

تعیین خصوصیات پتروفیزیکی و تخمین ارتفاع ستون هیدروکربن با استفاده از نمودارهای چاه پیمایی (مطالعه موردی: یکی از مخازن جنوب غربی ایران)

سید مهدی آسیایی صحنه^{۱*}، محمد آبدیده^۲

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نفت - دانشگاه آزاد اسلامی، واحد امیدیه، گروه مهندسی نفت، امیدیه، ایران

۲ - استادیار - دانشگاه آزاد اسلامی، واحد امیدیه، گروه مهندسی نفت، امیدیه، ایران

S_m_asiace@yahoo.com

چکیده

در صنعت نفت تعیین خواص پتروفیزیکی مخزن، یکی از مهمترین پارامترهای کلیدی در مدیریت، تولید، توسعه و تخمین مخازن - هیدروکربوری به شمار می رود. در این تحقیق با استفاده از نمودارهای چاه پیمایی لیتولوژی، حجم شیل، درجه اشباع آب، تخلخل و ارتفاع ستون هیدروکربن را در یکی از مخازن جنوب غربی ایران مورد بررسی قرار دادیم. عمق مورد مطالعه سازند از ۱۹۰۰ متر تا ۲۰۰۰ متر می باشد. پس از ارزیابی پتروفیزیکی صورت گرفته دریافتیم که لیتولوژی غالب سازند از ماسه سنگ و سنگ آهک تشکیل شده است. همچنین حجم شیل متوسط سازند ۶/۳۰ درصد، درجه اشباع آب متوسط سازند ۲۳/۷۵ درصد و تخلخل متوسط سازند ۲۳/۱۸ درصد محاسبه شد. ارتفاع ستون هیدروکربن نیز شامل ۴/۷۷۳ متر از ۱۰۰ متر سازند مورد مطالعه بدست آمد.

کلمات کلیدی: ارزیابی پتروفیزیکی، لیتولوژی، حجم شیل، اشباع آب، تخلخل

۱ - مقدمه

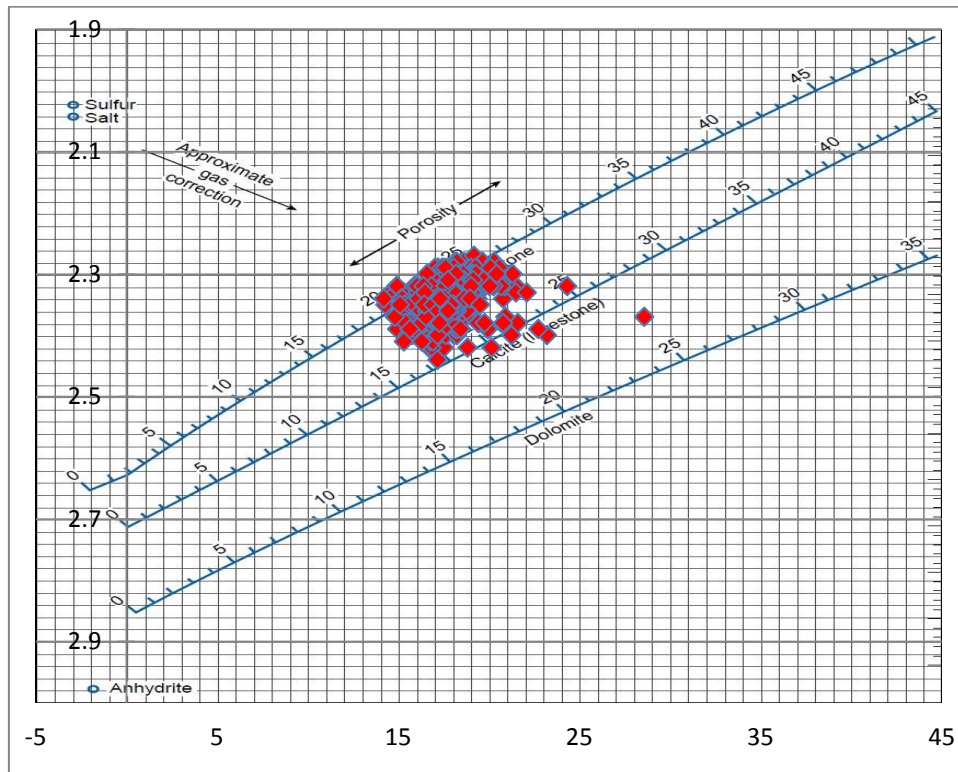
در زمین شناسی نفت، ارزیابی پتروفیزیکی در حقیقت همان علم تعبیر و تفسیر اطلاعات حاصل از نمودارهای چاه پیمایی به منظور بررسی کیفیت مخزنی بخش های مختلف سازند و زون بندی مخزن برای تعیین مناسب ترین زون ها جهت بهره برداری بهینه از مخازن و توسعه آگাহانه تر میادین نفتی می باشد. دلیل اصلی اینکه استفاده از نمودارهای چاه پیمایی بر به کارگیری مغزه ترجیح داده می شود، ارزان تر بودن هزینه انجام عملیات چاه پیمایی نسبت به مغزه گیری است. همچنین نمودارهای چاه پیمایی به صورت یک ثبت پیوسته از خواص سنگ های درون چاه می باشد (Clavier, ۱۹۸۴).

هدف اصلی مطالعات پتروفیزیکی مطالعه خواص سنگها و تعامل آن با سیالاتی که درون آنها می باشد است. بخش اعظم فعالیت های نمودارگیری به تعبیر و تفسیر اطلاعات حاصل از نمودارهای چاه پیمایی معطوف می گردد. تعیین تخلخل، حجم شیل، درجه اشباع آب و نوع لیتولوژی از مهمترین پارامترهایی هستند که در ارزیابی پتروفیزیکی جهت پی بردن به کیفیت مخزنی سازندها تعیین می شوند.

۲- تعیین لیتولوژی

برای تعیین لیتولوژی ابتدا در نمودار CGR، از مقادیر بالای API ۵۰، که به طور یقین شیل می باشند صرف نظر کردیم و سپس لیتولوژی سایر نواحی را تعیین نمودیم و در واقع قسمت تمیز سازند را مشخص کردیم. از این طریق دریافتیم که از عمق ۱۹۰۰ متر تا ۱۹۳۷ متر لیتولوژی سازند شیلی است. روش ها و نمودارهای متقاطع متعددی برای تشخیص سنگ شناسی وجود دارد. در این مطالعه پس از انجام تصحیحات محیطی، نمودار نوترون و چگالی که از نمودارهای تخلخل محسوب می شوند، همزمان برای تعیین رخساره ای لیتولوژیکی به کار برده شدند. این دو نمودار زمانی که با هم در چاه رانده می شوند، از جمله دقیق ترین ابزار غیر مستقیم موجود

برای تعیین نوع سنگ شناسی به حساب می آیند (Clavier, ۱۹۸۴). در شکل (۱) همانگونه که مشاهده می شود از نمودار متقاطع نوترون - چگالی برای تعیین لیتولوژی استفاده شده است. براین اساس، سازند مورد مطالعه از ماسه سنگ و سنگ آهک تشکیل شده است.



شکل ۱ - نمودار متقاطع نوترون - چگالی برای تعیین لیتولوژی

۳- محاسبه حجم شیل

حجم شیل یکی از اساسی ترین و مهمترین پارامترهای مورد بررسی در کلیه مطالعات پتروفیزیکی و کیفیت مخزنی است. حجم شیل به معنی حجم کانی های رسی موجود در مخزن است. شیل می تواند تغییرات زیادی در مخازن ایجاد کند. محاسبه حجم شیل بطور معمول با استفاده از نمودارهای SGR و CGR انجام می شود. حجم شیل محاسبه شده از هر کدام از این روشها با یکدیگر متفاوت است. مقدار شیل محاسبه شده از SGR بیشتر از CGR است، چون در این روش علاوه بر توریم و پتاسیم (K & TH) که توسط CGR ثبت می شود، کانی اورانیوم (U) نیز ثبت میگردد که قابلیت انحلال بالایی دارد و بیشتر در کانی های رسی که در شیل ها فراوانند دیده می شود (Tiab, ۲۰۰۰). به همین دلیل در محاسبه حجم شیل تنها با استفاده از نمودار CGR می توان به ارزیابی درستی از میزان حضور شیل دست یافت. بدین ترتیب مقادیر ماکزیمم و مینیمم نمودار CGR در سازند خوانده شد که در جدول (۱) ذکر شده است.

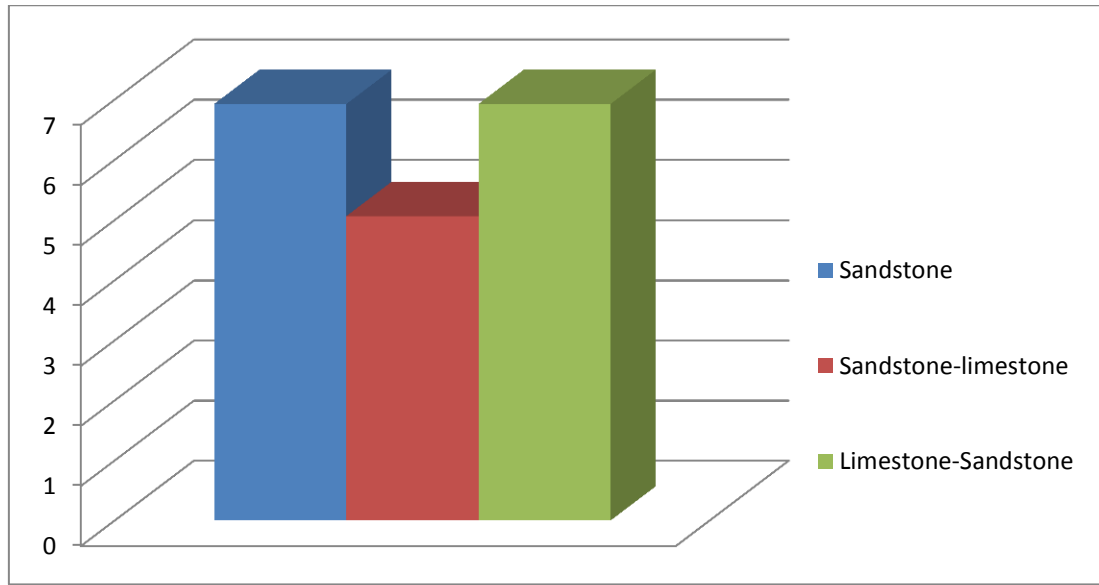
جدول ۱- مقادیر ماکزیمم و مینیمم نمودار CGR

	CGR _{min}	CGR _{max}
مقادیر نمودار CGR بر حسب API	۲۱/۶۷	۱۰۸/۳۸
عمق مورد نظر (m)	۱۹۵۸/۹۵	۱۹۰۲/۵۶

سپس با استفاده از رابطه (۱) مقادیر متوسط شیل در لیتولوژی های مختلف محاسبه شده است.

$$V_{sh} = \frac{CGR - CGR_{min}}{CGR_{max} - CGR_{min}} \quad (1)$$

در شکل (۲) مقادیر حجم شیل در لیتولوژی های مختلف مشخص گردیده است.



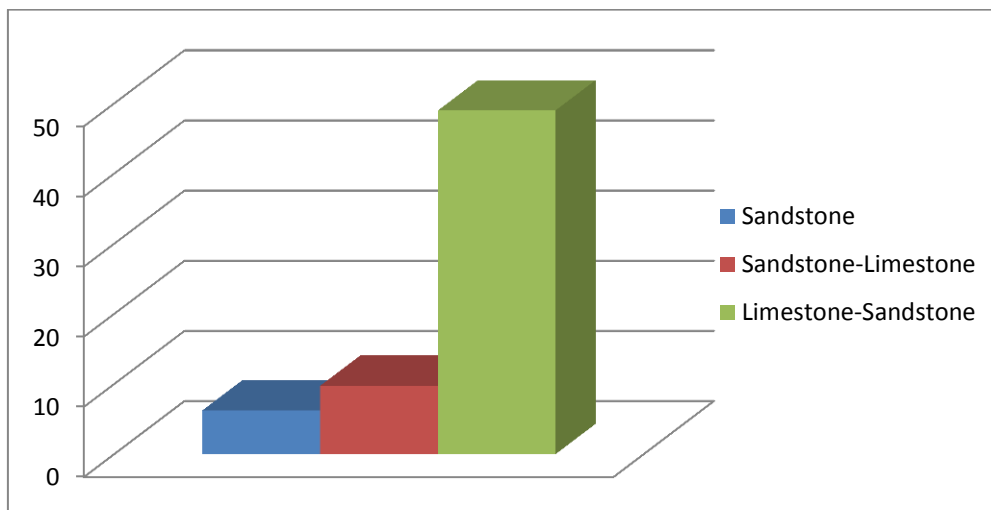
شکل ۲ - حجم شیل بر حسب درصد در لیتولوژی های مختلف سازند

۴ - محاسبه درجه اشباع آب

تعیین میزان اشباع شدگی آب، یکی از پارامترهای بسیار مهم در تعیین اشباع شدگی سیال هیدروکربوری در خلل و فرج واحدهای چینه شناسی است. در این مطالعه برای بدست آوردن اشباع شدگی آب از رابطه (۲) (روش آرچی) استفاده گردید:

$$S_w = \sqrt{\frac{R_w}{\phi^T \times R_t}} \quad (2)$$

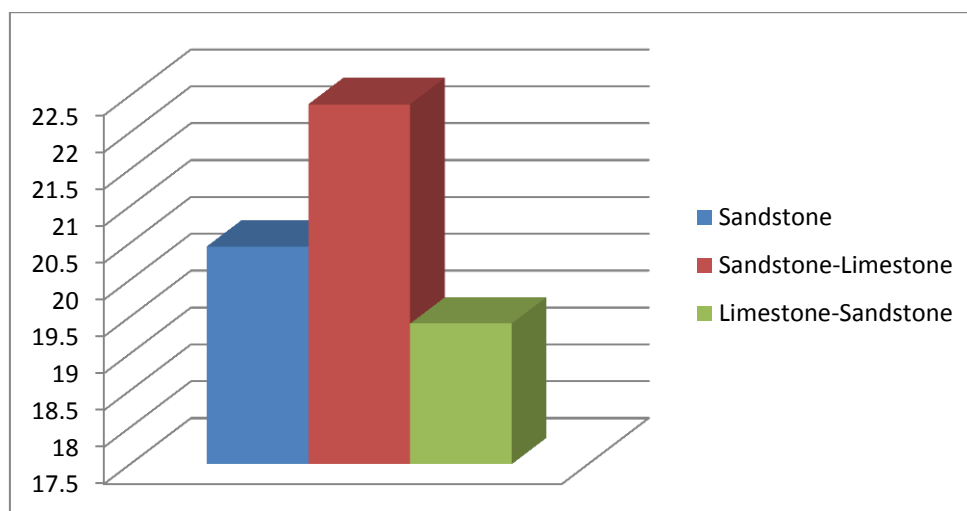
نتایج حاصل از محاسبه درجه اشباع آب در شکل (۳) نشان داده شده اند.



شکل ۳ - نمودار درجه اشباع آب بر حسب درصد در لیتولوژی های مختلف سازند

۵- محاسبه تخلخل

تخلخل معیاری از توانایی سنگ در ذخیره سیال می باشد و به صورت نسبت حجم فضاهای خالی به حجم کل محیط متخلخل بیان می شود. تخلخل مهمترین خاصیت سنگ است، چون ظرفیت و حجم تجمع نفت در سنگ تابع آن می باشد (مطیعی، ۱۳۸۷). در این مطالعه با استفاده از رابطه (۳) مقدار تخلخل موثر محاسبه شده است که در این رابطه ϕ_e تخلخل موثر بر حسب درصد، ϕ_t تخلخل حاصل از نمودار نوترون بر حسب درصد، V_{sh} حجم شیل بر حسب درصد و ϕ_{sh} تخلخل شیل می باشد که بصورت مقدار تخلخل نوترون در نقطه ای که نمودار CGR بالاترین مقدار را دارد قرائت کرده و آنرا به عنوان تخلخل شیل در نظر می گیریم، حاصل می گردد که در اینجا $34/73$ درصد می باشد.



شکل ۴ - نمودار تخلخل بر حسب درصد در لیتولوژی های مختلف سازند

$$\phi_e = \phi_t - V_{sh} \times \phi_{sh}$$

(۳)

۶- محاسبه ارتفاع ستون هیدروکربن

برای محاسبه ستون هیدروکربن در ابتدا نیاز است که نوع سنگ (Rock Type) را با توجه به مقادیر تخلخل و اشباع آب تعیین کنیم. بدین منظور با استفاده از جدول (۲) نوع سنگ و ضخامت هر نوع سنگ تعیین گردید.

جدول ۲- تعیین نوع سنگ

نوع سنگ	درصد تخلخل (\emptyset %)	درصد اشباع آب (S_w %)
سنگ مرغوب	۸/۵-۱۰۰	۰-۲۵
سنگ نسبتاً مرغوب	۸/۵-۱۰۰	۲۵-۵۰
سنگ نا مرغوب	۴/۵-۸/۵	۰-۵۰
سنگ سخت	۰-۴/۵	۰-۱۰۰
سنگ آبدار	۴/۵-۱۰۰	۵۰-۱۰۰

پس از تعیین نوع سنگ، ضخامت مفید محاسبه و در جدول (۳) آورده شده اند:

جدول ۳- نوع سنگ و ضخامت مفید سازند

نوع سنگ	ضخامت (m)
سنگ مرغوب	۱۶/۰۱
سنگ نسبتاً مرغوب	۱۰/۹۹
سنگ آبدار	۳۶

با توجه به اینکه سنگهای آبدار را نمی توان جزء نواحی مخزنی دسته بندی نمود، ضخامت مفید سازند بصورت زیر محاسبه میگردد:

$$H_{net} = 16/01 + 10/99 = 27 \text{ (m)} \quad (4)$$

سپس نسبت ضخامت مفید به ضخامت کل که برابر ۱۰۰ متر میباشد نیز حاصل گردید:

$$\frac{H_{net}}{H_t} = \frac{27}{100} = 0/27 \quad (5)$$

همچنین میانگین درصد تخلخل و درجه اشباع آب در ضخامت های مفید با استفاده از روابط (۶) و (۷) محاسبه و در جدول (۴) گردآوری شده اند:

$$\emptyset_{avg} = \frac{(\sum \emptyset.H_g) + (\sum \emptyset.H_f) + (\sum \emptyset.H_p)}{(\sum H_g) + (\sum H_f) + (\sum H_p)} \quad (6)$$

$$S_{Wavg} = \frac{(\sum \emptyset.H_g.S_{Wg}) + (\sum \emptyset.H_f.S_{Wf}) + (\sum \emptyset.H_p.S_{Wp})}{(\sum \emptyset.H_g) + (\sum \emptyset.H_f) + (\sum \emptyset.H_p)} \quad (7)$$

جدول ۴ - تخلخل و درجه اشباع متوسط سازند

درصد تخلخل متوسط ($\phi_{avg}\%$)	۲۳/۱۸
درصد اشباع آب متوسط ($S_{Wavg}\%$)	۲۳/۷۵

و در نهایت با توجه به مقادیر محاسبه شده ارتفاع ستون هیدروکربن را با استفاده از رابطه (۸) تعیین نمودیم.

$$N.H.C = \phi_{avg} \cdot H_{net} \cdot (1 - S_{Wavg}) \quad (8)$$

مقدار ستون هیدروکربن برابر با ۴/۷۷۳ متر بدست آمد.

۷- نتایج

۱. باتوجه به ارزیابی صورت گرفته لیتولوژی سازند از ماسه سنگ و سنگ آهک تشکیل شده است.
۲. کمترین حجم شیل در نواحی Sandstone – Limestone می باشد.
۳. بیشترین تخلخل در نواحی Sandstone – Limestone می باشد.
۴. بیشترین درجه اشباع آب در نواحی Limestone – Sandstone می باشد که نشان از آبدار بودن سنگهای این ناحیه می باشد و همچنین کمترین درجه اشباع آب متعلق به نواحی Sandstone می باشد.
۵. بهترین ناحیه مخزنی نواحی Sandstone می باشند زیرا کمترین درجه اشباع آب و همچنین تخلخل نسبتا مناسب و حجم شیل تقریبا پایینی را دارا می باشند.
۶. حجم شیل متوسط سازند ۶/۳۰ درصد، درجه اشباع آب متوسط سازند ۲۳/۷۵ درصد و تخلخل متوسط سازند ۲۳/۱۸ درصد می باشد.
۷. ارتفاع ستون هیدروکربن شامل ۴/۷۷۳ متر از ۱۰۰ متر سازند مورد بررسی می باشد.

منابع

- مطیعی، ه. ۱۳۸۷. زمین شناسی نفت سنگ های کربناته، انتشارات آراین زمین، جلد اول، ۴۰۲ صفحه.
- Clavier, C., Coates, G., and Dumanoir, J., Theoretical and experimental basis for the Dual-Water model for interpretation of shaly sands, J. Pet. Tech. April, ۱۹۸۴.
- Tiab, D., (۲۰۰۰). Advances in petrophysics, university of Oklaho, ۱۲۹-۱۶۹.