



اثر زلزله بر روی تونل‌های مستطیلی کم عمق

رضا محمد علی نژاد^۱ - محمد سیروس پاکباز^۲

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رامهرمز

۲- عضو هیات علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

r.m.ali.nejad@gmail.com

خلاصه

تونل‌های حمل و نقل زیرزمینی برای ماشین‌ها و قطارها در شهرهای پر ترافیک در سراسر جهان وسیله‌ای جذاب برای تسریع در حمل و نقل محسوب می‌شوند. ساخت این تونل‌ها در اعماق کم و با مقاطعی همچون مقطع مستطیلی، اثر زلزله را بر روی این تونل‌ها با اهمیت می‌سازد. در این مقاله ابتدا به بررسی روش‌های مختلف آنالیز، فشار دینامیکی اعمال شده به این تونل‌ها پرداخته و سپس اثر عوامل مختلفی همچون مفاصل لرزه‌ای، ضریب میرایی و ضریب فشار جانبی خاک بر روی تونل مترو تهران مورد بررسی قرار می‌گیرد. بر اساس نتایج به دست آمده استفاده از مفاصل لرزه‌ای در قسمت پایین دیوارهای قائم تونل‌های مستطیلی موجب کاهش میزان لنگر خمشی ماکزیمم و نیروی فشاری ماکزیمم شده ولی اثر چندانی بر روی نیروی برشی ماکزیمم ندارد. اثر ضریب میرایی بر روی نیروی برشی ماکزیمم بیشتر از لنگر خمشی ماکزیمم و نیروی فشاری ماکزیمم است. اثر ضریب فشار جانب خاک K بیشترین تاثیر را بر روی نیروی فشاری ماکزیمم دارد و تاثیر چندانی بر روی لنگر خمشی ماکزیمم و نیروی برشی ماکزیمم ندارد.

کلمات کلیدی: زلزله، تونل مستطیلی، طراحی لرزه‌ای، سازه‌های زیرزمینی.

۱. مقدمه

در حال حاضر در بسیاری از کشورهای پیشرفته به دلیل اشغال سطح زمین بوسیله تاسیسات مختلف بسیاری از تاسیسات شهری به صورت سازه‌های زیرزمینی می‌باشند. در میان این سازه‌های زیرزمینی تونل‌های حمل و نقل از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشند. تا قبل سال ۱۹۹۵ تونل‌ها در مقابل بارهای دینامیکی طراحی نمی‌شدند. اما زلزله‌های دهه ۱۹۹۰ میلادی باعث خرابی‌های جدی در برخی تونل گردیدند. که بعنوان مثال می‌توان به زلزله سال ۱۹۹۹ *Chi chi* تایوان و خسارت وارده به تونل‌های کوهستانی مرکز تایوان، زلزله سال ۱۹۹۹ *Duzce* ترکیه که باعث خرابی بخشی از تونل‌های دوقلوی *Bolu* گردید و ریزش ایستگاه *Diakia* متروی *Kobe* ژاپن در سال ۱۹۹۵ اشاره کرد. این مساله بیانگر اهمیت طراحی مناسب تونل‌ها در برابر بارهای دینامیکی حاصل از زلزله می‌باشد.

محققین زیادی به ارزیابی اثر بارهای لرزه‌ای ناشی از زلزله بر روی پوشش تونل‌ها پرداخته‌اند. *Park at el* تغییر شکل بیضوی شکل پوشش تونل‌های دایره‌ای شکل را در شرایط بدون لغزش مورد مطالعه قرار داد [1]. *Huo at el.* راه حل‌های کلاسه شده‌ای برای تونل‌های مستطیلی عمیق تحت اثر تنش‌های برشی ارائه نمود [2]. *Sch Sanchez-Merino* راه حل تحلیلی برای آنالیز رفتار طولی تونل‌ها تحت اثر زلزله ارائه نمود [3]. لطفی مقدم و وفایی اثر برخی از زلزله‌ها را بر روی تونل‌های مترو مورد مطالعه قرار داده‌اند [4].

تونل‌های حمل و نقل کم عمق اغلب دارای شکل‌های مستطیلی بوده و به صورت کند و پوش ساخته می‌شوند. معمولاً قاب این تونل صلب می‌باشد. از نقطه نظر طراحی به سه دلیل سازه‌ای باکسی دارای پارامترهای متفاوتی با تونل‌های دایره‌ای می‌باشد. اول: تونل‌های کند و پوش در عمق‌های کم که در آن تغییر شکل‌ها و حرکات زمین از اعماق زیاد بیشتر است ساخته می‌شوند. دوم: ابعاد تونل‌های باکسی معمولاً از تونل‌های دایره‌ای بیشتر می‌باشد. در قاب‌های باکسی معمولاً انتقال بار به خوبی پوشش دایره‌ای نمی‌باشد. دیوارها و دال‌های این قاب‌ها بسیار ضخیم‌تر می‌باشد، در نتیجه تونل‌های مستطیلی نسبت به تونل‌های دایره‌ای در جهت عرضی (جانبی) سختی بیشتری داشته و رواداری کمتری برای تغییر شکل دارد. این پارامترها به همراه پتانسیل زیاد تغییر شکل‌های لرزه‌ای زمین در لایه‌های کم عمق زمین تأثیر اندرکنش سازه، خاک را برای طراحی لرزه‌ای تونل‌های مستطیلی کند و پوش با اهمیت می‌سازد سوم: نوع خاکریز بالای سازه می‌باشد که ممکن است حد میان محیط و سازه باشد خاک و خاکریزه ممکن است شامل مواد کمپکت شده و با خواص متفاوت با خاک محل باشند خواص خاک‌های خاکریز می‌بایست به خوبی خاک محیط در طراحی و آنالیز در نظر گرفته شود. [5,6]