DAM AND TUNNEL CONFERENCE & EXPO همایش و نمایشگاه سد و تونل
ششمین همایش و نمایشگاه سد و تونل ایران
The 6th Dam and Tunnel Conference & Exhibition
16 - 17 February 2021
۲۸-۲۹ بهمن‌ماه ۱۳۹۹

برآورد بار وارد بر لاینینگ خط ۲ مترو شیراز

صادق آمون (۱)، حمید چاکری (۲)، علی آرین‌فر (۳)

۱-دانشجوی دکتری مهندسی معدن، گرایش مکانیک سنگ، دانشگاه صنعتی سهند تبریز

۲- استادیار، گرایش مکانیک سنگ، دانشگاه صنعتی سهند تبریز

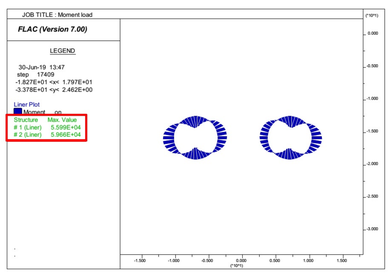
۳- دانشجوی دکتری مهندسی معدن، گرایش مکانیک سنگ، دانشگاه صنعتی شاهرود

مقدمه و روش کار

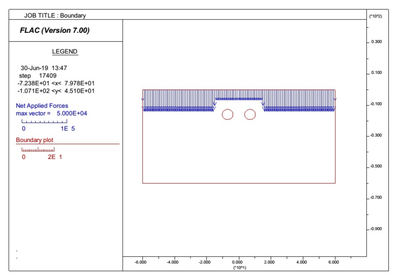
رویکرد مرسوم برای محاسبه اثر بارهای وارد بر پوشش سگمنتی به این ترتیب است که ابتدا هر یک از این بارها با تحلیلی جداگانه توسط روش‌های تحلیلی یا تجربی محاسبه شده و سپس مقادیر این بارها با ضرایب مربوطه که در آیین‌نامه‌های مختلف ارایه شده، به صورت ترکیب بار بر روی سگمنت اعمال می‌شود. رویکرد مورد اشاره دارای نواقص و اشکالاتی می‌باشد که می‌توان این اشکالات را در دو دسته کلی، تفکیک نمود [۳] و [۴]: اشکالات مربوط به روش‌های محاسبه بارها: در روش‌های مرسوم –به دلیل محدودیت‌هایی که برای مدلسازی در نرم‌افزار SAP وجود دارد– از روش‌های تجربی یا تحلیلی برای محاسبه بارهای وارد بر لاینینگ استفاده می‌شود که این روش‌ها از دقت کافی برخوردار نبوده و تخمین‌های غیرواقعی و بعضاً دور از واقعیت را به همراه دارد. همچنین در این تحلیل‌ها، اثر بار زمین و آب بر روی سازه به صورت جداگانه درنظر گرفته می‌شود در حالیکه تفکیک این دو نیرو با واقعیت انطباق ندارد. به عبارت دیگر در شرایط واقعی، بار زمین و آب به صورت هیدرومکانیکی توأمان بر سگمنت وارد می‌شود و این دو نیرو بر روی یکدیگر اثرات متقابل دارند. همچنین نوع عکس‌العمل لاینینگ در برابر این دوبار نیز در حالت توأمان و تفکیکی متفاوت است [۳].

موضوع دیگر، در خصوص اعمال بارهای سطحی و روش محاسبه اثر آنها بر سازه است که در روش مرسوم، این اثر به روش‌های تحلیلی محاسبه می‌شود، درحالیکه محاسبه اثر بار سطحی بر روی سازه با این روش‌ها دقیق نبوده و بسته به مقدار بار سطحی و مشخصات خاک بالای تونل مقادیر متفاوتی خواهد داشت.
اشکالات مربوط به روش‌های درنظر گیری اندرکنش بین زمین و لاینینگ: در روش-های مرسوم طراحی، برای درنظر گیری عکس‌العمل زمین در برابر تغییر شکل‌های اعمالی در لاینینگ، از فنرهای غیرخطی با سختی ثابت استفاده می‌شود که این فرض بسیار ساده‌ای است و تنها برای شرایط محیط الاستیک همگن و همسان برقرار می-باشد. با توجه به اشکالات اساسی ذکر شده در روش‌های مرسوم طراحی، در این مقاله با مقایسه بارهای وارد بر تونل دوقلوی مترو شیراز و در نظر گیری شرایط متفاوت بارگذاری با استفاده از ورش های تحلیلی و عددی به بررسی و مقایسه این روش ها پرداخته می شود. بر این اساس ابتدا شرایط مختلف بارگذاری روی سگمنت تعیین شده و به روش های تحلیلی و عددی مقادیر بار اعمالی بر روی رینگ سگمنتی بررسی شده است.

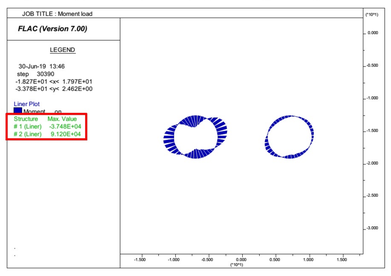
نتایج



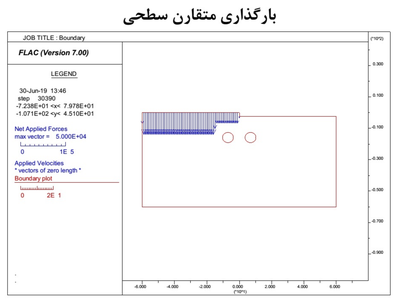
لنگر خمشی حاصل از بار خاک و بار متقارن سطحی



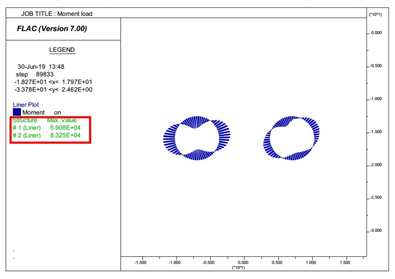
بارگذاری متقارن سطحی



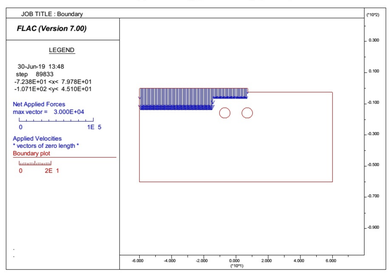
لنگر خمشی حاصل از بار خاک و بار نامتقارن سطحی حالت۱



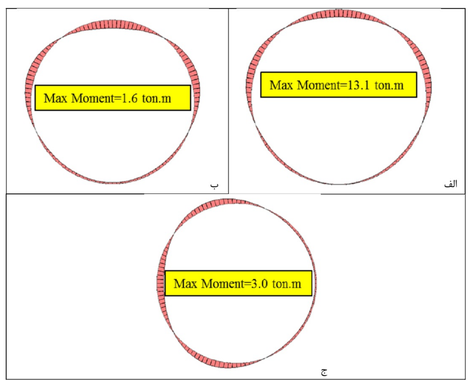
بارگذاری نا متقارن سطحی حالت۱



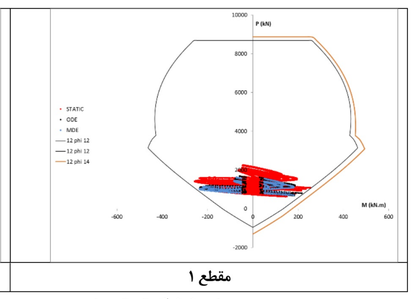
لنگر خمشی حاصل از بار خاک و بار نامتقارن سطحی حالت۲



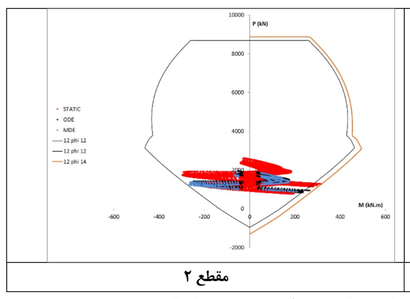
بارگذاری نا متقارن سطحی حالت۲



لنگر خمشی ایجاد شده در رینگ سگمنتی بر اثر الف-بار خاک ب-بار متقارن ج-بار نامتقارن

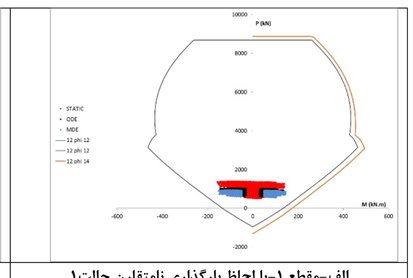


مقطع ۱

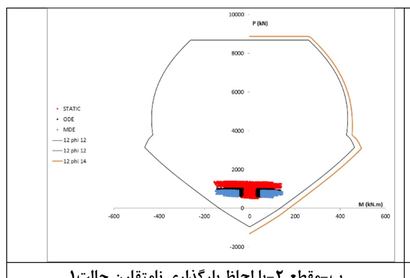


مقطع ۲

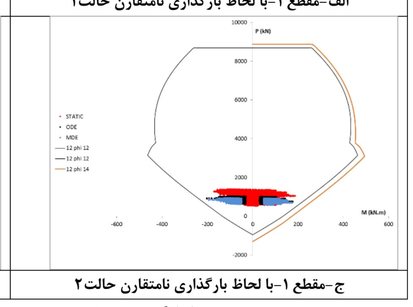
نمودار لنگر خمشی-نیروی محوری و نمودار ظرفیت سگمنت حاصل روش تحیلی



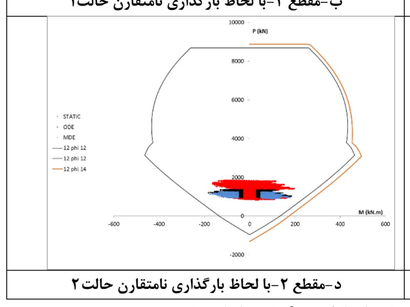
الف-مقطع ۱-با لحاظ بارگذاری نامتقارن حالت۱



ب-مقطع ۲-با لحاظ بارگذاری نامتقارن حالت۱



ج-مقطع ۱-با لحاظ بارگذاری نامتقارن حالت۲



د-مقطع ۲-با لحاظ بارگذاری نامتقارن حالت۲

نمودار لنگر خمشی-نیروی محوری و نمودار ظرفیت سگمنت حاصل روش عددی

بحث و نتیجه گیری

در طراحی سگمنت مهمترین قسمت تعیین بار وارد بر سازه و نحوه توزیع آن می باشد. مقدار بار، تعیین کننده نیروی محوری بوده و نحوه توزیع آن، مقدار لنگر خمشی را تعیین می کند. بر این اساس در روش های تحلیلی که به صورت متداول در طراحی مورد استفاده قرار می گیرد این موضوعات و همچنین اندرکنش ساه های مجاور قابل بررسی نمی باشد. اما در روش عددی مقادیر بار بسته به شرایط سطحی دقیق تر محاسبه می شوند و نکته مهم تر از همه امکان بررسی عکس العمل سازه ها در رابطه با یکدیگر در تحلیل ها می باشد. مقدار نیروهای داخلی در روش عددی متاثر از دقت مدلسازی و نحوه بارگذاری می باشد.
آنچه از این مقاله بر می آید، دقت روش عددی در مدلسازی شرایط واقعی اطراف تونل و اعمال بار حاصل از شرایط سطحی بر تونل است. در روش عددی مقدار و توزیع بارهای سطحی متناسب با شرایط و هندسه بارگذاری می باشد که این موضوع در روش تحلیلی قابل بررسی نیست. لذا استفاده از روش های عددی برای سازه های زیر سطحی نتایج بهتری در طراحی سازه ای خواهد داشت.

منابع اصلی

1) Technical Manual for Design and Construction of Road Tunnels-Civil Elements, U.U. Department of Transportation Federal Highway Administration, FHWA_NHI-10-034, 2009.
2) Guidelines for the Design of Shield Tunnel Lining, International Tunnelling Association, Present address: International Tunnelling Association, Secretariat ,25, Av. F. Mitterand, Cse No. 1, FR 69674 Bron Cedex, France.
3) Integration of geotechnical and structural design in weak rock tunnels, Evert Hoek, Integration of geotechnical design of tunnel linings, 2003.
4) Stability Analysis and Design for Mechanized Tunneling, Walter Wittke, Aachen · 2007.
5) Structural analyses and design methods for bored tunnels in soft ground, Holland railconsult ,1994.
6) TUNNELS AND SHAFTS IN ROCK, Department of the Army U.S. Army Corps of Engineers Washington, DC 20314-1000, 1997.