فصل چهارم

اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی

یکی از کمیت‌هایی که برای تهیه‌ی نقشه باید اندازه‌گیری شود فاصله‌ی افقی دو نقطه است. این کمیّت گاهی مستقیماً روی زمین افقی اندازه‌گیری می‌شود و گاه با اندازه‌گیری فاصله‌ی غیر افقی دو نقطه (که به آن فاصله‌ی مورب می‌گویند) و زاویه‌ی شیب امتداد بین دو نقطه به طریقه‌ی غیرمستقیم محاسبه می‌گردد.

نکته‌ی دیگر آن که گاهی بین دو نقطه‌ای که می‌خواهیم فاصله‌ی افقی آن‌ها را پیدا کنیم موانعی وجود دارد که در این صورت نیز با روش‌های غیرمستقیم این فاصله تعیین می‌گردد. در این فصل روش‌های اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی را خواهید آموخت و با وسایل مختلف که برای این کار مورد استفاده قرار می‌گیرد آشنا خواهید شد.

در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد :

ــ عمل ژالون‌گذاری یک امتداد را به منظور اندازه‌گیری فاصله، به نحو صحیح انجام دهد و ضمن این کار علامت دادن با دست را هم تمرین کند.

ــ با استفاده از وسایل ساده، فاصله‌ی افقی دو نقطه را در روی زمین‌های مسطح و شیب‌دار به روش‌های مستقیم و غیرمستقیم، با مانع و بدون مانع، تعیین نماید.

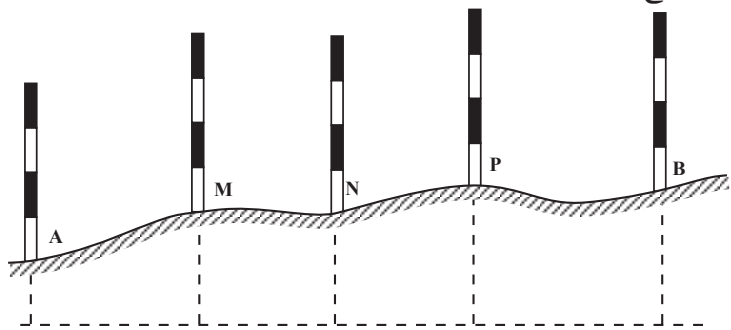
ــ به کمک دستگاه‌های ترازیاب در زمین‌های مسطح و بعضی در زمین‌های شیب‌دار فاصله‌ی افقی دو نقطه‌ی مشخص شده‌ی روی زمین را به دست آورد.

ــ فاصله‌ی افقی دو نقطه‌ی مشخص شده روی زمین را به کمک تئودولیت‌ها تعیین کند.

۱ــ۴ــ ژالون‌گذاری امتداد

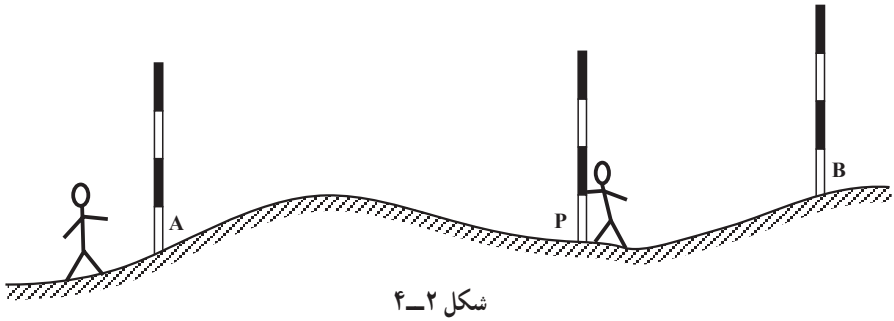
قبل از اندازه‌گیری فاصله با وسایل ساده در نقشه‌برداری، آن را ژالون‌گذاری (امتدادگذاری) می‌کنند. همان‌گونه که می‌دانید فاصله‌ی دو نقطه یعنی کوتاه‌ترین راه بین آن دو نقطه، که امتدادی است

مستقیم قبل از اندازه‌گیری ؛ این امتداد مستقیم را با چند ژالون مشخص می‌کنند و به این کار ژالون‌گذاری امتداد می‌گویند (اگر طول خیلی کوتاه باشد که با یک بارمترکشی بتوان آن را اندازه گرفت دیگر احتیاج به این‌کار نیست).



شکل ۱ــ۴

عمل ژالون‌گذاری به این ترتیب انجام می‌گیرد که ابتدا روی دو نقطه، مثلاً A و B شکل **۲ــ ۴**، دو ژالون به طور قائم می‌گذاریم. یک نفر پشت یکی از دو ژالون (به فاصله‌ی بیش از دو متر با آن) می‌ایستد و در حالی که یک چشم خود را بسته است با چشم دیگر به ژالون بعدی نگاه می‌کند به‌طوری که دو ژالون مزبور را روی هم ببیند. بعد نفر دیگری ژالونی را به طور قائم در امتداد تقریبی دو نقطه به چپ و راست حرکت می‌دهدتا نفر اول هر سه ژالون را در یک امتداد ببیند.



شکل ۲ــ۴

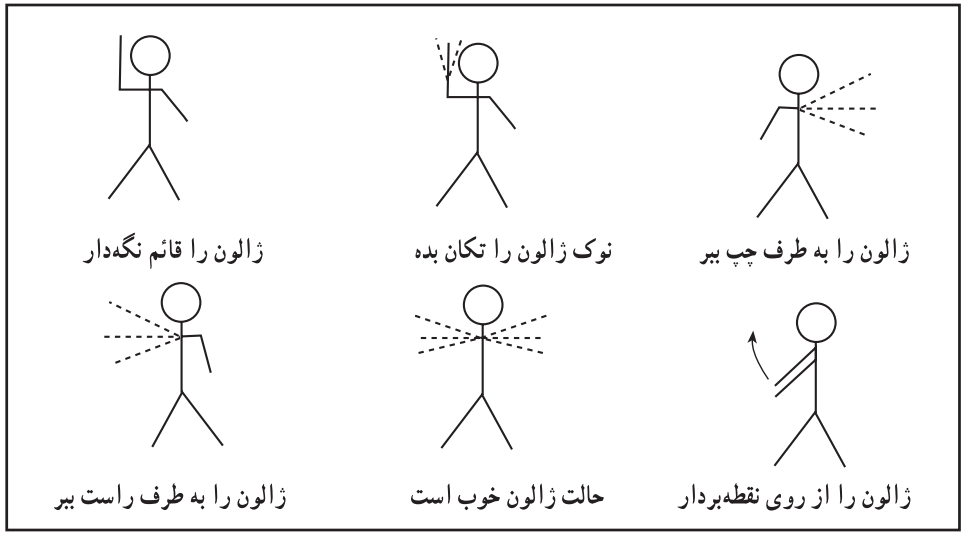
این کار برای هر چند نقطه که لازم باشد تکرار می‌شود تا امتداد مستقیم برای مترکشی کاملاً مشخص گردد.

تبصره ۱: برای دقیق‌تر انجام شدن کار لازم است همراه ژالون‌ها از تراز نبشی برای قائم کردن آنها استفاده کنیم.

تبصره ۲: در حالتی که بین دو نقطه مانعی وجود داشته باشد بعداً بحث خواهد شد.

۲ــ۴ــ علامت دادن با دست

وقتی فاصله‌ی بین افرادی که با یکدیگر عمل ژالون‌گذاری را انجام می‌دهند زیاد باشد دیگر صدا رسا به گوش نمی‌رسد در این حالت معمولاً یک فرد با علامت دادن دست می‌تواند منظور خود را به دیگری بفهماند. در این گونه موارد می‌توان با توجه به شکل‌های راهنمای زیر عمل کرد (شکل ۳ــ۴).

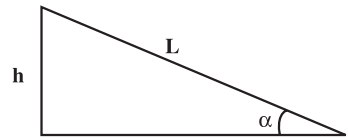


شکل ۳ــ۴

۳ــ۴ــ اندازه‌گیری طول به روش مستقیم

در این روش از نوارهای اندازه‌گیری پارچه‌ای یا فلزی استفاده می‌کنند و چون برای رسم نقشه احتیاج به طول‌های افقی داریم در عمل، حتی روی یک سطح شیب‌دار طول باید افقی اندازه‌گیری شود ؛ و در غیر این صورت پس از اندازه‌گیری طول روی سطح شیب‌دار، باید آن را با محاسبه به طول افقی تبدیل کرد. فرمول محاسبه چنین است :

$L\cos\alpha = D$ (α زاویه‌ی شیب است)



شکل ۱ــ۳ــ۴

در عمل، بر حسب آن که طول بر روی زمین مسطح و یا زمین شیب‌دار قرار گرفته باشد حالت‌های مختلف پیش می‌آید که در هر حالت پس از ذکر وسایل مورد نیاز روش کار توضیح داده می‌شود.

۴ــ۴ــ اندازه‌گیری طول به روش مستقیم در روی زمین مسطح با وسایل ساده

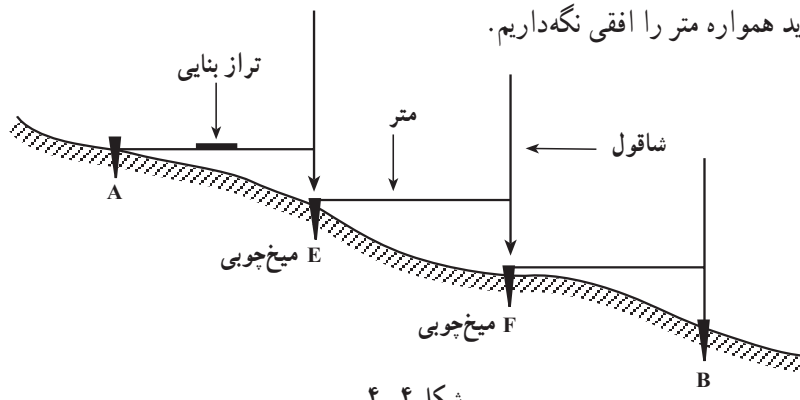
وسایل مورد نیاز: نوار اندازه‌گیری، چند عدد ژالون، میخ‌های چوبی به طول ۲۵ــ ۲۰ سانتی‌متر، میخ‌های فلزی کوچک برای نصب روی میخ‌های چوبی، شاقول، مداد و دفترچه، رنگ و قلم‌مو در موارد لازم.

روش کار: چون نمی‌توان فواصل بلند را به یک باره اندازه‌گیری نمود باید ابتدا امتداد طول موردنظر را ژالون‌گذاری و مشخص کرد ؛ به این صورت که با استفاده از میخ‌های چوبی و فلزی و با علامت‌گذاری، طول مزبور را به فواصل کوچک‌تر مثلاً ۳۰ــ۲۰ متر (که این فواصل متناسب با طول نوار انتخاب می‌شود) تقسیم و سپس فواصل بین میخ‌ها را با نوار اندازه‌گیری و یادداشت نمود.

۵ــ۴ــ اندازه‌گیری طول افقی به روش مستقیم در روی زمین شیب‌دار با وسایل ساده

وسایل مورد نیاز: نوار اندازه‌گیری، شاقول، تراز، چند عدد ژالون، میخ‌های چوبی و فلزی، مداد و دفترچه، رنگ و قلم‌مو در موارد لازم.

روش کار: پس از ژالون‌گذاری و میخ‌کوبی (به ترتیبی که در روش کار قبل گفته شد) باز فواصل میخ‌ها با نوار اندازه‌گیری و ثبت می‌شود با این تفاوت که چون روی سطح شیب‌دار اندازه‌گیری می‌کنیم باید همواره متر را افقی نگه‌داریم.



شکل ۴ــ۴

برای این کار از یک تراز بنایی روی متر استفاده می‌شود و برای تصویر نمودن نقطه‌ی انتهایی هر دهنه مترکشی، از شاقول (ژالون) استفاده می‌کنیم اگر تراز بنایی در اختیار نداریم یک نفر با شاقول یا ژالون در کناری می‌ایستد و زاویه‌ی نوار و امتداد شاقول (ژالون) را تحت زاویه‌ی ۹۰ با نوار کنترل می‌کند.

در این‌جا تراز دستی وسیله‌ی خوبی برای به حالت افقی در آوردن متر می‌باشد (شکل ۵ــ۴).

شکل ۵ــ۴

شکل ۶ــ۴

۶ــ۴ــ تعیین طول افقی در روی سطح شیب‌دار با اندازه‌گیری طول مورّب و زاویه‌ی شیب

وسایل مورد نیاز: شیب‌سنج، نوار اندازه‌گیری، چند عدد ژالون، میخ‌های چوبی و فلزی، شاقول، وسایل نوشتن و رنگ زدن.

روش کار: ابتدا فاصله‌ی غیر افقی (مورّب) بین دو نقطه را به وسیله‌ی نوار اندازه گرفته و بعد زاویه‌ی شیب بین دو نقطه را به کمک شیب‌سنج به دست می‌آوریم ؛ سپس با استفاده از رابطه‌ی $D . L\cos .$ طول افقی را با محاسبه به‌دست می‌آوریم.

۷ــ۴ــ تعریف تصحیح تبدیل به افق

اختلاف دو طول D و L را (شکل ۱ــ ۳ ــ۴) تصحیح تبدیل به افق (تصحیح شیب) می‌گویند و مقدار آن را از رابطه‌ی زیر به دست می‌آورند.

$$|C| = D - L = L\cos\alpha - L = |L(\cos\alpha - ۱)|$$

از این تصحیح موقعی استفاده می‌کنند که طول L در دست باشد و از روی آن بخواهیم D را به دست آوریم. ممکن است به جای زاویه‌ی شیب اختلاف ارتفاع دو سر طول یعنی (h) اندازه‌گیری شود. در این صورت تصحیح تبدیل به افق از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید :

$$C = \frac{-h^۲}{۲L}$$

سپس اگر مقدار C به L اِعمال شود D به دست می‌آید.

مثال: دو نقطه‌ی A و B با اختلاف ارتفاع ۲ متر روی یک سطح شیب‌دار قرار دارند. در صورتی که فاصله در امتداد شیب آن‌ها ۱۰۰ متر باشد اولاً مقدار تصحیح تبدیل به افق، ثانیاً فاصله‌ی افقی این دو نقطه را به دست آورید.

$$C = \frac{-۲^۲}{۲\times۱۰۰} = -\frac{۴}{۲۰۰} = -\frac{۲}{۱۰۰} \text{ متر} = -۲ \text{ سانتی‌متر}$$

$$D = L - C = ۱۰۰ - ۰/۰۲ = ۹۹/۹۸ \quad \text{متر}$$

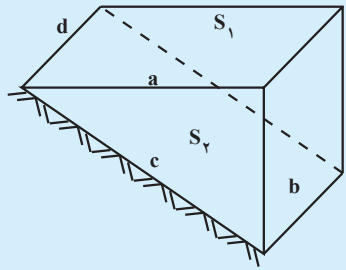
تبصره: اگر برای فواصل و اختلاف ارتفاع‌های مختلف مقادیر تصحیح تبدیل به افق را حساب کنیم و در یک جدول بنویسیم به چنین جدولی جدول تصحیح تبدیل به افق می‌گویند که در موقع عمل ما را از محاسبه بی‌نیاز می‌کند.

مطالعه آزاد

اخلاق حرفه‌ای در نقشه‌برداری زمین در سطوح شیبدار کوهستانی

از آن‌جایی که در اندازه‌گیری‌ها، فواصل افقی و سطوح مستوی مدنظر قرار می‌گیرد، لذا زمین‌هایی که در دامنه کوه‌ها و تپه‌ها برای ویلاسازی خرید و فروش می‌شود و چنان‌چه به بحث ظریف نقشه‌برداری آن توجهی نشود، باعث خسارت‌های مالی فراوان برای خریدار می‌شود ؛ چرا که خریدار در واقع باید مساحت زمین موردنظر

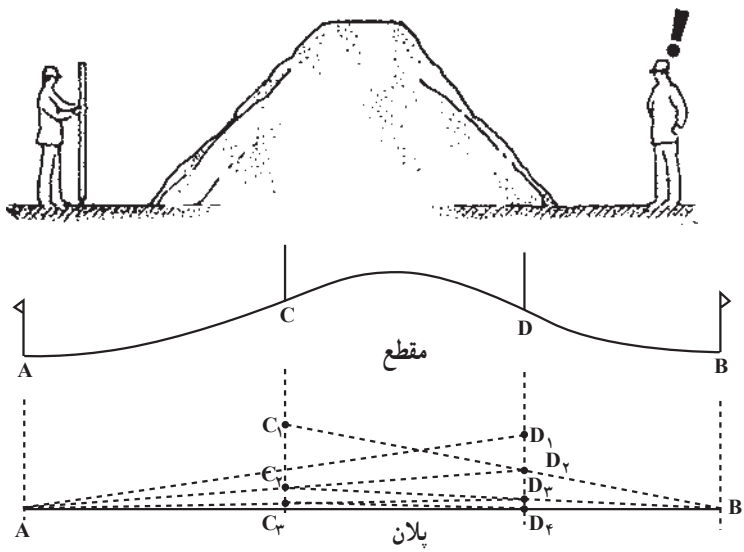
در سطح شیبدار را به صفحه افقی تصویر کرده و مساحت سطح مستوی آن را پرداخت نماید. طبق شکل زیر $a^2 . c^2 . b^2$ می‌باشد درصورتی که توجه به امر فوق نشود



باعث می‌شود که به جای پرداخت برای $S_1 . ad$ مقدار بیشتری یعنی برای $S_2 . cd$ پرداخت می‌شود. به عنوان مثال اگر قیمت زمینی به مساحت یک هکتار که در یک منطقه شیبدار با شیب ۲۰٪ قرار گرفته باشد حدود پانصد میلیون تومان باشد با احتساب تصحیح فوق قیمت زمین در سطح افقی به مبلغ چهارصد و نود میلیون تومان کاهش پیدا خواهد کرد.

۸ــ۴ــ اندازه‌گیری فاصله‌ی دو نقطه که بین آن‌ها مانع دید یا عبور یا هر دو قرار دارد

مانع دید: مثلاً A و B دو نقطه‌اند که می‌خواهیم فاصله‌ی بین آن‌ها را اندازه‌گیری کنیم (شکل ۷ــ۴) و بین آن‌ها یک تپه قرار گرفته است. ابتدا دو ژالون روی دو نقطه قرار می‌دهیم، سپس دو نفر به کمک هم و متقابلاً بین دو نقطه‌ی A و B دو ژالون به این ترتیب قرار می‌دهند که از نقطه‌ی C_1 ژالون B و از نقطه‌ی D_1 ژالون A دیده شود. حال شخصی که در نقطه‌ی C_1 است ژالون D_1 را در امتداد B ، C_1 به نقطه‌ی D_2 هدایت می‌کند. و پس از آن، شخصی که در نقطه‌ی D_2 ایستاده ژالون C_1 را به نقطه‌ی C_2 در امتداد D_2A هدایت می‌کند. این کار ادامه می‌یابد تا جایی که به عمود قرار گرفتن کامل ژالون‌ها در روی نقاط مابین، دیگر انحرافی وجود نداشته باشد.



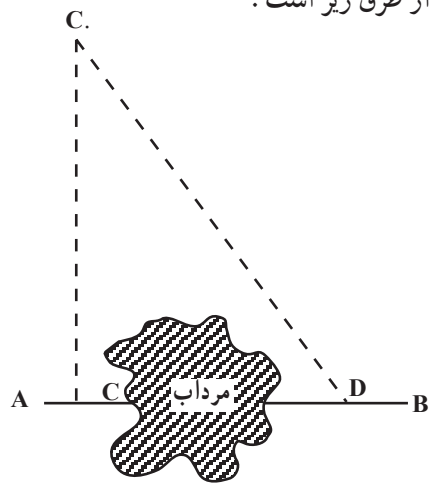
شکل ۷ــ ۴

در این حالت نقاط A، C، D و B همه در یک امتداد بوده و مجموع اندازه‌های فواصل افقی AC، CD و DB اندازه‌ی فاصله‌ی افقی AB را تشکیل می‌دهد.

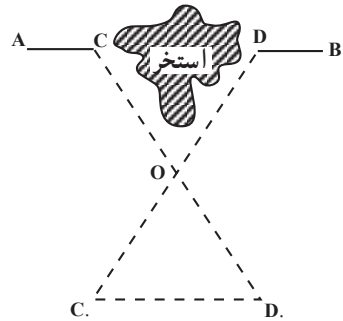
مانع عبور: در این‌جا دو حالت را در نظر می‌گیریم.

حالت اول: بین دو نقطه مانع عبور وجود دارد، ولی در فاصله‌ی نزدیک، مانع را می‌توان دور زد (به عنوان مثال، بین دو نقطه حوض، استخر، مرداب، نهالستان و غیره وجود دارد).

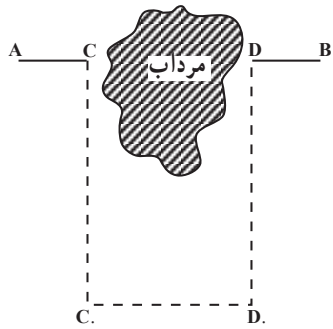
طرز عمل به یکی از طرق زیر است :



شکل ۸ــ۴ ــ از نقطه‌ی C واقع در روی امتداد AB عمودی اخراج و با انتخاب و اندازه‌گیری طول CC. طول C.D را در روی زمین اندازه‌گیری می‌کنیم. در این صورت می‌شود، نوشت: $CD = \sqrt{DC.^2 - CC.^2}$



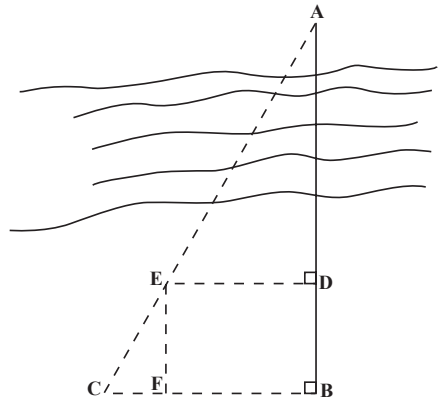
شکل ۹ــ۴ــ در روی امتداد AB دو نقطه‌ی C و D اختیار کرده و بر روی زمین در خارج از امتداد AB نقطه‌ای مانند O را مشخص می‌کنیم. سپس .OD و .OC را به ترتیب متناسب با طول‌های OC و OD جدا می‌نماییم، در نتیجه خواهیم داشت: $\frac{OC.}{OD} \cdot \frac{OD.}{OC} \cdot \frac{C.D.}{CD}$



شکل ۱۰ــ۴ــ می‌توان فاصله‌ی CD را با ایجاد عمودهای .CC ، .DD به .C.D منتقل نموده و به جای اندازه گرفتن طول CD طول .C.D را اندازه گرفت: AB . AC . C.D. . DB

حالت دوم: بین دو نقطه مانع عبور قرار گرفته و نمی‌توان در فاصله‌ای نزدیک مانع را دور زد (مانند رودخانه).

به عنوان مثال می‌خواهیم فاصله‌ی از A تا B را که بین آن‌ها رودخانه قرار دارد اندازه بگیریم.



شکل ۱۱ــ۴

برای این کار ابتدا یک نقطه روی امتداد AB پیدا کرده (نقطه‌ی D) سپس از B و D دو عمود بر امتداد AB اخراج می‌کنیم و نقطه‌های E و C را بر روی این دو عمود طوری انتخاب می‌کنیم که C، E و A در یک امتداد باشند (در عمل ابتدا نقطه‌ی C را روی عمود اخراجی از B انتخاب و سپس نقطه‌ی E را که محل تقاطع دو خط AC و عمود اخراجی از D است پیدا می‌کنیم). حال با اندازه‌گیری ED، BD و BC با توجه به تشابه دو مثلث EFC و ABC می‌توان نوشت :

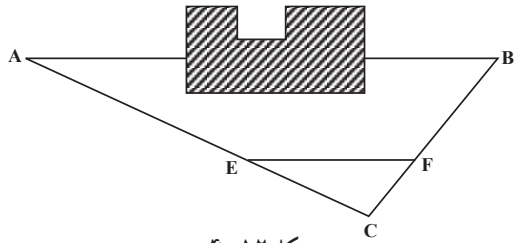
$$\frac{AB}{BC}\cdot\frac{EF}{FC}\cdot\frac{AB}{BC}\cdot\frac{BD}{BC\cdot DE} \text{ یا } AB\cdot BC\frac{BD}{BC\cdot ED}$$

وجود مانع عبور و دید هر دو: مثلاً یک ساختمان در بین راه A تا B قرار گرفته در این صورت نقطه‌ای مانند C چنان انتخاب می‌کنیم که محاسبه‌ی طول‌های AC و BC به طور مستقیم آسان باشد. سپس روی امتداد AC طول EC را به اندازه‌ی $\frac{۱}{m}AC$ و روی امتداد BC طول FC را به اندازه‌ی $\frac{۱}{m}BC$ انتخاب می‌کنیم. پس :

$$EC\cdot\frac{۱}{m}AC \qquad FC\cdot\frac{۱}{m}BC$$

در نتیجه با توجه به تشابه دو مثلث ABC و EFC می‌توان نوشت :

$$EF\cdot\frac{۱}{m}AB\cdot \quad AB\cdot m\times EF$$



شکل ۱۲ــ۴

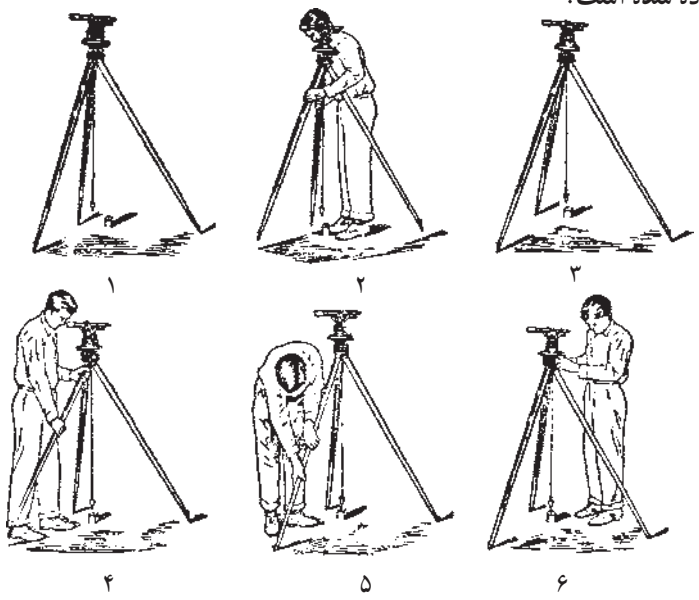
۹ــ۴ــ استفاده از ترازیاب برای اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی

برای اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی قبلاً باید طرز استقرار دستگاه را بر روی یک نقطه‌ی مشخص یاد گرفت و با شاخص آشنا شد.

مستقر کردن ترازیاب (ایستگاه گذاری): منظور از مستقر کردن ترازیاب بر روی یک نقطه آن است که دستگاه را طوری قرار دهیم که

> اولاً محور قائم دستگاه از آن نقطه عبور کند. (این کار به کمک یک شاقول که در زیر دستگاه اضافه می‌شود انجام می‌پذیرد) و ثانیاً دستگاه تراز شود.

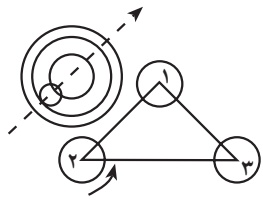
طرز استقرار ترازیاب بر روی یک نقطه‌ی مشخص: برای استقرار ترازیاب روی یک نقطه‌ی مشخص ابتدا سه پایه را، که در زیر آن شاقول اضافه شده، طوری قرار می‌دهیم که نقطه بین سه تا پایه و به عبارت دیگر در داخل مثلثی که پایه‌ها سه رأس آن‌اند، قرار بگیرد. سپس با ثابت کردن یک پایه و تغییر مکان دو پایه‌ی دیگر، نوک شاقول را بر روی نقطه‌ی مورد نظر می‌آوریم، ضمن آن که سعی می‌کنیم صفحه‌ی بالای سه پایه را تقریباً افقی کنیم. پس از محکم کردن نوک پایه‌ها در زمین دستگاه را به نحوی که ذیلاً گفته می‌شود تراز می‌نماییم. مراحل عمل استقرار روی یک نقطه در شکل ۱۳ــ۴ نشان داده شده است.



شکل ۱۳ــ۴

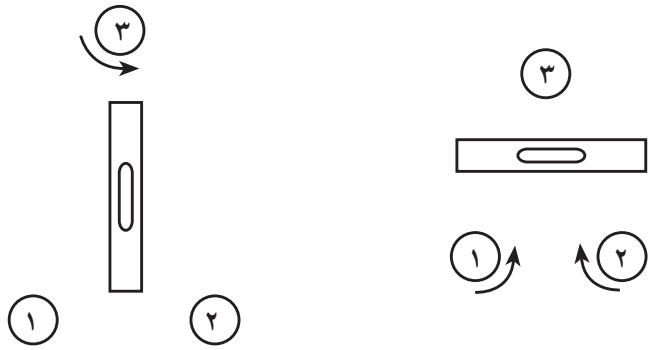
تراز کردن ترازیاب: با توجه به آن که دستگاه دارای تراز کروی یا استوانه‌ای است به ترتیب زیر عمل می‌شود :

الف: برای دستگاه‌هایی که تراز کروی دارند پس از قرار دادن تراز کروی بین دو تا از پیچ‌های تراز کننده این دو پیچ را در جهت مخالف یکدیگر می‌چرخانیم تا حباب تراز در امتداد پیچ سوم ترازکننده قرار بگیرد. سپس با چرخاندن پیچ سوم حباب را وسط دایره‌ی تنظیم تراز می‌آوریم (شکل ۱۴ــ۴).



شکل ۱۴ــ۴

ب: در دستگاه‌هایی که تراز استوانه دارند برای تراز کردن ابتدا محور تراز دستگاه را موازی امتداد دو تا از پیچ‌های تراز کننده قرار می‌دهیم و با چرخاندن این دو پیچ در جهت مخالف یکدیگر حباب تراز را وسط (بین دو نشانه) تنظیم می‌کنیم. سپس دوربین را می‌چرخانیم تا تراز آن در امتداد پیچ سوم قرار گیرد و این بار فقط با چرخاندن همین پیچ در جهت مناسب حباب را، که جابه‌جا شده است، دوباره به وسط (بین دو نشانه) می‌آوریم در این لحظه باید دستگاه تراز باشد که در صورت تراز نبودن کامل، عملیات گفته شده تکرار می‌شود (البته اگر قبلاً دستگاه را تقریباً به حالت افقی قرار داده باشیم عمل تراز کردن سریع‌تر انجام می‌شود) (شکل ۱۵ــ۴).



شکل ۱۵ــ۴

۱۰ــ۴ــ شاخص(Rod)

شاخص وسیله‌ای است که همراه دستگاه‌های ترازیاب یا زاویه‌یاب برای عملیات مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این وسیله، در واقع، یک خط‌کش بلند است که به تقسیمات سانتی‌متر مدرّج شده و برای سهولت خواندن آن، سانتی‌مترها غالباً یک در میان به رنگ سفید و سیاه است و هر ده‌سانتی‌متر نیز با خط بزرگتر یا عدد نشان داده شده است. اعداد در بعضی شاخص‌ها به صورت معکوس نوشته شده که در این صورت همراه دوربین‌هایی که تصویر معکوس دارند مورد استفاده قرار می‌گیرند و در بعضی دیگر از شاخص‌ها اعداد به‌صورت مستقیم نوشته شده که برای استفاده همراه با دوربین‌هایی که تصویر مستقیم دارند مناسب است. شاخص معمولاً از چوب ساخته می‌شود و طول آن ۲، ۳ و ۴ متر است. عرض شاخص‌ها غالباً بین ۱۲ــ۷ سانتی‌متر و ضخامت آن‌ها بسته به جنس چوبی که از آن استفاده شده حدود چند سانتی‌متر می‌باشد. در شکل ۱۶ــ۴ چند نمونه از شاخص‌ها را می‌بینید.

۱۱ــ۴ــ اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی با ترازیاب اپتیکی

شکل ۱۶ــ۴ــ چند نمونه شاخص

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد در داخل لوله‌ی دوربین ترازیاب‌ها صفحه‌ای به نام صفحه‌ی رتیکول((Reticule (Cross Hairs) قرار دارد که بر روی آن دو تار بلند قائم و افقی در وسط دایره‌ای همدیگر را قطع کرده‌اند که از آن‌ها برای ترازیابی استفاده می‌شود علاوه بر این تارها، در اکثر ترازیاب‌ها دو تار کوچک افقی نیز در بالا و پایین تار بلند افقی (تار وسط) وجود دارند که از آن‌ها برای پیدا کردن فاصله‌ی افقی دو نقطه استفاده می‌شود. به این شکل که اگر اختلاف دو تار بالا و پایین را با L نشان دهیم از فرمول D_h[1] . ۱۰۰L می‌توان فاصله‌ی افقی را به دست آورد. در این مورد به شکل ۱۷ــ۴ توجه کنید.

شکل ۱۷ــ۴ــ تارهای رتیکول

قرائت تار بالا: ۲۵۰۶ میلی‌متر قرائت تار پایین: ۲۴۴۲ میلی‌متر

۱ــ Horizontal Distance

استفاده از زاویه‌یاب اپتیکی برای اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی: در این‌جا نیز مانند ترازیاب باید ابتدا طرز استقرار دستگاه روی نقطه‌ی مشخص را آموخت.

مستقر کردن زاویه‌یاب بر روی یک نقطه‌ی مشخص: منظور از مستقر کردن زاویه‌یاب بر روی یک نقطه‌ی مشخص، همان‌گونه که در مورد ترازیاب گفته شد، آن است که زاویه‌یاب را به شکلی قرار دهیم که اولاً محور اصلی دستگاه از آن نقطه بگذرد و ثانیاً دستگاه تراز شود. طرز عمل در این‌جا به‌ترتیب زیر است :

ابتدا به کمک شاقول اپتیکی دستگاه را بر روی نقطه‌ی مشخص آورده و نوک پایه‌ها را کاملاً در زمین فرو می‌کنیم. سپس با بلند و کوتاه کردن طول پایه‌ها تراز کروی روی پایه دوربین را تنظیم می‌نماییم. برای تنظیم تراز دوم (که بر روی آلیداد قرار دارد) آلیداد را در دو جهت عمود بر هم قرار داده و این بار به کمک پیچ‌های تراز کننده در زیر پایه، این تراز را تنظیم و بالاخره به کمک پیچ مخصوص تراز سوم (تراز لوبیایی که در کنار لمب قائم قرار دارد) آخرین تراز را هم تنظیم می‌کنیم.

تبصره: در زاویه‌یاب‌های اتوماتیک، همانگونه که قبلاً گفته شد، به جای تراز سوم کمپانساتور کارگذارده شده و پس از تنظیم تراز دوم به طور خودکار دستگاه تراز می‌گردد.

۱۲ــ۴ــ اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی با زاویه‌یاب (استادیمتری)(Stadimetry)

این عمل در دو حالت بررسی می‌شود.

۱ــ استادیمتری با حالت افقی دوربین ۲ــ استادیمتری با حالت غیرافقی دوربین

حالت اوّل: استادیمتری با حالت افقی دوربین: این کار به کمک شاخص که قبلاً با آن آشنا شدید انجام می‌شود.

اساس کار: فرض کنید در نقطه‌ای، مانند A، ایستگاه‌گذاری کرده‌ایم و در نقطه‌ی دیگری، مانند B، شاخص را قرار داده‌ایم و به آن نگاه می‌کنیم. تصویری از شاخص داخل دوربین ایجاد می‌گردد که در صورت رفع پارالاکس[1]، این تصویر روی صفحه‌ی رتیکول قرار می‌گیرد. طرز عبور اشعه و شکل تصویر در شکل ۱۸ــ۴ دیده می‌شود.

فرمول پیدا کردن فاصله با روش استادیمتری به شکل زیر است (این رابطه به نام فرمول اساسی استادیمتری معروف است) :

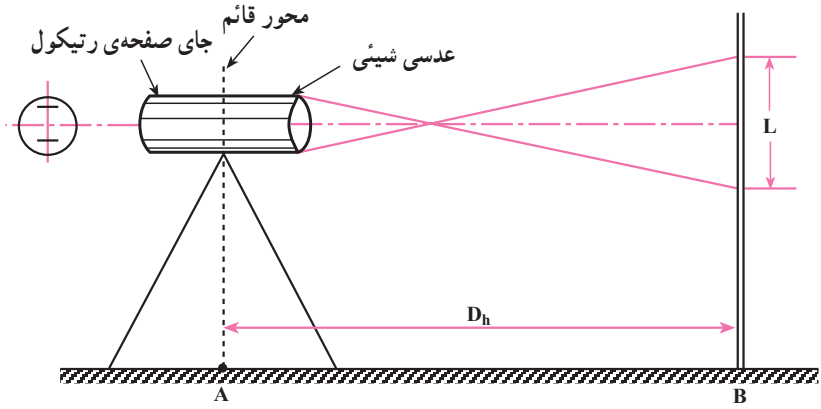
$$D_h . KL$$

۱ــ زمانی که تصاویر شاخص و تارهای رتیکول دقیقاً واضح نیستند، اصطلاحاً می‌گویند دستگاه پارالاکس دارد.

(D_h فاصله‌ی افقی و L اختلاف دو تار بالا و پایین)

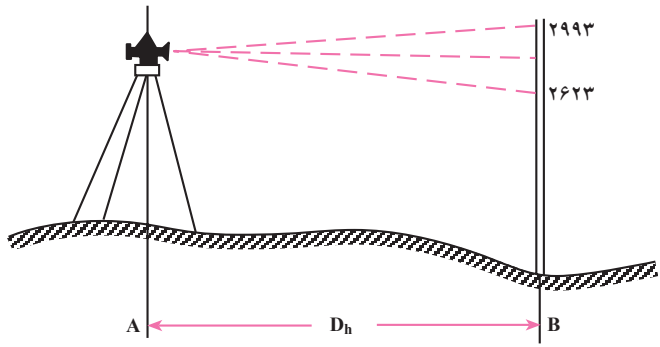
ضریب K معمولاً برابر عدد صد است پس می‌توان نوشت :

$D_h = 100L$



شکل ۱۸ــ۴

مثال: برای اندازه‌گیری فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B، روی نقطه‌ی A ایستگاه‌گذاری کرده و شاخص را در نقطه‌ی B قرار داده‌ایم. با توجه به شکل، فاصله‌ی دو نقطه A و B را پیدا کنید.



شکل ۱۹ــ۴

اختلاف دو تار ۳۷۰ . ۲۶۲۳ . ۲۹۹۳

$D_h = 100L$. ۱۰۰×۳۷۰ . ۳۷۰۰۰ میلی‌متر

۳۷۰۰۰ . ۱۰۰۰ . ۳۷ متر

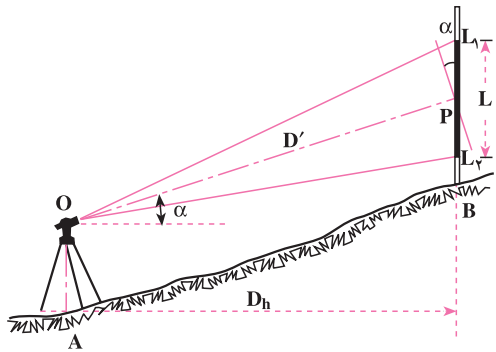
تذکر مهم: شرط استفاده از فرمول $D_h = 100L$ آن است که امتداد شاخص بر امتداد محور نشانه روی عمود باشد. بنابراین هنگام اندازه‌گیری باید دوربین کاملاً افقی باشد (در ترازیاب این حالت به طور طبیعی وجود دارد) و شاخص هم کاملاً قائم نگه‌داشته شود.

اگر با حالت افقی دوربین شاخص دیده نشود به طریق دیگری که ذیلاً توضیح داده می‌شود عمل می‌کنیم :

حالت دوم: اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی با زاویه‌یاب در حالت غیرافقی دوربین (استادیمتری در شیب): در مواقعی که زمین بین دو نقطه‌ی A و B دارای شیب نسبتاً زیاد است و با حالت افقی دوربین، امکان دیدن شاخص وجود ندارد برای پیدا کردن فاصله‌ی افقی از فرمول زیر استفاده می‌شود که در آن L فاصله‌ی دو تار بالا و پایین رتیکول و α زاویه‌ی شیب امتداد نشانه روی است :

$$D_h = ۱۰۰L\cos^۲\alpha$$

مقدار $۱۰۰L$ یک‌بار به خاطر عمود نبودن شاخص بر امتداد نشانه روی و یک بار به خاطر پیدا کردن فاصله‌ی افقی از روی فاصله‌ی مایل در $\cos\alpha$ ضرب می‌شود.



شکل ۲۰ــ۴

مثال: برای پیدا کردن فاصله‌ی افقی دو نقطه‌ی A و B بر روی نقطه‌ی A با تئودولیت ایستگاه‌گذاری کرده و پس از نشانه روی به شاخص قائم در نقطه‌ی B قرائت تارهای بالا و پایین به‌ترتیب ۱۵۰۵ و ۱۲۹۸ و زاویه‌ی قائم $۸۵^\circ,۵۵'$ شده است. فاصله‌ی افقی فوق چند متر است؟

حل: زاویه‌ی شیب (α) = زاویه‌ی ۹۰°[۱] − زاویه‌ی قائم قرائت شده

$$\alpha = ۹۰^\circ - ۸۵^\circ,۵۵' = ۴,۰۵'$$

$$L = ۱۵۰۵ - ۱۲۹۸ = ۲۰۷ \text{ میلی‌متر}$$

$$D_h = ۱۰۰ \times ۲۰۷ \times \cos^۲(۴^\circ,۰۵') = ۲۰۵۷۵ \text{ میلی‌متر} = ۲۰/۵۷۵ \text{ متر}$$

۱ــ وقتی دوربین زاویه‌یاب در حالت افقی قرار می‌گیرد معمولاً زاویه‌ی ۹۰° روی صفحه‌ی مدرج قائم خوانده می‌شود و به‌ندرت در بعضی زاویه‌یاب‌ها در این حالت زاویه‌ی صفحه‌ی مدرج قائم صفر است.

۱۳ــ۴ــ خطاها و اشتباهات در استادیمتری

مهمترین خطاها در استادیمتری عبارت‌است از : خطای قائم نبودن شاخص، خطای ایستگاه‌گذاری، خطای قرائت زاویه‌ی قائم، خطای قرائت شاخص، خطای پارالاکس و خطای انکسار نور.

موارد اشتباهی که معمولاً پیش می‌آید عبارت است از : خواندن و نوشتن غلط مقدار زاویه‌ی قائم، خواندن یا نوشتن غلط اعداد مربوط به تارهای رتیکول و فراموشی در تراز کردن صفحه‌ی مدرج قائم موقع قرائت زاویه‌ی صفحه‌ی مدرج قائم.

فعالیت‌های عملی

فعالیت عملی ۱

ژالون‌گذاری یک امتداد: دو نقطه روی زمین انتخاب کرده و پس از مشخص ساختن آن‌ها (با میخ‌کوبی یا علامت‌گذاری) عمل ژالون‌گذاری بین آن‌ها انجام می‌شود (بهتر است دو نقطه حداقل ۱۰۰ متر فاصله داشته باشند و زمین نیز ناهموار باشد).

ضمن عمل بالا علامت دادن با دست تمرین گردد.

تبصره: به منظور استقرار قائم ژالون از تراز ژالون استفاده می‌گردد و در محل‌هایی که امکان فرو کردن ژالون در زمین نیست از سه پایه‌ی ژالون کمک گرفته می‌شود.

فعالیت عملی ۲

تعیین محل تقاطع دو امتداد: چهار نقطه که دوبه‌دو تشکیل یک امتداد و باهم تشکیل دو امتداد متقاطع را می‌دهند، بر روی زمین انتخاب شده پس از میخ‌کوبی (علامت‌گذاری) آن‌ها محل تقاطع دو امتداد به کمک ژالون‌هایی که روی چهار نقطه گذارده می‌شود به دست می‌آید.

فعالیت عملی ۳

اندازه‌گیری طول به روش مستقیم در روی زمین مسطح: دو نقطه در روی زمین مسطح انتخاب و آن‌ها را میخ‌کوبی یا علامت‌گذاری می‌کنند سپس با ژالون‌گذاری

فاصله‌ی آن‌ها را به فواصل کوچک‌تر (چند دهنه) تقسیم کرده و طول هر دهنه را با ترکشی افقی تعیین و با جمع طول‌های به دست آمده طول کل به دست می‌آید (ضمن عمل، راجع به وضعیت صفر متر و طرز قرائت طول توضیح داده شود).

تبصره: بهتر است فاصله‌ی دو نقطه حداقل ۱۱۰ متر باشد.

پس از انجام عمل بالا، بار دیگر به صورت رفت و برگشت کار را تکرار کرده و طول‌های به دست آمده با یکدیگر مقایسه می‌شود (می‌توان با استفاده از فرمول مربوطه **حد مجاز** اختلاف طول رفت و برگشت را مشخص کرد و در مواردی که دقت کم است مجدداً این کار را انجام داد).

فعالیت عملی ۴

اندازه‌گیری طول افقی به روش مستقیم روی سطح شیب‌دار: دو نقطه روی یک سطح شیب‌دار مشخص کرده پس از ژالون‌گذاری امتداد بین آن دو نقطه طول افقی هر دهنه را به دست آورده و با جمع کردن، فاصله‌ی افقی دو نقطه به دست می‌آید. به منظور افقی بودن متر هنگام اندازه‌گیری طول، از تراز مخصوص ترکشی و یا تراز لوله‌ای استفاده می‌شود.

با اندازه‌گیری مجدد این‌جا نیز، می‌توان به دقت کار پی‌برد.

فعالیت عملی ۵

تعیین طول افقی با اندازه‌گیری طول مورب و زاویه‌ی شیب: فاصله‌ی افقی دو نقطه را، که در عمل قبل در نظر گرفته شد، این بار با اندازه‌گیری طول در امتداد شیب و به کمک زاویه‌ی شیب که با شیب‌سنج مشخص می‌گردد تعیین می‌کنند. سپس در کلاس و با استفاده از جدول خطوط مثلثاتی یا ماشین حساب، فاصله‌ی افقی مشخص می‌شود.

فعالیت عملی ۶

مانع دید: دو نقطه‌ی A و B را در دو طرف یک مانع دید انتخاب کرده، پس از ژالون‌گذاری امتداد بین این دو نقطه، فاصله‌ی آن‌ها به دست می‌آید.

فعالیت عملی ۷

مانع عبور: تمرین عملی مانع عبور را بهتر است هنرجویان در محلی که این نوع عارضه به طور طبیعی وجود دارد انجام دهند، در غیر این صورت می‌توان این نوع مانع را مصنوعاً ایجاد کرد.

فعالیت عملی ۸

مانع دید و عبور: دو نقطه در دو طرف یکی از ساختمان‌های موجود در محوطه‌ی هنرستان انتخاب کرده فاصله‌ی آن‌ها را به دست می‌آورند.

فعالیت عملی ۹

شناخت دستگاه ترازیاب و انجام عملیات ساده‌ی تعیین فاصله با آن و خواندن شاخص: استاد با اختصاص دادن وقت کافی، مرحله به مرحله اعمال زیر را انجام داده و از هنرجویان می‌خواهد آنها هم یک به یک تمرین کنند (بهتر است توضیح هر مرحله پس از تمرین مرحله‌ی قبل داده شود. همچنین بار دیگر یادآوری می‌گردد که قبل از ترازیابی در خارج از کارگاه، عملیات زیر در داخل کارگاه انجام گیرد زیرا لازم است هنرجویان قبلاً دستگاه ترازیاب و نحوه‌ی استفاده از پیچ‌ها و کلیدهای مختلف آن را به خوبی بشناسند).

الف : باز کردن جعبه‌ی دستگاه، خارج ساختن دستگاه از آن همچنین جا دادن مجدد آن.

ب : باز کردن سه پایه، قرار دادن بر روی زمین و مستقر کردن ترازیاب بر روی آن .

ج : استفاده از پیچ‌ها و کلیدها

د : تراز کردن دستگاه

هـ : مستقر کردن ترازیاب روی یک نقطه‌ی مشخص (ایستگاه گذاری)

و : قرائت شاخص (ابتدا بدون دستگاه و بعد از پشت دستگاه)

ز : اندازه‌گیری فاصله با ترازیاب

فعالیت عملی ۱۰

شناخت دستگاه زاویه‌یاب و استقرار بر روی یک نقطه: نظیر فعالیت عملی ۹ اعمال زیر مرحله به مرحله انجام می‌شود :

الف : باز کردن جعبه‌ی دستگاه، خارج ساختن دستگاه از آن و همچنین جا دادن مجدد آن.

ب : باز کردن سه پایه، قرار دادن بر روی زمین و مستقر کردن زاویه‌یاب بر روی آن.

ج : استفاده از پیچ‌ها و کلیدها و طریقه‌ی تنظیم تار رتیکول و تصویر.

د : تراز کردن دستگاه.

هـ : مستقر کردن زاویه‌یاب بر روی یک نقطه‌ی مشخص (ایستگاه‌گذاری).

فعالیت عملی ۱۱

اندازه‌گیری زاویه‌ی شیب: در منطقه‌ای نامسطح امتدادی در نظر گرفته، دو نقطه بر روی آن فرض کرده، بر روی یکی تئودولیت و بر روی دیگری شاخص را مستقر می‌کنیم و زاویه‌ی شیب آن را به دست می‌آوریم.

فعالیت عملی ۱۲

استادیمتری در دو حالت زیر: (پس از انتخاب دو نقطه روی زمین)

ـ دوربین در حالت افقی

ـ دوربین در حالت غیرافقی

خودآزمایی

۱ــ منظور از ژالون‌گذاری یک امتداد چیست؟ در چه موقع انجام می‌گیرد؟

۲ــ نحوه‌ی صحیح عمل ژالون‌گذاری یک امتداد چگونه است؟ به کمک چند نفر انجام می‌شود؟

۳ــ برای دقیق انجام شدن ژالون‌گذاری از چه وسیله‌ای همراه ژالون باید استفاده کرد؟

۴ــ فردی که در ژالون‌گذاری جای او ثابت است به فرد دیگر که ژالون را جابه‌جا می‌کند، در موارد زیر چگونه با علامت دست منظور خود را می‌فهماند؟

الف : به طرف چپ بردن ژالون.

ب : به طرف راست بردن ژالون.

ج : قائم نگه‌داشتن ژالون.

د : برداشتن ژالون از روی نقطه.

هـ : حرکت دادن نوک ژالون.

و : خوب بودن حالت ژالون.

۵ ــ در روش مستقیم اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی در روی زمین مسطح، چه وسایلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آنها را نام ببرید.

۶ــ به منظور تعیین طول افقی در روی سطح شیب‌دار چه وسیله‌ی دیگری باید به وسایل سؤال ۵ اضافه شود؟

۷ــ اگر بر روی زمین دو نقطه مشخص شده باشد فاصله‌ی آن‌ها با روش مستقیم چگونه به‌دست می‌آید؟ مراحل کار را توضیح دهید.

۸ــ برای به حالت افقی درآوردن متر از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

۹ــ تصحیح تبدیل به افق را تعریف کنید.

۱۰ــ رابطه‌های مورد استفاده در مورد پیداکردن تصحیح تبدیل به افق را بنویسید.

۱۱ــ جدول تصحیح تبدیل به افق چگونه تهیه می‌شود؟

۱۲ــ نحوه‌ی تعیین فاصله‌ی بین دو نقطه در موارد زیر چگونه است و چه روابطی در این عمل مورد استفاده قرار می‌گیرد؟ ضمن توضیح روش کار روابط را بنویسید.

الف : بین دو نقطه مانع دید وجود دارد.

ب : بین دو نقطه مانع عبور وجود دارد.

ج : بین دو نقطه مانع دید و عبور، هر دو، وجود دارد.

۱۳ــ منظور از استقرار ترازیاب بر روی یک نقطه (مثلاً نقطه‌ی A) چیست؟

۱۴ــ با مشاهده‌ی مراحل شش‌گانه‌ی استقرار در شکل ۱۳ــ۴ راجع به هر مرحله توضیح دهید که چه کاری انجام می‌شود؟

۱۵ــ «نحوه‌ی عمل تراز کردن ترازیاب» را در ترازیاب‌هایی که تراز کروی دارند شرح دهید.

۱۶ــ «نحوه‌ی عمل تراز کردن ترازیاب» را در ترازیاب‌هایی که تراز استوانه‌ای دارند، شرح دهید.

۱۷ــ شاخص چیست و مشخصات ظاهری آن کدام است؟

۱۸ــ نحوه‌ی قرائت تارها در موقع اندازه‌گیری فاصله با ترازیاب چگونه است؟ رابطه‌ی مورد استفاده را بنویسید.

۱۹ــ تفاوت مراحل استقرار بر روی یک نقطه (مثلاً نقطه‌ی A) وقتی از یک زاویه‌یاب (تئودولیت) با یک ترازیاب استفاده می‌شود در چیست؟

۲۰ــ آیا در حالت افقی بودن دوربین زاویه‌یاب، رابطه‌ی مورد استفاده برای پیدا کردن فاصله‌ی افقی همان رابطه‌ی ذکر شده در مورد ترازیاب است یا خیر؟

۲۱ــ در حالت غیرافقی بودن دوربین زاویه‌یاب برای پیدا کردن فاصله‌ی افقی رابطه‌ی مورد استفاده را بنویسید. غیر از قرائت تارها چه کمیّت دیگری را باید اندازه‌گیری کرد؟

۲۲ــ موارد مهم خطا و اشتباه در استادیمتری را ذکر کنید.

۲۳ــ عمل ژالون‌گذاری یک امتداد به چه منظور صورت می‌گیرد؟

۲۴ــ تفاوت روش مستقیم و غیرمستقیم در موقع مترکشی به منظور پیدا کردن فاصله‌ی افقی دو نقطه در چیست؟

۲۵ــ موقع مترکشی چه استفاده‌ای از تراز دستی می‌شود؟

۲۶ــ وقتی طول مورب و زاویه‌ی شیب برای یک امتداد در دست است از چه رابطه‌ای به‌منظور پیدا کردن فاصله‌ی افقی استفاده می‌کنیم؟

۲۷ــ یک مورد از موانع دید، عبور و دید و عبور را نام ببرید.

۲۸ــ مقدار کمیّت تصحیح شیب معمولاً با معلوم بودن چه کمیت‌هایی محاسبه می‌شود؟

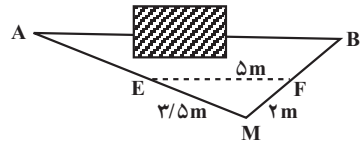
۲۹ــ استادیمتری به چه معنی است و فرمول اساسی استادیمتری چگونه است؟

۳۰ــ دو نقطه با اختلاف ارتفاع ۴ متر روی یک سطح شیب‌دار قرار دارند در صورتی‌که

فاصله در امتداد شیب آن‌ها ۲۰۰m باشد مقدار تصحیح شیب برای فاصله‌ی بین این دو نقطه چه‌قدر است؟

۳۱ــ اگر فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B روی یک سطح شیب‌دار ۷۰ متر و زاویه‌ی شیب این سطح ۲ درجه باشد مقدار تصحیح شیب برای AB چند میلی‌متر است؟

۳۲ــ در شکل زیر فاصله‌ی AB چند متر است؟ ($AE . \frac{۱}{۲} AM$)



شکل ۲۱ــ۴

۳۳ــ برای اندازه‌گیری فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B روی نقطه‌ی A با یک دستگاه نیوو ایستگاه‌گذاری کرده و شاخص را در نقطه‌ی B قرار داده‌ایم. اگر قرائت تارهای بالا و پایین به ترتیب ۳۱۷۰ و ۳۸۲۸ میلی‌متر باشد فاصله‌ی این دو نقطه چند متر است؟ (ضریب استادیمتری ۱۰۰)

۳۴ــ برای پیدا کردن فواصل افقی دو نقطه‌ی A و B نسبت به نقطه‌ی S یک دستگاه تئودولیت را بر روی نقطه‌ی S مستقر کرده و قرائت‌های زیر را به دست آورده‌ایم (ارتفاع دستگاه ۱۴۳۰ میلی‌متر) :

تار بالا و پایین بر روی شاخص در نقطه‌ی A : ۱۵۵۳ و ۱۳۰۷ میلی‌متر و زاویه‌ی قائم ۹۱ ,۱۹.

تار بالا و پایین بر روی شاخص در نقطه‌ی B : ۲۹۳۹ و ۲۸۶۳ میلی‌متر و زاویه‌ی قائم ۸۸ ,۵۸. ، فواصل افقی فوق چه قدر است؟

۳۵ــ در مسئله‌ی ۳۴ شیب زمین بین دو نقطه‌ی S و B چند درصد است؟