



## تأثیر اندرکنش خاک و سازه بر صحت نتایج تحلیل استاتیکی غیر خطی در استاندارد ASCE 41

اشکان کورش نیا، حسین جهانخواه، محمد علی قناد

تهران، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی عمران، کد پستی: ۹۳۱۳-۱۱۱۵۵

[jahankhah@civil.sharif.edu](mailto:jahankhah@civil.sharif.edu)

### خلاصه

یکی از روشهای متداول در ارزیابی سازه‌ها استفاده از تحلیل‌های استاتیکی غیرارتجاعی است. تحقیقات مختلفی در مورد میزان خطای این روش نسبت به تحلیل تاریخیچه زمانی انجام پذیرفته است. لیکن تحقیقات انجام شده در این زمینه محدود به تحلیل‌های بستر صلب بوده و اثر انعطاف‌پذیری بستر در آنها دیده نشده است. در این تحقیق میزان خطای روش استاتیکی در ارزیابی رفتار چند سازه متداول که بر اساس آیین‌نامه برای خاک نرم طرح شده‌اند با احتساب انعطاف‌پذیری بستر مورد بررسی قرار گرفته است. استاندارد ارزیابی مورد استفاده در این تحقیق ASCE41 بوده است. معیار در نظر گرفته شده جهت ارزیابی، الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک و میزان چرخش آنها بوده است که به صورت برداری مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از برآورد مناسب الگوی مفاصل پلاستیک در تحلیل استاتیکی غیر ارتجاعی است. این در حالیست که مقادیر چرخش‌ها عموماً بیش از مقادیر واقعی برآورد می‌شود.

کلمات کلیدی: استاندارد ASCE41، انعطاف‌پذیری بستر، چرخش مفاصل پلاستیک

### ۱. مقدمه

گام اساسی در ارزیابی عملکرد سازه‌ها تخمین پاسخ غیرخطی آنها در زلزله مبنا است. برای این منظور دقیق‌ترین روش معمول در جامعه مهندسی، استفاده از تحلیل تاریخیچه زمانی است. جهت انجام این نوع تحلیل علاوه بر مدل سازه‌ای با قابلیت رفتار غیرارتجاعی، رکوردهای متناسب با زلزله‌های مبنا نیز مورد نیاز است. این نوع تحلیل کمتر در فرآیندهای عملی طراحی و حتی ارزیابی لرزه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. از دلایل این امر می‌توان به مشکلات مربوط به انتخاب رکورد و نیز تفسیر نتایج نهایی آن اشاره نمود. البته در گذشته، مدت زمان مورد نیاز این نوع آنالیز نیز محدودیت عمده‌ای به حساب می‌آمد که اکنون این محدودیت کمرنگ شده است. استانداردهای ارزیابی، آنالیزهای استاتیکی غیرارتجاعی را به عنوان گزینه‌ای کاربردی‌تر در کنار روش پیشین معرفی نموده‌اند که مورد استقبال بیشتری قرار گرفته است [۱-۴]. در این روش که می‌تواند به طرق مختلف انجام پذیرد برخی محدودیت‌های روش دینامیکی وجود ندارد. در مقابل، دقت نتایج در برخی موارد می‌تواند از نتایج تحلیل دینامیکی که نزدیکی بیشتری به واقعیت دارد فاصله بگیرد. تحقیقات بسیاری جهت بررسی سطح دقت روشهای استاتیکی غیرارتجاعی نسبت به آنالیز دینامیکی صورت پذیرفته است [۵-۱۰]. لیکن ارزیابی مذکور عموماً در حضور بستر صلب مورد توجه بوده و از انعطاف‌پذیری بستر صرف‌نظر شده است. این در حالیست که انعطاف‌پذیری بستر در برخی موارد می‌تواند تغییرات قابل ملاحظه‌ای در پاسخ سازه‌ها ایجاد نماید. هرچند بیش از چهار دهه از ورود اثرات انعطاف‌پذیری بستر به آیین‌نامه‌های طراحی می‌گذرد، لیکن حدود دو دهه است که این مبحث در فرآیند ارزیابی سازه‌ها مورد توجه ویژه قرار گرفته است. به گونه‌ای که در جدیدترین استاندارد ارزیابی لرزه‌ای [۴]، جزئیات مبسوطی در مورد چگونگی مدلسازی بستر زیرین سازه ارائه شده است. اثرگذاری انعطاف‌پذیری بستر بر پاسخ سازه‌ها، که از آن به عنوان اندرکنش خاک - سازه یاد می‌شود، در استاندارد مذکور در قالب آثار سینماتیکی و تغییرات پریود و میرایی سیستم مورد توجه قرار گرفته است. این در حالیست که در فرآیند آنالیز استاتیکی غیرارتجاعی تغییری حاصل نگشته و همانند حالت بستر صلب معتبر دانسته شده است. لازم به ذکر است چنانچه روش پیشنهادی استاندارد فوق در پیش‌بینی وضعیت المان‌های سازه‌ای دقت لازم را نداشته باشد نه تنها مهندس محاسب را به نقاط ضعف واقعی رهنمون نمی‌گردد، بلکه در برخی موارد به دلیل پیش‌بینی نادرست و متعاقب آن مقاوم سازی ناصحیح می‌تواند توزیع نیروهای