



**شرح خدمات**

**اکتشاف نفت و گاز**

## فهرست مطالب :

- بخش ۱ - نقشه برداری
- بخش ۲ - زمین شناسی
- بخش ۳ - ژئوشیمی
- بخش ۴ - ژئوفیزیک
- بخش ۵ - حفاری
- بخش ۶ - پتروفیزیک
- بخش ۷ - آزمایش چاهها
- بخش ۸ - مهندسی مخازن

## بسمه تعالی

### پیشگفتار

موفقیت اجرایی هر پروژه در گرو تدوین صحیح فرآیند مطالعه ، طراحی ، اجراء ، راه‌اندازی ، بهره برداری و کنترل و ارزشیابی می‌باشد . از آنجا که شروع مطالعه هر پروژه با تدوین شرح خدمات مناسب توأم است ، اهمیت این گام اول بیشتر رخ می‌نماید .

از سوی دیگر توجه به نظام فنی اجرایی بخش بالادستی صنعت نفت از اولویت‌های وزارت نفت می‌باشد . بهمین منظور در اردیبهشت ماه سال ۱۳۷۹ تدوین شرح خدمات اکتشاف نفت و گاز به شرکت تحقیق و گسترش صنایع معدنی پارسکانی واگذار گردید . این شرکت نتایج مطالعات را بصورت پیش‌نویس اولیه در شهریور ماه همان سال در اختیار کارفرما قرار داد .

معاونت مهندسی و فناوری پس از دریافت پیش‌نویس با همکاری بسیار نزدیک مدیریت محترم اکتشاف نتایج را مورد بررسی و ارزیابی قرار داد . نهایتاً پس از بررسی و اصلاحات متعدد نسخه نهائی در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۰ تهیه و به این معاونت تحویل گردید .

موقعیت را مغتنم شمرده از مهندس مشاور پارس کانی و مدیریت محترم اکتشاف و کارشناسان مربوطه به ویژه جناب آقای مهندس محدث به خاطر تلاشها و همکاری صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماید .

از آنجا که این شرح خدمات بار اولین بار در صنعت نفت ایران تهیه و تدوین شده ، دارای نقص و اشکال می‌باشد . لذا از کارشناسان محترم به ویژه کاربران این شرح خدمات تقاضا دارد پیشنهادات تکمیلی و اصلاحی خود را به این معاونت منعکس نماید تا در چاپهای بعدی منعکس گردد .

احمد شفاعت

معاون وزیر در امور مهندسی و فناوری

تابستان ۱۳۸۰

### گروه کار تهیه کننده شرح خدمات :

- ۱ - علی بخش جهانبخش
- ۲ - عبدالرحیم هوشمند زاده
- ۳ - میر علی اکبر نوگل سادات
- ۴ - مهدی پارسی
- ۵ - مهدی صفی نیا

### گروه کار بررسی کننده :

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| معاون امور مهندسی و فناوری             | ۱ - احمد شفاعت          |
| مدیر اکتشاف                            | ۲ - محمود محدث          |
| معاون مدیر اکتشاف                      | ۳ - محمد علی زاده محمدی |
| معاون اکتشاف در امور فنی               | ۴ - محمد سزاوار کشاورز  |
| رئیس دفتر خدمت فنی و ساختمان           | ۵ - محمد صالحی نصب      |
| رئیس اداره چینه شناسی و رسوب شناسی     | ۶ - داریوش باغبانی      |
| سرپرست اداره نقشه برداری مدیریت اکتشاف | ۷ - جواد اصفا           |
| کارشناس زمین شناسی تحت الارضی          | ۸ - محمود شمشیری        |
| رئیس مهندسی حفاری                      | ۹ - شهریار وثوقی        |
| کارشناس زمین شناسی ساختمان             | ۱۰ - شهرام شرکتی        |

## بخش ۱

### ۱- نقشه برداری و تهیه نقشه‌های توپوگرافی و ایجاد سیستم اطلاعات زمین مرجع :

#### هدف :

تهیه نقشه‌های توپوگرافی و پروفیل‌های مورد نیاز بعنوان نقشه‌های مبنای زمین شناسی ، ژئوفیزیکی و راه‌سازی و ایجاد اطلاعات یکپارچه زمین مرجع است .

#### ۱-۱ تهیه نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ - ۱:۵۰۰۰۰ - ۱:۱۰۰۰۰۰ - ۱:۲۵۰۰۰۰

نقشه‌های فوق‌الذکر از محدوده مورد قرارداد و قسمت‌هایی از نواحی مجاور که زمین شناسان در حین انجام کار نیاز داشته باشند جمع‌آوری و یا تهیه خواهد شد .  
تبصره :

نقشه‌های فوق‌میبایستی از سازمان‌ها و موسسات تولیدکننده نقشه تهیه شوند . در صورت نبود آنها با استفاده از نقشه‌های قدیمی موجود بصورت رقومی در مقیاس‌های مورد نظر و رعایت استانداردهای ملی و شرکت ملی نفت ایران تهیه شوند .

#### ۱-۲ کلیه نقشه‌ها باید در سیستم بین‌المللی UTM و با شبکه بندی جغرافیایی و قائم‌الزاویه بوده و

روی بیضوی WGS84 تهیه شده و بصورت‌های رقومی و چاپ شده تحویل کارفرما گردد .

— نقشه‌ها با حرف لاتین و فارسی تهیه خواهد شد .

— رعایت استاندارد تهیه نقشه‌ها الزامی است .

#### ۱-۳ تهیه نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰

نقشه‌ها با مقیاس ۱:۲۰۰۰ یا ۱:۵۰۰۰ برای محاسبه حجم عملیات خاکی محل استقرار دکل حفاری و مسیر جاده‌های دسترسی چاههای اکتشافی بوده ، و برای تهیه پروفیل‌های طولی و عرضی جاده‌ها مورد نیاز است .

— این نقشه‌ها با برداشت زمینی تهیه می‌شوند .

— نقشه‌های مورد نیاز راه و محل چاه ، بصورت سیاه و سفید ، و رقومی و چاپ شده تحویل کارفرما می‌شود .

#### ۴-۱ ایجاد شبکه های ژئوفیزیکی :

خطوط ژئوفیزیکی گراویمتری ( ثقل سنجی ) با دقت دسیمتر و لرزه نگاری دو بعدی با دقت متر و سه بعدی با دقت دسیمتر بصورت میخ کوبی و شبکه ای ، شامل خطوط تقریباً عمود بر هم و در صورت امکان با نظر مسئولین ژئوفیزیک ، در راستای مستقیم روی زمین پیاده و روی نقشه در مقیاس های مورد نظر مانند ۱:۱۰۰۰۰۰ یا ۱:۵۰۰۰۰ ترسیم گردد .

کار صحرایی شامل پیاده کردن خطوط از روی نقشه پلان ، بر روی زمین بوسیله میخ کوبی - یا نصب علائم - یا سنگ چین و یا پاشیدن رنگ می باشد. و برای نقاطی که ژئوفیزیک ها برای استقرار دستگاه گراویمتری یا استقرار ژئوفون ها و همچنین نقاط حفر چاه های انفجاری یا محل سقوط وزنه تعیین می نمایند ، مختصات با دقت فوق اندازه گیری و ثبت می گردد

منظور از مختصات تعیین طول و عرض جغرافیایی و طول و عرض قائم الزاویه و همچنین تعیین ارتفاع نقطه از سطح دریای آزاد و یا از سطح مبنایی که ژئوفیزیک ها تعیین می نمایند ، می باشد .

داده های نهائی باید بصورت رقومی با مختصات جغرافیایی و مختصات قائم الزاویه و ارتفاع دقیق ثبت و ارائه شود .

#### ۵-۱ ایجاد سیستم اطلاعات جغرافیایی ( زمین مرجع ) :

اطلاعات زمین مرجع فوق ، بصورت یک سیستم یکپارچه ( GIS ) مرکب از نقشه ها و اطلاعات جمع آوری شده طبق دستورالعمل و استانداردهای مصوب شورای کاربران سیستم های اطلاعات جغرافیایی تهیه و در اختیار کارفرما قرار داده خواهد شد .

## بخش ۲

### ۲- زمین شناسی :

#### هدف :

شناسائی ساختمانهای زمین شناسی که مستعد ذخیره نفت و گاز ( تله تفتگیر) میباشد هدف این مطالعات است .

مراحل مطالعات و بررسی های زمین شناسی بشرح زیر می باشد .

#### ۱-۲ گردآوری دانسته ها و نقشه های موجود

#### ۲-۲ زمین شناسی عمومی و برنامه ریزی

#### ۳-۲ چینه شناسی STRATIGRAPHY

۱-۳-۲ چینه شناسی سنگهای رسوبی

۲-۳-۲ رسوب شناسی

#### ۴-۲ بررسی تکتونیکی و زمین شناسی ساختمانی

۱-۴-۲ عملیات صحرائی

۲-۴-۲ کارهای دفتری

#### ۵-۲ زمین شناسی تحت الارضی

۱-۵-۲ تعیین محل چاه

۲-۵-۲ پیش بینی حفاری

۳-۵-۲ تهیه نمودار ترسیمی چاه Graphic Well Log

۴-۵-۲ گزارش تکمیلی چاه

۵-۵-۲ تجدید نظر در نقشه های خطوط تراز ساختمانی

## ۱-۲ گردآوری داده ها و نقشه های موجود :

جمع آوری گزارش ها ، یادداشت های زمین شناسی ، همچنین نقشه های مختلف زمین شناسی و ژئوفیزیکی از ناحیه مورد مطالعه و در صورت لزوم قسمت هایی از نواحی مجاور که مرتبط با زمین شناسی مورد مطالعه باشد .

چنانچه قبلاً در منطقه حفاری صورت گرفته باشد گزارش تکمیلی چاه های حفر شده بررسی گردد . همچنین اطلاعات عمومی مرتبط با اکتشاف از قبیل اطلاعات هواشناسی ، راه های دسترسی ، چشمه های نفتی و ... گردآوری شود .

## ۲-۲ بررسی صحرایی اولیه و برنامه ریزی زمین شناسی تفصیلی

زمین شناسی اولیه و برنامه ریزی برای انجام مطالعات اختصاصی زمین شناسی برای محدوده های مورد نظر ، همچنین برنامه بررسی های ژئوشیمی و اکتشاف گرانی سنجی و لرزه نگاری نیز انجام شود .

## ۳-۲ چینه شناسی ( STRATIGRAPHY )

در بخش زمین شناسی عمومی ، بررسی چینه شناسی و به ترتیبی که در تهیه نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ معمول است مشخص گردیده ، تعیین گردیده است :

الف ) چند زون ساختاری در بلوک وجود دارد .

ب ) واحدهای سنگی به ترتیب واحدهای پیر به جوان و به تفکیک I- سنگهای رسوبی II - سنگهای آذرین III- سنگهای دگرگونی توصیف شده اند .

## ۱-۳-۲ چینه شناسی سنگهای رسوبی :

در مطالعات این مرحله یعنی بررسی اختصاصی چینه شناسی که قبل یا همگام با تهیه نقشه های زمین شناسی صورت میگیرد - مطالعات ، متمرکز بر سنگ های رسوبی است .

مطالعات لیتواستراتیگرافی - بیواستراتیگرافی و کرونواستراتیگرافی به ترتیب میبایستی انجام گیرند . تهیه نقشه گسترش سنگهای منشاء ، مخزن و پوشش با مقیاس متناسب همچنین تخلخل در سنگ های مخزن نقشه های گسترش بیوزونها و رخساره ها میبایستی تهیه گردند.

نقشه های خطوط میزان ضخامت حقیقی چینه ای ( true stratigraphic thickness map ) در مقیاس مورد نظر برای همه واحدهای سنگی باید تهیه گردد . نتیجه گیری در یک گزارش مدون و تعداد ۲ نسخه همراه به CD حاوی گزارش ، نقشه ها ، ستون های چینه ای - نمودارهای تطابقی تحویل کارفرما شود .



## ۲-۳-۲ رسوب شناسی :

مطالعه رسوب شناسی در محل رخنمون و همچنین در آزمایشگاه توسط بررسی مقاطع میکروسکوپی تهیه شده از نمونه ها انجام می پذیرد یعنی تشخیص اولیه و در محل اختصاصاتی مانند ساخت و بافت سنگ - فسیل ها و رنگ سنگ - تخلخل و غیره گرچه در آزمایشگاه روی نمونه ها بدقت بررسی میشود لکن مطالعه اولیه خود رخنمون واجد اهمیت می باشد . اهم مطالبی که میبایستی مورد دقت قرار گرفته و ثبت گردند بشرح زیر میباشند .

— بافت سنگ : شامل اندازه دانه ها - شکل دانه ها - طرز قرار گرفتن دانه ها - نوع اتصال آنها و جور شدگی آنها .

— ساخت سنگ : تفسیر محیط رسوبی - عمق آب - شناخت جهت فوقانی لایه - جهت جریان های قدیمی .

— اجزاء تشکیل دهنده سنگهای تخریبی و طبقه بندی ماسه سنگها و کنگلومراها

— اجزاء تشکیل دهنده سنگهای کربناته و مشخص نمودن دانه های فسیلی و غیر فسیلی آنها ، تخلخل و دیاژنز و طبقه بندی آنها .

— تشخیص میکروفاسیس ها

— سیکل و سکونس های رسوبی

## ۲-۴ بررسی های تکتونیکی و زمین شناسی ساختمانی

هدف از مطالعه بشرح زیر است :

الف ) پی بردن به شکل هندسی مخازن احتمالی به منظور برآورد حجمی تله های نفتگیر .

ب ) تشخیص عمق های دسترسی به سنگ های مخزن و تخمین ناهنجاری های مسئله ساز در سلامت سنگ پوشش و مسائل مشکل آفرین در حفاریهای اکتشافی .

ج ) نحوه ارتباط سنگ های مخزن با رخنمون های سطحی .

د ) بررسی توزیع فراوانی شدت شکستگی سنگ مخزن و مشخص نمودن ویژگی شکستگی ها .

### ۲-۴-۱ عملیات صحرائی و برداشت ها :

کارهای صحرائی شامل موارد زیر خواهد بود :

— تهیه پلان با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ از هر ساختمان زمین شناسی و نواحی مجاور ( نزدیک ) به آن مشروط به آنکه در بررسی های اولیه ساختمان مذکور مساعد برای تجمع نفت و گاز تشخیص داده شود .

— تهیه پروفیل طولی برای هر ساختمان با مقیاس های ۱:۲۵۰۰۰ و یا ۱:۱۰۰۰۰

- تهیه پروفیل های عرضی ( عمود بر محور تاقدیس - یا عمود بر امتداد گسل ) و حتی الامکان عمود بر امتداد لایه بندی بازا هر ۵ کیلومتر و پروفیل های عرضی اضافی در محل های بحرانی .
- برداشت های نقطه ای - که شیب - امتداد لایه ، جهت شیب لایه و مختصات نقطه ثبت گردد .
- تشخیص محدوده های هم شیب و ثبت آنها روی نقشه .
- تعیین مرز سازندها و واحدهای سنگی با ثبت ارتفاع و طول و عرض جغرافیایی نقاط مختلف آن .
- برداشت درزه ها از ایستگاه هایی حتی الامکان با فواصل تقریبی ۲ کیلومتر از هم ، در رخنمون های مناسب .
- گردآوری داده های سینماتیکی که کمک به تشخیص ساز و کار دگر شکلی و کرنولوژی رویدادها مینماید .
- محل اندازه گیری ها علاوه بر نمایش چشمی روی عکس ها یا نقشه با برداشت GPS ، تا بصورت رقومی در تحلیل و ترسیم رایانه ای داده ها مورد استفاده قرار گیرد.

## ۲-۴-۲- کارهای دفتری و تهیه نقشه :

- این کارهای حداقل شامل موارد زیر خواهد بود :
- با توجه به برداشت های انجام شده مقاطع متعددی ( بطور متوسط هر ۵ کیلومتر) با تلفیق اطلاعات سطح الارضی و تصور لایه های تحت الارضی باید ترسیم گردد . این مقاطع با برش های ساختمانی به روش متناسب با نوع یا الگوی چین خوردگی ( چین خوردگی موازی - چین خوردگی مشابه - چین خوردگی متحدالمرکز و ... یا تلفیق از آنها ) ترسیم شده و بوسیله مدل های کامپیوتری بازسازی و متعادل گردند .
  - بدیهی است در نواحی که اطلاعات تحت الارضی شامل نتایج بررسی های ژئوفیزیکی یا نمودار چاه ها در دست باشد ، در ترسیم برشهای ساختاری مورد استفاده قرار میگیرد .
  - براساس مقاطع برای سازندهای مختلف نقشه خطوط تراز ساختمانی باید ترسیم گردد . سپس برای هر واحد سنگی شاخص ( سنگهای پوشش و سنگهای مخزن ) نقشه منحنی های هم ضخامت ( Isopach map ) تهیه و برای سطح فوقانی هر واحد نقشه خطوط تراز ساختمانی ترسیم شود .
  - تعیین سن تاقدیس و گسل ها و چنانچه تاقدیس و گسل رویشی باشند تخمین آغاز حرکت - ارتباط هر تاقدیس با نادیس های مجاور و زین اسبی ها ( Saddles ) و گسل های مجاور و گزارش آن .

— توصیف ساختمان : نوع تقارن - یال ها - لولا و محور ساختمان و شرح آن . بلندترین نقاط چین خوردگی (Crest) - دماغه ها ( Plange ) - بستگی افقی بر حسب کیلومتر مربع - بستگی قائم بر حسب متر - عمق یا ارتفاع Crust از سطح دریا نیز باید شرح داده شوند .

— اگر احتمال وجود مخزنی در مقابل یک گسل وجود دارد - علاوه بر بررسی های متداول برای تعیین نوع گسل و نمایش لایه های مختلف در دو سمت گسل در چند مقطع عمود بر امتداد گسل برای انجام عملیات ژئوفیزیکی برنامه ریزی بشود تا منجر به شناسائی نفتگیر احتمالی گردد .

— تشریح درزه ها : نوع درزه - ذکر شیب و امتداد درزه های فراگیر \_ تنظیم دیاگرام گل سرخی برای هر ایستگاه اندازه گیری سعی در تشخیص ارتباط درزه ها با چین خوردگی و گسل ها - با توجه به فواصل درزه ها از یکدیگر و وجود یا عدم وجود جدایی سطوح و پرشدگی یا عدم پرشدگی با مینرال ها اثر درزه در تراوایی سنگ مخزن .

نهایتاً تهیه گزارش همراه با نقشه ها در ۲ جلد باضافه یک دیسکت حاوی گزارش نقشه های رقومی مورد انتظار است .

ضمناً پیشنهاد محل هایی که بایستی عملیات ژئوفیزیکی بر روی آنها انجام گیرد با ذکر نوع عملیات ژئوفیزیکی بصورت گزارش مجزا تنظیم و ارائه شود .

## ۵-۲ زمین شناسی تحت الارضی

### ۵-۱-۲ انتخاب محل حفاری :

انتخاب محل حفاری از نظر زمانی پس از خاتمه عملیات لرزه نگاری و یا بعد از آنکه زمین شناسان ساختمانی ، ساختمانهای زمین شناسی مساعد را ( بطور عمده تاقدیس ها را ) با اطلاعات بدست آمده از عملیات ژئوفیزیکی گراویمتری و لرزه نگاری مورد تجدید نظر قرار دادند صورت میگیرد .

#### ۵-۱-۱-۲ انتخاب مساعدترین ساختمان زمین شناسی برای حفاری اکتشافی :

از میان ساختمانهایی که دارای شرایط مناسب جهت حفظ هیدروکربور باشند ، مناسبترین تاقدیس باید انتخاب گردد .

#### ۵-۱-۲-۲ انتخاب محل چاه :

محل چاه با توجه به توپوگرافی ( پرهیز از توپوگرافی ناهنجار ) و حتی المقدور نزدیک به محل تقاطع برش های طولی و عرضی که اطلاع دقیقتری از اعماق زمین در دست میباشد تعیین می گردد .

## اهداف حفاری :

هدف اصلی کشف نفت و گاز و هدف جانبی کشف اطلاعات زمین شناسی و بخصوص چینه شناسی است .

چنانچه چاه چند منظوره است و برای اکتشاف چند سنگ مخزن حفر می‌گردد میبایستی محل به گونه ای انتخاب گردد که برای همه افق ها بصورت ایده آل باشد .

اگر امکان چنین مطلبی نیست برای یک افق حالت ایده آل داشته باشد و برای سایر آنها حالت قابل قبول از نظر دستیابی به اطلاعات مفید داشته باشد تا به حفر چاه های انحرافی لزومی نباشد .

محل چاه بعد از آنکه روی نقشه مشخص گردید میبایستی توسط یک گروه مرکب از نقشه بردار ، کارشناس زمین شناسی و کارشناس حفاری و مهندس راه و ساختمان روی زمین پیاده گردد . چنانچه مشکلات اجرایی مشاهده گردد ، فرضاً زمین در آن نقطه چنان صخره‌ای باشد که حفر گودال سلر بسیار مشکل و پرهزینه گردد . یا محل در معرض هجوم سیلاب احتمالی باشد و یا ... جابجایی تا فاصله مجاز بلامانع خواهد بود .

— تعیین مختصات انتخاب شده توسط نقشه بردار در دو نوبت ، یکبار در موقع پیاده کردن نقطه از روی نقشه بر روی زمین و بار دوم پس از احداث سلر.

— مکاتبات لازم برای اخذ مجوز حفاری از کارفرما ( وزارت نفت ) صورت گیرد.

### ۳-۱-۵-۲- انتخاب محل بعدی برای حفاری :

در صورتیکه اولین حفاری منجر به کشف ذخیره نفت و گاز بصورت تجاری نگردد - موافقت کارفرما برای حفاری روی ساختمان زمینی شناسی دیگر کسب می گردد .

در حالتیکه در حفاری اول آثار و شواهد نفت و گاز در مقیاس اقتصادی کشف شود ، دومین چاه بصورت توصیفی روی همان ساختمان حفر می‌گردد .

### ۲-۵-۲- پیش بینی حفاری :

پیش‌بینی‌های زیر در کنار ستون چینه شناسی و یا گزارش همراه باید ذکر گردد :

۱- ستون چینه شناسی پیش بینی تغییرات جنس و نوع سنگهایی که مورد حفاری قرار خواهند گرفت .

۲- عمق نهایی چاه : که تعیین کننده نوع دستگاه حفاری است که باید بکار گرفته شود .

۳- قطر چاه : حفاری با چه قطری شروع میشود و با چه قطری ختم می‌گردد .

— چه فواصلی با چه قطری باید حفر شوند ؟

۴- پیش بینی نصب لوله های جداری

۵- نمونه گیری و مغزه گیری

۶- انواع گل حفاری مورد نیاز

۷- محل های هرز روی گل حفاری و محدوده های پرفشار

۸- نمودار گیری

۹- پیش بینی آزمایش های بهره دهی

۱۱- تهیه Mud pressure gradient chart ( بعنوان پیش بینی ) براساس اطلاعات چاههای مجاور کارشناسان حفاری و مهندسين نفت ، پیشنهادهای زمین شناس را بررسی نموده در گزارش این قسمت علاوه بر پیش بینی زمان انجام کار پیش بینی تدارکات را نیز باید به عمل آید یعنی سفارش مواد و مصالح مورد نیاز را هم شامل میگردد .

### ۱-۲-۵-۲- نمودار پیش بینی حفاری :

نمودار در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ باید تهیه گردد و در آن پیش بینی تغییرات و جنس سنگهایی که حفاری خواهند شد باید منعکس باشد و در قسمت فوقانی نمودار مختصات محل چاه و عمق نهایی پیش‌بینی شده منعکس گردد .

این نمودار با کمک گرفتن از ستونهای چینه شناسی ، و با توجه به مقاطع ساختمانی و مدارک لرزه نگاری ( چنانچه انجام شده باشد ) و توجه به نقشه های خطوط تراز ساختمانی تهیه میگردد . تعیین عمق شروع سازندها و واحدهای سنگی مختلف درمرحله اول نسبت به سطح زمین انجام میشود لکن در مرحله نهایی پس از تعیین دستگاه حفاری نسبت به میز دوار ( Rotary Table ) که صفر فرض میشود اصلاح میگردد .

ذکر نام سازند یا واحد سنگی که در هر عمق حفر میگردد پیش بینی تخلخل و تراوایی سنگ و سایر مشخصات مانند رنگ - سختی و ... ضرورت دارد .

درمورد سنگ پوشش ، توجه خاص در عمق رسیدن به آن بایستی معطوف گردد زیرا در مواقعی که سنگ پوشش از انواع سنگ تبخیری و بخصوص نمک باشد تعویض گل حفاری از آب شیرین به آب نمک اشباع ضرورت دارد . همچنین پیش بینی رسیدن به سنگ های مخزن که معمولا با کار گذاشتن لوله جداری در حوالی سطح فوقانی آن برنامه ریزی میشود نیز ضرورت دارد .

- پیش بینی محدوده هایی که فرار گل حفاری در آنها محتمل است .
- پیش بینی محدودهایی که احتمال وجود حفره و غار میرود .
- پیش بینی محدودهایی که وجود آب زیر زمینی تحت فشار محتمل است و تخمین فشار آن .
- پیش بینی محدوده هایی که احتمال وجود نفت و گاز میرود و تخمین فشار مخزن نیز ضرورت دارند .
- محاسبه حجم مخزن و تخمین ذخیره در جا و قابل استحصال .
- اطلاعات ناحیه ای - زمین شناسی ساختمانی و چینه شناسی
- پیش بینی نمونه گیری .

### ۳-۵-۲ - تهیه نمودار چاه Graphic Well Log :

مجموعه اطلاعاتی را که از حفر یک چاه بدست می‌آید بایستی بطریقی ضبط نموده مورد تعبیر و تفسیر قرار گیرد و برای مراجعات بعدی یادداشت نموده در دسترش داشته باشیم . بهترین وسیله ثبت اطلاعات مختلف با کمک نرم افزارهای گوناگون بصورت رقومی در این مرحله انجام میگیرد .

ضمناً اهم شرح وظائف زمین شناسی مقیم علاوه بر تهیه نمودار چاه به شرح زیر است :

۱ - بررسی نمونه ها

۲ - تهیه و ارسال گزارش روزانه

۳ - دادن اطلاعات لازم به کارشناسان پتروفیزیک و مهندسی مخازن

۴ - همکاری با کارشناسان گل حفاری

۵ - همکاری با مهندس ناظر حفاری

#### نمودار ترسیمی چاه Graphic Well Log

نمودار براساس استاندارد شرکت نفت تهیه خواهد شد .

#### ۱-۳-۵-۲ قطع و اندازه نمودار :

نمودار روی کاغذهایی با ابعاد  $28/5 \times 60$  سانتیمتر نمایش داده شود . در این قطع علاوه بر سر ستونهای نمودار و مشخصات کلی چاه میتوان تا عمق سیصد متری چاه را نشان داد . مقیاس این نمودار ۱:۱۰۰۰ است . ضمناً روی این نمودار فواصل ۲ متری باید قابل تشخیص باشد .

#### ۲-۳-۵-۲ عمق چاه و پیشرفت روزانه حفاری :

در اولین ستون ، عمق چاه برحسب پا ترسیم شده است و خطوط افقی ۳ متری را مینمایاند و فواصل بین آن ( نیم فاصله ) عمق پنج پا را مشخص میسازند .

#### ۲-۳-۵-۲ زمان حفاری :

زمان حفای که در واقع منظور سرعت حفاری است برحسب دقیقه برای هر فوت بصورت رسم منحنی باید نشان داده شود .

عواملی مانند نوع مته - سرعت دوران مته - وزن روی مته که در سرعت حفاری تاثیر دارند بایستی در همین ستون یادداشت گردند . بعلاوه نو بودن یا کند بودن و تعویض مته را نیز در همین ستون بایستی ثبت نمود تا اشتباهی پیش نیآورد .

#### ۴-۳-۵-۲ مشخصات چاه :

مشخصات کلی چاه که ثابت است یعنی نام یا شماره چاه - مختصات جغرافیایی محل چاه و ارتفاع دهانه چاه و میز دوار از سطح دریا در سربرگ نمودار ذکر می شود . لکن مشخصاتی که با عمق تغییر مینمایند مانند : قطر چاه - لوله جداری و زاویه انحراف چاه بایستی متناسب با پیشرفت حفاری روی نمودار ضبط گردند .

در هر زمان که تصمیم گیری بر انجام عملیات خاص در چاه پیش بیاید بایستی علاوه بر دانستن عمق چاه سایر مشخصات چاه را نیز در دست داشت . اهم این مشخصات عبارتند از :

الف ( انحراف چاه از محور قائم ( Deviation )

ب ( اندازه - نوع و محل کارگذاری پاشنه لوله جداری و همچنین فواصلی که لوله جداری مشبک شده باشد .

ج ( اندازه قطر چاه

مشخصات یاد شده یا با نوشته یا بوسیله علائم در ستون مربوطه بایستی ثبت شوند .

#### ۵-۳-۵-۲ مشخصات مغزه ها :

در مورد مغزه ها ، در یک ستون شماره و اعماق شروع و خاتمه هر مغزه گیری ذکر میگردد . در ستون بعد درصد مغزه بدست آمده ( Core Recovery ) با رنگ سیاه و قسمت از دست رفته با رنگ سفید باید مشخص گردد . در ستون دیگر شیب اندازه گیری شده طبقات حفر شده که در مغزه ملاحظه شده است ذکر گردد . باید توجه داشت که در اینجا شیب قرائت شده از روی مغزه عیناً ذکر میگردد . شیب واقعی لایه ها با توجه به زاویه انحراف چاه با محور قائم بایستی بعداً محاسبه شود که در گزارش اختصاصی مغزه ها که همراه با نمودار با مقیاس ۱:۱۰ که برای هر مغزه بایستی تهیه شود ذکر میگردد . همچنین در گزارش نهایی چاه شیب واقعی ذکر میشود .

چنانچه مغزه از دیوار چاه گرفته شود ( Side Wall Core ) شماره و مقدار بازیافت آنها نیز در همین ستونها بصورت نوشته ذکر میگردد .

شرح مغزه ها و یا شرح مغزه های دیواری مانند شرح نمونه های معمولی در ستون وسط نمودار تحت عنوان Rock Description باید نوشته شود .

#### ۶-۳-۵-۲ نمایش لیتولوژی :

برای توصیف نمونه دو روش کلی وجود دارد یکی روش تفسیری و دیگری روش درصدی . انتخاب روش درصدی ارجحیت دارد .

## ۷-۳-۵-۲ شرح نمونه ها :

چنانچه مغزه گرفته شده باشد شرح مغزه باید نوشته شود ، و هرگاه حفاری با مته معمولی انجام شده باشد شرح لیتولوژی از روی نمونه خرد شده با مته خواهد بود .  
واریزها و مواد زائد احتمالی از قبیل خرده سیمان بایستی با استفاده از انبرک از نمونه باید خارج شده باشند .

عموماً توجه بایستی معطوف به خرده سنگ های زاویه دار و تازه کنده شده باشد . نمونه بصورت تر مطالعه گردد و فقط برای ارزیابی تخلخل نمونه خشک مورد مطالعه قرار گیرد .  
در ستون شرح نمونه علاوه بر نوع و جنس سنگ های حفاری شده مشخصات دیگر مانند : رنگ - بافت - سیمان یا ملات سنگ - فسیل - مینرال - ساختار رسوبی - تخلخل - سختی و صفات دیگر بصورت نوشته کامل و با استفاده از اختصارات باید ذکر گردند .

چنانچه فسیل یا میکروفسیل در نمونه ها دیده شده باشد در ستون مربوطه باید ذکر گردد . برای فواصل بخصوصی که تعیین سن لایه اهمیت ویژه داشته باشد بایستی از کارشناس فسیل شناسی کارشناس کرده شناسی دعوت بعمل آید تا نمونه ها را از نظر میکروفسیل مورد دقت و بررسی قرار دهند و نتیجه در صورت امکان در این نمودار منعکس گردد . ولی بهر صورت نتیجه در نمودار تکمیلی چاه بایستی درج شود .  
- مسائل مربوط به تفسیر نمونه ها برای رفع خطاهای ناشی از اختلاط نمونه یا طبقات حفر شده قبلی -  
واریزها - مواد کنترل کننده هرز روی گل ، سیمان ، آلودگی گریس حفاری ، زنگ لوله حفاری و پلیسه مته و غیره باید رعایت گردد .

- دو ستون برای درج نام سازند مورد حفاری و سن واحدی که حفر میگردد باید قرارداد ، که میبایستی شروع و خاتمه سازند به وضوح در آن ذکر شود . سن واحد مورد حفاری در صورت یقین نوشته شود ولی از ذکر بصورت مشکوک و احتمالی خودداری گردد .

## ۸-۳-۵-۲ سایر مشخصات :

در نمودار توجه خاصی به نشان دادن پدیده هایی که از نظر اقتصادی واجد ارزش میباشند باید معطوف گردد و چندین ستون برای این پدیده ها در نظر گرفته شود .

مشاهده هیدروکربورهای جامد و نفت مرده ، نفت ، گاز ، آب شیرین ، آب نمک ، آب گوگرد دار با مقادیری که دیده شده اند ، چه در نمونه سنگ ، چه در مغزه و چه در گل حفاری نمایش داده شوند . علاوه بر علائمی که برای هر یک از مواد یاد شده در نظر گرفته شده ممکن است با بکار بردن کلمات : بندرت ، کم ، فراوان و از این قبیل موضوع را بهتر بازگو نماییم .

- هرگاه در چاه توپک سیمانی نهاده شده باشد بایستی مشخص گردد .

- مشخصات گل حفاری : نوع ، وزن مخصوص ، روانی قید شود .

- نقاط یا فواصلی که در آنها گل حفای گم شده ( هرز رفته ) مشخص گردند.



- در این مورد از علائم باید استفاده شود ولی در صورت اهمیت ( فرار به مقدار زیاد ) با درج نوشته تاکید شود .
- نتایج آزمایش نمونه ها در آب داغ - اسید کلریدریک رقیق ، حلال های نفتی ، بررسی با اشعه ماوراء بنفش در ستون مخصوص به خود باید ضبط شوند.
- نتیجه و خلاصه آزمایشهای D.S.T و بهره برداری در ستون آخر باید درج گردند .
- این مشخصات نه تنها برای چاهی که نمودار آن رسم میگردد پر ارزش است بلکه برای برنامه ریزی چاه بعدی نیز مورد استفاده خواهد بود .

#### ۴-۵-۲- گزارش تکمیلی چاه : Well Completion Report

- گزارش شناسنامه یا مشخصات کامل چاه و سرگذشت اتفاقات حین حفاری همراه با نمودار تکمیلی چاه باید تهیه و نتایج حاصل از حفاری بصورت رقومی روی دیسکت و در دو فایل مجزا ( اصل گزارش - و پیوست ها ) ارائه گردد .
- رئوس مطالب گزارش بدون هیچگونه محدودیتی بشرح زیر می باشد :

#### ۱-۴-۵-۲ اطلاعات عمومی شامل :

- نام ناحیه
- نام ساختمان زمین شناسی مورد حفاری
- نوع تاقدیس ( رخنمون دار - شناخته شده بوسیله عملیات ژئوفیزیکی - یا هر دو )
- نام چاه - شماره آن و علامت اختصاری انتخاب شده
- نوع چاه - ( اکتشافی - توصیفی )
- نمایش موقعیت چاه در نقشه ساده در یک صفحه A4 که تاقدیس و محل چاه را نشان دهد .
- مشخصات چاه : شامل مختصات جغرافیائی و مشخصات قائم الزاویه و ارتفاع دهانه چاه از سطح زمین و از سکوی حفاری ( Rotary Table ) و از سطح دریا
- تاریخ شروع و خاتمه حفاری
- تاریخ استقرار و ترخیص دکل حفاری
- عمق نهایی ( T.D )
- اهدافی که پیش بینی شده بودند و اهدافی که مورد بررسی قرار گرفتند.

#### ۲-۴-۵-۲ زمین شناسی ساختمانی :

- مطالعات این قسمت بشرح زیر خواهد بود :
- نوع ساختمان زمین شناسی ( تاقدیس ) و مشخصات آن در افق های مختلف ، وضعیت محور تاقدیس
  - میزان بستگی های قائم وافقی - شیب دامنه ها - وضعیت دماغه ها - چگونگی ارتباط با ناودیس

های مجاور- قدیمی ترین و جوانترین واحدهای سنگی در رخنمون ها ، مشخص ساختن گسل ها و تکرار طبقات .

— تهیه نقشه تراز ساختمانی در افق های مناسب و یا اصلاح نقشه های تراز ساختمانی با اطلاعات بدست آمده از چاه .

— تهیه مقطع ساختمانی که از محل چاه عبور نماید یا اصلاح مقطع ترسیم شده براساس اطلاعات بدست آمده از چاه با درج ستون نفت و یا گاز چنانچه به اثبات رسیده باشد .

### ۳-۴-۵-۲ چینه شناسی :

چینه شناسی رخنمون ها و چینه شناسی سازنده های حفاری شده . بشرح مطالب مندرج در ستون چینه شناسی نمودار تکمیلی و تفسیر آنها . متن تشریحی سنگ شناسی از ابتدای حفاری تا خاتمه حفاری براساس گزارش های روزانه ، مقایسه پیش بینی با آنچه حفاری شده در مورد هر سازند نام و ضخامت هر واحد سنگی - ذکر سن هر سازنده ، درج ملاحظات فسیل شناسی و در صورت امکان تهیه Paleolog . تهیه جدول سازنده های حفاری شده شامل: سن - ضخامت - عمق حفاری شده - شروع و خاتمه حفاری نسبت به سکوی حفاری ( R.T ) و نسبت به سطح دریا .

### ۴-۴-۵-۲ نمودار زمین شناسی ترکیبی تکمیلی چاه Geological Composite Well Log :

اهم مطالبی که در نمودار باید مشخص شود در زیر آمده است :

— ستون چینه شناسی نشان دهنده سازنده های مختلف

— قراردادن نمودارهای اشعه گاما ( G R ) و صوتی ( Sonic ) در جوار ستونهای چینه شناسی

— درج محل پاشنه های لوله جداری با عمق های اصلاح شده براساس نمودارها

— درج آزمایش های D.S.T

— درج آزمایش های بهره بهره برداری ( Production Test )

— ترسیم تصویر چاه روی سطح افق ( Horizontal projection ) در انتهای نمودار

— درج مغزه ها بطوریکه مشخصات شیب لایه بندی ، سنگ شناسی و نشانه های مواد هیدروکربوری را شامل باشد روی نمودار و تهیه جداول جداگانه

— بازنگری در نمودار درصدی و انجام اصلاحات لازم در آن

— درج نمودارهای گرفته شده

### ۵-۴-۵-۲ تهیه نمودار تطبیقی ( Correlation Chart )

تطبیق نمودار چاه با چاههای مجاور در صورت وجود و یا با مقاطع سطحی .

۶-۴-۵-۲ تصحیح نقشه های هم ضخامت و هم تخلخل برای سازنده های مختلف براساس اطلاعات بدست آمده از چاه

#### ۲-۵-۴-۷ مشخصات مخزن :

- اصلاح بستگی های افقی و قائم براساس اطلاعات حاصل شده از حفر چاه
- چارت های D.S.T بررسی و تفسیر گردند
- نتایج آزمایش های بهره برداری و تفسیر آنها
- چنانچه نمونه های مخزنی گرفته شده ، بررسی و تفسیر گردند
- مطالعات پتروفیزیکی بعمل آمده و محدوده های هیدروکربوردار مشخص گردند
- تخلخل، تراوایی ، درجه حرارت مخزن ، اشباع شدگی از آب ، موئینگی حد گاز و نفت تشریح شوند .

#### ۲-۵-۴-۸ مشخصات گل حفاری :

- نوع گل حفاری بکار رفته در اعماق مختلف و برای سازندهای مختلف باید ذکر شود
- منبع یا منابع تأمین آب مشخص گردد
- نمودار تغییرات فشار گل Gradient mud Pressure Chart تهیه شود
- اعماقی که هزر روی گل بصورت شدید داشته اند با مشخص نمودن سازندهایی که گل در آن گم شده با درج مقدار ذکر گردد .
- محدوده هائیکه آب پرفشار داشته اند مشخص شود . نوع و وزن گل بکار رفته برای کنترل چاه ( وزن غلظت - PPM نمک ) هم بصورت گزارش هم در نمودار تکمیلی درج شود .

#### ۲-۵-۴-۹ اعماقی که آب نمک - نفت و یا گاز وارد چاه شده است :

- جدولی تهیه گردد که در آن عمق ، نوع سیال ، مقدار جریان مشخص گردد خلاصه مطلب روی نمودار تکمیلی درج شود .

#### ۲-۵-۴-۱۰ لوله های جداری :

- جدولی تهیه گردد که در آن اندازه - نوع ، طول ، محل پاشنه، قسمت های مشبک شده ... درج شود . مقایسه پیش بینی و آنچه انجام شده و علل تغییرات آورده شود . همچنین خلاصه مطلب در نمودار تکمیلی منعکس گردد.

#### ۲-۵-۴-۱۱ وضعیت نمونه گیری

شامل :

- گزارش فواصلی که نمونه های خرده سنگ گرفته شده ، نحوه نمونه گیری ، نمونه های ضبط شده ، مقدار و نوع بسته بندی ، محل ارسال و بایگانی نمونه ها .
- اسلاید یا عکس های تهیه شده

— نمونه های گرفته شده برای مطالعات و بررسی های ژئوشیمیایی خواهد بود.

#### ۱۲-۴-۵-۲ مغزه گیری :

- جدول تهیه گردد که در آن مشخصات مغزه های گرفته شده شامل : مترائژ - عمق ابتدا و انتها - نام سازندی که مغزه در آن گرفته شده - درصد بدست آمده - تخلخل - شکستگیها - شیب لایه بندی - آثار هیدروکربوری و جنس سنگ ذکر شده باشند .
- گزارش های مغزه که هم زمان با گزارش های روزانه تهیه شده ضمیمه گردند .
- نسخه ای از عکس ها و اسلایدهای گرفته شده ضمیمه گردند .
- چنانچه وجود آب - نفت یا گاز اعلام شده و نمونه های مومیائی یا منجمد شده تهیه شده و به آزمایشگاه ارسال گردیده - نتیجه بررسی بصورت گزارش ضمیمه گردد .
- محل بایگانی مغزه ها درج شود .
- چنانچه نمونه یا مغزه جانبی ( Side wall core ) از دیوار چاه اخذ شده عیناً گزارش شود .

#### ۱۳-۴-۵-۲ نمودار گیری :

- جداولی تهیه شود که نمودارهای گرفته شده در نوبت های مختلف و اعمال آنها را نشان دهد .
- خلاصه تعبیر و تفسیر و اهم نتایج حاصل از نمودارگیری ها بصورت گزارش ارائه گردد .
- محل بایگانی نمودارها مشخص گردد .

#### ۱۴-۴-۵-۲ لوله های جداری :

- جدولی تهیه گردد که در آن قطر، طول ، محل کارگذاری پاشنه ، قسمت های مشبک لوله های جداری درج شود . مقایسه پیش بینی و آنچه انجام شده بعمل آید و علل تغییرات ذکر گردد .
- خلاصه مطالب در نمودار تکمیلی منعکس گردد .

#### ۱۵-۴-۵-۲ تاریخچه حفاری :

- خلاصه ای از تاریخچه حفاری شامل : شروع و اختتام حفاری مشخصات دستگاه حفاری ، مشکلات احتمالی برپائی دکل ، نصب موتورها و پمپ ها، انواع لوله های حفاری بکار گرفته شده - تعداد لوله های وزنه در اندازه های مختلف که بکار گرفته شده ، آمار مته های مصرفی - نمودارهای سرعت حفاری ، مشکلات و اتفاقات حفاری برای هر سازند ، مانده یابی ، انحراف چاه ، مشکلات فرار گل ، مشکلات نفوذ سیال بداخل چاه ، مقدمات فراهم آمده برای آزمایش ها ، آنالیز زمان خالص حفاری و زمان های از دست رفته درج گردند .

#### ۱۶-۴-۵-۲ ارزیابی مخزن

گزارش های روزانه مهندس نفت مورد مطالعه قرار گرفته و اهم مطالب مربوط به مهندسی نفت از آنها استخراج و بطور خلاصه قبل از محاسبات ارزیابی مخزن ارائه شود .

با توجه به ستون حفاری شده در مخزن و اطلاعات بدست آمده از نمودارها و آزمایش های D.S.T و بهره دهی ، ارزیابی مخزن شامل : فشار ، درجه حرارت ، سطح تماس گاز و نفت - سطح تماس نفت و آب ، درصد تخلخل سنگ مخزن ، درجه اشباع نفت ، ضریب حجمی هر سازند ، درجه API نفت ، تجزیه گاز و برآورد میزان برداشت بهینه تا آنجا که امکان محاسبه دارند در گزارش این بخش گنجانیده شوند .

#### ۱۷-۴-۵-۲ محاسبات انحراف چاه

نتیجه محاسبه انحراف چاه بصورت ترسیم منحنی انحراف چاه از محور قائم در یک مقطع مناسب همراه با تصویر افقی چاه در مقیاس مناسب ارائه گردد . عمق قائم حقیقی ( True Vertical Depth ) محاسبه و اعلام شود .

#### ۱۸-۴-۵-۲ تهیه خلاصه اطلاعات چاه Summary Well data (در اندازه A4)

#### ۱۸-۴-۵-۲ پیوست ها

#### بطور کلی شامل :

- نقشه موقعیت تاقدیس در ناحیه که محل چاه روی آن مشخص شده باشد .
- نقشه توپوگرافی تاقدیس
- نقشه زمین شناسی یا نقشه ژئوفیزیکی تاقدیس
- نقشه های خطوط میزان ساختمانی برای سنگ های مخزن که با اطلاعات چاه اصلاح شده باشند.
- نمودار تغییرات فشار گل حفاری ( Mud gradient pressure chart )
- نمودار تطبیقی ( Correlation Chart ) با چاه یا چاههای مجاور و یا با برش های سطحی
- نمودار تکمیلی چاه در مقیاس ۱:۱۰۰۰
- نمودار مقایسه تکمیلی و پیش بینی ۱:۱۰۰۰۰
- گزارش فسیل شناسی و یا paleolog
- نقشه های هم ضخامت و هم تخلخل اصلاح شده با اطلاعات چاه خواهد بود .
- برگ خلاصه اطلاعات چاه در برگ A4 .

## ۵-۵-۲ تجدید نظر در نقشه های خطوط تراز ساختمانی :

پس از خاتمه حفاری با توجه به عمق های بدست آمده برای سازندهای مختلف و اطلاعات حاصل از نمودارها و محاسبه سرعت امواج صوتی میبایستی نقشه ها مورد تجدید نظر قرار گیرند و در صورت لزوم اصلاح گردند.

در این میان اصلاح نقشه های خطوط تراز ساختمانی بر روی سطح فوقانی سازندهایی که سنگ مخزن هستند از اهمیت بیشتری برخوردار میباشند . ولی بهر حال تصحیح منحنی های هم ضخامت و نقشه های هم تخلخل نیز میبایستی مد نظر باشند . چنانچه تغییر رخساره فاحش برای بعضی از سازندها مشاهده شود ، اصلاح ستونها مقایسه چینه شناسی نیز ضرورت پیدا میکند .

## بخش ۳

### ۳- مطالعات ژئوشیمی

#### ۳-۱- تعریف و زمان انجام کار:

منظور از بررسی ژئوشیمیایی عبارتست از ارزیابی توان هیدروکربورزائی واحدهای سنگی که بعنوان سنگ مادر یا سنگ منشاء شناسائی شده‌اند. شروع بررسی‌ها، هم زمان یا بلافاصله بعد از پایان مطالعات چینه شناسی موضوع بند ۲-۳ می‌باشد. با نمونه‌برداری‌ها - آزمایش‌ها و تعبیر و تفسیرها بایستی درجه بلوغ سنگ منشاء در راستای تولید نفت و گاز معین گردد، یعنی مشخص بشود که: سنگ منشاء توان بالقوه هیدروکربورزائی دارد یا نه و اگر دارد آیا این توان از قوه به فعل تبدیل شده است؟ ضمناً حتی الامکان محاسباتی بصورت ارزیابی برای مقدار هیدروکربور تولید شده ارائه گردد.

#### ۳-۲- نمونه برداری:

لازم است حداقل موارد زیر انجام شود:  
۳-۲-۱ سطح‌هائی که قرار است نمونه‌برداری شوند پاک سازی شوند و با ایجاد محوطه کوچکی بصورت روبرداری یا ترانشه کم عمق محل نمونه برداری آماده شود. برداشت نمونه بوسیله دستگاه حفاری کم عمق بصورت مغزه یا بوسیله دستگاه حفاری دستی اوگر صورت گیرد.  
۳-۲-۲ نمونه‌هائی که از برداشت‌های صحرائی بشرح فوق تهیه شده و یا مغزه‌هائی که احتمالاً از چاه حفر شده از قبل در دست باشد بایستی نرم شده از آنها پودر تهیه گردد و بطور کلی آماده سازی برای آزمایش گردند.

#### ۳-۳- مطالعات پتروگرافی آلی:

با تهیه برش‌های نازک و قرص‌های صیقلی از مواد آلی جدا شده از نمونه‌ها مطالعه میکروسکوپی صورت گیرد. در این مطالعه پتروگرافی آلی، نوع کرژن و در نتیجه توان هیدروکربورزائی آنها مشخص گردد. در همین مرحله درجه بلوغ یا پختگی مواد آلی نیز از طریق نور انعکاسی روی نمونه قرص مشخص گردد (شاخص بلوغ حرارتی  $R_o$ ). همچنین تعیین شاخص تغییرات حرارتی (TAL) نیز در این مطالعه انجام پذیرد.

### ۴-۳- آنالیز با دستگاه Rock Eval :

باید این آنالیز که نوعی پیرولیز می‌باشد بمنظور مشخص نمودن:

الف: مقدار کل کربن موجود در نمونه ( TOC )

ب: مقدار گاز موجود در نمونه ( So )

ج: مقدار هیدروکربور سیال در نمونه ( S<sub>1</sub> )

د: پتانسیل هیدروکربورزائی و نوع کرژن موجود در سنگ ( S<sub>2</sub> )

ه: حداکثر حرارتی که هیدروکربور در آن تولید شده است ( Tmax )

صورت گیرد و سپس ستاده‌های این تجزیه همراه با سایر اطلاعات بصورت داده‌ها به مدل های رایانه ای همچون WINBURY یا مشابه آن وارد و پردازش شود.

### ۵-۳- تجزیه شیمیایی:

در پاره‌ای موارد با انتخاب نمونه‌هایی که به ظاهر بهتر و غنی تر هستند باید تجزیه شیمیائی انجام و انواع هیدروکربور را مشخص ساخت.

### ۶-۳- بکارگیری کروماتوگراف گازی:

از طریق طیف سنجی می‌توان به پراکندگی و ترکیب هیدروکربورهای اشباع و آرماتیک پی برد و با تعیین پارامترهای -CPI-NC<sub>18</sub>-NC<sub>17</sub>-ph -pr درجه بلوغ حرارتی مواد آلی را مشخص نمود. این بررسی برای تعیین نوع مواد آلی ( نفت زا- گاز زا- بی اثر) و پی بردن به محیط رسوبی ( دریائی- دریاچه ای- قاره ای) خواهد بود.

### ۷-۳- محاسبه شاخص توان هیدروکربورزائی SPI :

بر اساس پارامترهای شاخص بلوغ حرارتی ( Tmax-TAL-Ro ) سنگ مادر به چند واحد هم بلوغ ( Isoslab ) باید تقسیم گردد، و پس از آن مقادیر نفت - گاز مایع و گاز تولید شده از هر واحد محاسبه شود. با استفاده از محدوده گسترش منطقه‌ای سازند سنگ مادر ( سنگ منشاء ) و تعیین ضریب مهاجرت هیدروکربور، به کمک شاخص‌ها مقدار هیدروکربور مهاجرت کرده به سوی سنگ مخزن محاسبه گردد. سیستم مهاجرت نفت با استفاده از محدوده مخزن باید محاسبه گردد. سیستم مهاجرت نفت با استفاده از محدوده SPI و نفوذپذیری سنگ‌های مخزن محاط در سنگ مادر تعیین و در نهایت مناطق مستعد تجمع هیدروکربور ارزیابی گردند.



### ۸-۳- گزارش نهائی

گزارش مراحل انجام کار همراه با نقشه‌ها- صورت نمونه‌ها، آزمایش‌ها ، نمودارها، شکل‌ها، تعبیر و تفسیرها و نتیجه‌گیری بصورت گزارش در ۲ نسخه و بصورت رقومی بر روی دیسکت یا CD برای تحویل به کارفرما آماده گردد.

## بخش ۴

### ۴- ژئوفیزیک:

هم آهنگ با بند (۲-۲) قسمت‌هایی که بایستی مورد مطالعه بوسیله ژئوفیزیک گرانی سنجی (ثقل سنجی یا گراویمتری) قرار گیرد و قسمت‌هایی که لازم است عملیات لرزه‌نگاری در آنجا انجام شود باید مشخص گردند. پس از بررسی و مشخص ساختن بخش‌هایی که باید مورد مطالعه ژئوفیزیک قرار گیرد، پیشنهاد عملیات ژئوفیزیک به کارفرما داده می‌شود. پیشنهاد بایستی همراه با نقشه مبنائی باشد که بر روی آن خطوط ژئوفیزیک یا شبکه‌های ژئوفیزیک مورد نیاز مشخص شده است. پس از تصویب اقدام به برنامه‌ریزی خواهد شد. استفاده از روش‌های نوین از قبیل Inversion- و Seismic Stratigraphy و Warp-Avo میبایستی مدنظر قرار گیرند.

### ۴-۱- گرانی سنجی:

۴-۱-۱- چنانچه مورد نظر باشد که گرانی سنجی انجام شود ترتیب انجام کار بشرح زیر است:

الف: گردآوری اطلاعات

ب: طراحی برداشت و انتخاب دستگاه

ج: عملیات صحرائی

د: تصحیحات و محاسبات

ه: تعبیر و تفسیر و تهیه نقشه

و: وارد کردن برونداده‌ها به بانک اطلاعاتی

ز: تهیه مدل بهینه زمین شناسی

ح: گزارش نهائی

تشخیص آنومالی‌ها و همچنین تشخیص ضخامت پوشش آبرفت‌ها و وجود احتمالی توده‌ها و کنبدهای نمکی در حد نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ و تجسس ادامه گسل‌های مشهود- یا تحقیق گسل‌های مشکوک. بررسی وجود دایک‌های نفوذی و کاوش در محدوده گنبدهای نمکی برای تشخیص تله‌های چینه‌ای که بررسی در حد نقشه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ انجام می‌گردد مورد نظر است.

### ۴-۱-۲- عملیات صحرائی:

در مورد کارهای شناسائی و تهیه نقشه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، عملیات عبارتست از برداشت پروفیل‌هایی در فواصل تقریبی ۲ کیلومتر از یکدیگر، و استقرار دستگاه روی هر خط در ایستگاه‌های حدود یک کیلومتر از یکدیگر. طول خط بستگی به وسعت دشت یا منطقه مورد برداشت دارد.

در برداشت‌های با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ فاصله پروفیل‌ها از هم ۱ کیلومتر یا کمتر و فاصله ایستگاه‌ها یعنی نقاط برداشت ۲۰۰ متر و یا کمتر خواهد بود.

عملیات نقشه‌برداری و قرائت‌های گراویمتری بموازات هم بایستی انجام شود، دقت کار نقشه‌برداری برای تعیین طول و عرض نقاط باید معادل دقت نقشه ۱:۵۰۰۰ باشد و حداکثر خطای مجاز در اندازه‌گیری ارتفاع نقاط ۳+ سانتیمتر است. در صورت موافقت کارفرما نقشه‌برداری بوسیله G.P.S ( تعیین موقعیت ماهواره‌ای ) انجام خواهد گرفت. ضمناً گرفتن نقاط پلانیمتری و حداقل یک نقطه آلتیمتری از سازمان نقشه‌برداری ضرورت دارد.

لازم بذکر است که خطوط و ایستگاه‌ها با حروف و شماره بایستی مشخص شده باشند و برای آنها برگ مشخصات درست شده باشد که یک نسخه در دست نقشه‌بردار و یک نسخه در اختیار اپراتور گراویمتری باشد که اشتباهی پیش آمد نکند. ضروری است داده‌های گردآوری شده صحرائی بصورت رقومی ثبت شده و آماده پردازش‌های رایانه‌ای باشد.

### ۳-۱-۴- انجام تصحیحات و محاسبات:

بطور کلی باید عوارش و پدیده‌هایی که علاوه بر تغییرات دانسیته موجب تغییرات  $g$  می‌گردند شناسائی و از اندازه‌گیری خارج گردند تا نتیجه دلخواه بدست آید:  
بر مبنای رابطه‌های استاندارد که در این موارد وجود دارد محاسبه گردد و رئوس آنها بشرح زیر است:

الف: تصحیحات عرض جغرافیائی

ب: تصحیحات ارتفاع محل از سطح دریا

ج: تصحیحات وضعیت پستی و بلندیهای اطراف

چنانچه در انجام این تصحیحات از روش گرافیک استفاده شود بایستی از نقشه‌های توپوگرافی با دقت خطوط تراز ۱۰ متر و یا دقیقتر استفاده شود.

د: تصحیحات اثر ماه و خورشید

انجام این تصحیحات با تصحیحات روزانه دستگاه ( Drift ) بطور یکجا بلامانع است.

این تصمیمات از طریق برنامه‌های رایانه‌ای انجام خواهد گرفت.

### ۴-۱-۴- تعبیر و تفسیر و تهیه نقشه

پس از انجام تصحیحات، ارزش‌های گراویمتری بر روی نقشه منطقه مورد مطالعه نقل می‌گردد. محاسبه عمق پدیده‌هایی که باعث آنومالی‌ها هستند با استفاده از اطلاعات زمین شناسی موجود و اندازه‌گیری دانسیته سنگها در رخنمون‌های اطراف - و یا اندازه‌گیری دانسیته از روش‌های غیرمستقیم مثل

استفاده از روش نلتون (Nettelton) یا روش های دیگر متناسب با توپوگرافی و یا استفاده از نمودارهایی که از چاه های نزدیک به محل در دست باشد و غیره می تواند تعیین شود. با یک رشته محاسبات الگویی و تغییر دادن پارامترهای عمق و دانسیته در جهت مناسب مدلی باید بدست آورد که منحنی تئوری آن به منحنی حقیقی نزدیک باشد.

## ۴-۲- لرزه نگاری:

هدف از لرزه نگاری پیدا کردن ساختمانهای مناسب زمین شناسی است که احتمال تجمع هیدروکربور در آنها می رود. بهر حال اکتشاف لرزه نگاری به دو طریقه اصلی یا دو متد:

۱- لرزه نگاری انکساری

۲- لرزه نگاری انعکاسی

صورت می پذیرد.

پیمانکار بایستی شرکت ژئوفیزیکی معتبری را برای انجام عملیات لرزه نگاری در نظر بگیرد که دستگاهها و ماشین آلات مناسب برای انجام کارهای لرزه نگاری اعم انعکاسی و یا انکساری را داشته باشد که متناسب با نیاز اکتشافی منطقه، طریقه مناسب را اعمال نماید.

### ۴-۲-۱- نقشه برداری:

خطوط ژئوفیزیکی که بر روی نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی پیاده شده اند و به رویت نماینده کارفرما رسیده و مورد تصویب قرار گرفته اند، توسط نقشه برداری روی زمین بررسی می شود. در صورتیکه موانع توپوگرافی - زیست محیطی و غیره وجود داشته باشد، تغییرات لازم داده شده یا مجوزهای لازم کسب می گردد. سپس برای آغاز عملیات اقدام به تعیین ایستگاههای حفاری جهت انفجار و ایستگاههای محل استقرار ژئوفونها شده و علامت گذاری های لازم انجام می شود. و مختصات نقاط یاد شده برداشت می گردند.

### ۴-۲-۲- تولید امواج لرزه ای:

اگر منطقه ای که عملیات لرزه نگاری قرار است در آنجا انجام شود به گونه ایست که مصرف مواد انفجاری مجاز باشد این کار صورت خواهد گرفت.

چنانچه قسمتی از عملیات در جوار مراکز جمعیت باشد و یا از نزدیک ساختمان یا تأسیسات حساس و یا آثار باستانی و میراث فرهنگی می گذرد- شرکت ژئوفیزیکی میبایستی روش مناسب دیگری را جانشین روش انفجاری نماید. جانشین نمودن روش دیگر نباید به کیفیت برداشت ها لطمه وارد سازد.

### ۳-۲-۴- ژئوفون ها:

شرکت ژئوفیزیکی باید مجهز به تعداد کافی ژئوفونهای مناسب برای هر دو روش انعکاسی و انکساری مجهز باشد. بدیهی است تناسب سری ژئوفونها به تعداد کانال های ضبط میبایستی رعایت گردد. کابلها میبایستی از کیفیت خوب برخوردار بوده ، فرسودگی نداشته باشند. وسایل حمل - پخش نمودن و جمع آوری کابل ها و ژئوفون ها به گونه ای باشد که مانعی در سرعت کار تقبل شده توسط پیمانکار را فراهم نکند.

### ۴-۲-۴- دستگاه های ضبط:

ضبط روی نوارهای مغناطیسی و بطریقه دیجیتالی صورت می گیرد و بایستی قابل بازخوانی بوسیله کامپیوترهای مراکز بازخوانی باشد. دستگاه های ضبط قابل حمل با وسیله نقلیه سبک بایستی بکار گرفته شوند. ضمناً قادر باشند امواج مزاحم را از امواج دلخواه تفکیک نمایند. همچنین دستگاه ضبط بایستی قادر باشد امواج سطحی با فرکانس پائین را در حین عملیات صحرائی فیلتر نماید بطوریکه احتیاجی به تفکیک آنها در عملیات بازخوانی نباشد. سیستم ضبط میبایستی مجهز به بازخوانی موقت باشد و بتواند بررسی های بهینه سازی از قبیل انتخاب آرایش مناسب ژئوفونها و غیره را انجام دهد.

### ۵-۲-۴- بازخوانی:

منظور از بازخوانی؛ تبدیل اطلاعات جمع آوری شده از عملیات صحرائی لرزه نگاری به مدارک قابل تفسیر زمین شناسی است. و اطلاعاتی که بصورت نوار مغناطیس ضبط شده اند باید تبدیل به مقاطعی گردند که قابل قیاس با مقاطع زمین شناسی باشند. اولین اقدام حذف یا بحداقل رسانیدن امواج متداخله و مزاحم یا امواج ناخواسته است که همراه امواج انعکاسی ضبط شده اند اقدام بعدی ارائه امواج انعکاسی بصورت مقطع زمانی است.

پیمانکار یا شرکت ژئوفیزیکی که بخدمت گرفته شده است میبایست در ایران دارای مرکز بازخوانی قادر به انجام همه بررسی های متداول باشد و یا قرارداد انجام کار را در مرکز بازخوانی اکتشاف شرکت ملی نفت با آن مرکز منعقد نموده باشد. در صورتیکه بخواهد مدارک را برای بازخوانی به مراکز بازخوانی خارج از کشور ارسال دارد میبایستی موضوع را با کارفرما در میان گذاشته پس از هم آهنگی لازم نسبت به ارسال مدارک اقدام نماید.

#### ۶-۲-۴- تعبیر و تفسیر:

هدف از تعبیر و تفسیر لرزه نگاری بدست آوردن اطلاعات زمین شناسی از داده های لرزه نگاری است و محصول نهائی مدلی است نمایانگر مجموعه‌ای از لایه‌ها با عنایت به ضخامت ها و فرم ساختمانی آنها، در تهیه مدل میبایستی علاوه بر مدارک لرزه‌نگاری از:

الف: اطلاعات زمین شناسی روی زمین

ب: اطلاعات نمودار چاه‌های محدوده مورد مطالعه

بهره گرفت.

ضمناً منظور از تعبیر و تفسیر لرزه‌نگاری در مرحله اکتشافی همه انواع تعبیر و تفسیر اعم از ساختمانی- چینه‌ای و سنگ شناسی است. در تعبیر و تفسیر ساختمانی یک مدل سه بعدی، ساختمان یا پستی و بلندی زیرزمینی مدنظر میباشد. شکل پدیده زیرزمینی بدست آمده میبایستی هم از نظر زمین شناسی و هم از نظر هندسی قابل قبول باشد. فی الواقع داده‌های لرزه نگاری بایستی منجر به تشخیص ساختمان زیرزمینی بشود که در اثر عملکرد تکتونیک باعث تغییر شکل سنگ‌های رسوبی گردیده اند.

## بخش ۵

### ۵- حفاری

بخش حفاری مسئول تهیه و تدوین برنامه حفاری چاه بر اساس داده‌های زمین شناسی، تهیه اسناد فنی مناقصه جهت انتخاب پیمانکار اصلی عملیات حفاری و پیمانکاران جنبی، تهیه صورت مواد و مصالحی که تأمین آنها بر عهده مجری است. انتخاب نوع دستگاه حفاری متناسب با عمق نهائی چاه و نظارت دائمی و کامل بر چگونگی پیشرفت عملیات است.

مجری روش‌های کلی قراردادهای حفاری مانند اجاره روزانه و انجام پروژه بصورت کلید در دست و ... را به کارفرما پیشنهاد نموده و پس از تصویب، یکی از روش‌ها را بمورد اجراء می‌گذارد.

پیمانکار حفاری وظیفه دارد که دستگاه حفاری مطابق با درخواست مجری- انواع لوله‌های حفاری در اندازه‌های مختلف- وسایل ابزاربایی- شیرهای کنترل فوران- پرسنل فنی آزموده مطابق با استانداردهای مرسوم- وسایل استراحت کارکنان- وسایل حمل و نقل- وسایل مغزه‌گیری و سایر مایحتاج درخواستی مجری را تأمین نماید.

پیمانکاران جنبی عبارتند از: پیمانکار سیمانکاری که وسایل و ماشین آلات مربوطه را بایستی بطور دائم در محل کارگاه آماده نگهدارد- پیمانکار نمودارگیری - پیمانکار گل حفاری که اجرای تهیه سیالات مناسب مطابق با برنامه و رویدادهای اتفاقی را به عهده دارد و سایر سرویس دهندگان متخصص که در موقع لزوم به محل عملیات فراخوانده می‌شوند.

### ۱-۵- مهندسی حفاری:

وظایف عمده مهندسی حفاری به شرح زیر است:

تهیه و تدارک قرارداد پیمانکار عملیات حفاری و سایر پیمانکاران جنبی با صلاحدید کارفرما-تهیه و تنظیم برنامه حفاری چاه -تهیه گزارش‌های هفتگی و ماهیانه و تهیه گزارش نهایی و تکمیلی چاه.

همچنین مهندسی مواد و مصالح حفاری شامل: مطالعه و بررسی برنامه‌های طرح ریز شده به منظور پیش بینی و تدارک کالاهای مورد نیاز- برنامه ریزی تدارک لوازم- اجناس و ابزار حفاری و پیش بینی مدت لازم برای تهیه و تحویل آنها- انتخاب فروشندگان واجد شرایط -ارتباط با عملیات حفاری به منظور ارسال بموقع کالا- کنترل و تایید اسناد تهیه شده ورودی و خروجی از انبارها- هم آهنگی با مسئولین امور بازرگانی بمنظور تأمین بموقع کالا و بالاخره تماس دائم با مهندسین ناظر مقیم سر چاه.

اهم مطالب مندرج در یک برنامه حفاری شامل مطالب زیر است:

## ۱-۱-۵- پیش بینی عمق نهائی حفاری:

با توجه به هدف اصلی و هدف های جانبی که بایستی در این حفاری به آنها دستیابی حاصل شود عمق نهائی چاه پیش بینی میشود و نوع دستگاه حفاری متناسب با عمق نهایی که باید حفر شود انتخاب میگردد.

## ۲-۱-۵- قطر چاه (اندازه حفره های چاه)

## ۳-۱-۵- طراحی پروفایل چاه و نقاط جداره گذاری.

## ۴-۱-۵- مته حفاری: انتخاب مته های مناسب حفاری در هر مقطع.

## ۵-۱-۵- پیش بینی و طراحی نصب لوله های جداری.

## ۶-۱-۵- برنامه ریزی و نظارت بر نحوه نمونه گیری.

## ۷-۱-۵- طراحی گل حفاری.

## ۸-۱-۵- طراحی عملیات سیمانکاری.

## ۹-۱-۵- برنامه ریزی نمودار گیری.

## ۱۰-۱-۵- برنامه ریزی و هم آهنگی آزمایش های بهره دهی.

## ۱۱-۱-۵- برآورد ریز هزینه ها و زمانبندی پیشرفت حفاری.

## ۱۲-۱-۵- بررسی گزارش های حفاری چاه های همجوار برای پیش بینی چینه ها و

پیش بینی لایه های پر فشار و نقاط با هرز روی گل به مقدار زیاد.

## ۲-۵- عملیات حفاری:

### وظایف واحد عملیات حفاری:

رئیس عملیات حفاری مسئولیت نظارت بر پیمانکار و بطور کلی عملیات حفاری را از طریق مهندسین ناظر که در تمام مدت شبانه روز و از شروع تا خاتمه کار در محل مستقر میباشد عهده دار است. اهم نکات نظارت به شرح زیر است:

- نظارت بر اجرای صحیح کلیه عملیات بر اساس مفاد پیمان.

- حصول اطمینان از قابلیت و تعداد کارکنان پیمانکار

- ارزیابی فعالیت های در حال انجام و ارائه توصیه های علمی و عملی در رابطه با پیشرفت کار.

- حصول اطمینان از بکار گیری حداکثر نکات ایمنی.

- کنترل موجودی کالای مورد نیاز.

- بازرسی فنی دستگاه و کنترل کارائی ماشین آلات و دستگاه های مختلف حفاری شامل پمپ

ها، موتورها، سیستم گردش گل-سیستم کنترل فوران و غیره.



- نظارت بر انجام آزمایش ها و تمرین های مربوط به دستگاه کنترل فوران.
- نظارت مستقیم بر عملیات مشبک کاری، اسیدکاری و آزمایش چاه.
- تنظیم گزارش میزان خسارات وارده احتمالی به موارد و ابزار.
- سعی در صرفه جویی در مصرف مواد متعلق به کارفرما.
- مسئولیت در تهیه و ارسال گزارش های روزانه عملیات حفاری و گزارش های AIDC و تایید و اعلام موارد عدم مطابقت با قرارداد:
- وضعیت مته، گل حفاری، سیمان، لایه آزمائی.
- کنترل کیفی شرکت های سرویس دهنده.
- تنظیم جلسات روزانه بر اساس نیازهای عملیاتی برای تصمیم گیری در مورد عملیات حفاری، و بهینه نمودن آنها.
- مسئول عملیاتی پیمانکار (رئیس دستگاه حفاری) موظف است دستورات مهندس ناظر عملیات را فوراً به موقع اجرا بگذارد.

### ۳-۵- واحد پشتیبانی حفاری:

#### احداث جاده دسترسی و محل حفر چاه (سلر):

- با توجه به مطالعات زمین شناسی و ژئوفیزیکی محل چاه اکتشافی تعیین شده (بند ۱-۵-۲) طبق یک برنامه تنظیمی؛ گروهی متشکل از واحد های نقشه برداری، حفاری، مهندسی ساختمان، و زمین شناسی به اتفاق نظر چاه اکتشافی را روی زمین مشخص می نمایند.
- به منظور دسترسی به محل چاه از نقشه های توپوگرافی موجود استفاده شده با مطابقت دادن نقشه با مختصات چاه بهترین مسیر جاده دسترسی به محل چاه روی نقشه مشخص میشود هم زمان با برآوردهای مهندسی اقدامات حقوقی نسبت به تحصیل اراضی صورت می گیرد. پس از آن احداث جاده و احداث محل چاه به شرح زیر و از طریق مناقصه به اجرا گذاشته میشود.
- ۱-۳-۵- احداث جاده دسترسی از نقطه شروع تا محل چاه به عرض مفید ۷ متر به انضمام جوی های اطراف آن خواهد بود. ضمناً جاده دسترسی در محل انشعاب از جاده اصلی به طول ۲۰ متر و عرض ۱۴ متر ساخته شود.
- ۲-۳-۵- احداث محوطه چاه در ابعاد ۱۵۵×۱۰۰ متر.
- ۳-۳-۵- احداث گودال پس آب و مواد زائد به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر.
- ۴-۳-۵- احداث محوطه اردوگاه حفاری به ابعاد ۸۰×۱۰۰ متر به انضمام جاده دسترسی به محل اردوگاه.
- ۵-۳-۵- احداث کانالهای دفع آبهای سطحی ناشی از بارندگی در محل چاه، محل اردوگاه و اطراف جاده ها.
- ۶-۳-۵- شن ریزی محوطه چاه، محوطه اردوگاه و جاده های دسترسی شامل لایه های زیرین و رویه مورد نیاز.

- ۵-۳-۷- ساختمان دستگاه حفاری (سلر) به انضمام رامپ ها و پله های سلبه انضمام بتن ریزی اطراف آن.
- ۵-۳-۸- پی کنی و نصب لوله راهنمای چاه.
- ۵-۳-۹- احداث تختگاه بتنی محل نصب پمپ ها-موتورژنراتورها و محل استقرار کمپرسورهای هوا.
- ۵-۳-۱۰- احداث تختگاه ذخیره آب و گل حفاری و سکوهای بتنی استقرار پمپهای آب.
- ۵-۳-۱۱- احداث گودال سوخت و جاده دسترسی به آن به انضمام خط لوله فشار قوی مربوطه.
- ۵-۳-۱۲- احداث لوله کشی آب مناسب جهت آبرسانی به دکل از محل منابع مطمئن آب.
- ۵-۳-۱۳- احداث فونداسیون محل فرود هلیکوپتر در محلی مناسب و نزدیک به محل چاه.
- ۵-۳-۱۴- احداث سایر ابنیه فنی مورد نیاز از قبیل پلها-کالورتها-آبنما و سایر موارد مورد نیاز در کلیه موارد فوق الذکر.
- ۵-۳-۱۵- تعمیرات و راه اندازی لوله های آبرسانی و جاده های دسترسی مورد نیاز.
- ۵-۳-۱۶- بررسی و کنترل صورت وضعیت های ارائه شده توسط پیمانکاران.
- ۵-۳-۱۷- کنترل برنامه زمانبندی پروژه-پیشنهاد تغییرات لازم ضمن اجراء کار و نظارت بر اجراء.

## تقسیم بندی خدمات حفاری



### تعاریف

کارفرما: وزارت نفت

مجری: شرکت طرف قرارداد با وزارت نفت. برای انجام خدمات اکتشافی

پیمانکار: شرکت های طرف قرارداد با مجری

## بخش ۶

### ۶- پتروفیزیک

امروزه در دنیا خدمات نمودار گیری از چاه های نفت و گاز (Logging) یا چاه پیمائی توسط معدود شرکتهایی که تخصص در این رشته دارند ارائه می شود. ولی گرچه خدمات توسط پیمانکار انجام میشود، شرکت اکتشافی میبایستی دانش پتروفیزیکی کافی برای ارزیابی و برآورد داده های پتروفیزیکی را داشته باشد نیاز و برنامه های نمودار گیری را در مقاطع مختلف انجام دهد. همچنین در چاه های مختلف بسته به نوع لایه ها و مشخصات چاه، مشخصات گل حفاری، کمبود اطلاعات اکتشافی و غیره نوع نمودار را انتخاب نماید.

#### ۱-۶- اهداف نمودار گیری (Logging):

شامل:

- ۱-۶-۱- تطابق سازندها و دیگر واحد های چینه ای.
- ۲-۶-۱- تعیین زاویه و جهت انحراف چاه.
- ۳-۶-۱- اندازه گیری شیب لایه بندی.
- ۴-۶-۱- تشخیص آب-هیدروکربور(نفت یا گاز) در سنگ مخزن-تعیین مرز آب نمک با نفت-مرز نفت و گاز و تعیین مقدار هیدروکربور موجود در سنگ.
- ۵-۶-۱- تعیین مقدار تخلخل و تراوانی سنگ مخزن.
- ۶-۶-۱- تعیین نوع سنگ سازند ها و مقایسه آنها در چاه های مختلف.
- ۷-۶-۱- مشخص نمودن اطلاعات اختصاصی از سازند های تولید کننده؛ شامل میزان جابجایی سیالات-تأثیر مشبک کاری-نحوه و محل خروج سیال از سازند.
- ۸-۶-۱- تعیین زمان عبور امواج صوتی از مرز سازندها جهت ارزیابی نقشه های ژئوفیزیکی لرزه نگاری.
- ۹-۶-۱- خدمات اختصاصی حفاری مانند: اندازه گیری قطر چاه-کیفیت سیمانکاری پشت لوله های جداری- مشبک کاری-تعیین محدوده های نفوذ آب و گل حفاری و ... است.

#### ۲-۶- نظارت

چنانکه گفته شد نمودار گیری توسط پیمانکار انجام میشود. ولی مواردی که به طور کلی در نظارت بایستی اعمال گردد به شرح زیر میباشد:

##### ۱-۲-۶- جمع آوری اطلاعات لازم:

- ۱-۶-۲-۱- آگاهی از موقعیت چاه روی نقشه در محل-لازمه این امر دانستن شماره و نام چاه است.
- ۲-۶-۲-۱- چنانچه قبلاً نمودارهایی از چاه هایی در نواحی مجاور گرفته شده و قابل دسترسی باشد، مورد مطالعه قرار گیرد.
- ۳-۶-۲-۱- نوع گل حفاری، اعماقی که گل گم شده و میزان گل از دست رفته.
- ۴-۶-۲-۱- اندازه قطر مته و درجه انحراف چاه.

۵-۱-۲-۶- اطلاعات عمق سرسازندهای مختلف و محل پاشنه لوله های جداری و لوله های آستری.

۶-۱-۲-۶- فاصله ای که باید از آن نمودار گرفته شود.

۷-۱-۲-۶- سطوح تماس سیالات در مخزن چنانچه حین حفاری بدست آمده باشد.

۸-۱-۲-۶- بررسی نوع و تعداد نمودار هایی که باید در چاه رانده شود و مقایسه قطر دستگاه های نمودار گیر و اطمینان از اینکه برنامه نمودار گیری بدست پیمانکار رسیده باشد.

## ۲-۲-۶- نظارت قبل از شروع نمودار گیری:

۱-۲-۲-۶- اطلاعات جمع آوری شده با ناظر حفاری و زمین شناسی مقیم باید در میان گذاشته شود، تا ضمن حصول اطمینان از صحت اطلاعات-آخرین اطلاع از وضعیت چاه کسب گردد.

۲-۲-۲-۶- حضور به موقع هنگام بررسی و چک کردن وسایل توسط مهندس پیمانکار.

۳-۲-۲-۶- نظارت بر باز و بسته شدن قطریاب دستگاه ها و اطمینان از نصب حرارت سنج ها، و نظارت بر آزمایش شیرهای فوران گیر.

۴-۲-۲-۶- اطمینان از آمادگی مهندس گل حفاری برای آمادگی جمع آوری و تحویل نمونه گل به منظور اندازه گیری مقاومت الکتریکی.

## ۳-۲-۶- نظارت در هنگام عملیات نمودار گیری:

۱-۲-۳-۶- باید اطمینان حاصل شود که مقیاس رسم منحنی های نمودار با استانداردهای مورد تأیید شرکت ملی نفت ایران مطابقت داشته باشد.

۲-۲-۳-۶- با شناسایی لایه های کلیدی (مانند نمک-گچ و ...) و مقایسه پارامترهای اندازه گیری شده توسط دستگاه نمودار گیر-درستی کارکرد دستگاه ها باید کنترل شود. در صورت مشاهده هر گونه اختلاف در اطلاعات ثبت شده به مهندس پیمانکار هشدار داده خواهد شد تا رفع مشکل نماید. در صورت عدم موفقیت در رفع مشکل و اطمینان از خرابی نمودار گیر باید دستگاه موقتاً تا رفع عیب از چاه خارج شود.

۳-۲-۳-۶- ۵۰ متر از قسمت فوقانی و همین مقدار از پایین ترین قسمت بصورت مکرر باید نمودار گیری شود-نمودار های تکراری با نمودار اصلی باید تطابق داشته باشند. عدم تطابق بین نمودارهای تکراری و اصلی حاکی از اشکال در نحوه کارکرد دستگاه است که بایستی مرتفع گردد.

۴-۲-۳-۶- در صورت افتادن دستگاه نمودار گیر در چاه-باید فوراً مسئولین حفاری در جریان امر قرار گیرند.

۵-۲-۳-۶- سرسازندها، پاشنه لوله های جداری و عمق نهایی چاه اندازه گیری شده توسط نمودار بایستی با اطلاعات حفاری و زمین شناسی مطابقت داشته باشد در صورت مغایرت موضوع باید با مهندسین حفاری و زمین شناس مطرح و رفع مغایرت بعمل آید.

۶-۲-۳-۶- سرعت راندن دستگاه های نمودار گیر در چاه باید به میزان استاندارد توافق قبلی باشد(معمولاً برای نمودار های الکتریکی و صوتی ۱۸۰۰ فوت در ساعت و برای دستگاه های ترکیبی رادیواکتیو ۹۰۰-۶۰۰ فوت در ساعت) ضمناً سعی شود ترتیب راندن نمودار شامل:

الف) نمودار های الکتریکی

ب) نمودار های رادیواکتیو

ج) نمودارهای صوتی

د) سایر نمودارها

رعایت شود.

۷-۳-۲-۶- هنگام پائین فرستادن دستگاه نمودارگیر- در صورتیکه بعلت تنگی چاه امکان نمودارگیری کامل قبل از رسیدن به عمق نهائی فراهم نشود باید در همان عمق شروع به برداشت و ضبط اطلاعات نمود. لکن هم زمان باید موضوع جهت کسب تکلیف به اطلاع مسئولین برسد.

#### ۴-۲-۶- نظارت های بعد از نمودارگیری:

بعد از اتمام نمودارگیری اطلاعات زیر باید بر روی سربرگ نمودارها بطور دقیق موردبررسی قرار گیرد و از صحت آنها اطمینان حاصل گردد.

۱-۴-۲-۶- نام و نوع نمودار رانده شده، نوع چاه (اکتشافی یا توصیفی) شماره چاه و نام منطقه.

۲-۴-۲-۶- شماره دکل، مختصات جغرافیائی، ارتفاع دکل از سطح دریا، ارتفاع سطح مبنا از سطح دریا، عمق نهائی حفاری شده، عمق نهائی نمودار.

۳-۴-۲-۶- اعماق لوله‌های جداری و آستری و وزن آنها، اندازه مته، نوع گل حفاری و ویژگی‌های آن، مقاومت مخصوص الکتریکی گل حفاری در سرچاه و ته چاه، مقاومت مخصوص اندود گل (mud cake) در سرچاه و ته چاه، ماکزیمم درجه حرارت گل و زمان توقف گردش گل.

۴-۴-۲-۶- نام مهندس نمودارگیر، مهندس حفار، زمین شناسی، تاریخ نمودارگیری.

۵-۴-۲-۶- نسخه (Version) و شماره نوار کامپیوتری و مقیاس‌های نمودار که شامل مقیاس ۱:۲۰۰ یا ۱:۱۰۰۰ می باشد.

#### ۳-۶- تعبیر و تفسیر نمودار:

تعبیر و تفسیر بعضی از نمودارها با فوریت بایستی صورت گیرد که باعث اتلاف وقت و توقف حفاری نگردد مانند محاسبه سیمانکاری موقع راندن لوله های جداری و یا مشبک کاری قبل از انجام آزمایش ها و ... در این صورت توقع آنستکه نماینده واحد پتروفیزیک که برای نظارت بر امر نمودارگیری به محل اعزام شده است تعبیر و تفسیر لازم را در محل انجام دهد.

لکن بررسی برخی از نمودارها مستلزم دقت و محاسبات بوسیله برنامه‌های خاص است که بطور معمول در دفتر مرکزی و هم‌آهنگ با واحد مربوطه صورت می‌گیرد.

## بخش ۷

### ۷- آزمایش چاه ها:

هدف از آزمایش چاه ها ارزیابی سیال مخزن، فشار مخزن و دمای مخزن همچنین پتانسیل تولید- تعداد لایه‌های بهره ده و مشارکت تولیدی آنها- سطوح تماس آب و نفت و گاز- تراوایی - ضریب پوسته - شعاع تخلیه و تعیین خصوصیات سنگ مخزن می‌باشد.

آزمایش چاه ها به روش‌های زیر انجام می‌گردد:

#### ۷-۱- لایه آزمائی‌ها:

- لایه آزمائی با Mechanical DST در حفره باز و لوله جداری.
- لایه آزمائی با Full bore DST و فشار سنج‌های الکترونیکی.

#### ۷-۲- آزمایش بهره دهی:

- با تکمیل موقت و استفاده X-Tree
- با FB DST و دستگاه‌های تفکیک کننده.
- آزمایش‌های طولانی مدت برای مطالعه افت فشار و حدود مخزن.

### ۷-۳- (Repeat Formation Test)-R.F.T

فرستاده می‌شود و اندازه گیری ها به کمک ابزار الکترونیکی در سطح ثبت می‌شود.

#### ۷-۱- لایه آزمائی ( DST )

هدف از آزمایش DST بشرح زیر است:

تعیین سیال موجود در سنگ مخزن و بالا آوردن آن به صورت تازه و دست نخورده ( بدون آغشتگی با گل حفاری )، که این کار بوسیله محفظه مخصوصی که همراه با سایر ابزارها به عمقی که مورد نظر آزمایش می‌باشد پائین فرستاده می‌شود.

تعیین درجه حرارت:

درجه حرارت مخزن نیز بوسیله چارت مخصوص تعیین درجه حرارت که با بقیه ابزارها به پائین رانده می‌شود و در پایان آزمایش بالا کشیده می‌شود و با دقت باید تعیین گردد.

#### ۷-۲- آزمایش بهره دهی:

منظور از آزمایش بهره دهی مشخص ساختن مواردی از قبیل:

- توان تولید چاه.

- روند افت فشار.
- فشار جریان سیال در مقابل تولید.
- نسبت گاز به نفت تولید شده.
- نسبت گاز به مایعات گازی تولید شده.
- می باشد و علاوه بر اندازه گیری فشارهای سرچاه راندن فشار سنج‌های تحت الارضی مناسب به درون چاه در مورد چاه های نفتی ضرورت دارد.



## بخش ۸

### ۸- مهندسی مخازن

ارزیابی مخازن نفت و یا گاز شامل مراحل زیر خواهد بود:

- ۸-۱- بررسی منابع اطلاعات.
- ۸-۲- کنترل داده‌ها.
- ۸-۳- تعیین حدود میدان.
- ۸-۴- انجام محاسبات حجمی ذخائر.
- ۸-۵- تعیین پارامترهای تولید.
- ۸-۶- ساخت مدل ریاضی جهت پیش بینی بهره‌برداری و تعیین ضریب برداشت.

#### ۸-۱- بررسی اطلاعات:

- ۸-۱-۱- زمین شناسی
- ۸-۱-۲- ژئوفیزیک
- ۸-۱-۳- حفاری
- ۸-۱-۴- پتروفیزیک
- ۸-۱-۵- نتایج آزمایش مغزه‌ها
- ۸-۱-۶- نتایج آزمایش‌های چاه: میزان سیال‌های تولیدی، فشار اولیه، فشار میانگین مخزن، فشارهای جریان، مشخصات مخزن ( تراوایی، تخلخل ) و تعیین رابطه رفتار جریانی سازند ( IPR )
- ۸-۱-۷- آزمایش‌های فشار- حجم- دما ( PVT ): اندازه‌گیری خواص ترمودینامیکی سیالات ، تعیین ضریب حجمی، گاز محلول، گرانروی، تراکم پذیری و ترکیب سیالات تولیدی.

#### ۸-۲- کنترل داده‌ها:

- علاوه بر اینکه اطلاعات کاربردی در ارزیابی مخزن بایستی مستقلاً بررسی و کنترل گردند، در موارد زیر، داده‌های منابع مختلف با یکدیگر تطابق داده شده در صورت لزوم باید اصلاح گردند:
- ۸-۲-۱- تطابق نقشه‌های خطوط تراز ساختمانی بر روی افق هر مخزن با اطلاعات بدست آمده از حفاری چاه.
  - ۸-۲-۲- تأیید یا تصحیح خواص فیزیکی مخزن با استفاده از داده‌های ژئوفیزیکی و آزمایش سازند.
  - ۸-۲-۳- تطابق داده‌های زمین شناسی در مورد جنس و ترکیب سنگ با تعبیر و تفسیر نمودارها.
  - ۸-۲-۴- تطابق و اصلاح پارامترهای مخزن از تعبیر و تفسیر نمودارها ( وزن مخصوص دانه‌های سنگ، اشباع آب، تخلخل و ... ) با داده‌های آزمایش مغزه.
  - ۸-۲-۵- تطابق اطلاعات سیالات تولیدی با نتایج آزمایش‌های فشار- حجم- دما ( مانند نسبت سیالات و نقطه شبنم ) و شرایط مخزن.

کلیه اطلاعات مربوط به زمین شناسی، ژئوفیزیک، پتروفیزیک، مغزه‌ها، آزمایش‌ها و مهندسی مخزن پایه به صورت رقومی در یک بانک اطلاعاتی بطوریکه در رایانه قابل دسترسی باشد، نگهداری می‌شود. تا بتوان در بررسی و مطالعات بعدی تکمیلی دسترسی و تحلیل آنها سریعاً امکان پذیر باشد.

### ۳-۸- تعیین حدود میدان:

تعیین بستگی های افقی و قائم، تعیین وسعت و گستردگی سیال در سنگ مخزن و تعیین ارتفاع ستونهای نفت و گاز بشرح زیر مورد توجه است:

- ۱-۳-۸- تعیین افق‌های مستقل مخزنی و تعیین شروع و انتهای لایه بهره‌ده.
- ۲-۳-۸- تعیین سطوح تماس سیالات: چنانچه چاه سطوح تماس را قطع نموده باشد از داده‌های پتروفیزیکی و آزمایش‌های بهره‌برداری استفاده می‌شود. و اگر سطوح تماس در چاه قطع نشده باشند از طریق اندازه‌گیری های فشار، نمودار فشار سازند و پروفیل فشار بر حسب عمق و ... محاسبه می‌گردد.
- ۳-۳-۸- در صورتیکه سطح تماس هیدروکربن و آب مشخص نباشد از اطلاعات چینه‌ای، زمین شناسی ساختمانی و ژئوفیزیک برای تعیین حدود مخزن استفاده خواهد شد. عمیق ترین منحنی تراز بسته ساختمانی و یا گسل محدودکننده و یا گسترش سنگ مخزن، حدود مخزن را تعیین می‌نماید.

### ۴-۸- انجام محاسبات حجمی ذخایر:

محاسبات حجمی ذخایر برای هر افق مخزنی به طور مستقل و جداگانه باید انجام گیرد و شامل؛ محاسبه حجم سنگ مخزن، خواص پتروفیزیکی مخزن، تعیین خواص ترمودینامیکی مخزن و تعیین ضریب برداشت می‌باشد. در این مورد بایستی روش محاسبه ذکر گردد. نظر باینکه ضریب برداشت تابع عوامل متعدد است و بطور عمده تابعی از اقتصاد طرح و شیوه بهره‌برداری از مخزن می‌باشد، مقدار آن میبایستی به کمک مطالعات شبیه‌سازی مخزن تعیین گردد.

#### ۱-۴-۸- محاسبه حجم سنگ مخزن:

مساحتی نقشه‌های ساختمانی شروع و انتهای سازند، تهیه منحنی سطح بر حسب عمق برای بالا و قاعده لایه، سطوح تماس سیالات، نقطه گریز ساختمانی و دیگر عوارض موثر در تعیین حجم تله نفتگیر (هیروکریور) باید محاسبه و یا انجام شود.

#### ۲-۴-۸- محاسبه پارامترهای پتروفیزیکی:

بر اساس نتایج آزمایش مغزه‌ها (تخلخل، تراوایی و منحنی‌های تراوایی نسبی)، نمودارهای بهره‌برداری (PLT) و گرانیروی (Viscosity) سیال، حدود برش پارامترهای پتروفیزیکی برای تعیین ضخامت خالص لایه باید انتخاب گردد. بر اساس مقادیر محاسبه شده محاسبه حجم خالص سنگ و میانگین حجمی تخلخل و اشباع آب میسر شود.

### ۳-۴-۸- خواص ترمودینامیکی سیالات:

بر اساس پروفیل‌های فشار و دما و عمق، فشار و دمای مخزن باید تعیین گردد. و در فشار و دمای تعیین شده ضریب حجمی سیالات از داده‌های فشار - حجم - دما (PVT) استخراج شود. با توجه به کیفیت نمونه گیری و آزمایش های انجام شده دامنه تغییرات حجمی سیالات تعیین شود.

### ۴-۴-۸- ضریب برداشت:

نظر باینکه ضریب برداشت تابعی از: وضعیت مخزن، موقعیت محلی میدان، سرعت بهره‌برداری، مکانیسم‌های تولید و بهره‌افزائی می‌باشد، بهتر است ضریب برداشت با کمک مدل‌های شبیه‌سازی تعیین گردد.

### ۵-۸- تعیین پارامترهای تولید:

حجم در جای اولیه هیدروکربور مورد نظر است که با توجه به ضریب برداشت، ذخیره قابل برداشت محاسبه می‌شود. معمولاً با دو روش حجمی و روش تخمین انجام می‌شود. با استفاده از مدل‌هایی نظیر مدل احتمالاتی مونت کارلو، هیدروکربور در جا و ذخیره قابل برداشت به صورت احتمال ۵۰ درصد (p50)، احتمال ۹۰ (p90) و احتمال ۱۰٪ (p10) ارائه می‌گردد.

### ۶-۸- ساخت مدل جهت پیش بینی شیوه بهره‌برداری از میدان:

با ساخت مدل ریاضی و با استفاده از داده‌های متعدد زمین شناسی، سنگ شناسی، پتروفیزیکی، آزمایش مغزه‌ها، داده‌های PVT، آزمایش‌های چاه، مدل عملکرد آینده مخزن باید پیش بینی گردد. پیش بینی در حالات مختلف بشرح زیر است:

- پیش بینی عملکرد مخزن با تولید طبیعی.
  - پیش بینی عملکرد با تزریق گاز و تعیین میزان تزریق گاز.
  - پیش بینی عملکرد مخزن با تزریق آب و تعیین میزان آب.
  - پیش بینی عملکرد با تزریق آب و گاز و تعیین میزان تزریق.
  - پیش بینی عملکرد با میزان تولیدهای متفاوت.
  - تعیین تولید بهینه.
  - بررسی حساسیت‌های مخزن به پارامترهای مختلف.
  - بررسی حساسیت‌های مخزن به نرخ تخلیه.
- این داده‌ها در محاسبات اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرند و الگو یا مدل پیشنهادی در شبیه‌سازی مخزن، باید قابلیت تغذیه اطلاعات جدید و پیش بینی عملکردهای آینده را طی سالهای متمادی داشته باشد.