

## پالینو فاسیس ابزاری مناسب برای تخمین پتانسیل سنگ منشأ

قاسمی نژاد، ابراهیم<sup>۱</sup>؛ نادری خوجین، مهرانگیز<sup>۲\*</sup>

۱- دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه تهران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد چینه و فسیل شناسی، دانشگاه تهران

### چکیده

سازند کژدمی از گروه بنگستان در حوضه رسوبی زاگرس به دلیل دارا بودن پتانسیل هیدروکربورزایی در اکثر میدانی نفتی از اهمیت خاصی برخوردار است. اگر چه ضخامت این سازند در اکثر نواحی مورد مطالعه تقریباً ۲۱۰ متر گزارش شده، اما در خلیج فارس این مقدار به ۴۰-۵۰ متر کاهش یافته است. با مطالعه ۲۹۲ اسلاید پالینولوژیکی مربوط به سازند کژدمی از پنج چاه مورد مطالعه در میدان پارس جنوبی، با در نظر گرفتن در صد هر یک از تشکیل دهنده‌های پالینولوژیکی شامل فیتوکلاست، پالینومرف ها و مواد آلی بی شکل (AOM) چهار نوع پالینوفاسیس شناسایی گردید. سپس با توجه به خصوصیات هر پالینوفاسیس، کروژن و نوع هیدروکربور محتمل در هر یک از پالینوفاسیس ها تعیین گردید. کلید واژه ها: گروه بنگستان، سازند کژدمی، پالینوفاسیس، کروژن

### Abstract

The Kazhdumi Formation of the Bangestan Group is a well-known source rock that has produced large amounts of hydrocarbon in most petroleum fields in Zagros basin of Iran. Although the formation's thickness has been reported relatively 210 meters at the type section in Zagros, its thickness reduces to only 40 to 50 meters in South Pars Field that is located in Persian Gulf. Study of organic contents of the slides resulted in differentiation of four palynofacies types based on relative proportions of three main palynological elements including; phytoclasts, palynomorphs and Amorphous Organic Matters (AOM). also kerogen types and probable hydrocarbon types identified in each palynofacieses.

Key words: Bangestan Group, Kazhdumi Formation, Palynofacies, Kerogen

### موقعیت جغرافیایی میدان پارس جنوبی و چاههای مورد مطالعه

میدان گازی پارس جنوبی، بزرگترین میدان گازی جهان، در آبهای خلیج فارس بر روی خط مرزی مشترک ایران و قطر به فاصله ۱۰۰ کیلومتری از بندر عسلویه در ساحل جنوبی ایران، ۱۰۵ کیلومتری شمال شرقی شبه جزیره قطر و ۳۳۰ کیلومتری شمال غربی شهر دبی واقع شده است (نجم آبادی، ۱۳۷۲). چاههای SPO-2 در فاز ۱۴، SPO-3 در فاز ۱، SP-6 در فاز ۲، SP-10 در فاز ۷ و SP-2 در فاز ۵، چاههای مورد مطالعه در این تحقیق می باشند.

### روش مطالعه

در این مطالعه خرده‌های حاصل از حفاری سازند کژدمی از پنج چاه مورد مطالعه تهیه گردید. در آزمایشگاه با افزودن اسید هیدروکلریک و اسید هیدروفلوریک به منظور حذف کربناتها و سیلیکاتها و سپس عمل خنثی سازی و ساترفیوژ کردن برای جداسازی مواد آلی از عناصر سنگین، اسلایدهای پالینولوژیکی برای مطالعه آماده شد.

### زمین شناسی ساختمانی

میدان عظیم پارس جنوبی / گنبد شمالی قطر در نتیجه حرکات مثبت بالا آمدگی ناحیه ای موسوم به کمان قطر- فارس (Qatar-Pars Arc) تشکیل شده است. این بالا آمدگی خلیج فارس را به دو حوضه مجزا در شمال و در جنوب با محیط رسوبگذاری و ماهیت هیدروکربوری متفاوتی تقسیم نموده است. عوامل زمین ساختی مختلفی بر روی شکل و موقعیت منطقه تأثیر گذاشته اما روند زمین ساختی شمالی - جنوبی کمان قطر- فارس مهمترین عامل در تشکیل ساختمان پارس جنوبی / گنبد شمالی است. این ساخت زمین شناسی ترکیب مناسبی از واحدهای رسوبگذاری (سنگ منشأ، سنگ مخزن و سنگهای نفوذ ناپذیر) را فراهم کرده که موجب تشکیل یکی از ذخایر عظیم گازی شده است (نجم آبادی، ۱۳۷۲).

### لیتولوژی

سازند کژدمی در میدان پارس جنوبی معمولاً شامل شیل‌های قهوه‌ای شکلاتی و گاهی اوقات به رنگ سبز روشن بوده، متورق و آهکی شده و به سمت پایین ماسه سنگی می‌شود. در چاه SP-4، لایه‌های ماسه‌سنگی دیده شده‌اند. (نجم آبادی، ۱۳۷۲).

### کروژن و پالینوفاسیس

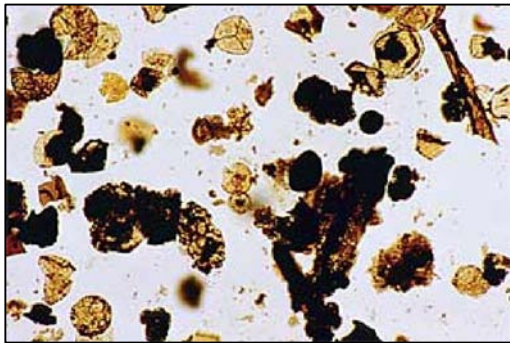
کروژن در واقع منشأ ترکیبات نفتی است و نوع آن نوع هیدروکربن تولید شده را کنترل می‌کند. در زیر میکروسکوپ کروژن به صورت خرده‌های آلی پراکنده دیده می‌شود. سه گروه اصلی قابل شناسایی که تشکیل دهنده‌های مورفولوژیکی در تجمعات کروژن هستند، عبارتند از پالینومرف‌ها، فیتوکلاست‌ها (با ساختمان یا بدون ساختمان) و مواد آلی بی‌شکل (Tyson 1989) (شکل ۱). در دهه‌های اخیر اهمیت آنالیز داینوسپست‌ها به طور فزاینده‌ای در حال بررسی دراکتشاف نفت است (Stover et al., 1996; Williams et al., 2004). باقیمانده حاصل از داینوفالژله‌ها ترکیبات اصلی سنگ منشأ را تشکیل می‌دهند (Ayres et al., 1982) زیرا قابلیت ذخیره لیپیدها را دارا هستند (Bold, 1973; Horner, 1985).

با شناسایی این سه گروه در اسلایدهای پالینولوژیکی و تخمین مقدار هر یک از آنها و با استفاده از طبقه‌بندی‌هایی که توسط افراد مختلف در این زمینه ارائه شده است می‌توان پالینوفاسیس‌ها را در سازند مورد مطالعه تعیین کرد. در این مطالعه از تقسیم بندی ارائه شده توسط تایسون (1989) استفاده گردید. تایسون با استفاده از دیاگرام سه گانه‌ای که سه رأس آن را فیتوکلاست، AOM و پالینومرف تشکیل می‌دهد، نه پالینوفاسیس را معرفی می‌کند. براساس اینکه نمونه مورد نظر چند درصد از این سه دسته مواد آلی را به خود اختصاص دهند در یکی از این نه پالینوفاسیس قرار می‌گیرد. انواع پالینوفاسیس‌ها، ویژگی‌های هر یک از آنها و کروژن مربوط به هر پالینوفاسیس در جدول ۱ آمده است.

### انواع کروژن

۱- کروژن نوع I، کروژن جلبکی (Algal kerogen) : غنی از اجزای جلبکی اگزیناپتی است که در دریاچه‌ها و محیط‌های دریایی وجود دارد. ۲- کروژن II (Liptic kerogen) : منشأ دریایی دارد. ذرات تشکیل دهنده آن

غالباً آمرف هستند و از تجزیه فیتوپلانکتونها، زئوپلانکتونها و بعضی جانوران عالی تر حاصل می شوند. کروژن نوع I و II جزء کروژنهای نفت زا (oil prone) محسوب می شوند. ۳- کروژن نوع III (Coaly kerogen): از ماسرال ویتربینایت غنی است و ظرفیت تولید نفت کمی دارد و به طور عمده گاز خشک تولید می کند. ۴- کروژن نوع IV: غنی از اینرتینایت است که به شدت کمیاب هستند این کروژن خنثی یا عقیم است و توانایی تولید نفت و گاز را ندارد. (رضایی، ۱۳۸۰)



شکل ۱- تشکیل دهنده های اصلی تجمعات کروژن در

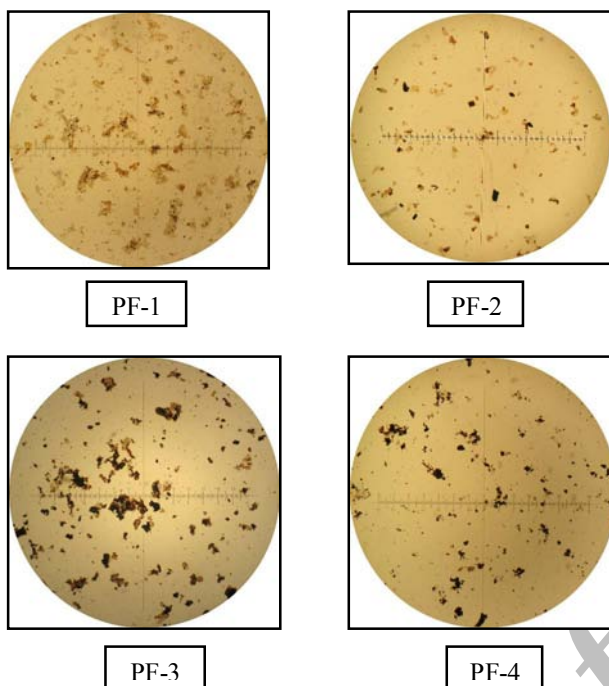
اسلایدهای پالینولوژی

#### انواع پالینوفاسیس شناسایی شده در سازند کژدمی

پس از مطالعه ۲۹۲ اسلاید مربوط به سازند کژدمی از پنج چاه SP10، SP6، SP2، SPO3 و SPO2 با توجه به طبقه بندی و پالینوفاسیس های معرفی شده توسط تاپسون به طور کلی چهار نوع پالینوفاسیس برای این سازند شناسایی شد.

**پالینوفاسیس PF-1:** دارای بیشترین درصد AOM روشن بوده، پالینومرف و فیتوکلاست در آن وجود ندارد یا اندک است. این پالینوفاسیس مطابق با پالینوفاسیس نوع IX در دیاگرام تاپسون است. این پالینوفاسیس فقط در چاههای SPO-2 و SPO-3 مشاهده شد. کروژن مربوط به این پالینوفاسیس کروژن نوع I و یا نوع II می باشد (شکل ۲).  
**پالینوفاسیس PF-2:** AOM تیره که معمولاً ریز شده است وجود دارد. اما آنچه که در این پالینوفاسیس حائز اهمیت است غالب بودن و در صد بالای فیتوکلاست است. داینوسیست ها در این پالینوفاسیس حضور دارند. این پالینوفاسیس را می توان معادل پالینوفاسیس نوع III یا II دیاگرام تاپسون دانست. کروژن مربوط به این پالینوفاسیس نوع III (مولد گاز) یا IV (خنثی) است (شکل ۲).

**پالینوفاسیس PF-3:** این پالینوفاسیس با در صد بالای AOM تیره و فیتوکلاست های تیره و درشت و نبود یا اندک بودن داینوسیست ها مشخص می شود. اما پالینومرف های خشکی (اسپور) در آن وجود دارد. این پالینوفاسیس معادل پالینوفاسیس نوع I تاپسون است. کروژن مربوط به این پالینوفاسیس نوع III (مولد گاز) می باشد (شکل ۲).  
**پالینوفاسیس PF-4:** این پالینوفاسیس با درصد خیلی بالای AOM تیره از سایر پالینوفاسیس ها جدا می شود (۹۵٪). به طوریکه پالینومرف و فیتوکلاست قهوه ای وجود ندارد. پالینوفاسیس PF-4 معادلی در تقسیم بندی تاپسون ندارد (شکل ۲).



شکل ۲- پالینوفاسیس‌های شناسایی شده در سازند کژدمی

با وجود اینکه در پالینوفاسیس نوع PF-1 کروژن نوع I و II مشاهده می شود اما میزان TOC اندازه گیری شده نمونه های مربوط به این پالینوفاسیس به طور میانگین ۰.۶ و مقدار Tmax در این سازند در همه نمونه ها بین ۳۷۰ تا ۴۲۶ (به طور میانگین ۳۹۹) اندازه گیری شده است (نادری، ۱۳۸۵). لذا سازند کژدمی از نظر میزان مواد آلی کل ضعیف و از لحاظ بلوغ حرارتی سنگ نابالغ بوده و در پنجره تشکیل نفت قرار نمی گیرد زیرا حداکثر حرارت برای شروع پنجره نفت ۴۳۵-۴۴۵ می باشد (رضایی ۱۳۸۰). بنابراین حتی در صورت وجود درصد بالایی از کروژن نوع I و II در این بخش از سازند به دلیل مقدار کم مواد آلی و سطح حرارتی پایین هیدرکربوری تولید نگردیده است (نادری، ۱۳۸۵). کروژن موجود در پالینوفاسیس های نوع PF-2 و PF-3 که قسمت اعظم سازند را در بر می گیرد، کروژن III و IV می باشد. این نوع کروژن تولید کننده گاز است و یا اصلاً خنثی بوده و هیچ نوع هیدرو کربوری تولید نمی گردد.

### نتیجه گیری

۱- کاربرد و افزایش استفاده از روشهای پالینولوژیکی برای تخمین پتانسیل سنگ منشأ باعث شده که پالینوفاسیس گسترش پیدا کند. استفاده از داده های پالینولوژیکی (مطالعه پالینوفاسیس) می تواند به عنوان یکی از روشها برای ارزیابی پتانسیل هیدروکربورزایی به کار گرفته شود و نتایج حاصل از آن در کنار سایر روشهای ارزیابی برای مطالعه سنگ منشأ مورد استفاده قرار گیرد.

۲- با توجه به ویژگیهای پالینوفاسیس های شناسایی شده در سازند کژدمی، کروژن نوع I و II برای پالینوفاسیس PF-1 (قسمت های فوقانی این سازند) و کروژن نوع III و IV برای پالینوفاسیس PF-2 و PF-3 تشخیص داده شد.

## منابع

- رضایی، محمد رضا، ۱۳۸۰، زمین شناسی نفت، دانشگاه تهران.
- نادری خوجین، مهرانگیز، ۱۳۸۵، پالینولوژی سازند کژدمی، میدان پارس جنوبی، خلیج فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران
- نجم آبادی، سیاوش، ۱۳۷۲، گزارش نهایی زمین شناسی چاه شماره ۱ میدان گازی پارس جنوبی، گزارش داخلی شرکت ملی نفت ایران.
- Ayres, M.G., Bilal, M., Jones, R.W., Slentz, L.W., Tartir, M., Wilson, A.O., 1982. Hydrocarbon habitat in main producing areas, Saudi Arabia. American Association of Petroleum Geologists Bulletin 66, 1 – 9. Bold, H.C., 1973. Morphology of Plants. Harper, New York, 668 pp.
- Bordenave, M.L., and Huc, A.Y., 1995. The Cretaceous source rocks in the Zagros Foothills of Iran, Revue de Institut Francais du Petrole. 50, No.6.
- Horner, R.A., 1985. Sea Ice Biota CRC Press, Boca Raton, 215 pp.
- Stover, L.E., Brinkhuis, H., Damassa, S.P., de Verteuil, L., Helby, R.J., Monteil, E., Partridge, A., Powell, A.J., Riding, J.B., Smelror, M., Williams, G.L., 1996. Mesozoic Tertiary dinoflagellates, acritarchs and prasinophytes. In: Jansonius, J., McGregor, D.C. (Eds.), Palynology: Principles and Applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, pp. 641–750
- Tyson, R.V., 1993. Palynofacies analysis, in Jenkins, D.G., ed. Applied micropalaeontology, pp. 153-191.
- Williams, G.L., Brinkhuis, H., Pearce, M.A., Fensome, R.A., Weegink, J.W., 2004. Southern Ocean and global dinoflagellate cyst events compared; index events for the late Cretaceous– Neogene. In: Exxon, N.F., Kennett, J.P., Malone, M.J. (Eds.), Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Results vol. 189, pp. 1 – 98. Available from World Wide Web: < [http:// www-odp.tamu.edu/publications/189\\_SR/107/107.htm](http://www-odp.tamu.edu/publications/189_SR/107/107.htm)>. [Cited 2004-04-09]. College Station, TX.

نوع کروژن	میکروپلانکتون	اسپور و پولن	ویژگی	پالینوفاسیس
III ,gas prone	خیلی کم	معمولاً زیاد	فیتو کلاست فراوان	I
III ,gas prone	خیلی کم	زیاد	فیتو کلاست فراوان، AOM کم	II
III or IV ,gas prone	متوسط تا فراوان	زیاد	AOM کم، فیتو کلاست فراوان	III
III or II ,mainly gas prone	کم تا خیلی کم	متوسط تا زیاد	فراوانی فیتو کلاست به نزدیکی محیط به منشأ و مقدار AOM در یابی به مقدار اکسیژن بستگی دارد.	IV
III > IV gas prone	رایج تا فراوان (داینوسیست غالب است)	معمولاً کم	مقدار AOM کم تا متوسط (معمولاً تجزیه شده)، پالینومرفها فراوان	V
II, oil prone	کم تا رایج (داینوسیست غالب است)	متغیر، کم تا متوسط	AOM فراوان به دلیل کاهش شرایط حوضه، محتوای فیتو کلاست متوسط تا بالا به دلیل وجود توربیدیته	VI
II, oil prone	متوسط تا رایج (داینوسیست غالب است)	کم	حفظ شدگی AOM متوسط تا خوب، مقدار پالینومرفها متوسط تا پایین	VII
II >> I oil prone	کم تا متوسط (داینوسیست غالب است)	کم	AOM فراوان با حفظ شدگی عالی، میزان پالینومرفها متوسط تا پایین	VIII
II >= I highly oil prone	خیلی کم (پراسینوفیت غالب است)	کم	AOM فراوان، میزان پالینومرفها کم	IX

جدول ۱: انواع پالینوفاسیس ها و ویژگی ها، کروژن مربوط به هر یک از آنها (Tyson 1989)