



## ارزیابی تاثیر زلزله‌های میدان نزدیک بر تحلیل پاسخ سطح زمین (مطالعه موردی)

حمید علی الهی<sup>۱</sup>، محمد آدم پیرا<sup>۲</sup>

۱. عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، گروه خاک و پی، زنجان، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، گروه خاک و پی، زنجان، ایران

[H.Alielahi@Azu.ac.ir](mailto:H.Alielahi@Azu.ac.ir)  
[M.Adampira@Gmail.com](mailto:M.Adampira@Gmail.com)

### خلاصه

تجربه زلزله‌های اخیر نشان می‌دهد که جنبش زمین در نزدیک گسل دارای خصوصیات ویژه‌ای می‌باشد که با حرکات زمین در مناطق دور از گسل متفاوت است. حرکات زمین در مناطق نزدیک گسل شدیداً تحت تاثیر مکانیزم شکست، جهت گسترش گسلش نسبت به ساختگاه و تغییر مکان ماندگار زمین قرار دارد. کاهش فاصله رومرکزی نه تنها بیشینه شتاب سطح زمین را افزایش خواهد داد بلکه خصوصیات فرکانسی حرکت آزاد زمین را نیز در جهت تقویت قابل توجه فرکانس‌های کوچک متاثر می‌سازد. در این تحقیق مقایسه‌ای بین اثرات زلزله‌های میدان نزدیک و زلزله‌های میدان دور بر تحلیل پاسخ زمین بر اساس روش معادل خطی انجام شده است. محل مورد مطالعه برای انجام این تحقیق، پروژه بندر LNG عسلویه واقع در جنوب کشور می‌باشد که از لحاظ لرزه‌خیزی جزو مناطق ویژه محسوب می‌شود. پارامترهای لرزه‌ای لایه‌های زمین و خاک توسط آزمایشات صحرایی و آزمایشگاهی بدست آمده است. با توجه به مطالعات لرزه‌خیزی انجام شده در محل پروژه و وجود گسل میدان نزدیک در محل پروژه، از اثرات مربوط به زلزله‌های میدان نزدیک از قبیل پالس پر یود بلند در مولفه شتاب و سرعت و تغییر مکانهای ماندگار، صرف نظر شده است. لذا به منظور شبیه‌سازی زلزله میدان نزدیک فوق‌الذکر از روش ترکیبی تهیه زلزله مصنوعی به روش (Boore (2003) و شبیه‌سازی پالس پر یود بلند زلزله میدان نزدیک با روش پیشنهادی (Mavroeidis and Papageorgiou (2003) استفاده شده است. همچنین برای انجام تحلیل پاسخ زمین در برابر شتاب‌های میدان نزدیک بدست آمده از روش ترکیبی و شتاب‌های بدست آمده از مطالعات لرزه‌خیزی متعارف، از نرم افزار Deepsoil.v4 بهره گرفته شده است. بررسی‌های بدست آمده نشانگر آن است که در نظر گرفتن اثر پالس در مولفه افقی شتاب در راستای عمود بر گسل برای زلزله‌های میدان نزدیک؛ پاسخ سطح زمین و محتوای فرکانسی آن را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد که این موضوع در مطالعات مرسوم لرزه‌خیزی با استفاده از روابط کاهندگی در نظر گرفته نمی‌شود.

**کلمات کلیدی:** زلزله میدان نزدیک، زلزله مصنوعی، پالس پر یود بلند، پاسخ زمین، مطالعات لرزه‌خیزی

### ۱. مقدمه

جنبش زمین در نزدیک گسل دارای خصوصیات ویژه‌ای است که با حرکات زمین در مناطق دور از گسل متفاوت می‌باشد. حرکات زمین در مناطق نزدیک گسل شدیداً تحت تاثیر مکانیزم شکست، جهت گسترش گسلش نسبت به ساختگاه و تغییر مکان ماندگار زمین قرار دارد. کاهش فاصله رومرکزی نه تنها بیشینه شتاب سطح زمین را افزایش خواهد داد بلکه خصوصیات فرکانسی حرکت آزاد زمین را نیز در جهت تقویت قابل توجه فرکانس‌های کوچک متاثر می‌سازد [۱ و ۲]. Somerville و همکارانش [۳] زلزله‌های میدان نزدیک را اینگونه تعریف کرده‌اند: "زلزله، گسلش برشی است که در نقطه‌ای خاص روی گسل آغاز شده و با سرعتی تقریباً برابر با سرعت موج برشی گسترش می‌یابد. انتشار گسیختگی گسل به سمت ساختگاه در سرعتی نزدیک به سرعت موج برشی باعث می‌شود که اکثر انرژی لرزه‌ای که توسط گسیختگی ایجاد می‌شود بر یک تک پالس بلند از حرکت که در ابتدای ثبت زلزله رخ می‌دهد وارد شود. اینگونه زلزله‌ها به عنوان زلزله‌های میدان نزدیک شناخته می‌شوند." این پالس حرکت، نشان دهنده‌ی اثر جمعی تقریباً تمامی ارتعاشات لرزه‌ای ایجاد شده توسط گسل می‌باشد. مدل ارتعاش و گسلش برشی در گسل باعث می‌شوند که پالس پر یود بلند حرکت در جهت عمود بر صفحه‌ی گسل هدایت شود که در اثر آن مولفه‌ی حرکت در امتداد عمود، از مولفه‌ی حرکت در امتداد موازی گسل، در پر یودهای بلندتر از ۰/۵ ثانیه، بزرگتر می‌شود. در جهت بررسی دقیق مشخصات حرکت زمین در نزدیک گسل ضروری است تا طیف پاسخ و تاریخچه‌ی شتاب زمان برای مولفه‌ی در امتداد عمود و برای مولفه‌ی در امتداد موازی گسل به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گیرد [۳]. این در حالی است که