



نخستین همایش ملی فناوری های نوین در صنایع نفت و گاز، 12 و 13 اسفند 1389، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

ارزیابی پتانسیل هیدروکربنی سازند پابده میدان مارون بوسیله دستگاه راک-ایول 6

خالد معروفی^{1*}، محمد حسین حیدری فرد²، عبدالفیاض عزیزی³، بهزاد خانی⁴

* 1 دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید چمران اهواز

Kh.maarufi@gmail.com

2 کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، ژئوشیمیست شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

3 دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید چمران اهواز

4 دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده :

امروزه استفاده از دستگاه راک-ایول و نتایج آن به منظور تعیین ویژگی های حوضه های رسوبی متداول می باشد. در این تحقیق، توان هیدروکربنی سازند پابده میدان مارون مورد مطالعه قرار گرفته است. بدین منظور 20 عدد نمونه از چندین چاه این میدان انتخاب شده و پس از انجام مراحل مقدماتی آماده سازی، توسط دستگاه راک-ایول 6 مورد آنالیز قرار گرفتند. نمودار ون-کرولن ترسیم شده بیانگر این است که نوع کروژن نمونه های آنالیز شده غالباً تلفیقی از کروژن های نوع II و III است و در نتیجه می توانند مستعد تولید نفت و گاز باشند. نمودار TOC در برابر S₂ آشکار می کند که این سازند از توان هیدروکربنی خوبی برخوردار است. بررسی پارامتر T_{max} بیانگر این است که نیمی از نمونه ها وارد پنجره نفتی شده و نیمی دیگر در منطقه اولیه پنجره نفتی (early oil window) قرار گرفته اند و به بلوغ کامل برای تولید نفت نرسیده اند. برای مشخص کردن محیط ته نشست سازند از دیاگرام جونز (1987) استفاده شد. بدین منظور نمودار HI در برابر OI نمونه ها ترسیم گردید و این نمودار نشان داد که این سازند در یک محیط دریای احیایی تا نیمه احیایی ته نشست شده است. در نهایت می توان گفت بطور کلی سازند پابده در میدان مارون در روند تولید هیدروکربن این میدان شرکت داشته و هنوز هم مستعد تولید نفت و گاز است.

کلید واژه ها: دستگاه راک-ایول 6، میدان نفتی مارون، سازند پابده، توان هیدروکربنی، پنجره نفتی

1- مقدمه

ژئوشیمی نفت امروزه به عنوان یک علم بنیادی جهت بهبود بازده اکتشاف و تولید بکار گرفته می شود. در سالهای اخیر با استفاده از تئوریه ها و روشهای مختلف ژئوشیمیایی بسیاری از مسائل مربوط به سنگ منشا، مهاجرت و تجمع نفت مورد مطالعه قرار می گیرد [1]. به طور عام در صنایع نفتی این نکته پذیرفته شده است که روشهای ژئوشیمیایی به طور قابل ملاحظه ای شانس موفقیت در اکتشافات نفتی را افزایش می دهند [2]. وجود سنگ منشا با وسعت و ضخامت کافی و نیز پختگی لازم، از شروط اساسی و لازم برای تشکیل و تجمع هیدروکربن در یک مخزن زیرزمینی می باشد.

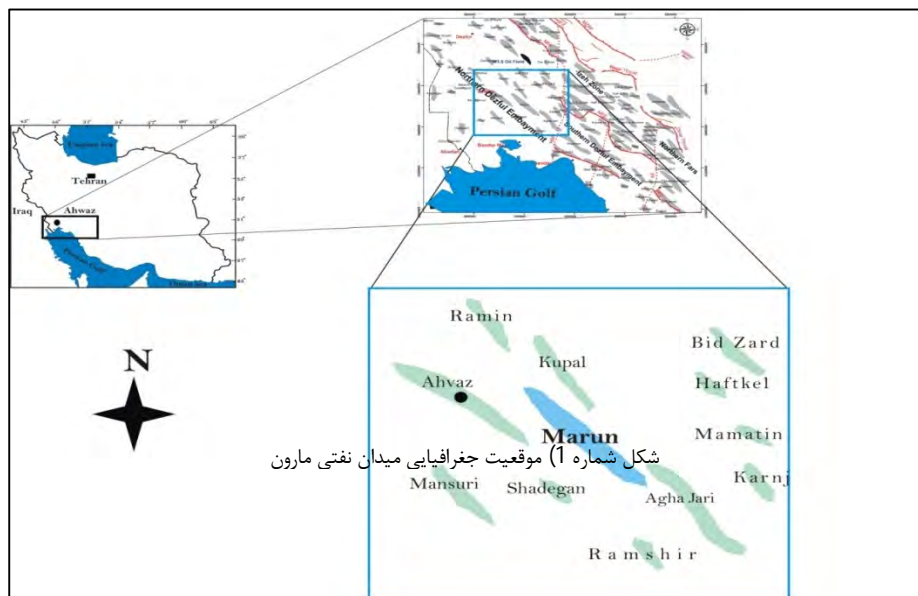


نخستین همایش ملی فناوری های نوین در صنایع نفت و گاز، 12 و 13 اسفند 1389، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

محققان مختلف از روش های متفاوتی جهت پیرولیز سنگ منشا استفاده می کنند که از میان این روش ها، پیرولیز راک-ایول به عنوان یک روش استاندارد بطور گسترده ای در صنعت نفت مورد استفاده قرار می گیرد [3]. این روش اطلاعات بازرشی را در خصوص میزان کربن آلی کل (TOC)، نوع ماده آلی، پتانسیل بالقوه و بالفعل، بلوغ حرارتی ماده آلی، رخساره زیستی مورد مطالعه، وضعیت محیط رسوبی از لحاظ شرایط اکسیداسیون و احیا و همچنین مهاجرت هیدروکربن از منشا، ارائه می دهد [4]. شاخص بلوغ حرارتی ماده آلی (T_{max})، تحت تاثیر عمق تدفین، شیب زمین گرمایی و نیز نوع کروژن بوده و برای مقادیر بزرگتر از 0/2 درصد TOC معتبر می باشد [5].

در این مطالعه نیز برای آنالیز نمونه های مربوط به سازند پابده در میدان نفتی مارون از این دستگاه استفاده شده است تا بدینوسیله پتانسیل هیدروکربن زایی این سازند مورد مطالعه قرار گیرد.

میدان نفتی مارون در فاصله 40 کیلومتری شرق اهواز قرار گرفته است. از نظر موقعیت زمین شناسی، این میدان در ناحیه فروافتاده درفول شمالی و بین میداین کوپال، آغا جاری، رامین، شادگان و رامشیر قرار گرفته است (شکل شماره 1). میدان نفتی مارون که به صورت یک تاق دیس تقریباً نامتقارن به ابعاد 65×10 کیلومتر در افق آسماری می باشد، در سال 1343 با استفاده از روش لرزه نگاری و حفر اولین چاه در مخزن آسماری اکتشاف گردید. در سال 1347 با حفر چاه شماره 21، مخزن بنگستان و در سال 1357 با حفر چاه شماره 123، مخزن خامی آن کشف شد. مخزن آسماری این میدان شامل توالیهای کربنات، ماسه و شیل بوده در حالیکه لیتولوژی مخازن بنگستان و خامی، کربنات و شیل می باشد. افزون بر 300 حلقه چاه در این میدان حفاری شده است.



2- روش انجام کار

در این مطالعه 20 عدد نمونه از چندین چاه میدان مارون پس از انجام مراحل اولیه جداسازی مواد اضافی گل و شتستشو با حلال دی-کلرومتان (بدلیل آغشتگی نمونه ها به مواد نفتی ناشی از گل پایه روغنی) آنالیز شد. بدین منظور مقدار 50 تا 70 میلی گرم از هر نمونه تیمار و



نخستین همایش ملی فناوری های نوین در صنایع نفت و گاز، 12 و 13 اسفند 1389، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

هموژنیزه شده و سپس توسط دستگاه پیرولیز راک ایول 6 مورد آنالیز قرار گرفت و مقدار کل کربن آلی (TOC)، نوع کروژن، میزان بلوغ نمونه ها و پارامترهای دیگر مورد بررسی قرار گرفت. در جدول شماره 1 اطلاعات حاصل از پیرولیز این نمونه ها ارائه شده است.

از پارامترهای مهم محاسبه شده توسط این دستگاه که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته اند به این موارد می توان اشاره نمود [6]:

S₁: نمایانگر مقدار هیدروکربن آزاد که در دمای 300 °C تبخیر شده و در واحد میلی گرم هیدروکربن در هر گرم سنگ (mg HC/g Rock) بیان می شود.

S₂: نمایانگر مقدار هیدروکربن و ترکیبات اکسیژن داری است که بین دمای 300 تا 650 درجه سانتیگراد در اثر کراکینگ کروژن و ترکیبات سنگین تر مانند رزینها و آسفالتن ها آزاد می شود. در واقع پیک S₂ همان پتانسیل موجود در نمونه سنگ می باشد که بصورت واحد میلی گرم هیدروکربن در هر گرم سنگ (mg HC/g Rock) نمایش داده می شود.

S₃: نمایانگر ترکیبات اکسیژن داری که در دمای 400 درجه سانتیگراد تجزیه می گردند، گاز CO₂ آزاد می کنند که به شکل پیک S₃ و در واحد میلی گرم CO₂ در هر گرم سنگ (mg CO₂/g Rock) نمایش داده می شود.

جدول شماره 1) پارامترهای حاصل از آنالیز راک-ایول نمونه ها

Well no.	depth	S1	S2	Tmax	HI	OI	TOC(%)
MN204	2812	1.51	1.68	433	262	114	0.64
MN204	2833	1.62	10.5	424	453	59	2.32
MN204	2886	2.58	6.07	423	361	62	1.68
MN204	2918	3.29	9.29	429	363	53	2.56
MN204	2946	0.51	4.05	432	340	87	1.19
MN204	2964	1.48	1.1	436	229	183	0.48
MN204	2981	3.06	2.13	426	211	73	1.01
MN204	2985	1.99	1.74	416	290	92	0.6
MN204	2994	1.54	1.71	435	285	162	0.6
MN 123	2896	3.5	27.15	419	503	48	5.4
MN 123	2918	3.68	22.34	423	485	45	4.61
MN 123	2886	1.51	9.34	422	399	48	2.34
MN 123	3002	0.56	0.55	422	139	50	0.38
MN 43	3057.1	2.42	26.72	418	520	44	5.4
Mn 45	3240	0.08	0.49	430	86	200	0.57
MN 80	3677	0.29	0.95	428	123	304	0.84
MN 71	3720	3.89	3.35	434	202	145	1.66
MN 71	3724	3.47	3.24	432	202	105	1.6
MN 71	3756	0.54	1.31	436	172	122	0.76
MN 222	2830	13.61	18.53	426	389	26	4.76



نخستین همایش ملی فناوری های نوین در صنایع نفت و گاز، 12 و 13 اسفند 1389، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

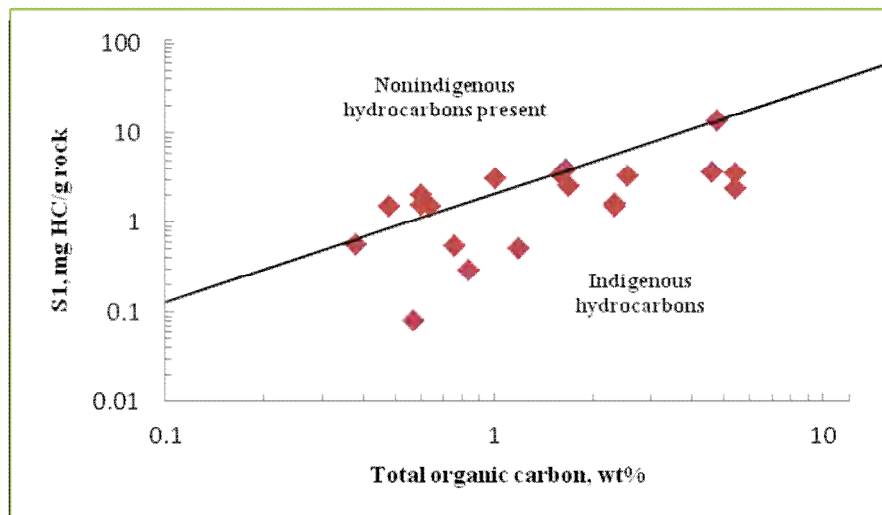
T_{max} : دمایی که پیک S_2 در آن به بیشینه خود می‌رسد و پارامتری مهم جهت ارزیابی بلوغ حرارتی نمونه‌های سنگ منشا می‌باشد.

شاخص هیدروژن (Hydrogen Index, HI): عبارتست از نسبت S_2/TOC .

شاخص تولید (Potential Index, PI): که حاصل نسبت $S_1/(S_1+S_2)$ می‌باشد و بیانگر میزان زایش هیدروکربن می‌باشد.

3- بحث و بررسی

پس از انجام آنالیزها، به منظور اطمینان از عدم آغشتگی نمونه‌ها به مواد هیدروکربنی از نمودار S_1/TOC استفاده شد زیرا که آلودگی نمونه‌ها به مواد نفتی بر نتایج پیرولیز توسط دستگاه راک‌ایول تأثیر سوء داشته و موجب تفسیر نادرست از داده‌های حاصله می‌گردد. مقادیر بالای S_1 در برابر مقادیر پایین TOC مشخصه آغشتگی نمونه‌ها به مواد نفتی در نمودار می‌باشد و حداکثر این میزان (S_1/TOC) در نمونه‌های غیر آلوده برابر $1/5$ می‌باشد که همان شیب خط مرزی در نمودار می‌باشد بنابراین نمونه‌هایی که بالای این خط قرار گیرند دچار آلودگی نفتی شده‌اند و هیدروکربن نابرجا دارند [7]. نمودار تغییرات S_1 در برابر TOC ، آلودگی هیدروکربنی را در چند نمونه نشان می‌دهد (شکل شماره 2)، که با توجه به اینکه این آلودگی اندک بوده و بیشتر نمونه‌ها نیز عدم آلودگی را نشان می‌دهند، تفاسیری که بر اساس این نمونه‌ها انجام می‌گیرد واقعی خواهد بود.

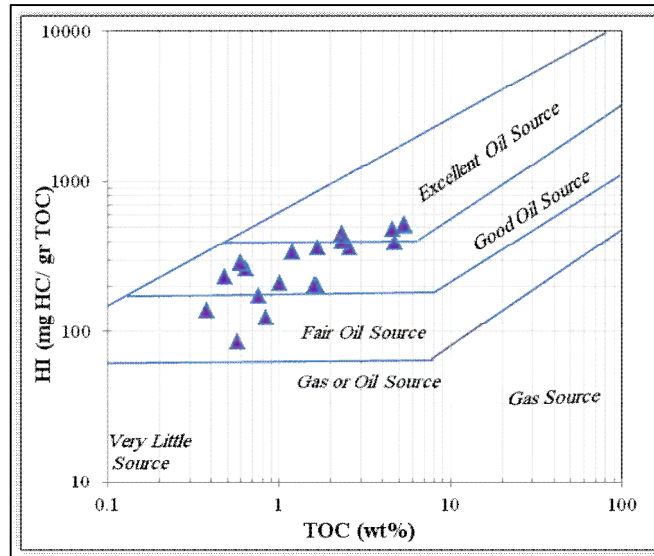


شکل شماره 2) نمودار تغییرات S_1 در برابر TOC [7]

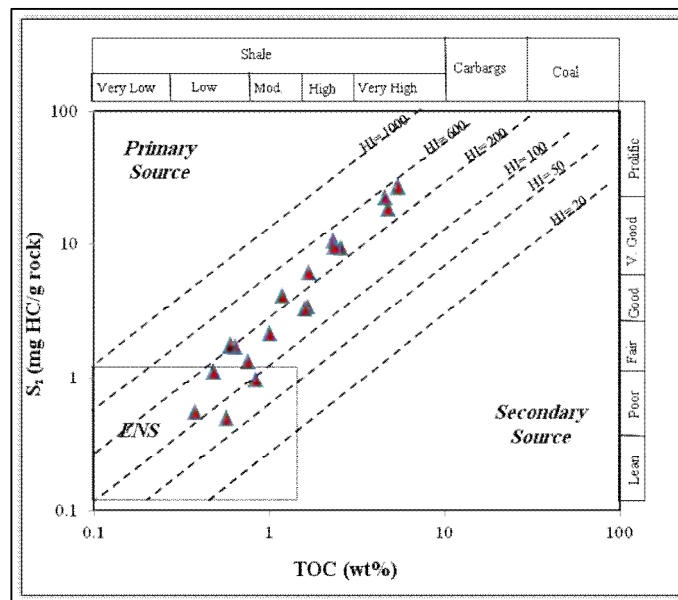
برای تعیین پتانسیل هیدروکربن‌زایی این سازند از نمودار HI در برابر TOC و نیز نمودار تغییرات پارامتر S_2 در مقابل TOC می‌توان استفاده نمود. بر اساس نمودار HI در برابر TOC (شکل شماره 3) می‌توان گفت که نمونه‌های مورد مطالعه از نظر سنگ منشا نفت بودن، عمدتاً دارای پتانسیل خوب (Good) می‌باشند، با این حال چند عدد از نمونه‌ها نیز در محدوده متوسط (Fair) قرار گرفته‌اند که دلیل این امر، آهکی بودن آنهاست. از سوی دیگر، نمودار S_2 در مقابل TOC (شکل شماره 4)، نمونه‌ها را به دو دسته سنگ منشا اولیه (خوب) و ثانویه (متوسط) تقسیم می‌کند.



نخستین همایش ملی فناوری های نوین در صنایع نفت و گاز، 12 و 13 اسفند 1389، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه



شکل شماره 3) نمودار HI در مقابل TOC برای تعیین پتانسیل هیدروکربنی سازند مورد مطالعه [7]



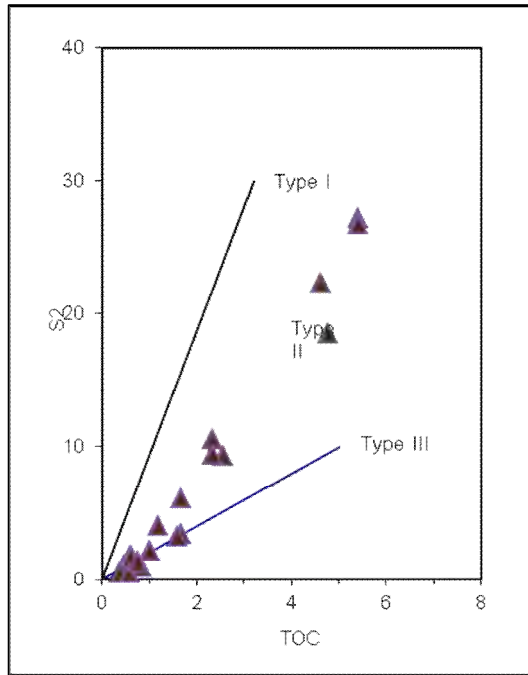
شکل شماره 4) نمودار S_i در مقابل TOC برای تعیین پتانسیل هیدروکربنی سازند مورد مطالعه [8]

جهت پی بردن به نوع کروژن موجود در سازند پابده از نمودار تغییرات HI در برابر T_{max} استفاده شده است (شکل شماره 5). با توجه به موقعیت نمونه‌ها بر روی این نمودار می‌توان مشاهده کرد که تیپ کروژن‌ها در سازند پابده میدان مارون از نوع II تا III است. بدین ترتیب

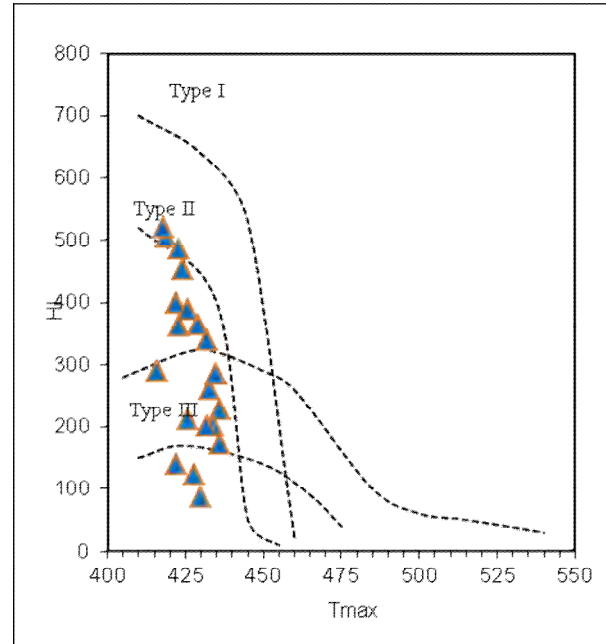


نخستین همایش ملی فناوری های نوین در صنایع نفت و گاز، 12 و 13 اسفند 1389، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

مشخص می شود که سازند پایده میدان مارون می تواند هم منشا تولید نفت و هم منشا گاز باشد. نتایج فوق را همچنین می توان با استفاده از ترسیم نمودار تغییرات S_2 در برابر TOC به وضوح مشاهده کرد (شکل شماره 6).

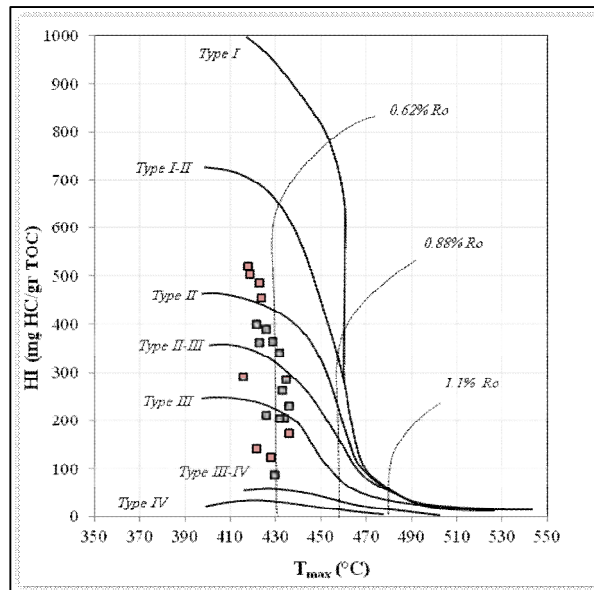


شکل شماره 6) نمودار تغییرات S_2 در برابر TOC



شکل شماره 5) نمودار تغییرات شاخص هیدروژن (HI) در برابر T_{max}

برای تعیین میزان بلوغ حرارتی نمونه های مورد مطالعه از نمودار HI در مقابل T_{max} استفاده می شود (شکل شماره 7). بررسی این نمودار نشان می دهد که نمونه های مربوطه با توجه به قرارگیری شان بر روی منحنی ها و با توجه به اینکه میزان انعکاس ویتربایت (RO%) در حدود 0.62 درصد را نشان می دهند، از نظر بلوغ در مرحله بلوغ اولیه (Early) قرار دارند. نمودار همچنین موید کروژن نوع II و III بودن نمونه هاست.

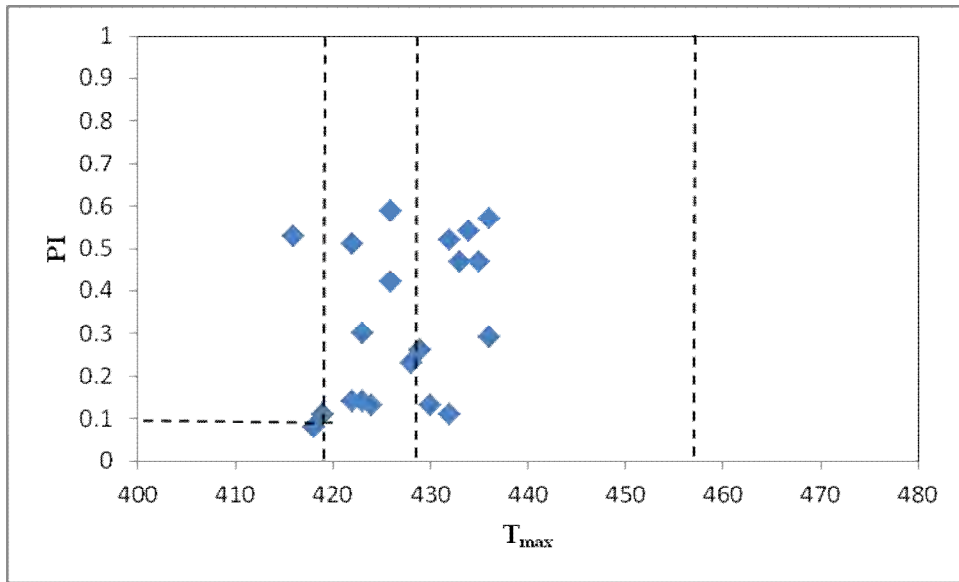




نخستین همایش ملی فناوری های نوین در صنایع نفت و گاز، 12 و 13 اسفند 1389، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

شکل شماره 7) ن

منظور
یا عدم ورود
پنجره نفتی،
شاخص تولید
مقابل T_{max}
(شکل شماره
بیانگر این
تقریبا نیمی
وارد زون
نفت (Oil
شده اند اما
در ابتدای



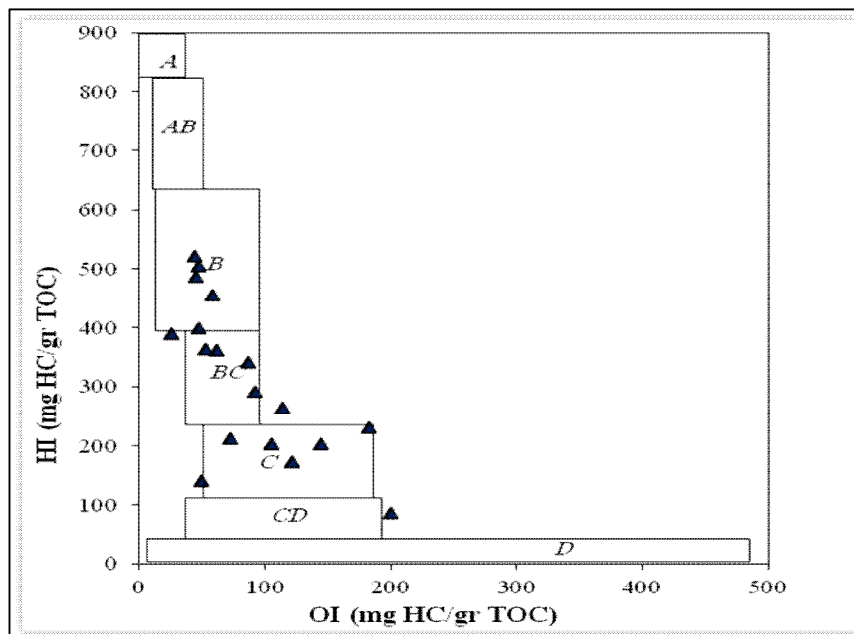
همچنین به
بررسی ورود
نمونه ها به
نمودار
(PI)
ترسیم گردید
(8). نمودار
است که
از نمونه ها
اصلی تولید
(Window
بقیه نمونه ها

پنجره نفتی (Early Oil Window) قرار گرفته اند و به بلوغ حرارتی کافی برای تولید نفت در این میدان نفتی نرسیده اند.

Early Oil Window Oil Window Gas Zone

Immature

نمودار شاخص
برابر شاخص اکسیژن
رخساره آلی سازند
نشان دهنده رخساره
BC و C است (شکل
نظر جونز (1987)، این
در ارتباط با محیط های



نمونه ها به پنجره نفتی

استفاده از
هیدروژن در
برای تعیین نوع
مورد مطالعه نیز
آلی از نوع B،
شماره 9). طبق
نوع رخساره آلی



نخستین همایش ملی فناوری های نوین در صنایع نفت و گاز، 12 و 13 اسفند 1389، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

دریایی نیمه‌احیای تا احیایی می‌باشد.

شکل شماره 9) نمودار شاخص
محدوده‌های مشخص شده عبارتند
دریایی یا دریاچه‌ای نسبتاً احیایی
محیط‌هایی با سرعت رسوبگذاری

4- نتیجه گیری

نتایج این تحقیق عبارتند از:

- ✓ سازند پابده میدان مارون دارای پتانسیل هیدروکربنی متوسط تا خوب می باشد.
- ✓ کروژن لایه های این سازند از نوع II و III است.
- ✓ با توجه به نوع کروژن‌ها، این سازند می‌تواند هم منشاء گاز و هم منشاء نفت باشد.
- ✓ ضریب انعکاس ویتروینایت نمونه‌ها از 0.6 تا 0.65 متغیر است.
- ✓ آنالیزها نشان می دهند که سازند پابده در این میدان در اوایل مرحله بلوغ قرار دارد.
- ✓ بخشی از این سازند در اوایل پنجره نفتی و بخشی از آن در پنجره اصلی نفتی وارد شده‌اند.
- ✓ این سازند در یک محیط دریای احیایی تا نیمه‌احیایی ته‌نشین شده است.
- ✓ در کل، سازند پابده در میدان مارون در روند تولید هیدروکربن این میدان شرکت داشته و هنوز هم مستعد برای تولید نفت و گاز است.



5- منابع

مقاله انگلیسی

[1] Peters, K.E., Fowler, M.G. (2002). Application of petroleum geochemistry to exploration and reservoir management. Organic Geochemistry, v. 33, pp. 5-36.

کتاب انگلیسی

[2] Bordenave, M.L., 1993. Applied Petroleum Geochemistry. Paris: Editions technip. p.524

مقاله انگلیسی

[3] Lafargue, E., Marquis, F. and Pillot, D. (1998). Rock-Eval 6 Applications in Hydrocarbon Exploration, Production and Soils Contamination Studies. Oil and Gas Science and Technology, v. 53, pp. 421-437.

مقاله انگلیسی

[4] 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,51,1031-1040.

مقاله انگلیسی

[5] English, J.M.; Fowler, M.; Johnston, S.T.; Mihalynuk M.G.; and Wight, K.L., (2004), "Thermal Maturity in the Central Whitehorse Trough, Northwest British Columbia," Resource Development and Geoscience Branch, Summary of Activities 2004

مقاله انگلیسی

[6] Behar, F., Beaumont, V., Pentea do, B., 2001. Rock-Eval 6 Technology: Performances and Developments, Oil & Gas Science and Technology-Rev. IFB,V. 56, No.2, p.111-134.

کتاب انگلیسی

[7] Hunt, J.M. (1996). Petroleum Geochemistry and Geology. 2nd Edition. W.H. Freeman and Company, New York. 743 p.

مقاله انگلیسی

[8] Akande, S. O., Ojo, O. J., Erdtmann B. D. and Hetenyi M., 2005. Paleoenvironments, organic petrology and Rock-Eval studies on source rock facies of the Lower Maastrichtian Patti Formation, southern Bida Basin, Nigeria; Journal of Asian Earth Sciences, v. 41, pp. 394-406.

مقاله انگلیسی

[9] Akinlua A., Jarvie D. M. and Ajayi T. R., 2005. A pre-appraisal of the application of Rock-Eval pyrolysis to source rock studies in the Niger Delta, Journal of Petroleum Geology, v. 28, pp. 39-48.

مقاله انگلیسی



نخستین همایش ملی فناوری های نوین در صنایع نفت و گاز، 12 و 13 اسفند 1389، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

[10] Jones, R. W. 1987. Organic facies. In J. Brooks and D. Welte (eds.), *Advances in petroleum geochemistry*. London: Academic Press, vol. 2, pp. 1-90.

مقاله فارسی

[11] عزیزی، ع.، علیزاده، ب.، حسینی، ح.، تژه، ف. و نورایی نژاد، خ.، 1389. ارزیابی پتانسیل تولید هیدروکربن و مقایسه ژئوشیمیایی سنگ منشاهای احتمالی در میدان نفتی گچساران، بیست و نهمین همایش علوم زمین.