

استفاده از مورفوتایپ های فرامینیفرهای بنتیک و پالینوفاسیس به منظور تعیین میزان نسبی اکسیژن و مواد غذایی پالتوسن زیرین، برش زیارت کلا، البرز مرکزی

مسعود اصغریان رستمی^{۱*}، ابراهیم قاسمی نژاد^۲، بهناز بلمکی^۳، میثم شفیع اردستانی^۱

۱- دانشکده علوم، گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشکده زمین شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران

۳- دانشکده علوم، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور مرکز تهران

* مسئول مکاتبات- نشانی الکترونیکی: masood.rostami@yahoo.com

پذیرش: ۸۸/۱/۶ دریافت: ۸۸/۱۱/۱۰

چکیده

برش مورد مطالعه در روستای زیارت کلا، جنوب بهشهر، البرز مرکزی قرار دارد. توالی رسوبی مورد مطالعه با ضخامت ۹ متر شامل طبقات مارن و آهک ضخیم لایه است. براساس فرامینیفرهای پلانکتونیک سن برش مورد مطالعه پالتوسن پیشین (آشکوب دانین) می باشد. در این برش به منظور تعیین نسبی میزان اکسیژن و مواد غذایی از دو ابزار فرامینیفرهای بنتیک و رخساره های پالینولوژیکی استفاده شد. در مورد فرامینیفرهای بنتیک از نسبت مورفوتایپ های اپی فونا به اینفونا استفاده شد. مورفوتایپ های اپی فونا نشان دهنده شرایط اکسیژن مطلوب و مواد غذایی کم و مورفوتایپ های اینفونا شرایط اکسیژن پایین و مواد غذایی بالا را نشان می دهند. در مرحله بعد با بررسی اسلایدهای پالینولوژیکی، آنالیز خرده های ارگانیکی و استفاده از جداول استاندارد در این برش سه پالینوفاسیس تعیین گردید. با تطابق فاکتورهای پالینولوژیکی و مورفوتایپ های فرامینیفرهای بنتیک پنج زون تعیین شد. مقدار بالای مواد غذایی و مقدار کم اکسیژن در زون یک و چهار مشاهده شد که با فراوانی مورفوتایپ های اینفونا و مواد بی شکل (AOM) (۷۳ درصد) و درصد بالای پیریت و گلوکونیت مشخص می شود. در زون سوم با توجه به درصد برابر نسبت اپی فونا به اینفونا و افزایش نسبی فیتوکلستهای تیره و کاهش مواد آلی بی شکل مقادیر متوسط اکسیژن و مواد غذایی مورد انتظار است. وجود درصد بالای فرامینیفرهای اپی فونا و فیتوکلستهای تیره و سیست داینوفلاژله ها حاکی از مقدار اکسیژن بالاتر و کاهش مواد غذایی در زون دو می باشد. در زون شماره پنج به دلیل رخساره آهکی، و حفاظت کم شاخص های پالینولوژیکی تنها فرامینیفرهای بنتیک بررسی شد. افزایش (حدود ۹۰ درصد) اپی فونا و همچنین آهکهای ضخیم لایه گریستونی دلالت بر اکسیژن بالا دارند.

واژه های کلیدی: فرامینیفرهای بنتیک، پالینوفاسیس، پالتوسن پیشین، برش زیارت کلا

مقدمه

پالینومورفها و فرامینیفرها به عنوان شاخصهای محیط رسوبگذاری در رسوبات به شمار می روند در این جا دو عامل مواد غذایی و اکسیژن که بیشترین تاثیر را روی پراکندگی و جمعیت فرامینیفرهای بنتیک دارند مورد بحث قرار گرفت. در پالینوفاسیس مواد آلی موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی که شامل سه گروه مواد بی شکل (AOM)، پالینومرفهای دریایی (MP) و فیتوکلستها (Phy) است [۱۳] برای تفسیر محیطی مورد استفاده قرار گرفت در فرامینیفرهای بنتیک از مورفوتایپ های فرامینیفرهای بنتیک استفاده شد.

در مطالعات جدید پالتواکولوژی، میکروپالتونولوژی به عنوان مهم ترین ابزار معرفی شده است. برش مورد مطالعه ۹ متر ضخامت دارد. از این برش ۱۰۰ نمونه با فواصل ۹ سانتیمتری برداشته شد، اما به علت تغییرات بسیار کم لیتولوژی در برش مورد مطالعه، ۱۱ نمونه برای مطالعه فرامینیفرهای بنتیک و ۷ نمونه برای تهیه اسلایدهای پالینولوژیکی آماده گردید. برای تعیین میزان نسبی اکسیژن و مواد غذایی از دو فاکتور فرامینیفرهای بنتیک و رخساره های پالینولوژیکی استفاده شد.

به منظور مطالعه‌ی پالینومرف‌ها تعداد ۷ نمونه از قسمت‌های مختلف و محل تغییرات لیتولوژی انتخاب و ۵۰ گرم از هر نمونه پس از شستشو و خرد کردن در ظرف پلاستیکی ریخته شد و ابتدا با افزودن اسید کلریدریک (HCl) صنعتی (۳۰٪) مواد کربناته از بین رفتند و پس از خنثی سازی مواد باقی مانده که بطور معمول با ۱۲ بار تعویض آب نمونه انجام می‌شود، اسید فلوریدریک (HF) به ظرف افزوده گردید و پس از مدتی که واکنش به طور کامل انجام شد، مواد باقی مانده خنثی شدند. پس از خنثی سازی و عبور از الک ۲۰ میکرون، نمونه‌ها با استفاده از محلول کلرید روی ($ZnCl_2$) با وزن مخصوص ۱/۹ تا ۲ سانتیفریوژ شده و پالینومرف‌ها از عناصر سنگین و سایر مواد زائد، جدا گردیدند. بدین ترتیب از هریک از ۷ نمونه تعداد پنج اسلاید پالینولوژیکی ساخته شد. جهت مطالعه‌ی رخساره‌های پالینولوژیکی، حداقل ۳۰۰ عنصر پالینومرفی شمرده شدند و درصد هر یک از گروه پالینومرف‌های حمل شده از خشکی (فیتوکلاست‌ها)، مواد آلی بی‌شکل (AOM) و پالینومرف‌های دریایی (MP) تعیین گردیدند.

بحث

در این برش برای تعیین میزان اکسیژن از دو مشخصه فرامینیفراهای بنتیک و رخساره‌های پالینولوژیکی استفاده شد:

پالینوفاسیس

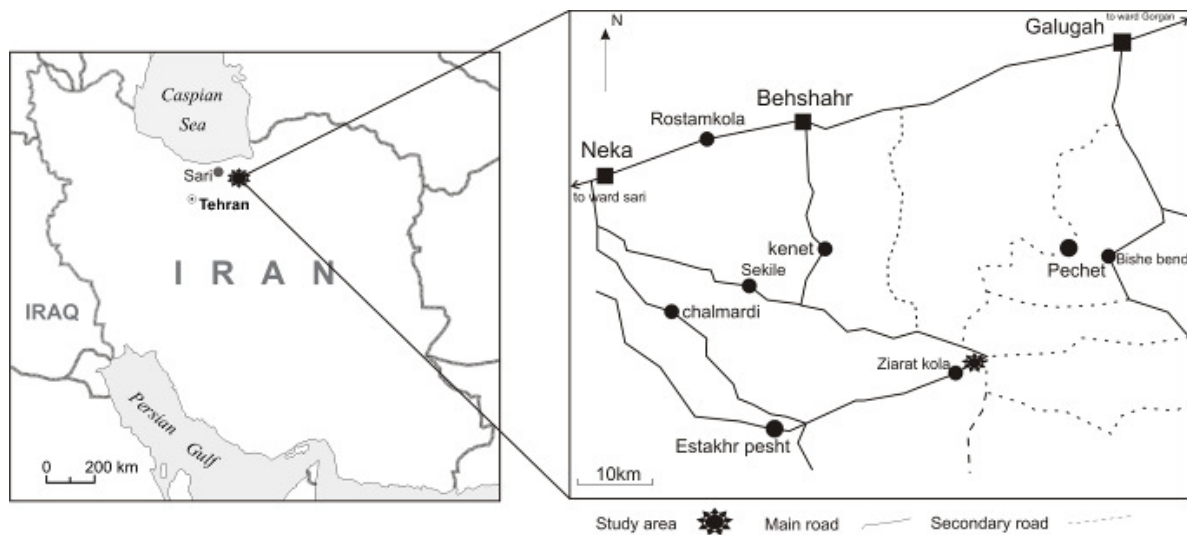
سه گروه عمده مواد آلی موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی شامل پالینومورف‌های دریایی، مواد ارگانیکی بی شکل و فیتوکلاست‌ها می‌باشند. ترکیب و پراکندگی مواد ارگانیکی میکروسکوپی در رسوبات و سنگهای رسوبی بیانگر فاکتورهای مؤثر بر تولید آنها در محیط منشأ، حمل و نقل به محیط رسوبگذاری و تغییرات بعد از رسوبگذاری می‌باشد و از این رو در بازسازی شرایط محیط رسوبگذاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. تاپسون [۱۴] از الگوی پراکندگی پالینومورف‌ها و دیگر خرده‌های ارگانیکی، در تعیین فاسیس و بازسازی جغرافیای دیرینه حوضه رسوبی استفاده نموده است.

راه‌های دسترسی، سنگ‌شناسی و روش آماده سازی نمونه‌ها

برش مورد مطالعه در روستای زیارت کلا در جنوب بهشهر و در محدوده‌ی البرز مرکزی واقع شده است (شکل ۱) و مختصات جغرافیایی ابتدای این برش $36^{\circ} 30' 9/51''$ عرض شمالی و $40^{\circ} 40' 10/8''$ طول شرقی است. لیتولوژی برش شامل مارن و مارن آهکی است که در انتها به آهک ضخیم لایه می‌رسد. به منظور مطالعه فرامینیفرای بنتیک به صورت واشینگ تعداد ۱۱ نمونه به منظور آماده سازی انتخاب شد. ابتدا هر نمونه (از ۱۱ نمونه) با آب شستشو داده شد تا از آلودگی احتمالی جلوگیری گردد. حدود ۱۰۰ گرم از نمونه‌های سنگی جدا و خرد شدند سپس نمونه‌ها داخل بشر محتوی آب، به نسبت سختی، آنها نگهداری شدند. این کار به جدا شدن ذرات گل از میکروفسیل‌ها کمک می‌کند. برای آماده سازی نمونه‌های نرم، آنها در آب اکسیژنه خیسانده شدند و برای نمونه‌های سخت از روش لیرر [۱۲] یعنی از محلول ۸۰ درصد اسید استیک (CH_3COOH) و ۲۰ درصد آب استفاده شده است. هرچند این روش سودمندتر از روش شستشو با آب اکسیژنه است اما اسید استیک بعد از گذشت چند ساعت، علاوه بر سنگ، نمونه‌های فرامینیفرا را نیز حل می‌کند. تجربه نشان داده است که بهتر است ابتدا سنگ‌های مورد نظر خرد شده و سپس خشک و در ظرف حاوی اسید استیک صنعتی (۸۰ درصد) ریخته شوند، برای شستشو از الک‌های با قطر منافذ ۲۳۰، ۱۲۵ و ۶۳ میکرون استفاده گردید. الک‌ها پس از هر بار استفاده، در محلول متیلن بلو^۱ قرار داده شدند تا نمونه‌های باقیمانده در منافذ الک‌ها، با رنگ مشخص شوند. برخی نمونه‌های سخت‌تر در دستگاه التراسونیک^۲ قرار داده شده تا کاملاً تمیز شوند. در نهایت مواد باقیمانده بر روی هر سه الک خشک و مورد مطالعه قرار گرفتند. از نمونه‌های پیک شده پس از شناسایی در مرکز پژوهش متالوژی رازی تصاویر SEM تهیه گردید (Plate 1).

¹ Metilen blue

² ultrasonic cleaner



شکل ۱- دسترسی به برش زیارت کلا، جنوب بهشهر، البرز مرکزی

میزان اکسیژن پایین در شرایط احیایی تا نیمه احیایی^۱ باعث حفاظت بهتر این مواد ارگانیکی می شود. MP (پالینومرف های دریایی): آنها شامل داینوفلاژله ها، اکریتارک، آستر داخلی پوسته فرامینیفرها و ... می شوند. فراوانی، تنوع و شکل این ارگانسیم ها نشان دهنده شرایط اکولوژیکی و محیطی است. PHY (فیتوکلاست ها): شامل تمامی ذراتی است که از محیط خشکی وارد حوضه شده اند. این گروه خرده های برگ، ریشه، کوتیکول و اسپور و پولن ها را در بر می گیرد. در مطالعات پالینولوژیکی، سه نوع پالینوفاسیس تفکیک گردیدند (PF-1, PF-2, PF-3) (شکل ۵). تعیین و تفکیک پالینوفاسیسها بر اساس حضور نسبی سه گروه از عناصر اصلی، شامل مواد آلی بی شکل (AOM)، پالینومرفها (MP) و عناصر خشکی (PHY) و استفاده از طبقه بندی های استاندارد [۱۳ و ۱۴] انجام گرفت. تغییر در نوع پالینوفاسیس و ترکیب گروه های پالینومرفی اطلاعات مفیدی را در مورد محیط رسوبی و فاکتورهایی از قبیل عمق آب، نوسانات سطح آب دریا، اکسیژن، تغییرات درجه حرارت و تغییرات ورودی از خشکی ارائه می دهد [۲، ۳ و ۱۵].

از پالینوفاسیس ها در توالی های رسوبی برای تعیین ساحل از دریا و نیز مطالعات استعداد سنگ منشأ استفاده می شود. میزان مواد ارگانیکی بی شکل با پالینومورف های دریایی رابطه مستقیم و با مواد ارگانیکی تخریبی خارج از حوضه (فیتوکلاستها) رابطه معکوس دارد. مواد ارگانیکی به دلیل نشان دادن تغییرات میزان اکسیژن، مواد غذایی، نرخ رسوبگذاری، تغییرات سطح دریا و ... برای تفسیر شرایط محیطی مورد استفاده قرار می گیرند با توجه به اینکه مواد ارگانیکی خود تحت تاثیر تغییرات سطح آب و اقلیم هستند و حفظ شدگی این مواد نیز وابسته به میزان رسوبگذاری، نوع رسوب و تغییرات سطح آب می باشند. براین اساس در اینجا برای تفسیر میزان اکسیژن علاوه بر مواد ارگانیکی از مورفوتایپ فرامینیفرهای بنتیک نیز استفاده شد. تمام مواد آلی موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی که برای تعیین پالینوفاسیس و تفسیر محیطی مورد استفاده قرار می گیرند را می توان در سه گروه، مواد بی شکل (AOM)، پالینومرف های دریایی (MP) و فیتوکلاستها (PHY) جای داد [۱۳].

AOM (مواد ارگانیکی بی شکل): آنها به دو صورت تیره و شفاف دیده می شود. مقدار AOM مستقیماً وابسته به تغییرات سطح آب دریا است و رسوبگذاری مناسب همراه با

¹ anoxic-dysoxic

که شرایط شلف کم عمق اکسید^۲ را پیشنهاد می کند (شکل ۴). تنها نمونه ۴ نماینده این پالینوفاسیس می باشد.

تفسیر شرایط محیطی فرامینیفرهای بنتیک

گونه های مختلف فرامینیفرهای بنتیک بر طبق میزان مواد آلی و اکسیژن در محیط توزیع می شوند. در شکل ۵ نمونه ای از ترتیب گونه ها (A-E) در طول یک نمودار میزان اکسیژن و مواد غذایی نشان داده شده است. این نمودار حضور و نبود اکسیژن و همچنین میزان مواد غذایی را نشان می دهد، که این دو عامل روی تعداد گونه ها تأثیر می گذارند. کاهش در ذخیره غذایی بیشترین تأثیر را بر روی مجموعه های با وابستگی شدید به مواد غذایی دارد. بر طبق این نمودار افزایش در میزان اکسیژن تحت شرایطی که مقدار مواد غذایی ثابت باشد (نقطه X) بیشترین تأثیر بر روی ترکیب فونا (همه جانوران یک محیط) مشاهده می شود. تا آنجایی که میزان اکسیژن تعیین کننده حضور یا عدم حضور گونه ها می باشد. بطور کلی تعداد موجودات بنتیک یا مقدار تجمع آنها می تواند عامل خوبی برای تشخیص اثرات مواد غذایی و مقدار اکسیژن باشد [۱۷]. مدل Trox [۱۱] رابطه فرامینیفرها را با عمق نفوذ اکسیژن و مواد آلی در بستر دریا بررسی می کند (شکل ۶) و به خوبی تغییرات در میزان فراوانی و توزیع فرامینیفرهای بنتیک را در رابطه با اکسیژن و مواد غذایی نشان می دهد. طبق این مدل در محیط الیگوتروفیک عمق زندگی به شرایط بالای اکسیژنه و مواد غذایی کم محدود می شود و گونه های اپی فونا فراوان هستند. در محیط یوتروفیک شرایط مواد غذایی بالا و مقدار اکسیژن پایین است که گونه های اینفونا فراوان هستند. و در محیط مزوتروفیک نیز بیشترین فراوانی گونه ها دیده می شوند. به طور کلی در شرایط اکسیژن مطلوب گونه های بنتیک اینفونا می توانند درون رسوب در عمق ۶-۱۲ cm و در محیط های عمیق و کم اکسیژنه در نزدیکی سطح رسوب زندگی کنند [۶].

۱- پالینوفاسیس I (PF-1)

در این پالینوفاسیس میزان مواد ارگانیکی بی شکل (AOM) روشن و شفاف فراوان بوده (حدود ۷۲ درصد)، پالینومرفها وجود نداشته یا اندک هستند (۲-۰ درصد) (شکل ۲). فیتوکلاستها و به خصوص فیتوکلاستهای تیره در حد معمول (۲۷ درصد) دیده می شوند. فراوانی AOM مشخصه شرایط راکد در کف حوضه رسوبی است و نشان دهنده یک محیط دریایی باز با شرایط احیایی می باشد. دیاگرام سه گانه تاپسون، فاسیس IX و حوضه دور از ساحل احیایی تا نیمه اکسیژن دار (distal suboxic-anoxic basin) را برای این واحد پیشنهاد می کند. نمونه های ۱ و ۱۰ در این پالینوفاسیس قرار می گیرند.

۲- پالینوفاسیس II (PF-2)

مواد ارگانیکی بی شکل (AOM) روشن و شفاف در حدود ۳۰ درصد دیده می شوند. پالینومرفهای دریایی به صورت متغییر از ۵-۱ درصد در اسلایدها دیده می شوند (شکل ۳) فیتوکلاستها نسبت به واحد قبلی افزایش نشان می دهند (حدود ۶۳ درصد). این پالینوفاسیس قابل مقایسه با نوع VI تاپسون بوده و نشان دهنده شرایط شلف کم عمق نیمه احیایی^۱ می باشد. نمونه های ۵ و ۶ و ۷ و ۸ در این واحد قرار می گیرند.

۳- پالینوفاسیس III (PF-3)

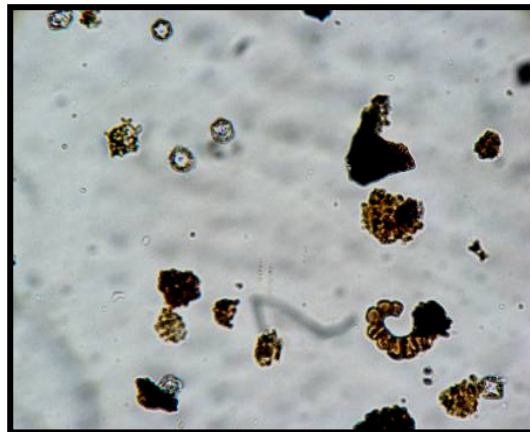
مقدار AOM نسبت به دیگر واحدها کاهش نشان می دهد (۵ درصد)، پالینومرفهای دریایی به صورت متغییر تا ۱۵ درصد در اسلایدها دیده می شوند. آنچه در این پالینوفاسیس حائز اهمیت است درصد نسبتاً بالای فیتوکلاستها، به خصوص فیتوکلاستهای تیره نسبت به دیگر واحدها می باشد که حدود ۸۲ درصد کل ذرات را تشکیل می دهند. فراوانی بالای فیتوکلاستهای سیاه رنگ نشان دهنده محیط پرانرژی نزدیک به ساحل می باشد و فراوانی آنها به خاطر قدرت حفظ شدگی شان می باشد [۱۵]. این پالینوفاسیس را می توان معادل نوع III در دیاگرام سه گانه تاپسون دانست

² oxic proximal shelf

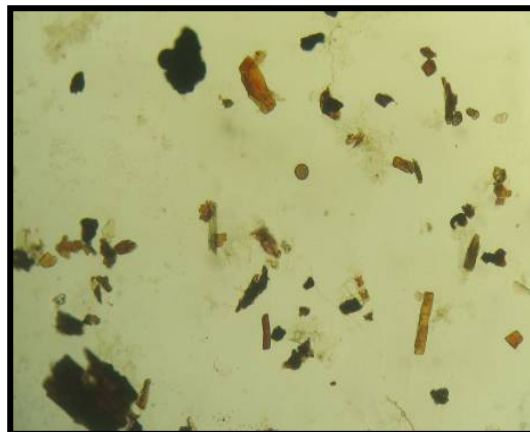
¹ proximal suboxic-anoxic shelf



شکل ۲- پالینوفاسیس نوع I



شکل ۳- پالینوفاسیس نوع II



شکل ۴- پالینوفاسیس نوع III

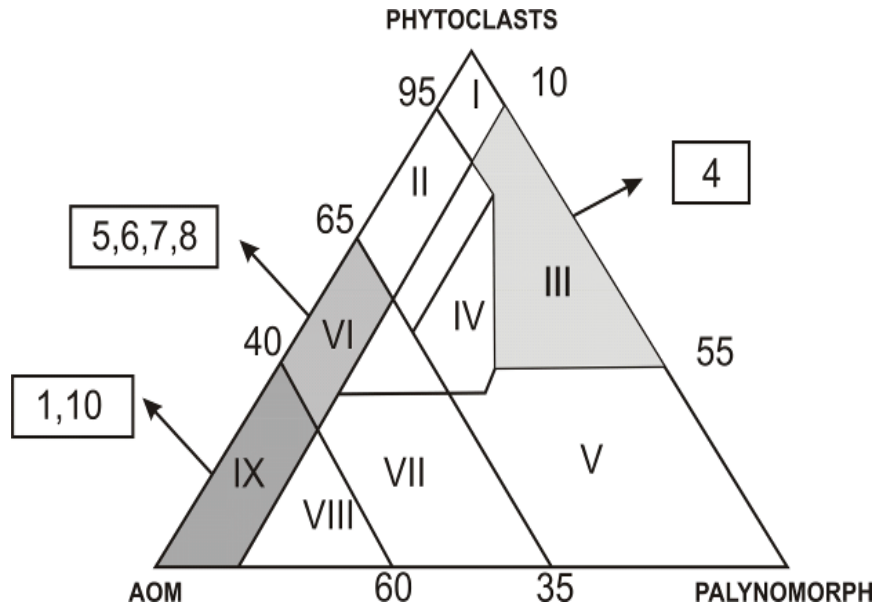
غذایی متوسط است. در زون پنجم، تقریباً ۹۰ درصد جنسها اپی فونا هستند که نشان دهنده میزان اکسیژن بالا و مواد غذایی پایین هستند، البته آهکهای ضخیم لایه و گرینستون نشان دهنده محیط کم عمق و آشفته است که شرایط اکسیژن بالا را تأیید می کند (شکل ۸).

نتیجه گیری

در این برش با بررسی و مطالعه روی فرامینفرهای بنتیک و رخساره های پالینولوژیکی به منظور تعیین نسبی مقدار اکسیژن و مواد غذایی محیط، پنج زون تفکیک گردید. در ابتدا و انتهای برش (Z1 و Z4) با توجه به درصد بالای مورفوتایپ اینفونا، مواد آلی بی شکل، پیریت و گلوکونیت، حوضه دور از ساحل احیایی تا نیمه اکسیژن دار و مواد غذایی بالا (شرایط eutrophic) برای این محدوده پیشنهاد می شود. در زون شماره سه (Z3) مقادیر نسبتاً مساوی از مورفوتایپ های اپی فونا و اینفونا مشاهده گردید، همچنین مقادیر مواد آلی بی شکل کاهش یافته و افزایش درصد فیتو کلاست های تیره را با توجه به کم عمق شدگی محیط و افزایش مقدار اکسیژن شاهد هستیم. زون شماره دو (Z2) نشان دهنده افزایش بالای مقادیر اکسیژن، کاهش مواد غذایی و کم عمق شدگی محیط است. در این زون مقادیر بالای اپی فونا (حدود ۸۰ درصد) و فیتوکلاست های تیره (حدود ۸۲ درصد) و بیشترین مقادیر سیستم داینوفلاژله ها در نمونه های مورد مطالعه را شاهد هستیم. در زون شماره پنج به دلیل لیتولوژی آهکی، فاکتورهای پالینولوژیکی حفاظت خوبی ندارند. کاهش چشمگیر مورفوتایپ ها اینفونا و افزایش (حدود ۹۰ درصد) اپی فونا و همچنین آهکهای ضخیم لایه گرینستونی دلالت بر اکسیژن بالا و مواد غذایی کم محیط (شرایط oligotrophic) دارند.

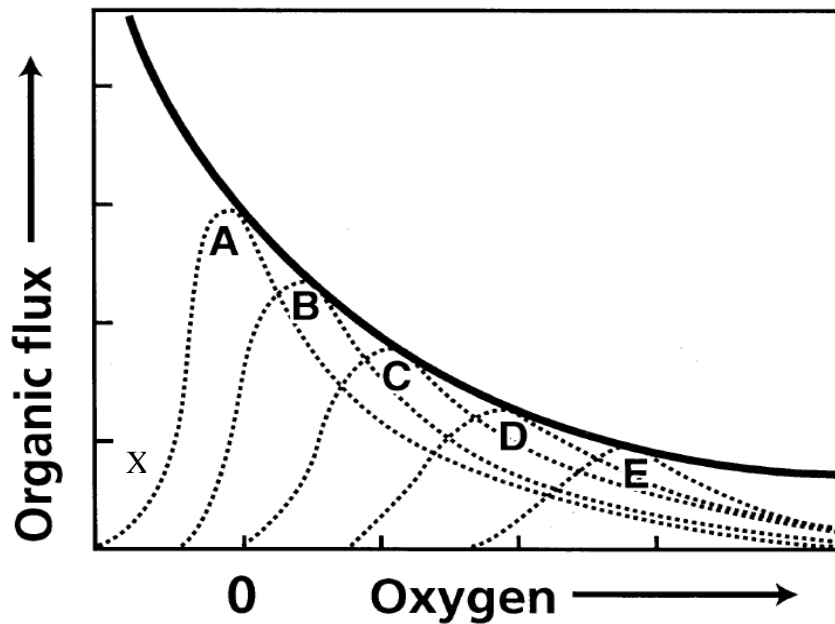
مورفوتایپ های مناطق عمیق براساس شکل پوسته و ماهیت یا نوع پیچش پوسته، الگوی مشخصی را با عمق نشان می دهند. مطالعه اولیه روی مورفوتایپ های فرامینفرهای بنتیک [۴ و ۵] براساس شکل پوسته و مطالعات بعدی براساس ویژگی هایی مانند شکل، نوع پیچش و ویژگیهای منفذ انجام شد [۷]. طبق این مطالعات گونه های اپی فونا که بالاتر از ۱ cm رسوب زندگی می کنند اغلب Biconvex، Planoconvex و پیچش تروکواسپیرال دارند و سطح پوسته منفذ ندارد و منافذ در صورت وجود در کناره پوسته قرار دارند. گونه های اینفونا که در عمق ۱ cm از رسوب پیدا می شوند، به صورت پلانیس پیرال با، حاشیه گرد، پوسته های سیلندری و تخم مرغی و پیچش ۲ یا ۳ ردیفی هستند و منافذ به طور کامل روی پوسته پراکنده شده اند (Plate 1). در این پژوهش برای تفسیر تغییرات اکسیژن و مواد غذایی از مورفوتایپ های فرامینفرهای بنتیک ارائه شده توسط آلگرت و همکاران [۱] استفاده شد (جدول ۱). اغلب دانشمندان [۸ تا ۱۱] معتقدند که فراوانی بالای مورفوتایپهای اینفونا شرایط eutrophic با میزان کربن ارگانیکی بالا و اکسیژن کم را نشان می دهد و کاهش اینفونا به طور کلی نشان دهنده شرایط oligotrophic (مواد غذایی کم) و اکسیژن بالا است.

با بررسی مورفوتایپ ها و جنس ها در برش مورد مطالعه ۵ زون تفکیک شد (شکل ۷). زون اول و چهارم میزان کم اکسیژن و مواد غذایی بالا را نشان می دهد که فراوانی مورفوتایپ های اینفونا و حضور بالای مواد گلوکونیتی و پیریت بویژه در زون اول تأییدی بر این مطلب است. زون دوم دارای اپی فونای بالاست که میزان آن به ۸۰ درصد هم می رسد که نشان دهنده میزان اکسیژن بالا و مواد غذایی کم است که رنگ قرمز رسوب و مقدار بالای اکسید قرمز نیز همین مطلب را نشان می دهد. و در زون سوم میزان اپی فونا کاهش می یابد که نشان دهنده میزان اکسیژن و مواد

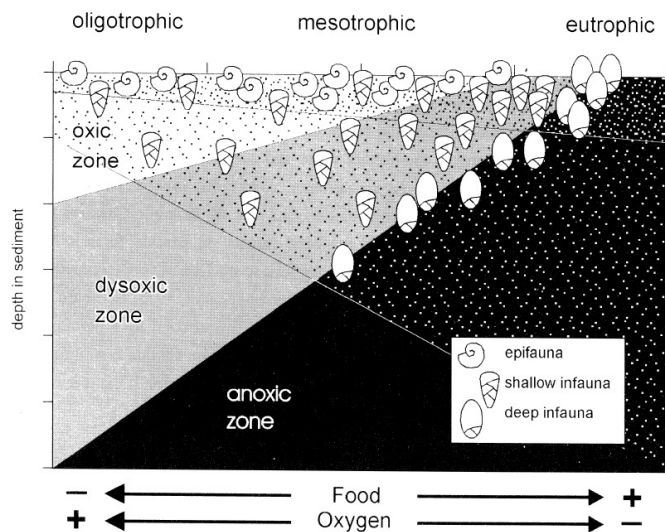


I: Highly proximal shelf basin, II: marginal dysoxid-anoxic basin, III: heterolithic code shelf (proximal shelf), IV: shelf to basin transition, V: distal shelf, VI: proximal suboxic-anoxic shelf, VII: distal dysoxic-anoxic shelf, VIII: distal anoxic shelf, IX: distal suboxic-anoxic basin

شکل ۵ - نمودار سه گانه تائیسون [۱۴] و رخساره های مشخص شده برای هر نمونه



شکل ۶ - نمودار رابطه گونه های فرامینیفرهای بنتیک با اکسیژن و مواد غذایی، برگرفته از [۱۶]



شکل ۷- مدل Trox، رابطه فرامینیفرها با عمق نفوذ اکسیژن و مواد آلی، برگرفته از [۱۱]

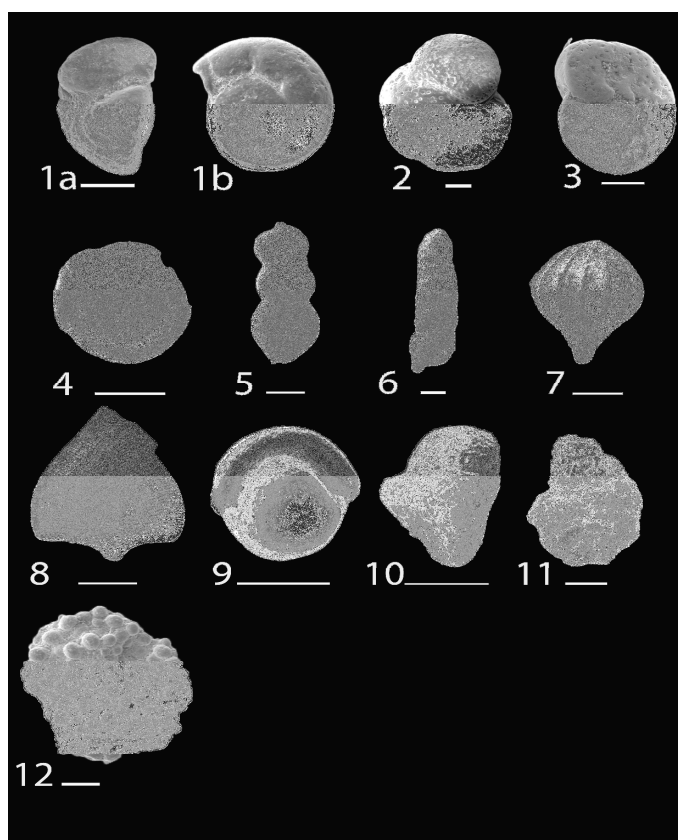


Plate 1. Scale bar represents 100µm

Epifauna: EPIFAUNAL CALCAREOUS 1a, b) Planoconvex trochospiral 2) Rounded trochospiral 3) biconvex trochospiral 4) Palmate EPIFAUNAL AGGLUTINATED 5) Coiled fattened. INFAUNAL CALCAREOUS 6) Cylindrical tapered. 7) Flattened tapered. 8) Spherical. 9) Rounded planispiral INFAUNAL AGGLUTINATED 10) Elongate multilocular 11) Flattened trochospiral. 12) Pyrite

جدول ۱- مورفوتایپ های اپی فونا و اینفونا، پیرگرفته شده از [۱]

EPIFAUNAL CALCAREOUS

Rounded trochospiral

Anomalinoides rubiginosus^a

Gyroidinoides globosus^a

Plano-convex trochospiral

Alabamina wilcoxensis

Angulogavelinella avnimelechi

Cibicidoides abudurbensis^b

Cibicidoides hyphalus^{a,b}

Cibicidoides ekblomi

Cibicidoides howelli

Cibicidoides proprius s.l.

Cibicidoides velascoensis^{a,b}

Cibicidoides spp.^a

Globorotalites michelinianus

Globorotalites spp.^a

Gyroidinoides depressus

Gyroidinoides girardanus^a

Gyroidinoides subangulatus

Nuttallinella florealis^a

Nuttallinella coronula

Osangularia plummerae

Paralabamina hillebrandti^{a,b}

Stensioeina beccariiformis^b

Stensioeina excolata

Valvalabamina lenticula

Biconvex trochospiral

Anomalinoides acutus

Anomalinoides aegyptiacus

Anomalinoides affinis

Anomalinoides ammonoides

Anomalinoides spp.

Cibicidoides dayi^a

Cibicidoides pseudoacutus

Lenticulina spp.^a

Nuttallides truempyi^{2a;c;d}

Oridorsalis plummerae^b

Osangularia plummerae

Osangularia spp.

Paralabamina lunata^{a,b}

Sliteria varsoviensis^b

Trochospiral flattened

Heronallenia lingulata

Milioline

Quinqueloculina sp.

Palmate

Frondicularia jarvisi

Neoflabellina delicatissima

EPIFAUNAL

AGGLUTINATED

A: Tubular or branching

Bathysiphon^c

Hyperammina sp.^c

B2: Coiled flattened and streptospiral

Ammodiscus cretaceus^c

Ammodiscus latus

Ammodiscus macilentus

Ammodiscus spp.^c

Glomospirella grzybowski^c

Glomospira sp.^{c;d:e}

Repmanina charoides

INFAUNAL CALCAREOUS

Cylindrical tapered

Bulimina midwayensis

Bulimina trinitatensis^{a;b}

Buliminella grata

Eouvigerina subsculptura^a

Ellipsoidella spp.

Fursenkoina sp.

laevidentalinids

Pleurostomella spp.

Praebulimina reussi^b

Praebulimina spp.

Pseudouvigerina plummerae^{a;b}

Pyramidina rudita^{a;b}

Sitella cushmani^b

Stilostomella sp.^c

Flattened tapered

Astacolus spp.

Aragonia velascoensis

Bolivinoidea delicatulus^{a;b}

Bolivinoidea draco^{a;b}

Coryphostoma decurrens

Coryphostoma incrassata^a

Coryphostoma incrassata forma

gigantea^b

Coryphostoma plaitum

Loxostomuma

Vaginulina trilobata

Spherical/globose

Allomorphina polonica

Allomorphina velascoensis

Globulina spp.^a

Guttulina sp.

Lagena spp.^a

Quadrimorphina

allomorphinoides?

Reusoolina spp.^a

Rounded planispiral

Nonionella spp.^a

Pullenia cretacea^a

Pullenia coryelli^a

Pullenia jarvisi^a

Flattened ovoid

Buchnerina sp.

Paliolatella orbygniana

Biconvex trochospiral

Gyroidinoides beisseli^f

Oridorsalis umbonatus^g

INFAUNAL

AGGLUTINATED

B1: Globular unilocular

Saccamina placenta^c

Saccamina sp.^c

C1: Elongate multilocular

Arenobulimina truncata

Arenobulimina spp.^c

Clavulinoides amorpha emend.

Alegret and Thomas

Clavulinoides trilatera

Dorothia bulleta

Dorothia pupa

Gaudryina laevigata

Gaudryina pyramidata^c

Marssonella indentata

Marssonella oxycona^c

Spiroplectamina spp.^c

Spiroplectamina dentata

Spiroplectamina aff. *S.*

israeli

Spiroplectamina spectabilis

Reophax spp.^{e,h}

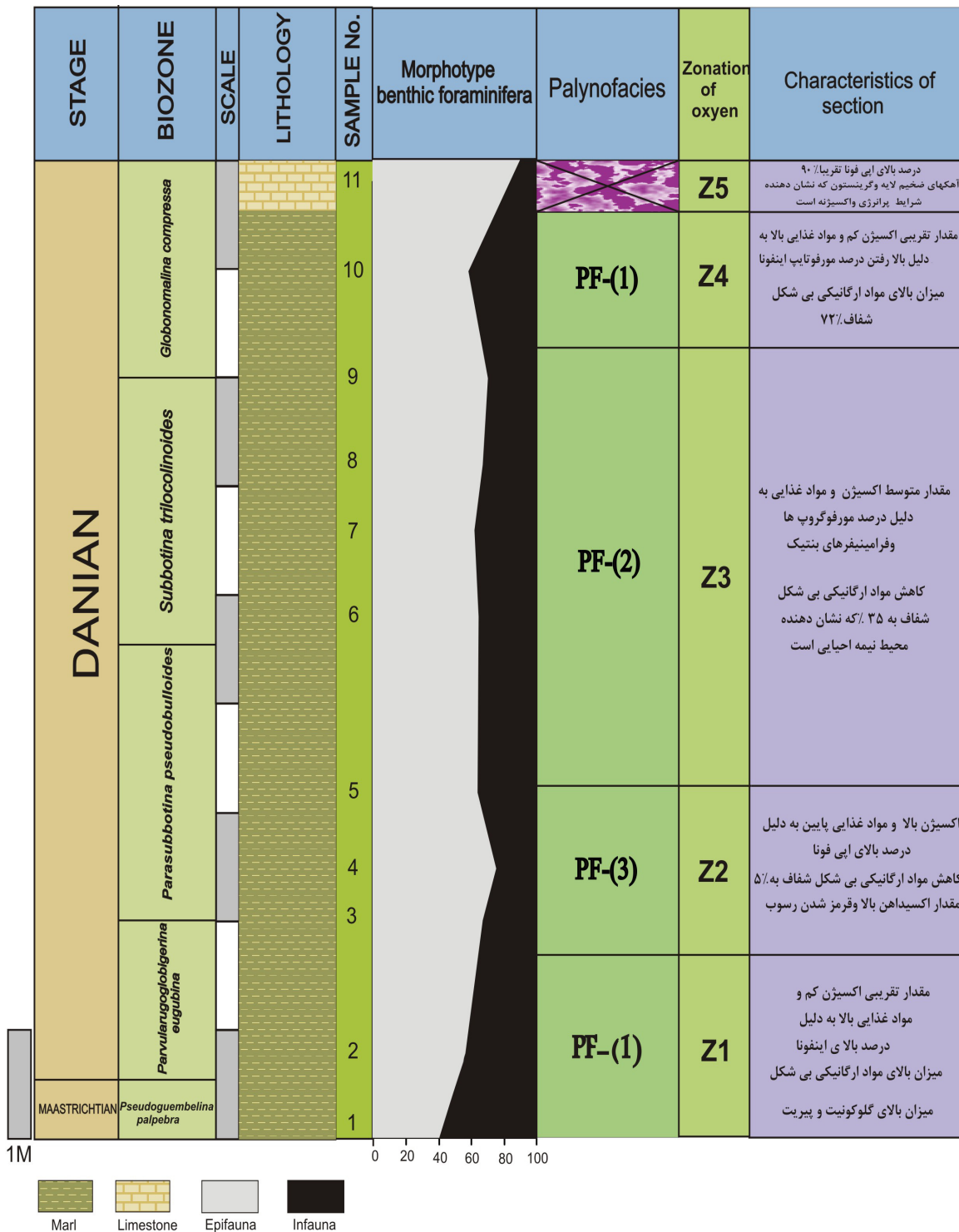
Subreophax velascoensis

Subreophax spp.^c

Vulvulina sp.

Flattened trochospiral

Haplophragmoides^{h,i}



شکل ۸- نمودار تفکیک زون های اکسیژنه بوسیله رخساره پالینولوژیکی و مورفوتایپ های فرامینیفراهای بنتیک

References

- [1] Alegret, L., Molina, E., and Thomas, E. (2003) Benthic foraminiferal turnover across the Cretaceous/Paleogene boundary at Agost (southeastern Spain): paleoenvironmental inferences; *Marine Micropaleontology* 48: 251-279.
- [2] Batten, D.J. (1996) Palynofacies and petroleum potential., *Palynology: principles and application*. AASP foundation, 3: 1065-1084.
- [3] Batten D.J. Stead D.T. (2005) palynofacies analysis and its stratigraphic application, in: Koutsoukos, E.A., M. (eds), *Applied stratigraphy*, Dordrecht. 203-226.
- [4] Bernhard, J.M. (1986) Characteristic assemblages and morphologies of benthic foraminifera from anoxic, organic-rich deposits; Jurassic through Holocene. *Journal of Foraminiferal Research* 16., 3, 207-215.
- [5] Chamney, T.P. (1976) Foraminiferal morphogroups symbol for paleoenvironmental interpretation of drill cutting samples: Arctic America, Albian continental margin: *Maritime Sediments, Special Publication 1B*, p. 585-624.
- [6] Corliss, B.H. (1985) Microhabitats of benthic foraminifera within deep-sea sediments. *Nature* 314, 435-438.
- [7] Corliss, B.H. and Chen, C. (1988) Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications. *Geology* 16, 716-719.
- [8] Gooday, A.J. (1986) Meiofaunal foraminiferans from the bathyal Porcupine Seabight (northeast Atlantic): size structure, standing stock, taxonomic composition, species diversity and vertical distribution in the sediment.
- [9] Gooday, A.J. (1990) Recent deep-sea agglutinated foraminifera: a brief review; In: Hemleben, C., Kaminski, M.A., Kuhnt, W., Scott, D.B. (Editors). *Paleoecology, Biostratigraphy, Paleooceanography and*
- [10] Kaminski, M.A., Boersma, A., Tyszka, J., Holbourn, A.E.L. (1995) Response of deep water agglutinated foraminifera to dysoxic conditions in the California Borderland basins. In: Kaminski, M.A., Geroch, S. and Gasinski, M.A. (Eds.), *Proceedings of the Fourth International Workshop on Agglutinated Foraminifera*. Grzybowski Foundation Special Publication 3, 131-140.
- [11] Jorissen, F.J., Stigter, H.C., Widmark, J.G.V. (1995) A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. *Mar. Micropaleontol.* 26, 3-15.
- [12] Lirer, F. (2000) A new technique for retrieving calcareous microfossils from lithified lime deposits; *Micropaleontology* 46:365-369.
- [13] Tyson R.V. (1989) Late Jurassic palynofacies trend, piper and kimmeridgian clay Formation, UK onshore and Northern Sea, in Batten D. J & Keen M. C (eds), *Northwest European Micropaleontology and Palynology*, 135-172.
- [14] Tyson, R.V. (1993) Palynofacies analysis; In: Jenkins, D.J. (Editor), *Applied Micropalaeontology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 269 pp.
- [15] Tyson R.V. (1995) Sedimentary organic matter, organic facies and palynofacies. *Chapman and Hall, London*, 616 pp.
- [16] Van der Zwaan, G.J., Jorissen, F.J., & De Stigter, H.C. (1990) The depth-dependency of planktonic/benthic foraminiferal ratios; constraints & applications; *Marine Geology* 95, 1-16.
- [17] Van der Zwaan, G.J., Duijnste I.A.P., Den Dulk M., Ernst S.R., & Kouwenhoven, N.T. (1999) Benthic foraminifera: proxies or problems? A review of paleoecological concepts; *Earth Sciences Reviews* 46, 213-236