



دانشکده مهندسی - گروه مهندسی عمران

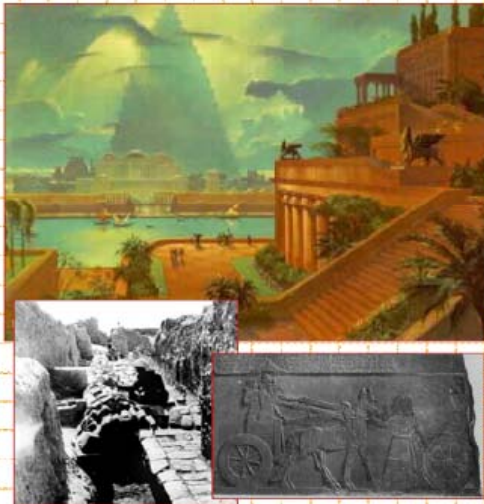


اصول مهندسی تونل

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

علی میرزایی

شروع تونل سازی



• تونل سازی در اغلب تمدن های اولیه مورد استفاده قرار می گرفت.

• به عنوان مثال در مصر، یونان، هند و خاور دور و ایتالیای شمالی تونل سازی دستی برای حفر تونل های نظامی، انتقال آب و مقبره ها کمک گرفته شده است.

• تاریخچه تونل سازی در ایران نیز به بیش از چندین هزار سال می رسد که برای مقاصد مختلفی همچون گسترش فضاهای شهری، انتقال آب و ... مورد استفاده واقع شده است.

شروع تونل سازی



• احتمالاً اولین تونل‌ها و سازه‌های زیر زمینی برای **توسعه خانه‌ها** با انجام حفريات توسط ساکنان شروع شد .

• این امر نشانگر این است که آنها در تلاشهایشان جهت ایجاد حفريات به دنبال راهی برای بهبود شرایط زندگی خود بوده اند.

• **کندوان** یکی از سه روستای صخره ای در جهان است که

خانه‌های آن مانند کندوی عسل در دل کوه کنده شده‌اند است. این روستا در حدود ۶۰۰۰ سال پیش ساخته و در حوالی کوه سهند در حوالی شهر اسکو واقع شده است.

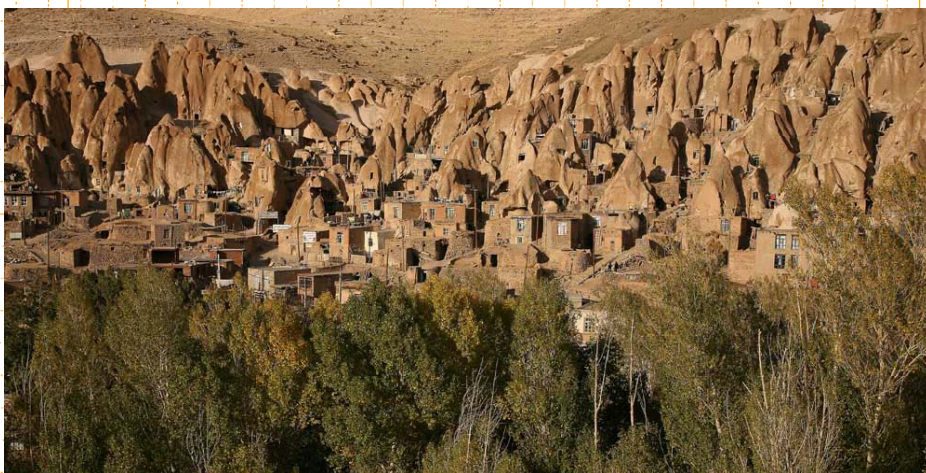
۲/۱۷

علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

شروع تونل سازی



روستای کندوان - اسکو، آذربایجان شرقی

۳/۱۷

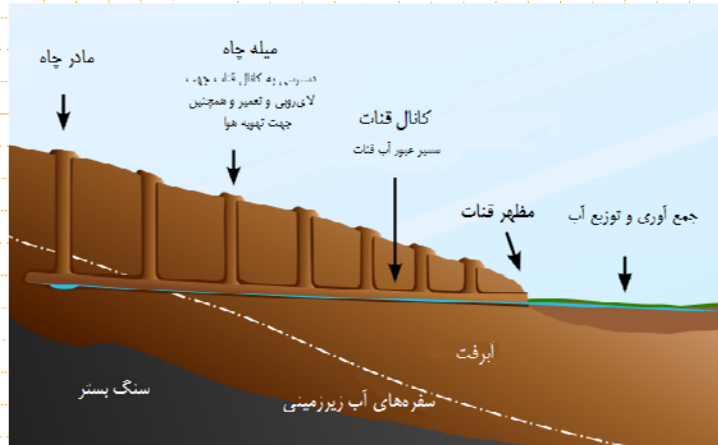
علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

شروع تونل سازی

• در ایران نیز از چند هزار سال پیش، تونل هایی موسوم به **قنات** برای استفاده از آب های زیر زمینی حفر شده است.



۴/۱۷

علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

شروع تونل سازی

• **قنات قصبه** طولانی ترین و قدیمی ترین قنات جهان مربوط به ۲۷۰۰ سال پیش در دوره هخامنشیان در شهر گناباد واقع شده است. (ثبت شده در سازمان جهانی یونسکو)

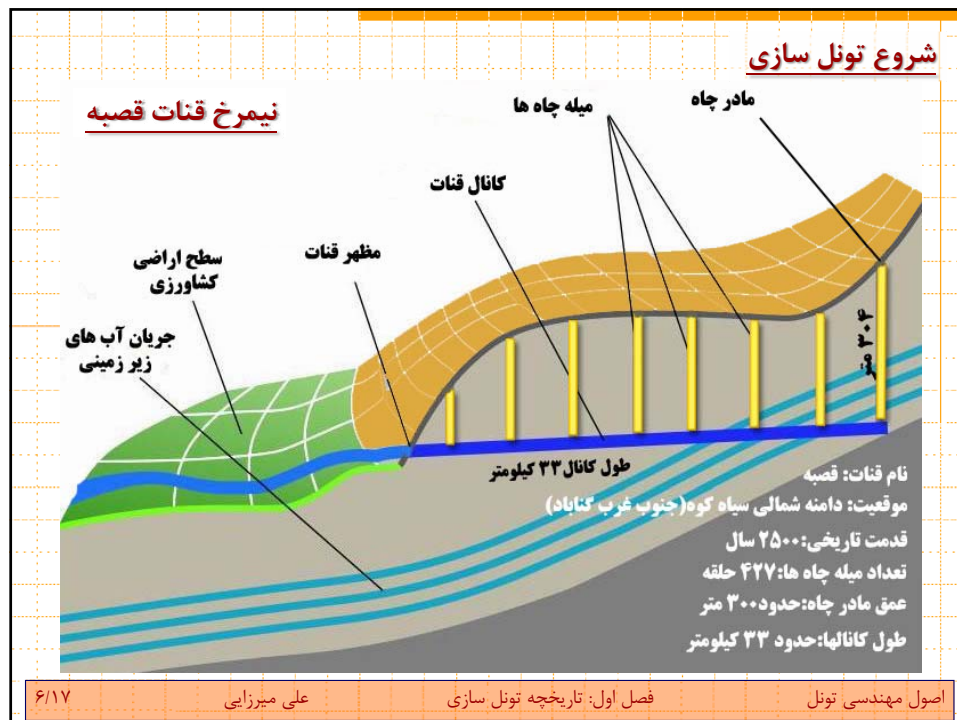


۵/۱۷

علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل



شروع تونل سازی

- کار این تونل **آبرسانی** از پشت پل بند گرگر به آسیابهای ضلع شرقی مجموعه و هدایت حجمی از اضافه ی آب رودخانه جهت جلوگیری از آسیب رسیدن به مجموعه می باشد.
- در دوران ساسانیان و در حدود ۱۸۰۰ سال پیش، **تونل بلیتی** (Bolayti) در شهر شوشتر احداث گردید.




۷/۱۷

علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

شروع تونل سازی

- در تمدن بابلی ها در حدود ۴۱۰۰ سال پیش، یک تونل از زیر رودخانه فرات برای عبور افراد از زیر این رودخانه و دسترسی به کاخ پادشاهی حفر گردید.



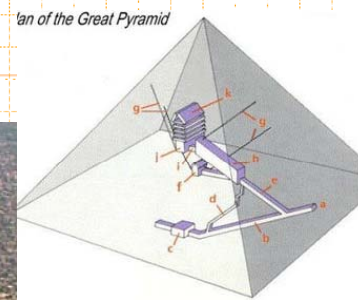
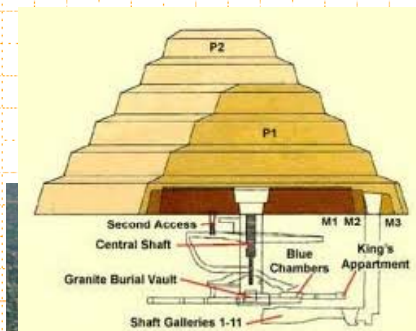
۸/۱۷

علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

شروع تونل سازی



- در حدود ۴۵۰۰ سال پیش، مصریان تونل هایی برای دسترسی به اهرام خود استفاده کرده اند.

۹/۱۷

علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

شروع تونل سازی

- در قرن ششم قبل از میلاد، یونانی ها **تونل اوپالینوس (Eupalinos)** را برای انتقال آب در جزیره ساموس به طول تقریبی ۱۱۰۰ متر و دهانه 2×2 متر احداث نمودند.



۱۰/۱۷

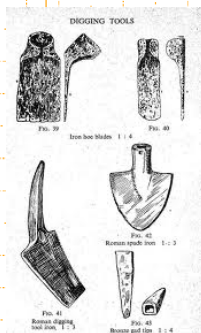
علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

تجهیزات اولیه حفاری

- در ساخت تونل های اولیه، از مجموعه ای از شفت های موازی برای دسترسی و تهویه تونل استفاده می گردید. عملیات نقشه برداری نیز با استفاده از ریسمان و شاقول انجام پذیرفت.
- از جمله مشکلات اصلی مسئله تهویه بوده که باعث کشته شدن کارگران زیادی شده است.



- بیشتر تونل های قدیمی و تاریخی در سنگ ها حفر شده اند. این امر به خاطر مشکلات ساخت و اجرای پوشش تونل (لاینینگ) جهت جلوگیری از ریزش دیواره تونل بعد از حفاری بوده است.

۱۱/۱۷

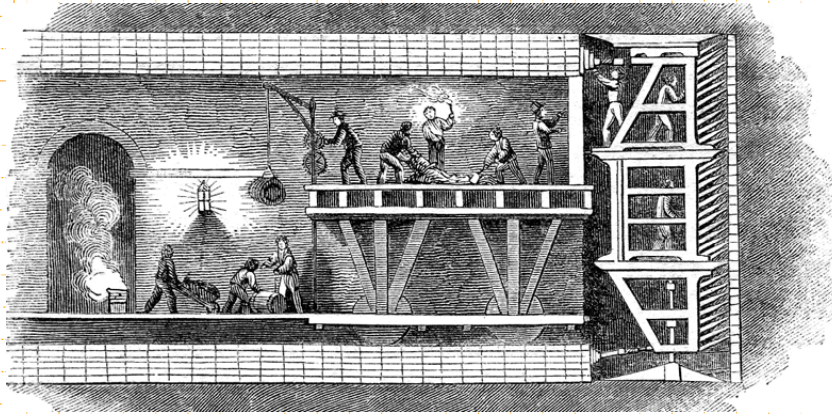
علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

شروع تونل سازی مدرن

• از جمله اولین تونل های حفر شده در محیط های نرم و اشباع از آب با استفاده از اصول حفاری تونل به روش سپر کوبی و توسط مارک برونل در سال ۱۸۲۵ در حفاری تونل تایمز (Thames) در زیر رودخانه تایمز در لندن انجام پذیرفت.



۱۲/۱۷

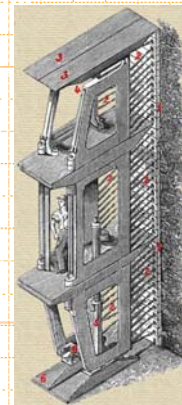
علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

شروع تونل سازی مدرن

• مکانیزم اولین حفاری تونل به روش سپر کوبی ، مارک برونل (۱۸۲۵)



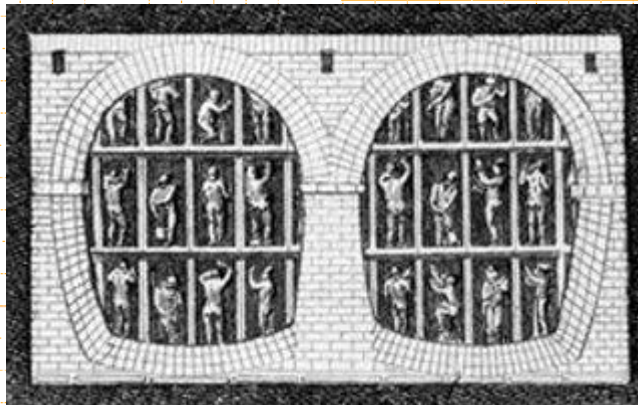
۱۳/۱۷

علی میرزایی

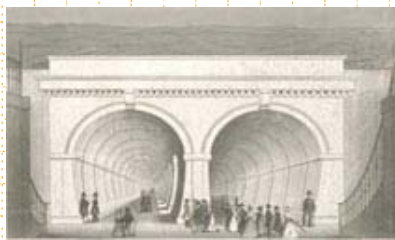
فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

شروع تونل سازی مدرن



- سپر برونل شامل سه طبقه و هر طبقه آن دارای ۶ سلول بوده که یک کارگر می توانست درون آن واقع و عملیات حفاری را انجام دهد.



- در حفاری تونل تایمز از دو سپر و در کل ۳۶ کارگر استفاده گردید.

- سرعت حفاری در حدود ۳ الی ۵ متر در هفته بوده است.

۱۴/۱۷

علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

شروع تونل سازی مدرن

- در سال ۱۸۶۹ **ویلیام بارلو** (William Barlow) (پدر تونل سازی مدرن) روش برونل را ارتقا داد و از یک سپر به صورت **مقطع لوله فلزی** برای حفاری یک تونل دیگر در زیر رودخانه تایمز استفاده نمود.

- روش ابداعی بارلو بیشتر در **خاک های رسی نرم** کاربرد داشت و برای حفاری در سایر شرایط باعث رخداد نشست در لایه های بالای تونل و صدمه به سازه های واقع در بالای تونل می گردید.

- در سال ۱۸۷۰، مشکل روش بارلو توسط **گریت هد** (Greathead) با **تزریق همزمان** بعد از حفاری در لایه های حفر شده در حفاری بخش تونل های مترو شهر لندن بر طرف گردید.

- روش حفاری گریت هد پایه و اساس روش های امروزی تونل سازی بوده و این روش تا اواخر قرن ۲۰ ام مورد استفاده واقع گردید.

۱۵/۱۷

علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

شروع تونل سازی مدرن



۱۶/۱۷

علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

شروع تونل سازی مدرن



۱۷/۱۷

علی میرزایی

فصل اول: تاریخچه تونل سازی

اصول مهندسی تونل

