فصلنامه زمین شناسی کاربردی
سال۵ (۱۳۸۸)، شماره۲: ۱۲۵-۱۲۱
www.appliedgeology.ir

ارزیابی تولید هیدروکربن از سنگهای منشاء احتمالی در میدان نفتی مسجدسلیمان

زهره رضایی[۱]، امین کرم پور[۲] و بهرام علیزاده[۳]
۱) گروه مهندسی نفت ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فیروزآباد
۲) گروه مهندسی نفت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت
۳) گروه زمین شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

مطالعه حاضر در میدان نفتی مسجدسلیمان بر روی ۳۵ نمونه خرده حفاری حاصل از ۵ حلقه چاه به‌وسیله دستگاه پیرولیز راک- ایوال٦ نشان می‌دهد که سه سازند کژدمی، گرو و سرگلو با بالاترین مقدار کل کربن آلی و درجه حرارت حداکثر، دارای پتانسیل هیدروکربن زایی بوده و از مرحله دیاژنز گذر نموده‌اند. دیاگرام ون کرولن ترسیم شده برای نمونه‌های مورد مطالعه نشان داد که تنها سازند سرگلو با کروژن نوع III و مابقی سازندها با کروژن نوع II/III مشخص می‌گردند. نکته قابل توجّه آنکه سازند سرگلو با داشتن درجه حرارت حداکثر (T_{max}) بالاتر از ٤٨١ درجه سانتیگراد نه تنها از مرحله پنجره نفتی عبور نموده بلکه به مرحله تولید گاز مرطوب نیز رسیده است. روند توزیع مقدار کل کربن آلی و درجه حرارت حداکثر از سمت شمال غرب به سمت جنوب شرق میدان افزایش یافته که خود موید فزونی توان هیدروکربن زائی در این روند می‌باشد.

واژه های کلیدی: نمونه خرده حفاری، دستگاه پیرولیز راک- ایوال٦، پتانسیل هیدروکربن زایی، پنجره نفتی

Genetic Potential Evaluation of Source Rocks in Masjed Soleiman Oil Field

Z. Rezaee[1], A. Karampour[2] & B. Alizadeh[3]
1) Department of Petroleum Engineering, Islamic Azad University, Firoozabad Branch, Firoozabad - Iran
2) Department of Petroleum Engineering, Islamic Azad University, Marvdasht Branch, Marvdasht - Iran
3) Department of Geology, University of Shahid Chamran, Ahvaz, Ahvaz - Iran

Abstract

In the present work 35 cutting samples from 5 oilwells of Masjed Soleiman oilfield have been pyrolysed by Rock-Eval6. Results indicate that, Kazhomi, Garu and Sargelo formations have high TOC and T_{max} values, passed diagenesis stage and therefore, have high hydrocarbon generation potential. Van Krevelen diagram demonstrating the studied formations shows type III kerogen for Sargelo formation and mixed type III/II kerogen for rest of the formations. Sargelo formation with T_{max} up to 481°C not only crossed the oil window but also has reached wet gas generating stage. Total Organic Carbon and T_{max} increase from northwest to southeast and also prove the increase in hydrocarbon genetic potential of Masjed Soleiman oilfield.

Key words: cutting sample, Rock-Eval6 pyrolyse, hydrocarbon generation potential, oil window

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدّمه

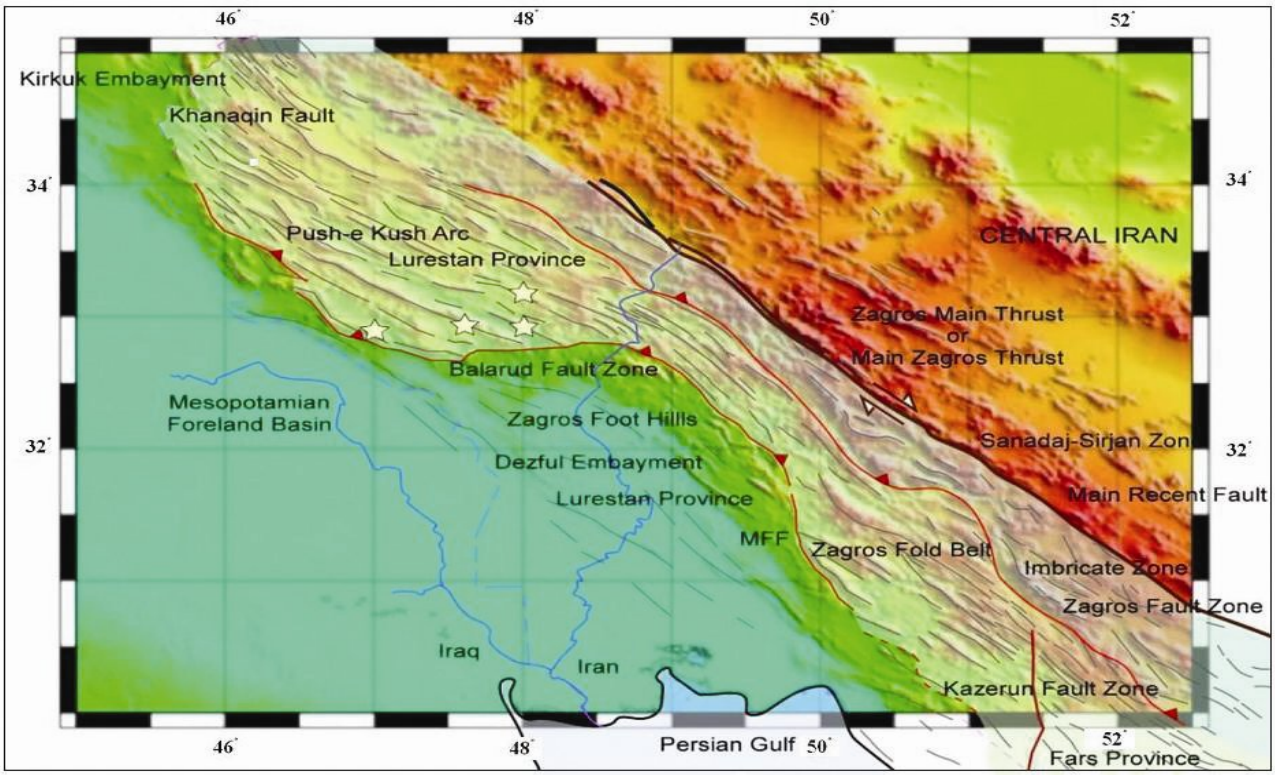
جهت ارزیابی سنگ منشاء از تکنیکهای پیشرفته اپتیکی و ژئوشیمیایی استفاده می‌شود، لیکن بهترین و دقیق‌ترین روش، روش استفاده از دستگاه پیرولیز سنگ منشاء یا به عبارتی دستگاه راک – ایوال ٦ می‌باشد. دستگاه راک- ایوال امروزه به صورت گسترده‌ای در صنعت نفت مورد استفاده قرار می‌گیرد. دستگاه ارزیاب سنگ منشاء اطلاعات ذیقیمتی را در خصوص کل کربن آلی (TotalOrganic Carbon،TOC)، نوع ماده آلی، پتانسیل بالقوه و بالفعل، تحوّل حرارتی ماده آلی، رخساره زیستی منطقه مورد مطالعه، وضعیت محیط نهشتگی از لحاظ شرایط اکسیدان و احیا وهمچنین مهاجـــرت هیدروکربور از سنگ منشاء را ارائه می‌دهد (Kotorba et al. 2003).

۲- موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی میدان نفتی مسجدسلیمان

میدان نفتی مسجدسلیمان در ۹۰ کیلومتری شمال شهر اهواز و در قسمت شمال فروافتادگی دزفول واقع شده است (تصویر۱). تاقدیس مسجدسلیمان یک چین نامتقارن متحدالمرکز به طول ۳۰ کیلومتر و پهنای ۷ کیلومتر می‌باشد. وجود دو گسل بزرگ رورانده طولی در امتداد یالهای شمالی و جنوبی میدان مسجدسلیمان باعث جابجایی آن به سمت بالا نسبت به میادین همجوار، همچون کارون، پرسیاه، و نفت سفید شده است. این میدان به علّت وضعیّت خاصّ خود موقعیّت زمین‌شناسی پیچیده‌ای دارد که به ویژه در سازندهای گروه خامی، به نمایش می‌گذارد.

۳- روش مطالعه

در مطالعه حاضر ۳۵ نمونه سنگ منشاء احتمالی از سازندهای پابده، گورپی، کژدمی، گرو و سرگلو مربوط به ۵ حلقه چاه در میدان نفتی مسجدسلیمان مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور ۵۰ تا ۷۰ میلی‌گرم از نمونه تیمار و هموژنیزه شده و توسّط دستگاه راک – ایوال ٦ پیرولیز شد. در این روش بر اثر پیرولیز نمونه‌های پودرشده در برنامه مشخص حرارتی، کروژن موجود در نمونه تولید هیدروکربن نموده و سپس در اثر عمل اکسیداسیون پارامترهای مورد نظر تعیین می‌شود. در این روش مقدار هیدروکربن آزاد (S_1)، توان هیدروکربن زایی (S_2)، مقدار دی اکسید کربن (CO_2) موجود در کروژن که در اثر شکست حرارتی از نمونه تولید می‌گردد (S_3)، مقدار کلّ کربن آلی موجود در در نمونه، حداکثر دمایی که در آن تمام کروژن به هیدروکربن تبدیل می‌شود، درجه حرارت حداکثر و ضمناً با استفاده از پارامترهای فوق، شاخص هیدروژن (HI،Hydrogen Index)، شاخص اکسیژن (OI،Oxygen Index) و شاخص پتانسیل هیدروکربن (PI) نمونه‌های مورد آنالیز، محاسبه شده اند



تصویر۱- موقعیت میدان نفتی مسجدسلیمان در فروافتادگی دزفول

www.SID.ir

جدول ۱- داده‌های بـــدست آمده از دستگاه پیرولیز راک –ایوال٦ بر روی نمونه های مطالعه شده

شماره چاه	سازند	عمق (متر)	S_1	S_2	S_3	PI	T_{max}	HI	OI	TOC
۳۱۴	پابده	۸۸۶/۹	۰/۷۵	۴/۲۴	۱/۲۵	۰/۱۵	۴۳۲	۴۱۶	۱۲۳	۱/۰۲
۳۱۵	پابده	۹۱۴/۴	۰/۴۵	۴/۰۲	۰/۴۷	۰/۱	۴۲۸	۳۹۰	۴۶	۱/۰۳
۳۱۲	پابده	۱۰۰۵/۸۴	۰/۴۳	۰/۶۲	۱/۹۱	۰/۴۱	۲۹۳	۱۱۳	۳۴۷	۰/۵۵
۳۱۶	پابده	۱۰۷۵/۹۴	۰/۴۲	۱/۰۵	۰/۲۶	۰/۲۹	۴۲۸	۳۰۰	۷۴	۰/۳۵
۳۱۴	گورپی	۱۱۲۷/۷۶	۰/۲۷	۰/۸۸	۰/۸۳	۰/۲۳	۴۳۱	۱۹۶	۱۸۴	۰/۴۵
۳۱۲	گورپی	۱۱۸۸/۷۲	۰/۶۱	۴/۴۲	۰/۵	۰/۱۲	۴۳۳	۴۸۶	۵۵	۰/۹۱
۳۱۶	گورپی	۱۲۸۰/۱	۰/۳۴	۱/۶۶	۰/۳۱	۰/۱۷	۴۳۰	۳۵۳	۶۶	۰/۴۷
۳۱۵	گورپی	۱۳۶۰/۹۲	۰/۲۲	۱/۲۹	۰/۲۵	۰/۱۵	۴۳۳	۴۶۱	۸۹	۰/۲۸
۳۱۲	کژدمی	۲۳۶۲/۲	۰/۲۵	۰/۴۷	۰/۱۶	۰/۳۵	۴۳۹	۲۱۴	۷۳	۰/۲۲
۳۱۶	کژدمی	۲۳۶۲/۲	۱۳/۷۵	۵/۹۱	۰/۸۵	۰/۷	۴۳۷	۲۶۶	۳۸	۲/۲۲
۳۱۴	کژدمی	۲۴۱۷/۰۶	۰/۲۹	۰/۸۳	۰/۱۶	۰/۲۶	۴۳۵	۲۵۹	۵۰	۰/۵۶
۳۱۶	کژدمی	۲۴۴۴/۴	۱/۴۳	۲/۸۶	۰/۲۹	۰/۳۳	۴۴۳	۴۴۳	۴۴	۰/۶۶
۳۱۶	کژدمی	۲۴۴۷/۵	۴	۲/۷۲	۰/۳۱	۰/۶	۴۴۱	۳۲۸	۳۷	۰/۴۹
۳۱۶	کژدمی	۲۵۳۵/۹	۶/۹۹	۳/۸۳	۰/۳۲	۰/۶۵	۴۴۲	۳۰۹	۲۶	۱/۲۴
۳۱۵	کژدمی	۲۵۵۴/۲۲	۳/۳۴	۶/۲	۰/۴۵	۰/۳۵	۴۵۰	۶۶۰	۴۸	۰/۹۴
۳۱۲	کژدمی	۲۵۶۶/۴	۰/۳۵	۰/۵۹	۰/۱۸	۰/۳۷	۴۴۱	۲۳۶	۷۲	۱/۲۵
۳۱۴	کژدمی	۲۶۱۲/۱۳	۰/۳۸	۱/۰۳	۰/۲۴	۰/۲۷	۴۴۲	۲۱۰	۴۹	۰/۴۹
۳۱۵	کژدمی	۲۶۷۳/۰۹	۱۵/۵۸	۶/۴۶	۰/۴۷	۰/۷۱	۴۴۲	۲۳۴	۱۷	۲/۷۶
۳۱۴	کژدمی	۲۶۸۲/۲	۰/۴۳	۰/۷۱	۰/۱	۰/۳۸	۴۴۴	۲۲۲	۳۱	۰/۶۲
۳۱۲	کژدمی	۲۸۷۴/۲	۰/۲	۰/۳۷	۰/۲۴	۰/۳۵	۴۳۹	۲۴۷	۱۶۰	۰/۵۵
۳۱۲	گرو	۲۹۱۶/۹	۰/۱۷	۰/۴۲	۰/۵۶	۰/۲۹	۴۳۵	۱۱۴	۱۵۱	۰/۳۷
۳۱۶	گرو	۳۰۳۷/۳۳	۹/۵۷	۱۲/۰	۱/۶۷	۰/۴۴	۴۴۶	۴۳۶	۶۱	۲/۷۶
۳۱۲	گرو	۳۱۶۹/۹	۰/۳۶	۱/۰۶	۲/۵۲	۰/۲۵	۴۳۵	۱۱۴	۲۷۱	۰/۹۳
۳۱۵	گرو	۳۱۴۸/۵	۴/۳۱	۴/۳۷	۷/۲۹	۰/۵	۴۴۳	۹۰	۱۵۱	۴/۸۳
۳۱۶	گرو	۳۲۶۴/۴	۸/۶۳	۴/۹	۰/۵۷	۰/۶۴	۴۴۷	۳۰۶	۳۶	۱/۶
۳۰۶	گرو	۳۳۸۹/۳	۰/۲۹	۰/۶	۰/۹۲	۰/۳۲	۴۳۳	۱۷۱	۲۶۳	۰/۳۵
۳۱۲	گرو	۳۳۹۵/۴۷	۰/۸۵	۱/۹۱	۲/۱۵	۰/۳۱	۴۳۹	۱۲۶	۱۴۱	۱/۵۲
۳۱۵	گرو	۳۴۷۴/۷۲	۱۴/۴۱	۱۰/۱	۰/۸۹	۰/۵۹	۴۳۵	۲۶۷	۲۳	۳/۸
۳۰۶	گرو	۳۶۰۷/۳	۰/۸۱	۱/۷۴	۰/۷۲	۰/۳۲	۴۴۱	۱۴۴	۶۰	۱/۲۱
۳۱۶	گرو	۳۶۰۷/۳	۱۸/۴۲	۱۲/۷	۱/۳۲	۰/۵۹	۴۴۲	۱۶۷	۱۷	۷/۶۳
۳۰۶	گرو	۳۷۳۳/۹	۲/۴۱	۱/۹۷	۱/۴۷	۰/۵۵	۲۹۸	۵۸	۴۳	۳/۴
۳۱۵	سرگلو	۳۹۷۷/۶۴	۱۴/۱۵	۶/۵	۰/۵۴	۰/۶۹	۴۳۸	۱۵۰	۱۷	۴/۳۳
۳۰۶	سرگلو	۴۴۸۹/۸	۲/۰۵	۳/۶۸	۱/۳۱	۰/۳۶	۴۸۱	۳۹	۱۴	۹/۳۶
۳۰۶	سرگلو	۴۵۳۰/۸۵	۰/۶۱	۰/۸۶	۱/۳۴	۰/۴۱	۴۹۲	۱۰۴	۱۶۱	۰/۸۳
۳۰۶	سرگلو	۴۵۳۸/۴۷	۱/۳۴	۱/۷۶	۲/۳۵	۰/۴۳	۴۹۵	۱۴۳	۱۹۱	۱/۲۳

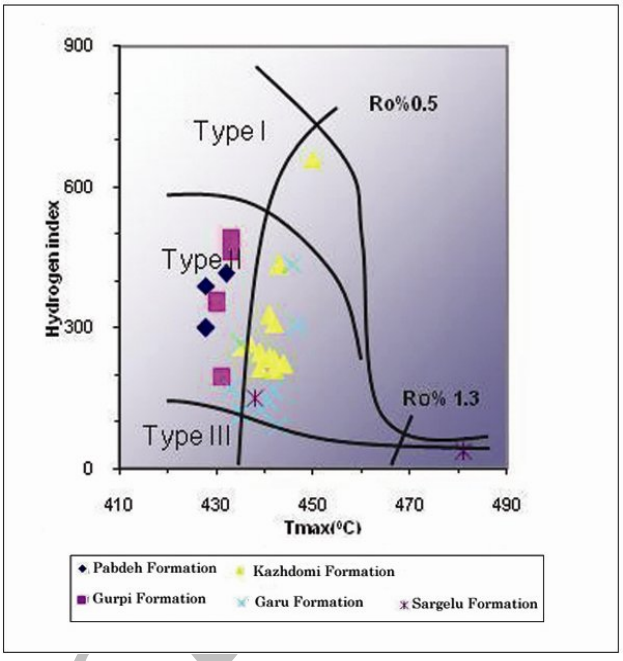
۴- بحث و بررسی

پارامترهای محاسبه شده حاصل از پیرولیز راک-ایوال ٦ در جدول ۱ آورده شده است. منحنی تعیین نوع کروژن بر اسـاس تغییـرات مقـادیر شاخص هیدروژن در مقابل درجه حرارت حداکثر و همچنین شاخص اکسیژن درتصاویر ۲ و ۳ ترسیم شده اند. برای تعیین رخساره‌های آلی از تغییرات شاخص هیدروژن، شاخص اکسیژن و مقدار کل کربن آلـی استفاده شد (Justwan & Dalh 2004).

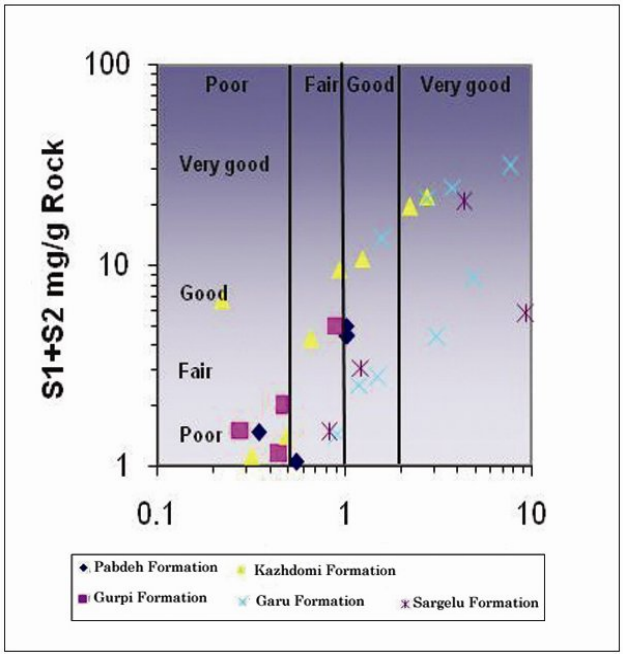
همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود سه سازند کژدمی، گرو و سرگلو با داشتن بالاترین مقادیر کلّ کربن آلی و درجه حرارت حداکثر در بین سازندهای دیگر به عنوان کاندید سنگ مادر شناخته شدند. تغییرات مقادیر پتانسیل زایش(Genetic Potential) (S_1+S_2) در برابر کل کربن آلی (تصویر ٤) نشان می‌دهد که پتانسیل ژنتیکی سه سازند فوق الذکر، بالا بوده و توان هیدروکربن زائی کافی داشته‌اند (علیزاده و همکاران ۱۳۸۳).

برای تعیین نوع کروژن از منحنی تصحیح شده ون کرولن (تغییرات HI در مقابل OI) و منحنی تغییرات شاخص هیدروژن در مقابل درجه حرارت حداکثر استفاده گردید. در هر دو منحنی کروژن غالب تشخیص داده شده برای سازندهای پابده، گورپی، کژدمی و گرو، نوع II/III بوده و در سازند سرگلو نوع III می‌باشد. از نکات قابل توجّه این که سه سازند کژدمی، گرو و سرگلو با داشتن

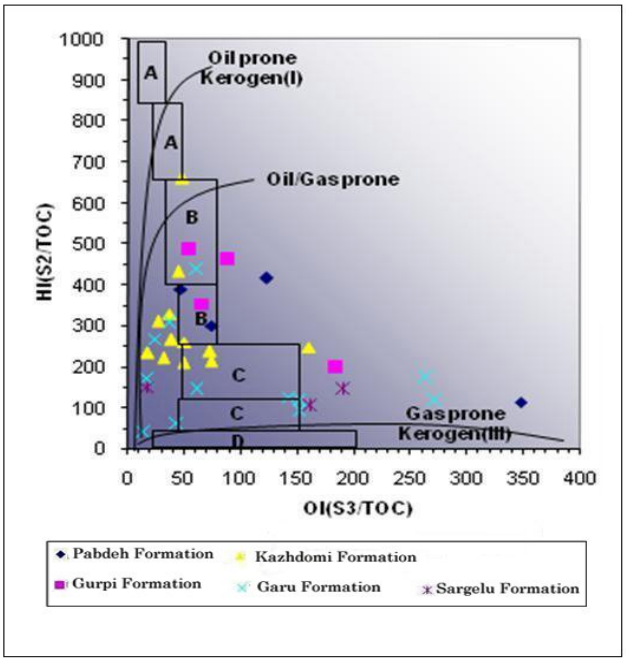
Archive of SID
www.SID.ir



تصویر ۲- تعیین نوع کروژن با استفاده از تغییرات مقدار T_{max} در برابر HI



تصویر ٤- نمودار تعیین پتانسیل هیدروکربن‌زایی سازندهای مطالعه شده با استفاده از تغییرات مقادیر S_1+S_2 در برابر TOC



تصویر ۳- منحنی ون-کرولن ترسیم‌شده برای سازندهای مطالعه شده و تعیین رخساره‌آلی آنها A= محیطهایی دریاچه‌ای شدیداً احیایی، AB = محیطهای دریای پیشرونده احیایی، B= محیطهای دریایی یا دریاچه ای نسبتاً احیایی، BC= محیطهای دارای مواد آلی دریایی و قارّه ای و رسوبگذاری سریع در شرایط نسبتاً اکسیدان، C=آبهای اکسیدان با سرعت رسوبگذاری متوسّط تا سریع در شرایط احیایی،CD= محیطهای عمیق دریایی، D= محیطهای عمیق اقیانوسی تا قارّه ای شدیداً اکسیدان (Justwan & Dalh 2004)

درجه حرارت حداکثر بیش از ٤٣٥ به مرحله پنجره نفتی کاتاژنز و حتی در مواردی به پایان آن و شروع مرحله تولید گاز مرطوب نیز رسیده‌اند در حالیکه سازندهای دیگر در مرحله دیاژنز باقی مانده‌اند (تصویر ۲). روند تغییرات درجه حرارت حداکثر با افزایش عمق فزونی می‌یابد.

به منظور تعیین رخساره آلی، طبقه بندی جستوان (Justwan) بر روی نمودار تصحیح شده ون کرولن توسّط مؤلّفین منطبق گردید (تصویر ۳). بر این اساس مشاهده می‌شود که سازند سرگلو با شاخص هیدروژن پائین و شاخص اکسیژن بالاتر نسبت به دیگر سازندهای مورد مطالعه در محدوده گروه C و CD قرار گرفته و محیط اکسیدان را به نمایش می‌گذارند. از طرف دیگر سازندهای پابده، گورپی و کژدمی در محدوده C، BC و در مواردی B قرار گرفته که نشان دهنده محیط به نسبت احیایی است. از نکات قابل توجّه در این مطالعه آن است که با افزایش مقادیر شاخص اکسیژن و کاهش شاخص هیدروژن (شرایط اکسیدان) در سازندهای مورد مطالعه، مقدار کلّ کربن آلی افزایش می‌یابد و با کاهش مقدار شاخص اکسیژن و افزایش شاخص هیدروژن (شرایط احیایی) مقدار کل کربن آلی کاهش می‌یابد. به طوریکه سازند سرگلو با بیشترین مقدار کل کربن آلی در شرایط اکسیدان و سازند گورپی با مقادیر کمتر کلّ کربن آلی در شرایط احیاء قرار گرفته است. این نتایج مبین آن است که اولاً در زمان ته نشست مواد آلی در سازند.

سرگلو مقدار تولید بسیار قابل‌توجّه بوده که از محیط اکسیدان به دلیل وجود اکسیژن فراوان انتظار می‌رود. از طرفی به دلیل سرعت

Archive of SID
www.SID.ir

بالای تولید مواد آلی، عمل نگهداری (preservation) بسیار مناسب‌تر از حدّ انتظار چنین محیطی می‌باشد.

۵- نتیجه گیری

با افزایش مقدار کل کربن آلی (TOC) و درجه حرارت حداکثـــــر (Tmax) از شمال غرب به جنوب شرق میدان نفتی مسجدسلیمان پتانسیل تولید نفت نیز افزایش می‌یابد که تعداد چاه های حفاری شده در این امتداد نیز مؤید این مطلب است .

با توجّه به افزایش بلوغ حرارتی مواد آلی از شمال غرب به جنوب شرق می‌توان نتیجه گرفت که عمق حوضه ی رسوبی به سمت امتداد اخیر افزایش می‌یابد که با در نظر گرفتن موقعیت میدان نفتی در فروبار دزفول بسیار منطقی است.

سازندهای شیلی پابده و گورپی به دلیل عمق تدفین کم و علیرغم اینکه در شرایط به نسبت احیاء نهشته شده‌اند، در مراحل اولیّه بلوغ (دیاژنز) و قبل از پنجره ی نفتی قرار دارند .

سه سازند کژدمی، گرو و سرگلو با بیشترین مقدار کل کربن آلی (TOC) و درجه ی حرارت حداکثر (Tmax) وارد مرحله ی کاتاژنز و پنجره ی نفتی شده‌اند که می‌توانند به عنوان کاندیدهای سنگ منشاء نفت مخزن آسماری میدان نفتی مسجدسلیمان محسوب گردند .

شرایط نهشتگی سنگهای منشاء احتمالی، اکسیدان بوده که مؤید قرارگیری این بخش از حوضه ی رسوبی در ناحیه ی فلات و شیب قاره می‌باشد. تولید مواد آلی بالا بوده و خود به عنوان پوششی بر روی ترکیبات زیرین ایفای نقش نموده، به طوری که در شرایط اکسیدان بخشی از مواد ارگانیکی تجزیه شده و بخش قابل توجّهی از آنها حفظ و نگهداری شده‌اند.

مراجع

علیزاده، ب.، قربانی، ب. و معماریانی، م.، ۱۳۸۳، "ارزیابی ژئوشیمیایی نفت مخزن آسماری/جهرم میدان نفتی نرگسی"، هشتمین *همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه شاهرود: ٦٤٦-٦٣٧.*

مطیعی، ه.، ۱۳۷٤، "زمین‌شناسی ایران، زمین‌شناسی نفت زاگرس ۲"، *سازمان زمین‌شناسی کشور، ۵۸۹ ص.*

Dahl, B., Bojesen-Koefoed, J., Holm, A., Justwan, H.,Rasmussen, E. & Thomsen, E. 2004, "A new approach to interpreting Rock-Eval S2 and TOC data for kerogen quality assessment", *Organic Geochemistry, Vol. 35: 1461-1477.*

Justwan, H. & Dalh, B., 2005, "Quantitive Hydrocarbon Potential Mapping and Organofacies Study in the Greater Balder Area, Norwegian North Sea", *In: Dore, T. & Vining, B. (eds.), Petroleum Geology: North West Europe and Global Perspectives-Proceeding of 6th Petroleum Geology Conference, Geological Society, London, 1317-1329.*

Kotorba, M. J., Wieclaw, D., Kosakowski, P., Zacharski, j. & Kowalski, A., 2003, "Evaluation of Source rock and Petroleum potential of middle Jurassic strata in the South-eastern part of Poland", *Prezeglad Geologiczny, Vol.51:1031-1040.*

Archive of SID

www.SID.ir