

# فصل یازدهم

## ترازیابی هندسی ( ترازیابی مستقیم )



## هدف های رفتاری :

پس از آموزش و مطالعه این فصل از فراگیرنده انتظار می رود بتواند:  
۱- فعالیت عملی ۱-۱ (شناسایی دوربین ترازیب، شاخص و سه پایه) را به درستی انجام دهد.

۲- فعالیت عملی ۱۱-۲ (استقرار دوربین ترازیب) را به درستی انجام دهد.

۳- فعالیت عملی ۱۱-۳ (اندازه گیری اختلاف ارتفاع بین دو نقطه به کمک دوربین ترازیب به روش تدریجی) را به درستی انجام دهد.

۴- فعالیت عملی ۱۱-۴ (اندازه گیری اختلاف ارتفاع بین چند نقطه به کمک دوربین ترازیب به روش شعاعی) را به درستی انجام دهد.

قبل از مطالعه ی این فصل از فراگیرنده انتظار می رود با مطالب زیر آشنا باشد:

۱- آشنایی با فصل یازدهم کتاب های «مَسَّاحی» و «کارگاه محاسبه و ترسیم (۱)»

: مطالب پیش نیاز

فعالیت‌های عملی فصل یازدهم در یک نگاه:

فعالیت عملی ۱۱-۱ شناسایی دوربین ترازیب، شاخص و سه پایه



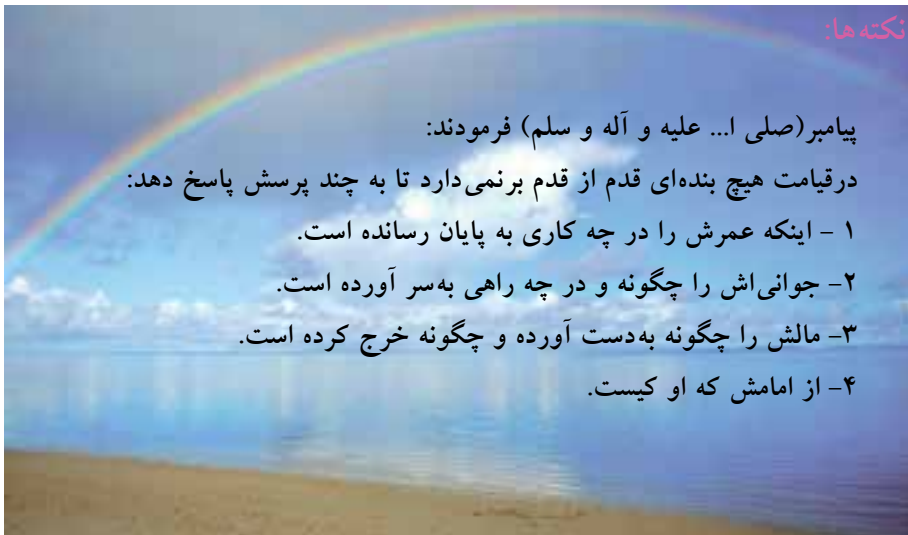
فعالیت عملی ۱۱-۲ استقرار دوربین ترازیب



فعالیت عملی ۱۱-۳ اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع بین دو نقطه به کمک دوربین  
ترازیاب به روش تدریجی



فعالیت عملی ۱۱-۴ اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع بین چند نقطه به کمک دوربین  
ترازیاب به روش شعاعی



## فعالیت عملی ۱۱-۱ شناسایی دوربین ترازیب، شاخص و سه پایه

- دوربین ترازیب را به همراه شاخص و سه پایه از انبار هنرستان تحویل گرفته و با راهنمایی هنرآموز، اجزای آن را شناسایی کنید.  
- گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.  
راهنمایی ۱ (دوربین ترازیب):

دوربین های ترازیب از سه قسمت تشکیل شده اند:

الف) قسمت بالایی: این قسمت شامل تلسکوپ و وسایل قراول روی است.  
ب) قسمت میانی: این قسمت شامل تراز کروکی، قسمتی از بدنه و در بعضی از انواع ترازیب ها شامل یک صفحه ی مدرج (نقاله) برای اندازه گیری زاویه ی افقی است که به آن «لمب افقی» می گویند.  
ج) قسمت تحتانی: این قسمت شامل پیچ های ترازکننده و صفحه ی اتصال دستگاه به سه پایه است.

دوربین ترازیب دارای جعبه ی مخصوصی می باشد که آن را در مقابل ضربات حفظ می کند و هنگام حمل ترازیب باید ترازیب را به دقت در داخل آن قرار داد.  
در شکل (۱۱-۱) قسمت های مختلف ظاهری یک دوربین ترازیب را مشاهده می کنید.



شکل ۱۱ - ۱. قسمت های ظاهری یک ترازیب

قسمت‌های مختلف دوربین تراز یاب عبارت است از:

۱- مگسک قراولروی (Open sight):

برای آن‌که با دوربین به سمت یک نقطه قراول برویم (نشانه‌روی کنیم) ابتدا با کمک مگسک به سمت نقطه قراول می‌رویم. در این حالت نقطه‌ی موردنظر از داخل دوربین رؤیت خواهد شد.

۲- پیچ تنظیم تصویر (وضوح تصویر) - (Rapid fine focusing knob):

پس از قراولروی به یک نقطه، برای آن‌که تصویر آن را به طور وضوح مشاهده کنیم از این پیچ استفاده می‌کنیم. این پیچ به سرعت و خیلی خوب تصویر را واضح می‌کند.

۳- پیچ حرکت بطنی (کند) (Endless horizontal drive):

این پیچ که در دو طرف دوربین نیز قرار دارد، برای حرکت دادن آهسته دوربین به کار می‌رود تا بتوانیم با دوربین به دقت به یک نقطه، قراول برویم.

۴- میکروسکوپ قرائت (Reading microscope):

با پیچاندن این میکروسکوپ می‌توانید تصویر تارهای رتیکول را واضح و روشن ببینید.

۵- دکمه‌ی کمپانساتور - (Push button for compensator control):

این دکمه در دوربین‌های اتوماتیک که دارای تراز اتوماتیک می‌باشند قرار دارد و قبل از هر قرائت دکمه آن را می‌فشاریم. (این دکمه در دوربین‌های جدید حذف شده است)

۶- منشور نشان‌دهنده تراز کروی (Pentaprism for viewing circular level):

این منشور به شما امکان می‌دهد که به راحتی تراز کروی را مشاهده نمایید.

۷- پیچ‌های زیر دوربین (پیچ تراز) (Footscrew):

این پیچ‌ها که سه عدد می‌باشند، در زیر دوربین تعبیه شده‌اند و به کمک آنها می‌توانیم حباب تراز کروی را تنظیم نماییم.

## راهنمایی ۲ (سه پایه دوربین):

برای آن که بتوانیم دوربین را تراز نموده مورد استفاده قرار دهیم، همچنین برای استقرار دوربین تراز یاب بر روی یک نقطه‌ی معین، معمولاً آن را روی یک سه پایه (tripods) قرار می‌دهیم (شکل ۱۱-۲). روی هر پایه، پیچی تعبیه شده که طول پایه با آن کوتاه یا بلند می‌شود (شکل ۱۱-۳). در قسمت فوقانی، یک صفحه‌ی مسطح قرار دارد که پیچی در وسط آن تعبیه شده تا به وسیله‌ی آن دوربین تراز یاب را به سه پایه محکم ببندیم (شکل ۱۱-۴). به این پیچ می‌توانیم یک شاقول آویزان نماییم تا محل استقرار سه پایه را دقیقاً مشخص نماید. یک پوشش پلاستیکی از این صفحه محافظت می‌کند تا هنگام جابجایی سه پایه صفحه و پیچ متصل به آن ضربه نخورد. روی هر پایه در قسمت انتهایی یک برجستگی (رکاب فلزی) وجود دارد که هنگام استقرار دوربین باید با پا روی آنها فشار وارد کنیم تا نوک تیز پایه کاملاً در زمین فرو رفته از جابجایی سه پایه جلوگیری شود (شکل ۱۱-۵).

سه پایه‌های مخصوص دوربین‌های تراز یاب معمولاً سبک‌تر از سایر سه پایه‌ها می‌باشند.



می‌دانید چرا؟



شکل ۱۱ - ۲. انواع سه پایه تراز یاب



شکل ۱۱ - ۵. نوک پایه



شکل ۱۱ - ۴. پیچ روی پایه



شکل ۱۱ - ۳. پیچ روی سه پایه

راهنمایی ۳ (میر Mire (شاخص)):



برای قرائت اختلاف ارتفاع نقاط، شاخص مدرجی ساخته شده است که به آن میر می‌گویند. معمولاً طول آن چهار متر است و از چهار قطعه‌ی یک متری که به همدیگر لولا شده‌اند ساخته شده است (شکل ۱۱-۶).

روی میر با دو رنگ متضاد (سفید و قرمز یا سفید و مشکی) درجه‌بندی شده و معمولاً سانتیمترها را در آن درجه‌بندی کرده‌اند و دسیمترها را با عدد روی آن نوشته‌اند. میرها را به صورت کشویی نیز می‌سازند که در داخل هم فرو رفته و جمع می‌شوند و یا به صورت قطعات جداشونده می‌سازد. از این نوع میرها در محل‌های کم‌ارتفاع مانند تونل‌ها نیز می‌توان استفاده نمود.

شکل ۱۱-۶. شاخص یا میر ترازایی

### فعالیت عملی ۱۱-۲ استقرار دوربین تراز یاب

- در قسمتی از حیاط هنرستان دوربین تراز یاب را مستقر کرده و با نگه داشتن صحیح شاخص عدد روی آن را قرائت کنید. این کار را چند مرتبه تکرار نمایید.

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

راهنمایی ۱ (طرز استقرار تراز یاب):

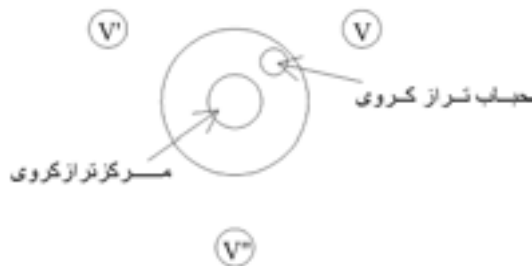
برای استقرار تراز یاب ابتدا سه پایه را روی محل مورد نظر قرار می‌دهیم. سپس با ثابت کردن یک پایه و تغییر مکان دو پایه‌ی دیگر، سعی می‌کنیم صفحه‌ی بالای سه پایه را تقریباً افقی کنیم. پس از محکم کردن نوک پایه‌ها در زمین، دستگاه را به نحوی که گفته می‌شود تراز می‌نماییم. مراحل عمل استقرار روی یک نقطه در (شکل ۱۱-۷) نشان داده شده است.



شکل ۱۱ - ۷. مراحل استقرار دوربین تراز یاب

با توجه به آن که دستگاه دارای تراز کروی است به یکی از دو روش زیر می توان آن را تراز نمود:

الف) وقتی که دستگاه به حالت تراز نباشد، حباب تراز کروی در وسط قرار نمی گیرد. برای این که حباب را به وسط تراز بیاوریم، باید هر پیچی را که حباب به آن نزدیک تر است آن قدر در جهتی بچرخانیم که طول پیچ بحد کافی کوتاه شده حباب تراز از آن دور شود. در این حالت بالطبع حباب تراز به بقیه پیچ ها نزدیک می شود. در این موقع با بقیه پیچ ها هم همین عمل را انجام می دهیم. سرانجام حباب تراز به وسط تراز خواهد آمد. اگر پیچ تراز تا جایی پیچانده شد که دیگر کوتاه کردن آن میسر نشد، باید پیچ روبه روی آن را در جهتی چرخاند که حباب تراز به وسط تراز منتقل شود (شکل ۱۱ - ۸).



شکل ۱۱ - ۸. برای تراز کردن دستگاه با تراز کروی باید پیچ  $V$  کوتاه شود یا پیچ های  $V'$  و  $V''$  بلند شوند.



ب) پس از قرار دادن تراز کروی بین دو تا از پیچ‌های ترازکننده این دو پیچ را در جهت مخالف یکدیگر می‌چرخانیم تا حباب تراز در امتداد پیچ سوم ترازکننده قرار بگیرد. سپس با چرخاندن پیچ سوم حباب را وسط دایره‌ی تنظیم تراز می‌آوریم (شکل ۹-۱۱).



شکل ۱۱ - ۹. تراز کردن دوربین ترازباب

راهنمایی ۲ (طرز نگر داشتن میر):

میر در ترازبایی باید به صورت قائم روی نقطه‌ی موردنظر قرار بگیرد. برای قائم نگه داشتن میر از یک تراز کروی استفاده می‌شود که در بعضی از انواع میرها در پشت میر نصب می‌شود و میر نگهدار به راحتی می‌تواند ضمن نگه داشتن میر با کمک تراز کروی میر را پیوسته قائم نگه دارد. در صورتی که تراز روی میر نصب نشده باشد، می‌توان از تراز نبشی استفاده کرده و آن را در لبه‌ی پشتی (طرف میر نگهدار) قرار می‌دهیم تا مانع دید عامل نباشد. ضمناً میرنگهدار باید میر را درست رو به دوربین نگه دارد تا عامل به خوبی آن را ببیند (شکل ۱۱-۱۰).

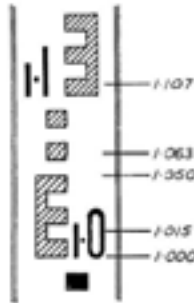


شکل ۱۱ - ۱۰. نگه داشتن صحیح میر یا شاخص

راهنمایی ۳ (قرائت شاخص (ابتدا بدون دستگاه و بعد با دستگاه)):

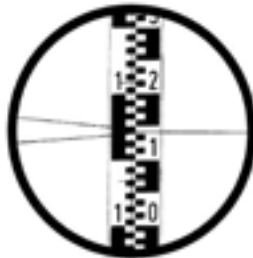
شاخص به تقسیمات سانتی متری مدرج شده و برای سهولت خواندن آن، درجات یک سانتی متری غالباً یک در میان به رنگ سفید و سیاه و هر ده سانتی متر با خط بزرگ تر یا عدد نشان داده شده است. شاخص معمولاً از چوب یا آلومینیم و به دو شکل کشویی و تاشو ساخته می شود. طول آن، ۳٫۲ یا ۴ متر، و عرض آن ۷ تا ۱۲ سانتی متر و ضخامت آن، بسته به نوع جنس، حدود چند سانتی متر است. در بعضی از شاخص ها اعداد به صورت معکوس نوشته شده که همراه دوربین هایی که تصویر معکوس دارند مورد استفاده قرار می گیرند و در بعضی دیگر اعداد به صورت مستقیم برای استفاده ی همراه دوربین هایی که تصویر مستقیم دارند نوشته شده اند.

قبل از اندازه گیری با دستگاه تراز یاب، بهتر است بدون استفاده از دستگاه چند عدد بر روی شاخص در قسمت های مختلف قرائت شود. به یک نمونه در این خصوص بر روی (شکل ۱۱-۱۱) توجه نمایید:



شکل ۱۱ - ۱۱ . قرائت شاخص

برای قرائت شاخص یک دستگاه تراز یاب، پس از نشانه روی به شاخص و واضح کردن تصویر در داخل چشمی دوربین، تصویر همزمان شاخص و تارهای رتیکول را منطبق بر یکدیگر می بینیم. در شکل ۱۱-۱۲ به یک نمونه در این مورد توجه نمایید.



شکل ۱۱ - ۱۲ . در هنگام تراز یابی عددی که تار وسط رتیکول بر روی آن است، قرائت می شود (در این جا عدد ۱۱۴۲ میلی متر را می خوانیم)

در ترازبایی گاهی لازم می‌شود نقاطی را موقتاً اختیار نماییم. محل این نقاط باید طوری انتخاب شود که در مدت اندازه‌گیری ارتفاع ثابتی داشته باشد. در صورت نرم بودن زمین باید از «پاشنه‌ی شاخص» استفاده شود. پاشنه‌ی شاخص یک صفحه مثلث شکل فلزی است که در گوشه‌های آن سه زائده قرار دارد. وقتی پاشنه را روی نقطه‌ی موردنظر قرار می‌دهند زائده‌های آن را در زمین فرو می‌کنند (شکل ۱۱-۱۳).



شکل ۱۱ - ۱۳. پاشنه‌ی شاخص (شکل)

در موقع قرائت باید دقت نمود که حتماً شاخص به حالت قائم قرار گرفته باشد، عدم توجه به این نکته باعث ایجاد خطا در اندازه‌گیری می‌شود، چنانچه شاخص خود دارای تراز نباشد باید در کنار آن از تراز نبشی استفاده کرد (البته با رعایت وضعیت صحیح بدن موقع استقرار، در مواردی که دقت زیادی مد نظر نباشد می‌توان بدون استفاده از تراز، شاخص را مستقر نمود).



شکل ۱۱ - ۱۴. طرز صحیح گرفتن شاخص

چنانچه مطابق (شکل ۱۱-۱۴) عمل استقرار انجام شود علاوه بر اینکه شاخص بدون استفاده از تراز در حالت تقریباً افقی قرار می‌گیرد نیروی بسیار کمی به دست‌های عامل وارد می‌گردد.

راهنمایی ۴ (روش انجام کار):

برای تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:  
- تراز یاب را تقریباً به فاصله‌ی مساوی از این دو نقطه مستقر کرده تراز می‌کنیم. لزومی ندارد که تراز یاب روی خط AB مستقر شود.

- به میر قائمی که در نقطه A کار گذاشته شده قراولری کرده محل برخورد تار وسط رتیکول روی آن را یادداشت کرده آن را قرائت عقب در نقطه A یا  $R_A$  می‌نامیم. (B.S)

- به میر قائمی که در نقطه B کار گذاشته شده قراولروی کرده محل برخورد تار وسط رتیکول روی آن را یادداشت کرده آن را قرائت جلو در نقطه B یا  $F_B$  می‌نامیم. (F.S)  
- اختلاف قرائت‌های جلو و عقب، اختلاف ارتفاع دو نقطه A و B را به دست می‌دهد.

$$H_B - H_A = F_B - R_A = B.S - F.S$$

به طور مثال: اگر در قرائت عقب نقطه‌ی A برابر ۳۲۸۵ میلی‌متر و در قرائت جلو نقطه‌ی B برابر ۱۱۳۵ میلی‌متر باشد، اختلاف ارتفاع این دو نقطه برابر است با:

$$R_A - F_B = ۳۲۸۵ - ۱۱۳۵ = ۲۱۵۰ \text{ میلی‌متر}$$

$$۲۱۵۰ \div ۱۰۰۰ = ۲/۱۵ \text{ متر}$$

$$H_B = H_A + ۲/۱۵$$

یعنی نقطه‌ی B به اندازه‌ی ۲/۱۵ متر بالاتر از نقطه‌ی A قرار دارد.

**فعالیت عملی ۱۱-۳ اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع بین دو نقطه به کمک دوربین**

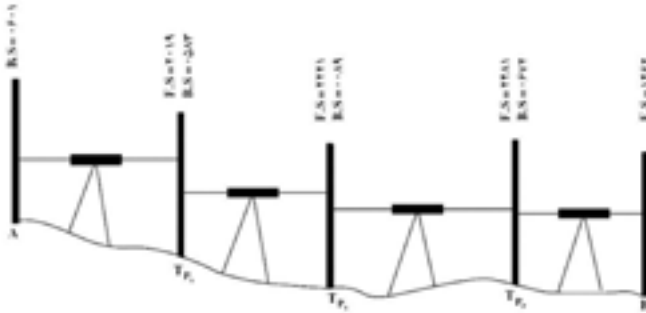
**ترازیاب به روش تدریجی**

- با راهنمایی معلم خود مسیری را داخل هنرستان مشخص کرده آن‌را به دهنه‌های ۱۰ متری تقسیم کنید. سپس اختلاف ارتفاع نقاط دهنه‌های این مسیر را به روش تراز یابی تدریجی بدست آورید.

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

راهنمایی (روش کار با ذکر یک مثال):

به عنوان مثال روش ترازبایی بین دو نقطه A و B (شکل ۱۱-۱۵) را توضیح می‌دهیم:



شکل ۱۱ - ۱۵ . ترازبایی تدریجی

- ۱- دوربین را در نقطه‌ای قرار می‌دهیم که میر مستقر در A را ببینیم. (با توجه به شیب موجود ممکن است دوربین را آنقدر بالا قرار داده باشیم که پس از تراز کردن دوربین نتوانیم میر مستقر در A را ببینیم. فراموش نکنید که با دوربین ترازبای فقط در یک خط افقی می‌توانید نگاه کنید).
- ۲- نقطه TP<sub>۱</sub> را در محلی انتخاب می‌کنیم که میر مستقر در این نقطه در دیدرس ترازبای باشد.
- ۳- روی میر A قرائت عقب و روی میر TP<sub>۱</sub> قرائت جلو انجام می‌دهیم.
- ۴- میر مستقر در A را به نقطه TP<sub>۲</sub> منتقل کرده و دوربین را بین دو نقطه TP<sub>۱</sub> و TP<sub>۲</sub> قرار می‌دهیم.
- ۵- میر مستقر در TP<sub>۱</sub> را در جای خود می‌چرخانیم تا رو به دوربین قرار بگیرد (باید دقت کنیم که میر TP<sub>۱</sub> فقط در جای خود بچرخد و به بالا یا پایین نلغزد. به همین دلیل معمولاً میر را بر روی سُکل یا میخ‌های چوبی که در زمین کوبیده‌اند قرار می‌دهند). اکنون روی میر TP<sub>۱</sub> قرائت عقب و روی میر TP<sub>۲</sub> قرائت جلو انجام می‌دهیم.
- ۶- میر مستقر در TP<sub>۱</sub> را به نقطه B منتقل کرده و دوربین را نیز حرکت داده در محلی بین دو نقطه TP<sub>۲</sub> و TP<sub>۳</sub> مستقر می‌کنیم.
- ۷- میر TP<sub>۲</sub> را در جای خود می‌چرخانیم تا رو به دوربین قرار بگیرد و روی آن قرائت عقب انجام می‌دهیم. و روی میر مستقر در TP<sub>۲</sub> قرائت جلو انجام می‌دهیم.
- ۸- این مراحل را آنقدر ادامه می‌دهیم تا به نقطه‌ی B برسیم.

از جدول روبه‌رو برای مرتب



نوشتن اعداد استفاده می‌کنیم.

ارتفاع	اختلاف + -	ارتفاع F.S	قرائت جلو	قرائت عقب B.S	نقاط

## فعالیت عملی ۱۱-۴ اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع بین چند نقطه به کمک دوربین

### ترازیاب به روش شعاعی

- دوربین ترازیاب را در وسط حیاط هنرستان قرار داده و ۱۰ نقطه را در گوشه و کنار حیاط طوری که به دوربین دید داشته باشند انتخاب کنید. سپس به روش ترازیابی شعاعی اختلاف ارتفاع این نقاط را نسبت به هم بدست آورید.

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

راهنمایی:

اگر در محوطه‌ای، چند نقطه‌ی پراکنده باشند و ما بخواهیم اختلاف ارتفاع آن‌ها را بدست آوریم باید تلاش کنیم که ایستگاه ترازیاب را جایی انتخاب کنیم که همه‌ی نقاط یا حداکثر نقاط از آن ایستگاه قابل رؤیت باشند و سپس شاخص را در هریک از نقطه‌ها، قرار داده عدد مربوط به تار وسط رتیکول روی شاخص را در جدول یادداشت و اقدام به محاسبه‌ی اختلاف ارتفاع می‌کنیم.

در روش ترازیابی شعاعی اولین قرائت را قرائت عقب (B.S) و سایر قرائت‌ها را قرائت وسط (I.S) و آخرین قرائت را قرائت جلو (F.S) می‌نامند. برای محاسبه اختلاف ارتفاع نقاط باید کلیه قرائت‌های میانی و قرائت آخر را از قرائت عقب کم کنیم و در قسمت اختلاف ارتفاع بنویسیم. سپس با جمع جبری با ارتفاع معلوم نقطه اول، ارتفاع سایر نقاط را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} B.S - I.S = \Delta H \\ B.S - F.S = \Delta H \end{cases}$$

از جدول زیر برای مرتب نوشتن اعداد استفاده می‌کنیم:



نقاط	قرائت عقب B.S	قرائت وسط I.S	قرائت جلو F.S	اختلاف ارتفاع	
				-	+