مجله علمی پژوهشی «الکترومغناطیس کاربردی»
سال سوم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴؛ ص ۵۲-۴۱

(یادداشت مهندسی)

شبیه‌سازی پاسخ GPR مدل‌های مصنوعی دو و سه‌بعدی با هدف کاربردهای ژئوتکنیکی، مطالعه موردی: شناسایی زیرسطحی مسیر حفر تونل انتقال تاسیسات برقی اصفهان

رضا احمدی[1*]، نادر فتحیانپور[2]

۱- استادیار، دانشگاه صنعتی اراک، ۲- دانشیار، دانشگاه صنعتی اصفهان

(دریافت: ۹۴/۱۱/۱۴، پذیرش: ۹۵/۰۶/۰۶)

چکیده: در پژوهش حاضر از شبیه‌سازی پاسخ رادار نفوذی به زمین (GPR) مدل‌های مصنوعی، برای مقاصد مهندسی ژئوتکنیک استفاده شده است. برای این منظور ابتدا پاسخ GPR دوبعدی مدل‌های مصنوعی به شکل استوانه افقی، منشور دوبعدی مربعی و چندضلعی دلخواه متناظر با اهداف ژئوتکنیکی متداول (ساختارهایی همانند تونل‌ها، قنات‌ها، انواع لوله‌ها و کانال‌ها)، با استفاده از برنامه مدل‌سازی پیشرو به روش اختلاف متناهی دوبعدی بهبودیافته، شبیه‌سازی گردید. سپس پاسخ GPR سه‌بعدی مدل‌های مصنوعی به شکل استوانه قائم و کره (معرف شکل عمومی فضاهای خالی)، با استفاده از نرم‌افزار GPRMAX3D مدل‌سازی شد تا در تفسیر نگاشت‌های راداری واقعی GPR مورد استفاده قرار گیرند. به‌منظور آشکارسازی ناهمگنی‌های زیرسطحی شامل انواع تاسیسات مدفون، فضاهای خالی، نشست‌ها، گسیختگی‌ها و چاه‌های مدفون در راستای مسیر حفر تونل انتقال تاسیسات برقی کلان‌شهر اصفهان، به عنوان مطالعه موردی پژوهش حاضر، تعداد ۱۴ پروفیل GPR در امتداد یکدیگر به‌صورت یک خط برداشت طولانی به‌طول کلی بیش از ۱۲۰۰ متر برداشت شد. برداشت داده‌ها توسط یک سامانه GPR پوشش‌دار با بسامد مرکزی ۲۵۰MHz انجام گرفت. بررسی نتایج حاصل از تفسیر نگاشت‌های راداری، پس از اعمال فیلترهای مختلف، حاکی از قابلیت بسیار بالای روش GPR در تعیین موقعیت و شناسایی انواع ناهمگنی‌های زیرسطحی است. به‌منظور صحت‌سنجی نتایج به‌دست آمده، بر روی یکی از ناهمگنی‌های تصویر GPR تفسیر شده به‌عنوان یک چاه مدفون، چال قائمی حفر شد و اعتبار نتایج به اثبات رسید.

کلیدواژه‌ها: رادار نفوذی به زمین (GPR)؛ هذلولی پاسخ؛ مدل‌سازی عددی؛ اهداف ژئوتکنیکی؛ تونل انتقال تاسیسات برقی اصفهان؛ ناهمگنی زیرسطحی.

۱- مقدمه

رادار نفوذی به زمین[1] (GPR) که قابلیت ارائه تصاویر زیرسطحی با تفکیک‌پذیری زیاد از محیط‌های عایق کم‌اتلاف را دارد، یک روش جدید، مفید و بسیار قدرتمند برای شناسایی غیرمخرب تونل‌ها، جاده‌ها و بزرگراه‌ها، خطوط راه‌آهن، کف‌پوش‌ها، زیرسازی‌ها، ساختمان‌ها، پل‌ها و ساخته‌های دست بشر همانند بتن، آسفالت و غیره است. روش GPR دارای طیف وسیعی از کاربردهاست به‌گونه‌ای‌که در بسیاری از زمینه‌های مهندسی از جمله ژئوتکنیک و شناسایی ساختار، معدنکاری، تصویرکردن آب‌های زیرزمینی، باستان‌شناسی، امور جنایی، قضایی، قانونی و نظامی، برف و یخ و یخبندان‌شناسی، تاسیسات و مسائل زیست‌محیطی دارای کاربرد می‌باشد. هدف از کاربرد GPR در زمینه مهندسی ژئوتکنیک، به‌طور ویژه آشکارسازی انواع ساختارهای تونلی (همانند انواع تاسیسات و خطوط انتقال زیرزمینی شامل انواع تونل‌ها، کانال‌ها، قنات‌ها و مجراهای عبور آب و فاضلاب که در اغلب موارد نیز در نواحی شهری قرار دارند)، آشکارسازی فضاهای خالی[2] و شکستگی‌های درون توده‌های سنگی، شناسایی بتن و آسفالت، بررسی نشست‌های زمین و شناسایی نواحی همگن و غیرهمگن می‌باشد (شکل (۱- الف)). در میان تمام روش‌های ژئوفیزیکی با تفکیک‌پذیری زیاد، GPR اثبات کرده که برای آشکارسازی حفرات، فضاها و مجراهای خالی[3] در طیف وسیعی از محیط‌های خاک و سنگ، مناسب‌ترین روش است. هدف بیشتر برداشت‌های GPR به‌ویژه حفر تونل، آشکار کردن این

*نویسنده پاسخگو: R_ahmadi@arakut.ac.ir

1. Ground-Penetrating Radar

2. Cavity
3. Sinkhole