



جمهوری اسلامی ایران

وزارت نفت

کلیات شرح خدمات

اکتشاف منابع هیدروکربنی در صنعت نفت

(ویرایش دوم)

معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری

اداره کل نظام فنی و اجرایی و ارزشیابی طرحها

نشریه شماره ۰۱

۱۳۹۸

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

۱۳۹۸



shaghool.ir

پیش گفتار

فعالیت‌های اکتشافی برای کشف ذخایر جدید نفت و گاز و جایگزینی منابع مصرف شده، به صورت مستمر در جریان است. با توجه به واگذاری این پروژه‌ها در سطوح مختلف به پیمانکاران، دستیابی به نتایج مطلوب در پروژه‌های اکتشافی به تدوین شرح خدمات به عنوان بخش اصلی اسناد فنی قرارداد از اهمیت بالایی برخوردار است. به همین منظور نخستین بار در اردیبهشت ماه سال ۱۳۷۹ تدوین شرح خدمات اکتشاف نفت و گاز توسط یک شرکت مشاور انجام شد. در نهایت پس از بررسی و اصلاحات متعدد، نسخه نهایی در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۰ منتشر گردید. در زمستان سال ۹۵ و با گذشت بیش از ۱۵ سال از انتشار نسخه اولیه، با توجه به پیشرفت فناوری و دانش در حوزه مطالعات و عملیات و اولویت بخش بالادستی در نظام فنی و اجرایی طرح‌ها و پروژه‌های صنعت نفت، بازنگری آن در دستور کار این اداره کل قرار داده شد. ویرایش جدید نشریه "کلیات شرح خدمات مطالعات اکتشاف منابع هیدروکربنی در صنعت نفت" در کارگروهی که بدین منظور تشکیل شد در مورد تدوین و بازنگری قرار گرفت. این کارگروه با تشکیل جلسات منظم و با بهره‌گیری از متخصصان امر در حوزه‌های گوناگون اکتشاف، نسبت به تهیه متن پیش‌نویس، ویرایش و تکمیل آن طی جلسات پرداخت. این کارگروه از نمایندگان ۱۳ شرکت/مدیریت کارفرمایی و پیمانکاری مشتمل بر ۸ شرکت/مدیریت تابعه وزارت نفت و ۵ شرکت پیمانکاری فعال در حوزه اکتشاف منابع هیدروکربنی و با حضور بالغ بر ۸۵ نفر از خبرگان تخصص‌های مختلف در صنعت نفت تشکیل شد و تدوین جامع شرح خدمات با قابلیت پیاده‌سازی در مقیاس‌های مختلف اجرای پروژه‌های اکتشافی مد نظر قرار داد. در نهایت پس از برگزاری ۳۰ جلسه کارگروه تخصصی از زمستان سال ۹۵ تا زمستان سال ۹۷ نسخه پیش‌نویس نهایی نشریه مشتمل بر ۱۴ فصل تدوین گردید. در نهایت نسخه پیش‌نویس سند مذکور در بهمن ماه سال ۹۷ ابلاغ آزمایشی گردید. پس از طی دوره شش ماهه ابلاغ آزمایشی و دریافت نظرات اصلاحی/تکمیلی از مجموعه‌های وزارت نفت، سند حاضر به عنوان جایگزین سند پیشین ابلاغ نهایی گردید. از کلیه ذینفعان این سند تقاضا می‌شود نظرات و پیشنهادهای خود را در خصوص مفاد این نشریه به دبیرخانه تدوین سند ارائه نمایند تا طی ویرایش‌های آتی نسبت به روزآمدسازی و اصلاح آن اقدام لازم صورت گیرد.

در انتها لازم است از زحمات کلیه کارشناسان محترم شرکت‌های تابعه وزارت نفت و شرکت‌های خصوصی که برای تدوین این مجموعه تلاش نمودند تشکر و قدردانی به عمل آید.

اداره کل نظام فنی و اجرایی و ارزشیابی طرح‌ها - پاییز ۹۸



شورای سیاست‌گذاری			
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 پایین‌دست صنعت نفت
۳	امیر فرجی	معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت	معاون نظام فنی و اجرایی بالادست صنعت نفت

کارگروه 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 (رئیس کارگروه)
۲	رضا حسین‌زاده	معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت	کارشناس ارشد ضوابط مهندسی بالادست صنعت نفت (دبیر کارگروه)
۳	امیر بنی‌اسدی	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 زمین‌شناسی
۷	حمیدرضا صادقی	شرکت نفت خزر	ناظر ارشد نقشه‌برداری
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	زمین‌شناس
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	سام‌الدین اسماعیلی	شرکت نفت مناطق مرکزی ایران	رئیس ژئوفیزیک
۲۱	سیده طاهره حسینی‌نیا	شرکت نفت مناطق مرکزی ایران	زمین‌شناس ارشد
۲۲	ثریا حسین‌وش	شرکت نفت مناطق مرکزی ایران	کارشناس ژئوفیزیک
۲۳	کاظم استیری	شرکت نفت مناطق مرکزی ایران	کارشناس نقشه‌برداری
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 زمین‌شناسی
۳۰	میشا پزشکی	شرکت نفت و گاز پارس	کارشناس زمین‌شناسی
۳۱	سید میلاد رضوی	شرکت نفت و گاز پارس	کارشناس پتروفیزیک
۳۲	محمد شجاع‌الدینی 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	محمد حسین 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

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
۱- کلیات	۱۸
۱-۱ هدف	۱۸
۲-۱ گستره	۱۸
۳-۱ تعاریف	۱۸
۱-۳-۱ شرح کار تفصیلی	۱۸
۲-۳-۱ مطالعات اکتشافی	۱۸
۳-۳-۱ زمین شناسی سطح الارضی	۱۸
۴-۳-۱ زمین شناسی تحت الارضی	۱۹
۵-۳-۱ مدل سازی حوضه و سیستم های هیدروکربنی	۱۹
۴-۱ معرفی منطقه مورد مطالعه اکتشافی	۱۹
۵-۱ بهداشت، ایمنی، محیط زیست و کیفیت	۱۹
۶-۱ مدیریت پروژه	۱۹
۷-۱ نظارت و راهبری پروژه	۱۹
۲- زمین شناسی سطح الارضی	۲۱
۱-۲ گردآوری، مطالعه، بررسی داده ها و مستندات	۲۱
۲-۲ زمین شناسی عمومی	۲۱
۳-۲ چینه شناسی و دیرینه شناسی	۲۱
۴-۲ رسوب شناسی	۲۲
۵-۲ زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک	۲۳
۶-۲ تهیه گزارش و اخذ تایید کارفرما	۲۳
۳- ژئوشیمی	۲۴
۱-۳ کلیات	۲۴
۲-۳ نمونه برداری	۲۴
۳-۳ روش های آزمایشگاهی	۲۴
۱-۳-۳ کلیات	۲۵
۲-۳-۳ آنالیز پیرولیز راک-اول	۲۵
۳-۳-۳ مطالعات پتروگرافی آلی	۲۵
۴-۳-۳ آنالیزهای مقدماتی شیمیایی	۲۵
۵-۳-۳ آنالیزهای تکمیلی شیمیایی	۲۵
۴-۳ تهیه گزارش نهایی و اخذ تایید کارفرما	۲۵
۴- نقشه برداری	۲۶

۲۶	..... کلیات ۱-۴
۲۶	..... نقشه‌برداری پروژه لرزه‌نگاری در مناطق خشکی ۲-۴
۲۶	..... جمع‌آوری و بروزسانی نقشه‌های پایه منطقه عملیاتی ۱-۲-۴
۲۶	..... دریافت اطلاعات طراحی پروژه ۲-۲-۴
۲۶	..... شناسایی منطقه ۳-۲-۴
۲۷	..... کالیبره کردن تجهیزات نقشه‌برداری ۴-۲-۴
۲۷	..... ایجاد و تثبیت شبکه ژئودزی ماهواره‌ای در منطقه عملیاتی ۵-۲-۴
۲۷	..... عملیات پیاده‌سازی نقاط روی زمین ۶-۲-۴
۲۸	..... نقشه‌برداری پروژه غیر لرزه‌ای در مناطق خشکی ۳-۴
۲۸	..... جمع‌آوری و بروزسانی نقشه‌های پایه منطقه عملیاتی ۱-۳-۴
۲۸	..... دریافت اطلاعات طراحی پروژه ۲-۳-۴
۲۸	..... شناسایی منطقه ۳-۳-۴
۲۸	..... کالیبره کردن تجهیزات نقشه‌برداری ۴-۳-۴
۲۸	..... ایجاد و تثبیت شبکه ژئودزی ماهواره‌ای در منطقه عملیاتی ۵-۳-۴
۲۸	..... عملیات پیاده‌سازی نقاط روی زمین ۶-۳-۴
۲۹	..... نقشه‌برداری برای پروژه لرزه‌نگاری در آب ۴-۴
۲۹	..... نقشه‌برداری منطقه گذار از خشکی به دریا (آبی- خاکی) در پروژه لرزه‌نگاری ۱-۴-۴
۲۹	..... نقشه‌برداری بخش آبی در لرزه‌نگاری به روش کابل‌های کف دریا (OBN&OBC) ۲-۴-۴
۳۰	..... نقشه‌برداری بخش لرزه‌نگاری دریایی ۳-۴-۴
۳۰	..... پروژه آب‌نگاری ۵-۴
۳۰	..... نقشه‌برداری هوایی ۶-۴
۳۱	..... سنجش از دور ۷-۴
۳۱	..... کلیات ۱-۷-۴
۳۱	..... اهمیت فعالیت‌ها در سنجش از دور ۲-۷-۴
۳۲	..... سیستم اطلاعات مکانی (GIS) ۸-۴
۳۲	..... کلیات ۱-۸-۴
۳۲	..... اجرای و پیاده‌سازی سیستم اطلاعات مکانی (GIS) ۲-۸-۴
۳۲	..... تهیه گزارش و اخذ تایید کارفرما ۹-۴
۳۳	..... ژئوفیزیک ۵-۵
۳۳	..... کلیات ۱-۵
۳۳	..... روش‌های غیر لرزه‌ای ۲-۵
۳۳	..... ملاحظات کلی ۱-۲-۵
۳۳	..... روش‌های میدان پتانسیل ۲-۲-۵
۳۳	..... گرانیسنجی خشکی ۱-۲-۲-۵
۳۳	..... ۱-۱-۲-۲-۵ طراحی ۱-۲-۲-۵

۳۴	..... ۲-۱-۲-۲-۵ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
۳۴	..... ۳-۱-۲-۲-۵ پردازش و تفسیر نهایی
۳۴	..... ۲-۲-۲-۵ مغناطیس سنجی خشکی
۳۴	..... ۱-۲-۲-۲-۵ طراحی
۳۵	..... ۲-۲-۲-۲-۵ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
۳۵	..... ۳-۲-۲-۲-۵ پردازش و تفسیر
۳۵	..... ۳-۲-۲-۵ گرانیسنجی دریایی
۳۵	..... ۱-۳-۲-۲-۵ طراحی
۳۵	..... ۲-۳-۲-۲-۵ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
۳۶	..... ۳-۳-۲-۲-۵ تفسیر
۳۶	..... ۴-۲-۲-۵ مغناطیس سنجی دریایی
۳۶	..... ۱-۴-۲-۲-۵ طراحی
۳۶	..... ۲-۴-۲-۲-۵ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
۳۶	..... ۳-۴-۲-۲-۵ پردازش و تفسیر
۳۷	..... ۵-۲-۲-۵ مغناطیس سنجی هوایی
۳۷	..... ۱-۵-۲-۲-۵ طراحی
۳۷	..... ۲-۵-۲-۲-۵ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
۳۷	..... ۳-۵-۲-۲-۵ پردازش
۳۷	..... ۴-۵-۲-۲-۵ تفسیر
۳۸	..... ۳-۲-۵ روش‌های الکترو مغناطیس
۳۸	..... ۱-۳-۲-۵ کلیات
۳۸	..... ۲-۳-۲-۵ الکترومغناطیس خشکی
۳۸	..... ۱-۲-۳-۲-۵ طراحی
۳۸	..... ۲-۲-۳-۲-۵ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
۳۹	..... ۳-۲-۳-۲-۵ پردازش و تفسیر
۳۹	..... ۳-۳-۲-۵ الکترومغناطیس دریایی (CSEM)
۳۹	..... ۱-۳-۳-۲-۵ طراحی
۳۹	..... ۲-۳-۳-۲-۵ اجرای عملیات و پردازش در حین عملیات
۴۰	..... ۳-۳-۳-۲-۵ پردازش و تفسیر
۴۰	..... ۳-۵ روش‌های لرزه‌ای
۴۰	..... ۱-۳-۵ کلیات
۴۰	..... ۲-۳-۵ عملیات
۴۰	..... ۱-۲-۳-۵ شناسایی
۴۱	..... ۲-۲-۳-۵ طراحی
۴۱	..... ۱-۲-۲-۳-۵ کلیات

۴۱	..... ۲-۲-۲-۳-۵ ورودی‌های طراحی
۴۱	..... ۳-۲-۲-۳-۵ خروجی‌های طراحی
۴۲	..... ۳-۲-۳-۵ برداشت داده‌ها
۴۲	..... ۱-۳-۲-۳-۵ برداشت داده‌ها در خشکی
۴۳	..... ۲-۳-۲-۳-۵ برداشت داده‌ها در منطقه گذار از خشکی به دریا (آبی- خاکی)
۴۳	..... ۳-۳-۲-۳-۵ برداشت داده‌ها در لرزه‌نگاری به روش کابل‌های کف دریا
۴۴	..... ۴-۳-۲-۳-۵ برداشت داده‌ها در لرزه‌نگاری دریایی
۴۴	..... ۳-۳-۵ پردازش داده‌های لرزه‌نگاری
۴۶	..... ۴-۳-۵ تفسیر
۴۶	..... ۱-۴-۳-۵ کلیات
۴۶	..... ۲-۴-۳-۵ تفسیر ساختمانی و چینه‌ای
۴۷	..... ۳-۴-۳-۵ تفسیر خصوصیات مخزنی
۴۷	..... ۴-۴-۳-۵ لرزه‌نگاری درون‌چاهی
۴۸	..... ۵-۴-۳-۵ لرزه‌نگاری زمان‌گذر
۴۸	..... ۶-۴-۳-۵ لرزه‌نگاری غیرعامل
۴۹	..... ۶- زمین‌شناسی تحت‌الارضی
۴۹	..... ۱-۶ کلیات
۴۹	..... ۲-۶ مطالعات
۴۹	..... ۱-۲-۶ گردآوری، مطالعه، بررسی داده‌ها و مستندات
۴۹	..... ۲-۲-۶ مطالعات ناحیه‌ای
۴۹	..... ۳-۲-۶ مطالعات میدانی
۴۹	..... ۱-۳-۲-۶ ملاحظات کلی
۴۹	..... ۲-۳-۲-۶ زمین‌شناسی عمومی
۴۹	..... ۳-۳-۲-۶ چینه‌شناسی و دیرینه‌شناسی
۴۹	..... ۴-۳-۲-۶ رسوب‌شناسی
۵۰	..... ۵-۳-۲-۶ زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک
۵۰	..... ۴-۲-۶ ژئوشیمی
۵۰	..... ۵-۲-۶ تجزیه و تحلیل سیستم هیدروکربنی و ارزیابی ریسک زمین‌شناسی
۵۰	..... ۶-۲-۶ محاسبات حجم ذخیره (قبل از حفاری)
۵۰	..... ۷-۲-۶ مدل‌سازی سیستم هیدروکربنی
۵۱	..... ۸-۲-۶ معرفی و اولویت‌بندی اهداف اکتشافی
۵۱	..... ۹-۲-۶ تعیین موقعیت چاه (مختصات چاه)
۵۱	..... ۱۰-۲-۶ برنامه پیش‌بینی زمین‌شناسی چاه
۵۲	..... ۳-۶ عملیات
۵۲	..... ۱-۳-۶ آماده‌سازی برنامه عملیات

۵۲	۲-۳-۶ زمین شناسی عملیات حفاری
۵۲	۳-۳-۶ زمین شناسی سرچاه
۵۳	۴-۳-۶ فعالیت دفتری
۵۳	۵-۳-۶ تهیه گزارش و اخذ تایید کارفرما
۵۳	۴-۶ مطالعات زمین شناسی مخزن (مدل سازی استاتیک مخزن)
۵۵	۷- مدل سازی حوضه های رسوبی و سیستم های هیدروکربنی
۵۵	۱-۷ کلیات
۵۶	۲-۷ شناسایی کلی منطقه و بررسی کمی داده های موجود
۵۶	۳-۷ امکان سنجی اولیه طرح
۵۶	۴-۷ گردآوری داده ها و اطلاعات و ارزیابی کمی و کیفی آنها
۵۶	۵-۷ زمین شناسی حوضه و سیستم های هیدروکربنی
۵۶	۱-۵-۷ زمین شناسی عمومی منطقه
۵۶	۲-۵-۷ زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک
۵۶	۳-۵-۷ چینه شناسی و دیرینه شناسی
۵۷	۴-۵-۷ سنگ شناسی و رسوب شناسی
۵۷	۵-۵-۷ مدل چینه شناسی ناحیه ای
۵۷	۶-۷ ژئوشیمی حوضه و سیستم های هیدروکربنی
۵۷	۱-۶-۷ کلیات
۵۸	۲-۶-۷ ارزیابی ژئوشیمیایی سنگ های منشاء احتمالی
۵۸	۳-۶-۷ ارزیابی ژئوشیمیایی سیالات هیدروکربنی
۵۸	۴-۶-۷ مطالعات ژئوشیمی مخزن
۵۹	۷-۷ مطالعات پتروفیزیک در مدل سازی حوضه و سیستم های هیدروکربنی
۵۹	۸-۷ مطالعات ژئوفیزیک
۵۹	۱-۸-۷ تجزیه و تحلیل داده های غیر لرزه ای
۶۰	۲-۸-۷ کنترل کیفیت و بازپردازش داده های لرزه ای
۶۰	۳-۸-۷ بهبود کیفیت و تفسیر ساختمانی لرزه ای
۶۰	۴-۸-۷ یکپارچه سازی داده های لرزه ای، آنالیز نشانگرهای لرزه ای، وارون سازی لرزه ای و تخمین خواص مخزنی
۶۰	۵-۸-۷ تهیه نقشه ناپیوستگی های عمده با استفاده از تفسیر داده های لرزه ای (چینه شناسی لرزه ای)
۶۰	۶-۸-۷ آنالیز رخساره های لرزه ای
۶۱	۷-۸-۷ آنالیز سرعت، ساخت مدل سرعتی، تبدیل به عمق و ارائه گزارش نهایی فعالیت های ژئوفیزیک
۶۱	۹-۷ مدل سازی حوضه و سیستم های هیدروکربنی
۶۱	۱-۹-۷ مدل سازی یک بعدی
۶۱	۲-۹-۷ مدل سازی ساختمانی دو بعدی
۶۱	۳-۹-۷ مدل سازی دو بعدی
۶۱	۴-۹-۷ مدل سازی ساختمانی سه بعدی

۶۲	..... ۵-۹-۷ مدل سازی سه بعدی
۶۲	..... ۶-۹-۷ تلفیق اطلاعات
۶۳	..... ۸- آماده سازی محل حفاری
۶۳	..... ۸-۱ خشکی
۶۳	..... ۸-۱-۱ احداث مسیر دسترسی
۶۳	..... ۸-۱-۱-۱ ملاحظات کلی
۶۳	..... ۸-۱-۱-۲ مشخصات طرح هندسی
۶۳	..... ۸-۱-۱-۳ مشخصات فنی
۶۳	..... ۸-۱-۳-۱-۱-۱ روسازی
۶۴	..... ۸-۱-۳-۱-۱-۲ ابنیه فنی
۶۴	..... ۸-۱-۲ احداث محل اردوگاه و محوطه چاه اکتشافی
۶۴	..... ۸-۱-۲-۱ محوطه چاه اکتشافی
۶۴	..... ۸-۱-۲-۱-۱ محوطه
۶۴	..... ۸-۱-۲-۱-۲ تختگاه بتنی
۶۴	..... ۸-۱-۲-۱-۳ گودال VSP
۶۵	..... ۸-۱-۲-۱-۴ گودال گل و روغن
۶۵	..... ۸-۱-۲-۱-۵ احداث گودال آتش و راه دسترسی آن
۶۵	..... ۸-۱-۲-۲ محل اردوگاه
۶۵	..... ۸-۱-۲-۲-۱ کلیات
۶۵	..... ۸-۱-۲-۲-۲ روسازی
۶۵	..... ۸-۱-۲-۲-۳ سپتیک تانک
۶۵	..... ۸-۱-۲-۲-۴ فنس کشی
۶۵	..... ۸-۱-۲-۲-۵ پانل بتنی زیر مخازن گازوییل
۶۵	..... ۸-۱-۳ احداث خط لوله آتش و خط لوله آب و متعلقات آن
۶۵	..... ۸-۱-۳-۱ کلیات
۶۵	..... ۸-۱-۳-۲ احداث خط لوله آبرسانی و متعلقات
۶۵	..... ۸-۱-۳-۳ خط لوله آبرسانی
۶۵	..... ۸-۱-۳-۳-۱ احداث محل استقرار پمپ آب (پمپ سایت)
۶۶	..... ۸-۱-۳-۳-۲ استخر ذخیره آب
۶۶	..... ۸-۱-۳-۳-۳ خط لوله آتش و آب
۶۶	..... ۸-۲ فراساحل
۶۶	..... ۸-۲-۱ آب های کم عمق
۶۶	..... ۸-۱-۲-۱ مطالعات بستر سنجی قبل از حفاری
۶۶	..... ۸-۱-۱-۲ برداشت فاصله بین خطوط
۶۷	..... ۸-۱-۱-۲ برداشت های لرزه نگاری سطحی/تصویر برداری بستر کم عمق دریا

- ۶۷ ۳-۱-۱-۲-۸ بررسی های ژئوتکنیکی
- ۶۷ ۲-۱-۲-۸ ارزیابی مخاطرات فراساحل
- ۶۸ ۲-۲-۸ آب های عمیق
- ۶۸ ۱-۲-۲-۸ مطالعات بستر سنجی قبل از حفاری
- ۶۸ ۱-۱-۲-۲-۸ نمونه گیری مستقیم از رسوبات کف بستر
- ۶۸ ۲-۱-۲-۲-۸ تعیین عمق آب
- ۶۸ ۳-۱-۲-۲-۸ شناسایی پدیده های بستر دریا
- ۶۸ ۴-۱-۲-۲-۸ تهیه مقاطع لرزه ای با قدرت تفکیک بالا از اعماق کم زیر بستر دریا
- ۶۸ ۲-۲-۲-۸ ارزیابی مخاطرات فراساحل
- ۶۹ ۳-۲-۲-۸ لنگر اندازی
- ۷۰ ۹- حفاری چاه اکتشافی
- ۷۰ ۱-۹ کلیات
- ۷۰ ۲-۹ مهندسی حفاری
- ۷۰ ۱-۲-۹ ملاحظات کلی
- ۷۰ ۲-۲-۹ مقررات حفاری
- ۷۰ ۳-۲-۹ تهیه برنامه حفاری
- ۷۰ ۱-۳-۲-۹ طراحی چاه بر مبنای برنامه پیش بینی زمین شناسی
- ۷۱ ۲-۳-۲-۹ مخاطرات حفاری
- ۷۱ ۳-۳-۲-۹ ارائه روش کنترل فوران چاه
- ۷۱ ۴-۳-۲-۹ مطالعه میدادین اطراف
- ۷۱ ۵-۳-۲-۹ طراحی لوله جداری و آستری
- ۷۲ ۶-۳-۲-۹ طراحی سیال حفاری و سیال تکمیل چاه
- ۷۲ ۷-۳-۲-۹ طراحی و انتخاب مته
- ۷۲ ۸-۳-۲-۹ طراحی رشته حفاری
- ۷۲ ۹-۳-۲-۹ طراحی هیدرولیک
- ۷۳ ۱۰-۳-۲-۹ طراحی پارامترهای حفاری
- ۷۳ ۱۱-۳-۲-۹ طراحی سیمان
- ۷۳ ۱۲-۳-۲-۹ طراحی تجهیزات سرچاهی
- ۷۳ ۱۳-۳-۲-۹ طراحی سیستم حفاری و تعلیق سازی موقت چاه
- ۷۳ ۱۴-۳-۲-۹ تلفیق برنامه های مهندسی نفت
- ۷۴ ۱۵-۳-۲-۹ برآورد کالا و مواد
- ۷۴ ۱۶-۳-۲-۹ برآورد خدمات
- ۷۴ ۱۷-۳-۲-۹ انتخاب نوع دستگاه حفاری
- ۷۴ ۴-۲-۹ روش و چیدمان قرار گیری دستگاه حفاری در محل انتخابی (فراساحل)
- ۷۴ ۵-۲-۹ برآورد زمان بندی حفاری چاه

۷۴	.....	۶-۲-۹ برآورد هزینه چاه
۷۴	.....	۱-۶-۲-۹ هزینه کالا و مواد
۷۴	.....	۲-۶-۲-۹ هزینه خدمات حفاری
۷۵	.....	۳-۶-۲-۹ هزینه خدمات مهندسی نفت
۷۵	.....	۴-۶-۲-۹ هزینه لجستیک و پشتیبانی
۷۵	.....	۵-۶-۲-۹ هزینه مهندسی ساختمان (خشکی)
۷۵	.....	۶-۶-۲-۹ هزینه بستر سنجی (فراساحل)
۷۵	.....	۷-۲-۹ برآورد کلای مورد نیاز چاه‌های اکتشافی طبق برنامه‌های بلند مدت
۷۵	.....	۸-۲-۹ تهیه اسناد فنی مناقصات و ارزیابی فنی
۷۵	.....	۱-۸-۲-۹ ملاحظات کلی
۷۵	.....	۲-۸-۲-۹ خدمات حفاری
۷۶	.....	۳-۸-۲-۹ کالا و مواد
۷۶	.....	۹-۲-۹ تهیه گزارش دوره‌ای و نهایی چاه‌ها
۷۶	.....	۱-۹-۲-۹ ملاحظات کلی
۷۶	.....	۲-۹-۲-۹ تهیه گزارش‌های روزانه
۷۶	.....	۳-۹-۲-۹ گزارش‌های سالیانه
۷۶	.....	۴-۹-۲-۹ گزارش‌های ماهیانه
۷۶	.....	۵-۹-۲-۹ گزارش‌های نهایی چاه (گزارش‌های تکمیلی)
۷۷	.....	۱۰-۲-۹ کنترل مستمر انطباق عملیات با برنامه حفاری
۷۷	.....	۳-۹ عملیات حفاری
۷۷	.....	۱-۳-۹ کلیات
۷۷	.....	۲-۳-۹ اعلام موقعیت و تحویل محل چاه به پیمانکار حفاری
۷۷	.....	۳-۳-۹ تحویل گرفتن جاده و محل چاه از واحد مهندسی ساختمان (خشکی)
۷۷	.....	۴-۳-۹ نظارت بر انتقال، برپایی و تایید آماده به کار بودن دستگاه و خدمات حفاری
۷۸	.....	۵-۳-۹ خدمات حفاری
۷۸	.....	۶-۳-۹ هدایت و نظارت بر اجرای عملیات و خدمات حفاری
۷۸	.....	۷-۳-۹ درخواست کالا و مواد
۷۸	.....	۸-۳-۹ درخواست به موقع خدمات حفاری و هماهنگی جهت انتقال به محل چاه
۷۸	.....	۹-۳-۹ کنترل کارآیی ماشین‌آلات و دستگاه‌ها
۷۹	.....	۱۰-۳-۹ کنترل کارآیی مجموعه فوران‌گیر
۷۹	.....	۱۱-۳-۹ تایید کارکرد پیمانکاران و بررسی و تایید صورت وضعیت بر اساس کارکرد و قرارداد
۷۹	.....	۱۲-۳-۹ مدیریت لجستیک و پشتیبانی
۷۹	.....	۱-۱۲-۳-۹ ملاحظات کلی
۷۹	.....	۲-۱۲-۳-۹ خدمات شناوری ترابری (فراساحل)
۷۹	.....	۳-۱۲-۳-۹ خدمات ترابری هوایی

۷۹	..... خدمات انبارداری ۴-۱۲-۳-۹
۷۹	..... خدمات بارگیری و باربری ۵-۱۲-۳-۹
۸۰	..... خدمات لنگراندازی (فراساحل) ۶-۱۲-۳-۹
۸۰	..... خدمات لایروبی (فراساحل) ۷-۱۲-۳-۹
۸۰	..... خدمات تعمیرات زیردریائی (فراساحل) ۹-۱۲-۳-۹
۸۰	..... حصول اطمینان از صلاحیت فنی، صحت عملکرد و تعداد کارکنان پیمانکار ۱۳-۳-۹
۸۰	..... ارائه توصیه‌های فنی و عملی در رابطه با پیشرفت کار ۱۴-۳-۹
۸۰	..... حصول اطمینان از به‌کارگیری حداکثر نکات ایمنی ۱۵-۳-۹
۸۰	..... کنترل موجودی کالای مورد نیاز ۱۶-۳-۹
۸۰	..... برگزاری جلسات هماهنگی روزانه عملیات ۱۷-۳-۹
۸۰	..... پایش و هدایت عملیات حفاری چاه‌ها ۱۸-۳-۹
۸۱	..... تایید صورت‌حساب پیمانکاران ۱۹-۳-۹
۸۱	..... مدیریت بهبود روند انجام عملیات حفاری ۲۰-۳-۹
۸۲	..... مهندسی پتروفیزیک ۱-۱۰
۸۲	..... ۱-۱۰ ملاحظات کلی
۸۲	..... ۲-۱۰ عملیات مهندسی پتروفیزیک
۸۲	..... ۱-۲-۱۰ پیگیری برنامه عملیات حفاری چاه هدف
۸۲	..... ۲-۲-۱۰ تهیه و بروزرسانی برنامه پیش‌بینی نمودارگیری بر اساس اهداف مطالعات
۸۲	..... ۳-۲-۱۰ برگزاری جلسات فنی
۸۲	..... ۴-۲-۱۰ نظارت بر عملیات نمودارگیری
۸۳	..... ۵-۲-۱۰ بررسی مالی و فنی صورتحساب‌ها
۸۳	..... ۳-۱۰ مطالعات مهندسی پتروفیزیک
۸۳	..... ۱-۳-۱۰ فاز جمع‌آوری اطلاعات و ساماندهی بانک اطلاعاتی
۸۳	..... ۲-۳-۱۰ فاز توصیف پتروفیزیکی مخزن
۸۳	..... ۱-۲-۳-۱۰ آماده‌سازی و پردازش داده‌ها
۸۴	..... ۲-۲-۳-۱۰ مدل‌سازی پایه بر اساس ارزیابی چاه‌های کلیدی
۸۵	..... ۳-۲-۳-۱۰ ارزیابی پتروفیزیکی نهایی بر اساس مدل‌های پتروفیزیکی پایه
۸۵	..... ۳-۳-۱۰ انجام مطالعات پیشرفته پتروفیزیکی
۸۵	..... ۱-۳-۳-۱۰ تعبیر و تفسیر نمودارهای پیشرفته
۸۶	..... ۲-۳-۳-۱۰ تعیین رخساره‌های الکتریکی
۸۶	..... ۳-۳-۳-۱۰ تخمین تراوایی
۸۶	..... ۴-۳-۳-۱۰ محاسبه پارامترهای الاستیک جهت مطالعات ژئومکانیکی
۸۶	..... ۴-۳-۱۰ ارائه نتایج و اخذ تایید کارفرما
۸۶	..... ۵-۳-۱۰ برآورد مالی و تهیه اسناد مناقصه
۸۷	..... ۱-۱۰ مطالعات ژئومکانیک

۸۷	۱-۱۱ جمع‌آوری داده.....
۸۷	۱-۱-۱۱ جمع‌آوری داده‌های استاتیکی.....
۸۸	۲-۱-۱۱ جمع‌آوری داده‌های دینامیکی.....
۸۹	۲-۱۱ یکسان‌سازی داده‌های دینامیکی و استاتیکی.....
۸۹	۳-۱۱ تخمین فشار منفذی.....
۸۹	۴-۱۱ تخمین فشار روباره.....
۸۹	۵-۱۱ تعیین جهت و اندازه تنش‌های کمینه و بیشینه.....
۹۰	۶-۱۱ تهیه مدل یک بعدی ژئومکانیکی.....
۹۰	۷-۱۱ تهیه مدل سه بعدی و چهار بعدی.....
۹۰	۸-۱۱ ارائه گزارش و اخذ تایید کارفرما.....
۹۱	۱۲- مهندسی مخزن.....
۹۱	۱-۱۲ کلیات.....
۹۱	۲-۱۲ مطالعات مهندسی مخزن پیش از حفاری چاه اکتشافی.....
۹۱	۱-۲-۱۲ جمع‌آوری و بررسی داده‌های مورد نیاز مهندسی مخزن.....
۹۱	۲-۲-۱۲ تهیه گزارش پیش‌بینی مهندسی مخزن.....
۹۱	۳-۱۲ مطالعات مهندسی مخزن در هنگام حفاری چاه اکتشافی.....
۹۱	۱-۳-۱۲ برنامه‌ریزی و نظارت بر مغزه‌گیری.....
۹۱	۲-۳-۱۲ تفسیر و آنالیز داده‌های به دست آمده از واحد نمودارگیری گل حفاری.....
۹۱	۳-۳-۱۲ برنامه‌ریزی و نظارت بر عملیات ثبت فشار سازند.....
۹۲	۴-۳-۱۲ تفسیر و تحلیل نتایج ثبت فشار به منظور تعیین حد فواصل لایه‌آزمایی.....
۹۲	۴-۱۲ عملیات مهندسی مخزن پس از اتمام حفاری.....
۹۲	۵-۱۲ مطالعات مهندسی مخزن پس از حفاری چاه اکتشافی.....
۹۲	۱-۵-۱۲ جمع‌آوری و کنترل کیفی داده‌های موجود.....
۹۲	۱-۱-۵-۱۲ ارائه گزارش و اخذ تایید کارفرما.....
۹۲	۲-۵-۱۲ مطالعات مهندسی مخزن پایه.....
۹۲	۱-۲-۵-۱۲ بررسی اطلاعات به دست آمده از آزمایش چاه.....
۹۲	۲-۲-۵-۱۲ کنترل کیفی و تحلیل اطلاعات RCAL/SCAL مربوطه به مغزه‌ها.....
۹۲	۳-۲-۵-۱۲ کنترل کیفی و تحلیل اطلاعات PVT سیال مخزن.....
۹۲	۴-۲-۵-۱۲ آنالیز شرایط اولیه مخزن.....
۹۳	۵-۲-۵-۱۲ بررسی و مدل‌سازی حرکت عمودی سیالات در ستون عمودی چاه (VFP).....
۹۳	۶-۲-۵-۱۲ محاسبات تعیین حجم هیدروکربن درجا.....
۹۳	۷-۲-۵-۱۲ ارائه گزارش و اخذ تایید کارفرما.....
۹۳	۶-۱۲ مدل‌سازی دینامیک مخزن و تطبیق تاریخچه.....
۹۳	۱-۶-۱۲ ارائه گزارش و اخذ تایید کارفرما.....
۹۴	۱۳- آزمایش و تکمیل چاه.....

۹۴	..... کلیات ۱-۱۳
۹۴	..... مطالعات ۲-۱۳
۹۴	..... ۱-۲-۱۳ تهیه برنامه انجام عملیات آزمایش ساق مته مکانیکی
۹۴	..... ۲-۲-۱۳ تهیه برنامه انجام عملیات آزمایش خشک فشار
۹۴	..... ۳-۲-۱۳ تهیه برنامه پیش‌بینی تکمیل، آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاه‌ها
۹۴	..... ۴-۲-۱۳ تهیه برنامه عملیاتی تکمیل، آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاه‌ها
۹۴	..... ۱-۴-۲-۱۳ تهیه برنامه تکمیل موقت چاه
۹۵	..... ۲-۴-۲-۱۳ تهیه برنامه آزمایش چاه
۹۵	..... ۳-۴-۲-۱۳ تهیه برنامه انگیزش، اسیدکاری و فرازآوری چاه
۹۵	..... ۴-۴-۲-۱۳ تهیه برنامه مشبک کاری
۹۶	..... ۵-۴-۲-۱۳ تهیه برنامه کشتن چاه
۹۶	..... ۶-۴-۲-۱۳ طراحی و آماده سازی برنامه احتمالی مانده یابی
۹۶	..... ۷-۴-۲-۱۳ ارزیابی و برآورد نتایج حاصل از عملیات آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاه
۹۶	..... ۸-۴-۲-۱۳ ارزیابی و بهینه سازی عوامل موثر در بهره دهی لایه هیدروکربوری
۹۶	..... ۹-۴-۲-۱۳ گزارش نهایی تکمیل، آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاه‌ها
۹۶	..... ۳-۱۳ اجرای عملیات و نظارت (خشکی و فراساحلی)
۹۶	..... ۱-۳-۱۳ اجرای عملیات و نظارت بر آزمایش ساق مته مکانیکی
۹۶	..... ۲-۳-۱۳ اجرای عملیات و نظارت بر آزمایش خشک فشار
۹۶	..... ۳-۳-۱۳ انجام نظارت قبل از شروع عملیات مربوط به چاه آزمایشی
۹۷	..... ۴-۳-۱۳ اجرای عملیات و نظارت بر تکمیل، آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاه‌ها
۹۷	..... ۵-۳-۱۳ تهیه گزارشات روزانه
۹۷	..... ۶-۳-۱۳ بازدید و نظارت بر لوله های مغزی درون چاهی و اتصالات آنها
۹۸	..... ۱۴- تهیه گزارش کشف میدان
۹۸	..... ۱-۱۴ گزارش پایانی عملیات فازهای اکتشافی
۹۸	..... ۱-۱-۱۴ گزارش مطالعات زمین شناسی
۹۸	..... ۲-۱-۱۴ گزارش مطالعات ژئوفیزیکی
۹۸	..... ۳-۱-۱۴ گزارش عملیات حفاری
۹۸	..... ۴-۱-۱۴ گزارش مطالعات مهندسی نفت
۹۸	..... ۲-۱۴ ارزیابی اقتصادی اولیه میدان
۹۸	..... ۱-۲-۱۴ هزینه‌های اکتشافی
۹۸	..... ۲-۲-۱۴ پیش‌بینی سناریو تولید
۹۸	..... ۳-۲-۱۴ پیش‌بینی هزینه های توسعه و تولید
۹۸	..... ۱-۳-۲-۱۴ هزینه‌های حفاری چاه
۹۸	..... ۲-۳-۲-۱۴ هزینه‌های انتقال
۹۸	..... ۳-۳-۲-۱۴ هزینه‌های تاسیسات بهره‌برداری

- ۹۸ ۴-۲-۱۴ پیش‌بینی درآمد حاصل از میدان
- ۹۸ ۵-۲-۱۴ محاسبه شاخص های اقتصادی میدان
- ۹۸ ۱-۵-۲-۱۴ پیش‌بینی پارامترهای اقتصادی
- ۹۹ ۲-۵-۲-۱۴ شاخص ارزش فعلی خالص
- ۹۹ ۳-۵-۲-۱۴ شاخص بازده داخلی
- ۹۹ ۴-۵-۲-۱۴ شاخص بازده سرمایه گذاری
- ۹۹ ۳-۱۴ ارائه گزارش و اخذ تایید کارفرما

۱- کلیات

۱-۱ هدف

به منظور استانداردسازی و مستندسازی دانش و تجربیات در حوزه شرح خدمات اکتشاف منابع هیدروکربنی در زیر مجموعه‌های وزارت نفت، سند حاضر توسط معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت با الگوبرداری از اسناد مشابه در شرکت‌های داخلی و بین‌المللی صنعت نفت و با بهره‌گیری از همکاری متخصصین شرکت‌های تابعه وزارت نفت و شرکت‌های خصوصی جهت تعیین، تبیین و تعریف چارچوب‌های لازم در امر مهم تدوین شرح خدمات تفصیلی اکتشاف منابع هیدروکربنی برای هر یک از پروژه‌های اختصاصی صنعت نفت تهیه شده است. مسئولیت تدوین شرح کار تفصیلی بر عهده کارفرمایان محترم (تابعه وزارت نفت) است. همچنین در بندهایی از این سند، توضیحات مختصری از خدمات و هدف از شرح خدمات مورد نظر توضیح داده شده است.

۱-۲ گستره

حدود کاربرد این سند، کلیه خدمات اکتشاف منابع هیدروکربنی در مناطق خشکی و دریایی در محدوده جغرافیایی ایران را در بر می‌گیرد و در انطباق کامل با قوانین و اسناد بالادستی از جمله قانون وظایف و اختیارات وزارت نفت و ابلاغیه‌ها و شیوه‌نامه‌های وزیر محترم نفت است. کلیات و چارچوب‌های فعالیت‌ها، فرآیندها، هدف از هر مرحله، روش‌ها، نتایج مورد نظر از هر مرحله و مواردی از این قبیل را که منجر به شناسایی اهداف اکتشافی در یک منطقه/میدان می‌گردد را مشخص می‌نماید و با توجه به نیاز و حدود پروژه، بندهای مختلف این سند امکان استفاده در تدوین شرح کار تفصیلی توسط کارفرمایان/شرکت‌های تابعه را دارد. به دلیل وجود برخی شباهت‌ها در پروژه‌های اکتشافی و توسعه‌ای، بخشی از بندهای این سند می‌تواند به عنوان راهنما در پروژه‌های توسعه‌ای نیز مد نظر قرار گیرد. در تدوین شرح کار تفصیلی و با نظر و مسئولیت کارفرما، بندهایی از این سند که بنا به ضرورت از روش و ابزار خاصی نام برده شده را می‌توان با روش‌ها و ابزار نوین و مناسب‌تر جایگزین نمود.

۱-۳ تعاریف

۱-۳-۱ شرح کار تفصیلی

شرح کار تفصیلی ضمن رعایت چارچوب کلیات شرح خدمات با تغییراتی نسبت به این سند (از جمله ذکر جزئیات بیشتری از شرح خدمات مورد انتظار، حذف و اضافه بندهایی از خدمات مورد نیاز) بر اساس نیاز پروژه تدوین می‌شود.

۱-۳-۲ مطالعات اکتشافی

این مطالعات شامل تمامی فعالیت‌های مطالعه و بررسی، جمع‌آوری داده و اطلاعات، طراحی‌های مهندسی، پردازش و تفسیر، عملیات‌های منتج به شناخت منطقه مورد مطالعه از جمله برداشت داده‌لرزه‌ای و عملیات حفاری و ... است.

۱-۳-۳ زمین‌شناسی سطح الارضی

زمین‌شناسی سطح الارضی شامل انجام فعالیت‌های چینه‌شناسی^۱، دیرینه‌شناسی^۲، رسوب‌شناسی و زمین‌شناسی

^۱ Stratigraphy

^۲ Paleontology

ساختمانی است که منجر به مطالعه و شناسایی ساختارهای زمین‌شناسی می‌شود که مستعد ذخیره هیدروکربن (تله نفت‌گیر^۱) می‌باشد.

۱-۳-۴ زمین‌شناسی تحت‌الارضی

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.

۱-۳-۵ مدل‌سازی حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی

مدل‌سازی حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی، برآیند تلفیق و تجزیه و تحلیل طیف متنوعی از داده‌ها و اطلاعات زمین‌شناسی، ژئوفیزیک، ژئوشیمی، پتروفیزیک و مهندسی نفت بر مبنای جدیدترین روش‌های علمی و کامل‌ترین نرم‌افزارهای شبیه‌سازی می‌باشد.

۱-۴ معرفی منطقه مورد مطالعه اکتشافی

در این قسمت، لازم است تا حدود منطقه قراردادی^۲ برای انجام مطالعات اکتشافی به طور دقیق تعریف گردد.

۱-۵ بهداشت، ایمنی، محیط زیست و کیفیت^۳

در کلیه فعالیت‌های مربوط به فصول این سند، رعایت الزامات بهداشت، ایمنی، 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. همچنین ارائه رویه HSE (HSE Plan) الزامی است.

۱-۶ مدیریت پروژه

بسته به نیاز کارفرما، خدمات مربوط به مدیریت پروژه از جمله سطح ساختار شکست پروژه مشخص برای تمامی بخش‌های قرارداد تعیین و برنامه زمان‌بندی و بودجه بر این اساس ارائه می‌گردد. در بخش‌هایی از سند که به شاخص‌های بودجه، هزینه، زمان و کیفیت اشاره شده است، می‌بایست رویکرد صلاح و صرفه وزارت نفت در نظر گرفته شود.

۱-۷ نظارت و راهبری پروژه

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

- تهیه اسناد فنی مناقصات
- بررسی صورت وضعیت‌ها

^۱ Trap

^۲ Contract Area

^۳ HSEQ

- نظارت بر اجرای کار
- بازنگری دوره ای 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.

۲- زمین‌شناسی سطح‌الارضی^۱

۱-۲ گردآوری، مطالعه، بررسی داده‌ها و مستندات

فعالیت‌های مورد نیاز این بخش شامل ولی نه محدود به 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^۲ 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 تایید کارفرما

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

۲-۲ زمین‌شناسی عمومی

فعالیت‌های مورد نیاز این بخش شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

- 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 تایید کارفرما

۲-۳ چینه‌شناسی و دیرینه‌شناسی

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)

^۱ Surface Geology

^۲ Technical Report

^۳ Lithostratigraphy

^۴ Biostratigraphy

^۵ Biozone

^۶ Range Chart

^۷ Chronostratigraphy

- چین‌شناسی سکansı^۱ (تعیین الگوهای انباشتگی^۲، تعیین سطوح چین‌شناسی، تعیین افت تراز^۳، تغییرات نسبی سطح آب دریا، تعیین ناپیوستگی‌ها، تعیین نوع سکانس‌ها و پاراسکانس‌ها، تعیین طرح‌های قطع‌شدگی^۴)
- چین‌شناسی ایزوتوپی و شیمیایی^۵
 - 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
- چین‌شناسی مغناطیسی^۶
- چین‌شناسی اقلیمی^۷
- تطابق چین‌های ناحیه‌ای^۸
- تهیه نقشه‌های هم‌ضخامت^۹
- تهیه گزارش و اخذ تایید کارفرما

۲-۴ 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 گرفته و ثبت شود به شرح زیر است:
- 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

^۱ Sequence Stratigraphy

^۲ Stacking Patterns

^۳ System Tracts

^۴ Terminations

^۵ Chemostratigraphy

^۶ Magnetostratigraphy

^۷ Climatostratigraphy

^۸ Regional Correlation

^۹ Isopach Map

- آنالیز آزمایشگاهی شامل پراش پرتو X (XRD)^۱، فلورسانس پرتو X (XRF)^۲ و میکروسکوپ الکترونی، سیالات درگیر، کاتدولومینسانس^۳
- تشخیص میکروفاسیس‌ها
- چینه‌شناسی سکانسی 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 تایید کارفرما

۲-۵ زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک

سرفصل‌های این بخش به صورت کلی شامل ولی نه محدود به 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 (تاق‌دیس و ناودیس) به منظور شناخت مخازن احتمالی و برآورد حجمی تله‌های هیدروکربنی
- تشخیص عمق‌های دسترسی به سنگ‌های مخزن
- بررسی پوش سنگ‌ها^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
- بررسی ساختارهای زمین‌شناسی در ارتباط با گنبد‌های نمکی^۸ و گل‌فشان‌ها^۹
- مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل تنش‌های تکتونیکی موثر بر منطقه
- تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی ساختمانی منطقه

۲-۶ تهیه گزارش و اخذ تایید کارفرما

^۱ X-Ray Diffraction
^۲ X-Ray Fluorescence
^۳ Cathodoluminescence
^۴ Joint
^۵ Fracture
^۶ Cap Rock
^۷ Seal Capacity Analysis
^۸ Salt Dome
^۹ Mud Volcano

۳- ژئوشیمی

۱-۳ کلیات

در این بخش 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 موارد زیر تقسیم نمود:

- ارزیابی توان هیدروکربن زایی واحدهای سنگی (کمیت سنگ مادر)
- تعیین کیفیت کروژن مواد آلی سنگ مادر
- تعیین بلوغ هیدروکربنی و آسپزخانه‌های 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 ۲-۳ 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 جهت ارزیابی مقدار هیدروکربن تولید شده ارائه گردد.

۲-۳ نمونه‌برداری

نمونه‌برداری‌ها شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

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

روش برداشت همه نمونه‌های مذکور باید مطابق استانداردهای ژئوشیمیایی باشد.

۳-۳ روش‌های آزمایشگاهی

^۱ Oil Kitchen
^۲ Outcrop
^۳ Cutting
^۴ Core
^۵ Oil & Gas Seepage
^۶ Mud Volcano
^۷ Well Head Oil & Gas
^۸ Drill Stem Test (D.S.T.)

۳-۳-۱ کلیات

روش و نوع آزمایش بر اساس نظر و نیاز کارفرما و مطابق استانداردهای مربوطه (تعیین شده توسط کارفرما) انجام می‌شود. این روش‌ها شامل ولی نه محدود به بندهای زیر است:

۳-۳-۲ آنالیز پیرولیز راک-اول^۱

۳-۳-۳ مطالعات پتروگرافی آلی

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

۳-۳-۴ آنالیزهای مقدماتی شیمیایی

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

۳-۳-۵ آنالیزهای تکمیلی شیمیایی

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

۳-۴ تهیه گزارش نهایی و اخذ تایید کارفرما

پس از تحلیل و تعبیر نتایج حاصل از آنالیزها و آزمایش‌های انجام شده، مستندات می‌بایست تهیه شده و تایید کارفرما اخذ گردد. مستندات گزارش شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

- 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 آلی و مواردی از این دست
- ارائه گزارش نهایی

^۱ Rock-Eval^۲ Maceral Typing^۳ Kerogen Typing^۴ Maturation^۵ Extraction^۶ Soxhlet^۷ SARA Fractionation^۸ Gas Chromatography^۹ Gas Chromatography- Mass Spectrometry^{۱۰} Isotopical Analysis

۴- نقشه برداری

۴-۱ کلیات

اهم خدمات در بخش نقشه برداری شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

- 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

۴-۲ نقشه برداری پروژه لرزه نگاری در مناطق خشکی

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

این نقشه ها شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

- نقشه های توپوگرافی
- مدل رقومی ارتفاعی (DEM)
- تصاویر ماهواره ای

۴-۲-۲ دریافت اطلاعات طراحی پروژه

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

۴-۲-۳ شناسایی منطقه^۱

- 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 ...
- 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

^۱ Digital Elevation Model
^۲ Scouting

۴-۲-۴ کالیبره کردن تجهیزات نقشه برداری

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

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

- 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 تایید 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 تایید 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

^۱ Overlap

^۲ Control Point

^۳ SHELL Processing Support

- تهیه گزارش نهایی عملیاتی نقشه برداری پروژه

۳-۴ نقشه برداری پروژه غیر لرزه‌ای در مناطق خشکی

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

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

۳-۳-۴ دریافت اطلاعات طراحی پروژه

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

۳-۳-۴ شناسایی منطقه^۱

- بروزرسانی نقشه‌های بزرگ مقیاس
- نقشه برداری و مشخص نمودن کلیه عوارض طبیعی و مصنوعی منطقه عملیاتی نظیر راه‌ها، خطوط انتقال نیرو، موانع و ...
- 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

۳-۳-۴ کالیبره کردن تجهیزات نقشه برداری

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

۳-۳-۴ 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 نقشه برداری 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 تایید کارفرما

۳-۳-۴ 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 تایید روزانه نتایج عملیات نقشه برداری از کارفرما
- تحویل اطلاعات نقشه برداری به گروه ژئوفیزیک برای تصمیم‌گیری احتمالی جهت جابجایی نقاط به صورت روزانه

^۱ Scouting

- انتقال اطلاعات شناسایی شده به هماهنگ کننده گروه پروازی ژئوفیزیک برای تصمیم گیری احتمالی جهت جانمایی محل های مناسب حمل تجهیزات با بالگرد، به صورت روزانه در پروژه های کوهستانی بسیار سخت و صعب العبور

- انتقال اطلاعات روزانه برداشت شده جاده های فرعی به گروه ژئوفیزیک
- انجام تبدیلات ارتفاعی و مسطحاتی مختصات نقاط در سیستم مختصات مورد نظر کارفرما
- تهیه داده های خروجی با فرمت مورد نظر کارفرما
- تهیه گزارش روزانه
- تهیه گزارش نهایی عملیاتی نقشه برداری پروژه

۴-۴ نقشه برداری برای پروژه لرزه نگاری در آب

۴-۴-۱ نقشه برداری منطقه گذار از خشکی به دریا (آبی - خاکی)^۱ در پروژه لرزه نگاری

این روش نقشه برداری برای پروژه لرزه نگاری ساحل و آب های کم عمق نزدیک به ساحل و مناطقی که کشتی لرزه نگاری امکان عملیات ندارد استفاده می شود که شامل دو بخش ساحلی و آبی می باشد. نقشه برداری در بخش ساحلی، همانند بخش خشکی در بند ۴-۳ تشریح شده است.

۴-۴-۲ نقشه برداری بخش آبی در لرزه نگاری به روش کابل های کف دریا (OBN^۲ & OBC)

این روش نقشه برداری بین مناطق گذار تا دریایی مورد استفاده قرار می گیرد که شامل ولی نه محدود به مراحل زیر است:

- انجام کالیبراسیون، آزمون های سرعت صوت در آب و مطالعه جزر و مد منطقه
- مرحله گسترش شبکه ژئودزی در ساحل
- تعیین مبنای ارتفاعی با اندازه گیری تغییرات جزر و مد منطقه با استفاده از شاخص اندازه گیری^۳ نصب شده در محل مناسب
- پیاده سازی نقاط گیرنده و چشمه و تعیین موقعیت کابل های لرزه نگاری کف دریا با استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS)^۴ و نرم افزار مناسب نظیر Navi-Pac و Hydro-Pro
- کنترل موقعیت نقاط گیرنده با استفاده از سیستم صوتی^۵ نظیر Sonardayn
- کنترل کیفیت، پردازش نقاط برداشت شده و انجام تصحیحات ارتفاعی روی نقاط
- تهیه فایل خروجی با فرمت مناسب UKOOA^۶ نظیر P1۹۰ و P۲۹۴ و انجام تبدیلات مختصات

^۱ Transition Zone (TZ)

^۲ Ocean Bottom Node

^۳ Tide Gauge

^۴ Global Positioning System

^۵ Sonar System

^۶ United Kingdom Offshore Organization Association

۴-۳ نقشه برداری بخش لرزه نگاری دریایی

برای آب عمیق (فراساحل)، مراحل انجام نقشه برداری برای پروژه لرزه نگاری به صورت زیر است:

- تهیه نقشه های دریایی^۱ و عمق یابی منطقه
- انجام کالیبراسیون، آزمون های سرعت صوت^۲ در آب
- آماده سازی و تجهیز سیستم مناسب نقشه برداری دریایی نظیر Concept System
- طراحی پروژه در سیستم نقشه برداری (با استفاده از نرم افزارهایی نظیر Reflex)
- تهیه تصحیحات دریایی RTCM^۳ سیستم موقعیت یابی جهانی (DGPS)^۴
- ناوبری، هدایت و تعیین موقعیت کشتی و کلیه تجهیزات لرزه نگاری در حین حرکت به منظور تعیین موقعیت نقاط گیرنده و چشمه
- پردازش اطلاعات برداشت شده (نرم افزار Sprint)
- کنترل کیفیت (نرم افزار 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 آب نگاری^۵

این روش عمدتاً به منظور تهیه نقشه های توپوگرافی بستر دریا، کنترل خطوط لوله زیر آب، کنترل پایداری دستگاه حفاری و مواردی از این دست به کار می رود. 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 موقعیت یابی جهانی (DGPS) برای نواحی دور از ساحل
- عمق یابی و تعیین موقعیت نقاط عمق یابی با استفاده از سیستم موقعیت یابی جهانی (GPS)
- تهیه نقشه با نرم افزار 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^۶
- تهیه خروجی مناسب و مورد تقاضای کارفرما و ارائه نقشه در مقیاس های مورد نیاز

۴-۶ نقشه برداری هوایی

نقشه برداری هوایی طیف گسترده ای از خدمات نقشه برداری را شامل می گردد که در آن تجهیزات نقشه برداری، سنجش از دور، ژئوفیزیکی و مواردی از این دست برای اهداف اکتشافی روی سکوه های پرنده مانند هواپیما، هلیکوپتر و

^۱ Offshore Chart

^۲ TS Dip

^۳ Radio Technical Commission for Maritime Services

^۴ Differential Global Positioning System

^۵ Hydrography Project

^۶ Remotely Operated Underwater Vehicle

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^۱ مانند سیستم GPS
- همزمانی مشاهدات با استفاده از سیستم‌های GNSS
- پردازش‌های ثانویه جهت بهبود دقت و صحت اطلاعات مکانی
- در صورت استفاده از سیستم‌های INS^۲، تلفیق مشاهدات GNSS با مشاهدات INS جهت استخراج مشاهدات ژئوفیزیکی گرانیسنجی و گرادیومتری - گرانیسنجی^۳
- تهیه گزارش نهایی و اخذ تایید کارفرما

۴-۷ سنجش از دور^۴

۴-۷-۱ کلیات

با بهره‌گیری از خدمات بخش سنجش از دور، اطلاعاتی نظیر امکان استخراج اطلاعات مکانی و توصیفی از پردازش تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی به دست می‌آید و هدف از این خدمات برنامه‌ریزی، طراحی، اجرا و نظارت بر کلیه موارد فوق بوده و شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

۴-۷-۲ اهم فعالیت‌ها در سنجش از دور

- مهم‌ترین فعالیت‌ها در این حوزه شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:
- طراحی، اجرا و نظارت پروژه‌های سنجش از دور
 - پردازش انواع تصاویر ماهواره‌ای نوری، راداری، لیزری و فراترینی جهت استخراج اطلاعات مکانی و توصیفی
 - تولید مدل ارتفاعی رقومی 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

^۱ Global Navigation Satellite System

^۲ Inertial Navigation Systems

^۳ Gravity Gradiometry

^۴ Remote Sensing

- 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

۸-۴ سیستم اطلاعات مکانی (GIS)^۱

۱-۸-۴ کلیات

استفاده از سیستم اطلاعات مکانی با توجه به حجم انبوه داده‌های مکان محور که به نوعی با موقعیت ارتباط دارند در پروژه ضرورت دارد و هدف از این خدمات برنامه‌ریزی، طراحی، اجرا و نظارت بر کلیه فعالیت‌های مرتبط است.

۲-۸-۴ اجرای و پیاده‌سازی سیستم اطلاعات مکانی (GIS)

مهمترین فعالیت‌ها و خدمات در این حوزه شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

- 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

^۱ Geospatial Information System (GIS)

۵- ژئوفیزیک

۵-۱ 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، الکترومغناطیس^۶ و مواردی از این دست است که در این میان روش‌های مغناطیس‌سنجی و گرانیسنجی معمولاً در ابتدای فرآیند اکتشاف ژئوفیزیک 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 است.

۵-۲ روش‌های غیر لرزه‌ای

۵-۲-۱ ملاحظات کلی

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

۵-۲-۲ روش‌های میدان پتانسیل

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

۵-۲-۲-۱ گرانیسنجی خشکی

۵-۲-۲-۱-۱ طراحی

- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ماهواره‌ای و اطلاعات ژئوفیزیک موجود
- شناسایی منطقه و مشخص شدن موانع احتمالی موجود
- به دست آوردن پارامترهای عملیات و تهیه اسناد مناقصه (در صورت لزوم)

^۱ Rock-Physics Analysis

^۲ Non-Seismic Method

^۳ Seismic Method

^۴ Magnetometry

^۵ Gravity Surveying

^۶ Electromagnetic

^۷ Reflection Method

^۸ Refraction Method

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 تایید کارفرما

۵-۲-۲-۳ 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 تایید 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
- به دست آوردن پارامترهای عملیات و تهیه اسناد مناقصه

^۱ Drift

^۲ Bouguer

^۳ Nettleton

^۴ Near Zone

^۵ Anomaly

^۶ Residual Map

^۷ Regional Map

^۸ Upward Continuation

^۹ Polynomial Fitting

^{۱۰} Euler

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 تایید 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 اویلر
- تلفیق با داده‌های زمین‌شناسی و سایر داده‌های ژئوفیزیکی
- ارائه نتایج تفسیر، تهیه گزارش نهایی و اخذ تایید کارفرما

۵-۲-۲-۳-۱ گرانیسنجی دریایی

۵-۲-۲-۳-۲ طراحی

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

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

- تجهیز کارگاه
- کالیبراسیون دستگاه‌های گرانیسنجی
- انتقال ایستگاه مبنای گرانیسنجی در صورت امکان
- برداشت داده‌ها
- انجام تصحیحات شامل تصحیح جزر و مد، تصحیح رانه، تصحیح عرض جغرافیایی، تصحیح هوای آزاد، تصحیح بوگه و تصحیح آتووش^۳

^۱ International Geomagnetic Reference Field

^۲ Reduction to the Pole (RTP)

^۳ Eötvös Effect

- برچیدن کارگاه
- تهیه فایل داده‌های گرانیسنجی به صورت ناهنجاری بوگه کامل به همراه مختصات دقیق نقاط برداشت
- تهیه گزارش عملیات و اخذ تایید 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 تایید 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
- برچیدن کارگاه
- تهیه فایل داده‌های مغناطیس‌سنجی به صورت ناهنجاری شدت میدان مغناطیسی کل به همراه مختصات دقیق نقاط برداشت
- تهیه گزارش عملیات و اخذ تایید 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
- روش‌های تعیین عمق ناهنجاری نظیر روش اوپلر
- تلفیق با داده‌های زمین‌شناسی و سایر داده‌های ژئوفیزیکی
- ارائه نتایج تفسیر، تهیه گزارش نهایی و اخذ تایید کارفرما

۵-۲-۲-۵ مغناطیس سنجی 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
- برچیدن کارگاه
- تهیه گزارش عملیات و اخذ تایید 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 تایید 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
- تهیه نقشه خطواره‌های^۵ مغناطیسی
- تفسیر کمی شامل مدل‌سازی‌های مستقیم و معکوس دو بعدی و سه بعدی

^۱ Figure of Merit

^۲ Lag

^۳ Despiking

^۴ Noise

^۵ Lineament

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

۵-۲-۳ روش‌های الکترو مغناطیس

۵-۲-۳-۱ کلیات

الکترومغناطیس شامل طیف گسترده‌ای از روش‌های متفاوت می‌باشد که نتیجه اصلی آن به نقشه درآوردن تباین^۱ مقاومت سنگ در لایه‌های زیرسطحی می‌باشد. برای اکتشاف منابع هیدروکربنی معمولاً از روش‌های زمینی و دریایی استفاده می‌شود.

۵-۲-۳-۲ الکترومغناطیس خشکی

۵-۲-۳-۲-۱ 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

۵-۲-۳-۲-۲ 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 داده‌ها
- انجام پردازش‌های لازم روی داده‌ها اعم از:
 - چک کردن کوپل‌ها و الکترودهای مربوط به هر برداشت
 - تبدیل فوریه جهت تبدیل از حوزه زمان به فرکانس
 - انجام پردازش روبااست^۲
 - به دست آوردن منحنی‌های مقاومت ظاهری^۳ و فاز
 - کنترل کیفی داده‌ها و جابجایی داده‌ها بر اساس منحنی‌های به دست آمده
 - حذف نوفه با استفاده از ایستگاه مرجع
 - مشخص نمودن برداشت‌هایی که از لحاظ کیفیت داده مناسب هستند
- اندازه‌گیری یک خط آزمون برای به دست آوردن مقاومت لایه‌های سطحی

^۱ Contrast

^۲ Robust

^۳ Apparent Resistivity

- برچیدن کارگاه
- تهیه داده‌های الکترومغناطیسی به صورت منحنی‌های مقاومت ظاهری و فاز در فرمت استاندارد
- تهیه گزارش عملیات و اخذ تایید 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 تایید کارفرما

۵-۲-۳-۳ 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 داده‌ها
- کالیبراسیون میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی فرستنده و گیرنده
- به دست آوردن نقطه منبع مشترک

^۱ Smoothing

^۲ Decomposition Tensor

^۳ Controlled Source Electro Magnetic

- 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 تایید 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 تایید کارفرما

۵-۳ روش‌های لرزه‌ای

۵-۳-۱ کلیات

در این بخش، ثبت امواج لرزه‌ای (امواج بازتابی، شکست مرزی و مستقیم) در مناطق خشکی، دریایی و آبی-خاکی انجام می‌شود و 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. خدمات 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 ولی نه محدود به مراحل زیر است:

۵-۳-۲ عملیات

۵-۳-۱-۲ شناسایی

شناسایی از دیدگاه‌های زیر می‌بایست انجام 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

^۱ Stacking

۵-۳-۲-۲ طراحی

۵-۳-۲-۱ کلیات

- بر اساس پیچیدگی‌های زمین‌شناسی منطقه، برنامه طراحی شامل ولی نه محدود به مراحل زیر است:
- 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

۵-۳-۲-۲-۱ 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

۵-۳-۲-۲-۳ 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

^۱ Optional^۲ Underground Contour^۳ Vertical Seismic Profile^۴ Interval Velocity^۵ Average Velocity^۶ Lithology^۷ Formation Tops^۸ Seismic Fold^۹ 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 ارائه در چشمه یا گیرنده‌ها (در صورت لزوم)
- تهیه گزارش طراحی و اخذ تایید 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 ولی نه محدود به 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

^۱ Fresnel Zone

^۲ Fold Taper

^۳ Acquisition Area

^۴ Check List

^۵ Field Test

- برچیدن کارگاه
 - تهیه گزارش نهایی برداشت و اخذ تایید کارفرما
- ۵-۳-۲-۳-۲ برداشت داده‌ها در منطقه گذار از خشکی به دریا (آبی - خاکی)
- برداشت داده‌های لرزه‌ای در منطقه گذار شامل ولی نه محدود به مراحل زیر است:
- 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 تایید 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 ولی نه محدود به مراحل زیر است:
- 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

^۱ Gun Boat

^۲ Ocean Bottom Cable (OBC)

^۳ 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 تایید کارفرما

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

برداشت داده‌های لرزه‌نگاری دریایی (عمق کم^۲ و عمق زیاد^۳) شامل ولی نه محدود به مراحل زیر است:

- 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 ارائه 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 تایید 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 نظیر Band Pass، FK Filter و مواردی از این دست
- بازیابی دامنه‌های واقعی^۵: به منظور بازیابی دامنه‌های تضعیف شده در اثر پدیده‌های واگرایی 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، تاثیر گسترش و افزایش باند فرکانسی و تضعیف چندگانه‌ها^{۱۲} روی داده‌ها دارد
- تحلیل سرعت: برای انجام "تصحیح برونراند قائم"^{۱۳} (NMO) 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 روش‌های تضعیف چندگانه‌ها می‌توان به روش‌های رادون و "محدودسازی چندگانه‌های وابسته به سطح"^{۱۹} و مواردی از این دست اشاره نمود.

^۱ Geometry Assignment^۲ Trace^۳ Kill^۴ Reverse Polarity^۵ True Amplitude Recovery^۶ Spherical Divergence^۷ Absorbtion^۸ Static Correction^۹ Datum level^{۱۰} Deconvolution^{۱۱} Wavelet^{۱۲} Multiples^{۱۳} Normal Move Out (NMO)^{۱۴} Constant Velocity Stack (CVS)^{۱۵} Semblance^{۱۶} Residual Static Correction^{۱۷} Reflectors^{۱۸} Multiple Attenuation^{۱۹} Surface Related Multiple Elimination (SRME)

- 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^۱ (DMO): این تصحیح به منظور مهاجرت یک ردلرزه به محل دورافت صفر^۲ آن انجام می‌شود. این تصحیح در جاهایی که لایه‌های شیب‌دار وجود دارد اعمال می‌گردد. (این تصحیح در گذشته مرسوم بوده است و کارفرما می‌بایست در تدوین شرح کار تفصیلی در بخش پردازش این موضوع را مدنظر قرار دهد).
- برانبارش: بعد از اعمال تصحیح تصحیح برونراند قائم (NMO) در هر "نقطه میانی مشترک"^۳ و در هر نمونه، مقادیر دامنه‌ها با هم جمع شده، نوفه‌های تصادفی همدیگر را تضعیف می‌کنند.
- مهاجرت زمانی^۴ یا مهاجرت عمقی^۵ 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^۶ مرحله تصحیح برونراند شیب (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.

۵-۳-۴ تفسیر

۵-۳-۴-۱ 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.

۵-۳-۴-۲ تفسیر ساختمانی و چینه‌ای

- جمع‌آوری، تصحیح و تکمیل اطلاعات زمین‌شناسی و درون‌چاهی (تصحیحات مدل فیزیک سنگی)^۷
- بارگذاری اطلاعات لرزه‌ای، سرعتی، زمین‌شناسی و نگارهای پتروفیزیکی نهایی
- ساخت لرزه‌نگاشت مصنوعی^۸ و تطبیق با داده‌های درون‌چاهی و لرزه‌ای

^۱ Dip Move Out (DMO)

^۲ Zero Offset

^۳ Common Mid-Point (CMP)

^۴ Time Migration

^۵ Depth Migration

^۶ Pre Stack Migration

^۷ Rock Physics Model

^۸ Synthetic Seismogram

- تفسیر افق‌های لرزه‌ای روی مقاطع لرزه‌ای
- تفسیر گسل‌ها، گنبدهای نمکی و سایر پدیده‌های زمین‌شناسی (تفسیر ساختمانی)
- تفسیر توالی چینه‌ای لرزه‌ای^۱، ناپیوستگی‌ها^۲، روند تغییرات رخساره‌ای در ناحیه مورد مطالعه و سایر پدیده‌های چینه‌ای نظیر کانال‌های مدفون (تفسیر چینه‌ای)
- شبکه‌بندی^۳ 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^۴ 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^۵ داده‌های لرزه‌ای (پیش از برانبارش^۶، پس از برانبارش^۷)
- تحلیل تغییرات دامنه در برابر دورافت^۸
- تخمین خصوصیات مخزنی^۹ (تخلخل، ضرایب کشسانی^{۱۰}، چگالی، نفوذپذیری و مواردی از این دست)
- تبدیل به عمق خروجی‌های زمانی مراحل قبلی و تطابق آنها با تمامی چاه‌ها
- مطالعات سایر نشانگرهای لرزه‌ای^{۱۱}

۵-۳-۴-۴ 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^{۱۲} برداشت روی اطلاعات
 - ویرایش اطلاعات لرزه‌نگاری درون‌چاهی

^۱ Seismic Sequence Stratigraphy

^۲ Unconformity

^۳ Gridding

^۴ Correlation

^۵ Seismic Inversion

^۶ Pre-stack

^۷ Post-stack

^۸ Amplitude Versus Offset (AVO)

^۹ Seismic Reservoir Characterization

^{۱۰} Elastic Coefficients

^{۱۱} Seismic Attribute Study

^{۱۲} 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. در این روش از خردلرزه‌ها^۹ (زلزله‌های کوچک طبیعی) به عنوان چشمه‌های انرژی طبیعی استفاده می‌گردد. همچنین 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.

^۱ Pick
^۲ First Arrival Time
^۳ Interval
^۴ Root Mean Square
^۵ Upcoming
^۶ Downgoing
^۷ Two Way Time
^۸ Time-Lapse
^۹ Microseismic

۶- زمین‌شناسی تحت‌الارضی^۱

۱-۶ کلیات

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، ژئوفیزیکی، 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 ژئوفیزیکی و مواردی از این دست در ناحیه مورد نظر می‌باشد.

۳-۲-۶ مطالعات میدانی

۱-۳-۲-۶ ملاحظات کلی

در این مطالعات، بررسی گزارش‌ها و مستندات فنی تهیه شده قبلی نظیر گزارش‌های چاه‌ها، مغزه‌ها، نمودارهای چاه‌پیمایی، گزارش‌های فسیل‌شناسی، چینه‌شناسی، رسوب‌شناسی، ژئوشیمیایی، ساختمانی و ژئوفیزیکی و مواردی از این دست در منطقه/میدان انجام می‌شود.

۲-۳-۲-۶ زمین‌شناسی عمومی

این بند مشابه بند ۲-۲ انجام می‌شود.

۳-۳-۲-۶ چینه‌شناسی و دیرینه‌شناسی

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

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 ۴-۲ می‌باشد.

^۱ Subsurface Geology

^۲ Cutting

^۳ Core

۶-۲-۳-۵ زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک

سرفصل‌های این بخش به صورت کلی شامل موارد زیر است:

- تعیین رژیم تکتونیک 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 (تاقدیس 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 تکتونیک موثر بر منطقه
- تهیه نقشه‌های زیرزمینی

۶-۲-۴ ژئوشیمی

این مطالعات بر اساس بند ۳ انجام می‌گیرد.

۶-۲-۵ 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 ارائه می‌گردد.

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

در این بخش، محاسبات حجم ذخیره احتمالی موجود به صورت درجا^۵ و قابل استحصال^۶ برای نوع هیدروکربن (نفت، گاز یا میعانات گازی) در افق مورد نظر انجام می‌گیرد.

۶-۲-۷ مدل‌سازی سیستم هیدروکربنی

^۱ Trap

^۲ Cap Rock or Seal

^۳ Generation

^۴ Preservation

^۵ In Place

^۶ Recoverable

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 پذیرد:

- 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^۱

در این بخش، معرفی، درجه بندی 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) انجام 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 بهداشتی، ایمنی 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

۶-۲-۱۰ برنامه پیش‌بینی زمین‌شناسی چاه

این برنامه شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

- اطلاعات عمومی چاه و ناحیه
- اطلاعات ساختمانی و ژئوفیزیکی

^۱ Prospect Ranking

- 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 می‌گیرد.
- برنامه پیش‌بینی زمین‌شناسی چاه به تایید کارفرما می‌رسد.

۳-۶ عملیات

۱-۳-۶ آماده‌سازی برنامه عملیات

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

۲-۳-۶ زمین‌شناسی عملیات حفاری

در این بخش برنامه‌ریزی، هدایت، کنترل چاه و کسب اطلاعات لازم از دیدگاه زمین‌شناسی تا زمان خاتمه حفاری و ترک چاه توسط متخصصین زمین‌شناسی سرچاه انجام می‌پذیرد.

۳-۳-۶ زمین‌شناسی سرچاه

- محاسبه زمان نمونه‌گیری^۶

^۱ Member

^۲ Pore Pressure

^۳ Modular Dynamic Tools

^۴ Express Pressure Tools

^۵ Cellar

^۶ Lag Time

- 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
- 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
- ارائه گزارش شفاهی به صورت روزانه و بر حسب ضرورت عملیاتی
- نظارت بر فرآیند نمودارگیری در صورت عدم حضور کارشناس پتروفیزیک
- نظارت و کنترل بر مسیر چاه به ویژه اعماق دستیابی به مخزن در چاه‌های جهت‌دار و افقی
- جمع‌آوری و ارائه کلیه اطلاعات مربوط به چاه (در صورت وجود سامانه‌های بالادستی، تغذیه اطلاعات انجام می‌گردد)

۴-۳-۶ فعالیت دفتری

هدایت و کنترل چاه از دیدگاه زمین‌شناسی از طریق اطلاعات بدست آمده (کلیه موارد مندرج در بند ۳-۳-۶) انجام می‌پذیرد.

۴-۳-۵ تهیه گزارش و اخذ تایید 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
- تهیه گزارش انحراف چاه

۴-۶ مطالعات زمین‌شناسی مخزن (مدل‌سازی استاتیک مخزن)

در صورت وجود داده‌های کافی و مناسب از مخزن، انجام این مطالعات شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

- تهیه مدل ساختمانی

- تهیه مدل چینه‌شناسی
- منطقه‌بندی و لایه‌بندی
- تهیه مدل خصوصیات مخزنی
- آنالیز داده‌ها
- توزیع خصوصیات مخزنی در مدل
- محاسبات حجمی و آنالیز عدم قطعیت حجم مخزن (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

هدف از خدمات مدل سازی حوضه و سیستم های هیدروکربنی شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

- 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 ارائه 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

در مدل سازی حوضه و سیستم های هیدروکربنی، مدل 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، شبیه سازی می شود. 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.

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.

به طور کلی خدمات مربوط به مدل سازی حوضه و سیستم های هیدروکربنی شامل ولی نه محدود به بندهای زیر است: **یادداشت ۱:** اگرچه ممکن است برخی از مراحل ارائه شده در بندهایی از فصول قبل این نشریه نیز مورد اشاره قرار گرفته باشد، اما می بایست توجه داشت که خدمات ذکر شده در این فصل و فعالیت های مرتبط با رویکرد مدل سازی حوضه و سیستم های هیدروکربنی انجام می شوند.

یادداشت ۲: در این فصل به جای عبارت مدل سازی حوضه و سیستم های هیدروکربنی به اختصار از مدل سازی استفاده می شود.

^۱ Basin & Petroleum System Modeling (BPSM)

^۲ Geo Model

۲-۷ شناسایی کلی منطقه و بررسی کمی داده‌های موجود

این مرحله شامل ولی نه محدود به 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

این خدمات 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
- ارائه گزارش نهایی

۵-۷ زمین‌شناسی حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی

۱-۵-۷ زمین‌شناسی عمومی منطقه

فعالیت‌های مربوط به زمین‌شناسی عمومی در بند ۲-۲ 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، میداین 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 و تکتونیک

فعالیت‌های مربوط به زمین‌شناسی ساختمانی در بند ۲-۵ ذکر شده است. در مدل‌سازی، انجام فعالیت‌های زیر برای منطقه مورد مطالعه نیز مورد نیاز است:

- تعیین جایگاه تکتونیک و تکامل ژئودینامیکی حوضه رسوبی
- شناسایی واحدهای تکتونیک- 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

۳-۵-۷ چینه‌شناسی و دیرینه‌شناسی

فعالیت‌های مربوط به چینه‌شناسی و دیرینه‌شناسی در بند ۲-۳ 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 سکانشی کلیه واحدهای سنگی منطقه و نقش آن در مدل‌سازی

۴-۵-۷ سنگ‌شناسی و رسوب‌شناسی

فعالیت‌های مربوط به رسوب‌شناسی در بند ۲-۲۴-۳ 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

۵-۵-۷ مدل چینه‌شناسی ناحیه‌ای

- در تهیه این مدل، برای گستره حوضه مورد مطالعه، خدمات زیر انجام می‌پذیرد:
- تهیه نقشه‌های عمقی از کلیه واحدهای سنگی مورد استفاده
 - تعیین گسترش جانبی و عمودی واحدهای چینه‌شناسی و ارائه یک مدل چینه‌شناسی
 - تهیه نقشه‌های رخساره‌ای از کلیه واحدهای سنگی مورد استفاده در مدل
 - تعیین گسترش جانبی و عمودی رخساره‌های رسوبی و ارائه مدل رخساره‌ای
 - تهیه نقشه‌های هم‌ضخامت از میزان تخریب در امتداد ناپیوستگی‌ها و وقایع زمین‌شناسی عمده، شناسایی نقشه‌های هم‌ضخامت و تهیه مناسب‌ترین برش‌های چینه‌شناسی به منظور بررسی دقیق سیستم‌های هیدروکربنی، تهیه و ایجاد بانک اطلاعاتی مرتبط برای کلیه داده‌ها و ارائه نتایج حاصله در نرم‌افزار مربوطه

۶-۷ ژئوشیمی حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی

۱-۶-۷ کلیات

مباحث مربوط به مطالعات ژئوشیمی در بند ۳- ذکر شده است. در مدل سازی، بندهای زیر می بایست مورد توجه قرار گیرند.

۶-۲ ارزیابی ژئوشیمیایی سنگ های منشاء احتمالی

- نمونه برداری هدفمند و متناسب با مطالعه سیستم های هیدروکربنی از سنگ های منشاء احتمالی منطقه
- انجام آنالیزهای ژئوشیمیایی مختلف (اپتیکال، پیرولیزی و شیمی) مرتبط با اهداف مطالعات سیستم های هیدروکربنی
- ارزیابی خصوصیات ژئوشیمیایی سنگ های منشاء احتمالی شامل پتانسیل هیدروکربن زایی، کیفیت مواد آلی و درجه بلوغ و ارزیابی کینتیک
- تهیه لاگ های ژئوشیمیایی در چاه های کلیدی با پراکندگی مناسب در سطح منطقه مورد مطالعه
- تهیه نقشه های همتراز از ویژگی های ژئوشیمیایی (HI، TOC، %Ro، T_{max} و نوع کروژن) سنگ های منشاء احتمالی جهت استفاده در مدل

۶-۳ ارزیابی ژئوشیمیایی سیالات هیدروکربنی

- نمونه برداری هدفمند و متناسب با مطالعات سیستم های هیدروکربنی از سیالات موجود در مخازن و برون زدهای 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 منشاء مولد احتمالی سیالات هیدروکربنی
- تطابق سنگ منشاء- هیدروکربن و هیدروکربن - هیدروکربن به منظور شناخت تشابهات و مغایرت های موجود بین ویژگی های ژئوشیمیایی سیالات و سنگ های منشاء احتمالی منطقه مورد مطالعه
- شناسایی خانواده های هیدروکربنی منطقه و تعیین گستره های زمانی و مکانی هر یک از این خانواده ها
- شناسایی و معرفی سیستم های هیدروکربنی حوضه مورد مطالعه

۶-۴ مطالعات ژئوشیمی مخزن

- نمونه برداری 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 گرانیوی^۲ نفت مخزن در راستای انتخاب صحیح روش های ازدیاد برداشت نفت در ناحیه
- بررسی تداوم یا ارتباط عمودی و جانبی افق های مخزنی در میدان در راستای تبیین راهبردهای توسعه میدان

^۱ Gravity

^۲ Viscosity

- 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 ارائه نتایج حاصله در نرم‌افزار مربوطه

۷-۷ مطالعات پتروفیزیک در مدل‌سازی حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی

- مباحث مربوط به مطالعات پتروفیزیک در بند ۳-۱۰ ذکر شده است. مطالعات پتروفیزیک در مدل‌سازی، شامل ارزیابی تفصیلی پارامترهای زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و مخزنی به منظور استفاده در مدل حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:
- گردآوری و ارزیابی کلیه داده‌ها و اطلاعات (اعم از نگاره‌های چاه، داده‌های پتروفیزیک و داده‌های مهندسی نفت) مربوط به چاه‌های منطقه
 - ارزیابی پتروفیزیک چاه‌های کلیدی با پراکندگی مناسب در سطح منطقه مورد مطالعه
 - آماده‌سازی و بررسی کلیه نگاره‌های موجود جهت انجام ارزیابی پتروفیزیک
 - بارگذاری داده‌ها و اطلاعات در نرم‌افزار و آماده‌سازی و پیش‌پردازش اطلاعات پتروفیزیک
 - پردازش و تفسیر اطلاعات نگاره‌های چاه برای تعیین لیتولوژی و تخلخل کلیه افق‌های مورد مطالعه در محل چاه
 - تهیه خروجی از نتایج تفسیر پتروفیزیک جهت استفاده در سایر بسته‌های کاری
 - تهیه لاگ الکتروفاسیس^۱ 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
 - تهیه و ایجاد بانک اطلاعاتی مرتبط برای کلیه داده‌ها و نتایج حاصله و پیاده‌سازی در نرم‌افزار مربوطه

۷-۸ مطالعات ژئوفیزیک

- مباحث مربوط به مطالعات ژئوفیزیک در بند ۳-۱۱ ذکر شده است. مطالعات ژئوفیزیک متناسب با اهداف و نیازمندی‌های مدل حوضه و سیستم‌های هیدروکربنی بر اساس روش‌های لرزه‌ای و غیرلرزه‌ای (شامل ژئومغناطیس، گرانیسنجی و مواردی از این دست) شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

۷-۸-۱ 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
 - شناسایی ساختارها و بلندی‌های قدیمه، تعیین گستره و تشخیص عملکرد آنها بر سیستم‌های هیدروکربنی حوضه مورد مطالعه

^۱ Electrofacies

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

۶-۸-۷ 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

^۱ True Amplitude Recovery

^۲ Signal to Noise Ratio

^۳ Coherent

- تهیه نقشه رخساره‌ها در محدوده داده‌های لرزه‌ای

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

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

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
- 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

۷-۹-۴ مدل‌سازی ساختمانی سه بعدی

^۱ Transformation Ratio

- 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

۷-۹-۵ 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

۷-۹-۶ تلفیق اطلاعات

تلفیق اطلاعات مختلف به منظور ارزیابی ریسک، تخمین میزان ذخیره و پتانسیل هیدروکربنی منطقه انجام می‌شود و شامل ولی نه محدود به مراحل زیر است:

- 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 دستگاه حفاری و سایر متعلقات آن و نیز پشتیبانی آبرسانی به دستگاه حفاری 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 ارائه 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

^۱ Fire Pit

۸-۱-۱-۳-۲ ابنیه فنی

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

- 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 دستگاه حفاری 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).

۸-۱-۲-۱-۲ تختگاه بتنی^۲

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

۸-۱-۲-۱-۳ گودال VSP

در مجاورت سِلر 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.

^۱ Septic Tank
^۲ Cellar

۸-۱-۲-۱-۴ 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.

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 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

۸-۱-۲-۲-۱-۳ 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 هیپانل بتنی اجرا می‌گردد.

۸-۱-۳-۱ 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 دستگاه حفاری 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

۸-۱-۳-۱-۲-۱ خط لوله آبرسانی

۸-۱-۳-۱-۲-۱-۲ احداث محل استقرار پمپ آب (پمپ سایت)

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

^۱ Camp

۸-۱-۳-۲-۳ 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.

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 دستگاه حفاری و شرایط عملیات حفاری متعاقب آن می‌باشد. به عبارتی:

- تامین دستگاه حفاری Jack-up
- شمع کوبی پایه‌های دستگاه حفاری Jack-up
- قرار دادن و نشاندن لوله‌های هادی^۱ / جداری^۲
- نصب اولیه تجهیزات حفاری، شامل Guide Base با هدف پایدارسازی برای هر نوع دستگاه حفاری
- 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 دستگاه حفاری انتخابی به شمار می‌آید. طرح و چیدمان این خطوط فقط یک راهنما (پیش‌نیاز) 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 دستگاه حفاری، خطرهای زیرسطحی (کم عمق) و خطرات بالقوه زیردریایی (پاکت‌های گازی^۵ -Mud Volcano- جریان‌های گردابی-گسل‌ها- لاشه‌های برج‌مانده 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.

^۱ Conductor Pipe

^۲ Casing

^۳ Top Hole

^۴ Survey Line Spacing

^۵ Gas Pockets

- بسترسنجی زیردریایی در نواحی فراساحلی همراه با مساحی مغناطیس‌سنجی^۱ 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 دستگاه حفاری انجام پذیرد.
- حداکثر فواصل جانبی برداشت مذکور ۲۵۰×۱۰۰ متر مربع منطقه مساحی می‌باشد (بر مبنای درخواست کارفرما، فاصله‌های جانبی تعیین می‌گردد).

۸-۲-۱-۲ برداشت‌های لرزه‌نگاری سطحی^۲/تصویربرداری^۳ 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^۴

۸-۲-۱-۳ بررسی‌های ژئوتکنیکی

بررسی‌های ژئوتکنیکی شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

- پیشگیری از امکان گیر کردن (چسبیدن) پایه دستگاه حفاری در گل
- شناخت مخاطرات بالقوه ژئوتکنیکی (نظیر لغزش بستر) در محل پایه‌های دستگاه حفاری (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^۵ 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.

۸-۲-۱-۴ ارزیابی مخاطرات فراساحل^۶

مطالعات مذکور می‌تواند شامل ولی نه محدود به موارد زیر باشند:

- بررسی گازهای سطحی^۷
- جریان‌های گردابی

^۱ Magnetometer

^۲ Shallow Seismic

^۳ Profiling

^۴ Reflectors

^۵ Piezocone Penetrometer Test

^۶ Marine Geohazard Reviews

^۷ Shallow Gas

- جریان‌های پرفشار نواحی کم عمق^۱ (در صورت وجود جریان‌های پرفشار در برنامه حفاری، نوع دستگاه حفاری انتخابی (ظرفیت آن)، تعیین سایت جایگزین در شرایط بحرانی، احتمال حفاری یک حفره راهنما^۲، ساخت مداوم گل سنگین^۳ و حضور آن روی دستگاه حفاری، نصب پمپ‌های قوی با دبی زیاد، تعیین ترکیب حفاری بخش‌های سطحی با رایزر یا بدون رایزر^۴ 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 می‌بایست به روش مغزه‌گیری مستقیم از رسوبات بستر کف دریا^۵ 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 و 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 نظیر 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 می‌بایست 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.

۸-۲-۲-۲ ارزیابی مخاطرات فراساحل

مخاطرات و مشکلات احتمالی می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- بررسی گازهای سطحی^۶
- هیدرات‌های گازی
- گل فشان‌های بستر

^۱ Shallow Water Flow

^۲ Pilot Hole

^۳ Kill Mud

^۴ Riserless

^۵ Drop Coring

^۶ Shallow Gas

- جریان‌های گردابی
- جریان‌های آبی سطحی
- جریان‌های پرفشار نواحی کم عمق^۱ (در صورت وجود جریان‌های پرفشار در برنامه حفاری، نوع دستگاه حفاری انتخابی (ظرفیت آن)، تعیین سایت جایگزین در شرایط بحرانی، احتمال حفاری یک حفره راهنما^۲، ساخت مداوم گل سنگین^۳ و حضور آن روی دستگاه حفاری، 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 سکوهای 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 سکوهای نیمه شناور بدون برداشت و جابجایی لنگرها در برخورد با مخاطرات حفاری در حین عملیات می‌بایست تعریف گردد.

^۱ Shallow Water Flow

^۲ Pilot Hole

^۳ Kill Mud

^۴ Riserless

۹- حفاری چاه اکتشافی

۹-۱ کلیات

پس از مطالعات اولیه زمین‌شناسی، ژئوفیزیک، ژئوشیمی و تعیین هدف اکتشافی به منظور تکمیل فرآیند مطالعات و اثبات منابع هیدروکربنی، تعیین حدود و توصیف مخزن ضروری است تا حفاری، نمودارگیری و آزمایش‌های سازند انجام پذیرد. در این بخش مهندسی، اجرا، نظارت و هدایت کامل بر عملیات و خدمات حفاری به منظور رسیدن به اهداف تعیین شده و آزمایش‌های سازند توسط مهندسی نفت در جهت تکمیل مطالعات و دستیابی به منابع هیدروکربنی انجام می‌شود.

۹-۲ مهندسی حفاری

۹-۲-۱ ملاحظات کلی

فعالیت‌هایی که در بخش مهندسی حفاری انجام می‌پذیرد شامل برنامه‌ریزی و مهندسی حفاری چاه‌های اکتشافی، کنترل انطباق برنامه با واقعیت، پیش‌بینی و تهیه فهرست تجهیزات، مواد و ابزارآلات مورد نیاز حفاری چاه‌های اکتشافی بر اساس برنامه‌ریزی‌های بلند مدت، ارزیابی فنی مناقصات، انتخاب نوع دستگاه حفاری متناسب با عمق نهایی، بررسی و تهیه فهرست نیازهای آموزشی پرسنل و سایر مواردی است که در ادامه ذکر خواهد شد.

۹-۲-۲ مقررات حفاری^۱

پیمانکاران موظف هستند تمامی فعالیت‌های واگذار شده به آنها را در چارچوب مقررات حفاری انجام دهند. مقررات حفاری حفاری در خشکی و فراساحل متفاوت است. همچنین مقررات 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 برنامه حفاری است. این برنامه تمام نیازهای مهندسی، تجهیزاتی، لجستیکی و همچنین برآوردهای زمانی و هزینه‌ای حفاری چاه اکتشافی را تامین می‌نماید. برای طراحی‌های مهندسی برنامه حفاری 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، روش احتمالی تولید از چاه و اندازه لوله مغزی پیشنهادی تدوین می‌شود. برنامه حفاری شامل ولی نه محدود بهب ندهای زیر است:

۹-۲-۳-۱ طراحی چاه بر مبنای برنامه پیش‌بینی زمین‌شناسی

جهت طراحی‌های مهندسی به اطلاعات برنامه پیش‌بینی زمین‌شناسی نیاز است. این اطلاعات در بند ۶-۲-۱۰ مربوط به برنامه زمین‌شناسی تحت‌الارضی 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

^۱ Drilling Policy

- به روزرسانی طراحی چاه اصلی با توجه به داده‌های حفرة راهنما و یا در برخورد با مخاطرات زمین شناسی/حفاری و در صورت نیاز تعریف چاه‌های جایگزین چاه اصلی یا طراحی حفرة کنار گذر در حین عملیات

۹-۲-۳-۲ مخاطرات حفاری

در این بخش خطرات حفاری پیشرو حین عملیات حفاری هر یک از مقاطع معرفی و روش‌های کنترل آنها بیان می‌شود. این مخاطرات می‌تواند شامل ولی نه محدود به 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
- گسل ها
- گل فشان (آب عمیق)

برخی مخاطرات فراساحل در آب کم عمق و آب عمیق در بند ۸-۲-۱-۲ و ۸-۲-۲-۲ ذکر شده اند.

۹-۲-۳-۳ ارائه روش کنترل فوران چاه

این روش‌ها در حفاری خشکی و آب‌های کم عمق مشابه بوده، ولی در آب‌های عمیق متفاوت است.

۹-۲-۳-۴ مطالعه میادین اطراف

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

۹-۲-۳-۵ طراحی لوله جداری و آستری

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، شکست سازندها و با در نظر گرفتن ملاحظات زمین شناسی تعیین گردد. فشار منفذی و شکست سازندها با استفاده از اطلاعات میادین اطراف، استفاده از نرم‌افزارهای حفاری و روش‌های محاسباتی قابل تخمین هستند. در این مرحله با

^۱ Shallow Gas

^۲ Hydrate Gas

^۳ Shallow Waters

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، متعلقات جداری و آستری‌ها تعیین می‌گردند. طراحی جداری را می‌توان با استفاده از روش‌های محاسباتی یا نرم‌افزارهای مهندسی حفاری انجام داد.

۹-۲-۳-۶ 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 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 می‌گردد.

۹-۲-۳-۷ طراحی و انتخاب مته

پس از انجام طراحی جداری، اندازه مته و حفره هر فاز حفاری مشخص می‌گردد. سپس با توجه به خصوصیات ژئومکانیکی سازندها، 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 متراژ حفاری در هر فاز، تعداد مته‌های مصرفی مشخص می‌شود. در طراحی مته توجه به مقاطع هدف مغزه گیری الزامی است.

۹-۲-۳-۸ 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 دستگاه حفاری 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^۳)، تراشنده^۴ و سایر اجزا مشخص و در بخش لوله‌های حفاری نیز اندازه، ترکیب، تعداد، وزن واحد طول و نوع لوله‌ها مشخص می‌گردد.

۹-۲-۳-۹ 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^۵ و حفاری^۶، 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.

^۱ Bottom Hole Assembly

^۲ Logging While Drilling

^۳ Measuring While Drilling

^۴ Reamer

^۵ Drill Collar

^۶ Drill Pipe

۹-۲-۳-۱۰ 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.

۹-۲-۳-۱۱ طراحی سیمان

جهت سیمان کاری لوله‌های جداری و آستری با توجه به عمق، وزن سیال حفاری، جنس سازند، فشار و دما، طراحی سیمان انجام می‌گردد. در این طراحی وزن و نوع سیمان مشخص می‌گردد. لازم به ذکر است فرمولاسیون سیمان، برنامه‌ریزی عملیات سیمانکاری، میزان سیمان و افزودنی‌ها در حین عملیات حفاری با توجه به شرایط و اطلاعات واقعی طراحی یا بازنگری می‌شود. همچنین طراحی برنامه سیمانکاری حین عملیات کج کردن چاه^۱، تعلیق و مسدود سازی^۲ چاه و کنترل فوران چاه نیز جداگانه انجام می‌شود.

۹-۲-۳-۱۲ طراحی تجهیزات سرچاهی^۳

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 می‌شود. طراحی تجهیزات سرچاهی در آبهای عمیق بر اساس استاندارد ISO ۱۳۶۲۸-۴ Part ۴ انجام می‌شود.

۹-۲-۳-۱۳ طراحی سیستم حفاری و تعلیق سازی موقت چاه

پس از دستیابی کلیه داده‌های مورد نظر 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^۴ و در خشکی توسط مجرا بند سیمانی یا مجرا بند فلزی^۵ مسدود گردد.

۹-۲-۳-۱۴ تلفیق برنامه‌های مهندسی نفت

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

^۱ Sidertacking^۲ Abandonment or Suspension^۳ Well Head^۴ Cement Plug^۵ Bridge plug

۹-۲-۳-۱۵ 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 می‌شود.

۹-۲-۳-۱۶ برآورد خدمات

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

۹-۲-۳-۱۷ انتخاب نوع دستگاه حفاری

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

۹-۲-۴ روش و چیدمان قرارگیری دستگاه حفاری^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 دستگاه حفاری مشخص می‌شود.

۹-۲-۵ 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 می‌شود. 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 می‌گردد. جهت برآورد زمانی حفاری چاه‌های اکتشافی می‌توان از تجربیات میادین اطراف یا میادین مشابه استفاده نمود.

۹-۲-۶ 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 می‌گردد.

۹-۲-۶-۱ هزینه کالا و مواد

با توجه به توضیحات بند ۹-۲-۷ و برآورد ابزار و مواد مورد نیاز، هزینه کالا و مواد چاه اکتشافی طبق فهرست هزینه‌ای اعلام شده از سوی تدارکات محاسبه می‌گردد.

۹-۲-۶-۲ هزینه خدمات حفاری

هزینه خدمات حفاری شامل هزینه روزانه دستگاه و سایر خدمات حفاری بر اساس برآوردهای زمانی انجام شده و تعداد و نوع خدمات با توجه به جداول هزینه‌ای قرارداد پیمانکار حفاری محاسبه می‌گردد. همچنین بسته به نوع قرارداد،

^۱ Rig Positioning

^۲ Approach

^۳ Contingency

هزینه‌هایی مانند هزینه سوخت و تامین آب حفاری نیز می‌بایست 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 هزینه روزانه سکو هزینه روزانه پرسنل سکو لحاظ می‌گردد.

۹-۲-۶-۳ 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 می‌گردد.

۹-۲-۶-۴ 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 است.

۹-۲-۶-۵ 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.

۹-۲-۶-۶ هزینه بستر سنجی (فراساحل)

این هزینه بسته به نوع قرارداد با پیمانکار در برنامه حفاری لحاظ می‌گردد. کنترل و نظارت آن بر عهده کارشناسان ژئوفیزیک و نقشه‌برداری است.

۹-۲-۷ 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 انجام می‌پذیرد. طبق برنامه‌های بلند مدت و با توجه به شرایط چاه‌های اکتشافی، برآوردی از ابزار و مواد مورد نیاز حفاری چندین چاه اکتشافی تعیین و اقدامات لازم جهت تامین آنها انجام می‌گردد.

۹-۲-۸ تهیه اسناد فنی مناقصات و ارزیابی فنی

۹-۲-۸-۱ ملاحظات کلی

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

۹-۲-۸-۲ خدمات حفاری

تهیه اسناد فنی مناقصات و ارزیابی فنی جهت تامین خدمات حفاری شامل دستگاه حفاری و تمام خدمات جانبی حفاری (مطابق توضیحات بند ۹-۳-۵) مورد نیاز چاه‌های اکتشافی در این مرحله انجام می‌پذیرد.

^۱ Location
^۲ Camp

۹-۲-۸-۳ کالا و مواد

بر اساس توضیحات بند ۹-۲-۷، فهرست کالا و مواد مورد نیاز بر اساس برنامه‌ریزی‌های انجام 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 می‌گردد.

۹-۲-۹ تهیه گزارش دوره‌ای و نهایی چاه‌ها

۹-۲-۹-۱ ملاحظات کلی

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

۹-۲-۹-۲ 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 است. در چاه‌های فراساحل گزارش رفت و آمد کشتی‌ها و هواشناسی نیز در گزارش روزانه وجود دارد.

۹-۲-۹-۳ گزارش‌های سالیانه

در این نوع گزارش‌ها، عملکرد اداره حفاری در حفاری چاه‌های اکتشافی در بازه زمانی یک ساله ارائه می‌گردد. 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، دستگاه حفاری در اختیار و هزینه) و اهم فعالیت‌های اداره حفاری است.

۹-۲-۹-۴ گزارش‌های ماهیانه

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

۹-۲-۹-۵ 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 سازندگی انجام شده، اطلاعات نمودارگیری‌ها و

^۱ End of Well Report

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.

۹-۲-۱۰ 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 ارائه پیشنهادات و برنامه‌های اصلاحی در حین عملیات حفاری مورد نیاز است. این واحد با برگزاری جلسات با واحدهای ذیربط و هماهنگی بخش‌های مختلف و ارائه 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 ستاد عملیات و همچنین ناظرین عملیات شامل موارد زیر می‌شود:

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

پس از مشخص شدن موقعیت چاه، موقعیت اعلام و هماهنگی لازم جهت تحویل محوطه چاه انجام می‌شود.

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

پس از آماده‌سازی محل چاه و جاده‌های دسترسی مطابق بند ۸-، بازدید 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 واحد مربوطه 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، برپایی/استقرار دستگاه در محل چاه انجام می‌شود. با پایان یافتن عملیات انتقال دستگاه و برپایی آن و همچنین حضور خدمات آماده به کار^۱، آمادگی برای شروع به کار اعلام می‌شود. نمایندگان عملیات حفاری (ناظرین عملیات حفاری) دستگاه و خدمات 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 ابلاغ می‌گردد.

^۱ Standby

در چاه‌های فراساحل لازم است علاوه بر آمادگی و استقرار دستگاه حفاری فراساحل^۱، کشتی‌های پشتیبانی و محل پشتیبانی در خشکی آماده به کار باشند.

۹-۳-۵ خدمات حفاری

تامین خدمات حفاری از جمله تامین و جابجایی دستگاه حفاری و تمام خدمات (جانبی) حفاری مورد نیاز چاه‌های اکتشافی در این مرحله انجام می‌پذیرد. دستگاه حفاری با مشخصات مورد نیاز حفاری چاه‌های اکتشافی و تامین خدمات (جانبی) حفاری از جمله سیمان‌کاری، گل حفاری، نمودارگیری از گل حفاری، راندن لوله‌های جداری و آستری، نصب تجهیزات سرچاهی، نصب آویزه آستری، مته، انجام آزمایش‌های خشک^۲ و ساق مته^۳، نصب مسدودکننده^۴، خدمات مانده‌یابی، تامین دوربین‌های زیردریایی (ROV)^۵، تعلیق‌سازی موقت و دائمی چاه، خدمات H₂S، مدیریت پسماند، نمودارگیری، چاه پیمایی، چاه آزمایشی^۶، نمودارگیری از چاه (Wireline logging - LWD - MWD)، بهینه سازی پارامترهای حفاری، لوله مغزی سیار، خدمات 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.

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 می‌بایست خدمات آتی حفاری مورد نیاز را برنامه‌ریزی کنند و خدمات حفاری لازم را درخواست و جهت انتقال خدمات به محل چاه برنامه‌ریزی و هماهنگی نمایند.

۹-۳-۹ کنترل کارآیی ماشین‌آلات و دستگاه‌ها

^۱ Jack Up

^۲ Dry Test

^۳ Drill Stem Test (DST)

^۴ Plug

^۵ Remote Operating Vehicle

^۶ Well test

^۷ Managed Pressure Drilling

^۸ Riserless Mud Recovery

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

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

۹-۳-۱۲-۳ خدمات ترابری هوایی

این خدمات شامل هلی کوپترهای حمل مسافر و کالاهای سبک میان سکوها و جزایر اقماری است. یکی از عمده ترین وظایف خدمات مذکور، تامین سوخت و آب جهت ادامه عملیات حفاری و مصرف روزانه پرسنل مستقر در جزایر و دستگاه‌های 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 محل‌های 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 کشتی‌ها به سکو و برعکس انجام می‌شود.

^۱ Performance

^۲ Blow Out Prevention (B.O.P.)

۹-۳-۱۲-۶ خدمات لنگراندازی (فراساحل)

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

۹-۳-۱۲-۷ خدمات لایروبی (فراساحل)

این خدمات شامل لایروبی حوضچه عملیاتی کارفرما به منظور ایجاد امکان انتقال سکوی نیمه شناور به نزدیکی ساحل جهت انجام خدمات تعمیراتی مورد نیاز می‌باشند.

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

تعمیرات سازه های زیردریایی شامل اتصال و رفع هرگونه مشکل رایزر و لوله های زیردریایی متصل به شیرآلات سرچاهی می‌باشند.

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 می‌باشد.

۹-۳-۱۴ ارائه توصیه‌های فنی و عملی در رابطه با پیشرفت کار

با ارزیابی مستمر فعالیت‌های پیمانکار شامل فعالیت‌های گذشته و در حال انجام و تصمیم‌گیری بر اساس آنها و موارد پیش‌بینی نشده، توصیه‌های لازم جهت بهینه‌سازی عملیات به مقام بالاتر منعکس می‌گردد و پس از دریافت دستور از مقام بالاتر، مراتب جهت اجرا به پیمانکار ابلاغ می‌گردد.

۹-۳-۱۵ حصول اطمینان از به‌کارگیری حداکثر نکات ایمنی

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 ارائه می‌گردد. 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 (مطابق قرارداد) جهت استمرار و بهبود روند عملیات نسبت به برگزاری جلسات روزانه و در صورت نیاز تهیه صورتجلسات اقدام شود.

۹-۳-۱۸ پایش و هدایت عملیات حفاری چاه‌ها

^۱ Slot

عملیات حفاری چاه اکتشاف 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

مطابق قرارداد 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 ارائه پیشنهادات فنی و عملی برای مدیریت بهبود روند عملیات حفاری چاههای اکتشافی و چگونگی ادامه آن، انجام می‌گیرد.

۱۰- مهندسی پتروفیزیک

۱-۱۰ ملاحظات کلی

خدمات مهندسی پتروفیزیک شامل دو بخش عملیات و مطالعات است که با شناخت فنی از چگونگی عملکرد ابزارهای نمودارگیر و تاثیرات احتمالی بر روی قرائت نمودارها، با ارائه 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 ارائه کنندگان خدمات 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 شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

- 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 ارائه نقطه نظرات فنی توسط ناظر ارشد پتروفیزیک
- بررسی کیفیت نمودارها و اعمال تصحیحات احتمالی جهت ارائه نسخه اولیه داده‌ها به کارفرما
- ارائه 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
- ارائه ارزیابی اولیه^۳ جهت تایید کارفرما

^۱ Cased Hole

^۲ Logging Forecast

^۳ Quick Look Interpretation

۱۰-۲-۵ بررسی مالی و فنی صورتحسابها

در این بخش بررسی مالی و فنی صورتحسابهای مربوط به ابزار آلات، نفرات و واحد نمودارگیری با اخذ تایید کارفرما انجام می‌گردد.

۱۰-۳ مطالعات مهندسی پتروفیزیک

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

۱۰-۳-۱ فاز جمع آوری اطلاعات و ساماندهی بانک اطلاعاتی

در این مرحله اطلاعات پتروفیزیک اعم از کلیه اطلاعات رقومی و اسکن نمودارهای اخذ شده در چاههای میدان مورد مطالعه و اطلاعات پتروفیزیک جمع آوری 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 پتروفیزیک چاههای مجاور، اطلاعات آنالیزهای معمول و ویژه مغزه، نتایج آنالیزهای مخزنی، اطلاعات و گزارش‌های زمین‌شناسی و حفاری مرتبط با چاههای مورد مطالعه جمع آوری و دسته بندی می‌شوند.

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

۱۰-۳-۲ فاز توصیف پتروفیزیک 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 پتروفیزیک، 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 آماده‌سازی و پردازش داده‌ها

- رقومی کردن نمودارهای پتروفیزیک اسکن شده (در صورت عدم وجود اطلاعات رقومی)
- کنترل کیفی اطلاعات پتروفیزیک و دسته‌بندی چاهها براساس کیفیت نمودارها و نوع منحنی‌های مورد نیاز و نیز شرکت‌های نمودارگیری
- بارگذاری اطلاعات در نرم‌افزار پتروفیزیک مرتبط

- تهیه نمودارهای ترکیبی و ارائه آنها براساس عمق واقعی عمودی^۱ و عمق حفار^۲
- تهیه و ساختن نمودارها جهت رفع نواقص و کمبودها در نمودارهای پتروفیزیکی به کمک نمودارهای چاههای مجاور یا اطلاعات همان چاه و کنترل کیفی نمودارهای ساخته شده
- هم عمق سازی نمودارها بر اساس نمودار پایه
- ویرایش اطلاعات و تصحیح نمودارها در فواصل مغشوش و حذف نوفه^۳ و پرش^۴ روی منحنی های لازم
- یکنواخت سازی نمودارهای هم نوع و تبدیل و تصحیح نمودارهای قدیمی به جدید (در صورت نیاز)
- انجام تصحیحات محیطی روی کلیه نمودارها
- انتخاب چاه های کلیدی (در صورت وجود چند چاه)
- تطابق داده چاه های کلیدی با استفاده از اطلاعات مغزه (در صورت وجود اطلاعات مغزه)
- هماهنگ سازی^۵ اطلاعات کلیه چاه ها نسبت به چاه های کلیدی (در صورت نیاز)
- بررسی کیفیت نمودارها و ساخت نمودار Bad Hole جهت ارزیابی متناسب با کیفیت نمودارها
- تهیه و ارائه گزارش فاز آماده سازی اطلاعات

۱۰-۳-۲-۲ مدل سازی پایه بر اساس ارزیابی چاه های کلیدی

در صورت وجود چاه کلیدی در مطالعات اکتشافی، مدل سازی پایه بر اساس ارزیابی چاه های کلیدی شامل ولی نه محدود به موارد زیر می شود:

- انجام مدل سازی اولیه پتروفیزیکی روی چاه های کلیدی
- تعیین نوع کانی های تشکیل دهنده سازند و کانی های رسی با استفاده از نمودارهای پتروفیزیکی و مغزه (در صورت وجود)
- تعیین تخلخل اولیه و ثانویه و بررسی انواع تخلخل سنگ مخزن شامل بین دانه ای، تخلخل قالبی و مواردی از این دست بر اساس نمودارهای پتروفیزیکی، ارزیابی های نمودارهای تصویری و انطباق با مطالعات زمین شناسی
- حساسیت سنجی و تعیین پارامترهای آرچی^۶ با اطلاعات مغزه (در صورت وجود) و نمودارهای پتروفیزیکی
- حساسیت سنجی و تعیین بهترین رابطه اشباع آب منطبق با اطلاعات اشباع آب مخزن
- ارزیابی پتروفیزیکی چاه های کلیدی با مدل های پتروفیزیکی اولیه استاندارد، بررسی کیفیت نمودارها و ارزیابی اولیه
- بررسی تطابق و یا عدم تطابق نتایج حاصل از ارزیابی پتروفیزیکی چاه های کلیدی با اطلاعات مغزه (در صورت وجود) و نتایج آزمایش های سر چاهی
- بررسی نتایج ارزیابی چاه های کلیدی با نمودار ترسیمی سرچاهی^۷ بخش زمین شناسی

^۱ True Vertical Depth

^۲

^۳ Filter

^۴ Despike

^۵ Normalization

^۶ Archi

^۷ Graphic Well Log

- 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 بروزرسانی و نهایی‌سازی مدل‌های پتروفیزیکی
- ارزیابی نهایی چاه‌های کلیدی و تهیه فایل‌های رقومی نتایج ارزیابی پتروفیزیکی به همراه پلات تصویر ارزیابی‌ها و ارائه به بخش‌های مرتبط در مطالعات به ویژه بخش زمین‌شناسی جهت بررسی مجدد زون‌بندی لایه‌های زمین‌شناسی
- دریافت تایید 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 تایید 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 ارائه پیشنهادات در مورد توسعه چاه‌های میدان بر اساس نتایج به دست آمده

۱۰-۳-۳-۳ انجام مطالعات پیشرفته پتروفیزیکی

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

پردازش و تفسیر نمودارهای پیشرفته از قبیل ^{1}ECS ، DSI و NMR^2 در جهت بررسی چگونگی توزیع و گسترش تخلخل و حفرات موجود در سنگ مخزن، بررسی خواص هیدروکربن مخزن، فشار موئینه، 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.

^۱ Elemental Capture Spectroscopy

^۲ Nuclear Magnetic Resonance

۱۰-۳-۲ 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 الاستیک جهت مطالعات ژئومکانیک نظیر 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، تعیین می‌شوند.

۱۰-۳-۴ ارائه نتایج و اخذ تایید 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 نمودارهای نهایی با اعمال لایه‌بندی اداره زمین‌شناسی
- بررسی کنترل کیفیت گزارش مطالعه پتروفیزیکی مخزن
- ارائه 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.

همچنین کاربرد خدمات ژئومکانیک در چرخه عمر میدان متفاوت است و می‌توان آن را به شرح ذیل خلاصه کرد:

- مطالعات مربوط به پایداری چاه‌ها^۲
- مطالعات مربوط به موقعیت یابی و حفاری^۳
- مطالعات مربوط به تراکم پذیری و نشست مخزن^۴
- مطالعات مربوط به کنترل تولید ماسه^۵
- مطالعات مربوط به تحریک چاه^۶
- مطالعات مربوط به اجرای فرآیند شکافت هیدرولیکی^۷

۱-۱۱ جمع‌آوری داده

داده‌های مورد نیاز در مطالعات ژئومکانیک به دو دسته استاتیک و دینامیک تقسیم می‌شوند که منابع دستیابی به هر یک در ذیل شرح داده شده‌است. با توجه به نیاز کارفرما، جنس سنگ مخزن (کربناته یا ماسه‌سنگ)، احتمال تولید ماسه 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 انجام 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^۸ (آزمایش‌های پروالاستیک)
- آزمایش مقاومت برشی (Brazilian Test)

^۱ Geomechanical Earth Model

^۲ Wellbore Stability

^۳ Well Trajectory

^۴ Subsidence & Compressibility

^۵ Sand Production Management

^۶ Well Stimulation

^۷ Hydraulic Fracturing

^۸ Biot

- آزمایش چکش اشمیت^۱
- آزمایش اندازه گیری میزان موج اولترا سونیک تحت شرایط محیطی و مخزنی
- آزمایش شکافت هیدرولیکی (Hydraulic fracture or Hollow cylinder)

در مورد نحوه نمونه گیری (تهیه پلاگ)، تعداد نمونه های مورد نیاز و روش انجام آزمایش های مذکور می بایست قبل از شروع عملیات مغزه گیری، با کارفرما، پیمانکار و آزمایشگاه مورد نظر به اجماع نظر رسید. با استفاده از آزمایش های 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 اندازه گیری می شود.

۱۱-۲ جمع آوری داده های دینامیکی

این داده ها حاصل اندازه گیری مستقیم نمونه نمی باشند و با توجه به آنکه گستردگی و دستیابی به این داده ها بسیار سریع تر و ارزاتر از دستیابی به داده های استاتیکی است، می بایست صحت و درستی آن ها را به گونه ای بررسی کرد که پس از تعمیم دادن آن ها به یک بازه گسترده از دقت و صحت نتایج نهایی مطالعات اطمینان کافی داشت. داده های دینامیکی را می توان از داده های زیر استخراج کرد:

- نمودارهای گاما، چگالی، تخلخل، مقاومت
- نمودار سونیک دو قطبی، sonic scanner و ارائه های مانند XMAC^۲، DSI^۳ و مواردی از این دست
- نمودارهای تصویری زمین شناسی مانند FMI^۴، FMS^۵، SHDT^۶، UBI^۷، OBMI^۸
- نمودارهای قطر دیواره چاه (SINGLE ARM/۴-ARM/۶-ARM CALIPER)
- آزمون های حفاری شامل FIT^۹، LOT^{۱۰} و XLOT^{۱۱}
- میزان فشار اندازه گیری شده سازند (RFT^{۱۲}، XPT^{۱۳}، SFT^{۱۴}، MDT^{۱۵}، DST^{۱۶} و مواردی از این دست)
- گزارش روزانه حفاری شامل نرخ نفوذ مته، میزان هرزروی گل حفاری، میزان افزایش حجم گل و مواردی از این دست
- مسیر حفاری چاه
- ستون چینه شناسی، سنگ شناسی و زمین شناسی ساختمانی منطقه اکتشافی

^۱ Schmits Hammer

^۲ Cross Multipole Array acoustic

^۳ Dipole Shear Sonic Imager

^۴ Formation Micro Imager

^۵ Formation Micro Scanner

^۶ Stratigraphic High resolution Dip meter Tools

^۷ Ultrasonic Borehole Imager

^۸ Oil Based Micro Imager

^۹ Formation Integrity Test

^{۱۰} Leak Off Test

^{۱۱} Extended Leak Off Test

^{۱۲} Repeat Formation Tester

^{۱۳} Express Pressure Tool

^{۱۴} Simultaneous Formation Test

^{۱۵} Modular Dynamic Tester

^{۱۶} Drill Stem Test

• نمودار VSP

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 فشار منفذی را محاسبه می‌شود:

- استفاده از اندازه‌گیری مستقیم (DST-RFT-MDT)
- روش‌های Normal Compaction Trend Line
- روش‌های تنش موثر معادل^۱
- روش‌های عمق معادل
- با استفاده از داده‌های بدست آمده از مدل‌سازی حوضه‌های رسوبی و سیستم‌های هیدروکربنی (بند 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^۲
- 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 تعیین می‌شود:

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

^۱ Equivalent Effective Stress

^۲ Regional empirical

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. نرم افزار مورد استفاده در این بخش می‌بایست مورد تایید کارفرما قرار گیرد.

۱۱-۷ 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. بر اساس قرارداد و نظر کارفرما مدل های مذکور ارائه می‌گردد.

۱۱-۸ ارائه گزارش و اخذ تایید کارفرما

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

۱۲- مهندسی مخزن

۱-۱۲ کلیات

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

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 میادین 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 هیدروکربن درجا 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

در این بخش، 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 محاسبه فشار مخزن به منظور طراحی هرچه بهتر لایه آزمایی، اسیدکاری و سیال تکمیل چاه انجام می‌شود.

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 است.

۱۲-۵-۱-۱ ارائه گزارش و اخذ تایید کارفرما

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 در این بخش انجام می‌شود.

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 است.

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 جریانیه چاهها نسبت به بررسی و مدل سازی نحوه حرکت عمودی سیال در ستون چاهها و با استفاده از نرم افزارهای مورد تایید کارفرما اقدام به عمل آورده و نمودارهای بازدهی^۲ چاهها تولید می شود.

۱۲-۵-۲-۶ محاسبات تعیین حجم هیدروکربن 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^۳)
- آنالیز عدم قطعیت

۱۲-۵-۲-۷ ارائه گزارش و اخذ تایید کارفرما

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

- دریافت مدل استاتیک از زمین شناس (بند ۶-۴ این نشریه)
- ورود دادههای مورد نیاز مطالعات پایه (بند ۱۲-۵-۲)
- ساخت و آغازسازی مدل^۴
- تطابق تاریخچه^۵
- حساسیت سنجی^۶
- تعریف سناریوی پایه^۷
- پیش بینی تولید^۸

۱۲-۶-۱ ارائه گزارش و اخذ تایید کارفرما

^۱ Vertical Flow Performance

^۲ Well Performance Curve

^۳ Net to Gross

^۴ Initialization

^۵ History Matching

^۶ Sensitivity Analysis

^۷ Base Case Scenario

^۸ Production Prediction

۱۳- آزمایش و تکمیل چاه

۱-۱۳ 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 است.

۲-۱۳ مطالعات

۱-۲-۱۳ 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.

۲-۲-۱۳ تهیه برنامه انجام عملیات آزمایش خشک فشار^۳

این برنامه با همکاری واحد مهندسی حفاری تهیه می‌گردد و هدف از آن تایید عدم نشتی مجرا بند^۴ و لبه آستری است. همچنین جزئیات فنی عملیات در این بخش تعیین می‌گردد.

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

این برنامه شامل ولی نه محدود به 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 میادین و چاه‌های اطراف

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

این برنامه شامل ولی نه محدود به موارد زیر است:

۱-۴-۲-۱۳ 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

^۱ Full Bore DST

^۲ Mechanical DST

^۳ Dry Test

^۴ 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^۱ TCP و wireline

۱۳-۲-۴-۲ تهیه برنامه آزمایش چاه

طراحی مراحل آزمایش چاه شامل ولی نه محدود به 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 تایید 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 (MDP^۱ 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 گزارش نهایی تکمیل، آزمایش، انگیزش و فرازآوری چاه‌ها

این گزارش تهیه و 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 ۱۳-۲-۲ 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

^۱ Master Development Plan

^۲ Burner

- بازدید از تجهیزات و ابزار و نحوه آماده‌سازی آنها جهت عملیات
- انجام آزمایش‌های فشار و عملکرد ابزار سطحی و بن چاهی آزمایش
- بازرسی و نظارت بر وسایل بهداشت، ایمنی و محیط زیستی
- 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 فعالیت‌ها 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.

۱۴-۲-۵-۲ شاخص ارزش فعلی خالص^۱

۱۴-۲-۵-۳ شاخص بازده داخلی^۲

۱۴-۲-۵-۴ شاخص بازده سرمایه گذاری^۳

۱۴-۳ ارائه گزارش و اخذ تایید کارفرما

^۱ NPV: Net Present Value
^۲ IRR : Internal Rate of Return
^۳ ROI :Return on Investment

