

ارزیابی کیفیت مخزنی سازند دالان فوقانی با استفاده از

داده‌های پتروفیزیکی در یکی از میادین گازی جنوب ایران

پریا زنده‌دل^۱، امیر کریمیان^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، بخش علوم زمین، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز

^۲ هیئت علمی گروه زمین شناسی نفت، بخش علوم زمین، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز

*ایمیل نویسنده مسئول:

amirkarimian@shirazu.ac.ir

چکیده: امروزه ارزیابی سنگ مخزن از اهمیت بسزایی در صنعت نفت برخوردار است. در این پژوهش با استفاده از داده‌های پتروفیزیکی و اطلاعات تخلخل، نفوذپذیری مغزه‌ها، و به کمک روش ارزیابی احتمالی پارامترهای پتروفیزیکی سازند دالان فوقانی در دو حلقه چاه ۴ و ۶ مورد ارزیابی قرار گرفتند. هدف از انجام پژوهش بررسی کیفیت میدان گازی مورد مطالعه و ارزیابی خواص مخزنی با بهره‌گیری از مطالعات پتروفیزیکی است. بر اساس نتایج این ارزیابی پتروفیزیکی، در سازند دالان فوقانی در چاه ۴ و ۶ میانگین حجم شیل به ترتیب ۱.۷ و ۲.۴ میانگین اشباع آب به ترتیب ۳۰ و ۲۲.۴ و میانگین تخلخل موثر به ترتیب ۳.۷ و ۶.۴ و نسبت NET/GROSS به ترتیب ۰.۶۸ و ۰.۹۲ است. هرچه مقدار این پارامتر به عدد ۱ نزدیک تر باشد سازند مورد مطالعه کیفیت مخزنی بیشتری دارد.

واژگان کلیدی: اشباع آب، تخلخل، حجم شیل، سازند دالان فوقانی، نفوذپذیری

۱- مقدمه

ارزیابی پتروفیزیکی سازند از مهم‌ترین روش‌های مشخصه سازی مخزن می‌باشد که شامل: محاسبه تخلخل، نفوذپذیری و اشباع شدگی آب و حجم شیل می‌باشد. با تلفیق داده‌های بدست آمده از مطالعات پتروفیزیکی با داده‌های حاصل از مطالعات زمین‌شناسی، آزمایش‌های چاه‌پیمایی و تحلیل مغزه‌های حفاری می‌توان به ادراک صحیحی از وضعیت فعلی مخزن رسید و به مدیریت بهتر مخزن کمک کرد. هدف از این مطالعه ارزیابی پتروفیزیکی سازند دالان فوقانی و بررسی پارامترهای

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

مخزنی آن شامل تخلخل، حجم شیل و اشباع آب در میدان گازی مورد مطالعه در جنوب ایران است. حوضه ی زاگرس در جنوب غربی ایران قرار گرفته است. واحدهای اصلی مخزن در میدان مورد مطالعه از سازندهای کنگان و دالان تشکیل شده است. سازندهای دالان و کنگان در گروه دهرم در حوضه زاگرس دسته بندی می شوند که با ضخامت بیشتر از 400 متر به عنوان مهم ترین و بزرگ ترین مخازن کربناته حاوی گاز، در خاورمیانه به حساب می آیند تاکنون مطالعات مختلفی جهت تعیین ارزیابی خواص پتروفیزیکی، در ارتباط با سازندهای دالان و کنگان در ایران و هم ارز آن در کشورهای همسایه صورت گرفته است. سازند کنگان و دالان توسط پژوهشگران بسیاری مطالعه شده است؛ برای نمونه می توان به مطالعات زیر اشاره کرد؛ ارزیابی کیفیت مخزنی با استفاده از آنالیز مغزه (Zamani et al, 2004)؛ کیفیت مخزنی (Rahimpour-Bonab et al, 2009)؛ بهبود ارزیابی پتروفیزیکی (Taheri and Hadadi, 2020)؛ بررسی کیفیت مخزن (Nikbin et al, 2020)؛ ارزیابی خصوصیات مخزنی (Dehghan Abnavi et al, 2021). به علت اهمیت این نوع مخازن، در این پژوهش با استفاده از داده های حاصل از چاه نگاری و اطلاعات بدست آمده از داده های تخلخل-نفوذپذیری مغزه برای دو حلقه چاه، پارامترهای پتروفیزیکی این سازند، مورد ارزیابی قرار گرفته است.

2- بحث

از جمله کاربردهای اساسی نگارهای چاه پیمایی در سازندهای مورد مطالعه شناخت و بررسی خواص پتروفیزیکی نظیر تعیین تخلخل، تراوایی و اشباع آب و محاسبه حجم شیل می باشد. همانطور که در اشکال (1 و 2) مشاهده می شود در این پژوهش به ارزیابی خواص پتروفیزیکی سازند دالان فوقانی در دو حلقه چاه با استفاده از داده های پتروفیزیکی و داده های تخلخل-نفوذپذیری مغزه پرداخته شده است. در ارزیابی پتروفیزیکی چاه های مورد مطالعه موارد زیر مورد بررسی قرار گرفت:

تعیین تخلخل

تخلخل از مهمترین پارامترهای پتروفیزیکی است که در شناخت دقیق یک مخزن هیدروکربوری نقش بسزایی ایفا می کند (Mehdipour et al, 2022). به عبارتی یکی از عوامل بسیار حساس در تخمین خصوصیات پتروفیزیکی و پارامترهای ژئومکانیکی مخازن هیدروکربنی بشمار می آید. نکته مهم این است که استفاده از روش های مستقیم جهت اندازه گیری تخلخل در هر شرایطی امکان پذیر و به صرفه نیست و مستلزم صرف زمان زیادی است. همچنین مورد مهم ترین است که داده های بدست آمده در طی مسیر حفاری به صورت ناپیوسته خواهند بود. لذا بهتر است روش هایی مورد استفاده

قرار بگیرند که نتایج آن‌ها به صورت پیوسته باشد و امکان استفاده از آن‌ها در همه ی پروژه‌ها وجود داشته باشد. بنابراین لازم است در ارزیابی های پتروفیزیکی تخلخل توسط روش احتمالی محاسبه گردد، زیرا در این روش پاسخ کلیه نگارهای موثر در مقدار تخلخل لحاظ می گردد و تخلخل بدست آمده به تخلخل واقعی سازند نزدیک تر است. در این پژوهش محاسبه تخلخل در دو چاه مورد مطالعه توسط حل معادلات همزمان به روش احتمالات صورت گرفته است. میانگین تخلخل بدست آمده در سازند دالان فوقانی در جدول (1) ارائه شده است.

تعیین میزان اشباع آب

تعیین اشباع آب در سازند از جمله مهم ترین مراحل در ارزیابی پتروفیزیکی است که میزان موفقیت بسیاری از عملیات های حفاری، تولید و تکمیل چاه های نفت و گاز، به دقت روش های مورد استفاده در اندازه گیری آن بستگی دارد. لذا تخمین دقیق این پارامتر در توسعه اکتشاف و بهره برداری از مخازن نفت و گاز بسیار حائز اهمیت است. در مخازن نفت و گاز عموماً بیش از یک نوع سیال منافذ را اشغال می کند. در مخازن نفتی، نفت و آب منافذ را اشغال می کنند. در مخازن گازی، گاز و آب منافذ را اشغال می کنند. در نقاط خاص در تولید مخازن نفتی، نفت، گاز و آب می توانند منافذ خالی را اشغال کنند.

$$S_w = \left\{ R_t \left[\frac{V_{sh} \left(1 - \frac{V_{sh}}{2} \right)}{\sqrt{R_{sh}}} + \frac{\phi_e \left(\frac{m}{2} \right)}{\sqrt{a \cdot R_w}} \right]^2 \right\}^{-\frac{1}{n}} \quad (1)$$

که در این رابطه: (S_w) درصد اشباع آب سازند، (R_t) مقاومت ویژه ی بخش بکر سازند که علاوه بر آب سازندی از هیدروکربور اشباع شده است بر حسب اهم متر، (R_w) مقاومت ویژه ی آب سازند بر حسب اهم متر، (ϕ_e) تخلخل موثر، (n) توان اشباع شدگی، (m) ضریب سیمان شدگی است، (R_{sh}) مقاومت شیل بر حسب اهم متر، (V_{sh}) حجم شیل و (a) ثابت آرچی، $(El-)$ (Bagoury, 2020).

تراوایی

تراوایی و نحوه توزیع آن یکی از اساسی ترین پارامترهای زمین شناسی جهت توصیف خصوصیات سنگ مخزن است (Hosseinzadeh and Tavakoli, 2022). به علت اینکه سیال بایستی از منافذ سنگ مخزن عبور نماید، بنابراین

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

میزان تراوایی معیار اصلی در تعیین روش های بهینه ی ازدیاد برداشت و بررسی رفتار تولید از مخزن محسوب می شود. بر اساس نمودار تخلخل مغزه- تراوایی مغزه، در دو چاه دارای اطلاعات مغزه رابطه بین این دو پارامتر در محدوده سازند دالان بالایی محاسبه شده و یک رابطه جهت محاسبه تراوایی در میدان مورد مطالعه ارائه شده است میانگین تراوایی بدست آمده در سازند دالان فوقانی در جدول (1) ارائه شده است.

3- نتایج

ضخامت مفید Net

عبارت است از ضخامتی از مخزن که قابلیت ذخیره سازی سیالات را دارد و شرایط مخزنی و پتروفیزیکی قابل پذیرشی دارد.

ضخامت کل GROSS

به کل ضخامت از ابتدای نمودارگیری سازند تا انتهای آن ضخامت کل گفته میشود.

نسبت ضخامت مفید به کل

از نسبت ضخامت مفید به ضخامت کل جهت تعیین بخشی از مخزن که در عملیات تولید مشارکت مفیدی دارد، استفاده میشود. هرچه مقدار این پارامتر به عدد 1 نزدیک تر باشد سازند مورد مطالعه کیفیت مخزنی بیشتری دارد.

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

چاه	سازند	ضخامت کل m	ضخامت مفید m	ضخامت مفید/کل NET/GROSS	میانگین تخلخل %	میانگین اشباع آب %	میانگین حجم شیل %	میانگین تراوایی md
4	سازند دالان فوقانی	184/33	126/14	0/68	3/7	30	1/7	0/042
6	سازند دالان فوقانی	114/53	105/02	0/92	6/4	22/4	2/4	0/128

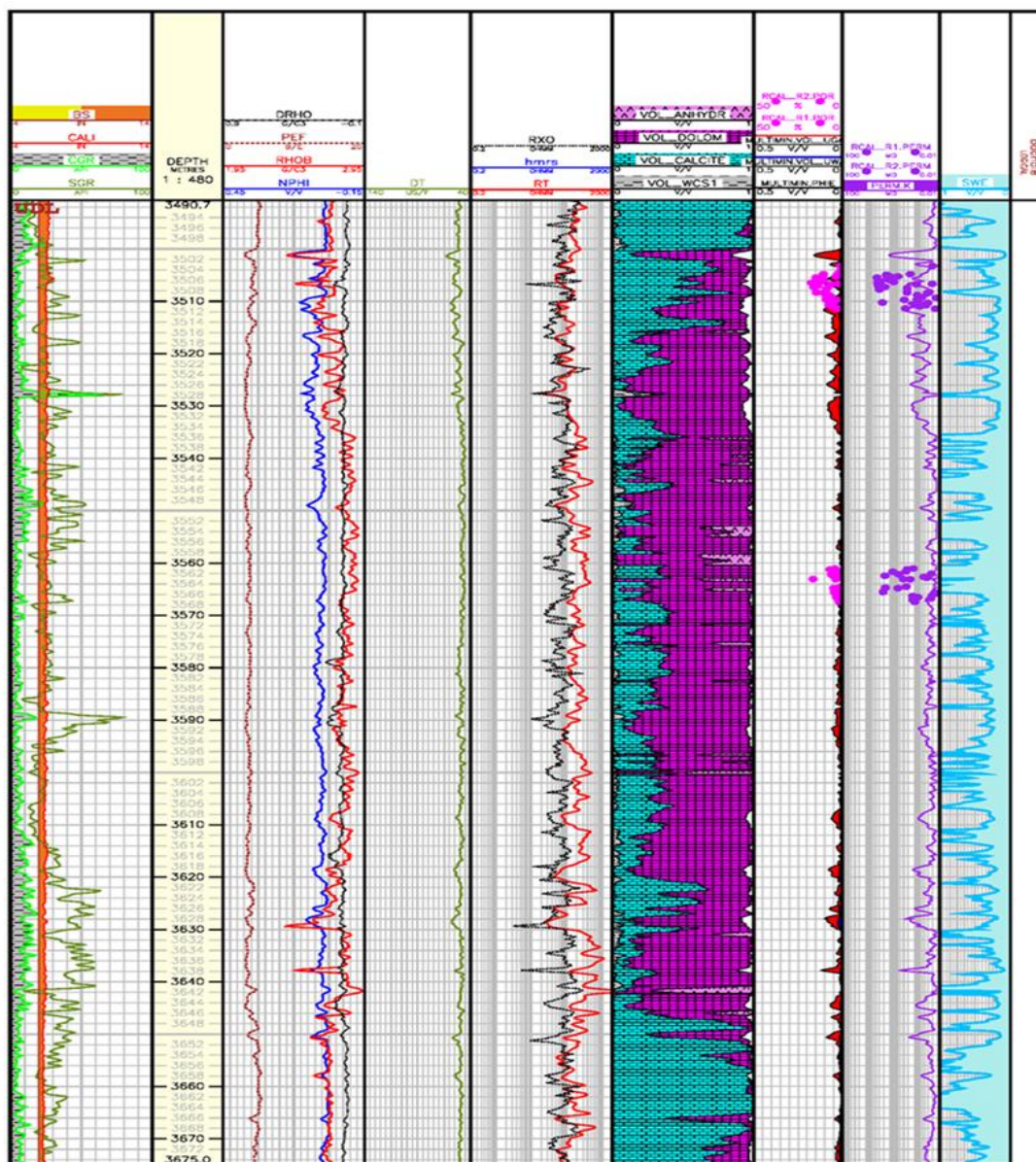
جدول 1: میانگین پارامترهای پتروفیزیکی محاسبه شده در چاه 4 و 6

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب‌شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان



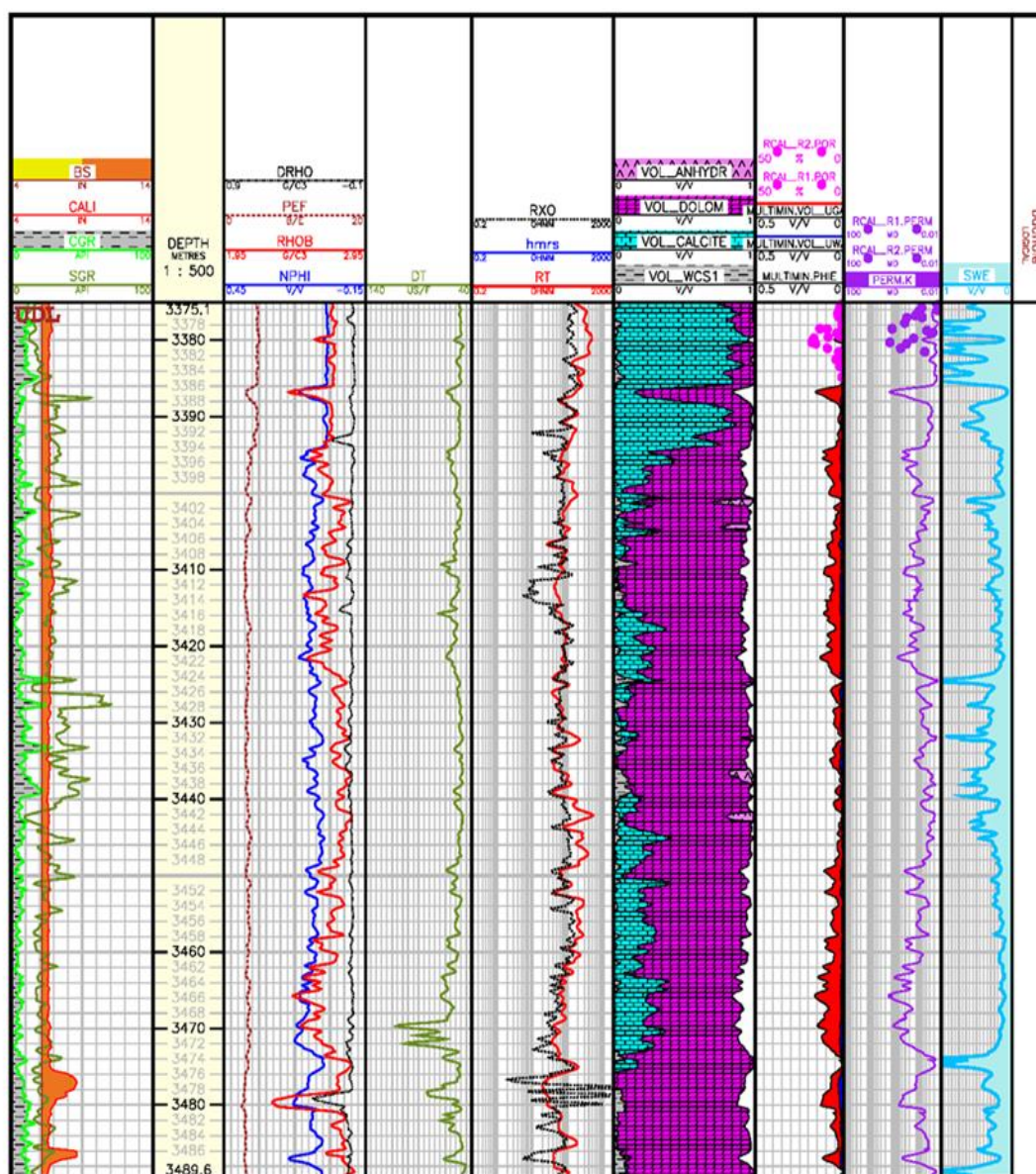
شکل ۱: ارزیابی پتروفیزیکی سازند دالان بالایی در چاه ۴

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب‌شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان



شکل ۲: ارزیابی پتروفیزیکی سازند دالان بالایی در چاه ۶

4- جمع بندی

نتایج بدست آمده از ارزیابی پتروفیزیکی سازند دالان فوقانی در دو حلقه چاه مورد مطالعه بر اساس تخلخل، حجم شیل، تراوایی، اشباع آب به شرح زیر می باشد:

سازند کنگان در چاه 4 به طور میانگین دارای حجم شیل، تخلخل موثر و اشباع آب موثره ترتیب برابر با 1.7، 3.7 و 30 درصد است. این سازند دارای خواص مخزنی خوبی می باشد، نسبت ضخامت مفید به ضخامت کل (NET/GROSS) در این بخش برابر با 0.68 است. و در چاه 6 به طور میانگین، دارای حجم شیل، تخلخل موثر و اشباع آب موثره ترتیب برابر با 2.4، 6.4 و 22.4 درصد است این سازند دارای خواص مخزنی خوبی می باشد، نسبت ضخامت مفید به ضخامت کل (NET/GROSS) در این بخش برابر با 0.92 است. هرچه مقدار این پارامتر به عدد 1 نزدیک تر باشد سازند مورد مطالعه کیفیت مخزنی بهتری دارد. در نتیجه سازند دالان بالایی در چاه 6 به علت (NET/GROSS) بیشتر و نزدیک تر به عدد 1 دارای کیفیت مخزنی بهتری می باشد.

مراجع

- Dehghan Abnavi, A., Karimian Torghabeh, A., Qajar, J., Kadkhodaii Ilkhchi, R. and Talebnejad, A., 2021. Evaluation of reservoir properties in Kangan and Dalan Formation base on petrophysical data in one of Iranian gas fields. *Researches in Earth Sciences*, 12(3), pp.68-82.
- El-Bagoury, M., 2020. Integrated petrophysical study to validate water saturation from well logs in Bahariya Shaley Sand Reservoirs, case study from Abu Gharadig Basin, Egypt. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 10(8), pp.3139-3155.
- Hosseinzadeh, M. and Tavakoli, V., 2022. The Effect of Geological Parameters on the Ratio of Horizontal to Vertical Permeability in Carbonate Reservoirs of Kangan and Upper Dalan Formations. *Journal of Petroleum Research*, 32(123), pp.69-81.
- Mehdipour, V., Rabbani, A.R. and Kadkhodaie, A., 2022. Porosity Modeling Using Simultaneously Seismic Attribute and Electrofacies Data in Sarvak Reservoir of an Iranian Oil Field. *Journal of Petroleum Research*, 32(1401-4), pp.113-128.
- Nikbin, M., Khanehbad, M., Moussavi-Harami, R., Mahboubi, A., Khoddami, M. and Ghofrani, E., 2020. Investigation of reservoir quality of the Kangan Formation based on petrographic and petrophysical studies: A case study of wells "A" and "B" in the gas field of the Tabnak Anticline, SW Iran. *Iranian Journal of Earth Sciences*, 12(1), pp.69-84.

- Rahimpour-Bonab H, Asadi E, Sonei R (2009) Permian–triassic boundary and its control over reservoir characteristics in South Pars gas field, Persian Gulf: *Geological Journal*, 44: 341–364.
- Taheri, K. and Hadadi, A., 2020. Improving the Petrophysical Evaluation and Fractures study of Dehram Group Formations using conventional petrophysical logs and FMI Image Log in one of the Wells of South Pars Field. *Journal of Petroleum Science and Technology*, 10(4), p.31.
- Zamani, Z., Lotfpour, M. and Moradpour, M., 2004. Conventional core analysis and reservoir characterization of the Kangan Formation in the “SPG” field, Persian Gulf, SPG# 1 well. Research Institute of Petroleum Industry, Iran. Unpublished Report.

Reservoir Quality Evaluation of Upper Dalan Formation with base of Petrophysical Data in one of the Gas field in Southern Iran

Abstract: Reservoir rock evaluation is very important in the oil industry. In this research, using petrophysical data and porosity information, the permeability of the cores, and with the help of the possible evaluation method, the petrophysical parameters of the upper Dalan Formation were evaluated in two wells 4 and 6. The purpose of the research is to check the quality of the studied gas field and evaluate the reservoir properties using petrophysical studies. Based on the results of this petrophysical evaluation, in the upper Dalan Formation in wells 4 and 6, the average shale volume, respectively 1.7 and 2.4 average water saturation respectively 30 and 22.4 and the average effective porosity, respectively 3.7 and 6.4 and NET/GROSS ratio respectively 0.68 and 0.92. The closer the value of this parameter is to 1, the studied formation has more reservoir quality.

Keyword: water saturation, porosity, shale ratio, Upper Dalan Formation, permeability