



جمهوری اسلامی ایران

وزارت نفت

کلیات شرح خدمات

اکتشاف منابع هیدروکربنی در صنعت نفت

(ویرایش دوم)

جناب آقای دکتر کرباسیان

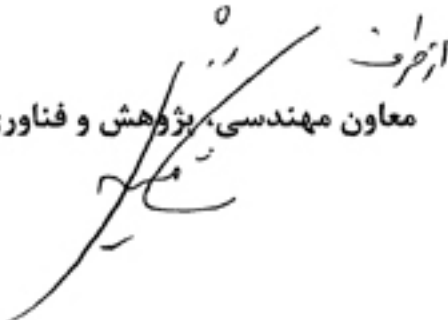
معاون محترم وزیر و مدیرعامل شرکت ملی نفت ایران

موضوع: ابلاغ آزمایشی سند کلیات شرح خدمات اکتشاف منابع هیدروکربنی در صنعت نفت

باسلام،

احتراماً، به استناد مفاد جزء ۵ بند الف ماده ۳ قانون وظایف و اختیارات وزارت نفت و در راستای تحقق اهداف این جزء در ارتباط با فعالیت‌های اکتشافی شرکت‌های تابعه شرکت ملی نفت ایران، به پیوست سند "کلیات شرح خدمات اکتشاف منابع هیدروکربنی در صنعت نفت" که در کارگروه تخصصی متشکل از ۸۵ نفر از کارشناسان ارشد و نمایندگان شرکت‌های تابعه شرکت ملی نفت و بخش خصوصی، با برگزاری بیش از ۳۰ جلسه ظرف مدت دو سال و در قالب ۱۴ فصل تدوین گردیده است، جهت بهره‌برداری و اجرا در طرح‌ها و پروژه‌های اکتشافی، به مدت شش ماه به صورت آزمایشی، به عنوان جایگزین نشریه شماره ۰۰۱ سال ۱۳۸۰ این معاونت، ابلاغ می‌گردد. خواهشمند است دستور فرمائید ضمن اطلاع‌رسانی به شرکت‌های تابعه، هرگونه نظرات تکمیلی و یا اصلاحی را در مدت ابلاغ آزمایشی سند مذکور، جهت تدوین سند نهایی، به این معاونت اعلام نمایند. مزید استحضار، نسخه الکترونیکی سند از طریق تارنمای اداره کل نظام فنی و اجرایی و ارزشیابی طرح‌ها (det-mop.ir)، قابل دسترسی و بهره‌برداری می‌باشد.

از طرف
معاون مهندسی، پژوهش و فناوری



به نام آفریدگار

کلیات شرح خدمات اکتشاف منابع هیدروکربنی در صنعت نفت

وزارت نفت

معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری

اداره کل نظام فنی و اجرایی و ارزشیابی طرحها

۱۳۹۷

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
۱- کلیات.....	۱۶
۱-۱ هدف.....	۱۶
۲-۱ گستره.....	۱۶
۳-۱ معرفی منطقه مورد مطالعه اکتشافی.....	۱۶
۴-۱ ایمنی، بهداشت و محیط زیست و کیفیت.....	۱۶
۵-۱ تهیه برنامه زمان بندی و نمودار ساختار شکست پروژه.....	۱۶
۲- زمین شناسی سطح الارضی.....	۱۷
۱-۲ کلیات.....	۱۷
۲-۲ گردآوری، مطالعه و بررسی داده ها و مستندات.....	۱۷
۳-۲ زمینشناسی عمومی.....	۱۷
۴-۲ چینه شناسی و دیرینه شناسی.....	۱۸
۵-۲ رسوب شناسی.....	۱۸
۶-۲ زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک.....	۱۹
۷-۲ تهیه گزارش و اخذ تاییدیه کارفرما.....	۲۰
۳- ژئوشیمی.....	۲۱
۱-۳ کلیات.....	۲۱
۲-۳ نمونه برداری.....	۲۱
۳-۳ روش های آزمایشگاهی.....	۲۲
۱-۳-۳ آنالیز پیرولیز راک-اول.....	۲۲
۲-۳-۳ مطالعات پتروگرافی آلی.....	۲۲
۳-۳-۳ آنالیزهای مقدماتی شیمیایی.....	۲۲
۴-۳-۳ آنالیزهای تکمیلی شیمیایی.....	۲۲
۴-۳ تهیه گزارش نهایی.....	۲۲
۴- نقشه برداری.....	۲۳
۱-۴ کلیات.....	۲۳
۲-۴ نقشه برداری پروژه لرزه نگاری در مناطق خشکی.....	۲۳
۱-۲-۴ جمع آوری و بروزرسانی نقشه های پایه منطقه عملیاتی.....	۲۳
۲-۲-۴ دریافت اطلاعات طراحی پروژه.....	۲۳
۳-۲-۴ شناسایی منطقه.....	۲۳
۴-۲-۴ کالیبره کردن تجهیزات نقشه برداری.....	۲۳

- ۲۳ ۴-۲-۵ ایجاد و تثبیت شبکه ژئودزی ماهواره‌ای در منطقه عملیاتی
- ۲۴ ۴-۲-۶ عملیات پیاده‌سازی نقاط روی زمین
- ۲۴ ۴-۳-۳ نقشه‌برداری پروژه غیر لرزه‌ای در مناطق خشکی
- ۲۴ ۴-۳-۱ جمع‌آوری و بروزرسانی نقشه‌های پایه منطقه عملیاتی
- ۲۵ ۴-۳-۲ دریافت اطلاعات طراحی پروژه
- ۲۵ ۴-۳-۳ شناسایی منطقه
- ۲۵ ۴-۳-۴ کالیبره کردن تجهیزات نقشه‌برداری
- ۲۵ ۴-۳-۵ ایجاد و تثبیت شبکه ژئودزی ماهواره‌ای در منطقه عملیاتی
- ۲۵ ۴-۳-۶ عملیات پیاده‌سازی نقاط روی زمین
- ۲۶ ۴-۴-۴ نقشه‌برداری برای پروژه لرزه‌نگاری در آب
- ۲۶ ۴-۴-۱ لرزه‌نگاری منطقه گذار از خشکی به دریا (آبی-خاکی)
- ۲۶ ۴-۴-۲ نقشه‌برداری بخش آبی در لرزه‌نگاری به روش کابل‌های کف دریا (OBN&OBC)
- ۲۶ ۴-۴-۳ نقشه‌برداری بخش لرزه‌نگاری دریایی
- ۲۷ ۴-۵ پروژه آب‌نگاری
- ۲۷ ۴-۶ نقشه‌برداری هوایی
- ۲۸ ۴-۷-۱ سنجش از دور
- ۲۸ ۴-۷-۱ کلیات
- ۲۸ ۴-۷-۲ اهمیت فعالیت‌ها در سنجش از دور
- ۲۹ ۴-۸-۱ سیستم اطلاعات مکانی (GIS)
- ۲۹ ۴-۸-۱ کلیات
- ۲۹ ۴-۸-۲ اهمیت فعالیت‌ها در GIS
- ۲۹ ۴-۹ تهیه گزارش و اخذ تایید کارفرما
- ۳۰ ۵- ژئوفیزیک
- ۳۰ ۵-۱ کلیات
- ۳۰ ۵-۲ روش‌های غیر لرزه‌ای
- ۳۰ ۵-۲-۱ ملاحظات کلی
- ۳۰ ۵-۲-۲ روش‌های میدان پتانسیل
- ۳۰ ۵-۲-۲-۱ گرانیسنجی خشکی
- ۳۰ ۵-۲-۲-۱-۱ طراحی
- ۳۱ ۵-۲-۲-۲-۱ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
- ۳۱ ۵-۲-۲-۲-۱-۳ پردازش و تفسیر نهایی
- ۳۱ ۵-۲-۲-۲-۲ مغناطیس‌سنجی خشکی
- ۳۱ ۵-۲-۲-۲-۱ طراحی
- ۳۲ ۵-۲-۲-۲-۲ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
- ۳۲ ۵-۲-۲-۲-۳ پردازش و تفسیر

۳۲	..... ۳-۲-۲-۵ گرانیسنجی دریایی
۳۲	..... ۱-۳-۲-۲-۵ طراحی
۳۲	..... ۲-۳-۲-۲-۵ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
۳۳	..... ۳-۳-۲-۲-۵ تفسیر
۳۳	..... ۴-۲-۲-۵ مغناطیس سنجی دریایی
۳۳	..... ۱-۴-۲-۲-۵ طراحی
۳۳	..... ۲-۴-۲-۲-۵ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
۳۳	..... ۳-۴-۲-۲-۵ پردازش و تفسیر
۳۴	..... ۵-۲-۲-۵ مغناطیس سنجی هوایی
۳۴	..... ۱-۵-۲-۲-۵ طراحی
۳۴	..... ۲-۵-۲-۲-۵ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
۳۴	..... ۳-۵-۲-۲-۵ پردازش
۳۴	..... ۴-۵-۲-۲-۵ تفسیر
۳۵	..... ۳-۲-۵ روش‌های الکترو مغناطیس
۳۵	..... ۱-۳-۲-۵ کلیات
۳۵	..... ۲-۳-۲-۵ الکترومغناطیس خشکی
۳۵	..... ۱-۲-۳-۲-۵ طراحی
۳۵	..... ۲-۲-۳-۲-۵ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
۳۶	..... ۳-۲-۳-۲-۵ پردازش و تفسیر
۳۶	..... ۲-۳-۲-۵ الکترومغناطیس دریایی (CSEM)
۳۶	..... ۱-۳-۳-۲-۵ طراحی
۳۶	..... ۲-۳-۳-۲-۵ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
۳۷	..... ۳-۳-۳-۲-۵ پردازش و تفسیر
۳۷	..... ۳-۵ روش‌های لرزه‌ای
۳۷	..... ۱-۳-۵ کلیات
۳۷	..... ۲-۳-۵ عملیات
۳۷	..... ۱-۲-۳-۵ شناسایی
۳۸	..... ۲-۲-۳-۵ طراحی
۳۸	..... ۱-۲-۲-۳-۵ کلیات
۳۸	..... ۲-۲-۲-۳-۵ ورودی‌های طراحی
۳۸	..... ۳-۲-۲-۳-۵ خروجی‌های طراحی
۳۹	..... ۳-۲-۳-۵ برداشت داده‌ها
۳۹	..... ۱-۳-۲-۳-۵ برداشت داده‌ها در خشکی
۴۰	..... ۲-۳-۲-۳-۵ برداشت داده‌ها در منطقه گذار از خشکی به دریا (آبی- خاکی)
۴۰	..... ۳-۳-۲-۳-۵ برداشت داده‌ها در لرزه‌نگاری به روش کابل‌های کف دریا

۴۱	..... ۵-۳-۲-۳ برداشت داده‌ها در لرزه‌نگاری دریایی
۴۱	..... ۵-۳-۳ پردازش داده‌های لرزه‌نگاری
۴۳	..... ۵-۳-۴ تفسیر
۴۳	..... ۵-۳-۴-۱ کلیات
۴۳	..... ۵-۳-۴-۲ تفسیر ساختمانی و چینه‌ای
۴۴	..... ۵-۳-۴-۳ تفسیر خصوصیات مخزنی
۴۴	..... ۵-۳-۴-۴ لرزه‌نگاری درون‌چاهی
۴۵	..... ۵-۳-۴-۵ لرزه‌نگاری زمان‌گذر
۴۵	..... ۵-۳-۴-۶ لرزه‌نگاری غیرعامل
۴۶	..... ۶- زمین‌شناسی تحت‌الارضی
۴۶	..... ۶-۱ کلیات
۴۶	..... ۶-۲ مطالعات
۴۶	..... ۶-۲-۱ گردآوری، مطالعه، بررسی داده‌ها و مستندات
۴۶	..... ۶-۲-۲ مطالعات ناحیه‌ای
۴۶	..... ۶-۲-۳ مطالعات میدانی
۴۶	..... ۶-۲-۳-۱ ملاحظات کلی
۴۶	..... ۶-۲-۳-۲ زمین‌شناسی عمومی
۴۶	..... ۶-۲-۳-۳ چینه‌شناسی و دیرینه‌شناسی
۴۷	..... ۶-۲-۳-۴ رسوب‌شناسی
۴۷	..... ۶-۲-۳-۵ زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک
۴۷	..... ۶-۲-۴ مطالعات ژئوشیمی
۴۷	..... ۶-۲-۵ تجزیه و تحلیل سیستم هیدروکربنی و ارزیابی ریسک زمین‌شناسی
۴۷	..... ۶-۲-۶ محاسبات حجم ذخیره (قبل از حفاری)
۴۸	..... ۶-۲-۷ مدل‌سازی سیستم هیدروکربنی
۴۸	..... ۶-۲-۸ معرفی و اولویت‌بندی اهداف اکتشافی
۴۸	..... ۶-۲-۹ تعیین موقعیت چاه (مختصات چاه)
۴۹	..... ۶-۲-۱۰ برنامه پیش‌بینی زمین‌شناسی چاه
۴۹	..... ۶-۳ عملیات
۴۹	..... ۶-۳-۱ آماده‌سازی برنامه عملیات
۴۹	..... ۶-۳-۲ زمین‌شناسی عملیات حفاری
۵۰	..... ۶-۳-۳ زمین‌شناسی سرچاه
۵۰	..... ۶-۳-۴ فعالیت دفتری
۵۰	..... ۶-۳-۵ تهیه گزارش و ارایه به کارفرما
۵۱	..... ۶-۴ مطالعات زمین‌شناسی مخزن (مدل‌سازی استاتیک مخزن)
۵۲	..... ۷- مدل‌سازی حوضه‌های رسوبی و سیستم‌های هیدروکربنی

۵۲	۱-۷ کلیات
۵۳	۲-۷ شناسایی کلی منطقه و بررسی کمی داده های موجود
۵۳	۳-۷ امکان سنجی اولیه طرح
۵۳	۴-۷ گردآوری داده ها و اطلاعات و ارزیابی کمی و کیفی آنها
۵۳	۵-۷ زمین شناسی حوضه و سیستم های هیدروکربنی
۵۳	۱-۵-۷ زمین شناسی عمومی منطقه
۵۳	۲-۵-۷ زمین شناسی ساختمانی
۵۴	۳-۵-۷ چینه شناسی
۵۴	۴-۵-۷ سنگ شناسی و رسوب شناسی
۵۴	۵-۵-۷ مدل چینه شناسی ناحیه ای
۵۵	۶-۷ ژئوشیمی حوضه و سیستم های هیدروکربنی
۵۵	۱-۶-۷ ارزیابی ژئوشیمیایی سنگ های منشاء احتمالی
۵۵	۲-۶-۷ ارزیابی ژئوشیمیایی سیالات هیدروکربنی
۵۵	۳-۶-۷ مطالعات ژئوشیمی مخزن
۵۶	۷-۷ مطالعات پتروفیزیکی در مدل سازی حوضه و سیستم های هیدروکربنی
۵۶	۸-۷ مطالعات ژئوفیزیکی
۵۶	۱-۸-۷ تجزیه و تحلیل داده های غیر لرزه ای
۵۷	۲-۸-۷ کنترل کیفیت و بازپردازش داده های لرزه ای
۵۷	۳-۸-۷ بهبود کیفیت و تفسیر ساختمانی لرزه ای
۵۷	۴-۸-۷ یکپارچه سازی داده های لرزه ای، آنالیز نشانگرهای لرزه ای، وارون سازی لرزه ای و تخمین خواص مخزنی
۵۷	۵-۸-۷ تهیه نقشه ناپیوستگی های عمده با استفاده از تفسیر داده های لرزه ای (چینه شناسی لرزه ای)
۵۸	۶-۸-۷ آنالیز رخساره های لرزه ای
۵۸	۷-۸-۷ آنالیز سرعت، ساخت مدل سرعتی، تبدیل به عمق و ارایه گزارش نهایی فعالیت های ژئوفیزیکی
۵۸	۹-۷ مدل سازی حوضه و سیستم های هیدروکربنی
۵۸	۱-۹-۷ مدل سازی یک بعدی
۵۸	۲-۹-۷ مدل سازی ساختمانی دو بعدی
۵۸	۳-۹-۷ مدل سازی دو بعدی
۵۹	۴-۹-۷ مدل سازی ساختمانی سه بعدی
۵۹	۵-۹-۷ مدل سازی سه بعدی
۵۹	۶-۹-۷ تلفیق اطلاعات
۶۰	۸- آماده سازی محل حفاری
۶۰	۱-۸ خشکی
۶۰	۱-۱-۸ احداث مسیر دسترسی
۶۰	۱-۱-۱-۸ ملاحظات کلی
۶۰	۲-۱-۱-۸ مشخصات طرح هندسی

- ۶۰ ۸-۱-۱-۳ مشخصات فنی
- ۶۰ ۸-۱-۱-۳-۱ روسازی
- ۶۰ ۸-۱-۱-۳-۲ ابنیه فنی
- ۶۱ ۸-۱-۲ احداث محل اردوگاه و محوطه چاه اکتشافی
- ۶۱ ۸-۱-۲-۱ محوطه چاه اکتشافی
- ۶۱ ۸-۱-۲-۱-۱ محوطه
- ۶۱ ۸-۱-۲-۱-۲ تختگاه بتنی
- ۶۱ ۸-۱-۲-۱-۳ گودال VSP
- ۶۱ ۸-۱-۲-۱-۴ گودال گل و روغن
- ۶۲ ۸-۱-۲-۱-۵ احداث گودال آتش و راه دسترسی آن
- ۶۲ ۸-۱-۲-۲ محل اردوگاه
- ۶۲ ۸-۱-۲-۲-۱ کلیات
- ۶۲ ۸-۱-۲-۲-۲ روسازی
- ۶۲ ۸-۱-۲-۲-۳ سپتیک تانک
- ۶۲ ۸-۱-۲-۲-۴ فنس کشی
- ۶۲ ۸-۱-۲-۲-۵ پانل بتنی زیر مخازن گازوییل
- ۶۲ ۸-۱-۳ احداث خط لوله آتش و خط لوله آب و متعلقات آن
- ۶۲ ۸-۱-۳-۱ کلیات
- ۶۲ ۸-۱-۳-۲ احداث خط لوله آبرسانی و متعلقات
- ۶۲ ۸-۱-۳-۳ خط لوله آبرسانی
- ۶۲ ۸-۱-۳-۴ احداث محل استقرار پمپ آب (پمپ سایت)
- ۶۲ ۸-۱-۳-۵ استخر ذخیره آب
- ۶۳ ۸-۱-۳-۳ خط لوله آتش و آب
- ۶۳ ۸-۲ فراساحل
- ۶۳ ۸-۲-۱ آب‌های کم عمق
- ۶۳ ۸-۲-۱-۱ مطالعات بسترسنجی قبل از حفاری
- ۶۳ ۸-۲-۱-۱-۱ برداشت فاصله بین خطوط
- ۶۴ ۸-۲-۱-۲ برداشت‌های لرزه‌نگاری سطحی/تصویربرداری بستر کم عمق دریا
- ۶۴ ۸-۲-۱-۳ بررسی‌های ژئوتکنیکی
- ۶۴ ۸-۲-۱-۴ ارزیابی مخاطرات زیردریایی
- ۶۵ ۸-۲-۲ آب‌های عمیق
- ۶۵ ۸-۲-۲-۱ مطالعات بسترسنجی قبل از حفاری
- ۶۵ ۸-۲-۲-۱-۱ نمونه‌گیری مستقیم از رسوبات کف بستر
- ۶۵ ۸-۲-۲-۲ تعیین عمق آب
- ۶۵ ۸-۲-۲-۳ شناسایی پدیده‌های بستر دریا

- ۸-۲-۲-۱-۴ تهیه مقاطع لرزه‌ای با قدرت تفکیک بالا از اعماق کم زیر بستر دریا ۶۵
- ۸-۲-۲-۲-۲ ارزیابی مخاطرات زبردریایی ۶۵
- ۹- حفاری چاه اکتشافی ۶۷
- ۹-۱ کلیات ۶۷
- ۹-۲ مهندسی حفاری ۶۷
- ۹-۲-۱ ملاحظات کلی ۶۷
- ۹-۲-۲ سیاست‌های کلی حفاری ۶۷
- ۹-۲-۳ تهیه برنامه حفاری ۶۷
- ۹-۲-۴ طراحی چاه بر مبنای برنامه پیش‌بینی زمین‌شناسی ۶۷
- ۹-۲-۴-۱ ملاحظات کلی ۶۸
- ۹-۲-۴-۲ معرفی خطرات حفاری پیشرو حین عملیات حفاری هر یک از مقاطع و روش‌های کنترل آنها ۶۸
- ۹-۲-۴-۳ ارزیابی روش کنترل فوران چاه ۶۸
- ۹-۲-۴-۴ مطالعه میدانی اطراف ۶۹
- ۹-۲-۴-۵ طراحی لوله جداری و آستری ۶۹
- ۹-۲-۴-۶ طراحی سیال حفاری ۶۹
- ۹-۲-۴-۷ طراحی و انتخاب مته ۶۹
- ۹-۲-۴-۸ طراحی رشته حفاری ۶۹
- ۹-۲-۴-۹ طراحی هیدرولیک ۷۰
- ۹-۲-۴-۱۰ طراحی پارامترهای حفاری ۷۰
- ۹-۲-۴-۱۱ طراحی سیمان ۷۰
- ۹-۲-۴-۱۲ طراحی تجهیزات سرچاهی ۷۰
- ۹-۲-۴-۱۳ طراحی سیستم حفاری و تعلیق سازی موقت چاه (MLS) ۷۰
- ۹-۲-۴-۱۴ تلفیق برنامه‌های مهندسی نفت ۷۱
- ۹-۲-۴-۱۵ برآورد کالا و مواد ۷۱
- ۹-۲-۴-۱۶ برآورد خدمات ۷۱
- ۹-۲-۴-۱۷ انتخاب نوع دستگاه حفاری ۷۱
- ۹-۲-۵ روش و چیدمان قرارگیری دکل در محل انتخابی (فراساحل) ۷۱
- ۹-۲-۶ برآورد زمان‌بندی حفاری چاه ۷۱
- ۹-۲-۷ برآورد هزینه چاه ۷۲
- ۹-۲-۷-۱ هزینه کالا و مواد ۷۲
- ۹-۲-۷-۲ هزینه خدمات حفاری ۷۲
- ۹-۲-۷-۳ هزینه خدمات مهندسی نفت ۷۲
- ۹-۲-۷-۴ هزینه لجستیک و پشتیبانی ۷۲
- ۹-۲-۷-۵ هزینه مهندسی ساختمان (خشکی) ۷۲
- ۹-۲-۷-۶ هزینه بستر سنجی (فراساحل) ۷۲

- ۷۲ ۸-۲-۹ برآورد کالای مورد نیاز چاه‌های اکتشافی طبق برنامه‌های بلند مدت
- ۷۳ ۹-۲-۹ تهیه اسناد فنی مناقصات و ارزیابی فنی
- ۷۳ ۱-۹-۲-۹ ملاحظات کلی
- ۷۳ ۲-۹-۲-۹ خدمات حفاری
- ۷۳ ۳-۹-۲-۹ کالا و مواد
- ۷۳ ۱۰-۲-۹ تهیه گزارش دوره‌ای و نهایی چاه‌ها
- ۷۳ ۱-۱۰-۲-۹ ملاحظات کلی
- ۷۳ ۲-۱۰-۲-۹ گزارش‌های سالیانه
- ۷۴ ۳-۱۰-۲-۹ گزارش‌های ماهیانه
- ۷۴ ۴-۱۰-۲-۹ گزارش‌های نهایی چاه (گزارش‌های تکمیلی)
- ۷۴ ۱۱-۲-۹ کنترل مستمر انطباق عملیات با برنامه حفاری
- ۷۴ ۳-۹ عملیات حفاری
- ۷۴ ۱-۳-۹ کلیات
- ۷۴ ۲-۳-۹ اعلام موقعیت و تحویل محل چاه به پیمانکار حفاری
- ۷۴ ۳-۳-۹ تحویل گرفتن جاده و محل چاه از واحد مهندسی ساختمان (خشکی)
- ۷۵ ۴-۳-۹ نظارت بر انتقال، برپایی و تایید آماده به کار بودن دستگاه و خدمات حفاری
- ۷۵ ۵-۳-۹ خدمات حفاری
- ۷۵ ۶-۳-۹ هدایت و نظارت بر اجرای عملیات و خدمات حفاری
- ۷۶ ۷-۳-۹ درخواست کالا و مواد
- ۷۶ ۸-۳-۹ درخواست به موقع خدمات حفاری و هماهنگی جهت انتقال به محل چاه
- ۷۶ ۹-۳-۹ کنترل کارآیی ماشین‌آلات و دستگاه‌ها
- ۷۶ ۱۰-۳-۹ کنترل کارآیی مجموعه فوران‌گیر
- ۷۶ ۱۱-۳-۹ تایید کارکرد پیمانکاران و بررسی و تایید صورت وضعیت بر اساس کارکرد و قرارداد
- ۷۶ ۱۲-۳-۹ مدیریت لجستیک و پشتیبانی
- ۷۶ ۱-۱۲-۳-۹ ملاحظات کلی
- ۷۷ ۲-۱۲-۳-۹ خدمات شناوری ترابری (فراساحل)
- ۷۷ ۲-۱۲-۳-۹ خدمات ترابری هوایی
- ۷۷ ۴-۱۲-۳-۹ خدمات انبارداری
- ۷۷ ۵-۱۲-۳-۹ خدمات بارگیری و باربری
- ۷۷ ۶-۱۲-۳-۹ خدمات لنگراندازی (فراساحل)
- ۷۷ ۷-۱۲-۳-۹ خدمات لایروبی (فراساحل)
- ۷۷ ۸-۱۲-۳-۹ خدمات تعمیرات زیردریایی (فراساحل)
- ۷۳ ۱۳-۳-۹ تهیه گزارش‌های روزانه
- ۷۷ ۱۴-۳-۹ حصول اطمینان از صلاحیت فنی، صحت عملکرد و تعداد کارکنان پیمانکار
- ۷۷ ۱۵-۳-۹ ارزیابی توصیه‌های فنی و عملی در رابطه با پیشرفت کار

- ۹-۳-۱۶ حصول اطمینان از به کارگیری حداکثر نکات ایمنی ۷۸
- ۹-۳-۱۷ کنترل موجودی کالای مورد نیاز ۷۸
- ۹-۳-۱۸ برگزاری جلسات هماهنگی روزانه عملیات ۷۸
- ۹-۳-۱۹ پایش و هدایت عملیات حفاری چاهها ۷۸
- ۹-۳-۲۰ تایید صورت حساب پیمانکاران ۷۸
- ۹-۳-۲۱ مدیریت بهبود روند انجام عملیات حفاری ۷۸
- ۱۰- مهندسی پتروفیزیک ۷۹
- ۱۰-۱- ملاحظات کلی ۷۹
- ۱۰-۱-۲- عملیات مهندسی پتروفیزیک ۷۹
- ۱۰-۲-۱- پیگیری برنامه عملیات حفاری چاه هدف ۷۹
- ۱۰-۲-۲- تهیه و بروزرسانی برنامه پیش بینی نمودارگیری بر اساس اهداف مطالعات ۷۹
- ۱۰-۲-۳- برگزاری جلسات فنی ۷۹
- ۱۰-۲-۴- نظارت بر عملیات نمودارگیری ۷۹
- ۱۰-۲-۵- بررسی مالی و فنی صورتحسابها ۸۰
- ۱۰-۳- مطالعات مهندسی پتروفیزیک ۸۰
- ۱۰-۳-۱- فاز جمع آوری اطلاعات و ساماندهی بانک اطلاعاتی ۸۰
- ۱۰-۳-۲- فاز توصیف پتروفیزیکی مخزن ۸۰
- ۱۰-۳-۲-۱- آماده سازی و پردازش داده ها ۸۰
- ۱۰-۳-۲-۲- مدل سازی پایه بر اساس ارزیابی چاه های کلیدی ۸۱
- ۱۰-۳-۲-۳- ارزیابی پتروفیزیکی نهایی بر اساس مدل های پتروفیزیکی پایه ۸۲
- ۱۰-۳-۳- انجام مطالعات پیشرفته پتروفیزیکی ۸۲
- ۱۰-۳-۳-۱- تعبیر و تفسیر نمودارهای پیشرفته ۸۲
- ۱۰-۳-۳-۲- تعیین رخساره های الکتریکی ۸۲
- ۱۰-۳-۳-۳- تخمین تراوایی ۸۳
- ۱۰-۳-۳-۴- محاسبه پارامترهای الاستیک جهت مطالعات ژئومکانیکی ۸۳
- ۱۰-۳-۴- ارایه نتایج و اخذ تاییدیه کارفرما ۸۳
- ۱۰-۳-۵- برآورد مالی و تهیه اسناد مناقصه ۸۳
- ۱۱- مطالعات ژئومکانیک ۸۴
- ۱۱-۱- جمع آوری داده ۸۴
- ۱۱-۱-۱- جمع آوری داده های استاتیکی ۸۴
- ۱۱-۱-۲- جمع آوری داده های دینامیکی ۸۵
- ۱۱-۲- یکسان سازی داده های دینامیکی و استاتیکی ۸۶
- ۱۱-۳- تخمین فشار منفذی ۸۶
- ۱۱-۴- تخمین فشار روباره ۸۶
- ۱۱-۵- تعیین جهت و اندازه تنش های کمینه و بیشینه ۸۶

- ۱۱-۶ تهیه مدل یک بعدی ژئومکانیکی ۸۶
- ۱۱-۷ ارائه برنامه برای تهیه مدل سه بعدی و چهار بعدی ۸۷
- ۱۱-۸ ارائه گزارش و اخذ تاییدیه کارفرما ۸۷
- ۱۲- مهندسی مخزن ۸۸
- ۱۲-۱ کلیات ۸۸
- ۱۲-۲ مطالعات مهندسی مخزن پیش از حفاری چاه اکتشافی ۸۸
- ۱۲-۲-۱ جمع‌آوری و بررسی داده‌های مورد نیاز مهندسی مخزن ۸۸
- ۱۲-۲-۲ تهیه گزارش پیش‌بینی مهندسی مخزن ۸۸
- ۱۲-۳ مطالعات مهندسی مخزن در هنگام حفاری چاه اکتشافی ۸۸
- ۱۲-۳-۱ برنامه‌ریزی و نظارت بر مغزه‌گیری ۸۸
- ۱۲-۳-۲ تفسیر و آنالیز داده‌های به دست آمده از واحد نمودارگیری گل حفاری ۸۸
- ۱۲-۳-۳ برنامه‌ریزی و نظارت بر عملیات ثبت فشار سازند ۸۸
- ۱۲-۳-۴ تفسیر و تحلیل نتایج ثبت فشار به منظور تعیین حد فواصل لایه‌آزمایی ۸۹
- ۱۲-۴ عملیات مهندسی مخزن پس از اتمام حفاری ۸۹
- ۱۲-۵ مطالعات مهندسی مخزن پس از حفاری چاه اکتشافی ۸۹
- ۱۲-۵-۱ جمع‌آوری و کنترل کیفی داده‌های موجود ۸۹
- ۱۲-۵-۱-۱ ارائه گزارش ۸۹
- ۱۲-۵-۲ مطالعات مهندسی مخزن پایه ۸۹
- ۱۲-۵-۲-۱ بررسی اطلاعات به دست آمده از آزمایش چاه ۸۹
- ۱۲-۵-۲-۲ کنترل کیفی و تحلیل اطلاعات RCAL/SCAL مربوطه به مغزه‌ها ۸۹
- ۱۲-۵-۲-۳ کنترل کیفی و تحلیل اطلاعات PVT سیال مخزن ۸۹
- ۱۲-۵-۲-۴ آنالیز شرایط اولیه مخزن ۸۹
- ۱۲-۵-۲-۵ بررسی و مدل‌سازی حرکت عمودی سیالات در ستون عمودی چاه (VFP) ۹۰
- ۱۲-۵-۲-۶ محاسبات تعیین حجم هیدروکربور درجا ۹۰
- ۱۲-۵-۲-۷ ارائه گزارش ۹۰
- ۱۲-۶ مدل‌سازی دینامیک مخزن و تطبیق تاریخچه ۹۰
- ۱۲-۶-۱ ارائه گزارش ۹۰
- ۱۳- آزمایش و تکمیل چاه ۹۱
- ۱۳-۱ کلیات ۹۱
- ۱۳-۲ مطالعات ۹۱
- ۱۳-۲-۱ تهیه برنامه انجام عملیات آزمایش ساق مته مکانیکی ۹۱
- ۱۳-۲-۲ تهیه برنامه انجام عملیات آزمایش خشک فشار ۲ ۹۱
- ۱۳-۲-۳ تهیه برنامه پیش‌بینی تکمیل، آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاه‌ها ۹۱
- ۱۳-۲-۴ تهیه برنامه عملیاتی تکمیل، آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاه‌ها ۹۱
- ۱۳-۲-۴-۱ تهیه برنامه تکمیل موقت چاه ۹۱

- ۱۳-۲-۴-۲ تهیه برنامه آزمایش چاه ۹۲
- ۱۳-۲-۴-۳ تهیه برنامه انگیزش و اسیدکاری و فرازآوری چاه ۹۲
- ۱۳-۲-۴-۴ تهیه برنامه کشتن چاه ۹۲
- ۱۳-۲-۴-۵ طراحی و آماده سازی برنامه احتمالی مانده یابی ۹۳
- ۱۳-۲-۴-۶ ارزیابی و برآورد نتایج حاصل از عملیات آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاه ۹۳
- ۱۳-۲-۴-۷ ارزیابی و بهینه سازی عوامل موثر در بهره دهی لایه هیدروکربوری ۹۳
- ۱۳-۲-۴-۸ تهیه گزارش نهایی تکمیل، آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاهها ۹۳
- ۱۳-۳-۱۳ اجرای عملیات و نظارت (خشکی و فراساحلی) ۹۳
- ۱۳-۳-۱۳ اجرای عملیات و نظارت بر آزمایش ساق مته مکانیکی ۹۳
- ۱۳-۳-۲ اجرای عملیات و نظارت بر آزمایش خشک فشار ۹۳
- ۱۳-۳-۳ انجام نظارت قبل از شروع عملیات مربوط به چاه آزمایی ۹۳
- ۱۳-۳-۴ اجرای عملیات و نظارت بر تکمیل، آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاهها ۹۴
- ۱۳-۳-۵ تهیه گزارشات روزانه ۹۴
- ۱۳-۳-۶ بازدید و نظارت بر لوله های مغزی درون چاهی و اتصالات آنها ۹۴
- ۱۳-۳-۷ تهیه اسناد فنی مناقصات و بررسی صورت وضعیت پیمانکاران ۱۶
- ۱۴- تهیه گزارش کشف میدان ۹۵
- ۱۴-۱ گزارش پایانی عملیات فازهای اکتشافی ۹۵
- ۱۴-۱-۱ گزارش مطالعات زمین شناسی ۹۵
- ۱۴-۱-۲ گزارش مطالعات ژئوفیزیکی ۹۵
- ۱۴-۱-۳ گزارش عملیات حفاری ۹۵
- ۱۴-۱-۴ گزارش مطالعات مهندسی نفت ۹۵
- ۱۴-۲ ارزیابی اقتصادی اولیه میدان ۹۵
- ۱۴-۲-۱ هزینه های اکتشافی ۹۵
- ۱۴-۲-۲ پیش بینی سناریو تولید ۹۵
- ۱۴-۲-۳ پیش بینی هزینه های توسعه و تولید ۹۵
- ۱۴-۲-۳-۱ هزینه های حفاری چاه ۹۵
- ۱۴-۲-۳-۲ هزینه های انتقال ۹۵
- ۱۴-۲-۳-۳ هزینه های تاسیسات بهره برداری ۹۵
- ۱۴-۲-۴ پیش بینی درآمد حاصل از میدان ۹۵
- ۱۴-۲-۵ محاسبه شاخص های اقتصادی میدان ۹۵
- ۱۴-۲-۵-۱ پیش بینی پارامترهای اقتصادی ۹۵
- ۱۴-۲-۵-۲ شاخص ارزش فعلی خالص ۹۶
- ۱۴-۲-۵-۳ شاخص بازده داخلی ۹۶
- ۱۴-۲-۵-۴ شاخص بازده سرمایه گذاری ۹۶
- ۱۴-۳ ارائه گزارش و اخذ تاییدیه کارفرما ۹۶

شورای سیاست گذاری			
ردیف	نام و نام خانوادگی	شرکت / سازمان	سمت
۱	امید شاکری	معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت	مدیر کل نظام فنی و اجرایی و ارزشیابی طرحها
۲	محبوبه سلیمانی	معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت	معاون نظام فنی و اجرایی پایین دست صنعت نفت
۳	امیر فرجی	معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت	معاون نظام فنی و اجرایی بالادست صنعت نفت

کار گروه تخصصی تدوین سند			
ردیف	نام و نام خانوادگی	شرکت / سازمان	سمت
۱	مهران مفخمی	معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت	رئیس ضوابط فنی و مهندسی بالادست صنعت نفت
۲	رضا حسینزاده	معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت	کارشناس ارشد ضوابط مهندسی بالادست صنعت نفت (دبیر کارگروه)
۳	امیر بنی اسدی	معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت	کارشناس ارشد ارزیابی صلاحیت بالادست صنعت نفت
۴	محمد رضا بحرانی پور	معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت	رئیس گروه مهندسی نفت، مخزن و حفاری
۵	امید افشاریان زاده	معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت	مسئول نظام جامع کیفیت
۶	مرتضی فرخی	شرکت نفت خزر	کارشناس زمین شناسی
۷	حمیدرضا صادقی	شرکت نفت خزر	ناظر ارشد نقشه برداری
۸	سعید ساجدی	شرکت نفت خزر	ناظر بر عملیات طراحی و ژئوفیزیک
۹	علی جعفری	شرکت نفت خزر	رئیس نظارت و عملیات ژئوفیزیک
۱۰	محمد سعید حسینزاد	شرکت نفت خزر	کارشناس پتروفیزیک
۱۱	احمد حسینزادگان	شرکت نفت خزر	کارشناس آزمایش و تکمیل چاه
۱۲	یداله بهرامیان	شرکت نفت خزر	ناظر ارشد عملیات حفاری
۱۳	محمد رضا یوسف پور	شرکت نفت فلات قاره ایران	رئیس طرحها و برنامهها
۱۴	یحیی محمد فرح بد	شرکت نفت فلات قاره ایران	کارشناس ارشد طرح و برنامه
۱۵	احسان حسینی	شرکت نفت فلات قاره ایران	زمین شناس
۱۶	علیرضا حیدریان	شرکت نفت فلات قاره ایران	کارشناس ارشد ژئوفیزیک
۱۷	فرشاد علوی	شرکت نفت فلات قاره ایران	رئیس واحد حفاری اکتشاف
۱۸	سعید محمد خانی	شرکت نفت فلات قاره ایران	کارشناس
۱۹	محمد یحیی دهقانی	شرکت نفت مناطق مرکزی ایران	رئیس طرحها و برنامهها
۲۰	سام الدین اسماعیلی	شرکت نفت مناطق مرکزی ایران	رئیس ژئوفیزیک
۲۱	سیده طاهره حسینی نیا	شرکت نفت مناطق مرکزی ایران	زمین شناس ارشد
۲۲	ثریا حسین وش	شرکت نفت مناطق مرکزی ایران	کارشناس ژئوفیزیک
۲۳	کاظم استیری	شرکت نفت مناطق مرکزی ایران	کارشناس نقشه برداری
۲۴	هادی سردار	شرکت نفت مناطق مرکزی ایران	کارشناس ژئوفیزیک
۲۵	امین بیرانوند	شرکت نفت مناطق مرکزی ایران	کارشناس پتروفیزیک
۲۶	بهمن عبدحسینی	شرکت نفت مناطق مرکزی ایران	کارشناس ارشد تعمیر و تکمیل چاه
۲۷	بهمن گودرزی	شرکت نفت و گاز پارس	رئیس پروژه (نماینده دائم شرکت)
۲۸	حسن نظام اسلامی	شرکت نفت و گاز پارس	کارشناس ارشد ژئوفیزیک
۲۹	جواد امرایی	شرکت نفت و گاز پارس	کارشناس ارشد زمین شناسی
۳۰	میشا پزشکی	شرکت نفت و گاز پارس	کارشناس زمین شناسی
۳۱	سید میلاد رضوی	شرکت نفت و گاز پارس	کارشناس پتروفیزیک
۳۲	محمد شجاع الدینی اردکانی	شرکت نفت و گاز پارس	کارشناس مخزن
۳۳	عادل ارسطو	شرکت نفت و گاز پارس	کارشناس حفاری

کارشناس ارشد بهره‌برداری	شرکت نفت و گاز پارس	حسن کیانیان	۳۴
کارشناس فنی و اقتصادی (نماینده دائم مدیریت)	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	مظاهر یاوری	۳۵
رئیس تفسیر غیرلرزه‌ای	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	شهاب قمی	۳۶
رئیس مطالعات غیرلرزه‌ای	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	عباس مجیدی	۳۷
رئیس پردازش و تفسیر گرانی‌سنجی	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	مهرداد ابوبی	۳۸
رئیس نظارت بر لرزه‌نگاری دریایی و آبی-خاکی	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	محمد رضا گریوانی	۳۹
مسئول پروژه‌های عملیاتی	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	محمد رضا بختیاری	۴۰
رئیس نظارت بر لرزه‌نگاری سه بعدی	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	احمد کمایستانی	۴۱
رئیس پایگاه داده مکانی	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	صاحبعلی فرجی	۴۲
رئیس نقشه‌برداری دریایی و عملیات ناوبری	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	مهدی زرینی	۴۳
کارشناس ارشد نقشه‌برداری	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	یحیی الله توکلی	۴۴
رئیس نظارت بر عملیات زمین‌شناسی-م ۱	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	محمدحسین محمدی	۴۵
رئیس مطالعات زمین‌شناسی	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	بهزاد صفاری	۴۶
کارشناس امور قراردادها	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	دینا فرجی	۴۷
کارشناس ارشد هماهنگی طرح‌ها	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	ابراهیم صباغیان	۴۸
رئیس برآوردهای مهندسی ساختمان	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	برمک ابراهیم‌زاده	۴۹
کارشناس نظارت بر عملیات پتروفیزیک	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	پژمان محرمیان	۵۰
کارشناس آزمایش چاه‌ها	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	علیرضا گوگونانی	۵۱
کارشناس آزمایش چاه‌ها و انگیزش چاه‌ها	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	سعید پورراد	۵۲
کارشناس مهندسی مخازن	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	میثاق دلالت	۵۳
کارشناس مهندسی مخازن	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	محمد ابراهیمی	۵۴
رئیس نظارت بر تکمیل و تعمیر چاه	مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران	علیرضا علوی	۵۵
قائم مقام (نماینده دائم شرکت)	شرکت عملیات اکتشاف نفت	حسین مومنان	۵۶
سرپرست مطالعات مخزن	شرکت عملیات اکتشاف نفت	آرزو رضایی	۵۷
مدیر توسعه کسب و کار	شرکت ژئوفیزیک دانا	قاسم حیدری	۵۸
مدیر حفاری	شرکت ژئوفیزیک دانا	محمد رحیمی	۵۹
مدیر زمین‌شناسی و مهندسی مخزن	شرکت ژئوفیزیک دانا	شهرام امینی	۶۰
کارشناس حفاری	شرکت حفاری دانا	محمد حسین نودری	۶۱
مدیر بازرگانی	شرکت حفاری دانا	عباس خدادادی	۶۲
مدیر عملیات حفاری	شرکت انرژی دانا	فرهاد رشیدی	۶۳
مسئول پروژه ژئوفیزیک	پژوهشگاه صنعت نفت	فربرز طالبی	۶۴
رئیس گروه ژئوشیمی	پژوهشگاه صنعت نفت	بیوک قربانی	۶۵
رئیس گروه ژئوفیزیک	پژوهشگاه صنعت نفت	ناصر کشاورز	۶۶
مسئول طرح	پژوهشگاه صنعت نفت	بیژن بیرانوند	۶۷
مسئول طرح	پژوهشگاه صنعت نفت	علی قجری	۶۸
مسئول پروژه	پژوهشگاه صنعت نفت	علی اکبر رحیمی بهار	۶۹
پژوهنده	پژوهشگاه صنعت نفت	محمد پروازدوان	۷۰
پژوهنده	پژوهشگاه صنعت نفت	علیرضا مومنی	۷۱
رئیس زمین‌شناسی	شرکت پارس پترو زاگرس	ماشالله فتحی	۷۲
رئیس ژئوفیزیک	شرکت پارس پترو زاگرس	کاظم کاظمی	۷۳
کارشناس ارشد ژئوفیزیک	شرکت پارس پترو زاگرس	پرهام مددی	۷۴
کارشناس ارشد مهندسی حفاری	شرکت پارس پترو زاگرس	کاوه کلانتر هرمزی	۷۵
رئیس عملیات حفاری	شرکت پارس پترو زاگرس	عبدالله قاسم‌پور	۷۶
رئیس واحد مهندسی پتروفیزیک	شرکت پارس پترو زاگرس	علی امید	۷۷

مهندس مخزن	شرکت پارس پترو زاگرس	امید نسیاری فام	۷۸
رییس عملیات حفاری	شرکت پارس پترو زاگرس	مهدی امینی	۷۹
کارشناس ژئوفیزیک و ژئومکانیک	شرکت پارس پترو زاگرس	رسول رنجبر کرمی	۸۰
مهندس تولید	شرکت پارس پترو زاگرس	عبدالحسین افکار	۸۱
رییس مهندسی نفت (نماینده دائم شرکت)	شرکت حفاری شمال	علیرضا حیدری زاده	۸۲
کارشناس	شرکت حفاری شمال	جلیل سروی زاده	۸۳
رییس مهندسی و برنامه‌ریزی حفاری پروژه‌ها	شرکت ملی حفاری ایران	محرم مظاهری	۸۴
سرپرست پروژه مهندسی	شرکت ملی حفاری ایران	کوشان مالکی	۸۵

۱- کلیات

۱-۱ هدف

به منظور یکسان‌سازی فعالیت‌های اکتشاف منابع هیدروکربنی در زیر مجموعه‌های وزارت نفت، سند حاضر توسط معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت با بهره‌گیری از همکاری متخصصین شرکت‌های تابعه وزارت نفت و پیمانکاران جهت تعیین، تبیین و تعریف چارچوب‌های لازم برای کلیه کارفرمایان و پیمانکاران در امر مهم تدوین شرح کار تفصیلی اکتشاف منابع هیدروکربنی تهیه شده است.

۱-۲ گستره

حدود کاربرد این سند، کلیه خدمات اکتشاف منابع هیدروکربنی در میادین خشکی و دریایی در محدوده جغرافیایی ایران را در بر می‌گیرد و ترتیب فصول آن بر اساس فعالیت و فرآیندهایی است که منجر به شناسایی اهداف اکتشافی در یک میدان می‌گردد.

۱-۳ معرفی منطقه مورد مطالعه اکتشافی

در این قسمت، لازم است تا حدود منطقه قراردادی^۱ برای انجام مطالعات اکتشافی به طور دقیق تعریف گردد.

۱-۴ ایمنی، بهداشت و محیط زیست و کیفیت^۲

در کلیه فعالیت‌های مربوط به فصول این سند، رعایت الزامات ایمنی، بهداشت و محیط زیست و کیفیت مطابق استانداردها و ضوابط درون‌سازمانی، ملی و بین‌المللی پذیرفته و ابلاغ شده توسط وزارت نفت ضروری است. به موازات، لازم است برای فعالیت‌های اجرایی درون مناطق تحت اکتشاف، از قبیل لرزه‌نگاری، حفاری، جاده‌سازی و غیره مجوزهای لازم از نهادها و موسسات مربوطه از جمله سازمان حفاظت محیط زیست، منابع طبیعی، نهادهای نظامی، مالکین خصوصی (معارضین) و مواردی از این دست اخذ شود. آرایه HSE Plan الزامی است.

۱-۵ تهیه برنامه زمان‌بندی و نمودار ساختار شکست پروژه

بسته به نیاز کارفرما، سطح ساختار شکست پروژه مشخص برای تمامی بخش‌های قرارداد تعیین و برنامه زمان‌بندی بر این اساس آرایه می‌گردد.

۱-۶ تهیه اسناد فنی مناقصات و بررسی صورت وضعیت پیمانکاران

بر اساس ضرورت کارفرما می‌تواند شرح خدمات زیر را به مشاور/ پیمانکار واگذار نماید:

- تهیه اسناد فنی مناقصات
- بازنگری دوره‌ای در قراردادهای پیمانی متناسب با نوع عملیاتها و مناطق جغرافیایی و مشکلات موجود
- تنظیم و برپایی جلسات فنی ماهیانه با پیمانکاران مرتبط جهت رفع نقایص احتمالی در حین عملیات.
- بررسی صورت وضعیت پیمانکاران

¹ Contract Area

² HSEQ

۲- زمین‌شناسی سطح‌الارضی^۱

۱-۲ کلیات

زمین‌شناسی سطح‌الارضی شامل انجام فعالیت‌های چینه‌شناسی، دیرینه‌شناسی، رسوب‌شناسی و زمین‌شناسی ساختمانی است که منجر به مطالعه و شناسایی ساختارهای زمین‌شناسی می‌شود که مستعد ذخیره هیدروکربن (تله نفت‌گیر^۲) می‌باشد.

۲-۲ گردآوری، مطالعه و بررسی داده‌ها و مستندات

فعالیت‌های مورد نیاز این بخش شامل موارد زیر است:

- مطالعات کتابخانه‌ای و اینترنتی شامل کتب، مقالات و نشریات
- استفاده از نقشه‌ها و داده‌های منطقه مورد مطالعه و نواحی مجاور (جغرافیایی، هواشناسی، توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی، ساختمانی، عمق‌سنجی - بسته به مورد)
- مطالعه و بررسی گزارش‌ها و مستندات فنی^۳ تهیه شده قبلی نظیر گزارش‌های چاه‌ها، مغزه‌ها، نمودارهای چاه‌پیمایی، گزارش‌های فسیل‌شناسی، چینه‌شناسی، رسوب‌شناسی، ژئوشیمیایی و مواردی از این دست
- گردآوری و مطالعه داده‌های چاه
- تهیه گزارش و اخذ تاییدیه کارفرما

در این بند سایر داده‌های مورد درخواست کارفرما نیز با جزئیات در شرح کار تفصیلی ذکر می‌شود.

۳-۲ زمین‌شناسی عمومی

در این بخش، لازم است تا فعالیت‌های زیر متناسب با نیاز کارفرما در شرح کار تفصیلی گنجانده شود:

- تهیه نقشه پایه
- تعیین و تعریف محدوده جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه
- چینه‌شناسی عمومی ناحیه مورد مطالعه
- زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک عمومی ناحیه مورد نظر
- بازدید میدانی
- تهیه گزارش و اخذ تاییدیه کارفرما

¹ Surface Geology

² Trap

³ Technical Report

۲-۴ چینه‌شناسی^۱ و دیرینه‌شناسی^۲

فعالیت‌های چینه‌شناسی بر اساس مقاطع تعیین شده توسط کارفرما، شامل ولی نه محدود به موارد زیر می‌باشد:

- سنگ‌چینه‌نگاری^۳ (تعیین دقیق واحدهای سنگی و مرزهای آنها، توصیف سنگ‌شناسی و اطلاعات صحرائی، وضعیت ناپیوستگی‌ها)
- زیست‌چینه‌نگاری^۴ (تهیه زون‌های زیستی^۵ و گستره زیستی^۶، تعیین مرزهای فسیل‌شناسی)
- زمان‌چینه‌نگاری^۷ (تعیین سن زمین‌شناسی واحدها)
- چینه‌شناسی سکansı^۸ (تعیین الگوهای انباشتگی^۹، تعیین سطوح چینه‌شناسی، تعیین افت تراز^{۱۰}، تغییرات نسبی سطح آب دریا، تعیین ناپیوستگی‌ها، تعیین نوع سکانس‌ها و پاراسکانس‌ها، تعیین طرح‌های قطع‌شدگی^{۱۱})
- چینه‌شناسی ایزوتوپی و شیمیایی^{۱۲} (بسته به درخواست کارفرما)
 - اندازه‌گیری تغییرات ایزوتوپ اکسیژن و کربن جهت تعیین دمای دیرینه سیال و دمای دیاژنتیکی و حوادث چینه‌ای
 - تغییرات ایزوتوپ استرانسیم جهت تعیین سن مطلق واحدهای رسوبی
 - تغییرات عناصر اصلی و فرعی جهت تعیین شرایط تغییرات شیمیایی حوضه رسوبی دیرینه
- چینه‌شناسی مغناطیسی^{۱۳} (بسته به درخواست کارفرما)
- چینه‌شناسی اقلیمی^{۱۴} (بسته به درخواست کارفرما)
- تطابق چینه‌ای ناحیه‌ای^{۱۵}
- تهیه نقشه‌های هم‌ضخامت^{۱۶}
- تهیه گزارش و اخذ تاییدیه کارفرما

۲-۵ رسوب‌شناسی

مطالعه رسوب‌شناسی در محل رخنمون و همچنین در آزمایشگاه توسط بررسی مقاطع میکروسکوپی تهیه شده از نمونه‌ها انجام می‌پذیرد. اهم مطالبی که باید مورد بررسی قرار گیرد و ثبت شود به شرح زیر است:

- 1 Stratigraphy
- 2 Paleontology
- 3 Lithostratigraphy
- 4 Biostratigraphy
- 5 Biozone
- 6 Range Chart
- 7 Chronostratigraphy
- 8 Sequence Stratigraphy
- 9 Stacking Patterns
- 10 System Tracts
- 11 Terminations
- 12 Chemostratigraphy
- 13 Magnetostratigraphy
- 14 Climatostratigraphy
- 15 Regional Correlation
- 16 Isopach Map

- مطالعات میدانی رخنمون‌ها
- مطالعات پتروگرافی
- تشخیص بافت سنگ شامل اندازه دانه‌ها، شکل دانه‌ها، طرز قرار گرفتن دانه‌ها، نوع اتصال آنها و جورشدگی آنها
- ساخت سنگ با هدف تعیین عمق آب، شناخت جهت فوقانی لایه، جهت جریان‌های قدیمی و مواردی از این دست
- اجزای تشکیل‌دهنده سنگ‌های تخریبی و طبقه‌بندی ماسه‌سنگ‌ها و کنگلومراها
- اجزای تشکیل‌دهنده سنگ‌های کربناته و مشخص نمودن دانه‌های فسیلی و غیرفسیلی آنها
- تخلخل و طبقه‌بندی آنها
- بررسی فرآیندهای دیاژنز
- آنالیز آزمایشگاهی شامل XRD^۱، XRF^۲ و میکروسکوپ الکترونی، سیالات درگیر، کاتدولومینسانس^۳
- تشخیص میکروفاسیس‌ها
- چینه‌شناسی سکansı شامل تعیین الگوهای انباشتگی، تعیین سطوح چینه‌شناسی، تعیین افت تراز، تغییرات نسبی سطح آب دریا، تعیین ناپیوستگی‌ها، تعیین نوع سکانس‌ها و پاراسکانس‌ها، تعیین طرح‌های قطع‌شدگی
- تحلیل محیط رسوبی و تهیه مدل مفهومی
- تهیه گزارش و اخذ تاییدیه کارفرما

۲-۶ زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک

- سرفصل‌های این بخش به صورت کلی شامل موارد زیر است:
- تعیین رژیم تکتونیکی ناحیه‌ای و منطقه‌ای
 - ترسیم برش‌های ساختمانی از منطقه مورد مطالعه و بازگردانی برش‌ها
 - بررسی سازوکار گسلش و طبقه‌بندی گسل‌ها
 - بررسی درزه‌ها^۴ و شکستگی‌ها^۵ و طبقه‌بندی آنها
 - تعیین شکل هندسی لایه‌های رسوبی (طاقدیس و ناودیس) به منظور شناخت مخازن احتمالی و برآورد حجمی تله‌های هیدروکربنی
 - تشخیص عمق‌های دسترسی به سنگ‌های مخزن
 - بررسی پوش‌سنگ‌ها^۶ و تجزیه و تحلیل ظرفیت نگهداری آنها^۷
 - نحوه ارتباط سنگ‌های مخزن با رخنمون‌های سطحی
 - بررسی توزیع فراوانی شدت شکستگی سنگ مخزن و مشخص نمودن ویژگی شکستگی‌ها

¹ X-Ray Diffraction

² X-Ray Fluorescence

³ Cathodoluminescence

⁴ Joint

⁵ Fracture

⁶ Cap Rock

⁷ Seal Capacity Analysis

- بررسی ساختارهای زمین‌شناسی در ارتباط با گنبد‌های نمکی^۱ و گل‌فشان‌ها^۲
- مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل تنش‌های تکتونیکی موثر بر منطقه
- تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی ساختمانی منطقه

۲-۷ تهیه گزارش و اخذ تاییدیه کارفرما

¹ Salt Dome

² Mud Volcano

۳- ژئوشیمی

۱-۳ کلیات

منظور از بررسی ژئوشیمیایی عبارت است از ارزیابی و تعیین سنگ‌های مادر فعال در منطقه و ارتباط آنها با خانواده‌های نفتی موجود در منطقه می‌باشد. به صورت کلی می‌توان مطالعات ژئوشیمی را به بندهای زیر تقسیم نمود:

- ارزیابی توان هیدروکربورزایی واحدهای سنگی (کمیت سنگ مادر)
- تعیین کیفیت کروژن مواد آلی سنگ مادر
- تعیین بلوغ هیدروکربنی و آشپزخانه‌های نفتی^۱
- تعیین خواص ژئوشیمیایی نفت و گاز
- تعیین خانواده‌های هیدروکربنی در منطقه (تطابق نفت- نفت)
- تطابق نفت- سنگ مادر
- تعیین مسیر مهاجرت‌های احتمالی

بررسی‌ها، همزمان یا بلافاصله بعد از پایان مطالعات چینه‌شناسی موضوع بند ۲-۴ با نمونه‌برداری‌ها، آزمایش‌ها و تعبیر و تفسیرها آغاز می‌شود و باید توان هیدروکربن زایی و درجه بلوغ سنگ منشا را در راستای تولید نفت و گاز نشان دهد. همچنین در صورت امکان محاسباتی به صورت ارزیابی مقدار هیدروکربور تولید شده ارایه گردد.

۲-۳ نمونه‌برداری

لازم است تا از موارد زیر نمونه‌برداری شود:

- سنگ رخنمون^۲
- خرده^۳ حفاری
- مغزه^۴ حفاری
- چشمه‌های نفتی و گازی^۵
- گل‌فشان^۶
- نفت و گاز سرچاهی^۷
- ساق‌مته^۸

روش برداشت همه نمونه‌های مذکور باید مطابق استانداردهای ژئوشیمیایی باشد.

¹ Oil Kitchen

² Outcrop

³ Cutting

⁴ Core

⁵ Oil & Gas Seepage

⁶ Mud Volcano

⁷ Well Head Oil & Gas

⁸ Drill Stem Test (D.S.T.)

۳-۳ روش‌های آزمایشگاهی

روش و نوع آزمایش بر اساس نظر و نیاز کارفرما و مطابق استانداردهای مربوطه (تعیین شده توسط کارفرما) انجام می‌شود.

۳-۳-۱ آنالیز پیرولیز راک-اول^۱

۳-۳-۲ مطالعات پتروگرافی آلی

- تعیین نوع ماسرال^۲
- تعیین نوع کروژن^۳
- تعیین بلوغ^۴ ماده آلی

۳-۳-۳ آنالیزهای مقدماتی شیمیایی

- استخراج ماده آلی از سنگ ۵ (سوکسله^۵)
- تفکیک برش‌های نفتی^۶

۳-۳-۴ آنالیزهای تکمیلی شیمیایی

- کروماتوگرافی گازی^۸
- کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی^۹
- آنالیزهای ایزوتوپی^{۱۰}

۳-۴ تهیه گزارش نهایی

پس از تحلیل و تعبیر نتایج حاصل از آنالیزها و آزمایش‌های انجام شده، مستندات زیر می‌بایست تهیه شده و تاییدیه کارفرما اخذ گردد.

- تهیه نمودار ژئوشیمیایی از چاه حفاری شده و یا ماطع سطحی پیمایش شده (بنا به درخواست کارفرما و وجود داده‌های مورد نیاز)
- تهیه نمودار ژئوشیمیایی از توزیع خصوصیات سنگ مادر مانند بلوغ سنگ مادر، مقادیر تجمعی کربن عالی و مواردی از این دست
- ارائه گزارش نهایی

¹ Rock-Eval

² Maceral Typing

³ Kerogen Typing

⁴ Maturation

⁵ Extraction

⁶ Soxhlet

⁷ SARA Fractionation

⁸ Gas Chromatography

⁹ Gas Chromatography- Mass Spectrometry

¹⁰ Isotopical Analysis

۴- نقشه برداری

۱-۴ کلیات

نقشه برداری نقش اولین مرحله را در عملیات اکتشاف منابع هیدروکربوری بر عهده دارد.

- آماده سازی نقشه های پایه رقومی و GIS شده به منظور فراهم نمودن امکان ورود اطلاعات و نقشه ها و تهیه نقشه های مختلف زمین شناسی و ژئوفیزیکی
- ایجاد پایگاه داده مکانی
- نظارت بر کلیه فعالیت های لرزه نگاری، غیر لرزه ای و راه سازی
- پیاده سازی و تعیین موقعیت دقیق محل چاه های دریایی و خشکی

۲-۴ نقشه برداری پروژه لرزه نگاری در مناطق خشکی

۱-۲-۴ جمع آوری و بروزرسانی نقشه های پایه منطقه عملیاتی

این نقشه ها شامل نقشه های توپوگرافی، مدل رقومی ارتفاعی (DEM^۱) و تصاویر ماهواره ای می گردد.

۲-۲-۴ دریافت اطلاعات طراحی پروژه

از جمله این اطلاعات می توان به موقعیت خطوط، نقاط و انتقال آنها روی نقشه های پایه اشاره نمود.

۳-۲-۴ شناسایی منطقه^۲

- بروزرسانی نقشه های بزرگ مقیاس
- نقشه برداری و مشخص نمودن کلیه عوارض طبیعی و مصنوعی منطقه عملیاتی نظیر راه ها، خطوط انتقال نیرو، موانع و غیره
- طبقه بندی پروژه بر حسب عوارض برداشت شده و اولویت بندی اجرای پروژه
- شناسایی و جمع آوری اطلاعات مربوط به مناطق آلوده به مین و سایر مواد منفجره باقیمانده از جنگ
- شناسایی نزدیک ترین راه های مناسب برای دسترسی به خطوط لرزه نگاری و ایجاد راه های درجه ۴ با رعایت نمودن تمامی ضوابط زیست محیطی
- شناسایی و انتقال اطلاعات مسیرهای با ریسک بالا برای انتقال دستگاه ها (از جمله پل با محدودیت تحمل بار، مسیرهای تخریب شده در اثر عوامل محیطی و نیازمند بازسازی، باتلاقی و مواردی از این دست)
- بروزرسانی نقشه های موجود بر اساس برداشت های گروه راه سازی نقشه برداری برای جابجایی بهتر تجهیزات راه سازی و لرزه نگاری

۴-۲-۴ کالیبره کردن تجهیزات نقشه برداری

- کالیبراسیون کلیه دستگاه ها با رعایت استانداردهای موجود و دریافت تاییدیه از کارفرما

۵-۲-۴ ایجاد و تثبیت شبکه ژئودزی ماهواره ای در منطقه عملیاتی

^۱ Digital Elevation Model

^۲ Scouting

- طراحی شبکه ژئودزی با رعایت اصول پایه و ملاحظات عملیاتی (از نظر پوشش مناسب خطوط لرزه‌نگاری و دسترسی آسان)
- شناسایی موقعیت نقاط طراحی شده
- دریافت اطلاعات نقاط مبنایی سازمان نقشه‌برداری کشور و شرکت ملی نفت ایران
- رعایت استانداردهای موجود در ایجاد و تثبیت نقاط شبکه
- انجام عملیات اندازه‌گیری و برداشت مشاهدات ماهواره‌ای با استفاده از نقاط مبنایی تهیه شده
- پردازش اطلاعات جمع‌آوری شده و سرشکنی خطاها با نرم‌افزارهای مورد تایید کارفرما
- تهیه گزارش شبکه‌بندی و اخذ تاییدیه کارفرما

۴-۲-۶ عملیات پیاده‌سازی نقاط روی زمین

- پیاده‌سازی و نقشه‌برداری نقاط (گیرنده و چشمه)
- نشانه‌گذاری نقاط گیرنده و چشمه روی زمین
- نقشه‌برداری و کنترل روزانه عملیات نقاط همپوشانی^۱ روی خطوط گیرنده یا چشمه روز قبل
- نقشه‌برداری و کنترل عملیات نقاط کنترلی^۲ در مکان‌های ثابت نزدیک به محل عملیات نقشه‌برداری در شروع و انتهای هر روز کاری
- تخلیه، پردازش و کنترل کیفیت اطلاعات برداشت شده زمینی (به انضمام ارتفاع) با نرم‌افزارهای مورد تایید کارفرما
- اخذ تاییدیه روزانه نتایج عملیات نقشه‌برداری از کارفرما
- تحویل اطلاعات نقشه‌برداری به گروه ژئوفیزیک برای تصمیم‌گیری احتمالی جهت جابجایی نقاط به صورت روزانه
- نقشه‌برداری مجدد نقاط گیرنده و چشمه تخریب شده بنا به درخواست گروه ژئوفیزیک
- انتقال اطلاعات شناسایی شده به هماهنگ‌کننده گروه پروازی ژئوفیزیک برای تصمیم‌گیری احتمالی جهت جانمایی محل‌های مناسب حمل تجهیزات با بالگرد، به صورت روزانه در پروژه‌های کوهستانی بسیار سخت و صعب‌العبور
- انتقال اطلاعات روزانه برداشت شده جاده‌های فرعی به گروه ژئوفیزیک
- انجام تبدیلات ارتفاعی و مسطحاتی مختصات نقاط در سیستم مختصات مورد نظر کارفرما
- تهیه داده‌های خروجی با فرمت SPS^۳
- تهیه گزارش روزانه
- تهیه گزارش نهایی عملیاتی نقشه‌برداری پروژه

۴-۳ نقشه‌برداری پروژه غیر لرزه‌ای در مناطق خشکی

۴-۳-۱ جمع‌آوری و بروزرسانی نقشه‌های پایه منطقه عملیاتی

¹ Overlap

² Control Point

³ SHELL Processing Support

این نقشه‌ها شامل نقشه‌های توپوگرافی، مدل رقومی ارتفاعی و تصاویر ماهواره‌ای می‌شود.

۴-۳-۲ دریافت اطلاعات طراحی پروژه

از جمله این اطلاعات می‌توان به موقعیت خطوط و نقاط و انتقال آنها روی نقشه‌های پایه اشاره نمود.

۴-۳-۳ شناسایی منطقه^۱

- برورسانی نقشه‌های بزرگ مقیاس
- نقشه‌برداری و مشخص نمودن کلیه عوارض طبیعی و مصنوعی منطقه عملیاتی نظیر راه‌ها، خطوط انتقال نیرو، موانع و غیره
- شناسایی و جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مناطق آلوده به مین و سایر مواد منفجره باقیمانده از جنگ
- شناسایی نزدیک‌ترین راه‌های مناسب برای دسترسی به محدوده عملیات

۴-۳-۴ کالیبره کردن تجهیزات نقشه‌برداری

- کالیبراسیون کلیه دستگاه‌ها با رعایت استانداردهای موجود و دریافت تاییدیه از کارفرما

۴-۳-۵ ایجاد و تثبیت شبکه ژئودزی ماهواره‌ای در منطقه عملیاتی

- طراحی شبکه ژئودزی با رعایت اصول پایه
- شناسایی موقعیت نقاط طراحی شده
- دریافت اطلاعات نقاط مبنایی سازمان نقشه‌برداری کشور و شرکت ملی نفت ایران
- رعایت استانداردهای موجود در ایجاد و تثبیت نقاط شبکه
- انجام عملیات اندازه‌گیری و برداشت مشاهدات ماهواره‌ای با استفاده از نقاط مبنایی تهیه شده
- پردازش اطلاعات جمع‌آوری شده و سرشکنی خطاها با نرم‌افزارهای مورد تایید کارفرما
- تهیه گزارش شبکه‌بندی و اخذ تاییدیه کارفرما

۴-۳-۶ عملیات پیاده‌سازی نقاط روی زمین

- عملیات پیاده‌سازی نقاط غیر لرزه‌ای به روش استاندارد (استاتیک یا روش مورد نظر کارفرما)
- تخلیه، پردازش و کنترل کیفیت اطلاعات برداشت شده زمینی (به انضمام ارتفاع) با نرم‌افزارهای مورد تایید کارفرما
- اخذ تاییدیه روزانه نتایج عملیات نقشه‌برداری از کارفرما
- تحویل اطلاعات نقشه‌برداری به گروه ژئوفیزیک برای تصمیم‌گیری احتمالی جهت جابجایی نقاط به صورت روزانه
- انتقال اطلاعات شناسایی شده به هماهنگ‌کننده گروه پروازی ژئوفیزیک برای تصمیم‌گیری احتمالی جهت جانمایی محل‌های مناسب حمل تجهیزات با بالگرد، به صورت روزانه در پروژه‌های کوهستانی بسیار سخت و صعب‌العبور
- انتقال اطلاعات روزانه برداشت شده جاده‌های فرعی به گروه ژئوفیزیک

¹ Scouting

- انجام تبدیلات ارتفاعی و مسطحاتی مختصات نقاط در سیستم مختصات مورد نظر کارفرما
- تهیه داده‌های خروجی با فرمت مورد نظر کارفرما
- تهیه گزارش روزانه
- تهیه گزارش نهایی عملیاتی نقشه‌برداری پروژه

۴-۴ نقشه‌برداری برای پروژه لرزه‌نگاری در آب

۴-۴-۱ لرزه‌نگاری منطقه گذار از خشکی به دریا (آبی-خاکی)^۱

این روش نقشه‌برداری برای پروژه لرزه‌نگاری ساحل و آب‌های کم عمق نزدیک به ساحل و مناطقی که کشتی لرزه‌نگاری امکان عملیات ندارد استفاده می‌شود که شامل دو بخش ساحلی و آبی می‌باشد. نقشه‌برداری در بخش ساحلی، همانند بخش خشکی در بند ۴-۳ تشریح شده است.

۴-۴-۲ نقشه‌برداری بخش آبی در لرزه‌نگاری به روش کابل‌های کف دریا (OBN^۲&OBC)

این روش نقشه‌برداری بین مناطق گذار تا دریایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که شامل مراحل زیر است:

- انجام کالیبراسیون، آزمون‌های سرعت صوت در آب و مطالعه جزر و مد منطقه
- مرحله گسترش شبکه ژئودزی در ساحل
- تعیین مبنای ارتفاعی با اندازه‌گیری تغییرات جزر و مد منطقه با استفاده از شاخص اندازه‌گیری^۳ نصب شده در محل مناسب
- پیاده‌سازی نقاط گیرنده و چشمه و تعیین موقعیت کابل‌های لرزه‌نگاری کف دریا با استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS) و نرم افزار مناسب نظیر Hydro-Pro و Navi-Pac
- کنترل موقعیت نقاط گیرنده با استفاده از سیستم صوتی^۴ نظیر Sonardayn
- کنترل کیفیت، پردازش نقاط برداشت شده و انجام تصحیحات ارتفاعی روی نقاط
- تهیه فایل خروجی با فرمت مناسب UKOOA^۵ نظیر P190 و P294 و انجام تبدیلات مختصات

۴-۴-۳ نقشه‌برداری بخش لرزه‌نگاری دریایی

برای آب عمیق (فراساحل)، مراحل انجام نقشه‌برداری برای پروژه لرزه‌نگاری به صورت زیر است:

- تهیه نقشه‌های دریایی^۶ و عمق‌یابی منطقه
- انجام کالیبراسیون، آزمون‌های سرعت صوت^۷ در آب
- آماده‌سازی و تجهیز سیستم مناسب نقشه‌برداری دریایی نظیر Concept System
- طراحی پروژه در سیستم نقشه‌برداری (نرم‌افزار Reflex)
- تهیه تصحیحات دریایی RTCM^۱ سیستم موقعیت‌یابی جهانی (DGPS^۲)

¹ Transition Zone (TZ)

² Ocean Bottom Node

³ Tide Gauge

⁴ Sonar System

⁵ United Kingdom Offshore Organization Association

⁶ Offshore Chart

⁷ TS Dip

- ناوبری، هدایت و تعیین موقعیت کشتی و کلیه تجهیزات لرزه‌نگاری در حین حرکت به منظور تعیین موقعیت نقاط گیرنده و چشمه
- پردازش اطلاعات برداشت شده (نرم‌افزار Sprint)
- کنترل کیفیت (نرم‌افزار Reflex) و انجام تصحیحات ارتفاعی روی نقاط
- تهیه فایل خروجی با فرمت مناسب UKOOA نظیر P190، P291 و P294 و انجام تبدیلات مختصات

۴-۵ پروژه آب‌نگاری^۲

- این روش به منظور تهیه نقشه‌های توپوگرافی بستر دریا، کنترل خطوط لوله زیر آب، کنترل پایداری دکل حفاری و مواردی از این دست به کار می‌رود. مراحل این روش به این صورت است:
- مطالعات جزر و مد (پهنه کشندی) و نصب شاخص آن در محل مناسب
 - انجام کالیبراسیون تجهیزات و آزمون سرعت صوت در آب
 - مرحله گسترش شبکه ژئودزی در ساحل
 - تهیه تصحیحات دریایی RTCM سیستم موقعیت‌یابی جهانی (DGPS) برای نواحی دور از ساحل
 - عمق‌یابی و تعیین موقعیت نقاط عمق‌یابی با استفاده از GPS
 - تهیه نقشه با نرم‌افزار مورد تایید کارفرما (نظیر Qinsy، Hypack و مواردی از این دست)
 - تهیه نیمرخ از بستر دریا با استفاده از سیستم Side Scan Sonar و Subbottom Profiler
 - تهیه فیلم و عکس از بستر دریا با استفاده از دستگاه ROV^۴
 - تهیه خروجی مناسب و مورد تقاضای کارفرما و ارایه نقشه در مقیاس‌های مورد نیاز

۴-۶ نقشه‌برداری هوایی

- نقشه‌برداری هوایی طیف گسترده‌ای از خدمات نقشه‌برداری را شامل می‌گردد که در آن تجهیزات نقشه‌برداری، سنجش از دور، ژئوفیزیکی و مواردی از این دست برای اهداف اکتشافی روی سکوه‌های پرنده مانند هواپیما، هلیکوپتر و پهپاد قرار می‌گیرد و هدف اصلی این خدمات، ناوبری، تعیین موقعیت و تعیین زمان دقیق و صحیح مشاهدات اکتشافی می‌باشد. این نوع نقشه‌برداری می‌تواند شامل مراحل زیر باشد:
- طراحی ارتفاع پرواز، سرعت پرواز و نرخ برداشت مشاهدات
 - پیش‌بینی دقت و صحت لازم برای مشاهدات تعیین موقعیت و زمان بر مبنای دقت مورد نیاز مشاهدات ژئوفیزیکی
 - ناوبری و تعیین موقعیت آنی با استفاده از سیستم‌های GNSS^۵ مانند سیستم GPS
 - همزمانی مشاهدات با استفاده از سیستم‌های GNSS
 - پردازش‌های ثانویه جهت بهبود دقت و صحت اطلاعات مکانی

¹ Radio Technical Commission for Maritime Services

² Differential Global Positioning System

³ Hydrography Project

⁴ Remotely Operated Underwater Vehicle

⁵ Global Navigation Satellite System

- در صورت استفاده از سیستم‌های INS^۱، تلفیق مشاهدات GNSS با مشاهدات INS جهت استخراج مشاهدات ژئوفیزیکی گرانیسنجی و گرادیمتری - گرانیسنجی^۲
- تهیه گزارش نهایی و اخذ تاییدیه کارفرما

۴-۷ سنجش از دور^۳

۴-۷-۱ کلیات

با توجه به پیشرفت روزافزون علم و فناوری، سنجش از دور و امکان استخراج اطلاعات مکانی و توصیفی از پردازش تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی، این تخصص از مهندسی نقشه‌برداری با تولید اطلاعات با ارزش، دارای کاربردهای متنوع بسیاری در صنعت نفت است. لذا هدف از ایجاد این شغل شامل سیاستگذاری، برنامه‌ریزی، طراحی، اجرا و نظارت بر کلیه فعالیت‌ها و پروژه‌های سنجش از دور وزارت نفت می‌باشد.

۴-۷-۲ اهم فعالیت‌ها در سنجش از دور

متناسب با درخواست کارفرما، مهمترین فعالیت‌ها در این حوزه عبارتند از:

- طراحی، اجرا و نظارت پروژه‌های سنجش از دور
- پردازش انواع تصاویر ماهواره‌ای نوری، راداری، لیزری و فراتلفی جهت استخراج اطلاعات مکانی و توصیفی
- تولید مدل ارتفاعی رقومی^۴ با استفاده از عکس‌های هوایی یا تصاویر استریو ماهواره‌ای
- تولید مدل سه بعدی مناطق عملیاتی با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی و تصاویر تصحیح هندسی شده
- تولید عکس- نقشه‌های ماهواره‌ای با پردازش‌های تصاویر ماهواره‌ای در مقیاس‌های مختلف
- تهیه گزارش بعد از انجام پروژه‌ها جهت برآورد و رفع نیازهای آتی و ارزیابی دقت‌های پردازش، مدت انجام پروژه و نتایج حاصله
- تولید نقشه‌های مختلف توپوگرافی به روش سنجش از دور و فتوگرامتری با بهره‌گیری از پردازش هندسی انواع تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی
- تولید نقشه‌های موضوعی (زمین‌شناسی و نقشه‌های مورد استفاده امور مهندسی نظیر: شهرسازی، راهسازی و مسیرهای خطوط لوله و مخابرات) به روش سنجش از دور و فتوگرامتری با استفاده از پردازش‌های طیفی و هندسی انواع تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی
- به هنگام نمودن نقشه‌های مختلف توپوگرافی، زمین‌شناسی و مواردی از این دست به روش سنجش از دور و فتوگرامتری با توجه به دقت‌های مجاز منطبق با استاندارد نقشه‌های مبنایی

¹ Inertial Navigation Systems

² Gravity Gradiometry

³ Remote Sensing

⁴ Digital Elevation Method (DEM)

۸-۴ سیستم اطلاعات مکانی (GIS)^۱

۱-۸-۴ کلیات

با توجه به حجم انبوه داده‌های حاصل از پروژه‌های صنعت نفت که اغلب مکان محور بوده، به نوعی با موقعیت ارتباط دارند و نقش مهمی که امروزه سیستم اطلاعات مکانی در مدیریت منابع و پشتیبانی از تصمیم‌سازی دارد، هدف از ایجاد این سیستم عبارت است از سیاستگذاری، برنامه‌ریزی، طراحی، اجرا و نظارت بر کلیه فعالیت‌ها و پروژه‌های سیستم اطلاعات مکانی.

۲-۸-۴ اهم فعالیت‌ها در GIS

متناسب با درخواست کارفرما، مهمترین فعالیت‌ها در این حوزه عبارتند از:

- طراحی، مدل‌سازی و پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعات مکانی و تشخیص مشکلات و رفع موانع اداری و سیستمی
- انجام تحلیل‌های مکانی مورد نیاز
- برنامه‌ریزی جهت مدیریت، نگهداری، بهینه‌سازی و به هنگام سازی سیستم‌های اطلاعات مکانی اجرا شده
- تهیه گزارش بعد از طراحی سیستم‌های اطلاعات مکانی جهت برآورد و رفع نیازهای کارفرما
- طراحی، اجرا و نظارت بر سیستم اطلاعات مکانی

۹-۴ تهیه گزارش و اخذ تایید کارفرما

¹ Geospatial Information System (GIS)

۵- ژئوفیزیک

۱-۵ کلیات

به طور کلی هدف از مطالعات ژئوفیزیک در صنعت نفت تعیین شکل ساختارهای زیرسطحی، تجزیه و تحلیل پارامترهای فیزیک- سنگی^۱ لایه‌های مختلف زمین شناسی، تعیین پارامترهای مخزنی، مطالعات ژئومکانیک و مواردی از این دست است.

ژئوفیزیک نفت اساساً به دو بخش غیرلرزه‌ای^۲ و لرزه‌ای^۳ تقسیم‌بندی می‌شود. روش‌های ژئوفیزیک غیرلرزه‌ای شامل روش‌های مغناطیس‌سنجی^۴، گرانیسنجی^۵ و الکترومغناطیس^۶ و مواردی از این دست است که در این میان روش‌های مغناطیس‌سنجی و گرانیسنجی معمولاً در ابتدای فرآیند اکتشاف ژئوفیزیکی به ویژه در مناطق فاقد تنوع رخنمون سازندهای زمین‌شناسی، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

به طور کلی روش‌های لرزه‌ای شامل روش‌های انعکاسی^۷ و انکساری^۸ می‌شود که هر یک در فرآیند لرزه‌نگاری اکتشافی، جایگاه خود را دارند.

۲-۵ روش‌های غیر لرزه‌ای

۱-۲-۵ ملاحظات کلی

روش‌های غیر لرزه‌ای شامل طیف گسترده‌ای از روش‌ها و مطالعات ژئوفیزیکی است که بر اساس خواص مختلف سنگ‌ها (چگالی، مغناطیس‌پذیری، مقاومت الکتریکی و مواردی از این دست) طبقه‌بندی می‌شود. روش‌های گرانیسنجی، مغناطیس‌سنجی و الکترومغناطیسی از جمله روش‌های اکتشافی در حوزه اکتشاف نفت و گاز می‌باشند. کلیه روش‌های ژئوفیزیکی غیرلرزه‌ای مانند سایر روش‌های ژئوفیزیکی شامل طراحی، عملیات برداشت اطلاعات، پردازش و تفسیر می‌باشند.

۲-۲-۵ روش‌های میدان پتانسیل

روش‌های میدان پتانسیل شامل گرانیسنجی و مغناطیس‌سنجی هستند که برداشت آنها به روش‌های زمینی، دریایی و هوایی صورت می‌گیرد.

۱-۲-۲-۵ گرانیسنجی خشکی

۱-۱-۲-۲-۵ طراحی

- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ماهواره‌ای و اطلاعات ژئوفیزیکی موجود
- شناسایی منطقه و مشخص شدن موانع احتمالی موجود

¹ Rock-Physics Analysis

² Non-Seismic Method

³ Seismic Method

⁴ Magnetometry

⁵ Gravity Surveying

⁶ Electromagnetic

⁷ Reflection Method

⁸ Refraction Method

- به دست آوردن پارامترهای عملیات و تهیه اسناد مناقصه

۵-۲-۲-۱-۲ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات

- تجهیز کارگاه
- کالیبراسیون استاتیک و دینامیک دستگاه‌های گرانیسنجی
- انتقال ایستگاه مبنای گرانیسنجی
- برداشت داده و اطلاعات ژئوفیزیکی
- انجام تصحیحات شامل تصحیح جزر و مد، تصحیح رانه^۱، تصحیح عرض جغرافیایی، تصحیح هوای آزاد، تصحیح بوگه^۲ و تصحیح توپوگرافی
- اندازه‌گیری چگالی سطحی (اجرای نیمرخ نتلتون^۳ و نمونه‌گیری صحرایی)
- اندازه‌گیری تصحیح توپوگرافی محدوده نزدیک^۴
- برچیدن کارگاه
- تهیه فایل داده‌های گرانیسنجی به صورت ناهنجاری^۵ بوگه کامل به همراه مختصات دقیق نقاط برداشت
- تهیه گزارش عملیات و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۲-۲-۱-۳ پردازش و تفسیر نهایی

- ویرایش نهایی داده‌های به دست آمده از عملیات
- تفسیر کیفی شامل تهیه نقشه‌های باقیمانده^۶ و ناحیه‌ای^۷ با استفاده از روش‌های مختلف جداسازی از قبیل فیلتر کردن داده‌ها، ادامه به فراسو^۸، مشتق‌گیری و برازش چند جمله‌ای^۹
- تفسیر کمی شامل مدلسازی‌های مستقیم و معکوس دو بعدی و سه بعدی
- روش‌های تعیین عمق ناهنجاری نظیر روش اویلر^{۱۰}
- تلفیق با داده‌های زمین‌شناسی و سایر داده‌های ژئوفیزیکی
- ارائه نتایج تفسیر، تهیه گزارش نهایی و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۲-۲-۲ مغناطیس سنجی خشکی

۵-۲-۲-۱ طراحی

- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ماهواره‌ای و اطلاعات ژئوفیزیکی موجود
- شناسایی منطقه و مشخص شدن موانع احتمالی

¹ Drift

² Bouguer

³ Nettleton

⁴ Near Zone

⁵ Anomaly

⁶ Residual Map

⁷ Regional Map

⁸ Upward Continuation

⁹ Polynomial Fitting

¹⁰ Euler

- به دست آوردن پارامترهای عملیات و تهیه اسناد مناقصه

۵-۲-۲-۲-۲ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات

- تجهیز کارگاه
- کالیبراسیون دستگاه‌های مغناطیس‌سنج
- برداشت داده
- انجام تصحیحات شامل تصحیح روزانه و IGRF^۱
- اندازه‌گیری خودپذیری مغناطیسی سطحی با استفاده از نمونه‌گیری صحرائی
- برچیدن کارگاه
- تهیه فایل داده‌های مغناطیس‌سنجی به صورت ناهنجاری شدت میدان مغناطیسی کل به همراه مختصات دقیق نقاط برداشت
- تهیه گزارش عملیات و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۲-۲-۲-۳ پردازش و تفسیر

- ویرایش نهایی داده‌های حاصل از عملیات
- انتقال داده‌ها به قطب مغناطیسی^۲
- تفسیر کیفی شامل تهیه نقشه‌های باقیمانده و ناحیه‌ای با استفاده از روش‌های جداسازی مختلف از قبیل فیلتر کردن داده‌ها، ادامه به فراسو، مشتق‌گیری و برازش چند جمله‌ای
- تفسیر کمی شامل مدل‌سازی‌های مستقیم و معکوس دو بعدی و سه بعدی
- روش‌های تعیین عمق ناهنجاری نظیر روش اوپلر
- تلفیق با داده‌های زمین‌شناسی و سایر داده‌های ژئوفیزیکی
- ارائه نتایج تفسیر، تهیه گزارش نهایی و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۲-۲-۳ گرانیسنجی دریایی

۵-۲-۲-۳-۱ طراحی

- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ماهواره‌ای و اطلاعات ژئوفیزیکی موجود
- به دست آوردن پارامترهای عملیات، تعیین نوع دستگاه گرانیسنجی، نوع کشتی و تهیه اسناد مناقصه

۵-۲-۲-۳-۲ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات

- تجهیز کارگاه
- کالیبراسیون دستگاه‌های گرانیسنجی
- انتقال ایستگاه مبنای گرانیسنجی در صورت امکان
- برداشت داده

^۱ International Geomagnetic Reference Field

^۲ Reduction to the Pole (RTP)

- انجام تصحیحات شامل تصحیح جزر و مد، تصحیح رانه، تصحیح عرض جغرافیایی، تصحیح هوای آزاد، تصحیح بوگه و تصحیح آتووش^۱
- برچیدین کارگاه
- تهیه فایل داده‌های گرانیسنجی به صورت ناهنجاری بوگه کامل به همراه مختصات دقیق نقاط برداشت
- تهیه گزارش عملیات و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۲-۲-۳-۳ تفسیر

- ویرایش نهایی داده‌های حاصل از عملیات
- تفسیر کیفی شامل تهیه نقشه‌های باقیمانده و ناحیه‌ای با استفاده از روش‌های جداسازی مختلف از قبیل فیلتر کردن داده‌ها، ادامه به فراسو، مشتق‌گیری و برازش چند جمله‌ای
- تفسیر کمی شامل مدلسازی‌های مستقیم و معکوس دو بعدی و سه بعدی
- روش‌های تعیین عمق ناهنجاری نظیر روش اوپلر
- تلفیق با داده‌های زمین‌شناسی و سایر داده‌های ژئوفیزیکی
- ارائه نتایج تفسیر، تهیه گزارش نهایی و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۲-۲-۴ مغناطیس‌سنجی دریایی

۵-۲-۲-۴-۱ طراحی

- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ماهواره‌ای و اطلاعات ژئوفیزیکی موجود
- به دست آوردن پارامترهای عملیات، تعیین نوع دستگاه مغناطیس‌سنجی، نوع کشتی و تهیه اسناد مناقصه

۵-۲-۲-۴-۲ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات

- تجهیز کارگاه
- کالیبراسیون دستگاه‌های مغناطیس‌سنجی
- برداشت داده
- انجام تصحیحات شامل تصحیح روزانه و IGRF
- برچیدین کارگاه
- تهیه فایل داده‌های مغناطیس‌سنجی به صورت ناهنجاری شدت میدان مغناطیسی کل به همراه مختصات دقیق نقاط برداشت
- تهیه گزارش عملیات و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۲-۲-۴-۳ پردازش و تفسیر

- ویرایش نهایی داده‌های حاصل از عملیات
- تفسیر کیفی شامل تهیه نقشه‌های باقیمانده و ناحیه‌ای با استفاده از روش‌های جداسازی مختلف از قبیل فیلتر کردن داده‌ها، ادامه به فراسو، مشتق‌گیری و برازش چند جمله‌ای
- تفسیر کمی شامل مدلسازی‌های مستقیم و معکوس دو بعدی و سه بعدی

¹ Eötvös Effect

- روش‌های تعیین عمق ناهنجاری نظیر روش اوپلر
- تلفیق با داده‌های زمین‌شناسی و سایر داده‌های ژئوفیزیکی
- ارائه نتایج تفسیر، تهیه گزارش نهایی و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۲-۲-۵ مغناطیس‌سنجی هوایی

۵-۲-۲-۵-۱ طراحی

- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ماهواره‌ای و اطلاعات ژئوفیزیکی موجود
- به دست آوردن پارامترهای عملیات، تعیین نوع دستگاه مغناطیس‌سنجی، وسیله پرنده، ارتفاع پرواز، سرعت پرواز، فواصل خطوط پرواز و تهیه اسناد مناقصه

۵-۲-۲-۵-۲ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات

- تجهیز کارگاه
- کالیبراسیون دستگاه‌های مغناطیس‌سنجی
- آزمایش‌های متداول (مانند FOM^۱)
- برداشت داده
- انجام تصحیحات شامل تصحیح روزانه و IGRF
- برچیدین کارگاه
- تهیه گزارش عملیات و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۲-۲-۵-۳ پردازش

- اعمال تصحیح تاخیر زمانی^۲
- اعمال فیلتر دی اسپایک^۳ (حذف نوفه^۴)
- تصحیح جبران نوفه مانور پرنده
- بررسی نیمرخ‌های مغناطیسی
- تولید و بررسی نقشه‌های اولیه
- تهیه فایل داده‌های مغناطیس‌سنجی به صورت ناهنجاری شدت میدان مغناطیسی کل به همراه مختصات دقیق خطوط برداشت
- تهیه گزارش پردازش و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۲-۲-۵-۴ تفسیر

- ویرایش نهایی داده‌های حاصل از عملیات
- تفسیر کیفی شامل تهیه نقشه‌های باقیمانده و ناحیه‌ای با استفاده از روش‌های جداسازی مختلف از قبیل فیلتر کردن داده‌ها، ادامه به فراسو، مشتق‌گیری و برازش چند جمله‌ای

^۱ Figure of Merit

^۲ Lag

^۳ Despike

^۴ Noise

- تهیه نقشه خطواره‌های^۱ مغناطیسی
- تفسیر کمی شامل مدل‌سازی‌های مستقیم و معکوس دو بعدی و سه بعدی
- روش‌های تعیین عمق ناهنجاری نظیر روش اویلر
- تلفیق با داده‌های زمین‌شناسی و سایر داده‌های ژئوفیزیکی
- ارائه نتایج تفسیر، تهیه گزارش نهایی و اخذ تاییدیه کارفرما

۳-۲-۵ روش‌های الکترو مغناطیس

۱-۳-۲-۵ کلیات

الکترومغناطیس شامل طیف گسترده‌ای از روش‌های متفاوت می‌باشد که نتیجه اصلی آن به نقشه درآوردن تباین^۲ مقاومت سنگ در لایه‌های زیرسطحی می‌باشد. برای اکتشاف منابع هیدروکربوری معمولاً از روش‌های زمینی و دریایی استفاده می‌شود.

۲-۳-۲-۵ الکترومغناطیس خشکی

۱-۲-۳-۲-۵ طراحی

- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ماهواره‌ای، اطلاعات ژئوفیزیکی و پتروفیزیکی
- شناسایی منطقه و مشخص شدن موانع احتمالی
- به دست آوردن پارامترهای عملیات اعم از فرکانس‌های برداشت و فواصل ایستگاهی
- تهیه اسناد مناقصه

۲-۲-۳-۲-۵ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات

- تجهیز کارگاه
- کالیبراسیون دستگاهی (مشاهده منحنی پاسخ دستگاه و مقایسه با منحنی‌های استاندارد ارائه شده توسط شرکت سازنده)
- ایجاد ایستگاه مرجع جهت پردازش و کاهش نوفه در ایستگاه‌های برداشت
- برداشت داده
- انجام پردازش‌های لازم روی داده‌ها اعم از:
 - چک کردن کویل‌ها و الکترودهای مربوط به هر برداشت
 - تبدیل فوریه جهت تبدیل از حوزه زمان به فرکانس
 - انجام پردازش روباست^۳
 - به دست آوردن منحنی‌های مقاومت ظاهری^۴ و فاز
 - کنترل کیفی داده‌ها و جابجایی داده‌ها بر اساس منحنی‌های به دست آمده
 - حذف نوفه با استفاده از ایستگاه مرجع

¹ Lineament

² Contrast

³ Robust

⁴ Apparent Resistivity

- مشخص نمودن برداشت‌هایی که از لحاظ کیفیت داده مناسب هستند
- اندازه‌گیری یک خط آزمون برای به دست آوردن مقاومت لایه‌های سطحی
- برچیدن کارگاه
- تهیه داده‌های الکترومغناطیسی به صورت منحنی‌های مقاومت ظاهری و فاز در فرمت استاندارد
- تهیه گزارش عملیات و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۲-۳-۲-۳ پردازش و تفسیر

- تعیین کیفیت داده‌ها
- تعیین بعد داده‌ها
- چرخش
- ویرایش داده‌ها
- ملایم سازی^۱
- تصحیح استاتیک
- تعیین مودهای TE و TM
- تصحیح تانسور دیکامپوزیشن^۲
- وارون سازی یک بعدی
- وارون سازی دو بعدی و در صورت امکان سه بعدی
- تلفیق با سایر داده‌ها (ژئوفیزیکی، زمین‌شناسی و چاه)
- ارائه نتایج پردازش و تفسیر، تهیه گزارش نهایی و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۳-۲-۳ الکترومغناطیس دریایی (CSEM)^۳

۵-۲-۳-۱ طراحی

- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ماهواره‌ای، اطلاعات ژئوفیزیکی و پتروفیزیکی
- به دست آوردن پارامترهای عملیات، تعیین فرکانس‌های برداشت، تعیین فواصل ایستگاهی، تعداد خطوط، فواصل منبع انرژی و همچنین شدت آن
- تهیه اسناد مناقصه

۵-۲-۳-۲ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات

- تجهیز کارگاه
- کالیبراسیون دستگاه‌های الکترومغناطیس
- جانمایی دستگاه‌ها در کف آب بر اساس مختصات طراحی
- برداشت داده
- کالیبراسیون میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی فرستنده و گیرنده

¹ Smoothing

² Decomposition Tensor

³ Controlled Source Electro Magnetic

- به دست آوردن نقطه منبع مشترک
- کشف پنجره زمانی کوچک در ترکیب با برانبارش^۱ سیگنال و حذف داده‌های خارج از محدوده در حوزه فرکانس
- تخمین نوفه برای هر نمونه داده
- الگوریتم مناسب چرخش گیرنده، برای تخمین مناسب جهت‌گیری گیرنده
- کنترل کیفیت ناوبری گیرنده، محدوده مسطحاتی قرار گرفتن گیرنده و جهت‌گیری آن به منظور بررسی صحت محل واقعی گیرنده‌ها در مختصات مورد نظر
- کنترل کیفیت ناوبری چشمه، جهت بررسی موقعیت مکانی چشمه در هر لحظه
- برچیدن کارگاه
- تهیه گزارش عملیات و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۲-۳-۳ پردازش و تفسیر

- ویرایش نهایی داده‌های حاصل از عملیات
- انجام عملیات وارون‌سازی دو بعدی و سه بعدی
- تلفیق با داده‌های زمین‌شناسی و سایر داده‌های ژئوفیزیکی
- ارائه نتایج پردازش و تفسیر، تهیه گزارش نهایی و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۳ روش‌های لرزه‌ای

۵-۳-۱ کلیات

روش لرزه‌ای مرسوم‌ترین روش ژئوفیزیک اکتشافی در صنعت نفت است که با ثبت امواج لرزه‌ای (امواج بازتابی، شکست مرزی و مستقیم) در مناطق خشکی، دریایی و آبی-خاکی اجرا می‌شود. داده‌های لرزه‌نگاری پس از پردازش و تفسیر با هدف تعیین پتانسیل‌های هیدروکربنی، شکل ساختارهای زیر سطحی و خصوصیات فیزیکی، سنگ‌شناسی و سیالات مخزن مورد مطالعه قرار می‌گیرد. لرزه‌نگاری را می‌توان بر اساس محل برداشت داده‌ها و نوع اجرا طبقه‌بندی نمود. لرزه‌نگاری به چند روش دو بعدی، سه بعدی، غیرعامل، درون‌چاهی و مواردی از این دست در محیط‌های خشکی، دریا و ناحیه آبی-خشکی (گذار) اجرا می‌شود. به طور کلی یک پروژه لرزه‌نگاری شامل مراحل زیر است.

۵-۳-۲ عملیات

۵-۳-۱-۲ شناسایی

شناسایی از دیدگاه‌های زیر باید صورت پذیرد:

- عوارض موجود در منطقه و شرایط جغرافیایی (شهری، روستایی و مواردی از این دست)، بررسی نواحی مرزی
- بررسی نیاز به پاکسازی، ایمنی و محیط زیست
- حقوقی

برای اطلاعات تفصیلی شناسایی در یک پروژه لرزه‌نگاری خشکی به پیوست الف مراجعه شود.

^۱ Stacking

۵-۳-۲-۲ طراحی

۵-۳-۲-۱ کلیات

بر اساس پیچیدگی‌های زمین‌شناسی منطقه، برنامه طراحی شامل مراحل زیر می‌باشد:

- جمع‌آوری کلیه اطلاعات (نظیر زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی، پتروفیزیکی) موجود در مورد منطقه
- تجزیه، تحلیل و کنترل صحت داده‌های جمع‌آوری شده
- محاسبه کلیه پارامترهای برداشت
- مدل‌سازی انتشار امواج لرزه‌ای با داده‌های موجود توسط نرم‌افزار مورد تایید کارفرما
- بهینه‌سازی طراحی اولیه بر مبنای عوارض موجود
- استخراج مختصات نهایی بعد از طراحی پارامترها با فرمت مدنظر کارفرما

۵-۳-۲-۲ ورودی‌های طراحی

- نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و تصاویر ماهواره‌ای
- داده‌های اهداف برداشت و طراحی و نحوه آن از زمین‌شناسی یا مفسر (شیب و عمق لایه‌های مورد نظر، Image Zone، محدوده‌ها و خطوط احتمالی^۱ و قطعی، علت برداشت و دقت برداشت)
- نقشه‌های خطوط هم‌تراز زیرزمینی^۲ و مقاطع ساختمانی استخراج شده از اطلاعات لرزه‌ای قبلی و زمین‌شناسی
- کلیه داده‌های زمین‌شناسی و پتروفیزیکی و حفاری (Check Shot، نیمرخ لرزه‌ای قائم-VSP^۳، تحلیل سرعت‌های Vint^۴، Vave^۵، سنگ‌شناسی^۶، عمق سرسازندها^۷ و ضخامت و جنس آنها در محدوده طراحی، کیفیت مخزنی)
- اطلاعات ژئوفیزیکی موجود (لرزه‌ای: مقاطع و مشخصات برداشت و پردازش و مشکلات - غیر لرزه‌ای: مغناطیس‌سنجی و گرانیسنجی)
- داده‌های به دست آمده از شناسایی منطقه

۵-۳-۲-۳ خروجی‌های طراحی

- پوشش لرزه‌ای^۸
- اندازه Bin و تعداد کانال‌های برداشت
- تعیین میزان دورافت^۹ کمینه و بیشینه
- تعیین میزان پارامترهای حاشیه برداشت، شعاع محدوده فرنل^۱، Migration Apron و پوشش حاشیه‌ای^۲

¹ Optional

² Underground Contour

³ Vertical Seismic Profile

⁴ Interval Velocity

⁵ Average Velocity

⁶ Lithology

⁷ Formation Tops

⁸ Seismic Fold

⁹ Offset

- تعیین پارامترهای زمانی برداشت و زمان کل برداشت
- الگوی برداشت در عملیات دو یا سه بعدی
- فاصله خطوط چشمه و گیرنده، تعداد خطوط برداشت
- محاسبه مساحت محدوده برداشت^۳
- فهرست^۴ آزمون صحرایی طراحی با توجه به شرایط منطقه تحت برداشت (صحه گذاری طرح)
- تعیین آرایه در چشمه یا گیرنده‌ها (در صورت لزوم)
- تهیه گزارش طراحی و اخذ تاییدیه کارفرما
- برآورد تجهیزات مورد نیاز برای اجرای عملیات
- برآورد نیروی انسانی مورد نیاز برای عملیات
- برآورد زمان اجرای عملیات
- برآورد هزینه‌های عملیات لرزه‌نگاری

۵-۳-۲-۳ برداشت داده‌ها

۵-۳-۲-۳-۱ برداشت داده‌ها در خشکی

برداشت داده‌های لرزه‌ای در خشکی شامل مراحل زیر می‌باشد:

- شناسایی منطقه برداشت
- کمپ‌سازی و تجهیز کارگاه
- پیاده‌سازی نقاط گیرنده و چشمه (توسط گروه نقشه‌برداری مطابق بند ۴-۲ این نشریه)
- آزمایش میدانی^۵ و نهایی‌سازی مشخصات چشمه (نظیر عمق چاله انفجاری و میزان ماده منفجره برای چشمه‌های انفجاری و مشخصات زمان برداشت و نیروی وارد بر زمین توسط ویبراتورها)
- حفاری نقاط چشمه (در صورت استفاده از مواد منفجره)
- انجام آزمایش تجهیزات برداشت اعم از سیستم ضبط اطلاعات لرزه‌نگاری، گیرنده‌ها، تجهیزات مستقر در خطوط برداشت
- چیدمان گیرنده‌ها در نقاط پیاده شده
- بارگذاری مواد منفجره در چاله‌ها (در صورت انفجاری بودن چشمه) یا استقرار ویبراتورها در نقاط چشمه (در صورت انفجاری نبودن چشمه)
- برداشت داده‌ها بر اساس پارامترهای از پیش تعیین شده
- انتقال داده‌ها به کمپ و پردازش اولیه آنها توسط واحد کنترل کیفیت و در نهایت تهیه مقطع برانبارش
- بررسی و تایید نهایی داده‌های روزانه و تهیه گزارش مربوطه
- ذخیره‌سازی داده‌های برداشت شده روی نوارهای مغناطیسی
- جمع‌بندی اطلاعات

¹ Fresnel Zone

² Fold Taper

³ Acquisition Area

⁴ Check List

⁵ Field Test

- برچیدن کارگاه
 - تهیه گزارش نهایی برداشت و اخذ تاییدیه کارفرما
- ۵-۳-۲-۳-۲ برداشت داده‌ها در منطقه گذار از خشکی به دریا (آبی - خاکی)
- برداشت داده‌های لرزه‌ای در منطقه گذار شامل مراحل زیر می‌باشد:
- شناسایی منطقه برداشت
 - کمپ‌سازی و تجهیز کارگاه
 - پیاده‌سازی نقاط گیرنده و چشمه (توسط گروه نقشه‌برداری مطابق بند ۴-۲ این نشریه)
 - آزمایش میدانی و نهایی‌سازی مشخصات چشمه (نظیر عمق چاله انفجاری و میزان ماده منفجره برای چشمه‌های انفجاری و مواردی از این دست)
 - حفاری نقاط چشمه (در صورت استفاده از مواد منفجره)
 - انجام آزمایش تجهیزات برداشت اعم از سیستم ضبط اطلاعات لرزه‌نگاری، گیرنده‌ها، تجهیزات مستقر در خطوط برداشت
 - چیدمان گیرنده‌ها در نقاط پیاده شده
 - بارگذاری مواد منفجره در چاله‌ها (در صورت انفجاری بودن چشمه) یا استقرار قایق تفنگ بادی^۱ در نقاط چشمه
 - برداشت داده‌ها بر اساس پارامترهای از پیش تعیین شده
 - انتقال داده‌ها به کمپ و پردازش اولیه آنها توسط واحد کنترل کیفیت و در نهایت تهیه مقطع برانبارش
 - بررسی و تایید نهایی داده‌های روزانه و تهیه گزارش مربوطه
 - ذخیره‌سازی داده‌های برداشت شده روی نوارهای مغناطیسی
 - جمع‌بندی اطلاعات
 - برچیدن کارگاه
 - تهیه گزارش نهایی برداشت و اخذ تاییدیه کارفرما
- ۵-۳-۲-۳-۳ برداشت داده‌ها در لرزه‌نگاری به روش کابل‌های کف دریا^۲
- برداشت داده‌های لرزه‌ای به روش کابل‌های کف دریا شامل مراحل زیر می‌باشد:
- شناسایی منطقه برداشت
 - کمپ‌سازی و تجهیز کارگاه
 - پیاده‌سازی نقاط گیرنده و چشمه (توسط گروه نقشه‌برداری مطابق بند ۴-۴ این نشریه)
 - آزمایش میدانی و نهایی‌سازی مشخصات چشمه (نظیر عمق یا حجم هوای فشرده در تفنگ بادی^۳)
 - انجام آزمایش تجهیزات برداشت اعم از سیستم ضبط اطلاعات لرزه‌نگاری، گیرنده‌ها، تجهیزات مستقر در خطوط برداشت
 - جانمایی و استقرار گیرنده‌ها در نقاط تعیین شده

¹ Gun Boat

² Ocean Bottom Cable (OBC)

³ Air Gun

- استقرار قایق تفنگ بادی در نقاط چشمه
- برداشت داده‌ها بر اساس پارامترهای از پیش تعیین شده
- انتقال داده‌ها به کمپ و پردازش اولیه آنها توسط واحد کنترل کیفیت و در نهایت تهیه مقطع برانبارش
- بررسی و تایید نهایی داده‌های روزانه و تهیه گزارش مربوطه
- ذخیره‌سازی داده‌های برداشت شده روی نوارهای مغناطیسی و مواردی از این دست
- جمع‌بندی اطلاعات
- برچیدن کارگاه
- تهیه گزارش نهایی برداشت و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۳-۲-۳-۴ برداشت داده‌ها در لرزه‌نگاری دریایی^۱

برداشت داده‌های لرزه‌نگاری دریایی (عمق کم^۲ و عمق زیاد^۳) شامل مراحل زیر می‌باشد:

- شناسایی منطقه برداشت
- استقرار کشتی لرزه‌نگاری و کشتی‌های پشتیبان^۴ در منطقه عملیات
- انجام آزمایش تجهیزات برداشت اعم از سیستم ضبط اطلاعات لرزه‌نگاری، گیرنده‌ها، تجهیزات مستقر در خطوط برداشت
- گسترده^۵ کسانه‌ها^۶ و تثبیت قرارگیری در عمق مورد نظر با رعایت فاصله کسانه‌ها از یکدیگر
- آزمایش مشخصات چشمه (نظیر عمق، حجم و فشار هوای فشرده و آرایه در تفنگ‌های بادی)
- استقرار کشتی در راستای خط برداشت دریایی^۷
- برداشت داده‌ها با نظارت پیوسته روی کلیه پارامترهای ناوبری^۸ و همچنین لرزه‌نگاری تعیین شده
- پردازش اولیه داده‌ها توسط واحد کنترل کیفیت و تهیه مقطع برانبارش برای هر خط برداشت
- بررسی و تایید نهایی داده‌های روزانه و تهیه گزارش مربوطه
- ذخیره‌سازی داده‌های برداشت شده روی نوارهای مغناطیسی
- جمع‌بندی اطلاعات
- تهیه گزارش نهایی برداشت و اخذ تاییدیه کارفرما

۵-۳-۳ پردازش داده‌های لرزه‌نگاری^۹

به طور کلی، پردازش شامل کلیه مراحل است که داده‌های برداشت شده از عملیات لرزه‌نگاری را به داده‌های قابل تفسیر تبدیل می‌کند. مهم‌ترین مراحل که در پردازش اطلاعات اعمال می‌گردند عبارتند از:

^۱ Marine Seismic Operation (Offshore Operation)

^۲ Shallow Water

^۳ Deep Water

^۴ Chase Boat

^۵ Deploy

^۶ Streamer

^۷ Sail Line

^۸ Navigation

^۹ Seismic Data Processing

- اعمال هندسه برداشت^۱: اعمال مختصات نقاط چشمه و گیرنده و ارتباط بین آنها
- ویرایش رد لرزه^۲: شامل حذف^۳ ردلرزه‌های دارای نوفه شدید (نوفه‌هایی که با اعمال روش‌های تضعیف نوفه قابل حذف نیستند) و تصحیح ردلرزه‌های با قطبش معکوس^۴
- تضعیف نوفه‌ها: تضعیف نوفه‌های تصادفی و خطی با روش‌هایی مثل Band Pass, FK Filter و مواردی از این دست
- بازیابی دامنه‌های واقعی^۵: به منظور بازیابی دامنه‌های تضعیف شده در اثر پدیده‌های واگرایی^۶ کروی^۶ و جذب^۷
- تصحیحات ایستا^۸: به دلیل تغییرات ارتفاع نقاط چشمه و گیرنده و تغییرات در ضخامت و سرعت لایه‌های نزدیک سطح (هوازده) باید تصحیح ایستا روی داده‌ها اعمال شده، داده‌ها به یک سطح مبنا^۹ منتقل می‌شوند.
- واهمامیخت^{۱۰}: برای حذف اثر موجک^{۱۱} چشمه به کار می‌رود. واهمامیخت، دو تاثیر روی داده‌ها دارد:
 - ۱- گسترش و افزایش باند فرکانسی
 - ۲- تضعیف چندگانه‌ها^{۱۲}
- تحلیل سرعت: برای انجام "تصحیح برونراند قائم"^{۱۳} سرعت‌های برانبارش منطقه مورد نیاز است که با روش مختلف از جمله "مقطع برانبارش با سرعت ثابت"^{۱۴}، "مقطع شباهت"^{۱۵} و مواردی از این دست باید سرعت‌های منطقه را تحلیل نمود و مناسبترین سرعت را به دست آورد.
- تصحیح ایستای باقیمانده^{۱۶}: بعد از اعمال تصحیح ایستا ممکن است مقادیر جزئی خطا باقی مانده باشد. این مقادیر باقیمانده به دلیل تغییرات شدید و سریع ارتفاع و سرعت لایه هوازده است که با استفاده از روش تصحیح ایستای باقیمانده برطرف می‌گردد. بعد از اعمال تصحیح ایستا، به هم ریختگی بازتابنده‌ها^{۱۷}، بهبود و پیوستگی آنها بیشتر می‌شود.
- تضعیف چندگانه‌ها^{۱۸}: چندگانه‌ها، بازتاب‌های تکراری هستند که در داده‌های لرزه‌نگاری ثبت می‌شوند. این رخدادها در داده‌های لرزه‌نگاری دریایی به وفور دیده می‌شوند که باید تا حد امکان تضعیف شوند. از مهم‌ترین

¹ Geometry Assignment

² Trace

³ Kill

⁴ Reverse Polarity

⁵ True Amplitude Recovery

⁶ Spherical Divergence

⁷ Absorbition

⁸ Static Correction

⁹ Datum

¹⁰ Deconvolution

¹¹ Wavelet

¹² Multiples

¹³ Normal Move Out (NMO)

¹⁴ Constant Velocity Stack (CVS)

¹⁵ Semblance

¹⁶ Residual Static Correction

¹⁷ Reflectors

¹⁸ Multiple Attenuation

روش‌های تضعیف چندگانه‌ها می‌توان به روش‌های رادون و "محدودسازی چندگانه‌های وابسته به سطح"^۱ و مواردی از این دست اشاره نمود.

- تصحیح برونراند قائم (NMO): این مرحله برای حذف اثر دورافت از داده‌های لرزه ای به کار می‌رود که با استفاده از سرعت‌های به دست آمده، این تصحیح انجام می‌شود.
- تصحیح برونراند شیب^۲: این تصحیح به منظور مهاجرت یک ردلرزه به محل دورافت صفر^۳ آن انجام می‌شود. تصحیح DMO در جاهایی که لایه‌های شیب‌دار وجود دارد اعمال می‌گردد. این تصحیح در گذشته مرسوم بوده است.
- برانبارش: بعد از اعمال تصحیح NMO در هر "نقطه میانی مشترک"^۴ و در هر نمونه، مقادیر دامنه‌ها با هم جمع شده، نوفه‌های تصادفی همدیگر را تضعیف می‌کنند.
- مهاجرت زمانی^۵ یا مهاجرت عمقی^۶ داده‌ها (قبل یا بعد از برانبارش): مهاجرت، بازتابنده‌های شیب‌دار را به محل واقعی آنها در زیر زمین منتقل می‌کند. مهاجرت به دو صورت قبل و بعد از برانبارش انجام می‌شود. لازم به ذکر است در مهاجرت قبل از برانبارش^۷ مرحله DMO از مراحل پردازشی حذف می‌شود.
- برانبارش و فیلترهای بعد از برانبارش: بعد از برانبارش ممکن است مقداری نوفه‌های تصادفی یا خطی روی مقطع دیده شود که با اعمال فیلترهای مناسب، این نوفه‌ها تا حد امکان تضعیف می‌شوند.

۴-۳-۵ تفسیر

۴-۳-۵-۱ کلیات

در بخش تفسیر، هدف تلفیق اطلاعات زمین‌شناسی و لرزه‌ای برای به دست آوردن بهترین مدل ساختمانی یا چینه‌ای منطقه و خصوصیات پتروفیزیکی مخازن هیدروکربنی (در دو قلمرو زمان و عمق) می‌باشد. اطلاعات ورودی به این بخش شامل داده‌های لرزه‌ای پردازش شده و اطلاعات زمین‌شناسی اعم از سرسازندها و اطلاعات سرعتی شامل اطلاعات Check Shot، نیمرخ لرزه‌ای قائم VSP، نمودارهای (نگارهای) صوتی، سرعت‌های پردازشی و همچنین نقشه‌های زمین‌شناسی سطح‌الارضی است. تعبیر و تفسیر چینه‌ای و ساختمانی داده‌های لرزه‌ای منجر به شناسایی پدیده‌های رسوبی و تکتونیکی و خصوصیات مخزنی در مدل نهایی تفسیر می‌گردد.

۴-۳-۵-۲ تفسیر ساختمانی و چینه‌ای

- جمع‌آوری، تصحیح و تکمیل اطلاعات زمین‌شناسی و درون‌چاهی (تصحیحات مدل فیزیک سنگی)^۱
- بارگذاری اطلاعات لرزه‌ای، سرعتی، زمین‌شناسی و نگارهای پتروفیزیکی نهایی
- ساخت لرزه‌نگاشت مصنوعی^۱ و تطبیق با داده‌های درون‌چاهی و لرزه‌ای

¹ Surface Related Multiple Elimination (SRME)

² Dip Move Out (DMO)

³ Zero Offset

⁴ Common Mid-Point (CMP)

⁵ Time Migration

⁶ Depth Migration

⁷ Pre Stack Migration

⁸ Rock Physics Model

- تفسیر افق‌های لرزه‌ای روی مقاطع لرزه‌ای
- تفسیر گسل‌ها، گنبدهای نمکی و سایر پدیده‌های زمین‌شناسی (تفسیر ساختمانی)
- تفسیر توالی چینه‌ای لرزه‌ای^۲، ناپیوستگی‌ها^۳، روند تغییرات رخساره‌ای در ناحیه مورد مطالعه و سایر پدیده‌های چینه‌ای نظیر کانال‌های مدفون (تفسیر چینه‌ای)
- شبکه‌بندی^۴ اطلاعات تفسیر شده و تبدیل افق‌های لرزه‌ای به نقشه
- ساخت و نهایی‌سازی مدل سرعتی با استفاده از داده‌های درون‌چاهی و پردازشی بر اساس روش مورد نظر کارفرما
- تهیه نقشه‌های عمقی و تطابق^۵ آنها با تمامی چاه‌ها
- بروزرسانی مدل سرعتی با توجه به نقشه‌های عمقی تطبیق‌یافته

۵-۳-۴-۳ تفسیر خصوصیات مخزنی

- بارگذاری اطلاعات لرزه‌ای شامل داده‌های لرزه‌ای، سرعتی، زمین‌شناسی و نگارهای پتروفیزیکی نهایی و خروجی تفسیر ساختمانی و چینه‌ای
- ساخت لرزه‌نگاشت مصنوعی و تطبیق با داده‌های درون‌چاهی و لرزه‌ای
- انجام وارون‌سازی^۶ داده‌های لرزه‌ای (پیش از برانبارش^۷، پس از برانبارش^۸)
- تحلیل تغییرات دامنه در برابر دورافت^۹
- تخمین خصوصیات مخزنی^{۱۰} (تخلخل، ضرایب کشسانی^{۱۱}، چگالی، نفوذپذیری و مواردی از این دست)
- تبدیل به عمق خروجی‌های زمانی مراحل قبلی و تطابق آنها با تمامی چاه‌ها
- مطالعات سایر نشانگرهای لرزه‌ای^{۱۲}

۵-۴-۳-۴ لرزه‌نگاری درون‌چاهی

- از اطلاعات برداشت شده VSP برای به دست آوردن خروجی‌های لرزه‌ای درون‌چاهی و سرعت موج در منطقه مورد نظر استفاده می‌شود. در این روش، گیرنده‌ها درون چاه قرار می‌گیرند و منبع انرژی نیز روی سطح واقع می‌شود. مهم‌ترین مراحل تحلیل اطلاعات VSP عبارتند از:
- اعمال هندسه^{۱۳} برداشت روی اطلاعات
 - ویرایش اطلاعات لرزه‌نگاری درون‌چاهی

¹ Synthetic Seismogram

² Seismic Sequence Stratigraphy

³ Unconformity

⁴ Gridding

⁵ Correlation

⁶ Seismic Inversion

⁷ Pre-stack

⁸ Post-stack

⁹ Amplitude Versus Offset (AVO)

¹⁰ Seismic Reservoir Characterization

¹¹ Elastic Coefficients

¹² Seismic Attribute Study

¹³ Geometry

- تعیین^۱ زمان رسیدهای اول^۲
- محاسبه سرعت‌های میانگین، بازه‌ای^۳ و ریشه میانگین مربعات^۴
- بازیابی دامنه‌های واقعی (حذف اثر واگرایی کروی و پدیده جذب)
- جداسازی امواج بالارونده^۵ و پایین‌رونده^۶
- اعمال پروسه واهمامیخت روی اطلاعات جدا شده بالارونده
- تبدیل زمان رسید VSP به زمان رفت و برگشت^۷ جهت تطبیق دادن اطلاعات با مقاطع لرزه‌نگاری سطحی
- تهیه مقطع برانبارش برای اطلاعات درون چاهی
- انطباق مقطع لرزه‌نگاری با مقطع برانبارش VSP

۵-۳-۴-۵ لرزه‌نگاری زمان گذر^۸

این عملیات به منظور بررسی تغییراتی انجام می‌شود که به مرور زمان و با تولید از مخزن در خواص لرزه‌ای سنگ و سیال مخزن ایجاد می‌شوند و لازم است تا موقعیت و پارامترهای آن تا حد امکان منطبق بر عملیات قبلی انجام شده در محل باشد. این عملیات در سه مرحله امکان‌سنجی (مطالعاتی)، صحت‌سنجی (برداشت محدود) و انجام کامل عملیات صورت می‌گیرد. بدیهی است انجام هر یک از مراحل مذکور منوط به مثبت بودن نتیجه مرحله قبلی می‌باشد.

۵-۳-۴-۶ لرزه‌نگاری غیرعامل

در روش لرزه‌نگاری غیرعامل بر خلاف روش‌های لرزه‌نگاری قبلی، نیازی به استفاده از چشمه‌های انرژی مصنوعی مانند مواد منفجره، ویبراتور و مواردی از این دست نمی‌باشد از خردلرزه‌ها^۹ (زلزله‌های کوچک طبیعی) به عنوان چشمه‌های انرژی طبیعی استفاده می‌گردد. در این روش گیرنده‌ها برای مدت طولانی در منطقه قرار داده می‌شوند و امواج لرزه‌ای تولید شده توسط خردلرزه‌ها در عمق‌های مختلف توسط گیرنده‌ها ثبت می‌گردد. بعد از پردازش اطلاعات، مدل سرعتی ناحیه مورد مطالعه به دست می‌آید.

¹ Pick
² First Arrival Time
³ Interval
⁴ Root Mean Square
⁵ Upcoming
⁶ Downgoing
⁷ Two Way Time
⁸ Time-Lapse
⁹ Microseismic

۶- زمین‌شناسی تحت‌الارضی^۱

۱-۶ کلیات

زمین‌شناسی تحت‌الارضی شامل مطالعه و بررسی اطلاعات چینه‌شناسی، رسوب‌شناسی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک و زمین‌شناسی ساختمانی است که منجر به شناسایی ساختارهای ساختمانی و چینه‌ای هیدروکربنی با استفاده از داده‌های زمین‌شناسی ناحیه‌ای، چاه‌های موجود و اطلاعات لرزه‌ای می‌شود. زمین‌شناسی تحت‌الارضی در دو بخش مطالعات و عملیات انجام می‌پذیرد.

۲-۶ مطالعات

۱-۲-۶ گردآوری، مطالعه، بررسی داده‌ها و مستندات

مطالعات کتابخانه‌ای و اینترنتی شامل کتب، مقالات، نشریات، نقشه‌ها و داده‌های منطقه مورد مطالعه و نواحی مجاور (جغرافیایی، هواشناسی، توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئوفیزیک، ساختمانی، عمق‌سنجی - بسته به مورد)

۲-۲-۶ مطالعات ناحیه‌ای

این مطالعات شامل بررسی گزارش‌ها و مستندات فنی تهیه شده قبلی نظیر گزارش‌های چاه‌ها، مغزه‌ها، نمودارهای چاه‌پیمایی، گزارش‌های فسیل‌شناسی، چینه‌شناسی، رسوب‌شناسی، ژئوشیمیایی، ساختمانی و ژئوفیزیک و مواردی از این دست در ناحیه مورد نظر می‌باشد.

۳-۲-۶ مطالعات میدانی

۱-۳-۲-۶ ملاحظات کلی

این مطالعات و بررسی گزارش‌ها و مستندات فنی تهیه شده قبلی نظیر گزارش‌های چاه‌ها، مغزه‌ها، نمودارهای چاه‌پیمایی، گزارش‌های فسیل‌شناسی، چینه‌شناسی، رسوب‌شناسی، ژئوشیمیایی، ساختمانی و ژئوفیزیک و مواردی از این دست در میدان مورد نظر می‌باشد.

۲-۳-۲-۶ زمین‌شناسی عمومی

این بند مشابه بند ۲-۳ انجام می‌شود.

۳-۳-۲-۶ چینه‌شناسی و دیرینه‌شناسی

این بند مشابه بند ۲-۳ انجام می‌شود با این تفاوت که کلیه اطلاعات مربوط به این بخش از کنده‌های^۲ حفاری ته چاه، مغزه‌ها^۳ و نمودارهای چاه‌پیمایی به دست می‌آید.

¹ Subsurface Geology

² Cutting

³ Core

۴-۳-۲-۶ رسوب‌شناسی

علاوه بر مطالعه رسوب‌شناسی سطحی، مطالعه رسوب‌شناسی با استفاده از مغزه‌ها و کنده‌های حفاری در آزمایشگاه توسط بررسی ماکروسکوپی و میکروسکوپی نمونه‌ها انجام می‌پذیرد. در ضمن اهم مطالبی که باید مورد بررسی قرار گیرد مشابه بند ۲-۵ می‌باشد.

۴-۳-۲-۵ زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک

سرفصل‌های این بخش به صورت کلی شامل موارد زیر است:

- تعیین رژیم تکتونیکی ناحیه‌ای و منطقه‌ای
- ترسیم برش‌های ساختمانی بر اساس داده‌های لرزه‌ای و چاه‌های موجود از منطقه مورد مطالعه و بازگردانی برش‌ها
- بررسی سازوکار گسلش و طبقه‌بندی گسل‌ها بر اساس داده‌های لرزه‌ای و نمودارهای چاه‌پیمایی
- بررسی درزه‌ها و شکستگی‌ها و طبقه‌بندی آنها
- تعیین شکل هندسی لایه‌های رسوبی (طاقدیس و ناودیس) به منظور شناخت مخازن احتمالی و برآورد حجمی تله‌های هیدروکربنی
- تشخیص عمق‌های دسترسی به سنگ‌های مخزن
- بررسی پوش‌سنگ‌ها و تجزیه و تحلیل ظرفیت نگهداری آنها
- نحوه ارتباط سنگ‌های مخزن با رخنمون‌های سطحی
- بررسی توزیع فراوانی شدت شکستگی سنگ مخزن و مشخص نمودن ویژگی شکستگی‌ها
- بررسی ساختارهای زمین‌شناسی در ارتباط با گنبد‌های نمکی، گل‌فشان و مواردی از این دست
- تجزیه و تحلیل تنش‌های تکتونیکی موثر بر منطقه
- تهیه نقشه‌های زیرزمینی

۴-۳-۲-۴ مطالعات ژئوشیمی

این مطالعات بر اساس بند ۳ انجام می‌گیرد.

۴-۳-۲-۵ تجزیه و تحلیل سیستم هیدروکربنی و ارزیابی ریسک زمین‌شناسی

در این بخش، تجزیه و تحلیل عناصر و فرآیندهای سیستم هیدروکربنی در ناحیه مورد مطالعه به همراه ریسک‌های زمین‌شناسی موجود انجام می‌پذیرد. این تجزیه و تحلیل شامل بررسی و صحت‌گذاری تله هیدروکربنی^۱، پوش‌سنگ^۲، سنگ منشا، سنگ مخزن، زایش^۳، مهاجرت، تجمع و حفظ‌شدگی^۴ هیدروکربن می‌باشد. علاوه بر آن، پارامترهای ریسک زمین‌شناسی در هر یک از موارد مذکور به صورت کمی و کیفی با نظر کارفرما ارزیابی می‌گردد.

۴-۳-۲-۶ محاسبات حجم ذخیره (قبل از حفاری)

¹ Trap

² Cap Rock or Seal

³ Generation

⁴ Preservation

در این بخش، محاسبات حجم ذخیره احتمالی موجود به صورت برجا^۱ و قابل استحصال^۲ برای نوع هیدروکربن (نفت، گاز یا میعانات گازی) در افق موردنظر صورت می‌گیرد.

۶-۲-۷ مدل‌سازی سیستم هیدروکربنی

هدف از تهیه مدل سیستم‌های هیدروکربنی، بازسازی تاریخچه حوضه رسوبی و تکامل آن، پیشگویی چگونگی فرآیندهای زایش، خروج، روند مهاجرت و به تله افتادن هیدروکربن‌ها، بررسی مهاجرت مجدد و نگهداشت می‌باشد. همچنین پیشگویی مقدار، کیفیت و پراکندگی هیدروکربن از نتایج مدل‌سازی سیستم‌های هیدروکربنی است. این مدل‌سازی می‌تواند با توجه به اطلاعات موجود و نظر کارفرما به صورت زیر انجام می‌پذیرد:

- مدل‌سازی یک بعدی
- مدل‌سازی دو بعدی
- مدل‌سازی سه بعدی

نرم‌افزار مورد استفاده برای مدل‌سازی باید به تایید کارفرما برسد.

۶-۲-۸ معرفی و اولویت‌بندی اهداف اکتشافی^۳

در این بخش، معرفی و اولویت‌بندی اهداف اکتشافی (تله‌های چینه‌ای، ساختمانی، گسلی و مواردی از این دست) بر اساس نتایج به دست آمده از مطالعات صورت گرفته در بندهای قبل (زمین‌شناسی و ژئوفیزیک) درجه‌بندی می‌گردد.

۶-۲-۹ تعیین موقعیت چاه (مختصات چاه)

موقعیت حفاری چاه با توجه به تمامی اطلاعات به دست آمده روی نقشه‌های مختلف تعیین می‌گردد. سپس به منظور بررسی و تایید مختصات جغرافیایی، موقعیت چاه با بازدید میدانی روی هدف اکتشافی مورد نظر (خشکی یا دریا) تعیین می‌گردد. در صورت وجود داده‌ها و انجام مدل‌سازی مخزن، می‌توان از آن در تعیین موقعیت بهینه چاه استفاده نمود. لازم است تا حداقل عوامل زیر را در تعیین موقعیت چاه منظور کرد:

- وضعیت توپوگرافی منطقه
- وضعیت ویژگی‌های قومی و اجتماعی ساکنین منطقه
- وضعیت جاده‌های دسترسی
- وضعیت منابع انرژی قابل دسترس
- وضعیت اماکن مسکونی، نظامی، کشاورزی، فرودگاه، مناطق مرزی، میراث فرهنگی و مواردی از این دست
- وضعیت تاسیسات سطحی و زیرسطحی نظیر خطوط لوله، مخابرات، کابل‌های فشار قوی و مواردی از این دست
- مسائل ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE)
- بررسی وضعیت آب و هوا و اقیانوس‌شناسی (طول موج، جریان‌های دریایی، جزر و مد در فصول مختلف سال و مواردی از این دست) برای حفاری در دریا

¹ In Place

² Recoverable

³ Prospect Ranking

۶-۲-۱۰ برنامه پیش‌بینی زمین‌شناسی چاه

این برنامه شامل موارد زیر است:

- اطلاعات عمومی چاه و ناحیه
- اطلاعات ساختمانی و ژئوفیزیکی
- پیش‌بینی سنگ‌شناسی و عمق دسترسی سازندها یا بخش‌ها^۱ و عمق نهایی چاه
- محاسبات پیش‌بینی فشار منفذی^۲ سازندها (برآورد زون‌های هرزروی و جریانی چاه)
- برآورد مشخصات گل حفاری برای هر مرحله از حفاری چاه
- برآورد اندازه لوله‌های جداری و آستری و عمق قرارگیری آنها
- تعیین فواصل نمونه‌گیری (خرده‌های حفاری، نمونه‌های ژئوشیمی سنگ مخزن و منشا و مقاطع نازک میکروسکوپی)
- برآورد اولیه نمودارگیری (پتروفیزیکی، تصویری، انحراف چاه، MDT^۳، XPT^۴ و مواردی از این دست) برای فواصل مشخص
- مغزه‌گیری (در صورت نیاز و با توجه به شرایط)
- فواصل مورد نیاز جهت لایه‌آزمایی و بهره‌دهی چاه
- محاسبات حجم ذخیره برای افق‌های موردنظر
- مسائل و نکات ایمنی (در نظرگرفتن مخاطرات زمین‌شناسی، گازهای سمی، طراحی روش جایگزین در صورت وجود مشکل در حفر چاه و مواردی از این دست)

یادداشت:

- در صورت استفاده از نمودارگیری گل حفاری موارد مورد استفاده و نوع داده‌ها طبق نظر کارفرما تعیین می‌گردد.
- اخذ VSP با هماهنگی واحد ژئوفیزیک انجام گیرد.
- برنامه پیش‌بینی زمین‌شناسی چاه به تایید کارفرما می‌رسد.

۶-۳ عملیات

۶-۳-۱ آماده‌سازی برنامه عملیات

عملیات حفاری چاه پس از ساخت جاده و سلر^۵، محوطه چاه، وضعیت آب‌رسانی، برق، استقرار کامل دکل و آماده‌بودن آن آغاز خواهد شد.

۶-۳-۲ زمین‌شناسی عملیات حفاری

شامل برنامه‌ریزی، هدایت، کنترل چاه و کسب اطلاعات لازم از دیدگاه زمین‌شناسی تا زمان خاتمه حفاری و ترک چاه صورت می‌پذیرد. این فرایند از طریق واحد زمین‌شناسی سرچاه صورت می‌گیرد.

¹ Member

² Pore Pressure

³ Modular Dynamic Tools

⁴ Express Pressure Tools

⁵ Cellar

۳-۳-۶ زمین‌شناسی سرچاه

- محاسبه زمان نمونه‌گیری^۱
- نظارت کمی و کیفی بر فرآیند نمونه‌گیری (اعم از خرده‌های حفاری، مغزه، ژئوشیمی و در صورت نیاز نمونه هیدروکربن)
- تعیین فواصل نمونه‌گیری بر حسب نیاز و کنترل فواصل آزمایش چاه
- تعیین فواصلی که علاوه بر برنامه پیش‌بینی نیاز به تهیه مقاطع نازک میکروسکوپی دارد.
- بررسی و مطالعه خرده‌های حفاری، توصیف و استخراج اطلاعات مورد نیاز (لیتولوژی، بافت، تخلخل، آغستگی هیدروکربن و مواردی از این دست)
- بررسی و مطالعه مقاطع نازک میکروسکوپی، توصیف و استخراج اطلاعات مورد نیاز (لیتولوژی، بافت، تخلخل، آغستگی هیدروکربن و محتوای فسیلی)
- دریافت پارامترهای حفاری و اطلاعات مبتنی بر روند عملیات حفاری از ناظر عملیات حفاری مستقر در محل چاه
- تهیه نمودار گرافیکی زمین‌شناسی حاوی اطلاعات جمع‌آوری شده
- بررسی و تطبیق کلیه داده‌های جمع‌آوری شده و تفسیر شده با اطلاعات چاه‌های اطراف و برنامه پیش‌بینی زمین‌شناسی
- تعیین سرسازندها و نقاط پاشنه جداری با نظر رییس عملیات زمین‌شناسی
- توصیف ابتدایی مغزه‌ها در صورت امکان و نظارت بر چگونگی بسته‌بندی و ارسال آنها
- اخذ و بررسی داده‌های گل حفاری از واحد نمودارگیری گل حفاری و ثبت و نگهداری آنها به صورت روزانه
- تهیه گزارش روزانه عملیات زمین‌شناسی چاه و ارسال به رییس عملیات زمین‌شناسی
- ارائه گزارش شفاهی به رییس عملیات زمین‌شناسی به صورت روزانه و برحسب ضرورت عملیاتی
- نظارت بر فرآیند نمودارگیری در صورت عدم حضور کارشناس پتروفیزیک
- نظارت و کنترل بر مسیر چاه . اعماق دستیابی به مخزن به ویژه در چاه‌های جهت‌دار و افقی
- ارسال کلیه اطلاعات مربوط به چاه به اداره (در صورت وجود سامانه‌های بالادستی، تغذیه اطلاعات انجام گردد)

۴-۳-۶ فعالیت دفتری

هدایت و کنترل چاه از دیدگاه زمین‌شناسی از طریق اطلاعات ارسال شده (کلیه موارد مندرج در بند ۳-۳-۶) صورت می‌پذیرد.

۵-۳-۶ تهیه گزارش و ارائه به کارفرما

پس از خاتمه حفاری چاه و اخذ کلیه اطلاعات لازم، گزارش‌های زیر تهیه می‌شود.

- تهیه گزارش تکمیلی زمین‌شناسی چاه
- تهیه گزارش نمودار تصویری چاه

^۱ Lag Time

- تهیه گزارش انحراف چاه

۴-۶ مطالعات زمین‌شناسی مخزن (مدل‌سازی استاتیک مخزن)

در صورت وجود داده‌های کافی و مناسب از مخزن، انجام این مطالعات به شرح زیر صورت می‌پذیرد.

- تهیه مدل ساختمانی
- تهیه مدل چینه‌شناسی
- زون‌بندی و لایه‌بندی
- تهیه مدل خصوصیات مخزنی
- آنالیز داده‌ها
- توزیع خصوصیات مخزنی در مدل
- محاسبات حجمی و آنالیز عدم قطعیت حجم مخزن (شایان ذکر است محاسبات حجم هیدروکربن درجا در بخش ۱۲-۵-۲-۶ ذکر گردیده ولی لازم است تا برآورد مذکور در مدل‌سازی سه بعدی زمین‌شناسی (مدل‌سازی استاتیک) نیز انجام پذیرد).

۷- مدل سازی حوضه های رسوبی و سیستم های هیدروکربنی^۱

۱-۷ کلیات

مدل حوضه و سیستم های هیدروکربنی بنا به تعریف، دستاوردی است عددی و دینامیکی که کلیه عناصر و فرآیندهای زمین شناسی که به طور ژنتیکی به یکدیگر مرتبط بوده و برآیند عملکرد آنها طی زمان های زمین شناسی باعث تشکیل انباشته های هیدروکربنی در حوضه های رسوبی می گردد را شبیه سازی می نماید. این مدل دینامیکی کلیه فرآیندهای موجود از نهشته شدن رسوبات و متراکم شدن آنها گرفته تا تحلیل جریان حرارتی، محاسبات مربوط به فشار منفذی، زایش و خروج هیدروکربن از سنگ منشا، مهاجرت و انباشتگی و همچنین خواص سیالات هیدروکربنی را پیش بینی و تجزیه و تحلیل می نماید. مدل سازی حوضه و سیستم های هیدروکربنی، برآیند تلفیق و تجزیه و تحلیل طیف متنوعی از داده ها و اطلاعات زمین شناسی، ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی، پتروفیزیکی و مهندسی نفت بر مبنای جدیدترین روش های علمی و کامل ترین نرم افزارهای شبیه سازی می باشد.

مدل حوضه و سیستم های هیدروکربنی دارای اهداف و کاربردهای بسیار متنوعی است که از جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تعیین تاریخچه حرارتی
- تعیین زمان بلوغ
- تعیین زمان زایش و زمان مهاجرت هیدروکربن
- شناسایی کمی و کیفی انباشته های هیدروکربنی و تعیین میزان عدم قطعیت هر یک از این انباشته ها
- رده بندی اهداف اکتشافی
- شناسایی مسیر احتمالی مهاجرت هیدروکربن و استفاده از آن در ارزیابی راهکارهای مناسب جهت ازدیاد برداشت از مخازن
- کاهش میزان عدم قطعیت در پیش بینی نفتگیرهای چینه ای و ترکیبی بر اساس مطالعه رخساره های لرزه ای
- تعیین تاریخچه پرشدگی و پیوستگی مخازن
- شناسایی خانواده های نفتی منطقه و تعیین گستره های زمانی و مکانی هر یک از این خانواده ها
- تشخیص دقیق خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سیالات هیدروکربنی
- تعیین حجم هیدروکربن تولیدی از منطقه زهکشی هر سنگ منشا و مقایسه آن با حجم ذخایر احتمالی در حوضه رسوبی مورد مطالعه

پیش نیاز برآورد کمی این منابع در مخازن، شبیه سازی فرآیندهای زمین شناسی و ژئوشیمیایی است که منجر به تشکیل ذخایر هیدروکربنی می گردد. بنابراین نخست با استفاده از شبیه سازی تکامل حوضه رسوبی یک مدل استاتیک (مدل زمین شناسی^۲) تهیه شده و سپس با شبیه سازی فرآیندهای ژئوشیمیایی، یک مدل سینتیک برای تشکیل هیدروکربن و یک مدل دینامیک برای سازوکارهای مهاجرت و تجمع هیدروکربن ساخته می شود.

¹ Basin & Petroleum System Modeling (BPSM)

² Geo Model

به طور کلی فرآیند ساخت مدل حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی در ادامه تشریح می‌گردد. اگرچه ممکن است برخی از مراحل ارایه شده در فعالیت‌های ذکر شده در فصول قبل این نشریه نیز مورد اشاره قرار گرفته باشد، لیکن در این فصل، این فعالیت‌ها با رویکرد مدل‌سازی حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی انجام می‌شوند. در این فصل به جای عبارت مدل‌سازی حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی به اختصار از مدل‌سازی استفاده می‌شود.

۲-۷ شناسایی کلی منطقه و بررسی کمی داده‌های موجود

این مرحله شامل موارد زیر است:

- بررسی ابعاد و گسترش مطالعه و کمیت داده‌های موجود
- شناسایی پیچیدگی‌های زمین‌شناسی و طبیعی منطقه شناسایی دقیق ابهامات موجود و پرسش‌های بنیادی پروژه

۳-۷ امکان‌سنجی اولیه طرح

شامل انجام فرآیند امکان‌سنجی مدل‌سازی بر اساس کلیه داده‌ها و اطلاعات قابل دسترس است.

۴-۷ گردآوری داده‌ها و اطلاعات و ارزیابی کمی و کیفی آنها

- گردآوری و شناسایی دقیق کلیه داده‌ها و اطلاعات موجود و مرتبط
- ارزیابی داده‌های گردآوری شده و تعیین نوع و میزان داده‌های مورد نیاز جهت رفع کمبودهای موجود
- نمونه‌برداری جهت انجام آزمایش‌های لازم (ژئوشیمیایی و زمین‌شناسی) و تولید داده‌های ضروری
- ایجاد بانک اطلاعاتی جامع مرتبط با طرح به تناسب بسته‌های کاری مختلف
- ارایه گزارش نهایی

۵-۷ زمین‌شناسی حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی

۱-۵-۷ زمین‌شناسی عمومی منطقه

فعالیت‌های مربوط به زمین‌شناسی عمومی در بند ۲-۳ ذکر شده است. در مدل‌سازی، انجام فعالیت‌های زیر نیز مورد نیاز است:

- چینه‌شناسی عمومی و بررسی تکامل حوضه رسوبی مورد مطالعه
- اطلاعات عمومی کلیه ساختمان‌ها، میدین و چاه‌های منطقه
- اطلاعات عمومی مربوط به کلیه سیستم‌های هیدروکربنی منطقه
- شناسایی پراکندگی و تغییرات کلی ضخامت و سنگ‌شناسی افق‌های مورد مطالعه در منطقه

۲-۵-۷ زمین‌شناسی ساختمانی

فعالیت‌های مربوط به زمین‌شناسی ساختمانی در بند ۲-۶ ذکر شده است. در مدل‌سازی، انجام فعالیت‌های زیر برای منطقه مورد مطالعه نیز مورد نیاز است:

- تعیین جایگاه تکتونیکی و تکامل ژئودینامیکی حوضه رسوبی
- شناسایی واحدهای تکتونیکی- رسوبی منطقه و نقش آنها در تشکیل منابع هیدروکربنی
- شناسایی و طبقه‌بندی دقیق کلیه ساختارهای منطقه و تعیین نقش آنها در مدل‌سازی

- ارزیابی چگونگی توزیع شکستگی‌ها در واحدهای سنگی و نقش آن در منابع هیدروکربنی
- کمک به مدلسازی ساختمانی دو بعدی و سه بعدی حوضه

۷-۵-۳ چینه‌شناسی

فعالیت‌های مربوط به چینه‌شناسی در بند ۲-۴ ذکر شده است. در مدل‌سازی، انجام فعالیت‌های زیر نیز مورد نیاز است:

- شناسایی و ارزیابی کلیه داده‌های عمقی مربوط به واحدهای چینه‌شناسی قابل دسترس در مدل
- تعیین سن مطلق کلیه واحدهای چینه‌شناسی و وقایع زمین‌شناسی قابل دسترس در مدل
- تطابق کروئوآستراتیگرافی کلیه واحدهای چینه‌شناسی و وقایع زمین‌شناسی قابل دسترس در مدل
- تطابق سنگ چینه‌ای کلیه واحدهای مورد مطالعه با تلفیق داده‌ها و اطلاعات زیرسطحی
- یکپارچه‌سازی کلیه واحدهای چینه‌ای در گستره مورد مطالعه بر اساس کلیه داده‌ها و اطلاعات سطحی و زیرسطحی موجود
- شناسایی کلیه رخدادهای^۱ زمین‌شناسی اعم از تکتونیکی، چینه‌شناسی و پالئوآکولوژیکی در محدوده مورد مطالعه
- مطالعه چینه‌شناسی سکانسی کلیه واحدهای سنگی منطقه و نقش آن در مدل‌سازی

۷-۵-۴ سنگ‌شناسی و رسوب‌شناسی

فعالیت‌های مربوط به رسوب‌شناسی در بند ۲-۴ ذکر شده است. در مدل‌سازی، انجام فعالیت‌های زیر نیز مورد نیاز است:

- تعیین کمی و کیفی سنگ‌شناسی و کانی‌شناسی دقیق واحدهای سنگی بر اساس اطلاعات زمین‌شناسی و پتروفیزیکی
- شناسایی محیط رسوبی و جغرافیای دیرینه و عمق دیرینه کلیه واحدهای سنگی مورد استفاده در مدل زمین‌شناسی حوضه
- شناسایی کلیه عوامل دیاژنتیکی و بررسی نقش آنها بر سیستم‌های هیدروکربنی منطقه
- شناسایی و تحلیل رخساره‌های رسوبی

۷-۵-۵ مدل چینه‌شناسی ناحیه‌ای

در تهیه این مدل، برای گستره حوضه مورد مطالعه، فعالیت‌های زیر صورت می‌پذیرد:

- تهیه نقشه‌های عمقی از کلیه واحدهای سنگی مورد استفاده
- تعیین گسترش جانبی و عمودی واحدهای چینه‌شناسی و آرایه یک مدل چینه‌شناسی
- تهیه نقشه‌های رخساره‌ای از کلیه واحدهای سنگی مورد استفاده در مدل
- تعیین گسترش جانبی و عمودی رخساره‌های رسوبی و آرایه مدل رخساره‌ای

^۱ Events

- تهیه نقشه‌های هم ضخامت از میزان تخریب در امتداد ناپیوستگی‌ها و وقایع زمین‌شناسی عمده‌شناسایی و معرفی مناسب‌ترین برش‌های چینه‌شناسی به منظور بررسی دقیق سیستم‌های هیدروکربنیتیه و ایجاد بانک اطلاعاتی مرتبط برای کلیه داده‌ها و نتایج حاصله در نرم‌افزار مربوطه

۶-۷ ژئوشیمی حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی

مباحث مربوط به مطالعات ژئوشیمی در فصل سوم ذکر شده است. در مدل‌سازی، بندهای زیر نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

۱-۶-۷ ارزیابی ژئوشیمیایی سنگ‌های منشاء احتمالی

- نمونه‌برداری هدفمند و متناسب با مطالعه سیستم‌های هیدروکربنی از سنگ‌های منشا احتمالی منطقه
- انجام آنالیزهای ژئوشیمیایی مختلف (اپتیکال، پیرولیزی و شیمی) مرتبط با اهداف مطالعات سیستم‌های هیدروکربنی
- ارزیابی خصوصیات ژئوشیمیایی سنگ‌های منشا احتمالی شامل پتانسیل هیدروکربن‌زایی، کیفیت مواد آلی و درجه بلوغ و ارزیابی کینتیک
- تهیه لاگ‌های ژئوشیمیایی در چاه‌های کلیدی با پراکندگی مناسب در سطح منطقه مورد مطالعه
- تهیه نقشه‌های هم‌تراز از ویژگی‌های ژئوشیمیایی (HI, TOC, %Ro, T_{max} و نوع کروژن) سنگ‌های منشا احتمالی جهت استفاده در مدل

۲-۶-۷ ارزیابی ژئوشیمیایی سیالات هیدروکربنی

- نمونه‌برداری هدفمند و متناسب با مطالعات سیستم‌های هیدروکربنی از سیالات موجود در مخازن و برون‌زدهای سطحی
- ارزیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی هیدروکربن با استفاده از آنالیزهای متداول ژئوشیمیایی
- تعیین منشاء مواد آلی، سن، لیتولوژی، شرایط محیط رسوبی و میزان بلوغ سنگ منشا مولد احتمالی سیالات هیدروکربنی
- تطابق سنگ منشا- هیدروکربن و هیدروکربن - هیدروکربن به منظور شناخت تشابهات و مغایرت‌های موجود بین ویژگی‌های ژئوشیمیایی سیالات و سنگ‌های منشا احتمالی منطقه مورد مطالعه
- شناسایی خانواده‌های هیدروکربنی منطقه و تعیین گستره‌های زمانی و مکانی هر یک از این خانواده‌ها
- شناسایی و معرفی سیستم‌های هیدروکربنی حوضه مورد مطالعه

۳-۶-۷ مطالعات ژئوشیمی مخزن

- نمونه‌برداری هدفمند و ویژه از سنگ و سیال مخازن جهت انجام مطالعات ژئوشیمی مخزن در ناحیه
- تعیین دقیق ترکیب شیمیایی سیال مخزن (نفت، گاز و آب)
- شناسایی و ارزیابی ترکیبات سنگین هیدروکربوری در مخزن در راستای ازدیاد برداشت نفت
- شناسایی سطح تماس سیالات مخزنی (گاز/نفت/آب)

- به دست آوردن مقادیر وزن مخصوص^۱ و گرانیروی^۲ نفت مخزن در راستای انتخاب صحیح روش‌های ازدیاد برداشت نفت در ناحیه
- بررسی تداوم یا ارتباط عمودی و جانبی افق‌های مخزنی در میدان در راستای تبیین راهبردهای توسعه میدان
- تعیین تاریخچه پرشدگی مخازن و نیز بررسی علل خشک بودن برخی از چاه‌ها با استفاده از مطالعات سیالات درگیر
- تهیه و ایجاد بانک اطلاعاتی مرتبط برای کلیه داده‌ها و نتایج حاصله در نرم‌افزار مربوطه

۷-۷ مطالعات پتروفیزیکی در مدل‌سازی حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی

- مطالعات پتروفیزیکی در مدل‌سازی، شامل ارزیابی تفصیلی پارامترهای زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و مخزنی به منظور استفاده در مدل حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی عمدتاً به شرح زیر می‌باشد:
- گردآوری و ارزیابی کلیه داده‌ها و اطلاعات (اعم از نگاره‌های چاه، داده‌های پتروفیزیکی و داده‌های مهندسی نفت) مربوط به چاه‌های منطقه
 - ارزیابی پتروفیزیکی چاه‌های کلیدی با پراکندگی مناسب در سطح منطقه مورد مطالعه
 - آماده‌سازی و بررسی کلیه نگاره‌های موجود جهت انجام ارزیابی پتروفیزیکی
 - بارگذاری داده‌ها و اطلاعات در نرم‌افزار و آماده‌سازی و پیش‌پردازش اطلاعات پتروفیزیکی
 - پردازش و تفسیر اطلاعات نگاره‌های چاه برای تعیین لیتولوژی و تخلخل کلیه افق‌های مورد مطالعه در محل چاه
 - تهیه خروجی از نتایج تفسیر پتروفیزیکی جهت استفاده در سایر بسته‌های کاری
 - تهیه لاگ الکتروفاسیس^۳ به منظور شناسایی رخساره‌های سنگی در محل چاه جهت کالیبره نمودن رخساره‌های لرزه‌ای و تکمیل رخساره‌های زمین‌شناسی
 - تهیه و تولید داده‌های تکمیلی چاه‌های کلیدی شامل ارزیابی وضعیت فشار، دما، درصد اشباع آب و نوع سیال مخازن هیدروکربنی در منطقه مورد مطالعه
 - ایجاد بانک اطلاعاتی مرتبط برای کلیه داده‌ها و نتایج حاصله و پیاده‌سازی در نرم‌افزار مربوطه

۸-۷ مطالعات ژئوفیزیکی

مطالعات ژئوفیزیکی متناسب با اهداف و نیازمندی‌های مدل حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی بر اساس روش‌های لرزه‌ای و غیرلرزه‌ای (شامل ژئومغناطیس، گرانیسنجی و مواردی از این دست) به شرح زیر قابل انجام است:

۸-۷-۱ تجزیه و تحلیل داده‌های غیرلرزه‌ای

- تجزیه و تحلیل داده‌های غیرلرزه‌ای (شامل ژئومغناطیس، گرانیسنجی و مواردی از این دست) به منظور تعیین عمق پی‌سنگ به شرح مراحل زیر صورت می‌پذیرد:
- تعیین عمق پی‌سنگ در حوضه مورد مطالعه با استفاده از داده‌های مغناطیس و گرانیسنجی موجود
 - تفسیر گسل‌های عمیق (پی‌سنگی) و تعیین عملکرد آنها بر سیستم‌های هیدروکربنی حوضه مورد مطالعه

¹ Gravity

² Viscosity

³ Electrofacies

- شناسایی ساختارها و بلندی‌های قدیمه، تعیین گستره و تشخیص عملکرد آنها بر سیستم‌های هیدروکربنی حوضه مورد مطالعه

۲-۸-۷ کنترل کیفیت و بازپردازش داده‌های لرزه‌ای

- تعیین نواحی فاقد داده لرزه‌ای و پیشنهاد برداشت داده و پردازش آن
- بازیابی دامنه^۱ و افزایش نسبت سیگنال به نوفه^۲ و بهبود پیوستگی بازتاب‌ها در داده‌های لرزه‌ای با کیفیت پایین
- حذف نوفه‌های تصادفی و منظم^۳

۳-۸-۷ بهبود کیفیت و تفسیر ساختمانی لرزه‌ای

- مشابه‌سازی داده‌های لرزه‌ای دو بعدی از نظر دامنه و فاز
- بهبود کیفیت داده‌های لرزه‌ای با کمک پردازش‌های پس از برانبارش به منظور افزایش حداکثری پیوستگی بازتاب‌های لرزه‌ای (فیلترهای median, diffusion و برخی نشانگرها)
- تعیین و ویرایش افق‌های مورد نیاز برای تفسیر مجدد و یکپارچه‌سازی آنها
- تفسیر افق‌های جدید در صورت نیاز
- بررسی گسل‌های تفسیر شده در منطقه، بازبینی و تفسیر مجدد در صورت نیاز
- ساخت مدل سرعتی در منطقه
- تهیه نقشه زمانی و عمقی افق‌های زمین‌شناسی مورد مطالعه

۴-۸-۷ یکپارچه‌سازی داده‌های لرزه‌ای، آنالیز نشانگرهای لرزه‌ای، وارون‌سازی لرزه‌ای و تخمین خواص مخزنی

- یکپارچه‌سازی داده‌های دو بعدی به منظور وارون‌سازی لرزه‌ای
- وارون‌سازی پس از برانبارش داده‌های لرزه‌ای دو بعدی و تهیه مقاطع مقاومت صوتی
- استخراج و آنالیز نشانگرهای لرزه‌ای پس از برانبارش
- استخراج و آنالیز نشانگرهای لرزه‌ای قبل از برانبارش (در صورت وجود داده‌ها)
- تخمین خواص مخزنی (از جمله تخلخل) و تهیه حجم مخزن

۵-۸-۷ تهیه نقشه ناپیوستگی‌های عمده با استفاده از تفسیر داده‌های لرزه‌ای (چینه‌شناسی لرزه‌ای)

- تفسیر زمانی ناپیوستگی‌های عمده در مقاطع لرزه‌ای
- تهیه نقشه زمانی ناپیوستگی‌ها
- تبدیل به عمق نقشه‌های زمانی ناپیوستگی و تهیه نقشه‌های عمقی آنها

¹ True Amplitude Recovery

² Signal to Noise Ratio

³ Coherent

۷-۸-۶ آنالیز رخساره‌های لرزه‌ای

- بزرگ مقیاس‌سازی رخساره‌های رسوبی شناسایی شده توسط زمین‌شناسی
- بررسی و تعیین نشانگرهای مناسب طبقه‌بندی رخساره‌ها
- طبقه‌بندی رخساره‌ها و کالیبره کردن نتایج با رخساره‌های شناسایی شده در محل چاه
- تهیه نقشه رخساره‌ها در محدوده داده‌های لرزه‌ای

۷-۸-۷ آنالیز سرعت، ساخت مدل سرعتی، تبدیل به عمق و ارایه گزارش نهایی فعالیت‌های ژئوفیزیکی

- ساخت مدل یکپارچه سرعتی بر اساس نمودارهای چاهی و داده‌های سرعت کوچ لرزه‌ای
- تبدیل به عمق نتایج حاصل از فعالیت‌های ژئوفیزیکی شامل افق‌های لرزه‌ای و تفسیرها و حجم‌های به دست آمده
- تهیه و ارایه گزارش نهایی فعالیت‌های ژئوفیزیکی

۷-۹-۹ مدل‌سازی حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی

۷-۹-۱ مدل‌سازی یک بعدی

- تعیین بلوغ حرارتی و بازسازی تاریخچه تدفین سنگ‌های منشا احتمالی بر اساس اطلاعات موجود در محل چاه‌های کلیدی
- شبیه‌سازی مدل یک بعدی فشار و دما (داده‌های کالیبراسیون) در محل چاه‌های کلیدی
- تعیین نسبت تبدیل^۱ سنگ‌های منشا در محل چاه‌های کلیدی
- ارزیابی توان تولید و زمان خروج هیدروکربن از سنگ‌های منشا در محل چاه‌های کلیدی
- تعیین میزان جریان حرارتی منطقه در محل چاه‌های کلیدی در مقاطع سنی مورد نظر

۷-۹-۲ مدل‌سازی ساختمانی دو بعدی

- آماده‌سازی خطوط برش ساختمانی با در نظر گرفتن کلیه افق‌های تفسیر شده در مطالعات ژئوفیزیکی
- ترسیم برش‌های ساختمانی در زمان حال
- بالانس کردن برش‌ها و بازسازی یک مرحله‌ای آنها به زمان قبل از فاز اصلی تکتونیکی حوضه
- بالانس کردن برش‌ها و بازسازی آنها در مقاطع زمانی مربوط به وقایع اصلی تکتونیکی منطقه

۷-۹-۳ مدل‌سازی دو بعدی

- شبیه‌سازی جریان حرارتی منطقه در امتداد برش‌های مورد مطالعه
- تعیین عمق دیرینه حوضه رسوبی برای کلیه افق‌های تفسیر شده در مطالعات ژئوفیزیکی در امتداد برش‌های مورد مطالعه
- تعیین درجه بلوغ، ارزیابی توان تولید و تعیین نسبت تبدیل سنگ‌های منشا در امتداد برش‌های مورد مطالعه
- شناسایی مسیرهای مهاجرت در امتداد برش‌های مورد مطالعه
- شناسایی مناطق زایش هیدروکربن بر اساس مسیرهای مهاجرت تعیین شده

¹ Transformation Ratio

- شناسایی و تخمین انباشته‌های هیدروکربنی در کلیه مخازن موجود در امتداد برش‌های مورد مطالعه
- شناسایی و تخمین ترکیب شیمیایی سیالات هیدروکربنی در امتداد برش‌های مورد مطالعه

۴-۹-۷ مدل‌سازی ساختمانی سه بعدی

- ارزیابی و آماده‌سازی کلیه افق‌های تفسیر شده در مطالعات ژئوفیزیکی جهت ساخت مدل سه بعدی منطقه
- ساخت بلوک ساختمانی سه بعدی در زمان حال
- بازسازی یک مرحله‌ای مدل ساختمانی سه بعدی منطقه به زمان قبل از فاز تکتونیکی اصلی حوضه
- بازسازی مدل ساختمانی سه بعدی در مقاطع زمانی مربوط به وقایع اصلی تکتونیکی منطقه

۵-۹-۷ مدل‌سازی سه بعدی

- شبیه‌سازی جریان حرارتی منطقه در مقاطع سنی مورد نظر
- مدل‌سازی سه بعدی عمق دیرینه حوضه رسوبی برای کلیه افق‌های تفسیر شده مورد مطالعه
- استخراج داده‌های کالیبراسیون از مدل سه بعدی در نقاط مورد نیاز
- تعیین درجه بلوغ سنگ‌های منشا در مدل سه بعدی به صورت پیوسته و ممتد (افقی و قائم)
- ارزیابی توان تولید سنگ‌های منشا در مدل سه بعدی در مقاطع مختلف سنی
- شناسایی مسیرهای مهاجرت و مناطق زهکشی انباشته‌های هیدروکربنی در حوضه رسوبی مورد مطالعه
- شناسایی و تخمین کلیه انباشته‌های هیدروکربنی قابل ملاحظه در افق‌های مخزنی منطقه
- شناسایی و تخمین ترکیب شیمیایی سیالات هیدروکربنی منطقه

۶-۹-۷ تلفیق اطلاعات

تلفیق اطلاعات مختلف به منظور ارزیابی ریسک، تخمین میزان ذخیره و پتانسیل هیدروکربنی منطقه و طی مراحل زیر انجام می‌پذیرد:

- شناسایی پارامترهای اصلی و تعیین میزان عدم قطعیت آنها جهت بررسی سناریوهای مختلف
- مطالعه و بررسی سناریوهای مختلف جهت تعیین محتمل‌ترین حالات ممکن با کمترین درصد ریسک ناشی از مدل سه بعدی حاصل
- تلفیق کلیه اطلاعات به دست آمده با اطلاعات قبلی جهت ارزیابی ریسک و تعیین میزان ذخایر هیدروکربنی
- شناسایی مناطق با پتانسیل هیدروکربنی قابل ملاحظه و رده‌بندی اهداف اکتشافی

۸- آماده‌سازی محل حفاری

۸-۱ خشکی

وظیفه اصلی تیم آماده‌سازی محل حفاری در خشکی، احداث جاده دسترسی به موقعیت حفاری و آماده‌سازی محل اردوگاه و محوطه چاه اکتشافی جهت استقرار دکل حفاری و سایر متعلقات آن و نیز پشتیبانی آبرسانی به دکل می‌باشد. به صورت کلی، مراحل مختلف عملیات آماده‌سازی محل حفاری چاه اکتشافی در خشکی را می‌توان به بخش‌های زیر تقسیم نمود:

- احداث مسیر دسترسی
- احداث محل اردوگاه، محوطه چاه اکتشافی و احداث گودال آتش^۱
- خط لوله آب و متعلقات آن

۸-۱-۱ احداث مسیر دسترسی

۸-۱-۱-۱ ملاحظات کلی

از آنجا که محل چاه‌های مشخص شده توسط زمین‌شناسان تا راه‌های اصلی کشور فاصله دارد، طراحی و احداث مسیری مناسب جهت دسترسی و ارایه خدمات به چاه‌های اکتشافی از اولویت‌های کاری می‌باشد. با توجه به گستره مختلف جغرافیایی شامل مناطق بیابانی، تپه ماهوری، کوهستانی، لجنی و هور، و مواردی از این دست روش‌های اجرا، متفاوت خواهد بود.

۸-۱-۱-۲ مشخصات طرح هندسی

مبنای تعیین مشخصات طرح هندسی، آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران (نشریه شماره ۴۱۵ سازمان برنامه و بودجه کشور) می‌باشد. اما از آنجا که کاربری این جاده و مشخصات وسایل نقلیه‌ای که در آن تردد می‌کنند خاص است، برخی از مشخصات هندسی به صورت ویژه در نظر گرفته شده است.

۸-۱-۱-۳ مشخصات فنی

۸-۱-۱-۳-۱ روسازی

تعداد لایه‌ها در طول مسیر با توجه به موقعیت محل متغیر است. روش‌های اجرا روسازی می‌بایست تعیین گردد و اجزای روسازی شامل موارد زیر است:

- مشخصات فنی رویه قیری
- مشخصات فنی قشر زیر اساس
- عملیات خاکبرداری و خاکریزی
- بستر اولیه راه

۸-۱-۱-۳-۲ ابنیه فنی

ابنیه فنی شامل آبروها، آبنماها، دیوارهای حایل و سایر موارد مورد نیاز در اجرای مسیر دسترسی می‌باشند.

^۱ Fire Pit

- آبرو و آب‌نما
- دیوار حایل (در صورت نیاز در طول مسیر جهت جلوگیری از رانش خاک و یا جمع کردن پاشنه‌های خاکریزی از دیوار حایل مطابق مشخصات فنی و عمومی استفاده می‌شود).

۸-۱-۲ احداث محل اردوگاه و محوطه چاه اکتشافی

استقرار دکل و پشتیبانی عملیاتی نیازمند احداث محوطه چاه اکتشافی و محل اردوگاه می‌باشد. در ادامه به بررسی مشخصات هر یک از موارد ذکر شده می‌پردازیم.

۸-۱-۲-۱ محوطه چاه اکتشافی

محوطه چاه اکتشافی شامل محوطه، تختگاه بتنی، گودال VSP، گودال گل و روغن، مسیر خط آتش و گودال آتش می‌باشد.

۸-۱-۲-۱-۱ محوطه

برای احداث تختگاه بتنی چاه (سلر) ابتدا لازم است محوطه‌ای در انتهای مسیر راه و مطابق نقشه توپوگرافی محوطه چاه احداث گردد. این محوطه شامل موارد ذیل می‌باشد.

- روسازی
- مخزن فاضلاب^۱ (مخزن فاضلاب به شکل یک مخزن سرپوشیده است و در مکان‌هایی که فاقد لوله‌کشی فاضلاب است، برای جمع‌آوری و دفع فاضلاب از آن استفاده می‌شود).
- فنس‌کشی (یکی از اجزای اجرایی محوطه، فنس‌کشی اطراف آن می‌باشد. مشخصات اجرایی فنس‌کشی می‌بایست مشخص گردد).
- پانل بتنی زیر مخازن گازوییل (جهت استقرار مخازن گازوییل موجود در محوطه چاه و جلوگیری از آلودگی زیست‌محیطی پانل بتنی به همراه جوی اطراف اجرا می‌گردد).

۸-۱-۲-۱-۱-۲ تختگاه بتنی^۲

بعد از اتمام محوطه‌سازی چاه و قبل از روسازی محوطه، عملیات احداث تختگاه بتنی انجام می‌شود.

۸-۱-۲-۱-۱-۳ گودال VSP

در مجاورت سلر یک دستگاه VSP برای مطالعات ژئوفیزیکی با توجه به مشخصات نقشه‌های اجرایی احداث می‌گردد. حفر گودال VSP برای چاه‌هایی انجام می‌پذیرد که به این نمودار نیاز دارند.

۸-۱-۲-۱-۱-۴ گودال گل و روغن

به منظور هدایت آب و گل زاید و مواد هیدروکربنی و روغنی زاید ناشی از عملیات حفاری، محوطه‌ای مورد نیاز است. با توجه به موقعیت توپوگرافی محل چاه، محوطه‌ای در مجاورت چاه جهت این امر روی نقشه توپوگرافی در نظر گرفته می‌شود.

¹ Septic Tank

² Cellar

۸-۱-۲-۱-۵ احداث گودال آتش و راه دسترسی آن

گودال آتش به منظور هدایت مواد سوختنی و سوزاندن آنها احداث می‌گردد. عمق و جزییات عملیات خاکی احداث گودال آتش و راه دسترسی به آن با توجه به موقعیت محل در نقشه‌ها ارائه می‌بایست ارائه گردد.

۸-۱-۲-۲-۱-۲ محل اردوگاه^۱

۸-۱-۲-۲-۱-۱ کلیات

جهت استقرار نیروی انسانی و پشتیبانی چاه اکتشافی، احداث محل اردوگاه در فاصله ۱/۵ کیلومتری محوطه چاه اکتشافی لازم است. محوطه اردوگاه شامل محوطه، پد گازوییل، سپتیک تانک و فنس کشی می‌باشد.

۸-۱-۲-۲-۱-۲ روسازی

۸-۱-۲-۲-۱-۱ سپتیک تانک

برای محل اردوگاه سپتیک تانک (بر اساس حجم مورد نیاز یا سه دستگاه) با مشخصات فنی از پیش تعیین شده احداث می‌شود.

۸-۱-۲-۲-۱-۴ فنس کشی

اطراف محوطه اردوگاه نیازمند فنس کشی با مشخصات از پیش تعیین شده می‌باشد.

۸-۱-۲-۲-۱-۵ پانل بتنی زیر مخازن گازوییل

جهت استقرار مخازن گازوییل موجود در محوطه اردوگاه و جلوگیری از آلودگی زیست محیطی هپانل بتنی اجرا می‌گردد.

۸-۱-۳-۱-۳ احداث خط لوله آتش و خط لوله آب و متعلقات آن

۸-۱-۳-۱-۱ کلیات

این قسمت از عملیات شامل احداث خط لوله آبرسانی به دکل به همراه متعلقات آن (پمپ سایت و استخر ذخیره آب) و خط لوله آتش از کنار گلدانی تختگاه تا گودال آتش به همراه ساپورت‌های مربوطه می‌باشد.

۸-۱-۳-۱-۲ احداث خط لوله آبرسانی و متعلقات

۸-۱-۳-۱-۱-۲ خط لوله آبرسانی

۸-۱-۳-۱-۱-۱ احداث محل استقرار پمپ آب (پمپ سایت)

جهت استقرار پمپ آب حفاری، احداث یک سکوی بتنی مورد نیاز است.

۸-۱-۳-۱-۱-۳ استخر ذخیره آب

در صورتی که طول خط لوله آب بیشتر از ۱۵ کیلومتر یا اختلاف ارتفاع محل استقرار پمپ‌ها تا سر چاه بیشتر از ۳۵۰ متر باشد، جهت جلوگیری از افت فشار پمپ آب، احداث استخر ذخیره آب لازم است. شایان ذکر است با توجه به هد پمپ و شرایط عملیاتی این ابعاد قابل اصلاح هستند.

^۱ Camp

۸-۱-۳-۳ خط لوله آتش و آب

لازم است لوله‌های سوخت و آب از محل چاه تا گودال آتش روی راه دسترسی گودال نصب گردد.

۸-۲ فراساحل

۸-۲-۱ آب‌های کم عمق

۸-۲-۱-۱ مطالعات بسترسنجی قبل از حفاری

داده‌های ژئوفیزیک به تنهایی برای آنالیز بستر زیر سکوها کافی نیستند، لذا با حصول داده‌های مغزه‌های ژئوتکنیک کامل می‌شوند. شناسایی و بررسی شرایط خاک، اولین مرحله از طراحی معیار سنجش نوع دکل و شرایط عملیات حفاری متعاقب آن می‌باشد. به عبارتی:

- تامین دکل‌های Jack-up
- شمع کوبی پایه‌های دکل‌های Jack-up
- قرار دادن و نشان دادن لوله‌های هادی^۱ / جداری^۲
- نصب اولیه تجهیزات حفاری، شامل Guide Base با هدف پایدارسازی برای هر نوع دکل
- حفاری مقاطع فوقانی^۳

۸-۲-۱-۱-۱ برداشت فاصله بین خطوط^۴

این برداشت به عنوان معیار کلیدی بسیار موثر در بررسی سایت حفاری و نوع دکل انتخابی به شمار می‌آید. طرح و چیدمان این خطوط فقط یک راهنما (پیش نیاز) برای مساحی پیش‌رو و شرایط فونداسیون محلی است. به علاوه، Tie-lines برای گمانه‌های ژئوتکنیکی یا محل‌های مغزه‌گیری موردنیاز هستند. این خطوط برای پیش‌بینی وضعیت ساختار زیر لنگر یا پایه‌های دکل، خطرهای زیرسطحی (کم عمق) و خطرات بالقوه زیردریایی (پاکت‌های گازی^۵ - Mud Volcano - جریان‌های گردابی - گسل‌ها - لاشه‌های برجامانده از کشتی‌های غرق شده و مواردی از این دست) بسیار ضروری هستند.

- بسترسنجی دریایی با بهره‌گیری تکنیک‌هایی از جمله Side Scan Sonar و HR Echosounder انجام می‌شوند. نوع تکنیک‌ها و توانایی بررسی و شناسایی کلیه عوارض و موانع زیرسطحی به طور دقیق (حدود یک کیلومتر مربع) توسط کارفرما تعیین می‌شود.
- بسترسنجی زیردریایی در نواحی فراساحلی همراه با مساحی مغناطیس‌سنجی^۶ انجام می‌شود.
- طبق استاندارد تعریف شده برای انجام بسترسنجی دریا، تاریخ اعتبار روش‌های بسترسنجی حداکثر شش ماه است و پس از آن باید Side Scan Sonar زیر دکل انجام پذیرد.

¹ Conductor Pipe

² Casing

³ Top Hole

⁴ Survey Line Spacing

⁵ Gas Pockets

⁶ Magnetometer

- حداکثر فواصل جانبی برداشت مذکور 250×100 متر مربع منطقه مساحی می‌باشد (بر مبنای درخواست کارفرما، فاصله‌های جانبی تعیین می‌گردد).

۸-۲-۱-۲ برداشت‌های لرزه‌نگاری سطحی^۱/تصویربرداری^۲ بستر کم عمق دریا

هدف از برداشت‌های لرزه‌نگاری عبارتند از:

- شناخت ساختارهای زیرسطحی بلافاصل با بستر دریا
- اعلام وجود گازهای سطحی در اعماق سطحی
- ارائه گزارش دو مقطع عمودی از محل حفاری با اشاره دقیق به کلیه بازتاب‌دهنده‌ها^۳

۸-۲-۱-۳ بررسی‌های ژئوتکنیکی

بررسی‌های ژئوتکنیکی شامل:

- پیشگیری از امکان گیر کردن (چسبیدن) پایه دکل در گل
- شناخت مخاطرات بالقوه ژئوتکنیکی (نظیر لغزش بستر) در محل پایه‌های دکل (تعداد چاهک‌های مورد نیاز در یک ساختگاه به تغییرات جانبی شرایط خاک، بررسی‌های ژئوفیزیکی و عوارض منطقه بستگی دارد. حداقل عمق این چاهک‌ها ۳۰ متر می‌باشد)
- ارائه گزارش ارزیابی خاک بستر (شامل لاگ‌های گرفته شده از چاهک به علاوه رکوردهای PCPT^۴ می‌باشد).
- پارامترهای مندرج در این گزارش شامل موارد زیر است:
 - نیمرخ (مقاومت برشی) S_w در برابر عمق برای خاک چسبنده (رس)
 - تنش موثر σ_e برای خاک غیرچسبنده (ماسه)
 - آزمون‌های طبقه‌بندی خاک نظیر سنجش حدود اتربرگ (برای رس)، آب حفره‌ای، توزیع دانه‌های خاک، چگالی نسبی (برای ماسه) - میزان کربنات (برای خاک کربناته) و مواردی از این دست.

۸-۲-۱-۲ ارزیابی مخاطرات زیردریایی^۵

مطالعات مذکور می‌تواند شامل موارد زیر باشند:

- بررسی گازهای سطحی^۶
- جریان‌های گردابی
- جریان‌های پرفشار نواحی کم عمق^۷ (در صورت وجود جریان‌های پرفشار در برنامه حفاری، نوع دکل انتخابی (ظرفیت آن)، تعیین سایت جایگزین در شرایط بحرانی، احتمال حفاری یک حفره راهنما^۸، ساخت مداوم گل

¹ Shallow Seismic

² Profiling

³ Reflectors

⁴ Piezocone Penetrometer Test

⁵ Marine Geohazard Reviews

⁶ Shallow Gas

⁷ Shallow Water Flow

⁸ Pilot Hole

سنگین^۱ و حضور آن روی دکل، نصب پمپ‌های قوی با دبی زیاد، تعیین ترکیب حفاری بخش‌های سطحی با رایزر یا بدون رایزر^۲ لحاظ شود)

- مطالعه مخاطرات زمین‌شناسی ساختمانی منطقه از جمله شناسایی‌های گسل‌ها و سازوکار گسلش
- عدم پایداری کف بستر

۸-۲-۲ آب‌های عمیق

۸-۲-۲-۱ مطالعات بسترسنجی قبل از حفاری

بسترسنجی در آب‌های عمیق شامل موارد زیر است.

۸-۲-۲-۱-۱ نمونه‌گیری مستقیم از رسوبات کف بستر

این بخش از کار باید به روش مغزه‌گیری مستقیم از رسوبات بستر کف دریا^۳ یا استفاده از فناوری جدیدتر انجام گردد. نتایج حاصل از این کار برای عملیات لنگر اندازی سکوی نیمه شناور مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

۸-۲-۲-۱-۲ تعیین عمق آب

تهیه نقشه‌های عمق آب از طریق تلفیق اطلاعات به دست آمده از روش‌هایی نظیر Sound و Echosounder Velocity Profiler یا روش‌های جایگزین جدیدتر انجام می‌گردد.

۸-۲-۲-۱-۳ شناسایی پدیده‌های بستر دریا

این بخش از کار باید با استفاده از فناوری Side Scan Sonar و یا فناوری‌های جدیدتر به منظور شناسایی پدیده‌هایی چون Pockmark ها و درز و شکاف‌ها انجام گردد.

۸-۲-۲-۱-۴ تهیه مقاطع لرزه‌ای با قدرت تفکیک بالا از اعماق کم زیر بستر دریا

این بخش از کار باید با استفاده از فناوری Sub Bottom Profiling و یا فناوری‌های جدیدتر به منظور شناخت دقیق ساختارهای زیر بستر دریا و مشکلات احتمالی این بخش از ساختارهای زمین‌شناختی انجام گردد.

۸-۲-۲ ارزیابی مخاطرات زیردریایی

مخاطرات و مشکلات احتمالی می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- بررسی گازهای سطحی^۴
- هیدرات‌های گازی
- گل فشان‌های بستر
- جریان‌های گردابی
- جریان‌های آبی سطحی

^۱ Kill Mud

^۲ Riserless

^۳ Drop Coring

^۴ Shallow Gas

- جریان‌های پرفشار نواحی کم عمق^۱ (در صورت وجود جریان‌های پرفشار در برنامه حفاری، نوع دکل انتخابی (ظرفیت آن)، تعیین سایت جایگزین در شرایط بحرانی، احتمال حفاری یک حفره راهنما^۲، ساخت مداوم گل سنگین^۳ و حضور آن روی دکل، نصب پمپ‌های قوی با دبی زیاد، تعیین ترکیب حفاری بخش‌های سطحی با رایزر یا بدون رایزر^۴ لحاظ شود)
- مطالعه مخاطرات تکتونیک منطقه از جمله شناسایی‌های گسل‌ها و سازوکار گسلش

۸-۲-۲-۳ لنگر اندازی

لنگر اندازی سکوه‌های نیمه شناور پیش از انجام عملیات حفاری نیاز به تعیین دقیق نقاط لنگر اندازی برای هر تعداد از لنگرهای سکوی نیمه شناور دارد. همچنین محدوده مجاز جابجایی سکوه‌های نیمه شناور بدون برداشت و جابجایی لنگرها در برخورد با مخاطرات حفاری در حین عملیات می‌بایست تعریف گردد.

¹ Shallow Water Flow

² Pilot Hole

³ Kill Mud

⁴ Riserless

۹- حفاری چاه اکتشافی

۹-۱ کلیات

پس از مطالعات اولیه زمین‌شناسی، ژئوفیزیک و ژئوشیمی و تعیین یک هدف اکتشافی به منظور تکمیل فرآیند مطالعات و جهت اثبات منابع هیدروکربوری، تعیین حدود و توصیف مخزن لازم است تا حفاری، نمودارگیری و آزمایش‌های سازند صورت پذیرد. بخش حفاری مسوول تهیه و تدوین برنامه حفاری چاه اکتشافی بر اساس داده‌های زمین‌شناسی، نظارت و هدایت کامل بر عملیات حفاری به منظور رسیدن به اهداف تعیین شده و انجام آزمایش‌های سازند توسط مهندسی نفت در جهت تکمیل مطالعات و دستیابی به منابع هیدروکربوری می‌باشد.

۹-۲ مهندسی حفاری

۹-۲-۱ ملاحظات کلی

فعالیت‌هایی که در بخش مهندسی حفاری صورت می‌پذیرد شامل برنامه‌ریزی و مهندسی حفاری چاه‌های اکتشافی، کنترل انطباق برنامه با واقعیت، پیش‌بینی و تهیه فهرست تجهیزات و مواد و ابزارآلات مورد نیاز حفاری چاه‌های اکتشافی بر اساس برنامه‌ریزی‌های بلند مدت، ارزیابی فنی مناقصه جهت انتخاب پیمانکار اصلی عملیات حفاری و پیمانکاران جنبی، ارزیابی فنی مناقصه مواد و ابزاری که تامین آنها بر عهده مجری است، انتخاب نوع دستگاه حفاری متناسب با عمق نهایی، بررسی و تهیه فهرست نیازهای آموزشی پرسنل سایر مواردی است که در ادامه ذکر خواهد شد.

۹-۲-۲ سیاست‌های کلی حفاری^۱

سیاست‌های کلی حفاری بر اساس الزامات و اهداف سازمانی توسط کارفرما تبیین و به پیمانکاران ابلاغ می‌شود. پیمانکاران موظف هستند تمامی فعالیت‌های واگذار شده به آنها را در چارچوب این سیاست‌های کلی انجام دهند. سیاست‌های کلی حفاری در خشکی و فراساحل متفاوت است. همچنین سیاست کلی حفاری در آب‌های عمیق و کم عمق متفاوت است.

۹-۲-۳ تهیه برنامه حفاری

به منظور هدایت و نظارت دقیق عملیات حفاری نیاز به برنامه‌ای شامل موارد زیر است. این برنامه تمام نیازهای مهندسی، تجهیزاتی، لجستیکی و همچنین برآوردهای زمانی و هزینه‌ای حفاری چاه اکتشافی را تامین می‌نماید. برای طراحی‌های مهندسی برنامه می‌توان از نرم‌افزارهای مهندسی حفاری استفاده نمود. برنامه حفاری چاه اکتشافی بر اساس اهداف اکتشافی، فشار و دما مخزن هدف، نوع سیال مخزنی و ترکیبات آن، روش آزمایش چاه و روش احتمالی تولید از چاه و اندازه لوله مغزی پیشنهادی تدوین می‌شود.

۹-۲-۴ طراحی چاه بر مبنای برنامه پیش‌بینی زمین‌شناسی

^۱ Drilling Policy

۹-۲-۴-۱ ملاحظات کلی

جهت طراحی‌های مهندسی به یک سری اطلاعات اولیه نیاز است که این اطلاعات را برنامه پیش‌بینی زمین‌شناسی در اختیار قرار می‌دهد. این اطلاعات در بند مربوط به برنامه زمین‌شناسی تحت‌الارضی (۶-۲-۱۰) ذکر شده است. اطلاعات مربوط به کلیات زمین‌شناسی میدان و سازندها به صورت خلاصه در برنامه حفاری گنجانده می‌شود. همچنین موارد زیر می‌بایست در برنامه حفاری در نظر گرفته شود:

- طراحی حفره راهنما در چاه اکتشافی در مناطق با ریسک بالا به خصوص در آب‌های عمیق
- طراحی چاه اصلی طبق برنامه زمین‌شناسی
- به روزرسانی طراحی چاه اصلی با توجه به داده‌های حفره راهنما و یا در برخورد با مخاطرات زمین‌شناسی/حفاری و در صورت نیاز تعریف چاه‌های جایگزین چاه اصلی یا طراحی حفره کنار گذر در حین عملیات

۹-۲-۴-۲ معرفی خطرات حفاری پیشرو حین عملیات حفاری هریک از مقاطع و روش‌های کنترل آنها

این مخاطرات می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- نکات زیست محیطی و ایمنی در عملیات پیشرو
- گازهای سطحی^۱
- لایه‌های شیلی مشکل‌زا یا نمکی
- لایه‌های پر فشار سطحی (خشکی)
- هیدرات‌های گازی^۲ (فراساحل)
- لایه‌های پر فشار سطحی زیر بستر دریا^۳ (فراساحل)
- رسوبات رسی یا شیلی حرکت کننده
- رسوبات سخت نشده و غیر متراکم
- عدم پایداری کف بستر
- گسل‌ها
- گل فشان (آب عمیق)

برخی مخاطرات زیر دریایی کم عمق و عمیق در بخش ۸-۲-۱-۲ و ۸-۲-۲-۲ ذکر شده اند.

۹-۲-۴-۳ ارزیابی روش کنترل فوران چاه

این روش‌ها در حفاری خشکی و آب‌های کم عمق مشابه بوده، ولی در آب‌های عمیق متفاوت است. دستورالعمل کنترل فوران چاه در آب‌های عمیق به پیوست آمده است.

¹ Shallow Gas

² Hydrate Gas

³ Shallow Waters

۹-۲-۴-۴ مطالعه میداین اطراف

در اولین مرحله از تهیه برنامه حفاری و شروع طراحی‌های مهندسی، لازم است چاه‌ها و میداین اطراف هدف اکتشافی مورد بررسی قرار گیرد. این بررسی‌ها منجر به شناسایی مشکلات احتمالی و ریسک‌های حفاری (نظیر هرزروی، فشارهای غیر نرمال، مشکلات مربوط به گیر کردن لوله‌ها و مواردی از این دست) آن چاه می‌گردد.

۹-۲-۴-۵ طراحی لوله جداری و آستری

اولین گام مهندسی، طراحی لوله‌های جداری و آستری می‌باشد. برای طراحی این مرحله به اطلاعاتی نظیر محل قرارگیری پاشنه، تعداد جداری‌های لازم برای رسیدن به عمق نهایی چاه، تخمین فشار منفذی و شکست سازندها نیاز است. لازم است پاشنه جداری بر اساس فشار منفذی و شکست سازندها و با در نظر گرفتن ملاحظات زمین شناسی تعیین می‌گردد. فشار منفذی و شکست سازندها با استفاده از اطلاعات میداین اطراف و همچنین استفاده از نرم‌افزارهای حفاری و روش‌های محاسباتی قابل تخمین هستند. در این مرحله با توجه به نیروهای وارده بر لوله‌های جداری و شرایط حاکم بر چاه از قبیل وجود گاز H_2S ، عواملی نظیر نوع، وزن واحد طول، رزوه و متعلقات جداری و آستری‌ها تعیین می‌گردند. طراحی جداری را می‌توان با استفاده از روش‌های محاسباتی یا نرم‌افزارهای مهندسی حفاری انجام داد.

۹-۲-۴-۶ طراحی سیال حفاری و سیال تکمیل چاه

طراحی سیال حفاری با توجه به وزن گل پیشنهادی در هر فاز حفاری، مشخصات سازندها، اطلاعات میداین و چاه‌های اطراف و مشکلات احتمالی پیش‌بینی شده، توسط کارشناسان سیالات حفاری در بخش شیمی حفاری انجام می‌گردد. با طراحی سیال حفاری، نوع، وزن، خصوصیات رئولوژیکی، فرمولاسیون تهیه و میزان مواد مورد نیاز حفاری هر فاز مشخص می‌گردد. همچنین مشخصات سیال تکمیل قبل از راندن رشته تکمیل نهایی چاه، تعیین گردد.

۹-۲-۴-۷ طراحی و انتخاب مته

پس از انجام طراحی جداری، اندازه مته و حفره هر فاز حفاری مشخص می‌گردد و سپس با توجه به خصوصیات ژئومکانیکی سازندها و همچنین با بررسی چاه‌های اطراف و نرخ پیشرفت حفاری مته‌های مصرفی در آنها و مشکلات احتمالی، بهترین نوع مته‌ها را تعیین می‌نمایند. سپس با توجه به نرخ پیشرفت پیش‌بینی شده و میزان مترآژ حفاری در هر فاز، تعداد مته‌های مصرفی مشخص خواهد شد. در طراحی مته توجه به مقاطع هدف مغزه گیری الزامی است.

۹-۲-۴-۸ طراحی رشته حفاری

در این مرحله رشته حفاری شامل دو بخش BHA^۱ و لوله‌های حفاری طراحی می‌شوند. این طراحی با توجه به اندازه حفره، عمق حفاری هر فاز، شرایط، شکل چاه، وزن لازم برای اعمال روی مته، نیروهای وارده بر رشته حفاری و ظرفیت دکل انجام می‌گردد. پس از طراحی رشته حفاری که به دو روش محاسباتی یا استفاده از نرم‌افزار صورت می‌گیرد، در بخش BHA، اندازه، تعداد، وزن واحد طول، ترکیب و نوع لوله‌های وزنه و همچنین تعداد و محل قرارگیری متعلقات رشته حفاری نظیر پایدارکننده، جار، ابزارهای نمودارگیری (LWD^۲ یا MWD^۱)، تراشنده^۲ و سایر اجزا مشخص و در بخش لوله‌های حفاری نیز اندازه، ترکیب، تعداد، وزن واحد طول و نوع لوله‌ها مشخص می‌گردد.

^۱ Bottom Hole Assembly

^۲ Logging While Drilling

۹-۲-۴-۹ طراحی هیدرولیک

از مهم‌ترین عوامل موثر در نرخ پیشرفت حفاری هیدرولیک مناسب می‌باشد. در این مرحله با توجه به مشخصات سیال حفاری، عمق، متراژ حفاری، اندازه حفره، اندازه لوله‌های جداری، طول و اندازه لوله‌های وزنه^۳ و حفاری^۴، با دو روش محاسباتی یا نرم‌افزاری، هیدرولیک هر فاز طراحی می‌شود و با این طراحی میزان جریان و فشار پمپاژ سیال حفاری و اندازه نازل‌های مته‌ها مشخص می‌گردد.

۹-۲-۴-۱۰ طراحی پارامترهای حفاری

با طراحی مته، رشته حفاری و هیدرولیک با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی پارامترهای حفاری شامل وزن روی مته، سرعت دوران مته، میزان جریان و فشار سیال حفاری برای به دست آوردن بیشترین نرخ پیشرفت حفاری مشخص گردد.

۹-۲-۴-۱۱ طراحی سیمان

جهت سیمان کاری لوله‌های جداری و آستری با توجه به عمق، وزن سیال حفاری، جنس سازند، فشار و دما، طراحی سیمان انجام گردد. در این طراحی وزن و نوع سیمان مشخص گردد. لازم به ذکر است فرمولاسیون سیمان، برنامه‌ریزی عملیات سیمانکاری و میزان سیمان و افزودنی‌ها در حین عملیات حفاری با توجه به شرایط و اطلاعات واقعی طراحی و یا بازنگری شود. همچنین طراحی برنامه سیمانکاری حین عملیات کج کردن چاه^۵، تعلیق و مسدود سازی^۶ چاه-کنترل فوران چاه نیز جداگانه انجام خواهد شد.

۹-۲-۴-۱۲ طراحی تجهیزات سرچاهی^۷

همزمان با طراحی لوله‌های جداری، تجهیزات سرچاهی مورد نیاز برای هر فاز شامل نوع، اندازه و فشار کاری تجهیزات متناسب با دما، فشار و سایر شرایط مخزنی، بر اساس استاندارد مورد تایید کارفرما طراحی و مشخص شود. طراحی تجهیزات سرچاهی در آبهای عمیق بر اساس استاندارد ISO 13628-4 Part 4 انجام می‌شود.

۹-۲-۴-۱۳ طراحی سیستم حفاری و تعلیق سازی موقت چاه

پس از دستیابی کلیه داده‌های موردنظر و تکمیل آزمایش‌های مخزنی توسط پیمانکار و تایید نهایی کارفرما، چاه باید به صورت ایمن تا اجرای طرح‌های توسعه‌ای میدان (شامل حفاری چاه‌های توصیفی و توسعه‌ای) در فراساحل با آب‌های عمیق توسط Corrosion Cap، در آب‌های کم عمق توسط تجهیزات MLS یا مجرا بند سیمانی^۸ و در خشکی توسط مجرا بند سیمانی یا مجرا بند فلزی^۹ مسدود گردد.

¹ Measuring While Drilling

² Reamer

³ Drill Collar

⁴ Drill Pipe

⁵ Sidertacking

⁶ Abandonment or Suspension

⁷ Well Head

⁸ Cement Plug

⁹ Bridge plug

۹-۲-۴-۱۴ تلفیق برنامه‌های مهندسی نفت

تلفیق برنامه آزمایش سازند، نمونه‌گیری از سیال سازند (DST, RFT, MDT و مواردی از این دست) و نمودارگیری، زمین‌شناسی (مغزه‌گیری)، ژئوفیزیک (VSP) و ژئوشیمی (نمونه‌گیری) می‌بایست انجام گردد. در این مرحله از برنامه مهندسی نفت مواردی نظیر تعداد، عمق، سازند، میزان تولید یا تزریق و نحوه تکمیل، هزینه و زمان آزمایش‌های سازند و نمودارگیری‌های برنامه‌ریزی شده مهندسی نفت و ژئوفیزیک، همچنین از برنامه زمین‌شناسی فواصل مغزه‌گیری و نمونه‌گیری زمین‌شناسی و ژئوشیمی با برنامه حفاری تلفیق گردد.

۹-۲-۴-۱۵ برآورد کالا و مواد

با توجه به طراحی‌های صورت گرفته، کالا و مواد مورد نیاز برای حفاری چاه اکتشافی تا رسیدن به عمق نهایی در این مرحله برآورد و در برنامه گنجانده شود.

۹-۲-۴-۱۶ برآورد خدمات

با توجه به طراحی‌های صورت گرفته و عملیات برنامه‌ریزی شده برای هر فاز حفاری، در این مرحله خدمات (سرویس‌های حفاری) مورد نیاز حفاری چاه اکتشافی برآورد و برنامه‌ریزی شود.

۹-۲-۴-۱۷ انتخاب نوع دستگاه حفاری

با توجه به محل و مشخصات چاه، عمق نهایی و طراحی‌های فوق، نوع دستگاه حفاری مشخص گردد که شامل دستگاه‌های خشکی یا دریایی، نوع و ظرفیت آنها خواهد شد.

۹-۲-۵ روش و چیدمان قرارگیری دکل^۱ در محل انتخابی (فراساحل)

با توجه به محدودیت‌های موجود در دریا مانند جریان آب و هوا و محدودیت‌های فیزیکی (مانند خطوط لوله زیر دریا، سکوها، فیبرهای نوری)، مناسب‌ترین روش نزدیک شدن^۲ به محل استقرار دکل مشخص می‌شود.

۹-۲-۶ برآورد زمان بندی حفاری چاه

برآورد زمانی شامل پیش‌بینی مدت زمان تمام فعالیت‌های حفاری و نمودارگیری و آزمایش سازند و تعلیق چاه می‌باشد، به گونه‌ای که مدت زمان انجام هر عملیات در هر فاز به طور جداگانه و به صورت مجموع مشخص شود همچنین به دلیل اکتشافی بودن چاه با در نظر گرفتن مشکلات و ریسک‌های احتمالی زمان‌هایی به نام زمان‌های پیش‌بینی نشده^۳ به برآورد زمانی اضافه گردد. مبنای برآورد زمانی حفاری چاه‌های اکتشافی تجربیات میادین اطراف یا میادین مشابه است.

۹-۲-۷ برآورد هزینه چاه

پس از برآورد زمانی حفاری چاه اکتشافی با استفاده از جداول هزینه‌ای قرارداد و فهرست هزینه‌ای کالا و مواد، هزینه حفاری چاه اکتشافی محاسبه گردد.

¹ Rig Positioning

² Approach

³ Contingency

۹-۲-۷-۱ هزینه کالا و مواد

با توجه به توضیحات بند ۹-۲-۸ و برآورد ابزار و مواد مورد نیاز، هزینه کالا و مواد چاه اکتشافی طبق فهرست هزینه‌های اعلام شده از سوی تدارکات محاسبه گردد.

۹-۲-۷-۲ هزینه خدمات حفاری

هزینه خدمات حفاری شامل کرایه روزانه دستگاه و سایر سرویس‌های حفاری بر اساس برآوردهای زمانی انجام شده و تعداد و نوع سرویس‌ها با توجه به جداول هزینه‌ای قرارداد پیمانکار حفاری محاسبه گردد. همچنین بسته به نوع قرارداد هزینه‌هایی مانند هزینه سوخت و تامین آب حفاری نیز باید محاسبه و لحاظ گردد. در حفاری با دستگاه‌های حفاری که مالکیت آن متعلق به کارفرما هستند - به طور خاص سکوی نیمه شناور امیرکبیر - به جای کرایه روزانه سکوی هزینه روزانه پرسنل سکوی لحاظ می‌گردد.

۹-۲-۷-۳ هزینه خدمات مهندسی نفت

هزینه خدمات مهندسی نفت از جمله خدمات نمودارگیری چاه‌ها، عملیات آزمایش و انگیزش چاه، نمونه‌گیری و آنالیز سیال مخزن از برنامه مهندسی نفت اخذ و در جدول هزینه حفاری چاه اکتشافی لحاظ گردد.

۹-۲-۷-۴ هزینه لجستیک و پشتیبانی

هزینه لجستیک شامل هزینه‌های انتقال کالا و مواد مصرفی مورد نیاز حفاری، پشتیبانی و هزینه‌های انتقال پرسنل (خدمات هوایی و زمینی) و هزینه کشتی‌های مورد استفاده در چاه‌های فراساحل می‌باشد.

۹-۲-۷-۵ هزینه مهندسی ساختمان (خشکی)

این هزینه می‌تواند شامل تمام هزینه‌های مربوط به طراحی، ساخت محوطه چاه^۱، اردوگاه^۲، جاده‌های دسترسی، خط آب، گودال‌های گل و تمام امور مربوط به مهندسی ساختمان در خصوص حفاری چاه اکتشافی باشد.

۹-۲-۷-۶ هزینه بستر سنجی (فراساحل)

این هزینه بسته به نوع قرارداد با پیمانکار در برنامه حفاری لحاظ گردد. کنترل و نظارت آن بر عهده واحد ژئوفیزیک و نقشه‌برداری می‌باشد.

۹-۲-۸ برآورد کالای مورد نیاز چاه‌های اکتشافی طبق برنامه‌های بلند مدت

در حفاری هر چاه اکتشافی برآورد مواد و ابزار مورد نیاز هر چاه به طور جداگانه صورت می‌پذیرد. طبق برنامه‌های بلند مدت و با توجه به شرایط چاه‌های اکتشافی، برآوردی از ابزار و مواد مورد نیاز حفاری چندین چاه اکتشافی انجام می‌شود و اقدامات لازم جهت تامین آنها انجام می‌گردد.

۹-۲-۹ تهیه اسناد فنی مناقصات و ارزیابی فنی

¹ Location

² Camp

۹-۲-۹-۱ ملاحظات کلی

جهت حفاری چاه‌های اکتشافی نیاز به دستگاه، سرویس‌های حفاری، کالا و مواد است که این موارد پس از بررسی و برآورد براساس نیاز برنامه‌ریزی شده چاه‌های اکتشافی به تدارکات و امور قراردادهای جهت برگزاری مناقصات اعلام می‌شود. تهیه اسناد فنی مناقصات و ارزیابی فنی آنها بر عهده کارشناسان مهندسی حفاری است.

۹-۲-۹-۲ خدمات حفاری

تهیه اسناد فنی مناقصات و ارزیابی فنی جهت تامین خدمات حفاری شامل دستگاه حفاری و تمام سرویس‌های جنبی حفاری (مطابق توضیحات بند ۹-۳-۵) مورد نیاز چاه‌های اکتشافی در این مرحله صورت می‌پذیرد. با توجه به سیاست تجمیع سرویس‌ها در یک قرارداد، پیمانکاران شرکت‌کننده در مناقصه باید علاوه بر داشتن دستگاه حفاری با مشخصات مورد نیاز حفاری چاه‌های اکتشافی توانایی تامین سرویس‌های حفاری را نیز داشته باشند.

۹-۲-۹-۳ کالا و مواد

پیرو توضیحات بند ۹-۲-۸، فهرست کالا و مواد مورد نیاز بر اساس برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته به واحد تدارکات جهت برگزاری مناقصه اعلام می‌گردد و تهیه اسناد فنی مناقصات و ارزیابی فنی آنها بر عهده کارشناسان مهندسی حفاری و شیمی حفاری است. مواد مورد نیاز شامل تمامی مواد مورد نیاز گل‌های حفاری، مته‌ها، لوله‌های جداری و آستری، متعلقات لوله‌های جداری و آستری و تجهیزات سرچاهی می‌گردد که بنا به صلاحدید کارفرما برخی از این موارد می‌تواند توسط کارفرما تامین گردد.

۹-۲-۱۰ تهیه گزارش دوره‌ای و نهایی چاه‌ها

۹-۲-۱۰-۱ ملاحظات کلی

در حین حفاری چاه و پس از آن نیاز به تهیه گزارش‌هایی می‌باشد که تمام مشخصات چاه اکتشافی را در برگیرد که شامل گزارش‌های زیر است.

۹-۲-۱۰-۲ تهیه گزارش‌های روزانه

گزارش‌های روزانه حفاری شامل مشخصات عمومی چاه و دستگاه، پرسنل حفاری و ناظرین، مشخصات ابزارآلات درون چاه، مته، سیال حفاری، تجهیزات سرچاهی، جداری‌های رانده شده، شرح عملیات در ۲۴ ساعت گذشته، درخواست‌ها، دریافت‌ها، ارسالی‌ها، مواد مصرفی و هزینه روزانه می‌باشد. در چاه‌های دریایی گزارش رفت و آمد کشتی‌ها و هواشناسی نیز در گزارش روزانه وجود دارد.

۹-۲-۱۰-۳ گزارش‌های سالیانه

در این نوع گزارش‌ها، عملکرد اداره حفاری در حفاری چاه‌های اکتشافی در بازه زمانی یک ساله ارایه گردد. این گزارش‌ها شامل تاریخچه و خلاصه گزارش یک ساله حفاری چاه‌ها، زمان‌بندی چاه‌ها، هزینه‌های واقعی چاه‌ها، آمار مصرفی مته‌ها و پارامترهای اعمالی، مواد و سیمان مصرفی، مقایسه عملکرد زمانی چاه‌ها، مقایسه هزینه‌ای چاه‌ها، زمان‌های از دست رفته، مقایسه عملکرد حفاری در دوره چند ساله (از لحاظ نرخ پیشرفت حفاری، زمان از دست رفته، دکل در اختیار و هزینه) و اهم فعالیت‌های اداره حفاری است.

۹-۲-۱۰-۴ گزارش‌های ماهیانه

در این نوع گزارش‌ها، عملکرد اداره حفاری در حفاری چاه‌های اکتشافی در بازه زمانی یک ماهه ارایه گردد. این گزارش‌ها شامل خلاصه گزارش یک ماهه حفاری چاه‌ها، زمان‌بندی چاه‌ها، هزینه‌های واقعی چاه‌ها، مواد و سیمان مصرفی، زمان‌های از دست رفته، اهم فعالیت‌های اداره حفاری و نمودارهای پیشرفت زمانی و عمقی چاه‌ها است.

۹-۲-۱۰-۵ گزارش‌های نهایی چاه^۱ (گزارش‌های تکمیلی)

این نوع گزارش‌ها پس از پایان حفاری و تعلیق چاه تهیه می‌شود که شامل اطلاعات کلی و عمومی، خلاصه گزارش حفاری، آمار مصرفی مته، آمار مصرفی سیمان، کالا و مواد حفاری، شماتیک چاه، جدول زمانی چاه، جدول هزینه چاه، اطلاعات لوله‌های جداری و آستری رانده شده، اطلاعات آزمایش‌های سازندی انجام شده، اطلاعات نمودارگیری‌ها و مشبک‌کاری‌ها، اطلاعات مربوط به سازندهای حفاری شده، اطلاعات گل حفاری و عملیات سیمانکاری، انحراف چاه، مغزه‌گیری، نمودار پیشرفت عمقی زمانی چاه، مسدودکننده‌ها، تجهیزات سرچاهی به کار رفته، مشکلات حفاری و درس‌آموخته‌ها می‌شود.

۹-۲-۱۱ کنترل مستمر انطباق عملیات با برنامه حفاری

به دلیل ماهیت چاه‌های اکتشافی در بسیاری از موارد به دلیل عدم قطعیت‌های زمین‌شناسی و مواجهه با تغییرات سازندی و فشاری و بروز مشکلات عملیاتی باید برنامه حفاری متناسب با شرایط، تغییر کند و پس از تایید کارفرما، برنامه‌ریزی مجدد انجام گیرد. لذا یک واحد مهندسی حفاری مجرب برای ارایه پیشنهادات و برنامه‌های اصلاحی در حین عملیات حفاری مورد نیاز است. این واحد با شرکت در جلسات با ادارات ذیربط و هماهنگ نمودن بخش‌های مختلف و ارایه راهکارهای مهندسی در پیشبرد عملیات تا رسیدن به اهداف اکتشافی چاه نقش بسزایی خواهد داشت.

۹-۳ عملیات حفاری

۹-۳-۱ کلیات

عملیات حفاری با استقرار دستگاه حفاری آغاز می‌شود و پس از رسیدن به عمق نهایی و انجام آزمایش‌های بهره‌دهی با تعلیق یا متروکه سازی چاه پایان می‌یابد. عملیات حفاری با داشتن دفتر عملیات در اداره و همچنین ناظرین عملیات در ناحیه حفاری شامل موارد و مراحل زیر می‌شود.

۹-۳-۲ اعلام موقعیت و تحویل محل چاه به پیمانکار حفاری

پس از مشخص شدن موقعیت چاه، کارفرما این موقعیت را به پیمانکار عملیات حفاری اعلام و جهت تحویل محوطه چاه به آن اقدام و هماهنگی می‌نماید.

۹-۳-۳ تحویل گرفتن جاده و محل چاه از واحد مهندسی ساختمان (خشکی)

پس از آماده‌سازی محل چاه و جاده‌های دسترسی (موضوع بند ۸ این نشریه)، بازدید توسط نمایندگان مهندسی ساختمان، پیمانکار محوطه‌سازی، نماینده کارفرما و نماینده پیمانکار از محل چاه به عمل می‌آید. در این بازدید تمام موارد طبق استانداردها و مشخصات دستگاه حفاری مورد بررسی قرار می‌گیرد و نکات اصلاحی در صورت وجود به

^۱ End of Well Report

پیمانکار مهندسی ساختمان اعلام می‌شود. در غیر این صورت طی صورت‌جلسه‌ای محوطه چاه، جاده‌های دسترسی، اردوگاه، خطوط آب و آتش، پمپ سایت، گودال VSP (در صورت نیاز) گودال‌های گل و آتش به پیمانکار حفاری تحویل می‌گردد.

۹-۳-۴ نظارت بر انتقال، برپایی و تایید آماده به کار بودن دستگاه و خدمات حفاری

پس از تحویل محل چاه به پیمانکار حفاری، عملیات انتقال دستگاه با نظارت نمایندگان عملیات حفاری شروع می‌شود و ضمن انتقال، پیمانکار به برپایی/استقرار دستگاه در محل چاه اقدام می‌کند. با پایان یافتن عملیات انتقال دستگاه و برپایی آن و همچنین حضور سرویس‌های آماده به کار^۱، پیمانکار آمادگی خود برای شروع به کار اعلام می‌نماید. نمایندگان عملیات حفاری (ناظرین عملیات حفاری) دستگاه و سرویس‌های آماده به کار حفاری را بر اساس استانداردها و قرارداد مورد بررسی قرار می‌دهند و در صورتی که کمبود یا اشکالی وجود نداشته باشد شروع عملیات به پیمانکار ابلاغ می‌گردد.

در چاه‌های فراساحل لازم است علاوه بر آمادگی و استقرار دستگاه حفاری فراساحل^۲، کشتی‌های پشتیبانی و محل پشتیبانی در خشکی آماده به کار باشند.

۹-۳-۵ خدمات حفاری

تامین خدمات حفاری شامل تامین و جابجایی دستگاه حفاری و تمام خدمات حفاری مورد نیاز چاه‌های اکتشافی در این مرحله صورت می‌پذیرد.

دستگاه حفاری با مشخصات مورد نیاز حفاری چاه‌های اکتشافی و تامین سرویس‌های حفاری از جمله سیمان کاری، گل حفاری، نمودارگیری از گل حفاری، راندن لوله‌های جداری و آستری، نصب تجهیزات سرچاهی، نصب آویزه آستری، مته، انجام آزمایش‌های خشک^۳ و ساق مته^۴، نصب مسدودکننده^۵، سرویس مانده‌یابی، تامین دوربین‌های زیردریایی (ROV)^۶، تعلیق‌سازی موقت و دائمی چاه، سرویس H₂S، مدیریت پسماند، نمودارگیری، چاه پیمایی، چاه آزمایشی (Well test)، نمودارگیری از چاه (Wireline logging - LWD - MWD)، بهینه سازی پارامترهای حفاری، لوله مغزی سیار، سرویس اندازه‌گیری گازها، خدمات مدیریت پسماند، خدمات رفاهی پرسنل، لجستیک، مغزه‌گیری، حفاری جهت‌دار، بسترسنجی، حفاری با فشار مدیریت شده^۷ (شامل RMR^۸)، پشتیبانی و مواردی از این دست می‌بایست تامین گردد.

۹-۳-۶ هدایت و نظارت بر اجرای عملیات و خدمات حفاری

با آغاز به کار دستگاه حفاری تحت نظارت ناظرین عملیات، هدایت و نظارت بر اجرای عملیات و خدمات حفاری مطابق برنامه حفاری و شرایط چاه تا رسیدن به عمق نهایی و انجام آزمایش‌های بهره‌دهی سازند انجام می‌گردد.

¹ Standby

² Jack Up

³ Dry Test

⁴ Drill Stem Test (DST)

⁵ Plug

⁶ Remote Operating Vehicle

⁷ Managed Pressure Drilling

⁸ Riserless Mud Recovery

۹-۳-۷ درخواست کالا و مواد

ناظرین عملیات حفاری ضمن هدایت و کنترل عملیات حفاری، کالا و مواد مورد نیاز حفاری را طبق برنامه حفاری و شرایط چاه کنترل و در صورت نیاز درخواست می‌نمایند. به طوری که در عملیات وقفه‌ای بابت کمبود یا فقدان کالا و مواد ایجاد نگردد.

۹-۳-۸ درخواست به موقع خدمات حفاری و هماهنگی جهت انتقال به محل چاه

ناظرین عملیات حفاری با توجه به شرایط و برنامه پیش‌بینی شده حفاری باید خدمات آتی حفاری مورد نیاز را برنامه‌ریزی کنند و خدمات حفاری لازم را از پیمانکاران درخواست و جهت انتقال خدمات به محل چاه برنامه‌ریزی و هماهنگی نمایند.

۹-۳-۹ کنترل کارآیی ماشین‌آلات و دستگاه‌ها

کنترل کارآیی^۱ ماشین‌آلات و دستگاه‌های مختلف حفاری شامل پمپ‌ها، موتورها، سیستم گردش گل، سیستم دورانی باید در حین عملیات حفاری انجام پذیرد.

۹-۳-۱۰ کنترل کارآیی مجموعه فوران‌گیر^۲

یکی از مهم‌ترین بخش‌های یک دستگاه حفاری مجموعه فورانگیرهای آن است که همیشه باید در بهترین وضعیت عملکردی باشد. لذا بر اساس استانداردها و سیاست‌های ایمنی کارفرما، آزمایش‌های دوره‌ای در خصوص عملکرد آنها انجام می‌شود و کنترل کارایی و تایید آزمایش‌ها بر عهده ناظرین عملیات حفاری می‌باشد.

۹-۳-۱۱ تایید کارکرد پیمانکاران و بررسی و تایید صورت وضعیت بر اساس کارکرد و قرارداد

بعد از اتمام هر یک از خدمات حفاری (طبق مفاد قراردادی)، صورت وضعیت کارکرد پیمانکار مربوطه در صورت تایید به امضای ناظرین عملیات می‌رسد و موارد و مشکلات در آن درج می‌گردد.

۹-۳-۱۲ مدیریت لجستیک و پشتیبانی

۹-۳-۱۲-۱ ملاحظات کلی

برخورداری از یک شبکه خدمات رسانی و پشتیبانی قوی برای مناطق عملیاتی دوردست و سکوه‌های حفاری، امری حیاتی است. وجود پرسنل مجرب به عنوان هماهنگ کننده و نظارت بر عملیات لجستیک و پشتیبانی به علاوه وجود تجهیزات کافی در انبارهای مناطق عملیاتی، باعث افزایش راندمان پروژه‌های حفاری می‌گردد.

۹-۳-۱۲-۲ خدمات شناوری ترابری (فراساحل)

این سرویس شامل کشتی‌های حمل کالا و تجهیزات سنگین (Supply Boat)، مسافری (Fast Boat)، کشتی‌های غواصی (Dive)، کشتی‌های جرثقیل دار (Craned Vessel) می‌باشد.

¹ Performance

² Blow Out Prevention (B.O.P.)

۹-۳-۱۲ خدمات ترابری هوایی

این سرویس شامل هلی کوپترهای حمل مسافر و کالاهای سبک میان سکوها و جزایر اقماری است. یکی از عمده ترین وظایف دو سرویس مذکور، تامین سوخت و آب جهت ادامه عملیات حفاری و مصرف روزانه پرسنل مستقر در جزایر و دکل های حفاری است.

۹-۳-۱۲-۴ خدمات انبارداری

انبارداری شامل مدیریت ذخیره سازی کلیه کالا و اقلام موردنیاز سایت های حفاری و ذخیره سازی مواد شیمیائی - کالاهای خطرناک در محل های ایمن است.

۹-۳-۱۲-۵ خدمات بارگیری و باربری

بارگیری و حمل و بارگذاری مجدد (پیاده کردن) وسایل و مواد سنگین از انبار به اسکله، نهایتاً به واسطه کشتی ها به سکو و برعکس انجام می شود.

۹-۳-۱۲-۶ خدمات لنگراندازی (فراساحل)

این سرویس شامل انتقال یا بارگیری دکل حفاری به سایت حفاری توسط شناورهای هادی و کشنده سنگین، استقرار آن در محل موردنظر، لنگر اندازی (آب عمیق)، شمع کوبی، تثبیت آن روی دهانه^۱ چاه در صورتیکه دهانه خالی بر روی سکو وجود داشته می باشند.

۹-۳-۱۲-۷ خدمات لایروبی (فراساحل)

این سرویس شامل لایروبی حوضچه عملیاتی کارفرما به منظور ایجاد امکان انتقال سکوی نیمه شناور به نزدیکی ساحل جهت انجام سرویس های تعمیراتی مورد نیاز می باشند.

۹-۳-۱۲-۸ خدمات تعمیرات زیردریائی (فراساحل)

تعمیرات سازه های زیردریائی شامل اتصال و رفع هرگونه مشکل رایزر و لوله های زیردریائی متصل به شیرآلات سرچاهی می باشند.

۹-۳-۱۳ حصول اطمینان از صلاحیت فنی، صحت عملکرد و تعداد کارکنان پیمانکار

ناظر عملیات موظف به حصول اطمینان از صلاحیت فنی، صحت عملکرد پیمانکاران اصلی و فرعی و تعداد کارکنان پیمانکار حفاری و خدمات فنی می باشد.

۹-۳-۱۴ ارایه توصیه های فنی و عملی در رابطه با پیشرفت کار

با ارزیابی مستمر فعالیت های پیمانکار شامل فعالیت های گذشته و در حال انجام و تصمیم گیری بر اساس آنها و موارد پیش بینی نشده، توصیه های لازم جهت بهینه سازی عملیات به مقام بالاتر منعکس می گردد و پس از دریافت دستور از مقام بالاتر، مراتب جهت اجرا به پیمانکار ابلاغ می گردد.

۹-۳-۱۵ حصول اطمینان از به کارگیری حداکثر نکات ایمنی

¹ Slot

با هماهنگی مسئول ایمنی مستقر در محل دستگاه، بر رعایت الزامات ایمنی توسط کلیه افراد، نظارت لازم اعمال می‌شود. همچنین توصیه‌های ایمنی خاص با توجه به شرایط ویژه چاه ارایه گردد. تمامی موارد باید بر اساس الزامات و استانداردهای کارفرما (وزارت نفت) اجرا گردد.

۹-۳-۱۶ کنترل موجودی کالای مورد نیاز

ناظر عملیات موظف به نظارت بر موجودی کالا و مواد در انبارهای محل چاه و نگهداری سیاهه موجودی جهت حصول اطمینان از استمرار عملیات است.

۹-۳-۱۷ برگزاری جلسات هماهنگی روزانه عملیات

ناظر عملیات با پیمانکار حفاری جهت استمرار و بهبود روند عملیات نسبت به برگزاری جلسات روزانه و در صورت نیاز تهیه صورتجلسات انجام شود.

۹-۳-۱۸ پایش و هدایت عملیات حفاری چاهها

عملیات حفاری چاه اکتشاف توسط روسای منطقه و عملیات در مرکز به صورت مستمر پایش می‌گردد و بر اساس شرایط در نحوه ادامه عملیات حفاری چاهها تصمیم‌گیری شده، دستورهای لازم به نواحی عملیاتی ابلاغ می‌گردد.

۹-۳-۱۹ تایید صورت حساب پیمانکاران

صورت حساب پیمانکاران بر اساس کارکرد مورد تایید ناظر عملیات بر اساس قوانین و ضوابط موجود کارفرما (وزارت نفت)، تایید نهایی می‌گردد.

۹-۳-۲۰ مدیریت بهبود روند انجام عملیات حفاری

مکاتبات و برگزاری جلسات و هماهنگی جهت ارایه پیشنهادات فنی و عملی برای مدیریت بهبود روند عملیات حفاری چاههای اکتشافی و چگونگی ادامه آن، انجام می‌گیرد.

۱۰- مهندسی پتروفیزیک**۱۰-۱ ملاحظات کلی**

بخش مهندسی پتروفیزیک با آگاهی و شناخت فنی از چگونگی عملکرد ابزارهای نمودارگیر و تاثیرات احتمالی بر روی قرائت نمودارها، با ارایه ارزیابی دقیق از لایه‌های نمودارگیری شده، دیگر بخش‌های فنی را به عنوان طراح اصلی بهبود توان تولید و بهره دهی مخازن هیدروکربنی در راستای دستیابی به اهدافشان همراهی می نماید.

۱۰-۲ عملیات مهندسی پتروفیزیک

بخش عملیات مهندسی پتروفیزیک با آگاهی از توانمندی و قابلیت‌های هر یک از شرکت‌های خدمات دهنده نمودارگیری و شناخت فنی و دقیق از چگونگی عملکرد ابزارهای نمودارگیری، وظیفه برنامه‌ریزی، نظارت و کنترل صحت انواع نمودارهای حفره باز و حفره جداره پوش^۱ را جهت کسب اطلاعات تحت‌الارضی به کمک انواع رشته ابزارهای نمودارگیری برعهده دارد. مجموعه فعالیت‌های عملیاتی به شرح زیر است.

۱۰-۲-۱ پیگیری برنامه عملیات حفاری چاه هدف

پیگیری روزانه عملیات حفاری و تغییراتی که در حین حفاری ایجاد می‌شود (مطابق بند ۹-۳-۶).

۱۰-۲-۲ تهیه و بروزرسانی برنامه پیش‌بینی نمودارگیری^۲ بر اساس اهداف مطالعات**۱۰-۲-۳ برگزاری جلسات فنی**

جلسات فنی باید پیش از عملیات با تیم شرکت خدمات دهنده نمودارگیری، ناظر پتروفیزیک و واحد درخواست کننده نمودارگیری، جهت بررسی و نحوه اجرای دقیق عملیات درخواستی برگزار گردد.

۱۰-۲-۴ نظارت بر عملیات نمودارگیری

نظارت بر عملیات نمودارگیری باید شامل موارد زیر باشد:

- کنترل ابزارآلات نمودارگیری، برگزاری جلسات ایمنی و فنی جهت انجام دقیق کار با نماینده کارفرما، پیمانکار حفاری و مهندسین شرکت نمودارگیر، کنترل قرائت ابزار نمودارگیری قبل از شروع عملیات، کنترل کیفی نمودارها در حین نمودارگیری و ارتباط با واحد مدیریت عملیات جهت تصمیم‌گیری‌های کلیدی و ارسال اطلاعات و نمودارها برای تیم ستادی جهت ارایه نقطه نظرات فنی توسط ناظر ارشد پتروفیزیک
- بررسی کیفیت نمودارها و اعمال تصحیحات احتمالی جهت ارایه نسخه اولیه داده‌ها به کارفرما
- ارایه گزارش عملیاتی شامل عملکرد شرکت نمودارگیر و مراحل انجام کار توسط ناظر پتروفیزیک
- برگزاری جلسه فنی با نمایندگان کارفرما و شرکت نمودارگیر با هدف بررسی کیفیت عملیات انجام شده
- ارایه ارزیابی اولیه^۳ جهت تایید کارفرما

¹ Cased Hole

² Logging Forecast

³ Quick Look Interpretation

۱۰-۲-۵ بررسی مالی و فنی صورتحسابها

بررسی مالی و فنی صورتحسابهای مربوط به ابزار آلات، نفقات و واحد نمودارگیری با اخذ تایید کارفرما انجام می‌گردد.

۱۰-۳ مطالعات مهندسی پتروفیزیکی

مطالعات مهندسی پتروفیزیکی، علم مطالعه خواص فیزیکی سنگ و ارتباط آن با سیالات موجود در مخزن می‌باشد. مهمترین پارامترهای پتروفیزیکی برای ارزیابی یک مخزن شامل تخلخل، سنگ شناسی، اشباع هیدروکربن، اشباع آب، ضخامت و میزان قابلیت گذردهی سیال است. دانش دقیق از دو خصوصیت مهم سنگ‌ها یعنی تخلخل و اشباع سیالات مخزن لازمه یک پیشرفت مؤثر، مدیریت کارآمد و پیش بینی درست از آینده هر مخزن هیدروکربنی می‌باشد.

۱۰-۳-۱ فاز جمع‌آوری اطلاعات و ساماندهی بانک اطلاعاتی

در این مرحله اطلاعات پتروفیزیکی اعم از کلیه اطلاعات رقومی و اسکن نمودارهای اخذ شده در چاه‌های میدان مورد مطالعه، اطلاعات پتروفیزیکی جمع‌آوری شده، چاه به چاه و مرحله به مرحله به تفکیک نوع فایل طبقه‌بندی می‌شوند. علاوه بر این، اطلاعات تکمیلی شامل کلیه مدارک و مستندات مطالعات پتروفیزیکی چاه‌های مجاور، اطلاعات آنالیزهای معمول و ویژه مغزه، نتایج آنالیزهای مخزنی، اطلاعات و گزارش‌های زمین‌شناسی و حفاری مرتبط با چاه‌های مورد مطالعه جمع‌آوری و دسته‌بندی می‌شوند.

طبقه‌بندی اطلاعات نمودارهای پتروفیزیکی پس از کنترل کیفی اولیه و فهرست بندی به عنوان مرجع اصلی داده‌های پتروفیزیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شناخت کمبودهای احتمالی می‌تواند در تعیین راهبرد مسیر انجام مطالعه و زمان بندی انجام کار نقش مهمی ایفا کند.

۱۰-۳-۲ فاز توصیف پتروفیزیکی مخزن

در این فاز مجموعه‌ای از اطلاعات اولیه شامل لایه‌بندی زمین‌شناسی، خصوصیات سیالات مخزن و سایر اطلاعات موجود، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد تا بر اساس مدل‌سازی پتروفیزیکی، نتایج زیر حاصل گردد:

- تعیین نوع و درصد کانی‌های تشکیل دهنده سازندهای هدف
- تعیین ضخامت‌های خالص و ناخالص در فواصل مورد ارزیابی با توجه به حدود برش
- محاسبه اشباع آب مفید و غیر مفید، تخلخل مفید و غیر مفید، اشباع هیدروکربن
- تعیین سطوح تماس احتمالی با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی‌ها

۱۰-۳-۱-۱ آماده‌سازی و پردازش داده‌ها

- رقومی کردن نمودارهای پتروفیزیکی اسکن شده (در صورت عدم وجود اطلاعات رقومی)
- کنترل کیفی اطلاعات پتروفیزیکی و دسته‌بندی چاه‌ها براساس کیفیت نمودارها و نوع منحنی‌های مورد نیاز و نیز شرکت‌های نمودارگیری
- بارگذاری اطلاعات در نرم‌افزار پتروفیزیکی مرتبط
- تهیه نمودارهای ترکیبی و آرایه آنها براساس عمق واقعی عمودی^۱ و عمق حفار^۱

¹ True Vertical Depth

- تهیه و ساختن نمودارها جهت رفع نواقص و کمبودها در نمودارهای پتروفیزیکی به کمک نمودارهای چاههای مجاور و یا اطلاعات همان چاه و کنترل کیفی نمودارهای ساخته شده
- هم عمق‌سازی نمودارها بر اساس نمودار پایه
- ویرایش اطلاعات و تصحیح نمودارها در فواصل مغشوش و حذف نوفه^۲ و پرش^۳ روی منحنی‌های لازم
- یکنواخت‌سازی نمودارهای هم نوع و تبدیل و تصحیح نمودارهای قدیمی به جدید (در صورت نیاز)
- انجام تصحیحات محیطی روی کلیه نمودارها
- انتخاب چاه‌های کلیدی (در صورت وجود چند چاه)
- تطابق داده چاه‌های کلیدی با استفاده از اطلاعات مغزه (در صورت وجود اطلاعات مغزه)
- هماهنگ‌سازی^۴ اطلاعات کلیه چاه‌ها نسبت به چاه‌های کلیدی (در صورت نیاز)
- بررسی کیفیت نمودارها و ساخت نمودار Bad Hole جهت ارزیابی متناسب با کیفیت نمودارها
- تهیه و ارائه گزارش فاز آماده‌سازی اطلاعات

۱۰-۳-۲-۲ مدل‌سازی پایه بر اساس ارزیابی چاه‌های کلیدی

در صورت وجود چاه کلیدی در مطالعات اکتشافی مدل‌سازی پایه بر اساس ارزیابی چاه‌های کلیدی شامل موارد زیر انجام می‌شود:

- انجام مدل‌سازی اولیه پتروفیزیکی روی چاه‌های کلیدی
- تعیین نوع کانی‌های تشکیل‌دهنده سازند و کانی‌های رسی با استفاده از نمودارهای پتروفیزیکی و مغزه (در صورت وجود)
- تعیین تخلخل اولیه و ثانویه و بررسی انواع تخلخل سنگ مخزن شامل بین دانه‌ای، تخلخل قالبی و مواردی از این دست بر اساس نمودارهای پتروفیزیکی، ارزیابی‌های نمودارهای تصویری و انطباق با مطالعات زمین‌شناسی
- حساسیت‌سنجی و تعیین پارامترهای آرچی^۵ با اطلاعات مغزه (در صورت وجود) و نمودارهای پتروفیزیکی
- حساسیت‌سنجی و تعیین بهترین رابطه اشباع آب منطبق با اطلاعات اشباع آب مخزن
- ارزیابی پتروفیزیکی چاه‌های کلیدی با مدل‌های پتروفیزیکی اولیه استاندارد، بررسی کیفیت نمودارها و ارزیابی اولیه
- بررسی تطابق و یا عدم تطابق نتایج حاصل از ارزیابی پتروفیزیکی چاه‌های کلیدی با اطلاعات مغزه (در صورت وجود) و نتایج آزمایش‌های سرچاهی
- بررسی نتایج ارزیابی چاه‌های کلیدی با نمودار ترسیمی سرچاهی^۶ بخش زمین‌شناسی
- بررسی عملکرد مدل‌های پتروفیزیکی شامل انتخاب کانی یا کانی‌های مناسب، کیفیت مدل‌ها، پاسخ نمودارها، مقادیر عدم قطعیت ارزیابی و خصوصیات سیال مخزن با توجه به نتایج ارزیابی چاه‌های کلیدی و بروزسانی و نهایی‌سازی مدل‌های پتروفیزیکی

¹ Measure Drilling Depth

² Filter

³ Despike

⁴ Normalization

⁵ Archi

⁶ Graphic Well Log

- ارزیابی نهایی چاه‌های کلیدی و تهیه فایل‌های رقومی نتایج ارزیابی پتروفیزیکی به همراه پلات تصویر ارزیابی‌ها و ارایه به بخش‌های مرتبط در مطالعات به ویژه بخش زمین‌شناسی جهت بررسی مجدد زون‌بندی لایه‌های زمین‌شناسی
- دریافت تاییدیه کارفرما جهت استفاده از پارامترها، روابط و مدل‌های پتروفیزیکی انتخاب شده جهت استفاده در مطالعات

۱۰-۳-۲-۳ ارزیابی پتروفیزیکی نهایی بر اساس مدل‌های پتروفیزیکی پایه

- در صورت وجود چند چاه اکتشافی، ارزیابی پتروفیزیکی نهایی بر اساس مدل‌های پتروفیزیکی پایه بر اساس موارد زیر انجام می‌شود:
- بررسی تغییرات ناحیه‌ای در مخزن و در صورت لزوم دسته‌بندی مدل‌های پتروفیزیکی جهت پوشش اطلاعات پتروفیزیکی در کل مخزن
 - تعمیم مدل‌های پتروفیزیکی برای کلیه چاه‌ها با در نظر گرفتن تغییرات ناحیه‌ای و نیز نتایج چاه‌های کلیدی و تصحیح پارامترهای مورد استفاده در ارزیابی
 - انجام ارزیابی پتروفیزیکی کلیه چاه‌های میدان بر اساس مدل‌های پایه
 - کنترل کیفیت نتایج ارزیابی‌های پتروفیزیکی برای کلیه چاه‌ها
 - دریافت تاییدیه کارفرما نسبت به ارزیابی چاه‌ها و نهایی‌سازی ارزیابی‌های پتروفیزیکی بر اساس نقطه نظرات کارفرما
 - تعیین پارامترهای حد برش بر اساس نتایج پتروفیزیکی و نقطه نظرات بخش مهندسی مخازن
 - اعمال مقادیر حد برش و متوسط گیری از نتایج ارزیابی‌های پتروفیزیکی
 - تعیین سطوح تماس سیالات بر اساس نتایج ارزیابی پتروفیزیکی، نتایج آزمایش‌های سر چاهی و نقطه نظرات بخش مهندسی مخازن
 - بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی سنگ و سیال مخزن در گستره میدان و ارایه پیشنهادات در مورد توسعه چاه‌های میدان بر اساس نتایج به دست آمده

۱۰-۳-۳ انجام مطالعات پیشرفته پتروفیزیکی

۱۰-۳-۳-۱ تعبیر و تفسیر نمودارهای پیشرفته

پردازش و تفسیر نمودارهای پیشرفته از قبیل ECS, DSI, NMR در جهت بررسی چگونگی توزیع و گسترش تخلخل و حفرات موجود در سنگ مخزن، بررسی خواص هیدروکربن مخزن، فشار مویینه، تخمین تراوایی، مطالعات پارامترهای ژئومکانیکی و پایداری دیواره چاه، تعیین دقیق نوع سنگ سازند و ارزیابی دقیق تغییرات سنگ‌شناسی به ویژه در مخازن شیلی-گازی در این بخش انجام می‌شود.

۱۰-۳-۳-۲ تعیین رخساره‌های الکتریکی

تعیین رخساره‌های الکتریکی بر اساس دسته‌بندی نمودارهای پتروفیزیکی، نتایج ارزیابی و اطلاعات مغزه به کمک روش‌های مرسوم، جهت بررسی تغییرات زمین‌شناسی و توزیع خصوصیات مخزنی در گستره میدان، تعیین الکتروفاسیس‌ها، داده‌های لاگ‌های چاه‌ها و داده‌های حاصل از ارزیابی پتروفیزیکی چاه‌ها می‌بایست مورد استفاده قرار گیرد. این الکتروفاسیس‌ها به کل میدان بسط داده می‌شود و در نتیجه مدل بدست آمده، توانایی جدایش بخش‌های

مختلف مخزنی را از یکدیگر دارا می‌باشد و علاوه بر تغییرات کیفیت مخزن در یک چاه، تغییرات کیفیت مخزنی در طول میدان را نشان می‌دهد.

۱۰-۳-۳ تخمین تراوایی

تراوایی یکی از پارامترهای مهم برای توصیف و بررسی تولید از مخزن است. به طور معمول تراوایی با استفاده از داده‌های مغزه، نمودارهای پتروفیزیکی و روش‌های تجربی مرسوم تخمین زده می‌شود. همچنین با استفاده از روش واحدهای جریان هیدرولیکی و سیستم‌های هوشمند نظیر شبکه‌های عصبی، تراوایی تخمین زده می‌شود.

۱۰-۳-۴ محاسبه پارامترهای الاستیک جهت مطالعات ژئومکانیکی

پارامترهای استاتیکی مانند مدول یانگ، مدول برشی، نسبت پواسون و مدول بالک سنگ با استفاده از نمودارهای پتروفیزیکی مرسوم، داده‌های سرعت امواج فشاری (VP) و برشی (VS) حاصل از نمودارهای پیشرفته از جمله ابزار DSI و اطلاعات مغزه، انجام می‌شود جهت مطالعات ژئومکانیک تعیین می‌شوند.

۱۰-۳-۴ ارایه نتایج و اخذ تاییدیه کارفرما

- تهیه گزارش جامع از کلیه مراحل مطالعه از فاز جمع‌آوری اطلاعات تا مرحله تفسیر و ارزیابی پتروفیزیکی انجام شده و نتایج بدست آمده از مدل‌های پتروفیزیکی چاه‌ها
- تهیه پلات‌های نهایی با اعمال لایه‌بندی اداره زمین‌شناسی
- بررسی کنترل کیفیت گزارش مطالعه پتروفیزیکی مخزن
- ارایه سمینار تعبیر و تفسیر چاه‌ها و مطالعه پتروفیزیکی مخزن

۱۰-۳-۵ برآورد مالی و تهیه اسناد مناقصه

- تهیه اسناد مناقصه، ارزیابی فنی و بازرگانی پیمانکار

۱۱- مطالعات ژئومکانیک

هدف اصلی در مطالعات ژئومکانیکی در مرحله اکتشاف یک میدان برآوردی است از میزان مقاومت فشاری و برشی، فشار منفذی، خصوصیات مکانیکی سنگ و لایه‌های بالایی مخزن جهت طراحی مسیر مناسب حفاری، تعیین بهترین وزن گل، تعیین پایدارترین مکان برای قرار گرفتن لوله جداری و به طور کلی طراحی یک چاه پایدار می‌باشند. برای رسیدن به اهداف ذکر شده ساخت مدل یک بعدی ژئومکانیکی^۱ یا به اختصار GEM می‌بایستی در دستور کار قرار بگیرد.

لازم به ذکر است که کاربرد علم ژئومکانیک در چرخه عمر میدان متفاوت است و می‌توان آن را به شرح ذیل خلاصه کرد:

- مطالعات مربوط به پایداری چاه ها (Wellbore Stability)
- مطالعات مربوط به موقعیت یابی و حفاری (Well Trajectory)
- مطالعات مربوط به تراکم پذیری و نشست مخزن (Subsidence & Compressibility)
- مطالعات مربوط به کنترل تولید ماسه (Sand Production Management)
- مطالعات مربوط به تحریک چاه (Well Stimulation)
- مطالعات مربوط به اجرای فرآیند شکافت هیدرولیکی (Hydraulic Fracturing)

۱-۱۱ جمع‌آوری داده

داده‌های مورد نیاز در مطالعات ژئومکانیک به دو دسته استاتیکی و دینامیک تقسیم می‌شوند که منابع دستیابی به هر یک در ذیل شرح داده شده‌است.

شایان ذکر است با توجه به شرح کار مورد نظر، جنس سنگ مخزن (کربناته یا ماسه‌سنگ)، احتمال تولید ماسه (SAND PRODUCTION) و دیگر پارامترهای موجود، آزمایش‌ها و داده‌های مورد نیاز می‌توانند تغییر کنند.

۱-۱-۱۱ جمع‌آوری داده‌های استاتیکی

داده‌های استاتیکی حاصل از انجام آزمایش‌های مکانیک سنگ بر روی پلاگ‌های حاصل از مغزه‌گیری بدست می‌آید. جهت جلوگیری از ابهام و اختلاف، فرآیند انجام آزمایش‌ها به همراه اطلاعات و داده‌های مورد انتظار در هر یک از آزمایش‌های زیر می‌بایست بر اساس انتظارات کارفرما صورت گیرد. اهم آزمایش‌های مورد نیاز در این مرحله به شرح ذیل می‌باشد:

- آزمایش مقاومت فشاری تک محوره تحت شرایط محیطی و مخزنی
- آزمایش مقاومت فشاری سه محوره تحت شرایط محیطی و مخزنی
- آزمایش محاسبه ضریب بایوت^۲ (آزمایش‌های پروالاستیک)
- آزمایش مقاومت برشی (Brazilian Test)
- آزمایش چکش اشمیت (Schmits Hammer)
- آزمایش اندازه‌گیری میزان موج اولترا سونیک تحت شرایط محیطی و مخزنی

• آزمایش شکافت هیدرولیکی (Hydraulic fracture or Hollow cylinder)

در مورد نحوه نمونه‌گیری (تهیه پلاگ)، تعداد نمونه‌های مورد نیاز و روش انجام آزمایش‌های مذکور می‌بایست قبل از شروع عملیات مغزه‌گیری، با کارفرما، پیمانکار و آزمایشگاه مورد نظر به اجماع نظر رسید. با استفاده از آزمایش‌های فوق پارامترهای مکانیک سنگ در حالت استاتیک مانند مدول یانگ، مدول برشی، نسبت پواسون و مدول بالک سنگ، فشار جانبی، مقادیر زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی ذاتی سنگ اندازه‌گیری خواهند شد.

۱۱-۲ جمع‌آوری داده‌های دینامیکی

داده‌های دینامیکی به اطلاعاتی گفته می‌شود که حاصل اندازه‌گیری مستقیم نمونه نمی‌باشند. با توجه به آنکه گستردگی و دستیابی به این داده‌ها بسیار سریع‌تر و ارزانتر از دستیابی به داده‌های استاتیکی می‌باشد، می‌بایستی صحت و درستی آن‌ها را به‌گونه‌ای بررسی کرد که پس از تعمیم دادن آن‌ها به یک بازه گسترده از دقت و صحت نتایج نهایی مطالعات اطمینان کافی داشت.

داده‌های دینامیکی را می‌توان از داده‌های ذیل استخراج کرد:

- نمودارهای گاما، چگالی، تخلخل، مقاومت
- نمودار سونیک دوقطبی، sonic scanner و آرایه‌ای مانند XMAC^۱، DSI^۲ و مواردی از این دست
- نمودارهای تصویری زمین‌شناسی مانند OBMI^۶، UBI^۶، SHDT^۵، FMS^۴، FMI^۳
- نمودارهای قطر دیواره چاه (SINGLE ARM/4-ARM/6-ARM CALIPER)
- آزمون‌های حفاری شامل FIT^۸، LOT^۹ و XLOT^{۱۰}
- میزان فشار اندازه‌گیری شده سازند (DST^۴، MDT^{۱۳}، SFT^{۱۲}، XPT^{۱۱}، RFT^{۱۵} و مواردی از این دست)
- گزارش روزانه حفاری شامل نرخ نفوذ مت، میزان هرزروی گل حفاری، میزان افزایش حجم گل و مواردی از این دست
- مسیر حفاری چاه
- ستون چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی و زمین‌شناسی ساختمانی منطقه اکتشافی
- نمودار VSP^۱

^۱ Cross Multipole Array acoustic

^۲ Dipole Shear Sonic Imager

^۳ Formation Micro Imager

^۴ Formation Micro Scanner

^۵ Stratigraphic High resolution Dip meter Tools

^۶ Ultrasonic Borehole Imager

^۷ Oil based Micro Imager

^۸ Formation Integrity Test

^۹ Leak Off Test

^{۱۰} Extended Leak Off Test

^{۱۱} Repeat Formation Tester

^{۱۲} Pressure Express Tool

^{۱۳} Simultaneous Formation Test

^{۱۴} Modular Dynamic Tester

^{۱۵} Drill Stem Test

با استفاده از داده‌های فوق پارامترهای مکانیک سنگ در حالت دینامیک (یعنی تحت فشار و شرایط واقعی زیر زمین) مانند مدول‌های برشی، یانگ، بالک و غیره محاسبه می‌گردد.

۱۱-۲ یکسان‌سازی داده‌های دینامیکی و استاتیکی

با توجه به اختلاف نتایج حاصل از روش‌های دینامیکی و استاتیکی، در این مرحله مشخصات ژئومکانیکی دینامیکی با نتایج حاصل از تست‌های آزمایشگاهی کالیبره و تصحیح می‌شوند.

۱۱-۳ تخمین فشار منفذی

با توجه به داده‌های موجود از مخزن با استفاده از روش‌های مانند موارد زیر می‌توان فشار منفذی را محاسبه کرد:

- استفاده از اندازه‌گیری مستقیم (DST-RFT-MDT)
- روش‌های Normal Compaction Trend Line
- روش‌های تنش موثر معادل^۲
- روش‌های عمق معادل
- با استفاده از داده‌های بدست آمده از مدل‌سازی حوضه‌های رسوبی و سیستم‌های هیدروکربنی (فصل ۷-)

۱۱-۴ تخمین فشار روباره

برای تخمین فشار روباره (عمودی) به محاسبه چگالی سازند‌های فوقانی نیاز است که از روش‌هایی مانند موارد زیر می‌توان استفاده کرد:

- نمودار چگالی
- محاسبه Pseudo-density از روی نمودار سونیک
- روابط تجربی Regional empirical
- اندازه‌گیری چگالی مغزه در نمونه‌های مغزه یا Sidewall Coring

۱۱-۵ تعیین جهت و اندازه تنش‌های کمینه و بیشینه

اندازه و جهت تنش‌های کمینه و بیشینه با استفاده از داده‌های زیر می‌تواند تعیین نمود:

- نمودارهای تصویری چاه و قطر چاه
- پدیده‌های زمین‌شناسی منطقه‌ای
- استفاده از نقشه‌های جهانی استرس
- موارد ذکر شده در بند (۱۱-۱-۲)

۱۱-۶ تهیه مدل یک بعدی ژئومکانیکی

در این مرحله با استفاده از نرم‌افزارهای موجود و اطلاعات بدست آمده در مراحل پیشین ابتدا مدل یک بعدی ژئومکانیکی ساخته می‌شود و سپس از نتایج مدل اطلاعات مربوط به پنجره بهینه گل و مسیر بهینه حفاری استخراج می‌گردد. نرم‌افزار مورد استفاده در این بخش می‌بایستی مورد تایید کارفرما قرار گیرد.

¹ Vertical Seismic Profile

² Equivalent Effective Stress

۷-۱۱ ارائه برنامه برای تهیه مدل سه بعدی و چهار بعدی

با توجه به برنامه‌های پیش‌رو و وضعیت میدان مورد مطالعه برنامه مطالعات آتی جهت اخذ داده و ساخت مدل‌های سه و چهاربعدی تهیه و به کارفرما ارائه می‌شود.

۸-۱۱ رایه گزارش و اخذ تاییدیه کارفرما

در تمامی مراحل این فصل، پیمانکار می‌بایست نسبت به رایه گزارش و اخذ تاییدیه کارفرما اقدام نماید.

۱۲- مهندسی مخزن

۱-۱۲ کلیات

در این بخش، با همکاری واحدهای زمین‌شناسی، ژئوفیزیک و ژئوشیمی در تعیین ساختمان‌های اکتشافی با استفاده از مطالعات ناحیه‌ای میداین اطراف، تخمین فشار، دما و سطوح تماس مخزن، برنامه‌ریزی و نظارت بر عملیات نمونه‌گیری سیال مخزن، برنامه‌ریزی و نظارت بر عملیات ثبت فشار از مخزن و همچنین مطالعه و محاسبه دقیق حجم هیدروکربور در جای مخزن بعد از کشف را به منظور تهیه گزارش‌های ارزیابی مقدماتی حجم هیدروکربور، پیش‌بینی تولید از میدان و تهیه گزارش نهایی چاه و تهیه Fast Development Plan در فاز پایانی چاه، انجام می‌شود. در ادامه مراحل انجام کار ارائه می‌شود:

۱۲-۲ مطالعات مهندسی مخزن پیش از حفاری چاه اکتشافی

۱۲-۲-۱ جمع‌آوری و بررسی داده‌های مورد نیاز مهندسی مخزن

این داده‌ها شامل زمین‌شناسی، ژئوفیزیک، حفاری، پتروفیزیک، نتایج مطالعه مغزه‌ها، نتایج آزمایش چاه‌ها، آزمایش فشار-حجم-دما (PVT) و سطوح تماس مخزن به دست آمده از میداین اطراف می‌باشد.

۱۲-۲-۲ تهیه گزارش پیش‌بینی مهندسی مخزن

پیش از حفاری یک حلقه چاه اکتشافی، واحد مهندسی مخزن با همکاری واحد پتروفیزیک و واحد چاه‌آزمایی با انجام مطالعات کامل ناحیه‌ای در قالب گزارش پیش‌بینی مهندسی نفت، موارد مهمی از جمله معرفی سازندهای مخزنی، تخمین فشار، دما و سطوح تماس مخزن، تخمین خواص سنگ مخزن، پیش‌بینی هزینه‌های مربوط به کل عملیات مهندسی نفت (مخزن، پتروفیزیک و لایه‌آزمایی) و تخمین حجم هیدروکربور در جا را تهیه می‌کند.

۱۲-۳ مطالعات مهندسی مخزن در هنگام حفاری چاه اکتشافی

۱۲-۳-۱ برنامه‌ریزی و نظارت بر مغزه‌گیری

این بخش از عملیات با همکاری زمین‌شناس سرچاهی انجام می‌پذیرد.

۱۲-۳-۲ تفسیر و آنالیز داده‌های به دست آمده از واحد نمودارگیری گل حفاری^۱

در حین حفاری مخزن اکتشافی، مقادیر اجزای گاز ثبت شده توسط واحد نمودارگیری از گل حفاری، پس از غربال، مورد تفسیر و آنالیز قرار می‌گیرند.

۱۲-۳-۳ برنامه‌ریزی و نظارت بر عملیات ثبت فشار سازند

اندازه‌گیری فشار سازند توسط ابزارهای خاص ثبت فشار به منظور تعیین گرادیان سیال مخزن، تعیین ارتباط فشاری بین لایه‌ها، تعیین سطوح تماس در مخزن، نمونه‌گیری از سیال مخزن و همچنین به دست آوردن تخمینی از کیفیت خواص سنگ مخزن از جمله مواردی است که باید در این بخش انجام پذیرد. از جمله ابزارهای مورد استفاده در این عملیات می‌توان از RFT، XPT، RDT و MDT نام برد.

^۱ Mud Logging Unit

۱۲-۳-۴ تفسیر و تحلیل نتایج ثبت فشار به منظور تعیین حد فواصل لایه آزمایی

تفسیر نقاط صحیح به دست آمده در عملیات ثبت فشار با روش‌های مختلف، تطبیق نتایج با تحلیل‌های انجام شده بر روی داده‌های نمودارگیری گل حفاری، خرده‌های حفاری و نمودارهای مخزنی رانده شده منجر به تعیین لایه‌های مخزنی مناسب جهت انجام لایه‌آزمایی، تعیین سطح تماس مخزن و همچنین اطلاع از فشار مخزن به منظور طراحی هرچه بهتر لایه آزمایی، اسیدکاری و سیال تکمیل چاه خواهد شد.

۱۲-۴ عملیات مهندسی مخزن پس از اتمام حفاری

نمونه‌گیری و نظارت بر نمونه‌گیری سیال در این بخش انجام می‌شود.

۱۲-۵ مطالعات مهندسی مخزن پس از حفاری چاه اکتشافی

۱۲-۵-۱ جمع‌آوری و کنترل کیفی داده‌های موجود

این داده‌ها شامل زمین‌شناسی، ژئوفیزیک، حفاری، پتروفیزیک، نتایج مطالعه مغزه‌ها، نتایج آزمایش چاه‌ها، آزمایش فشار-حجم-دما (PVT) و سطوح تماس مخزن به دست آمده از چاه‌های حفر شده می‌باشد.

۱۲-۵-۱-۱ ارایه گزارش

این گزارش پس از ارایه، به تایید کارفرما می‌رسد.

۱۲-۵-۲ مطالعات مهندسی مخزن پایه

۱۲-۵-۲-۱ بررسی اطلاعات به دست آمده از آزمایش چاه

تفسیر و تحلیل اطلاعات به دست آمده از عملیات آزمایش، انگیزش و تکمیل چاه در این بند انجام می‌گیرد.

۱۲-۵-۲-۲ کنترل کیفی و تحلیل اطلاعات RCAL/SCAL مربوطه به مغزه‌ها

تحلیل اطلاعات به دست آمده از آنالیز سنگ مخزن به منظور استفاده در مدل‌سازی استاتیک مخزن نیز از جمله وظایف این واحد می‌باشد.

۱۲-۵-۲-۳ کنترل کیفی و تحلیل اطلاعات PVT سیال مخزن

- انجام آزمایش روی نمونه سیال اخذ شده از تفکیک‌گر سرچاهی یا نمونه‌گیر بن چاهی
- صحت‌سنجی آنالیزهای انجام شده روی نمونه سیال اخذ شده
- شبیه‌سازی نتایج به دست آمده از آزمایش‌های PVT

۱۲-۵-۲-۴ آنالیز شرایط اولیه مخزن

این بخش شامل آنالیز دما، فشار و سطوح تماس مخزن می‌باشد.

۱۲-۵-۲-۵ بررسی و مدل سازی حرکت عمودی سیالات در ستون عمودی چاه (VFP^۱)

با استفاده از تمامی اطلاعات موجود از تکمیل چاهها، اطلاعات تولیدی، داده‌های آزمایش‌های جریان‌ی چاهها نسبت به بررسی و مدل سازی نحوه‌ی حرکت عمودی سیال در ستون چاهها و با استفاده از نرم‌افزارهای مورد تایید کارفرما اقدام به عمل آورده و نمودارهای بازدهی (Well Performance Curve) چاهها تولید خواهد شد.

۱۲-۵-۲-۶ محاسبات تعیین حجم هیدروکربور درجا

- میزان حجم ناخالص سنگ مخزن
- مقادیر متوسط تخلخل و اشباع آب در مخزن
- تعیین ضریب حجمی سیال مخزن
- تعیین میزان حجم خالص به کل سنگ مخزن (NTG^۲)
- آنالیز عدم قطعیت

۱۲-۵-۲-۷ ارایه گزارش

این گزارش پس از ارایه، به تایید کارفرما می‌رسد.

۱۲-۶-۱ مدل سازی دینامیک مخزن و تطبیق تاریخچه

- دریافت مدل استاتیک از زمین شناس (بند ۴-۶ این نشریه)
- ورود داده‌های مورد نیاز مطالعات پایه (بند ۱۲-۵-۲)
- ساخت و آغازسازی مدل^۳
- تطابق تاریخچه^۴
- حساسیت‌سنجی^۵
- تعریف سناریوی پایه^۶
- پیش‌بینی تولید^۷

۱۲-۶-۱ ارایه گزارش

این گزارش پس از ارایه، به تایید کارفرما می‌رسد.

¹ Vertical Flow Performance

² Net to Gross

³ Initialization

⁴ History Matching

⁵ Sensitivity Analysis

⁶ Base Case Scenario

⁷ Production Prediction

۱۳- آزمایش و تکمیل چاه

۱۳-۱ کلیات

در این بخش، چاه با استفاده از ابزار بن چاهی آزمایش^۱ به صورت موقت تکمیل گردیده و عملیات آزمایش انجام می‌گیرد و هدف از انجام آن کسب اطلاعاتی از جمله تعداد لایه‌های بهره‌ده و میزان مشارکت آنها، پتانسیل تولید و ضریب بهره‌دهی چاه، فشار و دمای مخزن، تراوایی (Kh)، شعاع تخلیه، شرایط مخزن نزدیک به دهانه چاه (ضریب پوسته)، ارزیابی پارامترهای تولید و توصیف مخزن، آنالیز سیال مخزن و بررسی تاثیر اسیدکاری بر قابلیت بهره‌دهی چاهها می‌باشند.

۱۳-۲ مطالعات

در بخش مطالعات کلیه فعالیت‌های زیر انجام می‌گیرد:

۱۳-۲-۱ تهیه برنامه انجام عملیات آزمایش ساق مته مکانیکی^۲

هدف از انجام این عملیات اندازه‌گیری و ثبت فشار، دما و برداشت نمونه بن چاهی می‌باشد. جزئیات فنی عملیات در این بخش تعیین می‌گردد.

۱۳-۲-۲ تهیه برنامه انجام عملیات آزمایش خشک فشار^۲

این برنامه با همکاری واحد مهندسی حفاری تهیه می‌گردد و هدف از آن تایید عدم نشتی مجرا بند^۳ و لبه آستری است. جزئیات فنی عملیات در این بخش تعیین می‌گردد.

۱۳-۲-۳ تهیه برنامه پیش‌بینی تکمیل، آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاهها

این برنامه شامل موارد زیر است:

- پیش‌بینی تعداد و نوع آزمایش‌ها و عملیات مرتبط با آن با توجه به پیش‌بینی زمین‌شناسی و حفاری چاه مورد نظر
- پیش‌بینی هزینه‌های مرتبط با هر آزمایش، عملیات‌های مرتبط با آن و هزینه نهایی
- پیش‌بینی رفتار و خواص مخزنی مورد نظر با توجه به میداین و چاه‌های اطراف

۱۳-۲-۴ تهیه برنامه عملیاتی تکمیل، آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاهها

این برنامه شامل موارد زیر است:

۱۳-۲-۴-۱ تهیه برنامه تکمیل موقت چاه

- بررسی وضعیت و مشخصات گل حین حفاری سازند و میزان هرزروی آن
- انجام بررسی لازم در خصوص طراحی و نوع سیال تکمیل چاه

¹ Full Bore DST

² Mechanical DST

² Dry Test

³ Plug

- انجام محاسبات مربوط به آزمایش‌های فشار ابزار مورد استفاده و همچنین لبه آستری و لوله‌های جداری
- طراحی رشته تکمیل موقت، ابزار مورد نیاز، فشار و نحوه عملکرد آنها، اتصالات مورد نیاز و ...
- تهیه روش و مراحل راندن ابزار تکمیل موقت چاه
- طراحی ابزار و بررسی لازم جهت انجام عملیات مشبک کاری از جمله TCP^۱ و wireline

۱۳-۲-۴-۲ تهیه برنامه آزمایش چاه

طراحی مراحل آزمایش چاه شامل موارد زیر است:

- تمیزسازی و آزمایش‌های مرتبط با آن
- دوره‌های جریان، اندازه کاهنده‌ها^۲، ثبت فشار و دبی جریانی
- تعداد باز و بست‌های چاه
- بست نهایی چاه و مدت زمان آن
- برنامه‌ریزی جهت اخذ نمونه‌های سیال سطحی و بن چاهی
- برنامه‌ریزی جهت انجام آزمایش‌های لازم مرتبط با سیال تولیدی در ناحیه و زمان‌های آن
- برنامه‌ریزی عملیات تفکیک‌گر و انجام محاسبات مربوط به آن
- برنامه انجام فرآیندهای Static & Dynamic survey جهت دستیابی به بهترین شرایط نمونه‌گیری بن چاهی

۱۳-۲-۴-۳ تهیه برنامه انگیزش، اسیدکاری و فرازآوری چاه

- جمع‌آوری اطلاعات مربوط به سنگ، سیال، دما، تراوایی سازند و مواردی از این دست
- انجام آزمایش‌های مقدماتی روی خرده‌های حفاری مربوط به بازه مورد نظر از سازند
- انجام آزمایش‌های اسیدکاری روی مغزه‌های اخذ شده از سازند
- انتخاب نوع، ترکیب، غلظت و افزایه‌های مناسب اسید
- طراحی آزمایش تزریق‌پذیری سازند
- طراحی عملیات اسیدکاری
- طراحی عملیات فرازآوری
- ارائه نتایج شبیه‌سازی عملیات انگیزش چاه با استفاده از داده‌های مخزن و نرم افزارهای مناسب نظیر StimCade و اخذ تاییدیه نتایج حاصل شده جهت عملیاتی نمودن آن

۱۳-۲-۴-۴ تهیه برنامه مشبک کاری

با توجه به اهمیت عملیات مشبک کاری و تاثیر آن در فرآیند جریانی چاه، در مرحله تکمیل دائمی یا تکمیل موقت (F.B.DST) پیشنهاد مشبک کاری به همراه آنالیز نتایج پیش‌بینی عملیات و همچنین عمق نفوذ و آسیب‌های احتمالی سازند بهره‌ده می‌بایست ارائه گردد تا پس از تایید عملیاتی گردد.

^۱ Tubing Conveyed Perforation

^۲ chok

۱۳-۲-۴-۵ تهیه برنامه کشتن چاه

با توجه به نوع سیال تولیدی، فشار سازند، طراحی و نوع تکمیل موقت، فاصله ناحیه تولیدی از توپک و ... این برنامه به منظور بیرون آوردن ابزار تکمیل موقت چاه تهیه می‌گردد.

۱۳-۲-۴-۶ طراحی و آماده سازی برنامه احتمالی مانده یابی

این برنامه به منظور خارج نمودن ابزار درون چاهی در شرایط اضطراری تهیه می‌گردد.

۱۳-۲-۴-۷ ارزیابی و برآورد نتایج حاصل از عملیات آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاه

- مشخص نمودن مشخصات مخزن مورد نظر و ویژگی‌های سیال، تراوایی، اثر پوسته، نوع مخزن، نوع مرزهای آن و ...
- ارزیابی پتانسیل تولید چاه
- استفاده از نتایج بدست آمده در گزارش‌های مقدماتی و نهایی حجم ذخایر اکتشافی

۱۳-۲-۴-۸ ارزیابی و بهینه سازی عوامل موثر در بهره دهی لایه هیدروکربوری

- مطالعه و شبیه‌سازی سازندهای دارای هیدروکربن (بدون پتانسیل تولید و ارائه راهکار جهت تولیدی نمودن آنها)
- تهیه برنامه اولیه توصیف و توسعه زود هنگام مخازن اکتشافی دارای پتانسیل (MDP¹ اولیه)
- مطالعه، تحقیق و بررسی عوامل موثر در افزایش تولید صیانتی
- آنالیز حساسیت برحسب پارامترهای مختلف آزمایش، انگیزش و تکمیل جهت بررسی راندمان تولید چاه

۱۳-۲-۴-۹ تهیه گزارش نهایی تکمیل، آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاه‌ها

این گزارش پس از ارائه به تایید کارفرما می‌رسد.

۱۳-۳-۱ اجرای عملیات و نظارت (خشکی و فراساحلی)

۱۳-۳-۱-۱ اجرای عملیات و نظارت بر آزمایش ساق مته مکانیکی

بر اساس بند ۱۳-۲-۱ اجرای عملیات و نظارت بر آزمایش ساقه مته مکانیکی انجام می‌شود.

۱۳-۳-۲ اجرای عملیات و نظارت بر آزمایش خشک فشار

بر اساس بند ۱۳-۲-۱ و ۱۳-۲-۲ اجرای عملیات و نظارت بر آزمایش خشک فشار انجام می‌شود.

۱۳-۳-۳ انجام نظارت قبل از شروع عملیات مربوط به چاه آزمایشی

- بررسی وضعیت گودال آتش، مشعل^۲ و تجهیزات مربوط به آن
- بازدید از تجهیزات و ابزار پیمانکاران و نحوه آماده‌سازی آنها جهت عملیات

¹ Master Development Plan

² Burner

- انجام آزمایش‌های فشار و عملکرد ابزار سطحی و بن چاهی آزمایش
- بازرسی و نظارت بر وسایل ایمنی، بهداشت و زیست محیطی پیمانکاران با همکاری واحد HSE
- برگزاری جلسات روزانه در ناحیه عملیاتی بین ناظرین آزمایش، ناظرین حفاری، پیمانکاران آزمایش و پیمانکار حفاری با هدف هماهنگی بیشتر جهت بهینه‌سازی عملیات و جلوگیری از وقوع حوادث

۱۳-۳-۴ اجرای عملیات و نظارت بر تکمیل، آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاه‌ها

- اجرای عملیات و نظارت بر مشبک کاری، تکمیل، انگیزش و آزمایش چاه
- انجام محاسبات تزریق اسید با توجه شرایط موجود و اجرای عملیات مربوط
- انجام محاسبات، اجرا و نظارت بر عملیات فرازآوری
- اجرای عملیات و نظارت بر تزریق و پمپاژ حلال مناسب (بنا به ضرورت)
- اجرای عملیات و نظارت بر نمونه‌گیری سیال سطحی و بن چاهی
- برنامه‌ریزی مناسب به منظور مواجهه با مسائل غیر مترقبه
- بازرسی پمپ تزریق مایعات و بررسی مدارک فنی آن قبل از عملیات در مبدا و ناحیه عملیاتی

۱۳-۳-۵ تهیه گزارشات روزانه

عملیات‌ها و فعالیت‌های انجام شده در یک روز در نواحی عملیاتی تهیه می‌گردد.

۱۳-۳-۶ بازدید و نظارت بر لوله‌های مغزی درون چاهی و اتصالات آنها

- بازدید، نظارت و انجام بازرسی‌های فنی لوله‌های مغزی درون چاهی و اتصالات آنها
- تهیه دستورالعمل و بروزرسانی آن برحسب نوع و کیفیت لوله‌های مغزی جهت نگهداری، راندن آنها و تکمیل چاه‌ها

۱۴- تهیه گزارش کشف میدان

۱-۱۴ گزارش پایانی عملیات فازهای اکتشافی

گزارش مطالعات انجام شده بر اساس فصل‌های پیشین این نشریه به طور خلاصه در قالب بندهای زیر ارائه می‌شود.

۱-۱-۱۴ گزارش مطالعات زمین‌شناسی

این گزارش شامل مطالعات زمین‌شناسی سطح الارضی و تحت الارضی، ژئوشیمی و مواردی از این دست است.

۱-۲-۱۴ گزارش مطالعات ژئوفیزیکی

۱-۳-۱۴ گزارش عملیات حفاری

این گزارش شامل فعالیت‌های آماده‌سازی محل حفاری و گزارش عملیات حفاری است.

۱-۴-۱۴ گزارش مطالعات مهندسی نفت

این گزارش شامل خلاصه‌ای از فعالیت‌های در بخش‌های مهندسی نفت است.

۲-۱۴ ارزیابی اقتصادی اولیه میدان

با توجه به عدم قطعیت‌های موجود در خصوص میزان ذخایر هیدروکربنی و سناریو تولید میدان، هزینه‌های مرتبط و همچنین عدم قطعیت‌های پارامترهای اقتصادی مانند قیمت نفت و گاز در آینده ارزیابی اقتصادی انجام شده به صورت اولیه بوده و نتایج حاصله با در نظر گرفتن موارد مذکور قابل استفاده است. فعالیت‌های این بخش شامل ولی نه محدود موارد زیر است:

۱-۲-۱۴ هزینه‌های اکتشافی

۲-۲-۱۴ پیش‌بینی سناریو تولید

۳-۲-۱۴ پیش‌بینی هزینه‌های توسعه و تولید

۱-۳-۲-۱۴ هزینه‌های حفاری چاه

۲-۳-۲-۱۴ هزینه‌های انتقال

۳-۳-۲-۱۴ هزینه‌های تاسیسات بهره‌برداری

۴-۲-۱۴ پیش‌بینی درآمد حاصل از میدان

۵-۲-۱۴ محاسبه شاخص‌های اقتصادی میدان

۱-۵-۲-۱۴ پیش‌بینی پارامترهای اقتصادی

با در نظر گرفتن اطلاعات موجود، پیش‌بینی پارامترهای اقتصادی مانند قیمت نفت و گاز، نرخ تنزیل و مواردی از این دست انجام می‌شود.

۲-۵-۲-۱۴ شاخص ارزش فعلی خالص^۱

۳-۵-۲-۱۴ شاخص بازده داخلی^۲

۴-۵-۲-۱۴ شاخص بازده سرمایه گذاری^۳

۳-۱۴ ارائه گزارش و اخذ تاییدیه کارفرما

^۱ NPV: Net Present Value

^۲ IRR : Internal Rate of Return

^۳ ROI :Return on Investment