



بررسی پاسخ لرزه‌ای عوارض توپوگرافی سطوح شیبدار واقع بر حفرات زیر زمینی با استفاده از روش عددی اجزای مرزی

حمید علی الهی^۱، بهرام دارابیان^۲

1- استادیار دانشکده فنی مهندسی، گروه ارشد خاک و پی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان، ایران
2- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران گرایش خاک و پی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان، ایران

h.alielahi@iauz.ac.ir
bdarabian@gmail.com

خلاصه

طبیعت چند بعدی عوارض توپوگرافی و محدودیت روش‌های تحلیلی و تجربی، ضرورت استفاده از روش‌های عددی جهت حل مساله انتشار امواج و برآورد پاسخ لرزه‌ای عوارض توپوگرافی به ویژه در حضور حفره‌های زیرزمینی را ایجاب می‌نماید. در این مقاله با استفاده از روش عددی اجزای مرزی (BEM) جهت حل مساله انتشار امواج وارزیایی پاسخ لرزه‌ای سطح زمین شیبدار در حضور حفرات زیرزمینی و تاثیر این عوارض بر تفرق امواج مهاجم قائم درون صفحه SV پرداخته شده است. در این راستا با بی‌بعد نمودن پارامترهای تاثیرگذار در مساله نظیر شعاع حفره، فاصله حفره از نقطه تاج شیب و فاصله حفره از نقطه پایین شیب و زوایای مختلف شیب، به بررسی الگوهای بزرگنمایی در زمین شیبدار پرداخته شده است. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان می‌دهند که وجود حفره‌های زیرزمینی می‌تواند مؤلفه افقی و قائم پاسخ لرزه‌ای سطح زمینهای شیبدار را در مقایسه با حالت بدون حفره، تحت تاثیر قرار دهد. اندرکنش لرزه‌ای توپوگرافی از نوع شیبدار با حفرات زیر زمینی، الگوی تغییر مکان‌های متفاوتی از سطح شیبدار بدون حفره ایجاد خواهند نمود و با تغییرات نسبت فاصله حفره به مشخصات هندسی شیب، الگوهای تفرق امواج و به دنبال آن بزرگنمایی آنها تغییر می‌نماید. با افزایش زاویه شیب شیروانی واقع بر حفره، بزرگنمایی در سطح شیب نسبت به شیروانی بدون حضور حفره، به میزان 20 درصد افزایش یافته و با افزایش فاصله حفره از پای شیب در پروده‌های بالا، بزرگنمایی تغییر مکان افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: عوارض توپوگرافی شیب، بزرگنمایی، پاسخ لرزه‌ای، اجزای مرزی، حفره‌های زیرزمینی

1. مقدمه

گسترش روز افزون شبکه‌های حمل و نقل زیر زمینی به ویژه در نواحی شهری با رشد جمعیت، امری اجتناب ناپذیر است. از طرفی با توجه به محدودیتهای موجود ساخت برخی از تونل‌ها و متروها در مناطق لرزه خیز، اهمیت بررسی تاثیر سازه‌های زیرزمینی یا حفره‌های طبیعی را در اثر زلزله بر سطح زمین و سازه‌های واقع بر آن بیشتر نمایان می‌نماید. از سوی دیگر خرابی‌های ناشی از زلزله‌های اخیر اهمیت تاثیر شرایط توپوگرافی رو سطحی را نمایان کرده است و تفرق امواج مهاجم توسط عوارض توپوگرافی پدیده‌ای پیچیده بوده که حل دقیق آن مستلزم استفاده از روشهای مناسب عددی است. با مرور ادبیات فنی موضوع می‌توان مطالعات انجام شده پیشین را به دو بخش مجزا الف) مطالعات پاسخ لرزه‌ای توپوگرافی شیبها (ب) بررسی وجود حفرات زیرزمینی بر سطح زمین، تقسیم بندی نمود.

الف: یکی از نخستین مطالعاتی که بطور خاص برای بررسی پاسخ لرزه‌ای شیبهای خاکی انجام گرفته است مربوط به ادریس و سید [4] در سال 1967 می‌باشد. نتایج مطالعات آنان نشان داد که مقدار شتاب حداکثر سطحی در تاج شیب بزرگتر از نقاط واقع بر دامنه شیب می‌باشد. در مقایسه شتاب حداکثر سطحی ثبت شده در تاج با نقاط دور از تاج شیب، مشخص شد که هر چند در برخی موارد شتاب در تاج بسیار بزرگتر است لیکن در

¹ استادیار دانشکده فنی مهندسی، گروه ارشد خاک و پی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان، ایران
² دانشجوی کارشناسی ارشد عمران گرایش خاک و پی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان، ایران