

کاربرد روش‌های ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی در ارزیابی زمین لغزش

نویسندگان:

دکتر صادق رضائی

دکتر سامان سلیمانی کوتنایی



۱۳۹۹

سرشناسه	: رضائی، صادق، ۱۳۶۶ -
عنوان و نام پدیدآور	: کاربرد روشهای ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی در ارزیابی زمین لغزش / نویسندگان صادق رضائی، سامان سلیمانی کوتنائی.
مشخصات نشر	: تهران: نارون دانش، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ۱۶۲ ص.
شابک	: 978-622-7158-60-1
وضعیت فهرست‌دهی	: قیفا
موضوع	: زمین لغزهLandslides
موضوع	: زمین لغزه -- تجزیه و تحلیل خطراتLandslide hazard analysis
موضوع	: زمین‌شناسی مهندسیEngineering geology
موضوع	: ژئوسناسی ساختاریGeology, Structural
شناسه افزوده	: سلیمانی کوتنائی سامان ۱۳۶۸ -
رده بندی کنگره	: QE۷۳
رده بندی دیویی	: ۳۰۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۶۱۳۱۴۹۲

آدرس: میدان انقلاب اسلامی، خیابان کارگر شمالی، خیابان نصرت شرقی، پلاک هفتاد و دو، واحد یک شماره تماس: ۰۹۲۲۴۰۳۷۰ و ۰۲۱۶۶۹۳۲۲۴۵ آدرس الکترونیکی: narvanpub@gmail.com آدرس سایت: www.narvanpub.com	
---	---

عنوان کتاب: کاربرد روش‌های ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی در ارزیابی زمین لغزش نویسندگان: دکتر صادق رضائی، دکتر سامان سلیمانی کوتنائی صفحه‌آرا: اکرم ملک نژاد طراح جلد: الویرا صیامی ناشر: انتشارات نارون دانش * شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه توبت چاپ: اول - ۱۳۹۹ قیمت: ۳۰۰۰۰ تومان ISBN: ۹۷۸-۶۲۲-۷۱۵۸-۶۰-۱
--

فهرست مطالب

۷	 پیشگفتار
۱۱	 مقدمه
۱۷	 فصل اول: زمین لغزش
۱۹	 ۱-۱ مقدمه
۲۱	 ۲-۱ عوامل موثر بر رخداد زمین لغزش
۲۳	 ۳-۱ زمین لغزش های ناشی از زمین لرزه
۲۵	 ۱-۳-۱ آتشفشان زمین لغزش های ناشی از زمین لرزه
۲۸	 ۴-۱ ارزیابی خطر زمین لغزش
۳۱	 ۵-۱ نمونه های مودری رخداد زمین لغزش
۴۱	 فصل دوم: کاربرد روش های نوین در مطالعات زمین لغزش - خردلرزه
۴۳	 ۱-۲ مقدمه
۴۸	 ۲-۲ خردلرزه
۴۹	 ۱-۲-۲ منشأ خردلرزه
۵۰	 ۲-۲-۲ تاریخچه مطالعات خردلرزه
۵۲	 ۳-۲-۲ کاربرد خردلرزه
۵۴	 ۴-۲-۲ روش ناکامورا (HVNRR)
۵۸	 ۵-۲-۲ محاسن و معایب استفاده از خردلرزه
۶۵	 ۶-۲-۲ روش صحیح برداشت خردلرزه
۶۶	 ۱-۶-۲-۲ روش ابزارگذاری
۶۶	 ۱-۶-۲-۲ اثر رقومی کننده
۶۶	 ۲-۶-۲-۲ اثر سنجنده
۶۷	 ۲-۶-۲-۲ روش تجربی
۶۷	 ۱-۶-۲-۲ پارامترهای ثبت
۶۷	 ۲-۶-۲-۲ مدت ثبت
۶۸	 ۲-۶-۲-۲ فواصل اندازه گیری
۶۸	 ۴-۶-۲-۲ ترکیب در محل سنجنده - خاک
۷۱	 ۵-۶-۲-۲ ترکیب مصنوعی سنجنده - خاک

۷۱	۲-۵-۶- جایگذاری سنجنده
۷۲	۲-۶-۷-۲- سازه‌های نزدیک
۷۳	۲-۶-۸- شرایط آب و هوایی
۷۳	۲-۶-۹- اختلالات
۷۴	۲-۷-۱- ارزیابی راستای پاسخ زمین در نواحی لغزشی با استفاده از تحلیل خردلرزه
۸۲	۲-۷-۱- مطالعات انجام شده جهت ارزیابی راستای پاسخ زمین
۸۹	۲-۸-۱- برآورد بروفیل سرعت موج برشی با استفاده از برداشت خردلرزه
۸۹	۲-۸-۱- روش‌های همبستگی
۹۲	۲-۸-۲- روش‌های آزایی ژئوفن
۹۶	۲-۸-۳- روش‌های مدل‌سازی مثنی H/V
۹۹	۲-۸-۴- مطالعات انجام شده با استفاده از مدل‌سازی مثنی H/V
۱۰۹	فصل سوم: کاربرد روش‌های ژئوفیزیکی در مطالعات زمین لغزش - ژئوالکتریک
۱۱۱	۳-۱- مقدمه
۱۱۲	۳-۱-۱- انواع آرایه‌های ژئوالکتریک
۱۱۵	۳-۲- کاربرد برداشت‌های ژئوالکتریک در ارزیابی زمین لغزش
۱۱۹	۳-۲-۱- مطالعات انجام شده با استفاده از برداشت‌های ژئوالکتریک در زمین لغزش
۱۲۹	فصل چهارم: کاربرد روش‌های ژئوتکنیکی در مطالعات زمین لغزش
۱۳۱	۴-۱- مقدمه
۱۳۱	۴-۲- روش‌های مبتنی بر تعادل حدی
۱۳۳	۴-۳- روش‌های عددی
۱۳۴	۴-۴- روش‌های متداول ژئوتکنیکی ارزیابی سطح زمین لغزش
۱۴۱	جمع‌بندی
۱۴۳	مراجع
۱۶۱	فهرست نمادها

پیشگفتار

یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی، زمین‌لغزش‌ها^۱ می‌باشند که خسارات شدید جانی و مالی به همراه دارند. بنابراین ارزیابی و شناسایی پیچیدگی‌های آنها اهمیت زیادی دارد. راهکارهای گوناگونی از قبیل روش‌های ژئوتکنیکی، ژئوفیزیکی، ابزار دقیق، سنجش از راه دور و... جهت شناسایی زمین‌لغزش‌ها ارائه شده است که در بین آنها روش‌های ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی به ترتیب به دلیل دقت بالا و هزینه مناسب کاربرد بیشتری را هستند. بنابراین استفاده هم‌زمان این دو روش، راهکاری ایده‌آل جهت شناسایی زمین‌لغزش‌ها می‌باشد.

برای بررسی زمین‌لغزش روش‌های ژئوتکنیک گوناگونی وجود دارند. هر کدام از این روش‌ها مزایا و معایب خاص خود را دارند. روش‌های عددی و نادرل حدی بسیار قدرتمند می‌باشند و پیشینه تجربی خوبی دارند. جهت استفاده از این گروه روش‌ها به داده‌های متنوع و وسیع ژئوتکنیکی نیاز است. برای دستیابی به این اطلاعات مشکلات متعددی وجود دارد که مهم‌ترین آنها، هزینه حفاری جهت استخراج داده‌های ژئوتکنیکی می‌باشد. همچنین پیچیده‌ترین تحلیل‌ها نمی‌توانند راستای تقویت امواج را در نواحی متفاوت سطح لغزش ارائه دهند.

با توجه به مشکلات بیان شده، نیاز به روش‌های مکمل به صورت جدی احساس می‌شود. روش‌های مکمل باید ضعف‌های روش‌های پیشین را پوشش دهند و نتایجی با دقت قابل قبول ارائه کنند. در واقع هدف از معرفی روش‌های مکمل حذف روش‌های متداول و مطالعات ژئوتکنیکی نیست، بلکه این رویکردهای نوین با هدف بهینه کردن عملیات و هزینه‌ها ارائه می‌شوند. به عبارت

۸ □ کاربرد روش‌های ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی در ارزیابی زمین لغزش

دیگر، روش‌های ژئوتکنیکی همواره بیشترین دقت و مقبولیت را در بین سایر روش‌ها دارند، منتهی هدف رویکردهای مکمل کاهش هزینه‌های مربوط به روش‌های ژئوتکنیکی می‌باشد. برداشت‌های خردلرزه^۱ و ژئوالکتریک^۲ به دلیل هزینه پایین، عملیات اجرایی آسان و دقت قابل قبول، روش‌های ژئوفیزیکی ایده‌آلی جهت ارزیابی زمین لغزش می‌باشند.

برداشت خردلرزه‌ها در نواحی لغزشی بسیار مفید و کارآمد است و هزینه اولیه تحلیل‌های عددی را کاهش می‌دهد. مهم‌ترین مزیت این روش دقت قابل قبول در مقایسه با هزینه بسیار کم آن است. سرعت برداشت داده‌ها در این روش زیاد می‌باشد و در نقاطی که دستیابی به اطلاعات ژئوتکنیکی بسیار هزینه‌بر است (نواحی بالا دست و پایین دست زمین لغزش)، کاربرد فراوانی دارد. همچنین، منطقه وسیع تحت پوشش قرار می‌گیرد.

با استفاده از پروفیل سرعت موج در دست آمده از تحلیل خردلرزه، محدوده زمین لغزش با دقت مناسبی مشخص می‌شود که این روضع سبب کاهش تعداد و عمق گمانه‌های اکتشافی می‌گردد و در نهایت هزینه عملیات صحرایی کاهش می‌یابد. همچنین، تحلیل آزیموتی^۳ خردلرزه، بخش‌های بحرانی تر نواحی لغزشی را مشخص می‌سازد و با شناسایی این مناطق، عملیات صحرایی به صورت بهینه طراحی و اجرا می‌گردند. بنابراین اضافه کردن تحلیل خردلرزه جهت ارزیابی زمین لغزش بسیار ضروری می‌باشد.

تاکنون اغلب برداشت‌های خردلرزه که در نواحی لغزشی انجام پذیرفته‌اند، به صورت آرایه‌ای^۴ بوده‌اند، هدف از این برداشت‌ها برآورد پروفیل سرعت موج برشی می‌باشد. این نوع برداشت با مشکلاتی همراه است که مهم‌ترین آنها عدم قرارگیری ایستگاه‌های اندازه‌گیری یک آرایه در تراز ارتفاعی یکسان می‌باشد. به علاوه به چندین دستگاه برای ثبت هم‌زمان خردلرزه نیاز است. همچنین

1- Ambient noise

2- Electrical resistivity tomography (ERT)

3- Azimuth

4- Array

جنس خاک زیر هر یک از ایستگاه‌ها تغییر می‌کند و این موضوع بر دقت نتایج حاصل شده تأثیر دارد. بنابراین تاکنون در مطالعات و تحقیقات صورت گرفته در نواحی لغزشی، برداشت مناسب به روش تک ایستگاهی جهت برآورد پروفیل سرعت موج برشی انجام نشده است. در این نوشتار برای رفع مشکلات فوق روش RayDec، جهت برآورد پروفیل سرعت موج برشی مورد بررسی قرار می‌گیرد و کاربرد آن در ارزیابی شرایط زیرسطحی و موقعیت سنگ بستر سنجیده می‌شود. همچنین با استفاده از نسبت مولفه افقی به عمودی^۱ (H/VNR) و تحلیل آزمون‌تی خردلرزه، راستای پاسخ زمین ارزیابی می‌شود.

یک روش پرکار و دیگر که در پیدا کردن تضاد مقاومتی لایه‌های زمین و برآورد سطح لغزش در لایه‌های سطحی کاربرد دارد، استفاده از برداشت‌های ژئوالکتریک می‌باشد. برداشت‌های ژئوالکتریک در پژوهش‌های متعددی به کار گرفته شده‌اند و جواب‌های قابل قبولی ارائه می‌دهند. با استفاده از برداشت‌های دو بعدی ژئوالکتریک، سطح لغزش شناسایی شده و اطلاعات مناسب جهت مقایسه با سایر روش‌ها حاصل می‌گردد.

از آنجایی که برداشت‌های ژئوفیزیکی بر پایه فرضیات مندرج می‌باشند، بنابراین مقایسه نتایج آنها با اطلاعات ژئوتکنیکی امری ضروری تلقی می‌گردد. یکی از اصلی‌ترین اهداف برداشت‌های ژئوفیزیکی، ارزیابی سطح لغزش می‌باشد. بنابراین شایسته است که سطح لغزش ارزیابی شده توسط رویکردهای ژئوفیزیکی، به کمک روش‌های معتبر ژئوتکنیکی بررسی و سنجیده شود. روش‌های ژئوتکنیکی متنوعی وجود دارند که به کمک عملیات صحرایی (حفر چاهک، بازدیدهای صحرایی و...)، اطلاعات آزمایش‌های آزمایشگاهی (برش مستقیم، نفوذپذیری، حدود اتیرنگ و...) و نتایج آزمایش نفوذ استاندارد سطح لغزش را شناسایی می‌کنند و حضور آنها در پژوهش‌های ارزیابی زمین لغزش ضروری می‌باشد.