

## تأثیرات اندرکنش خاک و سازه بر پاسخ دینامیکی سازه‌های جداسازی شده لرزه‌ای

امید فتاحی<sup>۱</sup>، اکبر مخدومی<sup>۲</sup>

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، ایوان، ایلام

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه رازی، کرمانشاه

:

makhdoumi.ar@gmail.co

### خلاصه

استفاده از جداسازی لرزه ای به منظور ارتقا مشخصات لرزه‌های سازه‌ها و در نتیجه کاهش آسیب‌پذیری لرزه‌ای ساختمانها در چند سال اخیر بطور چشمگیری افزایش یافته است. از اهداف اصلی جداسازی لرزه‌ای می‌توان به افزایش قابلیت جذب انرژی و کاهش پاسخ‌های سازه اشاره کرد. این ویژگیها با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه تغییر می‌کند. در حالت کلی اندرکنش بین خاک و سازه منجر به کاهش فرکانس غالب پاسخ و تغییر در میزان انرژی مستهلک شده می‌شود. بنابراین، اندرکنش خاک و سازه می‌تواند نقش مهمی را در پاسخ لرزه‌ای سازه ایفا کند، با اینحال این اثرات اغلب در پاسخ لرزه‌ای ساختمانها لحاظ نمی‌شود و تکیه گاه سازه بصورت صلب مدل می‌شود. نتایج مطالعات نشان داده است که اثرات اندرکنش خاک و سازه در سازه‌های کوتاه و سبک که بر خاک‌های نرم قرار دارند چشمگیر است. با توجه به اهمیت موضوع علی‌الخصوص در سازه‌های جداسازی شده، سعی شده است تا با مطالعه و جمع بندی مقالات ارائه شده در این رابطه، اثرات اندرکنش خاک و سازه بر رفتار سازه‌های جداسازی شده بررسی شود.

کلمات کلیدی: جداسازی لرزه‌ای، اندرکنش خاک و سازه، میرایی، تحلیل دینامیکی

### ۱. مقدمه

یکی از مسائل مهم در طراحی سازه‌ها، طراحی آنها در برابر بارهای جانبی نظیر زلزله می‌باشد. تاکنون روشهای مختلفی برای کنترل سازه ارائه شده است. یکی از این روشها، جداسازی لرزه‌ای می‌باشد که جزو کنترل غیرفعال سازه می‌باشد. این روش در دو دهه اخیر خصوصاً در ژاپن و آمریکا توسعه فراوانی یافته است. در این روش با افزایش زمان تناوب و در نتیجه کاهش شتاب طبقه، آسیب‌های غیرسازه‌ای به میزان زیادی کاهش می‌یابد. همچنین با استفاده از جداکننده‌های با میرایی بالا در تراز جداسازی، می‌توان میزان زیادی از انرژی زلزله را در این تراز مستهلک کرد و بنابراین انرژی وارده به سازه کاهش می‌یابد که طبیعتاً منجر به کاهش آسیب‌های سازه ای می‌گردد. روش‌های مرسوم طراحی مبتنی بر افزایش ظرفیت سازه می‌باشد. یعنی ایجاد ظرفیت باربری جانبی در سازه با افزایش مقاومت و تامین شکل‌پذیری آن صورت می‌گیرد. اما، در جداسازی لرزه‌ای با جداکردن حرکات سازه از حرکات زمین، نیاز لرزه‌ای سازه تقلیل می‌یابد [۱]. در این روش با تعبیه عناصری با سختی افقی پایین در بین فونداسیون و روسازه، شتاب طبقه و تغییرشکل‌های بین طبقه‌ای (دریفت) می‌تواند بطور همزمان کاهش یابد. بنابراین جداسازی لرزه‌ای قادر است سبب کاهش پاسخ سازه گردد. با اینحال پارامترهای دیگری مانند تأثیرات اندرکنش خاک و سازه می‌تواند پاسخ لرزه‌ای یک سازه را تغییر دهد. اما، در اکثر موارد این اثرات در پاسخ‌های سازه لحاظ نمی‌گردد. از اواخر دهه ۷۰ میلادی تاکنون، مطالعات زیادی درباره تأثیرات اندرکنش خاک و سازه صورت گرفته است. اما مطالعات کمی درباره تأثیر همزمان اندرکنش خاک و سازه و جداسازی لرزه ای بر رفتار سازه صورت گرفته و این مطالعات نیز اکثراً در مورد پلهای جداسازی شده انجام شده است [۲]. در طراحی سازه، غالباً تکیه گاه بصورت صلب مدل می‌شود در صورتی فرض تکیه گاه صلب، تنها برای سازه‌هایی که بر روی بستر سنگی یا خاک با سختی بالا قرار دارند صدق می‌کند. در حالت کلی، اندرکنش بین خاک و سازه منجر به کاهش فرکانس غالب پاسخ و تغییر در میزان انرژی مستهلک شده، می‌شود. استهلاک انرژی به عنوان یک راهکار کاهش پاسخ لرزه ای سازه‌ها در میان محققان و مهندسان همواره بعنوان یک موضوع مهم مطرح بوده است، و وسایلی همچون انواع میراگرهای ویسکوز و اصطکاکی و ... نیز بدین منظور در طراحی و مقاوم سازی سازه‌ها بکار گرفته می‌شود. با اینحال اولین منبع استهلاک انرژی، اندرکنش سازه- فونداسیون و خاک زیر آن می‌باشد. این اندرکنش می‌تواند بطور چشمگیری در پاسخ سازه تأثیر بگذارد و می‌تواند در مواردی مفید باشد، اما متأسفانه اغلب این پدیده بخاطر کمبود دانش در این زمینه توسط مهندسان نادیده گرفته می‌شود. سیستم خاک- سازه از مدل تکیه گاه صلب که عموماً فرض می‌شود انعطاف پذیرتر است. در نتیجه سیستم خاک- سازه دارای