

پالینولوژی و پالینوفاسیس سازند آیتامیر در برش زاوین (خراسان رضوی)

محسن علامه^۱ و زهرا سردار^۲

^۱ استادیار، گروه زمین‌شناسی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران
^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۳

چکیده

سازند آیتامیر یکی از سازندهای حوضه رسوبی کپه‌داغ در شمال خاور ایران است. این سازند از یک بخش ماسه‌سنگی در زیر و یک بخش شیلی در بالا تشکیل شده است. هر دو بخش گلوکونیته است و بیشتر به‌رنگ سبز زیتونی دیده می‌شود. این پژوهش روی برشی از سازند آیتامیر بر مبنای پالینومورف‌ها است، که در مسیر جاده مشهد- کلات نادری و در حاشیه روستای زاوین با سبترای ۵۰۶ متر و مختصات جغرافیایی "۴۵/۴۲' ۴۳' ۳۶° عرض شمالی و "۵۷' ۵۷' ۵۹° طول خاوری انجام شده است. ۴۰ نمونه از این برش برداشت شده که از آنها ۱۲۰ اسلاید پالینولوژیکی تهیه شده، که مطالعه آنها منجر به شناسایی ۲۸ جنس و ۴۷ گونه از داینوفلاژله‌ها شده است. با توجه به داینوفلاژله‌های شناسایی شده سن سازند آیتامیر در برش یادشده آلبین- سنومانین تعیین شد بررسی فاکتورهای حفاظت مواد آلی، شرایط کم اکسیژن تا متوسط با رسوب گذاری پایین و محیط نریتیکی داخلی تا خارجی سازند آیتامیر در برش یادشده را نشان می‌دهد. بر اساس مطالعات انجام شده، سه پالینوفاسیس برای سازند آیتامیر در برش زاوین تشخیص داده شد.

کلیدواژه‌ها: پالینولوژی، محیط رسوبی دیرینه، پالینوفاسیس، سازند آیتامیر، آلبین- سنومانین، کپه‌داغ.

*نویسنده مسئول: محسن علامه

E- mail: allameh0277@mshdiau.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

نام سازند آیتامیر از روستایی به همین نام در بخش باختری کپه‌داغ و در ۷۰ کیلومتری شمال خاور گنبد کاووس گرفته شده است. برش الگوی این سازند در ۵ کیلومتری جنوب خاور روستای آیتامیر قرار گرفته است، که از ۶۱۲ متر ماسه‌سنگ در بخش زیرین و ۳۸۸ متر شیل در بخش بالایی تشکیل شده است. گلوکونیته فراوان در دو بخش یادشده سبب شده است تا این سازند سیمای سبز زیتونی داشته باشد. در بیشتر برش‌ها مرز زیرین سازند آیتامیر با سازند سنگانه تدریجی و مرز بالای آن با سازند آب دراز همواره فرسایشی است که این امر نشانگر خشکی‌زایی اوایل کرتاسه پسین است. به‌طور کلی سن سازند آیتامیر در منطقه آبتین- پسین- سنومانین (آقنابتی، ۱۳۸۳) است. هدف از این مطالعه شناسایی داینوفلاژله‌های موجود، تعیین محیط رسوبی، تعیین سن بر پایه داینوفلاژله و تعیین پالینوفاسیس‌های موجود در سازند آیتامیر است.

۲- روش مطالعه

۴۰ نمونه با فواصل معین از ژرفای ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری رسوبات سازند آیتامیر برداشت شد و با استفاده از روش Traverse (2007) اسلایدهای پالینولوژیکی تهیه شدند. مقدار ۱۰۰ گرم از هر نمونه به مدت ۲۴ ساعت در اسید کلریدریک ۳۰ درصد برای از میان بردن کربنات کلسیم قرار داده شد. پس از خنثی‌سازی، ۲۴ ساعت در اسید فلوریدریک ۳۸ درصد برای از میان بردن سیلیس موجود در آنها قرار داده شدند، پس از خنثی‌سازی نمونه‌ها را از الک ۲۰۰ میکرون عبور داده و با استفاده از محلول کلرید روی (ZnCl₂) سانتریفیوژ کرده و پالینومورف‌ها از عناصر سنگین و دیگر مواد جدا شد. با میکروسکوپ نوری Nikon مجهز به دوربین عکسبرداری دارای لنزهایی با بزرگنمایی ۱۰ تا ۱۰۰ اسلایدهای تهیه شده مورد مطالعه قرار گرفتند و در آنها عناصر مختلف پالینولوژیکی شناسایی و توسط میکروسکوپ عکسبرداری شدند.

۳- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

برش مورد مطالعه در مسیر جاده مشهد- کلات نادری و در ۴۵ کیلومتری شهر کلات نادری، در حاشیه روستای زاوین قرار دارد. مختصات جغرافیایی آن نیز "۴۵/۴۲' ۴۳' ۳۶° عرض شمالی و "۵۷' ۵۷' ۵۹° طول خاوری است (شکل ۱).

۴- پالینولوژی

سازند آیتامیر در برش زاوین با سبترای ۵۰۶ متر شامل شیل خاکستری، شیل سبز زیتونی، ماسه‌سنگ گلوکونیته دارای آثار دوکفه‌ای فراوان، شیل با میان‌لایه‌های نازکی از ماسه‌سنگ است. برای مطالعه سازند آیتامیر بر پایه پالینومورف‌ها (داینوفلاژله‌ها) ۴۰ نمونه برداشت شده (شکل ۲) و ۱۲۰ اسلاید پالینولوژیکی تهیه شد. در اسلایدهای تهیه شده انواع سیست‌های داینوفلاژله‌ها شامل فرم‌های پروکسیمیت (Proximate) با ۵۷ درصد، کوریت (Chorate) با ۳۶ درصد و کویت (Cavate) با ۵ درصد است. در مطالعه چینه‌شناسی دیرینه سازند آیتامیر در مجموع ۲۸ جنس و ۴۷ گونه از داینوفلاژله‌ها شناسایی شد (Plates 1, 2) عبارتند از:

Achomosphaera ramulifera, *Achomosphaera triangulata*, *Apteodinium maculatum*, *Batiacasphaera imperfecta*, *Cerbia tabulata*, *Circulodinium distinctum*, *Cleistosphaeridium polytrichum*, *Coronifera striolata*, *Cribroperidinium aceras*, *Cribroperidinium edwardsii*, *Cribroperidinium exilicristatum*, *Cribroperidinium leedervillens*, *Cribroperidinium orthoceras*, *Cribroperidinium sp.*, *Cribroperidinium tenuitabulatum*, *Cyclonephelium distinctum*, *Cymososphaeridium benmorense*, *Cymososphaeridium sp.*, *Cymososphaeridium validum*, *Endoscrinium prolatum*, *Florentinia deanei*, *Florentinia cooksoniae*, *Florentinia laciniata*, *Florentinia sp.*, *Fromea fragilis*, *Gonyaulacysta cretacea*, *Gonyaulacysta exilicristata*, *Gonyaulacysta microceras*, *Gonyaulacysta validum*, *Isabelidinium sp.*, *Glaphyrocysta retiintexta*, *Odontochitina operculata*, *Oligosphaeridium albertense*, *Oligosphaeridium asterigerum*, *Oligosphaeridium complex*, *Oligosphaeridium sp.*, *Oligosphaeridium totum*, *Pervosphaeridium monasteriense*, *Pervosphaeridium sp.*, *Polysphaeridium laminaspinosum*, *Pseudoceratium retusum*, *Spiniferites perforatus*, *Spiniferites ramosus*, *Spiniferites sp.*, *Systematophora areolata*, *Tehamadinium tenuiceras*, *Thalassiphora sp.*

در اسلایدهای پالینولوژیکی جنس *Cribroperidinium* دارای بیشترین فراوانی

۴۸ درصد) است. گسترش چینه‌شناسی داینوفلاژله‌های شناسایی شده در شکل ۲ نشان داده شده است.

۵- تعیین سن سازند آیتامیر در برش زاوین

Mehrotra & Sarjeant (1986) برای اولین بار در هند با شناسایی داینوسیست‌هایی شامل *Cribroperidinium*, *Gonyaulacysta*, *Spiniferites*, *Achomosphaera*, *Odontochitina* و *Oligosphaeridium*, *Circulodinium* مورد مطالعه را آلبین- سنوماین تعیین کردند. داینوسیست‌های شناسایی شده توسط نامبردگان با شمار زیادی از داینوسیست‌های شناسایی شده در سازند آیتامیر همخوانی دارد. همچنین Torricelli (2000) با بررسی منطقه جنوبی کوه‌های آلپ در ایتالیا مجموعه‌ای از میکروفسیل‌ها شامل *Cribroperidinium*, *Spiniferites* و *Oligosphaeridium validum* را شناسایی و سن آنها را آلبین- سنوماین تعیین کرد. این میکروفسیل‌ها همانند مجموعه داینوسیست‌های سازند آیتامیر در برش زاوین است. Schrank & Ibrahim (1995) در شمال باختری مصر *Cyclonephelium distinctum*, *Oligosphaeridium complex* و *Spiniferites ramosus* را برای سن آبتین- ماستریشتین و *Cyclonephelium distinctum* را برای سن آلبین- ماستریشتین و *Florentinia cooksoniae*, *Florentinia laciniata* را برای سن سنوماین- ماستریشتین و *Cribroperidinium edwardsii* را برای سن آبتین معرفی کردند. همه تاکساهای یادشده در سازند آیتامیر دیده شدند. Tocher & Jarvis (1994) در شمال فرانسه شمار زیادی داینوفلاژله از جمله *Circulodinium distinctum*, *Florentinia deanei*, *Florentinia cooksoniae*, *Odontochitina operculata*, *Oligosphaeridium complex*, *Spiniferites ramosus* را برای سن سنوماین زیرین تا میانی در نظر گرفته‌اند؛ همه فرم‌های یادشده در سازند آیتامیر وجود دارند. رهایی از بخش شیل بالایی بر پایه روزن‌داران سن سنوماین را تعیین کرده است (افشار حرب، ۱۳۷۳). کلاتری در بخش خاوری کپه‌داغ در برش زنگلانلو بر پایه آمونیت‌ها سن سنوماین پسین را پیشنهاد می‌کند (افشار حرب، ۱۳۷۳). در نواحی شمال شهرک مراوه تپه، در ناودیس شمال قتلش فراوانی آمونیت‌ها زیاد است، که سیدامامی بر پایه گونه‌های یافت شده سن سنوماین پسین را تعیین می‌کند (افشار حرب، ۱۳۷۳). Mosavinia et al. (2007) بر پایه آمونیت *Mortonicerat* موجود در بخش‌های زیرین سازند آیتامیر در برش زاوین، سن آلبین بالایی را برای بخش‌های زیرین سازند آیتامیر در نظر گرفته‌اند. هادوی و موسی‌زاده (۱۳۸۳) از بخش بالایی آیتامیر برش شوراب بر پایه نانوپلانکتون‌های آهکی سن تورونین پسین- کامپنین آغازین برای این نهشته‌ها در نظر گرفته‌اند. وحیدی‌نیا و همکاران (۱۳۸۶) با مطالعه شیل‌های بالایی سازند آیتامیر بر پایه روزن‌بران پلانکتونیک و کف‌زی در بخش خاوری کپه‌داغ سن سنوماین پسین را به آنها داده‌اند. با توجه به مطالعات انجام شده پیشین روی داینوفلاژله‌ها و دیگر فسیل‌ها و همچنین داینوفلاژله‌های شناسایی شده در برش زاوین، سن سازند آیتامیر، آلبین- سنوماین تعیین می‌شود.

۶- پالیئوفاسیس

از عوامل حفظ‌شدگی مواد آلی برای تعیین تغییرات اکسیژن و سرعت رسوب‌گذاری استفاده می‌شود، زیرا وجود مواد آلی افزون بر شرایط مناسب برای تولید آنها به دو عامل سرعت رسوب‌گذاری و میزان اکسیژن نیز وابسته است. عوامل حفاظت مواد آلی بر پایه چگونگی نسبت درصد فراوانی سه گروه اصلی عناصر پالیئومورفی (پالیئوماسرال‌ها، پالیئومورف‌های دریایی و SOM)، سنجیده می‌شود که سهم زیادی در تفاسیر دیرین‌بوم‌شناسی دارد.

۶-۱. بررسی عوامل حفاظت مواد آلی

پس از بررسی‌ها و مطالعات آماری صورت گرفته روی اسلایدهای پالیئولوژیکی نسبت SOM شفاف به تیره، SOM به پالیئومورف دریایی و عامل Lability اندازه‌گیری شد (برای این منظور ۳۰۰ ذره از عناصر پالیئولوژیکی به‌طور تصادفی در هر اسلاید پالیئولوژیکی شمارش شده است، جدول ۱) و برای بازسازی چگونگی تغییرات اکسیژن محیط و روند رسوب‌گذاری در گذشته به شرح زیر مورد استفاده قرار گرفت:

نسبت SOM شفاف به SOM تیره: SOM مواد آلی بدون ساختمان هستند که به دو صورت شفاف و تیره دیده می‌شوند (Bombardiere & Gorin, 2000; Waveren & Visscher, 1994). این مواد آمورف به دو صورت تشکیل می‌شوند؛ (۱) همزمان با رسوب‌گذاری که تحت تأثیر باکتری‌ها و وابسته به ژرفا، دوری و نزدیکی به ساحل و یا جریان‌های بالارونده (Upwelling) هستند؛ (۲) پس از رسوب‌گذاری که به ریتم رسوب‌گذاری و آشفستگی زیستی (Bioturbation) وابسته هستند.

در محیط بدون اکسیژن در اثر عملکرد باکتری‌های هوازی کمی پایین‌تر از سطح رسوب SOM شفاف به وجود می‌آید و در اثر شرایط احیایی باکتری‌های بی‌هوازی مواد آلی را به نیترا و سولفات تجزیه می‌کنند و در اثر این فرایند نیتروژن، دی‌اکسید کربن، آب و متان تولید می‌شود (Waveren & Visscher, 1994; Tyson, 1993).

بیشتر فعالیت باکتری‌ها محدود به ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر بالای رسوب است، بنابراین در شرایطی که نرخ رسوب‌گذاری بالا باشد باکتری‌ها نمی‌توانند مواد آلی را تجزیه و تخریب کنند. بنابراین شانس حفظ‌شدگی مواد آلی بیشتر است. در شرایط بدون اکسیژن و ریتم رسوب‌گذاری پایین SOM شفاف از دیگر عناصر پالیئولوژیکی تولید می‌شود (Zonneveld et al., 1997).

باکتری‌های هوازی با استفاده از اکسیژن موجود در آب، مواد آلی را تجزیه می‌کنند. اگر میزان تجزیه زیاد باشد، مواد آلی همه اکسیژن و هیدروژن خود را از دست می‌دهند و تنها مقدار کمی کربن باقی می‌ماند و به همین دلیل SOM رنگ تیره پیدا می‌کند (Tyson, 1993).

با توجه به اینکه میزان SOM شفاف نشان‌دهنده شرایط بدون اکسیژن و SOM تیره نشان‌دهنده شرایط اکسیژن‌دار است، با اندازه‌گیری نسبت این دو، می‌توان میزان اکسیژن در زمان گذشته را برآورد کرد. چنانچه این نسبت کمتر از یک باشد، شرایط اکسیژن‌دار و اگر این نسبت بیشتر از یک باشد نشان‌دهنده شرایط بدون اکسیژن است (Waveren & Visscher, 1994; Bombardiere & Gorin, 2000).

اگر محیط کم اکسیژن و سرعت رسوب‌گذاری پایین باشد، پالیئومورف‌ها به SOM شفاف تبدیل می‌شود و چنانچه محیط غنی از اکسیژن و سرعت رسوب‌گذاری پایین باشد، پالیئومورف‌ها به SOM تیره تبدیل می‌شوند (Tyson, 1993). نسبت SOM شفاف به SOM تیره در نمونه‌های سازند آیتامیر متغیر بوده در نمونه‌های ابتدایی سازند (از ابتدای برش یادشده تا ستبرای ۲۶ متری برش در سازند مورد مطالعه) و نمونه‌های انتهایی (از نمونه شماره ۲۷ تا انتهای سازند در برش مورد مطالعه) این نسبت بیشتر از یک و در نمونه‌های میانی سازند این نسبت کمتر از یک است (از ستبرای ۲۶ متری برش مورد مطالعه تا ستبرای ۷۹ متری و همچنین از نمونه شماره ۱۹ تا ۲۷ برش مورد مطالعه) که تغییرات میزان اکسیژن در رسوبات سازنده سازند را در زمان رسوب‌گذاری نشان می‌دهد (شکل ۳).

نسبت SOM به پالیئومورف دریایی: میزان حفظ‌شدگی پالیئومورف‌های دریایی بسته به میزان اکسیژن و ریتم رسوب‌گذاری است. بیشترین حفظ‌شدگی پالیئومورف‌های دریایی به‌ویژه داینوفلاژله‌ها در شرایط بدون اکسیژن و ریتم رسوب‌گذاری بالاست. اگر میزان اکسیژن کم و ریتم رسوب‌گذاری پایین باشد، سبب عدم حفظ‌شدگی

شامل انواع ماسرال‌ها، SOM، پالینومورف‌های دریایی و غیر دریایی در آنها و همچنین با استفاده از نمودارها، درصدگیری و عکسبرداری از اسلایدها، محیط رسوبی و سه پالینوفاسیس در سازند آیتامیر به شرح زیر مشخص شد:

۱) پالینوفاسیس (I): در این پالینوفاسیس مقدار SOM کم و میان ۱ تا ۶ درصد متغیر است. SOM غالباً تیره و نشان‌دهنده شرایط اکسیژن‌دار است (Waveren & Visscher, 1994). مقدار پالینوماسرال‌ها بسیار فراوان و به‌طور میانگین ۸۰ تا ۹۸ درصد و مقدار پالینومورف‌های دریایی بسیار کم و میان ۰ تا ۴ درصد است (شکل ۳). نمونه‌های ۲، ۳، ۴، ۱۸، ۲۰، ۲۳، ۲۵، ۲۶، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۸، ۱ در این پالینوفاسیس قرار دارند که بر پایه نمودار سه‌گانه تائسون (شکل ۴) می‌توان آن را بخشی از محیط ابتدای حوضه (Highly proximal or basin) در نظر گرفت که به دلیل حضور زیاد پالینوماسرال‌ها نشان‌دهنده محیط کم‌ژرفای ساحلی است. در این پالینوفاسیس وجود مقادیر بالای پالینوماسرال‌ها (غالباً هم‌بعد) تأکیدی بر وجود محیط حاشیه‌های نزدیک ساحل و کم ژرفا است و همچنین کمبود SOM بازگوکننده محیط کم اکسیژن است (شکل ۴).

۲) پالینوفاسیس (II): بیشتر نمونه‌ها در این پالینوفاسیس قرار دارند. در این پالینوفاسیس مقدار SOM برابر ۷ تا ۳۴ درصد است (غالباً تیره). مقدار پالینوماسرال‌ها به‌طور میانگین ۶۴ تا ۹۳ درصد و مقدار پالینومورف‌های دریایی ۰ تا ۱۰ درصد است. نمونه‌های ۱۱، ۱۰، ۷، ۶، ۵، ۳۷، ۳۶، ۳۵، ۳۰، ۲۹، ۲۸، ۲۷، ۲۴، ۲۲، ۱۹، ۱۷، ۱۶، ۱۴، ۱۲، ۳۹ در این پالینوفاسیس قرار می‌گیرند، که بر پایه نمودار سه‌گانه تائسون و با توجه به افزایش پالینومورف‌ها و کاهش پالینوماسرال‌ها که نشان‌دهنده افزایش ژرفای حوضه است، می‌توان محیط رسوبی بدون اکسیژن تا کم اکسیژن حاشیه حوضه (Marginal dysoxic-anoxic basin) در نظر گرفت (شکل ۴).

۳) پالینوفاسیس (VI): در این پالینوفاسیس مقدار SOM حدود ۴۳ تا ۶۰ درصد است. مقدار پالینوماسرال‌ها به‌طور میانگین ۴۳ تا ۵۷ درصد و مقدار پالینومورف‌های دریایی به شدت کاهش یافته و به ۰ تا ۴ درصد می‌رسد. نمونه‌های ۴۰، ۳۱، ۲۷، ۲۱، ۱۵، ۸ در این پالینوفاسیس قرار دارند. این پالینوفاسیس مشابه پالینوفاسیس I بوده ولی مقادیر پالینوماسرال کمتر شده و مقادیر SOM افزایش یافته است. بر پایه نمودار سه‌گانه تائسون محیط رسوبی این نمونه‌ها محیط کم ژرفای ساحلی از کم اکسیژن تا بدون اکسیژن (Proximal suboxic-anoxic shelf) در نظر گرفته شده است (شکل ۴).

۷- داینوفلاژله‌های شاخص محیط

داینوفلاژله‌ها برای تعیین نوع محیط رسوب‌گذاری به کار می‌روند. داینوسیست‌هایی که دارای تزیینات کوتاه یا بدون تزیینات هستند به فراوانی در محیط ساحلی و نزدیک به ساحل یافت می‌شوند؛ ولی انواع با تزیینات طولیل نشان‌دهنده محیط دور از ساحل هستند. وجود برخی از جنس‌های گروه *Circulodinium* و *Cribroperidinium* در برش مورد مطالعه نشان‌دهنده شرایط نریتیک درونی هستند (Mahmoud & Moawad, 2000) و وجود برخی از جنس‌های گروه *Achomospaera* و *Spiniferites* و *Oligosphaeridium* تفسیر کننده و نشان‌دهنده محیط دریایی باز (Open marine) هستند و در برخی از مقالات شاخص محیط نریتیک خارجی (Open marine neritic) معرفی شده‌اند. *Florentinia* sp. شاخص محیط نریتیک خارجی است (Heimhofer et al., 2006).

داینوفلاژله‌های راسته گونالوکوئید برای تعیین شرایط نریتیک درونی و بیرونی کاربرد دارند؛ زیرا دارای مقاومت بیشتری در برابر شرایط اکسیژن‌دار هستند (Shuijs et al., 2005) به همین دلیل از آنها می‌توان برای تعیین محیط نریتیک درونی و نریتیک بیرونی استفاده کرد. برای نمونه *Cyclonephelium* از سیست‌های

پالینومورف‌ها و تبدیل آنها به SOM شفاف می‌شود. اگر میزان اکسیژن زیاد و ریتم رسوب‌گذاری پایین باشد، پالینومورف‌های دریایی به SOM تیره تبدیل می‌شوند (Waveren & Visscher, 1994; Tyson, 1993; Bombardiere & Gorin, 2000; Zonneld et al., 1997).

بنابراین افزایش نسبت SOM شفاف به پالینومورف دریایی نشان‌دهنده شرایط فاقد اکسیژن و ریتم رسوب‌گذاری پایین است و افزایش نسبت SOM تیره به پالینومورف دریایی نشان‌دهنده شرایط اکسیژن‌دار و ریتم رسوب‌گذاری پایین است. همچنین بالا بودن پالینومورف‌های دریایی و پایین بودن این نسبت نشان‌دهنده ریتم رسوب‌گذاری بالا است.

نسبت SOM به پالینومورف دریایی در بیشتر نمونه‌های برش مورد مطالعه از سازند آیتامیر بیشتر از یک است که بازگوکننده شرایط سرعت رسوب‌گذاری پایین است (شکل ۳). نسبت SOM شفاف به پالینومورف دریایی در شمار زیادی از نمونه‌ها بالاتر از یک است که نشان‌دهنده شرایط کم اکسیژن و رسوب‌گذاری پایین است. ولی نسبت SOM تیره به پالینومورف دریایی در مقایسه با نسبت SOM شفاف به پالینومورف دریایی در شمار کمی از نمونه‌ها بالاتر از یک بوده و نشان‌دهنده شرایط اکسیژن‌دار و رسوب‌گذاری پایین در این نمونه‌هاست (شکل ۳).

– **فاکتور Lability**: این فاکتور بر پایه نسبت ماسرال‌های قهوه‌ای به کِدر (اپک) سنجیده می‌شود. ماسرال‌ها بر پایه میزان شفافیت به دو دسته کِدر (Op) و قهوه‌ای (b) تقسیم می‌شوند. ماسرال‌های قهوه‌ای وابسته به گیاهان خشکی و نشان‌دهنده محیط نزدیک ساحل هستند؛ ماسرال‌های کِدر رنگ تیره دارند و یک محیط نیمه‌اکسیدی-نیمه‌آرام را نشان می‌دهند و معمولاً در محیط دور از ساحل زیادتر می‌شوند.

فیتو کلاست‌های شفاف معمولاً در سطح آب یا در طول ستون آب، اکسید می‌شوند و تولید ماسرال‌های کِدر می‌کنند. بنابراین در مناطق دور از ساحل ماسرال‌های کِدر افزایش می‌یابند. بر این اساس فاکتور لابیلیتی (Lability) می‌تواند تغییرات سطح آب دریا را نشان دهد.

ماسرال‌های کدر ممکن است مربوط به نهشته‌های پیشین باشند که توسط عوامل فرسایشی وارد حوضه و دوباره حمل شده‌اند و یا ممکن است در اثر افزایش گرما در ساحل به وجود آمده و وارد حوضه شده باشند. به منظور افزایش اطمینان و دقت، فاکتور لابیلیتی باید در کنار فاکتورها و شرایط دیگر مورد بررسی قرار گیرد. فاکتور لابیلیتی یکی از فاکتورهای مهم برای بررسی درجه حفظ‌شدگی مواد آلی به‌شمار می‌آید؛ بنابراین افزایش این فاکتور به همراه افزایش میزان فراوانی و گوناگونی پالینومورف‌های دریایی و کاهش SOM (شفاف و تیره) نشان‌دهنده حفظ‌شدگی بالای مواد آلی است (Waveren & Visscher, 1994; Bombardiere & Gorin, 2000).

فاکتور Lability در برش مورد مطالعه متغیر عمل کرده است؛ به گونه‌ای که در نمونه‌های ۱، ۲، ۳، ۴ مقدار آن پایین است. در نمونه‌های ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ این نسبت افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده محیط نزدیک ساحل است. همچنین در نمونه‌های ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷ این فاکتور کاهش یافته و نشان‌دهنده محیط دورتر از ساحل است. در نمونه‌های ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹ و ۳۰ این نسبت افزایش و در نمونه‌های ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹ و ۴۰ این نسبت کاهش یافته است (شکل ۳). بررسی فاکتورهای حفاظت مواد آلی شامل نسبت SOM شفاف به SOM تیره، نسبت SOM شفاف به پالینومورف دریایی، نسبت SOM تیره به پالینومورف دریایی و لابیلیتی سازند آیتامیر در برش زاوین نشان‌دهنده شرایط تغییرات اکسیژن با رسوب‌گذاری پایین و محیط نزدیک ساحل در این منطقه است.

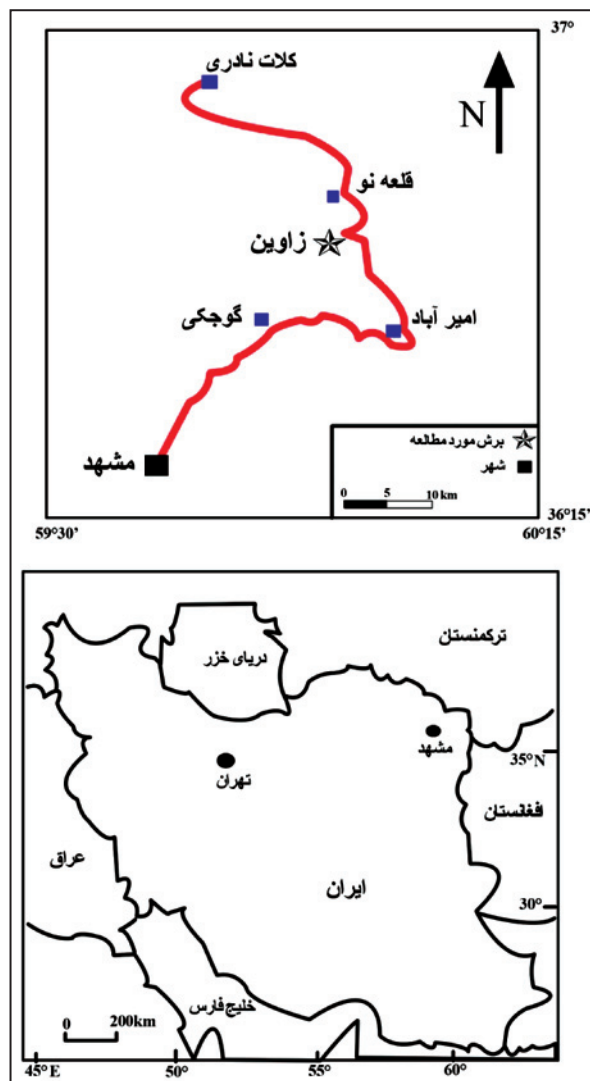
۶-۲. پالینوفاسیس

پس از تهیه اسلایدهای پالینولوژیکی و مطالعه تصادفی ۳۰۰ ذره عناصر پالینولوژیکی

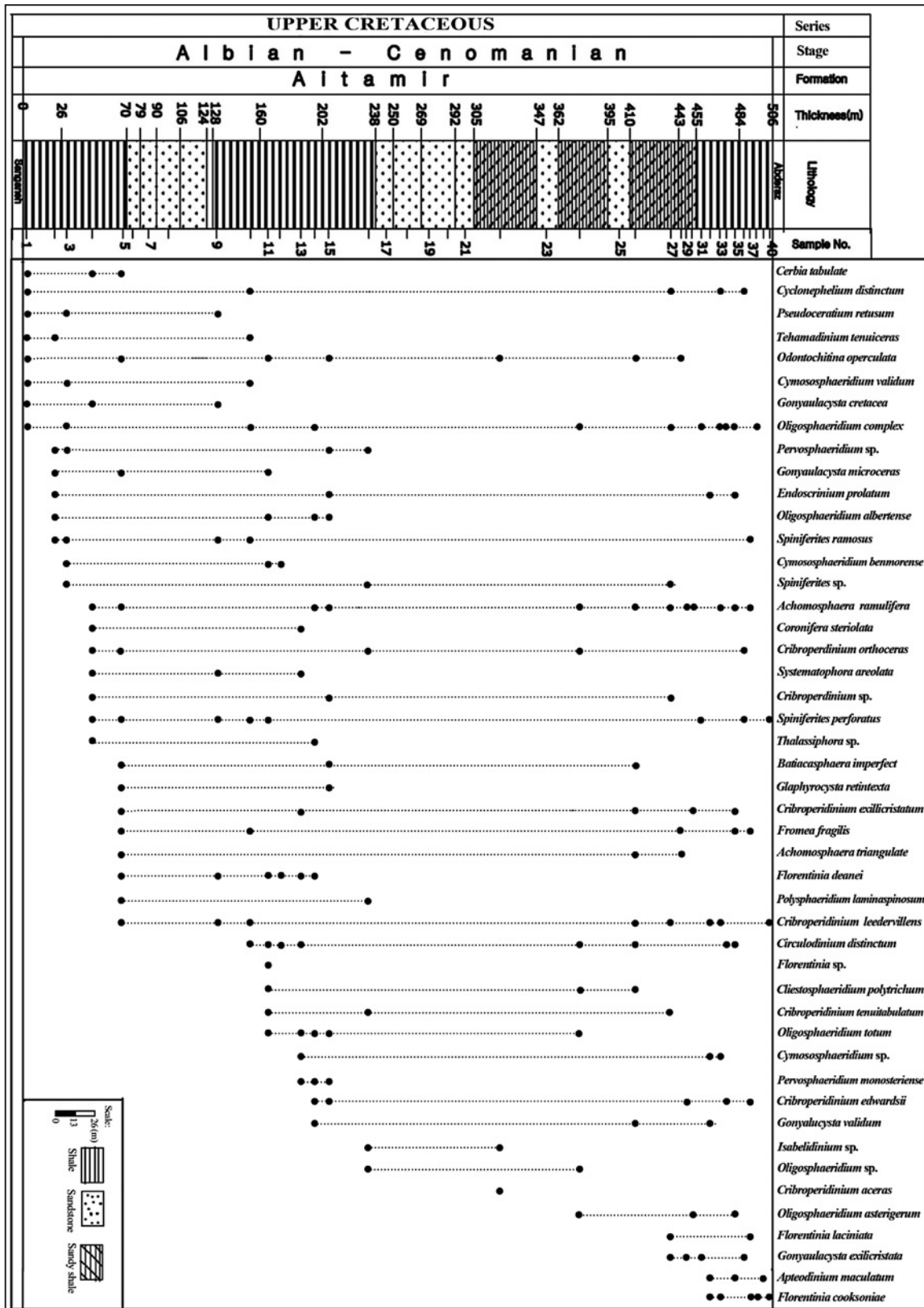
۸- نتیجه گیری

این مطالعه سبب شناسایی ۲۸ جنس و ۴۷ گونه از داینوفلاژله‌ها و شناسایی فرم‌های کلی داینوسیست‌ها یعنی کویت، کوریت و پروکسیمیت شده است. با توجه به مجموعه داینوفلاژله‌های شناسایی شده سن سازند آیتامیر در برش یادشده آلین-سنومانین تعیین شد. با مطالعه روی داینوفلاژله‌های شاخص محیط، محیط رسوبی این سازند محیط کم‌ژرفای نریتیک درونی تا بیرونی تشخیص داده شد. همچنین بررسی فاکتورهای حفاظت مواد آلی نشان‌دهنده شرایط محیطی با اکسیژن کم تا متوسط و نرخ رسوب‌گذاری پایین و کم‌ژرفا در برش یادشده است. بر پایه مطالعات پالینوفاسیسی با استفاده از سه گروه اصلی پالینومورفی (پالینوماسرال‌ها، پالینومورف‌ها و مواد آلی بدون ساختمان (SOM)) سه پالینوفاسیس برای سازند آیتامیر در برش زاوین تعیین شد، که پالینوفاسیس I نشان‌دهنده محیط Highly proximal shelf or basin، پالینوفاسیس II نشان‌دهنده محیط Dysoxic-anoxic basin marginal و پالینوفاسیس VI نشان‌دهنده محیط Proximal suboxic-anoxic shelf است.

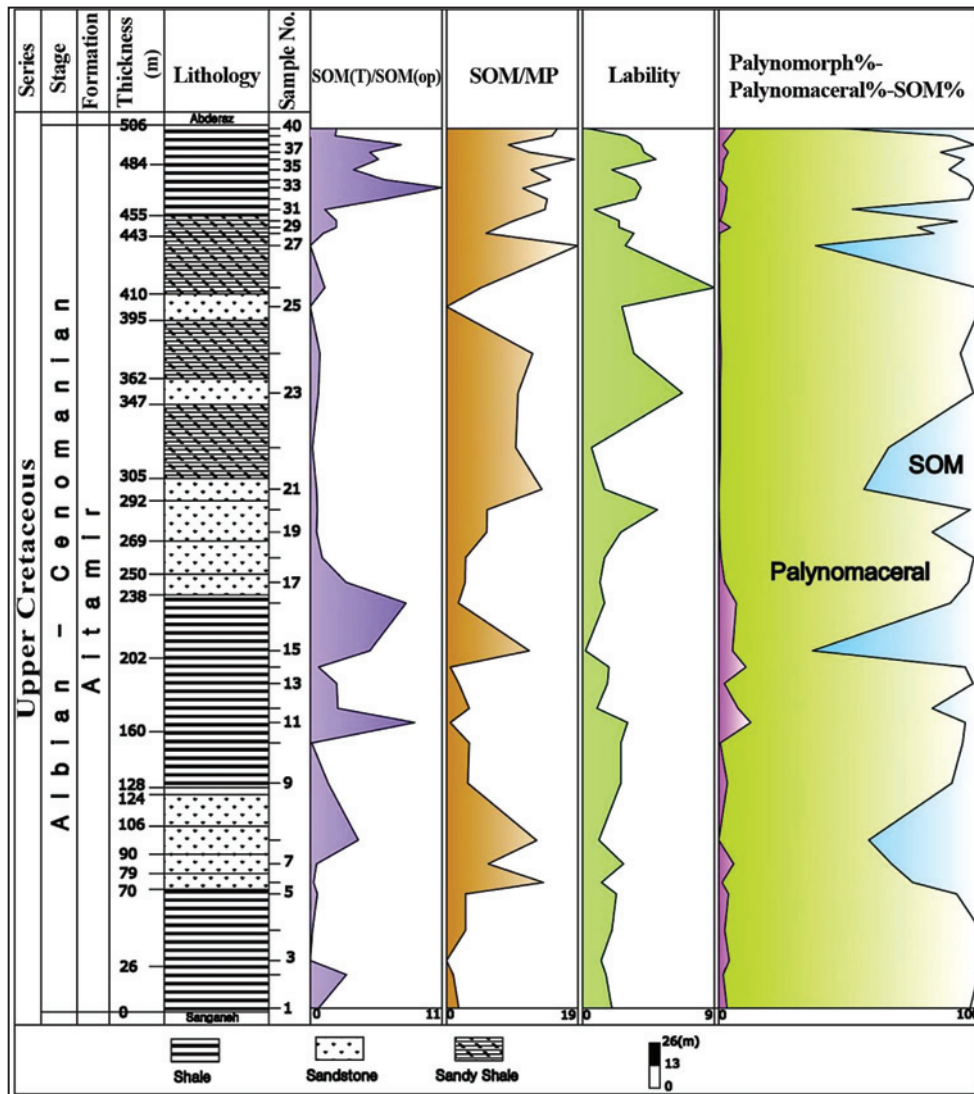
گونیاوکوئید و نشان‌دهنده محیط رسوبی دریای باز (نریتیک) هستند. حضور گونه‌های *Oligosphaeridium complex* شرایط نریتیک دور از ساحل را نشان می‌دهد (Quattrocchio et al., 2006). همچنین گروه *Oligosphaeridium* با تزیینات طویل را شاخص محیط دریای باز و نریتیک بیرونی می‌دانند. جنس *Cleistosphaeridium* شاخص محیط دریایی باز ولی ژرفای کم است (Jaramillo et al., 2006). همچنین جنس *Odontochitina* نشانگر محیط نریتیک درونی است. داینوسیست‌های *Circulodinium distingtum*, *Coronifera oenica*, *Cribroperidinium edwardsii*, *Cribroperidinium orthoceras*, *Cymososphaeridium sp.*, *Oligosphaeridium complex*, *Spiniferites ramosus* نشان‌دهنده آب‌های گرم هستند (Leereveld, 1995; Svobodova et al., 2011). وحیدی‌نیا و همکاران (۱۳۸۶) ژرفای بخش‌های شیلی بالایی سازند آیتامیر را در جاهایی که روزن‌بران پلانکتونیک در آن پیدا شده است، بیشتر از ۱۰۰ متر پیشنهاد کرده‌اند، که با آنچه توسط داینوفلاژله‌های شاخص محیط به دست آمده همخوانی دارد. با توجه به مطالب بالا محیط رسوبی سازند آیتامیر از محیط کم‌ژرفا، نریتیک درونی تا نریتیک بیرونی متغیر هستند.



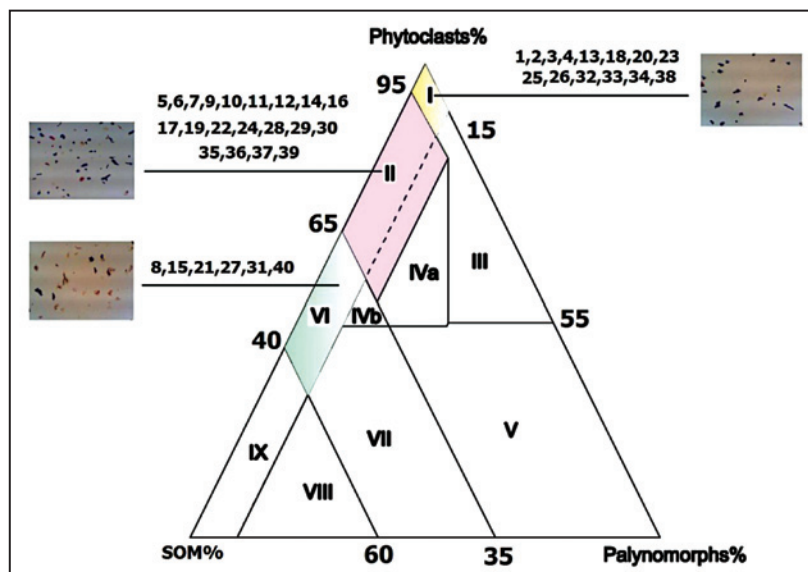
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به سازند آیتامیر در برش زاوین.



شکل ۲- گسترش چینه‌شناسی داینوفالزله‌های شناسایی شده سازند آیتامیر در برش چینه‌شناسی زاوین.



شکل ۳- نمایش درصد پالینومورف - پالینوماسرال - SOM، فاکتور لابیلیتی، نسبت SOM به پالینومورف‌های دریایی، SOM تیره به SOM روشن در سازند آیتامیر برش روستای زاوین.



شکل ۴- پالینوفاسیس و محیط رسوبی سازند آیتامیر در برش زاوین بر پایه نمودار سه گانه (Tyson 1993).

Plate 1

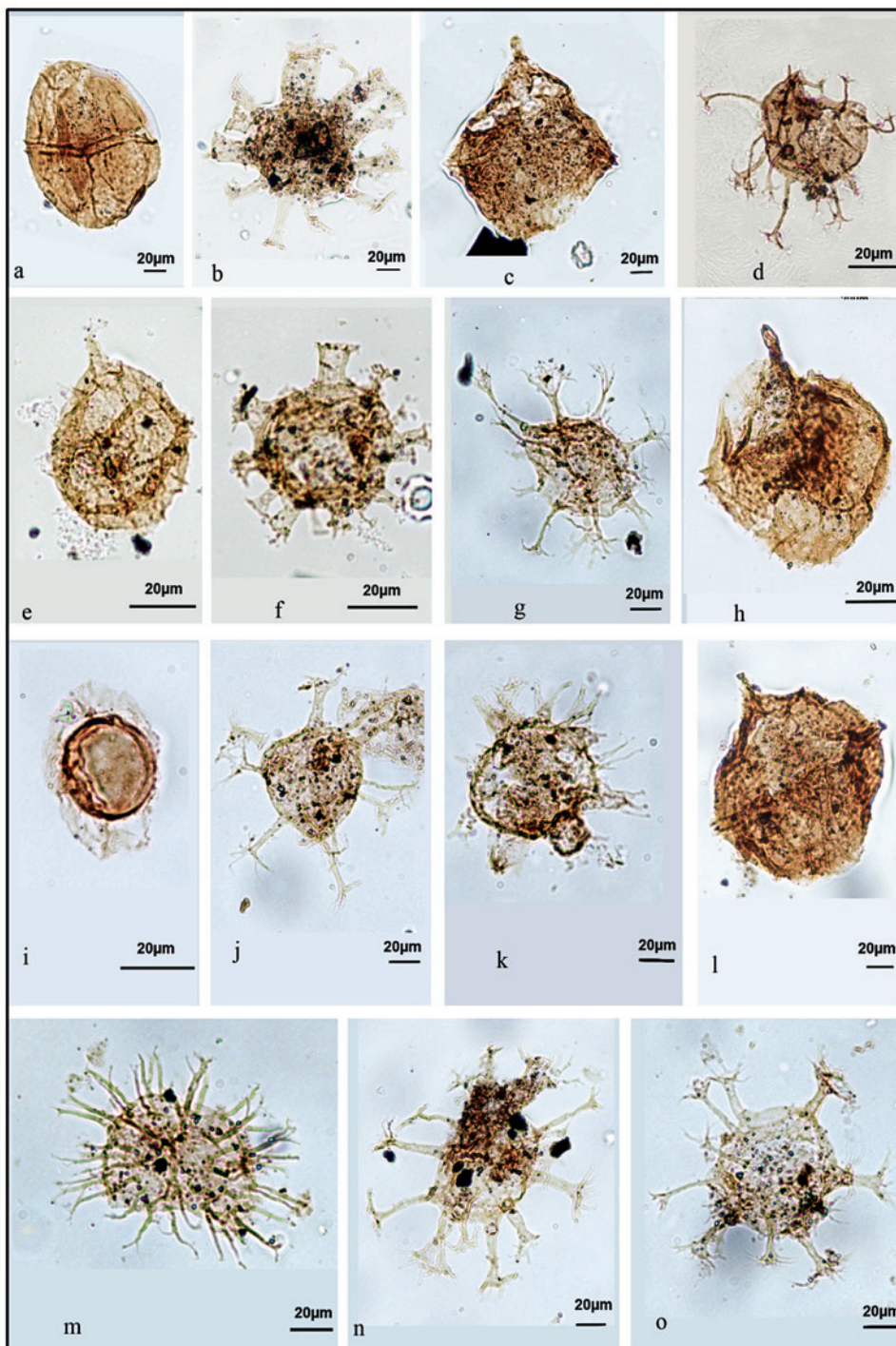


Fig. a. *Cribreridinium aceras* (Eisenack, 1958) Sarjeant,1985a. Fig. b. *Polysphaeridium laminaspinosum* Davey and Williams,1966 Fig. c. *Cribreridinium* sp. Fig. d. *Cymosphaeridium benmoreense* Schioler and Wilson 1998. Fig.e. *Moorodinium quindalupense* Backhouse,1988. Fig. f. *Florentinia deanei* (Davey and Williams, 1966) Davey and Verdier, 1973 Fig. g. , j. *Achomosphaera triangulata* (Gerlach, 1961) Davey and Williams, 1969 Fig. h. *Cribreridinium edwardsii* (Cookson and Eisenack, 1958) Davey, 1969 Fig. i. *Thalassiphora* sp. Fig. k. *Florentinia laciniata* Davey et Verdier, 1973 Fig. l. *Cribreridinium orthoceras* (Eisenack) Sarjeant, 1985 Fig. m. *Cleistosphaeridium polytrichum* (Valensi, 1947) Davey et al. 1969 Fig. n. *Cymosphaeridium validum* Davey, 1982b Fig. o. *Oligosphaeridium asterigerum* (Gocht, 1959) Davey et Williams, 1969.

Plate 2

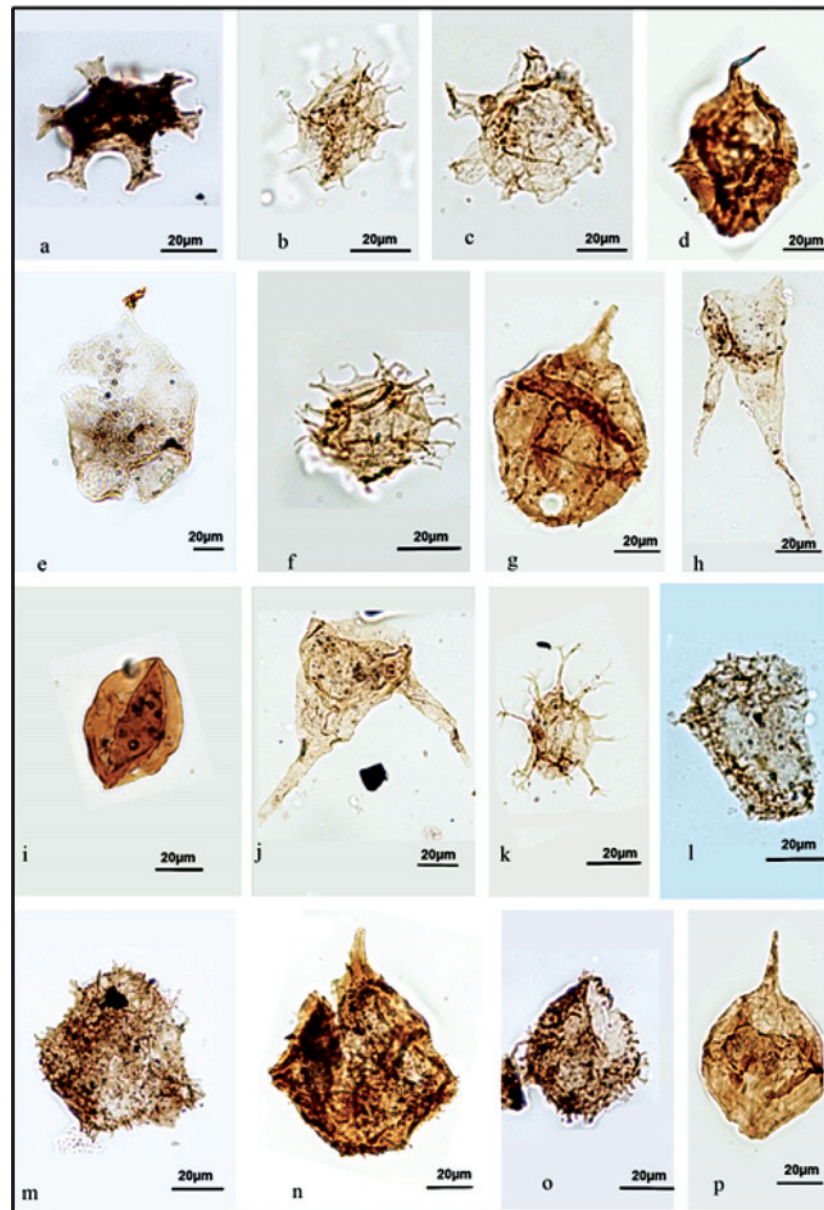


Fig. a. *Oligosphaeridium totum* (Brideaux,1971) Lentin and Williams,1973,
 Fig. b. , f. *Spiniferites perforatus* (Davey and Williams,1966a) Sarjent, 1970,
 Fig. c. *Florentinia* sp. , Fig. d. *Cribroperidinium leedervillense* Backhouse,1988,
 Fig. e. *Isabelidium* sp. , Fig. g. *Cribroperidinium orthoceras* (Eisenack, 1958)
 Davey, 1969, Fig. h , j. *Odontochitina operculata* (Wetzel, 1933) Deflandre et
 Cookson, 1955 , Fig. i. *Fromea fragilis* (Cookson and Eisenack, 1962) Stover &
 Evitt, 1978 , Fig. k. *Achomosphaera ramulifera* (Deflandre 1937) Evitt, 1963,
 Fig. l. , o. *Circulodinium distinctum* (Deflandre and Cookson, 1955) Jansonius, 1986,
 Fig. m. *Pseudoceratium retusum* Brideaux, 1977 , Fig. n. *Gonyaulacysta cretacea*
 (Neale and Sarjent, 1962) Sarjent, 1969 , Fig. p. *Cribroperidinium* sp.

جدول ۱- درصد عناصر پالینولوژیکی موجود در سازند آیتامیر در برش زاوین

Sample NO	Palynomorph %	Palynomaceral %	SOM %	Sample NO	Palynomorph %	Palynomaceral %	SOM %
۲۰	۰/۱	۹۵/۴	۴/۵	۴۰	۳/۴	۴۳/۶	۵۳
۱۹	۰/۴	۸۰/۶	۱۹	۳۹	۰/۱	۸۷/۹	۱۲
۱۸	۰/۹	۹۶	۳/۱	۳۸	۰/۴	۹۶/۶	۳
۱۷	۲/۴	۹۲/۳	۵/۳	۳۷	۰/۷	۸۴	۱۵/۳
۱۶	۶/۷	۸۱/۳	۱۲	۳۶	۰/۵	۹۲/۵	۷
۱۵	۵/۴	۳۰/۳	۶۴/۳	۳۵	۰/۴	۸۷	۱۲/۶
۱۴	۱۰/۴	۸۳/۳	۶/۳	۳۴	۰/۷	۹۴/۳	۵
۱۳	۲/۱	۹۴/۶	۳/۳	۳۳	۰/۶	۹۶/۳	۳/۱
۱۲	۷/۴	۷۳/۶	۱۹	۳۲	۰/۵	۹۴/۵	۵
۱۱	۱۲/۱	۸۱/۶	۶/۳	۳۱	۰/۷	۵۰/۳	۴۹
۱۰	۰/۷	۹۲	۷/۳	۳۰	۰/۱	۹۰	۹/۹
۹	۳/۴	۸۵/۶	۱۱	۲۹	۰/۳	۷۵/۳	۲۴/۴
۸	۰	۵۷	۴۳	۲۸	۰/۱	۸۱/۴	۱۸/۵
۷	۵/۷	۶۰	۳۴/۳	۲۷	۰/۳	۳۶/۷	۶۳
۶	۱/۴	۷۲/۳	۲۶/۳	۲۶	۰/۴	۹۷/۶	۲
۵	۳/۷	۸۸	۸/۳	۲۵	۰/۸	۹۹/۲	۰
۴	۲/۴	۹۶	۱/۶	۲۴	۱	۹۱	۸
۳	۴	۹۶	۰	۲۳	۰/۷	۹۶	۳/۳
۲	۱/۷	۹۷	۱/۳	۲۲	۰/۱	۶۳/۸	۳۶/۱
۱	۳/۱	۹۲/۳	۴/۶	۲۱	۰	۵۵	۴۵

کتابنگاری

آقاباتی، س.ع.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۰۶.

افشار حرب، ع.، ۱۳۷۳- زمین‌شناسی ایران، زمین‌شناسی کپه داغ، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، شماره ۱۱، ۲۷۶.

وحیدی‌نیا، م.، صادقی، ع.، شمیرانی، ا.، آدابی، م. ح. و آریایی، ع. ا.، ۱۳۸۶- تعیین مرز سنومانین- توروین بر اساس فسیل‌شناسی و مقایسه آن با داده‌های ژئوشیمیایی در مناطق شرق حوضه کپه داغ، چکیده مقالات بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران.

هادوی، ف. و موسی‌زاده، ه.، ۱۳۸۳- بایواستراتیگرافی بخش فوقانی سازند آیتامیر بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در برش شوراب (رشته کوه کپه داغ)، چکیده مقالات بیست و سومین گردهمایی علوم زمین.

References

- Bombardiere, L. & Gorin, G. E., 2000- Stratigraphical and lateral distribution of sedimentary organic matter in Upper Jurassic carbonates of SE France, *Sedimentary Geology*, 132: 177-203.
- Heimhofer, U., Hochuli, P. A., Herrle, J. O. & Weissert, H., 2006- Contrasting origins of Early Cretaceous black shales in the Vocontian Basin: Evidence from palynological and calcareous nannofossil records, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 235: 93-109.
- Jaramillo, C. A., Rueda, M. J. & Mora, G., 2006- Cenozoic plant diversity in the Neotropics, *Science*, 311: 1893-1896.
- Leereveld, H., 1995- Dinoflagellate cysts from the Lower Cretaceous Río Argos succession (SE Spain). Ph.D. thesis, Laboratory of Palaeobotany. Palynology. Utrecht University, The Netherlands, 175 pp.
- Mahmoud, M. S. & Moawad, A. R. M., 2000- Jurassic-Cretaceous (Bathonian to Cenomanian) palynology and stratigraphy of the West Tiba-1 borehole, northern Western Desert, Egypt, *Journal of African Earth Sciences*, 30: 401-416.
- Mehrotra, N. C. & Sarjeant, W. A. S., 1986- Early to Middle Cretaceous dinoflagellate cysts from the Periyavadavadi Shallow Well-1, Cauvery Basin, India. *Geobios*, 19: 705-753.

- Mosavinia, A., Wilmsen, M., Aryai, A. A., Chahida, M. R. & Lehmann, J., 2007- *Mortoniceratinae (Ammonitina) from the Upper Albian (Cretaceous) of the Atamir Formation, Koppeh Dagh Mountains, NE Iran*, *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 246: 83-95.
- Quattrocchio, M. E., Martinez, M. A., Carpinelli, P. A. & Volkheimer, W., 2006- *Early Cretaceous palynostratigraphy, palynofacies and palaeoenvironments of well sections in northeastern Tierra del Fuego, Argentina*: *Cretaceous Research*, 27: 584-602.
- Schrank, E. & Ibrahim, M. I. A., 1995- *Cretaceous (Aptian-Maastrichtian) palynology of foraminifera-dated wells (KRM-1, AG- 18) in northwestern Egypt*. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen A*, 177: 1-44.
- Sluijs, A., Pross, J. & Brinkhuis, H., 2005- *From greenhouse to icehouse; organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene*, *Earth-Science Reviews*, 68: 281–315.
- Svobodová, M., Švábenická, L., Skupien, P. & Hradecká, L., 2011- *Biostratigraphy and paleoecology of the Lower Cretaceous sediments in the Outer Western Carpathians (Silesian Unit, Czech Republic)*, *Geologica Carpathica*, 62: 309–332.
- Traverse, A., 2007- *Paleopalynology*, 2nd edn. In: Landman NL, Jones DS, eds. *Topics in geobiology*. Dordrecht, the Netherlands: Springer, 813 pp.
- Tocher, B. A. & Jarvis, I. 1994- *Dinoflagellate Cyst Distribution and stratigraphy of the Lower-Middle Cenomanian (Upper Cretaceous) at the Fumichon, Normandy, Northern France*, *Revue de Micropaleontologie*, 37: 223-232.
- Toricelli, S., 2000- *Lower Cretaceous dinoflagellate cyst and acritarch stratigraphy of the Cismon Apticore (Southern Alps, Italy)*, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 108: 213-266.
- Tyson, R. V., 1993- *Palynofacies analysis*: in Jenkins, D.G., ed., *Applied micropalaeontology*, Dordrecht, Holland, Kluwer Academic, 153-191.
- Waveren, I. & Visscher, H., 1994- *Analysis of the composition and selective preservation of organic matter in surficial deep-sea sediment from a high-productivity area (Banda Sea, Indonesia)*, *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*, 112: 85-111.
- Zonneveld, K., Versteegh, G. & Lange, G., 1997- *Preservation of organic-walled dinoflagellate cyst in different oxygen regimes: a 1000 year natural experiment*, *Marine Micropaleontology*, 29: 393- 405.