Archive of SID

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱
www.Reservoir.ir

مطالعه ژئوشیمیایی میادین نفتی درود، بهرگانسر، هندیجان و نوروز

زهرا صادق طبقی*[۱]، احمد رضا ربانی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی نفت، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران، ایران
۲- دانشیار دانشکده مهندسی نفت، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران، ایران
Zahrasadeghtabaghi@aut.ac.ir*

چکیده

آنالیز ژئوشیمیایی میادین درود، بهرگانسر، هندیجان و نوروز واقع در شمال غرب خلیج فارس، بحث اصلی این مقاله می‌باشد. ۸ نمونه نفتی از مخازن یاماما، آسماری و منیفا میدان درود، مخازن غار و سروک میدان بهرگانسر، مخزن سروک میدان هندیجان و مخازن نهرعمر و بورغان میدان نوروز تحت ارزیابی‌های ژئوشیمیایی قرار گرفته است. سنگ منشا مولد نفت کلیه نمونه‌های مورد مطالعه متعلق به دوران مزوزوئیک می‌باشد. لیتولوژی سنگ منشا مولد نفت مخازن منیفا و یاماما‌ی میدان درود کربناته است در حالیکه در مخزن سروک میادین بهرگانسر و هندیجان نفتی وجود دارد که منشا آن شیلی است. منشا سایر نمونه‌ها دارای لیتولوژی مارنی می‌باشد.منشا نفت مخازن میدان درود یک منشا کربناته با سولفور بالاست. مطالعات ژئوشیمیایی و ایزوتوپی نشان می‌دهد که مخزن سروک در دو میدان بهرگانسر و هندیجان سنگ منشا واحدی دارد.

کلمات کلیدی:خلیج فارس، سنگ منشا، میدان نفتی درود، میدان نفتی نوروز، میدان نفتی بهرگانسر، میدان نفتی هندیجان

Geochemical studies of Dorood, Bahregansar, Hendijan and Nowrooz oil fields

Zahra Sadeghtabaghi*, Ahmad Reza Rabbani
1. M.S.c student, exploration of petroleum engineering, Amir Kabir university of technology
2. Associate professor of petroleum engineering, Amir Kabir university of technology

Abstract

This paper summarizes geochemical analysis of Dorood, Bahregansar, Hendijan and Nowrooz oil fields located at the northwest of Persian Gulf. 8 samples of Yammama, Asmari and Manifa reservoirs in Dorood oil field, Ghar and Sarvak reservoirs in Bahregansar oil field, Sarvak reservoir in Hendijan oil field and Nahreomr and Burghan reservoirs in Nowrooz oil field were analyzed geochemically. Oil in all samples originated from Mesozoic source rocks. Lithology of source rock in Manifa and Yamamma reservoirs in Dorood oil fieldis carbonate but source of Sarvak reservoir in Hendijan and Bahregansar oil fields is shaly.Source of the other samples is a marl source. Source rock of Dorood oil field is high sulfur carbonate. Geochemical andisotopic studies indicates Sarvak reservoir in Hendijan and Bahregansar oil fields has a unique source rock.

Keywords: Persian Gulf, Source rock, Dorood oil field, Nowrooz oil field, Bahregansar oil field, Hendijan oil field

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

خلیج فارس غنی‌ترین حوضه هیدروکربنی جهان محسوب می‌شود که بالغ بر ۱۵ میلیارد بشکه نفت قابل برداشت در بخش ایرانی آن در مخازن کربناته با سن ژوراسیک، کرتاسه و ترشیری ذخیره شده‌است [۱]. سیستم‌های نفتی متعددی در این حوضه فعال می‌باشند که سیستم‌های نفتی دوران دوم و سوم زمین‌شناسی در این حوضه از اهمیت بالایی برخوردارند. سنگ‌های منشا اواخر ژوراسیک مهم‌ترین نقش را در سیستم نفتی این دوره، نسبت به سنگ‌های منشا اوایل و اواسط ژوراسیک دارند. در دوره کرتاسه سنگ‌های منشا عمده، مربوط به اوایل و اواسط دوره کرتاسه می‌باشند که این سیستم نفتی مخازن گوناگونی را شامل می‌شود. در سیستم نفتی اواسط کرتاسه تا ترشیری، سازند کژدمی با سن آلبین و سازند پابده با سن پالئوسن-ائوسن سنگ‌های منشا مهم این سیستم می‌باشند که مخازن فوق عظیم نفتی کمربند چین‌خورده زاگرس و خلیج فارس را تامین می‌کنند [۲].

مطالعات ژئوشیمیایی به طور چشمگیری در شناخت ویژگی‌های سنگ‌های منشا احتمالی و نفت یک حوضه موثرند. با توجه به توانایی‌های گسترده علم ژئوشیمی آلی و ابزارهای مناسبی که در اختیار دارد، نتایج مطالعات ژئوشیمیایی کمک شایانی به شناخت ویژگی‌های سنگ‌های منشأ احتمالی و هیدروکربن‌های موجود می کند.

در خصوص بررسی‌های ژئوشیمیایی در میادین خلیج فارس، مطالعات گسترده‌ای صورت پذیرفته‌است که از جمله آنها می‌توان به مطالعات ربانی و همکاران در سال ۲۰۱۴ در خصوص مطالعه ژئوشیمیایی کلیه میادین نفتی واقع در بخش ایرانی خلیج فارس اشاره نمود که نتایج حاصل از بررسی‌های آماری و ژئوشیمیایی صورت گرفته بر ۳۳ نمونه از ۱۷ میدان نفتی توسعه یافته بر وجود چهار خانواده اصلی در خلیج فارس دلالت می‌کند که کلیه نفت‌ها در یکی از این چهار گروه طبقه بندی می‌شوند [۳].

در این مقاله، ۸ نمونه نفتی از میادین درود (مخازن یاماما، منیفا و آسماری)، نوروز (مخازن نهرعمر و بورغان)، هندیجان (مخزن سروک) و بهرگانسر (مخازن غار و سروک) تحت آنالیزهای ژئوشیمیایی مختلف مانند آنالیزهای ایزوتوپ کربن، بررسی شاخص‌های بایومارکری و نسبت ایزوپرونوئیدهای خطی پریستان و فیتان قرار گرفته‌اند. کلیه نتایج این بررسی‌ها به تفصیل در ادامه بیان خواهدشد.

۲- بحث و بررسی

۲-۱ زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

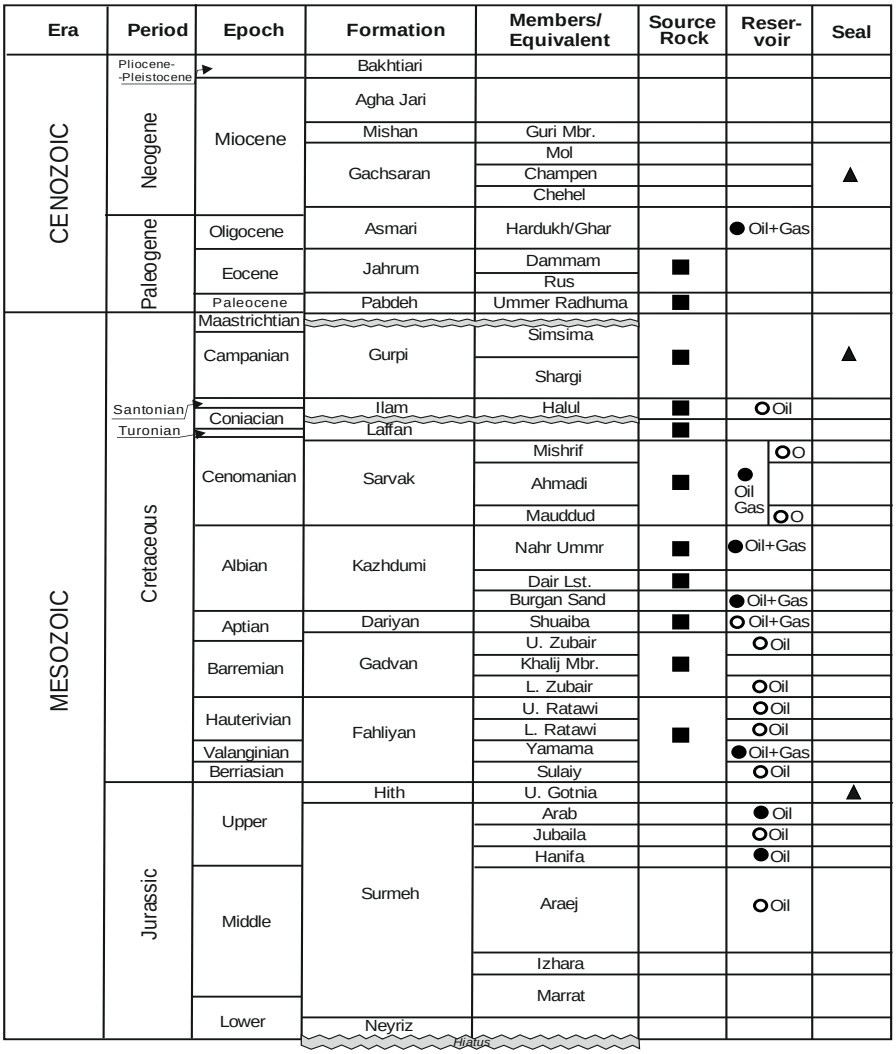
حوضه رسوبی خلیج فارس یک حوضه رسوبی اپی‌کنتینانتال (Epicontinental) و حاشیه‌ای است که خود یک محیط رسوبی چندگانه محسوب می‌شود [۴]. شدیدترین چین خوردگی‌های زمان پلیوپلیستوسن، سواحل شمالی خلیج فارس را چین داده‌است و میزان چین‌خوردگی‌ها با شیب‌های کمتر به طرف دریا ادامه دارد [۵]. خلیج فارس بخشی از صفحه عربی است که در محل برخورد صفحات لیتوسفری عربی و اوراسیا قرار دارد. زمان شکل‌گیری آن در وضعیت فعلی به اواخر میوسن بعد از شکل‌گیری رشته کوه‌های زاگرس برمی‌گردد. این حوضه از نظر تکتونیکی شرایط حوضه فورلند (Foreland) را در حاشیه رشته کوه‌های زاگرس دارد. عمیق‌ترین قسمت حوضه خلیج فارس، از ژوراسیک میانی تا کرتاسه پایینی ناحیه‌ای را شامل می‌شود که در گوشه شمال غربی خلیج فارس قرار دارد [۱].

www.SID.ir

Archive of SID

چینه‌شناسی حوضه زاگرس را می‌توان به دو دوره تقسیم نمود: دوره قبل از باز شدن اقیانوس نئوتتیس که بخش اعظم ایران در یک حوضه رسوبی واحد قرار داشت؛ و دوره بعد از آن که حوضه‌ی زاگرس یک حوضه‌ی مستقل محسوب می‌شده است. خلیج فارس از دیدگاه چینه‌شناسی دارای شباهت‌های بسیار زیاد با کمربند چین‌خورده زاگرس است و لذا می‌توان آن را جزئی از حوضه زاگرس به حساب آورد، ولی از دیدگاه زمین‌شناسی ساختمانی شباهت اندکی داشته و واحدی مستقل محسوب می‌شود. با این حال می‌توان خلیج فارس را به دو بخش شمال غربی کمان قطر و بخش شرقی کمان قطر تقسیم نمود. این دو بخش دارای تفاوت‌های عمده در چینه‌شناسی و گسترش گنبدهای نمکی می‌باشند [۶].

شرح چینه‌شناسی حوضه خلیج فارس، همانطور که اشاره شد، دارای تطابق با کمربند چین‌خورده زاگرس است. سنگ‌های منشا شناخته شده در این حوضه از قدیم به جدید شامل شیل‌های سیلورین، شیل‌های سرگلو و هم‌ارزهای آن مانند Dhrums و Izhara (ژوراسیک میانی، شیل‌های Dukhan، Tawaiq، Hanifa، ژوراسیک بالایی) شیل‌های سازند گرو و هم‌ارز آن Sulaiy (کرتاسه پیشین)، شیل‌های سازند گدوان (کرتاسه پایینی)، سازند کژدمی (آلبین)، بخش شیل احمدی (کرتاسه میانی) و شیل لافان (کرتاسه بالایی) می‌باشد [۶]. ستون چینه شناسی منطقه شمال غرب خلیج فارس در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱ ستون چینه شناسی وسیستم‌های نفتی دوران دوم و سوم غرب خلیج فارس

www.SID.ir

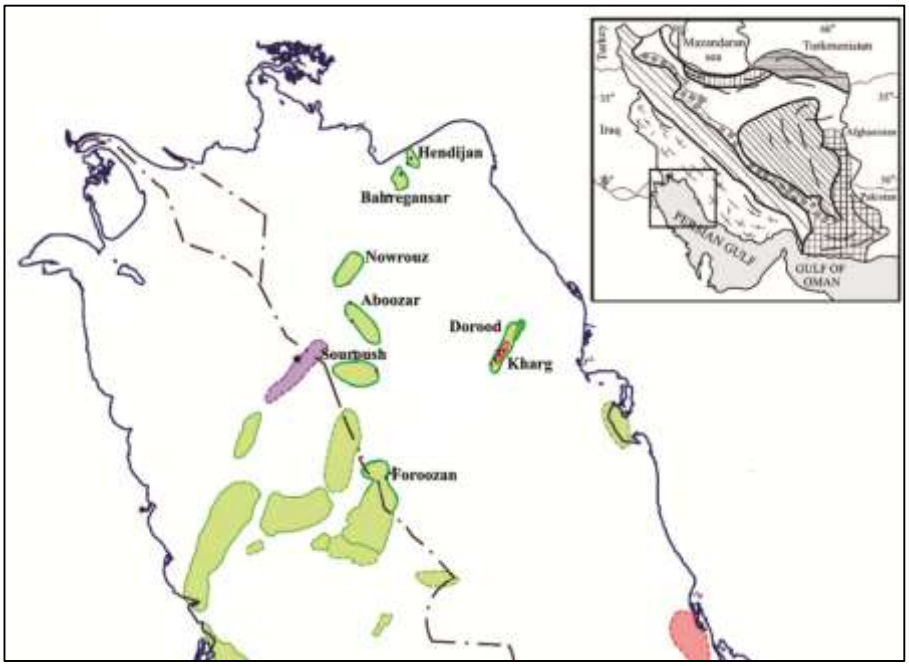
Archive of SID

میدان نفتی درود، قسمت دریایی میدان خارک را تشکیل می‌دهد. امتداد محوری این میدان با امتدادهای معمول زاگرس در تضاد است که معمولا به این امتداد، روند عربی می‌گویند که کم و بیش شمالی-جنوبی است. این میدان در امتداد فروزان و سروش بوده و خطواره‌ای است که احتمالا منطبق بر گسله‌ای از پی‌سنگ می‌باشد. در این امتداد بلندی‌های قدیمی (Palaeohigh) یا به عبارتی ساختمان‌های رویشی خارک، کیلورکریم، میش و خامی وجود دارند. این میدان در سال ۱۳۴۰ کشف گردید و تولید آن از سال ۱۳۴۳ آغاز شد [۶].

میدان نفتی نوروز در سال ۱۳۴۶ کشف گردید و از ۱۳۴۹ توسعه آن آغاز شد و تا سال ۱۳۸۰ تعداد کل چاه‌های حفر شده‌ی آن محدود به ۱۴ حلقه بوده است. این میدان در شمالی‌ترین حوضه نفتی در میانه آب‌های خلیج‌فارس، حدود ۹۵ کیلومتری جنوب غربی پایانه ساحلی بهرگان قرار دارد. تاقدیس میدان نوروز با روند زاگرس در تضاد است و از روند عربی پیروی می‌کند. این میدان با وسعت تقریبی ۳۰۰ کیلومتر مربع، در حوضه نفتی خارک قرار گرفته است [۶].

میدان نفتی بهرگانسر در سال ۱۳۳۹ کشف شده است. مخزن اصلی این میدان سازند آهکی سروک از گروه بنگستان است ولی مقداری گاز و نفت در قسمت بالایی بخش ماسه سنگ اهواز (آسماری) و مقداری گاز در سازند جهرم، نهرعمر و فهلیان دیده می‌شود. مجموع کل تولید این میدان تا سال ۱۳۸۸ برابر ۱۸۱ میلیون بشکه بوده است [۶].

میدان نفتی هندیجان دارای ساختمان شمالی-جنوبی است که بخش شمالی آن در خشکی و بخش جنوبی آن در دریا واقع شده است. این میدان در ۱۵ کیلومتری میدان نفتی بهرگانسر و ۶۰ کیلومتری پایانه نفتی ساحلی بهرگان قرار دارد. بخش جنوبی میدان در سال ۱۳۳۸ کشف شده و تولید آن از همان سال آغاز گردید. مخازن این میدان عبارتند از: ماسه سنگ اهواز، آهک آسماری، آهک سروک و ماسه سنگ آزادگان از سازند کژدمی [۶]. موقعیت این میادین در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲ موقعیت میادین مورد مطالعه واقع در شمال غرب خلیج فارس

www.SID.ir

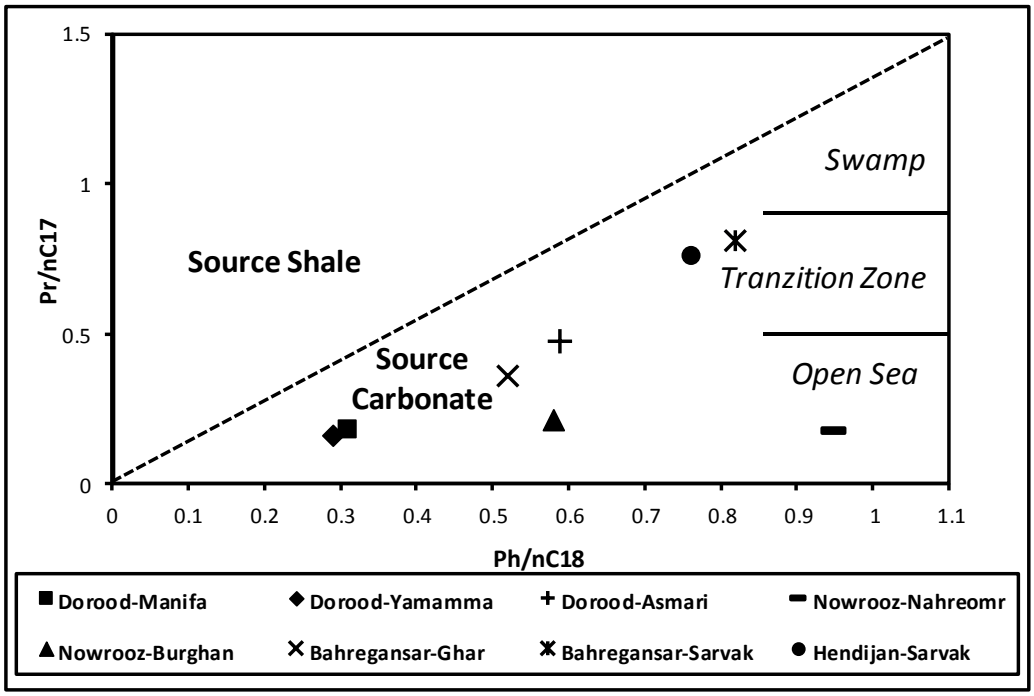
Archive of SID

۲-۲ مطالعات ژئوشیمیایی

آنالیزهای ژئوشیمیایی بر روی ۸ نمونه نفتی از مخازن یاماما، منیفا و آسماری در میدان درود، مخازن نهرعمر و بورغان میدان نوروز، مخازن سروک و غار میدان بهرگانسر و مخزن سروک میدان هندیجان صورت گرفته است. نتایج حاصل از مطالعات ژئوشیمیایی نظیر آنالیزهای ایزوتوپ کربن، شاخص‌های بایومارکری و نسبت ایزوپرونوئیدهای خطی پریستان و فیتان در ادامه ارائه خواهد شد.

نسبت ایزوپرونوئیدهای خطی پریستان و فیتان به الکان‌های نرمال اطلاعات مفیدی در خصوص شرایط حاکم بر محیط رسوبی سنگ منشا، بلوغ، تخریب میکروبی، لیتولوژی سنگ منشا و همچنین نوع مواد آلی مولد نفت را در اختیار ما قرار می‌دهد. شکل ۳ نشان می‌دهد که نمونه‌های مورد مطالعه دارای منشا کربناته می‌باشند در حالیکه نمونه‌های مخزن سروک در هر دو میدان هندیجان و بهرگانسر در یک محیط میانه به لحاظ دریای آزاد یا محیط باتلاقی قرار گرفته‌اند و ممکن است مقداری مواد آلی خشکی در تشکیل آنها موثر بوده باشد.

مشارکت سنگ‌های منشا با ورودی مواد آلی خشکی در تغذیه این مخازن با توجه به قرار گیری آنها در نزدیکی فروافتادگی دزفول و وجود شرایط مناسب برای رسوب گذاری و تدفین سازندهای با پتانسیل تولید هیدروکربور در جنوب حوضه رسوبی مزوپوتامین و تراف بینک از نظر زمین شناسی قابل توجیه است [۷].

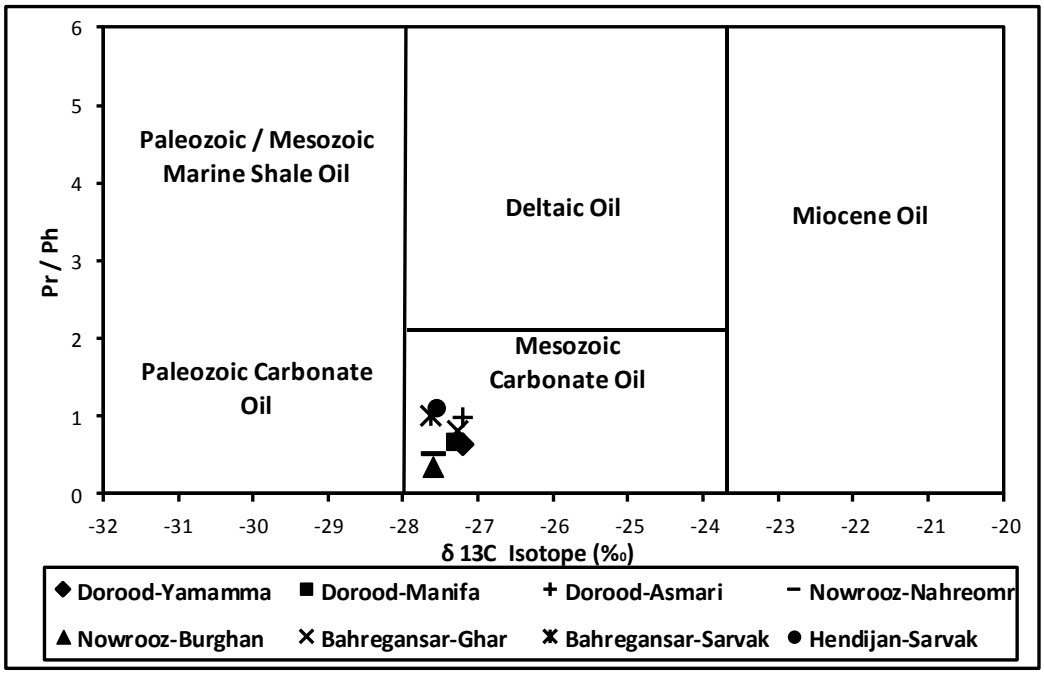


شکل ۳ نسبت ایزوپرونوئیدهای خطی به آلکان‌های نرمال

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین نسبت پریستان به فیتان در برابر مقدار ایزوتوپ پایدار کربن، اطلاعات مناسبی از نوع سنگ مادر و زمان تقریبی آن را ارائه می‌دهد. مطابق شکل ۴ زمان نهشته شدن تمامی سنگ‌های منشا، دوران مزوزوئیک بوده است. به علت تطابق مناسبی که سن سنگ‌های منشا این ناحیه نظیر کژدمی، دیاب، سرگلو و گرو با دوران مزوزوئیک دارند، نتیجه این نمودار قابل تایید است.

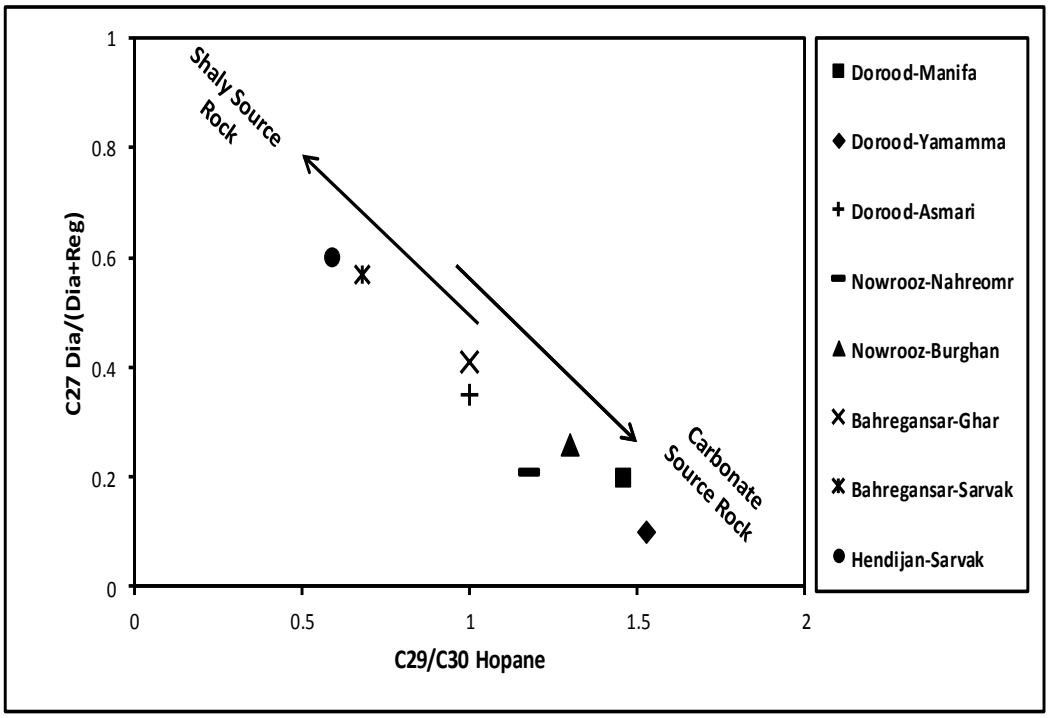


شکل ۴ مقادیر ایزوتوپ کربن نمونه‌های نفتی در برابر نسبت ایزوپرونوئیدهای خطی [۸]

لیتولوژی سنگ منشا مولد نفت‌های مورد مطالعه را می‌توان از پارامترهای بایومارکری مختلف نظیر نسبت‌های $C_{27}Dia/(Dia+Reg)$ و هوپان‌های C_{29}/C_{30} مورد شناسایی قرار داد . نفت‌های مشتق شده از محیط‌های کربناته و بعضی از محیط‌های تبخیری ممکن است مقدار استران C_{29} آنها افزایش یابد. نسبت هوپان‌های C_{29}/C_{30} را می‌توان مقیاسی برای کربناته بودن سازند منشا دانست. شکل ۵ نشان می‌دهد که در مخازن منیفا و یاماماى میدان درود، مقدار دیااستران نسبت به استران منظم مقادیر بالایی را به خود اختصاص نداده و نسبت هوپان‌های C_{29}/C_{30} بیش از یک است که هردوی این مقادیر، معرف سنگ منشا کربناته می‌باشند. از طرفی سنگ منشا مولد نفت مخزن سروک در میادین هندیجان و بهرگانسر را می‌توان یک سنگ منشا با لیتولوژی شیلی دانست. برای سایر نمونه‌ها به علت قرار گیری در محیط حد واسط دو گروه نامبرده، یک لیتولوژی کربناته-شیلی یا مارنی متصور است.

www.SID.ir

Archive of SID



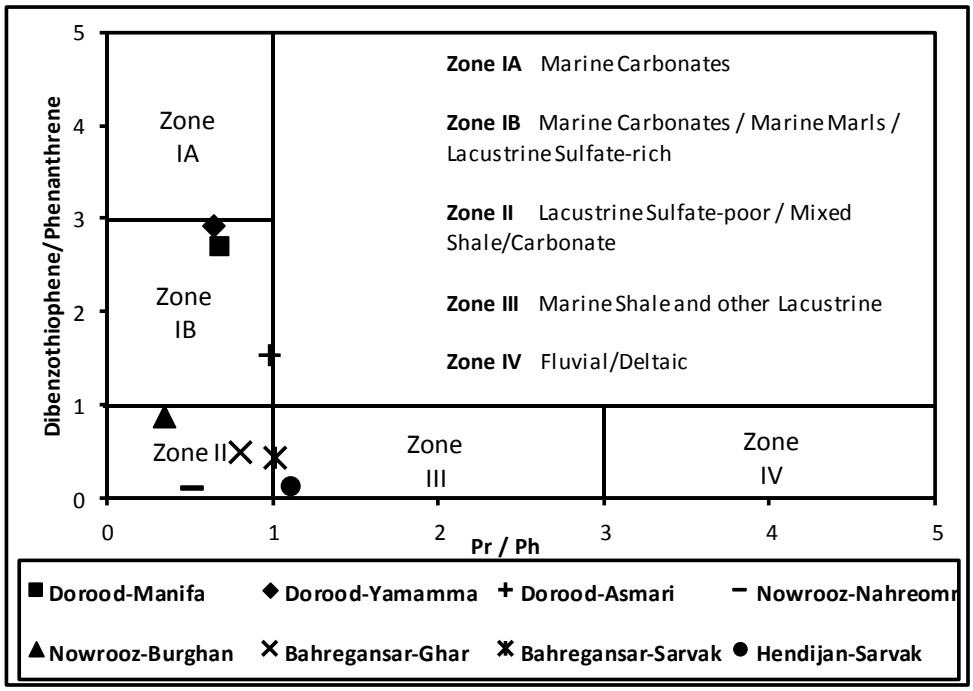
شکل ۵ نمودار C_{27} Dia/(Dia+Reg) نسبت به C_{29}/C_{30} Hopane جهت تعیین لیتولوژی منشا

لیتولوژی و محیط رسوبی سنگ مادر نفت مخازن مورد مطالعه را می‌توان به کمک نسبت دی‌بنزوتیوفن به فنان‌ترن تعیین نمود. بنزوتیوفن‌ها در نفت و بیتومن منشا گرفته از سنگ‌های کربناته و تبخیری تمرکز بالایی دارند. مقدار این نسبت در نفت‌های منشا گرفته از سنگ مادر کربناته معمولا بیش از یک است [۹]. در نمودار تغییرات نسبت نامبرده در مقابل نسبت پریستان به فیتان (شکل ۶)، نمونه‌های نفت مربوط به مخازن میدان درود در محدوده سنگ های منشا کربناته غنی از سولفور قرار گرفته‌اند که میزان بالای سولفور در نفت این میدان تاییدی بر این مطلب و نشان از سنگ مادر سولفوردار آن دارد [۷]. نفت متعلق به مخزن آسماری میدان درود دارای کربنات کمتری نسبت به دو مخزن دیگر است که این نتیجه با نمودار شکل ۵ نیز قابل درک می‌باشد.

نمونه‌های متعلق به مخازن نهرعمر و بورغان میدان نوروز و مخزن غار میدان بهرگانسر محدوده یک منشا ترکیبی شیل و کربنات (مارن) با سولفور اندک را نشان می‌دهد، در حالیکه نمونه‌های مخزن سروک در دو میدان هندیجان و بهرگانسر منشا شیلی دارند که این نتایج نیز با نمودار پیشین انطباق مناسبی را نشان می‌دهد (شکل ۶).

www.SID.ir

Archive of SID

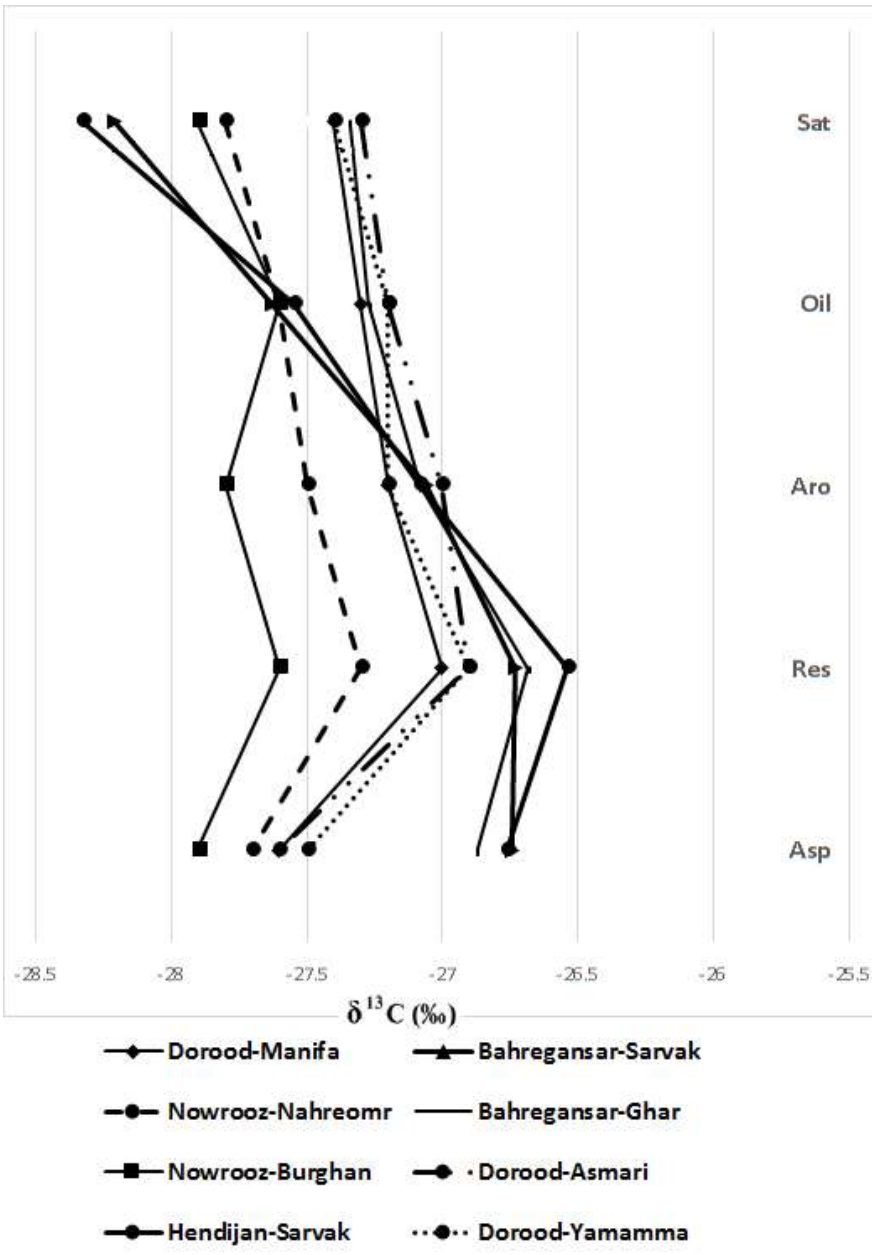


شکل ۶ نمودار نسبت دی‌بنزوتیوفن به فنان‌ترن در برابر نسبت پریستان به فیتان [۹]

منحنی‌های ایزوتوپ پایدار کربن کاربرد گسترده‌ای در انطباق نفت با مواد آلی سنگ منشا و همچنین نفت با نفت و شناسایی نوع مواد آلی مولد آنها دارد. شکل ۷ منحنی ایزوتوپی نفت مخازن مورد مطالعه را نشان می‌دهد. رفتار خطی مخزن سروک در دو میدان بهرگانسر و هندیجان مشابهت بالایی داشته و می‌توان اظهار داشت که یک سنگ منشا واحد این مخازن را شارژ می‌کند که این نتیجه توسط تمامی نمودارهای ذکر شده نیز قابل درک است. از آنجا که سازند کژدمی به سمت غرب و شمال غرب خلیج فارس دارای رخساره‌های شیلی است، می‌توان این سازند را منشا مناسبی برای مخزن سروک در دو میدان هندیجان و بهرگانسر در نظر گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷ منحنی ایزوتوپی نمونه‌های نفتی مورد مطالعه

۳- نتیجه گیری

نتایج حاصل از آنالیز ژئوشیمیایی میادین درود، بهرگانسر، هندیجان و نوروز نشان می‌دهد که لیتولوژی سنگ‌های منشا نمونه‌های مخازن منیفا و یاماماى میدان درود کربناته بوده و منشا مخزن سروک در دو میدان هندیجان و بهرگانسر لیتولوژی شیلی دارد و بخشی از مواد آلی ورودی به این منشا، ترکیبات آلی متعلق به خشکی است. سایر نمونه‌های مورد بررسی دارای منشا با لیتولوژی ترکیبی شیل و کربنات یا مارن می‌باشند. کلیه نمونه‌ها منشا با سن مزوزوئیک دارند. سنگ مادر مولد نفت میدان درود یک

www.SID.ir

Archive of SID

سنگ کربناته با مقادیر بالای سولفور می‌باشد. کلیه مطالعات ژئوشیمیایی صورت گرفته در این مقاله نشان دهنده تشابه بالای نفت موجود در مخزن سروک میدان هندیجان و مخزن سروک میدان بهرگانسر می‌باشد که همین امر وجود یک سنگ منشا واحد را تایید می‌کند. مطالعات ایزوتوپی نیز تشابه مخزن سروک در دو میدان فوق را نشان داده و با توجه به ویژگی‌های منطقه می‌توان این منشا را سازند کژدمی در نظر گرفت.

مراجع

[۱] ربانی، ا، ر.، ۱۳۹۲، "زمین شناسی و ژئوشیمی نفت خلیج فارس"، چاپ اول، دانشگاه تفرش، ۵۷۶ صفحه.

[۲] Jahantigh Pak, Z., Biyabangard, H., Bakhshi, M. R., Shabani, F., 2014, “Hydrocarbon generation from candidate source rocks in the Persian Gulf”, Researcher, 6(2), P 8-19.

[۳] Rabbani, A. R., Kotarba, M. J., Baniasad, A. R., Hosseiny, E. and Wieclaw, D., 2014, “Geochemical characteristics and genetic types of the crude oils from the Iranian sector of the Persian Gulf”, Organic Geochemistry, 70, P 29-43.

[۴] Seibold, E. and Vollbrecht, K., 1969, “Die Bodengestalt des persischen Gulf”, “METEOR” forsch, Ergebinesse , Reih, 2, P 29-56.

[۵] شهرابی، م.، ۱۳۷۳، "دریاها و دریاچه‌های داخلی کشور"، سازمان زمین شناسی کشور، طرح تدوین کتاب زمین شناسی ایران، ۲۹۱ صفحه.

[۶] مطیعی، ه.، ۱۳۸۹، " مقدمه‌ای بر ارزیابی مخازن نفتی زاگرس (برای زمین‌شناسان)"، چاپ اول، آرین زمین، ۸۰۷ صفحه.

[۷] ربانی، ا، ر.، بنی اسد، ع، ر.، حسینی، ا.، و ده یادگاری، ا.، ۱۳۹۳، "مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نفت‌های میادین واقع در بخش ایرانی خلیج فارس"، مجله پژوهش نفت، سال بیست و چهار، شماره ۷۹، صفحه۱۰۷-۹۵.

[۸] Chung, H. M., Rooney, M. A., Toon, M. B. and Claypool, G. E., 1992, “Carbon isotopic composition of marine crude oils”, American Association of Petroleum Geologist Bulletin, 76, P 1000– 1007.

[۹] Hughes, W.B., Holba, A.G., Dzou, L.I.P., 1995, “The ratios of dibenzothiophene to phenanthrene and pristane to phytane as indicators of depositional environment and lithology of petroleum source rocks”, Geochimica et, Cosmochimica Acta, 59, P 3581–3598.

www.SID.ir