بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه اکتشاف، نفت و ژئوفیزیک

ارزیابی، مدل سازی و تخمین مقاومت نهایی لوله های جداری چاه‌های نفتی با استفاده از روش اجزاء محدود، مطالعه موردی: یکی از چاه‌های میدان نفتی مارون

دانشجو: محمدرضا همتیان خراسانی

اساتید راهنما :

دکتر بهزاد تخم چی

دکتر وامق رسولی

استاد مشاور :

مهندس رئوف غلامی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ماه ۱۳۹۲

تقدیم به

روح پاک پدرم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم

و به مادرم، دریای بی کران فداکاری و عشق

تشکر و قدردانی

اینک که به شکر خداوند، با انجام این تحقیق مقطعی از دوران تحصیل را به پایان رسانیده‌ام، لازم می‌دانم تا از تمامی کسانی که در انجام این پروژه به من کمک نمودند یاد کرده و مراتب قدرشناسی خود را ابراز کنم.

- از اساتید راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر بهزاد تخم چی و دکتر وامق رسولی صمیمانه سپاسگزارم چرا که این عزیزان با نظرات و اطلاعات مفید همواره مرا در مسیر صحیح این هدف راهنمایی نمودند.
- بی شک انجام این تحقیق بدون راهنمایی‌های دوست و استاد مشاور عزیزم جناب آقای مهندس رئوف غلامی غیر ممکن بود.
- از جناب آقای مهندس بیژن جهانگیری و شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب که اطلاعات مورد نیاز این تحقیق را در اختیار بنده قرار دادند بسیار سپاسگزارم.
- از سایر دوستان و عزیزان به خصوص جناب آقای دکتر احمد رمضان زاده که راهنمایی بزرگی در راستای انتخاب و انجام این تحقیق نمودند سپاسگزارم.

تعهد نامه

اینجانب **محمد رضا همتیان خراسانی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی حفاری و بهره برداری نفت دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان **ارزیابی، مدل سازی و تخمین مقاومت نهایی لوله های جداری چاه‌های نفتی با استفاده از روش اجزای محدود، مطالعه موردی یکی از چاه‌های میدان نفتی مارون** تحت راهنمائی دکتر بهزاد تخم چی و دکتر وامق رسولی متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارایه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

تعیین مقاومت نهایی لوله‌های جداری به دلیل نقش حیاتی آن‌ها در فازهای حفاری و تولید از اهمیت بالایی برخوردار است. پارامترهایی که در ایجاد شرایط بحرانی و متلاشی شدن لوله‌های جداری نقش دارند به دو دسته محیطی و ذاتی تقسیم می‌شوند. از جمله این پارامترها می‌توان به نسبت قطر به ضخامت، لنگی، نوع سازند، دمای محیط اطراف چاه، فشار منفذی و ... اشاره نمود. به منظور تعیین مقاومت نهایی لوله‌های جداری از روابط تجربی و روش‌های عددی می‌توان استفاده نمود. در این میان، روش‌های تجربی به دلیل فرضیات بسیار زیاد و عدم درنظر گیری برخی شرایط مؤثر در آسیب لوله‌های جداری، تخمین مناسبی از مقاومت نهایی لوله‌های جداری ارایه نمی‌کنند. به همین دلیل روش‌های عددی روشی مؤثر در تعیین مقاومت نهایی لوله‌های جداری به حساب می‌آیند. در مطالعه حاضر به منظور مدل‌سازی مقاومت نهایی و پیش بینی گسیختگی لوله جداری، ابتدا به بررسی پارامترهای مؤثر بر مقاومت نهایی لوله‌های جداری پرداخته، سپس خصوصیات مکانیکی سازند توسط نگارهای چاه تعیین گردید و در نهایت به منظور مدل‌سازی عددی از نرم افزار ABAQUS استفاده شد و تحلیل حساسیت نسبت به برخی پارامترهای مؤثر بر مقاومت لوله‌های جداری صورت گرفت. نتایج این مدل‌سازی سه بعدی نشان داد که ناهمسانگردی تنش و نسبت قطر به ضخامت مؤثرترین پارامترهای درگیر در گسیختگی لوله جداری می‌باشند.

کلمات کلیدی: لوله جداری، مقاومت نهایی، پارامترهای ژئومکانیکی، گسیختگی لوله جداری.

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

Hemmatian, M.R. , Tokhmechi, B., Rasouli, V., Gholami, R., (2014), **The impact of poor cementing casing damage : A numerical simulation study,** Journal of Mining and Environment.

همتیان م، تخم چی ب، رسولی و، غلامی ر، (۱۳۹۲)، " **تعیین پارامترهای الاستیک، مقاومتی و تنش‌های برجا با استفاده از نمودارهای چاه به منظور بررسی پایداری چاه** "،کنفرانس بین المللی مهندسی معدن، فرآوری مواد معدنی، متالوژی و محیط زیست، دانشگاه زنجان.

همتیان م، تخم چی ب، رسولی و، غلامی ر، (۱۳۹۲)، " **بررسی اثر سازند بر روی مقاومت نهایی لوله های جداری چاه های نفتی** "،کنفرانس بین المللی مهندسی معدن، فرآوری مواد معدنی، متالوژی و محیط زیست، دانشگاه زنجان.

فهرست

فصل اول: مقدمه **۱**

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲ - سابقه انجام تحقیق ۳

۱-۳- هدف و ضرورت مطالعه حاضر ۴

۱-۴- روش انجام تحقیق ۵

۱-۵- سازمان دهی پایان نامه ۵

فصل دوم: گسیختگی لوله جداری **۶**

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- انواع لوله های جداری ۷

۲-۲-۱- لوله جداری راهنما ۷

۲-۲-۲- لوله جداری سطحی ۷

۲-۲-۳- لوله جداری میانی ۸

۲-۲-۴- لوله جداری تولید ۸

۲-۲-۵- لوله آستری ۹

۲-۳- فشار وارد بر لوله جداری ۱۰

۲-۳-۱- فشار مچالگی ۱۰

۲-۳-۲- فشار ترکشی ۱۰

۲-۳-۳- فشار کششی ۱۰

۲-۴- گسیختگی(مچالگی) لوله جداری ۱۱

۲-۵- اثر پارامترهای مختلف مؤثر بر مقاومت نهایی لوله های جداری ۱۳

۲-۵-۱- اثر عوامل محیطی بر روی مقاومت نهایی لوله‌های جداری ۱۴
۲-۵-۱-۱- سیمانکاری ۱۴
۲-۵-۱-۲- دما ۱۷
۲-۵-۱-۳- سازند ۱۷
۲-۵-۱-۴- تنش باقیمانده ۲۰
۲-۵-۱-۵- فشار منفذی ۲۱
۲-۵-۱-۶- هیدرات های گازی ۲۲
۲-۵-۲- اثر عوامل ذاتی بر روی مقاومت نهایی لوله‌های جداری ۲۳
۲-۵-۲-۱- برجستگی لوله جداری ۲۴
۲-۵-۲-۲- لنگی ۲۵
۲-۵-۲-۳- انتخاب مواد ۲۷
۲-۶- پیش‌گیری از بروز گسیختگی لوله جداری ۲۹
۲-۶-۱- لوله جداری جدار ضخیم ۳۰
۲-۶-۲- لوله جداری با مقاومت بالا ۳۱
۲-۶-۳- فشار داخلی ۳۱
۲-۶-۴- سیمان کاری ۳۳
۲-۷- روشهای تعیین مقاومت نهایی لوله های جداری ۳۴
۲-۷-۱- روابط تجربی ۳۵
۲-۷-۱-۱- فرمول API ۳۵
۲-۷-۱-۲- رابطه کلایندینست ۴۱
۲-۷-۱-۳- فرمول‌های گسیختگی تامانو و همکاران ۴۲
۲-۷-۱-۴- فرمول توکیماسا و تاناکا ۴۳

۲-۷-۱-۵- فرمول عیسی و کرافورد ۴۴
۲-۷-۱-۶- فرمول عباسیان و پارفیت ۴۵
۲-۷-۲-روش‌های عددی ۴۷
۲-۸- نتیجه گیری ۵۶
فصل سوم: میدان مورد مطالعه **۵۷**
۳-۱- مقدمه ۵۸
۳-۲- میدان نفتی مارون ۵۸
۳-۳- سازندهای منطقه مورد مطالعه ۵۹
۳-۳-۱- سازند آغاجاری ۵۹
۳-۳-۲- سازند میشان ۶۰
۳-۳-۳- سازند گچساران ۶۰
۳-۳-۴- سازند مخزنی آسماری ۶۱
۳-۳-۵- سازند پابده ۶۲
۳-۳-۶- سازند گورپی ۶۳
۳-۳-۷- سازند ایلام ۶۳
۳-۳-۸- سازند سروک ۶۳
۳-۳-۹- سازند کژدمی ۶۳
۳-۴- گسیختگی لوله‌های جداری در میدان مارون ۶۴
۳-۵- معرفی داده های مورد استفاده ۶۷
فصل چهارم: مدل سازی ژئومکانیکی **۶۸**
۴-۱- مقدمه ۶۹
۴-۲- تعیین پارامترهای ژئومکانیکی مطالعه ۶۹

۴-۲-۱- تخمین پارامترهای الاستیک سنگ ۷۱
۴-۲-۲- تبدیل پارامترهای الاستیک دینامیکی به استاتیکی ۷۴
۴-۲-۳- تعیین مقاومت فشاری تک محوری ۷۷
۴-۲-۴- تعیین فشار منفذی ۸۰
۴-۲-۵- تعیین تنش های برجا ۸۳
۴-۲-۵-۱- تعیین تنش عمودی ۸۳
۴-۲-۵-۲- تعیین تنش های افقی ۸۴
۴-۳- نتیجه گیری ۸۸
فصل پنجم: مدل سازی عددی **۸۹**
۵-۱- مقدمه ۹۰
۵-۲- روش های عددی مدل سازی ۹۰
۵-۲-۱- روش‌های المان مرزی ۹۱
۵-۲-۱-۱- روش غیرمستقیم (تنش ساختگی) ۹۱
۵-۲-۱-۲- روش مستقیم ۹۱
۵-۲-۲- روش‌های حوزه‌ای ۹۲
۵-۲-۲-۱- روش اجزاء محدود ۹۲
۵-۲-۲-۲- روش تفاضل محدود ۹۳
۵-۲-۲-۳- روش المان مجزا ۹۳
۵-۲-۲-۴- روش ترکیبی ۹۳
۵-۳- تحلیل با استفاده از نرم افزار ۹۴
۵-۳-۱- نرم افزارABAQUS ۹۴
۵-۳-۱-۱-محیط نرم افزار ABAQUS ۹۵

۵-۴-مدل سازی ۹۸
۵-۴-۱- شرایط و پارامترهای مدل‌سازی ۹۹
۵-۴-۱-۱- تنشهای برجا ۱۰۱
۵-۴-۱-۲- معیارهای شکست ۱۰۳
۵-۴-۱-۲-۱- معیار موهر کلمب ۱۰۴
۵-۴-۱-۲-۲-معیار شکست فون میسس ۱۰۵
۵-۴-۱-۲-۳- معیار شکست دراگر-پراگر ۱۰۵
۵-۴-۲-گامهای مدل سازی ۱۰۶
۵-۴-۳- نتایج مدل‌سازی ۱۰۷
۵-۵- حساسیت سنجی لوله جداری نسبت به پارامترهای مختلف ۱۱۳
۵-۵-۱- نسبت قطر به ضخامت ۱۱۳
۵-۵-۲- لنگی ۱۱۴
۵-۵-۳- فشار منفذی ۱۱۵
۵-۵-۴- تغییرات دما ۱۱۶
۵-۵-۵- ناهمسانگردی تنش ۱۱۷
۵-۶- نتیجه‌گیری ۱۱۸
فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات **۱۱۹**
۶-۱- مقدمه ۱۲۰
۶-۲- نتیجه گیری ۱۲۰
۶-۳- پیشنهادات ۱۲۱
منابع فارسی ۱۲۲
منابع لاتین ۱۲۳

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱: انواع لوله های جداری استفاده شده در چاه ۹

شکل ۲-۲: نمونه‌ای از گسیختگی لوله جداری در یکی از چاه‌های مکزیک ۱۲

شکل ۲-۳: کمانش و مچالگی لوله جداری ۱۳

شکل ۲-۴: عوامل مؤثر بر مقاومت لوله های جداری ۱۴

شکل ۲-۵: حفرات و کانال های سیمانی اطراف لوله جداری ۱۶

شکل ۲-۶: تغییرات جانبی و طولی سازند به دلیل فشارهای اعمالی و اثر آن بر روی لوله جداری ۱۸

شکل۲-۷: سازند با رفتار پلاستیسته و نسبت پواسون بالا و تنش بالای اعمال شده بر لوله جداری ۱۹

شکل ۲-۸: اختلاف زیاد میان تنش های افقی، ایجاد صفحه برشی در مرز بین دو سازند و بریدگی لوله جداری ۲۰

شکل ۲-۹: نشت گاز و مچاله شوندگی لوله‌های جداری ناشی از تولید گاز از هیدراتهای گازی ۲۳

شکل ۲-۱۰: برجستگی یک لوله جداری ۲۴

شکل ۲-۱۱: سطح مقطع لوله همراه با برجستگی ۲۵

شکل ۲-۱۲: سطح مقطع لوله همراه با لنگی ۲۶

شکل ۲-۱۳: لنگی لوله جداری ۲۷

شکل ۲-۱۴: کاهش فشار گسیختگی لوله جداری به علت لنگی ۲۷

شکل ۲-۱۵: نمونه ای از خوردگی داخلی لوله جداری ۲۹

شکل ۲-۱۶: مقایسه مقاومت گسیختگی به ازای نسبت‌های مختلف D/t ۳۰

شکل ۲-۱۷: لوله جداری تحت تنش مماسی و شعاعی مؤثر ۳۲

شکل ۲-۱۸: تأثیر فشار داخلی بر روی مقاومت در برابر گسیختگی لوله نازک ۳۳

شکل ۲-۱۹: تأثیر فشار داخلی بر روی مقاومت در برابر گسیختگی لوله ضخیم ۳۳

شکل۲-۲۰: مقایسه بین روش اجزای محدود و روش آزمایشگاهی(۹۷نمونه) ۴۷

شکل۲-۲۱: مقلیسه بین بیشینه تنش فون میسس در صورت وجود حفره برای سیمان سخت و نرم ۴۸
شکل۲-۲۲: اثر کاهش فشار منفذی بر بیشینه تنش فون میسس(سیمان سخت) ۴۹
شکل ۲-۲۳: مقایسه بین سیمان سخت و نرم با کاهش فشار منفذی برای مدل با سیمان کاری نامناسب ۴۹
شکل۲-۲۴: نمایی از انتقال حرارت به سازند(ناشی از اثر ژئوترمال و افزایش دمای گل) پشت لوله جداری در طول عملیات حفاری ۵۰
شکل ۲-۲۵: نمایی از افزایش فشار منفذی پشت لوله جداری در طول عملیات حفاری ناشی از رسوبات با هیدرات گازی ۵۰
شکل ۲-۲۶: نمایی از تنشهای غیر یکنواخت وارد شده بر لوله جداری ناشی از حفرات و بارهای محوری و دگر شکلی پوش سنگ به دلیل حفرات ماسه ای ایجاد شده ۵۲
شکل ۲-۲۷: نمایی از مدل اجزای محدود در مطالعه مچالگی جداری ۵۲
شکل ۲-۲۸: وسیله آزمایش مچالگی جداری همراه با ایجاد برجستگی القایی در آن ۵۳
شکل ۲-۲۹: مقایسه بین نتایج عددی و آزمایشگاهی ۵۳
شکل ۲-۳۰: اجزای سیستم سازند، سیمان و لوله جداری ۵۴
شکل۲-۳۱: اثرات کانال های سیمانی وزاویه چاه بر تنش فون میسس لوله جداری ۵۴
شکل ۲-۳۲: اثرات لنگی جداری و زاویه چاه بر تنش فون میسس لوله جداری ۵۵
شکل ۲-۳۳: اثر لنگی جداری و کانال های سیمانی بر تنش فون میسس لوله جداری(چاه قایم) ۵۵

شکل ۳-۱: موقیت جغرافیایی میدان نفتی مارون ۵۹
شکل ۳-۲: گسیختگی لوله جداری حاصل شده در طول هر سال ۶۴
شکل۳-۳: گسیختگی‌های لوله جداری در میدان مارون ۶۵
شکل ۳-۴: تعداد گسیختگی در فواصل زمانی مختلف میدان مارون ۶۵

شکل۴-۱ : نگار گاما، صوتی و چگالی برای تعیین پارامتر های ژئومکانیکی ۷۰
شکل۴-۲ : نمودار مربوط به مدول الاستیک دینامیکی به دست آمده از چاه مورد مطالعه ۷۳
شکل ۴-۳: نمودار مدولهای یانگ استاتیکی ۷۶
شکل ۴- ۴: مقاومت فشاری تک محوری به دست آمده از روابط مختلف ۸۰
شکل۴-۵ : نمودار مربوط به فشار منفذی به دست آمده از چاه مورد مطالعه ۸۲
شکل ۴-۶: نمودار کالیبره شده تنشهای افقی توسط روابط مختلف ۸۶
شکل۴-۷: نمودار مربوط به تنش های برجا به دست آمده از چاه مورد مطالعه ۸۷

شکل۵-۱: انواع روش های عددی مدل سازی ۹۱
شکل ۵-۲: محیط نرم افزار آباکوس ۹۷
شکل ۵-۳: مدل ساخته شده در نرم افزار آباکوس برای شبیه‌سازی مقاومت نهایی لوله جداری ۹۹
شکل ۵-۴: تغییرات و تبدیل تنش‌های اصلی اولیه به تنش‌های اطراف دیواره چاه ۱۰۲
شکل ۵-۵: گسترش اثر تنش فون میسس بر روی سیمان‌بندی و لوله جداری ۱۰۸
شکل ۵-۶: گسیختگی برشی در اطراف دیواره چاه به دلیل تنش تماسی بیش از اندازه بر دیواره چاه ۱۰۹
شکل ۵-۷: جابه‌جایی ایجاد شده در سیمان اطراف لوله جداری به دلیل تنش مماسی گسترده ۱۱۰
شکل ۵-۸: جابه‌جایی ایجاد شده در لوله جداری به دلیل تنش مماسی گسترده ۱۱۱
شکل ۵-۹: توزیع تنش برشی در لایه پوش سنگ و لوله جداری ۱۱۲
شکل ۵-۱۰: تأثیر نسبت قطر به ضخامت لوله جداری بر مقاومت آن ۱۱۴
شکل ۵-۱۱: تأثیر لنگی لوله جداری بر مقاومت آن ۱۱۵
شکل۵-۱۲ : تأثیر فشار منفذی سازند بر مقاومت لوله جداری ۱۱۶
شکل ۵-۱۳ : تأثیر درجه حرارت محیط بر مقاومت لوله جداری ۱۱۷
شکل ۵-۱۴: تأثیر ناهمسانگردی تنش بر مقاومت نهایی لوله جداری ۱۱۸

فهرست جدول‌ها

جدول ۲- ۱: طبقه بندی API لوله‌های جداری و مقاومت تسلیم و کششی آن‌ها ۱۱

جدول ۲-۲: آلیاژهای فولاد ضد زنگ رایج درون چاهی ۲۸

جدول ۲-۳: محدوده فرمول گسیختگی تسلیم ۳۶

جدول ۲-۴: فاکتورهای فرمول و محدوده D/t برای گسیختگی پلاستیک ۳۷

جدول ۲-۵: فاکتورهای فرمول و محدوده D/t برای گسیختگی انتقال ۳۹

جدول ۲-۶: محدوده D/t برای گسیختگی الاستیک ۴۰

جدول ۲-۷: بیشینه تنش فون میسس وارد شده بر لوله جداری بعد از جدایش هیدرات ها ۵۱

جدول۳-۱: سازندهای چاه مورد مطالعه ۶۰

جدول ۳-۲: خواص مکانیک سنگی لایه‌های تشکیل دهنده سازند آسماری ۶۲

جدول۳-۳: خلاصه‌ای از گسیختگی‌های لوله جداری ۶۶

جدول ۵-۱: محیط های نرم افزار آباکوس ۹۶

جدول ۵-۲: برخی متغیر های خروجی نرم افزار آباکوس ۹۷

جدول ۵-۳: خصوصیات مکانیکی استفاده شده برای سیمان در مدل سازی عددی ۱۰۱

جدول ۵-۴: خصوصیات مکانیکی استفاده شده برای لوله جداری در مدل سازی عددی ۱۰۱

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

ناپایداری دیواره چاه می‌تواند سبب ریزش و از دست رفتن چاه شده و موجب مخاطره برای پرسنل حفاری شود. از علائم ناپایداری دیواره چاه می‌توان به پوسته پوسته شدن دیواره، کاهش سرعت حفاری، چسبیدن لوله‌ها، گشادشدگی غیر طبیعی چاه، مچالگی[۱] لوله جداری، هرزروی گل حفاری و حتی فوران چاه اشاره کرد. مچالگی لوله جداری از جمله مشکلات حاد چاه‌ها در میادین هیدروکربنی است. این پدیده موجب خارج شدن چاه از چرخه تولید شده و هزینه‌های زیادی را به شرکت‌های نفتی تحمیل می‌کند. بر اساس مطالعات انجام شده پارامترهای بسیاری در ایجاد شرایط بحرانی و متلاشی شدن لوله جداری دخیل هستند که برخی از آنها به ماهیت خود لوله و برخی دیگر به عوامل محیطی و مخزن بستگی دارند. از جمله عواملی که به ماهیت خود لوله جداری وابسته‌اند و جزء عوامل ذاتی می‌باشند می‌توان به قطر لوله، ضخامت، لنگی[۲]، برجستگی[۳]، خصوصیات الاستیک و ناهمسانگردی لوله جداری اشاره کرد (Khalaf and Seibi, 2011). از عوامل مختلف محیطی نیز می‌توان به نوع سازند، شرایط حرارتی محیط اطراف چاه، فشار منفذی، وجود شکستگی در دیواره چاه، تنش‌های باقی مانده و... اشاره نمود. نوع سازند از آن جهت حائز اهمیت است که به عنوان مثال در زون‌های نمکی و شیلی به دلیل خصوصیت ویسکوالاستیک و پلاستیک این سنگ‌ها، شرایط فشار خارجی غیریکنواخت بر لوله جداری به شدت افزایش می‌یابد (Zhao et al, 2011). علاوه بر آن در زون‌های ماسه سنگی ضعیف به دلیل شرایط سست این سنگ‌ها و ایجاد شرایط برشی در دیواره، احتمال ایجاد کمانش[۴] در لوله جداری بسیار زیاد است. علاوه بر تمامی موارد فوق، اندرکنش میان لوله جداری، زون سیمان شدگی دور چاه و دیواره چاه پارامتر بسیار مهمی دیگری است که نادیده گرفتن آن موجب تخمین های نادرست از مقاومت حداقل و نهایی لوله جداری خواهد شد (Vasilikis and Karamanos, 2009).

[1] Collapse
[2]-Eccentricity
[3]-Ovality
[4]-Buckling

با توجه به موارد فوق تعیین مقاومت نهایی لوله‌های جداری به دلیل نقش حیاتی که این لوله‌ها در فاز حفاری و تولید در چاه‌های نفتی بازی می‌کنند از اهمیت بالایی برخوردار است.

۱-۲ - سابقه انجام تحقیق

مقاومت نهایی لوله‌های جداری در مقیاس‌ها و شرایط مختلف موضوع مطالعات بسیاری بوده است و روابط تجربی متفاوتی برای تخمین مچالگی لوله‌های جداری تحت شرایط الاستیک (Clinedinst, 1985)، پلاستیک (Holmquist and Nadai,1939) و الاستو پلاستیک (Issa, 1993; Tokimasa, 1986) ارایه شده است. نتایج مطالعات انجام شده به روشنی نشان داده است که هیچ کدام از این معادلات تجربی به دلیل فرضیات بسیار زیاد نمی‌توانند تخمین مناسبی از مقاومت نهایی لوله جداری ارایه کنند(Huang et al, 2000). تمامی مشکلات بیان شده و پیچیدگی‌های موجود بر سرراه تخمین مقاومت لوله‌های جداری به دلیل وجود پارامترهای تأثیرگذار فراوان باعث شده تا روش‌های عددی به عنوان روشی مؤثر برای مدل‌سازی در این شرایط استفاده گردند Wang and Dusseault, 2003; Huang et al, 2000; Zhao et al, 2011; Zengxin) and Gao,2009). به عنوان مثال هانگ و همکاران (Huang et al, 2000) به بررسی تعییرات لنگی و نسبت قطر به ضخامت لوله پرداختند و تأثیر آن‌ها را بر روی مقاومت نهایی لوله جداری ارایه کردند. در مطالعه‌ای دیگر واسیلیکیس و کارامانوس (Vasilikis and Karamanos, 2009) به بررسی روابط تجربی ارایه شده پرداختند و در شرایط کرنش صفحه‌ای، تأثیر شکاف میان سیمان شدگی و جداره لوله و تأثیر مناطق دارای برجستگی در لوله جداری را مشخص ساختند. اما آن‌ها در مطالعه خود اشاره‌ای به شرایط محیطی مؤثر بر مقاومت نهایی اشاره‌ای نکردند. ژائو و همکاران (Zhao et al, 2011) نیز در مطالعه‌ای به بررسی شرایط محیطی اطراف چاه و لوله جداری و تأثیر آن بر گسیختگی لوله به صورت دوبعدی پرداختند. پنگ و همکاران (Peng etal, 2007) سعی نمودند تا شرایط و پارامترهای درگیر محیطی و تا حدی ذاتی مؤثر بر گسیختگی لوله را مدل‌سازی نمایند. اگرچه مطالعه آن‌ها مطالعه خوبی در راستای مدل‌سازی عددی با نرم افزار FLAC به حساب می‌آید اما تأثیر بسیاری از پارامترهای درگیر در این

مطالعه در نظر گرفته نشده است. بنابراین، نیاز به انجام مطالعات دقیق‌تر و گسترده‌تر بر روی شرایط و پارامترهای مؤثر احساس می‌شود.

۱-۳- هدف و ضرورت مطالعه حاضر

با توجه به پیچیدگی‌های موجود بر سر راه تخمین مقاومت نهایی لوله‌های جداری و عوامل متعدد مؤثر در مچالگی لوله‌های جداری، هدف از مطالعه حاضر شناخت پارامترهای مؤثر بر مقاومت نهایی لوله‌های جداری و مدل‌سازی گسیختگی لوله‌های جداری با در نظر گرفتن پارامترهای مؤثر بر مقاومت نهایی لوله‌های جداری خواهد بود. با توجه به تعداد مطالعات محدود سه بعدی در ارزیابی تعیین مقاومت نهایی این لوله‌ها و پارامترهای متنوعی که در مطالعه حاضر بر روی پارامترهای درگیر در گسیختگی انجام خواهد شد، امید است این مطالعه کمک شایانی در راه ارزیابی گسیختگی لوله‌های جداری باشد. با توجه به این نکته که پدیده گسیختگی لوله‌های جداری از جمله مشکلات حاد برخی چاه‌های میادین هیدروکربوری کشور مانند میدان مارون و کوپال در حوزه مناطق نفت خیز جنوب است نتایج این تحقیق می‌تواند در برنامه‌های توسعه میادین مد نظر قرار گرفته و پیشنهاداتی را جهت برنامه‌ریزی نحوه مواجهه با این مشکلات ارایه نماید. بر اساس آنچه بیان گردید سؤالات اصلی این تحقیق عبارتند از:

الف- مهمترین پارامتر های ذاتی ومحیطی مؤثر بر مچالگی لوله های جداری کدامند؟

ب- آیا مدل سازی الاستوپلاستیک عددی نتایج مناسب‌تر و دقیق‌تری نسبت به مدل سازی الاستیک یا پلاستیک ارایه می‌کند؟

ج- دقت روش های تحلیلی ارایه شده تا چه میزان است؟