

حساسیت‌سنجی محاسبات درجه‌اشباع آب در نواحی شیلی به برخی پارامترهای پتروفیزیکی و زمین‌شناسی

آصف مدنی^۱، مصیب کمری^۲، عارف رستمیان^۳، معصومه بشیری^۴

دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان - تهران - ایران

Assef.sa.madani241@gmail.com

چکیده

یکی از مهمترین پارامترهای تعیین خصوصیات مخزن و میزان ذخیره‌ی هیدروکربور درجای آن، تعیین میزان درجه اشباع آب و مقاومت ویژه‌ی سازندمیباشد که حضور کانیهای رسی و شیلها در سنگهای مخزن نه تنها، نتیجه‌ی اکثر نگارهای چاهپیمایی را به شدت تحت تأثیر قرار میدهد، بلکه بر ویژگیهای تولیدی اینگونه مخازن نیز تأثیر زیادی میگذارد.

روشهای ارزیابی پتروفیزیکی در این مطالعه شامل استفاده از روشهای پتروفیزیک قطعیو احتمالی با نرمافزار ژئولاگ میباشد. در مراحل ابتدائی پارامترهای پتروفیزیکی نظیر حجم شیل، تخلخل و درجه اشباع آب با روش دترمین، با دقت بالا محاسبه شد. در مراحل بعد با ساختن مدل و تعریف محدوددهها و ضرایبی نظیر نوع لیتولوژیهای موجود در هر سازند، تعیین نوع کانی غالب رسی در هر سازند با استفاده از نمودارهای عرضی و مقایسه با نتایج آزمایش پراش پرتو ایکس، نوع سیالات موجود، هم چنین وارد نمودن دادههای بدست آمده از آزمایشهای ظرفیت تبادل کاتیونی و نگارهای موجود در چاه مورد مطالعه، از روش مولتیمین استفاده گردید.

بررسیهای به عمل آمده، نشان میدهدکه در سازند-۵، نتایج درجه اشباع آب بدست آمده با استفاده از روش دترمین در مقایسه با روش مولتیمین، دارای دقت بیشتر و با دادههای مغزه مطابقت دارد. هم چنین در سازند-۵ از بین روشهای دترمین، مدل آبدوگانه و از بین روشهای مولتیمین، مدل اندونزیا با دادههای مغزه مطابقت بیشتری دارند. در سازند-۶ نتایج درجه اشباع آب بدست آمده از روش مولتیمین در مقایسه با آزمایش مغزه، مدل اندونزیا را تأیید مینماید. در این سازندها درجه اشباع آب بدست آمده از روش اندونزیا-دترمین (در مقایسه با مدل‌های آرچی و آبدوگانه) با روش اندونزیا-مولتیمین بیشترین مطابقت را نشان میدهند.

کلمات کلیدی: حساسیت‌سنجی، پراش پرتو ایکس، نمودار عرضی، درجه اشباع آب، نواحی شیلی

۱. کارشناس ارشد مهندسی نفت

۲. کارشناس ارشد مهندسی نفت

۳. کارشناس ارشد مهندسی مخازن هی‌دروکربوری

۱- مقدمه

بطور کلی ارزیابی پتروفیزیکی به دو صورت پتروفیزیک قطعی (Deterministic Petrophysics) و پتروفیزیک احتمالی (Probabilistic Petrophysics) می‌باشد. روش قطعی که قدیمتر بود به صورت مرحله به مرحله پارامترهای تخلخل، لیتولوژی و درجه اشباع آب را محاسبه می‌کند. از معایب این روش، استفاده از تعداد محدود نگار می‌باشد و تعداد خطای تصادفی (Random) استفاده از این نگارها بالاست. اما روش پتروفیزیک احتمالی بر پایه آمار و احتمال بوده و راه حل‌های آماری ارائه می‌دهد. در این روش همزمان از تمامی نگارهای در دسترس، استفاده می‌شود و بنابراین خطاهای تصادفی آن کمتر است. بدین منظور ارزیابی بهینه با روش پتروفیزیکی احتمالی (Probabilistic) و به کمک نرم افزار ژئولاگ صورت می‌گیرد (تدینی و همکاران، ۱۳۸۷).

نتایج اینگونه مطالعات به عنوان داده‌های مرتبط با لایه برای مدلسازی مخزن بکار می‌روند. به همین دلیل باید تلاش بسیاری صورت گرفت تا تخمین صحیحی از حجم شیل، تخلخل، درجه اشباع آب و ترکیبات کانیشناسی بدست آید. تعیین نوع لیتولوژی، محاسبه حجم شیل (V_{sh})، میزان تخلخل کل (PHIT)، تخلخل مؤثر (PHIE) و درجه اشباع آب (S_w) از مهمترین پارامترهایی هستند که می‌بایست در ارزیابی پتروفیزیکی جهت پی بردن به کیفیت مخزنی سازندها تعیین شوند (Hearst et al., 2000).

۲- روش کار

- ۱- گردآوری داده‌های خام و اطلاعات جانبی چاه مورد مطالعه و انشعاب نرم‌افزار مناسب جهت محاسبه پارامترهای مختلف پتروفیزیکی به روش قطعی و احتمالی (ژئولاگ).
- ۲- فراگیری روش کار با نرم افزار ژئولاگ (Geolog, Ver.6.7.1)، تبدیل داده‌های خام رقومی حاصل از چاهنگاری چاه به فرمت مناسب نرم افزار ژئولاگ و اعمال تصحیحات مختلف بر روی داده‌های رقومی شده.
- ۳- انجام آزمایش‌های پراش پرتوی ایکس (XRD) و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC).
- ۴- تعیین کانی غالب رسی در هر سازند با استفاده از نمودارهای عرضی (Crossplot) و مقایسه با نتایج بدست آمده از XRD.
- ۵- انجام محاسبات پتروفیزیکی روی داده‌های تصحیح شده با استفاده از دو روش Determine و Multimine و تأثیر دادن نتایج آزمایش‌های XRD و CEC در محاسبات و کسب پارامترهای مختلف پتروفیزیکی محاسبه شده توسط نرم افزار ژئولاگ.
- ۶- مقایسه نتایج درجه اشباع آب بدست آمده از روش Determine, Multimine و نتایج بدست آمده از آنالیز مغزه.

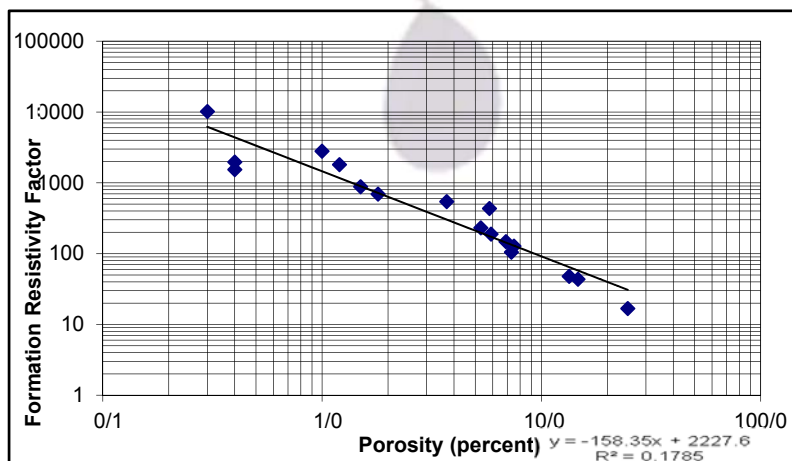
۳- آزمایش‌های صورت گرفته

۳-۱- تعیین فاکتور مقاومت ویژه الکتریکی سازندی (FRF) در چاه-B

در ابتدای آزمایش پهنوداری از مغزه تهیه شده و پس از شستشو و خشک کردن، تحلیل آن محاسبه می‌گردد. سپس نمونه را با آب شوری که شوری آن معادل آب سازندی مخزن می‌باشد، اشباع مینمایند. در مرحله بعد مقاومت ویژه الکتریکی این آب (R_w) و مقاومت نمونه اشباع از این آب (R_0) محاسبه می‌شود. پهنودارهای گرفته شده از مغزه‌های چاه-B به همراه پارامترهای پتروفیزیکی و تعیین مقدار m و a ، برای ۱۷ نمونه به ترتیب در جدول-۱ و شکل-۱ آورده شده است.

جدول ۱- نمودارهای گرفته شده از مغزه‌ها به همراه پارامترهای پتروفیزیکی بدست آمده از نمونه‌های چاه-B.

شماره نمونه	عمق (متر)	تراوایی (میلی داریسی)	تخلخل (درصد)	فاکتور سازندی (FRF)	فاکتور سیمان شدگی (m)
S ₃	۲۸۲۸/۵۰	<۰/۰۰۱	۱	۲۷۹۵	۱/۷۲
S ₄	۲۸۲۹/۲۰	۰/۱۶۱	۱/۸	۶۹۳	۱/۶۳
S ₅	۲۸۳۱/۵۳	۰/۳۰۷	۷/۳	۱۰۵	۱/۷۸
S ₆	۲۸۳۲/۵۰	<۰/۰۰۱	۰/۴	۱۵۴۱	۱/۳۳
S ₇	۲۸۳۲/۹۱	۰/۰۲۲	۱۳/۴	۴۷/۸	۱/۹۲
S ₈	۲۸۳۳/۵۱	۰/۰۰۷	۵/۹	۱۸۹	۱/۸۵
S ₁₀	۲۸۴۰/۳۰	۱/۶۳۵	۶/۹	۱۴۸	۱/۸۷
S ₁₁	۲۸۴۰/۷۳	۷/۹	۱۴/۷	۴۳/۵	۱/۹۷
S ₁₂	۲۸۴۱/۷۱	۶۳/۶	۲۴/۸	۱۶/۸	۲/۰۲
S ₁₃	۲۸۴۵/۳۵	<۰/۰۰۱	۱/۲	۱۸۰۵	۱/۷۰
S ₁₄	۲۸۴۸/۲۲	۰/۰۰۱	۳/۷	۵۴۳	۱/۹۱
S ₁₅	۲۸۴۹/۱۲	۰/۰۲۸	۵/۸	۴۳۵	۲/۱۳
S ₁₆	۲۸۵۵/۴۵	۰/۰۹۸	۵/۳	۲۳۱	۱/۸۵
S ₁₇	۲۸۵۶/۱۲	۰/۰۰۹	۷/۵	۱۲۸	۱/۸۷
S ₁₈	۲۸۶۰/۲۷	<۰/۰۰۱	۰/۳	۱۰۱۷۴	۱/۵۹
S ₁₉	۲۸۶۱	<۰/۰۰۱	۱/۵	۸۸۰	۱/۶۱
S ₂₀	۲۸۶۴/۲۷	<۰/۰۰۱	۰/۴	۱۹۵۹	۱/۳۷



شکل ۱- نمودار فاکتور مقاومت ویژه الکتریکی سازندی بر حسب تخلخل به منظور تعیین m و a.

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: هم‌اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ - ۰۲۱
www.Reservoir.ir



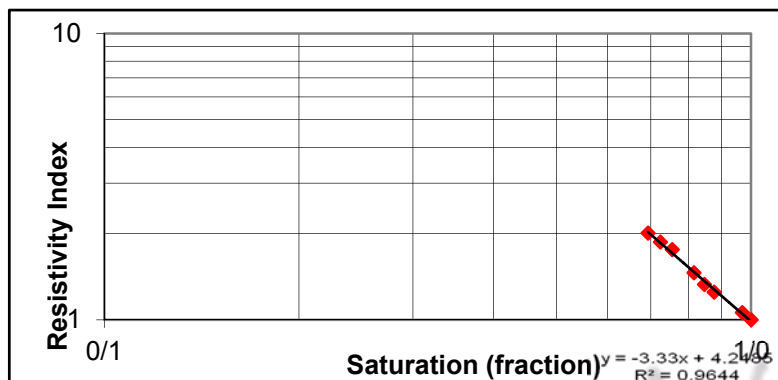
۳-۲- آزمایش تعیین شاخص مقاومت ویژه الکتریکی (RI) و نمایه اشباع (n)

شاخص مقاومت ویژه الکتریکی (IR) تعیین کننده میزان مقاومت ویژه الکتریکی سازند، زمانی که آب و هیدروکربور در آن موجود است، میباشد. هدف از انجام این آزمایش تعیین نمایه اشباع (n) سازند میباشد. در محاسبه نمایه اشباع، ابتدا نمونه‌ی مورد آزمایش را شستشو و خشک نموده و تخلخل و تراوایی آن محاسبه میگردد. در مرحله بعد نمونه تحت شرایط مخزن، بصورت تدریجی از نفت یا جیوه اشباع میشود. آنگاه در طول آزمایش، مقاومت ویژه الکتریکی اندازه‌گیری میشود و این کار آنقدر ادامه مییابد تا در حد امکان نمونه از جیوه یا هیدروکربور اشباع گردد.

در جدول ۲، به عنوان مثال برای پنمودار-S₃ در عمق ۲۸۲۸/۵، تراوایی (Permeability)، تخلخل (Porosity)، فاکتور مقاومت ویژه الکتریکی سازندی (Formation Factor)، درجه اشباع آب شور (Brine Saturation)، شاخص مقاومت ویژه الکتریکی (Resistivity Index) و نمایه اشباع (Saturation Exponent) آورده شده است. در شکل ۲-۲، نمودار شاخص مقاومت ویژه الکتریکی بر حسب میزان درجه اشباع بصورت لگاریتمی برای پنمودار-S₃ به منظور تعیین نمایه اشباع در چاه-B نشان داده شده است.

جدول ۲: پارامترهای پتروفیزیکی پنمودار-S₃.

عمق (متر)	تراوایی (میلی داریسی)	تخلخل (درصد)	فاکتور سازندی (FRF)	درجه شوری (کسری)	شاخص مقاومت ویژه الکتریکی	نمایه ی اشباع (n)
۲۸۲۸/۵۰	<۰/۰۰۱	۱	۲۷۹۵	۱	۱	۱/۹۱
				۰/۹۶۹	۱/۰۶	
				۰/۸۷۷	۱/۲۵	
				۰/۸۴۷	۱/۳۳	
				۰/۸۱۶	۱/۴۶	
				۰/۷۵۵	۱/۷۶	
				۰/۷۲۴	۱/۸۷	
				۰/۶۹۳	۲/۰۱	



شکل-۲: نمودار شاخص مقاومت ویژه الکتریکی بر حسب درجه اشباع بصورت لگاریتمی برای پنمودار-S₃ به منظور تعیین نمایه اشباع در چاه-B.

۳-۳- آزمایش تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)، میزان تبادل کاتیونی رس (Q_v) و آزمایش XRD

ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) سازند، یکی از پارامترهای مهم در تصحیح پارامترهای پتروفیزیکی است که به منظور محاسبه میزان درجه اشباع آب و تعیین حجم هیدروکربورها انجام میشود. با وجود آن که اکثر کانیها، تقریباً از نظر الکتریکی مقاوم هستند، ولی کانیهای رسی میتوانند به عنوان حامل بار الکتریکی مازاد عمل کنند. اگر CEC سازند در دست باشد، میتوان اشباع آب محاسبه شده را تصحیح نمود. فرض بر آن است که CEC سازند، یک ترکیب خطی از درصد وزنی هر کدام از کانیهای رسی در سازند باشد. بهترین روش محاسبه CEC در شرایط آزمایشگاهی تهیه محلول با کانی رسی و تعیین CEC آنها توسط معرف متیلنبلو میباشد که متداولترین روش محاسبه CEC با استفاده از نمونههای خرده شده از اعماق مختلف لایه‌های شیلی نیز میباشد.

بدین منظور از روشهای گوناگون آزمایشگاهی استفاده گردید تا مناسبترین روش محاسبه CEC انتخاب گردد. نمونههایی که دارای نمودارهای گرافیکی چاه (Graphic Well Log)، نمودارهای پتروفیزیکی و گزارشهای لیتولوژی چاه بودند، مورد آزمایش CEC و XRD قرار گرفتند. برای کالیبره کردن دستگاه اسپکتروفتومتر، از نمونه خاک رس خالص استفاده گردید. به علت خالص بودن این خاک (سبکترین خاک رس) دستگاه با اطمینان کامل کالیبره میگردد.

محاسبه CEC در مخازن شیلی، نه تنها سبب شناخت نوع رس مخزن میگردد، بلکه با محاسبه میزان تبادل کاتیونی رس (Q_v) میتوان از روابط اشباع آبی که بر مبنای مدل دو لایه‌ای استوارند، نیز استفاده نمود (در مدل‌های دو لایه‌ای از Q_v استفاده میگردد). معمولاً بهترین روش جهت محاسبه CEC که برای مطالعات خاکشناسی نیز استفاده میگردد، روش شیمی مرطوب (Wet Chemistry) میباشد. در این روش نمونه مورد آزمایش را پس از شستشو و خشک کردن، از محلول NaCl اشباع نموده و سپس در یک دمای خاص، محلول باریم یا محلول NH₄⁺ بجای عنصر سدیم مشخص کننده میزان CEC نمونه مورد آزمایش می باشد. واحد CEC معمولاً به صورت meqs/100gr گزارش میشود.

در آزمایش XRD برای آماده‌سازی نمونهها، ابتدا باید نمونه را حداکثر ۶۰ میکرون غربال کرد. پس از انجام مراحل حذف مواد ناخواسته مانند حذف کربنات با آزمایش عملآوری اسید استیک، نمونههای شسته شده، خشک و توزین میشوند و در یک استوانه مدرج ریخته میشوند. حجم نمونه را با آب مقطر به یک لیتر افزایش میدهم و پس از مخلوط کردن کامل آن با یک همزن، نمونهها به مدت ۷ ساعت در دمای ۲۲ درجه سانتیگراد به حالت ساکن قرار میگیرند. سپس ۲۰۰ سیسی از قسمت

بالایی آن را با پیپت برداشته و در بشر میریزیم. ذرات ریز محلول حاصل با استفاده از یک دستگاه مرکز گریز ته‌نشین میشوند. نمونه‌های ریزتر از ۲ میکرون، خشک و پس از توزین به منظور شناسایی کانیهای رسی با XRD مورد بررسی قرار میگیرند. سپس تمامی نمونهها در حمام اتیلن گلیکول به مدت ۱۶ ساعت و در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد گرما داده میشوند و دوباره مورد آزمایش XRD قرار میگیرند. در مرحله بعد همین نمونهها یکبار در دمای ۳۰۰ درجه و بار دیگر در دمای ۵۵۰ درجه هر بار به مدت ۲ ساعت حرارت داده میشوند و پس از هر مرحله مورد آزمایش XRD قرار میگیرند. برای تهیهی طیف کانیهای رسی از دستگاه XRD در دانشکده علوم دانشگاه شهید چمران استفاده شد. تیوب مولد پرتو ایکس از نوع Cu و طول موج دستگاه ۱/۵۴۰۱ آنگستروم (A°) میباشد. روش شناسایی کانیها با استفاده از پیکهای استاندارد انجام گرفت که طول پیک استاندارد برای مونتموریلونیت A° ۱۵-۵ (آنگسترم)، ورمیکولیت A° ۱۴/۵-۱۴، کلریت A° ۱۴/۲، کائولینیت A° ۷/۱-۷/۵، کوارتز A° ۲۶/۴، ایلیت A° ۱۰/۷-۹/۹ بکار میرود. در جدول ۳- نتایج آزمایشهای CEC و XRD در سازندهای ۵- و ۶ از چاه-B نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج آزمایشهای CEC و XRD در سازندهای ۵- و ۶.

شماره سازند	چاه	نام سازند	مغزه / خرده حفاری	عمق نمونه (متر حفار)	CEC (meq/100gr)	توصیف نمونه	کانی غالب در XRD
۵	B	دالان بالای-۳	مغزه	۲۸۲۴/۵	۹/۳۸۵	مغزه	ایلیت
۶				۲۸۵۵	۸/۴۹	مغزه	ایلیت

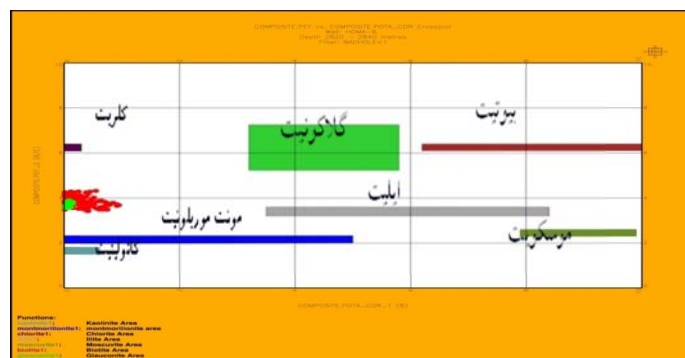
۴- مقایسهی نتایج آزمایش XRD با نمودارهای عرضی در سازندهای ۵- و ۶

۳-۱- سازند-۵، دالان بالای-۳

این نمونهی مغزه از عمق ۲۸۲۴/۵ متری نمونهبرداری شده است. جدول ۴- درصد کانیهای رسی را نشان میدهد. شکلهای ۳-، ۴-، ۵- و ۶ به ترتیب نشان دهندهی نمودار عرضی پتاسیم بر حسب PEF، نمودار عرضی نسبت توریم به پتاسیم بر حسب PEF، نمودار عرضی پتاسیم بر حسب توریم با استفاده از نرمافزار ژئولاگ و نمودار عرضی پتاسیم بر حسب توریم با استفاده از محدودهی کانیشناسی جدول Seira میباشد.

جدول ۴- درصد کانیهای رسی بدست آمده از آزمایش XRD نمونهی سازند-۵.

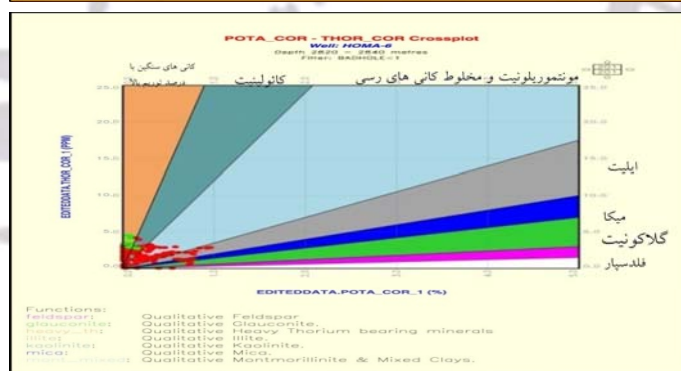
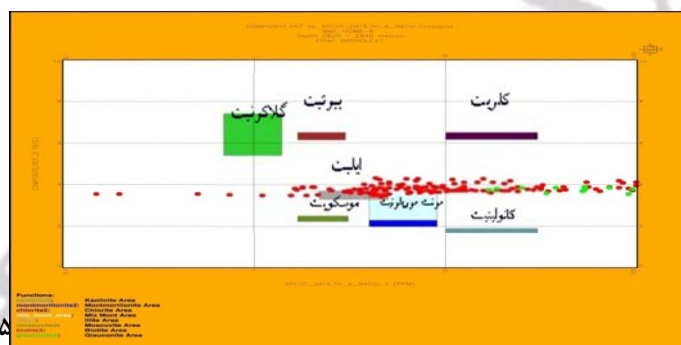
درصد	کانی های رسی
۵۷/۶۹	ایلیت
۲۳/۰۷	کلریت
۱۱/۵۳	مونتموریلونیت
۷/۶۹	ورمیکولیت



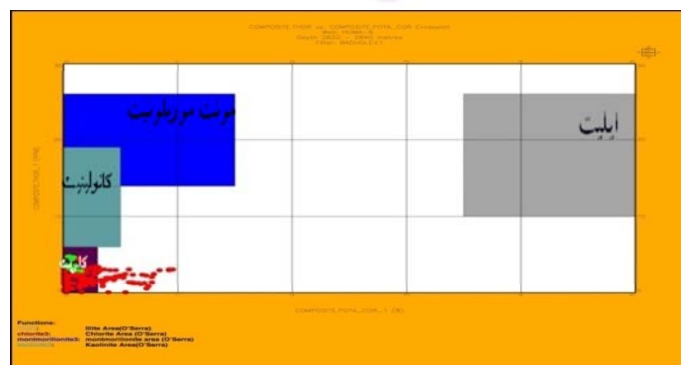
مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
 ۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
 مجری: هم‌اندیشان انرژی‌کیما ۸۸۶۷۱۶۷۶-۰۲۱
 www.Reservoir.ir

شکل-۳: نمودار عرضی پتاسیم بر حسب PEF نمونه‌ی سازند-۵.

کانی غالب رسی بدست آمده از آزمایش XRD در سازند-۵، ایلیتاست. نمودارهای عرضی پتاسیم بر حسب PEF و نسبت توریم به پتاسیم بر حسب PEF هیچ گونه اطلاعاتی در مورد نوع کانیها ارائه نمیدهند. نمودار عرضی پتاسیم بر حسب توریم با استفاده از نرمافزار ژئولاگ مخلوط کانیهای حاوی توریم سنگین و کائولینیت را به عنوان کانی غالب نشان میدهد. نمودار عرضی پتاسیم بر حسب توریم به استناد از جدول کانیشناسی Serra نیز کانی کلریت را بهعنوان کانی غالب نشان میدهد.



شکل-۵: نمودار عرضی پتاسیم بر حسب توریم نمونه‌ی سازند-۵.



مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
 ۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
 مجری: هم‌اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶-۰۲۱
 www.Reservoir.ir

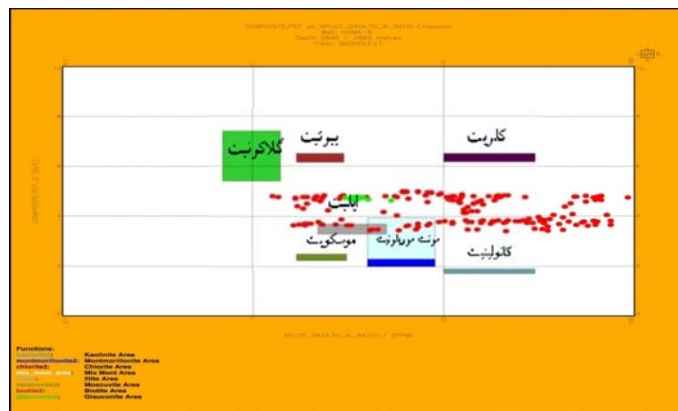
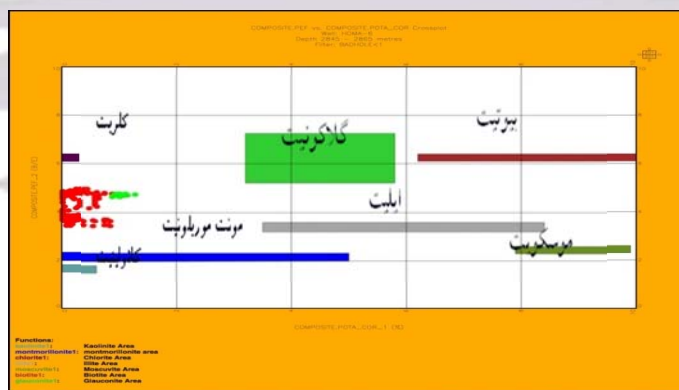
شکل-۶: نمودار عرضی پتاسیم بر حسب توریم (Serra) نمونه‌ی سازند-۵.

۴-۲- سازند-۶، دالان بالایی-۳

این نمونه‌ی مغزه از عمق ۲۸۵۷ متری نمونه‌برداری شده است. جدول-۵ درصد کانیهای رسی را نشان میدهد. شکل‌های-۷، ۸ و ۹ به ترتیب نشان دهنده‌ی نمودار عرضی پتاسیم بر PEF، نمودار عرضی نسبت توریم به پتاسیم بر حسب PEF و نمودار عرضی پتاسیم بر حسب توریم میباشد.

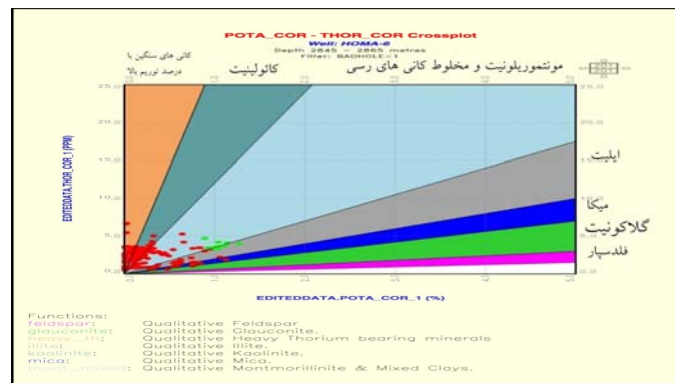
جدول-۵: درصد کانیهای رسی بدست آمده از آزمایش XRD در سازند-۶.

کانی های رسی	درصد
ایلیت	۵۵/۵۵
کلریت	۲۲/۳۲
کائولینیت	۱۸/۵۱
مونتموریلونیت	۳/۷



مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
 ۷ خرداد ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
 مجری: هم‌اندیشان انرژی‌کیما ۸۸۶۷۱۶۷۶-۰۲۱
 www.Reservoir.ir

شکل-۸: نمودار عرضی نسبت توریم به پتاسیم بر حسب PEF نمونه‌ی سازند-۶.



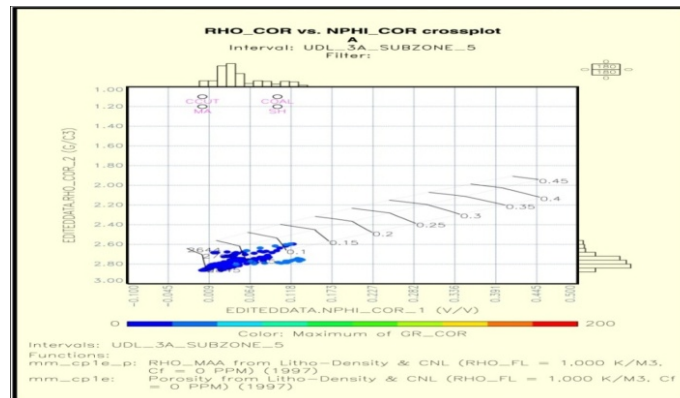
شکل-۹: نمودار عرضی پتاسیم بر حسب توریم نمونه‌ی سازند-۶.

کانی غالب رسی بدست آمده از آزمایش XRD سازند-۶، ایلیتاست. نمودارهای عرضی پتاسیم بر حسب PEF و نسبت توریم به پتاسیم بر حسب PEF هیچ گونه اطلاعاتی در مورد نوع کانیهای رسی ارائه نمیدهند. نمودار عرضی پتاسیم بر حسب توریم نیز کانی ایلیت و مخلوط کانیهای رسی را به عنوان کانی غالب نشان میدهد.

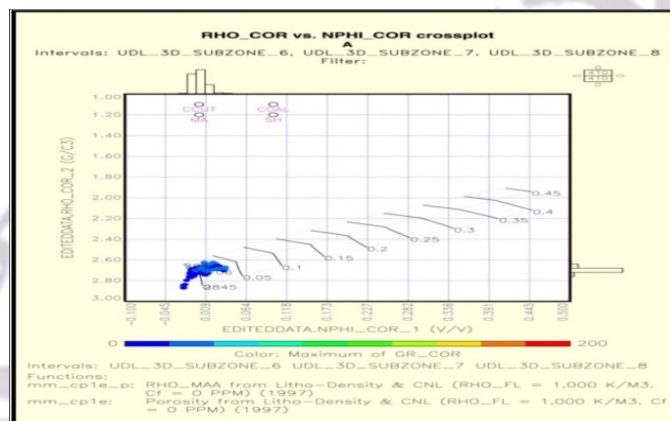
۵- مقایسه‌ی پارامترهای پتروفیزیکی محاسبه شده از روشهای مختلف Determine با روشهای Multimine در سازندهای ۵- و ۶

۵-۱- تعیین سنگشناسی

نمودار عرضی نوترون-چگالی بهترین حد تفکیک کانیهای مختلف سازند را در بین نمودارهای دوتایی دارد (Brock, 1986). هنگامی که این دو نمودار همزمان در چاه رانده میشوند، دقیقترین ابزار غیرمستقیم برای تعیین نوع سنگشناسی به حساب می‌آیند (Clavier, 1984). این نمودار عرضی علاوه بر تعیین تخلخل و حجم شیل، جهت تشخیص لیتولوژی نیز بکار میرود و لیتولوژیهای ماسه‌سنگی، آهکی و دولومیتی را به خوبی از هم تفکیک میکند. در این نمودار عرضی باید دقت کرد که چنانچه نقاط در گوشه بالای سمت چپ نمودار ترسیم شوند، این وضعیت میتواند نشانه وجود گاز باشد که باید اثر آن تصحیح شود. بنابراین قبل از استفاده از این نمودار عرضی، باید ابتدا اثر شیل و هیدروکربن تصحیح شود و سپس داده‌ها رسم شوند (Schlumberger, 1989). در این مطالعه با استفاده از نمودار عرضی نوترون-چگالی، لیتولوژی سازند-۵ حاوی دولومیت، سنگ‌آهک و در فواصلی حاوی کمی شیل (شکل-۱۰) و در سازند-۶، سنگ‌آهک، دولومیت و در فواصلی کمی شیل تشخیص داده شد (شکل-۱۱).



شکل-۱۰: نمودار عرضی نوترون-چگالی برای تشخیص لیتولوژی در سازند-۵ (Geolog, Ver.6.7.1).



شکل-۱۱: نمودار عرضی نوترون-چگالی برای تشخیص لیتولوژی در سازند-۶ (Geolog, Ver.6.7.1).

مقادیر حجم لیتولوژی بدست آمده از روش Determine در سازندهای-۵ و ۶ با استفاده از سه مدل آرچی، اندونزیا و مدل آبدوگانه به ترتیب در جداول-۶، ۷ و ۸ و به صورت شماتیک در ستون ۱۵ شکل‌های ۱۲ تا ۱۷ نشان داده شده است.

جدول-۶: مقادیر حجم بدست آمده از روش Multimin برای لیتولوژیهای مختلف در سازندهای-۵ و ۶ با استفاده از روش آرچی.

سازند \ حجم (میانگین بر حسب درصد)	سازند	
	سازند-۵	سازند-۶
کلسیت	۱۵/۴۳	۶۲/۸۴
دولومیت	۷۱	۲۱/۲۲
انیدریت	۵/۰۷	۸/۶۶
ایلیت	۵/۱۰	۴/۱۲
کائولینیت	-	-
کلریت	-	-

جدول ۷: مقادیر حجم بدست آمده از روش **Multimin** برای لیتولوژیهای مختلف در سازندهای ۵- و ۶ با استفاده از روش اندونزیا.

سازند حجم (میانگین بر حسب درصد)	سازند-۵	سازند-۶
	کلسیت	۱۳/۱۶
دولومیت	۷۱/۶۳	۲۱/۰۵
انیدریت	۷/۵۸	۱۰/۲۶
رس حاوی آب	۴/۸۳	۳/۹۳

جدول ۸: مقادیر حجم بدست آمده از روش **Multimin** برای لیتولوژیهای مختلف در سازندهای ۵- و ۶ با استفاده از روش آبدوگانه.

سازند حجم (میانگین بر حسب درصد)	سازند-۵	سازند-۶
	کلسیت	۱۵/۳۸
دولومیت	۷۰/۸۰	۱۹/۱۷
انیدریت	۵/۵۵	۴/۸
اپلیت	۴/۶۵	۹/۳۱
کائولینیت	-	-
کلریت	-	-

۴-۲- محاسبه‌ی حجم شیل

در این مطالعه محاسبه‌ی حجم شیل از طریق نگار پرتو گاما (GR) و نگار پرتو گامای تصحیح شده (CGR) انجام میگیرد. نگار پرتو گاما نشان دهنده‌ی مقدار رادیواکتیویته‌ی سازند است. چون نگار GR علاوه بر پتاسیم (K) و توریم (Th) که توسط نگار CGR ثبت میشود، اورانیوم (U) کانیهای غیررسی رادیواکتیو دار مانند دولومیت را نیز ثبت میکند. بنابراین در سازندهای حاوی دولومیت بدلیل دارا بودن اورانیوم، مقدار پرتو گاما افزایش مییابد. در اینصورت نمودار پرتو گاما شاخص خوبی برای محاسبه‌ی حجم شیل نیست. در این مطالعه از پرتوی گامای تصحیح شده (CGR) و با استفاده از رابطه ۱- حجم شیل برآورد میگردد (اگر نمودار CGR موجود نباشد، از نمودار GR استفاده میشود).

(۱)

$$V_{sh} = \frac{CGR_{max} - CGR_{min}}{CGR_{max} - CGR_{min}}$$

در رابطی فوق CGR از روی نگار، CGR_{min} از روی کمترین مقدار نگار CGR برای هر سازند و CGR_{max} از روی بیشترین مقدار نگار CGR در نواحی شیلی سازند قرائت میشود که مقدار CGR_{max} برای تمامی سازندهای موجود در چاه یکسان می باشد (Brock, 1986).

میانگین حجم شیل محاسبه شده در چاه-B به روش Determine برابر با $2/84$ درصد میباشد و میانگین حجم شیل محاسبه شده در چاه-B به روش Multimine با استفاده از مدل آرچی مقدار $1/59$ ، اندونزی یا $1/56$ و مدل آبدوگانه مقدار $1/60$ بدست آمد. مقادیر میانگین حجم شیل به روش Determine و Multimine در سازندهای-5 و 6 در جدول-9 و به صورت شماتیک در ستونهای 8 و 9 شکلهای 12 تا 17 آورده شده است.

جدول-9: مقادیر میانگین حجم شیل محاسبه شده به روشهای Determine و Multimine.

سازند پارامتر (میانگین بر حسب درصد)	سازند-5	سازند-6
	VSH_{av} (Determine)	5/64
VSH_{av} (Multimine-Archie)	5/10	4/12
VSH_{av} (Multimine-Indonesia)	4/83	3/93
VSH_{av} (Multimine- Dual Water)	5/48	3/93

مقادیر میانگین حجم شیل بدست آمده از چهار روش، نزدیک بهم میباشند. در سازندهای-5 و 6 نتیجهی میانگین حجم شیل بدست آمده از روش Determine با نتیجهی میانگین حجم شیل مدل آرچی بدست آمده از روش Multimine نزدیک بهم میباشند. با توجه به مقادیر میانگین حجم شیل، دو سازند را می توان جزء سازندهای تمیز (عاری از شیل) محسوب نمود که میانگین حجم شیل این سازندها را نمیتوان به عنوان یک عامل مؤثر منفی در تغییر خواص مخزنی یاد کرد، ولی بیانگر وجود مقادیر کمی شیل در سازندهای مورد مطالعه میباشد.

۵-۳- محاسبه ی تخلخل

تخلخل یکی از اساسیترین پارامترهای مخزنی است، زیرا بیانگر میزان ذخیره ی هیدروکربن در مخزن است (Tiab & Donaldson, 2004). در روش قطعی به منظور محاسبه میانگین تخلخل کل (PHIT) و میانگین تخلخل مؤثر (PHIE) از دو روش صوتی (Sonic) و نوترون-چگالی (Neutron-Density) استفاده شده است. در روش Determine، برای محاسبه ی زمان گذر (Transit time) امواج صوتی (Δt_{ma}) برای تخمین تخلخل با استفاده از روش صوتی، ماتریکس سنگ که متشکل از چند لیتولوژی میباشد، روش اول استفاده از لیتولوژی غالب در هر سازند برای محاسبه Δt_{ma} میباشد، اما روش دقیقتر استفاده از میانگین درصدی لیتولوژیهای موجود در آن سازند میباشد. مشکل اصلی روش دوم عدم دسترسی به میزان Δt_{ma} کانیهای رسی در حالت خشک میباشد، بنابراین این روش در حالتی که کانیها آبدار هستند، توصیه میگردد (Geolog, Ver.6.7.1).

مقادیر میانگین تخلخل کل و تخلخل مؤثر بدست آمده از روشهای Determine و Multimine در سازندهای ۵- و ۶ در جدول-۱۰ و به صورت شماتیک در ستونهای ۱۰ و ۱۱ شکلهای ۱۲ تا ۱۷ آورده شده است.

جدول-۱۰: مقادیر میانگین تخلخل محاسبه شده به دو روش Determine و Multimine.

سازند پارامتر (میانگین بر حسب درصد)	سازند-۵	سازند-۶
	PHIT _{av} -S (Determine)	۳/۳۵
PHIE _{av} -S (Determine)	۲/۵	۴/۴۱
PHIT _{av} -ND (Determine)	۲/۷۶	۱/۲۳
PHIE _{av} -ND (Determine)	۱/۹۲	۰/۵۲
PHIT _{av} (Multimine-Archie)	۳/۳۸	۳/۱۳
PHIE _{av} (Multimine-Archie)	۳/۳۸	۳/۱۳
PHIT _{av} (Multimine-Indonesia)	۳/۵۷	۳/۴۱
PHIE _{av} (Multimine-Indonesia)	۲/۷۹	۲/۷۷
PHIT _{av} (Multimine-Dual Water)	۳/۶۰	۳/۳۸
PHIE _{av} Multimine- Dual Water)	۲/۷۶	۲/۷۹
Core Porosity	۴/۲۶	۴/۵۸

به دلیل پاره‌های مسائل امکان تطابق کامل داده‌های مغزه نظیر تخلخل با ژئولاگ وجود ندارد، زیرا انجام آزمایشهای تخلخل مغزه در شرایط محیطی و هم چنین وجود میکرو درزه‌ها در پنمودارهای تهیه شده میتواند موجب افزایش تخلخل مغزه شود. نحوه‌ی تهیه‌ی پنمودار از مغزه در آزمایشگاه امکان تخریب کانیهای رسی در حین تهیه و آماده‌سازی پنمودار و خطاهای اندازه‌گیری میتواند عامل افزایش یا کاهش تخلخل مغزه نسبت به تخلخل حاصل از ژئولاگ باشد. با توجه به جدول-۱۰ و شکل‌های-۱۲ تا ۱۷ تخلخل محاسبه شده توسط روش اندونزیا در بیشتر سازندها مطابقت بیشتری با داده‌های مغزه دارد.

۴-۵- محاسبه درجه اشباع آب

در این بخش درجه اشباع آب با استفاده از دو روش Determine و Multimine در سازندهای مورد مطالعه با استفاده از سه مدل غیرخطی آرچی، اندونزیا و مدل آبدوگانه محاسبه و با درجه اشباع آب بدست آمده از مغزه مورد مقایسه قرار میگیرد. لازم به ذکر است که مبنای مقدار درجه اشباع آب، همان مقدار درجه اشباع آب مؤثر بدست آمده از نرمافزار ژئولاگ میباشد. میزان درجه اشباع آب در آزمایشگاه با استفاده از مدلهای درجه اشباع آب دو لایه‌ای و نتایج آزمایشهای CEC بدست آمده است که نتایج بدست آمده از آزمایشگاه به دلیل استفاده از مدلهای دو لایه‌ای درجه اشباع آب، میتواند مرجع بسیار

مناسبی برای میزان درجه اشباع آب واقعی در سازند باشد، اما به دلیل آنکه مقدار CEC در آزمایشگاه و با استفاده از مغزه، اندازه‌گیری میشود و محاسبه آن از طریق نمودارها امکان‌پذیر نیست، استفاده از مدل‌های دو لایه‌ای محدود میشود. به همین دلیل انتخاب مدلی از مدل‌های حجم‌شیل که کمترین خطا را نسبت به مدل‌های دو لایه‌ای داراست، میتواند بسیار مفید باشد (قاسم العسکری، ۱۳۸۸). به دلیل آنکه مدل آرچی متداولترین مدل ارزیابی درجه اشباع آب در سازندهای تولیدی است، در این مطالعه علاوه بر محاسبات مربوط به مدل‌های اندونزی و آبدوگانه، محاسبات مربوط به مدل آرچی نیز برای ارزیابی پتروفیزیکی سازندهای موردنظر آورده شده است تا در نهایت مقایسه‌های بین نتایج مدل‌های مختلف انجام شود.

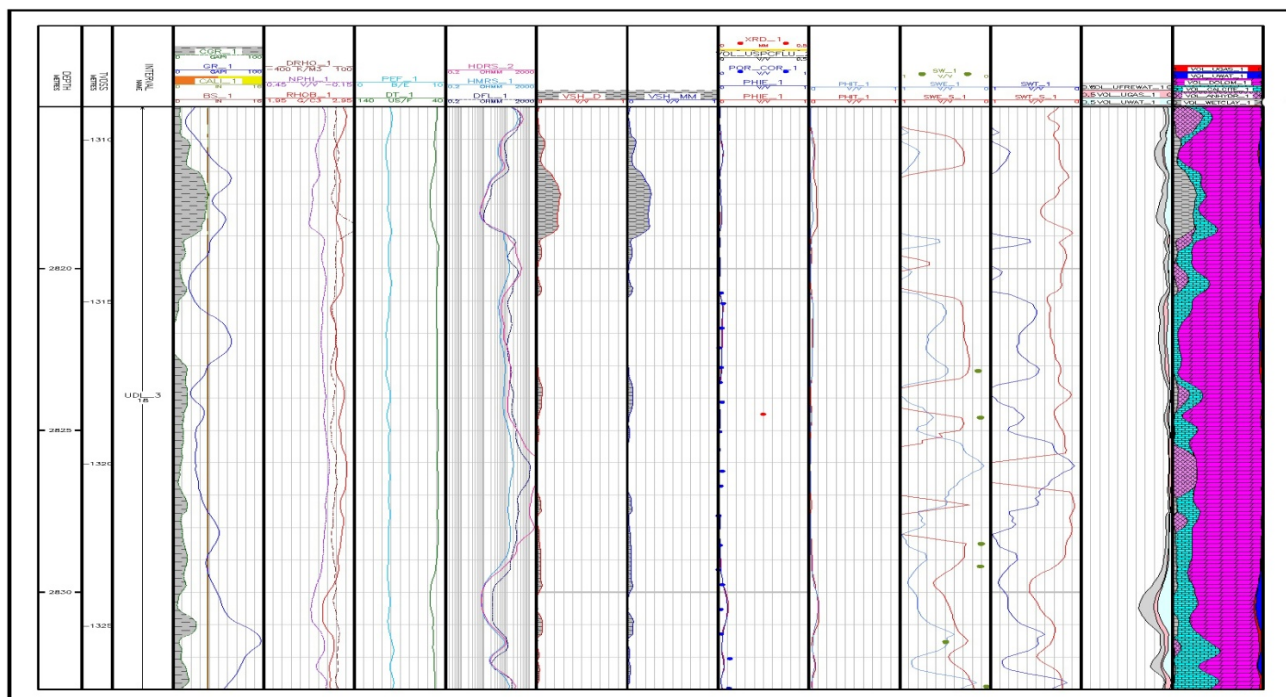
جدول ۱۱: مقادیر میانگین درجه اشباع آب مؤثر محاسبه شده به دو روش Determine و Multimin.

پارامتر (میانگین بر حسب درصد)	سازند	
	سازند-۵	سازند-۶
SWE _{av} - Archie (Determine)	۶۴/۰۴	۳۳/۵۹
SWE _{av} - Indonesia (Determine)	۶۳/۸۱	۳۳/۲۸
SWE _{av} - Dual Water (CEC) (Determine)	۶۴/۰۴	۳۳/۵۹
SWE _{av} - Archie (Multimine)	۷۳/۶۷	۲۳/۱۹
SWE _{av} - Indonesia (Multimine)	۵۹/۸۸	۲۵/۳۸
SWE _{av} - Dual Water (CEC) (Multimine)	۷۷/۷۴	۲۳/۰۷

این مقادیر به صورت شماتیک در ستونهای ۱۲ و ۱۳ شکل‌های ۱۲ تا ۱۷ نشان داده شده است. با توجه به مقادیر جدول ۱۱- در تمامی سازندها، درجه اشباع آب مؤثر (SWE) بدست آمده از روش Determine با استفاده از مدل اندونزی دارای مقادیر میانگین نزدیکتری به درجه اشباع آب بدست آمده از همین روش با استفاده از مدل آبدوگانه میباشد. همچنین در تمامی سازندها درجه اشباع آب بدست آمده از روش Determine با استفاده از مدل آرچی دارای مقادیر میانگین نزدیکتری به درجه اشباع آب بدست آمده از روش Multimine با استفاده از مدل اندونزی میباشد.

۶- نتایج ارزیابی پتروفیزیکی

۶-۱- سازند-۵، دالان بالایی-۳



شکل-۱۲: نمودارهای رانده شده و نتایج ارزیابی پتروفیزیکی با استفاده از دو روش Determine و Multimine مدل آرچی در سازند-

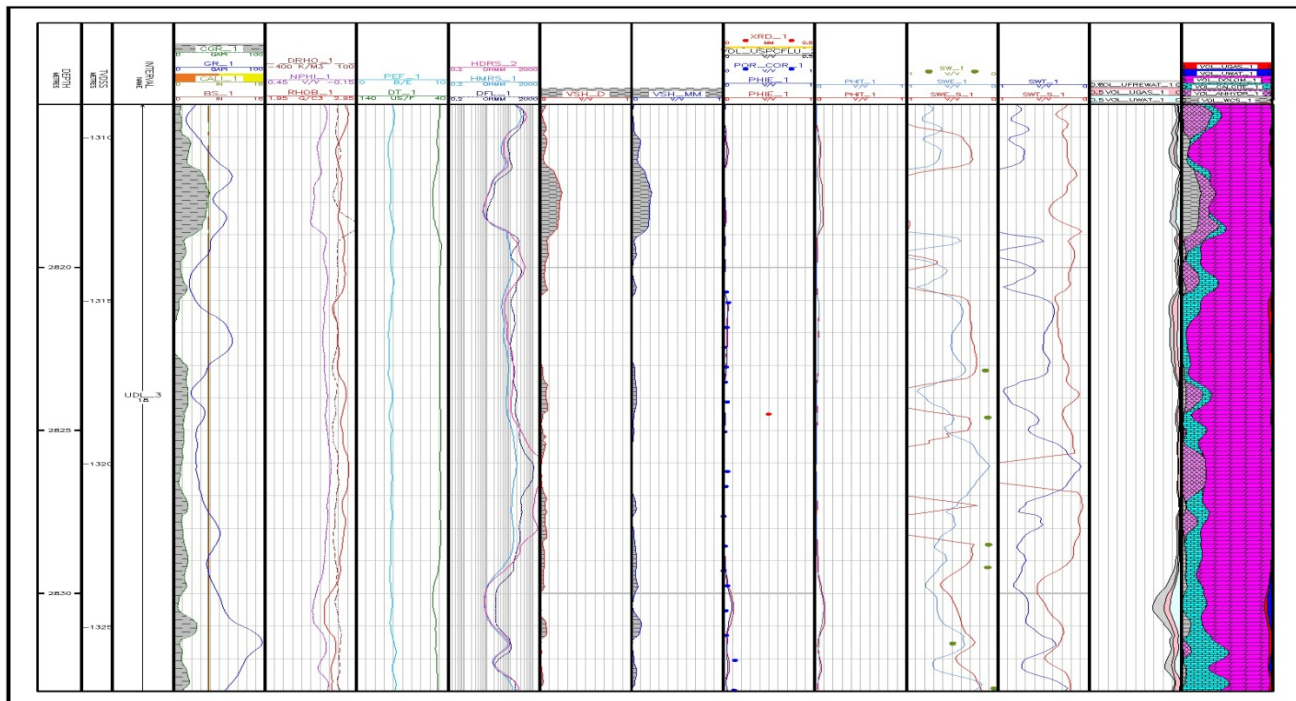
۵.

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی

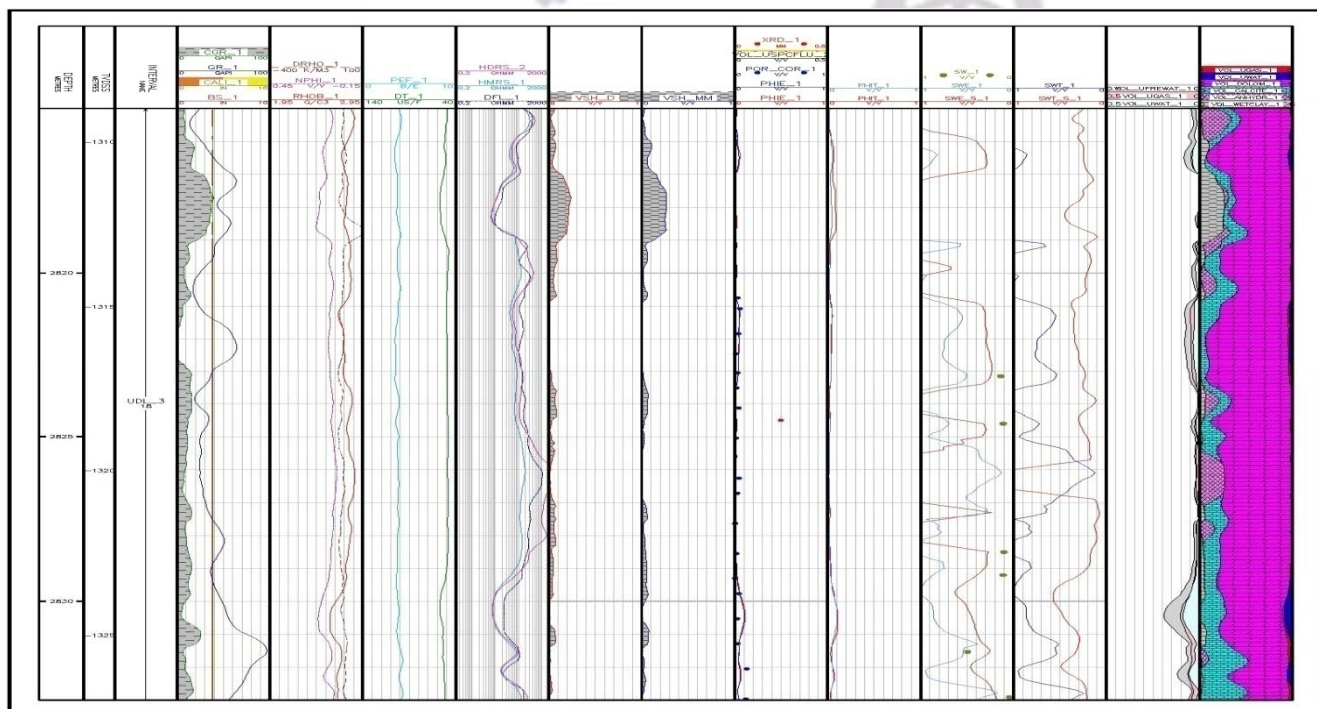
۷ خرداد ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

مجری: هم‌اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ - ۰۲۱

www.Reservoir.ir



شکل-۱۳: نمودارهای رانده شده و نتایج ارزیابی پتروفیزیکی با استفاده از دو روش Determine و Multimine مدل اندونزی در سازند-۵.



شکل-۱۴: نمودارهای رانده شده و نتایج ارزیابی پتروفیزیکی با استفاده از دو روش Determine و Multimine مدل آب دوگانه (CEC) در سازند-۵.

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: هم‌اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ - ۰۲۱
www.Reservoir.ir



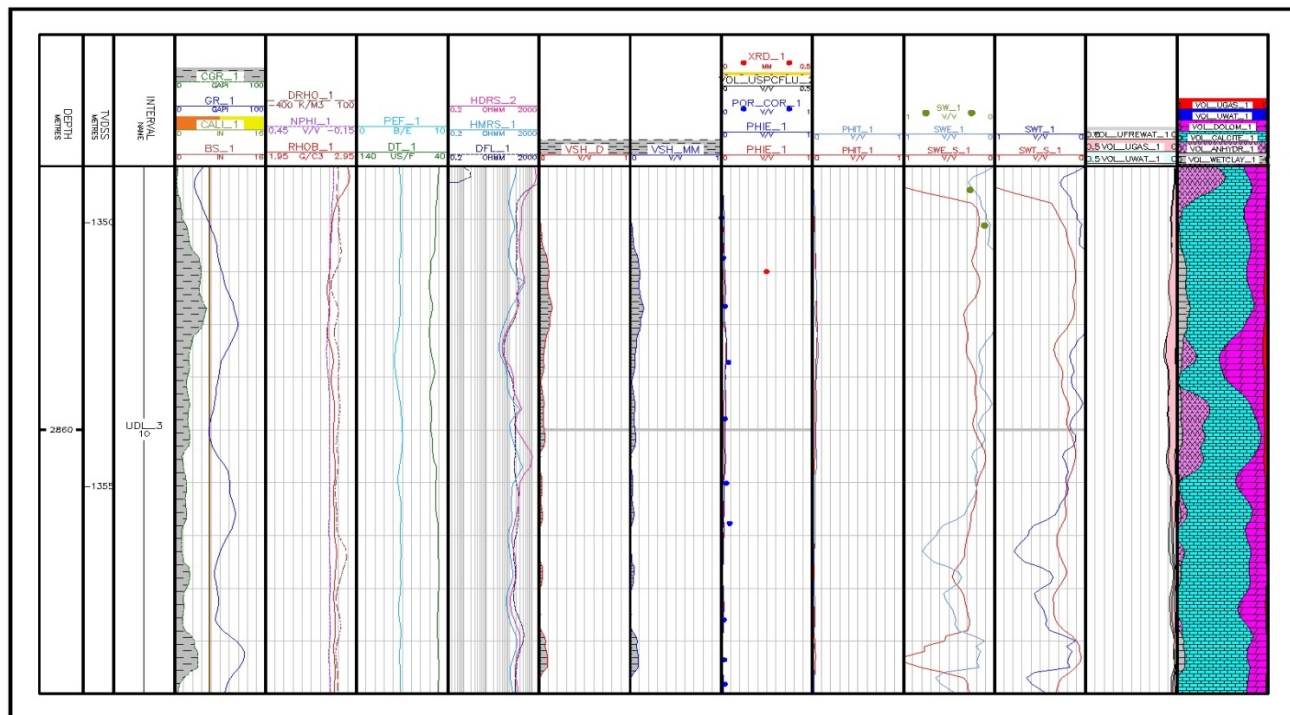
مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی

۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶-۰۲۱

www.Reservoir.ir

۲-۶- سازند-۶، دالان بالایی-۳



شکل-۱۵: نمودارهای رانده شده و نتایج ارزیابی پتروفیزیکی با استفاده از دو روش Determine و Multimine مدل آرچی در سازند-

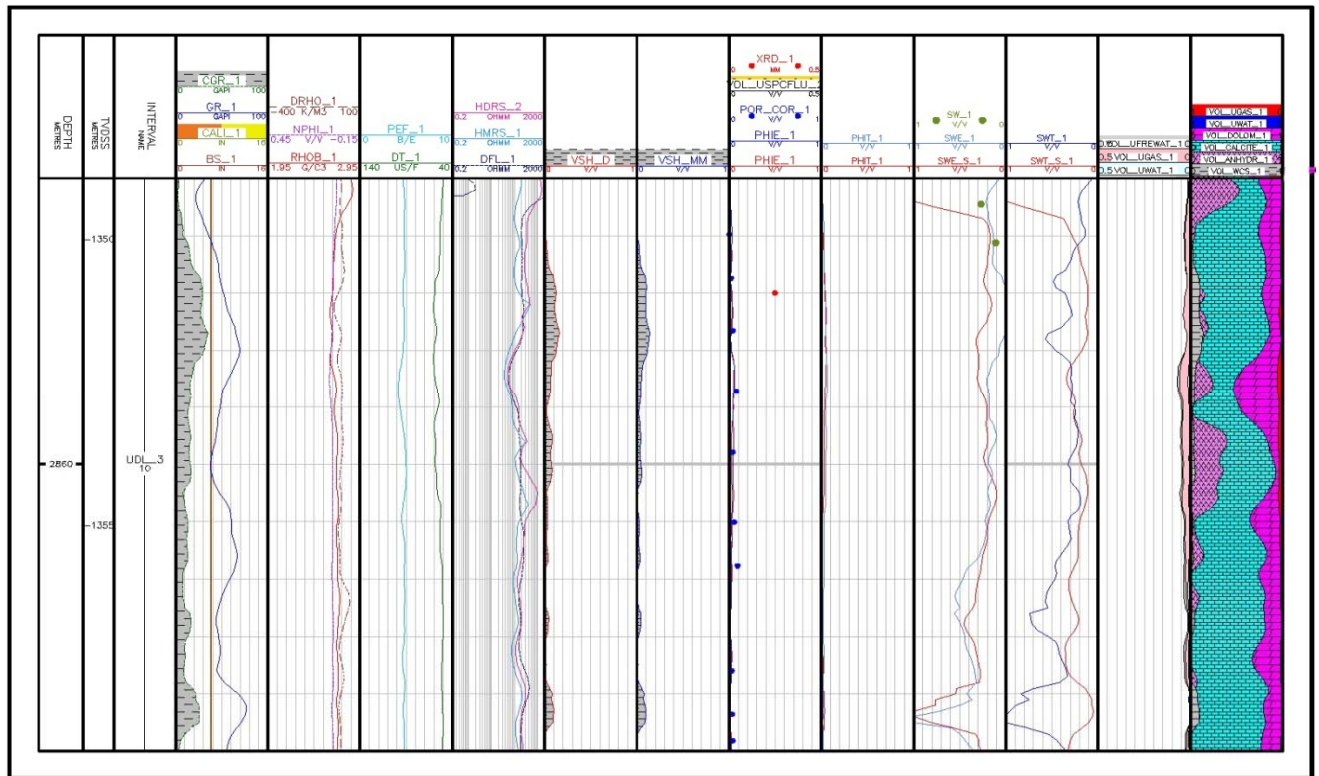
۶.

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی

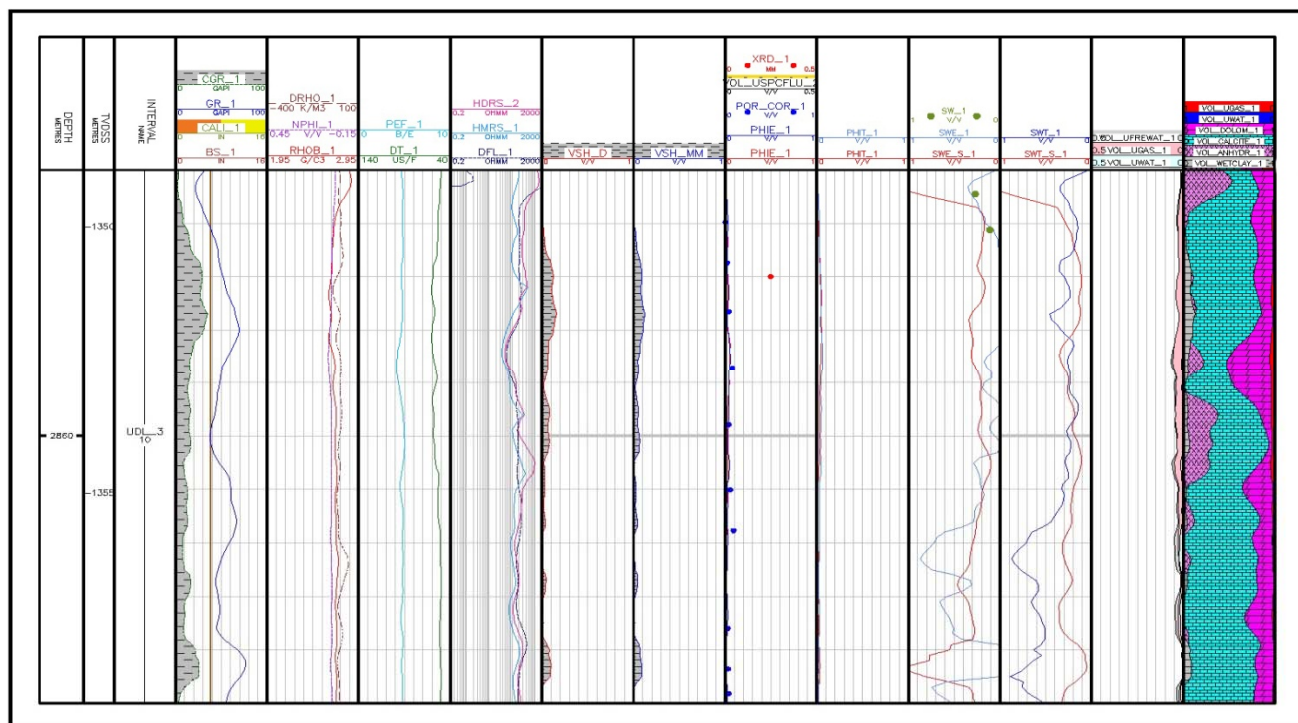
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

مجری: هم‌اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ - ۰۲۱

www.Reservoir.ir



شکل-۱۶: نمودارهای رانده شده و نتایج ارزیابی پتروفیزیکی با استفاده از دو روش Determine و Multimine مدل اندونزی در سازند-۶.



شکل-۱۷: نمودارهای رانده شده و نتایج ارزیابی پتروفیزیکی با استفاده از دو روش Determine و Multimine مدل آب دوگانه (CEC) در سازند-۶.

در تمامی شکل‌های ۱۲ تا ۱۷، ستون-۱ بیانگر عمق برحسب متر، ستون-۲ بیانگر عمق عمودی حقیقی بر حسب متر میباشد. در ستون-۳ نام اینتروالها، در ستون-۴ نگارهای پرتوی گامای تصحیح شده (CGR)، پرتو گاما (GR)، قطر سنج (Caliper) و اندازه‌ی مته (Bit Size)، در ستون-۵ نگارهای DRHO، نوترون (NPHI) و چگالی (RHOB)، در ستون-۶ نگارهای فاکتور فتوالکتریک (PEF) و صوتی (DT)، در ستون-۷ نگارهای مقاومت ویژه الکتریکی (HMRS، HDRS) و (DFL)، در ستون-۸ حجم شیل محاسبه شده با روش Determine، در ستون-۹ حجم شیل محاسبه شده با روش Multimine، در ستون-۱۰ نقاطی که از آنها نمونه برای آزمایش XRD گرفته شده است، سیالات ویژه (USPCFLU)، تخلخل حاصل از مغزه (POR-COR)، تخلخل مؤثر بدست آمده از روش Multimine (PHIE-1) و تخلخل کل بدست آمده از روش Determine (PHIE-1)، در ستون-۱۱ تخلخل کل بدست آمده از روش Multimine (PHIT-1) و تخلخل کل بدست آمده از روش Determine (PHIT-1)، در ستون-۱۲ درجه اشباع آب مؤثر بدست آمده از روش Multimine (SWE-1)، درجه اشباع آب مؤثر بدست آمده از روش Determine (SWE-1) و درجه اشباع آب حاصل از مغزه (SW)، در ستون-۱۳ درجه اشباع آب کل بدست آمده از روش Multimine (SWT-1) و درجه اشباع آب کل بدست آمده از روش Determine (SWT-1)، در ستون-۱۴ حجم درجه اشباع آب آزاد (VOL-UFRWAT)، حجم گاز (VOL-UGAS) و حجم آب (VOL-UWAT) و در ستون-۱۵ حجم شیل (VOL-WCS)، حجم انیدریت (VOL-ANHYDR)، حجم کلسیت (VOL-CALCITE)، حجم دولومیت (VOL-DOLOM)، حجم آب (VOL-UWAT)، حجم گاز (VOL-WCS) آمده است.

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: هم‌اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ - ۰۲۱
www.Reservoir.ir



۷- نتیجه‌گیری

- ۱- اگر پارامترها بویژه تخلخل در روش Determine با دقت بالایی محاسبه گردند، نتایج مشابهی با Multimine بدست می‌آید.
- ۲- در این مطالعه با استفاده از نمودار عرضی نوترون-چگالی، لیتولوژی سازند-۵ حاوی دولومیت، سنگ‌آهک و در فواصلی حاوی کمی شیل و در سازند-۶ سنگ‌آهک، دولومیت و در فواصلی کمی شیل تشخیص داده شد.
- ۳- میانگین حجم شیل در چاه-B به روش Determine، مقدار ۲/۸۴ درصد و به روش Multimine با استفاده از مدل‌های آرچی، اندونزیا و آبدوگانه بترتیب مقادیر ۱/۵۹، ۱/۵۶ و ۱/۶۰ بدست آمد.
- ۴- در چاه-B مقادیر کم حجم شیل به عنوان عامل مؤثر منفی در تغییر خواص مخزنی مطرح نمیباشد، ولی بیانگر وجود مقادیر کمی شیل در سازندهای مورد مطالعه می باشد.
- ۵- کانی غالب رسی در سازند-۵ با استفاده از آزمایش XRD، ایلیت و با استفاده از نمودار عرضی توریم برحسب پتاسیم نیز کلریت و کائولینیت میباشد که نمودار عرضی پتاسیم برحسب توریم به استناد از جدول کانیشناسی Serra کانی کلریت را بهعنوان کانی غالب رسی و در سازند-۶ با استفاده از نتایج آزمایش XRD کانی غالب رسی، ایلیت و با استفاده از نمودارهای عرضی ایلیت و میکا تشخیص داده شد.
- ۶- در روش Determine، برای محاسبه زمان گذر، استفاده از میانگین درصدی لیتولوژیهای موجود در هر سازند دارای دقت بیشتری نسبت به روش لیتولوژی غالب در هر سازند میباشد و در حالتی که کانیها آبدار باشند، توصیه میگردد.
- ۷- آنالیز دادههای چاه نشان میدهد که میزان تخلخل در سازندهای چاه-B پایین بوده و تغییرات تخلخل چندان زیاد نیست و با توجه به پایین بودن میزان حجم شیل، تخلخل بیشتر از نوع مؤثر میباشد.
- ۸- در این مطالعه مقادیر حجم شیل، تخلخل مؤثر و تخلخل کل براساس روش Determine نیز محاسبه گردید که با نتایج بدست آمده از روش Multimine و هم چنین با دادههای مغزه مطابقت دارد. علت این همخوانی جایگذاری مقادیر دقیق پارامترها میباشد.
- ۹- در سازند-۵، نتایج درجه اشباع آب بدست آمده با استفاده از روش Determine در مقایسه با روش Multimine، دارای دقت بیشتری است و این با دادههای مغزه مطابقت دارد.
- ۱۰- در سازند-۵ از بین روشهای Determine، مدل آبدوگانه و از بین روشهای Multimine مدل اندونزیا با دادههای مغزه مطابقت بیشتری دارند.
- ۱۱- در سازند-۶ نتایج درجه اشباع آب بدست آمده از روش Multimine در مقایسه با آزمایش مغزه، مدل اندونزیا را تأیید مینماید.
- ۱۲- در هر دو سازند مورد مطالعه، درجه اشباع آب بدست آمده از مدل اندونزیا با استفاده از روش Determine با روش Multimine بیشترین مطابقت (در مقایسه با مدل‌های آرچی و آب دوگانه) را نشان میدهد.
- ۱۳- با توجه به مدل‌های طراحی شده و نتایج بدست آمده از مدل‌های مختلف، چاهمورد مطالعه شامل سنگهای کربناته، کانیهای رسی (ایلیت، کلریت و کائولینیت)، گاز و آب میباشد.

۸- پیشنهادات

- ۱- تهیه مقاطع نازک میکروسکوپی از مغزه‌های بدست آمده از تمامی سازندها به منظور اعتبار بخشیدن به نحوه مطالعات انجام شده، ضروری است.
- ۲- انجام آنالیزهای شیمیایی با نمونه‌های بیشتر به منظور تعیین درجه اشباع آب با استفاده از آزمایش ظرفیت تبادل کاتیونی ضروری است.
- ۳- انجام آزمایش‌های CEC و XRD برای نمونه‌های بیشتر به منظور ساختن نگار CEC و نگار لیتولوژیهای مختلف بدست آمده از XRD در سازندهای مورد مطالعه به منظور استفاده از XRD در قسمت مولتیمین پیشنهاد میشود.

تقدیر و تشکر

از مسئولین محترم پژوهش و اداره پتروفیزیک شرکت مناطق نفت مرکزی بخاطر همکاریهای صمیمانه در ارائه خدمات و از باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان به خاطر حمایت مالی سپاسگزار می‌شود.

منابع

- ۱- تدینی، م، حمیدی، ح. و نبی بیدهدی، م، ۱۳۸۷، "تعیین تخلخل و آب اشباعشده توسط نرمافزار ژئولاگ و شبکه‌های عصبی مصنوعی در مخزن نفتی پارسی"، نشریه فنی تخصصی شرکت ملی نفت ایران، ۴ صفحه.
- ۲- قاسمالسکری، م.ک، ۱۳۸۸، "اندازه‌گیری و تعیین ظرفیت معاوضه کاتیونی مربوط به کانیه‌های رسی در لایه‌های شیلی مخزن آسماری"، میدین مارون و اهواز جهت انجام هرچه دقیقتر محاسبات درجه اشباع آب.
- 3- Brock, J., 1986, "Applied Open-Hole Log Analysis": Gulf Publishing Company, Houston, Texas.
- 4- Clavier, C., Coates, G.R., and Dumanoir, J.L., 1984, "Theoretical and Experimental Bases for the Dual-Water Model for the Interpretation of Shaly Sand": Society of Petroleum Engineers Journal, J.Pet. Tech. April., pages 153-168.
- 5- Hearst, J., Nelson, P., and Paillet, F.L., 2000, "Well Logging for Physical Properties": 2nd edition, Joh Wiley & sons Ltd., Chilchester., 106p & 483pp.
- 6- Schlumberger, 1989, "Schlumberger Log Interpretation: Principles/ Applications": July, Houston, Texas, Schlumberger Ltd edn.
- 7-Serra, O., 1984, "Fundamentals of Well Log Interpretation": Elsevier, 438p.
- 8- Tiab, D., and Donaldson, E.C., 2004, "Petrophysics Theory and Practice of Measuring Reservoir Rock and Fluid Transport Properties": Gulf Publishing Company Houston, Texas, p.889.
- 9- GeoLog, Ver.6.7. (Paradigm Petrophysics Software).

Sensitivity Analysis of Water Saturation Calculations in Shaly Zones to some of Petrophysical and Geological Parameters

Assef Madani¹, Mosayeb Kamari^۲, Auref Rostamian^۳, Masoumeh Bashiri⁴

Young Researchers and Elites club, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Assef.sa.madani241@gmail.com

Abstract

One of the most important parameter for determination of fluid properties and in-situ hydrocarbon reserve, is water saturation in clay minerals and shale presence in reservoir rocks. The results of well logging is influenced extremely and affected by production properties of reservoir, as well.

Petrophysical evaluation methods are used in this study by deterministic and probabilistic methods using Geolog Software. In the early stage, petrophysical parameters such as shale volume, porosity and water saturation are calculated by deterministic method with high precision. In the later stage, by building models, such as the lithology of each formation, determination of the dominant clay mineral types in each subzone with crossplot and comparison with experimental results of X-ray diffraction, type of fluids and also entering the cation exchange capacity data and defining available logs in wells studied, multimine method was used.

Studies done show that information-5, water saturation results that obtained from determine method in comparison with multimine method is more accurate and consistent with core data. In formation-5, dual water method is used from determine approach and Indonesia method is used from multimine approach. Both methods are consistent with core data. In formation-6, water saturation obtained from multimine approach in comparison with core test, Indonesia approach has confirmed. In two formation water saturation obtained from Indonesia method (in comparison with Archie and dual water methods), determine method is more consistent with the multimine method.

-
1. Petrophysicist
 2. Petrophysicist
 3. Petrophysicist
 4. Petrophysicist

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: هم‌اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ - ۰۲۱
www.Reservoir.ir

