Archive of SID

مجموعه مقالات سومین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
تهران، ۲۹ خرداد ماه ۱۳۹۳ مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا
تلفن: ۸۸۶۷۱۶۷۶ - ۰۲۱ www.Reservoir.ir

تعیین گروههای سنگی و محاسبه تراوایی در چاههای بدون مغزه با استفاده از مفهوم واحد جریان هیدرولیکی

[1]اصغر گندم کار، [1]مهدی قربانی شیخ نشین،[1]میر سعید صفوی، [1]مهدی بیگلریان
[1]دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات فارس، گروه مهندسی نفت، فارس، ایران

چکیده

اولین مرحله پیش بینی خواص مخزن، تعیین گروههای سنگی(Rock Typing) است. تفکیک و شناسایی گروههای سنگی مخزنی در شناسایی واحدهای جریانی و نیز مدلسازی مخزن اهمیت زیادی دارد. هدف اصلی در این مطالعه دستیابی به یک مدل قابل قبول جهت محاسبه ی تراوایی در چاه های بدون مغزه می باشد که می بایست ابتدا تعداد گروه های سنگی را مشخص نمود. برای این منظور به توصیف و تفسیر پارامتر های مخرنی از قبیل توزیع تخلخل، تراوایی، اشباع آب و میزان فشار مویینگی در کلیه چاهها خواهیم پرداخت. پس از مطالعه کلیه خصوصیات میدان ، داده های مورد نیاز را جهت استفاده در مدل مورد استفاده (روشFZI)، استخراج می کنیم. در این مطالعه سعی شده است که روش های آنالیز هیستو گرام، آنالیز احتمال نرمال و روش آنالیز خوشه ای حداقل مربعات (SSE) جهت تعیین تعداد گروه های سنگی مورد استفاده قرار گیرد که این روش ها سهم اعمال نظر و دخالت کاربر را نسبت به روش های سنتی کاهش داده و نتایج بدست آمده معتبر تر خواهد بود. در پایان مدل مورد نظر را جهت محاسبه ی میزان تراوایی در چاه های بدون مغزه بدست می آوریم. تلفیق نتایج بدست آمده و اطلاعات زمین شناسی نیز می تواند واحد های مخزنی با کیفیت متفاوت را از یکدیگر تشخیص دهد.

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که ۶ گروه سنگی در این مخزن وجود دارد. نتایج به دست آمده نیز نشان می دهد زمانی که ۶ گروه سنگی برای این مخزن در نظر می گیریم مدل مورد نظر، با استفاده از داده های مغزه میزان تراوایی را با دقت $R^2= 0.933$ محاسبه می کند. از این مدل جهت تخمین تراوایی در چاههای فاقد مغزه استفاده شده که میزان دقت تراوایی به دست آده با استفاده از داده های لاگ در حدود $R^2=60$ می باشد. . بررسی و شناخت دقیق خصوصیات مخزنی می تواند کمک بسیار زیادی در مدیریت بهره برداری چاه های تولیدی و توسعه میدان داشتهباشد.

نکات کلیدی: گروههای سنگی، آنالیز هیستو گرام، آنالیز احتمال نرمال، مدلسازی مخزن،روش آنالیز خوشه ای.

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

تراوایی یکی از مهم ترین پارامترهای مخازن نفتی است که در بسیاری از محاسبات و مدل سازی ها مخزن نقش موثری ایفاء می کند تعیین تراوایی به روش های مختلفی نظیر آزمایشات چاه استفاده از داده های چاه نگاری و آزمایش مغزه انجام می گیرد. دقیق ترین و البته پر هزینه ترین روش جهت تعیین تراوایی انجان آزمایش مغزه است اما به علل مختلفی نظیر هزینه های بسیار بالا و یا عدم امکان تهیه مغزه در بعضی چاه ها نمی توان از این روش جهت تعیین تراوایی استفاده نمود[1,2]. به همین دلیل مطالعات زیادی توسط محققان به منظور یافتن روش هایی جهت تعیین تراوایی با استفاده از سایر پارامترها انجام شده است. روابط تخلخل- تراوایی می تواند در چارچوب واحدهای جریانی هیدرولیکی به منظور تعیین سنگهای مخزنی ناهمگن به کار گرفته شود. درسالهای‌اخیرتلاشهای‌زیادی برای‌بهبودروشهای‌تعیین‌تراوایی‌ازروی‌داده‌های‌چاهنگاری‌انجامشده‌است. یکی‌ازاین‌روشها استفاده‌ازمفهومی‌بنام "واحدهای‌جریانهیدرولیکی" است[3]. یکواحدجریانهیدرولیکی،بخشی‌از حجممخزناستکهمی‌توانآنراازنظرخصوصیاتکنترلکنندهحرکتسیالازسایربخشهای مخزنمتمایزکرد. بهاینترتیبمی‌توانگفت سنگهایی‌کهدریکواحد جریانهیدرولیکی‌قرارمی‌گیرندازلحاظسیستمهیدرودینامیکی (خصوصیاتکنترلکنندهحرکت سیال) یکسانهستند.درحالحاضرروشسنتی‌جهتتعیینتراوایی‌درچاههای‌فاقدمغزهبه کارمی‌رود. درروش سنتی‌ازچندچاهمغزهتهیهشدهوبااستفادهازروشهای‌آزمایشگاهی،تخلخل وتراوایی‌محاسبهودرمقابلهمترسیممی‌شوند. سپسبرروی‌داده‌هاآنالیزبرازشخطی‌انجاموبدینترتیبرابطهای‌بینتراوایی‌وتخلخلارائهمی‌شود.
ازرابطهبدستآمدهجهتتعیینتراوایی‌ازروی‌تخلخلدرچاههای‌فاقدمغزهاستفاده
می‌شود[4].امابایدتوجهداشتکهتخلخلبرخلافتراوایی‌مستقلازاندازهدانه‌هااستبه
همیندلیلممکناستدریکمخزندونمونهباتخلخلیکسان،تراوایی‌های‌متفاوتداشتهباشند.
بنابراینمی‌توانبهاینروشتعیینتراوایی‌ازروی‌تخلخلاطمینانکرد. مبنای واحدهای جریانی هیدرولیکی بر پایه ارتباط بین تخلخل و تراوایی می باشد که در اصل توسط کارمن و کورن[5] در سال ۱۹۲۷ پیشنهاد شد. بعد از آن آموفوله [2]در سال ۱۹۹۳ معادله مربوط به نشانگر زون جریانی (Flow Zone Indicator) را برای تعیین واحدهای جریان هیدرولیکی بیان کرد. تعیین گروههای سنگی در چندین میدان در کشورهای خارجی توسط سبوریان [6] و شنوایی [7]صورت گرفته است. در ایران نیز مطالعاتی توسط آقای دکتر خراط و همکاران[4] در سال ۲۰۰۹ بر روی یکی از مخازن جنوب ایران انجام گرفته است. گروه دهرم افقی بسیار مهم از نظر تجمع گاز محسوب می شود و ذخایر عمده گاز زاگرس در این گروه قرار دارد. سنگ مخزن اصلی گروه دهرم را سازند کنگان و بخش بالایی سازند دالان تشکیل می دهند.بنابر این تعیین گروههای سنگی مخزنی و زون بندی هرچه دقیق تر این مخازن به منظور ارزیابی هر چه بهتر پارامترهای مخزنی ضروری به نظر می رسد.

۲. روش های محاسبه تعداد واحد های جریانی هیدرولیکی

در این بخش مطالعه واحدهای جریان هیدرولیکی بر روی ۸۵ نمونه مغزه بدست آمده از یکی از چاههای میدان گازی مورد مطالعه صورت گرفته است که اطلاعات آن شامل تراوایی، تخلخل، و همچنین اطلاعات زمین شناسی و چاه پیمایی می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

یک روش قابل قبول برای پیش‌بینی تراوایی متوجه ساختن گسترش تراوایی در سنگ‌های مخزنی به اصول زمین-شناسی و فیزیک جریان در مقیاس شبکه حفره است. بدین منظور می‌توان با نسبت دادن ماهیت وابستگی بین تراوایی و تخلخل به تغییرات زمین‌شناسی سنگ مخزن، به جستجوی روابطی کاربردی که عوامل زمین‌شناسی موثر بر خصوصیات جریان را در نظر می‌گیرند، برای تخمین تراوایی پرداخت. این به نوبه‌ی خود مستلزم برقرار ساختن روابطی منطقی بین پارامترهای گلوگاهی مشتق شده از مغزه و خصوصیات پتروفیزیکی است. این گونه روابط در صورتی بدرستی بدست می-آیند که سنگ‌هایی با قابلیت یکسان هدایت جریان شناخته شده و با همدیگر دسته‌بندی شوند که به هر گروه یک واحد هیدرولیکی اطلاق می‌گردد.فرم تعمیم یافته‌ی رابطه کازنی- کارمن به صورت زیر می‌*باشد*[5].

$$= \frac{RQI}{\Phi_z} \qquad (1)$$

بنابراین برای نمونه‌هایی با FZI مشابه، ترسیم RQI در مقابل Φ_z، به صورت لگاریتمی، خطی مستقیم با شیب واحد ایجاد خواهد کرد. مقدار شاخص زون جریانی را می‌توان از عرض از مبدااین خط در $\Phi_z = 1$ بدست آورد. نمونه-هایی که دارای مقادیر مختلف شاخص زون جریانی هستند، خطوط موازی دیگری می‌سازند. تمام نمونه‌های واقع شده در روی یک خط، دارای خواص گلوگاهی یکسان هستند و بنابراین یک واحد جریانی را تشکیل می‌دهند. خطوطی با شیب بزرگتر از یک نشان دهنده‌ی سازندهای شیلی می‌باشند. جدول (۱) مقادیر RQI، φ_z و FZI بدست آمده از نمونه‌های مورد آزمایش را برای برخی عمق ها نشان می دهد.

جدول۱: مقادیر RQI، φz و FZI هر نمونه

Porosity(fraction)	Permeability(md)	$(Ø)_z$	RQI	FZI
0.046	0.906	0.048	0.139	2.890
0.075	0.005	0.081	0.008	0.099
0.058	0.005	0.061	0.009	0.149
0.02	1.095	0.020	0.232	11.38
0.046	0.005	0.048	0.010	0.214
0.029	0.005	0.029	0.013	0.436
0.062	0.038	0.066	0.024	0.371
0.022	0.007	0.022	0.017	0.787
0.066	0.005	0.070	0.008	0.122
0.042	2.512	0.043	0.242	5.538
0.011	0.005	0.011	0.021	1.903
0.032	0.005	0.033	0.012	0.375
0.009	0.092	0.009	0.100	11.05
0.066	1.021	0.070	0.123	1.747
0.04	0.005	0.041	0.011	0.266

www.SID.ir

Archive of SID

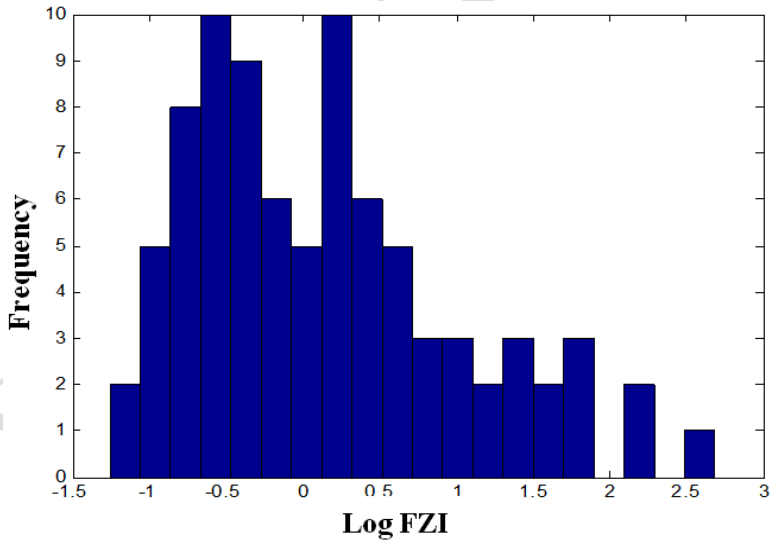
0.048	**1.48**	**0.050**	**0.174**	**3.458**
0.176	**0.074**	**0.213**	**0.020**	**0.095**

۳. روش های تعیین تعداد واحدهای جریان هیدرولیکی

در حال حاضر روشهای تعیین تعداد واحدهای جریان هیدرولیکی شامل آنالیزهیستوگرام، نمودار (پلات) احتمالات نرمال و مجموع مربع خطاها است. در زیر این سه روش بر روی داده‌های میدان مورد مطالعه اعمال شده و بهینه ترین حالت برای تعداد واحدهای جریان هیدرولیکی برای داده‌های مورد مطالعه بدست آمده است.

۳,۱. آنالیز هیستوگرام

بعد از بدست آوردن FZI هر نمونه نوبت به تعیین تعداد واحد های جریان هیدرولیکی می شود، که از آنالیز هیستوگرام استفاده می کنیم. طبق اصول واحدهای جریان هیدرولیکی، توزیع هیستوگرام لگاریتم شاخص منطقه جریانی در هر واحد جریان هیدرولیکی به صورت توزیع نرمال است. این روش از این اصل استفاده کرده و تعداد واحدهای جریان هیدرولیکی را تعیین می کند[8]. روش کار بدین صورت است که در این بخش با استفاده از نرم افزار مطلب ، بر روی داده‌های لگاریتم شاخص منطقه جریانی آنالیز هیستوگرام انجام شده (شکل ۱) که حاصل آن ۶ توزیع نرمال می باشد که نشان دهنده ۶ واحد جریان هیدرولیکی است.



شکل ۱: آنالیز هیستوگرام بر روی داده‌های لگاریتمی شاخص منطقه جریانی

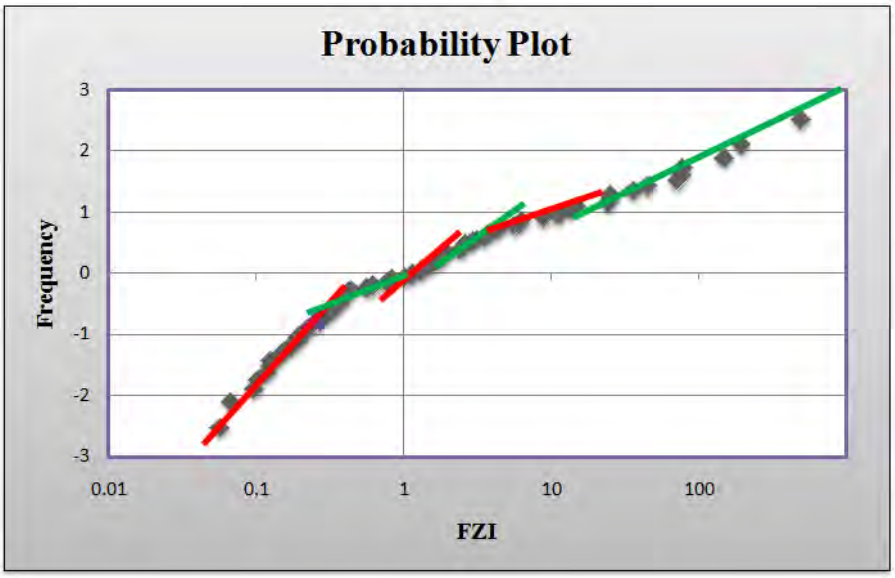
بر اساس روش آنالیزهیستوگرام، برای داده‌های مورد استفاده در چاه مورد مطالعه، ۶ واحد جریان هیدرولیکی تشخیص داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

۳،۲.آنالیز احتمالات نرمال

طبق اصول واحدهای جریان هیدرولیکی، آنالیز احتمالات نرمال لگاریتم شاخص منطقه جریانی در هر واحد جریان هیدرولیکی به صورت توزیع خطی است. این روش از این اصل استفاده کرده و تعداد واحدهای جریان هیدرولیکی را تعیین می کند[6]. در این روش، آنالیز احتمالات نرمال بر روی داده‌های لگاریتم شاخص منطقه جریانی انجام شده و ۶ توزیع خطی بدست می آید که نشان دهنده ۶ واحد جریان هیدرولیکی است و لذا این روش نیز تعداد واحدهای هیدرولیکی که از مرحله قبل بدست آمد را تایید می‌کند (شکل۲).



شکل۲: روش آنالیز احتمالات نرمال و تعیین ۴ واحد هیدرولیکی در داده‌های مورد مطالعه

۳،۳. آنالیز خوشه ای K-means

پس از تعیین تعداد واحدهای جریان هیدرولیکی، برای اینکه مجموعه ای از داده‌ها را که بسیار شبیه به هم هستند را در یک گروه قرار دهیم از آنالیز خوشه ای K-means استفاده می کنیم.آنالیز خوشه ای به روش K-means ، داده‌ها را در گروه‌های مشخص از هم جدا کرده به طوریکه داده‌های مربوط به هر گروه با سایر گروه‌ها متفاوت است[9]. در این روش بعد ازتعیین تعداد دسته‌ها که از آنالیز هیستوگرام استفاده شده است، نرم افزار به تعداد دسته‌های تعیین شده نقاطی را بعنوان نقاط مرکزی در نظر می گیرد و فاصله سایر نقاط تا نقطه مرکزی را محاسبه می کند و بدین ترتیب داده‌ها را در گروه‌های مختلف دسته بندی می کند. نرم افزار مطلب به کاربر این قابلیت را می دهد که به هر تعداد که مورد نظر است محل نقطه مرکزی را تا حصول نتیجه بهتر تغییر دهد (با کمتر شدن انحراف معیار داده‌ها از نقطه مرکزی).

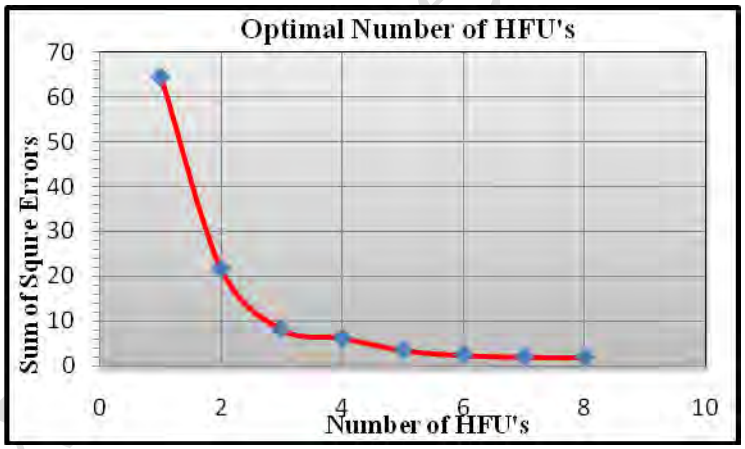
۴. مجموع مربع خطاها

www.SID.ir

Archive of SID

همانطور که مشاهده می‌شود به دلیل اینکه تعیین تعداد منحنی‌های نرمال در آنالیز هیستوگرام و خطوط مماس در آنالیز احتمال نرمال که نشان دهنده تعداد واحد جریان هیدرولیکی می‌باشد، تابع کاربر است (بنا به نظر و تجربه کاربر این تعداد تغییر می‌کند) لذا احتمال ایجاد خطا در محاسبات زیاد است. به همین منظور جهت کاهش خطاها سعی شده است تا برای تعیین تعداد واحدهای جریان هیدرولیکی از پارامتر مجموع مربع خطاها (SSE) استفاده شود[6]. در استفاده از مجموع مربع خطاها روش کار بدین صورت است که ابتدا تعداد دسته‌ها را برابر یک فرض کرده (HFU =1) و آنالیز خوشه ای K-means را توسط نرم افزار مطلب انجام می دهیم. سپس آنالیز رگرسیون خطی را بر روی داده‌ها انجام و مقدار مجموع مربع خطاها را محاسبه می کنیم. این کار را به همین صورت برای تعداد دسته‌های دیگر نیز انجام و در نهایت نموداری از مجموع مربع خطاها در مقابل تعداد دسته‌ها ترسیم می کنیم (شکل ۳).

همانطور که در شکل مشاهده می شود با افزایش تعداد واحدهای جریان هیدرولیکی مقدار مجموع مربع خطاها کاهش یافته، اما از یک مقداری به بعد تغییرات در مجموع مربع خطاها محسوس نبوده و قابل صرف نظر کردن است. این مقدار همان تعداد واحدهای جریان هیدرولیکی بهینه است. تعداد واحدهای جریان هیدرولیکی بهینه به این معنا است که، می توان تعداد واحدهای جریان هیدرولیکی را بیش از مقدار بهینه نیز انتخاب کرد، اما بهبودی در نتایج حاصل نشده و تنها محاسبات مشکلتر و پیچیده تر می شود. مزیت این روش در این است که مستقل از کاربر بوده و دقت بالاتری در تعیین تعداد دسته‌ها دارد. بر اساس این روش برای داده‌های مورد استفاده در این تحقیق ۶ واحد جریان هیدرولیکی تشخیص داده می شود.



شکل ۳: نمودار مجموع مربع خطاها در مقابل تعداد واحدهای جریان هیدرولیکی.

۵. آنالیز واحدهای جریان هیدرولیکی

همانطور که مشاهده می‌شود با بالا رفتن تعداد واحدهای هیدرولیکی، ضریب همبستگی داده‌های واحدهای جریان هیدرولیکی بالاتر می‌رود و لذا با افزایش تعداد واحدهای هیدرولیکی، دقت محاسبات بعدی (که محاسبات تراوایی خواهد بود) بالاتر خواهد بود.

با لگاریتم گیری از دو طرف رابطه ۱ داریم: $\log RQI = \log \phi_z + \log FZI$ (۲)

طبق رابطهٔ ۲ چنانچه مقادیر شاخص کیفیت مخزن و نسبت پوکی را در یک مقیاس log-log ترسیم کنیم، داده‌هایی

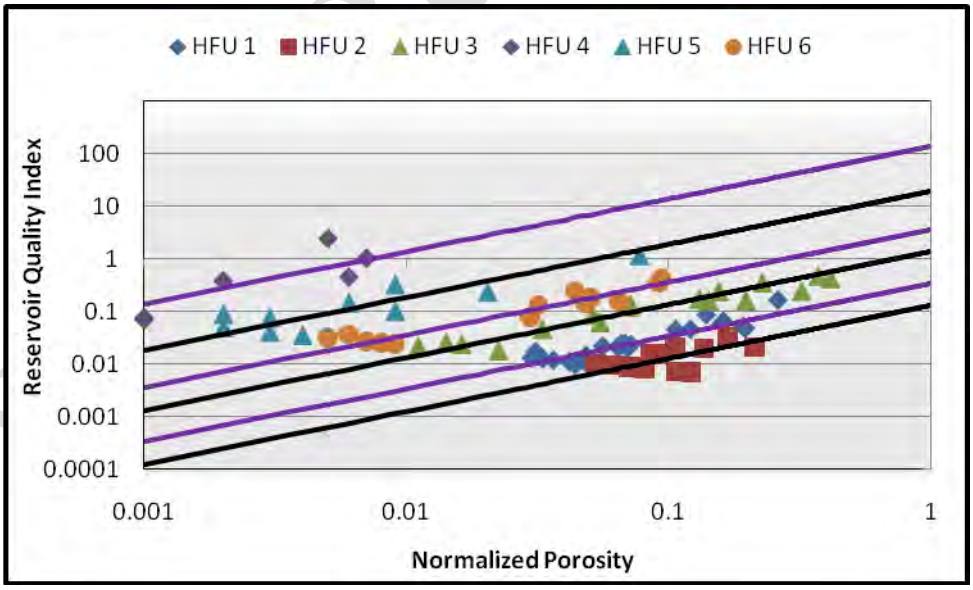
www.SID.ir

Archive of SID

که دارای مقادیر یکسان شاخص منطقه جریان هستند بر روی یک خط با شیب واحد قرار می گیرند و نمونه‌های با مقادیر متفاوت شاخص منطقه جریان بر روی خطوطی موازی هم قرارمی گیرند. اما مقادیر شاخص منطقه جریان مربوط به یک واحد جریان هیدرولیکی به دلایل مختلف نظیر خطاهای آزمایشگاهی، انجام ندادن آزمایشات در زمان مناسب، آماده سازی نامناسب نمونه‌ها دقیقاً یکسان نیستند. به همین دلیل از آنالیز خوشه ای به منظور قرار دادن مقادیر بسیار نزدیک به هم شاخص منطقه جریانی در یک گروه استفاده می شود و یک مقدار میانگین شاخص منطقه جریانی برای هر گروه ارائه می شود.برای به دست آوردن یک مقدار معادل FZI برای هر گروه طبق معادله ۲ وقتی RQI را بر حسب ϕ_z در یک نمودار با مقیاس لگاریتمی رسم می‌کنیم. از بین نقاط نمونه ها در هر واحد هیدرولیکی بهترین خط را با شیب واحد عبور می دهیم. عرض از مبدا خط عبور داده شد برابر با $FZI_{(mean)}$برای آن واحد هیدرولیکی است (شکل ۴).

جدول: ۲ مقدار $FZI_{(mean)}$ برای هر واحد هیدرولیکی.

HFU	(FZI) mean
1	0.343771604
2	0.126531891
3	1.332477855
4	133.0975312
5	18.63742891
6	3.606542049



شکل: ۴FZI هر واحد جریانی

www.SID.ir

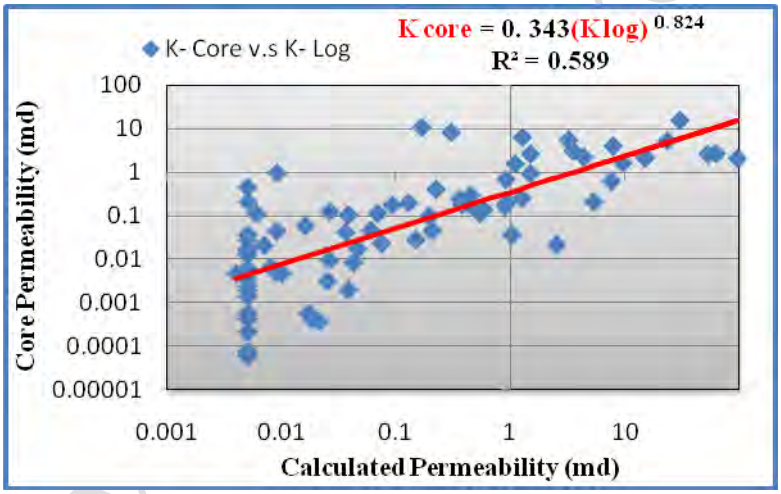
Archive of SID

۶. تخمین تراواییدر چا های فاقد مغزه

مقدار تراوایی را می توان برای هر نمونه با توجه به واحد جریان هیدرولیکی آن و مقدار شاخص منطقه جریانی میانگین در آن واحد هیدرولیکی از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$k = 1014 \times FZI^2_{(mean)} \frac{\phi_e^3}{(1-\phi_e)^2} \qquad (۳)$$

پس از بررسی صحت نتایج به دست آمده از مدل مورد نظر، از این مدل می توان جهت محاسبه ترواید در چا ههای فاقد مغزه، در عمق های متناظر با عمقی که عملیات مغزه گیری صورت گرفته است، استفاده کرد. در این قسمت با استفاده از داده های تخلخل به دست آمده از لاگ (در چاهی که داده های مغزه آن نیز در دسترس است) میزان تراوایی را محاسبه کرده ایم. برای این منظور ابتدا می بایست داده های تخلخل به دست آمده از لاگ را در عمق های متناظر با عمقی که عملیات مغزه گیری صورت گرفته است، در نظر گرفت. شکل ۵ نمودار تراوایی محاسبه شده از روش واحدهای جریان هیدرولیکی در یک چاه با استفاده از داده های تخلخل لاگ در مقابل تراوایی مغزه همان چاه را با در نظر گرفتن $FZI_{(mean)}$ برای هر واحد جریان هیدرولیکی نشان می دهد. همانطور که دیده می‌شود با این روش می‌توان تراوایی را در چاههای فاقد مغزه با دقت بسیار خوبی (R^2=0.589) محاسبه کرد.



شکل ۵: تراوایی محاسبه شده با استفاده از تخلخل به دست آمده از لاگ در مقابل تراوایی مغزه همان چاه.

۷. نتیجه گیری

- تعداد واحد های جریانی هیدرولیکی به دست آمده در مخزن مورد مطالعه بر اساس روش های مورد استفاده در این تحقیق، ۶ نوع می باشد.
- در روش SSE جهت محاسبه تعداد بهینه واحد جریانی هیدرولیکی، با افزایش تعداد گروه های سنگی میزان خطا، به دلیل افزایش همبستگی بین داده ها، کاهش می یابد.
- روش سنتی تعیین تراوایی با استفاده از تخلخل نتایج بسیار ضعیفی را ارائه می دهد که در این مطالعه زمانی که از این روش استفاده می کنیم، میزان R^2=0.30 می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

- شاخص منطقه جریانی پارامتر بسیار مناسبی جهت تعیین واحدهای جریان هیدرولیکی می باشد زیرا بسیار وابسته به خصوصیات زمین شناسی محیط متخلخل و تغییرات هندسه حفرات است.
- نتایج به دست آمده نشان می دهد که میزان تراوایی محاسبه شده در چاههای فاقد مغزه با دقت بسیار خوبی (R^2=0.589) محاسبه شده است.

فهرست منابع

1. Abbaszadeh, M.D., Fujimoto,F., 1996 "Permeability Prediction by Hydraulic Flow Units-Theory and Applications", SPE 263-271.
2. Amaefule, J.O., Altunbay, D., Tiab, D., Kersey, D.G., and Keelan, D.K., 1993, "Enhanced Reservoir Description: Using Core and Log Data to Identify Hydraulic (Flow) Units and Predict Permeability in Un-cored Intervals/Wells," SPE 26436.
3. Canas, J.A., Malik, Z.A., and Wu, C.H., 2000, "Characterization of Flow Units in Sandstone Reservoir: La Cira Field, Colombia, South America; SPE 27732.
4. Chekani, M., Kharrat. R., 2009,"Reservoir Rock Typing in a Carbonate Reservoir- Cooperation of Core and Log Data: Case Study", SPE 123703.
5. Kozeny, J., UberKapillareLeitung des WassersimBodenStizurgsberichte; Royal Academy of Science, Vienna, Proc. Class I, Vol. 136, pp. 271-306, 1927.
6. Saboorian,H., Mowazi,G.H., andJaberi, S.R., 2010, "A New Approach for Rock Typing Used in One of the Iranian Carbonate Reservoir (A Case Study), SPE 131915.
7. Shenawi, Sh., White, J., Elrafie, E., Kilany, KH., 2007, "Permeability and Water Saturation Distribution by LithologicFacies and Hydraulic Units: A Reservoir Simulation Case Study", SPE 105273.

www.SID.ir

Archive of SID

8. Soto, R., Torres, F.,Arango, S., 2001, "Improved Reservoir Permeability Models from Flow Units and Soft Computing Techniques: A Case Study, Suria and Reforma-Libertad Fields, Colombia, SPE 69625.

9. Susilo, A., 2010, "Permeability Prediction Based on Capillary Model", SPE 141122.

Permeability Prediction in Un-Cored Wells by Using Hydraulic Flow Unit Technique, Case Study

[1]Asghar Gandomkar, [1]M.Ghorbani, [1]M. S. Safavi

[1]Department of Petroleum Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Fars, Iran

Abstract

Estimating permeability in un-cored intervals-wells is a generic problem common to all reservoir engineers. In this paper, routine core analysis and well log data of an actually existing carbonate gas reservoir were used to develop a model of permeability in un-cored well by using Hydraulic Flow Unit Approach (HFU). The Graphical Clustering Methods such as histogram analysis and probability plot are used to identify the number of hydraulic flow units. Also, the sum of square errors (SSE) method was used as criterion for confirming the optimal number of HFU's.Permeability data can be obtained from well tests, cores or logs. Normally, using well log data to derive estimates of permeability is the lowest cost method. Formation permeability controls the strategies involving well completion, stimulation, and reservoir management.
Results showed that six HFUs were identified from core data and each unit has its own mean Flow Zone Indicator (FZI). A correlation between FZI calculated from core data and that obtained from well log data was developed for estimating permeability in un-cored intervals-wells. The results indicate that the permeability profiles of the log-derived HFU agree with core data.

www.SID.ir

Archive of SID

Key words: Flow Zone Indicator, HFU, Histogram Analysis, Probability Plot, SSE.

www.Reservoir.ir

www.SID.ir