

[www.engclubs.net](http://www.engclubs.net)

A site for all **Engineers**

## کنترل و تنظیم دستگاه های نقشه برداری

استاد : مجید ابولفتحی

جعفر مروئی

احسان علیانیپور

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 می دهیم به مقدار واقعی نمیرسیم و این اختلاف دو نوع می باشد:

۱- اشتباه (Mistake)

مقداریست که از روی مشاهدات قابل شناسایی و حذف می شود

مثال: A—————B

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

( 30 , 30.05 , 29.98 , 31 )

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

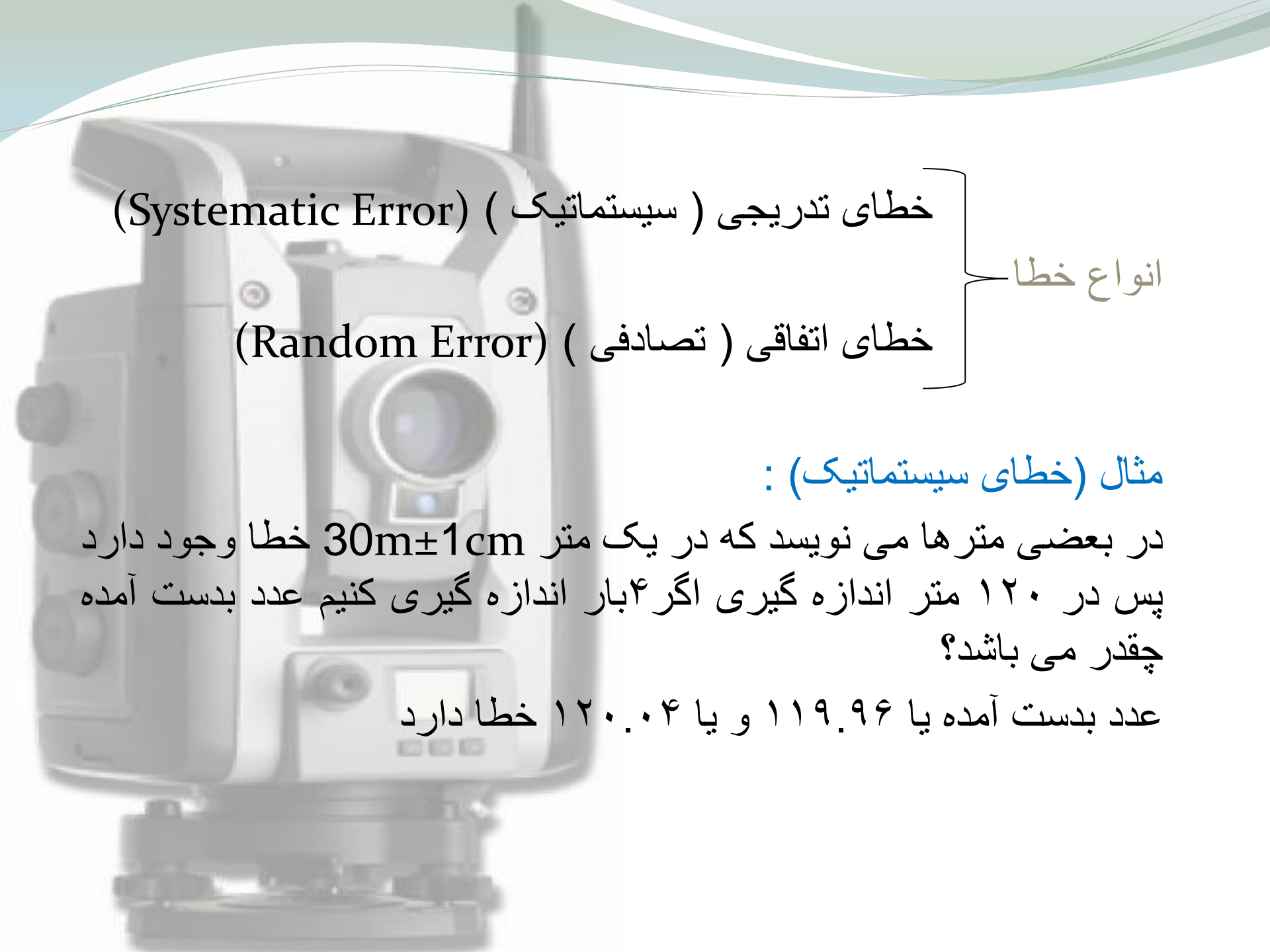
## ۲ - خطا (Error)

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

$$E=X-X1$$



خطای تدریجی ( سیستماتیک ) ( Systematic Error )

انواع خطا

خطای اتفاقی ( تصادفی ) ( Random Error )

مثال (خطای سیستماتیک) :

در بعضی مترها می نویسد که در یک متر  $30m \pm 1cm$  خطا وجود دارد پس در ۱۲۰ متر اندازه گیری اگر ۴ بار اندازه گیری کنیم عدد بدست آمده چقدر می باشد؟

عدد بدست آمده یا ۱۱۹.۹۶ و یا ۱۲۰.۰۴ خطا دارد



منابع  
خطاها

انسانی

دستگاهی

طبیعی

ساده: (مانند متر شاخص. ژالن و...)

اپتیکی

انواع دستگاه ها

## اپتیکی :

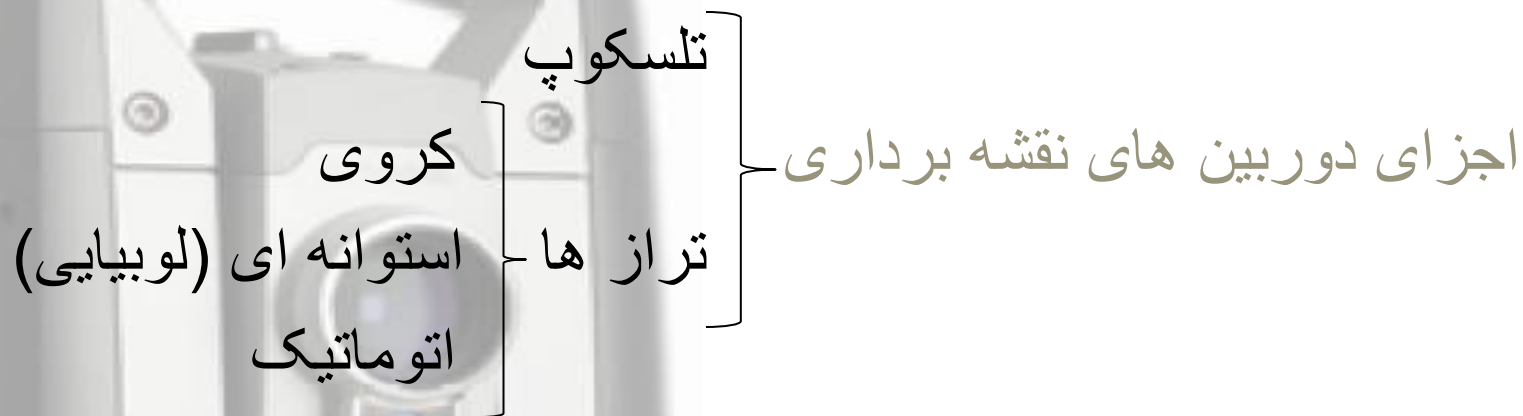
این دستگاه ها معمولا از مجموعه ابزارهای اپتیکی مثل آینه ها و عدسی ها منشور ها و سایر اجزایی که توانایی عبور نور از خود را دارند تشکیل شده اند .

## 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 .

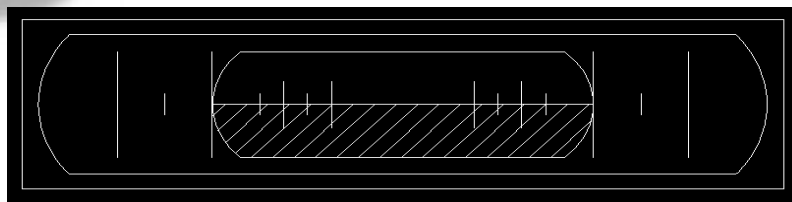
## دوربین :

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



## 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 لوبیایی 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 با استفاده از یک سیستم منشوری حباب رادوقسمت کرده و در کنار هم قرار می دهند .

## تفاوت این دو تراز :

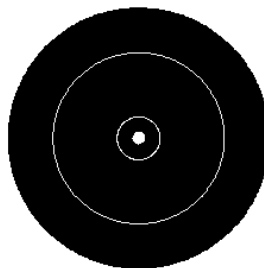
تقسیم نمودن حباب به دو قسمت باعث میشود که در موقع تنظیم کردن دوربین این دو حباب را کنار هم قرار دهیم اما در تراز استوانه ای نمی توان کاملاً حباب را در وسط قرار داد .

## نکته :

هر دو تراز استوانه ای و لوبیایی جهت عمود نگه داشتن محور قراول روی و محور شاقولی دوربین ها استفاده میشوند .

## کروی :

این تراز همانند تراز استوانه ای است که با این 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 لویبای را در بقیه ی دوربین ها انجام می دهد .

کمپانساتور اپتیکی

انواع کمپانساتور

کمپانساتور مغناطیسی

**کمپانساتور اپتیکی :**

در این کمپانساتور ها 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 دور بین 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 ) تراز یاب اتوماتیک (دارای کمپانساتور )

ب ) تراز یاب غیر اتوماتیک ( بدون کمپانساتور )

داخلی : عدسی چشمی ، تارهای رتیکول ،

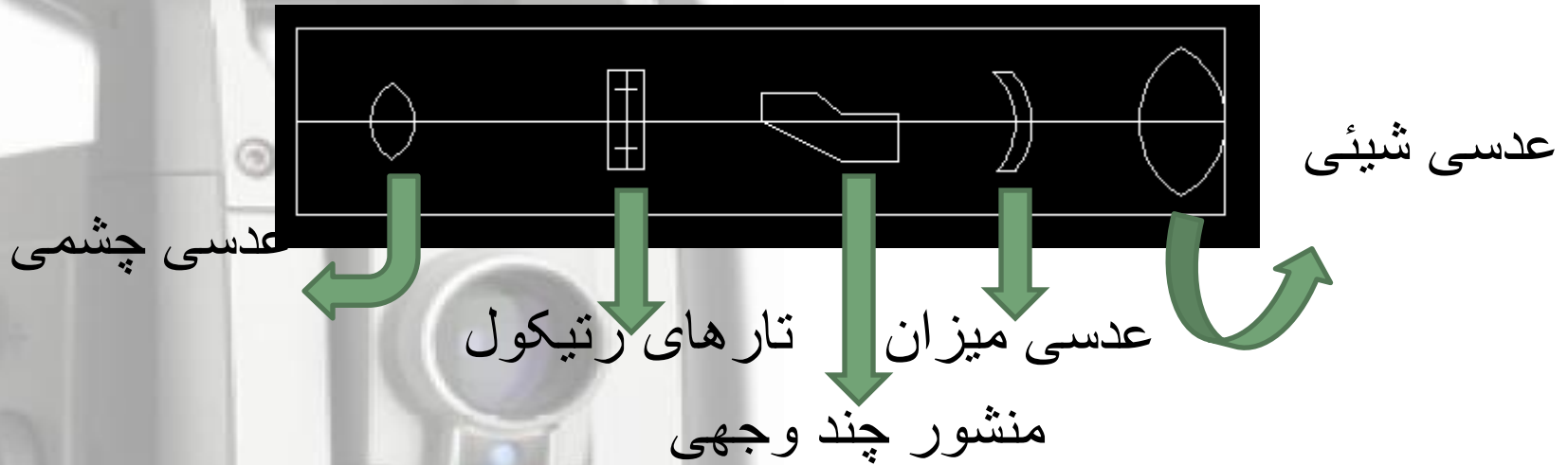
منشور چند وجهی ، عدسی شیئی

خارجی : پیچ تراز ، پیچ های تنظیم ، مگسک

توضیح نسبی درباره ی

اجزای دوربین

## 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 تار افقی وسط و یک 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  $20\text{ mm}$  تا  $50\text{ mm}$  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 و اگر ا و وظیفه 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  $y$  وابسته به طول مورد اندازه گیری است .

**X** : طول مورد اندازه گیری بر حسب میلی متر

**Y** : مقدار خطای مجاز P.P.M که بر مبنای فشار دمای محیط اندازه گیری می شود .

## مسأله :

رابطه ریاضی روبرو  $X_{mm} \pm 2 \text{ p.p.m}$  یعنی انحراف معیار ( $\sigma$ ) حاصل از اندازه گیری یک بازه ی ۱ کیلومتری برابر با  $\pm 2$  خواهد بود.  
(دو مفهوم دیگر  $\text{p.p.m}$  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


خودکار

زاویه یاب اپتیکی

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 و نیز 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  $10''$  و حد اقل  $6''$  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 و کروی می باشد و زاویه 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 میکروسکوپ 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 از جعبه 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 بادیست دیگر پیچ سه پایه را به زیر دوربین محکم ببندیم .

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

۱- قسمت فوقانی

۲- قسمت میانی

۳- قسمت تحتانی

قسمت های یک ترازیاب

## 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 تراز یاب 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 آلیاد قرار دارد و برای مشخص موقعیت سمتی صفحه قراول روی (وضعیت سمتی آلیاد به کار می رود لمب افقی یک صفحه دایره ای است که محیط آن از صفر تا ۳۶۰ 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 آلیاد و عمود بر محور افقی دستگاه قرار دارد. اگر دستگاه سالم باشد محور قراول روی از مرکز این دایره میگذرد .

۱- ترازیاب ساختمانی

۲- ترازیاب مهندسی

۳- ترازیاب دقیق

انواع ترازیاب



## ترازیاب ساختمانی :

این نوع ترازیاب ها از دقت کمتری نسبت به سایر ترازیاب 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 ، و بیشتر در کارهای ساختمانی ، تاکنومتری زمین های نسبتاً مسطح ، 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 و دقیق تر میباشد و علاوه برکار ساختمانی در نقشه برداری های دقیق نیز بکار میرود از ترازیاب 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 ترازیاب 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 میکروسکوپ 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 از آنها برای کارهای دقیق مثل تشکیل نقاط کنترل ارتفاعی در ژئودزی و ساخت 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 (میکروژئودزی) استفاده می شود به همین دلیل درشت نمایی دوربین در این ترازیاب ها بیشتر از سایر ترازیاب ها می باشد و همچنین حساسیت تراز و دقت در آنها بالا است و دارای ساختمانی پیچیده هستند و روش کار با آنها متفاوت می باشد .

## نکته :

ترازیابهای دقیق از میرهای مخصوص برای قرائت ارتفاع استفاده میکنند.

## مشخصه های انواع تراز یاب ها

ترازیاب ها	حساسیت	دقت	درشت نمایی
ساختمانی	0°0'60"	5mm تا 10mm	10 تا 25 برابر
مهندسی	0°0'30"	2mm تا 4mm	20 تا 35 برابر
دقیق	0°0'10"	0.2mm در KM	50 برابر

۱- موقتی : استقرار ، تنظیم تراز دستگاه ،

حذف پارالاکس

۲- دائم : تنظیم لوله تراز ، تنظیم

محور کلیماسیون (محور دیدگانی)

تنظیم های تراز یاب ها

## 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 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 اما تراز لوبیایی یا کمپانساتور به دلیل حساسیت بالاتر بایستی در هر قرائت تنظیم گردد .

## حذف خطای پارالاکس :

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

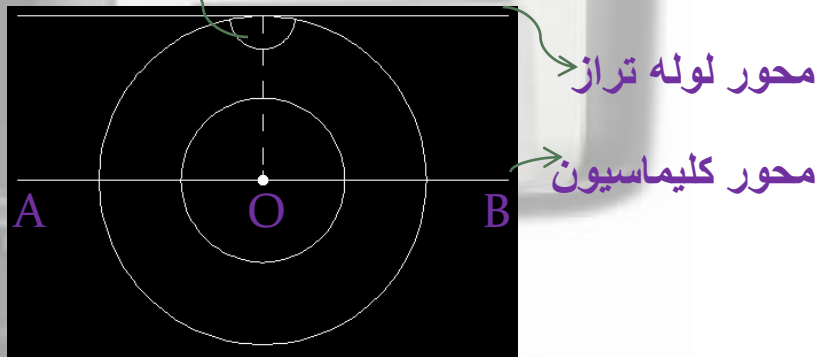
## تنظیمات دائم :

منظور از تنظیم موقتی همان تراز کردن است اما تنظیمات دائمی زمانی استفاده می شود که دوربین از حالت استاندارد که کارخانه ساخته است خارج شده و دارای یک خطای سیستماتیک شده باشد برای تنظیم دائمی حتماً میبایست دستگاه را تنظیم موقتی نمود و با یک سری مشاهدات آن را کنترل کرد و در صورت وجود خطا آنها را از بین برد محورهای تراز یاها 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 ، بر محور کلیماسیون منطبق بوده و موازی محور لوله تراز باشد یا اینکه محور قائم بر محور 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 بر لوله 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

## محور قائم ( 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 ) .

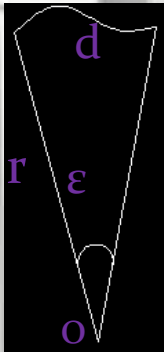
## نکته :

وقتی می گوئیم 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 حساب 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 هر وقت 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 در وسط فاصله ی بین تقسیمات لوله ی شیشه ای در مورد ترازهای استوانه ای باشد .

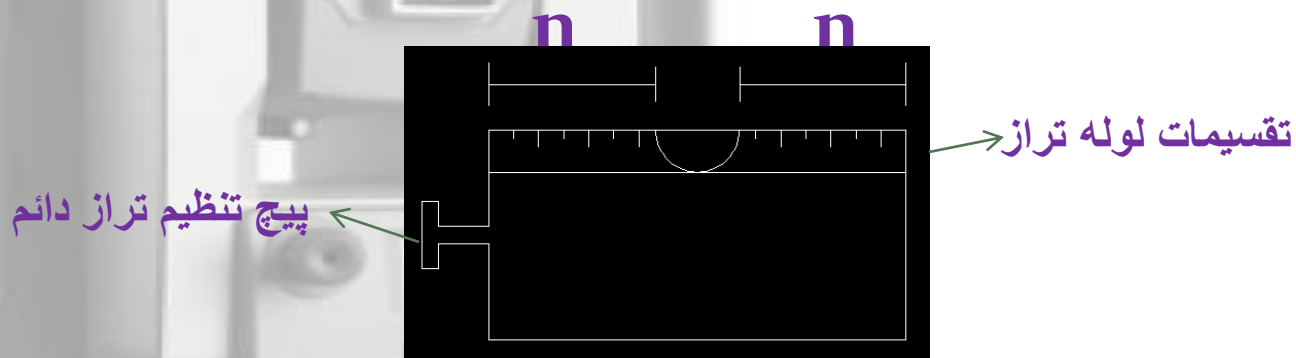
تنظیم محور لوله تراز: آزمایش عمود بودن لوله تراز بر محور شاغولی  
( قائم ) :

وقتی می گوئیم 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 ( آلیاد را ۱۸۰

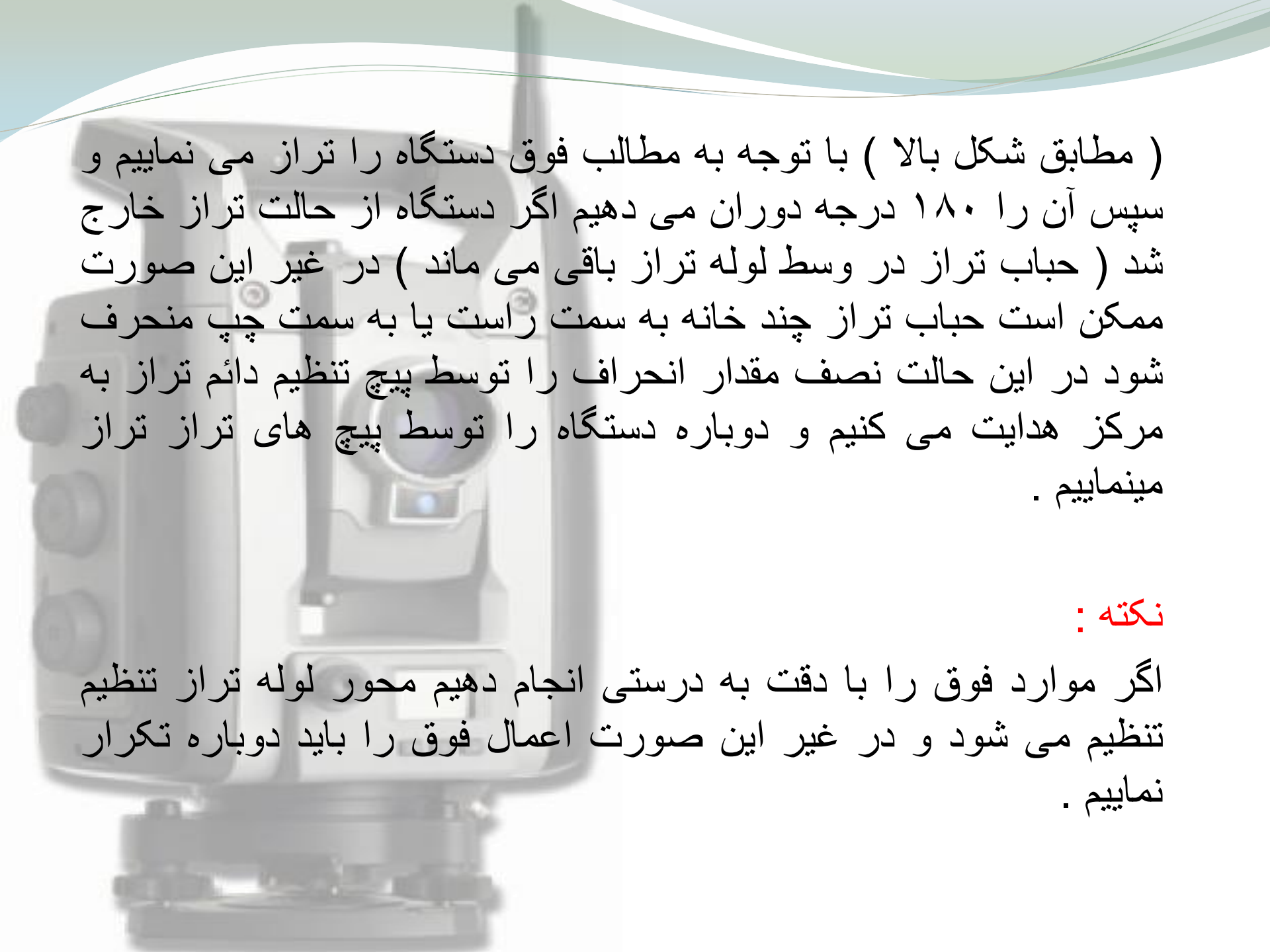
درجه به طرفین می چرخانیم ) حالت تنظیم تراز به هم نمی خورد در غیر این صورت دستگاه از تنظیم خارج شده است و باید آن را تنظیم نمود .

نحوه تنظیم محور لوله تراز :

تقسیمات روی شیشه تراز ( تراز استوانه ای )  $2N$  که  $N$  قسمت نسبت به مرکز تراز در سمت راست قرار دارد .



تراز استوانه ای



( مطابق شکل بالا ) با توجه به مطالب فوق دستگاه را تراز می نمایم 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 نمایم .

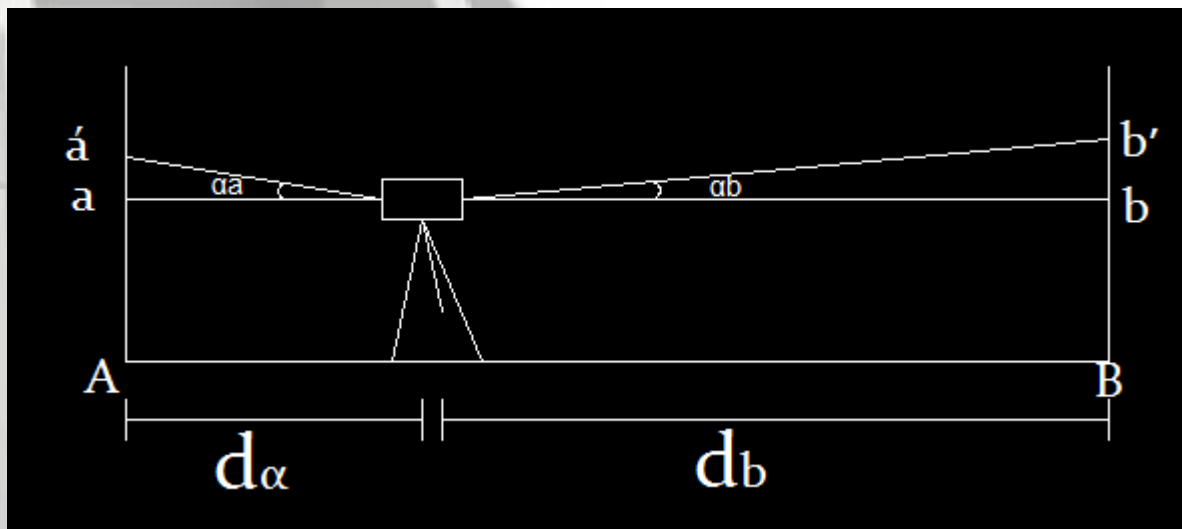
آزمایش و تنظیم محور قراول روی دوربین ( کنترل کلیمسیون ) :

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 تراز یاب 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  $\alpha$  می سازد که به آن زاویه ی کلیمسیون 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 تراز یابی به جای قرائت a را  $a'$  قرائت می نمائید اختلاف این دو قرائت برابر است با :

$$\tan \alpha = \frac{a\acute{a}}{da} \quad a\acute{a} = \acute{a} - a = da \times \tan da = da \times \alpha a \quad \tan \alpha \cong \alpha a$$

$$-a = da \times \alpha a - \acute{a} \quad \Rightarrow a = \acute{a} \times da \times \alpha a$$

$\alpha a =$  زاویه کلیماسیون  $= a$  قرائت صحیح روی نقطه A

$\acute{a} =$  قرائت همراه با زاویه ( کلیماسیو قرائت 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 :

$$\tan \alpha = \frac{bb'}{db} \quad bb' = b' - b = db \times \tan \alpha b = db \times \alpha b \quad \tan \alpha \cong \alpha b$$

$$-b = db \times \alpha b - b' \quad \Rightarrow b = b' - db' \times \alpha b$$



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

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

**نکته :**

با فرض اینکه ایستگاه دوربین در وسط دو نقطه A و B قرار دارد در نتیجه  $\alpha_a \simeq \alpha_b$  برابر است :

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

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

$$\Delta H = \sum b - \sum a \Rightarrow (\sum b' - \sum a') - (\sum db - \sum da)$$

در اینجا می بینیم که اکثر خطاهای کلیماسیون بازاویمی 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 ترازیبی (شعاعی و تدریجی) اگر نتوان فواصل بین نقاط را مساوی انتخاب کرد تا خطای کلیماسیون در بین نقاط سرشکن شود از چه راه کاری برای از بین بردن این خطا بهره می بریم :

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

۱ - روش دستگاهی

۲ - روش صحرائی

روشهای محاسبه خطای کلیماسیون



## روش دستگاهی :

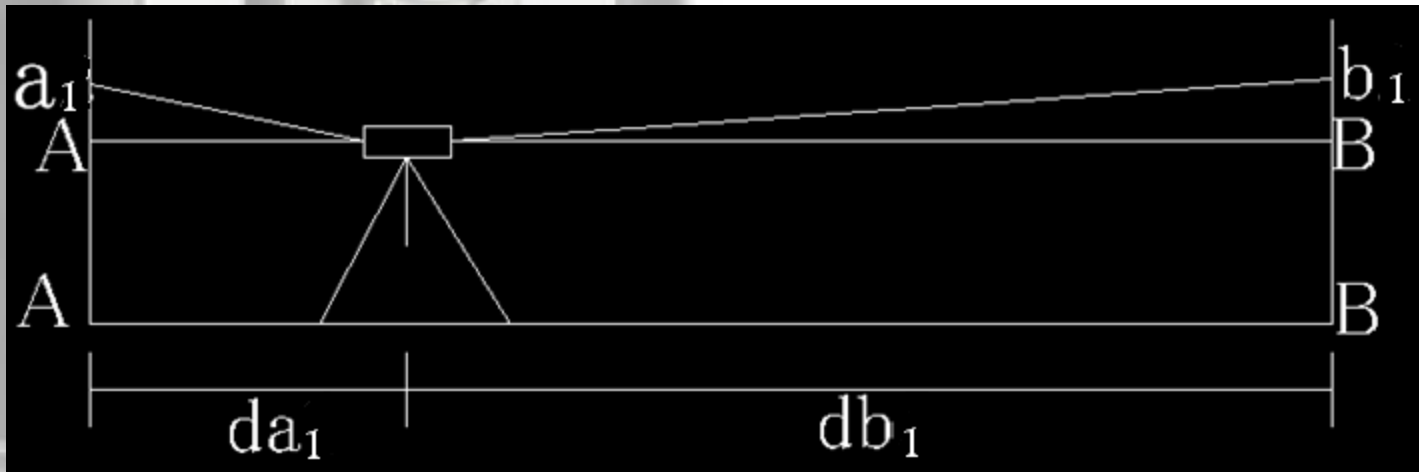
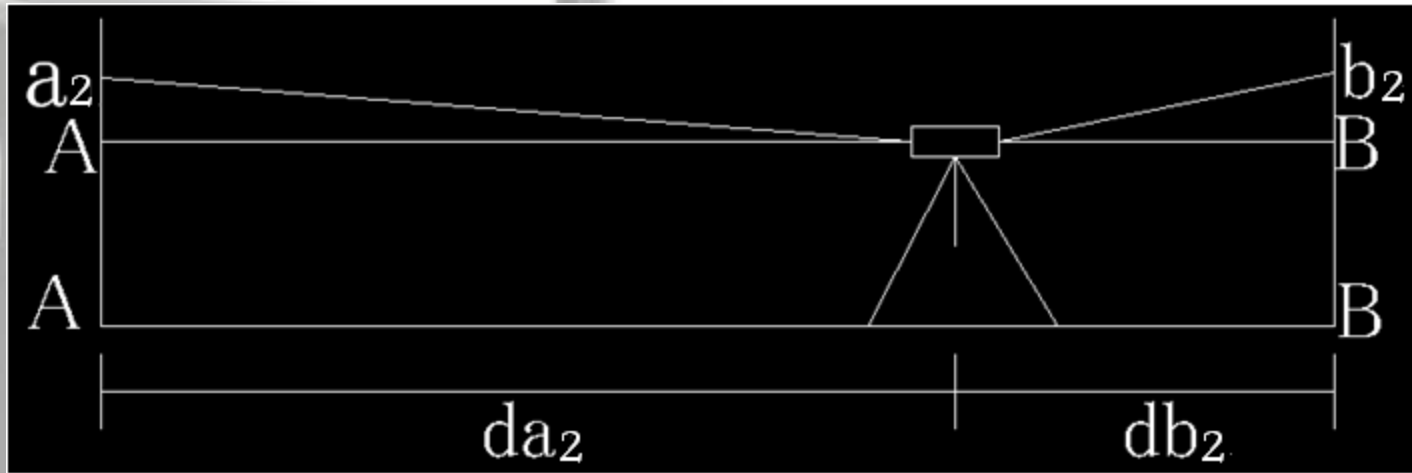
در روش دستگاهی با کمک collimation system به وضعیت محور نشانه روی پی برده و آن را تنظیم می‌نمائیم .

## روش صحرائی :

برای تعیین زاویه کلیماسیون (  $L$  ) دو نقطه ی  $A$  و  $B$  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 آن‌ها قرار می‌دهیم سپس در دو ایستگاه  $S_1$  و  $S_2$  که بترتیب در فاصله ی ۱۰ متری نقطه ی  $A$  و  $B$  قرار گرفته‌اند دوربین را مستقر می‌کنیم .

## نکته :

ایستگاه گذاری دور بین می تواند در حد فاصل بین نقطه A و B یا در امتداد آنها و یا حتی خارج از آنها قرار داشته باشد اگر شاخص ها را در ایستگاه S1 بترتیب A1 و B1 و در ایستگاه S2 بترتیب A2 و B2 و فواصل ایستگاه ترازیاب را تا دو شاخص در ایستگاه اول  $d1a$  و  $d1b$  و در ایستگاه دوم  $d2a$  و  $d2b$  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 :



$$\tan l = \frac{a_1 A_1}{d_1 A_1}$$

$$a_1 - A_1 = d_1 A_1 \times \tan l$$

$$-(-A_1 = d_1 A_1 - a_1 \times L)$$

$$A_1 = a_1 - d_1 A_1 \times L$$

در نظر گرفتن اثبات فوق قرائت های صحیح در ایستگاه های  $S_1, S_2$  برابر است با:

$$A_1 = a_1 - d_1 A_1 \times l$$

$$B_1 = b_1 - d_1 B_1 \times l$$

$$A_2 = a_2 - d_2 A_2 \times L$$

$$B_2 = b_2 - d_2 B_2 \times l$$

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

$$\Delta H = A1 - B1 \Rightarrow (a1 - dA1 \times l) - (b1 - dB1 \times l) \Rightarrow \Delta H1 = \Delta H2$$

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

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

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

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

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

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

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



فرمول محاسبه ی زاویه کلیماسیون :

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

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

**نکته:**

اگر فواصل دهنه های عقب و جلو مساوی نباشد خطای کرویت زمین وانکسار نیز در ترازیابی وارد شده که در محاسبات (زاویه کلیماسیون) 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 گوئیم دستگاه دارای خطای پارالاکس می باشد و برای 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 قرار دارند توسط ۴ پیچ از اطراف کنترل می گردد و ما 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 تراز یاب:

در عمل معمولاً تنها وقتی مقدار زاویه ی کلیماسیون از  $0.0001$  رادیان بیشتر می باشد لازم است دستگاه تنظیم گردد برای این کار می توان ابتدا با در وسط قرار دادن دستگاه تراز یاب بین دو نقطه ی  $A, B$  اختلاف ارتفاع صحیح آنها را بدست آورد سپس دستگاه را در نزدیکی نقطه ی  $A$  قرار داده و با 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  $B$  بر اساس فرمول زیر می باشد .

وقتی که دوربین در وسط A, B باشد .

$$\begin{matrix} a \\ b \end{matrix} \Rightarrow \Delta H = a - b$$

a = قرائت روی نقطه A

b = قرائت روی نقطه B

وقتی که دوربین در نزدیکی نقطه A باشد.

$$\begin{matrix} a' \\ b' \end{matrix} \Rightarrow b' = a' - \Delta H$$

در مرحله ی بعد دستگاه را متوجه شاخص مستقر در نقطه ی B می نمایم چنانچه قرائت روی این نقطه با مقدار  $b'$  محاسبه شده برابر

باشد دستگاه را تنظیم می گوئیم 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  $b'$  قرار می دهیم تا با این کار مقدار اختلاف ایجاد شده توسط خطای کلیمسیون 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.