

# مطالعه نهشته‌های آنیزین پسین در برش‌های کال انگور و کال گالک واقع در پنجره تکتونیکی آق‌در بند (شمال شرق ایران)

محسن لیاقت<sup>(۱)\*</sup>، محمدحسین آدابی<sup>۲</sup>، محمد قوبدل سیوکی<sup>۳</sup> و بهروز آریافر<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه

شهید بهشتی تهران

۲. استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران

۳. استاد انستیتو مهندسی نفت، دانشکده فنی دانشگاه تهران

۴. کارشناس ارشد چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی - مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۶

تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۲۲

## چکیده

پیشروی کوتاه مدت آب دریا در دوران آنیزین پسین با فراوانی فسیل‌ها در پنجره تکتونیکی آق‌در بند واقع در شرق حوضه رسوبی کپه داغ، نشان دهنده گذر تدریجی از دوران اسکیتین پسین (معرف سازند سفیدکوه) به رسوبات آتشفشانی و ولکانی کلاستی سازند سینا می‌باشند. این رسوبات تحت عنوان سازند نظرکرده، دومین سازند از رخساره استثنایی تریاس واقع در پنجره تکتونیکی آق‌در بند در شمال شرق ایران رخنمون داشته و از لحاظ سنگ‌شناسی متشکل از یک واحد سنگی کربناته و آذرآواری است که در ستون چینه‌شناسی، از قاعده به‌طرف راس سازند، شامل سنگ آهک با شیل و مارن‌های ماسه‌ای - سیلتی توف‌دار و در بخش زیرین آهک‌های نودولار با میان‌لایه‌های ماسه‌سنگ، شیل و مارن توف‌دار است. مطالعات پتروگرافی، چینه‌نگاری سکانسی، تعیین ریزرخساره‌ها و محیط‌های رسوبی این سازند در دو برش کال انگور و کال گالک انجام شد. وجود افق‌هایی از رسوبات کربناته با مواد آذرآواری ناشی از فعالیت هم‌زمان آتشفشان‌ها در صفحه توران، در یک حوضه پیش‌کمانی<sup>۱</sup> در زمان تشکیل رسوبات در این سازند می‌باشند. ریزرخساره‌های مطالعه شده در این سازند به محیط لاگون تا دریای باز تعلق داشته که نوسانات سطح آب دریا منجر به تشکیل یک سکانس رسوبی رده ۳ در آن شده است. فرآیندهای دیاژنزی مطالعه شده در این سازند همچون تشکیل سیمان رورشدی<sup>۲</sup>، هماتیته شدن، شکستگی‌ها، انحلال و جانمایی پوسته فسیل‌ها در شناسایی تغییرات صورت گرفته پس از رسوبگذاری و گاه تشخیص مرز سکانسی موثر می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: سازند نظرکرده، محیط‌های رسوبی، چینه‌نگاری سکانسی، دیاژنز، آق‌در بند

## مقدمه

بالایی برخوردار می‌باشد (Alavi et al., 1997; Zanchii et al., 2013; Zanchetta et al., 2012). رخنمون رسوبات آنیزین با سنگ‌شناسی سنگ‌آهک فسیل‌دار و آهک دولومیتی با میان‌لایه‌های توف، برش و گاه مخلوط کربنات و آواری (لیاقت، ۱۳۹۱)، در

پنجره تکتونیکی آق‌در بند واقع در لبه جنوبی صفحه توران در شمال شرق ایران (Sengor, 1984; Sengor and Atayman, 2009)، از رخساره ویژه‌ای مربوط به اواخر پالئوزویک تا تریاس

\* نویسنده مرتبط Liaghat.mohsen@yahoo.com

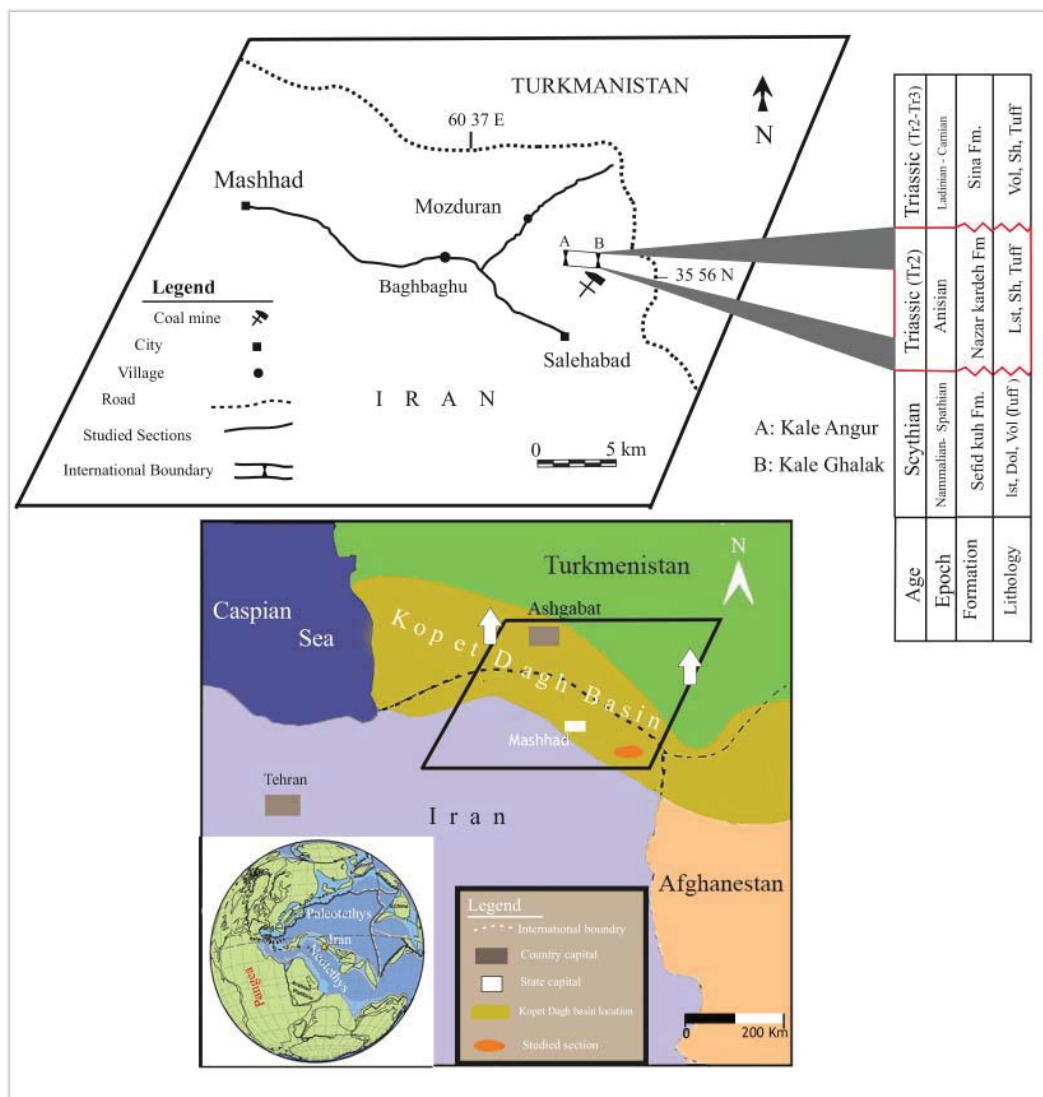
1. Fore arc basin  
2. Overgrowth rim

انجام شد (شکل ۱) که از جاده مشهد به سمت شهر مزدوران و از جاده خاکی به سمت روستای بغوغو قابل دسترسی می‌باشد. از نظر موقعیت چینه‌شناسی، این سازند با دگرشیبی در مرز تحتانی و فوقانی، به ترتیب به سازندهای سفیدکوه و سینا ختم می‌شود. تغییر ریزرخساره‌ها، وجود رسوبات آواری همچون برش و توف در برخی از چینه‌های این سازند، نبود رسوبات این سازند در تمام حوضه رسوبی مانند برش‌های چینه‌شناسی کال فقیر و کال عنابه به واسطه تغییرات تکتونیکی و نوسانات جهانی سطح آب دریا (لیاقت، ۱۳۹۱)، فرصتی برای مطالعه رسوبات این بخش از شمال شرق ایران در غالب چینه‌نگاری سکانشی و محیط رسوبی را فراهم نمود.

### روش مطالعه

دو برش چینه‌شناسی کال انگور و کال غالک از سازند نظرکرده به فاصله تقریبی ۳ کیلومتر در پنجره آق در بند مورد مطالعه قرار گرفت (شکل ۱). به منظور تجزیه و تحلیل رخساره‌های رسوبی

این حوضه تحت عنوان سازند نظرکرده شناخته شده که در پنجره تکتونیکی آق در بند دومین سازند از گروه آق در بند (Baud and Brandner, 1991) بوده و به سبب مطالعه پیشین شناخته می‌شود (جوانبخت و همکاران، ۱۳۸۶؛ Ruttner, 1979; Afshar-Harb, 1979; Stocklin, 1974; Alavi et al., 1984, 1991a and b, 1993; 1997). سازند نظرکرده همراه با سازند کربناتی سفیدکوه، حاکی از انحصاری بودن رخساره‌های تریاس زیرین و میانی بوده که مستقل بودن حوضه رسوبی آن‌ها از حوضه رسوبی کپه داغ است (افشار حرب، ۱۳۷۳؛ درویش زاده، ۱۳۸۸). با تکیه بر جایگاه تکتونیکی این سازند در پنجره آق در بند، تجزیه و تحلیل نهشته‌های تریاس میانی علاوه بر شناخت هر چه بیشتر شرایط محیطی حاکم بر این بخش از حوضه تیس کهن، بازسازی اقلیم، جغرافیای دیرینه، و نیز نوسانات سطح آب دریا در دوران آیزین را به دنبال دارد (لیاقت، ۱۳۹۱). این مطالعه در غالب دو برش سطح الارضی کال انگور و کال غالک به ترتیب با ضخامت‌های ۴۰ و ۲۵ متر در مختصات جغرافیایی  $36^{\circ} 00' N - 60^{\circ} 40' S$  و  $35^{\circ} 55' N - 60^{\circ} 53' S$



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه: اقتباس از نقشه Berberian and King (1981) با تغییرات.

دولومیتی سازند الیکا در البرز و بخش‌های میانی سازند دولومیتی خانه‌کت در زاگرس می‌دانند (آقانباتی، ۱۳۸۸). فراوانی اسفنج‌ها و سوزن‌های اسفنج، با توجه به قرارگیری آن‌ها به دنبال رسوبات مناطق کم عمق‌تر و نزدیکی آن‌ها با سطح حداکثر غرقابی (mfs) و نیز فسیل‌های اکینودرم در برخی از لایه‌های رسوبی این سازند شواهد مناسبی در تفکیک و شناسایی دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا (TST) به‌شمار می‌آیند.

### رخساره‌ها و محیط‌های رسوبی

تلفیق نتایج حاصل از مطالعات صحرایی همچون مشخصات سنگ‌شناسی، محتوای فسیلی، فرم هندسی، ماهیت سطوح چین‌ها، وضعیت رخساره‌ها در جهت قائم، همراه با مطالعات آزمایشگاهی مقاطع نازک و مقایسه با رخساره‌های استاندارد و معرفی شده از مناطق مختلف (Einsele, 2010; Miall, 2000 and 2010)، ریز-رخساره‌ها و مجموعه‌های رخساره‌ای مربوط به هر یک از کمربندهای رخساره‌ای در این سازند تفکیک، و با مدل رمپ کربناته (RMF) ارائه شده توسط (Flugel 2010) مورد انطباق قرار گرفت (لیاقت، ۱۳۹۱). در مجموع مطالعه پتروگرافی، منجر به شناخت ۱۲ ریزرخساره کربناته و ۳ پتروفاسیس آواری و آذرآواری، در ۳ کمربند رخساره‌ای لاگون (L)، سدی (S) و دریای باز (O) شد (شکل ۲). براساس ریزرخساره‌های موجود و روند تغییرات آن‌ها، این سازند در یک حوضه پیش‌کمانی (قائم، ۱۳۸۳) با مشخصه رمپ هم‌شیب کربناته با رسوبات شیلی، آذرآواری و برش‌های آتشفشانی وارد شده به صورت مقطعی به حوضه رسوبی این سازند در زمان تشکیل می‌باشد (لیاقت، ۱۳۹۱). در ادامه کمربندهای رخساره‌ای، ریزرخساره‌ها و رخساره‌های آواری شناسایی شده در این سازند، توضیح داده می‌شوند.

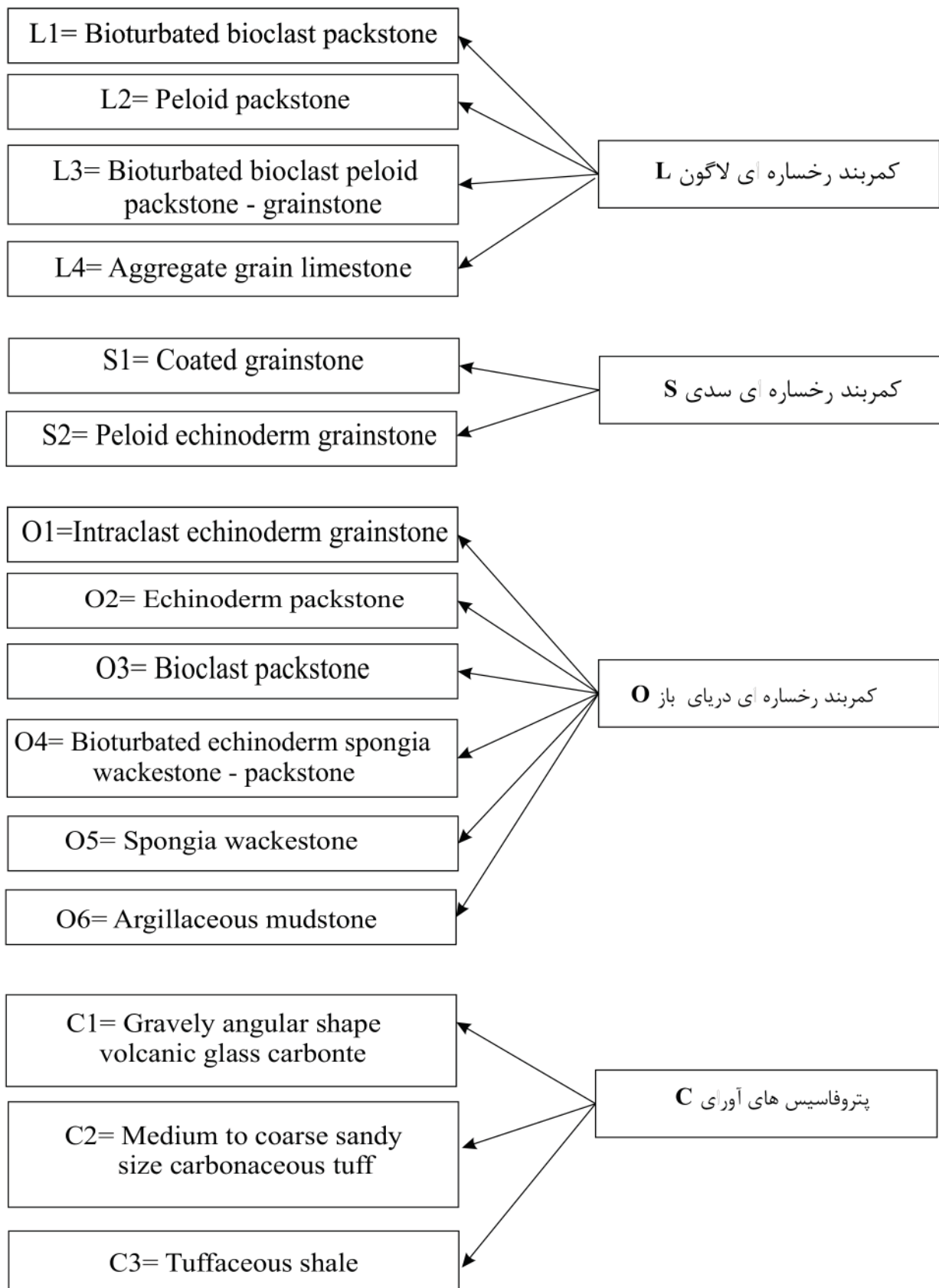
### گروه L - کمربند رخساره‌ای لاگون

**L1 - بیوکلاست پکستون همراه با به‌هم ریختگی زیستی**  
رسوبات واقع در این ریزرخساره به‌طور بارزی دارای آثار به هم ریختگی زیستی شدید، می‌باشند. بیشترین موجودات این ریزرخساره، شکم‌پایان و فرامینیفرها و نیز فسیل سفالوپودا (آمونیت) ساکن دریای باز با فراوانی کمتر می‌باشند که به‌واسطه جریان آب به این قسمت وارد شده‌اند (شکل ۳-A). وجود به‌هم ریختگی زیستی موجب به‌هم خوردگی بافت اصلی و تغییر تخلخل و تراوایی در رسوبات به‌هم ریخته شده و در نتیجه بیشتر بودن پدیده سیمانی شدن نسبت به دیگر بخش‌ها را به دنبال داشته است. انحلال پوسته بیوکلاست‌ها به خصوص شکم‌پایان ناشی از جنس آراگونیتی و کلسیت با منیزیم بالای پوسته آن‌ها (Farry and Van Hassel, 2007) و میکربیتی شدن پیرامون خرده‌های اکینودرم دیگر فرآیندهای دیاژنز موجود در رسوبات این بخش می‌باشند. این ریزرخساره منطبق با RMF ۲۰ مدل رخساره‌ای رمپ Flugel است.

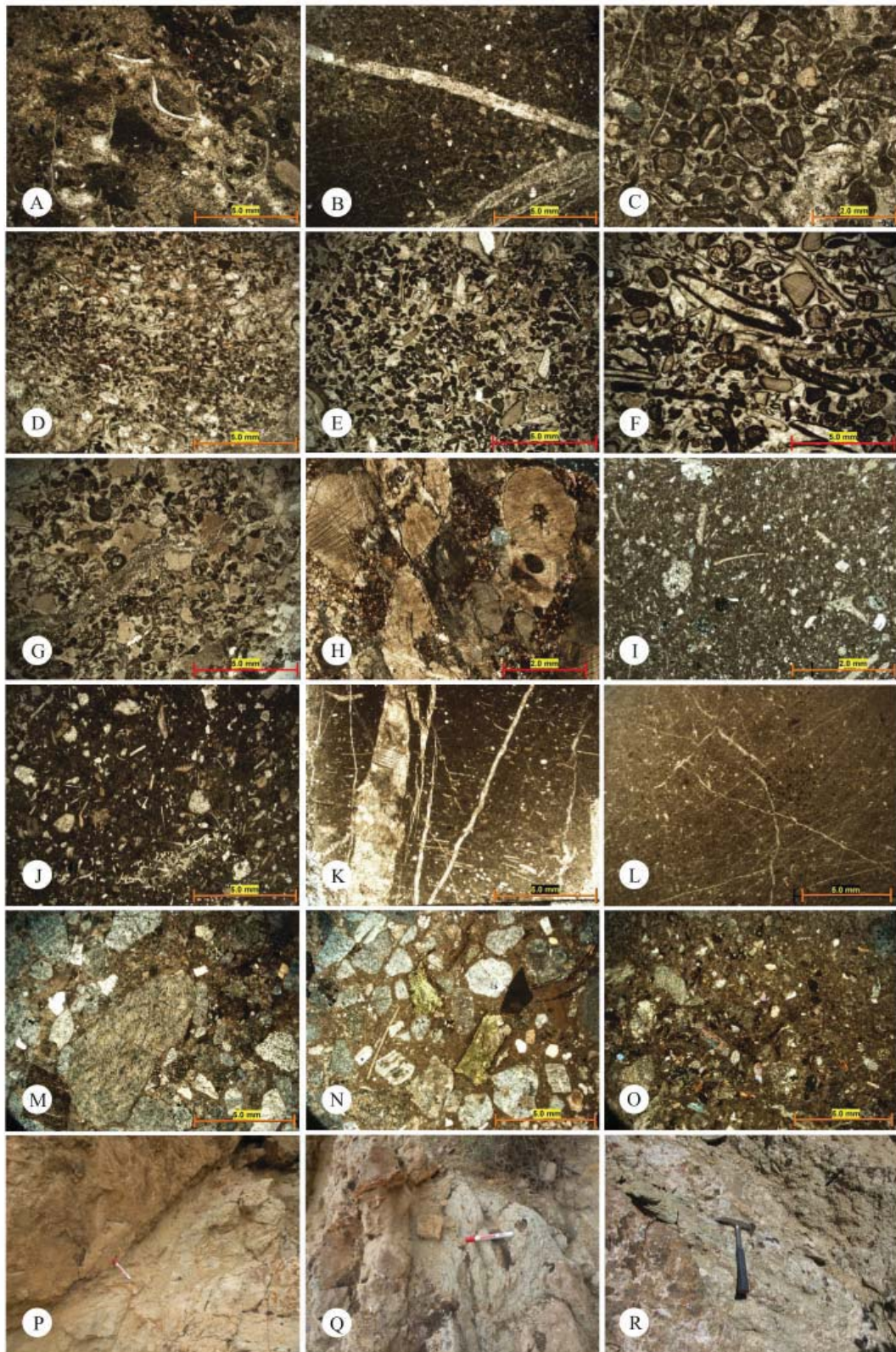
سعی شد تا در پیمایش‌های صحرایی از ساختمان‌های رسوبی، ویژگی‌های هندسی، سنگ‌شناختی و تغییرات جانبی و عمودی نهشته‌های رسوبی (Selly, 2013)، برداشت کاملی صورت گیرد. از ۳۶ نمونه سنگی مربوط به توالی‌های رسوبی، ۱۰ نمونه از برش کال‌گالک و ۲۶ نمونه سنگی از برش کال‌انگور به‌روش نمونه‌برداری انتخابی (Tucker, 2011) برداشت شد و مقاطع نازک سنگی تهیه و مورد بررسی میکروسکوپی قرار گرفتند. مقاطع نازک توسط محلول آلزارین قرمز رنگ (Red-S) به‌منظور تشخیص کانی کلسیت از دولومیت و فروسیانید پتاسیم جهت شناخت محیط احیایی از اکسیدان بر اساس درصد آهن، به روش Dickson (1966) رنگ‌آمیزی شدند. تفکیک، دسته‌بندی و مطالعه روند تغییر ریزرخساره‌های کربناته به روش (Flugel 2010) و در نامگذاری ریز رخساره‌های کربناته و رخساره‌های آواری موجود به ترتیب از تقسیم‌بندی (Dunham 1962) و Folk (1959) استفاده شد. ریزرخساره‌های شناسایی شده که براساس قانون والتر در زمان رسوبگذاری به صورت افقی در یک محیط رسوبی در کنار یکدیگر تشکیل می‌شوند (Tucker and Wright, 2009)، در توالی ستون چینه‌شناسی به‌منظور ارائه مدل رسوبی و نیز مطالعه نوسانات سطح آب دریا استفاده شدند. براساس تغییر فراوانی فسیل‌ها، تغییر جنس لایه‌های رسوبی و با توجه به مطالعات صحرایی، دسته رخساره‌ها و مرزهای سکانسی شناسایی و بر اساس مدل‌های (Tucker et al., 1993) تفسیر شدند. تلفیق نتایج به دست آمده از پیمایش‌های صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی در برش‌های مذکور منجر به شناسایی و توصیف رخساره‌های اصلی کربناته و آواری و ارائه مدل رسوبی برای این سازند شد.

### چینه‌شناسی سازند نظرکرده

مطالعات صحرایی در دو برش از سازند نظرکرده، وجود ناپیوستگی در قاعده این سازند با سازند سفیدکوه و دگرشیبی در راس با سازند سینا را نشان می‌دهد (لیاقت، ۱۳۹۱). از نظر سنگ‌شناسی، این سازند از سنگ آهک متوسط تا ضخیم لایه که در قاعده آهک برشی شده با سیمان‌های کلسیتی، همراه با افق‌های نازکی از رسوبات آتشفشانی، ماسه‌سنگ، شیل و سیلتستون‌های توفی سبز رنگ در بین طبقات سنگ آهکی ناشی از فعالیت‌های آتشفشانی در صفحه توران و انتقال این مواد به حوضه رسوبی در زمان تشکیل وجود داشته (Garzanti and Gaetani, 2002)، که به تدریج به سمت بخش‌های فوقانی ستون چینه‌شناسی در این سازند بر ضخامت لایه‌های آهکی افزوده می‌شود. با توجه به وجود لایه‌های غنی از آمونیت در چینه‌های واقع شده در بخش فوقانی این سازند (لیاقت، ۱۳۹۱) و بر اساس مطالعات (Krystyn and Tatzreiter 1991) این سازند به دوران آیزین پسین (آگیتانین / اسپاتین) نسبت داده شده است. مقایسه این سازند با توالی‌های رسوبی از لحاظ محیط رسوبی و ریزرخساره‌های موجود تریاس میانی سایر نقاط ایران متفاوت بوده و از لحاظ سنی آن را معادل بخش‌های پایینی سازند دولومیتی شتری در ایران مرکزی، بخش



شکل ۲. فلوچارت کلی کمر بندهای رخساره‌ای و ریزرخساره‌ها در سازند نظرکرده.



شکل ۳. ریز رخساره‌ها و پتروفاسیس‌های مطالعه شده در سازند نظر کرده شامل: (A) بیوکلاست پکستون همراه با به هم ریختگی زیستی، (B) پلویید پکستون، (C) دانه‌های مجتمع آهکی، (D) بیوکلاست پلویید پکستون تا گرینستون دارای به هم ریختگی زیستی، (E) گرین‌استون با آلوکم‌های پوشش‌دار، (F) پلویید اکی‌نودرم گرین‌استون، (G) پیتراکست اکی‌نودرم گرینستون، (H) اکی‌نودرم پکستون، (I) بیوکلاست پکستون، (J) اکی‌نودرم اسفنج و کستون - پکستون با به هم ریختگی زیستی، (K) وکستون اسفنج‌دار، (L) گل‌سنگ رسی، (M) پتروفاسیس شیشه آتشفشانی در اندازه گراول و شکل زاویه‌دار، (N) توف کربناته با ذراتی در اندازه متوسط تا درشت دانه ماسه، (O) شیل توفی، (P، Q و R) به ترتیب تصاویر میدانی رسوباتی که پتروفاسیس‌های آواری L و M و N در آن‌ها مطالعه شدند.

## L2 - پلویید پکستون

رسوبگذاری رسوبات در محیط‌های رسوبی در زمان رسوبگذاری را نشان می‌دهد (Scholle and Scholle, 2006). این ریزرخساره معادل RMF ۸ مدل رخساره‌ای رمپ (Flugel (2010) بوده و انحلال و سیمانی شدن پوسته برخی از بیوکلاست‌های موجود و نیز سیمانی شدن بخش‌های دارای آثار به هم ریختگی زیستی به سبب دیاژنز در آن شکل گرفته‌اند.

### گروه S - کمر بند رخساره‌ای پشته‌های سدی

#### S1 - گرین استون با آلوکم‌های پوشش‌دار

از ویژگی‌های بارز حوضه رسوبی سازند نظرکرده عمق کم محیط مرداب و ارتباط آزاد با دریای باز می‌باشد (لیاقت، ۱۳۹۱). این ویژگی با توجه به تبدیل بیوکلاست‌ها به کورتویید بر اثر فعالیت جلبک‌ها که اصلی‌ترین اجزای تشکیل دهنده این ریزرخساره می‌باشند، قابل توجه است (شکل ۳- E). همراه با کورتوییدها دانه‌های ایید، انکویید و بیوکلاست‌های به شدت متأثر از دیاژنز نیز دیگر اجزاء موجود در این رسوبات می‌باشند. اکتینودرم‌ها، بازوپایان و نیز بیوکلاست‌های مربوط به آب‌های کم عمق و ذرات آواری مانند فلدسپار و کوارتز چند بلوری اجزاء موجود در هسته کورتوییدها می‌باشند. بر اثر بالا بودن انرژی جریان آب و شسته شدن میکریتم از محیط رسوبی، فضای مابین آلوکم‌ها و بیوکلاست‌ها تماماً متشکل از سیمان بوده که چنین خصوصیتهی در شرایط پر انرژی، بالاتر از سطح پایه استهلاک امواج (FWWB)، در محیط‌های رسوبی می‌باشد (Insalaco et al., 2000). انحلال و متبلور شدن فسیل‌ها همراه با دولومیتی شدن عملکردهای دیاژنز در این رسوبات می‌باشد. این ریزرخساره که منطبق با RMF ۲۱ مدل رسوبی رمپ (Flugel (2010) می‌باشد، از نظر جایگاه رسوبی در محیط سدی به سمت لاگون در برش کال انگور واقع شده است.

#### S2 - پلویید اکتینودرم گرین استون

اجزای اصلی تشکیل دهنده این ریزرخساره، اکتینودرم (با فراوانی حدود ۳۰ تا ۳۵ درصد) و پلویید با فراوانی حدود ۱۵ الی ۲۰ درصد) در یک زمینه کاملاً سیمانی شده می‌باشند. علاوه بر اکتینودرم، دیگر بیوکلاست‌های این ریزرخساره همچون قطعات خرد شده شکم پایان، بازوپایان با فراوانی کمتر و نیز خرده‌هایی از فلدسپار، قطعات آتشفشانی و ذرات آهن‌دار در برخی مقاطع متعلق به این محیط رسوبی تشخیص داده شد. با توجه به ارتباط مستقیم بین اندازه دانه‌ها و انرژی محیط (Reading, 2009) می‌توان نتیجه گرفت این ریزرخساره یک محیط پر انرژی را نشان می‌دهد. فرآیندهای دیاژنزی شامل تشکیل سیمان حاشیه‌ای اکتینودرم، که با خاموشی مستقیم شناسایی می‌شود (Zarza and Tanner, 2010) و انحلال و سیمانی شدن در برخی از فسیل‌ها می‌باشند. این ریزرخساره متعلق به محیط پر انرژی سدی به سمت دریا (شکل ۳- F) تشخیص داده شده که منطبق با RMF 27 (Flugel (2010) می‌باشد.

این ریزرخساره که منطبق با RMF ۴ مدل رخساره‌ای رمپ (Flugel (2010) می‌باشد؛ از سنگ آهک تیره رنگ با بیش از ۷۰ درصد پلویید تشکیل شده است (شکل ۳- B). با توجه به این‌که پلت‌ها معمولاً در آب‌های گرم و فوق اشباع از کربنات کلسیم و محیط کم انرژی تشکیل می‌شوند (Bjørlykke, 2010) و نشان‌دهنده مناطق لاگونی دور مانده از تأثیر امواج آب دریا واقع در پشت سدها می‌باشند (Burchette and Wright, 1992; Adachi et al., 2004)، این ریزرخساره مناطق لاگونی به سمت دریا در سازند نظرکرده را نشان می‌دهد. فرامینفرها و استراکودا عمده فسیل‌های موجود در این ریزرخساره بوده که با توجه به افزایش استراکودا نسبت به رسوبات زیرین و موقعیت این ریزرخساره در طول ستون چینه‌شناسی، پیشروی آب دریا را نشان می‌دهند (Reading, 2009). پلوییدهای موجود به سبب عملکرد دیاژنز و تراکم، تغییر شکل یافته و در برخی از مقاطع نازک مربوط به این ریزرخساره بر اثر تراکم این آلوکم‌ها قابل شناسایی نمی‌باشند. انحلال و تبلور بیوکلاست‌ها و شکستگی‌های سیمانی شده بارزترین رخداد‌های دیاژنزی تشخیص داده شده در این ریز رخساره می‌باشند.

## L3 - دانه‌های مجتمع آهکی

یکی از ویژگی‌های محیط رسوبی سازند نظرکرده نوسانات فراوان انرژی آب دریا در زمان تشکیل رسوبات کمر بند رخساره‌ای لاگون می‌باشد (لیاقت، ۱۳۹۱). وجود دانه‌های تجمعی (با فراوانی ۵۰ تا ۶۰ درصد) درون این ریزرخساره نشان‌دهنده تغییرات انرژی آب در محیط رسوبی لاگون (Flugel, 2010) و در این سازند می‌باشد (شکل ۳- C). علاوه بر اگرگات‌ها با اندازه‌های متفاوت، دیگر آلوکم‌ها با پوشش نازک نیز در این رسوبات وجود داشته که حضور آن‌ها در محیط لاگون دلالت بر بالا بودن انرژی در زمان رسوبگذاری دارد (Heckel, 1972; Moore and Wade, 2013). از بارزترین فرآیندهای دیاژنزی در این ریزرخساره، میکریتمی شدن شدید ناشی از فعالیت جلبک‌ها می‌باشد که با از بین رفتن ساختار داخلی بیشتر آلوکم‌ها همراه شده است. انحلال و جانشینی پوسته بیوکلاست‌ها و دولومیتی شدن نیز به سبب دیاژنز در این ریزرخساره تشخیص داده شدند. این ریزرخساره منطبق با RMF ۲۱ مدل رخساره‌ای رمپ (Flugel (2010) می‌باشد.

## L4 - بیوکلاست پلویید پکستون تا گرینستون دارای به هم ریختگی زیستی

پلوییدهای مدفوعی با جورشدگی متوسط که در برش طولی عصبایی شکل بوده (شکل ۳- D) همراه با شکم پایان، خرده‌های بازوپایان و بیوکلاست‌ها در یک زمینه سیمانی در بخش‌های به هم ریخته شده ویژگی بارز این ریزرخساره هستند. این پلوییدها نشان از انرژی بالای محیط و شسته شدن میکریتم در زمان تشکیل و

رسوبی، فراوانی خرده فسیل‌های بریوزوئر، آمونیت، اکتینودرم‌ها، استراکودا، فرامینیفر و فسیل اسفنج و سوزن‌های اسفنجی، تک محوری تا چهار محوری، همراه با خرده‌های آتشفشانی و دیگر ذرات آواری، با گردشگی متوسط تا کمی زاویه‌دار می‌باشد. در این ریز رخساره منطبق با RMF ۱۴ مدل رسوبی رمپ Flugel (2010) بارزترین فرآیند دیاژنز انحلال و سیمانی شدن خرده فسیل‌ها و استیلولیت‌ها ناشی از انحلال فشاری (در برخی از مقاطع مربوط به این محیط رسوبی) مطالعه شدند.

#### 04 - اکتینودرم اسفنج و کستون - پکستون با به هم ریختگی زیستی

در زیر پایه استهلاک امواج (SWB) در دریای باز، اسفنج‌ها با پیکره سوزنی خود که گاهی پیکره کاملی از آن‌ها نیز موجود است (شکل ۳- J)، در حوضه رسوبی سازند نظرکرده درون سنگ آهک تیره رنگ وجود دارند (وکستون تا پکستون) که عمدتاً رسی و غنی از مواد آلی می‌باشند. حضور اسفنج‌ها، با پیکره‌های کاملی از آن‌ها به صورت آهکی شده، همراه با خرده‌های اکتینودرم با توجه به زمان تشکیل رسوبات این سازند (تریاس)، به دلیل از بین رفتن و کاهش بسیاری از گروه‌های رقابتی جانداران در زمان تشکیل رسوبات در دوران تریاس می‌باشد (Schlager, 2005; Boggs, 2015). انحلال و متبلور شدن برخی بیوکلاست‌ها با به هم ریختگی زیستی، پر شدگی شکستگی‌ها با سیمان و آهکی شدن سوزن اسفنج‌ها به صورت ثانویه بر اثر دیاژنز در این ریزرخساره تشکیل شده است. این ریزرخساره منطبق با Flugel RMF 3 (2010) مربوط به بخش رمپ بیرونی می‌باشد.

#### 05 - وکستون اسفنج‌دار

در محیط رسوبی سازند نظرکرده در رمپ بیرونی تنها رسوبگذاری گل‌سنگ‌ها صورت گرفته که به طور پراکنده سوزن‌های اسفنجی شفاف و بدون رنگ در نور طبیعی در رسوبات این بخش از محیط رسوبی وجود دارند (شکل ۳- K). سوزن‌های اسفنج که به واسطه جابه‌جایی از محیط‌های کم عمق‌تر به این بخش انتقال یافته‌اند؛ در مقاطع طولی و عرضی وجود دارند. پرشدگی شکستگی‌ها با سیمان کلسیتی و آهکی شدن سوزن اسفنج‌ها به واسطه فرآیند دیاژنز در این ریزرخساره وجود دارند. این ریزرخساره منطبق با Flugel (2010) RMF 9 می‌باشد.

#### 06 - گل سنگ رسی

در مناطق عمیق دریا به سبب شرایط انرژی پایین محیطی و نرخ پایین رسوبگذاری تنها رسوبات رسی همراه با آلوکم‌ها و بیوکلاست‌های آواری انتقال یافته مربوط به بخش‌های کم عمق دریا و یا رسوبات انتقال یافته توسط باد وجود دارند (Haq, 1991; Hueneke and Mulder, 2011). بر این اساس در بخش‌های عمیق محیط رسوبی سازند نظرکرده در رمپ بیرونی ریزرخساره گل سنگ رسی تشخیص داده شد. این ریزرخساره که منطبق با

#### گروه - O کمربند رخساره‌ای دریای باز 01 - ایتراکست اکتینودرم گریستون

این ریزرخساره که منطبق با RMF ۶ مدل رسوبگذاری رمپ Flugel (2010) می‌باشد. از فسیل‌های اکتینودرم (بیشتر قسمت‌های ساقه) به صورت خردشده در اندازه‌های گوناگون که گاهی دارای ساختارهای شبکه‌ای می‌باشند، تشکیل شده است. با توجه به این که اکتینودرم‌ها موجوداتی حساس به شوری بوده و بیشترین گسترش آن‌ها در محیط رسوبی دریای باز می‌باشد (Miall, 2000)، وجود این فسیل‌ها همراه با ایتراکست‌ها و نیز ریزرخساره‌های مجاور مطالعه شده، موید بخش کم عمق دریای باز در حوضه رسوبی سازند نظرکرده می‌باشد. فسیل دوکفه‌های‌ها خرد شده همراه با ایتراکست‌ها که در اصل انکوئیدهای انتقال یافته از محیط لاگون به بخش کم عمق دریای باز هستند، با خرده‌هایی از فلدسپار زاویه‌دار دیگر اجزای فرعی این ریزرخساره می‌باشند. تشکیل سیمان رو رشدی، انحلال و سیمانی شدن، دولومیتی شدن، عمدتاً بلورهای دولومیتی زین اسبی ناشی از دیاژنز تدفینی (Braithwaite et al., 2004) در برخی از ایتراکست‌ها، ریز شکستگی‌ها و تشکیل رگه‌های پر شده با سیمان، رخدادهای دیاژنزی این ریزرخساره می‌باشند (شکل ۳- G).

#### 02 - اکتینودرم پکستون

در این ریزرخساره، اکتینودرم‌ها با فراوانی بیش از ۵۰ درصد در اندازه‌های چند میلی متری و نیز سوزن‌های خارپوستان در یک زمینه دولومیتی شده وجود داشته و بخش‌های مختلف اکتینودرم‌ها به زیبایی در مقاطع طولی و عرضی قابل مشاهده می‌باشند (شکل ۳- H). فراوانی اکتینودرم‌ها در رسوبات این سازند، با توجه به تشکیل شدن در حوضه پیش کمائی (قائمی، ۱۳۸۳)، مانند دیگر رسوبات تریاس در سایر مناطق دنیا عمدتاً ناشی از افزایش فرورانش در برخی از حوضه‌های رسوبی (Hagdron, et al., 1996; Busby and Pérez, 2012) در یک دوره طولانی مدت، عدم شرایط طوفانی و افزایش در نرخ رسوبگذاری در این دوران می‌باشد (Hess, et al., 2002). به مقدار کمتر از حدود ۵ درصد ذرات آواری مانند فلدسپار زاویه‌دار، کوارتز چند بلوری نیز در این ریزرخساره همراه با اکتینودرم‌ها وجود دارند. تشکیل سیمان هم‌محور، پیرامون اکتینودرم‌ها و دولومیتی شدن مهمترین رخدادهای دیاژنزی در این ریزرخساره می‌باشند. این ریزرخساره منطبق با RMF ۷ مدل رسوبی رمپ Flugel (2010) می‌باشد.

#### 03 - بیوکلاست پکستون

در محل تاثیر امواج دریایی و در نزدیکی پایه استهلاک امواج دریا (FWWB)، بالا بودن انرژی آب منجر به شکستگی، خرد شدن و جابه‌جایی رسوبات و فسیل‌ها در محیط‌های رسوبی می‌شود (Flugel, 2010; Allen and Allen, 2013)؛ که این ویژگی‌ها در رسوبات سازند نظرکرده در دو برش کال گالک و کال انگور وجود دارند (شکل ۳- I). از ویژگی‌های رسوبات این بخش از محیط

### C3 - پتروفاسیس شیل توفی

برش کال انگور در ضخامت ۱۰ تا ۱۲ متری ستون چینه‌شناسی حاوی لایه‌های رسوبی موجی شکل به رنگ سبز تیره بوده که به شدت فرسایش یافته‌اند. این رسوبات که رخساره C3 را تشکیل می‌دهند به سبب تغییرات ترکیبی، فیزیکی و شیمیایی با تن رنگی متفاوت از لایه‌های رسوبی کربناته مجاور خود در روی زمین شناخته می‌شوند (شکل ۳- R). اجزای تشکیل دهنده این رخساره در مقاطع میکروسکوپی ۱۰ تا ۱۵ درصد خرده های لیتیک، شیشه‌های آتشفشانی، فلدسپارها و فسیل اکتینودرم با فراوانی ناچیز می‌باشند (شکل ۳- O). این ذرات که به صورت آواری و اپی‌کلاستی در زمان رسوبگذاری رسوبات عمیق سازند نظر کرده وارد حوضه رسوبی آن شده‌اند و در بخش‌هایی نیز به صورت مخلوط با رسوبات کربناته مشاهده شدند.

### دیاژنز و بافت‌ها

فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی که موجب تغییر ویژگی رسوبات در زمان رسوبگذاری و حتی پس از رسوبگذاری می‌شوند را دیاژنز گفته (Morad et al., 2013) و می‌تواند در بستر دریا (دگرسانی همزاد) شروع شود و در طی تدفین عمیق (دگرسانی میان‌زادی) و بالا آمدگی بعدی رسوبات (دگرسانی پس‌زادی) ادامه یابد. (Scholle and Scholle, 2006) فرآیندهای دیاژنز در سازند نظر کرده عمدتاً ناشی از رخداد دیاژنز تدفینی و جوی بوده که از مهمترین آن‌ها سیمانی شدن، شامل سیمان دروزی؛ سیمان رورشدی و سیمان بلوکی می‌باشند. دیگر فرآیندهای دیاژنزی در این سازند میکرایتی شدن و یا انحلال و جانشینی شدن فسیل‌ها و بیوکلاست‌های ساکن در محیط لاگون، به واسطه ترکیب آراگونیتی یا کلسیت منیزیم بالا (HMC)، تراکم و انحلال فشاری با تشکیل استیلولیت‌ها می‌باشند. تاثیر دیاژنز تدفینی در رسوبات این سازند، دولومیت‌های زین اسبی، و دولومیت‌های دانه شکرری را به وجود آورده است. پدیده آهن‌دار شدن، وجود چرت که نشان دهنده رخنمون و شرایط اکسیدان رسوبات است (Miall, 1997)، در این سازند عمدتاً در حوالی مرز سکانشی نوع ۱ با سازند سفیدکوه بارز است. در رسوبات مربوط به بخش آذراواری دگرسانی شیشه‌های آتشفشانی به سبب پدیده خارج شدن از حالت شیشه که تشکیل بافت ریز بلور مشابه چرت شده، کلریتی شدن و اکسیداسیون شیشه‌های آتشفشانی غالب فرآیندهای دیاژنزی هستند (شکل ۴).

### چینه‌نگاری سکانشی

به دنبال پایان رسوبگذاری رسوبات اسکیتین پسین، تحت عنوان سازند سفیدکوه در پنجره آق‌در بند (Ruttner, 1991a and b)، پیشروی کوتاه مدت آب دریا در دوران آیزین پیشین منجر به رسوبگذاری سازند نظر کرده با سنگ‌شناسی کربناته، همراه با میان لایه‌هایی از مواد آواری، توف و شیل، بر روی سازند سفیدکوه در غالب یک سکانش رسوبی رده ۳ (3rd) با سن تقریباً ۴ میلیون سال

RMF ۲ ریزرخساره‌های رمپ (Flugel 2010) بوده و متشکل از گل سنگ قهوه‌ای رنگ استیلولیت‌دار می‌باشد، سوزن‌های اسفنجی به‌طور پراکنده با فراوانی کمتر از ۵ به صورت جابه‌جا شده در این ریزرخساره نیز حضور دارند. شکستگی‌ها و سیمانی شدن شکستگی‌ها از عملکردهای فرآیند دیاژنز در این ریز رخساره می‌باشد (شکل ۳- L).

### گروه C - پتروفاسیس‌های آواری

پتروفاسیس‌های مطالعه شده در این سازند براساس نامگذاری و تقسیم‌بندی (White and Houghton, 2006) بوده که در ادامه شرح داده شده‌اند. حضور رسوبات آواری در بخش‌های مختلف محیط رسوبی در زمانی که محیط پتانسیل تشکیل کربنات را داراست در حوضه‌هایی که از نظر تکنونیکي نوسانات شدیدی را دارند، بیشتر از سایر نواحی مشاهده می‌شود (Miall, 2014) و این موضوع در سازند نظر کرده نیز صادق است.

### C1 - پتروفاسیس شیشه آتشفشانی در اندازه گراول و

#### شکل زاویه‌دار

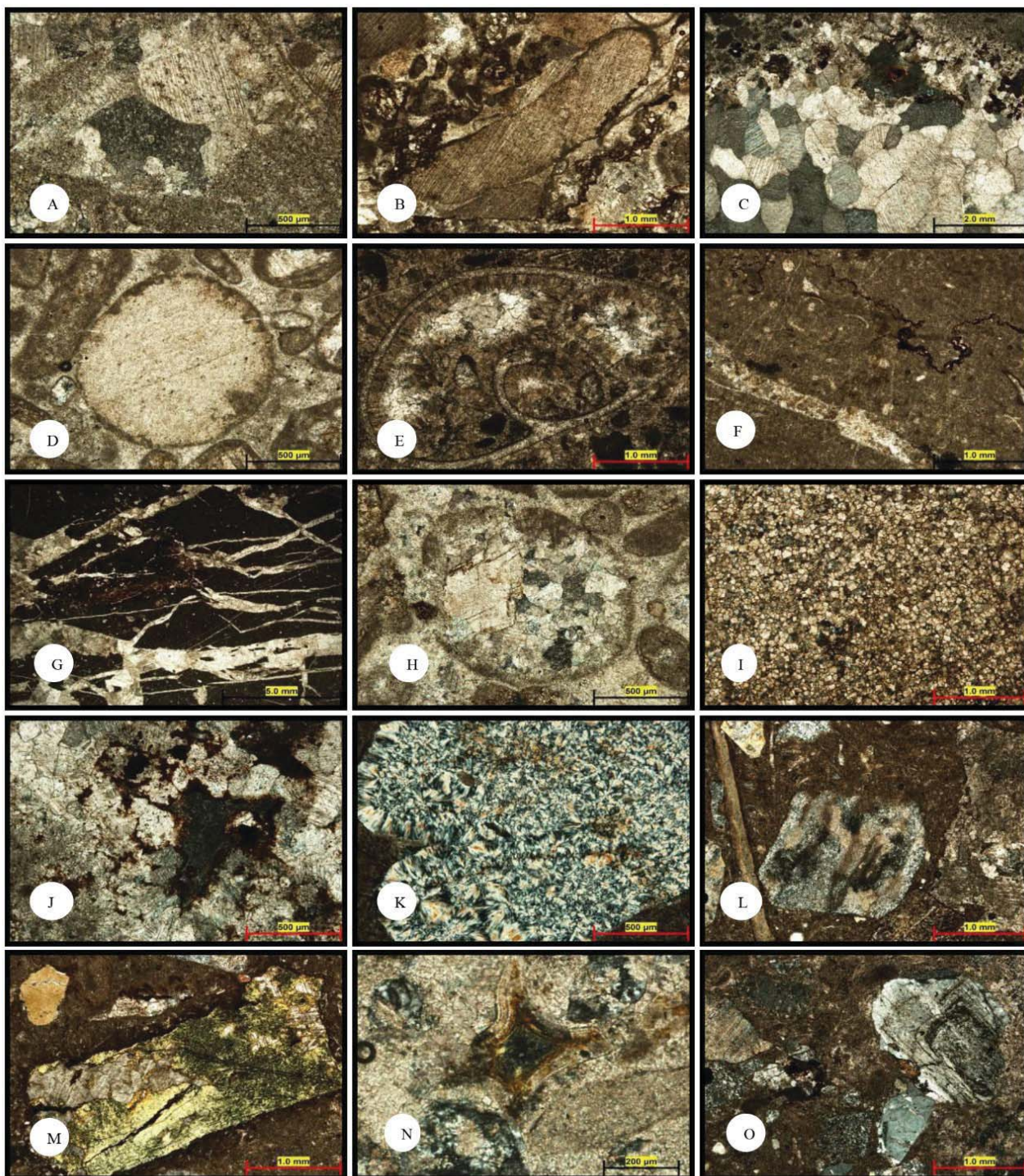
اندازه ذرات در این رخساره در مقاطع نازک میکروسکوپی در اندازه بیش از ۲ میلی‌متر بوده که ذرات شیشه بر اثر پدیده خارج شدن از حالت شیشه و تشکیل ریز بلورها به چرت بسیار شبیه بوده و با آن اشتباه می‌شوند (شکل ۳- M). این رخساره سنگی در مطالعات صحرایی واقع در لایه‌های رسوبی، به ضخامت ۳ متر (شکل ۳- P) بوده که در مقاطع نازک میکروسکوپی متشکل از شیشه‌های آتشفشانی است. در این رخساره همراه با این ذرات قطعات لیتیک آهن‌دار و نیز خرده قطعاتی با بلورهای ریز و سوزنی شکل فلدسپار، با بافت میکرولیتی و با فراوانی ۵ درصد وجود دارد. با توجه به جایگاه این ذرات در ستون چینه‌شناسی، ریزرخساره‌های کربناته مجاور و مطالعات چینه‌نگاری سکانشی این رسوبات در زمان فعالیت قوس‌های آتشفشانی با رسوبگذاری رسوبات عمیق سازند نظر کرده همراه بوده که در حوالی سطح حداکثر غرقابی (mfs) و هم‌زمان با رسوبگذاری کربنات‌ها رسوب نموده‌اند (لیاقت، ۱۳۹۱).

### C2 - پتروفاسیس توف کربناته با ذراتی در اندازه

#### متوسط تا درشت دانه ماسه

این رخساره، یک لایه ۱۰ متری متوسط تا ضخیم لایه به رنگ خاکستری تیره رنگ در روی زمین بوده (شکل ۳- Q) که در مقاطع نازک میکروسکوپی، متشکل از ذراتی در اندازه ماسه متوسط تا درشت‌دانه واقع در زمینه مادستون با خرده فسیل‌های اسفنج و اکتینودرم می‌باشد (شکل ۳- N). پلاژیوکلازهای دارای زون‌بندی مربوط به محیط آتشفشانی (شکل ۴- O) برخی از اجزاء این رسوبات می‌باشند. از فرآیندهای دیاژنزی در این رخساره کلریتی شدن خرده‌های اکتینودرم (شکل ۴- M) و اکسایش شیشه‌های آتشفشانی (شکل ۴- N) را می‌توان نام برد.





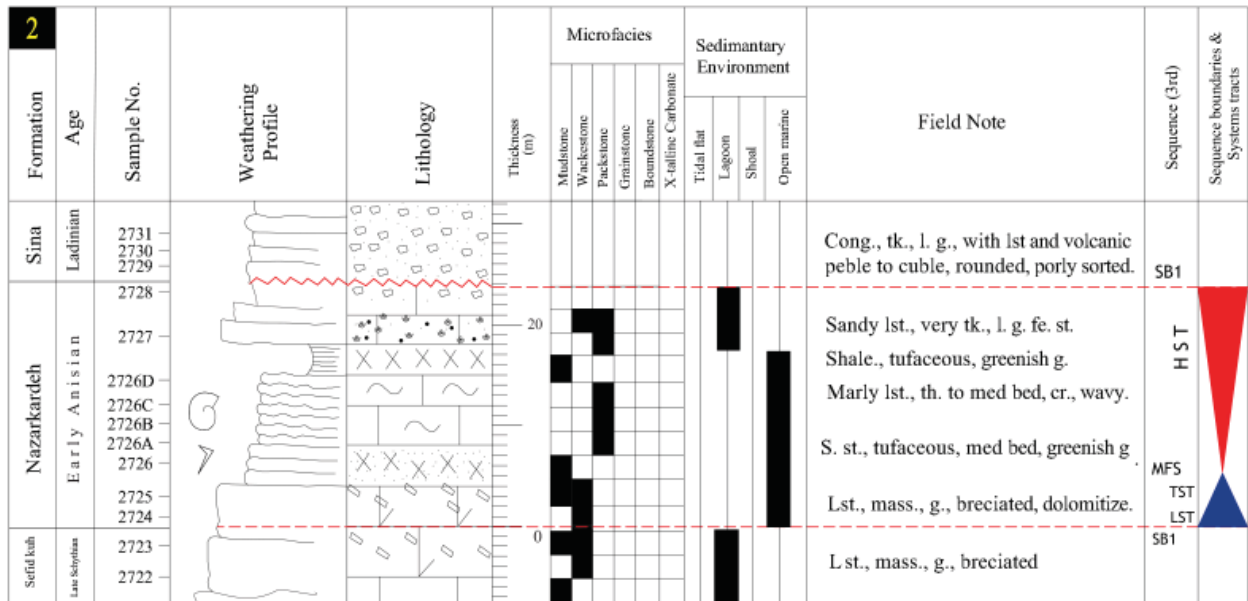
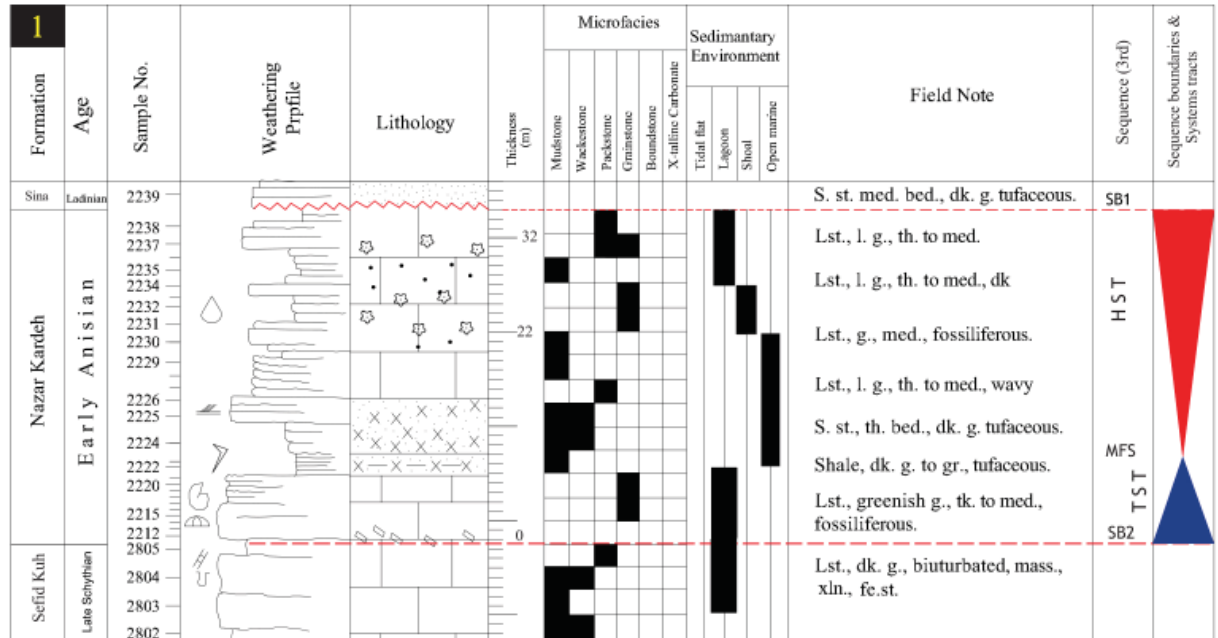
شکل ۴. دیاژنز و فابریک‌های موجود در سازند نظرکرده شامل: (A) سیمان دروزی، (B) سیمان رورشدی، (C) سیمان بلوکی، (D) پوشش نازک میکریته پیرامون اکتینودرم که کورتویید را ایجاد نموده است، (E) انحلال و سیمانی شدن فسیل شکم‌پا، (F) استیلولیت ناشی از تراکم فشاری، (G) شکستگی‌های پر شده با سیمان، (H) بلورهای دولومیت زین اسی. (I) دولوستون تشکیل شده در محیط دیاژنزی تدفینی، (J) آهن‌دار شدن پیرامون مرزهای سکانسی، (K) بلورهای کلسدونی با ساختارهای اسفرولیتی، (L) دگرسانی در شیشه آتشفشانی، (M) پدیده کلریتی شدن خرده‌های اکتینودرم، (N) اکسیداسیون شیشه آتشفشانی که به علت ناخالصی مواد آهن‌دار قهوه‌ای رنگ شده است، (O) یک قطعه پلاژیوکلاز (سمت راست تصویر) محیط آتشفشانی با زون‌بندی که به واسطه سرد شدن سریع تشکیل شده است.

شد (لیاقت، ۱۳۹۱). این چرخه رسوبگذاری در سازند نظرکرده در برش کال غالک درون رسوباتی با ضخامتی در حدود ۲۵ متر، و ۴۰ متر در برش کال انگور می‌باشد. تشکیل این سکانس با نوسانات شدید آب دریا همراه بوده که وجود لایه‌های متناوب با ضخامت‌های متغیر و نیز تغییرات شدید ریزرخساره‌ها شاهدهی بر این مدعاست (افشار حرب، ۱۳۷۳؛ لیاقت، ۱۳۹۱). براساس پیمایش‌های صحرائی، مطالعات پتروگرافی و روابط موجود، تغییرات سطح آب دریا در دو برش کال انگور و کال غالک تشخیص و مطالعه گردید. مرز چینه‌شناسی مابین سازندهای سفیدکوه و نظرکرده، قاعده این سکانس و ناپیوستگی مابین سازندهای نظرکرده و سینا مرز فوقانی این سکانس (شکل ۵) می‌باشد (لیاقت، ۱۳۹۱). براساس طبقه بندی سکانس‌ها توسط (Vail, et al., 1991) سکانس رسوبی موجود در برش کال غالک سکانس نوع ۱ با دسته رخساره‌های تراز پایین آب دریا (LST)، تراز پیشروی آب دریا (TST) و تراز بالای آب دریا (HST) و در برش کال انگور سکانس نوع ۲ با دسته رخساره‌های تراز پیشروی آب دریا (TST) و تراز بالای آب دریا (HST) می‌باشد. تفسیر: علاوه بر ریزرخساره‌های موجود، مرز سکانسی نوع ۲ (SB2) با دسته رخساره تراز پایین آب دریا (LST) در برش کال غالک دلیلی بر عمق بیشتر حوضه رسوبی در این برش می‌باشد (لیاقت، ۱۳۹۱) (شکل ۶). در واقع تشکیل دسته رخساره تراز پایین آب دریا (LST) که عمدتاً به واسطه فرسایش رسوبات بخش‌های کم عمق حوضه‌های رسوبی و تشکیل سطوح فرسایشی همراه است (امینی، ۱۳۹۰)، در انتهای رسوبگذاری سازند سفیدکوه در پنجره آق‌دربند و انتقال آلوکم‌ها و بیوکلاست‌ها به بخش‌های عمیق‌تر حوضه رسوبی سازند نظرکرده، مانند برش کال غالک صورت گرفته است. از نظر سنگ‌شناسی رسوبات این دسته رخساره آهک توده‌ای، برشی و دولومیتی شده با ضخامت ۱ متر بوده که در برش کال غالک شناخته می‌شود و در برش کال انگور دسته رخساره تراز پایین آب دریا (LST) وجود ندارد. دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا با رسوبات محیط کم عمق دریا در برش کال انگور و رسوبات محیط عمیق‌تر حوضه در برش کال غالک شناخته می‌شود. این رسوبات در برش کال انگور ضخامت تقریباً ۱۵ متر دارد که در ۵ متر آغازین این توالی رسوبات کمربند رخساره‌ای لاگون با ریزرخساره اگرگات دانه‌ای آهکی (L3) و سپس رسوبات کمربند رخساره‌ای سدی با ریز رخساره پلویید اکتینودرم گرین‌استون (S2) وجود دارند. تشکیل رسوبات این دسته رخساره که مقارن با فعالیت‌های آتشفشانی در صفحه توران در دوران آیزین پیشین می‌باشد (Garzanti and Gaetani, 2002)؛ یک توالی ۴ متری از سنگ آهک‌های مارنی متوسط تا ضخیم لایه و کرم رنگ با رسوبات و لایه‌های رسوبی موجی شکل دارای مواد آذرآواری، شیل‌های توفی سبز رنگ (شکل ۳-Q) در برش کال غالک و در برش کال انگور، در ادامه رسوبات عنوان شده، سنگ آهک سبز رنگ متوسط تا ضخیم لایه به ضخامت ۱۰ متر با پتروفاسیس توف کربناته با ذراتی در اندازه

ماسه متوسط تا درشت را تشکیل داده است. این مواد آواری حاکی از فعالیت‌های تکنونیک و تغییرات حوضه رسوبی پیش کمانی سازند نظرکرده در دوران آیزین می‌باشند (قائمی، ۱۳۸۳). اصلی‌ترین فرآیندهای دیاژنزی در رسوبات این بخش تشکیل سیمان رورشدی پیرامون اکتینودرم‌ها است. تغییرات شدید ریزرخساره‌ها در ضخامت کم لایه‌های رسوبی در این بخش از سازند نظرکرده همراه با فراوانی فسیلی همچون اکتینودرم، اسفنج، بریوزوئر، سرپایان و بازوپایان، شناخت هر چه بهتر محیط رسوبی و نوسانات سطح آب دریا را به دنبال دارد (لیاقت، ۱۳۹۱). سطح حداکثر غرقابی آب دریا (mfs) در این سازند با رسوبات مناطق عمیق دریا، در برش کال غالک ۳ متر لایه شیل توفی خاکستری رنگ (شکل ۳-Q و R) و در برش کال انگور واقع در توالی کربناته متوسط لایه با ریزرخساره O6، مادستون رسی متعلق به کمربند رخساره‌ای دریای باز، تشخیص داده شد. ادامه پیشروی رخساره‌ها در دریا با تشکیل دسته رخساره تراز بالای آب دریا (HST) درون سنگ آهک‌های مربوط به محیط رسوبی دریای باز، رسوبات سدی و رسوبات لاگون به ضخامت ۱۶ متر در برش کال انگور و ۸ متر در برش کال غالک با روندی کم عمق شونده به سمت بالا ادامه می‌یابد. کاهش عمق حوضه رسوبی ناشی از رسوبگذاری در حوضه رسوبی و کاهش فضای رسوبگذاری و تا حدودی فراهم شدن شرایط محصور، شرایط محیطی مساعدی را برای فعالیت جلبک‌ها در حوضه رسوبی سازند نظرکرده فراهم نموده که تشکیل ریزرخساره گرین‌استون با آلوکم‌های پوشش‌دار (S1) مربوط به محیط سدی به سمت لاگون در زمان رسوبگذاری این بخش از حوضه رسوبی است. جلبک‌های فسیلی در این رسوبات به سبب دیاژنزه شدت تخریب شده‌اند. به‌طور هم‌زمان در برش کال انگور بیوکلاست پکستون با به هم ریختگی زیستی (L1) و پلویید پکستون (L2) که حاکی از عمق کم حوضه رسوبی می‌باشند، تشکیل شده است. انحلال و سیمانی شدن بیوکلاست‌ها، به هم ریختگی زیستی، دولومیتی شدن، شکستگی‌ها و رگه‌های پر شده با سیمان بر اثر عملکرد دیاژنزه در ریزرخساره‌های این بخش از محیط رسوبی نسبتاً فراوان می‌باشد. انتهای این سکانس، منطبق بر دگرشیبی واقع در مرز چینه‌شناسی سازند نظرکرده و سازند سینا می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

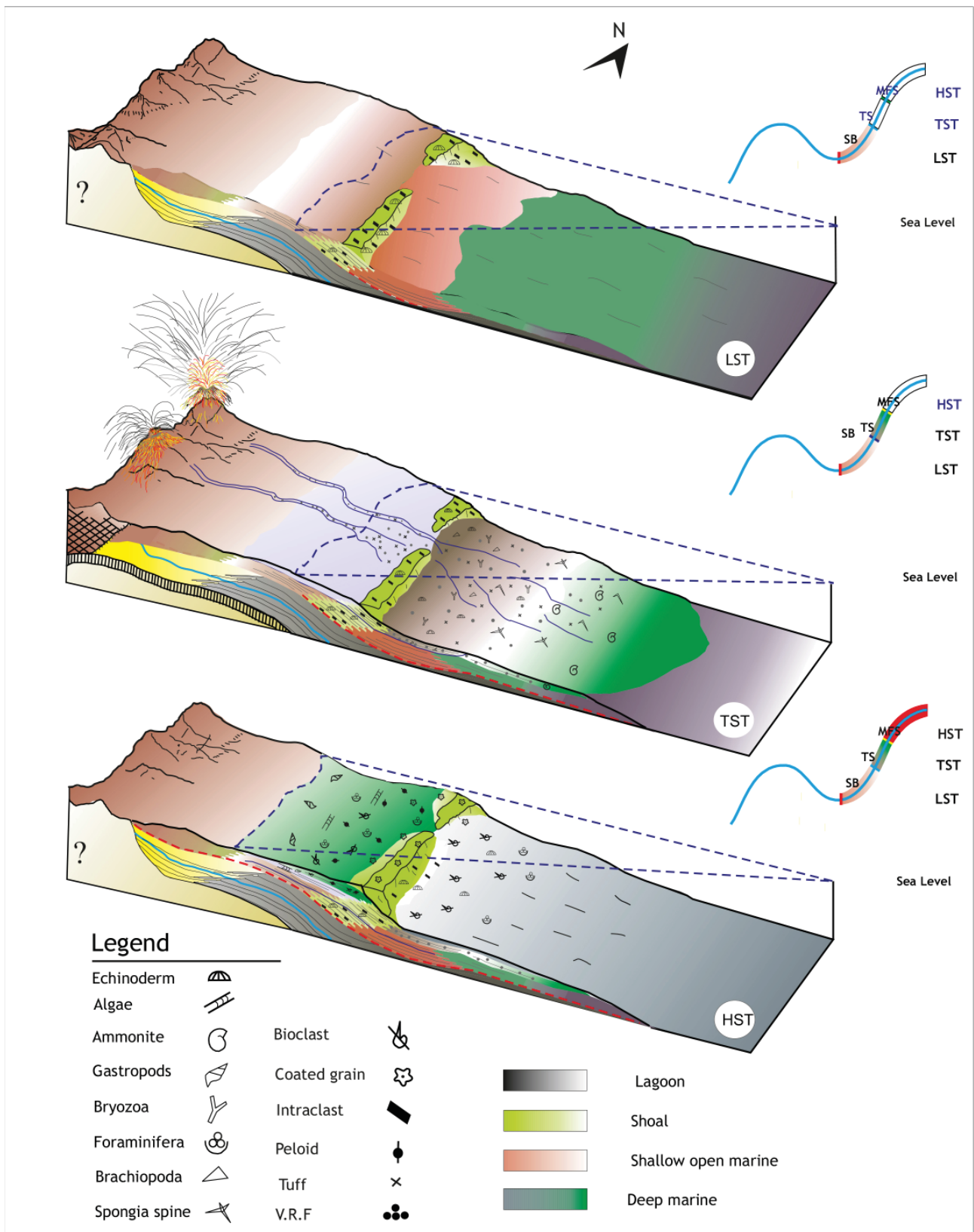
رسوبات سازند نظرکرده در پنجره تکنونیک - ساختاری آق‌دربند، پس از یک وقفه رسوبگذاری به دنبال رسوبات سازند سفیدکوه تشکیل شده‌اند. براساس مطالعه ریزرخساره‌های این سازند در دو برش چینه‌شناسی کال غالک و کال انگور با فاصله ۳ کیلومتر از یکدیگر، کمربند رخساره‌ای لاگون، کمربند رخساره سدی و محیط‌های کم عمق و عمیق دریای باز شناسایی شدند. با توجه به فعالیت آتشفشان‌های واقع در صفحه توران هم‌زمان با رسوبگذاری رسوبات مناطق عمیق‌تر در سازند نظرکرده، رسوبات آتشفشانی و آذرآواری پتروفاسیس‌های آواری در این سازند را



Legend

Fossils	Allochrem (none skeletal)	Sed. Structures	Abreviation
Ammonite	Intraclast	X- bedding	SB= Sequence boundry
Brachiopods	Peloid	Bioturbation	MFS= Maximum Flooding Surface
Echinoderm	Cortoid		TST= Transgressive Systems tracts
Foraminifera			HST= High Stand Systems tracts
Spongia			LST= Low Stand Systems tracts
Algae			

شکل ۵. ستون چینه‌شناسی سازند نظر کرده، (۱) برش کال انگور، (۲) برش کال خالک.



شکل ۶. مدل رسوبگذاری سازند نظرکرده همراه با نوسانات سطح آب دریا در این سازند.

دانشگاه شهید بهشتی تهران، ۳۴۱.  
- جوانبخت، م، حرمی، ر. م، محبوبی، ا. و شریفی، ر، ۱۳۸۶. تفسیر محیط رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی سازند نظرکرده (آنیزین) در ناحیه آق‌دربند- شمال شرق ایران. فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی دانشگاه آزاد اسلامی، ۴، ۲۲۵-۲۳۸.

- Adachi, N., Ezaki, Y. and Liu, J., 2004. The origins of peloids immediately after the end-Permian extinction, Guizhou province, South China. *Sedimentary Geology*, 164, 161-178.

- Afshar-Harb, A., 1979. The stratigraphy, tectonic and petroleum geology of Kopet Dag region, northeast Iran. Unpublished PhD thesis.

- Alavi, M., Vaziri, H., Seyed-Emami, K. and Lasemi, Y., 1997. The Triassic and associated rocks of the Aghdarband area in central and north eastern Iran as remnant of the southern Turanian active continental margin. *Geological Society of American Bulletin*, 109, 1563-1575.

- Allen, P.A. and Allen, J.R., 2013. *Basin Analysis: Principles and Application to Petroleum Play Assessment*. 3rd edition, Wiley-Blackwell, 678.

- Baud, A. and Brandner, R., 1991. The Sefid Kuh limestone- A late Lower Triassic carbonate ramp (Aghdarband, NE Iran): *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 38, 111-123.

- Berberian, M. and King, G. C. P., 1981. Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran, *Canadian journal of earth sciences*, 18 (2), 210-265.

- Bjørlykke, K., 2010. *Petroleum Geoscience: From Sedimentary Environments to Rock Physics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 508.

- Boggs, S.J., 2015. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. 7th edition, University of Oregon, 660.

- Braithwaite, C.J.R., Rizzi, G. and Darke, D., 2004. *The Geometry and Petrogenesis of Dolomite Hydrocarbon Reservoirs*. The Geological Society of London, 420.

- Busby, C. and Pérez, A.A., 2012. *Tectonics of Sedimentary Basins*. Wiley-Blackwell, 579.

- Burchette, T.P. and Wright, V.P., 1992. Carbonate ramp depositional systems. *Journal of Sedimentary Geology*, 79, 3-35.

- Dickson, J.A.D., 1966. A modified staining technique for carbonates in thin section. *Nature*, 205, 587.

- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *American Association*

موجب شده است. نوسانات شدید سطح آب دریا و تغییرات ناگهانی رخساره‌ها در محیط رسوبی این سازند انعکاسی از پیوستگی و ارتباط رخساره‌ها با هم و نیز ریخت‌شناسی حوضه رسوبی این سازند بوده که یک مدل رسوبی رمپ هم‌شیب کربناته با ورود مواد آورای در دوره‌ای از زمان رسوبگذاری این سازند واقع در حوضه پیش کمانی را نشان می‌دهد. در مجموع این سازند واقع در پنجره آق‌دربند، در قاعده با یک مرز سکانسی نوع ۱ (SB1) در بخش‌های کم عمق حوضه (برش کال انگور) و مرز سکانسی نوع ۲ (SB2) در رسوبات مناطق عمیق‌تر (برش کال غالک) بوده که دگرشیبی واقع در مرز فوقانی این سازند، منطبق بر مرز چینه‌شناسی با سازند سینا نیز یک مرز سکانسی نوع ۱ (SB1) محسوب می‌شود. بازسازی گسترش جانبی، نشان‌دهنده یک محیط لاگون دارای ارتباط آزاد با دریای باز در زمان تشکیل دسته رخساره‌های تراز پیشروی آب دریا (TST) و تا حدودی شرایط نیمه محصور در زمان شکل‌گیری دسته رخساره‌های تراز بالای آب دریا (HST)، به دنبال آن محیط سدی با فراوانی آلومک‌ها و بیوکلاست‌ها محیط لاگون و دریای باز و سپس رسیدن به رخساره‌های عمیق‌تر که در برخی از آن‌ها مواد آواری و آتشفشانی غالب بوده و تشکیل دهنده پتروفاسیس‌های آواری موجود در بخش‌های عمیق حوضه شده است. از عملکرد فرآیند دیاژنز در این سازند می‌توان به فرآیند سیمانی شدن که سیمان رورشدی پیرامون خرده‌های اکینودرم در آن بسیار بارز بوده، دولومیتی شدن و شکستگی‌های پر شده با سیمان اشاره کرد.

### سپاسگزاری

در این جا لازم است که از مدیریت محترم اکتشاف شرکت ملی نفت ایران و مدیریت پژوهش و فناوری این مدیریت به جهت حمایت مالی و همکاری جهت فراهم نمودن امکانات لازم تشکر و سپاسگزاری شود.

### منابع

- افشار حرب، ع، ۱۳۷۳. زمین‌شناسی کپه داغ. طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران، ۱۱، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۲۷۵.  
- آق‌ناباتی، ع، ۱۳۸۸. فرهنگ چینه‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور، ۵۴۹-۵۹۲.  
- درویش‌زاده، ع، ۱۳۸۸. زمین‌شناسی ایران. انتشارات امیرکبیر، چاپ چهارم، ۹۱۱.  
- قائمی، ف، ۱۳۸۳. تاریخچه تکتونیک و رسوبگذاری پنجره آق‌دربند. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ۲۷۷.  
- امینی، ع، ۱۳۹۰. مبانی چینه‌نگاری سکانسی. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۳۲۴.  
- لیاقت، م، ۱۳۹۱. محیط رسوبی، دیاژنز، ژئوشیمی و چینه‌نگاری سکانسی سازندهای سفیدکوه و نظرکرده در پنجره آق‌دربند، شرق حوضه کپه داغ، پایان‌نامه کارشناسی ارشد،

- of Petroleum Geology, Memoir, 1, 108-121.
- Einsele, G., 2010. Sedimentary Basin: Evolution, Facies and Sediment Budget. 2nd edition, Springer-Verlag, 292.
  - Farry, J.L. and Van Hassel, J.H., 2007. Freshwater Bivalve Ecotoxicology. CRC Press, 375.
  - Flugel, E., 2010. Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1006.
  - Folk, R.L., 1959. Practical petrographic: classification of limestones. American Association of Petroleum Geology Bulletin, 43, 1-38.
  - Garzanti, E. and Gaetani, M., 2002. Unroofing history of late Paleozoic magmatic arcs within the Turan plate (Turkmenistan): Sedimentary Geology, 151, 67-87.
  - Hagdorn, H., Gluchowski, E. and Boczarowski, A., 1996. The crinoid fauna of the Diplopora Dolomite (Middle Muschelkalk, Triassic, Upper Anisian) at Piekary Slaskie in Upper Silesia. Geologisch- Paleontologische. Mitteilunngem Innsbruck, 21, 38-87.
  - Haq, B.U., 1991. Sequence stratigraphy, sea level change and significance for the deep sea, In Macdonald, D.I.M edition. Journal of sedimentation and tectonics, 12, 3-39.
  - Heckel, P.H., 1972. Possible inorganic origin for stromatolites in calcilutite mounds in the Tully Limestone, Devonian of New York. Journal of Sedimentary Petrology, 42, 7-18.
  - Hess, H., Ausich, W.I., Brett, C.E. and Simms, M.J., 2002. Fossil Crinoids. 2nd Edition, Cambridge University Press, 275.
  - Hueneke, H. and Mulder, T., 2011. Deep Sea Sediments. Elsevier, 849.
  - Krystyn, L. and Tatzreiter, F., 1991. Middle Triassic crinoids from Aghdarband (NE Iran) and their paleobiogeographical significance. Abhandlungen Der Geologischen Bundesanstalt, 38, 139-163.
  - Insalaco, E., Skelton, P. and Palmer, T. J., 2000. Carbonate Platform Systems: Components and Interactions- an introduction. Geological Society of London, Special Publications, 178.
  - Miall, A.D., 1997. The Geology of Stratigraphic Sequences. Springer-Verlag, 422.
  - Miall, A.D., 2000. Principles of Sedimentary Basin Analysis. Springer-Verlag, 616.
  - Miall, A.D., 2010. The Geology of Stratigraphic Sequences. Springer-Verlag, 2nd edition, 522.
  - Miall, A.D., 2014. Fluvial Depositional Systems. Springer. 315.
  - Moore, C.H. and Wade, W.J., 2013. Carbonate Reservoirs, Porosity and Diagenesis in a Sequence Stratigraphic Framework (Developments in Sedimentology, 67). 2nd edition, New York, Elsevier, 347.
  - Morad, S., Ketzer, J.M. and Ros, L.F. De., 2013. Linking Diagenesis to Sequence Stratigraphy. Wiley-Blackwell, 522.
  - Reading, H.G., 2009. Sedimentary Environments: Processes, Facies, and Stratigraphy. 2nd edition, Blackwell science, 688.
  - Ruttner, A. W., 1984. The Pre-Liassic basement of the eastern Kopet Dagh range: Neuse Jahrbuch fur geologie und palantologie: Abhandlungen, 168, 256-268.
  - Ruttner, A. W., 1991a. Geology of the Aghdarband area (Kopet Dagh NE Iran). Abhandlungen Der Geologischen Bundesanstalt, 38, 7-79.
  - Ruttner, A. W., 1991b. The Triassic or Aghdarband (Aq Darband) and its Pre-Triassic Frame. ICPG Project, 73/1/14, 252.
  - Ruttner, A. W., 1993. Southern borderland of Triassic Laurasia in northeast Iran. Geologisches Rundschau, 82, 110-120.
  - Schlager, W., 2005. Carbonate Sedimentology and Sequence Stratigraphy, SEPM Tulsa. Oklahoma, 200.
  - Scholle, P.A and Scholle, D.S., 2006. A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, Textures, Porosity, Diagenesis. American Association of Petroleum Geology, Tulsa, Oklahoma, U.S.A., 459.
  - Selly, R.C., 2013. Ancient Sedimentary Environments and Their Sub-Surface Diagnosis, 5th edition, Psychology Press, 322.
  - Sengor, A.M.C., 1984. The Cimmeride orogenic system and the tectonics of Eurasia. Geological Society of America, Special Paper, 195, 1-82.
  - Sengör, A. M.C. and Atayman, S., 2009. The Permian Extinction and The Tethys: An Exercise in Global Geology. Geological Society of America, 448.
  - Stocklin, J., 1974. Possible ancient continental margin in Iran. In: Burk, C.A., Drake, C.L. Edition, The Geology of Continental Margins. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 873-887.

- Tucker, M.E., Calvet, F. and Hunt, D., 1993. Sequence stratigraphy of carbonate ramps: systems tracts, models and application to the Muschelkalk carbonate platform of eastern Spain, In: Posamentier, H.W; Summerhayes, C.P; Haq, B.U. and Allen, G.P. (eds.), Sequence stratigraphy and facies associations. Special. Publication. Journal of Sedimentology, 18, 397-415.
- Tucker, M.E. and Wright, V.P., 2009. Carbonate Sedimentology. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 404.
- Tucker, M.E., 2011. Sedimentary Rocks in the Field. 4th edition. John Wiley and Sons, 238.
- Vial, P.R., Audemard, F., Bowman, S., Eisne, P. and Perez- Crus, C., 1991. The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentology- an overview. In: Einse, G Ricken, W., Seilacher, A (eds) Cycles and events in stratigraphy. Springer- verlag, Berlin Heidelberg New Yourk, 617-659.
- White J.D.L., and Houghton B.F., 2006. Primary volcaniclastic rocks: Geology, v. 34, p. 677–680.
- Zanchetta. S., Berra. F., Zanchi. A., Bergomi. M., Caridroit. M., Nicora A., and Heidarzadeh, G., 2013. The record of the Late Paleozoic active margin of the paleotethys in NE Iran: Constraints on the Cimmerian orogeny. Journal of Gondwana Research. , 32, 30-68.
- Zanchii. A., Berra. F., Balini. M, Ghassemi. R., Heidarzadeh, G., and Zanchetta, S., 2012. The Palaeotethys suture zone in NE Iran: New constraints on the evolution of the Eo-Cimmerian Belt (Darius Programme). American Association of Petroleum Geology International Conference and Exhibition, Milan, Italy.
- Zarza, A.M.A. and Tanner L.H., 2010. Carbonates in Continental Settings Geochemistry Diagenesis and Applications Elsevier, 319.