راهکار کلی : برای محاسبه فاصله افقی و اختلاف ارتفاع از دو رابطه زیر استفاده کنید :

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

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

البته همانطور که مشاهده می کنید در این مثال زاویه قائم قرائت شده زاویه زنیتی (سمت الرأسی) می‌باشد. اما در روابط بالا α زاویه شیب است. برای حل دو راهکار وجود دارد :

۱ــ زاویه شیب همه نقاط ۱ تا ۵ جدول فوق را از رابطه $\alpha = 90^\circ - Z$ بدست آورده و در روابط فوق جایگذاری کنید.

۲ــ همانطور که می‌دانید زاویه شیب و زنیتی متمم‌اند ($\alpha + Z = 90^\circ$) بنابراین داریم :

$$\sin z = \cos\alpha$$

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

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

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

روش حل :

$$Dh_1 = 100\times(1630-1370)\times(\sin 86^\circ 40')^2 = 25912mm = 25.912m$$

$$Dh_2 = 100\times(1562-1435)\times(\sin 98^\circ 31')^2 = 12421mm = 12.421m$$

و به همین ترتیب برای سایر نقاط

$$\Delta h_1 = 100\times(1630-1370)\times(\sin 86^\circ 40')\times(\cos 86^\circ 40')+1500-1500 = 1509mm = 1.51m$$

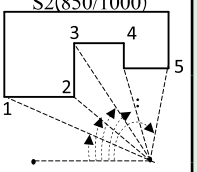
$$\Delta h_2 = 100\times(1562-1435)\times(\sin 98^\circ 31')\times(\cos 98^\circ 31')+1500-1500 = -1860mm = -1.86m$$

نام ایستگاه : S1(1000/1000) برگ قرائت تاکئومتری نوع و شماره تئودولیت : T-۱۶ ویلد

ارتفاع دستگاه : 1500 تاریخ : عامل :

نویسنده :

نقاط	تارهای استادیمتری			زاویه افقی	زاویه قائم	فاصله افقی (m)	اختلاف ارتفاع (m)	صفر صفر : S2(850/1000)
	تارپایین	تار وسط	تار بالا					
1	1370	1500	1630	27° 44′	86° 40′	25.91	1.51	
2	1435	1500	1562	67° 13′	98° 31′	12.42	−1.86	
3	1345	1500	1655	70° 48′	93° 18′	30.90	−1.78	
4	1485	1500	1715	79° 28′	90° 00′	23.00	0.00	
5	1460	1500	1740	127° 06′	90° 00′	28.00	0.00	



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.

(**نکته۱** : البته اگر این اعداد را به متر تبدیل کرده و در فرمول قرار دهید، محاسبات مستقیماً بر حسب متر به‌دست می‌آید.)

سؤال : با یک نگاه می‌توان فهمید که در روش تاکئومتری رابطه اختلاف ارتفاع در اصل همان رابطه $\Delta h = D_h \times \tan\alpha$ می‌باشد که قبلاً در کتاب مسّاحی با آن آشنا شدید. می‌دانید چطور؟

برداشت با توتال استیشن :

یک توتال استیشن تشکیل شده است از یک تئودولیت الکترونیکی و یک دستگاه اندازه‌گیری فاصله (EDM) که به صورت یکپارچه طوری ساخته شده که قسمت اُپتیکی(تلسکوپ) و فاصله‌یاب آن هم محور باشند. مهمترین مزیت توتال استیشن نسبت به زاویه‌یاب‌ها این است که این دستگاه علاوه

بر اندازه‌گیری زاویه افقی و قائم، قادر به اندازه‌گیری فاصله و همچنین محاسبه و ذخیره اتوماتیک مختصات نقاط برداشتی می‌باشد. که با اتصال این دستگاه به کامپیوتر به راحتی می‌توان اطلاعات ذخیره شده را به کامپیوتر منتقل کرد.

در توتال استیشن‌ها توابع و برنامه‌هایی برای انجام تعدادی از کارهای متداول نقشه‌برداری قرار داده شده است از جمله برنامه برداشت که کاربرد فراوانی در بین برنامه های توتال استیشن دارد. این برنامه معمولاً با نام های STN یا OCC یا Survey در منوی برنامه‌های توتال استیشن یافت می‌شود و از آن می‌توان در برداشت دکارتی و یا قطبی نقاط استفاده کرد.

مراحل برداشت با توتال استیشن به قرار زیر است :

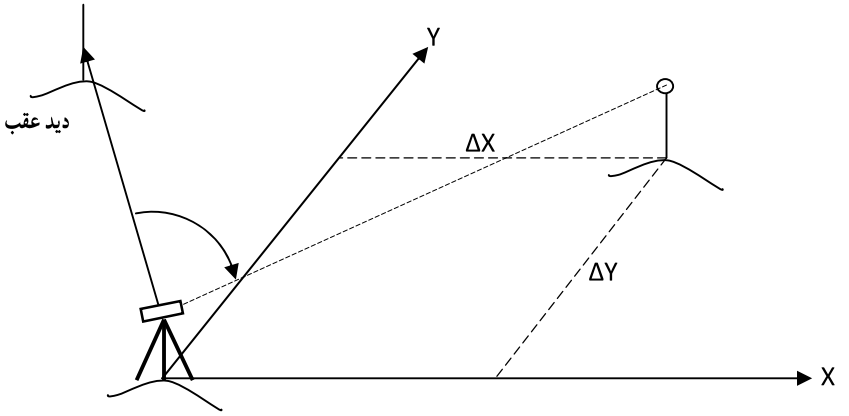
۱ــ استقرار دستگاه : در این مرحله دستگاه را روی یک نقطه ایستگاهی مستقر می‌کنیم، استقرار دستگاه توتال استیشن کاملاً شبیه دستگاه زاویه‌یاب است که در فصل زاویه‌یابی با آن آشنا شدید با این تفاوت که توتال استیشن‌ها معمولاً دارای کمپانساتور بوده که تراز دقیق را به‌طور اتوماتیک انجام داده و آن را حفظ می‌کند.

۲ــ توجیه دستگاه : توجیه در واقع معرفی یک سیستم مختصات به دستگاه می‌باشد. این سیستم مختصات در واقع همان سیستم مختصاتی است که مختصات نقاط استقرار و توجیه در آن معلوم است. بنابراین با انجام این عمل مختصات نقاط برداشتی هم در این سیستم مختصات محاسبه شده و به‌دست می‌آیند. در توتال استیشن توجیه معمولاً به دو صورت قابل انجام است :

الف) توجیه قطبی: در این روش بعد از معرفی مختصات ایستگاه استقرار به توتال، به یکی از نقاط ایستگاهی نشانه روی کرده و ژیزمان این امتداد معلوم را به دستگاه معرفی می‌کنیم.

ب) توجیه مختصاتی: در توجیه به روش مختصاتی بعد از معرفی مختصات ایستگاه استقرار و نشانه‌روی به یکی از نقاط ایستگاهی، مختصات این نقطه را به دستگاه معرفی می‌کنیم.

۳ــ برداشت جزئیات : پس از استقرار و توجیه دستگاه، برای برداشت کافی است به رفلکتور مستقر در نقاط نشانه روی کرده و با فشار دکمه برداشت در توتال استیشن، نقاط مورد نظر را برداشت کرد. در توتال استیشن‌های با قابلیت Reflectorless دیگر نیازی به رفلکتور نبوده و می‌توان عوارض موردنظر را مستقیماً با لیزر نشانه روی و برداشت نمود. توتال‌استیشن‌های مدرن‌تر امکان مشاهده هندسه نقاط برداشتی را بطور همزمان میسر می‌سازند که عملاً نیاز به ترسیم کروکی مرتفع شده و به علاوه کیفیت نقشه برداشتی از لحاظ سازگاری و کامل بودن نقاط بهبود می‌یابد.



شکل ۶ ــ ۹ ــ برداشت با توتال استیشن

بیشتر بدانیم

نقشه‌برداری و کمی خنده!!!

اولین توتال‌استیشن تمام اتوماتیک

برداشت با GPS : امروزه به‌کارگیری GPS در امور نقشه‌برداری کاربردهای زیادی پیدا نموده است. یکی از متداول‌ترین این کاربردها تعیین موقعیت ایستگاه‌های نقشه‌برداری است که به‌صورت اندازه‌گیری در موقعیت ثابت در یک فاصله زمانی مشخص انجام می‌شود و به آن حالت استاتیک گویند. امروزه توتال‌استیشن‌هایی بنام(TPS (Totalstation GPS با قابلیت نصب GPS روی آنها به بازار آمده‌اند که هر نقطه دلخواه را می‌توان به عنوان ایستگاه نقشه برداری با آنها به سرعت تعیین مختصات نمود.

شکل ۶ ــ ۱۰ ــ TPS

در کاربردهای ناوبری اندازه‌گیری بصورت 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. امروزه به‌کارگیری روش(real time kinematic) RTK یا کینماتیک GPS در عملیات برداشت جزئیات در حال توسعه می‌باشد. برای این منظور آنتن GPS روی شاخص نصب شده و نقشه‌بردار شاخص را در حد چند ثانیه تا حداکثر چند دقیقه روی نقطه موردنظر قرار داده و دکمه ثبت مختصات را می‌زند.

مختصات نقطه بلافاصله ذخیره شده و در صفحه نمایشگر نمایش می‌یابد. به این ترتیب عملیات نقشه‌برداری توسط یک نفر به‌طور همزمان انجام می‌گیرد.

نکته اساسی در اندازه‌گیری مختصات ایستگاهی یا برداشت جزئیات با GPS این است که برای دستیابی به دقت‌های موردنیاز در نقشه‌برداری، مشاهدات GPS باید به‌طور همزمان با مشاهدات یک ایستگاه ثابت معلوم دیگر در منطقه در شعاع چند کیلومتر به انجام برسد. بنابراین در نقشه‌برداری نیاز به دو گیرنده GPS داریم که یکی به عنوان گیرندهٔ ثابت روی نقطه معلوم قرار می‌گیرد (به‌نام Master) و دیگری به عنوان گیرندهٔ متحرک مورد استفاده در عملیات نقشه‌برداری روی توتال استیشن یا شاخص نصب می‌گردد (به‌نام Remote). معمولاً روی گیرنده متحرک چراغی وجود دارد که سه وضعیت قرمز، زرد و سبز دارد. در وضعیت قرمز، گیرنده هنوز توجیه نشده و امکان تعیین موقعیت با آن وجود ندارد. در این حالت ممکن است تعداد ماهواره‌ها کافی نباشد یا خطاهای

محیطی روی سیگنال‌های GPS بسیار زیاد باشد یا اینکه ارتباط گیرنده با ایستگاه مرجع قطع شده باشد. معمولاً برای خروج از این وضعیت باید گیرنده را در موقعیت معلوم قبلی قرار داد و مشاهده را تکرار نمود. در وضعیت زرد، گیرنده موقعیت نقطه را به‌دست آورده اما هنوز به دقت کافی نرسیده است و نیاز به حضور در محل و ثبت مشاهدات بیشتر دارد. در وضعیت سبز، گیرنده موقعیت نقطه را با دقت کافی بدست آورده و آماده برای حرکت به سمت نقطه بعدی است.

بیشتر بدانیم

تهیهٔ نقشه با GPS به روش RTK

برداشت با لیزر اسکنر زمینی : یکی از تجهیزات نوینی که در یک دهه اخیر در نقشه‌برداری زمینی مطرح و به‌کار گرفته شده‌است، دستگاه‌های لیزر اسکنر زمینی می‌باشد. 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 به‌خصوص در مناطق صعب العبور کوهستانی است. البته امروزه نوع خاصی از لیزر اسکنرهای زمینی بُرد کوتاه با دقت اندازه‌گیری بسیار بالا در حد چند ده میکرون نیز معرفی شده‌اند که کاربردهای صنعتی و پزشکی دارند.

شکل ۶ ــ ۱۱ــ لیزر اسکنر زمینی

بیشتر بدانیم

مشاهدات لیزر اسکنر به‌صورت موقعیت XYZ، شدت لیزر ثبت شده I و رنگ نقطه RGB (در صورت بکارگیری دوربین عکاسی) برای انبوه نقاط نامنظم بنام ابرنقاط (Point cloud) می باشد. این مشاهدات گاهی در قالب تصویری به‌نام تصویر بُرد (range image) ارائه می شود که در آن مقدار هر پیکسل تصویر مبین فاصله لیزر اسکنر تا عارضه می باشد. در مقابل می‌توان تصویر شدت (Intensity image) را داشت که در آن مقدار هر پیکسل تصویر مبین شدت لیزر ثبت شده از عارضه می باشد. همچنین در صورت بکارگیری دوربین عکاسی در لیزر اسکنر (بنام فتولیزر اسکنر)،

می‌توان تصویر سومی را از عوارض ایجاد نمود (Brightness image) که گاهی به آن تصاویر پانوراما نیز می‌گویند.

ابر نقاط　　تصویر

شکل ابر نقاط

ساختار لیزر اسکنرها از سه بخش تشکیل شده‌اند :

● طول‌یاب (range finder) که وظیفه اندازه‌گیری طول توسط لیزر با سرعت بالا (چند ده هزار نقطه در ثانیه) در یک امتداد مشخص را دارد. روش اندازه‌گیری طول همانند توتال استیشن و GPS روش شبه فاصله بوده و دقت آن در حد سانتی‌متر می باشد.

● اسکنر که وظیفه آن هدایت لیزر با سرعت و دقت بالا در امتدادهای مختلف می‌باشد. اسکنر معمولاً توسط یک آینه دوار پرتو لیزر را در راستای قائم جاروب می‌کند. پس از هر جاروب قائم، لیزر اسکنر حول محور قائم دستگاه چرخشی کوچک کرده و مجدداً عملیات فوق تکرار می‌شود تا محدوده تعریف شده افقی و قائم را به‌طور کامل جاروب نماید.

● نرم افزار پردازشی که عملیات کالیبراسیون، پیش پردازش و مدیریت مشاهدات لیزر اسکنر را انجام می‌دهد. پیش‌پردازش انجام عملیاتی مانند یکپارچه سازی ابر نقاط، کاهش نویز، سبک سازی داده‌ها، و تلفیق با مشاهدات تصویری است.

به این ترتیب ساختار لیزر اسکنرها همانند توتال استیشن است با این تفاوت که قراول‌روی به نقاط به‌صورت اتوماتیک، با سرعت بالا در حد چند دقیقه و به‌صورت گسسته با تراکم مشخص انجام می‌شود. از این‌رو امروزه توتال استیشن‌هایی با قابلیت عملکرد لیزر اسکنر (یعنی Reflectorless و دارای سروُموتور) به بازار عرضه شده‌اند که تنها ضعف آنها سرعت پایین و برد کم‌شان می‌باشد.

برای استقرار لیزر اسکنر حتماً نیاز به تراز کردن دستگاه نمی‌باشد. در عوض باید تعدادی تارگت در منطقه در فواصل و ارتفاع‌های مختلف قرار داد و در هر ایستگاه، مختصات این تارگت‌ها را با دقت بالایی توسط لیزر اسکنر اندازه‌گیری نمود. از این تارگت‌ها برای یکپارچه سازی ابر نقاط ایستگاه‌های مختلف با هم استفاده می‌شود. تعدادی از این تارگت‌ها (حداقل سه تارگت) نیز باید مختصات جهانی داشته باشند، تا بتوان مختصات ابرنقاط یکپارچه سازی شده را نسبت به سیستم مختصات جهانی توجیه نمود.

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. این امر پردازش ابر نقاط را با محدودیت‌هایی مواجه می‌سازد.

به‌طور کلی امروزه لیزر اسکنرها هزینه و وزن بالایی در حد چند ده کیلو داشته معمولاً آنها را باید به باطری خارجی (حتی موتور برق) و یک کامپیوتر صنعتی برای

کنترل دستگاه متصل نمود. از این‌رو به‌کارگیری آنها نیاز به تجربه و تیم کاری خاص خود را دارد. به هر حال در آینده این تجهیزات نوین سبک‌تر شده و در قالب تجهیزات استاندارد نقشه برداری با قیمت پایین‌تر و کارایی بالاتر عرضه خواهند شد.

برداشت با روش‌های ترکیبی : امروزه تعدد تجهیزات نقشه‌برداری موجب شده است که در کاربردهای مختلف، تلفیقی از روش‌ها و تجهیزات در عمل به‌کار گرفته شود. برای مثال برای برداشت محدوده املاک در سطح شهر، کافی است که در ابتدای هر کوچه مختصات یک ایستگاه زمینی با GPS به روش استاتیک اندازه‌گیری شود. سپس توتال استیشن روی این ایستگاه‌ها مستقر شده و مختصات نقاط شکست هر بلوک را اندازه گیری نماید. در مرحله سوم به روش مترکشی می‌توان با دقتی در حد چند سانتیمتر محدوده املاک مجاور در هر بلوک را از هم تفکیک نمود. به این روش بلوک گردشی نیز می‌گویند.

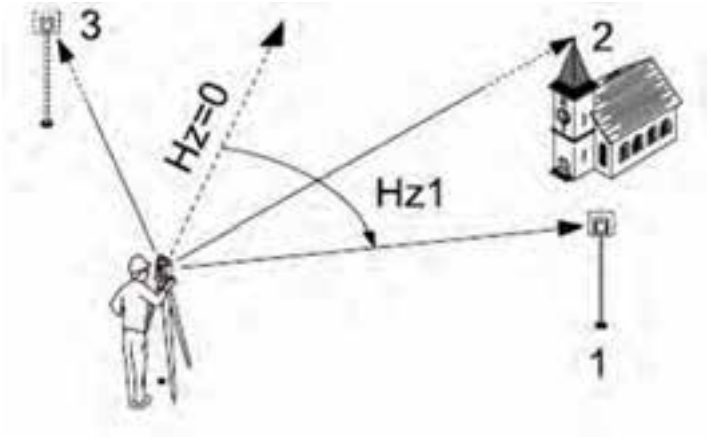
مثال دیگر تهیه نقشه از سایت‌های باستانی می‌باشد که در آن از GPS برای تعیین مختصات تعدادی ایستگاه BM استفاده می‌نمایند. در مرحله بعد بناهای تاریخی تارگت‌گذاری شده و با استقرار توتال استیشن روی BM های با مختصات معلوم، مختصات سه بعدی این تارگت‌ها را اندازه‌گیری می‌کنند. در مرحله بعد لیزر اسکنر را در محل‌های مناسبی قرار داده و سطح بناها و عوارض مجاور آنها و سطح زمین را اِسکَن کرده و از طریق تارگت‌ها ابر نقاط یکپارچه را به‌دست می‌آورند. نواحی غیر قابل دید و دسترس برای لیزر اسکنر را نیز با استفاده از روش‌های تکمیلی نقشه‌برداری مانند به‌کارگیری توتال‌استیشن یا انجام مترکشی تکمیل می‌نمایند.

مطالعه آزاد : برنامه‌های محاسباتی در توتال استیشن

به‌طور کلی یک توتال استیشن توابع محاسبه زاویه و فاصله را دارد، همچنین ریزپردازنده آن به گونه‌ای طراحی شده است که محاسبات مختصات و دیگر محاسبات را نیز انجام دهد. در این قسمت برخی از برنامه‌ها که در اکثر توتال استیشن‌ها کاربرد دارد، توضیح داده می‌شود.

۱ــ برنامه تصحیح طول مایل و محاسبه ارتفاع : یک توتال استیشن با استفاده از مشاهدات زمینی (فاصله مایل، زاویه قائم و زاویه افقی) فاصله افقی و فاصله قائم را محاسبه می‌کند. اگر ارتفاع نقطه استقرار و دستگاه و منشور را به توتال استیشن وارد کنید، ارتفاع نقطه برداشت شده بدست خواهد آمد. البته این برنامه حداقل امکاناتی است که اغلب توتال استیشن‌ها دارند.

۲ــ برنامه توجیه لمب افقی : توجیه لمب افقی را می‌توان با وارد کردن مختصات نقاط و یا با معرفی ژیزمان امتداد مبدأ مشخص نمود. برای این کار مختصات ایستگاه استقرار و ایستگاه مرجع را به دستگاه معرفی کرده و پس از نشانه‌روی به ایستگاه مرجع، دستگاه آزیموت یا ژیزمان امتداد را محاسبه کرده و به لمب افقی می‌بندند و بعد از آن دستگاه آماده برداشت مختصات نقاط و یا پیاده‌سازی نقاط خواهد بود .



در اکثر توتال‌ها توجیه لمب افقی را می‌توان به دو روش انجام داد :

الف) توجیه از طریق معرفی مختصات ایستگاه استقرار(OC) و ایستگاه مرجع (BS)

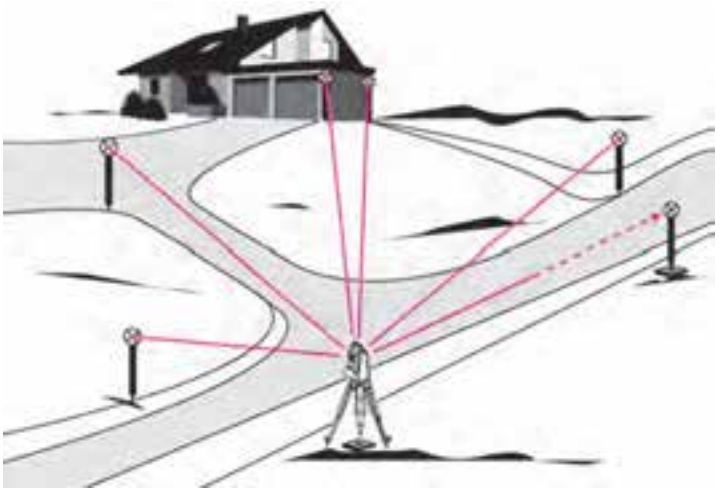
ب) توجیه از طریق معرفی آزیموت و یا ژیزمان امتداد صفر صفر.

۳ــ برنامه برداشت دکارتی(مختصاتی) و قطبی نقاط(SURVEY/OCC/STN) :

بعد از توجیه لمب افقی، یک دستگاه توتال استیشن به راحتی می‌تواند مختصات دیگر

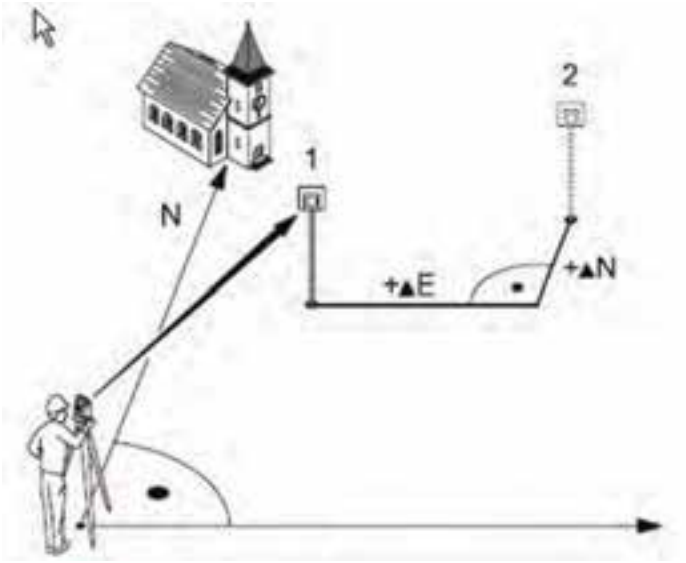
نقاط برداشتی را بدست آورد. به عبارتی اگر برای یک نقطه جدید زاویه لمب افقی و فاصله قرائت شود، مختصات نقطه محاسبه شده و در روی صفحه نمایش به عنوان مختصات این نقطه نمایش داده می‌شود.

همچنین اگر ارتفاع تصحیح شده نقطه استقرار و ارتفاع دستگاه و منشور را به دستگاه معرفی کنید، ارتفاع تصحیح شده نقطه جدید نیز محاسبه شده و نمایش داده می‌شود.

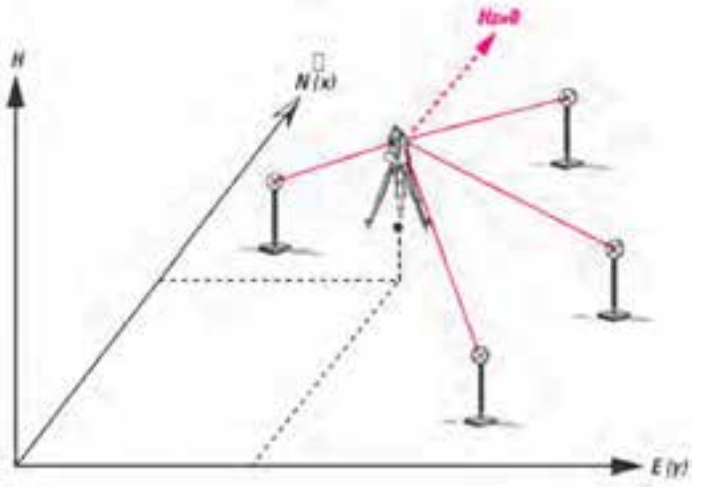


۴ــ پیاده کردن دکارتی و قطبی نقاط(Setting out/Layout) : مختصات نقاطی که باید پیاده شوند تحت یک فایل مختصاتی به حافظه توتال وارد کرده و پس از استقرار دستگاه و توجیه آن، برنامه پیاده کردن (S.O) فراخوانی شده و شماره نقاط طرح که قرار است پیاده شوند به دستگاه معرفی می‌شود. زمانی‌که این برنامه اجرا می‌شود دستگاه میزان اختلاف بین ژیزمان مشاهده شده و ژیزمان محاسبه شده را در صفحه نمایش نشان می‌دهد، در این حالت دوربین توسط عامل در جهتی دوران داده می‌شود که این اختلاف به صفر برسد، سپس رفلکتور در جهت امتداد دوربین هدایت می‌شود به عبارتی با این عمل رفلکتور در روی امتداد صحیح قرار می‌گیرد، سپس فاصله افقی رفلکتور تا دوربین اندازه‌گیری شده و اختلاف فاصله صحیح و مشاهده شده موجود در صفحه نمایش توتال استیشن نشان داده می‌شود، با حرکت دادن رفلکتور در امتداد دوربین و به سمت جلو و یا

عقب و اندازه‌گیری مجدد این مقدار صفر می شود. در این حالت محل نقطه برای میخکوبی معلوم است.

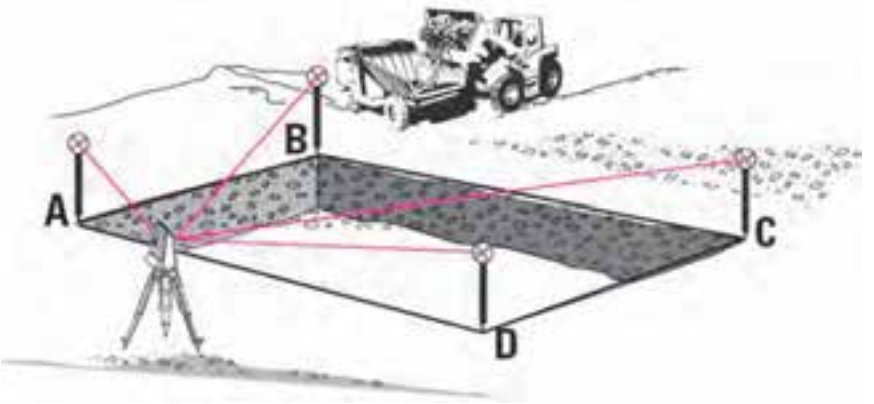


۵ــ ترفیع(Resection/Free station) : در ترفیع مختصات نقطه استقرار مجهول است و با نشانه روی به نقاط با مختصات معلوم و مشاهده زوایا (طول) و انجام یکسری محاسبات، مختصات نقطه مجهول بدست می‌آید.

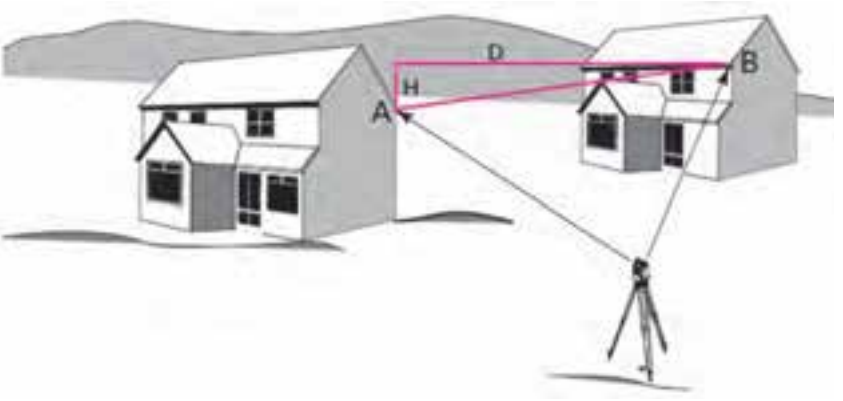


در برنامه ترفیع که در اکثر توتال استیشن‌ها وجود دارد، با اندازه‌گیری طول‌ها و یا زوایا از یک نقطه مجهول به نقاط معلوم مختصات آن نقطه محاسبه می‌شود. به عبارتی در این برنامه زاویه و طول مشاهده شده برای نقاط معلوم ــ که حداقل دو نقطه می‌باشد در یک فایل ذخیره شده و از آن برای اندازه‌گیری و محاسبه مختصات ایستگاه استقرار استفاده می شود. هنگام استفاده از این برنامه بعد از مشاهده نقاط معلوم، خطای باقیمانده در فاصله افقی و ارتفاعی در روی صفحه نمایش نشان داده می‌شود. یک گزینه نیز برای ثبت ایستگاه استقرار جدید وجود دارد.

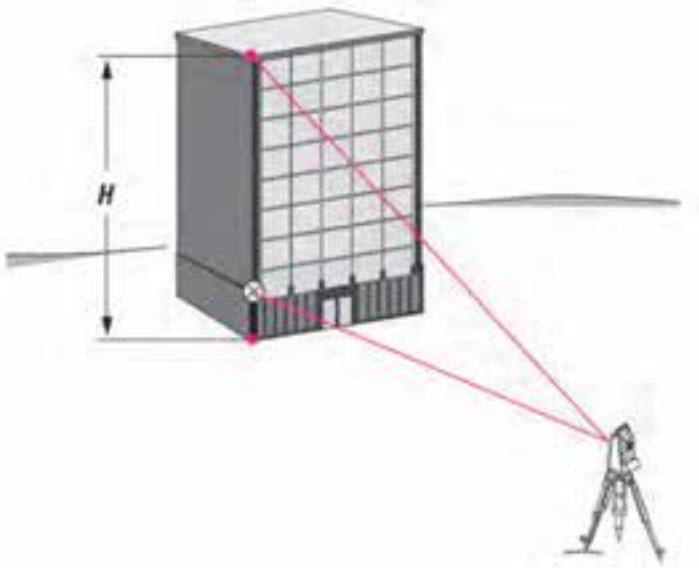
۶ــ برنامه مساحت(Area) :همانطور که از نام این برنامه پیداست برای محاسبه مساحت یک چند ضلعی بسته (پلیگون) به کار برده می‌شود. پس از وارد شدن به منوی این برنامه، به منشور مستقردر نقاط گوشه زمین مورد نظر نشانه روی کرده و دکمه ثبت را فشار دهید، پس از برداشت حداقل سه نقطه دستگاه از این به بعد مساحت زمین برای این نقاط را روی صفحه نمایش نشان می‌دهد تا زمانی که تمام نقاط رئوس زمین مورد نظر را به طور کامل برداشت کنید.



۷ــ اندازه‌گیری فاصله بین دو نقطه و اختلاف ارتفاع (RDM/MLM) :
این برنامه به توتال استیشن امکان تعیین فاصله افقی و اختلاف ارتفاع بین دو و یا چند نقطه را می‌دهد. برنامه MLM فاصله افقی و اختلاف ارتفاع بین نقاط برداشتی را از یک ایستگاه خارجی محاسبه می کند بنابراین از این برنامه بیشتر برای اندازه‌گیری محیط یک چند ضلعی و یا برداشت پروفیل طولی و عرضی استفاده می‌شود.



۸ــ اندازه‌گیری ارتفاع نقاط غیرقابل دسترس(REM/RH) : این برنامه امکان تعیین ارتفاع نقاط غیر قابل دسترس را که امکان استقرار رفلکتور روی آنها وجود ندارد، میسر می‌سازد. البته این نکته قابل ذکر است که اندازه‌گیری‌ها نسبت به امتداد شاغولی گذرنده از مرکز منشور انجام می‌شود، به عبارتی رفلکتور باید دقیقاً در امتداد شاغولی گذرنده از نقطه غیر قابل دسترس قرار داده شود تا ارتفاع نقطه موردنظر به طور صحیح اندازه‌گیری شود.



خلاصه فصل

● هنگامی که تهیه نقشه از منطقه‌ای با وسعت نسبتاً کم مورد نظر 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 نمی‌باشد.

● خطای برداشت نقاط به‌طور 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 تهیه 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 لیزراسکنر زمینی و روش‌های ترکیبی

● روشی که در آن به طور 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 :

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

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

● 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 نقشه‌برداری 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 نقشه‌برداری روی توتال استیشن یا شاخص (Remote).

● کاربرد لیزراسکنرهای زمینی در برداشت اشیا 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 به‌خصوص در مناطق صعب‌العبور کوهستانی می‌باشد.

خودآزمایی

سؤالات تشریحی

۱ــ انواع عوارض مسطحاتی و نحوهٔ برداشت آنها را بیان کنید.

۲ــ عوارض ارتفاعی را تعریف نمایید.

۳ــ مراحل کلی برداشت عوارض را نام ببرید.

۴ــ مراحل برداشت جزئیات به روش زمینی را بیان نمایید.

۵ــ روش تاکئومتری برای برداشت عوارض را تعریف نمایید.

۶ــ مراحل عمل در روش تاکئومتری با دستگاه‌های اپتیکی را شرح دهید.

۷ــ مراحل عمل در برداشت با توتال‌استیشن را شرح دهید.

۸ــ برداشت با GPS را شرح دهید.

۹ــ برداشت با دستگاه‌های لیزر اسکنر زمینی را شرح دهید و کاربرد این روش را بیان نمایید.

سؤالات چهارگزینه‌ای

۱۰ــ برای محاسبهٔ فاصله افقی و اختلاف ارتفاع بین ایستگاه استقرار و نقطه‌ای مشاهدات بدین ترتیب می‌باشد : تار بالا ۱۷۴۰، تار وسط ۱۶۰۰، ارتفاع دستگاه ۱/۵ متر، زاویه افقی ۱۲۷ درجه و زاویه قائم ۹۰ درجه. اختلاف ارتفاع کدام گزینه است؟

۱) ۱۰ ۲) ۰/۱۰ ۳) ۰/۱۰ – ۴) اطلاعات مسأله کافی نیست

۱۱ــ در عملیات تاکئومتری اگر ارتفاع دستگاه و قرائت تار وسط با هم برابر باشند، شیب امتداد بین ایستگاه و نقطه مشاهده شده کدام گزینه است؟

۱) سینوس زاویه شیب ۲) کسینوس زاویه شیب

۳) تانژانت زاویه شیب ۴) کتانژانت زاویه شیب

۱۲ــ در یک تاکئومتری اختلاف دو تار بالا و پایین ۲۵۱ میلی متر و زاویه قائم ۲ درجه و ۱ دقیقه و زاویه افقی ۱۲۱ درجه می‌باشد با فرض برابری تار وسط با ارتفاع دستگاه شیب امتداد ایستگاه تا نقطه چند درصد است؟

۱) ۴/۴۱ ۲) ۳/۵۲ ۳) ۷/۴۱ ۴) ۳/۹۵