Archive of SID

سازند گورپی؛ سری پیشرونده یا پسرونده؟

نوشته: الهه زارعی* و دکترابراهیم قاسمی نژاد*

Gurpi Formation; A Transgressive or Regressive Unit?

By: E. Zarei* & Dr. E. Ghasemi-Nejad *

چکیده

به منظور بررسی چگونگی تغییرات سطح آب طی انبایش سازند گورپی در برش الگو، روزن‌داران، پالینومرفهای دریایی ومحتوای مواد آلی موجود در ۳۰ نمونهٔ برداشت شده از این سازند به‌تفصیل مطالعه شدند. مطالعهٔ روزن‌داران نشان می‌دهد که به‌تدریج به سمت بالای ستون چینه‌شناسی، نسبت روزن‌داران پلاژیک به کف‌زی (P/B) کاهش، فرمهای کف‌زی با اندازه‌های بزرگ وهمچنین فرمهای پلاژیک مناطق کم ژرفای دریایی (epicontinental sea fauna: ESF) و فرمهای شاخص دریای کم ژرفا(shallow water fauna: SWF) افزایش وتنوع روزن‌داران نیز کاهش پیدا می‌کند. این تغییرات برخلاف انتظار با افزایش فراوانی وتنوع پالینومرفهای دریایی که به‌طور عمده داینوفلاژله هستند انطباق دارد. برای توضیح این تناقض و تعیین چگونگی تغییرات سطح آب، عوامل «حفاظت از مواد آلی» و تغییرات در ترکیب گروههای مختلف داینوفلاژله بررسی شد. محاسبات آماری این عوامل نشان‌دهندهٔ میزان کم عامل lability و میزان نسبتاً زیاد «نسبت مواد آلی فاقد ساختار(structureless organic matter: SOM) به پالینومرفهای دریایی» در ابتدای برش است که نشان‌دهندهٔ حفظ شدگی پایین مواد آلی در این قسمت است. در حالی‌که در قسمت بالای برش، عامل lability بالا و «نسبت SOM به پالینومرف دریایی» پایین است که نشان‌دهندهٔ حفظ شدگی خوب مواد آلی در این قسمت است. به علت حفظ شدگی انتخابی پالینومرفهای دریایی از داینوفلاژله‌های Gonyaulacoid که در مقابل شرایط محیطی دارای مقاومت بالایی هستند (اکثراً درگروه مقاوم وخیلی مقاوم قرار می‌گیرند) و فرمهای مختلف آنها به‌عنوان شاخص محیطهای دریایی باز، نریتیک خارجی تا نریتیک داخلی و ساحلی شناخته شده‌اند، استفاده شد. نتایج حاصل، منطبق ومؤید نتایج حاصل از مطالعهٔ روزن‌داران است. افزون بر این موارد، نسبت درصد سه گروه اصلی عناصر پالینولوژیکی برای تمامی نمونه‌ها محاسبه و بر روی نمودار معروف Tyson پیاده شد و سپس چگونگی تغییرات برای تمامی ستون رسم گردید. بررسی محتوای روزن‌داران نمونه‌ها، چگونگی عوامل «حفظ شدگی مواد آلی» و نمودار تایسون و مطالعهٔ گروههای مختلف داینوفلاژله نشان‌دهندهٔ شرایط کم‌وبیش ژرف(basinal) برای قسمت پایین ستون وشرایط کم‌ژرفا (proximal shelf) برای قسمتهای بالایی آن بوده و به‌طور کلی تداوم شرایط پسرونده طی انبایش سازند گورپی در این برش را نشان می‌دهد.

کلید واژه‌ها: گورپی، روزن‌دار، داینوفلاژله، موادآلی، سری پیشرونده، سری پسرونده

Abstract

Palynological and foraminiferal contents of 30 samples taken systematically from Gurpi Formation at its type section were studied in order to determine water-level fluctuations and the general trend of water-level during the depositional course of the formation. Statistical studies on foraminiferal contents of the samples show that the planktonic to benthonic ratio (P/B) and diversity decrease while benthonic foraminifera with larger size and epicontinental sea fauna (ESF) and shallow water fauna (SWF) increase in general towards the upper parts of the formation.

On the other hand dinoflagellate cyst abundance and diversity show an increasing trend which looks like a contradiction at the first glance. To describe this apparent controversy and determine the water level trend, changes in composition of palynomorphs and the organic matter preservation state (lability factor) was studied. Statistical studies show that in the lower parts of the section the lability is low and the ratio of structure-less organic matter (SOM) to marine palynomorph is high. This indicates a low state of preservation of organic matter for the lower portion. In the upper parts lability is high while the ratio of SOM to marine palynomorph is low which indicate a better state of preservation for the upper parts.

Statistical studies on the Gonyaulacoid dinocysts which are eurytopic forms and indices for open marine, inner neritic and outer neritic environments confirm the results gained from the foraminiferal studies. Combining all these data and comparing them with the well-known Tyson palynofacies analysis diagrams confirm a relatively deep basinal condition for the lower part and a relatively shallower and proximal shelf environmental condition for the upper part of the Gurpi Formation.

www.SID.ir

Archive of SID

Keywords: Gurpi, Foraminifera, Dinoflagellate, Organic matters, Transgressive, Regressive

مقدمه

برش مورد مطالعه در شمال شهر لالی از توابع مسجد سلیمان واقع است (شکل ۱). سازند گورپی در برش مورد مطالعه با سن کامپانین پسین تا پالئوسن پسین (تانتین)، ۱۸۲ متر ستبرا دارد و با ناپیوستگی فرسایشی بر روی سنگ آهک ایلام قرار می‌گیرد. این سازند در بالا به شیلهای ارغوانی سازند پابده می‌رسد (شکل ۲). سنگ شناسی چیره در این برش شیل آهکی کرم‌رنگ و شیل سیاه‌رنگ است. واحد شیل آهکی قاعدهٔ سازند به ستبرای ۷۵ متر به‌صورت تدریجی به شیل سیاه‌رنگ تبدیل می‌شود. به‌منظور بررسی نوسانات و چگونگی روند تغییر سطح آب طی انبایش سازند گورپی ۳۰ نمونه از قاعده سازند تا مرز کرتاسه/ ترشیری(K/T) برداشت و مطالعه شد.

هدف از مطالعه

هدف از این مطالعه، بررسی چگونگی تغییرات سطح آب طی انبایش سازند گورپی است. به همین منظور، مطالعات سنگ‌چینه‌شناسی و چینه‌نگاری سکانسی به این منظور صورت می‌پذیرد. در سالهای اخیر علاوه بر این مطالعات، مطالعات ژئوشیمیایی نیز به‌کمک چینه‌شناسان آمده و موضوع شاخه‌ای جدید در این علم به نام چینه‌شناسی‌شیمیایی (chemostratigraphy) شده است. شاخهٔ پالینواستراتیگرافی که در آن پالینومرفها به منظور چینه‌شناسی به‌کار گرفته می‌شوند، نیز در سالهای اخیر برای موضوعاتی از قبیل بررسی چگونگی تغییرات سطح آب دریاهای گذشته و تعیین واحدهای سازندهٔ سکانسها مورد استفاده قرار گرفته و معمول شده است. به همین منظور، مطالعهٔ چگونگی تغییرات سطح آب طی انبایش سازند گورپی با استفاده از محتوای روزن‌داران ومحتوای پالینولوژیکی نمونه‌ها و استفاده از عواملی که در این قسمت معمول است و در این مقاله تشریح می‌شود، مد نظر قرار گرفت. تعیین چگونگی تغییرات سطح آب طی انبایش سازند گورپی به درک بهتر وضعیت حوضهٔ زاگرس در طی کرتاسه پسین و بازسازی جغرافیای دیرینه این حوضه کمک می‌کند.

روزن داران

الف) نسبت روزن‌داران پلاژیک به کف‌زی: روزن‌داران از نظر نحوهٔ زیست به دو دسته کف‌زی(بنتیک) که روی رسوبات زندگی می‌کنند و پلاژیک که درحجم آب غوطه‌ورند تقسیم می‌شوند. روزن‌داران پلاژیک برعکس روزن‌داران کف‌زی که به طور معمول در ژرفای حدود ۶۰ متری زندگی می‌کنند، در منطقهٔ دور از ساحل فراوانی بیشتری دارند. دلیل این امر این است که روزن‌داران پلاژیک به‌علت تغییرات زیاد شوری در محیطهای نزدیک ساحل قادر به زندگی نیستند و فقط شکلهایی می‌توانند درچنین شرایطی زندگی کنند که قابلیت بالایی در برابر تغییر شرایط بوم‌شناختی بویژه شوری (شرایط یوری‌هالین) دارند. موجودات کف زی به‌علت نداشتن حرکت یا حرکت بسیار کم، در تفسیرمحیطهای رسوبی دارای ارزش بیشتری نسبت به موجودات پلانکتون هستند از این رو تعیین نسبت فرمهای پلاژیک به کف‌زی می‌تواند ارتباط مستقیمی با تغییرات سطح آب و فاصله از ساحل داشته‌باشد(Abramovich et al.,2002,2003; Eijden,1995). بررسی چگونگی نسبت روزن‌داران پلاژیک به کف‌زی موجود در نمونه‌های برش مورد مطالعه نشان می‌دهد که درقسمت قاعده‌ای تا ستبرای تقریبی ۷۵ متری برش، فراوانی فرمهای پلاژیک (P) زیاد بوده، سپس به‌تدریج به‌سمت بالا از فراوانی آنها کاسته شده و شکلهای کف‌زی زیاد می‌شوند (جدول ۱ و شکل ۳- A).

ب- روزن‌داران پلاژیک: گسترش روزن‌داران پلاژیک به چگالی و دمای آب بستگی دارد. روزن‌داران پلاژیک در ژرفای معینی زندگی می‌کنند و بر این اساس دارای ریخت شناسی متفاوتی هستند. به طور معمول فرمهای ژرف‌تر تخلخل کمتری دارند، چرا که پوستهٔ آنها باید شرایط محیط ژرف‌تر و اثرات ناشی از آن از قبیل انحلال کربنات کلسیم و فشار را تحمل کند (Keller et al., 2002; Martinez, 1989; Luciani, 2002, Leckie, 1987).

روزن‌داران پلاژیک را می‌توان بر اساس ژرفا به سه دسته شامل شکلهای مربوط به دریاهای برقاره‌ای (epicontinental sea fauna = ESF)، فرمهای مربوط به آبهای کم‌ژرفا (shallow water fauna = (SWF و فرمهای مربوط به مناطق ژرف (deep water fauna = DWF) تقسیم کرد(Martinez,1989; Shahin,1992; Keller et al.,2002; Schmidt et al.,2004). فرمهای ژرف(DWF) از قبیل Globotruncanids که در ژرفای بیشتر زندگی می‌کنند اغلب به

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط بوم‌شناختی حساس هستند و به‌دلیل تغییر مداوم شرایط بوم‌شناختی در محیطهای کم‌ژرفا نمی‌توانند این محیطها را تحمل نمایند.

گروه مربوط به دریاهای کم ژرفا (SWF) بیشتر روزن‌داران پلاژیک کروی شکل از قبیل Hedbergellids و Globigerinids را دربرمی‌گیرد (Schmidt et al.,2004; Keller et al.,2002; Martinez,1989). فرمهای‌دریای‌برقاره‌ای (epicontinental sea fauna) یا (ESF)، از قبیل Heterohelicids معمولاً یوری‌توپیک بوده و به شرایط بوم‌شناختی حساس نیستند. فرمهای دو ردیفی وسه ردیفی در این گروه قرار می‌گیرند. بررسی این سه گروه از روزن‌داران پلاژیک و تعیین نسبت درصد هریک از گروهها در مقاطع نازک نشان می‌دهد که در برش مورد مطالعه تا ستبرای تقریباً ۷۵ متری از قاعدهٔ سازند فرمهای DWF که بیشتر از نوع دو کیله هستند فراوان می‌باشند و از آن به بعد، به‌تدریج از فراوانی آنها کاسته شده و در مجموع فرمهای کم‌ژرفای ESF وSWF افزایش پیدا می‌کنند(جدول۱و شکل۳-B). این افزایش همراه باکاهش تدریجی فرمهای DWF (بویژه فرمهای دو کیله) نشانگر یک کم‌ژرفاشدگی تا مرز K/T هستند.

تنوع روزن‌داران: بالا رفتن تنوع در روزن‌داران می‌تواند نشان‌دهندهٔ مساعد بودن شرایط برای تکثیر و رشد گونه‌های متفاوت و کاهش آن می‌تواند ناشی از نامساعد بودن شرایط بوم‌شناختی برای گونه‌های متفاوت باشد. در چنین شرایطی، معمولاً چند گونهٔ خاص که نسبت به شرایط محیطی حساس نیستند فراوان می‌شوند(Ottens&Nederbragt,1992). در برش مورد مطالعه تنوع در ابتدای برش تا ستبرای تقریباً ۷۵ متری بالا بوده و به‌تدریج از میزان تنوع کاسته می‌شود (جدول ۱ وشکل ۳-C). این کاهش تنوع به احتمال ناشی از کاهش ژرفا باشد.

پالینومرفهای دریایی

الف) فراوانی

دینوفلاژله‌ها معمولاً در شرایط مساعد از نظر میزان دما و مواد غذایی به‌سرعت تکثیر می‌شوند و فراوانی قابل توجهی پیدا می‌کنند و قدر مطلق آنها با دور شدن از ساحل و افزایش سطح آب زیاد می‌شود. به‌همین دلیل از آنها برای تعیین موقعیت خط ساحلی استفاده می‌شود. بررسی چگونگی تغییرات فراوانی پالینومرفهای دریایی در برش مورد مطالعه نشان‌دهندهٔ افزایش تدریجی دینوفلاژله‌ها و آسترهای داخلی پوستهٔ روزن‌داران به‌سمت بالای ستون بویژه در نمونه‌های مرز K/T است(جدول۱ و شکل۳- D).

ب) تنوع

در برش مورد مطالعه تنوع پالینومرفهای دریایی (بویژه دینوفلاژله‌ها) برعکس روزن‌داران از قاعده به سمت بالای ستون، یک افزایش تدریجی نشان می‌دهد. بالا رفتن تنوع در پالینومرفهای دریایی (بویژه دینوفلاژله‌ها) می‌تواند نشان‌دهندهٔ مساعد بودن شرایط برای تولید انواع مختلفی از آنها باشد. البته باید در نظر داشت میزان فراوانی وتنوع پالینومرفهای دریایی غیر از مناسب بودن شرایط برای تولید و تنوع گونه‌های مختلف، به شرایط حفظ‌شدگی آنها نیز بستگی دارد. در صورت نبود چنین شرایطی، میزان فراوانی و تنوع به‌رغم تولید بالا ناچیز خواهد بود (Sluijs et al.,2005; Guasti et al.,2005; Zonneveld et al.,1997). بررسی نمودار حاصل از تغییرات نسبت روزن‌داران پلاژیک به کف‌زی وهمچنین انواع روزن‌داران پلاژیک و تنوع روزن‌داران، نشان‌دهندهٔ کم ژرفاشدگی تا مرز K/T است که این تغییر در دینوفلاژله‌ها بر اساس فراوانی و تنوع آنها معکوس بوده، یعنی فراوانی و تنوع به سمت مرز افزایش می‌یابد که در ظاهر می‌تواند نشان‌دهندهٔ یک ژرف‌شدگی درحوضه باشد (Sluijs et al., 2005; Guasti et al.,2005). برای توضیح این تناقضات، عوامل «حفظ شدگی مواد آلی» و تنوع گروههای مختلف دینوفلاژله بررسی شد. این عوامل ضمن رفع تناقض یاد شده نشان می‌دهند که تفسیر شرایط بوم‌شناختی بدون در نظر گرفتن «عوامل حفاظت از مواد آلی» مشکلاتی را ایجاد می‌کند. بنابراین دو عامل «حفاظت مواد آلی» بررسی و محاسبه شد.

عوامل حفاظت از مواد آلی

مواد آلی موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی را می‌توان در سه گروه تقسیم‌بندی کرد .

مواد نامتبلور یا بی‌ساختار (SOM): مواد بی‌شکل و بی‌ساختاری هستند که به‌وسیلهٔ باکتریهای هوازی و یا بی‌هوازی از سایر مواد آلی به‌وجود می‌آیند. **پالینومرفهای دریایی(MP):** همهٔ موجودات دریایی مانند دینوفلاژله‌ها و آستر داخلی پوستهٔ روزن‌داران و ... که در محیط دریایی زندگی می‌کنند را شامل می‌شود.

پالینوماسرال (P): تمام ذرات خشکی همچون گرده، هاگ وخرده‌های گیاهی را شامل می‌شود (Oboh-Ikuenobe, 1996; Gorin, 1991; Bombardiere & Gorin,2000). برای تعیین عوامل «حفاظت از مواد آلی» باید تمامی این عناصر شناسایی و نسبت درصد گروهها در نمونه‌های مورد مطالعه محاسبه شود. عوامل «حفاظت از مواد آلی» شامل عامل Lability و نسبت مواد بی‌ساختار(نامتبلور) به پالینومرف دریایی

www.SID.ir

Archive of SID

(SOM/MP) برای همهٔ نمونه‌ها در طول ستون چینه‌شناسی محاسبه شد. توضیح چگونگی این عوامل به‌شرح زیر است:

عامل Lability: این عامل نسبت ماسرالهای قهوه‌ای به کدر را نشان می‌دهد. ماسرالهای کدر در داخل حوضه در اثر شرایط اکسیدی تولید می‌شوند. از آنجا که امکان دارد این ماسرالها در اثر شرایط دیگر از قبیل جابه‌جایی(reworking) یا آتش‌سوزی به‌وجود آمده باشند (Waveren & Visscher,1994)، لازم است توسط دیگر عوامل مواد آلی همچون نسبت SOM/MP کنترل شوند.

عامل SOM/MP: این عامل چگونگی نسبت مواد آلی بی‌ساختار به پالینومرفهای دریایی را نشان می‌دهد. افزایش این عامل نشان‌دهندهٔ عدم شرایط مناسب برای حفظ شدگی مواد آلی است. در چنین شرایطی مواد آلی و پالینومرفهای دریایی توسط باکتریهای هوازی و بی‌هوازی به ذرات بی‌شکل(SOM شفاف وتیره) تبدیل می‌شوند (Gorin,1991; Oboh-Ikuenobe, 1996; Bombardiere & Gorin, 2000).

در ابتدای برش میزان این عوامل بالاست (جدول ۱، شکل ۳-G) به سمت بالای برش به‌تدریج میزان این عامل کاهش پیدا می‌کند. بررسی این دو عامل نشان می‌دهد که حتی اگر در قاعدهٔ برش شرایط برای تولید پالینومرفهای دریایی (دینوفلاژله‌ها) مساعد بوده باشد، ولی شرایط مساعد برای حفظ شدگی آنها وجود نداشته است. به‌همین دلیل با وجود فراوانی روزن‌داران پلاژیک و نسبت بالای فرمهای پلاژیک به کف‌زی در قاعدهٔ سازند که شرایط حفظ شدگی متفاوتی از مواد آلی و پالینومرفهای دریایی لازم دارند، فقط هاگهای قارچ و ریفهای قارچی که در مقابل شرایط آلکالینیته و اکسیژن مقاوم هستند (Waveren&Visscher,1994; Schioler et al.,2002) باقی مانده‌اند و بقیهٔ ذرات آلی به SOM تیره تبدیل شده‌اند. افزایش فراوانی و تنوع پالینومرف دریایی به‌سمت بالای ستون نشان‌دهندهٔ بهبود شرایط حفظ شدگی مواد آلی یعنی کاهش میزان اکسیژن و افزایش آهنگ رسوبگذاری است. بنابراین می‌توان برمبنای نسبت روزن‌داران پلاژیک به کف‌زی، انواع روزن‌داران پلاژیک وهمچنین تنوع آنها و تطابق آنها با میزان تنوع فراوانی پالینومرفهای دریایی تغییرات سطح آب را بررسی کرد .

تغییر در ترکیب پالینومرفهای دریایی

سازگاری بعضی از گونه‌های دینوفلاژله به شرایط سطح آب باعث شده است تا بتوان بر اساس مجموعه دینوفلاژله‌های دریایی شرایط پروکسیمال (مناطق کم‌ژرفای نزدیک ساحل) و دیستال (مناطق ژرف و دور از ساحل) را نشان داد. بنابراین مجموعه‌های دینوفلاژله‌های موجود در رسوبات می‌توانند در بازسازی میزان نزدیکی و دوری محیط رسوبی از ساحل کمک کند (Sluijs et al.,2005; Guasti et al.,2005; Zonneveld et al., 1997; Hultberg and Malmgren, 1986).

مطالعات و نقشه‌های پراکندگی دینوسیستهای امروزی نشان‌دهندهٔ وابستگی دینوفلاژله‌ها به غذا و دمای آب است. بنابراین فراوانی و تنوع آنها به‌شدت وابسته به بوم‌سامانه و تنش محیطی است. تنش خود اغلب وابسته به چگونگی دوری و نزدیکی از خط ساحلی است. بنابراین تغییرات در ترکیب و تنوع مجموعه‌های دینوفلاژله‌ها می‌تواند برای تعیین دوره‌های پیشروی و پسروی استفاده شود. این کاربرد موفقیت‌آمیز دینوفلاژله‌ها باعث شده است که در چینه نگاری‌سکانسی نیز از آنها استفاده شود.

در بازسازی تغییرات سطح آب به دو صورت از سیست دینوفلاژله‌ها (دینوسیستها) استفاده می‌شود:

۱- استفاده از اختلاف در مجموعه و ترکیب آنها (گروههای مختلف)

۲- مطالعه و ارزیابی تنوع و فراوانی در مجموعهٔ آنها

مطالعهٔ گروههای مختلف دینوفلاژله و تغییرات در ترکیب گروهها در بازسازی تغییرات سطح آب توسط افراد مختلف از جمله Carlos&Francisca(1999), John(1993), Sluijs et al.(2005), Guasti et al. (2005) صورت گرفته است. بر مبنای تحقیقات این محققان افزایش فرمهای اقیانوسی و نریتیک خارجی مانند *Impagidinium* و *Nematosphaeropsis* نشان‌دهندهٔ افزایش سطح آب است. همچنین افزایش فرمهای نریتیک و ساحلی مانند *Areoligera* و *Glaphrocysta* نشان‌دهندهٔ شرایط پسروی است.

اما باید در نظر داشت که تولید و تنوع دینوفلاژله‌ها نه تنها به تغییرات سطح آب بلکه به حفظ شدگی آنها نیز وابسته است. حفظ شدگی برخی از دینوفلاژله‌ها وابسته به شرایط بوم‌شناختی، بویژه میزان اکسیژن کف حوضه است. بر اساس میزان حساسیت به شرایط بوم‌شناختی دینوسیستها به ٤ گروه تقسیم می‌شوند: فرمهای بسیار حساس، فرمهای حساس، فرمهای مقاوم و فرمهای بسیار مقاوم (Zonneveld et al.,1997). راستهٔ Peridinioids جزو گروه بسیار حساس و حساس به شرایط اکسیژن‌دار به شمار می‌آید و در صورت نبود شرایط مساعد برای حفاظت آنها به‌سرعت از بین می‌روند. در مقابل، راستهٔ Gonyaulacoids که حساسیت کمتری به شرایط بوم‌شناختی دارد بیشتر در گروه مقاوم قرار می‌گیرند. بنابراین، برای بررسی تغییرات سطح آب و برای جلوگیری از اشتباه ناشی از عدم حفظ شدگی دینوفلاژله‌ها از این راسته استفاده شد. براین اساس بر مبنای تقسیم بندیهای Sluijs et al. (2005), Guasti et al. (2005), John (1993), Carlos &Francisca (1999) که محیطهای دریایی را بر مبنای

www.SID.ir

Archive of SID

دایونوسیستهای شاخص از محیط ساحلی به نریتیک خارجی و اقیانوسی تفکیک کرده‌اند چگونگی فراوانی فرمهای شاخص این گونه محیطها در نمونه‌های برش مورد مطالعه محاسبه شد (شکل ٤). این گروهها شامل فرمهای زیر است:

Areoligera, Glaphyrocysta, Operculodinium , Spiniferites , Cliestosphaeridium, Nematosphaeropsis, Impagidinium

بررسی این گروهها نشان می‌دهد که در ابتدای برش مورد مطالعه هرچند که به علت عدم حفظ شدگی مواد آلی فراوانی کمی از دایونوفلاژله‌ها و پالینومرفهای دریایی ثبت شده ولی به‌طور نسبی جنسهای *Impagidinium* و *Nematosphaeropsis* فراوان‌تر بوده و به‌تدریج به‌سمت بالای برش مورد مطالعه که تنوع و فراوانی دایونوفلاژله‌ها افزایش می‌یابد، فراوانی مربوط به فرمهای شاخص محیطهای نریتیک و ساحلی مانند *Areoligera, Glaphyrocysta* و *Spiniferites* است. همچنین فراوانی *Deflandera* که در محیطهای عاری از کربن فراوان می‌شود و معمولاً شرایط eutrophic و محیطهای نزدیک به ساحل را نشان می‌دهد (Guasti et al.,2005) در این قسمت ثبت شده است. مجموع این موارد یک کم ژرفاشدگی به‌سمت بالای ستون چینه‌شناسی را تأیید می‌کند .

بررسی چگونگی تغییرات سطح آب براساس نمودار سه‌گانهٔ Tyson(1993)

پس از تعیین نسبت درصد سه گروه اصلی عناصر پالینولوژیکی، مقادیر روی نمودار سه‌گانهٔ Tyson (1993) پیاده و موقعیت هر نمونه مشخص شد (شکل۵). براین اساس نمونه‌های ۱، ٦، ۸، ١٦ و٣٧ در رخسارهٔ I قرار می‌گیرند. این رخساره محیط ژرف حوضه‌ای (highly proximal shelf تا basin) رانشان می‌دهد. محاسبهٔ نسبت روزن‌داران پلاژیک به کف‌زی ومیزان فرمهای ژرف (DWF) و تنوع روزن‌داران همگی مقدار بالایی را نشان می‌دهند که منطبق با کاهش میزان lability و افزایش نسبت SOM به پالینومرف دریایی است. این شواهد نشان می‌دهد که نمونه‌های ۱، ٦، ۸ و ١٦ در محدودهٔ شرایط حوضه‌ای قرار می‌گیرند. نمونهٔ شماره ۳۷ به‌علت پایین بودن میزان روزن‌داران پلاژیک و همچنین فراوانی فرمهای کم ژرفای ESF وSWF و بالا بودن میـــزان lability شرایط حاشیه‌ای ژرف (highly proximal shelf) را بیان می‌کند. نمونه های ١٤، ٢٢، ٢٣ و ٣٣ در رخسارهٔ II که شرایط حاشیه‌ای تقرکم‌وبیش بی‌اکسیژن تا حوضه‌ای بی‌اکسیژن (marginal dysoxic–anoxic basin) را نشان می‌دهد قرار می‌گیرند. بررسی میزان روزن‌داران پلاژیک و عوامل حفظ شدگی مواد آلی میزان lability پایین و نسبت SOM به پالینومرف دریایی به نسبت بالایی را نشان می‌دهد که مؤید چنین شرایطی است. نمونه‌های شماره ٤ ،١٢ ، ٢١ و٣١ در رخسارهٔ شماره IX که شرایط حوضه‌ای تقریباً بی‌اکسیژن تا بی‌اکسیژن anoxic– (distal suboxic basin) را نشان می‌دهد قرار می‌گیرند. بررسی دقیق محتوای فسیلی و مواد آلی نشان می‌دهد که نمونه‌های ٤ و ١٢ دارای میزان روزن‌داران پلاژیک (DWF) بالایی بوده و گویای شرایط حوضه‌ای تقریباً بی‌اکسیژن(suboxic basin) است. نمونه‌های ۲۱ و ۳۱ نیز با نسبت پایین lability ومیزان SOM به پالینومرف دریایی و سنگ‌شناسی شیلی دارای میزان کمتری از روزن‌داران پلاژیک (DWF) است که شرایط حوضه‌ای کم‌وبیش بی‌اکسیژن(anoxic basin) را نشان می‌دهند. نمونه‌های ۲۵، ۲۷ و ۳۵ در رخسارهٔ شمارهٔ VIII که شرایط حاشیهٔ حوضه‌ای ژرف(distal anoxic shelf) راشامل می‌شود، قرار می‌گیرند. دراین نمونه‌ها میزانlability و SOM شفاف بالا بوده، میزان روزن‌داران کف‌زی بیشتر شده و فرمهای ESF و SWF افزایش نشان می‌دهند. میزان بالای فرمهای ESF وSWF تأیید کنندهٔ شرایط حاشیه‌ای حوضه‌ای (distal shelf) است.

نمونهٔ شماره ۳۹ با داشتن میزان lability بالا و میزان SOM به پالینومرف دریایی تقریباً پایین و همچنیـــن میزان بالایی از روزن‌داران کم‌ژرفا (SWF, ESF) در رخسارهٔ III قرار می‌گیرد که نشان‌دهندهٔ شرایط حاشیه‌ای کم‌ژرفا(proximal shelf) است. این عوامل به‌علاوهٔ سنگ‌شناسی شیلی، مؤید رسوبگذاری این نمونه‌ها در شرایط حاشیه‌ای کم‌ژرفا (proximal shelf) است. نمونهٔ شماره ٤١ با داشتن lability بالا و همچنیـــن میـــزان بالایی از فرمهای یوری‌توپیک مناطق کم‌ژرفا (SWF,ESF) در رخسارهٔ VI که شرایط کم‌ژرفای نیمه‌اکسیژن‌دار تا حاشیه‌ای بی‌اکسیژن (proximal suboxic–anocic shelf) را نشان می‌دهد، قرار می‌گیرد. نمونه‌های شمارهٔ ٤٢ تا ٤٨ در رخسارهٔ V قرار می‌گیرند. این رخساره که نمونه‌های پس از مرز K/T را دربرمی‌گیرد، منطبق بر محیط حاشیه‌ای ژرف(distal shelf) است. مطالعهٔ این نمونه‌ها میزان بالایی از پالینومرفهای دریایی و افزایش قابل توجهی از فرمهای مناطق کم‌ژرفا و افزایش ماسرالهای کدر با کناره‌های کاملاً گرد شده را نشان می‌دهد که نشانهٔ آشفتگی در محیط است.

بحث

مطالعهٔ مواد آلی و تعیین نسبت درصد سه گروه اصلی عناصر پالینولوژیکی وتأثیر عوامل «حفاظت از مواد آلی» و تطابق آنها با نسبت روزن‌داران پلاژیک به کف‌زی وهمچنین گروههای مختلف روزن‌داران پلاژیک در مقاطع مورد مطالعه و با تغییرات فراوانی و تنوع پالینومرفهای

www.SID.ir

Archive of SID

دریایی نشان می‌دهد که در شیلهای آهکی ابتدای برش فراوانی و تنوع بالایی از روزن‌داران پلاژیک از انواع DWF وجود دارد. این فراوانی و تنوع که منطبق بر درصد ناچیزی از پالینومرفهای دریایی و بالا بودن میزان نسبت SOM به پالینومرف دریایی ومیزان lability پایین می‌باشد، نشان‌دهندهٔ عدم حفظ شدگی مواد آلی است. مطالعهٔ آماری گروه داینوفلاژله‌های مقاوم در برابر شرایط محیطی (Gonyaulacoids) فراوانی فرمهای نریتیک خارجی و اقیانوسی مانند *Impagidinium* و *Nematosphaeropsis* را نشان می‌دهد. استنتاج چنین شرایطی منطبق با نتایج حاصل از نمودار سه‌گانهٔ تایسون است. به‌تدریج به‌سمت بالای ستون چینه‌شناسی و در شیلهای سیاه‌رنگ میزان lability افزایش می‌یابد و کاهش نسبی از میزان نسبت SOM شفاف به پالینومرف دریایی مشاهده می‌شود. این تغییرات همراه با افزایش فراوانی و تنوع پالینومرفهای دریایی نشان‌دهندهٔ حفظ شدگی خوب مواد آلی است. فراوانی فرمهای پلاژیک مناطق کم ژرفای SWF وESF و افزایش روزن‌داران کف‌زی با اندازهٔ بزرگ نشان‌دهندهٔ شرایط کم‌ژرفاتر در قسمتهای بالایی ستون مورد مطالعه است. همچنین بررسی داینوفلاژله‌ها نشان می‌دهد که فرمهای خاصی مانند *Glaphyrocysta*, *Areoligera*, *Operculodinium* و *Spiniferites* فراوان می‌شوند که مؤید شرایط نریتیک داخلی و محیط ساحلی یعنی حاشیه‌ای کم‌ژرفا است. چنین شرایطی نشان‌دهندهٔ یک کاهش تدریجی ژرفاست.

نتیجه‌گیری

مطالعهٔ تغییرات نسبت روزن‌داران پلاژیک به کف‌زی و افزایش فراوانی انواع فرمهای پلاژیکESF وSWF کم‌ژرفاشدگی به سمت مرز کرتاسه/ترشیری را در برش مورد مطالعه نشان می‌دهد. اما مطالعهٔ دو عامل «حفاظت از مواد آلی» شامل lability و نسبت SOM به پالینومرف دریایی نشان می‌دهد که میزان پایین lability و افزایش میزان نسبت SOM به پالینومرف دریایی حاصل عدم حفظ شدگی مواد آلی در قاعدهٔ برش است. به‌تدریج میزان lability افزایش می‌یابد که این افزایش به‌همراه کاهش نسبی از نسبتSOM به پالینومرف دریایی که در شیلهای سیاه‌رنگ سازند به بیشترین میزان خود می‌رسد، نشان‌دهندهٔ حفظ شدگی خوب مواد آلی است. حفظ شدگی مواد آلی به‌همراه افزایش فراوانی روزن‌داران ESF و SWF و افزایش روزن‌داران کف‌زی و فراوانی داینوسیستهای محیط نریتیک داخلی و ساحلی مؤید کاهش ژرفاست. این تغییرات و نوسانات سطح آب (پسروی و به‌دنبال آن پیشروی همراه با کاهش دما) درمرز K/T باعث ایجاد جریانهای بالا رونده(upwelling) می‌شود. چنین جریانهایی خود باعث فراوانی فرمهای یوری‌توپیک ESF وSWF و فرمهای بسیار ریز ابتدای ترشیری شده و در ضمن باعث فراوانی پالینومرف دریایی نیز می‌شود. وجود فسفات و کانیهای درجازایی چون گلوکونیت در نمونه‌های مرز K/T مؤید چنین شرایطی است .

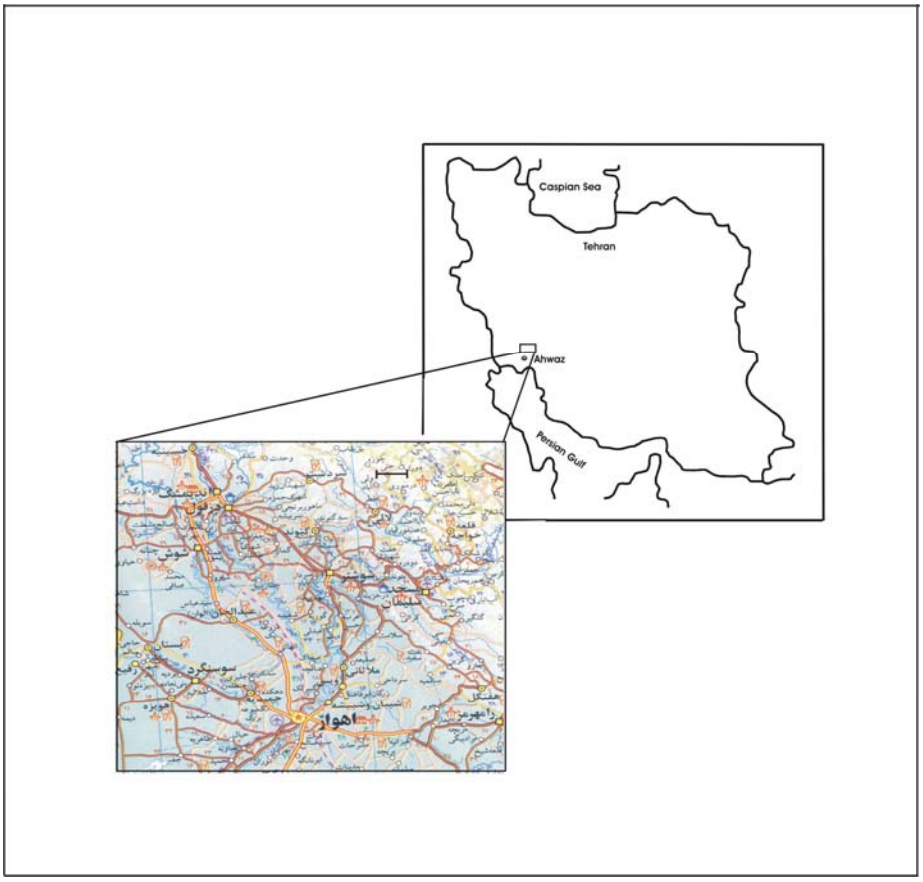
جدول ۱- اطلاعات مربوط به مطالعات آماری بر روی روزن‌داران و عناصر پالینولوژیکی

SOM: مواد آلی نامتبلور
MP: پالینومورف دریایی
P: پالینوماسرال
SOM/MP: نسبت مواد نامتبلور به پالینومورف دریایی
Lability: نسبت ماسرالهای قهوه‌ای به کدر
P/B: نسبت روزن‌داران پلاژیک به کف‌زی
DWF: روزن‌داران مربوط به مناطق ژرف
SWF: روزن‌داران مربوط به مناطق کم‌ژرفا
ESF: روزن‌داران مربوط به مناطق برقاره‌ای
P(foram): وضعیت حفظ شدگی روزن‌داران
mg: حفظ شدگی خوب
mm: حفظ شدگی متوسط
mp: حفظ شدگی ضعیف

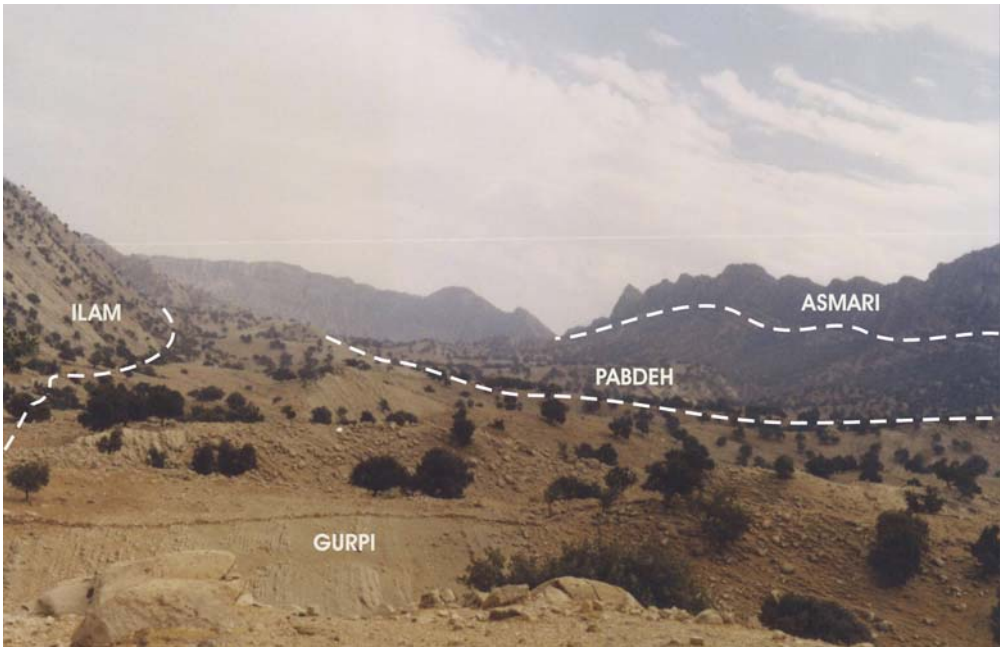
FORAMINIFERA								PALYNOLOGICAL ELEMENTS						
S.No.	P/B	ESF	SWF	DWF	Diversity	Abundance		SOM %	MP%	P %	Diversity(MP)	SOM/Mp	Lability	Eustasy
1	92	45	35	20	74.4	55	mg	6	2	92	3	75	95	50
4	95	10	40	50	51.1	8	mp	85	0	15	0	100	95	90
6	80	30	60	10	55.8	15	mp	15	0	85	0	100	2	85
8	90	38	52	10	46.5	75	mp	8	0	92	0	100	2	65
10	75	40	50	10	43.8	85	mp	55	15	30	27.3	78.5	50	50
12	90	32	53	15	90.6	65	mg	80	0	20	0	100	95	75
14	90	28	58	15	100	55	mg	15	5	80	13.69	75	60	55
16	90	10	30	60	67.44	45	mg	5	0	95	4.1	100	20	55
18	75	20	42	38	72.09	58	mg	35	10	55	41	77	55	50
20	84	25	40	35	46.51	35	mm	35	10	55	9.58	77	60	45
21	75	25	45	30	62.79	43	mg	55	5	40	6.84	91.6	90	45
22	75	10	60	30	58.1	55	mp	25	0	75	2.73	100	98	45
23	75	10	60	30	58.1	50	mp	5	10	85	10.95	33.3	80	48
25	50	60	35	5	58.1	70	mm	70	20	10	60.2	77.7	60	35
27	50	60	35	5	50	48	mm	70	15	15	43.83	82.3	60	30
29	50	12	59	9	46.51	20	mm	45	10	45	34.24	81	70	38
31	50	55	40	5	34.88	33	mg	60	10	30	52.05	85	60	40
33	64	45	52	3	23.25	5	mm	10	10	80	39.72	50	80	35
35	77	30	65	5	27.9	27	mg	65	25	10	65.7	72	40	30
37	45	25	45	30	23.25	5	mp	2	1	97	0	66.6	80	10
39	98	40	50	10	25.58	15	mp	15	25	60	100	37.5	60	5
41	25	47	50	3	30.23	35	mg	35	5	60	50	87.5	50	10
42	8	40	40	0	9.3	96	mg	25	35	40	45	41.5	50	15
43	5	40	60	0	6.9	98	mg	20	50	30	50	28.5	70	20
44	0	40	60	0	6.9	98	mg	25	55	20	50	31.2	70	25
45	0	20	80	0	6.9	98	mg	15	60	25	50	20	50	30
46	0	20	80	0	6.9	95	mg	10	62	28	50	13.8	50	30
47	0	10	90	0	6.9	85	mg	5	70	25	46	6.6	75	40
48	0	15	85	0	16.2	90	mg	5	70	25	47	6.6	50	50

www.SID.ir

Archive of SID



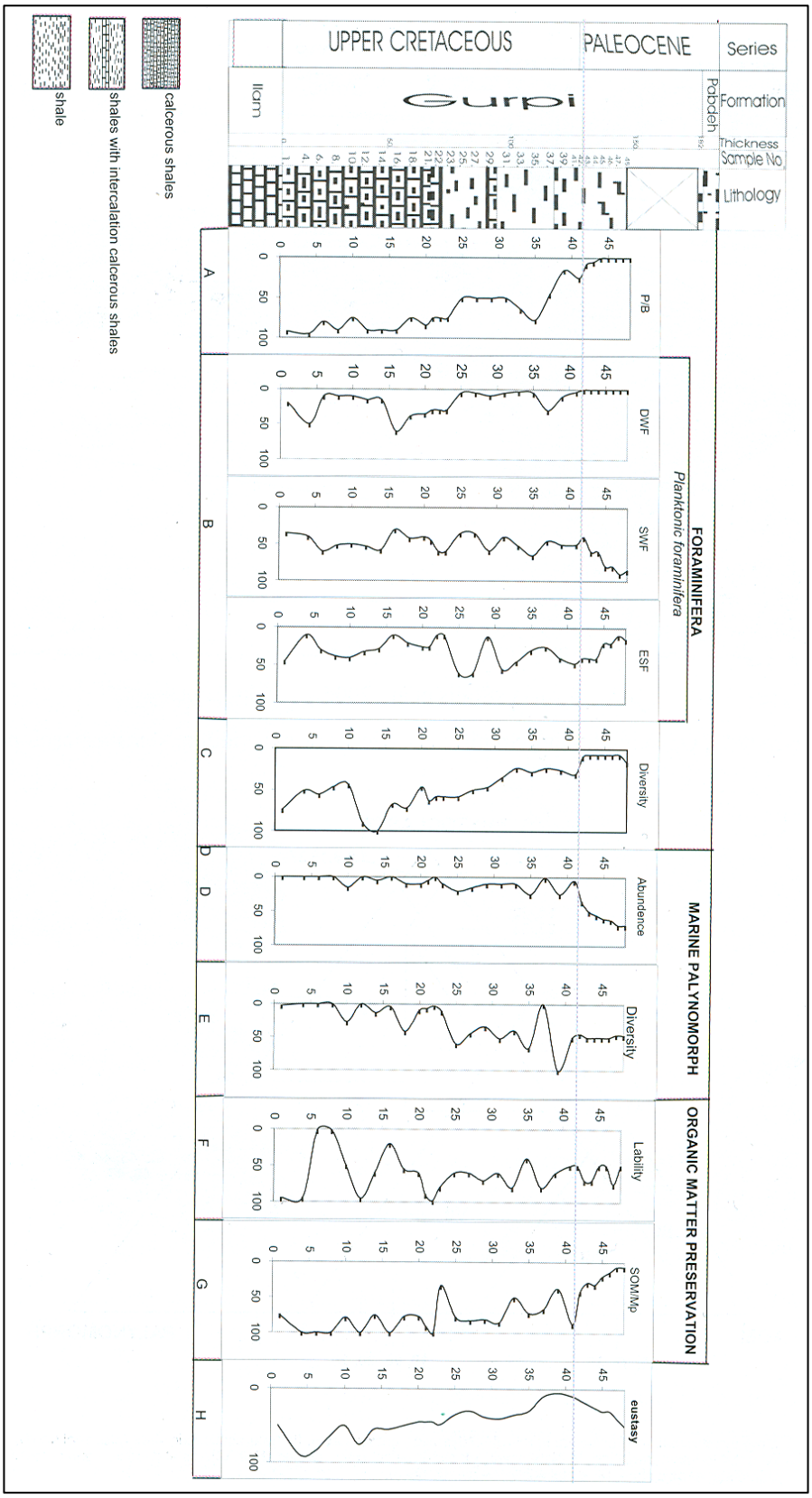
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه



شکل۲- نمایی از سازند گورپی در برش مورد مطالعه (برش الگو، دید از باختر به خاور)

www.SID.ir

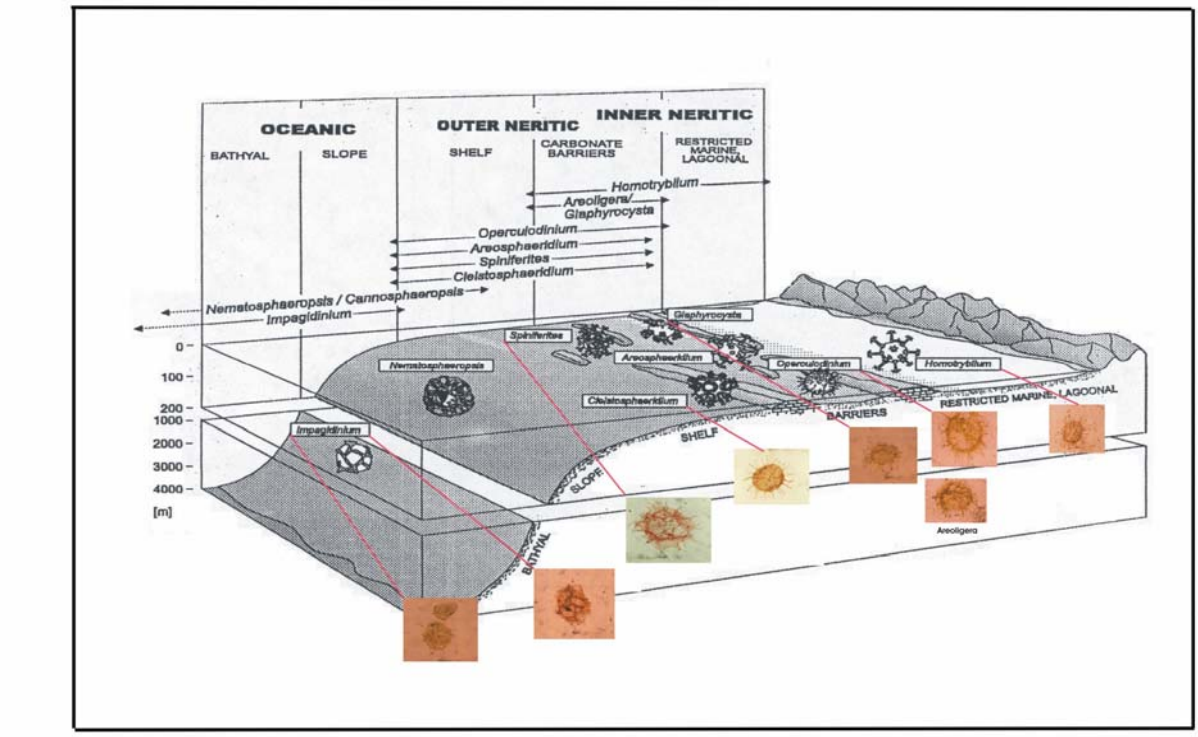
Archive of SID



شکل ۳- نمایش منحنیهای مربوط به محتوی فسیلی ومیزان مواد آلی در برش مورد مطالعه برای بررسی تغییرات سطح آب

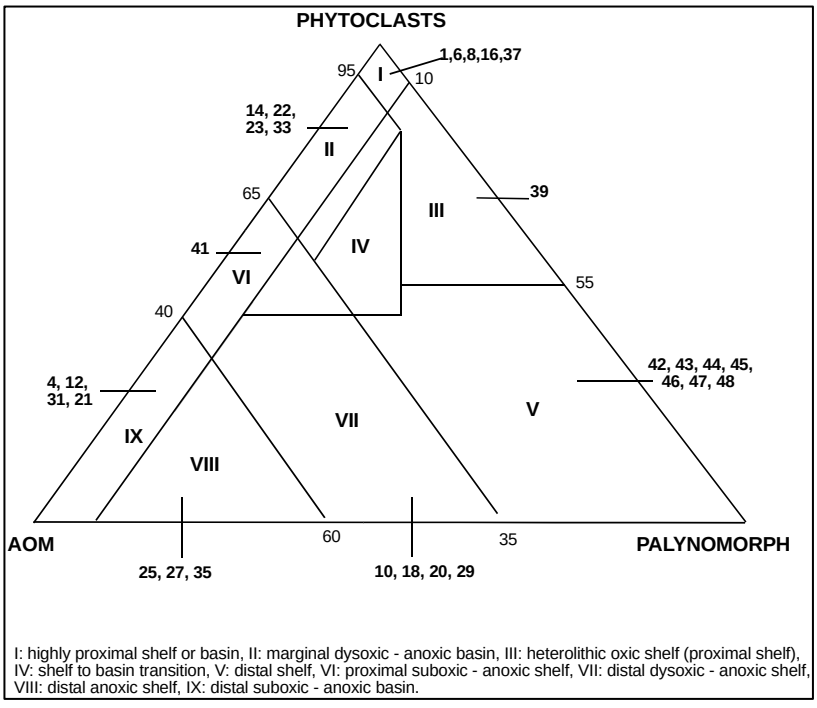
www.SID.ir

Archive of SID



شکل٤- تفکیک محیطهای دریایی بر مبنای دایِنوسیستهای شاخص راسته Gonyaulacoids از محیط ساحلی به نریتیک خارجی واقیانوسی (اقتباس از Sluijs et al., 2005) که به ترتیب شامل:

Areoligera/Glaphyrocysta,Operculodinium,Spiniferites,Cleistocasphaeridium,Nematosphaeropsis, Impagidinium



شکل ٥- نمودار سه‌گانهٔ Tyson(1993) و رخساره‌های مشخص شده برای هر نمونه

www.SID.ir

Archive of SID

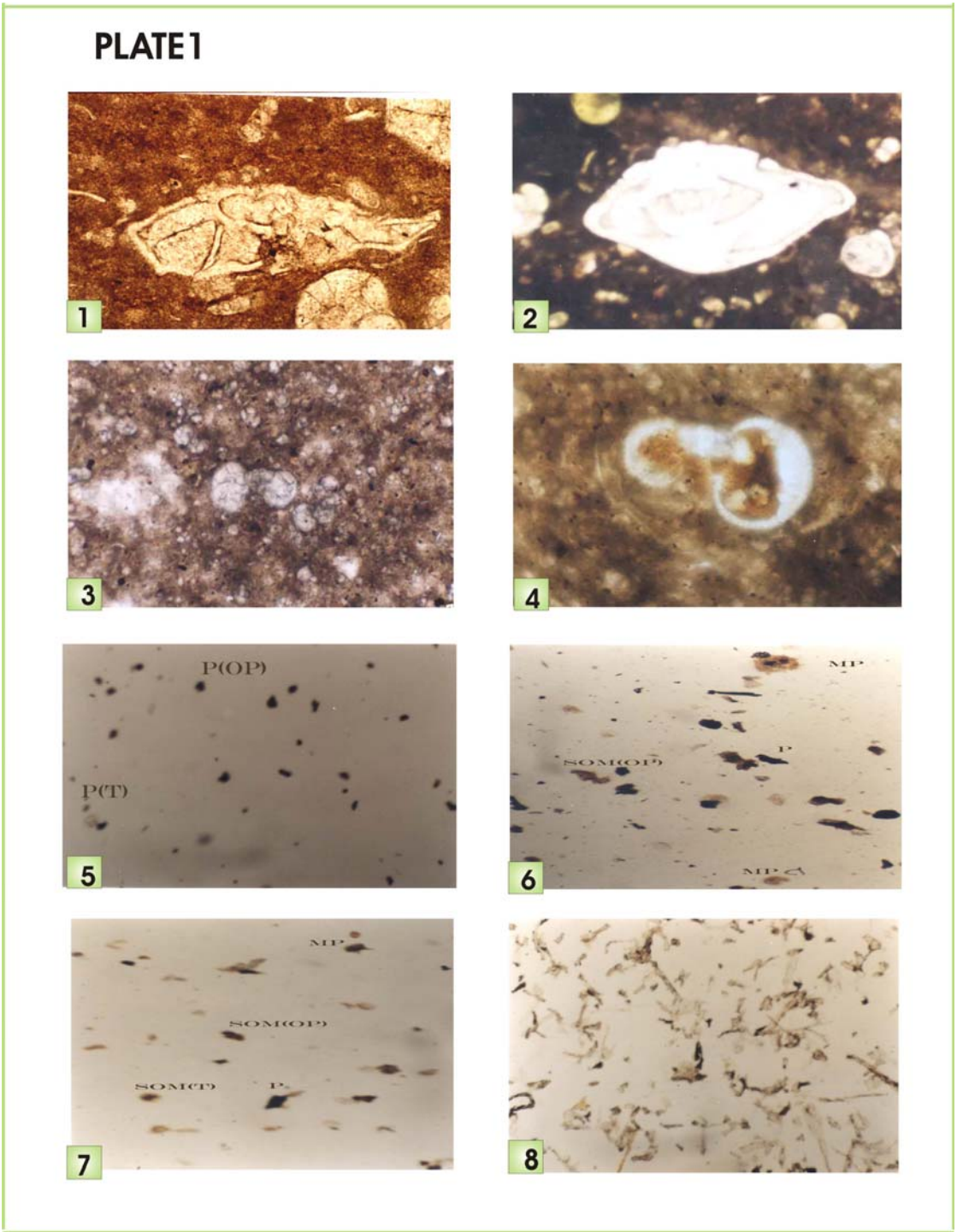


Plate 1

1-*Globotruncana calcarata* Cushman, X40.
2- *Lenticulina* sp., X40
3-*Globigerina triloculinoides* Plummer, X40. Abundance of foraminifera in the Early Paleocene.
4-*Globigerina triloculinoides* Plummer, X40.
5- Abundance of opaque maceral; low lability
6- Abundance of marine palynomorphs (dinoflagellate cysts) relative to SOM.
7- Abundance of SOM relative to marine palynomorphs.
8- Fungal spore and fungal body.

www.SID.ir

Archive of SID

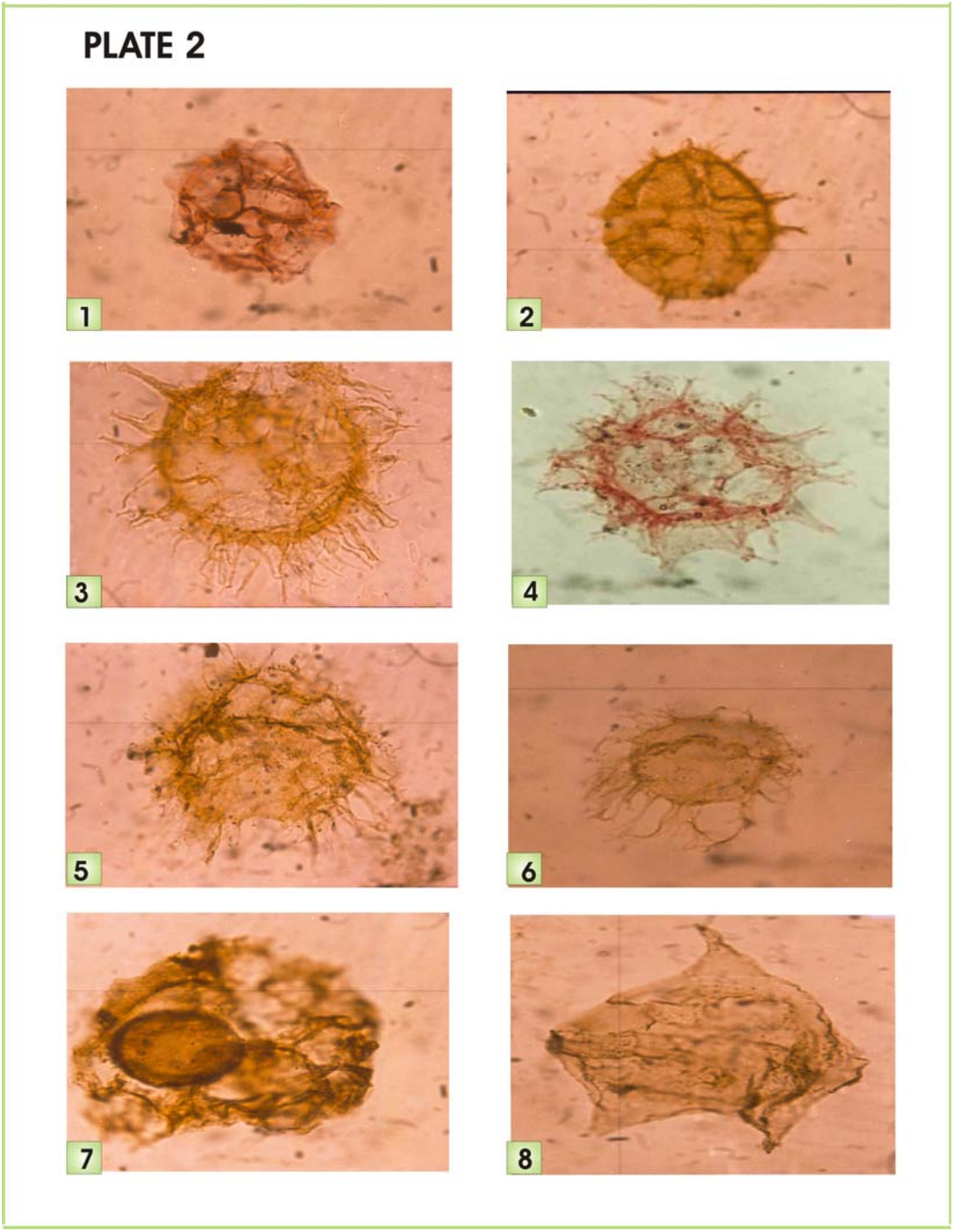


Plate 2

1- *Impagidinium* sp., X640.
2- *Impagidinium aculeatum*, X640.
3- *Operculodinium* sp., X640.
4- *Spiniferites* sp., X640.
5- *Areoligera senonensis* (Wilson 1967 a) Lentin and Williams 1976., X640.
6- *Glaphyrocysta* sp., X640.
7- *Thalassiphora* sp., X640.
8- *Deflandrea oebisfeldensis*, Alberti 1959, X640.

www.SID.ir

Archive of SID

References

Abramovich,S., Keller,G., 2002- High stress late Maastrichtian Palaeoenvironment: inference from planktonic foraminifera in Tunisia. Paleo III, 178, 145-164.

Abramovich,S., Keller,G., Stuben,D., Berner,Z., 2003- Characterization of late Campanian and Maastrichtian planktonic foraminifera depth habites and vital activities based on stable isotopic. Paleo III, 202, 1-29.

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.

Carlos,A.J., Francisca,E,O., 1999- Sequence stratigraphic interpretations from palynofacies, dinocyst and lithology data of Upper Eocene-Lower Oligocene strata in southern Mississippi and Alabama,U.S.Gulf Coast.Paleo III, 145, 259-302.

Eijden,A., 1995- Morphology and relation frequency of planktonic foraminifera species in relation To oxygen isotopically depth habitats. Paleo III, 113, 267- 301

Gorin,G.E., Steffen,D., 1991- Organic facies as a tool for recording eustatic variation in marine fine-grained carbonates-example of the Berriasian Stratotype at Barrias(Ardecch,SE France). Paleo III, 85, 303-320

Guasti,E., Kouwenhoven,T.j., Brinkhuis,H., Speijer,R., 2005- Paleocene sea level and productivity changes at the southern Tethyan margin (El Kef,Tunisia). Marine Micropaleontology, 55, 1-17.

Hultberg,S., Malmgren,B., 1986- Dinoflagellates and planktonic foraminifera paleobathymetry indices in the boreal uppermost Cretaceous. Micropaleontology 32(4), 310-323.

John,V.F., 1993-Dinoflagellate assemblages and sea-level fluctuations in the Maastrichtian of South west Georgia. Review of Palaeobotany and Palynology. 79, 179-204.

Keller,G., Adatte,T., Stinnesbeck,W., Luciani,V., Karoui-Yaakoub,N., Zaghbi-Turki,D., 2002- Paleoecology of the Cretaceous-Tertiary mass extinction in planktonic foraminifera. PaleoIII, 178, 257-297.

Leckie,R., 1987- Paleoecology of mid Cretaceous planktonic foraminifera: A comparison of open ocean and Epicontinental sea assemblages. Micropaleontology, 33 .164-176.

Luciani,V., 2002- High resolution planktonic foraminifera analysis from the Cretaceous-Tertiary boundary at Ain Settara (Tunisia): evidence of an extended mass extinction. Paleo III , 178, 299-319.

Martinez,R., 1989- Foraminiferal biostratigraphy and paleoenviroment of the Maastrichtian colon mudstone of northern south America. Micropaleontology, 35, 97-113.

Oboh-Ikuenobe,F.E., 1996- Correlating palynofacies assemblages with sequence Stratigraphy in Upper Cretaceous (Campanian) sedimentary rocks of the Book Cliffs, east-central Utah. G. S. A., Ballerin, 108, 1275-1294.

Ottens,G., Nederbragt,A., 1992- Planktonic foraminifera diversity as indicator of ocean environment. Marine Micropaleontology, 19, 13 -28.

Schioler,P., Crampton,J., Laird,M., 2002- Palynofacies and Sea level changes in the middle Coniacian Late Campanian (Late Cretaceous) of the East cos Basin, New Zealand. Paleo III, 188, 101-125.

Schmidt,D., Thierstein,H., Bollmann,G., 2004- The evolutionary history of size variation of planktonic foraminifera assemblages in the Cenozoic. Paleo III, 212, 159 -180.

Shahin,A., 1992- Contribution to the foraminifera biostratigraphy and paleobathymetry of the late Cretaceous and early Tertiary in the western central sinai Egypt. Revue de Micropaleontologie, 35, 157-175.

Sluijs,A., Pross,J., Brinkhuis, H., 2005- From greenhouse to icehouse;organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Pleogene. Earth-Science Reviews ,68 ,281-31

Tyson,R., 1993- Palynofacies analysis. Applied Micropaleontology, 153-191.

Waveren,I., Visscher,H., 1994- Analysis of the composition and selective preservation of organic matter in surfical deep–sea sediment form a high–productivity area (Bandasa, Indonesia) Paleo III, 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.

* گروه زمین شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران

*Department of Geology, University College of Sciences, University of Tehran

www.SID.ir