



## سیستم نظارت و ثبت عملیات حفاری

در سیستم حفاری دورانی بایستی کلیه پارامترهای حفاری ثبت و نمایش داده شوند. وجود این پارامترها سبب کنترل و نظارت بر عملیات حفاری می شود. در واقع دستگاه حفاری مانند هر ماشین، دستگاه یا تاسیسات و کارخانه دیگر مانند پالایشگاه نفت یا نیروگاه برق دارای مجموعه مختلفی از ابزارهای دقیق است که کنترل پردازش یا عمل واحد را میسر می سازد. ابزارهای دقیق مختلفی که اغلب بصورت مجموعه ای در یک تابلو، مرکز یا اتاق کنترل واقع هستند و به کاربر یا مهندسین امکان می دهد که وضعیت و شرایط کار تجهیزات واحد و تداوم انجام عمل و پرازش آنها را زیر نظر داشته باشد. جهت حصول دستیابی به پارامترهای حفاری نیاز به دو دسته تجهیز لازم به نظر می رسد. دسته اول تجهیزاتی که پارامترهای حفاری را نشان دهند و دسته ای که پارامترهای حفاری را ثبت کنند.

تجهیزات نمایش دهنده پارامترهای حفاری

- ۱- وزن نما<sup>۱</sup>
- ۲- دورسنج میز دوار<sup>۲</sup>
- ۳- گشتاور سنج میز دوار<sup>۳</sup>
- ۴- گشتاورسنج آچارهای حفاری<sup>۴</sup>
- ۵- فشارسنج پمپ گل<sup>۵</sup>
- ۶- گام شمار پمپ گل<sup>۶</sup>
- ۷- حجم نگار مخازن گل<sup>۷</sup>
- ۸- جریان سنج گل<sup>۸</sup>

تجهیزات ثبت کننده پارامترهای حفاری

- ۱- حفاری نگار یا ژنوگراف<sup>۹</sup>
- ۲- سیستم نمایشگر پارامترهای حفاری<sup>۱۰</sup>

---

1 -weight indicator

2 -RPM meter

3 -torque meter

4 -tongs torque meter

5 -pressure gage mud pump

6 -stroke meter

7 - PIT VOLUME TOTALIZER ( PVT”)

8 MUD FLOW - METER-

9 -record-o-graph

10 -drilling parameter monitoring system

## وزن نما

وزن نمای حفاری بی شک نمایانترین، مهمترین و جلب توجه کننده ترین جز از مجموعه اجزای تابلو حفاری در دستگاههای حفاری دورانی می باشد. البته آنچه در تابلو حفار دیده می شود تنها یک نشاندهنده است که معمولاً بخشی از یک سیستم اندازه گیری وزن است که این سیستم شامل کابل حفاری ثابت<sup>۱</sup>، مهار<sup>۲</sup>، سلول بار هیدرولیکی<sup>۳</sup> و لوله های هیدرولیکی جهت انتقال سیگنال می باشد. این سیستم در مجموع وزن کلیه تجهیزات و رشته حفاری که به کابل ثابت آویزان است را نشان می دهد. همچنین با استفاده از وزن نما می توان مقدار بار اعمال شده به مته حفاری و رشته حفاری را نشان داد. این کار با تنظیم صفر صفحه مدرج و سپس عقربه بلندتر وزن نما میسر می باشد.



وزن نما

## سیستم وزن نما در دکل های حفاری

عملکرد این سیستم در کلیه دستگاههای حفاری مشابه بوده و از تجهیزات زیر تشکیل یافته اند:

- ۱- مهار یا پایتزه: که انتهای کابل ثابت حفاری را که از جعبه قرقه متحرک خارج می شود را مهار می کند.
- ۲- سلول بار هیدرولیکی: که در انواع پایتزه نصب شده و سیگنال هیدرولیکی نشاندهنده وزن را تعیین می کند. و به دو نوع sensater و sealite وجود دارد.

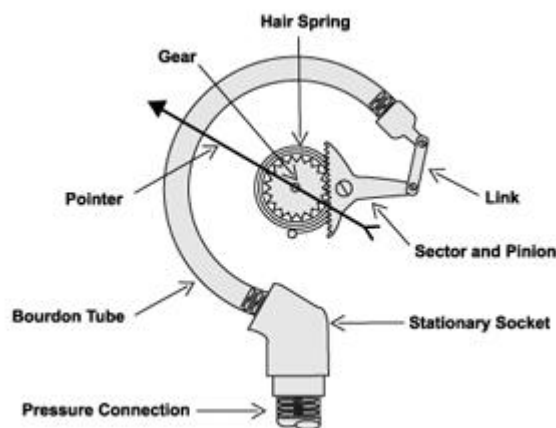
1 -dead line

2 -anchor

3 -hydraulic load cell

۳- لوله های انتقال سیگنال فشار قوی بطول ۵۰ فوت و قطر ۱/۶ اینچ با اتصالات مربوطه جهت وصل به سلول بار هیدرولیکی و صفحه نشاندهنده وزن نما ساخته می شود.

سیگنال هیدرولیکی ایجاد شده در سلول بار هیدرولیکی توسط لوله های هیدرولیکی فشار قوی به لوله بوردون<sup>۱</sup> در داخل گیج وارد شده و فشار وارده باعث انحراف انتهای آزاد لوله بوردون و در نتیجه حرکت عقربه می شود. این گیج دارای صفحه مدرج بوده و از دو صفحه تشکیل می شود. صفحه داخلی که بار کلی وارده به پایتزه را نشان می دهد و صفحه بیرونی که وزن روی مته را نشان می دهد. درجه بندی این صفحات بر حسب هزار پوند یا کیلو نیوتون می باشد.



BOURDON TUBE

### اندازه گیری سرعت دورانی-دورسنج میز دوار

در دستگاههای حفاری دورانی دورسنج تابلوی حفار ابزار دقیق و مهمی است که برای تعیین سرعت دورانی بر حسب دور بر دقیقه بیان می شود. آزمایش و پژوهشهای انجام شده نشان داده است که اگر سرعت دوران به اندازه چند دور بالاتر یا پایینتر از سرعت دوران بهینه تغییر کند، درصد نفوذ مته به مقدار زیادی کاهش می یابد. پس انتخاب و تنظیم مناسب سرعت دوران فاکتور مهمی در میزان نفوذ بهینه مته در چاه محسوب می شود.

در دستگاههای حفاری دورانی برای سنجش سرعت دورانی میز دوار، معمولاً از دورسنجهای الکتریکی استفاده می شود. در این نوع سرعت سنجهای که شبیه یک ژنراتور جریان متناوب عمل می کند، از یک آهنربای مغناطیسی دائم که توسط محور موتور چرخانده می شود استفاده می شود. روتور مزبور در داخل یک سیم پیچ چرخانده می شود. و به علت حرکت نسبی میدان مغناطیسی در یک سیم پیچ

<sup>1</sup> -bourdon

الکتریکی یک جریان متناوب ایجاد می شود، که دامنه آن متناسب با سرعت دوران روتور است. ژنراتور سرعت سنج از طریق تسمه زنجیر یا مستقیم به محور گرداننده میز دوار متصل می شود. و بدین ترتیب دور میز دوار قرائت می شود.



### اندازه گیری گشتاور پیچشی<sup>۱</sup> - گشتاور سنج میز دوار

همانطور که می دانیم گشتاور به معنای تمایل نیرو به چرخش یک جسم در حول یک محور می باشد. در دستگاه های حفاری به منظور حفر چاه نیروی چرخشی بایستی از طرف رشته حفاری به مته و از آن به سازند منتقل شود. عکس العمل این نیرو را گشتاور پیچشی اعمال شده به روی لوله گویند. در دستگاه های دورانی برقی گشتاور میز دوار با اندازه گیری جریان سیم پیچ موتور الکتریکی میز دوار قابل سنجش است. درجه بندی گشتاور بر حسب آمپر یا فوت پوند بیان می شود. و در واقع اطلاعاتی از قبیل خرابی مته ، کند شدن مته ، سختی سازند و عدم درگیری و درگیری مته با سازند ، نوع عملکرد مته ، گیر لوله های حفاری ، تنگی چاه و... را نشان می دهد.

### نیرو سنج آچار حفاری<sup>۲</sup>

مهمترین علت بروز اشکالات در اتصال افزار پیوند لوله های حفاری و اتصالات لوله های وزنه ، اتصال نامناسب و شل می باشد و تنهاترین راه اطمینان از اتصال صحیح استفاده از ابزار مناسب برای نشان دادن مقدار نیروی کشش برای هر لوله حفاری می باشد . که

<sup>1</sup> -torsion torque

<sup>2</sup> -tong pull gage

بعد از آن باید طبق جداول مربوط به گشتاور لوله ها مبادرت به سفت کردن لوله ها نمود. مقدار نیروی نشان داده شده روی گیج در طول اهرم آچار با موقعیت عمودی نسبت به تکیه گاه خود مبین میزان گشتاور اعمال شده به لوله حفاری می باشد.

هر سیستم اندازه گیری نیروی کششی هر آچار از دو قسمت اصلی تشکیل شده است. نیروسنج و محفظه هیدرولیکی کششی آچار<sup>1</sup> و این سیستم مقدار نیروی کششی کابل را که بر حسب پوند بیان می شود را روی صفحه مدرج نشان می دهد. در هنگام سفت کردن لوله بار وارد شده به کابل به سیلندر هیدرولیکی منتقل می شود، این فشار هیدرولیکی به نوبه خود از طریق لوله اتصال فشار قوی به لوله ورودی داخل گیج انتقال یافته و متناسب با آن سبب انحراف عقربه داخل لوله ورودی می شود.



گشتاورسنج

نیروسنج آچارها

گشتاورسنج و نیروسنج آچار

### اندازه گیری فشار- فشارسنج

فشارسنج در دستگاه های حفاری به منظور اندازه گیری فشار وارد آمده به پمپ گل جهت غلبه به میزان مجموع افت فشار مسیر از خطوط سطحی، لوله قائم، شلنگ کیلی، رشته حفاری و دالیزی می باشد. واحد اندازه گیری فشار در دستگاه حفاری معمولاً بر حسب psi یا پام می باشد.

<sup>1</sup> -tong pull hydraulic cylinder



فشار سنج پمپ گل

### اندازه گیری سرعت پمپ گل - گام شمار پمپ گل<sup>1</sup>

شمار گام پمپ یا به عبارت دیگر تعداد رفت و برگشت هر پیستون پمپ در دقیقه ارتباط مستقیم با خروجی پمپ دارد که این رابطه بصورت زیر بیان می شود:

$$Q \propto (\text{گام پمپ})^2$$

اصول کارکرد آن مشابه اساس کار سرعت سنجهای متناوب که در میز دوار بکار می روند می باشد. گام شمار پمپ شامل یک ژنراتور متناوب کوچک می باشد که معمولا می تواند به هر محوری که دور آن محور متناسب با سرعت پمپ می باشد متصل شود. سرعت پمپ بر اساس spm می باشد. در ضمن شمارنده زیرین به منظور نشان دادن مجموع گامهای پمپ می باشد.



گام شمار پمپهای گل

<sup>1</sup> - stroke meter

## حجم نگار مخازن گل: ۱

در موقع حفاری یک چاه حجم نگار مخازن گل مجموع حجم گل در مخازن مختلف سیستم گردش را اندازه گیری جمع و ثبت می کند. در هر یک از مخازن اصلی گل حفاری ارتفاع سطح گل از سر مخزن (یا ارتفاع گل در مخزن) به وسیله تویی های شناور یا وسایل شناور مشابه به طور خودکار اندازه گیری می شود. در هر لحظه نتایج اندازه توسط علائم الکتریکی به حجم نگار منتقل می شود. حجم نگار، مقدار گل موجود در مخزنها را با هم جمع کرده و روی کاغذنگاره خود ثبت می نماید. در صورتیکه تغییرات سطح گل در مخازن از حدود معینی تجاوز نمود حجم نگار علامت خطر را بصداء در می آورد. صفحه حجم نگار معمولاً در بالای تابلوی حفار و یا در اطاق او نصب می شود.

## جریان سنج گل: ۲

این ابزار سرعت حجمی گل برگشتی از چاه را اندازه گیری کرده و با حجم گلی که توسط پمپ ها به داخل چاه فرستاده می شود مقایسه می کند. تابلو جریان سنج در کنار محل کار حفار قرار گرفته است و شامل یک درجه جریان نما و نیز یک گام شمار پمپ های گل است. جریان سنج پیوسته مقدار گل برگشتی را نشان میدهد، درعین حال با مقدار گل پمپ شده به چاه مقایسه کرده و در صورتیکه اختلاف آنها از حدود معینی تجاوز کند علامت خطر را به صدا در می آورد.

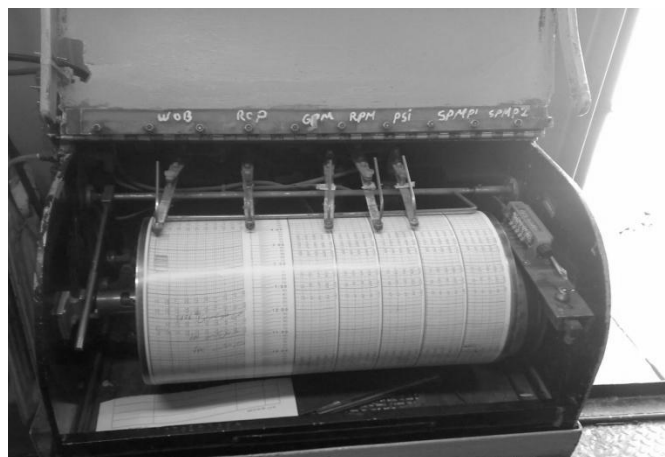
## نگاشتن پارامترهای حفاری - حفاری نگار ۳

پارامترهای حاصل از ابزارهای دقیق حفاری شامل وزن نما، فشار سنج، گشتاور سنج، و ثبت پارامتر سرعت حفاری در روی حفاری نگار ثبت می شوند. دستگاههای حفاری نگار در عملیات حفاری چاههای نفت اصولاً به منظور ثبت لحظه ای و پیوسته متغیرهای حفاری بر حسب زمان می باشند. این متغیرها شامل عمق، سرعت نفوذ مته، وزن روی مته، سرعت دورانی، گشتاور میز دوار، فشار و خروجی پمپ های گل می باشد. اولین نمونه های این ابزار اصولاً برای ثبت سرعت حفاری مته به عنوان ابزار کار زمین شناسان بود که به همین خاطر به آن ژئولاگ گراف نیز گویند. در حال حاضر نوع شش قلم نمونه های پیشرفته حفاری نگار در اکثر دستگاههای حفاری سنگین چاههای عمیق بکار می روند. دو قلم از شش قلم تمام اوقات برای وزن روی مته و رعت نفوذ مته اختصاص دارند. و چهار قلم دیگر بر حسب احتیاج برای نگاشتن و ثبت پارامترهای دیگر تخصیص می یابد. که این چهار قلم عبارتند از قلم میز دوار، قلم گشتاور، قلم گام شمار و قلم فشار می باشد. در برخی جاها ممکن است حفاری نگار هفت قلم داشته باشد که دو تای آن مربوط به گام پمپ های گل مربوط به هر پمپ به طور جداگانه می باشد.

1 - PIT VOLUME TOTALIZER ( PVT )

2 - MUD FLOW - METER

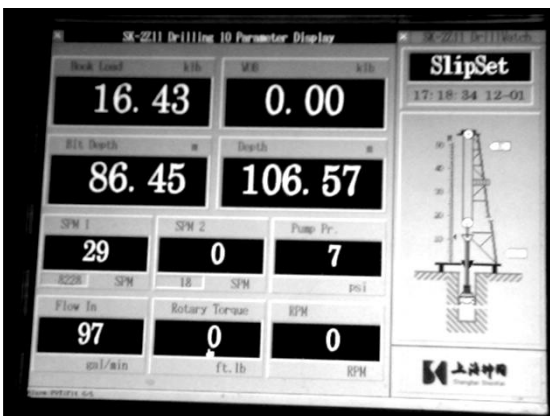
3 - geolograph-record-o-graph



حفاری نگار یا ژئولاگ گراف

### سیستم ثبت نمایشگر پارامترهای حفاری<sup>۱</sup>

کلید اطلاعات و پارامترهای حفاری از طریق سنسورها به مرکز پردازشگر سیستم دریل واچ انتقال می یابد. این اطلاعات شامل، فشار، موقعیت قرقره متحرک و کابل حفاری، گل درون مخازن، گشتاور، دورمیزدوار، وزن رشته حفاری و همچنین در این پردازشگر اطلاعاتی از قبیل تن مایل، سرعت بالا و پایین شدن قرقره متحرک، مقدار مترآژ حفاری شده از کیلی، ساعت کارکرد مته، مجموع دو استروک، مقدار گل برگشتی از خط برگشت گل، را نشان می دهد.



دریل واچ در حالت پیمایش چاه

<sup>1</sup> -drill watch