ (B) کوارتز پلی کریستالین (فلش آبی)، کوارتز پلی کریستالین (فلش قرمز) و دانه فلدسپار نوع اورتوز (فلش زرد) (XPL)؛ (C) خرده سنگ رسوبی (فلش آبی) (XPL)؛ (D) دانه چرت (فلش قرمز) (XPL)؛ (E) خرده سنگ آتشفشانی با سوزن‌های پلاژیو کلاز درون آن (فلش زرد) (XPL)؛ (F) دانه‌هایی از کانی‌های اوپیک (اجزای آهن دار تخریبی که در هر دو نور معمولی و پلاریزه به رنگ سیاه در می‌آیند و با فلش قرمز نشان داده شده‌اند) (PPL)؛ (G) کانی سبزرنگ گلو کونیت، قطعه سنگ دگرگونی (فلش قرمز) (XPL)؛ (H) کانی بیوتیت (XPL)؛ (I) نمونه‌ای از گونه فسیلی میلیولیده از خانواده روزن‌بران (PPL)؛ (J) نمونه‌ای از فسیل پئروپلیس (PPL)؛ (K) فسیل لپیدوسیکلینا که حجره داخل آن با پیریت پر و بخشی از آن نیز دچار انحلال و سیلیسی شدن گشته است (XPL)؛ (L) فسیل روتالیا با پوسته هیالین (PPL)؛ (M) فسیل فرامینیفر پلاتکتون؛ (N) فسیل بریوزوئر در یک مقطع طولی (XPL)؛ (O) فسیل براکیوپودا (بازویان) که با فلش قرمز نشان داده شده است (XPL)؛ (P) جلبک قرمز (PPL)؛ (Q) جلبک سبز نوع لیتوفالوم (فلش زرد) و جلبک قرمز نوع لیتوتامنیوم (فلش صورتی) (PPL)؛ (R) جلبک سبز نوع میکروکودیوم از خانواده کدی‌یاسه آ (PPL)؛ (S) فسیل اکتینوید با تزئینات خاص خود (XPL)؛ (T) توده مرجانی در یک باندستون مرجانی (XPL)؛ (U) دانه‌های پلویید با جورشدگی نسبتاً خوب (فلش زرد) (XPL)؛ (V) قطعه اینتراکلیست (فلش صورتی) و دانه آگرگات تصویر (فلش زرد) که در کنار یک قطعه فسیلی از نوع میلیولیده قرار گرفته است (XPL).

و چنین استنباط می‌شود که در محیطی با انرژی متوسط نهشته شده است. در این ریزرخساره مجموعه‌ای از فسیل‌های مختلف مربوط به دریای باز با تغییراتی از فراوانی آنها از نمونه‌های مختلف و همچنین دامنه‌ای از میزان متفاوت اجزای تخریبی در اندازه ماسه در نمونه‌ها وجود دارد که سبب تفکیک ریزرخساره‌ای نمی‌گردد و همگی این موارد به چرخش آب نرمال دریا مربوط می‌شوند. همچنین تشکیل فسفات و اجزای آهن‌دار و پیریت فروموبیدال نشان‌دهنده بخش‌های میانی تا انتهایی شلف است. مجموعه فسیلی دیده شده، که متعلق به دریای باز است و نیز فراوانی متغیر دانه‌های کوارتز خوب جور شده، این ریز رخساره را به نواحی نزدیک به کانل جزرومدی (tidal inlet) در دریای باز مرتبط می‌کند (شکل ۴- A و B).

نمونه‌های مربوط به این ریزرخساره دارای ۲۰ الی ۳۰ درصد اجزای تخریبی (غالباً کوارتز) در اندازه ماسه و سیلت بوده و در نمونه‌های این ریزرخساره، اینتراکست‌های فراوان نیز حضور دارد. همچنین در برخی از نمونه‌های مرتبط با این ریزرخساره می‌توان به تشکیل فسفات در تخلخل‌های درون دانه‌ای و حجرات فسیلی اشاره کرد. در برخی نمونه‌ها حجرات فسیلی با اجزای آهن‌دار و پیریت فروموبیدال پر شده است.

تفسیر: حضور ارگانسیم‌هایی همچون بریوزوآ که در شوری نرمال زندگی می‌کنند و همچنین حضور جلبک‌های قرمز که شرایط ژرف‌تری از شلف را ترجیح می‌دهند (Flügel, 2010) نشان می‌دهد که این ریزرخساره مربوط به محیط دریای باز است



شکل ۴- A) تصویر میکروسکوپی و کستون تا پکستون بایوکلست‌دار ماسه‌ای با اجزای کربناته (فسیل‌های متنوع) بیشتر و حضور اجزای آواری (ریزرخساره A1)؛ B) تصویر صحرایی از محل رخساره A1؛ C) ریزرخساره بایوکلست پکستون لپیدوسیکلینا دار؛ در تصویر فرایند آهن‌دار شدن کاملاً مشخص است که در حجرات فسیلی رخ داده است. همچنین گلاکونیت‌ها نیز به دو صورت اولیه و دیاژنتیکی دیده می‌شوند. آلوکم‌های دیگر (اینتراکست‌ها) نیز در این پکستون‌ها فراوان هستند (ریزرخساره A2)؛ D) تصویر صحرایی از محل رخساره A2؛ E) رخساره دریای باز، نهشته‌های هیبرید، مادستون‌های ماسه‌ای- سیلتی دارای فرامینتفرهای پلانکتون که معرف ژرفای بیشتر محیط می‌باشند (ریزرخساره A3)؛ F) صحرایی از محل رخساره A3؛ G) دانه‌های تشکیل‌دهنده ریز رخساره میلیولید گریستون اینتراکست‌دار، دارای پوشش میکرابیتی هستند و گاه کامل پوشیده از گل شده‌اند. اما زمینه از سیمان تشکیل شده است که نشان‌دهنده میزان نه‌چندان پایین انرژی محیط بوده و این ریزرخساره در ارتباط با محیط نزدیک به سد می‌باشد (ریزرخساره B1)؛ H) تصویر صحرایی از محل رخساره B1؛ I) تصویری از یک باندستون مرجانی با توده مرجانی نسبتاً بزرگ و سالم (ریزرخساره B2)؛ J) ریزرخساره کربناته که مقدار اندکی نیز اجزای آواری دارد. فرایند فشردگی در این رخساره در برخی موارد باعث تخریب نه‌چندان زیاد اجزای ناپایدارتر شده است. سیمان‌شدگی تخلخل‌های درون دانه‌ای نیز به‌وضوح نمایان است. میلیولیدهای موجود در نمونه‌های مربوط به این ریزرخساره شاخص محیط لاگون می‌باشند (ریزرخساره C1)؛ K) تصویر صحرایی از محل رخساره C1.

به چشم می‌خورد، حضور متعدد فسیل فرامینفرهای بنتیک نوع میلیولیده است. همچنین اینتراکست‌ها و پلویدها نیز (به ترتیب فراوانی) دیده می‌شوند. پلویدها در ۲ محیط لاگون محصور و نیمه‌محصور حضور دارند (Wilson, 1975). در تعدادی از نمونه‌های مربوط به این ریزرخساره، فسیل پنروپلیس نیز دیده می‌شود. بیشتر فسیل‌های موجود در نمونه‌های مربوط به رخصاره یادشده، دارای پوشش میکرایتی هستند و داخل آنها (تخلخل درون‌دانه‌ای) توسط سیمان پر شده است. در نمونه‌های مورد مطالعه، اجزای آواری ریزدانه (غالباً اورتوز و کوارتز و چرت) با جورشدگی متوسط و تا حدود ۱۵ درصد در میان آلوکم‌های تشکیل‌دهنده سنگ حضور دارند. در بیشتر نمونه‌های این ریز رخصاره در زمینه سنگ‌ها گل وجود دارد اما نمی‌توان از سیمانی که در زمینه برخی نمونه‌ها همراه با حضور میکرایت و با مقادیر کم وجود دارد و وضعیت نیمه شسته شده (poorly washed) به این نمونه داده چشم‌پوشی کرد. تفسیر: فراوانی فرامینفرهای با پوسته پورسلانوز نشان‌دهنده محیط رسوبی با شوری کمی بالا است از طرفی شباهت آن با ریزرخساره‌های استاندارد توصیف شده توسط ویلسون (Wilson, 1975) و فلوگل (Flügel, 2010) نشان‌دهنده ته‌نشست در یک محیط لاگون تا پشت سد (نمونه‌های poorly washed) می‌باشد. این زیررخساره با ریزرخساره RMF شماره ۲۰ فلوگل (Flügel, 2010) مطابقت دارد که مربوط به محیط لاگون است (شکل ۴- J و K).

۳-۳- مدل رسوبی و تغییرات سطح آب دریا

به‌طور کلی نمی‌توان تنها با مطالعه یک برش از یک سازند، مدل رسوبی دقیقی از آن ارائه نمود اما با توجه به این مطالعه و همچنین نتایج حاصل از مطالعات پیشین (مانند Okhravi and Amini, 1998; Reuter et al., 2007; Amirshahkarami and Karavan, 2015) و البته نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌شود که محیط رسوبی سازند قم از نوع رمپ کربناته باشد. مدل رسوبی پیشنهادی برای این نهشته‌ها در شکل ۵ و ستون چینه‌شناسی برش مورد مطالعه و چگونگی توزیع رخصاره‌های مطالعه‌شده سازند قم در برش دستجرد در شکل ۶ دیده می‌شود. بر همین اساس در برش مورد مطالعه، تنوع ریزرخساره‌ای مربوط به محیط‌های دریای باز، سد و لاگون دیده می‌شود؛ به‌طوری‌که، نمونه‌های حدود ۶۰ متر از ابتدای برش با سنگ‌شناسی کربناته، تنوعی از هر ۳ محیط را نشان می‌دهند. با توجه به این که موضوع اصلی نوشتار پیش رو، تجزیه و تحلیل و بررسی نهشته‌های مخلوط سازند قم (کربناته- سیلیسی آواری) در برش دستجرد است از این رو نهشته‌های ماسه‌سنگی این برش مورد بحث قرار نگرفته و تنها به مطالعه ریزرخساره‌ای بخش ماسه‌سنگ‌های دورگه پرداخته شد که نشان‌دهنده ریزرخساره نوع و کستون تا پکستون بایوکلست‌دار ماسه‌ای (A1) و ریزرخساره ماسه‌سنگ‌های دانه ریز تا سیلستون‌های دارای فسیل‌های پلانکتون (A3) بوده که در ارتباط با محیط دریای باز (با ژرفاهای متفاوت) است. سنگ‌آهک‌هایی که بر روی توالی ماسه‌سنگی قرار دارند نیز ریزرخساره‌ای میلیولید پکستون بایوکلست‌دار ماسه‌ای (C1) که در ارتباط با محیط لاگون است نشان می‌دهند. با این حال در صد متر بالاتر از آهک‌های یاد شده ریزرخساره A3 دیده شد که نشان‌دهنده ژرف‌تر شدن دوباره محیط رسوبی است. در بخش انتهایی برش مورد مطالعه ریزرخساره A2 و مجدداً A1 بوده و اینچنین تفسیر می‌شود که محیط رسوبی دوباره ژرفای کمتری پیدا می‌کند.

بر اساس این توضیحات دو چرخه تغییرات سطح آب دریا (با توجه به ستریای در گیر در هر چرخه احتمالاً "رده سوم) در حوضه نهشت سازند قم در برش دستجرد، قابل شناسایی است. با توجه به تغییرات دیده شده در میزان ورود اجزای آواری به حوضه رسوبی، این گونه توصیف می‌شود که چرخه اول با ناپایداری کف حوضه و نوسانات بیشتر سطح آب و شکل‌گیری ۵ چرخه کوچک‌تر (احتمالاً رده ۴ یا حتی ۵) همراه بوده است. پس از نهشت واحد ماسه‌ای در این برش (که می‌تواند مرتبط با فرسایش پس از ناپایداری‌های یاد شده در بالا دست باشد)، چرخه دوم به

A2: بایوکلست پکستون لپیدوسیکیلینا دار (Lepidocyclina bioclast packstone): در ارتباط با این ریزرخساره می‌توان به وجود فسیل لپیدوسیکیلینا اشاره کرد که به‌همراه قطعات بریوزوآ، در زمینه میکرایتی سنگ قرار گرفته‌اند. در این ریزرخساره جلبک‌ها و فسیل اکتینوید نیز وجود دارند. گفتنی است که اغلب حجرات فسیلی با پیریت فریمبوییدال و فسفات پر شده‌اند؛ نمونه‌ها تا حدود ۱۵ درصد دارای اجزای تخریبی در اندازه سیلت و ماسه هستند.

تفسیر: می‌توان وجود فرامینفرهای بزرگ همچون لپیدوسیکیلینا را به رخصاره‌های مربوط به ژرفاهای زیاد نسبت داد. در واقع در ژرفاهای بیشتر رمپ، فرامینفرهای بزرگ مانند لپیدوسیکیلینا، دیسکوسیکیلینا و هتروستگینا با تعداد بیشتری نسبت به دیگر اجزای فسیلی حضور می‌یابند (Buxton and Pedley, 1989). از این رو فسیل‌های موجود در نمونه‌های این ریزرخساره، حاکی از ارتباط با دریای باز است و پرشدگی حجرات با پیریت و فسفات و نیز ریز شدن نسبی اندازه دانه‌های آواری در آنها نیز تأکیدی بر این موضوع می‌باشد که ژرفای در این محدوده نسبت به رخصاره پیشین بیشتر است (شکل ۴- C و D).

A3: مادستون‌های ماسه‌ای - سیلتی دارای فسیل پلانکتون (Sandy-silty planktonic foraminifera mudstone): نهشته‌های مربوط به این ریزرخساره از نوع هیرید بوده و شامل مادستون‌های همراه با اجزای تخریبی (کوارتز و فلدسپارهای در اندازه سیلت و ماسه) است که دارای فسیل‌های پلانکتون هستند و گاه به رخصاره‌های با غلبه میزان کوارتز و فلدسپار تبدیل می‌شوند.

تفسیر: با توجه به حضور فرامینفرهای پلانکتون در این نمونه‌ها (که تعدادشان نسبت به انواع بنتیک بیشتر است)، افزایش ژرفای بیشتری برای این رخصاره نسبت به دو ریز رخصاره پیشین پیشنهاد می‌شود (شکل ۴- E و F).

B: مجموعه ریزرخساره‌های محیط سد (Shoal)

B1: میلیولید گرینستون اینتراکست‌دار (Intraclast miliolid grainstone): این ریزرخساره متشکل از فسیل میلیولیده و اینتراکست با فراوانی بالا است. در برخی موارد نیز جلبک‌های سبز و قرمز و دانه آگرگات حضور دارد (فراوانی بسیار اندک). در برخی از نمونه‌ها پلویید باهامیت (Bahamite peloid) نیز حضور دارد. همچنین اجزای آواری نیز به‌ندرت در نمونه‌های مربوط به این رخصاره وجود دارند.

تفسیر: با توجه به حضور سیمان در فضای بین دانه‌ای، می‌توان گفت که این نمونه‌ها به محیطی با انرژی به‌نسبت بالای ارتباط دارند؛ از طرفی فسیل شاخص این نمونه‌ها فرامینفر بنتیک میلیولیده است که نشان‌دهنده محیط لاگون است. بنابراین، چنین استنباط می‌شود که این ریزرخساره، به سمت لاگون از یک سد نسبت داده می‌شود (شکل ۴- G و H).

B2: باندستون مرجانی (Coral boundstone): ویژگی قابل توجه این ریزرخساره حضور مرجان‌های بزرگ و قابل تشخیص است که ۵۰٪ از مقطع را شامل شده و به صورت بافلستون (Bufflestone) نیز مشاهده می‌شود (Embry and Kelovan, 1971). تفسیر: این ریزرخساره با کمربند رخصاره‌ای شماره ۵ (Wilson, 1975) و ریزرخساره استاندارد شماره ۷ فلوگل مطابقت دارد و نشان‌دهنده یک سد ریفی است. تناوب نمونه‌های مربوط به این ریزرخساره با نمونه‌های مربوط به محیط لاگون می‌تواند حاکی از این باشد که ریزرخساره یادشده در محیط سد اما با انرژی بالا تشکیل شده است (شکل ۴- I).

C: ریزرخساره‌های محیط لاگون (Lagoon microfacies)

C1: میلیولید پکستون بایوکلست‌دار ماسه‌ای (Sandy bioclast miliolid packstone-grainstone): سنگ‌های تشکیل‌دهنده این گروه، دارای سنگ‌شناسی مخلوط کربناته و آواری هستند و آنچه که به عنوان یکی از ویژگی‌های اصلی این ریزرخساره

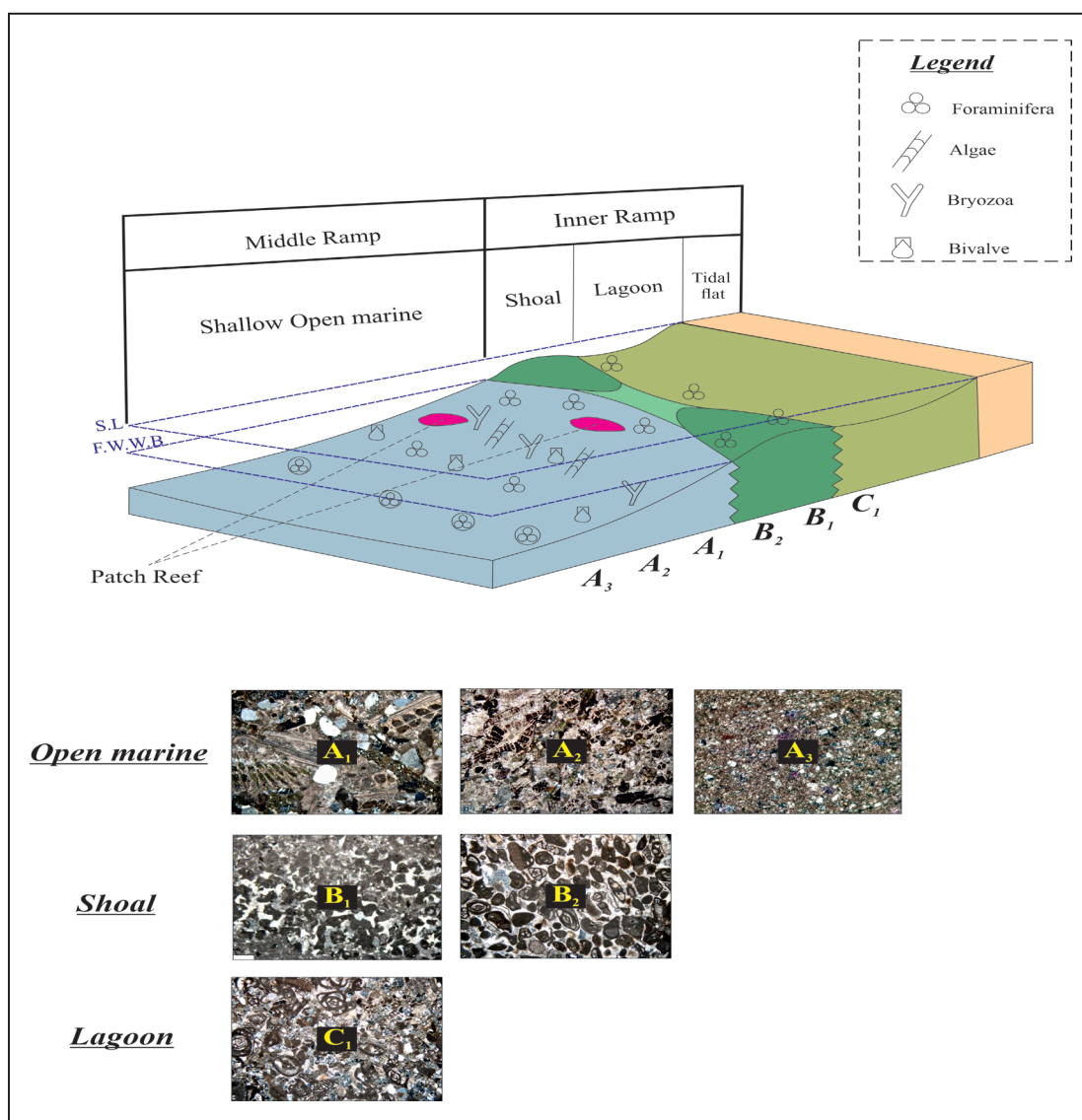
هستند. بر این اساس برش دستجرد از سازند قم نشان‌دهنده اختلاط سیستم کربناته نهشت سازند قم با ورود رسوبات آواری حاصل از فرسایش بلندی‌های مرتبط با ادامه فعالیت‌های زمین‌ساختی منطقه است. رسوباتی که در طول نهشت سازند قم با مقادیر متفاوتی وارد شده‌اند در بخش‌هایی از این نهشته‌ها آنها را دورگه کرده و در بخشی از ستبرای آن سیستم را به سمت سیلیسی آواری شیف‌ت داده و واحد ماسه‌ای نهشت داده است. وجود دانه‌های در اندازه‌های مختلف اعم از ماسه متوسط، ریز و سیلت ریزتر از آن و نیز همراهی این دانه‌ها در نهشته‌های دورگه کربناته-سیلیسی آواری متعلق به ژرفاهای مختلف از لاگون تا بخش‌های نسبتاً ژرف دریای باز، نمی‌تواند با سازوکارهای اختلاط محدودی مانند باد توجیه شود و وجود جریان‌های داخل حوضه‌ای مانند جریان‌های جزرومدی قوی در پراکنده کردن سهم آواری این نهشته‌ها در ژرفاهای مختلف قابل طرح است. این در حالی است که در نواحی مجاور سهم این آواری‌ها بسیار اندک یا هیچ بوده (به عنوان مثال سازند قم در ناحیه قمقچای در جنوب زنجان، فاقد رسوبات سیلیسی-آواری و دارای سنگ‌شناسی آهک و مارن می‌باشد) (عالیپور و همکاران، ۱۳۹۵). اما گاه با ورودی آذراواری به دلیل ادامه فعالیت‌های آتشفشانی در بخش‌هایی از این کمربند تا زمان نهشت سازند قم جایگزین شده است (رجایی و اخروی، ۱۳۷۷).

شکل پایداری شکل می‌گیرد و روند ژرف شدن و سپس کم ژرفا شدن تدریجی با وضوح بیشتر قابل تمایز است. هرچند رخساره‌های کربناته این سازند در بخش‌های بالایی ژرفای بیشتری دارند اما این نهشته‌ها در نهایت با کم ژرفا شدن به رخساره‌های حد واسط تا قاره‌ای سازند سرخ بالایی تبدیل شده‌اند.

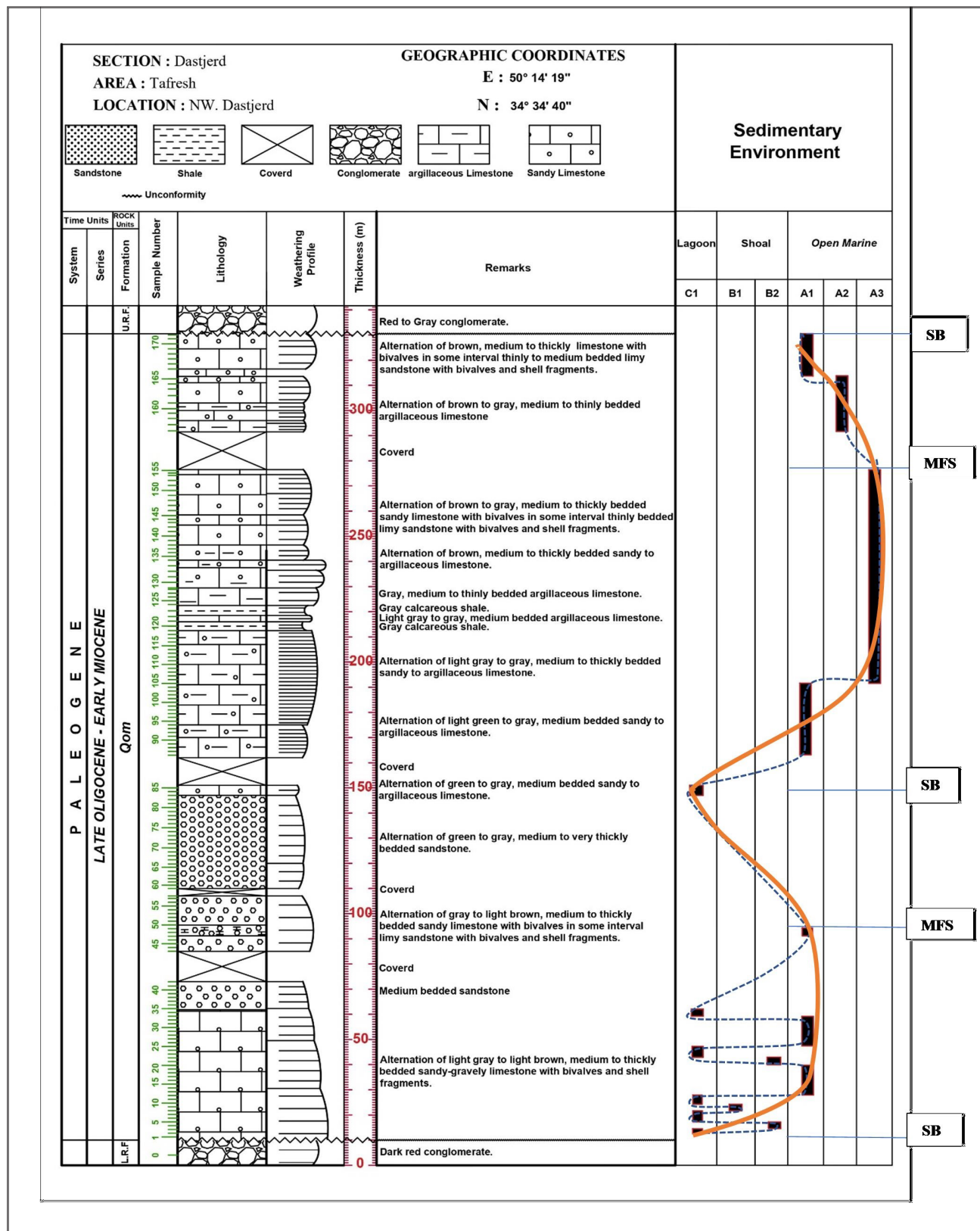
۳-۴- سازوکار اختلاط

بر اساس مطالعات خاستگاهی انجام شده بر روی نهشته‌های ماسه‌سنگی سازند قم در برش دستجرد (ساروخانی و همکاران، ۱۳۹۸)، و با توجه به جزئیات سنگ‌نگاری (حضور قطعات سنگی رسوبی- دگرگونی‌ها افزون بر قطعات آتشفشانی) و بررسی تمامی نمودارهای مربوطه، اختلاط رسوبات از منشأ فرسایش بلندی‌های مرتبط با کمان‌های انتقالی و فرسوده شده و نیز مناطق برخوردی و نهشت آنها در حوضه‌های مرتبط با فرورائش مانند حوضه‌های پشت کمان و کمان قاره‌ای را نشان می‌دهد (شکل ۷ و ۸) (ساروخانی و همکاران، ۱۳۹۸).

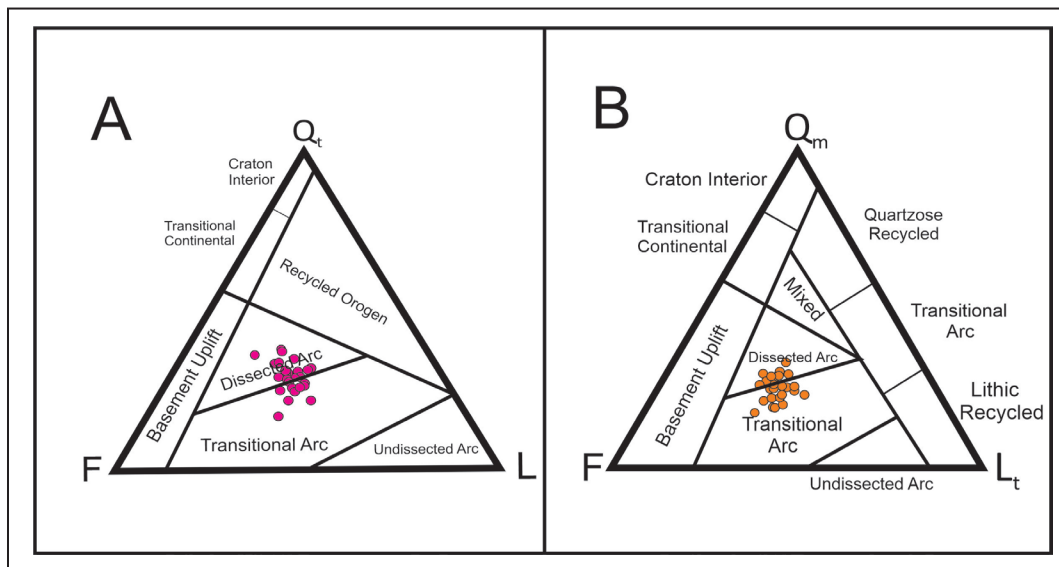
با بررسی زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه کمربند آتشفشانی پالوژن در مجاورت این برش از یک طرف و برونزدهای کهن‌تر (به احتمال زیاد نهشته‌های آواری سازند سرخ زیرین) در این محدوده از طرف دیگر، به عنوان سنگ مادرهای بالقوه برای تغذیه سهم سیلیسی آواری این نهشته‌های مخلوط مطرح



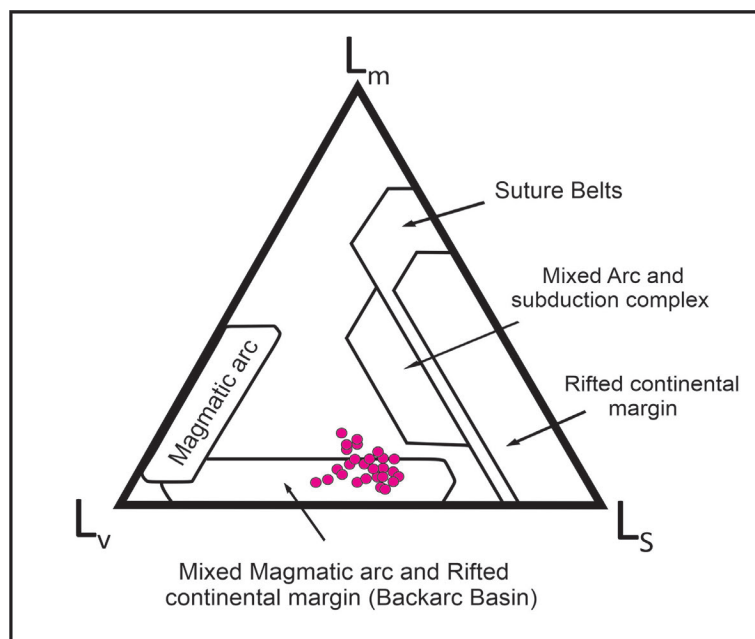
شکل ۵- مدل رسوبی سازند قم در منطقه مورد مطالعه با توجه داده‌های این برش و مطالعات دیگر در مناطق مجاور (Okhravi and Amini, 1998; Reuter et al., 2007; Amirshahkarami and Karavan, 2015).



شکل ۶- ستون چینه‌شناسی برش مورد مطالعه و توزیع رخساره‌ای. (LRF: سازند سرخ زیرین، URF: سازند سرخ بالایی). همانطور که ملاحظه می‌گردد، برش مورد مطالعه شامل دو چرخه تغییرات سطح آب است (چرخه اول از ابتدای برش تا انتهای ستبرای ماسه‌سنگی که نوسانات بیشتری از سطح آب را نشان می‌دهد و چرخه دوم پس از نهشت ماسه‌سنگ‌ها که شکل پایدارتری نسبت به چرخه اول دارد).



شکل ۷- (A) خاستگاه ماسه‌سنگ‌های سازند قم در برش دستجرد در دیاگرام QtFLt (B) خاستگاه ماسه‌سنگ‌های سازند قم در برش دستجرد در دیاگرام QmFLt (Dickinson, 1985) (ساروخانی و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۸- دیاگرام LmLvLs اینگرسول و سازک (Ingersoll and Suczek, 1979) که نشان می‌دهد ماسه‌سنگ‌های مطالعه‌شده در ارتباط با حوضه‌های پشت کمان می‌باشند (ساروخانی و همکاران، ۱۳۹۸).

۴- نتیجه‌گیری

B1: باندستون مرجانی (Coral boundstone) و B2: میلیولید گریستون اینتراکلاست‌دار (Intraclast miliolid grainstone) می‌باشند. همچنین ریزرخساره محیط لاگون (C) شامل C1: میلیولید پکستون بایوکلست‌دار ماسه‌ای (Sandy bioclast miliolid) (packstone-grainstone) است.

برش مورد مطالعه شامل دو چرخه تغییرات سطح آب است. این نهشته‌ها در سیستمی کربناته با ورودی متناوبی از سیلیسی آواری در اندازه ماسه ریز، سیلت و ریزتر، حاصل فرسایش بلندی‌های مرتبط با زون فرورانس و مناطق حاشیه آن طی فعالیت‌های زمین‌ساختی متناوب در بالادست و ناپایداری‌های محیط نهشتی این رسوبات است. به نظر می‌رسد در منطقه مورد مطالعه این فعالیت‌ها تا نهشت واحد ماسه‌ای به اوج خود رسیده و بعد از نهشت این واحد طی رسوبگذاری چرخه دوم آرام‌تر شده است.

نهشته‌های مخلوط سیلیسی آواری- کربناته سازند قم در رخنمون دستجرد (بخش خلیجستان، نایه و کندرود) که به صورت ناپیوسته و هم‌شیب بر روی نهشته‌های سازند سرخ زیرین قرار می‌گیرند و از بالا نیز به صورت ناپیوسته و هم‌شیب به نهشته‌های سازند سرخ بالایی می‌رسند. از ستبرای ۳۳۰ متری برش مورد مطالعه، تعداد ۱۷۲ نمونه سنگی برداشت و از آنها مقاطع نازک تهیه و مطالعه شد.

بر اساس تحلیل رخساره‌ای صورت گرفته، ۳ محیط: ۱- محیط دریای باز، ۲- محیط سد و ۳- محیط لاگون برای سازند قم در برش مورد مطالعه مطرح می‌شود. ریزرخساره‌های دریای باز (A) شامل: A1: وکستون تا پکستون بایوکلست‌دار ماسه‌ای (Sandy Bioclast wackstone-packstone)، A2: بایوکلست پکستون لپیدوسیکلینا‌دار (Lepidocyclus bioclast packstone)، A3: ماسه‌سنگ‌های ریزدانه تا سیلستون‌های دارای فسیل پلانکتون، ریزرخساره‌های محیط سد (B) نیز شامل:

کتابنگاری

- آفانباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.
- دانشیان، ج.، مصدق، ح.، خلیج، ح. و قاسمی، ع.، ۱۳۸۷، چینه‌نگاری سکانشی نهشته‌های سازند قم در ناحیه الگو (برش کوه بیچاره) در جنوب خاور قم، شمال ایران مرکزی.
- رجایی، ف. و اخروی، ر.، ۱۳۷۷، پترولوژی رسوبات آتشفشان آواری منطقه علی‌آباد، دومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، مشهد.
- رحیم‌زاده، ف.، ۱۳۷۳، زمین‌شناسی ایران: الیگوسن، میوسن و پلیوسن، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۳۱۱ ص.
- ساروخانی، م.، حسینی‌برزی، م. و مشیری، ع.، ۱۳۹۸، خاستگاه و فرایندهای دیاژنزی نهشته‌های ماسه‌سنگی در توالی مخلوط سیلیسی آواری کربناته سازند قم در برش دستجرد، دومین همایش بین‌المللی زیست‌شناسی و علوم زمین، همدان.
- عالیپور، ش.، میرزایی عطاآبادی، م.، مهدی، ا. و رحمانی، ع.، ۱۳۹۵، چینه‌شناسی و ریزرخساره‌های سازند قم در منطقه قمچقای، جنوب زنجان، یازدهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، دانشگاه پیام نور طیس، ۱۹۰ ص.
- محمدی، ا.، وزیری، م.ر. و داستانیپور، م.، ۱۳۹۳، بررسی ریزرخساره‌ها و بازسازی محیط رسوبگذاری سازند قم در ناحیه سیرجان، جنوب غرب کرمان. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۵۵: ۵۴-۳۵.
- نوری، ن. و لاسمی، ی.، ۱۳۷۷، میکروفاسیس، محیط رسوبی و چینه‌شناسی توالی‌های سازند قم در منطقه شرق سمنان، دومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، مشهد.

References

- Abaie, I., Ansari, H. J., Badakhshan, A., and Jaafari, A., 1964. History and development of the Alborz and Sarajeh fields of central Iran: Bulletin of Iranian Petroleum Institute (5) 561-574.
- Abich, H., 1858. Vergleichende grundzuger geologie des Kaukasus Wieder Armenischen und Nord Persischen Gebirge (prodrum einer geologie der Kaukasischen lander): Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. Ser. 6, 7, 359-564.
- Amirshahkarami, M., and Karavan, M., 2015. Microfacies, models and sequence stratigraphic architecture of the Oligocene-Miocene Qom Formation, south of Qom city, Iran, Geoscience Frontiers, 6(4), 593-604. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2014.08.004>.
- Bozorgnia, F., 1966. Qom Formation Stratigraphy of the Central Basin of Iran and its Intercontinental Position: Bull. Iran Pet. Inst., 24, 69-76.
- Buxton, M.W.N., and Pedley, H.M., 1989. A Standardized Model for Tethyan Tertiary Carbonates Ramps. Journal of the Geological Society., 146, 746-748. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.146.5.0746>
- Dickson, J.A.D., 1966. Carbonate identification and genesis as revealed by staining: Journal of sedimentary petrology
- Dunham, R.J., 1962. Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. In: Ham, W.E., Ed., Classification of Carbonate Rocks, AAPG, Tulsa, 108-121.
- Embry, A.F., and Klován, J.E., 1971. A Late Devonian Reef Tract on Northeastern Banks Island Canadian Petroleum Geology, 19.
- Flügel, E., 2010. Microfacies Analysis of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application, Springer-Verlag, Berlin. 976p.
- Folk, R.L., 1959. Practical petrographic classification of limestones: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 43.

- Folk, R.L., 1962. Spectral subdivision of limestone types, in Ham, W.E., ed., Classification of carbonate rocks- A symposium: American Association of Petroleum Geologists Memoir 1.
- Furrer, M.A. and Soder, P.A., 1955. The Oligo-Miocene Marine Formation in the Qom Region (central Iran); proceeding the 4th world petrol Congr., Rome (Italy), Sect. I, A, 5 (paper 1), pp. 267-277.
- Ganser, A., 1955. New aspects of the geology in central Iran; proceeding of the 4th world petrol Congr., Rome (Italy), sect. I, A, S (paper 2), pp. 280-300.
- Ingersoll, R.V. and Suczek, C.A., 1979. Petrology and provenance of Neogene sand from Nicobar and Bengal fans, Journal of sedimentary petrology, v. 49. <https://doi.org/10.1007/s12594-010-0129-2>.
- Mohammadi, E.A., Safari, H., Vaziri-Moghaddam, M.R., Vaziri, M., and Ghaedi, M., 2011. Microfacies analysis and paleoenvironmental interpretation of the Qom Formation, South of the Kashan, Central Iran. Carbonates Evaporates, 26: 255-271.
- Okhravi, R., and Amini, A., 1998. An example of mixed carbonate-pyroclastic sedimentation (Miocene, central basin Iran). Sediment. Geol. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(98\)00004-9](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(98)00004-9).
- Reuter, M., Pillar, W.E., Harzhauser, M., Mandic, O., Berning, B., Rogl, F., Kroh, A., Aubry, M.P., Wielandt, U., and Hamedani, A., 2007. Early Burdigalian restriction of Tethyan seaway and clouser od its Iraninan getways: International Journal of Earth Science, 98, 627-650.
- Stahl, A.F., 1911. Persian, in handbuch der Regionalen Geologie. Heidelberg (winter), Hft. 8, 5(6), 46pp.
- Tietze, E., 1875. Ein Ausflug nach dem Siahkuh (Schwarzer Berg) inpersian. Mitteilugender Geographyschem Gesellschaft wien 18 (8), 257-267.
- Wilson, J. L., 1975. Carbonate facies in geologic history. Springer-Verlag, New York, 471.

Original Research Paper

Sedimentary environment, sea level changes and mixing mechanism in mixed siliciclastic-carbonate sequence of Qom Formation in Dastjerd area

Mahshid Sarookhani¹, Mahboubeh Hosseini-Barzi^{1*} and Ali Mobasheri²

¹Department of sedimentary Basins and petroleum, Faculty of Earth sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

²Management and exploration of oil, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 2022 April 03

Accepted: 2022 June 09

Available online: 2022 December 22

Keywords:

Qom formation

Hybrid deposits

Dastjerd section

Microfacies analysis

Sea level changes

Mixing mechanism

ABSTRACT

The Qom Formation with Oligocene-Miocene age which is important due to its hydrocarbon reservoirs in some areas, is outcropped with a 330 meters thick mixed siliciclastic-carbonate sequence in Dastjerd area that uncomfortably overlain the Lower Red Formation and is conformably underlain by Upper Red Formation. In this study, the deposits were studied for petrography, microfacies and sedimentary environment, sea-level changes and mixing mechanism. Based on the frequency and distribution of the skeletal and other constituents of the carbonate deposits of Qom Formation in the studied section, six microfacies associated with three facies belt (open marine, shoal & lagoon) were identified related to a carbonate ramp. Mixing and hybridization of carbonate deposits of Qom Formation with different amounts of siliciclastic inputs in sand, silt size in through the thickness and laterally in the depositional basin of this sediments, is related to the tectonic activity and erosion of older rocks such as the Lower Red Formation and associated Paleogene volcanic rocks, deposited in the backarc basin of a subduction system. According to the microfacies analysis of the studied sediments, two cycles of sea level changes were recognized. The first cycle is associated with instability of the basin floor and fluctuations in the relative sea-level, which leads to the deposition of a thick layer of sandstone regarded to the high tectonic activity and the second cycle is coincident with more stability of the basin which ultimately tends to a shallowing condition.

* Corresponding author: Mahboubeh Hosseini-Barzi; E-mail: hosseini.barzi@gmail.com

E-ISSN: 2645-4963; Copyright©2021 G.S. Journal & the authors. All rights reserved.

 doi: 10.22071/GSJ.2022.334281.1988

 dor: 20.1001.1.10237429.1401.32.4.18.4

