

## بررسی پاسخ لرزه‌ای خاکهای لایه‌ای با حضور سربار با استفاده از روش توابع تبدیل

محمد امین صفاریان<sup>۱</sup>، محمد حسین باقری پور<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک خاک و پی دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- دانشیار بخش مهندسی عمران دانشگاه شهید باهنر کرمان

amin.safarian@yahoo.com

### خلاصه

آنالیز پاسخ زمین برای پیش بینی حرکات سطح زمین، تدوین طیف پاسخ طرح، تعیین تنش و کرنش های دینامیکی در تخمین پتانسیل روانگرایی و نیز تعیین نیروهای ناشی از زلزله که باعث ناپایداری سازه‌های حائل خاک می‌شوند، به کار می‌رود. و لذا در ژئوتکنیک لرزه ای از اهمیت ویژه ای برخوردار است. اما از آنجا که در واقعیت بر روی سطح زمین سربارهایی مثل سازه، سد، سیلو و... وجود دارد، پاسخ زمین تحت تاثیر این سربارها قرار می‌گیرد. در این مقاله بررسی آنالیز پاسخ زمین با فرض وجود سربار بر روی خاکهای لایه ای انجام گرفته است. به همین منظور بر اساس روش توابع تبدیل برنامه ای تحت نرم افزار متلب نوشته شده که تحت شرایط مختلف وجود سربار و برای زلزله های گوناگون به آنالیز پاسخ زمین پرداخته است. صحت نتایج حاصل از حل این گونه مسائل با نرم افزار Deep soil سنجیده و کالیبره گردیده است.

کلمات کلیدی: آنالیز لرزه ای پاسخ زمین، سربار، روش ترکیبی فرکانس-زمان، خاکهای لایه ای.

### ۱. مقدمه

تحلیل پاسخ دینامیکی لایه‌های زمین از اهمیت بسزایی در ژئوتکنیک لرزه‌ای برخوردار است. امواج زلزله محتملا از میان ده‌ها کیلومتر سنگ و تا رسیدن به سطح زمین تنها چندین ده متر از لایه خاکی عبور می‌کنند، اما بیشترین تاثیر و تغییر در ویژگی های حرکات زمین در درون لایه های سطحی خاک صورت می‌گیرد. همچنین امواج زلزله با دور شدن از کانون آن و نیز با گذشتن از لایه های رسوبی دستخوش تغییر و تحولاتی می‌شوند. اثر عوامل مربوط به فاصله نقاط نسبت به کانون زلزله تحت عنوان "تاثیر مسیر" و عوامل مربوط به لایه های رسوبی واقع بر سنگ بستر تحت عنوان "تاثیر ساختگاه" شناخته می‌شوند. پاسخ لرزه‌ای یک ساختگاه به شدت تحت تاثیر ویژگیهای آن ساختگاه قرار دارد. وجود لایه رسوبی در حد فاصل سنگ بستر و سطح زمین باعث تغییر مشخصه های شتاب‌نگاشت در سطح زمین و حتی در اعماق مختلف لایه رسوبی می‌گردد، این پدیده‌ها به علت رفتار دینامیکی رسوبات آبرفتی ایجاد می‌شوند که این رفتار نیز به نوبه خود از عوامل مختلفی نظیر خصوصیات دینامیکی لایه ها، موقعیت لایه ها، موقعیت سنگ بستر و عمق لایه رسوبی متاثر می‌باشد [۱].

دانشمندان متعددی از اوایل دهه ۷۰ در زمینه تحلیل پاسخ آزاد زمین فعالیت داشته اند به عنوان نمونه پس از ارائه روش خطی معادل، یوشیدا و همکاران روابطی را معرفی نمودند که تاثیر فرکانس زلزله ورودی را بر نحوه محاسبه تراز کرنش برشی موثر در روش خطی معادل در نظر گرفته است. روش پیشنهادی این محققین گرچه به همگرایی سریعتر محاسبات منجر می‌گردد لیکن نیازمند برآورد دو فرکانس پایه، شامل فرکانس متناظر با ماکزیمم کرنش برشی و فرکانس بارگذاری می‌باشد. بنابر نظر این محققین، تاثیر رابطه ارائه شده از سوی آنها در محاسبه کرنش برشی موثر ناچیز می‌شود. این مسئله از جمله اشکالات عمده وارد شده به رابطه ارائه شده از سوی یوشیدا و همکاران است زیرا رابطه آنها دارای ابهاماتی در برآورد فرکانس پایه دوم مذکور می‌باشد [۲].

لو پرستی و همکاران با کمک روش تفاضلات محدود و نیز استفاده از روش گام به گام ویلسون  $\theta$  به آنالیز پاسخ لرزه ای زمین در حوزه زمان پرداخته اند [۳]. روش پیشنهادی این محققین از دقت مناسبی برخوردار بوده، لیکن به دلیل بکارگیری مدل رفتاری غیر خطی، نیازمند داده های ورودی بسیاری است.

بیشتر تحقیقات انجام شده تحلیل پاسخ زمین بدون در نظر گرفتن جرم یا سربار بر سطح زمین و یا به کارگیری روشهای زمان بر و پیچیده همچون انتگرال گیری مستقیم و روش تقریبی اجزا محدود یا تفاضلات محدود استوارند در حالی که روش توابع تبدیل در عین سادگی دارای دقت خوبی در برآورد