



## مطالعه عددی عملکرد اثر بتن فوق توانمند الیافی و ورق های CFRP در پل ها تحت بارگذاری انفجار

کاوه یاسمنی، محمدرضا شیدایی

۱- کارشناس ارشد سازه، مجتمع دانشگاهی پدافند غیر عامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران

۲- استاد گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ارومیه

k\_yasmani@mut.ac.ir

### خلاصه

در تحقیق حاضر، با استفاده از نرم افزار CSI BRIDGE یک پل بتن مسلح با بتن معمولی (پل دال بتنی متکی بر تیرهای پیش ساخته) و با ابعاد هندسی مشخص طبق آیین نامه های معتبر تحت بارهای عادی و متعارف طراحی و سپس این پل با استفاده از مصالح جدید بتن فوق توانمند الیافی (UHPFRC) و ورق های پلیمری پایه کربن (CFRP) در نرم افزار المان محدود ABAQUS مدل سازی گردید. پس از مدل سازی آن به بررسی و مشاهده پاسخ پل بتنی مدل سازی شده تحت اثر انفجار مقادیر مختلف TNT در روی عرشه پل و زیر عرشه در اطراف ستون های آن پرداخته شد و مقادیر خرابی در هر مرحله ارائه شده است. نتایج به دست آمده از تحلیل رفتار دینامیکی غیرخطی پل مدل سازی شده نشان می دهد که بتن فوق توانمند الیافی به همراه ورق های پلیمری پایه کربن از مقاومت انفجار بسیار بالایی برخوردار بوده و می تواند در ساخت و مقاوم سازی سازه ها استفاده شود.

کلمات کلیدی: پل بتنی، رفتار دینامیکی، بتن فوق توانمند الیافی، انفجار سطحی، نرم افزار ABAQUS

### ۱. مقدمه

تا کنون در طراحی و اجرای بسیاری از سازه ها بارگذاری انفجار در نظر گرفته نشده است و با توجه به موقعیت ایران در منطقه حساس خاورمیانه لازم است که سازه های با اهمیت زیاد در برابر این گونه بارگذاری ها مقاوم سازی شوند. روش های مرسوم مقاوم سازی سازه ها در برابر انفجار، معمولاً برای سازه های حساس و مهم انجام می شود. در این میان، پل ها به خاطر شرایط ویژه، جزء سازه های زیربنایی حمل و نقل مهم محسوب شده و آسیب به آن ها می تواند اثر قابل ملاحظه ای بر اقتصاد بگذارد. مقاوم سازی پل ها در برابر وقوع انفجار، نیازمند تمهیدات ویژه ای است. بنابراین، فهمیدن رفتار پل ها در برابر بار انفجار خیلی مهم است، به ویژه آن که اطلاعات کمی در مورد رفتار پل های بتنی تحت بارهای انفجار در دسترس است. روش های مختلفی برای مقاوم سازی وجود دارد و انتخاب این روش ها نیازمند تحقیق در رفتار آن ها می باشد. یکی از روش هایی که برای مقاوم سازی سازه های بتنی استفاده می شود استفاده از بتن فوق توانمند الیافی (UHPFRC) و ورق های پلیمری پایه کربن (CFRP) می باشد.

مطالعه پاسخ سازه ای پل ها تحت بارهای انفجاری، توسط شبیه سازی های عددی و آزمایشگاهی بررسی می شود. اما ساختن تست آزمایشگاهی در مقیاس واقعی خیلی مشکل و پرهزینه است. علاوه بر این، ارزیابی پارامترهای مهم و مشاهده فرآیند گسیختگی در انفجارهای نزدیک، به دلیل از بین رفتن تجهیزات اندازه گیری خیلی مشکل و تقریباً غیر ممکن است. بنابراین، شبیه سازی های عددی، یک روش بسیار مناسب و کارآمد برای ارزیابی رفتار پل ها تحت بار انفجاری می باشد. در این راستا، در سال های اخیر مطالعات زیادی به شرح زیر انجام شده است.

<sup>1</sup>Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete

<sup>2</sup>Carbon Fiber Reinforced Polymer