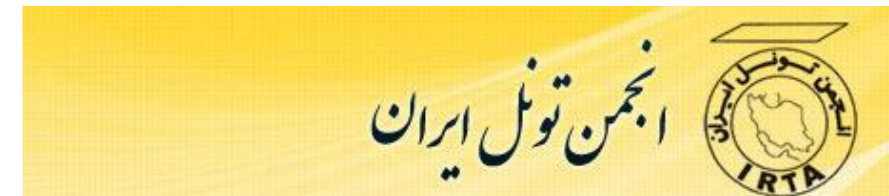
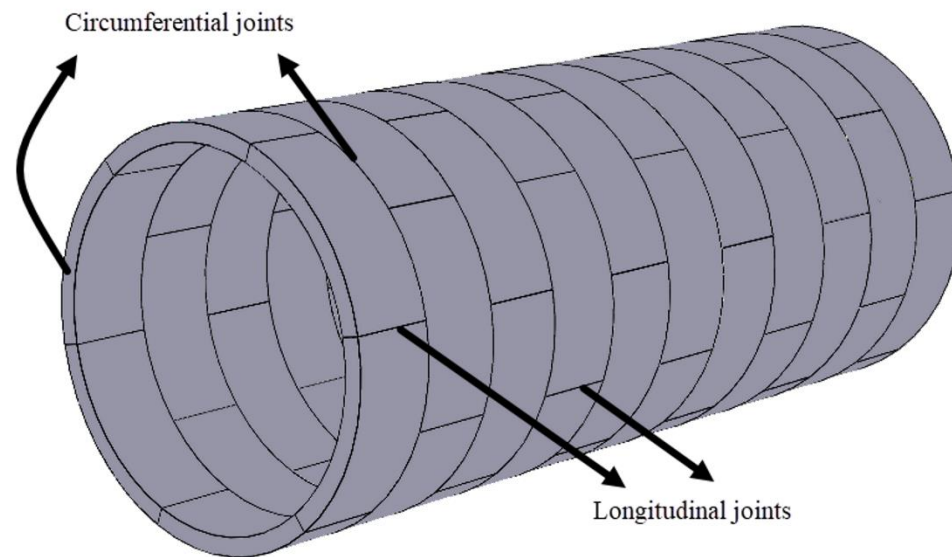


سُبْحَانَكَ اللَّهُمَّ
وَبِحَمْدِكَ

MRTsoft

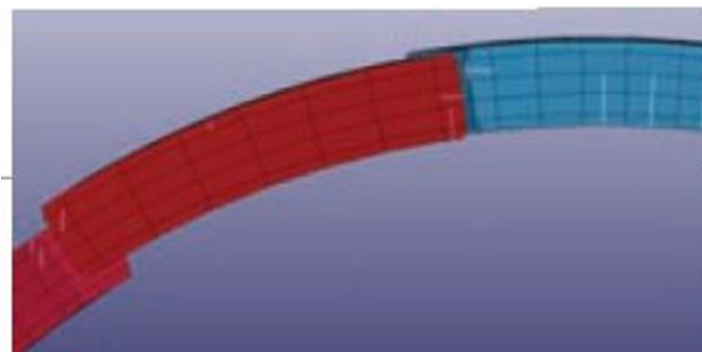


تأثیر موج ضربه انفجار بر سازه سگمنتی تونل

علیرضا رشیددل

(کارشناس ارشد مهندسی تونل از دانشگاه ارومیه)

Alireza.Rashiddel@gmail.com



فهرست مطالب

- مقدمه و اهمیت موضوع انفجار
- تئوری انفجار
- مطالعه موردی خط ۶ مترو تهران و خط ۲ مترو شیراز
- مدلسازی عددی
- بحث و نتایج
- نتیجه گیری کلی

ضرورت تحقیق مذکور

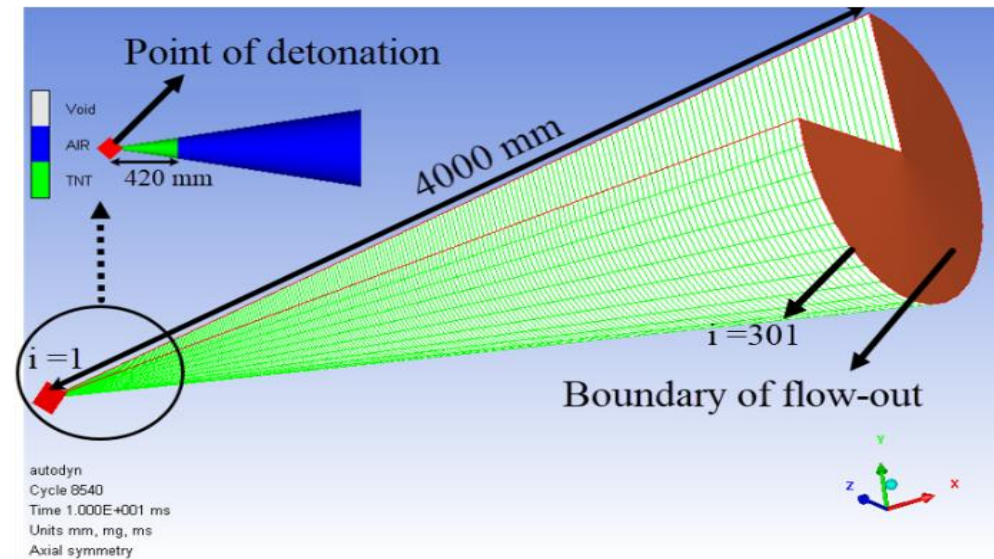
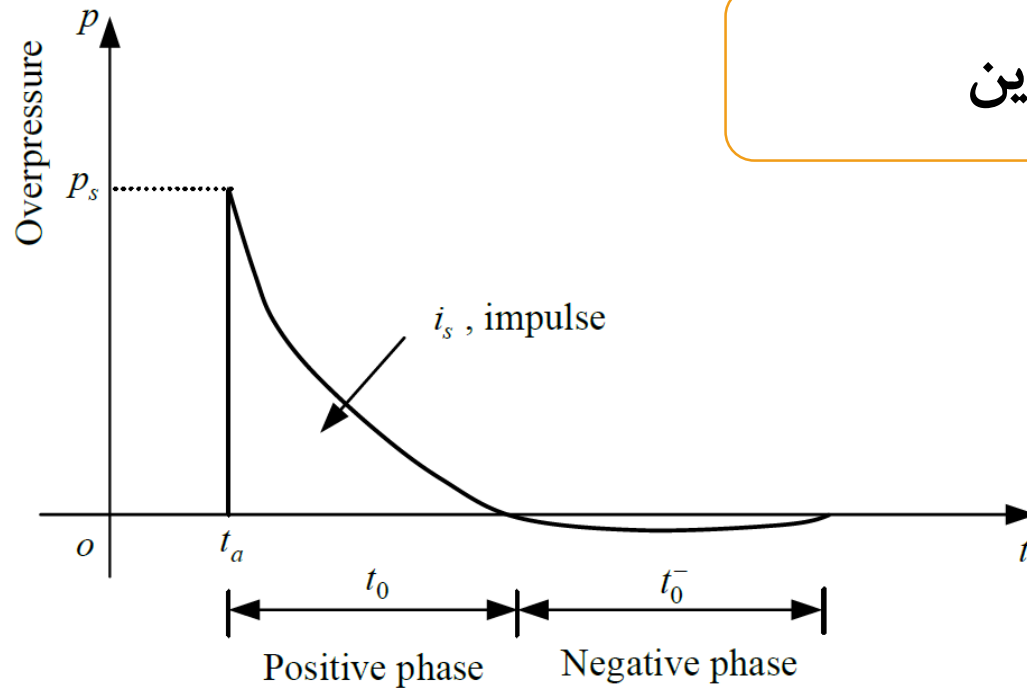
از دو جنبه انجام تحقیق ضرورت می یابد:

- ✓ استفاده از فضاهای زیرزمینی به عنوان انبار مهمات نظامی (storage)
- ✓ استفاده از فضاهای زیرزمینی به عنوان پناهگاه در زمان جنگ (shelter)

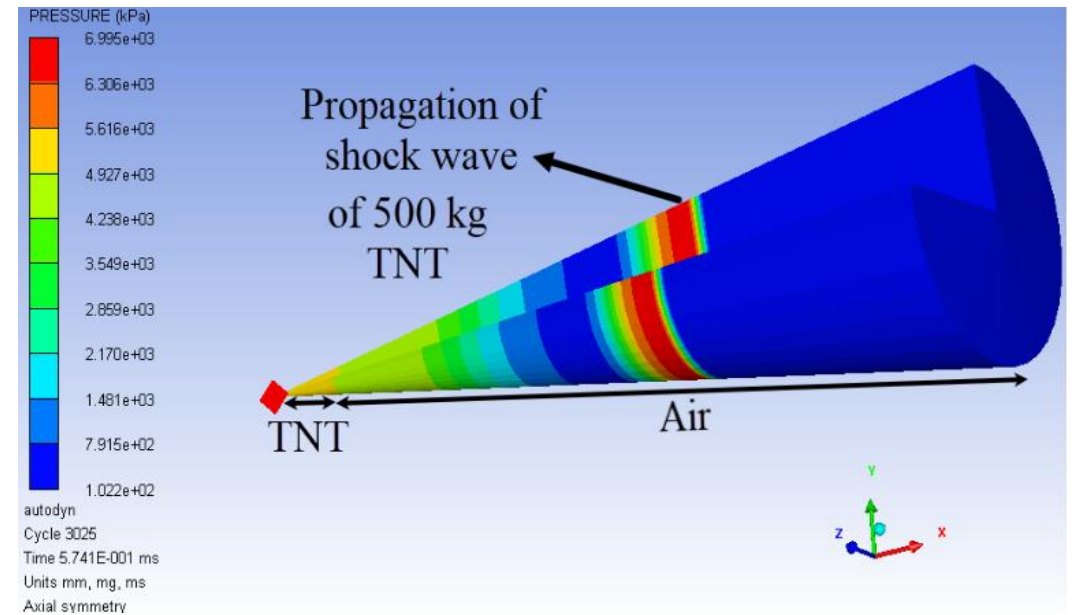
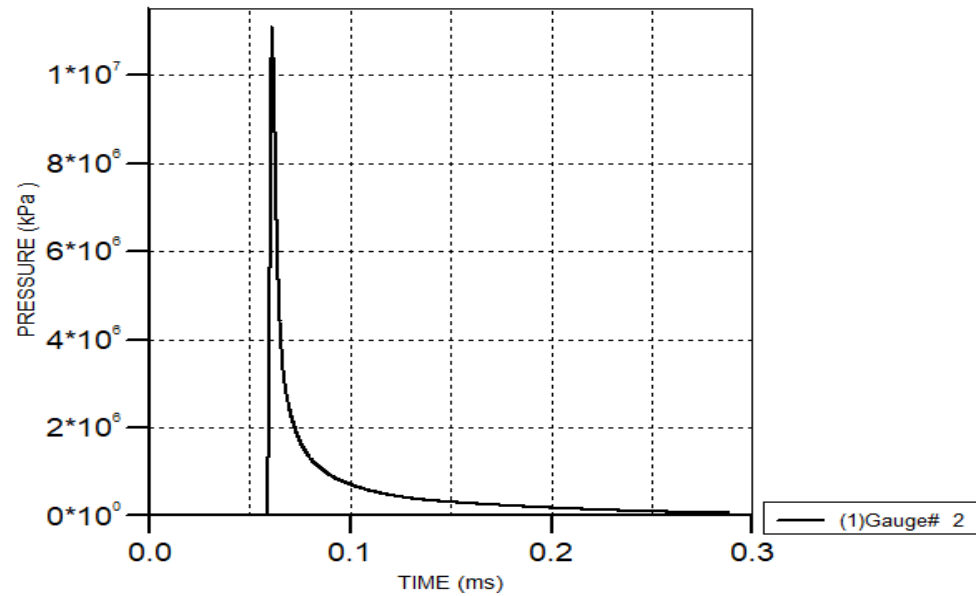
ضرورت تحقيق مذكور



تئوری انفجار و نرم افزار اتوداین



تاریخچه انفجار ۵۰۰ کیلوگرم TNT در هوا

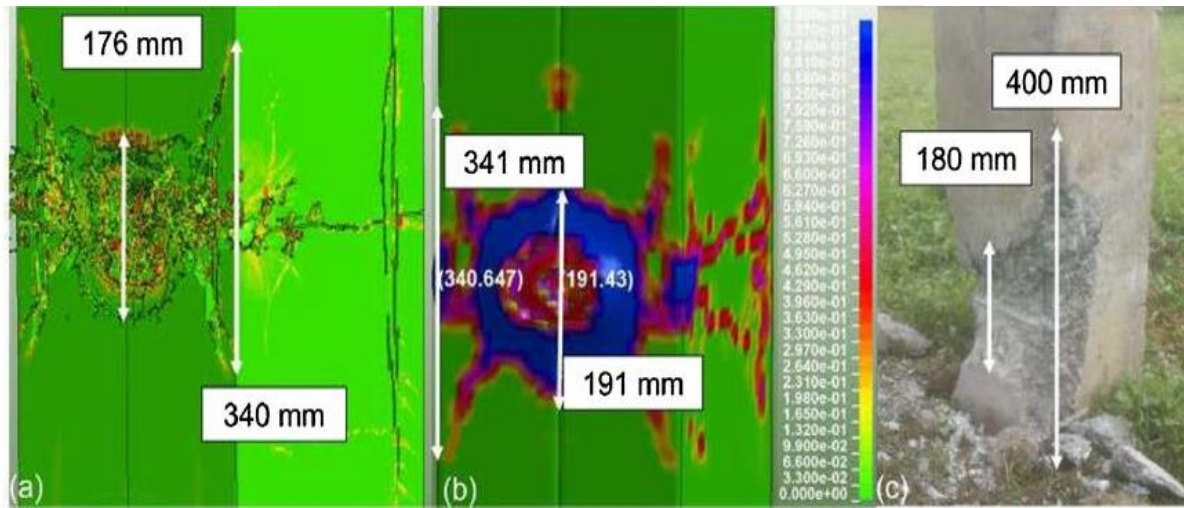


بار دینامیکی ناشی از انفجار و موج ضربه

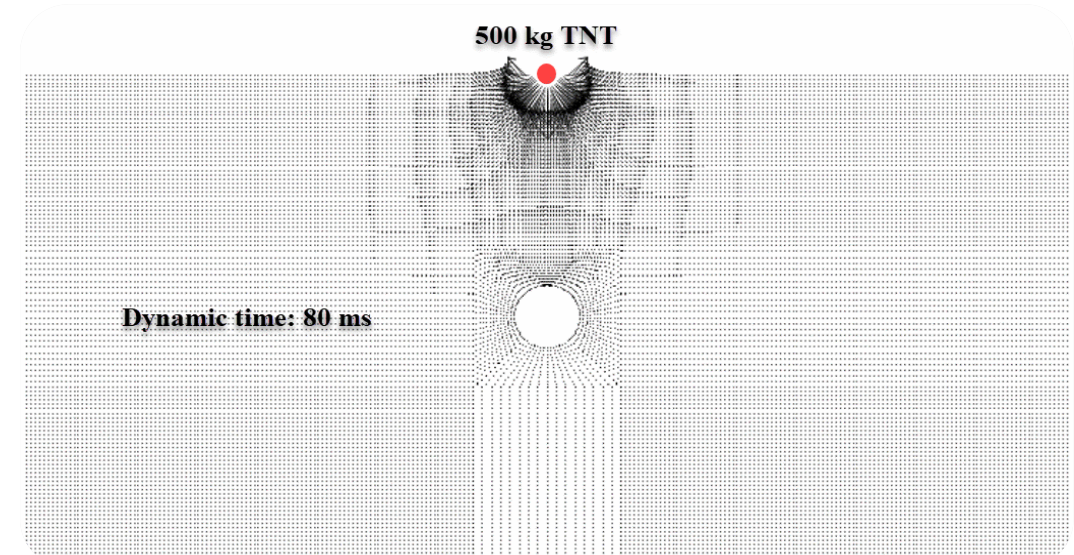
✓ اعمال بار انفجار با استفاده از تاریخچه فشار انفجار بر روی سازه یا زمین

✓ مسئله انفجار به صورت حالت کوپل ماده منفجره و سازه و یا زمین

بار دینامیکی ناشی از انفجار و موج ضربه



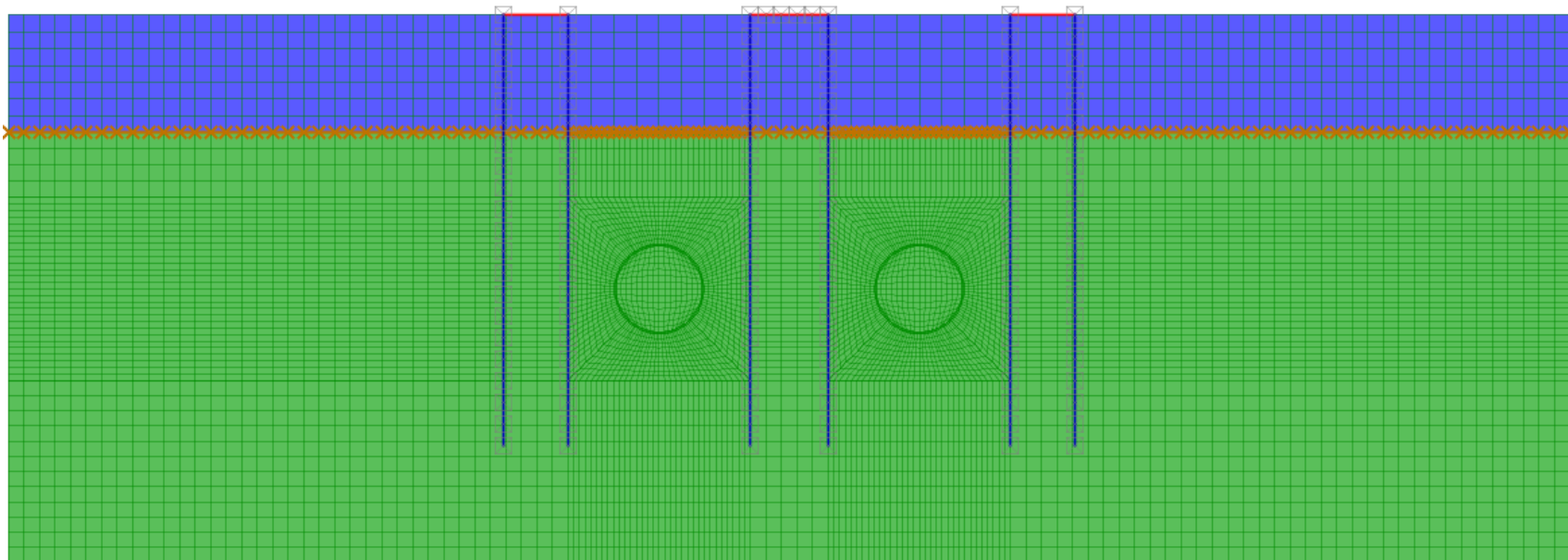
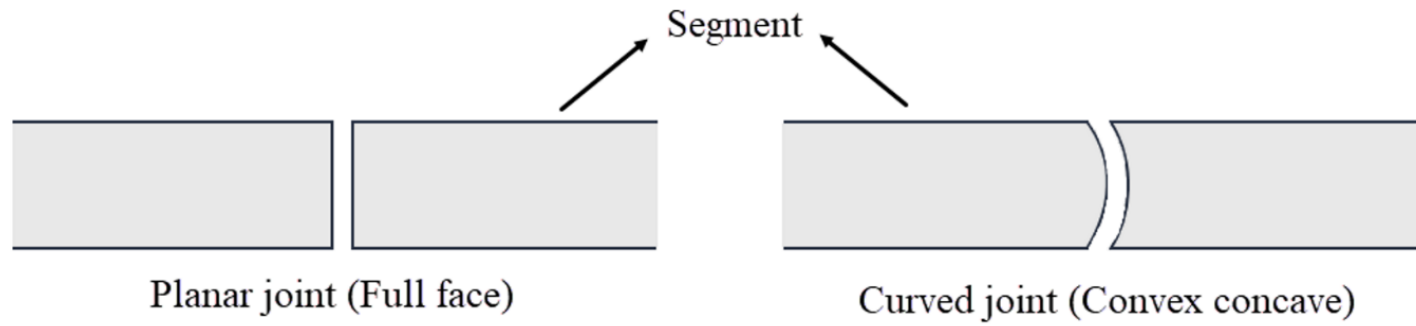
Mesh sensitivity analysis for blast response with (a) 2-mm mesh and (b) 10-mm mesh; (c) Experimental response.



اهداف تحقیق

1. قابلیت استفاده از تونل شهری در زمان جنگ به عنوان پناهگاه یا انبار مهمات
2. تاثیر سازه تونل ها و سگمنتی بودن آن ها در کاهش آسیب پذیری تونل ها در مقابل انفجار سطحی
3. تاثیر شکل اتصالات سگمنتی تونل ها در مقابل ضد بمباران کردن تونل های زیرزمینی
4. تاثیر سازه جانبی اطراف تونل ها در مقابل کاهش آسیب پذیری تونل ها در مقابل انفجار سطحی

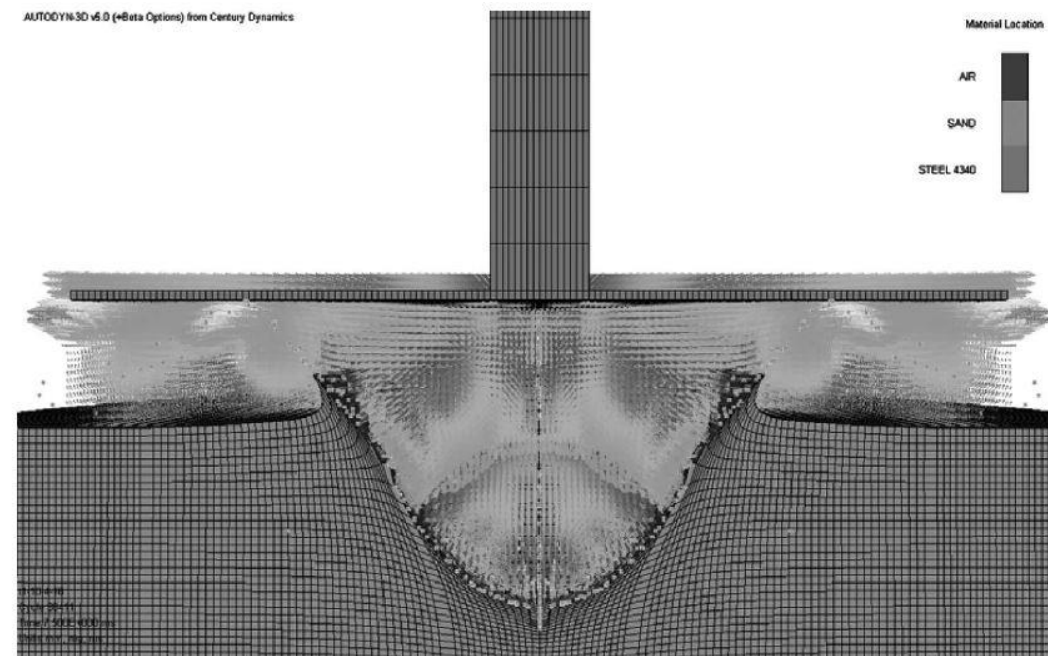
اهداف تحقيق



پیشینه تحقیق

عمده تحقیقات مربوط به محققان زیر می باشد:

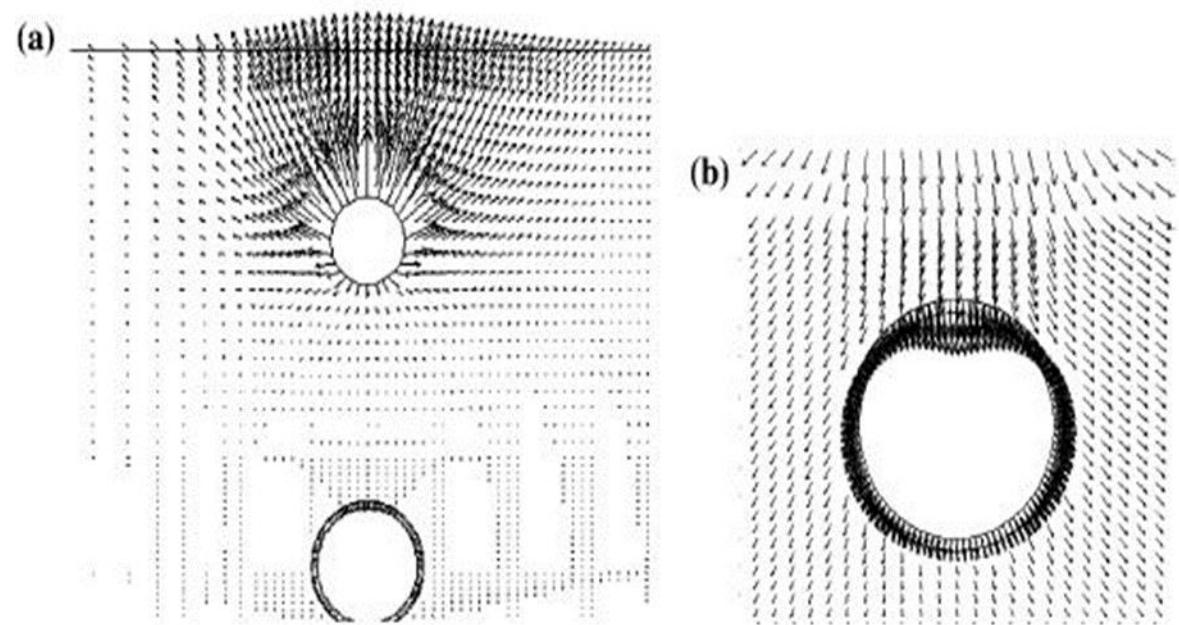
- Cheesman et al. (2006)
- Gui and Chien (2006)
- Luo et al. (2007)
- De (2012)
- Koneshwaran et al. (2015)
- Mobaraki and Vaghefi (2015)
- Mussa et al. (2017)
- Yang et al. (2019)
- Rashiddel et al. (2020)



پیشینه تحقیق

عمده تحقیقات مربوط به محققان زیر می باشد:

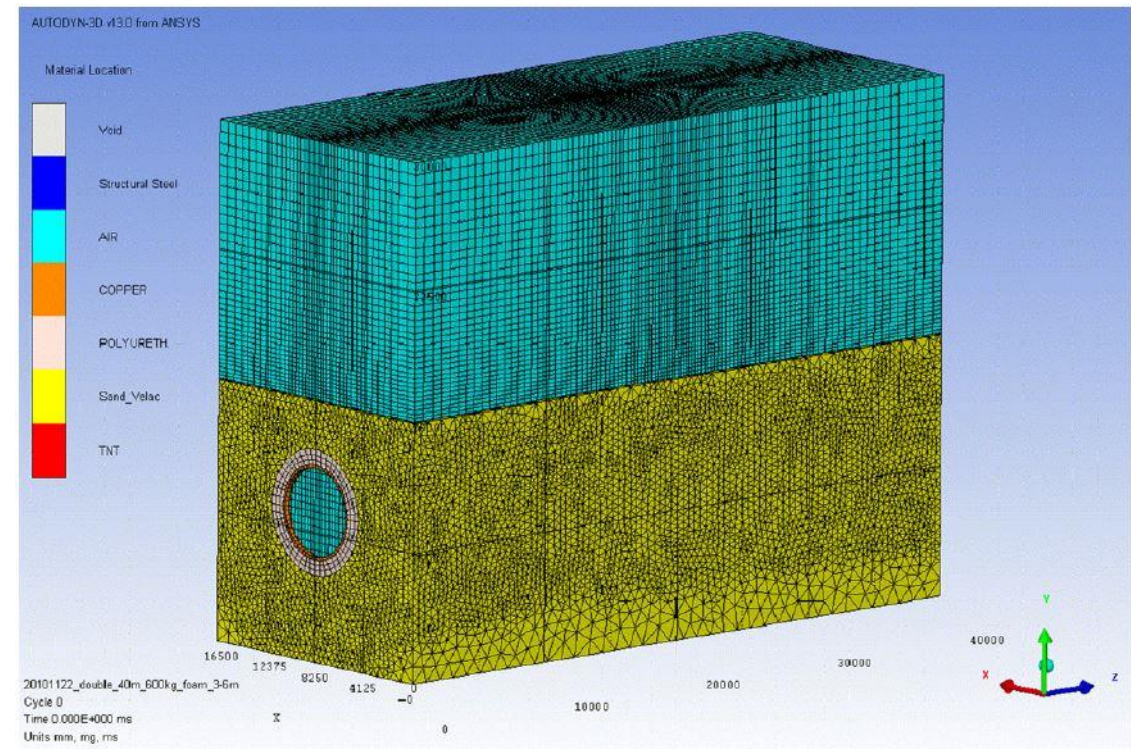
- Cheesman et al. (2006)
- Gui and Chien (2006)
- Luo et al. (2007)
- De (2012)
- Koneshwaran et al. (2015)
- Mobaraki and Vaghefi (2015)
- Mussa et al. (2017)
- Yang et al. (2019)
- Rashiddel et al. (2020)



پیشینه تحقیق

عمده تحقیقات مربوط به محققان زیر می باشد:

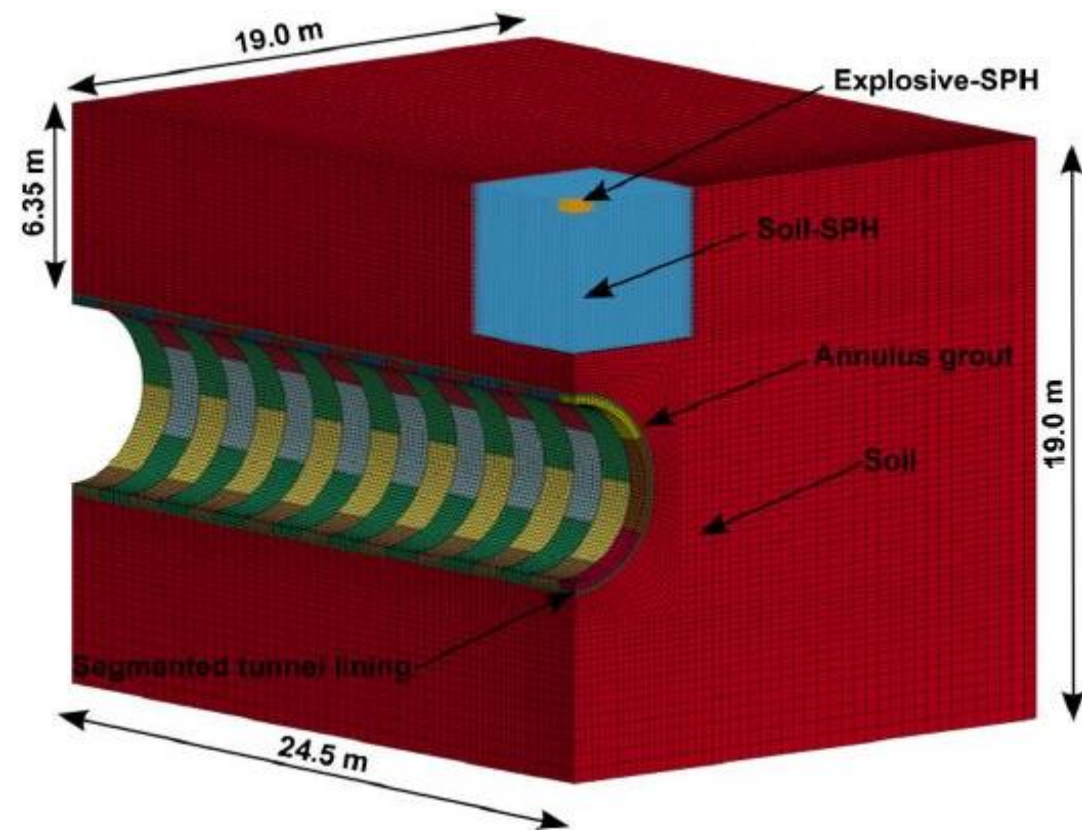
- Cheesman et al. (2006)
- Gui and Chien (2006)
- Luo et al. (2007)
- De (2012)
- Koneshwaran et al. (2015)
- Mobaraki and Vaghefi (2015)
- Mussa et al. (2017)
- Yang et al. (2019)
- Rashiddel et al. (2020)



پیشینه تحقیق

عمده تحقیقات مربوط به محققان زیر می باشد:

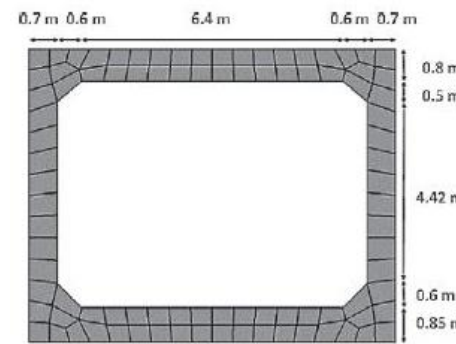
- Cheesman et al. (2006)
- Gui and Chien (2006)
- Luo et al. (2007)
- De (2012)
- Koneshwaran et al. (2015)
- Mobaraki and Vaghefi (2015)
- Mussa et al. (2017)
- Yang et al. (2019)
- Rashiddel et al. (2020)



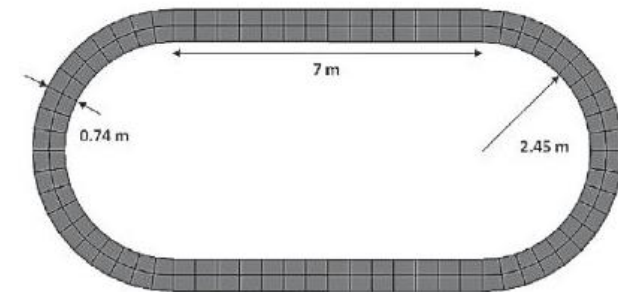
پیشینه تحقیق

عمده تحقیقات مربوط به محققان زیر می باشد:

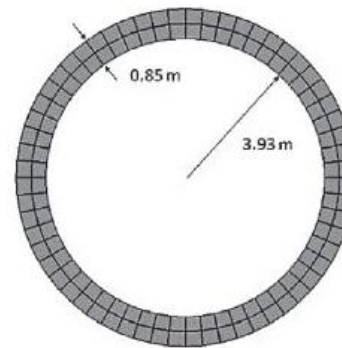
- Cheesman et al. (2006)
- Gui and Chien (2006)
- Luo et al. (2007)
- De (2012)
- Koneshwaran et al. (2015)
- Mobaraki and Vaghefi (2015)
- Mussa et al. (2017)
- Yang et al. (2019)
- Rashiddel et al. (2020)



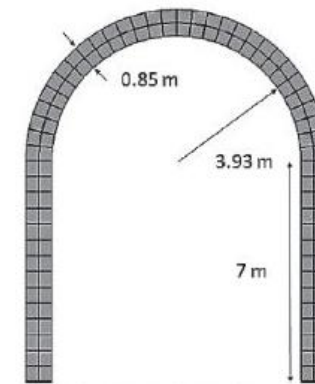
(a) Box shape



(b) Semi ellipse shape



(c) Circular shape

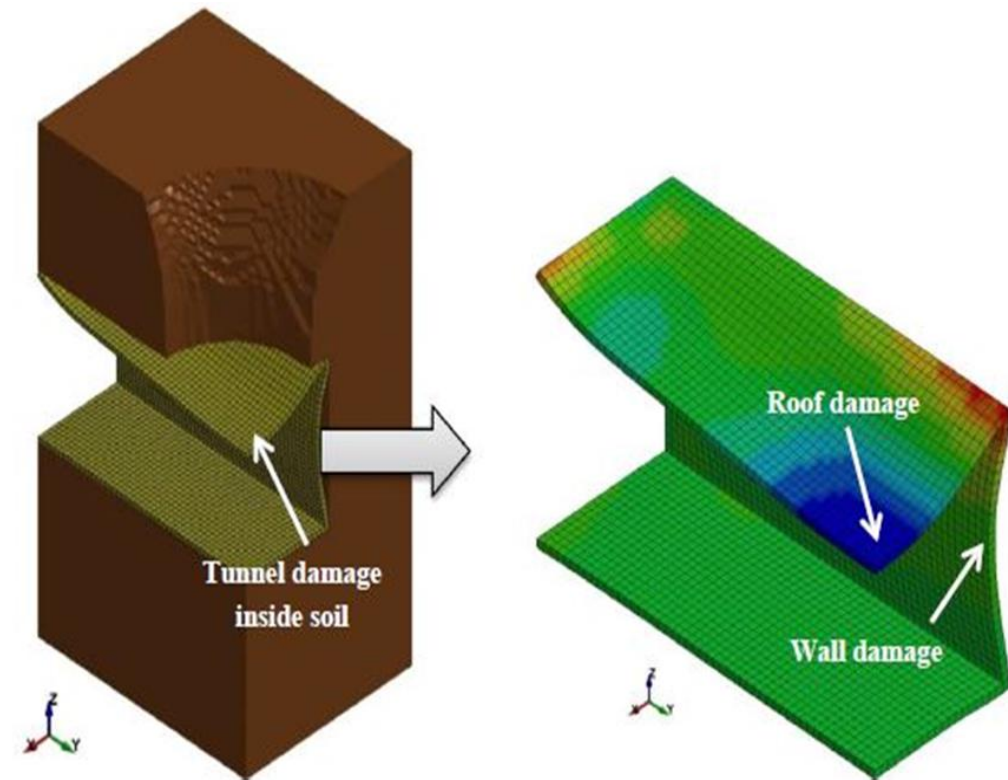


(d) Horseshoe shape

پیشینه تحقیق

عمده تحقیقات مربوط به محققان زیر می باشد:

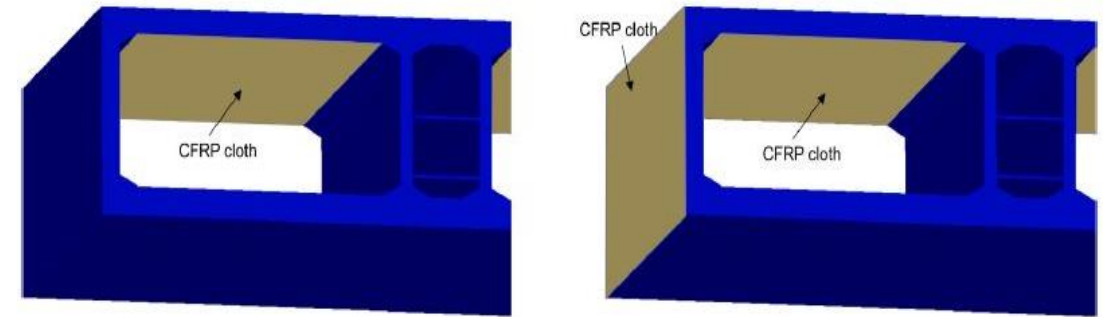
- Cheesman et al. (2006)
- Gui and Chien (2006)
- Luo et al. (2007)
- De (2012)
- Koneshwaran et al. (2015)
- Mobaraki and Vaghefi (2015)
- Mussa et al. (2017)
- Yang et al. (2019)
- Rashiddel et al. (2020)



پیشینه تحقیق

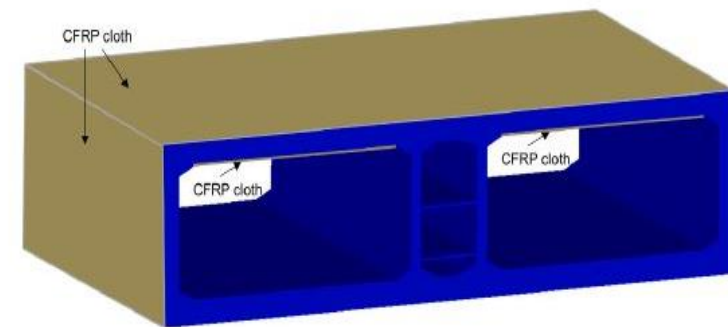
عمده تحقیقات مربوط به محققان زیر می باشد:

- Cheesman et al. (2006)
- Gui and Chien (2006)
- Luo et al. (2007)
- De (2012)
- Koneshwaran et al. (2015)
- Mobaraki and Vaghefi (2015)
- Mussa et al. (2017)
- Yang et al. (2019)
- Rashiddel et al. (2020)



(a) Case A

(b) Case B



(c) Case C

پیشینه تحقیق

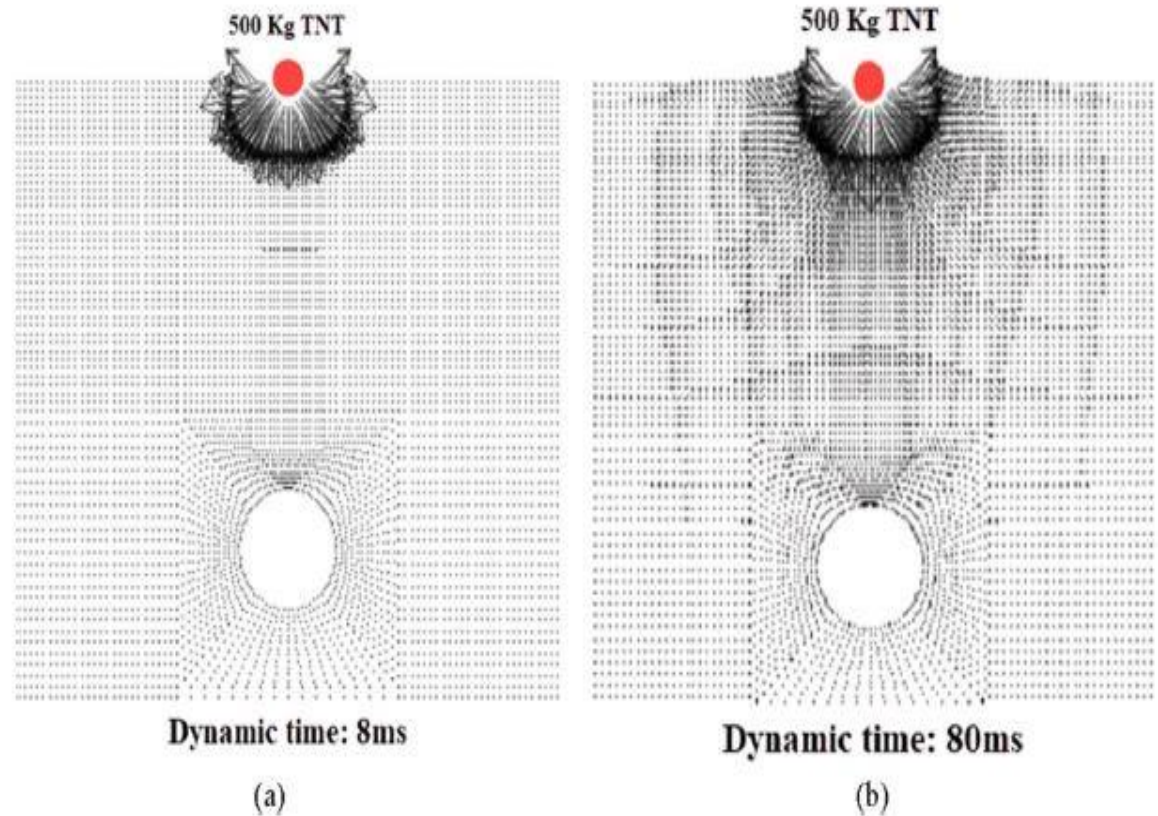
عمده تحقیقات مربوط به محققان زیر می باشد:

- Cheesman et al. (2006)
- Gui and Chien (2006)
- Luo et al. (2007)
- De (2012)
- Koneshwaran et al. (2015)
- Mobaraki and Vaghefi (2015)
- Mussa et al. (2017)
- Yang et al. (2019)
- Rashiddel et al. (2020)

پیشینه تحقیق

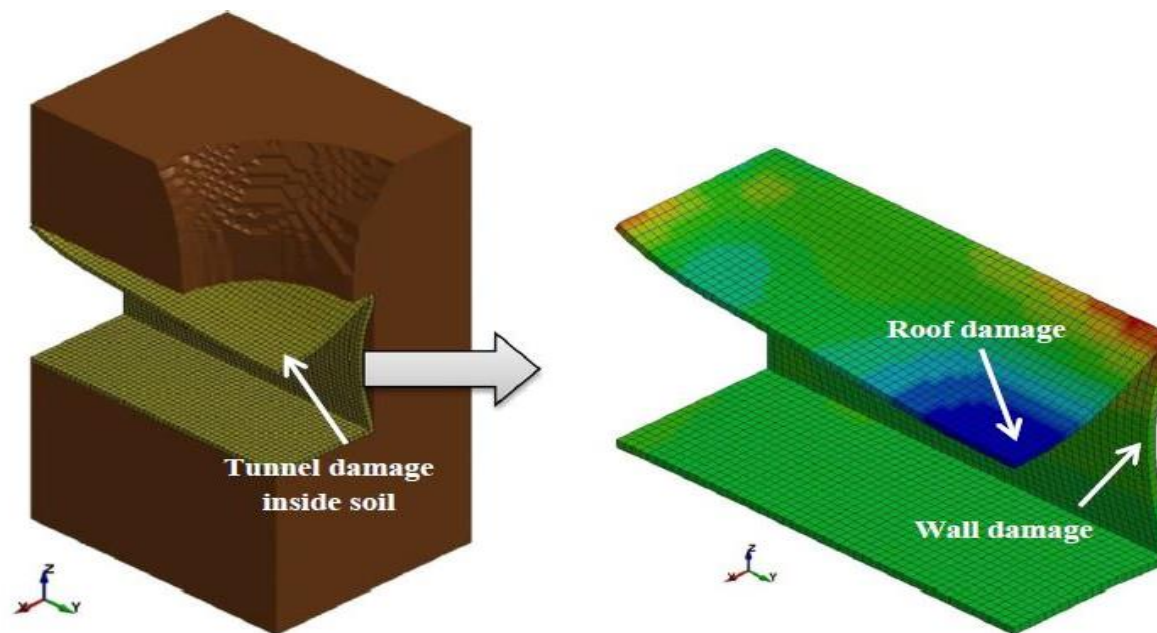
عمده تحقیقات مربوط به محققان زیر می باشد:

- Cheesman et al. (2006)
- Gui and Chien (2006)
- Luo et al. (2007)
- De (2012)
- Koneshwaran et al. (2015)
- Mobaraki and Vaghefi (2015)
- Mussa et al. (2017)
- Yang et al. (2019)
- Rashiddel et al. (2020)



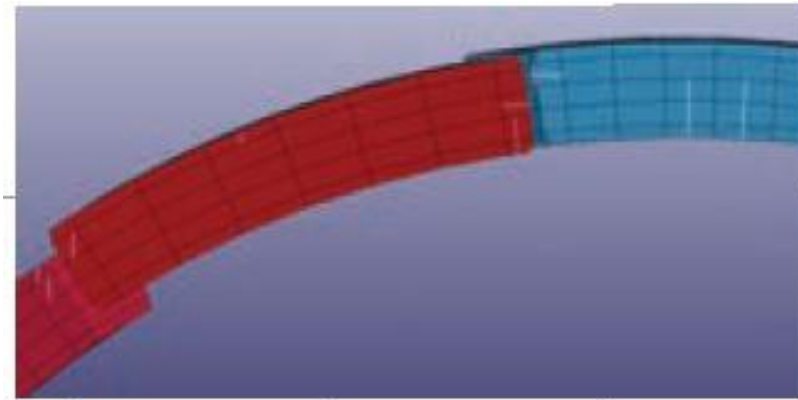
مهمترین گلوگاه

- آسیب و تخریب پوشش فضاهای زیرمینی و هزینه بسیار بالای ترمیم و بازسازی نگهدارنده بتنی
- آسیب و از بین رفتن مهمات و آذوقه های داخل فضاهای زیرزمینی در اثر سازه نگهداری غیر علمی



مهمترین گلوگاه

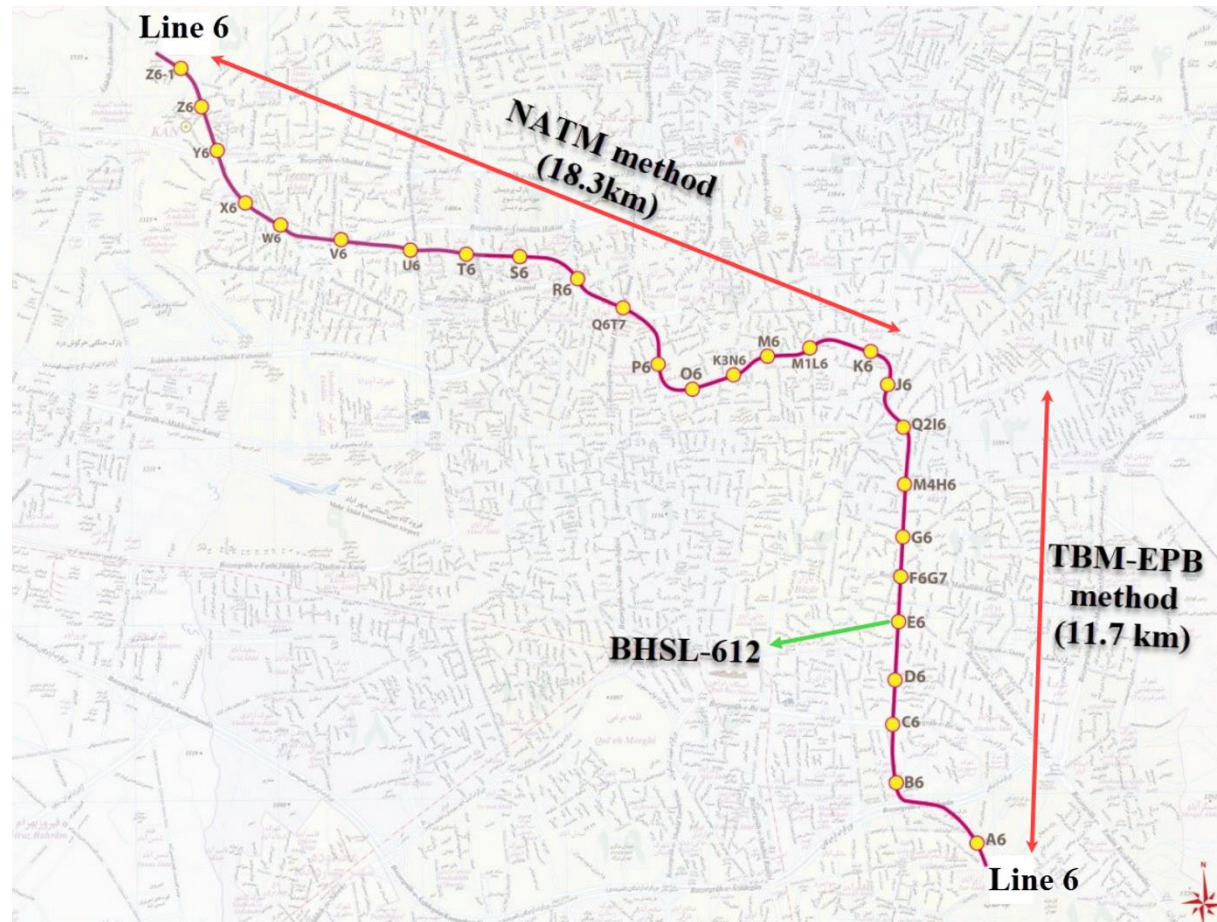
- آسیب و تخریب پوشش فضاهای زیرمینی و هزینه بسیار بالای ترمیم بازسازی نگهدارنده بتنی
- آسیب و از بین رفتن مهمات و آذوقه های داخل فضاهای زیرزمینی در اثر سازه نگهداری ضعیف



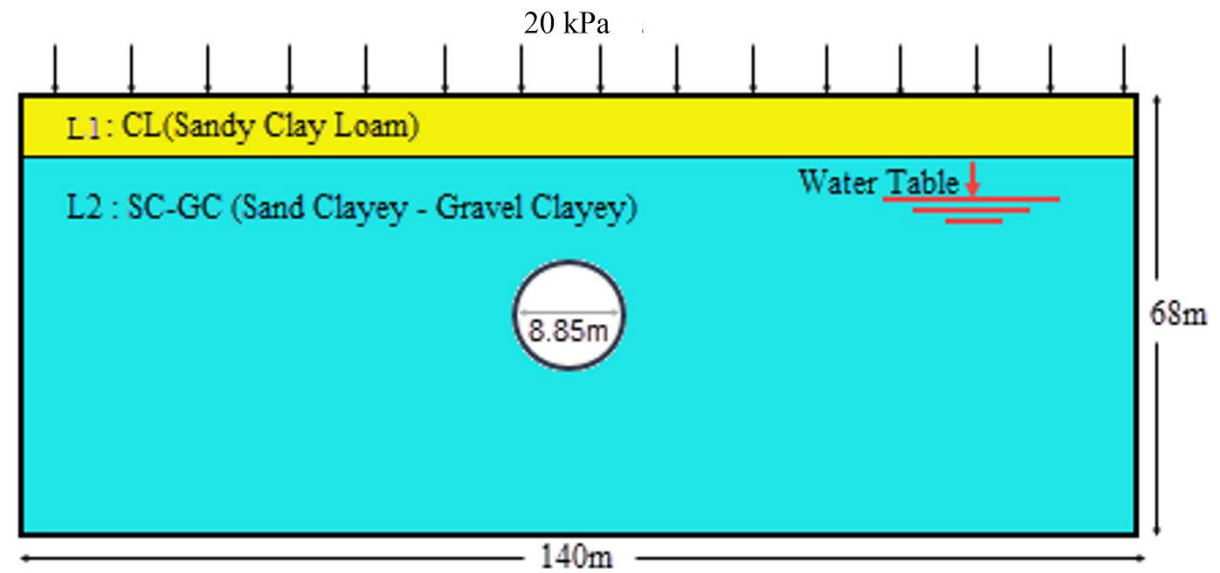
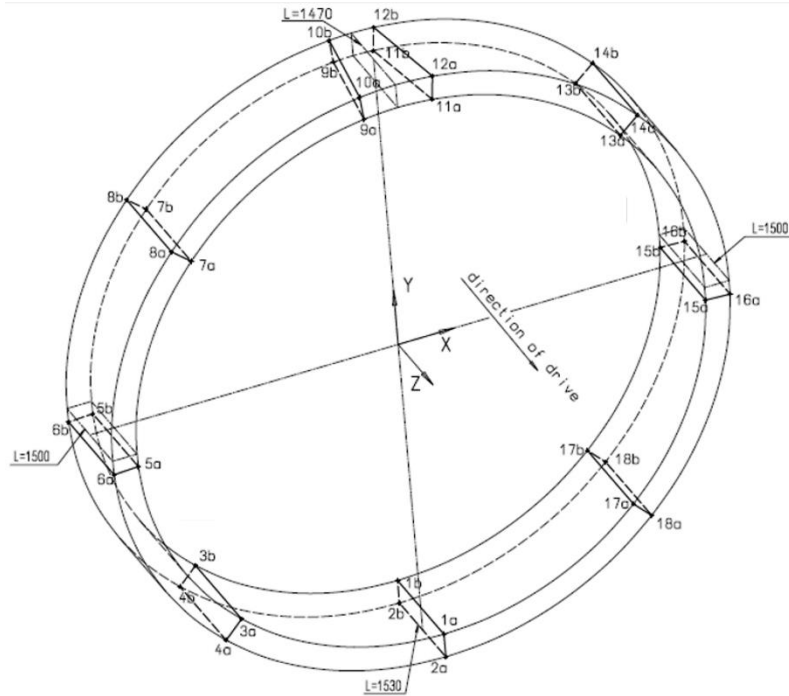
کاربرد تحقیق

- می تواند در طراحی و ساخت پروژه های زیرزمینی نظامی که توسط دولت انجام می شود بسیار کاربردی باشد، امروزه در دنیای مهندسی عمران هدف این است که با کمترین هزینه به بیشترین کارآرایی رسید.
- علاوه بر کاربرد نظامی، می توان از این پژوهش برای مکان یابی تونل ها با قابلیت پدافند غیرعامل و پناهگاه استفاده کند.

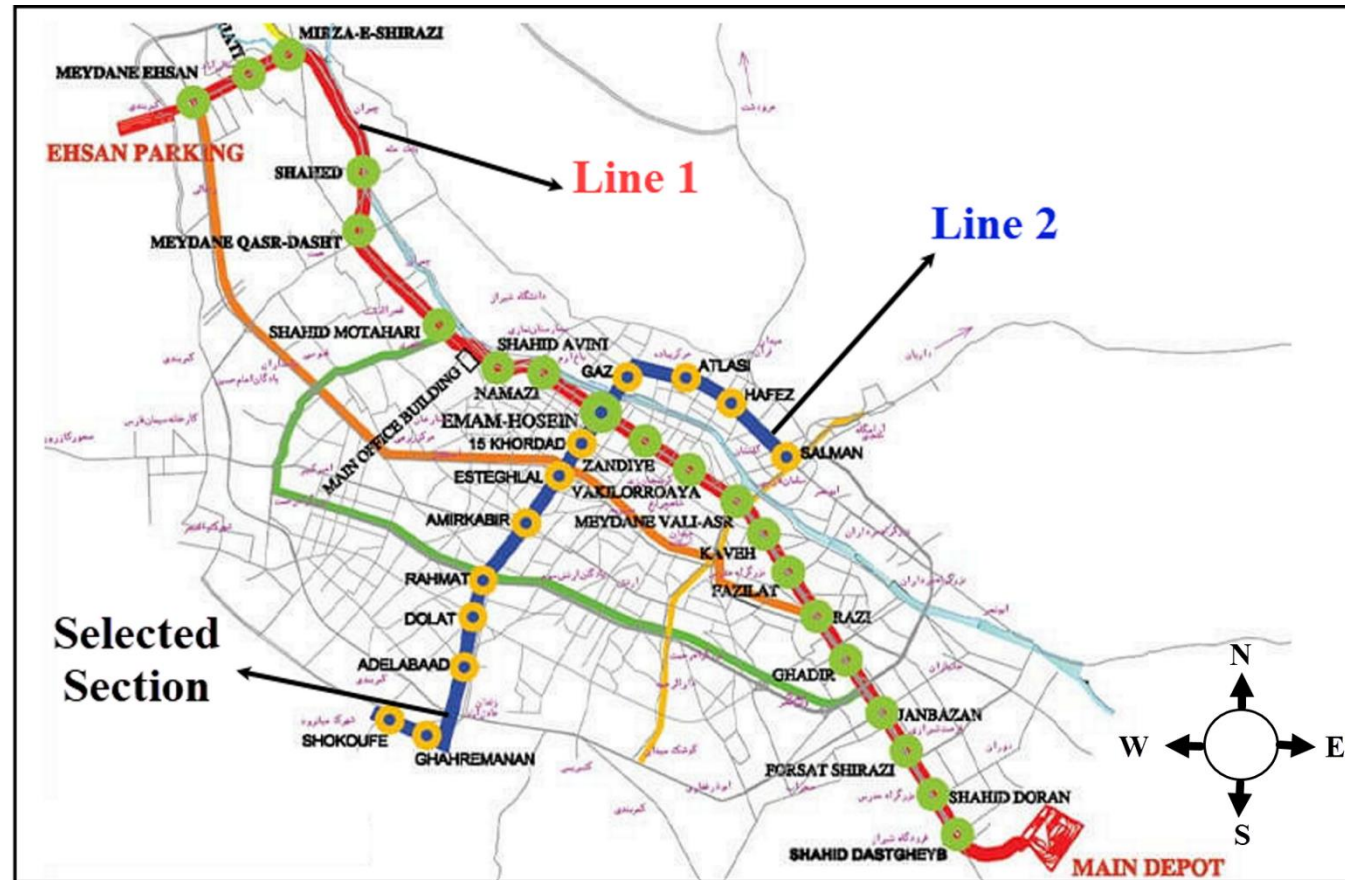
خط ۶ مترو تهران



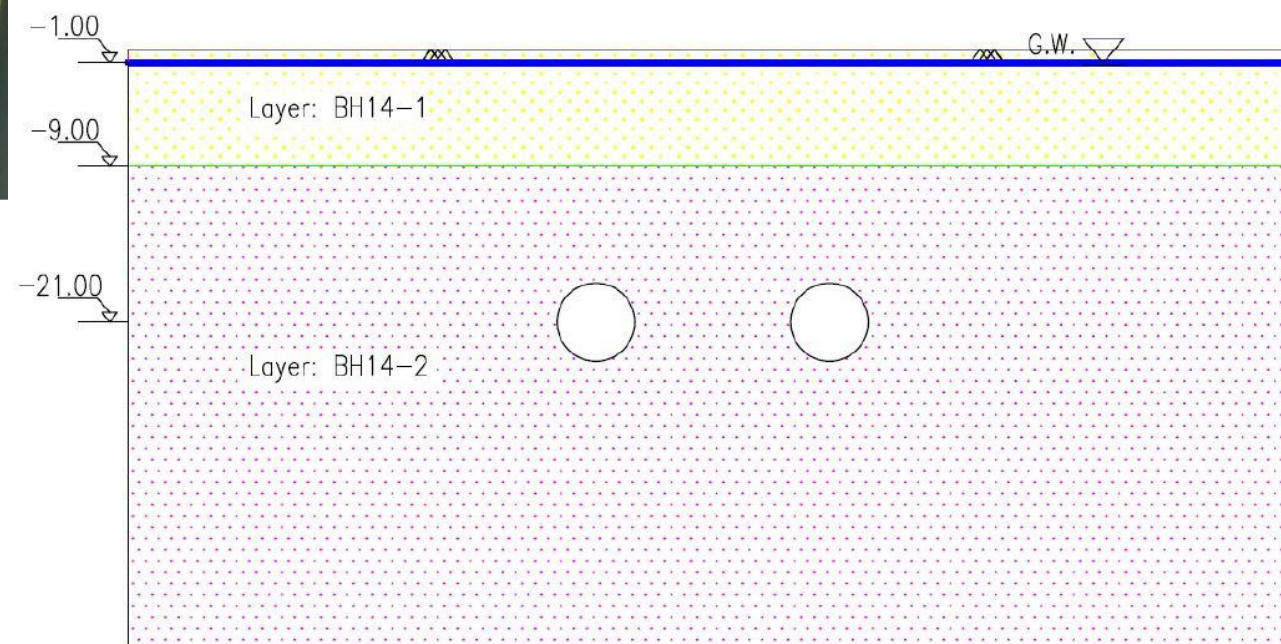
خط ۶ مترو تهران



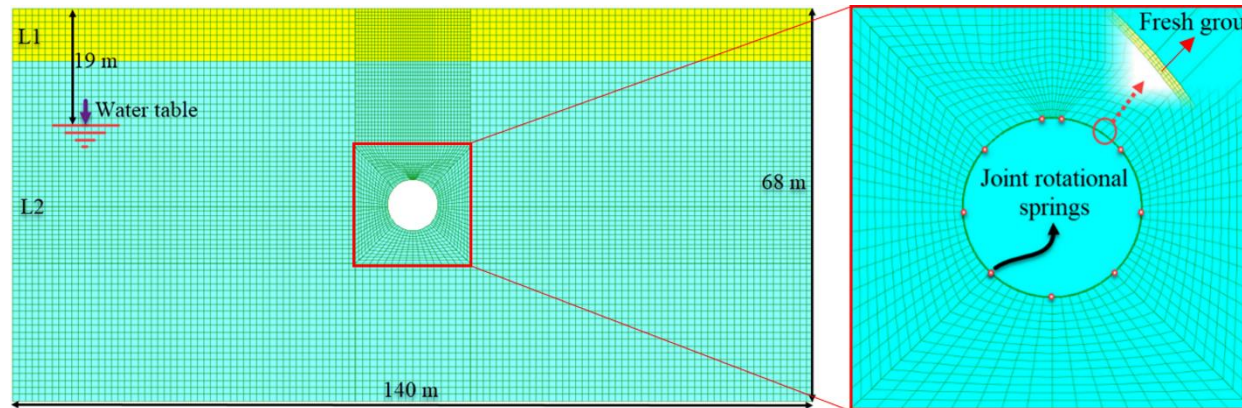
خط ۲ مترو شیراز



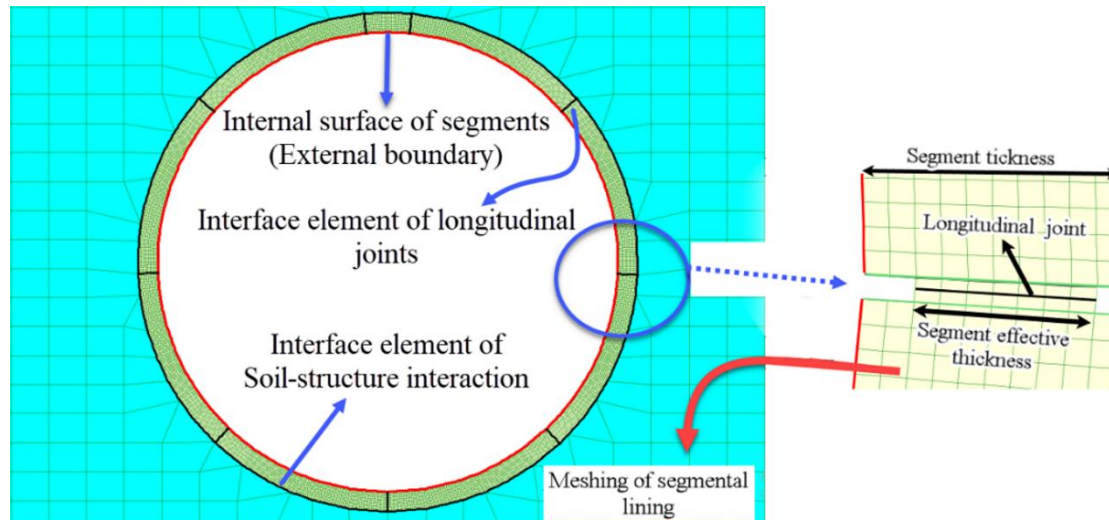
خط ۲ مترو شیراز



روش انجام کار پژوهشی

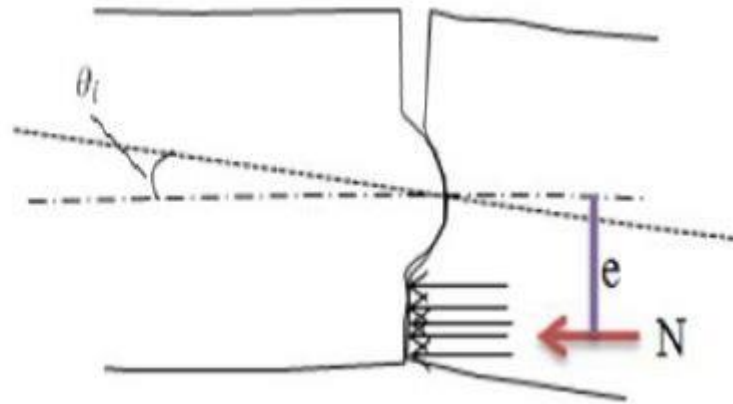
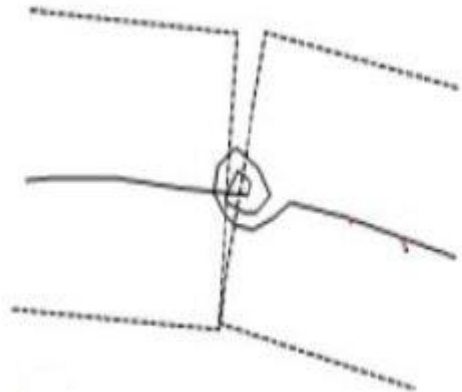


- روش تیر و فنر دورانی



- روش المان حجمی و اینترفیس

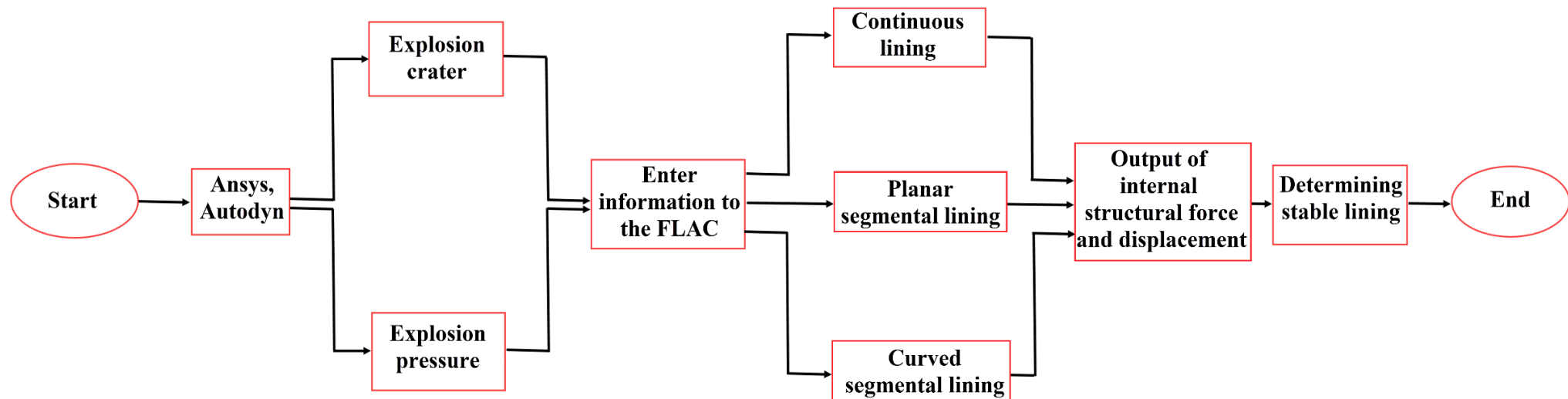
روش انجام کار پژوهشی



- روش تیر و فنر دورانی

- روش المان حجمی و اینترفیس

مراحل انجام پژوهش به روش عددی



نتایج پژوهش

نتایج تحقیق به ۲ گروه تقسیم می شود:

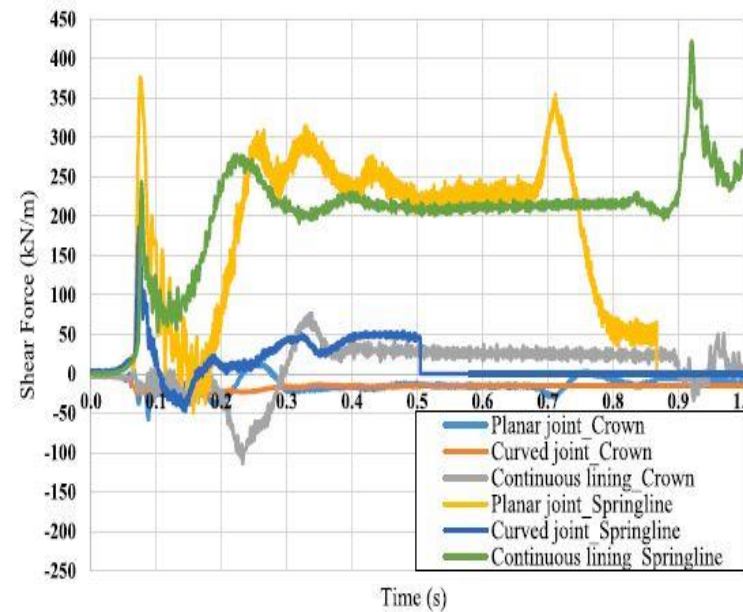
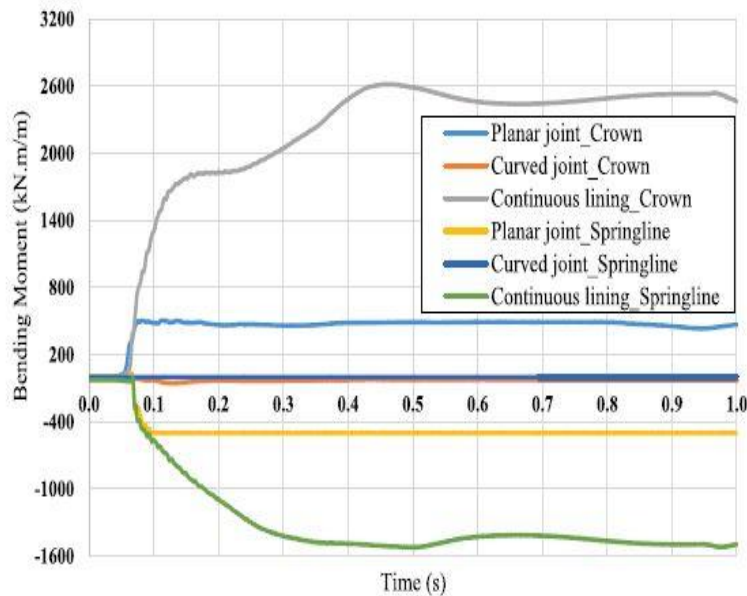
- بخش استاتیکی مدل عددی:

۱. نیروهای داخلی سازه ای

- بخش انفجار مدل عددی:

۱. از نظر نیروهای داخلی سازه ای

۲. از نظر جابجایی سازه ای



نتایج پژوهش

نتایج تحقیق به ۲ گروه تقسیم می شود:

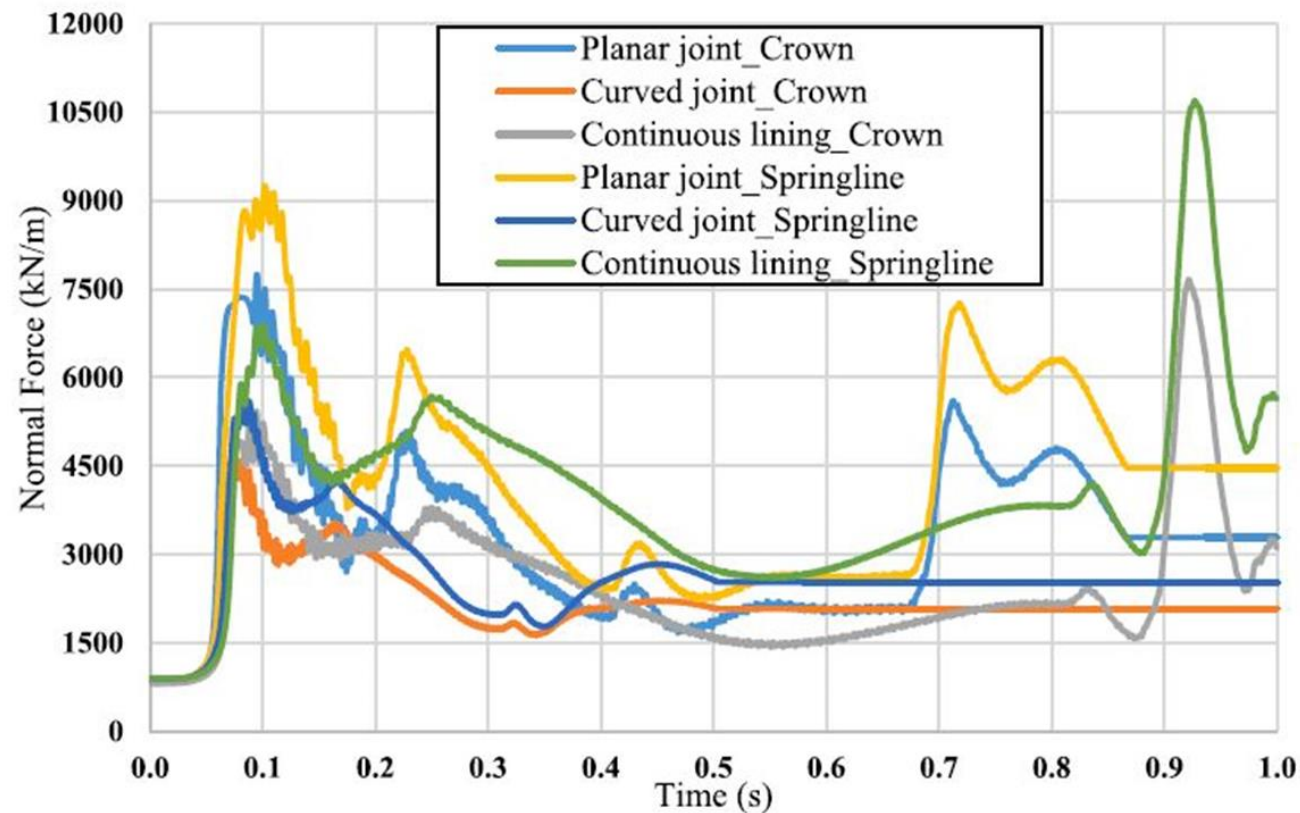
- بخش استاتیکی مدل عددی:

۱. نیروهای داخلی سازه ای

- بخش انفجار مدل عددی:

۱. از نظر نیروهای داخلی سازه ای

۲. از نظر جابجایی سازه ای



نتایج پژوهش

نتایج تحقیق به ۲ گروه تقسیم می شود:

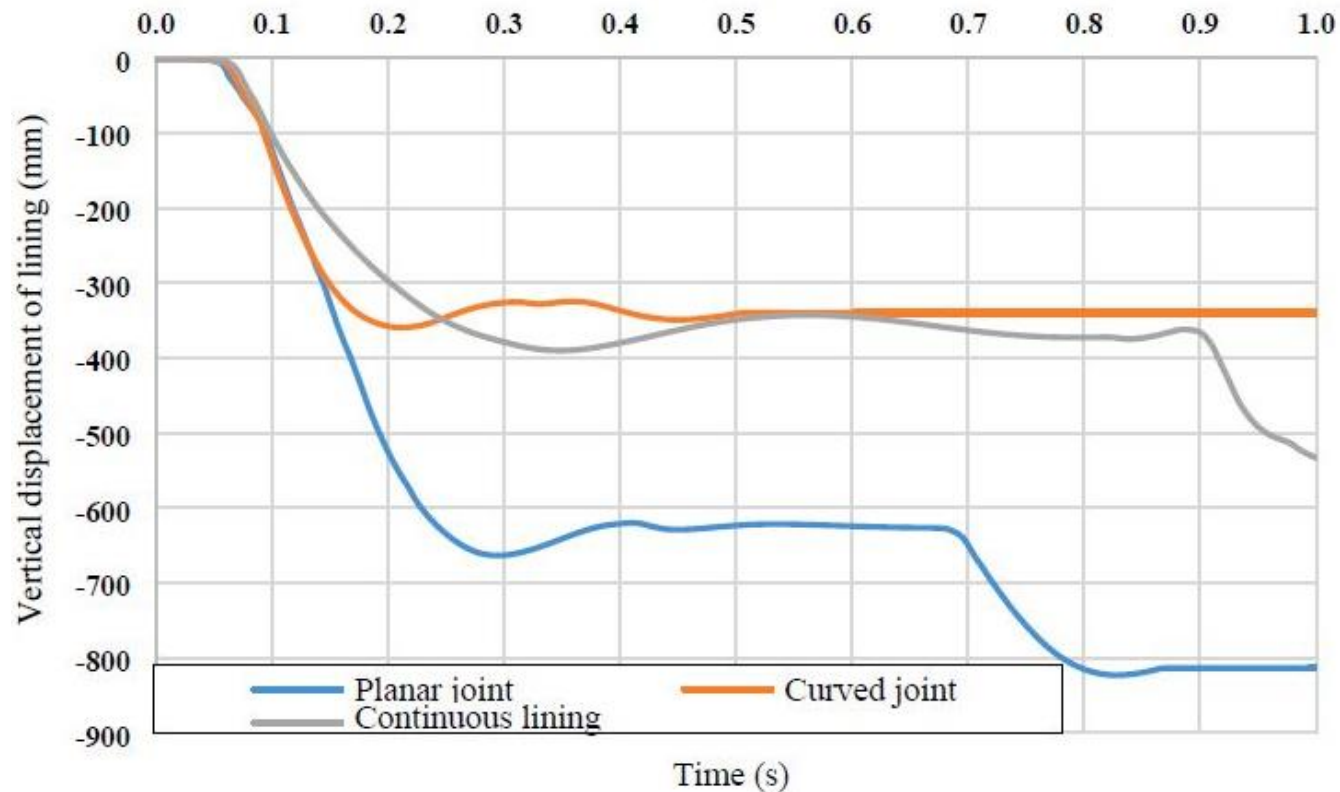
- بخش استاتیکی مدل عددی:

۱. نیروهای داخلی سازه ای

- بخش انفجار مدل عددی:

۱. از نظر نیروهای داخلی سازه ای

۲. از نظر جابجایی سازه ای



نتایج پژوهش

نتایج تحقیق به ۲ گروه تقسیم می شود:

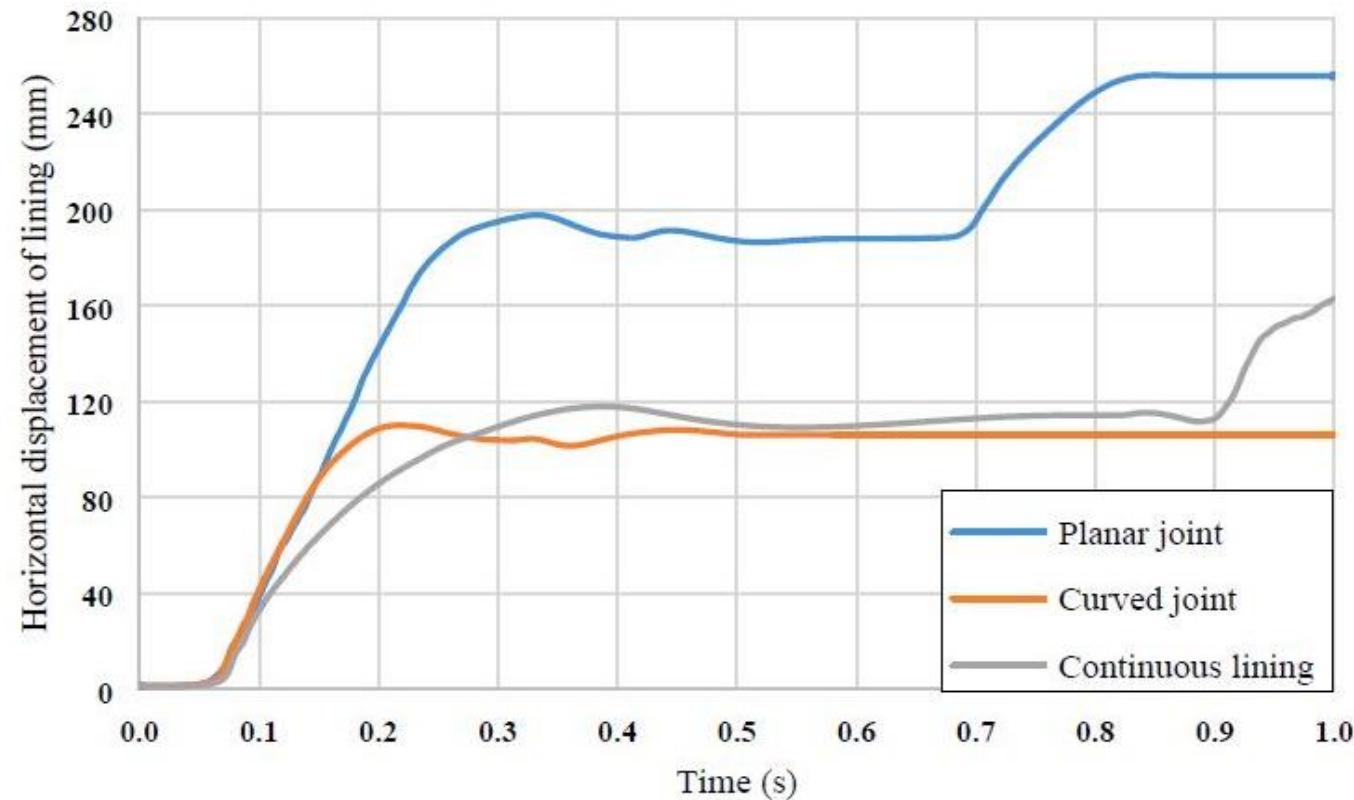
- بخش استاتیکی مدل عددی:

۱. نیروهای داخلی سازه ای

- بخش انفجار مدل عددی:

۱. از نظر نیروهای داخلی سازه ای

۲. از نظر جابجایی سازه ای



نتایج پژوهش

نتایج تحقیق به ۲ گروه تقسیم می شود:

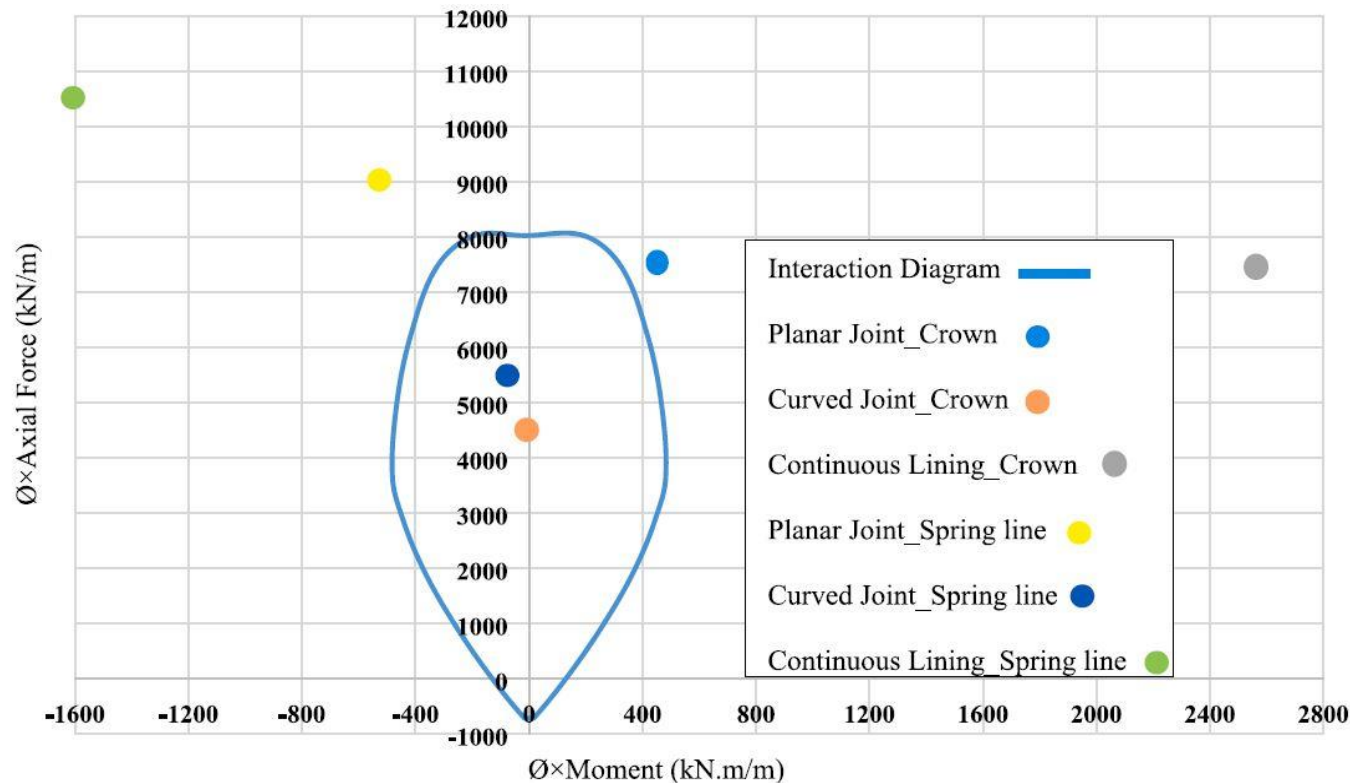
- بخش استاتیکی مدل عددی:

۱. نیروهای داخلی سازه ای

- بخش انفجار مدل عددی:

۱. از نظر نیروهای داخلی سازه ای

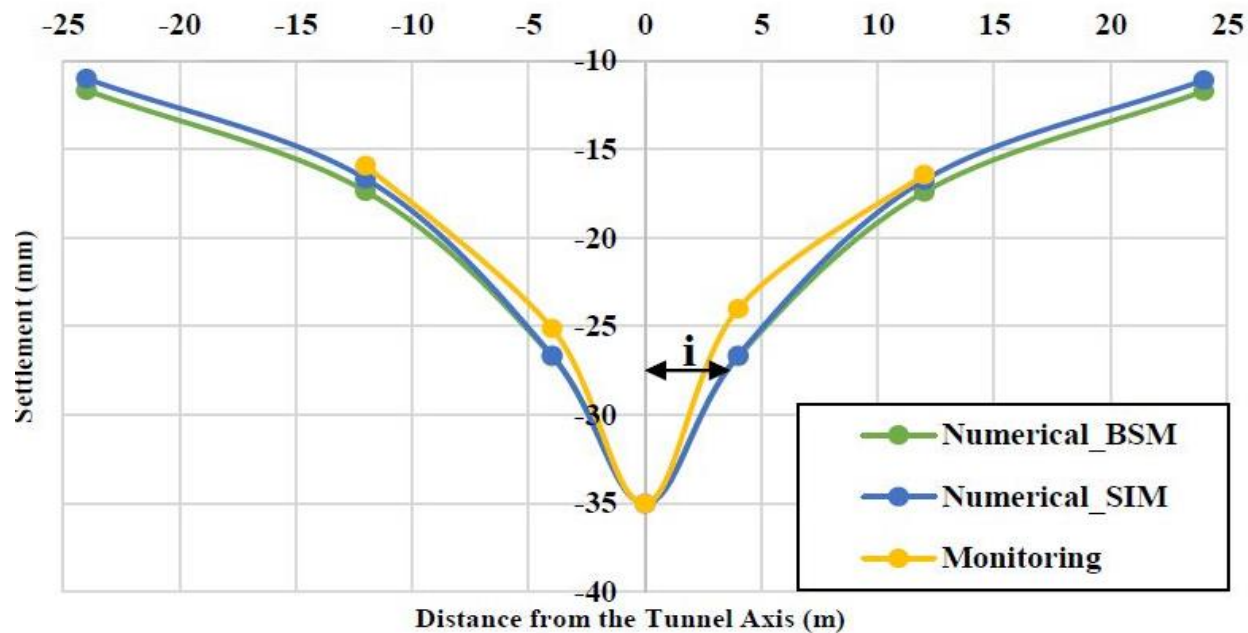
۲. از نظر جابجایی سازه ای



اعتبارسنجی نتایج حالت استاتیکی

جهت اعتبارسنجی پژوهش از روش‌های زیر استفاده شد:

داده های مانیتورینگ نشست سطحی (داده برجا)



اعتبارسنجی نتایج حالت دینامیکی

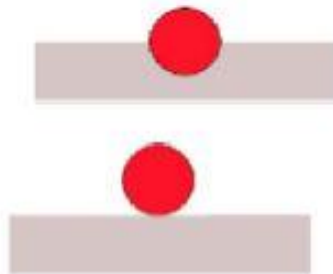
جهت اعتبارسنجی پژوهش از روش‌های زیر استفاده شد:

1. روابط تجربی

$$D = 0.8 \times W^{1/3}$$

$$D = 0.65 \times W^{1/3}, \pm 5\%$$

$$D = 0.51 \times W^{1/3}, \pm 5\%$$



2. مقاله های مشابه

Mussa et al. (2017)

Gui and Chien (2006)

اعتبارسنجی نتایج حالت دینامیکی

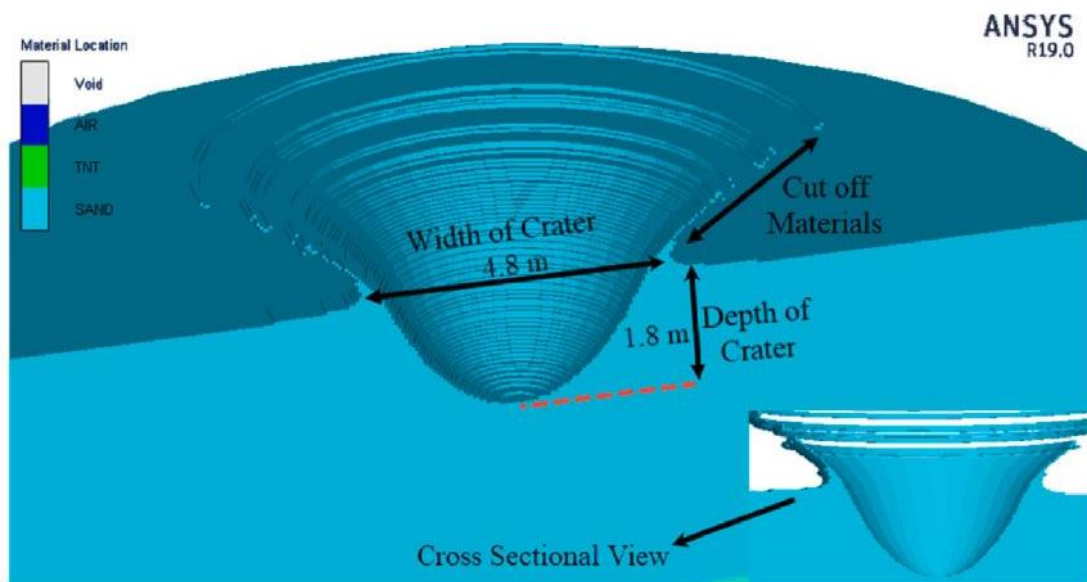
جهت اعتبارسنجی پژوهش از روش‌های زیر استفاده شد:

1. روابط تجربی

2. مقاله‌های مشابه

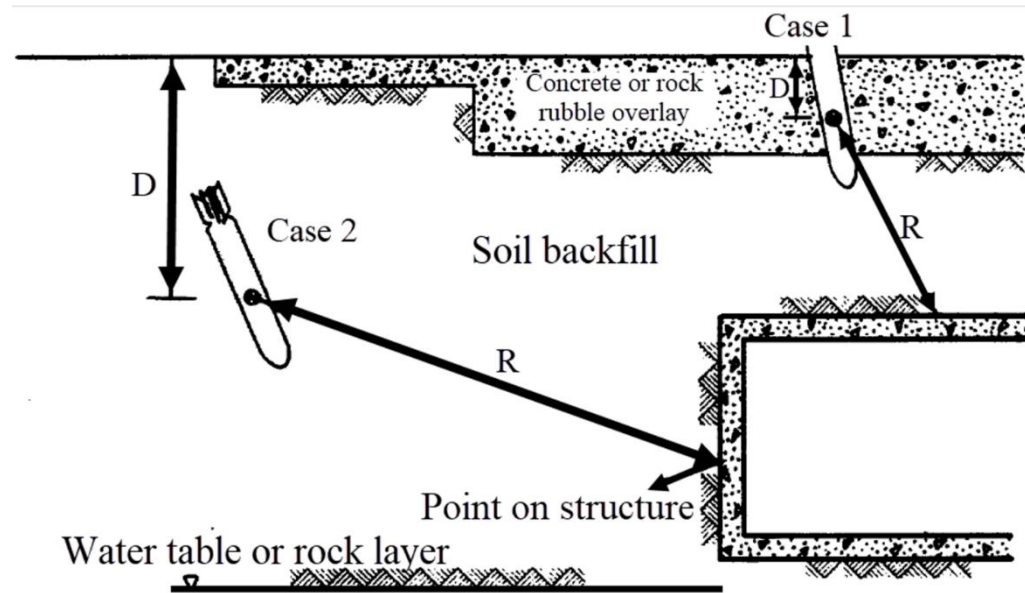
Mussa et al. (2017)

Gui and Chien (2006)



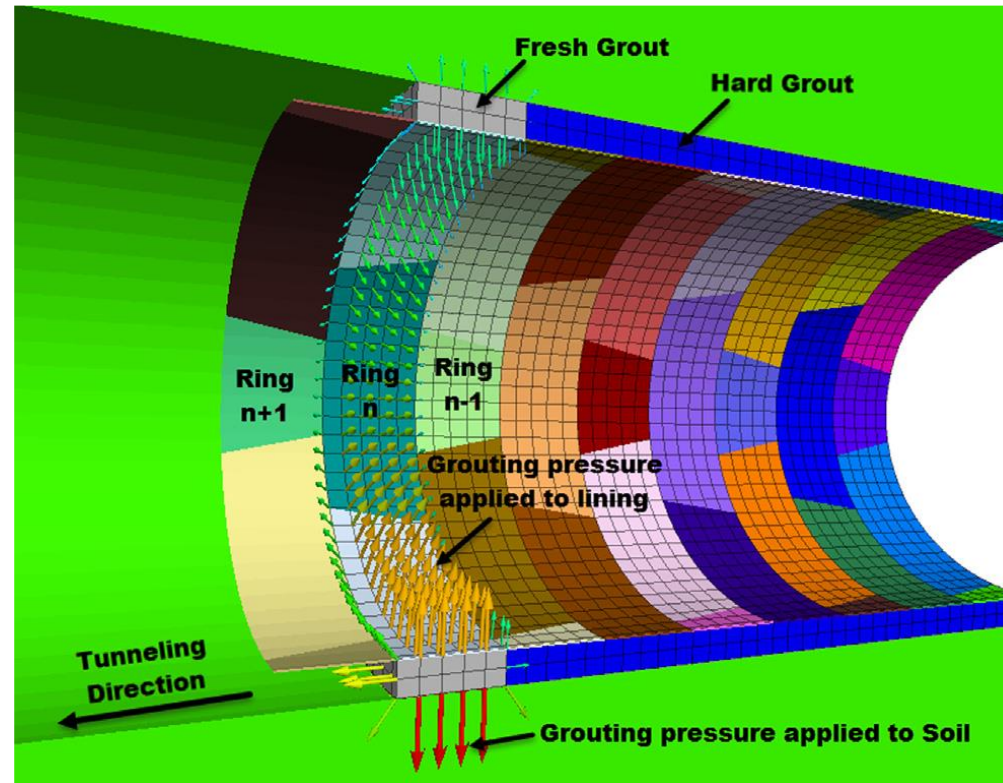
نتایج کاربردی پروژه

مهمترین کاربرد این پژوهش در ساخت سازه های زیرزمینی با قابلیت ایستایی بالا در مقابل پرتابه ها و موشک های نفوذی می باشد که در زمان جنگ هوایی و نیاز به استفاده از راهروهای زیرزمینی می تواند تاثیر بسزایی در دفاع داشته باشد



پیشنهاد تحقیقات آینده

انجام پژوهش مورد نظر به صورت ۳ بعدی و در نظر گیری اتصالات حلقوی پوشش سگمنتی تونل



نتیجه گیری و پژوهش انجام شده در یک نگاه

موضوع	
اهداف اصلی	طراحی سازه به گونه ای که باعث افزایش دوام و ایستایی تونل ها در مقابل بار انفجاری سطحی شود
روش انجام کار	با روش عددی تیر و فنر دورانی، سالیید و اینترفیس برای Flac و رویکرد حل اویلری لاگرانژی برای Autodyn
نحوه اعتبارسنجی	با روابط تجربی، مقالات مشابه و نهایتا داده های برجای نشست سطحی زمین
مهمترین گلوگاه برطرف شده	تاثیر شکل اتصالات پوشش سگمندی تونل ها و تاثیر سازه شمع اطراف تونل در مقابل بار موج انفجار
مهمترین نتیجه به دست آمده	استفاده از اتصالات انحنایی و جایگیری تونل های نظامی شهری در محیط های دارای المان شمع
کاربرد پروژه	به عنوان پناهگاه نظامی و عمومیو به عنوان فضای زیرزمینی ذخیره سازی مهمات نظامی

ومن الله التوفيق

