www.engclubs.net

A site for all Engineers

کنترل و تنظیم دستگاه های نقشه برداری

استاد : مجید ابولفتحی

جعفر مروتی

احسان علیانپور

پدرام واحدی

در نقشه برداری سه نوع مشاهدات داریم که به شرح ذیل می باشد:

۱- طول (length)

۲- زاویه (angle)

۳- اختلاف ارتفاع(DH)

اگر تمام وسایل نقشه برداری و از بهترین نوع های آن در اختیار داشته باشیم باز هم کاری را که انجام میدهیم به مقدار واقعی نمیرسیم و این اختلاف دو نوع می باشد:

۱- اشتباه (Mistake)

مقداریست که از روی مشاهدات قابل شناسایی وحذف می شود

مثال: A——————————B

طول A,Bرا ۴ بار اندازه گیری کرده و مشاهدات بدست آمده به صورت زیر می باشد:

(31 , 29.98 , 30.05 , 30)

که در اندازه گیری های بالا طول 31 متر اشتباه می باشد و باید از بین طول ها حذف شود .

۲ - خطا (Error)

مقداری می باشد که اختلاف بین مقدار واقعی و مقداری که اندازه گیری کرده ایم را خطا گویند .

X را میگیریم مقدار واقعی

X1 را میگیریم مقداری که ما اندازه گیری کرده ایم

$$E=X-X1$$

انواع خطا

- خطای تدریجی (سیستماتیک) (Systematic Error)
- خطای اتفاقی (تصادفی) (Random Error)

مثال (خطای سیستماتیک) :

در بعضی مترها می نویسد که در یک متر 30m±1cm خطا وجود دارد پس در ۱۲۰ متر اندازه گیری اگر۴بار اندازه گیری کنیم عدد بدست آمده چقدر می باشد؟

عدد بدست آمده یا ۱۱۹.۹۶ و یا ۱۲۰.۰۴ خطا دارد

انواع دستگاه ها

- ساده:(مانند متر.شاخص.ژالن و...)
- اپتیکی

اپتیکی :

این دستگاه ها معمولا از مجموعه ابزارهای اپتیکی مثل آینه ها وعدسی ها منشور ها و سایر اجزایی که توانایی عبور نور از خود را دارند تشکیل شده اند .

سیستم های الکترونیکی :

برای بالا بردن دقت مشاهدات و سهولت قرائت مشاهدات می باشد .

سیستم های الکترونیکی برای اندازه گیری طول و زوایا جایگزین سیستم های اپتیکی شده اند .

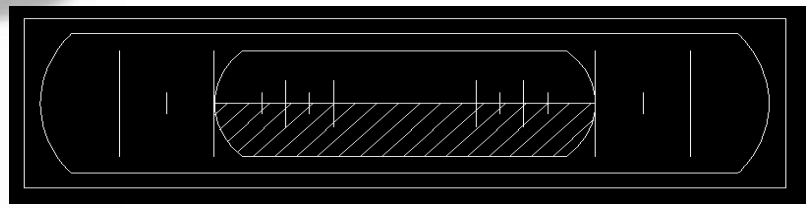
دوربین :

هر وسیله ی نقشه برداری که مجهز به تلسکوپ باشد را دوربین گویند .

اجزای دوربین های نقشه برداری
- تلسکوپ
- تراز ها
  - کروی
  - استوانه ای (لوبیایی)
  - اتوماتیک

استوانه ای :

این تراز از یک لوله شیشه ای با یک انحنای خاص تشکیل شده است که درون آنرا مایعی نظیر الکل پر شده است و یک قسمت کوچکی از آنرا خالی می گذارند که حباب آنرا تشکیل می دهند اصطلاحاً شکل هندسی این ترازها به صورت زیر است .



لوبیایی :

برخی از دوربین ها مجهز به تراز لوبیای می باشند اما برخی دیگر هم تراز لوبیایی و هم تراز استوانه ای دارند تراز لوبیایی همان تراز استوانه ای است با این تفاوت که بااستفاده از یک سیستم منشوری حباب رادوقسمت کرده ودر کنار هم قرارمی دهند .

تفاوت این دو تراز :

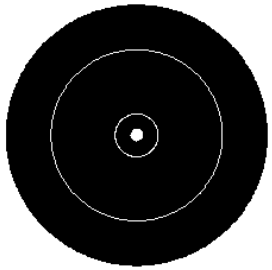
تقسیم نمودن حباب به دوقسمت باعث میشود که در موقع تنظیم کردن دوربین این دو حباب راکنار هم قرار دهیم امادر تراز استوانه ای نمی توان کاملاً حباب را در وسط قرار داد .

نکته :

هر دوتراز استوانه ای ولوبیایی جهت عمود نگه داشتن محورقراول روی ومحورشاقولی دوربین ها استفاده میشوند .

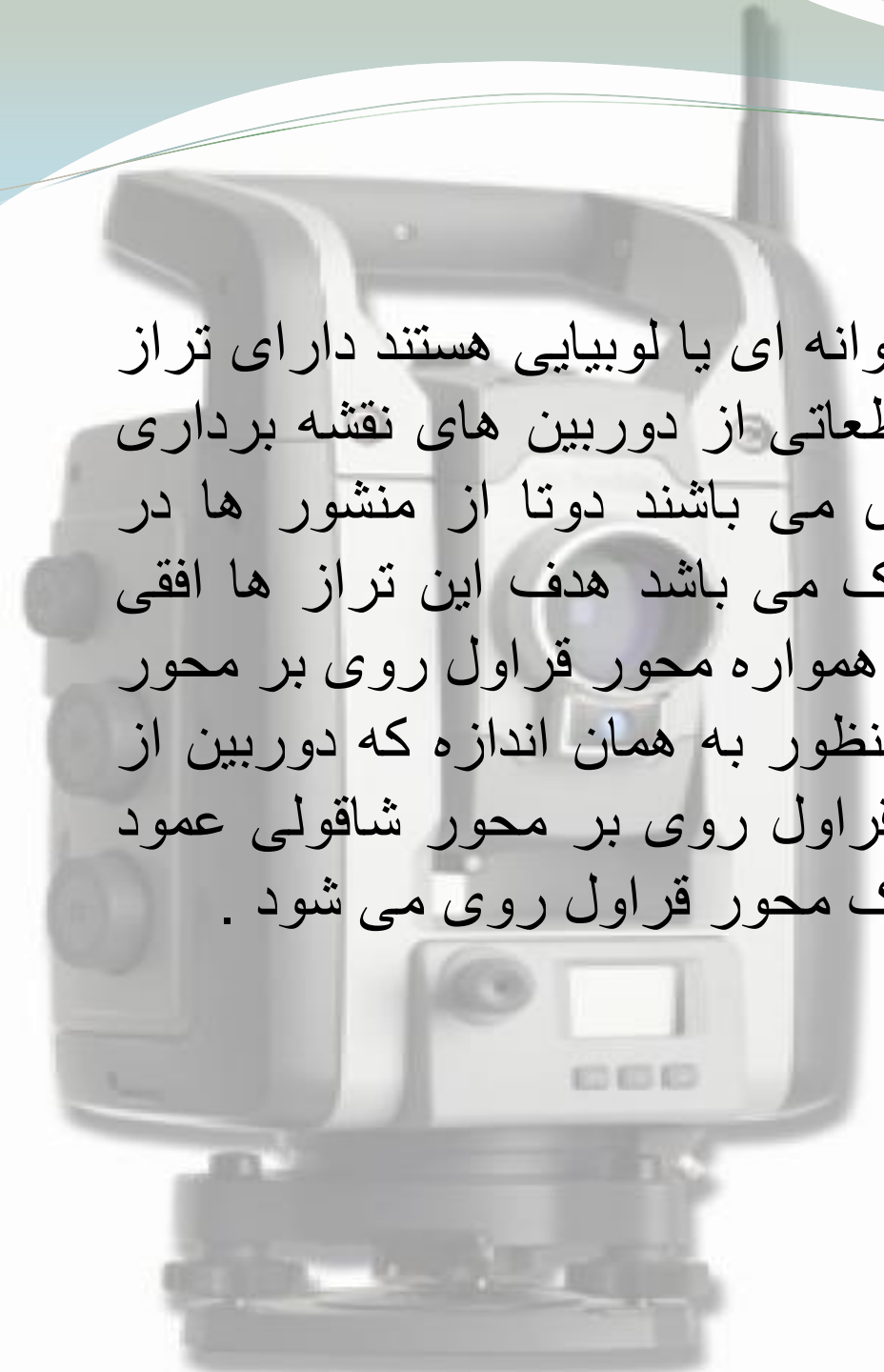
کروی :

این تراز همانند تراز استوانه ای است که بااین تفاوت که شکل هندسی آن یک کره یا دایره می باشند .



نکته :

تراز کروی برای تراز تقریبی دستگاه استفاده می شود اما تراز استوانه ای یالوبیای برای تراز دقیق دستگاه مورد استفاده قرار می گیرد .



تراز اتوماتیک (کمپانساتور) :

برخی از دوربین ها که فاقد تراز استوانه ای یا لوبیایی هستند دارای تراز اتوماتیک می باشند کمپانساتور ها قطعاتی از دوربین های نقشه برداری هستند که دارای سیستم سه منشوری می باشند دوتا از منشور ها در طرفین ثابت و منشور وسطی متحرک می باشد هدف این تراز ها افقی نگه داشتن محور قراول روی است (همواره محور قراول روی بر محور شاقولی عمود می باشد) برای این منظور به همان اندازه که دوربین از حالت تراز خارج باشد یعنی محور قراول روی بر محور شاقولی عمود نباشد با چرخش مناسب منشور متحرک محور قراول روی می شود .

نکته :

در دوربین های حاوی تراز اتوماتیک ،تراز کروی می بایست قبل از تراز اتوماتیک تنظیم گردد .

نکته :

تراز اتوماتیک کار تراز استوانه ای یا لوبیای را در بقیه ی دوربین ها انجام می دهد .

انواع کمپانساتور:
- کمپانساتور اپتیکی
- کمپانساتور مغناطیسی

کمپانساتور اپتیکی :

در این کمپانساتورها معمولاً دکمه ای در بالای تلسکوپ تعبیه شده است

که در حین کار می بایست این دکمه را فشار دهیم تا از قفل شدن منشور متحرک اطمینان حاصل کنیم

نکته :

در چنین حالتی اگر تارهای رتیکول را مشاهده کنیم می بینیم که از جای خود خارج و دوباره به جای اولیه باز می گردد .

کمپانساتور مغناطیسی :

در این نوع کمپانساتور دیگر دکمه ای نیست که ما با زدن آن از سالم بودن منشور متحرک مطمئن شویم بلکه با زدن دو یا سه ضربه کوچک با انگشت به دوربین اگر تنظیم باشد پس تراز مغناطیسی سالم است .

تفاوت کمپانساتور اپتیکی با کمپانساتور مغناطیسی :

تفاوت این دو نوع کمپانساتور در این است که در کمپانساتور اپتیکی به طور اتوماتیک و با زدن یک دکمه تراز می شود ولی در تراز مغناطیسی با زدن چند نوسان یا ضربه به دوربین تراز می شود .

تقسیم بندی تراز یاب ها یا زاویه یاب ها از نظر کمپانساتور :

الف) ترازیاب اتوماتیک (دارای کمپانساتور)

ب) تراز یاب غیر اتوماتیک (بدون کمپانساتور)

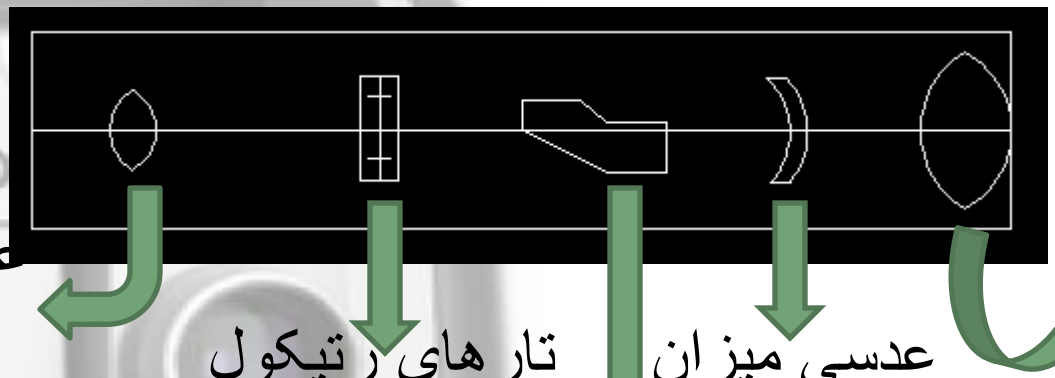
توضیح نسبی درباره ی اجزای دوربین

داخلی : عدسی چشمی ، تارهای رتیکول ،

منشور چند وجهی ، عدسی شیئی

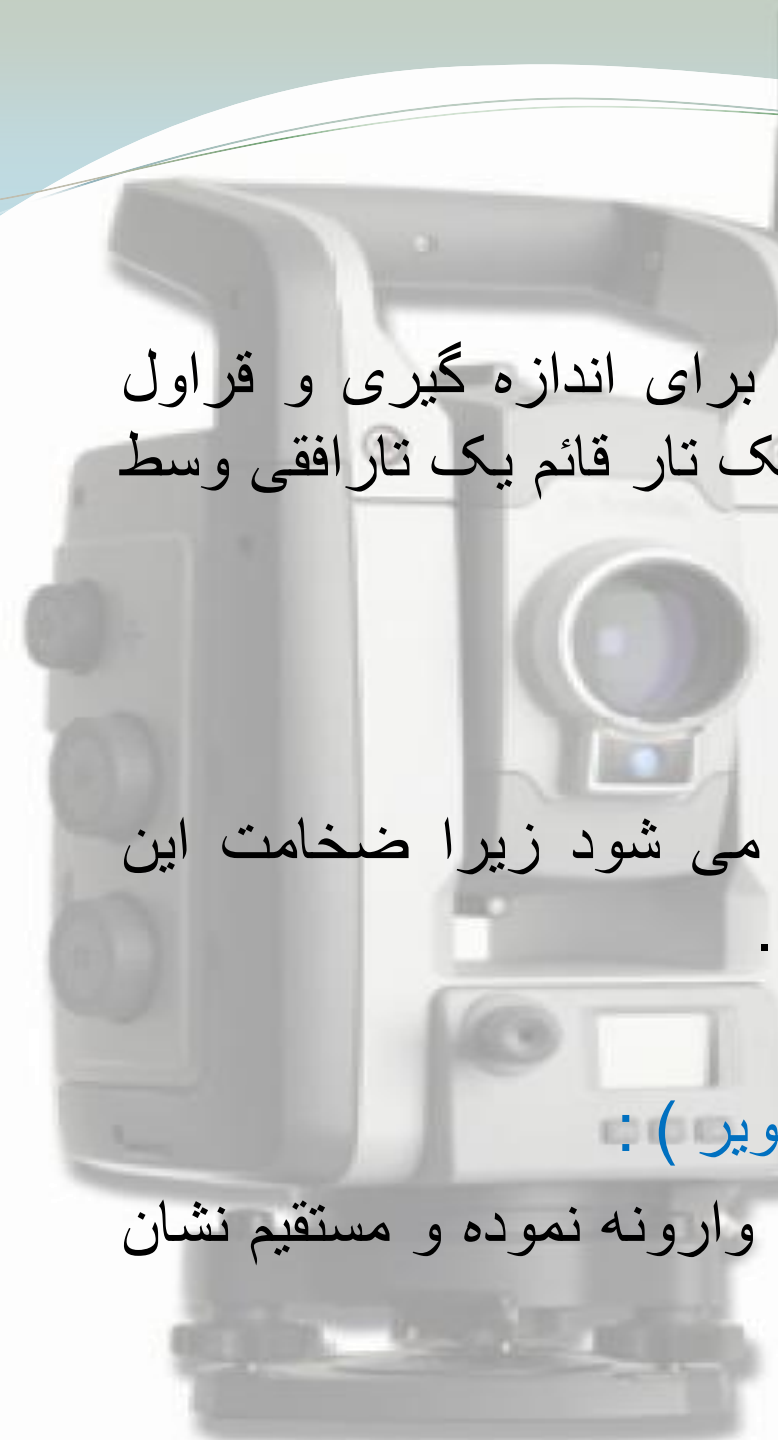
خارجی : پیچ تراز ، پیچ های تنظیم ، مگسک

اجزای داخلی دوربین :



عدسی چشمی :

جهت وضوح تارهای متقاطع در دستگاه های نقشه برداری استفاده میشود وظیفه ی این عدسی تنظیم فاصله کانونی چشم انسان تا تار رتیکول (متقاطع) می باشد .



تارهای رتیکول :

این تارها در مرکز تلسکوپ قرار دارد و برای اندازه گیری و قراول روی از آنها استفاده می شود این تارها از یک تار قائم یک تارافقی وسط ویک تار افقی پایین تشکیل شده است .

نکته :

به تارهای رتیکول تارهای عنکبوتی گفته می شود زیرا ضخامت این تارها به اندازه ی تارهای عنکبوت می باشد .

منشور چند وجهی (منشور مستقیم کننده تصویر) :

این منشور مقعر است و تصویر معکوس را وارونه نموده و مستقیم نشان می دهد .

عدسی شیئی :

از این عدسی برای بزرگ نمایی تصویر استفاده می شود این عدسی ها در اندازه های مختلف به قطر ۲۰mm تا ۵۰mm وجود دارد .

نکته :

۱- هر چه قطر عدسی بیشتر باشد بزرگ نمایی آن بیشتر است .

۲- تقعر و تحدب عدسی بر اساس فاصله روی بزرگ نمایی عدسی شیئی تأثیر می گذارد .

۳- تعدد عدسی شیئی در دوربین ها باعث زیاد شدن برد و وضوح تصویر می شود .

۴- در تلسکوپ ها می توان از عدسی میزان نیز استفاده کرد که عدسی است واگرا ووظیفه ی آن وضوح تصویر در فواصل مختلف است .

خطای ثابت دستگاهی (Parts Per Million) :

P.P.M از کلمات Part Per Million گرفته شده است(قسمت در میلیون) که در نقشه برداری سه مفهوم دارد .

یکی از مفهوم ها در بحث دقت اندازه گیری است.دقت P.P.M یعنی مجاز بودن خطای یک میلیمتر در اندازه گیری یک بازه ی طولی برابر با یک میلیون میلی متر(یک کیلومتر)می باشد.همچنین در دقت اندازه گیری یک طول یاب از عبارت ریاضی $X_{mm} \pm y_{ppm}$استفاده می شود.که خطای yوابسته به طول مورد اندازه گیری است .

X : طول مورد اندازه گیری بر حسب میلی متر

Y : مقدار خطای مجاز P.P.M که برمبنای فشاردمای محیط اندازه گیری می شود .

مسأله :

رابطه ریاضی روبرو $X_{mm} \pm ۲_{p.p.m}$ یعنی انحراف معیار (σ) حاصل از اندازه گیری یک بازه ی ۱ کیلومتری برابربا ۲± خواهد بود.

(دو مفهوم دیگر p.p.m در نقشه برداری در این درس کاربردی ندارد .)

اجزای خارجی دوربین :

پیچ های تنظیم کننده ی تصویر :

برای وضوح تصویر و نمایش دادن هرچه بهتر اشیاء مورد استفاده قرار می گیرد .

مگسک :

برای نشانه روی و قراول روی به نقطه (تارگت) مورد نظر بصورت دقیق طراحی شده است .

پیچ تنظیم تارهای رتیکول :

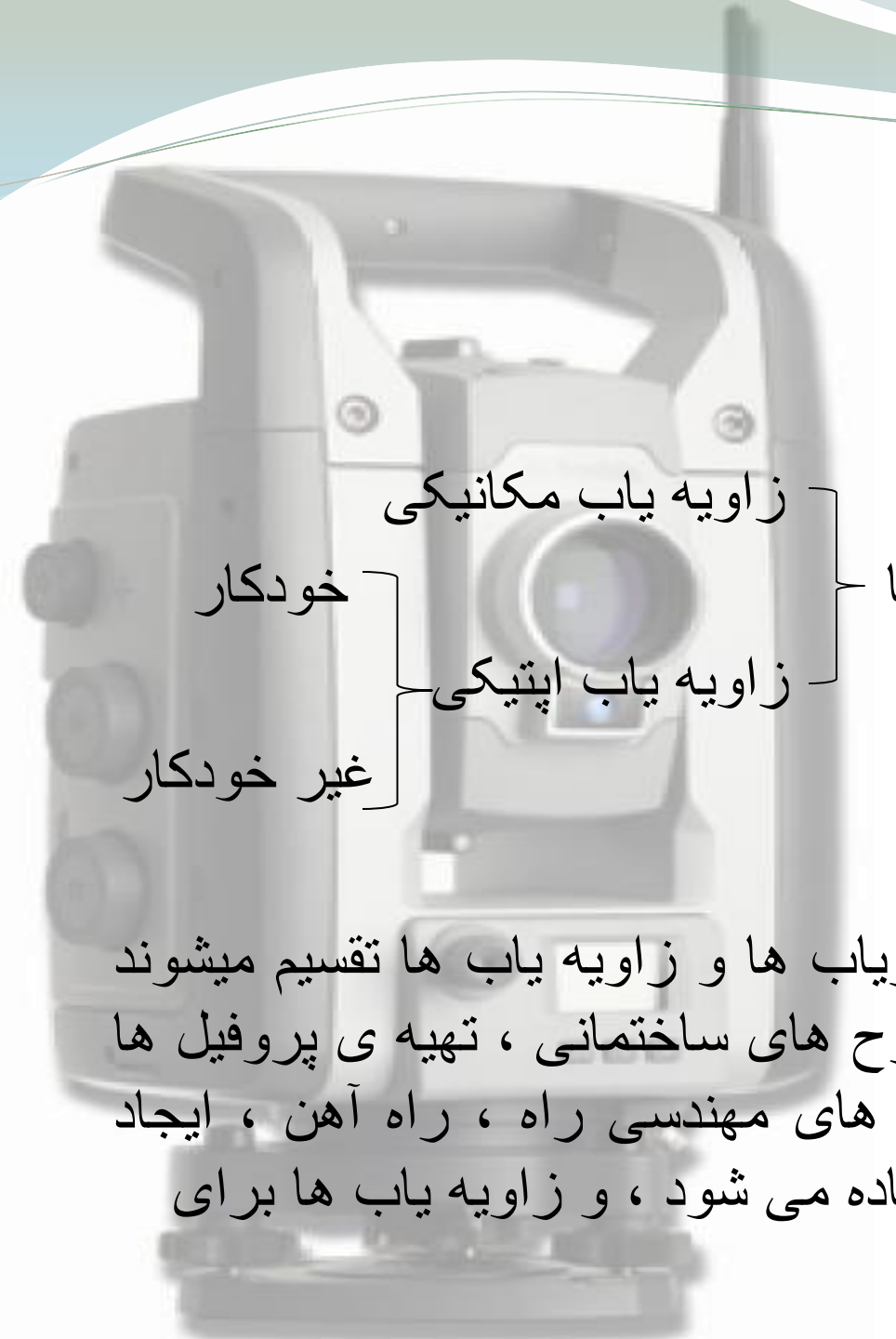
برای واضح کردن تارهای رتیکول و قراول روی بهتر مورد استفاده قرار می گیرد .

نکته :

دکمه کمپانساتور جزء اجزای خارجی دوربین است .

پیچ های حرکت کند دوربین :

برای جابه جای دوربین در جهات افقی و عمودی مورد استفاده قرار می گیرد .



- تقسیم بندی دوربین از نظر اپتیکی
  - ترازیاب ها
  - زاویه یاب ها
    - زاویه یاب مکانیکی
    - زاویه یاب اپتیکی
      - خودکار
      - غیر خودکار

تقسیم بندی دوربین از نظر اپتیکی :

دوربین های اپتیکی به دودسته ترازیاب ها و زاویه یاب ها تقسیم میشوند که ترازیاب ها برای پیاده کردن طرح های ساختمانی ، تهیه ی پروفیل ها تعیین حجم عملیات خاکی ، پروژه های مهندسی راه ، راه آهن ، ایجاد کارخانه ، ساختن پل و تونل ها استفاده می شود ، و زاویه یاب ها برای

اندازه گیری زاویه بین دو امتداد به صورت افقی ونیز زاویه قائم مورد استفاده قرار می گیرد .

انواع زاویه یاب ها :

۱- زاویه یاب مکانیکی :

زاویه یاب های هستند که قرائت زوایای افقی و قائم به صورت مستقیم یا از طریق یک عدسی از روی لمب انجام می شود . لمب افق و قائم فلزی است درجات لمب با چشم غیر مسلح دیده نمی شود ، دقت این دستگاه ها حداکثر ´۱۰ و حد اقل ´۶ می باشد .

از معایب دستگاه های زاویه یاب مکانیکی :

۱- جهت انجام کار نقشه برداری با این دستگاه ها به زمان زیادی نیاز است پس در نتیجه بازده عملیاتی کم است .

۲- اگر رطوبت وارد دستگاه شود چون لمب فلزی است زنگ زده و درجات لمب به خوبی دیده نمی شود .

۳- دقت اندازه گیری زاویه با این دستگاه بسیار پایین است .

۲- زاویه یاب اپتیکی :

زاویه یاب های هستند که در آن ها جهت قرائت زاویه از نور طبیعی یا مصنوعی استفاده می شود ، در این زاویه یاب ها لمب افقی و قائم از شیشه ساخته شده است .

نکته :

زاویه یاب های اپتیکی غیر خودکار دارای یک تراز استوانه ای وکروی می باشد وزاویه یاب های خودکار دارای یک تراز کروی و کمپانساتور می باشد .

لمب :

دو صفحه ی شیشه ای مدرج هستند که یکی به طور افقی و دیگری به طور قائم در دستگاه قرار گرفته و درجات آن ها به کمک ورنیه و میکرومتر قرائت دقیق اندازه گیری زاویه انجام می شود .

نکته (سیستم نور رسانی در زاویه یاب ها) :

در زاویه یاب های اپتیکی نور طبیعی یا مصنوعی از آینه وارد شده و از تعدادی منشور و عدسی (لمب افقی و قائم) می گذرد و در نهایت از میکرسکوپ قرائت زاویه خارج می شود به این محور محور نور رسانی گفته می شود .

نکات مهم در نگهداری دستگاه های اپتیکی :

۱- باید دستگاه را از ضربات و تکان های شدید دورنگه داشت تا تنظیم آنها به هم نریزد .

۲- دستگاه روی سه پایه باید طوری حمل شود که محور قائم آن عمود باشد .

۳- هنگام بیرون آوردن دستگاه ازجعبه باید لوله ی دوربین را با دست

گرفته و آنرا بیرون آورد .

۴- برای گذاشتن دستگاه روی سه پایه با یک دست دستگاه را نگه داشته و بادست دیگر پیچ سه پایه را به زیر دوربین محکم ببندیم .

۵- باید سطح ظاهری دستگاه را پس از هر بار اجرای عملیات تمیز نموده ودر مواردی که نیاز به تعمیر آن می باشد دستگاه را به تعمیر گاه مجاز بفرستیم .

قسمت های یک ترازیاب

۱- قسمت فوقانی

۲- قسمت میانی

۳- قسمت تحتانی

قسمت فوقانی :

این قسمت شامل تلسکوپ و وسایل قراول روی می باشد .

قسمت میانی :

این قسمت شامل تراز کروی ، قسمتی از بدنه و بعضی از انواع ترازیاب ها شامل صفحه ی مدرج (لمب) می باشد .

قسمت تحتانی :

این قسمت شامل پیچ های تراز کننده و صفحه ی اتصال دهنده دستگاه می باشد .

تعریف لمب:

برای اندازه گیری زوایای افقی و قائم از دایره های مدرج افقی و قائمی استفاده می شود.لمب ها به صورت یک نقاله ی بسیار دقیق که در نشانه روی وضعیت تلسکوپ از نظر سمتی و از نظر ارتفاعی به کار می رود.

لمب افق:

معمولا در قسمت زیرین آلیداد قرار دارد و برای مشخص موقعیت سمتی صفحه قراول روی(وضعیت سمتی آلیداد به کار می رود لمب افقی یک صفحه دایره ای است که محیط آن از صفر تا۳۶۰ درجه یا از صفر تا ۴۰۰ گراد تقسیم بندی شده است).

نکته:

اگر ساختمان دستگاه سالم باشد محور اصلی زاویه یاب بر صفحه ی مدرج افقی عمود است و از مرکز این دایره میگذرد.

لمب قائم:

دایره شیشه ای مدرجی است که به صورت قائم در کنار آلیداد و عمود بر محور افقی دستگاه قرار دارد. اگر دستگاه سالم باشد محور قراول روی از مرکز این دایره میگذرد .

انواع ترازیاب:

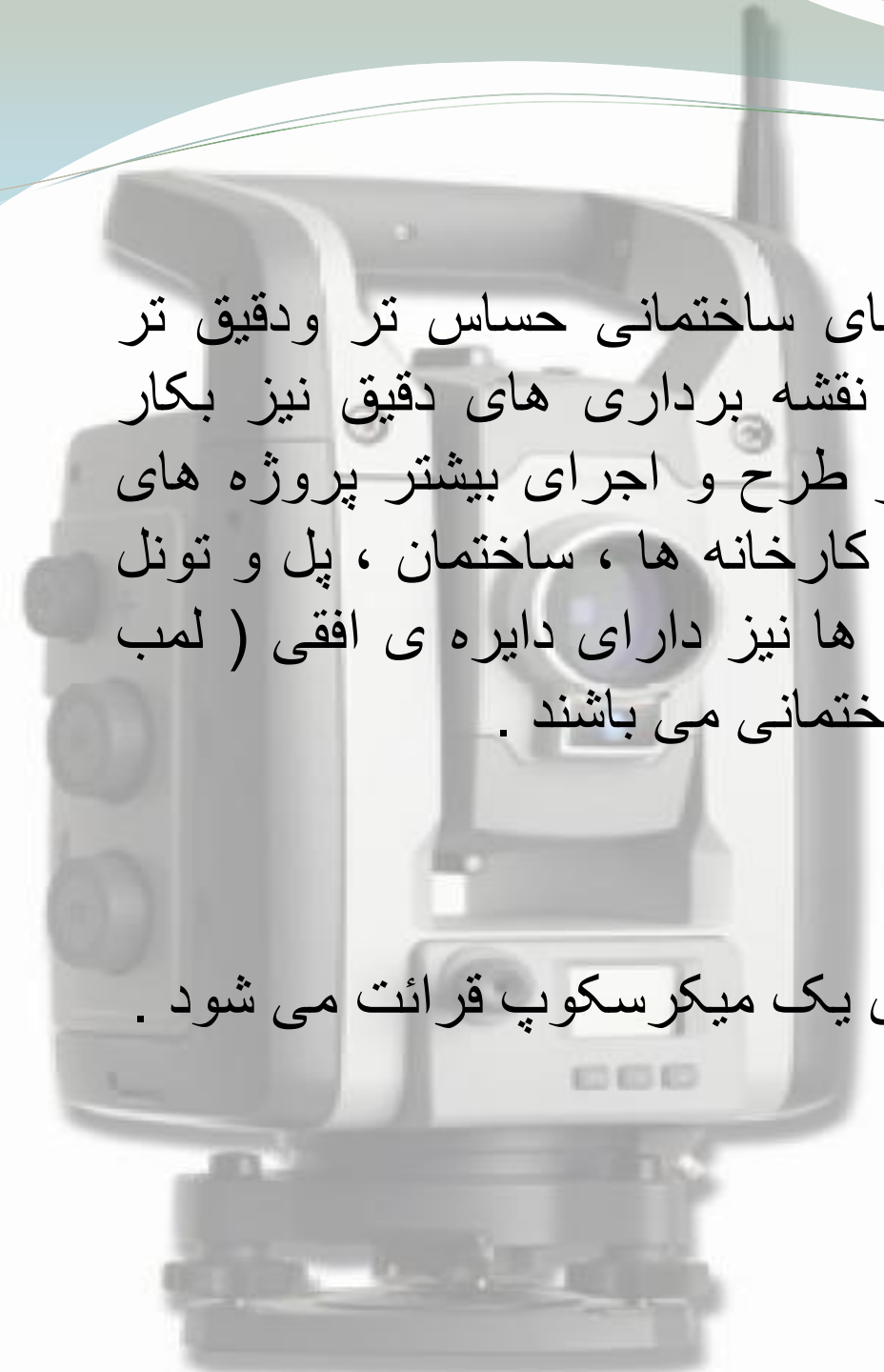
۱- ترازیاب ساختمانی
۲- ترازیاب مهندسی
۳- ترازیاب دقیق

ترازیاب ساختمانی :

این نوع ترازیاب ها از دقت کمتری نسبت به سایرترازیاب ها برخوردار می باشد حساسیت تراز با درشت نمایی این نوع ترازیاب ها پایین می باشد ، اما در عوض از نظر دستگاهی ساده و محکم بوده و طرز کار با آنها آسان و سریع می باشد ، وبیشتر در کارهای ساختمانی ، تاکئومتری زمین های نسبتأمسطح ، پیاده کردن طرح های ساختمانی ، تهیه ی نیم رخ های طولی و عرضی (پروفیل ها) و تعیین حجم عملیات خاکی مورد استفاده قرار می گیرد .

نکته :

تمامی این ترازیاب ها دارای دایره ی مدرج افقی می باشد .

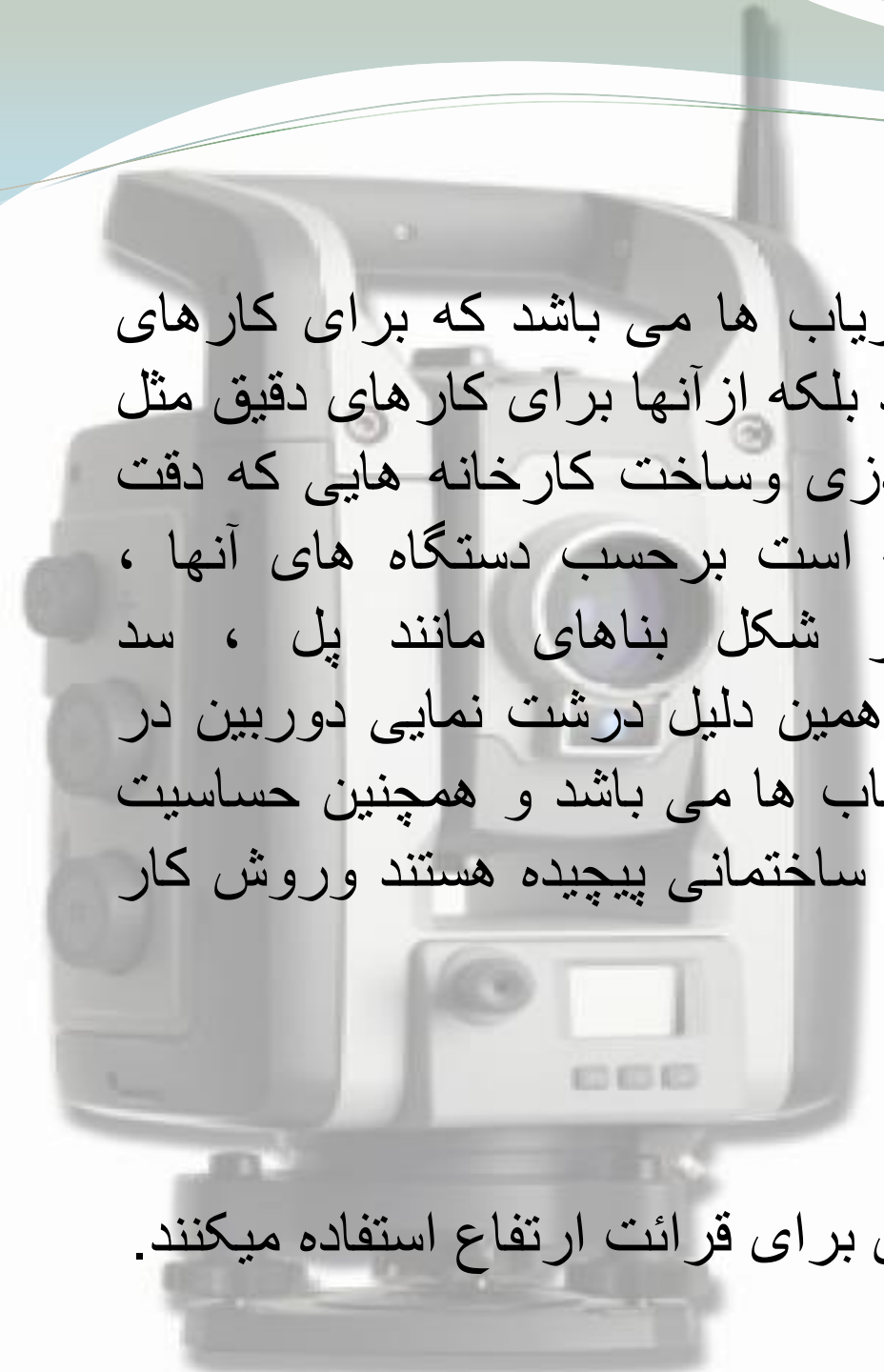


ترازیاب های مهندسی :

این نوع ترازیاب ها از ترازیاب های ساختمانی حساس تر ودقیق تر میباشد وعلاوه برکار ساختمانی در نقشه برداری های دقیق نیز بکار میرود از تراز یاب های مهندسی در طرح و اجرای بیشتر پروژه های مهندسی مثل : راه ، راه آهن ، ایجاد کارخانه ها ، ساختمان ، پل و تونل استفاده می شود . این نوع تراز یاب ها نیز دارای دایره ی افقی (لمب افق) که دقیق تر از ترازیاب های ساختمانی می باشند .

نکته :

لمب افق ترازیاب مهندسی به وسیله ی یک میکرسکوپ قرائت می شود .



ترازیاب های دقیق :

این ترازیاب ها دقیق ترین نوع ترازیاب ها می باشد که برای کارهای معمولی مورد استفاده قرار نمی گیرند بلکه ازآنها برای کارهای دقیق مثل تشکیل نقاط کنترل ارتفاعی در ژئودزی وساخت کارخانه هایی که دقت ارتفاعی زیادی در آنها مورد توجه است برحسب دستگاه های آنها ، کنترل نشست زمین و نیز تغییر شکل بناهای مانند پل ، سد (میکروژودزی) استفاده می شود به همین دلیل درشت نمایی دوربین در این ترازیاب ها بیشتر از سایر ترازیاب ها می باشد و همچنین حساسیت تراز ودقت در آنها بالا است ودارای ساختمانی پیچیده هستند وروش کار با آنها متفاوت می باشد .

نکته :

ترازیابهای دقیق ازمیرهای مخصوص برای قرائت ارتفاع استفاده میکنند.

مشخصه های انواع ترازیاب ها

ترازیاب ها	حساسیت	دقت	درشت نمایی
ساختمانی	0°0‘60”	10mmتا5mm	10 تا 25برابر
مهندسی	0°0‘30”	4mm تا2mm	20 تا 35 برابر
دقیق	0°0‘10”	KMدر0.2mm	50 برابر

تنظیم های ترازیاب ها

۱- موقتی : استقرار، تنظیم ترازدستگاه ، حذف پارالاکس

۲- دائم : تنظیم لوله تراز، تنظیم محورکلیماسیون (محور دیدگانی)

تنظیمات موقتی :

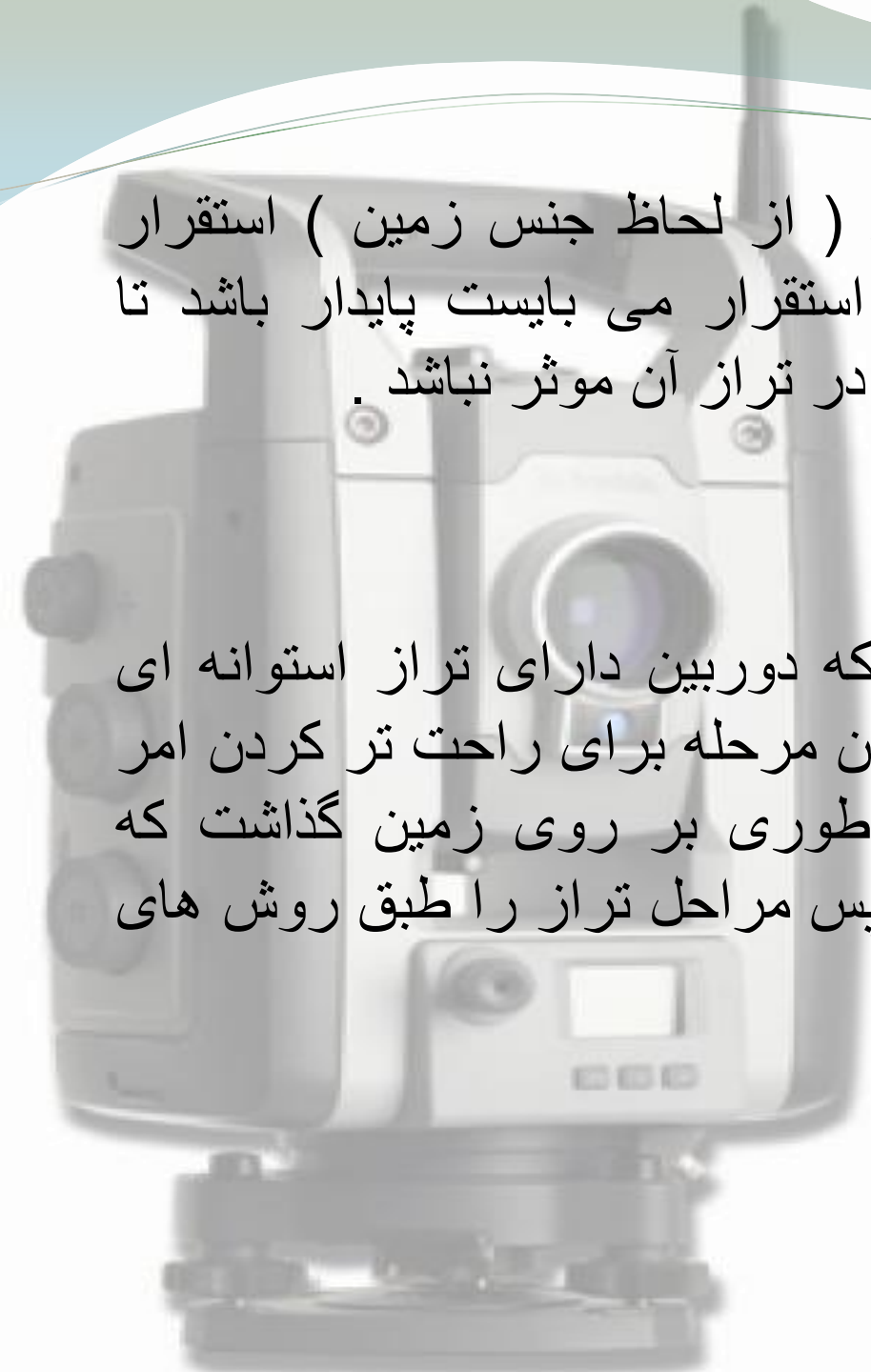
تنظیم های هستند که در هر ایستگاه گذاری (استقرار دوربین) و هر قرائت بایستی آنها را تنظیم و عملیات را کنترل نمود که شامل سه مرحله است .

استقرار دستگاه :

یعنی قرار دادن دوربین روی سه پایه و مستقر کردن ن در نقطه ی مورد نظر ، نکاتی را که باید در استقرار دوربین رعایت کرد :

۱ – تا جایی که ممکن است دوربین در وسط دونقطه باشد که می خواهیم اختلاف ارتفاع آنها را به دست آوریم .

۲ – ارتفاع سه پایه بعد از استقرار متناسب با قد عامل(اپراتور) باشد تا وی بتواند بطور کامل بر دستگاه مسلط باشد .



۳ – دستگاه میبایست در جای محکم (از لحاظ جنس زمین) استقرار نمود یا به عبارتی دستگاه از نظر استقرار می بایست پایدار باشد تا حرکت های اپراتور و وزش باد و ... در تراز آن موثر نباشد .

تنظیم تراز دستگاه :

از نظر تراز کروی و در صورتی که دوربین دارای تراز استوانه ای باشد میبایست آنها را تنظیم نمود در این مرحله برای راحت تر کردن امر تراز میبایست در موقع پایه ها را طوری بر روی زمین گذاشت که دستگاه به طور تقریب تراز باشد و سپس مراحل تراز را طبق روش های معمول انجام داد .

نکته :

باید توجه داشت در موقع هر قرائت بایستی تراز لوبیایی دستگاه را تنظیم نمود .

نکته :

در صورتی که دوربین دارای تراز اتوماتیک بجای تراز لوبیایی داشته باشد میبایست در هر قرائت دکمه ی مربوط به آن را فشار داد .

نکته :

به دلیل اینکه تراز کروی دارای حساسیت کمتری نسبت به تراز لوبیایی می باشد در هر ایستگاه گذاری فقط یک با تنظیم می گردد اماتراز لوبیایی یا کمپانساتوربه دلیل حساسیت بالاتربایستی درهرقرائت تنظیم گردد .

حذف خطای پارالاکس :

یعنی در میدان دید شیئی مورد نظر (واضح دیدن تصویر شاخص و همچنین روشن کردن تارهای رتیکول)

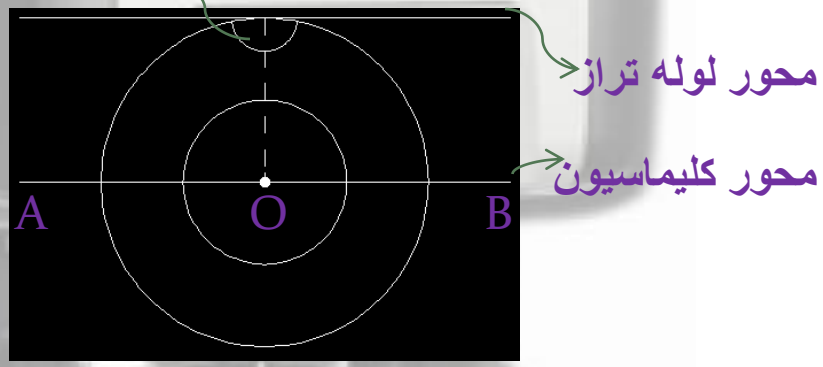
تنظیمات دائم :

منظور از تنظیم موقتی همان تراز کردن است اما تنظیمات دائمی زمانی استفاده می شود که دوربین از حالت استانداردی که کارخانه ساخته است خارج شده ودارای یک خطای سیستماتیک شده باشد برای تنظیم دائمی حتماً میبایست دستگاه را تنظیم موقتی نمود ئ با یک سری مشاهدات آن را کنترل کرد و در صورت وجود خطا آنها را از بین برد محورهای ترازیابها شامل محور عدسی ها ،محور کلیماسیون(محور دیدگانی)،محور لوله ی تراز،محور اصلی می بایست نسبت به هم در وضع ثابتی قرار بگیرند مثلاً محور عدسی ها ، برمحور کلیماسیون منطبق بوده و موازی محورلوله تراز باشد یا اینکه محور قائم برمحور دیدگانی عمود باشد . این

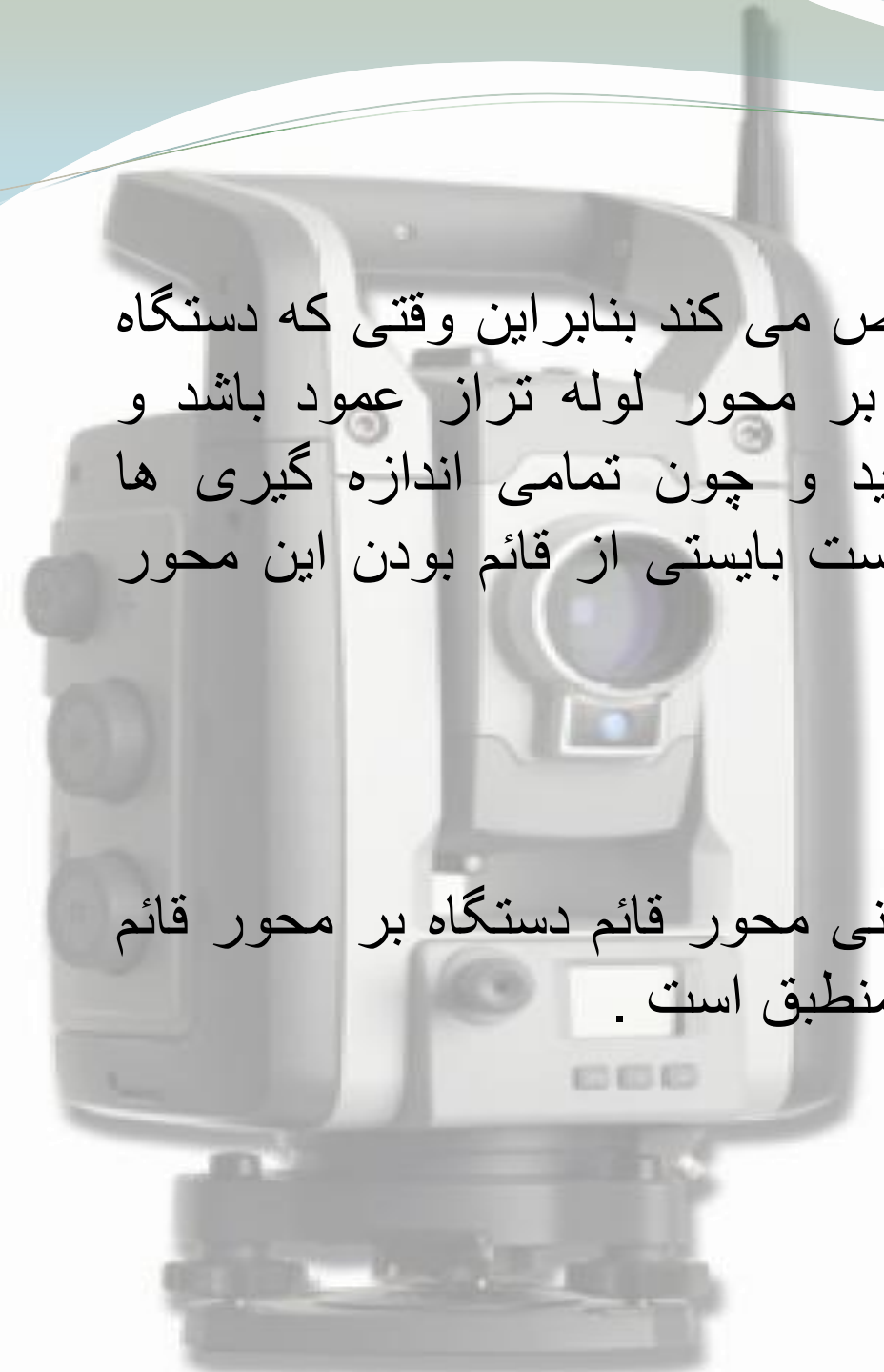
تنظیمات توسط کارخانه سازنده انجام گیرد (تنظیمات دائمی) ولی ممکن است در اثر کار زیاد یا ضربه شدید این تنظیم ها به هم بخورد یا وضعیت محورها نسبت به هم از حالت تعادل خارج شوند این تنظیمات دو نوع می باشند :

تنظیم محور لوله تراز :

خطی است که در مرکز حباب تراز که برلوله تراز مماس می باشند اگر دستگاه تراز باشد این خط موازی محور کلیماسیون است در غیر این صورت دستگاه دارای خطای کلیماسیون می باشد .



C : مرکز حباب تراز و درجه تنظیم تراز ها



محورقائم (اصلی) :

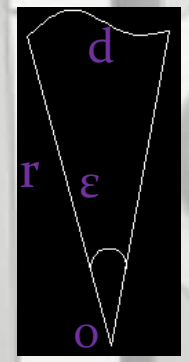
محوری است که امتداد قائم را مشخص می کند بنابراین وقتی که دستگاه تراز باشد انتظار داریم محور قائم بر محور لوله تراز عمود باشد و دستگاه حول این محور دوران نماید و چون تمامی اندازه گیری ها (برداشت ها) متکی به این محور است بایستی از قائم بودن این محور مطمئن باشیم (توسط تراز) .

نکته :

وقتی می گوییم دستگاه تراز است یعنی محور قائم دستگاه بر محور قائم مکان (امتداد شاغولی) همان مکان منطبق است .

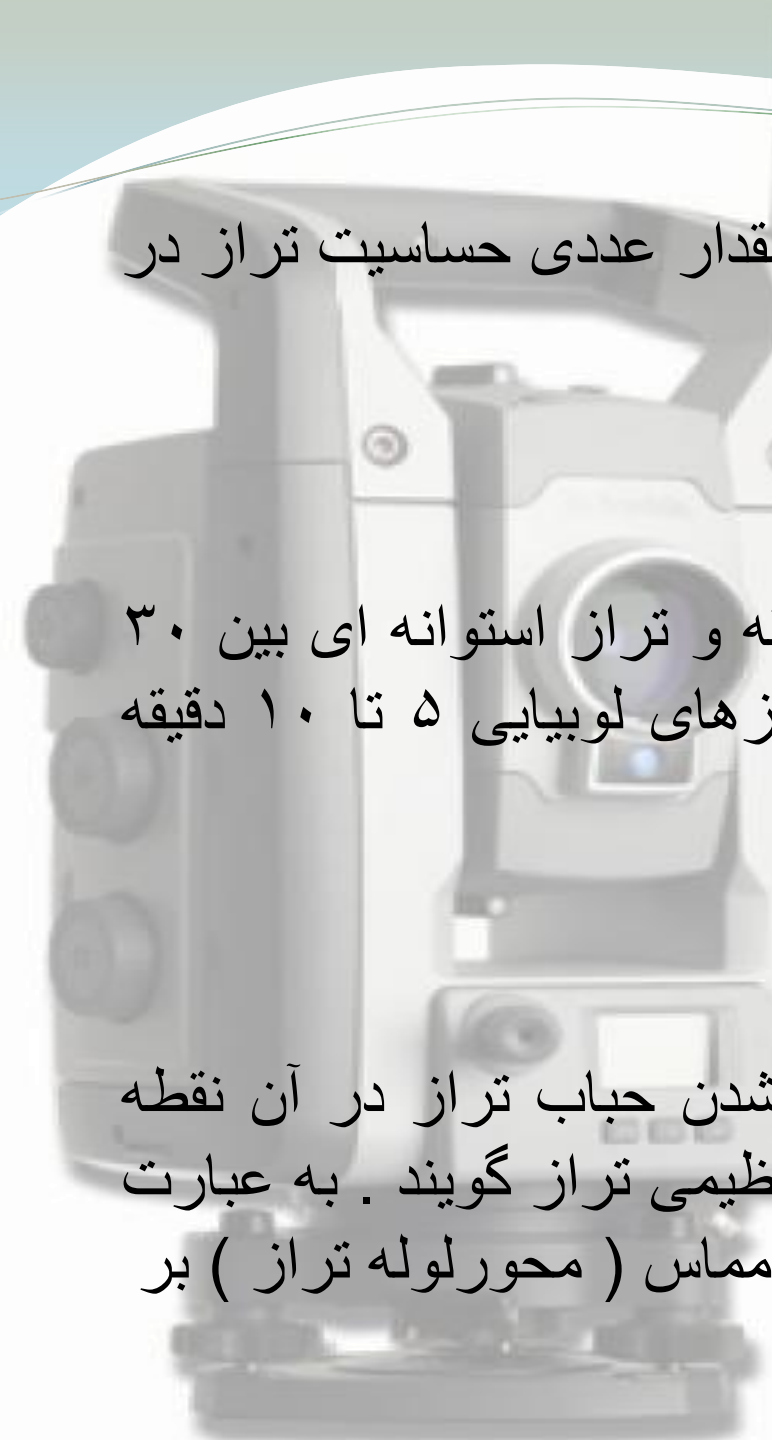
حساسیت تراز :

مقدار زاویه ای است که در اثر انحراف دستگاه به اندازه ی آن زاویه ی حباب تراز نسبت به یکی از تقسیمات تغییر مکان می دهد .



باتوجه به شکل مقدار عددی حساسیت تراز توسط رابطه زیر تعیین میشود:

$$\varepsilon = \frac{d}{r}$$



واضح است که هروقت دستگاه دقیقتر باشد مقدار عددی حساسیت تراز در آن کمتر است .

مثال :

حساسیت تراز های کروی بین ۵ تا ۱۵ دقیقه و تراز استوانه ای بین ۳۰ تا ۵۰ ثانیه است در حالی که حساسیت ترازهای لوبیایی ۵ تا ۱۰ دقیقه است .

درجه ی تنظیمی تراز :

نقطه ای از لوله ی تراز است که با واقع شدن حباب تراز در آن نقطه تکیه گاه دستگاه افقی می شود را درجه ی تنظیمی تراز گویند . به عبارت دیگر به نقطه ای که از لوله ی تراز که خط مماس (محورلوله تراز) بر

آن موازی محور دیدگانی دستگاه باشد را گویند .

نکته :

در دستگاه های نقشه برداری تلاش می شود که درجه تنظیمی تراز بر روی دایره ی وسطی (تراز کروی) و یا دروسط فاصله ی بین تقسیمات لوله ی شیشه ای در مورد ترازهای استوانه ای باشد .

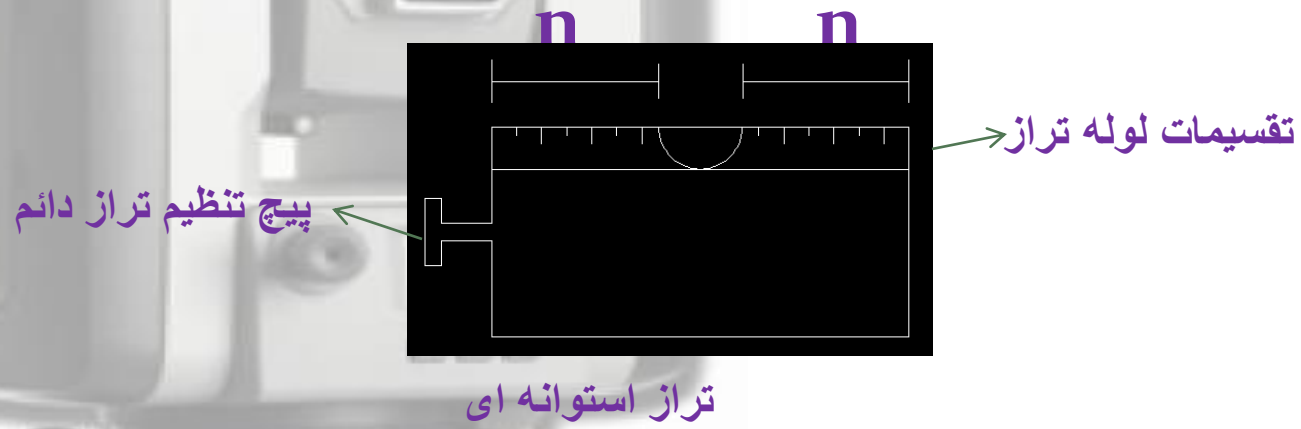
تنظیم محور لوله تراز: آزمایش عمود بودن لوله تراز برمحور شاغولی (قائم) :

وقتی می گوییم دستگاه تراز است بدین معنی است که محور قائم بر لوله تراز عمود باشد . چنانچه محور لوله تراز از حالت تنظیم خارج نشده باشد اگر دوربین را حول محور قائم هر قدر دوران دهیم (آلیداد را ۱۸۰

درجه به طرفین می چرخانیم) حالت تنظیم تراز به هم نمی خورد در غیر این صورت دستگاه از تنظیم خارج شده است و باید آن را تنظیم نمود .

نحوه تنظیم محور لوله تراز :

تقسیما ت روی شیشه تراز (تراز استوانه ای) ۲N که N قسمت نسبت به مرکز تراز در سمت راست قرار دارد .



(مطابق شکل بالا) با توجه به مطالب فوق دستگاه را تراز می نماییم و سپس آن را ۱۸۰ درجه دوران می دهیم اگر دستگاه از حالت تراز خارج شد (حباب تراز در وسط لوله تراز باقی می ماند) در غیر این صورت ممکن است حباب تراز چند خانه به سمت راست یا به سمت چپ منحرف شود در این حالت نصف مقدار انحراف را توسط پیچ تنظیم دائم تراز به مرکز هدایت می کنیم و دوباره دستگاه را توسط پیچ های تراز تراز مینماییم .

نکته :

اگر موارد فوق را با دقت به درستی انجام دهیم محور لوله تراز تنظیم تنظیم می شود و در غیر این صورت اعمال فوق را باید دوباره تکرار نماییم .

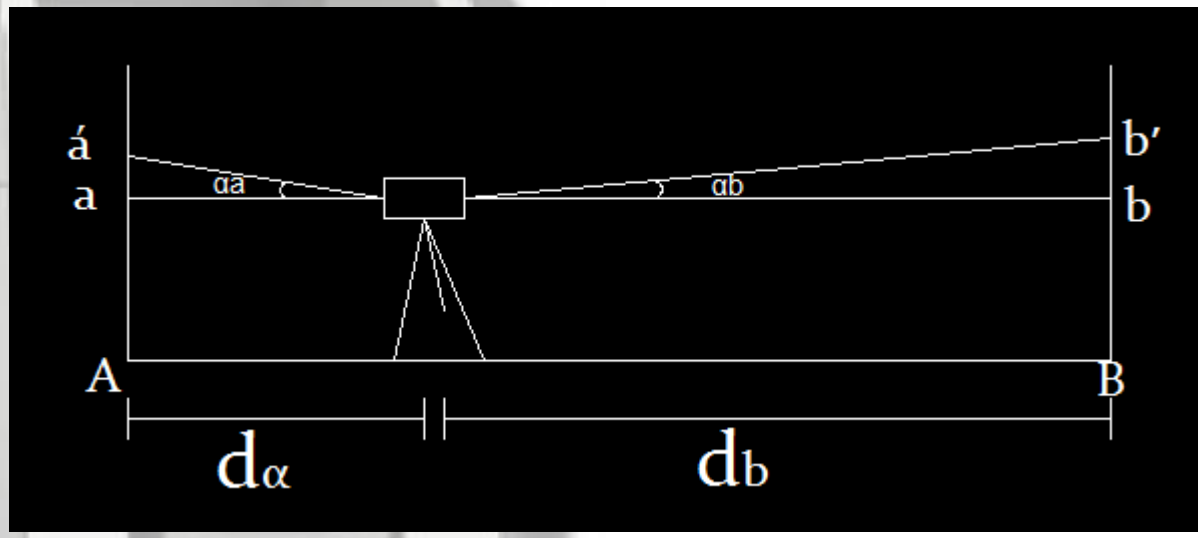
آزمایش و تنظیم محور قراول روی دوربین (کنترل کلیماسیون) :

برای صحت کار ترازیابی لازم است محور قراول روی دستگاه در موقع قرائت شاخص کاملاً افقی باشد بنابراین می بایست قبل از شروع به کار دستگاه کنترل شود .

نکته :

در حالت کلی دستگاه ترازیاب را وقتی تنظیم می گویند که خط هادی تراز یا محور دیدگانی موازی باشد در این صورت وقتی حباب در برابر درجه تنظیمی قرار می گیرد محور دیدگانی دوربین افقی می شود .

چنانچه این حالت وجود نداشته باشد محور دیدگانی دستگاه با افق زاویه ای مثل α می سازد که به آن زاویه ی کلیماسیون می گویند نتیجه ی چنین وضعیتی باعث می شود که قرائت های رو شاخص به طور صحیح انجام نگیرد .



با توجه به شکل در اثر زاویه کلیماسیون در نقطه ی A دستگاه ترازیابی به جای قرائت a را a’ قرائت می نمائید اختلاف این دو قرائت برابر است با :

$$\tan\alpha = \frac{aá}{da} \qquad aá = á - a = da \times \tan da = da \times \alpha a \qquad \tan\alpha \backsimeq \alpha a$$

$$-a = da \times \alpha a - á \qquad \Longrightarrow a = á \times da \times \alpha a$$

αa = زاویه کلیماسیون a = قرائت صحیح روی نقطه A

á = قرائت همراه با زاویه (کلیماسیوقرائت شده روی نقطه A)

همین طور در مورد شاخص مستقر در نقطه ی B بجای قرائت b در روی این شاخص،b قرائت می شود که اختلافش برابر است با :

$$\tan\alpha = \frac{bb'}{db} \qquad bb' = b' - b = db \times \tan \alpha b = db \times \alpha b \qquad \tan\alpha \backsimeq \alpha b$$

$$-b = db \times db - b' \qquad \Longrightarrow \qquad b = b' - db' \times \alpha b$$

چون اختلاف ارتفاع صحیح بین دو نقطه ی A وB از تفاضل قرائت های صحیح a وb بدست می آید (خط قراول افقی می باشد) بنابراین این اختلاف ارتفاع برابر است با :

$$\Delta H = HB - HA \Rightarrow b - a = (b' - db \times \alpha b) - (a' - da \times \alpha a)$$

نکته :

با فرض اینکه ایستگاه دوربین در وسط دو نقطه AوB قرار دارد در نتیجه $\alpha a \simeq \alpha b$ برابراست :

$$\Delta H = b - a = (b' - a') - (db - da) \times \alpha$$

چنانچه عملیات ترازیابی در چندین دهانه ها انجام گیرد اختلاف ارتفاع بین دو نقطه (ابتدا و انتهای مسیر ترازیابی)عبارت است از:

$$\Delta H = \Sigma b - \Sigma \alpha \Longrightarrow (\Sigma b' - \Sigma a') - (\Sigma db - \Sigma da)$$

در اینجا می بینیم که اکثر خطاهای کلیماسیون بازاویهی کلیماسیون و تفاضل فواصل دهانه های عقب و جلو متناسب می باشد .

همچنین اگر فاصله ی دهانه های عقب و جلو در هر ایستگاه در اختلاف ارتفاع بین نقاط تأثیری نمی گذارد .

سوال :

در یک ترازیابی (شعاعی وتدریجی)اگر نتوان فواصل بین نقاط را مساوی انتخاب کرد تا خطای کلیماسیون در بین نقاط سرشکن شود ازچه راه کاری برای از بین بردن این خطا بهره می بریم :

جواب : در ترازیابی پیمایشی چنانچه نتوان در یک دهانه این فواصل را مساوی انتخاب کرد باید سعی نمود که در دهانه های بعدی این مسئله جبران شود .

روشهای محاسبه خطای کلیماسیون

۱ – روش دستگاهی

۲ – روش صحرائی

روش دستگاهی :

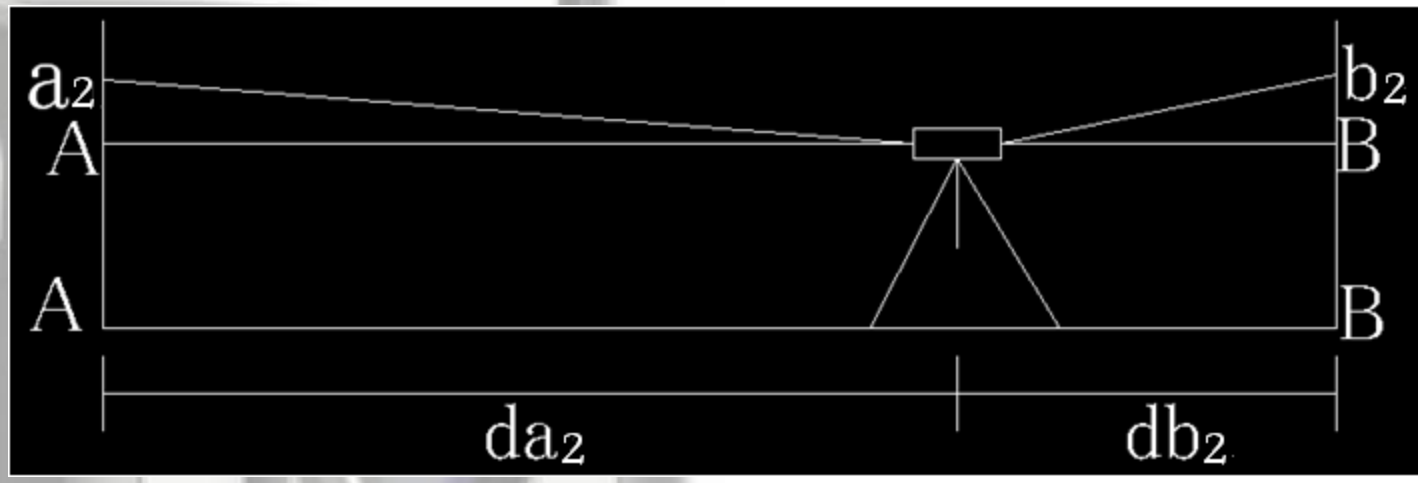
در روش دستگاهی با کمک coll mation system به وضعیت محور نشانه روی پی برده وآن را تنظیم می نمائیم .

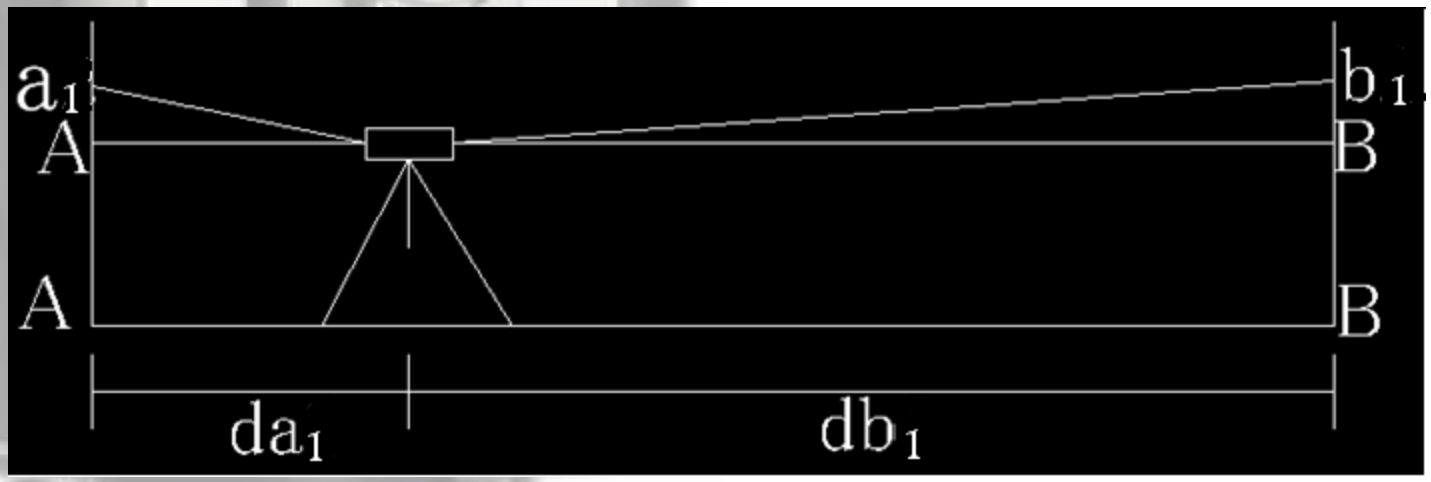
روش صحرایی :

برای تعیین زاویه کلیماسیون (L) دو نقطه ی AوB را که به فاصله ۱۰۰ متری از یکدیگر و در زمین نسبتاً صاف و همواری قرار دارند در نظر گرفته و دو شاخص بر روی آن ها قرار می دهیم سپس در دوایستگاه S1وS2 که بترتیب در فاصله ی ۱۰ متری نقطه ی AوB قرار گرفته اند دوربین را مستقر می کنیم .

نکته :

ایستگاه گذاری دوربین می تواند در حد فاصل بین نقطه AوB یا در امتداد آنها و یا حتی خارج از آنها قرار داشته باشد اگر شاخص ها را در ایستگاه S1 بترتیب A1وB1 و در ایستگاه S2 بترتیب A2وB2 و فواصل ایستگاه ترازیاب را تا دو شاخص در ایستگاه اول d1aوd1b و در ایستگاه دوم d2aوd2b و قرائت صحیح شاخص ها را در این دو ایستگاه بترتیب a1,b1 و a2,b2 بنامیم و زاویه ی کلیماسیون دستگاه را بنامیم طبق شکل های زیر خواهیم داشت :


a2
A
A
b2
B
B
da2
db2


a1
A
A
b1
B
B
da1
db1

$$\tan l = \frac{a1A1}{d1A1}$$

$$a1 - A1 = dA1 \times \tan l$$

$$-(-A1 = dA1 - a1 \times L)$$

$$A1 = a - dA1 \times L$$

در نظر گرفتن اثبات فوق قرائت های صحیح در ایستگاه های S1,S2 برابر است با:

$$A1 = a1 - dA1 \times l$$

$$B1 = b1 - dB \times l$$

$$A1 = a2 - dA2 \times L$$

$$B2 = b2 - dB2 \times l$$

با در نظر گرفتن مقادیر صحیح قرائت روی شاخص هااختلاف ارتفاع بین دو نقطه ی A,B برابر می شود :

$$\Delta H = A1 - B1 \Rightarrow (a1 - dA1 \times l) - (b1 - dB1 \times l)$$

$$\Rightarrow \Delta H1 = \Delta H2$$

$$\Delta H = A2 - B2 \Rightarrow (a2 - dA2 \times l) - (b2 - dB2 \times L)$$

$$(a1 - dA1 \times l) - (b1 - dB1 \times l) = (a2 - dA2 \times l) - (b2 - dB2 \times l)$$

$$(a1 - b1) \times (dA1 \times L - dB1 \times L) = (a2 - b2) \times (dA2 \times L - dB2 \times L)$$

$$-\big((dA1 \times L - dB1 \times l)\big) + (dA2 \times L - dB2 \times L) = (a2 - b2) - (a1 - b1)$$

$$dA1 \times L - dB1 \times L = dA2 \times L = -a2 + b2 + a1 - b1$$

$$L(dA1 - dB1 - dA2 + dB2) = -\mathrm{a2} + \mathrm{b2} + \mathrm{a1} - \mathrm{b1}$$

$$L\big((dA1 + dB2) - (dB1 + dA2)\big) = (a2 + b2) - (a2 + b1)$$

فرمول محاسبه ی زاویه کلیماسیون :

$$L = \frac{(a1 - b2) - (a2 + b1)}{(dA1 + dB2) - (dB1 + dA2)}$$

$$\text{زاویه کلیماسیون} = \frac{(\text{مجموع قرائت نزدیک}) - (\text{مجموع قرائت دور})}{(\text{مجموع فواصل نزدیک}) - (\text{مجموع فواصل دور})}$$

نکته:

اگر فواصل دهنه های عقب وجلو مساوی نباشد خطای کرویت زمین وانکسار نیز در ترازیابی وارد شده که در محاسبات (زاویه کلیاسیون) و همچنین در مواقع تنظیم دستگاه ها می بایست آنها را در نظر بگیریم .

نکته :

در فرمول محاسبه ی زاویه ی کلیماسیون چنانچه صورت ومخرج کسر هم علامت باشد (+)یعنی شیب منطقه (+)ودر غیر اینصورت شیب منطقه (-)است .

خطای پارالاکس:

خطای پارالاکس یعنی تصویری که توسط عدسی شیئی از شاخص ایجاد می شود می بایست در صفحه ی رتیکول قرار گیرد تارهای رتیکول وتصویر فوق توسط عدسی چشمی مشاهده می شود .

اگر دو تصویر فوق در یک صفحه قرار نگیرند می گوییم دستگاه دارای خطای پارالاکس می باشد وبرای رفع آن باید پیچ های عدسی شی و چشمی و تارهای رتیکول را تنظیم نمود تا بتوان خطای پارالاکس را رفع کرد .

خطای چرخش تارهای رتیکول :

این صفحه ی شیشه ایی که تارهای رتیکول که روی آن قراردارند توسط ۴ پیچ از اطراف کنترل می گردد وما می توانیم این خطا را بوسیله ی آنها از بین ببریم این خطا در اثر ضربه و تکان های شدید به وجود می آید و باعث چرخش تارها می گردد .

تنظیم ترازیاب:

در عمل معمولاً تنها وقتی مقدار زاویه ی کلیماسیون از ۰/۰۰۰۱ رادیان بیشتر می باشد لازم است دستگاه تنظیم گردد برای این کار می توان ابتدا با در وسط قرار دادن دستگاه ترازیاب بین دو نقطه ی A,Bاختلاف ارتفاع صحیح آنها را بدست آورد سپس دستگاه را در نزدیکی نقطه ی A قرار داده وبا نشانه روی به شاخص a مقدار عددی قرائتی را که روی نقطه ی b باید انجام شود محاسبه می نماییم اگر قرائت روی نقطه ی a را در این دستگاه a’فرض کنیم در این صورت b’مقدار شاخص Bبراساس فرمول زیر می باشد .

وقتی که دوربین در وسط A,Bباشد .

a=قرائت روی نقطه A

b=قارئت روی نقطه B

وقتی که دوربین در نزدیکی نقطه A باشد.

در مرحله ی بعد دستگاه را متوجه شاخص مستقر در نقطه ی **B** می نماییم چنانچه قرائت روی این نقطه با مقدار b’ محاسبه شده برابر

باشد دستگاه را تنظیم می گوییم در غیر این صورت با گردش پیچ مخصوص صفحه ی رتیکول (این پیچ صفحه ی رتیکول را در ارتفاع اندکی تغییر می دهد)تار وسط رتیکول را روی مقدار b’ قرارمی دهیم تا با این کار مقدار اختلاف ایجاد شده توسط خطای کلیماسیون را از بین ببریم.

نکته:

در برخی از دستگاه ها نحوه ی تنظیم به این ترتیب است که ابتدا با استفاده از پیچ تنظیم تراز لوبیایی تار وسط رتیکول را روی b’ تنظیم می کنند و سپس به کمک پیچ های تنظیم مخصوص حباب تراز(تراز لوبیایی) را بین قسمت های مدرج قرار می دهند.