مطالعه ژئوشیمیایی نفت و مدلسازی تاریخچه تدفین و حرارتی میدان نفتی آزادگان

احمد رضا ربانی[i]؛ فاطمه اقبالی[ii]

چکیده

آنالیزهای ژئوشیمیایی اجراء شده بر نمونه نفت لایه های مخزنی گورپی و سروک میدان آزادگان، شامل آنالیز کروماتوگرافی ستون سیال، کروماتوگرافی گازی طیف سنجی جرمی، ایزوتوپ کربن و مطالعات بیومارکری می‌باشد. نفت میدان مورد مطالعه از نوع آروماتیک حد واسط است که از مواد آلی با کروژن نوع II سولفوردار موجود در سازند کربناته – تبخیری منشاء گرفته است. نتایج مطالعات بیومارکری و ایزوتوپ کربن سازندهای کژدمی و گرو، را به عنوان مهمترین سنگ های منشاء احتمالی برای میدان آزادگان معرفی می‌کند. نتایج حاصل از مدلسازی تاریخچه تدفین و حرارتی این میدان نشان می‌دهد زایش نفت از سنگ منشاء گرو از ۴۵ میلیون سال قبل و مهاجرت نفت از این سازند به سمت مخزن از ۳۰ میلیون سال قبل و زایش نفت از سازند کژدمی از ۶ میلیون سال قبل و مهاجرت نفت از این سازند به سمت مخزن از ۳ میلیون سال قبل آغاز شده است و هنوز ادامه دارد.

کلمات کلیدی

آزادگان، بیومارکر، مدلسازی تاریخچه تدفین و حرارتی.

Petroleum Geochemistry and Burial History Modeling in the Azadegan Oil Field

A.R.Rabbani ; F.Eghbali

ABSTRACT

Geochemical analysis on oil samples from Gurpi and Sarvak Formation in Azadegan oil field includes liquid chromatography, gas chromatography-mass spectrometry (GCMS), stable isotope carbon and biomarkers studies. Liquid chromatography show that, the type of oil is aromatic intermediate, which originate from type II organic matter and deposited under reducing conditions. Isotope and Biomarker studies are suggest Garu and kazhdomi formation as source rock in Azadegan oil field. Burial history reconstruction and thermal modeling indicate that oil generation and migration from Garu source rock would have begun from 45 Ma and 30 Ma ago and from Kazhdomi source rock begin from 6 Ma and 3 Ma ago.

KEYWORDS

Azadegan, Biomarker, Burial and thermal history modeling.

[i] عضو هیات علمی دانشکده مهندسی نفت دانشگاه صنعتی امیر کبیر .rabbani@aut.ac.ir

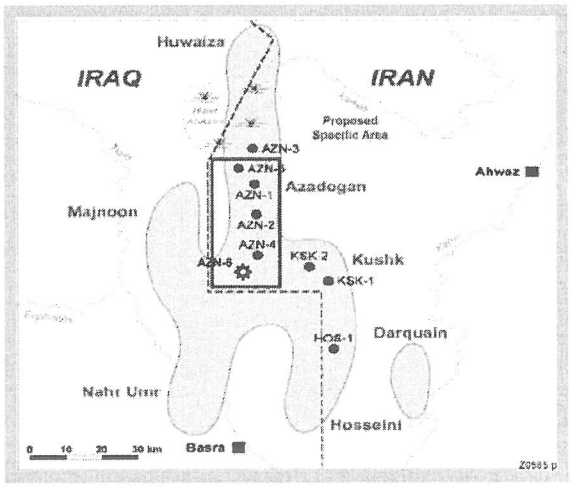
[ii] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف نفت

۱- مقدمه

ساختمان میدان آزادگان با جهت شمالی- جنوبی در غرب تاقدیس‌های دارخوین، جفیر و سوسنگرد قرار گرفته است(شکل۱).

میدان آزادگان در دشت آبادان به موازات مرز ایران و عراق در فاصله ۷۰ کیلومتری غرب سوسنگرد، ۷۴ کیلومتری شمال غرب دارخوین و ۳۰ کیلومتری غرب ساختمان جفیر، در مجاورت ساختمانهای مجنون و نهر عمر عراق قرار دارد.

ساختمان طاقدیسی این میدان دارای روند شمالی-جنوبی است[۸].



شکل (۱): نقشه میدان نفتی آزادگان واقع در جنوب غرب ایران [۵].

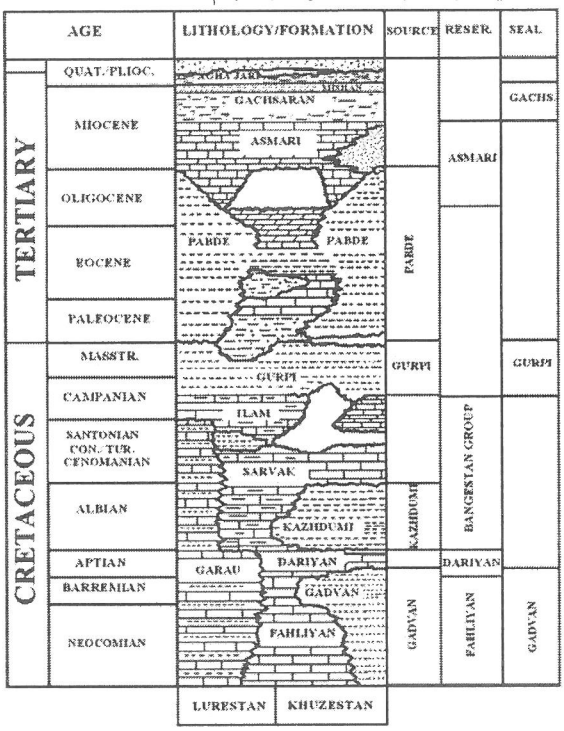
چهار مخزن که به ترتیب عمق عبارتند از سروک، کژدمی، گدوان، فهلیان در میدان آزادگان شناسایی شده اند. البته سازند گورپی نیز به عنوان مخزن فرعی دارای مقداری نفت است. پوش سنگ مخزن فهلیان بخش شیلی سازند گدوان، پوش سنگ مخزن گدوان سازند آهکی داریان، پوش سنگ مخزن کژدمی بخش فوقانی کژدمی و پوش سنگ مخزن سروک لایه های شیلی سازند لافان می‌باشند.

در این پژوهش، نفت افقهای سروک و گورپی از چاههای A2, A3 میدان آزادگان مورد مطالعه ژئوشیمیایی قرار گرفتند. مدلسازی تاریخچه تدفین و حرارتی میدان، توسط نرم افزار GENEX انجام گرفته است.

۲- اطلاعات و روشها

آنالیزهای ژئوشیمیایی انجام گرفته، شامل آنالیز کروماتوگرافی ستون سیال، کروماتوگرافی گاز، گاز کروماتوگرافی-طیف سنج جرمی و ایزوتوپ کربن نفت مخازن گورپی و سروک چاههای A2, A3 میدان آزادگان جهت مطالعه ژئوشیمیایی نفت و تعیین سنگ منشاء می‌باشد.

مدلسازی تاریخچه تدفین و حرارتی میدان توسط نرم افزار GENEX بر اساس اطلاعات ستون چینه شناسی چاه شماره ۲ میدان آزادگان به منظور بازسازی تاریخچه تدفین و تعیین زمان زایش و مهاجرت نفت و گاز انجام شده است.



شکل(۲): ستون چینه شناسی منطقه مورد مطالعه

۳- تحلیل و تفسیر نتایج

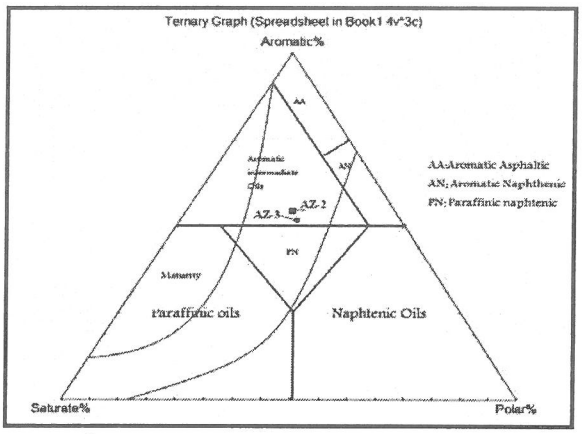
۳-۱- آنالیز کروماتوگرافی گاز و سیال

درصد فراوانی ترکیبات مختلف موجود در نفتهای مورد مطالعه در جدول(۱) آمده است.

موقعیت نمونه های نفت با توجه به مقادیر درصد فراوانی ترکیبات مختلف در نمودار مثلثی نشان می‌دهد نفت میدان آزادگان از نوع آروماتیکی حدواسط است (شکل-۳). حضور بالای میزان سولفور، پایین بودن میزان ترکیبات اشباع و حضور آروماتیک ها می‌تواند بیانگر کروژن تیپII سولفوردار برای مواد آلی مولد نفت میدان آزادگان باشد.

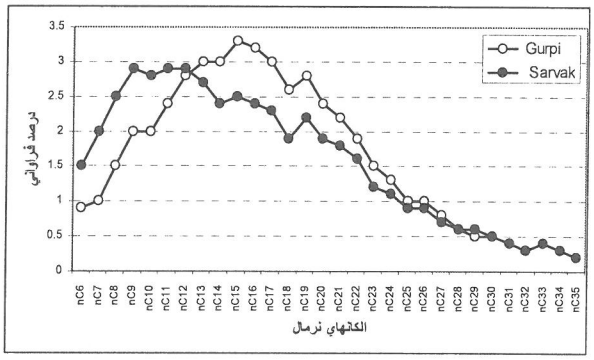
جدول(۱) : نتایج حاصل از آنالیزکروماتوگرافی ستون سیال

	AZ-2 گورپی	AZ-3 سروک
عمق(متر)	۲۳۱۸-۲۳۲۹	۲۹۳۸-۲۹۲۸
آسفالتن	۱۱/۲	۱۳/۵
اشباع	۲۲/۲	۲۳/۹
آروماتیک	۵۱/۳	۴۹/۲
قطبی	۲۶/۵	۲۶/۹
سولفور	۵/۱۵	۵/۰۶
API	۱۹/۶	۱۹/۸



شکل(۳): موقعیت نفتهای متعلق به چاه ۲و۳ میدان آزادگان در نمودار مثلثی ترکیبات نفت

نتایج حاصل از آنالیز گاز کروماتوگرافی نشان می‌دهد آلکان های سبک C10-C25 درنفتهای مورد مطالعه میدان آزادگان غالب بوده و میزان اندیس الکان ([C17+C27] /C17) بیش از ۰،۶۰ ، حاکی از کروژن تیپ II به عنوان مواد آلی مولد نفت این میدان می‌باشد (شکل-۴).



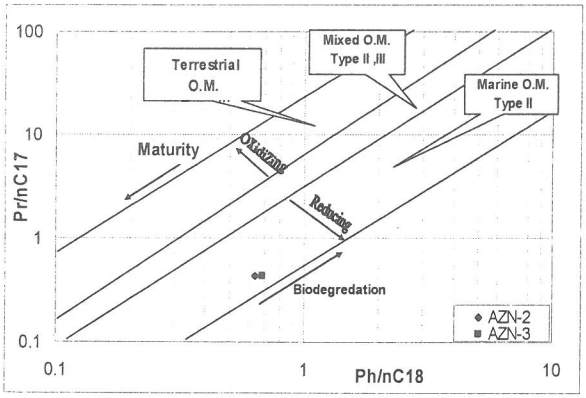
شکل (۴): نمودار توزیع آلکانهای نرمال نمونه های نفت متعلق به چاه شماره ۲و۳ میدان آزادگان

نسبت پریستان / فیتان در نفتهای مورد مطالعه مقادیر کمتر از ۱ را نشان می دهد (جدول- ۲). این نسبت گویای شرایط احیایی حاکم بر محیط و احتمالا منشاء کربناته است [۶،۱].

موقعیت نمونه ها با توجه به مقادیر جدول (۲)در نمودارPristane/nC17 - Phytane/nC18 نشان می‌دهد که نفت های مورد مطالعه از سنگ مادر نهشته شده در محیط احیایی حاوی کروژن های تیپII منشاء گرفته اند(شکل- ۵).

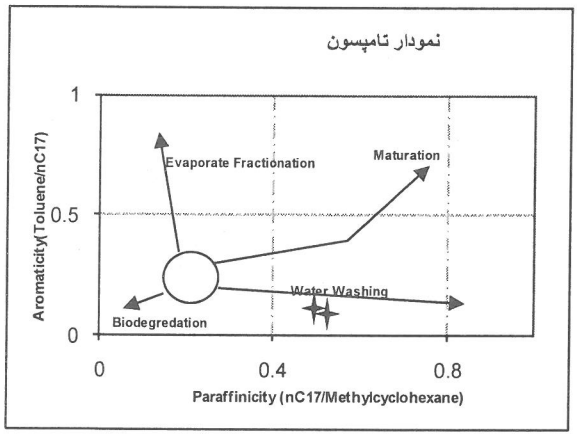
جدول(۲): مقادیرPh/nC18 , Pr/nC17 و Pr/Ph جهت تشخیص شرایط محیط رسوبی و کروژنهای مولد نفت

مخزن	گورپی	سروک
عمق (متر)	۲۳۱۸-۲۳۲۹	۲۹۲۸-۲۹۳۸
Pr/nC17	۰،۴۳	۰،۴۶
Ph/nC18	۰،۶۸	۰،۷۱
Pr/Ph	۰،۷۵	۰،۷۸



شکل(۵): نمودار Phytane/n18 در مقابل Pristane/n17 جهت تشخیص شرایط محیط رسوبی و کروژن های مولد نفت.

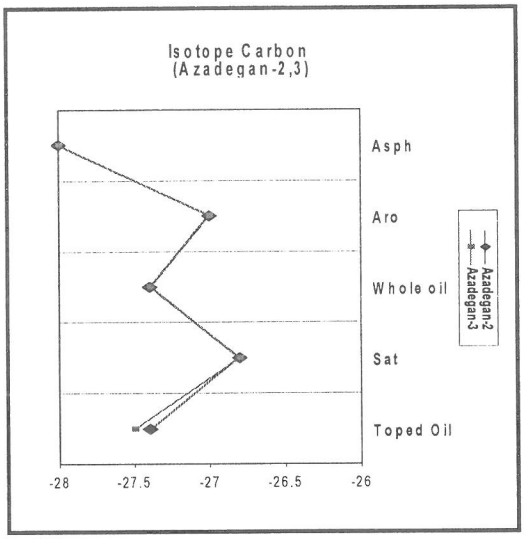
موقعیت نمونه های مورد مطالعه در نمودار تامپسون نشان دهنده تاثیر عملکرد فرایند تخریب باکتریایی و مقداری فرایند آبشویی در نفت میدان آزادگان می‌باشد(شکل-۶).



شکل(۶): موقعیت نمونه ها در نمودار تامپسون

۳-۲- ایزوتوپ کربن

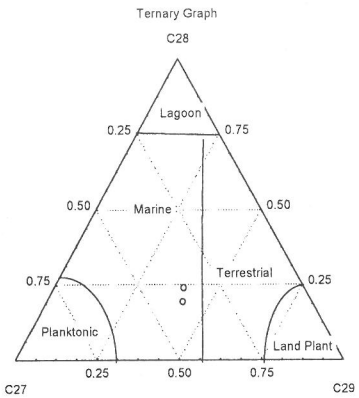
در شکل (۷) نمودار ایزوتوپ کربن نفت لایه های گورپی و سروک ترسیم شده است. روند غیر عادی اشباع ها که ایزوتوپ سنگین را نشان می‌دهد، می‌تواند به دلیل فرایند دگرسانی زیستی باشد که آلکانهای سبک را از بین برده است. در دگرسانی شدید در ترکیبات آسفالتین کراکینگ ایجاد شده و به ترکیبات کوچکتر تبدیل می‌شود. بنابراین ترکیبات آسفالتین بر خلاف ترکیبات اشباع که از نظر ایزوتوپ کربن سنگین تر شدند به سمت سبکی میل می‌کند [۱۱، ۱۰، ۶، ۲].



شکل (۷): نمودار ایزوتوپ کربن نفت مورد مطالعه [۲].

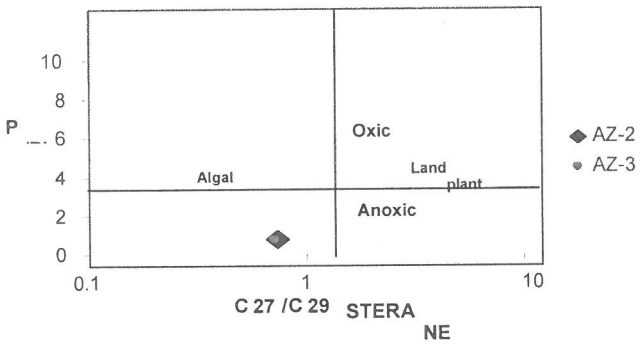
۳-۳- بیومارکر

بیومارکرهای حاصل از آنالیز GC-MS در چاه A-2 با مخزن گورپی و A-3 با مخزن سروک مورد مطالعه قرار گرفتند. نسبت دیا استران به استران یکی از شاخص های مهم در تعیین محیط رسوبی سنگ منشاء می‌باشد. مقادیر بالای دیااستران منشاء شیلی را برای محیط رسوبی تعیین می‌کند [۹، ۳]. بر اساس میزان کم این نسبت در نفتهای مورد مطالعه میدان آزادگان (۰،۱) Dia/Reg Str ، سنگ منشاء مولد نفت منطقه، کربناته می‌باشد. موقعیت نمونه ها در نمودار مثلثی استران های C27, C28, C29شرایط دریایی و کروژن تیپ II را برای مواد آلی مولد نفت میدان نشان می‌دهد (شکل-۸).



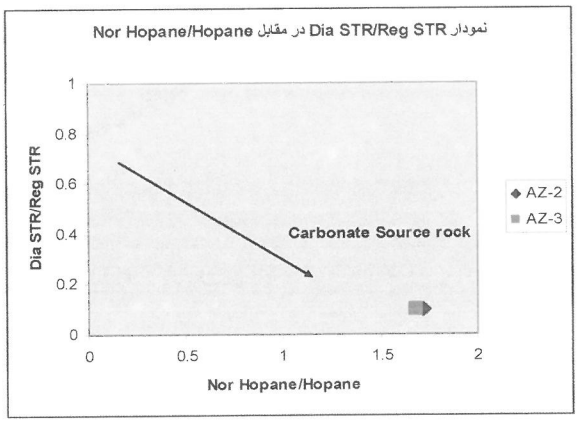
شکل(۸): موقعیت نمونه های نفتی مورد مطالعه در نمودار استران C27, C28, C29 برای تعیین محیط رسوبی

در نمودار استران C27/C29 در مقابل پریستان/ فیتان (شکل-۹) نیز این مطلب تائید می‌گردد.



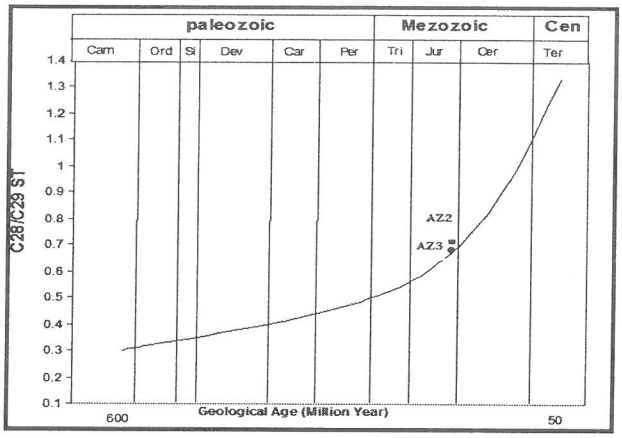
شکل(۹)- نمودار استرانC27/C29 در مقابل پریستان/ فیتان جهت شناسایی محیط رسوبی

پارامتر Nor Hopane / Hopane در مقابل Dia STR/Reg STR محدوده سنگهای کربناته را برای سنگ مادر مولد نفت میدان آزادگان نشان می‌دهد(شکل-۱۰).



شکل(۱۰): نمودارNorhopane/Hopane در مقابل نسبت Ster/Ster Dia جهت شناسایی لیتولوژی سنگ مادر مولد نفت

بر اساس مقدار نسبت استران C28/C29 در نمودار گرانتهام [۴] ، سن سنگ مادر اواخرژوراسیک –اویل کرتاسه تخمین زده می‌شود. سازند کربناته گرو با سن کرتاسه زیرین بهترین کاندید برای سنگ منشا ء نفت این میدان است (شکل-۱۱).

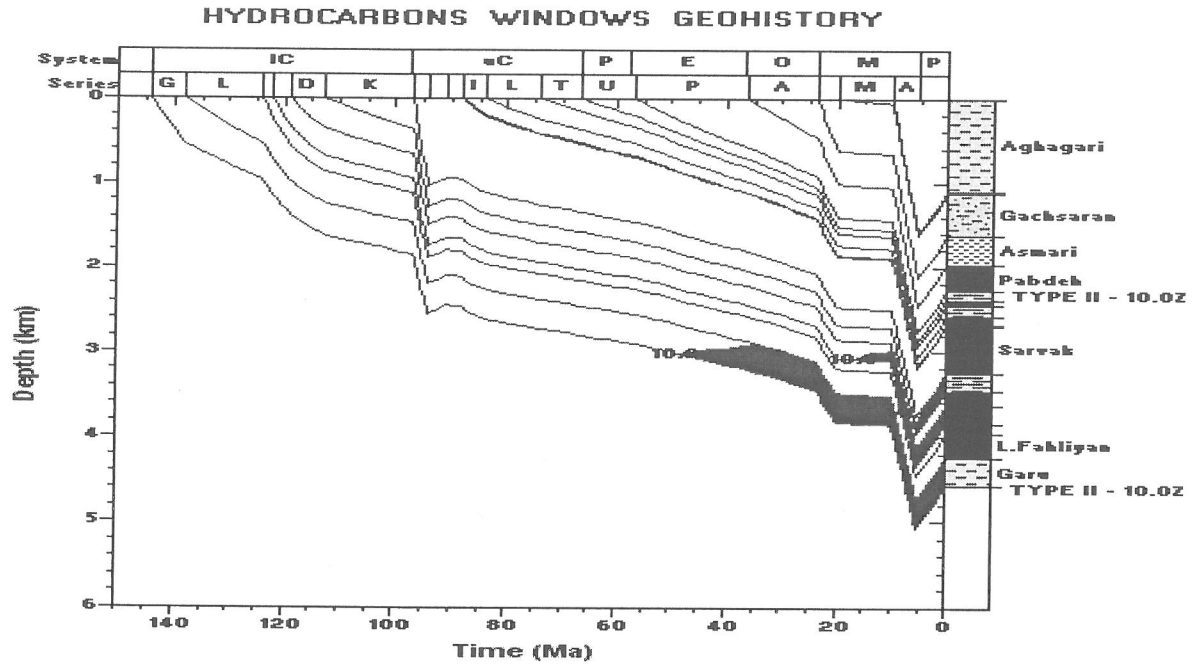


شکل (۱۱): مقادیر استران C28/C29ST در نمودار گرانتهام، سن سنگ مادر را در اواخر ژوراسیک نشان می‌دهد [۴].

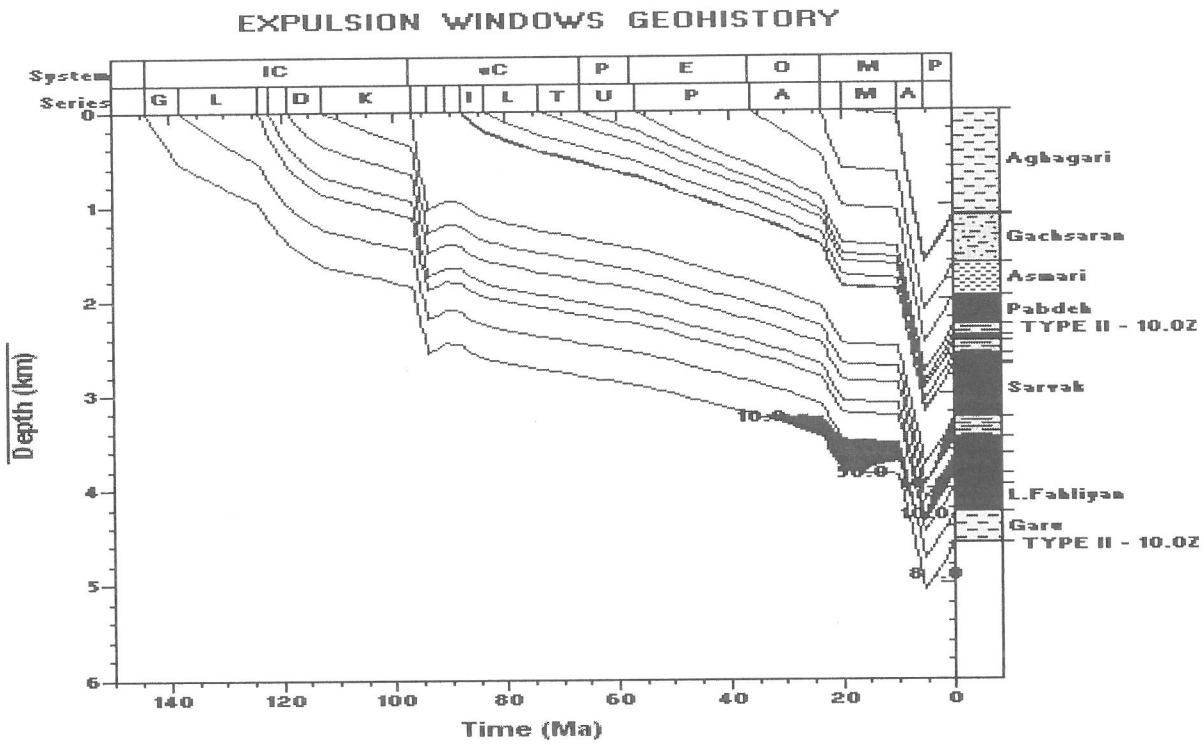
با افزایش میزان بلوغ نسبت C_{29} ααα20S/(ααα20S + ααα20R) از صفر به ۰/۵۵و مقدار نسبت C_{29} ββ/(ββ + αα) αα تا حداکثر مقدار ۰/۷ افزایش می‌یابد.این نسبت ها در نفت های مورد مطالعه به ترتیب ۰/۴۱ و ۰/۶ است و میزان بلوغ متوسط در نفتهای مورد مطالعه را نشان داده که قبل از اوج پنجره نفتی تشکیل شده اند. توزیع هموهوپان ها تحت تاثیر بلوغ حرارتی است و اندیس هموهوپان [C35/(C31-C35)] با افزایش بلوغ کاهش میابد. میزان اندیس هموهوپان ۰/۲ محاسبه شده است. نسبت Ts/(Ts+Tm) که گاهی اوقات به صورت Ts/Tm گزارش می‌شود، شاخص بلوغ و لیتولوژی سنگ منشاء می‌باشد [۳، ۷]. نسبت Ts/Tm ، (۰/۱۶) لیتولوژی کربناته سنگ مادر مولد نفت مولد مخازن مورد مطالعه میدان آزادگان را نشان می‌دهد.

٤- مدلسازی حوضه رسوبی میدان آزادگان

مدلسازی انجام شده با استفاده از نرم افزار Genex بر اساس اطلاعات ستون چینه شناسی چاه شماره ۲ ، انجام شده است. با توجه به اطلاعات ورودی نمودار تاریخچه تدفین، نمودار پنجره بلوغ، نمودار پنجره زایش و مهاجرت هیدروکربور توسط نرم افزار ترسیم شده است. (شکل-۱۳و۱۲). در نمودار تاریخچه بلوغ، سازندهای بالاتر از پابده در منطقه نابالغ و از پابده تا بالای سازند گرو در منطقه بلوغ نفتی قرار دارند و از سازند گرو به پایین به پیک تولید نفت رسیده است. نمودار پنجره زایش هیدروکربوری و پنجره مهاجرت هیدروکربور نشان می‌دهد که زایش هیدروکربن برای سازند گرو از ۴۵ میلیون سال قبل در عمق ۳۰۰۰ متر، سازند گدوان ۱۶ میلیون سال قبل در عمق ۲۹۰۰ متر و سازند کژدمی ۶ میلیون سال قبل در عمق ۳۷۰۰ متر آغاز شده است وآغاز مهاجرت هیدروکربور برای سازند گرو ۳۰ میلیون سال قبل در عمق ۳۴۰۰ متر، سازند گدوان ۵ میلیون سال قبل در عمق ۴۳۰۰ متر و سازند کژدمی ۳ میلیون سال قبل در عمق ۳۹۰۰ متر نشان داده شده است.



شکل(۱۲): نمودار پنجره زایش هیدروکربن



شکل (۱۳): نمودار تاریخچه مهاجرت هیدروکربن

۵- نتیجه گیری

• بر اساس مطالعه ژئوشیمیایی نفت میدان آزادگان از مواد آلی با کروژن تیپ II سولفور دار نهشته شده در شرایط احیایی منشاء گرفته است.

• نتایج بیومارکری نشان می‌دهد سنگ منشاء نفت میدان آزادگان، لیتولوژی کربناته و با سن ژوراسیک فوقانی-کرتاسه تحتانی دارد . سازند گرو با لیتولوژی کربناته و سن کرتاسه زیرین به عنوان سنگ مادر غالب این میدان پیشنهاد می‌گردد.

• مطالعه پارامترهای بیومارکری شاخص بلوغ نشان می‌دهد که نمونه نفت این میدان از بلوغ پائین برخوردار است.

• زایش و مهاجرت نفت از سنگ منشاء گرو به ترتیب از ۴۵ و ۳۰ میلیون سال قبل آغاز و زایش و مهاجرت نفت از سنگ منشاء کژدمی به ترتیب از ۶ و ۳ میلیون سال قبل آغاز شده است.

۶- منابع

[۱] Hunt, J. m.(1996). Petroleum geochemistry and geology, second Edition, PP.481-501.

[۲] Galimov, E. M. (1973). Geochemistry of carbon and its application in oil and gas exploration, Moscow, Nedra, PP.383.

[۳] 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.

[٤] Grantham, P. J. and Wakefield, L.L. (1988). Variation in the sterane carbon number distributions of marine source rock derived oils through geological time. Organic Geochemistry, Vol.12, PP.61-73.

[٥] Brochure.(2005). Arvandan Oil and Gas Company

[٦] 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] فاطمه اقبالی : مدلسازی حوضه رسوبی و مطالعه ژئوشیمیایی نفت میدان آزادگان،۱۳۸۶ پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشگاه صنعتی امیر کبیر-دانشکده مهندسی معدن.

[۹] Peters,K.E., Walters,C.C. and Moldowan,J.M. (2005).The Biomarker Guide:Vol.2 . Biomarkers and isotopes in petroleum exploration and Earth history. Cambridge University Press.

[۱۰] Schoell,M.,(1984).Recent advance in petroleum isotope geochemistry.Organic Geochemistry.Vol.6, pp.645-663.

[۱۱] Rabbani.A.R. 2008. Geochemistry of crude oil samples from the iranian sector of the persian gulf//journal of petroleum geology, vol. 31(3), july 2008, pp 303-316.