مطالعه ژئو شیمیایی سازندهای فراقون، سرچاهان و سیاهو و بررسی نقش آنها در زایش گاز در ناحیه فارس و بندرعباس

احمدرضا ربانی[i]، نرگس افشاری[ii]، مهدی خالقی[iii]

چکیده

سازند سیاهو، سرچاهان و فراقون در ناحیه فارس و بندر عباس با هدف ارزیابی ژئوشیمیایی این سازندها در زایش گاز با روش‌های مختلف ژئوشیمیایی مطالعه شده است..بر اساس نتایج راک – اول سازند سیاهو در کوه فراقون به دلیل پایین بودن درصد ماده آلی و پختگی بالا نمی تواند سنگ منشأ مناسب محسوب شود. این سازند با لیتولوژی شیلی درشرایط احیأ تا اکسیدی رسوب کرده و مخلوطی از مواد آلی خشکی و دریایی (کروژن نوع II و III) دارد. سازند سرچاهان فقط در منطقه کوه فراقون کیفیت مطلوب و ماده آلی نسبتاً مناسبی دارد. مطالعه پارامترهای مختلف بیومارکری نیز نشان می‌دهند که سازند سرچاهان در شرایط نیمه احیأ تا اکسیدی و محیط دریایی رسوب کرده و لیتولوژی شیلی دارد. بررسی نتایج راک – اول در نمونه‌های چاه نشان می‌دهد سازند سرچاهان فقط در چاه کوه سیاه – ۱ کیفیت و کمیت‌های لازم را برای تولید هیدروکربور دارد و از نظر پختگی نیز در منطقه نفت زایی قرار دارد.نتایج راک – اول وانعکاس ویترینیت سازند فراقون بیانگر این است که این سازند فقط در چاه کوه سیاه – ۱ شرایط لازم برای تولید هیدروکربور را دارد و می‌تواند به عنوان سنگ منشأ احتمالی هیدروکربور در این منطقه مطرح شود.

کلمات کلیدی

بیومارکر ، کروژن ، سنگ مادر

Geochemical Studies of Faraghun, Sarchahan and Siahu Formation and Evaluation Their Role in Gas Generation in Fars and Bandar-Abbas Regions

Ahmad Reza Rabbani[I], Narges Afshari[II], Mehdi Khaleghi[III]

ABSTRACT

Siahu, Sarchahan and Faraghun formations in Fars and Bandar-Abbas regions have been studied with different geochemical methods for evaluated their role in gas generation in the study area. On the basis of Rock-Eval result, Siahu formation in Kuh-e Faraghun cannot be as a suitable source rock because of its low percent of organic matter and high maturation. This formation with shaly lithology has mixed of terrestrial and marine organic matter and deposited in anoxic to oxic conditions. Sarchahan formation only in Kuh-e Faraghun area has a good quality and relatively suitable organic matter. The Study of different parameters of biomarker also shows that Sarchahan formation has deposited in suboxic to oxic condition in marine environment and has shaly-carbonate lithology. Rock-Eval result in well samples indicates that Sarchahan formation only in Kuh-e Siah well has enough qualities and quantities in order to generate hydrocarbon. Rock-Eval and vitrenite reflectance of Faraghun formation also show that this formation in well Kuh-e Siah-

[i] استادیار دانشکده مهندسی نفت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر: RABBANI@AUT.AC.IR
[ii] کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
[iii] کارشناس ارشد مدیریت اکتشاف و تولید وزارت نفت

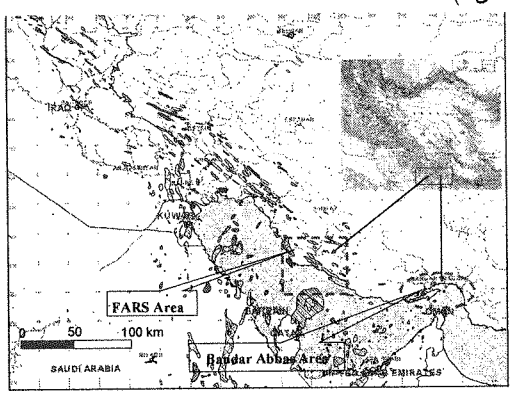
1 is able to produce hydrocarbon and can be introduced as the probable source rock of hydrocarbon in this area.

KEYWORDS:

Biomarker; kerogen; Source Rock

۱- مقدمه

بررسی رسوبات پالئوزوئیک در منطقه فارس و شمال بندرعباس از نظر ژئوشیمیایی و شناسایی سنگ منشأ یکی از مسائلی است که روشن شدن آن کمک زیادی به اهداف آتی اکتشاف می‌کند. ناحیه فارس با توجه به پتانسیل بالا برای اکتشاف منابع هدروکربوری مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. خصوصیات سنگ‌های منشأ در ناحیه فارس حکایت از توانمندی آنها برای تولید هیدروکربو دارد و سازندهای گروه دهرم در این ناحیه منابع عظیم گازی دارد. مطالعات انجام شده روی شیل‌های سیلورین در ایران نشان می‌دهد که این شیل‌ها در ناحیه فارس یکی از منابع احتمالی تولید ذخایر عظیم گازی گروه دهرم است. قرار گرفتن این شیل‌ها در اعماق زیاد و نداشتن رخنمون در بعضی از مقاطع از مهم‌ترین محدودیت‌های مطالعه این سازندهاست. سازند سیاهو، سرچاهان و فراقون در ناحیه فارس و بندرعباس در مقاطع، کوه گهکم و فراقون در شمال بندرعباس و کوه سورمه در ناحیه فارس و چاه‌های زیره-۱ ،کوه سیاه -۱، آغار غربی -۱ و گلشن -۳ در ناحیه فارس با استفاده از نتایج حاصله از راک- اول ، GC و GCMS و انعکاس ویترینیت (R_o) وضعیت هیدروکربورزایی سازندهای فراقون ، سرچاهان و سیاهو در نواحی ذکر شده مطالعه شده است (شکل۱).



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی نواحی مطالعه شده در ناحیه فارس و بندرعباس [1]

۲- زمین شناسی سازندهای مطالعه شده

سازند سیاهو:

نام این سازند از روستای سیاهو واقع در ۸۰ کیلومتری شمال بندرعباس گرفته شده است . برش نمونه این سازند در تنگ زاکین واقع در کوه فراقون و در فاصله ۲۳ کیلومتری شمال غربی روستای سیاهو قرار دارد.

ضخامت این توالی رسوبی در تنگ زاکین ۸۰۷ متر است. که قاعده سازند از ماسه سنگ کنگلومرا دار و الوان تشکیل شده است که بر روی تناوبی از لایه‌های شیل میکادار ،سیلتستون، ماسه سنگ و آهک ماسه ای و فسیل دار قرار می‌گیرد. سن این سازند اردویسین بالایی پیشنهاد شده است.

سازند سرچاهان :

نام این سازند از روستای سرچاهان گرفته شده است که در فاصله ۱۲۰ کیلومتری شمال بندر عباس و ۲۵ کیلومتری جنوب حاجی آباد قرار دارد .ضخامت سازند سرچاهان در برش الگو ۱۰۲ متر اندازه گیری شده است. از نظر سنگ شناسی از کنگلومرا ، ماسه سنگ، شیل و بین لایه هایی از آهک فسیل دار تشکیل شده است.این سازند در کوه فراقون در تنگ زاکین با ستبرای ۶۶ متر شیل تیره گراپتولیت دار بیرون زدگی دارد که به طور همشیب روی ماسه سنگ‌های قهوه‌ای رنگ سیاهو و با دگرشیبی فرسایشی زیر سازند فراقون قرار می‌گیرند . سن این سازند سیلورین زیرین پیشنهاد شده است.

سازند فراقون :

نام این سازند از کوه فراقون (تنگ زاکین)واقع در ۸۰ کیلومتری شمال بندر عباس اقتباس شده است.

ضخامت آن ۳۱۱ متر و لیتولوژی آن از رسوبات آواری شامل کنگلومرا، ماسه سنگ، سیلتستون و شیل همراه با لایه‌های کوچکی از آهک (در بخش فوقانی) تشکیل شده است. این سازند در کوه فراقون روی شیل‌های گراپتولیت دار سیلورین قرار داشته و از بالا به وسیله آهک‌های سازند دالان با سن پرمین پوشیده می‌شود. سن این واحد سنگی پرمین زیرین پیشنهاد شده است.این سازند در کوه کهگم همانند کوه فراقون با دگرشیبی فرسایشی روی شیل‌های تیره سیلورین قرار می‌گیرد.از نظر سنگ شناسی این سازند در ناحیه گهکم از ماسه سنگ‌های سفید، صورتی و قرمز همراه با لایه‌های کنگلومرا،شیل‌های تیره، خاکستری تا ارغوانی و آهک‌های نازک لایه تشکیل شده است . ضخامت این سازند در کوه گهکم ۲۴۰ متر است.

۳- متدهای استفاده شده

در مطالعه سازندهای مورد نظر برای بررسی نقش آنها در

زایش هیدروکربور از روش‌های ژئوشیمیایی ذیل استفاده شده است:

الف) روش پیرولیز راک-اول (Rock-Eval)

با استفاده از متد پیرولیز راک-اول می‌توان توانایی هیدروکربور زایی سنگ مادر را با اندازه گیری پارامترهای مربوطه مشخص کرد. اساس کار در این روش مبتنی بر تجزیه کمی ترکیبات اکسیژنه و هیدروکربورهایی است که در اثر تجزیه حرارتی نمونه در اتمسفر خنثی نظیر هلیوم تولید می‌شوند. روش پیرولیز با حرارت دادن نمونه انجام می‌گیرد. این حرارت سبب تکامل مصنوعی کروژن شده و مقدار کربنی؛ که قابلیت تبدیل شدن به هیدروکربور است، از مولکول کروژن جدا می‌شود. این دستگاه اطلاعات بسیار مفیدی در مورد نوع ماده آلی، پتانسیل نمونه، کل کربن آلی (TOC) و تحول حرارتی ماده آلی را در اختیار می گذارد. نمونه‌های سنگ می‌تواند به صورت کنده حفاری (Cotting) و مغزه (Core) و یا سطح الارضی باشد [۲].

ب) مطالعه با نور انعکاسی (Reflected Light) برای اندازه گیری انعکاس ویترینیت (%VR)

برای اندازه گیری مقادیرانعکاس ویترینیت، ابتدا باید با استفاده از اسیدهای HCL و HF، کروژن تخلیص شود. پس از انحلال کربنات‌ها با اسید کلریدریک، سیلیکات ها به وسیله اسید فلوریدریک و شناوری کروژن در مایع چگال کروژن استخراج و از آن قرص ضخیم تهیه و پس از سایش و صیقل با استفاده از میکروسکوپ انعکاسی مواد آلی مطالعه شده ومقادیر انعکاس ویترینیت اندازه گیری می‌شود. با مطالعه میکروسکوپی کروژن می‌توان به میزان پختگی سنگ منشأ و نوع هیدروکربور تولید شده پی برد [۵].

ج) روش کروماتوگرافی (GC)

گاز کروماتوگرافی با ستون‌های موئینه بلند، روش بسیار پرکاربردی برای مطالعه و کورلیشن نمونه‌های نفتی و مواد الی است. گاز کروماتوگرام‌ها به نوع ماده آلی و فرایندهای ثانویه مانند بلوغ حرارتی و تخریب میکروبی حساسیت نشان می‌دهند.

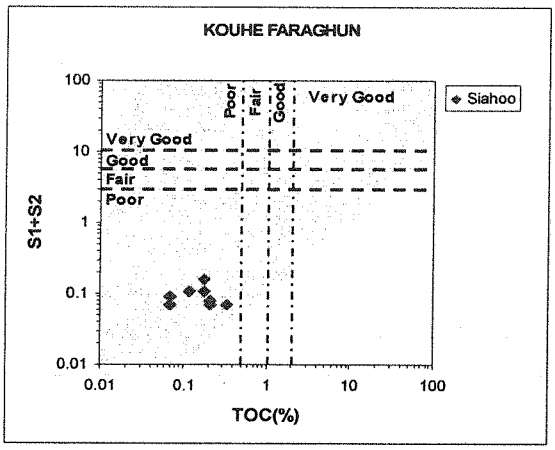
د) روش گاز کروماتوگرافی-طیف سنج جرمی (GC-MS)

نشانه های زیستی یا بیومارکرها، فسیلهای مولکولی پیچیده ایی هستند که از ارگانیسم های زنده مشتق شده و ساختمان شیمیایی اصلی آنها در طول مسیر تحول مواد آلی به نفت تغییر نمی‌کند و یا تغییرات اندکی در آن رخ می‌دهد؛ به دلیل اینکه بیومارکرها هم در نفت و هم در بیتومن‌های سنگ منشا قابل اندازه گیری است. آنها می‌توانند در تفسیر خواص سنگ منشا، شرائط محیط رسوبی و تدفین، بلوغ حرارتی سنگ یا نفت، درجه تخریب مولکولی، لیتولوژی و سن زمین شناسی اطلاعات مفیدی ارائه دهند [۴]، [۶] . روش گاز کروماتوگرافی – طیف سنج جرمی از روش های اصلی ارزیابی بیومارکرها است.

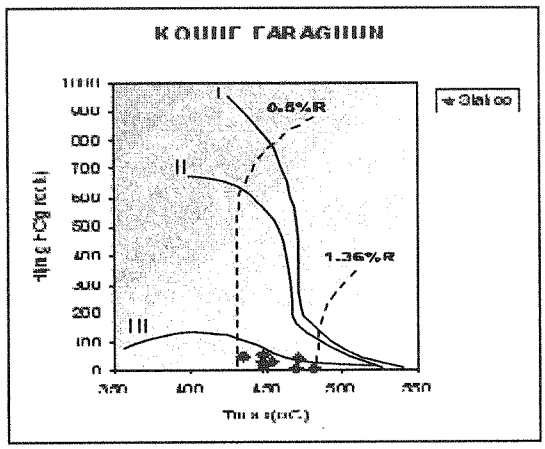
٤- نتایج حاصله و بحث

الف) سازند سیاهو (نتایج پیرولیز راک-اول)

سازند سیاهو در این مطالعه فقط در برش کوه فراقون (شمال بندرعباس) بررسی شده است و نتایج پارامترهای راک-اول آن در جدول (۱) آورده شده است. سازند سیاهو در کوه فراقون با توجه به داده‌های S_1 و TOC هیدروکربورهای درجازا دارد. میانگین مقادیرS2 و TOC این سازند به ترتیب ۰/۰۴ و ۰/۱ است که نشانگر توان هیدروکربورزایی بسیار ضعیف این سازند است (شکل۲). T_{max} نمونه‌ها بین ۴۳۵ – ۴۸۲ درجه سانتی‌گراد تغییر می‌کند. مقادیرT_{max} نشان می‌دهد که نمونه‌ها به بلوغ لازم رسیده‌اند. مقادیر HI نمونه ها نیز بین ۰- ۱۵۰ متغیر است . می توان با استفاده ازT_{max} و HI در نمودار ون– کرولن نوع کروژن را تعیین کرد (شکل۳).



شکل(۲): نمودار تغییرات S1+S2 در برابر درصد TOC به منظورارزیابی پتانسیل ژنتیکی سازند سیاهو در برش کوه فراقون



شکل (۳): تعیین نوع کروژن و بلوغ سازند سیاهو در دریاگرام ون-کرولن [۲]

ب) سازند سرچاهان (نتایج پیرولیز راک-اول)

نتایج میانگین مقادیر به دست آمده از آنالیز راک-اول نمونه‌های سرچاهان در جدول (۱) و (۲) آمده است. سازند سرچاهان در ناحیه فارس و بندرعباس به دو صورت مقاطع سطحی و نمونه های چاه بررسی شده است.

نمونه‌های سطحی از مقاطع کوه سورمه (Sw, SE flank) در ناحیه فارس و کوه فراقون و گهکم در ناحیه شمال بندرعباس و نمونه‌های چاه متعلق به چاه های کوه سیاه-۱ و گلشن-۳ و زیره -۱ در ناحیه فارس می‌باشند.

سازند	نام مقطع	Tmax(°c)	S_1	S_2	PI	TOC (%)	HI
سرچاهان	کوه سورمه (sw)	۵۰۵	۰،۱	۰،۲	۰،۳	۰،۱	۱۸۴
	کوه سورمه (SE)	۴۹۱	۰،۰۶	۰،۱	۰،۳	۰،۱	۱۸۹
	کوه فراقون	۴۵۹	۰،۱	۰،۲	۰،۵	۰،۹	۴۰
	کوه گهکم	۴۳۴	۰،۰۵	۰،۰۶	۰،۹	۰،۳	۱۸
سیاهو	کوه فراقون	۴۵۶	۰،۰۶	۰،۰۴	۰،۶	۰،۱	۲۵

جدول(۱): میانگین داده های راک – اول سازند سرچاهان و سیاهو در مقاطع مطالعه شده

الف- مقاطع سطحی

بر اساس پارامترهای S1 و TOC هیدروکربورهای آزاد اندازه گیری شده برای کلیه برش‌ها درجازاست .مقادیر TOC از ۰/۰۶ تا ۰/۹ تغییر می کند . بالاترین مقادیر TOC سازند سرچاهان در کوه فراقون دیده می‌شود. میانگین S1 سازند سرچاهان در برش‌های مطالعه شده از ۰/۰۵ تا ۰/۱ mgHC/grock تغییر می‌کند و بیشترین مقدار S1 در کوه سورمه (SW Flank) و کوه فراقون دیده می‌شود. میانگین S2 سازند سرچاهان در برش‌های مورد مطالعه از ۰/۰۶تا ۰/۲ mgHC/grock متغیر است . S_2 بیشترین مقدار را در برش کوه سورمه (SW Flank) و کوه فراقون دارد. که نشان دهنده توانایی ضعیف این سازند در این مقاطع می‌باشد(جدول ۱). میانگین T_{max} سازند سرچاهان در این مقاطع بین ۵۰۵ -۴۳۴ درجه سانتی‌گراد تغییر می‌کند که بالاترین مقدار را برش کوه سورمه (SW Flank) و کمترین مقدار را برش کوه گهکم دارد. این امر نشان می‌دهد نمونه‌ها در تمامی مقاطع در مرحله Over matur و گاز زایی قرار گرفته اند . مقادیر HI نیز از ۱۸ تا ۱۸۹ mgHC/gTOC متغیر است که بالاترین مقدار را برش کوه سورمه (SE Flank) دارد و مواد آلی موجود در این سازند مخلوطی از مواد آلی تیپ III و II می‌باشد(شکل ۴، ۵).

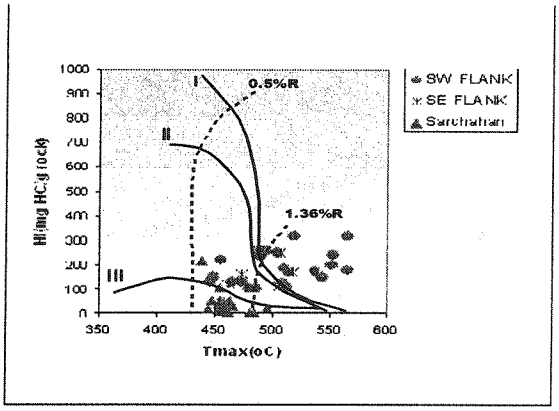
ب) نمونه های چاه

میانگین S1 سازند سرچاهان در چاه‌های مورد مطالعه شده بین ۰/۱ تا۵/۴ mgHC/grock متغیر است. بیشترین مقدار S1 به چاه کوه سیاه -۱ مربوط است. میانگین TOC سازند سرچاهان بین ۰/۱ تا ۱/۶۳ متغیر است که بالاترین مقادیر TOC سازند سرچاهان به چاه کوه سیاه-۱ مربوط است (جدول۲). بر اساس مقادیر S1 و TOC نمونه‌های سازند سرچاهان در چاه کوه سیاه -۱ دارای هیدروکربورهای غیر درجازا و در چاه گلشن -۳ و زیره -۱ دارای هیدروکربورهای درجازا می‌باشد . میانگین S2 سازند سرچاهان در این چاهها بین ۰/۰۶ تا ۸/۵ mgHC/grock متغیر است که بیشترین مقدار S2 به چاه کوه سیاه-۱ مربوط است. با توجه به مقادیر TOC و S1 و S2 سازند سرچاهان در چاه کوه سیاه -۱ بهترین توان هیدروکربورزایی موجود است و چاه زیره-۱ و گلشن-۳ در رده بعدی قرار می‌گیرند . از نظر HI نمونه‌های سازند سرچاهان در چاه کوه سیاه -۱ بالاترین مقدار است. نمودار HI در برابر T_{max} نشانگر کروژن نوعII در کوه سیاه-۱ و کروژن نوعII و IIIدر چاه زیره -۱ وکروژن نوع III در گلشن -۳ برای سازند سرچاهان می‌باشد.

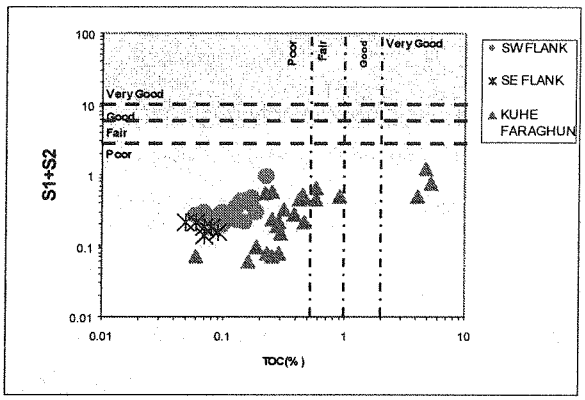
مقادیرT_{max} نمونه‌های مورد مطالعه شده نشان می‌دهد این سازند در چاه کوه سیاه-۱ در پنجره نفت زایی در چاه زیره -۱ در ابتدای پنجره نفت زایی در چاه گلشن-۳ در مرحله نابالغ قرار دارد.

سازند	چاه	عمق متر	Tmax(°c)	S_1	S_2	PI	TOC(%)	HI
سرچاهان	گلشن #۳	۳۷۶۰-۳۷۳۰	۳۱۳	۰،۱	۰،۰۴	۰،۷	۰،۱	۴۰
	کوه سیاه #۱	۳۸۱۰-۳۶۶۰	۴۴۲	۵،۴	۸،۵	۰،۴	۱،۶۳	۴۰۵
	زیره #۱	۳۳۸۰-۳۳۲۰	۴۲۴	۰،۷	۰،۶	۰،۵	۰،۳	۱۷۷

جدول (۲): میانگین داده های راک – اول سازند سرچاهان در چاههای مطالعه شده



شکل(۴): نمودار تغییرات S1+S2 در برابر درصد TOC به منظورارزیابی پتانسیل ژنتیکی سازند سرچاهان در مقاطع مطالعه شده



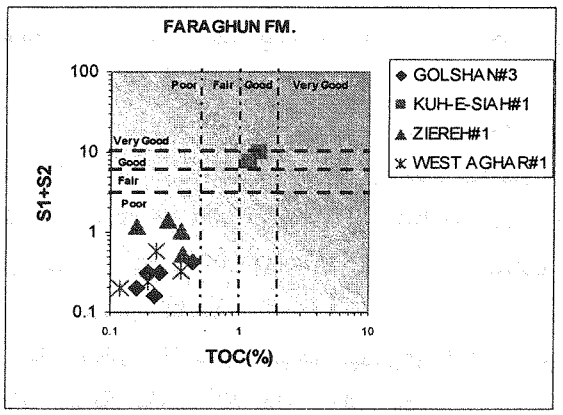
شکل (۵): تعیین نوع کروژن سازند سرچاهان در دیاگرام ون – کرولن

ج) سازند فراقون (نتایج پیرولیز راک-اول)

این سازند فقط در نمونه های چاه مطالعه شده قرار گرفتند. مقادیر میانگین S1 سازند فراقون در چاههای مورد نظر از ۰/۱ تا ۲/۲ mgHC/grock متغیر است .بیشترین مقدار به چاه کوه سیاه -۱ مربوط است. میانگین TOC بین ۰/۲ تا ۱/۳ متغیر می‌باشد(جدول۳) . بر اساس مقادیر S2,TOC سازند فراقون در چاههای کوه سیاه-۱ و زیره -۱ دارای هیدروکربورهای غیر درجازا و در چاههای آغار غربی-۱ و گلشن -۳ دارای هیدروکربورهای درجازا است . میانگین S2 بین ۰/۱ تا ۶/۵ mgHC/grock است که بیشترین مقدار S2 مربوط به چاه کوه سیاه -۱ میباشد .نمودار S1+S2 در برابر TOC نشان می‌دهد که سازند فراقون فقط در چاه کوه سیاه-۱ توان هیدروکربورزایی بالایی دارد(شکل۶). .همانطور که در شکل ۷ دیده میشود سازند فراقون در چاه کوه سیاه -۱ دارای کروژن نوعII ودر بقیه چاهها دارای کروژن نوع IIIمی‌باشد . پارامترT_{max} نشان می‌دهدکه سازند فراقون در چاه کوه سیاه-۱ در مرحله نفت زایی و در چاههای دیگر در مرحله نابالغ قرار گرفته است .

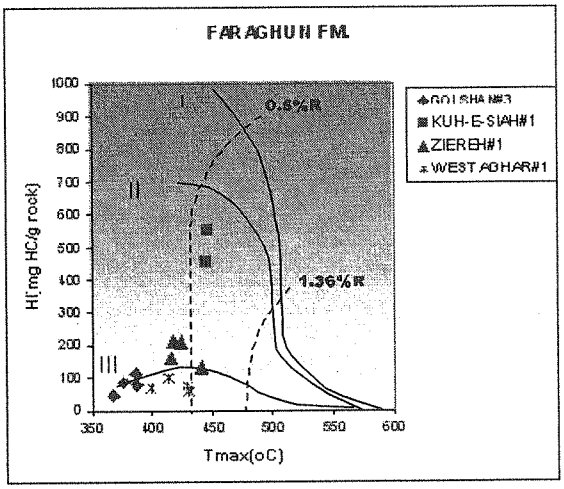
سازند	نام چاه	عمق متر	Tmax(°c)	S_1	S_2	PI	TOC(%)	HI
فراقون	گلشن #۳	-۳۵۴۰ ۳۶۱۰	۳۷۲	۰،۱	۰،۱	۰،۳	۰،۲	۷۲
	کوه سیاه #۱	-۳۶۲۰ ۳۶۴۵	۴۴۵	۲،۲	۶،۵	۰،۲	۱،۳	۵۰۲
	زیره #۱	-۳۲۰۰ ۳۳۰۰	۴۲۴	۰،۵	۰،۵	۰،۵	۰،۲	۱۷۷
	آغار غربی #۱	-۴۷۱۲ ۴۸۷۰	۴۱۸	۰،۱	۰،۱	۰،۵	۰،۲	۷۳

جدول (۳): میانگین داده های راک – اول سازند فراقون در چاههای مطالعه شده



شکل(۶): نمودار تغییرات S1+S2 در برابر درصد TOC به منظورارزیابی پتانسیل ژنتیکی سازندفراقون درچاههای مطالعه

شده



شکل(۷): تعیین نوع کروژن و بلوغ سازند فراقون در دیاگرام ون - کرولن

- بررسی نتایج Ro%

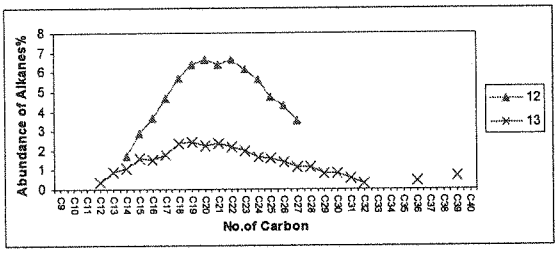
میانگین R_o% سازند سیاهو در برش کوه فراقون برابر ۱/۲۴ است. میانگین R_o% سازند سرچاهان در چاه زیره-۱ برابر ۰/۸۵ و در نمونه‌های سطحی کوه سورمه ۱/۷۳ (SW) ، ۱/۹۵ (SE) و در نمونه‌های کوه گهکم برابر ۱/۳۴ در کوه فراقون در چاه آغار غربی -۱ برابر ۱/۳۴ است این مقادیر نشان می‌دهد سازندهای مورد مطالعه شده بالغ بوده و در اواخر پنجره نفت زایی و در مرحله تولید گاز قرار دارند.

- نتایج حاصل از آنالیز گاز کروماتوگرافی(GC)

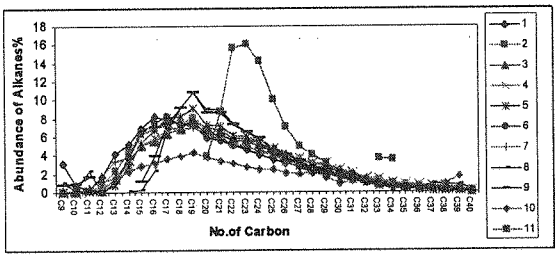
نتایج آنالیز GC بر روی نمونه‌های سازند سرچاهان در کوه فراقون نشان می‌دهد که آلکان‌های نرمال ، غالبا" بین C9- C25 فراوانی داشته و بیانگر منشأ جلبکی دریایی است(جدول۴ و شکل۸) .مقادیر اندیس CPI (۱/۰۴-۰/۹) نشان می‌دهد مواد آلی سازند مطالعه شده بالغ است. نسبت Pr/Ph (۱/۶۶-۰/۷) نمونه‌ها نشان دهنده محیط نیمه احیا تا اکسیدی حاکم بر محیط رسوبگذاری مواد آلی است.

در نمودار توزیع الکان‌های نرمال سازند سرچاهان در کوه گهکم آثار تخریب در نمونه ها دیده می شود(شکل‌های ۸و۹). آلکان‌های نرمال C10-C19 و پریستان و فیتان در نمونه ۱۱ از بین رفته اند . مقادیر CPI (۱/۰۸-۰/۸۹) نمونه ها مطالعه شده نشانگر بالغ نمونه هاست .

نتایج آنالیز GC سازند سیاهو (جدول۴و شکل ۹) در کوه فراقون نشانگر تخریب آلکان‌های نرمال است.



شکل(۸): روند توزیع آلکان‌های نرمال سبک ۱۱ نمونه متعلق به سازند سرچاهان در کوه فراقون و گهکم



شکل (۹): روند توزیع آلکان‌های نرمال سبک دو نمونه از سازند سیاهو در کوه فراقون

- نتایج گاز کروماتوگرافی-طیف سنج جرمی

داده‌های حاصل از مطالعه بیومارکری (خانواده استران‌ها و هوپان‌ها) سازندهای مطالعه شده در جدول (۵) نشان داده شده است.

۱- سازند سرچاهان

میزان نسبت استرن‌های نامنظم (DIA/REG) در این سازند مقادیر بیش از ۱ را نشان می‌دهد و بیانگر لیتولوژی غالب شیلی در این سازند بوده و مقادیر نسبت پارامترهای Tm/Ts و NOR/HOP نیز این مطلب را تایید می‌کند. بر اساس مقایسه نسبت TS/TM میزان بلوغ مواد آلی سازند سرچاهان در مقایسه با سیاهو کمتر است (اشکال۱۰ تا ۱۳). دیاگرام مثلثی استران‌های نرمال نشان‌دهنده شرایط محیط دریایی در زمان رسوبگذاری نمونه هاست [۵]، [۶] (شکل ۱۴).

در مقطع کوه گهکم پارامترهای مختلف بیوماکری مانند نسبت C29/C30 هوپان، TS/TM و H35/H34 در مواد آلی این سازند نیز بیانگر شیلی بودن و بلوغ موادالی سازند سرچاهان در منطقه مطالعه شده است. حضور مورتان نیز نشانگر ورود مواد گیاهی خشکی به محیط رسوبگذاری است. دیاگرام مثلثی استران‌های نرمال (شکل ۱۴) محیط دریایی باز و کروژن نوع II و III را نشان میدهد [۳] تا [۶] .

جدول ۴: نتایج گاز کروماتوگرافی سازند سرچاهان و سیاهو در نواحی مطالعه شده

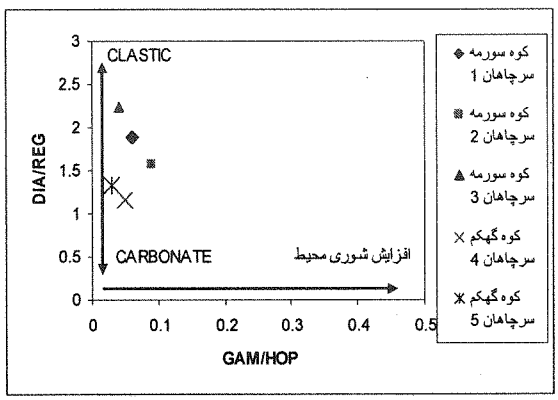
SEC.	فراقون									کوه گهکم		فراقون	
FM.	سازند سرچاهان											سازند سیاهو	
No.of Sample.	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
C9	۳،۰۸	۰،۰۶	۰،۱۷	۰،۰۶	۰،۱۱	۰،۰۳	۰،۱۳	۱،۰۸	۰،۷۹	×××	×××	×××	×××
C10	۰،۸۲	۰،۰۴	۰،۱۱	۰،۰۴	۰،۰۸	۰،۰۹	۰،۰۸	۰،۲۴	۰،۹۱	×××	×××	×××	×××
C11	۰،۲	۰،۰۹	۰،۳۸	۰،۱۶	۰،۲۱	۰،۰۸	۰،۲۶	۲،۳۵	۱،۶۶	×××	×××	×××	×××
C12	۱،۶۹	۰،۸۲	۰،۲۲	۰،۳۸	۰،۰۸	۰،۰۵	۱،۷۸	۰،۰۸	×××	۱،۱۹	×××	×××	۰،۳۸
C13	۴،۲۲	۲،۳۲	۱،۵۶	۱،۵۶	۰،۷۵	۱،۱۲	۳،۳۷	×××	×××	۱،۵۴	×××	×××	۰،۸۷
C14	۵،۲	۴،۴۸	۳،۵۲	۳،۱۵	۲،۸۴	۳،۷۹	۳،۷۹	۰،۰۸	×××	۲،۲۵	×××	۱،۷۵	۱،۰۶
C15	۶،۸۸	۶،۲۱	۵،۰۸	۵،۰۵	۵،۳۲	۶،۴۲	۶،۹۷	۰،۲	۱،۲	۲،۹	×××	۲،۸۹	۱،۵۷
C16	۸،۲۵	۶،۸۵	۵،۶۷	۵،۸۵	۶،۸	۷،۵۹	۷،۰۶	۲،۳۲	۳،۸۶	۳،۱	×××	۳،۶۴	۱،۵۵
C17	۷،۸۵	۷،۵۴	۶،۴۳	۶،۶	۸،۱۵	۸،۱۷	۷،۲	۶،۷۷	۳،۳۷	۳،۶۹	×××	۴،۶۷	۱،۷۷
C18	۷،۲۹	۷،۴۵	۶،۸۵	۷،۲۳	۸،۱۷	۷،۳	۶،۸	۹،۰۹	۹،۰۸	۳،۹۴	×××	۵،۷۱	۲،۳۴
C19	۷،۳۳	۸،۰۹	۷،۶۷	۷،۳	۹،۱۹	۷،۷۴	۷،۰۵	۱۰،۷۷	۱۰،۸۲	۴،۳۴	×××	۶،۴	۲،۴۵
C20	۵،۹۱	۶،۷۸	۷،۰۸	۶،۵۶	۷،۲۶	۶،۲۹	۶،۲۶	۸،۹۵	۸،۶۷	۳،۸	۳،۹۷	۶،۶۷	۲،۲۶
C21	۵،۵۵	۵،۹۶	۶،۶۴	۶،۱۹	۷،۱۶	۶،۲۴	۵،۷۱	۸،۹۷	۸،۶	۳،۴۴	۸،۸	۶،۴	۲،۴
C22	۵،۱۲	۵،۰۷	۵،۹۳	۵،۵۵	۶،۰۷	۵،۵۵	۵،۱۱	۷،۴۵	۷،۳	۳،۱۹	۱۵،۶۵	۶،۶۷	۲،۲
C23	۴،۵۸	۵،۱۱	۵،۷۵	۵،۴۲	۶،۰۴	۵،۴۹	۴،۹۲	۶،۵۶	۶،۵	۲،۷۹	۱۶،۱	۶،۱۲	۱،۹۶
C24	۴،۰۵	۴،۲۷	۵،۲۱	۴،۹۸	۵،۳۵	۴،۹۲	۴،۴۵	۵،۶۸	۵،۸۴	۲،۴۹	۱۴،۱۷	۵،۶۴	۱،۶۵
C25	۳،۲۵	۴	۴،۷۳	۴،۷۲	۴،۳۵	۴،۵	۴،۱۶	۴،۷۹	۴،۵	۲،۵۴	۱۰،۰۴	۴،۷۴	۱،۵۷
C26	۳،۱۳	۳،۱۷	۴،۰۱	۴،۰۱	۳،۶۷	۳،۷۱	۳،۴۲	۴	۴،۰۱	۲،۰۴	۷	۴،۲۶	۱،۳۸
C27	۲،۷۷	۲،۷۲	۳،۵۶	۳،۶۱	۲،۹۲	۳،۲	۳،۰۲	۳،۳۹	۳،۳۳	۱،۹۴	۴،۹۵	۳،۵	۱،۱۷
C28	۲،۱۵	۲،۳۶	۳،۰۵	۳،۱۲	۲،۳۴	۲،۶۲	۲،۵۶	۲،۴۹	۲،۴۵	۲،۲	۴،۰۱	×××	۱،۱۷
C29	۱،۹۹	۲،۴۳	۳،۰۱	۳،۱۷	۲،۱	۲،۷۷	۲،۴۵	۲،۱۹	۲،۴	۱،۵۴	۳،۱۵	×××	۰،۸۳
C30	۱،۶۳	۱،۸۲	۲،۳۲	۲،۴۸	۱،۸۴	۲،۱۱	۱،۸۲	۱،۵۳	۱،۶۷	۰،۹۵	×××	×××	۰،۸۳
C31	۱،۴۳	۱،۶۶	۱،۹	۲،۱۳	۱،۳	۱،۷۷	۱،۵۱	۱،۳۲	۱،۳۳	۱،۲	×××	×××	۰،۵۷
C32	۱،۰۴	۱،۲۹	۱،۴۵	۱،۶۳	۱،۱	۱،۲۹	۱،۱۴	۰،۹۶	۰،۸۶	۱،۳۵	×××	×××	۰،۳۵
C33	۰،۸	۱،۲۴	۱	۱،۴۱	۰،۶۹	۰،۸۷	۰،۷۸	۰،۶۸	۰،۷۵	۱،۰۹	۳،۶۶	×××	×××
C34	۰،۴۷	۰،۹۷	۰،۸۵	۱،۰۸	۰،۴۲	۰،۶۵	۰،۶۴	۰،۵۷	۰،۵۵	۱،۰۹	۳،۵۶	×××	×××
C35	۰،۴	۰،۷۵	۰،۶۳	۰،۹۳	۰،۳۴	۰،۴۶	۰،۴۸	۰،۳۶	۰،۴۵	×××	×××	×××	×××
C36	۰،۲۸	۰،۶	۰،۵۱	۰،۷۸	۰،۲۵	۰،۲۸	۰،۴۵	۰،۳۸	×××	×××	×××	×××	۰،۴۶
C37	×××	۰،۴۷	۰،۴۷	۰،۶	۰،۱۷	۰،۲۱	۰،۳۸	۰،۸۹	×××	×××	×××	×××	×××
C38	×××	۰،۵۲	۰،۴۴	۰،۶۵	۰،۱۲	۰،۱	۰،۴۵	۰،۸۳	×××	۰،۹۴	×××	×××	×××
C39	×××	۰،۲	۰،۳۳	۰،۴۲	۰،۰۷	۰،۰۸	۰،۳۱	۰،۷۷	×××	۱،۶۹	×××	×××	۰،۶۹
C40	×××	۰،۰۸	۰،۱۲	۰،۱۳		۰،۰۶	۰،۱۶	۰،۲۲	×××	×××	×××	×××	
CPI	۱،۰۲	۱،۰۷	۱،۰۲	۱،۰۴	۱،۰۱	۱،۰۴	۱،۰۳	۱،۰۱	۰،۹	۱،۰۸	۰،۸۹	۱،۰۸	۱،۰۳
Pr/Ph	۱،۶۶	۱،۱	۱،۰۷	۱،۰۸	۱،۲۲	۱،۵۳	۱،۱۶	۰،۷۹	۰،۸۷	×××	×××	×××	۱،۲۳
Pr/n-c17	۰،۱۷	۰،۳۱	۰،۲۵	۰،۲۳	۰،۳۴	۰،۲۱	۰،۲۱	۰،۲۵	۰،۳۱	×××	×××	×××	۱،۶۷
ph-c 18	۰،۱۱	۰،۲۸	۰،۲۲	۰،۱۹	۰،۲۸	۰،۱۵	۰،۱۹	۰،۲۴	۰،۲۹	×××	×××	×××	۱،۱۸

جدول ۵: نتایج اندازه گیری پارامترهای مختلف بیومارکر

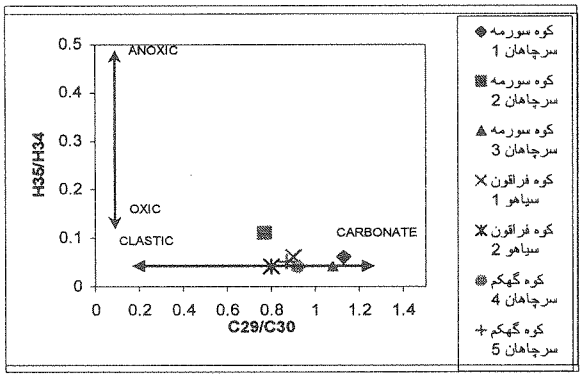
SECTION	کوه سورمه			کوه گهکم		کوه فراقون	
FORMATION	سرچاهان			سرچاهان		سیاهو	
No. of Sample	1	2	3	4	5	1	2
Age	سیلورین زیرین					اردویسین بالایی	
C31HSR	۰،۵۹	۰،۶۱	۰،۶۱	۰،۵۲	۰،۵۴	۰،۵۷	۰،۵۸
C29SR	۰،۳۹	۰،۳۹	۰،۳۸	۰،۲۳	۰،۲۴	×××	×××
C29BAA	۰،۵۶	۰،۴۷	۰،۵۲	۰،۴۱	۰،۳۵	×××	×××
C29ter	۰،۴۱	۰،۴۳	۰،۵۲	۰،۳۵	۰،۴۳	×××	×××
C28ter	۰،۳۵	۰،۲۲	۰،۲۱	۰،۲۶	۰،۱۸	×××	×××
C29ter	۰،۴۳	۰،۳۴	۰،۲۶	۰،۳۸	۰،۳۷	×××	×××
C29S/R	۰،۶۵	۰،۶۴	۰،۵۸	۰،۳	۰،۳۲	×××	×××
GAM/HOP	۰،۰۶	۰،۰۹	۰،۰۴	۰،۰۵	۰،۰۳	۰،۰۴	۰،۰۵
DIA/REG	۱،۸۸	۱،۵۷	۰۲،۲۵	۱،۱۷	۱،۳۴	×××	×××
Ts /Tm	۰،۹۵	۰،۷۶	۰،۹۵	۰،۵۷	۰،۸	۱،۲	۱،۳۵
NOR/HOP	۱،۱۳	۰،۷۷	۱،۰۸	۰،۹۲	۰،۸۷	۰،۹	۰،۸
C31HSR	۰،۰۶	۰،۵۷	۰،۵۷	۰،۴۴	۰،۴۶	۰،۵۷	۰،۵۷
H35/H34	۰،۰۶	۰،۱۱	۰،۰۴	۰،۰۴	۰،۰۵	۰،۰۶	۰،۰۴
MOR/HOP	۰،۰۹	۰،۱۲	۰،۰۷	۰،۲۱	۰،۱۷	۰،۱۳	۰،۴۴

۲- سازند سیاهو

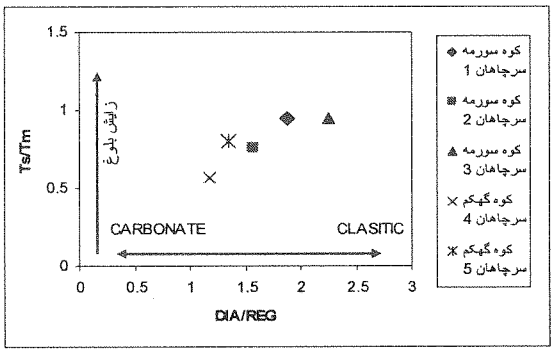
در این سازند بخشی از پارامترهای بیومارکری به علت تخریب قابل اندازه گیری نیست. ولی پارامترهای هوپان C29/C30، TS/TM و H35/H34 نشانگر لیتولوژی شیلی و بلوغ بیشتر مواد آلی سازند سیاهو در مقایسه با سازند سرچاهان در منطقه مطالعه شده است.



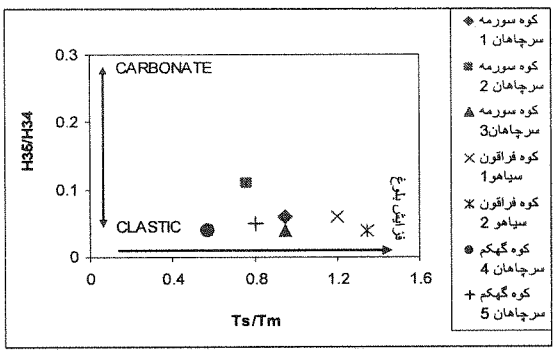
شکل (۱۰): شناسایی نوع محیط رسوبی با تغییرات شاخص گاماسران



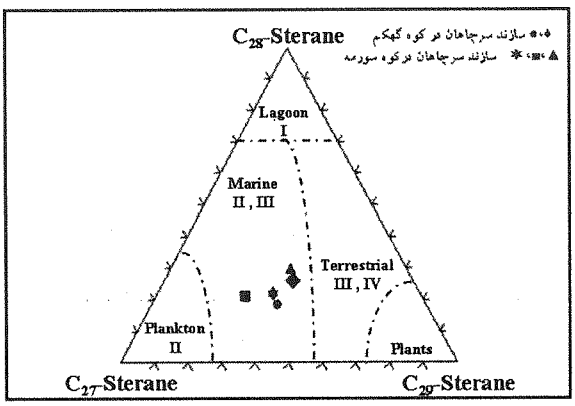
شکل (۱۱): نمودار C29/C30 در مقابل H35/H34 برای نمونه مطالعه شده



شکل (۱۲): نسبت TS/TM و DIA/REG برای تعیین لیتولوژی سنگ



شکل(۱۳): نمودار تغییرات نسبت H35/H34 در مقابل TS/TM



شکل(۱۴): پلات مقادیر استران‌های C27, C28, C29 نمونه های سازند سرچاهان در کوه سورمه و کهگم برای تعیین نوع محیط

۵- نتیجه گیری

- پارامترهای ژئوشیمیایی نشان می‌دهد سازند سیاهو توان هیدروکربورزایی اندک بوده و از نظر بلوغ در مرحله گاززایی است؛ ولی به علت اندک بودن میزان مواد آلی توانایی چندانی در زایش گاز ندارد.

- سازند سرچاهان در برش‌های کوه سورمه (SE Flank و SW) و کوه کهگم به دلیل پایین بودن مقادیر TOC و پختگی زیاد، توان تولید هیدروکربور را ندارد؛ ولی این سازند در برش کوه فراقون با توجه به نتایج ژئوشیمیایی بهترین توان هیدروکربورزایی را دارد. در نمونه های چاه، سازند سرچاهان در چاه کوه سیاه-۱ دارای شرایط مناسب برای تولید هیدروکربور است.

- براساس نتایج به دست آمده، سازند فراقون فقط در چاه کوه سیاه۱ توان هیدروکربورزایی دارد و در بقیه چاه ها به دلیل پایین بودن مقادیر TOC و S_2 و T_{max} فاقد شرایط مناسب هیئرورکربورزایی می‌باشد.

۶-منابع

1 نرگس افشاری با "بررسی ژئوشیمیایی سازند های فراقون،سرچاهان و سیاهو در زایش گاز در ناحیه فارس و بندر عباس" ،پایانامه کارشناسی ارشد، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

2 **Bordenve, M.L.,** 1993 applied petroleum geochemistry, Paris Editios, Technip, 524p

3 **Grantham. P.J. and Wakefield. L.L.** (1988) " Variation in the sterane carbon number distributions of the marine source rock derived oils through geological time'. Organic Geochemistry, vol. 12.

4 **Hunt, J.W.** 1995 petroleum geochemistry and geology, 2nd ed. NewYourk, W.H. Freeman and company, 743p.

5 **Peters, K.E. , M.E. Clark, U. Das Gupta M.A. McCffrey, and C.Y. Lee.,** 1995 Recognition of an inforancambrian source rock based on biomarker in the Baghewala-1, India., AAPG Bulletin, V. 79 No 10 P. 1481-1494.

6 **Peters, K.E. Moldowan, L.M.,** 1993 The biomarker guide: interpreting molecular fossil in petroleum and ancient sediments: Englewood Cliffs, New jersey, Prentice Hall, 363p.