Geochemistry
Vol.1, No.2 (Summer 2012)

ارزیابی ژئوشیمیایی سازند کژدمی در چاه بینک-۴ با استفاده از روش پیرولیز راک- اول

محمد جهانی*[۱]، لیلا فضلی[۲]، سعیده سنماری[۳]، آمنه کریمی[۴]

۱- کارشناس ارشد زمین‌شناسی نفت، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند، تهران، ایران
۲- استادیار چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند، تهران، ایران
۳- استادیار چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، گروه معدن، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
۴- آمنه کریمی، دبیر دبیرستان‌های چرداول، ایلام، ایران
* عهده‌دار مکاتبات: Kousha_1390@yahoo.com

دریافت مقاله: ۹۱/۱/۱۶، پذیرش مقاله: ۹۱/۵/۲۴

چکیده

امروزه استفاده از دستگاه پیرولیز راک- اول (Rock- Eval pyrolysis) و نتایج حاصل از آن در تعیین و تفسیر ویژگی‌های واحدهای حوضه‌های رسوبی متداول است. هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه توان هیدروکربن‌زایی سازندکژدمی با استفاده از روش تجزیه راک- اول در چاه بینک- ۴ در ناحیه فروافتادگی دزفول است. بدین منظور، بررسی ژئوشیمیایی سازند کژدمی به عنوان سنگ منشأ احتمالی با مطالعه ۵ نمونه از مغزه‌های به‌دست آمده در ناحیه مورد مطالعه انجام شد. بررسی تغییرات پارامتر S_1+S_2 و TOC نشان می‌دهد که سازند کژدمی در چاه بینک- ۴ به عنوان سنگ منشأ توان تولید هیدروکربن‌زایی خوبی دارد. براساس نمودار HI در برابر T_{max} محتوای کروژن این سازند عمدتاً از نوع II و محیط رسوب‌گذاری دریایی است. هم‌چنین با بررسی T_{max} مشخص شد که این سازند به پختگی کافی برای تولید هیدروکربن نرسیده، نابالغ است و وارد پنجره نفت‌زایی نشده است.

واژه‌های کلیدی: سنگ منشأ، پیرولیز راک- اول، سازند کژدمی، چاه بینک- ۴

۱- مقدمه

بررسی میزان بلوغ سنگ‌های منشأ هیدروکربنی نقش مهمی در ارزیابی‌های اکتشافی میدان‌های نفت و گاز دارد. روش‌های مختلفی برای این ارزیابی وجود دارد که می‌توان به روش پیرولیز، استفاده از ضریب انعکاس ویترینایت، استفاده از شاخص دگرسانی حرارتی، کنودونت‌ها و آنالیز عنصری اشاره کرد (Hunt, 1995). یکی از مهم‌ترین و متداول‌ترین روش‌ها پیرولیز راک- اول است که در مقیاس وسیعی در حوضه‌های رسوبی جهان از آن استفاده می‌شود (Behar et al., 2001). پیرولیز مواد آلی، یک روش گرمایی برای تشخیص کیفیت و بلوغ گرمایی سنگ‌های منشأ است (رضایی، ۱۳۸۷). با استفاده از این روش می‌توان پتانسیل هیدروکربن‌زایی را در مناطق مختلف یک میدان نفتی ارزیابی کرده و ریسک حفاری را کاهش داد (Espitalie et al., 1984). ویژگی مواد آلی در سنگ‌های رسوبی یکی از اهداف اصلی ژئوشیمی آلی است و در حال حاضر بخش اساسی در ارزیابی پتانسیل هیدروکربنی هر ناحیه‌ای است.

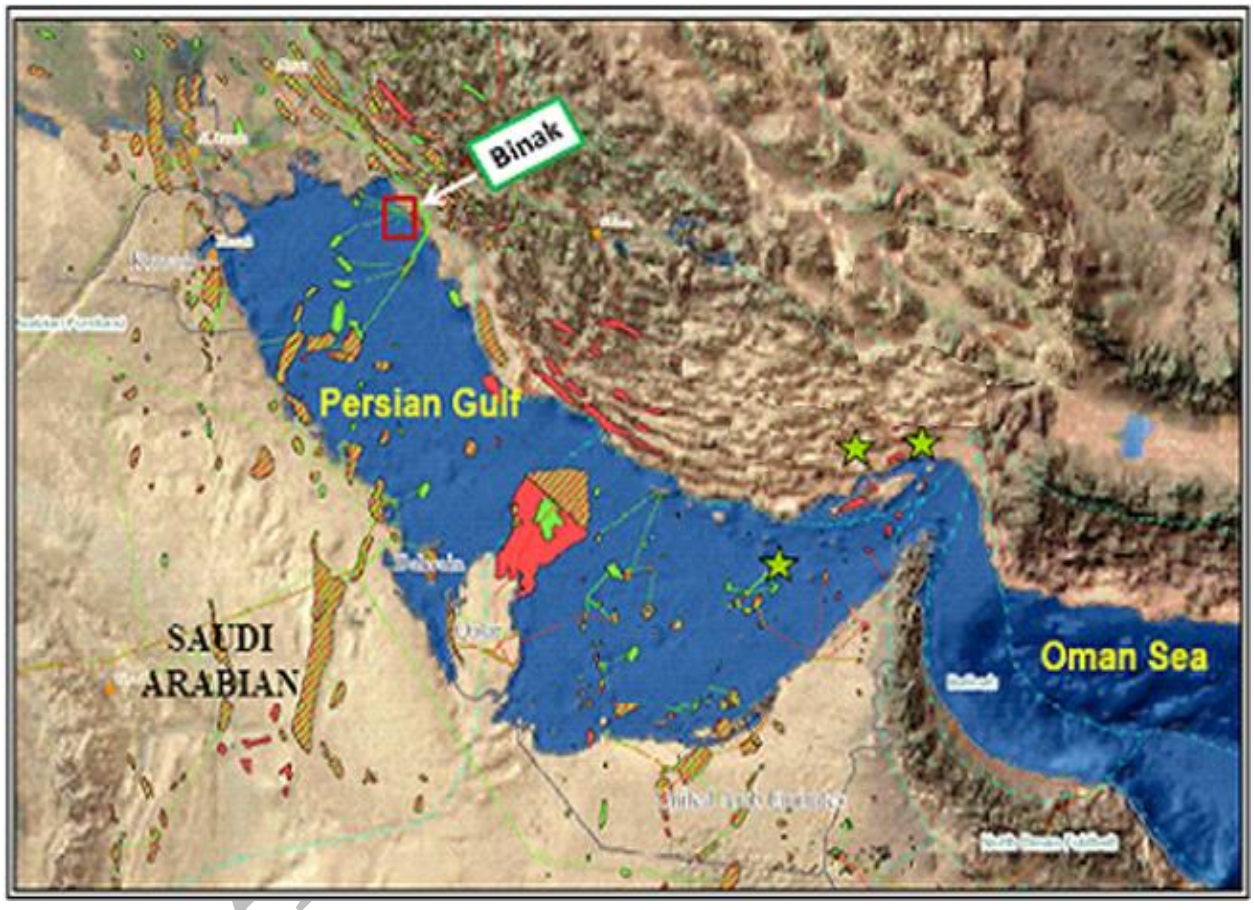
در دو دهه گذشته مؤلفان زیادی روش پیرولیز را برای دست‌یابی به پتانسیل، بلوغ و نوع سنگ منشأ در حوضه‌های رسوبی متعدد (Barker, (1974); Claypool and Reed, (1976); Espitalié et al., (1977 and 1984); Clementz et al., (1979); Larter and Douglas, (1980); Horsfield, (1985); Peters and Simoneit, (1982); Peters, (1986); Lafargue et al., (1998)) و یا آلودگی خاک (Nyilas and Imre, 2009) به‌کار گرفتند. حوضه رسوبی زاگرس یکی از نفت‌خیزترین مناطق جهان است که افزون بر ۱۰ درصد کل مخازن نفت جهان در آن واقع شده است. سازند کژدمی با درصد بالای کربن آلی یکی از مهم‌ترین سنگ‌های منشأ در حوضه رسوبی زاگرس به شمار می‌رود که پتانسیل نفتی بسیار خوبی است و از نظر درجه بلوغ یا پختگی به مرحله تولید نفت (دریچه نفتی) رسیده است (اشکان، ۱۳۸۳).

۲- بحث و مطالعه

در انجام این مطالعه از مغزه‌های حفاری شده سازند کژدمی در چاه بینک- ۴، واقع در ناحیه فروافتادگی دزفول استفاده شده است . نمونه‌ها پس از زدودن مواد افزودنی به گل‌حفاری، آماده‌سازی و سپس توسط دستگاه پیرولیز راک- اول ۶ تجزیه شده و پارامترهای ژئوشیمیایی آن مطابق با جدول ۴ تعیین گردیده است (جهانی، ۱۳۹۱). تعیین نوع کروژن و

Archive of SID
www.SID.ir

نوع ماده آلی، میزان مقدار ماده آلی (TOC) و بلوغ گرمایی و پختگی آن (T_{max}) عوامل مهمی در ارزیابی سنگ منشأ هستند. پیرولیز، گرم کردن ماده آلی در غیاب اکسیژن، برای تولید و آزاد شدن هیدروکربن از مواد آلی و تعیین پتانسیل هیدروکربن‌زایی باقیمانده در دماهای بالا و در مدت زمان کوتاه است و به نوعی بازسازی تولید هیدروکربن در مرحله کاتاژنز است (Barker, 1974). این روش، وسیله‌ای مناسب برای تشخیص سریع سنگ‌های منشأ مولد هیدروکربن از غیرمنشأ است (Page and Kuhnel, 1980). این روش به علت نیاز نداشتن به صرف زمان زیاد و ساده و ارزان بودن، روش مناسبی برای ارزیابی ابتدایی سنگ منشأ است (کمالی، ۱۳۸۵). برای تعیین نوع کروژن موجود در این سازند، از نمودار HI در مقابل T_{max} و نیز مقادیر متغیرهای HI و T_{max} استفاده گردید (Tissot & Espitalei, 1975, Espitalie et al., 1977). موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ مشخص گردیده است.



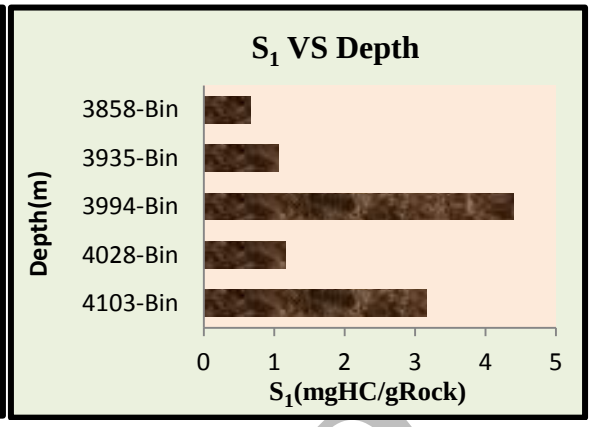
شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه (طاهرخانی، ۱۳۸۵)

۳- موقعیت و مشخصات چاه بینک-۴ (Binak-4)

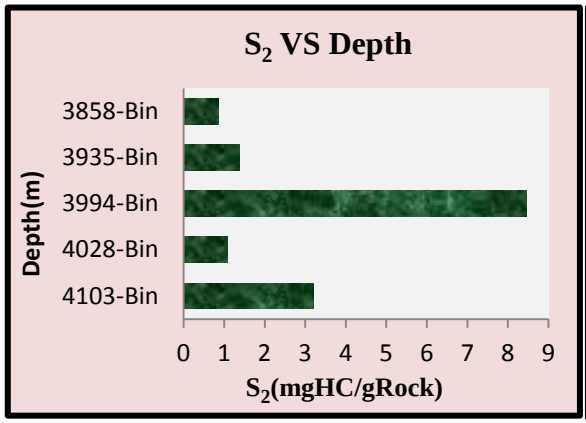
این چاه در جنوب‌شرقی فروافتادگی دزفول قرار دارد. ارتفاع آن از سطح آب دریا ۸۷ متر است، تعداد نمونه‌های بررسی شده این سازند ۵ نمونه است که مربوط به عمق ۳۸۵۸ متر تا عمق ۴۱۰۳ متری و به ضخامت ۲۴۵ متر است. کمینه مقدار S_1 یا هیدروکربن آزاد موجود در نمونه ۰/۶۶ mgHC/gRock و بیشینه ۴/۴ و به‌طور میانگین ۲/۱ mgHC/gRock است که براساس جدول ۱ دارای توان تولید هیدروکربن در حد بسیار خوب است (شکل ۲).

پارامتر حائز اهمیت دیگر S_2 یا پتانسیل باقیمانده در سنگ منشأ است که در سازند کژدمی، کمینه آن ۰/۸۶ و بیشینه ۸/۴۶ و به طور میانگین ۳ mgHC/gRock و پتانسیل تولید هیدروکربن آن بر مبنای جدول ۱، متوسط ارزیابی شده است (شکل ۳).

www.SID.ir



شکل ۲- نمودار S_1 در برابر عمق، سازند کژدمی، چاه بینک-۴



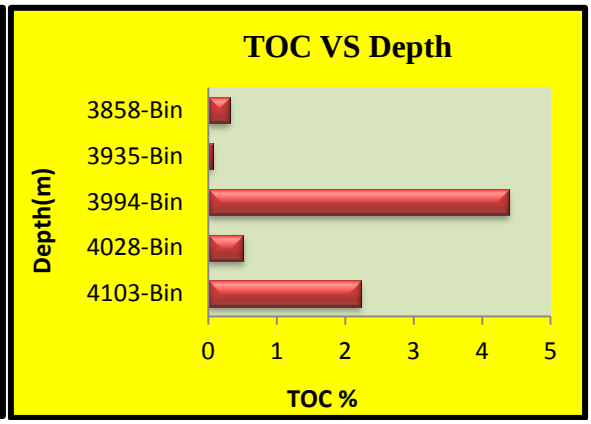
شکل ۳- نمودار S_2 در برابر عمق، سازند کژدمی، چاه بینک-۴

مقدار کل کربن آلی (TOC) در بیشتر نمونه‌های به دست آمده از این سازند کم است. کمینه مقدار آن ٪۰/۰۶۶ و بیشینه ٪۴/۳۹ و به طور میانگین ٪۱/۸۶ بر طبق جدول ۱ توان تولید هیدروکربن خوب است (شکل ۴).

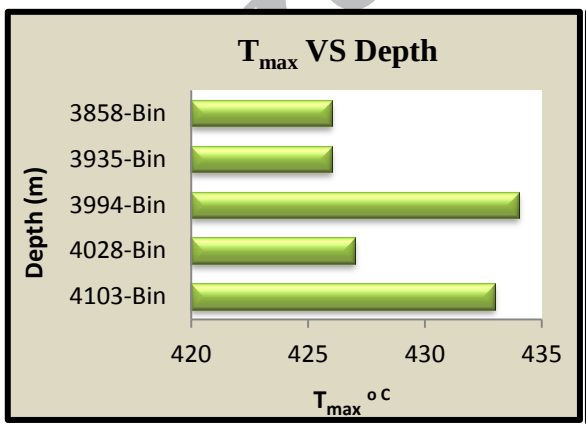
دمای بیشینه (T_{max}) که شاخص بلوغ گرمایی مواد آلی است کمینه ۴۲۶ درجه سانتی‌گراد و بیشینه ۴۳۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین ۴۲۹ درجه سانتی‌گراد است که در تمام موارد کمتر از ۴۳۵ است و عملاً این سازند نابالغ است و به پختگی کافی جهت تولید هیدروکربن نرسیده است (شکل ۵).

جدول ۱- پارامترهای ژئوشیمیایی تعیین‌کننده توان هیدروکربن‌زایی سنگ منشأ (Peters, 1986)

کیفیت	مقدار S_1+S_2 برحسب (mgHC/gRock)	مقدار S_2 برحسب (mgHC/gRock)	مقدار S_1 برحسب (mgHC/gRock)	کل کربن آلی (TOC)
ضعیف	۰-۳	۰ – ۲/۵	۰ – ۰/۵	> ۰/۵
متوسط	۳-۶	۲/۵ – ۵	۰/۵ - ۱	۰/۵ -۱
خوب	۶ -۱۲	۵ – ۱۰	۱ - ۲	۱-۲
خیلی خوب	<۱۲	<۱۰	<۲	<۲



شکل ۴- نمودار درصد TOC در برابر عمق سازند کژدمی، چاه بینک-۴



شکل ۵- نمودار T_{max} در برابر عمق سازند کژدمی، چاه بینک-۴

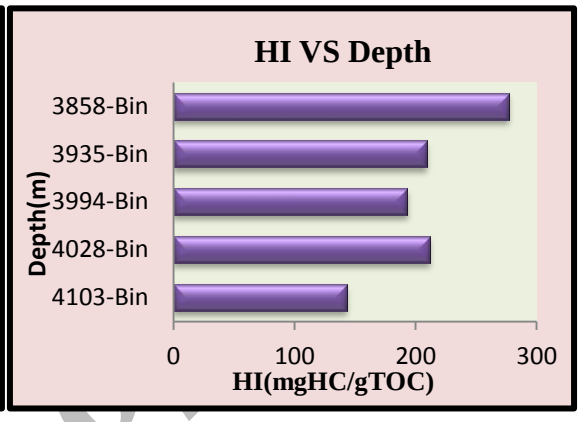
مقدار ضریب هیدروژن (HI)، همان‌طور که بیانگر میزان ترکیبات هیدروژن‌دار در کروژن و هم‌چنین کیفیت سنگ منشأ می‌باشد در نمونه‌های این سازند کمترین مقدار آن ۱۴۳ mgHC/gTOC و بیشترین مقدار ۲۷۷ و به‌طور میانگین ۲۰۶/۸ است که با توجه به جدول‌های ۲ و ۴ نوع هیدروکربن تولیدی آن نفت و گاز است (شکل۶). برای اطمینان از عدم آغشتگی نمونه‌ها به مواد هیدروکربنی، از نمودار PI یا شاخص تولید و نمودار S_1 به S_2 استفاده شد. شاخص تولید (PI) در این سازند دارای کمینه ۰/۳۴، بیشینه ۰/۵۲ و میانگین ۰/۴۴ است (شکل ۷).

Archive of SID

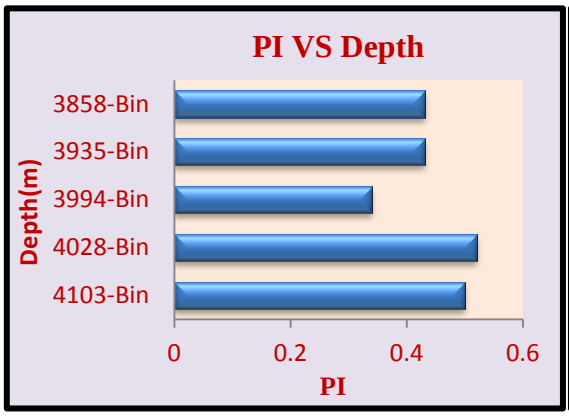
www.SID.ir

جدول ۲- پارامترهای ژئوشیمیایی تعیین‌کننده نوع هیدروکربن تولید شده (Peters, 1986)

هیدروکربن	شاخص هیدروژن برحسب (mgHC/gTOC)
گاز	۱۵۰ - ۰
گاز و نفت	۳۰۰ - ۱۵۰
نفت	۳۰۰ <



شکل ۶- نمودار HI در برابر عمق سازند کژدمی، چاه بینک- ۴

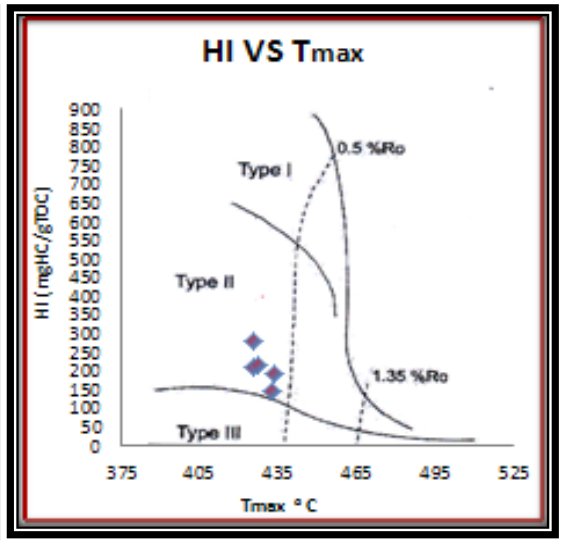


شکل۷- نمودار PI در برابر عمق سازند کژدمی، چاه بینک- ۴

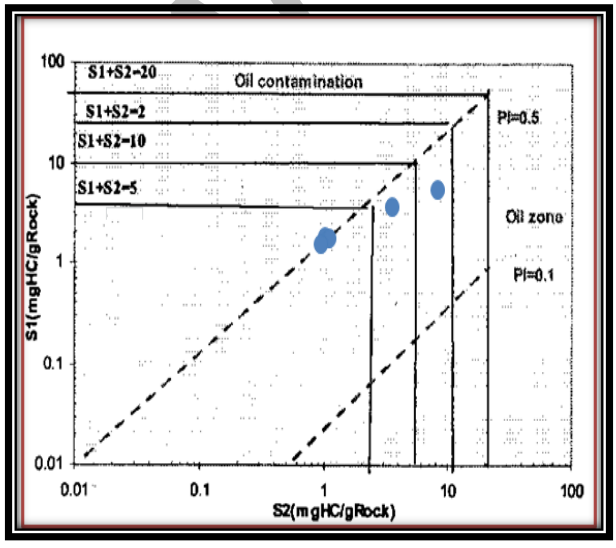
استفاده از نمودار T_{max} در برابر HI و تعیین نوع کروژن نشان می‌دهد که در نمونه‌های سازند کژدمی کروژن از نوع II است (شکل ۸).

پارامتر مهم دیگر پتانسیل زایشی (Genetic Potential) یا پتانسیل تولید است که از حاصل جمع پارامترهای S_1 و S_2 به دست می‌آید و در این سازند مقدار کمینه آن ۱/۵۲ mgHC/gRock و بیشینه آن ۱۲/۸۶ است و میانگین ۵/۱ که براساس جدول‌های ۱ و ۳ پتانسیل زایشی در این سازند متوسط ارزیابی شده است (شکل ۹).

برای بررسی توان هیدروکربن‌زایی سازند کژدمی در این چاه از نمودار TOC% در برابر شاخص هیدروژن (HI) استفاده شد (شکل ۱۰).

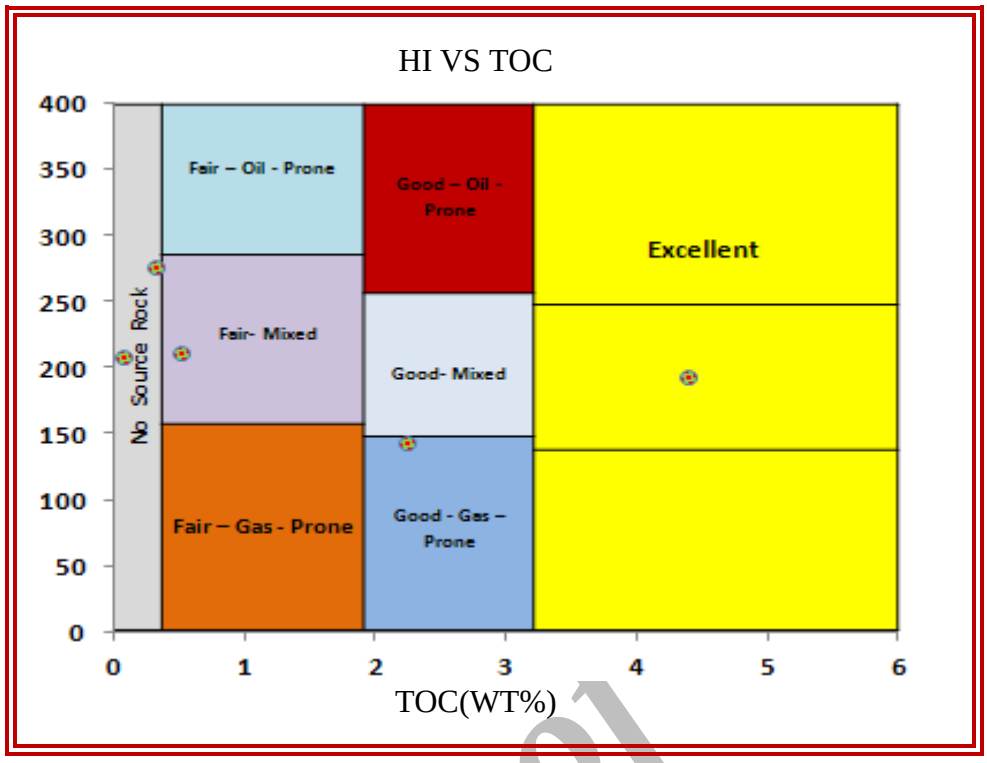


شکل ۸- نمودار T_{max} در برابر HI سازند کژدمی، چاه بینک- ۴



شکل ۹- نمودار S_2 در برابر S_1 سازند کژدمی، چاه بینک- ۴

www.SID.ir



شکل ۱۰- نمودار TOC در برابر HI سازند کژدمی، چاه بینک- ۴

جدول ۳- پارامترهای ژئوشیمیایی که پتانسیل 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	۳۸۵۸	KZD45	۰/۳۱	۰/۶۶	۰/۸۶	۱/۵۲	ضعیف
	۳۹۳۵	KZD46	۰/۰۶۶	۱/۰۶	۱،۳۸	۲/۴۴	
	۳۹۹۴	KZD47	۴/۳۹	۴/۴	۸/۴۶	۱۲/۸۶	خیلی خوب
	۴۰۲۸	KZD48	۰/۵۱	۱/۱۷	۱/۰۸	۲/۲۵	متوسط
	۴۱۰۳	KZD49	۲/۲۳	۳/۱۷	۳/۲	۶/۳۷	خیلی خوب
	بیشینه		۴/۳۹	۴/۴	۸/۴۶	۱۲/۸۶	خوب - خیلی خوب
	کمینه		۰/۰۶۶	۰/۶۶	۰/۸۶	۱/۵۲	
	میانگین		۱/۸۶	۲/۱	۳	۵/۱	

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	۳۸۵۸	KZD45	۲۷۷	۰/۴۳	۴۲۶
	۳۹۳۵	KZD46	۲۰۹	۰/۴۳	۴۲۶
	۳۹۹۴	KZD47	۱۹۳	۰/۳۴	۴۳۴
	۴۰۲۸	KZD48	۲۱۲	۰/۵۲	۴۲۷
	۴۱۰۳	KZD49	۱۴۳	۰/۳	۴۳۳
	بیشینه		**۲۷۷**	**۰/۵۲**	۴۳۳
	کمینه		**۱۴۳**	**۰/۳**	۴۲۶
	میانگین		**۲۰۶/۸**	**۰/۴۴**	۴۲۹/۲

Archive of SID

www.SID.ir

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش از نتایج حاصل از پیرولیز راک- اول و اطلاعات چینه-شناسی در ارزیابی سازند کژدمی استفاده شد. نتایج به دست آمده از این روش‌ها در فروافتادگی دزفول نمایانگر این است که این سازند در چاه مورد مطالعه با توجه به اشکال ۱، ۲ و ۸ از نظر پتانسیل تولید هیدروکربن در حد خوبی است. هم‌چنین نتایج حاصل از T_{max} در این چاه نشان می‌دهد که تمام نمونه‌ها دارای T_{max} کمتر از ۴۳۵ درجه سانتی‌گراد بوده که نشان-دهنده آن است که نمونه‌های این سازند در چاه بینک- ۴ به پختگی لازم برای ورود به مرحله تولید نفت (دریچه نفتی) نرسیده است.

نمونه‌ها از نظر مقدار کربن آلی (TOC) نیز در حد خوبی هستند، از نظر شاخص هیدروژن (HI) نیز، تقریباً تمام نمونه‌ها دارای پتانسیل هیدروکربنی (HI=۱۰۰-۳۰۰ mgHC/gTOC) هستند.

بررسی ضریب تولید PI در این چاه با میانگین تقریباً برابر (۰/۴۴= PI) پتانسیل نفتی متوسط تا خوب و عدم آلودگی نمونه‌ها را نشان می‌دهد. هم‌چنین با توجه به نتایج حاصله از پیرولیز راک- اول می‌توان منحنی نسبت HI به T_{max} را رسم کرد، اطلاعات به دست آمده برای نمونه‌های سازند کژدمی نشان می‌دهد که تمام نمونه‌های بینک- ۴ دارای منشأ مواد آلی دریایی یا کروژن نوع دوم (Type II) هستند.

مراجع

اشکان، م.، ۱۳۸۳، "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، ۳۵۵ صفحه.

جهانی، م.، ۱۳۹۱، "مقایسه نتایج به دست آمده از مطالعات ژئوشیمیایی در سنگ‌های منشأ کژدمی و پابده در نواحی بندرعباس و فروافتادگی دزفول" پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند، ۱۴۱صفحه.

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

طاهرخانی، ر.، ۱۳۸۵، "ارزیابی ژئوشیمیایی و مدل‌سازی حوضه‌ای در ناحیه تنگه هرمز" پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، ۱۷۰ صفحه.

کمالی، م.، ۱۳۸۵، "ژئوشیمی آلی از فیتوپلانکتون‌ها تا تولید نفت" انتشارات آرین زمین، ۳۱۸ صفحه.

Barker, C., 1974, "Pyrolysis techniques for source rock evaluation", *AAPGBullrtin,Vol.58 P.2349-2361.*

Behar, F., Beaumont, V., Pentea do, B., 2001, "Rock-Eval 6 Tecnology:Performances and Developments",*Oil & Gas Science and Tecnology-Rev. IFB, v.56, P.111-134.*

Clementz, D.M., Demaison, G.J. and Daly, A.R., 1979, "Well site geochemistry by programmed pyrolysis", *Proceedingsof the 11th Annual Offshore Technology Conference, Houston, OTC 3410, v.1, P.465-470.*

Claypool, G.E. and Reed, P.R. 1976, "Thermal analysis technique for source rock evaluation: Quantitative estimate of organic richness and effects of lithologic variation", *Amer. Assoc. Pet. Geol. Bull., 60, P.608-626.*

Espitalie, J., Madec, M., Tissot, B., Menning, J. J. & Leplate, P., 1977, "Source rock characterization method for petroleum exploration", *Proceeding of the 9th an-nual offshore technology conference, Vol.3, P.439-448.*

Espitalie, J., Makadi, K. S., and J. Trichet, 1984, "Role of mineral matrix in kerogen pyrolysis", *Organic Geochemistry, Vol. 6, P.365-382.*

Espitalie, J., Laporte, J.L., Madec, M., Marquis, F., Leplat, P. and Paulet, J. 1977, "Méthode rapide de characterisation des roches mères, de leur potentiel petrolier et de leur degré d'évolution", *Rev. Inst. Fr. Petr., 32,P.23-45.*

Espitalie, J., Marquis, F., and Barsony, I. 1984, "Geochemical logging. In: Analytical pyrolysis-Techniques and applications", *K.J. Voorhees ed., Boston, Butterworth, P.276-304.*

Hunt, J.M., 1995, "Petroleum geochemistry and geology", *2ed. New York, W.H. Freeman and Company, P. 743.*

Horsfield, B. 1985, "Pyrolysis studies in petroleum exploration", *In: Advances in Petroleum Geochemistry (e-ds J. Brooks and D. Welte), Vol. 1, Academic Press, New York, P.247-298.*

Larter, S.R. and Douglas, A.G. 1982, "Pyrolysis methods in organic geochemistry: An overview", *J. Anal. Appl. Pyrol., 4, P.1-19.*

Lafargue, E., Espitalié, J., Marquis, F., and Pillot, D., 1998, "Rock-Eval 6 applications in hydrocarbon exploration", *production and in soil contamination studies, Revue de l'Institut Français du Pétrole, V. 53, No 4, P.421-437.*

Nyilas, T., Imre, M., 2009, "Rock-Eval pyrolysis as a tool for characterization of organic matter in soil samples, Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara -J. OF Engi", *Tome VII, Fascicule 4 (ISSN 1584–2665), P. 25-28.*

Page, M. M. & Kuhnel, C., 1980, "Rock Eval Pyrolysis as source rock using programmed pyrolysis", *AAPG Bulletin, Vol. 64, P.762.*

Peters, K. E, 1986, "Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis", *AAPG Bulletin, Vol 70, P.318-329.*

Peters, K.E., 1986, "Guidelines for evaluating petroleum source rocks using programmed pyrolysis", *AAPG Bull., 70, P.329.*

Peters, K.E. and Simoneit, B.R.T., 1982, "Rock-Eval pyrolysis of Quaternay sediments from Leg 64, sites 479 and 480, Gulf of California", *Initial Report of the Deep Sea Drilling Project, 64, P.925-931.*

Tissot, B. & Espitalie, J., 1975, "Thermal evolution of organic materials in sediments", *application of a mathematical simulation; petroleum potential of sedimentary basins and reconstructing the thermal history of sediments, Revue de l›Institut Francais du Petrole et Annales des Combustibles Liquides, v. 30/5, P.743-777.*

Archive of SID

■

www.SID.ir