

## فصل ۱

# عملیات نقشه برداری



نقشه برداری از یک طرف به علم هندسه ارتباط پیدا می کند و از سوی دیگر به ابزارهایی مربوط است که فاصله و زاویه را اندازه گیری می کند. عملیات نقشه برداری از جمله فعالیت هایی است که علاوه بر معدن در بسیاری از زمینه های فنی و مهندسی از جمله راه سازی، شهرسازی، سد سازی و ... به عنوان علم پایه مورد استفاده قرار می گیرد. بنابراین افرادی که دارای آشنایی با این دانش و مهارت هستند دارای بازار کار گسترده و کاربردی می باشند.

## انطباق محدوده بر روی نقشه

### مقدمه

در این مبحث به بررسی نحوه استفاده از ابزارهای نقشه برداری جهت برداشت نقاط مختلف یک محدوده از روی زمین و پیاده سازی آن بر روی نقشه پرداخته شده است. نحوه کار با دوربین های تراز یابی و زاویه سنجی از مهمترین ابزارهایی است که در این درس معرفی و طرز کار آنها بیان می گردد.

### استاندارد عملکرد

انجام عمل انطباق محدوده بر روی نقشه با استفاده از دوربین نقشه برداری، محاسبات فنی و ریاضی و ترسیم نقشه طبق استاندارد. مراحل انجام این کار عبارتند از: تراز یابی - برداشت و ترسیم نقشه می باشد.

### پیش نیاز و یاد آوری

فصل دوم کتاب سال دهم، ایمنی، جاده سازی و خدمات در معدن با عنوان احداث راه های دسترسی معدن

## دوربین‌های تراز یابی در نقشه برداری

**نقشه:** عبارت است از تصویر قائم عوارض سطح زمین مانند شهر، پستی بلندی، رودخانه، راه‌ها و ... بر روی صفحه‌ای افقی که به طور یکسان کوچک شده باشد. به عبارت دیگر نقشه وسیله ایست که عوارض مرئی و نامرئی سطح زمین را با دقت هندسی در یک مقیاس کوچکتر نسبت به سطح زمین نشان می‌دهد.

**نقشه برداری:** مجموعه عملیاتی که جهت ترسیم یک نقشه انجام می‌شود را نقشه برداری گویند.

### اهمیت نقشه برداری در عملیات معدنی:

در عملیات معدنکاری از جمله مراحل مختلف عملیات (اکتشاف و محاسبه ذخیره، احداث راه دسترسی به معادن روباز و زیر زمینی، حفاری، آتشیاری و استخراج معادن و ...) بدون نقشه نمی‌توان کاری را پیش برد زیرا بخشی از ذخیره‌های معدنی (کانسارها) علاوه بر اینکه بعلاوه بر بزرگی بطور یکپارچه در معرض دید قرار نمی‌گیرند و در زیر زمین پنهان هستند، تصمیم‌گیری درباره آنها بدون تهیه نقشه غیر ممکن است. بطور کلی هرگونه عملیاتی از قبیل سد سازی، راه‌سازی، اکتشاف و استخراج معادن، انتقال آب، ساختن راه آهن و نظایر آنها باید با نقشه شروع شود و همگام با نقشه پایان یابد. نقشه برداری تنها کار با ابزارهایی مثل تراز یابی، دوربین نقشه برداری، متر و امثال آنها نیست بلکه این ابزارها تنها زاویه و فاصله را اندازه می‌گیرند. بلکه نقشه برداری هندسه عملی است و برای آموزش آن علاوه بر یادگیری کار با وسائل ذکر شده، باید هندسه را بخوبی درک کرد و دانست.

مجموعه عملیات نقشه برداری که جهت احداث راه دسترسی از محل کارگاه معدن تا واحد فراوری انجام می‌شود با استفاده از چه ابزارها و به چه روش انجام می‌شود.

بررسی  
کنید



### برداشت چیست؟

برداشت در عملیات نقشه برداری عبارت است از قرائت فاصله، زاویه، ارتفاع و سایر اطلاعات یک نقطه از روی زمین.

### ترسیم نقشه چگونه انجام می‌شود؟

نقشه براساس اطلاعات برداشت شده از روی زمین و انتقال آنها بر روی کاغذ ترسیم می‌شود.

عملیات نقشه برداری در معدن به ۲ بخش تقسیم می‌شوند:

۱. تراز یابی: برداشت و ترسیم نقشه‌هایی که براساس اختلاف ارتفاع نقاط ترسیم می‌شوند.
۲. زاویه سنجی: برداشت و ترسیم نقشه‌هایی که براساس اختلاف زاویه ترسیم می‌شوند.

## ترازیابی:

**سطح ژئوئید:** عبارت است از سطح متوسط آب دریاهاى آزاد که به صورت یک بیضوی در کل کره زمین در نظر گرفته شده است و ارتفاع نقاط نسبت به آن را ارتفاع مطلق گویند در صورتیکه سطح مبنای دیگری انتخاب شود ارتفاع نقاط نسبت به آن ارتفاع نسبی است.

**نقاط ژئودزی:** نقاطی است که توسط سازمان نقشه برداری کشور با پراکندگی مناسب در سطح کشور علامت گذاری و جانمایی شده است. این نقاط دارای ارتفاع مشخص نسبت به سطح ژئوئید (سطح آبهای آزاد) می باشند.

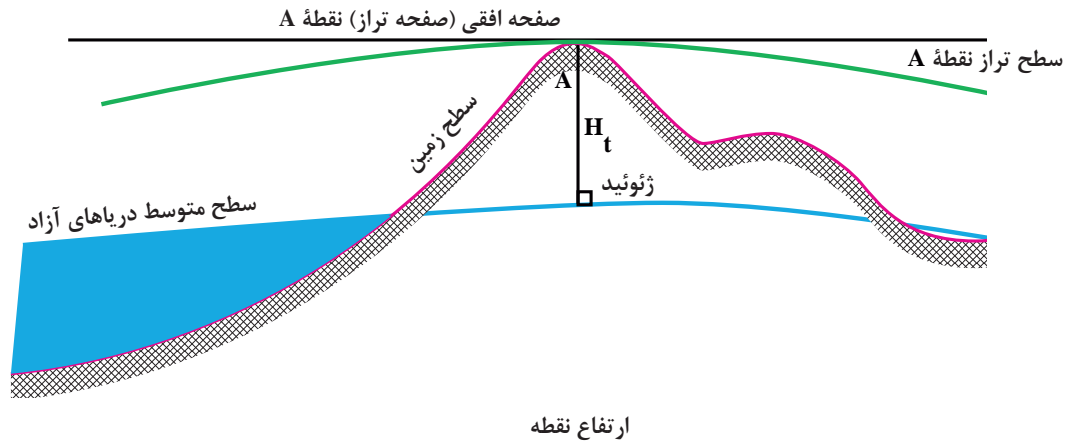


نقطه ژئودزی

**نقاط پنج مارک:** جهت انجام عملیات نقشه برداری در یک محدوده، ایستگاه‌هائی بنام پنج مارک در نظر گرفته می شود که ارتفاعشان با استفاده از نقاط ژئودزی توجیه شده است و سپس از این ایستگاه‌ها جهت نقشه برداری محدوده مورد استفاده می شود.



**ارتفاع نقطه:** برای اندازه گیری ارتفاع نقاط مختلف در داخل محدوده از نقاط پنج مارک استفاده می شود. بدین ترتیب ارتفاع هر نقطه نسبت به ارتفاع سطح مبنا (ژئوئید) مشخص می گردد



### ابزارهای ترازیبی

جهت تعیین ارتفاع نقاط در عملیات نقشه‌برداری ابزارهایی مورد نیاز است که یک نقشه‌بردار می‌بایست این ابزارها را به خوبی بشناسد و نحوه استفاده از آنها را بداند.

۱. **متر:** یکی از مهم‌ترین و ساده‌ترین ابزارهای اندازه‌گیری طول است که برحسب واحد استاندارد متریک (متر، سانتی‌متر و میلی‌متر) و همچنین واحد استاندارد انگلیسی (یارد، فوت و اینچ) مدرج شده است.

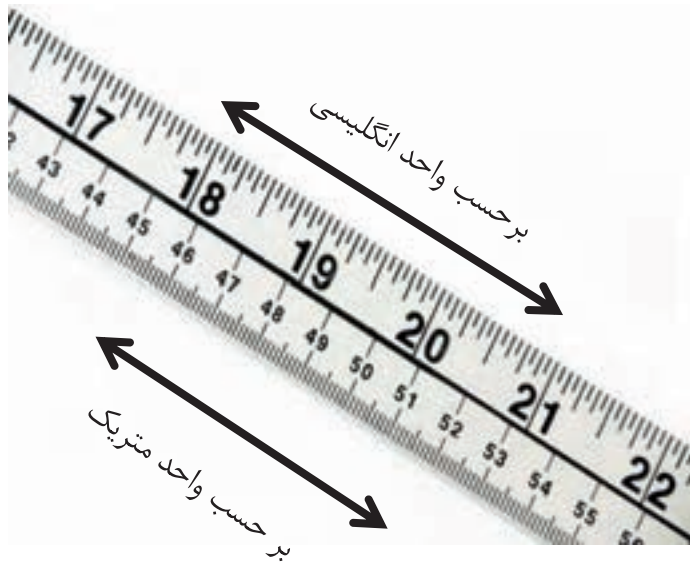
۲. **شاقول:** وزنه‌ایست به شکل مخروط که در سطح قاعده آن حلقه‌ای تعبیه شده است و در صورتی که نخ به این حلقه بسته شود و شاقول آویزان گردد کشیدگی نخ و شاقول امتداد قائم محل را نشان می‌دهد. از این خاصیت در مترکشی استفاده می‌شود.



متر



شاقول



۳. ژالن: میله‌ای است از جنس چوب یا فلز که برای نشان دادن ارتفاع و فاصله نقطه نسبت به دوربین نقشه برداری (مستقر در ایستگاه نقشه برداری) از آن استفاده می‌شود.



ژالن

۴. شاخص یا میر: خط‌کشی است معمولاً به طول ۳، ۴ و یا ۵ متر و به عرض ۶ تا ۱۰ سانتی‌متر و به ضخامت ۱ تا ۲ سانتی‌متر که به سانتی‌متر و به رنگ‌های مختلف مدرج شده است. برای تعیین ارتفاع و فاصله دو نقطه با دوربین نقشه برداری از آن استفاده می‌شود.



شاخص یا میر

ژالن و میر معمولاً دارای یک تراز نبشی شکل هستند. در هنگام استقرار این تجهیزات جهت اندازه‌گیری می‌بایست کاملاً تراز باشند.

توجه



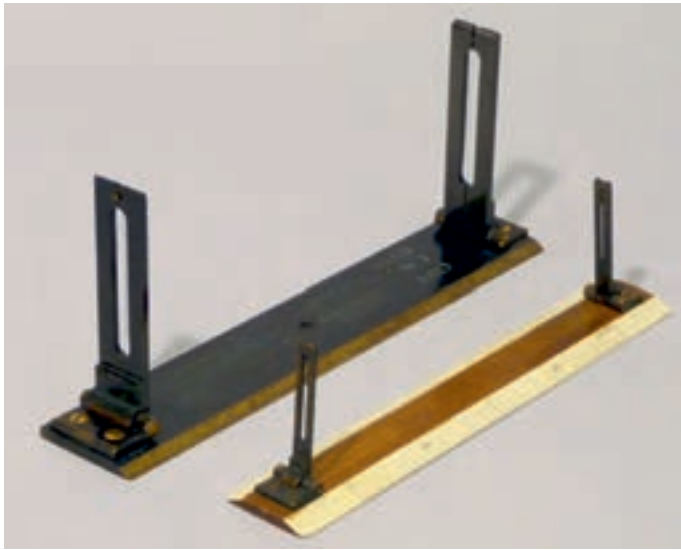
تراز نبشی

تراز بودن ژالن و میر در هنگام اندازه‌گیری نقاط توسط دوربین چه اهمیتی دارد؟

بارش فکری



۵. **آلیداد:** قراول‌روی به معنی نشانه به سمت یک امتداد یا نقطه است و آلیداد ابزاری است که به وسیله آن عمل قراول‌روی انجام می‌شود، از این وسیله جهت تعیین یک امتداد استفاده می‌شود. جهت قراول‌روی به کمک این ابزار از تارهایی که بر روی آن تعبیه شده استفاده می‌گردد.



آلیداد



تار وسط آلیداد جهت قراول روی دقیق

۶. شیب سنج: وسیله ایست که جهت اندازه گیری شیب بین دو نقطه که روی یک سطح شیب دار قرار گرفته اند، استفاده می شود.



کُمپاس (شیب سنج)

۷. دوربین تراز یابی (نیو):

دوربینی است که می تواند تنها در یک صفحه افقی به سمت راست و یا چپ بچرخد و ارتفاع نقاط مختلف را معمولاً به کمک میسر (شاخص) اندازه گیری نماید.





دوربین به وسیله این صفحه بر روی سه پایه نصب می شود.	صفحه استقرار	۱
سه عدد پیچ که به وسیله آنها تنظیمات مربوط به تراز دوربین بر روی سه پایه انجام می شود.	پیچ های تراز دوربین	۲
به کمک این صفحه می توان میزان زاویه چرخش دوربین را به صورت چشمی تعیین نمود.	صفحه مدرج	۳
به کمک این پیچ زاویه افقی دوربین را به آرامی حرکت داده و تعیین می کنند.	پیچ حرکت کند زاویه	۴
نشان دهنده تراز بودن دوربین در محل استقرار است.	تراز کروی	۵
در صورت واضح نبودن تصویر مشاهده شده در دوربین به کمک این پیچ وضوح تصویر تنظیم می شود.	پیچ وضوح تصویر	۶
به کمک این ابزار می توان قبل از اندازه گیری، قراول روی حدودی به سمت ژالون یا میر را انجام داد.	آلیداد دوربین	۷
نقشه بردار می تواند با قرار دادن یکی از چشم های خود در مقابل آن قرائت های لازم را انجام دهد. در داخل عدسی دوربین جهت اندازه گیری دقیق تارهایی به نام تارهای رتیکول قرار داد که به کمک این پیچ می توان تنظیمات لازم بر روی تارهای رتیکول را انجام داد.	عدسی چشمی و پیچ تنظیم تارهای رتیکول	۸
به کمک این عدسی دوربین بزرگنمایی لازم جهت مشاهده و قرائت دقیق اعداد روی میر و اجسام انجام می شود.	عدسی شیئی دوربین	۹
انعکاسی از تراز کروی نشان می دهد تا در میدان دید نقشه بردار قرار گیرد.	آئینه تراز کروی	۱۰

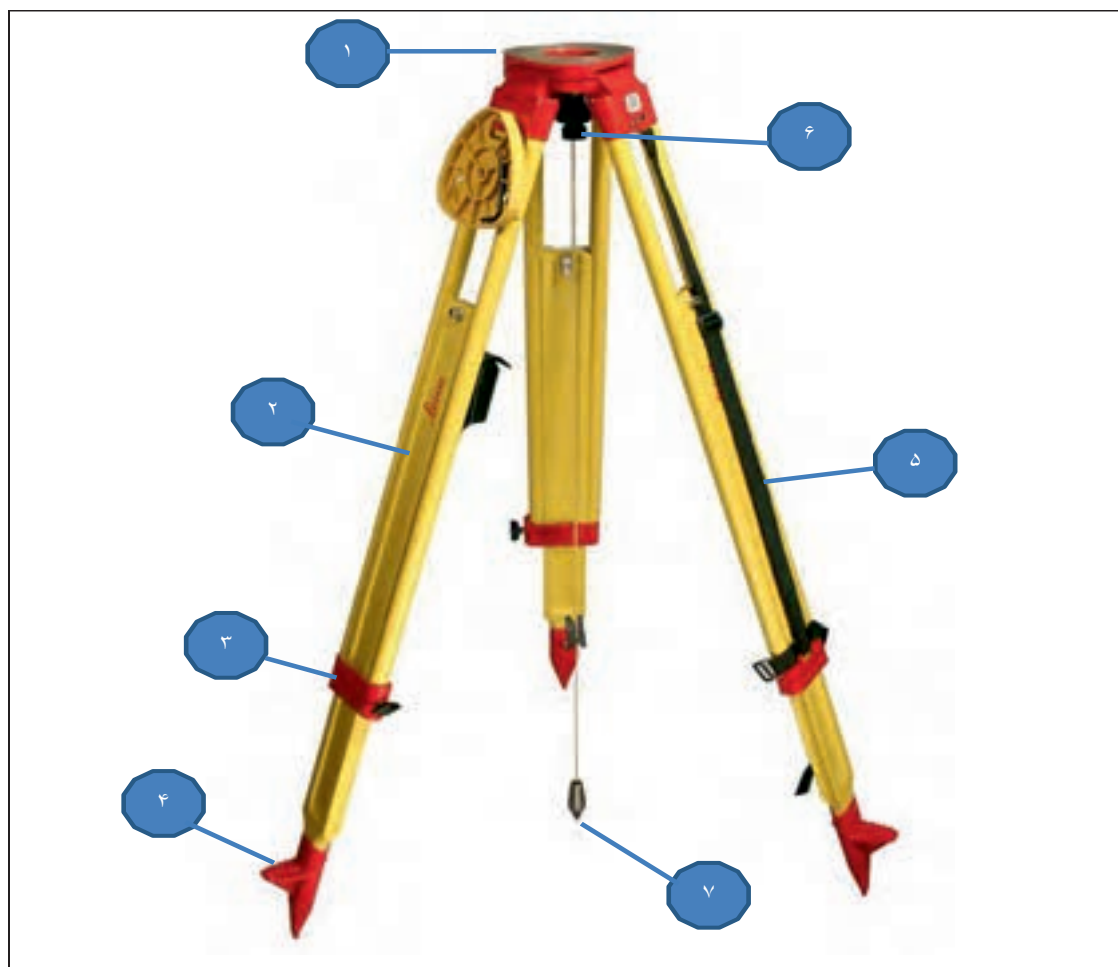
## دوربین‌های تراز یابی

### استقرار دوربین

جهت کار با دوربین می‌بایست ابتدا آنرا بر روی ایستگاه نقشه‌برداری (بنچ مارک) مستقر نمود. اولین مرحله کار مستقر کردن سه پایه دوربین نقشه‌برداری است. تمامی دوربین‌های نقشه‌برداری جهت انجام عملیات نقشه‌برداری می‌بایست بر روی سه پایه نصب شوند. در ادامه سه پایه دوربین نقشه‌برداری و نحوه نصب آن تشریح می‌گردد.

### سه پایه دوربین:

دوربین‌های نقشه‌برداری جهت استقرار بر روی سه پایه قرار می‌گیرند. قسمت‌های مختلف سه پایه در شکل صفحه بعد نشان داده شده است.



۱	صفحه استقرار دوربین	این صفحه نگهدارنده دوربین نقشه برداری است و دوربین به وسیله پیچی که در زیر آن قرار گرفته به دوربین متصل می شود.
۲	پایه های تلسکوپی	این پایه ها ، قابلیت تنظیم ارتفاع به سه پایه را می دهند.
۳	قفل های پایه تلسکوپی دوربین	به کمک این قفل ها پایه های تلسکوپی در محل مورد نظر ثابت می شود.
۴	پدال پایه های دوربین	در قسمت انتهایی، سه پایه دارای قسمت فلزی نوک تیز است که به کمک این پدال ها و با فشار پا در زمین محکم می شود.
۵	بندهای حمل پایه	پس از جمع کردن پایه ها می توان به کمک این بندها سه پایه را حمل کرد.
۶	پیچ اتصال پایه به دوربین	به کمک این پیچ دوربین به پایه متصل و محکم می شود.
۷	شاقول	به کمک امتداد شاقول، مرکز پایه های دوربین دقیقاً بر روی نقطه ایستگاه نقشه برداری قرار می گیرد.

## مراحل استقرار دوربین:

### ۱. طریقه استقرار سه پایه دوربین بر روی ایستگاه نقشه برداری

ابتدا سه پایه را بر روی ایستگاه نقشه برداری مورد نظر، به طور قائم قرار دهید، پیچ‌های تعبیه شده روی آن را باز کرده، اندازه پایه را حدوداً متناسب با قد نقشه بردار تنظیم کرده و مجدداً پیچ‌ها را می‌بندیم. یک پایه را درون زمین محکم کرده و دو پایه دیگر را طوری حرکت می‌دهیم تا نقطه ایستگاهی مورد نظر در مرکز سه پایه قرار گیرد. توجه به نکات زیر در هنگام استقرار سه پایه ضروری است:

الف: صفحه محل قرارگیری دوربین بر روی سه پایه می‌بایست کاملاً تراز و افقی باشد.

ب: ارتفاع سه پایه می‌بایست متناسب با قد نقشه بردار باشد تا مجبور نباشد در هنگام کار با دوربین خم شود زیرا در غیر این صورت باعث خستگی اپراتور دوربین می‌شود.

ج: پایه‌ها می‌بایست کاملاً در زمین محکم باشد، تا در هنگام نقشه برداری جابه‌جا نشود و یا در اثر باد و ... دوربین به زمین نیفتد.

د: نقطه مورد نظر باید دقیقاً در مرکز سه پایه قرار گیرد.



سه پایه دوربین مستقر شده بر روی ایستگاه نقشه برداری

### ۲. استقرار دوربین بر روی سه پایه

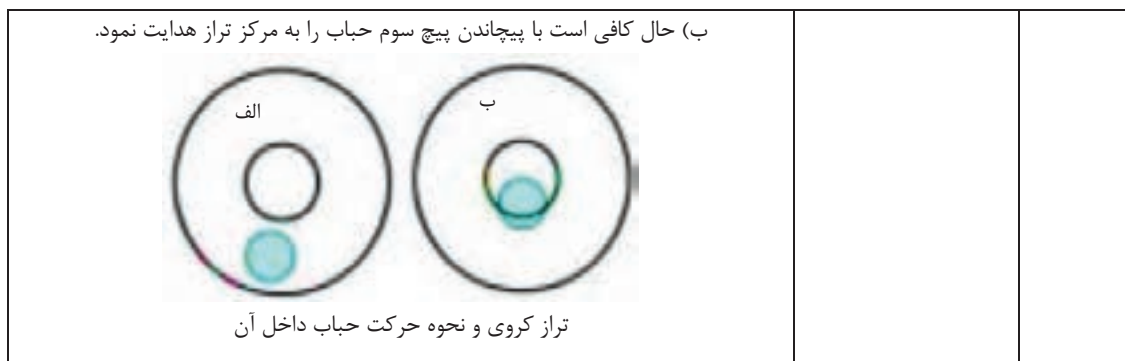
مراحل استقرار دوربین بر روی سه پایه به شرح ذیل است:

الف) دوربین را روی سه پایه قرار داده و با پیچ، سه پایه را به دوربین می‌بندند.

ب) با استفاده از سه پیچ تنظیم حباب تراز کروی را به وسط هدایت می‌کنند.



<p>در مرحله اول می‌بایست دوربین به وسیله این پیچ کاملاً بر روی سه پایه مستقر شده بر روی ایستگاه نقشه برداری مستقر می‌شود</p>	<p>۱ پیچ اتصال سه پایه به دوربین</p>
<p>دوربین باید کاملاً بر روی سطح افقی قرار گیرد. ایزاری که به کمک آن تراز بودن دوربین را اندازه‌گیری می‌کنند، تراز کروی است. براین اساس حساب داخل این تراز می‌بایست دقیقاً در دایره مرکزی قرار گیرد.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>ترازهای کروی</p>	<p>۲ تراز کروی</p>
<p>زمانی که دوربین دقیقاً بر روی سه پایه سوار شده با استفاده از سه پیچ تنظیم، دوربین تراز می‌شود. در این مرحله:</p> <p>الف) دو پیچ از سه پیچ را در دو جهت مخالف (هر دو پیچ به داخل یا به خارج) می‌پیچانند. با این کار حساب تراز کروی را در مقابل پیچ سوم قرار می‌دهند</p>	<p>۳ پیچ‌های تراز دوربین</p>



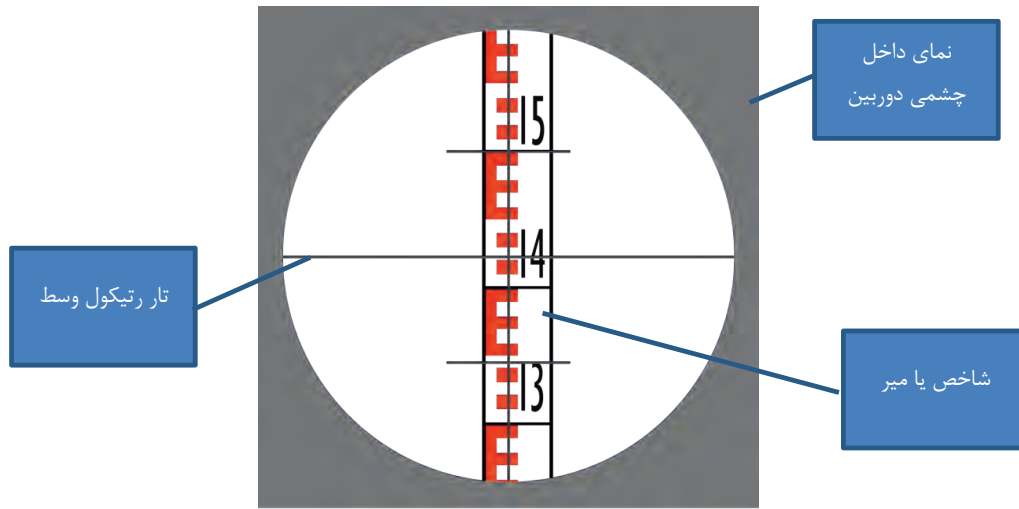
### طرز کار با دوربین تراز یابی :

۱. قرائت ارتفاع: ابزارهای مورد نیاز جهت اندازه گیری ارتفاع نقاط، میر و دوربین تراز یاب (نیوو) هستند. مراحل اجرا بدین شرح است:
  - الف: سه پایه و دوربین بر روی ایستگاه نقشه برداری که دارای دید کافی به محدوده مورد نظر است، قرار می گیرد.
  - ب: ارتفاع دوربین تا سطح زمین با استفاده از متر اندازه گیری می شود.



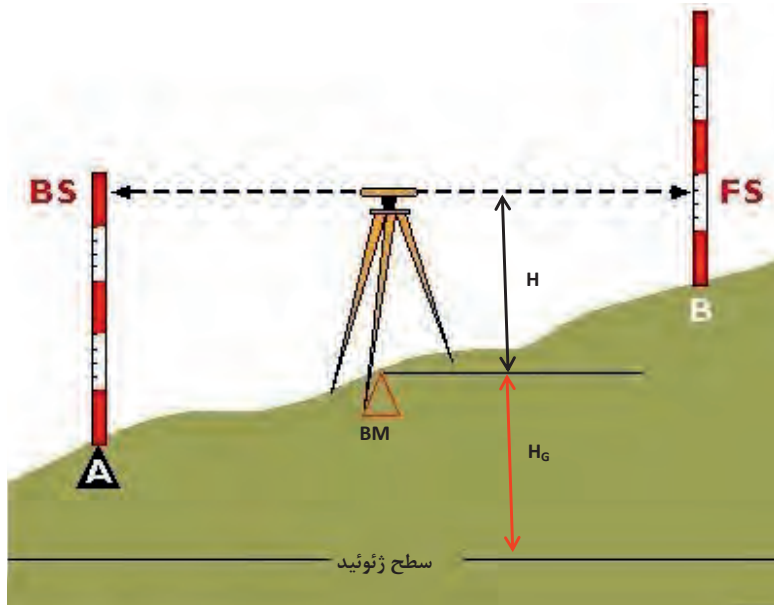
اندازه گیری ارتفاع دوربین تا سطح زمین

- ج: میر بر روی نقاطی که باید ارتفاع آنها قرائت شود، به نوبت قرار می گیرد.
- د: به کمک آلیاد روی دوربین به سمت میر قراول روی می شود.
- ه: نقشه بردار با مشاهده میر از داخل چشمی دوربین و براساس وضعیت قرارگیری تار رتیکول وسط آن مقدار ارتفاع را از روی میر قرائت می کند.



نمای درون چشمی دوربین ترازبایی و تارهای رتیکول آن

و: ارتفاع دوربین از ارتفاع اندازه‌گیری شده بر روی میر در هر نقطه کسر می‌گردد در نتیجه میزان ارتفاع نقاط مختلف بر روی سطح زمین حاصل می‌شود.  
 ز: جهت مشخص شدن ارتفاع واقعی نقاط نیاز است تا ارتفاع نقاط به‌دست آمده از این اندازه‌گیری‌ها با ارتفاع ایستگاه مبنای نقشه‌برداری که دوربین بر روی آن قرار گرفته جمع جبری شود تا ارتفاع واقعی نقاط مشخص گردد.



$H$ : ارتفاع دوربین از ایستگاه نقشه‌برداری (بنچ مارک، BM)

$H_G$ : ارتفاع نقطه بنچ مارک از سطح ژئوئید

BS و FS: ارتفاع قرائت شده نقاط توسط دوربین بر روی میر

### فیلم: نحوه کار با میر و دوربین تراز یابی



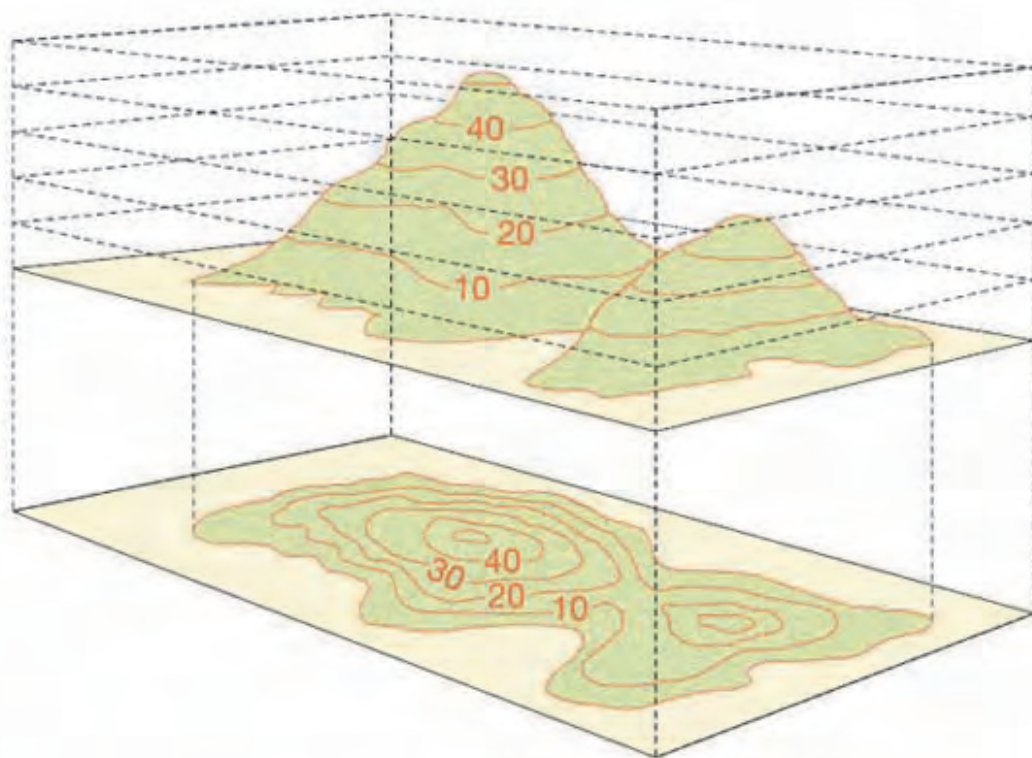
مثال

در صورتی که  $H_G$  برابر با  $1/5$  باشد و ارتفاع دوربین ( $H$ )،  $1$  متر باشد و مقدار ارتفاع خوانده شده بر روی میر قرار گرفته در نقطه  $B$ ،  $70$  سانتی متر باشد، ارتفاع نقطه  $B$  از سطح ژئوئید بدین شکل محاسبه می شود:

ارتفاع نقطه $B$ از سطح زمین	$H - F_s = 1 - 0/7 = 0/3 \text{ m}$
ارتفاع نقطه $B$ از سطح ژئوئید	$H_G + 0/3 = 1/5 + 0/3 = 1/8 \text{ m}$

**سؤال:** در صورتی که ارتفاع قرائت شده  $B_s$ ،  $1/8$  متر باشد ارتفاع نقطه  $A$  از سطح زمین و سطح ژئوئید را محاسبه نمایید.

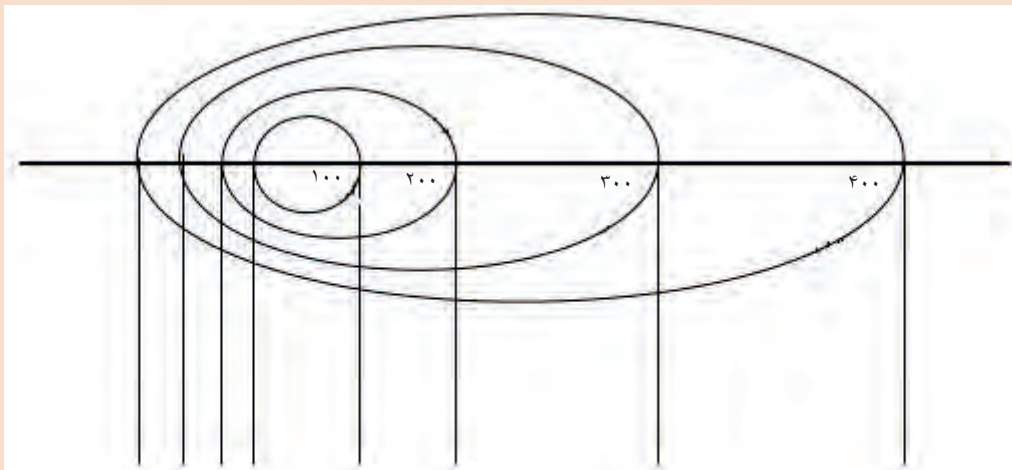
در نهایت پس از برداشت نقاط ارتفاع با پراکندگی مناسب در محدوده مورد نظر می توان نقشه توپوگرافی محدوده را ترسیم نمود. برای این کار نقاط هم ارتفاع را بر روی نقشه به همدیگر وصل نموده و خطوط تراز را ترسیم می کنیم.



نقاط ارتفاعی روی زمین، خطوط تراز و نقشه توپوگرافی حاصل از آن



شکل واقعی خطوط توپوگرافی زیر را رسم کنید:



بارش فکری



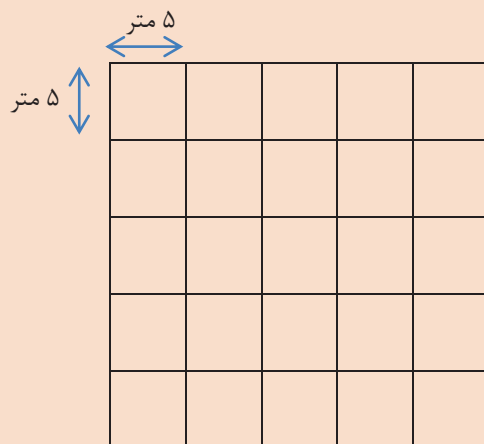


## کار عملی: تعیین اختلاف ارتفاع و سطح مبنا

**کار عملی ۱:** استقرار سه پایه دوربین بر روی یک نقطه مشخص و نصب دوربین بر روی آن  
**شرح فعالیت:**

۱. سه پایه باید بر روی نقطه مورد نظر مستقر شود.
  ۲. پایه‌ها کاملاً در زمین محکم باشد.
  ۳. دوربین با استفاده از پیچ پایه بر روی سه پایه محکم شود.
- با استفاده از پیچ‌های تراز دوربین، و به کمک تراز کروی دوربین را تراز نمایید.

**کار عملی ۲:** در گروه‌های سه نفره عملیات برداشت را بر روی یک شبکه برداشت منظم با فواصل نقاط برداشت ۵ متر و فواصل خطوط برداشت ۵ متر، حداقل برای ۳۰ نقطه با پراکندگی مناسب در محوطه هنرستان خود و به کمک دوربین تراز یابی و میر انجام دهید.



شبکه برداشت ۵×۵ متر

### شرح فعالیت:

۱. نقاط رئوس شبکه با گچ علامت‌گذاری گردد.
  ۲. میر می‌بایست دقیقاً بر روی نقطه مشخص شده و به صورت عمودی قرار گیرد.
  ۳. عملیات برداشت می‌بایست طبق یک شبکه برداشت منظم و با تعداد نقاط برداشت کافی انجام شود تا اختلاف ارتفاع‌های موجود بر روی زمین به خوبی نشان داده شود.
  ۴. مقدار ارتفاع قرائت شده می‌بایست از ارتفاع دوربین کسر گردد.
- سؤال: فرض کنید نقطه BM دارای ارتفاع ۱۵۶۰ متر از سطح ژئودزی است؛ ارتفاع هر یک از نقاط را نسبت به سطح ژئودزی محاسبه نمایید.

**مواد و ابزار:** سه پایه دوربین، میر، دوربین تراز یابی، نوشت افزار، ماشین حساب، گچ.

**نکات ایمنی:** پایه می بایست کاملاً در زمین محکم باشد، دوربین به هیچ وجه خارج از جعبه نباید جابه جا شود، در هنگام نصب دوربین روی سه پایه دقت شود. دوربین با استفاده از پیچ سه پایه کاملاً روی آن محکم شود.

**اخلاق حرفه‌ای:** دقت و امانت داری در نگهداری تجهیزات نقشه برداری، دقت و سرعت عمل در انجام کارها، تمیز کردن و جمع آوری کلیه تجهیزات پس از اتمام کار.

### ارزشیابی مرحله‌ای: تراز یابی

نمره	استاندارد (شاخص ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	استقرار سه پایه روی زمین، نصب دوربین بر روی سه پایه و تراز کردن آن، نحوه کار با میر و ژالن	بالاتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: دوربین تراز یابی، سه پایه، ژالن و میر مواد مصرفی: میخ- رنگ زمان: ۱۰ دقیقه
۲	استقرار سه پایه روی زمین، نصب دوربین بر روی سه پایه و تراز کردن آن	قابل قبول	
۱	استقرار سه پایه دوربین روی زمین و نصب دوربین بر روی آن	ناقص	

## طرز کار با دوربین‌های زاویه‌سنجی

دوربین‌های ترازیبی قابلیت اندازه‌گیری ارتفاع و زوایا در سطح افق و فواصل نقاط را دارند اما دوربین‌های زاویه‌سنجی علاوه بر این قابلیت‌ها، قادرند تغییرات زاویه قائم و اندازه‌گیری شیب را نیز انجام دهند. اندازه‌گیری زوایای افقی و قائم در نقشه‌برداری به طور مستمر انجام می‌شود این اندازه‌گیری‌ها برای تعیین موقعیت نقاط مورد استفاده قرار می‌گیرد. با اندازه‌گیری زوایای افقی (زوایای سمتی) امتدادها را در صفحه افق و با اندازه‌گیری زوایای قائم (زوایای ارتفاعی) امتدادها را در صفحه قائم مشخص می‌کنند. دوربین‌های زاویه‌سنجی (تئودولیت):  
دوربین‌های زاویه‌سنجی دوربین‌هایی هستند که برای اندازه‌گیری زاویه (افقی و قائم) روی زمین به کار می‌روند.



اجزای مختلف دوربین تئودولیت		
ردیف	نام اجزا	شرح
۱	لنز شینی	به کمک این عدسی دوربین بزرگ نمایی لازم جهت مشاهده دقیق ژالون و اجسام انجام می شود.
۲	عدسی چشمی	تنظیم کننده وضوح عدسی چشمی
۳		جداکننده لنز چشمی
۴	پوشش تار رتیکول	
۵	پیچ تنظیم کننده وضوح تار های رتیکول تلسکوپ	به کمک این پیچ تنظیم وضوح لازم تارهای رتیکول تلسکوپ جهت مشاهده اجسام در فواصل مختلف انجام می شود.
۶	مگسک های قراول روی روی تلسکوپ	جهت قراول روی اولیه و پیدا کردن راحت تر آن ها در تلسکوپ دوربین به کار می رود.
۷		
۸	تراز لوبیایی تلسکوپ	جهت تراز کردن دوربین و تلسکوپ به کار می رود.
۹	تراز لوبیایی دوربین	
۱۰	پیچ تنظیم کننده تراز لوبیایی	
۱۱	تراز لوبیایی سمت مقابل	جهت تراز کردن دوربین به کار می رود.
۱۲	پیچ تنظیم کننده تراز لوبیایی	
۱۳	تراز کروی	جهت تراز کردن دوربین بر روی پایه به کار می رود.
۱۴	دکمه قفل کننده تلسکوپ	با استفاده از این دکمه از چرخش دوربین جلوگیری می شود.
۱۵	پیچ تنظیم زاویه قائم تلسکوپ	به کمک این پیچ زاویه قائم تلسکوپ دوربین تنظیم می شود.
۱۶	قفل کن چرخش سریع افقی	به کمک این ابزار می توان به صورت سریع دوربین را در زوایای افقی حرکت داد تا به صورت حدودی بر روی جسم مورد نظر قرار گیرد.
۱۷	قفل کن زاویه سریع افقی	
۱۸	قفل کن چرخش کند افقی	به کمک این ابزار می توان به صورت آهسته دوربین را در زوایای افقی حرکت داد تا به صورت دقیق بر روی جسم مورد نظر قرار گیرد.
۱۹	قفل کن زاویه کند افقی	
۲۰	نمایشگر چرخش افقی	۲ عدد از این اجزا در دوربین وجود دارد و می توان دوربین را تا ۱۸۰ درجه به سمت چپ یا راست چرخاند.
۲۱	پنجره روشنایی برای قرائت در شب	۲ عدد از این اجزا در دوربین وجود دارد که در هنگام کار در شب یا مکان های تاریک از این قسمت استفاده می شود.
۲۲	نمایشگر چرخش قائم	با چرخش این ابزار به چپ و راست می توان تصاویر را با مقیاس مختلف مشاهده نمود.
۲۳	صفحه چرخش افقی	با چرخش این صفحه دوربین در سطح افق به سمت راست و چپ می چرخد
۲۴	شاقول نوری	جهت تراز بودن دوربین بر روی نقطه ایستگاه نقشه برداری استفاده می شود.
۲۵	صفحه تراز	صفحه ای است که دوربین بر روی آن قرار گرفته و در زیر آن پیچ های تراز دوربین قرار دارند.
۲۶	پیچ های تراز دوربین	دوربین دارای ۳ عدد از این پیچ ها می باشد که جهت تراز کردن دوربین بر روی سه پایه استفاده می شود.
۲۷	صفحه پایه دوربین	به کمک این صفحه دوربین بر روی سه پایه قرار می گیرد.
۲۸	کشویی نصب کمپاس	روی این کشویی کمپاس نصب می شود

### طرز کار با دوربین تئودولیت

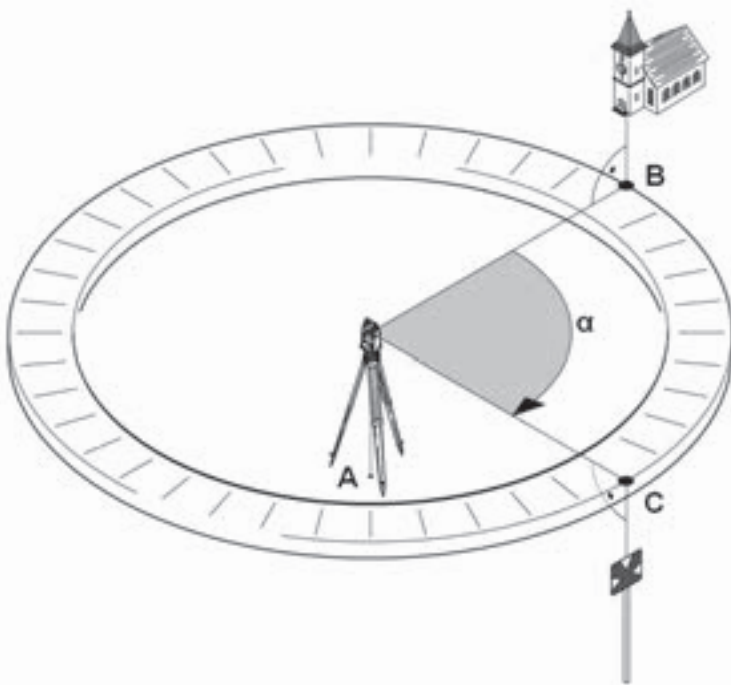
با استفاده از دوربین‌های تئودولیت می‌توان زاویه افقی و قائم، اختلاف ارتفاع و فاصله بین نقاط مختلف را اندازه‌گیری نمود.

پس از استقرار سه پایه بر روی ایستگاه نقشه‌برداری و نصب و تراز دوربین بر روی آن، جهت کار با دوربین تئودولیت و انجام عملیات نقشه‌برداری لازم است تا مراحل زیر به ترتیب انجام شود:

### الف) زاویه‌سنجی

جهت اندازه‌گیری زوایای قائم و افقی در دوربین‌های تئودولیت از نقاله‌هایی با نام لمب افقی و قائم استفاده می‌شود.

#### اندازه‌گیری زاویه افقی



جهت اندازه‌گیری زاویه بین نقاط B و C ابتدا توسط دوربین که در نقطه A قرار گرفته به نقطه B قراول می‌رویم. مقدار زاویه را از روی لمب افقی می‌خوانیم. سپس به نقطه C قراول می‌رویم و مجدداً مقدار زاویه را از روی لمب افقی می‌خواهیم و در نهایت دو زاویه را از هم کم می‌کنیم و زاویه بین دو نقطه ( $\alpha$ ) به دست می‌آید.

- توجه ۱: مقدار زوایای لمب افقی در جهت عقربه‌های ساعت افزایش و در خلاف آن کاهش می‌یابند.
- توجه ۲: این عملیات می‌تواند توسط دوربین تراز یاب (نیوو) هم انجام شود.

اندازه گیری زاویه قائم	
	<p>مقدار زاویه قائم با حرکت تلسکوپ روی دوربین تئودولیت به سمت بالا و پایین (حرکت در صفحه قائم) اندازه گیری می شود.</p>
<p><b>توجه ۱:</b> مقدار زوایا لمب قائم در جهت عقربه های ساعت افزایش و در خلاف آن کاهش می یابند.</p> <p><b>توجه ۲:</b> این عملیات تنها می تواند توسط دوربین تئودولیت انجام شود.</p>	
	<p><b>لمب قائم دوربین تئودولیت:</b></p> <p>شاخص نزدیک به هر یک از اعداد بزرگ باشد همان عدد به عنوان زاویه اصلی قرائت می شود و مقادیر اعشار آن از روی درجه بندی کوچک تر (ورنیه) اندازه گیری می شود. بدین ترتیب مقدار زاویه قائم نشان داده شده در تصویر مقابل نود و شش درجه و شش دقیقه و نیم ثانیه می باشد.</p>
	<p><b>لمب افقی دوربین تئودولیت:</b></p> <p>مقدار زاویه افقی نشان داده شده در لمب افقی مقابل ۲۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه و ۴ ثانیه می باشد.</p>

**ب) فاصله سنجی:**

۱. قراول روی: برای آن که با دوربین مستقر در یک ایستگاه نقشه برداری به سمت یک نقطه قراول رویم دوربین را به سمت نقطه می چرخانیم و به کمک مگسک های قراول روی به سمت نقطه نشانه روی می کنیم. در این حالت نقطه مورد نظر از داخل دوربین نیز قابل رؤیت خواهد بود.
۲. پیچ تنظیم تصویر: برای اینکه تصویر به طور واضح در داخل دوربین دیده شود از پیچ تنظیم کننده وضوح تصویر استفاده می شود.
۳. قفل کن چرخش کُند افقی، به کمک این ابزار که در دو طرف دوربین قرار دارد دوربین دقیقاً بر روی نقطه مورد نظر قرار می گیرد.
۴. تارهای رتیکول: به کمک پیچ تنظیم کننده وضوح تارهای رتیکول تلسکوپ، تارها را واضح و روشن کرده و دقیقاً بر روی جسم مورد نظر قرار می دهیم تا قرائت دقیق انجام گیرد.



تارهای رتیکول داخل دوربین نقشه برداری

۵. اندازه گیری فاصله:

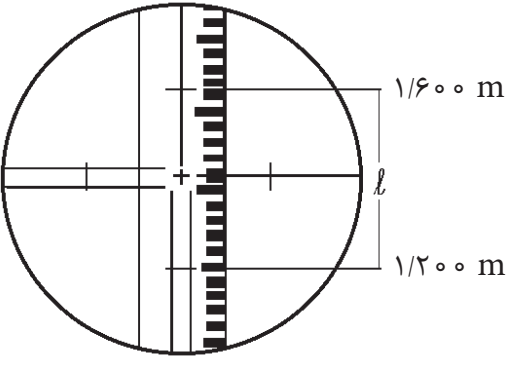
- جهت اندازه گیری فاصله میر را بر روی نقطه مورد نظر به طور قائم قرار می دهیم، سپس با استفاده از دوربین به میر قراول روی می کنیم و از تارهای رتیکول دستگاه جهت اندازه گیری فاصله استفاده می شود، به این روش استادیمتری می گویند.
- الف) تار رتیکول وسط بر روی عدد ارتفاع دوربین قرار می گیرد.
- ب) مقادیر مربوط به تارهای رتیکول بالا و پایین بر روی میر را قرائت می کنند.
- ج) محاسبه طول افقی و مایل بدین شرح انجام می شود:

فاصله مایل	$L = 100 \times (\text{تار پایین} - \text{تار بالا})$
فاصله افقی	$D.H = L \times \cos \alpha$
	$L =$ فاصله مایل $D.H =$ فاصله افقی زاویه قائم دوربین $\alpha = 90^\circ$

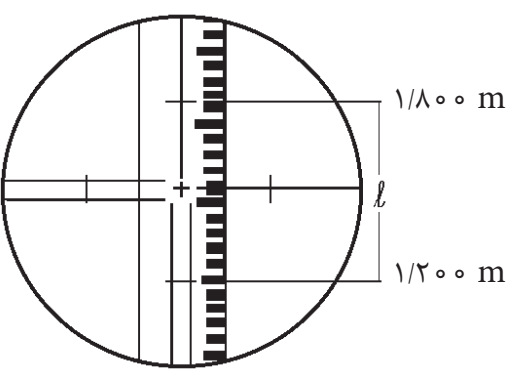


مثال

در صورتی که مقدار زاویه قائم دوربین ۳۰ درجه باشد. مقدار فاصله افقی و مایل را برای شکل زیر محاسبه نمایید.

	فاصله مایل	$L = 100 \times (1/600 - 1/200) = 40 \text{ m}$
	فاصله افقی	$D.H = L \times \cos^2 \alpha = \frac{L}{2} \times \cot\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $D.H = \frac{40}{2} \times \cot\left(\frac{90 - 30}{2}\right) = 34 \text{ m}$
		فاصله مایل = ۴۰ m فاصله افقی = ۳۴ m

سؤال: در صورتی که مقدار زاویه قائم دوربین ۴۵ درجه باشد. مقدار فاصله افقی و مایل را برای شکل زیر محاسبه نمایید.

	فاصله مایل	$L = 100 \times (\text{تار پایین} - \text{تار بالا})$
	فاصله افقی	$D.H = L \times \cos^2 \alpha$ $D.H = \frac{L}{2} \times \cot\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
		فاصله مایل = L فاصله افقی = D.H زاویه قائم دوربین = ۹۰ - α

ترازبایی و تعیین ارتفاع نقاط مختلف در یک محدوده به کمک دوربین تئودولیت چگونه اجرا می شود.

بارش فکری



پژوهش کنید



**فیلم: کار با دوربین تئودولیت (استقرار، اندازه گیری فاصله و زاویه)**

امروزه یکی از دوربین های نقشه برداری که بسیار مورد استفاده قرار می گیرد دوربین های توتال استیشن<sup>۱</sup> می باشند. در گروه های سه نفره در مورد این دوربین ها، قسمت های مختلف آنها و طرز کار آنها و فناوری های به کار رفته در آنها تحقیق نمایید و نتایج را در کلاس ارائه نمایید.



دوربین توتال استیشن

### کار عملی: تعیین فاصله و زاویه سنجی نقاط بوسیله دوربین نقشه برداری:

فعالیت  
کارگاهی



**کار عملی ۱:** در گروه‌های سه نفره عملیات برداشت فواصل تمام گوشه‌های محوطه حیاط هنرستان خود را به کمک دوربین تئودولیت و میر اندازه‌گیری نمایید.

#### شرح فعالیت:

- ۱- سه پایه دوربین در ایستگاه نقشه برداری که دارای دید کافی به حداکثر نقاط داشته باشد مستقر شود.
- ۲- دوربین روی سه پایه مستقر و تراز گردد.
- ۳- میر می‌بایست به صورت عمودی در نقاط مورد نظر قرار گیرد.
- ۴- مقدار ارتفاع تار وسط دوربین بر روی میر باید دقیقاً با ارتفاع دوربین تا سطح زمین یکسان باشد.
- ۵- مقادیر تار بالا، پایین و وسط قرائت و در جدول مربوطه یادداشت گردد.

**مواد و ابزار:** سه پایه دوربین، میر و ژالن، دوربین تئودولیت، نوشت افزار، ماشین حساب.

**نکات ایمنی:** پایه می‌بایست کاملاً در زمین محکم باشد، دوربین به هیچ وجه خارج از جعبه نباید جابجا شود، در هنگام نصب دوربین روی سه پایه دقت شود. دوربین با استفاده از پیچ سه پایه کاملاً روی آن محکم شود. **اخلاق حرفه‌ای:** دقت و امانت‌داری در نگهداری تجهیزات نقشه برداری، دقت و سرعت عمل در انجام کارها، تمیز کردن و جمع‌آوری کلیه تجهیزات پس از اتمام کار.

**کار عملی ۲:** در گروه‌های سه نفره عملیات برداشت زوایای بین دوربین با گوشه‌ها و عوارض موجود در محوطه حیاط هنرستان خود را به کمک دوربین تئودولیت اندازه‌گیری نمایید.

### شرح فعالیت:

- ۱- سه پایه دوربین در ایستگاه نقشه‌برداری که دارای دید کافی به حداکثر نقاط داشته باشد مستقر شود.
  - ۲- دوربین روی سه پایه مستقر و تراز گردد.
  - ۳- مرکز تارهای رتیکول دوربین را دقیقاً روی نقطه اول که ژالن بر روی آن قرار دارد، منطبق کرده و زوایای آن را قرائت و یادداشت می‌گردد.
  - ۴- حال دوربین را چرخانده و به نقطه دوم قراول روی می‌کنیم. زاویه جدید را از روی لمبها قرائت و یادداشت می‌کنیم.
- چرخش دوربین را ادامه می‌دهیم تا تمامی زوایای نقاط قرائت شود.

**مواد و ابزار:** سه پایه دوربین، میر و ژالون، دوربین تئودولیت، نوشت افزار، ماشین حساب  
**نکات ایمنی:** سه پایه می‌بایست کاملاً در زمین محکم باشد، دوربین به هیچ وجه خارج از جعبه نباید جابه‌جا شود، در هنگام نصب دوربین روی سه پایه دقت شود. دوربین با استفاده از پیچ سه پایه کاملاً روی آن محکم شود.

**اخلاق حرفه‌ای:** دقت و امانت داری در نگهداری تجهیزات نقشه‌برداری، دقت و سرعت عمل در انجام کارها، تمیز کردن و جمع‌آوری کلیه تجهیزات پس از اتمام کار

### ارزشیابی مرحله ای: برداشت

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	قرائت مختصات نقاط - بدست آوردن فواصل نقاط - زاویه سنجی نقاط با دقت ۹۰٪	بالاتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: انواع دوربین
۲	قرائت مختصات نقاط - بدست آوردن فواصل نقاط - زاویه سنجی نقاط با دقت ۸۰٪	قابل قبول	نقشه‌برداری مواد مصرفی: نوشت افزار
۱	قرائت مختصات نقاط - بدست آوردن فواصل نقاط - زاویه سنجی نقاط با دقت کمتر از ۸۰٪	ناقص	زمان: ۶۰ دقیقه






## ترسیم نقشه

برداشت‌های انجام شده توسط دوربین‌های تراز یابی (نیوو) و زاویه‌سنجی (تئودولیت) با هدف ترسیم ۲ نوع نقشه انجام می‌شود:

۱- پلان: تصویری است افقی (دید از بالا) که براساس اطلاعات حاصل از عملیات برداشت زاویه و فاصله رسم می‌شود، در پلان موقعیت قرار گیری محدوده و عوارض مختلف موجود در آن را با مقیاسی مشخص نشان می‌دهد.



بر روی پلان بالا

علائم	توضیحات
	محدوده معدن
	راه‌های داخل معدن و مسیر حرکت ماشین‌ها در آنها
	ابنیه (انبار، دفتر، تعمیرگاه‌ها و ...)
	و دپوی مواد معدنی
	پله‌های معدن
و سایر عوارض داخل محدوده معدن نمایش داده شده است.	

۲- **توپوگرافی:** نقشه‌ای است که براساس اطلاعات حاصل از عملیات تراز یابی ترسیم می‌شود. این نقشه دارای خطوطی است با نام منحنی تراز (خطوط تراز) که هر یک ارتفاع ثابتی دارند و با مقیاسی مشخص رسم می‌شوند.



نمونه‌ای از یک نقشه توپوگرافی

- ۱- خطوط پر رنگ تر رسم شده در نقشه توپوگرافی را منحنی تراز اصلی و خطوط کم‌رنگ تر را منحنی‌های تراز فرعی گویند.
- ۲- منحنی‌های تراز اصلی و فرعی دارای فواصل ارتفاعی ثابت از یکدیگر هستند.
- ۳- منحنی‌های تراز اصلی فواصل ارتفاعی بزرگ تر را نشان می‌دهند (مثلاً ۲۰۰ متر در شکل بالا) و مقدار ارتفاع بر روی آنها ثبت می‌شود.
- ۴- منحنی‌های تراز فرعی مابین دو منحنی تراز اصلی رسم می‌شوند و فواصل ارتفاعی کمتر (مثلاً ۴۰ متر در شکل بالا) را نشان می‌دهند.
- ۵- منحنی‌های تراز هیچ گاه همدیگر را قطع نمی‌کنند و معمولاً به صورت دایره بسته ترسیم می‌شوند.

توجه



- ۱- چرا منحنی‌های تراز نبایستی همدیگر را قطع کنند و معمولاً به صورت دایره بسته ترسیم می‌شوند؟
- ۲- نزدیک شدن منحنی‌های تراز به همدیگر و افزایش تراکم آنها چه چیزی را نشان می‌دهد؟

بارش فکری



### ترسیم نقشه:

پلان: جهت ترسیم پلان بر روی کاغذ می‌توان از ابزارهای نقشه‌کشی مانند خط‌کش، نقاله، گونیا و ... استفاده و موقعیت و زوایای نقاط برداشت شده را با مقیاس مشخص بر روی کاغذ پیاده نمود. اما امروزه دیگر کمتر از روش‌های دستی جهت ترسیم نقشه استفاده می‌شود به طوری که اطلاعات را جهت ترسیم پلان به نرم‌افزارهایی از جمله اتوکد و GIS وارد می‌کنند و نقشه‌ها را به صورت دیجیتال رسم می‌کنند.

توپوگرافی: جهت ترسیم نقشه توپوگرافی نقاط ارتفاعی برداشت شده را بر طبق یک شبکه منظم به وسیله دوربین ترازیابی و بر اساس طول و عرض نقاط بر روی کاغذ علامت‌گذاری کرده و مقدار ارتفاع آن را در کنار هر نقطه می‌نویسند. سپس با توجه به اطلاعات به دست آمده خطوط تراز را ترسیم می‌کنند. امروزه نقشه‌های توپوگرافی را با استفاده از نرم‌افزارهایی مانند Surfer, AutoCAD و GIS رسم می‌کنند.

فیلم: نقشه‌های توپوگرافی و نحوه ترسیم آنها



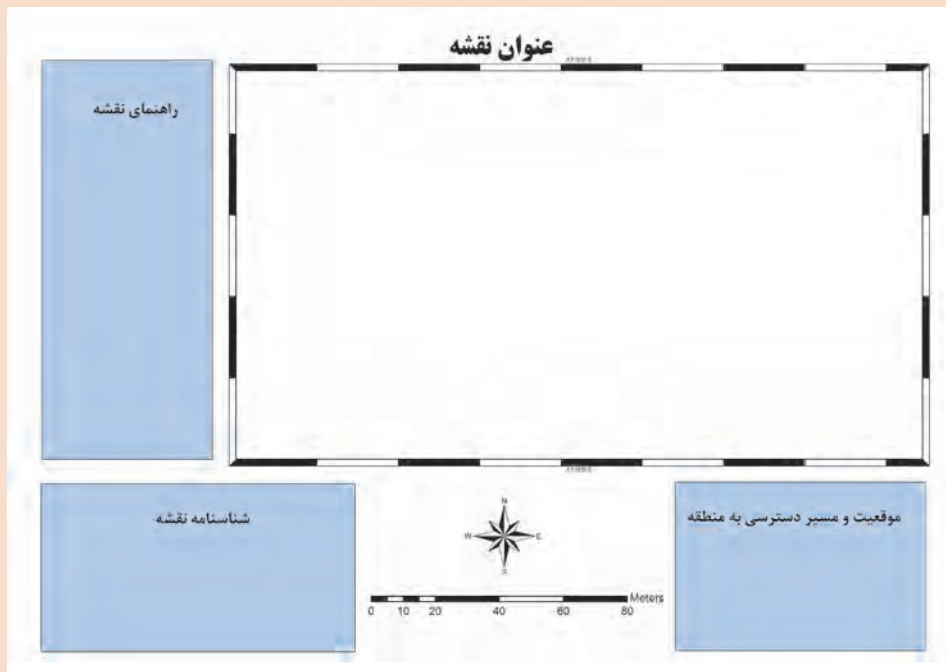


### کار عملی: پیاده کردن عوارض زمین بر روی نقشه و ترسیم نقشه توپوگرافی

**کار عملی ۱:** در گروه‌های سه نفره داده‌های به دست آمده از عملیات برداشت زوایا و فواصل حیاط مدرسه خود را که در تمرین‌های قبلی انجام شد، با مقیاس  $1:20$  و یا  $1:10$  بر روی کاغذ ترسیم نمایید.

**شرح فعالیت:** (در صورتی که با نرم‌افزارهای AutoCAD و یا GIS آشنایی دارید می‌توانید از آنها استفاده نمایید.)

- ۱- از فرمت نقشه ارائه شده در شکل زیر استفاده نمایید.
- ۲- محل استقرار دوربین را در نقطه مطلوبی روی کاغذ مشخص کنید.
- ۳- با استفاده از خط کش و نقاله فواصل و زوایای قرائت شده با دوربین بر اساس مقیاس بر روی کاغذ ترسیم نمایید.
- ۴- یک راهنما برای نقشه خود ترسیم کنید که در آن علائم عوارض مختلف نقشه معرفی شده باشد.
- ۵- نقشه می‌بایست دارای عنوان باشد.
- ۶- نقشه باید دارای مقیاس عددی و خطی باشد.
- ۷- نقشه باید دارای جهت امتداد شمال باشد.
- ۸- نقشه باید دارای محور مختصات باشد.
- ۹- نقشه باید دارای شناسنامه‌ای باشد که بر روی آن نام نقشه، برداشت کننده نقشه، ترسیم کننده نقشه، تاریخ تهیه و ... مشخص شده باشد.



**مواد و ابزار:** کاغذ و قلم، مداد، خط‌کش، نقاله و گونیا، ماشین حساب.

**کار عملی ۲:** در گروه‌های سه نفره داده‌های بدست آمده از عملیات تراز یابی در حیاط مدرسه خود را با مقیاس ۱:۲۰ و یا ۱:۱۰ بر روی کاغذ ترسیم نمایید.

**شرح فعالیت:** (در صورتی که با نرم افزارهای AutoCAD, Surfer و ... آشنایی دارید می‌توانید از آنها استفاده نمایید.)

۱- شبکه برداشت نقاط ارتفاعی را طبق مختصات و مقیاس برداشت شده از حیاط مدرسه بر روی کاغذ ترسیم نمایید.

۲- در کنار هر نقطه از شبکه برداشت ارتفاع آن را یادداشت کنید.

۳- منحنی تراز اصلی را با استفاده از درون‌یابی فواصل نقاط و میزان ارتفاع بر روی نقشه ترسیم کنید.

۴- چهار منحنی تراز فرعی را در بین هر یک از منحنی‌های تراز اصلی ترسیم نمایید.

۵- نقشه توپوگرافی نیز مانند نقشه قبلی باید دارای مختصات، سمت شمال، عنوان و ... باشد.

**مواد و ابزار:** کاغذ و قلم، مداد، خط کش، نقاله و گونیا، ماشین حساب.

**نکات ایمنی:**

**اخلاق حرفه‌ای:** دقت و سرعت عمل در ترسیم نقشه

#### ارزشیابی مرحله‌ای: ترسیم نقشه

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	پایاده کردن فواصل، زوایا و شبکه برداشت تراز یابی بر روی کاغذ، ترسیم پلان و نقشه توپوگرافی با دقت ۹۰٪	بالاتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: خط کش، گونیا و نقاله مواد مصرفی: نوشت افزار - کاغذ نقشه
۲	پایاده کردن فواصل، زوایا و شبکه برداشت تراز یابی بر روی کاغذ، ترسیم پلان و نقشه توپوگرافی با دقت ۸۰٪	قابل قبول	زمان: ۵۰ دقیقه
۱	پایاده کردن فواصل، زوایا و شبکه برداشت تراز یابی بر روی کاغذ	نادرست	

#### ارزشیابی شایستگی‌های غیر فنی و ایمنی و بهداشت و توجهات زیست محیطی

نمره	روش نمره دهی	نتایج ممکن	شرایط عملکرد
۳	-	-	مکان: هنرستان
۲	دقت- صحت- مسئولیت پذیری - محاسبات فنی و ریاضی	قابل قبول	تجهیزات: خط کش، گونیا و نقاله مواد مصرفی: نوشت افزار - کاغذ نقشه
۱	عدم توجه به موارد فوق	ناقص	زمان: ۵۰ دقیقه



### ارزشیابی شایستگی انطباق محدوده بر روی نقشه

#### شرح کار:

- ۱- برداشت مختصات نقاط محدوده معدن بوسیله دوربین نقشه برداری در محدوده تا مساحت یک هکتار
- ۲- پیاده سازی و ترسیم مختصات بدست آمده بر روی نقشه با مقیاس

#### استاندارد عملکرد:

انجام عملیات انطباق محدوده بر روی نقشه یا استفاده از جغرافیای منطقه - محاسبات فنی و ریاضی و ترسیم نقشه طبق استاندارد با دقت ۹۵٪

#### شاخص ها:

- ۱- انتخاب دستگاه مینا
- ۲- تراز کردن دوربین نقشه برداری
- ۳- قرائت طول - عرض - ارتفاع نقاط
- ۴- پیاده سازی نقاط قرائت شده روی نقشه

#### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

فضای کار: محدوده معدن

تجهیزات: نقشه زمین شناسی - لوازم نقشه کشی - ماشین حساب - دوربین نقشه برداری و متعلقات

مواد مصرفی: نوشت افزار

زمان: ۱۲۰ دقیقه

#### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	ترازیابی	۱	
۲	برداشت	۲	
۳	ترسیم نقشه	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۲	
	موارد ایمنی، دقت - صحت - مسئولیت پذیری - محاسبات فنی و ریاضی.		
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

