

# فصل اول

## کاربردهای ترازیابی



## هدف‌های رفتاری

- پس از آموزش و مطالعه این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود بتواند :
- ۱- فعالیت عملی ۱-۱ (ترازیابی رفت و برگشت) را به درستی انجام دهد.
  - ۲- فعالیت عملی ۲-۱ (پروفیل طولی) را به درستی انجام دهد.
  - ۳- فعالیت عملی ۳-۱ (تسطیح اراضی) را به درستی انجام دهد.
  - ۴- فعالیت عملی ۴-۱ (تهیه نقشه پلان با منحنی میزان) را به درستی انجام

دهد .

## مطالب پیش‌نیاز

- قبل از مطالعه این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود با مطالب زیر آشنا باشد :
- ۱- آشنایی با فصل اول کتاب «نقشه برداری عمومی»
  - ۲- آشنایی با فصل دوم کتاب «مساحی»

## نکته‌ها

کسی که با نافرمانی خدا گردد کسی گردد، آنچه را امید دارد از دست رفتنی‌تر است و از آنچه برحذر است زودتر دچارش گردد.

«امام حسین علیه السلام»

## فعالیت عملی ۱-۱ – انجام عملیات به صورت رفت و برگشت

– نقطه‌ای مانند A را روی زمین مشخص کرده سپس با استفاده از یک یا دو نقطهٔ پنج مارک در اطراف آن و به روش ترازیابی تدریجی رفت و برگشت ارتفاع این نقطه را به دست آورده و عملیات را کنترل کنید.

– گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

تذکر: چنانچه در محوطهٔ هنرستان نقاط پنج مارک موجود نیست ابتدا چند نقطه، روی زمین مشخص کرده و با دادن ارتفاع دلخواه به یکی از آنها و انجام ترازیابی تدریجی سایر نقاط را ارتفاع دار کنید.



▲ شکل ۱-۱ – ترازیابی از یک نقطه پنج مارک

## راهنمایی

منظور از ترازیابی رفت و برگشت، ترازیابی است که در آن از دو نقطهٔ پنج مارک در ابتدا و انتهای ترازیابی استفاده شود.

روش کار به این صورت است که ترازیابی را از نقطهٔ BM۱ شروع کرده و به نقطهٔ دوم رسانده سپس دوباره به نقطهٔ اول بر می‌گردیم.



▲ شکل ۱-۲- مسیر ترازیبی رفت و برگشت

با کمی دقت می بینیم که ترازیبی از یک بنج مارک شروع شده و به بنج مارکی دیگر بسته شده است. بنابراین قابل کنترل می باشد و می توان خطای بست ترازیبی را محاسبه نمود. یعنی داریم:

ارتفاع معلوم نقطه آخر - ارتفاع به دست آمده برای نقطه آخر = خطای بست ترازیبی

$$e_L = h' - h$$

بعد از محاسبه خطای بست ترازیبی، با توجه به این که این ترازیبی از نوع درجه ۳ می باشد، مقدار مجاز خطا را برای آن از رابطه زیر به دست می آوریم:

$$e_{\max} = \pm 12\sqrt{K}$$

در صورتی که خطای بست ترازیبی در محدوده مجاز آن قرار داشته باشد آن را تصحیح می کنیم.

مقدار تصحیح از رابطه زیر به دست می آید:

$$C = \frac{-e_L}{n}$$

که در نقطه اول مقدار تصحیح صفر بوده و برای نقاط دیگر مطابق روابط زیر محاسبه می شود:

$$C_1 = 0$$

$$C_2 = \frac{-e_L}{n} \times 1$$

$$C_3 = \frac{-e_L}{n} \times 2$$

$$C_4 = \frac{-e_L}{n} \times 3$$

.

.

$$C_i = \frac{-e_L}{n} \times (i-1)$$

پس از محاسبه مقدار تصحیح برای همه نقاط، آنها را در ستون مربوط به خود در جدول

ترازیابی وارد می کنیم. در پایان ارتفاع تصحیح شده نقاط را از رابطه ساده موجود ( $H_C = H + C$ ) به دست آورده و ستون آخر را کامل می کنیم.



جدول ۱-۲- جدول مشاهدات ترازیبی درجه ۳

ارتفاع تصحیح شده (متر)	تصحیح (میلی متر)	ارتفاع (متر)	اختلاف ارتفاع (میلی متر)	F. S (میلی متر)	I. S (میلی متر)	B. S (میلی متر)	نقاط

چنانچه اختلاف خطای بست ترازیبی در حد مجاز باشد، متوسط آنها به عنوان اختلاف ارتفاع درست در نظر گرفته می شود.

مقدار مجاز در ترازیبی درجه ۳ برابر  $\pm 12\sqrt{K}$  می باشد که در آن K فاصله بر حسب کیلومتر Km است.

### ✓ نکات مهم حین عملیات ترازیبی

۱- قبل از انجام هر عملیات ترازیبی از سالم بودن دوربین، سه پایه و شاخص اطمینان حاصل کنید.

۲- فرم مخصوص ثبت اطلاعات ترازیبی را حتماً به همراه داشته و اطلاعات را بدون خط خوردگی در آن یادداشت کنید.

۳- برای استقرار شاخص حتی المقدور از پاشنه شاخص (شکل) استفاده کنید.

۴- در پایان عملیات ترازیبی در محل، محاسبات را کنترل کنید و چنانچه، خطای ترازیبی در حد مجاز نبود، قبل از ترک محل، عملیات را مجدداً تکرار نمایید.

## فعالیت عملی ۱-۲- انجام عملیات پروفیل طولی و طراحی خط پروژه

- با کمک معلم خود یک مسیر را در داخل هنرستان انتخاب کرده و بر روی آن نقاط تغییر شیب را میخ کوبی کنید. سپس با داشتن ارتفاع معلوم یک نقطه، ارتفاع سایر نقاط مسیر را ترازبایی کرده و فاصله بین میخ‌ها را با رعایت اصول مترکشی به دست آورید. سپس پروفیل طولی مسیر را ترسیم کنید.
- پس از ترسیم پروفیل طولی با راهنمایی معلم خود یک خط پروژه، روی آن ترسیم کرده و میزان عمق خاک را در هر نقطه، محاسبه کنید.
- گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.



► شکل ۱-۳- میخ‌کوبی مسیر



► شکل ۱-۴- عملیات پروفیل برداری از مسیر

## راهنمایی

برای نمایش پستی و بلندی زمین در طول یک امتداد مانند مسیر راه یا مسیر یک کانال بر روی نقشه، یک صفحه قائم فرضی را بر امتداد مورد نظر، مرور می دهند. اگر تصویر مقطع این برش را با مقیاس مشخصی بر روی صفحه کاغذ رسم نمایید، تصویر مزبور که حاوی پستی و بلندی های موجود می باشد، پروفیل نامیده می شود.

دو نقطه مشخص را روی زمین نام گذاری می کنیم. سپس نقاط تغییر شیب زمین بین این دو نقطه را نیز نام گذاری و میخ کوبی می کنیم. آنگاه یک کروکی را که نشان دهنده وضعیت پستی و بلندی زمین و عوارض موجود در امتداد مورد نظر است را ترسیم و جای میخ ها و نام آنها را بر روی آن مشخص می سازیم. در ادامه با استفاده از ژالن و متر و رعایت اصول مترکشی فاصله افقی بین میخ ها را اندازه گیری می کنیم.

پس از مترکشی، جدولی برای ترازبایی نقاط به صورت زیر تهیه می کنیم که دو ستون کیلومتر از فاصله از مبدأ) و فاصله بین نقاط (میخ ها) به آن اضافه شده است.

جدول ۱-۳- جدول مشاهدات پروفیل طولی

شماره نقاط No	قرائت عقب BS	قرائت وسط IS	قرائت جلو FS	اختلاف ارتفاع $\Delta H$	ارتفاع H	تصحیح c	ارتفاع تصحیح شده Hc	فاصله بین میخ ها $L_i$	کیلومتر از Km

برای تهیه پروفیل طولی، باید فاصله و ارتفاع نقاط ترازبایی در طول مسیر را به دست آورد. فاصله نقاط معمولاً از ابتدای مسیر محاسبه می شود که تحت عنوان «فاصله از مبدأ» بر حسب کیلومتر (کیلومتر از) نشان داده می شود.

پس از انجام عملیات زمینی و برداشت نقاط، محاسبات پروفیل را انجام داده و آنها را ترسیم می کنیم.



### فعالیت عملی ۱-۳- انجام عملیات تسطیح اراضی

– با راهنمایی معلم خود، یک زمین شیب‌دار در حیاط هنرستان انتخاب کرده و آن را شبکه‌بندی کنید. سپس با انجام عملیات ترازبایی، ارتفاع کلیه نقاط رئوس شبکه را محاسبه نمایید. پس از به دست آوردن ارتفاع نقاط رئوس شبکه زمین مورد نظر آن را تا ارتفاع مدنظر معلم خود تسطیح کنید.

– گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.



▲ شکل ۱-۵- برداشت تسطیح



▲ شکل ۱-۶- شبکه‌بندی و تسطیح

## راهنمایی

ابتدا در حیاط هنرستان، یک منطقه شیب دار انتخاب کرده و با روش ۳، ۴، ۵ و یا با استفاده از گونیای مساحی یک مستطیل پیاده کرده و آن را به کمک متر شبکه بندی می کنیم. بعد از ترسیم شبکه بر روی زمین، کروکی محل را تهیه می کنیم. دوربین ترازیب را در نزدیکی شبکه طوری که به همه نقاط (حتی الامکان) دید داشته باشد مستقر کرده و با روش ترازیبی شعاعی، ارتفاع رئوس شبکه را برداشت می کنیم و در جدولی مانند جدول زیر یادداشت می کنیم. سپس قبل از ترک منطقه، عملیات ترازیبی را کنترل می کنیم.

✓ مجموع قرائت های جلو و عقب را جمع کرده و از هم کم می کنیم. در صورتی که مقدار خطا در حد مجاز باشد، عملیات قابل قبول است.

جدول ۱-۴- جدول مشاهدات تسطیح اراضی

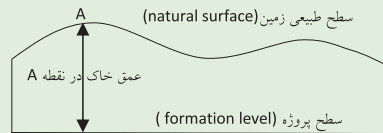
شماره نقاط NO	قرائت عقب BS	قرائت وسط IS	قرائت جلو FS	اختلاف ارتفاع $\Delta H$	ارتفاع H	تصحیح c	ارتفاع تصحیح شده Hc

### خلاصه ای از محاسبات

پس از محاسبه ارتفاع نقاط رئوس شبکه، آن را با مقیاس خواسته شده ترسیم کرده و ارتفاع نقاط را با کمک کروکی روی آن یادداشت می کنیم. با راهنمایی معلم یک ارتفاع را به عنوان سطح مورد نظر (سطح پروژه) در نظر گرفته و با محاسبات لازم میزان عمق خاک در هر نقطه را محاسبه می کنیم. روابط مورد نیاز به صورت زیر می باشد:

عمق خاک = ارتفاع زمین - ارتفاع سطح پروژه  
یا

$$h_i = H_i - H_p$$



بدیهی است، در صورتی که عمق خاک ( $h_i$ ) مثبت باشد، نشانه خاک برداری و اگر ( $h_i$ ) منفی باشد، نشانه خاکریزی در آن نقطه است. پس از تعیین عمق خاک در گوشه مربع های شبکه، حجم عملیات خاکی برای هر مربع با محاسبه مساحت آن مربع ضربدر میانگین عمق خاک در چهار گوشه مربع، محاسبه می شود.

$$V_{abcd} = \frac{A}{4} \times (h_a + h_b + h_c + h_d)$$

## فعالیت عملی ۱-۴- انجام عملیات منحنی میزان

– با راهنمایی معلم خود زمین شیب داری را در حیاط هنرستان انتخاب کرده و آن را شبکه بندی کنید. سپس با استفاده از دوربین ترازیب، ارتفاع رئوس شبکه‌ها را برداشت کنید. پس از محاسبه ارتفاع‌ها با توجه به شیب زمین و دقت مورد نظر و مقیاس خواسته شده با راهنمایی معلم، منحنی‌های میزان را روی شبکه ترسیم کنید.

– گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.



▲ شکل ۱-۷- شبکه‌بندی و برداشت ارتفاع نقاط رئوس شبکه

### راهنمایی

روش شبکه بندی: در این روش زمین را بر حسب شیب آن به سلول‌های مربع یا مستطیل شکل تقسیم نموده و ارتفاع رئوس آنها را برداشت می‌کنیم. پس از انتقال نقاط روی کاغذ، منحنی میزان‌ها را از طریق درون‌یابی تعیین و ترسیم می‌کنیم.

برای برداشت ارتفاعات ابتدا باید محدوده مورد نظر در روی زمین را شبکه‌بندی کرد. روش انجام شبکه بندی را در قسمت قبل (تسطیح اراضی) فرا گرفتیم. در مرحله بعد، مطابق با آنچه در این قسمت ذکر شد، روی رئوس شبکه عملیات ترازیبی انجام داده و ارتفاع رئوس شبکه را با محاسبات جداول ترازیبی به دست می‌آوریم.

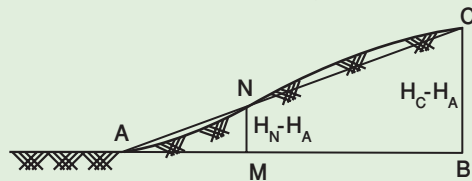
سپس قبل از ترک منطقه، عملیات ترازبایی را کنترل می‌کنیم.  
مجموع قرائت‌های جلو و عقب را جمع کرده و از هم کم می‌کنیم. در صورتی که مقدار خطا در حد مجاز باشد، عملیات قابل قبول است.

جدول ۵-۱ - جدول مشاهدات منحنی میزان

شماره نقاط NO	قرائت عقب BS	قرائت وسط IS	قرائت جلو FS	اختلاف ارتفاع $\Delta H$	ارتفاع H	تصحیح c	ارتفاع تصحیح شده Hc

### خلاصه‌ای از محاسبات

پس از این مرحله، کار محاسبات دفتری آغاز می‌شود. ابتدا جدول ترازبایی محاسبه و سپس نقشه‌ای از شبکه را در مقیاس مناسب ترسیم نموده و ارتفاع نقاط را مطابق کروکی در کنار رئوس شبکه ثبت می‌کنیم. همانطور که در «کارگاه محاسبه و ترسیم ۲» آموختید، با کمک روابط زیر ارتفاع‌های یکسان را روی اضلاع شبکه به دست می‌آوریم. (واسطه‌یابی)



▲ شکل ۸-۱ - واسطه‌یابی

$$\frac{mn}{BC} = \frac{mA}{AB}$$

$$mA = d, \quad mn = hm - hA, \quad BC = hB - hA$$

$$\frac{hm - hA}{hB - hA} = \frac{mA}{AB}, \quad \rightarrow mA = \frac{(hm - hA) \times AB}{(hB - hA)}$$

پس از اینکه فاصله به دست آمده برای هر نقطه تا یکی از رأس‌های شبکه را به مقیاس مورد نظر بردیم، بر روی کاغذ به کمک اشکل یا خط‌کش آن را ترسیم می‌کنیم. نقاط به دست آمده را به یکدیگر وصل کرده تا منحنی میزان‌ها به دست آیند.



▲ شکل ۱-۹- ترسیم منحنی‌های میزان بر روی کاغذ

## شرایط لازم برای انجام کار گروهی ✓

- ۱- هدف کار گروهی، کارایی بیشتر و بهبود مداوم است که در آن اعضای تیم تلاش می‌کنند همیشه از بهترین‌ها باشند.
- ۲- انتظار می‌رود همه اعضای تیم به صورت تعاملی و حمایتی با یکدیگر کار کنند.
- ۳- از همه اعضای تیم انتظار می‌رود که اهداف تیم را بر اهداف شخصی خود مقدم بدانند.
- ۴- از کلیه اعضای تیم انتظار می‌رود که اختلاف‌های سلیقه‌ای بین خود را حل کنند، بدخلقی و ناسازگاری از خودشان بروز ندهند و بهترین عملکرد تیم را اصول کار خود بدانند.
- ۵- از همه اعضای تیم انتظار می‌رود همواره نسبت به کار خود و تیم، همچنین نسبت به تعامل با یکدیگر و تشکیلات نگرش مثبت داشته باشند.
- ۶- بهتر است برای پیشبرد عملیات یک نفر که به عنوان سرگروه انتخاب شده است مدیریت کار را برعهده گرفته و بقیه اعضا (عاملین) از او پیروی کنند.

فصل

دوم

# زاویه یابی



## هدف‌های رفتاری

پس از آموزش و مطالعه این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود بتواند :

۱- فعالیت عملی ۱-۲ (آشنایی با ساختار زاویه‌یاب آنالوگ و اجزای آن) را به درستی انجام دهد.

۲- فعالیت عملی ۲-۲ (آشنایی با ساختار زاویه‌یاب دیجیتالی و کاربرد کلیدهای آن) را به درستی انجام دهد.

۳- فعالیت عملی ۳-۲ (استقرار دوربین زاویه‌یاب) را به درستی انجام دهد.

۴- فعالیت عملی ۴-۲ (نشانه‌روی و قرائت با زاویه‌یاب) را به درستی انجام دهد.

۵- فعالیت عملی ۵-۲ (اندازه‌گیری زاویهٔ افقی با زاویه‌یاب) را به درستی انجام دهد.

۶- فعالیت عملی ۶-۲ (اندازه‌گیری زاویهٔ افقی با زاویه‌یاب به روش کوپل) را به درستی انجام دهد.

۷- فعالیت عملی ۷-۲ ( قرائت زاویهٔ افقی به روش کوپل و ثبت آن در جدول قرائت زاویه) را به درستی انجام دهد.

۸- فعالیت عملی ۸-۲ (اندازه‌گیری زاویهٔ قائم‌(زینتی) با زاویه‌یاب) را به درستی انجام دهد.

۹- فعالیت عملی ۹-۲ (اندازه‌گیری زاویهٔ قائم‌(زینتی) با زاویه‌یاب به روش کوپل) را به درستی انجام دهد.

## مطالب پیش‌نیاز

قبل از مطالعهٔ این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود با مطالب زیر آشنا باشد :

۱- آشنایی با فصل دوم کتاب «نقشه برداری عمومی»

۲- آشنایی با فصل ششم کتاب «مساحی»



## فعالیت عملی ۲-۱ – آشنایی با ساختار زاویه‌یاب آنالوگ و اجزای آن

- با راهنمایی معلم خود یک دوربین زاویه‌یاب آنالوگ را روی سه‌پایه نصب کرده و اجزای آن را شناسایی کنید.
- گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

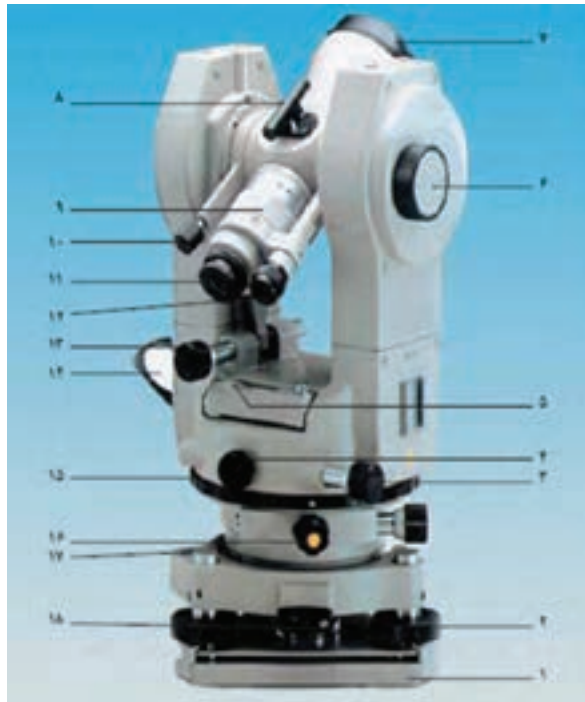


▲ شکل ۲-۱- زاویه‌یاب آنالوگ

### راهنمایی

- مطابق شکل ۲-۲ زاویه‌یاب آنالوگ از چند قسمت عمده زیر تشکیل شده که عبارتند از :
- ۱- تلسکوپ : لوله‌ای است استوانه‌ای شکل به طول  $20^{\circ}$  تا  $25$  سانتی‌متر که در داخل آن عدسی‌های چشمی و شیئی و صفحه‌تارهای رتیکول و پیچ‌های تنظیم تصویر (پیچ فوکوس) و تارها قرار دارد. صفحه‌تارهای رتیکول در داخل تلسکوپ دوربین طوری کار گذاشته شده که مرکز تارها بر محور عدسی‌ها منطبق بوده و تشکیل محور دیدگانی را دهد. در روی تلسکوپ، مگسک نشانه‌روی قرار دارد که برای سهولت در نشانه‌روی از آن استفاده می‌شود.
  - ۲- آلیداد : یک قطعه فلزی U شکل است که حامل محور چرخش تلسکوپ می‌باشد. بدین معنی که تلسکوپ می‌تواند حول این محور دوران نماید.
  - ۳- لمب‌های افقی و قائم : دو صفحه‌دایره‌ای شیشه‌ای مدرج هستند که یکی به شکل افقی و





▲ شکل ۲-۲- زاویه‌یاب آنالوگ و اجزای آن

- |                                    |                              |   |
|------------------------------------|------------------------------|---|
| ۱- صفحه اتصال تئودولیت به سه پایه  | ۷- عدسی شیئی دوربین          | ۱۳- پیچ حرکت کند دوربین                           |
| ۲- پیچ‌های تراز کننده              | ۸- مگسک                      | ۱۴- آیینه نورگیر برای تأمین روشنایی داخل تئودولیت |
| ۳- پیچ حرکت کند افقی دوربین        | ۹- پیچ تنظیم تصویر دوربین    | ۱۵- صفحه مدرج افقی                                |
| ۴- پیچ حرکت تند افقی دوربین        | ۱۰- پیچ حرکت تند قائم دوربین | ۱۶- پیچ‌نگه‌دارنده دایره مدرج افقی                |
| ۵- تراز استوانه‌ای                 | ۱۱- عدسی چشمی دوربین         | ۱۷- تراز کروی                                     |
| ۶- پیچ میکرومتری تنظیم درجات ورنیه | ۱۲- میکروسکوپ قرائت زاویه    | ۱۸- ضامن جدا کننده دستگاه از پایه                 |

دیگری به شکل قائم درون دستگاه قرار گرفته و درجات آنها از طریق تلسکوپ قرائت زاویه و به کمک آینه‌ها و ورنیه و میکرومتر قرائت دقیق زاویه، قرائت می‌شوند.

۴- ترازهای کروی و استوانه‌ای: برای انطباق محور اصلی دستگاه بر امتداد شاغولی از ترازهای کروی و استوانه‌ای استفاده می‌کنیم. با تراز کردن تراز کروی که روی پایه تراپلاک قرار دارد، دوربین به طور تقریبی تراز شده، سپس با استفاده از تراز استوانه‌ای که بین دو شاخه آلیداد قرار گرفته

دوربین کاملاً تراز می‌شود.

۵- شاغول اپتیکی: دوربین کوچکی با بزرگ‌نمایی کم (۲ تا ۵ برابر) است که شعاع‌های نوری را به صورت عمودی منحرف می‌کند. این دوربین در قسمت زیرین آلیداد و متصل به دستگاه قرار گرفته و به نحوی تنظیم شده است که تصویر محور اصلی دستگاه در محل برخورد تارها و یا مرکز دایره چشمی آن تشکیل می‌شود. بنابراین برای متمرکز (سانتراژ) کردن زاویه‌یاب بر روی نقطه دستگاه به کار برده می‌شود.

۶- پایه تراپراک: زاویه‌یاب به وسیله این پایه که دارای سه پیچ آجدار است، در وضعیت افقی قرار می‌گیرد.

۷- پیچ‌های کنترل حرکت: برای اینکه حرکت تلسکوپ و آلیداد و لمب افقی قابل کنترل باشد، از دو نوع پیچ، یک نوع برای حرکت‌های کلی و نوع دیگر برای حرکت‌های جزئی استفاده می‌شود.

۸- آینه: در کنار دستگاه آینه‌ای تعبیه شده که نور را به داخل دستگاه هدایت می‌کند. این نور به کمک سیستم‌های منشوری و چند عدسی از لمب‌ها عبور کرده و تصویر را در حالتی که باید قرائت شود به میکروسکوپ قرائت زاویه که در کنار تلسکوپ نصب شده، می‌رساند. در بعضی از زاویه‌یاب‌ها برای هر یک از لمب‌ها آینه‌ای جداگانه در نظر گرفته شده است.

۹- میکرومتر: میکرومتر عبارت است از یک تیغه متوازی‌السطوح که در مسیر نور در روی لمب دوربین قرار می‌گیرد تا براساس خاصیت آن، زوایای کوچکتر از تقسیمات لمب را نمایش دهد. چون دایره‌های مدرج افقی و قائم دستگاه زاویه‌یاب، شعاع محدودی دارند، محیط آنها گنجایش تقسیم بندی تا میزان معینی را می‌تواند داشته باشد.

مثلاً طول محیط دایره‌ای به قطر ۱۲ سانتی‌متر در حدود ۳۶ سانتی‌متر است و چنانچه ضخامت و فاصله بین هر یک از تقسیمات درجه بندی را  $1/4$  میلی‌متر فرض کنیم، محیط لمبی با این شعاع، حداکثر گنجایش  $144^\circ$  تقسیم بندی را دارد. در این صورت فاصله بین تقسیمات چنین دایره‌ای  $1/4$  درجه است.

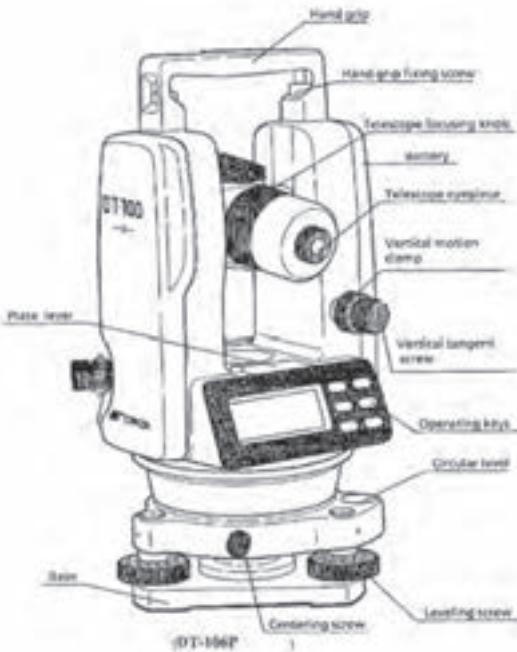
از طرفی برای اندازه‌گیری زاویه در نقشه برداری، دقتی به مراتب بیشتر از  $1/4$  درجه مورد نیاز می‌باشد. بنابراین به منظور دستیابی به دقت بیشتر از میکرومتر برای قرائت لمب‌ها کمک می‌گیرند.

## فعالیت عملی ۲-۲- ساختار و کاربرد کلیدهای دوربین زاویه‌یاب دیجیتال

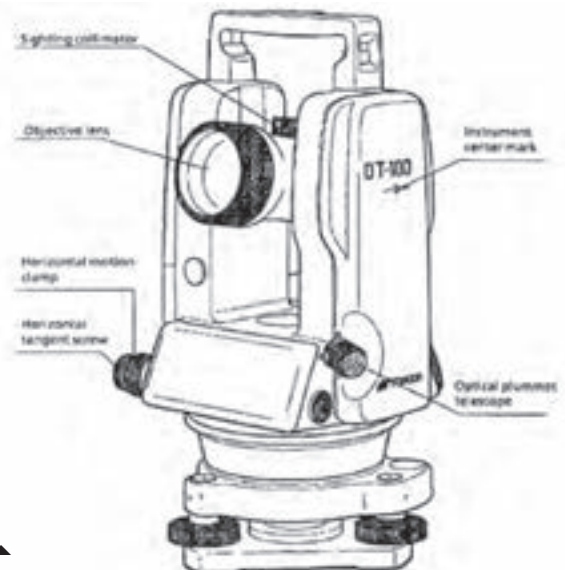
- یک دوربین زاویه‌یاب دیجیتالی را بر روی سه‌پایه نصب کرده و با راهنمایی معلم، ساختار آن و کاربرد کلیدهای آن را شناسایی کنید.
- دوربین زاویه‌یاب دیجیتالی را با دوربین زاویه‌یاب آنالوگ مقایسه کنید.
- گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

### راهنمایی: اندازه‌گیری با دوربین‌های دیجیتالی

- اجزای دوربین دیجیتالی



چشمی تلسکوپ	تراز استوانه‌ای
پیچ وضوح تصویر	پایه
پیچ بستن دستگیره	پیچ سانتراژ
دستگیره	پیچ‌های تراز
باتری	تراز کروی
کلیدهای عملیاتی	پیچ حرکت قائم
	قفل حرکت قائم



کلیماتور قراول روی	پیچ حرکت افقی
عدسی شبی	شاغول اپتیکی
قفل حرکت افقی	نشانگر مرکز دستگاه

## – علائم و اختصارات روی صفحه نمایش

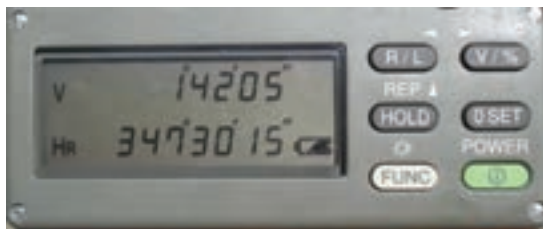
در روی صفحه نمایش، ۹ علامت ممکن است دیده شود که هر کدام در ارتباط با موضوعی خاص، روشن می‌گردد.

در جدول زیر هر کدام از حالت‌های نه‌گانه توضیح داده شده است :

### جدول ۱-۲ علائم و اختصارات روی صفحه نمایش

مفهوم علامت	علامت نشان داده شده روی صفحه نمایش
نشان‌دهنده اندازه زاویه قائم	V
نشان‌دهنده اندازه زاویه افقی در حالت دایره به راست	HR
نشان‌دهنده اندازه زاویه افقی در حالت دایره به چپ	HL
نشان‌دهنده اندازه کلی زاویه افقی در حالت تکرار	Ht
نشان‌دهنده تکرار و اندازه متوسط زاویه افقی	8AVG
کلید انتخاب کاربردهای دستگاه	F
نشان‌دهنده درصد شیب	%
نشان‌دهنده حالت گردی	G
نشان‌دهنده وضعیت شارژ باتری	

## – کاربرد کلیدهای مربوط به صفحه نمایش



▲ شکل ۲-۴ صفحه نمایش دوربین دیجیتال

در کنار صفحه نمایش دستگاه، ۶ کلید وجود دارد که پنج عدد از آنها، کاربردی علاوه بر آنچه بر روی آن نوشته شده نیز دارد. این کاربردها در بالای آن کلیدها دیده می‌شوند. در جدول صفحه بعد مفهوم کاربردی علائم نوشته شده در رو، یا بالای کلیدها توضیح داده شده است. بنابراین می‌توان گفت که این دستگاه در واقع ۱۱ کلید برای انجام کارهای مختلف دارد.

## جدول ۲-۲- کاربرد کلیدها

نام کلید	کاربرد کلید
R/L	انتخاب به حالت دایره به راست یا دایره به چپ
V%	انتخاب حالت نمایش زاویه قائم به صورت معمولی یا شیب درصد
HOLD	بستن زاویه افقی روی یک عدد معین
0SET	بستن صفر زاویه افقی روی یک امتداد معین
POWER	کلید روشن و خاموش کردن دستگاه
FUNC	انتخاب کاربردهای دستگاه
REP	انتخاب حالت اندازه گیری به روش تکرار
	روشن یا خاموش کردن لامپ صفحه نمایش (برای دید بهتر مخصوصاً در شب)
	حرکت دادن رقم چشمک زن به سمت چپ
	حرکت دادن رقم چشمک زن به سمت راست
	افزایش دادن رقم چشمک زن

### — روشن کردن و راه اندازی دستگاه

- ۱- کلید POWER را بفشارید تا دستگاه روشن شود.
- با فشردن این کلید تمام قسمت های روی صفحه نمایش در عرض مدت ۲ ثانیه روشن می شود.
- در این حالت زاویه قائم عددی را نمایش نمی دهد.



▲ شکل ۲-۵- نمایش زاویه افقی

- ۲- کلید V% را بفشارید تا سنجش گر زاویه قائم فعال شود.

- در روی محیط لمب قائم، یک مبنای صفر قرار داده شده است. (در راستای خط افق)
- اگر تلسکوپ اندکی در صفحه قائم چرخانده شود، این سنجش گر اندازه گیری زاویه قائم را شروع می کند.
- ۳- تلسکوپ را اندکی به سمت بالا و پایین حرکت دهید.
- با چرخاندن تلسکوپ نمایشگر، زاویه قائم مربوط به امتداد مورد نظر را نشان می دهد.



▲ شکل ۲-۶- نمایش زاویه افقی و قائم

- ۴- به نمایشگر وضعیت باتری توجه کنید.
- کنترل شارژ باتری و معنی علائم مربوط به آن : نمایشگر وضعیت شارژ باتری دارای پنج حالت نمایش است که معنی هر کدام از آنها به صورت زیر می باشد :
- باتری کاملاً شارژ است و اندازه گیری امکان پذیر می باشد.
- باتری نیمه شارژ است و اندازه گیری امکان پذیر می باشد.
- باتری کمی شارژ است و اندازه گیری امکان پذیر می باشد.

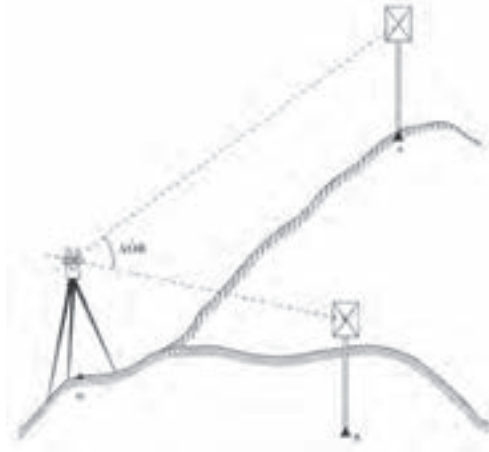
✓ هر چند در سه حالت فوق امکان اندازه گیری وجود دارد ولی توجه به این نکته ضروری است که با در نظر گرفتن حجم کار و میزان شارژ باقی مانده در صورت نیاز باید باتری یدکی نیز به همراه داشته باشید.

به زودی اندازه گیری امکان پذیر نخواهد بود و بهتر است باتری ها تعویض شوند.

در این حالت صفحه نمایش خاموش شده و همه نوشته های روی آن محو شده اند و تنها علامت باتری خاموش و روشن می شود. در نتیجه باید باتری ها تعویض شوند.

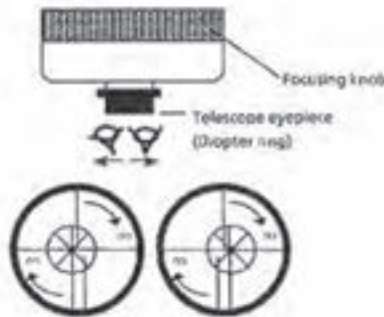
## — اندازه‌گیری زوایای افقی و قائم

با توجه به شکل زیر، فرض کنید که دوربین را در نقطه O مستقر کرده‌ایم و می‌خواهیم زوایای قائم امتدادهای OA و OB و زاویه افقی AOB را اندازه‌گیری کنیم.



▲ شکل ۲-۷— اندازه‌گیری زوایای افقی و قائم

✓ در صورتی که برای اولین بار می‌خواهید اندازه‌گیری‌ها را شروع کنید، باید دوربین را با چشم خود تنظیم کنید. برای تنظیم تارهای رتیکول و عدسی چشمی، با توجه به شکل ۲-۸، به ترتیبی که توضیح داده شده عمل کنید.



▲ شکل ۲-۸— تنظیم دوربین دیجیتال

با تلسکوپ دوربین به یک نقطه روشن قراول روی کنید و با چرخاندن عدسی چشمی تصویر تارهای رتیکول را واضح نمایید. برای انجام صحیح این عمل بهتر است اول عدسی چشمی را کاملاً به سمت خود باز کنید و سپس به تدریج آن را بچرخانید تا تصویر تارهای رتیکول کاملاً واضح دیده شود.

مراحل اندازه‌گیری زوایای افقی و قائم را در جدول زیر ملاحظه نمایید :

جدول ۲-۳- مراحل اندازه‌گیری زوایای افقی و قائم

مرحله	عمل	صفحه نمایش	توضیح
۱	قراول روی به نقطه A	V $90^{\circ}10'20''$ HR $120^{\circ}30'40''$	به تارگت مستقر در A نشانه‌روی کنید.
۲	OSET	V $92^{\circ}10'20''$ HR $0^{\circ}00'00''$	با دو بار فشردن کلید OSET عمل صفر صفر را روی تارگت A انجام می‌دهیم. البته می‌توانید دستگاه خود را چنان تنظیم کنید که عمل صفر صفر کردن را با یک بار فشردن کلید OSET انجام دهد. زاویه قائم امتداد OA در روی صفحه نمایش دیده می‌شود.
۳	قراول روی به نقطه B	V $92^{\circ}10'20''$ HR $160^{\circ}40'20''$	به تارگت مستقر در نقطه B قراول روی کنید. زاویه قائم امتداد OB و زاویه افقی AOB در زیر آن در روی صفحه نمایش دیده می‌شود (در حالت دایره به راست)

تبدیل زاویه افقی راست‌گرد به زاویه افقی چپ‌گرد (وبالعکس)

به مثال زیر توجه کنید :

جدول ۲-۴- تبدیل زاویه افقی راست‌گرد به چپ‌گرد

مرحله	عمل	صفحه نمایش	توضیح
۱	قراول روی به تارگت	V $90^{\circ}10'20''$ HR $120^{\circ}30'40''$	قرائت زاویه افقی در حالت دایره به راست دیده می‌شود.
۲	R/L	V $90^{\circ}10'20''$ HR $239^{\circ}29'20''$	با فشردن کلید R/L حالت قرائت زاویه افقی دایره به راست HR تبدیل می‌شود و قرائت زاویه افقی دایره به HL
۳			اکنون می‌توانید به اندازه‌گیری با این حالت ادامه بدهید.



✓ همان‌طور که می‌دانید، مجموع قرائت دایره به راست و دایره به چپ برای یک امتداد، برابر  $360^\circ$  درجه یا  $400^\circ$  گراد است. یعنی:

$360^\circ$  درجه یا  $400^\circ$  گراد = قرائت دایره به چپ + قرائت دایره به راست

از این نکته می‌توان برای کنترل درستی کار انجام شده و جلوگیری از اشتباهات استفاده نمود. البته توجه به این نکته نیز ضروری است که، همواره مجموع قرائت‌های دایره به چپ و دایره به راست برابر  $360^\circ$  درجه یا  $400^\circ$  گراد نمی‌شود. زیرا به علت وجود خطاها، بسته به دقت دوربین، ممکن است این مجموع چند ثانیه بیشتر یا کمتر از  $360^\circ$  درجه یا  $400^\circ$  گراد شود.

✓ در دستگاه تئودولیت دیجیتال DT-160، وقتی یک بار کلید R/L را می‌فشارید، قرائت زاویه افقی از حالت دایره به راست به حالت دایره به چپ تبدیل می‌شود. اکنون اگر یک بار دیگر کلید R/L را بفشارید، قرائت زاویه به حالت قبلی بر می‌گردد. یعنی با هر بار فشردن کلید R/L حالت قرائت دایره به راست یا چپ عوض می‌شود.



دایره به چپ



دایره به راست



▲ شکل ۲-۹- حالت دایره به راست و دایره به چپ در دوربین دیجیتال

— بستن یک امتداد به یک اندازه معین، روی لمب افقی :

گاهی لازم می‌شود که یک اندازه معین روی لمب افقی را به یک امتداد مورد نظر ببندیم. مثلاً فرض کنید می‌خواهیم زاویه  $13^\circ$  درجه و  $4'$  دقیقه و  $2''$  ثانیه را به یک امتداد مثلاً OA (محل استقرار دستگاه است) ببندیم. این کار به ترتیب زیر انجام می‌شود :

جدول ۲-۵ — بستن یک امتداد به یک اندازه معین، روی لمب افقی

مرحله	عمل	صفحه نمایش	توضیح
۱	زاویه مورد نظر را در روی صفحه نمایش تنظیم کنید.	V $90^\circ 10' 20''$ HR $130^\circ 40' 20''$	ابتدا با حرکت سریع آلیاد حدود زاویه مورد نظر را پیدا کنید. سپس با بستن پیچ حرکت افقی و با استفاده از پیچ حرکت بطنی به‌طور دقیق زاویه افقی مورد نظر را در روی صفحه نمایش ظاهر کنید.
۲	کلید HOLD را بفشارید.	V $90^\circ 10' 20''$ HR $130^\circ 40' 20''$	در این حالت زاویه افقی تنظیم شده روی صفحه ثابت می‌ماند و فلاش می‌زند. (خاموش و روشن می‌شود)
۳	به نقطه A قراول روی کنید.	V $90^\circ 10' 20''$ HR $130^\circ 40' 20''$	ابتدا با حرکت سریع آلیاد نقطه A را پیدا کنید (با استفاده از مگسک دوربین) و سپس با پیچ حرکت بطنی افقی، بار قائم را در روی نقطه A قرار دهید.
۴	کلید HOLD را فشار دهید.	V $90^\circ 10' 20''$ HR $130^\circ 40' 20''$	با فشردن دوباره این کلید دوربین از حالت نگاه داشتن زاویه افقی خارج می‌شود (از حالت فلاش زدن خارج می‌شود) و در واقع لمب افقی آزاد می‌شود و با چرخاندن دوربین اندازه امتداد مورد نظر در روی صفحه دیده می‌شود.

برای برگشتن به حالت معمولی اندازه‌گیری زاویه، کافی است هر کدام از کلیدها (به جز ) کلیدهای HOLD و  را بفشارید.

## — اندازه گیری شیب (یا شیب درصد) یک امتداد

جدول ۲-۶— اندازه گیری شیب (یا شیب درصد) یک امتداد

مرحله	عمل	صفحه نمایش	توضیح
۱	قراول روی به یک نقطه	V 90°10'20" HR 120°30'40"	به یک نقطه دلخواه قراول روی کرده‌اید و در صفحه نمایش اندازه زاویه قائم دیده می‌شود.
۲	کلید V٪ را بفشارید	V 0.30٪ HR 10°30'40"	با فشردن کلید V٪ اندازه زاویه قائم به صورت شیب درصد تبدیل می‌شود.
۳	کلید V٪ را بفشارید	V 90°10'20" HR 120°30'40"	با فشردن دوباره کلید V٪ بار دیگر شیب درصد همان امتداد تبدیل به زاویه قائم می‌شود.

✓ با هر بار فشردن کلید V٪، زاویه قائم به شیب درصد و بالعکس تبدیل می‌شود.

## — اندازه گیری زاویه افقی به روش تکرار

فرض کنید می‌خواهیم زاویه افقی AOB را به روش تکرار اندازه گیری کنیم و دوربین را در نقطه O مستقر کرده‌ایم.

✓ با این دستگاه تا ۹ تکرار می‌توانید انجام دهید.

✓ هرگاه اختلاف یک اندازه با مقدار میانگین بیش از ۳۰ ثانیه باشد، علامت اشتباه EO۴ در روی صفحه نمایش ظاهر می‌گردد. در این حالت کلید OSET را فشرده و اندازه گیری را مجدداً شروع کنید.

✓ برای پایان دادن به اندازه گیری به روش تکرار، ابتدا کلید FUNC و سپس کلید HOLD را بفشارید.

نحوه انجام عملیات را در جدول صفحه بعد مشاهده می‌کنید :

جدول ۲-۷- اندازه‌گیری زاویه افقی به روش تکرار

مرحله	عمل	صفحه نمایش	توضیحات
۱	کلید FUNC را بزنید.	V 90°10'20" HR 120°30'40"	با زدن کلید FUNC حرف F در بالای صفحه نمایش ظاهر می‌شود که مخفف Function به معنای عمل است. اکنون دستگاه آماده است تا شما نوع عملی را که می‌خواهید انجام دهید انتخاب کنید.
۲	کلید REP را بزنید.	Ht <sub>0</sub> 0°00'00" H	با زدن کلید REP دستگاه برای اندازه‌گیری زاویه افقی به روش تکرار آماده می‌شود. علامت HT به معنای اندازه‌گیری به روش تکرار علامت O برای نشان دادن تعداد تکرار و علامت H به معنای زاویه افقی است.
۳	به نقطه A نشانه روی کنید و کلید OSET را دوبار فشار دهید.		با زدن کلید OSET عمل صفر صفر کردن به روی نقطه انجام می‌گیرد.
۴	به نقطه B قراول بروید و کلید HOLD را فشار دهید.	H <sub>1AVG</sub> 45°10'00" H 45°10'00"	در این جا مرحله اول تکرار پایان یافته و اندازه به دست آمده برای زاویه افقی AOB در پایین نوشته می‌شود و اندازه کلی در بالا نشان داده می‌شود. نکته ۱: با هر بار تکرار مجموع زوایا در بالا و میانگین تکرارها در پایین و در زیر علامت AVG نوشته می‌شود. نکته ۲: با زدن کلید HOLD لمب افقی قفل می‌شود و می‌توانیم مجدداً برای تکرار بعدی روی نقطه A برویم و در آن جا زاویه کلی (قبلی) را مبنای قرار داده اندازه‌گیری را شروع کنیم.
۵	مجدداً به نقطه A قراول روی کنید و کلید R/L را بزنید.	Total angle H <sub>2AVG</sub> 90°20'00" H 45°10'00"	
۶	مجدداً به نقطه B نشانه روی کرده کلید HOLD را بفشارید.	Average of angle	همان‌طور که ملاحظه می‌کنید مجموع دوبار اندازه‌گیری زاویه افقی AOB در بالا و میانگین زاویه افقی با دوبار تکرار در پایین نوشته شده است.



▲ شکل ۲-۱- صفحه نمایش زاویه افقی و قائم

برای ادامه کار به روش تکرار، مراحل ۵ و ۶ را برای هر بار اندازه‌گیری تکرار کنید.

## چند راهنمایی کلی برای کار با دوربین‌های دیجیتالی

- ۱- قبل از هرگونه عمل کنترل در روی دوربین، عدسی چشمی تلسکوپ دوربین را تنظیم کنید. فراموش نکنید که پارالاکس آن کاملاً حذف و تصویرش به دقت واضح شده باشد.
- ۲- از آنجا که هر مرحله از تنظیمات به مراحل قبلی و بعدی وابسته است، باید تنظیمات را به ترتیبی که خواسته شد انجام دهید. و در صورتی که ترتیب تنظیمات به هم بخورد، ممکن است انجام یک مرحله از تنظیمات، تنظیمات انجام شده قبلی را از بین ببرد.
- ۳- همیشه در پایان انجام تنظیمات، پیچ‌های تنظیم را سفت کنید (اما بیش از اندازه لازم آنها را سفت ننیدید زیرا ممکن است پیچ‌ها هرز شوند و یا به اجزای دوربین فشار بیش از اندازه وارد شود) علاوه بر این، همیشه با چرخاندن پیچ‌ها در جهت صحیح آنها را سفت کنید.
- ۴- پیچ‌های اتصال نیز باید به اندازه لازم سفت شوند تا تنظیمات کامل گردد.
- ۵- همیشه عملیات کنترل را بعد از انجام تنظیمات تکرار کنید تا از نتیجه کار مطمئن شوید.

## اقدامات احتیاطی در استفاده از دوربین‌های زاویه‌یاب



- ۱- مستقیماً به خورشید قراول نروید: هدف‌گیری مستقیم به سوی خورشید به وسیله دستگاه، علاوه بر صدمه زدن به عدسی شیئی دستگاه، جراحات شدیدی برای چشم ایجاد می‌نماید. در صورت لزوم با استفاده از فیلترهای خورشیدی می‌توانید این مشکل را حل کنید.
- ۲- نصب دستگاه روی سه‌پایه: در صورت امکان از یک سه‌پایه چوبی استفاده کنید. زیرا لرزش ناشی از سه‌پایه آلومینیومی در روی دقت دستگاه اثر نامطلوب می‌گذارد.
- ۳- نصب تریپراگ: اگر تریپراگ نادرست نصب شده باشد، دقت اندازه‌گیری دستگاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بنابراین بهتر است گاهی اوقات پیچ‌های تنظیم روی تریپراگ را کنترل کنید. اطمینان حاصل کنید که بست اتصال باید قفل بوده و پیچ‌های آنها محکم بسته شده باشد.
- ۴- محافظت دستگاه در مقابل شوک: هنگام حمل و نقل دستگاه، تدابیری بیندیشید تا از وارد شدن شوک (تکان‌های شدید) به دستگاه جلوگیری شود. زیرا تکان‌های شدید در اندازه‌گیری دستگاه خطا ایجاد می‌کنند.

- ۵- جابجایی دستگاه : برای جابجا کردن دستگاه در فواصل کوتاه فقط از دستگیره آن برای گرفتن استفاده کنید. (هرگز بدنه دستگاه یا تلسکوپ آن را مورد استفاده قرار ندهید).
- ۶- دستگاه را در معرض حرارت شدید قرار ندهید : دستگاه را در دمای شدید (بیش از ۵۰ درجه سانتی گراد) به مدت طولانی قرار ندهید، زیرا این عمل در کارکرد دستگاه تأثیر می‌گذارد. همچنین بدون استفاده از فیلتر، عدسی شیئی را به سمت خورشید قراول نروید، زیرا در درون دستگاه آسیب ایجاد می‌شود.
- ۷- قبل از شروع عمل مطمئن شوید که شارژ باتری‌ها در سطح مطلوبی قرار دارد.
- ۸- برای حمل دستگاه همیشه از دستگیره بالای آن یا بازوی آلیاد استفاده کنید. هرگز از تلسکوپ دوربین برای حمل آن استفاده نکنید، زیرا این کار می‌تواند از دقت اندازه‌گیری دستگاه بکاهد.
- ۹- هرگز دستگاه را بدون فیلتر در مقابل نور مستقیم آفتاب قرار ندهید، زیرا این کار به کمپانساتور دستگاه آسیب می‌رساند.
- ۱۰- هرگز دستگاه را بدون حفاظت مناسب در دمای بالا قرار ندهید، زیرا در این حالت ممکن است گرمای درون دستگاه حتی به ۷۰ درجه سانتی گراد برسد که در این صورت از عمر مفید دستگاه کاسته خواهد شد.
- ۱۱- وقتی دقت بسیار زیادی برای اندازه‌گیری‌ها مورد نیاز باشد، بهتر است از دستگاه و سه پایه در مقابل نور مستقیم آفتاب محافظت کنید. (با قرار دادن چتر یا پوشش مناسب، دستگاه و سه پایه را در سایه قرار دهید)
- ۱۲- هر نوع تغییر ناگهانی دما (از قبیل خارج کردن دستگاه از درون یک محیط گرم) در روی دستگاه یا منشورهای آن، سبب کاهش محدوده اندازه‌گیری فاصله خواهد شد.
- ۱۳- وقتی می‌خواهید دستگاه را از درون جعبه آن خارج کنید، ابتدا جعبه را در یک محل افقی قرار دهید و سپس آن را باز کرده و دستگاه را از درون آن خارج کنید.
- ۱۴- وقتی می‌خواهید دستگاه را درون جعبه جای‌گذاری کنید، علامت‌های سفید روی دستگاه را در امتداد هم تنظیم کنید و تلسکوپ را در حالت قائم قرار دهید.
- ۱۵- برای حمل دستگاه یک ضربه‌گیر یا تشکچه (بالشتکی) مناسب تهیه کنید تا از ضربه ناگهانی و لرزش دستگاه جلوگیری شود.
- ۱۶- برای تمیز کردن دستگاه پس از اتمام کار، ابتدا با استفاده از یک برس مناسب گرد و خاک آن را تمیز کرده، سپس با یک پارچه تمیز دستگاه را پاک کنید.

۱۷- برای تمیز کردن سطح عدسی‌های دستگاه

ابتدا با استفاده از یک برس مناسب گرد و خاک آن را گرفته ، سپس با استفاده از یک پارچهٔ نخی بدون پرز عدسی‌ها را تمیز کنید.

۱۸- در صورت بروز هر نوع حالت غیرعادی

در عملکرد دستگاه، هرگز سعی نکنید که دستگاه را باز کنید یا آن را روغن کاری (گریس کاری) نمایید. بلکه در صورت بروز اشکال در عملکرد دستگاه با نمایندگی شرکت مربوطه تماس بگیرید.

۱۹- برای پاک کردن گرد و غبار از روی

دستگاه هرگز از تینر یا بنزین استفاده نکنید. برای این کار می‌توانید از یک پارچهٔ تمیز که با مقدار کمی مادهٔ پاک‌کنندهٔ طبیعی (مانند آب) نمناک شده استفاده کنید.

▲ شکل ۲-۱۱- تمیز کردن دستگاه پس از اتمام کار

۲۰- پس از باز کردن سه پایه و قبل از مستقر کردن دوربین بر روی آن همهٔ قسمت‌های سه پایه

را کنترل کنید و مطمئن شوید که پیچ‌ها شل یا هرز نباشند چون ممکن است سه پایه واژگون شده و دستگاه آسیب ببیند.



▲ شکل ۲-۱۲- کنترل و اطمینان از سالم بودن سه پایه

## اخطارها و هشدارهای ایمنی در مورد استفاده از دستگاه



اخطارها و هشدارهای ایمنی بر دو نوع اند :



### الف) WARNING

این علامت نشان دهندهٔ اخطار بسیار جدی است و عدم توجه به آن یا رعایت نکردن آن ممکن است، منجر به خطر مرگ یا جراحت جدی شود.

### ب) CAUTION

این علامت نشان دهندهٔ اخطار است و عدم توجه به آن و رعایت نکردن آن ممکن است، منجر به صدمات فیزیکی از قبیل خرابی ساختمان یا تجهیزات و یا جراحت شخصی از قبیل صدمه دیدن، سوختگی و شوک الکتریکی شود.

### موارد ایمنی مربوط به WARNING

- هرگز اقدام به باز کردن دستگاه و تعمیر آن نکنید، زیرا خطر آتش سوزی، شوک الکتریکی و صدمات فیزیکی وجود دارد. تعمیر دستگاه باید به وسیلهٔ شرکت مربوطه یا نمایندگی مجاز آن انجام گیرد.
- با تلسکوپ دستگاه به خورشید قراول روی نکنید، زیرا خطر صدمات جدی برای چشم و حتی کوری وجود دارد.
- باتری یا شارژر خیس را مورد استفاده قرار ندهید، زیرا خطر شوک الکتریکی و آتش سوزی وجود دارد.
- دستگاه را در کنار گازها یا مایعات قابل اشتعال و همچنین در معادن زغال سنگ مورد استفاده قرار ندهید، زیرا ممکن است سبب ایجاد انفجار شود.
- باتری‌ها را برای منهدم کردن در آتش یا حرارت نیندازید، زیرا ممکن است سبب انفجار یا جراحت شود.
- هرگز باتری را در مدار اتصال کوتاه قرار ندهید، زیرا می‌تواند موجب آتش سوزی شود.



## فعالیت عملی ۲-۳- استقرار دوربین زاویه‌یاب دیجیتال

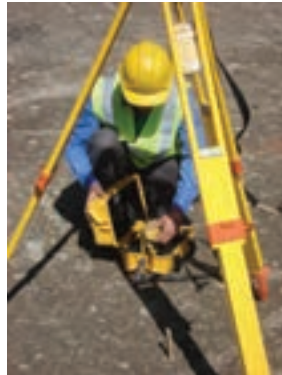
- پس از میخ‌کوبی و ایجاد یک نقطهٔ ایستگاهی در محوطهٔ هنرستان، با راهنمایی معلم خود، دوربین زاویه‌یاب را بر روی این نقطه، مستقر کنید.
- استقرار دوربین را چندین بار تکرار کنید و در هر بار مدت زمان انجام این کار را یادداشت نمایید. با تمرین مکرر سعی کنید این کار را در حداقل زمان ممکن و با دقت بالا انجام دهید.
- گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

### راهنمایی

برای استقرار دوربین زاویه‌یاب بر روی یک نقطه، مراحل زیر را انجام دهید:



۳- بستن دوربین روی سه‌پایه



۲- درآوردن دوربین از جعبه با احتیاط



۱- میخ‌کوبی



۵- سانتراز دوربین



۴- تثبیت یکی از پایه‌ها در زمین

▲ شکل ۲-۱۳- مراحل استقرار و سانتراز دوربین زاویه‌یاب دیجیتال

۱- دوربین زاویه‌یاب را بر روی سه پایه قرار داده و توسط پیچ اتصال، آن را محکم به سه پایه

ببندید.

۲- سه پایه را متناسب با قد خود به طور تقریبی در روی نقطه مورد نظر قرار دهید به نحوی که :

الف) سطح صفحه سه پایه که دوربین روی آن نصب است، تقریباً افقی باشد.

ب) دوربین زاویه‌یاب تقریباً در بالای نقطه مورد نظر قرار بگیرد.

ج) محل استقرار پایه‌ها در روی زمین تقریباً یک مثلث متساوی الساقین تشکیل بدهد.

۳- پدال یکی از پایه‌ها را با پا فشار دهید تا در زمین فرو رفته و محکم شود.

۴- حال پایه دوم را با دست راست و پایه سوم را با دست چپ گرفته، و در حالی که نوک پای

خود را در کنار نقطه ایستگاهی قرار داده و از درون چشمی شاقول اپتیکی نگاه می‌کنیم، این دو پایه را

طوری حرکت می‌دهیم که مرکز تار رتیکول شاقول اپتیکی دقیقاً بر روی نقطه مورد نظر قرار بگیرد.

سپس پدال دو پایه دیگر را در زمین می‌فشاریم تا سه پایه، کاملاً در زمین محکم شود با این کار

مرحله سانتراژ انجام می‌شود.

۵- با استفاده از پیچ‌های سه پایه، با بلند و کوتاه کردن سه پایه، تراز کروی روی تراپراک را

تنظیم کنید.

✓ دقت کنید هنگام بلند و کوتاه کردن پایه، پای خود را بر روی پدال پایه قرار دهید تا از زمین

کنده نشود.

۶- آلیداد را در جهت موازی دو تا از پیچ‌های تراپراک قرار داده، سپس دو پیچ مورد نظر را

همزمان و در خلاف جهت هم (به سمت داخل و یا خارج) بچرخانید تا تراز استوانه‌ای روی آلیداد تنظیم

شود. سپس آلیداد را  $90^\circ$  درجه چرخانده تا یکی از شاخه‌های آن بر روی پیچ سوم تراپراک قرار گیرد.

با چرخاندن این پیچ مجدداً تراز استوانه‌ای را تنظیم کنید.

✓ توجه کنید در این مرحله نباید به پیچ‌های قبلی دست بزنید و تراز استوانه‌ای را فقط با پیچ

سوم تنظیم کنید.

۷- پس از آن آلیداد را مجدداً در همان جهت قبلی  $90^\circ$  درجه بچرخانید. اگر تراز استوانه‌ای از

تنظیم خارج نشود کار تراز دوربین تمام شده است و دوربین تراز است. در غیر این صورت باید دوباره

مراحل ۵ تا ۷ را تکرار کنید.

✓ چنانچه پس از چند بار تکرار این مراحل دوربین تراز نشد، نشان‌دهنده این مطلب است

که تنظیم تراز آن به هم خورده و باید آن را تنظیم کرد. نحوه تنظیم تراز استوانه‌ای در کتاب «کنترل و

تنظیم) آورده شده است.

۸ - آخرین کاری که باید انجام دهید کنترل سانتراژ است. از چشمی شاغول اپتیکی نحوه سانتراژ دوربین را کنترل نمایید. اگر که به میزان اندکی از روی نقطه مورد نظر خارج شده است، می توانید با شل کردن پیچ اتصال دوربین به سه پایه و حرکت دادن دوربین روی سه پایه، آن را دقیقاً روی نقطه مورد نظر قرار دهید.



۷- تنظیم تراز استوانه‌ای (مرحله اول)



۶- تنظیم تراز کروی با سه پایه



۹- تنظیم تراز استوانه‌ای (مرحله دوم)



۸- کنترل سانتراژ

▲ شکل ۲-۱۴- کنترل سانتراژ دوربین زاویه‌یاب دیجیتال و تراز استوانه‌ای

✓ دقت کنید این کار را به آهستگی و با دقت انجام دهید، همچنین پیچ اتصال دوربین را به همان مقدار اول سفت کنید تا دوربین از تراز خارج نشود.

✓ اگر سانتراژ به میزان زیادی به هم خورده است باید مراحل استقرار را از اول انجام دهید.

## فعالیت عملی ۲-۴- نشانه‌روی و قرائت با زاویه‌یاب

– پس از استقرار دوربین بر روی نقطه‌ای مشخص در محوطه همرستان، روی چند نقطه دلخواه و در فاصله‌های متفاوت از دوربین، ژالن مستقر کنید. سپس به این امتدادها نشانه‌روی کرده و عدد لمب افقی را برای هر امتداد قرائت و یادداشت نمایید.

– گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

### راهنمایی

۱- دوربین را در حالت دایره به چپ (مستقیم) قرار دهید.

۲- با استفاده از پیچ تنظیم چشمی تلسکوپ (پیچ فوکوس)، تصویر و صفحه تارهای رتیکول را برای چشم خود واضح کنید و به نقطه مورد نظر، نشانه‌روی کنید. برای این کار پیچ حرکت سریع آلیداد و تلسکوپ را باز کرده و دوربین را به سمت نقطه هدف بچرخانید و به محض دیدن ژالن از چشمی دوربین، پیچ حرکت سریع آلیداد و تلسکوپ را ببندید.

۳- با استفاده از پیچ حرکت کند، تار قائم رتیکول را دقیقاً روی ژالن مستقر در روی نقطه هدف قرار دهید.

✓ برای بالا بردن دقت نشانه‌روی و حذف خطای نشانه‌روی، سعی کنید به نوک ژالن نشانه‌روی کنید، در غیر این صورت به پایین‌ترین قسمت ژالن نشانه‌روی نمایید.



▲ شکل ۲-۱۵- نشانه‌روی و قرائت با زاویه‌یاب دیجیتال

## فعالیت عملی ۲-۵- اندازه‌گیری زاویه افقی با زاویه‌یاب دیجیتال

سه نقطه رأس یک مثلث نامشخص را به اضلاع حداقل ۵۰ متر توسط میخ فلزی در محوطه هنرستان مشخص کنید. سپس با استفاده از زاویه‌یاب، زوایای رئوس این مثلث را اندازه‌گیری کرده و در یک جدول یادداشت نمایید.  
- گزارشی با رعایت اصول گزارش نویسی به هنرآموز خود تحویل دهید.

### راهنمایی

۱- دوربین را بر روی نقطه رأس اول از مثلث مستقر نمایید و بر دیگر رئوس، ژالنی را توسط سه پایه ژالن در حالت کاملاً قائم قرار دهید.

۲- دوربین را دایره به چپ کنید. (در حالت مستقیم قرار دهید)

۳- برای اندازه‌گیری زاویه این رأس ابتدا به ضلع سمت چپ زاویه (دست چپ خودتان) نشانه‌روی کرده و لمب افقی دوربین را قرائت و یادداشت نمایید.

۴- سپس به ضلع سمت راست نشانه‌روی کرده و برای آن نیز عدد لمب را قرائت و یادداشت کنید.

✓ در حالتی که دوربین دایره به چپ است، زاویه را راست‌گرد اندازه‌گیری کنید. به عبارتی ابتدا به ضلع سمت چپ و سپس به ضلع سمت راست زاویه مورد نظر نشانه‌روی کنید.

۵- برای محاسبه زاویه کافی است قرائت سمت چپ را از قرائت سمت راست کم کنید تا زاویه این رأس به دست آید.

✓ اگر عدد حاصل منفی شد، به این مقدار منفی ۳۶۰ درجه (۴۰۰ گراد) اضافه کنید.

۶- مراحل ۱ تا ۵ را برای دیگر رئوس مثلث نیز انجام دهید.

۷- نتیجه را در قالب جدولی مطابق فرم زیر به هنرآموز خود تحویل دهید.

جدول ۲-۸- اندازه‌گیری زاویه افقی با زاویه‌یاب دیجیتال

کروکی	زاویه	عدد لمب افقی	نشانه روی	ایستگاه

## فعالیت عملی ۲-۶- اندازه‌گیری زاویه افقی با زاویه‌یاب دیجیتال به روش کوپل

– زوایای افقی مثلث گفته شده در فعالیت قبل را، این بار با روش کوپل اندازه‌گیری کرده و نتایج را در یک جدول یادداشت نمایید. سپس نتایج حاصل را با جدول فعالیت عملی قبل مقایسه نمایید.

– گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

### راهنمایی

- ۱- دوربین را بر روی نقطهٔ رأس اول از مثلث مستقر نمایید و بر دیگر رئوس ژالنی را توسط سه پایه ژالن در حالت کاملاً قائم قرار دهید.
- ۲- دوربین را دایره به چپ کنید. (در حالت مستقیم قرار دهید)
- ۳- برای اندازه‌گیری زاویهٔ این رأس، ابتدا به ضلع سمت چپ زاویه (دست چپ) نشانه‌روی کرده و لمب افقی دوربین را قرائت و یادداشت نمایید.
- ۴- سپس به ضلع سمت راست نشانه‌روی کرده و برای آن نیز عدد لمب را قرائت و در فرم قرائت زاویه به روش کوپل مطابق شکل (۲-۱۳) یادداشت کنید.



ب) نشانه‌روی و قرائت امتداد سمت راست در حالت دایره به چپ دوربین



الف) نشانه‌روی و قرائت امتداد سمت چپ در حالت دایره به چپ دوربین

▲ شکل ۲-۱۶- نشانه‌روی و قرائت امتدادها در حالت دایره به چپ دوربین



۵- دوربین را دایره به راست کرده و بر روی همین امتداد (امتداد دوم) عدد لمب افقی را در حالت دایره به راست قرائت کرده و در محل مربوطه در فرم زاویه یادداشت کنید.

۶- سپس در همان حالت دایره به راست مجدداً به امتداد اول (سمت چپ) نشانه روی کرده و عدد لمب افقی را قرائت و در فرم قرائت زاویه، یادداشت کنید.



► الف) نشانه روی و قرائت  
امتداد سمت چپ در حالت  
دایره به راست دوربین



► ب) نشانه روی و قرائت  
امتداد سمت راست در حالت  
دایره به راست دوربین

▲ شکل ۲-۱۷- نشانه روی و قرائت امتدادها در حالت دایره به راست دوربین

۷- با راهنمایی معلم خود زاویه هر رأس را محاسبه و در فرم قرائت زاویه یادداشت نمایید.

جدول ۲-۹- اندازه گیری زاویه افقی با زاویه یاب دیجیتال به روش کوپل

ایستگاه	نقاط نشانه روی	حالت دایره به چپ	حالت دایره به راست	میانگین	زاویه افقی	کروکی





## فعالیت عملی ۲-۸ - اندازه‌گیری زاویه قائم (زینتی) با زاویه‌یاب

- پس از استقرار زاویه‌یاب بر روی یک نقطه مشخص در محوطه هنرستان، زاویه قائم چند نقطه مشخص در اطراف ایستگاه استقرارتان را قرائت و در جدولی یادداشت نمایید.
- گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

## راهنمایی

- ۱- دوربین را بر روی نقطه مورد نظر مستقر نمایید و آن را در حالت دایره به چپ قرار دهید. سپس با یک متر کمری ارتفاع دوربین را از نقطه ایستگاه اندازه‌گیری و یادداشت کنید.
- ۲- بر روی نقطه‌ای که قرار است زاویه قائم آن را با ایستگاه اندازه‌گیری کنید یک شاخص به صورت کاملاً قائم مستقر کنید.
- ۳- به شاخص مستقر روی نقطه مورد نظر نشانه‌روی کرده و تار افقی رتیکول را روی عدد ارتفاع دوربین (که با متر کمری اندازه‌گیری کرده‌اید) قرار دهید. برای انجام دقیق آن از پیچ حرکت کند تلسکوپ استفاده کنید.
- ۴- اکنون با راهنمایی معلم خود عدد لمب قائم دوربین را برای این امتداد قرائت و در یک جدول یادداشت نمایید.
- ۵- مراحل ۲ تا ۴ را برای سایر نقاط مورد نظر انجام دهید.

## فعالیت عملی ۲-۹- اندازه گیری زاویه قائم (زنیتی) با زاویه یاب به روش کوپل


- زاویه قائم نقاط فعالیت قبلی را به روش کوپل مشاهده کرده و در جدولی مطابق فرم زیر یادداشت کنید، و پس از محاسبه مقدار زاویه قائم، آنها را با مقادیری که از فعالیت قبلی به دست آورده اید مقایسه کنید.
- به نظر شما کدام روش صحت و دقت بیشتری دارد.
- گزارش کاملی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

### راهنمایی

- ۱- دوربین را بر نقطه مورد نظر در حالت دایره به چپ قرار دهید. سپس با یک متر کمری ارتفاع دوربین را از نقطه ایستگاه اندازه گیری و یادداشت نمایید.
- ۲- در همان حالت دایره به چپ تار وسط را بر روی ارتفاع دوربین روی شاخص قرار داده و زاویه قائم را قرائت کنید. سپس دوربین را دایره به راست کرده و مجدداً تار وسط را بر روی ارتفاع دوربین روی شاخص انداخته و زاویه قائم را مجدد قرائت می کنیم. نتایج را داخل جدولی مانند زیر یادداشت کنید.

جدول ۲-۱۱- اندازه گیری زاویه قائم (زنیتی) با زاویه یاب به روش کوپل

ایستگاه	نقطه نشانه روی	حالت دایره به چپ	حالت دایره به راست	زاویه قائم

- ۴- عمل کوپل برای زاویه قائم، فقط روی یک نقطه انجام می شود. 
- ۴- این دو زاویه را میانگین گیری کرده تا زاویه قائم نقطه مورد نظر به دست آید.



## پروژه پایانی

– یک پنج ضلعی غیر منتظم با اضلاع حداقل  $5^{\circ}$  متر روی زمین به وسیله میخ کوبی مشخص کنید. سپس عملیات زیر را انجام دهید :

۱– ترازبایی نقاط رئوس این چند ضلعی به روش تدریجی و رفت و برگشت (از یک پنج مارک در صورت امکان).

۲– شبکه بندی این پنج ضلعی به اضلاع ۵ متری و ترازبایی کلیه نقاط شبکه.

۳– اندازه گیری زوایای افقی و قائم این پنج ضلعی در دو کویل و ثبت آن در جدول زاویه.

۴– اندازه گیری طول اضلاع به روش الکترونیکی با استفاده از توتال استیشن به صورت رفت و

برگشت.

۵– پس از محاسبه کلیه طولها و زوایا و همچنین حجم عملیات خاکی و ترسیم نقشه منحنی

تراز زمین مورد نظر، گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

## راهنمایی

● یک نقطه پنج مارک با ارتفاع معلوم در نزدیکی زمین مورد نظر از معلم خود تحویل بگیرید و ترازبایی را از آن نقطه آغاز کنید و به همان نقطه باز گردید.

● پیشنهاد می شود برای شبکه بندی زمین، بزرگ ترین ضلع و یا قطر این چند ضلعی را به عنوان خط هادی در نظر بگیرید و زمین را شبکه بندی کنید. ارتفاع سطح پروژه برای محاسبه حجم را از معلم خود تحویل بگیرید و برای محاسبه حجم عملیات خاکی قطعات باقیمانده در گوشه ها را که مثلثی و دوزنقه ای اند، جداگانه محاسبه و با حجم قطعات مربعی جمع کنید.

● برای ترسیم منحنی ترازها، فاصله متساوی البعد و مقیاس نقشه را با راهنمایی معلم خود انتخاب کنید.