

# ارزیابی ویژگی‌های ژئوشیمی آلی سازند کنگان در میدان پارس جنوبی

علیرضا رجبی هرسینی<sup>۱\*</sup> و محمود معماریانی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران شمال، تهران، ایران

<sup>۲</sup>پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۰/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۵/۲۲

## چکیده

در این مطالعه به منظور ارزیابی ویژگی‌های ژئوشیمیایی سازند کنگان در چاه B واقع در میدان گازی پارس جنوبی تجزیه‌های ژئوشیمیایی (تجزیه‌های مقدماتی و تکمیلی شامل پیرولیز راک-اول، استخراج مواد آلی و تفریق بیومن، کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی-طیف سنجی جرمی) روی نمونه‌های تهیه شده از مغزه‌های حفاری صورت گرفت. نتایج ژئوشیمیایی بر این امر دلالت می‌کند که نوع کروژن نمونه‌ها مخلوطی از انواع III و II بوده و بیانگر وجود مواد آلی با منشأ دریایی و ورود اندکی مواد آلی با منشأ خشکی به این رسوبات است. ماده آلی این نمونه‌ها، از یک سنگ منشأ احتمالی با نوع سنگ‌شناسی آواری-کربناته تولید و در محیطی با شرایط کاهیده-نیمه کاهیده نهشته شده‌اند. در مجموع این نمونه‌ها پتانسیل هیدروکربنی فقیر تا متوسط و درجه بلوغ شروع پنجره تولید نفت (اواخر دیاژنز-اوایل کاتاژنز) را نشان می‌دهند. براساس تجزیه کروماتوگرافی ستونی، نمونه‌ها متشکل از هیدروکربن‌های پارافینیک- نفتینیک و پارافینیک هستند. به نظر می‌رسد که مقادیر ناچیز هیدروکربن‌های بررسی شده در سازند کنگان، به صورت برج‌ها تولید شده‌اند.

**کلیدواژه‌ها:** سازند کنگان، پیرولیز راک-اول، کروماتوگرافی گازی، کروماتوگرافی گازی-طیف سنجی جرمی، سنگ منشأ

\*نویسنده مسئول: علیرضا رجبی هرسینی

## ۱- مقدمه

پیرامون نتایج حاصل از نمونه‌های تهیه شده از مغزه‌های (Core) چاه B، موجود در سازند کنگان واقع در میدان گازی پارس جنوبی و آزمایش‌های ژئوشیمیایی صورت گرفته روی آنها، به منظور شناخت و آگاهی از ویژگی‌های ژئوشیمیایی لایه کنگان بر اساس آثار هیدروکربن‌های باقی‌مانده در این لایه (که محتویات مخزن یعنی گاز و کاندنسیت‌ها مورد نظر نیست) صحبت می‌شود. در چهارچوب این کار مطالعاتی، تعدادی نمونه از ژرفای ۲۷۶۰ متری تا ۲۸۷۴ متری موجود در سازند کنگان در چاه B پس از بررسی و مطالعه روی مغزه‌های حفاری، از بخش‌های مناسب مغزه‌ها (core) تهیه شد (شکل ۳). ۸ نمونه در آزمایشگاه مورد تجزیه پیرولیز راک-اول، و ۴ نمونه برای تجزیه‌های شیمیایی و تکمیلی انتخاب شد. تمامی بررسی‌های ژئوشیمیایی، در آزمایشگاه ژئوشیمی آلی پژوهشگاه صنعت نفت انجام شده است.

### ۳-۱. تجزیه پیرولیز راک-اول

روش پیرولیز، یک روش حرارتی است که با حرارت دادن ماده آلی در غیاب اکسیژن انجام و برای تولید و آزاد شدن هیدروکربن و تعیین کمیت و کیفیت ماده آلی، نوع ماده آلی، پتانسیل باقی‌مانده نمونه و تحول‌های حرارتی ماده آلی، به کار می‌رود. برای انجام این تجزیه از دستگاه پیرولیز راک-اول (Rock-Eval) استفاده می‌شود. بر این اساس، ۸ نمونه موجود در سازند کنگان از چاه B، پس از ارسال به آزمایشگاه مورد تجزیه پیرولیز راک-اول قرار گرفتند که نتایج حاصل از آنها در جدول ۱ ارائه شده است.

### ۳-۲. بررسی وجود احتمالی نوع کروژن (خاصیت سنگ منشأ بودن)

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه پیرولیز راک-اول نمونه‌های تهیه شده از مغزه‌های چاه B (جدول ۱)، توسط پارامترهای اندیس هیدروژن (HI) و بیشترین دما ( $T_{max}$ ) و همچنین HI و اندیس اکسیژن (OI) بر رسم نمودارهای HI در برابر  $T_{max}$  و HI برابر OI می‌توان نوع کروژن را تعیین کرد (نمودارهای اقتباس شده از Hunt, 1996). بر این اساس، به نظر می‌رسد که تولید هیدروکربن از سنگ منشأیی با کروژن‌های مخلوط از انواع III و II صورت گرفته است (نمودارهای ۱ و ۲).

### ۳-۳. درجه پختگی

یکی از راه‌های تعیین درجه پختگی (میزان بلوغ) مواد آلی نمونه‌ها توسط دستگاه

حوضه خلیج فارس، به عنوان یکی از غنی‌ترین حوضه‌های هیدروکربنی جهان در خاور میانه واقع است. میدان گازی پارس جنوبی، 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 خاوری شبه جزیره قطر، ۳۳۰ کیلومتری شمال باختری شهر دبی واقع است. وسعت این میدان ۹۷۰۰ کیلومتر مربع است. سهم متعلق به ایران ۳۷۰۰ کیلومتر وسعت داشته که بین طول‌های خاوری  $51^{\circ}50'$  تا  $52^{\circ}40'$  و عرض‌های شمالی  $25^{\circ}26'$  تا  $27^{\circ}05'$  قرار گرفته است (شکل ۱).

## ۲- چینه‌شناسی سازند کنگان

سازند کنگان در تریاس زیرین با ترکیب کربناته (بخش زیرین) و شیلی (بخش بالایی) و با ژرفای متوسط ۲۱۰ متر به طور فرسایشی و هم‌شیب بر روی سازند دالان قرار گرفته است. سازند کنگان به دو واحد مخزنی  $K_1$ ،  $K_2$  تقسیم شده که از بخش  $K_1$  به واسطه حجم بالای گاز  $H_2S$  همراه با گاز هیدروکربنی، برداشت نمی‌شود (Kashfi, 2000). بخش مخزنی  $K_2$  (به علت داشتن تخلخل و تراوایی مناسب)، به عنوان یکی از مخازن گازی و میعانات گازی از نظر کیفیت مخزنی بعد از لایه  $K_4$  (سازند دالان) مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد (شکل ۲). بین سازندهای کنگان و دالان انفصال هیدرولیکی وجود ندارد و این دو سازند بیشتر یک مخزن واحد را تشکیل می‌دهند.

## ۳- مراحل انجام کار

یکی از عوامل مؤثر بر پیشرفت‌های چشمگیر و تحولات عظیم در علم ژئوشیمی آلی، به کارگیری دستگاه‌های دقیق و پیشرفته آزمایشگاهی است، و از آن جا که شیمیدان‌ها با سنگ و سیال سر و کار دارند، طبیعی است که برای ارزیابی سیستماتیک سنگ مادر، نیاز به ابزارها و روش‌های تجزیه‌ای داشته باشند. پیش از هر نوع تجزیه، نمونه‌ها باید آماده‌سازی شوند و به طور کامل از هر گونه آلودگی پاک‌سازی شوند. سپس به تناسب نوع مطالعه، از روش‌های تجزیه‌ای ژئوشیمیایی اکتشافی مانند روش‌های پیرولیزی و شیمیایی بهره گرفته می‌شود. در این مطالعه

### – منشأ مواد آلی و وضعیت محیط رسوبی

برای تعیین منشأ مواد آلی (کروژن) و وضعیت محیط رسوبگذاری با استفاده از روش GC، توسط پارامترهای  $Phy/n-C_{18}$ ،  $Pri/n-C_{17}$  و  $Pri/Phy$  پارامترهای پارافین‌های نرمال از  $n-C_{19}$  تا  $n-C_{30}$  می‌توان نمودار  $Phy/n-C_{18}$  در برابر  $Pri/n-C_{17}$  و نمودار ستاره‌ای را رسم نمود.

– **نمودار ستاره‌ای:** برای مشخص کردن یکسان یا متفاوت بودن ویژگی‌های سنگ منشأ احتمالی و هیدروکربن‌ها از نمودار ستاره‌ای (Star Diagram) استفاده می‌شود (Kaufman et al., 1990). در این نمودار با استفاده از نسبت آلکان‌های فرد به زوج در کنار نسبت‌های  $Phytane/n-C_{18}$  و  $Pristane/n-C_{17}$  و  $Pristane/Phytane$  و مقایسه پراکندگی این نسبت‌ها، می‌توان چگونگی پراکندگی هیدروکربن‌های اشباع را در نمونه‌های تهیه شده از چاه B رسم و کیفیت آنها را مقایسه نمود (نمودار ۶). الگوی توزیع آلکان‌های نرمال در نمودار ستاره‌ای نمونه‌های مورد مطالعه به صورت پراکندگی نرمال و همگن است و معرف این است که هیدروکربن‌های موجود در این لایه بر خلاف داشتن اختلاف ژرفای بیش از ۱۱۴ متر، یکسان هستند (نمودار ۶) و معرف این است که سامانه تغذیه هیدروکربنی یکسان دارند. همچنین با توجه به نسبت  $Pri/Phy$  که ما بین ۰/۴۹ تا ۱ است، می‌توان گفت نمونه‌ها در محیطی کاهیده-نیمه کاهیده در شرایطی که محیط گاه لب شور بوده است، رسوبگذاری کرده‌اند (نمودار ۶). به طور کلی چنانچه نسبت  $Pri/Phy$  در نمونه کمتر از ۱ باشد، آن نمونه در محیطی کاهیده رسوب کرده است. همچنین اگر این نسبت کمتر از ۰/۵ باشد نمونه در محیط کاهیده شور یا لب شور نهشته شده است (Havan et al., 1988).

– **نمودار  $Phy/n-C_{18}$  در برابر  $Pri/n-C_{17}$ :** به طور کلی توسط این نمودار می‌توان شرایط رسوبگذاری، نوع مواد آلی (کروژن)، اکسیده یا کاهیده بودن محیط، درجه بلوغ نمونه‌ها و اثرات تخریب حیاتی (Biodegradation) را در نمونه‌های نفتی و سنگ‌های منشأ بررسی نمود. هر دو نسبت  $Pri/n-C_{17}$  و  $Phy/n-C_{18}$  با افزایش بلوغ به علت بالا رفتن مقدار پارافین‌های نرمال کاهش می‌یابند. این نسبت‌ها در طی تخریب حیاتی، به علت کاهش پارافین‌های نرمال افزایش می‌یابند. همچنین نمونه‌های دارای مقدار بالای پرستان، نشانگر محیط اکسیده و نمونه‌های با مقدار بالای فیتان نشان دهنده محیط کاهیده هستند (Connan and Cassau, 1980). بر اساس نمودار رسم شده (نمودار ۷)، پدیده تخریب حیاتی در نمونه‌های مورد مطالعه دیده نمی‌شود و بلوغ نمونه‌ها مناسب و در محدوده بلوغ در اواخر دیاژنز-اوایل کاتازنز (شروع پنجره تولید نفت) است. شرایط رسوبگذاری نمونه‌ها در محیطی کاهیده-نیمه کاهیده (منظور سنگ مولد احتمالی) بوده است. نوع کروژن (ماده آلی) نمونه‌ها بر اساس نمودار رسم شده (نمودار ۷)، بیشتر مخلوطی از انواع کروژن‌های III و II است.

### ۳-۴. روش کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی

طیف‌های کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی حاصل از بیومارکرهای هویانی براساس جرم مولکولی پایه  $m/z=191$  و استران‌ها با جرم مولکولی پایه  $m/z=217$  در نمونه‌های تهیه شده از چاه B، در پیوست ارائه شده است. همچنین نتایج حاصل از این روش، در جدول ۴ ارائه شده است.

### – وضعیت محیط رسوبی، سنگ‌شناسی مولد

براساس نتایج حاصل از GC-MS نمونه‌های تهیه شده از چاه B (جدول ۴)، توسط نسبت‌های  $C_{34}/C_{35}$  هوموئوپان‌ها و  $C_{29}/C_{30}$  هویان‌ها، نمودار  $C_{34}/C_{35}$  در برابر  $C_{29}/C_{30}$  به منظور تعیین سنگ‌شناسی و کاهیده بودن محیط برای نمونه‌های در حال بررسی، رسم شد (نمودار ۸). بر این اساس نسبت  $C_{34}/C_{35}$  هوموئوپان‌ها حدود ۱ (۰/۹) تا ۱/۲ بوده که در محیطی کاهیده-نیمه کاهیده نهشته شده‌اند و نسبت‌های  $C_{29}/C_{30}$

پیرولیز راک-اول، استفاده از پارامترهای  $T_{max}$  و HI، و رسم نمودار HI در برابر  $T_{max}$  است (Hunt, 1996). بر این اساس، برای نمونه‌های تهیه شده از چاه B نمودار رسم شده (نمودار ۲) گویای این مطلب است که چون میزان  $T_{max}$  نمونه‌ها در محدوده بین  $427^{\circ}C$  تا  $439^{\circ}C$  قرار دارد، بنابراین میزان بلوغ نمونه‌های مورد مطالعه و به عبارتی بلوغ سنگ مادر احتمالی هیدروکربن‌های مورد مطالعه در اواخر مرحله دیاژنز-ابتدای مرحله کاتازنز و در نتیجه شروع پنجره نفت‌زایی است.

### – پتانسیل هیدروکربنی احتمالی سازند کنگان

برای بررسی و ارزیابی توان هیدروکربنی باقی‌مانده در سنگ از شاخصی به نام پتانسیل تولید ( $Genetic\ Potential = S_1 + S_2$ ) استفاده می‌شود. با پلات کردن این پارامتر در برابر مقادیر  $TOC(\%)$  می‌توان سنگ منشأ احتمالی را از نظر کیفیت درجه‌بندی نمود. براساس پارامترهای  $S_1$  (هیدروکربن‌های سیال تولید شده)،  $S_2$  (توان هیدروکربنی) و  $TOC$  (غناي کل کربن آلی) می‌توان نمودار  $S_1 + S_2$  در برابر  $TOC$  را برای نمونه‌های تهیه شده از چاه B، به منظور تعیین پتانسیل هیدروکربنی نمونه‌های موجود در سازند کنگان، رسم نمود (نمودار ۳). درباره نمونه‌های تهیه شده از چاه B، نمونه‌ها در محدوده این چاه از نظر درجه‌بندی بسیار ضعیف (فقیر)، و از نظر توان هیدروکربنی نیز بسیار ضعیف (فقیر) است (نمودار ۳).

### ۳-۲. استخراج مواد آلی

روش‌های شیمیایی، یکی از بهترین روش‌ها برای ارزیابی مواد آلی موجود در سنگ منشأ و شناسایی اجزای تشکیل دهنده نفت‌خام هستند، که شامل استخراج مواد آلی قابل حل بی‌تومن (با آسیاب کردن نمونه و استفاده از حلال‌های مناسب) توسط روش سوکسله، جداسازی گروه‌های متشکل از بی‌تومن (با برخی حلال‌ها) توسط روش کروماتوگرافی ستونی، و در نهایت تجزیه‌های مولکولی توسط روش‌های کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی هستند. امروزه توسط روش کروماتوگرافی گازی می‌توان به بررسی توزیع آلکان‌های نرمال و ایزوپرنوئیدها و... و با کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی به بررسی بیومارکرها، تعیین درجه پختگی ماده آلی یا نفت، تطابق و... پرداخت (Ashkan, 2004).

۴ نمونه از چاه B، برای تجزیه‌های شیمیایی و تجزیه‌های تکمیلی انتخاب شد. پس از تفکیک بی‌تومن از نمونه، و سپس رسوب دادن آسفالتن و انجام کروماتوگرافی ستونی، برش‌های مختلف تعیین درصد شدند که نتایج حاصل در جدول ۲ فراهم شده است. همچنین فراوانی ترکیبات اشباع، آروماتیک و رزین در نمونه‌های تهیه شده از چاه B، را در نمودار ۴، می‌توان دید.

### – کیفیت هیدروکربنی

براساس نمودار مثلثی Tissot and Welte (1984) که سه جزء آن را ترکیبات اشباع، آروماتیک و قطبی تشکیل می‌دهند، کیفیت هیدروکربن‌های موجود بر اساس نتایج به دست آمده از استخراج مواد آلی (جدول ۲) بیان می‌شود (نمودار ۵). بر این اساس، کیفیت آثار و بقایای هیدروکربن‌های موجود در ماتریکس محدوده چاه مورد مطالعه ویژگی‌های پارافینیک-نفتیک و پارافینیک را نشان می‌دهند.

### ۳-۳. روش کروماتوگرافی گازی

نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی ترکیبات اشباع نمونه‌های تهیه شده از چاه B، در جدول ۳ آورده شده است. طیف‌های GC به دست آمده از تجزیه نمونه‌ها در پیوست ارائه شده است. نتایج حاصل از کروماتوگرام‌های گازی ترکیبات اشباع نمونه‌ها، دارای طیف  $nC_{15}+$  است و هیدروکربن‌های سبک (محدوده کمتر از  $nC_{15}+$ ) به دلیل تبخیر و ماهیت نمونه‌های مخزنی از زمینه کروماتوگرام محو شده‌اند و اجزای سنگین‌تر ( $nC_{15}+$ ) بیشتر دیده می‌شوند.

کمتر از ۱ (بین ۰/۷۴ تا ۰/۸) است، بنابراین نوع سنگ‌شناسی مولد آنها آواری-کربناتی بوده است (نمودار ۸).

#### – منشأ و محیط رسوبی مواد آلی

نمودار مثلثی (Ternary Diagram) که براساس توزیع استران‌های منظم با کربن‌های  $C_{27}$ ،  $C_{28}$  و  $C_{29}$  (جدول ۴)، رسم و برای تعیین محیط رسوبی و تشخیص منشأ مواد آلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، برای اولین بار توسط Hung & Meinchein (1979) پیشنهاد شد. بر این اساس، منشأ مواد آلی نمونه‌های تهیه شده از چاه B، بیشتر از نوع دریایی با اندکی ورودی‌هایی از خشکی است (نمودار ۹).

#### – بلوغ (پختگی)

براساس نتایج حاصل از بررسی‌های GC-MS بیومارکرهای استرانی با جرم مولکولی پایه  $m/z=217$  که در جدول ۴ ارائه شد، توسط ضریب نسبت استران منظم در  $C_{29}$   $29S/29S+29R$  که به صورت  $29S/29S+29R$  نوشته می‌شود و ضریب نسبت ایزواستران  $29\beta/29\beta+29\alpha$ ، که هر دو از ضرایب قابل اعتماد برای تعیین درجه پختگی نمونه‌ها به شمار می‌روند و با افزایش پختگی، این ضرایب افزایش می‌یابند، می‌توان نمودار  $29S/29S+29R$  در برابر  $29\beta/29\beta+29\alpha$  را برای تعیین میزان بلوغ حرارتی نمونه‌های در حال مطالعه، رسم نمود (Peters and Moldowan, 1986). براساس نمودار رسم شده (نمودار ۱۰)، نمونه‌های در حال بررسی از نظر میزان بلوغ (درجه پختگی) در محدوده شروع پنجره تولید نفت (اواخر دیاژنز-اوایل کاتاژنز) قرار گرفته‌اند. از دیگر راه‌های ارزیابی میزان بلوغ برای اطمینان بیشتر و برآورد دقیق میزان پختگی، استفاده از ضریب نسبت هوپان‌های  $T_s/T_s+T_m$  (جدول ۴) و ضریب نسبت استران‌های منظم  $C_{29}$  به صورت رسم نمودار  $T_s/T_s+T_m$  در برابر  $29S/29S+29R$  است (نمودار ۱۱). هوپان‌های  $T_m(18\alpha(H)\text{-trisorhopane})$  و  $T_s(17\alpha(H)\text{-trisorhopane})$  دارای ۲۷ اتم کربن هستند، و از پارامترهای مهم در تعیین بلوغ حرارتی مواد آلی به شمار می‌روند. هوپان‌های  $T_s$  دارای پایداری بیشتری نسبت به هوپان‌های  $T_m$  هستند. ضریب نسبت  $T_s/T_s+T_m$  در اثر افزایش پختگی نمونه‌ها افزایش می‌یابد (Peters & Moldowan, 1986). بر اساس نمودار رسم شده برای نمونه‌های تهیه شده از چاه B، میزان بلوغ (درجه پختگی) نمونه‌ها در محدوده شروع پنجره تولید نفت (اواخر دیاژنز- اوایل کاتاژنز) است (نمودار ۱۱).

#### ۴- تفسیر ژئوشیمیایی درباره نمونه‌های تحت تجزیه

در مورد آثار هیدروکربنی موجود در سازند کنگان دو فرضیه مطرح می‌شود:

۱- هیدروکربن‌های مورد بررسی، از میان لایه‌های شیلی- آهکی در سازند کنگان تولید شده‌اند. بررسی‌های نگارندگان روی نگاشت‌ها (لاگ‌ها) و ستون‌های چینه‌ای و سنگ‌شناسی چندین چاه در میدان تحت مطالعه، گویای این واقعیت است که میان لایه‌هایی با ترکیب "شیلی- آهکی" با ستبرای کم در بخش‌های  $K_1$  و بالایی سازند کنگان در قسمت‌های ایرانی میدان به چشم می‌خورد که با پیشروی و نزدیک شدن به سمت مرز مشترک ایران- قطر، از ستبرای آن کم شده و در نهایت در مرز مشترک، به طور کلی از بین می‌روند (شکل ۴).

۲- فرضیه دیگری که مطرح می‌شود، این است که شیل‌های سیلورین پیشین مسئول تولید آثار هیدروکربنی یاد شده در سازند کنگان بوده است. به این صورت که در مراحل اولیه زایش از سنگ منشأ سیلورین، هیدروکربن‌های یاد شده بنا به هر دلیل توانسته وارد خلل و فرج سازند کنگان شود و متعاقب آن با بالا آمدگی منطقه، بلوغ مواد آلی تجمع یافته (نفت‌های اولیه) بیشتر از این نتوانسته پیش برود. در فازهای

بعدی زایش از شیل‌های سیلورین پیشین، گاز تولید شده است که سازندهای کنگان و دالان را پر کرده است. از آن جا که شیل‌های سیلورین پیشین (سازند سرچاهان) سنگ منشأ مستعد مخازن گروه دهرم در میدان پارس جنوبی هستند، با توجه به بلوغ پایین نمونه‌های بررسی شده در چاه B (شروع پنجره نفت‌زایی)، در ظاهر بین آثار هیدروکربنی موجود در سازند کنگان با محتویات مخزنی (گازها و میعانات گازی) ارتباطی وجود ندارد.

با وجود موارد گفته شده باید یادآور شد که هدف تعریف شده برای این مقاله بررسی ویژگی‌های ژئوشیمیایی آثار هیدروکربنی موجود در خمیره (ماتریکس) سازند کنگان است و نه منشأیابی آنها؛ و در این مورد باید بررسی بیشتری انجام شود. اما به استناد نتایج تجزیه‌های انجام شده روی آثار هیدروکربنی تهیه شده از چاه B می‌توان گفت که فرضیه اول، از اعتبار بیشتری برخوردار است؛ یعنی هیدروکربن‌های مورد بررسی به صورت برج و از میان لایه‌های شیلی- آهکی موجود در سازند کنگان تولید شده‌اند.

#### ۵- نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته و تفسیرهایی که از نتایج تجزیه‌های مختلف انجام شده بر روی نمونه‌های مورد بررسی به دست آمده، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد: ارزیابی نمونه‌های مورد بررسی حاکی از وجود احتمالی کروژن مخلوط از انواع III و II است. نمونه‌های مورد بررسی از لحاظ غنای مواد آلی فقیر و از نظر درجه‌بندی سنگ منشأ احتمالی با پتانسیل هیدروکربنی فقیر ارزیابی می‌شوند. بررسی خواص شیمیایی بی‌تومن حاصل از نمونه‌ها، نشان‌دهنده ویژگی‌های پارافینیک- نفتینیک و پارافینیک است. نمونه‌ها در محیطی کاهیده- نیمه کاهیده نهشته شده و سنگ‌شناسی سنگ مولد احتمالی آنها آواری- کربناتی بوده است و آثار تخریب زیستی در نمونه‌ها دیده نمی‌شود. منشأ مواد آلی نمونه‌ها (سنگ منشأ مولد احتمالی)، بیشتر از نوع دریایی با اندکی ورودی از خشکی است. از نقطه نظر میزان بلوغ، نمونه‌های مورد مطالعه (سنگ منشأ مولد احتمالی) بلوغ در محدوده شروع پنجره تولید نفت (اواخر دیاژنز- اوایل کاتاژنز) را نشان می‌دهند. بنابراین با توجه به موارد گفته شده در بالا به نظر می‌رسد که میان لایه‌های شیلی- آهکی موجود در سازند کنگان مسئول تولید هیدروکربن‌های مورد بررسی بوده است. در مورد نقش مواد هیدروکربنی بررسی شده در محدوده چاه مورد مطالعه در تولید گاز و کاندنسیته‌های موجود در مخزن کنگان (محتویات مخزنی) می‌توان گفت که چون این هیدروکربن‌ها از لحاظ بلوغ در محدوده شروع پنجره نفت‌زایی هستند، در تولید محتویات مخزن به احتمال نقشی نداشته‌اند.

#### سپاسگزاری

از شرکت نفت و گاز پارس به دلیل حمایت‌های مادی و معنوی این پروژه و از جناب آقای دکتر محمدرضا کمالی (پژوهشگاه صنعت نفت) به دلیل راهنمایی‌های ارزنده‌شان در این طرح مطالعاتی تشکر و قدردانی می‌شود.

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه پیرولیز راک-اول نمونه‌های تهیه شده از چاه B

نمونه	ژرفا (متر)	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	HI	T <sub>max</sub>	OI	(%) TOC
B.1	۲۷۶۰	۰/۰۷	۰/۳۹	۰/۳۶	۱۵۶	۴۳۹	۱۴۴	۰/۲۵
B.2	۲۷۶۵/۳	۰/۳۴	۰/۱۲	۰/۱۲	۶۳	۴۳۶	۶۳	۰/۱۹
B.3	۲۷۸۴/۵	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۰۷	۱۲۰	۴۳۸	۴۷	۰/۱۵
B.4	۲۸۰۶/۵	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۴۴	۱۸	۴۲۷	۲۵۹	۰/۱۷
B.5	۲۸۲۰/۵	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۸	۲۹	۴۳۲	۸۹	۰/۰۹
B.6	۲۸۲۶	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۵	۸۹	۴۲۹	۵۶	۰/۰۹
B.7	۲۸۴۲/۵	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۹	۸۶	۴۳۵	۱۳۶	۰/۱۴
B.8	۲۸۷۴/۵	۰/۱	۰/۰۴	۰/۳۲	۲۵	۴۳۳	۲۱۳	۰/۱۵

جدول ۲- جدول مربوط به درصد مواد آلی استخراج شده و درصد ترکیبات شیمیایی حاصل از تخلیص نمونه‌های چاه B

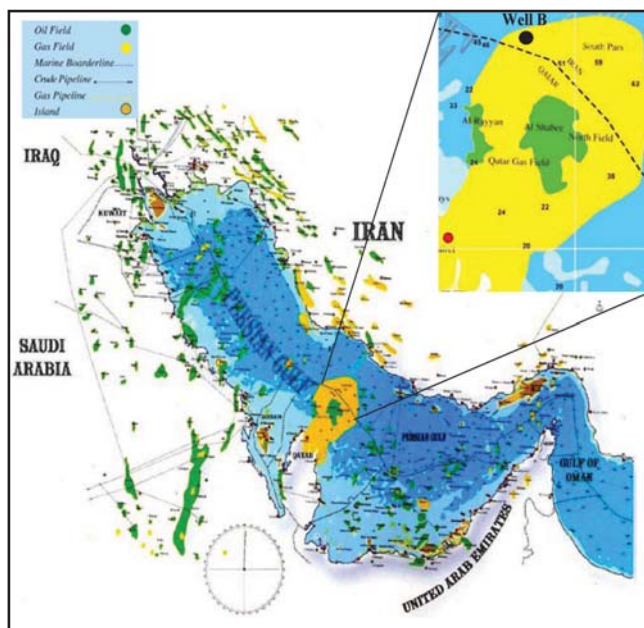
نمونه	ژرفا (متر)	اشباع (%)	آروماتیک (%)	رزین (%)	آسفالتن (%)	قطبی (%)
B.1	۲۷۶۰	۳۸/۰۳	۳۸/۲۲	۲۳/۷۴	Trace	۲۳/۷۴
B.3	۲۷۸۴/۵	۴۵/۸۴	۳۳/۶۴	۲۰/۵	Trace	۲۰/۵
B.7	۲۸۴۲/۵	۳۲/۰۷	۳۶/۸۴	۳۱/۰۸	Trace	۳۱/۰۸
B.8	۲۸۷۴/۵	۳۰/۰۹	۳۷/۸۶	۳۲/۰۳	Trace	۳۲/۰۳

جدول ۳- نتایج حاصل از کروماتوگرام‌های ترکیبات اشباع در نمونه‌های چاه B

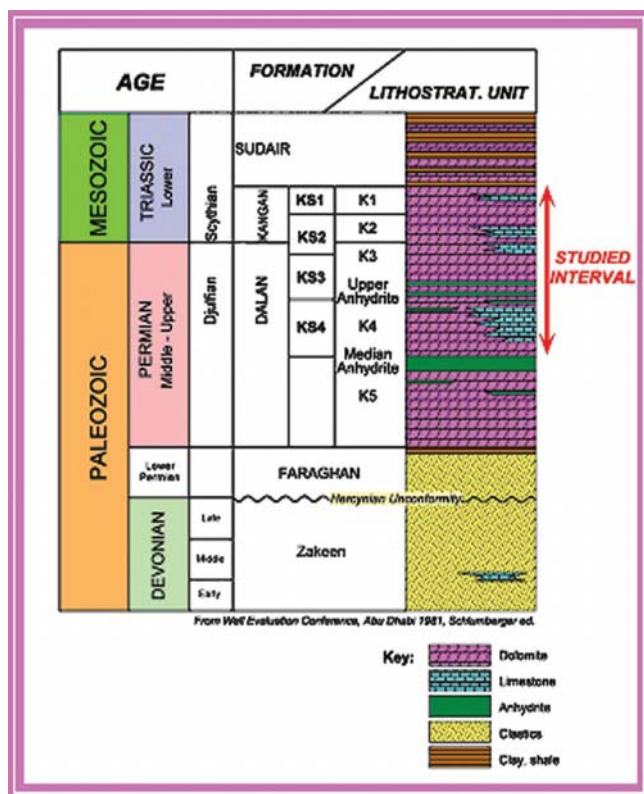
نمونه	ژرفا (متر)	GC Summary			
		CPI	Pri/Phy	Pri/n-C <sub>17</sub>	Phy/n-C <sub>18</sub>
B.1	۲۷۶۰	۱/۱۳	۰/۴۹	۰/۳۴	۰/۳۸
B.3	۲۷۸۴/۵	۱/۰۵	۱	۰/۵۱	۰/۳۸
B.7	۲۸۴۲/۵	۱/۰۱	۰/۷۱	۰/۳۸	۰/۴۶
B.8	۲۸۷۴/۵	۰/۹۵	۰/۷۹	۰/۴۴	۰/۴۵

جدول ۴- نتایج حاصل از روش GC-MS برای بیومارکرهای استران‌ها و هوپان‌ها در ۴ نمونه از چاه B

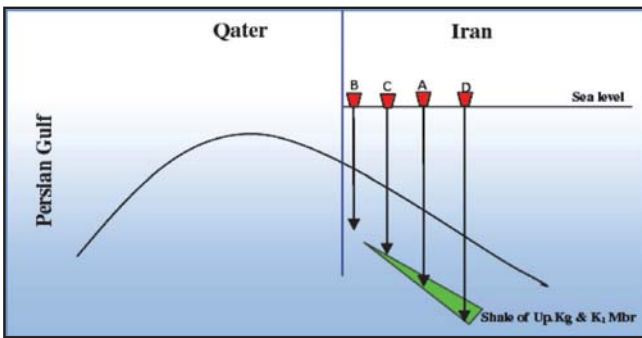
نمونه	C <sub>29</sub> /C <sub>30</sub>	C <sub>34</sub> /C <sub>35</sub>	T <sub>3</sub> /T <sub>3</sub> +T <sub>m</sub>	C <sub>27</sub> %	C <sub>28</sub> %	C <sub>29</sub> %	29BB/29BB+29αα	S/S+R
B.1	۰/۸	۱/۱	۰/۱۷	۲۳/۲۸	۳۸/۵	۳۸/۱۲	۰/۴۳	۰/۴۵
B.3	۰/۷۸	۱	۰/۴	۲۵/۰۳	۳۳/۷۴	۴۱/۲۲	۰/۳۶	۰/۴۸
B.7	۰/۷۴	۰/۹	۰/۳	۲۶/۸۸	۳۱/۶۸	۴۱/۴۲	۰/۴۸	۰/۴۷
B.8	۰/۷۹	۱/۲	۰/۳۸	۳۰/۷۱	۱۳/۲۴	۲۶/۵	۰/۴۸	۰/۴۷



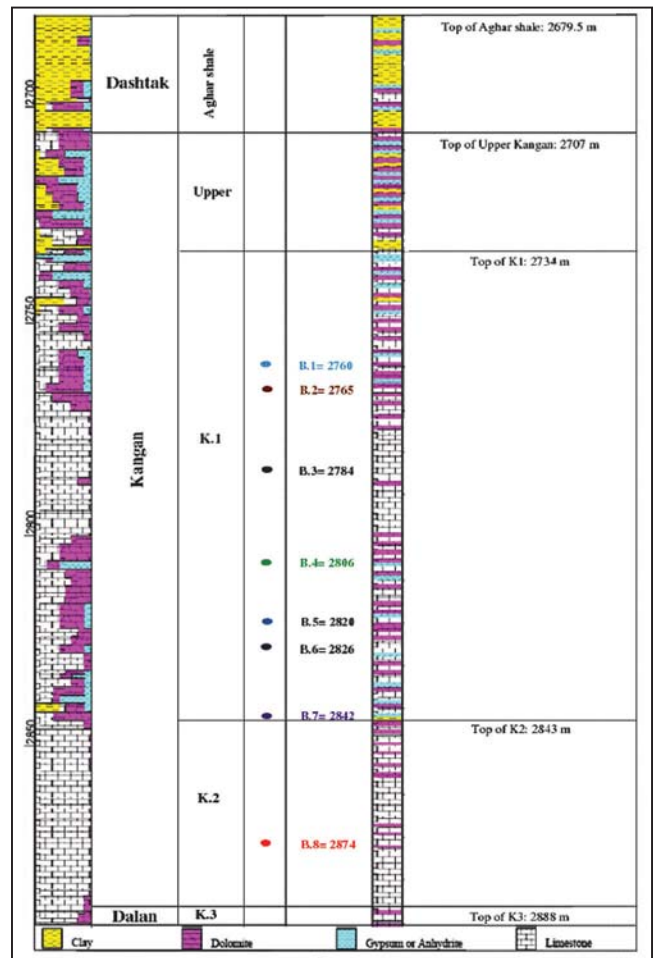
شکل ۱- موقعیت میدان گازی پارس جنوبی در خلیج فارس و موقعیت تقریبی چاه B (بدون مقیاس)



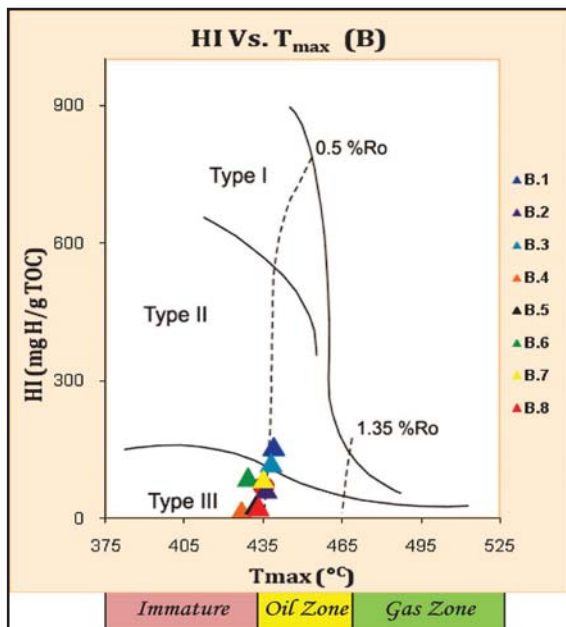
شکل ۲- تقسیم‌بندی سنگ‌چینه‌نگاری توالی‌های رسوبی دونین تا تریاس در میدان گازی پارس جنوبی (Virgone and Murat, 1999)



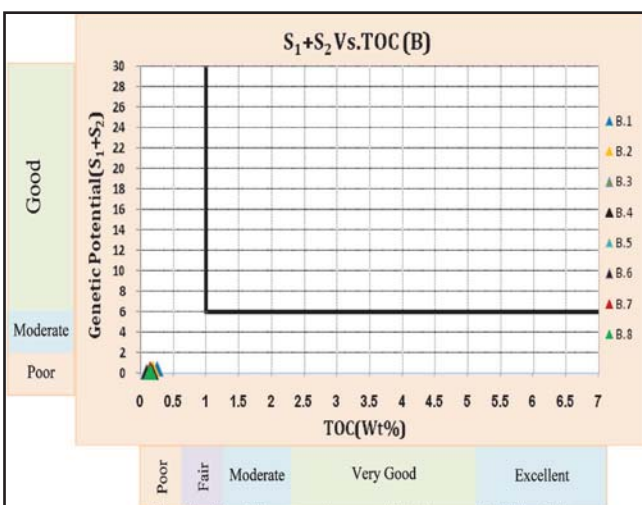
شکل ۴- شکل شماتیک ساختمان پارس جنوبی و تداوم میان لایه‌های شیلی- آهکی موجود در سازند کنگان



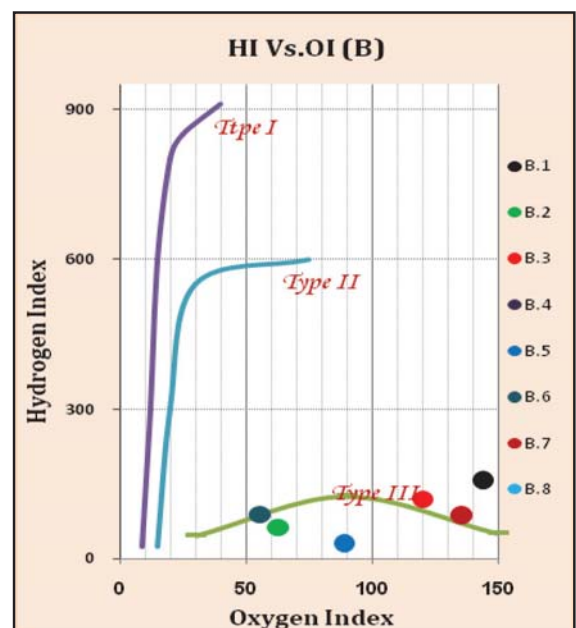
شکل ۳- بخشی از ستون چینه‌شناسی چاه B در میدان پارس جنوبی و موقعیت نمونه‌ها برای انجام تجزیه‌های ژئوشیمیایی. سازند کنگان در بخش بالایی ۲۷ متر، در بخش‌های K<sub>1</sub> و K<sub>2</sub> به ترتیب ۱۰۹ و ۴۵ متر ستبراً و در مجموع سازند کنگان در چاه B، ۱۸۱ متر ستبراً دارد.



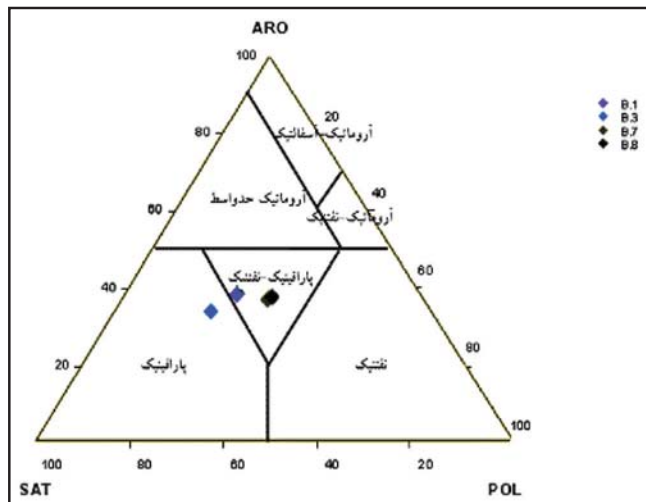
نمودار ۲- نمودار HI در برابر Tmax



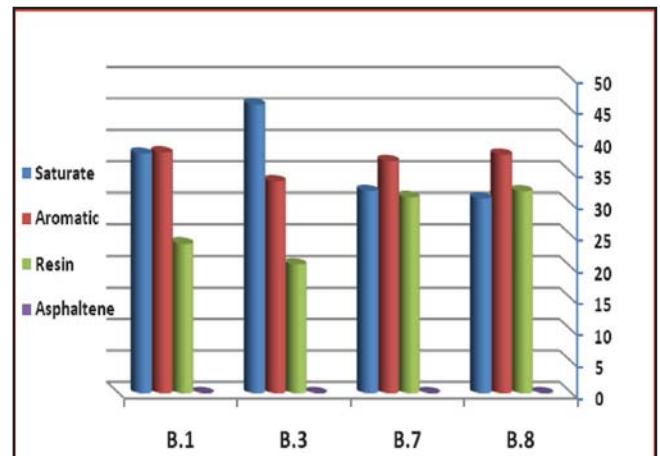
نمودار ۳- نمودار S<sub>1</sub>+S<sub>2</sub> در برابر TOC رسم شده برای نمونه‌های چاه B



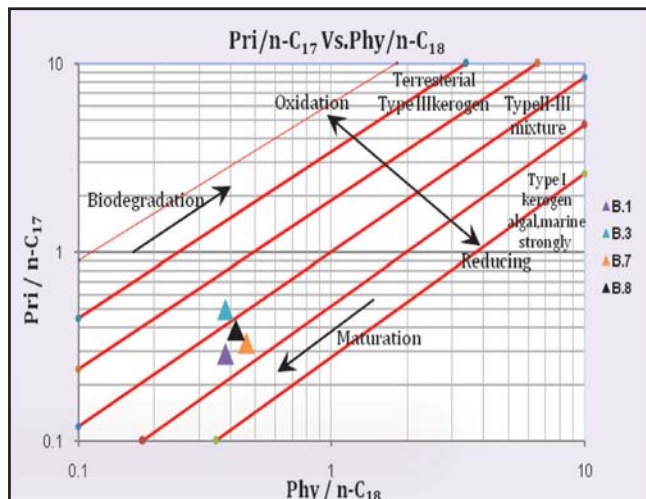
نمودار ۱- نمودار HI در برابر OI



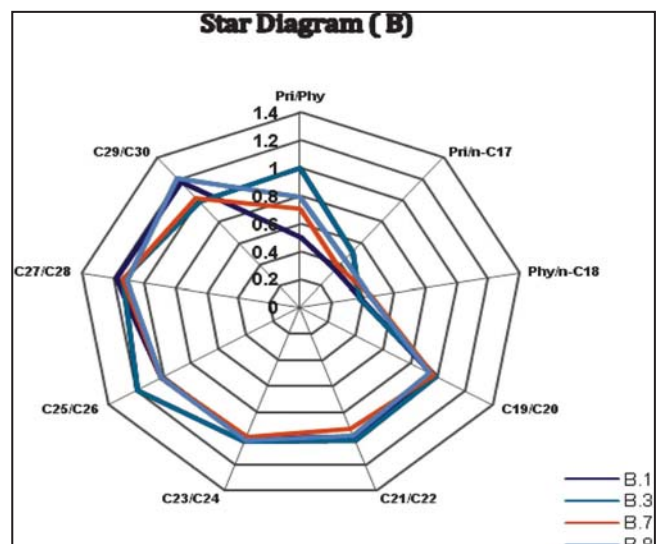
نمودار ۵- نمودار مثلثی تیسوت و ولته رسم شده برای نمونه‌های چاه B



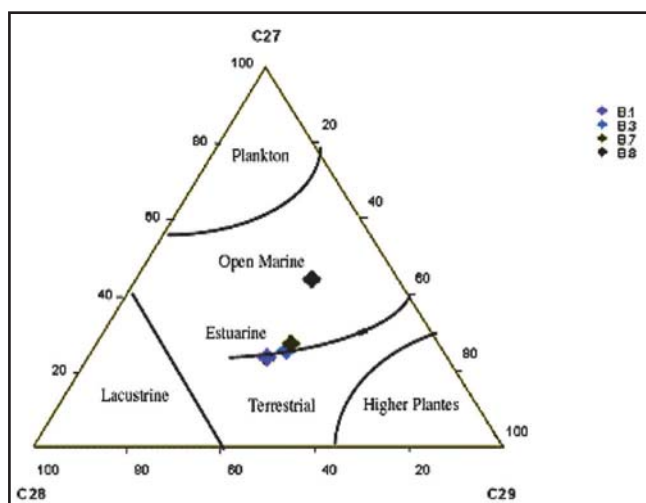
نمودار ۴- فراوانی درصد ترکیبات اشباع، آروماتیک و رزین در نمونه‌های چاه B



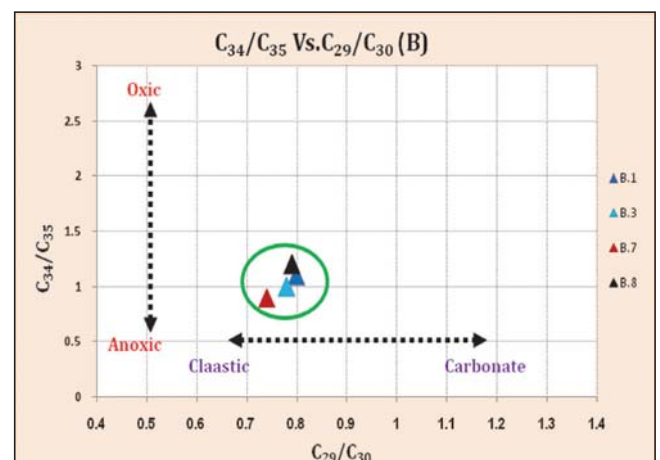
نمودار ۷- نمودار  $Phy/n-C_{18}$  در برابر  $Pri/n-C_{17}$  برای نمونه‌های از چاه B



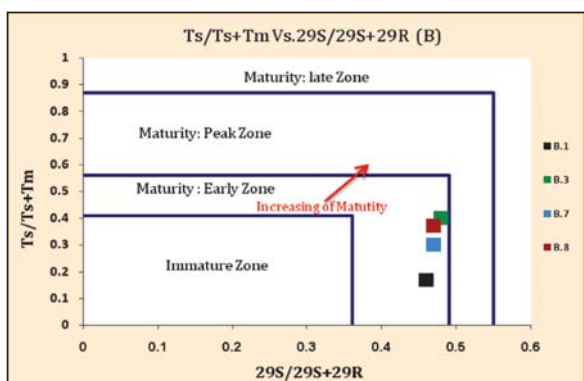
نمودار ۶- نمودار ستاره‌ای رسم شده برای نمونه‌های چاه B



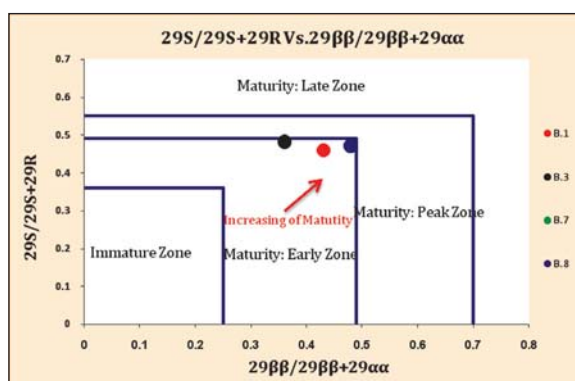
نمودار ۹- نمودار مثلثی استران‌های منظم ( $m/z=217$ ) مورد استفاده برای نمونه‌های چاه B



نمودار ۸- نمودار  $C_{34}/C_{35}$  Homohopane در برابر  $C_{29}/C_{30}$  Hopane برای نمونه‌های چاه B

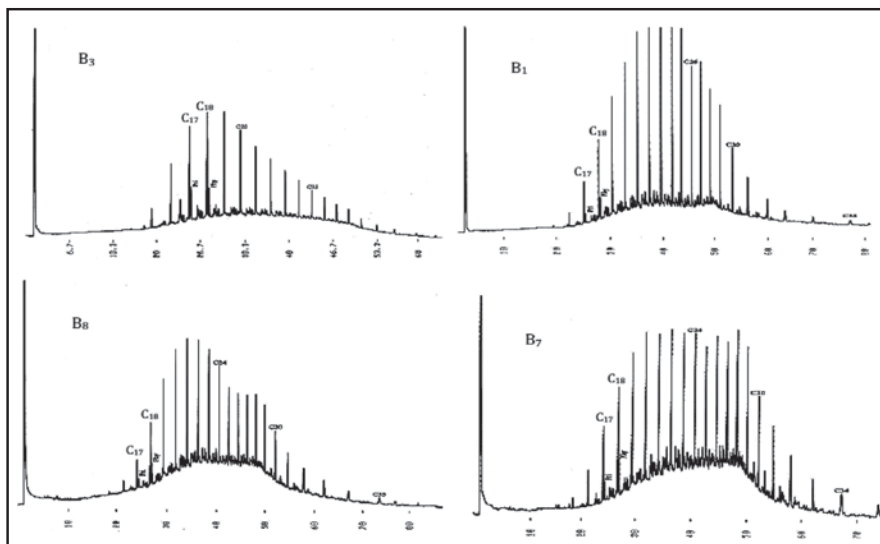


نمودار ۱۱- نمودار  $T_s/T_s+T_m$  در برابر  $29S/29S+29R$  برای نمونه‌های چاه B

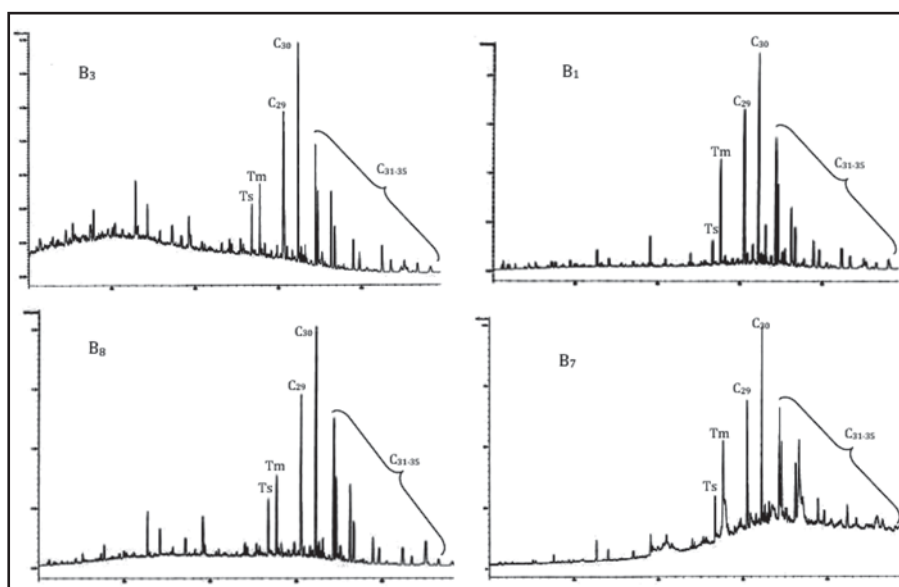


نمودار ۱۰- نمودار  $29S/29S+29R$  در برابر  $29\beta\beta/29\beta\beta+29\alpha\alpha$  برای نمونه‌های چاه B

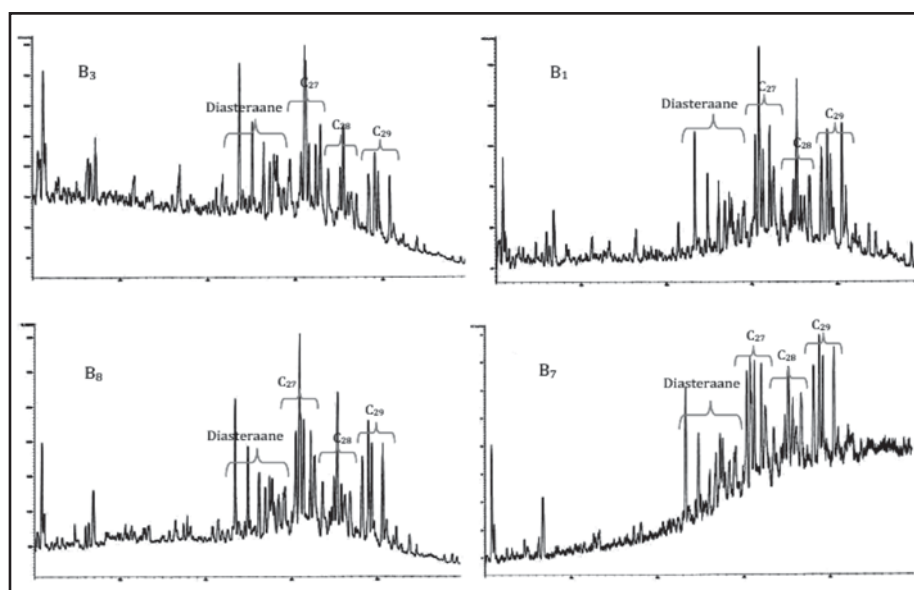
### پیوست‌ها



۱- چگونگی توزیع ترکیبات اشباع حاصل از تجزیه کروماتوگرافی گازی



۲- طیف‌های حاصل از روش GC-MS برای بیومارکرهای هویانی (هوپانوگرام  $m/z=191$ )


 ۳- طیف‌های حاصل از روش GC-MS برای بیومارکرهای استرانی (استرانوگرام  $m/z=217$ )

## References

- Ashkan, S. A. M., 2004- Fundamentals of geochemical studies of Hydrocarbon source rocks and oils with special look at the sedimentary basin of Zagros. National Iran oil company, 355 p.
- Connan, J. and Cassau, A. M. 1980- Properties of gas petroleum liquid derived from terrestrial kerogen at various maturation levels. *Geochim.Cosmochim. Acta*, 44, 10-23.
- Havan, H. L., de Leeuw, J. W., Sinnighe Damste, J. S., Schenck, P. A., Palmer, S. E. & Zumberg J. E., 1988- Application of biological markers in recognition of paleohypersaline environment, in K. Kelts, A. Fleet, and Talbot, eds., *Lacustrine Petroleum Source Rocks: v. 40*: Blackwell, Geological Society, p. 123-130.
- Hung, W. Y. & Meinchein, W. G., 1979- Sterols as ecological indicators, *eochemical et cosmochemicaActa*. 43, P. 739-745.
- Hunt, J. M., 1996- *Petroleum geochemistry and geology*: San Fransisco, W. H. Freeman, 473 p.
- Kashfi, M. S., 2000- Greater Persian Gulf Permian- Teriassic stratigraphic nomenclature requires study. *Oil and Gas Journal*, Tulsa, Vol. 15, pp. 36-44.
- Kaufman, R. L., Ahmad, A. S., Elsinger, R. J., 1990- Gas chromatography as development and production tools for fingerprinting oil from individual reservoirs: application in the Gulf of Mexico in: GCSSEPM foundation with annual research conference proceeding pp. 263-282.
- Peters, K. E. & Moldowen, J. M. (eds), 1993- *The biomarker guide: Interpreting molecular fossils in petroleum and ancient sediments*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 363p.
- Tissot, B. P. & Welte, D. H., 1984- *Petroleum Formation and Occurrence: (2 nd ed.)* Heidelberg, Springer Verlog, 538 p.
- Virgone, A. & Murat, B., 1999- *Geological Model Syntesis Permo-Teriassic from South Pars Field, Iran (SP-1, SP-4 and SP-6 Wells)*, Totalfinaelf, Total South Pars, 52 p.



For Persian Version see pages 95 to 102

\* Corresponding author: A. Rajabi-Harsini; E-mail: arh7948@yahoo.com

## The Environmental Impacts of Mining in Olang Area, Golestan Province (South Ramian)

N. Hafezi Moghaddas<sup>1</sup>, G. A. Kazemi<sup>1</sup>, H. R. Amiri Moghaddam<sup>1</sup>, R. Sanchooli<sup>2</sup> & F. S. Hejazi Nejad<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

<sup>2</sup>Rural Water and Wastewater Company, Golestan, Iran.

Received: 2008 August 25

Accepted: 2009 January 14

### Abstract

Olang Coal Mines in the Ghareh Chai watershed are located 100-130 km far from Gorgan and 20 km to the south of Ramian. In this research, the environmental impacts of these mines in this region including impacts on soil and water resources, slope instability and river bed erosion have been investigated. To evaluate the effects of mine drainage and surface pollutants, 34 water samples were collected in two different seasons, spring and summer. The samples were collected from mine drains and upstream and downstream of the junction points of such drains with streams, and subjected to analysis for chemical constituents. The results have shown that mine drainage has increased salinity and organic content of natural streams, but it has not significantly affected the concentration of heavy metals and other constituents. The most polluted samples are those located close to the dumps. This suggests that improper disposal of mine dumps, which are extensive in the area, is the main cause of soil and water pollution. Therefore, proper sealing of such dumps and optimum management of mine drainage is needed to minimize the negative impacts of coal mining. To evaluate the slope instability and land sliding associated with mining activities, first of all, the position of all land slides were located and mapped. The causes of each landslide were then identified. The analysis shows that land sliding is more common in the mining areas, and human activity together with natural causes such as geology, climate and hydrology play important roles in the occurrence of landslides.

**Keywords:** Environmental effects, Mining, Olang, Golestan Province

For Persian Version see pages 103 to 108

\*Corresponding author: N. Hafezi Moghaddas; E-mail: nhafezi@shahroodut.ac.ir

## Dynamic Fracture Process of Bam Earthquake

M. Eskandari<sup>\*1</sup> & M. R. Gheitanchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Tehran, Institute of Geophysics, Tehran, Iran.

Received: 2008 September 13

Accepted: 2009 January 14

### Abstract

In this article, we studied the dynamic fracture process of Bam earthquake. In two presented models stress heterogeneity on the fault plain was modeled as barrier or asperity and friction included as slip-weakening relationship. Results of models were constrained by near field ground motion recorded in Bam station. In the first model, fracture starts from a weak asperity which its waves surround the neighbor barrier and break it down. In the second model, another asperity is included in southern part of the fault. Breaking barrier releases two fracture fronts traveling in two different regimes. One of them travels faster than shear waves and goes to the intersonic velocity. The other front travels with 0.74 shear wave velocity and makes the largest pulse of the record. Both models predict the slip rate successfully, but the second model is more consistent with the real data.

**Key words:** Dynamic Fracture, Bam earthquake, Fracture front, Stress heterogeneity

For Persian Version see pages 109 to 114

\*Corresponding author: M. Eskandari; E-mail: eskandary@nt.ac.ir

and similarity between clusters. Although there are some similarities between SOM's numerical maps constructed here and the conventional maps but SOM method is more powerful for identification and interpretation of different zones than conventional methods. Utilizing SOM method enables us not only to evaluate the degree of homogeneity in each zone, but also to separate regions zone that experience similar geological evolutionary despite of their geographical locations. For instance Lut and Gavkhuni zones show more homogeneity than Makran and Azerbayejan zones also Kopeh-Dagh and Zagros are located at different regions, they have similar features. The results obtained here represent separation between Makran from East Iranian Ranges and Western Azerbaijan from Alborz Ranges, too. It is important to recognize that the SOM's results are based purely on the geophysical, geological and seismic features presented previously. So correspondences and differences between the SOM's zones and a given zone based on conventional method must receive careful thought.

**Keywords:** Tectonic Zoning, Clustering, Self-Organizing map, Neural Network

For Persian Version see pages 83 to 88

\* Corresponding author: A. Zamani; E\_mail: Zamani\_a\_geol@yahoo.com

## Lithostratigraphy and Biostratigraphy of the Dalichai Formation (Middle Jurassic) in Parvar Area, North of Semnan, Central Alborz

M. Shams<sup>1\*</sup> & K. Seyed-Emami<sup>2</sup>

<sup>1</sup> School of Geology , University College of Science , University of Tehran, Tehran, Iran

<sup>2</sup> School of Mining Engineering, University Collage of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 2008 June 28

Accepted: 2008 December 24

### Abstract

The Dalichai Formation and its ammonite fauna is studied for the first time in the Parvar area, Central Alborz. At Parvar the Dalichai Formation, with a thickness of about 70 m, consist of an alternation of grayish silty marls, marlstones, marly limestone and limestone and is subdivided into 5 members. A rich ammonite fauna (407 specimens) have been collected from the member 4 and 5, comprising the following families: Phylloceratidae, Lytoceratidae, Opeleidae, Haploceratidae, Sphaeroceratidae, Parkinsoniidae, Morphoceratidae and Perisphinctidae. These indicate a Late Bajocian and Bathonian age. Member five consists of greenish to reddish, nodular and flaggy limestones and is a typical condensed horizon.

**Keywords:** Lithostratigraphy, Biostratigraphy, Dalichai Formation, Ammonite, Middle Jurassic, Parvar, Central Alborz.

For Persian Version see pages 89 to 94

\*Corresponding author: M. Shams; E\_mail: Me\_shams59@yahoo.com

## Evaluation of Organic Geochemical Characteristics of Kangan Formation in South Pars Field

A. Rajabi-Harsini<sup>1\*</sup> & M. Memariani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Islamic Azad University- North Tehran Branch, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Research Institute of Petroleum Industry, Tehran, Iran

Received: 2008 August 12

Accepted: 2009 January 12

### Abstract

In this study, in order to evaluate the geochemical characterization of Kangan Formation in well B in South Pars Gas Field, geochemical analysis (including preliminary and complementary analysis such as Rock-Eval Pyrolysis, extraction of organic matter (EOM), bitumen fractionation, Gas chromatography and Gas chromatography-Mass Spectrometry) were carried out on core samples. Geochemical results reveal that these samples have kerogen type III and II, indicating a marine organic matter with a little terrestrial input. The organic matter of these samples was derived from source rock(s), with clastic-carbonate lithology which deposited under anoxic to subanoxic conditions. In addition, the above samples exhibit poor to moderate genetic potential with kerogen maturity at the beginning of oil generation (late diagenesis to early catagenesis). Also, based on column chromatography, the above samples are mainly composed of paraffinic-naphthenic and paraffinic hydrocarbons. A negligible amount of hydrocarbons seems to have been generated locally from Kangan Formation.

**Key words:** Kangan Formation, Rock-Eval Pyrolysis, Gas chromatography, Gas Chromatography-Mass Spectrometry, Source Rock.