دانشگاه تهران

دانشکده مهندسی معدن

ارزیابی روشهای طراحی حفاری (انتخاب نوع و تعداد مته) در حفاری‌های نفت و گاز ایران و ارائه روش بهینه

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی معدن- مکانیک سنگ

چکیده

با وجود اینکه قیمت مته، ۲ تا ۳٪ هزینه های تکمیل یک چاه را در بر می گیرد، بر ۷۵٪ هزینه های کلی حفاری، که شامل ۴۵٪ هزینه تکمیل یک چاه است، تاثیرگذار می باشد. با توجه به اهمیت انتخاب صحیح مته و بررسی کارکرد و تعیین زمان تعویض آن، در تحقیق حاضر روشهای انتخاب و تعیین عمر مته در یکی از میادین گازی جنوب کشور مورد ارزیابی قرار گرفت. از میان روشهای رایج انتخاب مته، هزینه حفاری واحد طول، به دلیل بررسی مستقیم پارامترهای اقتصادی مرتبط با کارکرد مته، پذیرفته ترین روش می باشد. با بررسیهای انجام شده در میدان مورد اشاره نشان داده شد که مته های دارای کد یکسان دارای هزینه حفاری واحد طول متفاوتی هنگام کارکرد در سازندهای مختلف می باشند به طوریکه به عنوان مثال هزینه حفاری واحد طول مته با کد ۴۱۵ در چاه شماره ۳ این میدان ۱۰۵۶ دلار و در چاه شماره ۱۵، برابر ۱۲۳ دلار می باشد. از سوی دیگر بررسیهای انجام شده نشان داد که به عنوان مثال هزینه حفاری واحد طول مته های مورد استفاده در سازند دشتک بین ۸۳ و ۵۴۹ دلار برای مته های یکسان با کد ۵۳۷، متغیر می باشد، در نتیجه می توان گفت که هزینه حفاری واحد طول مته های مورد استفاده در یک سازند نیز به دلیل تغییرات خواص ژئومکانیکی سنگهای سازند و تاثیر بسیار این تغییرات بر کارکرد مته، نمی تواند معیاری معتبر برای ارزیابی مته های مورد استفاده و انتخاب مته جدید ارائه دهد. برای حل این مشکل روشهایی به عنوان مکمل روش هزینه حفاری واحد طول معرفی شده اند. روش انرژی ویژه به دلیل وابستگی به پارامترهای غیر مرتبط با کارکرد مته، نیاز به اندازه گیری گشتاور در تمام طول چاه و مهمتر از همه، تغییرات وسیع در بازه ای محدود دارد. این روش که به طور مثال برای مته شماره ۱۷ از چاه ۸ دارای تغییراتی بین ۱۰۰۱ تا ۲۸۸۷ مگا پاسکال و انحراف معیاری برابر ۱۳۰۲ می باشد، نمی تواند به عنوان مکمل آرمانی هزینه حفاری واحد طول به کار رود. به دلیل کمبود اطلاعات مورد نیاز برای برآورد خواص ژئومکانیکی از چاه نمودارها در میدان مورد بررسی، مطالعات گسترده ای در سه میدان نفتی دیگر کشور، که در آنها پارامترهای مورد نیاز برای برآورد خواص ژئومکانیکی در دسترس بود، انجام شد و نتایج آنها برای برآورد خواص ژئومکانیکی میدان مورد بررسی و ارزیابی کارکرد مته ها، به کار گرفته شد. بررسی حاضر نشان داد که استفاده از روش تعیین مقاومت حفاری با استفاده از مدول یانگ و حجم شیل، به دلیل همبستگی بالای نتایج این روش با شرایط واقعی حفاری، هم در بازه های با شیل بالا و هم در بازه های بدون شیل، که برای مته مورد استفاده در دو چاه این میدان بررسی شد، می تواند به عنوان مکمل آرمانی روش هزینه حفاری واحد طول برای شرایط ایران به کار رود، اما نتایج این روش نیز بایستی بر اساس پارامترهای حفاری تعدیل شوند.

بر اساس مطالعات انجام شده در میدان مورد بررسی، مشخص شد که روش هزینه تجمعی حفاری واحد طول، با توجه به همبستگی بالا با درجه بندی فرسودگی مته، که پس از خاتمه حفاری توسط مته و بیرون کشیدن آن انجام می شود، از پتانسیل بالایی برای ارزیابی کارکرد و تعیین عمر مته، به طور همزمان با حفاری، برخوردار می باشند. همچنین مطالعات انجام شده در این میدان نشان داد که انرژی ویژه نیز می تواند به عنوان مکمل روش هزینه تجمعی حفاری واحد طول به کار رود و خطای ناشی از نادیده گرفتن پارامترهای عملیاتی در روش هزینه تجمعی واحد طول را کاهش دهد.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

مقدمه..... ۱
فصل اول- طبقه بندی مته های مورد استفاده در حفاریهای نفت و گاز..... ۳
۱-۱. طبقه بندی مته های مخروطی..... ۴
۱-۱-۲. ساختار طبقه‌بندی IADC مته های مخروطی..... ۵
۱-۱-۳. جدول طبقه‌بندی مته های مخروطی..... ۶
۱-۲. طبقه بندی فرسودگی مته های مخروطی..... ۸
۱-۲-۱. ساختار روش ۸
۱-۳. طبقه بندی مته های برنده ثابت..... ۱۱
۱-۳-۱. ساختار روش..... ۱۱
۱-۴. طبقه بندی فرسودگی مته های برنده ثابت ۱۲
فصل دوم- روشهای انتخاب مته در حفاریهای نفت و گاز..... ۱۵
۲-۱. مقدمه..... ۱۶
۲-۲. روش هزینه حفاری..... ۱۷
۲-۲-۱. رابطه هزینه حفاری واحد طول..... ۱۷
۲-۲-۲. هزینه تجمعی حفاری واحد طول..... ۱۸
۲-۳. روش انرژی ویژه..... ۱۹
۲-۳-۱. انرژی ویژه در حفاری سنگ..... ۲۰
۲-۳-۲. تعیین انرژی ویژه..... ۲۰
۲-۳-۳. شاخص کارآیی..... ۲۲
۲-۳-۴. انتخاب مته بر اساس انرژی ویژه حفاری..... ۲۳
۲-۴. روش قابلیت حفاری..... ۲۳
۲-۴-۱. تعیین پارامترهای ژئومکانیکی سازند..... ۲۷
فصل سوم- برآورد خواص ژئومکانیکی سازند در سه میدان نفتی کشور..... ۲۹
۳-۱. برآورد خواص مکانیکی سنگ با استفاده از داده های تخلخل..... ۳۰
۳-۱-۱. مشخصات چاههای مورد بررسی..... ۳۰
۳-۱-۲. بررسی روابط بین تخلخل و خواص ژئومکانیکی در سه میدان نفتی کشور..... ۳۴
۳-۱-۲-۱. بررسی انواع سنگ‌های موجود..... ۳۴
۳-۱-۲-۲. بررسی رابطه بین زمان سیر موج فشاری و تخلخل..... ۳۶
۳-۱-۲-۳. تعیین زمان سیر موج فشاری در سیالات حفره‌ای..... ۳۷
۳-۱-۲-۴. بررسی رابطه بین زمان سیر موج برشی و تخلخل..... ۳۸

۳-۱-۲-۵. رابطه بین تخلخل و برخی پارامترهای ژئومکانیکی..... ۳۹
۳-۱-۳. ارزیابی روابط کلی بین تخلخل وخواص مکانیکی سنگ..... ۴۳
۳-۲. برآورد خواص مکانیکی سنگها با استفاده از زمان سیر موج فشاری و برشی..... ۴۴
۳-۲-۱. تعیین زمان سیر موج برشی..... ۴۵
۳-۲-۱-۱. تعیین تخلخل معرف هر نوع سنگ..... ۴۷
۳-۲-۱-۲. تعیین چگالی سنگ‌های موجود در بازه مورد بررسی..... ۴۷
۳-۲-۱-۳. تعیین زمان سیر موج فشاری سنگ های موجود..... ۴۸
۳-۲-۱-۴. تعیین نسبت زمان سیر موج برشی به فشاری..... ۵۰
۳-۲-۱-۵. محاسبه مدولهای الاستیکی..... ۵۳
فصل چهارم- ارزیابی مته های مورد استفاده در یکی از میادین گازی جنوب ایران..... ۵۶
۴-۱. مقدمه..... ۵۷
۴-۲. موقعیت و مشخصات زمین شناسی میدان..... ۵۷
۴-۳. روش هزینه حفاری..... ۵۹
۴-۳-۱. ارزیابی هزینه حفاری واحد طول سازندهای مختلف و انتخاب مته بهینه..... ۶۹
۴-۴. تعیین عمر مته بر اساس هزینه تجمعی واحد طول..... ۷۴
۴-۵. روش انرژی ویژه..... ۷۹
۴-۶. استفاده از قابلیت حفاری در ارزیابی کارکرد مته..... ۸۴
۴-۶-۱. تعیین مدولهای الاستیک دینامیک سنگ..... ۸۵
۴-۶-۲. مقاومت در برابر حفاری..... ۸۵
۴-۶-۲-۱. ارزیابی پارامترهای ژئومکانیکی سازندهای حفاری شده در میدان مورد بررسی..... ۸۷
فصل پنجم- نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۹۵
۵-۱. نتیجه گیری..... ۹۶
۵-۲. پیشنهادات..... ۹۸
منابع و ماخذ ۹۹
پیوست ۱ ..... ۱۰۲
پیوست ۲..... ۱۱۹
پیوست ۳..... ۱۲۶

فهرست جدول ها

جدول ۱-۱. جدول طبقه بندی مته های مخروطی IADC ۵
جدول ۱-۲. مشخصه های ثبت شده در جدول طبقه بندی مته های مخروطی ۶
جدول ۱-۳. مشخصه های الفبایی جدول IADC ۷
جدول ۱-۴. توصیف پارامترهای ثبت شده در جدول طبقه بندی فرسودگی مته های مخروطی ۹
جدل ۱-۵. طبقه فرسودگی IADC مته های مخروطی ۱۰
جدول ۱-۶. مشخصات جداول طبقه بندی مته های برنده ثابت ۱۱
جدول ۱-۷. طبقه بندی انواع پروفایل در مته های برنده ثابت ۱۱
جدول ۱-۸. طبقه بندی اندازه یا نوع برنده در مته های برنده ثابت ۱۲
جدول ۱-۹. طبقه بندی فرسودگی مته های برنده ثابت ۱۲
جدول ۱-۱۰. مشخصات جدول طبقه بندی فرسودگی مته های برنده ثابت ۱۴
جدول ۲-۱. روشهای آزمایشگاهی تعیین قابلیت حفاری ۲۵
جدول ۶-۲. روشهای انتخاب مته بر اساس تعیین قابلیت حفاری با استفاده از داده های موجود ۲۶
جدول ۳-۱. سازندهای حفاری شده و ضخامت آنها در چاه A ۳۱
جدول۳-۲. سرسازندها و عمق آنها از سطح دریا در چاه B ۳۲
جدول ۳-۳. سازندهای حفاری شده و ضخامت آنها در چاه C ۳۳
جدول ۳-۴. روابط بین زمان سیر موج فشاری و تخلخل در کربنات های سه چاه مورد بررسی ۳۷
جدول ۳-۵. روابط بین زمان موج برشی و تخلل در کربنات های سه چاه مورد بررسی ۳۸
جدول ۳-۶. روابط بین مدول یانگ و تخلل در کربنات های سه چاه مورد بررسی ۴۰
جدول ۳-۷. روابط مدول برشی و تخلل در کربنات های سه چاه مورد بررسی ۴۱
جدول ۳-۸. روابط بین مدول حجمی و تخلل در کربنات های سه چاه مورد بررسی ۴۲
جدول ۳-۹. نسبت زمان سیر موج برشی به فشاری ۴۷
جدول ۳-۱۰. تخلخل معرف و چگالی متوسط سنگ‌های مورد بررسی ۴۸
جدول ۳-۱۱. زمان سیر موج فشاری ۴۹
جدول ۳-۱۲. نسبت زمان سیر موج برشی به فشاری در سنگ های مورد بررسی ۵۲
جدول ۳-۱۳. رابطه بین مدولهای ژئومکانیکی حقیقی و محاسبه شده ۵۵
جدول ۴-۱. هزینه حفاری واحد طول سازندهای حفاری شده در شش چاه مورد بررسی ۷۳
جدول ۴-۲. مشخصات و درجه بندی فرسودگی مته های مورد بررسی ۷۵
جدول ۴-۳. مقایسه انرژی ویژه حفاری و هزینه حفاری واحد طول برای مته های مورد بررسی ۸۳
جدول ۴-۴. تخلخل معرف، چگالی و زمان سیر موج فشاری سنگهای مورد بررسی ۸۶
جدول ۴-۵. مدولهای الاستیک، مقاومت حفاری، انرژی ویژه و هزینه حفاری واحد طول مته های مورد بررسی ۹۳

فهرست شکل ها

شکل ۱-۱. ارزیابی میزان سایش دندانه ها در مته های مخروطی ۱۰
شکل ۱-۲. ارزیابی فرسودگی پیرامون مته مخروطی ۱۰
شکل ۱-۳. موقعیت مشخصه های سایش برنده های مته برنده ثابت ۱۴
شکل ۱-۴. ارزیابی میزان سایش برنده های مته برنده ثابت ۱۵
شکل ۱-۵. کدهای مشخصات سایش مته و کدهای دلایل بیرون کشیدن مته..... ۱۵
شکل ۳-۱. زمان سیر موج فشاری در برابر تخلخل در چاه A..... ۳۴
شکل ۳-۲. زمان سیر موج فشاری در برابر تخلخل در کربناتهای چاه A..... ۳۵
شکل ۳-۳. زمان سیر موج فشاری در برابر تخلخل در ماسه سنگهای چاه A..... ۳۵
شکل ۳-۴. زمان سیر موج فشاری در برابر تخلخل در شیلهای چاه A..... ۳۵
شکل ۳-۵. زمان سیر موج فشاری در برابر تخلخل در کربناتهای چاه B..... ۳۶
شکل ۳-۶. زمان سیر موج فشاری در برابر تخلخل در کربناتهای چاه C..... ۳۶
شکل ۳-۷. رابطه بین زمان سیر موج فشاری و تخلخل در کربناتهای سه چاه مورد بررسی ۳۷
شکل ۳-۸. رابطه بین زمان سیر موج برشی و تخلخل در کربناتهای سه چاه مورد بررسی ۳۸
شکل ۳-۹. رابطه بین تخلخل و مدول یانگ در کربناتهای سه چاه مورد بررسی..... ۴۰
شکل ۳-۱۰. رابطه بین تخلخل و مدول یانگ در ماسه سنگ‌های سه چاه مورد بررسی..... ۴۰
شکل ۳-۱۱. رابطه بین تخلخل و مدول برشی در کربناتهای سه چاه مورد بررسی..... ۴۱
شکل ۳-۱۲. رابطه بین تخلخل و مدول حجمی در کربناتهای سه چاه مورد بررسی..... ۴۳
شکل ۳-۱۳. رابطه بین تخلخل و مدول حجمی در ماسه سنگهای چاههای A و B..... ۴۳
شکل ۳-۱۴. رابطه بین میزان کلسیت و زمان سیر موج فشاری در چاه A..... ۴۹
شکل ۳-۱۵. رابطه بین میزان کلسیت و زمان سیر موج فشاری در چاه B..... ۴۹
شکل ۳-۱۶. رابطه بین زمان سیر موج برشی اندازه‌گیری شده و محاسبه شده در چاه A..... ۵۲
شکل ۳-۱۷. رابطه بین زمان سیر موج برشی اندازه‌گیری شده و محاسبه شده در چاه B..... ۵۲
شکل ۳-۱۸. رابطه بین زمان سیر موج برشی اندازه‌گیری شده و محاسبه شده در چاه C ۵۳
شکل ۳-۱۹. رابطه بین مدول یانگ واقعی و محاسبه شده در چاه A ۵۳
شکل ۳-۲۰. رابطه بین مدول برشی واقعی و محاسبه شده در چاه A ۵۴
شکل ۳-۲۱. رابطه بین مدول حجمی واقعی و محاسبه شده در چاه A ۵۴
شکل ۴-۱. ستون سازند های حفاری شده در میدان D ۵۸
شکل ۴-۲. هزینه حفاری واحد طول مته های مورد استفاده در چاه شماره ۳ از میدان D..... ۶۰
شکل ۴-۳. هزینه حفاری واحد طول سازندهای حفاری شده در چاه شماره ۳ از میدان D..... ۶۱
شکل ۴-۴. هزینه حفاری واحد طول مته های مورد استفاده در چاه شماره ۶ از میدان D..... ۶۱
شکل ۴-۵. هزینه حفاری واحد طول سازندهای حفاری شده در چاه شماره ۶ از میدان D..... ۶۲
شکل ۴-۶. هزینه حفاری واحد طول مته های مورد استفاده در چاه شماره ۸ از میدان D..... ۶۳
شکل ۴-۷. هزینه حفاری واحد طول سازندهای حفاری شده در چاه شماره ۸ از میدان D..... ۶۳
شکل ۴-۸. هزینه حفاری واحد طول مته های مورد استفاده در چاه شماره ۱۱ از میدان D..... ۶۴

شکل ۴-۹. هزینه حفاری واحد طول سازندهای حفاری شده در چاه شماره ۱۱ از میدان D..... ۶۵
شکل ۴-۱۰. هزینه حفاری واحد طول مته های مورد استفاده در چاه شماره ۱۴ از میدان D..... ۶۶
شکل ۴-۱۱. هزینه حفاری واحد طول سازندهای حفاری شده در چاه شماره ۱۴ از میدان D..... ۶۶
شکل ۴-۱۲. هزینه حفاری واحد طول مته های مورد استفاده در چاه شماره ۱۵ از میدان D..... ۶۷
شکل ۴-۱۳. هزینه حفاری واحد طول سازندهای حفاری شده در چاه شماره ۱۵ از میدان D..... ۶۸
شکل ۴-۱۴. هزینه حفاری واحد طول مته های مورد استفاده در سازند گچساران..... ۶۹
شکل ۴-۱۵. هزینه حفاری واحد طول مته های مورد استفاده در سازند داریان..... ۷۰
شکل ۴-۱۶. هزینه حفاری واحد طول مته های مورد استفاده در سازند سورمه..... ۷۱
شکل ۴-۱۷. هزینه حفاری واحد طول مته های مورد استفاده در سازند دشتک..... ۷۲
شکل ۴-۱۸. نمودار هزینه تجمعی حفاری واحد طول مته شماره ۳ از چاه ۸..... ۷۵
شکل ۴-۱۹. نمودار هزینه تجمعی حفاری واحد طول مته شماره ۴ از چاه ۸..... ۷۶
شکل ۴-۲۰. نمودار هزینه تجمعی حفاری واحد طول مته شماره ۶ از چاه ۸..... ۷۶
شکل ۴-۲۱. نمودار هزینه تجمعی حفاری واحد طول مته شماره ۷ از چاه ۸..... ۷۷
شکل ۴-۲۲. نمودار هزینه تجمعی حفاری واحد طول مته شماره ۴ از چاه ۶..... ۷۷
شکل ۴-۲۳. نمودار هزینه تجمعی حفاری واحد طول مته شماره ۵ از چاه ۱۴..... ۷۸
شکل ۴-۲۴. نمودار هزینه تجمعی حفاری واحد طول مته شماره ۱۷ از چاه ۸..... ۷۸
شکل ۴-۲۵. نمودار هزینه تجمعی حفاری واحد طول و درصد شیل برای مته شماره ۱۷ از چاه ۸..... ۷۹
شکل ۴-۲۶. نمودار انرژی ویژه در برابر عمق مته شماره ۷ از چاه ۱۴..... ۸۰
شکل ۴-۲۷. نمودار انرژی ویژه در برابر عمق مته شماره ۶ از چاه ۸..... ۸۱
شکل ۴-۲۸. نمودار انرژی ویژه در برابر عمق مته شماره ۴ از چاه ۱۴..... ۸۱
شکل ۴-۲۹. نمودارهای انرژی ویژه (الف) و درصد شیل (ب) در برابر عمق برای مته شماره ۱۷ از چاه ۸..... ۸۲
شکل ۴-۳۰. نمودار تغییرات انرژی ویژه در برابر عمق در سازند آسماری-جهرم برای مته شماره ۲ از چاه ۱۴..... ۸۳
شکل ۴-۳۱. نمودار مقایسه درصد شیل و نرخ نفوذ با مدولهای الاستیک سنگهای حفاری شده توسط مته ۱۷ در چاه ۸ ..... ۸۸
شکل ۴-۳۲. نمودار مقایسه درصد شیل و نرخ نفوذ با مدولهای الاستیک سنگهای حفاری شده توسط مته ۲۰ در چاه ۸..... ۸۹
شکل ۴-۳۳. نمودار مقایسه در صد شیل و تخلخل با مقاومت حفاری، نرخ نفوذ و انرژی ویژه مته ۱۷ از چاه ۸..... ۹۱
شکل ۴-۳۴. نمودار مقایسه در صد شیل و تخلخل با مقاومت حفاری، نرخ نفوذ و انرژی ویژه مته ۲۰ از چاه ۸..... ۹۲
شکل ۴-۳۵. نمودار مقایسه در صد شیل و تخلخل با مقاومت حفاری، نرخ نفوذ و انرژی ویژه مته ۱۰ از چاه ۱۴..... ۹۳

مقدمه

مته اصلی‌ترین ابزار مورد استفاده توسط مهندس حفار بوده و انتخاب بهترین مته و شرایط حفاری متناظر با آن، یکی از اساسی‌ترین مشکلاتی است که حفاران با آن مواجه می‌شوند. مته‌های بسیار متنوع و متفاوتی برای شرایط و موقعیتهای مختلف تولید شده‌اند. بنابراین شناخت انواع و اصول طراحی مته از اهمیت بسیاری برخوردار بوده و قدرت تشخیص تفاوتهای مته‌های مختلف موجود را به دست می دهد. انواع مته های مورد استفاده در صنعت حفاری نفت و گاز به دو گروه عمده مته های مخروطی و مته های برنده ثابت تقسیم می شوند. از میان مته های مخروطی، مته های سه کاجه بیشترین کاربرد را دارند و بیش از ۹۵٪ حفاریهای میادین نفتی توسط این مته ها انجام شده است. مته های برنده ثابت نیز به چهار گروه مته های سایشی، الماسه طبیعی، PDC و TSP، تقسیم می شوند. مته های مورد استفاده در حفاریهای نفت و گاز و مشخصات طراحی آنها در پیوست یک، شرح داده شده است.

انتخاب صحیح مته بدون شناخت مکانیسم خردایش آن، امکان پذیر نمی باشد. به طور کلی مکانیسم خردایش مته های مخروطی، ضربه ای می باشد در حالیکه مکانیسم خردایش مته های الماسه طبیعی، عمل شخم زدن و سایش است. مته های PDC و TSP نیز سنگ را با مکانیسم برش، حفاری می کنند. مکانیسم های مختلف خردایش توسط مته های مختلف، در پیوست دو به تفصیل شرح داده شده اند.

با توجه به انواع مختلف و بسیار متنوع مته های حفاری نفت وگاز، بررسی و ارزیابی مته های موجود بدون تقسیم بندی آنها امکان پذیر نمی باشد. از سوی دیگر تقسیم بندی مته های مختلف امکان مقایسه کارکرد مته های مشابه یک دسته و همچنین مقایسه مته های موجود در دسته های مختلف را فراهم و انتخاب مته جدید را تسهیل می کند، که این روشها در فصل اول، شرح داده شده اند.

ارزیابی مته های استفاده شده پس از خاتمه حفاری توسط آنها و انتخاب مته جدید بر اساس شرایط فرسودگی مته مورد استفاده، قدیمی ترین روش انتخاب مته می باشد. با وجود اینکه این روش مته مناسب را بر اساس آزمون و خطا انتخاب می کند، با افزایش مته های مورد استفاده در یک میدان و حتی استفاده از نتایج میادین مجاور، نتایج نسبتاً رضایت بخشی به دست می داد. امروزه نیز با وجود پیشرفتهای بسیار در روشهای انتخاب مته، ارزیابی فرسودگی مته های استفاده شده و استفاده از تجارب حفاری با آنها، جزء جدا نشدنی تمامی روشهای انتخاب مته می باشد. این روشها در فصل اول مورد بررسی قرار گرفته اند.

روشهای عمده انتخاب مته شامل روش هزینه حفاری واحد طول، روش انرژی ویژه و روش ارزیابی قابلیت حفاری سازند می باشند که در فصل دوم معرفی و دامنه کاربرد و مزایا و معایب آنها مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر انتخاب مته، استفاده بهینه از مته انتخاب شده نیز از اهمیت بسیاری برخوردار می باشد. بر این اساس در فصل دوم، دو روش هزینه تجمعی حفاری واحد طول و انرژی

ویژه، که اصلی ترین روشهای ارزیابی کارکرد همزمان با حفاری مته و تعیین زمان مناسب تعویض مته می باشند، معرفی شده اند.

با توجه به اهمیت بررسی خواص ژئومکانیک در ارزیابی مته های مورد استفاده و انتخاب مته بهینه و همچنین به دلیل مشکلات اندازه گیری مستقیم پارامترهای ژئومکانیک، همچون هزینه بالای این آزمایشها و مخرب بودن آنها، روشهای غیر مستقیم ارزیابی خواص ژئومکانیکی سازند از اهمیت بسیار برخوردار می باشند. به طور کلی روش اصلی جایگزین اندازه گیری مستقیم پارامترهای ژئومکانیک، استفاده از چاه نمودارها، به خصوص چاه نمودار صوتی، می باشد. اما در محاسبه خواص ژئومکانیک علاوه بر زمان سیر موج فشاری، که عموماً اندازه گیری می شود، زمان سیر موج برشی، که معمولاً اندازه گیری نمی شود، نیز مورد نیاز می باشد. دو راه عمده حل این مشکل، استفاده از همبستگی خواص ژئومکانیک و تخلخل و همچنین برآورد زمان سیر موج برشی از داده های موجود می باشند که این دو روش در سه میدان نفتی کشور در فصل سوم مورد بررسی قرار گرفتند. در فصل چهارم نیز روشهای عمده انتخاب مته، که در فصل دوم معرفی شدند، در ارزیابی مته های به کار برده شده در یکی از میادین گازی کشور مورد بررسی قرار گرفته و معایب و مزایای هر یک و دامنه کاربرد آنها ارزیابی و روش بهینه معرفی گردیده است.