فصل دوم

شناخت وسایل ساده نقشه‌برداری وکاربرد آن‌ها

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :

۱ــ نوار اندازه‌گیری را توضیح دهد.

۲ــ ژالن را توضیح دهد.

۳ــ شاقول را توضیح دهد.

۴ــ ترازدستی و تراز مخصوص ژالن را توضیح دهد.

۵ــ گونیای شکافدار، آیینه‌ای و منشوری را توضیح دهد.

۶ــ با وسایل ساده نقشه‌برداری عملیات انجام دهد.

۷ــ یک امتداد را ژالن‌گذاری کند.

۸ــ محل تقاطع دو امتداد را با کمک ژالن مشخص کند.

۹ــ طول یک امتداد را به روش‌های مختلف اندازه‌گیری کند.

۱۰ــ با استفاده از ژالن و گونیا از یک امتداد، عمود اخراج کند.

۱۱ــ با استفاده از ژالن و گونیا بر یک امتداد عمود فرود آورد.

۱۲ــ با استفاده از ژالن و گونیا خطوط موازی ایجاد کند.

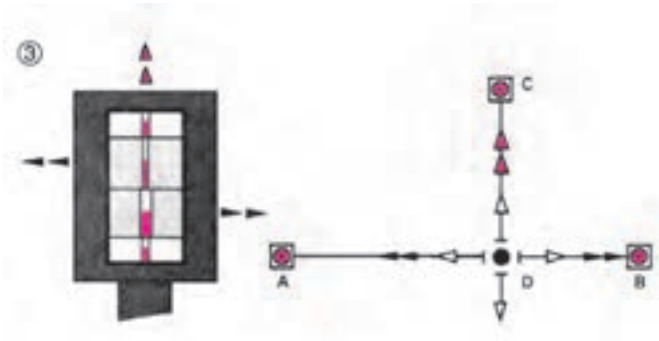
۱۳ــ مقدار یک زاویه را توسط متر محاسبه کند.

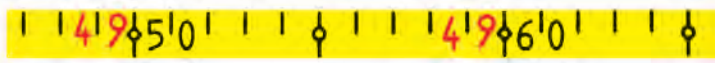
۱۴ــ یک زاویه را با کمک متر در روی زمین پیاده کند.

۱۵ــ بر یک امتداد با استفاده از متر عمود وارد کند.

۱۶ــ بین دو نقطه با مانع عبور فاصله را تعیین کند.

۱۷ــ بین دو نقطه با مانع عبور و دید فاصله را تعیین کند.


③
C
A
D
B


4 9 5 0
4 9 6 0

از چه وسایلی در عملیات نقشه‌برداری استفاده می‌شود ؟ آیا می‌توان اندازه‌ی یک زاویه در طبیعت را محاسبه کرد ؟ با وجود موانع بسیاری که در طبیعت وجود دارد، با استفاده از چه روش‌هایی می‌توانیم مسافت بین دو نقطه را به‌دست آوریم ؟

بدیهی‌است که برای انجام هر پروژه‌ای از ابزار و وسایل بخصوصی استفاده می‌شود. لذا در نقشه‌برداری نیز وسایلی را برای اجرای پروژه‌های نقشه‌برداری به‌کار می‌برند که هر یک نقش مهمی را در این‌گونه عملیات بر عهده دارند. به‌عنوان مثال می‌توان انواع متر، شاقول، ژالون، شیب‌سنج‌دستی، تراز، گونیا، دوربین نقشه‌برداری و... را نام برد. همراه با وسایلی که ذکر شد برای مشخص‌کردن نقاط از میخ‌های چوبی و یا میخ‌های آهنی که در زمین‌های سخت کاربرد دارند و یا کندن علامت و رنگ آمیزی در روی تخته‌سنگ‌ها و غیره استفاده می‌کنند. برای کارهای اساسی که باید یک‌سری نقاط دائمی در روی زمین مشخص شوند، از نشانه‌های قبلی که به‌صورت هرم ناقص و معمولاً به‌ابعاد ۶۰×۲۰×۲۰ سانتیمتر هستند و در میان آن‌ها میله‌های فلزی کار گذاشته‌اند، استفاده می‌شود.

نوار اندازه‌گیری فلزی

از نوارهای فلزی در اندازه‌گیری طول‌های معمولی و برای اندازه‌گیری دقیق‌تر از مترانوار استفاده می‌شود. متر یا نوار از فولاد، پارچه و پلاستیک تهیه می‌شود. البته مترهای فلزی به‌خاطر استحکام و دقتشان در نقشه‌برداری بیشتر از انواع دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. مترها را به‌طول‌های مختلف ۱۰ــ ۲۰ــ ۲۵ــ ۳۰ــ ۵۰ــ متر، به‌عرض ۲۰ــ۱۰ میلی‌متر و ضخامت ۰/۴ــ ۰/۳ میلی‌متر تحت شرایط معین (درجه حرارت و کشش معلوم) می‌سازند. در ابتدای هر متر یک حلقه و در انتهای آن یک دسته وجود دارد که معمولاً آن‌را با یک دستگیره در یک محفظه (جلد) فلزی یا چرمی می‌پیچند. ضمناً باید توجه کرد که محلّ صفر نوارهای فولادی باهم متفاوت است.

مترانوار ــ انوار آلیاژیست از فولاد و نیکل و اهمیت آن در این است که ضریب انبساط طولی آن سی‌مرتبه از فولاد کم‌تر است. بنابراین با استفاده از آن در حالتی که دقت بسیار لازم است و کار باید خوب اجرا شود، دقت کار با این وسیله زیاد است ولی متر کشی با این وسیله نسبتاً سخت است. از این متر در کارهای دقیق ژئودزی استفاده می‌شود. در کار با مترهای فلزی باید دقت کرد :

ــ نوار فلزی پیچ نخورد و تا نشود.

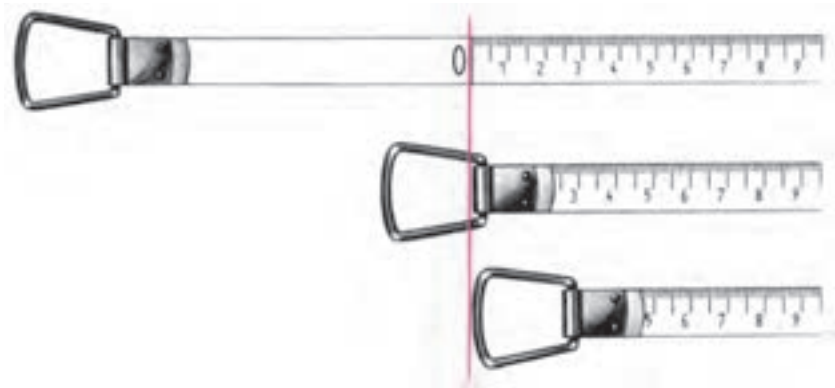
ــ بعد از هر اندازه‌گیری باید بلافاصله کاملاً تمیز شود.

شکل ۱ــ۲

ــ **درجه‌بندی نوار اندازه‌گیری از نظر دقت**: تقسیمات روی نوار اندازه‌گیری از نظر دقت نیز دارای اهمیت است. برای کارهای دقیق معمولاً از نواری استفاده می‌شود که کوچک‌ترین تقسیمات روی آن یک میلی‌متر است. در حالی که برای کارهای معمولی و کم‌دقت می‌توانیم از نوارهایی استفاده کنیم که فقط هر نیم‌سانتی‌متر یا یک سانتی‌متر را مشخص کرده‌اند. البته این انتخاب برای ایجاد سهولت در کار است؛ وگرنه نوارهای اندازه‌گیری دقیق را نیز می‌توان برای کارهای کم‌دقت به‌کار برد.

ــ **درجه‌بندی نوارهای اندازه‌گیری از نظر نقطه‌ی شروع**: نقطه‌ی صفر در نوارهای اندازه‌گیری مختلف ممکن است متفاوت باشد. با توجه به شکل **۲ــ۲** مشخص است که در بعضی

از انواع نوارهای اندازه‌گیری نقطه‌ی شروع (نقطه‌ی صفر) در ابتدای قلّاب نوار اندازه‌گیری قرار داده شده است ؛ در صورتی که در بعضی از آن‌ها در انتهای قلّاب و در برخی دیگر در یک فاصله‌ی معین از قلّابِ گرفتنِ نوار. عدم توجه به این نکته ممکن است اشتباهات بسیاری را هنگام کار با این نوارها، به‌وجود بیاورد.



شکل ۲ــ۲ــ انواع شروع درجه‌بندی در نوارهای اندازه‌گیری

ــ طریقه‌ی صحیح بازوبسته کردن نوار اندازه‌گیری : به هنگام باز کردن نوار اندازه‌گیری، دستگیره‌ی آن را آزاد کنید و نوار را به گونه‌ای در دست بگیرید که دستگیره به هنگام چرخیدن به دست شما برخورد نکند. در هنگام بستن نوار اندازه‌گیری پارچه‌ای را در سه راه نوار به داخل، دور آن بپیچید و نگاه دارید تا ابتدا تمیز و خشک شده سپس جمع‌آوری گردد. هم‌چنین هرگاه می‌خواهید یک نوار اندازه‌گیری بلند را جمع‌آوری کنید بهتر است ضمن پیچاندن دستگیره خودتان نیز به سمت نوار قدم بردارید و پیش بروید. این کار چند فایده دربردارد ؛ نخست، هرگاه نوار اندازه‌گیری در جایی گیر کرده باشد به راحتی آن را برطرف کرده از خرابی نوار پیش‌گیری خواهید کرد. دوم، در صورتی که در مسیر نوار اندازه‌گیری در یک محل گل و لای یا آب و نظایر آن باشد از آلوده شدن کل نوار اندازه‌گیری جلوگیری خواهید کرد. زیرا اگر در جای خود بایستید و نوار را به سمت خود بکشید تمامی نوار اندازه‌گیری از داخل آلودگی عبور کرده که در این صورت باید کل آن را تمیز نمایید. اما اگر شما به قسمت دیگر پیش بروید فقط بخش کوچکی از نوار کثیف خواهد شد. سوم، اگر درجای خود بایستید و تمامی نوار را با دستگیره به سمت خود بکشید به قرقره، دستگیره و فنر متصل به آن‌ها فشار بسیاری وارد می‌آید و در نتیجه، سبب خرابی زودرس نوار اندازه‌گیری می‌شود.

برای کشیدن نوار اندازه‌گیری بهتر است با دست قسمت نوار را بگیرید و بکشید. از کشیدن نوار به‌وسیله‌ی قاب خودداری نمایید و بیش از حد نیز به نوار کشش وارد نکنید.

کار عملی

عنوان : به کارگیری انواع نوار اندازه‌گیری با توجه به ویژگی‌های آن‌ها.

وسایل موردنیاز : انواع نوار اندازه‌گیری

دانش و مهارت موردنیاز : شناخت ویژگی‌های نوار اندازه‌گیری سالم و شناخت انواع نوارهای اندازه‌گیری از نظر جنس نوار، طول نوار و درجه‌بندی‌های روی آن، نقش این عوامل در به‌کارگیری و نوع اندازه‌گیری‌ها، روش صحیح، باز و بسته کردن، کشیدن، قرائت کردن، نوشتن اندازه‌ها از روی نوار اندازه‌گیری.

اندازه‌گیری طول یک امتداد

تعیین فاصله مبحثی است که در بیشتر امور و برداشت‌های نقشه‌برداری کاربرد دارد. از این‌رو دارای اهمیت زیادی است. به‌طورکلی روش‌های اندازه‌گیری فاصله به سه دسته تقسیم می‌شوند :

- طریقه مستقیم
- طریقه غیرمستقیم
- طریقه محاسبه‌ای و ترسیمی

در روش‌های مستقیم فاصله مورد نظر مستقیماً با واحد طول مقایسه می‌شود، در صورتی که در روش‌های غیرمستقیم تعیین فاصله با اندازه‌گیری کمیت دیگری صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر منظور از روش مستقیم اندازه‌گیری طول آن‌است که شخص برای تعیین طول هر امتداد مجبور است آن امتداد را در طبیعت طی کند و منظور از روش غیرمستقیم آن‌است که طول امتداد مورد نظر را بدون طی‌کردن آن امتداد به‌دست آورد.

در روش غیرمستقیم فقط مباحث مربوط به اندازه‌گیری فاصله با ترازیاب و تئودولیت، مورد بررسی قرار می‌گیرند. از دیگر روش‌های غیرمستقیم روش الکترونیکی را می‌توان نام برد که در این روش فاصله را با کمک دستگاه‌های مخصوص ازقبیل دیستومات[1] یا طول‌یاب به‌دست می‌آورند. در این طریقه با استفاده از ارسال امواج رادیویی با سرعت معین و اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت فاصله‌ی بین دو نقطه، معلوم می‌شود.

در روش محاسبه‌ای و ترسیمی با معلوم‌بودن مختصات نقاط و یا اندازه‌گیری فاصله‌ی دو نقطه روی نقشه، با توجه به مقیاس نقشه فاصله‌ی افقی دو نقطه معلوم می‌شود.

در این فصل به بیان طریقه‌ی مستقیم اندازه‌گیری فاصله می‌پردازیم و طرق دیگر را در فصول بعد عنوان خواهیم کرد.

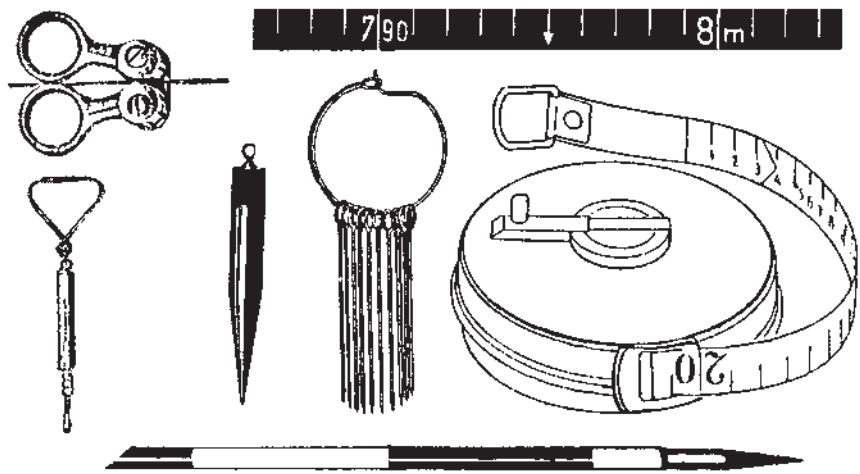
۱ــ دیستومات : در این نوع دستگاه‌ها از امواج نوری برای اندازه‌گیری طول استفاده می‌شود. با استفاده از این دستگاه‌های دقت اندازه‌گیری‌ها هم به نحو قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است.

اندازه‌گیری طول به‌روش مستقیم

مترکشی :

اصول مترکشی ــ مهمترین وسیله‌های لازم برای یک اکیپ مترکشی به شرح زیراست :

ــ متر فلزی به طول مناسب برای کار
ــ حداقل دو یا سه عدد ژالن
ــ دو عدد شاقول
ــ یک مجموعه از میخ‌های مترکشی(۱۱عدد)
ــ دفترچه یادداشت
ــ قلاب مخصوص گرفتن متر
ــ دماسنج و نیروسنج (در مترکشی دقیق)



شکل ۳ــ۲ــ وسایل مترکشی

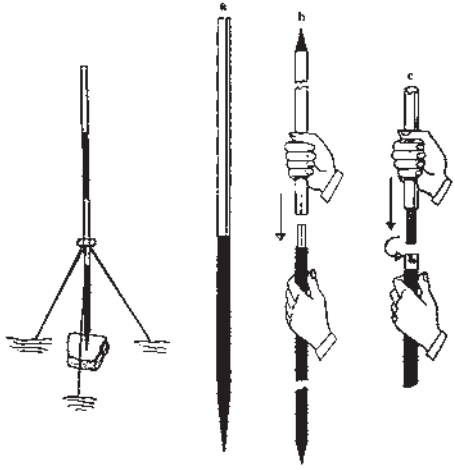
ژالن ــ ژالن در تعیین امتداد یک خط مستقیم بین دو نقطه و مشخص کردن نقاط برای یک مدت کوتاه که از فاصله دور قابل دیدن باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این وسیله میله کاملاً راستی از جنس چوب یا فلز سبک است که ۲ متر ارتفاع و ۳ سانتیمتر ضخامت داشته و مقطع آن دایره‌ای است برای رؤیت بهتر آن‌در تمام طول متناوباً به رنگ‌های سفید و قرمزرنگ شده است :در قسمت بالای ژالن شکافی برای نصب صفحه‌ی کاغذ تعبیه شده است و قسمت پایین آن برای فروبردن در زمین نوک‌تیز و فلزی است (شکل۵ــ۲). در زمین‌های سخت (آسفالت خیابان) از سه پایه ژالن‌گیر (شکل۶ــ۲) استفاده می‌شود. ژالن باید به‌طور قائم در زمین قرار گیرد. برای نصب صحیح آن می‌توان از شاقول و یا تراز مخصوص ژالن استفاده کرد.برای کنترل قائم‌بودن ژالن به‌وسیله‌ی شاقول باید در دو جهت عمود برهم شاقول را در فاصله ۲ سانتیمتری ژالن آویزان کرد و امتداد نخ آن‌را با ژالن مقایسه کرد.

شکل ۴ــ۲

شکل ۵ــ۲

شکل ۶ــ۲ــ الف

شکل ۶ــ۲ــ ب



شکل ۷ــ۲ــ اتصّال ژالن‌ها

a ـ ژالن یکپارچه b ـ اتصال دو قطعه ژالن به‌طریق ساده

c ـ اتصال دو قطعه ژالن به‌طریق دورانی

طریقه‌ی صحیح نگه‌داری ژالن و استقرار آن به‌وسیله‌ی تراز ژالن

۱ــ ژالن را دور از خود نگاه ندارید. (دست خود را کاملاً باز نکنید.) زیرا در این صورت کنترل تراز بودن آن دشوار خواهد بود.

۲ــ ژالن را به خود نچسبانید، زیرا مشاهده‌ی آن برای عامل دیگر مشکل خواهد بود.

۳ــ در پشت ژالن قرار نگیرید، یعنی در امتداد بین ژالن‌ها نایستید زیرا مانع دید عامل دیگر خواهید بود. بهتر است در جهت عمود بر امتداد بین ژالن‌ها قرار بگیرید.

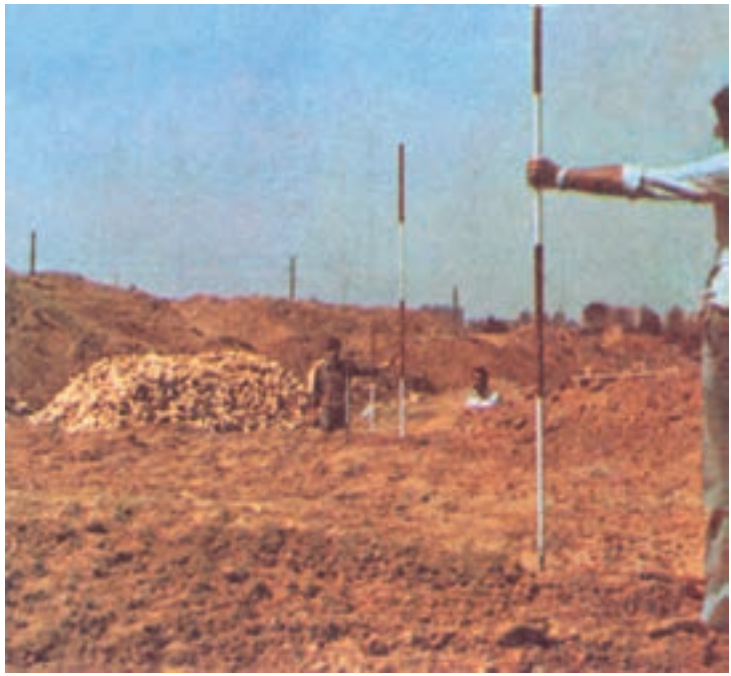
۴ــ تراز ژالن را در ارتفاع مناسب با قد خود به گونه‌ای قرار دهید که به راحتی آن را ببینید و انگشتان خود را روی ژالن محکم نمایید ؛ به نحوی که تراز ژالن و ژالن در کف دست شما باشد.

۵ــ پس از استقرار ژالن برای هدایت آن به نقطه‌ی موردنظر ــ در حالی که عامل امتدادگذاری به شما علامت می‌دهد که ژالن را مقداری جابه‌جا نمایید ــ بهتر است ژالن را به حالت قائم حرکت دهید ؛ به گونه‌ای که نوک ژالن نیز بر زمین مماس باشد. در این حالت، به‌طور متناوب هم به تراز ژالن و هم به عامل علامت‌دهنده، نگاه کنید تا کار استقرار و امتدادگذاری، هم‌زمان انجام شود.

۶ــ در صورتی که از سه پایه برای استقرار ژالن بر روی یک نقطه استفاده می‌کنید، سعی کنید که پایه‌های سه پایه را کاملاً باز نموده بر روی زمین، پایه‌ها را خوب بفشارید تا اگر زمین نرم است در آن فرو برود و اگر آسفالت یا سطح سفت دیگری است، در زیر پایه‌ها سنگ‌ریزه یا چیز دیگری قرار دهید تا سبب حرکت پایه‌ها نشود، سپس گیره‌ی سه پایه و پیچ‌های آن را خوب سفت کنید تا به راحتی حرکت نکند و نقطه‌ی استقرار ژالن یا حالت قائم بودن آن به هم نخورد.

ــ پیاده‌کردن یک امتداد مستقیم ــ در برخی از کارهای نقشه‌برداری لازم است که یک امتداد مشخص شود. به‌عنوان مثال : وقتی که بخواهیم یک طول ۱۰۰ متری را با یک نوار ۲۰متری اندازه‌گیری کنیم، برای این‌که هنگام اندازه‌گیری از امتداد موردنظر منحرف نشویم، باید بین نقطه ابتدای مسیر و انتهای آن نقاط دیگری را به فواصل تقریبی ۲۰ متر علامت‌گذاری کنیم، برای این منظور در ابتدا و انتها و نقاط علامتگذاری شده نیز ژالن‌هایی قرار می‌دهیم و امتداد را مشخص می‌کنیم. نحوه‌ی ژالن‌گذاری به این ترتیب است که یک نفر در حدود ۲ متری عقب ژالن ابتدای امتداد مورد نظر ایستاده و با چشم مماس بر این ژالن به ژالن انتهای مسیر قراولروی کرده و به فردی که ژالن را روی یکی از نقاط میانی در دست دارد، فرمان می‌دهد تا ژالن سوّم با دو ژالن ابتدا و انتها در یک امتداد قرار گیرد و به‌همین ترتیب چند نقطه‌ی دیگر را نیز با توجه به ۲۰ متری مشخص می‌کنیم.

وقتی فاصله بین افرادی که عمل ژالن‌گذاری را انجام می‌دهند به قدری زیاد باشد که صدا به خوبی نرسد، دراین حالت نقشه‌بردار با علامت‌دادن توسط دست‌ها، می‌تواند منظور خود را به‌نگهدارنده‌ی ژالن برساند.



شکل ۸ــ۲

ژالن را به‌طرف چپ ببر

نوک ژالن را تکان بده

ژالن را قائم نگهدار

ژالن را از روی نقطه بردار

خوبه

ژالن را به‌طرف راست ببر

شکل ۹ــ۲

کار عملی

عنوان : امتدادگذاری ساده بین دونقطه

وسایل موردنیاز : ژالن، تراز ژالن، تراز نبشی، سه‌پایه‌ی ژالن، میخ چوبی (پیکه)، میخ فولادی، پتک، چکش، ریسمان کار، پودر گچ، رنگ و قلم‌مو.

دانش و مهارت موردنیاز : اطلاع از روش امتدادگذاری، آگاهی از علایم ارتباطی دانستن روش استقرار ژالن، چگونگی به‌کارگیری سه پایه‌ی ژالن و نحوه‌ی مشاهده و هدایت ژالن‌ها برای امتدادگذاری و چگونگی تعیین و تثبیت امتداد با میخ یا گچ و علامت‌گذاری با رنگ.

روش کار

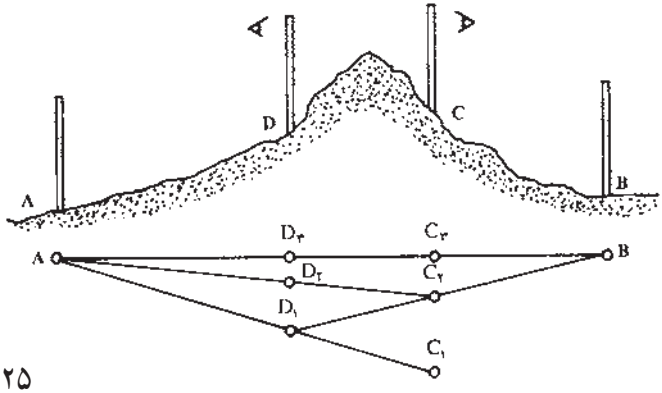
۱ــ در یک فاصله‌ی تقریبی ۱۰۰ متری در یک منطقه‌ی هموار دو نقطه که نسبت به هم دارای دید باشند دو نقطه میخ‌کوبی نمایید، سپس سعی کنید با استفاده از ریسمان‌کار و پودر گچ، امتداد بین این دو نقطه را بر روی زمین پیاده نمایید.

۲ــ با پودر گچ یا در صورت امکان با رنگ و قلم‌مو، نام خود و نام نقاط را در کنار آن‌ها بنویسید و در کروکی‌ای که ترسیم می‌کنید جای آن‌ها را مشخص نمایید.

۳ــ بار دیگر بین همان دو نقطه با استفاده از ژالن امتدادگذاری نمایید و استفاده از میخ یا پیکه، امتداد موردنظر را بر روی زمین پیاده نمایید. فواصل بین نقاط را حدود ۲۰ متر بگذارید ؛ یعنی در حدود هر ۲۰ متر یک نقطه را بین دو امتداد تعیین کنید و با رنگ یا گچ، آن نقاط را نیز نام‌گذاری کرده در کروکی نیز وارد نمایید.

۴ــ اکنون که دوبار فاصله‌ی موردنظر را امتدادگذاری کرده‌اید اختلاف بین دو امتداد را اندازه بگیرید و در گزارش خود بنویسید که بیشترین اختلاف در کجا اتفاق افتاده است و در کروکی این اختلاف را نشان دهید.

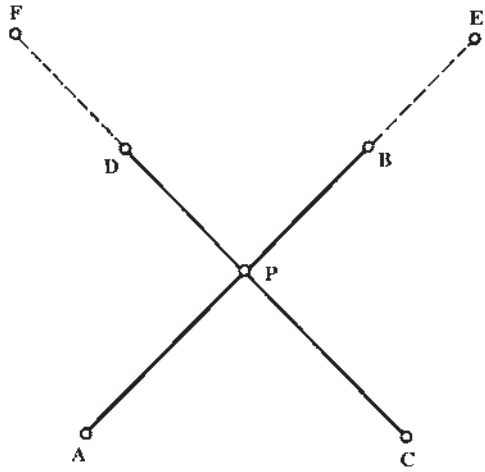
ــ پیاده‌کردن یک امتداد مستقیم با وجود مانع دید : دو ژالن قائم روی نقاط A و B نصب می‌شود. دو نفر نیز با ژالن‌های C و D به‌طوری‌که از ژالن نقطه D نقطه B و از ژالن نقطه C نقطه A دیده شود در بین A و B قرار می‌گیرند. اولی از پشت ژالن C به A نگاه می‌کند و به‌دوّمی



شکل ۱۰ــ ۲

علامت می‌دهد تا ژالن D را در امتداد C ـ A قرار دهد. در این حالت نفر دوّم از پشت ژالن D به‌ژالن B دید رفته و با علامت‌دادن به اولی ژالن C را در امتداد DB قرار می‌دهد و پس از دو سه بار تکرار این عمل تمام ژالن‌ها در یک امتداد قرار می‌گیرند.

ـــ **تعیین محل تقاطع دو امتداد** : برای پیداکردن محل تقاطع دو خط AB و CD که حتی‌الامکان به‌طور عمودی نسبت به یکدیگر قرار دارند، به‌طریق زیر عمل می‌کنند :



شکل ۱۱ــ۲

دو نفر یکی از نقطه A به‌طرف B و دیگری از نقطه C به‌طرف D نشانه‌روی می‌کنند و نفر سوّم را در نقطه P متناوباً در امتداد قرار می‌دهند تا در امتداد AB و CD (محل تقاطع) قرار گیرد.

یک نفر نیز به تنهایی می‌تواند نقطه تقاطع را پیدا کند. اگرچه قدری مشکل است. در این حالت ابتدا نقاط کمکی E و F را به‌ترتیب در امتداد AB و CD تعیین می‌کند و سپس با قرارگرفتن در نقطه P خود را در امتداد EB و FD قرار می‌دهند.

ـــ **شاقول ریسمانی** : از این وسیله برای قائم قراردادن ژالن در زمین و همچنین برای تعیین دقیق نقطه‌ی ایستگاه در کار با دوربین و سایر وسایلی که سه پایه لازم دارند استفاده می‌شود. شاقول عبارت است از یک قطعه فلز مخروطی شکل که به نخی آویزان شده است. شاقول در اثر وزن خود در جهت قائم (عمود بر افق محل) می‌ایستد، موقع کار با شاقول باید دقت کرد زیرا :

الف ــ در اثر باد منحرف می‌شود.

ب ــ لازم به نگاه‌کردن در دو جهت عمود برهم است.

شکل ۱۲ــ۲

نحوه‌ی عمل

الف ــ اندازه‌گیری فاصله در زمین‌های مسطح

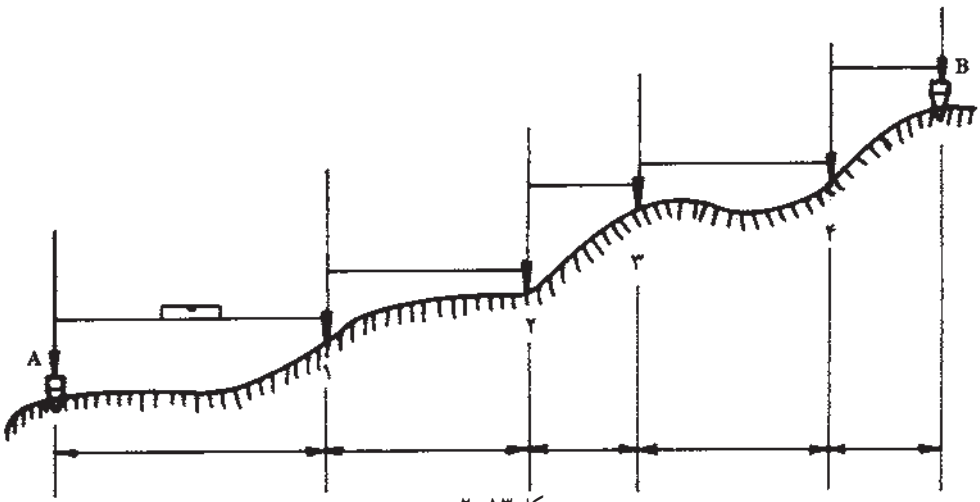
۱ــ امتداد موردنظر را در روی زمین با گرفتن ژالن و استفاده از شاقول به‌قطعاتی که طول آن‌ها در حدود دهانه متر باشد، تقسیم می‌کنیم.

۲ــ طول هر قطعه را با کشیدن متر بین دو نشانه‌ی طرفین آن به‌طور افقی اندازه می‌گیریم.

۳ــ طول قطعات را به ترتیب در دفترچه نوشته و در آخر با هم جمع می‌کنیم، وقتی فاصله بین دو نقطه خیلی زیاد باشد، برای آن‌که در تعداد دهانه‌ها اشتباه نشود، از یازده عدد میخ فلزی که در شکل دیده می‌شود استفاده می‌کنند. در ابتدا همه میخ‌ها با مترکش جلویی‌است و یکی از آن‌ها را در نقطه شروع در زمین فرو می‌برند که درجه صفر توسط مترکش عقبی در مقابل آن گرفته می‌شود. مترکش جلویی متر را در امتداد مورد نظر کشیده، میخ دیگری در برابر انتهای آن کاشته و با متر جلو می‌روند و مترکش عقبی میخ قبلی را با خود برداشته و صفر متر را در برابر میخ بعدی قرار می‌دهند. اندازه‌گیری به همین ترتیب برای تمام قطعات ادامه می‌یابد و در آخرکار تعداد میخ‌هایی که مترکش عقبی همراه دارد باید برابر تعداد دهانه‌هایی که مترکشی شده و یا با تعدادی که مترکش جلویی از دست داده، برابر باشد، در صورتی‌که یک میخ در نقطه صفر کوبیده شود تعداد دهانه‌ها برابر تعداد میخ‌ها منهای یک می‌باشد.

ب ــ اندازه گیری فاصله در زمین‌های شیب‌دار

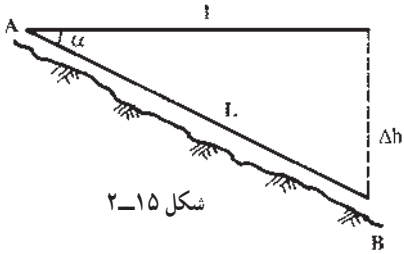
ــ مترکشی افقی: در این طریقه فاصله بین دو نقطه امتدادگذاری را متناسب با شیب زمین انتخاب کرده و سپس به کمک ژالن یا شاقول به‌صورت افقی اندازه‌گیری می‌شود (با بالاو پایین‌بردن متر حالتی پیدا می‌شود که کوتاه‌ترین فاصله است در این حالت متر افقی است) و یا با استفاده از تراز متر را در حالت افقی قرار دهیم.



شکل ۱۳ــ۲

شکل ۱۴ــ۲

ــ متر کشی در امتداد شیب : در این حالت در صورتی که شیب زمین نسبتاً یکنواخت باشد، متر به موازات شیب کشیده شده و زاویه شیب با شیب‌سنج ویا زاویه‌یاب اندازه‌گیری می‌شود و از رابطه $I = L\cos\alpha$ می‌توان طول افقی را به‌دست آورد.



شکل ۱۵ــ۲

مثال : در صورتی که فاصله‌ی بین دو نقطه B و A ، ۱۸۰ متر و زاویه شیب ۶°۴′ باشد، فاصله افقی بین دو نقطه مذکور چقدر است؟

$$I = L\cos\alpha \Rightarrow I = ۱۸۰ \times ۰/۹۹۴۴۰ \Rightarrow I \simeq ۱۷۹$$

ممکن است به جای زاویه‌ی شیب α اختلاف ارتفاع بین دو نقطه طرفین فاصله معلوم باشد که آن‌را به Δh نشان می‌دهیم. در این‌صورت فاصله‌ی افقی از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید :

$$L^۲ = I^۲ + \Delta h^۲ \Rightarrow I^۲ = L^۲ - \Delta h^۲ \Rightarrow I = \sqrt{L^۲ - \Delta h^۲}$$

مثال : اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A و B برابر ۰/۶ متر و فاصله‌ی بین آن‌ها در امتداد

شیب زمین ۱۶۰ متر است. فاصله افقی A بین A و B چه مقدار است؟

$$I = \sqrt{L^2 - \Delta h^2} \Rightarrow I = \sqrt{(۱۶۰)^2 - (۰/۶)^2} \Rightarrow I = \sqrt{۲۵۶۰۰ - ۰/۳۶}$$

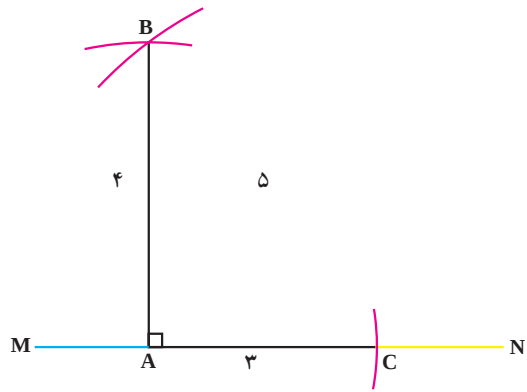
$$\Rightarrow I = \sqrt{۲۵۵۹۹/۶۴}$$

فاصله افقی به متر $I = ۹۹/۱۵۹$

ـ اخراج عمود بر یک امتداد به کمک متر : برای اخراج عمود به کمک متر، راه‌های مختلفی وجود دارد که ساده‌تر از همه استفاده از قضیه فیثاغورث است. بنابراین قضیه در مثلث قائم‌الزاویه‌ای که پهلوهای قائم آن ۳ متر و ۴ متر باشد، طول وتر برابر ۵ متر خواهد بود. برای بالابردن دقت ممکن است همه‌ی اضلاع را به یک نسبت بزرگ کرد.

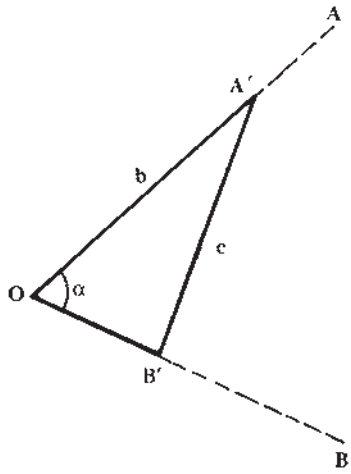
ـ روش کار :

نقطه‌ی A را بر روی امتداد MN انتخاب می‌کنیم. به کمک متر کمانی به شعاع ۳ متر در جهت N رسم می‌کنیم (نخ ۳ متری انتخاب و به انتهای آن گچ می‌بندیم تا کمان مورد نظر را بر روی زمین رسم کنیم).این کمان امتداد MN را در نقطه‌ای مانند C قطع می‌کند. حال از نقطه A کمانی به شعاع ۴ متر بر روی زمین رسم کرده و از نقطه‌ی C نیز کمانی به شعاع ۵ متر رسم می‌کنیم. این دو کمان در یک نقطه (B) همدیگر را قطع می‌کنند. نقطه A را به B متصل می‌کنیم. و در نتیجه خط AB عمود بر MN خواهد بود.



شکل ۱۶ـ۲

ـ اندازه‌گیری زاویه توسط متر : می‌خواهیم مقدار زاویه AOB را به‌وسیله‌ی متر محاسبه کنیم. برای به‌دست‌آوردن زاویه مذکور روش و راه‌حل‌های مختلفی وجود دارد که ما در این‌جا به‌ذکر دو نمونه از آن اکتفا می‌کنیم :

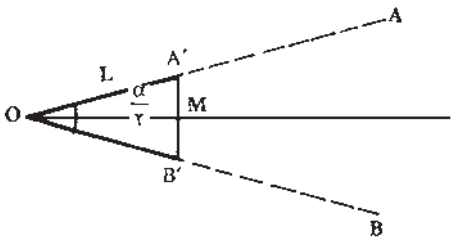


شکل ۱۷ــ۲

روش الف ــ روی امتداد OA (باژالن گذاری) نقطه‌ای مانند A' و روی امتداد OB نقطه‌ای مانند B' را انتخاب می‌کنیم.

با اندازه‌گیری طول‌های $OA' = b$ و $OB' = a$ و $A'B' = C$ می‌توانیم از رابطه مثلثاتی زیر مقدار زاویه را محاسبه کنیم.

$$C^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos\alpha$$



شکل ۱۸ــ۲

روش ب ــ دراین روش روی امتداد OA طول $OA' = L$ و روی امتداد OB نیز به‌مقدار L جدا می‌کنیم. در نتیجه مثلث $OA'B'$ یک مثلث‌متساوی‌الساقین خواهد بود.

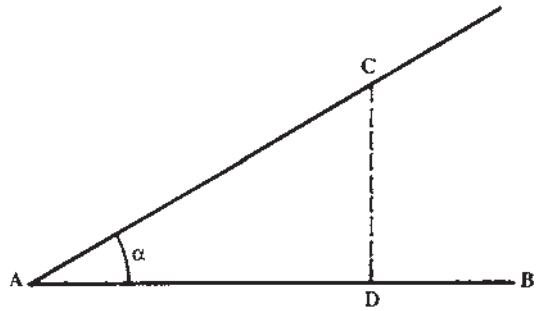
در هر مثلث متساوی‌الساقین نیمساز، عمودمنصف، ارتفاع و میانه مربوط به قاعده برهم منطبق هستند. در نتیجه زاویه $A'OB' = \alpha$ در مثلث قائم‌الزاویه $OA'M$ برابر $\frac{\alpha}{2}$ بوده و مقدار آن برابر است با : $\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{A'}{2}$ با اندازه‌گیری $A'B'$ از این رابطه می‌توان مقدار را محاسبه کرد.

مثال : چنانچه متر $OA' = OB' = 20$ و طول متر $A'B' = 30$ باشد، مقدار زاویه را به‌دست آورید؟

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{A'B'}{2L} \Rightarrow \sin\frac{\alpha}{2} = \frac{30}{2\times 20} \Rightarrow \sin\frac{\alpha}{2} = \frac{30}{40} = 0/75$$

با استفاده از جداول ضمیمه کتاب $\frac{\alpha}{۲} = ۴۸^\circ ۳۶' \times ۲ \Rightarrow \alpha = ۹۷^\circ ۱۲'$

ـ **پیاده کردن یک زاویه به کمک متر** : برای پیاده‌کردن یک زاویه معین مانند α، به‌رأس A نسبت به امتداد AB ساده‌ترین راه استفاده از تانژانت این زاویه است. روی امتداد AB طولی مثلاً برابر AD را جدا کرده و از نقطه D عمودی به‌طول $D_c = AD tg\alpha$ بر آن اخراج می‌کنیم، زاویه‌ی BAC که بدین‌ترتیب به‌دست می‌آید همان زاویه‌ی مطلوب است.



شکل ۱۹ـ۲

مثال : از نقطه‌ی A یک زاویه‌ی ۴۵° را نسبت به امتداد AB در روی زمین پیاده کنید :
از نقطه A فاصله‌ی متر $AD = ۱۰$ را روی امتداد AB جدا می‌کنیم و چون $۱۰ tg\alpha = ۱۰$ است. از، نقطه D عمود بر AB اخراج کرده روی آن نقطه C را به‌فاصله ۱۰ متر از D جدا می‌کنیم. در این‌صورت $\hat{DAC} = ۴۵$ خواهد بود.

قدم‌شماری : هرگاه در اندازه‌گیری فاصله‌ی بین دو نقطه نیاز به دقتی حدود $\frac{۱}{۵۰}$ داشته باشیم می‌توانیم از این روش استفاده کنیم. در این رابطه رعایت بعضی از نکات ضروری است. در این روش ناهمواری زمین نباید زیاد باشد و در حین قدم زدن سرعت حرکت باید ثابت بماند. مهم‌ترین نکته‌ی مورد توجه در این روش، داشتن قدم با اندازه‌ی معین می‌باشد. یعنی فاصله‌ی تقریبی هرقدم با قدم بعدی یکسان باشد. برای این کار بهتر است به این صورت عمل شود. به دفعات، طولی را با تعداد قدم‌های یکسان طی و اندازه‌گیری نمود. مثلاً ۱۰ قدم را طی نماییم و طول به‌دست آمده را متر کنیم. این کار را آن‌قدر ادامه دهیم که اولاً در دفعات مختلف به طول کلی یکسان برسیم. ثانیاً مقدار تقریبی طول هر قدم را به‌دست آوریم. در این صورت طول قدم ما مشخص و ثابت بوده و با شمارش تعداد قدم‌ها می‌توانیم با دقتی حدود یک متر خطا در ۵۰ متر، طولی را اندازه‌گیری کنیم.

ـ ***اندازه‌گیری طول قدم‌ها*** : منظور از این عمل آن است که تعیین کنیم هر قدممان چه طولی دارد. برای این کار یک طول صدمتری را در روی زمین نسبتاً افقی در نظر می‌گیریم و سپس

این طول را با قدم‌های عادی می‌پیماییم و ضمناً تعداد آن‌ها را می‌شماریم به این‌ترتیب با مقایسه‌ی طول صدمتر و تعداد قدم‌ها طول هر قدم ما مشخص می‌شود.

مثال : اگر تعداد قدم‌هایمان در صد متر ۱۲۵ قدم باشد طول هر قدم ما ۸۰ سانتیمتر خواهد شد.

۱۰۰÷۱۲۵ = ۰/۸ متر = ۸۰ سانتیمتر

مسافت‌یابی با کیلومترشمار اتومبیل : این روش در کارهای نقشه‌برداری دقیق مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. در این طریقه با کمک اتومبیل می‌توان مسافت بین دو نقطه در روی جاده را تعیین کرد. البته مسافت به‌دست آمده درروی شیب بوده و باید به‌فاصله افقی بین دو نقطه موردنظر تبدیل شود. مسافت موردنظر در روی شیب در روی صفحه‌ی کیلومتر شمار ماشین مشخص بوده و با دانستن زاویه‌ی شیب، مسافت افقی مطابق رابطه‌ای که در قسمت مترکشی در امتداد شیب توضیح داده‌شد، به‌دست خواهد آمد.

چرخ متراژ[1] **:** برای سهولت کار و صرفه‌جویی در وقت در کارهایی که دقت زیادی موردنظر نیست از چرخ متراژ شکل(۲۰ــ۲) استفاده می‌کنند. همانطوری که در شکل دیده می‌شود، تعداد دورهای این چرخ به‌وسیله کنتوری که در بالای آن قرار گرفته‌است، شمرده می‌شود. طول محیط چرخ دقیقاً برابر یک متر است. بنابراین تعداد دوران برابر طول مسافت طی شده برحسب متر خواهد بود.

شکل ۲۰ــ۲

۱ــ Roolfix

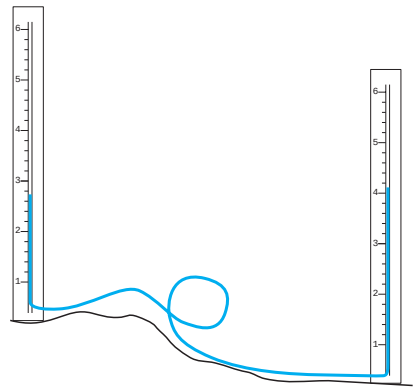
ــ روش کار :

چرخ را به‌ابتدای خط مورد اندازه‌گیری برده و با دسته کوچکی که در کنار کنتور قرار دارد و در شکل ملاحظه می‌شود، ارقام کنتور را به صفر می‌رسانیم. حال دستگاه آماده برای اندازه‌گیری است. دسته چرخ را گرفته به‌آرامی آن‌را در روی خط حرکت می‌دهیم به‌طوری که چرخ در تمام طول خط با سطح زمین در تماس باشد. در پایان خط رقم کنتور را یادداشت ودر طول محیط چرخ ضرب کرده و بدین ترتیب طول خط به‌دست می‌آید.

ــ اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع به‌وسیله‌ی شیلنگ تراز

از این روش بیشتر در کارهای ساختمانی استفاده می‌شود و با وجود دستگاه‌های ترازیاب مکانیکی و اتوماتیک و حتی لیزری و دیجیتال هنوز در کارهای ساده‌ی ساختمانی و کارگاه‌های کوچک از این روش استفاده می‌شود ؛ بنابراین، تمرین و کسب مهارت در این کار، علاوه بر کاربردهای موردی، اساس کار ترازیابی را با استفاده از خاصیت ئیدرواستاتیکی به‌طور واضح و ساده نشان می‌دهد.

در شکل ۲۱ــ۲ یک شیلنگ تراز را مشاهده می‌کنید که در دو طرف به لوله‌ی مدرّج مجهز شده است.



شکل ۲۱ــ۲ــ شیلنگ تراز

برای اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B یکی از لوله‌های مدرّج را در نقطه‌ی A و دیگری را در نقطه‌ی B قرار داده سطح آب را در هر یک از لوله‌ها با استفاده از درجات روی لوله قرائت کرده در دفتر ثبت می‌کنیم (از تفاضل آن‌ها اختلاف ارتفاع دو نقطه به‌طور مستقیم حاصل می‌شود).

کار عملی

عنوان : شیلنگ تراز بسازید (هر گروه می‌تواند یک نمونه را به‌طور مشترک بسازد).

وسایل موردنیاز : یک قطعه شیلنگ شفاف، دو عدد تخته یا لوله‌ی پروفیل.

دانش و مهارت موردنیاز : دانستن اساس علمی کار شیلنگ تراز و نحوه‌ی کار آن، هم‌چنین دانستن اجزا و بخش‌های مختلف آن.

روش کار

۱ــ یک شیلنگ شفاف حداقل به‌طول ۴ متر تهیه کنید.

۲ــ دو عدد تخته یا لوله یا پروفیل به طول ۱ متر تهیه کنید.

۳ــ تخته‌ها یا لوله‌ها یا پروفیل‌ها را با ماژیک یا رنگ در اندازه‌های سانتی‌متری یا نیم‌سانت‌نیم‌سانت، مدرّج کنید و شماره‌های لازم را در فواصل مناسب در کنار آن بنویسید. البته به جای این کار می‌توانید خود شیلنگ تراز را از دو سر آن مدرّج کنید.

۴ــ تخته، لوله، یا پروفیل‌هایی را که آماده کرده‌اید به دو سر شیلنگ محکم ببندید.

۵ــ در درون شیلنگ یک مایع رنگی، برای مثال مقداری کات کبود، بریزید تا رنگ آن آبی شود.

۶ــ شیلنگ را کاملاً پر از آب نکنید، بلکه تا آن حد آب بریزید که در هر دو نوار مدرّج سطح آب در وسط نوار درجه‌بندی قرار بگیرد.

۷ــ سعی کنید با کم‌ترین هزینه و به روشی که گفته شد یا ترجیحاً به یک روش ابتکاری، شیلنگ تراز خود را تهیه نمایید.

کار عملی

عنوان : اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع دو نقطه با استفاده از شیلنگ تراز

وسایل موردنیاز : چند متر شیلنگ شفاف (نیمه‌شفاف)، دو عدد ژالن و تراز ژالن و مترکمری.

دانش و مهارت موردنیاز : توانایی استقرار ژالن با استفاده از تراز ژالن و مهارت در به کارگیری شیلنگ تراز و قرائت و ثبت اندازه‌ها در جدول ترازیابی.

روش کار

۱ــ شیلنگ ترازی را که خودتان ساخته‌اید آماده نمایید.

۲ــ با توجه به طول شیلنگ دو نقطه به گونه‌ای انتخاب کنید که فاصله‌ی آن‌ها کم‌تر از طول شیلنگ تراز شما باشد.

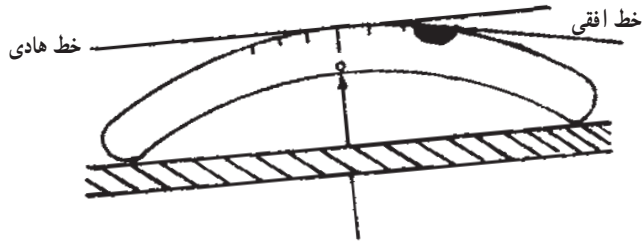
۳ــ اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی انتخاب شده را با شیلنگ ترازی که ساخته‌اید اندازه‌گیری کنید.

۴ــ نقاط A و B را در زمین میخ‌کوبی کرده بر روی کروکی آن‌ها را معین کنید. جدول مربوط به آن را نیز با توجه به تعداد نقاط کمکی آماده نمایید.

۵ــ با استقرار ژالن بر روی دو نقطه‌ای که می‌خواهید بین آن‌ها ترازیابی نمایید، هم‌چنین با نگه‌داشتن شیلنگ آب در بین آن‌ها اندازه‌ی ارتفاع آب را در ژالن‌ها اندازه‌گیری و در جدول ثبت کنید.

تراز دستی

تراز وسیله‌ای برای افقی کردن یک صفحه یا یک امتداد است. بنابراین به کمک تراز می‌توان مترکشی را افقی انجام داد. تراز معمولاً یک محفظه شیشه‌ای است که از مایع حساسی مثل الکل، اتر و یا سولفور دوکربن پرشده و تنها یک حباب خالی در آن باقی مانده که توسط گاز همان مایع پرمی‌شود. قسمت حاوی گاز را حباب تراز می‌نامیم که مجموعاً در داخل یک بدنه فلزی که به‌شکل مکعب‌مستطیل یا استوانه است قرار می‌گیرد.



شکل ۲۲ــ۲

هنگام استفاده از تراز باید پس از گذاشتن ژالن بر روی دو نقطه‌ای که می‌خواهیم فاصله‌ی افقی بین آن‌ها را به‌دست‌آوریم، وسط تراز را به ارتفاع مشخصی در کنار یک ژالن گرفته و در حالی‌که به ژالن دیگر نگاه می‌کنیم، نوک تراز را پایین و بالا می‌بریم تا حباب در وسط دیده شود. در این‌حال خط‌نشانه روی جایی را که باید انتهای متر در آنجا گرفته شود را مشخص می‌کند.

شکل ۲۳ــ۲

شکل ۲۴ــ۲

شکل ۲۵ــ۲

شکل ۲۶ــ۲

شکل ۲۷ــ۲

ــ **ترازدستی لیزری** : با پیشرفت فنّاوری لیزر، امروزه در وسایل ساده‌ای مانند ترازدستی نیز از نور لیزر استفاده می‌شود در این حالت، نور لیزر به جای خط دید شما به کار می‌رود. در شکل یک نوع ترازدستی لیزری را که شکل ظاهری آن کاملاً مانند ترازدستی بنایی است مشاهده می‌کنید.

همان‌گونه که در شکل**۲۹ــ۲** ملاحظه می‌نمایید این تراز بر روی پایه‌ی مخصوص نصب شده که این پایه نیز می‌تواند بر روی یک ژالن مخصوص قرار گیرد و ژالن نیز به‌وسیله‌ی سه پایه‌ی ژالن نگه‌داشته می‌شود.

شکل ۲۸ــ۲

شکل ۲۹ــ۲ــ ترازدستی لیزری

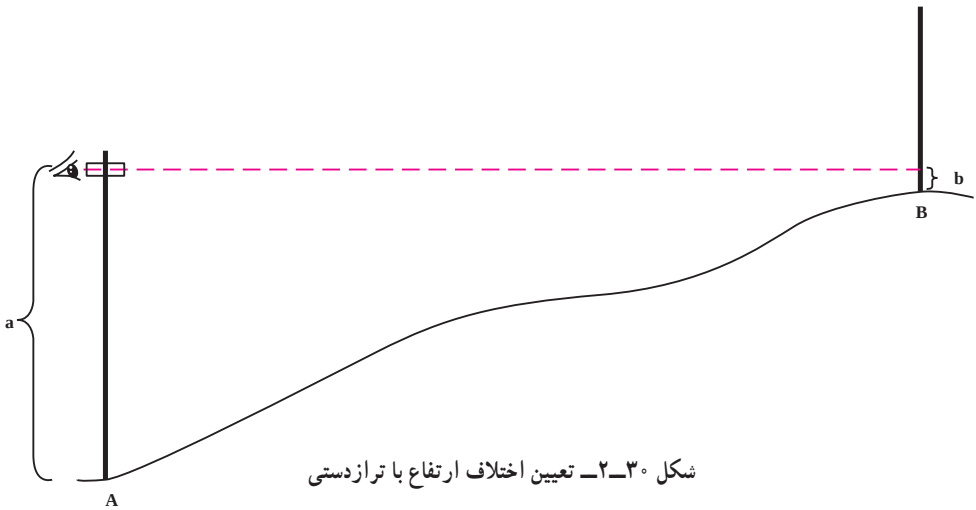
اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع با استفاده از تراز دستی

برای اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع دو نقطه، ارتفاع آن‌ها را با یک سطح مبنا (خط مبنا) مقایسه می‌کنیم. این سطح مبنا (خط مبنا) را به روش‌های مختلفی می‌توان ایجاد کرد. روش شیلنگ تراز ــ همان‌گونه که ذکر شد ــ محدودیت زیادی دارد. در نقشه‌برداری معمولاً از روش دیگری استفاده می‌شود که آزادی عمل بیشتری دارد و فواصل دورتری را می‌توان با آن ترازیابی کرد. در این روش از یک ترازدستی استفاده می‌شود. (از ترازیابی پیش از این برای مترکشی استفاده نموده‌اید) در این‌جا می‌خواهیم اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A وB را با استفاده از ترازدستی، اندازه‌گیری نماییم.

روش کار به این صورت است که بر روی نقاط A وB یک ژالن مستقر می‌کنیم ؛ سپس در پشت یکی از نقاط، مانند A، مستقر شده ترازدستی را در کنار ژالن قرار می‌دهیم. در حالی که به ژالن B قراول رفته‌ایم سعی می‌کنیم به وسیله‌ی حباب ترازدستی آن‌را به صورت افقی نگاه داریم. در این حالت، بر روی ژالن A محل استقرار ترازدستی و بر روی ژالن B امتداد خط دید را به کمک فرد مستقر در نقطه‌ی B، علامت‌گذاری می‌کنیم ؛ سپس با متر کمری اندازه‌های a و b را

قرائت و ثبت می‌کنیم تا براساس فرمول : $\Delta H_{AB} = a - b$ اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A وB را محاسبه نماییم.

نکته : در صورتی که ترازدستی نداشته باشیم و فاصله‌ی دو نقطه زیاد نباشد می‌توانیم از تراز بنّایی به جای ترازدستی استفاده کنیم. روش کار کاملاً مشابه روش ترازدستی است.



شکل ۳۰ــ۲ــ تعیین اختلاف ارتفاع با ترازدستی

کارعملی

عنوان : اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع دو نقطه با استفاده از ترازدستی

هدف : ایجاد مهارت و توانایی اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع دو نقطه به‌طور مستقیم با استفاده از ترازدستی و ژالن.

وسایل موردنیاز : ژالن، تراز ژالن، ترازدستی و متر کمری.

دانش ومهارت موردنیاز : توانایی به کارگیری ژالن و ترازدستی، هم‌چنین اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع به‌وسیله‌ی ترازدستی و ژالن.

روش کار

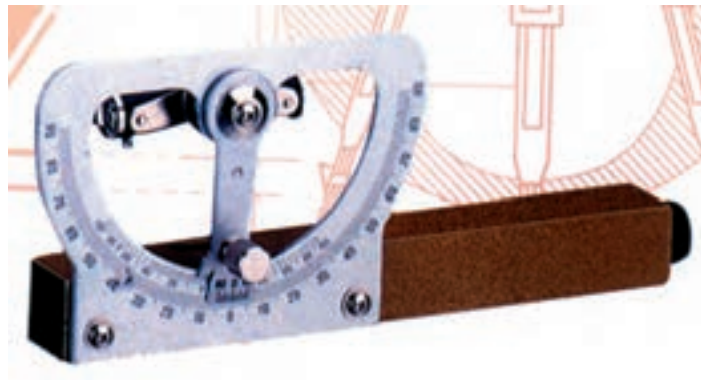
۱ــ در محوطه‌ی هنرستان، بر روی نقاط معینی عمل ترازیابی را با استفاده از ترازدستی انجام دهید.

۲ــ بین هردو نقطه از نقاط مشخص شده عمل ترازیابی را انجام دهید و اندازه‌ها را در کروکی ترسیم کنید.

۳ــ هر گاه به انتهای کار (نقطه‌ی شروع) رسیدید یک بار دیگر اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع را در مسیر برگشت بین نقاط انجام دهید تا در کارگاه محاسبه و ترسیم ارتفاع نقاط به‌صورت رفت و برگشت محاسبه شده اشتباهات احتمالی مشخص شود و میزان خطاها با میانگین‌گیری کاهش یابد.

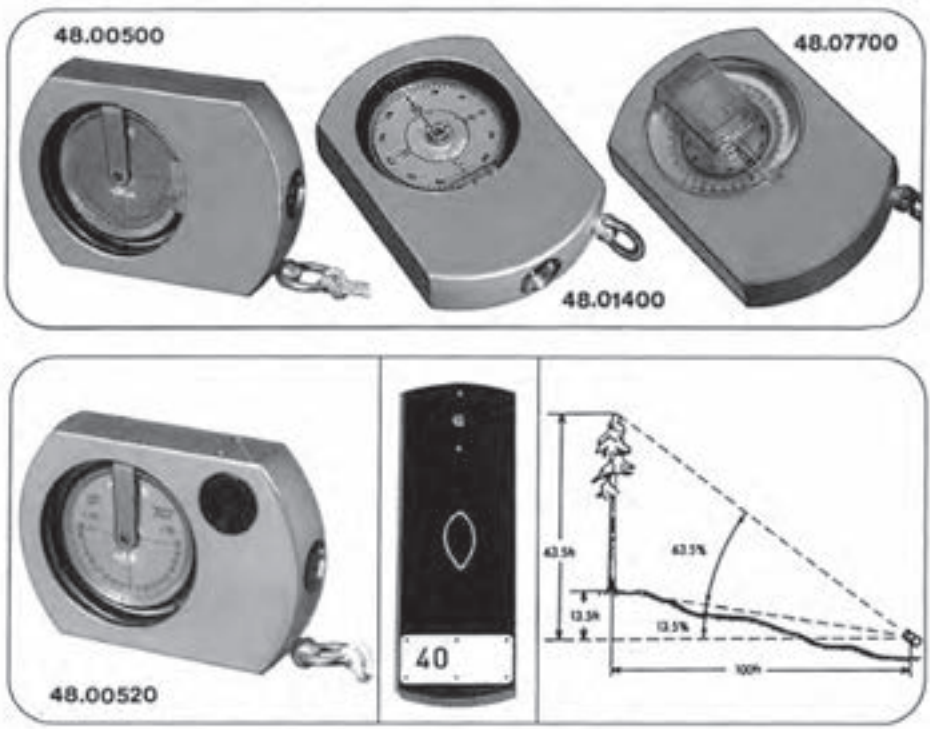
شیب‌سنج دستی

وسیله‌ای است که با آن می‌توان زاویه‌ی شیب را به‌دست آورد. این وسیله از سه قسمت لوله، قوس مدرج و تراز لوله‌ای تشکیل شده که تصویر حباب تراز لوله‌ای در آیینه داخل لوله نیز دیده می‌شود. در هنگام استفاده چنانچه صفر ورنیه‌ای که به تراز لوله متصل است در مقابل صفر درجات قرار گیرد، شیب‌سنج در حالت افقی و تراز است. در غیر این‌صورت صفر ورنیه مقدار زاویه یک امتداد را نسبت به افق نشان می‌دهد.



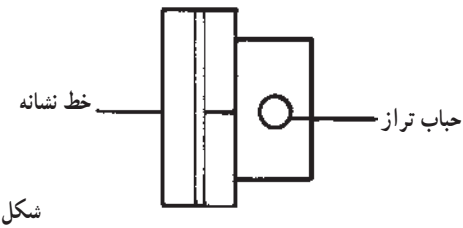
شکل ۳۱ــ۲

شکل ۳۲ــ۲ــ چند نوع شیب‌سنج دستی

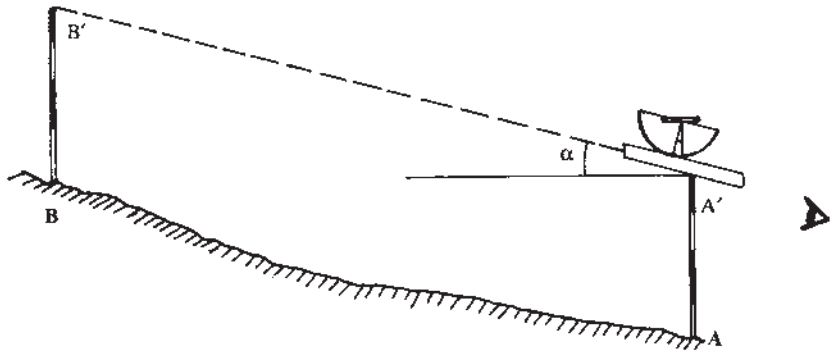


شکل ۳۳ــ۲ــ شیب‌سنج و کاربرد آن

اندازه‌گیری زاویه شیب با شیب‌سنج : برای تعیین زاویه شیب امتداد AB، طرزکار بدین‌ترتیب است که ناظر خود در یکی از نقاط A یا B قرار گرفته و شیب‌سنج را کنار ژالن در یکی از نقاط A' یا B' قرار می‌دهد و به نقطه‌ای که روی ژالن دیگر است، قراول می‌رود، به‌طوری که اگر طول ژالن AA' مساوی طول ژالن BB' باشد در این حالت حباب تراز را در وسط خط نشانه که داخل لوله‌ی شیب سنج دیده می‌شود، قرار می‌دهد، و زاویه‌ی شیب امتداد AB را برروی قوس مدرج قرائت می‌کند.



شکل ۳۴ــ۲ــ منظره از داخل لوله شیب‌سنج



شکل ۳۵ــ۲

کار عملی

عنوان : کار با شیب‌سنج دستی

وسایل موردنیاز : دو عدد ژالن، سه پایه‌ی ژالن و تراز ژالن و شیب‌سنج دستی.

روش کار

۱ــ در محوطه‌ی هنرستان برای هر گروه از هنرجویان تعدادی نقطه مشخص نموده از آنان بخواهید که زاویه‌ی شیب بین آن‌ها را به‌وسیله‌ی شیب‌سنج دستی اندازه‌گیری نمایند.

۲ــ زوایای شیب امتدادها را به صورت دو طرفه قرائت و ثبت نمایند.

۳ــ در گزارش خود نوع شیب‌سنج و مشخصات فنی آن‌را، همانند جدول مربوط به شکل ۲۱ــ۱ــ ب ثبت نمایند.

۴ــ شکل شیب‌سنج دستی خود را در دفتر گزارش ترسیم نموده نام اجزای آن را بر روی شکل بنویسند.

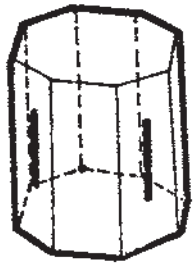
۵ــ برای تکمیل اطلاعات و معلومات خود از آنان بخواهید به فروشگاه‌های شهر خود مراجعه نموده از شیب‌سنج دستی‌های موجود در بازار گزارشی تهیه کنند و در گزارش خود نوع و مشخصات و قیمت آن‌ها را ثبت نمایند.

۶ــ تصاویر موجود در کاتالوگ‌ها یا مجلات را که مربوط به انواع شیب‌سنج است در گزارش خود چسبانده توضیحات لازم را بنویسند.

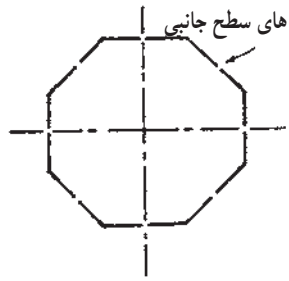
گونیای مساحی

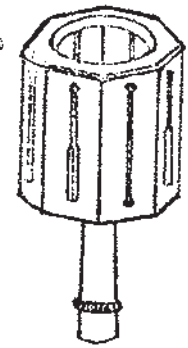
گونیای مساحی وسیله ساده‌ای است که برای جدا (پیاده) کردن زاویه ۹۰° و در برخی انواع نیز برای پیاده‌کردن زاویه‌هایی مانند ۳۰° و ۴۵° و ۶۰° استفاده می‌شود.

گونیای مساحی شکافدار : این وسیله شکل استوانه یا منشور است که در سطوح جانبی آن شکاف‌های باریکی چنان قرار گرفته است که ادامه دو شکاف متناظر زوایای ۴۵° یا ۹۰° ایجاد می‌کند. دو نوع شکاف در این گونیا وجود دارد شکاف باریک ــ شکاف عریض که در داخل آن یک تار مو قرار دارد. برای دیدن ژالن پشت دستگاه ایستاده آنقدر آن‌را می‌چرخانند تا شکاف نازک جلو چشم قرار گیرد و ژالن از داخل شکاف عریض دیده شود و در مقابل تار مو قرارگیرد. غالباً ۴جفت شکاف روبروی هم در هر گونیای مساحی وجود دارد.



شکل ۳۶ــ۲

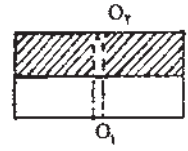




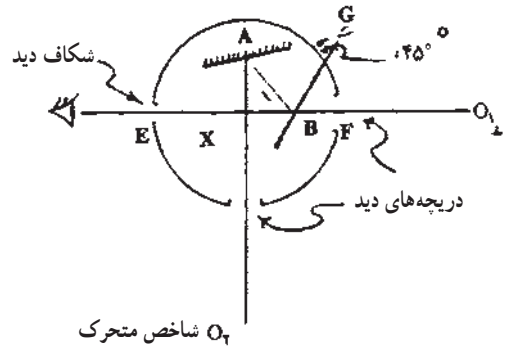
شکل ۳۷ــ۲

گونیای مساحی منشوری : در این نوع از گونیاها از سیستم نوری استفاده می‌کنند که برای شکست نور به‌اندازه‌ی ۹۰° (زاویه‌ی ورودی و خروجی نور) از منشور یا آیینه استفاده می‌شود.

ــ گونیای منشوری با دو آیینه (گونیای آیینه‌ای) : در این‌نوع گونیا دو آیینه قرار دارد که باهم زاویه‌ی ۴۵° می‌سازند. طرز عمل این گونیا مطابق شکل (۳۹ــ ۲) بدین‌گونه است که تصویر ژالن را که در نقطه‌ی O_2 قرار دارد روی آیینه A افتاده و ناظر تصویر می‌تواند آن‌را در روی آیینه‌ای که در نقطه‌ی B گونیا نصب شده، مشاهده کند که ژالن روبرویی نیز باید در راستای این تصویر قرارگیرد. با تکرار این عمل از جهت مخالف در صورتی که گونیا کاملاً تنظیم باشد، یک نقطه برای ژالن روبرویی پیدا می‌شود.

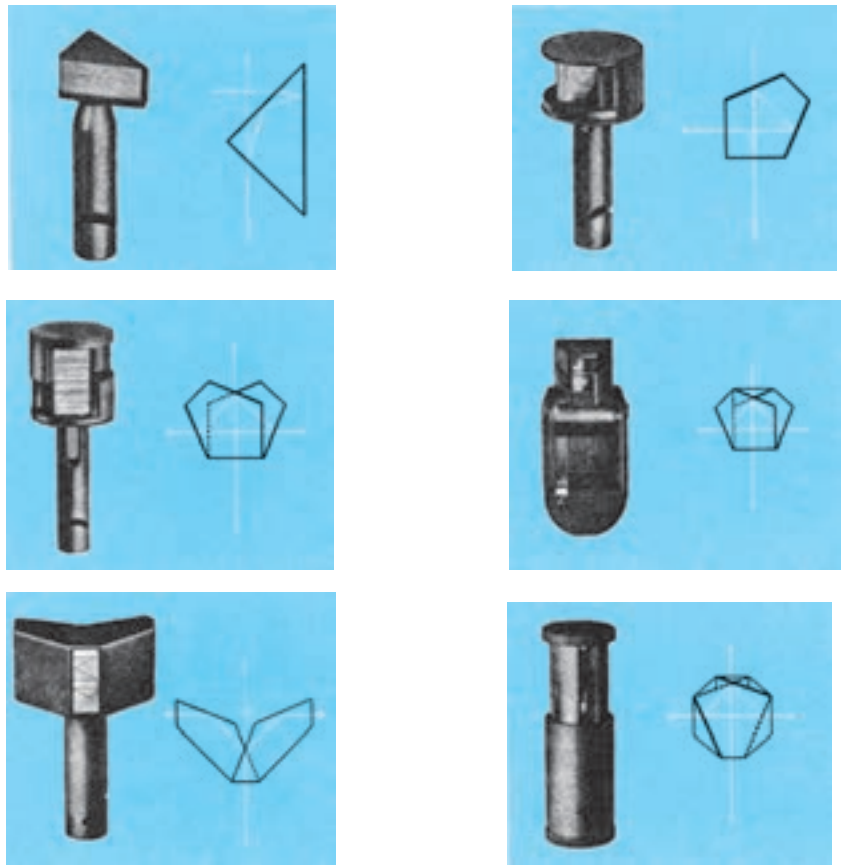


شکل ۳۸ــ۲



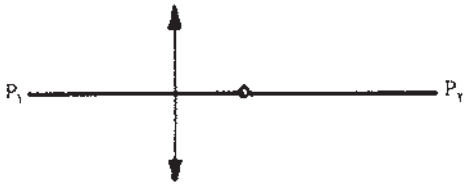
شکل ۳۹ــ۲

ــ ***گونیای منشوری با منشور :*** تفاوت این گونیا با گونیای آیینه‌ای در این است که در اینجا به‌جای دو آیینه، یک منشور ۴۵° به کار رفته‌است. در عمل معمولاً گونیای منشوری دوبل به کار می‌رود و آن عبارت از دو عدد گونیای منشوری است که در داخل یک محفظه فلزی طوری روی یکدیگر قرار گرفته‌اند که یک شکاف باریک بین آن‌ها وجود دارد.

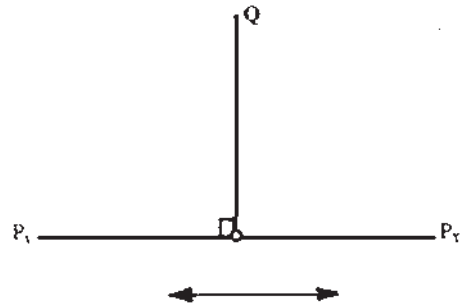


شکل ۴۰ــ۲

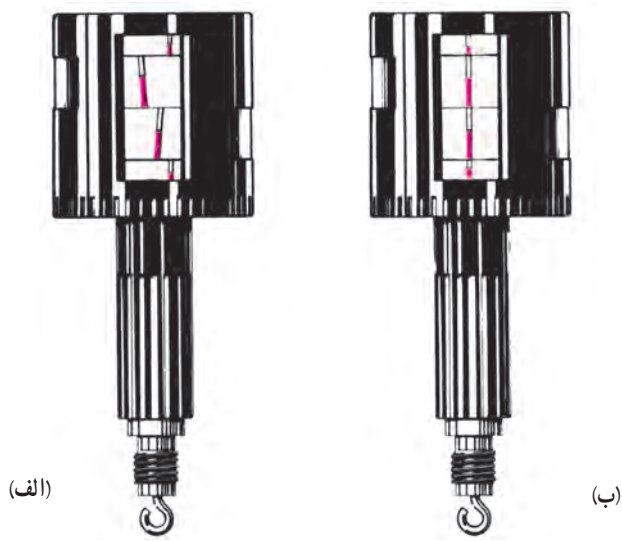
اخراج و فرود عمود با گونیای منشوری دوبل : ابتدا نقاط P_1، P_2 و Q را به‌وسیله‌ی ژالن‌هایی مشخص می‌کنیم. برای فرود عمود با در دست‌داشتن گونیای منشوری که بر روی میله‌ای نصب یا شاقولی به آن آویزان است، در محل تقریبی پایه‌ی عمود طوری می‌ایستیم که قسمت مشترک دو منشور موازی P_1P_2 قرار گیرد. منشور را طبق شکل (۴۱ــ۲) آن‌قدر جلو و عقب می‌بریم تا تصاویر P_1 و P_2 در مقابل یکدیگر قرار گیرند. در این‌حالت است که گونیای منشوری در امتداد P_1P_2 قرار دارد. سپس گونیا را طبق شکل(۴۲ــ۲) به راست‌وچپ حرکت می‌دهیم تا ژالن نقطه‌ی Q که از شکاف دیده می‌شود نیز در امتداد تصاویر P_1 و P_2 قرار گیرد. اکنون انتهای شاقول، پایه‌ی عمود از نقطه‌ی Q را بر امتداد P_1P_2 مشخص می‌کنند.



شکل ۴۱ــ۲



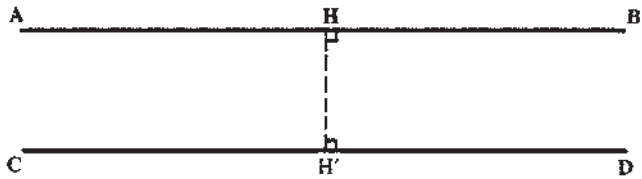
شکل ۴۲ــ۲



شکل ۴۳ــ۲

برای اخراج عمود از یک امتداد مشخص، فردی که گونیا را در دست دارد در روی امتداد در نقطه موردنظر ایستاده و فرد دیگری که ژالن سوم را در دست دارد به چپ و راست حرکت می‌کند تا تصاویر هر سه ژالن در یک امتداد در گونیا دیده شود، نقطه‌ای که ژالن سوم در آن قرار دارد، محلّ امتداد عمود را نشان می‌دهد.

ایجاد خطوط موازی : با استفاده از گونیا می‌توان خطوط موازی به فاصله‌ی معینی را نیز ایجاد کرد. برای این‌کار یکبار از نقطه‌ای بر روی امتداد AB عمودی را به طول معین $\overline{HH'}$ اخراج نموده و سپس بر امتداد $\overline{HH'}$ نیز از نقطه‌ی H' عمود CD را اخراج می‌کنیم دو خط AB و CD که هردو عمود بر $\overline{HH'}$ هستند ، موازی یکدیگر خواهند بود.

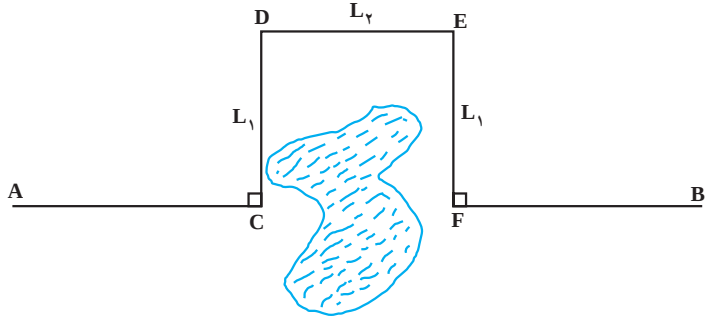


شکل ۴۴ــ۲

اندازه‌گیری فاصله، وقتی بین دو نقطه مانع عبور وجود دارد

حالت اول ــ بین دو نقطه مانع عبور وجود دارد ولی در فاصله‌ی نزدیک می‌توان مانع را دور زد (حوض، استخر، نهالستان و...) که می‌توانیم یکی ازروش‌های زیر را مورد استفاده قرار دهیم :

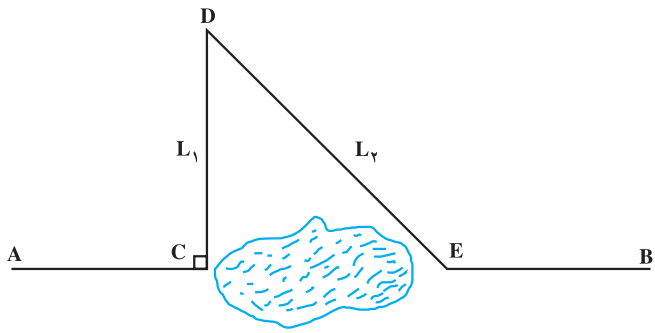
الف ــ خط AB را تا نقطه C (نزدیک مانع امتدادگذاری کرده، کارهای مربوطه را انجام می‌دهیم. حال از نقطه C توسط گونیای مساحی یا متر عمودی بر امتداد AB اخراج کرده، روی آن طول $CD = L_1$ را جدا می‌کنیم.) (شکل ۴۵ــ۲)



شکل ۴۵ــ۲

بایستی توجه داشت که نقطه D خارج از مانع باشد. مجدداً از نقطه D عمود دیگری بر امتداد CD اخراج کرده و در روی آن نقطه E را چنان انتخاب می‌کنیم که اگر از E عمودی بر D خارج کنیم به مانع برخورد نکند. طول ED را اندازه می‌گیریم ($L_۲$) از E نیز عمودی بر DE اخراج کرده، روی آن طول $L_۱$ را جدا می‌کنیم. تا به نقطه F برسیم نقطه‌ی F در روی امتداد AB است و می‌توانیم بقیه امتدادگذاری و اندازه‌گیری را طبق معمول انجام دهیم.

ب ــ دو نقطه C و E را در دو طرف مانع و نزدیک به مانع انتخاب می‌کنیم. (شکل ۴۶ــ۲)



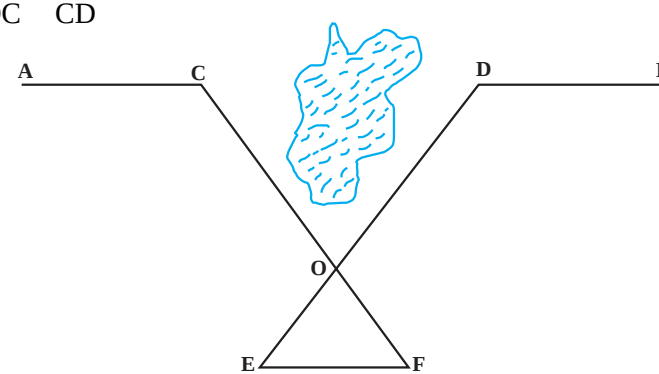
شکل ۴۶ــ۲

از نقطه C عمود CD را بر امتداد AB اخراج کرده و با اندازه‌گیری $CD = L_۱$ و $DE = L_۲$ می‌توان طول CE را از رابطه‌ی زیر به‌دست آورد.

$$CE = \sqrt{L_۲^۲ - L_۱^۲}$$

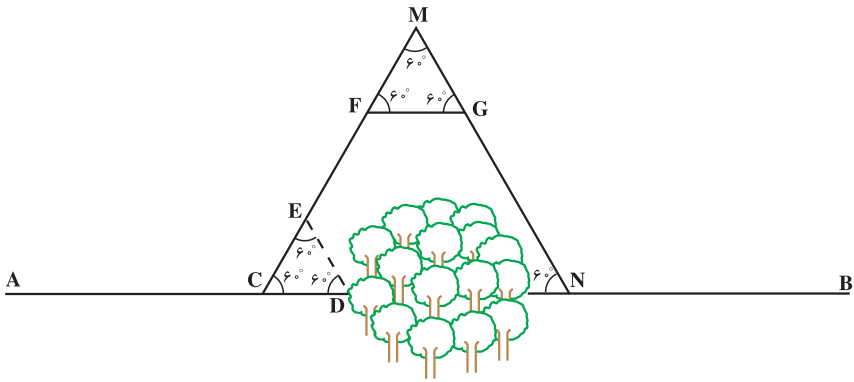
ج ــ در روی امتداد AB دو نقطه‌ی C و D را در دو طرف مانع اختیار کرده و بر روی زمین خارج از امتداد AB نقطه‌ای مانند O را مشخص می‌کنیم. سپس OF و OE را به‌ترتیب متناسب با طول‌های OC و OD جدا کرده، که با توجه به روابط زیر فاصله بین C و D به‌دست خواهد آمد.

$$\frac{OE}{OD} = \frac{OF}{OC} = \frac{EF}{CD}$$



شکل ۴۷ــ۲

د ــ طبق شکل (۴۸ــ۲)، روی امتداد AB در یک‌طرف مانع دو نقطه C و D را انتخاب کرده و برروی ضلع CD مثلث متساوی‌الاضلاع CDE را ایجاد می‌کنیم.

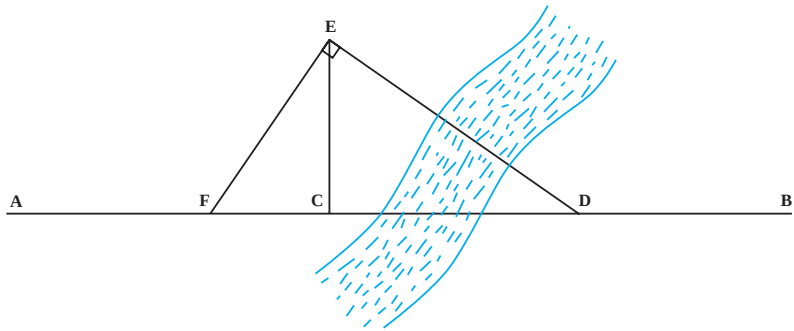


شکل ۴۸ــ۲

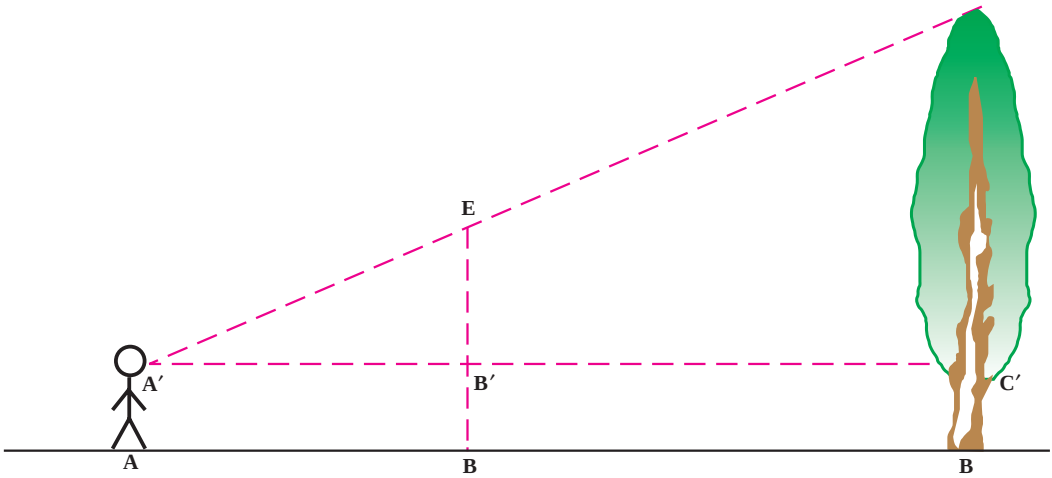
حال ضلع CE را تا نقطه M ادامه می‌دهیم. روی CM نقطه‌ای مانند F را انتخاب کرده و بر روی ضلع FM یک مثلث متساوی‌الاضلاع دیگری مانند FMG ایجاد می‌کنیم حال اگر در امتداد MG به‌اندازه‌ی CM پیش برویم، به نقطه N می‌رسیم که روی امتداد AB است.

حالت دوم ــ بین دو نقطه، مانع عبور وجود دارد و نمی‌توان در فاصله‌ی نزدیک مانع را دور زد (رودخانه). در روی امتداد AB دو نقطه مانند C و D (یک عارضه ثابت طبیعی که در امتداد AB می‌باشد را به عنوان نقطه D در نظر می‌گیریم) در دو طرف مانع انتخاب می‌کنیم. از نقطه‌ی C عمودی مانند CE بر امتداد AB اخراج می‌کنیم (شکل ۴۹ــ۲) و هم‌چنین از نقطه‌ی E عمودی بر ED اخراج می‌کنیم تا امتداد AB را در نقطه‌ی F قطع کنند. با استفاده از تشابه دو مثلث قائم‌الزاویه CED و CEF با اندازه‌گیری طول‌های FC و EC می‌توان مقدار CD را از رابطه‌ی زیر به‌دست آورد.

$$\frac{FC}{CE}=\frac{CE}{CD} \quad \text{یا} \quad CD=\frac{CE^{۲}}{CF}$$



شکل ۴۹ــ۲



شکل ۵۰ــ۲

تعیین ارتفاع درخت

ژالن را به‌طور قائم در نقطه B بین درخت و ناظری که در نقطه‌ی A قرار دارد در زمین فرو می‌بریم و سپس در مکانی قرار می‌گیریم که نقطه‌ی E(انتهای ژالن) و F (انتهای درخت) را در یک امتداد ببینیم. حال با توجه به تشابه دو مثلث قائم‌الزاویه $A'B'E$ و $A'C'F$، می‌توانیم رابطه‌ی زیر را بنویسیم

$$\frac{A'B'}{A'C'}=\frac{B'E}{C'F}$$

در رابطه‌ی فوق BE طول ژالن مشخص است از طول ژالن ارتفاع ناظر (تا چشم) را کم می‌کنیم تا $B'E$ به‌دست‌آید. در این‌حالت مقادیر $A'C'=AC$ و $A'B'=AB$ است که مستقیماً روی زمین قابل اندازه‌گیری هستند در نتیجه مقدار $C'F$ به‌دست خواهد آمد که مجموع مقادیر $C'F$ و CC' (ارتفاع ناظر تا چشم) ارتفاع درخت خواهد بود.

خودآزمایی

۱ــ به چه دلیل متر انوار از مترهای دیگر بهتر است؟

۲ــ تفاوت بین روش مستقیم و غیرمستقیم در اندازه‌گیری طول را شرح دهید.

۳ــ چه نکاتی را باید هنگام کار با شاقول رعایت کرد؟

۴ــ چگونگی به‌دست آوردن طول قدم‌ها را با یک مثال توضیح دهید.

۵ــ ساختمان تراز را شرح دهید.

۶ــ طرز کار با شیب‌سنج را توضیح دهید.

۷ــ طرز عمل گونیای آیینه‌ای را شرح دهید.

۸ــ ارتفاع یکی از درختان محوطه هنرستان خود را با روش ذکر شده در این فصل به‌دست آورید.

۹ــ با استفاده از گونیا دو خط موازی را در روی زمین ایجاد کنید.

۱۰ــ اندازه قدم‌های خود را بدست آورید.

۱۱ــ درصد شیب یکی از عوارض محوطه‌ی هنرستان خود را با استفاده از شیب‌سنج به‌دست‌آورید و سپس با استفاده از متر فاصله افقی بین دو نقطه معلوم آنرا محاسبه نمایید.

مسائل

۱ــ فاصله‌ی بین دو نقطه ۲۵۰ متر و زاویه‌ی شیب این‌دو نقطه $\alpha = 7^\circ 5'$ می‌باشد فاصله‌ی افقی بین دو نقطه مذکور را به‌دست آورید.

۲ــ در یک مثلث متساوی‌الساقین طول قاعده ۲۵ سانتیمتر و طول یکی از اضلاع دیگر نیز برابر ۳۵ سانتی‌متر است. اندازه‌ی سه زاویه‌ی داخلی این مثلث را محاسبه کنید.