



تفسیر پتروفیزیکی و تعیین مشخصات مخزنی سازند ایلام در یکی از میادین ناحیه دشت آبادان

کیانی منش ندا^۱، جهانبخش دانشیان^۲، امیرسرداری مهدی^۳، بازوند پیمان^۴

^۱دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران Neda.kianimanesh@Khu.ac.ir

^۲دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران Daneshian@Khu.ac.ir

^۳دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران Amirsardarimahdi@Khu.ac.ir

^۴اداره زمین شناسی، مدیریت اکتشاف شرکت نفت، تهران Peymanbazvand98@Gmail.com

چکیده

در این پژوهش، با بکارگیری داده‌های پتروفیزیکی چاهی واقع در یکی از میادین نفتی ناحیه دشت آبادان و با استفاده از نرم افزار ژئولاگ (Geolog.7.1) خواص مخزنی سازند ایلام به روش احتمالی Multimin مورد ارزیابی قرار گرفته است. بر اساس این بررسی و به کمک کراس پلات نوترون-چگالی و داده‌های کمی و کیفی بخش Layout لیتولوژی سازند ایلام غالباً از آهک و درصد کمی دولومیت بوده و در برخی فواصل دارای میان لایه شیلی می‌باشد. نتایج داده‌ها نشان می‌دهد که این سازند دارای تخلخل متوسطی است به گونه‌ای که میانگین تخلخل موثر و اشباع آب موثر به ترتیب ۹/۳۳ درصد و ۶۷/۶ درصد تخمین زده شد. همچنین میانگین حجم شیل برابر ۴۰/۱ درصد است. مدل ساخته شده با داده‌های مغزه تطابق قابل قبول ۸۳ درصد را داشته که نشان از دقت کار می‌باشد. و در نهایت بخش میانی سازند ایلام با میانگین تخلخل موثر ۱۷/۷ درصد و اشباع آب موثر ۳۴/۷ درصد به عنوان بهترین زون مخزنی تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی

داده‌های پتروفیزیکی، سازند ایلام، تخلخل، اشباع آب، حجم شیل

Abstract

In this research, by using the petrophysical data of a well located in one of the oil fields of Abadan Plain area and using Geolog software (Geolog.7.1), the reservoir properties of Ilam formation have been evaluated by Multimin probabilistic method. Based on this investigation and with the help of neutron-density cross-plot and quantitative and qualitative data of the Layout section, the lithology of Ilam formation is mainly made of lime and a small percentage of dolomite, and in some intervals it has an interlayer of shale. The results of the data show that this formation has moderate porosity so that the average effective porosity and effective water saturation were estimated at 9.33% and 67.6%, respectively. Also, the average volume of shale is 40.1%. The model made with the core data had an acceptable match of 83%, which shows the accuracy of the work. And finally, the middle part of the Ilam Formation with an average effective porosity of 17.7% and an effective water saturation of 34.7% was recognized as the best reservoir zone.

Keywords

Petrophysical data, Ilam formation, porosity, water saturation, shale volume

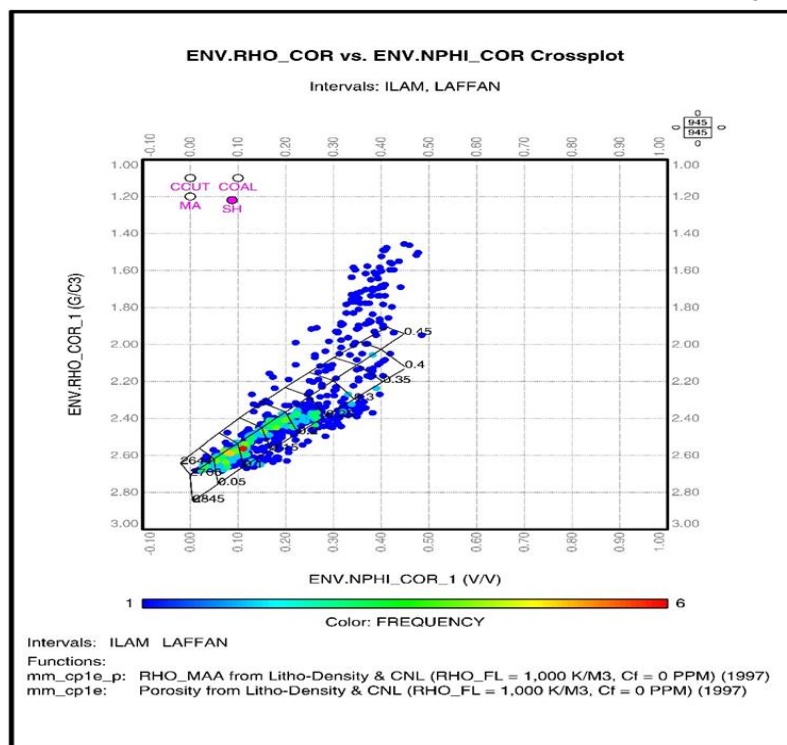


۱. مقدمه:

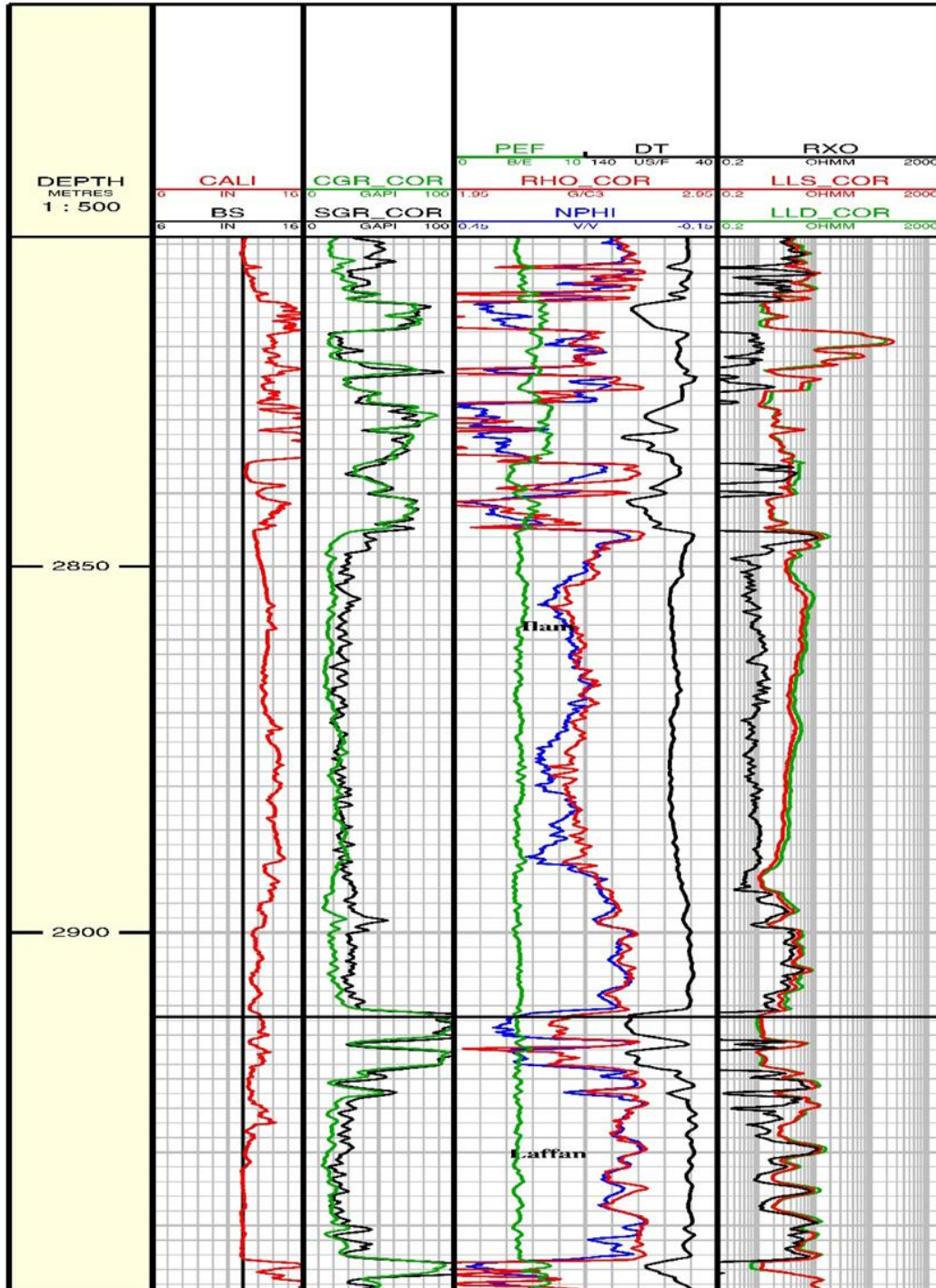
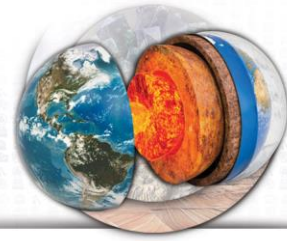
بررسی مخازن هیدروکربوری نشان می‌دهد که حدود ۹۵ درصد از مخازن ایران کربناته بوده و در خاورمیانه بیش از ۶۵ درصد مخازن را تشکیل می‌دهد (کدخدایی، ۱۳۹۷). حوضه رسوبی زاگرس، یکی از مهم‌ترین حوضه‌های نفتی دنیا بوده که بیش‌ترین گسترش آن در ایران است و تا کشورهای عراق، ترکیه و سوریه توسعه می‌یابد (اشکان، ۱۳۸۳). به همین جهت مطالعه و بررسی مخازن کربناته در پهنه زاگرس از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای در مطالعات نفتی برخوردار است (Xiao *et al.*, 2012). سازند آهکی ایلام برای اولین بار توسط جیمز و وایند، ۱۹۶۵، در تنگ گراب در شمال غربی تاقدیس کبیرکوه در ۴۵ کیلومتری جنوب شرقی شهر ایلام در ناحیه لرستان معرفی گردید. سازند ایلام در محل مقطع نمونه، شامل ۱۹۰ متر سنگ آهک خاکستری با لایه‌بندی متوسط تا نازک لایه همراه با میان لایه‌های شیلی است (مطیعی، ۱۳۸۲). تفسیر پتروفیزیکی مخازن کربناته موضوعی است که به خوبی منتشر شده است، به طوری که محققان از روش‌های استاندارد متداول مبتنی بر لاگ چاه و همچنین رویکردهای مختلف که تلفیقی از مشاهدات پتروگرافی مقطع نازک، تصاویر میکروسی تی، محیط رسوبی، و مدل‌سازی توالی چینه‌شناسی، تجزیه و تحلیل تست چاه، و غیر بوده استفاده کرده‌اند (Sen *et al.*, 2021). خواص پتروفیزیکی به‌دست‌آمده در تفسیر چاه‌برداری اجزای مهمی در کاربردهای مختلف ژئوفیزیکی و زمین‌شناسی هستند (Waszkiewicz *et al.*, 2019). در این پژوهش از داده‌های چاه‌نگاری چاهی واقع در یکی از میداین جنوب غرب ایران و نرم افزار ژئولاگ استفاده شد که این نرم افزار یکی از نرم افزارهای پتروفیزیکی کارآمد برای ارزیابی خصوصیات مخزنی بوده و قادر است با داده‌های گوناگون از قبیل نگاره چاه، مغزه، داده‌های لرزه‌ای و پتروگرافی، با انجام تصحیحات لازم پارامترهای مربوط (تعیین نوع لیتولوژی، محاسبه حجم شیل (Vsh)، میزان تخلخل کل (PHIT)، تخلخل موثر (PHIE) و اشباع آب (SW) را حساب کند (Paradigm, 2011).

۲. بحث:

در این پژوهش پس از ساخت پروژه و اضافه کردن داده‌های خام، تصحیحات محیطی بر روی داده‌ها انجام شد سپس به منظور تعیین لیتولوژی از کراس پلات‌های نوترون-چگالی و همچنین از اطلاعات کیفی و کمی لاگ‌ها در بخش Layout استفاده شده تا یک تفسیر بهتری ارائه شود. با توجه به شکل‌های زیر، لیتولوژی سازند ایلام غالباً آهک و درصد کمی دولومیت بوده و در برخی فواصل دارای لایه شیلی می‌باشد شکل (۱ و ۲).



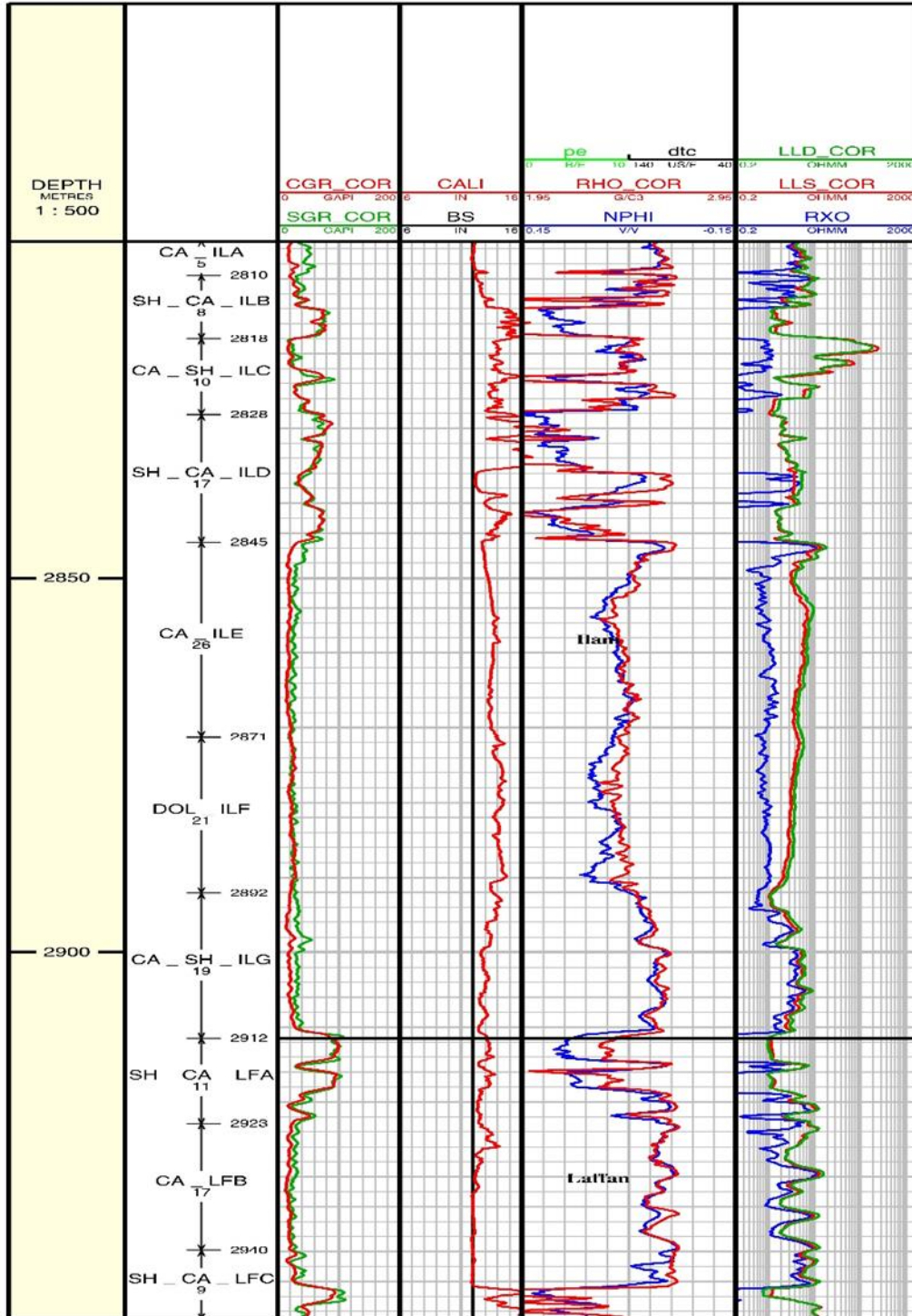
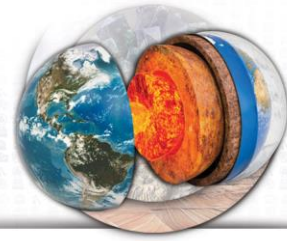
شکل ۱. کراس پلات نوترون-چگالی جهت تعیین لیتولوژی سازندهای ایلام و لافان در چاه مورد مطالعه



شکل ۲. نمایشی از نمودارهای پتروفیزیکی و عمق سازندهای ایلام و لافان برای چاه مورد مطالعه

۱.۲. زون‌بندی جهت تعیین لیتولوژی

پیش از ساخت مدل احتمالی با توجه به موقعیت لاگ‌ها برای عمق‌های مختلف سازند تعیین لیتولوژی انجام داده شد. که این کار با توجه به وضعیت لاگ‌های نوترون و چگالی نسبت به یکدیگر و همچنین لاگ اشعه گاما صورت گرفت. نتیجه حاصل بدین گونه شد که سازند ایلام در چاه مورد مطالعه به ۶ زون A تا G تقسیم‌بندی گردید شکل (۳).



شکل ۳. زون بندی سازند ایلام در چاه مورد مطالعه

۲.۲. محاسبه حجم شیل

روش‌های مختلفی برای محاسبه درصد شیل در سازند وجود دارد. در بعضی از موارد تنها از یک نگار و در پاره‌ای موارد با استفاده از ترکیب دو یا چند نگار می‌توان حجم شیل را محاسبه کرد (رضایی و چهرازی، ۱۳۸۴). با توجه به آن که مواد آلی و بخش‌هایی از سنگ



دارای محتوای اورانیوم بوده بنابراین لازم است تا اثر اورانیوم از لاگ SGR حذف شود و نتیجه بدست آمده لاگ CGR است و در نرم افزار ژئولاگ از روش احتمالی Determin جهت تعیین حجم شیل استفاده گردید. محاسبه حجم شیل طبق معادله (۱) انجام گردید.

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

۳.۲. محاسبه تخلخل

به منظور تعیین این پارامتر در روش احتمالات نرم افزار (Multimine) از نمودارهای نوترون، چگالی و صوتی استفاده می‌شود. به طوری که می‌توان تخلخل را به کمک یک نگاره یا تلفیقی از نگارهای مختلف بدست آورد (Hearst et al., 2000). نتیجه آن در جدول (۱) ارائه شده است. تعیین تخلخل با استفاده از لاگ نوترون طبق معادله (۲) محاسبه می‌شود:

$$\varphi = \frac{(Nphi_{log} - Nphi_{matrix})}{(Nphi_{fluid} - Nphi_{matrix})} \quad (2)$$

که در آن $Nphi_{log}$ برابر با مقدار قرائت لاگ، $Nphi_{fluid}$ مقدار لاگ نوترون در سیال و $Nphi_{matrix}$ مقدار لاگ نوترون در ماتریس می‌باشد. محاسبه تخلخل با استفاده از لاگ چگالی از معادله (۳) بدست می‌آید:

$$\varphi = \frac{(\rho_{log} - \rho_{matrix})}{(\rho_{fluid} - \rho_{matrix})} \quad (3)$$

نه در آن ρ_{log} مقدار چگالی قرائت شده از روی لاگ، ρ_{fluid} مقدار چگالی سیال و ρ_{matrix} مقدار چگالی ماتریس می‌باشد. محاسبه تخلخل به کمک لاگ صوتی از معادله (۴) بدست می‌آید:

$$\varphi = \frac{(DT_{log} - DT_{matrix})}{(DT_{fluid} - DT_{matrix})} \quad (4)$$

که در آن DT_{log} برابر مقدار قرائت لاگ صوتی، DT_{fluid} سرعت صوت در سیال و DT_{matrix} سرعت صوت در ماتریس می‌باشد (Crain, 2002).

۴.۲. محاسبه اشباع آب

اشباع شدگی سیال میزان آب و هیدروکربن موجود در خلل و فرج سنگ را بیان می‌کند و شامل آب اشباع شدگی، نفت اشباع شدگی و گاز اشباع شدگی است. میزان حجم سیال در یک سازند به میزان فضاهای خالی (Porosity) آن سازند بستگی دارد. ارزیابی سیال اشباعی یکی از مهم‌ترین اقدامات در ارزیابی سازند است. اشباع شدگی سیال پارامتری است که معمولاً با استفاده از داده‌های لاگ مقاومت تعیین می‌شود. اساس این ارزیابی بر حسب میزان تفاوت رسانایی آب سازند و هیدروکربور است (Morris and Biggls, 1967). شیل‌ها از مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده سنگ‌ها در آنالیز نگار هستند. در کنار تاثیر مهمی که شیل بر تراوایی و تخلخل دارد، به علت خواص الکتریکی خاص تاثیر مهمی بر خواص الکتریکی سنگ داشته و به تبع آن تعیین اشباع شدگی را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. (رضایی و چهارزی، ۱۳۸۴). با توجه به آن که توالی مورد نظر از سازند ایلام در چاه مورد مطالعه حاوی شیل می‌باشد بنابراین جهت تعیین اشباع آب در روش احتمالی Multimin از روش اندونزیایی (Poupon and Leveax, 1971) استفاده نموده همچنین شایان ذکر است که این مدل فاکتور مقاومت را نیز به منظور تعیین اشباع آب در نظر می‌گیرد بنابراین مدل اندونزیایی نسبت به مدل آرچی انتخاب مناسب‌تری می‌باشد و طبق معادله (۵) محاسبه می‌گردد:

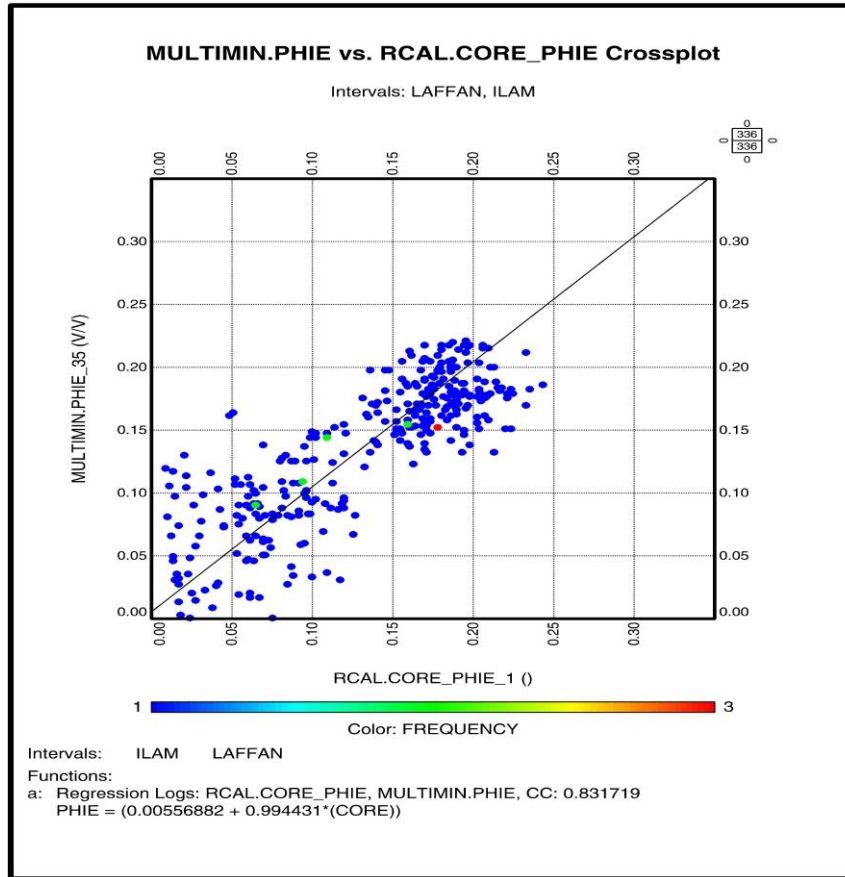
$$S_w = \left[\frac{R_w}{R_t} \times \frac{R_{sh}}{(V_{sh}^{1-V_{sh}/2} \sqrt{R_w} + \varphi_e^{m/2} \sqrt{R_{sh}})^2} \right]^{1/n} \quad (5)$$

۵.۲. تعیین مدل احتمالی Multimin

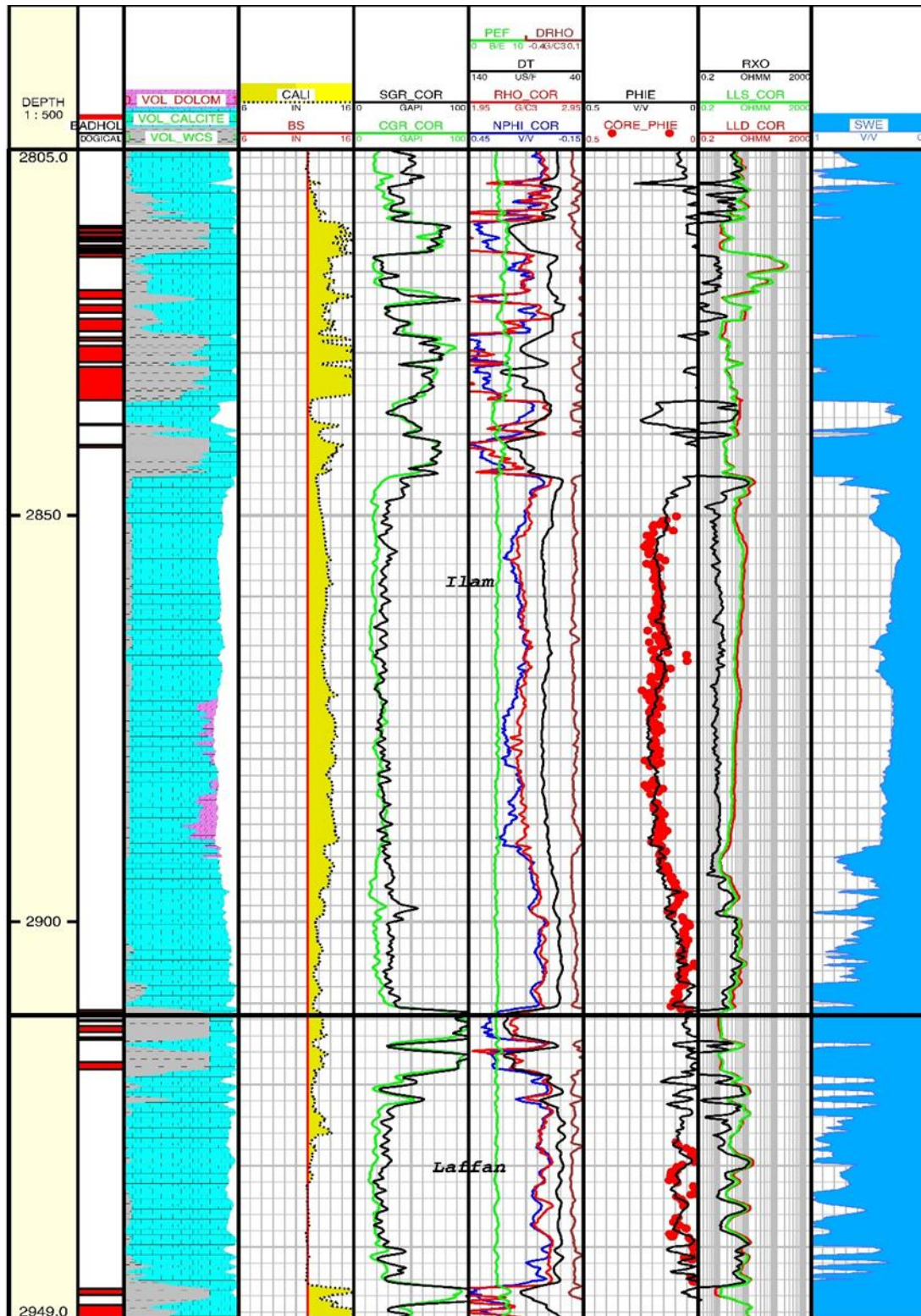
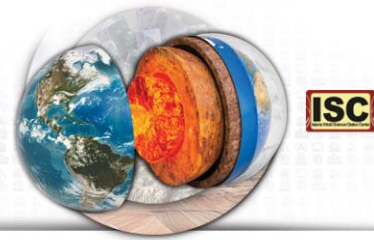
جهت ساخت مدل احتمالی در گام نخست به کمک داده‌های حاصل از کراس پلات نوترون-چگالی و بخش Layout و همچنین داده‌های موجود در گزارش حفاری مبنی بر توصیف ویژگی‌های سازند در میدان انتخاب شده، یک مدل اولیه ساخته و همچنین به دلیل وجود Badhole مدل اولیه دیگری نیز برای بخش‌های دارای Badhole در نظر گرفته شد. پس از اجرای مدل جهت تطابق و صحت سنجی در



انجام کار، داده‌های روتین (RCAL) تخلخل مغزه با تخلخل موثر حاصل از مدل مطابقت داده شد که داده‌ها ۸۳٪ با یکدیگر همخوانی داشته که تطابق قابل قبولی است شکل (۴). در نهایت با توجه به مدل احتمالی ساخته شده شکل (۵)، در چاه مورد مطالعه قسمت میانی سازند ایلام زون با کیفیت مخزنی بهتری نسبت به سایر بخش‌ها تشخیص داده شد (میانگین تخلخل موثر ۱۷٪). نتایج حاصل از آن در جدول (۱) ارائه شده است.



شکل ۴. کراس پلات تخلخل مغزه (CORE_PHIE) و تخلخل حاصل از مدل (MULTIMIN_PHIE)



شکل ۵. مدل مالتی مین سازند ایلام در چاه مورد مطالعه



جدول ۱. میانگین حجم شیل، تخلخل کل، تخلخل موثر، اشباع آب کل و اشباع آب موثر محاسبه شده برای چاه مورد مطالعه

پارامتر محاسبه شده	میانگین (%)
حجم شیل (VSH)	۴۰/۱
تخلخل کل (PHIT)	۹/۳۴
تخلخل موثر (PHIE)	۹/۳۳
اشباع آب کل (SWT)	۶۷/۷
اشباع آب موثر (SWE)	۶۷/۶

۳. نتیجه گیری

الف) با استفاده از ارزیابی های انجام شده، لیتولوژی سازند ایلام، غالباً از آهک و درصد کمی دولومیت و در برخی فواصل دارای میان لایه شیل تعیین شد.

ب) به کمک نمودار CGR حجم شیل به طور میانگین ۴۰/۱ درصد تخمین زده شد.

پ) بر طبق ارزیابی های صورت گرفته بر روی نمودارهای پتروفیزیکی، محدوده مورد مطالعه تخلخل متوسطی را نشان می دهد (میانگین تخلخل کل ۹/۳۴٪ و میانگین تخلخل موثر ۹/۳۳٪).

ت) محاسبه اشباع آب به روش اندونزیایی صورت گرفت و میانگین اشباع آب کل و نیز اشباع آب موثر به ترتیب ۶۷/۷ و ۶۷/۶ تعیین گردید.

ث) سازند ایلام در میدان مورد مطالعه به ۶ زون A تا G تقسیم بندی شد و در نهایت با توجه به مدل ساخته شده بخش میانی سازند (زون های E و F) با توجه به خواص مناسب مخزنی (میانگین تخلخل موثر ۱۷/۷٪ میانگین اشباع آب موثر ۳۴/۷٪) به عنوان بهترین بخش مخزن در نظر گرفته شد.

۴. منابع

- [1] علی محمد اشکان، ۱۳۸۳. اصول مطالعات ژئوشیمیایی سنگ های منشا هیدروکربوری و نفت ها با نگرش ویژه به حوضه رسوبی زاگرس، روابط عمومی شرکت ملی نفت ایران، ۱۴۰-۱۲۹.
- [2] علی کدخدائی، ۱۳۹۷. ارزیابی سازندهای نفت دار، انتشارات دایره دانش، تهران، ۵۵۲.
- [3] محمد رضا رضایی، علی چهرازی، ۱۳۸۴. اصول برداشت و تفسیر نگارهای چاه پیمایی، انتشارات دانشگاه تهران، ۷۰۰.
- [4] همایون مطیعی، ۱۳۸۲، زمین شناسی ایران- چینه شناسی زاگرس، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور. ۵۵۶.
- [5] Crain. E. R., 2002. Petrophysical Handbook, 123-156.
- [6] Hearst, J. R., Nelson, P.H., and Paillet, F.L., 2000, Well logging for physical properties, John Wiley & Sons Ltd., Chichester., 411-439.
- [7] Morris, R. L., & Biggs, W. P., 1967. Using log-derived values of water saturation and porosity, SPWLA, 8th Annual Logging Symposium.
- [8] Poupon, A., & Leveaux, J. A. C. Q. U. E. S., 1971. Evaluation of water saturation in shaly formations, SPWLA, 12th Annual Logging Symposium, 012.
- [9] Sen, S., Abioui, M., Ganguli, S. S., Elsheikh, A., Debnath, A., Bensaou, M., & Abdelhady, A. A., 2021. Petrophysical heterogeneity of the early Cretaceous Alamein dolomite reservoir from North Razzak oil field, Egypt integrating well logs, core measurements, and machine learning approach. Fuel, 306, 121698.
- [10] Waszkiewicz, S., Alvarez, R. B., & Jarzyna, J., 2019. Results of the comprehensive interpretation of well logs in carbonate and siliciclastic rocks—similarities and differences in the case studies of selected formations, Geology, Geophysics and Environment, 45, 163.
- [11] Xiao, L., Mao, Z. Q., Li, G. R., & Jin, Y., 2012. Calculation of porosity from nuclear magnetic resonance and conventional logs in gas-bearing reservoirs, Acta Geophysica, 60, 1030-1042.
- [12] paradigam, 2011. Geolog Software-Version 7.1.