ژئوشیمی
سال چهارم، شماره سوم (پاییز ۱۳۹۴)

Geochemistry
Vol.4, No.3 (Autumn 2015)

ارزیابی ژئوشیمیایی سازند کژدمی در چاه‌های میدان نفتی آزادگان با استفاده از روش پیرولیز راک- اول

بهرام حبیب‌نیا[۱]، سعید عسکری[۲]، عرفان حسینی*[۳]، بهرام علیزاده[۴]

۱- دانشیار مهندسی نفت، دانشگاه صنعت نفت، آبادان، ایران
۲- کارشناس ارشد مهندسی نفت، دانشگاه صنعت نفت، آبادان، ایران
۳- کارشناس ارشد مهندسی نفت، دانشگاه صنعت نفت، آبادان، ایران
۴- استاد مهندسی نفت، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
* عهده‌دار مکاتبات: e.hosseini19@put.ac.ir

دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۶/۱۵، پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۹/۲

چکیده

امروزه استفاده از دستگاه پیرولیز راک- اول (Rock-Eval pyrolysis) و نتایج حاصل از آن در تعیین و تفسیر خصوصیات واحدهای حوضه‌های رسوبی متداول است. هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه توان هیدروکربن‌زایی سازند کژدمی با استفاده از روش تجزیه راک‌اول در ۷ چاه از میدان نفتی آزادگان است. بدین منظور بررسی ژئوشیمیایی سازند کژدمی به‌عنوان سنگ منشأ با مطالعه ۲۲ نمونه از مغزه‌های به‌دست آمده در ناحیه مورد مطالعه انجام شد. بررسی تغییرات پارامتر S1+S2 و TOC نشان می‌دهد که سازند کژدمی در چاه‌های مورد مطالعه به‌عنوان سنگ منشأ توان تولید هیدروکربن‌زایی خوبی دارد. بر اساس نمودار HI در برابر Tmax محتوای کروژن این سازند ترکیبی از انواع II و III است و نشان‌دهنده نابالغ‌بودن و عدم ورود نمونه‌ها به پنجره نفتی است. همچنین با بررسی Tmax و مقدار آن مشخص شد که این سازند به پختگی کافی برای تولید هیدروکربن نرسیده و هنوز وارد پنجره نفت‌زایی نشده است.

واژه‌های کلیدی: سنگ منشأ، پیرولیز راک‌اول، سازند کژدمی، میدان نفتی آزادگان

۱- مقدمه

ژئوشیمی آلی در اکتشاف نفت و گاز نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. امروزه بیشتر شرکت‌های نفتی، تهیه نمودارهای ژئوشیمی آلی را در اکتشاف نفت و گاز الزامی می‌دانند و بدون اطلاعات ژئوشیمیایی اقدام به حفاری نمی‌کنند (ربانی، ۱۳۹۱، عسکری، ۱۳۹۲). با توجه به اینکه در جریان اکتشاف نفت و گاز بدون داشتن اطلاعات ژئوشیمی آلی تقریبا از هر چند چاه فقط یکی از آنها به نتیجه دلخواه می‌رسد، می‌توان با در دست داشتن این اطلاعات از اتلاف سرمایه عظیمی جلوگیری کرد. در ایران تاکنون فقط بعضی از مخازن تاقدیسی و هیدروکربنی کشف و بهره‌برداری شده‌اند. اما اگر اکتشاف با روش ژئوشیمی آلی همراه باشد، باقی مخازن هیدروکربنی که به‌صورت ساختاری نیستند را نیز می‌توان اکتشاف و بهره‌برداری کرد (رضایی، ۱۳۸۰، اشکان، ۱۳۸۵). در این مطالعه به منظور دستیابی به اطلاعات ژئوشیمیایی از دستگاه راک‌اول ۶ استفاده شد. دستگاه راک‌اول ۶ به‌عنوان آخرین نسل از نوع خود در سال ۱۹۹۶ توسط تکنولوژی VINCI فرانسه تکمیل شده که به علت بالابودن دقت تجزیه از بهترین روش‌ها در ارزیابی سنگ منشأ به شمار می‌آید (Eghbali, 2007 & Issler et al., 2012). این دستگاه اطلاعات بسیار خوبی را در مورد کربن آلی کل (TOC)، نوع ماده آلی، پتانسیل بالقوه (S2) و بالفعل (S1) تحول حرارتی ماده آلی، رخساره زیستی منطقه مورد مطالعه، وضعیت محیط نهشتگی از نظر شرایط اکسایش و کاهش و همچنین مهاجرت هیدروکربن از سنگ منشأ را ارائه می‌دهد (Hunt, 1996 & Mrkic et al., 2011 & McCarthy et al., 2011). در این مطالعه ۲۲ نمونه از سازند کژدمی در ۷ حلقه چاه در میدان نفتی آزادگان برای بررسی توان هیدروکربنی این سازند بررسی شده است.

۲- بحث و مطالعه

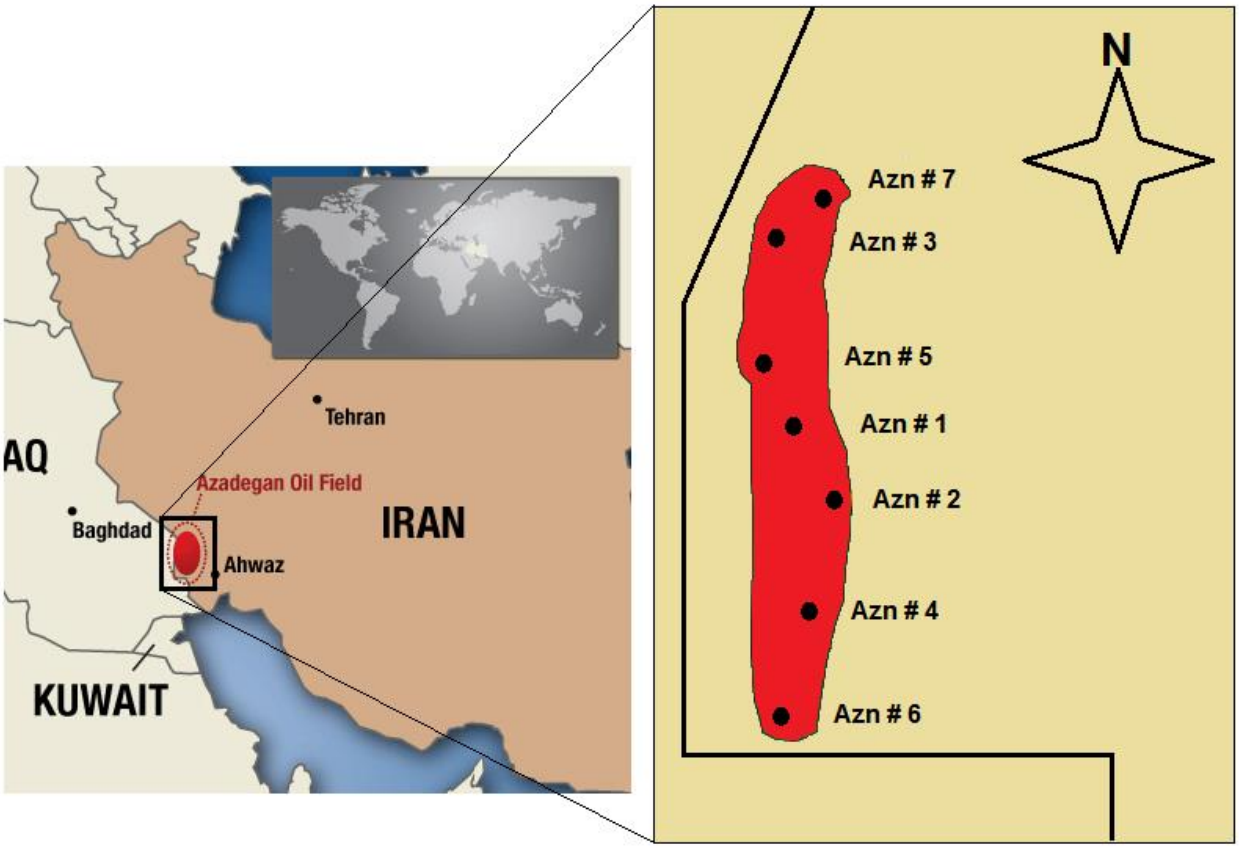
در انجام این مطالعه از مغزه‌های حفاری شده سازند کژدمی که در چاه‌های میدان نفتی آزادگان واقع در جنوب‌غربی ایران برداشت شده‌اند استفاده شده است. ۵۰ تا ۷۰ میلی‌گرم از هر نمونه تیمار و همگن‌سازی شده و سپس توسط دستگاه پیرولیز راک‌اول ۶ تجزیه و پارامترهای ژئوشیمیایی آن تعیین شد. تعیین نوع کروژن و نوع ماده آلی، میزان مقدار ماده آلی (TOC) و بلوغ گرمایی و پختگی آن (T_{max}) عوامل مهم در ارزیابی سنگ منشأ هستند (Telmadarreie, 2010 & Peters, 1993) . پیرولیز، حرارت دادن ماده آلی در غیاب اکسیژن، برای تولید و آزادشدن هیدروکربن از مواد آلی و تعیین توان هیدروکربن‌زایی باقیمانده در درجه دمای بالا و در مدت زمان کوتاه است و به نوعی بازسازی تولید هیدروکربن در مرحله کاتاژنز است (Baker, 2009 & Jones, 1987). این روش یک وسیله مناسب برای تشخیص سریع سنگ‌های منشأ مولد هیدروکربن از غیر منشأ است (Hunt, 1996 & Asif, 2010). این روش به علت نیاز نداشتن به صرف زمان زیاد و ساده و ارزان‌بودن، روش مناسبی برای ارزیابی ابتدایی سنگ منشأ است (کمالی، ۱۳۸۵). برای تعیین نوع

Archive of SID
www.SID.ir

کروژن موجود در این سازند نمودار HI Vs. T_{max} (Tissot & Espitalei, 1974) با استفاده از مقادیر متغیرهای HI و T_{max} رسم شد. برای تشخیص آلودگی یا مهاجرت نمونه‌ها از نمودار S_1 در برابر TOC و برای ارزیابی توان کروژن از نمودار S_2 در برابر TOC استفاده شد. همچنین از نمودار PI در برابر T_{max} برای تشخیص بلوغ گرمایی سازند کژدمی در چاه‌های مورد مطالعه استفاده شد. موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ مشخص شده است.

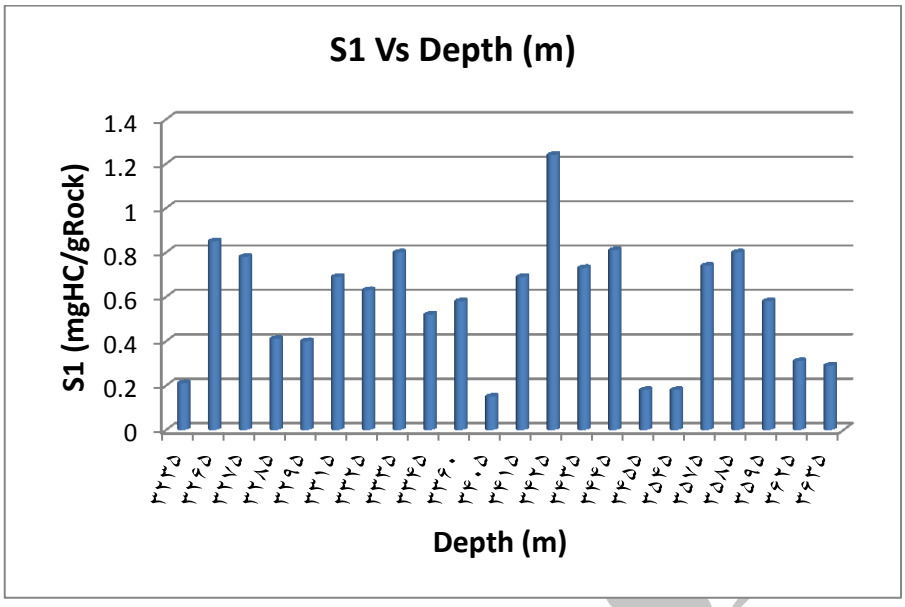
۳- موقعیت جغرافیایی و مشخصات چاه‌های مورد مطالعه میدان نفتی آزادگان

میدان نفتی آزادگان در جنوب‌غربی ایران و در ۸۰ کیلومتری غرب اهواز و در نزدیکی شهر سوسنگرد، در مجاورت مرز ایران و عراق واقع است. این چاه‌ها در میدان نفتی آزادگان قرار دارند. تعداد نمونه‌های بررسی‌شده این سازند ۲۲ نمونه است که مربوط به ۷ چاه از عمق ۳۲۳۵ متر تا عمق ۳۶۳۵ متر و به ضخامت ۴۰۰ متر است. مقدار S_1 یا هیدروکربن آزادی که در نمونه‌ها موجود است، دارای حداقل ۰/۸ mgHC/gRock در نمونه AZN-3-Kz-3 و حداکثر ۱/۲۴ mgHC/gRock در نمونه AZN-4-Kz-6 است و به‌طور میانگین ۰/۵۷ میلی‌گرم هیدروکربن بر گرم سنگ است و بر اساس جدول ۱ این سازند می‌تواند قابلیت نسبتا خوبی به عنوان سنگ منشأ داشته باشد (شکل ۲). مقدار S_2 یا هیدروکربن باقیمانده موجود، دارای حداقل ۰/۵۲ mgHC/gRock در نمونه AZN-5-Kz-3 و حداکثر ۱۵/۲۹ mgHC/gRock در نمونه AZN-6-Kz-2 است و به طور میانگین ۴/۹۲ میلی‌گرم هیدروکربن بر گرم سنگ است و بر اساس جدول ۱ توان تولید هیدروکربن در حد نسبتاً خوب ارزیابی می‌شود (شکل ۳). مقدار کربن آلی کل (TOC) در نمونه‌های به‌دست آمده از این سازند، دارای حداقل ۰/۳۸ wt٪ در نمونه AZN-5-Kz-6 و حداکثر درصد وزنی ۴/۶۵ در نمونه AZN-4-Kz-6 است، که میانگین نمونه‌های مطالعه‌شده ۱/۷۴ درصد وزنی است و بر اساس جدول ۱ این سازند توان خوبی برای تولید هیدروکربن دارد و قابلیت سنگ منشأبودن را داراست (شکل ۴). مقدار (T_{max}) یا حداکثر درجه حرارت بیشتر نمونه‌های این سازند کمتر از ۴۳۵ °C است که نشان‌دهنده‌ی این است که این سازند به پختگی کافی برای تولید هیدروکربور نرسیده و هنوز وارد پنجره نفت‌زایی نشده است (شکل ۵).

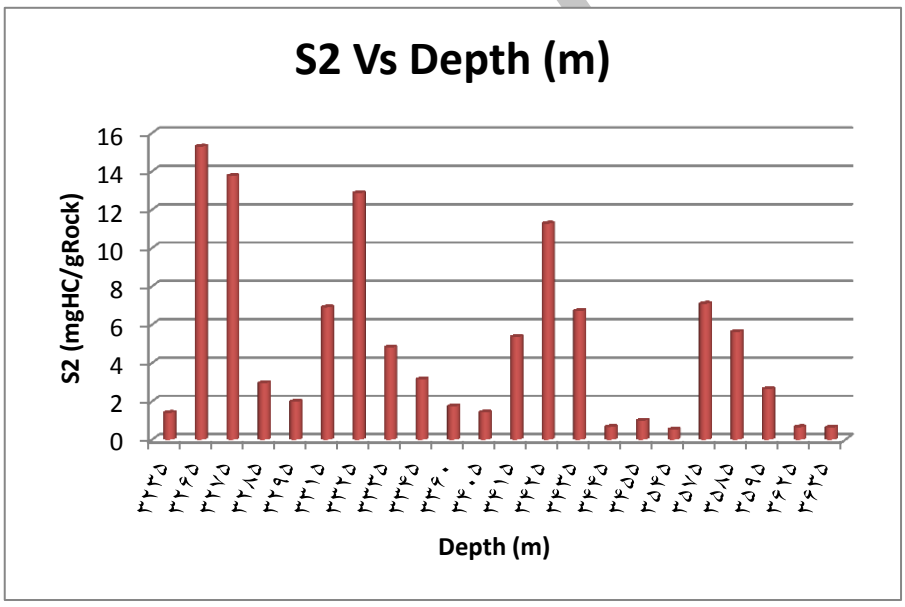


شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه

www.SID.ir



شکل ۲- نمودار S_1 در برابر عمق سازند کژدمی، چاه‌های میدان نفتی آزادگان

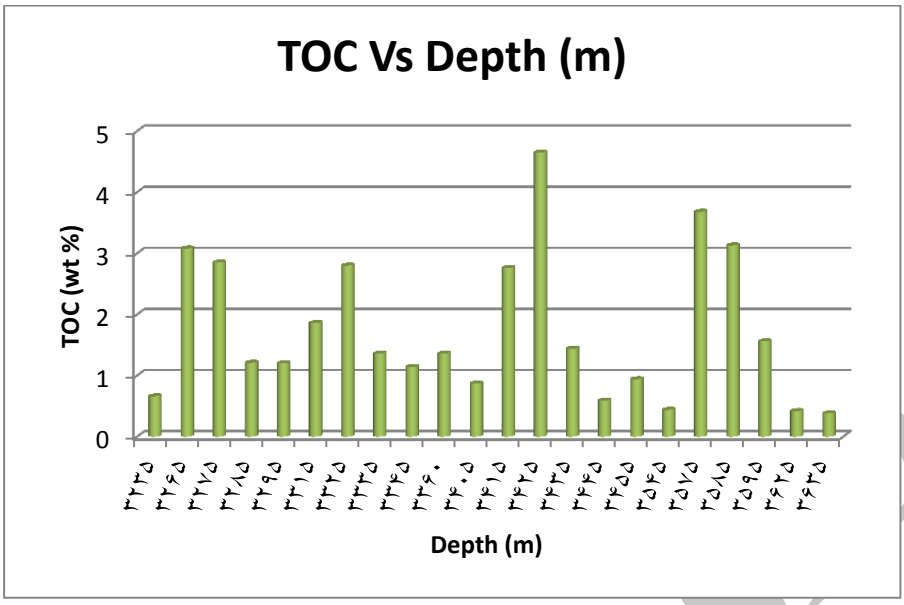


شکل ۳- نمودار S_2 در برابر عمق سازند کژدمی، چاه‌های میدان نفتی آزادگان

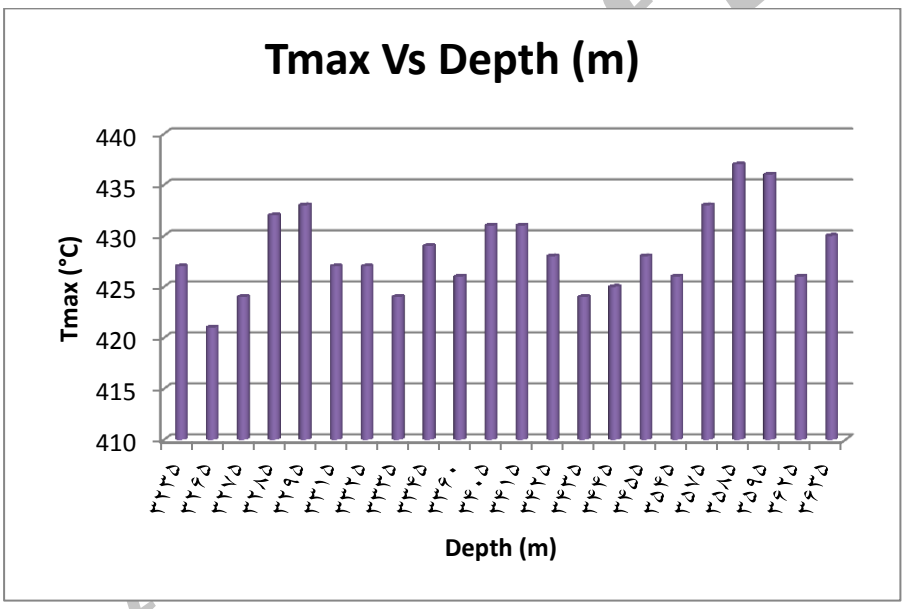
جدول ۱- پارامترهای ژئوشیمیایی تعیین‌کننده توان هیدروکربن‌زایی سنگ منشأ (Hunt, 1996 & LeCompte, 2010)

کیفیت	کل کربن آلی (TOC wt%)	مقدار S_1 برحسب (mgHC/gRock)	مقدار S_2 برحسب (mgHC/gRock)	مقدار S_1+S_2 برحسب (mgHC/gRock)
ضعیف	0/5>	0-0.5	0-2.5	0-3
متوسط	0/5-1	0.5-1	2.5-5	3-6
خوب	1-2	1-2	5-10	6-12
خیلی خوب	2<	2<	10<	12<

www.SID.ir



شکل ۴- نمودار TOC در برابر عمق سازند کژدمی، چاه‌های میدان نفتی آزادگان



شکل ۵- نمودار T_{max} در برابر عمق سازند کژدمی، چاه‌های میدان نفتی آزادگان

مقدار HI یا ضریب هیدروژن در نمونه‌های این سازند، دارای کمترین مقدار mgHC/gRock ۱۰۵ در نمونه AZN-6-Kz-10 و بیشترین مقدار mgHC/gRock ۴۹۶ در نمونه AZN-6-Kz-2 است و میانگین آن ۲۴۷.۶۸ میلی‌گرم هیدروکربن بر گرم کربن آلی است که با توجه به جدول ۲ نوع هیدروکربن تولیدی از این سازند در صورت تولید، نفت و گاز است (شکل ۶). مقدار PI یا شاخص تولید دارای حداقل ۰/۰۵ در نمونه AZN-6-Kz-2 و حداکثر ۰.۵۵ در نمونه AZN-1-Kz-4 و به‌طور میانگین ۰.۱۶ است (جدول ۴). مقدار پایین نشانگر این است که این سازند آلودگی نفتی ندارد. همچنین نسبت پایین و کوچک‌تر بودن S_1 به S_2 نیز این موضوع را تأیید می‌کند (شکل ۷). در جدول ۳ نیز پارامترهای ژئوشیمیایی مربوط به توان هیدروکربن‌زایی سنگ منشا نشان داده شده است.

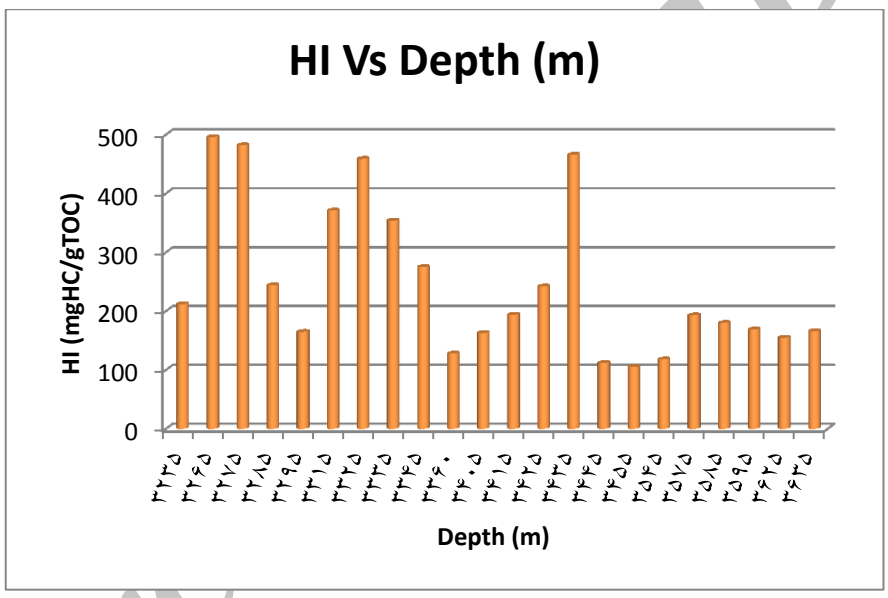
استفاده از نمودار Tmax در برابر HI و تعیین نوع کروژن نشان می‌دهد که در نمونه‌های سازند کژدمی نوع کروژن ترکیبی از انواع II و III است (شکل ۸). پارامتر مهم دیگر پتانسیل زایشی S_1+S_2 است و مقدار آن حداقل ۰/۷ میلی‌گرم بر گرم سنگ در نمونه AZN-5-Kz-3 و حداکثر ۱۶/۱۴ میلی‌گرم هیدروکربن بر گرم سنگ در نمونه AZN-6-Kz-2 و به‌طور میانگین ۵/۴۹ میلی‌گرم هیدروکربن بر گرم سنگ است و بر اساس جدول ۱ توان تولید هیدروکربن در حد خوب ارزیابی می‌شود. همچنین نمودار TOC در برابر HI توان تولید هیدروکربن را نشان می‌دهد. با توجه

www.SID.ir

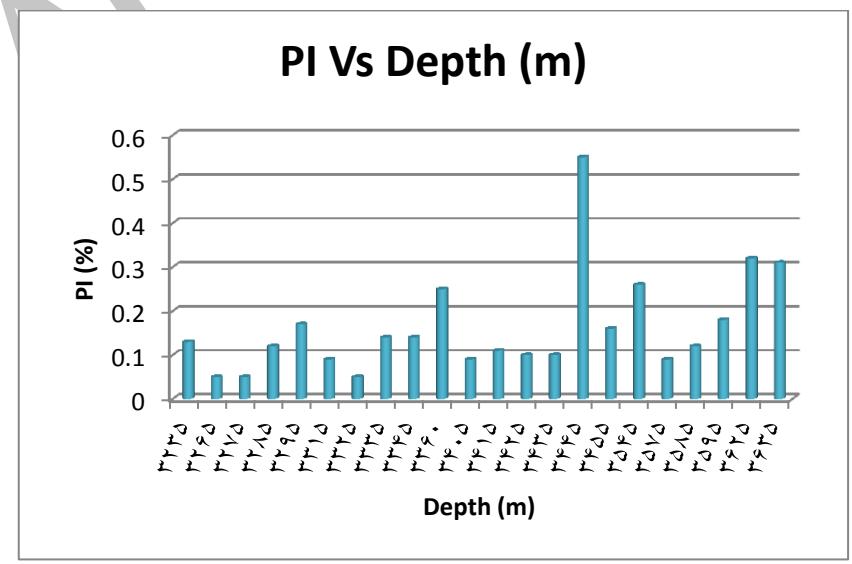
به نمودار S_1 در برابر TOC نمونه‌ها دارای آلودگی یا مهاجرت نیستند (شکل ۹). و نیز بر اساس نمودار S_2 در برابر TOC پتانسیل کروژن در حد نسبتاً خوب ارزیابی می‌شود (شکل ۱۰). نمودار PI در برابر T_{max} برای تشخیص بلوغ گرمایی سازند کژدمی نشان‌دهنده عدم ورود نمونه‌ها به پنجره نفتی در چاه‌های مورد مطالعه است (شکل ۱۱).

جدول ۲- پارامترهای ژئوشیمیایی تعیین‌کننده نوع هیدروکربن تولیدشده (Hunt, 1996)

هیدروکربن	شاخص هیدروژن برحسب (mgHC/gTOC)
گاز	0-150
گاز و نفت	150-300
نفت	300<

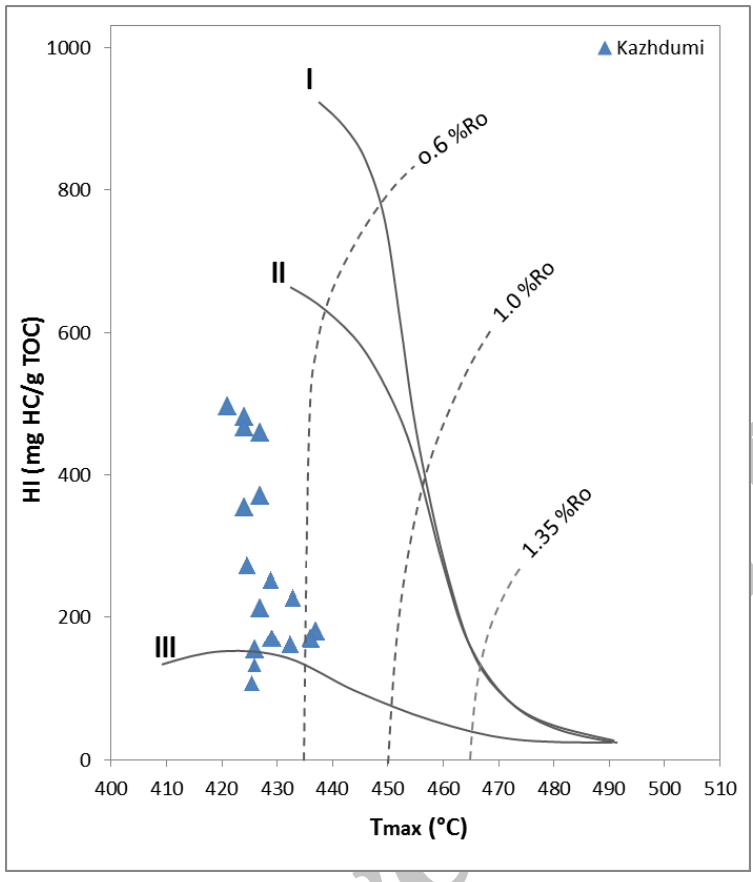


شکل ۶- نمودار HI در برابر عمق سازند کژدمی، چاه‌های میدان نفتی آزادگان

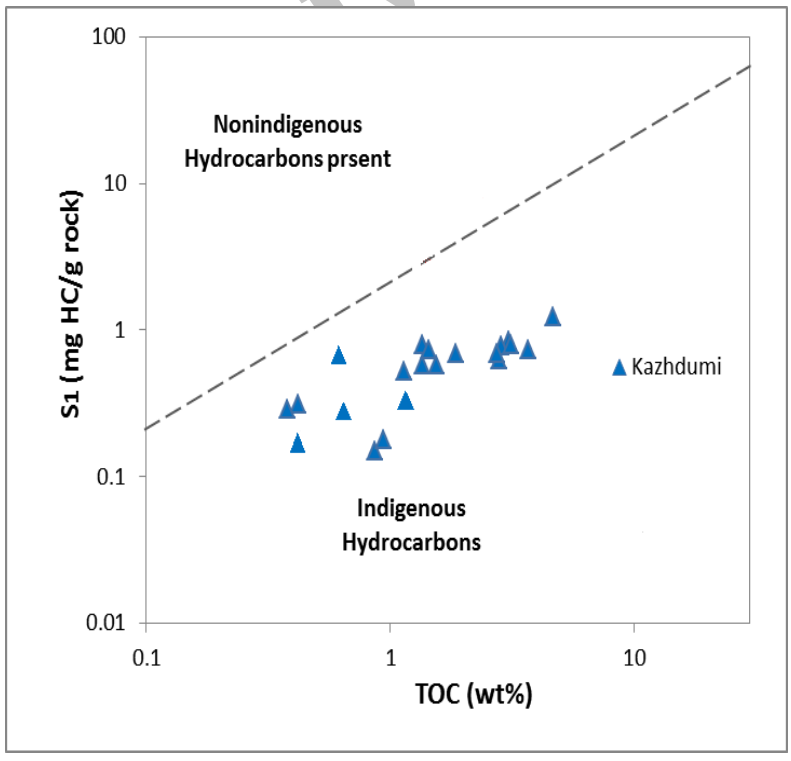


شکل ۷- نمودار PI در برابر عمق سازند کژدمی، چاه‌های میدان نفتی آزادگان

www.SID.ir

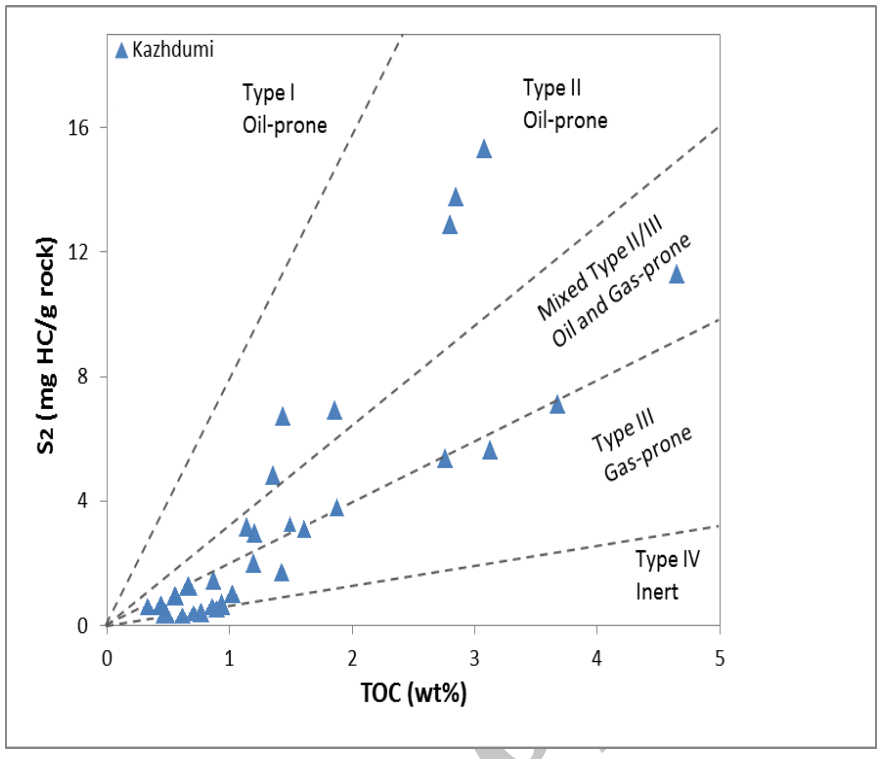


شکل ۸- نمودار T_{max} در برابر HI سازند کژدمی، چاه‌های میدان نفتی آزادگان

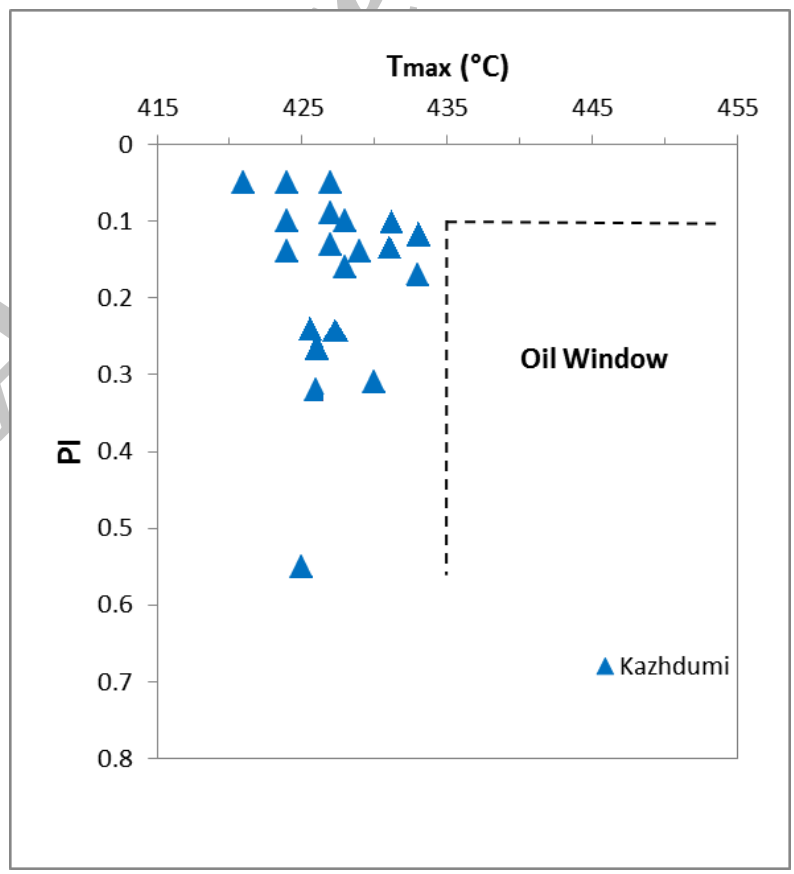


شکل ۹- نمودار S_1 در برابر TOC سازند کژدمی، چاه‌های میدان نفتی آزادگان برای تشخیص آلودگی یا مهاجرت نمونه‌ها

www.SID.ir



شکل ۱۰- نمودار S_2 در برابر TOC سازند کژدمی، چاه‌های میدان نفتی آزادگان برای ارزیابی پتانسیل کروژن



شکل ۱۱- نمودار PI در برابر T_{max} سازند کژدمی، چاه‌های میدان نفتی آزادگان برای تشخیص بلوغ گرمای

www.SID.ir

جدول ۳- پارامترهای ژئوشیمیایی که توان هیدروکربن‌زایی سنگ منشأ را نشان می‌دهد

سازند	عمق (متر)	شماره نمونه	کل کربن آلی	مقدار S_1 برحسب (mgHC/gRock)	مقدار S_2 برحسب (mgHC/gRock)	مقدار S_1+S_2 برحسب (mgHC/gRock)	کیفیت
کژدمی	3235	AZN-6-Kz-1	0.66	0.21	1.4	1.61	ضعیف
	3265	AZN-6-Kz-2	3.08	0.85	15.29	16.14	خیلی خوب
	3275	AZN-6-Kz-3	2.85	0.78	13.75	14.53	خیلی خوب
	3285	AZN-4-Kz-2	1.21	0.41	2.95	3.36	متوسط
	3295	AZN-4-Kz-3	1.2	0.4	1.98	2.38	ضعیف
	3315	AZN-4-Kz-4	1.86	0.69	6.9	7.59	خوب
	3325	AZN-6-Kz-6	2.8	0.63	12.86	13.49	خیلی خوب
	3335	AZN-1-Kz-1	1.36	0.8	4.81	5.61	متوسط
	3345	AZN-1-Kz-2	1.14	0.52	3.14	3.66	متوسط
	3360	AZN-1-Kz-3	1.36	0.58	1.74	2.32	ضعیف
	3405	AZN-6-Kz-8	0.87	0.15	1.42	1.57	ضعیف
	3415	AZN-4-Kz-5	2.76	0.69	5.36	6.05	خوب
	3425	AZN-4-Kz-6	4.65	1.24	11.27	12.51	خیلی خوب
	3435	AZN-5-Kz-1	1.44	0.73	6.71	7.44	خوب
	3445	AZN-1-Kz-4	0.59	0.81	0.66	1.47	ضعیف
	3455	AZN-6-Kz-10	0.94	0.18	0.99	1.17	ضعیف
	3545	AZN-5-Kz-3	0.44	0.18	0.52	0.7	ضعیف
	3575	AZN-3-Kz-2	3.68	0.74	7.09	7.83	خوب
	3585	AZN-3-Kz-3	3.13	0.8	5.62	6.42	خوب
	3595	AZN-5-Kz-4	1.56	0.58	2.64	3.22	متوسط
	3625	AZN-5-Kz-5	0.42	0.31	0.65	0.96	ضعیف
	3635	AZN-5-Kz-6	0.38	0.29	0.63	0.92	ضعیف
	بیشینه		**4.65**	**1.24**	**15.29**	**16.14**	متوسط
	کمینه		**0.38**	**0.8**	**0.52**	**0.7**	
	میانگین		**1.74**	**0.57**	**4.92**	**5.49**	

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- پارامترهای ژئوشیمیایی که نوع هیدروکربن تولیدی را نشان می‌دهد

سازند	عمق (متر)	شماره نمونه	شاخص هیدروژن برحسب(mgHC/gTOC)	شاخص تولید	دمای بیشینه
کژدمی	3235	AZN-6-Kz-1	212	0.13	**427**
	3265	AZN-6-Kz-2	496	0.05	**421**
	3275	AZN-6-Kz-3	482	0.05	**424**
	3285	AZN-4-Kz-2	244	0.12	**432**
	3295	AZN-4-Kz-3	165	0.17	**433**
	3315	AZN-4-Kz-4	371	0.09	**427**
	3325	AZN-6-Kz-6	459	0.05	**427**
	3335	AZN-1-Kz-1	354	0.14	**424**
	3345	AZN-1-Kz-2	275	0.14	**429**
	3360	AZN-1-Kz-3	128	0.25	**426**
	3405	AZN-6-Kz-8	163	0.09	**431**
	3415	AZN-4-Kz-5	194	0.11	**431**
	3425	AZN-4-Kz-6	242	0.1	**428**
	3435	AZN-5-Kz-1	466	0.1	**424**
	3445	AZN-1-Kz-4	112	0.55	**425**
	3455	AZN-6-Kz-10	105	0.16	**428**
	3545	AZN-5-Kz-3	118	0.26	**426**
	3575	AZN-3-Kz-2	193	0.09	**433**
	3585	AZN-3-Kz-3	180	0.12	**437**
	3595	AZN-5-Kz-4	169	0.18	**436**
	3625	AZN-5-Kz-5	155	0.32	**426**
	3635	AZN-5-Kz-6	166	0.31	**430**
	بیشینه		**496**	**0.55**	437
	کمینه		**105**	**0.05**	421
	میانگین		**247/68**	**0.16**	428.4

نتیجه‌گیری

در این پژوهش از نتایج حاصل از پیرولیز راک‌اول در ارزیابی سازند کژدمی استفاده شد. نتایج به‌دست آمده از این روش در میدان نفتی آزادگان نشان‌دهنده این است که این سازند از نظر توان تولید هیدروکربن در حد نسبتاً خوب است. نتایج حاصل از T_{max} در چاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیشتر نمونه‌های سازند کژدمی در چاه‌های میدان نفتی آزادگان دارای T_{max} کمتر از ۴۳۵ درجه سانتی‌گراد بوده که نشان‌دهنده آن است که نمونه‌های این سازند در چاه‌های مورد مطالعه به پختگی لازم برای ورود به مرحله تولید نفت (دریچه نفتی) نرسیده‌اند. نمونه‌های سازند کژدمی در چاه‌های میدان نفتی آزادگان از نظر مقدار کربن آلی (TOC) غنی بوده و در حد خوب است. شکل‌های S_1 و S_2 و نمودارهای S_1 و S_2 در برابر

Archive of SID

www.SID.ir

TOC چاه‌های مورد مطالعه میدان نفتی آزادگان نشان می‌دهد، که در این سازند آلودگی یا مهاجرت وجود ندارد و در ضمن پتانسیل نفتی خوبی دارند، بررسی ضریب تولید PI در این چاه با میانگین تقریباً برابر (PI=0.16) پتانسیل نفتی پایین است. از نظر ضریب هیدروژن (HI)، برخی از نمونه‌ها دارای توان هیدروکربنی خیلی متفاوتی (HI=105-496 mgHC/gTOC) بوده که این دامنه تغییرات نشان‌دهنده این است که نمونه‌ها به طور سیستماتیک از افزایش دما بر اثر عمق، پیروی نکرده و یا مواد تشکیل‌دهنده نمونه‌ها (لایه‌های سازند کژدمی) متفاوت بوده است. با توجه به نتایج حاصل از راک‌اول می‌توان منحنی نسبت HI به Tmax را رسم کرد، این شکل در چاه مورد مطالعه نشان می‌دهد که تمام نمونه‌های میدان نفتی آزادگان دارای کروژن نوع دوم و سوم (Type II and III) هستند.

مراجع

ربانی، ا. ر.، ۱۳۹۱، "ژئوشیمی میادین نفت و گاز خلیج فارس" گزارش پروژه پژوهشی، شرکت نفت فلات قاره ایران، صفحه ۹۴.

اشکان، م.، ۱۳۸۵، "اصول مطالعات ژئوشیمیایی سنگ‌های منشأ هیدروکربوری و نفت‌ها با نگرش ویژه به حوضه رسوبی زاگرس" اداره مطالعات و تحقیقات ژئوشیمی، مدیریت اکتشاف، شرکت ملی نفت ایران، تهران، ۴۰۳ صفحه.

عسکری، س.، ۱۳۹۲، "تطابق پارامترهای بلوغ حرارتی با استفاده از روش‌های ژئوشیمیایی در میدان نفتی آزادگان" پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعت نفت آبادان، ۱۱۰ صفحه.

رضایی، م.، ۱۳۸۰، "زمین‌شناسی نفت" انتشارات علوی، ۴۷۲ صفحه.

کمالی، م.، ۱۳۸۵، "ژئوشیمی آلی از فیتوپلانکتون‌ها تا تولید نفت" انتشارات آرین زمین، ۳۱۵ صفحه.

Asif, M., 2010, "Geochemical applications of polycyclic aromatic hydrocarbons in crude oils and sediments from Pakistan", *PhD Thesis, University of Engineering & Technology Lahore, Pakistan, P. 25-88.*

Baker M.M.Y., 2009, "Molecular Organic Geochemistry of Crude Oil from Shushan and Abu Gharadig Basins", *Western Desert, Egypt. JKAU: Earth Sci., Vol. 20, No. 2, P. 97-125.*

Eghbali, F., 2007, "Geochemical study and basin modeling in Azadegan sedimentary basin", *M.Sc. Thesis, Unpublished. Tehran University, P. 27.*

Hunt, J.M., 1996, "Petroleum Geochemistry and Geology, Second Edition", *W.H. Freeman and Company, New York. P. 743.*

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

Issler, D.R., Obermajer, M., Reyes, J., Li, M., 2012, "Integrated analysis of vitrinite reflectance, Rock-Eval 6, GC, and GC-MS data for the Mallik A-06, Parsons N-10 and Kugaluk N-02 wells, Beaufort-Mackenzie Basin", *northern Canada: Geological Survey of Canada, Open File 6978, P. 78.*

LeCompte, B., Hursan, G., 2010, "Quantifying source rock Maturity from Logs: How to Get More Than TOC from Delta Log R. SPE 133128", *SPE Annual Technical Conference and exhibition held in Florence, Italy, P. 10.*

Mrkic, S., Stojanovic, K., Kostic, A., Nytoft, H.P., Sajnovic, A., 2011, "Organic geochemistry of Miocene source rocks from the Banat Depression (SE Pannonian Basin, Serbia)", *Organic Geochemistry, Vol. 42, P. 655-677.*

McCarthy, K., Rojas, K., Niemann, M., Palmowski, D., Peters, K., Stankiewichz, A., 2011, "Basic Petroleum Geochemistry for Source Rock Evaluation", *Oilfield Review, Vol. 23, P. 72-97.*

Peters, K.E., Moldowan, J.M., 1993, "The Biomarker Guide. Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments", *Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, P.34.*

Tissot, B.P., Durand, B., Espitali´e, J., Combaz, A., 1974, "Influence of the nature and diagenesis of organic matter in formation of petroleum", *AAPG Bulletin, 58, P.499-506.*

Telmadarreie, A., 2010, "Investigation of Sour Oil Spreading Plume in Asmari Reservoir of Marun Oil Field", *M.Sc. Thesis., unpublished. Abadan Faculty of Petroleum Engineering, P.42.*

Archive of SID

■

www.SID.ir