پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی
سال سی‌ام، شماره پیاپی۵۶، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۳
تاریخ وصول: ۱۳۹۳/۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۲۲
صص ۶۳-۸۰

مقایسه پالینوفاسیس و محیط دیرینه سازند سرچشمه در برش‌های روستای جورق و روستای شیخ (شرق و غرب حوضه‌رسوبی کپه داغ)

محسن علامه[*]، ***استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه زمین‌شناسی، مشهد، ایران***

فرشید یوسفی‌مقدم، *دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم‌زمین، دانشگاه دامغان*

سید محمود حسینی‌نژاد، *استادیار دانشکده علوم‌زمین، دانشگاه دامغان*

چکیده

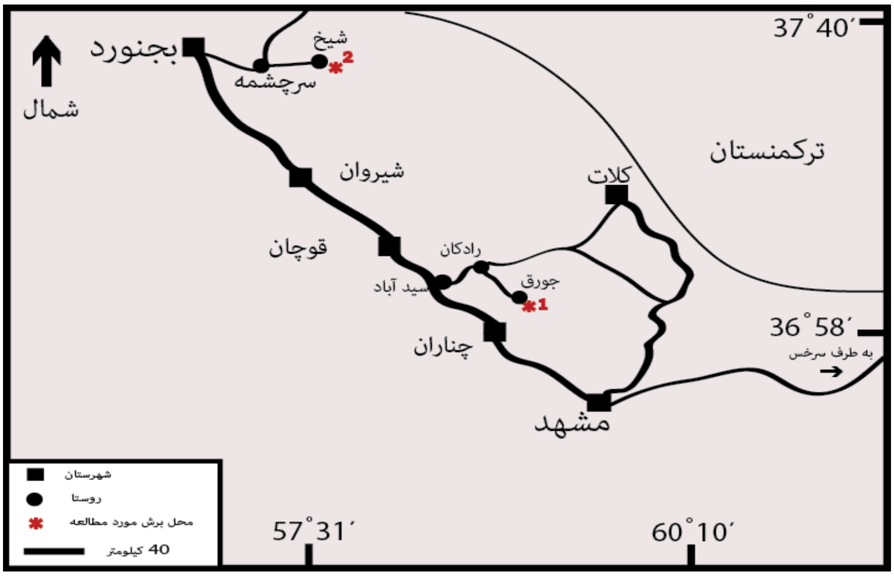
سازند سرچشمه یکی از واحدهای سنگ چینه‌ای حوضه‌رسوبی کپه داغ است. این سازند در برش‌های مختلف از شرق تا غرب حوضه‌رسوبی کپه داغ دارای ضخامت‌های متفاوتی می‌باشد. به منظور تعیین محیط دیرینه و پالینوفاسیس این سازند و مقایسه آنها، سازند سرچشمه در دو برش روستای جورق و شیخ مورد بررسی قرار گرفت. سازند سرچشمه عمدتاً دارای لیتولوژی مارن و شیل‌های تیره و خاکستری رنگ به همراه میان لایه‌هایی نازک از سنگ آهک اربیتولین‌دار در هر دو برش می باشد. در برش چینه شناسی جورق ۳۳ گونه مربوط به ۲۵ جنس و در برش شیخ ۳۱ گونه مربوط به ۲۸ جنس از داینوفلاژله‌ها شناسایی شد و بر مبنای آنها سن آپتین برای سازند سرچشمه در هر دو برش تعیین گردید. براساس مطالعات انجام شده بر روی اسلایدهای پالینولوژیکی به طور کلی ۳ پالینوفاسیس در هر دو برش شناسایی شد. به منظور مقایسه پالینوفاسیس‌ها و تفسیر محیط در این دو برش چینه‌شناسی از سه گروه اصلی عناصر پالینولوژیکی (فیتوکلاست‌ها، پالینومورف‌های دریایی، مواد آلی بی‌شکل) استفاده شده است. بررسی سه گروه اصلی از عناصر پالینولوژیکی و نتایج حاصل از مطالعات آماری و تعیین فاکتورهای حفاظت از مواد ارگانیکی شرایط با اکسیژن نسبتاً کم بر محیط رسوب‌گذاری سازند را نشان می‌دهد؛ ولی به طور کلی میزان اکسیژن به سمت انتهای سازند افزایش یافته است. با توجه به داینوفلاژله‌های شناسایی شده، محیط رسوبی سازند سرچشمه در هردو برش از نریتیک داخلی تا نریتیک خارجی متغییر است.

واژه‌های کلیدی: پالینوفاسیس، محیط دیرینه، سازند سرچشمه، برش جورق، برش شیخ، کپه داغ

[*] نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۵۰۱۳۴۸۵
E-mail: allameh0277@mshdiau.ac.ir

مقدمه

حوضه‌رسوبی کپه داغ در شمال شرق ایران غالباً از سنگ‌های رسوبی دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک تشکیل و بین مختصات ´۳۰ °۳۵ تا ´۱۵ °۳۸ عرض شمالی و °۵۴ تا ´۳۱ °۶۱ طول خاوری واقع شده است (افشار حرب ۱۳۷۳). سازند سرچشمه یکی از واحدهای سنگ چینه‌ای کرتاسه پایینی در کپه داغ است. در این پژوهش، سازند سرچشمه در دو برش مورد بررسی قرار گرفت. برش چینه‌شناسی روستای جورق با مختصات جغرافیایی″۷ ´۱۰ °۵۹ طول شرقی و″۱۶ ´۵۸ °۳۶ عرض شمالی که در ارتفاع ۹۵۰ متری از سطح دریا قرار دارد و در فاصله ۶۵ کیلومتری شهرستان مشهد در مسیر اصلی جاده مشهد به قوچان، در شرق شهرستان چناران قرار گرفته است که خود در شرق کپه داغ واقع شده است. برش چینه‌شناسی روستای شیخ از توابع شهرستان بجنورد با مختصات جغرافیایی ″۴۸ ´۳۲ °۳۷ عرض شمالی ″۲۲ ´۳۱ °۵۷ طول شرقی به ارتفاع ۱۱۲۵ متر از سطح دریا در ۲۰ کیلومتری شهرستان بجنورد قرار دارد و در غرب حوضه کپه داغ واقع شده است (شکل ۱). از آن جایی که رخساره‌های رسوبی سازند سرچشمه در غرب و شرق کپه داغ با اختلاف زمانی از آب خارج شده‌اند، (رخساره‌های غربی مدت زمان بیشتری نسبت به رخساره‌های واقع در شرق این حوضه در آب بوده‌اند) (افشار حرب ۱۳۷۳)، لذا هدف اصلی از انجام این تحقیق، تعیین محیط دیرینه و پالینوفاسیس و مقایسه آنها با یکدیگر در برش‌های فوق است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه دسترسی به برش‌های چینه‌شناسی سازند سرچشمه، واقع در روستای جورق (۱) و شیخ (۲)

مطالعات قبلی

از مهم‌ترین مطالعات صورت گرفته بر روی سازند سرچشمه به منظور تعیین سن و تفسیر محیط آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

علامه و همکاران (۱۳۹۰) بر مبنای پالینومورف‌ها سن این سازند را در برش چینه‌شناسی روستای ددانلو، آپتین و محیط آن را یک دریای کم عمق با تغییراتی از نریتیک داخلی تا خارجی تعیین کرده‌اند. داوطلب و همکاران (۱۳۸۹) سن این سازند را در برش چینه‌شناسی انجیر بلاغ براساس پالینومورف‌ها آپتین و محیط آن را یک محیط کم عمق با تغییراتی از نریتیک داخلی تا خارجی با شرایط کم اکسیژن تعیین کرده‌اند. رئیس‌السادات (۲۰۰۴) بر مبنای آمونیت‌های

موجود در این سازند سن آن را آپتین پیشین معرفی کرده است. شکری (۱۳۸۵) بایواستراتیگرافی سازند سرچشمه را بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در برش امیر آباد و آتشگان واقع در شرق کپه داغ مورد مطالعه قرار داده و سن آپتین تا آلبین را برای آن در نظر گرفته است. ریوندی (۱۳۸۶) چینه‌نگاری سکانسی سازندهای تیرگان و سرچشمه را در دره خور بررسی و محیط سازند سرچشمه در منطقه مورد مطالعه را یک پلاتفرم کربناته از نوع رمپ در نظر گرفته است. همچنین اخلاقی و همکاران (۱۳۸۵) محیط دیرینه سازند سرچشمه در ناحیه آق دربند را رمپ کربناته کم عمق به سن آپتین زیرین تعیین نموده‌اند.

چینه‌نگاری سنگی

برش روستای جورق، مشهد

سازند سرچشمه در این برش از شیل‌های مدادی و صفحه‌ای به رنگ خاکستری روشن تا تیره، مارن‌های خاکستری به همراه میان لایه‌های آهکی تشکیل شده است. مرز زیرین آن با سازند تیرگان و مرز بالایی آن با سازند سنگانه به صورت هم شیب و همراه با پیوستگی رسوبی است (شکل ۲). ضخامت سازند سرچشمه در این برش ۲۰۵ متر بوده که خصوصیات سنگ‌شناسی آن در شکل شماره ۴ نمایش داده شده است.

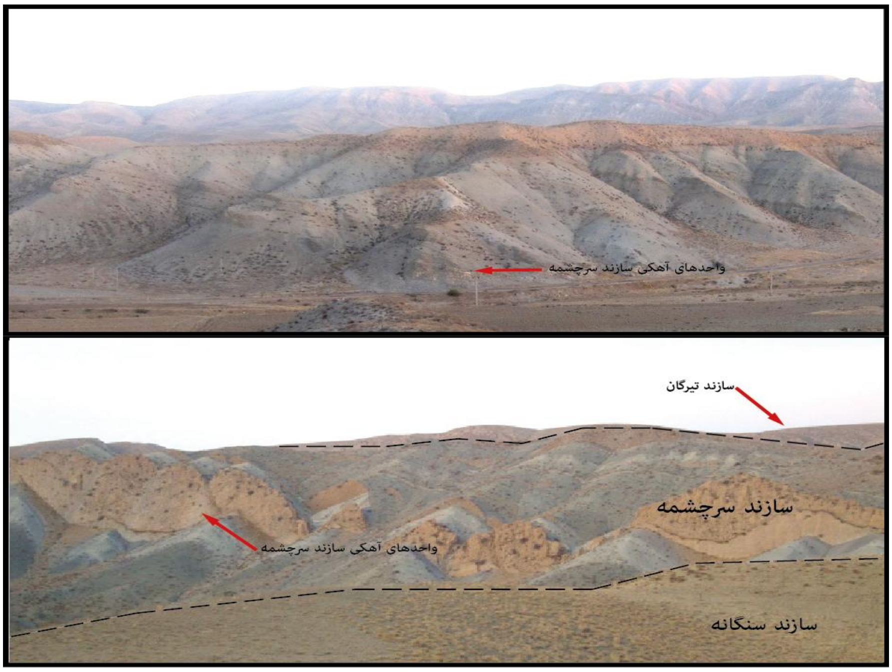
برش روستای شیخ، بجنورد

مرز بالایی و پایینی سازند سرچشمه در این برش نیز با سازندهای تیرگان و سنگانه به صورت هم شیب و پیوسته است (شکل ۲)، ضخامت سازند سرچشمه در برش روستای شیخ، در حدود ۵۰۰ متر اندازه‌گیری شده است که خصوصیات سنگ‌شناسی آن به تفکیک در شکل شماره ۴ نمایش داده شده است.

سازند سرچشمه در برش روستای جورق واقع در قسمت شرقی همانند برش چینه‌شناسی روستای شیخ واقع در قسمت غربی حوضه‌رسوبی کپه داغ به طور کلی از مارن‌های خاکستری و شیل‌های تیره تشکیل شده‌اند و لایه شیل مدادی خاکستری رنگ به ضخامت تقریبی ۵۰ متر در هر دو برش وجود دارد. تفاوت عمده این دو برش در ضخامت و وجود یک واحد آهک زیستی به ضخامت حدود ۲ متر در قسمت انتهایی برش چینه‌شناسی روستای جورق است که در برش شیخ مشاهده نمی‌شود (مرز بالایی آن با سازند سنگانه حاوی لایه‌های شیلی تیره رنگ است)، که این عدم حضور می‌تواند نشانه‌ای برای دیرتر خارج شدن قسمت‌های غربی حوضه‌رسوبی کپه داغ از آب باشد (شکل ۴).

روش مطالعه

پس از بررسی‌های صحرایی از قسمت‌های شیلی و مارنی برش جورق تعداد ۳۵ نمونه و از برش شیخ تعداد ۴۱ نمونه به صورت سیستماتیک برداشت شد و ۱۶۰ اسلاید پالینولوژیکی تهیه گردید. به منظور تهیه اسلایدهای پالینولوژیکی به روش تراورس (۲۰۰۷)، ابتدا ۱۰۰ گرم از هر نمونه را خرد کرده و پس از شستشو نمونه‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در HCL ۱۰٪، برای از بین بردن کربنات کلسیم قرار داده و به منظور از بین بردن سیلیس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در HF ۳۸٪ قرار گرفتند. پس از مراحل خنثی‌سازی، رسوبات حاوی نمونه‌ها از الک ۲۰۰ میکرون عبور داده شدند و با استفاده از محلول $Zncl_2$ سانتریفیوژ شده و پالینومورف‌ها از عناصر سنگین جدا شدند. به منظور عکس‌برداری از اسلایدهای تهیه شده از میکروسکوپ نوری Nikon با لنزهای ۲۰ تا ۱۰۰ استفاده شده است.



شکل ۲- نمای کلی از سازند سرچشمه در برش روستای شیخ، بجنورد (بالا) و روستای جورق، مشهد (پایین)

پالینواستراتیگرافی و تعیین سن

از سازند سرچشمه در برش جورق، در مجموع ۳۳ گونه متعلق به ۲۵ جنس و در برش روستای شیخ ۳۱ گونه مربوط به ۲۸ جنس داینوفلاژله شناسایی شد. مهم‌ترین داینوفلاژله‌های شناسایی شده عبارتند از (Plate 1):

Achomosphaera neptunii, Achomosphaera ramulifera, Apteodinium sp. *Apteodinium thellium, Batiacasphaera* sp. *Bourkidinium granulatum, Cassiculosphaeridia reticulate, Cerbia tabulata, Circulodinium distinctum, Cliestosphaeridium* sp., *Cometodinium* sp., *Cribroperidinium orthoceras, Cribroperidinium* sp., *Cyclonephelium distinctum, Dingodinium albertii, Florentinia cooksonia, Florentinia deanei, Florentinia mantelli, Hystrichosphaeridium atlasiense, Kleithriasphaeridium eoinodes, Kiokansium polypes, Muderongia pariata, Muderongia tomaszowensis, Odontochitina operculata, Oligosphaeridium asterigerum, Oligosphaeridium complex, Oligosphaeridium pocolum, Oligosphaeridium prosum, Oligosphaeridium* sp., *Oligosphaeridium totum, Paleoperidinium cretaceum, Pterospermella* sp., *Prolixosphaeridium parvispinium, Pseudoceratium pelliferum, Pseudoceratium retusum, Spiniferites ramosus, Subtilisphaera* sp., *Subtilisphaera perlucida, Systematophora* sp., *Tanyosphaeridium* sp., *Tenua hystrix.*

در دو برش، هر سه فرم سیست داینوفلاژله‌ها شامل فرم‌های کوریت[1]، کویت[2] و پروکسیمیت[3] حضور دارند. همچنین سایر پالینومورف‌ها از جمله اسپور[4]، پولن‌های دوباله[5]، آستر داخلی فرامینیفرها[6] و اسپور قارچ‌ها[7] مشاهده می‌شوند. به منظور تعیین سن سازند سرچشمه در برش جورق و شیخ از مطالعات (Oosting et al. 2006)، (Helby et al. 1987)، (Riding et al. 2002,1998) استفاده گردید.

از میان داینوفلاژله‌های شناسایی شده در این دو برش، گونه‌هایی مانند *Cerbia tabulata , Achomosphaera neptunii*، *Subtilisphaera* از نقاط مختلف دنیا از آپتین پسین گزارش شده‌اند (Davey and Verdier 1974). از رسوبات آپتین در کانادا گونه‌هایی نظیر *Cyclonephelium distictum,* *Kiokansium polypes, Oligosphaeridium compelex* و *Odontochitina operculata* گزارش شده‌اند (Kimyai 2000).

همچنین حضور گونه‌هایی نظیر *Cassiculosphaeridia*

---
[1] chorate
[2] cavate
[3] proximate
[4] spore
[5] bisocate pollen
[6] Foraminiferal test lining
[7] Fungal spore

reticulate, Cerbia tabulata Oligosphaeridium complex در استرالیا، فرانسه و جنوب آلپ ایتالیا از آپتین پیشین گزارش شده‌اند (Stover 1996) و برخی از گونه‌ها نظیر *Achomosphaera neptunii, Cyclonephelium brevispinosum Pseudoceratium retusum , Oligosphaeridium, pocolum* نیز در نقاط مختلفی از دنیا تا انتهای آپتین گزارش شده‌اند(Skupien 2003) با توجه به داینوفلاژله‌های شناسایی شده در دو برش مذکور از سازند سرچشمه و مقایسه فسیل‌های موجود با زون‌بندی‌های متفاوت در نقاط مختلف دنیا سن آپتین برای این سازند در هر دو برش در نظر گرفته شده است. سن این سازند براساس وجود روزنبران نیز توسط کلانتری آپتین معرفی شده است (افشار حرب ۱۳۷۳).

بحث

پالینومورف‌ها، فیتوکلاست‌ها و مواد آلی بی‌شکل[1] از مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده اسلایدهای پالینولوژیکی می‌باشند که برای تعیین محیط رسوبی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به منظور شناسایی پالینوفاسیس‌ها، در هر اسلاید تعداد ۴۰۰ ذره شمارش و درصدگیری شد (جدول۱-الف و ب) و بر مبنای انطباق آنها با دیاگرام سه گانه تایسون (Tyson 1989) سه پالینوفاسیس در هر دو برش شناسایی گردید (شکل۳- الف و ب).

پالینوفاسیس‌های برش روستای جورق

پالینوفاسیس I

ذرات اصلی تشکیل‌دهنده در این پالینوفاسیس، پالینوماسرال‌های تیره و از نوع هم بعد هستند که فراوانی آنها به بیش از ۹۵٪ می‌رسد، مقدار AOM بسیار کم بوده و در حدود ۴-۰٪ می‌رسد و مقدار پالینومورف‌های دریایی ۲- ۰٪ است. این رخساره در نمونه‌های ۱۰، ۱۴، ۳۴ (یعنی در ضخامت‌های ۶۵ تا ۸۵ ابتدای برش و ۱۹۵ متری پایانی از این برش مشاهده می‌شوند) که منطبق بر پالینوفاسیس نوع I تقسیم‌بندی تایسون بوده (Highly proximal shelf or basin) و نشان از رسوب‌گذاری در شرایط اکسیژن‌دار می‌باشد (شکل‌های۳-الف و ۴).

پالینوفاسیس II

در این پالینوفاسیس فراوانی ماسرال‌های تیره در حدود ۹۰-۶۵٪ کل ذرات را شامل می‌شود، مقدار AOM حدود ۳۵- ۵٪ است و میزان پالینومورف‌های دریایی تنوع نسبتاً بالاتری دارند و فراوانی آنها در حدود ۱۵- ۵٪ است. اسپور و پولن نیز در برخی از نمونه‌ها حضور دارد که نشان‌دهنده محیط رسوب‌گذاری نزدیک به منشأ است. این رخساره‌ها در نمونه‌های ۲، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۵، ۲۶، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۲، ۳۵ یعنی در حد فاصل ابتدای سازند تا ۴۵ متری ابتدای برش و۸۰-۸۵ و۱۰۰-۱۴۰ و ۱۴۵-۱۵۰ و۱۶۰-۱۷۰ متری برش حضور دارند که منطبق بر پالینوفاسیس نوع II تقسیم‌بندی تایسون بوده و نشان‌دهنده محیط‌رسوبی با اکسیژن کم می‌باشد (Marginal dysoxic-anoxic basin) وجود آستر داخلی فرامینیفرها هر چند بسیار اندک در برخی از اسلایدها نشان می‌دهد که محیط کاملاً فاقد اکسیژن نبوده است (Van Der Zawn 1990) (شکل‌های ۳- الف و ۴).

پالینوفاسیس IV

نمونه‌های ۳، ۴ (حد فاصل ۱۵-۲۵ متری ابتدای برش) و نمونه ۱۱ (ضخامت ۶۷ متری) و نمونه ۲۷ (ضخامت ۱۵۵ متری) در این پالینوفاسیس قرار می‌گیرند. در این پالینوفاسیس مقدار پالینوماسرال حدود ۷۵-۶۰٪، پالینومورف‌های دریایی ۲۰- ۱۵٪ و مقدار فراوانی AOM به ۲۵- ۵٪ می‌رسد. این پالینوفاسیس منطبق بر پالینوفاسیس نوع IV تایسون است (Shelf to basin transition) و بیانگر محیط رسوبی است که از Marginal shelf به سمت Distal shelf تغییر می‌کند؛

[1] Amorphous organic matter

همچنین افزایش فرم‌های کوریت در این محدوده نشان از پیشروی کوتاه مدت سطح آب است (Ghasemi-Nejad et al. 1999) (شکل‌های ۳- الف و ۴).

پالینوفاسیس‌های برش چینه‌شناسی روستای شیخ

پالینوفاسیس II

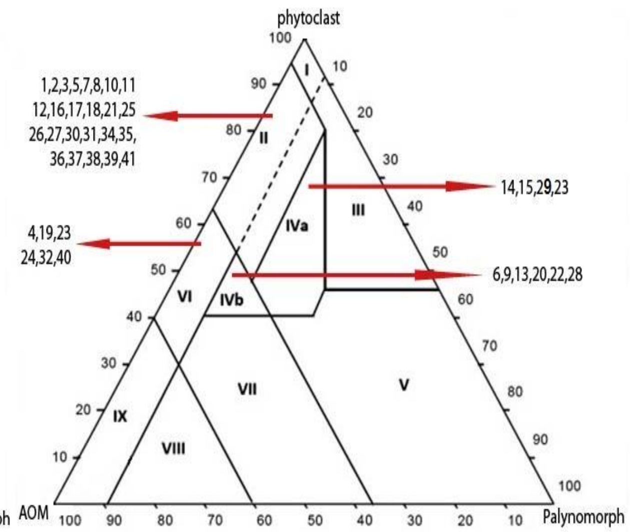
این پالینوفاسیس با فراوانی ماسرال‌های تیره که در حدود ۹۰-۶۵٪ است، مشخص می‌شود. مقدار AOM در این رخساره‌ها فراوانی برابر با ۳۵- ۵٪ دارد و پالینومورف‌ها ۱۵- ۵٪ کل ذرات را شامل می‌شوند. این پالینوفاسیس که در نمونه‌های ۱، ۲، ۳ (از ابتدای برش تا ضخامت۳۰ متری) و ۵، ۷، ۸ (از ضخامت‌های ۵۰ تا ۶۰ متری و در ۷۳ متری برش) و ۱۰، ۱۱، ۱۲(۸۰ تا ۱۰۰متری برش) و ۱۶، ۱۷، ۱۸(در ضخامت‌های ۱۴۵تا ۱۶۵ متری) و نمونه‌های۲۱، ۲۵، ۲۶، ۲۷ (۲۷۰متری و ۲۱۵ تا ۳۱۰ متری این برش) و ۳۰، ۳۱ (در ضخامت ۳۳۰ تا ۳۵۰ متری برش) و نمونه‌های ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۱ (یعنی از ضخامت ۴۱۰ متری تا ۵۰۰ متری و در ضخامت ۵۳۰ متری انتهای برش) حضور دارد، منطبق بر پالینوفاسیس نوع II تقسیم‌بندی تایسون بوده و نشان‌دهنده یک محیط‌رسوبی کم اکسیژن می‌باشد (Marginal dysoxic-anoxic basin). وجود آستر داخلی فرامینیفرها در برخی اسلایدها هرچند اندک نشان از شرایط اکسیژن دار به صورت موقت است (Van Der Zawn 1900) (شکل۳- ب).

پالینوفاسیس IV

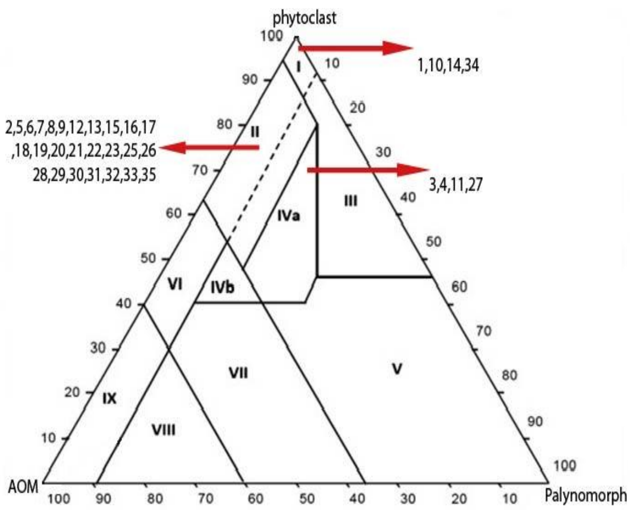
این منطقه از دیاگرام تایسون با بیش از ۷۵ - ۶۰٪ پالینوماسرال، ۲۰ - ۱۵٪ پالینومورف‌های دریایی و فراوانی ۲۵ - ۵٪ مواد آلی بی‌شکل، نمونه‌های ۶، ۹ (یعنی در ضخامت‌های۵۰ و ۷۵ متری) و ۱۳، ۱۴، ۱۵ (در ضخامت‌های ۱۰۵- ۱۲۵ متری) و نمونه ۲۰ (در ضخامت ۱۸۰ متری) و نمونه‌های ۲۲، ۲۳ (در ضخامت‌های ۲۲۰ تا ۲۴۰ متری) و ۲۸، ۲۹ (در ضخامت ۳۱۵ تا ۳۳۰ متری از برش) را در بر می‌گیرد. این پالینوفاسیس بیانگر یک محیط رسوبی است که از Marginal shelf به سمت Distal shelf تغییر می‌کند (Shelf to basin transition) و افزایش فرم‌های کوریت در این محدوده نشان از پیشروی کوتاه مدت سطح آب است (Ghasemi-Nejad et al. 1999) (شکل‌های ۳- ب و ۴).

پالینوفاسیس VI

منطقه VI از دیاگرام تایسون با بیش از ۳۵ درصد از مواد آلی بی‌شکل، کمتر از ۱۰ درصد پالینومورف و حدود ۴۰-۶۵٪ فیتوکلاست مشخص می‌گردد. در این رخساره که در نمونه‌های ۴، ۱۹ (یعنی در ضخامت‌های۴۰ و ۱۸۵ متری) و ۲۳، ۲۴ (ضخامت ۲۳۰ و ۲۳۷ متری) و۳۲، ۴۰ (ضخامت ۳۹۰ و ۵۱۵ متری انتهای برش) وجود دارد، حفظ شدگی مواد آلی بی‌شکل به علت شرایط احیایی حاکم خوب است و فراوانی فیتوکلاست‌ها به سبب آشفته بودن محیط و نزدیکی به منشأ تقریباً بالاست. این منطقه از دیاگرام تایسون محیط (Proximal suboxic-anoxic shelf) را نشان می‌دهد، که معرف یک محیط نیمه اکسیدان است (شکل۳- ب).



(شکل۳- الف- برش جورق، مشهد)



(شکل۳- ب- برش شیخ، بجنورد)

شکل ۳- قرارگیری نمونه‌های سازند سرچشمه در برش‌های جورق (مشهد) و شیخ (بجنورد) بر روی دیاگرام تایسون(Tyson 1989) بر مبنای عناصر پالینولوژیکی

VI: Proximal suboxic-anoxic shelf

VII: Distal dysoxic-anoxic shelf

VIII: Disttal anoxic shelf

IX: Distal suboxic-anoxic basin

V: Mud-dominated oxic shelf (distal shelf)

I: Highly proximal shelf or basin

II:Marginal dysoxic-anoxic basin

III: Heterolithic oxic shelf

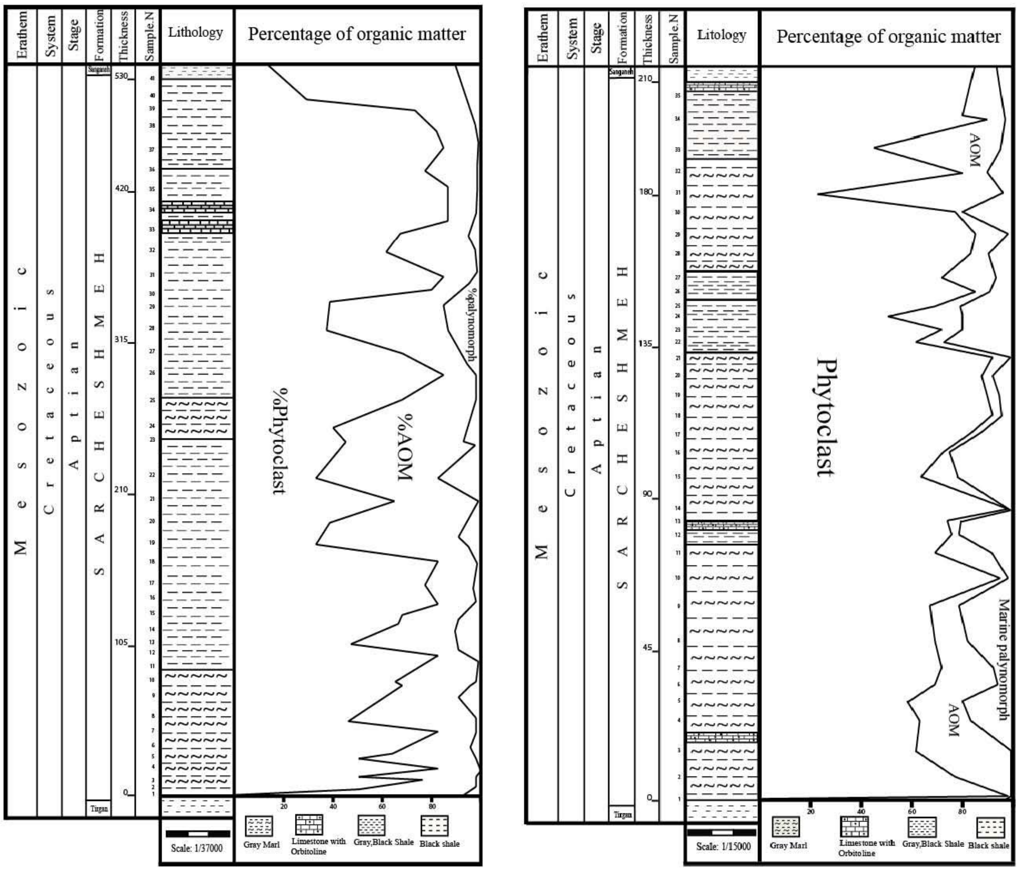
IV: Shelf to basin transition

فاکتورهای حفاظت از مواد ارگانیکی

پالینوماسرال‌ها و مواد آلی بی‌شکل براساس رنگ به دو گروه تیره و روشن تقسیم می‌شوند. به منظور تخمین اکسیژن در زمان رسوب‌گذاری از فاکتورهای حفاظت از مواد ارگانیکی استفاده می‌شود (جدول‌های ۱ و ۲).

فاکتور Lability

نسبت ماسرال‌های قهوه‌ای به ماسرال‌های اپک (Lability) به منظور تعیین درجه حفظ شدگی و تغییرات سطح آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماسرال‌های قهوه‌ای وابسته به گیاهان خشکی بوده و نشان‌دهنده محیط نزدیک ساحل هستند، در حالی که ماسرال‌های اپک یک محیط نیمه آرام و نیمه اکسیدان دور از ساحل را نشان می‌دهند (Waveren and Visscher 1994). افزایش فاکتور لابیلیتی به همراه افزایش در تنوع و فراوانی پالینومورف‌ها و کاهش مواد آلی بی‌شکل نشان از حفظ شدگی بالای مواد ارگانیکی است (Bombardier and Gorin 2000; Waveren and Visscher 1994; Schioler 2002). بررسی این فاکتور در برش چینه‌شناسی روستای جورق نشان می‌دهد که، به جز نمونه‌های ۳، ۴، ۲۴ میزان ماسرال‌های قهوه‌ای به اپک پایین است و شرایط اکسیدان در طول سازند سرچشمه حاکم بوده است. این وضعیت در طول ستون چینه‌شناسی سازند سرچشمه در برش چینه‌شناسی روستای شیخ نیز، نشان‌دهنده شرایط اکسیدان در زمان انبایش رسوبات می‌باشد (جدول۲).



شکل٤- ستون چینه‌شناسی و تغییرات سه گروه اصلی مواد آلی در طول ستون چینه‌شناسی سازند سرچشمه در دو برش شیخ و جورق (شکل سمت راست، برش روستای جورق و شکل سمت چپ، برش روستای شیخ)

نسبت AOM شفاف به AOM تیره

یکی از فاکتورهایی که میزان اکسیژن در محیط رسوب‌گذاری را مشخص می‌کند، نسبت AOM شفاف به AOM تیره است (Tyson 1993). باکتری‌های بی‌هوازی در محیطی فاقد اکسیژن کمی پایین‌تر از سطح رسوب AOM شفاف را ایجاد می‌کنند و در اثر شرایط احیایی مواد آلی را به نیترات و سولفات تجزیه کرده و در نتیجه تولید نیتروژن، آب، متان و دی اکسید کربن می‌کنند (Tyson 1993; Waveren and Visscher 1994). در شرایط اکسیدان و نرخ رسوب‌گذاری پایین، باکتری‌های هوازی با اکسیژن موجود در آب مواد آلی را تجزیه می‌کنند و AOM تیره را تشکیل می‌دهند. چنانچه در بررسی‌های پالینولوژیکی نسبت AOM شفاف به AOM تیره بیش از یک باشد نشان از شرایط فاقد اکسیژن و اگر این نسبت کمتر از یک باشد نشان از شرایط اکسیژن دار است (Bombardier and Gorin 2000). این فاکتور در نمونه‌های سازند سرچشمه در برش چینه‌شناسی جورق به صورت متغیر بوده است به طوری که در نمونه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۲۲، ۲۴، ۲۵، ۲۷، ۲۹، ۳۲ بیشتر از یک است و در سایر نمونه‌ها این نسبت کمتر از یک است که به طور کلی بازگو کننده شرایط غالباً کم اکسیژن در زمان رسوب‌گذاری است (شکل ۵- الف و جدول ۲). در برش شیخ این فاکتور نیز به صورت متغیر عمل کرده و تنها در نمونه‌های ۱، ۶، ۹، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۶ بیشتر از یک است و در سایر نمونه‌های مورد مطالعه قرار گرفته این نسبت کمتر از یک است (شکل ۵- ب).

نسبت AOM شفاف و تیره به پالینومورف‌های دریایی

این فاکتور به عنوان یک فاکتور تکمیل‌کننده برای سنجش میزان اکسیژن و ریتم رسوب‌گذاری بررسی می‌شود. بهترین درجه حفظ شدگی پالینومورف‌های دریایی (خصوصاً داینوفلاژله‌ها) در شرایط فاقد اکسیژن و ریتم رسوب‌گذاری بالاست (Zonneveld et al. 1997). چنانچه سرعت رسوب‌گذاری پایین و میزان اکسیژن محیط کم باشد پالینومورف‌ها به AOM شفاف و در عکس این حالت پالینومورف‌ها به AOM تیره تبدیل می‌شوند (Bombardier and Gorin 2000; Tyson 1993). بنابراین افزایش نسبت AOM شفاف به پالینومورف‌های دریایی مبین شرایط کم اکسیژن تا بدون اکسیژن و سرعت رسوب‌گذاری پایین است و افزایش نسبت AOM تیره به پالینومورف دریایی دلیلی بر شرایط اکسیژن‌دار در محیط است. همچنین افزایش پالینومورف‌های دریایی نشان‌دهنده شرایط فاقد اکسیژن و نرخ رسوب‌گذاری بالاست.

بررسی انجام شده در برش روستای جورق مشهد نشان می‌دهد که در قسمت‌های ابتدایی و میانی ستون چینه‌شناسی این سازند نسبت AOM روشن به پالینومورف‌های دریایی بالاست که بیانگر شرایط کم اکسیژن است؛ اما در نمونه‌های ۴، ۱۱، ۱۴، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۵ بر میزان تنوع و فراوانی داینوفلاژله‌ها افزوده شده و به طور نسبی از میزان AOM کاسته شده که این مسأله مبین حفظ شدگی نسبتاً خوب مواد ارگانیکی در این قسمت می‌باشد (شکل ۵–الف). در برش چینه‌شناسی روستای شیخ بجنورد نیز در قسمت ابتدایی سازند نسبت AOM شفاف به پالینومورف‌ها دریایی بالاست، در حالی که در نمونه‌های ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۳۰، ۳۱ بر میزان تنوع و فراوانی پالینومورف‌ها افزوده شده و از میزان AOM کاسته شده است (جدول۲ و شکل ۵– ب)

نسبت پالینوماسرال‌های اپک هم بعد به اپک تیغه‌ای شکل

این فاکتور به همراه فاکتور لابیلیتی می‌تواند انرژی در محیط را بازگو کند. پالینوماسرال‌های اپک تیغه‌ای شکل به علت شناوری بالا می‌توانند مسافت زیادی را طی کنند و اساساً در محیط‌های دور از ساحل فراوانند (Boulter and Riddick 1986). با توجه به شواهد موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی در دو برش اشاره شده نسبت پالینوماسرال‌های اپک به هم بعد بیش از پالینوماسرال‌های تیغه‌ای است که نشان از عمق کم رسوب‌گذاری در سازند سرچشمه است (جدول۲)، که به طور نسبی به سمت انتهای سازند سرچشمه این فاکتور کاهش می‌یابد و نشان از پیشروی آب دریا به سمت سازند سنگانه است (شکل ۵–الف و ب).

نسبت داینوفلاژله‌های پریدینیوئید به گونیالاکوئید

دو راسته مهم از داینوفلاژله‌های حساس و غیر حساس در مقابل شرایط اکسیژن‌دار، راسته پریدینیوئید و گونیالاکوئیدها هستند؛ پریدینوئیدها داینوفلاژله‌های هتروتروف هستند که در مناطق با مواد غذایی فراوان و آب‌های گرم زندگی می‌کنند و در شرایطی که میزان اکسیژن در محیط بالا باشد حفظ شدگی کمی از خود نشان می‌دهند و در مقابل این گروه داینوفلاژله‌های اتوتروف گونیالاکوئید هستند که در مناطقی که توان زیستی پایین است زندگی می‌کنند و در مقابل شرایط اکسیژن‌دار مقاوم هستند (Sluijs et al. 2005). سیست‌های پریدینوئید مثل *Ovoidinium* و *Subtilisphaera* اشاره به محیط‌های لاگون و آب‌های شور دارند (Stover 1996) در حالی که بیشتر نمونه‌ها با سیست گونیالاکوئید معرف دریای باز می‌باشند (Bujak 1984; Downie et al. 1971)؛ مانند جنس‌های *Achomosphaera* ,*Kiokansium* و *Oligosphaeridium* که از این دسته هستند. نمونه‌های مورد مطالعه در دو برش چینه‌شناسی از سازند سرچشمه نشان می‌دهند که نسبت داینوفلاژله‌های پریدینوئید به گونیالاکوئید (P/G) پایین بوده که با توجه به وجود اکسیژن این نسبت طبیعی می‌باشد، اما ذکر این نکته ضروری است که حضور

بسیار کم گونه‌های پریدینوئید می‌تواند به علت مساعد نبود شرایط محیطی و زیستی و یا عدم وجود آنها در محیط نیز بوده باشد.

بررسی‌های انجام شده بر روی سه گروه اصلی از عناصر پالینولوژیکی و فاکتورهای حفاظت از مواد ارگانیکی در بخش‌های مختلف سازند سرچشمه در دو برش نشان می‌دهد که این فاکتورها متغیر بوده‌اند، به طوری که غالباً شرایط نسبتاً کم اکسیژن بر محیط رسوبی سازند سرچشمه حاکم بوده است، اما در برخی از زمان‌ها به علت تغییرات صورت گرفته در محیط، شرایط اکسیدان نیز بر محیط حاکم شده است. همچنین مقایسه نسبت داینوفلاژله‌های پریدینیوئید به گونیالاکوئید با سایر فاکتورهای پالینولوژیکی نشان می‌دهد که شرایط رسوب‌گذاری با سرعت کم در شرایط کم اکسیژن تا بدون اکسیژن در دو برش حاکم بوده است (جدول ۲ و شکل ۵- الف و ب).

محیط دیرینه

مطالعات صورت گرفته بر روی اسلایدهای پالینولوژیکی در این دو برش، نشان از افزایش شدید ماسرال‌ها و کاهش AOM در بیشتر ضخامت‌ها است که نشان می‌دهد یک پسروی شدید در دریا به وقوع پیوسته و عمق حوضه کاهش یافته است. حضور جنس‌هایی از داینوفلاژله‌ها مانند *Spiniferites, Achomosphaera, Florentinia* با زوائد طویل شاخص محیط‌های نریتیک خارجی و یا دریای باز می‌باشند[1]. همچنین بر اساس تحقیقات (Siegl - Farkas 1997) حضور گونه‌هایی نظیر *Tanyosphaeridium* sp. نشان از شرایط دریایی باز در محیط می‌باشد. حضور جنس‌هایی نظیر *Circulodinium, Cribroperidinium* نشانگر شرایط نریتیک داخلی[2] هستند که با فراوانی زیاد در اسلایدهای هر دو برش حضور دارند (Mahmoud & Moawad 2000).

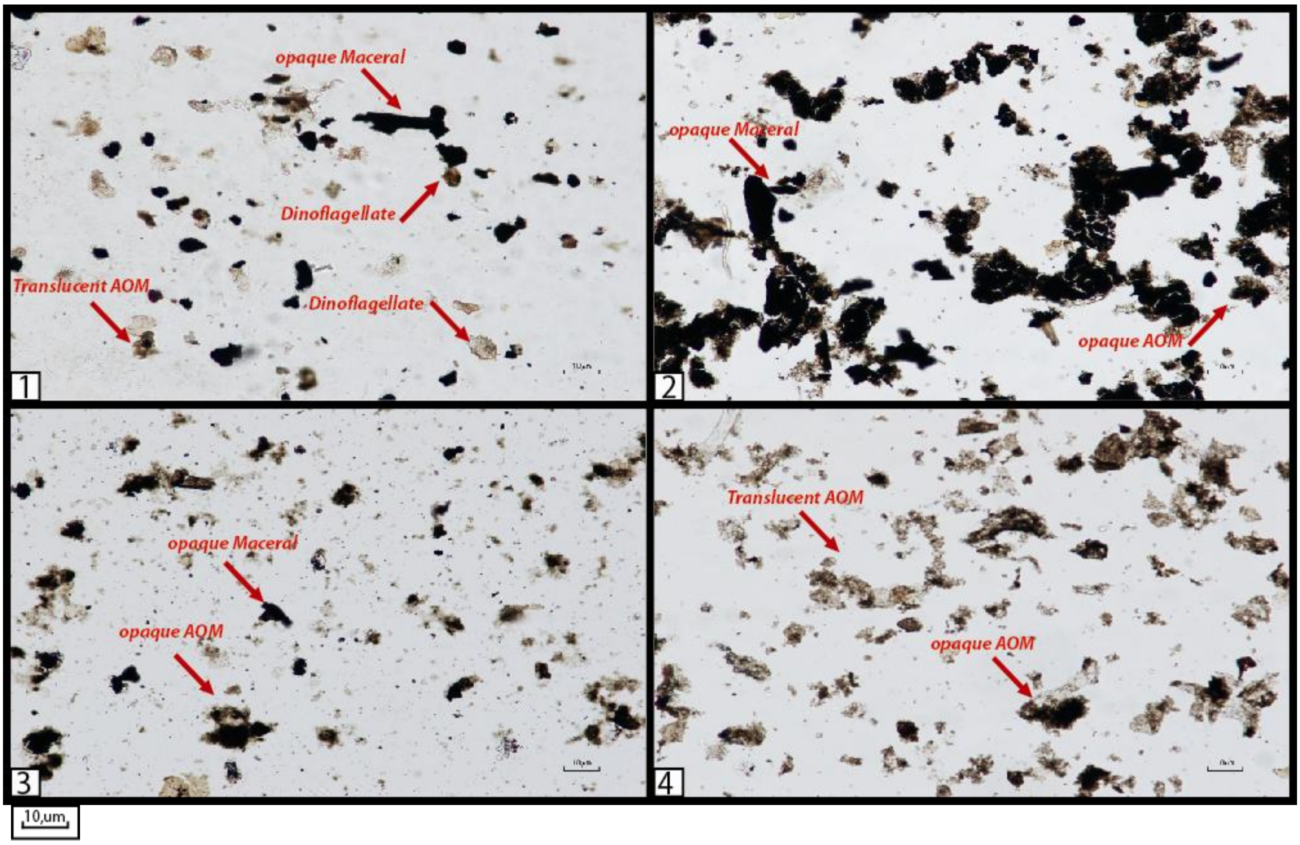
ویلپ شار و همکار (1994) در شیل‌های آپتین-آلبین حوضه سرژیپ در شمال شرق برزیل[3] سه تجمع داینوسیستی را نشان داده است. تجمع اول در این تقسیم شامل داینوسیست‌های، *Cyclonephelium ,Exochosphaeridium, ,Prolixophaeridium Oligosphaeridium ,Florentinia, Spiniferites* و *Systematophora* بوده که محیطی با دریای باز را نشان می‌دهد. داینوسیست‌های *Exochosphaeridium*، *Oligosphaeridium* و *Spiniferites* به محیط نریتیک باز تعلق دارند و وجود *Cyclonephelium* مبین محیط رسوبی نزدیک ساحل می‌باشد. تجمع دوم که توسط ویلپ شار معرفی شده است، شامل داینوسیست‌های *Cribroperidinium Paleperdinium,* و *Subtilisphaera* می‌باشد و شاخص محیط دریایی محدود هستند که در این میان *Subtilisphaera* در محیط‌های با شوری کم دیده می‌شود. در تجمع سوم، جنس‌های *Odontochitina ,Circulodinium Apteodinium* و *Tanyosphaeridium* حضور دارند و شاخص دریای باز هستند که در این میان دو جنس *Odontochitina* و *Apteodinium* نشانگر محیط نریتیک داخلی هستند.

با توجه به مطالب بیان شده در بالا، در اسلایدهای شماره ۴، ۵، ۱۲، ۲۷، ۲۹، ۳۱، ۳۳ از برش چینه شناسی جورق و شماره‌های ۹، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۲۰، ۲۲، ۲۸، ۲۹، ۳۹، ۴۰، ۴۱ از برش روستای شیخ داینوفلاژله‌های بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها وجود دارد و حضور جنس‌هایی مانند *Florentinia ,Oligosphaeridium ,Achomosphaera Tanyosphaeridium,* و *Systematophaera* در این قسمت از برش‌های بالا معرف یک محیط نریتیک میانی تا خارجی می‌باشد.

همچنین افزایش نسبی فرم‌های کوریت نسبت به سایر فرم‌ها (C/PPC)[4] نشان از پیشروی موقت سطح آب در این ضخامت‌ها است (Ghasemi-Nejad et al. 1999). حضور جنس‌هایی مانند *Apteodinium ,Circulodinium Cribroperdinium, Odontochitina ,Subtilisphaera Paleoperidinium,* در اسلایدهای شماره۷، ۹، ۱۰، ۱۳، ۲۲،

[1] Open marin or Outer Neritic-
[2] Inner Neritic-
[3] Sergip Basin
[4] Chorate/proximate, Proximochorate, cavate

۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۸، ۳۲، ۳۵ در برش روستای جورق و شماره‌های ۵، ۶، ۱۰، ۱۱، ۱۶، ۱۷، ۱۹، ۲۴، ۲۵، ۲۷، ۳۰، ۳۵، ۳۸ در برش روستای شیخ که داینوفلاژله‌ها دارای تنوع بالایی هستند (با توجه به میزان اکسیژن و شرایط رسوب‌گذاری می‌توان این فراوانی و تنوع گونه‌ای را به افزایش مواد غذایی و شرایط محیطی مناسب جهت تولید و حفظ شدگی پالینومورف‌ها نسبت داد) که نشان‌دهنده محیط نریتیک داخلی می‌باشد. در اسلایدهای ۱،۲، ۳، ۸، ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۶، ۳۰، ۳۴ از برش روستای جورق و اسلایدهای شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۷، ۸، ۱۲، ۱۸، ۲۱، ۲۳، ۲۶، ۳۱، ۳۴، ۳۶، ۳۷ از برش روستای شیخ فراوانی نسبی پالینومورف‌ها کاهش یافته و در مقابل درصد فراوانی ماسرال‌ها افزایش چشمگیری دارد که می‌تواند به علت ورود رسوبات از خشکی و ساحل باشد (Smelror & Leereveld 1989). افزایش ماسرال‌ها و افزایش حضور برخی از اسپورها و پولن‌ها معرف محیط نریتیک داخلی و نزدیک به ساحل است.



شکل٤- نمایش برخی از پالینوفاسیس‌های شناسایی شده در سازند سرچشمه

۱- پالینوفاسیس نوع II، ۲- پالینوفاسیس نوع I، ۳- پالینوفاسیس نوع IV، ٤- پالینوفاسیس نوع VI

جدول۱- الف: درصد فراوانی ذرات پالینولوژیکی در برش جورق

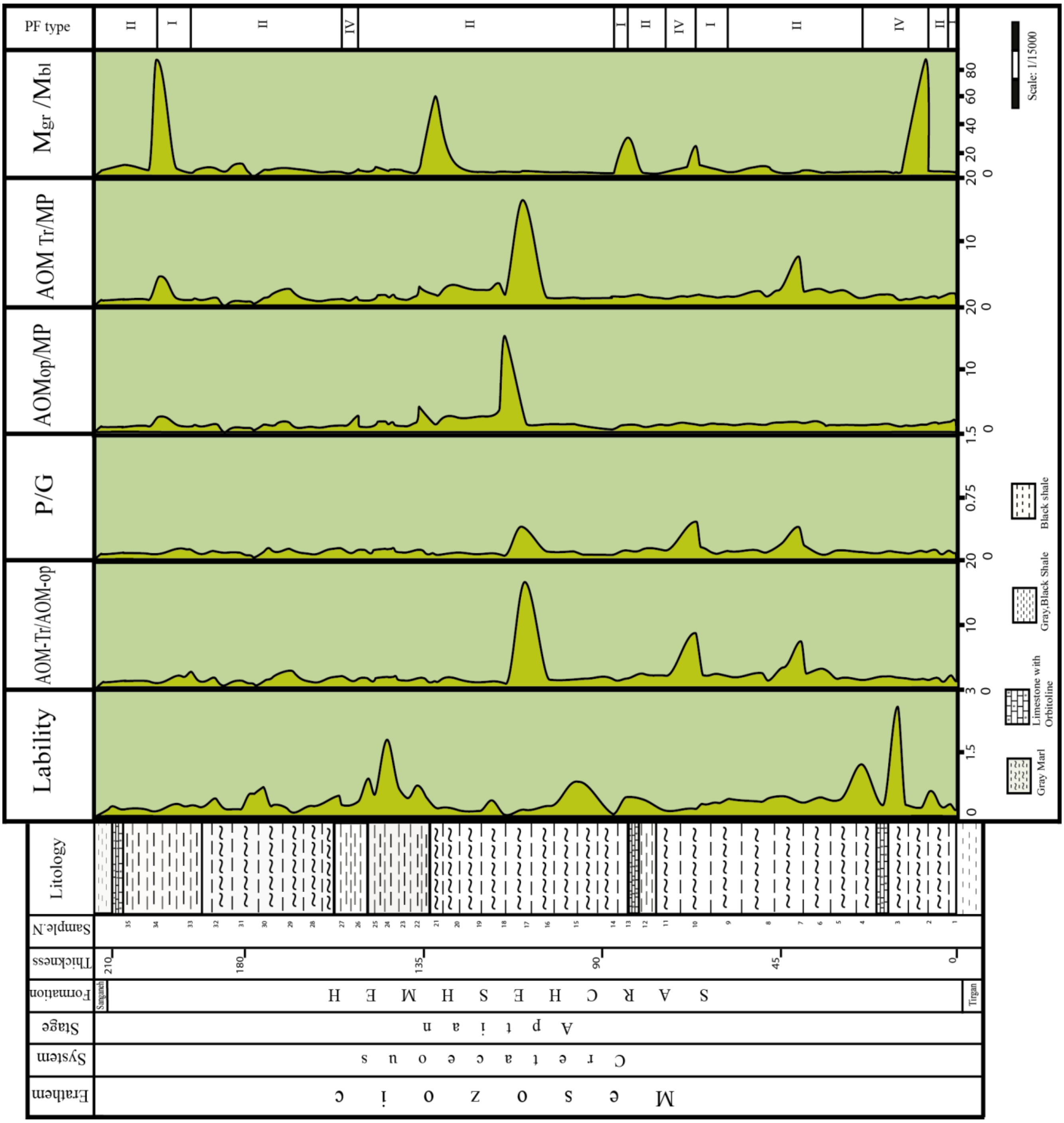
Sample.N	Ph	MP	AOM
1	99	0	0.33
2	77.31	0	21.99
3	61.5	0	21.33
4	62.5	16.33	17.66
5	56.99	20	34.33
6	67.65	8.66	25.33
7	75.99	7	21
8	72.64	2.33	18.66
9	68.64	8	22.66
10	96.32	8	3.33
11	68.98	0	11.99
12	74.63	18.66	24.33
13	67.65	8.66	21
14	99.32	0.33	0.33
15	63.32	0	24.66
16	71.99	0.66	28
17	86.66	0.33	12.32
18	92.99	1.33	6
19	90.99	1.33	7.33
20	87.98	1.66	10.33
21	91.32	0	8.33
22	62.01	5.33	32
23	70.98	8.33	20
24	51.98	7.66	40.32
25	68.66	8.33	22.66
26	83.65	3.33	12.99
27	72.69	15.66	8.99
28	82.99	8	8.33
29	84.97	13.66	1.32
30	78.65	0	21
31	27.98	69	3.33
32	80.66	7.32	11.33
33	43.65	51	5.32
34	96.32	0.33	3
35	81.66	9.66	8
×	×	×	×
×	×	×	×
×	×	×	×
×	×	×	×
×	×	×	×
×	×	×	×

ب: درصد فراوانی ذرات پالینولوژیکی در برش شیخ

Sample.N	Ph	MP	AOM
1	51	4.33	44.33
2	66	1.66	32
3	78	1.66	14
4	52	0.66	47
5	83	2.33	14.66
6	50	5.66	44.3
7	64	1.66	34
8	83.66	1.33	15
9	45.66	14.33	40
10	69	6.33	24.66
11	67	3.66	29.33
12	83	1.33	15
13	45	14.33	40
14	64	15.66	20
15	68.66	10	15
16	83.33	2.33	15.33
17	78	5	18
18	83	1.33	15.66
19	34.66	6	59
20	38.33	17.66	44
21	65.33	0.6	34
22	37.33	20.66	42
23	42.66	3.66	53.66
24	40.66	6.66	52.66
25	67	3.66	29.33
26	84	2	14
27	69	6.33	25
28	37.33	18	44
29	37.66	20	42.33
30	80.66	8.66	10.66
31	86.66	2	11.33
32	61.66	3.33	35
33	69.66	9	15
34	85.33	2.33	12.33
35	85	2	12.66
36	78	1.6	14
37	82	0.66	18
38	79.33	4	15.66
39	70.66	10.66	18.66
40	30	10	56.99
41	67.33	10	24

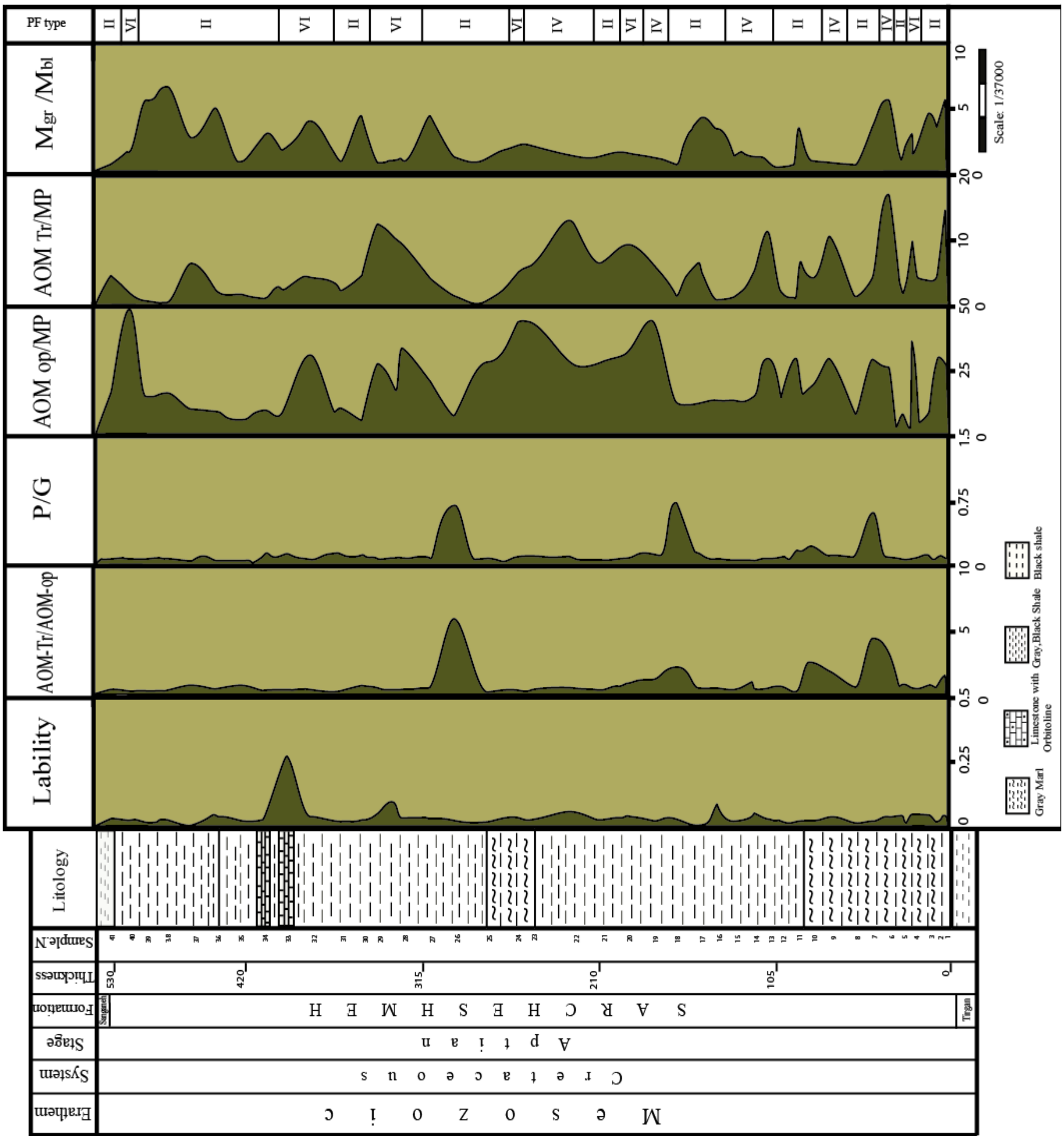
جدول۲- الف: درصد فراوانی فاکتورهای حفاظت از مواد ارگانیکی در برش جورق ب: درصد فراوانی فاکنورهای حفاظت از مواد ارگانیکی در برش شیخ

Sample	AOM_T/AOM_{op}	Aom_{tr}/MP	Aom_{op}/MP	L.B	M_{gr}/M_{bl}	Sample	AOM_T/AOM_{op}	Aom_{tr}/MP	Aom_{op}/MP	L.B	M_{gr}/M_{bl}
1	1.62	16	27	0.06	5.7	1	2	1	1	0.13	2.65
2	0.14	4	28	0.02	4.1	2	1.53	1	1	0.34	90.73
3	0.33	3.66	11	0.07	4.9	3	1.56	0.79	0.5	2.54	1
4	0.23	9	38.11	0.07	2.8	4	1.30	0.5	0.38	1.53	3.20
5	0.29	3.33	11.33	0.02	3.70	5	1.10	2.07	1.88	0.82	2.22
6	3.5	17.66	26.66	0.06	5.6	6	2.04	2.42	1.18	0.92	1.48
7	0.14	4	28	0.02	4.1	7	6	7.72	1.28	0.72	3.30
8	0.21	2.66	12.33	0.01	0.86	8	0.93	1.12	1.20	0.40	13.12
9	1.5	12	28	0.11	1.2	9	1.51	1.70	1.12	0.88	5.18
10	0.21	4.33	20.32	0.03	1.26	10	9.1	1	1	0.21	25.38
11	0.02	0.66	28.66	0.01	1.25	11	2.60	0.46	0.17	0.19	5.51
12	0.21	2.66	12.33	0.01	0.86	12	2.31	1.96	0.84	0.57	4.42
13	0.42	12	28	0.11	1.10	13	1.33	1.05	0.79	0.77	35.76
14	0.5	6.66	13.33	0.05	2	14	1	1	0	0	1
15	0.18	2.33	11	0.03	2.04	15	1.64	1.35	1.35	0.96	1
16	0.12	1.33	11	0.20	3.56	16	1.47	1	1	0.33	1
17	0.5	6	12	0	3.93	17	17.68	17.68	1	0.17	1
18	2.25	2.66	12.33	0.01	0.86	18	0.19	3.03	15.15	0	1
19	1.15	6.66	47	0.05	1.80	19	0.83	2.50	3	0.03	1
20	1	8	36	0.08	1.83	20	0.72	2.60	3.61	0.17	6.22
21	0.21	6	28	0.08	1.37	21	0.62	1	1	0.13	59.6
22	0.46	13.33	28.66	0.22	1.8	22	1	3.06	3.06	0.64	1
23	0.14	6.66	47	0.05	2.29	23	0.08	1	0.81	0.60	3.29
24	0.10	5	47.66	0.06	2.30	24	1.57	2.04	1.03	1.88	1.70
25	0.02	0.60	28.66	0.01	1.25	25	1.34	1.56	0.80	0.56	4.5
26	6.5	2.66	9.33	0.01	1.39	26	0.69	1.60	2.3	0.32	4.13
27	0.20	4.33	20	0.03	4.45	27	1.07	0.29	0.27	0.25	2.41
28	0.22	8	34	0.08	1.83	28	0.39	0.29	0.74	0.25	2.39
29	0.46	13	28	0.22	1.63	29	3.03	0.07	0.02	0.11	4.49
30	0.6	4	6.66	0.02	4.5	30	0.65	1	1	0.44	4.43
31	0.21	2	9.33	0.01	1.39	31	0.42	0.01	0.03	0.16	8.58
32	0.14	4.33	30.66	0.7	4	32	0.79	0.68	0.86	0.25	4.42
33	0.18	2.33	12.66	0.03	2.04	33	0.45	0.03	0.07	0.29	0.38
34	0.12	1.33	11	0.23	3.33	34	2	6.06	3.03	0.05	90.73
35	1.25	2.33	10	0.01	1.39	35	0.6	0.31	0.51	0.02	7.39
36	0.33	3.66	11	0.07	5	*	*	*	*	*	*
37	0.5	6	12	0	3.64	*	*	*	*	*	*
38	0.04	0.66	15	0.02	6.7	*	*	*	*	*	*
39	0.03	0.66	18	0.01	5.8	*	*	*	*	*	*
40	0.03	2	50	0.09	1.75	*	*	*	*	*	*
41	0.2	4	20	0.02	0.76	*	*	*	*	*	*



شکل ۵- الف- نمایش تغییرات فاکتورهای حفاظت از مواد ارگانیگی و سه گروه اصلی عناصر پالینولوژیکی (برش جورق)

Lability: نسبت ماسرال‌های قهوه‌ای به اپک، AOM-Tr/AOM-op: نسبت مواد آلی بی‌شکل شفاف به تیره، P/G: نسبت داینوسیست‌های پریدینویید به گونیالاکویید، AOMop/MP: نسبت مواد آلی بی شکل تیره به پالینومورف‌های دریایی، AOMTr/MP: نسبت مواد آلی بی‌شکل شفاف به پالینومورف‌های دریایی، Mgr/Mbl: نسبت پالینوماسرال‌های اپک هم بعد به پالینوماسرال‌های اپک تیغه‌ای، PF type: پالینوفاسیس‌های شناسایی شده



شکل ۵- ب- نمایش تغییرات فاکتورهای حفاظت از مواد ارگانیکی و سه گروه اصلی عناصر پالینولوژیکی (برش شیخ)

Lability: نسبت ماسرال‌های قهوه‌ای به اپک، AOM-Tr/AOM-op: نسبت مواد آلی بی‌شکل شفاف به تیره، P/G: نسبت داینوسیست‌های پریدینویید به گونیالاکویید، AOMop/MP: نسبت مواد آلی بی‌شکل تیره به پالینومورف‌های دریایی، AOMTr/MP: نسبت مواد آلی بی‌شکل شفاف به پالینومورف‌های دریایی، Mgr/Mbl: نسبت پالینوماسرال‌های اپک هم بعد به پالینوماسرال‌های اپک تیغه‌ای، PF type: پالینوفاسیس‌های شناسایی شده

نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعات صورت گرفته، تعداد ۳۳ گونه متعلق به ۲۵ جنس داینوفلاژله‌ها مربوط به سازند سرچشمه از برش روستای جورق و تعداد ۳۱ گونه متعلق به ۲۸ جنس از داینوفلاژله‌ها مربوط به سازند سرچشمه واقع در برش روستای شیخ شناسایی شد. بر این اساس سن سازند

سرچشمه در هر دو برش مطالعه شده، آپتین پیشنهاد می‌شود. این محدوده سنی، با سنی که در گذشته با استفاده از روزنبران و پالینومورف‌ها تعیین شده بود، مطابقت دارد.

در بررسی رخساره‌های پالینولوژیکی، برای هر دو برش سه پالینوفاسیس شناسایی گردید. بررسی این پالینوفاسیس‌ها نشان می‌دهد که محیط رسوب‌گذاری سازند سرچشمه در ابتدای برش جورق یک محیط کم عمق تا نیمه عمیق بوده است که به سمت اواسط سازند، عمق آن به طور محسوسی کاهش یافته است و در پایان به سمت انتهای سازند کمی افزایش عمق داشته است. این روند برای برش چینه‌شناسی روستای شیخ، واقع در غرب حوضه‌رسوبی کپه داغ نیز به همین صورت است، با این تفاوت که در قسمت انتهایی سازند شناسایی و حضور پالینوفاسیس نوع VI، می‌تواند نشانه‌ای برای دیرتر خارج شدن سازند سرچشمه در این قسمت، نسبت به برش جورق باشد. مطالعه داینوفلاژله‌های شاخص محیطی در این دو برش نیز نشان‌دهنده محیطی رسوبی است که از نریتیک داخلی تا نریتیک خارجی تغییر می‌کند. همچنین، حضور پالینومورف‌هایی مانند اسپور و پولن‌ها نشان از حاکم بودن آب و هوایی گرم بر این منطقه بوده است.

با بررسی‌های آماری با استفاده از فاکتورهای حفاظت از مواد ارگانیکی می‌توان نتیجه گرفت، که شرایطی نسبتاً کم اکسیژن بر محیط رسوبی سازند سرچشمه در زمان انباشت رسوبات در برش‌های فوق حاکم بوده است اما در برخی از زمان‌ها به صورت موقت، شرایطی کاملاً اکسیدان نیز بر حوضه حاکم شده است. همچنین، مقایسه نسبت دو گروه از داینوفلاژله‌های حساس و غیر حساس در برابر اکسیژن (P/G) بیانگر شرایط کم اکسیژن و سرعت رسوب‌گذاری پایین است.

منابع

اخلاقی، م.، ا. محبوبی، ر. موسوی حرمی و م. نجفی، ۱۳۸۵، تفسیر تاریخچه رسوب‌گذاری سازند سرچشمه (آپتین زیرین) در ناحیه جنوب آق دربند شرق حوضه‌رسوبی کپه داغ- شمال شرق ایران: مجله علوم پایه دانشگاه اصفهان، ش ۲۳، ص ۱۷۵.

افشار حرب، ع.، ۱۳۷۳، زمین‌شناسی کپه داغ، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران، ش ۱۱، ۲۷۶ ص.

حبیب‌الهی، ن.، ۱۳۸۹، پالینواستراتیگرافی سازند سرچشمه در برش ددانلو (جنوب شرق قوچان): دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، رساله کارشناسی ارشد.

داوطلب، ا.، ا. قاسمی‌نژاد، ع. عاشوری و م.وحیدی‌نیا، ۱۳۸۹، پالینواستراتیگرافی و محیط دیرینه سازند سرچشمه در برش چینه‌شناسی انجیربلاغ، شرق حوضه‌رسوبی کپه داغ: مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی دانشگاه اصفهان، ش ۴، ص ۲۰-۱.

رئیس‌السادات، ن.، ۱۳۸۳، بایوزوناسیون سازند سرچشمه و سنگانه بر مبنای آمونیت‌ها در حوضه‌رسوبی کپه داغ، شمال شرق ایران: مجموعه مقالات هشتمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه صنعتی شاهرود، ص ۶۵۶ – ۶۶۵.

ریوندی، ب.، ۱۳۸۶، چینه‌نگاری سکانسی سازندهای تیرگان و سرچشمه در ناودیس خور واقع در شمال شرق مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، رساله کارشناسی ارشد.

شکری، م.، ۱۳۸۵، بایواستراتیگرافی سازند سرچشمه بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در برش‌های امیر آباد و آتشگان: دانشگاه فردوسی مشهد، رساله کارشناسی مشهد.

علامه، م.، ح. ترشیزیان، ن. حبیب الهی، ۱۳۹۰، پالینولوژی و پالئواکولوژی سازند سرچشمه در برش روستای ددانلو-جنوب شرق قوچان (خراسان رضوی): مجله علمی- پژوهشی رخساره‌های رسوبی، ش ۴، ص ۶۴-۷۶.

Bombardiere, L., and G. E. Gorin, 2000, Stratigraphical and distribution of sedimentary organic matter in Upper Jurassic Carnonates of SE France: Sedimentary Geology, **v**.132, p. 177-203.

Boulter, M.C., and A. Riddick, 1986, Classification and analysis of palynodebris from the

Palaeoclimatology, Palaeoecology, **v**. 188, p. 101-125.
Siegl-Farkas, A., 1997, Dinoflagellate stratigraphy of the Senonian Formations of the Transdanubian Range: Acta Geologica Hungarica, **v**. 40 (1), p. 73-100.
Skupien, P., 2003, Dinoflagellate study of the lower Cretaceous deposits in the Pieniny Klippen Belt. Rochovia section, Slovak Western Carpathiana: Bulletin of the Czech Geological Survey, **v**. 78, p. 67-82.
Sluijs, A., J. Pross, and H. Brinkhuis, 2005, From greenhouse to icehouse organic-walled dinoflagellate cysts as Paleoenvironmental indicators in the paleogene: Earth Science Reviews, **v**. 68, p. 281-315.
Smelror M., H. Leereveld, 1989, Dinoflagellates and acritarch assemblage from late Bathonian to early Oxfordian of Montagne Crussol, Rhone Nalley Southern France: Palynology, **v**. 13, p. 121-141.
Stover, L.E., 1996, Mesozoic, Tertiary dinoflagellates, acritarchs and prasinophytes: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, **v**. 2, p.641-750.
Travers, A., 2007. Paleopalynology. 2nd Edition, SPringer, 813 p.
Tyson, R.V., 1989, Late Jurassic palynofacies trend, piper and kimmerdgian clay Formation, UK onshore and Northern Sea, in Batten D. J & Keen M. C(Eds.), Northwest European Micropaleontology and Palynology, p. 135-172.
Tyson, R.V., 1993, Palynofacies analysis. Applied Micropaleontology, p. 153-191.
Van Der Zwan, C.J., 1990, Palynostratigraphy and palynofacies reconstruction of the Upper Jurassic to Lowermost Cretaceous of the Dra field, offshore Mid Norway: Review of Palaeobotany and Palynology **v**. 62, p. 157-186.
Waveren, I., and H. Visscher, 1994, Analysis of the composition and selective preservation of organic matter in surfical deep-sea sediment from a high Productivity area (Bandasa, Indonesia): Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecplogy, **v**. 112, p. 85-111.
Wilpshaar, M., and H. Leereveld, 1994. Palaeoenvironmental change in the Early Cretaceous Vocontian Basin (SE France) reflected by dinoflagellate cysts: Review of Palaeobotany and Palynology, **v**. 84 (1-2), p. 121-128.
Zonneveld, K., G. Versteegh, and G. Lange, 1997. Preservation of organic-walled dinoflagellate cyst in different oxygen regies: a 1000 year natural experiment: Marine Micropaleotology, **v**. 29, p. 393-405.
palaeocene sediments of the Forties Field: Sedimentology, **v**. 33, p. 871-886.
Bujak, J. P., 1984, Cenozoic dinoflzgellate cysts and acritarch from the Bering Sea and northern North Pacific, DSDP Leg 19: Micropaleontology, **v**. 30, p. 180-212.
Davey, R.J., and J. P. Verdier, 1974, Dinoflagellate Cysts from the Aptian type section at Gargas and La Bedoule, France: Palaeontology, **v**.17 (3), p. 623-653.
Dowine, C., M. A. Hussain and G.L., Williams, 1971, Dinoflagellate cyst and acritarch association in the Paleogen of Southeast England: Geosci, **v**. 3, p. 29-35.
Ghasemi-Nejad, E., W.A.S. Sarjeant, and R. Gygi, 1999, Palynology and Paleioenvironments of the uppermost Bathonian and Oxfordian (Jurassic) of the Northern Switzerland sedimentary basin: Memori Svizzere di Paleontologia,**v**.119, p.69.
Helby, R. 1987, Muderongia and related dinoflagellates of the latest Jurassic to Early Cretaceous of Australia. In: Jell, P.A. (Ed.), Studies in Australian Mesozoic Palynology: Memoirs of the Association of Australian Palaeontologists, **v**. 4, p. 297-336.
Helby, R. J., R. Morgan, and A.D. Partridge, 1987, A palynological zonation of the Australian Mesozoic: Mem.Assoc. Australasian Palaeontol, **v**. 4, p. 1–94.
Kimyai, A., 2000, Palynology and Biostratigraphy of the Lower Cretaceous sediments in the South Barrow Test well No.1. Point Barrow, Alaska: Palynology, **v**. 24, p. 101-215.
Mahmoud, M.S., and A.R.M.M. Moawad, 2000, Jurassic – Cretaceous (Bathonian to Cenomanian) Palynology and stratigraphy of the west Tiba – 1 berehole, Northern Western Desert Egypt: Journal of Africa Earth Science, **v**. 30, p. 401-416.
Oosting A. M., H. Leereveld, G. R. Dickens, R. A. Henderson, and H. Brinkhuis, 2006, Correlation of Barremian-Aptian (mid-Cretaceous) dinoflagellate cyst ssemblages between the Tethyan and Austral realms: Cretaceous Research, **v.** 27, p. 792-813.
Riding J.B., and A.J. Crame, 2002, Aptian to Coniacian (Early Late Cretaceous) palynostratigraphy of the Gustav Group, James Ross Basin, Antarctica: Cretaceous Research, **v**. 23, p.739–760.
Riding J. B., J. A. Crame, M. E. Dettmann, and D. J. Cantrill, 1998, The age of the base of the Gustav Group in the James Ross Basin, Antarctica: Cretaceous Research, **v**. 19, p. 87-105.
Schioler P., 2002, Palynofacies and sea-level changes in the middle Coniacian-Late Campanian (Late Cretaceous) of the East Coast Basin, New Zealand: Palaeogeography,

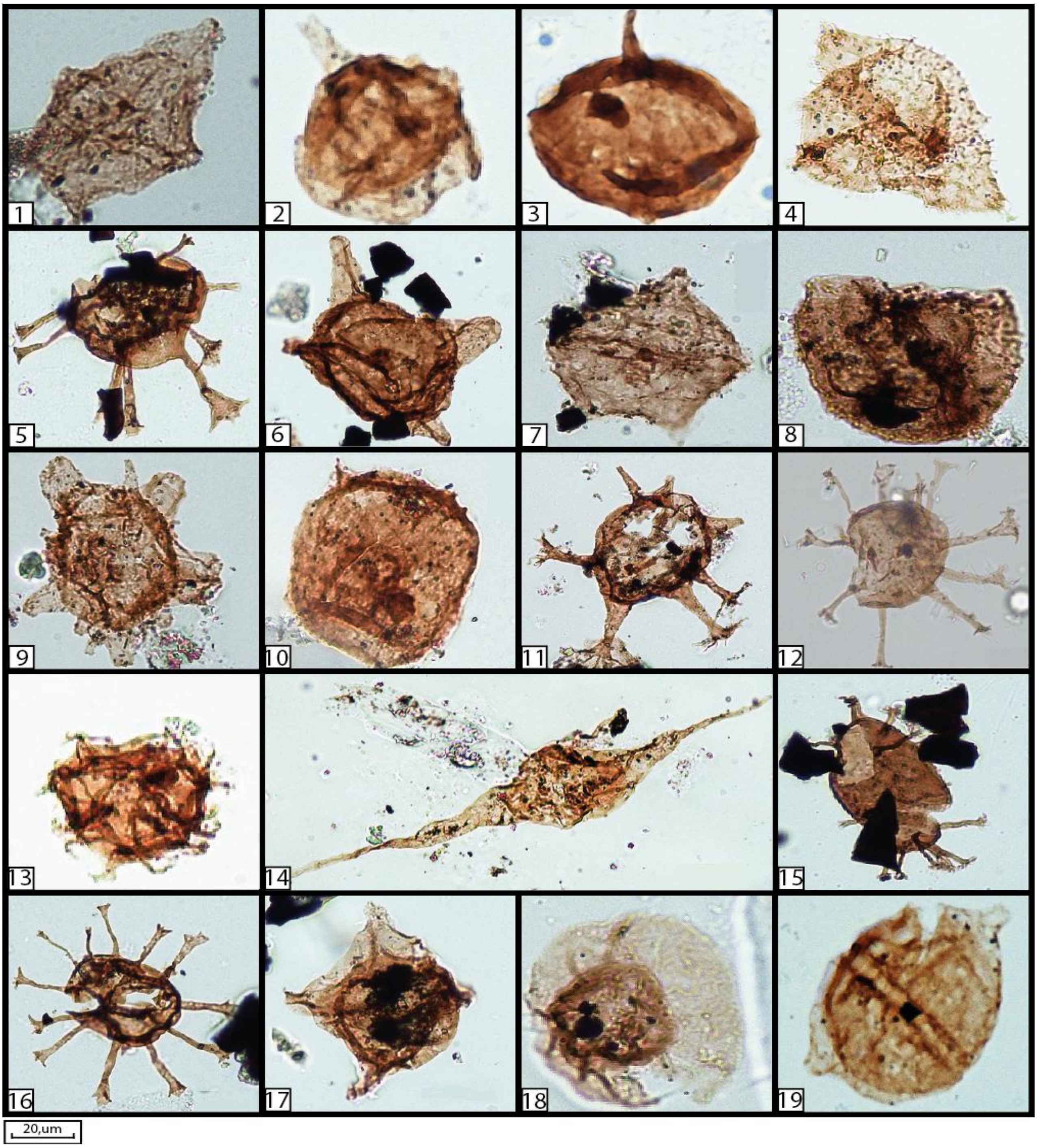


Plate 1: Fig.1. *Paleoperidinium cretaceum* Pocock 1962, Fig.2. *Dingodinium albertii* Sarjeant 1966, Fig.3. *Cribroperidinium orthoceras* (Eisenack) Sarjeant 1958, Fig.4. *Pseudoceratium retusum* Brideaux 1977, Fig.5. *Oligosphaeridium* sp., Fig.6. *Muderongia tomaszowensis* Alberti 1961, Fig.7. *Paleoperidinium cretaceum* Pocock 1962, Fig.8. *Batiacasphaera* sp., Fig.9. *Oligosphaeridium prosum* Lentin and Williams 1981, Fig.10. *Apteodinium* sp., Fig.11. *Oligosphaeridium complex* (White 1842) Davey and Williams 1966, Fig.12. *Oligosphaeridium asterigerum* (Ghocht 1959) Davey 1969, Fig.13. *Achomosphaera neptuni* (Eisenack 1958) Davey and Williams 1966, Fig.14. *Odontochitina operculata* (Wetzel 1933) Defland &Cookson 1955, Fig.15. *Bourkinidinium granulatum* (Morgan 1975), Fig.16. *Oligosphaeridium asterigerum* (Gocht 1959) Davey and Williams 1969, Fig.17. *Muderongia pariata* Duxbury 1983, Fig.18. *Pterospermella* sp., Fig.19. *Subtilisphaera perlucida* (Alberti 1959) Jain & Millpied 1973.