

روش های پتانسیلی در کاوش های ژئوفیزیکی

www.ketab.ir

تالیف: دکتر لطیف صمدی

عضو هیئت علمی دانشگاه خوارزمی

سر شناسه : صمدی، لطیف، ۱۳۴۶-
 عنوان و نام پدید آور : روش های پتانسیلی در کاوش های ژئوفیزیکی
 / تالیف لطیف صمدی.
 مشخصات نشر : تهران: جهاد دانشگاهی، واحد خوارزمی، ۱۳۹۵.
 مشخصات ظاهری : ۳۱۶ ص: مصور، جدول، نمودار.
 شابک : ۱۹۰۰۰ ریال : 978-600-7605-19-6
 وضعیت فهرست نویسی : فیبا
 یادداشت : واژه نامه.
 یادداشت : کتابنامه: ص. ۲۹۴-۲۹۳.
 موضوع : پی جویی اکتشافی - روش های ژئوفیزیکی
 موضوع : Prospecting-Geophysical methods
 موضوع : نقشه برداری
 Surveying : موضوع
 موضوع : جاذبه گرانی - اندازه گیری
 Gravity - Measurement : موضوع
 موضوع : مغناطیس سنج ها
 Magnetometers : موضوع
 شناسه افزوده : جهاد دانشگاهی، واحد خوارزمی
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۵ ۹۸/۲۷/۳۷۳
 رده بندی دیویی : ۵۵۰/۱۳
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۲۷/۷۶۴

انتشارات جهاد دانشگاهی واحد دانشگاه خوارزمی

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۷۶۰۵-۱۹-۶

ISBN : 978-600-7605-19-6



نام کتاب : روش های پتانسیلی در کاوش های ژئوفیزیکی
 گرانی سنجی، مغناطیس سنجی، نقشه برداری توپوگرافی
 مولف : دکتر لطیف صمدی
 نوبت چاپ : ۱۳۹۵
 چاپ : دانشگاه خوارزمی
 شمارگان : ۵۰۰ نسخه
 قیمت : ۱۹۰۰۰۰ ریال

آدرس ناشر : خیابان انقلاب اسلامی - خیابان شهید مفتح - شماره ۴۳ - دانشگاه خوارزمی - جهاد
 دانشگاهی - تلفن و دورنگار: ۸۸۳۰۲۵۲۴ - ۸۸۳۰۹۲۹۲ مرکز بخش : ۷۷۵۰۳۸۲۴

این اثر مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هر کس تمام یا قسمتی
 از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا بخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

پیش گفتار

با پیشرفت دانش بشر از یک سو فناوری های جدید برای کاوش های زیر زمینی فراهم می شود و از سوی دیگر با اکتشاف، بهره برداری و اتمام ذخایر زیر زمینی با زمین شناسی ساده و کم عمق نیاز به کشف منابع جدید با زمین شناسی پیچیده افزایش می یابد. جمعیت جهان روز بروز در حال افزایش است و تقاضا نیز برای منابع خام زیر زمینی افزایش می یابد. روش های ژئوفیزیکی ابزارهایی هستند که می توانند با وجود شرایط پیچیده زمین شناسی اطلاعات قابل اعتمادی را برای اکتشاف منابع زیر زمینی نفت و گاز، اکتشاف مواد معدنی، مطالعات تکتونیکی و ساختمانی، بررسی های زیست محیطی، اشناسی ژئوتکنیکی فراهم کنند. گرانی سنجی و مغناطیس سنجی از روش های ژئوفیزیکی هستند که ماهیت پتانسیلی داشته و از نظر تئوری نیز شباهت های زیادی دارند. در هر دو روش میدان های طبیعی زمین مطالعه می شوند و تفاوت آنها در خواص فیزیکی سنگ ماست. در گرانی سنجی تباین جرم مخصوص سنگ ها و مواد، و در مغناطیس سنجی خود پدیری، فنالیزی آنها چشمه های بی هنجاری¹ هستند. تغییرات شتاب گرانش در سطح زمین در اثر تریغ غیر یکنواخت سنگ ها و مواد معدنی با جرم مخصوص های متفاوت در پوسته زمین ایجاد می شود. همین تفاوت باعث تغییرات جزئی در شتاب گرانش می شود. متوسط گرانی سنج ها دقیق قابل شناسایی است. آنومالی شتاب گرانی اغلب کمتر از یک میلی گال است. امروزه گرانی سنج های دقیق قادر هستند آنومالی شتاب گرانی را تا دقت یک مدم و حتی یک هزارم میلی گال (هر گال برابر با یک سانتیمتر بر مجذور ثانیه است) اندازه گیری کنند.

از گرانی سنجی برای حل طیف وسیعی از ابهامات زمین شناسی استفاده می شود که از آن جمله می توان به زمین شناسی ناحیه ای، تفکیک مرز تماس بلوک های پوسته زمین، شناسایی گسل های عمیق در پی سنگ²، شناسایی ساختمان های زمین شناسی نفت و گاز، شناسایی زون های غنی سازی فلزی و غیر فلزی، چین خوردگی های طاقدیسی و ناودیدی، همبری ها⁴، گنبد های نمکی⁵، زون های کارستی و خرد شده، کنترل مخازن ذخیره سازی مصنوعی و طبیعی نفت و گاز اشاره کرد.

¹ Anomaly

² Bedrock

آنومالی مغناطیسی در اثر مغناطیدگی سنگ های پوسته زمین در دوران جدید و قدیم ایجاد می شود. شاخص مغناطیدگی سنگ ها و مواد میزان مواد فرومغناطیسی است. سنگ های آذرین بازی و فوق بازی و کانسار های فلزی حاوی منیتیت آنومالی مغناطیسی قوی ایجاد می کنند. اگر لایه های رسوبی حاوی کمی کانی های مغناطیسی باشند، مغناطیس سنج های پیشرفته قادر هستند آنها را شناسایی کنند.

روش مغناطیس سنجی همراه با روش گرانی سنجی اهمیت ویژه ای در اکتشاف مواد معدنی، حل ابهامات زمین شناسی، مطالعات باستان شناسی، مطالعه ساختار های نفت و گاز، مطالعه پوسته زمین، شناسایی تغییرات پی سنگ، شناسایی زون های غنی سازی فلزی، تعیین محل سسک های ها و گسل ها دارد.

جرم مخصوص و مغناطیس گرایی خواص توده ای مواد هستند و همراه با پتانسیل گرانش و پتانسیل مغناطیسی در معادله پراون متحد می شوند. به عبارت دیگر می توان پتانسیل مغناطیسی را به پتانسیل شبه گرانی تبدیل کرده و آن را همزمان با پتانسیل گرانی تفسیر کرد. این کار را می توان با تبدیل پتانسیل گرانی به پتانسیل شبه مغناطیسی نیز انجام داد. البته میدان مغناطیسی دارای پایداری های نسبت به میدان گرانی می باشد. نقشه خوانی و نقشه برداری در بحث گرانش و گرانی سنجی از دو جنبه دارای اهمیت است. از یک سو موضوع گرانش و شکل زمین این دو حالت سیستم های تصویر و پایه تعاریف در نقشه برداری و ژئودزی می باشند، که مستقیماً با توزیع جرم در داخل زمین، شکل ظاهری زمین و سطح هم تراز یا ژئوئید ارتباط دارند. از سوی دیگر روش گرانی سنجی همراه با مغناطیس سنجی از روش های نوین و پیشرو ژئوفیزیک می باشند، که بدون نقشه و نقشه برداری آشکارسازی آنومالی های گرانی کوچک ناممکن است.

از نقشه برای پیاده کردن محل ایستگاه های اندازه گیری، دسترسی به محل ایستگاه ها، انجام تصحیحات ارتفاعی در پردازش داده ها و ارائه نتایج استفاده می شود. تهیه نقشه و عملیات نقشه برداری ایستگاه ها بر عملیات گرانی سنجی و مغناطیس سنجی اولویت اجرایی دارند.

از این رو بنظر می رسد که همراهی نقشه برداری با گرانی سنجی در این کتاب می تواند اهمیت دو جانبه داشته باشد. از یک سو نقشه برداران و ژئودزیست های عزیز می توانند

با در نظر گرفتن رویکرد عملی و مبانی تئوری روش های پتانسیلی توسعه ایده های نوین در ژئودزی را شتاب بخشند، از سوی دیگر زمین فیزیک دان های عزیز نیز با اشراف بر اهمیت نقشه های پایه و ژئودزی، دایره کاربرد روش های پتانسیلی را گسترش دهند. این کتاب در سه فصل تدوین شده است. در فصل اول به آشنایی با نقشه، طبقه بندی نقشه ها، شناخت سیستم های تصویر، مبانی و روش های تهیه نقشه، نقشه برداری با وسایل ساده، نقشه برداری با مکانیاب^۱ (GPS) دستی و تفاضلی (DGPS)^۲ و همچنین روش های ترسیم نقشه های توپوگرافی پرداخته می شود.

در فصل اول از تجربیات نویسندگان در امور نقشه برداری در مقاطع مختلف تحصیلی، اجرایی و آموزشی استفاده شده است، که شامل دانش تحصیل در رشته فنی با واحدهای نقشه برداری مینی و زیر زمینی، تدریس چندین ساله درس کارتوگرافی برای دانشجویان کارشناسی، رشد علوم گیاهی همراه با تهیه نقشه با استفاده از سیستم مکانیاب، تجربه چند ساله در اجرای عملیات نقشه برداری برای دانشجویان کارشناسی زمین شناسی، استفاده عملی از مکانیاب در اجرای ده ها پروژه مستقل ژئوفیزیکی و همچنین مدیریت و برداشت بیش از ده هزار دستگاه با مکانیاب تفاضلی برای تهیه نقشه توپوگرافی در حوزه نفتی می باشد. در فصل اول سعی شده است، مطالب طوری تدوین شوند تا مخاطبین محترم در صورت نیاز بتوانند بطور خودآموز با نقشه، نقشه برداری با وسایل کلاسیک و همچنین کار با مکانیاب دستی و تفاضلی آشنا شوند.

در فصل دوم روش گرانی سنجی بحث می شود، که شامل اصول فیزیکی، مبانی تئوری، ماهیت آنومالی گرانی، دستگاه های گرانی سنجی، روش های اندازه گیری داده ها، پردازش و تعبیر و تفسیر داده ها می شوند.

در فصل سوم روش مغناطیس سنجی بحث می شود. در این فصل اصول فیزیکی، مبانی تئوری، ماهیت آنومالی مغناطیسی، دستگاه های مغناطیس سنج، روش های اندازه گیری، پردازش و تعبیر و تفسیر داده های مغناطیس سنجی ارائه شده است. منابع و واژه نامه بخش پایانی را تشکیل می دهند. منابع مورد استفاده در متن با شماره در داخل [] مشخص شده اند.

¹ Global Positioning System (GPS)

² Differential Global Positioning System (GPS)

این کتاب برای استفاده دانشجویان و متخصصین ژئوفیزیک، مهندسين نفت و معدن و زمین شناسی، مهندسين عمران، نقشه برداری و ژئوتکنیک تدوین شده است. فصل اول کتاب می تواند برای دانشجویان جغرافیا، مهندسی کشاورزی، جنگلداری، منابع طبیعی، علوم گیاهی و دیگر عزیزانی که با برنامه ریزی های صحرایی سروکار دارند، مفید باشد. لازم می دانم از آقای مهندس محمد ریحانی که ضرورت نقشه و نقشه برداری را برای متخصصین علوم زمین مطرح کردند و از آقای حشمت الله جلیلی که در طراحی جلد زحمات فراوانی کشیدند، تشکر نمایم. از آقای دکتر جعفر کیمیا قلم که تدوین کتاب های ژئوفیزیک صحرایی را برای بخش های مختلف توصیه نمودند، تشکر می نمایم. از آقای دکتر سید حسیر ششمی که کمک فراوانی در واژه یابی نمودند، قدردانی می کنم. از شما عزیزان و خوانندگان محترم که این کتاب را انتخاب نموده اید، تشکر ویژه دارم. امید است با پیشنهادها و نظرات ارزشمند خود ما را در تصحیح ایرادات، کاستی ها و بهبود مطالب یاری نموده و همگی در نهادینه کردن فرهنگ ارائه منابع بومی و ملی سهیم باشیم. به امید حق انشالله

لطیف صمدی

۱۳۹۵

ls_geo2000@yahoo.com

۲۱	فصل ۱: نقشه خوانی و مبانی نقشه برداری
۲۳	۱-۱ آشنایی با نقشه
۲۴	۱-۱-۱ مقدمه
۲۰	۲-۱-۱ تعریف نقشه
۲۴	۳-۱-۱ مقیاس مقیاس
۲۵	۴-۱-۱ علائم قراردادی در نقشه
۲۶	۱-۱-۱ انواع نقشه
۲۷	۱-۱-۱-۱ نقشه های توپوگرافی
۲۷	۱-۱-۱-۲ نقشه های موضوعی
۲۸	۱-۱-۱-۳ نقشه های پایه
۲۸	۱-۱-۱-۴ نقشه های مقیاس
۲۸	۱-۱-۱-۵ انواع نقشه بر اساس مقیاس
۲۹	۷-۱-۱ آشنایی با نقشه توپوگرافی
۲۹	۱-۷-۱-۱ منحنی های تراز
۳۲	۲-۷-۱-۱ ویژگی های نقشه توپوگرافی
۳۶	۳-۷-۱-۱ رسم نیمرخ با استفاده از نقشه توپوگرافی
۳۸	۸-۱-۱ موارد مهم در تهیه نقشه توپوگرافی
۳۹	۲-۱ سیستم مختصات و شبکه نقشه
۳۹	۱-۲-۱ ضرورت سیستم مختصات
۳۹	۲-۲-۱ شکل بیرونی زمین
۴۲	۳-۲-۱ تعاریف و واژه های سیستم جغرافیایی
۴۵	۴-۲-۱ شبکه نقشه
۴۵	۱-۴-۲-۱ شبکه قائم الزاویه (دکارتی)
۴۶	۲-۴-۲-۱ شبکه جغرافیایی
۴۷	۳-۱ سیستم های تصویر
۴۷	۱-۳-۱ ضرورت سیستم های تصویر
۴۸	۲-۳-۱ سیستم تصویر مخروطی
۴۸	۱-۲-۳-۱ سیستم تصویر مخروطی لامبرت

- ۴۹ ۳-۳-۱ سیستم تصویر صفحه ای (مرکزی)
- ۴۹ ۴-۳-۱ سیستم تصویر استوانه ای
- ۵۰ ۱-۴-۳-۱ سیستم تصویر استوانه ای مرکاتور
- ۵۱ ۲-۴-۳-۱ سیستم تصویر استوانه ای یونیورسال، ترانسورس مرکاتور (UTM)
- ۵۳ ۴-۱ مبانی نقشه برداری
- ۵۳ ۱-۴-۱ کلیات
- ۵۴ ۲-۴-۱ انواع نقشه برداری
- ۵۴ ۱-۲-۴-۱ نقشه برداری ژئودیک
- ۵۵ ۲-۲-۴-۱ نقشه برداری مستوی زمینی
- ۵۶ ۳-۴-۱ نقشه برداری هوایی (فوتوگرامتری)
- ۵۶ ۳-۴-۱ نقشه برداری عمومی برای تهیه نقشه توپوگرافی
- ۵۷ ۱-۲-۴-۱ نقشه توپوگرافی
- ۵۸ ۴-۴-۱ کنترل خط
- ۵۸ ۵-۴-۱ مفاهیم و واژه های رایج در نقشه برداری
- ۶۳ ۵-۱ اندازه گیری فاصله
- ۶۳ ۱-۵-۱ کلیات
- ۶۳ ۲-۵-۱ اندازه گیری طول به روش مستقیم
- ۶۳ ۱-۲-۵-۱ اندازه گیری طول با فاصله قدم ها
- ۶۴ ۲-۲-۵-۱ اندازه گیری طول با سرعت حرکت
- ۶۴ ۳-۲-۵-۱ اندازه گیری طول افقی با متر (متر کشی) زمین هموار
- ۶۵ ۴-۲-۵-۱ متر کشی در زمین های شیب دار و در امتداد افقی
- ۶۵ ۵-۲-۵-۱ متر کشی در زمین های شیب دار در امتداد سطح شیب دار
- ۶۶ ۳-۵-۱ اندازه گیری طول به روش غیرمستقیم
- ۶۶ ۱-۳-۵-۱ روش استادیومتری
- ۶۷ ۲-۳-۵-۱ اندازه گیری فاصله به روش استادیومتری در زمین افقی
- ۶۸ ۳-۳-۵-۱ اندازه گیری فاصله به روش استادیومتری در زمین های شیب دار
- ۷۰ ۴-۳-۵-۱ اندازه گیری طول به روش پارالاکتیک
- ۷۲ ۴-۵-۱ اندازه گیری طول به روش محاسباتی
- ۷۳ ۵-۵-۱ اندازه گیری طول به روش الکترونیکی اپتیکی
- ۷۵ ۶-۱ تراز یابی
- ۷۵ ۱-۶-۱ کلیات

- ۷۵ ۲-۶-۱ ترازیبی به روش فشارسنجی
- ۷۵ ۳-۶-۱ ترازیبی به روش مستقیم
- ۷۶ ۴-۶-۱ ترازیبی به روش غیر مستقیم
- ۷۶ ۱-۴-۶-۱ ترازیبی با دوربین و با شاخص (قوانت رفت و برگشت)
- ۷۷ ۲-۴-۶-۱ ترازیبی با دوربین و با شاخص (استادیمتری)
- ۷۹ ۷-۱ اندازه گیری زاویه
- ۷۹ ۱-۷-۱ تعریف زاویه
- ۸۰ ۲-۷-۱ واحدهای اندازه گیری زاویه
- ۸۲ ۲-۸-۱-۱ ترازیبی به روش اندازه گیری با زاویه یاب (تئودولیت)
- ۸۳ ۸-۱ نقاط پایه
- ۸۳ ۱-۸-۱ ضرورت نقاط پایه در نقشه برداری
- ۸۳ ۲-۸-۱ روش های تعیین موقعیت نقاط پایه
- ۸۳ ۱-۲-۸-۱ روش همبستگی
- ۸۴ ۲-۲-۸-۱ شیرواختر نقاط پیمایش
- ۸۵ ۳-۲-۸-۱ نحوه انتقال نقاط پیمایش روی نقشه
- ۸۵ ۳-۸-۱ روش مثلث بندی
- ۹۷ ۹-۱ رسم نقشه توپوگرافی
- ۹۷ ۱-۹-۱ روش های رسم نقشه توپوگرافی
- ۸۷ ۲-۹-۱ مراحل رسم نقشه توپوگرافی به روش دستی
- ۹۳ ۱۰-۱ سیستم مکانیاب جهانی
- ۹۳ ۱-۱۰-۱ تاریخچه سیستم مکانیاب جهانی
- ۹۴ ۲-۱۰-۱ بخش های مختلف سیستم مکانیاب
- ۹۴ ۳-۱۰-۱ روش کار مکانیاب
- ۹۸ ۴-۱۰-۱ روش کار با مکانیاب دستی
- ۱۰۰ ۴-۱۰-۱ مکانیاب تفاضلی
- ۱۰۱ ۵-۱۰-۱ روش های مختلف سیستم مکانیاب تفاضلی
- ۱۰۳ ۶-۱۰-۱ مزیت های نقشه برداری با مکانیاب
- ۱۰۴ ۷-۱۰-۱ کاربرد مکانیاب در نقشه برداری و تولید نقشه
- ۱۰۴ ۸-۱۰-۱ کاربرد مکانیاب در کاوش های ژئوفیزیکی
- ۱۰۵ ۱-۸-۱۰-۱ دسترسی به محل ایستگاه های برداشت
- ۱۰۵ ۲-۸-۱۰-۱ کاربرد نقشه و مکانیاب در گرانی سنجی

- ۱۰۶ ۱-۸-۱۰-۳ کاربرد نقشه و مکانیاب در مغناطیس سنجی
- ۱۰۶ ۱-۸-۱۰-۴ کاربرد نقشه و مکانیاب در لرزه شناسی
- ۱۰۶ ۱-۸-۱۰-۵ کاربرد نقشه و مکانیاب در ژئوالکتریک و الکترومغناطیس
- ۱۰۹ ۱۱-۱ روش های تخمین خطا
- ۱۰۹ ۱-۱۱-۱ تخمین خطا در اندازه گیری های تجربی
- ۱۱۰ ۱-۱۱-۱-۱ خطای ناشی از تجهیزات اندازه گیری
- ۱۱۰ ۱-۱۱-۲ خطای انسانی و پرسنل فنی
- ۱۱۰ ۱-۱۱-۳ خطای ناشی از عوامل محیطی
- ۱۱۰ ۱-۱۱-۴ اشتباه در اندازه گیری
- ۱۱۱ ۱-۱۱-۳ ماه خطا در اندازه گیری های تجربی
- ۱۱۵ فصل ۲: کاوش های دانه سنجی
- ۱۱۷ ۲-۱ مبانی تئوری روش های دانه سنجی
- ۱۱۷ ۱-۱۰-۲ مقدمه
- ۱۱۸ ۲-۱-۲ شتاب گرانش زمین
- ۱۱۹ ۳-۱-۲ جاذبه عمومی نیوتن
- ۱۲۲ ۴-۱-۲ پتانسیل شتاب جاذبه
- ۱۲۳ ۵-۱-۲ پتانسیل لگاریتمی جسم دو بعدی
- ۱۲۵ ۶-۱-۲ پتانسیل گرین از مرکز
- ۱۲۶ ۷-۱-۲ پتانسیل شتاب گرانش زمین
- ۱۲۷ ۲-۲ شتاب نرمال
- ۱۲۷ ۱۰-۲-۲ کلیات
- ۱۲۷ ۲-۲-۲ روش محاسبه شتاب نرمال
- ۱۳۱ ۳-۲ آنومالی گرانی
- ۱۳۱ ۱-۳-۲ آنومالی بوگه
- ۱۳۲ ۲-۳-۲ تصحیح شتاب گرانی
- ۱۳۲ ۱-۲-۳-۲ تصحیح هوای آزاد
- ۱۳۴ ۲-۲-۳-۲ تصحیح بوگه (لایه میانی)
- ۱۳۵ ۳-۲-۳-۲ تصحیح توپوگرافی
- ۱۴۱ ۴-۲-۳-۲ تصحیح جذر و مذی (کشندی)
- ۱۴۲ ۵-۲-۳-۲ تصحیح اتووش

- ۱۴۵ ۴-۲ تخمین جرم مخصوص سنگ ها
- ۱۴۵ ۱-۴-۲ کلیات
- ۱۴۶ ۲-۴-۲ جرم مخصوص سنگ ها
- ۱۴۷ ۳-۴-۲ روش های تخمین جرم مخصوص برای محاسبه تصحیح توپوگرافی
- ۱۴۷ ۱-۳-۴-۲ روش ننتون
- ۱۴۹ ۲-۳-۴-۲ روش تحلیلی
- ۱۵۰ ۳-۳-۴-۲ روش گاما-گاما
- ۱۵۰ ۴-۳-۴-۲ همبستگی سرعت موج طولی با جرم مخصوص
- ۱۵۱ ۵-۲ استان
- ۱۵۱ ۱-۱-۲ تاریخچه
- ۱۵۲ ۲-۵-۲ نظر پرات
- ۱۵۳ ۳-۵-۲ نظر ابر
- ۱۵۳ ۴-۵-۲ مقایسه شماره های پرات آیری
- ۱۵۵ ۵-۵-۲ تصحیح ایزوستری
- ۱۵۷ ۶-۲ روش های اندازه گیری شتاب گرانی
- ۱۵۷ ۱-۶-۲ کلیات روش ها
- ۱۵۷ ۲-۶-۲ روش دینامیکی
- ۱۵۷ ۱-۲-۶-۲ سقوط آزاد وزنه
- ۱۵۹ ۲-۲-۶-۲ اندازه گیری شتاب گرانی با استفاده از آونگ
- ۱۶۲ ۳-۶-۲ اندازه گیری شتاب گرانی به روش استاتیکی
- ۱۶۵ ۴-۶-۲ جابجایی نقطه صفر گرانی سنج (اثر رانه)
- ۱۶۷ ۷-۲ روش حل مستقیم در گرانی سنجی
- ۱۶۷ ۱-۷-۲ کلیات
- ۱۶۸ ۲-۷-۲ میدان گرانی کره یکنواخت
- ۱۷۱ ۳-۷-۲ استوانه افقی یکنواخت
- ۱۷۴ ۴-۷-۲ نیم تخته افقی
- ۱۷۷ ۸-۲ روش حل وارون در گرانی سنجی
- ۱۷۷ ۱-۸-۲ کلیات روش حل وارون
- ۱۷۸ ۲-۸-۲ حل وارون برای کره یکنواخت
- ۱۷۹ ۳-۸-۲ حل وارون برای استوانه افقی
- ۱۸۰ ۴-۸-۲ حل وارون برای نیم تخته افقی

- ۱۸۱ ۹-۲ مطالعات صحرایی در برداشت گرانی سنجی
- ۱۸۱ ۱-۹-۲ کلیات
- ۱۸۲ ۲-۹-۲ اهمیت ارتفاع در مطالعات گرانی سنجی
- ۱۸۳ ۳-۹-۲ مطالعات ناحیه ای
- ۱۸۳ ۴-۹-۲ مطالعات اکتشافی
- ۱۸۳ ۵-۹-۲ مطالعات تکمیلی
- ۱۸۴ ۶-۹-۲ مطالعات به روش پروفیلی
- ۱۸۴ ۷-۹-۲ مطالعات به روش مساحتی
- ۱۸۵ ۹-۱ مطالعات زمینی
- ۱۸۸ ۹-۹-۱ مطالعات دریایی
- ۱۸۸ ۱۰-۹-۲ شیوه های اندازه گیری صحرایی با توجه به رانه گرانی سنج
- ۱۸۸ ۱-۱۰-۱ اندازه گیری بدون تکرار
- ۱۸۹ ۱-۱۰-۲-۱-۱ اندازه گیری های تکراری
- ۱۹۱ ۱۰۰-۲ تفسیر داده های گرانی
- ۱۹۱ ۱-۱۰-۲ تفسیر کمی و کیفی
- ۱۹۲ ۲-۱۰-۲ برگردان یا تبدیل داده های گنم
- ۱۹۲ ۱-۲-۱۰-۲ روش تحلیلی
- ۱۹۵ ۲-۲-۱۰-۲ روش متوسط گیری
- ۱۹۹ ۳-۲-۱۰-۲ مشتق های مرتبه بالاتر ستاب گرانی
- ۲۰۲ ۴-۲-۱۰-۲ روش متوسط گیری از گرادیان
- ۲۰۳ ۵-۲-۱۰-۲ مشتق مرتبه سوم پتانسیل گرانی
- ۲۰۴ ۳-۱۰-۲ ویژگی فرکانسی تبدیل های گرانی
- ۲۰۹ ۱۱۰-۲ کاربرد روش گرانی سنجی
- ۲۰۹ ۱-۱۱-۲ گرانی سنجی عمومی
- ۲۱۱ ۲-۱۱-۲ کاربرد گرانی سنجی در تکتونیک ناحیه ای
- ۲۱۱ ۳-۱۱-۲ کاربرد گرانی سنجی در اکتشاف نفت و گاز
- ۲۱۳ ۴-۱۱-۲ کاربرد گرانی سنجی در اکتشاف مواد معدنی
- ۲۱۵ ۱۱-۲ خود آزمایی

۲۱۷	فصل ۳: کاوش های مغناطیس سنجی
۲۱۹	۱-۳ اجزاء میدان مغناطیسی زمین
۲۱۹	۱-۱-۳ مقدمه
۲۲۰	۲-۱-۳ ماهیت میدان مغناطیسی زمین
۲۲۲	۳-۱-۳ واحد اندازه گیری شدت میدان مغناطیسی
۲۲۳	۴-۱-۳ اجزاء میدان مغناطیسی زمین
۲۲۵	۵-۱-۳ گشتاور مغناطیسی
۲۲۷	۶-۱-۳ پتانسیل مغناطیسی
۲۲۷	۷-۱-۳ پتانسیل دو قطبی مغناطیسی
۲۲۹	۲-۳ ویژگی های مغناطیسی مواد و سنگ ها
۲۲۹	۱-۲-۳ مغناطیس پذیری مواد
۲۳۰	۱-۲-۳ مواد دایامغناطیس
۲۳۰	۱-۲-۳ مواد پارامغناطیس
۲۳۱	۳-۱-۲-۳ مواد فرو مغناطیس
۲۳۱	۲-۲-۳ القاء مغناطیسی
۲۳۲	۳-۲-۳ پدیده هیستریزیس
۲۳۴	۴-۲-۳ خود پذیری مغناطیسی مواد معدنی
۲۳۷	۵-۲-۳ مغناطیس باقی مانده - دیرینه مغناطیس
۲۳۹	۳-۳ میدان مغناطیسی زمین
۲۳۹	۱-۳-۳ ساختار میدان مغناطیسی زمین
۲۴۲	۲-۳-۳ میدان ژئو مغناطیسی نرمال
۲۴۴	۳-۳-۳ تغییرات میدان مغناطیسی زمین نسبت به زمان
۲۴۴	۴-۳-۳ نوسانات میدان مغناطیسی با پریود کم
۲۴۷	۴-۳ مغناطیس سنج
۲۴۷	۱-۴-۳ تاریخچه مغناطیس سنجی
۲۴۸	۲-۴-۳ مغناطیس سنج فلاکس گیت
۲۵۰	۳-۴-۳ مغناطیس سنج پروتون
۲۵۲	۱-۳-۴-۳ ویژگی های مغناطیس سنج پروتون
۲۵۳	۵-۳ آنومالی مغناطیسی
۲۵۳	۱-۵-۳ اجزاء میدان مغناطیسی کل زمین
۲۵۴	۲-۵-۳ روش های محاسبه آنومالی مغناطیسی

- ۲۵۵ روش تحلیلی ۱-۲-۵-۳
- ۲۵۶ روش گرادیان ثابت ۲-۲-۵-۳
- ۲۵۷ روش همبستگی خطی یا غیر خطی ۳-۲-۵-۳
- ۲۵۸ تصحیح لازم برای تغییرات موقتی میدان مغناطیسی زمین ۳-۵-۳
- ۲۵۸ تصحیح لازم برای ارتفاع و توپوگرافی ۴-۵-۳
- ۲۵۹ روش حل مستقیم در مغناطیس سنجی ۶-۳
- ۲۵۹ هدف حل مستقیم ۱-۶-۳
- ۲۶۰ میدان مغناطیسی میله قائم با مغناطیدگی عمودی ۲-۶-۳
- ۲۶۲ میدان مغناطیسی کره با مغناطیدگی عمودی ۱-۶-۳
- ۲۶۳ میدان مغناطیسی لایه نازک قائم با مغناطیدگی عمودی ۴-۶-۱
- ۲۶۵ استوانه افقی با طول بی نهایت ۵-۶-۳
- ۲۶۷ روش حل وارون در مغناطیس سنجی ۷-۳
- ۲۶۷ هدف از حل وارون مغناطیس سنجی ۱-۷-۳
- ۲۶۷ حل وارون با استفاده از شرط شاخص ۲-۷-۳
- ۲۶۸ میله قائم با مغناطیدگی عمودی ۱-۲-۷-۳
- ۲۶۹ کره مغناطیسی با مغناطیدگی عمودی ۲-۲-۷-۳
- ۲۶۹ لایه نازک قائم با مغناطیدگی عمودی ۳-۲-۷-۳
- ۲۷۰ استوانه افقی با طول بی نهایت ۴-۲-۷-۳
- ۲۷۱ حل وارون به روش مماس ۳-۷-۳
- ۲۷۲ حل عددی مسائل مغناطیس سنجی ۴-۷-۳
- ۲۷۳ برگردان داده ها در مغناطیس سنجی ۸-۳
- ۲۷۳ هدف برگردان داده ها ۱-۸-۳
- ۲۷۳ عوامل موثر در آنومالی مغناطیسی ۲-۸-۳
- ۲۷۴ کره مغناطیسی در قطب شمال ۱-۲-۸-۳
- ۲۷۴ کره مغناطیسی در استوا ۲-۲-۸-۳
- ۲۷۵ کره مغناطیسی در نیمکره شمالی ۳-۲-۸-۳
- ۲۷۷ ویژگی آنومالی های ناحیه ای و محلی ۳-۸-۳
- ۲۷۸ برگردان داده ها ۴-۸-۳
- ۲۷۸ برگردان به قطب ۱-۴-۸-۳
- ۲۷۹ روش فراسو و فروسو ۲-۴-۸-۳
- ۲۸۱ روش متوسط گیری ۳-۴-۸-۳

۲۸۲	 ۴-۴-۸-۳ روش مشتقات مرتبه بالاتر
۲۸۲	 ۵-۸-۳ تبدیل پتانسیل مغناطیسی به پتانسیل گرانی
۲۸۳	 ۹-۳ شیوه های برداشت صحرایی در مغناطیس سنجی
۲۸۳	 ۱-۹-۳ کلیات
۲۸۴	 ۲-۹-۳ برداشت زمینی
۲۸۵	 ۳-۹-۳ برداشت هواپردی
۲۸۸	 ۴-۹-۳ برداشت دریایی
۲۸۹	 ۱۰-۳ کاربرد های روش مغناطیس سنجی
۲۹۱	 ۱۱-۳ خرید آزمایشی
۲۹۳	 منابع
۲۹۵	 واژه نامه