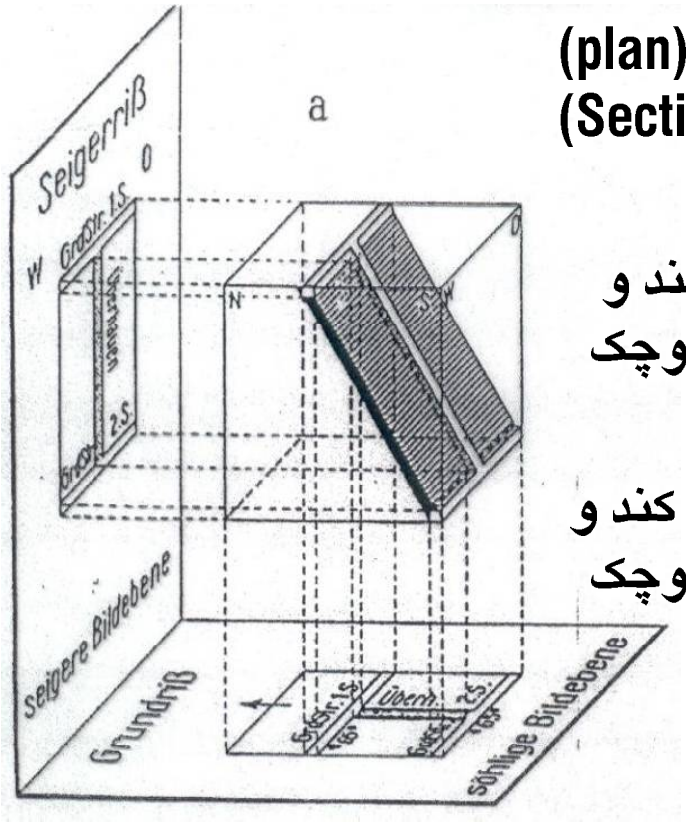


- در معدن نقشه های افقی را پلان (plan) و نقشه های قـائم را مقطـع (Section) می نامیم
- در پلان زوایای افقی تغییر نمی کند و فقط طول ها با توجه به مقیاس کوچک می شوند
- در مقاطع زوایای قائم تغییر نمی کند و فقط طول ها با توجه به مقیاس کوچک می شوند.

شرایط علائم قراردادی

- نشان دادن ارتفاعات مختلف به کمک رنگ مطابق

سفید	

مثال ۱ اختلاف ارتفاع دو نقطه برابر ۲۰ متر و فاصله افقی آن ها برابر ۵۵ متر می باشد . مطلوبست تعیین شیب و فاصله دو نقطه روی سطح

$$tag\ \alpha = \frac{H}{L}$$

$$\frac{H}{L} = \frac{20}{55} = 0.364 = 36.4\%$$

$$tag\ \alpha = 0.364 \Rightarrow \alpha = 20'$$

$$D = \sqrt{H^2 + L^2} = \sqrt{20^2 + 55^2} = 58.52$$

مثال ۲ طول یک امتداد با متر فلزی ۵۰ متری اندازه گیری شده و برابر ۱۶۴۰ متر شده است اگر طول واقعی متر ۴۹/۹۵ متر باشد اندازه واقعی امتداد موردنظر را مشخص کنید؟

$$L_t = L_n \frac{l_t}{l_n} = 1640 * \frac{49.95}{50} = 1638.36$$

تاکئومتری

اندازه‌گیری ها در نقشه‌برداری شامل:

الف) اندازه‌گیری طول (استادیمتری)

ب) اندازه‌گیری زاویه

ج) اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع

براشت همزمان سه کمیت طول، زاویه و اختلاف ارتفاع در یک عملیات با یک دستگاه را تاکئومتری می‌گویند.

عملیات نقشه‌برداری زیرزمینی

به طور کلی عملیات نقشه‌برداری زیرزمینی به سه مرحله عمده تقسیم می‌شود :

الف) مرحله طراحی پروژه زیرزمینی

ب) مرحله اجرا و هدایت حفاری و پیاده سازی سازه‌ها

ج) مرحله اندازه‌گیری‌ها و تهیه نقشه از زیر زمین مانند : تهیه پلان طبقات مختلف، تهیه پروفیل‌های طولی کف و سقف تونل، مقطع برداری از تونل، برداشت استخراجی و محاسبه حجم عملیات خاکی انجام عملیات میکروژئودزی و تعیین جابجایی‌ها

الف) مرحله طراحی پروژه زیرزمینی:

این مرحله خود شامل مراحل زیر می‌باشد.

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

۲) ایجاد شبکه ژئودتیک در اطراف منطقه مورد نظر

۳) تهیه نقشه‌های کوچک، متوسط و بزرگ مقیاس در قالب نقشه‌های توپوگرافی و نقشه‌های هیپسومتری (نقشه‌هایی که تعیین کننده جنس مواد زمین در منطقه باشد) و دیگر نقشه‌های مورد نیاز می‌باشد.

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

ب) مرحله اجرا و هدایت حفاری و پیاده سازی سازه‌ها

۱) پیاده کردن دقیق نقاط تونل‌ها و چاه‌ها 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)

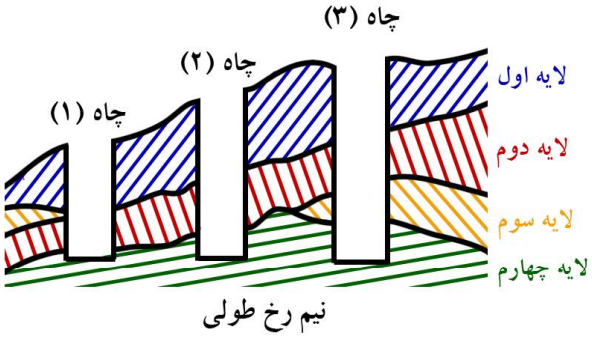
۵) کنترل مقطع تونل در فواصل مشخص

فصل ۳

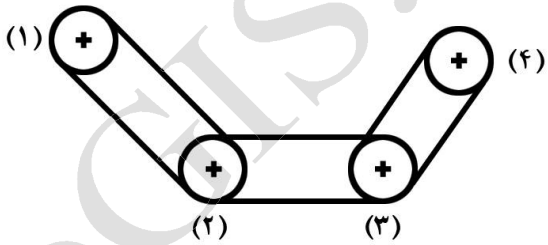
نقش نقشه‌بردار در عملیات زیرزمینی (معادن)

۱) همکاری در جهت اکتشاف معدن و تعیین موقعیت معدن برای حفر تونل با تهیه نقشه‌های کوچک مقیاس (۱/۲۵۰۰۰) و عکس‌های هوایی منطقه و تفسیر عکس

۲) همکاری در تعیین مسیر و عمق لایه‌های معدنی از روی تهیه نیم رخهای عرضی و طولی پس از ایجاد شبکه‌های مثلثاتی و پیمایش مناسب و تهیه نقشه توپوگرافی از منطقه.

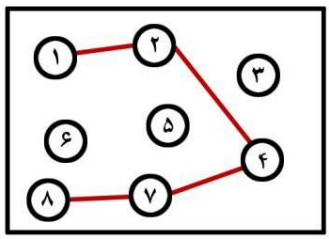


نیم رخ طولی



پلان مسیر لایه معدنی

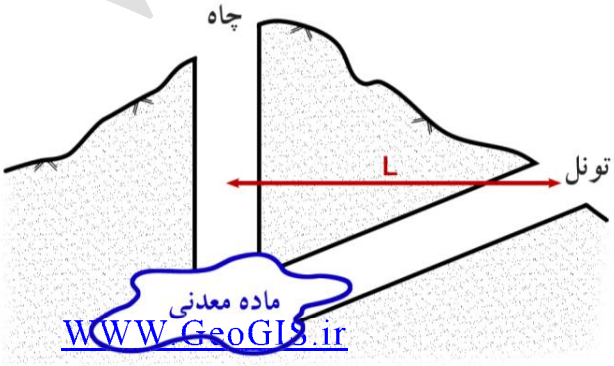
در شکل چاه‌ها (گمانه‌ها) با علامت + مشخص شده‌اند که از اتصال چاه‌هایی که دارای یک نوع ماده معدنی هستند مسیر لایه مشخص شود؛ و همچنین رسم نیم رخ طولی مربوط به عمق لایه‌ها، مسیر ارتفاعی لایه‌ها تعیین می‌گردد.



۳) همکاری در ارائه طرح استخراج معدن (تهیه نقشه استخراج با توجه به گمانه‌هایی که حاوی لایه‌های معدنی است). در شکل زیر مسیر استخراج نشان داده شده است. در حالی که چاه‌های شماره ۱ و ۲ و ۴ و ۷ و ۸ حاوی مواد معدنی مورد نظر می‌باشند.

۴) پیاده کردن موقعیت چاه عمودی به عنوان مبدأ استخراج و یا ورودی رمپ‌های طولانی برای شروع عملیات استخراجی و ورود به ابتدای لایه معدن

مثال: با توجه به شکل چنانچه شیب چاه مایل (تونل) که مجاز به حفر آن هستیم ۱۵/۱۰۰ باشد و عمق گمانه نمونه‌برداری (چاه) ۳۰۰ متر باشد مطلوب است فاصله افقی مورد نیاز از چاه تا دهانه ورودی تونل (ما)



$$\frac{۱۵}{۱۰۰}=\frac{۳۰۰}{L}\Rightarrow\frac{۳۰۰۰۰}{۱۵}=۲۰۰۰^{m}$$

WWW.GeoGIS.ir

e_rastgou@yahoo.com

(شیب به اندازه α) پس در این حالت خواهیم داشت:

$$Cos(\beta-\alpha)=\frac{L}{T}\Rightarrow L=T\times Cos(\beta-\alpha)$$

کارهایی که در یک عملیات نقشه‌برداری زیرزمینی انجام می‌شود را می‌توان به دسته‌های کلی زیر تقسیم کرد :

کانال تلگرامی تونلسازی
telegram.me/iran_tunnel

A) علامت گذاری نقاط
B) اندازه‌گیری فاصله
C) اندازه‌گیری زاویه
D) تعیین وضعیت یک امتداد در زیرزمین به کمک نقاط در سطح زمین
E) تعیین وضعیت یک امتداد در زیر زمین به کمک دستگاه‌های امتداد سنج
F) انتقال ارتفاع از سطح زمین به زیر زمین
G) برداشت مقطع از تونل

A) علامت گذاری نقاط: در عملیات زیرزمینی به صورت مداوم ما اقدام به پیاده سازی نقاط و برداشت نقاط می‌کنیم و لازمه آن استقرار دوربین بر روی نقاط ایستگاه و توجیه دوربین است به دلایلی که گفته شد ایستگاه‌ها بیشتر در سقف و در دیواره تونل ایجاد می‌شوند و برای استقرار دوربین در محل این نقاط از روش‌های زیر می‌توان استفاده کرد.

۱) **شاقول:** شاقول را از نقطه بالای سقف آویزان می‌کنیم تا به بالای تلسکوپ دوربین برسد بعد دوربین را طوری سانتراژ می‌کنیم که شاقول در نقطه وسط تلسکوپ قرار گیرد.

۲) **اپتیکی:** برای استفاده از روش اپتیکی از شاقول‌های زنیت نادیر باید استفاده کرد که در یک زمان هم قابلیت دید نقطه زنیتی و هم نادیری را داشته باشیم.

۳) **لیزری:** در این روش از شاقول زنیتی استفاده می‌شود.

B) اندازه‌گیری فاصله

اندازه‌گیری فاصله به دو روش زیر در نقشه‌برداری زیرزمینی قابل انجام است :

الف) روش مستقیم ب) روش غیر مستقیم

الف) روش مستقیم: در این روش از نوار اندازه‌گیری (متر) استفاده می‌شود؛ و چون فضای زیر زمین مرطوب است از متری با جنس فلزی به نام لیتون که ترکیبی از آلیاژهای مس و روی است استفاده می‌شود.

ب) روش غیر مستقیم: در این روش از روش‌های زیر می‌توان استفاده کرد

۱) استادیمتری ۲) پارالاکتیک ۳) استفاده از طولیاب‌های الکترونیکی (EMD)

نقشه‌برداری زیرزمینی با نقشه‌برداری سطح‌الارضی تفاوت چندانی ندارد و تفاوتی که مابین این دو وجود دارد بر اثر محیط کار می‌باشد که دارای سختی‌هایی می‌باشد و این نوع کار نقشه‌برداری را جزیی از کارهای خاص نقشه‌برداری قرار می‌دهد و به دلایل زیر ضریب ویژگی ۱.۲۵ را در پرداخت دستمزد به خود اختصاص می‌دهد.

پروژه‌های زیرزمینی به دو دسته تقسیم می‌شوند :

الف) پروژه‌های عمرانی: پروژه‌هایی مانند: مترو و تونل راه و راه‌آهن و سد سازی، گذرگاه‌های درون شهری، کانال‌های آب و فاضلاب می‌باشند.

ب) پروژه‌های معدنی: پروژه‌هایی که هدف ایجاد مسیری برای دسترس به لایه‌های مورد نیاز و استخراج آن‌ها می‌باشد.

شرایط ویژه عملیات زیرزمینی :

۱) عدم وجود نور کافی (تاریکی) :

به علت وجود تاریکی در زیر زمین می‌بایست از تجهیزات ایجاد روشنایی در نقشه‌برداری زیرزمینی استفاده کرد معمولاً روشنایی راه‌های اصلی با نور برق سراسری و یا ژنراتور تأمین می‌شود و در راه‌های فرعی از چراغ‌های دستی یا چراغ‌هایی که بر روی کلاه ایمنی بسته می‌شوند. استفاده می‌شود و از تجهیزات نقشه‌برداری استفاده می‌شود که سیستم نوردهی دارند مانند توتال استیشن‌های لیزری. اما در برخی از پروژه‌ها به دلیل وجود گازهای قابل اشتعال و خطر انفجار محدودیت استفاده از وسایل روشنایی و دوربین‌های الکترونیکی داریم.

۲) وجود آب و رطوبت و گل و لای در کف تونل :

جهت انتقال آب از شیب تونل و یا چاه‌های فاضلاب و دستگاه‌های پمپاژ آب به بیرون استفاده می‌شود. به علت وجود آب و رطوبت باید از تجهیزات خاص مانند: چکمه، بارانی، روکش دوربین برای جلوگیری از برخورد با جریان‌های آبی استفاده از وسایل مقاوم در برابر رطوبت مثل شاخص آلومینیومی و مترهای ضد زنگ و سه پایه‌های آلومینیومی و ... استفاده کرد؛ و به علت وجود گل و لای در کف تونل

نقاط نقشه‌برداری در دیواره و سقف احداث می‌شوند.

۳) مسائل تنفس :

در فضای زیرزمینی معمولاً با کمبود اکسیژن و وجود گرد و غبار و یا گازهای سمی روبرو هستیم. استفاده از مکش‌های قوی فضای تونل اکثراً تمیز می‌گردد و با استفاده از ماسک‌های انفرادی، غبار مانده در هوا گرفته می‌شود. در کارهای زیرزمینی حساسیت شخص باید مورد توجه قرار گیرد. * استفاده از فندک و کبریت و ... ممنوع *

٤) کمبود فضای کار :

به علت بسته بودن و مناسب نبودن فضای کار، درجه آزادی عملیات نقشه‌برداری پایین می‌آید. استفاده از تجهیزات خواص نقشه‌برداری (مانند شاخص کشویی، ایستگاه‌های ثابت در بدنه تونل و...) گسترش تعداد بیشتری نقاط کانوای نقشه‌برداری به طوری که هر یک به نقاط مجاور خود دید داشته باشند.

۵) خطر ریزش سنگ از سقف و دیوار:

به علت وجود خطرات ریزش سنگ نقشه‌برداری سخت‌تر خواهد بود. جهت جلوگیری از ریزش سنگ، روی دیواره‌ها یک توری مثل یک شبکه فلزی به نام مِش نصب می‌کنند و روی آن توری سیمان پاشیده می‌شوند تا مقاومت آن را بالا ببرند. سیمان پاشیده شده بر روی مِش را شاتکریت گویند.

٦) سرعت و دقت بالای مورد نیاز در کار :

با توجه به حجم بالای عملیات خاکبرداری از داخل تونل به بیرون معمولاً عملیات حفاری هم زمان با نقشه‌برداری انجام می‌شود و این امر مستلزم سرعت بالا در انجام کار نقشه‌برداری می‌باشد و با توجه به عدم وجود روش‌های کنترل جهت کنترل کار، دقت بالای نقشه‌بردار را نسبت به نقشه‌برداری سطح‌الاراضی طلب می‌کند.

کانال تلگرامی تونلسازی
telegram.me/iran_tunnel

انواع تونل‌ها از لحاظ موارد کاربرد :

۱) تونل‌های ارتباطی راه‌های بین شهری:

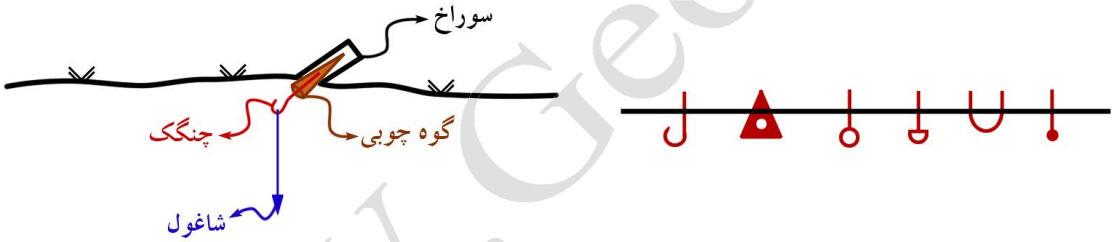
این تونل‌ها در مناطق کوهستانی و پرفراز و نشیب به منظور جلوگیری از حجم عملیات خاکی بسیار زیاد و ساخت پل‌های بزرگ و پرهزینه و یا حفاظت مسیر از خطر ریزش کوه یا بهمن ایجاد می‌شوند. معمولاً ابتدای تونل در روی زمین و انتهای آن نیز بر روی زمین ختم می‌شود.

سطح مقطع این تونل متناسب با حجم ترافیک در آن محور محاسبه شده و به اجرا در می‌آید؛ و همچنین شکل مقطع تونل متناسب با موقعیت ژئوتکنیکی

ایستگاه تأثیر مستقیم بر دقت و سرعت اجرا از آن ایستگاه را دارد و طبق قانون انتشار خطا مقدار این خطا به علاوه خطای مشاهدات به نقاط اندازه‌گیری شده منتقل می‌شود. حال شرایط ویژه زیرزمینی این امر را پیچیده‌تر و مشکل‌تر و حساس‌تر می‌کند. همان طور که می‌دانید هر چه زاویه بین دو امتداد به 180° نزدیک‌تر باشد باعث عدم استحکام شبکه و گاهی اشتباه در زاویه داخلی و خارجی می‌گردد پس باید تا حد امکان زاویه بین ایستگاه‌های زیرزمینی از 180° دور باشد نقاط را باید طوری در نظر گرفت که هر نقطه به نقاط قبل و بعد از خود دید داشته باشد و در جایی مستحکم انتخاب شوند و با توجه به عبور و مرور فراوان در دالان‌های زیرزمینی ایستگاه گذاری در دیواره یا سقف و یا کف با شرایط ویژه‌ای انجام شود.

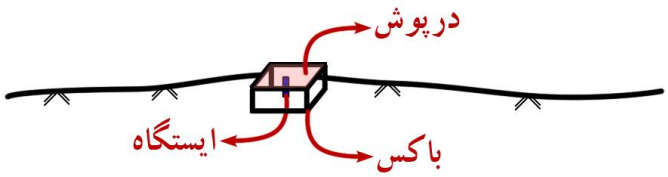
۱) ایستگاه گذاری در سقف:

در این روش معمولاً سقف را با زاویه شیب بین ۴۵ تا ۸۰ درجه نسبت به سطح تونل به کمک دریل یا چکش چال (چکش بادی) سوراخ کرده و درون آن یک گوه مستحکم می‌کنند و سپس چنگک مخصوص (پیتون) در این گوه چوبی قرار داده می‌شود که بتوان به آن شاقولی با مکان ثابتی آویزان نمود که ایستگاه سقفی را تشکیل می‌دهد در برخی مواقع به جای گوه چوبی و چنگک از یک آرماتور چنگکی استفاده می‌شود که با بتن در سوراخ سقف محکم می‌شود استفاده شود.



۲) ایستگاه گذاری در کف :

این نوع ایستگاه گذاری در کف تونل می‌باشد ولی به علت تردد و احتمال آسیب دیدن و از بین رفتن آن برای این ایستگاه‌ها جعبه‌ای در نظر گرفته می‌شود که درپوش دارد. مانند شکل زیر



* قابل ذکر است که از این نوع ایستگاه در تونل‌هایی که پر از گل و لای یا آب هستند نمی‌توان استفاده نمود.

۳) ایستگاه گذاری در دیوار :

انواع معمول ایستگاه‌های دیواری عبارتند از ۱) روپر ۲) تارگت دیواری ۳) ایستگاه کشویی ۴) پیلار دیواری

۱) روپر:

ایستگاه ارتفاعی است جهت قرارگیری شاخص بر روی آن که در ارتفاع حدود ۳۰ الی ۵۰ سانتیمتری از کف تونل تعبیه شده و کنار آن شماره و ارتفاع آن درج شده.

۲) تارگت دیواری :

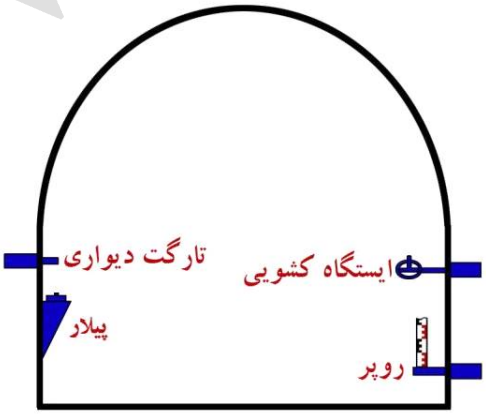
این نوع ایستگاه‌ها در اصل قابل ایستگاه گذاری نبوده و نقاطی ثابت هستند که مختصات آن‌ها مشخص می‌باشد و جهت کنترل از آن‌ها استفاده می‌شود.

۳) ایستگاه‌های کشویی یا لولایی :

این نوع ایستگاه‌ها شامل صفحه‌ای تخت و پیچی که نقش همان سه پایه را بازی می‌کنند دارند و قابل ایستگاه گذاری دوربین می‌باشد و در دو نوع کشویی و لولایی موجود می‌باشد.

۴) پیلار دیواری :

این نوع ایستگاه‌ها که به صورت ثابت در دیواره تونل ایجاد می‌شوند می‌تواند بتنی یا فلزی باشد که شامل یک صفحه گرد و پیچ میانی می‌باشد که نقش سه پایه را بازی می‌کنند و مختصات دقیق این ایستگاه‌ها مشخص بوده و برای بدست آوردن مختصات دوربین مستقر شده بر روی آن تنها مختصات ارتفاعی آن فرق دارد که مقدار آن برابر ارتفاع دوربین از صفحه پیلار به علاوه ارتفاع پیلار می‌باشد.



فصل ٤

D) تعیین وضعیت یک امتداد در زیر زمین به کمک نقاط در سطح زمین:

جهت تعیین وضعیت یک امتداد در زیر زمین که اساس اصلی هدایت سمت در زیرزمین است از روش‌های زیر می‌توان بهره برد :

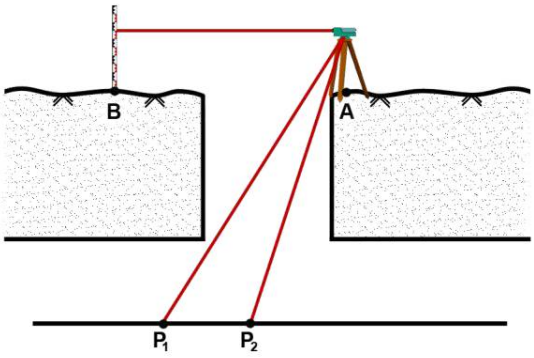
۱) استفاده از منشور گونیا ساز

۲) استفاده از دوربین زنیت نادیر یا شاقول لیزری

۳) استفاده از دو شاقول

۴) استفاده از سه شاقول

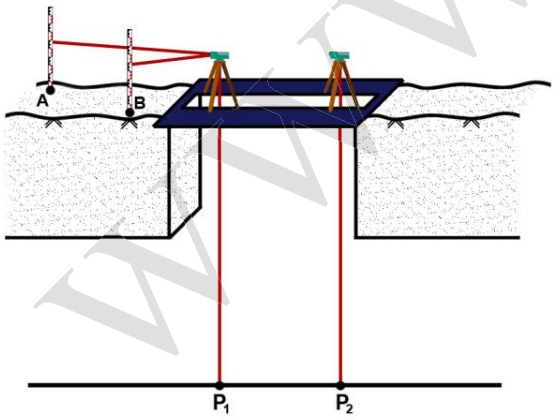
۵) استفاده از روش پیمایش



۱) استفاده از منشور گونیا ساز:

منشورهایی وجود دارند که در جلو تلسکوپ دوربین نصب می‌شوند و راستای محور دیدگانی را 90° به سمت زنیت تغییر می‌دهند. در این روش مانند شکل بعد از توجیه دوربین نسبت به امتداد A به B منشور گونیاساز را نصب کرده و دو نقطه P_1 و P_2 را با زاویه مدنظر نسبت به امتداد $\overline{AB}$ پیاده سازی می

نکته: در هنگام پیاده سازی نقطه P_1 و P_2 لمب افقی را قفل کرده و تنها تلسکوپ دوربین در راستای قائم حرکت داشته باشد.



۲) استفاده از دوربین زنیت نادیر یا شاقول لیزری

در این روش مانند شکل مدخل چاه با محافظ مخصوص که قابلیت اطمینان و استقرار دوربین و دید نقاط نادیر را داشته باشند پوشیده می‌شود و دوربین زنیت نادیر پس از توجیه نسبت به نقاط کنترل زمین B و A اقدام به پیاده سازی نقطه اول (P_1) در تونل کرده و سپس تغییر مکان داده و دوباره عمل توجیه نسبت به نقاط کنترل زمینی B و A را انجام داده و سپس نقطه P_2 را پیاده سازی می‌کند و با داشتن مختصات این دو ایستگاه در اصل مختصات مسطحاتی نقاط P_1 و P_2 را داریم.

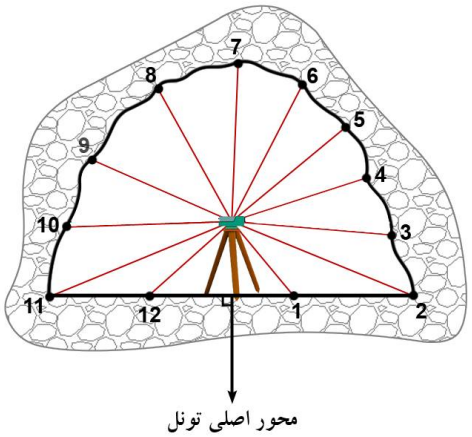
۳) استفاده از دو شاقول

همان طور که متوجه شدید هدف انتقال مختصات و مشخص کردن آزیموت یک امتداد در زیرزمین

دو نقطه را ترازیابی کنید (h)هم زمان فاصله‌ی بین برداشت‌ها را نیز بر روی ریسمان با متر اندازه‌گیری و ثبت کنید (d) .۴- بدهی است هرچه فواصل بین نقاط برداشت کوچک‌تر باشد شکل نهایی به شکل مقطع واقعی نزدیکتر است. ۵- با داشتن مختصات قائم‌الزاویه هر نقطه واقع در سقف و جدایی‌های آن‌ها می‌توان مقطع عرضی تونل را بر روی نقشه با مقیاس مناسب ترسیم کرد.

B) روش قطبی

این روش خود به روش‌های مختلف قابل اجرا می‌باشد.



B.1) استقرار زاویه‌یاب در محل مقطع و برداشت طول و زاویه (به روش گل آفتابگردان[1])

در این روش مشاهدات نقاط نمونه‌برداری در جداره و کف تونل به صورت طول و زاویه می‌باشد.

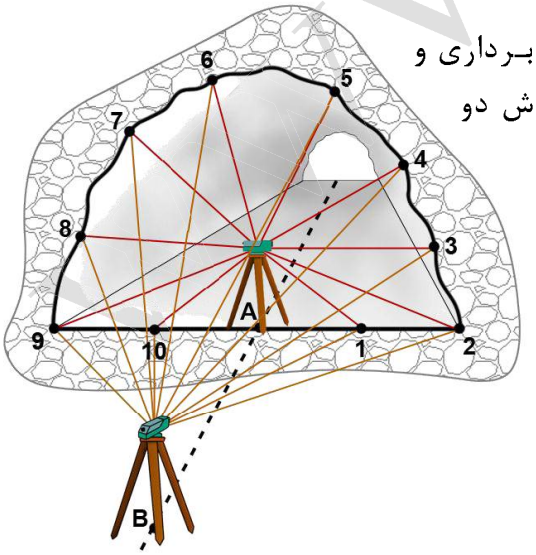
مراحل کار:

۱- ایستگاه گزاری در محل ایجاد مقطع عرضی واقع بر محور اصلی تونل

۲- توجیه به امتداد عمود بر محور اصلی تونل

۳- قفل کردن لمب افقی دوربین و قرائت هم زمان زوایای قائم با اختلاف ارتفاع ثابت یا دلخواه (مطابق شکل)و اندازه‌گیری فاصله نقاط نشانه روی (نقاط نمونه‌برداری)تا مرکز تلسکوپ دوربین (بر روی آلیداد دوربین با یک علامت + مشخص می‌باشد)

B.2) روش دو قطبی (استفاده از دو زاویه‌یاب)



اگر به هر دلیلی در روش قطبی نتوان طول بین نقاط نمونه‌برداری و دوربین را به صورت مستقیم اندازه‌گیری کرد می‌توان از روش دو قطبی و با قرائت زوایا مقدار طول‌ها را بدست آورد.

مراحل کار:

۱- ایستگاه گذاری دو زاویه‌یاب در نقطه‌ی B و A واقع بر محور اصلی تونل مانند شکل به نحوی که دوربین واقع در نقطه A در محل ایجاد مقطع واقع شود.

۲- صفر صفر کردن امتداد افقی ایستگاه B نسبت به ایستگاه A

۳- اندازه‌گیری فاصله افقی بین دو ایستگاه (L_{AB})

[1] Sun Flower