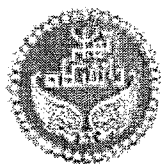


1.9.16

۸۷/۱/۱۷۴۱۰
۸۷/۱۲/۲۷



دانشکده علوم

مدل سازی سه بعدی تخلخل و تراوایی در میدان گازی پارس جنوبی با استفاده از داده های لاگ و مغزه

نگارش: مریم روزبهانی

اساتید راهنما:

دکتر حسین رحیم پوربناب

دکتر محسن مسیحی

اساتید مشاور:

مهندس ایمان دخت مصطفوی

مهندس وحید توکلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی

گرایش زمین شناسی نفت

اسفند ماه ۱۳۸۷

کتابخانه مرکزی
تاسیس ۱۳۵۷

۱۰۱۴۲۵

۱۳۸۷ / ۱۲ / ۲۷

۱۰۹۸۷۰



بنام خدا
دانشگاه تهران

پردیس علوم
دانشکده زمین شناسی

گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیات داوران پایان نامه کارشناسی ارشد خانم : مریم روزبهانی

در رشته زمین شناسی گرایش : زمین شناسی نفت

با عنوان: "مدل سازی سه بعدی تخلخل و تراوایی در میدان گازی پارس جنوبی با استفاده از داده های

لاگ و مغزه" را در تاریخ : ۸۷/۱۱/۲۹

به عدد به حروف

۱۸/۵ هیجده و نیم

با نمره نهایی :

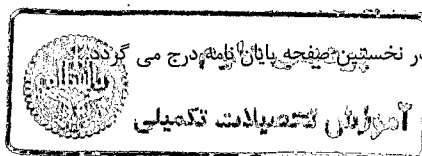
ارزیابی نمود.

عالی

و درجه :

| ردیف | مشخصات هیات داوران | نام و نام خانوادگی | مرتبۀ دانشگاهی | دانشگاه یا موسسه | امضاء |
|------|--|--|---------------------|--------------------------------|-------|
| ۱ | استاد راهنما استاد راهنمای دوم (حسب مورد): | دکتر حسین رحیم پور بناب دکتر محسن مسیحی | دانشیار استادیار | تهران دانشگاه صنعتی شریف | |
| ۲ | استاد مشاور اول: | | | | |
| ۳ | استاد مشاور دوم: استاد مشاور صنعتی: | مهندس وحید توکلی مهندس ایماندخت مصطفوی | کارشناسی ارشد | تهران شرکت نفت و گاز پارس | |
| ۴ | استاد داور | دکتر بهمن بهلولی | استادیار | تهران | |
| ۵ | نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده زمین شناسی | دکتر فرامرز طوطی | استادیار | تهران | |

۱۳۸۷ / ۱۲ /



تذکر: این برگه پس از تکمیل توسط هیات داوران در نخستین نتیجه پایان نامه درج می گردد.

آموزش تحصیلات تکمیلی

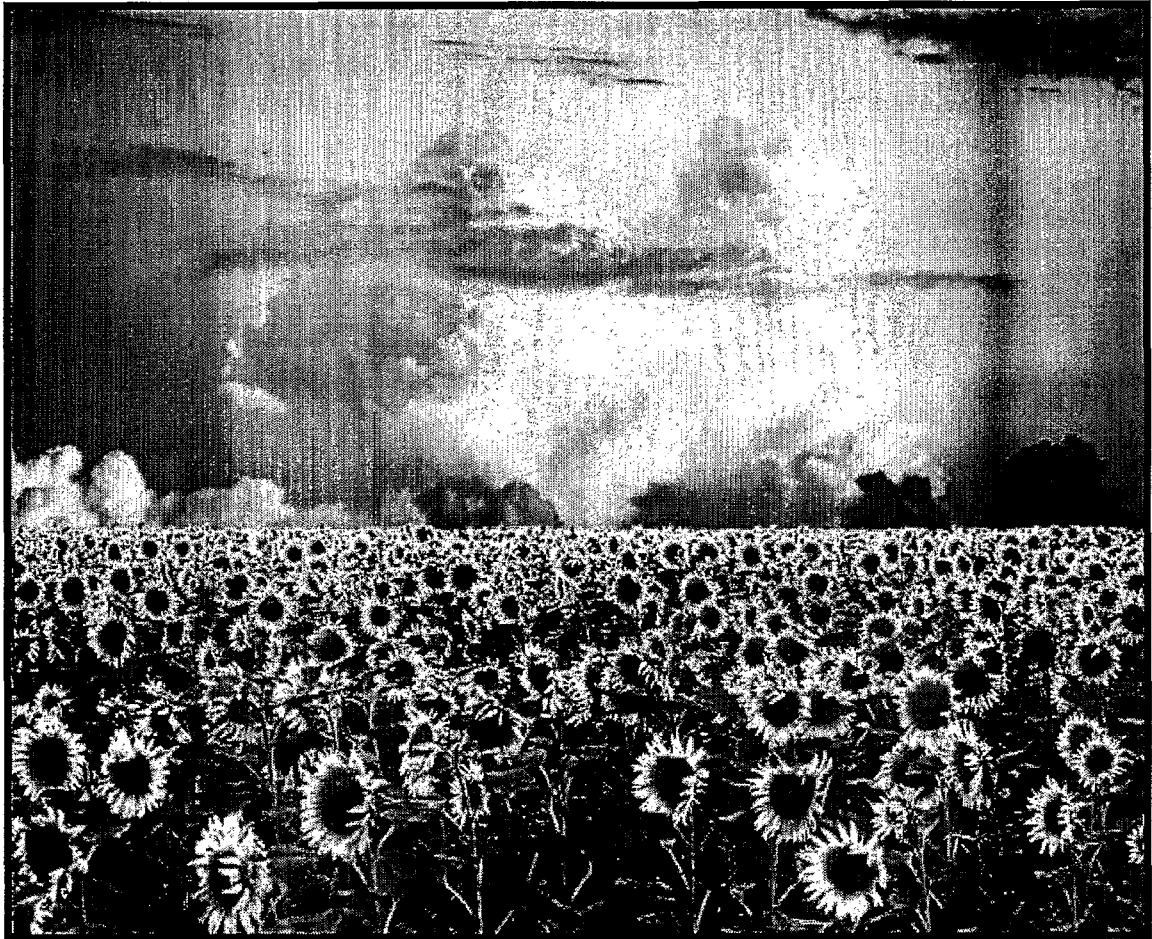
تقدیم به

پدر زحمتکش

مادری مهربان

و

همسر عزیزم



چکیده

تخلخل و تراوایی از مهمترین پارامترهای مخزنی هستند که نقش مهمی در کنترل کیفیت و حجم ذخیره مخزن دارند، مقادیر تخلخل و تراوایی در محل هر چاه به روشهای گوناگونی می‌تواند بدست آید، اندازه‌گیری این مقادیر در فواصل بین چاهی مسئله‌ای است که مهندسان همواره در پی یافتن راهی هستند که تغییرات این مقادیر را در فواصل بین چاهی ارزیابی و تخمین بزنند.

این مشخصه‌های مخزنی را به کمک روشهای مختلف زمین آماری می‌توان در فواصل بین چاهی مدل کرد. بدین منظور سلولهایی (به ابعاد $150 \times 150 \times 6$ متر) مبنای ساختمانی مدلها را تشکیل می‌دهد، میانگین مقادیر خواص مخزنی به سلولها وارد (scale up) سپس واریوگرامهایی در سه جهت فضائی بدست آمد. از این واریوگرامها سپس شعاع تاثیر و اثر قطعه‌ای تخمین زده شد که بعداً در مدلسازی خواص مخزن بکار برده شد.

روشهای زمین آماری کریجینگ ساده و شبیه سازی گوسی پی در پی جهت مدلسازی تخلخل و تراوایی و روشهای بر پایه کواریانس نیز در بخشهای از میدان که با داده لرزه ای امیدانس صوتی هم پوشانی داشت، جهت مدلسازی تخلخل استفاده شد. این مدل ها غیرقابل اعتماد است. ضریب همبستگی ضعیفی بین تخلخل و تراوایی در این مخزن وجود داشت به همین دلیل از روشهای برپایه کواریانس جهت مدلسازی تراوایی استفاده نشد. مدلسازی رخساره نیز با استفاده از روشهای کریجینگ شاخص و شبیه سازی گوسی پی در پی انجام شد. مدل تخلخلی که با استفاده از روش کریجینگ بدست آمد با داشتن ضریب همبستگی $0/62$ با داده‌های واقعی، بعنوان نزدیکترین مدل به واقعیت معرفی شد.

قدردانی

خداوند را سپاس می‌گویم که مرا در تمامی مراحل زندگی همواره مورد لطف و محبت خویش قرار داده است. مجموعه حاضر نتیجه‌ای است از تلاش‌ها، حمایتها و همکاریهای بی‌دریغ تمام عزیزانی که بر خود لازم می‌دانم از آنان تشکر نمایم.

نخست از پدر و مادر بزرگوام به خاطر تمامی زحماتی که برای اینجانب متحمل شدند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از همسر عزیزم به خاطر کمکهای بی‌دریغ، همچنین صبر و حوصله‌ای که طی تدوین این پایان نامه داشتند بسیار سپاسگزارم.

از استاد راهنمای بزرگوام، جناب آقای دکتر حسین رحیم پوربناب صمیمانه سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر محسن مسیحی استاد راهنمای خوبم از دانشگاه صنعتی شریف که همواره از ایشان بعنوان استاد علم و اخلاق از ایشان یاد می‌کنم.

از استاد مشاور خوبم، سرکار خانم مهندس مصطفوی همچنین از شرکت نفت و گاز پارس به خاطر همکاریهای صمیمانه ایشان قدردانی می‌کنم.

از جناب آقای دکتر بهلولی بخاطر راهنمایی‌های ارزشمندشان طی دوران تحصیل، همچنین داوری این پایان نامه را به عهده گرفتند خالصانه تشکر می‌کنم.

از کلیه پرسنل دانشکده زمین شناسی مخصوصاً خانم بیاتی و خانم مهربان به خاطر همکاریهای صمیمانه ایشان در طول دوران تحصیل تشکر می‌کنم.

از دوستان عزیزم خانم سجادیان، خانم موسوی، خانم اوجی، خانم صنعتی، خانم یارمحمدی، خانم رضائی، خانم خوشفام، خانم زارعی و سایر عزیزانی که در دوران تحصیل مرا مورد لطف و محبت خویش قرار دادند بسیار سپاسگزارم.

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|--|
| | فصل اول: مقدمه |
| ۱ | مقدمه |
| | فصل دوم: زمین شناسی منطقه |
| ۵-۲ | (۱-۲) مقدمه |
| ۷-۲ | (۲-۲) میادین و نواحی هیدروکربوری خلیج فارس |
| ۸-۲ | (۳-۲) موقعیت جغرافیایی میدان پارس جنوبی |
| ۹-۲ | (۴-۲) تاریخچه لرزه‌نگاری و حفاری در میدان |
| ۱۰-۲ | (۵-۲) ساختار میدان پارس جنوبی |
| ۱۱-۲ | (۶-۲) تکامل زمین شناسی منطقه |
| ۱۳-۲ | (۷-۲) چینه شناسی منطقه |
| ۱۳-۲ | (۱-۷-۲) سازند کنگان |
| ۱۴-۲ | (۲-۷-۲) سازند دالان |
| ۱۵-۲ | (۸-۲) سنگ منشا ذخایر گازی پرمو تریاس |
| ۱۶-۲ | (۹-۲) پوش سنگ مخازن پرموتریاس |
| ۱۶-۲ | (۱۰-۲) سنگ مخزن پرموتریاس |
| ۲۲-۲ | (۳-۱۰-۲) محیط رسوبی سازندهای مخزنی کنگان و دالان |
| | فصل سوم: تخلخل و تراوایی مخزن |
| ۲۴-۳ | (۱-۳) مقدمه |
| ۲۴-۳ | (۲-۳) تخلخل |
| ۲۵-۳ | (۱-۲-۳) عوامل ثانویه کنترل کننده تخلخل |
| ۲۵-۳ | (۲-۲-۳) تقسیم‌بندی تخلخل |
| ۲۸-۳ | (۳-۳) تراوایی مطلق، موثر و نسبی |
| ۳۲-۳ | (۱-۳-۳) تقسیم‌بندی تراوایی |
| ۳۳-۳ | (۲-۳-۳) نشانه‌های تشخیص تراوایی (زون‌های تراوا) بصورت چشمی از روی لاگ‌ها |
| ۳۴-۳ | (۳-۳-۳) فاکتورهای کنترل کننده تراوایی |
| ۳۴-۳ | (۴-۳-۳) اثر پارامترهای بافتی روی تخلخل و تراوایی |
| ۳۷-۳ | (۶-۳-۳) اثر اندازه گلوگاه تخلخل روی تراوایی |
| ۳۸-۳ | (۷-۳-۳) ارتباط تراوایی و تخلخل در کربنات‌ها |
| | فصل چهارم: زمین‌آمار کاربردی |
| ۴۰-۴ | (۱-۴) مقدمه |
| ۴۰-۴ | (۲-۴) اهمیت علم زمین‌آمار در صنعت نفت |
| ۴۲-۴ | (۳-۴) تفاوت آمار کلاسیک با زمین‌آمار |
| ۴۲-۴ | (۴-۴) تفاوت آمار کلاسیک با آمار فضائی |
| ۴۲-۴ | (۵-۴) آنالیز روابط مکانی |

- ۴۳-۴ (۶-۴) مراحل تخمین در زمین آمار
- ۴۳-۴ (۷-۴) برخی از تعاریف کاربردی در آمار:
- ۴۵-۴ (۸-۴) توزیع متغیر های تصادفی
- ۴۸-۴ (۹-۴) کواریانس
- ۵۰-۴ (۱۰-۴) واریوگرام
- ۵۱-۴ (۱-۱۰-۴) مشخصات واریوگرام
- ۵۲-۴ (۲-۱۰-۴) مدلسازی واریوگرام
- ۵۴-۴ (۱۱-۴) روند (Trend)
- ۵۴-۴ (۱۲-۴) نا همسانگردی
- ۵۵-۴ (۱۳-۴) کریجینگ
- ۵۸-۴ (۱۴-۴) روشهای تخمین زمین آماری نسبت به روشهای دیگر تخمین
- ۵۸-۴ (۱۵-۴) آمار فضایی
- ۵۹-۴ (۱۶-۴) واریوگرافی
- ۶۰-۴ (۱۷-۴) شبیه سازی (simulation)
- ۶۲-۴ (۱۸-۴) مقایسه روشهای کریجینگ (estimation) با simulation
- فصل پنجم: مدل سازی مخزن
- ۶۳-۵ (۱-۵) مقدمه
- ۶۴-۵ (۲-۵) تحلیل و بررسی داده های لرزه ای
- ۶۴-۵ (۳-۵) وارد کردن داده ها
- ۶۶-۵ (۴-۵) ساخت مدل در بعد زمان
- ۶۸-۵ (۵-۵) آنالیز داده ها در مدل سرعت
- ۷۰-۵ (۶-۵) ساختن مدل در بعد مکان (Structural modeling)
- ۷۲-۵ (۷-۵) تقسیمات عمودی مخزن
- ۷۲-۵ (۸-۵) تقسیمات افقی مخزن
- ۷۳-۵ (۹-۵) بررسی همسانگردی منطقه
- ۷۴-۵ (۱۰-۵) مدلسازی رخساره
- ۸۴-۵ (۱۱-۵) مدلسازی تخلخل
- ۹۳-۵ (۱۲-۵) مدلسازی تراوایی

| | |
|-----|--|
| ۱۰۰ | مدلسازی بر پایه کواریانس (۱۳-۵) فصل ششم: ارزیابی مدل |
| ۱۰۳ | مقدمه (۱-۶) |
| ۱۰۳ | روش کار (Work flow) (۲-۶) فصل هفتم: نتیجه گیری |
| ۱۰۶ | نتیجه گیری و پیشنهادات |
| ۱۰۸ | منابع |

فهرست جدولها

| صفحه | عنوان |
|------|---|
| ۱۳ | جدول (۱-۲) توالی چینه شناسی منطقه مورد مطالعه |
| ۷۲ | جدول (۱-۵) تقسیم بندی لایه های عمودی در مخزن |
| ۸۷ | جدول (۲-۵) پارامترهای مؤثر در مدلسازی تخلخل |
| | جدول (۳-۵) پارامترهای مؤثر در مدلسازی تراوانی که از واریوگرامها در هرزون بدست آورده شده است |
| | ۹۵ |
| ۱۰۳ | جدول (۱-۶) پارامترهای مؤثر در مدلسازی تخلخل (بدون چاه $sp-A$) |
| ۱۰۵ | جدول (۲-۶) پارامترهای مؤثر در مدلسازی تراوانی (بدون چاه $sp-A$) |

- شکل (۱-۲) موقعیت میدان گازی پارس جنوبی و بخش قطری آن (میدان شمالی) در آبهای خلیج فارس ۵
- شکل (۲-۲) تقسیم بندی لیتو استراتیگرافی توالیهای رسوبی دونین تا تریاس پسین در میدان پارس جنوبی ۷
- شکل (۳-۲) موقعیت جغرافیائی میدان گازی پارس جنوبی ۹
- شکل (۴-۲) مطابقت چینه شناسی واحدهای مخزنی کنگان و دالان در میدان پارس جنوبی ۲۲
- شکل (۵-۲) مدل رسوبی سازند کنگان ۲۳
- شکل (۶-۲) مدل رسوبی سازند دالان ۲۳
- شکل (۱-۳) طبقه بندی تخلخل کربناتها. این طبقه بندی شامل انواع تخلخل اصلی مثل قالبی می باشد. ۲۷
- شکل (۲-۳) اشباع شدگی در مقابل تراوایی نسبی ۳۱
- شکل (۳-۳) سریهایی از منحنیهای فشار موینه به عنوان تابعی از تراوایی ۳۲
- شکل (۴-۳) تاثیر جور شدگی روی کیفیت سنگ مخزن (رضائی، ۱۳۸۰) ۳۵
- شکل (۵-۳) چیده شدن کوبیک و رومبوهدرال دانهها. ۳۶
- شکل (۶-۳) ارتباط تخلخل و تراوایی برای انواع سنگها و تخلخلها ۳۶
- شکل (۷-۳) تاثیر جور شدگی اندازه گلوگاههای خلل و فرج بر روی منحنی تزریق جیوه ۳۸
- شکل (۸-۳) ارتباط تراوایی و تخلخل در کلاسهای مختلف ۴۳
- شکل (۱-۴) نمودار تابع توزیع احتمال PDF (هیستوگرام مکعب امیدانس صوتی) ۴۴
- شکل (۲-۴) نمودار تابع توزیع مجموع CDF ۴۴
- شکل (۳-۴) مقایسه توابع PDF و CDF ۴۶
- شکل ۴-۴: نمودار توزیع نرمال گوسی (زنگوله ای شکل) ۴۸
- شکل (۵-۴) نمودار توزیع لاگ نرمال ۵۱
- شکل (۶-۴) نمودار واریوگرام تجربی و مدل انتخابی ۵۲
- شکل (۷-۴) انواع مدلهای واریوگرام های دارای مقادیر آستانه sill ۵۵
- شکل ۸-۴: فاکتورهای تعیین نوار زوج نمونه ها برای بررسی همسانگردی یا ناهمسانگردی داده ها ۶۰
- شکل (۹-۴) نمونه ای از مشخصات واریوگرام ۶۰
- شکل (۱۰-۴) موقعیت تصادفی ۶۱
- شکل (۱۱-۴) داده شرطی ۶۱
- شکل (۱۲-۴) تابع توزیع احتمالی در نقطه مجهول ۶۲
- شکل (۱۳-۴) مقدار شبیه سازی شده جدید ۶۲
- شکل (۱-۵) مراحل مختلف مدلسازی احتمال محور (stochastic modeling) ۶۳
- شکل (۲-۵) موقعیت چاهها و مرز بخشی از میدان گازی پارس جنوبی، مورد استفاده در مدلسازی ۶۵

- شکل (۳-۵) نمایش سرسازندها در موقعیت هر چاه ۶۶
- شکل (۴-۵) واریوگرام افقی در جهت کوچکتر (Minor direction) ۶۷
- شکل (۵-۵) واریوگرام افقی در جهت بزرگتر (Major direction) ۶۷
- شکل (۶-۵) واریوگرام عمودی حاصل از VSP ۶۷
- شکل (۷-۵) نمایش سرعت برانبارش در سلولهای ساختمانی در بعد مکان به مقیاس سلولها برده شده است ۶۸
- شکل (۸-۵) نمایش مدل سرعت ساخته شده به روش زمین آماری SGS ۶۸
- شکل (۹-۵) تصحیح مدل سرعت به کمک سطوح چینه شناسی ۶۹
- شکل (۱۰-۵) امیدانس لرزه‌ای در بعد زمان در بالا و در بعد مکان در پایین شکل مشخص است ۶۹
- شکل (۱۱-۵) مکعب امیدانس لرزه‌ای در بعد مکان به همراه مکعبی که در آن به مقیاس سلولهای مدل درآمده ۷۰
- شکل (۱۲-۵) گریدهائی در ابعاد ۱۵۰ در ۱۵۰ متر جهت ساخت اسکلت اولیه مدل ۷۱
- شکل (۱۳-۵) بزرگ کردن مقیاس نمودارهای چاه در مسیر چاه ۷۱
- شکل (۱۴-۵) نقشه واریوگرام منطقه مورد مطالعه که ایزوتروپی خوبی نشان می‌دهد. ۷۳
- شکل (۱۵-۵) فراوانی رخساره ها در زون K1 ۷۹
- شکل (۱۶-۵) فراوانی رخساره ها در زون K2 ۸۰
- شکل (۱۷-۵) فراوانی رخساره ها در زون K3 ۸۰
- شکل (۱۸-۵) فراوانی رخساره ها در زون K4 ۸۱
- شکل (۱۹-۵) مدلسازی رخساره ها به روش کریجینگ در زون K1 ۸۱
- شکل (۲۰-۵) مدلسازی رخساره ها به روش کریجینگ در زون K2 ۸۲
- شکل (۲۱-۵) مدلسازی رخساره ها به روش کریجینگ در زون K3 ۸۲
- شکل (۲۲-۵) مدلسازی رخساره ها به روش کریجینگ در زون K4 ۸۳
- شکل (۲۳-۵) تصویر سه بعدی از مدلسازی رخساره به روش کریجینگ شاخص (IK) ۸۳
- شکل (۲۴-۵) تصویر سه بعدی از مدلسازی رخساره به روش شبیه‌سازی شاخص پی‌درپی (SIS) ۸۴
- شکل (۲۵-۵) واریوگرام افقی امیدانس صوتی در جهت بزرگتر زون K2 ۸۵
- شکل (۲۶-۵) واریوگرام افقی در جهت کوچکتر زون K2 ۸۵
- شکل (۲۷-۵) واریوگرام افقی در جهت بزرگتر زون K4 ۸۵
- شکل (۲۸-۵) واریوگرام افقی در جهت کوچکتر زون K4 ۸۶
- شکل (۲۹-۵) واریوگرام عمودی تخلخل در زون K4 ۸۶
- شکل (۳۰-۵) هیستوگرام درصد فراوانی نسبی تخلخل ۸۷
- شکل (۳۱-۵) مدلسازی تخلخل به روش کریجینگ ساده در زون K1 ۸۸
- شکل (۳۲-۵) مدلسازی تخلخل به روش کریجینگ ساده در زون K2 ۸۸

- شکل (۳۳-۵) مدلسازی تخلخل به روش کریجینگ ساده در زون K3 ۸۹
- شکل (۳۴-۵) مدلسازی تخلخل به روش کریجینگ ساده در زون K4 ۸۹
- شکل (۳۵-۵) تصویر سه بعدی از مدلسازی تخلخل به روش کریجینگ شاخص (IK) ۹۰
- شکل (۳۶-۵) نقشه توزیع تخلخل به روش شبیه سازی گوسی پی در پی (SGS) در زون K1 ۹۱
- شکل (۳۷-۵) نقشه توزیع تخلخل به روش شبیه سازی گوسی پی در پی (SGS) در زون K2 ۹۱
- شکل (۳۸-۵) مدلسازی تخلخل به روش شبیه سازی گوسی پی در پی (SGS) در زون K3 ۹۲
- شکل (۳۹-۵) مدلسازی تخلخل به روش شبیه سازی گوسی پی در پی (SGS) در زون K4 ۹۲
- شکل (۴۰-۵) تصویر سه بعدی از مدلسازی تخلخل به روش شبیه سازی شاخص (SGS) ۹۳
- شکل (۴۱-۵) هیستوگرام درصد فراوانی تراوانی در مخزن ۹۴
- شکل (۴۲-۵) واریوگرام عمودی تراوانی در زون K2 ۹۴
- شکل (۴۳-۵) واریوگرام عمودی تراوانی در زون K4 ۹۴
- شکل (۴۴-۵) نقشه توزیع تراوانی به روش کریجینگ در زون K1 ۹۶
- شکل (۴۵-۵) نقشه توزیع تراوانی به روش کریجینگ در زون K2 ۹۶
- شکل (۴۶-۵) نقشه توزیع تراوانی به روش کریجینگ در زون K3 ۹۷
- شکل (۴۷-۵) نقشه توزیع تراوانی به روش کریجینگ در زون K4 ۹۷
- شکل (۴۸-۵) مدل سه بعدی تراوانی به روش کریجینگ ساده ساخته شده است ۹۸
- شکل (۴۹-۵) نقشه توزیع تراوانی به روش شبیه سازی گوسی در زون K1 ۹۸
- شکل (۵۰-۵) نقشه توزیع تراوانی به روش شبیه سازی گوسی در زون K2 ۹۸
- شکل (۵۱-۵) نقشه توزیع تراوانی به روش شبیه سازی گوسی در زون K3 ۹۹
- شکل (۵۲-۵) نقشه توزیع تراوانی به روش شبیه سازی گوسی در زون K4 ۹۹
- شکل (۵۳-۵) مدل سه بعدی تراوانی به روش SGS در همه زونها ۱۰۰
- شکل (۵۵-۵) بخشی از میدان که داده لرزه ای با آن همپوشانی دارد ۱۰۱
- شکل (۱-۶) مدل تخلخلی که بوسیله داده های چهار چاه به روش کریجینگ مدلسازی شد ۱۰۴
- شکل (۲-۶) مدل سه بعدی تخلخل با داده چهار چاه به روش SGS ۱۰۴

فصل اول

مقدمه

مقدمه

سنگ مخزن، فضای متخلخلی است که در آن فضاهای خالی به اندازه کافی جهت نگه داشتن سیال هیدروکربوری وجود داشته باشد، همچنین این فضاهای خالی بایستی باهم ارتباط داشته باشند که تخلخل مفید گفته می‌شود. سنگ مخزن همچنین باید تراوا باشد به طوریکه سیال به راحتی در آن جریان پیدا کند، بسته به ویسکوزیته هیدروکربور موجود در مخزن، نفوذپذیری بهینه برای مخازن متفاوت است، برای مثال مخازن گازی با مقدار کم تراوایی هم می‌توانند تولید خوبی داشته باشند، در صورتیکه مخازن حاوی نفت سنگین، برای تولید به تراوایی بالایی نیاز دارند (رضائی و چهارزی ۱۳۸۵). تخلخل و تراوایی از پارامترهای بسیار مهم مخزنی می‌باشند که اثر مهمی در کنترل کیفیت و حجم مخزن دارند. لذا با مدلسازی خواص مخزن می‌توان احتمالات تولید را پیش‌بینی، و از آن جهت تصمیم‌گیری‌های میزان تولید، سرعت تولید، تخمین حجم ذخیره درجا، تعیین محل چاههای توسعه‌ای همچنین از آن جهت ساخت مدل دینامیکی جریان سیال استفاده کرد (حسنی پاک، ۱۳۷۷).

با توجه به داده‌های کم مخازن در مقایسه با حجم عظیم مخزن، همواره مهندسان مخازن در پی یافتن روشی جهت تخمین توزیع فضایی پارامترهای پتروفیزیکی در فضای مخزن بوده‌اند، که به این فرآیند مدلسازی مخزن گفته می‌شود.

مدل‌سازی مخزن تنها یک علم مهندسی یا یک علم مربوط به زمین‌شناسی (Geosciences) نیست بلکه یک مدل جامع و حاصل متصل شدن دو علم مهندسی و زمین‌شناسی است. مدل جامع مخزن نیاز به دانش زمین‌شناسی، خصوصیات سنگ و سیال، جریان سیالات درون آن (Fluid Flow)، مکانیسم برداشت، حفاری و تکمیل چاه و سایر داده‌های زمین‌شناسی دارد. در مدل زمین‌شناسی از داده‌های مغزه (core)، چاه پیمایی، لرزه‌نگاری، اطلاعات کانی‌شناسی، شناخت محیط رسوب‌گذاری و همچنین فرآیندهای رسوبات، بعداز رسوب‌گذاری متحمل می‌شوند، استفاده می‌شود (Khoshdel and Riahi, 2007).

به خاطر داشتن اطلاعات ناقص درباره مخزن، رسوب‌گذاری پیچیده، تغییر خصوصیات سنگ (مانند تخلخل و تراوایی)، در اختیار داشتن تنها قسمتی از اطلاعات چاه، رابطه نامعلوم بین خصوصیات سنگ، راحتی و افزایش سرعت کار، تکنیک‌های زمین‌آماری برای توصیف مخازن به کار می‌روند.

در توسعه مدل مخزن باید هر دو علم زمین‌شناسی و مهندسی به‌طور همزمان استفاده شود که فواید زیر را به همراه خواهد داشت: (Yarus and Chambers, 1994)

۱- تلفیق این دو علم، باعث تحلیل بهتر مخزن و افزایش قطعیت و دقت در مدل می‌شود. در واقع داده‌های زمین‌شناسی حکم یک دستیار را برای تحلیلات مهندسی دارند و داده‌های مهندسی نیز چراغی بر سر راه فرضیات زمین‌شناسی روشن می‌کنند.

۲- تیم زمین‌شناسی- مهندسی پیش‌بینی‌های گذشته را اصلاح و باعث کاهش هزینه‌های اشتباهی در طول عمر مخزن یا یک میدان می‌شوند.

۳- مدل مخزنی که حاصل مطالعه این تیم چند تخصصی (علوم زمین شناسی و مهندسی) است یک تکنیک عملی برای توصیف دقیق مخزن را فراهم می‌کند که می‌تواند منجر به حداکثر برداشت از میدان شود.

تعیین پارامترهای پتروفیزیکی (تخلخل و تراوایی) در میداین هیدروکربوری با استفاده از داده‌های موجود، از جایگاه ویژه‌ای در پروژه‌های اکتشاف و بهره‌برداری در صنعت نفت برخوردار است. برای این منظور استفاده از روشهای زمین آماری بهترین گزینه خواهد بود که علاوه بر تخمین مقدار پارامتر در هر نقطه از فضای مورد نظر با کمترین خطای ممکن، میزان عدم قطعیت یا خطای تخمین را نیز به دست دهد (Isaaks and Srivastava, 1989).

در حال حاضر علم زمین آمار ترکیب عظیمی از روشهای مختلف است که جهت حل اغلب مسائل و مشکلات علوم زمین کاربرد دارد، از جمله کاربردهای مناسب آن پیشگوئی خواص پتروفیزیکی سنگها در موقعیت های فضائی نمونه برداری نشده و همچنین پیش بینی رفتار آینده حرکت سیال در سیستمهای پیچیده زمین شناسی و مهندسی مخزن می باشد که اغلب کار بسیار سختی است. (حسنی پاک، ۱۳۸۰)

روشهای زمین آمار به طور روزافزون در مدلسازی استاتیک مخازن نفتی استفاده می شوند. از اهداف مد نظر در توصیف زمین آماری مخزن می توان به موارد ذیل اشاره کرد: (Liebhold, et al., 1993)

۱- فراهم نمودن مدل های مخزنی که قادر به نشان دادن ناهمگنی های زمین شناسی پیش بینی یا کشف شده باشند.

۲- فراهم نمودن حدسی از عدم قطعیت کمیت های مورد نظر مخزنی از طریق مدل های چندگانه مخزن که تمامی آنها از ساخت زمین شناسی یکسانی برخوردار باشد.

۳- استفاده از انواع مختلف داده ها از مقیاس های مختلف و دقت های متفاوت و جمع بندی و همخوان نمودن آنها با هم.

با استفاده از این روشها می توان با داشتن اطلاعات از بخشهایی از مخزن (اطلاعات چاه ها) سایر نقاط مخزن با مختصات مشخص را با عدم قطعیت مشخص پیشگوئی کرد.

در این مطالعه از انواع روشهای زمین آماری نظیر کریجینگ و شبیه سازی جهت مدلسازی استاتیک مخزن استفاده شده است که در نهایت از بین آنها بهترین نقشه (Map) با کمترین میزان خطا و با بیشترین احتمال (Probability)، تولید (Generate) و مورد ارزیابی قرار گرفته شد.

منطقه مورد مطالعه بخشی از میدان گازی پارس جنوبی است که بین کشور های جمهوری اسلامی ایران و کشور قطر مشترک است، این کشور با وسعت بسیار کم خود بعنوان شریک ایران در این میدان، تلاش گسترده و هدفمندی را آغاز کرده تا موقعیت خود را بعنوان جایگاه نخست تولید کننده گاز در سالهای آینده در جهان ارتقاء بخشد. این کشور در سالهای اخیر میلیاردها دلار در میدان گازی پارس جنوبی سرمایه گذاری کرده و به استخراج و صادرات گاز این منبع روی آورده است. قطر در حال حاضر ۶ برابر ایران از این منبع مشترک برداشت می کند و تاکنون به درخواست های ایران برای تشکیل کمیته مشترک درباره نحوه و میزان استخراج از پارس جنوبی پاسخی شایسته نداده است (آلی، ۱۳۸۵). سرمایه گذاری ایران برای استخراج و صادرات گاز از میدان پارس جنوبی گرچه در سالهای اخیر امید بخش بوده است، اما در مقایسه با قطر بسیار کند و به مراتب عقب تر است.

لازم به ذکر است که ۶/۸ درصد ذخایر گاز دنیا در منطقه پارس جنوبی واقع شده است که این رقم دو برابر ذخایر کل گاز ایالات متحده است. بنابراین توسعه هرچه سریعتر این میدان امری ضروری می نماید. در این رابطه در چند سال اخیر شرکت نفت و گاز پارس بعنوان متولی توسعه این میدان تلاشهای گسترده ای را به منظور توسعه هرچه سریعتر میدان آغاز کرده است.

منطقه مورد مطالعه، بخشی از این میدان گازی است که ابعاد آن حدود ۴۳ کیلومتر در ۲۰ کیلومتر می باشد. با استفاده از داده های خام و تفسیر شده پنج چاه، شامل سطوح چینه شناسی K1, K2, K3, K4 و نار به صورت نقشه های هم تراز زیرزمینی (UGC map)، سرسازندها (Wellformation)، مغزه (Core)، رخساره های الکتریکی، داده های چک شات (Check Shots)، سرعت برانبارش (Stack velocity)، سطوح چینه شناسی و سرسازندها و مکعب امیدانس صوتی مورد استفاده قرار گرفت، این پروفیل سه بعدی لرزه ای با استفاده از مدل سرعت به بعد مکان آورده و مورد استفاده در سایر مراحل مدلسازی قرار گرفته شده است.

تعداد چاهها در منطقه مورد مطالعه، کم (تنها ۵ چاه در منطقه‌ای به وسعت ۸۶۰ کیلومترمربع) بود. داده مکعب امیدانس صوتی بدلیل چگالی بالا و وجود همبستگی با تخلخل، داده لرزه‌ای مورد استفاده قرار گرفت.

در نتیجه واریوگرافی (واریوگرافی افقی) مکعب لرزه‌ای، شعاع تاثیر کوچک و بزرگ تعیین و از این شعاعها در مدلسازی خواص مخزن، استفاده شد.

مدل سرعت منطقه، جهت تبدیل (Convert) مکعب لرزه‌ای از بعد زمان به بعد مکان ساخته و مورد استفاده قرار گرفت.

عدم همسانگردی (anisotropy) منطقه نیز با استفاده از نقشه واریوگرامی که از مکعب امیدانس صوتی بدست آمد، بررسی و منطقه ایزوتروپی خوبی را نشان داد.

روشهای زمین‌آماری مورد استفاده شامل کریجینگ ساده برپایه درون‌یابی (Interpolation)، شبیه‌سازی گوسی پی‌درپی SGS، شبیه‌سازی شاخص پی‌درپی SIS می باشد.

پس از ساخته شدن مدلها، به ارزیابی و تفسیر آنها پرداخته شد. سپس نزدیکی آنها به واقعیت مورد بررسی قرار گرفت.

یکی از پنج تا چاه را حذف و مجدداً مدلسازی را با چهار تا چاه ادامه، سپس در محل چاه حذف شده لاگ مصنوعی ساخته شد و سپس این لاگ مصنوعی با لاگ چاه حذف شده مقایسه شد.

مهمترین نرم افزاری که در این پروژه مورد استفاده قرار گرفت نرم افزار پترل (petrel 2005) ساخت شرکت شلومبرژره (Shlumberger) است.

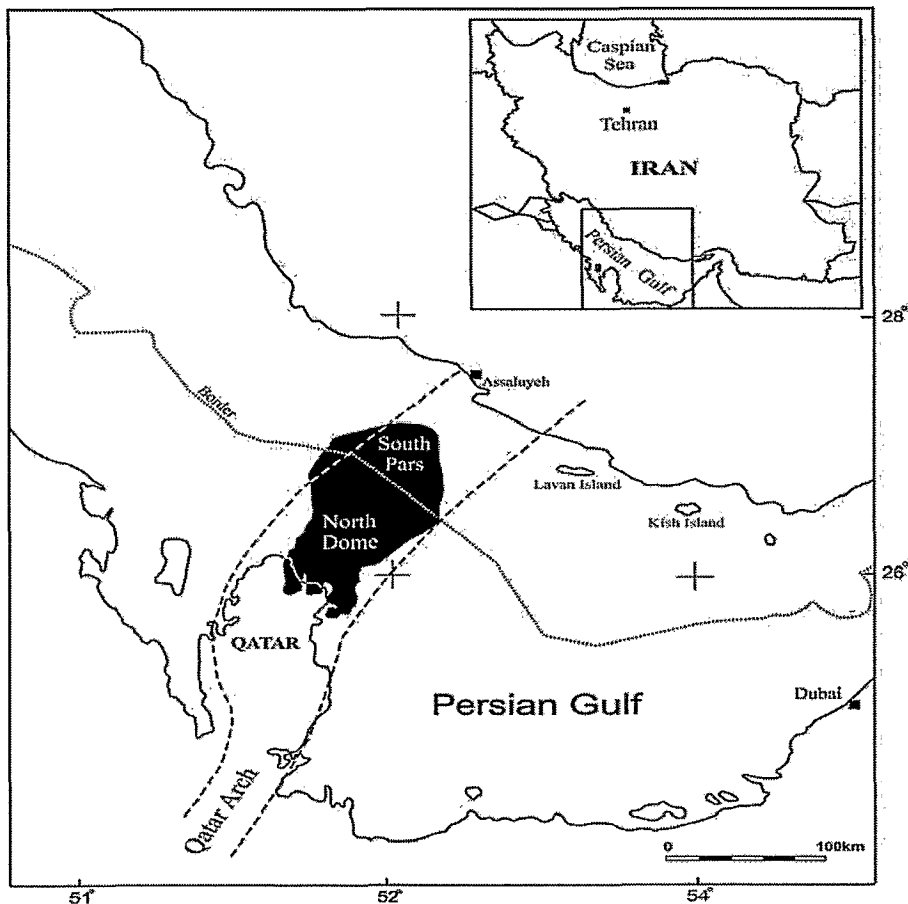
بنابراین ساختار پایان نامه بدین صورت تنظیم شده است، در ادامه در فصل دوم به موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه، بررسی لیتولوژی و چینه شناسی سنگ مخزن و ساختار زمین‌شناسی پارس جنوبی پرداخته شده است. در فصل سوم خصوصیات پتروفیزیکی موجود نظیر تخلخل و تراوایی تشریح شده است. فصل چهارم به مبانی زمین‌آمار که بعنوان پایه و اساس این مدلسازی است، پرداخته شده است در فصل پنجم روش کار مدلسازی به صورت مرحله به مرحله تا رسیدن به مدل‌های پتروفیزیکی و رخساره‌ای با استفاده از روشهای مختلف زمین‌آمار توضیح داده شده و فصل ششم به ارزیابی مدلها پرداخته که نهایتاً در فصل آخر نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه شده است.

فصل دوم

زمین شناسی منطقه

۱-۲) مقدمه

در این فصل به کلیاتی از منطقه مورد مطالعه، که شامل بخشی از میدان گازی پارس جنوبی می‌باشد، پرداخته شده‌است. میدان گازی پارس جنوبی به همراه امتداد بخش جنوبی آن، میدان شمالی (North Field or North Dome) کشور قطر، در آبهای خلیج فارس واقع شده‌است. این میدان بخشی از بالآمدگی بزرگ قطر-فارس (Qatar-Fars Arch) بوده که دارای روند شمال-شمال شرقی و جنوب-جنوب غربی (NNE-SSW) می‌باشد. میدان پارس جنوبی در واقع بخش شمالی این میدان مشترک بوده که بر روی کمان مذکور قرار گرفته و ساختمان آن دارای شیب بسیار ملایمی می‌باشد (شکل ۲-۱)



شکل (۱-۲) موقعیت میدان گازی پارس جنوبی و بخش قطری آن (میدان شمالی) در آبهای خلیج فارس

سازند کنگان به سن تریاس پیشین (Early Teriassic) و بخش (Member) دالان بالائی به سن پرمین پسین (Late Permian) در واقع مخازن میدان گازی پارس جنوبی محسوب می‌گردند. سازندهای کنگان و دالان معادل سازند خوف (Khuff Formation) در نام گذاری عربی هستند. مطالعات قبلی

شرکت توتال بر روی این میدان منجر به تقسیم سازندهای کنگان-دالان به پنج بخش مخزنی K1، K2، K3، K4 و K5 گردید. در واقع لایه های مخزنی K1 و K2 معادل سازند کنگان، لایه های K3 و K4 معادل بخش دالان بالائی و K5 معادل بخش غیر مخزنی دالان پائینی می باشند. بخش انیدریتی نار (Nar Member) مابین لایه های K4 و K5 قرار گرفته و بخشهای دالان پائینی و بالائی را از هم مجزا می کند (شکل ۲-۲).

چهار لایه مخزنی مذکور یعنی لایه های K1 تا K4 در میدان پارس جنوبی تغییرات لیتولوژی نشان می دهند. سازند کنگان (تریاس پسین) بر روی سازند دالان (پرمین میانی و پسین) قرار گرفته است. مرز بین این دو سازند، مرز پرمو-تریاس، مورد شک و تردید است.

مطالعات ناحیه ای بیانگر این مطلب است که سازند دالان (بخشهای دالان بالائی، بخش انیدریتی نار و دالان پائینی) به سن پرمین میانی و پسین بر روی سازند فراقون (پرمین پیشین) واقع شده است. تنها چاه SP-1 وارد سازند فراقون شده و ۱۹ متر از قسمت بالائی آن را حفاری کرده است و هیچگونه اطلاعات دیگری از این سازند در میدان پارس جنوبی در دسترس نیست (نفت و گاز پارس، ۱۳۸۳).