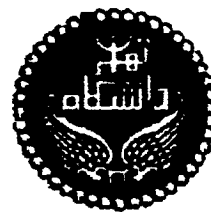


دانشگاه تهران  
دانشکده فنی  
گروه مهندسی معدن



**پایان نامه :**

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد  
در رشته مهندسی اکتشاف نفت

**موضوع :**

تخمین توزیع فضایی پارامترهای پتروفیزیکی میدان نفتی - گازی  
سلمان

۳۹۸۷۱

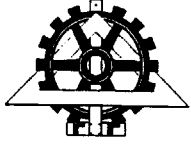
**نگارش:**

علی اصغر عنایتی

**استاد راهنما:**

دکتر علی اصغر حسینی پاک

آبان ماه ۱۳۸۰



موضوع

تخمین توزیع فضایی پارامترهای پتروفیزیکی میدان نفتی - گازی سلمان

توسط

علی اصغر عنایتی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی معدن گرایش اکتشاف نفت

از این پایان نامه در تاریخ ۸۰/۸/۲۳ در مقابل

هیئت داوران دفاع بعمل آمده و مورد تصویب قرار گرفت.

محل امضاء



سرپرست کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده: آقای دکتر بنی هاشمی

۸۰/۳/۱۵

دکتر جعفری

مدیر گروه آموزشی: آقای دکتر احمد جعفری

دکتر علی اصغر حسینی پاک

استاد راهنما: آقای دکتر علی اصغر حسینی پاک

اساتید مشاور: \_\_\_\_\_

داور مدعو: آقایان دکتر غلامحسین نوروزی و دکتر منوچهر حقیقی

دکتر منوچهر حقیقی

**تقدیم به :**

**پدر مهربان**

**و**

**مادر عزیزم**

**و**

**همه آنانکه دوستم دارند و**

**دوستشان دارم**

## چکیده

تخمین توزیع فضایی پارامترهای پتروفیزیکی، یکی از کارهای اساسی در جهت شناخت هر مخزن هیدروکربوری می باشد و در جهت دهی برنامه های اکتشافی و طرحهای توسعه مخازن نقشی اساسی ایفا می کند. در پروژه حاضر دو پارامتر پتروفیزیکی تخلخل و درجه اشباع مربوط به بخش B میدان سلمان، که خود از سه لایه مهم مخزنی تشکیل شده است مورد تخمین قرار گرفت. جهت انجام این کار ابتدا نرمال بودن توابع توزیع مورد بررسی قرار گرفت و در مواردی نیز که این توابع نرمال نبودند به کمک تبدیلات خاص به نرمال تبدیل شدند. آنگاه وجود یا عدم ساختار فضایی برای هر تابع توزیع مطالعه شد و مشخص گردید که کلیه توابع توزیع دارای ساختار فضایی می باشند. با رسم واریوگرامهای جهتی و تحلیلهای ساختاری پارامترهای بیضی ناهمسانگردی مشخص شد و در پایان پس از اطمینان از مناسب بودن مدلهای برازش داده شده به کمک آزمون اعتبار متقابل، با بلوک بندی مخزن، تخمین نهایی به روش کریجینگ معمولی انجام و واریانس خطای مربوط به هر بلوک نیز محاسبه شد و نقشه های مربوطه رسم گردید و بخش شمال شرقی مخزن به دلیل درجه اشباع پایین تر و تخلخل بالاتر به عنوان مناسب ترین بخش مخزنی تشخیص داده شد.

## تشکر و قدردانی

خدای را سپاس که یکبار دیگر افتخار شاگردی نزد استاد فرزانه جناب آقای دکتر علی اصغر حسینی پاک را نصیب بنده فرمود. بی شک انجام این پروژه بدون راهنماییهای ارزنده ایشان غیرممکن بود، لذا بر خود واجب می دانم نهایت تشکر و سپاس را از زحمات ایشان داشته باشم.

از اساتید محترم آقایان دکتر حقیقی و دکتر دبیر بخاطر همکاریهای صمیمانه شان در مراحل مختلف انجام پروژه کمال تشکر را دارم. از استاد عزیز آقای دکتر نوروزی بخاطر زحمات فراوانی که در طول انجام پروژه متقبل شده اند بسیار سپاسگزارم.

از آقایان مهندس مشایخی سرپرست محترم بخش پتروفیزیک شرکت نفت فلات قاره ایران و مهندس شیروودی متخصص محترم پتروفیزیک آن شرکت بخاطر همکاریهای بی دریغشان و کلیه عزیزانی که به نوعی در راه انجام این پروژه مرا یاری نموده اند صمیمانه سپاسگزارم.

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

چکیده

### فصل اول: بررسی آمار کلاسیک داده‌ها

۲	۱- مقدمه
۴	۲- مفاهیم مقدماتی در آمار
۴	۲-۱- میانگین
۴	۲-۲- میانه
۵	۲-۳- واریانس
۵	۲-۴- انحراف استاندارد یا انحراف معیار
۵	۲-۵- ضریب تغییرات
۶	۲-۶- چولگی
۶	۲-۷- کشیدگی
۷	۲-۸- کوواریانس
۸	۳- نمایش ترسیمی داده‌ها
۸	۳-۱- رسم هیستوگرام
۹	۳-۲- کاغذ احتمال
۹	۴- تابع توزیع نرمال
۱۰	۵- آزمون‌های بررسی نرمال بودن داده‌ها
۱۰	۵-۱- استفاده از هیستوگرام داده‌ها
۱۰	۵-۲- استفاده از کاغذ احتمال استاندارد
۱۱	۵-۳- آزمون $\chi^2$
۱۲	۶- انحراف از نرمال

(الف)

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۳	۱-۶- آزمون های مقادیر خارج از ردیف
۱۶	۲-۶- تبدیل توزیع داده ها به نرمال
۱۷	۱-۲-۶- تبدیل لگاریتمی یا توزیع لاگ نرمال
۲۰	۲-۲-۶- تبدیل لگاریتمی سه متغیره (سه پارامتری)
۲۲	۳-۲-۶- تبدیل کاکس و باکس
۲۳	۷- هندسه مخزن مورد مطالعه
۲۴	۸- نوع و ساختار داده ها
۳۰	۹- بررسی داده های درون هر چاه
۳۱	۱۰- بررسی نرمال بودن توزیع داده های حاصل از میانگین گیری
۳۱	۱-۱۰- بررسی تخلخل در لایه اول ( $Pb_1$ )
۳۱	۲-۱۰- برای درجه اشباع در لایه اول ( $Sw_1$ ) و حذف مقدار خارج از ردیف
۳۴	۳-۱۰- بررسی تخلخل در لایه دوم ( $Pb_2$ )
۳۶	۴-۱۰- بررسی درجه اشباع در لایه دوم ( $Sw_2$ )
۳۶	۵-۱۰- بررسی درجه اشباع لایه سوم ( $Sw_3$ )
۳۶	۶-۱۰- بررسی تخلخل لایه سوم ( $Pb_3$ )

### فصل دوم: واریوگرافی و تحلیل ساختاری

۴۳	۱- تعریف متغیر ناحیه ای
۴۵	۲- واریوگرام
۴۸	۱-۲- نکات ضروری در رسم واریوگرام
۵۰	۳- فرضیات پایائی
۵۲	۴- کوواریوگرام
۵۳	۵- برازش مدل به واریوگرام تجربی

(ب)



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۳	۵-۱-مدلهای تئوری واریوگرام.....
۵۳	۵-۱-۱-مدل های سقف دار.....
۵۶	۵-۱-۲-مدلهای بدون سقف.....
۵۷	۶-انتخاب بهترین واریوگرام.....
۵۷	۷-تحلیل ساختاری.....
۵۷	۷-۱-ساختارهای تو در تو.....
۵۸	۷-۲-ناهمسانگردی.....
۵۸	۷-۲-۱-ناهمسانگردی هندسی.....
۵۹	۷-۲-۲-ناهمسانگردی منطقه ای.....
۶۰	۸-واریوگرافی مخازن مورد مطالعه.....
۶۲	۹-تحلیل ساختاری مخازن مذکور.....
۶۲	۹-۱-تحلیل ساختاری تخلخل لایه اول ( $Pb_1$ ).....
۶۷	۹-۲-تحلیل ساختاری درجه اشباع لایه اول ( $Sw_1$ ).....
۷۱	۹-۳-تحلیل ساختاری تخلخل لایه دوم ( $Pb_2$ ).....
۷۶	۹-۴-تحلیل ساختاری درجه اشباع لایه دوم ( $Sw_2$ ).....
۸۰	۹-۵-تحلیل ساختاری تخلخل لایه سوم ( $Pb_3$ ).....
۸۰	۹-۶-تحلیل ساختاری درجه اشباع لایه سوم ( $Sw_3$ ).....

### فصل سوم: فرآیند تخمین

۹۰	۱-مقدمه.....
۹۲	۲-عوامل موثر بر واریانس تخمین.....
۹۴	۳-انواع کریجینگ.....
۹۴	۳-۱-انواع کریجینگ بر حسب حجم پایه.....
	۳-۱-۱-کریجینگ نقطه ای

(ج)

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	۳-۱-۲- کریجینگ بلوکی
۹۵.....	۳-۲- انواع کریجینگ بر حسب مشخصات ساختار فضایی
	۳-۲-۱- کریجینگ ساده
	۳-۲-۲- کریجینگ معمولی
	۳-۲-۳- کریجینگ عام
	۳-۲-۱- روش تشخیص روند
۹۷.....	۳-۳- کریجینگ در شرایطی که توزیع داده ها با تبدیل نرمال می شوند
۱۰۲.....	۳-۴- کریجینگ شاخص
۱۰۳.....	۴- شعاع جستجو
	۵- مراحل انجام تخمین تخلخل و درجه اشباع مخازن مورد مطالعه پس از
۱۰۴.....	واریوگرافی
۱۰۴.....	۵-۱- مقدمه
۱۰۵.....	۵-۲- تعیین بهترین روش تخمین
۱۰۶.....	۵-۳- آزمون اعتبار متقابل
۱۰۶.....	۵-۳-۱- مقدمه
	۵-۳-۱-۱- آزمون اعتبار متقابل برای تخلخل لایه اول
	۵-۳-۱-۲- آزمون اعتبار متقابل برای تخلخل لایه دوم
۱۱۰.....	۵-۳-۲- مقایسه اعتبار تخمین مدل‌های گوسی و کروی
۱۱۲.....	۵-۴- چگونگی بلوک بندی و انجام تخمین نهایی
۱۴۰.....	۵-۵- نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۴۰.....	۵-۵-۱- نتیجه گیری
۱۴۲.....	۵-۵-۲- پیشنهادات
۱۴۳.....	پیوست
۱۴۵.....	منابع و مراجع

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۴	شکل (۱): نمونه ای از تصحیح مقادیر خارج از ردیف با استفاده از نمودار احتمال
۱۵	شکل (۲): حد آستانه ای مقادیر خارج از ردیف (g) به عنوان تابعی از تعداد نمونه (n) و سطح اعتماد
۱۸	شکل (۳): تبدیل یک توزیع با چولگی مثبت به توزیع نرمال با استفاده از تبدیل لگاریتمی
۲۴	شکل (۴): مقطع عرضی از مخزن مورد بررسی با رعایت مقیاس قائم
۲۵	اشکال (۵-a,b): نقشه سه بعدی شماتیکی از تاپ مخزن B۱ که در حقیقت تاپ سازند B نیز می باشد.
۲۷	شکل (۶): نقشه موقعیت چاهها نسبت به همدیگر
۲۹	شکل (۷): هندسه یک چاه فرضی
۳۲	اشکال (۸-a,b): هیستوگرام (a) و نمودار احتمال (b)، تخلخل لایه اول (Pb۱)
۳۳	اشکال (۹-a,b): هیستوگرام و نمودار احتمال داده های اولیه درجه اشباع لایه اول (Sw۱)، قبل (a,b) و بعد (c,d) از حذف مقدار خارج از ردیف
۳۵	شکل (۱۰-a,b): هیستوگرام (a) و نمودار احتمال (b)، داده های تخلخل لایه دوم (Pb۲)
۳۷	شکل (۱۱-a,b): هیستوگرام (a) و نمودار احتمال (b)، داده های درجه اشباع لایه دوم (Sw۲)
۳۸	شکل (۱۲-a,b): هیستوگرام (a) و نمودار احتمال (b)، داده های درجه اشباع لایه سوم (Sw۳)
	اشکال (۱۳-a,b,c):
	- هیستوگرام (a) و نمودار احتمال (b)، داده های اولیه تخلخل لایه سوم (Pb۳)
۴۰	و - هیستوگرام (c) لگاریتم داده های اولیه (LnPb۳)
۴۱	شکل (۱۴-a,b): هیستوگرام (a) و نمودار احتمال (b) تبدیل یافته لگاریتمی سه پارامتری داده های اولیه

## فهرست اشکال

صفحه

عنوان

### فصل دوم

	شکل (۱): شکل (a) ترکیبی از تغییرات مولفه جزمی و تصادفی و شکل (b) تغییرات مولفه تصادفی	۴۴
	شکل (۲): مثالی از یک واریوگرام سقف دار که دارای اثر قطعه ای می باشد.	۴۶
	شکل (۳): روش محاسبه واریوگرامهای دو بعدی (a) و سه بعدی (b).	۴۹
	شکل (۴): سه نوع واریوگرام دارای آستانه (نمایی، گوسی، کروی).	۵۳
	شکل (۵-a): واریوگرام غیر جهتی تخلخل لایه اول ( $Pb_1$ ).	۶۴
	شکل (۵-b): واریوگرام تخلخل لایه اول در جهت $0^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .	۶۴
	شکل (۵-c): واریوگرام تخلخل لایه اول در جهت $0^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .	۶۴
	شکل (۵-d): واریوگرام تخلخل لایه اول در جهت $45^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .	۶۵
	شکل (۵-e): واریوگرام تخلخل لایه اول در جهت $67/5^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .	۶۵
	شکل (۵-f): واریوگرام تخلخل لایه اول در جهت $90^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .	۶۵
	شکل (۵-g): واریوگرام تخلخل لایه اول در جهت $112/5^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .	۶۶
	شکل (۵-h): واریوگرام تخلخل لایه اول در جهت $157/5^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .	۶۶
	شکل (۶-a): واریوگرام غیر جهتی درجه اشباع لایه اول.	۶۸
	شکل (۶-b): واریوگرام درجه اشباع لایه اول در جهت $0^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .	۶۸
	شکل (۶-c): واریوگرام درجه اشباع لایه اول در جهت $22/5^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .	۶۸
	شکل (۶-d): واریوگرام درجه اشباع لایه اول در جهت $45^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .	۶۹
	شکل (۶-e): واریوگرام درجه اشباع لایه اول در جهت $90^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .	۶۹
	شکل (۶-f): واریوگرام درجه اشباع لایه اول در جهت $135^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .	۶۹
	شکل (۶-g): واریوگرام درجه اشباع لایه اول در جهت $157/5^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .	۷۰

## فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل (v-a): واریوگرام غیر جهتی تخلخل لایه دوم ..... ۷۲
- شکل (v-b): واریوگرام تخلخل لایه دوم در جهت  $0^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۲
- شکل (v-c): واریوگرام تخلخل لایه دوم در جهت  $22/5^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۲
- شکل (v-d): واریوگرام تخلخل لایه دوم در جهت  $45^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۳
- شکل (v-e): واریوگرام تخلخل لایه دوم در جهت  $67/5^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۳
- شکل (v-f): واریوگرام تخلخل لایه دوم در جهت  $90^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۳
- شکل (v-g): واریوگرام تخلخل لایه دوم در جهت  $112/5^\circ$  با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۴
- شکل (v-h): واریوگرام تخلخل لایه دوم در جهت  $135^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۴
- شکل (v-i): واریوگرام تخلخل لایه دوم در جهت  $157/5^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۴
- شکل (v-z): منحنی های هم واریانس متغیر ناحیه ای تخلخل در لایه دوم (Pb<sub>2</sub>) ..... ۷۵
- شکل (۸-a): واریوگرام غیر جهتی درجه اشباع لایه دوم (Sw<sub>p</sub>) ..... ۷۷
- شکل (۸-b): واریوگرام درجه اشباع لایه دوم در جهت  $0^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۷
- شکل (۸-c): واریوگرام درجه اشباع لایه دوم در جهت  $22/5^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۷
- شکل (۸-d): واریوگرام درجه اشباع لایه دوم در جهت  $45^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۸
- شکل (۸-e): واریوگرام درجه اشباع لایه دوم در جهت  $67/5^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۸
- شکل (۸-f): واریوگرام درجه اشباع لایه دوم در جهت  $112/5^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۸
- شکل (۸-g): واریوگرام درجه اشباع لایه دوم در جهت  $135^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۹
- شکل (۸-h): واریوگرام درجه اشباع لایه دوم در جهت  $157/5^\circ$  و با دامنه نوسان  $22/5^\circ$  ..... ۷۹

(ز)

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۸۱	شکل (۹-a): واریوگرام غیر جهتی داده های تبدیل یافته تخلخل لایه سوم
۸۱	شکل (۹-b): واریوگرام داده های تبدیل یافته تخلخل لایه سوم در جهت $0^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$
۸۱	شکل (۹-c): واریوگرام داده های تبدیل یافته تخلخل لایه سوم در جهت $22/5^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$
۸۱	شکل (۹-d): واریوگرام داده های تبدیل یافته تخلخل لایه سوم در جهت $45^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$
۸۲	شکل (۹-e): واریوگرام داده های تبدیل یافته تخلخل لایه سوم در جهت $67/5^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$
۸۲	شکل (۹-f): واریوگرام داده های تبدیل یافته تخلخل لایه سوم در جهت $90^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$
۸۲	شکل (۹-g): واریوگرام داده های تبدیل یافته تخلخل لایه سوم در جهت $112/5^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$
۸۳	شکل (۹-h): واریوگرام داده های تبدیل یافته تخلخل لایه سوم در جهت $135^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$
۸۳	شکل (۹-i): واریوگرام داده های تبدیل یافته تخلخل لایه سوم در جهت $157/5^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$
۸۴	شکل (۹-j): رویه واریوگرام داده های تبدیل یافته تخلخل لایه سوم
۸۶	شکل (۱۰-a): واریوگرام غیر جهتی درجه اشباع لایه سوم در جهت $(SW_p)$
۸۶	شکل (۱۰-b): واریوگرام درجه اشباع لایه سوم در جهت $0^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$
۸۶	شکل (۱۰-c): واریوگرام درجه اشباع لایه سوم در جهت $22/5^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$

## فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل (d-10): واریوگرام درجه اشباع لایه سوم در جهت $45^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .....	۸۷
شکل (e-10): واریوگرام درجه اشباع لایه سوم در جهت $67/5^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .....	۸۷
شکل (f-10): واریوگرام درجه اشباع لایه سوم در جهت $112/5^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .....	۸۷
شکل (g-10): واریوگرام درجه اشباع لایه سوم در جهت $135^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .....	۸۸
شکل (h-10): واریوگرام درجه اشباع لایه سوم در جهت $157/5^\circ$ و با دامنه نوسان $22/5^\circ$ .....	۸۸

### فصل سوم

شکل (۱): چگونگی تأثیر پراکندگی نمونه ها بر واریانس تخمین.....	۹۲
شکل (۲): نمودارهای مقادیر $x$ یا $y$ بر حسب تخلخل هر یک از لایه ها.....	۹۸
شکل (۳): نمودارهای مقادیر $x$ یا $y$ بر حسب درجه اشباع هر یک از لایه ها.....	۹۹
شکل (۴): نمونه ای از یک توزیع که با روشهای معمول قابل نرمال کردن نیست و لزوم استفاده از تبدیل شاخص را می رساند.....	۱۰۲
شکل (a-5): مقادیر تخمین زده شده تخلخل لایه اول در نقاط مربوط به چاهها... ۱۱۶	۱۱۶
شکل (b-5): نقشه خطای تخمین تخلخل در لایه اول (مقدار تخمینی منهای مقدار واقعی) که با علامت $\times$ برای خطای مثبت و علامت $+$ برای خطای منفی مشخص شده است.....	۱۱۶
شکل (c-5): نمودار همبستگی بین مقادیر تخمینی و اصلی تخلخل لایه اول.....	۱۱۷
شکل (d-5): هیستوگرام اختلاف بین مقادیر واقعی و تخمینی تخلخل لایه اول.....	۱۱۷
شکل (e-5): هیستوگرام خطاهای آماری تخلخل لایه اول با مدل کروی.....	۱۱۹