



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

شناسی گروه زمین

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی زمین شناسی گرایش مهندسی

**بررسی خصوصیات زمین شناسی مهندسی میدان گازی پارس جنوبی و تأثیر استخراج
گاز بر فرونشست مخزن**

استاد راهنما:

دکتر اکبر قاضی فرد

استادان مشاور:

دکتر مزدا کمپانی زارع

مهندس عباسعلی پرتقالی

پژوهشگر:

محمد حسین طاهری نیا

مهر ماه ۱۳۸۸

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به
دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین‌شناسی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی زمین‌شناسی گرایش مهندسی
محمد حسین طاهری‌نیا تحت عنوان

بررسی خصوصیات زمین‌شناسی مهندسی میدان گازی پارس جنوبی و تاثیر استخراج
گاز بر فرونشست مخزن

در تاریخ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه دکتر اکبر قاضی فرد با مرتبه‌ی علمی دانشیار امضا

۲- استادان مشاور پایان‌نامه دکتر مزدا کمپانی زارع با مرتبه‌ی علمی استادیار امضا

۳- استادان مشاور پایان‌نامه مهندس عباسعلی پرتقالی با مرتبه‌ی علمی ~~با مرتبه‌ی علمی~~ امضا

۳- استاد داور داخل گروه با مرتبه‌ی علمی ~~با مرتبه‌ی علمی~~ امضا

۴- استاد داور خارج گروه ~~با مرتبه‌ی علمی~~ امضا

امضای مدیر گروه
دکتر همایون صفایی

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۱-۱-۱	مقدمه	۱
۱-۲-۱	اهمیت مطالعه‌ی پدیده‌ی فرونشست در میادین هیدروکربنی	۱
۱-۳-۱	تاریخچه‌ی بررسی فرونشست میادین هیدروکربنی در جهان و ایران	۲
۱-۴-۱	تاریخچه مطالعات طرح	۳
۱-۵-۱	موقعیت جغرافیایی	۴
۱-۶-۱	هدف تحقیق	۵
۱-۷-۱	مراحل تحقیق	۵

فصل دوم: مروری بر متون گذشته

۱-۲-۱	مقدمه	۶
۱-۲-۲	خطرات زمین شناختی مرتبط با فرونشست	۷
۱-۲-۳	مکانیزم‌های مختلف ایجاد فرونشست	۷
۱-۳-۲	فرونشست حاصل از انحلال‌های زیر سطحی	۷
۱-۳-۲	فرونشست حاصل از فرسایش مکانیکی زیر سطحی	۸
۱-۳-۲	فرونشست حاصل از جریان‌های جانبی مواد زیر سطحی	۸
۱-۳-۲	فرونشست حاصل از تراکم	۸
۱-۳-۲	فرونشست تکتونیکی	۹
۱-۴-۲	مکانیسم ایجاد فرونشست در میادین هیدروکربنی	۹
۱-۵-۲	تاریخچه‌ی فرونشست در اثر برداشت از میادین نفت و گاز	۱۰
۱-۶-۲	ضریب تراکم پذیری سنگ مخزن	۱۱
۱-۶-۲	عوامل موثر بر ضریب تراکم پذیری سنگ مخزن	۱۲
۱-۶-۲	تخلخل	۱
۱-۶-۱-۲	درجه سیمان شدگی	۱-۶-۱-۲
۱-۶-۱-۳	عمق	۱-۶-۱-۳
۱-۶-۱-۴	لیتولوژی	۱-۶-۱-۴
۱-۷-۲	طبقه بندی مخازن	۱-۷-۲
۱-۸-۲	تعیین ضریب تراکمی تک محوره با استفاده از مدول‌های الاستیسیته	۱
۱-۸-۲	پروالاستیسیته	۳
۱-۸-۱-۲	تئوری پروالاستیسیته‌ی بیوت	۱-۸-۱-۲

۷.....	۲-۸-۲- مفهوم تنش موثر
۸.....	۳-۸-۲- مدل سازی تراکم تک محوره‌ی مخزن
۹.....	۹-۲- تنش‌های وارده بر مخزن
۱۰.....	۱-۹-۲- وضعیت تنش‌ها اصلی قبل از برداشت
۱۰.....	۱-۱-۹-۲- تنش اصلی عمودی
۱۱.....	۲-۱-۹-۲- تنش اصلی افقی
۱۳.....	۲-۹-۲- تغییرات تنش‌ها اصلی در حین برداشت
۱۵.....	۳-۹-۲- تعیین تاثیر نیروی‌های تکتونیکی بر تنش‌های افقی
۱۶.....	۴-۹-۲- اندازه‌گیری مستقیم
۱۶.....	۵-۹-۲- تاثیر ضریب مسیر تنش بر تراکم مخزن
۱۶.....	۱۰-۲- مکانیسم شکست و تغییر شکل پلاستیک
۱۶.....	۱-۱۰-۲- گسیختگی برشی
۱۷.....	۱-۱-۱۰-۲- پوش گسیختگی مور-کولمب
	Error! Bookmark not defined.
	Error! Bookmark not defined.
	Error! Bookmark not defined.
	Error! Bookmark not defined.
۲۲.....	۱۱-۲- تعیین تراکم مخزن در نتیجه پورکلاپس
۲۲.....	۱-۱۱-۲- برآورد میزان کاهش تخلخل بعد از پورکلاپس
۲۲.....	۱۲-۲- مدل سازی تاثیر تراکم مخزن در سطح میدان
۲۲.....	۱-۱۲-۲- مدل مراکز کرنش گریتسما
۲۳.....	۱-۱-۱۲-۲- تاثیر سطح آزاد
۲۴.....	۲-۱-۱۲-۲- اندازه‌ی جام فرونشست
۲۵.....	۳-۱-۱۲-۲- جابجایی عمودی در طول محور میانی یک مخزن دیسک شکل
۲۷.....	۲-۱۲-۲- تعیین فرونشست میدان با استفاده از تابع تاثیر
۲۸.....	۱-۲-۱۲-۲- تابع تاثیر
۲۹.....	۲-۲-۱۲-۲- فاکتور توزیع
۳۰.....	۳-۲-۱۲-۲- تعیین فرونشست ناشی از تراکم کل مخزن
۳۲.....	۳-۱۲-۲- جابجایی افقی میدان
۳۴.....	۴-۱۲-۲- جابجای کف مخزن
۳۵.....	۱۳-۲- مدل‌های عددی محاسبه‌ی تراکم و فرونشست میدان
۳۶.....	۱-۱۳-۲- تاثیر هندسه‌ی مخزن روی نسبت فرونشست میدان به تراکم مخزن
۳۶.....	۱۴-۲- تغییرات تنش در سرباره
۳۸.....	۱۵-۲- مراحل مختلف فرونشست

۴۰	۲-۱۵-۱- تاخیر در تراکم و فرونشست
۴۰	۲-۱۵-۱-۱- افت فشار منفذی
۴۱	۲-۱۵-۱-۲- اینرسی سرباره
۴۱	۲-۱۵-۱-۳- تراکم مخزن
۴۱	۲-۱۵-۱-۳-۱- بیش تراکم یافتگی طبیعی
۴۳	۲-۱۵-۱-۳-۱- رفتار خزشی سنگها
۴۳	۲-۱۵-۱-۳-۲- اثر سرعت ذاتی در سنگ
۴۴	۲-۱۵-۱-۴- گذر از مرحله‌ی الاستیک به پلاستیک
۴۴	۲-۱۵-۴- تغییر شکل سرباره، سنگ‌های کناری و زیرین مخزن

فصل سوم: زمین شناسی منطقه

۴۶	۳-۱- مقدمه
۴۷	۳-۲- زمین شناسی عمومی منطقه
۴۷	۳-۲-۱- زیر پهنه‌ی راندگی‌ها
۴۸	۳-۲-۲- زیر پهنه‌ی زاگرس چین خورده
۴۹	۳-۳- زمین شناسی میدان گازی پارس جنوبی
۵۲	۳-۳-۱- وضعیت تکتونیکی منطقه
۵۲	۳-۳-۱-۱- عناصر تکتونیکی اصلی منطقه
۵۴	۳-۳-۱-۲- زمین شناسی ساختاری منطقه‌ای
۵۵	۳-۳-۲- زمین شناسی تاریخی و چینه شناسی
۵۶	۳-۳-۲-۱- پالئوزوئیک
۶۰	۳-۳-۲-۲- مزوزوئیک
۶۳	۳-۳-۲-۳- سنوزوئیک
۶۵	۳-۳-۳- چینه شناسی منطقه‌ای
۶۷	۳-۳-۳-۱- چینه شناسی پارس جنوبی
۶۸	۳-۳-۳-۲- پی سنگ پرکامبرین
۷۰	۳-۳-۳-۳- رسوبات پرکامبرین
۷۱	۳-۳-۳-۴- اینفرا کامبرین
۷۲	۳-۳-۳-۵- پالئوزوئیک پیشین
۷۲	۳-۳-۳-۶- کامبرین
۷۴	۳-۳-۳-۷- اردوویسین
۷۴	۳-۳-۳-۸- سیلورین

۷۵.....	۳-۳-۹- دونین
۷۶.....	۳-۳-۱۰- پرمین
۷۹.....	۳-۳-۱۱- تریاس
۸۰.....	۳-۳-۱۲- ژوراسیک
۸۰.....	۳-۳-۱۳- کرتاسه
۸۲.....	۳-۳-۱۴- ترشیاری

فصل چهارم: روش تحقیق

۸۴.....	۴-۱- مقدمه
۸۵.....	۴-۲- مطالعات مقدماتی دفتری
۸۵.....	۴-۳- مطالعات آزمایشگاهی
۸۵.....	۴-۳-۱- مغزها
۸۸.....	۴-۴- آزمایش مقاومت فشاری تکمحوری
۸۸.....	۴-۵- آزمایش مقاومت فشاری سهمحوری
۸۹.....	۴-۶- تعیین مدول‌های الاستیک
۹۰.....	۶-۷- آزمایش کرنش تکمحوره (ادیومتری)
۹۰.....	۴-۸- آزمایشات میدانی
۹۰.....	۴-۸-۱- تعیین بزرگی و جهت تنش‌های افقی

فصل پنجم: نتایج و بحث

۹۵.....	۵-۱- مقدمه
۹۶.....	۵-۲- خصوصیات زمین شناسی و ژئوتکنیکی میدان پارس جنوبی
۱۰۱.....	۵-۲-۱- لیتوفاسیس دانه درشت
۱۰۱.....	۵-۲-۱-۱- گرینستون دانه درشت
Error! Bookmark not defined.	۵-۲-۱-۲- پکستون (دانه درشت)
Error! Bookmark not defined.	۵-۲-۱-۳- گرینستون تودهای
Error! Bookmark not defined.	۵-۲-۲- لیتوفاسیس ریزدانه
Error! Bookmark not defined.	۵-۲-۱-۲-۵- پکستون (دانه ریز)
۱۰۱.....	۵-۲-۲-۲- گرینستون (دانه ریز)
۱۰۱.....	۵-۲-۲-۳- گل‌سنگ
۱۰۱.....	۵-۲-۳- مدول‌های الاستیسیته
۱۰۲.....	۵-۲-۴- نتایج حاصل از آزمایش تراکم سه محوره در فشار همه جانبه یکسان

۱۰۳.....	۳-۵- بررسی احتمال رخداد پدیده‌ی پورکلاپس در مخزن پارس جنوبی
۱۰۴.....	۱-۳-۵- تعیین فشار بحرانی
۱۰۷.....	۴-۵- تنش‌های وارده بر مخزن و تغییرات آن‌ها در طول برداشت
۱۰۷.....	۱-۴-۵- ضریب بیوت
۱۰۸.....	۲-۴-۵- وضعیت تنش‌ها قبل از آغاز برداشت
۱۰۸.....	۱-۲-۴-۵- تنش عمودی
۱۰۹.....	۲-۲-۴-۵- تنش افقی
۱۱۴.....	۳-۲-۴-۵- تعیین تاثیر نیروهای تکتونیکی بر تنش‌های افقی
۱۱۷.....	۳-۴-۵- تعیین ضرایب مسیر تنش میدان پارس جنوبی
۱۱۸.....	۵-۵- تعیین نوع گسیختگی
۱۲۱.....	۶-۵- ضریب تراکم پذیری سنگ مخزن
۱۲۲.....	۱-۶-۵- تعیین ضریب تراکم پذیری با استفاده خصوصیات فیزیکی
۱۲۳.....	۲-۶-۵- تعیین ضریب تراکم پذیری با استفاده از مدول‌های الاستیسیته
۱۲۴.....	۷-۵- تراکم مخزن بعد از گسیختگی
۱۲۶.....	۸-۵- میزان تراکم مخزن در پایان دوره‌ی برداشت
۱۲۶.....	۹-۵- مدل سازی اثر تراکم مخزن در سطح میدان
۱۲۶.....	۱-۹-۵- مدل سازی فرونشست میدان با استفاده از مدل هسته‌های کرنش
۱۲۸.....	۱-۱-۹-۵- جابجای عمودی در امتداد محور میانی میدان
۱۳۵.....	۲-۹-۵- تعیین مقدار فرونشست با استفاده از تابع تاثیر
	Error! Bookmark not defined. ۳-۹-۵- مدل سازی عددی

فصل ششم: نتیجه‌گیری کلی

۱۴۸.....	۱-۶- نتایج
۱۴۹.....	۲-۶- پیشنهادات
۱۵۰.....	منابع و مآخذ

عنوان..... صفحه

- شکل ۱-۱ موقعیت جغرافیایی میدان پارس جنوبی..... ۴
- شکل ۱-۲ نمودار تعیین ضریب تراکم پذیری مخزن ماسه‌ای تحت تنش موثری بین 100 kg/cm^2 تا 200 مطابق با عمق 1000 متری [Geertsma, 1973]..... ۱۳
- شکل ۲-۲ نمودار تعیین ضریب تراکم پذیری مخزن ماسه‌ای تحت تنش موثری بین 300 kg/cm^2 تا 600 مطابق با عمق 3000 متری [Geertsma, 1973]..... ۱۴
- شکل ۳-۲ نمودار تعیین ضریب تراکم پذیری مخزن کربناته تحت تنش موثری بین 300 kg/cm^2 تا 600 مطابق با عمق 3000 متری [Geertsma, 1973]..... ۱۵
- شکل ۴-۲ نمودار تعیین ضریب تراکم پذیری مخزن ماسه‌ای تحت تنش موثری بین 100 kg/cm^2 تا 200 مطابق با عمق 1000 متری [Geertsma, 1973]..... ۱۵
- شکل ۵-۲ تغییرات ضریب تراکم پذیری نسبت به تغییرات تخلخل [Vajdova et al., 2004] **Error!**
- Bookmark not defined.**
- شکل ۶-۲ تغییرات مدول تراکم پذیری انواع مختلف سنگ نسبت به تغییرات فشار موثر وارده بر آن
- Error! Bookmark not defined.** [Chillinger, et.al.,1982]
- شکل ۷-۲ تصویری شماتیکی از آزمایش غلاف‌دار و بدون غلاف **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۸-۲ رابطه ی میان تنش عمودی و عمق [Brown & Hoek, 1978] ۱۱
- شکل ۹-۲ تغییرات ضریب K نسبت به عمق در نقاط مختلف دنیا [Hoek et al., 1978] ۱۲
- شکل ۱۰-۲ گسیختگی برشی و صفحه گسیختگی برشی ایجاد شده در نمونه ۱۷
- شکل ۱۱-۲ پوش گسیختگی مور-کولمب در صفحه‌ی σ - τ ۱۸
- شکل ۱۲-۲ پوش گسیختگی تراکمی و برشی در صفحه‌ی σ - 3σ **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۱۳-۲ افزایش تنش افقی در طول رخداد پورکلاپس [Smits et al., 1988] **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۱۴-۲ تغییرات ضریب تراکم پذیری تک محوره در اثر پورکلاپس [Smits et al.,1988] **Error!**
- Bookmark not defined.**
- شکل ۱۵-۲ تغییرات فشار بحرانی با درصد تخلخل [Vajdova et al., 2004] **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۱۶-۲ چگونگی تغییرات تخلخل بعد از قبل و بعد از ایجاد پورکلاپس **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۱۷-۲ تصویری شماتیک از مدل مراکز کشش [McCann&Wilts, 1951] ۲۳
- شکل ۱۸-۲ مدل هسته های کرنش و پارامترهای به کار رفته در رابطه‌ی ۲-۹۲..... ۲۴
- شکل ۱۹-۲ جابجایی عمودی محاسبه شده از رابطه‌ی ۲-۹۶ (خط) و مدل‌های عددی دقیق (خط چین)..... ۲۶
- شکل ۲۰-۲ مخزن گاز تقسم شده به المان‌های مکعبی شکل [Sroka, 2006] ۲۸

- شکل ۲-۲۱ تغییرات فاکتور توزیع با تغییرات نسبت شعاع به عمق مخزن ۳۰
- شکل ۲-۲۲ مناطق حلقوی و قسمت های تقسم شده توسط خطوط شعاعی ۳۱
- شکل ۲-۲۳ جابجای رخ داده در اطراف مخزنی با عمقی برابر شعاع آن ۳۳
- شکل ۲-۲۴ جابجای رخ داده در اطراف مخزنی با عمقی سه برابر شعاع آن ۳۴
- شکل ۲-۲۵ جابجای عمودی در امتداد محور میانی میدان دیسکی شکل با عمقی برابر شعاع آن (خط) و عمقی سه برابر شعاعی آن (خط چین) ۳۵
- شکل ۲-۲۶ تاثیر هندسه میدان بر نسبت فرونشست به تراکم مخزن [Brighenti & Mesini, 1986] ۳۶
- شکل ۲-۲۷ وضعیت تنش ها وارد بر سرباره در اثر تراکم مخزن ۳۷
- شکل ۲-۲۸ مدل دریچه زیرین و باندهای برشی ۳۸
- شکل ۲-۲۹ مراحل مختلف ایجاد فرونشست نسبت به کاهش فشار مخزن ۳۹
- شکل ۲-۳۰ فرونشست ایجاد شده نسبت به کاهش فشار مخزن در میدان ایکوفیسک ۴۰
- شکل ۲-۳۱ تاثیر بیش تراکم یافتگی طبیعی بر تراکم پذیری سنگ مخزن [Merle et al., 1976] ۴۲
- شکل ۲-۳۲ ۴۳
- شکل ۲-۳۳ تاثیر سرعت بارگزاری بر تغییر شکل سنگ مخزن ۴۴
- شکل ۳-۱ کمان قطر_ فارس ۵۰
- شکل ۳-۲ سیماهای ساختاری اصلی و عناصر تکتونیکی منطقه‌ی خاورمیانه ۵۱
- شکل ۳-۳ کمان قطر فارس و حوضه های نمکی پرکامبرین منطقه خلیج فارس ۵۲
- شکل ۳-۴ نقشه عمق پی سنگ خاورمیانه ۵۵
- شکل ۳-۵ موقعیت اقیانوس پالئوتتیس در طول پرکامبرین بالایی و کامبرین زیرین ۵۶
- شکل ۳-۶ محیط های رسوبی شیل های سیلورین پیشین (سنگ منشا احتمالی) ۵۷
- شکل ۳-۷ حوضه رسوبی خاورمیانه در طول پرمین میانی تا ژوراسیک پیشین ۵۹
- شکل ۳-۸ حوضه رسوبی پرمین پسین (دالان) ۵۹
- شکل ۳-۹ حوضه رسوبی تریاس پیشین (کنگان) ۶۰
- شکل ۳-۱۰ حوضه رسوبی ژوراسیک پایانی ۶۱
- شکل ۳-۱۱ مخازن نفت و گاز پرمین مرکز عربستان و پارس جنوبی ۶۵
- شکل ۳-۱۲ پالئوزوئیک زیرین در حوضه رسوبی خلیج فارس در منطقه‌ی پارس جنوبی ۶۶
- شکل ۳-۱۳ ستون چینه شناسی کلی چاه های پارس جنوبی ۶۸
- شکل ۳-۱۴ رخنمون های پی سنگ پرکامبرین در نواحی مختلف ایران ۶۹
- شکل ۴-۱ وضعیت تنش های وارده بر سنگ در طول مغزه گیری ۸۶
- شکل ۴-۲ تاثیر نسبت طول به قطر نمونه بر مقاومت آن ۸۷
- شکل ۴-۳ دستگاه آزمایش سه محوره ۸۸
- شکل ۴-۴ نمودار تنش_ کرنش و چگونگی تعیین مدول های الاستیسیته‌ی مختلف ۸۹

- شکل ۴-۵ وضعیت شکستگی مشاهده شده در دیورای گمانه در ارتباط با تنش‌های وارده بر آن ۹۱
- شکل ۵-۱ منحنی تنش_کرنش محوری و شعاعی گرینستون درشت دانه **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۵-۲ منحنی تنش_کرنش محوری و شعاعی پکستون (دانه درشت) **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۵-۳ منحنی تنش_کرنش محوری و شعاعی گرینستون توده‌ای . . **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۵-۴ منحنی تنش_کرنش محوری و شعاعی پکستون دانه ریز ... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۵-۵ منحنی تنش_کرنش محوری و شعاعی گرینستون دانه ریز ۱۰۱
- شکل ۵-۶ منحنی تنش_کرنش محوری و شعاعی گل‌سنگ ۱۰۱
- شکل ۵-۷ منحنیهای کرنش حجمی_تنش موثر همه جانبه ی لیتوفاسیس‌های شاخص مخزن پارس جنوبی ۱۰۲
- شکل ۵-۸ نمودار تنش-کرنش در صورت ایجاد گسیختگی تراکمی ... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۵-۹ نمودار تنش-کرنش در صورت ایجاد گسیختگی برشی **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۵-۱۰ جهت تنش‌های افقی ماکزیمم و مینیمم در میدان پارس جنوبی ۱۱۶
- شکل ۵-۱۱ جهت تنش‌های افقی موثر ماکزیمم و مینیمم در ایران ۱۱۶
- شکل ۵-۱۲ مسیر تنش سنگ مخزن سالم و درزه دار و تنش‌های اندازه‌گیری شده در مخزن پارس جنوبی. ۱۱۷
- شکل ۵-۱۳ مسیر تنش و پوش گسیختگی برشی و تراکمی لیتوفاسیس گرینستون درشت دانه ۱۱۸
- شکل ۵-۱۴ مسیر تنش و پوش گسیختگی برشی و تراکمی لیتوفاسیس گرینستون توده‌ای ۱۱۸
- شکل ۵-۱۵ مسیر تنش و پوش گسیختگی برشی و تراکمی لیتوفاسیس پکستون دانه درشت ۱۱۹
- شکل ۵-۱۶ مسیر تنش و پوش گسیختگی برشی و تراکمی لیتوفاسیس مادستون ۱۲۰
- شکل ۵-۱۷ مسیر تنش و پوش گسیختگی برشی و تراکمی لیتوفاسیس یکستون دانه ریز ۱۲۰
- شکل ۵-۱۸ مسیر تنش و پوش گسیختگی برشی و تراکمی لیتوفاسیس گرینستون دانه ریز ۱۲۰
- شکل ۵-۱۹ خط روند کاهش تخلخل با افزایش تنش موثر بعد از ایجاد پورکلاپس ۱۲۵
- شکل ۵-۲۰ مخزن پارس جنوبی مدل شده توسط دو مخزن دیسک شکل ۱۲۷
- شکل ۵-۲۱ نیمرخ جام فرونشست در امتداد خط A-A **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۵-۲۲ نیمرخ جام فرونشست در امتداد خط A-A **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۵-۲۳ نیمرخ جام فرونشست در امتداد خط B-B **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۵-۲۴ جابجایی عمودی در امتداد محور میانی میدان ۱ ۱۳۴
- شکل ۵-۲۵ جابجایی عمودی در امتداد محور میانی میدان ۲ ۱۳۴
- شکل ۵-۲۶ مخزن پارس جنوبی منطبق شده با شبکه تاثیر ۱۳۵
- شکل ۵-۲۷ نیمرخ جام فرونشست در امتداد خط A-A ۱۳۷
- شکل ۵-۲۸ نیمرخ جام فرونشست در امتداد خط A-A ۱۳۷
- شکل ۵-۲۹ نیمرخ جام فرونشست در امتداد خط B-B ۱۳۸

- شکل ۳۰-۵ نیمرخ جام فرونشست در امتداد خط B-B ۱۳۹
- Error! Bookmark not defined.** شکل ۳۱-۵ میزان تراکم مخزن
- شکل ۳۲-۵ جام فرونشست، بیشینه فرونشست و حجم جام فرونشست مدل شده توسط نرم افزار ($\Delta h = 1/74$ متر)
- Error! Bookmark not defined.** شکل ۳۳-۵ نیمرخ جام فرونشست در امتداد خط A-A
- Error! Bookmark not defined.** شکل ۳۴-۵ نیمرخ جام فرونشست در امتداد خط B-B
- Error! Bookmark not defined.** شکل ۳۵-۵ جابجایی کف مخزن
- Error! Bookmark not defined.** شکل ۳۶-۵ جابجایی مرز بالای مخزن
- Error! Bookmark not defined.** شکل ۳۷-۵ جام جابجایی عمودی کف مخزن
- Error! Bookmark not defined.** شکل ۳۸-۵ جام فرونشست، بیشینه فرونشست مدل شده توسط نرم افزار ($\Delta h = 7/686$ متر)
- Bookmark not defined.**
- Error! Bookmark not defined.** شکل ۳۹-۵ نیمرخ جام فرونشست در امتداد خط A-A
- Error! Bookmark not defined.** شکل ۴۰-۵ نیمرخ جام فرونشست در امتداد خط B-B

فهرست جدول‌ها

عنوان.....صفحه

جدول ۱-۲ فشار بحرانی اندازه گیری شده برای نمونه های آهنی و دولومیتی گرفته شده از مخزن F23 و F6 [Ditzhuijzen,1984]	Error! Bookmark not defined.
جدول ۲-۲ مقادیر ضریب A برای نسبت‌های مختلف ρ و η	۲۷
جدول ۳-۲ مقادیر ضریب A برای نسبت‌های مختلف ρ و η	۳۳
جدول ۱-۵ مدول‌های الاستیسیته لیتوفاسیس‌های مختلف مخزن	۱۰۲
جدول ۲-۵ مدول تراکم پذیری لیتوفاسیس‌های مختلف مخزن	۱۰۲
جدول ۳-۵ فشار بحرانی لیتوفاسیس‌های مختلف مخزن	۱۰۷
جدول ۴-۵ ضریب بیوت لیتوفاسیس‌های مختلف	۱۰۸
جدول ۵-۵ تنش‌های عمودی بحرانی لیتوفاسیس‌های مخزن	۱۲۱
جدول ۶-۵ ضریب تراکم پذیری تک محوره	۱۲۲
جدول ۷-۵ ضریب تراکم پذیری تک محوره	۱۲۳
جدول ۸-۵ میزان تراکم مخزن در پایان دوره‌ی برداشت در صورت عدم رخداد گسیختگی	۱۲۴
جدول ۹-۵ ضریب تراکم پذیری تک محوره و تراکم لیتوفاسیس گریستون توده ای	۱۲۵
جدول ۱۰-۵ میزان تراکم سه لیتوفاسیس بحرانی بعد از ایجاد پورکلاپس	۱۲۵
جدول ۱۱-۵ مقادیر ضریب A برای هر یک از میادین دیسک شکل	۱۲۷
جدول ۱۲-۵ ضریب تاثیر	۱۳۵

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

پیش بینی خطرات زمین شناسی احتمالی که در طول احداث و بهره برداری از یک پروژه آن را تهدید می کند از اهمیت والایی برخوردار است. در بسیاری موارد درحالیکه پیش بینی و جلوگیری از وقوع این خطرات نیازمند صرف وقت و هزینه ی بسیار پائینی است عدم توجه کافی و برنامه ریزی اصولی لطمات مالی و جانی جبران ناپذیری را به دنبال داشته است. در پروژه های عظیم نفتی با توجه به اهمیتشان در اقتصاد و توسعه ی کشور ضرورت انجام این مطالعات بیش از پیش آشکار می گردد یکی از مخاطرات رخ داده در میدان مختلف سراسر دنیا که تاثیر به سزایی در عملکرد میدان داشته و در برخی موارد باعث ایجاد خسارات بسیار سنگینی شده است فرونشست میدان می باشد.

۱-۲- اهمیت مطالعه ی پدیده ی فرونشست در میدان هیدروکربنی ایران

کشور ایران یکی از کشورهایی است که سهم عمده ای از ذخایر نفت و گاز جهان را داراست. گاز پر مصرف ترین انرژی طبیعی در کشورما است. ذخایر گاز اثبات شده جهان تا پایان سال ۲۰۰۶ میلادی برابر ۱۷۹/۵۳ تریلیون متر مکعب برآورد گردیده است که ۲۷/۵ تریلیون مترمکعب از این ذخایر در کشورما واقع شده است. ایران با داشتن ۳

۱۵ درصد از ذخایر گاز جهان بعد از روسیه (۲۶/۷ درصد) در مقام دوم قرارداد که حدود ۵۰ درصد از این ذخایر گازی در میدان گازی پارس جنوبی قرار دارد. میدان عظیم گازی پارس جنوبی، که بزرگترین میدان فراساحلی جهان است، در خلیج فارس و در فاصله یکصد کیلومتری ساحل جنوبی ایران واقع شده است. این میدان گازی بین ایران و قطر مشترک بوده و در کشور قطر میدان گازی گنبد شمالی^۱ نام دارد. لازم به ذکر است که ایران در حال حاضر با داشتن حدود ۱۳ میدان مستقل و ۶ میدان مشترک از ۳۵ میدان هیدروکربوری خلیج فارس سهم قابل توجهی از منابع موجود در خلیج فارس را به خود اختصاص داده است. میادین فروزان، آرش، سلمان، هنگام، مبارک، اسفندیار و میدان عظیم گازی پارس جنوبی از میادین مشترک میان ایران و کشورهای حاشیه خلیج فارس هستند.

برداشت از مخازن گاز کاهش فشار منفذی در سنگ مخزن را به دنبال خواهد داشت و در نتیجه میزان فشار موثر وارده بر سنگ مخزن افزایش یافته و تراکم آن را موجب می‌شود. در صورتی که میزان تراکم سنگ مخزن از حد معینی فراتر رود سنگ های روباره در اثر وزن خود شروع به فرونشست خواهند کرد. در گذشته چون در اغلب مخازن نفت و گاز، برداشت موجب تراکم بسیار ناچیز و در نتیجه فرونشست قابل چشم پوشی در سطح بوده است، تراکم مخزن به عنوان یک جنبه‌ی غیر متعارف از مهندسی مخزن مطرح می‌شد و معمولاً فقط زمانی که فرونشست سطح ناشی از آن مشکل ساز می‌شد مورد مطالعه قرار می‌گرفت. در سال های اخیر مشخص شده است که تراکم مخزن در بسیاری از مخازن روی می‌دهد. تراکم مخزن و فرونشست میدان دارای اثرات مثبت و منفی زیادی بر مخزن و همچنین در عملیات بهره برداری از آن می‌باشد که از آن جمله می‌توان به زیر آب رفتن سکوها و تاسیسات بهره‌برداری در میادین دریایی، شکست لوله‌های انتقال نفت و گاز و جدار چاه ها، کاهش تراوای سنگ مخزن، ایجاد و بازفعال سازی گسل ها، زمین لرزه و حرکات جانبی زمین اشاره نمود. با توجه به تاثیرات شدید فرونشست در میادین و روی داد این پدیده در چندین میدان هیدروکربنی بزرگ جهان مطالعات بسیاری درباره‌ی این پدیده انجام گرفت، و دانش ما از این پدیده و روش های آنالیز آن بهبود چشمگیری یافت.

۱-۳- تاریخچه ی بررسی فرونشست میادین هیدروکربنی در جهان و ایران

اولین گزارشات فرونشست زمین در میادین هیدروکربنی، مربوط به میدان گوس کریک^۲ در تگزاس ۱۹۱۸ و میدان نفتی بلیوار^۱ در ونزولا (۱۹۲۰) است که هر دو تقریباً نشانگر رفتار یکسانی است. اطلاعات حاصل از فرونشست این

^۱ North Dome

^۲ Goose Creek

میادین الگو و معیاری را جهت تعیین صحت مدل‌های ارائه شده برای پیش‌بینی مقدار فرونشست میادین هیدروکربنی در اختیار محققین قرار داد. از دیگر میادین هیدروکربنی که فرونشست آن اطلاعات مفیدی در اختیار محققان قرار داد میدان ویلمینگتون^۲ در لانگ‌بیچ (کالیفرنیا) است. در سال ۱۹۶۰ جام فرونشستی که عمق آن به بیش از ۹ متر می‌رسید از این میدان گزارش گردید. کارگروه رویال داچ / شیل را می‌توان قدیمی‌ترین کارگروه بررسی فرونشست در مخازن هیدروکربنی دانست. این گروه مطالعات زیادی را روی دو میدان گوس کریک و بلیوار انجام دادند و مدل‌های ارائه شده را بر روی میدان ویلمینگتون مورد آزمایش قرار دادند. اولین تلاش برای رسیدن به یک آنالیز ریاضی جهت برآورد فرونشست حاصل از برداشت از مخازن گاز و نفت توسط (McCann & Wilts, 1951) صورت گرفت. آن‌ها دو مدل مراکز کشش و مدل گیره‌ی عمودی را که هر دو بر اساس رفتار الاستیک خطی بود جهت برآورد فرونشست ارائه نمودند. در مطالعات بعدی این محققان بر روی میدان ویلمینگتون مشخص گردید که مدل مراکز کشش تصویری همانند رفتار میدان نشان می‌دهد ولی مدل گیره‌ی عمودی اینگونه نبود. گیرتسما^۳ (۱۹۷۳) مدل مراکز کشش را مورد بازبینی قرار داد و یک مدل بسیار کار آمد به نام مدل مراکز کرنش را برای مدل‌سازی فرونشست حاصل از تراکم مخزن ارائه نمود که این مدل هم اکنون نیز، مدل پایه در مدل‌سازی فرونشست می‌باشد. با توجه به این امر تاکنون گزارشی مبنی بر وقوع فرونشست قابل توجه در میادین هیدروکربنی ایران و مشکلات حاصل از آن ارائه نگردیده است، در این خصوص مطالعه و تحقیقات صورت نگرفته از این رو می‌توان این پروژه‌ی تحقیقاتی را اولین مطالعه صورت پذیرفته در این راستا به شمار آورد.

۱-۴- تاریخچه مطالعات طرح

در دهه دوم بعد از انقلاب آهنگ فعالیت‌های اکتشافی نفت بتدریج سرعت گرفت و امکانات بیشتری به این امر تخصیص داده شد. با افزایش فعالیت‌ها مقدار نفت و گاز کشف شده در این دوره تقریباً دو برابر دوران قبل گردید. از جمله مهمترین اکتشافات در این دهه، کشف میدان گازی پارس جنوبی است که جزو بزرگترین میادین گازی کشف شده در جهان می‌باشد. در سال ۱۳۶۹ با حفر اولین چاه اکتشافی در میدان پارس جنوبی و بر اساس نتایج حاصل از لرزه‌نگاری، وجود گاز در این میدان مورد تأیید قرار گرفت.

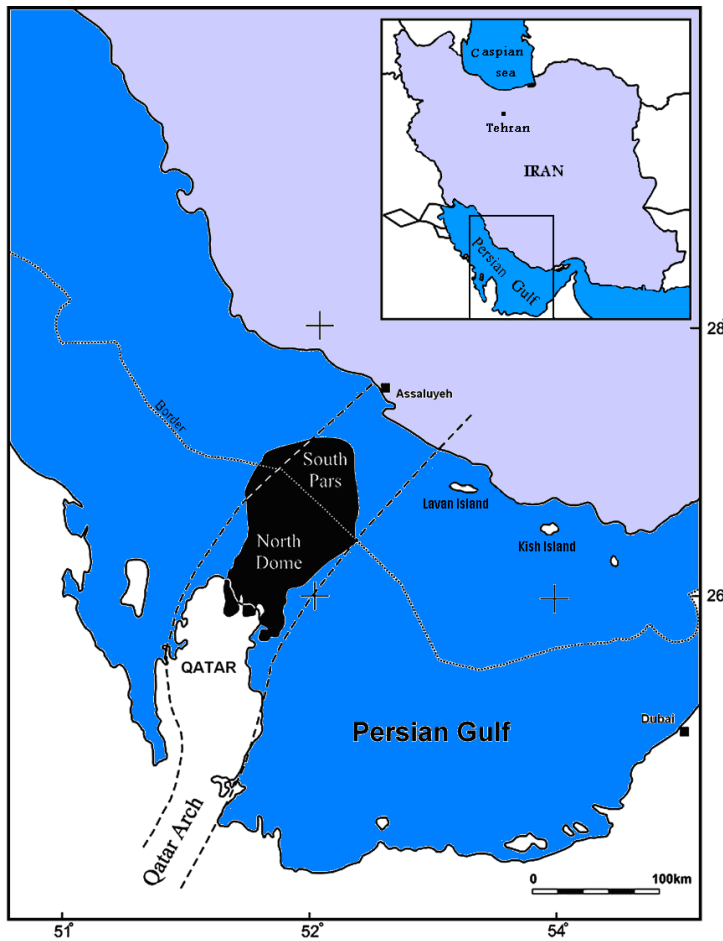
¹ Bolivar

² Wilmington

³ Geertsma,

۱-۵- موقعیت جغرافیایی

حوزه گازی پارس جنوبی در فاصله ۱۰۵ کیلومتری جنوب غربی بندر عسلویه در موقعیت جغرافیایی ۵۲ تا ۵۲/۵ شرقی و ۲۶/۵ تا ۲۷ درجه شمالی در خلیج فارس قرار دارد. این میدان دارای مساحتی در حدود ۹۷۰۰ کیلومتر است که حدود ۳۷۰۰ کیلومتر آن در آب‌های جمهوری اسلامی ایران واقع شده است.



شکل ۱-۱ موقعیت جغرافیایی میدان پارس جنوبی

۱-۶- هدف تحقیق

۱. بررسی خصوصیات زمین‌شناسی مهندسی میدان گازی پارس جنوبی و تهیهی مقطع زمین‌شناسی مهندسی مخزن و پوش سنگ^۱.
۲. تعیین پارامترهای زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی تاثیرگذار بر فرونشست مخزن.
۳. ارزیابی پتانسیل وقوع فرونشست در میدان گازی مورد نظر در اثر برداشت گاز.
۴. بررسی مکانیزم فرونشست در میدان گازی مذکور.

۱-۷- مراحل تحقیق

- الف - انجام مطالعات کتابخانه‌ی، گردآوری و بررسی اطلاعات موجود بررسی مغزها و نمونه‌های بدست آمده از حفاری‌ها شامل بررسی دستی، میکروسکوپی و آزمایشگاهی.
- ب - محاسبه و ارزیابی داده‌های ژئوتکنیکی موجود.
- ج - تعیین پارامترهای تاثیرگذار در فرونشست این میدان.
- د - بررسی و محاسبه‌ی چگونگی و میزان تاثیر هر یک از این پارامترها.
- ها- بررسی، محاسبه و جمع‌بندی نهایی تاثیرات تمامی پارامترها.
- و - تدوین و ارائه پایان‌نامه.

¹ Cap Rock

فصل دوم

مروری بر متون موجود

۲-۱- مقدمه

بنابه تعریف یونسکو فرونشست^۱ عبارت است از فروریزش و یا نشست سطح زمین که به علت‌های متفاوتی در مقیاس بزرگ روی می‌دهد. به طور معمول این اصطلاح به حرکت قائم رو به پایین سطح زمین که می‌تواند با بردار اندک افقی همراه باشد، گفته می‌شود. این تعریف پدیده‌هایی همچون زمین لغزش را شامل نمی‌شود به دلیل اینکه حرکت آن‌ها دارای بردار افقی قابل توجهی است و همچنین نشست در خاک‌های دستی صورت می‌گیرد، که دارای مکانیسم متفاوتی است. بر اساس اطلاعات انجمن فرونشست در سازمان یونسکو (IHP) قدیمی‌ترین فرونشست شناخته شده در ایالت آلابامای ایالات متحده در سال ۱۹۰۰ میلادی بوقوع پیوسته است. طبق تعریف انستیتو زمین‌شناسی ایالات متحده، پدیده فرونشست زمین شامل فروریزش یا نشست رو به پایین سطح زمین است که می‌تواند دارای بردار جابجایی افقی اندک باشد که این حرکت از نظر شدت، وسعت و میزان مناطق درگیر دارای محدودیت نمی‌باشد.

¹ Subsidence