

چاه آزمایی و نمودارگیری

مصطفی کرمی: مهندسی نفت، بهره برداری از منابع نفت
mostafa_karami3000@yahoo.com

چکیده

نمودارگیری، یکی از روشهای مهم در اکتشاف و بهره برداری نفت و گاز است که بیش از نیم قرن از بکارگیری آن می گذرد و شناخت پارامترهای پتروفیزیکی با استفاده از داده های چاه پیمایی مستلزم در دسترس قرار گرفتن انواع نمودارهای چاه پیمایی است. نقش چاه پیمایی در مطالعات اکتشافی هیدروکربنها و ارزشیابی افقهای حفاری بسیار چشمگیر است. البته تحقق این هدف منوط به تفسیر درست از نگاشت ها می باشد. در این مقاله انواع روشهای چاه آزمایی و نمودارگیری را برشمرد و اساس کار را شرح می دهیم و هم چنین مشکلات پیش روی این صنعت را مورد بررسی قرار می دهیم.

واژه های کلیدی: چاه آزمایی-نمودارگیری-چاه پیمایی-لاگ-نگاشت-سوند

چاه آزمایی در واقع به عملیاتی گفته می شود که طی آن می توان در دو بخش درون و برون چاهی اطلاعات مهمی از وضعیت دبی تولیدی سیالات مخزن با کاهنده های مختلف، فشار و دمای درون و برون چاهی مخزن، وضعیت تخلخل و تراوایی سنگ مخزن و برخی خواص سیالات مخزن را توسط تجهیزات سطحی و درون چاهی بدست آورد. عملیات آزمایش چاه در مراحل مختلف حفاری و تولید و تکمیل انجام می گیرد و بمنظور دستیابی به استراتژی ها و بر نامه ریزی های دراز مدت توسعه میداین با لحاظ کردن کلیه عوامل بخصوص فاکتورهای اقتصادی انجام میشود. در چاه آزمایی تغییرات فشار نسبت به زمان ثبت می شود. نمودارگیری نیز روشی را گویند که در آن با استفاده از ابزار و وسایل مخصوصی که به درون چاه فرستاده می شود می توان اطلاعات بسیار مهمی از وضعیت درونی چاه و مخزن به دست آورد. این اطلاعات شامل تخلخل، تراوایی، مقاومت ویژه و مخصوص سازند و آب سازند، میزان مواد رادیواکتیو، تعیین ناحیه شسته شده و اشغال شده، تشخیص زون های هیدروکربن دار، همبستگی چاه ها و ... می باشد. در ابتدا چاه آزمایی و روش های آن را توضیح داده و سپس به بحث درباره نمودارگیری می پردازیم.

روش های چاه آزمایی چاه های نفتی Oil well Testing

۱- Pressure Build-Up

آزمایش افت فشار را می توان با اندازه گیری پیوسته فشار نسبت به زمان در زمانی که چاه برای مدتی با دبی ثابت تولید می کند، انجام داد. معمولاً قبل از انجام آزمایش افت فشار، چاه برای مدتی کافی به منظور رسیدن به فشار استاتیک مخزن، بسته می شود. سپس ابزار اندازه گیری فشار به ته چاه فرستاده می شود و بعد از آن تولید با دبی ثابت آغاز می گردد. آزمایش افت فشار بسته به هدف از آزمایش ممکن است چندین ساعت یا چندین روز بطول انجامد. برای مواقعی که امکان تولید با دبی ثابت فراهم نباشد و یا وقتی که قبل از انجام تست، چاه به مدت لازم برای رسیدن به فشار استاتیک بسته نشده باشد، روش آنالیزی که در آن دبی ها را متغیر در نظر بگیرد، نیز وجود دارد. آزمایش افت فشار بایستی در مخازنی با فشار یکنواخت آغاز گردد، لذا یک چاه جدید حفر شده بهترین کاندیدا برای این نوع آزمایش می باشد. همچنین اگر چاهی به منظور تعمیرات یا تکمیل چاه و یا هر علت دیگر، برای مدتی بسته بوده و یا اگر در آن آزمایش ساخت فشار انجام گرفته باشد، برای انجام این نوع آزمایش افت فشار بهتر بنظر می رسد و همچنین در چاههایی که در آنها آزمایش ساخت فشار با عدم قطعیت همراه بوده است، انجام آزمایش افت فشار ضروری بنظر می رسد. در این حالت که آزمایش افت فشار با یک آزمایش ساخت فشار همراه است، می توان یک آنالیز مقایسه ای انجام داد. معمولاً آزمایش افت فشار کوتاه مدت برای تأیید نتایج ساخت فشار انجام می گیرد و هدف از انجام آزمایش های افت فشار دراز مدت، تعیین حجم مخزن است و در بسیاری موارد این آزمایش به تنهایی بدین منظور صورت می گیرد [3].

۲- Pressure Draw-Down

در این روش چاهی که بسته است را باز می کنند و با دبی ثابت از آن برداشت می کنند در این حال تغییرات فشار ته چاهی با زمان را به طور منظم یادداشت می کنند. در واقع تغییرات فشار متناسب با زمان را ثبت می کنند.

۳- Multiple Flow Test

همان طور که برای Drawdown Test ذکر شد، در این تست چاه باید در دبی ثابت تولید کند ولی ممکن است به دلیل شرایط حاکم بر چاه، در فشار ثابت ته چاه تولید داشته باشیم و یا به دلیل نوسانات دبی نتوانیم دبی را ثابت نگه داریم. برای این منظور دبی را در بازه های زمانی مختلف به صورت ثابت فرض می کنند و معادلات حرکت سیال را بر اساس دبی های متفاوت بدست می آورند و از آن معادلات می توانند پارامترهای مخزن را بدست آورند. اگر بازه های زمانی تغییرات دبی را خیلی کوچک در نظر بگیریم آنگاه معادله فشار مخزن بر حسب زمان بصورت انتگرالی می شوند که اساس کار روش convolution است [4].

۴- Reservoir Limit Test

این تست می تواند قسمتی از تست drawdown باشد یعنی هنگام تولید آن قدر زمان بدهیم که افت فشار درون مخزن به دیواره ی چاه برسد. در این حالت تغییرات فشار با زمان خطی می شود و با داشتن زمان خطی شدن فشار می توان شعاع مخزن (شعاع تولید چاه در مخزن) را بدست آورد.

۵- Injection Test

تست های تزریق به درون چاه دو نمونه اند:

۱-۵- Injection Build up or Full Off Test

مربوط به زمانی می شود که تزریق را متوقف می کنیم و فشار درون چاه را بر اساس زمان ثبت می کنیم که این حالت هم مانند Build up می باشد.

۲-۵- Injectivity Test

تزریق با دبی ثابت به درون مخزن است که از نظر معادلات شبیه حالت Drawdown است [5].

۶- Multiple Well interferences

این تست یکی از روش های به دست آوردن storativity (قابلیت ذخیره) مخزن است. بدین صورت که از دو چاه، یکی چاه تولیدی و دیگری چاه مشاهده استفاده می شود. یعنی با اعمال تغییرات درون چاه تولیدی، تغییرات درون چاه مشاهده را اندازه گیری می کنند. با داشتن فاصله ی دو چاه و مدت زمان رسیدن تغییر به چاه مشاهده و دیگر پارامترهای مورد نیاز می توان ذخیره سازی یک مخزن را بدست آورد.

۷- Drill stem Tests

در حین حفاری و یا تکمیل چاه، با برخورد به لایه ای از نفت و یا گاز ، در مورد آزمایش آن لایه تصمیم گیری می گردد. این آزمایش که در حضور دکل حفاری انجام می گیرد ، لایه آزمائی با ساق مته Drill Stem Test نامیده می شود و جهت انجام آن از ابزار بخصوصی استفاده می گردد. هدف اصلی از انجام این آزمایش جمع آوری نمونه ای از سیال مورد نظر و اندازه گیری فشار لایه می باشد. بدیهی است در صورتیکه بتوان آزمایش خوبی انجام داد، به کمک اطلاعات کسب شده از چاه بسیاری از مجهولات مربوط به چاه و آن لایه بخصوص قابل محاسبه می باشند. به طور مثال تراوایی لایه (Permeability)، شاخص بهره وری (Productivity Index) افت فشار (Drawdown) در دبی های مختلف و حتی راندمان تولیدی چاه (Flow Efficiency) نیز قابل محاسبه می باشند. علاوه بر آنها نمونه جمع آوری شده از سیال در صورت تحت آزمایش قرار گرفتن در آزمایشگاه، بسیاری از مشخصات آن سیال را معلوم خواهد نمود. دستگاه توسط لوله های بخصوصی به داخل چاه فرستاده می شود (Drill Pipe) و به طور کل تشکیل شده است از دو (یابیشتر) دستگاه فشارسنج داخل چاه، که فشار سنج بالائی، فشار داخلی لوله مزبور و فشارسنج پائینی فشار خارج آنرا اندازه گیری می نمایند. (به هر صورت فشار داخلی چاه اندازه گیری می شود). دستگاه توسط مجرایند (Packer) در عمق مورد نظر ثابت نگهداشته می شود. توسط شیرهایی که دارد قابلیت بازو بسته شدن را دارد. پس از قرار دادن دستگاه، چاه را طبق برنامه ای تنظیمی باز کرده و سپس می بندند. در حقیقت فشار داخلی چاه را، چه وقتی که باز است و چه زمانی که بسته می شود اندازه گیری می کنند. طرز عمل دستگاه فشارسنج تقریباً مشابه همانست که در قسمت اندازه گیری فشار داخلی چاه مشروح است و با بیرون آوردن دستگاه از چاه، نمودارهای رسم شده از فشار نسبت به زمان را توسط دستگاه بخصوصی می خوانند و از ارقام بدست آمده جهت انجام محاسبات استفاده می گردد. سیال از طریق سوراخ هایی که بر روی دستگاه موجود است به داخل آن نفوذ کرده و بدین ترتیب با گذشتن از مسیر داخلی آن به قسمت بالاتر می رسند که در نتیجه در مسیر اندازه گیری فشار قرار می گیرد. اتفاق می افتد که سیال در مسیر حرکت (به خاطر همراه داشتن مواد زائد و به صورت معلق) فشارسنج فوقانی و یا حتی سوراخهای موجود بر روی دستگاه را به طور کل و یا مختصری مسدود نماید. در این صورت فشارهایی که از فشارسنج فوقانی خوانده می شوند چندان قابل قبول نیستند [5&6].

Gas well Testing

روش های چاه آزمایی چاه های گازی

تست های زیر برای مخازن گازی انجام می گیرد :

۱- Back Pressure or flow after flow

۲- Isochronal test

۳- Modified Isochronal test

Flow after Flow Test

برای این تست از چاه در دبیهای مختلف تولید می کنند و برای هر دبی آنقدر زمان به چاه می دهند تا فشار جریانی ته چاه تثبیت شود، یعنی تغییرات آن خیلی کم شود. پس از تکرار ۴ یا ۵ مرتبههای این کار در دبیهای متفاوت، نمودار فشار جریانی تثبیت شده ته چاه بر اساس دبی را رسم می کنند و بر اساس آن پارامترهای مجهول معادله Fetckovich را بدست می آورند. سپس بر اساس این فرمول تصحیح شده می توان دبی چاه را در هر فشار دیگری حدس زد.

Isochronal Test

یکی از مشکلات تست Flow after Flow طولانی بودن زمان تثبیت فشار درون چاه می باشد به همین دلیل در Isochronal Test از چاه برای زمانی مشخص در یک دبی مشخص تولید می کنند سپس بعد از اندازه گیری فشار چاه را می بندند تا به فشار اولیه برگردد و سپس در دو دبی دیگر این کار را با همان مدت زمان تولید در دبی اول انجام میدهند. و در انتها با یک دبی مشخص اجازه می دهند فشار چاه تثبیت شود. سپس بر روی داده های بدست آمده شبیه تست Flow after Flow عمل می شود. با این تفاوت که نمودار تنها از نقطه تثبیت شده فشار رسم می شود.

Modified Isochronal Test

این تست شبیه تست Isochronal است با این تفاوت که هنگام بستن چاه نیز زمان برابر زمان تولید لحاظ می شود و اجازه نمی دهند فشار به فشار اولیه مخزن برگردد که این روش نیز باعث کاهش زمان تست می شود [7].

نمودارگیری well log

عملیاتی است که در آن با استفاده از ابزار و وسائل لازم می توان از بخش های مختلف چاه و سازند اطلاعات بسیار مهمی را کسب نمود. در این عملیات ابزار نمودارگیری را بوسیله یک کابل (wire line) به درن چاه فرستاده و با قرار دادن در محل مورد نظر اطلاعات مورد نظر را کسب می کنیم. این اطلاعات می تواند دما، فشار، مقدار رادیواکتیویته، تخلخل، تراوایی و غیره باشد. این داده ها بر روی چارت که یک صفحه کوچک است ثبت شده و بوسیله دستگاه چارت خوان خوانده می شود. سپس این داده ها بر روی کاغذ مخصوصی چاپ شده که به آن نگاشت اطلاق می شود که بوسیله متخصصین امر تفسیر می شود.

تاریخچه نمودارگیری

اولین نمودار الکتریکی در سال ۱۳۰۶ (۱۹۲۷) در یکی از چاه های میدان نفتی pechelbronn در Alsace از استان های شمال غربی فرانسه ثبت شد و تنها شامل یک نمودار مقاومت مخصوص الکتریکی بود و برای ثبت آن از متد station استفاده گردید. با این روش، دستگاه اندازه گیری که سوند نامیده می شود، در مقابل لایه های مورد نظر در چاه توقف می کرد و مقاومت اندازه گیری شده نیز با دست رسم می شد. بعد از آن سال در سال ۱۳۰۸ (۱۹۲۹) اولین نمودارهای مقاومت مخصوص برای مقاصد اقتصادی در ونزوئلا، ایالت متحده امریکا و روسیه مورد استفاده قرار گرفت. سودمندی این نمودار در تطابق لایه ها و تشخیص لایه های ئیدروکربن دار در صنعت نفت مورد توجه قرار گرفت.

در سال ۱۳۱۰ (۱۹۳۱) نمودار پتانسیل خودزاد (SP) نیز به نمودار مقاومت مخصوص افزوده شد و در همان سال برادران پومومرژ (مارسل و کنراد) روش ثبت مداوم را تکمیل و اولین بات قلمی را نیز توسعه دادند. بعد از سال ۱۳۲۸ (۱۹۴۹) نمودار نوترون به صورت یک تعیین کننده تخلخل مورد توجه واقع گردید و در سال ۱۳۴۱ (۱۹۶۲) نمودار SNP و در سال ۱۳۴۹ (۱۹۷۰) دستگاه نوتونی و به دنبال آن دستگاه دوگانه نوترون ابداع و به باز ارائه شد [۱&۲].
نمودارها انواع مختلفی دارند که شامل :

۱- نمودار پتانسیل خودزا SP

نمودار SP یا پتانسیل خودزا، اختلاف پتانسیل الکتریکی ناشی از عوامل طبیعی را ثبت می کند. این اختلاف پتانسیل بین یک الکتروود مستقر در سطح زمین و یک الکتروود متحرک در چاه اندازه گیری می شود [۱].

۲- نمودار EPT

دستگاه انتشار امواج الکترومغناطیس نسبت به آب حساس است. استفاده هم زمان این نمودار با نمودار نوترون و جرم مخصوص در زون های مورد تهاجم تراویده گل، تشخیص دقیق تر لایه های هیدروکربن دار از لایه های آبدار را امکان پذیر می کند.

۳- نمودار مقاومت مخصوص RT

دستگاه های بزرگ بازه شامل:

۱-۳- نمودار نرمال و جانبی (الکتریکی)

در این روش جریان الکتریکی به شدت I توسط فرستنده به درون چاه فرستاده شده و توسط گیرنده درون چاه ثبت می شود و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو سوند گرفته می شود.

۲-۳- نمودار القایی

این روش اندازه گیری قابلیت هدایت الکتریکی لایه ها (عکس مقاومت مخصوص) است و در چاه هایی استفاده می شود که با گل نفت پایه، هوا و یا آب شیرین حفاری شده باشد.

۳-۳- نمودار کروی متمرکز شده SFL

شامل یک الکتروود است که بر روی سوند القایی نصب شده و شبیه نمودار جانبی است، با این تفاوت که تمرکز آن کم عمق تر است. برای تعیین Rxo به کار می رود.

۴-۳- نمودار لاترولاگ LL

در این روش جریان را با الکتروودهای محافظ به طور متمرکز به داخل سازند مورد نظر می فرستند. دستگاه های کوچک بازه شامل:

۵-۳- نمودار کروی متمرکز شده میکرو MSFL

مانند SFL می باشد البته با بازه بزرگتر که الکتروودهای آن روی بالشتک قرار دارند.

۶-۳- نمودار میکرولاگ ML

سوند شامل یک بالشتک کائوچویی است که روی سطح بیرونی آن سه الکتروود در یک ستون به فاصله ۱ اینچ از یکدیگر جای دارند.

۷-۳- نمودار میکرولاترولاگ MLL

دارای یک بالشتک کائوچویی است که توسط فنری به دیواره چاه می چسبد.

۸-۳- نمودار پراکسی میتی PL

۴- نمودار پرتو گاما طبیعی و NGT

منشا پرتوهای رادیواکتیو طبیعی عناصر پتاسیم، توریم و اورانیم است. با اندازه گیری این پرتوها توسط گیرنده های مخصوص این کار اطلاعات مفیدی درباره لیتولوژی، ارزیابی پروفیل های تزریق، رسوب شناسی و ارزیابی درصد رس مخزن بدست می آید.

۵- نمودارهای تخلخل که شامل:

۱-۵- نمودار صوتی Sonic

با استفاده از یک فرستنده امواج صوتی را در سازند منتشر کرده و امواج پس از برخورد به سیال درون آن توسط یک گیرنده ثبت می شوند.

۲-۵- نمودار جرم مخصوص (چگالی)

در این روش سازند تحت اثر پرتوهای گاما قرار می گیرد که با سرعت زیاد در سازند حرکت کرده و پس از برخورد با سازند توسط گیرنده ثبت می شوند.

۳-۵- نمودار نوترون

به کمک چشمه های پروتوزا سازند با اتم های نوترون بمباران می شود. پرتوها با سرعت در سازند حرکت کرده پس از برخورد با سازند سرعت آن ها کم شده و توسط گیرنده ثبت می شوند. بیشترین مقدار از دست دادن انرژی در مواجهه با اتم هیدروژن است زیرا جرم مخصوص نوترون و هیدروژن تقریباً یکسان است.

۶- نمودار قطر سنجی Caliper

به منظور تعیین قطر چاه برای مشخص شدن ریزش دیواره یا تنگ شدن آن به کار می رود.

۷- نمودار دما

برای ثبت پیوسته دما و اندازه گیری گرادیان دما با استفاده از سنسور کاربرد دارد.

۸- نمودار شیب سنجی

هدف این نمودار تعیین زاویه شیب و سمت (نسبت به شمال مغناطیسی و جغرافیایی) صفحاتی است که چاه آن ها را قطع می کند. [۱&۲].

۲- جدول ها

در این جا نمودارهای مختلف را از نظر کاربرد و نوع آنها با یکدیگر مقایسه می کنیم :

جدول شماره ۱

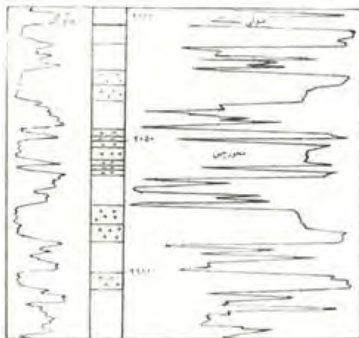
نوع نمودار	کاربرد	معایب	محاسن
پتانسیل خودزا sp	اشکار سازی طبقات متخلخل و تراوا-تعیین مقاومت ویژه آب سازند-RW-تعیین لیتولوژی-تجزیه و تحلیل رخساره ها-همبستگی چاه ها-بررسی درجه اشباع نفت یا گاز در ماسه های شیلی-بررسی محل تماس گاز و آب در ماسه های شیلی		روش ساده ای است-تخلخل و مقاومت ویژه آب سازند را ه به خوبی محاسبه می کند
بزرگ بازه مقاومت ویژه RT	اندازه گیری اختلاف پتانسیل ودر نتیجه RXO- تخلخل-همبستگی چاهها	به دلیل چسبیدن سوند به دیواره چاه اثر اندود گل باعث درست نبودن ثبت مقاومت ویژه می شود	برای مقاومت های مخصوص متوسط تا زیاد کاربرد دارد
	سازندهای دارای مقاومت مخصوص کم-لایه های ضخیم تر از ۵ تا ۶ فوت-مقاومت های کم تا متوسط	در مقاومت مخصوص زیاد کاربرد خوبی ندارد.	در گل های پایه نفتی، هوا یا آب شیرین بهتر از بقیه عمل می کند
	اندازه گیری مقاومت مخصوص ناحیه شسته شده RXO	تمرکز آن کم عمق تر از نمودار جانبی ست	
	تعیین RXO- درگل های حفاری با شوری متوسط تا بسیار شور-تجزیه و تحلیل عمودی- همبستگی چاهها		نسبت به سوندهای نرمال و جانبی بسیار کم تر تحت تاثیرگل حفاری و سازندهای فوقانی و تحتانی قرار می گیرند

کوچک بازه	همان SFL است با بازه کوچکتر- تعیین Rxo - تخلخل- همبستگی چاهها	MSFL	توانایی تلفیق با سایر نمودارها مانند DLL-تعیین Rxo حتی باوجود اندود گل قوی و رخنه ضعیف
	تشخیص زون های تراوا از زون های ناتراوا- تخلخل- همبستگی چاهها	ML	مقاومت های متوسط تا زیاد به دلیل چسبیدن سوند به دیواره چاه اثر اندود گل باعث درست نبودن ثبت مقاومت ویژه می شود
	تعیین Rxo-تخلخل- همبستگی چاهها	MLL	به دلیل چسبیدن سوند به دیواره چاه اثر اندود گل باعث درست نبودن ثبت مقاومت ویژه می شود
		PL	
پرتوی گامای طبیعی و NGT	تعیین لیتولوژی-ارزیابی درصد رس- همبستگی چاهها و تعیین نامساویها- رسوب شناسی-استفاده به جای SP- کنترل عمق حفاری و دستگاه های آزمایش کننده-ارزیابی پروفیل های تزریق در پشت لوله های جداری- تشخیص و تعیین لایه قابل نفوذ- تعیین سنگ های رسوبی و آذرین		در چاه هایی که سیمان یا لوله گذاری شده اند و نمی شود از نمودار پتانسیل خودزا استفاده کرد از این نمودار استفاده می کنند
صوتی	تعیین تخلخل-تعیین لیتولوژی- بررسی تراکم سازندهای رسی- همبستگی چاهها-تعیین ظخامت طبقات		در زمانی که اندازه گیری حساسیت زیادی نسبت به تغییرات قطر چاه داشته باشد تعیین تخلخل مشکل است
چگالی	تعیین تخلخل-تشخیص وجود مینرالهای سنگین-تعیین چگالی- تعیین لیتولوژی سازندهای غیرمتخلخل-بررسی تراکم در رس ها و ماسه ها		
نوترون	ارزیابی تخلخل-جداسازی زون های گازدار و زون های حاوی نفت یا آب- تعیین لیتولوژی-تحلیل رسوب شناسی-همبستگی چاه ها		
EPT نمودار	تعیین هیدروکربن باقیمانده-وجود یا حرکت هیدروکربن در نفت سنگین یا ماسه سنگ های قیردار- تعیین اشباع آب باقیمانده در گل هلی نفت پایه-تعیین Rxo		در آب های شیرین دقیق ترین اطلاعات را می دهد در آب شور کاربرد خوبی ندارد
قطر سنج	تعیین قطر چاه-تعیین زون های متخلخل و تراوا-اندازه حجم چاه برای ارزیابی حجم سیمان-تعیین محدوده توپک ها-تصحیح نگاره های مختلف		

		اندازه گیری گرادیان زمین گرمایی منطقه-تشخیص بی هنجاری های ایجاد شده در اثر هرزروی یا جریان ورودی آب-بازرسی سیمان کاری چاهها-تصحیح نمودارهای الکتریکی	دما
		کاربردهای نکتونیک و ساختمانی-کاربردهای رسوب شناسی-کاربرد چینه ای	شیب سنج

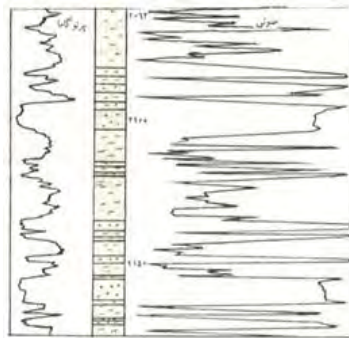
۳- شکل ها و نمودارها

شکل ۳



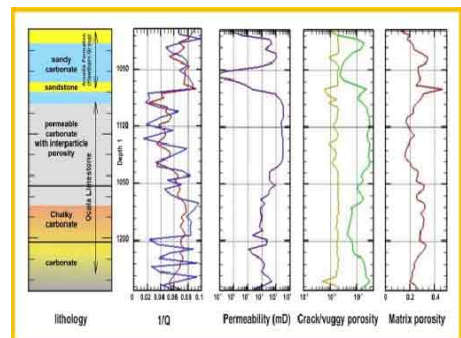
کاربرد منحنی نمودار صوتی و پرتو گاما در تشخیص چین

شکل ۲



کاربرد منحنی نمودار صوتی و پرتو گاما در تشخیص گسل

شکل ۱

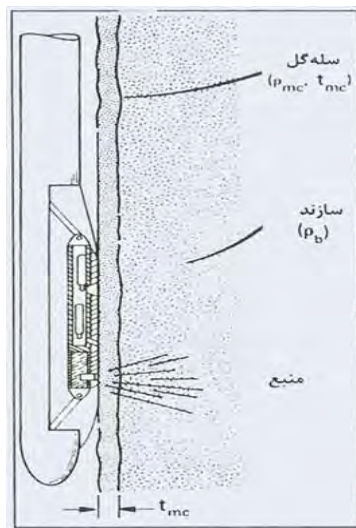


نمایی از نمودار صوتی

شکل ۶

شکل ۵

شکل ۴



نمایی از لاگ رادیو اکتیو

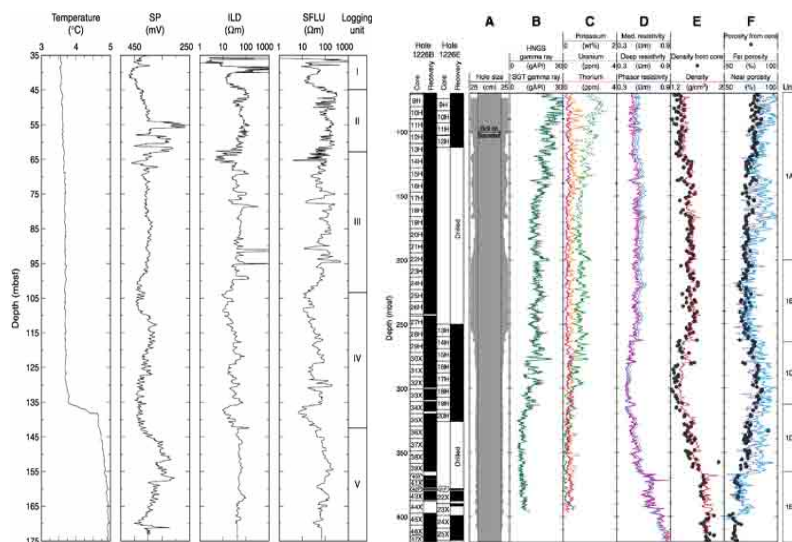
شکل ۹

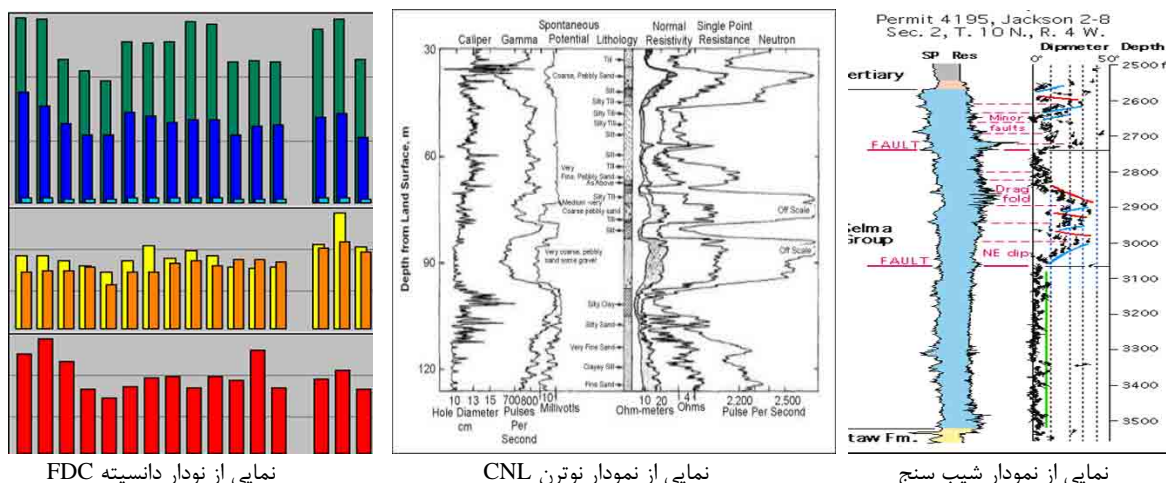
ابزار نمودار گیری چگالی

شکل ۸

نمایی از لاگ پتانسل خودبه خودی SP

شکل ۷





نمایی از نمودار دانسیته FDC

نمایی از نمودار نوترن CNL

نمایی از نمودار شیب سنج

۴- نتیجه گیری

استفاده بهینه و به موقع از لاگ های مختلف در زمانهای خاص، لازم و ضروری می باشد. استفاده هم زمان چند لاگ با یکدیگر می تواند کمک شایانی برای جمع آوری اطلاعات به مهندسين امر کند. در زمان ثبت لاگ باید از سالم بودن سوندها مطمئن بود. هم چنین زمان، در ثبت و برداشت اطلاعات چه در چاه آزمایی و چه در نمودارگیری نقش بسیار مهمی را ایفا می کند. پس از ثبت داده ها به یک تفسیر دقیق و حساب شده نیاز است که بتوان الگوی مناسبی از رفتار مخزن را پیاده کرد. دقت در عملیات نمودارگیری یکی دیگر از نکاتی است که پرسنل نمودارگیری باید به آن احتیاط ویژه بنمایند. در پایان می توان چنین گفت که چه در چاه آزمایی و چه در نمودارگیری دقت در ثبت و سپس تفسیر درست داده ها مهم ترین نقش را در این گونه عملیات بازی می کند که به کمک آن بتوان بهترین الگوی ممکن را برای تولید بهتر و آگاهی از فشار مخزن به دست آوریم.

تشکر و قدردانی

از همسر عزیزم، ستاره زندگی ام، مهندس زهره حقیقت صمیمانه تشکر می کنم که با صبر و بردباری به من دلگرمی داد و با از خود گذشتگی مرا در تهیه این مقاله همراهی نمود و فرصتی فراهم کرد برای رویش من. از پدر و مادرم عزیزم نیز متشکرم و دست آن ها را می بوسم. از خدای منان نیز سپاسگزارم بخاطر تمام الطافی که به بنده روسیاه خود نمود.

مراجع

- [۱] کتاب چاه پیمایی نوشته حمیدرضا رمضی-نشر: صنم (۰۷ آذر، ۱۳۸۵)
- [۲] چاه پیمایی برای مهندسين کتاب مرجع درسی-علی مرادزاده، رضا قوامی ریایی، ابوالقاسم کامکار روحانی، سیدتقی حسینی منش-چاپ اول ۱۳۸۶-ناشر: دانشگاه شاهرود (انتشارات)

- [3] C. S. Matthews and D. G. Russell, Pressure Buildup and Flow Test in Wells (1967)
- [4] Robert Earlougher, Advances in Well Test Analysis (1977)
- [5] John Lee, Well Testing (1982)
- [6] M. A. Sabet, Well Test Analysis (1991)
- [7] Roland Horn, Modern Well Test Analysis (1995)