



تعیین محیط رسوبی سازند پابده در میدان نفتی زیلایی با استفاده از داده‌های پیرولیز راک-ایول ۶

مسین مطهری^۱، بهرام علیزاده^۱، هرمز قلاوند^۲ و مهرداد مرادی^۳

۱) دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت دانشگاه شهید چمران اهواز E-mail: hosseinmotahhari@yahoo.com

۲) عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

۳) شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب

۴) شرکت ملی حفاری ایران

چکیده

هدف از این مطالعه تعیین محیط رسوب سازند پابده در میدان نفتی زیلایی واقع در فروافتادگی دزفول شمالی به کمک داده‌های پیرولیز راک-ایول ۶ می‌باشد. بدین منظور تعداد ۳۶ نمونه از چاه شماره ۵ سازند پابده، که در مرکز این میدان واقع شده است، توسط دستگاه راک-ایول ۶ مورد آنالیز قرار گرفت. برای اولین بار به کمک روش‌های ژئوشیمیایی و مقادیر Tmax و S₂ حاصل از این روش‌ها، این سازند به سه زون A, B, C قابل تفکیک شد که زون B آن با TOC و S₂ بالاتر، مرتبط با زمان پیشروی دریا، دارای پتانسیل تولید هیدروکربن بیشتری است. بررسی تغییرات پارامتر S₁+S₂ در برابر TOC نیز نشان می‌دهد که پتانسیل تولیدی این سازند در محدوده‌ی فقیر تا خیلی خوب واقع شده، که به طور کلی دارای پتانسیل بالا است. نمودار تغییرات HI در برابر Tmax نشان می‌دهد که محتوای کروژن این سازند دارای پراکندگی وسیعی است که عمدتاً دارای کروژن نوع II/III می‌باشد. مجموع این مطالعات نشان می‌دهد که شرایط رسوب گذاری سازند پابده یکنواخت نبوده است. بر طبق نمودار HI در برابر OI گسترش رخساره سازند پابده در محدوده‌ی وسیعی قرار دارد که چنین نتیجه‌ای نیز توسط نمودار HI در برابر TOC دیده می‌شود و یکنواخت نبودن شرایط رسوب گذاری حوضه را نشان می‌دهد. همچنین بر اساس تغییرات محسوس HI نسبت به عمق می‌توان چندین دوره پیشروی و پسروی دریا را مشاهده نمود. باتوجه به نمودار HI در برابر TOC و شرایط رسوبگذاری، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که سازند پابده در تولید نفت، به‌خوبی ایفای نقش نموده است.

واژه‌های کلیدی: پابده، میدان نفتی زیلایی، فروافتادگی دزفول، پیرولیز راک-ایول ۶، ژئوشیمی، هیدروکربن

Depositional Environment Study of the Pabdeh Formation in Zeloil Oilfield using data obtained by Rock Eval 6 pyrolysis

H. Motahhari¹, B. Alizadeh¹, H. Ghalavand² & M. Moradi³

1) Department of Geology, Shahid Chamran University, Ahwaz, I. R. Iran.

2) National Iranian South Oil Company (NISOC)

3) National Iranian Drilling Company (NIDC)

Abstract

The purpose of this paper is to study the depositional environment of the Pabdeh Formation in Zeloil Oilfield, northern Dezful Embayment using data obtained by Rock Eval 6 pyrolysis. For that, 36 samples were selected from well number ZE5, which is located in the central part of the field, and analyzed by Rock-Eval 6. For the first time by geochemical methods and on the basis of Tmax and S₂ values, this formation has been divided into three zones A, B and C. Zone B with higher TOC and S₂ values has more hydrocarbon potential which is related to sea progressive time. The parameter S₁+S₂ versus TOC shows that production potential of this formation has wide variation and is within the ranges of poor to very good and in general has high potential. The diagram

of HI to Tmax demonstrates that the kerogen content of this Formation has extensive dispersity and mostly includes Type II/III. It can therefore be concluded that, the depositional condition was uneven for the Pabdeh Formation. HI/OI diagram shows extensive variation on the Pabdeh Formation facies, which could be seen in the HI/TOC ratio, too. Also, HI/depth ratio demonstrates several sea regressive and progressive periods during the Pabdeh deposition. According to HI/TOC and sedimentary conditions Pabdeh Formation could positively act for hydrocarbon production.

Key Words: Pabdeh, Dezful Embayment, Zeloi Oilfield, rock Eval 6 pyrolysis, geochemistry, hydrocarbon

۱. مقدمه

نفتی زیلابی، از دستگاہ پیرولیز راک-ایوال ۶ که آخرین نسل این دستگاہ می باشد مورد استفاده قرار گرفت.

امروزه ژئوشیمی نفت به عنوان یک علم بنیادی جهت بهبود بازدهی اکتشاف و تولید به کار گرفته می شود. در سال های اخیر با استفاده از تئوری ها و روش های مختلف ژئوشیمیایی بسیاری از مسائل مربوط به سنگ منشاء، مهاجرت و تجمع نفت مورد مطالعه قرار می گیرد (Peters et al. 2002). یکی از مهمترین ابزارهای مورد استفاده در مطالعات ژئوشیمیایی، دستگاہ راک-ایوال می باشد که در مقیاسی بسیار وسیع برای اکتشاف نفت و گاز در حوضه های رسوبی سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفته است (Behar et al. 2001). استفاده از دستگاہ پیرولیز راک-ایوال می تواند پتانسیل تولید هیدروکربورزائی در مناطق مختلف یک میدان نفتی را مورد ارزیابی قرار داده و ریسک حفاری را کاهش دهد (Espitalie et al. 1984, 1985). این دستگاہ اطلاعات ذیقیمی را در خصوص کل کربن آلی (TOC)، نوع ماده آلی، پتانسیل بالقوه و بالفعل، تحول حرارتی ماده آلی، رخساره ی زیستی منطقه مورد مطالعه، وضعیت محیط نهشتگی از لحاظ شرایط اکسیدان و احیاء و همچنین مهاجرت هیدروکربور از سنگ منشاء ارائه می نماید (Kotorba et al. 2003). به همین منظور در این مطالعه نیز جهت بررسی محیط رسوبی سازند پابده میدان

۲. زمین شناسی منطقه

میدان نفتی زیلابی در ۳۰ کیلومتری شمال غرب مسجد سلیمان و ۱۰۰ کیلومتری شمال شرق اهواز قرار دارد که با روند اصلی زاگرس مطابقت می کند (تصویر ۱).

این میدان در افق آسماری دارای طول ۳۹ کیلومتر و عرض متوسط ۶/۵ کیلومتر می باشد (سراج ۱۳۸۴). در جنوب غربی ایران، رسوبات گروه بنگستان دارای مقادیر فراوان شیل و آهک غنی از مواد آلی بوده و عقیده بر آن است که این رسوبات منشاء تشکیل هیدروکربورهای موجود در مخازن آسماری در این ناحیه می باشند. شروع دوره ی ترشیاری همزمان با شروع پیشروی دریاها بوده و سبب گشته تارسوبات شیلی-آهکی تشکیلات پابده بر روی مارن های سازند گورپی تشکیل شوند. سازند پابده در مقطع نمونه دارای ضخامت ۷۹۷۵ متر می باشد که از پائین به بالا شامل بخش های زیر است: ۱) بخش شیل ارغوانی (۱۴۰ متر)، ۲) بخش شیلی و آهک رسی (۷۴ متر)، ۳) بخش



تصویر ۱. موقعیت میدان نفتی زیلابی در فروافتادگی دزفول

آهکی رسی (۴۲/۶ متر)، ۴) بخش شیل های تیره با لایه های آهکی (۸۲/۳ متر)،
 ۵) بخش فوقانی، آهک های رسی لایه ی نازک با تناوبی از شیل (۴۵/۷۵ متر).
 سن آن از پالئوسن تا میوسن متغیر است (درویش زاده، ۱۳۷۰).

۳. روش مطالعه

جهت انجام این مطالعه از ۳۶ خرده حفاری (Cutting) حاصل از چاه شماره ۵ زیلابی استفاده گردید. مقدار ۵۰ تا ۷۰ میلی گرم از هر نمونه تیمار و هموزنیزه شده و سپس توسط دستگاه پیرولیز راک-ایوال ۶ آنالیز و مقدار کل کربن آلی (TOC)، نوع کروژن، نوع رخساره ی آلی، نوع هیدروکربن های تولیدی و پارامترهای رسوبی مورد بررسی قرار گرفت. در جدول ۱ اطلاعات به دست آمده توسط این دستگاه بر روی سازند پابده در میدان نفتی زیلابی نشان داده شده است. دستگاه راک-ایوال ۶ به عنوان آخرین نسل از راک-ایوال در سال ۱۹۹۶ به وسیله ی تکنولوژی Vinci تکمیل شده که به علت بالا بودن دقت آنالیز از بهترین روش ها جهت ارزیابی سنگ های منشاء به شمار می آید (Behar et al. 2001). از پارامترهای مهم محاسبه شده توسط این دستگاه که در این مطالعه از آن ها استفاده گردید، می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

S_1 (مقدار هیدروکربن آزاد)، S_2 (توان هیدروکربن زایی)، S_3 (مقدار CO_2 موجود در کروژن که در اثر شکست حرارتی از نمونه تولید می گردد)،
 TOC (مقدار کل کربن آلی موجود در نمونه)، T_{max} (دمایی که پیک S_2 در آن بیشینه خود را نشان می دهد)، ضمناً می توان با استفاده از پارامترهای فوق شاخص هیدروژن $(S_2/TOC)HI$ ، شاخص اکسیژن $(S_3/TOC)OI$ ، شاخص پتانسیل هیدروکربورزائی $(S_1/S_1+S_2)PI$ ، نمونه های مورد آنالیز را نیز محاسبه نمود (Behar et al. 2001).

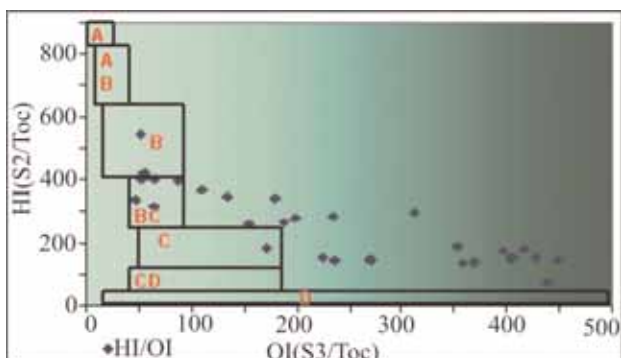
۴. بمت و بررسی

بر اساس پارامترهای حاصل از جدول ۱، سازند پابده دارای ۳ زون می باشد که زون A و C با داشتن لیتولوژی غالباً آهک رسی و با T_{max} پایین در مرحله ی نسبتاً نابالغ قرار دارند. همچنین با دارا بودن حداکثر TOC ۷۵٪ و S_2 ضعیف، پتانسیل هیدروکربن زائی آن ها کمتر از زون B است. زون B از شیل و آهک رسی با T_{max} بالا در مرحله ی بلوغ قرار داشته و TOC ۲/۸٪ و S_2 آن در حد خوب و خیلی خوب می باشد. این پارامترها حاکی از تشکیل شدن زون A و C در هنگام پسروری دریا در یک محیط کم عمق با شرایط حفظ شدگی کم می باشد، در حالی که زون B در محیط عمیق تر و احیایی با شرایط حفظ شدگی بهتر مواد آلی در حین پیشروی دریا است.

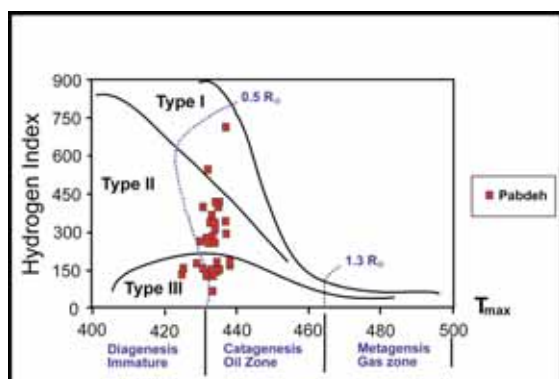
جهت تعیین توان و پتانسیل هیدروکربورزایی سازند پابده در میدان نفتی زیلابی از نمودار تغییرات S_1+S_2 در برابر TOC استفاده گردید (تصویر ۲). این نمودار نشان می دهد که نمونه ها با داشتن یک محدوده ی وسیع از هر دو پارامتر فوق، دارای پتانسیل هیدروکربنی فقیر (poor) تا بسیار خوب (very good) می باشند، که این تغییرات یکنواخت نبودن شرایط رسوب گذاری سازند را نشان می دهد به طوری که در هنگام پسروری دریا سازند از مواد آلی قاره ای با پتانسیل تولیدی پایین تر برخوردار شده و در زمان پیشروی، محیط عمیق تر

جدول ۱. داده های حاصل از راک-ایوال

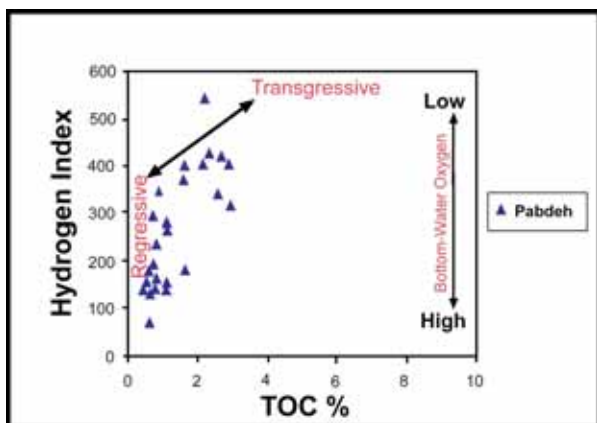
Depth (m)	S_1	S_2	T_{max}	HI	OI	TOC %	Zone
۳۷۹۴	۰/۴۸	۱/۴۵	۴۳۷	۲۹۷	۳۱۲	٪۴۹	A
۳۸۰۰	۰/۲۱	۱/۲۱	۴۳۳	۲۸۴	۲۳۴	۰/۴۳	
۳۸۰۸	۰/۳۱	۱/۰۷	۴۳۰	۲۶۳	۱۵۴	۰/۴۱	
۳۸۱۶	۰/۲۳	۱/۱۶	۴۳۴	۲۱۶	۱۵۵	۰/۴۰	
۳۸۲۴	۰/۱۹	۰/۴۱	۴۳۳	۷۱	۴۳۸	۰/۵۷	
۳۸۳۲	۰/۱۸	۰/۷۳	۴۳۲	۱۳۳	۳۵۸	۰/۵۵	
۳۸۴۰	۰/۳۲	۱/۵۰	۴۳۳	۱۴۳	۲۳۶	۱/۰۳	
۳۸۴۸	۰/۴۳	۱/۵۲	۴۳۲	۱۵۰	۲۷۰	۱/۰۲	
۳۸۵۶	۰/۴۷	۲/۸۵	۴۳۵	۱۳۸	۱۷۱	۱/۵۶	
۳۸۶۴	۰/۳۰	۰/۹۵	۴۲۵	۱۳۹	۳۶۹	۰/۶۸	
۳۸۷۲	۰/۳۱	۱/۳۶	۴۳۷	۳۴۴	۱۸۰	۰/۳۹	
۰/۲۲	۷۶۲	۷۱۲	۴۳۷	۱/۵۸	۰/۲۳	۳۸۸۰	
۳۸۸۸	۰/۲۳	۰/۸۶	۴۳۴	۱۴۲	۲۷۰	۰/۶۰	
۳۸۹۶	۰/۸۹	۲/۱۹	۴۳۲	۲۷۹	۱۹۹	۱/۰۰	
۳۹۰۴	۰/۶۲	۳/۰۰	۴۳۳	۳۴۶	۱۳۵	۰/۸۷	
۳۹۱۲	۰/۶۳	۲/۶۷	۴۳۲	۲۶۷	۱۸۷	۱/۰۰	
۳۹۱۶	۱/۴۹	۱۱/۲۴	۴۳۱	۴۰۱	۶۵	۲/۸۰	
۳۹۲۰	۱/۲۴	۱۱/۴۵	۴۳۲	۵۴۶	۵۱	۲/۱۰	
۳۹۲۸	۰/۷۷	۶/۱۷	۴۳۱	۳۹۸	۸۸	۱/۵۵	
۳۹۳۲	۱/۵۶	۱۳/۷۷	۴۳۲	۱۰۳۶	۹۹	۱/۳۳	
۳۹۴۰	۱/۱۹	۱۰/۹۶	۴۳۵	۴۲۰	۵۳	۲/۶۰	
۳۹۴۸	۱/۱۳	۸/۶۳	۴۳۴	۳۳۹	۴۷	۲/۵۴	
۳۹۵۶	۱/۰۰	۶/۵۳	۴۳۵	۴۰۱	۵۱	۲/۰۹	
۳۹۶۴	۱/۳۰	۸/۶۴	۴۳۵	۴۰۳	۵۵	۲/۸۶	
۳۹۷۲	۱/۴۶	۱۱/۱۶	۴۳۴	۳۱۴	۶۴	۲/۸۴	
۳۹۸۰	۱/۴۶	۹/۶۲	۴۳۴	۴۲۳	۵۷	۲/۲۷	
۳۹۸۸	۱/۱۰	۵/۵۶	۴۳۳	۳۶۸	۱۱۰	۱/۵۱	
۳۹۹۶	۰/۴۱	۱/۱۶	۴۳۵	۱۵۲	۲۲۵	۰/۷۶	
۴۰۰۴	۰/۳۳	۰/۸۲	۴۳۸	۱۷۶	۳۹۶	۰/۴۶	
۴۰۱۲	۰/۴۱	۱/۲۰	۴۳۸	۱۹۱	۳۵۳	۰/۶۳	
۴۰۲۰	۰/۳۴	۰/۸۳	۴۲۵	۱۵۵	۴۲۷	۰/۵۴	
۴۰۲۸	۰/۴۳	۰/۹۱	۴۲۹	۱۷۸	۴۱۶	۰/۵۱	
۴۰۳۶	۰/۱۴	۰/۹۶	۴۳۱	۱۵۲	۴۰۴	۰/۶۱	
۴۰۴۶	۰/۳۱	۰/۷۵	۴۳۴	۱۵۰	۴۰۴	۰/۵۰	
۴۰۵۲	۰/۲۲	۰/۵۵	۴۳۳	۱۴۳	۴۴۹	۰/۳۵	



تصویر ۳. نمودار تعیین رخساره‌ی آلی با استفاده از نسبت تغییرات HI در برابر OI. ویژگی‌های محدوده‌های مشخص شده عبارتند از: A = محیط دریاچه‌ای شدیداً احیایی، AB = محیط‌های دریایی پیشرونده احیایی، B = محیط‌های دریایی یا دریاچه‌ای نسبتاً احیایی، BC = محیط‌های دارای مواد آلی دریایی و قاره‌ای و رسوب‌گذاری سریع در شرایط نسبتاً اکسیدان، C = محیط‌هایی با سرعت رسوب‌گذاری متوسط در شرایط احیایی، CD = محیط‌های عمیق در مجاورت نقاط کوهزایی، D = محیط‌های قاره‌ای شدیداً اکسیدان (Jones 1987).



تصویر ۴. نمودار تغییرات ماده‌ی آلی (TOC) در برابر شاخص هیدروژن (HI) در سازند مورد مطالعه به منظور شناسایی شرایط محیط رسوب‌گذاری آن‌ها (Dean et al. 1986)



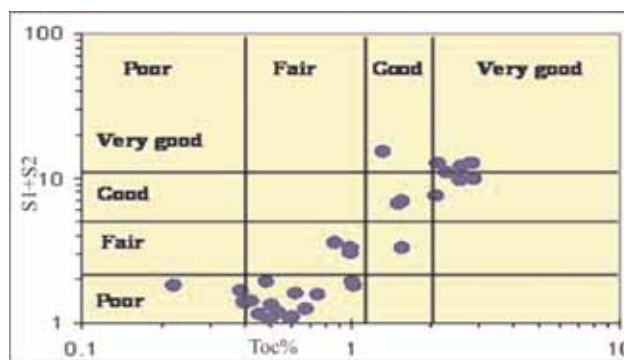
تصویر ۵. نمودار تصحیح شده ون کرولن (Van-Krevelen) که شاخص HI به Tmax به دست می‌آید.

عمدتاً با رسیدن به مرحله‌ی کاتائزیز توانسته است مسیر بلوغ حرارتی را طی نمایند ($Ro > 0.5$). همچنین نمودار HI در برابر عمق (Dahl et al. 2004) در سازند پابده با افزایش عمق پسروری و پیشروی‌های متناوبی را نشان داده که به صورت تغییرات محسوس HI در برابر عمق خود را نمایان می‌سازد، به طوری که در هنگام پیشروی دریا، سازند با بالاتر و هنگام پسروری با

و احیایی شده و مواد آلی دریایی با حفظ شدگی بهتر رسوب نموده که دارای پتانسیل تولید هیدروکربنی بالایی می‌باشند. به طور کلی تغییرات مقادیر S_1+S_2 در برابر TOC (تصویر ۲) نشان می‌دهد که پتانسیل ژنتیکی سازند پابده، بالا بوده و از توان هیدروکربن زائی کافی برخوردار است.

برای تعیین رخساره‌ی آلی سازند پابده (تصاویر ۳ و ۴) از تغییرات HI، OI و TOC استفاده شد (Jastwan & Dahl ۲۰۰۴). از نمودار جونز (Jones ۱۹۸۷) برای تعیین رخساره‌ی آلی سازند مورد مطالعه استفاده گردید (تصویر ۳). در این نمودار بر اساس تغییرات مقادیر HI در برابر OI، محدوده‌ی رخساره‌ای سازند مورد اشاره تعیین شده است، نکته قابل توجه در این نمودار این است که سازند پابده در محدوده‌ای متغیر از رخساره‌ها (B، BC، C، CD) قرار دارد. شاید بتوان علت این امر را به متغیر بودن شرایط محیطی در زمان نهشته شدن این سازند نسبت داد. جونز (Jones ۱۹۸۷) نشان داده است که رسوبات متعلق به رخساره‌ی B در محیط دریایی یا دریاچه‌ای نسبتاً احیایی تشکیل شده در حالی که رخساره‌های BC و C نشانگر رسوبات فلات قاره و شیب قاره‌ی دوران مزوزویک و ترشیری بوده که در حاشیه‌های قاره‌ای نهشته شده‌اند، همچنین رسوبات مربوط به رخساره‌های CD در نواحی قاره‌ای رسوب‌گذاری نموده‌اند. چنین حالتی در رسوبات پابده نیز دیده می‌شود. در تصویر ۳ پراکنندگی آن‌ها در چهار رخساره، نشانی بر تلفیق ماده‌ی آلی دریایی با قاره‌ای است. چنین نتیجه‌ای در نمودار تصویر ۴ نیز دیده می‌شود (Dean et al. ۱۹۸۶). تغییرات HI در برابر TOC نیز نشان داده است که با افزایش شاخص هیدروژن، مقدار کربن آلی نیز افزایش می‌یابد، این امر نشان دهنده‌ی حفظ شدن ماده‌ی آلی در شرایط احیایی است (علیزاده و همکاران ۱۳۸۴). همان‌طور که مشاهده می‌گردد سازند پابده با داشتن محدوده‌ی متغیر، شواهد پیشروی و پسروری‌های متعددی را در خود ثبت نموده است.

بر اساس نمودار تغییرات مقادیر HI در مقابل Tmax که برای تعیین نوع کروژن (Justwan & Dahal 2004) در تصویر ۵ ترسیم شده است، نوع کروژن این سازند غالباً از نوع II و III تعیین که کروژن نوع II آن نشان دهنده‌ی مواد آلی محیط دریایی بوده در حالی که نوع III معرف مواد آلی منشأ گرفته از محیط قاره‌ای که در محیط مرتبط با قاره‌ای ته نشست نموده است. کروژن نوع II سازند پابده کاملاً در مرحله‌ی کاتائزیز قرار دارد (زون B)، اما مقداری از کروژن نوع III هنوز در مرحله‌ی نابالغ است، به طور کلی از این نمودار می‌توان استنباط نمود که سازند پابده به عنوان سنگ منشأ احتمالی



تصویر ۶. نمودار TOC در برابر S_1+S_2 جهت تعیین پتانسیل هیدروکربورزایی

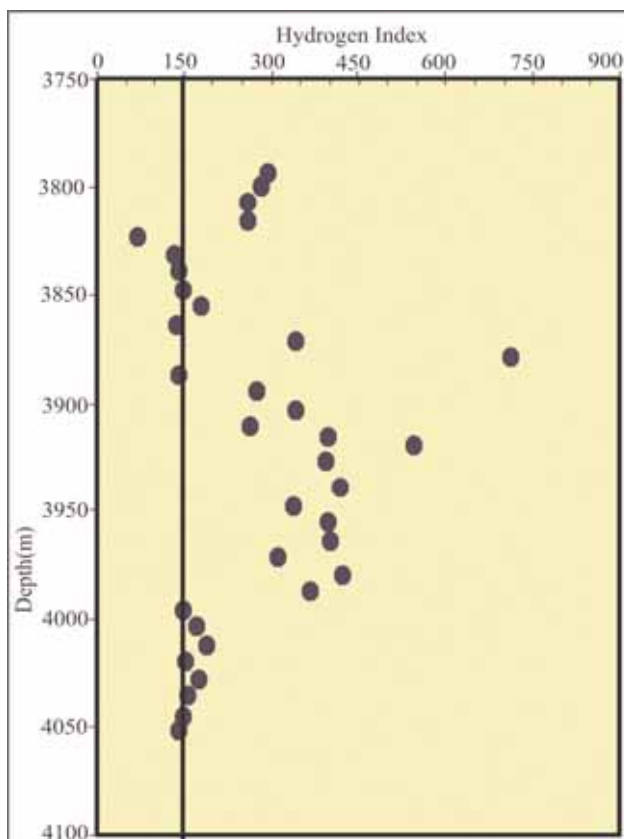
کم عمق شدن حوضه و در نتیجه ی آن ته نشین شدن رسوبات قاره‌ای مقدار HI نیز کاهش می‌یابد. به طور کلی سازند پابده HI با داشتن مقادیر HI بالاتر از 150g HC/g Rock پتانسیل هیدروکربورزایی بالایی را دارا می‌باشد (تصویر ۶). با توجه به نمودار HI در برابر TOC (Jackson et al. 1985) و بر اساس متغیر بودن شرایط رسوب گذاری، این سازند توانایی تولید هیدروکربن‌هایی در محدوده ی وسیعی از گاز با کمی نفت، نفت خوب (Good Oil) و نفت خیلی خوب (Very Good Oil) را دارا می‌باشد (تصویر ۷).

۵. نتیجه‌گیری

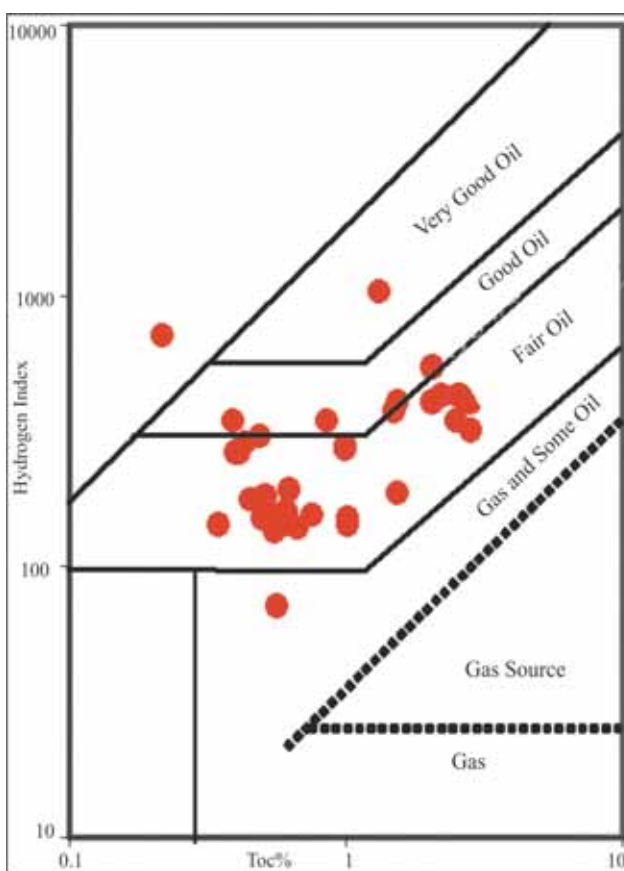
مطالعه ی محیط رسوب گذاری سازند پابده میدان نفتی زیلابی با استفاده از پیرولیز راک-ایوال ۶ نشان داد که این سازند به سه زون قابل تفکیک بوده که زون B آن با TOC و S₂ بیشتر دارای پتانسیل تولید هیدروکربن بهتری است. این زون در نتیجه ی پیشروی دریا و رسوب گذاری در محیط عمیق تر که نگه داری مواد بهتر بوده، به وجود آمده است و به عنوان یکی از سنگ منشاءهای مهم در تولید هیدروکربن در این میدان می‌توانسته نقش داشته باشد، در حالی که زون A و C با داشتن TOC و S₂ پایین تر مربوط به محیط با عمق کمتر، و در زمان پسروی تشکیل شده است. کروژن‌های تعیین شده برای سازند مطالعه شده، در محدوده ی وسیعی از نوع I، II و III واقع شده که آن به علت متغیر بودن شرایط حوضه ی رسوبی و در نتیجه آن ته نشین شدن مواد آلی مختلف می‌باشد و با توجه به نمودار تغییرات HI در برابر Tmax، این نکته را می‌توان دریافت که سازند پابده به مرحله ی تولید پنجره ی نفتی (کاتازن) رسیده است. نمودار تغییرات HI در برابر TOC نیز نشان داده است که با افزایش شاخص هیدروژن، مقدار کربن آلی نیز افزایش می‌یابد، این امر نشان دهنده ی حفظ شدن ماده ی آلی در شرایط احیایی است، به طوری که در مواد آلی سازند پابده تمایل به تولید نفت بیشتر از گاز است. منحنی تعیین رخساره ی آلی سازند پابده با داشتن محدوده ی متغیر (CD C BC B) دلیلی بر تلفیق ماده ی آلی دریایی با خشکی بوده که نشانگر شرایط محیطی با پسروی و پیشروی‌های متعدد می‌باشد. نمودار HI در برابر TOC نیز، یکسان نبودن شرایط رسوب گذاری در حوضه را تأیید می‌کند. تغییرات مقادیر S₁+S₂ در برابر TOC نشان داد که پتانسیل ژنتیکی سازند پابده، در محدوده ی وسیع از فقیر (poor) تا بسیار خوب (very good) واقع شده، که به طور کلی سازند دارای توان هیدروکربن زایی بالایی می‌باشد. نمودار HI در مقابل عمق نیز نشان داد که با افزایش عمق تغییرات محسوسی در مقادیر HI دیده می‌شود که بر اثر متغیر بودن مواد آلی نهشته شده در سازند به وجود آمده است. مجموع این مطالعات نشان می‌دهد که شرایط رسوب گذاری سازند پابده یکنواخت نبوده و پسروی و پیشروی‌های متعددی در آن وجود داشته و به ثبت رسیده است.

۶. مراجع

درویش زاده، ع.، ۱۳۷۰، زمین شناسی ایران، نشر دانش امروز، ۹۰۱ ص.
سراج، م.، ۱۳۸۴، تحلیل ساختاری مقدماتی میدانی نفتی مناطق نفت خیز جنوب (محدوده ی فروافتادگی دزفول شمالی)، گزارش شماره پ-۵۶۱۳ شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب.



تصویر ۶. نمودار تغییرات HI در مقابل عمق (Depth)



تصویر ۷. نمودار HI به TOC برای تعیین نوع پتانسیل تولیدی (Jackson et al. 1985)

علیزاده، ب.، مرادی، م.، و قلاوند، ه.، ۱۳۸۴، "مطالعه‌ی ژئوشیمیایی سازند پابده در میدان نفتی اهواز، نهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلّم، تهران، شهریور ۱۳۸۴.

sBehar, F., Beaumont, V. & Pentea do, B., 2001, "Rock-Eval 6 Technology: Performances and developments", *Oil & Gas Science and Technology-Rev. IFB, Vol. 56: 111-134.*

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.*

Jackson, K. S., Hawkins, P. J. & Bennett, A. J. R., 1985, "Regional facies and geochemical evolution of the southern Denison Trough", *APEA Journal (20): 143-158.*

Dean, W. E., Arthur, M. A. & Claypool, G. E., 1986, "Depletion of ¹³C in Cretaceous marine organic matter: Source, diagenetic, or environmental signal", *Marine Geology, Vol. 70: 119-157.*

Espitalie, J., Deroo, G. & Marquis, F., 1985, "La pyrolysis Rock-Eval et ses applications Rev", *Inst. Franç. du Pétr., Part I, (40): 563-578, Part II, (40): 755-784, Part III, (41): 73-89.*

Espitalie, J., Marquis, F. & Barsony, I., 1984, "Geochemical logging", *In: Voorhees, K. J. (Ed.), analytical Pyrolysis, Techniques and Applications. London (Butterworth): 276-304.*

Jones, R. W., 1987, "Organic facies", *In: Brooks, J., Welte, D. H. (Eds.), Advances in Petroleum Geochemistry. Academic Press, New York: .1-90.*

Justwan, H. & Dalh, B., 2004, "Quantitive hydrocarbon potential mapping and organofacies study in the Greater Balder Area, North Sea", *In: Dore, A. g., Vining, B. (Eds.), Petroleum Geology: North West Europe and Global. Prespective-Proceeding of 6th Petroleum Geology Conference.*

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.*

Peters, K. E. & Fowler, M. G., 2002, "Application of petroleum geochemistry to exploration and reservoir management", *Organic Geochemistry, Vol. 33: 5-36.*