###### 28

###### آزاد.jpeg

###### **دانشگاه آزاد اسلامي**

###### **واحد تهران مرکز**

**موضوع:**

**تونل سازی و روش های مختلف احداث تونل**

**استاد راهنما:**

**دانشجو:**

1. مقدمه:

در تعاریف قدیمی تونل به عنوان یک راهرو طویل زیر زمینی تعریف شده است، تعاریف دیگر تونل به شرح زیر است:

راهرو زیر زمینی افقی که از هر دو طرف به هوای آزاد مرتبط است، به طور کلی مقصود از تونل، کلیه راهروهای زیرزمینی است که برای استخراج مواد معدنی، رفت و آمد اتوموبیلها، حرکت قطارها، انتقال لوله و کابل و نیز انتقال آب، احداث می‌شود.

1-2- مراحل تونل سازی

مراحل احداث و آماده سازی تونلها به شرح زیر است:

الف: تهیه طرح تونل

ب: نقشه برداری مسیر و تحقیقات مهندسی

ج: حفر تونل

د: نگهداری موقت تونل

ه: انجام خدمات فنی از قبیل تهویه، آبکشی، روشنایی و نظایر آن

و: نگهداری دائم تونل

اگر تمام شرایط مناسب باشد، تونل سازی کار آسانی است اما سوابق کار نشانگر آن است که در بسیاری موارد به علت شرایط ویژه، احداث تونل با مشکلات مهمی روبرو شده و حتی در بعضی موارد حفر تونل متوقف شده است.

1-3- طبقه بندی تونلها

به طور کلی تونلها را می‌توان به سه دسته تونلهای حمل و نقل، تونلهای صنعتی و تونلهای معدنی تقسیم کرد:

**1-3-1- تونلهای حمل و نقل**

این تونلها به قصد رفتن و آمد افراد و حمل مواد احداث شده و خود به گروههای زیر تقسیم می‌شوند:

الف: تونلهای راه آهن

ب: تونلهای راه

ج: تونلهای پیاده رو

د: تونلهای ناوبری

ه: تونلهای مترو

**1-3-2- تونلهای صنعتی**

این تونلها به منظور انتقال مواد و تاسیسات احداث می‌شوند و گروه تونلهای زیر را دربرمی‌گیرند:

الف: تونلهای مربوط به نیروگاههای آبی

ب: تونلهای انتقال آب

ج: تونلهای استفاده همگانی و پناهگاهها

د: تونلهای فاضلاب

ه: تونلهای طرحهای صنعتی

و: تونلهای انبارهای نظامی

ز: تونلهای دفن زباله‌های اتمی

**1-3-3- تونلهای معدنی**

این تونلها که به منظور احداث شبکه معادن حفر می‌شوند شامل تونلهای زیر هستند:

الف: تونلهای گشایشی معدن

ب: تونلهای اکتشافی

ج: تونلهای استخراجی

د: تونلهای خدماتی

ه: تونلهای زهکشی

1-4- تاریخچه تونل سازی

قدیمی‌ترین تونل شناخته شده در حدود 4000 سال پیش در بین النهرین حفر شده، این تونل به طول km 1 و ابعاد 5/4\* 6/3 متر از زیر رود فرات می‌گذشت و قصر پادشاهی بابل را به معبد اختصاصی متصل می‌‌ساخت. در سال 525 قبل از میلاد، پیکرات، برای تهیه آب تونلی احداث کرد که هردوت مورخ یونانی 60 سال پس از اتمام آنرا در ردیف یکی از سه ساختمان بزرگ یونان به شمار آورد. در ایران از چند هزار سال پیش، به منظور استفاده از آبهای زیر زمینی تونلهایی موسوم به قنات حفر شده است که طول بعضی از آنها به 70 کیلومتر می‌رسد. تعداد قناتهای ایران بالغ بر 50000 رشته برآورد شده است. به جرات می‌توان گفت که ایرانیان قدیم، پیشرو حفر تونلهای انتقال آب یا قنات بوده‌اند و در این زمینه تجربیات گرانقدری داشته‌اند که حاصل آنها، حفر قناتهای متعدد و طویل و عمیق است. نکته جالب آن است که این تونلها، با وسایل بسیار ابتدایی حفر شده‌اند. با اختراع باروت و سایر مواد منفجره، حفر تونل در سنگهای نسبتا سخت هم ممکن شد و سرعت حفاری نیز افزایش یافت.

1-5- تونل سازی در زمان حاضر

پیشرفت و تکامل صنعت تونل سازی عمدتا به پیشرفتهایی است که در زمینه حفاری صورت گرفته است. البته ابداعاتی که در زمینه نگهداری و تحکیم مواد سنگی صورت گرفته است نیز در این زمینه نقش مهمی دارند.

**1-5-1- تونل سازی با استفاده از سپر**

شاید‌بتوان گفت که استفاده‌از سپر‌محافظ برای‌حفر تونلها، یکی از‌مهمترین پیشرفتهای اخیر صنعت تونل سازی است، وجود سپر محافظ به عنوان یک حریم ایمنی، در حفر تونل در زمینهای نرم، به ویژه تونلهای زیر آبی، بسیار موثر است. استفاده از سپر، دو‌امتیاز عمده را در پی دارد، نخست، تامین شرایط ایمنی در زمینهای سس و ضعیف و دیگر کاهش و یا حذف سیستم نگهداری موقت چوبی در جبهه کار تونل.

**1-5-2- تونل سازی با استفاده از هوای فشرده**

در مورد حفر تونلهای زیر آبی، استفاده از سیستم هوای فشرده به واقع انقلابی را در این زمینه وجود آورد. با افزایش فشار هوا در داخل تونل به گونه‌ای که از ارتفاع نظر فشار آبهای ورودی بیشتر شود، می‌توان از ورود آنها به داخل تونل جلوگیری کرد و بدین ترتیب عملیات تونل سازی را در محیطی تقریبا خشک، انجام داد. البته افزایش فشار هوا در داخل تونل به حدود 4/2 تا 7/2 بار محدود است زیرا افراد قادرند بدون مشکلات جدی، این‌فشار را تحمل کنند. این فشار معادل 24 تا 27 متر ارتفاع آب است. یک محدودیت دیگر در اجرای این روش، وجود لایه‌های شنی آبدار یا مواد مشابه دیگر است که طی آن در اثر نشست هوا به داخل خلل و فرج این لایه‌ها، فشار موثر هوا در حد قابل توجهی کاهش می‌یابد.

**1-5-3- تونل سازی با استفاده از ماشینهای تونل کنی**

امروزه ماشینهای تونل کنی متعددی ابداع شده که قادر است بخشی از مقطع تونل یا تمام آنرا به طور یکجا، حفر کند و در عین حال، مواد حفر شده را به بیرون تونل منتقل سازد. با استفاده از این ماشینها، سرعت حفر تونلها در حد قابل توجهی افزایش یافته است. بعضی از این ماشینها، سیستم نگهداری دائم تونل را نیز نصب می‌کنند و با استفاده از آنها، ساختمان تونل در مدت کوتاهی خاتمه می‌یابد.