فصل ۱

عملیات نقشه‌برداری

نقشه‌برداری از یک طرف به علم هندسه ارتباط پیدا می‌کند و از سوی دیگر به ابزارهایی مربوط است که فاصله و زاویه را اندازه‌گیری می‌کند. عملیات نقشه‌برداری از جمله فعالیت‌هایی است که علاوه بر معدن در بسیاری از زمینه‌های فنی و مهندسی از جمله راه‌سازی، شهرسازی، سد سازی و ... به عنوان علم پایه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین افرادی که دارای آشنایی با این دانش و مهارت هستند دارای بازار کار گسترده و کاربردی می‌باشند.

واحد یادگیری ۱

انطباق محدوده بر روی نقشه

مقدمه

در این مبحث به بررسی نحوه استفاده از ابزارهای نقشه‌برداری جهت برداشت نقاط مختلف یک محدوده از روی زمین و پیاده‌سازی آن بر روی نقشه پرداخته شده است. نحوه کار با دوربین‌های ترازیابی و زاویه‌سنجی از مهمترین ابزارهایی است که در این درس معرفی و طرز کار آنها بیان می‌گردد.

استاندارد عملکرد

انجام عمل انطباق محدوده برروی نقشه با استفاده از دور بین نقشه‌برداری، محاسبات فنی و ریاضی و ترسیم نقشه طبق استاندارد. مراحل انجام این کار عبارتند از : ترازیابی- برداشت وترسیم نقشه می‌باشد.

پیش‌نیاز و یادآوری

فصل دوم کتاب سال دهم، ایمنی، جاده‌سازی و خدمات در معدن با عنوان احداث راه‌های دسترسی معدن

دوربین‌های ترازیابی در نقشه‌برداری

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.

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

اهمیت نقشه‌برداری 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، آتشباری واستخراج معادن و ...) بدون نقشه نمی‌توان کاری را پیش برد زیرا بخشی از ذخیره‌های معدنی (کانسارها) علاوه بر اینکه بعلت 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.

نقشه‌برداری تنها کار با ابزارهایی مثل تراز یابی، دوربین نقشه‌برداری، متر و امثال آنها نیست بلکه این ابزارها تنها زاویه و فاصله را اندازه می‌گیرند. بلکه نقشه‌برداری هندسه عملی است و برای آموزش آن علاوه بر یادگیری کار با وسائل ذکر شده، باید هندسه را بخوبی درک کرد و دانست.

بررسی کنید

مجموعه عملیات نقشه‌برداری 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.

برداشت چیست؟

برداشت در عملیات نقشه‌برداری عبارت است ازقرائت فاصله، زاویه، ارتفاع و سایر اطلاعات یک نقطه از روی زمین.

ترسیم نقشه چگونه انجام می شود؟

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

عملیات نقشه‌برداری در معدن به ۲ بخش تقسیم می‌شوند:

۱. ترازیابی: برداشت و ترسیم نقشه‌هایی که براساس اختلاف ارتفاع نقاط ترسیم می‌شوند.

۲. زاویه‌سنجی: برداشت و ترسیم نقشه‌هایی که براساس اختلاف زاویه ترسیم می‌شوند.

ترازیابی:

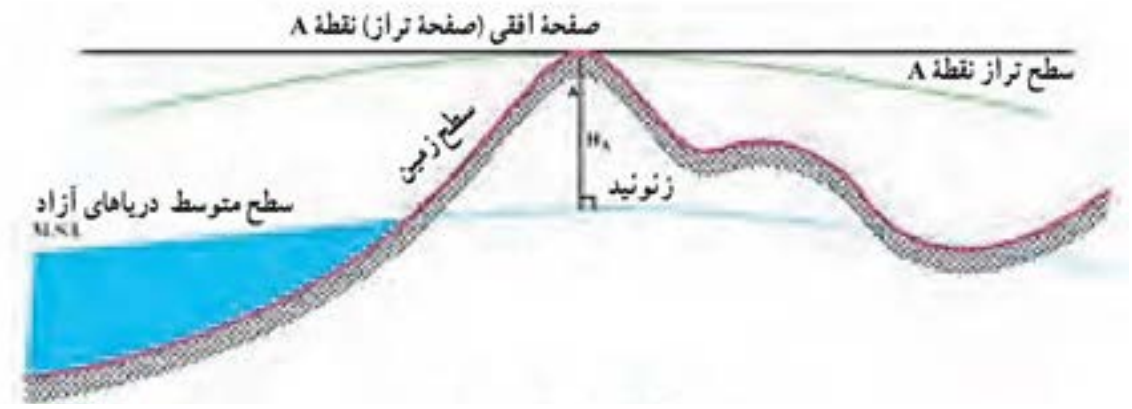
سطح ژئوئید: عبارت است از سطح متوسط آب دریاهای آزاد که به صورت یک بیضوی در کل کره زمین در نظر گرفته شده است و ارتفاع نقاط نسبت به آن‌را ارتفاع مطلق گویند در صورتیکه سطح مبنای دیگری انتخاب شود ارتفاع نقاط نسبت به آن ارتفاع نسبی است.

نقاط ژئودزی: نقاطی است که توسط سازمان نقشه‌برداری کشور با پراکندگی مناسب در سطح کشور علامت‌گذاری و جانمایی شده است. این نقاط دارای ارتفاع مشخص نسبت به سطح ژئوئید (سطح آبهای آزاد)می‌باشند.

نقطه ژئودزی

نقاط بنچ‌مارک: جهت انجام عملیات نقشه‌برداری در یک محدوده، ایستگاه‌هائی بنام بنچ‌مارک در نظر گرفته می‌شود که ارتفاعشان با استفاده از نقاط ژئودزی توجیه شده است و سپس از این ایستگاه‌ها جهت نقشه‌برداری محدوده مورداستفاده می‌شود.

ارتفاع نقطه: برای اندازه‌گیری ارتفاع نقاط مختلف در داخل محدوده از نقاط بنچ‌مارک استفاده می‌شود. بدین ترتیب ارتفاع هر نقطه نسبت به ارتفاع سطح مبنا (ژئوئید) مشخص می‌گردد



ارتفاع نقطه

ابزارهای ترازیابی

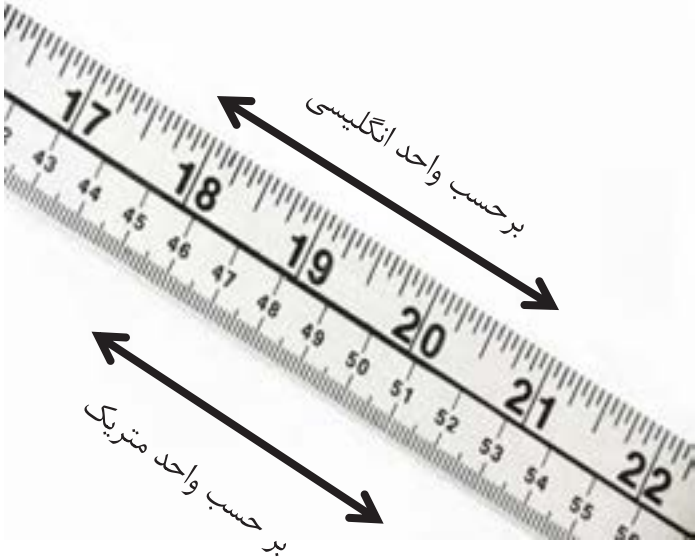
جهت تعیین ارتفاع نقاط در عملیات نقشه‌برداری ابزارهایی مورد نیاز است که یک نقشه‌بردار می‌بایست این ابزارها را به خوبی بشناسد و نحوه استفاده از آنها را بداند.

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 نخی 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.

شاقول

متر



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

شاخص یا میر

توجه

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

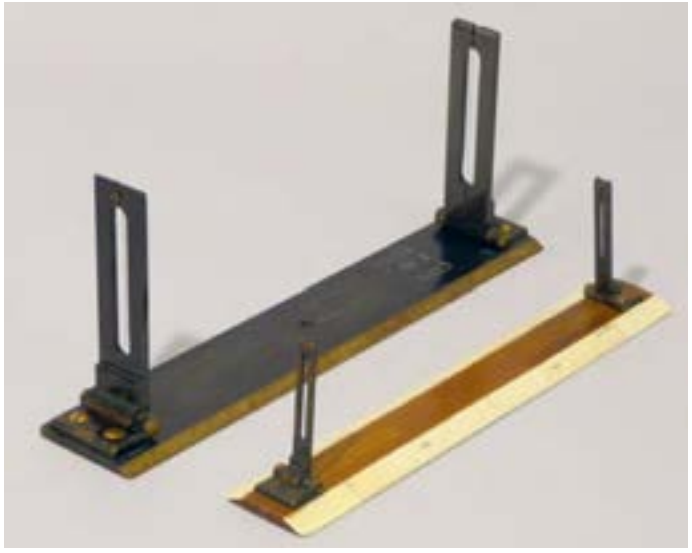
تراز نبشی

بارش فکری

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

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.

تار وسط آلیداد جهت قراول روی دقیق



آلیداد

۶..شیب سنج: وسیله‌ایست که جهت اندازه‌گیری شیب بین دو نقطه که روی یک سطح شیبدار قرار گرفته‌اند، استفاده می‌شود.

کُمپاس (شیب‌سنج)

۷. دوربین ترازیابی (نیو):

دوربینی است که می‌تواند تنها در یک صفحه افقی به سمت راست و یا چپ بچرخد و ارتفاع نقاط مختلف را معمولاً به کمک میر (شاخص) اندازه‌گیری نماید.

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

دوربین‌های ترازیابی

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 سه‌پایه نصب شوند. در ادامه سه‌پایه دوربین نقشه‌برداری و نحوه نصب آن تشریح می‌گردد.

سه‌پایه دوربین:

دوربین‌های نقشه‌برداری جهت استقرار بر روی سه‌پایه 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 دقیقا بر روی نقطه ایستگاه نقشه برداری قرار می گیرد.

مراحل استقرار دوربین:

۱. طریقه استقرار سه پایه دوربین بر روی ایستگاه نقشه‌برداری

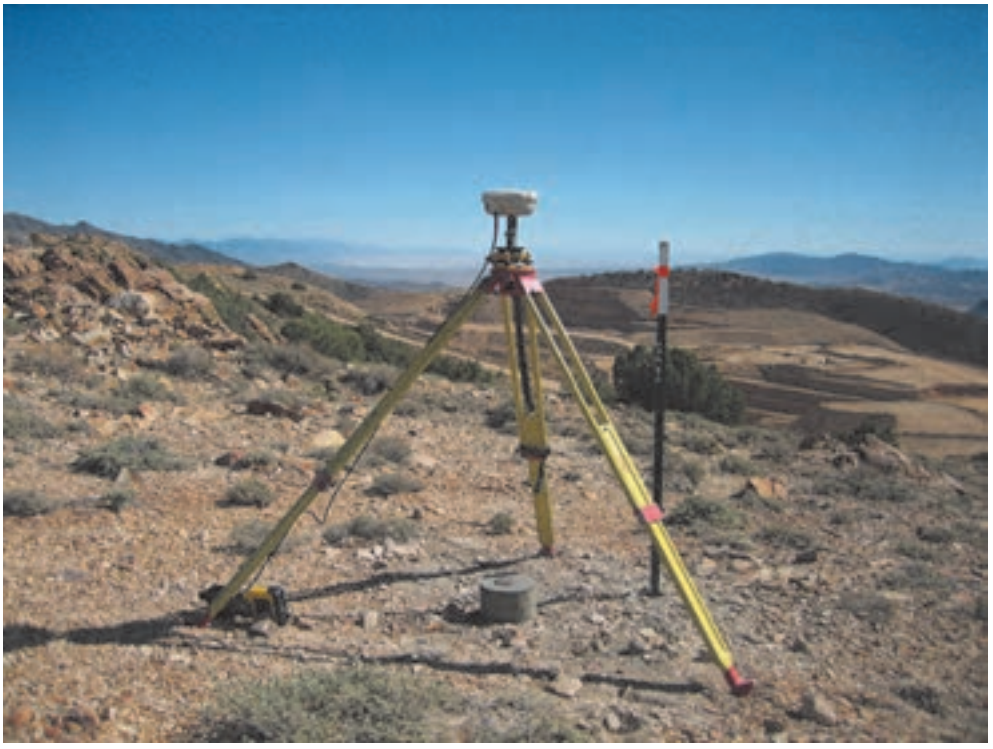
ابتدا سه‌پایه را بر روی ایستگاه نقشه‌برداری مورد نظر، به طور قائم قرار دهید، پیچ‌های تعبیه‌شده روی آن را باز کرده، اندازه پایه را حدوداً متناسب با قد نقشه‌بردار تنظیم کرده و مجدداً پیچ‌ها را می‌بندیم. یک پایه را درون زمین محکم کرده و دو پایه دیگر را طوری حرکت می‌دهیم تا نقطه ایستگاهی مورد نظر در مرکز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

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

ب: ارتفاع سه‌پایه می‌بایست متناسب با قد نقشه‌بردار 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 نقشه‌برداری جابه‌جا نشود و یا در اثر باد و ... دوربین به زمین نیفتد.

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



سه‌پایه دوربین مستقر شده بر روی ایستگاه نقشه‌برداری

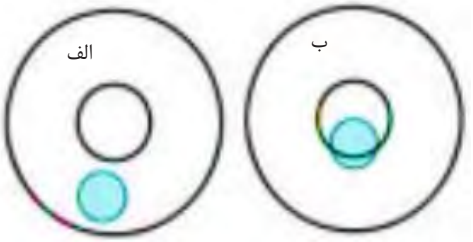
۲. استقرار دوربین بر روی سه‌پایه

مراحل استقرار دوربین بر روی سه‌پایه به شرح ذیل است:

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

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

۱	پیچ اتصال سه پایه به دوربین	در مرحله اول می بایست دوربین به وسیله این پیچ کاملا بر روی سه پایه مستقر شده بر روی ایستگاه نقشه برداری مستقر می شود
۲	تراز کروی	دوربین باید کاملا بروری سطح افقی قرار گیرد. ابزاری که به کمک آن تراز بودن دوربین را اندازه گیری می کنند، تراز کروی است. براین اساس حباب داخل این تراز می بایست دقیقا در دایره مرکزی قرار گیرد. ترازهای کروی
۳	پیچ های تراز دوربین	زمانی که دوربین دقیقا بر روی سه پایه سوار شده با استفاده از سه پیچ تنظیم، دوربین تراز می شود. در این مرحله: الف) دو پیچ از سه پیچ را در دو جهت مخالف (هر دو پیچ به داخل یا به خارج) می پیچانند. با این کار حباب تراز کروی را در مقابل پیچ سوم قرار می دهند

		ب) حال کافی است با پیچاندن پیچ سوم حباب را به مرکز تراز هدایت نمود.  تراز کروی و نحوه حرکت حباب داخل آن

طرز کار با دوربین ترازیابی :

۱. قرائت ارتفاع: ابزارهای مورد نیاز جهت اندازه‌گیری ارتفاع نقاط، میر و دوربین ترازیاب (نیوو) هستند. مراحل اجرا بدین شرح است:

الف: سه‌پایه و دوربین بر روی ایستگاه نقشه‌برداری که دارای دید کافی به محدوده مورد نظر است، قرار می‌گیرد.

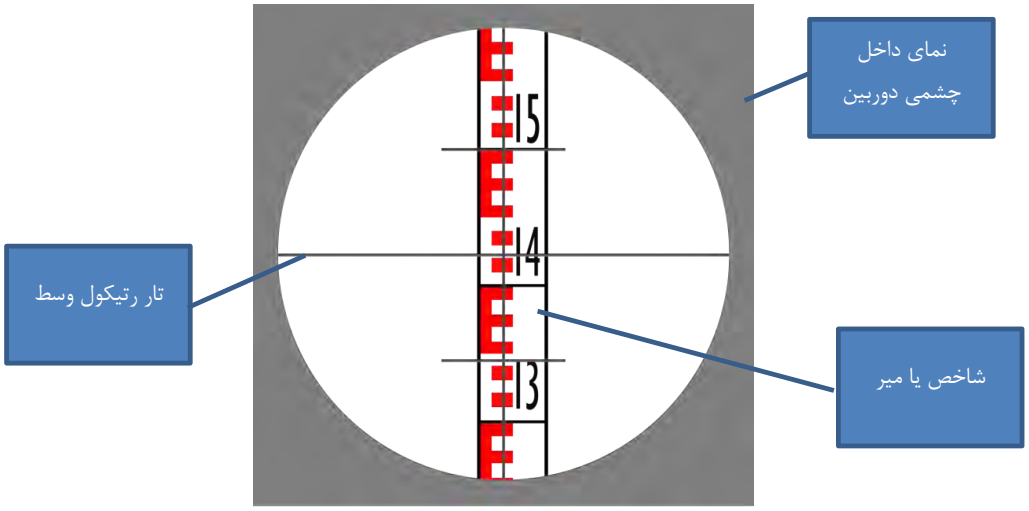
ب: ارتفاع دوربین تا سطح زمین با استفاده از متر اندازه‌گیری می‌شود.

اندازه‌گیری ارتفاع دوربین تا سطح زمین

ج: میر بر روی نقاطی که باید ارتفاع آنها قرائت شود، به نوبت قرار می‌گیرد.

د: به کمک آلیداد روی دوربین به سمت میر قراول روی می‌شود.

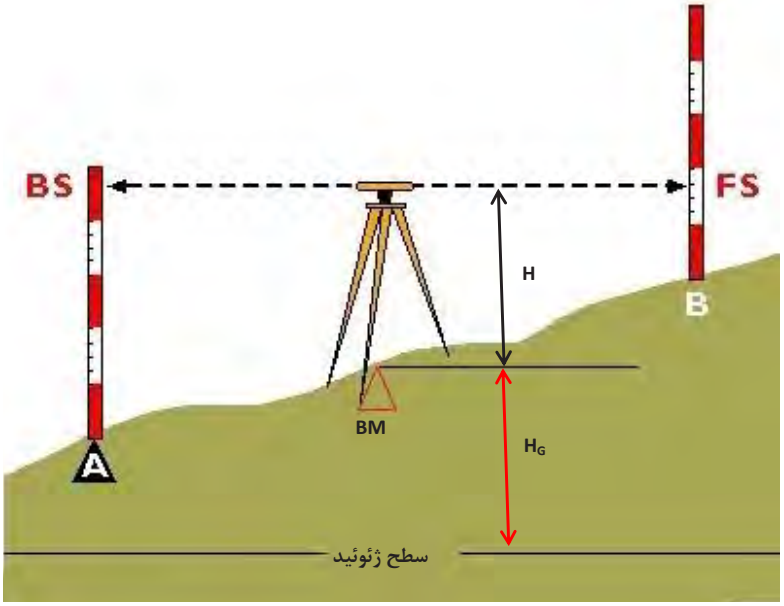
ه: نقشه‌بردار با مشاهده میر از داخل چشمی دوربین و براسا س وضعیت قرارگیری تار رتیکول وسط آن مقدار ارتفاع را از روی میر قرائت می‌کند.



نمای درون چشمی دوربین ترازیابی 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 اندازه‌گیری ها 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

Fs و Bs: ارتفاع قرائت شده نقاط توسط دوربین بر روی میر

فیلم: نحوه کار با میر و دوربین ترازیابی

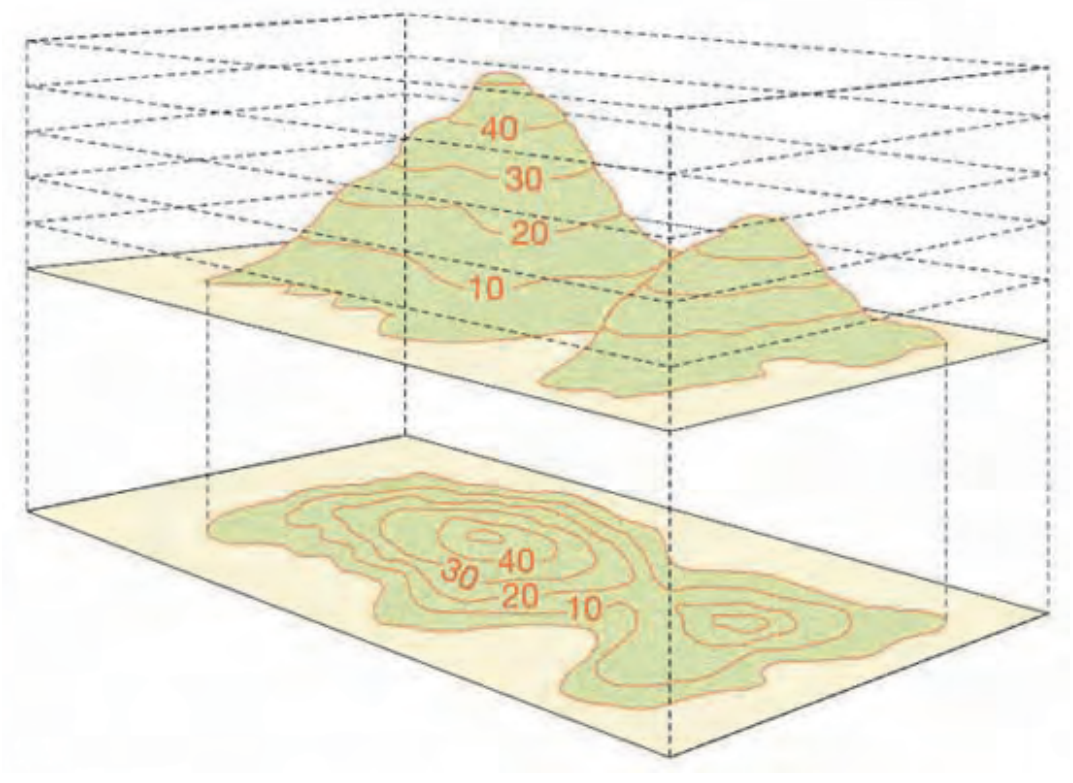
مثال

در صورتی که H_G برابر با ۱/۵ باشد و ارتفاع دوربین (H)، ۱ متر باشد و مقدار ارتفاع خوانده شده بر روی میر قرار گرفته در نقطه B، ۷۰ سانتی‌متر باشد، ارتفاع نقطه B از سطح ژئوئید بدین شکل محاسبه می‌شود:

ارتفاع نقطه B از سطح زمین	$H - Fs = ۱ - ۰/۷ = ۰/۳$ m
ارتفاع نقطه B از سطح ژئوئید	$H_G + ۰/۳ = ۱/۵ + ۰/۳ = ۱/۸$ m

سؤال: در صورتی‌که ارتفاع قرائت شده Bs، ۱/۸ متر باشد ارتفاع نقطه A از سطح زمین و سطح ژئوئید را محاسبه نمایید.

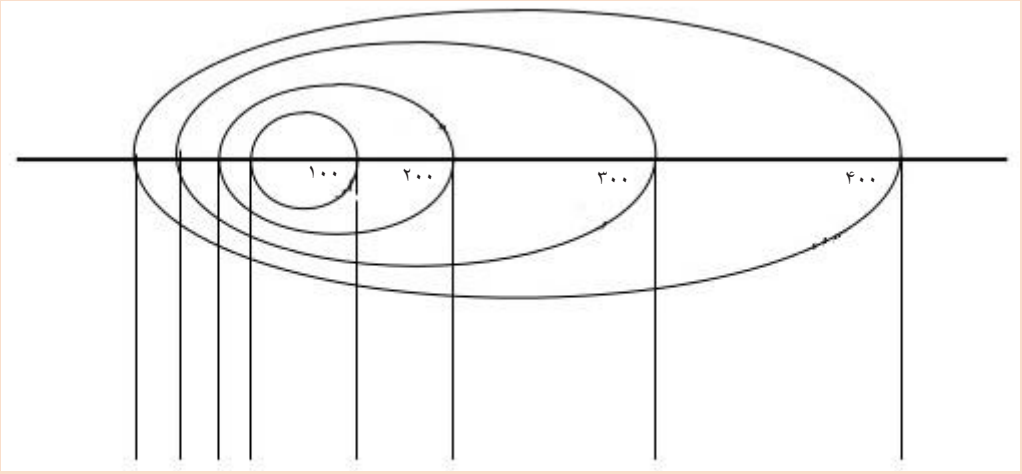
در نهایت پس از برداشت نقاط ارتفاع با پراکندگی مناسب در محدوده مورد نظر می‌توان نقشه توپوگرافی محدوده را ترسیم نمود. برای این کار نقاط هم‌ارتفاع را بر روی نقشه به همدیگر وصل نموده و خطوط تراز را ترسیم می‌کنیم.



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

بارش فکری

شکل واقعی خطوط توپوگرافی زیر را رسم کنید:



فعالیت کارگاهی

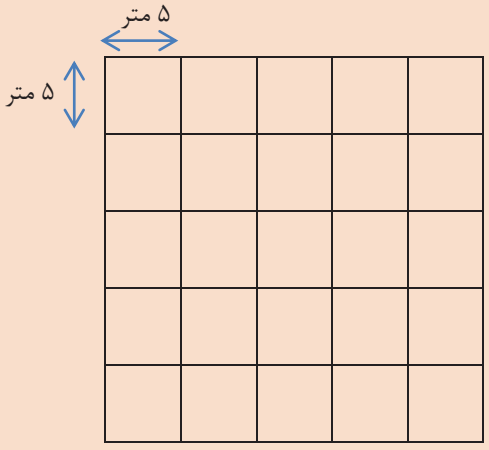
کار عملی: تعیین اختلاف ارتفاع و سطح مبنا

کار عملی۱: استقرار سه‌پایه دوربین بر روی یک نقطه مشخص و نصب دوربین بر روی آن

شرح فعالیت:

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

کار عملی۲: در گروه‌های سه‌نفره عملیات برداشت را بر روی یک شبکهٔ 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 ترازیابی 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 به‌خوبی 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: سه‌پایه دوربین، میر، دوربین ترازیابی، نوشت‌افزار، ماشین حساب، گچ.

نکات ایمنی: پایه می‌بایست کاملاً در زمین محکم باشد، دوربین به هیچ‌وجه خارج از جعبه نباید جابه‌جا شود، در هنگام نصب دوربین روی سه پایه دقت شود. دوربین با استفاده از پیچ سه‌پایه کاملاً روی آن محکم شود.

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

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

طرز کار با دوربین‌های زاویه سنجی

دوربین‌های ترازیابی قابلیت اندازه‌گیری ارتفاع و زوایا در سطح افق و فواصل نقاط را دارند اما دوربین‌های زاویه‌سنجی علاوه بر این قابلیت‌ها، قادرند تغییرات زاویهٔ 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 صفحهٔ افق و با اندازه‌گیری زوایای قائم (زوایای ارتفاعی) امتدادها را در صفحهٔ قائم مشخص می‌کنند.

دوربین‌های زاویه‌سنجی (تئودولیت):

دوربین‌های زاویه‌سنجی دوربین‌هایی هستند که برای اندازه‌گیری زاویه (افقی و قائم) روی زمین به‌کار می‌روند.

اجزای مختلف دوربین تئودولیت		
ردیف	نام اجزا	شرح
۱	لنز شیئی	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 کُند 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 کُند افقی	
۲۰	نمایشگر چرخش افقی	۲ عدد از این اجزا در دوربین و جود 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 می‌چرخد
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 می‌شود

طرز کار با دوربین تئودولیت

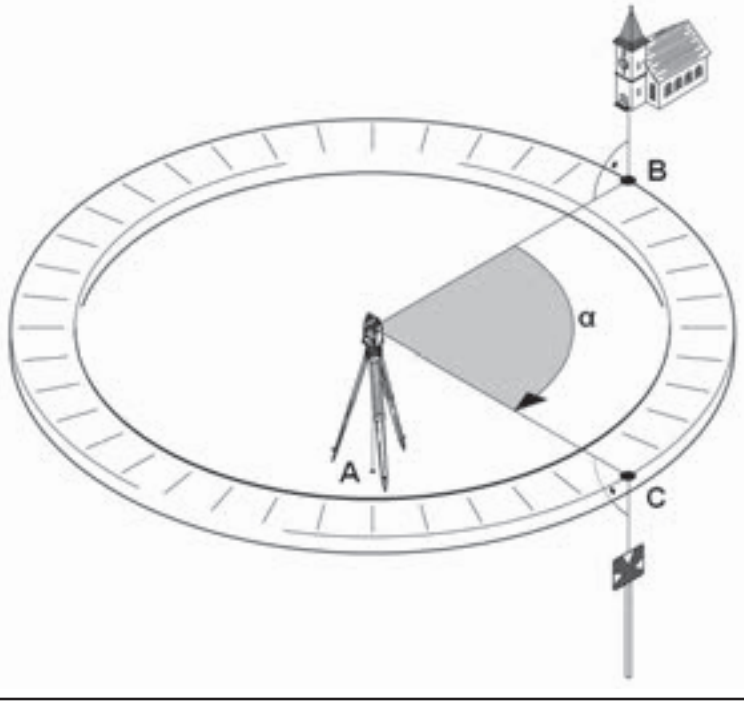
با استفاده از دوربین‌های تئودولیت می‌توان زاویه افقی و قائم، اختلاف ارتفاع و فاصله بین نقاط مختلف را اندازه‌گیری نمود.

پس از استقرار سه‌پایه 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



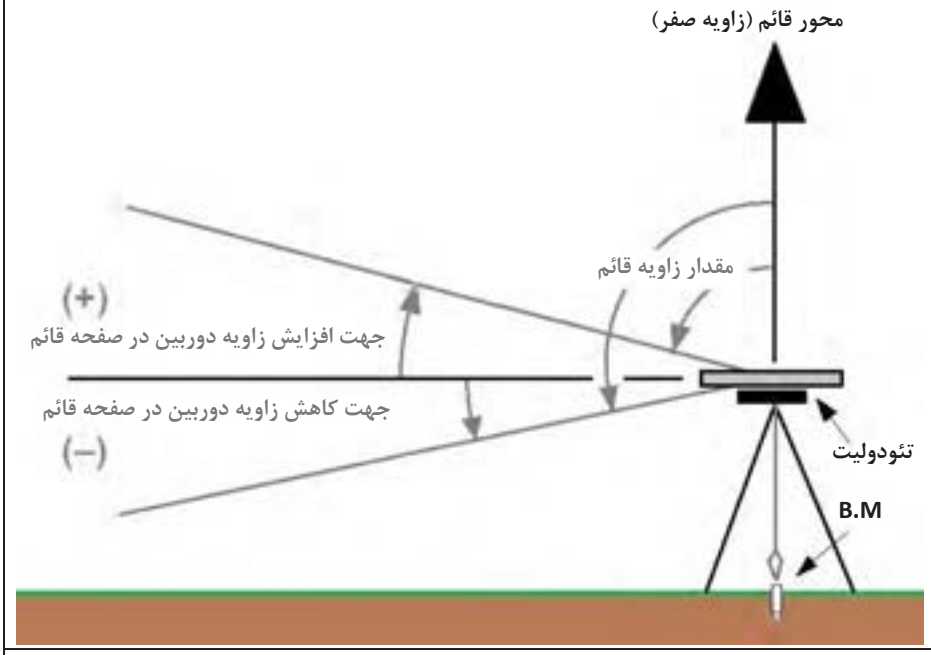
جهت اندازه‌گیری زاویه بین نقاط B و C ابتدا توسط دوربین که در نقطه A قرار گرفته به نقطه B قراول می‌رویم. مقدار زاویه را از روی لمب افقی می‌خوانیم. سپس به نقطهٔ C قراول می‌رویم و مجدداً مقدار زاویه را از روی لمب افقی می‌خواهیم و در نهایت دو زاویه را از هم کم می‌کنیم و زاویهٔ بین دو نقطه (α) به‌دست می‌آید.

توجه۱: مقدار زوایای لمب افقی در جهت عقربه‌های ساعت افزایش و در خلاف آن کاهش می‌یابند.

توجه۲: این عملیات می‌تواند توسط دوربین ترازیاب (نیوو) هم انجام شود.

اندازه گیری زاویه قائم

مقدار زاویه قائم با حرکت تلسکوپ روی دوربین تئودولیت به سمت بالا و پایین (حرکت در صفحه قائم) اندازه گیری می شود.



توجه۱: مقدار زوایا لمب قائم در جهت عقربه های ساعت افزایش و در خلاف آن کاهش می یابند.

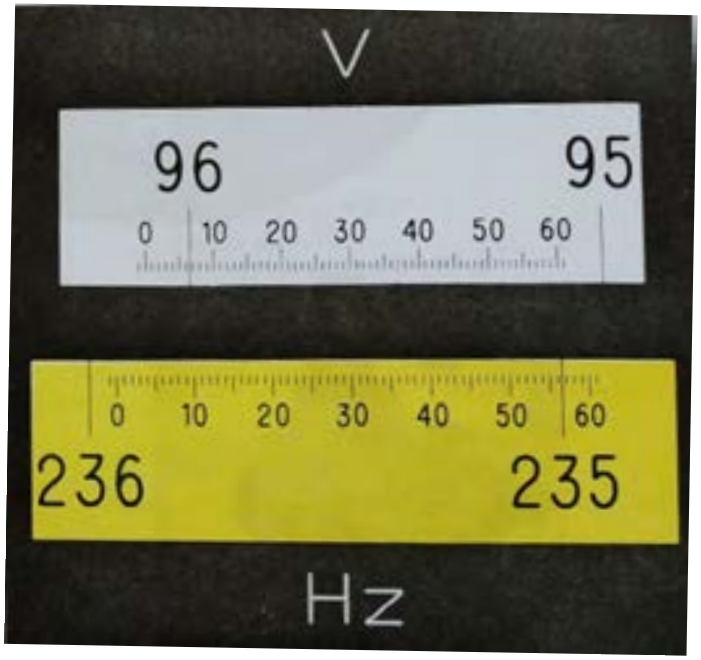
توجه۲: این عملیات تنها می تواند توسط دوربین تئودولیت انجام شود.

لمب قائم دوربین تئودولیت:

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.

لمب افقی دوربین تئودولیت:

مقدار زاویه افقی نشان داده شده در لمب افقی مقابل ۲۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه و ۴ ثانیه می باشد.



ب) فاصله‌سنجی:

۱. قراول‌روی: برای آن که با دوربین مستقر در یک ایستگاه نقشه‌برداری به سمت یک نقطه قراول رویم دوربین را به سمت نقطه می‌چرخانیم و به کمک مگسک‌های قراول‌روی به سمت نقطه نشانه‌روی می‌کنیم. 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 تنظیم‌کننده وضوح تصویر استفاده می‌شود.

۳. قفل‌کن چرخش کُند افقی، به کمک این ابزار که در دو طرف دوربین قرار دارد دوربین دقیقاً بر روی نقطه مورد نظر قرار می‌گیرد.

۴. تارهای رتیکول: به کمک پیچ تنظیم‌کننده وضوح تارهای رتیکول تلسکوپ، تارها را واضح و روشن کرده و دقیقاً بر روی جسم مورد نظر قرار می‌دهیم تا قرائت دقیق انجام گیرد.

تارهای رتیکول داخل دوربین نقشه‌برداری

۵. اندازه‌گیری فاصله:

جهت اندازه‌گیری فاصله میر را بر روی نقطه مورد نظر به طور قائم قرار می‌دهیم، سپس با استفاده از دوربین به میر قراول‌روی می‌کنیم و از تارهای رتیکول دستگاه جهت اندازه‌گیری فاصله استفاده می‌شود، به این روش استادیمتری می‌گویند.

الف) تار رتیکول وسط بر روی عدد ارتفاع دوربین قرار می‌گیرد.

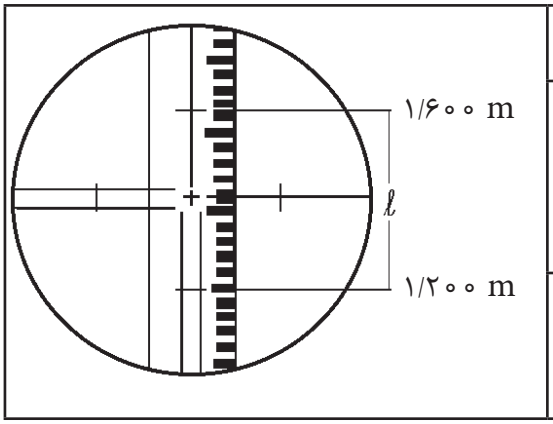
ب) مقادیر مربوط به تارهای رتیکول بالا و پایین بر روی میر را قرائت می‌کنند.

ج) محاسبه طول افقی و مایل بدین شرح انجام می‌شود:

فاصله مایل	L=۱۰۰ × (تار پایین - تار بالا)
فاصله افقی	$D.H=L\times Cos^{۲}\alpha$
	L= فاصله مایل D.H= فاصله افقی α =۹۰- زاویه قائم دوربین

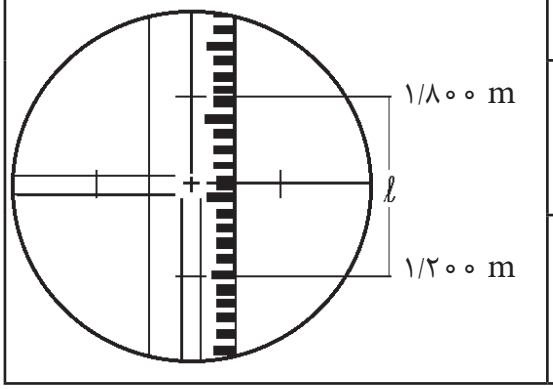
مثال

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



فاصله مایل	$L = ۱۰۰ \times (۱/۶۰۰ - ۱/۲۰۰) = ۴۰ m$
فاصله افقی	$D.H = L \times \cos^{۲}\alpha = \frac{L}{۲} \times \cot(\frac{\alpha}{۲})$ $D.H = \frac{۴۰}{۲} \times \cot(\frac{۹۰ - ۳۰}{۲}) = ۳۴ m$
	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=۱۰۰ × (تار پایین - تار بالا)
فاصله افقی	$D.H = L \times \cos^{۲}\alpha$ $D.H == \frac{L}{۲} \times \cot(\frac{\alpha}{۲})$
	L= فاصله مایل D.H= فاصله افقی α =۹۰- زاویه قائم دوربین

بارش فکری

ترازیابی و تعیین ارتفاع نقاط مختلف در یک محدوده به کمک دوربین تئودولیت چگونه اجرا می‌شود.

فیلم: کار با دوربین تئودولیت (استقرار، اندازه‌گیری فاصله و زاویه)

پژوهش کنید

امروزه یکی از دوربین‌های نقشه‌برداری که بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد دوربین‌های توتال استیشن[۱] می‌باشند. در گروه‌های سه‌نفره در مورد این دوربین‌ها، قسمت‌های مختلف آنها و طرز کار آنها و فناوری‌های به‌کار رفته در آنها تحقیق نمایید و نتایج را در کلاس ارائه نمایید.

۱. Total Station

دوربین توتال استیشن

فعالیت کارگاهی

کار عملی: تعین فاصله و زاویه‌سنجی نقاط بوسیله دوربین نقشه‌برداری:

کارعملی۱: در گروه‌های سه‌نفره عملیات برداشت فواصل تمام گوشه‌های محوطه حیاط هنرستان خود را به کمک دوربین تئودولیت و میر اندازه‌گیری نمایید.

شرح فعالیت:

۱- سه‌پایه دوربین در ایستگاه نقشه‌برداری که دارای دید کافی به حداکثر نقاط داشته باشد مستقر شود.

۲- دوربین روی سه‌پایه 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: سه‌پایه دوربین، میر و ژالن، دوربین تئودولیت، نوشت افزار، ماشین‌حساب.

نکات ایمنی: پایه می‌بایست کاملاً در زمین محکم باشد، دوربین به هیچ وجه خارج از جعبه نباید جابجا شود، در هنگام نصب دوربین روی سه‌پایه دقت شود. دوربین با استفاده از پیچ سه پایه کاملاً روی آن محکم شود.

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

کار عملی۲: در گروه‌های سه‌نفره 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- سه‌پایه دوربین در ایستگاه نقشه‌برداری که دارای دید کافی به حداکثر نقاط داشته باشد مستقر شود.

۲- دوربین روی سه‌پایه 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 قراول‌روی می‌کنیم. زاویه جدید را از روی لمب‌ها قرائت و یادداشت می‌کنیم.

چرخش دوربین را ادامه می دهیم 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 می بایست کاملا 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 کاملا روی آن محکم شود.

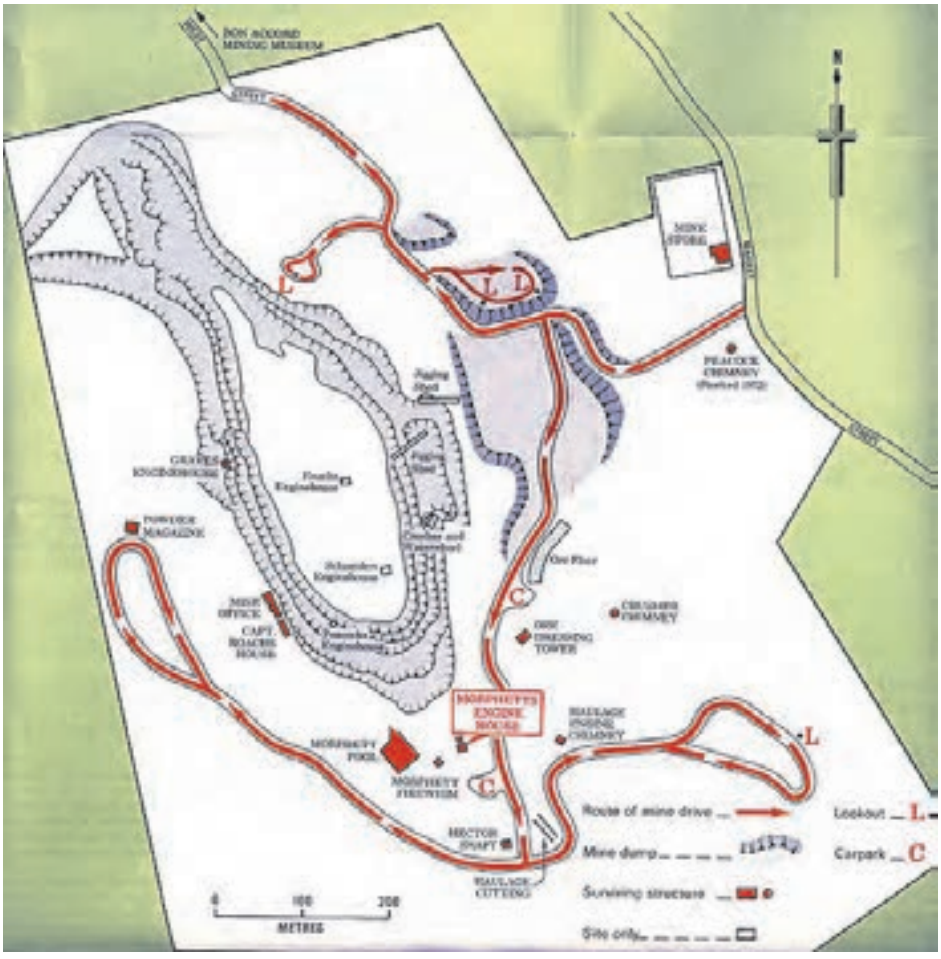
اخلاق حرفه‌ای: دقت و امانت داری در نگهداری تجهیزات نقشه‌برداری، دقت و سرعت عمل در انجام کارها، تمیز کردن و جمع آوری کلیه تجهیزات پس از اتمام کار

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

ترسیم نقشه

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

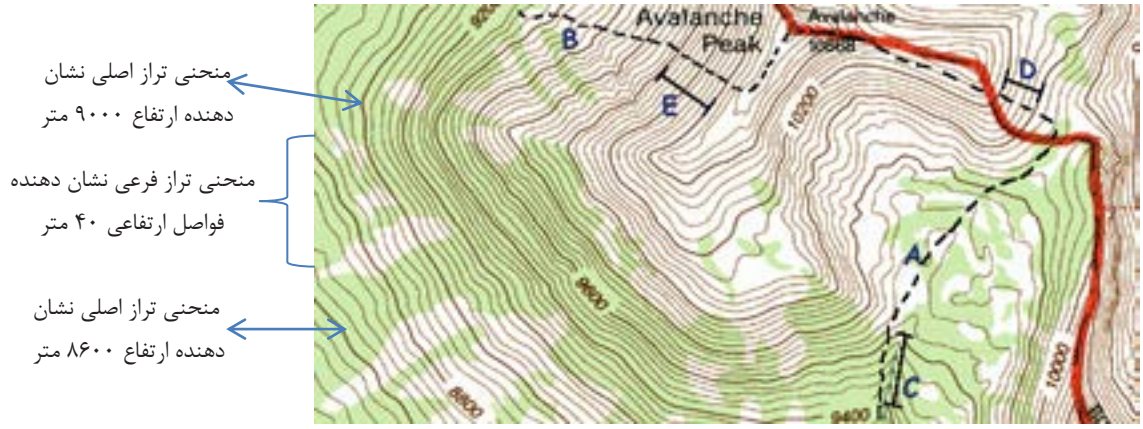
۱- پلان: تصویری است افقی (دید از بالا) که براساس اطلاعات حاصل از عملیات برداشت زاویه و فاصله رسم می‌شود، در پلان موقعیت قرار گیری محدوده و عوارض مختلف موجود در آن را با مقیاسی مشخص نشان می‌دهد.



بر روی پلان بالا

توضیحات	علائم
محدوده معدن	
راه های داخل معدن و مسیر حرکت ماشین ها در آنها	
ابنیه (انبار، دفتر، تعمیرگاه ها و ...)	
و دپوی مواد معدنی	
پله های معدن	
و سایر عوارض داخل محدوده معدن نمایش داده شده است.	

۲-توپوگرافی: نقشه‌ای است که براساس اطلاعات حاصل از عملیات ترازیابی 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

توجه

۱- خطوط پر رنگ‌تر رسم شده در نقشه توپوگرافی را منحنی تراز اصلی و خطوط کم‌رنگ‌تر را منحنی‌های تراز فرعی گویند.
۲- منحنی‌های تراز اصلی و فرعی دارای فواصل ارتفاعی ثابت از یکدیگر هستند.
۳- منحنی‌های تراز اصلی فواصل ارتفاعی بزرگ‌تر 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 دوایر بسته ترسیم می‌شوند.

بارش فکری

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

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 برروی 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 نحوهٔ ترسیم آنها

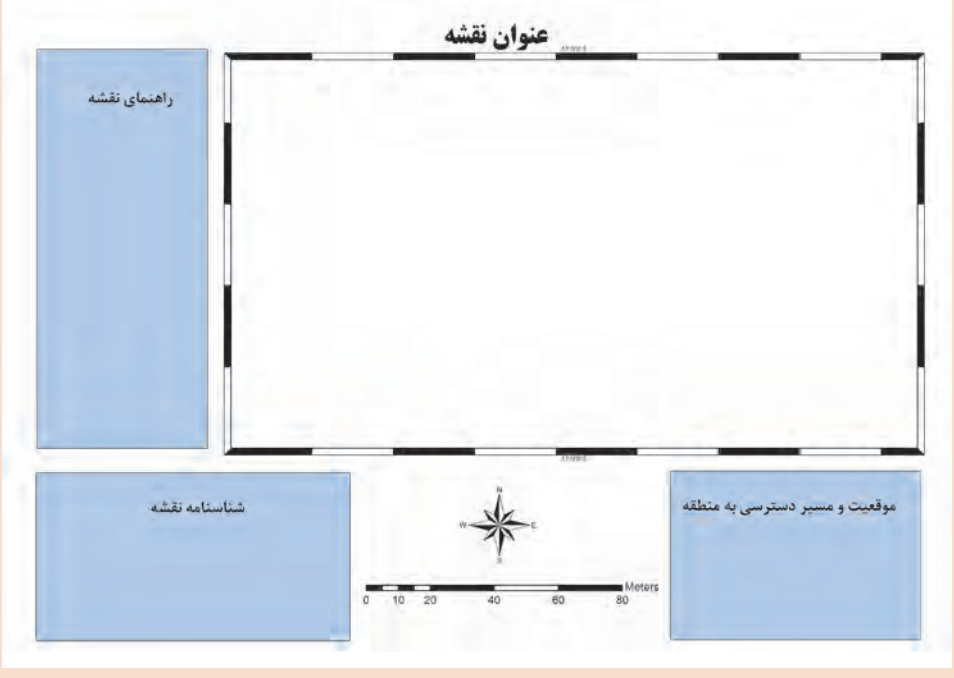
فعالیت کارگاهی

کار عملی: پیاده‌کردن عوارض زمین بر روی نقشه و ترسیم نقشه توپوگرافی

کارعملی۱: در گروه‌های سه‌نفره داده‌های به دست آمده از عملیات برداشت زوایا و فواصل حیاط مدرسه خود را که در تمرین‌های قبلی انجام شد، با مقیاس ۱:۲۰ و یا ۱:۱۰ 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 خط‌کش 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 داری جهت امتداد شمال باشد.
۸- نقشه باید دارای محور مختصات باشد.
۹- نقشه باید دارای شناسنامه‌ای باشد که بر روی آن نام نقشه، برداشت کنندهٔ نقشه، ترسیم کنندهٔ نقشه، تاریخ تهیه و ... مشخص شده باشد.



مواد و ابزار: کاغذ و قلم، مداد، خط‌کش، نقاله و گونیا، ماشین‌حساب.

کارعملی۲: در گروه‌های سه نفره داده‌های بدست آمده از عملیات ترازیابی 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، ماشین‌حساب.

نکات ایمنی:

اخلاق حرفه‌ای: دقت و سرعت عمل در ترسیم نقشه

ارزشیابی مرحله‌ای: ترسیم نقشه			
شرایط عملکرد (ابزار،مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	**نتایج ممکن**	**استاندارد (شاخص ها/داوری/نمره دهی)**	**نمره**
مکان: هنرستان تجهیزات: خط‌کش، گونیا و نقاله مواد مصرفی: نوشت‌افزار - کاغذ نقشه زمان: ۵۰ دقیقه	بالاتر از حد انتظار	پیاده‌کردن فواصل، زوایای و شبکه برداشت ترازیابی بر روی کاغذ، ترسیم پلان و نقشه توپوگرافی با دقت ۹۰٪	۳
	قابل قبول	پیاده‌کردن فواصل، زوایای و شبکه برداشت ترازیابی بر روی کاغذ، ترسیم پلان و نقشه توپوگرافی با دقت ۸۰٪	۲
	نادرست	پیاده‌کردن فواصل، زوایای و شبکه برداشت ترازیابی بر روی کاغذ	۱

ارزشیابی شایستگی‌های غیر فنی و ایمنی و بهداشت و توجهات زیست‌محیطی			
شرایط عملکرد	**نتایج ممکن**	**روش نمره دهی**	**نمره**
مکان: هنرستان تجهیزات: خط‌کش، گونیا و نقاله مواد مصرفی: نوشت افزار - کاغذ نقشه زمان: ۵۰ دقیقه	-	-	۳
	قابل قبول	دقت- صحت- مسئولیت پذیری - محاسبات فنی و ریاضی	۲
	ناقص	عدم توجه به موارد فوق	۱

ارزشیابی شایستگی انطباق محدوده بر روی نقشه

شرح کار:
۱- برداشت مختصات نقاط محدوده معدن بوسیله دوربین نقشه‌برداری در محدوده تا مساحت یک هکتار
۲- پیاده‌سازی 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٪

شاخص‌ها:
۱- انتخاب دستگاه مبنا
۲- تراز کردن دوربین نقشه‌برداری
۳- قرائت طول- عرض- ارتفاع نقاط
۴- پیاده‌سازی نقاط قرائت شده روی نقشه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

فضای کار: محدوده معدن
تجهیزات: نقشه زمین‌شناسی - لوازم نقشه‌کشی - ماشین‌حساب - دوربین نقشه‌برداری و متعلقات
مواد مصرفی : نوشت‌افزار
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	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: موارد ایمنی، دقت- صحت- مسئولیت پذیری - محاسبات فنی و ریاضی.	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.