



# سومین کنفرانس بین المللی پژوهش های کاربردی در مهندسی سازه و مدیریت ساخت دانشگاه صنعتی شریف - تیر ۱۳۹۸



## بررسی رفتار سازه های زیرزمینی در برابر نفوذ پرتابه ها ( مطالعه موردی: خط (۲) مترو تبریز )

محمد رضا ملک پور

۱- استادیار و عضو هیات علمی دانشگاه، گروه عمران، واحد آذرشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آذرشهر، ایران

:

mreza.malekpoor@yahoo.com

### خلاصه

سامانه های قطار شهری از جمله سازه های مهم می باشند که به علت جمعیت پذیری بالا و لزوم استفاده از آنها به عنوان مکان های امن در شرایط اضطراری، بایستی دقت ویژه ای در طراحی و ساخت آنها صورت گیرد. در این تحقیق، رفتار سازه های زیرزمینی با مطالعه موردی خط (۲) مترو تبریز در مقابل بارهای نفوذ ناشی از انواع پرتابه ها مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج مطالعات نشان می دهد در مناطقی از مسیر مترو که عمق خاک سربار کم می باشد، احتمال وارد شدن آسیب به مترو وجود دارد.

کلمات کلیدی: مترو تبریز، مدل سازی عددی، پرتابه، عمق نفوذ، بتن

### ۱. مقدمه

افزایش چشمگیر تهدیدات انفجاری در سرتاسر جهان با استفاده از سلاح های پیشرفته، کشورها را مجبور کرده است که مطالعه ویژه ای در مورد حفاظت سازه ها در مقابل این تهدیدات داشته باشند. سامانه های قطار شهری از جمله سازه های مهم و استراتژیک می باشند که در آنها تعداد تجمع افراد زیاده بوده و در شرایط بحرانی اگر مشکلی آنها را تهدید نماید، تعداد تلفات انسانی زیاد شده و فاجعه ای انسانی رخ می دهد. علاوه بر آن، قطارهای شهری بایستی طوری طراحی و ساخته شوند که در مواقع بحرانی، امکان استفاده از آنها به عنوان فضای امن مقدور بوده و بتوان از آنها برای جابجایی تجهیزات نظامی، نیروهای انسانی، غذا، دارو و غیره استفاده نمود [۱].

در سال های اخیر مطالعات فراوانی بر روی مصالح مختلف با رویکرد عملکرد قابل قبول آنها در برابر بارهای ناشی از نفوذ و انفجار صورت گرفته است و ویژگی هایی که بر روی کارایی بالستیک آنها تاثیر می گذارد، از قبیل: مقاومت فشاری و برشی، چگالی، سختی، مدول یانگ، برشی و بالک و حد الاستیک هیوگونوت<sup>۱</sup> مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. سرامیک و بتن از جمله مصالح مناسب در این زمینه می باشند که از سرامیک ها بیشتر برای اهداف نظامی و از بتن برای ساخت سازه های مقاوم در برابر تهدیدات استفاده می شود. با توجه به اینکه برای ساخت تونل مترو نیز از بتن استفاده می شود، درک صحیح پاسخ بتن به بارهای دینامیکی ناشی از نفوذ و انفجار، که مدت زمان اعمال آنها بسیار کوتاه تر از بارگذاری زلزله می باشد (حدود یک هزارم امواج زلزله)، برای محافظت سازه های بتنی و یا تجهیزات مستقر در آنها، ضروری می باشد [۲].

در سال های اخیر مطالعات فراوانی بر روی مصالح مختلف با رویکرد عملکرد قابل قبول آنها در برابر بارهای ناشی از نفوذ و انفجار صورت گرفته است و ویژگی هایی که بر روی کارایی بالستیک آنها تاثیر می گذارد، از قبیل: مقاومت فشاری و برشی، چگالی، سختی، مدول یانگ، برشی و

<sup>1</sup> Hugoniot elastic limit