نشریه علمی–پژوهشی زمین شناسی نفت ایران
Iranian Joural of Petrolum Geology

سال هفتم، شماره۱۳، بهار و تابستان ۱۳۹۶ص۶۳-۷۷
No. 13, Spring & Summer 2017, pp 63-77

بررسی خصوصیات ژئوشیمیایی و ارزیابی پتانسیل هیدروکربن زایی سازندهای گورپی و پابده درتعدادی از میادین واقع در شمال غرب خلیج فارس

آرزو کرمی[۱*]، محمدرضا کمالی[۲]، محمود معماریانی[۳]، احسان حسینی[٤]

[۱]کارشناس ارشد زمین شناسی نفت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات تهران

[۲]دانشیار پژوهشگاه صنعت نفت تهران

[۳]استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

[٤]کارشناس ارشد شرکت نفت فلات قاره ایران

*Arezookarami19@gmail.com

دریافت تیر ۱۳۹۶، پذیرش مهر ۱۳۹۶

چکیده

امروزه می توان گفت که بهترین ابزارها و روش ها جهت ارزیابی ژئوشیمیایی سنگ های منشاء استفاده از آنالیز راک- ایول میباشد. در این مطالعه به منظور ارزیابی ویژگی های ژئوشیمیایی سازند های گورپی و پابده در میادین بینک، درود و هندیجان آنالیز های ژئوشیمیایی(آنالیز مقدماتی شامل پیرولیز راک- ایول) روی ۲۷ نمونه از خرده های حفاری صورت گرفت. نتایج پیرولیز راک- ایول نشان داد که با بررسی شاخص مهاجرت و میزان آلودگی نمونهها قسمت اعظم نمونهها در ناحیه زایش درجازا بوده که آغشتگی مواد آلی با کروژن نمونهها رخ نداده است. نوع کروژن در سنگ های منشاء سازند گورپی و پابده در میدان بینک از نوع II ،III و ترکیبی از این دونوع می باشد که در میدان درود تمایل بیشتر به کروژن نوع II (توانایی تولید نفت بیشتر) می باشد. اندازه گیری مقادیر TOC سازند گورپی و پابده در میدان بینک نشان می دهد سنگ های کاندید منشاء از نظر ماده آلی فقیر است و نمونه های سازند گورپی در میدان درود حاوی ماده آلی کافی بوده و درجه بلوغ بالایی را نشان می دهد (ابتدای پنجره نفت زایی)، باتوجه به اینکه نمونه های سازند پابده درمیدان هندیجان TOC بالایی دارد ولی از نظر پختگی مواد آلی در انتهای مرحله دیاژنز قرار دارد و وارد مرحله پنجره نفتزایی نشده است بنابراین نمیتواند به عنوان سنگ منشأ اصلی مولد هیدروکربنی سیال نفت عمل نموده باشد. در مجموع سازند گورپی و پابده در اکثر نمونه ها محدوده زون نفتی را نشان می دهد و بیشترین پتانسیل تولید مربوط به سازندگورپی در میدان درود می باشد که میتواند به عنوان سنگ منشاء در شارژ مخزن فوقانی ایفای نقش کند. نوع رخساره آلی تعیین شده برای سازندهای گورپی و پابده در میادین بینک و درود شرایط اکسیدان و نیمه احیایی و سازند پابده در میدان هندیجان شرایط احیایی را نشان می دهد که نماینگر محیط دریایی و حدواسط است.

کلمات کلیدی: سازند های گورپی و پابده، بلوغ مواد آلی، میادین نفتی بینک، درود و هندیجان، پتانسیل تولید.

مقدمه

یکی از ارکان اصلی هر سیستم نفتی، سنگ منشأ است. بنابراین شناسایی سنگ مادر و وضعیت آن در هر سیستمی ضروری است درک این مطلب نه تنها مانع از انجام حفاری در نواحی فاقد پتانسیل هیدروکربن می گردد بلکه از اتلاف سرمایه نیز جلوگیری می کند. مطالعات ژئوشیمیایی به شناسایی سنگ های منشاء موثر، پتانسیل و بلوغ آنها، نوع کروژن و خصوصیات ماده آلی، نوع هیدروکربن تولیدی از سنگ های منشاء، نحوه ارتباط سنگ های منشاء با هیدروکربنهای مخازن، بررسی عوامل ثانویه بر روی هیدروکربنها و چشمه های نفتی و طبقه بندی آنها و ارائه مدل های حوضه ای از سیستم نفتی در ناحیه مورد مطالعه می پردازد[۱۸]. در این مطالعه سعی شده است به تعبیر و تفسیر پتانسیل هیدروکربنی سازند گورپی و پابده در میادین بینک، درود و هندیجان و ارزیابی محیط رسوبی رخساره های غنی از ماده آلی با استفاده از داده های به دست آمده از پیرولیز راک–ایول برای ارائه الگوی ناحیه های بلوغ حرارتی، بازسازی تاریخچه تدفین رسوبات و مدلسازی ژئوشیمیایی به منظور تعیین پنجره های نفت و گاز زایی در میادین مورد نظر و در نهایت معرفی مناطق پتانسیل دار هیدروکربنی در ناحیه خلیج فارس که از اهداف مشخص تحقیق می باشد، پرداخت.

تاریخچه مطالعات ژئوشیمی در ایران به سالهای ۱۹۳۲–۱۹۴۱ برمی گردد که توسط لس(Less) بروی نفت های خام وبیتومن آن محدوده انجام گرفت . درسال ۲۰۰۲ شرکت نفتی توتال با همکاری شرکت نفت ملی ایران ارزیابی ژئوشیمیایی ازکل میادین واقع در خلیج فارس انجام داد و در سال ۲۰۰۲ اشکان با مطالعه بروی سازند گدوان در میادین واقع در شمال غرب تا شرق خلیج فارس نتیجه گرفت سازند گدوان به مرحله تولید نفت رسیده است. مطالعه ارزیابی و بررسی ژئوشیمیایی سنگهای منشأ در ایران در ارتباط با خصوصیات و ترکیبات شیمیایی سنگ منشأ، به وسیله (Bordenevo,Borwood,1990) [۸]، برای مطالعات ژئوشیمی سنگ منشأ احتمالی زاگرس و نفت‌های مخازن متعدد و در نهایت تطابق میان نفت‌ها و سنگ‌های منشأ در حوضه رسوبی زاگرس صورت گرفت، که از مدرنترین دستگاهها برای آنالیز سنگ منشأ پابده، گورپی، کژدمی و سرگلو به وسیله راک– ایول وکروماتوگراف گازی (که باطیف سنجی جرمی برای مطالعه بیومارکرهای آلی سنگ ها ونفت ها به کار گرفته شده است) ودستگاه ایزوتوپ کربن ۱۳و هیدروژن استفاده شده است.

محمد صادقی محمد رضا کمالی، رضاقوامی ریابی، بیوک قربانی، محمد کسایی نجفی (۱۳۹۱)[۲]، با بررسی پتانسیل هیدروکربنی سازند های ایلام، لافان و سروک در میدان نفتی نصرت واقع در جنوب شرق خلیج فارس با استفاده از داده-های حاصل از پیرولیز راک –ایول و کروماتو گرافی گازی به ارزیابی ویژگی‌های ژئوشیمیایی سازندهای پابده وگورپی در میدان نفتی نصرت پرداختند.

عبدالفیاض عزیزی فسید حسین حسینی، خیرالله نورایی نژاد، بهران علیزاده، فرید تژه (۱۳۸۹)[۶]، با بررسی ارزیابی پتانسیل تولید هیدروکربنی ومقایسه ژئوشیمیایی سازندهای کژدمی و پابده در میدان نفتی گچساران و ترسیم داده های حاصل از پیرولیز راک – ایول ٦ نشان دادند که این سازندها با مقادیر بالای TOC و Tmax دارای پتانسیل هیدروکربن‌زایی بالا می باشند.

موقعیت جغرافیایی و چینه شناسی منطقه مورد مطالعه

در این مطالعه، ۳ میدان ، هندیجان، درود و بینک مورد مطالعه ژئوشیمیایی قرار گرفته‌اند در این بخش سعی شده است تاریخچه و زمین شناسی مختصری از هریک از میادین فوق مطرح شود.

میدان نفتی هندیجان

اکتشاف در این میدان در سال ۱۹۶۸ بوسیله شرکت SIRIP انجام گرفت. در سال ۱۹۷۱ تولید از میدان نفتی هندیجان آغاز گردید و تا سال ۱۹۸۰ متوسط تولید از آن ۷/۷ میلیون بشکه در روز از ۵ تا ۱۰ حلقه چاه حفاری شده از آن بوده است[۱۳].این میدان در فاصله ۳۵ کیلومتری جنوب شهر هندیجان و شمال میدان بهرگانسر در رأس خلیج فارس قرار گرفته است. بخش شمالی این میدان در نواحی ساحلی و مردابی واقع شده است. میدان نفتی هندیجان دارای تولید ۸۰۰۰ بشکه در روز بوده که به علت همجواری با میدان بهرگانسر، نفت هر دو میدان همزمان جهت صادرات ارسال می گردد[۱۳]. ساختمان هندیجان یک تاقدیس کوچک بوده که محور آن روندی شمالی – جنوبی را دارا می‌باشد و هم جهت با تاقدیس میادین نوروز و بهرگانسر قرار گرفته است.

میدان نفتی بینک

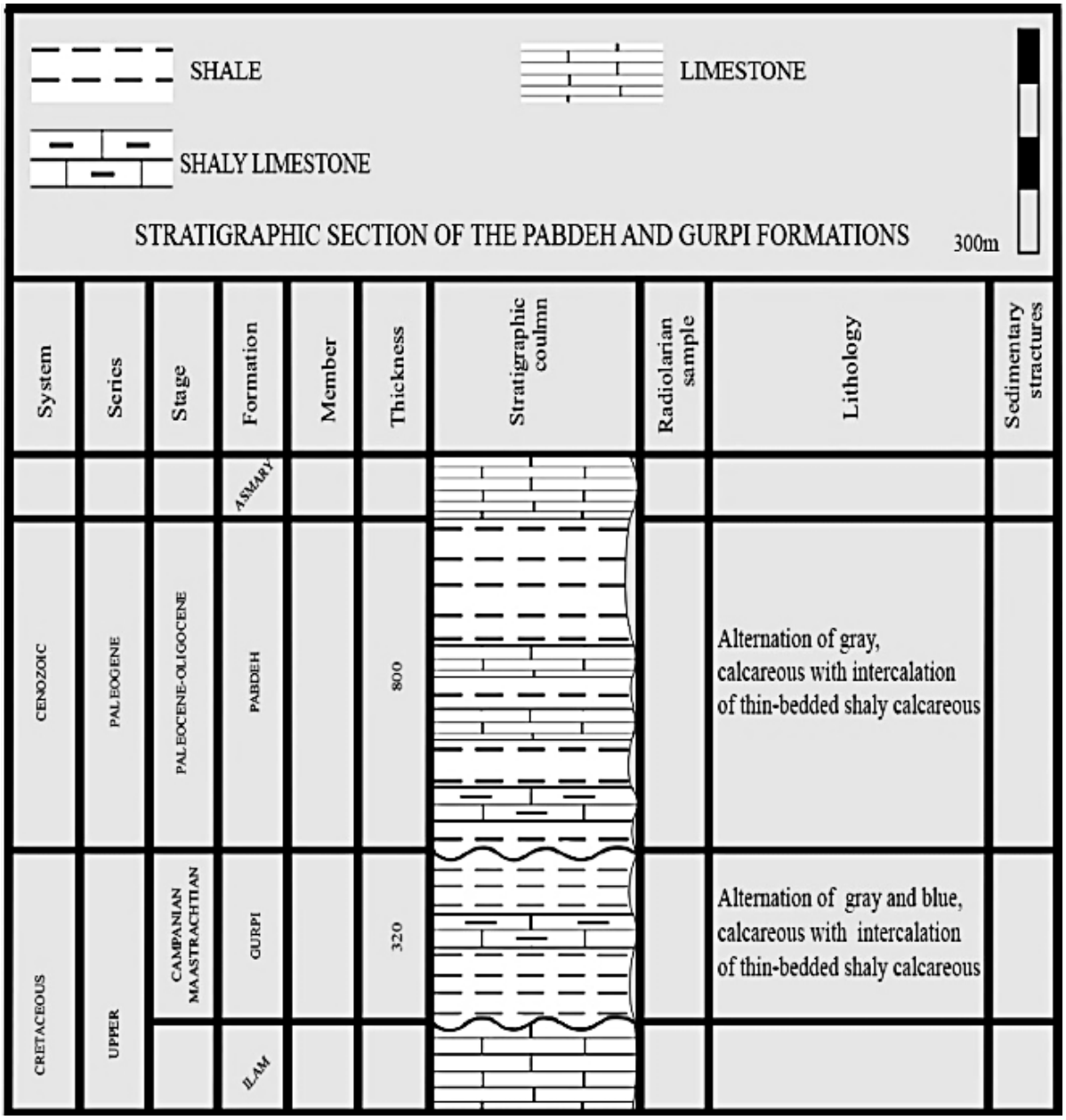
میدان نفتی بینک با ابعادی در حدود ۲۴ در ۱۰ کیلومتر در ۲۲ کیلومتری شمال غرب شهرستان گناوه و در ساحل خلیج فارس قرار گرفته است. این تاقدیس از نظر ساختمانی متقارن بوده و محور آن در سطوح آسماری – بنگستان و خامی دارای جابجایی محسوسی نمی باشد. اولین چاه اکتشافی این میدان که در سال ۱۳۳۷ و به منظور ارزیابی مخازن آسماری – بنگستان و خامی حفاری شد پس از حفر بخشی از سازند سروک در عمق ۳۷۹۸ متری به دلایل مشکلات فنی موفق به ارزیابی گروه خامی نگردید. در این میدان مخازن آسماری (قسمتهای بالایی)، جهرم و سروک دارای نفت می باشند[۷].

میدان نفتی درود

این میدان در منطقه ای با گسترش تقریبی ۵ کیلومتر مربع در ۲۵ کیلومتر مربع در حوزه جزیره خارگ و شمال غرب خلیج فارس واقع شده است. ظرفیت مخزنی درود حدود ۶/۷ میلیارد بشکه تخمین زده می‌شود[۳].

شکل ۱) نقشه میدانهای نفتی خلیج فارس و میدان های مورد مطالعه(برگرفته از[۱۳]).

سازند گورپی به سن کرتاسه بالایی و برش الگو این سازند در تنگ پابده در شمال مسجد سلیمان و ۳۲۰ ستبرا دارد و در بیشتر نواحی دارای مارل شیل خاکستری مایل به آبی که میان لایه های از سنگ آهک های نازک رسی دارد. بر اساس نظر غضبان(۲۰۰۷) در نواحی خلیج فارس در کرتاسه انتهایی سازند گورپی با رسوبات دریایی شبه عمیق و در مناطق (Fore deep) رسوبگذاری شده است سازند گورپی دارای رسوبات نازک عمیق دریایی حاوی (Globigerina)و مارلهای دریایی و رس سنگهای (Hemipelagic) می‌باشد. سازند پابده برش الگو آن در تنگ پابده واقع در شمال میدان نفتی لالی مسجد سلیمان می‌باشدو حدود ۸۰۰ متر مارن و شیل های خاکستری رنگ و لایه‌های آهک رسی دریایی است. سازند پابده دارای رسوبات نازک خاکستری و سبز رنگ و (Globigerina) مناطق عمیق دریایی و شیلهای آهکی (Plagic-Hemiplagic) مارل و گلهای آهکی میباشد[۱۷]،[۱۹]. همبری سازند پابده با سازند بالایی خود (سازند آسماری) در خلیج فارس و زاگرس از نوع پیوسته میباشد[۴]. سازند پابده با سازند پایینی خود (گورپی) در خلیج فارس و در ناحیه فارس دارای همبری ناپیوسته میباشد که از نشانه‌های این ناپیوستگی میتوان به وجود آهکهای چرتی و گلوکونیت و کنگلومرا اشاره کرد[۲۳].سازند پابده در خلیج فارس دارای رسوبات کربناته‌ای مناطق عمیق می باشد. به طورکلی رسوبات نواحی غربی خلیج فارس در حدود ۳۳۰ متر و تقریبا ۲ برابر ضخامت رسوبات نواحی شرقی خلیج فارس هستند.



شکل ۲) ستون چینه شناسی منطقه مورد مطالعه که سازندهای پابده و گورپی می باشد(برگرفته از [۱۳]).

روش مطالعه

در این مطالعه تعداد ۲۷ نمونه خرده حفاری که ۱۲ خرده حفاری متعلق به سازند گورپی در میدان بینک، ۱۱ خرده حفاری متعلق به سازند پابده در میدان بینک، ۲ خرده حفاری متعلق به سازنده پابده در میدان هندیجان و ۲ خرده حفاری متعلق به سازند گورپی در میدان درود جهت انجام آنالیز راک – ایول ۶ انتخاب گردیدند که پارامترهای حاصل از آنها در جدول ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است. در این مطالعه به منظور ارزیابی ژئوشیمیایی بهتر سازندهای مورد مطالعه سعی می‌گردد نتایج حاصل از آنالیز راک – ایول بر روی هر میدان بطور جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته تا در نهایت بتوان جمع بندی نهایی بر روی اطلاعات بدست آمده انجام داد این نمونه ها مربوط به سازندهاي گورپی و پابده بوده و به عنوان سنگ منشاء هاي احتمالي ارزيابي شدند .بدین ترتیب مقدار کل کربن آلی، نوع کروژن، میزان بلوغ نمونه ها و پارامترهای دیگر هر

نمونه بررسی گردید. از پارامترهای مهم محاسبه شده توسط این دستگاه که در این مطالعه نیز مورد استفاده قرار گرفتـه اسـت، می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد[۹].

S1: نمایانگر مقادیر هیدروکربن آزاد است که در دمای ۳۰۰ درجه سانتی گراد تبخیر شده و با واحد میلی‌گرم بر هیدروکربن در هرگرم سنگ(mgHC/gRock) بیان می‌شود.S2: نمایانگر مقدار هیدروکربن است که بین دمای ۳۰۰ تا ۶۵۰درجه سانتی گراد در اثر شکست حرارتی کروژن و ترکیبات سنگینتر مانند رزین ها و آسفالتن‌ها آزاد می‌شوند.S3: بیانگر ترکیبات اکسیژن‌داری است که در دمای ۴۰۰ درجه سانتی گراد (mg CO2/g Rock) بیان می‌شود.Tmax: دمایی است که در آن پیک S2 به بیشنه خود می‌رسد، این دما پارامتری مهم برای ارزیابی بلوغ حرارتی نمونه‌های سنگ منشاء نیز می-باشد. شاخص هیدروژن(HI): عبارت است از نسبت S2/TOC. شاخص تولید (PI): حاصل نسبت S1/(S1+S2) می‌باشد و بیانگر میزان زایش هیدروکربن است.

بحث و بررسی

هدف از انجام این مطالعه ارزیابی ژئوشیمیایی سنگ های منشاءدر میادین واقع در شمال غرب خلیج فارس میباشد لذا در این مطالعه باکمک دستگاه پیرولیز راک–ایول ٦ ، نمونه های خرده های حفاری حاصل از سنگ منشاء احتمالی (سازند های گورپی و پابده) درمیادین بینک، درود و هندیجان مورد آنالیز قرار گرفته تا با کمک پارامترهای حاصل از آن سنگ منشاء که توانسته در این میادین تولید هیدروکربن داشته اند مورد شناسایی و ارزیابی قرار گیرند.نتایج حاصل از پیرولیز راک–ایول٦ بروی سنگ منشاء احتمالی در نمونه های مورد مطالعه در جداول ۱، ۲و ۳ آورده شده است.

جدول۱) نتایج به دست آمده از پیرولیز راک-ایول نمونه های سازند گورپی و پابده در میدان بینک

NO	Wells	Rock Unit (Fm.)	TOP (m)	Bottom (m)	TOC (wt%)	Tmax (*c)	S1(ghc/ Kg Rock)	S2 (ghc/ Kg Rock)	S3 (gco2 /Kg Rock)	PI (S1/ S1+S2)	HI (gh c/kg Toc)	OI (mg Co2g/ Toc)
1	Binak	Gurpi	2646	2650	0.26	434	0.23	0.34	0.88	0.40	131	338
2			2664	2668	0.28	431	0.35	0.38	1.18	0.48	136	421
3			2690	2694	0.54	432	0.38	1.85	0.93	0.17	343	172
4			2710	2714	1.28	429	0.53	5.48	0.99	0.09	428	77
5			2725	2734	0.59	430	0.45	1.87	1.45	0.19	317	246
6			2752	2760	0.43	431	0.39	1.27	1.69	0.23	295	393
7			2770	2774	0.38	432	0.35	1.22	1.10	0.22	321	289
8			2790	2794	0.38	432	0.33	0.90	1.19	0.27	237	313
9			2816	2824	0.35	433	0.31	0.73	1.07	0.30	209	306
10			2846	2850	0.48	435	0.38	1.04	1.17	0.27	217	244
11			2860	2870	0.72	435	0.61	1.77	2.22	0.26	246	308
12			2880	2884	0.86	433	0.77	2.50	2.11	0.24	291	245
13	Binak	Pabdeh	2305	2310	1.02	431	1.52	3.51	1.69	0.30	344	166
14			2418	2421	0.65	432	1.34	1.83	6.03	0.42	282	928
15			2434	2444	0.85	436	1.04	3.68	2.00	0.22	433	235
16			2460	2464	1.01	435	1.87	3.87	2.85	0.33	383	282
17			2480	2484	0.78	436	0.63	2.05	0.96	0.24	263	123
18			2500	2504	1.44	432	1.21	3.92	2.19	0.24	272	152
19			2535	2540	0.35	436	0.23	0.49	1.03	0.32	140	294
20			2555	2558	0.35	434	0.43	0.52	1.42	0.45	149	406
21			2580	2584	0.23	434	0.26	0.08	0.85	0.76	35	370
22			2601	2605	0.24	434	0.25	0.28	0.70	0.47	117	292
23			2620	2625	0.31	434	0.38	0.38	1.27	0.50	123	410

جدول۲) نتایج به دست آمده از آنالیز راک-ایول نمونه های سازند پابده در میدان هندیجان

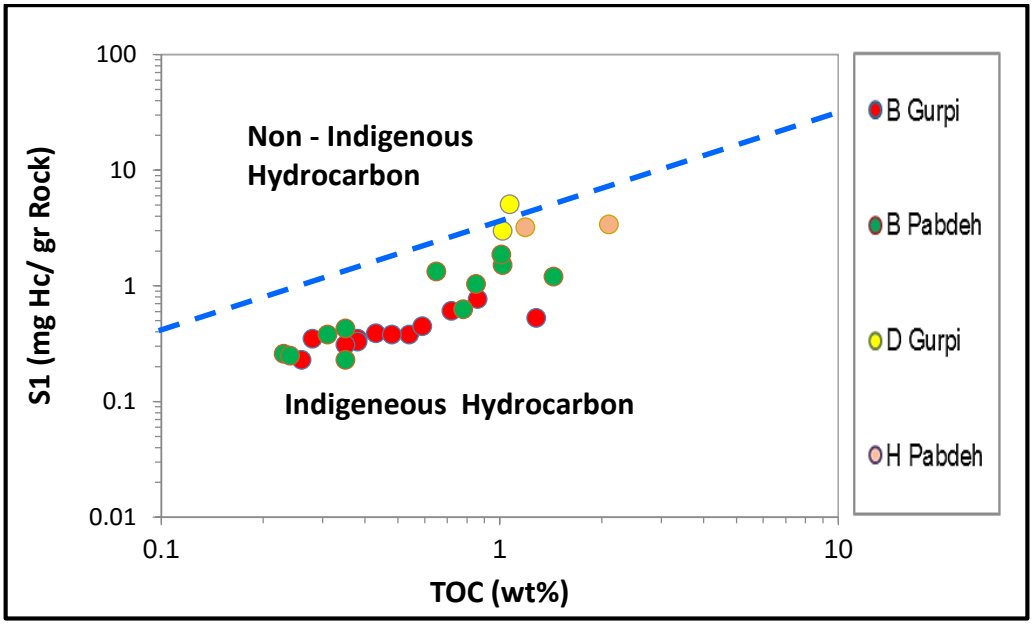
NO	Wells	Rock Unit (Fm.)	TOP (m)	Bottom (m)	TOC (wt%)	Tmax (*c)	S1(ghc/ Kg Rock)	S2 (ghc/ Kg Rock)	S3 (gco2 /Kg Rock)	PI (S1/ S1+S2)	HI (gh c/kg Toc)	OI (mg Co2g/ Toc)
1	Hendijan	Pabdeh	2830	2830	1.19	426	3.22	2.74	3.31	0.54	230	278
2			2887	2887	2.10	427	3.42	4.33	4.62	0.44	206	220

جدول ۳) نتایج به دست آمده از پیرولیز راک-ایول نمونه های سازند گورپی در میدان درود

NO	Wells	Rock Unit (Fm.)	TOP (m)	Bottom (m)	TOC (wt%)	Tmax (*c)	S1 (ghc/ Kg Rock)	S2 (ghc/ Kg Rock)	S3 (gco2 /Kg Rock)	PI (S1/ S1+S2)	HI (gh c/kg Toc)	OI (mg Co2g/ Toc)
1	Doroud	Gurpi	2481	2484	1.07	428	5.10	3.73	1.28	0.58	349	120
2			2509	2512	1.02	437	3.00	4.84	1.38	0.38	475	135

شاخص مهاجرت و تعیین میزان آلودگی

در انجام مطالعات ژئوشیمیایی اطمینان از اینکه نمونه های مورد مطالعه دچار آلودگی و یا آغشتگی نیستند، بسیار ضروری است، چرا که آلودگی نمونه ها ، نتایج حاصل از پیرولیز راک - ایول را تحت الشعاع خود قرارمی دهند .این آلودگی می تواند ناشی از مهاجرت هیدروکربن از لایه ها و سازندهای عمیق تر نشأت گرفته باشد .بدین منظور از منحنی تغییرات S1 دربرابر TOC استفاده می شود[۱۴]. براساس نمودار نشان داده شده از شکل ۳ ، قسمت اعظم نمونه‌ها در ناحیه زایش درجازا بوده و نشان می‌دهد که آغشتگی مواد آلی با کروژن نمونه‌ها رخ نداده است، هرچند تعدادی از نمونه‌های سازند گورپی در میدان درود علائم جزئی آلودگی مواد آلی و هیدروکربن‌های نابرجا مهاجرتی را به نمایش میگذارد. این فرآیند می‌تواند به علت قرارگیری سازند گورپی در اعماق بیشتر(در میدان درود) و زایش سریعتر سیال از کروژن و آغشتگی جزئی هیدروکربن‌های مهاجرتی با مواد آلی سازند گورپی باشد. این ویژگی را می‌توان از وجود غنی بیشتر کربن آلی(TOC) و تولید بیشتر نفت (S1) و پتانسیل بالاتر در نمونه‌های میدان درود، نیز برداشت نمود.

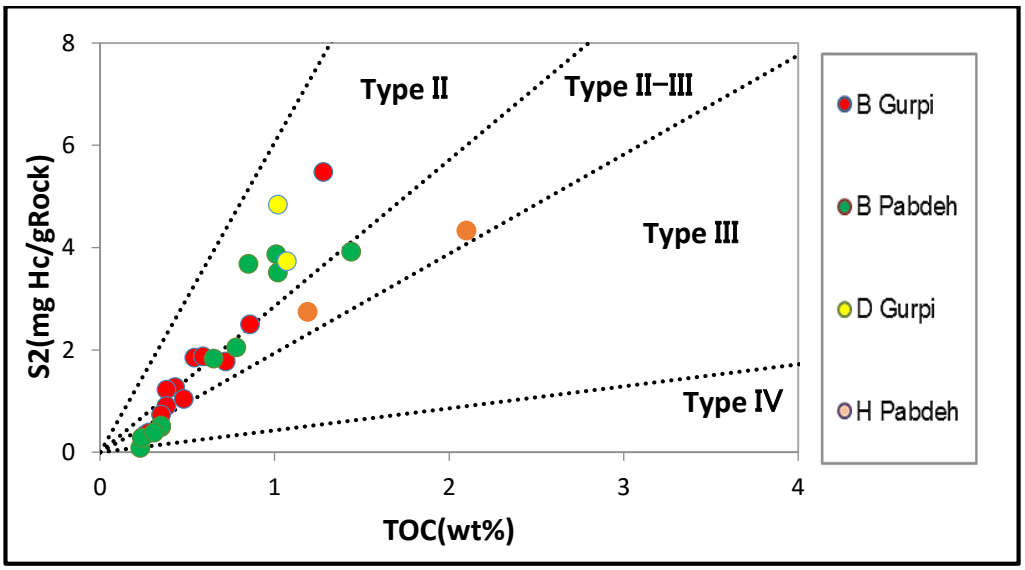


شکل۳) نمودار تغییراتS1 در مقابل TOC نمونه های مورد مطالعه در میادین بینک، درود و هندیجان (برگرفته از [۱٤]).

نوع کروژن

کیفیت یا نوع ماده آلی(کروژن) موجود در سنگ منشاء را می توان با استفاده از نمودار مقادیر TOC در مقابل S2 مشخص نمود[۲۰]، در این نمودار TOC بعنوان یک تابع خطی در نظر گرفته می شود که شیب منحنی آن برابر با HI است. بر اساس

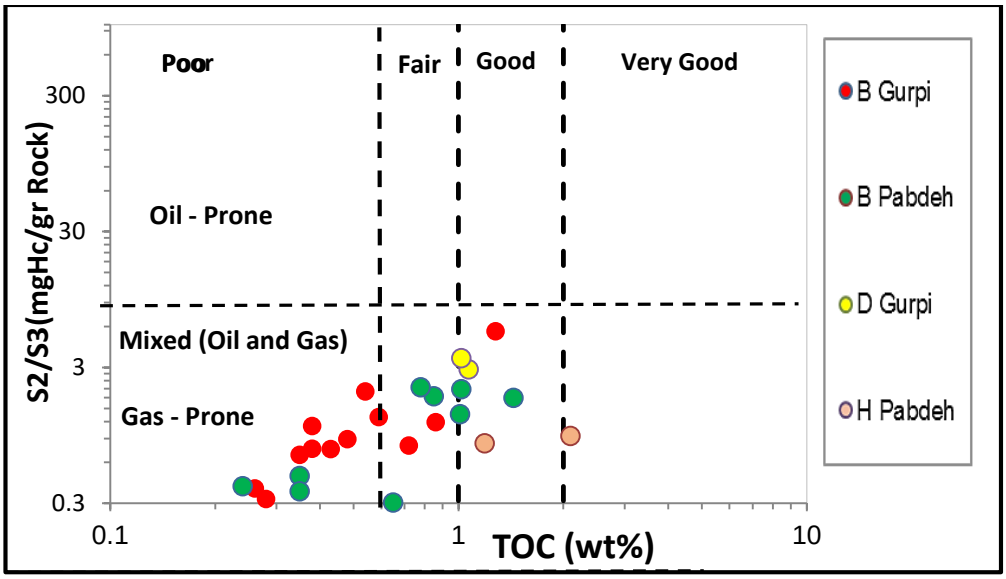
مطالعات صورت گرفته[۱۱]، کروژن نوع I که غالبا دارای منشاء دریاچه ای می باشد می تواند در طی پیرولیز ۸۰ wt.% هیدروکربن آزاد نماید، که این مقدار مطابق با HI= ۸۰۰ می باشد .کروژن نوع II که دارای منشاء دریایی است می تواند تا ۶۰–۵۰ wt.% هیدروکربن تولید نماید(HI= ۵۰۰–۶۰۰) و کروژن نوع سوم که غالبا از مواد چوبی با منشاء قاره‌ای شکل گرفته اند که حداکثر ۳۰–۱۵wt. % هیدروکربن آزاد می‌نمایند[۲۰]، بر پایه توزیع نمونه‌ها در نمودار S2 در برابر TOC (شکل ۴)، وجود کروژن‌هایی از نوع III، II و مخلوطی از این دو نوع کروژن در نمونه‌های میادین تحت مطالعه به اثبات می‌رسد. این تنوع بر اثر پسروی سطح آب در زمان رسوبگذاری و در نتیجه ته نشست مواد آلی با منشأ خشکی را سبب شده است(نمونه های تجمع یافته در منتهی الیه چپ و پایین نمودار). در حالی که نمونه های میادین درود و بینک دارای کل کربن آلی با کیفیت بهتر(کروژن II) را سبب شده است و این پراکندگی طبیعی به نظر می‌رسد.



شکل٤) نمودار تغییرات S2 در مقابل TOC در نمونه های مورد مطالع در میادین بینک درود و هندیجان(برگرفته از[۲۰]) .

تعیین کیفیت موادآلی

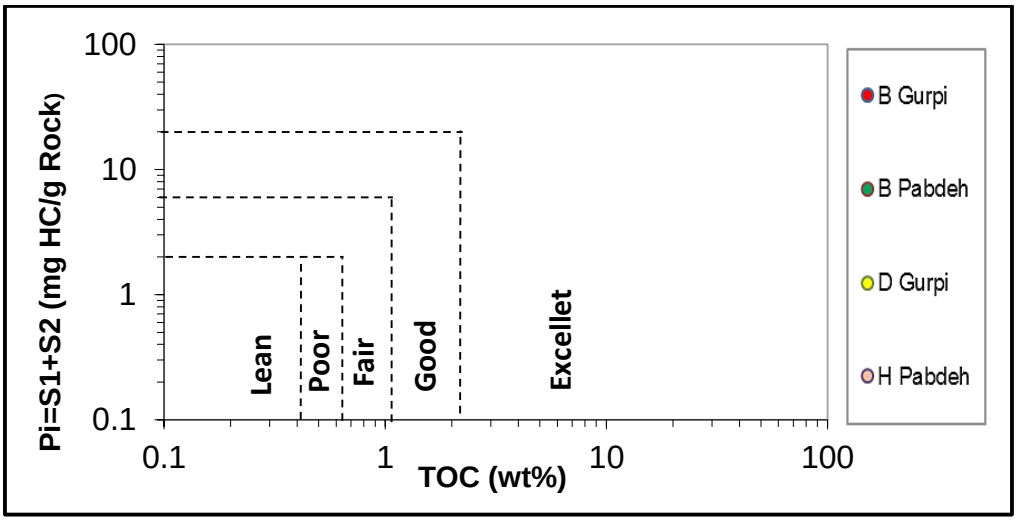
همان طور که در نمودار حاصل از بررسی نسبت S2/S3 در مقابل پارامتر TOC درشکل۵، دیده می شود نمونه های سازند گورپی درمیدان بینک از لحاظ مقدار ماده آلی وتوان هیدروکربن زایی عمدتاً در محدوده ضعیف تا متوسط قرار دارند در حالی که نمونه های میدان هندیجان در سازند پابده علیرغم اینکه TOC بالاتری دارند، ولی از لحاظ توان تولید بیشتر گاززا هستند. نمونه های سازند پابده در میدان هندیجان از نظر پختگی مواد آلی در انتهای مرحله دیاژنز قرار دارد و هنوز کاملا به مرحله پنجره نفت‌زایی وارد نشده، بنابراین نمی‌تواند به عنوان سنگ منشأ مولد هیدروکربن عمل نموده باشد. نمونه‌های سازند پابده در میدان بینک از لحاظ پتانسیل تولید در مرحله ضعیف تا نسبتاً خوبی قرار گرفته است و نمونه های سازند گورپی در میدان درود در مرحله خوب از نظر تولید هیدروکربن(عمدتاً نفت خام) واقع شده است که به مرحله پختگی ابتدایی و تولید هیدروکربن‌زایی رسیده است و در آغاز پنجره نفت‌زایی قرار گرفته است.



شکل۵) نمودار تغییراتS2/S3 در مقابل TOC در نمونه های مورد مطاله در میادین بینک، درود و هندیجان

پتانسیل تولیدی

جهت تعیین پتانسیل هیدروکربن زایی نمونه های مورد مطالعه، از نمودار تغییراتS1+S2 در برابرTOC [۱۰]، [۱۵] استفاده شده است. مطابق نمودار شکل ۶، مقادیر TOC در میادین مورد مطالعه از کم تا بسیار خوب در نمودار پراکنده شده‌اند و به موازات افزایش غنی کل کربن آلی پتانسیل ذاتی نیز افزایش می‌یابد. رسوبات سازند گورپی و پابده در میدان بینیک دارای پتانسیل هیدروکربنی در محدوده ضعیف تا متوسط می باشد . نمونه‌های سازند گورپی در میدان درود از نقطه نظرهای توان تولید و غنی بودن از مواد آلی در محدوده خوب قرار دارد.

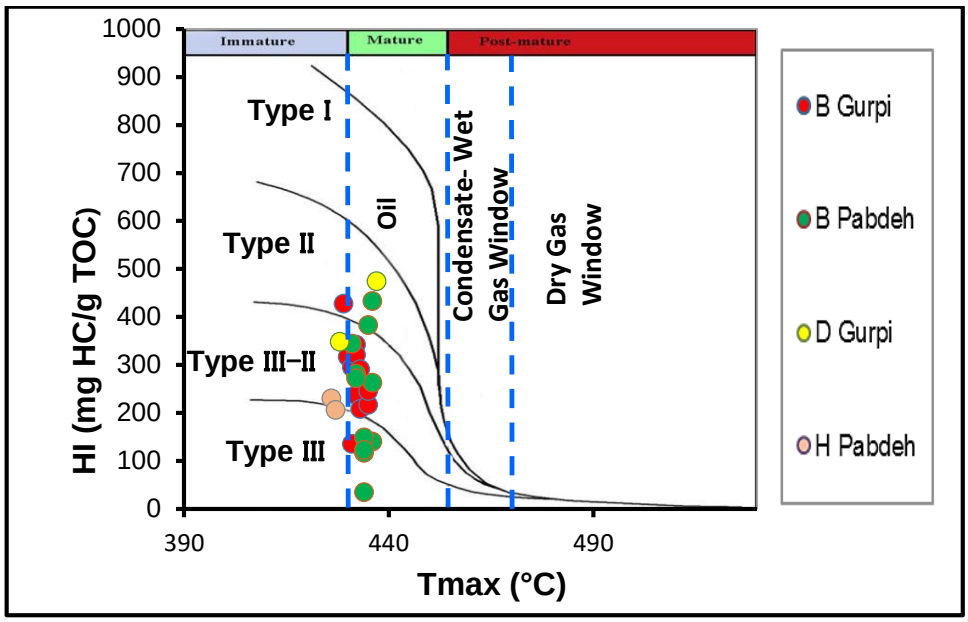


شکل٦) نمودار تغییرات S1+S2 در مقابل TOC به منظور ارزیابی پتانسیل ژنتیکی نمونه های مورد مطالعه در میادین بینک، درود وهندیجان(برگرفته از [۱۰]،[۱۵]).

نوع کروژن و بلوغ حرارتی

جهت ارزیابی میزان بلوغ مواد آلی سنگ های منشاء از دیاگرام شاخص هیدروژن (HI) در مقابل Tmax استفاده می شود [۲۵]، براساس نمودار مشخص شد که نمونه‌های سازند پابده عمدتاً در انتهای مرحله دیاژنز قرار دارند، هرچند تعدادی از

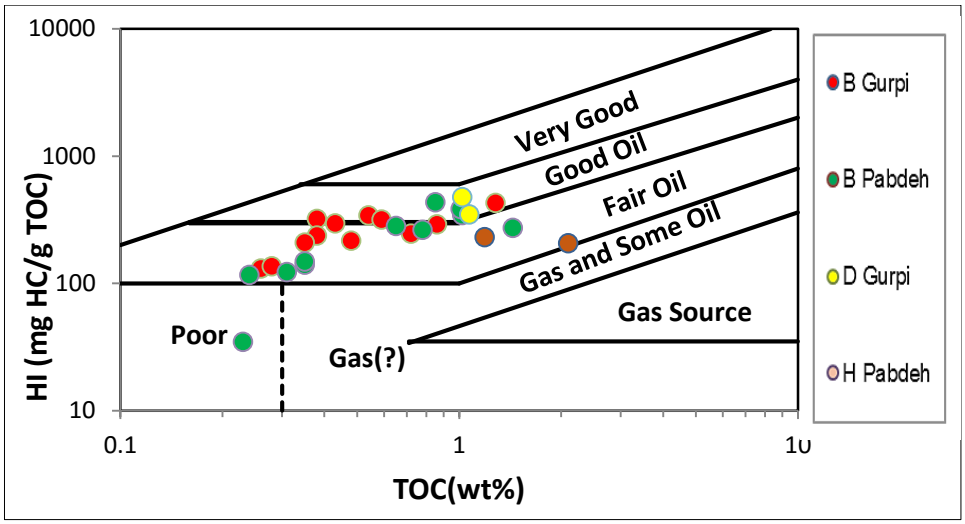
نمونه‌ها سازند پابده در میادین تحت مطالعه وارد پنجره نفت‌زایی شده‌اند. بر اساس توزیع نمونه‌ها در شکل۷، کروژن اکثر نمونه ها از نوع III, II و ترکیب از این دو نوع می باشد، به طوری که نمونه‌های جمع آوری شده از میدان بینک تنوع فوق را به خوبی نشان می‌دهد، مواد آلی نمونه‌های سازند گورپی در میدان درود مقادیر بیشتری از HI را به نمایش می‌گذارند که موید کروژن خوب(دریایی)است.



شکل۷) نمودار تغییرات HI در مقابل Tmax به منظور تعیین بلوغ و نوع کروژن نمونه های مورد مطالع در میادین بینک، درود و هندیجان(برگرفته از [۲۵]).

تعیین نوع تولیدات هیدروکربنی

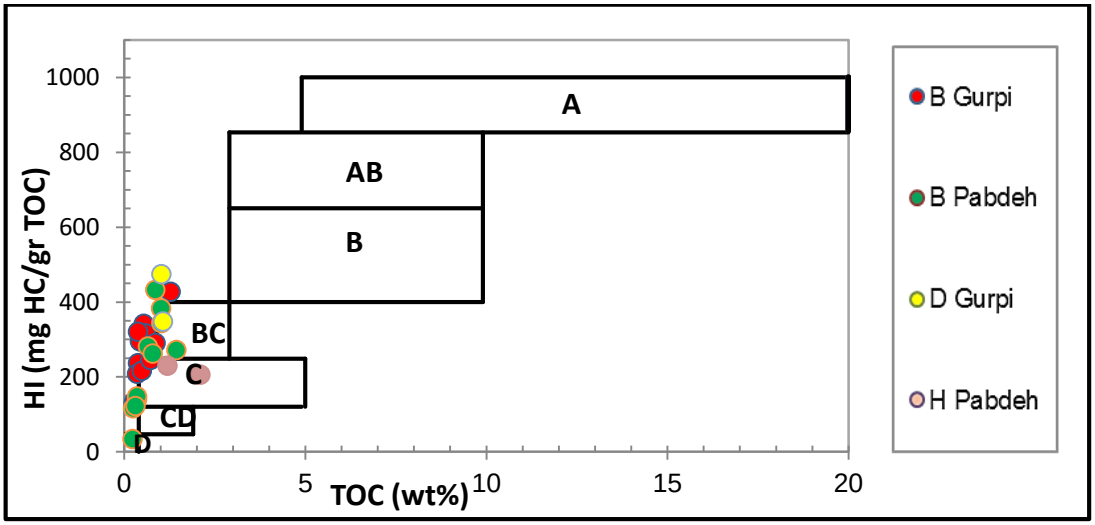
یکی از پارامترهای موثر در ارزیابی نوع ماده آلی موجود در سنگ های منشاء و تعیین غنای هیدروکربنی آنها، شاخص HI می باشد .با استفاده از نمودار تغییرات مقادیر HI در برابر TOC [۵] و S2/S3 در برابر TOC می توان علاوه بر تعیین پتانسیل سنگ های منشاء، نوع هیدروکربن(نفت یا نفت–گاز و یا گاز) تولیدی را نیز مشخص نمود[۲۲]، مطابق نمودار شکل ۸ تقریبا اکثر نمونه‌های میادین بینک، درود و هندیجان در ناحیه نفت با کیفیت متوسط قرار دارند که بعضی از نمونه ها در میادین بینک و درود در محدوده نفت با کیفیت خوب قرار گرفته‌اند ومی‌توانند نفتی با کیفیت (پارافینیک– نفتینیک با توجه به مقادیر HI بالا) را تولید نمایند. نمونه‌هایی از سازند گورپی در میدان بینک نفتی را تولید نمی‌کند و نمونه‌هایی از سازند پابده در میدان بینک سنگ کاندید منشاء فقیری را نشان می‌دهد.



شکل۸) نمودار تغییرات HI در مقابل TOC جهت پیش بینی نوع سیالات تولیدی در نمونه های مورد مطالعه در میادین بینک، درود و هندیجان(برگرفته از [۲۲]).

رخساره آلی و محیط رسوبگذاری براساس داده های آنالیز راک - ایول

برای تعیین رخساره آلی نمونه‌های مورد مطالعه از جدول و نمودار جونز استفاده شده است[۱۶]. بر اساس مقادیر HI و TOC رخساره های آلی نمونه های مربوط به میدان بینک و درود در محدوده BC (محیط های دارای مواد آلی دریایی و رسوبگذاری سریع در شرایط اکسیدان) و C (محیط هایی باسرعت رسوبگذاری متوسط در شرایط احیایی) و نمونه‌های مربوط به میدان هندیجان در محدوده C قرار گرفته است(شکل۹). باید توجه داشت که علت تغییرات در محدوده های پتانسیل هیدروکربنی بیانگر تغییرات سطح آب دریا در زمان رسوبگذاری سازند پابده وگورپی می باشد. این نمودار پراکندگی رخساره‌های آلی را در زمان رسوبگذاری و محیط رسوبی سنگ منشأ مورد مطالعه را نشان می‌دهد. رخساره‌های آلی برای محیط‌های BC و C باتوجه به ژنز مواد آلی آنها می‌توانند گاز تولید نمایند. این برداشت نیز از وجود مخلوط کروژن‌های II و III در نمونه‌های سازند پابده همخوانی دارد. بنابراین با در نظر گرفتن محیط رسوبی و وجود مخلوط کروژن‌های II و III می‌توان انتظار داشت که پتانسیل هیدروکربن‌زایی سازند پابده عمدتاً نفت و اندکی گاز می‌باشد.



شکل۹) نمودار تغییرات HI در مقابل TOC برای تعیین رخساره آلی نمونه های مورد مطالعه در میادین بینک، درود وهندیجان(برگرفته از [۱۶]).

نتیجه گیری

با توجه به مطالعات صورت گرفته و تفاسیری که ازنتایج پیرولیز راک–ایول بر روی نمونه های تهیه شده از سازندهای گورپی و پابده در میادین بینک، درود و هندیجان از حوضه رسوبی خلیج فارس به دست آمده می توان چنین بیان کرد: براساس منحنی تغییرات S1 در برابر TOC اکثر نمونه های سازند گورپی و پابده در ناحیه زایش درجازا بوده و آغشتگی مواد آلی با کروژن نمونه ها رخ نداده است ،در نمونه های سازند گورپی در میدان درود علائم جزئی ازآغشتگی مواد آلی و هیدروکربن‌های نابرجا مهاجرتی را به نمایش میگذارد که این فرآیند می‌تواند به علت قرارگیری سازند گورپی در اعماق بیشتر(در میدان درود) و زایش سریعتر سیال از کروژن و آلودگی جزئی هیدروکربن‌های مهاجرتی با مواد آلی سازند گورپی باشد. این ویژگی را می‌توان از وجود غنی بیشتر کربن آلی(TOC) و تولید بیشتر نفت (S1)، و پتانسیل بالاتر در نمونه‌های میدان درود، نیز برداشت نمود.

با بررسی نسبت S2/S3 در مقابل پارامتر TOC دریافت شد نمونه های سازند گورپی و پابده در چاه بینک از لحاظ مقدار ماده آلی وتوان هیدروکربن زایی عمدتاً در محدوده ضعیف تا متوسط قرار دارند.نمونه های سازند پابده در هندیجان علیرغم اینکه TOC بالاتری دارند،ولی از لحاظ توان تولید بیشتر گاززا هستند زیرا از نظر پختگی مواد آلی در انتهای مرحله دیاژنز قرار دارد و وارد مرحله پنجره نفت‌زایی نشده است بنابراین نمی‌تواند به عنوان سنگ منشأ اصلی مولد هیدروکربنی سیال نفت عمل نموده باشد. از نظر تولید هیدروکربن تنها سازند گورپی در میدان درود در آغاز پنجره نفت‌زایی قرار گرفته است (عمدتا نفت خام) و به مرحله پختگی ابتدایی و تولید هیدروکربن‌زایی رسیده است.

توزیع نمونه ها در نمودار Tmax در مقابل HI ، نشان می دهد کروژن اکثر نمونه ها از نوع II , III و ترکیبی از این دو نوع می باشد.

براساس نمودار جونز، رخساره آلی تعیین شده برای سازندهای گورپی و پابده در میادین بینک و درود شرایط اکسیدان و نیمه احیایی و سازند پابده درمیدان هندیجان شرایط احیایی را نشان می دهد که نماینگر محیط دریایی و حدواسط است.
در مجموع می‌توان گفت که در حرکت از غرب به طرف شرق از میدان هندیجان به سمت میدان بینک و در نهایت میدان درود در محدوده میادین تحت مطالعه، کیفیت مواد آلی بهتر و پتانسیل هیدروکربن‌زایی برای تولید نفتی با کیفیت افزایش می‌یابد.

تشکر و قدردانی

از داوران محترم مقاله آقایان دکتر بهمن سلیمانی و دکتر احسان ده یادگاری تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

[۱]– اشکان، ع ..،۱۳۸۳، اصول مطالعات ژئوشیمیایی سنگهای منشأ هیدروکربنی و نفتها با نگرش ویژه به حوضه رسوبی زاگرس، روابط عمومی شرکت ملی نفت ایران، چاپ اول. ۳۳۵ صفحه.

[۲]– صادقی، م.، کمالی، م.، قوامی ریابی، ر.، قربانی، ب.، کسایی نجفی، م.، ۱۳۹۱، بررسی پتانسیل هیدروکربنی سازند های ایلام، لافان و سروک در میدان نفتی نصرت واقع در جنوب شرق خلیج فارس با استفاده از داده های حاصل از پیرولیز راک – ایول و کروماتو گرافی گازی.

[۳] – قبادی دیزجیکان، ا.، ۱۳۸۸، مطالعه زمین شناسی و ارزیابی پتروفیزیکی سازند آسماری در میدان نفتی درود.

[٤]– بهبهانی، ر.، ۱۳۸۵ ، بررسی میکروفاسیسها، ژئوشیمی آلی و محیط رسوبی توالیها بیتومیندار سازند پابده در ایوان غرب: پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه بوعلی سینا همدان، دانشکده علوم، گروه زمین شناسی،۱٤۸ ص.

[٥]– علیزاده، ب.، آدابی، م.، و تژه، ف.، ۱۳۸۵ . ارزیابی مارون هیدروکربورزایی سنگهای منشا احتمالی در میدان نفتی دانشگاه با استفاده از دستگاه پیرولیز راک – ایول ٦. مجله علوم دانشگاه تهران ۲٦۷ – ۲۷٤.

[٦]– عزیزی، ع.، حسینی، ح.، نورایی نژاد، خ.، علیزاده، ب.، تژه، ف.، ۱۳۸۹، ارزیابی پتانسیل تولید هیدروکربنی ومقایسه ژئوشیمیایی سازندهای کژدمی و پابده در میدان نفتی گچساران.

[۷]– ملکوتیان، س.، ۱۳۸۸–۱۳۸۷ پایان نامه کارشناسی ارشد، ارزیابی ژئوشیمیایی سنگ منشاء های نفت در میادین بینک، ماهشهر، هندیجان و ابوذر، در شمال غرب خلیج فارس گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

[8]- BORDENAVE, M.L., BURWOOD, R., 1990, Source rock distribution and maturation in the Zagros orogenic belt, provenance of the Asmari and Sarvak reservoirs oil accumulations: *Organic Geochemistry*, **16**, 369–387.

[9]- BEHAR, F., BEAUMONT, V., PENTEA DO, B., 2001, Rock-Eval 6Technology:Performances and Developments: *Oil & Gas Science and Technology-Rev. IFB*, **56**, 111-134.

[10]- BARKER،C., 1974, Pyrolysis techniques for source rockevaluation، *AAPG Bullrtin*, **58**, 2349-2361

[11]- ESPITALIÉ, J., 1985, Use of Tmax as a maturation index for different types of organic matter-comparison with vitrinite reflectance. In: Burrus, J. Ed., Thermal Modeling in Sedimentary Basins: Editions Technip, Paris, 475–496.

[12]- ESPITALIÉ, J., DEROO, G., MARQUIS, F., 1985, La pyrolyse Rock-Eval et ses applications. Revue de l'Institut Francais du Pétrole 40, 563–579 and 755–784.

[13]- GHAZBAN, F., 2007, Petroleum Geology of the Persian Gulf: University of Tehran Iran.

[14]- HUNT, J. M., 1996, Petroleum Geochemistry and Geology, W.H. Freeman and Company, New York,

[15]- HUANG, B., XIAO, X., Li, X., Cai, D., 2003, Geochemistry and origins of natural gases in the Yinggehai and Qiongdongnan basins, offshore South China Sea: *Organic Geochemistry*, **34**, 1009–1025.

[16]- JONES. R. W., 1987, Organic facies. In J. Brooks and D. Welte (eds.). Advances in petroleum geochemistry. London: Academic Press, **2**, 1-90.

[17]- JAMES, G.A., J.G. Wynd, 1965, Stratigraphic nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area: AAPG Bulletin, **49**, 2182- 2245.

[18]- KOTORBA, M. J., WIECLAW, D., KOSAKOWSKI, P., ZACHARSKI, J., KOWALSKI, A. 2003 ,Evaluation Of Source Rock And Petroleum Potential Of Middle Jurassic Strata In The South-Eastern Part Of Poland: Prezeglad Geologiczny, **51**,10311040

[19]- MOHSENI, H., I.S. Al –Aasm, 2004, Tempestite deposits on a storm – influenced carbonate ramp : an example from the Pabdeh Formation (Paleogene), Zagros Basin, SW Iran: Journal of Petroleum Geology, **27**, 163-178.

[20]- PETERS, K.E., 1986, Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, **70**, 318-329.

[21]- PETERS, K.E., and MOLDOWAN, J.M., 1991, Effects of source, thermal maturity, and biodegradation on the distribution and isomerization of homohopanes in petroleum: *Organic Geochemistry*, **17**, 47–61.

[22]- PETERS, K.E., 1986, Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **70**, 318-329.

[23]- SETUDEHNIA, A., 1978, The Mesozoic sequence in south-west Iran and adjacent areas: *Journal of Petroleum Geology* **1**, 3–42.

[24]- SIRIP Co., 1970, Bahregansar Field Study.

[25]- TISSOT, B.P., WELTE, D.H., 1984, Petroleum formation and occurrence: Springer, Berlin, p., 699

نشریه علمی–پژوهشی زمین شناسی نفت ایران
سال هفتم، شماره۱۳، بهار و تابستان ۱۳۹۶ص۶۳-۷۷
Iranian Joural of Petrolum Geology
No. 13, Spring & Summer 2017, pp 63-77

Geochemical characterization and evaluation formation of the hydrocarbon potential of Gurpi and Pabdeh in a number of fields located in northwest of Persian Gulf

A. Karami, M. R. Kamali , M. Memaryani , E. Hoseyni

*Arezookarami19@yahoo.com

Received: June 2017, Accepted: August 2017

Abstract

Nowadays, it is claimed that the best tools and techniques to have geochemical evaluations of source rocks is to utilize Rock-Eval analysis. In this research , for evaluating Geochemical features, of Gurpi and Pabdeh formations in Binak fields, Dorood and Hendijan, Geochemical analysis (preliminary analysis includes Pyrolysis and Rock-Eval) have taken places on 27 samples of drill cuttings. The results of pyrolysis of Rock-Eval illustrated that with analyzing the 'oil immigration indicators' and 'degree of contamination' of samples, in the zones of oil generations were authigenesis which that there is no saturation of minerals with corrosion of samples.

The type of corrosion in source rocks of Gurpi and Pabdeh formation in Binak fields is type 2 and 3, and also a compound of these two, which in Dorood fields the tendency is more to the type 3 corrosion (the ability in generating more petroleum).

Measuring the amounts of TOC (total organic carbons) of Gurpi and Pabdeh formations in the fields of Binak, depicts that the candidate source rock is weak in minerals and samples of Gurpi formation in the fields of Dorood is rich in minerals and this presents a high degree of maturation (the beginning of oil windows).

Samples of Pabdeh formation, in fields of Hendijan holds a high TOC, but mineral maturation stays in the last stages of diagenesis and has not yet entered the stage of "oil generating window", thus they can not act as the main source rock of Hydraulic fluids.

With all considered, Gurpi formation in most cases (samples) shows petroleum zones and is the greatest potentiality in oil generation and is related to Gurpi formation in Dorood fields which can act like source rocks in charging petroleum Reservoir.

The type of the determined organic facies in Gurpi and Pabdeh formation in fields of Binak and Dorood, has conditions of oxidation and semi-revival, and Pabdeh formation in Hendijan shows revival conditions which illustrates marine environments and Intermediate Rocks.

Keywords: Gurpi and Pabdeh formation, TOC maturation, Binak fields, Dorood and Hendijan, production potential