

مطالعات ژئوفیزیک بررسی زمین لغزش مسیر خط لوله گاز امامزاده هاشم - رودهن استان تهران

مهشید ابطی نجف آبادی^۱، مهدی باجلان^۲، امیررضا مصیر^۳، سعید قاضی نژاد^۴
mahshidabtahi@gmail.com، عضو هیات مدیره مهندسين مشاور صحراکاو،
رئيس مهندسی و طراحی طرح خط لوله دهم سراسری،
Mahdibajelan@yahoo.com،
amirrezamasir@gmail.com، مهندسين مشاور صحراکاو،
sghazinezhad@yahoo.com، مهندسين مشاور صحراکاو،

چکیده

این مقاله به مطالعات ژئوفیزیک با سه روش ژئوالکتریک یک بعدی، ژئوالکتریک دوبعدی IP&RS با آرایش قطبی - دوقطبی و همچنین روش رادار نفوذی GPR بر روی خط عبوری از امامزاده هاشم - رودهن واقع در استان تهران به منظور بررسی دلایل ریزش زمین لغزش می‌پردازد.

برای این منظور، در منطقه مطالعاتی ۲۰ سونداژ الکتریکی به صورت نامنظم و در طول ۱۰ پروفیل و ۲ پروفیل با آرایش قطبی - دوقطبی به طول ۱۹۰ متر با روش پلاریزاسیون القایی و مقاومت ویژه با فواصل ایستگاهی ۵ و ۱۰ متر و ۱۰۰۰ متر رادار نفوذی در طی ۲۷ پروفیل برداشت شده است.

واژه‌های کلیدی: ژئوالکتریک دوبعدی، پلاریزاسیون القایی، رادار نفوذی، زمین لغزش، تحلیل پایداری، امامزاده هاشم

Geophysical studies for landslide investigation in Imamzadeh Hashem - Roodehen gas pipeline path, Tehran province

M.Abtahi¹, Mehdi Bajelan², A.Masir³, S.Ghazinejad⁴

Member of board SKCE¹, Head of Engineering & Design in Gas Trunk lines Plans at IGEDC², SKCE³, SKCE⁴

Abstract

This paper deals with geophysical studies using three methods of 1D geoelectrical method, 2D IP&RS geoelectrical method (using polar-bipolar arrangement) and also GPR method on the line passing through Imamzadeh Hashem-Roodehen located in Tehran province to investigate the causes of landslides.

For this purpose, in the study area, 20 irregular electrical soundings along 10 profiles and 2 electrical profiles with polar-bipolar arrangement with different azimuths with the length of 190 meters were surveyed by IP-RS method with station distances of 5 and 10 meters and also GPR method in 1000 meters.

Keywords: IP&RS, GPR, Landslide, *stability analysis*, Imamzadeh Hashem

۱ مقدمه

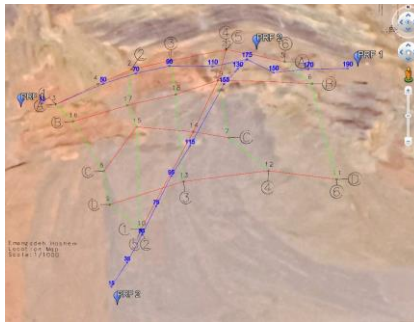
محدوده مورد مطالعه در حدود ۷۰ کیلومتری شرق تهران و نزدیکی شهرستان رودهن واقع شده است. از آنجا که در محدوده عملیات دو مورد مخاطره ژئوتکنیکی ۱- رانش زمین و ۲- وجود حفرات و حفرات زیر زمینی وجود دارد، در مجموع پس از بررسی‌های انجام شده آزمایشات و برداشتهای ژئوفیزیک در دستور کار قرار گرفت.



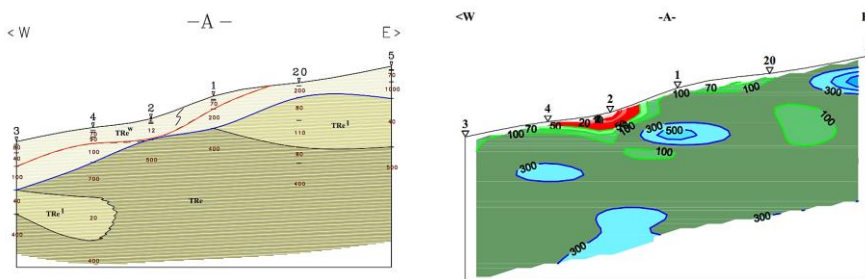
شکل ۱. موقعیت تقریبی محدوده مورد مطالعه (سمت چپ) و وضعیت اولیه رانش زمین در تراشه (سمت راست)

۲ برداشت و پردازش داده‌های مقاومت ویژه یک بعدی (جهت تعیین عمق لغزش)

به منظور تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی در محل تعیین شده، بررسی شرایط زمین، با هدف تفکیک لایه‌های زیرزمینی براساس مقاومت ویژه الکتریکی آنها و تشخیص شکستگی‌های احتمالی، تعداد ۲۰ سونداژ الکتریک با طول فرستنده جریان $AB=200$ متر بر روی ۱۰ پروفیل مطابق شکل ۲، برداشت گردید. دستگاه اندازه‌گیری مورد استفاده، دستگاه SP6 با توان خنثی سازی SP بصورت اتوماتیک بود. پس از برداشت، داده‌های با استفاده از نرم‌افزارهای Electric و IPI2win وارون سازی و در نهایت مقاطع حقیقی مقاومت ویژه ارائه گردید. شکل ۳ نمونه ای از مقاطع را نشان می‌دهد.



شکل ۲. موقعیت خطوط برداشت یک بعدی و دو بعدی به همراه سونداژهای برداشت شده بر روی تصویر ماهواره ای.

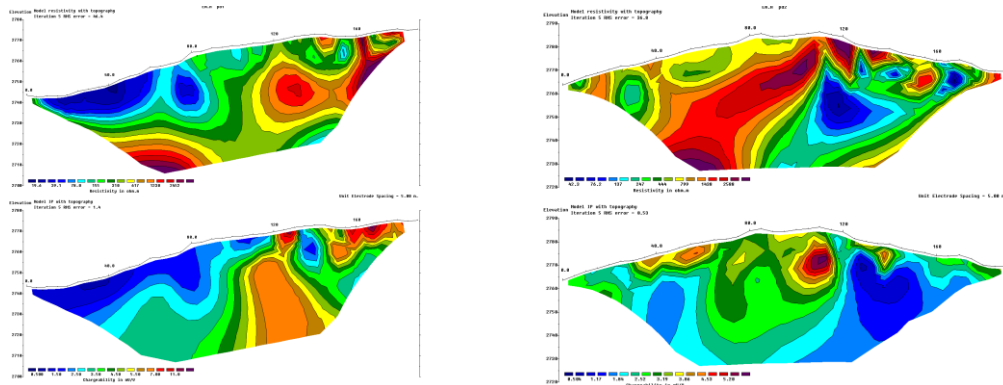


شکل ۳: نمونه ای از مقاطع تهیه شده برای سونداژهای ژئوالکتریک یک بعدی

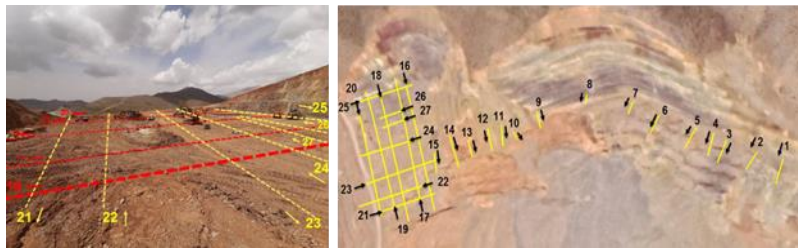
۳ برداشت و پردازش داده‌های IP/RS (جهت تدقیق لایه بندی زمین)

در مطالعات این محدوده از آرایه قطبی - دوقطبی با فواصل الکترودی ۵ و ۱۰ متر، استفاده شد. به منظور دستیابی همزمان به اطلاعات بیشتر در نزدیک سطح و همچنین بررسی گسترش به عمق رگه‌ها، از فواصل الکترودی ۵ متر با حداکثر ۸ پرش و فواصل ۱۰ متری از پرش ۴ تا ۱۳ برای الکترو پتانسیل، استفاده گردید. عمق بررسی حدود ۵۰ متر بود. در این مطالعه، با توجه به هدف که بررسی احتمال زمین لغزش می‌باشد، تعداد کل نقاط برداشت شده ۹۳۶ ایستگاه بود. دستگاه اندازه‌گیری مورد استفاده ساخت شرکت GDD کانادا (شامل فرستنده جریان GDD مدل Tx2 و گیرنده ۸ کاناله مدل GRx8-32)

بود. پس از برداشت، داده‌های با استفاده از نرم‌افزار Res2DInv وارون سازی و در نهایت مقاطع حقیقی مقاومت ویژه ظاهری و قطبش القایی ارائه گردید. برای هر پروفیل نقشه‌های مربوط به مقاطع مدلسازی شده مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی به همراه توپوگرافی با فواصل ایستگاهی ۵ و ۱۰ متر تا عمق حدود ۵۰ متر تهیه شد. (شکل ۴)

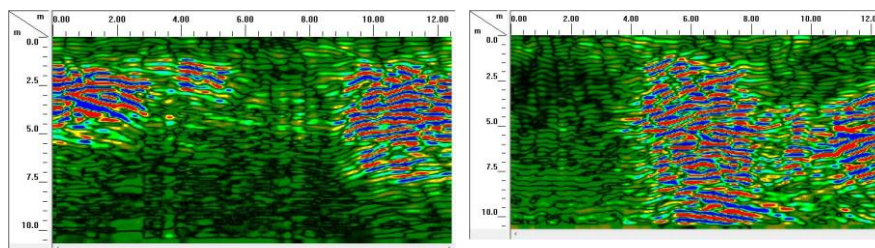


شکل ۴. پروفیل مدلسازی شده مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی
۴- برداشت و پردازش داده‌های رادار نفوذی (جهت شناسایی حفرات زیر زمینی)

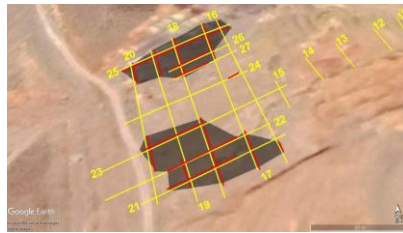


شکل ۵. خطوط برداشت داده های GPR در منطقه مورد مطالعه

عملیات برداشت داده‌ها با استفاده از آنتن ۸۰ مگاهرتز دستگاه MALA GX HDR انجام گرفت. در این مطالعه نتایج برداشت به مترای کلی ۱۰۰۰ متر توسط نرم‌افزار حرفه‌ای RADAN پردازش شده اند و با لحاظ نمودن شرایط محیطی و در نظر گرفتن تمامی عوارض موجود در مسیر پیمایش‌های انجام گرفته تفسیر شده است. داده‌ها در قالب ۲۷ پروفیل برداشت شد. (شکل ۵)



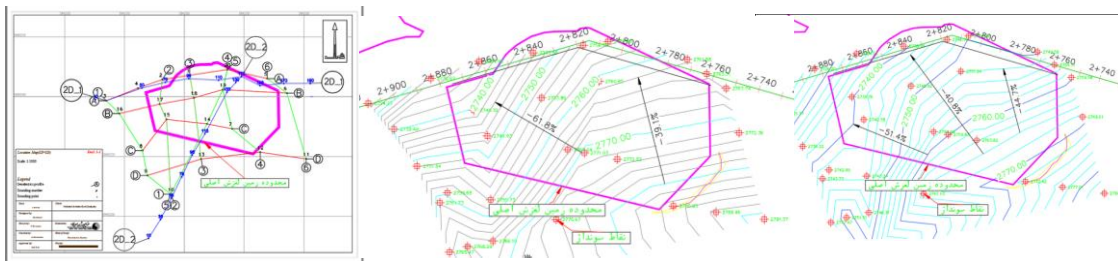
شکل ۶. نمونه ای از مقطع GPR و محل حضور حفره‌های احتمالی.



شکل ۷. نمایی از پروفیل‌های پیمایش شده در ساختگاه ایستگاه و مشخص نمودن حفره‌های زیرزمینی احتمالی

۵- تحلیل پایداری

در گام اول بر اساس عمق سطح مستعد لغزش حاصل از مطالعات ژئوفیزیک اقدام به تعیین توپوگرافی سطح مستعد لغزش گردید. در این محل دو سطح مستعد لغزش فوقانی و تحتانی شناسایی شد. سطح مستعد لغزش فوقانی حالت صفحه‌ای (Planar) داشته و شیب آن بین ۳۹ تا ۶۲ درصد (زاویه با افق ۲۱ تا ۳۲ درجه) و سطح مستعد لغزش تحتانی نیز بیشتر حالت صفحه‌ای (Planar) داشته و شیب آن بین ۴۱ تا ۵۱ درصد (زاویه با افق ۲۲ تا ۲۷ درجه) است. سطوح مستعد لغزش عملاً بر روی شیب لایه بندی زمین تشکیل شده اند و مکانیزم لغزش‌ها حرکت صفحه‌ای، یکی از انواع لغزش‌های انتقالی (translational) می‌باشد. (شکل ۸)

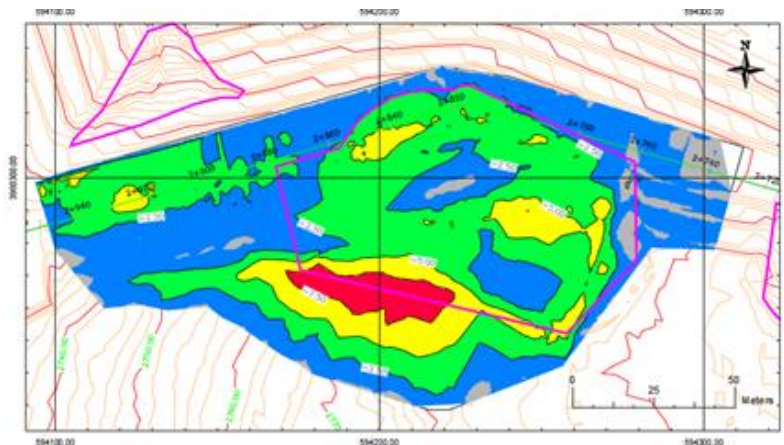


شکل ۸. موقعیت سونداژهای و پروفیل‌های ژئوالکتریک نسبت به محدوده لغزش (سمت چپ) - توپوگرافی سطح مستعد لغزش فوقانی (وسط) و تحتانی (سمت راست)

از آنجا که عمده مشکل ایجاد شده مربوط به قطع کردن پنجه سطح مستعد لغزش فوقانی بواسطه عملیات حفاری باند لوله بوده است، لذا هر توده خاکی و سنگی روی این سطح مستعد حرکت‌های ثانویه خواهد بود.

۶- نتیجه‌گیری

- ۱- با کمک مطالعات ژئوالکتریک یک بعدی ضخامت لایه هوازده، لایه‌های زیرین و لایه‌های فرعی در داخل آن و نوع آن و روند سنگ کف و سطح لغزش مشخص گردید. در طول مقاطع ارائه شده، دو سطح لغزش مشخص شد. در زیر سطح لغزش ثانویه در برخی قسمت‌ها یک زون کم مقاومت جداسازی شده که بیانگر سست بودن این محدوده و احتمال ریزش مجدد آن است.
- ۲- با کمک مطالعات ژئوالکتریک دو بعدی، وجود گسل یا شکستگی احتمالی در منطقه همراه با شکستگی‌های فراوان و افزایش شیبستویته در برخی نقاط مشخص گردید. لذا با توجه به افزایش بارندگی که باعث جریان زیاد آب در این محدوده شده است احتمالاً باعث گسستگی و لغزش زمین در این ناحیه شده است.
- ۳- با کمک مطالعات GPR حفره‌های متعدد در سطح و در طول نواحی برداشت شده، دیده شد که احتمال نشست سقف حفرات و همچنین سستی زون گسله را نشان می‌دهد. این موضوع می‌تواند باعث ایجاد زمین لغزش شده باشد.
- ۴- با کمک مجموعه مطالعات انجام شده، محدوده زمین لغزش اصلی حاصل از مطالعات ژئوفیزیک مشخص می‌گردد.
- ۵- سطوح مستعد لغزش عملاً بر روی شیب لایه بندی زمین تشکیل می‌شوند و مکانیزم لغزش‌ها حرکت صفحه‌ای است.



شکل ۹. خطوط هم تراز میزان برداشت زمین

۶- به عنوان راهکار عملیاتی می‌توان گفت که عمده مشکل ایجاد شده مربوط به سطح مستعد لغزش فوقانی است. لذا راهکار مناسب، برداشت کامل توده هوازده با شیب تقریبی صفحه لغزش و هندسه مورد نیاز باند لوله گذاری خواهد بود. (شکل ۹)

منابع

- مهندسین مشاور صحراکاو، ۱۴۰۰، گزارش ژئوفیزیک بر روی خط لوله گاز امامزاده هاشم - رودهن استان تهران
مهندسین مشاور صحراکاو، ۱۴۰۰، گزارش تحلیل پایداری و بررسی رانش زمین مجاور امامزاده هاشم (ع).
Denis Jongmans, Stéphane Garambois. Geophysical investigation of landslides: a review. Bulletin de la Société Géologique de France, Société géologique de France, 2007, 178 (2), pp.101-112.
A Revil, A Soueid Ahmed, A Coperey, Ludovic Ravanel, R Sharma, et al.. Induced polarization as a tool to characterize shallow landslides. Journal of Hydrology, Elsevier, 2020, 589.