

مطالعه ژئوشیمیایی نفت مخزن فهلیان میدان دارخوین

احمد رضا ربانیⁱ، سارا صفارانⁱⁱ

چکیده

نفت مخزن فهلیان میدان دارخوین واقع در جنوب غربی استان خوزستان (دشت آبادان)، با هدف شناسایی سنگ منشاء، مولد نفت، بررسی بلوغ حرارتی، نوع مواد آلی مولد نفت، و بررسی تاریخچه تدفین رسوبات با روش‌های مختلف ژئوشیمیایی مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج حاصل از مطالعه بایومارکرها و مطالعات ژئوشیمیایی نشان می‌دهد سنگ مادر نفت میدان یاد شده دارای لیتولوژی کربناته نهشته شده در شرایط احیایی و حاوی مواد آلی دریایی (کروژن نوع II) می‌باشد. بر اساس میزان نسبت C28/C29 Sterane در نفت‌های مورد مطالعه، سن سنگ مادر در محدوده کرتاسه زیرین قرار می‌گیرد. تصور می‌شود سازند گرو با لیتولوژی کربناته و سن کرتاسه زیرین در منطقه مورد مطالعه بهترین کاندید برای نفت میدان دارخوین باشد.

واژه های کلیدی

بایومارکر، بلوغ حرارتی، کروژن، سنگ منشاء، دارخوین

Petroleum Geochemistry Study of Fahliyan Reservoir in Darquain Oil Field

A.R.Rabbani, S.Safaran

ABSTRACT

Oil Samples from the Darquain Oilfield in south-west Khuzestan (Abadan plain), have been investigated by the different geochemical method for determination of source rock, type of organic matters, thermal maturity and burial history of sediments. Biomarker parameters show oil from the Fahliyan reservoir sourced from the carbonate source rock that deposited in shallow marine environment and reduction condition and organic matter consists of kerogen type II. Garua Formation (lower Cretaceous) with carbonate lithology is the best candidate source rock for the Darquain oil field.

KEYWORDS

Biomarker, Thermal Maturity, Kerogen, Source rock, Darquain

۱- مقدمه

ساختمان های بحرین و خارک موازی است. ساختار طاق‌دیس دارخوین با روند شمالی - جنوبی متقارن بوده و سازند فهلیان به ویژه بخش زیرین آن با لیتولوژی کربناته رمپی مهمترین مخزن این میدان را تشکیل می‌دهد. سازند فهلیان شامل سه

طاق‌دیس دارخوین در جنوب غرب ایران در استان خوزستان و به فاصله ۴۵ کیلومتری شمال شرق شهر آبادان واقع شده است. روند چین خوردگی طاق‌دیس (شمال - جنوب) با امتداد

ⁱ دانشجوی ارشد مهندسی نفت دانشگاه صنعتی امیر کبیر E-mail: rabbani@aut.ac.ir

ⁱⁱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف نفت

لایه (بخش) مجزا از هم می باشد. بخش زیرین سنگ مخزن اصلی و بخشهای میانی و فوقانی این سازند و هم چنین سازندهای بنگستان مخازن فرعی این میدان را تشکیل می دهند. در سازند فهلیان ۴۰۰ متر ستون نفت (نفت با API ۲۸-۲۹) وجود دارد. نفت درجای مخازن این میدان معادل ۲/۶ میلیارد بشکه و نفت قابل استحصال آن برابر ۱/۴۶ میلیارد بشکه و بازیافت نهایی در اثر تزریق گاز برابر ۴۱٪ تخمین زده شده است [۹]. نفت مخزن فهلیان این میدان به منظور مطالعه ژئوشیمیایی، بررسی سنگ منشاء مولد نفت و ارزیابی شرایط رسوبی مورد مطالعه قرار گرفت (شکل ۱).



شکل (۱): موقعیت مکانی میدان دارخوین در جنوب ایران

۲- اطلاعات و روشها

اطلاعات پایه از نفت خام حاصل از لایه های ۲ و ۳ سازند فهلیان میدان دارخوین بدست آمده است. نمونه های نفت با استفاده از ستون کروماتوگرافی گاز و سیال آنالیز شدند. ترکیب ایزوتوپی کربن نفت و فرکشنهای اشباع، آروماتیک و آسفالتن آن مورد اندازه گیری قرار گرفتند. با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی - طیف سنج جرمی ترکیبات بیومارکری استران (۲۱۷ m/z)، تری ترپان (۱۹۱ m/z)، دیا استران (۲۱۸ m/z)، تری آروماتیک استروئید (۲۳۱ m/z) و منوآروماتیک استروئید (۲۵۲ m/z) نفتهای مورد مطالعه، اندازه گیری و بلوغ نفت، محیط رسوبی سنگ منشاء، سن سنگ منشاء با استفاده از

نسبت های بیومارکری خاص محاسبه گردید.

مدلسازی حوضه رسوبی توسط نرم افزار Genex که توسط IFP توسعه یافته، انجام شده است. بازسازی تاریخچه تدفین به وسیله اطلاعات حاصل از ستون چینه شناسی چاه DQ-2، انجام و زمان خروج نفت توسط مدلسازی حرارتی محاسبه شده است.

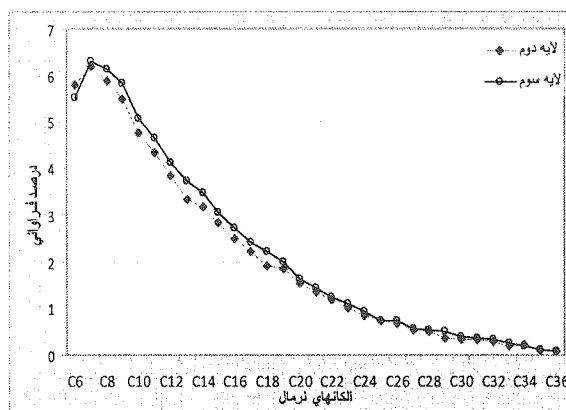
۳- نتایج و بحث

- آنالیز کروماتوگرافی گاز و سیال

نتایج حاصل از آنالیز کروماتوگرافی گاز نشان می دهد در نفت میدان دارخوین هیدروکربنهای سبک فراوانی غالبی داشته و دریایی بودن مواد آلی مولد خود را نشان می دهد. روند توزیع آلکانهای نرمال نفت بیان کننده عدم تاثیر فرایندهای ثانویه نظیر تخریب میکروبی و آبشویی بر روی نفت های مورد مطالعه میدان دارخوین می باشد (شکل ۲). آنالیز تست سارا انجام شده بر روی نمونه های نفت مورد مطالعه نشان دهنده یک نفت پارافینیک و بالغ می باشد (شکل ۳ و جدول ۱).

جدول (۱): درصد اجزای حاصل از آنالیز سارا در میدان دارخوین

درصد وزنی ترکیبات نفتی	لایه سوم	لایه دوم
درصد وزنی اشباع ها	۵۹/۸۲	۶۴/۴۲
درصد وزنی آروماتیک ها	۲۸/۹۱	۲۲/۴۵
رزین و آسفالتن	۱/۲۲	۲/۲۲
API	۲۶/۷	۲۶/۶



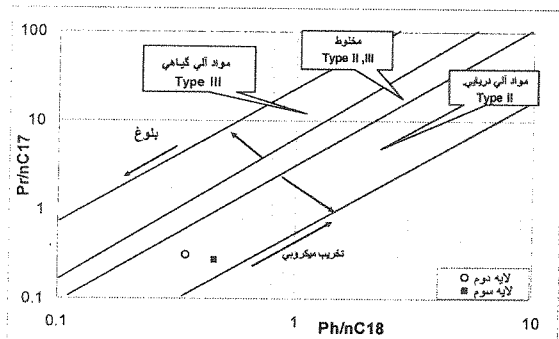
شکل (۲): نمودار فراوانی آلکانهای نرمال نفت های مورد مطالعه

موقعیت نمونه ها در نمودار Pr/nC17 به Ph/nC18 نشان دهنده نفت حاصل از مواد آلی با کروژن نوع II که سنگ منشاء آن تحت شرایط احیایی ته نشین شده است (شکل ۵).

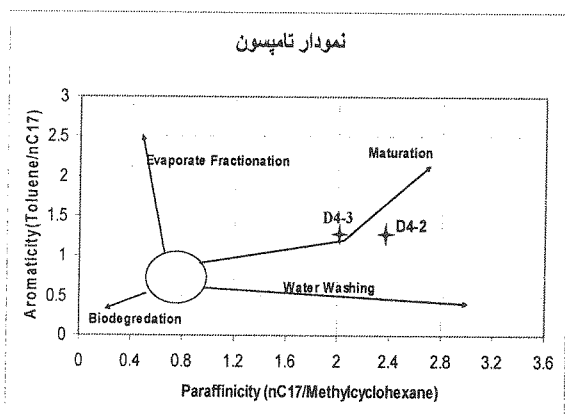
جدول (۳): مقادیر Pr/nC17, Ph/nC18, Pr/Ph نفتهای مورد مطالعه

پارامترها	لایه دوم	لایه سوم
Pr/nC17	۰/۳۱	۰/۲۷
Ph/nC18	۰/۳۵	۰/۴۶
Pr/Ph	۰/۸۷	۰/۹۰

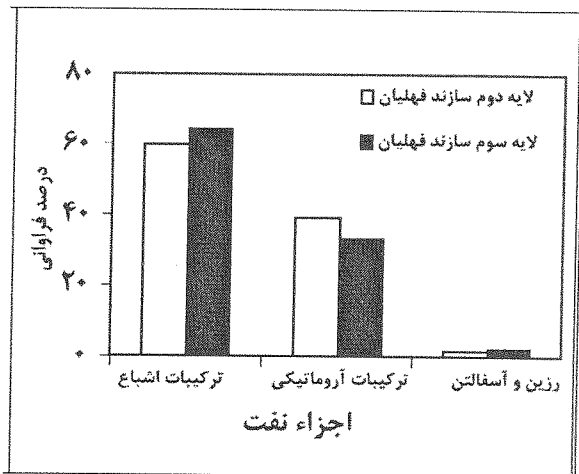
مقدار فیتان در تمام نمونه های آنالیز شده بر پرستان غالب می باشد و نسبت Pr/Ph در بازه ۰/۷ تا ۰/۹ قرار دارد. محتوای بالای فیتان به پرستان نشان دهنده شرایط احیایی در زمان رسوبگذاری سنگ منشاء می باشد. نمودار تامپسون (شکل ۵) نشان می دهد که نفت لایه ۲ و ۳ میدان دارخوین دارای بلوغ بالایی بوده و تحت تاثیر فرایندهای ثانویه قرار نگرفته است (شکل ۶).



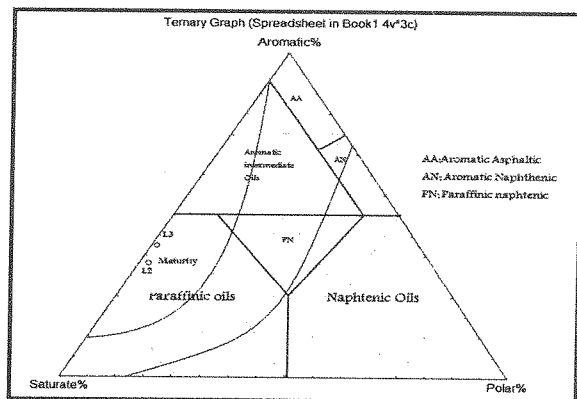
شکل (۵): موقعیت نمونه ها در نمودار Pr/nC17 به Ph/nC18



شکل (۶): نمودار تامپسون نشان دهنده عدم تاثیر فرایندهای ثانویه بر روی نفتهای مورد مطالعه می باشد.



شکل (۳): فراوانی ترکیبات اشباع، آروماتیک، رزین و آسفالتین نفت های مورد مطالعه



شکل (۴): دیاگرام مثلثی بر اساس ترکیبات اشباع و آروماتیک و قطبی برای تعیین نوع نفت

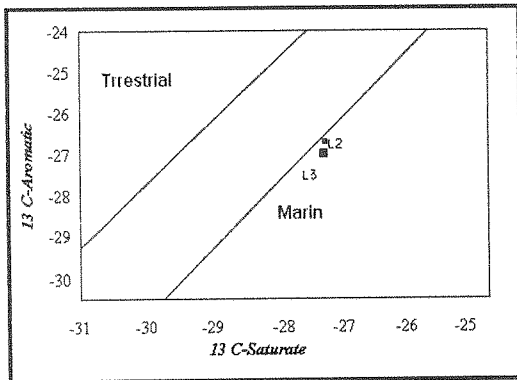
اندیس آلکان (C17/C17+C27) شاخص محیط رسوب گذاری است. مقادیر کمتر از ۶۰٪ برای این نسبت بیانگر محیط خشکی و بالای این مقدار نشان دهنده محیط دریایی است که در نمونه های مورد مطالعه این نسبت بیشتر از ۶۰٪ است که محیط دریایی را نشان می دهد. مقادیر (Carbon Preference Index) (CPI) نفتهای مورد مطالعه مخزن فلهیان میدان دارخوین نزدیک به ۱ می باشد که نشان دهنده نفت بالغ می باشد [۱].

جدول (۲): مقادیر اندیس CPI محاسبه شده برای میدان دارخوین

اندیس CPI	لایه دوم	لایه سوم
CPI ₂₂₋₃₄	۰/۸۸	۱/۰۸
CPI ₂₆₋₃₀	۰/۹۰	۰/۹۵
CPI ₂₈₋₃₀	۰/۹۸	۰/۹۸

-آنالیز ایزوتوپ کربن

از نسبت‌های ایزوتوپ کربن برای تعیین سن سنگ منشاء، ارتباط بین نفتها و ارتباط بین نفت و سنگ منشاء استفاده می‌شود. نتایج مطالعه ایزوتوپی برای نفت‌های میدان مورد مطالعه (دارخوین) در جدول ۴ خلاصه شده است. موقعیت مقادیر ایزوتوپی ترکیبات اشباع و آروماتیک نمونه‌های مورد مطالعه در نمودار سافرا [۲] نشان دهنده مواد آلی دریایی است (شکل ۸). شکل منحنی ایزوتوپی گالیف [۳] نیز درستی این مطلب را بیان می‌نماید (شکل ۷).



شکل (۸): موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه در نمودار سافرا

- مطالعات بیومارکری

بیومارکرهاستران (217 m/z)، تری تریپان (191 m/z)، دی استران (218 m/z)، تری آروماتیک استروئید (231 m/z)، نوآروماتیک استروئید (253 m/z)، نمونه‌های نفتی میدان دارخوین مورد مطالعه قرار گرفتند (جدول ۵). موقعیت استرانهای نرمال ۲۷ و ۲۸ و ۲۹ در دیاگرام استرانها نشان دهنده یک سنگ مادر نهشته شده در محیط دریایی است (شکل ۹).

نسبت دیا استران به استران شاخص محیط می‌باشد. بالا بودن این نسبت در نفت و مواد آلی نشان دهنده سنگ مادر شیلی است [۴، ۸]. در نمونه‌های مورد مطالعه (جدول ۵) میزان اندک دیا استران (0/17, 0/21) نشان دهنده لیتولوژی کربناته سنگ منشاء مولد نفت‌های مورد مطالعه است.

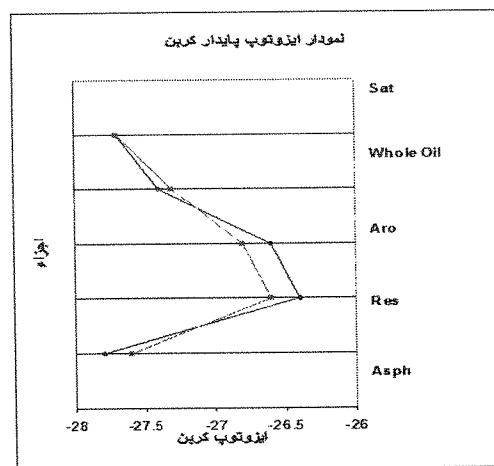
نسبت Ts/Tm غالباً بعنوان شاخص بلوغ سنگ منشاء می‌باشد که با افزایش بلوغ افزایش می‌یابد. این شاخص تحت تاثیر لیتولوژی بوده به گونه‌ای که وجود کانی‌های رسی مانند یک کاتالیزور سبب تسریع در تبدیل Tm به Ts می‌شود، کم بودن این نسبت می‌تواند نشان دهنده سنگ منشاء کربناته باشد [۴، ۶، ۷، ۸].

نسبت استران C28/C29 نفت و مواد آلی با کاهش سن زمین شناسی افزایش می‌یابد و می‌توان از این نسبت برای پیش بینی سن زمین شناسی سنگ مادر طبق نمودار آقای گرانتهام استفاده نمود [5]. همانطور که در شکل ۱۰ دیده می‌شود نفت‌های مورد مطالعه از سازند‌های با سن اوایل کرتاسه منشاء گرفته‌اند.

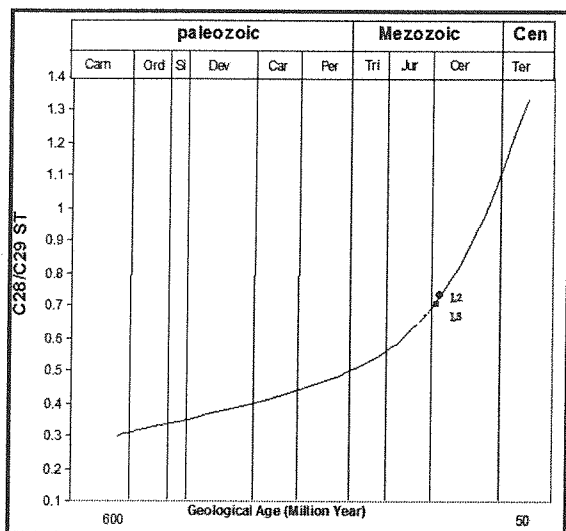
بیومارکرهاستران نور هوپان C29 و هوپان C30 دو تری تریپان غالب در اغلب نمونه‌های زمین شناسی هستند، غلظت بالای نور هوپان C29 در نفت‌های منشاء شده از سنگ مادر کربناته یا تبخیری یافت دیده می‌شود. این ترکیب در نتیجه دی متیله شدن هوپان در موقعیت کربن ۱۰ در مراحل اولیه دیاژنز حاصل می‌گردد [۴]. مقادیر این نسبت در نمونه‌های نفتی مخزن فلهیان میدان دارخوین

جدول (۴): مقادیر ایزوتوپ کربن برای میدان دارخوین

نسبت ایزوتوپ کربن ($\delta^{13}C$)	لایه دوم	لایه سوم
آسفالتن	-۲۷/۸	-۲۶/۶
کل نفت	-۲۷/۴	-۲۷/۳
ترکیبات اشباع	-۲۷/۷	-۲۷/۷
ترکیبات آروماتیکی	-۲۶/۶	-۲۶/۸
ترکیبات رزین	-۲۶/۴	-۲۶/۶



شکل (۷): منحنی ایزوتوپی نفت‌های مورد مطالعه



شکل (۱۰): نمودار گرانتهام برای پیش بینی سن سنگ مادر

ع- مدلسازی حوضه رسوبی میدان دارخوین

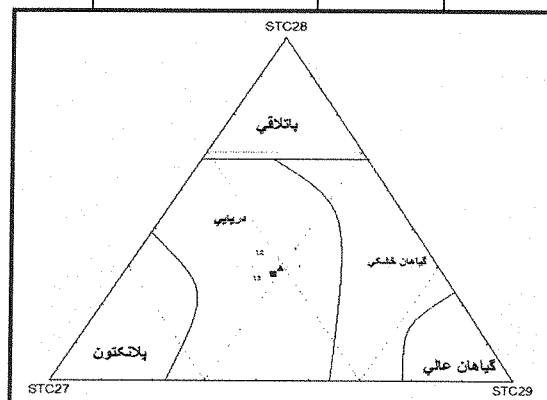
حوضه رسوبی میادین دارخوین توسط نرم افزار Genex که توسط IFP توسعه یافته، انجام شده است (شکل ۹ و ۱۰). مدلسازی میدان دارخوین با هدف بررسی تاریخچه تدفین رسوبات، مرحله بلوغ سنگ منشاء، محدوده پنجره نفتی برای سنگ منشاء، تخمین زمان تولید و خروج نفت از سنگ منشاءهای شناخته شده در منطقه و تعیین میزان هیدروکربن خروجی از این سنگ های منشاء استفاده شده است. چاه شماره ۲ میدان دارخوین در این بررسی مورد مطالعه قرار گرفته است.

بر اساس نمودار تاریخچه تدفین و بلوغ حرارتی سازند سر گلو از ۶۵ میلیون سال قبل زمانی که این سازند در عمق ۲۳۰۰ متر قرار داشته و سازند گرو از ۵۰ میلیون سال قبل در عمق ۳۱۰۰ متر، سازند گدوان از ۲۰ میلیون سال قبل در عمق ۲۹۰۰ متری و سازند کژدمی از ۸ میلیون سال قبل زمانی که در عمق ۲۶۰۰ متر بوده است شروع به تولید نفت کرده اند. شکل ۱۰ پنجره خروج نفتی میدان دارخوین را نشان می دهد. سازند های سرگلو ۳۸ میلیون سال قبل زمانی که در عمق ۴۱۰۰ متر بوده و گرو از ۳۵ میلیون سال قبل در عمق ۳۷۰۰ متر و سازند گدوان از ۱۰ میلیون سال قبل و شروع به خروج نفت کرده اند لازم به ذکر است که سازند کژدمی به مرحله خروج نفت نرسیده است.

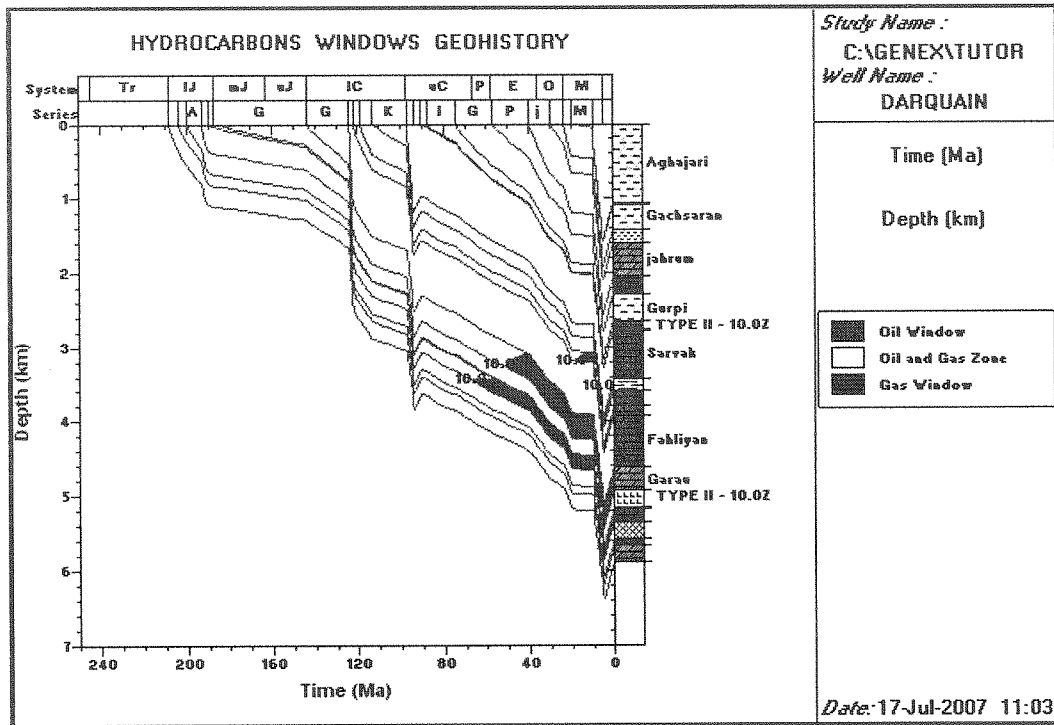
بالا بوده و گواه دیگری در ارتباط با لیتولوژی کربناته سنگ مادر می باشد. فراوانی هموئوپان C35 به C34 شاخص محیط احيایی و سنگ منشاء کربناته می باشد. بیشتر از ۱ بودن این نسبت شاخصی برای کربناته بودن سنگ منشاء نفت میدان دارخوین می باشد. بر اساس شواهد ذکر شده سازند کربناته گرو با سن کرتاسه زیرین به عنوان سنگ مادر نفت فلهیان میدان دارخوین پیشنهاد می گردد.

جدول (۵): نسبت فراوانی بایومارکرها در نفت های مورد مطالعه

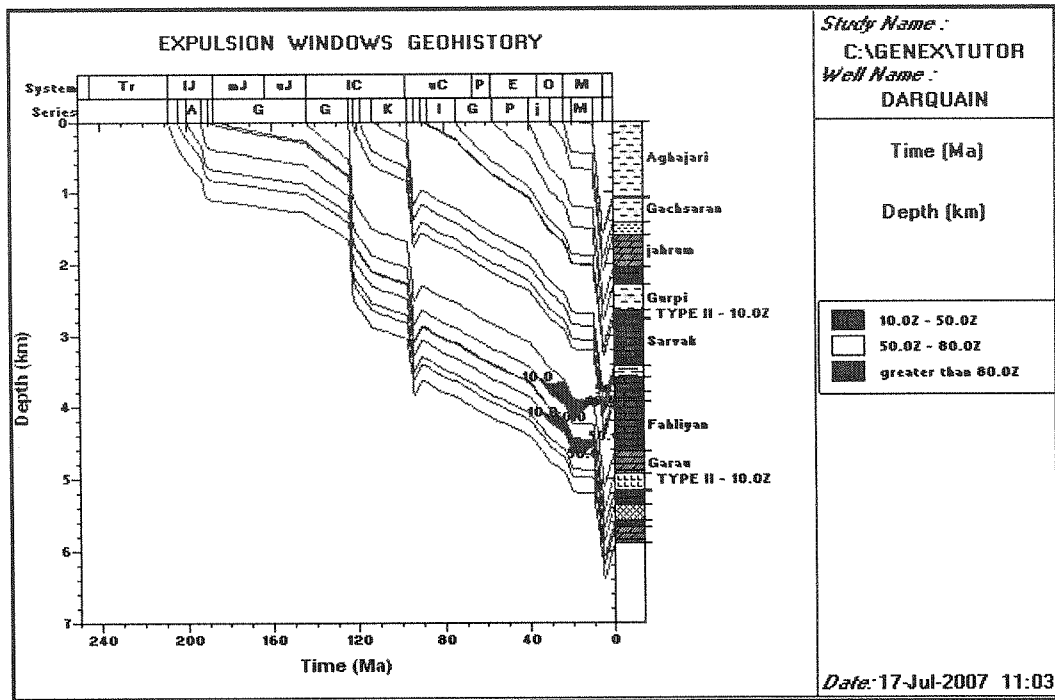
	پارامترها	لایه دوم	لایه سوم
1	DIA/REG	0/21	0/17
2	C27 ββST	0/29	0/30
3	C28 ββST	0/30	0/28
4	C29 ββST	0/41	0/42
5	C27 STER	0/36	0/39
6	C28 STER	0.24	0/19
7	C29 STER	0/39	0/41
8	C31 HSR	0/43	0/43
9	C32 HSR	0/54	0/56
10	C33 HSR	-	-
11	C34 HSR	-	-
12	C35 HSR	-	-
13	GAM/HOP	0	0
14	C31/C31+C32	0/63	0/66
15	C33/C33+C35	0/63	0/61
16	C35/C29+C30	0/10	0/10
17	C31/C30	1/03	1/3
18	OLN/C30 αβ	0	0
19	Ts/Tm	0/45	0/37
20	C29 SSR	0/51	0/53
21	TRI/NOR	-	-
22	C28STR/C29STR	0/73	0/65
23	C29/C30 نور هوپان	0/82	-/۸۷
24	C25 نور هوپان	-	-
25	C35/C34 هموئوپان	1/09	1



شکل (۹): دیاگرام مثلثی استرانهای C27, C28, C29 جهت تعیین منشاء مواد آلی مولد نفت و محیط رسوبی سنگ منشاء



شکل (۱۱): نمودار پنجره تولید هیدروکربن



شکل (۱۲): پنجره خروج نفتی میدان دارخوین

۱- نتیجه گیری

می باشد.
۴- سازند گرو با توجه به سن زمین شناسی و بلوغ بالا و لیتولوژی کربناته برای سنگ مادر این میدان پیشنهاد می گردد.
۵- مطالعه پارامتر های بایومارکری شاخص بلوغ نشان می دهد که نمونه های نفت این مخزن فلهیان از بلوغ بالا برخوردار می باشند.
۶- نمودار پنجره بلوغ نشان می دهد که سازند گرو در زون تولید نفت سبک واقع شده و از ۵۰ میلیون سال قبل در حال زایش هیدروکربور می باشد.

۱- بر اساس مطالعه ژئوشیمیایی، نفت مخزن فلهیان میدان دارخوین از مواد آلی کروژن تیپ II نهشته شده در شرایط احیایی منشاء گرفته است.
۲- آنالیز کروماتوگرافی گاز برای نمونه های نفت نشان می دهد که طیف کاملی از آلکان های نرمال nC6 تا nC36 در نمونه های نفت های خام میدان موجود می باشد و آثاری از فرایند های مخرب ثانویه در نفت مخزن فلهیان دیده نمی شود.
۳- نتایج بایومارکری نشان می دهد سنگ منشاء نفت میدان دارخوین دارای لیتولوژی کربناته و با سن کرتاسه زیرین

۲- منابع

- [۱] Hunt, J. m.(1996). Petroleum geochemistry and geology, second Edition, PP.481-501,
[۲] Sofer, Z.(1984). Stable Carbon Isotope composition of crud oils: Application to source deposition environments ad petroleum alteration. AAPG Bulletin, Vol. 68, PP.31-49.
[۳] Galimov, E. M. (1973). Geochemistry of carbon and its application in oil and gas exploration, Moscow, Nedra, PP.383.
[۴] Peters K.E. and Moldowan J.M. (1993) - The Biomarker Guide, Interpreting molecular fossils in petroleum and ancient sediments. Prentice Hall, Englewood Cliffs. N.J. pp. 363.
[۵] Grantham, P. J. and Wakefield, L.L.(1988)."Variation in the sterane carbon number distributions of marine source rock derived oils through geological tim." Organic Geochemistry, Vol.12, PP.61-73.
- [۶] Rabbani.A.R.2001.Origin and mechanism of oil and gas generation in south of Iran and Persian Gulf area.Ph.D thesis.
[۷] Rabbani. A.R.2007. Petroleum geochemistry, offshore SE Iran. Geochemistry International ,vol.45 no11.pp,1164-1172.
[۸] Rabbani. A.R.2008. Geochemistry Of Crude Oil Samples From the Iranian Sector Of The Persian Gulf. Vol. 31(3), July 2008, pp 303-316
[۹] سارا صفاران: مدلسازی حوضه رسوبی و مطالعه ژئوشیمیایی نفت مخزن فلهیان میدان دارخوین، 1386 پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشکده معدن و متالورژی . دانشگاه صنعتی امیر کبیر