

ارزیابی توان هیدروکربورزایی و شرایط رسوبگذاری سازند سرگلو در میدان نفتی مسجدسلیمان

بهرام علیزاده* و سید حسین حسینی^۱

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۱/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۴/۳۱

چکیده

سازند سرگلو به دلیل ژرفای بسیار زیاد و گسترش محدود آن در فروافتادگی دزفول (منحصر به نواحی شمالی)، بسیار مورد توجه زمین شناسان و بویژه زمین شناسان نفت است. هدف از این مطالعه، بررسی پتانسیل هیدروکربورزایی و شرایط رسوبگذاری سازند سرگلو در شمال فروافتادگی دزفول است. بدین منظور ۳۴ نمونه خرد سنگ حاصل از حفاری، از چاه‌های ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۲ و ۳۱۶ میدان نفتی مسجدسلیمان که لایه‌های ژوراسیک را قطع کرده‌اند، برداشت و تجزیه‌های ژئوشیمیایی پیرولیز راک‌ایول و پیرولیز-کروماتوگرافی گازی (Pyrolysis Rock-Eval 6 & PY-GC) بر روی آنان صورت گرفت. نتایج حاصل از این آزمایش‌ها نشان می‌دهد که این سازند با داشتن مقادیر بالای TOC، توان هیدروکربورزایی «بسیار خوب» دارد. استفاده از نمودار استاندارد ون کرولن تصحیح شده و همچنین نمودار HI در برابر T_{max} به منظور بررسی کیفیت و بلوغ مواد آلی، نوع کروژن در چاه‌های ۳۰۹، ۳۱۰ و ۳۱۲ را مخلوطی از انواع III-IV معرفی می‌کند. البته نوع اصلی کروژن در این چاه‌ها نوع (تیپ) III-II می‌باشد و علت این اختلاف، کاهش مقادیر پارامتر HI در نتیجه بلوغ حرارتی بالا است. در چاه ۳۱۶ کیفیت مواد آلی بهبود یافته است و کروژن‌های مورد مطالعه تلفیقی از کروژن‌های نوع III-II هستند. نمودار اسمیت رسم شده برای نمونه‌ها نشان می‌دهد که در تمامی چاه‌ها، نسبت S_1/TOC بیشتر از ۰/۱ است و همه نمونه‌ها در ژرفایی قرار دارند که شرایط لازم برای زایش هیدروکربور را دارند. نسبت $Pr/n-C_{17}$ در برابر نسبت $Ph/n-C_{18}$ حاصل از آزمایش‌های تکمیلی نشان می‌دهد که محیط رسوبگذاری این سازند در بیشتر رخساره‌ها محیط دریایی است. بررسی پیروگرام‌ها و ترموگرام‌های حاصل نشان می‌دهد که آلکان‌های عادی در این طیف‌ها دارای فراوانی کربن‌های $C_{15}-C_{20}$ بوده؛ این در حالی است که ترکیب‌های عادی آلکان‌های سنگین و بسیار سنگین فراوانی بسیار ضعیفی دارند. این امر به دلیل بلوغ بالای حرارتی است که سازند سرگلو پشت سر نهاده است. در پایان می‌توان گفت که به‌طور کلی سازند سرگلو در میدان نفتی مسجدسلیمان به دلیل موقعیت خاص میدان در فروافتادگی دزفول متفاوت از دیگر میادین نفتی عمل کرده و دارای پتانسیل هیدروکربوری بسیار بالایی است و با توجه به ژرفای بسیار زیاد و واقع شدن در پایان پنجره نفتی در مرحله گاززایی قرار گرفته است.

کلیدواژه‌ها: فروافتادگی دزفول، میدان نفتی مسجدسلیمان، سازند سرگلو، پتانسیل هیدروکربورزایی، محیط رسوبگذاری، پیرولیز راک‌ایول، پیرولیز-کروماتوگرافی گازی.

*نویسنده مسئول: بهرام علیزاده

۱- مقدمه

شده است (شکل ۲). با وجود مجزا بودن حوضه‌ها، ویژگی‌های سنگی و سنی سازند سرگلو، در خور قیاس با سازند بغمشاه (ایران مرکزی)، سازند دلیچای (البرز) و سازند چمن‌بید است (آقائباتی، ۱۳۸۳). سازند سورمه در ناحیه فارس ساحلی زاگرس نیز از نظر سنی هم ارز سازند سرگلو در نظر گرفته می‌شود.

۳- روش مطالعه

در گام اول نمونه‌برداری از خرده‌های حفاری (Cuttings) سازند سرگلو صورت گرفته، پس از گزینش نمونه‌ها و تیمار آنها، تجزیه‌های مقدماتی و تکمیلی بر روی آنان صورت گرفت.

۳-۱. نمونه‌برداری

سازند سرگلو مربوط به دوران ژوراسیک میانی است و در میدان نفتی مورد مطالعه در ژرفای پایین حضور دارد، چنان‌که ژرفای این سازند در چاه‌های مورد مطالعه در محدوده ۴۳۰۰ - ۴۰۰۰ متر است. در برخی چاه‌ها همچون چاه‌های ۳۰۹ و ۳۱۰ به دلیل وضعیت زمین‌ساختی موجود و وجود چین‌های برگشته، سازند سرگلو تکرار و ژرفای نهایی آن به ۴۶۰۰ متر نیز می‌رسد. چاه‌های حفاری شده تا سن ژوراسیک در ناحیه فروافتادگی دزفول بسیار کم هستند. از سوی دیگر میدان نفتی مسجدسلیمان (شکل ۳)، یکی از میادینی است که تعداد قابل توجهی از چاه‌های حفاری شده تا سن ژوراسیک در آن حفر شده و مطالعه حاضر، سازند سرگلو را در این میدان مورد بررسی قرار داده است. بدین منظور با توجه به موقعیت جغرافیایی چاه‌های میدان نفتی مسجدسلیمان، ۴ حلقه چاه برای نمونه‌برداری از خرده‌های حاصل از حفاری،

سازند سرگلو از جمله سازندهایی است که به دلیل ژرفای بسیار زیاد و گسترش محدود آن در فروافتادگی دزفول (منحصر به نواحی شمالی) کمتر مورد مطالعات ژئوشیمیایی قرار گرفته است (حسینی و همکاران، ۱۳۸۵). از این رو، بسیار مورد توجه و علاقه زمین‌شناسان و بویژه زمین‌شناسان نفت است. در این مطالعه سعی بر آن بوده است تا با بهره‌جویی از نتایج مطالعات ژئوشیمیایی سازند سرگلو، جایگاه این سازند از نظر توان هیدروکربورزایی ارزیابی شده و در نهایت محیط رسوبگذاری سازند یادشده مورد بررسی قرار گیرد.

۲- موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

کمریند کوهزایی زاگرس از سمت شمال باختر به جنوب خاور به سه ناحیه لرستان، فروافتادگی دزفول و فارس تقسیم می‌شود. تمام این نواحی جزئی از حاشیه قاره‌ای سکوی عربی بوده‌اند و اکنون توسط زون‌های گسلی با روند N-S و E-W از یکدیگر جدا شده‌اند. حوضه زاگرس همان گونه که در شکل ۱ دیده می‌شود، به طور کلی به سه زون راندگی (Thrust zone)، زون درهم (Imbricated zone) و کمریند چین‌خورده (folded zone) تقسیم می‌شود (Sephehr & Cosgrove, 2004).

دوران ژوراسیک در حوضه رسوبی زاگرس دارای دو نوع رخساره کم‌ژرفا و ژرف است. سازند سرگلو یکی از سازندهایی است که دارای رخساره‌های کم‌ژرفا بوده و بیشتر دارای ویژگی‌های تبخیری است. این سازند با ستبرای تقریبی ۱۵۲ تا ۲۱۳ متر شامل شیل و آهک‌های تیره رنگ است. حد بالایی آن با سازند نجمه ناپوستگی فرسایشی داشته و سن آن اشکوب باژوسین از ژوراسیک میانی تعیین

آلودگی و یا آغشتگی نیستند بسیار ضروری است، چرا که آلودگی نمونه‌ها، نتایج حاصل از پیرولیز را کایول را تحت الشعاع خود قرار می‌دهند (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۵). بدین منظور از منحنی تغییرات S_1 در برابر TOC استفاده می‌شود (اقتباس از Hunt, 1996). بررسی متغیر PI و مقایسه آن با متغیرهای TOC، T_{max} و S_2 (جدول ۱) نیز یکی دیگر از روش‌هایی است که برای مشخص کردن آلودگی نمونه‌ها به کار گرفته می‌شود. همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده است همه نمونه‌های برداشت‌شده از چاه‌های ۳۰۹، ۳۱۰ و ۳۱۲ و بیشتر نمونه‌های برداشت‌شده از چاه ۳۱۶، زیر خط آلودگی قرار گرفته‌اند و از همین رو احتمال آغشتگی و یا آلودگی این نمونه‌ها منتفی و یا بسیار پایین است. برای تعیین توان هیدروکربورزایی از نمودار تغییرات S_1+S_2 در برابر TOC استفاده می‌شود (Huang et al., 2003). رسم این نمودار برای نمونه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که نمونه‌های چاه ۳۱۶ با داشتن مقادیر بالای هر دو متغیر بالا دارای پتانسیل هیدروکربنی، در محدوده «بسیارخوب» هستند.

چاه‌های ۳۱۰ و ۳۱۲ نیز TOC بالایی را نشان می‌دهند اما مقدار متغیر S_1+S_2 کاهش یافته است که توان هیدروکربورزایی این سازند در این چاه‌ها را نیز می‌توان در رده «بسیارخوب» در نظر گرفت. به علت پایین بودن هر دو متغیر بالا در بیشتر نمونه‌های چاه ۳۰۹، توان هیدروکربورزایی سازند سرگلو در این چاه در بیشتر نمونه‌ها پایین است (شکل ۵). برای پی‌بردن به نوع کروژن و میزان بلوغ آن می‌توان از نمودار تغییرات HI (شاخص هیدروژن) در برابر OI (شاخص اکسیژن) که به نوعی می‌شود آن را نمودار ون کروژن تصحیح شده دانست و نیز از نمودار تغییرات HI در برابر T_{max} استفاده کرد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۵). نمودار ون کروژن تصحیح شده که برای نمونه‌های حاصل از سازند سرگلو در چاه‌های مختلف رسم شده است بیانگر آن است که نوع کروژن نمونه‌ها در چاه‌های ۳۰۹، ۳۱۰ و ۳۱۲ بیشتر تلفیقی از کروژن‌های نوع III-IV است. این نمودار، نوع کروژن‌ها در چاه ۳۱۶ را نیز تلفیقی از کروژن‌های نوع III-II معرفی می‌کند. رسم منحنی تغییرات HI در برابر T_{max} نیز نتایج بالا را تأیید می‌کند (شکل‌های ۶ و ۷). با وجود آن‌که موقعیت بیشتر نمونه‌های مورد مطالعه در نمودارهای HI در برابر OI و نیز نمودار HI در برابر T_{max} ، نوع III-IV را برای مواد آلی مورد مطالعه مطرح می‌کند ولی با توجه به مقادیر بالای T_{max} و کاهش متغیر HI می‌توان گفت که نوع اصلی کروژن‌ها در سازند سرگلو تلفیقی از انواع III-II بوده و به دلیل قرار گرفتن مواد آلی در پایان پنجره نفتی، بیشترین تولید آنها مربوط به ترکیبات گازی است. با نگاهی به مقادیر HI و T_{max} حاصل از چاه ۳۱۶ و مقایسه آن با مقادیر آنها در چاه‌های ۳۱۰ و ۳۱۲ می‌توان دریافت که مقادیر پایین HI در چاه‌های ۳۱۰ و ۳۱۲ به دلیل نوع کروژن آنها نیست، بلکه به دلیل مقادیر بالای T_{max} آنهاست. (Smith 1994) استفاده از نمودار تغییرات متغیر ترکیبی S_1/TOC در برابر متغیر ژرفا، برای تعیین ژرفایی که تراوش هیدروکربور از یک سنگ منشأ آغاز می‌شود را پیشنهاد کرد. همان‌طور که انتظار می‌رود مقدار S_1 با افزایش ژرفا افزایش می‌یابد و این روند تا هنگامی که زایش نفت شروع می‌شود، ادامه می‌یابد. Smith نشان داد که نسبت S_1/TOC هنگامی که تراوش نفت از سنگ منشأ آغاز می‌شود باید بین ۰/۱ و ۰/۲ باشد، به عبارت دیگر اگر این نسبت کمتر از ۰/۱ باشد، آن سنگ در هر مرحله از بلوغ که باشد نمی‌تواند زایش نفت داشته باشد، هر چند می‌تواند گاز تولید کند (Hunt, 1996). استفاده از این نمودار در مورد نمونه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که در همه چاه‌ها نسبت S_1/TOC بیشتر از ۰/۱ است و همه نمونه‌ها در ژرفایی قرار دارند که شرایط لازم برای زایش هیدروکربور را دارند و با بررسی وضعیت بلوغ آنها و تعیین نزدیکی آن تا پنجره نفتی، نوع هیدروکربور تولید

مد نظر قرار گرفت. موقعیت این چاه‌ها به گونه‌ای است که خاور، باختر و مرکز میدان نفتی مسجدسلیمان را پوشش می‌دهند. این چاه‌های برگزیده شامل چاه‌های شماره ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۲ و ۳۱۶ می‌باشند. با توجه به تکرار برخی سازندها در چاه‌های ۳۰۹ و ۳۱۰، نمونه‌برداری از هر دو بخش این سازند صورت گرفته است. در مرحله اول، ۸۰ نمونه که بتواند نماینده کل سازند در این چاه‌ها باشد برگزیده شدند. طبق روش استاندارد نمونه‌برداری (Peters & Moldowan, 2005) سعی شده است که از هر ۱۸ متر، نمونه‌ای انتخاب شود؛ از این رو، تعداد ۳۴ نمونه برای انجام تجزیه‌های ژئوشیمیایی مقدماتی و تکمیلی برگزیده شدند.

۳-۲. روش پیرولیز راکایول

در این مطالعه از دستگاه راکایول ۶ استفاده شده است. این دستگاه از فناوری آشکارگر (detector) متفاوت و کنترل دمایی دقیق‌تر با محدوده دمایی وسیع‌تری نسبت به دستگاه‌های قدیمی بهره می‌برد (Behar et al., 2001). پیرولیز راکایول اطلاعات مربوط به کمیت، کیفیت، نوع و نیز بلوغ مواد آلی در یک سنگ رسوبی را ارائه می‌نماید (Espitalie et al., 1984). پس از تیمار نمونه‌های انتخاب‌شده از سازند سرگلو مقدار ۷۰-۶۰ میلی گرم توسط دستگاه راکایول ۶ مورد تجزیه قرار گرفت. متغیرهای حاصل از این تجزیه عبارتند از متغیر S_1 (mg HC / g rock) که نشان‌دهنده هیدروکربن‌های آزاد موجود در سنگ است که تا دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد آزاد می‌شوند. پارامتر S_2 که بیانگر هیدروکربن‌هایی است که در طی پیرولیز و در دمای بین ۳۰۰-۶۵۰ درجه سانتی‌گراد آزاد می‌شوند و پارامتر S_3 معرف ترکیبات اکسیژن‌داری (گروه‌های کربوکسیل) است که تا دمای ۳۹۰ درجه سانتی‌گراد تجزیه شده و گاز CO_2 حاصل از تجزیه آنها آزاد گشته و به شکل بیشینه S_3 (mg CO_2 / g rock) نمایش داده می‌شود. HI و OI (شاخص پتانسیل هیدروکربورزایی) به همراه T_{max} و میزان TOC، از دیگر متغیرهای مهمی هستند که توسط این دستگاه ارائه می‌شود (Behar et al., 2001).

۳-۳. روش پیرولیز - کروماتوگرافی گازی (PY-GC)

روش پیرولیز- کروماتوگرافی گازی را می‌توان برای نمونه‌های حاصل از حفاری، بدون این که نیاز به جدا کردن ماده آلی از کل سنگ باشد به کار برد. در این روش، ابتدا مقدار ۵ تا ۱۰ میلی گرم از نمونه پودر و همگن شده در یک لوله شیشه‌ای (glass tube) مخصوص قرار داده می‌شود. مأمون ستون موئینه بخش کروماتوگرافی گازی دستگاه تا ۸۰- درجه سانتی‌گراد توسط نیتروژن مایع سرد می‌شود. همزمان در بخش پیرولیز دستگاه در محیط عاری از اکسیژن، دما تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد در محیط عاری از اکسیژن بالا برده می‌شود. این درجه حرارت موجب رها شدن هیدروکربن‌های آزاد موجود در سنگ می‌شود (هیدروکربن‌های بالفعل). هیدروکربورهای آزاد شده، در ستون موئینه بخش کروماتوگرافی گازی به دام می‌افتند. سپس درجه حرارت ستون موئینه توسط برنامه زمان‌بندی شده افزایش می‌یابد. این امر باعث حرکت این ملکول‌ها به سمت آشکارگر FID می‌شود. سپس در واحد پیرولیز، نمونه تا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شده تا در اثر شکست حرارتی، هیدروکربن‌های موجود در نمونه آزاد شود و در ستون موئینه سرد شده دستگاه کروماتوگرافی گازی، به دام افتند. پس از آن با گرم شدن دوباره ستون، ملکول‌ها به سمت آشکارگر FID حرکت نموده و در آنجا شناسایی می‌شوند. در این روش از گاز نیتروژن به عنوان گاز حامل استفاده می‌شود. ترکیبات موجود به صورت بیشینه‌هایی ثبت و مورد شناسایی قرار می‌گیرند.

۴- بحث و بررسی

در انجام مطالعات ژئوشیمیایی، اطمینان از این‌که نمونه‌های مورد مطالعه دچار

شده توسط سنگ منشأ تعیین شد (شکل ۸).

در جدول ۱ مقادیر TOC اندازه‌گیری شده، آمده است. این مقادیر نشان می‌دهند که میانگین TOC برای چاه ۳۱۰ برابر با ۷/۱۹ درصد وزنی، برای چاه ۳۱۲ برابر با ۸/۳۵ درصد وزنی و برای چاه ۳۱۶ این مقدار برابر با ۴/۵۷ درصد وزنی است. در چاه ۳۰۹ نیز مقدار TOC در بیشتر نمونه‌ها (بجز ۲ نمونه) مقادیر کمتر از ۰/۷ را نشان می‌دهند. مقدار TOC میانگین برای کل نمونه‌های برداشت شده از سازند سرگلو، برابر با ۵/۳۲ درصد وزنی است. با نگاهی به این اعداد می‌توان پی برد که سازند سرگلو از نظر میزان مواد آلی موجود در آن، در وضعیت بسیار مناسبی است. بررسی متغیر S_1 در همه چاه‌های مورد مطالعه، نشان می‌دهد که این متغیر در محدوده بین ۰/۱۸ تا ۱۱/۴۸ قرار می‌گیرد و بیانگر این مطلب است که پتانسیل هیدروکربنی این سازند بسیار متغیر است. محدوده شاخص هیدروژن در نمونه‌های مورد مطالعه بین ۴۲ تا ۳۸۲ و میانگین شاخص هیدروژن ($HI_{average}$)، برابر با ۱۱۶ می‌باشد که بیان‌کننده احتمال گاززا بودن این سازند بیش از دیگر گزینه‌هاست.

داده‌های حاصل از انجام تجزیه تکمیلی پیرولیز- کروماتوگرافی گازی بر روی ۱۱ نمونه از نمونه‌های مورد مطالعه و نیز پارامترهای حاصل از آن که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته، در جدول ۲ آمده است. از آنجا که پرستان (Pr) محصول دکربوکسیله شدن کلروفیل است، بنابراین، نسبت Pr/Ph در محیط‌های اکسیدان بالا و در محیط‌های احیایی پایین است (Alizadeh et al., 2007). توالی‌های کربناتی غنی از مواد آلی که در محیط غیراکسیدان تشکیل شده‌اند، بیشتر تشکیل‌دهنده نفت‌هایی با نسبت Pr/Ph کمتر از ۲ هستند، در حالی که بیشتر نهشته‌های دریاچه‌های فقیر از مواد آلی و رسوبات دلتایی و رودخانه‌ای، نفت‌هایی تولید می‌کنند که نسبت Pr/Ph در آنها بزرگ‌تر از ۳ است. از همین رو، از این نسبت می‌توان برای جدایش نوع محیط رسوبگذاری نفت و یا سنگ منشأ استفاده کرد. با توجه به مطالعات Waples (1985) و با در نظر گرفتن مقادیر Pr/Ph به دست آمده از تجزیه PY-GC می‌توان گفت که محیط رسوبگذاری اولیه سازند سرگلو در بیشتر رخساره‌ها، محیط دریایی است. منشأ، بلوغ، مهاجرت و تجزیه زیستی عوامل اصلی اختلاف در ترکیب نفت‌های خام هستند. مقادیر نسبت‌های $Pr/n-C_{17}$ و $Ph/n-C_{18}$ همراه با افزایش بلوغ کاهش می‌یابند که این امر در نتیجه افزایش حضور پارافین‌های عادی است و هر دوی این نسبت‌ها با افزایش تخریب زیستی و به دلیل از بین رفتن پارافین‌های عادی افزایش می‌یابند. در نتیجه، با رسم نسبت $Pr/n-C_{17}$ در برابر نسبت $Ph/n-C_{18}$ می‌توان نفت‌ها و سنگ‌های منشأ را در گروه‌های متفاوتی دسته‌بندی کرد. بررسی پیروگرام‌ها و ترموگرام‌های حاصل، نشان می‌دهد که آلکان‌های عادی در این طیف‌ها، در کربن‌های C_{15} - C_{20} فراوانی دارند و این در حالی است که ترکیبات عادی آلکان‌های سنگین و بسیار سنگین فراوانی بسیار ضعیفی دارند و این امر به دلیل بلوغ حرارتی بسیار بالا در نمونه‌های مورد مطالعه است (شکل ۱۰).

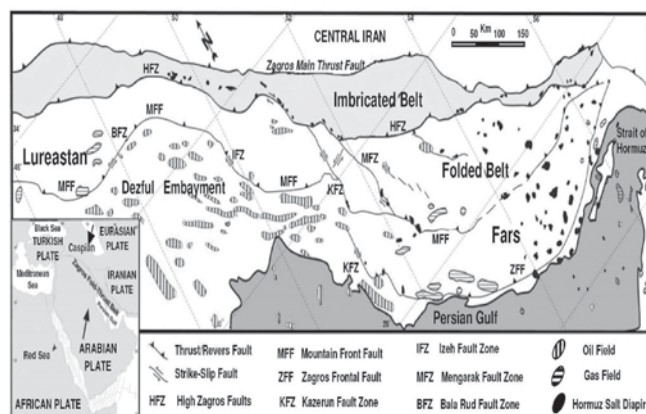
۵- نتیجه‌گیری

به کارگیری داده‌های حاصل از روش پیرولیز توسط دستگاه راک‌ایول VI برای تفسیر ویژگی‌های مواد آلی موجود در واحدهای رسوبی یکی از جدیدترین و متداول‌ترین روش‌های ژئوشیمیایی است. داده‌های به‌دست آمده از این روش در مورد سازند سرگلو در میدان نفتی مسجدسلیمان نشان می‌دهند که این سازند از نظر میزان مواد آلی در وضعیت بسیار مناسبی است. بررسی متغیر T_{max} نشان می‌دهد که بجز نمونه‌های چاه ۳۰۹، دیگر نمونه‌های مورد مطالعه در چاه‌های

۳۱۰، ۳۱۲ و ۳۱۶ بیشتر در پایان پنجره نفتی واقع شده‌اند. استفاده از نمودارهای ون کروئل و HI در برابر T_{max} نوع کروژن در بیشتر نمونه‌های مورد مطالعه را تلفیقی از کروژن نوع III-IV معرفی می‌کند. در ترکیب سنگی شاخص سازند سرگلو (شیل‌های کربناتی) مواد آلی مخلوطی از کروژن‌های نوع III-II هستند و این اختلاف، در نتیجه کاهش متغیر HI در پی افزایش بلوغ حرارتی (T_{max}) است. رسم تغییرات متغیر ترکیبی S_1/TOC در برابر ژرفا، حاکی از آن است که همه نمونه‌های مورد مطالعه در ژرفایی هستند که توانایی زایش هیدروکربن را دارند. با در نظر گرفتن مقادیر Pr/Ph به‌دست آمده از تجزیه PY-GC، می‌توان گفت که محیط رسوبگذاری سازند سرگلو در بیشتر رخساره‌ها، محیط دریایی است. مقادیر نسبت‌های $Pr/n-C_{17}$ و $Ph/n-C_{18}$ همراه با افزایش بلوغ کاهش می‌یابند. رسم نمودار نسبت $Pr/n-C_{17}$ در برابر نسبت $Ph/n-C_{18}$ ، نفت‌ها و سنگ‌های منشأ را در گروه‌های متفاوتی دسته‌بندی می‌کند. همچنین این نمودار نشان می‌دهد که محیط ته‌نشست مواد آلی دریایی بوده و نوع کروژن‌های حاصل از آنها نیز مخلوطی از کروژن نوع II و III است. بررسی کروماتوگرام‌های گازی حاصل، بیانگر آن است که آلکان‌های عادی در این طیف‌ها در کربن‌های C_{15} - C_{20} فراوانی دارند. این در حالی است که ترکیبات عادی آلکان‌های سنگین و بسیار سنگین فراوانی بسیار کمی دارند. دلیل این امر می‌تواند بلوغ حرارتی بسیار بالا در نمونه‌های مورد مطالعه باشد. در پایان، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که سازند سرگلو با توجه به میزان بالای مواد آلی موجود در آن، دارای پتانسیل هیدروکربنی بسیار بالایی است و شرایط این سازند از نظر ژرفا، باعث شده که در پایان پنجره نفتی قرار گیرد و مواد آلی آن به مرحله گاززایی رسیده باشند.

سپاسگزاری

این پژوهش بدون همکاری صمیمانه اساتید محترم گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز میسر نبود. نگارندگان سپاسگزار زحمات این عزیزان هستند. تمامی آزمایش‌های انجام گرفته در این پژوهش، توسط آزمایشگاه نفت دانشگاه شهید چمران اهواز صورت گرفته است که بدین وسیله از زحمات این مجموعه نیز قدردانی می‌شود. همچنین نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از اداره زمین‌شناسی شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب برای در اختیار گذاشتن نمونه‌ها و اطلاعات چاه‌ها در میدان نفتی مورد مطالعه، سپاسگزاری کنند.



شکل ۱- زون‌های ساختاری حوضه رسوبی زاگرس (Sepehr & Cosgrove, 2004)

جدول ۲- متغیرهای حاصل از روش PY-GC مورد استفاده در این مطالعه

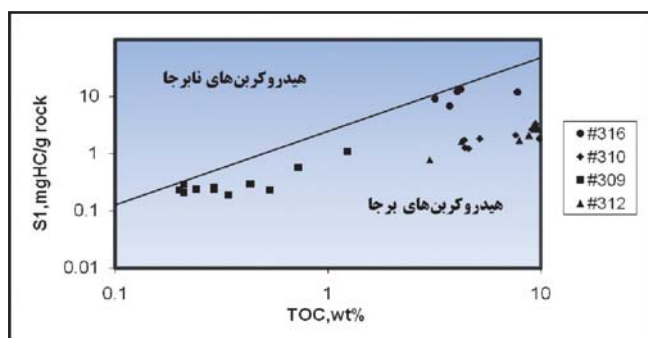
شماره نمونه	ژرفا (متر)	Pr/Ph	Pr/n-C17	Ph/n-C18
۳۰۹-۱	۳۹۷۲	۲/۷۱	۰/۴۴	۰/۵۴
۳۰۹-۲	۴۰۰۷	۲/۴۶	۰/۳۶	۰/۴۵
۳۰۹-۳	۴۰۴۵	۱/۳	۰/۷	۱/۱۵
۳۰۹-۷	۴۱۳۷	۱/۰۹	۰/۶۶	۱
۳۰۹-۲۱	۴۴۸۹	۰/۹۶	۰/۵۷	۰/۷۹
۳۱۰-۱۳	۴۳۷۷	۱/۵۶	۰/۳۱	۰/۵۱
۳۱۰-۱۵	۴۴۰۵	۱/۰۶	۰/۳۷	۰/۶۳
۳۱۲-۱۱	۴۰۷۳	۰/۷۴	۰/۲۷	۰/۶۲
۳۱۲-۱۲	۴۱۰۹	۰/۷	۰/۲۵	۰/۵۳
۳۱۲-۲۳	۴۱۲۴	۲/۲۳	۰/۳۶	۰/۴۳
۳۱۶-۱۸	۴۱۴۰	۱/۳۳	۱/۷۳	۰/۹۹

جدول ۱- برخی از مهم ترین داده های حاصل از پیرولیز نمونه های سازند سرگلو توسط دستگاه اراک ایل ۶

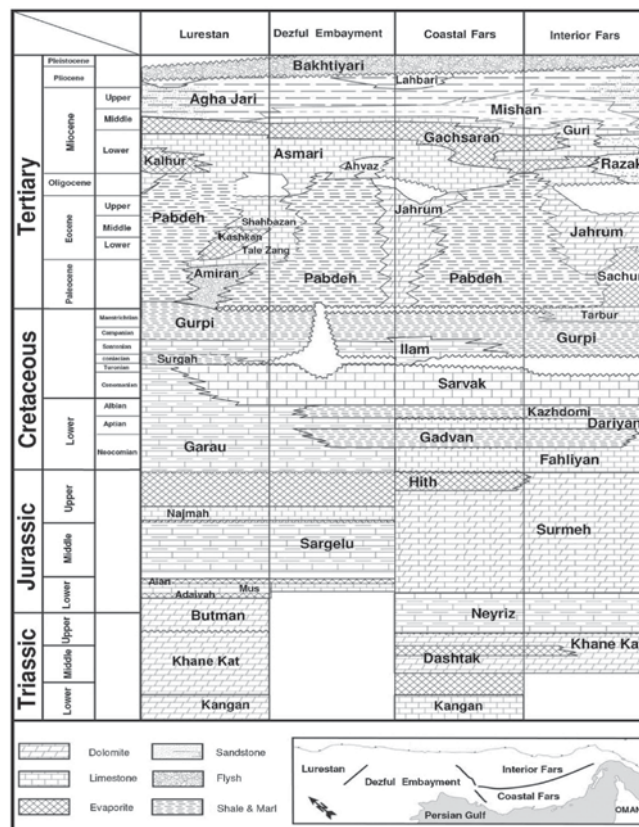
وزن (میلی گرم)	ژرفا (متر)	شماره چاه	T_{max} (°C)	S_1 (mg HC/gr Rock)	S_2 (mg HC/gr Rock)	TOC (wt. %)	HI (mg HC/gr TOC)	OI (mg CO ₂ /gr TOC)	PI
۳۱۶	۳۹۷۲	۵۴/۲	۴۴۰	۱۶/۱۵	۱۱/۴۸	۳/۱۷	۳۶۲	۲۸	۰/۵۳
۳۱۶	۳۹۸۶	۵۸/۲	۴۳۳	۲۱/۳	۱۵/۴	۴/۰۳	۳۸۲	۲۹	۰/۵۶
۳۱۶	۳۹۰۴	۵۹/۸	۴۳۵	۱۳/۴۹	۱۰/۵۱	۴/۱۹	۲۵۱	۲۶	۰/۵۸
۳۱۶	۳۹۱۶	۵۸/۸	۴۳۳	۱۲/۰۲	۱۰/۸۳	۷/۷۵	۱۴۰	۱۱	۰/۵
۳۱۶	۳۹۵۹	۵۲/۶	۴۴۱	۶/۹۱	۶/۸۸	۳/۷۱	۱۸۵	۱۹	۰/۵۸
۳۱۰	۴۰۰۷	۶۱/۴	۴۵۲	۱/۷۵	۲/۳۱	۴/۳۷	۵۳	۶۰	۰/۳۵
۳۱۰	۴۰۴۵	۵۲	۴۶۲	۳/۲۹	۵/۵۳	۹/۴۲	۵۹	۳۱	۰/۴۸
۳۱۰	۴۰۶۳	۵۷/۵	۴۶۰	۲/۶۶	۴/۷	۹/۰۲	۵۲	۲۵	۰/۴۶
۳۱۰	۴۱۰۰	۵۰/۵	۴۴۹	۱/۸۲	۲/۶۲	۵/۱۳	۵۱	۳۹	۰/۳۱
۳۱۰	۴۱۱۸	۵۸/۶	۴۹۷	۱/۲۵	۲/۲۸	۴/۴	۵۲	۲۵	۰/۴۶
۳۱۰	۴۱۳۷	۶۱/۲	۴۶۳	۲/۱۱	۳/۷۱	۷/۶	۴۹	۲۸	۰/۳۵
۳۱۰	۴۴۸۹	۵۶/۱	۴۷۱	۲/۵۵	۵/۶۶	۱۰/۴۵	۵۴	۲۲	۰/۴۳
۳۱۰	۴۵۰۷	۵۳/۹	۴۷۹	۱/۸۱	۴/۵۷	۹/۷۸	۴۷	۱۱	۰/۴۱
۳۱۰	۴۵۴۵	۵۸/۳	۵۰۵	۱/۲۴	۲/۳۵	۴/۵۷	۵۱	۲۵	۰/۴۷
۳۰۹	۴۰۰۳	۵۵/۹	۴۲۱	۰/۲۳	۰/۳	۰/۲	۱۵۰	۳۶۵	۰/۴۱
۳۰۹	۴۰۳۳	۵۷/۳	۴۱۸	۰/۲۹	۰/۲۶	۰/۲۱	۱۲۴	۴۸۱	۰/۴۷
۳۰۹	۴۰۵۱	۵۳/۶	۴۱۴	۰/۵۷	۰/۵۵	۰/۷۲	۶۳	۱۴۴	۰/۴۴
۳۰۹	۴۰۷۳	۵۷/۱	۴۱۸	۰/۲۶	۰/۳	۰/۲۹	۱۰۳	۳۱۷	۰/۵۳
۳۰۹	۴۱۰۹	۵۱/۴	۴۱۶	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۲۹	۶۲	۲۶۲	۰/۵۶
۳۰۹	۴۱۲۴	۵۴/۸	۴۱۷	۰/۳	۰/۴۶	۰/۴۳	۱۰۷	۱۸۵	۰/۴۶
۳۰۹	۴۱۴۶	۵۲	۴۲۶	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۴	۱۵۰	۳۱۳	۰/۵۷
۳۰۹	۴۱۷۹	۵۷/۴	۴۲۱	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۲۱	۱۰۵	۲۸۱	۰/۴۹
۳۰۹	۴۳۰۴	۵۷/۱	۴۲۱	۰/۲۳	۰/۶۶	۰/۵۳	۱۲۵	۱۹۶	۰/۴۱
۳۰۹	۴۳۱۶	۵۳/۴	۴۲۱	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۳۴	۶۲	۱۷۶	۰/۴۹
۳۰۹	۴۵۶۰	۵۱/۱	۴۷۰	۲/۷۲	۳/۲۲	۹/۳۲	۴۲	۱۸	۰/۴۸
۳۰۹	۴۵۹۵	۵۰/۵	۴۱۹	۱/۱۱	۱/۲۵	۱/۲۳	۱۰۲	۱۷۶	۰/۴۶
۳۱۲	۳۹۷۲	۵۱/۷	۴۶۵	۲/۶۹	۴/۱۶	۹/۶۷	۴۴	۳۱	۰/۴۷
۳۱۲	۴۰۰۷	۵۳/۸	۴۶۶	۱/۷۲	۳/۴۵	۷/۸۹	۴۴	۴۴	۰/۴۳
۳۱۲	۴۰۴۵	۵۴/۳	۴۷۲	۲/۳۷	۶/۰۳	۱۱/۳۳	۵۳	۱۷	۰/۴۹
۳۱۲	۴۰۶۳	۵۲/۱	۴۷۳	۲/۱	۴/۸۱	۸/۷۸	۵۵	۱۸	۰/۴۳
۳۱۲	۴۱۰۰	۵۸/۳	۴۶۹	۱/۶۳	۲/۲۱	۴/۲۱	۵۵	۱۸	۰/۴۸
۳۱۲	۴۱۱۸	۵۵/۳	۴۹۰	۰/۷۹	۱/۴۹	۳	۵۰	۲۷	۰/۳
۳۱۲	۴۳۰۴	۵۴/۴	۴۹۲	۱/۷۸	۴/۸۴	۱۰/۶۸	۴۵	۲۲	۰/۴۱
۳۱۲	۴۳۵۹	۵۶/۱	۴۷۲	۲/۷۳	۵/۸۴	۱۱/۳	۵۲	۲۱	۰/۴۵



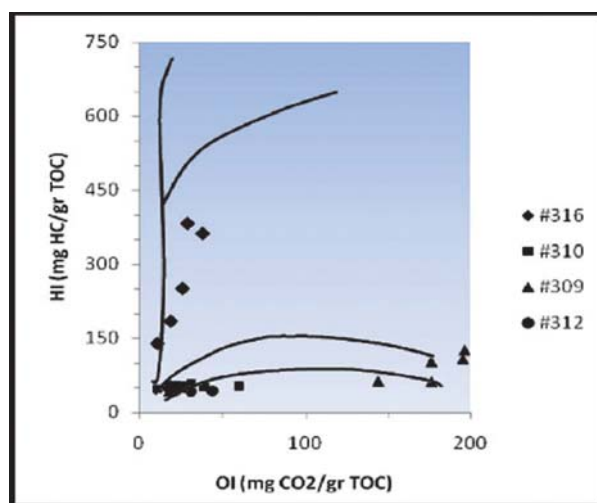
شکل ۳- موقعیت جغرافیایی میدان نفتی مسجدسلیمان و میادین همجوار آن



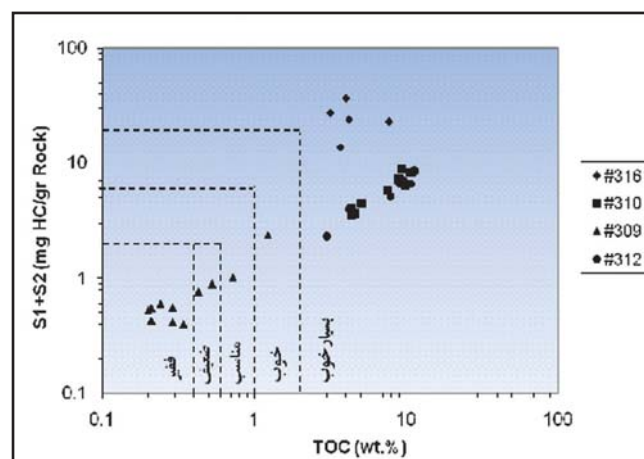
شکل ۴- منحنی تغییرات پارامتر S_1 در برابر TOC به منظور تعیین میزان آلودگی در نمونه های مورد مطالعه



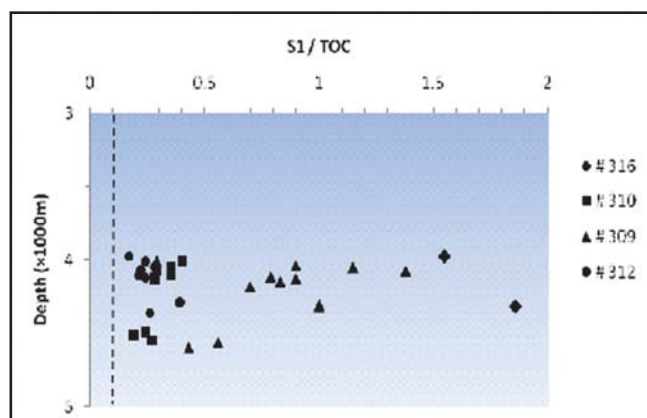
شکل ۲- ستون چینه بندی حوضه رسوبی زاگرس (Sepehr & Cosgrove, 2004)



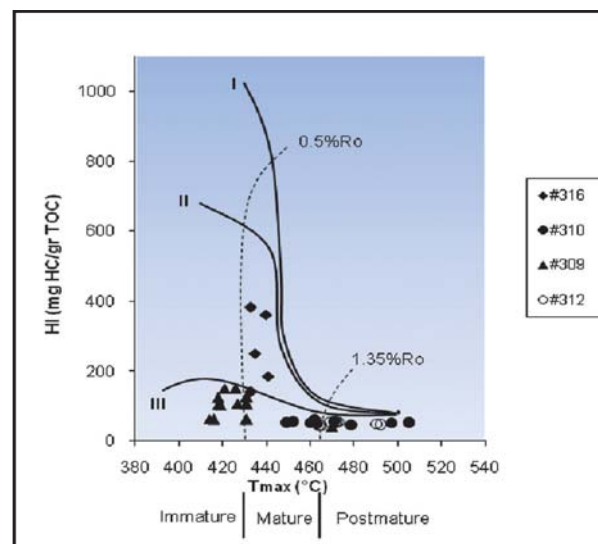
شکل ۶- نمودار تغییرات HI در برابر OI



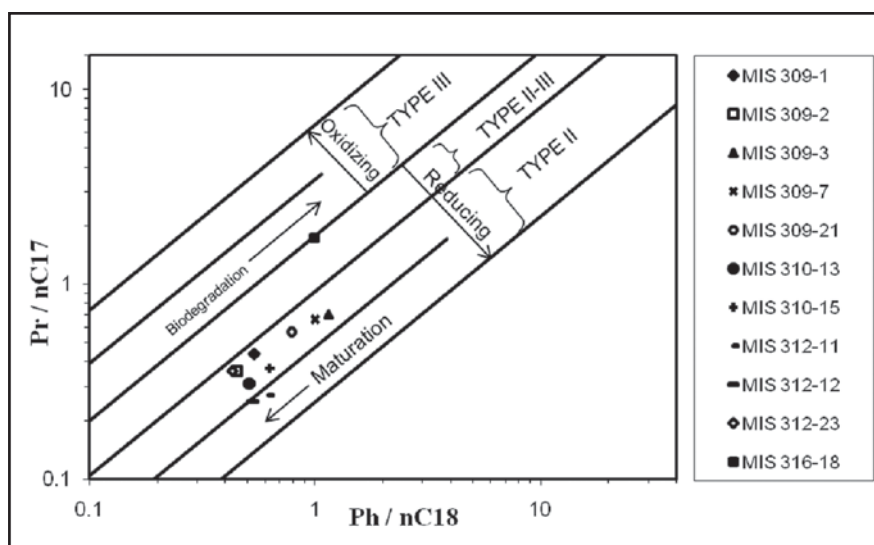
شکل ۵- نمودار تغییرات S_1+S_2 در برابر TOC به منظور ارزیابی پتانسیل ژنتیکی نمونه‌های مورد مطالعه (اقتباس از Huang, 2003).



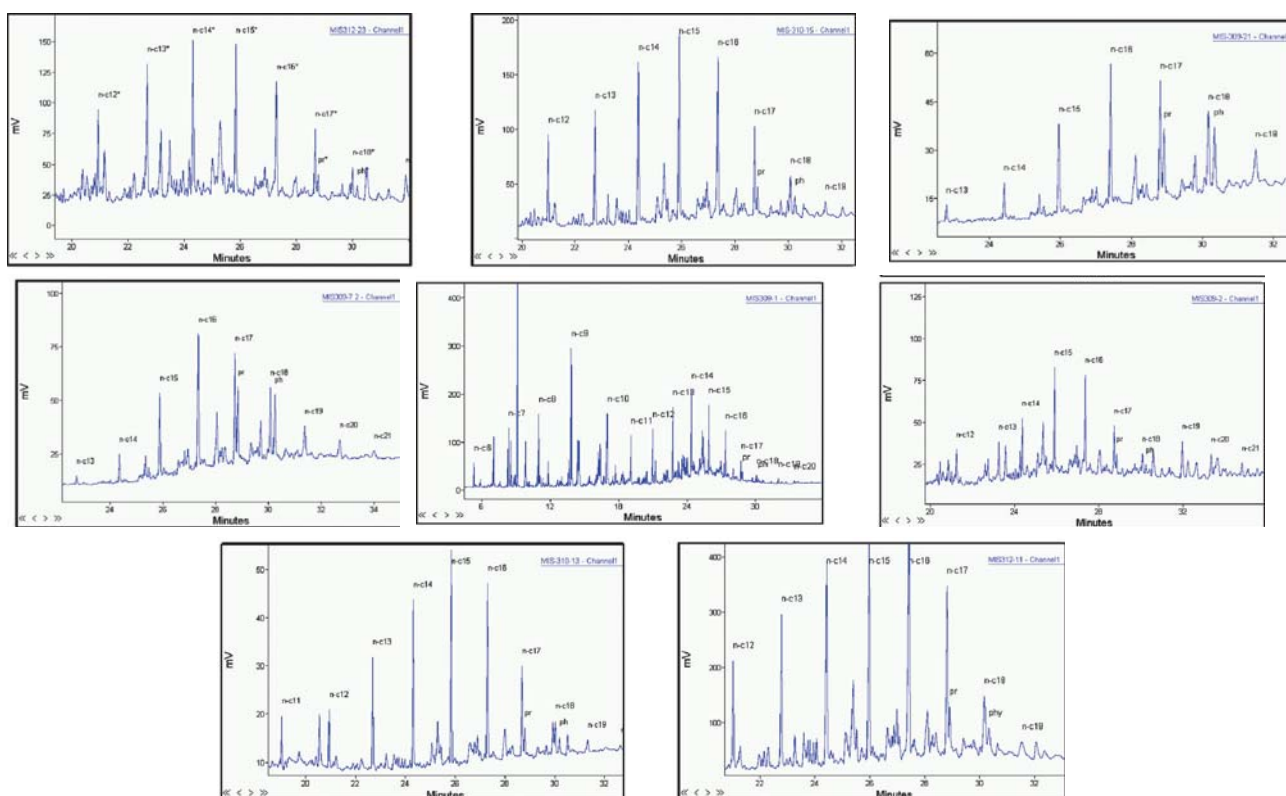
شکل ۸- رسم نمودار Smith (1994) برای نمونه‌های مورد مطالعه



شکل ۷- نمودار تغییرات شاخص هیدروژن (HI) در برابر T_{max}



شکل ۹- نمودار تغییرات نسبت Pristane/ $n-C_{17}$ به Phytane/ $n-C_{18}$



شکل ۱۰- برخی از گاز کروماتوگرام‌ها در نمونه‌های مورد مطالعه

کتابنگاری

آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.

حسینی، س. ح.، علیزاده، ب.؛ قلاوند، ه.، ۱۳۸۵- تعیین میزان جذب هیدروکربن توسط ماتریکس سنگ منشأ سازند سرگلو؛ میدان نفتی مسجد سلیمان. بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین، ۳۰ بهمن ماه الی ۲ اسفندماه ۱۳۸۵، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

علیزاده، ب.، آدابی، م. ح.، تزه، ف.، ۱۳۸۵- ارزیابی پتانسیل هیدروکربورزایی سنگ‌های منشأ احتمالی در میدان نفتی مارون با استفاده از دستگاه پیرولیز راک - ایول ۶، مجله علوم دانشگاه تهران. جلد سی و دوم، شماره ۳، پائیز ۱۳۸۵، بخش زمین‌شناسی (۲)، از صفحه ۲۶۷ تا ۲۷۴.

علیزاده، ب.، حسینی، س. ح.، قلاوند، ه.، ۱۳۸۵- بررسی پتانسیل هیدروکربوری سازند سرگلو در میدان نفتی مسجدسلیمان با استفاده از دستگاه پیرولیز راک ایول VI. بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین، ۳۰ بهمن ماه الی ۲ اسفندماه ۱۳۸۵، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

References

- Alizadeh, B., Adabi, M. H. & Tezheh, F., 2007- Oil-Oil Correlation of Asmari and Bangestan Reservoirs using Gas Chromatography (GC) and stable isotopes of carbon and sulfur in Marun Oilfield, S.W. Iran. Iranian Journal of Science and Technology. V.31, no. A3. pp. 241-253.
- Behar, F., Beaumont, V. & Pentea do, B., 2001- Rock-Eval 6 Technology: Performances and Developments, Oil & Gas Science and Technology- Rev. IFB, v. 56, pp.111-134.
- Bordenave, M. L., 1993- Applied Petroleum Geochemistry. Paris: Editions technip.
- Espitalie, J., Marquis, F. & Barsony, I., 1984- Geochemical logging. In: Voorhees, K.J. (Ed.), analytical Pyrolysis. Butterworths, Boston, pp.276-304.
- Huang, B., Xiao, X. & Zhang, M., 2003- Geochemistry, grouping and origins of crude oils in the western Pearl River Mouth Basin, Offshore South China Sea. J. of Organic Geochemistry, v.34, p. 993-1008.
- Hunt, J. M., 1996- Petroleum Geochemistry and Geology. 2nd Edition. W.H. Freeman and Company, New York. 743 p.
- Peters, K. E. & Moldowan, J. M., 2005- The Biomarker Guide, Volume 1: Biomarkers and Isotopes in the Environment and Human History. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Sepehr, M. & Cosgrove, J. W., 2004- Structural framework of the Zagros Fold-Thrust Belt, Iran. Marine and Petroleum Geology, vol 21. pp. 829-843.
- Smith, J. T., 1994- Petroleum systems logic as an exploration tool in a frontier setting. In L.B.Magoon and W.G.Dow (eds.), The petroleum system-from source to trap. AAPG Memoir 6. Tulsa : American Association of Petroleum Geologist, pp.25-49.
- Waples, D. W., 1985- Geochemistry in Petroleum Exploration. Reidel Publish. Cy., Dordrecht, 232 p.

* Corresponding author: A. Nejati Kalateh; E-mail: nejati_ali@yahoo.com

Hydrocarbon Potential Evaluation and Depositional Environment of Sargelu Formation in Masjid-i-Soleiman Oilfield

B. Alizadeh^{1*} & S. H. Hosseini¹

¹Department of Geology, Earth Science Faculty, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran

Received: 2008 July 21

Accepted: 2009 February 02

Abstract

Sargelu Formation is deeply buried and has limited distribution in Dezful Embayment (limited to the northern part), hence, investigation of petroleum potential of this formation has attracted many petroleum geologists. In this study, hydrocarbon potential of Sargelu Formation in Northern Dezful Embayment is evaluated geochemically. For this purpose 34 drill cuttings from well numbers, 309, 310, 312 and 316 in Masjid-i-Soleiman (MIS) oilfield were selected, and geochemical analyses such as Rock-Eval VI pyrolysis and PY-GC were performed. The results reveal that the formation has "Very Good" hydrocarbon potential because of its high amounts of Total Organic Carbon (TOC). Results were plotted on Van-Krevelen as well as on HI vs. T_{max} diagrams, and demonstrated mixed Kerogen Type III and IV due to low HI caused by higher thermal maturity, in well numbers 309, 310 and 312. However, the prominent Kerogen type was determined to be of mixed Kerogen type II and III. In all, the organic matter in well No. 316 has a better Kerogen type (mixed type II and III). All the Samples plotted on Smith Diagram have more than 0.1 S_p/TOC ratios and capable of generating hydrocarbon. The Pr/nC_{17} vs. Ph/nC_{18} ratio demonstrates marine environment for Sargelu Formation. Pyro and thermograms reveal that normal alkanes are dominated in $C_{15} - C_{20}$ range, while heavy normal alkanes are missing due to its high thermal maturity. In all it can be concluded that Sargelu Formation in MIS oilfield, due to its paleoenvironment as well as burial depth exclusively has a good quality of organic matter with adequate maturity at the end of oil window and hence is gas-prone.

Keywords: Dezful Embayment, Masjid-i-Soleiman Oilfield, Sargelu Formation, Genetic Potential, Depositional Environment, Rock-Eval, Pyrolysis-Gas Chromatography

For Persian Version see pages 173 to 178

*Corresponding author: B. Alizadeh; E-mail: Alizadeh@scu.ac.ir

Determination of Drilling Point using Fuzzy Logic in GIS Case Study: Now Chun Copper Prospect

G. R. Elyasi^{1*}, M. Karimi², A. Bahrudi¹ & A. Adeli Sarcheshme¹

¹ Exploration of Mining Engineering Dep., Mining Faculty, Tehran University, Tehran, Iran

² GIS Department, Survey Faculty, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran

Received: 2008 October 12

Accepted: 2009 April 20

Abstract

Piles of maps from different sources with varying scales and formats and different styles and absence of a proper solution for integrating vast amount of information has resulted in a complexity for preparing mineral potential map. Using GIS not only organizes the information related to mineral exploration but also has the ability to produce and integrate information layers in different models with more precision and speed and supports spatial decision makings. In this article mineral potential map of Now Chun copper prospect has been produced for determination of drilling points. Used layers in this study include rock type, structure, alteration, mineralization indicators, anomaly zone of chargeability and apparent resistivity and metal factor, anomaly of copper and molybdenum and Cu-Mo additive indexes. After information preparation, Factor maps were weighted and integrated in the inference network. Integration use of Fuzzy logic and index overlay operators in inference network can eliminate defects in other models and provide more flexible integration of factor maps. Regarding to produce mineral potential map, mineral potential zones of porphyry copper were located in north-east parts of studied area. Eventually, the degree of correlation between mineral potential map and those operated exploration boreholes have been estimated for two different classes, 63.16 % and 64.52 %. Comparison between the high potential points indicated by our mineral potential maps with those previous drilled boreholes reveals about 26% disconnection. It means that if such present study had been done before any drilling operation, it could have saved 200,000\$ just for drilling expenditure.

Keywords: GIS, Mineral Potential Map, Fuzzy Logic, Now Chun

For Persian Version see pages 179 to 188

* Corresponding author: G. R. Elyasi; E-mail: ghrelyasi@yahoo.com