فصل ششم

برداشت جزئیات

هدف‌های رفتاری

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

۱ــ راهکار کلی مربوط به مراحل محاسبهٔ فاصله افقی و اختلاف ارتفاع نقاط به روش تاکئومتری را بیان نماید.

۲ــ محاسبات مربوط به فاصله افقی و اختلاف ارتفاع نقاط به روش تاکئومتری را به‌درستی انجام دهد.

۳ــ بحث و بررسی مربوط به محاسبهٔ فاصلهٔ افقی و اختلاف ارتفاع نقاط به روش تاکئومتری را شرح دهد.

۴ــ راهکار کلی مربوط به ترسیم نقشه با استفاده از اطلاعات جدول تاکئومتری را بیان نماید.

۵ــ محاسبات مربوط به ترسیم نقشه با استفاده از اطلاعات جدول تاکئومتری را به‌درستی انجام دهد.

۶ــ بحث و بررسی مربوط به ترسیم نقشه با استفاده از اطلاعات جدول تاکئومتری را شرح دهد.

مطالب پیش نیاز

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

۱ــ آشنایی با فصل ششم کتاب «نقشه‌برداری عمومی»

۲ــ آشنایی با فصل چهاردهم کتاب «کارگاه محاسبه و ترسیم ۱»

مروری بر فصل ششم کتاب «نقشه‌برداری عمومی»

● هنگامی که تهیه نقشه از منطقه‌ای با وسعت نسبتاً کم موردنظر باشد یا امکان عکسبرداری هوایی وجود نداشته باشد، روش‌های نقشه‌برداری 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 عکس‌برداری هوایی و به کمک دستگاه‌های فتوگرامتری جزئیات برداشت می‌شود.

● از نظر کلی روش‌های زمینی برداشت عبارتند از : ۱ــ اندازه‌گیری فقط طول ۲ــ اندازه‌گیری فقط زاویه ۳ــ اندازه‌گیری طول و زاویه.

● متداول‌ترین روش برداشت، روش طول و زاویه است.

● در نقشه‌برداری عوارض به دو دستهٔ کلی تقسیم‌بندی می‌شوند :

۱ــ عوارض مسطحاتی (پلانیمتری)

۲ــ 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 ۰/۵ میلی‌متر در مقیاس نقشه نمی باشد.

● خطای برداشت نقاط بطور متوسط باید در حد ۰/۲ میلی‌متر در مقیاس نقشه باشد و این خطا نباید از ۰/۵ میلی‌متر در مقیاس نقشه بیشتر شود.

● مراحل کلی برداشت عوارض عبارتند از :

۱ــ شناسایی منطقه ۲ــ طراحی نقاط ایستگاهی ۳ــ ساختمان نقاط بنچ مارک BM ۴ــ تعیین موقعیت ایستگاه‌ها ۵ــ تهیهٔ کروکی و گویاسازی ۶ــ برداشت جزئیات عوارض ۷ــ ترسیم اولیه و شناسایی مشکلات برداشت ۸ــ کنترل و تکمیل زمینی

● روش‌های برداشت عوارض عبارتند از :

روش‌های ساده برداشت (مساحی)، تاکئومتری (اندازه‌گیری سریع بوسیله زاویه‌یاب‌ها)،

برداشت اتوماتیک به‌وسیله سیستم‌های پیشرفته‌تر از قبیل توتال‌استیشن، GPS و لیزر اسکنر زمینی و روش‌های ترکیبی

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

● مراحل برداشت جزئیات به روش تاکئومتری عبارتند از :

الف) استقرار دستگاه بر روی نقطهٔ 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 تاکئومتری فاصلهٔ افقی و اختلاف ارتفاع از روابط زیر محاسبه می‌شوند :

$$D_h \quad 100.S.(Cos\alpha)^2$$

$$\Delta h \quad 100.S.Sin\alpha.Cos\alpha \quad h \quad T \; (\Delta h \quad D_h.tan\alpha \quad h \quad T)$$

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

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

● مراحل برداشت با توتال‌استیشن عبارت است از :

۱ــ استقرار دستگاه

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

۳ــ 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 به‌صورت آنی تعیین موقعیت لحظه‌ای می‌نماید.

- در اندازه‌گیری مختصات ایستگاهی یا برداشت جزئیات با GPS برای دستیابی به دقت‌های موردنیاز در نقشه‌برداری، مشاهدات GPS باید به‌طور همزمان با مشاهدات یک ایستگاه ثابت معلوم دیگر در منطقه در شعاع چند کیلومتری به انجام برسد.
- در نقشه‌برداری نیاز به دو گیرنده GPS داریم، یکی به عنوان گیرنده ثابت روی نقطهٔ 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 متراکم 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 ۶ــ۱ : برداشت به روش تاکئومتری

در جدول زیر داده‌های برداشت قسمتی از زمین به روش تاکئومتری آورده شده است. محاسبات

لازم برای تعیین فاصلهٔ افقی و اختلاف ارتفاع نقاط را انجام داده و جدول را کامل کنید.

برگ قرائت تاکئومتری

نام ایستگاه : S_1(۱۰۰ ، ۱۰۰۰ ، ۱۰۰۰) **نوع و شماره تئودولیت :T—۱۶ ویلد**

ارتفاع دستگاه : cm ۱۶۰ تاریخ : عامل : نویسنده :

کروکی	ارتفاع	اختلاف ارتفاع	فاصله افقی	زاویه قائم	زاویه افقی	تارهای استادیمتری			نقاط
						تار پایین	تار وسط	تار بالا	
زاویه قائم در حالت زنیتی قرائت شده است				۹۸/۹۶	۳۹/۴۷	۸۱۵	۱۱۲	۱۴۲۵	۱
				۹۸/۲۵	۶۹/۱۱	۲۴۲۴	۲۵۱۸	۲۶۱۲	۲
				۹۹/۳۶	/۷۷	۳ ۹۵	۳۲۵۶	۳۴۱۸	۳
				۱ / ۶	۳۲ /۸۴	۱۸۲۷	۱۸۲۸	۱۸۲۹	۴
				۱ /۱	۳ ۶/ ۹	۹۵۶	۱۲۲۱	۱۴۸۶	۵
				۹۹/۹۶	۳ ۶/۴۳	۱ ۶۴	۱۴۲۸	۱۷۹۲	۶
				۹۹/۷۶	۳ ۵/۲۲	۲۸۶	۱۵۶۸	۲۸۵	۷
				۱ /۱۹	۲۹۷/۴۸	۱۱۷۴	۱۴۱۴	۱۶۵۴	۸
				۹۹/۹۲	۳ ۵/۸۳	۲۴۸	۲۶۸	۲۸۸	۹
				۱ /۱۱	۲۹۴/۵۵	۱۷۳۴	۲۱۳۷	۲۵۴	۱

راهکار کلی :

برای محاسبهٔ فاصلهٔ افقی و اختلاف ارتفاع از دو رابطه زیر استفاده می‌شود :

S: اختلاف تارهای بالا و پایین

α : زاویهٔ شیب $D_h \quad 100.S.\cos^2\alpha$

h : ارتفاع دستگاه $\Delta h \quad 100.S.\sin\alpha.\cos\alpha \quad h \quad T$

T : عدد تار وسط

البته همانطور که در توضیحات جدول صفحه قبل مشاهده می‌کنید، هنگام قرائت زاویهٔ قائم، دوربین در حالت زاویه زنیتی (سمت‌الرأسی) می‌باشد. امّا در روابط بالا α زاویهٔ شیب است. برای

حل دو راهکار وجود دارد :

۱ــ زاویهٔ شیب همهٔ نقاط جدول فوق را از رابطه $\alpha \quad ۹۰^{\circ} _ Z$ به‌دست آورده و در روابط فوق جایگذاری کنید.

۲ــ همانطور که می‌دانید زاویهٔ شیب و زنیتی متمم هستند ($Z \quad \alpha \quad ۹۰^{\circ}$). بنابراین داریم :

$\cos\alpha \quad \sin Z$

به عبارتی در حالتی که در جدول تاکئومتری به جای زاویه شیب (α) زاویه زنیتی (z) قرائت شده باشد، می‌توان با یک تغییر جزئی در روابط فوق به راحتی فاصلهٔ افقی و اختلاف ارتفاع را محاسبه کرد. یعنی در این حالت داریم :

$$D_h \quad 100.S.(\sin Z)^2$$

$$\Delta h \quad 100.S.\sin Z.\cos Z \quad h \quad T$$

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

به عبارتی داریم :

$$H \quad H_S \quad \Delta h$$

روش حل :

$$D_1 \quad 100 \times (1425 \quad 815) \times (\sin 98.96)^2 = 60983mm = 60.983m$$

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

.
.
.

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

$$\Delta h_1 = 100 \,.\, (1425 - 815) \,.\, (\sin 98.96).(\cos 98.96) + 1600 - 1120 = 1.476m$$

$$\Delta h_2 = 100 \,.\, (2612 - 2424) \,.\, (\sin 98.25).(\cos 98.25) + 1600 - 2518 = -0.401m$$

...

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

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

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

...

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

کروکی	ارتفاع	اختلاف ارتفاع	فاصلهٔ افقی	زاویهٔ قائم	زاویهٔ افقی	تارهای استادیمتری			نقاط
						تار پایین	تار وسط	تار بالا	
زاویهٔ قائم در حالت زنیتی قرائت شده است	۱ ۱/۴۸	۱/۴۸	۶ /۹۸	۹۸/۹۶	۳۹/۴۷	۸۱۵	۱۱۲	۱۴۲۵	۱
	۹۹/۶	– /۴	۱۸/۷۹	۹۸/۲۵	۶۹/۱۱	۲۴۲۴	۲۵۱۸	۲۶۱۲	۲
	۹۸/۶۷	–۱/۳۳	۳۲/۳	۹۹/۳۶	/۷۷	۳ ۹۵	۳۲۵۶	۳۴۱۸	۳
	۹۹/۷۷	– /۲۳	/۲	۱ / ۶	۳۲ /۸۴	۱۸۲۷	۱۸۲۸	۱۸۲۹	۴
	۱ /۳	/۳	۵۳/	۱ /۱	۳ ۶/ ۹	۹۵۶	۱۲۲۱	۱۴۸۶	۵
	۱ /۲۲	/۲۲	۷۲/۸	۹۹/۹۶	۳ ۶/۴۳	۱ ۶۴	۱۴۲۸	۱۷۹۲	۶
	۱ ۱/	۱/	۲۵۶/۴	۹۹/۷۶	۳ ۵/۲۲	۲۸۶	۱۵۶۸	۲۸۵	۷
	۱ / ۴	/ ۴	۴۸/	۱ /۱۹	۲۹۷/۴۸	۱۱۷۴	۱۴۱۴	۱۶۵۴	۸
	۹۸/۹۷	–۱/ ۳	۴ /	۹۹/۹۲	۳ ۵/۸۳	۲۴۸	۲۶۸	۲۸۸	۹
	۹۹/۳۲	– /۶۸	۸ /۶	۱ /۱۱	۲۹۴/۵۵	۱۷۳۴	۲۱۳۷	۲۵۴	۱

بحث و بررسی :

هنگام محاسبات جدول تاکئومتری به نکات زیر توجه کنید :

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

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

نکته : البته اگر اعداد قرائت شدهٔ روی شاخص را به متر تبدیل کرده و در فرمول تاکئومتری قرار دهید، محاسبات مستقیماً بر حسب متر به‌دست می‌آید.

تمرین‌های کلاسی مثال ۶ــ۱

۱ــ در جدول زیر داده‌های برداشت قسمتی از زمین به روش تاکئومتری آورده شده است.

محاسبات لازم برای محاسبه فاصلهٔ افقی و اختلاف‌ارتفاع نقاط را انجام داده و جدول را کامل کنید.

برگ قرائت تاکئومتری

نام ایستگاه : O_1(۱۰۰۰ ، ۱۰۰۰ ، ۱۷۲۰) **نوع و شمارهٔ تئودلیت :** T۱۶ـــ ویلد

ارتفاع دستگاه : ۱۵۲ cm **تاریخ :** **عامل :** **نویسنده :**

کروکی	H	Δh	Dh	زاویهٔ قائم	زاویهٔ افقی	تارهای استادیمتری			نقاط
						تار پایین	تار وسط	تار بالا	
زاویه قائم درحالت شیب قرائت شده است مختصات نقطهٔ توجیه : O_2(۱۰۴۷/۰۰و۱۰۴۵/۵۰)				′۲۷°	′۵۲°۱	۱۷۲	۱۵۲	۱۳۱۸	۱
				′۲ °	′۱۷°۱	۱۷۶۳	۱۵۲	۱۲۷۵	۲
				′۱۸°	′۲۲°۵۵	۱۸ ۵	۱۵۲	۱۲۳۲	۳
				′۲۱°	′۴۳° ۵	۱۷۷۳	۱۵۲	۱۲۶۷	۴
				′۱۴°	′۴۵°۳۹	۱۸۷۲	۱۵۲	۱۱۶۸	۵
				′۱۳°	′۲۲° ۳	۱۸۹۶	۱۵۲	۱۱۴۴	۶
				′۱۲°	′۵۳°۳۲	۱۹۴۴	۱۵۲	۱ ۹۷	۷
				′۱۱°	′۱ °۵۲	۱۹۲	۱۵۲	۱۱۲	۸

۲ـ از ایستگاه S_1 به ارتفاع ۱۰۵/۵۷۶ متر جدول تاکئومتری زیر برداشت شده است. درصورتی‌که ارتفاع دستگاه تئودلیت ۱/۶۵ متر باشد مطلوب است تکمیل جدول.

نقاط	تارهای استادیمتری			زاویهٔ افقی	زاویهٔ قائم	فاصلهٔ افقی	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
	تار بالا	تار وسط	تار پایین					
A	۱۲		۱۶	۶۴/۹۸۱	۹۶/۱۲			
B	۹۵		۱۸۵	۱ ۲/۷۲	۱ ۲/۳			

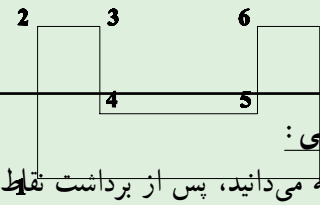
۳ــ در یک عملیات تاکئومتری داده‌های برداشتی تعدادی از نقاط به‌صورت جدول زیر داده شده است. محاسبات لازم را جهت به‌دست آوردن فاصلهٔ افقی و اختلاف ارتفاع انجام دهید. (ارتفاع دستگاه ۱/۵۶ متر می‌باشد و نوشتن فرمول‌های مورد نیاز الزامی است.)

نقاط	تار بالا (mm)	تار وسط (mm)	تار پایین (mm)	زاویهٔ افقی (درجه)	زاویهٔ شیب (درجه)	فاصله افقی	اختلاف ارتفاع
۱	۲۱۱۶	۲ ۱۲	۱۹ ۸	۲۵°۱۴′	۱°۳۴′		
۲	۱۹۱۸	۱۸۴۵	۱۷۷۲	۶۳°۴۷′	-۲°۴۳′		
۳	۱۴۹۳	۱۲۹۱	۱ ۸۹	۸۲°۲۲′	۲ °۲۴′		

مثال ۶ــ۲ : ترسیم نقشه با استفاده از اطلاعات جدول تاکئومتری

فاصله و زاویهٔ افقی گوشه که به روش تاکئومتری برداشت شده‌اند در جدول زیر آمده است. نقشهٔ مسطحاتی آن‌را در مقیاس ۱:۵۰۰ ترسیم نمایید.

نقاط	زاویهٔ افقی	فاصلهٔ افقی	کروکی و توضیحات
۱	۵۲°۱ ′	۴ /۱۹۸	ایستگاه استقرار :
۲	۱۷°۱ ′	۴۸/۷۹۸	O_1(۱ و ۱)
۳	۲۲°۵۵′	۵۷/۲۹۸	ایستگاه توجیه :
۴	۴۳° ۵′	۵ /۵۹۸	O_2(۱ ۴۵/۵ و ۱ ۴۷/)
۵	۴۵°۳۹′	۷ /۳۹۹	
۶	۳ °۲۲′	۷۵/۱۹۹	
۷	۳۲°۵۳′	۸۴/۶۹۹	
۸	۵۲°۱ ′	۷۹/۹۹۹	



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 تاکئومتری، 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** : نقالهٔ طلقی ۳۶۰ درجه‌ای و خط‌کش یا اشل، مداد اتود و پاک‌کن.
- برای ترسیم مراحل زیر را انجام دهید :

۱ــ ابتدا برگهٔ نیمه شفافی را که نقاط پیمایش قبلاً روی آن ترسیم شده است، به‌وسیلهٔ چسب کاغذی روی میزِ ترسیم می‌چسبانیم. سپس نقالهٔ طلقی را با توجه به اطلاعات بالای جدول تاکئومتری (شامل نام ایستگاه و نام نقطهٔ صفرصفر) در زیر کاغذ نقشه طوری قرار می‌دهیم که مرکز نقاله روی نقطهٔ استقرار دوربین و صفر نقاله، روی نقطه‌ای که دوربین به آن صفرصفر شده، قرار گیرد.

۲ــ با توجه به اطلاعات جدول تاکئومتری در ستون‌های فاصلهٔ افقی و زاویهٔ افقی، ابتدا صفر خط‌کش یا اشل را روی مرکز نقاله یعنی ایستگاه استقرار قرار دهید، به‌طوری که امتداد خط‌کش روی زاویهٔ افقی قرائت شده برای نقطهٔ اول قرار گیرد، در این‌حالت فاصلهٔ افقی را که به مقیاس نقشه تبدیل

نموده‌اید، در امتداد خط‌کش علامت بزنید. با این کار موقعیت نقطهٔ 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 نقطهٔ شمارهٔ ۱ داریم :

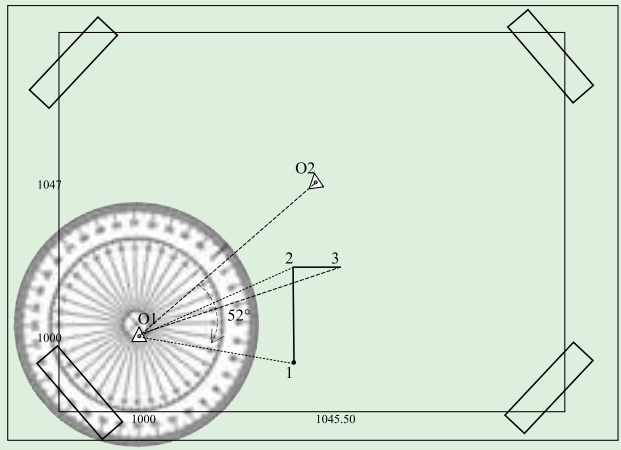
Dh 40.198 m فاصلهٔ افقی روی زمین

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

d 8 cm فاصلهٔ روی نقشه $\alpha \quad 52^\circ 10'$

بحث و بررسی :

دقت نقاله‌های ترسیم معمولاً نیم درجه (′۳۰) است، بنابراین هنگام ترسیم دستی، زوایا را به درجه گرد می‌کنند. مثلاً در اینجا زاویهٔ ′۱۰°۵۲ را هنگام ترسیم °۵۲ درنظر می‌گیرند.



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

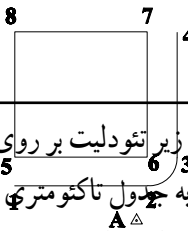
● **نکته** : از آنجا که در هر ایستگاه، تعداد زیادی نقطه برداشت می‌شود، بهتر است پس از پیاده کردن تعداد محدودی نقطه، بلافاصله خطوط مربوط به آنها را از روی کروکی ترسیم نمایید. زیرا اگر همهٔ نقاط را ابتدا پیاده نموده و سپس ترسیم کنید، امکان اشتباه و تداخل نقاط در یکدیگر بسیار زیاد خواهد بود و موجب اتلاف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

تمرین‌های کلاسی مثال ۶ ــ ۲

۱ــ فاصله افقی و زاویه افقی تعدادی نقطه که به روش تاکئومتری برداشت شده، در جدول زیر

آمده است. با توجه به کروکی زیر نقشه مسطحاتی آن‌را در مقیاس ۱۰۰۰ : ۱ ترسیم نمایید.

کروکی و توضیحات	فاصلهٔ افقی	زاویهٔ افقی	نقاط
ایستگاه استقرار : A_1(۱ و ۱)	۳۸/	۱۵°	۱
	۳۸/	۵۶°	۲
ایستگاه توجیه : B_2(۹۵ و ۱ ۸)	۴۶/۵	۶۱°	۳
	۷۷/۵	۵ °	۴
	۴۴	۱۴°	۵
	۴۳/۵	۵۴°	۶
	۷۵/۵	۴۷°	۷
	۷۸	۲۲°	۸



۲ــ در شکل زیر تئودلیت بر روی S_1 به ارتفاع ۱۰۰ متر مستقر شده و به ایستگاه S_2 صفرصفر شده است. با توجه به جدول تاکئومتری زیر :

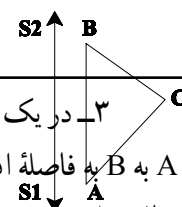
الف) جدول را کامل کنید.

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

برگ قرائت تاکئومتری

ایستگاه S_1 ← صفرصفر به S_2 HS_1 =۱۰۰ h_i=۱۶۰ cm L_{S1S2}=۵۰ متر

کروکی	H	Δh	D	زاویه قائم	زاویه افقی	تارهای استادیمتری			نقاط
						تار پایین	تار وسط	تار بالا	
				″ ۲ ′ ۱ °۲	۸ °	۱۹۵	۲ ۲۵	۲۱	A
				″۵۷ ′۳ °۴_	۷۵°	۱۳۵	۱۶	۱۸۵	B
				″۳۲ ′۱۴ ° ۱	۳۸°	۲۷۶	۲۹۴	۳۱۲	C



۳ــ در یک عملیات برداشت به روش تاکئومتری جهت محاسبهٔ حجم عملیات خاکی از ایستگاه A به B به فاصلهٔ افقی ۱۰۰ متر صفرصفر شده و اطلاعات نقاط شبکه در جدول ذیل تنظیم شده‌اند. مطلوب است :

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

نقاط	زاویهٔ افقی	فاصلهٔ افقی	ارتفاع (متر)	کروکی
۱	۴۵°	۵۶/۵۷	۱ ۲/۳	
۲	۵۶°۱۸′	۷۲/۱۱	۱ ۳	
۳	۶۳°۲۶′	۸۹/۴۴	۱ ۵/۱	
۴	۵۳°۸′	۱	۱ ۴	
۵	۴۵°	۸۴/۸۵	۱ ۲/۶	3• 4• 8•
۶	۳۳°۴۱′	۷۲/۱۱	۱ /۷۵	
۷	۳۶°۵۲′	۱	۱ /۴	2• 5• 7•
۸	۴۵°	۱۱۳/۱۴	۱ ۳/۵	1• 6•

A B

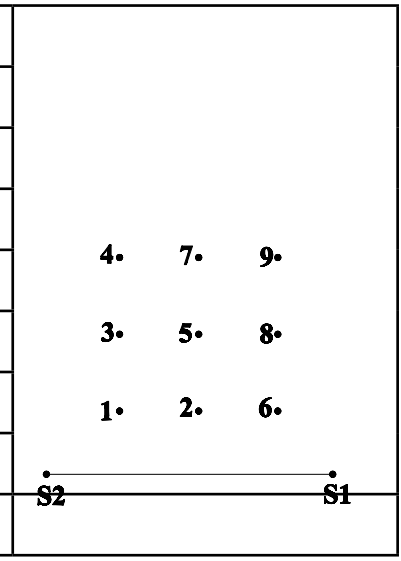
۴ــ در یک عملیات برداشت به‌روش تاکئومتری جهت تهیه نقشه توپوگرافی از ایستگاه S_1 به ایستگاه S_2 به فاصله افقی ۶۵ متر صفرصفر شده و اطلاعات آن مطابق جدول ذیل تنظیم گردیده است مطلوب است :

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	زاویهٔ افقی	فاصلهٔ افقی	ارتفاع	کروکی

۱	۱۵°۳ ′	۲۴	۹۷/۵	
۲	۲۵°	۱۳/۸	۹۶/۹	
۳	۳۶°۲ ′	۲۷	۹۸/۷	
۴	۴۹°۳ ′	۳۳/۶	۱ /۶	
۵	۵۲°۱ ′	۱۹/۸	۹۹/۲	
۶	۶۴°۲ ′	۶/۲	۹۵/۶	
۷	۶۴°۲ ′	۲۸	۹۸/۹	
۸	۸ °۳ ′	۱۵/۸	۹۶/۴۵	
۹	۸۴°	۲۵/۴	۹۹/۵	

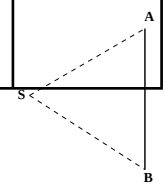


۵ــ عملیات برداشت به روش تاکئومتری مطابق جدول زیر انجام شده است. اگر ارتفاع ایستگاه از سطح مبنا 100 H_S متر و ارتفاع دستگاه تئودولیت 1.72 h متر باشد، مطلوب است :

الف) تکمیل جدول تاکئومتری داده شده

ب) محاسبهٔ فاصلهٔ A تا B

نقاط P	تارهای استادیمتری			زاویهٔ افقی HZ	زاویهٔ قائم V	فاصلهٔ افقی D_H	اختلاف ارتفاع Δh	ارتفاع H	کروکی
	بالا	وسط	پایین						
A	3640	3375	3110	″ ۴ ′ ۱ °۳۴۵	″ ۴ ′ ۵ °۹۹				
B	1150	0920	0690	″ ۵ ′ ۴ °۳	″ ۳ ′ ۲ °۲۷۶				



فصل هفتم

پیاده کردن نقاط

هدف‌های رفتاری

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

۱ــ راهکار کلی محاسبات مربوط به پیاده کردن نقاط یک طرح را به روش طول و زاویه شرح دهد.

۲ــ محاسبات مربوط به پیاده کردن نقاط به روش طول و زاویه را به درستی انجام دهد.

۳ــ بحث و بررسی مربوط به محاسبات پیاده کردن نقاط طرح به روش قطبی را بیان کند.

۴ــ راهکار کلی محاسبات مربوط به پیاده کردن نقاط یک طرح را به روش تقاطع شرح دهد.

۵ــ محاسبات مربوط به پیاده کردن نقاط به روش تقاطع را به درستی انجام دهد.

۶ــ بحث و بررسی مربوط به محاسبات پیاده کردن نقاط طرح را به روش تقاطع بیان کند.

مطالب پیش نیاز

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

۱ــ آشنایی با فصل هفتم کتاب «نقشه‌برداری عمومی»

۲ــ آشنایی با فصل هشتم کتاب «مساحی»

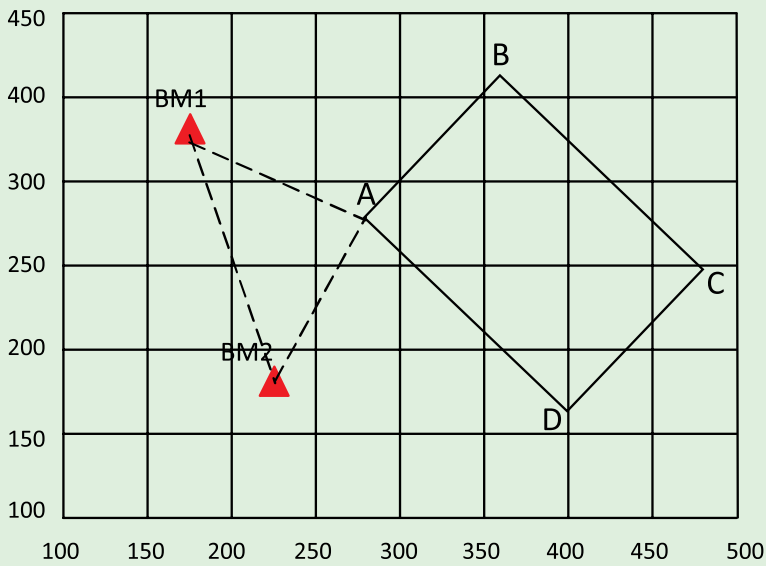
مروری بر فصل هفتم کتاب «نقشه‌برداری عمومی»

- 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 نقطهٔ کنترل) در منطقه کار شروع می‌شود.
- به‌طور کلی روش‌های پیاده کردن طرح‌ها به سه صورت مختصاتی، شبکه‌بندی و مشاهداتی می‌باشد.
- نوعی از توتال‌استیشن‌ها 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 توتال‌استیشن‌ها، 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 توتال‌استیشن‌ها، از فن آوری Puls laser استفاده شده است.

مثال ۷ــ۱ : محاسبات طول و زاویه از روی مختصات نقاط

مطابق شکل زیر نقطهٔ 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 نقطهٔ A به روش قطبی و دو قطبی (تقاطع) با استفاده از زاویه‌یاب و متر را انجام داده و طول‌ها و زوایای مورد نیاز برای پیاده کردن این نقطه از ایستگاه‌های موجود را محاسبه کنید.

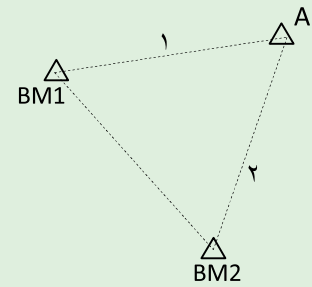
BM_2(۲۲۰ و ۱۷۵) ــ BM_1(۱۶۰ و ۳۳۵) ــ A(۲۷۰ و ۲۷۵)



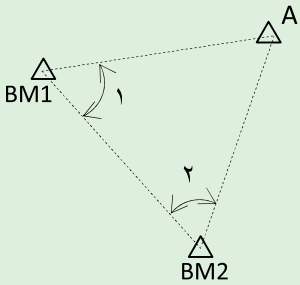
راهکار کلی :

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

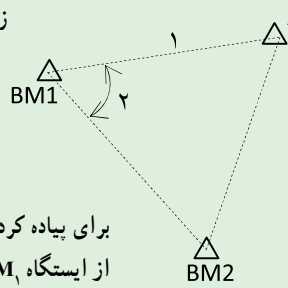
اما در پیاده کردن مختصات نقاط موضوع کاملاً برعکس است. یعنی مختصات نقاط طرح موردنظر، در یک سیستم مختصات تعریف شده، معلوم است و باید طول‌ها و زوایای بین نقاط کنترل و نقاط طرح را محاسبه کرد.



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



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



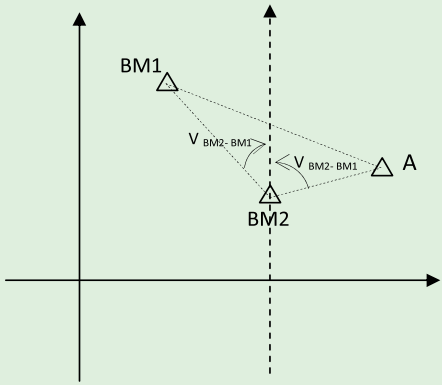
برای پیاده کردن نقطه A به روش قطبی (طول و زاویه) از ایستگاه BM_1 باید طول ۱ و زاویه ۲ محاسبه شوند.

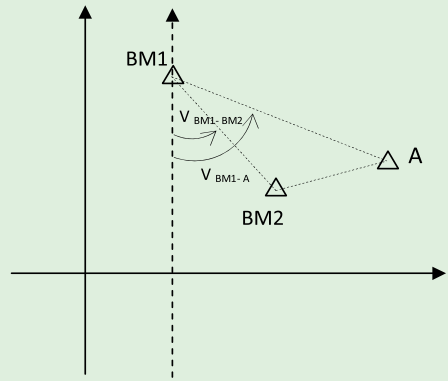
مطابق شکل بالا، زاویه رأس BM_1 و BM_2 از رابطهٔ زیر به سادگی قابل محاسبه‌اند :

$\angle BM_1 \quad V_{BM_1\ A} \quad V_{BM_1\ BM_2}$

$\angle BM_2 \quad V_{BM_2\ BM_1} \quad V_{BM_2\ A}$

V: زاویهٔ حامل امتداد





زوایا را می‌توان با استفاده از زاویه حامل امتدادها به‌دست آورد.

برای محاسبه طول‌ها هم می‌توان از رابطهٔ 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 :

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

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

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

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

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

$\angle BM_2 \quad V_{BM_2\,BM_1} \quad V_{BM_2\,A} \quad 22.8400 \quad 29.5167 \quad 52.3567\ \text{grad}$

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

بحث و بررسی :

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

جدول اطلاعات پیاده‌سازی نقاط طرح					
نقاط طرح	ایستگاه استقرار	نقطه صفرصفر	طول افقی(m)	زاویه افقی که به زاویه‌یاب بسته می‌شود	کروکی و ملاحظات
A	BM_1	BM_2	۱۳۵/۳	۶ ۴۳/۳۷ ـ ۴	
A	BM_2	BM_1	۱۱۱/۸ ۳	۵۲/۳۵۶۷	

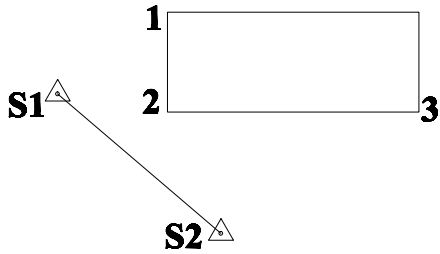
از این جدول می‌توانید برای پیاده کردن نقطهٔ A به هر دو روش قطبی و تقاطع (دو زاویه و دو طول) استفاده کنید.

نکته : زوایا را باید مطابق کروکی در جهت صحیح به دوربین ببندید. همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌کنید زاویهٔ رأس BM_1 یک زاویه پادساعت‌گرد است. به عبارتی زمانی که می خواهید این زاویه را به دوربین ببندید باید زاویه(BM_2 ۴۰۰) را به دوربین ببندید.

در جدول باید مقدار این زاویه را قرار دهید در غیر این‌صورت نقطهٔ A در محل صحیح خود بر روی زمین پیاده نخواهد شد.

تمرین‌های کلاسی مثال ۷ ــ ۱

۱ــ سه گوشه از یک ساختمان مستطیل شکل با استفاده از دو ایستگاه مختصات‌دار 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 زاویه‌یاب 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)

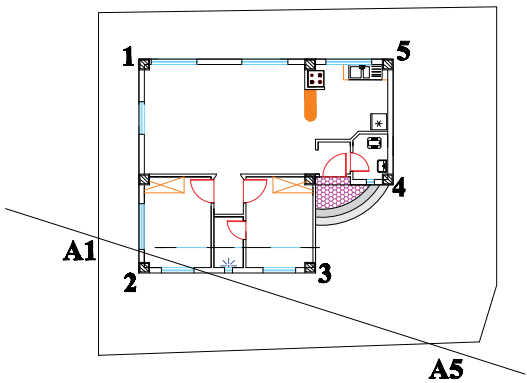
S_2 (647.53 , 1174.30)

1 (641.32 , 1200.05)

2 (641.32 , 1188.42)

3 (670.59 , 1188.42)

۲ــ 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 شده‌است. محاسبات لازم برای پیاده کردن گوشه‌های این ساختمان به روش قطبی و دو قطبی (تقاطع) با استفاده از زاویه‌یاب 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 , 116.74)

A_5 (1125.96 , 1110.55)

1 (1111.53, 1122.33)

2 (1111.53 , 1114.33)

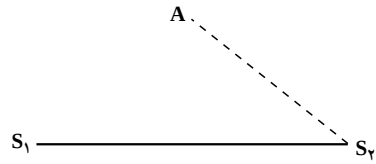
3 (1118.13 , 1114.33)

4 (1121.03 , 1117.63)

5 (1121.03 , 1122.33)

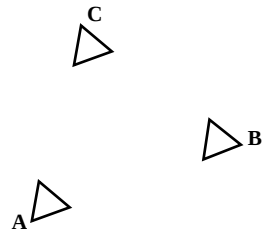
۳ــ با توجه به کروکی زیر و مختصات نقاط S_1 و S_2 و A محاسبات لازم جهت پیاده کردن نقطهٔ A به روش قطبی را انجام دهید. (واحد مختصات نقاط برحسب متر می‌باشد)

$S_1(۱۰۰, ۱۵۵)$ $S_2(۲۰۰, ۱۵۰)$ $A(۱۰۰, ۲۰۰)$



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

A (۱۰۰ , ۱۰۰) , B (۱۵۰ , ۱۱۰) , C (۱۲۵ , ۱۲۵)



منابع مورد استفاده

۱ــ کتاب نقشه‌برداری (ذوالفقاری)
۲ــ کتاب نقشه‌برداری مهندسی (دیانت‌خواه)
۳ــ کتاب نقشه‌برداری (نوبخت)
۴ــ کتاب نقشه‌برداری مهندسی (ابن‌جلال)
۵ــ کتاب نقشه‌برداری کارگاهی (امامی ــ رستمی)
۶ــ روش‌های نوین نقشه‌برداری (ابن‌جلال)
۷ــ ژئودزی و کارتوگرافی ریاضی (امامی)
۸ــ دستگاه‌های پیشرفته نقشه‌برداری(جزییان)
۹ــ کتاب مساحی سال دوم هنرستان رشتهٔ نقشه‌برداری(متینی ــ سیّدحسینی ــ داورپناه)
۱۰ــ کتاب‌عملیات‌مساحی‌سال‌دوم‌هنرستان‌رشتهٔ‌نقشه‌برداری(متینی ــ سیّدحسینی ــ داورپناه)
۱۱ــ کتاب نقشه‌برداری ساختمان سال دوم هنرستان رشتهٔ ساختمان (مقرب نیا)
۱۲ــ کتاب‌کارگاه محاسبه و ترسیم (۲)سال‌سوم‌هنرستان‌رشتهٔ‌نقشه‌برداری (سلیم‌آبادی)
۱۳ــ دستورالعمل‌های همسان نقشه‌برداری جلد اول (سازمان نقشه‌برداری)
۱۴ــ دستورالعمل‌های همسان نقشه‌برداری جلد اول (سازمان نقشه‌برداری)
۱۵ــ سؤالات امتحانات نهایی هنرستان فنی و حرفه‌ای رشتهٔ نقشه‌برداری (۱۳۸۱ ــ ۱۳۹۰)