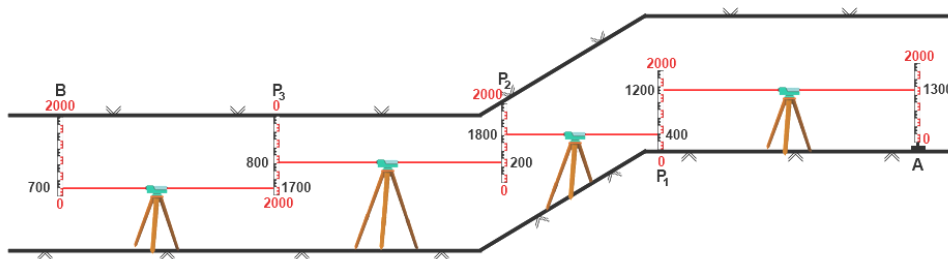


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## جزوه نقشه برداری زیر زمینی

### Underground surveying



مهندس ابراهیم راستگو

کتابخانه مهندسی نقشه برداری



Telegram

@ SurveyingLibrary



SurveyingLibrary@Gmail.com

## فصل ۲

### اصطلاحات نقشه برداری زیرزمینی :

#### (۱) زیر زمین<sup>۱</sup>

در اصطلاح عام به عوارض قابل دسترس مصنوعی یا طبیعی در داخل زمین گفته می‌شود.

#### (۲) معدن<sup>۲</sup>

مجموعه تأسیسات زمینی و دالان‌های زیرزمینی که به منظور هدف خاصی احداث شده را معدن گویند. اصطلاحاً به محل تجمع مواد معدنی نیز معدن می‌گویند. چنانچه شعاع معدن و تأسیسات آن کمتر از یک کیلومتر باشد به آن معدن کوچک و اگر بیش از یک کیلومتر باشد به آن معدن بزرگ گفته می‌شود.

#### (۳) گالری<sup>۳</sup>

به دالان‌های افقی زیر زمین که از یک طرف به منظور خاص مسدود است و خود یکی از راه‌های ورود به زیر زمین به شمار می‌رود گالری گویند. که به دو دسته تقسیم می‌شوند :

۳-۱) گالری اکتشافی: دالان‌هایی جهت اطلاع از وضعیت مواد معدنی

۳-۲) گالری آماده سازی: منشعب شده از تونل‌های اصلی جهت انجام کارهایی مانند تزریق بتن، شناسایی بر جریان‌های زیرزمینی، بررسی و اندازه‌گیری‌های ژئوتکنیکی و ...

#### (۴) تونل<sup>۴</sup>

دالان عریضی با شیب کم جهت عبور و مرور افراد و حمل مواد و خودرو و خطوط ریلی می‌باشد که معمولاً از دو طرف باز می‌باشد و در پروژه‌های راه سازی، کانال‌های آب و فاضلاب و سد سازی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.



<sup>1</sup> Under Ground

<sup>2</sup> Mine

<sup>3</sup> Gallery

<sup>4</sup> Tunnel

### (۵) محور تونل<sup>۱</sup>

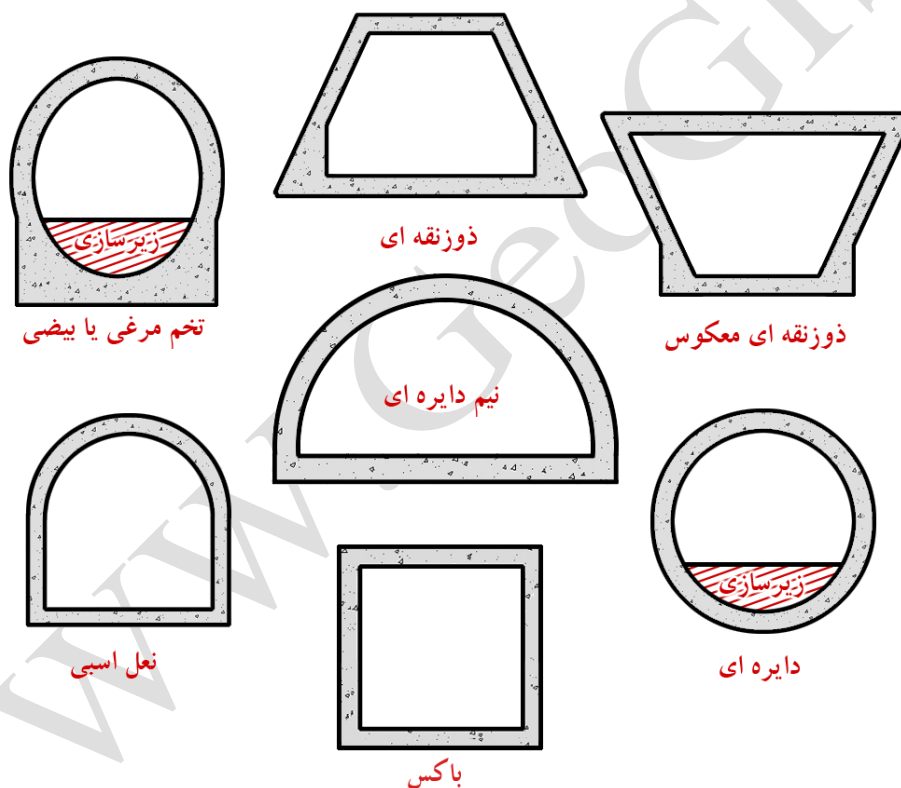
خط وسط و مرکزی تونل که معمولاً به کمک نقاطی با فواصل منظم در سقف تونل مشخص می‌گردد.

### (۶) ترانشه تونل<sup>۲</sup>

شیب خاکبرداری دهانه‌های ورودی و خروجی تونل که دارای سقف نبوده را ترانشه تونل گویند.

### (۷) مقطع تونل<sup>۳</sup>

شکل برش عرضی تونل یا شکل نهایی عرضی تونل را مقطع تیپ تونل گویند و اگر این مقطع نشان دهنده شکل موجود آن باشد به آن مقطع تونل گفته می‌شود شکل مقطع تیپ تونل به نوع کاربری، حجم و نوع سنگ منطقه بستگی دارد. به طور معمول شکل مقطع تیپ تونل را طوری در نظر می‌گیرند که فشار مکانیکی سنگ‌ها را به خوبی توزیع کند. انواع مقاطع استاندارد تونل به شکل زیر می‌باشند.



### (۸) چال

سوراخی که جهت قرار دادن مواد منفجره درون سنگ حفر می‌شود و عمق آن به حجم انفجار، نوع سنگ و قدرت مواد منفجره بستگی دارد.

<sup>1</sup> Tunnel Axis  
<sup>2</sup> Tunnel Trench  
<sup>3</sup> Tunnel Cross Section



### (۹) گمانه<sup>۱</sup>

عبارت است از چاهی دارای قطر کم و عمیقی که جهت نمونه برداری از لایه های زمین یا جهت دادن امتداد حفاری از آن استفاده می شود و در دو نوع اکتشافی و راهنما موجود می باشد.

### (۱۰) چاه<sup>۲</sup>

به دالان های قائم اصطلاحاً چاه یا شفت گفته می شود که از راه های ورود به زیرزمین به شمار می آید. معمولاً مقطع چاه ها در اروپا و آسیا دایره و در آمریکا مربع یا مستطیل می باشد. از موارد استفاده چاه در بیرون آوردن مواد معدنی، دسترسی ها، تهویه و ... می باشد. در کل چاه ها را به دو دسته تقسیم می کنند :

الف) چاه دسترسی : با قطر یک الی دو متر و عمق کمتر از ۱۰۰ متر

ب) چاه عمیق : با قطری تا ۸ متر و عمقی تا ۱۵۰۰ متر و دارای آسانسور جهت حمل و نقل می باشند.

### (۱۱) رمپ<sup>۳</sup> یا شیب

تونل شیب داری است که برای اتصال بین طبقات مختلف معدن به کار می رود و شیب آن ۱۰ الی ۲۵ درصد می باشد و در اصطلاح به آن بالارو یا پایین رو نیز گفته می شود.

<sup>1</sup> Soundage

<sup>2</sup> Shaft

<sup>3</sup> Ramp



### ۱۲) راهروهای فرعی

از تونل‌ها و گالری‌ها منشعب می‌شوند و مرتبط با هوای آزاد نیستند و شیب آن‌ها اکثراً تند و ابعاد آن‌ها (قطر و طول) کم است این راهروها یا تونل‌ها به نام‌هایی معروف هستند که در جدول زیر آورده شده است.

شیب تونل (درجه)	نام تونل	
$45^{\circ}$ + و بیشتر	دویل	تونل‌های فرعی
$18^{\circ}$ + الی $45^{\circ}$ +	پرمیزپرک	
$18^{\circ}$ - الی $45^{\circ}$ -	اؤکلون	
$45^{\circ}$ - و بیشتر	گزنک (چاه مورب)	

### ۱۳) پوشش گذاری تونل

مستحکم کردن دیواره و سقف تونل با بتن و قالب بندی را پوشش گذاری تونل گویند که از ریزش یا نفوذ آب جلوگیری می‌کند.

### ۱۴) سینه کار<sup>۱</sup>

به نقطه و محل پیش روی تونل که کار حفاری یا گودبرداری و یا آتش کاری صورت می‌گیرد، سینه کار گفته می‌شود؛ و از وظایف نقشه‌بردار مشخص کردن محدود سینه کار می‌باشد.

### ۱۵) جبهه کار

به فاصله بین قسمت‌های حفاری شده و قسمت‌های حفاری نشده جبهه کار گفته می‌شود.

### ۱۶) حفاری

پیش روی در امر گودبرداری زیرزمین که به وسیله ماشین‌های حفاری و یا آتش کاری انجام می‌شود را

<sup>1</sup> Face



حفاری گویند.

هدف از حفاری:

(۱) استخراج موادی که حفاری می‌شود و استفاده از آن‌ها

(۲) ایجاد مجرای جهت عبور یا ایجاد مکانی در زیر زمین

(۱۷) مش بندی

برای جلوگیری از ریزش دیواره تونل معمولاً از شبکه‌ای فلزی یا شبکه‌ای از آرماتورهای بهم تنیده شده استفاده می‌شود و آن‌ها را در دیواره تونل مستحکم کنند تا از ریزش سنگ جلوگیری کند.



(۱۸) لیتیس

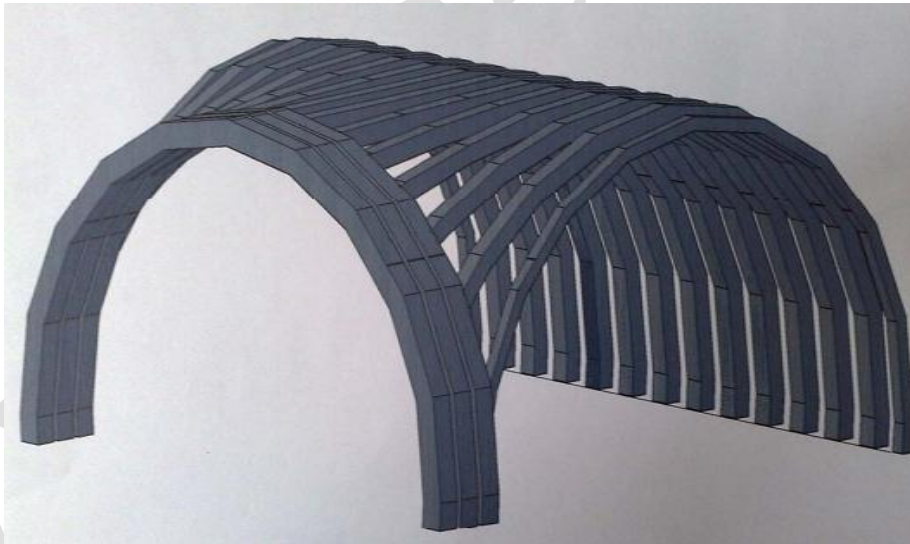
سازه‌ای فلزی یا بتنی که به عنوان مهاري یا نگهبان و تقویتی معمولاً در دهانه تونل بکار می‌رود؛ و موقعیت دقیق آن توسط نقشه بردار مشخص می‌شود.





### (۱۹) سازه سه راهی

چون در محل تقاطع‌ها استحکام تونل به علت وجود سطح وسیع‌تری که دارای تکیه‌گاه نمی‌باشد، کمتر از نقاط دیگر تونل می‌باشد. جهت جبران این مسئله و پیش‌گیری از احتمال ریزش از سازه‌ای که معمولاً فلزی می‌باشد ولی در برخی تونل‌ها چوبی و یا بتنی نیز می‌باشد استفاده می‌شود.

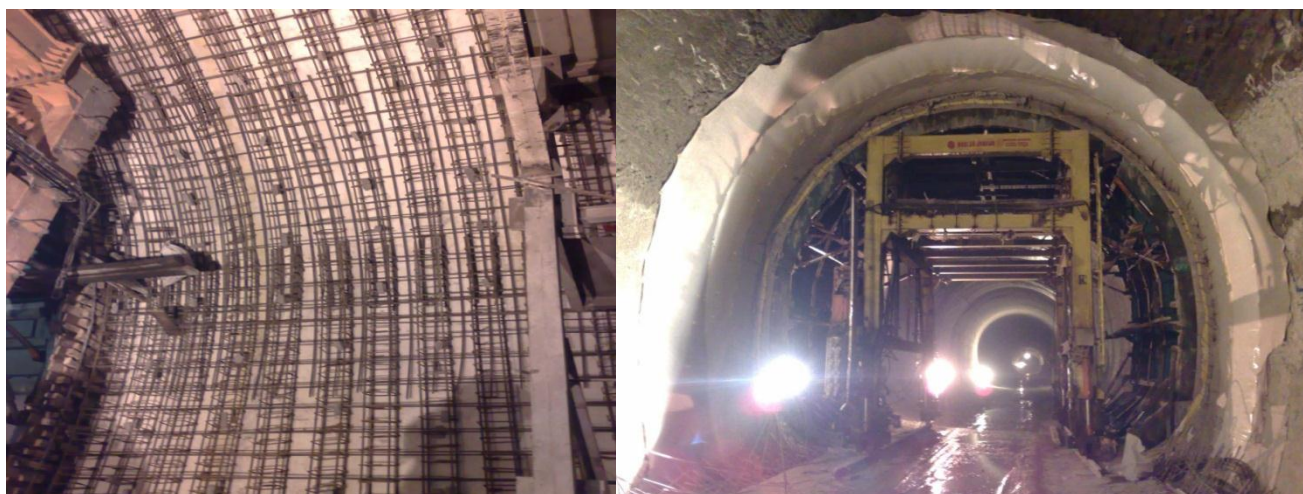


### (۲۰) لاینینگ<sup>۱</sup>: (پوشش بتن نهایی)

پوشش بتنی و در واقع همان آستر نهایی تونل می‌باشد.

<sup>1</sup> Lining





### (۲۱) پذیرگاه

محل تقریباً وسیعی که تخلیه و بارگیری واگن‌های در آن جا صورت می‌گیرد که معمولاً در محل ارتباط با چاه قائم یا چاه مایل احداث می‌گردد.

### (۲۲) عیار (درصد خلوص)

یعنی چند درصد از مواد استخراجی، مواد معدنی است :

$$\frac{\text{مقدار مواد استخراج شده}}{\text{مقدار مواد استخراج شده}} \times 100$$

### (۲۳) ذخیره معدنی

برآوردی از مقدار کل مواد معدنی موجود در معدن بر حسب تن یا متر مکعب.

### (۲۴) برداشت استخراجی

هدف بدست آوردن حجم مواد استخراج شده از معدن در یک بازه زمانی مشخص می‌باشد که به دو روش قابل محاسبه می‌باشد :

الف) ماشین شمار : حجم هر ماشین ضرب در تعداد ماشین‌ها

ب) مقطع برداری : روش هندسی و محاسباتی که از وظایف نقشه برداری می‌باشد.

### (۲۵) شاتکریت

برای جلوگیری از ریزش قسمت‌های متزلزل اقدام به پاشیدن بتن به آن سطح می‌نمایند که این عمل را شاتکریت کردن گویند.





## عملیات نقشه برداری زیرزمینی

به طور کلی عملیات نقشه برداری زیرزمینی به سه مرحله عمده تقسیم می شود :

الف) مرحله طراحی پروژه زیرزمینی

ب) مرحله اجرا و هدایت حفاری و پیاده سازی سازه ها

ج) مرحله اندازه گیری ها و تهیه نقشه از زیر زمین مانند : تهیه پلان طبقات مختلف، تهیه پروفیل های طولی کف و سقف تونل، مقطع برداری از تونل، برداشت استخراجی و محاسبه حجم عملیات خاکی انجام عملیات میکروژئودزی و تعیین جابجایی ها

الف) مرحله طراحی پروژه زیرزمینی:

این مرحله خود شامل مراحل زیر می باشد.

(۱) اکتشافات مقدماتی یا همان مطالعات اولیه: معمولاً با گمانه زنی و حفر چاه و مباحث زمین شناسی انجام می شود.

(۲) ایجاد شبکه ژئودتیک در اطراف منطقه مورد نظر

(۳) تهیه نقشه های کوچک، متوسط و بزرگ مقیاس در قالب نقشه های توپوگرافی و نقشه های هیپسومتری (نقشه هایی که تعیین کننده جنس مواد زمین در منطقه باشد) و دیگر نقشه های مورد نیاز می باشد.

(۴) طراحی پروژه مورد نظر با در نظر گرفتن اطلاعات بدست آمده و هدف پروژه

ب) مرحله اجرا و هدایت حفاری و پیاده سازی سازه ها

(۱) پیاده کردن دقیق نقاط تونل ها و چاه ها و مشخص کردن سینه کار و ابعاد مقطع حفاری در محل این نقاط

(۲) هدایت چند متر اولیه تونل (ترانشه تونل)

(۳) انتقال حداقل دو نقطه کنترل مسطحاتی و ارتفاعی به داخل تونل (در سقف)

(۴) کنترل توأم جهت و شیب تونل در راستای حفاری (سینه کار)

(۵) کنترل مقطع تونل در فواصل مشخص

۶) تکرار سه مرحله قبل

### ج) اندازه گیری و تهیه نقشه های زیرزمینی

- ۱) شناسایی نقاط شبکه ژئودتیک روی زمین در نزدیکی دهانه ها تونل یا چاه یا ورودی زیر زمین
- ۲) پیاده کردن نقاط دهانه تونل به روش تقاطع با پیمایش و تعیین دقت مختصات آن از مختصات نقاط شبکه ژئودتیک
- ۳) انتخاب نقاط پیمایش زیرزمینی داخل تونل ها و گالری ها در محل های مناسب
- ۴) انجام پیمایش جهت انتقال مختصات از نقاط ثابت سطح زمین به ایستگاه های زیرزمینی
- ۵) انجام تراز یابی جهت تهیه پروفیل طولی کف و سقف و برداشت های مقاطع جهت تهیه مقطع تونل
- ۶) انجام برداشت های لازم از هر ایستگاه زیرزمینی جهت تهیه نقشه مورد نیاز

### گروه های تخصصی که در طراحی یک پروژه زیرزمینی (تونل) مشارکت دارند :

- گروه طراحی به علت ویژگی های سازه های زیرزمینی باید شامل تخصص های زیر باشد
- مهندس زمین شناس، جهت تهیه برنامه بررسی ها و اکتشافات ژئوتکنیک و ژئوفیزیک و تفسیر نتایج حاصل از بررسی ها، مشارکت در ارائه طرح پایداری اولیه مغارها و حفاری ها، اظهار نظر در مورد اقدامات لازم در برخورد با شرایط غیر معمول و انتخاب مسیر اصلی تونل و همکاری با متخصص آب زیرزمینی (مهندس هیدرولیک)
  - مهندس هیدرولیک، جهت طرح پلان و پروفیل، و فشار آب در تونل و ویژگی های هیدرولیکی مقطع ساخته شده تونل و اعلام نظر در مورد گزینه ها
  - مهندس سازه، جهت محاسبات پوشش ها در تونل های تحت فشار و محاسبه بتن مسلح، همکاری در انتخاب نوع پوشش تونل و حفاظت های موقت
  - مهندس ژئوتکنیک، جهت محاسبه و ارزیابی های حفاظت های موقت، انتخاب روش ها و تدابیر مربوط به ناهنجاری ها و شرایط غیر متعارف، انتخاب نوع پوشش تونل و مسیر کلی تونل
  - مهندس عمران (سیویل)، جهت انتخاب موقعیت کارگاه و تجهیزات، دست یابی به کارگاه، محل انبار مواد اضافی و تغییر محل تجهیزات مربوط به اجرا
  - مهندس نقشه بردار، جهت تهیه نقشه پایه، انتخاب روش های تعیین مختصات و نقاط اصلی نقشه برداری (ایجاد شبکه ژئودتیک) و کنترل اجرای عملیات
  - مهندس عمران با تجربه اجرا در سازه های زیرزمینی، جهت مشاوره در مورد روش های اجرای پیش بینی شده و راه حل های مقطعی و مشارکت در تهیه اسناد قرارداد و برنامه های کنترل کیفیت
  - گروه محیط زیست، جهت بررسی اثرات محیط زیستی پروژه و ارائه راهکارها