

## استفاده از پالینوفاسیسها در مقایسه عمق نسبی دیرینه شیل‌های ارغوانی قاعده سازند پابده در دو برش دره شهر و الگو

جواد ربانی<sup>۱\*</sup>، ابراهیم قاسمی نژاد<sup>۲</sup>، علیرضا عاشوری<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری چینه شناسی و فسیل شناسی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- استاد گروه زمین شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران      ۳- استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

\*پست الکترونیک: javad.rabbani@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۲

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۱۴

### چکیده

شیل‌های ارغوانی قاعده سازند پابده در برش دره شهر شامل ۱۵۳ متر و در برش الگو ۱۰۲ متر شیل و مارن به رنگ‌های ارغوانی، سبز و خاکستری می‌باشد که به تدریج به سمت بالا به مارن و سنگ آهک‌های آرژیلی تبدیل می‌شوند. به منظور بررسی تغییرات نسبی عمق دیرینه و نیز پالئوآکولوژی این نهشته‌ها، ماهیت پالینوفاسیسها در این دو برش مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته و با یکدیگر مقایسه شده است. مطالعات پالینولوژیکی در برش دره شهر واقع در شمال کبیرکوه (استان ایلام) سه پالینوفاسیس IX: Distal suboxic- و VIII: Distal dysoxic-anoxic shelf، VI: Proximal suboxic – anoxic shelf و anoxic basin را که بیانگر محیط دریایی دور از ساحل (distal shelf) و دریای باز با شرایط کمبود تا فاقد اکسیژن است، نشان می‌دهد. برش الگو واقع در تاق‌دیس گورپی (شمال شهرستان لالی) نیز سه پالینوفاسیس II: Marginal dysoxic – anoxic basin، VI: Proximal suboxic – anoxic shelf و IX: Distal suboxic-anoxic basin که شاخص شرایط کمبود تا فاقد اکسیژن دور از ساحل تا حاشیه دریای باز هستند را نشان می‌دهد. مقایسه مجموعه پالینوفاسیسهای به دست آمده از دو برش، بالا بودن مواد آلی خارج از حوضه و نیز فراوانی بسیار کم پالینومورفها در برش الگو را نشان می‌دهد و لذا شیل‌های ارغوانی در این برش نسبت به برش دره شهر در محیط کم عمق تر و اکسیداسیون بالاتری نهشته شده‌اند.

**واژه‌های کلیدی:** پالینوفاسیس، تغییرات نسبی عمق دیرینه، شیل‌های ارغوانی، پابده، زاگرس.

### مقدمه

صفحه عربی به سن پالئوسن بالایی - ائوسن قرار دارد. سازندهای معادل آن در غرب صفحه عربی شامل سازند Ummer Radhuma در عربستان سعودی و Aaliji در سوریه و عراق می‌باشند که بیشتر بیانگر محیط رسوبی

سازند پابده در حوضه زاگرس به سن پالئوسن - ائوسن در حوضه پیش بوم (Proforland) تشکیل شده که به طور جانبی به سمت لرستان به سازندهای کشکان و شهبازان تبدیل می‌شود (Alavi, 2004). این سازند در شرق

جهانگیر آباد واقع است. مختصات جغرافیایی این برش  $28^{\circ} 20' 47''$  طول شرقی و  $19^{\circ} 06' 33''$  عرض شمالی است و شامل ۱۵۳ متر شیل‌های ارغوانی می‌باشد. برش الگوی سازند پابده نیز در تاقدیس گورپی در شمال شرق شهرستان لالی در استان خوزستان واقع است. این برش در کیلومتر ۳۵ جاده لالی به سمت منطقه تفریحی آرپناه پس از عبور از تنگ انبار سفید واقع شده که دارای مختصات جغرافیایی  $21^{\circ} 16' 49''$  طول شرقی و  $48^{\circ} 25' 32''$  عرض شمالی است و شامل ۱۰۲ متر شیل‌های ارغوانی می‌باشد. مرز بین سازند گورپی و پابده در هر دو برش به صورت پیوسته و تدریجی است.

### روش مطالعه

تعداد ۹۳ اسلاید پالینولوژیکی از مجموع ۳۱ نمونه در برش دره شهر و ۸۱ اسلاید پالینولوژیکی از مجموع ۲۷ نمونه در برش الگو، به روش استاندارد آماده سازی و مطالعه گردید. برای آماده سازی نمونه‌ها ابتدا مواد کانی موجود در نمونه‌ها با استفاده از اسید کلریدریک (برای انحلال کربنات‌ها) و اسید فئوریدریک (برای انحلال سیلیکات‌ها) از بین رفته و سپس توسط محلول سنگین زینک کلراید (برای تفکیک نمونه بر اساس چگالی) سانتریفیوژ گردیده‌اند. مواد به دست آمده تمامی مواد آلی موجود در نمونه است که از آن اسلاید تهیه گردید. برای مطالعه اسلایدهای پالینولوژیکی از میکروسکپ نور معمولی با شدت نور بالا و لنزهای چشمی ۱۰ و شیئی ۴۰ استفاده شد. برای مطالعات پالینوفاسیس به طور کلی سه عامل اصلی پالینولوژیکی (خرده‌های خارج محیطی، پالینومورفهای دریایی و مواد آلی بی‌شکل) برای هر نمونه در ۳۵ میدان دید با عدسی شیئی ۲۵ (به طور متوسط برای هر نمونه ۳۵۰ ذره) شمارش شد و نتایج بر روی نمودار مثلثی Tyson (1993) ترسیم گردید (جدول ۱).

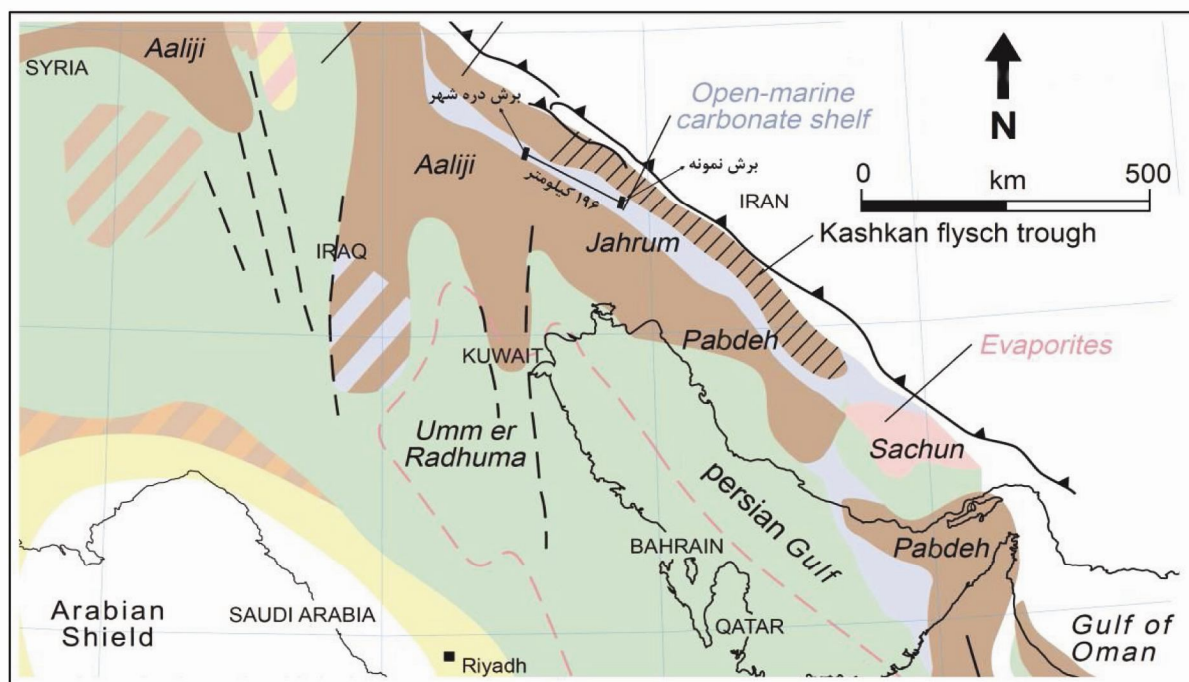
ساب لیتورال تا نریتیک و نیز لاگونال می‌باشد. سازند پابده در صفحه عربی دارای محیط رسوبی عمیق پلاژیک است که به سمت اطراف به سازندهای کم عمق معادل (مانند ساچون، Ummer Radhuma و Aaliji) تبدیل می‌شود (Ziegler, 2001) (شکل ۱).

بخش قاعده‌ای سازند پابده از جنس شیل و مارن آبی و ارغوانی است که به طور رسمی به آن شیل ارغوانی گفته می‌شود (آق‌ناباتی، ۱۳۸۳). تاکنون مطالعه دقیقی بر روی چگونگی گسترش چینه شناسی و محیط رسوبی این واحد چینه‌ای انجام نشده است. از این رو این مطالعه به منظور بررسی محیط تشکیل این نهشته‌ها و تعیین چگونگی تغییرات نسبی سطح آب دریا طی زمان انباشت آنها صورت گرفته است.

با استفاده از مطالعات پالینولوژیکی می‌توان پالئوکولوزی و نیز میزان دوری و یا نزدیکی محیط رسوب گذاری به ساحل دیرینه را تعیین کرد (Stover, 1996). آنالیز و مطالعه مواد آلی موجود در رسوبات و سنگهای رسوبی عموماً به عنوان آنالیز پالینوفاسیسها ابزار بسیار مفیدی را جهت بازسازی شرایط محیط قدیمه در اختیار زمین شناسان قرار داده است. علاوه بر این پالینوفاسیسها می‌توانند به خوبی محیط انباشت توالیهای یکنواختی را که به وسیله داده‌های رسوب شناسی قابل توصیف نیستند، بازسازی نمایند (Pross et al., 2006). از این رو برای تعیین شرایط محیط دیرینه شیل‌های ارغوانی از مطالعات پالینولوژیکی استفاده گردیده است.

### راههای دسترسی به مناطق مورد مطالعه

برشهای مورد مطالعه در استانهای ایلام و خوزستان واقع شده و فاصله افقی آنها از یکدیگر ۱۹۶ کیلومتر می‌باشد (شکل ۱). برش دره شهر در یال شمال شرقی تاقدیس کبیرکوه، در استان ایلام در ۳ کیلومتری غرب دره شهر، مسیر دره شهر به سمت آبدانان در جنوب روستای



شکل ۱: موقعیت و چگونگی گسترش سازند پابده و سازندهای معادل آن در صفحه عربی؛ برگرفته از (Ziegler, 2001) با کمی تغییرات

## بحث

پالینوفاسیس در بردارنده تمامی محتوای مواد آلی رسوبات یا سنگهای رسوبی است (Batten, 1996). ترکیب و میزان این مواد آلی نهشته شده در محیط رسوبی دیرینه مستقیماً با تغییرات محیطی مرتبط است. از این رو پالینوفاسیسیها می‌توانند در توصیف و بازسازی توالیهای رسوبی که توسط شواهد رسوبی قابل تفسیر نیست و یا مبهم است به کار روند (Carvalho, 2006; Pross *et al.*, 2006). به طور کلی برای تعیین رخساره‌های پالینولوژیکی، سه عامل اصلی پالینومورفهای دریایی (MP) (مانند داینوسیستها، پوسته آلی روزن‌داران، اسکولکودونتها، کیتینوزوآها و آکریتارکها)، مواد آلی بی‌شکل (SOM) (هرگونه خرده آلی بدون شکل) و فیتوکلاستها (Ph) (خرده‌های آلی تخریبی خارج از حوضه) مورد بررسی و شمارش قرار می‌گیرند (Tyson, 1993).

به منظور مطالعات پالینولوژیکی بر روی شیل‌های ارغوانی در برشهای مورد مطالعه به طور متوسط در هر نمونه ۳۵۰ ذره

اجزای اصلی مواد آلی شمارش گردیده و نتایج توسط نرم افزار Triplot بر روی نمودار مثلثی تیسون قرار گرفت و در نهایت در هر برش سه پالینوفاسیس تفکیک گردید (شکل‌های ۲ و ۳).

## برش دره شهر

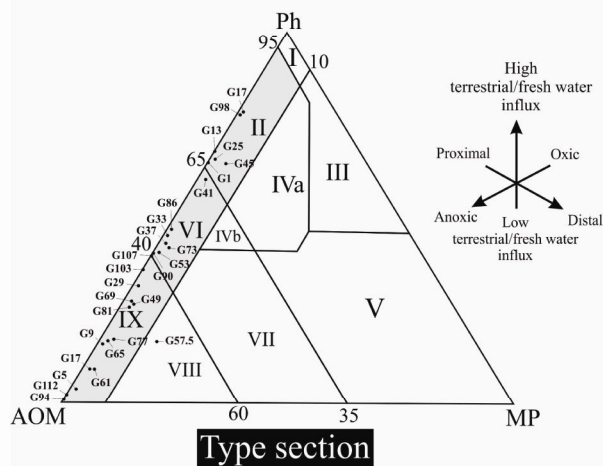
در این برش پس از پلات کردن داده‌ها بر روی نمودار مثلثی Tyson (1993)، سه پالینوفاسیس VI: Proximal suboxic و VIII: Distal dysoxic-anoxic shelf – anoxic shelf و IX: Distal suboxic-anoxic basin (شکل ۴) که بیانگر محیط دریایی نزدیک تا دور از ساحل و دریای باز با شرایط کمبود تا فاقد اکسیژن است، تعیین گردید. با توجه به شکل‌های ۵ و ۶، پراکندگی نمونه‌ها در این برش به سمت محیط‌های عمیقتر تمایل دارند و بیشترین تراکم نمونه‌ها در محیط IX است.

این امر مؤید این مطلب است که فاسیس غالب شیل‌های ارغوانی در این برش فاسیس IX می‌باشد و دریای عمیق

جدول ۱: درصد فاکتورهای اصلی پالینوفاسیس شمارش شده در دو برش دره شهر (D) و نمونه (G)

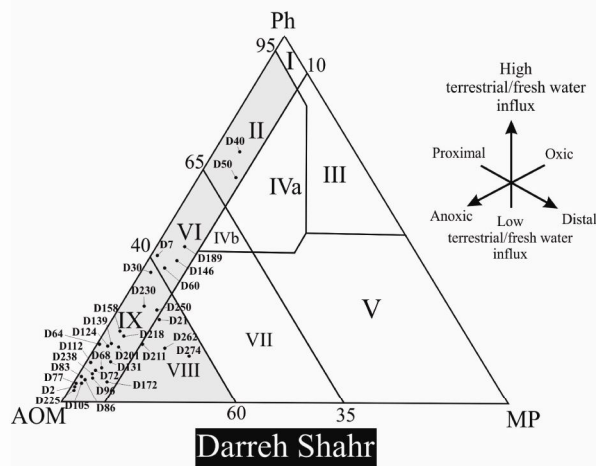
| D    | AOM  | Ph   | MP   |
|------|------|------|------|
| D274 | 65.0 | 12.3 | 22.7 |
| D262 | 69.5 | 14.6 | 15.9 |
| D250 | 65.9 | 24.8 | 9.2  |
| D238 | 87.3 | 9.2  | 3.5  |
| D230 | 68.2 | 26.1 | 5.7  |
| D225 | 95.5 | 3.0  | 1.5  |
| D218 | 76.8 | 18.0 | 5.1  |
| D211 | 73.8 | 15.5 | 10.7 |
| D201 | 79.6 | 14.9 | 5.5  |
| D189 | 51.1 | 42.1 | 6.8  |
| D172 | 87.0 | 5.3  | 7.7  |
| D158 | 77.0 | 19.3 | 3.7  |
| D146 | 54.7 | 38.5 | 6.7  |
| D139 | 80.9 | 15.6 | 3.4  |
| D131 | 83.3 | 10.8 | 5.9  |
| D124 | 81.6 | 15.2 | 3.2  |
| D112 | 87.9 | 10.6 | 1.5  |
| D105 | 92.4 | 5.8  | 1.8  |
| D96  | 89.6 | 6.4  | 3.9  |
| D86  | 91.7 | 6.0  | 2.3  |
| D83  | 92.0 | 6.7  | 1.3  |
| D77  | 92.5 | 5.2  | 2.3  |
| D72  | 89.2 | 7.3  | 3.5  |
| D68  | 86.3 | 9.2  | 4.6  |
| D64  | 83.5 | 15.6 | 0.9  |
| D60  | 58.6 | 36.3 | 5.1  |
| D50  | 30.1 | 61.4 | 8.5  |
| D40  | 25.6 | 68.3 | 6.1  |
| D30  | 62.1 | 35.3 | 2.6  |
| D21  | 66.8 | 22.4 | 10.9 |
| D7   | 58.5 | 39.9 | 1.6  |
| D2   | 93.5 | 5.3  | 1.2  |

| G     | AOM  | Ph   | MP   |
|-------|------|------|------|
| G112  | 97.9 | 2.1  | 0.0  |
| G107  | 59.4 | 40.6 | 0.0  |
| G103  | 64.1 | 35.9 | 0.0  |
| G98   | 21.2 | 78.5 | 0.3  |
| G94   | 99.4 | 0.6  | 0.0  |
| G90   | 60.0 | 40.0 | 0.0  |
| G86   | 52.3 | 47.4 | 0.3  |
| G81   | 72.3 | 26.4 | 1.3  |
| G77   | 79.9 | 17.7 | 2.3  |
| G73   | 55.3 | 42.5 | 2.2  |
| G69   | 70.8 | 27.9 | 1.3  |
| G65   | 81.4 | 17.4 | 1.2  |
| G61   | 88.6 | 9.6  | 1.8  |
| G57.5 | 70.8 | 17.0 | 12.3 |
| G53   | 58.3 | 41.1 | 0.6  |
| G49   | 71.0 | 27.2 | 1.8  |
| G45   | 31.6 | 64.8 | 3.5  |
| G41   | 38.0 | 60.7 | 1.3  |
| G37   | 55.5 | 43.5 | 0.9  |
| G33   | 54.0 | 45.7 | 0.3  |
| G29   | 67.4 | 31.9 | 0.6  |
| G25   | 33.3 | 66.1 | 0.6  |
| G21   | 21.4 | 78.3 | 0.3  |
| G17   | 89.5 | 9.6  | 0.9  |
| G13   | 32.1 | 67.9 | 0.0  |
| G9    | 83.0 | 16.4 | 0.6  |
| G5    | 95.2 | 4.2  | 0.6  |
| G1    | 35.2 | 64.8 | 0.0  |



II: Marginal dysoxic-anoxic basin. VI: Proximal suboxic-anoxic shelf. VIII: Distal dysoxic-anoxic shelf. IX: Distal suboxic-anoxic basin.

شکل ۳: پالینوفاسیسهایی به دست آمده بر روی نمودار Tyson (1993) در برش الگو

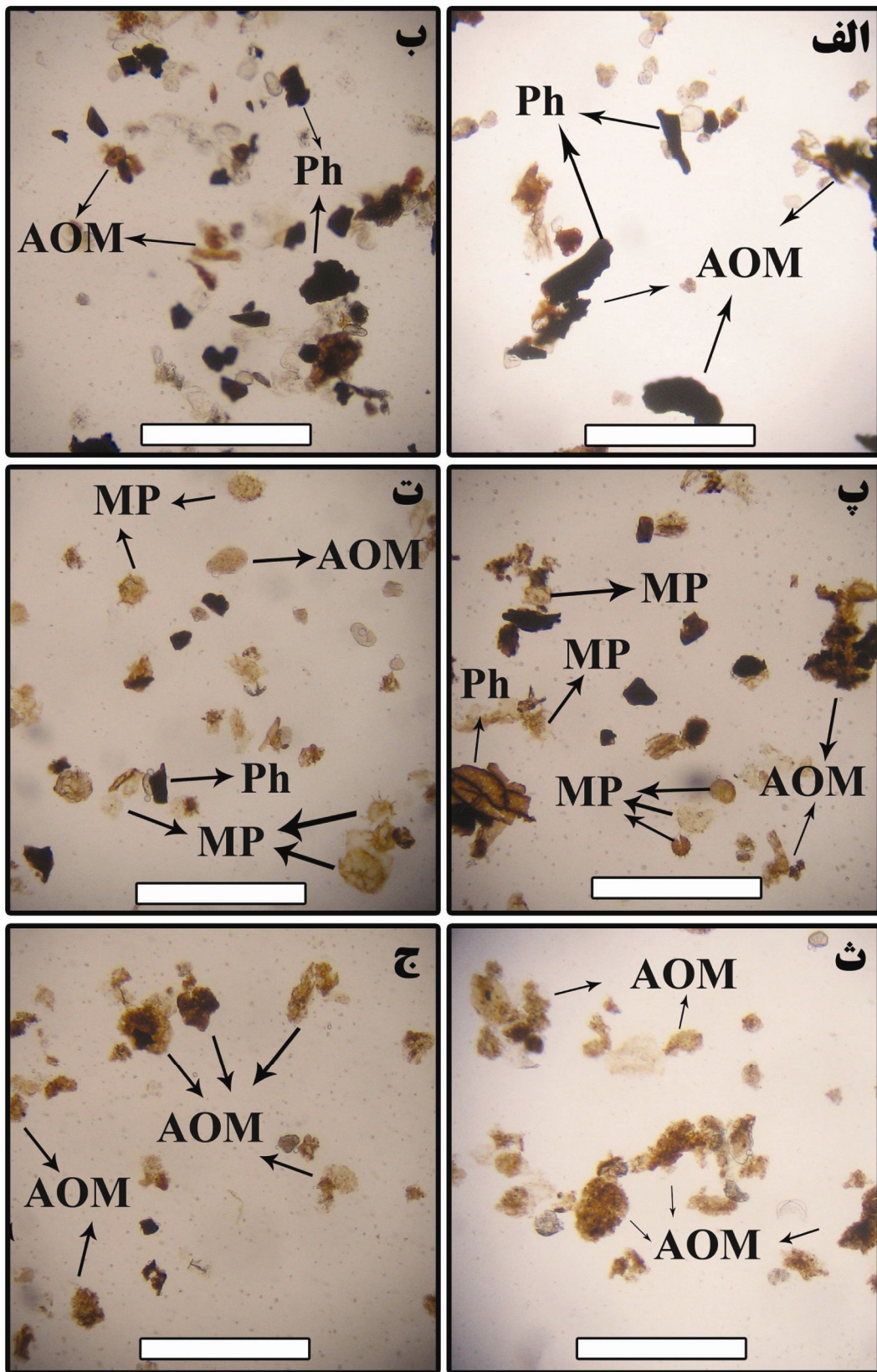


II: Marginal dysoxic-anoxic basin. VI: Proximal suboxic-anoxic shelf. VIII: Distal dysoxic-anoxic shelf. IX: Distal suboxic-anoxic basin

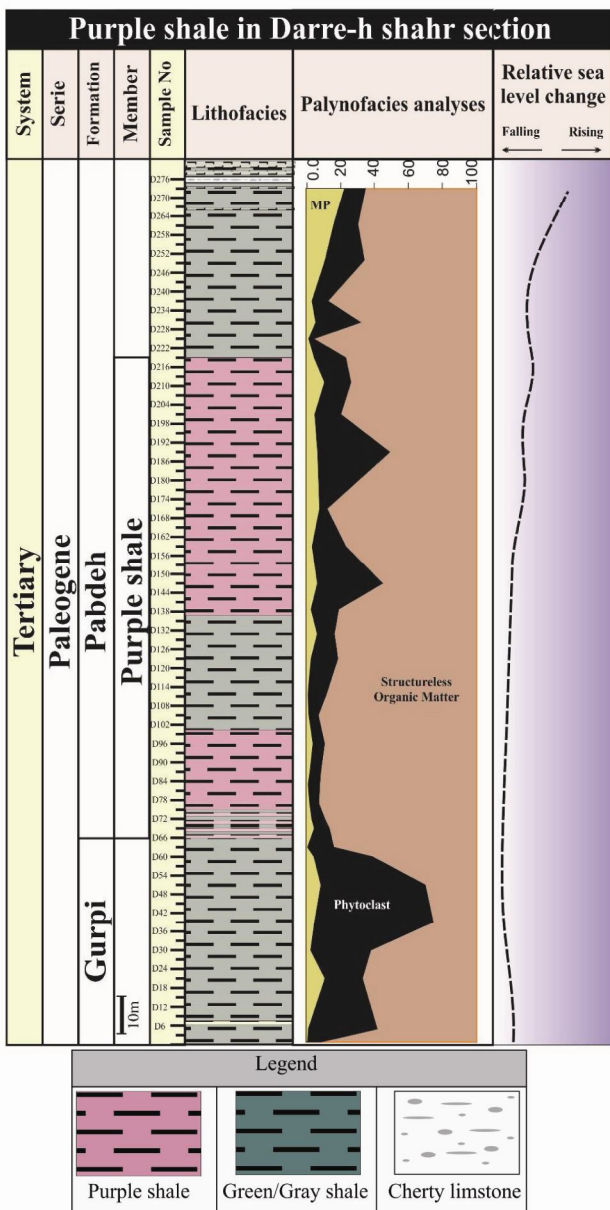
شکل ۲: پالینوفاسیسهایی به دست آمده بر روی نمودار Tyson (1993) در برش دره شهر

شماره D40 حداکثر فراوانی فیتو کلاستها را دیده می‌شوند که بیانگر بیشترین اُفت نسبی سطح آب می‌باشند. به تدریج به سمت انتهای برش از میزان فیتو کلاستها کاسته می‌شود. میزان مواد آلی بی‌شکل نسبت یکسانی را در تمامی طول

دور از ساحل نیمه اکسیدان تا فاقد اکسیژن را برای این نهشته‌ها پیشنهاد می‌نماید. نمودارهای پالینوفاسیس ترسیم شده در این برش نشان می‌دهد که فراوانی فیتو کلاستها در نمونه‌های ابتدایی برش بالا بوده به طوری که در نمونه



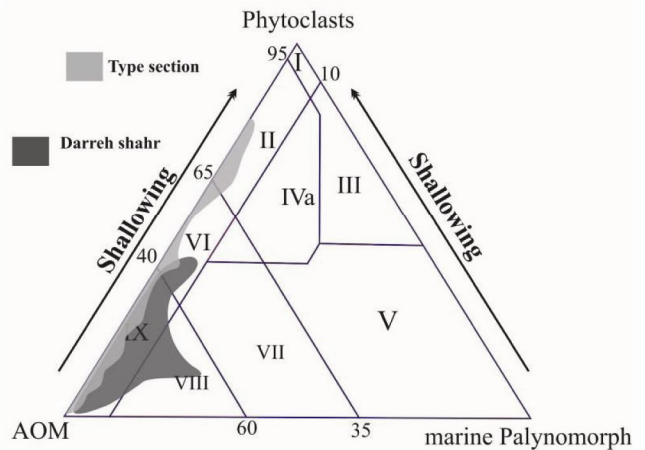
شکل ۴: پالینوفاسیسهای شیلهای ارغوانی در برش دره شهر (AOM: مواد آلی بی شکل)، (Ph: فیتوکلست)، (MP: پالینومورفهای دریایی)؛ پالینوفاسیس VI: الف) نمونه شماره D146؛ ب) نمونه شماره D189؛ پالینوفاسیس VIII: پ) نمونه شماره D262، ت) نمونه شماره D274؛ پالینوفاسیس IX: ث) نمونه شماره D2، ج) نمونه شماره D225 (Scale bar = 250 micron)



شکل ۷: ستون چینه شناسی بخشی از سازند پابده (شیل‌های ارغوانی) در برش دره شهر که در آن درصد خرده‌های پالینولوژیکی و تغییرات سطح آب دریا در زمان رسوبگذاری نمایش داده شده است.

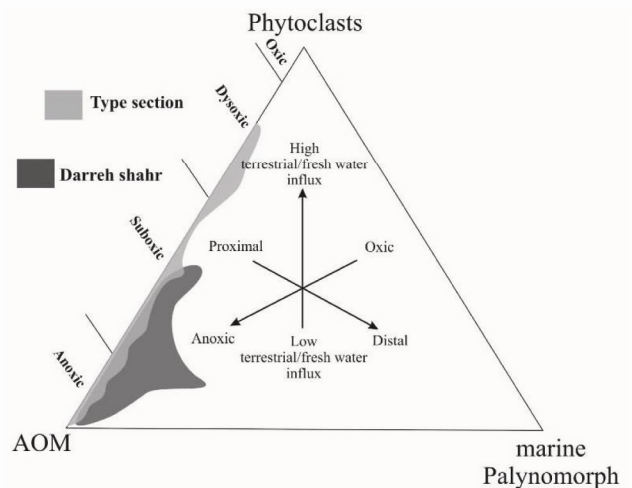
### برش الگو

مطالعات پالینولوژیکی در برش الگو منجر به تفکیک ۳ پالینوفاسیس VI: II: Marginal dysoxic – anoxic basin و IX: Distal و Proximal suboxic – anoxic shelf (شکل ۸) که محیط دور از ساحل تا حاشیه دریای باز با شرایط نیمه اکسیدان تا فاقد



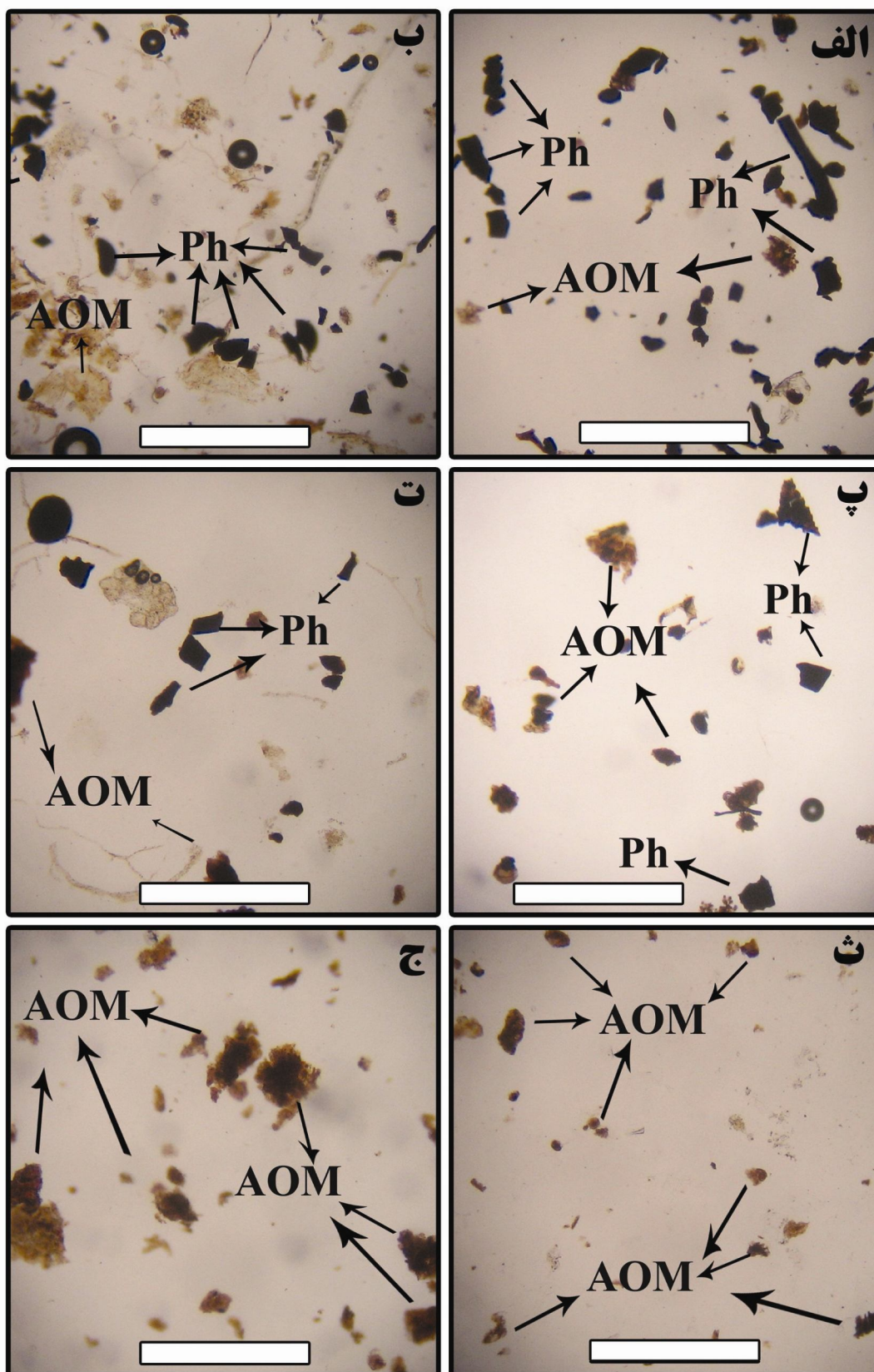
- I: Highly proximal shelf or basin
- II: Marginal dysoxic-anoxic basin
- III: Heterolithic oxic shelf (proximal shelf)
- IV: Shelf to basin transition
- V: Mud-dominated oxic shelf (distal shelf)
- VI: Proximal suboxic-anoxic shelf
- VII: distal dysoxic-anoxic shelf
- VIII: Distal dysoxic-anoxic shelf
- IX: Distal suboxic-anoxic basin

شکل ۵: مقایسه پراکنندگی داده‌های به دست آمده از مطالعات پالینولوژیکی شیل‌های ارغوانی در دو برش دره شهر و نمونه روی نمودار سه گانه Tyson (1993).

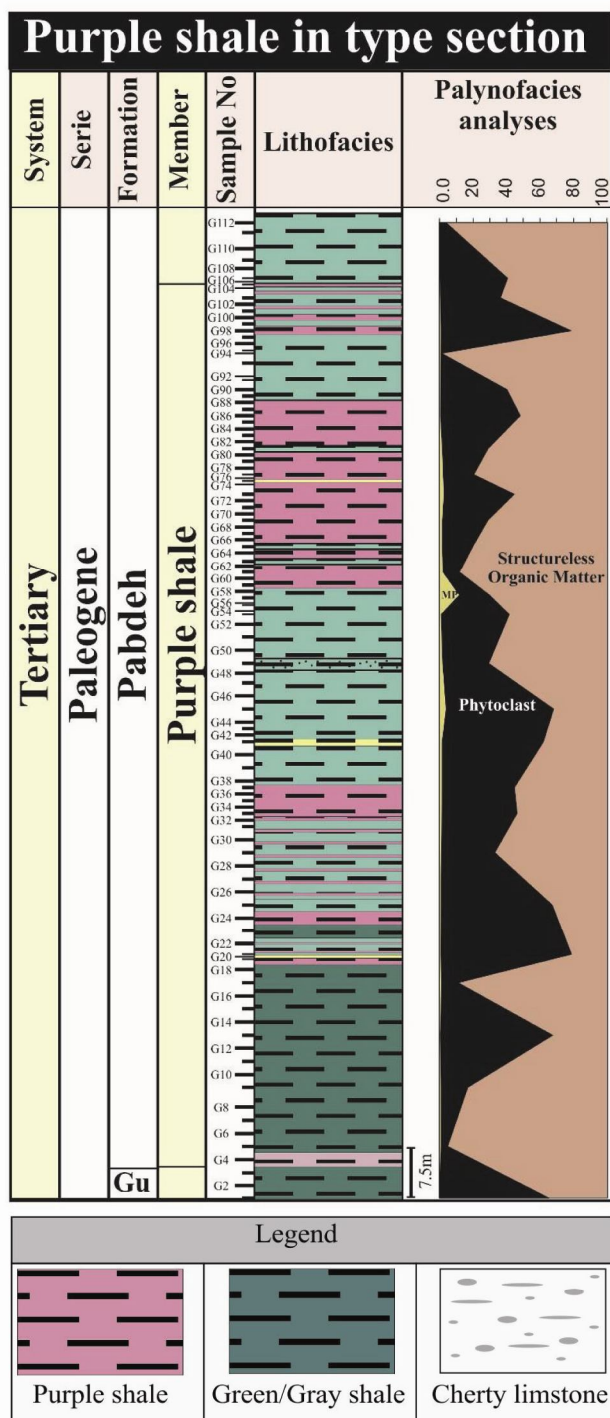


شکل ۶: مقایسه میزان نسبی اکسیداسیون محیط در دو برش مورد مطالعه بر مبنای مطالعات پالینوفاسیس بر روی نمودار Tyson (1993).

برش از خود نشان می‌دهد. پالینومورف‌های دریایی به طور کلی نرخ افزایشی را به سمت بالای برش نشان می‌دهند. از این رو با توجه به میزان تغییرات فراوانی فیتو کلاستها و پالینومورف‌های دریایی می‌توان گفت به طور کلی عمق حوضه به سمت انتهای برش افزایش نسبی را از خود نشان می‌دهد (شکل ۷).



شکل ۸: پالینوفاسیسیهای شیلهای ارغوانی در برش الگو (AOM: مواد آلی بی شکل)، (Ph: فیتوکلست)، (MP: پالینومورفهای دریایی)؛ پالینوفاسیسی II: الف) نمونه شماره G45، ب) نمونه شماره G98؛ پالینوفاسیسی VI: پ) نمونه شماره G53، ت) نمونه شماره G73؛ پالینوفاسیسی IX: ث) نمونه شماره G17، ج) نمونه شماره G94 (Scale bar = 250 micron)



شکل ۹: ستون چینه شناسی بخشی از سازند پابده (شیل‌های ارغوانی) در برش الگو که در آن درصد خرده‌های پالینولوژیکی در زمان رسوب‌گذاری نمایش داده شده است.

(شکل ۱۰) و نیز درصد پالینومورف‌های دریایی در برش الگو بسیار پایین است (شکل ۱۱). این موضوع از مقایسه نمودارهای مثلثی ترسیم شده برای دو برش (شکل‌های ۵ و ۶)

اکسیژن را برای این نهشته‌ها پیشنهاد می‌نماید. با توجه به شکل‌های ۵ و ۶، پراکندگی نمونه‌ها بیشتر به سمت محیط‌های کم عمق‌تر نزدیک به ساحل مانند فاسیسه‌های VI و II تمایل دارند و از این رو محیط رسوبی غالب در این برش محیط نیمه اکسیدان تا فاقد اکسیژن حاشیه دریای باز و نزدیک به فلات می‌باشد. نمودارهای پالینوفاسیس ترسیم شده نشان می‌دهند که نسبت تغییرات مواد آلی بی‌شکل و فیتوکلاستها در تمامی طول برش روند خاصی را نشان نمی‌دهند و به طور کلی تغییرات نامنظمی دارند. پالینومورف‌های دریایی در این برش فراوانی بسیار کمی را از خود نشان می‌دهند به طوری که تنها در نمونه شماره G57.5 بیشترین درصد پالینومورف‌های دریایی (۱۲٪) وجود دارد. از این رو این نهشته‌ها در محیط کم عمق‌تری نسبت به برش دره شهر تشکیل شده‌اند (شکل ۹).

### مقایسه پالینوفاسیسه‌های برش دره شهر با برش الگو

حضور فیتوکلاستها (مواد آلی خارج از حوضه رسوبی) در داخل یک حوضه دریایی بیانگر ورود مواد خشکی به حوضه است. از این رو حداکثر فراوانی فیتوکلاستها بیانگر حداکثر ورود مواد تخریبی به داخل حوضه به دلیل اُفت نسبی سطح آب دریا می‌باشد و حداقل فراوانی فیتوکلاستها بیانگر بالا بودن نسبی سطح آب دریاست (Ruf et al., 2005; Pross et al., 2006) از طرف دیگر مطالعات نشان می‌دهد فراوانی پالینومورف‌های دریایی رابطه مستقیمی با افزایش نسبی سطح آب دریا دارد به طوری که نمودار فراوانی پالینومورف‌های دریایی با نمودار تغییرات نسبی سطح آب دریا (Haq et al., 1988) کاملاً مطابقت دارد (Stover, 1996). مقایسه نمودارهای ترسیم شده در دو برش مورد بررسی نشان می‌دهد که میزان فیتوکلاستها در برش الگو نسبت به برش دره شهر از فراوانی بالاتری برخوردارند



نمونه‌ها بیشتر در محیطهای suboxic و anoxic است و در ناحیه proximal حوضه قرار دارند با این تفاوت که در برش الگو، پراکندگی نمونه‌ها محیط dysoxic را نیز شامل می‌شود (شکل ۶). از این رو به طور کلی می‌توان گفت نسبت اکسیداسیون در برش الگو به طور نسبی بیشتر از برش دره شهر می‌باشد.

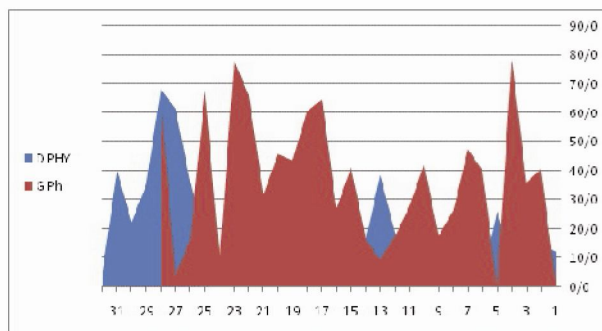
شکلهای ۱۲ و ۱۳ تصاویری از داینوسیستهای شناسایی شده در برشهای مورد مطالعه را نشان می‌دهند.

### نتیجه‌گیری

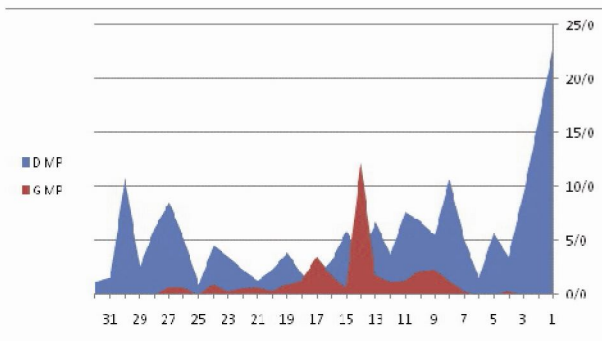
به منظور تعیین پالینوفاسیس شیلهای ارغوانی در برش دره شهر و مقایسه آن با برش الگو مطالعات پالینوفاسیس بر روی ۳۲ نمونه در برش دره شهر و ۲۸ نمونه در برش الگو انجام گردید. ترسیم داده‌های به دست آمده از این مطالعه بر روی نمودار Tyson (1993) در برش دره شهر حاکی از وجود سه پالینوفاسیس VI: Proximal suboxic – anoxic و IX: Distal suboxic-anoxic shelf و VIII: Distal dysoxic-anoxic shelf، basin suboxic-anoxic و در برش الگو نیز سه پالینوفاسیس VI: Proximal، II: Marginal dysoxic – anoxic basin و IX: Distal suboxic-anoxic و suboxic – anoxic shelf می‌باشند. فاسیسهای به دست آمده در برش دره شهر محیط رسوبی دریای دور از ساحل (distal shelf) و دریای basin می‌باشند. فاسیسهای به دست آمده در برش دره شهر باز با شرایط کمبود اکسیژن و در برش الگو محیط نیمه اکسیژن نزدیک به ساحل و حاشیه دریای باز را نشان می‌دهد.

مقایسه نتایج به دست آمده در دو برش مورد مطالعه نشان می‌دهد پراکندگی نمونه‌های برش دره شهر در نمودار Tyson (1993) به سمت محیطهای عمیق تمایل نشان می‌دهند در صورتی که پراکندگی نمونه‌ها در برش الگو به سمت محیطهای کم عمق تر تمایل دارند. مقایسه نمودارهای ترسیم شده در دو برش نشان می‌دهد که میزان پالینومورفهای

نیز به وضوح قابل مشاهده است به طوری که پراکندگی نمونه‌ها در برش دره شهر به سمت محیطهای عمیق تر تمایل دارند در صورتی که پراکندگی نمونه‌ها در برش الگو به سمت محیطهای کم عمق تر و اکسیدان تر می‌باشد. از این رو می‌توان گفت محیط رسوبی شیلهای ارغوانی در برش دره شهر نسبت به برش الگو محیطی عمیق تر و دور از ساحل بوده و این نهشته‌ها در برش الگو در محیط کم عمق تری تشکیل شده‌اند.



شکل ۱۰: نمودار مقایسه فراوانی فیتوکلاستها در دو برش مورد مطالعه؛ نمودار مشکی برش دره شهر و نمودار خاکستری برش نمونه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱: نمودار مقایسه فراوانی پالینومورفهای دریایی در دو برش مورد مطالعه؛ نمودار مشکی برش دره شهر و نمودار خاکستری برش نمونه را نشان می‌دهد.

به طور کلی میزان نسبی مواد آلی بی‌شکل در محیطهای فاقد اکسیژن بیشتر است. به عبارت دیگر افزایش مواد آلی بی‌شکل در این نهشته‌ها بیانگر بالا بودن مواد غذایی و کاهش نسبت اکسیداسیون محیطی می‌باشد (Roncaglia, 2003). داده‌های پلات شده بر روی نمودار اکسیداسیون Tyson (1993) نشان می‌دهد که در هر دو برش، پراکندگی

رسوبات تخریبی به حوضه در مقایسه با برش دره شهر بیشتر است. از این رو شیلهای ارغوانی در برش الگو در محیطی کم عمق تر و نزدیکتر به ساحل و نیز با میزان اکسیداسیون نسبی بالاتری نسبت به برش دره شهر نهشته شده اند.

دریایی و مواد آلی بی شکل در برش دره شهر نسبت به برش الگو بیشتر بوده و در برش الگو فیتو کلاستها فراوانی بالاتری دارند. مجموع شواهد به دست آمده نشان می دهد که در برش الگو سطح نسبی آب دریا پایین تر بوده و نسبت ورود

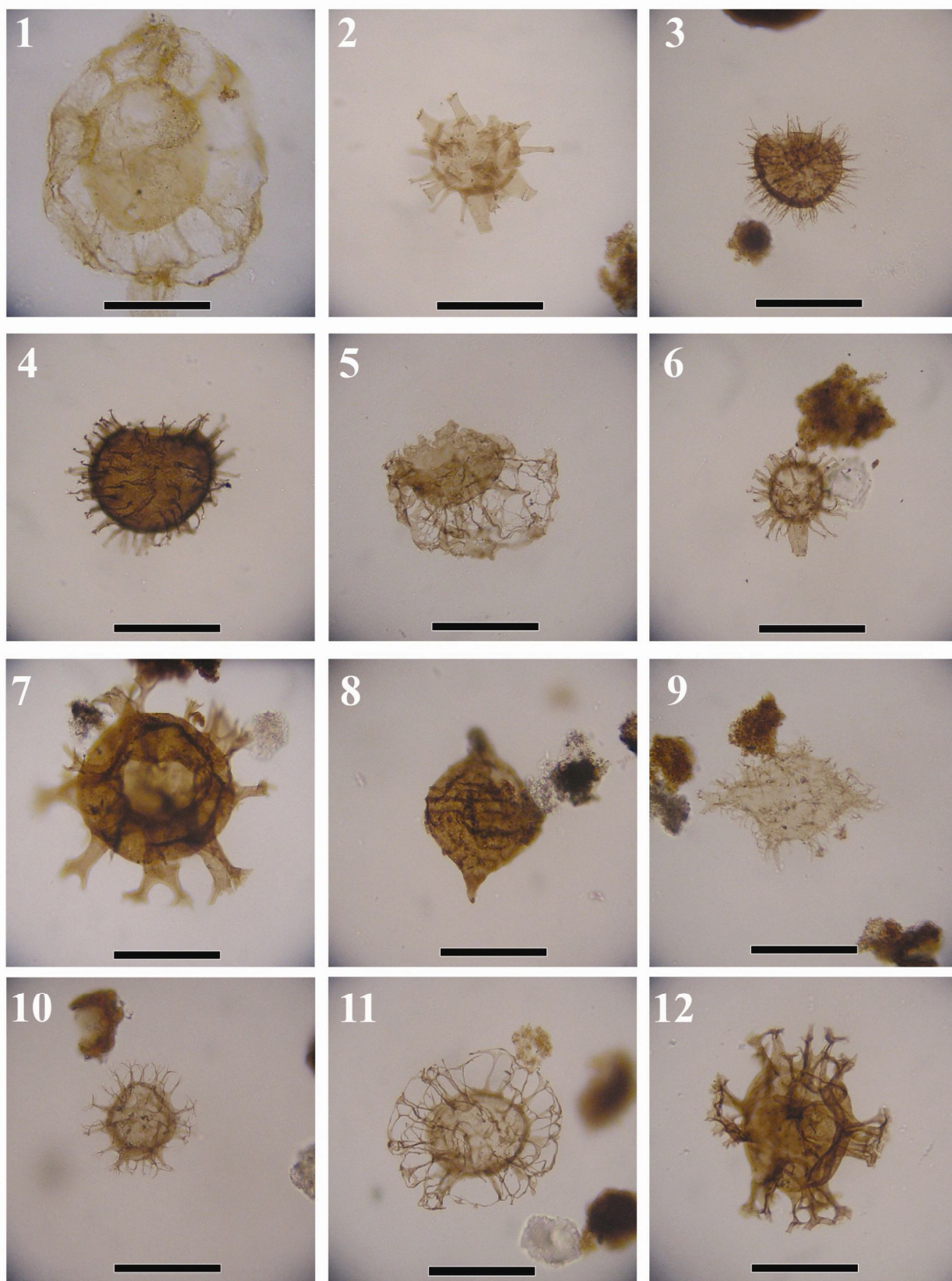
## منابع

آقنابتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ۵۸۶ ص.

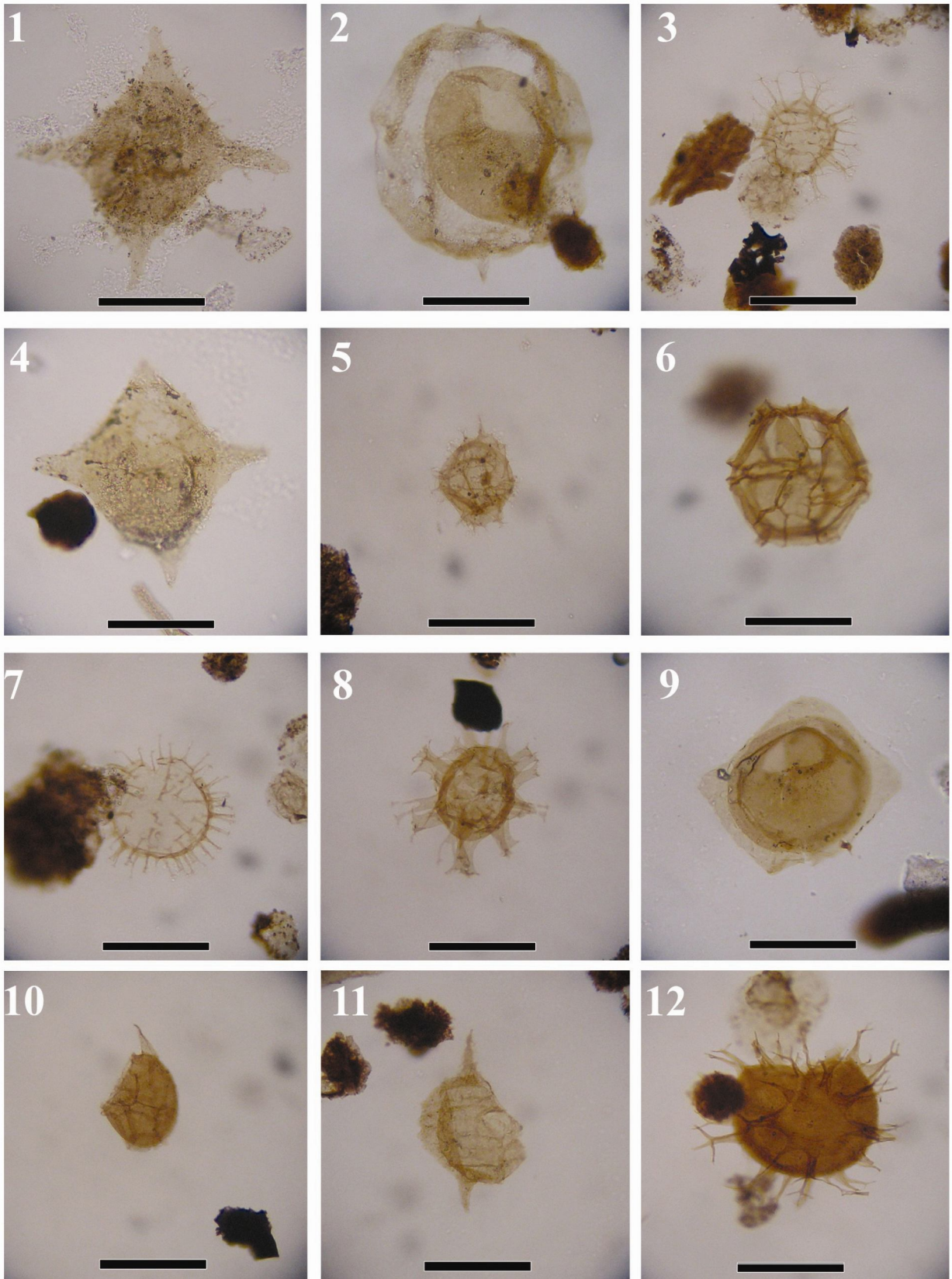
- Alavi, M., 2004. Regional stratigraphy of the Zagros Fold-Thrust Belt of Iran and its Proforland evolution. *American Journal of Science*, 304: 1-20.
- Batten, D. J., 1996. Palynofacies and palaeoenvironmental interpretation. Palynology principles and applications. *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, 3: 1011-1064.
- Carvalho, M. A., 2006. Palynofacies and sequence stratigraphy of the Aptian - Albian of the Sergipe Basin, Brazil. *Sedimentary Geology*, 192: 57-74.
- Haq, B. U., Hardenbol, J., Vail, P. R., 1988. Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and cycles of sea-level change. *The society of economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication No. 42*.
- Pross, J., Link, E., Ruf, M. and Aigner, T., 2006. Delineating sequence stratigraphic patterns in deeper ramp carbonates: Quantitative palynofacies data from the upper Jurassic (Kimmeridgian) of southwest germane. *Journal of Sedimentary Research*, 76: 524-538.
- Roncaglia, L., 2003. Palynofacies analysis and organic-walled dinoflagellate cysts as indicators of palaeo-hydrographic changes: an example from Holocene sediments in Ska.lafjord, Faroe Islands. *Marine Micropaleontology*, 50: 21-42.
- Ruf, M., Link, E. and Pross, J., 2005. A multy – proxu study of deeper – water carbonates (Upper Jurassic, southern Germany): Combining sedimentology, chemostratigraphy and palynofacies. *Facies*, 51: 326-349.
- Stover, L. E., 1996. Mesozoic, Tertiary dinoflagellates, acritarchs and prasinophytes. *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, 2: 641-750.
- Tyson, R., 1993. Palynofacies analysis. *Applied Micropaleontology*, 191 P.
- Ziegler, M. A., 2001. Late Permian to Holocene Paleofacies Evolution of the Arabian Plate and its Hydrocarbon Occurrences. *GulfPetroLink*, 60 P.

شکل ۱۲: تعدادی از داینوسیستهای شناسایی شده در برش دره شهر (1- *Thalassiphora pelagica* (S. N. 274), 2- *Florentinia mantellii* (S.N. 72), 3- *Exochosphaeridium phragmites* (S.N. 96), 4- *Exochosphaeridium bifidum* (S.N.124), 5- *Glaphyrocysta assamica* (S.N. 124), 6- *Diphyes colligerum* (S.N. 131), 7- *Oligosphaeridium complex* (S.N. 124), 8- *Danea impages* (S.N. 158), 9- *Apectodinium augustum* (S.N. 112), 10- *Spinifrites ramosus* (S.N. 96), 11- *Adnatosphaeridium multispinosum* (S.N. 72), 12- *Achomosphaera alcicornu* (S.N. 131)

شکل ۱۳: تعدادی از داینوسیستهای شناسایی شده در برش الگو (1- *Wetzelilla meckelfeldensis* (S.N. 73), 2- *Thalassiphora pelagica* (S.N. 57.5), 3- *Spinifrites ramosus* (S.N. 57.5), 4- *Rhombodinium porosum* (S.N. 69), 5- *Rottnestia borussica* (S.N. 57.5), 6- *Impagidinium patulum* (S.N. 57.5), 7- *Polysphaeridium subtile* (S.N. 57.5), 8- *Florentinia mantellii* (S.N. 57.5), 9- *Dracodinium waipawaense* (S.N. 73), 10- *Impagidinium aspinatum* (S.N. 57.5), 11- *Danea impages* (S.N. 57.5), 12- *Achomosphaera alcicornu* (S.N. 57.5)



Scale bar = 0/1 mm



Scale bar = 0/1 mm



## Paleobathymetry of the Purple shales of the base of Pabdeh Formation at Darreh-Shahr and type sections using palynofacies analyses

Rabbani, J.<sup>1\*</sup>, Ghasemi-Nejad, E.<sup>2</sup>, Ashouri, A.R.<sup>3</sup>

1- Ph.D Student in Stratigraphy & Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, University of Tehran, Tehran, Iran

3- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

\*E-mail: javad.rabbani@gmail.com

### Abstract

The basal unit of the Pabdeh Formation at Darreh-Shahr section is composed of 153m and in type section 102m consists of shale and marl of purple to green and gray in color. These beds gradually change to shale and argillaceous limestone at the top of the sections. In order to study palaeobathymetry and palaeoecology of these beds, we used palynological (palynofacies) evidences. Three Palynofacies types (VI: Proximal suboxic – anoxic shelf , VIII: Distal dysoxic-anoxic shelf, IX: Distal suboxic-anoxic basin) in Darreh-Shahr and three Palynofacies types (VI: Proximal suboxic – anoxic shelf , II: Marginal dysoxic – anoxic basin, IX: Distal suboxic-anoxic basin) in type section of the Pabdeh Formation have been determined that propose a proximal - distal shelf and distal basin for Darreh-Shahr and proximal shelf and marginal to distal basin for type section as depositional setting. Correlation of palynofacies evidences between these two sections, high abundance of phytoclasts and very low abundance of marine palynomorphs in type section show that purple shale in type section have been deposited in a shallower and more oxygenated environment with more oxidation in type section in comparison with the Darreh-Shahr section.

**Keywords:** palynofacies, palaeobathymetry, purple shales, Pabdeh Formation.