ارزیابی توان هیدروکربن‌زایی سنگ‌های منشأ در منطقه دزفول شمالی با استفاده از نگارهای چاه پیمایی

امیر یگانی[۱]؛ مجید نبی بید هندی[۲]؛ جلیل سعدونی[۳]
۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران
۲. استاد؛ موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران
۳. دکتری؛ شرکت ملی نفت ایران- مدیریت اکتشاف
amir.yegani1993@ut.ac.ir[1]
mnbhendi@ut.ac.ir[2]
sadon69@gmail.com[3]

چکیده

در اکتشاف نفت، سنگ منشأ به عنوان مهم‌ترین بخش اصلی در یک سیستم نفتی، برای اکتشاف مواد هیدروکربنی در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از نگارهای گاما، نوترون، چگالی، صوتی و مقاومت ویژه تحلیل و تفسیر یر روی چاه‌های مورد مطالعه ازطریق روش $\Delta\ log\,R$ می‌توان مقدار کربن آلی کل را محاسبه نمود. با استفاده از داده‌های دیجیتال نگارها و تلفیق آن‌ها توسط نرم‌افزار Interactive Petrophysics (IP)، به نواحی حاوی کربن آلی در سازند پابده دست یافتیم. از آنالیزهای آزمایشگاهی برای تصدیق و راستی‌آزمایی مطالعه پیش‌رو استفاده گردید. نواحی دارای سنگ منشأ بالغ در سازند پابده توسط نگارهای ذکر شده در چاه سوسنگرد شرقی a یافت شد. با توجه به توالی تکرار شده توسط نگار گاما در همه چاه‌ها در سازند پابده و با مقایسه توالی در این چاه‌ها، یافتن سنگ منشأ بالغ در چاه مهرd که فاقد داده‌های نگارها به غیر از نگار گاما بود، فقط با استفاده از نگار گاما و با کمک از این توالی یافت شده از چاه‌های دیگر محقق شد.

واژه‌های کلیدی: ماده آلی کل، سنگ منشأ، نگارهای چاه‌پیمایی، روش $\Delta \log R$، منطقه دزفول‌شمالی

Evaluating the hydrocarbon generation potential of source rocks in North Dezful region using borehole logs.

Amir yegani[1], Majid nabi bidhendi[2], Jalil saadouni[3]
1. Master's degree in Geophysics, Institute of Geophysics, University of Tehran
2. Professor; Institute of Geophysics, University of Tehran
3. PhD; Iran National Oil Company - Exploration Management

Abstract

In oil exploration, source rock is considered as the most important main part in a petroleum system for the exploration of hydrocarbon materials. By using gamma, neutron, density, acoustic and specific resistance profiles, analysis and interpretation of the studied wells using the $\Delta \log R$ method can calculate the amount of total organic carbon.By using the data of digital recorders and combining them by Interactive Petrophysics (IP) software, we found the areas containing organic carbon in Pabde formation. Laboratory analyzes were used to confirm and verify the upcoming study. Areas with mature source rocks in the Pabde Formation were found by the above-mentioned diggers in the eastern Sosangerd well.According to the sequence repeated by Negar Gamma in all the wells in Pabde formation and by comparing the sequence in these wells, the finding of mature source rock in Mehrd well, which lacked the data of Negar Gamma, only It was realized by using gamma recorder and with the help of this sequence found from other wells.

Keywords: Total organic matter, source rock, well logs, $\Delta \log R$method, North Dezful region

۱ مقدمه

سنگ منشأ به عنوان مهم‌ترین بخش برای اکتشاف نفت و مواد هیدروکربن دار تعریف می‌شود. سنگ‌های منشأ بعنوان مخازن اقتصادی غیر متعارف مقدار قابل توجهی مواد آلی داشته و توانایی تولید نفت را در صورت بلوغ کافی دارا می‌باشند. نمودارهای

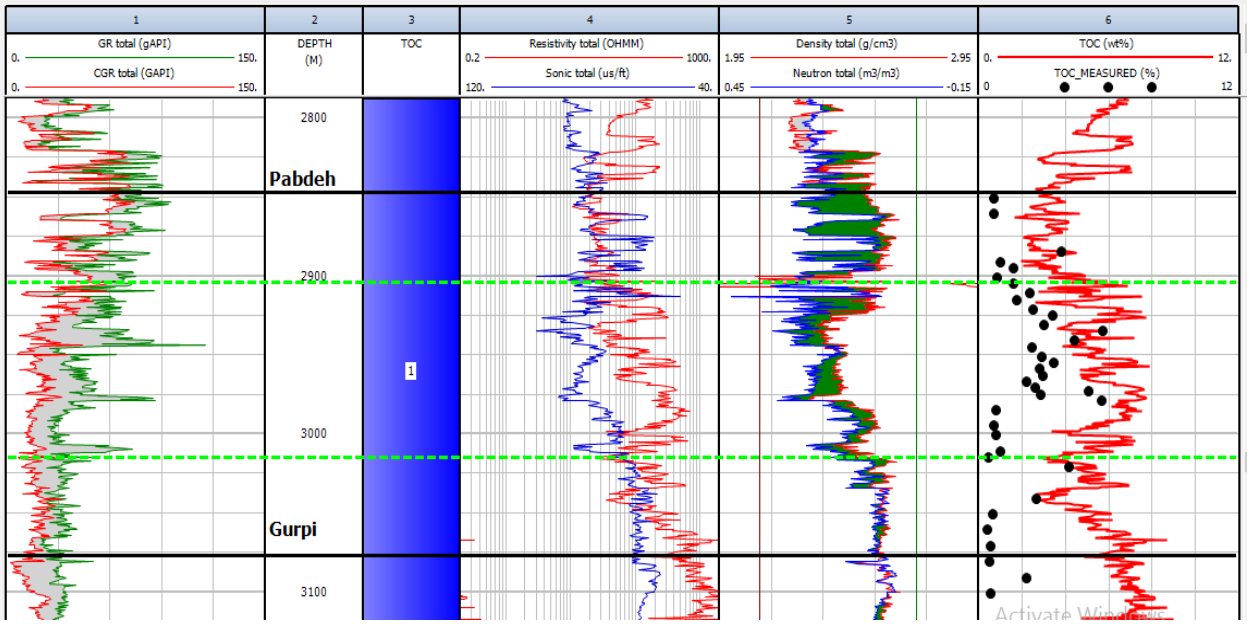
چاه‌پیمایی نیز تخمین خوبی از پتانسیل سنگ منشأ می‌دهند. در تخمین سنگ منشأ ابتدا باید سازند و ناحیه‌های مولد سنگ منشأ را شناخت. سازند پابده جزو سازندهای منشأ می‌باشد. تخمین مقدار مواد آلی کل در سازند منشأ، با تلفیق نمودارهای چاه پیمایی و تفسیر داده‌ها به وسیله نرم افزار و سیستم محاسباتی بدست می‌آید. در این مسیر با استفاده از داده‌های چاه‌های نفتی واقع در منطقه دزفول شمالی و با استفاده از نرم افزار interactive petrophysics و نگارهای کابلی[1] مقدار هیدروکربن در این چاه‌ها و عمق قرار گیری و چگونگی تشکیل آن به طور کامل بررسی می‌شود. تحلیل پارامترهای ژئوشیمیایی مقدار کربن آلی کل یکی از مهم‌ترین عوامل درارزیابی پتانسیل تولید و بررسی خصوصیات ژئوشیمیایی واحدهای هیدروکربنی می‌باشد. هدف این مطالعه شامل برآورد سریع‌تر و ساده‌تر قابلیت سنگ منشأ، استفاده حداکثر از منابع موجود (نگارهای رقومی)، کاهش چشمگیر هزینه‌های پروژه‌های اکتشافی و تطابق چاه‌ها با هم با استفاده از داده‌ها می‌باشد. (Tissot, B. P., Welte, D. H., 1984) (Hunt, J.M., 1996) (Bordenave, M.L., Hegre, J.A., 2010)

۲ روش تحقیق

در ارزیابی ماده آلی کل در منطقه دزفول شمالی بر روی تعدادی چاه مطالعه صورت گرفت که از این تعداد چاه، به بررسی چاه برتر از لحاظ میزان TOC در سنگ‌های منشأ به خصوص در سازند پابده می‌پردازیم. در راستای تفسیر این چاه‌ها از نرم افزار Interactive petrophysics (IP) استفاده شد. در تخمین سنگ منشأ باید لایه و بخش‌های مولد سنگ را شناخت. در آنالیز چاه‌های مورد مطالعه از ۵ نگار اصلی یعنی مقاومت ویژه، گاما، صوتی (زمان تاخیر[2])، چگالی[3] و نوترون استفاده شد که با ایجاد لاگ جامع هرکدام از این نگارها و ترکیب این نگارها با یکدیگر پاسخ مناسبی از هر چاه دریافت شد که با تفسیر هرکدام از آن‌ها می‌توان به هدف مطالعه دست پیدا کرد. همچنین از تکنیک $\Delta\ log\ R$ برای مقایسه و فهم بهتر مطالعه استفاده شد. برای مقایسه اطلاعات مورد مطالعه و تفسیر و صحت سنجی آن‌ها، آنالیز های آزمایشگاهی نیز در این تحقیق استفاده شد تا از نتیجه بدست آمده اطمینان حاصل شود. در اندازه‌گیری مقدار ماده آلی کل، مقدار بالای ۰/۵ درصد وزنی سنگ منشأ محسوب می‌شود. چاه سوسنگرد شرقی شماره a که چاه برتر در بین چاه‌های مورد مطالعه در این تحقیق است، در میدان سوسنگرد در ۴۵ کیلومتری شمال غرب شهر اهواز واقع شده است. عمق این چاه ۴۱۱۲ متر می‌باشد و سازندهای آغاجاری، میشان، گچساران، آسماری ، پابده ، گورپی ،ایلام و سروک را از بالا به پایین قطع کرده است. از این چاه ۵ نگار مقاومت ویژه، صوتی، گاما، نوترون و چگالی در اختیار است. مطابق شکل ۱ بر اساس روش پسی (۱۹۹۰) با افزایش ناگهانی مقادیر لاگ‌ها در ستون شماره ۴ علاوه بر تولید خط مبنا، $\Delta\ \boldsymbol{log\ R}$ ایجاد شده است. چون تشکیل لاگ TOC با مقادیر بسیار بالا در این روش متاثر از ترکیب لاگ‌ها می‌باشد و ممکن است با واقعیت سنگ منشأ یکسان نباشد، لذا یکسری از عوامل موثر بر لاگ‌هایی مانند مقاومت ویژه، صوتی، چگالی، تخلخل و گاما در تفسیر باید مدنظر قرار گیرد تا در نتیجه گیری نهایی لحاظ شود.

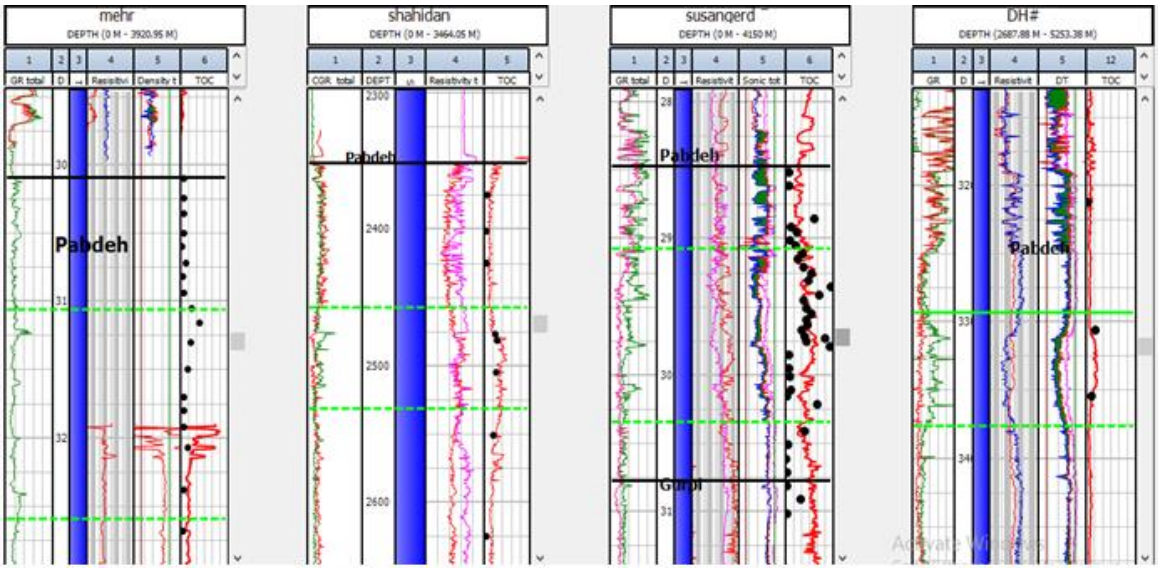
---

[1] Well log
[2] Delay time
[3] Density



شکل ۱. خروجی نرم افزر IP جهت تفسیر غنای مواد آلی در سازند پابده در چاه سوسنگرد شرقی *a* (عمق ۲۸۴۷ تا ۳۰۷۷ متر).

بخش مولد سازند پابده دارای سن ائوسن میانی تا بالایی است که احتمالاً در اثر پیش روی دریا در عمق بیشتری نسبت به بخش‌های بالایی و پایینی سازند پابده نهشته شده است. با توجه به تفاسیری که در هر چاه انجام شد، می‌توان فهمید که بخشی از سازند پابده که غنی از مواد آلی است، نگار گاما در یک فاصله عمقی پاسخ نسبتاً یکسانی در این سازند در هر چاه می‌دهد که با توجه به این موضوع و با کمک از آنالیز آزمایشگاهی می‌توان به بررسی توالی تکرار شده سنگ منشأ در چاه‌های مورد مطالعه پرداخت. در چاه دهلران c از عمق ۳۳۰۳ تا ۳۳۷۳ شاهد سه پیک در نگار گاما هستیم که این پیک‌ها در چاه سوسنگرد شرقی a از عمق ۲۹۳۰ تا ۳۰۲۱، در چاه شهیدان b از عمق ۲۴۷۰ تا ۲۵۲۳ و در چاه مهر d از ۳۱۰۰ تا ۳۲۱۸ متر بطور نسبتاً مشابه وجود دارند که نشان دهند بخش مولد (غنی‌تر از مواد آلی نسبت به بخش‌های دیگر) در سازند پابده می‌باشد.



شکل ۲. تطابق بازه‌های تفسیر شده از سازند پابده در چاه‌های دهلران **c**، سوسنگرد شرقی *a*، شهیدان *b* و مهر

۳ نتیجه‌گیری

- در چاه سوسنگرد شرقی a در سازند پابده عمق ۲۹۰۴ تا ۳۰۱۵ متری، افزایش نگارهای مقاومت ویژه و صوتی، تشکیل $\Delta\ \boldsymbol{log\ R}$ پاسخ TOC نرم‌افزار و آنالیزهای آزمایشگاهی سنگ منشأ عالی در این ناحیه را نمایش می‌دهد. در قسمت انتهایی سازند پابده تخلخل کم می‌شود و نمونه‌های آزمایشگاهی پاسخ کمی را در این محدوده ثبت کرده اند.
- با توجه به طرح نگار گاما در بخش مولد سازند پابده در چهار چاه سوسنگرد شرقی a، شهیدان b، دهلران c (به سن ائوسن میانی-بالایی) و تطابق آن با همین طرح در نگار گاما چاه مهر d، می‌توان به وجود سنگ منشأ خوب در عمق ۳۱۰۰ تا ۳۲۱۸ در این چاه (مهر d) فقط با استفاده از نگار گاما و با کمک از این توالی یافت شده از چاه‌های دیگر دست یافت.
- این روش برخلاف آنالیزهای آزمایشگاهی دارای هزینه‌ی بسیار پایین‌تری بوده و باعث کاهش هزینه‌های پروژه می‌شود و همچنین سرعت آنالیز داده‌ها را بسیار افزایش می‌دهد.
- با استفاده از روش تحلیل و تفسیر به وسیله نرم‌افزار، کیفیت سنگ‌های منشأ را می‌توان در سریع‌ترین زمان و به شکلی ساده تشخیص داده و به بهره‌برداری رساند. این روش برخلاف آنالیزهای آزمایشگاهی دارای هزینه‌ی بسیار پایین‌تری بوده و باعث کاهش هزینه‌های پروژه می‌شود. بنابر این استفاده از نرم‌افزار Interactive Petrophysics با کاربردهای فراوان و کاربری آسان برای پیدا کردن هرچه بهتر و سریع‌تر سنگ منشأ، تفسیرهای دقیق و مطمئن برای یک یا ده‌ها چاه، انجام محاسبات اصلی مانند حجم رس، اشباع نفت/اشباع آب، تجزیه و تحلیل نوترون پالس، شیل‌های آلی و تفسیرNMR و بسیاری کاربردهای دیگر توصیه می‌شود.

منابع

Bordenave, M.L., Hegre, J.A., 2010. "Current distribution of oil and gas fields in the Zagros Fold Belt of Iran and contiguous offshore as the result of the petroleum systems". Geological Society London, Special Publications.v.330, pp. 291-353.
Hunt,, 1996. Petroleum geochemistry and geology, 2nd edition. W. H. Freeman and Company, pp. 743.
Tissot, B. P., Welte, D. H., 1984. Petroleum Formation and Occurrence. 2nd Edition. Springer-Verlag, new work

قدردانی و تشکر

از مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران بابت در اختیار گذاشتان داده‌ها و همکاری در طول این مطالعه تشکر و قدردانی می‌نماییم.