



## بررسی تغییر مکان نسبی قاب‌های فولادی تحت تأثیر اندرکنش خاک- توپوگرافی- سازه

آلاله شاکری<sup>۱</sup>، حمیدرضا توکلی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران- زلزله، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

۲- استادیار و عضو هیئت علمی دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

Alale.Shakeri@yahoo.com

### خلاصه

در این مطالعه، تأثیر همزمان اندرکنش خاک- توپوگرافی- سازه بر عملکرد قاب‌های خمشی فولادی بررسی شده است. بسیاری از محققین اثرات توپوگرافی و اندرکنش خاک- سازه را با استفاده از روش‌های عددی، تحلیلی و تجربی مورد مطالعه قرار داده‌اند، اما افراد معدودی به مطالعه اثر توأمان اندرکنش خاک- سازه بر روی یک عارضه توپوگرافی پرداخته‌اند. اثرات اندرکنش خاک- سازه از انعطاف‌پذیری خاک زیر پی و ارتعاشات نسبی بین پی و سطح آزاد ناشی می‌شود. مدلسازی‌های انجام شده در محیط نرم‌افزار Abaqus و بر روی قاب‌های فولادی ۵ و ۱۵ طبقه، با وجود عارضه توپوگرافی تپه و به صورت تحلیل دینامیکی غیرخطی می‌باشد. در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه سبب افزایش انعطاف‌پذیری، افزایش تغییر مکان‌های جانبی نسبی قاب‌ها شده است که این موضوع با کاهش سختی خاک زیر فنداسیون و قرار گرفتن سازه در رأس توپوگرافی تپه‌ای شکل، بر جسته‌تر و قابل توجه‌تر خواهد بود.

**کلمات کلیدی:** اندرکنش، توپوگرافی، شتابنگاشت، جابجایی نسبی طبقات.

### ۱. مقدمه

ارتعاشات لرزه‌ای مؤثر بر سازه‌ها تابعی از پارامترهای متعدد نظیر اثرات چشمه زلزله، اثرات مسیر عبور امواج، اثرات ساختگاه و اثرات اندرکنش خاک- سازه است. با وجود این حقیقت که امواج زلزله از میان ده‌ها کیلومتر بستر سنگی و غالباً کمتر از ۱۰۰ متر خاک عبور می‌نماید، لایه‌های خاک نقش بسیار مهمی در تعیین خصوصیات حرکت سطح زمین ایفا می‌کنند. در صورت احداث سازه بر روی سطح زمین، رفتار لرزه‌ای آن تحت تأثیر فرآیندی که به نام اندرکنش خاک- سازه شناخته می‌شود، قرار خواهد گرفت. اثرات اندرکنش خاک- سازه از انعطاف‌پذیری خاک زیر پی و ارتعاشات نسبی بین پی و سطح آزاد ناشی می‌شود. با منظور نمودن این اثرات می‌توان نیروهای اینرسی و تغییر مکان‌های واقعی یک سیستم سازه- پی- خاک را تحت اثر حرکات لرزه‌ای سطح آزاد تعیین نمود. اندرکنش خاک- سازه، رفتار لرزه‌ای سازه‌ها را از جنبه‌های مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد که از آن جمله می‌توان به کاهش فرکانس طبیعی سیستم، افزایش میرایی، افزایش تغییر مکان‌های جانبی و کاهش (تغییر) در برش پایه اشاره کرد.

آثار مخرب زلزله ۱۹۸۵ مکزیکوسیتی و بسیاری از زمین‌لرزه‌های اخیر، اهمیت تأثیر مشخصات دینامیکی خاک بر سازه‌های متکی بر آن را مشخص کرده است. وقوع این زمین‌لرزه‌ها، نشان داد که حرکت بستر سنگی می‌تواند در پای سازه تا چندین برابر تشدید شود و پاسخ سازه را دستخوش تغییرات قابل توجهی قرار دهد. پاسخ دینامیکی سازه حین لرزه‌های اعمالی، متغیری از نوع خاک زیر شالوده بوده، لذا بدون در نظر گرفتن تأثیر آن نمی‌توان تخمین واقع‌گرایانه‌ای از نیروهای اعمالی زلزله بر سازه داشت. همچنین خصوصیات محلی ساختگاه مانند جنس خاک، ارتفاع و شیب توپوگرافی ساختگاه از عوامل مؤثر بر رفتار لرزه‌ای سازه می‌باشند که باید مورد بررسی قرار گرفته و نیز در تحلیل سازه لحاظ گردند.

با توجه به تجربه‌های حاصل از زلزله‌های گذشته و مطالعات میدانی آشکار شده است که ناهمگونی‌های توپوگرافی اثرات قابل توجهی بر حرکات زمین در اثر زلزله و خسارات وارده دارند. به طور کلی هرگاه زلزله‌ای به وقوع پیوسته، اماکن قرار گرفته در مجاورت نامنظمی‌های سطح زمین تحت تأثیر حرکات شدیدتری قرار گرفته‌اند. از جمله این زلزله‌های مخرب می‌توان به زلزله‌های ۱۹۰۹ فرانسه در لمبسک، ۱۹۷۶ و ۱۹۸۰ ایتالیا در فریولی و ایرپینیا، ۱۹۸۵ مکزیک در میچوکان، ۱۹۸۵ شیلی، ۱۹۹۴ نورث‌ریدیج، ۱۹۹۵ ژاپن در کوبه و ۱۹۹۵ یونان در آگیون اشاره کرد. رحیمیان و همکارانش [۳]، در کتاب خود با عنوان "تأثیر توپوگرافی در مقابل زلزله در چند شهر مجاور کوه" با کمک روش المان مرزی به مدلسازی سه بعدی