

به نام خدا

کاربرد روش‌های لرزه‌ای شکست مرزی

در اکتشافات ژئوفیزیکی

(مبانی، روش‌ها و تفسیر)

تألیف:

دکتر رامین نیک‌دراز

عضو هیأت علمی دانشگاه ارو

نیکروز، رامین .

کاربرد روش های لرزه ای شکست مرزی در اکتشافات ژئوفیزیکی / تألیف رامین نیکروز - ارومیه : انتشارات دانشگاه ارومیه، ۱۳۹۳

۲۸۲ ص. : مصور، جدول، نمودار. - (انتشارات دانشگاه ارومیه: ۱۴۹)

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۶۴۸-۳۹-۲

کتابنامه.

روشهای لرزه ای شکست مرزی - اکتشافهای ژئوفیزیکی. ۲. اکتشافات ژئوفیزیکی. الف. عنوان. ب. فروست

TN، ۲۶۹، ۹۹، ۱۳۹۳

عنوان: کاربرد روش های لرزه ای شکست مرزی در اکتشافات ژئوفیزیکی

تألیف: رامین نیکروز

ناشر: انتشارات دانشگاه ارومیه

چاپ: اول

سال نشر: ۱۳۹۳

شمارگان: ۱۰۰۰

قیمت پشت جلد: ۱۰۰,۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۶۴۸-۳۹-۲

سخن مؤلف

شکر و سپاس خداوند منان که توفیق تحریر این نوشتار را به اینجانب عنایت نمود. خداوندی که پدیدآورنده‌ی آسمان‌ها و زمین است و علم آشکار و نهان فقط نزد اوست. استفاده و برداشت صحیح از منابع زمین بدون شناخت علمی از ساختار درونی آن امکان‌پذیر نخواهد بود. برای ساخت و سازها و فعالیت‌های عمرانی در مقیاس‌های مختلف در سطح زمین از قبیل پل‌ها، سدها و راه‌ها و یا به صورت زیرسطحی مانند مترو، تونل‌های زیرزمینی، پناه‌گاه‌ها، راکتورهای هسته‌ای زیرزمینی، نیاز به درک و شناخت کافی از خصوصیات لایه‌های زیرین زمین می‌باشد.

ژئوفیزیک یکی از شاخه‌های علمی لایه‌های زیرسطحی زمین را از چند سانتی-متر تا چند هزار کیلومتر، فراهم می‌نماید. اگرچه توسعه و گسترش این علم در کشورهای توسعه یافته در سال‌های دور در حال انجام می‌باشد، ولی در کشور عزیزمان ایران اندک زمانی است که نگاه تخصصی به آن صورت گرفته است. تعداد اساتید دانشگاهی در این رشته، تعداد کتاب‌های فارسی منتشر شده در گرایش‌های مختلف این علم، تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری، تعداد مقالات چاپ شده در مجلات علمی معتبر، تعداد فعالان در انجمن ژئوفیزیک در مقایسه با سایر کشورهای توسعه یافته، نیاز به گسترش این علم را طلب می‌نماید. این در حالی است که بر اساس منابع معتبر علمی روش برزخ‌نگاری سنت مرزی برای اولین بار جهت شناخت منابع نفتی و ساختار زمین‌شناسی زیرسطحی (سدهای نمکی)، در کشور ایران انجام پذیرفته است. محدود بودن منابع غنی نفت و گاز، منابع معدنی و آبی و موارد دیگر نیاز به گسترش این علم را روز به روز الزامی نموده است. با توجه به منابع علمی فارسی و معتبر در این گرایش از مشکلات دانشجویان و سازمان‌های مرتبط با آن می‌باشد.

این نوشتار با هدف آشنایی دانشجویان و پژوهشگران عزیز در رشته‌های ژئوفیزیک، زمین‌شناسی، عمران، اکتشاف معدن، مهندسی ژئوتکنیک و سایر رشته‌های مرتبط و

دیگر افراد علاقه‌مند به موضوع ژئوفیزیک به خصوص لرزه شکست مرزی و کاربردهای آن در اختیار صاحب‌نظران محترم قرار داده می‌شود. علی‌رغم تلاش‌های فراوان در تدوین این نوشتار، مطالب ارائه شده بدون ایراد نخواهد بود. لذا ارسال هر گونه پیشنهاد و یا راهنمایی به پست الکترونیکی (r.nikrouz@urmia.ac.ir) مزید امتنان خواهد بود.

در پایان لازم می‌دانم از استاد راهنمای اینجانب دکتر درک پالمر از دانشگاه نیو ساوت ولز کشور استرالیا به خاطر در اختیار قرار دادن داده‌های لرزه‌ای، اساتید محترم مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران جناب آقای دکتر محمدعلی ریاحی به جهت ارائه نکته‌نویسی‌ها، بویژه استاد عزیز جناب آقای دکتر حمیدرضا سیاهکوهی جهت ویراستایی علمی و راهنمایی‌های ارزشمند در طول نگارش کتاب تشکر و قدردانی گردانم و استاد و همکاران محترم در دانشگاه ارومیه بویژه جناب آقای دکتر کریمعلی قدمیاری به جهت ویراستاری ادبی، همکاران محترم حوزه معاونت پژوهشی و همکاران محترم گروه زمین‌شناسی، دانشجویان کارشناسی ارشد گرایش لرزه‌شناسی این دانشگاه و سایر دوستان عزیز به این نامه را در تدوین این کتاب یاری نموده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

دکتر رامین نیکروز

عضو هیأت علمی گروه زمین‌شناسی دانشگاه ارومیه

خرداد ۱۳۹۳

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: آشنایی با علم ژئوفیزیک و روش های لرزه ای

۱-۱- مقدمه	۱
۱- مطالعات مستقیم	۱
۲- مطالعات غیر مستقیم	۲
۳- ۴-۱- سیستمات علم ژئوفیزیک	۳
۵-۱- مزایای روش های ژئوفیزیکی	۵
۶-۱- محدودیت های روش های ژئوفیزیکی	۵
۷-۱- تاریخچه لرزه نگاری و شکست مرزی	۷
۸-۱- مفهوم دقت و صحت کار ژئوفیزیکی	۱۳
۹-۱- مزایای استفاده از چندین روش ژئوفیزیکی در مطالعات اکتشافی	۱۴
۱۰-۱- مقایسه روش لرزه ای شکست مرزی و روش لرزه ای بازتابی	۱۶
۱۱-۱- مزایای استفاده از روش لرزه ای شکست مرزی	۲۳

فصل دوم: مبانی و مفاهیم لرزه ای

۱-۲- مقدمه	۲۷
۲-۲- مروری بر مفاهیم و قوانین فیزیکی موج	۲۸
۱-۲-۲- خواص کشسانی مواد	۲۸
۱-۲-۲-۱- تنش	۲۹
۲-۲-۲- کرنش	۳۰
۳-۲-۲- قانون هوک (Hook's law)	۳۱
۴-۲-۲-۱- مدول یانگ (Young's modulus)	۳۱
۵-۲-۲-۱- مدول کپه ای (bulk modulus)	۳۲
۶-۲-۲-۱- مدول برشی (shear modulus)	۳۲
۷-۲-۲-۱- مدول محوری (longitudinal modulus)	۳۲

- ۲-۲-۸-۱- نسبت پواسون (poisson's ratio) ۳۳
- ۲-۲-۹-۱- ثابت‌های لامه (Lame's constants) ۳۴
- ۲-۲-۱۰-۱- روابط بین ضرایب کشسانی ۳۴
- ۲-۲-۲- ویژگی‌های عمومی امواج ۳۵
- ۲-۲-۱-۲- طول موج (wavelength) ۳۶
- ۲-۲-۲-۲- زمان تناوب (period) ۳۶
- ۲-۲-۳-۲- بسامد یا تواتر (frequency) ۳۷
- ۲-۲-۴-۲- نقاط هم فاز ۳۷
- ۲-۲-۵- تضعیف (attenuation) ۳۷
- ۲-۲-۱-۲- جبهه موج (wave front) ۳۸
- ۲-۲-۱-۲- اصل هویگنس (Huygens's principle) ۳۹
- ۲-۲-۲-۲- اصل فرما (Fermat's principle) ۴۰
- ۲-۲-۹-۲- قانون اسنل (Snell's law) ۴۱
- ۲-۲-۱۰-۲- بازتاب و شکست ۴۲
- ۲-۲-۱۱-۲- ضرایب بازتاب و شکست ۴۴
- ۲-۲-۱۲-۲- شکست بحرانی و برهم خوردگی ۴۶
- ۲-۲-۱۳-۲- موج مستقیم ۴۸
- ۲-۲-۱۴-۲- پراش ۴۹
- ۲-۳- خصوصیات امواج لرزه‌ای ۵۰
- ۲-۳-۱- امواج حجمی (پیکره‌ای) ۵۱
- ۲-۳-۱-۱- خصوصیات امواج طولی ۵۱
- ۲-۳-۲- خصوصیات امواج عرضی ۵۲
- ۲-۳-۲- امواج سطحی ۵۳
- ۲-۳-۱-۲- خصوصیات امواج ریلی ۵۳
- ۲-۳-۲-۲- خصوصیات امواج لاول ۵۵
- ۲-۳-۳-۲- خصوصیات امواج استنلی ۵۵

۴-۲	استفاده از امواج طولی در مطالعات لرزه‌ای اکتشافی.....	۵۷
۵-۲	استفاده از امواج عرضی در مطالعات لرزه‌ای اکتشافی.....	۵۹
۶-۲	محاسبه سرعت برای موج مستقیم.....	۶۲
۷-۲	محاسبه سرعت برای موج شکستی برای محیط دو لایه افقی.....	۶۴
۸-۲	محاسبه فاصله بحرانی.....	۶۶
۹-۲	تعیین منحنی زمان سیر در کارهای شکست مرزی.....	۶۹
۱۰-۲	زمان تأخیر.....	۷۲
۱۱-۲	زمان سورگ.....	۷۴
۱۲-۲	قانون توان بودن.....	۷۶
۱۳-۲	اصل برگشت.....	۷۷

فصل سوم: آشنایی با روش‌های تفکیک لرزه شکست مرزی

۱-۳	مقدمه.....	۸۱
۲-۳	روش‌های گرافیکی و جبهه موج.....	۸۲
۳-۳	روش‌های غیرتحلیلی.....	۸۲
۴-۳	روش‌های تحلیلی.....	۸۳
الف)	روش زمان تأخیر (delay time method).....	۸۳
ب)	روش روابط زمانی (time term method).....	۸۳
ج)	روش ITM یا زمان برخوردگاه (intercept time method).....	۸۳
د)	روش جمع-منها (plus-minus method).....	۸۴
ه)	روش دوجانبه (reciprocal method).....	۸۴
و)	روش دوجانبه تعمیم یافته (generalized reciprocal method).....	۸۴
۵-۳	روش جبهه موج.....	۸۴
۶-۳	روش هیلز (Hales' Method).....	۹۰
۷-۳	روش تصحیح آب.ای.ام (ABEM correction method).....	۹۴
۸-۳	روش آب.ب.ث (ABC Method).....	۹۸

۱۰۱.....	۹-۳- روش جمع- منها
۱۰۳.....	۳-۹-۱- روش جمع
۱۰۵.....	۳-۹-۲- روش منها
۱۰۶.....	۳-۱۰- روش زمان برخوردگاه
۱۰۷.....	۳-۱۰-۱- محاسبات سرعت
۱۰۹.....	۳-۱۰-۲- محاسبات عمق
۱۱۱.....	۳-۱۰-۳- تخمین فاکتور تبدیل عمق (depth conversion factor approximation)
۱۱۲.....	۳-۱۱- روش دوجانبه
۱۱۸.....	۳-۱۱-۱- دقت زمان دوجانبه (accuracy of the reciprocal time)
۱۱۸.....	۳- تخمین فاکتور تبدیل عمق
۱۲۲.....	۳-۱۲- روش زمان تاخیر
۱۳۰.....	۳-۱۳- روش هاگیوارا و ماسودا (Hagiwara and Masuda Method)
۱۳۶.....	۳-۱۴- فاصله دورافت
	فصل چهارم: روش دوجانبه تعمیم یافته
۱۴۱.....	۴-۱- مقدمه
۱۴۳.....	۴-۲- تابع تحلیل سرعت
۱۴۷.....	۴-۳- استفاده از تابع تحلیل سرعت برای بهترین مقدار KY
۱۵۱.....	۴-۴- مدل دو لایه‌ای با توپوگرافی نامنظم ساده
۱۵۴.....	۴-۵- مدل دو لایه‌ای با توپوگرافی نامنظم
۱۵۷.....	۴-۶- مدل دو لایه‌ای با افزایش سریع در عمق سطح شکنا
۱۶۲.....	۴-۷- مدل دو لایه‌ای با حضور منطقه کم سرعت باریک
۱۶۶.....	۴-۸- روش GRM و لایه‌های غیرقابل تشخیص
۱۷۲.....	۴-۸-۱- مثال یک : GRM و لایه پنهان
۱۷۵.....	۴-۸-۲- مثال دو : GRM و لایه با وارونگی سرعت
۱۷۷.....	۴-۹- مفهوم زمان دوجانبه در روش GRM
۱۷۹.....	۴-۱۰- تأثیر خطای زمان دوجانبه در روش‌های دوجانبه

فصل پنجم: تفسیر داده‌ها با روش دو جانبه تعمیم یافته

۱-۵- مقدمه.....	۱۸۷
۲-۵- ضرورت استفاده از داده‌های حاصل از چشمه مقابل.....	۱۸۸
۳-۵- قدرت تفکیک‌پذیری لایه‌ها توسط فراوانی داده‌ها.....	۱۹۰
۴-۵- مثال یک: تفسیر سطح شکنای افقی.....	۱۹۳
۵-۵- مثال دو: تفسیر سطح شکنای شیب‌دار.....	۱۹۷
۶-۵- مثال سه: تفسیر لایه پنهان.....	۲۰۳
۷-۵- مثال چهار: ایستاده مدل سه لایه‌ای.....	۲۰۷
۸-۵- مثال پنج: ایستاده مدل سه لایه‌ای - ساختمان ناودیس.....	۲۱۲
۹-۵- مثال شش: مدل سه لایه‌ای - سازه زون برشی.....	۲۱۸
۱۰-۵- مثال هفت: داده‌های ثبت شده از منطقه اسلاونس در شرق استرالیا.....	۲۲۲
۱۱-۵- مثال هشت: داده‌های ثبت شده از منطقه کوه بولگا در جنوب شرق استرالیا.....	۲۲۶
۱۲-۵- توسعه امروزی روش GRM.....	۲۳۲
۱-۱۲-۵- استفاده از دامنه‌ی موج‌سراسری در گسترش هندسی آرایه در تفسیر داده‌ها.....	۲۳۲
۲-۱۲-۵- هموارسازی ایستا در روش GRM.....	۲۳۵
۳-۱۲-۵- بهبود نتایج شکست مرزی هم‌میان نقطه‌ای از روش GRM.....	۲۴۱

واژه‌نامه (انگلیسی -- فارسی)

منابع