نشریه مهندسی عمران و محیط زیست، جلد ۵۰، شماره ۱ (بهار ۱۳۹۹)، یادداشت پژوهشی، ۹۵-۱۰۵ پیاپی ۹۸

مطالعات ژئوتکنیکی جهت شناسایی نقاط ضعف پی‌سنگ صحن مسجد امام اصفهان با استفاده از روش رادار نفوذی به زمین

رضا احمدی*[۱]، نادر فتحیانپور[۲] و ادیبه کریمی[۳]

[۱] استادیار دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی اراک
[۲] دانشیار دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی اصفهان
[۳] دانش‌آموخته دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی اراک

(دریافت: ۹۴/۱۰/۲۹، پذیرش: ۹۷/۷/۷، نشر آنلاین: ۹۷/۷/۷)

چکیده

روش ژئوفیزیکی رادار نفوذی به زمین (GPR) از طریق ارسال امواج الکترومغناطیسی با فرکانس زیاد (عموماً در محدوده یک مگاهرتز تا بیش از یک گیگاهرتز) به درون زمین و ثبت امواج بازتابی عبوری از محیط‌های دی‌الکتریک کم‌اتلاف، تصاویر زیرسطحی با تفکیک‌پذیری بسیار بالا ارائه می‌کند. در پژوهش حاضر از این روش غیرمخرب به عنوان یک روش تصویربرداری مناسب، با هدف تعیین محل، میزان گسترش عرضی و عمقی پی سنگ‌های احتمالاً نواری دیوارها و ستون‌ها و شناسایی نقاط ضعف آنها در محدوده‌های صحن اصلی (ایوان جنوبی) و سه ایوان دیگر (شرقی، غربی و شمالی) مسجد امام اصفهان استفاده شده است. برای این منظور با استفاده از یک سیستم GPR مجهز به آنتن‌های پوشش‌دار با فرکانس مرکزی ۲۵۰ مگاهرتز، تعداد ۳۸ پروفیل بر روی شبکه‌های متعامد، طراحی و برداشت گردید. تفسیر نگاشت‌های راداری نشان داد که بیشترین حجم پی‌سنگ‌های به کار گرفته شده در صحن اصلی مسجد، از نوع نواری، دارای عرض کمتر از یک متر و واقع در عمق نیم متری و زیرسازی دیوارهای شرقی صحن اصلی، دارای پی‌های سنگی پهن به عرض ۵/۵ متر و از عمق ۳۰ سانتی‌متری تا عمق حدود ۱/۲ متری می‌باشند. نشست‌های متعدد مشاهده شده در ایوان‌های شرقی و غربی نیز به‌ندرت از ۲۰ سانتی‌متر تجاوز می‌کنند. نتایج این تحقیق به منظور تهیه طرح بازسازی، مرمت و نگهداری این بنای بسیار ارزشمند فرهنگی، تاریخی و باستانی توسط سازمان میراث فرهنگی به عنوان متولی امر مربوطه، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کلیدواژه‌ها: رادار نفوذی به زمین (GPR)، مسجد امام اصفهان، روش غیرمخرب، پروفیل GPR، پی‌های نواری.

۱- مقدمه

بسیاری از تصمیم‌گیری‌های مهندسی باید براساس ارزیابی-های غیرمخرب (NDE) صورت گیرند. به علاوه این ارزیابی‌ها نیز بایستی بر پایه یک معیار مهندسی قابل قبول، استوار باشند. به‌هر جهت به کارگیری هر یک از سیستم‌های بازرسی، متحمل مقداری هزینه است اما یکی از فواید بدیهی و روشن به کارگیری صحیح آزمون‌های غیرمخرب، شناسایی نواقصی است که اگر در محیط، ناشناخته باقی بمانند موجب رخ داد حوادث و در نتیجه بروز خسارت‌های مالی و جانی فراوان خواهند شد. در عمل آزمون‌های غیرمخرب بسته به هدف و نوع کاربرد، به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرند. در گذشته فناوری پرتونگاری اشعه ایکس یک تصویر فوتوگرافیک از درون ساختار ایجاد می‌کرد اما این روش نیاز به دسترسی به دو پهلوی ساختار و نیز استفاده از منابع اشعه x خطرناک دارد. بنابراین یکی از معایب استفاده از پرتونگاری و فرآیندهای مربوطه آن است که قرار گرفتن انسان در معرض پرتو می‌تواند منجر به آسیب بافت بدن شود.

روش رادار نفوذی به زمین (GPR) که قابلیت ارائه تصاویر زیرسطحی با تفکیک‌پذیری بالا از محیط‌های دی‌الکتریک کم-اتلاف را دارد، یک روش جدید، مفید و بسیار قدرتمند برای آزمون غیرمخرب دیوارهای حائل و ساختمان‌ها، پل‌ها، تونل‌ها، کف‌پوش-ها، جاده‌ها، خطوط راه‌آهن، خطوط لوله، خطوط تونل، بزرگراه‌ها، زیرسازی‌ها، لوله‌های فاضلاب و انواع لوله‌های تأسیساتی دیگر و مصنوعات دست‌ساز بشر همانند بتن، آسفالت، میلگرد، آجر و غیره است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Heiler و همکاران، ۱۹۹۵؛ Huston و همکاران، ۲۰۰۰؛ Saarenketo و Scuillion، ۲۰۰۰؛ Annan و همکاران، ۲۰۰۲؛ Benedetto و Benedetto، ۲۰۰۲؛

* نویسنده مسئول؛ شماره تماس: ۰۸۶۳۳۶۷۵۶۰۴

آدرس ایمیل: r_ahmadi@arakut.ac.ir (ر. احمدی)، fathian@cc.iut.ac.ir (ن. فتحیانپور)، asr.karimi@yahoo.com (ا. کریمی).