

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مباحث ویژه در

دیدار و ژئوفیزیک جامع

تألیف

محمود قوامی لاهیجی، تیمور اسلام کیش، محسن کرجی، محمد طالبی،

فرزاد شیرزادی تبار، امان الله دهقانی

عنوان و نام پدیدآور: مباحث ویژه در هیدروژئوفیزیک جامع / تألیف محمود قوامی لاهیجی.
 مشخصات نشر: تهران: نهر دانش، ۱۳۹۶.
 مشخصات ظاهری: ۴۶۰ ص.
 شابک: 978-600-5714-28-9

وضعیت فهرست نویسی: فیا
 یادداشت: مولفان محمود قوامی لاهیجی، تیمور اسلام کیش، محسن کرچی، محمد طالبی، فرزاد شیرزادی
 تبار، امان الله دهقانی.

موضوع: کتابنامه.

موضوع: بی‌جویی اکتشافی -- روش‌های ژئوفیزیکی

موضوع: Prospecting -- Geophysical methods

موضوع: قطبش القایی

موضوع: Induced polarization

موضوع: مقاومت الکتریکی

موضوع: Electric resist.

موضوع: آب‌های زیرزمینی -- مدل‌های آنالوگ الکترومکانیکی

موضوع: Groundwater-- Electromechanical analog

موضوع: بی‌جویی اکتشافی الکتریکی

موضوع: Electric prospecting

موضوع: زمین‌شناسی مهندسی

موضوع: Engineering geology

شناسه افزوده: قوامی لاهیجی، محمود، ۱۳۵۹ -

رده‌بندی کنگره: IN ۲۷۰ / م۲ ۱۳۹۶

رده‌بندی دیویی: ۶۲۲/۱۵

شماره کتابشناسی ملی: ۴۹۶۸۶۱۳



عنوان کتاب: مباحث ویژه در هیدروژئوفیزیک جامع

تألیف: محمود قوامی لاهیجی، تیمور اسلام کیش، محسن کرچی، محمد طالبی، فرزاد شیرزادی، امان الله دهقانی

ناشر: انتشارات نهر دانش

نوبت چاپ: اول - پاییز ۹۶

تیراژ: ۳۰۰ نسخه

قیمت: ۳۰۰۰۰ تومان

چاپ و صحافی: پردیس دانش

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۷۱۴-۲۸-۹

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

فهرست مطالب

۹	پیش‌گفتار
۱۳	مقدمه
۱۴	اهمیت اکتشاف
۱۵	مخاطرات آب‌های زیرزمینی
۱۶	وضعیت آب در کره زمین
۱۶	آب شیرین
۱۶	گردش طبیعی آب
۱۷	وضعیت آب‌های ایران
۱۸	آنچه باید بدانیم
۱۸	مدل‌سازی
۱۹	هدف از مدل‌سازی
۲۱	فصل اول: بررسی مقاومت‌ویژه
۲۳	۱-۱- ارتباط زمین‌شناسی و مقاومت‌ویژه
۲۴	۲-۱- خصوصیات الکتریکی مواد زمین
۲۶	۳-۱- بررسی یک بعدی مقاومت‌ویژه - کاربردها و محدودیت‌ها
۲۸	۴-۱- مبانی تئوری مقاومت‌ویژه
۳۲	۵-۱- تئوری وارون‌سازی
۳۷	۶-۱- روش گسسته‌سازی مدل دو بعدی
۴۰	۷-۱- علل خطا در بررسی مقاومت‌ویژه و وارون‌سازی
۴۰	۱-۷-۱- استفاده غیر صحیح از آرایه دوقطبی - دوقطبی
۴۰	۲-۷-۱- عدم اتصال صحیح الکترود به زمین

- ۴۱-۷-۳- عدم نفوذ جریان ۴۱
- ۴۱-۷-۴- عدم انتشار سریع شارش جریان ۴۱
- ۴۱-۷-۵- اشتباه در برداشت‌های صحرایی ۴۱
- ۴۱-۷-۶- مشخص نشدن ابعاد صحیح ساختارها در بررسی‌های دو بعدی ۴۱
- ۴۳-۷-۷- محدودیت فیزیکی روش‌های مقاومت‌ویژه ۴۳
- ۴۳-۷-۸- نایکتایی ۴۳
- ۴۴-۷-۹- تعیین نوع بهینه‌سازی مناسب ۴۴

فصل دوم: رسم داده‌های الکتریکی دو بعدی ۴۵

- ۴۷-۲-۱- روش ترسیم کردن داده‌های مقاطع شبه عمق ۴۷
- ۴۹-۲-۲- مشتق فرشتی برای یک نیم فضای همگن ۴۹
- ۵۱-۲-۳- تابع حساسیت در حالت یک بعدی و عمق پی جویی ۵۱
- ۵۴-۲-۴- تابع حساسیت در حالت دو بعدی - قدرت تفکیک عمودی و جانبی ۵۴
- ۵۵-۲-۵- بررسی آرایه‌های الکترود در مختلف ۵۵
- ۵۵-۲-۵-۱- آرایه وئر ۵۵
- ۵۶-۲-۵-۲- آرایه دوقطبی - دوقطبی ۵۶
- ۵۸-۲-۵-۳- آرایه وئر - شلومبرژه ۵۸
- ۶۰-۲-۵-۴- آرایه قطبی - قطبی ۶۰
- ۶۱-۲-۵-۵- آرایه قطبی - دو قطبی ۶۱
- ۶۳-۲-۶- پی جویی الکتریکی با قدرت تفکیک بالا، به کمک سطح هم‌پتانسیالی داده‌ها ۶۳
- ۶۴-۲-۷- اصلاح مدل ۶۴

فصل سوم: قطبش (پلاریزاسیون) القایی ۶۹

- ۷۱-۳-۱- روش قطبش (پلاریزاسیون) القایی ۷۱
- ۷۲-۳-۲- علل خطا در بررسی قطبش (پلاریزاسیون) القایی ۷۲
- ۷۵-۳-۳- روش‌های اندازه‌گیری میزان شارژپذیری ۷۵
- ۸۰-۳-۴- بررسی آرایه‌های معمول استفاده شده در اکتشاف معادن ۸۰
- ۱۰۹-۳-۵- روش وارد نمودن داده‌های مدل‌سازی به روش سوم (ضرب مستقیم) ۱۰۹
- ۱۱۲-۳-۶- بررسی آرایه مربعی (Square) ۱۱۲

- ۷-۳- بررسی آرایه دایپل دایپل - شلومبرژه و پل پل - شلومبرژه ۱۱۷
- ۸-۳- بررسی آرایه offset pole-dipole ۱۲۱
- ۹-۳- محاسبه ضریب هندسی واقعی K در آرایه‌ها ۱۲۱
- ۱۰-۳- طریقه ورود مقادیر خطای نوفه دستگاه در وارد نمودن داده‌های مدل‌سازی ۱۲۶
- ۱۱-۳- استفاده از ضرایب آهنگ افزایش فاصله الکترودی غیرصحیح در مدل‌سازی ۱۲۷
- ۱۲-۳- روش وارد نمودن داده‌های مدل‌سازی ترکیبی با کدهای یک و دو ۱۲۸
- ۱۳-۳- بررسی نقاط سطحی و عمقی نسبت داده شده در مقاطع شبه عمق برای سه آرایه دایپل - دایپل (منطبق - متقارن) و پل - دایپل و پل - پل ۱۳۳
- ۱۴-۳- وارد نمودن داده‌های مدل‌سازی به روش ضریب آهنگ افزایش فاصله الکترودی با دو کد یک و صفر ۱۳۶
- ۱۵-۳- بررسی نحوه محاسب شد ژئوپریه در دستگاه‌های ساخت کشور چین نوع BTKS ۱۴۳
- ۱۶-۳- بررسی پل - دایپل شلومبرژه ۱۴۷
- ۱۷-۳- بررسی آرایه گرادینان gradient ۱۴۹
- ۱۸-۳- بررسی ویژگی‌های نرم‌افزارهای Res2dinv-Res1dinv-12WIN ۱۶۰
- ۱۹-۳- رابطه تقریبی عمق و ضخامت لایه‌ها در سایج وارون‌سازی یک بعدی و دو بعدی ۱۶۲
- ۲۰-۳- اهمیت نتایج مدل‌سازی دو بعدی در مطالعه هیدروژنریک ۲۰۷
- ۲۱-۳- رابطه تغییرات فواصل الکترودهای پتانسیل در یک فاصله الکترودی جریان ثابت با عمق آرایه دایپل - دایپل و پل - دایپل ۲۱۹
- ۲۲-۳- اعمال اثر IP منفی و خطای دستگاه با یکدیگر در وارد نمودن داده‌های مدل‌سازی ۲۴۴
- ۲۳-۳- نحوه وارد نمودن داده‌های مدل‌سازی قطبی - دوقطبی (پل - دایپل) ۲۴۵
- ۲۴-۳- نحوه وارد نمودن داده‌های مدل‌سازی سری‌های زمانی ۲۴۷
- ۲۵-۳- نکاتی در تخمین عمق حقیقی سنگ بستر ۲۵۵
- ۲۶-۳- رابطه تغییرات فاصله الکتروود پتانسیل با عمق نفوذ جریان در یک فاصله الکتروود جریان ثابت در آرایه شلومبرژه ۲۵۶
- ۲۷-۳- نحوه برداشت و ورود داده‌ها در نرم‌افزارهای Res1dinv-Res2dinv ۲۶۱
- ۲۸-۳- کاربردهای ژئوالکتریک ۲۶۶
- ۲۸-۳-۱- بررسی خوردگی خاک ۲۶۶
- ۲۸-۳-۲- بررسی کیفیت توده سنگ ۲۶۸

۲۷۱	۳-۲۸-۳- بررسی نشت از سدهای خاکی
۲۷۲	۴-۲۸-۳- بررسی زمین لغزش Land Slide
۲۷۴	۵-۲۸-۳- مکان‌یابی محل دفن زباله Land Fill
۲۸۸	۶-۲۸-۳- انواع سفره‌های آبدار
۲۹۱	۱-۶-۲۸-۳- بررسی ویژگی انواع سفره‌های آبدار
۲۹۴	۲-۶-۲۸-۳- فرونشست زمین در اثر استخراج آب زیرزمینی
۳۰۶	۳-۶-۲۸-۳- ویژگی‌های عمومی منابع آب کارستی
۳۱۳	۱-۶-۲۸-۴- زمین‌شناسی سفره‌های آبدار آبرفتی
۳۱۵	۵-۶-۲۸-۱- رسوبات منفصل آبدار
۳۱۷	۶-۲۸-۳- زمین‌شناسی سازندهای متراکم (سنگی) آبدار
۳۲۰	۱-۶-۲۸-۳- سفره‌های آبریززمینی
۳۲۵	۲۹-۳- بررسی پنجره‌های مختلف در نرم‌افزار Res2dinv
۳۳۶	۳۰-۳- ترتیب مراحل قرائت فایل داده‌ها در نرم‌افزار Res2dinv برای مدل‌سازی
۳۵۵	پیوست‌ها
۳۵۷	پیوست الف: انواع تیپ متحنی‌های زمین‌شناسی
۳۵۸	پیوست ب: مثال‌هایی از انواع لایه‌های تشکیل‌دهنده تیپ‌های مختلف
۳۶۱	پیوست پ: کد آرایه‌های شناخته شده در نرم‌افزار Res2dinv برای مدل‌سازی
۳۶۲	پیوست ت: جدول استفاده از ترکیب سه آرایه دایبل - دایپل و پل - پل در اکتشاف معادن فلزی به خصوص مس پورفیری تا عمق ۱۰۰ متری
۳۶۳	پیوست ث: طبقه محاسبه فاصله مناسب الکترودهای جریان و پتانسیل برای ثبت سطح آب زیرزمینی و سنگ بستر
۳۶۵	پیوست ج: طبقه محاسبه مقدار قطبش القایی در دستگاه‌های IP&Rs
۳۶۸	پیوست چ: رابطه حداقل جریان قرائت شده در دستگاه با فاصله الکترودهای جریان در برداشت‌های مقاومت‌ویژه الکتریکی و قطبش القایی
۳۸۰	پیوست ح: رابطه محدوده تغییرات مقاومت‌ویژه الکتریکی و قطبش القایی با جنس لایه‌ها در برداشت‌های گمانه‌زنی قائم الکتریکی
۳۸۱	خ: نکاتی پیرامون اکتشاف آب در زمین‌های مارنی رسی
	د: بررسی مکان طولی و عمقی نقاط قرائتی آرایه پل - دایپل شلومبرژه در ۴ نرم‌افزار

Res2dinv-IP12win-X2IP-Geosoft	۳۹۰
پیوست د: بررسی عمق کاوش موثر در سه نرم افزار IPI2win-Res1dinv-Res2dinv	۳۹۶
ی: مروری بر نرم افزار Voxler	۴۰۴
پیوست ن: جدول برداشت سونداژ الکتریک	۴۰۷
پیوست و: ویژگی آرایه ترکیبی در اکتشاف معادن	۴۰۷
پیوست ه: سازند سخت	۴۱۵
پیوست ل: نقشه عمق کاوش در آرایه مستطیلی بر اساس ضریب عمق کاوش موثر در سه	
Rectangle AB=600m-AB=900m-B=1200m	۴۱۸
پیوست م: معرفی انواع دسته های رایج در مطالعات هیدروژئوفیزیک	۴۲۳
پیوست ی: مروری بر عمق کاوش در سه نرم افزار مطرح در مباحث ژئوالکتریک و اکتشافات	
منابع آب زیرزمینی و منابع زمین در کشور	۴۲۶
پیوست ز: مروری کلی نسبت فاصله الکترود جریان و الکترود پتانسیل	۴۲۹
پیوست ز: مروری کلی بررسی جدول برداشت ژئوالکتریک معمول در ایران	۴۳۱
پیوست ژ: نحوه وارد نمودن داده های پل - پل (قاجار - قطبی) برای مدل سازی به روش سوم	
ضرب مستقیم	۴۳۶
پیوست ف: بررسی نقاط مکان طولی و مکان عمقی در شباهت مقایسه برای آرایه های دایبل - دایبل	
منظم (متقارن) و نامنظم (نامتقارن)	۴۳۷
پیوست ق: بررسی نقاط مکان طولی و مکان عمقی در شباهت مقایسه برای آرایه های پل - دایبل	
منظم (متقارن) و نامنظم (نامتقارن)	۴۳۹
پیوست ک: رابطه افزایش عمق با ضریب آهنگ افزایش فاصله الکترودی در یک طول مقطع	
ثابت برای آرایه دایبل - دایبل	۴۴۱
پیوست گ: رابطه افزایش عمق با ضریب آهنگ افزایش فاصله الکترودی در یک طول مقطع	
ثابت برای آرایه پل - دایبل	۴۴۲
واژه نامه انگلیسی - فارسی	۴۴۵
مراجع پارسی	۴۴۹
مراجع انگلیسی	۴۵۷

مقدمه

آیا ما می‌توانیم مق سفره‌های آب زیرزمینی را تعیین کنیم؟

آیا ما می‌توانیم ضخامت لایه مواد معدنی را تعیین کنیم؟

چنین اموری با ارزیابی دقیق چشم‌انداز بینا و حساس امکان‌پذیر است.

در مورد زمین، نتایج مطالعات در زمین تنافر ظاهری، دارای آمیختگی و وابستگی قابل توجهی هستند. تکه‌های شطرنجی زمین به رنگ‌های قهوه‌ای و سبز، وجود بوته‌ها در میان اراضی با حاصل‌خیزی متوسط که میباید وحشیانه‌ای زیرزمینی کم عمق است، پژمردگی گندم در اثر کمبود آب، درختانی که مورد هجوم آبرهی از سوسک‌ها واقع شده‌اند و غیره، همگی موارد قابل ملاحظه‌ای هستند که می‌بایست مورد بررسی قرار گیرند. این‌ها در حقیقت نشانه‌هایی هستند که برای تشخیص مسائل، بدانها نیازمندیم.

در مورد آب هم مسائل مشابهی می‌تواند مطرح شود. مثلاً به مقدار برف روی کوه‌ها انباشته شده است؟ عمق آن‌ها چقدر است؟ تراکم آن‌ها چه میزانی است؟ در چه مدتی و با چه سرعتی توده‌های برف آب می‌شوند؟ اهمیت آن‌ها برای ما انسان‌ها چیست؟

در حال حاضر ما نمی‌دانیم چگونه نتایج را به طور دقیق تفسیر کنیم. ولی به سماً روزی به این مهم دست خواهیم یافت و آن‌ها با اطلاعات مربوط به رطوبت خاک و هواشناسی تلفیق خواهیم کرد و ممکن است بتوانیم میزان آبی را که در عمق یک کیلومتری زمین جایی که وجود آب بوسیله تراکم و فشردگی زمین محدود می‌گردد مشخص نماییم. نیز احتمالاً خواهیم توانست، همین اراضی را بوسیله متدهای مخصوص و یا توسط اشعه لیزر حفر کنیم. اگر این امر به وقوع بپیوندد، می‌توانیم مدلی بسازیم که ما را در پی‌گیری سیکل برگشت آب به اقیانوس و اتمسفر موفق سازد. اما کار عظیم و طاقت‌فرسایی در پیش است. تنها وسائل مدرن و ذهن‌های حجیم و قابل انعطاف کامپیوترها می‌توانند ما را در انجام و

کنترل عملیات و هم آهنگی آن‌ها با محیط یاری کنند.

ژئوفیزیستی که خصوصاً در اکتشاف آب‌های زیرزمینی کار می‌کند، در می‌یابد که منابع با ارزش اطراف او در صورت استفاده از آخرین تجارب و تکنیک‌های جهانی مربوط به مدیریت منابع گاز، نفت خام، کانی و غیره، به نحو شایسته‌تری اداره خواهند شد. چنین روابط و وابستگی‌هایی همیشه وجود دارد، اما ما در اغلب موارد ترجیح می‌دهیم که آن‌ها را نادیده بگیریم. رشد شدید جمعیت در سطح جهان و محدودیت منابع موجود، ما را مجبور می‌کند که بیشتر بیندیشیم. برای موفقیت در این امر، ضروری است که عملکرد امروزه خود را بهتر درک کنیم. این بدان معناست که دریافت خود را از جهان پویا و دینامیک اطراف خود و از ارتباط تکنیکی رشته‌های مختلف علوم، بهبود ببخشیم. در این کتاب برای نخستین بار، گوشیده شده است که بین برداشت‌های یک بعدی و قواعد آن پلی ایجاد گردد و کلیه مسائل مربوط به مدل‌سازی برداشت‌های ژئوالکتریکی آب‌های زیرزمینی و نیز سایر مواد معدنی، گردآوری و بررسی شوند.

اهمیت اکتشاف

همان‌گونه که تقاضای جامعه نسبت به مصرف آب تازه و قابل شرب روزه‌روز افزایش می‌یابد، به همان ترتیب اکتشاف آب‌های زیرزمینی نیز، برای افراد و صنایع اهمیت پیدا می‌کند. امروزه منابع آب زیرزمینی در مقایسه با آب‌های سطحی که امکان آلودگی آن‌ها رو به رشد است پاک‌تر هستند. واضح است که استفاده از آب‌های زیرزمینی در آینده نیز تشدید می‌شود. آب زیرزمینی به عنوان یکی از منابع طبیعی فراوان، ذخیره ارزانی است که در سال‌های خشک نیز موجودیت خود را تا حدی حفظ می‌کند. آب زیرزمینی بخشی از یک سیستم غیر قابل مشاهده است که مطالعه مستقیم آن با امکاناتی مواجه می‌باشد. بنابراین برای عموم مردم، درک اهمیت آن چندان ساده نیست. به همین لحاظ پاک نگه داشتن و حفاظت اولیه از آن به وسیله دولت‌ها و دست‌اندرکاران از ضروریات است. در مجموع می‌توان گفت که آشنایی کامل با تکنولوژی اکتشاف و مدل‌سازی لایه آبدار جهت حفاظت آب‌های زیرزمینی از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است.