

فصل

ششم

# برداشت جزئیات



## هدف‌های رفتاری

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

- ۱- راهکار کلی مربوط به مراحل محاسبه فاصله افقی و اختلاف ارتفاع نقاط به روش تاکنومتری را بیان نماید.
- ۲- محاسبات مربوط به فاصله افقی و اختلاف ارتفاع نقاط به روش تاکنومتری را به درستی انجام دهد.
- ۳- بحث و بررسی مربوط به محاسبه فاصله افقی و اختلاف ارتفاع نقاط به روش تاکنومتری را شرح دهد.
- ۴- راهکار کلی مربوط به ترسیم نقشه با استفاده از اطلاعات جدول تاکنومتری را بیان نماید.
- ۵- محاسبات مربوط به ترسیم نقشه با استفاده از اطلاعات جدول تاکنومتری را به درستی انجام دهد.
- ۶- بحث و بررسی مربوط به ترسیم نقشه با استفاده از اطلاعات جدول تاکنومتری را شرح دهد.

## مطالب پیش نیاز

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

- ۱- آشنایی با فصل ششم کتاب «نقشه برداری عمومی»
- ۲- آشنایی با فصل چهاردهم کتاب «کارگاه محاسبه و ترسیم ۱»

- هنگامی که تهیه نقشه از منطقه‌ای با وسعت نسبتاً کم مورد نظر باشد یا امکان عکسبرداری هوایی وجود نداشته باشد، روش‌های نقشه برداری زمینی کاربرد پیدا می‌کند.
- در مناطق وسیع، برداشت جزئیات به روش زمینی به صرفه نبوده و زمان و هزینه زیادی را به خود اختصاص می‌دهد. در این شرایط، معمولاً از روش عکس برداری هوایی و به کمک دستگاه‌های فتوگرامتری جزئیات برداشت می‌شود.
- از نظر کلی روش‌های زمینی برداشت عبارتند از: ۱- اندازه‌گیری فقط طول ۲- اندازه‌گیری فقط زاویه ۳- اندازه‌گیری طول و زاویه.
- متداول‌ترین روش برداشت، روش طول و زاویه است.
- در نقشه برداری عوارض به دو دسته کلی تقسیم بندی می‌شوند:
  - ۱- عوارض مسطحاتی (پلانیمتری)
  - ۲- عوارض ارتفاعی (آلتیمتری)
- عوارض مسطحاتی و ارتفاعی زمین را می‌توان به عوارض نقطه‌ای، عوارض خطی و عوارض سطحی تقسیم بندی کرد.
- عوارض مسطحاتی و ارتفاعی زمین را می‌توان به عوارض طبیعی و یا به عوارض مصنوعی نیز تقسیم بندی کرد.
- هرچه مقیاس نقشه بزرگتر باشد، به برداشت دقیق‌تر با جزئیات بالاتری نیاز است.
- طبق استاندارد در برداشت عوارض مسطحاتی نیازی به برداشت جزئیات کمتر از ۵/۰ میلی‌متر در مقیاس نقشه نمی‌باشد.
- خطای برداشت نقاط بطور متوسط باید در حد ۲/۰ میلی‌متر در مقیاس نقشه باشد و این خطا نباید از ۵/۰ میلی‌متر در مقیاس نقشه بیشتر شود.
- مراحل کلی برداشت عوارض عبارتند از:
  - ۱- شناسایی منطقه ۲- طراحی نقاط ایستگاهی ۳- ساختمان نقاط بنج مارک BM ۴- تعیین موقعیت ایستگاه‌ها ۵- تهیه کروکی و گویاسازی ۶- برداشت جزئیات عوارض ۷- ترسیم اولیه و شناسایی مشکلات برداشت ۸- کنترل و تکمیل زمینی
- روش‌های برداشت عوارض عبارتند از:
  - روش‌های ساده برداشت (مساحی)، تاکنومتری (اندازه‌گیری سریع بوسیله زاویه‌یاب‌ها)،

برداشت اتوماتیک به وسیله سیستم‌های پیشرفته‌تر از قبیل توتال استیشن، GPS و لیزر اسکنر زمینی و روش‌های ترکیبی

● روشی که در آن به‌طور همزمان، موقعیت مسطحاتی و ارتفاعی نقاط برداشت می‌شود، تاکنومتری نامیده می‌شود.

● مراحل برداشت جزئیات به روش تاکنومتری عبارتند از:

الف) استقرار دستگاه بر روی نقطه ایستگاهی و ثبت در فرم برداشت.

ب) صفر صفر دستگاه به نقطه قرائت عقب و ثبت در فرم برداشت.

ج) استقرار شاخص بر روی نقاط عوارض با توجه به کروکی و انجام اندازه‌گیری‌های لازم برای برداشت نقاط.

● در روش تاکنومتری فاصله افقی و اختلاف ارتفاع از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$D_h = 100 \cdot S \cdot (\cos\alpha)^2$$

$$\Delta h = 100 \cdot S \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha + h_i - T \quad (\Delta h = D_h \cdot \tan\alpha + h_i - T)$$

● توتال استیشن از یک تئودولیت الکترونیکی و یک دستگاه اندازه‌گیری فاصله (EDM) به صورت یکپارچه ساخته شده به طوری که قسمت اپتیکی (تلسکوپ) و فاصله‌یاب آن هم‌محور می‌باشند.

● مهم‌ترین مزیت توتال استیشن نسبت به زاویه‌یاب‌ها این است که این دستگاه قادر به اندازه‌گیری فاصله و همچنین محاسبه و ذخیره اتوماتیک مختصات نقاط برداشتی می‌باشد و با اتصال به کامپیوتر به راحتی می‌توان اطلاعات ذخیره شده را به کامپیوتر منتقل کرد.

● مراحل برداشت با توتال استیشن عبارت است از:

۱- استقرار دستگاه

۲- توجیه دستگاه (الف - توجیه قطبی ب - توجیه مختصاتی)

۳- برداشت جزئیات

● یکی از متداول‌ترین کاربردهای GPS تعیین موقعیت ایستگاه‌های نقشه برداری است که به آن حالت استاتیک گویند.

● در کاربردهای ناوبری، اندازه‌گیری به‌صورت پویا یا کینماتیک انجام می‌شود. در این

حالت آنتن GPS روی متحرک نصب شده و در حین حرکت و به صورت آنی تعیین موقعیت لحظه‌ای می‌نماید.

● در اندازه‌گیری مختصات ایستگاهی یا برداشت جزئیات با GPS برای دستیابی به دقت‌های موردنیاز در نقشه برداری، مشاهدات GPS باید به‌طور همزمان با مشاهدات یک ایستگاه ثابت معلوم دیگر در منطقه در شعاع چند کیلومتری به انجام برسد.

● در نقشه برداری نیاز به دو گیرنده GPS داریم، یکی به عنوان گیرنده ثابت روی نقطه معلوم (Master) و دیگری به عنوان گیرنده متحرک مورد استفاده در عملیات نقشه برداری روی توتال استیشن یا شاخص (Remote).

● کاربرد لیزر اسکنرهای زمینی در برداشت اشیاء و بناهای میراث فرهنگی، برداشت سازه‌های بزرگ مانند تونل و سد، برداشت سایت‌های با عوارض مترکم و پیچیده مانند سایت‌های پالایشگاه نفت و گاز و انجام عملیات توپوگرافی بخصوص در مناطق صعب‌العبور کوهستانی می‌باشد.

● بزرگترین مشکل کار با لیزر اسکنرها، وجود موانع و نواحی پنهان می‌باشد که نیاز به ایستگاه‌های متعدد را اجتناب ناپذیر ساخته و حجم مشاهدات به شدت افزایش می‌یابد.

## مثال ۶-۱: برداشت به روش تاکنومتری

در جدول زیر داده‌های برداشت قسمتی از زمین به روش تاکنومتری آورده شده است. محاسبات لازم برای تعیین فاصله افقی و اختلاف ارتفاع نقاط را انجام داده و جدول را کامل کنید.

برگ قرائت تاکنومتری									
نام ایستگاه: S <sub>1</sub> (۱۰۰۰، ۱۰۰۰، ۱۰۰) نوع و شماره تئودولیت: T-۱۶ و یلد									
ارتفاع دستگاه: ۱۶۰ cm تاریخ: عامل: نویسنده:									
نقاط	تارهای استادیومتری			زاویه افقی	زاویه قائم	فاصله افقی	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	کروکی زاویه قائم در حالت زینتی قرائت شده است.
	تار بالا	تار وسط	تار پایین						
۱	۱۴۲۵	۱۱۲۰	۸۱۵	۳۹/۴۷	۹۸/۹۶				
۲	۲۶۱۲	۲۵۱۸	۲۴۲۴	۶۹/۱۱	۹۸/۲۵				
۳	۳۴۱۸	۳۲۵۶	۳۰۹۵	۰/۷۷	۹۹/۳۶				
۴	۱۸۲۹	۱۸۲۸	۱۸۲۷	۳۲۰/۸۴	۱۰۰/۰۶				
۵	۱۴۸۶	۱۲۲۱	۰۹۵۶	۳۰۶/۰۹	۱۰۰/۱۰				
۶	۱۷۹۲	۱۴۲۸	۱۰۶۴	۳۰۶/۴۳	۹۹/۹۶				
۷	۲۸۵۰	۱۵۶۸	۰۲۸۶	۳۰۵/۲۲	۹۹/۷۶				
۸	۱۶۵۴	۱۴۱۴	۱۱۷۴	۲۹۷/۴۸	۱۰۰/۱۹				
۹	۲۸۸۰	۲۶۸۰	۲۴۸۰	۳۰۵/۸۳	۹۹/۹۲				
۱۰	۲۵۴۰	۲۱۳۷	۱۷۳۴	۲۹۴/۵۵	۱۰۰/۱۱				

### راهکار کلی:

برای محاسبه فاصله افقی و اختلاف ارتفاع از دو رابطه زیر استفاده می‌شود:

اختلاف تارهای بالا و پایین S:

$$D_h = 100 \cdot S \cdot \cos^2 \alpha$$

زاویه شیب  $\alpha$ :

$$\Delta h = 100 \cdot S \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + h_i - T$$

ارتفاع دستگاه:  $h_i$

عدد تار وسط: T

البته همانطور که در توضیحات جدول صفحه قبل مشاهده می‌کنید، هنگام قرائت زاویه قائم، دوربین در حالت زاویه زینتی (سمت الرأسی) می‌باشد. اما در روابط بالا  $\alpha$  زاویه شیب است. برای حل دو راهکار وجود دارد:

۱- زاویه شیب همه نقاط جدول فوق را از رابطه  $Z - \alpha = 90^\circ$  به دست آورده و در روابط فوق جایگذاری کنید.


۲- همانطور که می‌دانید زاویه شیب و زینتی متمم هستند ( $Z + \alpha = 90^\circ$ ). بنابراین داریم:

$$\cos\alpha = \sin Z$$

به عبارتی در حالتی که در جدول تاکنومتری به جای زاویه شیب ( $\alpha$ ) زاویه زینتی ( $Z$ ) قرائت شده باشد، می‌توان با یک تغییر جزئی در روابط فوق به راحتی فاصله افقی و اختلاف ارتفاع را محاسبه کرد. یعنی در این حالت داریم:

$$D_h = 100 \cdot S \cdot (\sin Z)^2$$

$$\Delta h = 100 \cdot S \cdot \sin Z \cdot \cos Z + h_i - T$$

**نکته:**  همانطور که می‌دانید اختلاف ارتفاع نقاط نسبت به ارتفاع نقطه ایستگاه محاسبه شده است. بنابراین برای محاسبه ارتفاع نقاط برداشتی و تکمیل ستون مربوط به آن، کافی است که اختلاف ارتفاع محاسبه شده برای این نقاط را با ارتفاع نقطه ایستگاه جمع کنید. به عبارتی داریم:

$$H_i = H_s + \Delta h_i$$

روش حل:

$$D_1 = 100 \times (1425 - 815) \times (\sin 98.96)^2 = 60983 \text{mm} = 60.983 \text{m}$$

$$D_2 = 100 \times (2612 - 2424) \times (\sin 98.25)^2 = 18786 \text{mm} = 18.786 \text{m}$$

...

$$D_{10} = 100 \times (2450 - 1734) \times (\sin 100.11)^2 = 80600 \text{mm} = 80.600 \text{m}$$

$$\Delta h_1 = 100 \cdot (1425 - 815) \cdot (\sin 98.96) \cdot (\cos 98.96) + 1600 - 1120 = 1.476 \text{m}$$

$$\Delta h_2 = 100 \cdot (2612 - 2424) \cdot (\sin 98.25) \cdot (\cos 98.25) + 1600 - 2518 = -0.401 \text{m}$$

...

$$\Delta h_{10} = 100.(2540 - 1734).(\sin 100.11).(\cos 100.11) + 1600 - 2137 = -0.676m$$

$$H_1 = HS_1 + \Delta h_1 = 100 + 1.476 = 101.476m$$

$$H_2 = HS_1 + \Delta h_2 = 100 + (-0.401) = 99.599m$$

...

$$H_{10} = HS_1 + \Delta h_{10} = 100 + (-0.676) = 99.324m$$

نقاط	تارهای استادیتری			زاویه افقی	زاویه قائم	فاصله افقی	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	کروکی
	تار بالا	تار وسط	تار پایین						
۱	۱۴۲۵	۱۱۲۰	۸۱۵	۳۹/۴۷	۹۸/۹۶	۶۰/۹۸	۱/۴۸	۱۰۱/۴۸	زاویه قائم در حالت زینتی قرائت شده است.
۲	۲۶۱۲	۲۵۱۸	۲۴۲۴	۶۹/۱۱	۹۸/۲۵	۱۸/۷۹	-۰/۴۰	۹۹/۶۰	
۳	۳۴۱۸	۳۲۵۶	۳۰۹۵	۰/۷۷	۹۹/۳۶	۳۲/۳۰	-۱/۳۳	۹۸/۶۷	
۴	۱۸۲۹	۱۸۲۸	۱۸۲۷	۳۲۰/۸۴	۱۰۰/۰۶	۰/۲۰	-۰/۲۳	۹۹/۷۷	
۵	۱۴۸۶	۱۲۲۱	۰۹۵۶	۳۰۶/۰۹	۱۰۰/۱۰	۵۳/۰۰	۰/۳۰	۱۰۰/۳۰	
۶	۱۷۹۲	۱۴۲۸	۱۰۶۴	۳۰۶/۴۳	۹۹/۹۶	۷۲/۸۰	۰/۲۲	۱۰۰/۲۲	
۷	۲۸۵۰	۱۵۶۸	۰۲۸۶	۳۰۵/۲۲	۹۹/۷۶	۲۵۶/۴۰	۱/۰۰	۱۰۱/۰۰	
۸	۱۶۵۴	۱۴۱۴	۱۱۷۴	۲۹۷/۴۸	۱۰۰/۱۹	۴۸/۰۰	۰/۰۴	۱۰۰/۰۴	
۹	۲۸۸۰	۲۶۸۰	۲۴۸۰	۳۰۵/۸۳	۹۹/۹۲	۴۰/۰۰	-۱/۰۳	۹۸/۹۷	
۱۰	۲۵۴۰	۲۱۳۷	۱۷۳۴	۲۹۴/۵۵	۱۰۰/۱۱	۸۰/۶۰	-۰/۶۸	۹۹/۳۲	

✓ **بحث و بررسی :**

هنگام محاسبات جدول تاکتومتري به نکات زیر توجه کنید :

۱- واحد ماشین حساب خود را قبل از شروع محاسبات در واحدی که زوایا مشاهده شده قرار دهید.

۲- توجه کنید که اعداد روی شاخص بر حسب میلی متر است. پس چنانچه آنها را در روابط فوق قرار دهید، فاصله و اختلاف ارتفاع هم بر حسب میلی متر محاسبه می شوند که باید آنها را به متر تبدیل کنید.

✓ **نکته :** البته اگر اعداد قرائت شده روی شاخص را به متر تبدیل کرده و در فرمول تاکتومتري قرار دهید، محاسبات مستقیماً بر حسب متر به دست می آید.



## تمرین‌های کلاسی مثال ۶-۱

۱- در جدول زیر داده‌های برداشت قسمتی از زمین به روش تاکنومتری آورده شده است. محاسبات لازم برای محاسبه فاصله افقی و اختلاف ارتفاع نقاط را انجام داده و جدول را کامل کنید.

برگ قرائت تاکنومتری			
نام ایستگاه: $O_1(1000, 1000, 1720)$		نوع و شماره تئودولیت: T-۱۶ و یلد	
ارتفاع دستگاه: ۱۵۲ cm		تاریخ: عامل: نویسنده:	

نقاط	تارهای استادیومتری			زاویه افقی	زاویه قائم	Dh	$\Delta h$	H	کروکی
	تار بالا	تار وسط	تار پایین						
۱	۱۳۱۸	۱۵۲۰	۱۷۲۰	$52^{\circ}10'$	$0^{\circ}27'$				زاویه قائم در حالت شیب قرائت شده است. مختصات نقطه توجیه: $O_1(1045/50, 1047/00)$
۲	۱۲۷۵	۱۵۲۰	۱۷۶۳	$17^{\circ}10'$	$0^{\circ}20'$				
۳	۱۲۳۲	۱۵۲۰	۱۸۰۵	$22^{\circ}55'$	$0^{\circ}18'$				
۴	۱۲۶۷	۱۵۲۰	۱۷۷۳	$43^{\circ}05'$	$0^{\circ}21'$				
۵	۱۱۶۸	۱۵۲۰	۱۸۷۲	$45^{\circ}39'$	$0^{\circ}14'$				
۶	۱۱۴۴	۱۵۲۰	۱۸۹۶	$30^{\circ}22'$	$0^{\circ}13'$				
۷	۱۰۹۷	۱۵۲۰	۱۹۴۴	$32^{\circ}53'$	$0^{\circ}12'$				
۸	۱۱۲۰	۱۵۲۰	۱۹۲۰	$52^{\circ}10'$	$0^{\circ}11'$				

۲- از ایستگاه S<sub>۱</sub> به ارتفاع ۱۰۵/۵۷۶ متر جدول تاکنومتری زیر برداشت شده است.  
در صورتی که ارتفاع دستگاه تئودولیت ۱/۶۵ متر باشد مطلوب است تکمیل جدول.

نقاط	تارهای استادیومتری			زاویه افقی	زاویه قائم	فاصله افقی	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
	تار بالا	تار وسط	تار پایین					
A	۱۲۰۰		۱۶۰۰	۶۴/۹۸۱	۹۶/۱۲			
B	۰۹۵۰		۱۸۵۰	۱۰۲/۷۲	۱۰۲/۳۰			

۳- در یک عملیات تاکنومتری داده‌های برداشتی تعدادی از نقاط به صورت جدول زیر داده شده است. محاسبات لازم را جهت به دست آوردن فاصله افقی و اختلاف ارتفاع انجام دهید. (ارتفاع دستگاه ۱/۵۶ متر می‌باشد و نوشتن فرمول‌های مورد نیاز الزامی است.)

نقاط	تار بالا (mm)	تار وسط (mm)	تار پایین (mm)	زاویه افقی (درجه)	زاویه شیب (درجه)	فاصله افقی	اختلاف ارتفاع
۱	۲۱۱۶	۲۰۱۲	۱۹۰۸	۲۵° ۱۴'	۱° ۳۴'		
۲	۱۹۱۸	۱۸۴۵	۱۷۷۲	۶۳° ۴۷'	-۲° ۴۳'		
۳	۱۴۹۳	۱۲۹۱	۱۰۸۹	۸۲° ۲۲'	۲۰° ۲۴'		

## مثال ۶-۲: ترسیم نقشه با استفاده از اطلاعات جدول تاکنومتری

فاصله و زاویه افقی گوشه که به روش تاکنومتری برداشت شده‌اند در جدول زیر آمده است. نقشه مسطحاتی آن را در مقیاس  $1:500$  ترسیم نمایید.

نقاط	زاویه افقی	فاصله افقی	کروکی و توضیحات
۱	$52^{\circ}10'$	$40/198$	ایستگاه استقرار: $O_1(1000/1000)$
۲	$17^{\circ}10'$	$48/798$	
۳	$22^{\circ}55'$	$57/298$	ایستگاه توجیه: $O_2(1045/500/1047/00)$
۴	$43^{\circ}05'$	$50/598$	
۵	$45^{\circ}39'$	$70/399$	
۶	$3^{\circ}22'$	$75/199$	
۷	$32^{\circ}53'$	$84/699$	
۸	$52^{\circ}10'$	$79/999$	

### راهکار کلی:

همانطور که می‌دانید، پس از برداشت نقاط و انجام محاسبات لازم، نوبت به ترسیم نقشه می‌رسد. برای ترسیم نقشه باید ابتدا نقاط پیمایش را بر روی کاغذ نقشه (شیت) ترسیم کرده و سپس با استفاده از آنها و جدول نتایج حاصل از تاکنومتری، موقعیت سایر نقاط برداشتی را با توجه به مقیاس نقشه، نسبت به نقاط (ایستگاه و صفرصفر) روی کاغذ نقشه پیدا کرده و مطابق کروکی به هم وصل کنید تا نقشه ترسیم گردد.

● وسایل مورد نیاز: نقاله طلقی  $36^{\circ}$  درجه‌ای و خط‌کش یا اشل، مداد اتود و پاک‌کن.

● برای ترسیم مراحل زیر را انجام دهید:

۱- ابتدا برگه نیمه شفاف را که نقاط پیمایش قبلاً روی آن ترسیم شده است، به وسیله چسب کاغذی روی میز ترسیم می‌چسبانیم. سپس نقاله طلقی را با توجه به اطلاعات بالای جدول تاکنومتری (شامل نام ایستگاه و نام نقطه صفرصفر) در زیر کاغذ نقشه طوری قرار می‌دهیم که مرکز نقاله روی نقطه استقرار دوربین و صفر نقاله، روی نقطه‌ای که دوربین به آن صفرصفر شده، قرار گیرد.

۲- با توجه به اطلاعات جدول تاکتومتری در ستون‌های فاصله افقی و زاویه افقی، ابتدا صفر خط‌کش یا اشل را روی مرکز نقاله یعنی ایستگاه استقرار قرار دهید، به طوری که امتداد خط‌کش روی زاویه افقی قرائت شده برای نقطه اول قرار گیرد، در این حالت فاصله افقی را که به مقیاس نقشه تبدیل نموده‌اید، در امتداد خط‌کش علامت بزنید. با این کار موقعیت نقطه اول برداشتی روی کاغذ مشخص می‌شود، برای سایر نقاط این عمل را تکرار کنید تا محل آنها نیز روی کاغذ مشخص شود. حال با کمک کروکی، نقاط را به یکدیگر وصل کنید تا نقشه ترسیم شود.

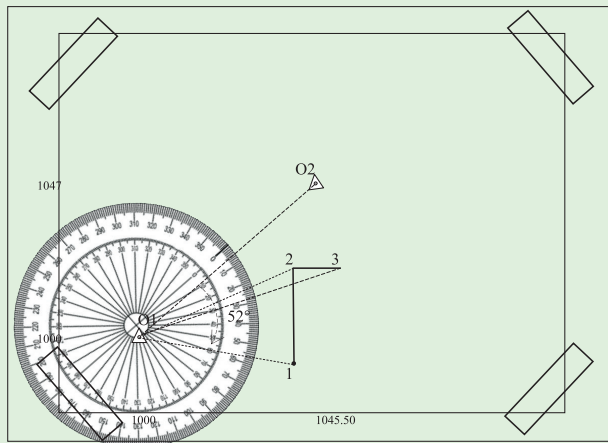
به طور مثال برای نقطه شماره ۱ داریم:

$D_h = 40.198 \text{ m}$  فاصله افقی روی زمین

$$40.198 \text{ m} \times 1000 = 40198 \text{ mm} \rightarrow d = \frac{40198}{500} = 80.396 \text{ mm}$$

$d = 8 \text{ cm}$  فاصله روی نقشه

$$\alpha = 52^\circ 10'$$



**بحث و بررسی:**

دقت نقاله‌های ترسیم معمولاً نیم درجه ( $30'$ ) است، بنابراین هنگام ترسیم دستی، زوایا را به درجه گرد می‌کنند. مثلاً در اینجا زاویه  $52^\circ 10'$  را هنگام ترسیم  $52^\circ$  در نظر می‌گیرند.

● نکته: خط‌چین‌ها برای راهنمایی ترسیم شده و نیازی به رسم آنها نمی‌باشد.

● نکته: از آنجا که در هر ایستگاه، تعداد زیادی نقطه برداشت می‌شود، بهتر است پس از پیاده کردن تعداد محدودی نقطه، بلافاصله خطوط مربوط به آنها را از روی کروکی ترسیم نمایید. زیرا اگر همه نقاط را ابتدا پیاده نموده و سپس ترسیم کنید، امکان اشتباه و تداخل نقاط در یکدیگر بسیار زیاد خواهد بود و موجب اتلاف وقت می‌گردد.

## تمرین‌های کلاسی مثال ۶-۲

۱- فاصله افقی و زاویه افقی تعدادی نقطه که به روش تاکنومتری برداشت شده، در جدول زیر آمده است. با توجه به کروکی زیر نقشه مسطحانی آن را در مقیاس ۱:۱۰۰۰ ترسیم نمایید.

نقاط	زاویه افقی	فاصله افقی	کروکی و توضیحات
۱	۱۵°	۳۸/۰۰	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>ایستگاه استقرار:</p> <p><math>A_1(1000, 1000)</math></p> <p>ایستگاه توجیه:</p> <p><math>B_1(950, 1080)</math></p> </div> </div>
۲	۵۶°	۳۸/۰۰	
۳	۶۱°	۴۶/۵	
۴	۵۰°	۷۷/۵	
۵	۱۴°	۴۴	
۶	۵۴°	۴۳/۵	
۷	۴۷°	۷۵/۵	
۸	۲۲°	۷۸	

۲- در شکل زیر تتودلیت بر روی  $S_1$  به ارتفاع ۱۰۰ متر مستقر شده و به ایستگاه  $S_2$  صرف نظر شده است. با توجه به جدول تاکنومتری زیر:

الف) جدول را کامل کنید.

ب) شکل مورد نظر را با مقیاس ۱/۱۰۰۰ ترسیم نمایید

برگ قرائت تاکنومتری									
نقاط	تارهای استادیومتری			زاویه افقی	زاویه قائم	D	$\Delta h$	H	کروکی
	تار بالا	تار وسط	تار پایین						
A	۲۱۰۰	۲۰۲۵	۱۹۵۰	۸۰°	۲°۱۰'۲۰"				
B	۱۸۵۰	۱۶۰۰	۱۳۵۰	۷۵°	-۴°۳'۵۷"				
C	۳۱۲۰	۲۹۴۰	۲۷۶۰	۳۸°	۱۰°۱۴'۳۲"				

۳- در یک عملیات برداشت به روش تاکنومتری جهت محاسبه حجم عملیات خاکی از ایستگاه A به B به فاصله افقی ۱۰۰ متر صرفصفر شده و اطلاعات نقاط شبکه در جدول ذیل تنظیم شده اند. مطلوب است:

الف) ترسیم نقاط با مقیاس ۱/۱۰۰۰ و درج ارتفاع آنها.  
 ب) محاسبه حجم عملیات خاکی با توجه به این که سطح پروژه ۱۰۰ متر باشد.

نقاط	زاویه افقی	فاصله افقی	ارتفاع (متر)	کروکی
۱	۴۵°	۵۶/۵۷	۱۰۲/۳	
۲	۵۶°۱۸'	۷۲/۱۱	۱۰۳	
۳	۶۳°۲۶'	۸۹/۴۴	۱۰۵/۱	
۴	۵۳°۸'	۱۰۰	۱۰۴	
۵	۴۵°	۸۴/۸۵	۱۰۲/۶	
۶	۳۳°۴۱'	۷۲/۱۱	۱۰۰/۷۵	
۷	۳۶°۵۲'	۱۰۰	۱۰۰/۴	
۸	۴۵°	۱۱۳/۱۴	۱۰۳/۵	

۴- در یک عملیات برداشت به روش تاکنومتری جهت تهیه نقشه توپوگرافی از ایستگاه S<sub>۱</sub> به ایستگاه S<sub>۲</sub> به فاصله افقی ۶۵ متر صرفصفر شده و اطلاعات آن مطابق جدول ذیل تنظیم گردیده است. مطلوب است:

الف) ترسیم نقاط با مقیاس ۱/۵۰۰ با درج ارتفاع آنها.  
 ب) ترسیم منحنی میزان به ارتفاع ۹۹ متر به روش واسطه‌یابی (فاصله بین نقاط از روی نقشه ترسیم شده است برداشت شود).

نقاط	زاویه افقی	فاصله افقی	ارتفاع	کروکی
۱	۱۵°۳۰'	۲۴	۹۷/۵۰	
۲	۲۵°	۱۳/۸۰	۹۶/۹۰	
۳	۳۶°۲۰'	۲۷	۹۸/۷۰	
۴	۴۹°۳۰'	۳۳/۶۰	۱۰۰/۶۰	
۵	۵۲°۱۰'	۱۹/۸۰	۹۹/۲۰	
۶	۶۴°۲۰'	۶/۲۰	۹۵/۶۰	
۷	۶۴°۲۰'	۲۸	۹۸/۹۰	
۸	۸۰°۳۰'	۱۵/۸۰	۹۶/۴۵	
۹	۸۴°	۲۵/۴۰	۹۹/۵۰	

۵- عملیات برداشت به روش تاکتومتری مطابق جدول زیر انجام شده است. اگر ارتفاع ایستگاه از سطح مبنا  $H_S = 100$  متر و ارتفاع دستگاه تئودولیت  $h_i = 1.72$  متر باشد، مطلوب است:

(الف) تکمیل جدول تاکتومتری داده شده

(ب) محاسبه فاصله A تا B

نقاط P	تارهای استادیومتری			زاویه افقی HZ	زاویه قائم V	فاصله افقی $D_H$	اختلاف ارتفاع $\Delta h$	ارتفاع H	کروکی
	بالا	وسط	پایین						
A	3640	3375	3110	۳۴۵°۱۰'۴۰"	۹۹°۵'۴۰"				
B	1150	0920	0690	۳۰°۴۰'۵۰"	۲۷۶°۲۰'۳۰"				

فصل  
هفتم

# پیاده کردن نقاط





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

- ۱- راهکار کلی محاسبات مربوط به پیاده کردن نقاط یک طرح را به روش طول و زاویه شرح دهد.
- ۲- محاسبات مربوط به پیاده کردن نقاط به روش طول و زاویه را به درستی انجام دهد.
- ۳- بحث و بررسی مربوط به محاسبات پیاده کردن نقاط طرح به روش قطبی را بیان کند.
- ۴- راهکار کلی محاسبات مربوط به پیاده کردن نقاط یک طرح را به روش تقاطع شرح دهد.
- ۵- محاسبات مربوط به پیاده کردن نقاط به روش تقاطع را به درستی انجام دهد.
- ۶- بحث و بررسی مربوط به محاسبات پیاده کردن نقاط طرح را به روش تقاطع بیان کند.

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

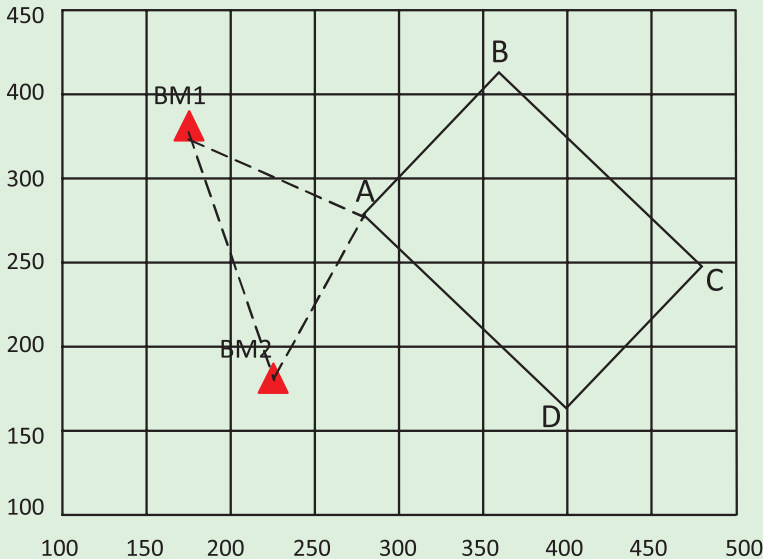
- ۱- آشنایی با فصل هفتم کتاب «نقشه برداری عمومی»
- ۲- آشنایی با فصل هشتم کتاب «مساحی»

- به طور کلی می‌توان موضوع پیاده‌سازی یک طرح را از دو دیدگاه بررسی نمود:
  - الف) پیاده کردن مسطحاتی و ارتفاعی طرح‌ها
  - ب) روش‌های پیاده کردن طرح‌ها (مختصاتی، شبکه‌بندی، مشاهداتی)
- برای تعیین محل پروژه‌های عمرانی و طرح‌ها از نظر مسطحاتی با حداقل یک امتداد مبنا (دو نقطه کنترل) در منطقه کار شروع می‌شود.
- به طور کلی روش‌های پیاده کردن طرح‌ها به سه صورت مختصاتی، شبکه‌بندی و مشاهداتی می‌باشند.
- نوعی از توتال استیشن‌ها به ترتیبی ساخته شده‌اند که کار با آن، تنها نیاز به یک نفر دارد. در این نوع علاوه بر دستگاه اصلی، از دستگاه دیگری به نام واحد تعیین موقعیت از راه دور (RPU) استفاده می‌شود.
- در برخی از توتال استیشن‌ها، که تحت عنوان Puls total station نامیده می‌شوند، علاوه بر اندازه‌گیری با استفاده از رفلکتور، می‌توان بدون رفلکتور نیز فاصله را اندازه‌گیری کرد. در این نوع توتال استیشن‌ها، از فن آوری Puls laser استفاده شده است.

### مثال ۷-۱: محاسبات طول و زاویه از روی مختصات نقاط

مطابق شکل زیر نقطه A با مختصات معلوم، یکی از گوشه‌های یک بلوک ساختمانی در یک شهرک می‌باشد. ایستگاه‌های  $BM_1$  و  $BM_2$  نقاط کنترل با مختصات معلوم هستند. محاسبات لازم برای پیاده کردن نقطه A به روش قطبی و دو قطبی (تقاطع) با استفاده از زاویه یاب و متر را انجام داده و طول‌ها و زوایای مورد نیاز برای پیاده کردن این نقطه از ایستگاه‌های موجود را محاسبه کنید.

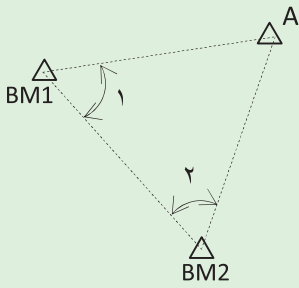
$$BM_2(۲۲۰ و ۱۷۵) - BM_1(۱۶۰ و ۳۳۵) - A(۲۷۰ و ۲۷۵)$$



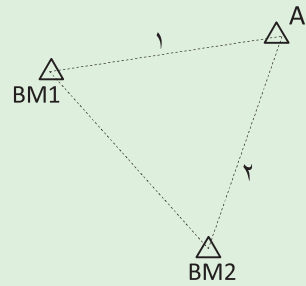
#### راهکار کلی:

در محاسبات پیمایش با داشتن یک امتداد معلوم و همچنین اندازه‌گیری طول و زوایای افقی بین نقاط می‌توان مختصات آنها را به دست آورد.

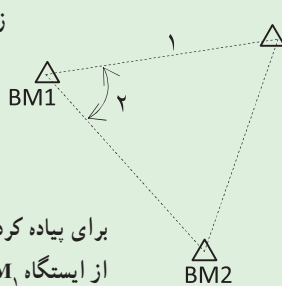
اما در پیاده کردن مختصات نقاط موضوع کاملاً برعکس است. یعنی مختصات نقاط طرح مورد نظر، در یک سیستم مختصات تعریف شده، معلوم است و باید طول‌ها و زوایای بین نقاط کنترل و نقاط طرح را محاسبه کرد.



برای پیاده کردن نقطه A به روش تقاطع دو زاویه، باید زوایای ۱ و ۲ محاسبه شوند.



برای پیاده کردن نقطه A به روش تقاطع دو طول، باید طول‌های ۱ و ۲ محاسبه شوند.



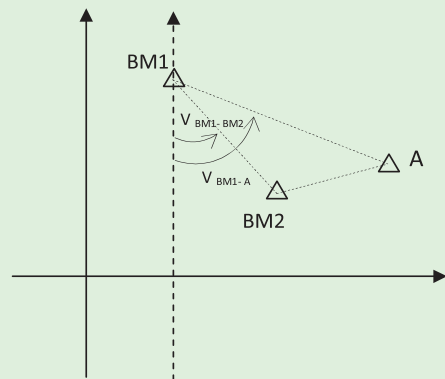
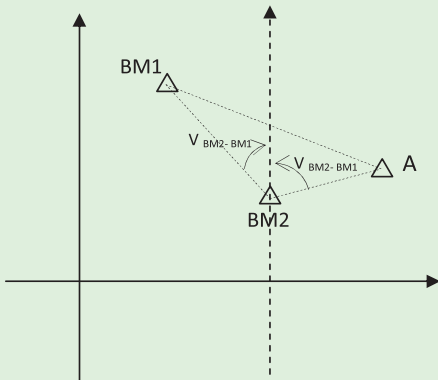
برای پیاده کردن نقطه A به روش قطبی (طول و زاویه) از ایستگاه BM<sub>۱</sub> باید طول ۱ و زاویه ۲ محاسبه شوند.

مطابق شکل بالا، زاویه رأس BM<sub>۱</sub> و BM<sub>۲</sub> از رابطه زیر به سادگی قابل محاسبه اند:

$$\angle BM_1 = V_{BM_1, A} - V_{BM_1, BM_2}$$

$$\angle BM_2 = V_{BM_2, BM_1} - V_{BM_2, A}$$

زاویه حامل امتداد: V



زوايا را می‌توان با استفاده از زاویه حامل امتدادها به دست آورد.

برای محاسبه طول‌ها هم می‌توان از رابطه ساده زیر استفاده کرد :

$$L_{BM_1,A} = \sqrt{(X_{BM_1} - X_A)^2 + (Y_{BM_1} - Y_A)^2}$$

$$L_{BM_2,A} = \sqrt{(X_{BM_2} - X_A)^2 + (Y_{BM_2} - Y_A)^2}$$

روش حل :

برای محاسبه زاویه در واحد گراد، ماشین حساب خود را در حالت گراد قرار داده و مراحل

زیر را انجام دهید :

$$V_{BM_1,A} = \tan^{-1} \left| \frac{(270-160)}{(272-335)} \right| = 68.2106\text{grad}$$

$$V_{BM_1,BM_2} = \tan^{-1} \left| \frac{(220-160)}{(175-335)} \right| = 22.8400\text{grad}$$

$$\angle BM_1 = V_{BM_1,A} - V_{BM_1,BM_2} = 68.2106 - 22.8400 = 45.3706 \text{ grad}$$

$$V_{BM_2,BM_1} = V_{BM_1,BM_2} = 22.8400\text{grad} \quad \text{چرا؟}$$

$$V_{BM_2,A} = \tan^{-1} \left| \frac{(270-220)}{(275-175)} \right| = 29.5167\text{grad}$$

$$\angle BM_2 = V_{BM_2,BM_1} - V_{BM_2,A} = 22.8400 + 29.5167 = 52.3567 \text{ grad}$$

$$L_{BM_1,A} = \sqrt{(160-270)^2 + (335-275)^2} = 135.300\text{m}$$

## ✓ بحث و بررسی :

پس از محاسبه زوایا و طول‌های مورد نیاز برای پیاده کردن نقاط طرح، جدولی مطابق شکل زیر ترسیم کرده و طول‌ها و زوایای مورد نظر را به همراه نام ایستگاه استقرار و همچنین ایستگاه صفر صفر یادداشت نمایید.

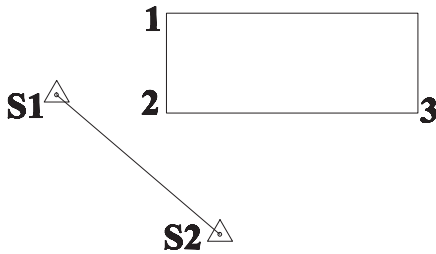
جدول اطلاعات پیاده‌سازی نقاط طرح					
نقاط طرح	ایستگاه استقرار	نقطه صفر صفر	طول افقی (m)	زاویه افقی که به زاویه یاب بسته می‌شود	کروکی و ملاحظات
A	BM <sub>۱</sub>	BM <sub>۲</sub>	۱۳۵/۳۰۰	۴۰۰ - ۴۳/۳۷۰۶	
A	BM <sub>۲</sub>	BM <sub>۱</sub>	۱۱۱/۸۰۳	۵۲/۳۵۶۷	

از این جدول می‌توانید برای پیاده کردن نقطه A به هر دو روش قطبی و تقاطع (دو زاویه و دو طول) استفاده کنید.

✓ نکته : زوایا را باید مطابق کروکی در جهت صحیح به دور بین ببینید. همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌کنید زاویه رأس BM<sub>۱</sub> یک زاویه پادساعت‌گرد است. به عبارتی زمانی که می‌خواهید این زاویه را به دور بین ببینید باید زاویه (BM<sub>۲</sub> - ۴۰۰) را به دور بین ببینید. در جدول باید مقدار این زاویه را قرار دهید در غیر این صورت نقطه A در محل صحیح خود بر روی زمین پیاده نخواهد شد.

## تمرین‌های کلاسی مثال ۲ - ۱

۱- سه گوشه از یک ساختمان مستطیل شکل با استفاده از دو ایستگاه مختصات دار  $S_1$  و  $S_2$  برداشت شده و پس از ترسیم مختصات آنها از روی نقشه استخراج شده است. محاسبات لازم برای پیاده کردن گوشه‌های این ساختمان به روش قطبی و دو قطبی (تقاطع) با استفاده از زاویه یاب و متر را انجام داده و طول‌ها و زوایای مورد نیاز برای پیاده کردن این نقاط از ایستگاه‌های موجود را محاسبه کنید.



$S_1$  (628.52 , 1190.54)

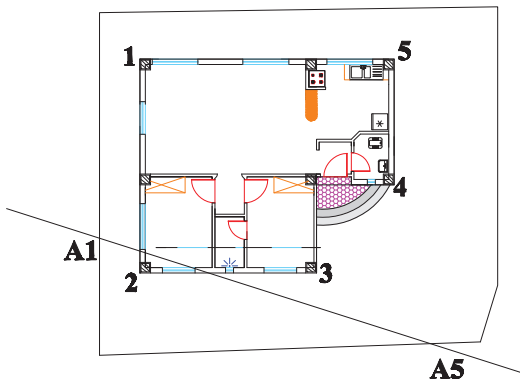
$S_2$  (647.53 , 1174.30)

1 (641.32 , 1200.05)

2 (641.32 , 1188.42)

3 (670.59 , 1188.42)

۲- گوشه‌های یک زمین توسط تئودلیت از دو ایستگاه  $A_1$  و  $A_5$  با مختصات‌های معلوم برداشت شده و سپس ترسیم گردیده است. طرح یک ساختمان داخل نقشه این زمین طراحی شده و مختصات گوشه‌های آن از نقشه استخراج شده است. محاسبات لازم برای پیاده کردن گوشه‌های این ساختمان به روش قطبی و دو قطبی (تقاطع) با استفاده از زاویه یاب و متر را انجام داده و طول‌ها و زوایای مورد نیاز برای پیاده کردن این نقاط از ایستگاه‌های موجود را محاسبه کنید.



$A_1$  (1106.55 , 1116.74)

$A_5$  (1125.96 , 1110.55)

1 (1111.53 , 1122.33)

2 (1111.53 , 1114.33)

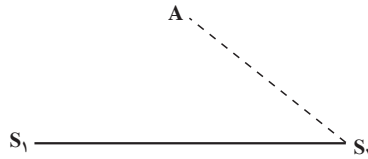
3 (1118.13 , 1114.33)

4 (1121.03 , 1117.63)

5 (1121.03 , 1122.33)

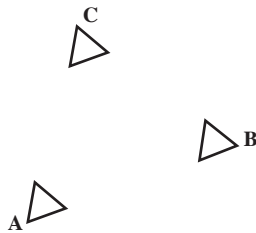
۳- با توجه به کروکی زیر و مختصات نقاط  $S_1$  و  $S_2$  و  $A$  محاسبات لازم جهت پیاده کردن نقطه  $A$  به روش قطبی را انجام دهید. (واحد مختصات نقاط بر حسب متر می باشد)

$$S_1(100, 155) \quad S_2(200, 150) \quad A(100, 200)$$



۴- جهت پیاده کردن نقطه  $C$  از دو نقطه معلوم  $A$  و  $B$  مختصات زیر در دسترس می باشد، محاسبات لازم را جهت پیاده کردن نقطه  $C$  به روش قطبی از نقطه  $A$  انجام داده و این نقاط را با مقیاس  $\frac{1}{500}$  ترسیم نمایید.

$$A(100, 100), B(150, 110), C(125, 125)$$





## منابع مورد استفاده

- ۱- کتاب نقشه برداری (ذوالفقاری)
- ۲- کتاب نقشه برداری مهندسی (دیانت خواه)
- ۳- کتاب نقشه برداری (نوبخت)
- ۴- کتاب نقشه برداری مهندسی (ابن جلال)
- ۵- کتاب نقشه برداری کارگاهی (امامی - رستمی)
- ۶- روش های نوین نقشه برداری (ابن جلال)
- ۷- ژئودزی و کارتوگرافی ریاضی (امامی)
- ۸- دستگاه های پیشرفته نقشه برداری (جزیریان)
- ۹- کتاب مساحی سال دوم هنرستان رشته نقشه برداری (متینی - سیدحسینی - داورپناه)
- ۱۰- کتاب عملیات مساحی سال دوم هنرستان رشته نقشه برداری (متینی - سیدحسینی - داورپناه)
- ۱۱- کتاب نقشه برداری ساختمان سال دوم هنرستان رشته ساختمان (مقرب نیا)
- ۱۲- کتاب کارگاه محاسبه و ترسیم (۲) سال سوم هنرستان رشته نقشه برداری (سلیم آبادی)
- ۱۳- دستورالعمل های همسان نقشه برداری جلد اول (سازمان نقشه برداری)
- ۱۴- سؤالات امتحانات نهایی هنرستان فنی و حرفه ای رشته نقشه برداری (۱۳۸۱ - ۱۳۹۰)

