

## مقاوم سازی پل های بتنی در مقابل انفجار (مطالعه موردی پل بهشت مشهد)

سید بهزاد حسینی<sup>۱\*</sup>، سید مجتبی موحدی فر<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خراسان رضوی، گروه عمران، نیشابور، ایران.

S.behzadhosseini@yahoo.com

۲- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نیشابور، گروه عمران، نیشابور، ایران.

Movahedi\_far@yahoo.Ca

:

### چکیده

افزایش روزافزون شهرنشینی و گسترش شهرها که نتیجه آن ساخت پروژه های گسترده و وسیع هست، اهمیت مقاوم سازی آن ها در برابر دو عامل زلزله و انفجار را بیش از پیش پررنگ می نماید. در بعضی از این پروژه ها از جمله پل ها شناخت رفتار آن ها در انفجار منجر به طراحی مناسب با توجه به عملکرد مورد نیاز آن ها می شود. در هنگام وقوع انفجار هست که اثرات متقابل خاک- سازه حائز اهمیت می شوند. شناخت درست و تا حدودی دقیق از اندرکنش خاک - سازه در هنگام وقوع انفجار یکی از چالش های پیش روی مهندسين بوده که باعث شده است در جهت رسیدن به درک صحیحی از آن تلاش نمایند. به دست آمدن یافته های جدید در این زمینه قطعاً منجر به بهبود ضوابط آیین نامه ای و در نتیجه ایمن تر شدن طراحی ها خواهد شد. در این پژوهش با استفاده از نرم افزار اجزای محدود (ABAQUS) تأثیر اندرکنش دینامیکی خاک - سازه بر روی پاسخ لرزه ای پل مذکور بر اثر انفجار پرداخته شده است. انتظار می رود که لحاظ نمودن اثر اندرکنش خاک - سازه منجر به افزایش پاسخ جابجایی گردد که این امر خلاف جهت اطمینان هست.

**واژه های کلیدی:** مقاوم سازی پل، اندرکنش خاک و سازه، پاسخ لرزه ای، انفجار، آباکوس

### ۱- مقدمه

مقاوم سازی از جمله حرکات مهمی است که در این چند دهه شدیداً مورد توجه مهندسين عمران قرار گرفته است. با این کار هم در جهت اطمینان به سازه بهبود می بخسیم و در مقابل حوادث غیر مترقبه از جمله زلزله، باد و از این قبیل مقاومت سازه را افزایش می دهیم. برای اینکه به این هدف نائل شویم باید دو نوع روش اصلی مقاوم سازی را در ابتدا برای ستون و پایه پل های بتن مسلح مطرح نمود که عبارت اند از:

الف: پوشش فولادی برای مقاوم سازی ستون های پل های بتن مسلح در کالیفرنیا و ژاپن به طور گسترده انجام می شود. هدف از مقاوم سازی لرزه ای جلوگیری از شکست برشی در پل های طراحی شده بر اساس آیین نامه Pre-۱۹۷۱ در کالیفرنیا و Pre-۱۹۸۰ در ژاپن است. بعد از زلزله ژاپن ۲۹،۴۰۰ پایه پل در ژاپن مقاوم سازی شدند. علاوه بر افزایش مقاومت برشی افزایش جزئی در مقاومت خمشی صورت می گیرد. این به خاطر افزایش مقاومت فونداسیون ها است. افزایش مقاومت خمشی برای کاهش تغییر مکان در ستون ها پس از زلزله، طرح مؤثری است. از این رو پوشش فولادی همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است به عنوان یک روش استاندارد مقاوم سازی برای ستون های منفرد بتن مسلح که بر اساس Pre-۱۹۸۰ طراحی شده بودند، بکار برده می شود. برای افزایش مقاومت خمشی در یک آزمایش، میل مهار در انتهای پوشش فولادی تعبیه شد تا بتوانیم به طور اختصاصی با انتخاب تعداد و اندازه ی میل مهارها، افزایش مقاومت خمشی را مورد کنترل قرار داد. ضخامت