بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلىٰ مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

نقشه‌برداری ساختمان

دانش‌چی
www.Daneshchi.iR

رشتهٔ ساختمان

گروه معماری و ساختمان

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: نقشه‌برداری ساختمان ـ ۲۱۲۳۹۶

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی وتألیف: محمداسماعیل خلیل ارجمندی، حسین دادور، مجید شجاعی‌اردکانی، محمدعلی فرزانه، محمدصالح لباف‌زاده و امیرحسین متینی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
ولی حسام‌پوررضوی، مهدی داورپناه،میثم رهنما،محمدمهدی سلطانی‌سروستانی، محمد سلیم‌آبادی و فرشاد سیدحسینی (اعضای گروه تألیف)

مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی: مهدی داورپناه (رسام)

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir

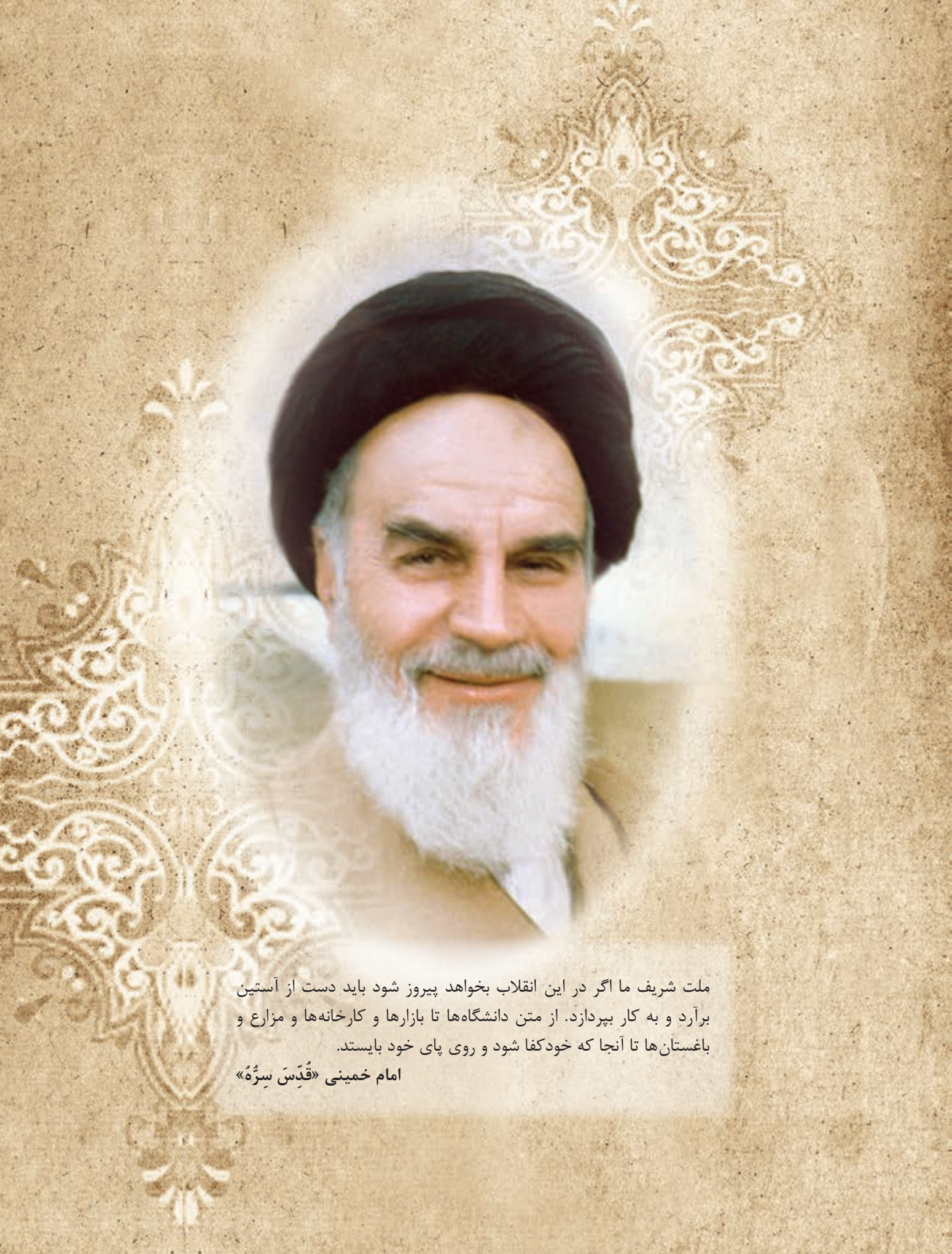
ناشر : شرکت‌چاپ‌ونشرکتاب‌های‌درسی ایران: تهران‌ـ‌کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)
تلفن :۵ ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵

چاپخانه: شرکت چاپ ونشر کتاب های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ پنجم ۱۴۰۱

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۸- ۳۱۱۹ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN 978 - 964 - 05 - 3119-8**



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

امام خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»

فهرست

پودمان اول – ترازیابی

- تعاریف اولیه ۲
- تجهیزات ترازیابی ۳
- اصول ترازیابی هندسی ۶
- ترازیابی تدریجی ۷
- محاسبات ترازیابی تدریجی در نرم‌افزار Excel ۱۰
- ترازیابی شعاعی ۱۲
- محاسبات ترازیابی شعاعی در نرم‌افزار Excel ۱۶
- انواع خطاهای ترازیابی ۱۷
- محاسبه و سرشکنی خطای ترازیابی در نرم‌افزار Excel ۲۳
- تسطیح زمین ۲۸
- پیاده‌کردن نقاط در ارتفاع مشخص با ترازیاب ۳۱
- ارزشیابی شایستگی ترازیابی ۳۴

پودمان دوم – تعیین موقعیت

- زاویه ۳۶
- واحدهای زاویه و اجزای آن ۳۸
- دوربین زاویه‌یاب (تئودلیت) ۳۹
- اندازه گیری زاویه با زاویه‌یاب ۴۱
- زاویه‌یابی در نرم‌افزار Excel ۴۴
- اندازه‌گیری زاویه افقی به روش کوپل ۴۶
- اندازه‌گیری زوایای چند ضلعی بسته و بررسی خطاها و سرشکنی آن ۵۰
- اندازه‌گیری طول به کمک زاویه‌یاب ۵۴
- اندازه‌گیری فاصله به کمک فاصله‌یاب الکترونیکی ۵۶
- دوربین توتال‌استیشن ۵۷
- ترسیم در نرم‌افزار AutoCAD ۵۹
- امتدادهای مبنا در نقشه‌برداری ۶۱
- روش‌های تعیین مختصات ایستگاهی ۶۶
- آشنایی با نرم‌افزار Civil3D ۷۹
- ارزشیابی شایستگی تعیین موقعیت ۸۸

پودمان سوم – برداشت

- کلیات ۹۰
- برداشت ۹۰
- انواع عوارض در تهیه نقشه ۹۱
- اصول برداشت ۹۱

- روش‌های برداشت عوارض ۹۶
- برداشت به روش تاکئومتری ۹۷
- تاکئومتری در نرم‌افزار Excel ۱۰۰
- عملیات زمینی تهیه نقشه از یک منطقه با زاویه‌یاب ۱۰۸
- برداشت اتوماتیک با توتال استیشن ۱۰۹
- عملیات زمینی تهیه نقشه از یک منطقه با توتال‌استیشن ۱۱۰
- انتقال مختصات قائم‌الزاویه‌ای نقاط به نرم‌افزار Civil3D و ترسیمات ساده ۱۱۱
- برداشت با GPS ۱۱۹
- برداشت با لیزر اسکنر زمینی ۱۲۰
- برداشت با پهباد ۱۲۰
- برداشت نقشه‌های توپوگرافی ۱۲۱
- تهیه نقشه اَزبیلت ۱۲۵
- ارزشیابی شایستگی برداشت ۱۲۶

پودمان چهارم – پیاده‌کردن و کنترل طرح

- اهمیت پیاده‌کردن صحیح طرح ۱۲۸
- اصول کلی پیاده‌کردن پلان‌های ساختمانی ۱۲۹
- پیاده‌کردن با وسایل ساده مساحی ۱۳۱
- پیاده‌کردن طرح به روش مشاهداتی ۱۳۲
- پیاده‌کردن طرح به روش مختصاتی ۱۳۳
- پیاده‌کردن امتداد شیب‌دار با دوربین نقشه‌برداری ۱۳۸
- کنترل امتداد شاقولی با دوربین نقشه‌برداری ۱۴۰
- تعیین کد ارتفاعی ۱۴۳
- ارزشیابی شایستگی پیاده‌کردن و کنترل طرح ۱۴۴

پودمان پنجم – شاخه‌های نقشه‌برداری

- نقشه‌برداری مسیر Route Surveying ۱۴۶
- نقشه‌برداری زیرزمینی Under Ground Surveying ۱۴۸
- نقشه‌برداری آب‌نگاری یا هیدروگرافی Hydrographic Surveying ۱۵۰
- نقشه‌برداری میکروژئودزی Micro-Geodesy ۱۵۱
- نقشه‌برداری ثبتی یا کاداستر Cadastral Surveying ۱۵۲
- ژئودزی Geodesy ۱۵۶
- سامانه موقعیت‌یاب جهانی (Global Positioning Systems) ۱۵۷
- فتوگرامتری و کاربردهای آن (Photogrammetry) ۱۷۱
- ارزشیابی شایستگی شاخه‌های نقشه‌برداری ۱۸۰
- منابع و مآخذ ۱۸۱

سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی بطور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱. شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی ترازیابی

۲. شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳. شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم افزارها

۴. شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس، پنجمین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته ساختمان در پایه ۱۲ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید تمام شایستگی‌های آموزش داده شده دراین کتاب را کسب و در فرآیند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی نقشه‌برداری ساختمان شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله‌کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی

پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر دریکی از پودمان ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی، شما امکان استفاده از سایر اجزاء بسته آموزشی که برای شما طراحی و تالیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی www.tvoccd.oerp.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه‌درسی رشته ساختمان طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال دوازدهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هریک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء بستهٔ آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته‌یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است،کارنامه صادر شده در سال تحصیلی قبل بر اساس نمره ۵ پودمان بوده است و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، می‌بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و دارای تأثیر زیادی است.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان «ترازیابی» که ابتدا روش‌های اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع نقاط آورده شده و در ادامه روش‌های کنترل صحت اندازه‌گیری و کاربردهای ترازیابی ذکر گردیده است.

پودمان دوم: عنوان «تعیین موقعیت» که در این پودمان با روش‌های اندازه‌گیری زاویه به کمک زاویه‌یاب‌ها و انجام محاسبات آن در نرم‌افزار Excel و اندازه‌گیری طول با استفاده از زاویه‌یاب و توتال‌استیشن آشنا شده و سپس با محاسبهٔ جهت امتدادها به تعیین مختصات به روش پیمایش می‌پردازد.

پودمان سوم: دارای عنوان «برداشت» بوده که در آن ابتدا با شناخت وسایل و اصول برداشت مسطحاتی و ارتفاعی به محاسبهٔ فواصل افقی و اختلاف ارتفاع به روش‌های دستی و نرم‌افزاری پرداخته و سپس عوارض را به کمک نرم‌افزار Civil۳D ترسیم می‌نمایند.

پودمان چهارم: «پیاده‌کردن و کنترل طرح»؛ در این پودمان اصول کلی پیاده‌کردن ساختمان مطرح شده و با روش‌های پیاده‌کردن نقاط به کمک وسایل ساده و توتال‌استیشن آشنا شده و نیز پیاده‌کردن و کنترل نقاط مسطحاتی و ارتفاعی عوارض آموخته می‌شود.

پودمان پنجم: با عنوان «شاخه‌های نقشه‌برداری» که در این پودمان هنرجویان با انواع رشته‌های نقشه‌برداری از جمله نقشه‌برداری مسیر، زیرزمینی، هیدروگرافی، ژئودزی، کاداستر و فتوگرامتری آشنا می‌شوند.

نظر به اینکه در این کتاب از نرم‌افزارهای ویژهٔ نقشه‌برداری مانند Civil3D استفاده شده و نیز مطالبی در مورد شاخه‌های تخصصی نقشه‌برداری ذکر گردیده است، اولویت تدریس این درس با هنرآموزان رشته نقشه‌برداری که دارای حداقل مدرک کارشناسی نقشه‌برداری هستند می‌باشد.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

پودمان ۱

ترازیابی

مقدمه

ترازیابی اصطلاحی است که برای فرایند اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع بین دو و یا چند نقطه به‌کار برده می‌شود. در مهندسی نقشه‌برداری، ترازیابی کاربردهای فراوانی دارد و در تمام مراحل تکمیل یک پروژه از نقشه‌برداری اولیه گرفته تا پیاده‌سازی نهایی قسمت‌های مختلف آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. از نمونه کاربردهای آن در پروژه‌های ساختمانی می‌توان به کنترل عملیات خاکی و پایش گودبرداری، پیاده‌سازی کف پروژه به منظور شروع ساخت، پیاده‌سازی و تراز ارتفاعی فونداسیون و صفحه ستون‌ها و کنترل ارتفاعی قسمت‌های مختلف ساختمان و ... می‌توان نام برد. در این فصل با اصول و روش‌های ترازیابی هندسی و تعدادی از کاربردهای آن آشنا می‌شوید.

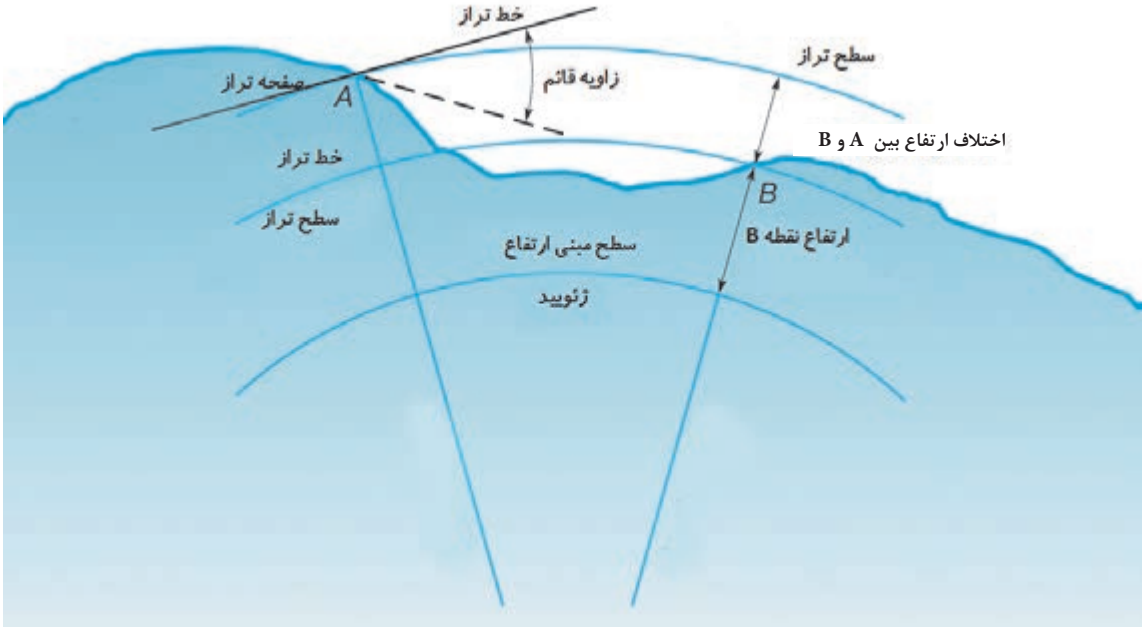
استاندارد عملکرد

انجام عملیات ترازیابی بین نقاط با استفاده از دوربین ترازیاب، سه‌پایه دوربین، شاخص(میر)، ترازنبشی و متر مطابق دستورالعمل انجام ترازیابی تدریجی درجه ۳ سازمان نقشه برداری (مجله شماره ۱۱۹)

تعاریف اولیه

۱- سطح تراز و خط تراز

سطحی که تمام نقاط واقع بر آن بر امتداد شاغولی عمود است. امتداد شاغولی همان جهتی است که نوک یک شاغول آویزان نشان می‌دهد.



۲- خط افقی

خطی است که در یک نقطه مشخص بر امتداد بردار گرانش عمود است. همان‌طور که در شکل بالا نشان داده شده است این خط در نقطه مورد نظر بر سطح تراز مماس می‌شود. انحنا یا کرویت عبارت است از اختلاف بین خط افقی و خط تراز.

۳- سطح مبنا

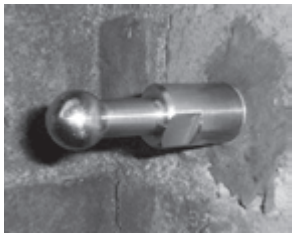
در عملیات ترازیابی، با انتخاب یک سطح تراز، ارتفاع همه نقاط نسبت به این سطح به‌دست آورده می‌شود. که به آن سطح مبنا گویند. این سطح هر سطح دلخواهی می‌تواند باشد ولی معمولاً متوسط سطح آب‌های آزاد به عنوان سطح مبنای ارتفاع در نظر گرفته می‌شود. بدیهی است ارتفاع تمام نقاط واقع بر این سطح صفر می‌باشد.

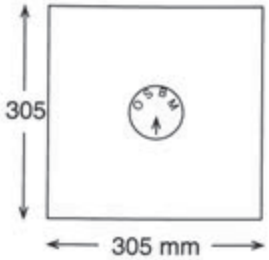
۴- ارتفاع نقطه

فاصله عمودی بین سطح تراز یک نقطه و سطح مبنای انتخابی را ارتفاع آن نقطه می‌گویند.

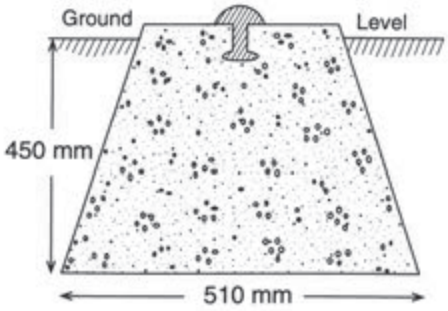
۵- بنچ مارک

نقاطی که ارتفاع آنها با استفاده از روش‌های دقیق ترازیابی از قبل مشخص شده است. انواع متداول این نقاط به منظور ماندگاری طولانی مدت معمولاً توسط میخکوبی در سطح زمین و یا حک شدن بر روی دیوار ساختمان‌ها، علامت‌گذاری می‌شوند.





Plan



Section

تجهیزات ترازیابی

برای انجام ترازیابی تجهیزات خاصی مورد نیاز است: ۱- دوربین ترازیاب ۲- شاخص (میر) ۲- سه‌پایه

۱- دوربین ترازیاب

از آن جهت به این دوربین ترازیاب گفته می‌شود که پس از استقرار آن در یک نقطه، محور دیدگانی آن به صورت کاملاً افقی قرار می‌گیرد.

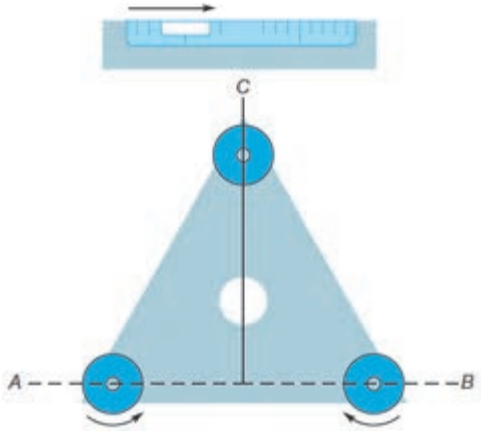
در دوربین ترازیاب دو محور به شرح زیر وجود دارد:

الف- محور دیدگانی دوربین: محوری است که محل تقاطع دو تار بلند رتیکول را به مرکز عدسی‌های شیئی و چشمی وصل می‌کند (در صورتی که دستگاه خطا نداشته و از تنظیم خارج نشده باشد). در غیراین‌صورت خطایی ایجاد می‌شود که آن‌را خطای کلیماسیون یا کجی محور دیدگانی می‌گویند.

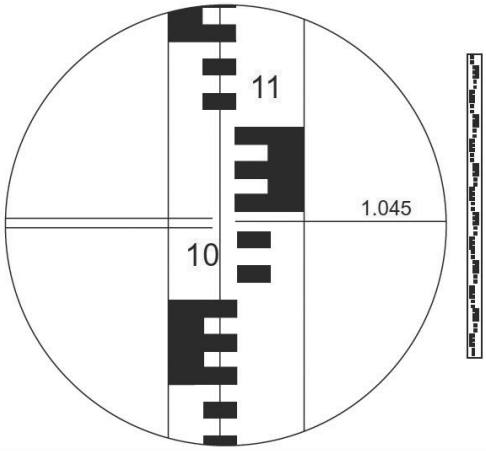
ب- محور اصلی دستگاه: محوری است که امتداد قائم را نشان می‌دهد؛ بنابراین وقتی که دستگاه تراز باشد، محور اصلی بر امتداد شاقولی منطبق است.

پس از نصب دستگاه ترازیاب روی سه‌پایه و استقرار آن روی زمین، ابتدا لازم است دوربین کاملاً تراز شود برای این منظور یک تراز کروی در بدنه دوربین تعبیه شده است که با استفاده از سه پیچ قسمت پایین دوربین قابل تنظیم است. اصل کلی که هنگام تراز کردن دوربین باید به‌یاد داشته باشید این است که حباب تراز به طرف هر کدام از پیچ‌ها که منحرف شده باشد لازم است آن پیچ را باز کنید تا آن سمت به سمت بالا حرکت کند. با این کار حباب تراز به سمت پیچ بعدی حرکت می‌کند و با تکرار این عمل بالاخره حباب تراز به مرکز هدایت شده و دوربین در وضعیت تراز قرار می‌گیرد. لازم است به منظور کنترل سالم بودن تراز، تلسکوپ دوربین را به آرامی بچرخانیم؛ تراز دوربین درحالت‌های مختلف نباید بهم بخورد.

پس از استقرار و تراز دستگاه، لازم است که ابتدا صفحه تارهای رتیکول کاملاً واضح و پررنگ دیده شود همان‌طور که در شکل دوربین ترازیاب نشان داده شد برای این منظور پیچی در قسمت چشمی تلسکوپ تعبیه شده که با چرخاندن آن می‌توان صفحه تارهای رتیکول را واضح کرد. بهتر است هنگام انجام این کار یک کاغذ سفید جلوی لنز دستگاه نگه داشته شود. هنگام نشانه‌روی به شاخص برای تنظیم وضوح (فوکوس) تصویر هم می‌توان از پیچ تنظیم فوکوس که در قسمت جانبی بدنه دوربین تعبیه شده استفاده کنید.



پس از واضح کردن صفحه تار رتیکول و فوکوس لنز دوربین با نگاه کردن به داخل چشمی تصویری شبیه به شکل روبه‌رو دیده می‌شود. صفحه تارهای رتیکول شامل یک تار عمودی و سه تار افقی است که هنگام نشانه‌روی به شاخص لازم است تار عمودی شاخص را از بالا تا پایین به دو نیم تقسیم کند، در این حالت تار افقی میانی (تار وسط) روی هر عددی قرار گرفت آن عدد خوانده و یادداشت می‌شود.



۲- شاخص(میر)

شاخص عبارت است از یک چوب مدرج شبیه به یک خط‌کش بلند که البته نوع فلزی آن هم موجود است. مطابق شکل روبه‌رو این خط‌کش بلند به تقسیمات سانتی‌متر مدرّج شده و برای سهولتِ خواندن آن، سانتی‌مترها غالباً یک درمیان به رنگ سفید و سیاه است و هر ده سانتی‌متر نیز با خطِ بزرگ‌تر یا با عدد نشان داده شده است. برای سهولت در جابجایی شاخص‌ها معمولاً به صورت چند تکه یک متری طراحی شده و توسط بست‌های فلزی به هم متصل می‌شوند به طوری که قابلیت تا شدن و یا جمع شدن به صورت کشویی را داراست. هنگام قرائت، شاخص باید در نقطه مورد نظر به صورت قائم نگه‌داشته شود، برای اینکار لازم است به وسیله یک تراز نبشی آن‌را تراز کرد. در شکل روبه‌رو یک تراز نبشی نشان داده شده است.

۳- سه پایه

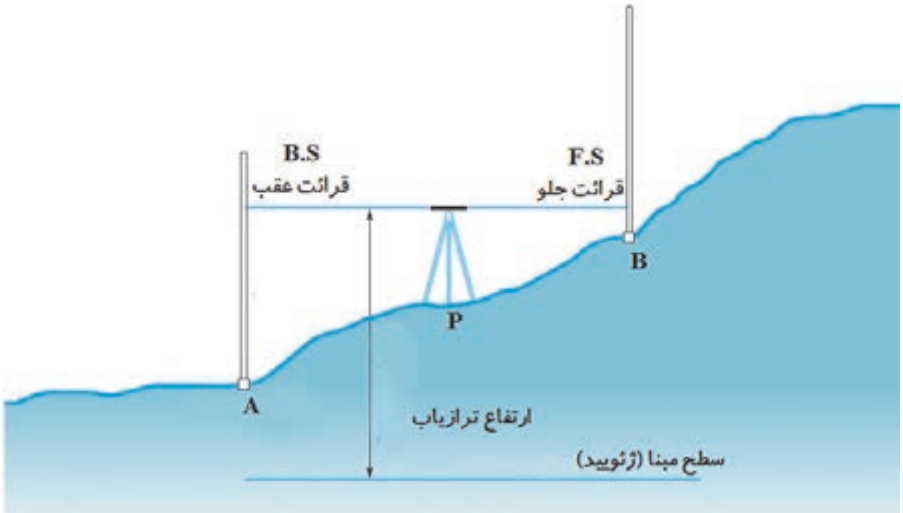
به منظور استقرار دوربین به صورت کاملاً شاغولی و بی‌حرکت از سه‌پایه استفاده می‌شود که انواع مختلف چوبی و آلومینیومی آن موجود است. مطابق شکل روبه‌رو در قسمت فوقانی سه پایه صفحه‌ای برای قرار گرفتن دوربین ترازیاب قرار دارد که در زیر آن یک پیچ جهت اتصال دوربین به سه پایه تعبیه شده است. به منظور تنظیم ارتفاع سه‌پایه پیچ‌هایی در قسمت میانی پایه‌ها تعبیه شده که می‌توان به صورت کشویی ارتفاع پایه‌ها را کم و زیاد کرد. در قسمت انتهای پایه‌ها پدال‌هایی وجود دارد که برای فروبردن نوک پایه‌ها در زمین از این پدال‌ها استفاده می‌شود. انتهای پایه‌ها هم به صورت نوک تیز طراحی می‌شود به طوری که به راحتی در زمین فرو رود.

فعالیت عملی ۱

آشنایی با اجزاء مختلف ابزار ترازیابی شامل ترازیاب، سه پایه و شاخص و نحوه استقرار صحیح ترازیاب و شاخص روی زمین و قرائت تار های رتیکول و ثبت صحیح اعداد روی شاخص و انجام مداوم استقرار دستگاه و قرائت شاخص و ثبت اعداد در مکان‌های مختلف

اصول ترازیابی هندسی

فرض کنید یک دوربین ترازیاب در نقطه P مطابق شکل زیر مستقر شده است. همچنین در دو نقطه A و B که تقریباً در فاصله مساوی با ترازیاب قرار دارند دو شاخص به صورت کاملاً قائم مستقر شده است. پس از قرائت تار وسط روی شاخص نقاط A و B اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A و B از رابطهٔ (۱) قابل محاسبه می‌باشد:



$$\Delta H_{AB} = B.S - F.S$$ رابطهٔ (۱)

که در این رابطه منظور از B.S قرائت رقم روی شاخص A و F.S قرائت روی شاخص B است.

بدیهی است که چنانچه ارتفاع یکی از نقاط A و یا B معلوم باشد می‌توان ارتفاع نقطه مجهول را با استفاده از رابطه (۲) محاسبه کرد:

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$ رابطهٔ (۲)

در این رابطه منظور از H_A و H_B ارتفاع نقاط A و B است.

مثال ۱

مطابق شکل بالا اگر قرائت شاخص در نقاط A و B به ترتیب برابر B.S =۱۲۹۰ و F.S=۱۸۷۳ باشد مطلوب است محاسبه اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A و B.

حل: مطابق رابطهٔ (۱) می‌توان نوشت:

$$\Delta H_{AB} = B.S - F.S$$

$$\Delta H_{AB} = ۱۲۹۰ - ۱۸۷۳ = -۵۸۳\ mm$$

مثال ۲

در مثال قبل اگر ارتفاع نقطه A برابر با ۱۲۰ متر باشد ارتفاع نقطه B را محاسبه کنید.

حل: مطابق رابطه (۲) می‌توان نوشت:

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$

$$H_B = ۱۲۰ + (\frac{-۵۸۳}{۱۰۰۰}) = ۱۱۹/۴۱۷\ m$$

بیشتر بدانیم

برای تعیین متوسط سطح آبهای آزاد لازم است سطح آب دریاها در مدت تقریبا ۱۹ سال مدام اندازه‌گیری شود.

فعالیت عملی ۲

انجام یک عملیات ترازیابی بین دو نقطه به صورت تکراری توسط تمام افراد گروه و ثبت مشاهدات و مقایسه نتایج

ترازیابی تدریجی

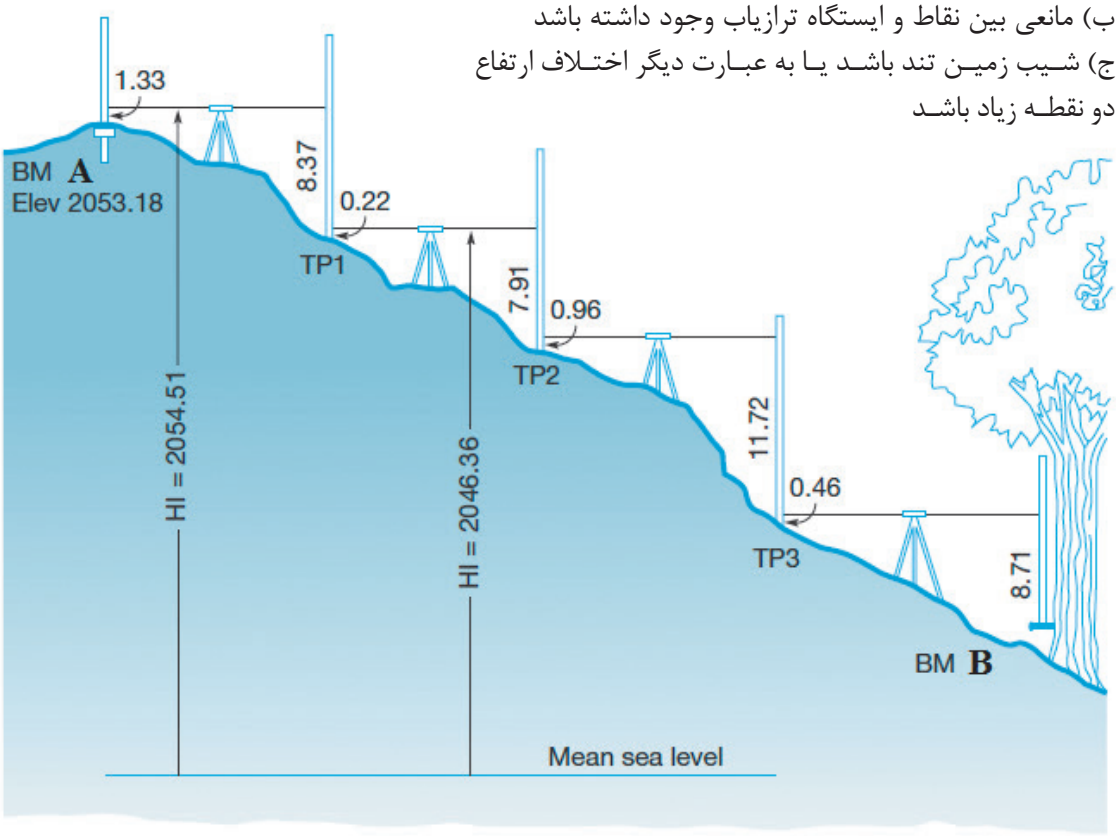
مطابق شکل زیر اگر دو نقطه‌ای که می‌خواهیم اختلاف ارتفاع آنها را به دست آوریم، از هم دور باشند یا شیبِ زمین زیاد باشد، و یا مانعی جلوی دید ترازیاب را بگیرد به طریقی که با یک بار استقرار ترازیاب پیداکردن اختلاف ارتفاع امکان‌پذیر نباشد از روش ترازیابی تدریجی استفاده می‌شود. در این روش مجبور خواهیم بود در طول مسیر از یک سری نقاط کمکی یا نقاط نشانه استفاده کنیم و در حقیقت چندین بار ایستگاه‌گذاری نمائیم.

بنابراین زمانی از ترازیابی تدریجی استفاده می گردد که:

الف) فاصلهٔ دو نقطه زیاد باشد

ب) مانعی بین نقاط و ایستگاه ترازیاب وجود داشته باشد

ج) شیب زمین تند باشد یا به عبارت دیگر اختلاف ارتفاع دو نقطه زیاد باشد



مطابق شکل ترازیابی تدریجی (شکل صفحهٔ قبل) برای تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطهٔ A و B طول مسیر حرکت ترازیابی به چند دهنهٔ دلخواه، متناسب با وضعیت منطقه، تقسیم می‌شود و اختلاف ارتفاع هر دهنه تعیین و نهایتاً با جمع جبری اختلاف ارتفاع دهنه‌ها، اختلاف ارتفاع دو نقطهٔ A و B تعیین می‌گردد. برای این منظور کافی است با قراردادن دستگاه بین هر دو نقطه و انجام قرائت‌های عقب و جلو، عملیات را از A به سمت B ادامه دهیم.

نکته

در مسیر حرکت ترازیابی معمولاً اولین قرائت را در هر دهنه قرائت عقب و دومین قرائت را قرائت جلو گویند و به ترتیب با B.S و F.S نمایش می‌دهند.

به مجموعهٔ یک یا چند دهنه، که بین دو ایستگاه ترازیابی قراردارد، قطعه می‌گویند پس در ابتدا و انتهای هر قطعهٔ ترازیابی نقاط ثابت ایستگاهی وجود دارد ولی در هر دهنه ممکن است نقاط ابتدا و انتهایی نقاط موقت باشند

به سادگی می‌توان نشان داد که اختلاف ارتفاع نقاط A و B از رابطه (۳) به‌دست می‌آید:

رابطهٔ (۳) $\Delta H_{AB} = \Sigma B.S - \Sigma F.S$

منظور از $\Sigma B.S$ جمع کل قرائت‌های عقب و منظور از $\Sigma F.S$ جمع کل قرائت‌های جلو می‌باشد. به منظور مرتب نوشتن اعدادی که می‌خوانیم مطابق شکل روبرو جدول سادهٔ زیر را ترسیم می‌کنیم و در هر ایستگاه یک قرائت عقب و یک قرائت جلو انجام می‌دهیم. سپس حاصل جمع قرائت‌های جلو از حاصل جمع قرائت‌های عقب کم می‌شود بدین ترتیب اختلاف ارتفاع نقطهٔ A و B به‌دست می‌آید.

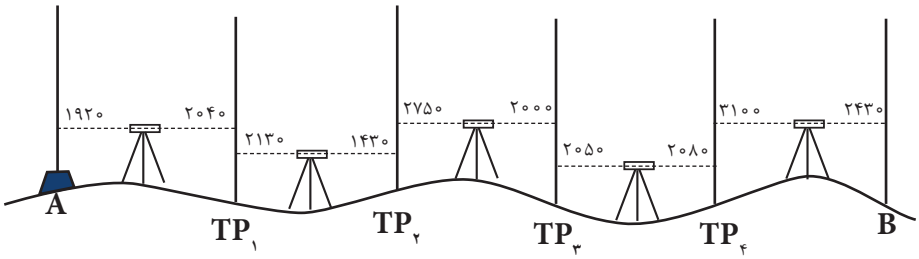
جدول ترازیابی تدریجی

Sta.	+ B.S.	H.I.	− F.S.	Elev.	Adj. Elev.
BM **A**	1.33			2053.18	2053.18
		2054.51		(−0.004)	
TP1	0.22		8.37	2046.14	2046.14
		2046.36	7.91 ~~8.91~~	(−0.008)	
TP2	0.96			2038.45	2038.44
		2039.41		(−0.012)	
TP3	0.46		11.72	2027.69	2027.68
		2028.15		(−0.016)	
BM **B**	11.95		8.71	2019.44	2019.42
		2031.39		(−0.022)	
TP4	12.55		2.61	2028.78	2028.76
		2041.33		(−0.026)	
TP5	12.77		0.68	2040.65	2040.62
		2053.42		(−0.030)	
BM **A**			0.21	2053.21	2053.18
Σ =	+40.24	Σ =	−40.21		

Page Check:
2053.18
+ 40.24
2093.42
− 40.21
2053.21 Check

مثال ۳

مطابق کروکی زیر یک ترازیابی تدریجی انجام شده است مطلوب است محاسبهٔ اختلاف ارتفاع دو نقطه A و B.



حل: برای محاسبهٔ ارتفاع سایر نقاط، اختلاف ارتفاع تک‌تک دهنه‌ها را جداگانه محاسبه کرده و با ارتفاع نقطهٔ قبل جمع جبری می‌کنیم تا ارتفاع نقطهٔ بعدی به‌دست آید مثلاً برای محاسبهٔ ارتفاع نقطهٔ TP۱ داریم:

$$\Delta H_{A,TP۱} = B.S_A - F.S_B$$

$$H_{TP۱} = H_A + \Delta H_{A,TP۱}$$

مرحلهٔ اول (ترسیم و تکمیل جدول)

مطابق شکل اعداد مندرج در کروکی را به‌ترتیب در جدول ترازیابی وارد می‌کنیم. همچنین ارتفاع نقطهٔ اول را که معلوم است در ردیف مربوط به آن می‌نویسیم.

نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
P	B.S	F.S	ΔH	H
A	۱۹۲۰	---		۱۶۵۰/۴۲۰
$TP_۱$	۲۱۳۰	۲۰۴۰	-۱۲۰	۱۶۵۰/۳۰۰
$TP_۲$	۲۷۵۰	۱۴۳۰	۷۰۰	۱۶۵۱/۰۰۰
$TP_۳$	۲۰۵۰	۲۰۰۰	۷۵۰	۱۶۵۱/۷۵۰
$TP_۴$	۳۱۰۰	۲۰۸۰	-۳۰	۱۶۵۱/۷۲۰
B	---	۲۴۳۰	۶۷۰	۱۶۵۲/۳۹۰
جمع	۱۱۹۵۰	۹۹۸۰		

مرحلهٔ دوم (محاسبهٔ اختلاف ارتفاع نقاط اول و آخر)

برای محاسبهٔ اختلاف ارتفاع (ΔH_{AB}) کافی است که جمع قرائت‌های عقب و جمع قرائت‌های جلو را محاسبه کرده و از رابطهٔ زیر استفاده کنیم:

ΔH_{AB} = جمع قرائت‌های عقب - جمع قرائت‌های جلو

$$= \Sigma B.S - \Sigma F.S = ۱۱۹۵۰ - ۹۹۸۰ = ۱۹۷۰ \text{ mm} = ۱/۹۷۰ \text{ m}$$

محاسبات ترازیابی تدریجی در نرم‌افزار Excel

با نرم‌افزار Excel در گذشته آشنا شده‌اید. در این بخش می‌خواهیم از آن برای انجام محاسبات تکراری مانند محاسبات ترازیابی استفاده کنیم.

مرحله اول - ورود اطلاعات مطابق جدول ترازیابی در نرم‌افزار Excel:

ابتدا مطابق جدول ترازیابی عناوین ستون‌ها را نوشته سپس نام نقاط و قرائت‌های عقب و جلو و نیز ارتفاع نقطه اول را وارد می‌نماییم.

	A	B	C	D	E
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	Δh	H
3	A	1536			100
4	B	2680	2654		
5	C	1618	2813		
6	D	3456	3218		
7	E		3614		
8					
9					

مرحله دوم - محاسبه ستون اختلاف ارتفاع (Δh):

می‌دانیم اختلاف ارتفاع از رابطه ($\Delta h = B.S - F.S$) محاسبه می‌شود برای مثال ($\Delta h_1 = ۱۵۳۶ - ۲۶۵۴ = -۱۱۱۸$) و ($\Delta h_2 = ۲۶۸۰ - ۲۸۱۳ = -۱۳۳$) و ... می‌شود. در نرم‌افزار Excel برای فرمول نویسی به جای عدد، نشانی خانه‌های مربوطه نوشته می‌شود مانند: در خانه D4 مقدار $B3 - C4 =$ نوشته می‌شود، باید توجه داشت اگر قبل از فرمول علامت (=) نوشته نشود محاسبه انجام نمی‌گیرد. (در نرم‌افزار Excel به‌جای تایپ نشانی خانه می‌توان پس از علامت مساوی روی خانهٔ مربوطه کلیک کرد)

	A	B	C	D	E
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	Δh	H
3	A	1536			100
4	B	2680	2654	=B3-C4	
5	C	1618	2813		
6	D	3456	3218		
7	E		3614		
8					
9					

در خانه‌های بعدی نیز باید فرمول‌های مشابه نوشته شود و یا به روش درج اتوماتیک فرمول قبلی در خانه‌های بعدی تا D7 کپی شود. در کپی کردن فرمول‌ها نشانی خانه‌ها به نسبت مکان کپی تغییر می‌کند. (روی خانه D7 دو بار کلیک کنید تا فرمول و خانه‌های آنرا مشاهده نمایید.)

	A	B	C	D	E
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	Δh	H
3	A	1536			100
4	B	2680	2654	-1118	
5	C	1618	2813		
6	D	3456	3218		
7	E		3614		
8					
9					

	A	B	C	D	E
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	Δh	H
3	A	1536			100
4	B	2680	2654	-1118	
5	C	1618	2813	-133	
6	D	3456	3218	-1600	
7	E		3614	-158	
8					
9					

	A	B	C	D	E
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	Δh	H
3	A	1536			100
4	B	2680	2654	-1118	=E3+D4/1000
5	C	1618	2813	-133	
6	D	3456	3218	-1600	
7	E		3614	-158	
8					
9					

مرحله سوم - محاسبه ارتفاع (H):

ارتفاع هر نقطه برابر است با (ارتفاع نقطه قبلی + اختلاف ارتفاع) و چون اختلاف ارتفاع برحسب میلی‌متر وارتفاع بر حسب متر است مقدار اختلاف ارتفاع را بر هزار تقسیم می‌کنیم تا بر حسب متر شود. ($H2 = H1 + \Delta H1/1000$ و $H3 = H2 + \Delta H2/1000$ و ...).

در نرم‌افزار Excel برای محاسبه ارتفاع مانند محاسبه اختلاف ارتفاع از نشانی خانه‌ها استفاده می‌نماییم. ($E4 = E3 + D4/1000$) سپس به روش درج اتوماتیک خانه E4 را تا E4 کپی می‌نماییم.

	A	B	C	D	E
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	Δh	H
3	A	1536			100
4	B	2680	2654	-1118	98.882
5	C	1618	2813	-133	
6	D	3456	3218	-1600	
7	E		3614	-158	
8					
9					

مرحله چهارم - کنترل محاسبات:

می‌دانیم اختلاف ارتفاع کلی یعنی اختلاف ارتفاع بین نقطه اول و آخر برابر است با تفاضل مجموع قرائت‌های جلو از قرائت‌های عقب ($\Delta h = \Sigma B.S - \Sigma F.S$) و اگر این اختلاف ارتفاع را با ارتفاع نقطه اول جمع کنیم باید ارتفاع نقطه آخر بدست آید. در نرم‌افزار Excel برای اینکه جمع ستون را محاسبه نماییم ابتدا این ستون‌ها را تا چند خانه بعد (مانند ردیف نهم) از آنها انتخاب کرده و سپس آیکن Σ را از ریبون Home کلیک می‌کنیم.

	A	B	C	D	E
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	Δh	H
3	A	1536			100
4	B	2680	2654	-1118	98.882
5	C	1618	2813	-133	98.749
6	D	3456	3218	-1600	97.149
7	E		3614	-158	96.991
8					
9					

برای تفاضل آنها در خانه D9 فرمول $B9 - C9 =$ را می‌نویسیم و در خانه E9 برای محاسبه ارتفاع نقطه آخر فرمول $E3 + D9/1000 =$ را نوشته و با مقدار خانه E7 که ارتفاع نقطه آخر است مقایسه می‌نماییم اگر با هم برابر بودند محاسبات صحیح انجام شده است.

	A	B	C
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو
2	P	B.S	F.S
3	A	1536	
4	B	2680	2654
5	C	1618	2813
6	D	3456	3218
7	E		3614
8			
9			

	A	B	C
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو
2	P	B.S	F.S
3	A	1536	
4	B	2680	2654
5	C	1618	2813
6	D	3456	3218
7	E		3614
8			
9		9290	12299

	A	B	C	D	E
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	Δh	H
3	A	1536			100
4	B	2680	2654	-1118	98.882
5	C	1618	2813	-133	98.749
6	D	3456	3218	-1600	97.149
7	E		3614	-158	96.991
8					
9		9290	12299	=B9-C9	

	A	B	C	D	E
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	Δh	H
3	A	1536			100
4	B	2680	2654	-1118	98.882
5	C	1618	2813	-133	98.749
6	D	3456	3218	-1600	97.149
7	E		3614	-158	96.991
8					
9		9290	12299	-3009	

	A	B	C	D	E
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	Δh	H
3	A	1536			100
4	B	2680	2654	-1118	98.882
5	C	1618	2813	-133	98.749
6	D	3456	3218	-1600	97.149
7	E		3614	-158	96.991
8					
9		9290	12299	-3009	=E3+D9/1000

	A	B	C	D	E
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	Δh	H
3	A	1536			100
4	B	2680	2654	-1118	98.882
5	C	1618	2813	-133	98.749
6	D	3456	3218	-1600	97.149
7	E		3614	-158	96.991
8					
9		9290	12299	-3009	96.991

فعالیت عملی ۳

انجام عملیات ترازیابی تدریجی در محوطه هنرستان، ثبت نتایج و کنترل خطای انسانی شامل خطای یادداشت برداری خطای شنیداری و نوشتاری در حین عملیات

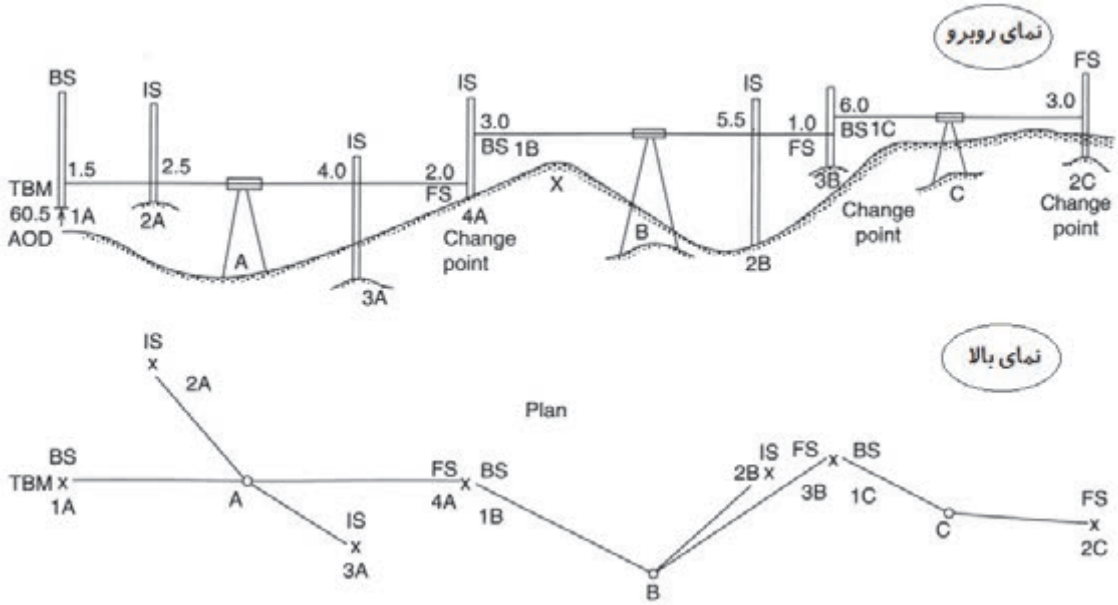
ترازیابی شعاعی

هرگاه فاصلهٔ نقاط به‌هم نزدیک باشد به طوری که بتوان از یک ایستگاه عدد مربوط به شاخص روی چند نقطه را خواند یا به عبارت دیگر با قراردادن ترازیاب در محل مناسب بتوان بیش از دو قرائت انجام داد. درجدول اولین قرائت را قرائت عقب و آخرین قرائت را قرائت جلو و بقیه را قرائت‌های وسط ثبت می‌کنیم. این نوع ترازیابی را ترازیابی شعاعی یا ترازیابی نقاط پراکنده گویند.

در مواقعی که نقاطی به صورت پراکنده قرار گرفته باشد، به طوری که بتوان از یک ایستگاه آنها را ترازیابی کرد، از این ترازیابی استفاده می‌شود.

همان‌طور که گفته شد، در ترازیابی شعاعی دستگاه ترازیاب را در محل مناسبی، که از آن محل بتوان بیش از دو قرائت انجام داد، قرار می‌دهیم. برای مثال در شکل(۱۲) دستگاه در نقطهٔ S مستقر شده است، به طوری که از آنجا شاخص در نقاط A و B و C و D دیده می‌شود.

چنان‌چه ارتفاع نقطهٔ اول معلوم باشد، در این نقطه قرائت عقب انجام می‌شود. در ادامهٔ کار با گرفتن شاخص بر روی نقاط بعد به ترتیب قرائت‌های تار وسط انجام می‌شود و در انتها شاخص را بر روی نقطهٔ آخر می‌گیریم و قرائت روی آن‌را قرائت جلو ثبت می‌نمائیم.



هرگاه اختلاف ارتفاع نقاط را با ΔH و قرائت عقب را با B.S و قرائت‌های وسط را با I.S و و قرائت جلو را با F.S نشان دهیم، داریم:

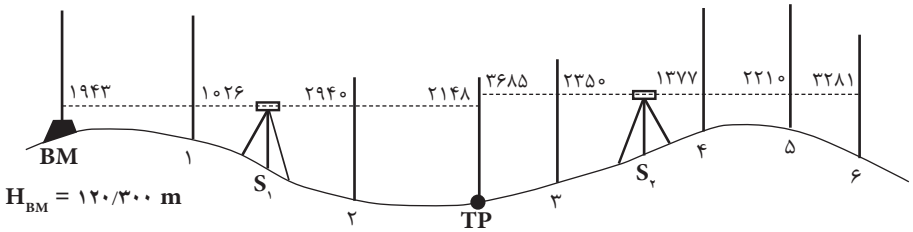
$$\Delta H_{1A,2A} = B.S_{1A} - I.S_{2A}$$
$$\Delta H_{1A,3A} = B.S_{1A} - I.S_{3A}$$
$$\Delta H_{1A,4A} = B.S_{1A} - I.S_{4A}$$

روشن است با داشتن اختلاف ارتفاع هر دو نقطه نسبت به هم و معلوم بودن ارتفاع یک نقطه از قبل مانند ۱A به‌راحتی ارتفاع بقیه نقاط محاسبه می‌شود، مثلاً:

$$H_{1A} = \text{معلوم}$$
$$H_{2A} = H_{1A} + \Delta H_{1A,2A}$$
$$H_{3A} = H_{1A} + \Delta H_{1A,3A}$$
$$H_{4A} = H_{1A} + \Delta H_{1A,4A}$$

مثال ۴

شکل زیر مربوط به کروکی یک عملیات ترازیابی به روش شعاعی است که قرائت اعداد روی شاخص مستقر در نقاط روی آن مشخص شده است. جدول ترازیابی را ترسیم کرده و با استفاده از آن ارتفاع نقاط را محاسبه کنید.



حل:

محاسبات در دهنهٔ اول ترازیابی:

$$\Delta H_{BM,۱} = ۱۹۴۳ - ۱۰۲۶ = ۹۱۷ \text{ mm} = ۰/۹۱۷ \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_{۱} = H_{BM} + \Delta H_{BM,۱} = ۱۲۰/۳۰۰ + ۰/۹۱۷ = ۱۲۱/۲۱۷ \text{ m}$$

$$\Delta H_{BM,۲} = ۱۹۴۳ - ۲۹۴۰ = -۹۹۷ \text{ mm} = -۰/۹۹۷ \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_{۲} = H_{BM} + \Delta H_{BM,۲} = ۱۲۰/۳۰۰ + (-۰/۹۹۷) = ۱۱۹/۳۰۳ \text{ m}$$

$$\Delta H_{BM,TP} = ۱۹۴۳ - ۲۱۴۸ = -۲۰۵ \text{ mm} = -۰/۲۰۵ \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_{TP} = H_{BM} + \Delta H_{BM,TP} = ۱۲۰/۳۰۰ + (-۰/۲۰۵) = ۱۲۰/۰۹۵ \text{ m}$$

محاسبات در دهنهٔ دوم ترازیابی:

$$\Delta H_{TP,۳} = ۳۶۸۵ - ۲۳۵۰ = ۱۳۳۵ \text{ mm} = ۱/۳۳۵ \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_{۳} = H_{TP} + \Delta H_{TP,۳} = ۱۲۰/۰۹۵ + ۱/۳۳۵ = ۱۲۱/۴۳۰ \text{ m}$$

$$\Delta H_{TP,۴} = ۳۶۸۵ - ۱۳۷۷ = ۲۳۰۸ \text{ mm} = ۲/۳۰۸ \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_{۴} = H_{TP} + \Delta H_{TP,۴} = ۱۲۰/۰۹۵ + ۲/۳۰۸ = ۱۲۲/۴۰۳ \text{ m}$$

$$\Delta H_{TP,۵} = ۳۶۸۵ - ۲۲۱۰ = ۱۴۷۵ \text{ mm} = ۱/۴۷۵ \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_{۵} = H_{TP} + \Delta H_{TP,۵} = ۱۲۰/۰۹۵ + ۱/۴۷۵ = ۱۲۱/۵۷۰ \text{ m}$$

$$\Delta H_{TP,۶} = ۳۶۸۵ - ۳۲۸۱ = ۴۰۴ \text{ mm} = ۰/۴۰۴ \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_{۶} = H_{TP} + \Delta H_{TP,۶} = ۱۲۰/۰۹۵ + ۰/۴۰۴ = ۱۲۰/۴۹۹ \text{ m}$$

نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
P	B.S	I.S	F.S	ΔH	H
BM	۱۹۴۳				۱۰۲/۳۰۰
۱		۱۰۲۶		۹۱۷	۱۰۳/۲۱۷
۲		۲۹۴۰		-۹۹۷	۱۰۱/۳۰۳
TP	۳۶۸۵		۲۱۴۸	-۲۰۵	۱۰۲/۰۹۵
۳		۲۳۵۰		۱۳۳۵	۱۰۳/۴۳۰
۴		۱۳۷۷		۲۳۰۸	۱۰۴/۴۰۳
۵		۲۲۱۰		۱۴۷۵	۱۰۳/۵۷۰
۶			۳۲۸۱	۲۰۴	۱۰۲/۹۹۹

فعالیت کلاسی ۱

یک ترازیابی بین نقاط M_1 و M_2 انجام شده است. ارتفاع نقطهٔ M_1 برابر ۱۷۴۹/۵۰ متر است. جدول ترازیابی را محاسبه کرده و ارتفاع نقاط را به‌دست آورید.

نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
P	B.S	I.S	F.S	ΔH	H
M_1	۲۲۰۴				
۱		۱۸۱۰			
۲		۲۳۸۰			
A	۳۱۱۵		۱۹۰۵		
۳		۳۲۶۳			
۴		۳۳۸۷			
B	۱۱۵۰		۲۹۰۶		
۵		۱۴۳۵			
۶		۱۳۰۷			
۷		۱۷۹۳			
M_2			۲۳۵۴		

محل انجام محاسبات:

محاسبات ترازیابی شعاعی در نرم‌افزار Excel

مرحله اول – ورود اطلاعات مطابق جدول ترازیابی در نرم‌افزار Excel:

ابتدا مطابق جدول ترازیابی شعاعی، عناوین ستون‌ها را نوشته سپس نام نقاط و قرائت‌های عقب، وسط، جلو و نیز ارتفاع نقطه اول را وارد می‌نماییم.

	A	B	C	D	E	F
1		نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	I.S	F.S	Δh	H
3	A	1852				100
4	B		1483			
5	C		1625			
6	D		2034			
7	E			1280		

مرحله دوم – محاسبه ستون اختلاف ارتفاع (Δh):

می‌دانیم در ترازیابی شعاعی برای محاسبه ستون اختلاف ارتفاع باید مقدار قرائت عقب منهای هر یک از قرائت‌های وسط و جلو شود مانند مثال:

$\Delta h1 = 1852 - 1483$ و $\Delta h2 = 1852 - 1625$ و ... $\Delta h5 = 1852 - 1280$ که در نرم‌افزار Excel درخانه‌های E4 و E5 و ... و E7 به صورت $= B3 - C4$ و $= B3 - C5$ و ... و $= B3 - D7$ نوشته می‌شود. برای حل جدول در ستون Δh می‌توان به طور جداگانه در هر خانه یک فرمول تایپ کرد ولی اگر بخواهیم از روش درج اتوماتیک استفاده کنیم چون در تمام فرمول‌ها خانه B3 ثابت است باید آنرا به صورت $B$3 تایپ نماییم ویا پس از نوشتن نشانی خانه کلید F4 را از صفحه کلید می‌زنیم و در خانه E7 نشانی C7 را به D7 تغییر دهیم.

(می توانید روی خانه E7 دو بار کلیک کرده سپس ماوس را روی محیط خانه C7 قرار داده و به خانه D7 منتقل نمایید.)

	A	B	C	D	E	F
1		نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	I.S	F.S	Δh	H
3	A	1852				100
4	B		1483			
5	C		1625			
6	D		2034			
7	E			1280		

	A	B	C	D	E	F
1		نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	I.S	F.S	Δh	H
3	A	1852				100
4	B		1483		=$B$3-C4	
5	C		1625			
6	D		2034			
7	E			1280		

	A	B	C	D	E	F
1		نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	I.S	F.S	Δh	H
3	A	1852				100
4	B		1483		369	
5	C		1625			
6	D		2034			
7	E			1280		

	A	B	C	D	E	F
1		نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	I.S	F.S	Δh	H
3	A	1852				100
4	B		1483		369	
5	C		1625		227	
6	D		2034		-182	
7	E			1280	1852	

	A	B	C	D	E	F
1		نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	I.S	F.S	Δh	H
3	A	1852				100
4	B		1483		369	
5	C		1625		227	
6	D		2034		-182	
7	E			1280	=$B$3-C7	
8						

	A	B	C	D	E	F
1		نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	I.S	F.S	Δh	H
3	A	1852				100
4	B		1483		369	
5	C		1625		227	
6	D		2034		-182	
7	E			1280	572	

نکته

نشانی نسبی و مطلق

در نرم‌افزار Excel به صورت پیش فرض هر نشانی خانه‌ای (مانند B3) که در یک فرمول نوشته می‌شود به صورت نسبی می‌باشد یعنی اگر خانه فرمول را در محل دیگری کپی نماییم نشانی خانه‌های موجود در فرمول نیز طبق محل جدید تغییر می‌کند، و در صورتی که بخواهیم نشانی خانه‌ها با کپی کردن خانه فرمول در دیگر خانه‌ها تغییر نکند نشانی را با استفاده از علامت $ می‌نویسیم، مانند $B$3 که به آن نشانی مطلق می‌گویند یعنی خانه ستون B سطر ۳ ثابت می‌شود وبا کپی خانه فرمول در خانه‌های دیگر این نشانی تغییر نمی‌کند.

مرحله سوم - محاسبه ارتفاع (H):

در ترازیابی شعاعی برای محاسبه ارتفاع باید مقدار ارتفاع نقطه اول را با هریک از اختلاف ارتفاع‌ها جمع کرد. بنابراین در فرمول ستون H مقدار خانه F3 را باید ثابت نماییم یعنی به صورت $F$3 بنویسیم. برای خانه F4 به صورت $F$3 + E4/1000 = نوشته شده و به روش درج اتوماتیک تا خانه F7 کپی کنیم.

	A	B	C	D	E	F	G
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	
2	P	B.S	I.S	F.S	Δh	H	
3	A	1852				100	
4	B		1483		369	=$F$3+E4/1000	
5	C		1625		227		
6	D		2034		-182		
7	E			1280	572		

	A	B	C	D	E	F
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	I.S	F.S	Δh	H
3	A	1852				100
4	B		1483		369	100.369
5	C		1625		227	
6	D		2034		-182	
7	E			1280	572	

	A	B	C	D	E	F
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	I.S	F.S	Δh	H
3	A	1852				100
4	B		1483		369	100.369
5	C		1625		227	100.227
6	D		2034		-182	99.818
7	E			1280	572	100.572

انواع خطاهای ترازیابی

برای کاهش خطاها باید آنها را از نظر منابع خطاها در ترازیابی مورد بررسی قرار داد. منابع ایجاد خطا در ترازیابی به سه دسته دستگاه، طبیعت و انسان تقسیم می‌شوند:

۱- خطاهای دستگاهی:

این خطاها در ترازیابی به خود دستگاه مربوط می‌شود و عواملی که باعث خطای دستگاهی می‌گردند عبارت‌اند از:

- تنظیم نبودن ترازهای کروی و استوانه‌ای
- واضح نبودن تصویر و تارهای رتیکول
- انحنا پیدا نمودن شاخص
- خطای ناشی از تقسیمات یا درجه‌بندی شاخص
- خطای ناشی از سالم نبودن سه‌پایهٔ دستگاه
- خطای کلیماسیون

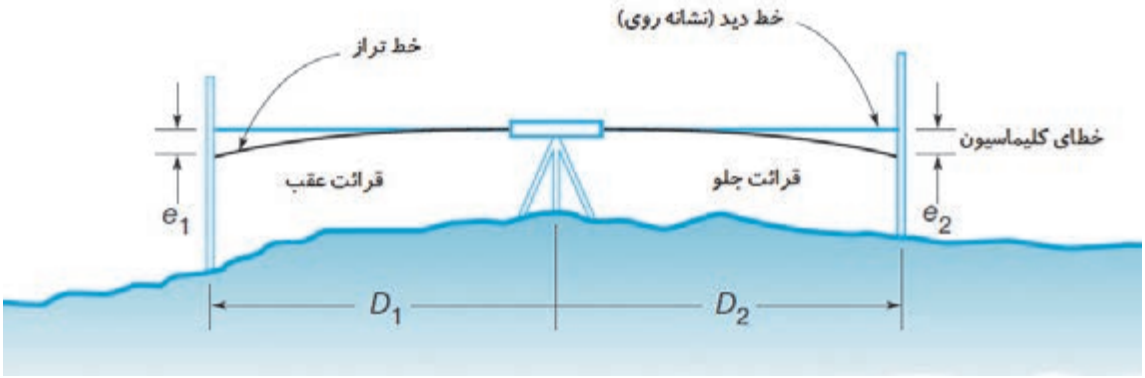
خطای کلیماسیون: هرگاه پس از تنظیم تراز دوربین ترازیاب، محور نشانه‌روی که به محور کلیماسیون معروف است در حالت افقی قرار نگیرد، می‌گویند دستگاه دارای خطای کلیماسیون است. در این وضعیت محور نشانه‌روی نسبت به امتداد افق دوربین، به اندازهٔ زاویهٔ α به سمت بالا و یا پایین انحراف دارد. بنابراین باید مقدار خطا را به‌دست آوریم و اختلاف ارتفاع تعیین شده را تصحیح نماییم. یا محور کلیماسیون را تنظیم نماییم تا اختلاف ارتفاعی که با دستگاه به‌دست می‌آید عاری از خطای کلیماسیون باشد.

معمولاً قبل از انجام کار ترازیابی باید دستگاه را کنترل نمود تا در صورت داشتن خطای کلیماسیون مقدار آن محاسبه گردد و در محاسبات بعدی منظور شود تا اختلاف ارتفاع تصحیح شده به‌دست آید. برای تصحیح این خطا دو روش به‌کار می‌رود:

روش دستگاهی: لازم است دوربین‌های نقشه‌برداری به صورت دوره‌ای مورد تنظیم و کالیبراسیون قرار گیرند چرا که در طول زمان و استفاده در پروژه‌های مختلف ممکن است تنظیمات آنها بهم خورده و باعث ایجاد خطاهای فاحش در اندازه‌گیری شوند. در این روش از دستگاهی به نام کلیماتور برای کنترل و حذف خطای کلیماسیون استفاده می‌شود و این کار باید در نمایندگی‌های مجاز تعمیر و کالیبراسیون دوربین‌های نقشه‌برداری انجام شود.

روش صحرایی:

مطابق شکل زیر اگر هنگام قرائت شاخص‌ها در یک دهنه ترازیابی، فاصلهٔ دستگاه ترازیاب از شاخص‌ها مساوی باشد عملاً خطای کلیماسیون در محاسبات حذف می‌گردد و اختلاف ارتفاع واقعی به‌دست می‌آید.



۲- خطای طبیعی:

انواع خطاهایی را که در ترازیابی از طبیعت ناشی می‌شود، خطاهای طبیعی می‌گوییم. بارزترین آنها در ترازیابی عبارت‌اند از:

الف) خطای کرویت زمین

ب) خطای شکست نور (انکسار)

مشابه روشی که برای حذف عملی خطای کلیماسیون در هنگام عملیات گفته شد، با قرار دادن دستگاه ترازیاب در فواصل مساوی نسبت به شاخص‌ها عملاً خطاهای کرویت و انکسار در محاسبات حذف می‌شود و اختلاف ارتفاع واقعی به‌دست می‌آید.

۲- خطاهای انسانی:

منبع اصلی این خطاها انسان است که معمولاً هنگام عملیات ترازیابی در اثر بی‌توجهی به اصول صحیح کار به‌وجود می‌آید، که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:

الف) دقیق تراز نکردن تراز کروی؛

ب) واضح و روشن نکردن تارهای رتیکول؛

ج) انحراف شاخص به جلو و یا عقب؛

د) انحراف شاخص به راست یا چپ؛

ه) خطای ناشی از ناپایدار بودن پایه‌های دوربین در زمین‌های نرم؛

و) خطای ناشی از قراردادن شاخص در محل‌های نشست پذیر؛

ز) انتخاب فاصلهٔ زیاد برای قرائت‌ها که متناسب با دقت دوربین نباشد.

کنترل و تصحیح خطای ترازیابی

عملیات ترازیابی در صورتی قابل کنترل است که علاوه بر معلوم‌بودن ارتفاع نقطهٔ اول، ارتفاع نقطهٔ آخر نیز معلوم باشد. به عبارتی زمانی می‌توان خطای ترازیابی را محاسبه نمود که ترازیابی بین دو نقطه با ارتفاع معلوم انجام شود. در این حالت خطای ترازیابی (e_L) عبارت‌است از:

$$e_L = H' - H$$

ارتفاع معلوم نقطهٔ آخر - ارتفاع به‌دست آمده برای نقطهٔ آخر= خطای ترازیابی

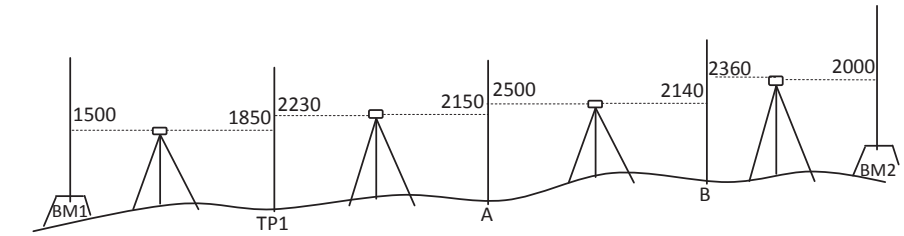
چنانچه خطای ترازیابی درمحدودهٔ مجاز باشد می‌توان آنرا بین دهنه‌ها سرشکن کرد و در این‌حالت ترازیابی قابل قبول می‌باشد. محدودهٔ مجاز خطای ترازیابی درجهٔ ۳ از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$e_{max} = \pm ۱۲\sqrt{k}$$

که در آن k طول مسیر ترازیابی بر حسب کیلومتر می‌باشد. مقدار تصحیح برای دهنهٔ اول ترازیابی از رابطهٔ $C = \frac{-e_L}{n}$ قابل محاسبه است که در آن n تعداد دهنه‌ها یا به عبارتی تعداد قرائت‌های عقب و یا جلو می‌باشد.

مثال ۵

شکل زیر یک ترازیابی تدریجی درجه سه بین دو بنچ‌مارک را نشان می‌دهد که به منظور تعیین ارتفاع نقاط A و B انجام گرفته است.



HBM1=1520.350

HBM2=1520.808

الف) اطلاعات لازم را از روی شکل در یک جدول ترازیابی وارد نموده و ارتفاع نقاط را محاسبه نمایید.
ب) در صورت امکان خطای ترازیابی را محاسبه نموده و ارتفاع تصحیح شده سایر نقاط را به‌دست آورید.(مسیر ترازیابی ۵۷۰ متر است)

راهکار کلی حل اینگونه مسائل:

با کمی دقت می‌بینیم که ترازیابی از یک بنچ‌مارک شروع شده و به بنچ‌مارکی دیگر بسته شده است. پس قابل کنترل بوده و می‌توان خطای بست ترازیابی را محاسبه نمود. یعنی داریم:

$$e_L = H' - H$$

ارتفاع معلوم نقطه آخر - ارتفاع بدست آمده برای نقطه آخر= خطای بست ترازیابی

بعد از محاسبهٔ خطای بست ترازیابی، با توجه به اینکه این ترازیابی از نوع درجه سه می‌باشد مقدار مجاز خطا را برای آن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آوریم:

$$e_{max} = \pm ۱۲\sqrt{k}$$

و درصورتی‌که خطای بست ترازیابی در محدودهٔ مجاز آن قرار دارد آنرا تصحیح می‌کنیم، مقدار تصحیح از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

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

که درنقطهٔ اول صفر بوده و برای نقاط دیگر مطابق روابط زیر به‌دست می‌آید:

$$C_۱ = ۰$$

$$C_۲ = (\frac{-e_L}{n}) \times ۱$$

$$C_۳ = (\frac{-e_L}{n}) \times ۲$$

...

$$C_i = (\frac{-e_L}{n}) \times (i-۱)$$

پس از محاسبه مقدار تصحیح برای همه نقاط، آنها را در ستون مربوط به خود در جدول ترازیابی وارد می‌کنیم. در پایان ارتفاع تصحیح شده نقاط را از رابطه ساده موجود ($H_C = H + C$) به‌دست آورده و ستون آخر را کامل می‌کنیم.

حل:

الف)

$$\Delta H_{BM_۱,TP_۱} = ۱۵۰۰ - ۱۸۵۰ = -۳۵۰$$

$$\Delta H_{TP_۱,A} = ۲۲۳۰ - ۲۱۵۰ = ۸۰$$

$$\Delta H_{A,B} = ۲۵۰۰ - ۲۱۴۰ = ۳۶۰$$

$$\Delta H_{B,BM_۲} = ۲۳۶۰ - ۲۰۰۰ = ۳۶۰$$

$$H_{TP_۱} = ۱۵۲۰/۳۵۰ + (-۰/۳۵۰) = ۱۵۲۰/۰۰۰$$

$$H_A = ۱۵۲۰/۰۰۰ + ۰/۰۸۰ = ۱۵۲۰/۰۸۰$$

$$H_B = ۱۵۲۰/۰۸۰ + ۰/۳۶۰ = ۱۵۲۰/۴۴۰$$

$$H_{BM_۲} = ۱۵۲۰/۴۴۰ + ۰/۳۶۰ = ۱۵۲۰/۸۰۰$$

نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح‌شده
P	B.S	F.S	ΔH	H	C	H_C
$BM_۱$	۱۵۰۰			۱۵۲۰/۳۵۰		۱۵۲۰/۳۵۰
$TP_۱$	۲۲۳۰	۱۸۵۰	-۳۵۰	۱۵۲۰/۰۰۰		
A	۲۵۰۰	۲۱۵۰	۸۰	۱۵۲۰/۰۸۰		
B	۲۳۶۰	۲۱۴۰	۳۶۰	۱۵۲۰/۴۴۰		
$BM_۲$		۲۰۰۰	۳۶۰	۱۵۲۰/۸۰۰		۱۵۲۰/۸۰۸

ب)

$$e_L = H' - H = ۱۵۲۰/۸۰۰ - ۱۵۲۰/۸۰۸ = -۰/۰۰۸\ m = -۸\ mm$$

$$C = \frac{-e_L}{n} = \frac{-(-۸)}{۴} = ۲\ mm$$

$$C_۱ = ۰$$

$$C_۲ = C \times ۱ = ۲ \times ۱ = +۲\ mm$$

$$C_۳ = C \times ۲ = ۲ \times ۲ = +۴\ mm$$

$$C_۴ = C \times ۳ = ۲ \times ۳ = +۶\ mm$$

$$C_۵ = C \times ۴ = ۲ \times ۴ = +۸\ mm$$

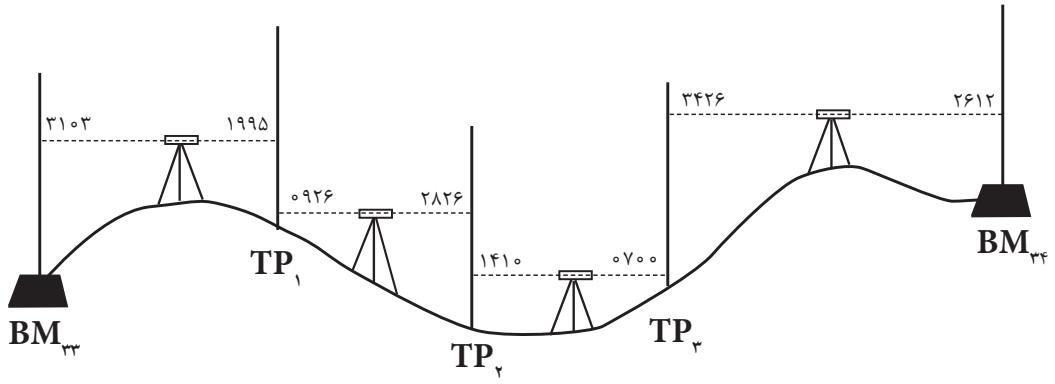
نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح‌شده
P	B.S	F.S	ΔH	H	C	H_C
$BM_۱$	۱۵۰۰			۱۵۲۰/۳۵۰	۰	۱۵۲۰/۳۵۰
$TP_۱$	۲۲۳۰	۱۸۵۰	-۳۵۰	۱۵۲۰/۰۰۰	+۲	۱۵۲۰/۰۰۲
A	۲۵۰۰	۲۱۵۰	۸۰	۱۵۲۰/۰۸۰	+۴	۱۵۲۰/۰۸۴
B	۲۳۶۰	۲۱۴۰	۳۶۰	۱۵۲۰/۴۴۰	+۶	۱۵۲۰/۴۴۶
$BM_۲$		۲۰۰۰	۳۶۰	۱۵۲۰/۸۰۰	+۸	۱۵۲۰/۸۰۸
Σ	۸۵۹۰	۸۱۴۰	۴۵۰			

فعالیت کلاسی ۲

مطابق شکل زیر عملیات ترازیابی تدریجی از بنچ‌مارک شمارهٔ ۳۳ تا بنچ‌مارک شمارهٔ ۳۴ انجام گرفته است. در صورتی که ارتفاع $BM_{۳۳}$ برابر ۷۵ متر و ارتفاع $BM_{۳۴}$ برابر ۷۵/۶۸۵ متر و طول مسیر ترازیابی شده و خطای کیلومتری به ترتیب ۲۵۰ متر و ۲۵ میلی‌متر باشد:

الف) جدول ترازیابی زیر را تکمیل کنید.

ب) ارتفاع کلیهٔ نقاط را به‌دست آورده و خطاها را سرشکن نمائید.



نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح‌شده
P	B.S	F.S	ΔH	H	C	H_C

محل انجام محاسبات:

محاسبه و سرشکنی خطای ترازیابی در نرم‌افزار Excel

با ذکر یک مثال، این مبحث را ادامه می‌دهیم.

مثال ۶

یک ترازیابی مطابق جدول زیر از BM_1 به ارتفاع ۱۰۰ متر تا BM_2 به ارتفاع ۱۰۳/۰۵۰ متر و به طول ۲۵۰ متر و با خطای کیلومتری ۲۵mm انجام شده است ، در صورت صحت عملیات، ارتفاع سرشکن‌شده (تصحیح شده) نقاط را محاسبه کنید.

	A	B	C	D	E	F	G
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
2	P	B.S	F.S	Δh	H	C	Hc
3	BM1	3100			100.000		100.000
4	1	2840	1210				
5	2	2210	1700				
6	3	1650	3040				
7	4	2520	1900				
8	BM2		1410				103.050

روش حل:

۱- بررسی مقدار خطا و صحت عملیات :

پس از وارد کردن اطلاعات در نرم‌افزار Excel مطابق جدول ترازیابی باید مقدار خطا را محاسبه نماییم به‌طور کلی مقدار خطای بست ترازیابی برابر است با تفاضل اختلاف ارتفاع محاسباتی (عملیاتی) با اختلاف ارتفاع واقعی بین دو نقطه اول و آخر و یا این خطا برابر است با تفاضل بین ارتفاع محاسباتی (عملیاتی) و ارتفاع واقعی نقطه آخر.

$$e_L = \Delta H_{\text{محاسباتی}} - \Delta H_{\text{واقعی}}$$

$$\Delta H_{\text{محاسباتی}} = \Sigma B.S - \Sigma F.S$$

$$\Delta H_{\text{واقعی}} = H_{\text{نقطهٔ آخر}} - H_{\text{نقطهٔ اول}}$$

نکته

از روابط بالا نتیجه می‌شود اگر در ترازیابی نقطه اول و آخر بر هم منطبق باشند یعنی ترازیابی از یک نقطه شروع و به همان نقطه ختم شده باشد مقدار $\{\Delta H_{\text{واقعی}} = H_{\text{نقطهٔ آخر}} - H_{\text{نقطهٔ اول}}\}$ برابر صفر خواهد شد. و در رابطه اول خواهیم داشت: $e_L = \Delta H_{\text{محاسباتی}} - \text{صفر} = \Sigma B.S - \Sigma F.S$

برای محاسبه در نرم‌افزار Excel همان گونه که در فصل قبل گفته شد برای محاسبه مجموع قرائت‌های عقب و جلو پس از انتخاب ستون‌ها آیکن Σ را کلیک می‌نماییم. (بهتر است ستون‌ها را تا دو یا سه ردیف پایین‌تر انتخاب نماییم تا قسمت محاسبات از جدول، فاصله‌ای داشته باشند و یا رنگ نوشته‌های قسمت پایین جدول را تغییر دهیم)

	A	B	C
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو
2	P	B.S	F.S
3	BM1	3100	
4	1	2840	1210
5	2	2210	1700
6	3	1650	3040
7	4	2520	1900
8	BM2		1410
9			
10	∑=		

Σ

	A	B	C
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو
2	P	B.S	F.S
3	BM1	3100	
4	1	2840	1210
5	2	2210	1700
6	3	1650	3040
7	4	2520	1900
8	BM2		1410
9			
10	∑=	12320	9260

برای محاسبه اختلاف ارتفاع محاسباتی در خانه D10 می‌نویسیم B10 - C10 = و برای محاسبه اختلاف ارتفاع واقعی در خانه E10 می‌نویسیم (G8 - G3)×1000 = و نیز برای محاسبه مقدار خطای بست ترازیابی در خانه B10 می‌نویسیم D10 - E10 =

10	∑=	12320	9260	=B10-C10

Δh(محاسباتی) =∑B.S-∑F.S

10	∑=	12320	9260	3060	=(G8-G3)*1000

Δh(واقعی) =H(نقطه آخر) -H(نقطه اول)

تبدیل به میلیمتر

10	∑=	12320	9260	3060	3050
11	e=	=D10-E10			

e_L = Δh (محاسباتی) -Δh (واقعی)

10	∑=	12320	9260	3060	3050
11	e=	10			

حداکثر خطای مجاز ترازیابی از رابطهٔ $e_{max} = ۱۲\sqrt{k}$ برای ترازیابی درجه ۳ که خطای مجاز کیلومتری ۱۲ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود، به‌دست می‌آید در این مثال چون خطای کیلومتری ۲۵ میلی‌متر است به جای ۱۲ عدد ۲۵ میلی‌متر را قرار می‌دهیم، در یکی از خانه‌ها مانند C11 می‌نویسیم 25×sqrt (0.250) = (تابع sqrt() در این نرم افزار به معنی جذر عدد داخل پرانتز است).

11	e=	10	e max =	=25*SQRT(0.25)	
10	∑=	12320	9260	3060	3020

11	e=	10	e max =	2.5	
10	∑=	12320	9260	3060	3020

از آن‌جا که قدر مطلق خطا از حداکثر خطای مجاز کمتر است پس صحت عملیات تایید می‌شود.

۲- محاسبه ستون‌های Δh و H:

محاسبه این دو ستون مانند فصل قبل انجام می‌شود.

مشاهده می‌شود اختلاف بین ارتفاع محاسباتی و ارتفاع واقعی نقطه آخر همان ۱۰ میلی‌متر یعنی خطای بست ترازیابی می‌باشد که باید آنرا سر شکن نمود. (اگر نیازی به بررسی صحت عملیات نباشد می‌توان ابتدا جدول را تا محاسبه ارتفاع محاسباتی حل کرده و سپس برای محاسبه خطا مقدار ارتفاع محاسباتی را منهای ارتفاع واقعی نقطه آخر نمود)

	A	B	C	D	E	F	G
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
2	P	B.S	F.S	Δh	H	C	Hc
3	BM1	3100			100.000		100.000
4	1	2840	1210	1890	101.890		
5	2	2210	1700	1140	103.030		
6	3	1650	3040	-830	102.200		
7	4	2520	1900	-250	101.950		
8	BM		1410	1110	103.060		103.050
9							
10	∑=	12320	9260	3060	3050		
11	e=	10	e max =	12.5			

ارتفاع محاسباتی

خطای بست

ارتفاع واقعی

سرشکنی خطا و محاسبه ارتفاع تصحیح شده:

مقدار تصحیح برای هر دهانه از رابطهٔ $C_i = \frac{-e_L}{n}$ محاسبه می‌شود. در مثال مقدار خطا در خانه B11 نوشته شده و تعداد دهانه‌ها ۵ است بنابراین در یکی از خانه‌ها مانند F11 می‌نویسیم $=-B11/5$ تا مقدار تصحیح محاسبه شود.

10	∑=	12320	9260	3060	3050	
11	e=	10	e max =	12.5	Ci=	=-B11/5

10	∑=	12320	9260	3060	3050	
11	e=	10	e max =	12.5	Ci=	-2

از آنجا که در سرشکنی خطا روی ارتفاع نقاط خطای هر دهانه به دهانه دیگر منتقل می‌شود، پس خطای هر دهانه نسبت به دهانه قبلی به اندازه C_i بیشتر است و چون ارتفاع نقطه اول نیز واقعی است مقدار تصحیح آن صفر می‌باشد در نتیجه در ستون تصحیح باید به ترتیب اعداد ۰ و ۲- و ۴- و ... را بنویسیم.

در نرم‌افزار Excel می‌توانیم در خانهٔ F3 عدد ۰ و در خانهٔ F4 فرمول $=F3-2$ و یا $=F3+\$F\$11$ را تایپ کرده و آنرا تا خانهٔ F8 کپی نماییم. (نوشتن نشانی F11 به صورت $F$11 آن خانه را ثابت کرده و در هنگام کپی کردن نشانی آن تغییر نمی‌کند)

	B	C	D	E	F	G
1	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
2	B.S	F.S	Δh	H	C	Hc
3	3100			100.000	0	100.000
4	2840	1210	1890		=F3+$F$11	
5	2210	1700	1140	103.030		
6	1650	3040	-830	102.200		
7	2520	1900	-250	101.950		
8		1410	1110	103.060		103.050
9						
10	12320	9260	3060	3050		
11	10	e max =	12.5		Ci=	-2

	B	C	D	E	F	G
1	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
2	B.S	F.S	Δh	H	C	Hc
3	3100			100.000	0	100.000
4	2840	1210	1890	101.890	-2	
5	2210	1700	1140	103.030		
6	1650	3040	-830	102.200		
7	2520	1900	-250	101.950		
8		1410	1110	103.060		103.050
9						
10	12320	9260	3060	3050		
11	10	e max =	12.5	Ci=	-2	

	B	C	D	E	F	G
1	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
2	B.S	F.S	Δh	H	C	Hc
3	3100			100.000	0	100.000
4	2840	1210	1890	101.890	-2	
5	2210	1700	1140	103.030	-4	
6	1650	3040	-830	102.200	-6	
7	2520	1900	-250	101.950	-8	
8		1410	1110	103.060	-10	103.050
9						
10	12320	9260	3060	3050		
11	10	e max =	12.5	Ci=	-2	

ارتفاع تصحیح شده هر نقطه برابراست با مجموع ارتفاع تصحیح نشده هر نقطه، با مقدار تصحیح آن.
در خانه G3 می‌نویسیم $=E3+F3/1000$ و سپس آنرا تا خانه G7 کپی می‌کنیم.

	A	B	C	D	E	F	G
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
2	P	B.S	F.S	Δh	H	C	Hc
3	BM1	3100			100.000	0	=E3+F3/1000
4	1	2840	1210	1890	101.890	-2	
5	2	2210	1700	1140	103.030	-4	
6	3	1650	3040	-830	102.200	-6	
7	4	2520	1900	-250	101.950	-8	
8	BM2		1410	1110	103.060	-10	103.050
9							
10	∑=	12320	9260	3060	3050		
11	e=	10	e max =	12.5	Ci=	-2	

	A	B	C	D	E	F	G
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
2	P	B.S	F.S	Δh	H	C	Hc
3	BM1	3100			100.000	0	100.000
4	1	2840	1210	1890	101.890	-2	
5	2	2210	1700	1140	103.030	-4	
6	3	1650	3040	-830	102.200	-6	
7	4	2520	1900	-250	101.950	-8	
8	BM2		1410	1110	103.060	-10	103.050
9							
10	∑=	12320	9260	3060	3050		
11	e=	10	e max =	12.5	Ci=	-2	

	A	B	C	D	E	F	G
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
2	P	B.S	F.S	Δh	H	C	Hc
3	BM1	3100			100.000	0	100.000
4	1	2840	1210	1890	101.890	-2	101.888
5	2	2210	1700	1140	103.030	-4	103.026
6	3	1650	3040	-830	102.200	-6	102.194
7	4	2520	1900	-250	101.950	-8	101.942
8	BM2		1410	1110	103.060	-10	103.050
9							
10	∑=	12320	9260	3060	3050		
11	e=	10	e max =	12.5	Ci=	-2	

نکته

در ترازیابی، بهتر است ارتفاع واقعی نقطه آخر در ستون ارتفاع تصحیح شده نوشته نشود ومحاسبه گردد، تا بتوان ارتفاع نقطه آخر را نیز کنترل نمود. برای این کار می‌توانید خانه G8 را جابه‌جا کرده و کپی ستون آخر را تا خانه G8 ادامه دهید. در صورتی‌که مقدار این خانه همان مقدار واقعی نقطه گردید محاسبات صحیح انجام شده است.

فعالیت عملی ۴

انجام عملیات ترازیابی تدریجی به صورت رفت و برگشت به منظور کنترل و محاسبه خطای ترازیابی

تسطیح زمین

تسطیح یک اصطلاح کلی است و به تمام عملیات هموار نمودن و شیب دادن زمین اطلاق می‌شود. به‌عبارت دیگر تسطیح‌کردن به عملیاتی گفته می‌شود که طی آن سطح طبیعی زمین به یک سطح صاف بدون شیب و یا با شیب ثابت تغییر می‌یابد. اما اغلب تسطیح زمین در کشاورزی به منظور ایجاد سطحی صاف با شیبی متناسب با روش آبیاری انجام می‌شود.

برای تسطیح ابتدا زمین مورد نظر شبکه‌بندی شده و ارتفاع نقاط شبکه به روش ترازیابی مستقیم و یا روش‌های دیگر به‌دست آورده می‌شود. پس از آن، طرح تسطیح توسط مهندسان مشاور طراحی می‌شود و سپس ارتفاع تک تک نقاط شبکه روی طرح محاسبه شده و با ارتفاع زمین موجود مقایسه می‌شود. به عبارتی عمق خاک در نقاط شبکه مشخص می‌شود و حجم عملیات خاکی (خاکبرداری و خاکریزی) محاسبه و هزینهٔ آن برآورد شده و در پایان، طرح به اجرا در می‌آید. پس به طورکلی تسطیح را می‌توان در چند مرحلهٔ زیر خلاصه کرد:

۱- شبکه بندی ۲- ترازیابی و محاسبات ۳- طراحی و محاسبات حجم عملیات خاکی۴- اجرای طرح و کنترل آن

۱- شبکه‌بندی

در این مرحله ابتدا سطح زمین به صورت اشکال هندسی قابل حل مانند مربع، مستطیل، مثلث و ذوزنقه تقسیم‌بندی شده و محل تقاطع اضلاع شبکه (نقاط گِرِهی) روی زمین علامت‌گذاری(میخکوبی) می‌شود. معمولاً اندازهٔ اضلاع شبکه تا حد ممکن نزدیک به‌هم انتخاب می‌شود. به‌طوری‌که بتوان سطح زمین بین دو خط مجاور در شبکه را به عنوان یک سطح مسطح در نظر گرفت. در عمل اضلاع شبکه را دو سانتی‌متر در مقیاس نقشه در نظر می‌گیرند مثلاً اگر مقیاس نقشه شبکه‌بندی مورد نظر ۱:۵۰۰ باشد باید اضلاع شبکه را ۱۰ متری در نظر گرفت.

۲- ترازیابی و محاسبات

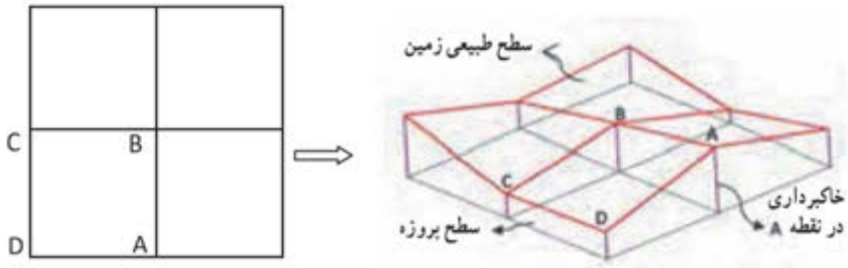
پس از آن با انجام ترازیابی مستقیم و به شیوه شعاعی ارتفاع نقاط شبکه محاسبه می‌شود.

۳- طراحی و محاسبه حجم عملیات خاکی

در صورتی‌که ارتفاع سطح پروژه H_P فرض شود، از تفاضل ارتفاع هر نقطه شبکه نسبت به ارتفاع پروژه، عمق خاک در آن نقطه مشخص می‌شود. بدیهی است ، در صورتی که عمق خاک(h_i) مثبت باشد نشانهٔ خاک‌برداری و اگر h_i منفی باشد نشانه خاک‌ریزی در آن نقطه است. پس از تعیین عمق خاک در گوشهٔ مربع‌های شبکه، حجم عملیات خاکی برای هر مربع با محاسبه مساحت آن مربع ضربدر میانگین عمق خاک در چهار گوشهٔ مربع به‌دست می‌آید:

$$V_{abcd} = \frac{A \times (h_a + h_b + h_c + h_d)}{۴}$$

در رابطهٔ بالا منظور از A مساحت و V حجم است.



با کمی دقت در شکل بالا ملاحظه می‌شود که هر یک از مربع‌های شبکه یک منشور است که قاعدهٔ بالایی آن سطحِ طبیعی زمین و قاعدهٔ پایینی آن سطحِ پروژه می‌باشد که این دو سطح با هم موازی نبوده و اختلاف ارتفاع رئوسِ آن نسبت به سطح پروژه، ارتفاع‌های چهارگانهٔ منشور را تشکیل می‌دهد که همان عمق خاک در این نقاط می‌باشد. بنابراین برای محاسبه حجم کل می‌توان حجم هر یک از مربع‌های شبکه را جداگانه محاسبه کرده و آنها را با هم جمع کرد. و چنانچه شکل زمین به‌صورتی باشد که در مرزها قطعات مثلثی و ذوزنقه‌ای شکل باقی می‌ماند باید حجم آنها را جداگانه محاسبه کرده و با حجم مربع‌ها جمع نمود.

برای ساده‌کردن محاسبه و جلوگیری از تکرار محاسبات می‌توان حجم قسمت‌های مربع شکل را از رابطهٔ زیر به‌دست آورد:

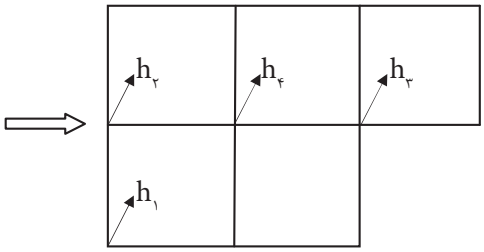
$$V = \frac{A \times (\Sigma h_۱ + ۲\Sigma h_۲ + ۳\Sigma h_۳ + ۴\Sigma h_۴)}{۴}$$

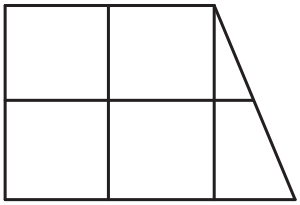
$\Sigma h_۱$ = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در یک مربع مشترک‌اند.

$\Sigma h_۲$ = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در دو مربع مشترک‌اند.

$\Sigma h_۳$ = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در سه مربع مشترک‌اند.

$\Sigma h_۴$ = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در چهار مربع مشترک‌اند.





و در صورتی‌که شکل زمین شبکه‌بندی شده، علاوه بر مربع‌ها دارای اشکال مثلث و ذوزنقه‌ای نیز باشد، باید حجم این قسمت‌ها را جداگانه محاسبه کرده و با حاصلِ حجم مربع‌ها جمع نمود. به عبارتی حجم کل از رابطهٔ تعمیم یافتهٔ زیر قابل محاسبه می‌باشد:

$$V = \frac{A \times (\Sigma h_۱ + ۲\Sigma h_۲ + ۳\Sigma h_۳ + ۴\Sigma h_۴)}{۴} + \Sigma R$$

$\Sigma h_۱$ = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در یک مربع مشترک‌اند.

$\Sigma h_۲$ = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در دو مربع مشترک‌اند.

$\Sigma h_۳$ = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در سه مربع مشترک‌اند.

$\Sigma h_۴$ = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در چهار مربع مشترک‌اند.

ΣR = مجموع حجم‌های اشکال مثلثی و ذوزنقه‌ای شکل.

$$V_{\text{مثلث}} = \frac{A \times (h_۱ + h_۲ + h_۳)}{۳}$$

$$V_{\text{ذوزنقه}} = \frac{A \times (h_۱ + h_۲ + h_۳ + h_۴)}{۴}$$

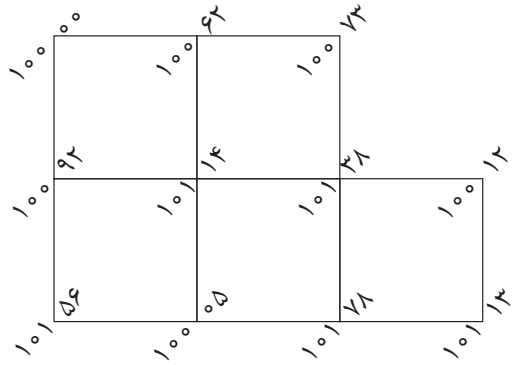
که در این حالت ابتدا مساحت هر مثلث و یا ذوزنقه را از روی اضلاع زمینی دقیقاً محاسبه نموده و در روابط بالا قرار داد.

مثال ۷

شبکه ارتفاعی مربعی شکل قطعه زمینی به ابعاد ۲۰ متر داده شده است مطلوب است

الف) رسم شبکه با مقیاس ۱/۱۰۰۰

ب) محاسبه حجم عملیات خاکی در صورتیکه ارتفاع پروژه ۹۵ متر باشد.



روش حل قسمت الف:

برای ترسیم شبکه با توجه به مقیاس داده‌شده که برابر ۱:۱۰۰۰ است باید طول‌ها را جداگانه به مقیاس برده و بر روی کاغذ ترسیم کنیم. در اینجا هر یک متر روی زمین برابر یک سانتی‌متر روی نقشه می‌باشد. بنابراین با کمک خط‌کش و گونیا یک مستطیل ۴×۶ سانتی‌متری ترسیم کرده و هر کدام از اضلاع را به طول‌های ۲ سانتی‌متری تقسیم می‌کنیم. به این ترتیب ۶ مربع ۲×۲ سانتی‌متری ترسیم می‌شود. سپس مربع بالا سمت راست را پاک کرده تا شبکهٔ مورد نظر حاصل شود.باید توجه داشت برای نوشتن اعداد ارتفاع روی شبکه پس از محاسبهٔ هر یک از اعداد ارتفاع از روی جدول با توجه به کروکی که سرِ زمین تهیه کرده‌ایم آنها را در جای خود به نحوی که گفته شد یادداشت می‌کنیم.

روش حل قسمت ب:

$H_۱ = ۱۰۰/۰۰ - ۹۵ = ۵/۰۰ \rightarrow h_۱$

$H_۲ = ۱۰۰/۶۲ - ۹۵ = ۵/۶۲ \rightarrow h_۲$

$H_۳ = ۱۰۰/۷۳ - ۹۵ = ۵/۷۳ \rightarrow h_۱$

$H_۴ = ۱۰۰/۹۲ - ۹۵ = ۵/۹۲ \rightarrow h_۲$

$H_۵ = ۱۰۱/۱۴ - ۹۵ = ۶/۱۴ \rightarrow h_۴$

$H_۶ = ۱۰۱/۳۸ - ۹۵ = ۶/۳۸ \rightarrow h_۳$

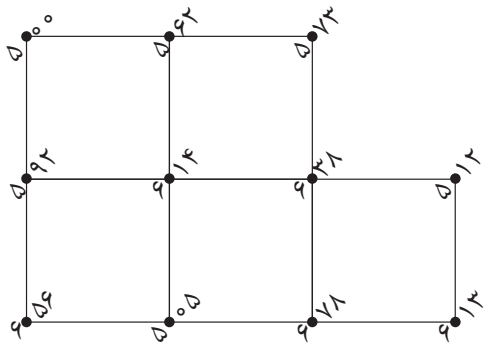
$H_۷ = ۱۰۰/۱۲ - ۹۵ = ۵/۱۲ \rightarrow h_۱$

$H_۸ = ۱۰۱/۵۶ - ۹۵ = ۶/۵۶ \rightarrow h_۱$

$H_۹ = ۱۰۰/۰۵ - ۹۵ = ۵/۰۵ \rightarrow h_۲$

$H_{۱۰} = ۱۰۱/۷۸ - ۹۵ = ۶/۷۸ \rightarrow h_۲$

$H_{۱۱} = ۱۰۱/۱۳ - ۹۵ = ۶/۱۳ \rightarrow h_۱$



$h_۱ : ۵/۰۰, ۵/۷۳, ۵/۱۲, ۶/۵۶, ۶/۱۳ \Rightarrow \Sigma h_۱ = ۵/۰۰ + ۵/۷۳ + ۵/۱۲ + ۶/۵۶ + ۶/۱۳ = ۲۸/۵۴$

$h_۲ : ۵/۶۲, ۵/۹۲, ۵/۰۵, ۶/۷۸ \Rightarrow \Sigma h_۲ = ۵/۶۲ + ۵/۹۲ + ۵/۰۵ + ۶/۷۸ = ۲۳/۳۷$

$h_۳ : ۶/۳۸ \Rightarrow \Sigma h_۳ = ۶/۳۸$

$h_۴ : ۶/۱۴ \Rightarrow \Sigma h_۴ = ۶/۱۴$

$A = a \times a = ۲۰\ m \times ۲۰\ m = ۴۰۰ m^۲$

$$V = \frac{A \times (\Sigma h_۱ + ۲\Sigma h_۲ + ۳\Sigma h_۳ + ۴\Sigma h_۴)}{۴}$$

$$V = \frac{۴۰۰ \times (۲۸/۵۴ + ۲ \times ۲۳/۳۷ + ۳ \times ۶/۳۸ + ۴ \times ۶/۱۴)}{۴} = \frac{۴۰۰ \times ۱۱۸/۹۸}{۴} = ۱۱۸۹۸ m^۳$$

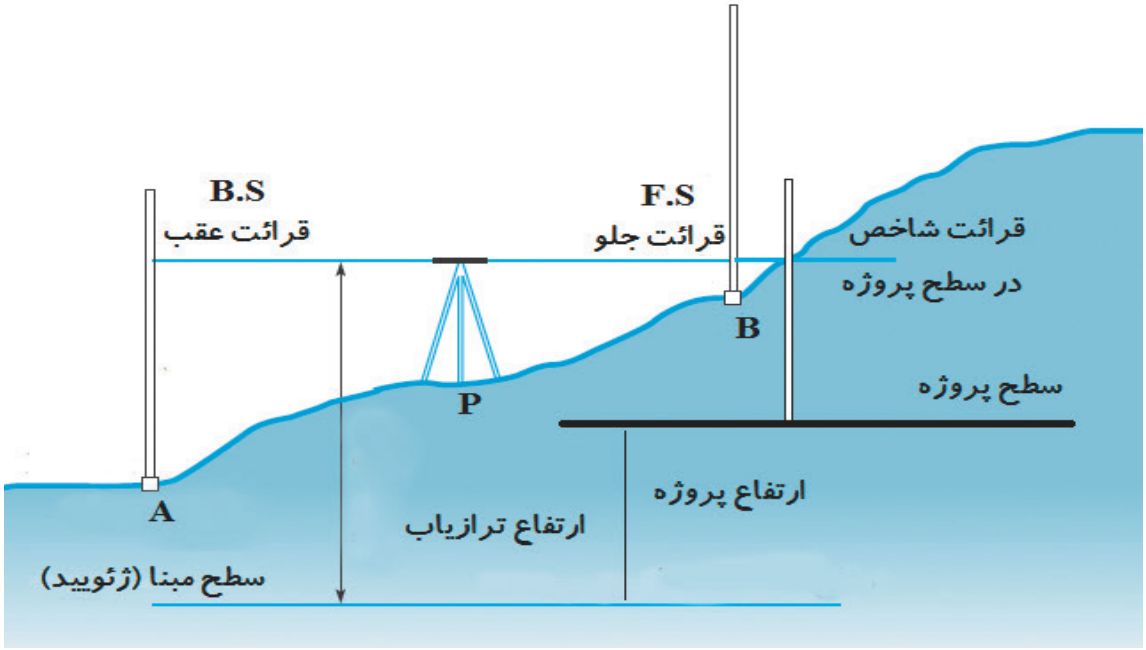
فعالیت عملی ۵

انجام عملیات شبکه‌بندی و پیاده‌سازی یک شبکه به ابعاد مناسب و ترازیابی به روش شعاعی از نقاط شبکه و کنترل خطای حاصل از ترازیابی با روش‌های موجود

پیاده‌کردن نقاط در ارتفاع مشخص با ترازیاب

با فرض معلوم‌بودن ارتفاع سطح تمام شدهٔ یک پروژه مطابق شکل زیر برای پیاده‌کردن هر نقطه جدید در این ارتفاع ابتدا با استقرار ترازیاب ابتدا دید عقب روی بنچ مارک A که در نزدیکی پروژه قرار دارد قرائت می‌شود. با اجرای این کار ارتفاع سطح تراز دستگاه ترازیاب HI از رابطهٔ (۶) قابل محاسبه است.

$$HI = H_A + B.S$$ رابطهٔ (۶)



حال باید نقطهٔ جدید در سطح تراز مناسب با احتیاط علامت‌گذاری شود طوری که پس از قرارگرفتن شاخص در این ارتفاع، قرائت شاخص برابر با F.S گردد که از رابطهٔ (۷) قابل محاسبه است.

$$F.S = HI - H_P$$ رابطهٔ (۷)

بنابراین در حالت کلی عدد شاخص هادی در سطح تراز مورد نظر از رابطهٔ (۸) محاسبه می‌شود:

$$F.S = H_A - H_P + B.S$$ رابطه (۸)

پس از محاسبه این عدد، شاخص در محل نقطه مورد نظر تراز شده و با دوربین ترازیاب تار وسط را قرائت می‌کنیم شاخص باید به اندازه تفاضل این دو عدد و در جهت مناسب جابجا شود تا زمانی‌که تار وسط ترازیاب بر عدد F.S منطبق گردد. به عنوان مثال چنانچه عدد شاخص هادی (F.S) برای سطح تراز یک پروژه در نقطه‌ای برابر ۱۲۴۰ میلی‌متر محاسبه شده و قرائت شاخص در این نقطه برابر ۱۳۰۰ میلی‌متر گردد به این معنی است که نقطه مورد نظر از نظر ارتفاعی به اندازه ۶۰ میلی‌متر پایین‌تر از سطح پروژه قرار دارد و شاخص باید ۶۰ میلی‌متر به سمت بالا منتقل شود تا قرائت روی آن برابر ۱۲۴۰ میلی‌متر گردد.

مثال ۸

پروژه‌ای ساختمانی در حال ساخت می‌باشد و در نزدیکی این پروژه بنچ مارک A با ارتفاع ۱۲۰/۸۵۵ متر قرار دارد. هدف پیاده‌کردن ارتفاع سطح پروژه‌ای با ارتفاع ۱۲۱/۴۰۳ متر در نقاط B و C و D می‌باشد. چنانچه قرائت شاخص در نقاط A و B و C و D به ترتیب برابر ۱۸۵۲ و ۱۵۳۴و ۱۷۶۸و ۱۳۲۴ میلی‌متر باشد مطلوب است:

الف تعیین مقدار عدد شاخص هادی در نقاط B و C و D در سطح پروژه

ب) تعیین میزان و جهت جابجایی شاخص جهت علامت‌گذاری سطح پروژه در نقاط A و B و C

حل:

مطابق رابطهٔ (۸) برای محاسبه عدد شاخص راهنما داریم:

الف)

$$F.S_{B,C,D} = H_A - H_P + B.S_A$$

$$F.S_{B,C,D} = ۱۲۰,۸۵۵ - ۱۲۱,۴۰۳ + ۱,۸۵۲ = ۱,۳۰۴$$

ب) تعیین میزان و جهت جابجایی:

علامت مثبت به معنی جهت جابجایی به سمت بالا و منفی به سمت پایین است.

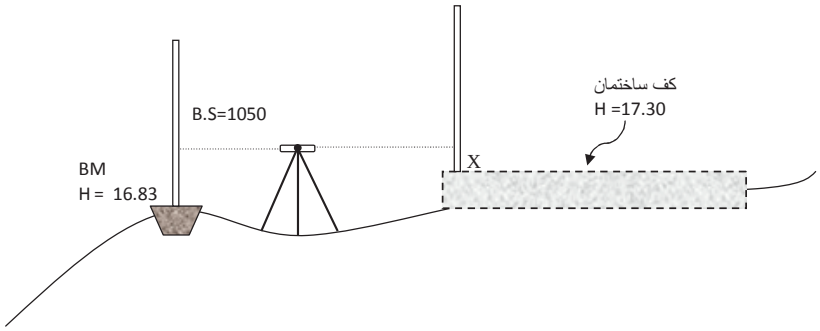
$$DH_B = ۱۵۳۴ - ۱۳۰۴ = +۲۳۰ \text{ mm}$$

$$DH_C = ۱۷۶۸ - ۱۳۰۴ = +۴۶۴ \text{ mm}$$

$$DH_D = ۱۳۲۴ - ۱۳۰۴ = +۲۰ \text{ mm}$$

فعالیت کلاسی ۳

مطابق شکل زیر ارتفاع کف روی نقشه‌ای از یک ساختمان ۱۷/۳۰ متر است برای پیاده‌کردن این نقطه از نزدیک‌ترین بنچ‌مارک با ارتفاع ۱۶/۸۳ چه عددی روی شاخص x قرائت گردد تا تخته پروفیل مورد نیاز در آن ارتفاع نصب گردد.



فعالیت عملی ۶

پیاده‌سازی ارتفاع در سطوح تراز مختلف در محوطه کارگاه یا حیاط هنرستان

ارزشیابی شایستگی ترازیابی

شرح کار:
با استفاده از وسایل عملیات ترازیابی، اختلاف ارتفاع بین دو نقطه را به‌دست آورده و محاسبات مربوطه را انجام دهد.

استاندارد عملکرد:
انجام عملیات ترازیابی بین نقاط با استفاده از دوربین ترازیاب، سه‌پایه دوربین، شاخص(میر)، ترازنبشی و متر مطابق دستورالعمل انجام ترازیابی تدریجی درجه ۳ سازمان نقشه برداری (مجله شماره ۱۱۹)
شاخص‌ها:
اندازه گیری رفت و برگشت - بررسی خطاها و تصحیح آن - حذف اشتباه - کنترل محاسبات و عملیات - انجام محاسبات با نرم‌افزار Excel - تایپ و چاپ گزارش - ارائهٔ حضوری کار به هنرآموز در مدت زمان ۶ ساعت.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: انجام عملیات ترازیابی در فضای طبیعی زمین به کمک دو کارگر - انجام محاسبات با نرم افزار در سایت رایانه.

ابزار و تجهیزات:
- دوربین ترازیاب - سه پایه دوربین - شاخص (میر) - تراز نبشی - متر
- وسایل محاسباتی شامل ماشین‌حساب علمی
- وسایل تحریر اداری - رایانه به همراه چاپگر.

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	انجام عملیات ترازیابی	۲	
۲	بررسی خطا و کنترل و تصحیح	۲	
۳	انجام محاسبات با نرم افزار Excel	۲	
۴	ارائهٔ گزارش	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس‌کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۲

تعیین موقعیت

مقدمه

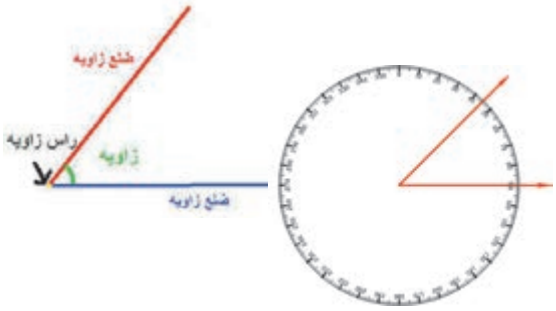
زاویـه در نقشـه‌برداری زمینـی پرسـابقه‌ترین مشـاهده بـرای تعییـن موقعیـت نقاط بـوده و تاکنـون تلاش‌های گسـترده‌ای بـرای اندازه‌گیـری دقیـق آن صورت گرفته اسـت. امـروزه دوربین زاویه‌یـاب یا همـان تئودلیت ابزار متـداول و دقیـق اندازه‌گیـری زاویـه اسـت. اندازه‌گیـری زاویه بـا دوربیـن زاویه‌یـاب را در اصطـلاح زاویه‌خوانی (زاویه‌یابـی) می‌گوینـد. در نقشـه‌برداری و علـوم وابسـته بـه آن زاویـه توسـط زاویه‌یـاب در دو صفحـه افقـی و قائـم بـرای تعییـن موقعیـت نقـاط بـا دقـت بالایـی اندازه‌گیـری می‌شـود. در ایـن فصـل عـلاوه بـر معرفـی واحدهـای اندازه‌گیـری زاویـه در نقشـه‌برداری بـا سـاختار دوربیـن زاویه‌یـاب، اصـول اندازه‌گیـری زاویـه افقـی و قائـم و همچنیـن اندازه‌گیـری فاصلـه، اختـلاف ارتفـاع و تعییـن مختصـات نقـاط بـه روش پیمایـش بـا روش افزایـش دقـت اندازه‌گیـری زاویـه یـاد می‌گیرید.

استاندارد عملکرد

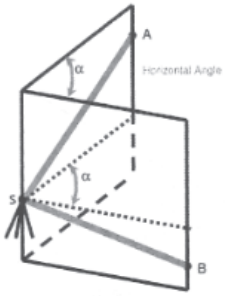
انجام عملیات زاویه‌یابی، فاصله‌یابی و تعیین مختصات با استفاده از دوربین زاویه‌یاب، دوربین توتال‌استیشن، سه‌پایه دوربین، شاخص (میر)، منشور، ژالن، ترازنبشی و متر مطابق دستورالعمل شمارهٔ ۱۱۹ سازمان نقشه‌برداری کشور

زاویه

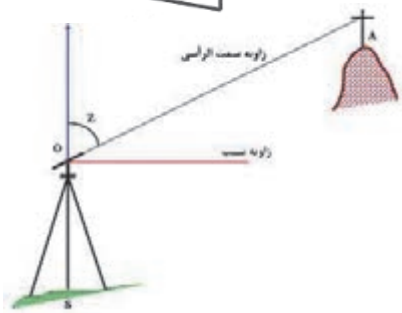
یکـی از مهم‌تریـن کمیت‌هایـی کـه در نقشـه‌برداری اندازه‌گیـری می‌شـود، زاویـه بیـن دو امتداد می‌باشـد و عمومـاً توسـط زاویه‌یـاب اندازه‌گیـری می‌شـود.

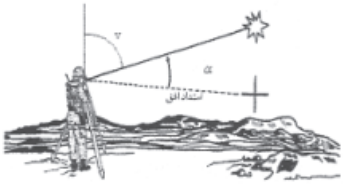


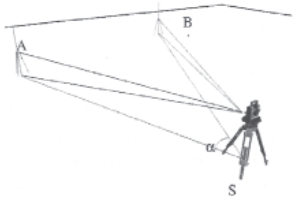
زاویـه بیـن دوضلـع ناحیـه‌ای بیـن دو ضلـع در یـک صفحـه می‌باشـد به‌طوری‌کـه دو ضلـع دارای یـک نقطـه مشـترک بـه نـام رأس یـا گوشـه می‌باشـند.



در نقشـه‌برداری از دو زاویـه افقـی و قائـم اسـتفاده می‌گـردد. زاویـهٔ افقـی عبـارت اسـت از زاویـه‌ای کـه از تصویـر افقـی دو امتـداد در صفحـه افقـی حاصـل می‌شـود و زاویـهٔ قائـم عبـارت اسـت از زاویـه‌ای کـه پـس از تصویـر یـک امتـداد در صفحـه قائـم بـا امتدادقائـم محـل حاصـل مـی شـود.



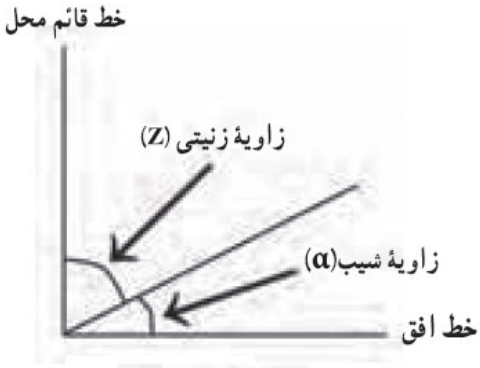




زاویهٔ قائم به دو صورت شیب و زنیتی (سمت الرأسی) قابل تعریف می‌باشد. زاویهٔ زنیتی زاویه‌ای است بین یک امتداد و امتداد قائم بر محل (سمت الرأس) و با حرف Z نمایش داده می‌شود. زاویهٔ شیب، متمم زاویهٔ زنیتی بوده و به عبارتی کوچک‌ترین زاویه یک امتداد با صفحهٔ افق می‌باشد که با α نمایش داده می‌شود.

به عبارتی با اندازه‌گیری هریک از زاویه‌های شیب و زنیتی، می‌توان زاویه دیگر را محاسبه یا کنترل کرد.

$\alpha + Z =$ ۹۰ درجه (۱۰۰ گراد)



زاویهٔ شیب و زنیتی

مثال ۱

زاویهٔ شیب امتداد AB ، ۱۰ درجه و زاویهٔ زنیتی امتداد CD، ۹۶ درجه اندازه‌گیری شده است. اندازهٔ زاویه زنیتی و شیب امتداد AB و CD را محاسبه کنید؟

حل:

الف) با توجه به اینکه زاویهٔ شیب و زنیتی متمم یکدیگر هستند و مجموع آنها برابر ۹۰ درجه می‌باشد، بنابراین:

$Z_{AB} = ۹۰^\circ - \alpha_{AB} = ۹۰^\circ - ۱۰^\circ = ۸۰^\circ$

ب) همچنین به موارد گفته شده در قسمت الف زاویه شیب امتداد CD برابر است با

$\alpha_{CD} = ۹۰^\circ - Z_{CD} = ۹۰^\circ - ۹۶^\circ = -۶^\circ$

نکته

زاویهٔ زنیتی نسبت به امتداد قائم سمت الرأسی تعریف می‌شود و مقدار آن بین ۰ تا ۱۸۰ درجه می‌باشد درحالی‌که زاویهٔ شیب نسبت به صفحه افق تعریف می‌شود و مقدار آن بین ۹۰- تا ۹۰+ درجه می‌باشد. علامت منفی زاویه شیب نشان‌دهنده سرازیری است که معمولاً در عمل به‌جای استفاده علامت منفی از عبارت سرازیری استفاده می‌شود.

فعالیت کلاسی ۱

جدول زیر را کامل کنید.

زاویه شیب	زاویه زنیتی
۱۰ درجه	
	۱۲۰ درجه
۸۰- درجه	
	۸۰ درجه

واحدهای زاویه و اجزای آن

واحدهـای متـداول و پرکاربـرد در نقشـه‌برداری عبارت‌انـد از: درجـه و گـراد کـه بطـور خلاصـه شـرح داده می‌شـود:

الـف) درجـه: هـرگاه محیط دایره به ۳۶۰ قسـمت مسـاوی تقسـیم شـود زاویهٔ مرکـزی مقابل به هـر جزء آن را یـک درجـه می‌گوینـد. چنانچـه هـر درجـه را به ۶۰ قسـمت مسـاوی تقسـیم کنیم زاویـهٔ مرکـزی مقابل به هـر جـزء را یـک دقیقـه می‌گوینـد و بـه همیـن ترتیـب اگر هـر دقیقه را به ۶۰ قسـمت مسـاوی تقسـیم کنیم زاویـهٔ مرکـزی مقابـل به هـر جزء را یـک ثانیـه می‌گویند.

بـه عبارتـی هـر درجـه ۶۰ دقیقه و هـر دقیقه ۶۰ ثانیـه و هر درجه ۳۶۰۰ ثانیه می‌باشـد. درجـه پرکاربردترین واحـد اندازه‌گیـری زاویـه می‌باشـد که به آن سیسـتم شصت‌قسـمتی می‌گویند.

درجـه، دقیقـه و ثانیـه بـا علائـم °، ′ و ″ نمایـش می‌دهنـد. بـرای مثـال زاویـه ″۴۰°۱۲′۲۶ خوانـده می‌شـود چهـل درجـه و دوازده دقیقـه و بیسـت و شـش ثانیه.

نکته

گاهی زاویه را به‌صورت درجه اعشاری ذکر می‌کنند:

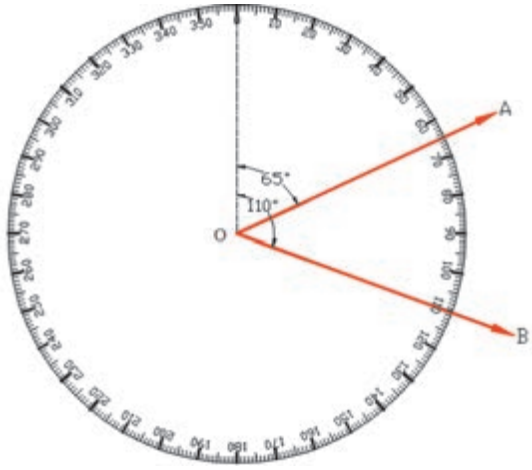
$$۴۰^\circ ۱۲' ۲۶'' = ۴۰ + \frac{۱۲}{۶۰} + \frac{۲۶}{۳۶۰۰} = ۴۰/۲۰۷۲$$

فعالیت کلاسی ۲

شـکل مقابـل یـک دایـره بـه ۳۶۰ قسـمت تقسـیم شـده و اندازه‌گیـری در جهـت عقربه‌هـای سـاعت روی آن درج گردیـده اسـت.

زاویـه امتـداد OA نسـبت بـه امتـداد صفـر برابر ۶۵ درجـه و زاویـه امتـداد OB نسـبت بـه امتـداد صفـر برابـر ۱۱۰ درجـه می‌باشـد.

زاویه امتداد OB نسبت به OA چند درجه است؟



ب) گـراد: هـرگاه محیـط دایره به ۴۰۰ قسـمت مسـاوی تقسـیم شـود زاویهٔ مرکـزی مقابل به هر جـزء آن را یـک گـراد می‌گوینـد. چنانچـه هـر گـراد را به ۱۰۰ قسـمت مسـاوی تقسـیم کنیم زاویـهٔ مرکزی مقابـل به هر جـزء را یـک دقیقـهٔ گـرادی می‌گوینـد و بـه همیـن ترتیـب اگر هـر دقیقه گـرادی را به ۱۰۰ قسـمت مسـاوی تقسـیم کنیـم زاویـهٔ مرکـزی مقابل بـه هر جـزء را یک ثانیـهٔ گـرادی می‌گویند.

بـه عبارتـی هـر گـراد ۱۰۰ دقیقـهٔ گـرادی و هـر دقیقهٔ گـرادی ۱۰۰ ثانیهٔ گـرادی و هـر گـراد ۱۰۰۰۰ ثانیهٔ گـرادی می‌باشـد. ایـن سیسـتم واحـد را صدقسـمتی می‌گوینـد.

تبدیل واحدها

بین واحدهای زاویه رابطهٔ زیر برقرار می‌باشد که از آن می‌توان برای تبدیل آنها به هم استفاده نمود.

$$\frac{D}{۳۶۰}=\frac{G}{۴۰۰}$$

که در این رابطه D و G به ترتیب مقدار عددی بر حسب درجه و گراد می‌باشد.

فعالیت کلاسی ۳

زوایای زیر را محاسبه کنید:
الف) ۲۶۵ گراد چند درجه است؟
ب) ″۴۳′۳۹°۱۶۰ چند گراد است؟
ج) اگر زاویه زنیتی یک امتداد ۱۳۵/۴۵۹۸ گراد باشد زاویه شیب این امتداد چند درجه است؟

دوربین زاویه‌یاب (تئودلیت)

زاویه‌یاب (تئودلیت) دوربینی است که در نقشه‌برداری برای اندازه‌گیری زاویهٔ افقی و قائم به‌کار می‌رود. تفاوت اصلی زاویه‌یاب با ترازیاب در این است که زاویه‌یاب را می‌توان در یک صفحه عمودی حول یک محور افقی نیز چرخاند با این وسیله علاوه بر زاویهٔ افقی، زاویهٔ قائم را نیز می‌توان اندازه‌گیری کرد.
زاویه‌یاب‌ها به‌صورت آنالوگ یا اپتیکی (دارای ساختار اُپتیکی - مکانیکی) و رقومی یا دیجیتال (دارای ساختار اُپتیکی - الکترونیکی) با دقت‌های مختلفی در حد دقیقه یا ثانیه و حتی ۰/۱ ثانیه مورد استفاده قرار می‌گیرد که در زاویه‌یاب‌های دیجیتال، مقدار زاویه بر روی یک صفحه نمایش قابل دیدن می‌باشد.
در شکل زیر نمونه‌ای از دوربین آنالوگ و دیجیتال را مشاهده می‌کنید.

اجزای تشکیل‌دهنده زاویه‌یاب

تئودلیت از هفت قسمت عمدهٔ زیر تشکیل شده است:

۱- تلسکوپ: لوله‌ای است استوانه‌ای شکل به طول ۲۵-۲۰ سانتی‌متر که داخل آن عدسی چشمی و شیئی، عدسی میزان، صفحه رتیکول و پیچ فوکوس (تنظیم تصویر) قرار دارد.

۲- آلیداد: یک قطعه فلزی U شکل که حامل محور چرخش تلسکوپ است و تلسکوپ می‌تواند حول این محور دوران نماید ضمناً خود آلیداد می‌تواند حول محور قائم دستگاه دوران کند.

۳- لمب‌ها: دو صفحه شیشه‌ای مدرج هستند که یکی به طور افقی و دیگری به طور قائم قرار گرفته‌اند.

۴- ترازها: برای اینکه بتوانیم امتداد قائم که از مرکز تلسکوپ می‌گذرد را بر امتداد شاقولی منطبق کنیم علاوه بر تراز کروی بین دو شاخه آلیداد یک تراز استوانه‌ای نیز کار گذاشته شده است. در دوربین‌های جدید به جای تراز استوانه‌ای از وسیله‌ای به نام کمپانساتور در داخل دوربین استفاده می‌شود.

۵- صفحه ترابراک: صفحه‌ای است برای استقرار دوربین روی سه‌پایه و تنظیم تراز آن.

۶- پیچ‌های کنترل حرکت: برای این‌که حرکت تلسکوپ و آلیداد و لمب افقی قابل کنترل باشد از دو نوع پیچ، یکی نوع برای حرکت‌های کلی و نوع دیگر برای حرکت‌های جزیی استفاده می‌گردد.

۷- آینه: در کنار دستگاه آینه‌ای تعبیه شده است که نور را برای مشاهده زوایا از روی لمب به داخل دستگاه هدایت می‌کند. در دوربین‌های جدید الکترونیکی برای مشاهده زاویه از آینه استفاده نمی‌شود بلکه زوایا بر روی صفحه نمایش قابل مشاهده می باشد.

در شکل زیر دیگر اجزای تشکیل دهنده دوربین تئودلیت آنالوگ و دیجیتال نمایش داده شده است:

استقرار دوربین زاویه‌یاب بر روی یک نقطه (سانتراژ)

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

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

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

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

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

ج) نوک پایه‌ها در روی زمین تقریباً یک مثلث متساوی‌الاضلاع تشکیل بدهد.

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

۴- در ادامه پایه دوم را با دست راست و پایه سوم را با دست چپ گرفته، و درحالی‌که 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 سه‌پایه، کاملاً در زمین محکم شود. با این کار مرحله سانتراژ انجام می شود.

۵- با استفاده از پیچ‌های سه‌پایه، با بلند و کوتاه‌کردن پایه‌ها، تراز کروی را تنظیم کنید.

دقت کنید هنگام بلند و کوتاه‌کردن پایه‌ها، پای خود را بر روی پدال پایه قرار دهید تا از زمین کنده نشود.

۶- آلیداد را در جهت موازی دو تا از پیچ‌های ترابراک 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 ۹۰ درجه چرخانده تا یکی از شاخه‌های آن بر روی پیچ سوم ترابراک 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 ۹۰ 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 توسط افراد مجرب تنظیم گردد.

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، می‌توانید با شل‌کردن پیچ اتصال دوربین به سه‌پایه و حرکت‌دادن دوربین روی سه‌پایه، آن‌را دقیقاً روی نقطه مورد نظر قرار دهید.

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 به‌هم خورده است باید مراحل استقرار را از اول انجام دهید.

اندازه گیری زاویه با زاویه‌یاب

اگرچه زاویه‌یاب ابزار پیچیده‌ای است ولی اندازه‌گیری زاویه افقی و قائم با این دستگاه بسیار آسان است. در این قسمت ابتدا اصول زاویه‌یابی با زاویه‌یاب و سپس روش کوپل برای بالا بردن دقت اندازه‌گیری تشریح می‌گردد.

اصول اندازه‌گیری زاویه افقی به روش ساده

لمب افقی زاویه‌یاب شبیه به یک نقاله از صفر تا ۳۶۰ درجه یا ۴۰۰ گراد که معمولاً در جهت حرکت عقربه‌های ساعت درجه‌بندی شده است. بنابراین اندازه‌گیری زاویه افقی بین دو امتداد متقاطع روی زمین مشابه اندازه‌گیری یک زاویه بین دو امتداد متقاطع توسط نقاله بر روی کاغذ می‌باشد.

به‌طور کلی مراحل اندازه‌گیری زاویه افقی بین دو امتداد OA و OB (زاویه AOB) با زاویه‌یاب به‌صورت زیر می‌باشد:

دوربین باید بر روی نقطه O یعنی رأس زاویه دقیقاً تراز باشد، به نحوی که امتداد قائم که از مرکز تلسکوپ می‌گذرد بر امتدادشاغولی نقطه O منطبق باشد که به این مرحله سانتراژکردن دوربین زاویه یاب می گویند.

دوربین را در حالت دایره به چپ به سمت نقطهٔ A نشانه‌روی می‌کنیم و عدد لمب افق را به عنوان قرائت اول مشاهده و یادداشت می‌کنیم (R_A). (حالت دایره به چپ دوربین حالتی است که لمب قائم دوربین در سمت چپ نقشه‌بردار و حالت دایره به راست دوربین حالتی است که لمب قائم دوربین در سمت راست نقشه‌بردار قرار گرفته باشد)

دوربین را در حالت دایره به چپ به سمت نقطهٔ B نشانه‌روی می‌کنیم و عدد لمب افق را به عنوان قرائت دوم مشاهده و یادداشت می‌کنیم (R_B).

با تفاضل زاویه افقی قرائت دوم از اول زاویه بین دو امتداد محاسبه می گردد.

$$AOB = R_B - R_A$$

لازم به ذکر است بین دو امتداد OA و OB دو زاویه وجود دارد؛ یک زاویه AOB و دیگری زاویه BOA که مجموع این دو زاویه ۳۶۰ درجه یا ۴۰۰ گراد می‌باشد و مطابق با تعریف زاویه بین دو امتداد در جهت عقربه‌های ساعت از امتداد اول به امتداد دوم محاسبه می‌گردد.

چنانچه حین حرکت دوربین از نشانه‌روی به سمت نقطهٔ A تا رسیدن به نقطهٔ B از درجه صفر دستگاه گذشته باشد در این صورت R_A بزرگ‌تر از R_B می‌گردد و تفاضل دو قرائت منفی می‌گردد که در این حالت جواب محاسبه شده را با ۳۶۰ درجه یا ۴۰۰ گراد جمع می‌کنیم تا زاویه مورد نظر مثبت شود.

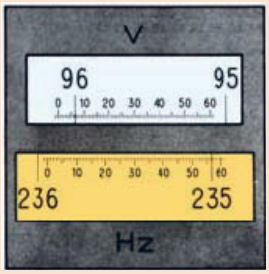
نتیجه:

چنانچه $R_B > R_A$ $\quad AOB = R_B - R_A$

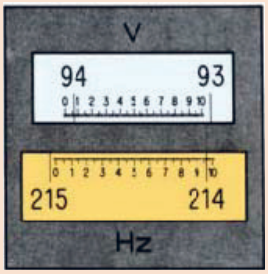
چنانچه $R_B < R_A$ $\quad AOB = R_B - R_A + ۳۶۰^\circ$ (۴۰۰ gr)

بیشتر بدانیم

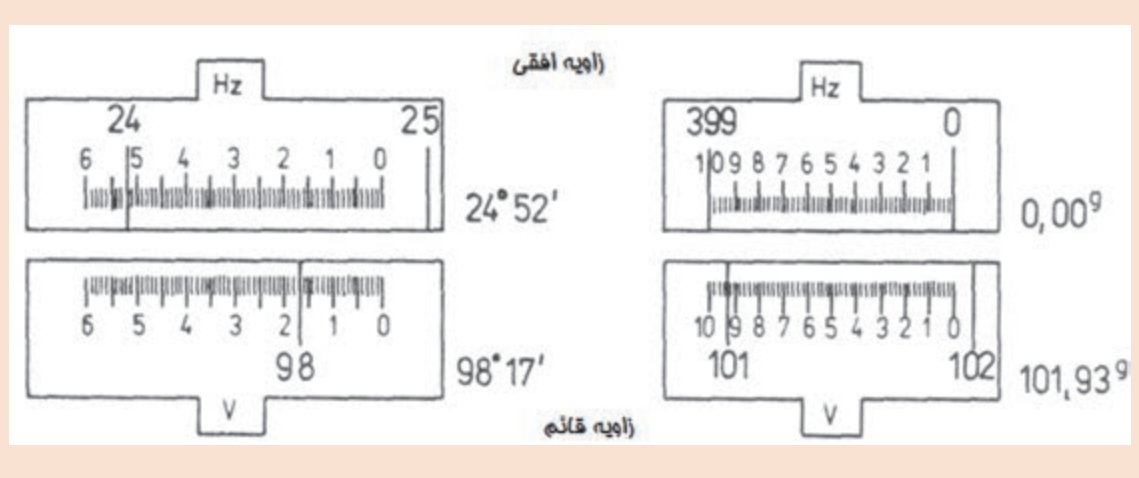
تصاویری که در ادامه می‌آید نمونه‌هایی از قرائت زوایای افقی و قائم می‌باشد که معمولاً در دوربین‌های زاویه‌یاب به ترتیب با H_Z و V نمایش داده می‌شوند



زاویه افقی ۲۳۵°۵۷′
زاویه قائم ۹۶°۰۷′



زاویه افقی ۲۱۴/۹۶ گراد
زاویه قائم ۹۴/۰۶ گراد



مثال ۲

برای اندازه‌گیری دو زاویه AOB و MON به کمک دوربین زاویه‌یاب بر روی نقطهٔ O سانتراژ کرده و به‌سمت نقاط M,N,A,B نشانه‌روی گردیده است. اگر قرائت امتدادهای افقی مطابق با جدول زیر باشد زوایای AOB و MON چند درجه است؟

زاویه	قرائت اول		قرائت دوم	
AOB	R_A	۴۰°۱۲′۲۶″	R_B	۶۸°۲۹′۵۸″
MON	R_M	۲۸۴°۳۳′۰۲″	R_N	۲۰°۱۵′۱۰″

حل:

چون $R_B > R_A$

$$AOB = R_B - R_A$$

$$AOB = ۶۸°۲۹′۵۸″ - ۴۰°۱۲′۲۶″ = ۲۸°۱۷′۳۲″$$

چون $R_N < R_M$

$$MON = R_N - R_M + ۳۶۰°$$

$$MON = ۲۰°۱۵′۱۰″ - ۲۸۴°۳۳′۰۲″ + ۳۶۰° = ۹۵°۴۲′۰۸″$$

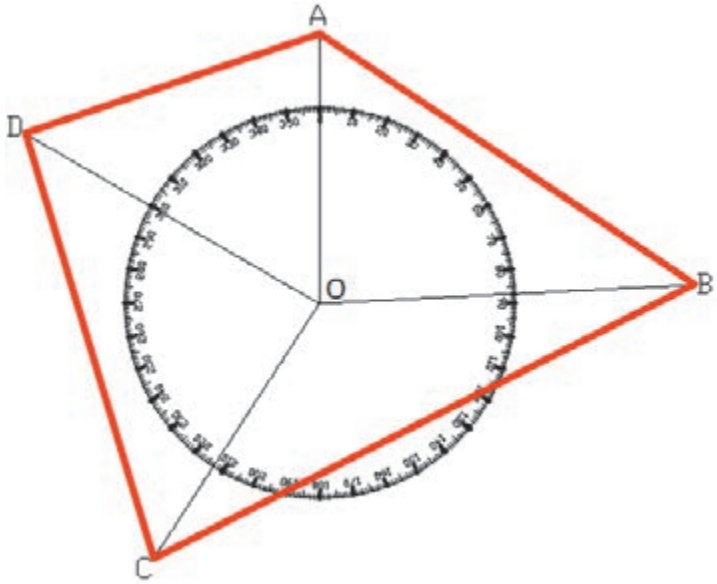
صفرصفر کردن لمب افقی دوربین تئودلیت

در نقشه‌برداری معمول است که لمب افقی را درموقع نشانه‌روی به امتداد اول صفرصفر کنند که این کار توسط قفل لمب افقی انجام می‌گیرد. (اصطلاحاً قرائت زاویه افقی بر روی امتداد OA صفرصفر می‌شود) در این‌صورت

$$AOB = R_B - R_A = R_B - ۰ = R_B$$

فعالیت کلاسی ۴

در چندضلعی ABCD شکل زیر زوایای AOB و BOC و COD و DOA را به‌دست آورید.



زاویه‌یابی در نرم‌افزار Excel

همان‌طور که در درس دانش فنی پایه دهم خواندیم با نرم افزار Excel می‌توان محاسبات مختلف را انجام داد.

محاسبه زاویه در نرم افزار Excel

در نقشه‌برداری زوایای افقی و قائم اندازه‌گیری می‌شود و به خاطر دقت بیشتر و حذف خطاها، این زوایا به روش کوپل (در قسمت بعد توضیح داده خواهد شد)، اندازه‌گیری می‌گردند. در این قسمت جهت جلوگیری از خطای محاسباتی و سرعت در محاسبه زاویه افقی از نرم افزار Excel استفاده می‌کنیم .

فرم های قرائت زاویه افقی به شکل‌های مختلفی می باشد و یکی از این فرم‌ها به شکل زیر است.

زاویه	قرائت امتداد دوم	قرائت امتداد اول	ایستگاه

وارد کردن اطلاعات:

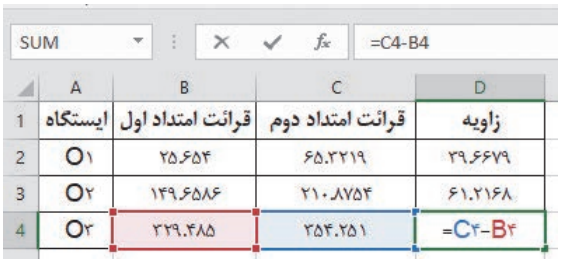
بـرای محاسـبه ابتـدا بایـد فرم را در نـرم افزار Excel ایجـاد نموده و سـپس قرائت‌ها را در سـتو ن‌های مربوطه تایـپ نماییـم. در ادامـه تفریق قرائـت دوم از قرائت اول زاویه را محاسـبه می‌کنیم.

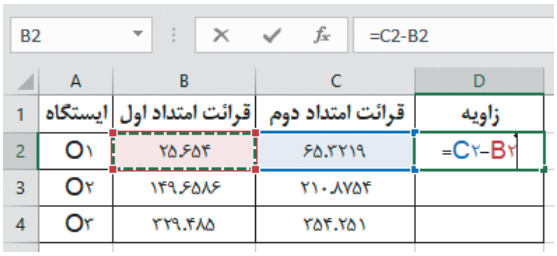
مثال ۳

به‌عنـوان مثـال از ایسـتگاه‌های O۱ و O۲ و O۳ بـه دو نقطـهٔ اول و دوم نشـانه‌روی می‌کنیـم و زاویـهٔ افقی ایـن امتـداد به شـرح زیر می‌باشـد:

ایستگاه	قرائت امتداد اول	قرائت امتداد دوم	زاویه
O۱	۲۵/۶۵۴۰	۶۵/۳۲۱۹	
O۲	۱۴۹/۶۵۸۶	۲۱۰/۸۷۵۴	
O۳	۳۲۹/۴۸۵۰	۳۵۴/۲۵۱۰	

پـس از تهیـه فـرم محاسـبه زاویه در نـرم افزار Excel مطابق شـکل زیر در سـتون مربوط بـه زاویه، اختلاف دو قرائـت را بـا مشـخص نمـودن آدرس خانـه محاسـبه می‌کنیـم. با مشـخص نمودن و نوشـتن فرمـول برای زاویـه اول می‌تـوان بـرای زاویه‌هـای دیگر کپـی نمود.





فعالیت عملی ۱

سانتراژ و قرائت زاویه با زاویه‌یاب

- ابتـدا یـک نقطـه بـه عنـوان ایسـتگاه در محوطه هنرسـتان مشـخص کنیـد و دوربیـن زاویه‌یـاب را بر روی آن سـانتراژ کنید.
- پس از استقرار دوربین بر روی نقطه‌ای مشخص در محوطه هنرسـتان، روی چند نقطه دلخواه و در فاصله‌های متفاوت از دوربین، ژالن را 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 هنرآموز 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 این‌کار پیچ حرکت سریع آلیداد و تلسکوپ را باز کرده و دوربین را به سمت نقطه هدف بچرخانید و به محض دیدن ژالن از چشمی‌دوربین، 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 نمایید.

فعالیت عملی ۲

اندازه‌گیری زاویهٔ افقی با زاویه‌یاب

- سه نقطهٔ 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 گزارش‌نویسی به هنرآموز خود تحویل دهید.

راهنمایی

۱- دوربین را بر روی نقطهٔ رأس اول از مثلث مستقر نمایید و بر دیگر رئوس، ژالنی را توسط سه‌پایه‌ژالن 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.

۵- برای محاسبه زاویه، کافی است قرائت سمت چپ را از قرائت سمت راست کم کنید تا زاویهٔ این رأس محاسبه شود.

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

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

کروکی	زاویه	عدد لمب افقی	نشانه‌روی	ایستگاه

۸- با استفاده ازنرم افزار Excel زوایای ۳ رأس مثلث را محاسبه کنید و چاپ آنرا به همراه گزارش تحویل هنرآموز دهید.

اندازه‌گیری زاویه افقی به روش کوپل

برای جلوگیری از اشتباه، کسب دقت بیشتر و کاهش و تعدیل خطاهای دستگاهی و انسانی، روش‌های مختلفی در اندازه‌گیری زاویه وجود دارد. یکی از این روش‌ها، روش قرائت کوپل (قراءت مضاعف) است. در این روش علاوه بر کنترل صحت و درستی قرائت‌ها، خطاهایی مانند خطای کلیماسیون و خطای عدم مرکزیت لمب افقی به صورت عملی کاهش می‌یابد. برای اندازه‌گیری زاویه در این روش، زاویه در دو حالت دایره‌به‌چپ و دایره‌به‌راست اندازه‌گیری می‌شود که به این روش قرائت کوپل می‌گویند.

در این روش برای اینکه دوربین از حالت دایره‌به‌چپ به حالت دایره‌به‌راست تغییر پیدا کند باید تلسکوپ ۱۸۰ درجه چرخانده شود. طبیعی است برای آنکه چشمی تلسکوپ مقابل چشم نقشه‌بردار قرار بگیرد باید آلیداد دوربین را ۱۸۰ درجه دوران داد. در نتیجه لمب دوربین از سمت چپ به سمت راست منتقل شده و دوربین حالت دایره‌به‌راست می‌شود.

عـدد لمـب افقـی در حالـت دایره‌به‌راسـت و دایره‌به‌چـپ دوربیـن بـا هـم ۱۸۰ درجـه (۲۰۰گـراد) اختـلاف دارنـد. در این‌صـورت اگـر قرائـت لمـب افقـی در حالـت دایره‌به‌چـپ L و در حالـت دایره‌به‌راسـت R بنامیـم، خواهیم داشـت:

$$R = L \pm ۱۸۰^\circ$$

ولـی در عمـل بـه خاطـر وارد شـدن خطاهـای دسـتگاهی و در برخـی مـوارد خطاهـای انسـانی در عملیـات زاویه‌یابـی رابطـه فـوق کمتـر حالـت واقعـی پیـدا می‌کنـد و بیـن ایـن دو قرائـت رابطـهٔ زیـر برقـرار اسـت:

$$R = L \pm ۱۸۰^\circ + e$$

که در آن e جمع جبری خطاهای اندازه‌گیری است.

بنابرایـن می‌تـوان هنـگام زاویه‌یابـی اعـداد قرائـت شـده را در دو حالـت دایره‌به‌راسـت و دایره‌به‌چـپ بـا هـم مقایسـه کـرده و از درسـتی آنهـا مطمئن شـویم.

بـرای جلوگیـری از اشـتباه هنـگام قرائـت زاویـه و یادداشـت آن، از فـرم مخصوص جـدول قرائت زاویـه به روش کوپل اسـتفاده می‌شـود.

در ایـن روش ابتـدا میانگیـن قرائـت زاویـه در دو حالت دایره‌به‌چـپ و دایره‌به‌راسـت برای هر دو امتـداد مطابق بـا رابطه زیر محاسـبه می‌شـود و سـپس اختـلاف دو میانگین بـه عنوان زاویـه دو امتداد محاسـبه می‌گردد.

$$\text{میانگین قرائت امتداد} = \frac{L + R - ۱۸۰^\circ\ (۲۰۰gr)}{۲}$$

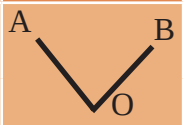
اگر $L < R$ باشد از علامت - در رابطه میانگین استفاده می‌شود.

اگر $L > R$ باشد به قرائت دایره به‌راست ۳۶۰° یا ۴۰۰ گراد اضافه می‌کنیم.

مثال ۴

بـرای اندازه‌گیـری زاویـه AOB بـر روی نقطه O مسـتقر شـده و امتدادهـای A و B را در حالت دایره‌به‌چپ L_A = ۳۴۲/۱۲۰۰ gr و L_B = ۲۶/۸۱۰۰ gr و در حالـت دایره‌به‌راسـت R_A = ۱۴۲/۱۸۰۰ gr و R_B = ۲۲۶/۷۱۰۰gr قرائـت شـده اسـت. مطلـوب اسـت زاویـه AOB.

حل: برای جلوگیری از اشتباه و همچنین برای محاسبات از جدول کوپل زیر استفاده می‌شود:

کروکی	زاویه	میانگین	قرائت دایره به راست (R)	قرائت دایره به چپ (L)	نقاط نشانه‌روی	ایستگاه
	۸۴/۶۹۰۷	۳۴۲/۱۲۱۸	۱۴۲/۱۲۲۴+۴۰۰	۳۴۲/۱۲۱۲	A	O
		۲۶/۸۱۲۵	۲۲۶/۸۱۱۶	۲۶/۸۱۳۲	B	

$$\text{میانگین قرائت امتداد OA} = \frac{L + R \pm ۲۰۰gr}{۲} = \frac{۳۴۲/۱۲۱۲ + ۵۴۲/۱۲۲۴ - ۲۰۰}{۲} = ۳۴۲/۱۲۱۸\ gr$$

$$\text{میانگین قرائت امتداد OB} = \frac{L + R \pm ۲۰۰gr}{۲} = \frac{۲۶/۸۱۳۲ + ۲۲۶/۸۱۱۸ - ۲۰۰}{۲} = ۲۶/۸۱۲۵\ gr$$

$$AOB = R_B - R_A + ۴۰۰\ gr = ۲۶/۸۱۲۵ - ۳۴۲/۱۲۱۸ + ۴۰۰ = ۸۴/۶۹۰۷\ gr$$

فعالیت کلاسی ۵

برای اندازه‌گیری یک زاویه به روش کوپل قرائت‌های لازم مطابق جدول زیر داده شده است. مطلوب است محاسبه زاویه داده شده.

کروکی	زاویه	میانگین	قرائت دایره به راست (R)	قرائت دایره به چپ (L)	نقاط نشانه‌روی	ایستگاه
A B S			۱۸۰°۰′۱۴″	۰°۰′۰″	A	S
			۲۵۲°۱۴′۱۱″	۷۲°۱۴′۲۶″	B	

محاسبه زاویه افقی به روش کوپل در نرم افزار Excel

در ادامه مباحث محاسبات زاویه در نرم افزار Excel، محاسبه زاویهٔ افقی با توجه به فرمول‌ها و فرم‌های قرائت زاویهٔ افقی کوپل ارائه می‌گردد. فرم‌های قرائت زاویهٔ افقی کوپل به شکل‌های مختلفی می‌باشد و یکی از این فرم‌ها به شکل زیر است.

کروکی	زاویه	میانگین	قرائت دایره به راست (R)	قرائت دایره به چپ (L)	نقاط نشانه‌روی	ایستگاه

وارد کردن اطلاعات:

برای محاسبه ابتدا باید فرم را در نرم افزار Excel ایجاد نماییم، درفرم بالا برای خانه‌های نام ایستگاه و زاویه چند خانه را در هم ادغام کنیم (با دستور Merge&Center) سپس قرائت‌ها را در ستون‌های مربوطه تایپ می‌نماییم. و سپس با نوشتن فرمول با استفاده از آدرس خانه برای خانه اول نوشته و برای دیگر خانه‌های مشابه کپی می‌کنیم.

نکته

پس از درج قرائت‌ها باید توجه داشت مقدار دایره به راست باید حدود ۱۸۰ درجه یا ۲۰۰ گراد بیشتر از مقدار دایره به چپ باشد. در غیر این صورت باید ۳۶۰ درجه یا ۴۰۰ گراد به آن اضافه نماییم.

مثال ۵

از ایستگاه $O_۱$ ، $O_۲$ و $O_۳$ مشاهدات کوپل مطابق با جدول زیر انجام گرفته است:

ایستگاه	نقاط نشانه‌روی	قرائت دایره به چپ (L)	قرائت دایره به راست (R)	میانگین	زاویه	کروکی
$O_۱$	A	۲۵/۶۵۴۰	۲۲۵/۶۵۴۴			
	B	۶۵/۳۲۱۹	۲۶۵/۳۲۳۷			
$O_۲$	C	۱۴۹/۶۵۸۶	۳۴۹/۶۵۸۸			
	D	۲۱۰/۸۷۵۴	۱۰/۸۷۵۶			
$O_۳$	M	۳۲۹/۴۸۵۰	۱۲۹/۴۸۵۶			
	V	۳۵۴/۲۵۱۰	۱۵۴/۲۵۱۰			

در این جدول پس از تهیه جدول در نرم‌افزار Excel ابتدا برای یکسان‌سازی محاسبات ابتدا قرائت‌های دایره به راست امتدادهای D و M و V را که از مقدار دایره به چپ کمتر است با ۴۰۰ گراد جمع می‌کنیم.

A1

	A	B	C	D	E	F
1	ایستگاه	نقطه نشانه روی	قرائت دایره به چپ	قرائت دایره به راست	میانگین	زاویه
2	O۱	A	۲۵.۶۵۴	۲۲۵.۶۵۴۴		
3		B	۶۵.۳۲۱۹	۲۶۵.۳۲۲۷		
4	O۲	C	۱۴۹.۶۵۸۶	۳۴۹.۶۵۸۸		
5		D	۲۱۰.۸۷۵۴	۴۱۰.۸۷۵۶		
6	O3	M	۳۲۹.۴۸۵	۵۲۹.۴۸۵۶		
7		V	۳۵۴.۲۵۱	۵۵۴.۲۵۱		

محاسبه ستون میانگین: میانگین قرائت‌های کوپل هر امتداد از رابطهٔ $\frac{L+R-۱۸۰^\circ\ (۲۰۰gr)}{۲}$ محاسبه می‌شود. در جدول بالا چون واحد زوایا گراد است از رابطه ۲۰۰ گراد استفاده می‌گردد. درخانه E۳ می‌نویسیم $=(C۲+D۲-۲۰۰)/۲$ سپس آنرا برای خانه‌های ستون میانگین کپی می‌کنیم.

E2 =(C2+D2-200)/2

	A	B	C	D	E	F
1	ایستگاه	نقطه نشانه روی	قرائت دایره به چپ	قرائت دایره به راست	میانگین	زاویه
2	O۱	A	۲۵.۶۵۴	۲۲۵.۶۵۴۴	۲۵.۶۵۴۲	
3		B	۶۵.۳۲۱۹	۲۶۵.۳۲۲۷	۶۵.۳۲۲۳	
4	O۲	C	۱۴۹.۶۵۸۶	۳۴۹.۶۵۸۸	۱۴۹.۶۵۸۷	
5		D	۲۱۰.۸۷۵۴	۴۱۰.۸۷۵۶	۲۱۰.۸۷۵۵	
6	O3	M	۳۲۹.۴۸۵	۵۲۹.۴۸۵۶	۳۲۹.۴۸۵۳	
7		V	۳۵۴.۲۵۱	۵۵۴.۲۵۱	۳۵۴.۲۵۱	

محاسبه ستون زاویه:

در این ستون برای محاسبه زاویه باید میانگین امتداد دوم از میانگین امتداد اول کسر گردد پس در خانه E۲ می‌نویسیم =E۳-E۲ و آنگاه آن‌را برای ستون‌های آن خانه کپی می‌کنیم:

F2 =E3-E2

	A	B	C	D	E	F
1	ایستگاه	نقطه نشانه روی	قرائت دایره به چپ	قرائت دایره به راست	میانگین	زاویه
2	O۱	A	۲۵.۶۵۴	۲۲۵.۶۵۴۴	۲۵.۶۵۴۲	۳۹.۶۶۸۱
3		B	۶۵.۳۲۱۹	۲۶۵.۳۲۲۷	۶۵.۳۲۲۳	
4	O۲	C	۱۴۹.۶۵۸۶	۳۴۹.۶۵۸۸	۱۴۹.۶۵۸۷	۶۱.۲۱۶۸
5		D	۲۱۰.۸۷۵۴	۴۱۰.۸۷۵۶	۲۱۰.۸۷۵۵	
6	O3	M	۳۲۹.۴۸۵	۵۲۹.۴۸۵۶	۳۲۹.۴۸۵۳	۲۴.۷۶۵۷
7		V	۳۵۴.۲۵۱	۵۵۴.۲۵۱	۳۵۴.۲۵۱	

نکته

در نرم افزار Excel چون به‌صورت پیش‌فرض شکل عددنویسی درجه، دقیقه، ثانیه را ندارد زوایایی را که با دوربین‌های درجه‌ای قرائت شده‌اند را ابتدا به درجه‌ای اعشاری تبدیل کرده و سپس محاسبات را انجام می‌دهیم. برای تبدیل مقدار دقیقه را به ۶۰ و مقدار ثانیه را به ۳۶۰۰ تقسیم می‌کنیم تا به درجه تبدیل شود و آنگاه با مقدار درجه جمع می‌نماییم. برای مثال اگر بخواهیم زاویه ۲۵ درجه ۳۶ دقیقه ۴۲ ثانیه را به اعشاری تبدیل کنیم، مانند شکل زیر عمل می‌کنیم:

SUM =A2+B2/60+C2/3600

	A	B	C	D	E	F
1	درجه	دقیقه	ثانیه	درجه اعشاری		
2	25	36	42	=A2+B2/60+C2/3600		
3						
4						

	A	B	C	D
1	درجه	دقیقه	ثانیه	درجه اعشاری
2	25	36	42	25.61166667
3				

اندازه‌گیری زوایای چند ضلعی بسته و بررسی خطاها و سرشکنی آن

یکی از مهم‌ترین کارهایی که در اجرای تمام پروژه‌های نقشه‌برداری قبل از شروع عملیات بسیار مورد توجه است، ایجاد نقاط در محیط کار و منطقه است. که با انجام مشاهدات و جمع‌آوری اطلاعات طول و زاویه مربوط به هر امتداد و بررسی خطای رخ داده در هر امتداد با استفاده از روش‌های سرشکنی، خطای موجود را سرشکن کنیم و مختصات صحیح مربوط به هر نقطه را به‌دست می‌آوریم.

عملیات برداشت، محاسبه و سرشکنی خطای زاویه چندضلعی بسته را می‌توان به سه مرحله کلی زیر تقسیم‌بندی کرد:

الف) شناسایی
ب) مشاهدات (اندازه‌گیری‌ها)
ج) محاسبات

الف) شناسایی

در این مرحله با مراجعه مستقیم به محل نقشه‌برداری منطقه را شناسایی کرده و محل ایستگاه‌ها را انتخاب، علامت‌گذاری و مستحکم می‌کنیم و در نهایت از موقعیت نقاط موجود یک کروکی تهیه می‌نماییم.

موقعیت ایستگاه‌ها بنا به هدفی که داریم انتخاب می‌شود به عنوان مثال چنانچه هدف برداشت و تهیه نقشه توپوگرافی باشد ایستگاه‌ها به گونه‌ای انتخاب می‌گردد که به حداکثر جزئیات محدوده مورد نظر دید داشته باشد و چنانچه هدف عملیات راهسازی باشد نقاط به گونه‌ای انتخاب می‌گردد که اولاً خارج از محدوده عملیاتی باشد و بتوان از آنها اجزای مسیر (محور مستقیم و نقاط ابتدا، رأس و انتهای قوس) را با دقت بالا پیاده یا کنترل نماییم. اما در هر حال رعایت موارد زیر برای انتخاب ضروری است:

- از هر ایستگاه به ایستگاه قبلی و بعدی دید برقرار باشد.
- نقاط ایستگاه باید مستحکم و پایدار باشد بنابراین زمین‌های سست و نرم، زراعی و باتلاقی و کنار رودخانه‌ها جایی مناسب برای ایستگاه‌گذاری نمی‌باشد.
- نقاط ایستگاه باید از دور به‌خوبی دیده شوند.

ب) مشاهدات (اندازه‌گیری‌ها)

پس از ایجاد و استحکام نقاط ایستگاهی با توجه به کروکی زاویه افقی همه رأس ها برداشت می‌گردد. جهت بالا بردن دقت زاویه‌ها از زاویه‌یاب‌هایی با دقت ثانیه‌ای و در چند کوپل استفاده می‌شود و در جدول مشاهدات کوپل یادداشت می‌گردد.

ج) محاسبات

معمولاً تمام مشاهدات ازجمله مشاهده زاویه در نقشه‌برداری با خطا همراه است که این خطا می‌تواند ناشی از خطای دستگاهی، خطای انسانی و خطای طبیعی باشد که با روش‌های خاصی همانند روش کوپل این خطا کاهش می‌یابد. در یک چندضلعی بسته با محاسبه مجموع زاویه رئوس، از مشاهدات و مقایسه آن با مجموع مقدار واقعی زاویه چندضلعی خطای زاویه چندضلعی محاسبه می‌گردد که به آن خطای بست زاویه‌ای می‌گویند:

مجموع زاویه‌های داخلی یک n ضلعی: $(n-۲)\times ۱۸۰^\circ$

مجموع زاویه‌های مشاهده شده چند ضلعی: $\sum \alpha_i$

خطای بست زاویه‌ای: $e_\alpha = \sum \alpha_i - \left[(n-۲)\times ۱۸۰^\circ\right]$

در صورت قابل‌قبول‌بودن میزان خطای زاویه‌ای، برای به‌دست آوردن مقدار صحیح هر زاویه، کافی است خطای بست را بر تعداد زوایای موجود با علامت مخالف تقسیم کنیم و سپس این مقدار تصحیح را با مقدار هر زاویه جمع کنیم. تا خطای موجود به اندازه مساوی بر روی زاویه‌ها سرشکن گردد:

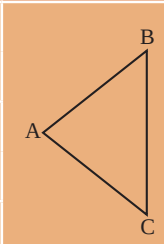
مقدار تصحیح برای هر زاویه: $C = \frac{-e_\alpha}{n}$

زاویه تصحیح شده: $e'_\alpha = e_\alpha + C$

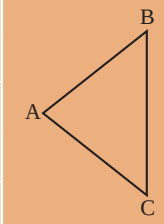
جهت کنترل محاسبات مجموع زاویه‌های تصحیح شده باید با مجموع زاویه‌های داخلی nضلعی برابر باشد.

مثال ۶

جهت محاسبه زاویه‌های یک سه‌ضلعی هر کدام از زاویه‌ها در یک کوپل مشاهده گردیده است با فرض قابل قبول بودن خطا میزان خطای بست زاویه‌ای، زاویه تصحیح شده هر یک از زاویه‌ها را محاسبه کنید.

کروکی	زاویه	میانگین	قرائت دایره به راست (R)	قرائت دایره به چپ (L)	نقاط نشانه‌روی	ایستگاه
			۲۰۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰۰	B	A
			۲۸۵/۳۲۳۶	۸۵/۳۲۱۴	C	
			۱۹۹/۹۹۸۶	۰/۰۰۰۰	C	B
			۲۵۴/۸۷۳۵	۵۴/۸۷۲۱	A	
			۲۰۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۰۰	A	C
			۲۵۹/۸۱۰۶	۵۹/۸۰۸۶	B	

در ابتدا به کمک فرمول کوپل با توجه به قرائت‌های انجام شده زاویه هر یک از رئوس چند ضلعی را محاسبه می‌کنیم:

کروکی	زاویه	میانگین	قرائت دایره به راست (R)	قرائت دایره به چپ (L)	نقاط نشانه‌روی	ایستگاه
	۸۵/۳۲۱۶	۰/۰۰۰۹	۲۰۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰۰	B	A
		۸۵/۳۲۲۵	۲۸۵/۳۲۳۶	۸۵/۳۲۱۴	C	
	۵۴/۸۷۳۵	-۰/۰۰۰۷	۱۹۹/۹۹۸۶	۰/۰۰۰۰	C	B
		۵۴/۸۷۲۸	۲۵۴/۸۷۳۵	۵۴/۸۷۲۱	A	
	۵۹/۸۰۷۶	۰/۰۰۲۰	۲۰۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۰۰	A	C
		۵۹/۸۰۹۶	۲۵۹/۸۱۰۶	۵۹/۸۰۸۶	B	
	۲۰۰/۰۰۲۷	مجموع زوایای داخلی سه‌ضلعی				

مجموع زوایای داخلی یک سه‌ضلعی با توجه به رابطه $(n-۲)\times ۲۰۰\ gr$ برابر ۲۰۰ گراد و مجموع زوایای داخلی سه‌ضلعی ناشی از مشاهدات کوپل مطابق با جدول فوق ۲۰۰/۰۰۲۷ گراد بوده که با توجه به مقایسه این دو، خطای بست زاویه ۰/۰۰۲۷ گراد محاسبه می‌گردد.

$$e_\alpha = \sum \alpha_i - [(n-۲)\times ۲۰۰\ gr]$$

$$e_\alpha = ۲۰۰/۰۰۲۷ - ۲۰۰ = /۰۰۰۲۷\ gr$$

با فرض قابل قبول بودن مقدار خطا میزان تصحیح هر زاویه برابر ۰/۰۲- گراد می‌باشد.

$$C = \frac{-e_\alpha}{n} = \frac{-۰/۰۰۲۷}{۳} = -۰/۰۰۰۹\ gr$$

جهت محاسبه زاویه سرشکن شده و تعدیل شده مقدار تصحیح را با هریک از زاویه‌ها جمع می‌کنیم:

زاویهٔ تصحیح‌شده	تصحیح	زاویه	میانگین	قرائت دایره به راست (R)	قرائت دایره به چپ (L)	نقاط نشانه‌روی	ایستگاه
۸۵/۳۲۰۷	-۰/۰۰۰۹	۸۵/۳۲۱۶	۰/۰۰۰۹	۲۰۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰۰	B	A
			۸۵/۳۲۲۵	۲۸۵/۳۲۳۶	۸۵/۳۲۱۴	C	
۵۴/۸۷۲۶	-۰/۰۰۰۹	۵۴/۸۷۳۵	-۰/۰۰۰۷	۱۹۹/۹۹۸۶	۰/۰۰۰۰	C	B
			۵۴/۸۷۲۸	۲۵۴/۸۷۳۵	۵۴/۸۷۲۱	A	
۵۹/۸۰۶۷	-۰/۰۰۰۹	۵۹/۸۰۷۶	۰/۰۰۲۰	۲۰۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۰۰	A	C
			۵۹/۸۰۹۶	۲۵۹/۸۱۰۶	۵۹/۸۰۸۶	B	
۲۰۰/۰۰۰۰	-۰/۰۰۲۷	۲۰۰/۰۰۲۷	مجموع				

فعالیت عملی ۳

اندازه‌گیری زاویهٔ افقی با زاویه‌یاب 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.
- محاسبات کوپل را با نرم افزار Excel تکمیل کنید.
- گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

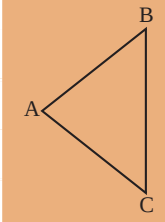
راهنمایی

۱- دوربین را بر روی نقطه رأس اول مثلث مستقر نمایید و بر دیگر رئوس، ژالن‌هایی را توسط سه‌پایه‌ژالن 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 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 جدول زیر یادداشت کنید.

کروکی	زاویه	میانگین	قرائت دایره به راست (R)	قرائت دایره به چپ (L)	نقاط نشانه‌روی	ایستگاه
					B	A
					C	
					C	B
					A	
					A	C
					B	

۵- دوربین را دایره‌به‌راست کرده و بر روی همین امتداد (امتداد دوم) عدد لمب افقی را در حالت دایره‌به‌راست قرائت کرده و در محل مربوطه در فرم زاویه یادداشت کنید.
۶- سپس در همان حالت دایره‌به‌راست مجدداً بـه امتداد اول نشانه‌روی کرده و عدد لمب افقی را قرائت و در فرم قرائت زاویه، یادداشت کنید.
۷- با راهنمایی معلم خود زاویهٔ هر رأس را محاسبه و در فرم قرائت زاویه یادداشت نمایید.

فعالیت عملی ۴

بررسی خطاها و سرشکنی خطای زاویه‌ای
- نتایج نهایی محاسبه زاویه مثلث فعالیت قبل را در جدول سرشکنی و خطای زاویه‌ای یاداشت کنید.
- خطای زاویه‌ای و میزان تصحیح هر زاویه و زاویه تصحیح شده را محاسبه کنید.
- گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی و با اسـتفاده از نرم افزار Excel به معلم خود ارائه کنید.

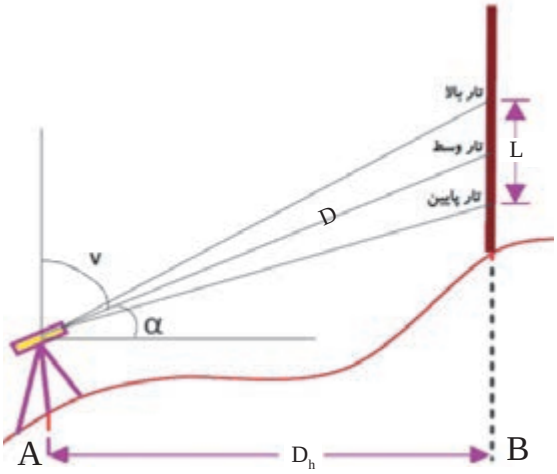
اندازه‌گیری طول به کمک زاویه‌یاب

یکـی از روش‌هـای اندازه‌گیـری طـول، روش مسـتقیم اسـت کـه در ایـن روش فاصله بیـن نقـاط در روی زمین به‌طـور مسـتقیم اندازه‌گیـری می‌شـود کـه یکـی از متداول‌تریـن ایـن روش‌هـا اسـتفاده از نـوار اندازه‌گیـری (متـر) مـی باشـد کـه بـه آن بـه اصطلاح مترکشـی می‌گویند کـه با رعایـت اصـول آن و اسـتفاده از روش تکرار می‌تـوان بـه صحـت و دقت مناسـبی در مترکشـی رسـید.
اصول مترکشی عبارت‌اند از:
۱- از سالم‌بودن و کامل‌بودن متر و تجهیزات جانبی اطمینان حاصل کنیم.
۲- متر باید بصورت افقی در بین دو نقطه کشیده شود.
۳- نقطـهٔ صفـرِ متـر متناسـب با سـلیقه و نظـر کارخانه سـازنده متفاوت اسـت. دقت شـود که صفرِ متر اشـتباه در نظر گرفته نشـود.
۴- بعضـی از مترهـا مخصوصـاً مترهـای پارچـه‌ای و پلاسـتیکی یـک طرف برحسـب متـر و سـانتی‌متر و طرف دیگـر بـر حسـب فـوت و اینـچ تقسـیم‌بندی شـده اسـت. در هنـگام اندازه‌گیـری دقـت شـود کـه به‌جـای متر اشـتباهاً فـوت و اینـچ اندازه‌گیـری ولـی متـر ثبت نشـود.
۵- در هنـگام مترکشـی، نـوار اندازه‌گیـری بایـد بدون پیچ خوردگی و کاملاً کشـیده و بدون شـنِت (شـکم‌دادن متر) باشـد.
۶- در مترهای پارچه‌ای دقت شود متر بیش از اندازه کشیده نشود تا مقدار واقعی، دقیق نمایش داده شود.
۷- در هنگام قرائت متر و همچنین حین نوشتن آن، دقت شود اعداد، اشتباه قرائت و نوشته نشود.
۸- بـرای بـالا بـردن دقـت لازم اسـت اندازه‌گیـری در یـک رفت‌وبرگشـت انجـام گیـرد و سـپس از آن میانگین گرفته شـود.
۹- همیشه تعداد رقم اعشاری فاصله را به تناسب اندازهٔ دقت در نظر بگیرید.
۱۰- عـدد روی متـر را از بـالا به‌صـورت کامـلاً مسـتقیم بخوانیـد چون اگـر به‌صورت کـج و با زاویه بـه آن نگاه کنیـد، عـددی غیـر از مقـدار واقعـی را خواهیـد دید. (چنـد میلی‌متر کمتر یا بیشـتر)
۱۱- برای یک دهنه، از متری استفاده شود که طول آن از طول دهنه بیشتر باشد.

گرچه اندازه‌گیری فاصله با متر با رعایت اصول مترکشی از دقت کافی برخوردار است ولی به علت وقت‌گیربودن و به این علت که برای تهیه نقشه‌های متوسط و کوچک‌مقیاس لزوم ندارد که همه طول‌ها با دقت خیلی زیاد اندازه‌گیری شوند، بنابراین روش‌های مختلفی ابداع شده که به کمک آنها می‌توان به‌طور غیرمستقیم فاصله بین نقاط را به مراتب سریعتر از مترکشی اندازه‌گیری کرد که یکی از این روش‌ها روش استادیمتری می‌باشد.

روش استادیمتری

در این روش به کمک زاویه‌یاب و شاخص فاصله به‌دست می‌آید. فرض کنید می‌خواهیم فاصلهٔ افقی بین دو نقطه A و B را اندازه‌گیری کنیم. همانند شکل زیر دوربین را در ایستگاه A سانتراژ و در نقطهٔ B شاخص را به‌طور عمود قائم نگه میداریم و سپس به شاخص نشانه‌روی کرده و تار بالا و تار پایین رتیکول را قرائت می‌کنیم چنانچه زاویه شیب امتداد نشانه‌روی امتداد AB برابر α باشد با توجه به شکل خواهیم داشت:



اختلاف تار بالا و پایین: تارپایین-تاربالا =L

طول مایل AB: $D = K \times L \times \cos\alpha$

طول افقی AB: $D_h = (K \times L \times \cos\alpha) \times \cos\alpha = K \times L \times \cos^2\alpha$

که عدد ثابت K معمولاً برای اکثر دوربین‌ها برابر ۱۰۰ است که آن‌را ضریب استادیمتری می‌نامند. بنابراین داریم:

$$D_h = 100 \times L \times \cos^2\alpha$$

نکته

در اندازه‌گیری فاصله چنانچه امتداد شاخص بر امتداد نشانه‌روی عمود باشد و به عبارتی امتداد خط دید و نشانه‌روی افقی باشد، در این‌صورت زاویه شیب برابر صفر است. (در ترازیاب‌ها این حالت به طور طبیعی وجود دارد) و در این‌صورت:

$$D_h = 100 \times L \times \cos^2 0 = 100 \times L$$

نکته

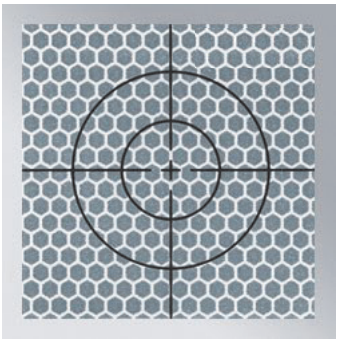
در صورتی که دوربین زاویه‌یاب به جای نمایش زاویهٔ شیب α زاویهٔ زنیتی V را نمایش دهد فرمول طول افقی به‌صورت زیر خواهد بود:

$$D_h = 100 \times L \times \sin^2 V$$

اندازه‌گیری فاصله به کمک فاصله‌یاب الکترونیکی

در روش اندازه‌گیری فاصله به صورت الکترونیکی دستگاه فاصله‌یاب به دو صورت مبتنی بر ۱- اندازه‌گیری زمان رفت‌وبرگشت موج و ۲- اندازه‌گیری اختلاف فاز موج ارسالی و برگشتی، فاصله بین دستگاه و نقطه مورد نظر را به‌دست می‌آورد.

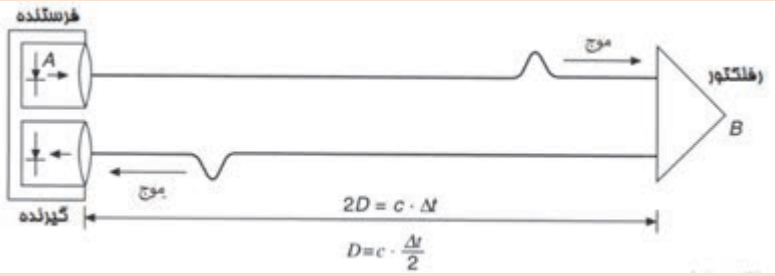
در این روش جهت محاسبه طول AB دستگاه طولیاب که قابلیت ارسال و دریافت موج را دارد بر روی نقطهٔ A و وسیلهٔ منعکس‌کننده موج بر روی نقطهٔ B مستقر می‌شود. منعکس‌کننده موج وسیله‌ای است متشکل از چند منشور چندوجهی که موج ارسالی را در همان مسیر دقیقاً به‌سمت فرستنده موج برمی‌گرداند و به آن منشور یا رِفلکتور می‌گویند. در زیر نمونه‌هایی از منشورهای تکی، سه‌تایی برای فاصله‌های زیاد و صفحه‌ای برای کارهای ساختمانی مشاهده می‌کنید:



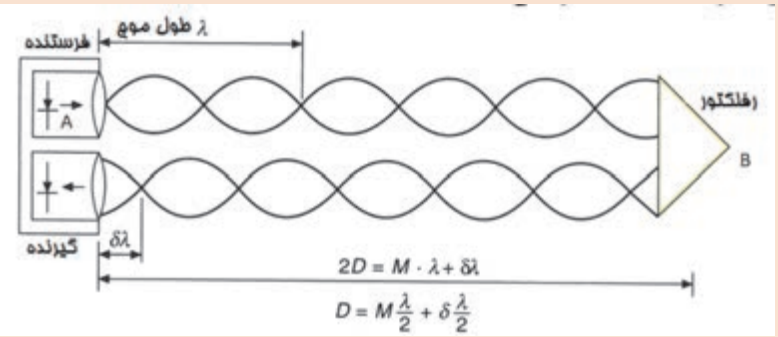
اخیراً، فاصله‌یاب‌های لیزری ساخته شده که نیازی به رفلکتور ندارد و امواج لیزر پس از برخورد به هدف منعکس می‌شود. این قابلیت در دوربین‌های توتال‌استیشن دسترسی به نقاط سخت و غیرممکن را امکان‌پذیر می‌سازد و مهم‌تر از همه اینکه نیروی انسانی اضافه برای برخی اندازه‌گیری‌ها مورد نیاز نیست .

بیشتر بدانیم

در روش اندازه‌گیری الکترونیکی فاصله مبتنی بر زمان، موج مشخصی به سمت رفلکتور توسط فرستنده دستگاه ارسال شده و پس از برخورد موج به رفلکتور، موج ارسالی به سمت دستگاه برمی‌گردد و توسط گیرنده دستگاه دریافت می‌شود. در این حالت زمان رفت‌وبرگشت اندازه‌گیری شده و با توجه به سرعت موج ارسالی فاصله محاسبه می‌شود. شکل زیر ساختار این نوع دستگاه‌ها را نشان می‌دهد.



روش اختلاف فاز، فاز موج ارسالی و فاز موج دریافتی حاصل توسط یک فازیاب داخل دستگاه طولیاب مقایسه می‌شوند. شکل زیر ساختار دستگاه‌های طولیاب مبتنی بر اختلاف فاز را جهت اندازه‌گیری فاصله نشان می‌دهد:



مطابق شکل فوق در روش مبتنی بر اختلاف فاز، توسط دستگاه، تعداد امواج کامل شمارش شده و اختلاف فاز نیز اندازه‌گیری می‌شود. در فرمول فوق، λ طول موج، M تعداد موج کامل و δλ طول موج ناقص می‌باشد.

دقت اندازه‌گیری طول در طولیاب‌ها به‌صورت m+n ppm بیان می‌شود که در آن m مقدار ثابت بر حسب میلی‌متر و n بیان‌کننده، n میلی‌متر خطا در یک کیلومتر است. به عبارت دیگر اندازه‌گیری طول با این طولیاب دارای خطای ثابت m میلی‌متر بوده و در هر کیلومتر اندازه‌گیری فاصله، n میلی‌متر خطا وجود دارد.

به‌عنوان مثال اگر دقت اندازه‌گیری طول با یک طولیاب برابر ۳+۲ ppm باشد. دقت اندازه‌گیری یک طول ۴/۵ کیلومتری با این نوع طولیاب چند میلی‌متر است.

$e = ۳ + ۲ \times ۴/۵ = ۱۲ \text{ mm}$

دوربین توتال‌استیشن

دوربین توتال‌استیشن ترکیبی از زاویه‌یاب الکترونیکی و طولیاب الکترونیکی به همراه برنامه‌های نرم‌افزاری جهت محاسبه طول افقی، مایل، اختلاف ارتفاع، مختصات و سایر امور کاربردی نقشه‌برداری می‌باشد. امروزه استفاده از این نوع دوربین‌ها برای انجام امور نقشه‌برداری زمینی گسترش زیادی یافته است. آسان بودن کار با این نوع دوربین ها و سرعت بالاتر نسبت به روش‌های سنتی و حافظه ذخیره‌سازی اطلاعات از مزایای دوربین‌های توتال‌استیشن می‌باشد. به‌طورکلی توتال‌استیشن مجموعه‌ای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری است که مشاهدات زاویه افقی و قائم و فاصله را اندازه‌گیری و با پردازش آنها طول‌ها و مختصات نقاط مشاهده شده را محاسبه می‌نماید. معمولاً در صفحه اصلی و اولیه دوربین‌های توتال استیشن زوایای افقی، قائم و طول‌های افقی، مایل به همراه اختلاف ارتفاع با کلید دکمه اندازه‌گیری نمایش داده می‌شود که نمونه‌ای از آن در تصویر روبه‌رو مشخص می‌باشد. (در پودمان سوم به‌طور مفصل دوربین توتال‌استیشن شرح داده می‌شود).

کلید جهت اندازه‌گیری طول می‌باشد که نتیجهٔ اندازه‌گیری به‌صورت مقابل نمایش داده می‌شود که سطر اول مربوط به زاویهٔ افقی، سطردوم فاصلهٔ افقی وسطر سوم اختلاف ارتفاع می‌باشد.

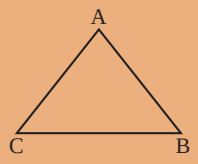
```
HR:  120°30′40″
HD*  65.432m
VD:  12.345m
MEAS MODE S/A P˘
```

نکته

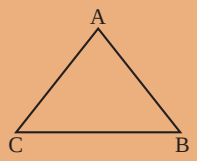
برای بالا بردن دقت اندازه‌گیری فاصله معمولاً طول‌ها را در چند نوبت و در حالت‌های دایره‌به‌چپ و دایره‌به‌راست و به‌صورت رفت‌وبرگشت اندازه‌گیری می‌کنند و سپس از طول‌های اندازه‌گیری شده میانگین‌گیری می‌کنند.

مثال ۷

جهت محاسبه طول‌های یک سه‌ضلعی دوربین توتال‌استیشن را بر روی سه رأس مثلث سانتراژ کرده و طول‌ها را در حالت‌های دایره‌به‌چپ و دایره‌به‌راست اندازه‌گیری و در جدول ذیل یادداشت نموده‌ایم با توجه به مشاهدات زیر بهترین جواب مربوط به طول‌های سه‌ضلعی را محاسبه کنید و به کمک نرم‌افزار AutoCAD با مشخص بودن مختصات C و افقی بودن خط CB آن‌را ترسیم نمایید.

ایستگاه	نقاط نشانه‌روی	قرائت طول در حالت		کروکی
		دایره به چپ (L)	دایره به راست (R)	
A	B	۱۲۴/۲۴۲	۱۲۴/۲۳۸	 C = (۱۰۰,۱۰۰)
	C	۱۲۷/۰۰۱	۱۲۶/۹۹۷	
B	C	۱۳۱/۶۰۹	۱۳۱/۵۹۴	
	A	۱۲۴/۲۲۷	۱۲۴/۲۳۷	
C	A	۱۲۷/۹۹۸	۱۲۷/۰۱۲	
	B	۱۳۱/۵۹۴	۱۳۱/۵۹۶	

حل: ابتدا از طول‌ها که به‌صورت دایره‌به‌چپ و دایره‌به‌راست اندازه‌گیری شده است میانگین‌گیری می‌کنیم:

ایستگاه	نقاط نشانه‌روی	قرائت طول در حالت		میانگین	کروکی
		دایره به چپ (L)	دایره به راست (R)		
A	B	۱۲۴/۲۴۲	۱۲۴/۲۳۸	۱۲۴/۲۴۰	 C = (۱۰۰,۱۰۰)
	C	۱۲۷/۰۰۱	۱۲۶/۹۹۷	۱۲۶/۹۹۹	
B	C	۱۳۱/۶۰۹	۱۳۱/۵۹۴	۱۳۱/۶۰۲	
	A	۱۲۴/۲۲۷	۱۲۴/۲۳۷	۱۲۴/۲۳۲	
C	A	۱۲۷/۹۹۸	۱۲۷/۰۱۲	۱۲۷/۰۰۵	
	B	۱۳۱/۵۹۴	۱۳۱/۵۹۶	۱۳۱/۵۹۵	

سپس از طول‌هایی که به‌صورت رفت‌وبرگشت محاسبه گردیده است به عنوان طول نهایی مجدداً میانگین‌گیری می‌کنیم:

طول	رفت	برگشت	میانگین
AB	۱۲۴/۲۴۰	۱۲۴/۲۳۲	۱۲۴/۲۳۶
BC	۱۳۱/۶۰۲	۱۳۱/۵۹۵	۱۳۱/۵۹۵
CA	۱۲۷/۰۰۵	۱۲۶/۹۹۹	۱۲۶/۹۹۹

البته در همان مرحله اول می‌توان از تمامی طول‌ها یک ضلع که به‌صورت رفت‌وبرگشت و به‌صورت دایره‌به‌چپ و دایره‌به‌راست اندازه‌گیری شده است میانگین‌گیری نمود.

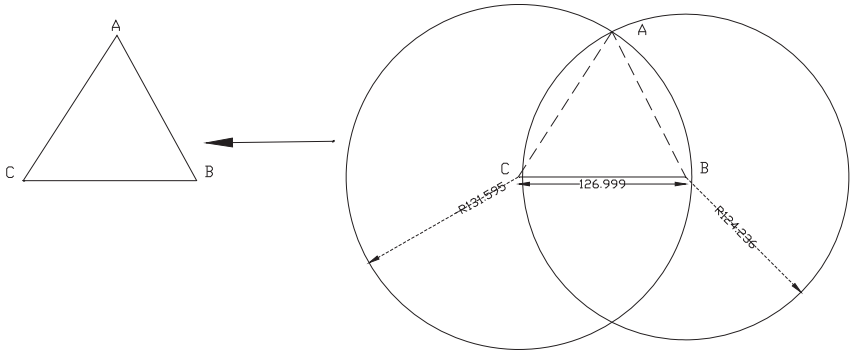
ترسیم در نرم‌افزار AutoCAD

با مشخص نمودن سه طول مثلث و معلوم بودن مختصات نقطهٔ C و امتداد CB ترسیم مثلث ABC در نرم‌افزار AutoCAD به شرح ذیل می‌باشد:

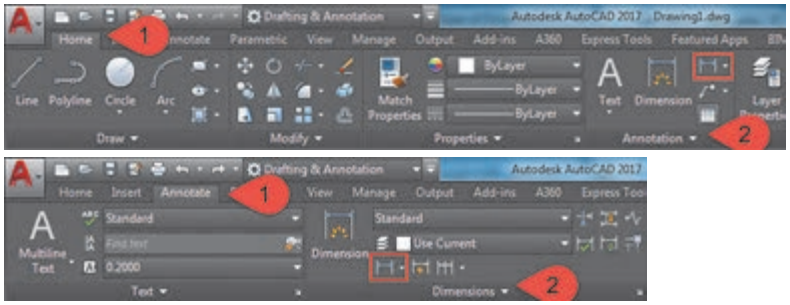
۱- ترسیم خط افقی با دستور Line و دکمه تابعی F۸ به مختصات اولیه (۱۰۰,۱۰۰) C و طول CB=۱۲۶/۹۹۹ متر

Command: LINE
Specify first point: <Ortho on> (۱۰۰,۱۰۰)
Specify next point or [Undo]: ۱۲۶/۹۹۹

۲- ترسیم دو دایره (با دستور Circle) به مرکز نقطهٔ C و شعاع ۱۳۱/۵۹۵ متر و مرکز B و شعاع ۱۲۴/۲۳۶ متر و مشخص شدن محل تلاقی دو دایره به عنوان نقطهٔ A و ترسیم سه‌ضلعی ABC:



۳- جهت کنترل ترسیمات می‌توان از تب Home پنل Annotation یا تب Annotate پنل Dimension، گزینه کشویی اندازه‌گذاری رو باز کنید و گزینه Aligned به عنوان خط اندازه مورب را انتخاب کرد و با کلیک بر روی ابتدا و انتهای خط اندازه آن‌را روی نقشه مشخص کرد:



نکته

(جهت مشاهده مختصات نقاط می‌توان از دستور ID و کلیک بر روی نقطه مورد نظر مختصات نقاط را در خط فرمان مشاهده نمود همچنین با استفاده از دستور LIST و کلیک بر روی خطوط اطلاعات خط مانند مختصات ابتدا و انتها، طول و ... مشخص می‌گردد)

پس از ترسیم نقاط و امتدادهای برداشتی در نرم‌افزار AutoCAD می‌توان زاویهٔ بین امتدادها را به‌کمک آنچه در قسمت ۳ مثال قبل گفته شد و انتخاب گزینه Angular و کلیک بر روی دو امتداد مورد نظر مشخص نمود:

فعالیت عملی ۵

فاصله‌یابی به روش استادیمتری

به کمک روش استادیمتری اضلاع مثلث فعالیت عملی گذشته را اندازه‌گیری نمایید.

محاسبات لازم جهت محاسبه طول افقی در جدول استادیمتری به همراه محاسبات آن در نرم‌افزار Excel انجام دهید.

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

راهنمایی

۱- ابتدا تئودلیت را در روی نقطه اول مستقر نمایید. سپس شاخصی را به طور کاملاً قائم در نقطه انتهای فاصله قرار دهید.

۲- پس از نشانه‌روی به شاخص مورد نظر، تصویر دوربین را توسط پیچ فوکوس کاملاً واضح کرده همچنین تصویر تارهای رتیکول را برای چشم خود تنظیم و واضح کنید.

۳- اکنون پیچ حرکت تند دوربین و آلیداد را قفل کرده و اعداد تار بالا و پایین روی شاخص را قرائت و یادداشت نمایید.

۴- زاویه شیب و یا سمت الرأسی را هم در این حالت مشاهده و یادداشت نمایید. برای این کار از معلم خود کمک بگیرید.

۵- این بار دوربین را به نقطهٔ آخر منتقل کرده و مراحل قبل را تکرار کنید.

۶- با این کار عملیات به پایان می‌رسد، فاصله افقی مورد نظر را برای دو حالت رفت‌وبرگشت محاسبه نموده و از آن میانگین بگیرید.

فعالیت عملی ۶

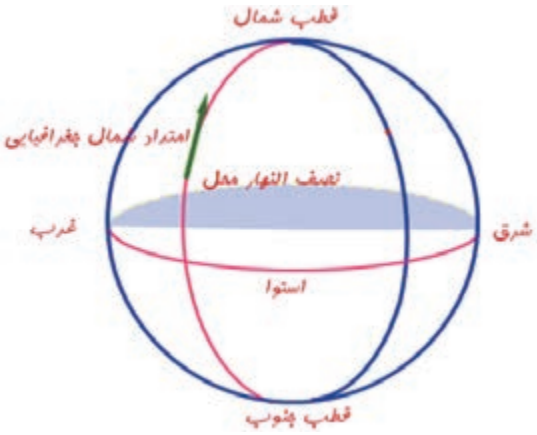
فاصله‌یابی با استفاده از دوربین توتال‌استیشن

- فاصله افقی گفته شده در فعالیت قبل را با استفاده از یک توتال‌استیشن با راهنمایی هنرآموز از دو طرف اندازه‌گیری کرده و نتایج را در جدولی یادداشت نموده و سپس آنها را با هم مقایسه کنید.
- گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

امتدادهای مبنا در نقشه‌برداری

به منظور توجیه نقشه در منطقه و یا برای مشخص نمودن موقعیت یک امتداد هنگام نقشه‌برداری در منطقه لازم است که زاویه امتدادهای زمینی را با یک امتداد مبنا (Refrence line) به‌دست آورد. از امتدادهایی که در نقشه‌برداری به عنوان امتداد مبنا یا مقایسه در نظر گرفته می‌شوند، می‌توان نصف‌النهار جغرافیایی محل، امتداد نصف‌النهار مغناطیسی و امتداد شمال شبکه یا محور Yها در صفحه نقشه نام برد.

در نقشه‌برداری امتداد مبنا، معمولاً به صورت یکی از سه حالت زیر می‌تواند تعریف شود:



الف- شمال جغرافیایی: اگر از محل استقرار دوربین، خطی به قطب شمال وصل شود، این امتداد، امتداد شمال جغرافیایی نامیده می‌شود.

به عبارت دیگر امتداد نصف‌النهار محل استقرار دوربین به سمت قطب شمال، جهت شمال جغرافیایی نامیده می‌شود. شمال جغرافیایی، شمال واقعی نیز نامیده شده و آن‌را با TN(True North) نشان می‌دهند. با تعریف امتداد شمال جغرافیایی می‌توان سایر جهت‌های جغرافیایی مانند شرق، غرب و جنوب را نیز تعریف نمود. شکل روبه‌رو شمال جغرافیایی و جهت‌های جغرافیایی را نشان می‌دهد.

ب) شمال مغناطیسی: با توجه به میدان مغناطیسی زمین - ناشی از حرکت دورانی زمین - و ساختار قطب نما - که مانند یک آهن ربا عمل می‌کند و قطب‌های همنام همدیگر را جذب می‌نمایند - که تمایل به قرارگیری در جهت میدان مغناطیسی زمین دارد. جهتی را که عقربه قطب‌نما نشان می‌دهد، امتداد شمال مغناطیسی نامیده می‌شود و آن‌را با MN(MagneticNorth) نشان می‌دهند.

شکل روبه‌رو یک قطب‌نما را نشان می‌دهد. در قطب‌نماهای نقشه‌برداری فلش N جهت شمال و فلش S جهت جنوب را نشان می‌دهد.

نکته

در نقشه‌برداری ژیزمان امتداد اول معمولاً با استفاده از جهت قطب‌نما مشخص می‌گردد.

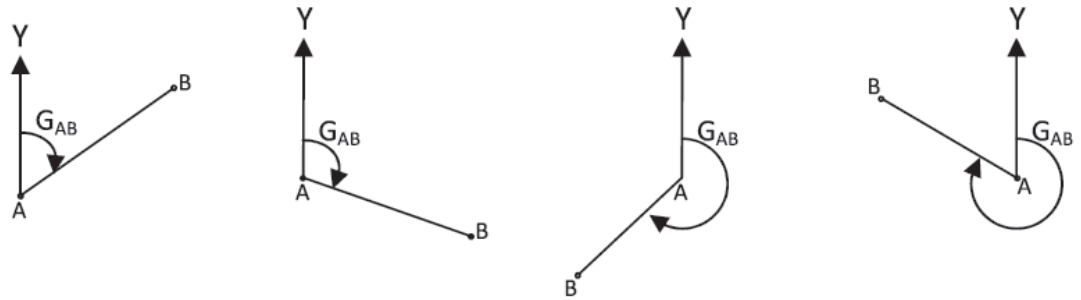
ج) شـــمال شبکه: جهت مثبت محور yها در نقشـه را اصطلاحاً شمال شبکه می‌نامند و با GN(GridNorth) نشان می‌دهند.

شـمال مغناطیسـی و شـمال جغرافیایـی بـر هـم منطبـق نبـوده و بـا هـم اختـلاف دارنـد، ایـن اختـلاف زاویه انحـراف مغناطیسـی نامیـده می‌شـود. معمولاً شـمال شـبکه را منطبق بر شـمال مغناطیسـی و مقـدار اولیه آن را به‌کمـک قطب‌نمـا مشـاهده می‌نماینـد.

ژیزمان

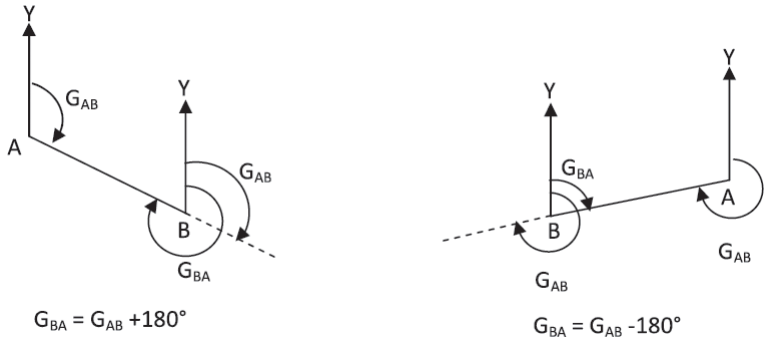
بـرای تعییـن جهـت یـک امتـداد در روی زمیـن بایـد زاویه ایـن امتداد و یـک امتداد مبنـا را اندازه‌گیـری کرد. چنانچـه امتـداد مبنـا را شـمال شـبکه در نظرگرفتـه و زاویـه بیـن شـمال شـبکه و امتـداد زمینـی را در جهت عقربه‌هـای سـاعت اندازه‌گیـری کنیـم، بـه زاویـه حاصـل ژیزمـان می‌گوینـد. بنابراین:

ژیزمـان عبارت‌اسـت از زاویـه‌ای افقـی از شـمال شـبکه بـا هـر امتـداد در جهـت عقربه‌هـای سـاعت کـه بـا G نمایـش داده می‌شـود. و مقـدار آن بیـن صفـر تـا ۳۶۰ درجـه می‌باشـد.



ژیزمان امتداد AB در چهار وضعیت

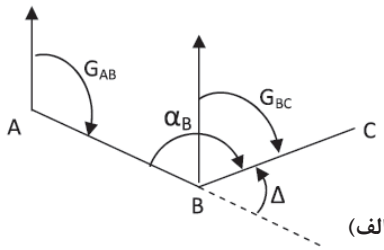
درصورتی‌کـه ژیزمـان امتـداد AB معلوم باشـد و خواسـته شـود ژیزمان امتداد BA محاسـبه شـود، اصطلاحاً ژیزمـان امتـداد BA را ژیزمـان معکـوس امتـداد AB می‌نامنـد. ژیزمـان معکـوس یـک امتـداد بـا ژیزمـان آن ۱۸۰درجـه یـا ۲۰۰ گـراد اختـلاف دارد. اگـر ژیزمـان یـک امتـداد کوچک‌تـر از ۱۸۰درجـه باشـد، ژیزمـان معکـوس آن بـا ۱۸۰ درجـه جمـع می‌شـود و در صورتی‌که ژیزمـان یـک امتـداد بزرگ‌تـر از ۱۸۰باشـد، ژیزمـان معکوس آن از ۱۸۰درجـه کم می‌شـود.



ژیزمان و ژیزمان معکوس امتداد AB

انتقال ژیزمان

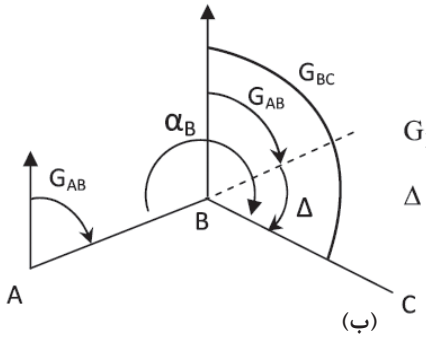
دو امتداد AB و BC را مطابق شکل الف در نظر بگیرید در صورتی که ژیزمان امتداد AB و همچنین زاویه رأس B یعنی αB معلوم باشد ژیزمان امتداد BC به‌راحتی محاسبه می‌گردد. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید امتداد AB که با خط‌چین مشخص شده است از نقطهٔ B به اندازه زاویه انحراف Δ در خلاف عقربه‌های ساعت از جهت خود منحرف شده است تا به امتداد BC تبدیل شود بنابراین کافی است زاویه انحراف Δ را از ژیزمان امتداد AB کم کنیم تا ژیزمان امتداد BC به‌دست آید. زاویه انحراف Δ به راحتی از روی زاویه رأس B قابل محاسبه است به‌عبارتی می‌توان نوشت:



(الف)

$$\left.\begin{array}{l} G_{BC} = G_{AB} - \Delta \\ \Delta = 180^\circ - \alpha_B \end{array}\right\} G_{BC} = G_{AB} - (180^\circ - \alpha_B) = G_{AB} + \alpha_B - 180^\circ \text{ (یا 200grad)}$$

حال به شکل ب دقت کنید در این حالت امتداد AB که با خط‌چین مشخص شده است در نقطهٔ B به اندازه زاویهٔ Δ در جهت عقربه‌های ساعت از جهت اولیه خود منحرف شده است تا امتداد BC حاصل شود. پس در این حالت کافی است که زاویهٔ Δ را با ژیزمان امتداد AB جمع کنیم تا ژیزمان BC به‌دست آید. بنابراین داریم:



(ب)

$$\left.\begin{array}{l} G_{BC} = G_{AB} + \Delta \\ \Delta = 180^\circ - \alpha_B \end{array}\right\} G_{BC} = G_{AB} + (180^\circ - \alpha_B) = G_{AB} + \alpha_B - 180^\circ$$

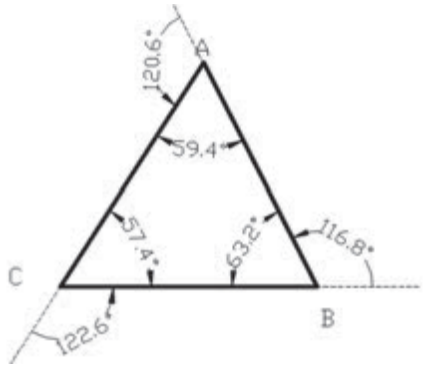
همان‌طور که دیدید در هر حالت به‌سادگی می‌توان ژیزمان امتداد BC را از امتداد معلوم AB به‌دست آورد.کافی‌است زاویه رأس αB مشاهده و زاویه انحراف Δ به‌همراه جهت انحراف مشخص گردد.

نکته

اگر ژیزمان امتدادی بیشتر از ۳۶۰ درجه یا ۴۰۰ گراد محاسبه گردید، مقدار ۳۶۰ درجه یا ۴۰۰ گراد از ژیزمان کسر می‌گردد و همچنین اگر ژیزمان امتدادی منفی محاسبه گردید، عدد ۳۶۰ درجه یا ۴۰۰ گراد به ژیزمان اضافه می‌گردد تا همیشه مقدار ژیزمان بین عدد ۰ تا ۳۶۰ درجه یا ۴۰۰ گراد قرار گیرد.

مثال ۸

در مثال قبل اگر ژیزمان امتداد CB برابر ۹۰ درجه باشد ژیزمان امتدادهای BA و AC چند درجه است؟



حل: ابتدا با توجه به کروکی میزان زاویه انحراف به همراه جهت آنها مشخص می‌نماییم:

زاویه انحراف B خلاف عقربه ساعت:

$$\Delta_B = ۱۸۰^\circ - \alpha B = ۱۸۰^\circ - ۶۳/۲^\circ = ۱۱۶/۸^\circ$$

زاویه انحراف A خلاف عقربه ساعت:

$$\Delta_A = ۱۸۰^\circ - \alpha A = ۱۸۰^\circ - ۵۹/۴^\circ = ۱۲۰/۶^\circ$$

زاویه انحراف C خلاف عقربه ساعت:

$$\Delta_C = ۱۸۰^\circ - \alpha C = ۱۸۰^\circ - ۵۷/۴^\circ = ۱۲۲/۶^\circ$$

پس از محاسبه زاویه انحراف با معلوم‌بودن ژیزمان امتداد اولیه ژیزمان دیگر امتدادها از روابط ذکر شده محاسبه می‌گردد:

$$G_{CB} = ۹۰^\circ$$

$$G_{BA} = G_{CB} - \Delta_B = ۹۰^\circ - ۱۱۶/۸^\circ = -۲۶/۸^\circ + ۳۶۰^\circ = ۳۳۳/۲^\circ$$

$$G_{AC} = G_{BA} - \Delta_A = ۳۳۳/۲^\circ - ۱۲۰/۶^\circ = ۲۱۲/۶^\circ$$

جهت کنترل عملیات محاسبات می‌توان به کمک زاویهٔ C و ژیزمان امتداد AC، ژیزمان اولیه CB را محاسبه کرده و با مقدار اولیه آن مقایسه نمود:

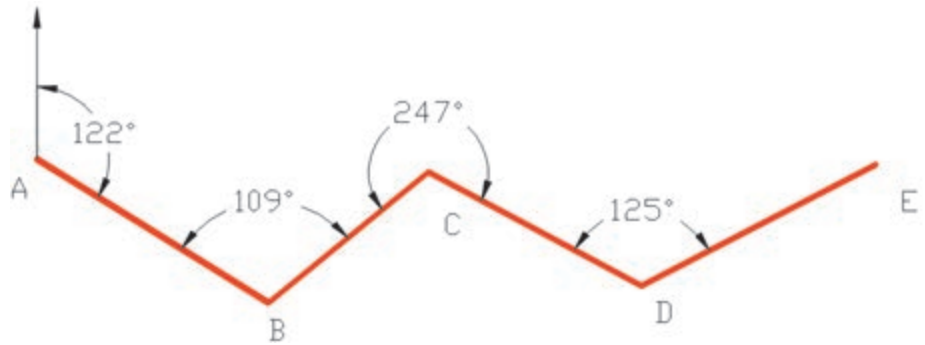
$$G_{CB} = G_{AC} - \Delta_C = ۲۱۲/۶^\circ - ۱۲۲/۶^\circ = ۹۰^\circ$$

انتقال ژیزمان در نرم‌افزار Excel

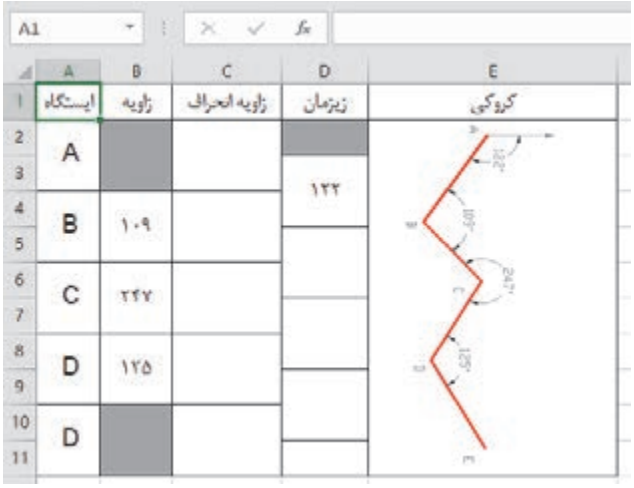
محاسبات انتقال ژیزمان به کمک برداشت زاویه شامل مراحل زیر می‌باشد که با ذکر مثال موارد شرح داده می‌شود.

مثال ۹

با توجه به شکل زیر، محاسبات انتقال ژیزمان را در نرم‌افزار Excel و طی چند مرحله انجام می‌دهیم.



۱- در ابتدا می‌بایستی به‌کمک جدول کوپل که قبلاً توضیح داده شد زاویه هریک از رأس‌ها را محاسبه کرد و بر روی کروکی و جدول مربوطه یادداشت نمود و موارد را در فرم نرم‌افزار Excel وارد کرد.



۲- درخانهٔ C۴ زاویه انحراف زاویهٔ B را می‌نویسیم:

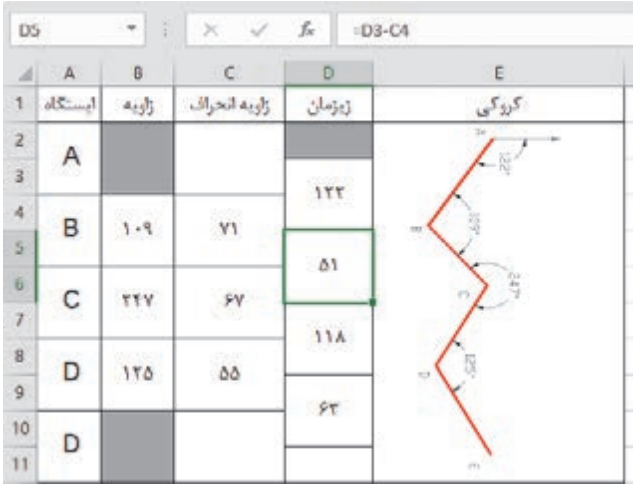
=۱۸۰-B۴

سپس آن‌را برای خانه‌های ستون زاویه انحراف کپی می‌کنیم.

۳- درخانهٔ D۵ با استفاده از ژیزمان امتداد قبل می‌نویسیم:

=D۳-C۴

سپس آن‌را برای خانه‌های ستون ژیزمان کپی می‌کنیم.



فعالیت عملی ۷

انتقال ژیزمان

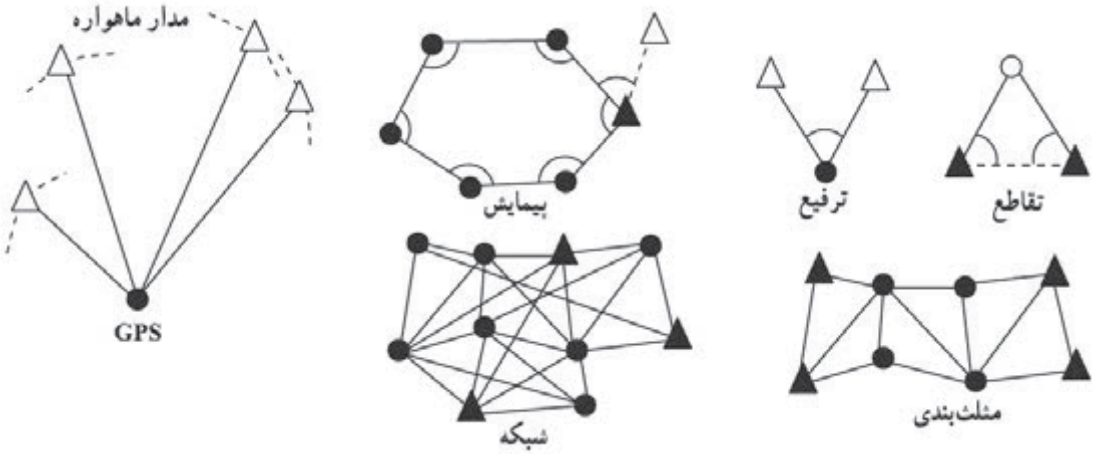
- در محوطه هنرستان چهار نقطه که تشکیل یک چهارضلعی باز را می‌دهند به گونه‌ای انتخاب کنید که از هر نقطه، نقطهٔ قبل و بعد آن قابل دید باشد.
- آزیموت مغناطیسی امتداد اول را به‌کمک قطب نما اندازه‌گیری نموده و آن‌را به‌عنوان ژیزمان امتداد اول در نظر بگیرید.
- با اندازه‌گیری زاویه بین امتدادها به روش کوپل ژیزمان سه امتداد دیگر را محاسبه کنید.
- محاسبات انتقال ژیزمان را با نرم افزار Excel نیز محاسبه کنید و نتایج کار را به همراه گزارش عملیات تحویل هنرآموز دهید.

روش‌های تعیین مختصات ایستگاهی

برای تهیه نقشه از یک منطقه، نیاز است تعدادی نقطه کنترل زمینی (ایستگاه) در آن منطقه ایجاد کرد تا بتوان به کمک آنها عوارض مورد نیاز را از زمین برداشت و به نقشه انتقال داد. ایستگاه‌ها با توجه به اهمیت و لزوم ماندگاری، معمولاً در قالب سازه‌های مصنوعی و با علایم مشخصی روی زمین طبق استاندارد ساخته و تثبیت می‌شوند. از این نقاط کنترل برای استقرار و توجیه دستگاه‌های نقشه‌برداری استفاده می‌شود.

مختصات نقاط کنترل باید چند برابر دقیق‌تر از خطای مجاز نقشه موردنظر تهیه شود، زیرا برداشت جزئیات روی زمین متکی به آنها بوده و از روی این نقاط انجام می‌گیرد. چنانچه دقت کافی در مورد تعیین مختصات نقاط کنترل به عمل نیاید کلیه مشاهدات برداشتی، خطادار بوده و نقشه حاصله از صحت کافی برخوردار نخواهد بود.

روش‌های مختلفی برای تعیین مختصات ایستگاه‌ها وجود دارد. تقاطع، ترفیع، پیمایش، مثلث‌بندی، شبکه و GPS از جمله این روش‌ها می‌باشد.



تفکر

منظور از دوایر و مثلث‌های توپر و توخالی در شکل بالا (روش‌های تعیین موقعیت ایستگاهی) چیست؟

تقاطـع: در ایـن روش روی نقـاط معلـوم قـرار گرفتـه و بـه نقطـه مجهـول نشـانه‌روی می‌کنیـم. هنگامـی که مختصـات نقـاط را نتـوان بـه دلیـل بُعـد مسـافت یـا دسترس‌ناپذیر بودنشـان (ماننـد نقطـه بـالای گنبـد) بـا روش‌هـای معمـول تعییـن کـرد از روش تقاطـع اسـتفاده می‌شـود.

ترفیـع: در ایـن روش عکـس عمـل تقاطـع، ایسـتگاه‌گذاری روی نقطـه مجهـول انجام شـده و به نقـاط معلوم نشـانه‌روی و مختصـات نقطـه مجهـول تعییـن می‌نماییـم. کاربـرد ایـن روش موقعـی اسـت کـه هویـت نقـاط مختصـات‌دار منطقـه از بیـن رفتـه و بـرای یافتن مختصات ایسـتگاه‌های منطقه، از مشـاهدات تعـدادی از نقاط معلـوم دور از دسـترس اسـتفاده می‌کنیـم.

مثلث‌بنـدی: نقـاط کنتـرل مجموعـاً تعـدادی مثلـث متصل به‌هـم تشـکیل داده که بـا اندازه‌گیـری طول یک یـا دو ضلـع از ایـن مجموعـه مثلـث و نیـز اندازه‌گیـری همـه زوایـا می‌تـوان مختصـات رأس مثلث‌هـا را تعیین کـرد. کاربـرد ایـن روش در مناطق خیلی وسـیع می‌باشـد.

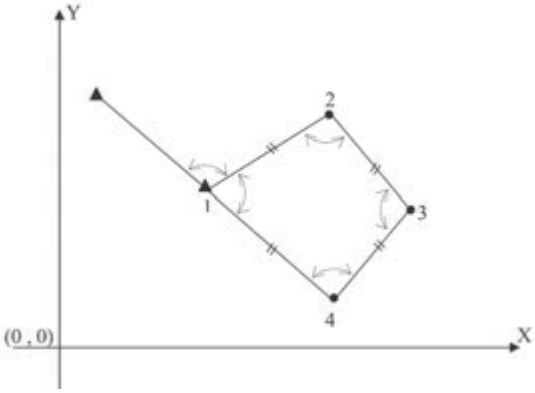
شـبکه: در صورتی‌کـه بـرای انجـام مشـاهدات طـول و زاویـه ماننـد روش مثلث‌بنـدی، تشـکیل مثلث‌هـای متصـل به‌هـم الزامـی نباشـد و بتـوان طـول و زاویه بین نقـاط را مشـاهده نمود، بـه آن روش شـبکه می‌گویند. معمـولاً در پروژه‌هـای حسـاس ماننـد تعییـن موقعیـت و جابجایی‌سـنجی پل‌هـا و سـدها کـه بـه پروژه‌هـای میکروژئـودزی معـروف اسـت از ایـن روش اسـتفاده می‌شـود.

تعییـن موقعیت ماهـواره‌ای GPS: سیسـتم GPS یک سیسـتم تعیین موقعیـت جهانی بر مبنـای فناوری ماهـواره‌ای اسـت. هـر چنـد تعییـن موقعیت بـا GPS بسـیار فراگیر شـده اما اصـول عملکرد آن بسـیار پیچیده بـوده و متخصصـان علومـی نظیـر الکترونیـک، مکانیـک مـداری، هوافضـا، هواشناسـی، زمین‌شناسـی، فیزیک، ریاضیـات و نرم‌افـزار در طراحـی، سـاخت و توسـعه آن مشـارکت داشـته انـد. GPS دارای کاربردهـای متنوعی می‌باشـد اساسـاً GPS هـر جایـی قابل اسـتفاده اسـت مگـر در نقاطی که امـکان وصول امـواج ماهـواره در آنها نباشـد. این فنـاوری روز بـه روز گسـترش می‌یابد.

پیمایش: معمول‌ترین و متداول‌ترین روش در تعیین مختصات نقاط نقشه‌برداری، پیمایش می‌باشد.
چنانچـه تعـدادی نقطـه روی زمیـن ایجـاد کـرده و توسـط خطـوط فرضـی ایـن نقاط را بـه ترتیـب به‌هم وصل کنیـم، در ایـن حالـت یـک چندضلعـی روی زمیـن ایجاد می‌شـود.
حـال اگـر بـا اسـتفاده از روش‌هـای دقیق نقشـه‌برداری اضلاع ایـن چند ضلعـی و همچنین همـه زوایای رئوس آن اندازه‌گیـری شـود بـه این عمـل پیمایـش می‌گویند.
در واقـع پیمایـش یکـی از روش‌هـای تعییـن مختصـات دوبعـدی نقاط می‌باشـد کـه در آن با اسـتفاده از نقاط معلـوم و انجـام مشـاهدات زمینـی بیـن نقـاط مجهـول اندازه‌گیـری طـول و زاویـه و در نهایت انجام یک‌سـری محاسـبات می‌تـوان مختصـات نقـاط مجهـول را در سیسـتم مختصـات نقـاط معلوم به‌دسـت آورد.
در پیمایـش بـرای اینکـه بتـوان ابتدا سیسـتم مختصـات دو بعدی مورد نظر را مشـخص نمود بـه حداقل دو نقطه بـا مختصـات معلـوم یـا یک نقطه با مختصـات معلوم و یـک امتداد معلوم در آن سیسـتم مختصات نیاز می‌باشـد.

با این معلومات می‌توان مبدإ سیستم و جهت محورهای آن‌را مشخص کرد. البته در مواقعی این سیستم مختصات را می‌توان کاملاً فلزی اختیار کرد یعنی مختصات نقطه اول و همچنین زمان اول را فرضی در نظر گرفت.

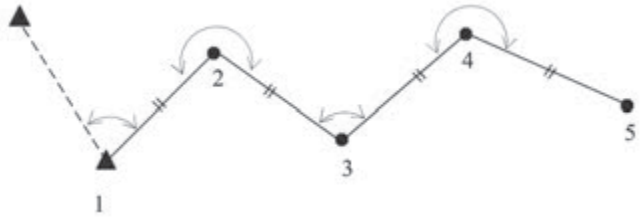
مختصات نقاطی که با مثلث مشخص شده‌اند معلوم است و نقاط ۲ تا ۴ نقاط مجهول‌اند که به روش پیمایش، مختصات آنها در این سیستم مختصات مشخص می‌شود.



انواع پیمایش

پیمایش معمولاً به دو حالت باز و بسته تقسیم‌بندی می‌شود:

پیمایش باز: اگر پیمایش از یک نقطه با مختصات معلوم و یا مفروض شروع و به نقطه با مختصات مجهول نامعلوم پایان یابد به آن پیمایش باز می‌گویند.



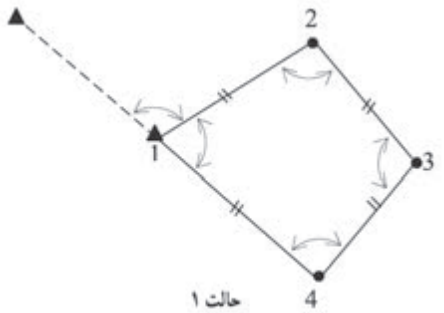
به دلیل نبودن رابطه ریاضی از قبل معلومی بین اجزای پیمایش باز، کنترل درستی اندازه‌گیری‌ها بدون تکرار اندازه‌گیری‌ها امکان‌پذیر نیست بنابراین از آن در کارهایی که نیاز به دقت بالایی دارند استفاده نمی‌شود.

پیمایش بسته: در دو حالت زیر پیمایش را بسته می‌گویند:

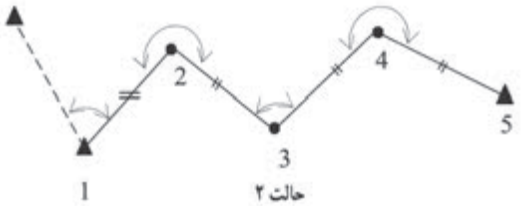
پیمایش از یک نقطه با مختصات معلوم مفروض شروع شود و به همان نقطه ختم گردد. به چندضلعی بسته که در این حالت ایجاد می‌شود پلیگون می‌گویند.

پیمایش از یک نقطه با مختصات معلوم شروع شود و به نقطه دیگری با مختصات معلوم برسد. به این حالت پیمایش اتصالی می‌گویند.

از پیمایش بسته پلیگون معمولاً در مناطقی که طول و عرض منطقه تقریباً مساوی است استفاده می‌شود.



حالت ۱



حالت ۲

بیشتر بدانیم

انواع خطا در پیمایش

به طور کلی خطاها را در پیمایش می‌توان به سه دسته تقسیم‌بندی کرد

خطای اندازه‌گیری زاویه

خطای اندازه‌گیری طول

خطای سانتراژ دوربین و رفلکتور

که صحبت در مورد آنها در دوره‌های بالاتر در رشتهٔ نقشه‌برداری انجام خواهد گرفت.

مراحل پیمایش

مراحل پیمایش را می‌توان به سه مرحله کلی زیر تقسیم‌بندی کرد:

الف) شناسایی

ب) اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات پیمایش

ج) محاسبات پیمایش

الف) شناسایی:

در این مرحله گروه شناسایی با مراجعه مستقیم به محلی که قرار است پیمایش انجام شود منطقه را شناسایی کرده و محل ایستگاه‌های پیمایش را انتخاب و علامت‌گذاری کرده و مستحکم می‌کنند و در نهایت از موقعیت نقاط موجود یک کروکی تهیه می‌کنند.

محل ایستگاه‌های پیمایش بنا به هدفی که از پیمایش دنبال می‌شود انتخاب می‌شوند. به عنوان مثال چنانچه هدف برداشت توپوگرافی منطقه و تهیه نقشه باشد ایستگاه‌های پیمایش را طوری در نظر می‌گیرند که از آنها بتوان بیشترین جزئیات محدوده مورد نظر را برداشت کرد و چنانچه هدف از پیمایش پیاده‌کردن نقشه یک مسیر باشد محل ایستگاه‌ها را طوری در نظر می‌گیرند که از آنها بتوان اجزای مسیر مورد نظر را با دقت بالا پیاده کرد. اما در هر حال رعایت موارد زیر برای انتخاب محل ایستگاه‌های پیمایش ضروری است:

۱- ازهر ایستگاه به ایستگاه قبلی و بعدی باید حتماً دید برقرار باشد ولی نیازی نیست که از یک نقطه به همه نقاط پیمایش دید برقرار باشد.

۲- زمینی که در آن ایستگاه پیمایش ساخته می‌شود باید محکم و پایدار باشد. بنابراین زمین‌های نرم و صاف و کنار رودخانه‌ها و نهرها جایگاه مناسبی برای نمایش نیست.

۳- ایستگاه‌های پیمایش باید از دور به خوبی دیده شوند بنابراین زمین‌های مسطح و مرتفع مکان مناسبی برای نقاط پیمایش بوده و زمین‌های پوشیده است و علف‌های وحشی مکان مناسبی برای آنها نیست.

۴- برای کاهش خطای سانتراژ دوربین و منشور در اندازه‌گیری زاویه تا حد امکان طول اضلاع پیمایش بلند در نظر گرفته شود.

نکته

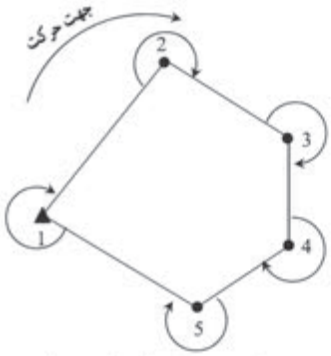
در مناطق کوچک و پیمایش‌هایی که از آنها برای اهداف کوتاه مدت استفاده می‌شود می توان از میخ‌های چوبی و یا فولادی برای نشانه‌گذاری و تثبیت ایستگاه‌های پیمایش استفاده کرد ولی زمانی که پیمایش برای پروژه‌های بلند مدت و زمان بر از قبیل ایجاد بزرگراه و سد استفاده می‌شود باید ایستگاه‌ها را طوری مستحکم کرد که برای مدت طولانی محل آنها ثابت بوده و تخریب نشوند.

فعالیت عملی ۸

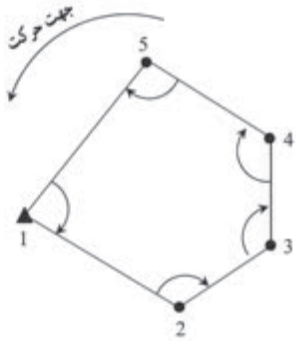
با راهنمایی هنرآموز خود، عملیات شناسایی برای تهیه نقشه هنرستان را انجام داده و محل ایستگاه‌های پیمایش را روی زمین مشخص نمایید.
در ادامه گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی همراه با ترسیم کروکی به هنرآموز تحویل دهید.

ب) اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات پیمایش

پس از ایجاد و استحکام نقاط پیمایش گروه نقشه‌بردار به محل مراجعه کرده و با توجه به کروکی و نام نقاط، طول افقی همه اضلاع و همچنین زاویه افقی همه رأس‌های پیمایش مورد نظر را اندازه‌گیری کرده و در فرم‌های موجود ثبت می‌کنند. همچنین لازم است که ژیزمان یکی از امتدادهای پیمایش که معمولاً اول می‌باشد نیز اندازه‌گیری شود.
طول‌ها با استفاده از یک طولیاب و به‌صورت رفت‌وبرگشت و زوایا هم به‌وسیله یک زاویه‌یاب ثانیه‌ای و در چند کوپل معمولاً در دو کوپل اندازه‌گیری می‌شوند. در صورت استفاده از توتال‌استیشن اندازه‌گیری زاویه‌ها و طول‌ها به‌طور همزمان انجام می‌شود. (برداشت طول باید در دو حالت دایره‌به‌چپ و راست صورت پذیرد.) در کارهای دقیق مثل نقشه‌برداری تونل و مترو برای محاسبه آزیموت امتداد اول از وسیله‌ای به نام ژیروسکوپ استفاده می‌شود، اما در کارهای معمولی و زمین‌های محدود می‌توان آزیموت مغناطیسی امتداد اول را با ژیزمان آن یکی در نظر گرفته و با استفاده از قطب‌نما اندازه‌گیری کرد.
زاویه‌هایی که در پیمایش اندازه‌گیری می‌شوند معمولاً زاویه‌به‌راست هستند. زاویه‌به‌راست در محاسبات پیمایش همواره مثبت در نظر گرفته می‌شود. منظور از زاویه‌به‌راست زاویه‌ای است که یک امتداد نسبت به امتداد قبل و در جهت حرکت عقربه‌های ساعت می‌سازد.
بنابراین برای آن‌که امتداد قبل مشخص باشد باید هنگام مشاهدات زاویه یک جهت برای حرکت و پیمایش روی ایستگاه‌ها در نظر گرفته شود.
فرض کنید پیمایش به صورت یک چندضلعی بسته باشد چنانچه جهت حرکت پیمایش در جهت عقربه‌های ساعت انتخاب شود زاویه‌به‌راست زاویه خارجی چندضلعی بسته خواهد بود و در حالتی‌که جهت حرکت در خلاف عقربه‌های ساعت انتخاب شود در این حالت زاویه‌به‌راست زوایای داخلی چندضلعی بسته خواهد بود:



جهت پیمایش جهت عقربه‌های ساعت و زاویه به راست در این حالت زاویه خارجی است



جهت پیمایش خلاف جهت عقربه‌های ساعت و زاویه به راست در این حالت زاویه داخلی است

نکته

هنگام محاسبه ژیزمان اضلاع پیمایش و انتقال ژیزمان، زاویه به راست رئوس همواره مثبت در نظر گرفته می‌شود.

فعالیت عملی ۹

با استفاده از اطلاعات فعالیت کارگاهی قبل، اندازه‌گیری و مشاهدات لازم پیمایش را انجام دهید.
تذکر ۱: طول‌ها را در مرحله اندازه‌گیری نمایید.
تذکر ۲: زوایا را دو کوپل برداشت کنید.
تذکر ۳: آزیموت امتداد اول را با قطب‌نما اندازه‌گیری نمایید.

ج) محاسبات پیمایش

برای شروع محاسبات لازم است مختصات ایستگاه اول پیمایش و همچنین ژیزمان امتداد اول معلوم (یا مختصات دو ایستگاه اول) باشد.

محاسبات پیمایش باز

در این پیمایش همان‌طور که گفته شد هیچ کنترلی برای صحت و دقت پیمایش وجود ندارد و فقط با استفاده از وسایل دقیق‌تر و تکرار اندازه گیری‌ها می‌توان درجه اطمینان را بالا برد. محاسبه مختصات در پیمایش باز را می‌توان در قالب مراحل زیر خلاصه کرد:

گام ۱- تشکیل جدول و وارد کردن مشاهدات (برای راحتی کار و جلوگیری از اشتباه در محاسبات):

ایستگاه	زاویه	طول	ژیزمان	تغییرات طولی	تغییرات عرضی	مختصات	
S	A	L	G	Δx	Δy		

گام ۲- محاسبه ژیزمان امتدادها (که توضیح داده شد)

گام ۳- محاسبه Δx , Δy همه اضلاع:

از ضرب طول در سینوس ژیزمان، Δx و از ضرب طول در کسینوس ژیزمان، Δy محاسبه می‌شود.

$$\Delta x = L \times \sin G$$
$$\Delta y = L \times \cos G$$

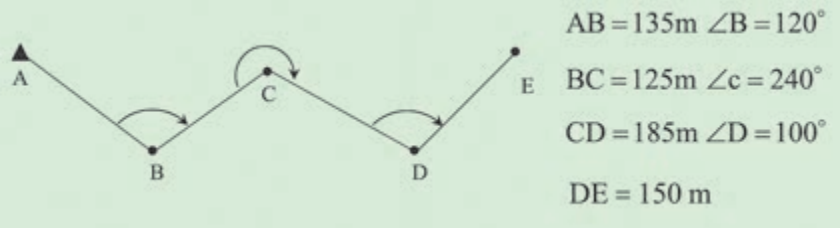
گام ۴- محاسبه مختصات نقاط ایستگاهی:

$$X_n = X_{n-1} + \Delta x$$
$$Y_n = Y_{n-1} + \Delta y$$

اکنون در قالب یک مثال مراحل محاسبه پیمایش باز به‌طور کامل شرح داده می‌شود.

مثال ۱۰

مطابق شکل به منظور ایجاد تعدادی نقطه کنترل، یک پیمایش باز انجام شده است. مختصات نقطهٔ A برابر (X=۱۰۰۰,Y=۲۰۰۰) و G_{AB}=۱۴۰° درجه می‌باشد. مطلوب است محاسبه مختصات نقاط مجهول در این پیمایش.



گام ۱- برای راحتی کار و جلوگیری از اشتباه در محاسبات، ابتدا معلومات مسئله را در جدولی مطابق زیر وارد می‌کنیم:

ایستگاه	زاویه	طول	ژیزمان	تغییرات طولی	تغییرات عرضی	مختصات	
S	A	L	G	Δx	Δy	X	Y
A		۱۳۵	۱۴۰			۱۰۰۰	۲۰۰۰
B	۱۲۰	۱۲۵					
C	۲۴۰	۱۸۵					
D	۱۰۰	۱۵۰					
E							

گام ۲- پس از محاسبه زاویه انحراف با معلوم بودن ژیزمان امتداد اولیه، ژیزمان دیگر امتدادها را مطابق آنچه در مبحث انتقال ژیزمان آورده شد، محاسبه و در جدول ثبت می‌کنیم.

$$G_{BC} = G_{AB} - \Delta = ۱۴۰^\circ - ۶۰^\circ = ۸۰^\circ$$

$$G_{CD} = G_{BC} + \Delta = ۸۰^\circ + ۶۰^\circ = ۱۴۰^\circ$$

$$G_{DE} = G_{CD} - \Delta = ۱۴۰^\circ - ۸۰^\circ = ۶۰^\circ$$

ایستگاه	زاویه	طول	ژیزمان	تغییرات طولی	تغییرات عرضی	مختصات	
S	A	L	G	Δx	Δy	X	Y
A		۱۳۵	۱۴۰			۱۰۰۰	۲۰۰۰
B	۱۲۰	۱۲۵	۸۰				
C	۲۴۰	۱۸۵	۱۴۰				
D	۱۰۰	۱۵۰	۶۰				
E							

گام ۳- محاسبه Δx , Δy همه اضلاع:

$$\Delta x = L \times \sin G$$

$$\Delta x_{AB} = L_{AB} \times \sin G_{AB} = ۱۳۵ \times \sin ۱۴۰^\circ = ۸۶/۷۷۶ \text{ m}$$

$$\Delta x_{BC} = L_{BC} \times \sin G_{BC} = ۱۲۵ \times \sin ۸۰^\circ = ۱۲۳/۱۰۱ \text{ m}$$

$$\Delta x_{CD} = L_{CD} \times \sin G_{CD} = ۱۸۵ \times \sin ۱۴۰^\circ = ۱۱۸/۹۱۶ \text{ m}$$

$$\Delta x_{DE} = L_{DE} \times \sin G_{DE} = ۱۵۰ \times \sin ۶۰^\circ = ۱۲۹/۹۰۴ \text{ m}$$

$$\Delta y = L \times \cos G$$

$$\Delta y_{AB} = L_{AB} \times \cos G_{AB} = ۱۳۵ \times \cos ۱۴۰^\circ = -۱۰۳/۴۱۶ \text{ m}$$

$$\Delta y_{BC} = L_{BC} \times \cos G_{BC} = ۱۲۵ \times \cos ۸۰^\circ = ۲۱/۷۰۶ \text{ m}$$

$$\Delta y_{CD} = L_{CD} \times \cos G_{CD} = ۱۸۵ \times \cos ۱۴۰^\circ = -۱۴۱/۷۱۸ \text{ m}$$

$$\Delta y_{DE} = L_{DE} \times \cos G_{DE} = ۱۵۰ \times \cos ۶۰^\circ = ۷۵/۰۰۰ \text{ m}$$

ایستگاه	زاویه	طول	ژیزمان	تغییرات طولی	تغییرات عرضی	مختصات	
S	A	L	G	Δx	Δy	X	Y
A		۱۳۵	۱۴۰	۸۶/۷۷۶	-۱۰۳/۴۱۶	۱۰۰۰	۲۰۰۰
B	۱۲۰	۱۲۵	۸۰	۱۲۳/۱۰۱	۲۱/۷۰۶		
C	۲۴۰	۱۸۵	۱۴۰	۱۱۸/۹۱۶	-۱۴۱/۷۱۸		
D	۱۰۰	۱۵۰	۶۰	۱۲۹/۹۰۴	۷۵/۰۰۰		
E							

گام ۴- محاسبه مختصات نقاط ایستگاهی و درج در جدول:

$$X_n = X_{n-۱} + \Delta x$$

$$X_B = X_A + \Delta x_{AB} = ۱۰۰۰ + ۸۶/۷۷۶ = ۱۰۸۶/۷۷۶ \text{ m}$$

$$X_C = X_B + \Delta x_{BC} = ۱۰۸۶/۷۷۶ + ۱۲۳/۱۰۱ = ۱۲۰۹/۸۷۷ \text{ m}$$

$$X_D = X_C + \Delta x_{CD} = ۱۲۰۹/۸۷۷ + ۱۱۸/۹۱۶ = ۱۳۲۸/۷۹۳ \text{ m}$$

$$X_E = X_D + \Delta x_{DE} = ۱۳۲۸/۷۹۳ + ۱۲۹/۹۰۴ = ۱۴۵۸/۶۹۷ \text{ m}$$

$$Y_n = Y_{n-۱} + \Delta y$$

$$Y_B = Y_A + \Delta y_{AB} = ۲۰۰۰ + (-۱۰۳/۴۱۶) = ۱۸۹۶/۵۸۴ \text{ m}$$

$$Y_C = Y_B + \Delta y_{BC} = ۱۸۹۶/۵۸۴ + ۲۱/۷۰۶ = ۱۹۱۸/۲۹۰ \text{ m}$$

$$Y_D = Y_C + \Delta y_{CD} = ۱۹۱۸/۲۹۰ + (-۱۴۱/۷۱۸) = ۱۷۷۶/۵۷۲ \text{ m}$$

$$Y_E = Y_D + \Delta y_{DE} = ۱۷۷۶/۵۷۲ + ۷۵/۰۰۰ = ۱۸۵۱/۵۷۲ \text{ m}$$

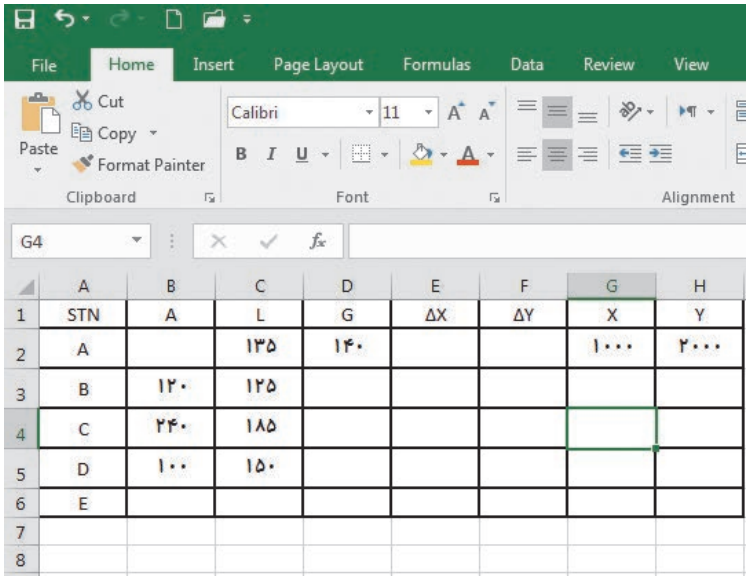
ایستگاه	زاویه	طول	ژیزمان	تغییرات طولی	تغییرات عرضی	مختصات	
S	A	L	G	Δx	Δy	X	Y
A		۱۳۵	۱۴۰	۸۶/۷۷۶	-۱۰۳/۴۱۶	۱۰۰۰	۲۰۰۰
B	۱۲۰	۱۲۵	۸۰	۱۲۳/۱۰۱	۲۱/۷۰۶	۱۰۸۶/۷۷۶	۱۸۹۶/۵۸۴
C	۲۴۰	۱۸۵	۱۴۰	۱۱۸/۹۱۶	-۱۴۱/۷۱۸	۱۲۰۹/۸۷۷	۱۹۱۸/۲۹۰
D	۱۰۰	۱۵۰	۶۰	۱۲۹/۹۰۴	۷۵/۰۰۰	۱۳۲۸/۷۹۳	۱۷۷۶/۵۷۲
E						۱۴۵۸/۶۹۷	۱۸۵۱/۵۷۲

فعالیت عملی ۱۰

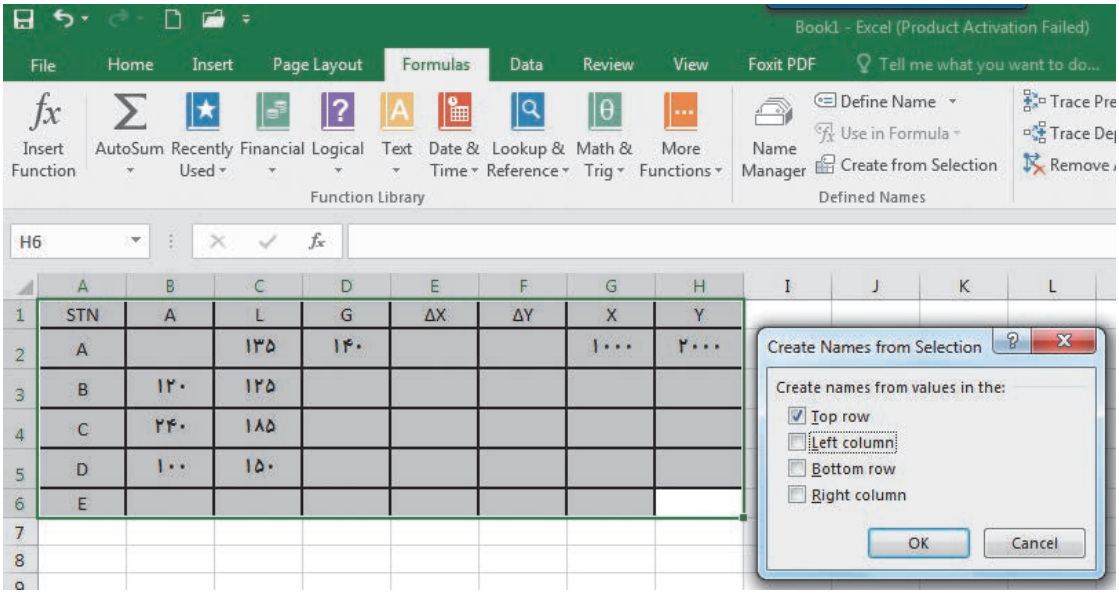
با استفاده از اطلاعات فعالیت کارگاهی قبل، محاسبات پیمایش را به صورت دفتری (دفتر و ماشین‌حساب) انجام دهید.

محاسبات پیمایش باز با نرم افزار Excel

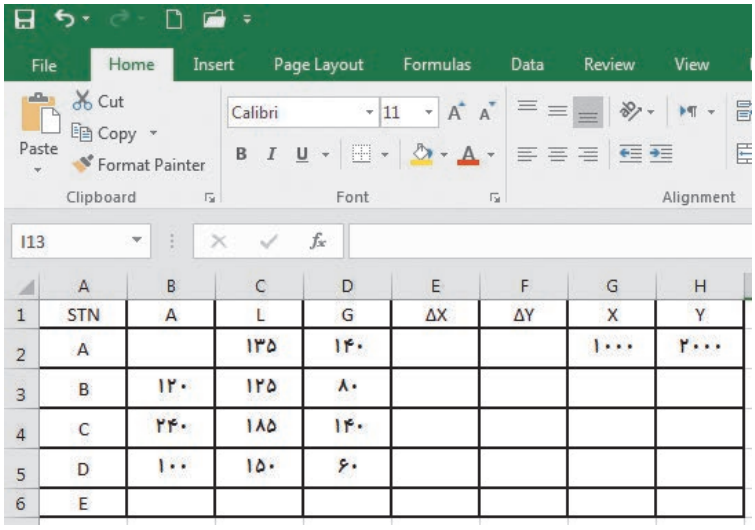
برای انجام پیمایش باز در این نرم افزار،ابتدا جدول پیمایش را مطابق روش دفتری تشکیل داده و اطلاعات (مثال قبل) را وارد می‌کنیم.



برای استفاده مناسب‌تر از قابلیت‌های نرم‌افزار، در نرم‌افزار Excel چنانچه در فرمول یک خانه، از متغیرهای خانه‌های همان ردیف استفاده شود می‌توان فرمول را به جای نوشتن نشانی خانه، به‌صورت پارامتری با پارامترهای عنوان ستون نوشت. برای این کار ابتدا باید قسمتی از جدول را که می‌خواهیم با نام عنوان ستون مشخص شود، انتخاب گردد. سپس از روبان Formulas گزینه Create from selection را کلیک می‌کنیم آنگاه در پنجره ایجاد شده قسمت Top row را انتخاب و دکمه Ok زده می‌شود.



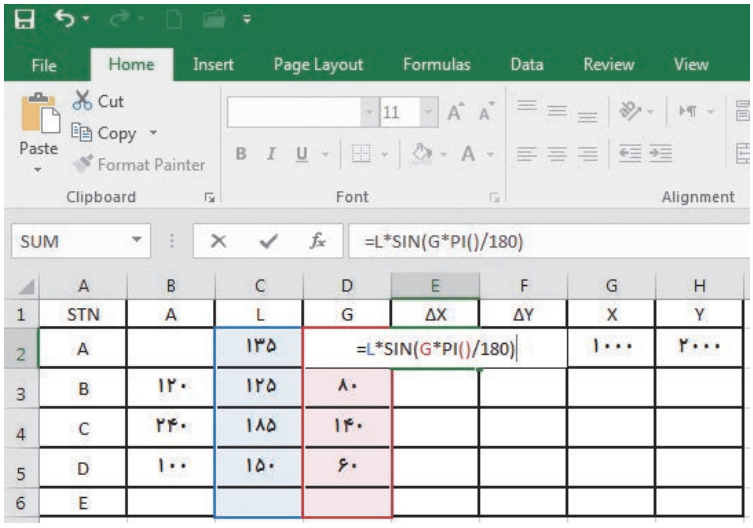
سپس در گام بعد ژیزمان امتدادها را مطابق روش دفتری محاسبه می‌کنیم.



در مرحله بعد ستون‌های Δx , Δy محاسبه می‌شوند.

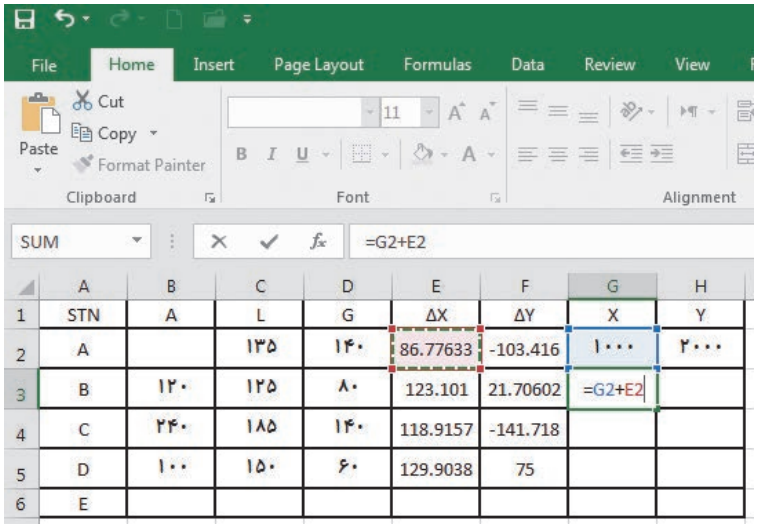
در محاسبه با ماشین‌حساب باید به واحد زاویه که درجه‌ای یا گرادی است، توجه کرد و حالت ماشین‌حساب را روی آن تنظیم نمود. ولی در نرم‌افزار Excel زوایا برحسب رادیان محاسبه می‌شود و باید زوایا تبدیل به رادیان شوند و همان‌طور که می‌دانید برای تبدیل درجه به رادیان، آن‌را در $\frac{\pi}{۱۸۰}$ و برای تبدیل گراد به رادیان، آن‌را در $\frac{\pi}{۲۰۰}$ ضرب می‌کنیم. در نرم‌افزار Excel عدد π به صورت تابع PI() تعریف می‌شود.

$\Delta x = L * \sin\ (A * PI() / ۱۸۰)$ $\Delta y = L * \cos\ (A * PI() / ۱۸۰)$

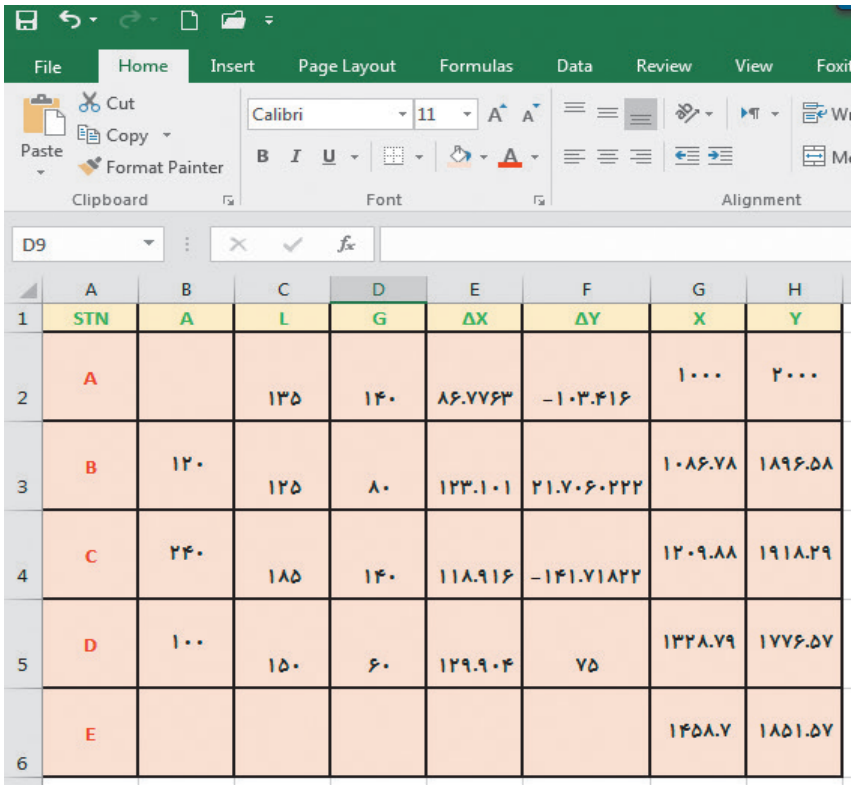


فرمول را در سایر خانه‌های ستون مربوطه کپی می‌کنیم.

در انتها X و Y از رابطه $X_n = X_{n-۱} + \Delta x$ و $Y_n = Y_{n-۱} + \Delta y$ محاسبه می‌شوند.

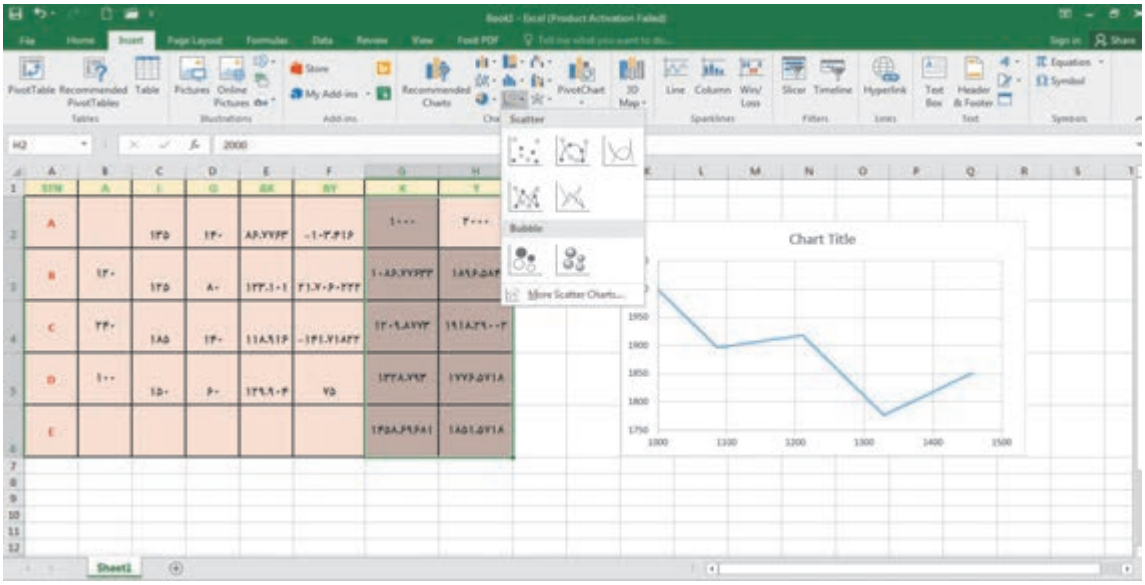


پس از حل جدول پیمایش، برای چاپ آن خط‌کشی و رنگ‌آمیزی مناسب را انجام می‌دهیم.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	STN	A	L	G	ΔX	ΔY	X	Y
2	A		۱۳۵	۱۴۰	۸۶.۷۷۶۳	-۱۰۳.۴۱۶	۱۰۰۰	۲۰۰۰
3	B	۱۲۰	۱۲۵	۸۰	۱۲۳.۱۰۱	۲۱.۷۰۶۰۲۲۲	۱۰۸۶.۷۸	۱۸۹۶.۵۸
4	C	۲۴۰	۱۸۵	۱۴۰	۱۱۸.۹۱۶	-۱۴۱.۷۱۸۲۲	۱۲۰۹.۸۸	۱۹۱۸.۲۹
5	D	۱۰۰	۱۵۰	۶۰	۱۲۹.۹۰۴	۷۵	۱۳۲۸.۷۹	۱۷۷۶.۵۷
6	E						۱۴۵۸.۷	۱۸۵۱.۵۷

شکل پیمایش، پس از انتخاب مختصات، از روبان Insert، پنل chart، قسمت scatter قابل مشاهده است.



فعالیت عملی ۱۱

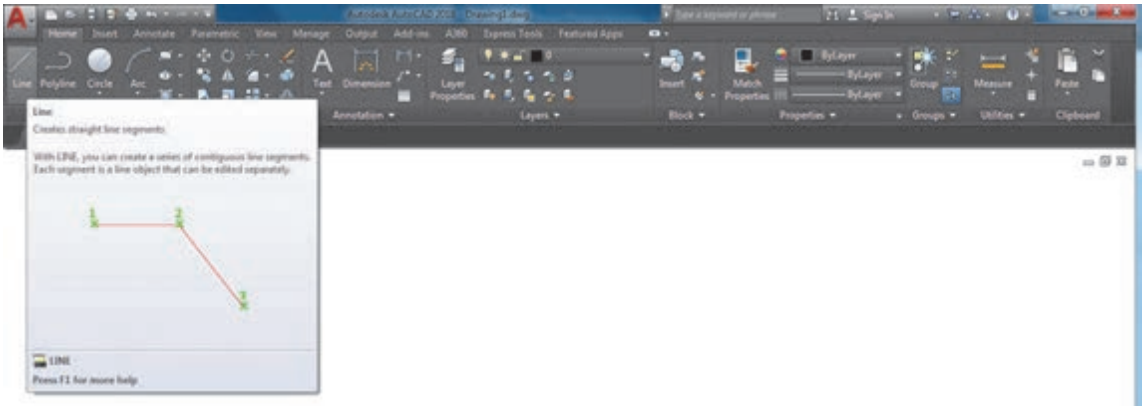
با استفاده از اطلاعات فعالیت کارگاهی قبل، محاسبات پیمایش را با نرم‌افزار Excel انجام دهید.

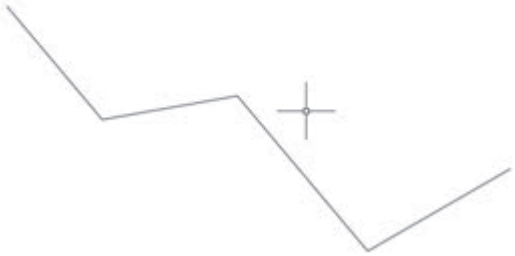
ترسیم نقشه پیمایش در نرم افزار AutoCAD

همان‌طور که در درس نقشه‌کشی فنی رایانه‌ای پایه دهم خواندید، با داشتن مختصات نقشه در اتوکد قابل ترسیم است. درنرم‌افزار اتوکد می‌توان مختصات را به دو روش مطلق و نسبی وارد نمود. اگر مبدأ مختصات ثابت باشد آن‌را مطلق و چنانچه مبدأ مختصات نقطه قبلی در نظر گرفته شود آن‌را نسبی می‌نامند. اگر در ابتدای وارد کردن مختصات علامت @ (اتساین) افزوده شود مختصات وارد شده نسبی وچنانچه بدون علامت @ باشد مطلق خواهد بود. مختصات اولین نقطه، مثلاً برای ترسیم پاره‌خط مطلق است.

چنانچه تنظیمات Dynamic Input به صورت پیش‌فرض تنظیم شده باشد، برای مختصات نسبی نیازی به استفاده از علامت @ نیست اما برای مختصات مطلق باید از علامت # (نامبرساین) استفاده کرد. اگر Dynamic Input غیرفعال باشد و یا روی مطلق تنظیم شده باشد، برای مختصات مطلق نیازی به استفاده از علامت # نیست اما برای مختصات نسبی باید از علامت @ استفاده کرد.

با توجه به مطلق بودن مختصات در پیمایش، Dynamic Input را غیرفعال می‌کنیم و از روبان Home، پنل Draw روی دستور line کلیک می‌کنیم. بعد از اجرای دستور مختصات نقاط را وارد و اینتر می‌نماییم.





فعالیت عملی ۱۲

با استفاده از اطلاعات فعالیت کارگاهی قبل، پیمایش را با نرم افزار AutoCAD ترسیم کنید.

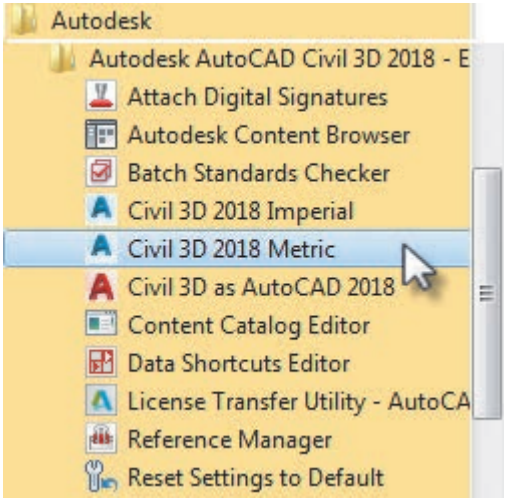
آشنایی با نرم‌افزار AutoCAD Civil 3D

بی‌تردید نرم‌افزار AutoCAD یکی از معروف‌ترین و قوی‌ترین نرم‌افزارهای طراحی و نقشه‌کشی است، زیرا دارای امکانات وسیع طراحی و ویرایشی می‌باشد. به همین جهت نقشه‌بردارانی که از نرم‌افزارهای مختلف برای محاسبه و ترسیم نقشه‌های خود بهره می‌گیرند، ترسیم نهایی نقشهٔ خود را به این نرم‌افزار منتقل کرده و پس از اعمال تغییرات و ویرایش‌های مطلوب از آن پلات تهیه می‌نمایند .

امروزه نرم‌افزار Civil 3D که از محیط AutoCAD بهره می‌گیرد بیشترین مخاطب را در بین نقشه‌برداران دارند.

نصب نرم‌افزار AutoCAD Civil 3D:

پس از تهیه لوح فشرده (DVD) نرم‌افزار با توجه به راهنمای ارائه شده آن ابتدا نصب و سپس فعال نمایید .



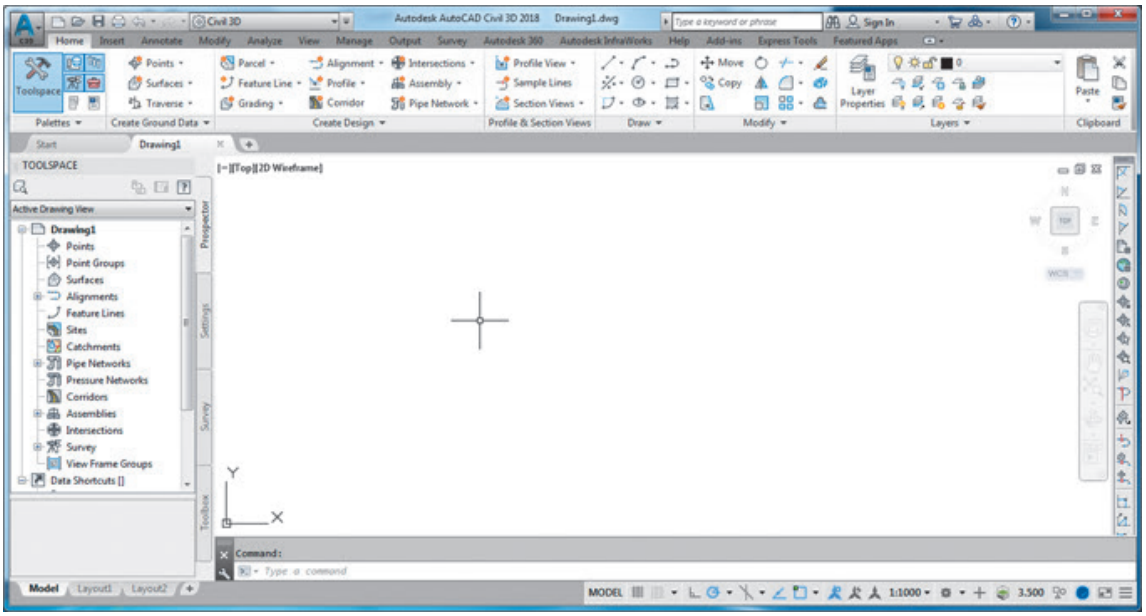
برای ورود به نرم‌افزار AutoCAD Civil 3D از مسیر شکل روبه‌رو وارد شوید.

دو گزینه Imperial و Metric وجود دارد. در Imperial تنظیمات واحدها غیر متریک است، مانند اینچ و فوت.

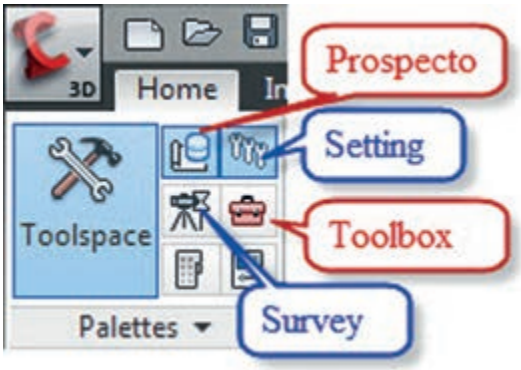
در Metric تنظیمات واحدها متریک است، مانند متر وسانتی‌متر.

در ایران از واحدهای متریک استفاده می‌شود.

تفاوت محیط کاری این نرم‌افزار با نرم‌افزار AutoCAD در منوها و روبان‌های آن است هرچند که از امکانات آن نرم‌افزار نیز استفاده می‌کند.



تنظیمات اولیه در نرم‌افزار AutoCAD Civil 3D

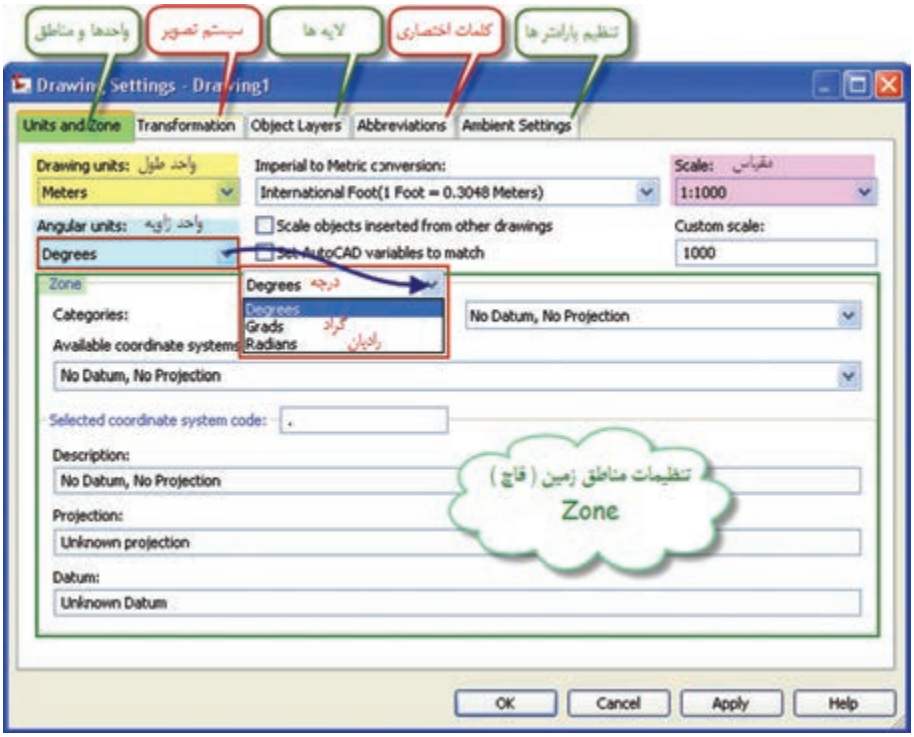


این پنجره شامل چهار سربرگ با نام‌های Prospector برای ایجاد و ویرایش فعالیت‌های نقشه‌برداری و Settings برای تنظیمات اجرای پروژه و Survey برای اجرا و محاسبات نقشه‌برداری و Toolbox برای تهیه گزارش از فعالیت‌های انجام شده می‌باشد.

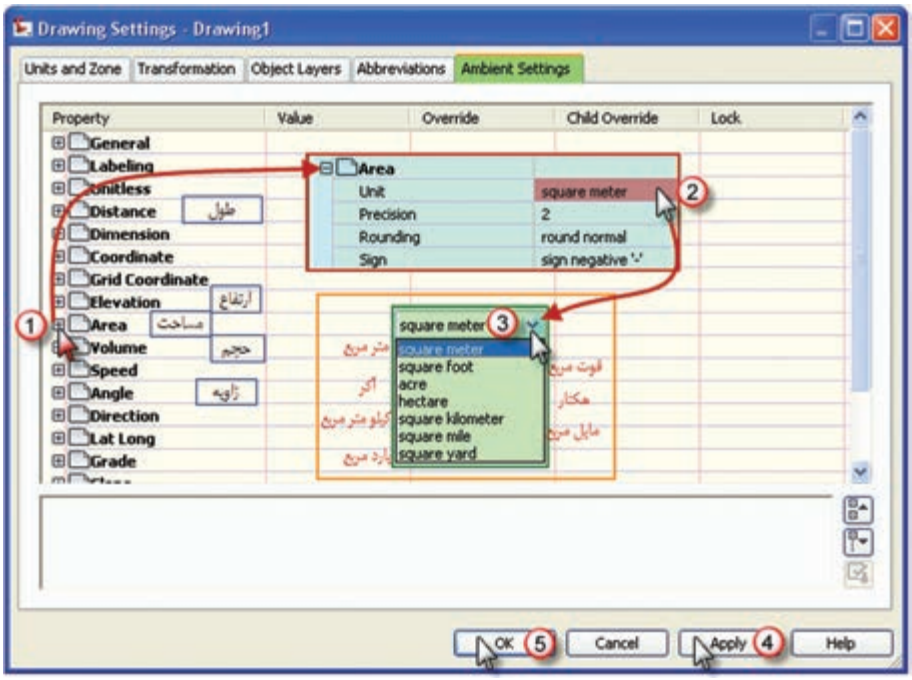
با کلیک روی آیکن هر سربرگ می‌توان سربرگ آنرا در پنجره Toolspace ایجاد و یا حذف کرد.

برای تنظیمات اولیه ابتدا از سربرگ Settings پنجره Toolspace روی قسمت Drawing۱ راست‌کلیک کرده سپس گزینه Edit Drawing Settings را انتخاب می‌نماییم تا پنجره تنظیمات باز شود.

پنجره تنظیمات دارای پنج سربرگ است در صفحه تنظیم واحدها و مناطق Unit and Zone مطابق شکل واحدهای طول و زاویه و نیز مقیاس را تنظیم کرده و در قسمت مناطق (قاچ‌های زمین) چون برای نقشه‌برداری مناطق محدود با مختصات محلی می‌خواهیم استفاده نماییم بدون انتخاب قاچ، مانند شکل صفحهٔ بعد تنظیم می‌نماییم.



برای تنظیم دیگر واحدها و پارامترها در صفحه تنظیم پارامترها Ambinet Settings مانند شکل، برای مثال تنظیم واحد مساحت اقدام می‌نماییم.



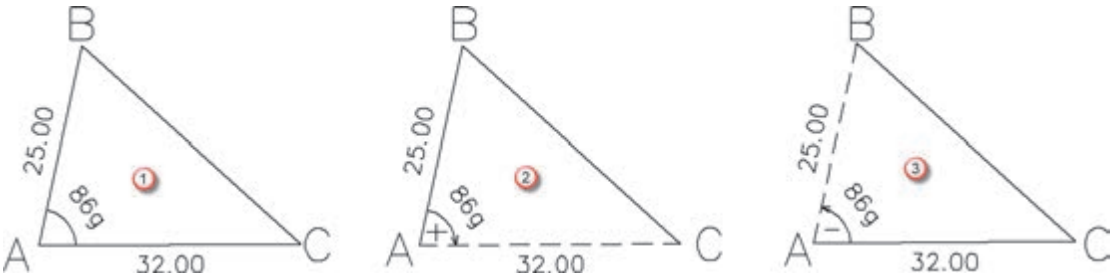
ترسیمات ساده در نرم‌افزار AutoCAD Civil 3D

۱- ترسیم مثلث با معلوم‌بودن دو ضلع و زاویهٔ بین:

مطابق مثال زیر عمل می‌کنیم.

مثال ۱۱

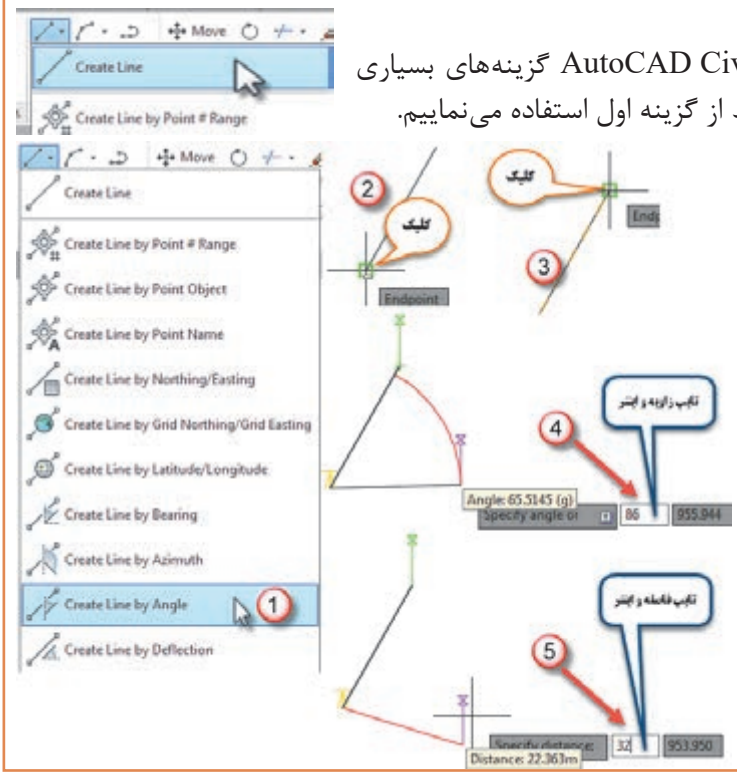
دوضلع و زاویه مثلثی ۲۵ و ۳۲ متر و ۸۶ گراد است، آنرا ترسیم نمایید.



برای ترسیم شکل (۱) به دو روش می‌توان اقدام کرد. یکی اینکه ابتدا ضلع AB را ترسیم نمود سپس زاویه A را معرفی کرد و بعد ضلع AC را ترسیم کنیم مانند شکل (۲) که در این‌صورت چرخش AC نسبت به AB در جهت عقربه‌های ساعت است و آن زاویه چرخش را مثبت در نظر می‌گیریم. ولی اگر ابتدا ضلع AC را ترسیم کردیم چرخش AB نسبت به آن به اندازه ۸۶ گراد خلاف جهت ساعت است و باید زاویه منفی در نظر گرفته شود.

برای ترسیم شکل ابتدا مانند ترسیم در نرم‌افزار AutoCAD از یک نقطه دلخواه پاره‌خط AB را به طول ۲۵ متر ترسیم می‌نماییم.

برای ترسیم خط در نرم‌افزار AutoCAD Civil 3D گزینه‌های بسیاری وجود دارد، که برای ترسیم اولین خط از گزینه اول استفاده می‌نماییم.



برای ترسیم ضلع دوم از آیکن خط گزینه Create line by Angle یعنی ترسیم خط به کمک زاویه را انتخاب سپس روی نقاط A و بعد B کلیک کرده ابتدا مقدار زاویه (۸۶گراد) را می‌نویسیم و اینتر می‌نماییم و پس از آن مقدار طول ضلع AC را نوشته و آن را نیز اینتر می‌کنیم. زاویه ترسیم می‌شود و در انتها با رسم خط ساده نقاط B و C را به‌هم وصل می‌نماییم.

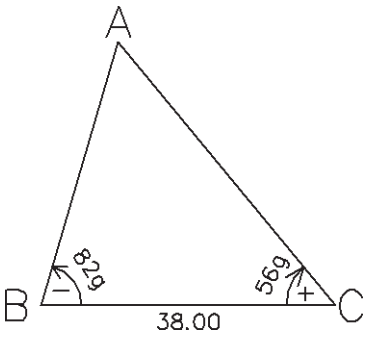
- در صورتی که ابتدا ضلع AC را ترسیم کرده باشیم مقدار زاویه را با علامت منفی وارد می‌کنیم.

۲- ترسیم مثلث با معلوم بودن دو زاویه و ضلع بین:

مطابق مثال زیر عمل می‌کنیم.

مثال ۱۲

دو زاویه و ضلع بین مثلثی ۸۲ و ۵۶ گراد و ۳۸ متر است، آنرا ترسیم نمایید.



ابتدا چون واحد زوایا گراد است در تنظیمات اولیه واحد زاویه را گراد انتخاب کنید.

ابتدا پاره‌خط BC را به طول ۳۸ متر ترسیم می‌کنیم. سپس برای ترسیم امتداد BC به کمک گزینه Create line by Angle از آیکن Line ابتدا روی B بعد روی C کلیک کرده و زاویه منهای ۸۲ گراد را تایپ کرده اینتر نموده و بعد یک طول دلخواه نیز تایپ و اینتر می کنیم.

مجدداً گزینهٔ Create line by Angle را انتخاب کرده ابتدا روی C بعد روی B کلیک کرده و زاویه ۵۶ گراد و یک طول دلخواه به آن معرفی کرده و اینتر می‌نماییم.

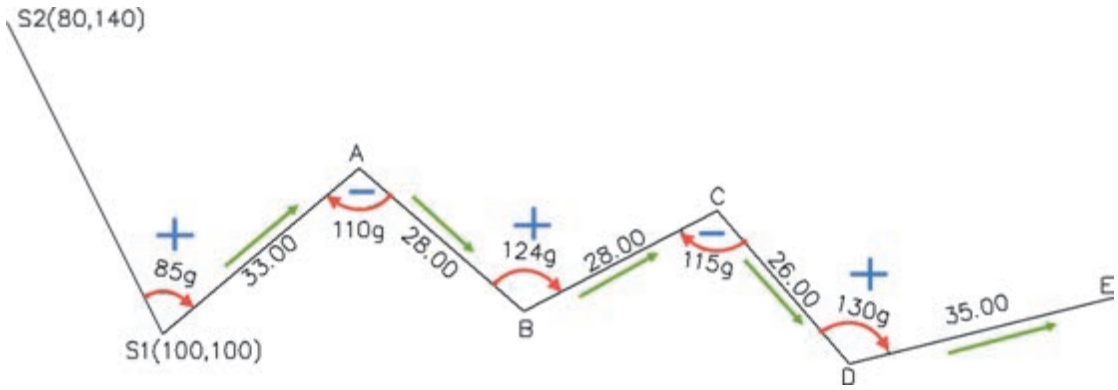
اگر دو امتداد BA و BC یکدیگر را قطع کرده بودند با Trim اضافی آنرا حذف می‌کنیم و اگر یکدیگر را قطع نکرده باشند با Extend یا Fillet آنها را به‌هم می‌رسانیم.

۳- ترسیم پیمایش:

برای ترسیم پیمایش مطابق مثال زیر عمل می‌کنیم.

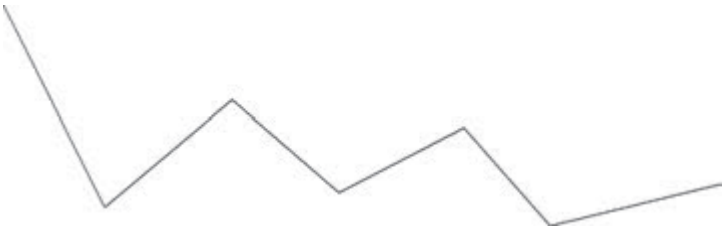
مثال ۱۳

پیمایش شکل زیر را ترسیم نمایید.



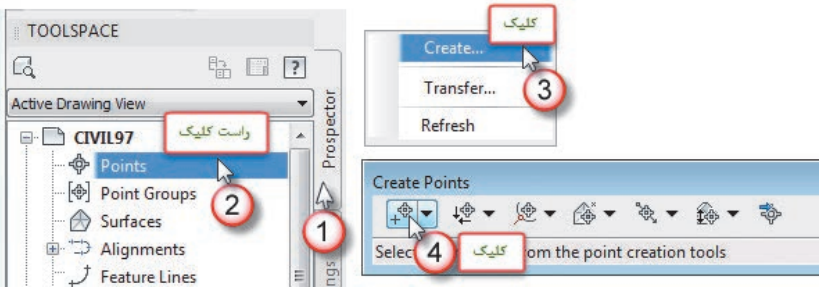
برای ترسیم پیمایش مهم‌ترین نکته تشخیص مثبت یا منفی بودن زوایا می‌باشد، در یک روش تشخیص، زوایا را در جهت عقربه‌های ساعت علامت می‌زنیم اگر جهت زاویه هم جهت پیمایش باشد آنرا مثبت و در غیراین‌صورت منفی در نظر می‌گیریم، مانند شکل زوایای S۱ ، B و D که هم‌جهت پیمایش‌اند مثبت، و زوایای A و C که خلاف جهت پیمایش می‌باشند منفی، در نظر گرفته می‌شوند.

در این ترسیم، ابتدا مانند آنچه که در AutoCAD آموخته‌ایم پاره‌خط S۱ به S۲ را با توجه به مختصات دو نقطه ترسیم می‌نماییم، آنگاه مانند مثال‌های قبل، گزینهٔ Create line by Angle از آیکن Line را انتخاب کرده و ابتدا روی S۱ و بعد روی S۲ کلیک کرده سپس به ترتیب و متوالی ابتدا زاویه (با در نظر گرفتن علامت آنها) و سپس طول ضلع را تایپ کرده و اینتر می‌نماییم.

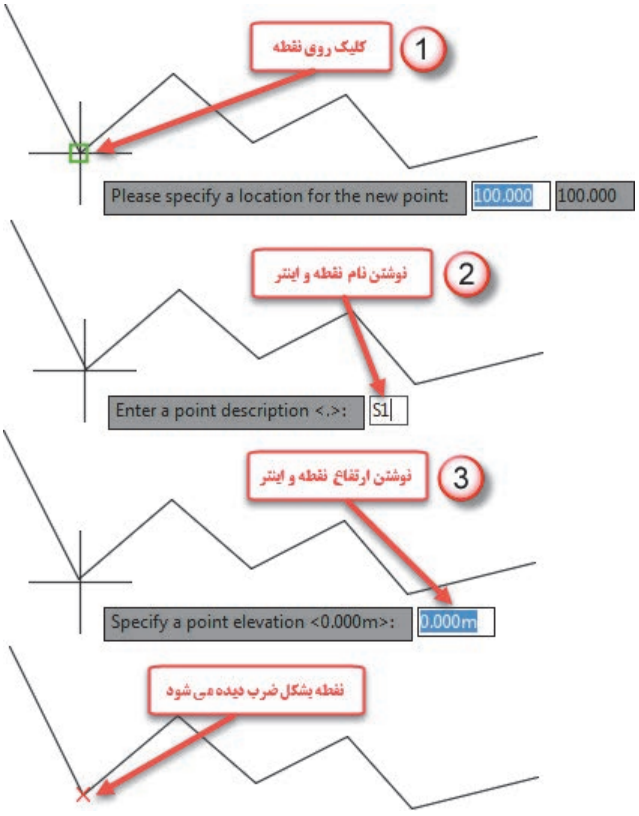


استخراج نقاط پیمایش:

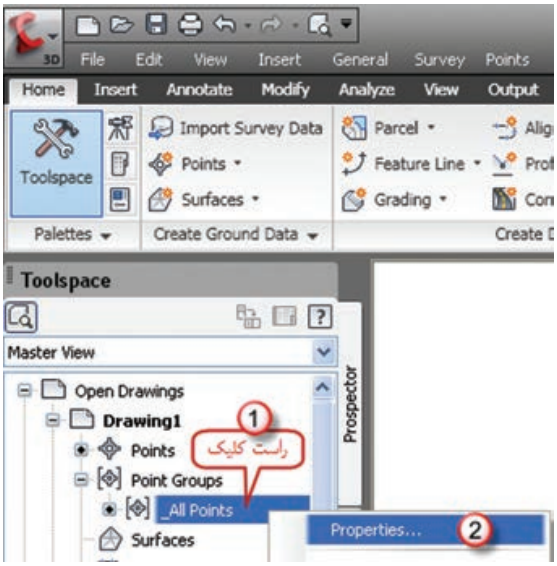
برای استخراج نقاط پیمایش مطابق شکل زیر از پنجره Toolspace، سربرگ Prospector روی گزینهٔ Point راست‌کلیک کرده و گزینهٔ Create را کلیک کرده و در پنجره ایجاد شده (Create Points) اولین آیکن آنرا انتخاب می‌نماییم.



سپس روی نقاط پیمایش به ترتیب کلیک کرده ابتدا کد یا توضیحات نقطه را می‌پرسد که می‌توان نام نقطه را وارد کرد و اینتر نمود و پس از آن ارتفاع نقطه پرسیده می‌شود که در صورت وجود، آنرا وارد کرده و اینتر می‌نماییم. (چنانچه نیاز به وارد کرده کد و ارتفاع نباشد می‌توان با دوبار اینتر از آن عبور کرد)

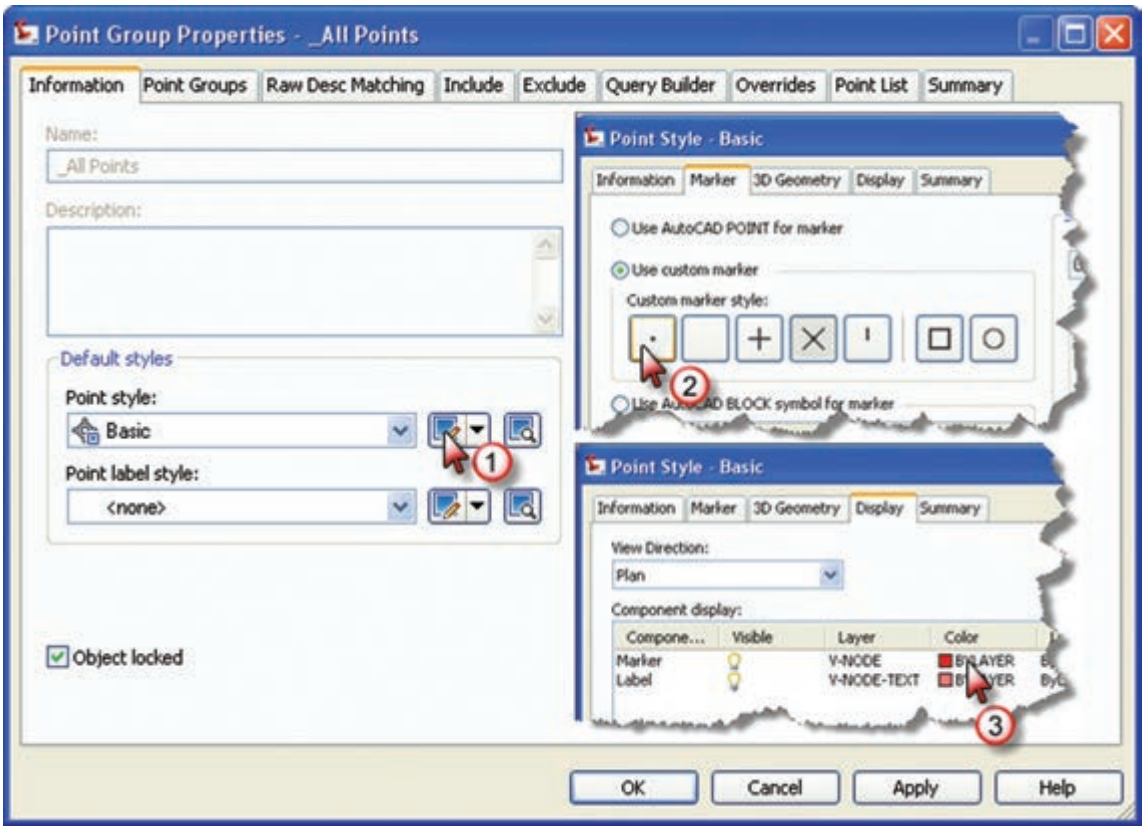


تنظیمات نقاط در نرم‌افزار AutoCAD Civil 3D



پس از ورود نقاط، تنظیمات نقاط را باید انجام داد. برای این کار مطابق شکل روی گزینه All Points از سربرگ Prospector راست‌کلیک کرده و گزینهٔ Properties را انتخاب می‌نماییم.

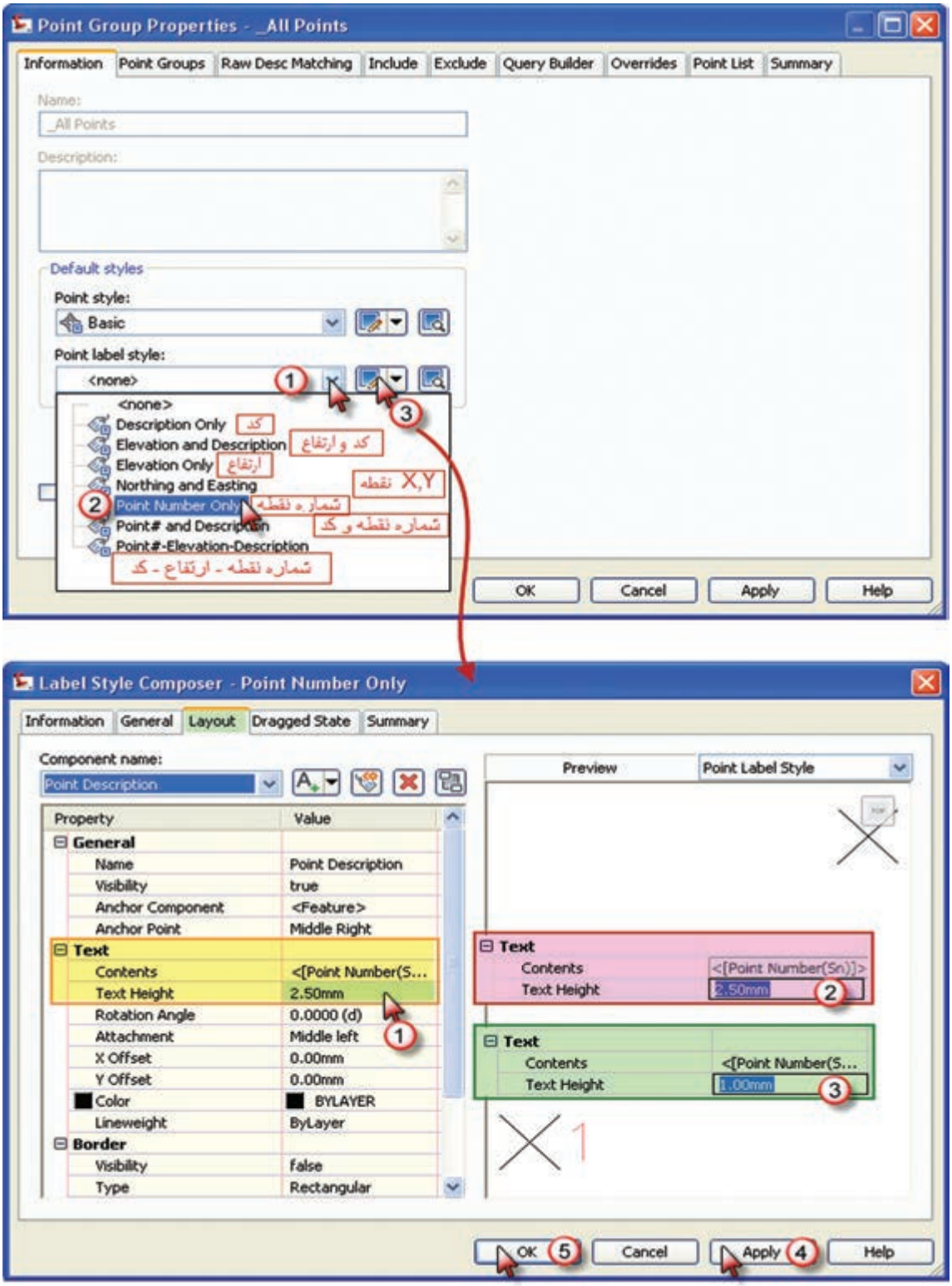
پنجرهٔ زیر باز می‌شود. مطابق شکل در قسمت style Point کلیک کرده تا پنجره آن باز شود در این پنجره در صفحه Marker شکل نمایش نقطه را انتخاب می‌نماییم و در صفحه Display رنگ آن را انتخاب کرده و دکمه‌های Apply و ok را کلیک می‌کنیم.



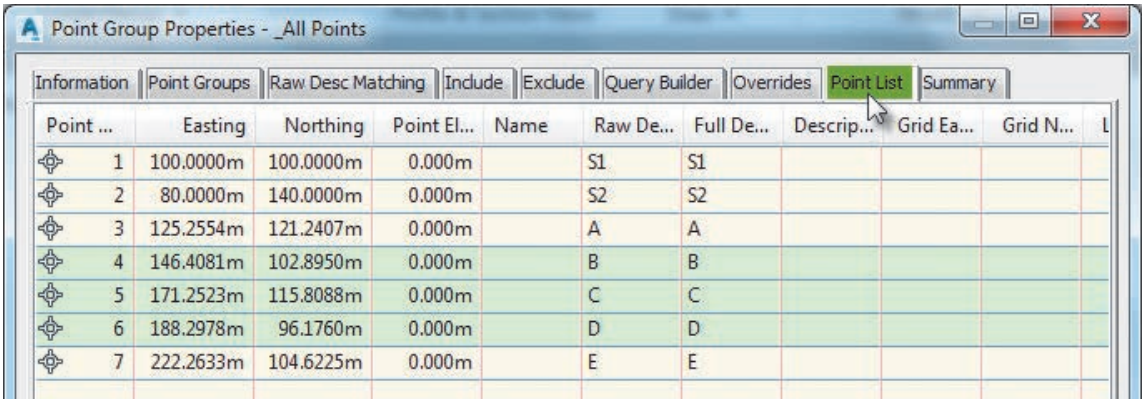
سپس قسمت شکل برچسب (نوشته) نقطه Point label style را مانند شکل صفحه بعد تنظیم می‌نماییم.

از آنجا که برای ترسیم نقشه فقط به شماره نقطه نیاز است گزینهٔ شمارهٔ نقطه را انتخاب می‌نماییم. در پنجره بعدی دیگر تنظیمات از جمله ارتفاع نوشته تنظیم می‌گردد.

پس از انجام تنظیمات، دکمه‌های Apply و ok را کلیک می‌کنیم تا تغییرات انجام شده مشاهده گردد.



برای مشاهده مختصات نقاط می‌توان سربرگ Point List را انتخاب کرد.



Point ...	Easting	Northing	Point El...	Name	Raw De...	Full De...	Descrip...	Grid Ea...	Grid N...
1	100.0000m	100.0000m	0.000m		S1	S1			
2	80.0000m	140.0000m	0.000m		S2	S2			
3	125.2554m	121.2407m	0.000m		A	A			
4	146.4081m	102.8950m	0.000m		B	B			
5	171.2523m	115.8088m	0.000m		C	C			
6	188.2978m	96.1760m	0.000m		D	D			
7	222.2633m	104.6225m	0.000m		E	E			

ارزشیابی شایستگی تعیین موقعیت

شرح کار:
با استفاده از وسایل عملیات زاویه‌یابی و فاصله‌یابی، زاویه و فاصلهٔ افقی بین نقاط را اندازه‌گیری نموده و مختصات نقاط ایستگاهی را محاسبه و تعیین نماید.

استاندارد عملکرد:
انجام عملیات زاویه‌یابی، فاصله‌یابی و تعیین مختصات با استفاده از دوربین زاویه‌یاب، دوربین توتال‌استیشن، سه‌پایه دوربین، شاخص (میر)، منشور، ژالن، ترازنبشی و متر مطابق دستورالعمل شمارهٔ ۱۱۹ سازمان نقشه‌برداری کشور

شاخص‌ها:
اندازه‌گیری رفت و برگشت - دقت زاویه و طول مطابق استاندارد - بررسی خطاها و تصحیح آن - حذف اشتباه - کنترل محاسبات و عملیات - انجام محاسبات با نرم‌افزار Excel - ترسیم با نرم‌افزارهای AutoCAD و AutoCAD CIVIL3D - تایپ و چاپ گزارش - ارائهٔ حضوری کار به هنرآموز در مدت زمان ۶ ساعت.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: انجام عملیات زاویه‌یابی، فاصله‌یابی و تعیین مختصات ایستگاهی در فضای طبیعی زمین به کمک دو کارگر - انجام محاسبات و ترسیم با نرم‌افزار در سایت رایانه.

ابزار و تجهیزات:
- دوربین توتال‌استیشن - دوربین زاویه‌یاب - سه‌پایه دوربین - شاخص (میر) - منشور - ژالن - ترازنبشی - متر
- وسایل محاسباتی شامل ماشین‌حساب علمی
- وسایل تحریر اداری - رایانه به همراه چاپگر.

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	شناسایی و تثبیت ایستگاه‌ها	۲	
۲	انجام عملیات زاویه‌یابی و بررسی خطا و کنترل و تصحیح	۲	
۳	انجام عملیات فاصله‌یابی و بررسی خطا و کنترل و تصحیح	۲	
۴	انجام محاسبات پیمایش	۲	
۵	انجام محاسبات پیمایش با نرم‌افزار Excel و ترسیم پیمایش در نرم‌افزارهای AutoCAD و AutoCAD CIVIL3D	۲	
۶	ارائهٔ گزارش	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس‌کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۳

برداشت

مقدمه

معمولاً عملیات نقشه‌برداری شامل دو مرحله برداشت (اندازه‌گیری و محاسبه) و ارائه نتایج کار (ترسیم و نقشه) است. در مرحله اندازه‌گیری، از وسایل و دستگاه‌ها (نظیر توتال‌استیشن‌ها، تئودلیت‌ها، جی‌پی‌اس و ...) و نیز روش‌های مختلفی استفاده می‌شود تا داده‌های لازم برای مرحله دوم به‌دست آید. نتایج کار به‌صورت‌های آنالوگ (نقشه، مقاطع طولی و عرضی و ...) یا رقومی (مانند جدول‌ها، مدل‌های رقمی زمین) ارائه می‌گردد.

پس از ایجاد شبکه نقاط کنترل (پیمایش) و تعیین موقعیت ایستگاه‌ها، می‌توان روی آنها ایستگاه‌گذاری نموده و با اتکا به این نقاط برداشت عوارض و جزئیات را آغاز نمود.

سپس با انجام محاسبه و ترسیم، نقشه آماده می‌شود.

استاندارد عملکرد

انجام عملیات برداشت عوارض مطابق دستورالعمل تهیه نقشه‌های ۱:۵۰۰ ، ۱:۱۰۰۰ ، ۱:۲۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور به روش مستقیم زمینی با استفاده از دوربین توتال‌استیشن، دوربین زاویه‌یاب، سه‌پایه دوربین، منشور، ژالن، تراز نبشی، شاخص (میر) و متر

کلیات

از آنجا که در برداشت جزئیات، با حجم زیادی از نقاط برداشتی مواجه هستیم، به‌کارگیری روش‌های خیلی دقیق برای اندازه‌گیری مناسب نیست چون باعث کندی کار و بالا رفتن هزینه عملیات زمینی می‌شود.

از نظر کلی روش‌های زمینی که برای برداشت نقاط به‌کار برده می‌شود در سه گروه اندازه‌گیری فقط طول، اندازه فقط زاویه و اندازه‌گیری طول و زاویه خلاصه می‌شود ولی متداول‌ترین روش برداشت، روش طول و زاویه است چون که از روش اندازه‌گیری فقط طول در زمین‌های کم‌وسعت می‌توان استفاده کرد و روش اندازه‌گیری فقط زاویه به علت کندی کار و هزینه زیاد فقط در موارد ضروری نظیر اندازه‌گیری نقاط بسیار مرتفع و یا غیرقابل‌دسترس کاربرد پیدا می‌کند.

برداشت

در گذشته با روش‌ها و وسایل بسیار ساده و در مدت زمان زیاد، نقشه‌هایی با دقت کم تهیه می‌کردند. ولی امروزه در نتیجه پیشرفت علم الکترونیک و پیدایش سیستم‌های نوری و قطعات الکترونیکی و به بازار آمدن وسایل اندازه‌گیری مدرن روش‌های جدیدی به‌کار گرفته می‌شود.

در نقشه‌برداری زمینی عملیات اصلی تعیین موقعیت در روی زمین انجام می‌شود، این عملیات شامل تهیه مقدمات کار و شناسایی منطقه و سپس اندازه‌گیری‌های لازم برای تعیین موقعیت دقیق نقاط است.

به این بخش از عملیات، برداشت می‌گویند که می‌توان آن‌را به‌صورت زیر تعریف کرد:

برداشت یک قطعه زمین، یعنی ضبط و ثبت تمام اندازه‌های خطی و زاویه‌ای که برای تعیین موقعیت دقیق عوارض آن قطعه زمین لازم است.

انواع عوارض در تهیه نقشه

در نقشه‌برداری عوارض به دو دسته کلی عوارض مسطحاتی (پلانیمتری) و عوارض (آلتیمتری) تقسیم‌بندی می شوند.

عوارض مسطحاتی عوارضی هستند که معمولاً هم‌سطح زمین بوده و هم می‌توان حدود آنها را در روی نقشه مشخص کرد. برای برداشت این عوارض کافی است موقعیت مسطحاتی آنها برداشت شود. ولی عوارض ارتفاعی معمولاً محل تغییر شیب‌ها و شکستگی‌های زمین بوده و ارتفاع آنها برای بازسازی شکل توپوگرافی یا ناهمواری‌های طبیعی سطح زمین اهمیت دارد. هنگام برداشت این عوارض علاوه بر موقعیت مسطحاتی باید ارتفاع آنها را نیز برداشت نمود.

فعالیت کلاسی ۱

کدامیک از عوارض زیر مسطحاتی و کدام ارتفاعی می‌باشد؟

جاده	آب رو	خط‌الرأس .....
کف گودال	نوک قله	درخت .....
ترانشه	خط‌القعر	چاه آب .....

فعالیت کلاسی ۲

با کمک هنرآموز خود در مورد عوارض زیر در کلاس بحث و گفتگو کنید.

آب‌رو .....

ترانشه .....

خط‌الرأس .....

خط‌القعر .....

بیشتر بدانیم

عوارض مسطحاتی و ارتفاعی زمین را می‌توان به عوارض نقطه‌ای مانند تک‌درخت یا نقطه ارتفاعی، عوارض خطی مانند جوی آب یا ترانشه و عوارض سطحی مانند محدوده املاک یا باغچه تقسیم‌بندی نمود (البته در تعیین عوارض نقطه‌ای و سطحی مقیاس اهمیت دارد). همچنین عوارض مسطحاتی و ارتفاعی زمین را می‌توان به عوارض طبیعی مانند درخت، رودخانه یا حد مرتع و عوارض مصنوعی مانند باجه تلفن، جاده یا استخر تقسیم‌بندی نمود.

اصول برداشت

بسته به هدف از تهیه نقشه و سفارش‌دهنده آن، نوع و تعریف عوارض برداشتی و جزئیات مورد نیاز آنها متفاوت می‌باشد اما نقشه‌برداران به‌صورت پیش‌فرض عوارض را مبنای استانداردهای موجود شناسایی و انتخاب کرده و بسته به مقیاس نقشه تراکم و جزئیات مورد نیاز آنها را برداشت می‌کنند. فهرست این عوارض در استاندارد برای نقشه‌های شهری و غیرشهری متفاوت بوده و معمولاً در دسته‌بندی‌های مشخص ارائه شده‌اند البته اگر عوارض خاصی مورد نظر سفارش‌دهنده تهیه عوارض باشد که در استاندارد موجود نباشد این عوارض نیز با تعریف مشخص شناسایی و برداشت می‌گردد که به آنها اصطلاحاً عوارض غنی‌سازی نقشه می‌گویند.

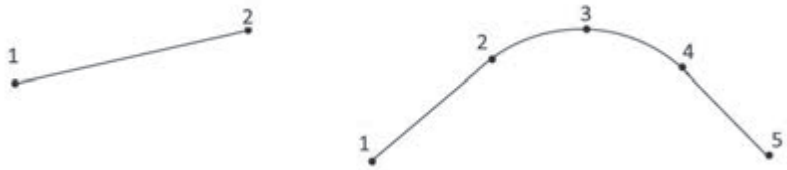
در ادامـه ابتـدا اصـول کلـی برداشـت عـوارض مسـطحاتی و ارتفاعـی و اسـتانداردهای مربوطـه تشـریح شـده و سـپس مراحـل کار در برداشـت عـوارض بیـان می‌گـردد.

برداشت عوارض مسطحاتی:

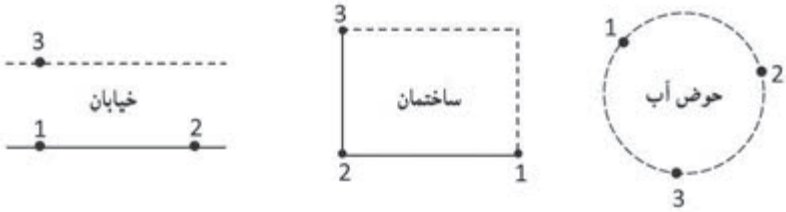
از آنجـا کـه معمـولاً مـرز عـوارض مسـطحاتی روی زمیـن مشـخص اسـت می‌تـوان با انتخـاب تعداد مشـخصی نقطـه در روی ایـن مرزهـا ایـن عـوارض را برداشـت کـرد. به‌طـور کلـی ایـن عـوارض بـه سـه دسـته عـوارض نقطـه‌ای، خطـی و سـطحی تقسـیم می‌شـوند:

الـف) عوارض نقطه‌ای: سـاده‌ترین عوارض مسـطحاتی از لحاظ برداشـت عـوارض نقطه‌ای می‌باشـد. تیرهای بـرق، درخت‌هـا، چاه‌هـا و ... از نـوع عـوارض نقطـه‌ای هسـتند. هنـگام برداشـت این عـوارض آنها را یـک نقطه در نظـر می‌گیریـم زیـرا تصویـر قائـم این نقـاط بر روی نقشـه یک نقطه اسـت.

ب) عــوارض خطــی: خطـوط انتقـال نیـرو، جـاده، خیابـان و ... از ایـن نـوع هسـتند. برداشـت ایـن عـوارض به‌سـادگی عـوارض نقطـه‌ای نمی‌باشـد. در برداشـت ایـن نوع عـوارض در صورتی‌کـه عارضه به‌صـورت یک خط مسـتقیم باشـد برداشـت دو نقطـه از آن کافـی اسـت ولـی در حالتـی کـه عارضـه مـورد نظـر به شـکل منحنی باشـد بایـد حداقل سـه نقطـه از آن‌را برداشـت نمود.



ج) عــوارض ســطحی: تصویر عوارض سـطحی مانند سـاختمان‌ها، خیابان‌هـا و میدان‌ها بـر روی صفحه افقی نقشـه عکس اشـکال هندسـی هسـتند کـه به‌راحتی بـا معلوم‌بـودن موقعیت تعداد محـدودی نقطـه از محدوده آنهـا قابـل ترسـیم هسـتند، بـه عنـوان مثال محـدوده یک سـاختمان یـا خیابان که بـه ترتیب با یک مسـتطیل و یـا دو خـط مـوازی نشـان داده می‌شـود بـا معلوم‌بـودن سـه نقطه مطابق شـکل قابل ترسـیم اسـت. همچنین یـک دایـره با برداشـت سـه نقطه روی محیط آن قابل ترسـیم اسـت.



چنانچـه از سـه نقطـه فـوق یک نقطـه نیز قابل برداشـت نباشـد بـا اندازه‌گیری فاصلـه معلوم‌بـودن موقعیت دو نقطـه، عارضه قابل ترسـیم اسـت.

بنابراین هنگام برداشت عوارض سطحی از این قبیل کافی است که طبق استاندارد به تعداد مورد نیاز از نقاط را برداشت کنیم.

برداشت عوارض ارتفاعی

شناسایی و برداشت این عوارض معمولاً از عوارض مسطحاتی دشوارتر بوده و به تجربه بیشتری نیاز دارد زیرا همان‌طور که گفته شد مرز این عوارض در روی زمین کاملاً مشخص نبوده و نقاط آن هم نسبت به‌هم حالت خاصی ندارند ولی با رعایت یکسری اصول و همچنین کسب تجربه می‌توان این عوارض را به‌سادگی عوارض مسطحاتی برداشت نمود. مثلاً نقاط برداشتی علاوه بر اینکه در تغییر شیب‌های ناگهانی و خط الرأس‌ها و خط‌القعرها انتخاب می‌شوند باید به‌فاصله مشخص در اطراف هر ایستگاه در نظر گرفته شوند.

نحوه تقسیم‌بندی ناهمواری مناطق مختلف از سطح زمین		
ردیف	نوع منطقه	حداکثر شیب منطقه
۱	دشت	کمتر از ۳ درصد
۲	تپه ماهور	بیش از ۳ تا ۷ درصد
۳	کوهستان	بیش از ۷ تا ۲۰ درصد
۴	کوهستان سخت	بیش از ۲۰ تا ۶۰ درصد
۵	کوهستان خیلی سخت	بیش از ۶۰ درصد

استاندارد کیفیت برداشت عوارض

کیفیت برداشت عوارض مسطحاتی و ارتفاعی باید طبق استاندارد دارای تراکم و دقت مشخصی باشد تا بتوان به نقشه قابل قبولی دست پیدا کرد. تراکم و دقت برداشت عوارض مسطحاتی به مقیاس نقشه بستگی دارد. هرچه نقشه مقیاس بزرگتری داشته باشد به برداشت دقیق‌تر و با جزئیات بالاتری نیاز است. استاندارد در برداشت عوارض مسطحاتی نیازی به برداشت جزئیات کمتر از ۰/۵ میلی‌متر در مقیاس نقشه نمی‌باشد. همچنین خطای برداشت نقاط به طور متوسط در هر ۰/۲ میلی‌متر در مقیاس نقشه باشد و باید از ۰/۵ میلی‌متر در مقیاس نقشه بیشتر باشد.

برای مثال در تهیه نقشه ۱:۲۰۰۰ خطای متوسط برداشت عوارض مسطحاتی مورد نظر باید در حد ۴۰ سانتی‌متر بوده و جزئیات هندسی در حد یک متر را برداشت نمود. همچنین تراکم و برداشت عوارض ارتفاعی علاوه بر نقشه به فاصله منحنی‌میزان درخواست بستگی دارد.

هرچه فاصله منحنی‌میزان درخواستی کمتر باشد به دقت و تراکم بالاترین نقاط ارتفاعی نیاز است. استاندارد نقاط ارتفاعی نباید تراکم این کمتر از ۲ سانتی‌متر در مقیاس نقشه داشته باشند. برای مثال در تهیه نقشه ۱:۲۰۰۰ با منحنی‌میزان یک متر فاصله نقاط ارتفاعی باید از ۴۰ متر روی زمین کمتر باشد و علاوه بر آن نقاط تغییر شیب و شکست زمین نیز با خطای متوسط ۳۰ سانتی‌متر برداشت شود.

مراحل کلی برداشت عوارض

برداشت در حالت کلی شامل هشت مرحله است:

۱- شناسایی منطقه
۲- طراحی نقاط ایستگاهی
۳- ساختمان نقاط ایستگاهی
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

۱- شناسایی منطقه: برای برداشت یک منطقه از زمین لازم است که آن منطقه مورد شناسایی قرار گرفته و حد کار روی زمین و یک نقشه کوچک مقیاس موجود تعیین گردد.

۲- طراحی نقاط ایستگاهی: با توجه به دقت برداشت مورد نظر و قابلیت دید عوارض فاصله متوسط ایستگاه‌ها از هم تعیین شده و بر مبنای آن محل ایستگاه‌های اصلی روی زمین مشخص می‌شود. البته ممکن است در هنگام عملیات زمینی نیز تعدادی ایستگاه کمکی به آنها اضافه گردد.

۳- ساختمان نقاط ایستگاهی: در صورتی‌که ماندگاری نقاط ایستگاهی برای کارفرما اهمیت داشته باشد طبق استاندارد تعدادی از این نقاط به‌صورت ایستگاه‌های مستحکم و پایدار روی سازه بتنی بنا می‌شود. بسته به ماندگاری و حفظ دقت موقعیت این نقاط ابعاد ایستگاه و میزان مصالح مصرفی متفاوت است.

۴-تعیین موقعیت ایستگاه‌ها: در این مرحله موقعیت مسطحاتی و ارتفاعی ایستگاه‌ها اندازه‌گیری می‌شود. برای تعیین موقعیت مسطحاتی معمولاً روش پیمایش یا GPS و برای تعیین موقعیت ارتفاعی از روش ترازیابی استفاده می‌شود.
مراحل ۱ تا ۴ مربوط به پودمان قبل می‌باشد.

۵-تهیه کروکی و گویا سازی: در قبل و حین عملیات برداشت جزئیات یکی از افراد از گروه نقشه‌برداری تحت عنوان میرچین بر اساس مقیاس نقشه مورد نظر و بر طبق دستورالعمل نوع و تراکم عوارض مورد نیاز را در منطقه تعیین نموده و نقاط مورد نظر را بر روی یک کروکی از منطقه ترسیم می‌کنند و میرچین یا افراد نگهدارنده شاخص‌ها، رفلکتور های نقشه‌برداری را به نقاط مورد نظر هدایت نموده و پس از اندازه‌گیری مختصات هر نقطه توسط دوربین نقشه‌برداری در کنار آن نقطه روی کروکی شماره و یا کد نقطه را یادداشت می‌کنند. در همین مرحله بهتر است نام عوارض مهم مانند نام خیابان‌ها نیز بر روی کروکی یادداشت شود تا بعداً به‌منظور گویاسازی نقشه مورد استفاده قرار گیرد.

در تعیین کروکی چند نکته اهمیت اساسی دارد:

• نیازی به ترسیم دقیق موقعیت هندسی نقاط در روی کروکی نمی‌باشد اما وضعیت نسبی نقاط باید درست باشد مثلاً نقاط گوشه حوض درون نقاط حیاط باشد نقاط یک عارضه خطی با ترتیب درست به‌هم وصل شده باشد و عوارض بسته نیز در کروکی به صورت چندضلعی بسته ترسیم شوند.

• گاهی اوقات تراکم عوارض در یک منطقه کوچک به‌حدی است که کروکی شلوغ و ناخوانا می‌شود در این حالات بهتر است محل کروکی را با یک کد مشخص کرده و در محل دیگری جزئیات گروهی را ترسیم و کد مربوطه را بالای آن ذکر کنیم.

• گاهی جهت حرکت آب در رودخانه و نهر یا یک‌طرفه یا دوطرفه بودن جاده و جهت آن نیز باید در کروکی ترسیم شود.

• برای گویاسازی می‌توان از نقشه‌های موجود استفاده کرده و در صورت نیاز از افراد محلی در خصوص نام عوارض مهم پرسش نمود.

• بهتر است برای خوانایی بیشتر ترسیم کروکی با خودکار چهار رنگ انجام شود.

۶- برداشت جزئیات:

برداشت جزئیات در روش‌های زمینی در حالت کلی شامل چهار مرحله است:

الف) استقرار دستگاه روی نقطه با مختصات معلوم

ب) توجیه دستگاه به یک امتداد معلوم و یا یک نقطه با مختصات معلوم

ج) نشانه‌روی به نقاط مورد نظر و اندازه‌گیری و ثبت مشاهدات لازم برای تعیین موقعیت این نقاط از قبیل طول، زاویه افقی و زاویه قائم

د) ثبت محل تقریبی و شماره و یا کد نقاط در روی کروکی

انتخاب نقاط عوارض در عملیات برداشت جزئیات اهمیت اساسی دارد برای مثال یک عارضه مانند تیر برق را در نظر بگیرید اینکه چه نقاطی از این عارضه باید برداشت شود بستگی به مقیاس مورد نظر برای تهیه نقشه دارد مثلاً برای تهیه نقشه ۱:۲۰۰۰ تنها یک نقطه از آن در میانه‌های تیر کافی است. عارضه نقطه‌ای اما در تهیه نقشه ۱:۵۰۰ باید گوشه آن برداشت شود. عارضه سطحی همان‌طور که ذکر شد انتخاب این نقطه وظیفه میرچین بوده که بر اساس دستورالعمل تهیه نقشه با مقیاس مورد نظر تعداد و تراکم نقاط برای عوارض انتخابی را تعیین و در روی زمین مشخص می‌کند.

از این رو همه افراد گروه نقشه‌برداری عامل دوربین و افراد نگهدارنده شاخص‌ها باید زیر نظر میرچین این کار کنند در واقع کیفیت و سرعت تهیه نقشه در مرحله اول بستگی به تجربه و عملکرد میر چین دارد. از آنجا که میرچین معمولاً همراه با افراد نگهدارنده شاخص‌ها حرکت می‌کند این افراد با دستور وی روی نقاط مورد نظر قرار گرفته و به نقاط دیگر تغییر محل می‌دهند اما عامل دوربین باید با انجام علائم دستی یا از طریق بی‌سیم با میرچین هماهنگ بوده و نقاط برداشتی و شماره یا کد آنها را چک نماید تا شماره نقاط در کودکی و دوربین مشابه باشد.

۷- ترسیم اولیه و شناسایی مشکلات برداشت: بعد از عملیات زمینی در انتهای هر روز بایستی میرچین به همراه فرد کارتوگراف (نقشه‌کش) مشاهدات نقشه‌برداری را در رایانه تخلیه نموده و وضعیت نقاط را با کروکی بررسی نموده و در صورت امکان، نقاط را با توجه به شماره و کد آنها به‌هم وصل نموده و نمادهای مربوطه را در لایه مورد نظر ترسیم اولیه نمایند. این امر اهمیت زیادی در اجرا و پیشبرد درست عملیات زمینی در روز بعد داشته و در صورت بروز مشکل با توجه به حضور ذهن افراد به‌سرعت و در محل آن‌را رفع می‌نمایند. اگر بلافاصله ترسیم اولیه انجام نشود و ترسیم کل مشاهدات و کروکی‌های پروژه یکجا به زمان و مکان دیگر موکول شود معمولاً مشکلات زیادی در این ترسیم رخ خواهد داد زیرا به علت فاصله زمانی بین عملیات برداشت و ترسیم افراد معمولاً حضور ذهن نداشته و موجب ابهام در کروکی و ترسیم نقشه می‌شود. همچنین اگر عملیات برداشت با مشکلاتی همراه بوده باشد و یا بعضی نقاط برداشت شده باشند علاوه بر کاهش کیفیت ترسیم نقشه و بروز اشتباهات ممکن است نیاز به حضور در محل پیدا شود که هزینه و زمان انجام کار را به شدت افزایش خواهد داد. علاوه بر این اکیداً توصیه می‌شود که در هنگام ترسیم نقشه، شخص تهیه‌کننده کروکی حضور داشته باشد تا موارد ابهام را به درستی و به سرعت رفع نمایند.

از اشتباهات معمول هنگام برداشت می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- صفرصفر دوربین روی نقطه اشتباه یا با شماره ایستگاه اشتباه انجام شده باشد که منجر به دوران اشتباه کلیه نقاط برداشتی حول ایستگاه نقشه‌برداری می‌شود.
- ارتفاع دوربین اندازه‌گیری نشده باشد یا به‌درستی ثبت نشده باشد که منجر به جابجایی اشتباه ارتفاعی کلیه نقاط برداشتی می‌شود.
- شماره ایستگاه به درستی معرفی و ثبت نشده باشد که منجر به جابجایی اشتباه مسطحاتی و ارتفاعی کل منطقه می‌شود.

۸- کنترل و تکمیل زمینی: بعد از ترسیم کل منطقه، برای اطمینان از نقشه تهیه شده و بهبود کیفیت آن حتی در صورت عدم مشاهده هرگونه مشکلی توصیه می‌شود به منطقه مراجعه نموده و به‌طور مستقیم نقشه را با عوارض منطقه مقایسه کرد تا در صورت وجود هر نوع ناسازگاری تغییرات یا جاافتادگی با انجام اندازه‌گیری‌های لازم نقشه را کنترل و تکمیل زمینی نمود. در این مرحله معمولاً به دوربین نقشه‌برداری نیازی نبوده و با روش‌های ساده مساحی مانند مترکشی می‌توان مشاهدات مورد نیاز را با دقت کافی به انجام رسانید.

روش‌های برداشت عوارض

روش‌های زمینی مختلفی برای برداشت مختصات سه‌بعدی عوارض وجود دارد که با توجه به دقت مورد نیاز و وسعت منطقه و همچنین وسایل موجود انتخاب می‌شوند.

در این رابطه می‌توان روش‌های ساده برداشت مساحی و تاکئومتری (اندازه گیری سریع) به‌وسیله زاویه‌یاب‌ها و برداشت اتوماتیک به‌وسیله سیستم‌های پیشرفته‌تر از قبیل توتال‌استیشن، GPS و لیزر اسکنر زمینی و روش‌های ترکیبی را نام برد.

در درس ساختمان‌سازی پایه دهم با روش‌های ساده برداشت آشنا شدید. در این قسمت به شرح بقیه روش‌ها می‌پردازیم.

برداشت به روش تاکئومتری

ریشه لغوی تاکئومتری یونانی و به معنی اندازه‌گیری سریع می‌باشد و در اصطلاح به روشی که در آن به‌طور همزمان موقعیت مسطحاتی و ارتفاعی نقاط برداشت می‌شود تاکئومتری گویند به عبارتی در این روش موقعیت سه‌بعدی نقاط را همزمان برداشت می‌کنیم.

برای برداشت جزئیات به روش تاکئومتری مراحل زیر به‌ترتیب انجام می‌شود:

الف) استقرار دستگاه بر روی نقطه ایستگاهی و ثبت این نقطه به عنوان نقطه استقرار در فرم برداشت

ب) صفرصفر دستگاه به نقطه قرائت عقب و ثبت این نقطه به عنوان نقطه قرائت عقب در فرم برداشت که بهتر است به‌صورت کوپل انجام شود.

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

از آنجا که تعداد نقاط برداشتی زیاد است معمولاً از جداول و فرم‌های استاندارد استفاده می‌شود. در زیر نمونه‌ای از آن‌را می‌بینید.

برگ قرائت‌های تاکئومتری

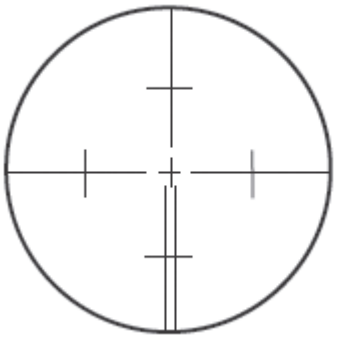
نام ایستگاه : عامل :

ارتفاع دستگاه : منطقه و نوع عملیات : نویسنده :

صفر صفر به : نوع و شماره دستگاه : تاریخ :

کروکی و ملاحظات	ارتفاع	اختلاف ارتفاع	فاصله افقی	زاویه قائم	زاویه افقی	تارهای استادیمتری			نقاط
						تار پایین	تار وسط	تار بالا	

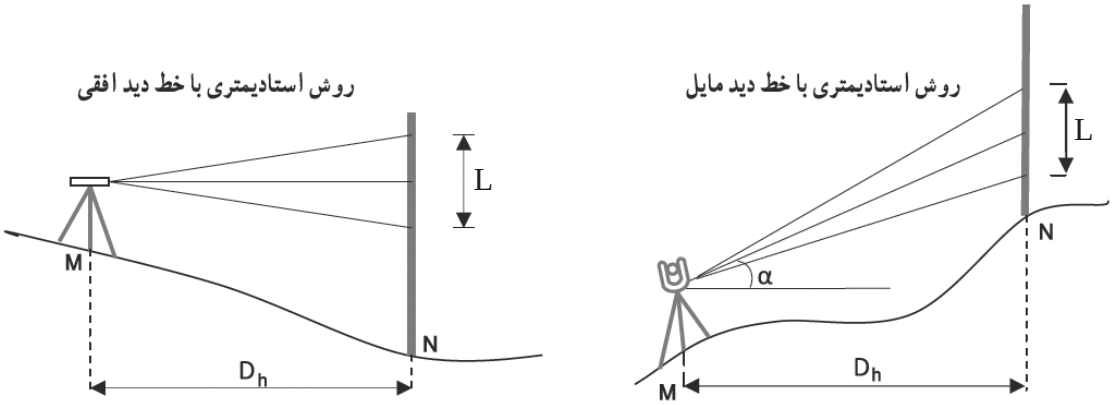
محاسبه فاصله افقی و اختلاف ارتفاع در روش تاکئومتری



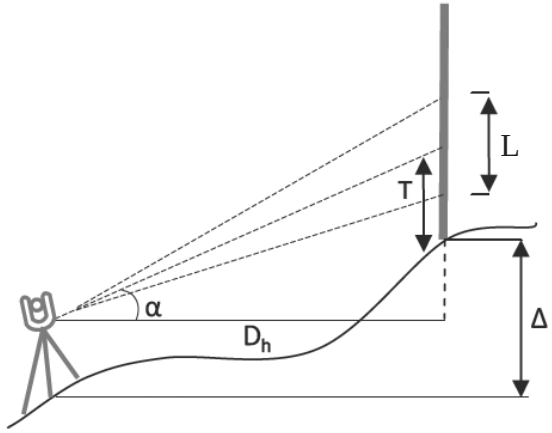
این روش به کمک زاویه‌یاب و شاخص انجام می‌شود و اصول مورد استفاده در آن اصول استادیمتری است.

اصول استادیمتری: در روی صفحه رتیکول (صفحه تارهای مویی) دوربین‌های نقشه‌برداری دو خط به موازات خط افقی دایره رتیکول و به فاصله مساوی از آن به نام خطوط استادیا و یا تارهای استادیا حک نموده‌اند. به کمک این خطوط می‌توان فاصله افقی یا اختلاف ارتفاع بین دو نقطه را تعیین کرد.

در مناطـق همـوار خـط دیـد افقـی اسـت لـذا می‌تـوان از ترازیـاب اسـتفاده کـرد ولـی در مناطـق شـیب‌دار و کوهسـتانی بـه اجبـار از دوربیـن زاویه‌یـاب اسـتفاده می‌شـود.



بـرای اندازه‌گیـری، دوربیـن را روی ایسـتگاه مسـتقر کرده و بـا قراردادن یک شـاخص قائم در نقطـه مورد نظر، پـس از نشـانه‌روی اعـداد منطبـق بـر تـار بـالا و پایین و وسـط اسـتادیا قرائـت و یادداشـت می‌شـود. همچنین زاویـه قائـم خـط قراولـروی نیـز برداشـت می‌شـود. دقـت روش اسـتادیمتری زیـاد نیسـت (حـدود ۱:۵۰۰ تـا ۱:۱۰۰۰) اما اسـتفاده از آن سـریع و آسـان اسـت.



در ایـن روش پـس از قرائـت تعـداد تـار بـالا وسـط و پاییـن روی شـاخص و همچنین زاویه شـیب و امتداد مـورد نظـر می‌توان فاصلـه افقی D_h و اختـلاف ارتفاع ΔH نقطـه مـورد نظـر از ایسـتگاه اسـتقرار زاویه‌یاب را از رابطـه زیـر به‌دسـت آورد.

$$D_h = ۱۰۰.L.\cos^۲ \alpha = ۱۰۰.S.\sin^۲ V$$

$$\Delta H = ۱۰۰.L.\cos \alpha.\sin \alpha + h_i - T$$

که در آن L همان فاصله تارهای بالا و پایین اسـتادیا، عـدد ۱۰۰ ثابـت اسـتادیمتری و α زاویهٔ شـیب خط قراولـروی و V زاویـهٔ زنیتـی خط قراولروی می‌باشـد.

همچنین h_i ارتفاع دوربین از سـطح زمین و T عدد تار وسـط اسـت که روی شـاخص قرائت شـده اسـت.

در عمـل معمـولاً تـار وسـط رتیکـول روی عدد ارتفاع دسـتگاه قـرار داده می‌شـود بنابراین در ایـن حالت مقدار h_i و T بـا هـم سـاده شـده و رابطـه اختـلاف ارتفاع به شـکل سـاده زیر تبدیل می‌شـود.

$$\Delta H = ۱۰۰.L.\cos \alpha.\sin \alpha = ۵۰.\sin(۲\alpha)$$

مثال ۱

برای محاسبه فاصله افقی و اختلاف ارتفاع بین ایستگاه استقرار و نقطه، مشاهدات بدین ترتیب می‌باشد:
تار بالا ۱۶۴۰، تار وسط ۱۵۵۰، ارتفاع دستگاه ۱۶۰ سانتی‌متر، زاویه افقی ۱۴۲ درجه و زاویه قائم ۸۴°۱۵′. فاصله افقی و اختلاف ارتفاع بین ایستگاه استقرار و نقطه مورد نظر را محاسبه نمایید.

حل: قرائت تار پایین به دلیل محدودیت انجام نشده، اما از آنجا که تار وسط میانگین تار بالا و پایین است، بنابراین:

$$\text{تار وسط} = \frac{\text{تار پایین} + \text{تار بالا}}{۲}$$

$$۱۵۵۰ = \frac{\text{تار پایین} + ۱۶۴۰}{۲}$$

تار پایین برابر است با ۱۴۶۰، زاویه قائم هم از نوع زنیتی می‌باشد پس

$$D_h = ۱۰۰.L.\sin^۲ V = ۱۰۰.(۱۶۴۰-۱۴۶۰).\sin^۲(۸۴°۱۵') = ۱۷۸۱۹/۳۲۲\ mm = ۱۷/۸۱۹\ m$$

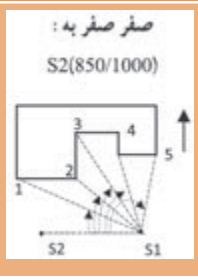
$$\Delta H = ۱۰۰.L.\cos V.\sin V + h_i - T = ۱۰۰.(۱۶۴۰-۱۴۶۰).\cos(۸۴°۱۵').\sin(۸۴°۱۵').+۱۶۰۰-۱۵۵۰$$

$$\Delta H = ۱۸۴۴/۳۱۱\ mm = ۱/۸۴۴\ m$$

فعالیت کلاسی ۳

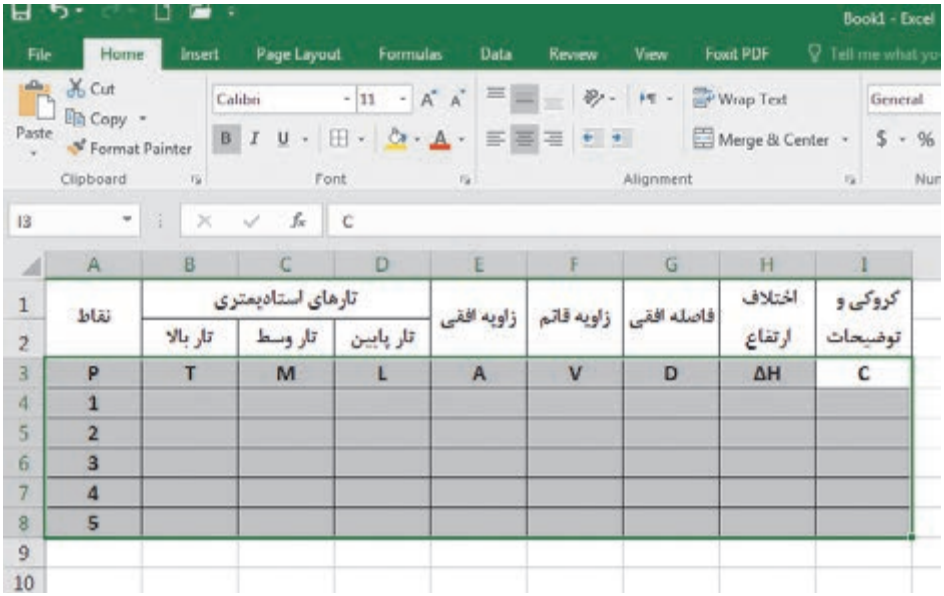
در جدول زیر کروکی و مشاهدات تاکئومتری مربوط به برداشت قسمتی از یک ساختمان وارد شده است. مطلوب است محاسبه فاصله افقی و اختلاف ارتفاع برای این نقاط و تکمیل این جدول.

نمون‌برگ قرائت تاکئومتری

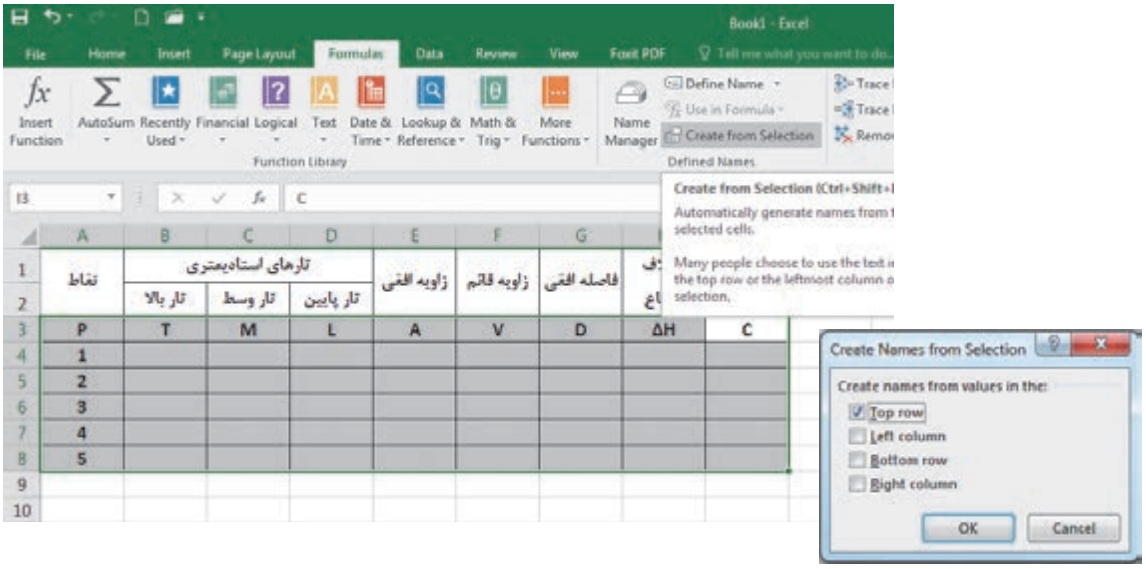
نام و مختصات ایستگاه:	$S_۱$ (۲۰۰۰,۱۰۰۰)			نوع و شماره دوربین:		تاریخ:		
ارتفاع دستگاه: ۱۵۰ سانتی‌متر		عامل دوربین:		عامل کروکی:		نویسنده:		
کروکی و توضیحات	اختلاف ارتفاع	فاصله افقی	زاویه قائم (گراد)	زاویه افقی (گراد)	تارهای استادیمتری			نقاط
					تار پایین	تار وسط	تار بالا	P
			۹۶/۲۹	۳۰/۸۱	۱۳۷۰	۱۵۰۰	۱۶۳۰	۱
			۱۰۹/۴۶	۷۴/۶۸	۱۴۳۵	۱۵۰۰	۱۵۶۲	۲
			۱۰۳/۶۶	۷۸/۶۶	۱۳۴۵	۱۵۰۰	۱۶۵۵	۳
			۱۰۰/۰۰	۷۸/۲۹	۱۴۸۵	۱۵۰۰	۱۷۱۵	۴
			۱۰۰/۰۰	۱۴۱/۲۲	۱۴۶۰	۱۵۰۰	۱۷۴۰	۵

تاکئومتری در نرم‌افزار Excel

برای استفاده مناسب‌تر از قابلیت‌های نرم‌افزار، در نرم‌افزار Excel چنانچه در فرمول یک خانه، از متغیرهای خانه‌های همان ردیف استفاده شود می‌توان فرمول را به جای نوشتن نشانی خانه، به‌صورت پارامتری با پارامترهای عنوان ستون نوشت. مثلاً برای نوشتن نشانی خانه‌های شماره نقطه از P زاویه قائم از V استفاده نمود. برای این کار ابتدا باید قسمتی از جدول را که می‌خواهیم با نام عنوان ستون مشخص شود، انتخاب گردد. سپس از روبان Formulas گزینه Create from selection را کلیک می‌کنیم آن‌گاه در پنجره ایجاد شده قسمت Top row را انتخاب و دکمه Ok زده می‌شود.



سپس



محاسبه جدول تاکئومتری در نرم‌افزار Excel:

الف- محاسبه ستون فاصله افقی (D_h):

می‌دانیم فاصله افقی از رابطه $D_h = ۱۰۰.L.\sin^۲ V$ برای زوایای زنیتی و $D_h = ۱۰۰.L.\cos^۲ \alpha$ برای زوایای شیب محاسبه می‌شود. در محاسبه با ماشین‌حساب باید به واحد زاویه که درجه‌ای یا گرادی است، توجه کرد و حالت ماشین‌حساب را روی آن تنظیم نمود. ولی در نرم‌افزار Excel زوایا بر حسب رادیان محاسبه می‌شود و باید زاویه‌ها تبدیل به رادیان شوند و همان‌طور که می‌دانیم برای تبدیل درجه به رادیان، آن‌را در $\frac{\pi}{۱۸۰}$ و برای تبدیل گراد به رادیان، آن را در $\frac{\pi}{۲۰۰}$ ضرب می‌کنیم. در نرم‌افزار Excel عدد π به‌صورت تابع PI() تعریف می‌شود.

همچنین پاسخ رابطه برحسب واحد قرائت‌های شاخص یعنی میلی‌متر به‌دست می‌آید و برای تبدیل به متر کردن آن کل عبارت بر ۱۰۰۰ تقسیم می‌شود. می‌توان برای راحتی از ابتدا در فرمول تبدیل به متر را لحاظ کرد. مثلاً

=(100*(T-L)*(Sin(V*PI()/200))^2)/1000

اختلاف تارهای بالا و پایین — تبدیل گراد به رادیان — تبدیل میلیمتر به متر

ب- محاسبه ستون اختلاف ارتفاع (ΔH):

اختلاف ارتفاع از رابطه $\Delta H = ۱۰۰.L.\sin V.\cos V + h_i - T$ به‌دست می‌آید. این رابطه را می‌توان به‌صورت زیر تایپ کرد که به‌جای باید عدد ارتفاع دستگاه بر حسب میلی‌متر وارد گردد.

$$= (100*(T-L)*\sin(V*PI()/200)*\cos(V*PI()/200)+Hi-M)/1000$$

نکته

- در صورتی که با تئودلیت زاویه شیب را اندازه‌گیری کرده باشیم، فقط در محاسبه فاصله افقی به‌جای تابع سینوس از تابع کسینوس استفاده می‌شود.
- در صورتی که تئودلیت درجه‌ای باشد در تبدیل آن به رادیان، فقط اعداد ۲۰۰ به ۱۸۰ تبدیل می‌گردند.

فعالیت عملی ۱

جدول فعالیت کارگاهی قبل را در نرم‌افزار Excel وارد نموده و محاسبات لازم را انجام دهید. سپس پاسخ‌ها را با پاسخ فعالیت کارگاهی قبل مقایسه، بحث و گفتگو نمایید.

ترسیم نقشه با استفاده از اطلاعات جدول تاکئومتری روی کاغذ

پس از برداشت نقاط و انجام محاسبات لازم، نوبت به ترسیم نقشه می‌رسد. برای ترسیم نقشه ابتدا نقاط پیمایش را روی کاغذ نقشه 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 ایستگاهی و صفرصفر روی کاغذ نقشه پیدا کرده و مطابق کروکی به‌هم وصل می‌کنیم تا نقشه ترسیم گردد.

وسایل مورد نیاز: نقاله ۳۶۰ درجه‌ای (۴۰۰ گرادی)، خط‌کش مداد اتود و پاک‌کن.

مراحل ترسیم: ابتدا ایستگاه و امتداد صفرصفر را روی کاغذ نقشه با توجه به کروکی ترسیم می‌کنیم، سپس نقاله را با توجه به اطلاعات توضیحات جدول تاکئومتری یعنی نام ایستگاه و نام نقطه صفرصفر طوری روی نقشه قرار می‌دهیم که مرکز نقاله روی نقطه استقرار دوربین و صفر نقاله روی نقطه‌ای که دوربین به آن صفرصفر شده قرار گیرد. با توجه به اطلاعات جدول تاکئومتری در ستون‌های فاصله افقی و زاویه افقی ابتدا صفر خط‌کش یا اشل را روی مرکز نقاله یعنی ایستگاه استقرار قرار می‌دهیم به‌طوری‌که امتداد خط‌کش روی زاویه افقی قرائت شده برای نقطه اول قرار گیرد، در این حالت فاصله افقی را که به مقیاس نقشه تبدیل نموده‌ایم در امتداد خط‌کش علامت می‌زنیم. با این کار موقعیت نقطه اول برداشتی روی کاغذ مشخص می‌شود و برای سایر نقاط این عمل را تکرار می‌کنیم تا محل آنها روی کاغذ مشخص شود حال با کمک کروکی، نقاط را به یکدیگر وصل می‌کنیم تا نقشه ترسیم گردد.

نکته

از آنجا که در هر ایستگاه، تعداد زیادی نقطه برداشت می‌شود، بهتر است پس از پیاده‌کردن 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.

فعالیت عملی ۲

با استفاده از اطلاعات و پاسخ‌های جدول فعالیت عملی ۱ و همچنین کروکی عملیات، نقشه را ترسیم نمایید.

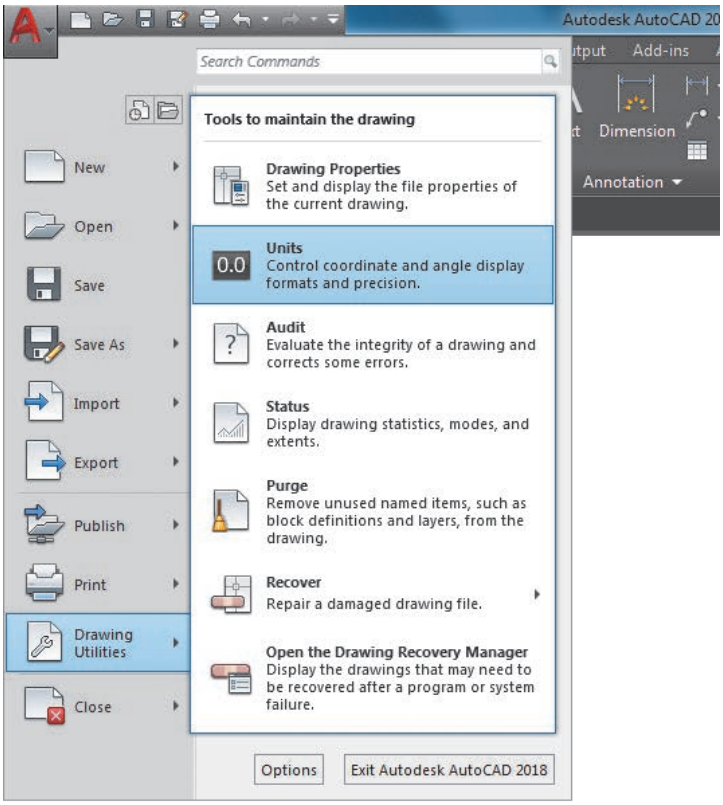
ترسیم نقشه با استفاده از اطلاعات جدول تاکئومتری با نرم‌افزار AutoCAD

در کتاب نقشه‌کشی فنی رایانه ای سال دهم با روش های ترسیم پاره خط و نقطه در نرم افزار اتوکد آشنا شدید. از طول و زاویه افقی جدول تاکئومتری می‌توان به صورت قطبی نقشه را ترسیم کرد.

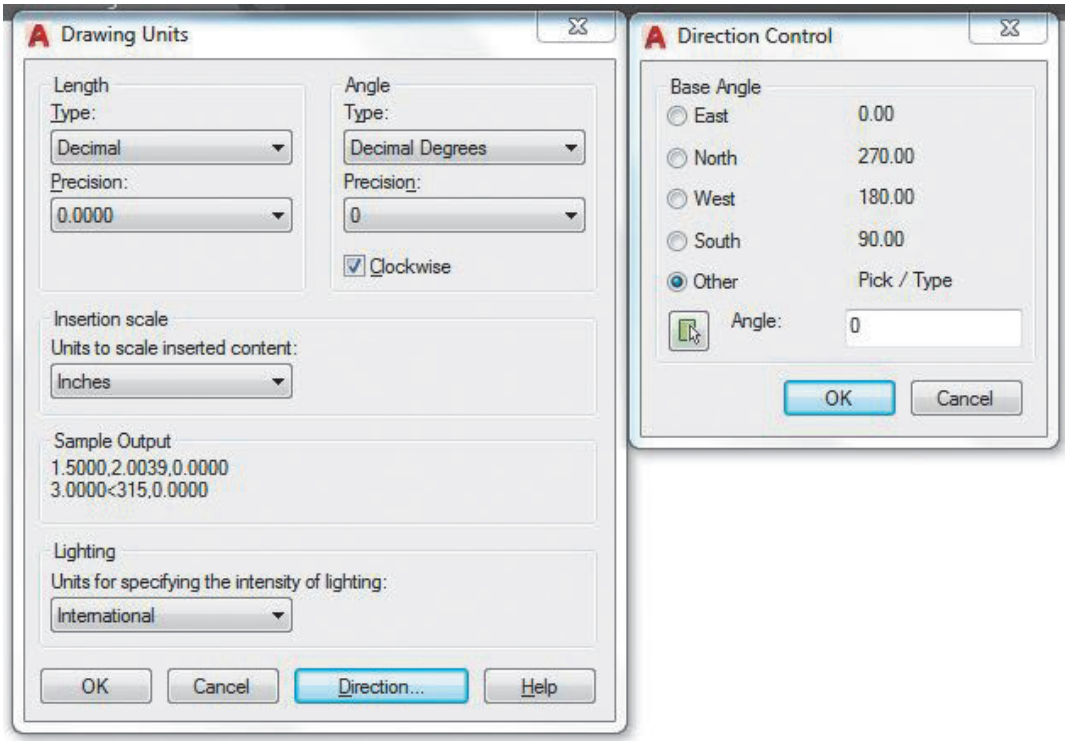
در نرم‌افزار AutoCAD به‌طور پیش‌فرض زوایا بر حسب درجه و در معرفی مختصات قطبی مطابق دایره مثلثاتی در ریاضی عمل می‌شود یعنی جهت مثبت محور x ها قطب در نظر گرفته می‌شود و افزایش زاویه در خلاف جهت عقربه‌های ساعت می‌باشد.

از آنجا که در نقشه‌برداری جهت شمال یعنی جهت مثبت محور y ها در نظر گرفته شده و افزایش زاویه در جهت عقربه‌های ساعت می‌باشد (آزیموت یا ژیزمان امتداد) می‌توان تنظیمات لازم را به‌صورت زیر انجام داد.

مطابق شکل گزینه units را انتخاب کرده تا پنجره گشوده شود یا در خط فرمان دستور un یا units را تایپ و اینتر نمایید.

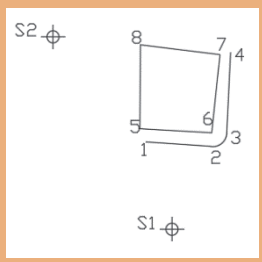


سپس می‌توان واحدهای دلخواه (فاصله و زاویه) را انتخاب نموده و برای پروژه‌های نقشه‌برداری که جهت قرائت زاویه معمولاً ساعتگرد است گزینه Clockwise را تیک می‌زنیم. با کلیک روی قسمت Direction جهت صفر زاویه را تنظیم کرد. حتی اگر جهت صفر (مبنا) غیر از محورها باشد، می‌توان پس از ترسیم آن امتداد (جهت صفر) با گزینه Direction آن‌را معرفی کرد.

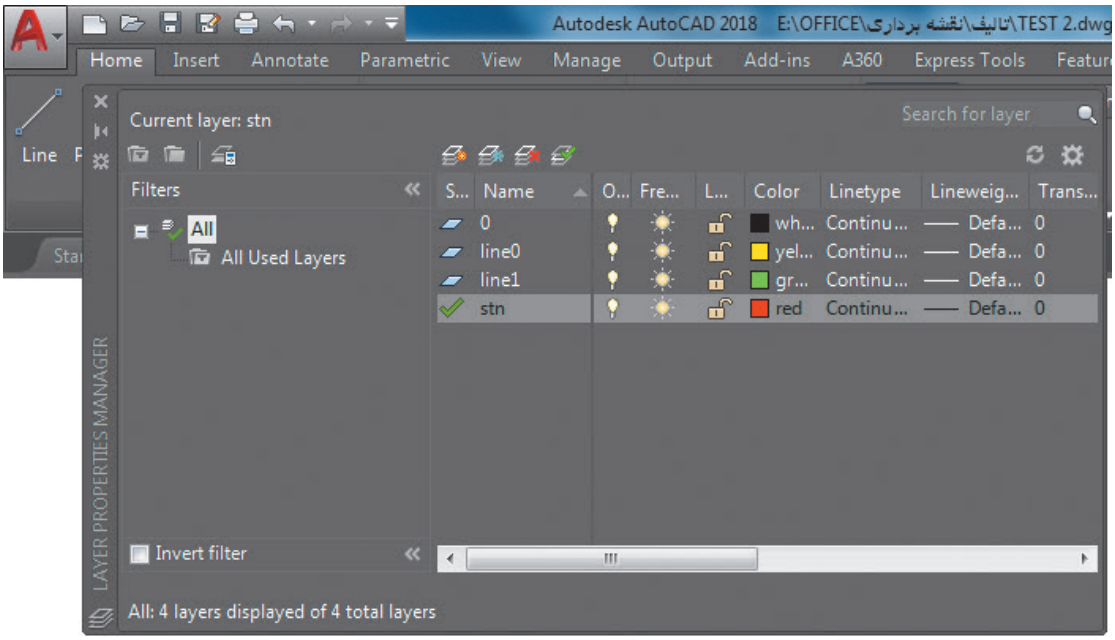


مثال ۲

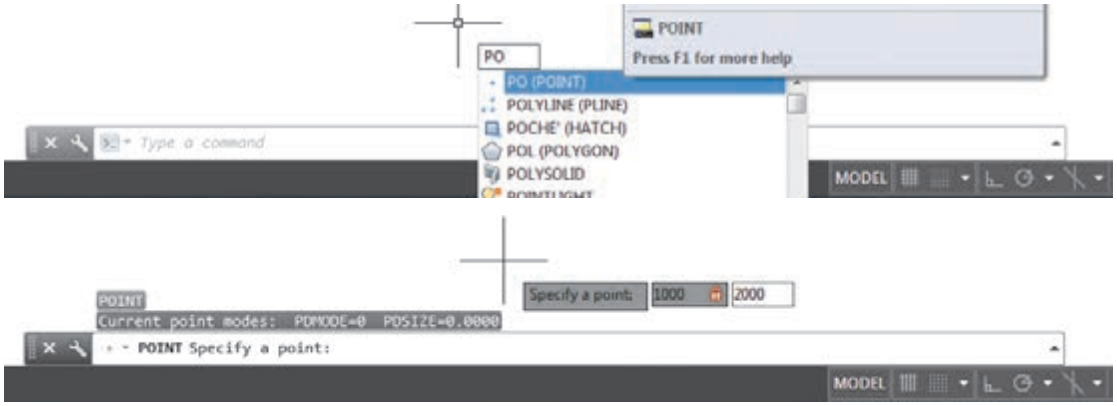
نقشه حاصل از جدول تاکئومتری زیر را در نرم‌افزار AutoCAD رسم کنید. (ایستگاه استقرار $S_۱$ و ایستگاه توجیه (صفر صفر) $S_۲$ می‌باشد.)

نقاط	زاویه افقی (درجه)	فاصله افقی (متر)	کروکی و توضیحات
۱	۱۵	۳۸	 $S_۱$ (۱۰۰۰,۲۰۰۰) $S_۲$ (۹۵۰/۵۰۱,۲۰۸۰/۲۴۱)
۲	۵۶	۳۸	
۳	۶۱	۴۶/۵	
۴	۵۰	۷۷/۵	
۵	۱۴	۴۴	
۶	۵۴	۴۳/۵	
۷	۴۷	۷۵/۵	
۸	۲۲	۷۸	

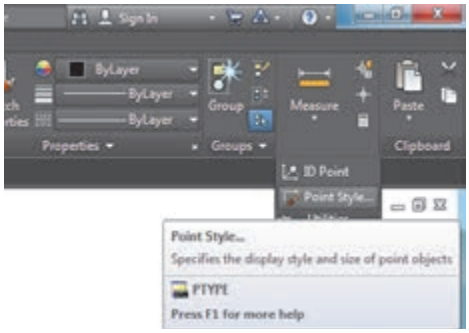
توضیح روش کار: نرم افزار AutoCAD را اجرا و فایلی را ذخیره می‌کنیم. بهتر است هر ترسیم در لایه مخصوص به خود انجام شود. مثلاً ایستگاه‌ها در لایه stn با رنگ شماره ۱، خطوط ترسیم موقت به‌صورت خط‌چین در لایه Line۰ با رنگ ۲، خطوط اصلی پروژه با رنگ ۳ در لایه line۱ ترسیم می‌کنیم. دستور layer با مخفف la برای مدیریت لایه‌ها می‌باشد.



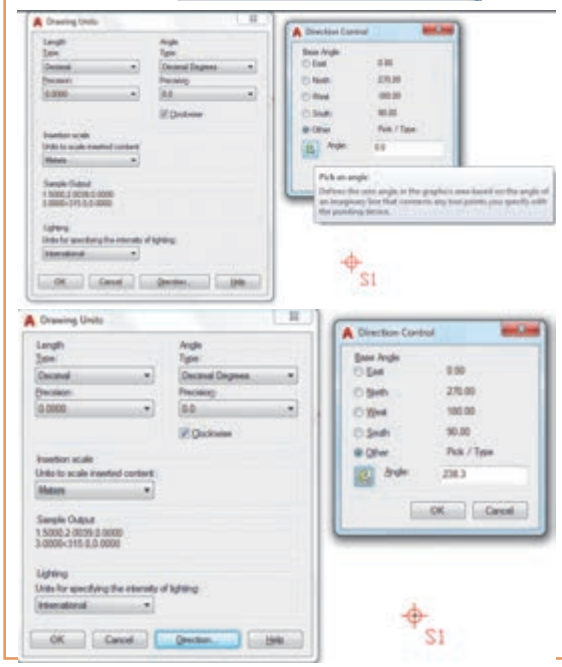
با دستور POINT نقاط ایستگاهی را ترسیم می‌کنیم.



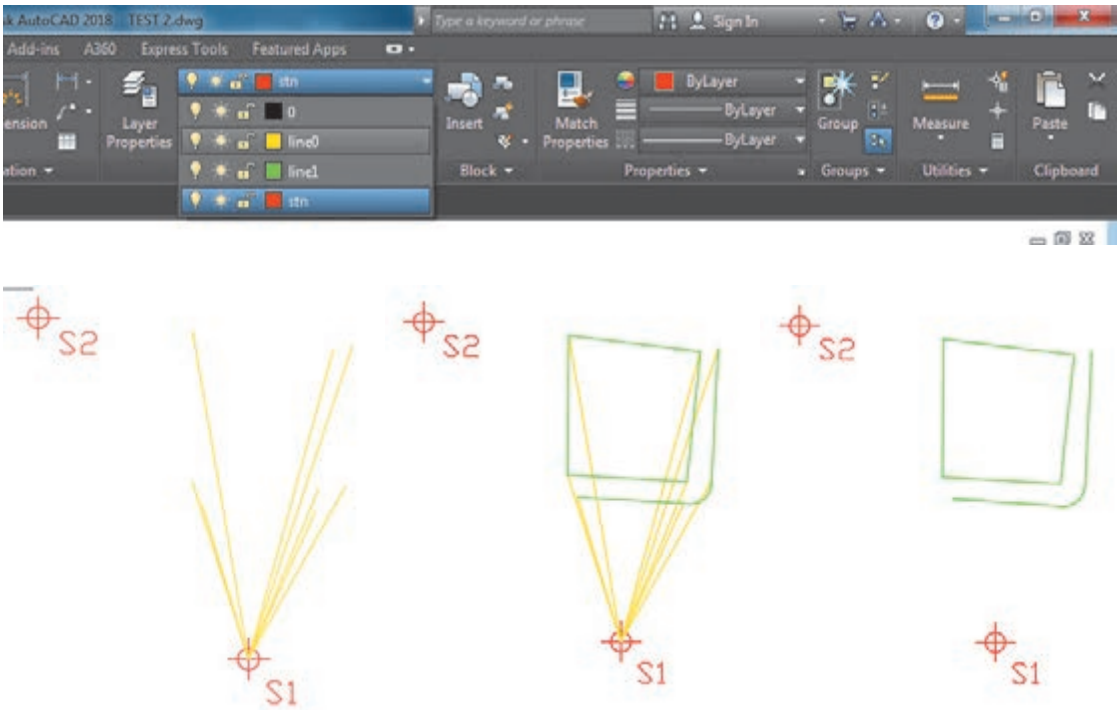
با وارد کردن مختصات، هر دو نقطه ترسیم می‌گردند. برای تغییر شکل و اندازه نقاط ایستگاهی از پانل Utilities در روبان Home، گزینه Point Style را کلیک می‌کنیم. سپس با دستور text نام ایستگاه‌ها را می‌نویسیم.



حال تنظیمات مربوط به واحد و توجیه را با فرمان UNITS انجام می‌دهیم. پس از مشخص‌کردن واحدهای طول و زاویه، و فعال‌کردن قسمت ساعتگرد (Clockwise)، با کلیک روی قسمت Direction و انتخاب گزینه Other روی قسمت Angle کلیک و ابتدا ایستگاه S۱ و سپس S۲ را معرفی کرده و دکمه‌های OK را کلیک می‌نماییم.



پس از تنظیمات لایه line۰ را جاری، دستور پاره‌خط line (با مخفف L) را اجرا و روی نقطهٔ S۱ کلیک و مختصات نسبی قطبی نقاط را وارد می‌کنیم. مثلاً ۱۵ < ۳۸ @ . سپس لایهٔ line۱ را جاری و طبق کروکی نقشه را ترسیم می‌کنیم. در انتها لایه line۰ را خاموش نموده تا نقشه مشاهده گردد.



فعالیت عملی ۳

با استفاده از اطلاعات و پاسخ‌های جدول فعالیت کارگاهی ۱ و همچنین کروکی عملیات، نقشه را در نرم‌افزار AutoCAD ترسیم و با پاسخ فعالیت کارگاهی ۳ مقایسه نمایید.

فعالیت عملی ۴

با دوربین تئودلیت، در محوطه هنرستان، روی ایستگاهی مستقر و به سمت ایستگاه دیگر توجیه نمایید. سپس نقشه منطقه‌ای که هنرآموز تعیین می‌کند، را برداشت، محاسبه و ترسیم نمایید.

تذکر ۱:

ایستگاه استقرار و توجیه را هنرآموز مشخص می‌کند.

تذکر ۲: محاسبه با ماشین‌حساب و نرم‌افزار Excel جداگانه و ترسیم نیز هم در دفتر گزارش و هم در نرم‌افزار AutoCAD انجام گردد.

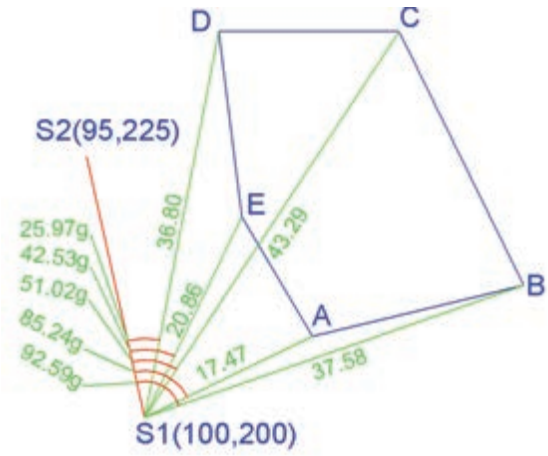
ترسیم نقشه با استفاده از اطلاعات جدول تاکئومتری با نرم افزار Civil3D

در کتاب نقشه‌کشی فنی رایانه‌ای سال دهم با روش‌های ترسیم پاره‌خط و نقطه در نرم‌افزار AutoCAD آشنا شدیم. از آنجا که ترسیم در Civil3D بسیار ساده‌تر از AutoCAD می‌باشد، ترسیم اطلاعات برداشتی را در این نرم‌افزار انجام می دهیم.

برای ترسیم اطلاعات برداشت شده در Civil3D به دو روش می‌توان اقدام نمود: یکی روش دستی با در اختیار داشتن زاویه افقی و طول افقی نسبت به یک امتداد، و دیگری انتقال مختصات نقاط به نرم‌افزار و سپس ترسیم با توجه به کروکی آنها.

اگر دوربین روی یک نقطه نقشه‌برداری مستقر و به ایستگاه دیگر صفرصفر شده باشد و فاصله و زاویه افقی نقاط را برداشت کرده باشیم، با توجه به مثال زیر می‌توان آن را ترسیم نمود .

مثال ۳



در شکل مقابل دوربین روی ایستگاه S۱ مستقر و به ایستگاه S۲ صفر صفر شده است و زاویه و فاصله افقی رئوس پنج ضلعی ABCDE را قرائت کرده‌ایم ، آن را در Civil3D ترسیم نمایید.

روش کار:

۱- در تنظیمات اولیه واحد زاویه را گراد انتخاب کنید .

۲- از آیکن Line گزینه اول Create Line با معرفی مختصات S۱ و S۲ امتداد بین دو ایستگاه را ترسیم نمایید.

۳- از آیکن Line گزینه Create Line by Side Shot را انتخاب و سپس روی امتداد S۱S۲ از وسط به سمت S۱ کلیک نموده و ابتدا زاویه امتداد A یعنی ۸۵/۲۴ را وارد و اینتر و بعد فاصله نقطه A یعنی ۱۷/۴۷ و اینتر نمایید. مجدداً مانند امتداد A برای دیگر نقاط به ترتیب ابتدا زاویه و سپس طول را وارد کرده و اینتر نمایید. مشاهده خواهید نمود که از نقطه دوم به بعد چندضلعی ترسیم می‌شود.

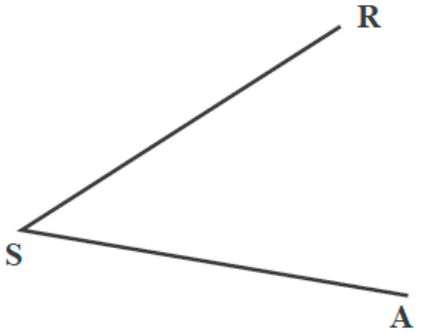
فعالیت عملی ۵

با استفاده از اطلاعات و پاسخ‌های جدول فعالیت کارگاهی ۱ و همچنین کروکی عملیات، نقشه را در نرم‌افزار Civil3D ترسیم و با پاسخ فعالیت کارگاهی ۳ مقایسه نمایید.

عملیات زمینی تهیه نقشه از یک منطقه با زاویه‌یاب

تهیه نقشه از یک منطقه کوچک و محدود به کمک زاویه‌یاب

در این روش موقعیت هر منطقه روی زمین به وسیله یک زاویه و یک طول مشخص می‌گردد مثلاً اگر نقطهٔ A را در نظر بگیریم و در نزدیکی آن روی نقطهٔ S ایستگاه‌گذاری کنیم کافی است زاویه امتداد SA را با یک امتداد مشخص مثلاً SR اندازه‌گیری کرده، سپس طول SA را به‌دست آوریم. با این روش می‌توان برای تهیه پلان یک منطقه با زاویه‌یاب دستورالعمل زیر را به‌کار برد.



الف: منطقه مورد نظر را شناسایی کرده و یک کروکی از موقعیت نقاط و عوارض آن تهیه می‌کنیم.

ب: با انجام یک عملیات پیمایش در منطقه، چند نقطه کنترل ایستگاهی ایجاد می‌نماییم. (که موضوع فصل قبل است)

ج: پس از ایجاد این نقاط و با توجه به مقیاس نقشه، برداشت را از یکی از نقاط ایستگاهی شروع و اطلاعات برداشتی را در یک جدول استاندارد تاکئومتری یادداشت می‌کنیم.

بهتر است که از منطقه اطراف هر ایستگاه که قرار است برداشت شود، یک کروکی درمقیاس بزرگ‌تر تهیه گردد، به طوری که تمام عوارض و جزئیات در آن ترسیم شده باشد. اگر پیش از برداشت، گوشه‌های عوارض شماره‌گذاری شود، ممکن است هنگام عملیات نقطه‌ای جا بماند و در این صورت شماره برداشت‌های بعدی اشتباه می‌شود. بنابراین بهترین حالت این است که هنگام عملیات برداشت، همزمان نقطه در کروکی شماره‌گذاری شود.

تهیه کروکی و برداشت عوارض با توجه به مقیاس خواسته شده توسط کارفرما صورت می‌گیرد. مثلاً در نقشه‌های ۱/۲۰۰ شهری که معمولاً برای گازکشی تهیه می‌شوند باید تمام عوارض کوچک تا حد ۴ سانتی‌متر برداشت شود. اما برای نقشه‌های ۱/۲۰۰۰ با توجه به مقیاس عملاً عوارض زیر ۴۰ سانتی‌متر قابل مشاهده وترسیم در نقشه نیستند بنابراین برداشت آنها ضرورتی نداشته و اگر این کار انجام شود باعث اتلاف وقت و هزینه خواهد شد.

برای برداشت پس از استقرار زاویه‌یاب روی نقطه کنترل ایستگاهی، شماره نقطه استقرار و ایستگاه صفر را به همراه مختصات آنها در فرم یادداشت شود. همچنین ارتفاع دستگاه را با متر قرائت کرده و درفرم برداشت در محل مربوطه یادداشت می‌نماییم. سپس برداشت نقاط عوارض شروع می‌گردد.

د: برای راحتی محاسبات می‌توان ابتدا تار وسط زاویه‌یاب را روی عدد ارتفاع دستگاه قرار داد. سپس برای هر نقطه باید اعداد تارهای بالا و پایین و همچنین زاویه افقی و زاویه زنیتی (یا شیب) را مشاهده و یادداشت گردد.

فعالیت عملی ۶

با راهنمایی هنرآموز خود، نقشه تمام یا قسمتی از هنرستان را به روش تاکئومتری برداشت، محاسبه و ترسیم نمایید.

تذکر ۱: ایستگاه استقرار و توجیه را هنرآموز مشخص می‌کند.

تذکر ۲: محاسبه با ماشین حساب و نرم افزار Excel جداگانه و ترسیم نیز هم در دفتر گزارش و هم در نرم افزار AutoCAD انجام گردد.

تذکر ۳: گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به هنرآموز تحویل دهید.

برداشت اتوماتیک با توتال استیشن

توتال استیشن از یک تئودولیت الکترونیکی و یک دستگاه اندازه گیری فاصله که به صورت یکپارچه طوری ساخته شده که قسمت اپتیکی و فاصله یاب آن هم محور باشند.

مهمترین مزیت توتال استیشن نسبت به زاویه یاب ها این است که این دستگاه علاوه بر اندازه گیری زاویه افقی و قائم قادر به اندازه گیری 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.

فعالیت کلاسی ۴

با راهنمایی هنرآموز خود، نام قسمت‌های مختلف توتال‌استیشن که در شکل روبه‌رو شماره‌گذاری شده است را نوشته و در مورد آن توضیح دهید.

عملیات زمینی تهیه نقشه از یک منطقه با توتال‌استیشن

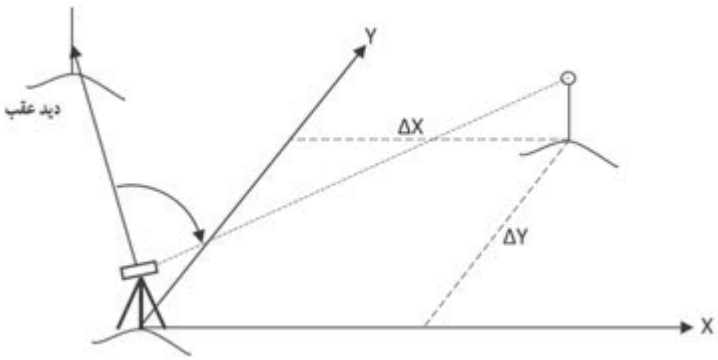
در توتال‌استیشن‌ها توابع و برنامه‌هایی برای انجام تعدادی از کارهای متداول نقشه‌برداری قرار داده شده است از جمله برنامه برداشت که کاربرد فراوانی در بین برنامه‌های توتال‌استیشن دارد و از آن می‌توان در برداشت مختصاتی و یا قطبی نقاط استفاده کرد.
مراحل برداشت با توتال‌استیشن به قرار زیر است:

۱- استقرار دستگاه: در این مرحله دستگاه را روی یک نقطه ایستگاهی مستقر می‌کنیم. استقرار دستگاه توتال‌استیشن کاملاً شبیه دستگاه زاویه‌یاب است با این تفاوت که توتال‌استیشن‌ها معمولاً دارای کمپانساتور بوده که تراز دقیق را به طور اتوماتیک انجام داده و آن را حفظ می‌کنند.

۲- 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 توتال‌استیشن توجیه معمولاً به دو صورت قابل اجرا است.

الف) توجیه قطبی: در این روش بعد از معرفی مختصات ایستگاه استقرار به توتال، به یکی از نقاط ایستگاهی نشانه‌روی 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.

۳- برداشت جزئیات: پس از استقرار و توجیه دستگاه برای برداشت کافی است به رفلکتور مستقر در نقاط نشانه‌روی کرده و با فشار دکمه برداشت در توتال‌استیشن نقاط مورد نظر را برداشت کرد. در توتال‌استیشن‌های با قابلیت Reflectorless نیازی به رفلکتور نبوده و می‌توان عوارض مورد نظر را مستقیماً با لیزر نشانه‌روی و برداشت نمود. توتال‌استیشن‌های مدرن‌تر امکان مشاهده هندسه نقاط برداشتی را به طور هم‌زمان میسر می‌سازند که نیاز به ترسیم کروکی مرتفع شده و به علاوه کیفیت نقشه برداشتی از لحاظ سازگاری و کامل‌بودن نقاط بهبود می‌یابد.



برداشت با توتال استیشن

در این روش موقعیت هر منطقه روی زمین را می‌توان با مختصات مشخص کرد. مانند برداشت با زاویه‌یاب ابتدا باید منطقه مورد نظر را شناسایی کرده و یک کروکی از موقعیت نقاط و عوارض آن تهیه کنیم. سپس با انجام یک عملیات پیمایش در منطقه، چند نقطه کنترل ایستگاهی ایجاد می‌نماییم. پس از ایجاد این نقاط و با توجه به مقیاس نقشه، دوربین را بر روی یکی از نقاط مستقر کرده وآنرا توجیه می‌کنیم. منظور از توجیه‌کردن انجام عملیات سانتراژ و ترازکردن دوربین و دادن مختصات ایستگاه استقرار و ایستگاه نشانه‌روی یا معرفی ژیزمان ورودی به دستگاه توتال‌استیشن می‌باشد که شرح داده می‌شود.

سپس به ایستگاه بعدی نشانه‌روی کرده و آن را برداشت می‌نماییم. حال دوربین آماده برداشت می باشد، مطابق کروکی شروع به برداشت می‌کنیم.

دقت شود هنگام برداشت، عوارض را ازیک طرف شروع کرده و به ترتیب و دنبال هم آنها را برداشت نماییم. در غیر این صورت چنانچه به صورت پراکنده اقدام به برداشت نماییم ممکن است یک سری از عوارض جا مانده و برداشت نشوند.

فعالیت عملی ۷

با راهنمایی هنرآموز خود، دوربین توتال‌استیشن را مورد بررسی قرار داده و آنرا سانتراژ نمایید.
در ادامه نقشه تمام یا قسمتی از هنرستان را با این دوربین برداشت، محاسبه و ترسیم نمایید.
تذکر ۱: ایستگاه استقرار و توجیه را هنرآموز مشخص می‌کند.
تذکر ۲: گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به هنرآموز تحویل دهید.

انتقال مختصات قائم‌الزاویه‌ای نقاط به نرم‌افزار Civil3D و ترسیمات ساده

مختصات قائم‌الزاویه‌ای نقاط را می‌توان برای ترسیمات ساده و حتی پیشرفته نظیر ترسیم نقشه توپوگرافی و مسیریابی به نرم‌افزار Civil3D انتقال داد.

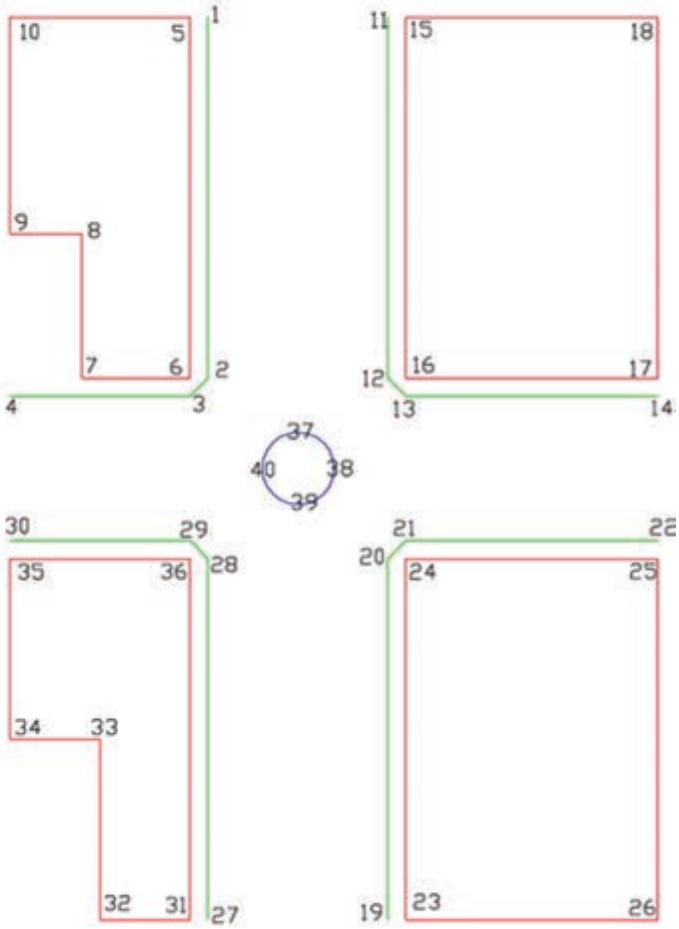
نقاط را به شکل‌های (Format) مختلفی می‌توا ن به این نرم‌افزار وارد نمود. یکی از این شکل‌ها به نام PENZD(Space delimited) می‌باشد. (P شماره نقطه، E مقدار x نقطه، N مقدار y نقطه و Z مقدار ارتفاع نقطه و Space delimited یعنی با فاصله این پارامترها از یکدیگر جدا شوند) و شکل دیگری که معمولاً پس از تخلیه اطلاعات دستگاه‌های توتال‌استیشن وجود دارد شکل PENZD(comma delimited) که بین پارامترها کاما (,) نوشته می‌شود. برای مثال اگر نقطه شماره ۱۰۲ دارای x=۴۵ و y=۶۰ و z=۲۰ و کد BM باشد در شکل space و comma به صورت زیر نوشته می شود.

a)۱۰۲ ۴۵ ۶۰ ۲۰ BM b)۱۰۲,۴۵,۶۰,۲۰,BM

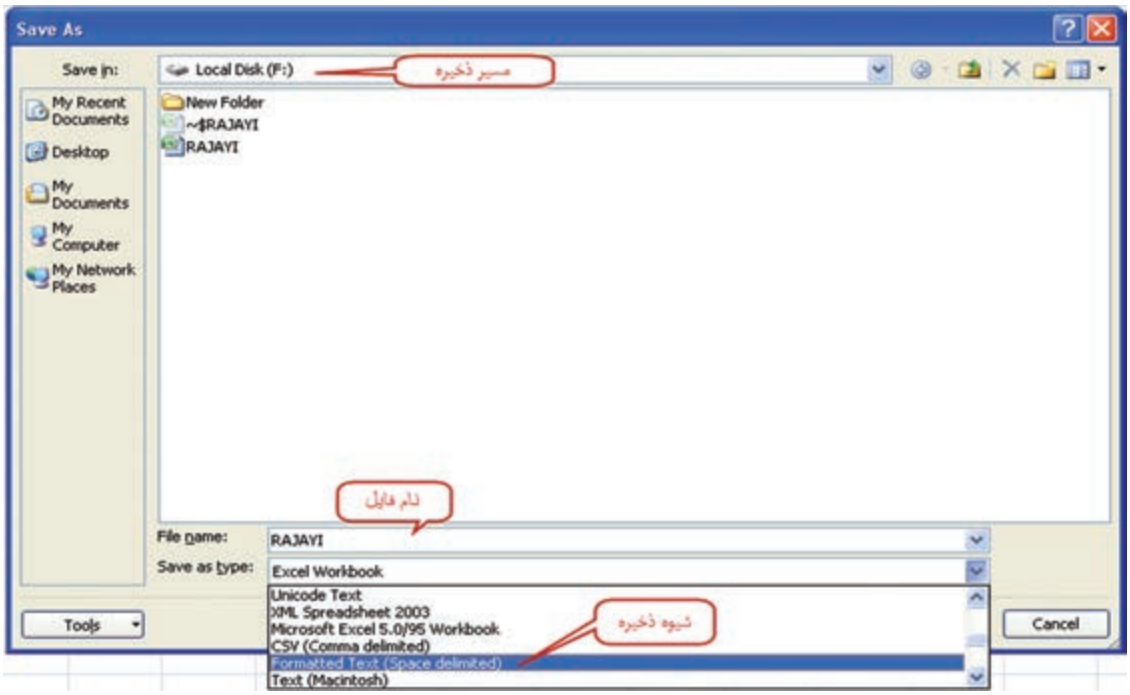
با توجه به آشنایی هنرجویان به نرم‌افزار Excel در صورتی که محاسباتی مانند ترازیابی، پیمایش و تاکئومتری را در این نرم‌افزار انجام داده اند، مختصات محاسبه شده را می‌توان به صورت زیر به نرم‌افزار Civil3D وارد نمود.

کروکی شکل صفحه بعد و مختصات نقاط آنرا در نرم‌افزار Excel در نظر بگیرید.

	A (شماره نقطه)	B (X)	C (Y)	D (Z)
1	1	15	70	103.7
2	2	15	50	102.7
3	3	14	49	102.6
4	4	4	49	102.5
5	5	14	70	103.7
6	6	14	50	102.7
7	7	8	50	102.6
8	8	8	58	102.9
9	9	4	58	102.9
10	10	4	70	103.5
11	11	25	70	103.7
12	12	25	50	102.7
13	13	26	49	102.6
14	14	40	49	102.3
15	15	26	70	103.8
16	16	26	50	102.7
17	17	40	50	102.4
18	18	40	70	104
19	19	25	20	101.6
20	20	25	40	102.5
21	21	26	41	102.5
22	22	40	41	102.1
23	23	26	20	101.6
24	24	26	40	102.5
25	25	40	40	102
26	26	40	20	101.1
27	27	15	20	101.7
28	28	15	40	102.5
29	29	14	41	102.6
30	30	4	41	102.4
31	31	14	20	101.8
32	32	9	20	101.9
33	33	9	30	102.2
34	34	4	30	102.3
35	35	4	40	102.4
36	36	14	40	102.5
37	37	20	47	102.6
38	38	22	45	102.6
39	39	20	43	102.6
40	40	18	45	102.6

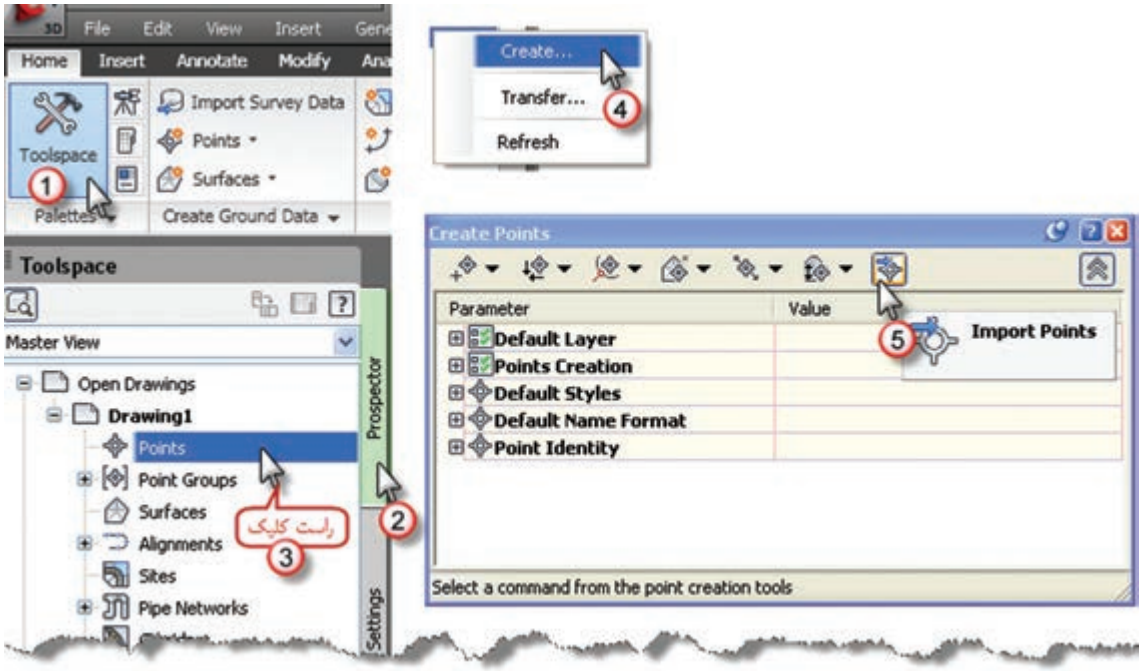


مختصات را در نرم‌افزار Excel در چهار ستون مانند شکل نوشته سپس آنها را چپ‌چین کرده و فاصله ستون‌ها را طوری تنظیم می‌کنیم که در هر سطر بین نوشته‌های خانه‌ها فاصله وجود داشته باشد. (اگر مختصات از توتال‌استیشن هم تخلیه شده باشد، همین کار را انجام می‌دهیم) سپس به روش زیر ذخیره می‌نماییم: ابتدا از طریق دکمه Office گزینه Save As را انتخاب کرده و مانند شکل، مسیر ذخیره‌سازی و نام فایل را نوشته و در قسمت Save As type گزینه Space delimited (Text Formatted) انتخاب کرده و در پایان دکمه Save را کلیک می‌نماییم. در مقابل پنجره بعدی ایجاد شده دکمه Yes را زده و در نرم‌افزار Excel را ببندید و در مقابل سوال بعدی No را انتخاب کنید.



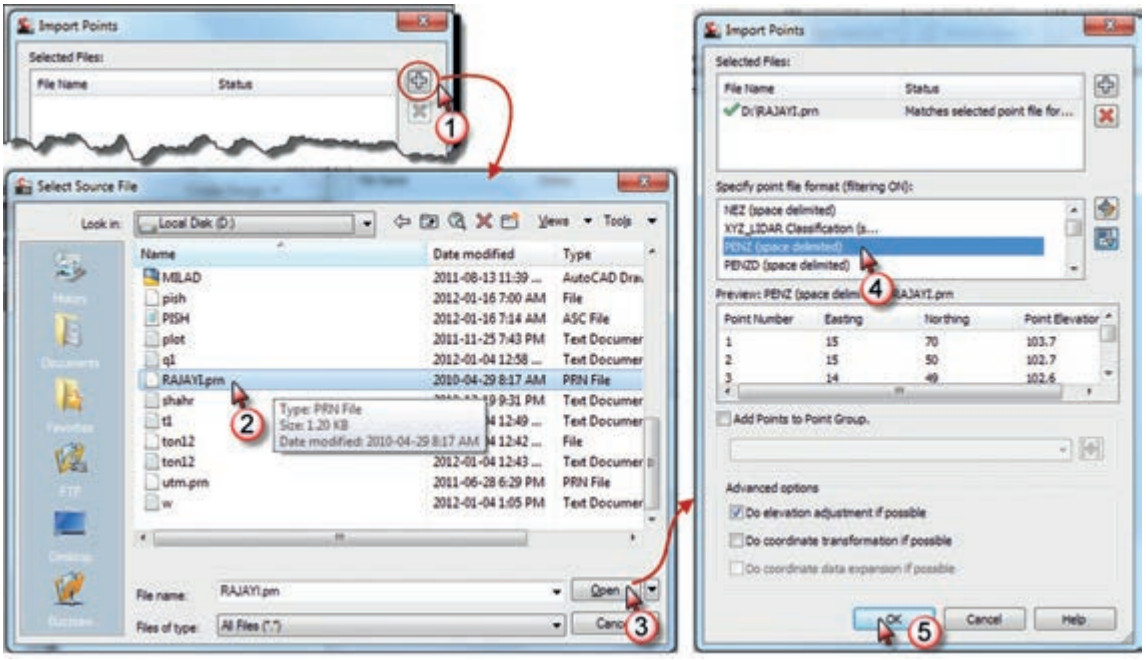
اکنون فایل بالا که با پسوند prn ذخیره شده است را می‌توان به نرم‌افزار Civil3D وارد کرد.

برای ورود این نقاط به نرم‌افزار Civil3D چند روش وجود دارد از جمله: از سر برگ Prospector پنجره Toolspace روی گزینه Point راست کلیک کرده و از پنجره ایجاد شده دکمه ورود نقاط Import Points را انتخاب می کنیم.

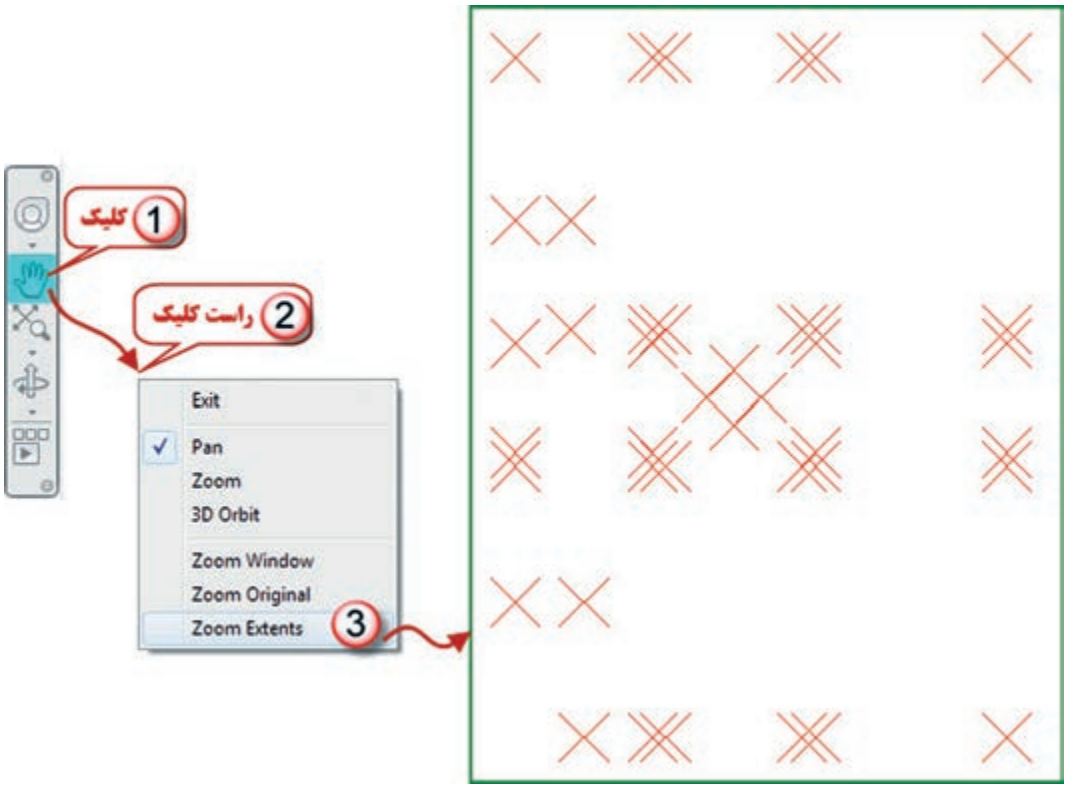


می‌توان این عمل را از طریق انتخاب آیکن Points از روبان Home و کلیک روی گزینه Point Creation Tools انجام داد.

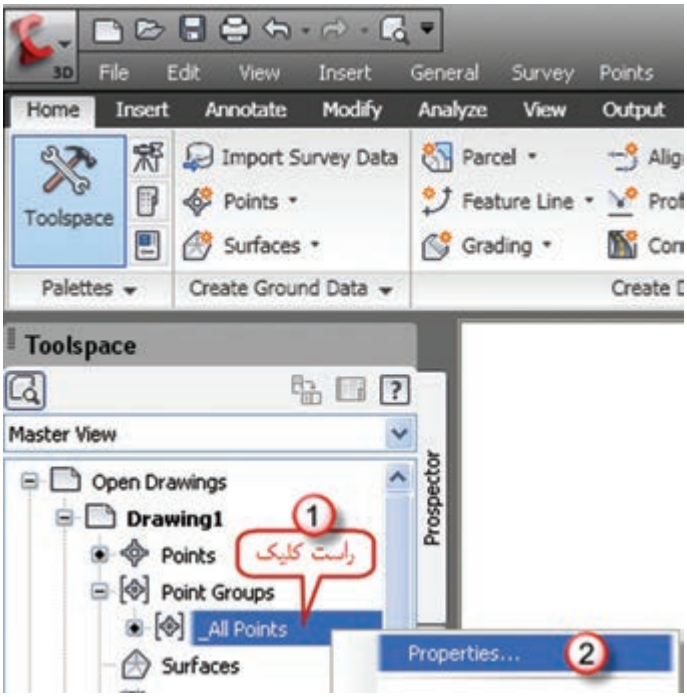
از پنجره ایجاد شده ابتدا دکمه + را کلیک کرده تا پنجره انتخاب فایل باز شود، در این پنجره، مسیر و نام فایل را انتخاب و دکمه Open را کلیک می‌نماییم در پنجره ایجاد شده قسمت Specify point file format گزینه PENZ Space delimited را انتخاب کرده سپس دکمه Ok را زده تا نقاط به نرم‌افزار منتقل گردند.



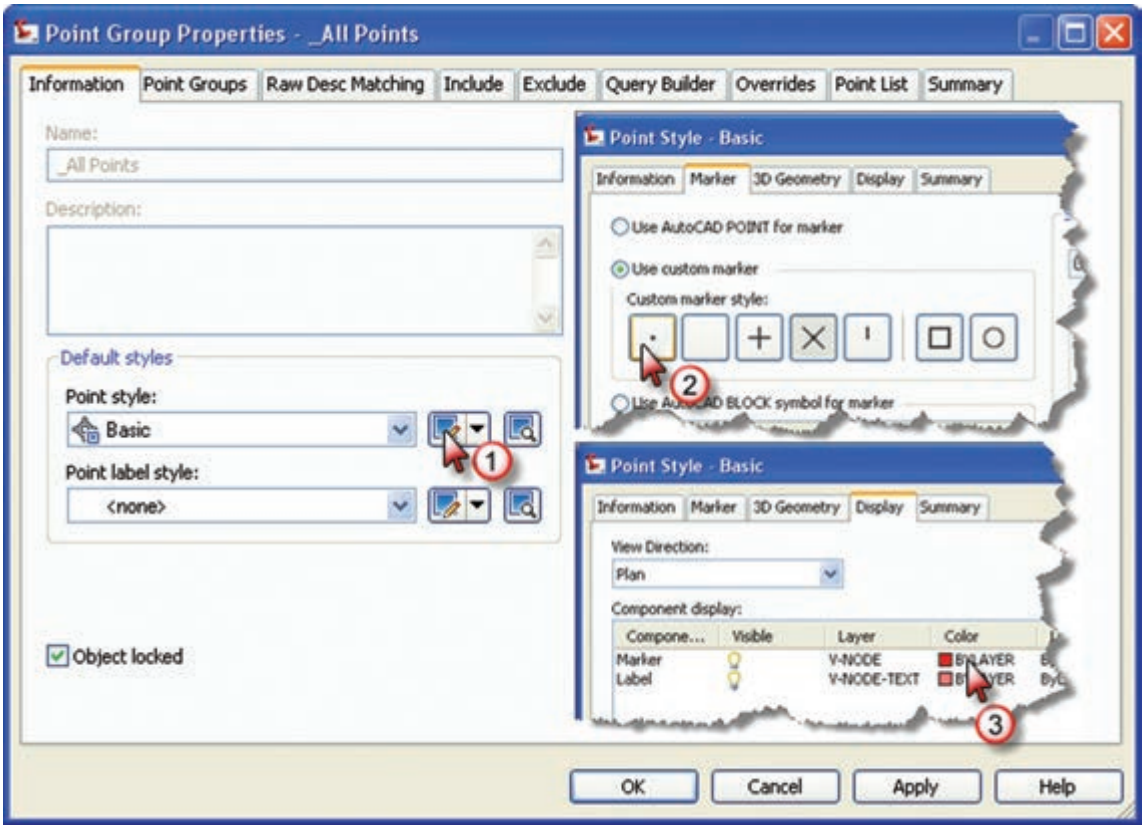
پس از ورود نقاط ممکن است آنها را در صفحه ترسیم مشاهده ننمایید، دکمه Pan را انتخاب و در قسمت ترسیم راست‌کلیک کرده و گزینه Zoom Extents را کلیک نمایید.



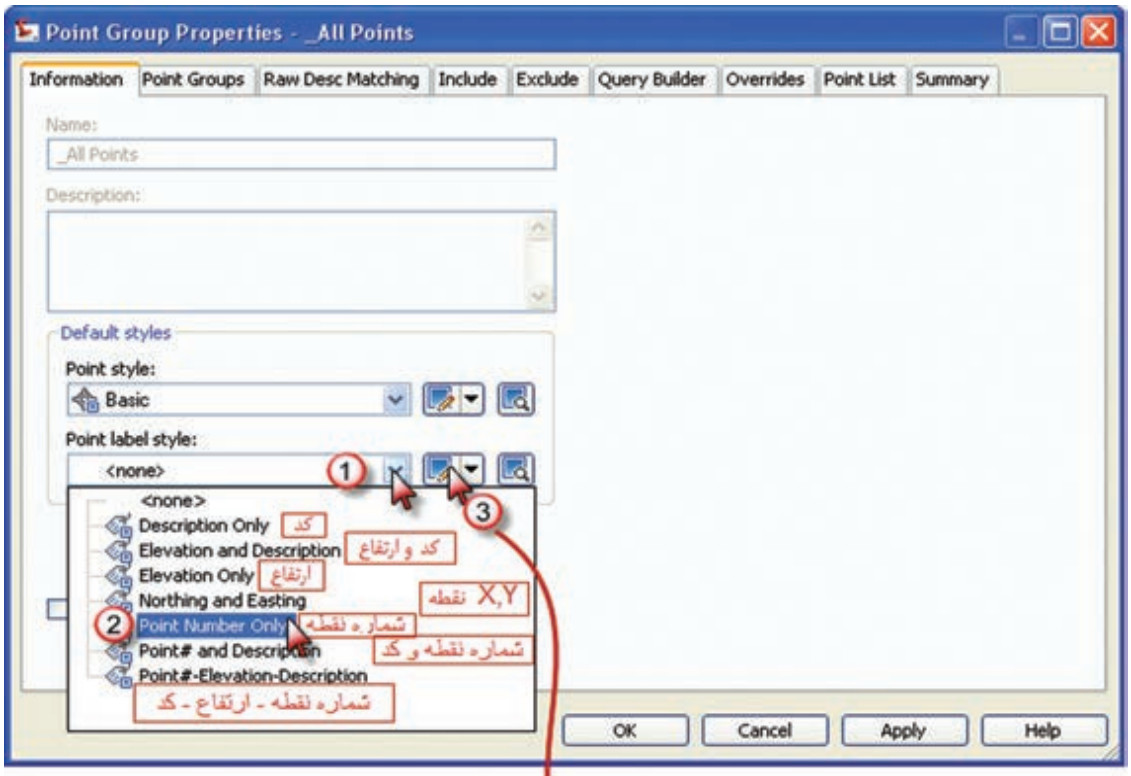
پس از ورود نقاط، تنظیمات نقاط را باید انجام داد. برای این کار مطابق شکل روی گزینه All Points از سربرگ Prospector راست‌کلیک کرده و گزینه Properties را انتخاب می نماییم.

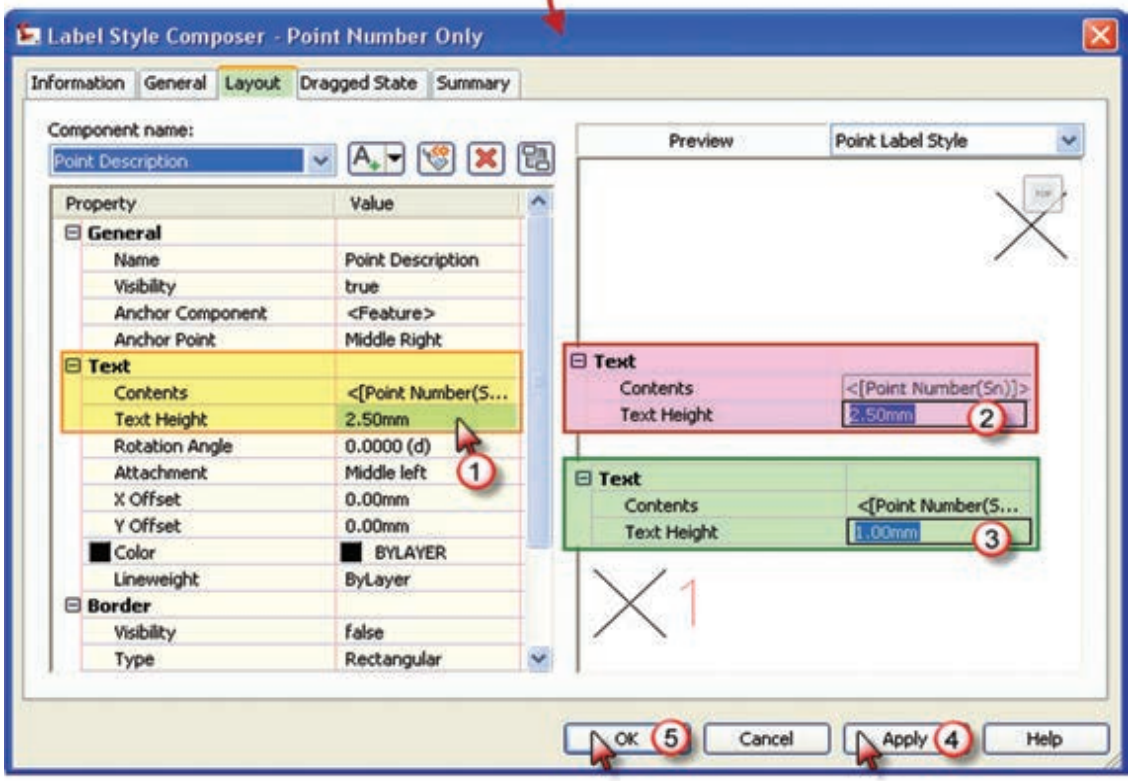


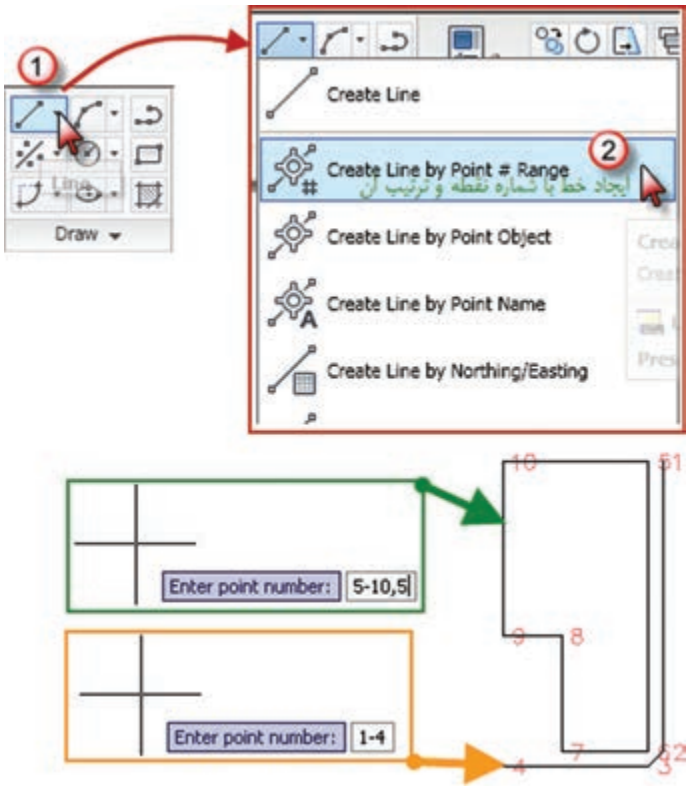
پنجـره زیـر بـاز می‌شـود. مطابـق شـکل در قسـمت Point Style کلیـک کـرده تـا پنجـره آن باز شـود در این پنجـره در صفحـه Marker شـکل نمایش نقطـه را انتخاب می‌نماییم و در صفحـه Display رنگ آن را انتخاب کـرده و دکمه‌هـای Apply و ok را کلیـک می‌کنیـم.



سپس قسمت شکل برچسب (نوشته) نقطه Point label style را مانند شکل صفحه بعد تنظیم می‌نماییم.
از آنجـا کـه بـرای ترسـیم نقشـه فقـط به شـماره نقطه نیاز اسـت گزینه شـماره نقطـه را انتخـاب می‌نماییم. در پنجـره بعـدی دیگـر تنظیمـات از جمله ارتفاع نوشـته تنظیـم می‌گردد.
پس از انجام تنظیمات، دکمه‌های Apply و ok را کلیک می‌کنیم تا تغییرات انجام شده مشاهده گردد.

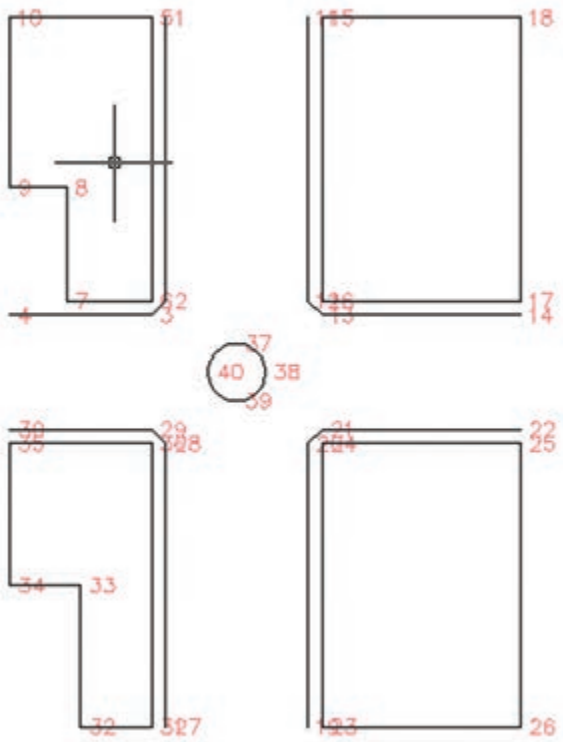

Point Group Properties - _All Points
Information
Point Groups
Raw Desc Matching
Include
Exclude
Query Builder
Overrides
Point List
Summary
Name:
_All Points
Description:
Default styles
Point style:
Basic
Point label style:
<none>
<none>
Description Only
کد
Elevation and Description
کد و ارتفاع
Elevation Only
ارتفاع
Northing and Easting
X,Y نقطه
Point Number Only
شماره نقطه
Point# and Description
شماره نقطه و کد
Point#-Elevation-Description
شماره نقطه - ارتفاع - کد
OK
Cancel
Apply
Help


Label Style Composer - Point Number Only
Information
General
Layout
Dragged State
Summary
Component name:
Point Description
Property
Value
General
Name
Point Description
Visibility
true
Anchor Component
<Feature>
Anchor Point
Middle Right
Text
Contents
<[Point Number(S...
Text Height
2.50mm
Rotation Angle
0.0000 (d)
Attachment
Middle left
X Offset
0.00mm
Y Offset
0.00mm
Color
BYLAYER
Lineweight
ByLayer
Border
Visibility
false
Type
Rectangular
Preview
Point Label Style
Text
Contents
<[Point Number(Sn)]>
Text Height
2.50mm
Text
Contents
<[Point Number(S...
Text Height
1.00mm
OK
Cancel
Apply
Help



برای ترسیم از آموخته های فصل قبلی با کمی تفاوت بهره می‌گیریم.

برای ترسیم خط، از آنجا که مطابق کروکی برخی از خطوط باید به‌ترتیب پشت سرهم به یکدیگر وصل شوند، آیکن خط (Line) را از روبان Home کلیک کرده و گزینه ایجاد خط با شماره نقطه و ترتیب آنرا انتخاب می‌نماییم، سپس برای ترسیم خط از نقطهٔ ۱ به ترتیب تا نقطهٔ ۴ می‌نویسیم ۴-۱ و اینتر می‌نماییم و برای ترسیم خطوط، به‌ترتیب از نقطهٔ ۵ تا ۱۰ و سپس به ۵ می‌نویسیم ۵-۱۰,۵ و اینتر.



به همین ترتیب دیگر خطوط را به یکدیگر وصل کرده و دایره را نیز با استفاده از روش ترسیم دایره با سه نقطه، همانگونه که در نرم‌افزار AutoCAD توضیح داده شد، رسم شود.

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 به صورت اندازه‌گیری در موقعیت ثابت در یک فاصله زمانی مشخص انجام می‌شود و به آن حالت استاتیک گویند.

امروزه توتال‌استیشن‌هایی به نام TPS با قابلیت نصب GPS روی آنها به بازار آمده‌اند که هر نقطه دلخواه را می‌توان به عنوان ایستگاه نقشه‌برداری با آنها به سرعت تعیین مختصات نمود.
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. امروزه به‌کارگیری روش‌های 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 مورد نظر 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 همزمان انجام می‌گیرد.
نکته اساسی در اندازه‌گیری مختصات ایستگاهی یا برداشت جزئیات با GPS این است که برای دستیابی به دقت‌های مورد نیاز در نقشه‌برداری، مشاهدات GPS باید به‌طور همزمان با مشاهدات یک ایستگاه ثابت دیگر در منطقه در شمال چند کیلومتر به انجام برسد.
بنابراین در نقشه‌برداری نیاز به دو گیرنده GPS داریم که یکی به عنوان گیرنده ثابت روی نقطه معلوم قرار می‌گیرد به نام Master و دیگری به عنوان گیرنده متحرک مورد استفاده در عملیات نقشه‌برداری روی توتال‌استیشن یا شاخص نصب می‌گردد به نام 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 به‌دست آورده و آماده برای حرکت به سمت نقطهٔ بعدی است.

برداشت با لیزر اسکنر زمینی

یکی از تجهیزات نوینی که در یک دهه اخیر در نقشه‌برداری زمینی مطرح و به‌کار گرفته شده است 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 صعب‌العبور کوهستانی است البته امروز نوع خاصی از لیزراسکن‌ها، لیزراسکنرهای زمینی برد کوتاه با دقت اندازه‌گیری بسیار بالا در حد چند ده میکرون نیز معرفی شده‌اند که کاربردهای صنعتی و پزشکی دارند.

برداشت با پهپاد

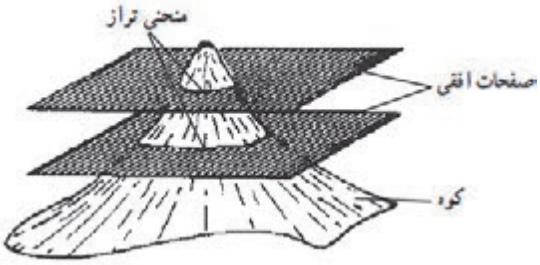
واژه پهپاد مخفف پرنده هدایت پذیر از دور است که برای هواپیماهای بدون سرنشین تعریف شده است. امروزه پهپادها به بحث داغ حوزه فنّاوری تبدیل شده و شرکت‌های مختلفی در حال کار بر روی این ابزار تکنولوژی هستند. با توجه به کاربردهای مفید پهپادها در رفع نیازهای مختلف بشر، روز به‌روز بر اهمیت این تکنولوژی افزوده می‌شود.

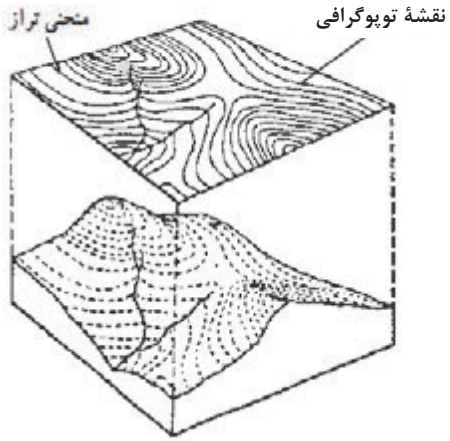
از جمله کاربردهای این پرنده، نقشه‌برداری، ماکت‌سازی از آثار تاریخی و فرهنگی و ایجاد مدل سه‌بعدی می‌باشد.

برداشت نقشه‌های توپوگرافی

هنگام تهیه نقشه از یک منطقه چنانچه غیر از عوارض سطحی، مانند ساختمان، جاده، میدان و غیره، پستی و بلندی نیز در آن منطقه وجود داشته باشد از این نوع نقشه‌برداری استفاده می‌کنند. همراه تعیین موقعیت مسطحاتی نقاط (یعنی x و y)، موقعیت ارتفاعی هم تعیین می‌شود. (z نقاط به‌دست می‌آید)

به نقشه‌هایی که علاوه بر شکل و موقعیت عوارض مسطحاتی زمین، وضعیت ارتفاعی آن‌را نیز (که معمولاً به صورت منحنی میزان و نقاط ارتفاعی) نمایش می‌دهند نقشه‌های توپوگرافی می‌گویند.





این نوع نقشه‌ها کاربردهای فراوانی دارد از جمله بر روی این نقشه‌ها در هر جهتی می‌توان شیب زمین را تعیین کرد و حجم خاک و دیگر مصالح ساختمانی را در اجرای ساختمان‌ها و راه‌سازی و تسطیح اراضی برآورد نمود.

در اکثر پروژه‌های عمرانی، نقشه‌های مسطحاتی به تنهایی پاسخگوی نیاز آنها نمی‌باشند و به نقشه‌های توپوگرافی نیاز است. مطالعات منابع طبیعی جغرافیایی مطالعات اولیه طرح‌های عمرانی برنامه‌ریزی‌ها و آمایش منطقه‌ای و ملی و ... همه نیاز به نقشه‌های توپوگرافی دارند.

هر گاه تعدادی نقطه با ارتفاع یکسان در روی زمین را به‌هم وصل کنند، خطوط کم و بیش منحنی شکل به‌دست می‌آید که آن خطوط را منحنی‌میزان می‌نامند. معمولاً این کار برای نقاط دارای ارتفاع عدد صحیح انجام می‌گیرد. این منحنی‌ها شکل زمین را از نظر برجستگی و فرورفتگی مجسم می‌سازند.

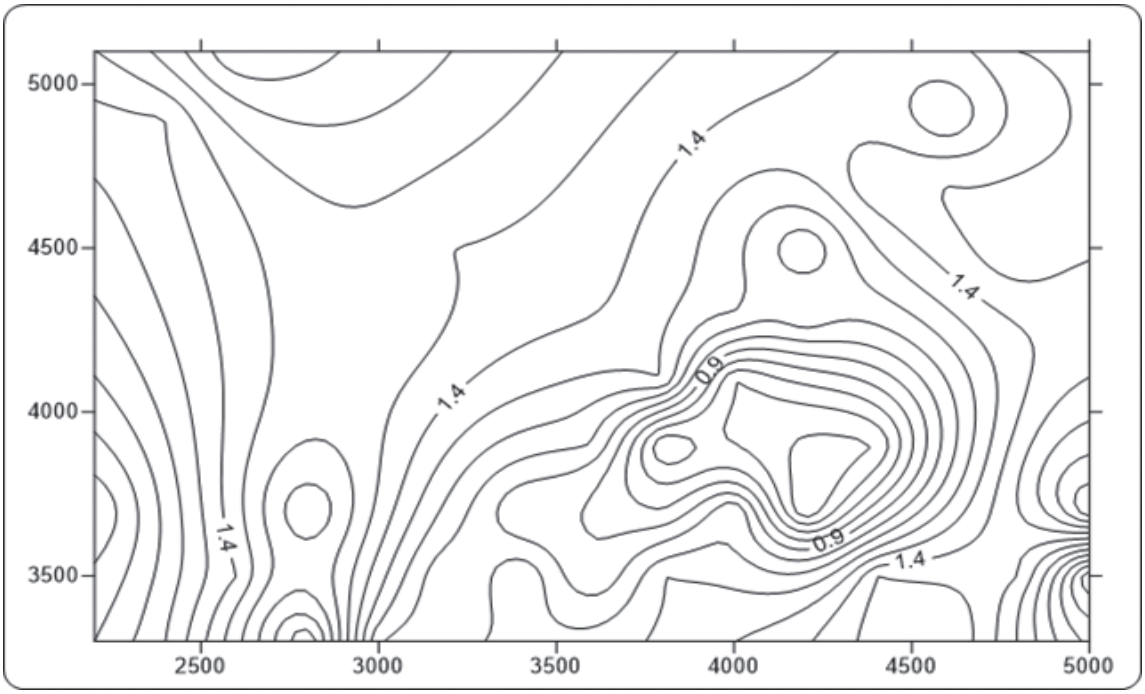
عملیات زمینی تهیه نقشه توپوگرافی به روش برداشت نقاط نامنظم

یکی از روش‌های تهیه نقشه‌های توپوگرافی، برداشت نقاط به صورت نامنظم است. در این روش همزمان با عملیات برداشت سه‌بعدی عوارض مسطحاتی، نقاطی اضافه برای نمایش توپوگرافی زمین برداشت می‌شود. سپس از طریق کلیه نقاط سه‌بعدی منحنی‌میزان‌ها محاسبه و ترسیم می‌شود.
دقت ارتفاعی نقشه‌های توپوگرافی بستگی به محل تراکم و دقت ارتفاعی نقاط در عملیات برداشت دارد. از سوی دیگر هرچه مقیاس نقشه بزرگ‌تر باشد نیاز به منحنی‌میزان‌های با ارتفاع دقیق‌تر و با فواصل ارتفاعی کمتر است از این‌رو دربرداشت نقاط برای تهیه نقشه توپوگرافی قواعد زیر را رعایت می‌نمایند:

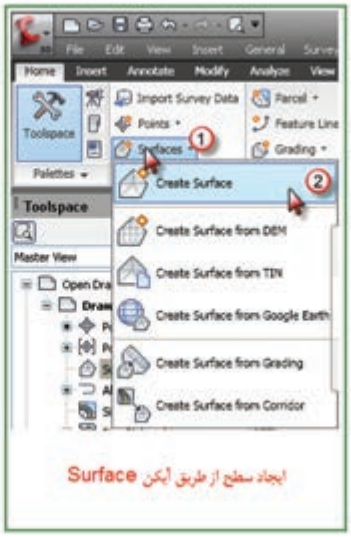
- برداشت نقاط در محل شکستگی‌های ارتفاعی مانند نوک قله و کف دره
- برداشت نقاط در بالا میانه و پایین شیب‌ها
- برداشت نقاط و تعیین مسیر شکستگی‌ها مانند ترانشه، خط‌القعرها مانند محور آبریز و خط‌الرأس‌ها مانند تیغ رشته کوه
- تراکم نقاط برداشتی حداقل ۲ سانتی‌متر در مقیاس نقشه

عملیات زمینی تهیه نقشه توپوگرافی مانند روش‌های برداشت عوارض (مساحی، تاکئومتری، برداشت اتوماتیک به‌وسیله سیستم‌های پیشرفته‌تر از قبیل توتال استیشن، GPS و لیزراسکنر زمینی، پهپاد و روش‌های ترکیبی) است که توضیح داده شد. به نحوی که برای هر نقطه سه مؤلفه طولی (x)، عرضی (y) و ارتفاعی (z) به‌دست آید تا بتوان نقشه توپوگرافی را ترسیم کرد.

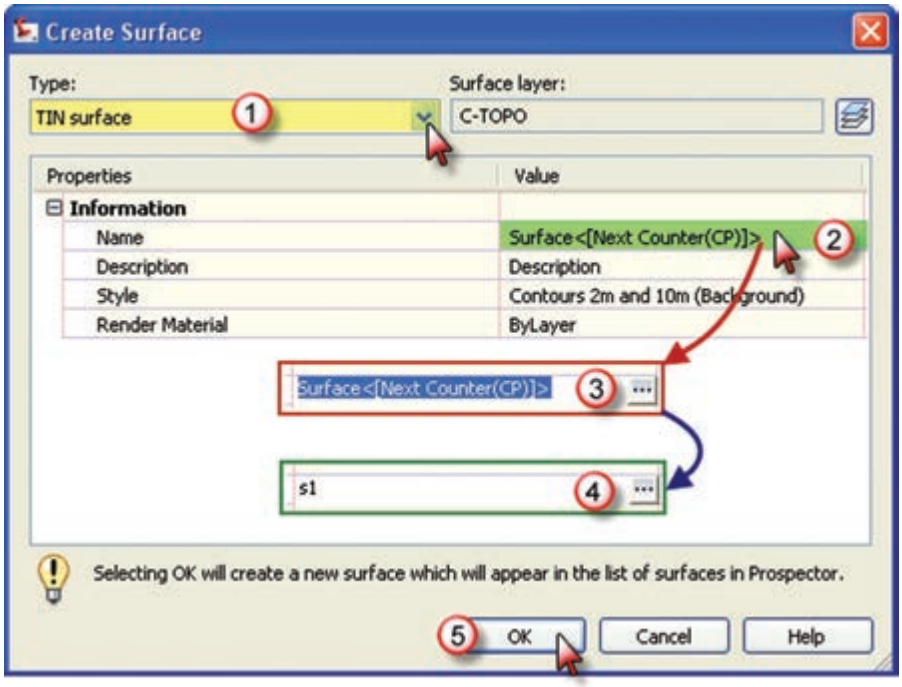
ترسیم منحنی میزان نقشه های توپوگرافی در نرم‌افزار Civil3D



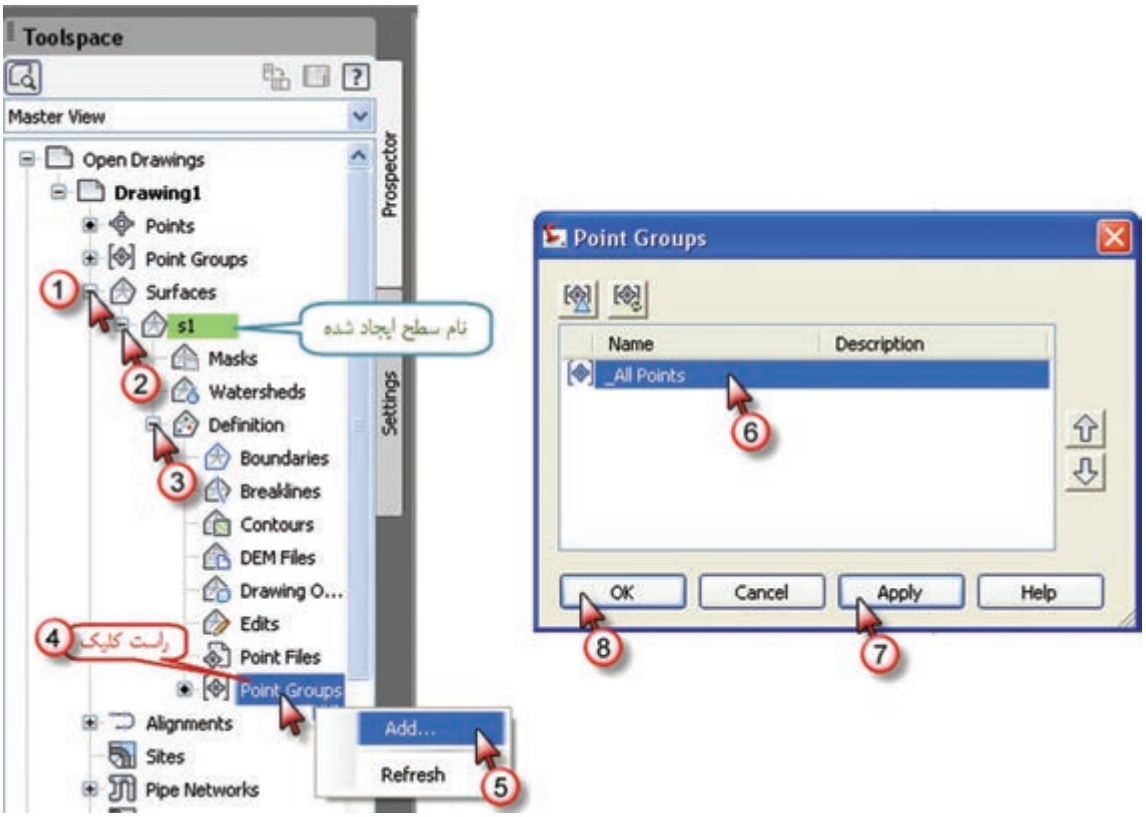
ابتدا نقاط برداشتی از هر روش (ترازیابی، تاکئومتری، توتال استیشن یا ...) را به صورت مختصات در نرم‌افزار Excel وارد نموده و و از آن فایل prn تهیه کرده و سپس به نرم‌افزار Civil3D منتقل می‌نماییم. برای ترسیم منحنی‌تراز به یکی از سه روش زیر ابتدا سطح منحنی تراز را ایجاد می‌کنیم.



پس از انتخاب یکی از روش‌ها پنجره زیر باز می‌شود. در این پنجره در قسمت Type گزینه TINsurface را انتخاب کرده سپس با کلیک روی قسمت نام سطح، نامی برای آن تایپ کرده و دکمه Ok را می‌زنیم.

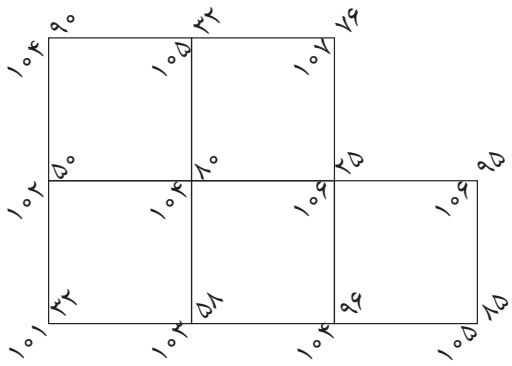


در مرحلـه بعـد از پنجـره Toolspace مانند شـکل، از مسـیر Surface – S1- Definition – Point Groups گـروه نقـاط را اضافه کـرده تا منحنی‌ها ترسـیم شـوند.



فعالیت کلاسی ۵

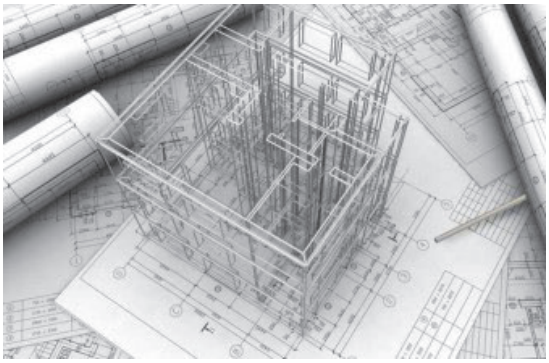
ابعـاد شـبکه روبـه‌رو ۵۰ متـری می‌باشـد. مختصات نقـاط آنـرا تنظیـم و سـپس بـه نرم‌افـزار Civil3D انتقـال داده و منحنی‌هـای آنـرا ترسـیم نماییـد. مختصـات نقطـه شـروع را دلخـواه در نظـر بگیریـد.



فعالیت عملی ۸

نقشـه توپوگرافـی بخشـی از هنرسـتان یـا منطقه‌ای نزدیـک هنرسـتان را با توتال استیشـن برداشـت نموده و در نـرم افـزار Excel مختصـات را وارد و بـه نـرم افـزار Civil3D منتقـل و نقشـه مسـطحاتی و توپوگرافی را تهیـه نمایید.

تهیه نقشه اَزبیلت



نقشه‌های اَزبیلت که معادل فارسی آن چون‌ساخت است به نقشه‌های سازه‌ای گفته می‌شود که از وضعیت موجود و اجرا شدهٔ سازه برداشت می‌شود و معمولاً با نقشه‌های اجرایی متفاوت است. غالباً کارفرما (بسته به اهمیت و بزرگی) در انتهای هر فاز از پیمانکار درخواست نقشه‌های ازبیلت را می‌کند تا برای اجرای مراحل بعد مورد استفاده قرار دهد. مثلاً در انتهای اجرای فونداسیون، نقشه‌های ازبیلت آن تهیه شده تا از مقدار واقعی فاصله محور ستون‌ها برای اجرای اسکلت استفاده شود. یا بعد از اجرای اسکلت، ازبیلت تهیه می‌شود تا برای اجرای تأسیسات و غیره ابعاد اجرا شده بازشوها و غیره مورد استفاده قرار گیرد.

نقشه‌های ازبیلت به دو علت تهیه می‌گردد:

۱- خطای حین اجرا: به عنوان مثال در پروژه‌ای پس از برداشت نقشه‌های ازبیلت فونداسیون مشخص شد در یکی از آکس‌ها محور ستون به اندازه دو سانتی‌متر از موقعیت اصلی خود جابه‌جا اجرا شده است. بنابراین برای تهیه نقشه‌های مراحل بعد از نقشه‌های ازبیلت فونداسیون استفاده شده تا تغییر فوق لحاظ گردد.

۲- تغییرات اعمال شده قبل و حین اجرا بر روی نقشه‌های اجرایی با تأیید کارفرما: به‌عنوان مثال در اجرای یک خط انتقال آب در داخل شهر، قبل از اجرا متوجه وجود تأسیسات دیگر در تراز خط اجرایی (طبق نقشه‌ها) شدیم و به همین خاطر باید ارتفاع خط تغییر کند و این کار باعث تغییر نقشه‌ها می‌گردد و برای همین نقشهٔ چون‌ساخت تهیه می‌گردد تا ارتفاع واقعی خط لوله برای نگهداری و تعمیرات معلوم باشد.

نقشه‌هایی چون‌ساخت فاز مهمی را ارائه می‌دهد به این دلیل که شامل اطلاعات بروز شده مدارک در سایت می‌باشد که جهت مدیریت پیش راه اندازی، عملیات، نگهداری و تعمیرات ضروری است. تهیه مدارک چون‌ساخت توسط بخش مهندسی نقشه‌برداری، صورت می‌گیرد.

فعالیت عملی ۹

از فضای داخلی کارگاه ساختمان هنرستان، نقشه ازبیلت تهیه نمایید و با ارائه گزارش و ترسیم به هنرآموز ارائه دهید.

ارزشیابی شایستگی برداشت

شرح کار:
با استفاده از وسایل عملیات برداشت عوارض، نقشه قسمتی از زمین را تهیه و ترسیم نماید.

استاندارد عملکرد:
انجام عملیات برداشت عوارض مطابق دستورالعمل تهیه نقشه‌های ۱:۵۰۰ ، ۱:۱۰۰۰ ، ۱:۲۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور (مجله شماره ۱۱۹) به روش مستقیم زمینی با استفاده از دوربین توتال‌استیشن، دوربین زاویه‌یاب، سه‌پایه دوربین، منشور، ژالن، تراز نبشی، شاخص (میر) و متر

شاخص‌ها:
دقت زاویه و طول مطابق استاندارد - بررسی خطاها - کنترل محاسبات و عملیات - انجام محاسبات با نرم‌افزار Excel - ترسیم با نرم‌افزارهای AutoCAD و Civil3d - تایپ و چاپ گزارش - ارائه حضوری کار به هنرآموز - زمان ۶ ساعت.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: انجام عملیات زاویه‌یابی، فاصله‌یابی و تعیین مختصات ایستگاهی در فضای طبیعی زمین به کمک دو کارگر - انجام محاسبات و ترسیم با نرم‌افزار در سایت رایانه.

ابزار و تجهیزات:
- دوربین توتال‌استیشن - دوربین زاویه‌یاب - سه‌پایه دوربین - شاخص (میر) - منشور - ژالن - ترازنبشی - متر
- وسایل محاسباتی شامل ماشین‌حساب علمی
- وسایل تحریر اداری - رایانه به همراه چاپگر.

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تهیه کروکی	۲	
۲	انجام عملیات برداشت	۲	
۳	انجام محاسبات با نرم افزار Excel	۲	
۴	ترسیم نقشه با نرم‌افزار AutoCAD و Civil3d	۲	
۵	کنترل نقشه تهیه شده	۲	
۶	ارائهٔ گزارش	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس‌کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۴

پیاده کردن و کنترل طرح

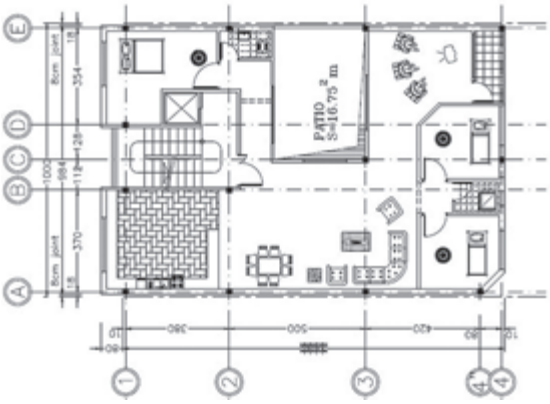
مقدمه

طرح‌های مهندسی و عمرانی به واسطه دقت و یا وسعت کار به نقشه‌برداری احتیاج دارند. بدون عملیات نقشه‌برداری نمی‌توان طرح‌ها را به‌درستی روی زمین پیاده کرد و یا از میزان صحت عملیات اجرایی آنها مطمئن شد.
دامنه کاربرد نقشه‌برداری در اجرای طرح‌ها و کنترل سازه‌های عمرانی بسیار وسیع است. از نصب علائم راهنمایی گرفته تا پیاده‌سازی ساختمان کارخانجات بزرگ، پل، تونل، سد، فرودگاه، شهرسازی، محوطه‌سازی فضاها و پیاده‌کردن بستر زمین از نظر آبیاری و کشاورزی، همه زمینه‌هایی از کاربرد نقشه‌برداری را تشکیل می‌دهند.
باید به مطالب بالا نقشه‌برداری صنعتی را نیز اضافه نمود که در پیاده‌کردن و نصب ماشین آلات بزرگ صنعتی و خط تولید صنایعی مثل کشتی سازی و هواپیماسازی به کار می رود.

استاندارد عملکرد

انجام عملیات پیاده‌کردن و کنترل طرح با استفاده از دوربین زاویه‌یاب، دوربین توتال‌استیشن، سه‌پایه دوربین، شاخص، منشور، ژالن، تراز نبشی و متر مطابق دستورالعمل شمارهٔ ۱۱۹ سازمان نقشه‌برداری کشور

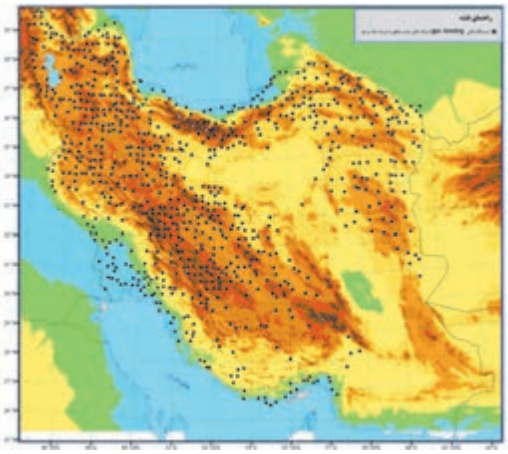
اهمیت پیاده‌کردن صحیح طرح



بخش اعظم فعالیت مهندسان در شاخه‌های مختلف مهندسی شامل طراحی، محاسبه و اجرای پروژه‌های مختلف عمرانی است. مراحل سه‌گانهٔ طراحی، محاسبه و اجرا در پروژه‌های عمرانی نیازمند نقشه‌برداری هستند. چرا که اولاً نقشه یا پلانی که از یک منطقه از زمین تهیه می‌شود علاوه بر شناساندن زمین به جهت متمرکز و متراکم بودن نقاط عوارض منطقه در آن به طراح این امکان را می‌دهد که با تسلط کافی و پس از کسب اطلاعات لازم وضعیت طرح خود را بررسی نماید و نهایتاً آن‌را ارائه نماید. ثانیاً به دنبال آماده‌شدن طرح پلان‌های فنی و اجرایی مربوطه تهیه و پس از انجام محاسبات، کنترل و تعیین حجم عملیات و برآورد هزینه‌های طرح، اجرا می‌شود.
قدم اول اجرا، انتقال پلان‌های مذکور از روی کاغذ بر سطح زمین قبل از عملیات عمرانی است که اصطلاحاً به این مرحله پیاده‌کردن طرح می‌گویند.
به انتقال نقاط و خطوط یک طرح از روی نقشه به روی زمین با حفظ تناسب و شکل و موقعیت آن **پیاده‌کردن** گفته می‌شود.
پلان‌های اجرایی که باید قبل از شروع عملیات عمرانی بر روی زمین پیاده شوند همیشه پلان‌های ساده‌ای نیستند. گاه در پلان‌ها پیچیدگی‌های بسیاری هست که پیاده‌کردن آن مستلزم توجه دقیق به روش‌های کار در نقشه‌برداری و مهارت در استفاده از وسایل و دستگاه‌هاست.
با توجه به مطالب گفته شده اهمیت نقشه‌برداری در پیاده‌کردن صحیح یک طرح چه از نظر موقعیت مسطحاتی و چه از نظر موقعیت ارتفاعی حائز اهمیت می‌باشد.

اصول کلی پیاده‌کردن پلان‌های ساختمانی

طراحی و ایجاد شبکه نقاط کنترل اصلی و فرعی (مسطحاتی و ارتفاعی) در سیستم مختصات کشوری از امور بنیادی به منظور تهیه و پیاده‌کردن دقیق، سریع و مطمئن نقشه‌ها است که در اغلب کشورها از جمله در ایران در حال اجرا است.



در صورت عدم وجود شبکه نقاط کنترل کشوری موقع تهیه نقشه، یک شبکه نقشه‌برداری محلی ایجاد می‌شود که در صورت موجود بودن نقاط آن، موقع پیاده‌کردن نقشه نیز قابل استفاده است. برای تعیین محل پروژه‌های عمرانی و طرح‌ها از نظر مسطحاتی با حداقل یک امتداد مبنا در منطقه کار شروع می‌شود. اگر موقع تهیه نقشه علائم و نشانه‌هایی در زمین نصب و موقعیت این علائم و نشانه‌ها روی نقشه هم مشخص شده باشد مانند ایستگاه‌های نقشه‌برداری، از آنها استفاده می‌شود، در غیر این‌صورت با توجه به عوارض اطراف منطقه مورد نظر، ابتدا یک امتداد را به عنوان مبنا در نظر می‌گیریم مثلاً برای ساختمان‌ها این امتداد مبنا می‌تواند مرز ساختمان یا لبه جاده‌ای که در نزدیکی ساختمان واقع است باشد و یا برای یک منطقه صنعتی ممکن است این امتداد را امتداد حصار یا نرده اطراف آن در نظر بگیریم.

سپس اندازه طول‌ها و زوایا را که برای پیاده‌کردن قسمت‌های مختلف طرح لازم داریم تعیین کرده، و با توجه به دقت کار و وسایل مورد استفاده، آنها را بر روی زمین پیاده می‌کنیم.
کنترل ارتفاع عوارض اطراف طرح‌های عمرانی مانند خیابان‌ها، شیب مجاری آب و فاضلاب و یا قائم‌بودن ستون‌ها و ساختمان‌ها، شیب زمین‌های کشاورزی جهت آبیاری مزارع و غیره نیز از ضروریاتی است که در اجرای پروژه‌های عمرانی مطرح می‌گردد. به‌طور کلی ارتفاع بخش‌های فوق به‌وسیله مهندسان طراح روی نقشه‌های اجرایی قید می‌شود و نحوه انتقال کنترل ارتفاعی آنها با عملیات ترازیابی انجام می‌گردد.
در قطعه زمین‌های کوچک هنگامی که دقت زیاد مورد نظر نیست با وسایل ساده مساحی که در سال دهم هنرستان به آنها اشاره شد نیز می‌توان عملیات پیاده‌کردن نقشه را انجام داد، اما زمانی که منطقه مورد عمل بزرگ است و یا دقت زیاد لازم است استفاده از دستگاه‌های زاویه‌یاب و توتال‌استیشن اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

ذکر این نکته نیز ضروری است که کلیه اعمال پیاده‌کردن باید مرحله به مرحله کنترل شود زیرا رفع اشتباهاتی که بعد از شروع ساختمان‌سازی متوجه آنها می‌شویم بسیار گران و پرهزینه تمام می‌شود.

پاک‌سازی و تسطیح زمین

قبل از پیاده‌کردن نقشه باید عملیات تسطیح و پاک‌سازی محل ساختمان را انجام دهیم. این عملیات شامل تخریب بناهای موجود وغیرقابل استفاده، ریشه‌کنی بوته‌ها و درختان، تمیزکردن نخاله‌ها و سنگ و کلوخ است. تخریب ساختمان‌ها کاری تخصصی است و باید توسط افرادی که در این کار مهارت دارند انجام شود. ریشه‌کنی درختان را می‌توان توسط ابزارهای دستی یا مکانیکی انجام داد. بریدن درختان بزرگ را باید به افراد ماهر واگذار کرد. محل ساختمان باید کاملاً از چمن و دیگر نباتات پاکسازی شود. این عمل در واقع برای پاکسازی خاک صورت می‌گیرد.

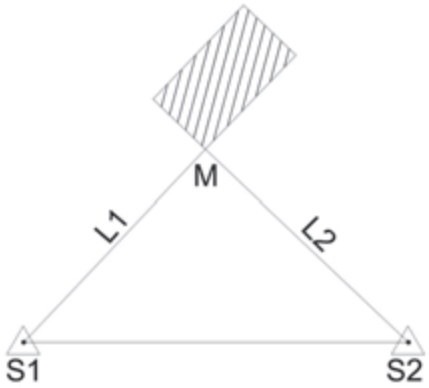
چون ممکن است حدود ۱۵ الی ۳۰ سانتی‌متر از خاک سطحی شامل گیاهان زنده و نباتات باشد در نتیجه خاک سطحی سست شده و به‌آسانی فشرده می‌شود که این خاک برای ساختمان‌سازی مناسب نیست. پس این خاک باید با ماشین‌آلات خاک‌برداری یا با وسایل دستی ساده مانند بیل و فرغون برداشته و به محل مناسبی حمل شود. در ضمن چنانچه سطح زمین ناصاف باشد باید با گِریدر و یا با وسایل دستی تسطیح و خاک‌های اضافی به محل دیگری برده شود.

پیاده‌کردن نقشه و هدف آن

پس از این که مراحل مطالعه و طراحی هر طرح ساختمانی به پایان رسید و نقشه آن آماده شد، باید برای شروع عملیات ساختمانی، موقعیت و محل دقیق آن روی زمین مشخص شود. منظور از پیاده‌کردن نقشه، مشخص کردن گوشه ها و محورها و اضلاع طرح بر روی زمین است که به وسیله مترکشی یا دوربین‌های نقشه‌برداری تعیین، میخ‌کوبی و سپس رنگ‌ریزی می‌شود. به بیان دیگر، پیاده‌کردن نقشه بر روی زمین مرحله‌ای بین طرح و شروع عملیات ساختمانی است.

نکته بسیار مهم این که عمل پیاده‌کردن نقشه باید کنترل شود یعنی پس از میخ‌کوبی گوشه‌ها و تعیین محورها و قبل از رنگ‌ریزی باید با اندازه‌گیری مجدد اضلاع و زوایا، از درستی آنها مطمئن شد. در غیراین‌صورت باید نسبت به اصلاح آنها اقدام شود. در مورد اهمیت کنترل و پیاده‌کردن نقشه باید متذکر شد که اگر محل ساختمان یا ارتفاع کف آن، درست مشخص نشده باشد، زمان و هزینه‌های انجام شدهٔ عملیات ساختمانی، به‌هدر رفته و خسارات سنگین در بر خواهد داشت، در صورتی‌که با صرف وقت کم برای کنترل عملیات پیاده‌کردن، که کاری بسیار ساده است می‌توان از زیان‌های مادی و اتلاف وقت جلوگیری کرد. پیاده‌کردن نقشه یک ساختمان با ابزار ساده مانند متر و ابزار دقیق مانند تئودلیت‌ها و توتال‌استیشن‌ها امکان‌پذیر است.

پیاده‌کردن با وسایل ساده مساحی



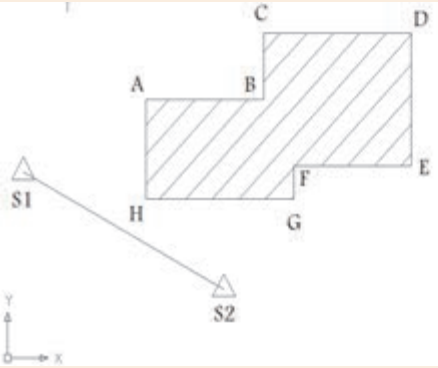
چنانچه برای پیاده‌کردن یک طرح به دقت زیاد نیاز نباشد و همچنین ابعاد طرح، بزرگ نباشد می‌توان برای پیاده‌کردن آن، از وسایل ساده مساحی از قبیل متر و گونیای مساحی استفاده نمود. در این قسمت به دو روش متداول پیاده‌کردن طرح با وسایل ساده مساحی که سال دهم آموختید اشاره می‌شود.

روش اول - تقاطع دو طول: در این روش با استفاده از اندازه‌گیری دو طول از دو نقطه مبنا، می‌توان نقطهٔ مجهول M که محل تقاطع این دو طول بر روی زمین است را یافت. روش کار را سال دهم آموختید.

فعالیت عملی ۱

پیاده‌کردن پلان یک ساختمان روی زمین به روش تقاطع دو طول

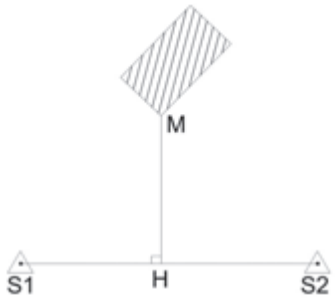
نقشه زیر را در حیاط هنرستان به روش تقاطع دو طول پیاده کنید. روندنمای فعالیت را ترسیم کرده و با رعایت اصول گزارش‌نویسی، گزارش کاملی از فعالیت پیاده‌کردن طرح به روش تقاطع دو طول را در سایت رایانه تایپ و آن‌را چاپ نموده و به همراه پیوست‌ها به هنرآموز خود تحویل دهید.



	فاصله از ایستگاه S1	فاصله از ایستگاه S2
A	4.70	6.29
B	8.45	5.87
C	9.17	7.83
D	13.81	9.99
E	13.16	7.36
F	9.17	4.39
G	9.2	3.59
H	4.24	3.78

عملیات پیاده‌کردن، دقیقاً برعکس تهیه نقشه (برداشت) است. به همین دلیل می‌توانید مراحل آن‌را به کمک هم‌گروهی‌ها و هم‌کلاسی‌های خود و با راهنمایی هنرآموز به‌دست آورید و عملیات آن‌را اجرا کنید. می‌توانید از کتاب ساختمان‌سازی پایه دهم نیز کمک بگیرید.

روش دوم - اخراج عمود (Offset): در این روش مطابق شکل روبه‌رو به وسیله گونیا از نقطه M بر روی نقشه عمودی بر امتداد معلوم S۱S۲ رسم می‌کنیم تا نقطهٔ H (پای عمود) مشخص شود. روش انجام این کار را نیز سال دهم آموختید.



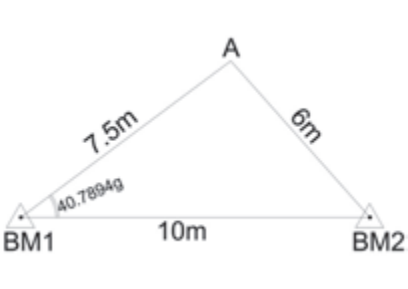
پیاده‌کردن طرح به روش مشاهداتی

در این روش کاربر برای هر نقطه از طرح، مشاهدات طول، امتداد، زاویه و یا اختلاف ارتفاع را نسبت به یک یا چند نقطه با امتداد مبنا را به صورت محاسباتی از روی نقشه استخراج می‌نماید. این مشاهدات ساختگی توسط وسایل ساده نقشه‌برداری مانند متر، شیب‌سنج، گونیا و نظایر آن یا توسط وسایل پیشرفته‌تر مانند زاویه‌یاب و ترازیاب روی زمین ایجاد می‌شود. به این ترتیب مثلاً از تقاطع دو طول یا دو زاویه از دو ایستگاه معلوم، موقعیت مسطحاتی نقطه طرح، قابل پیاده‌سازی می‌باشد.

فعالیت عملی ۲

پیاده‌کردن طرح سرِ زمین با تئودلیت و متر

با توجه به شکل زیر دو نقطه به فاصله ده متر از یکدیگر را انتخاب کرده و به کمک تئودلیت و متر نقطه A را پیاده‌سازی کنید.



راهنمایی:

به طور مثال و مطابق شکل بالا، برای شروع کار، دوربین زاویه‌یاب را برروی نقطه BM۱ مستقر نموده و در حالت دایره‌به‌چپ به نقطه BM۲ صفرصفر نمایید.

سپس پیچ حرکت سریع آلیداد را باز کرده و دوربین را بچرخانید تا عدد زاویه رأس BM۱ را مشاهده کنید. برای بستن دقیق این زاویه به دوربین از پیچ حرکت کند آلیداد استفاده کنید.

حالا که امتداد نقطه A مشخص شده است، کافی‌است که فاصله مورد نظر را در این امتداد پیاده کرده و محل نقطه A را میخ‌کوبی نمایید. برای این کار ژالن را در فاصله تقریبی نقطه A در امتداد مورد نظر هدایت کرده و با استفاده از متر در این امتداد محل دقیق نقطه A را مشخص و میخ‌کوبی نمایید.

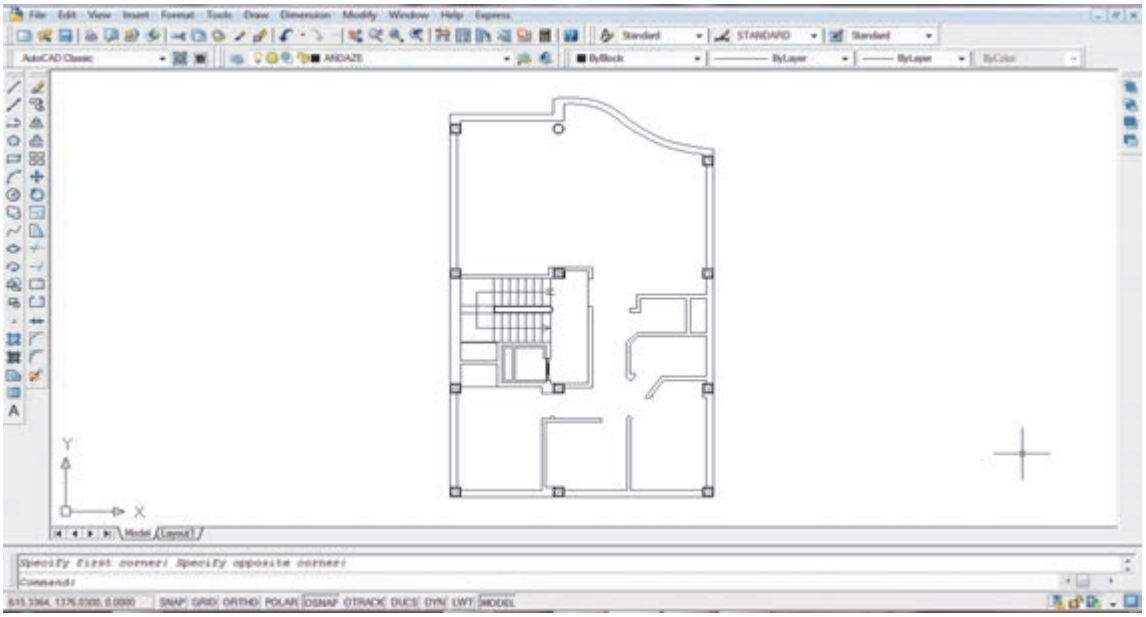
برای بالابردن دقت کار بهتر است که نقطه A را یک‌بار دیگر از ایستگاه BM۱ پیاده کنید. در این حالت دو میخ برای نقطه A پیاده شده که فاصله آنها از هم باید بسیار کم (در حد ۲-۳ سانتی‌متر) باشد در این حالت بهترین مکان برای A نقطهٔ وسط این دو میخ می‌باشد.

پیاده‌کردن طرح به روش مختصاتی

در این روش مختصات نقاط تشکیل‌دهنده طرح از روی نقشه طراحی شده استخراج شده و سپس این مختصات به دستگاه توتال‌استیشن انتقال داده می‌شود. پس از استقرار دستگاه و توجیه آن در منطقه مورد نظر با فراخوانی مختصات‌های معلوم تک‌تک نقاط طرح به وسیله توتال‌استیشن به روی زمین منتقل می‌شود.

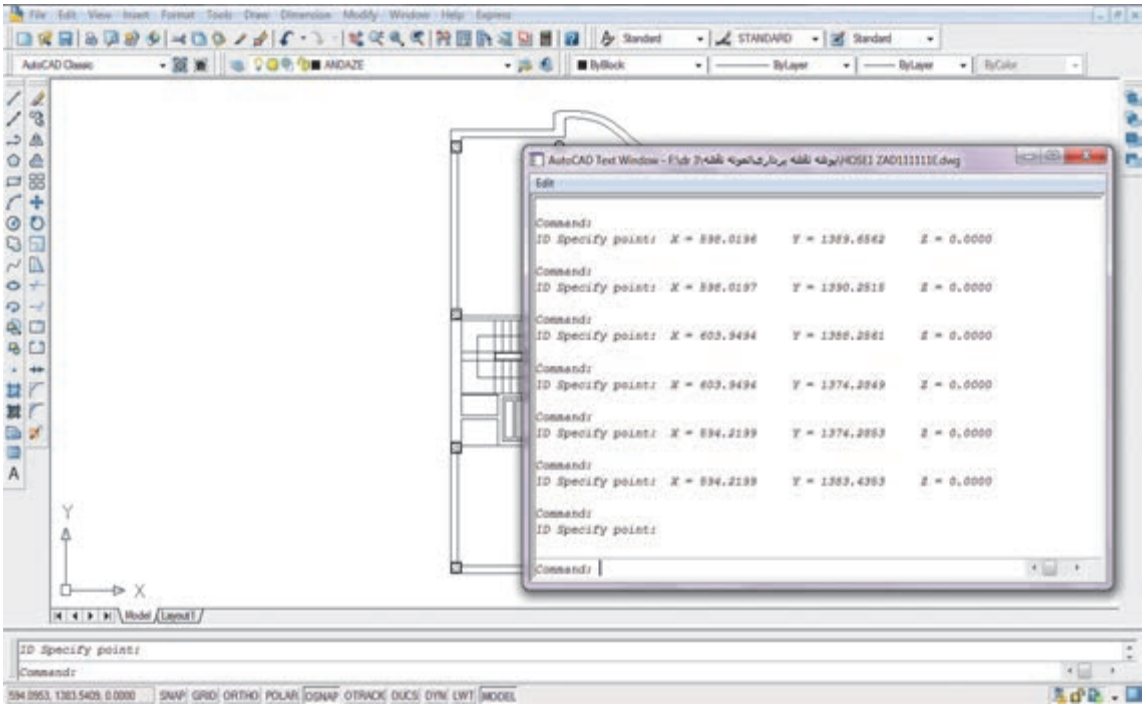
نحوه پیاده‌کردن نقاط به وسیله دوربین توتال‌استیشن

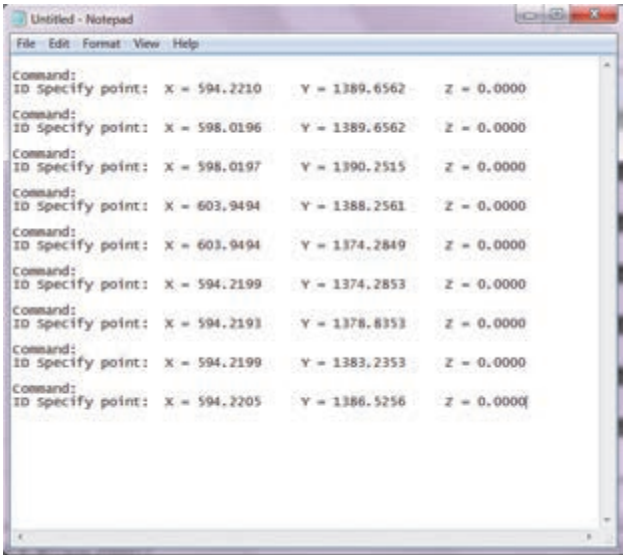
ابتدا طرحی را که قرار است بر روی زمین پیاده کنیم در نرم‌افزار AutoCAD باز می‌کنیم.



سـپس بـا اسـتفاده از دسـتور ID نقاطـی را کـه می‌خواهیم بـر روی زمین پیـاده کنیم یکی یکـی انتخاب کرده و اینتـر می‌زنیـم. دسـتور ID در نرم‌افـزار AutoCAD اتوکـد بـه منظور مشـخص نمـودن مختصـات هر نقطه در فضای ترسـیم اتوکد می‌باشـد.

پـس از اینکـه تمـام نقـاط مـورد نظـر طـرح انتخاب شـد، بـا زدن دکمه F۲ لیسـت مختصـات نقـاط انتخابی را می‌گیریـم.

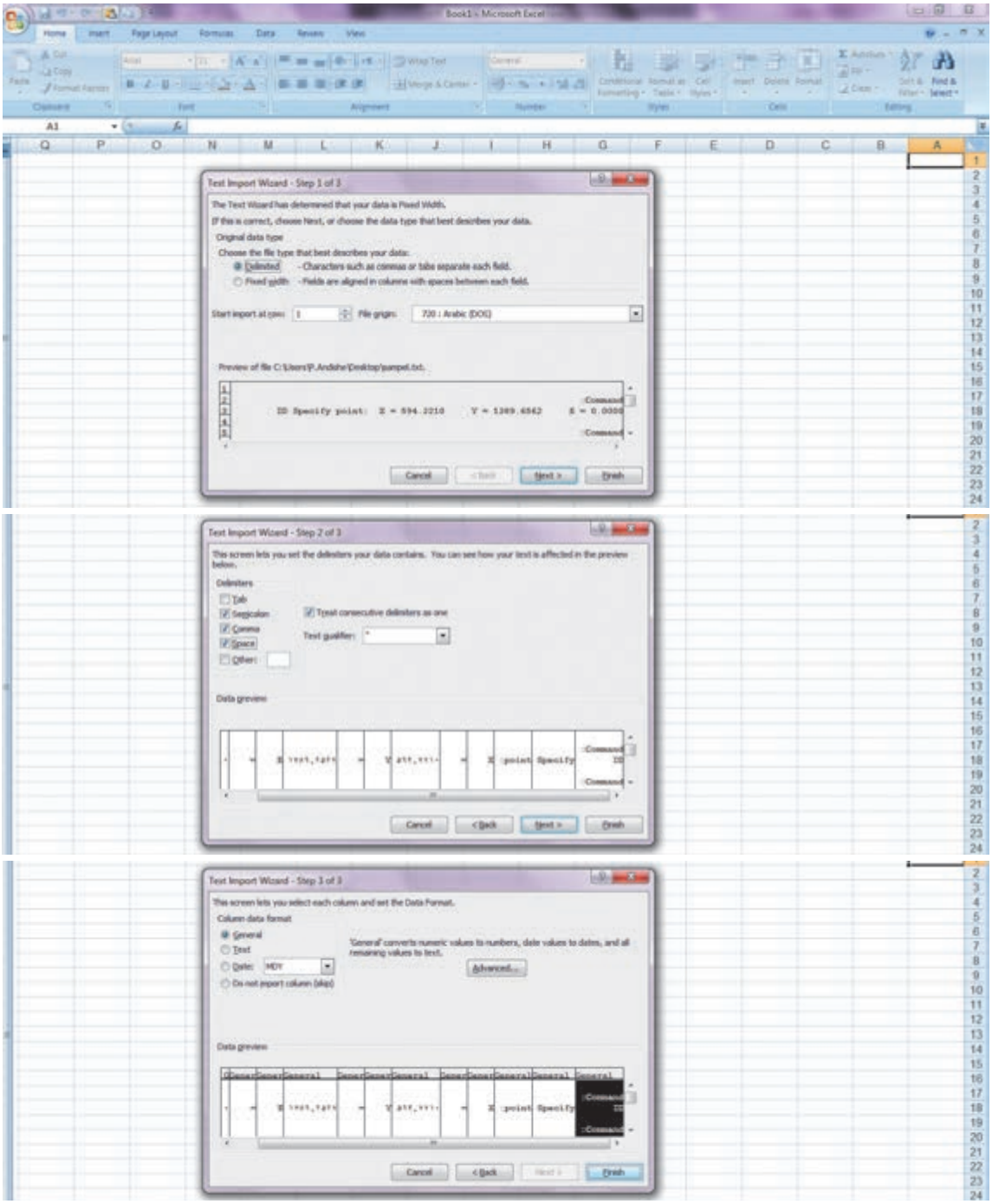




بـا زدن دسـتور COPY از پنجـره باز شـده در نرم‌افـزار AutoCAD، کـه لیسـت مختصـات نقـاط انتخابی می‌باشـد کپی گرفتـه و آن‌را در نرم‌افـزار AutoCAD کپـی می‌کنیـم. سـپس برنامـه را در یـک پوشـه با نـام دلخـواه ذخیره می‌نماییـم.

پنجـره Notepad را بسـته و نرم‌افـزار Excel را بـاز می‌کنیـم. در قسـمت Open بـا رفتن به آدرسـی که فایل Notepad را ذخیـره کـرده بودیـم، آن‌را در نرم‌افـزار Excel باز می‌کنیم.

مطابـق مراحـل زیـر کـه در تصویـر نشـان‌داده شـده فایـل Notepad ذخیـره شـده را بـا فرمـت X، Y و Z در نرم‌افـزار Excel مرتـب می‌کنیـم.



حال به غیر از اعداد سایر سلول‌ها را پاک کرده و یک ستون برای شماره اعداد ایجاد می‌کنیم. به این ترتیب یک فایل شامل شماره نقطه، X و Y و Z نقطه خواهیم داشت. این فایل را با پسوند Excel در یک مسیر مشخص ذخیره می‌کنیم.

با استفاده از فرمان کپی، کلیه اعداد را در داخل Excel انتخاب کرده و سپس برنامه تخلیه دوربین مورد نظر را باز می‌کنیم.

دوربین را به‌وسیله کابل رابط به رایانه متصل کرده و نرم‌افزار آن‌را باز می‌کنیم. در پنجره تخلیه دوربین، منوی Coordinate Data را باز کرده و مختصات نقاط کپی شده را Paste می‌کنیم. سپس مختصات نقاط کپی شده را ذخیره می‌کنیم.

به این ترتیب کلیه مختصات نقاط مورد نظر که از نرم‌افزار AutoCAD انتخاب شده بود، وارد حافظه دستگاه می‌شود و می‌توانیم آن‌را به‌وسیله منو پیاده‌کردن دوربین، روی زمین پیاده‌سازی کنیم.

فعالیت عملی ۳

پیاده‌کردن طرح به‌وسیله دوربین توتال‌استیشن

نقشه پلان داده شده در فعالیت کارگاهی ۱ را در نرم‌افزار AutoCAD ترسیم کرده و پس از استخراج مختصات نقاط گوشه‌های طرح، آنها را وارد دوربین توتال‌استیشن کنید. سپس با استقرار بر روی ایستگاه‌هایی که از قبل در محوطه هنرستان میخ‌کوبی کرده بودید، طرح را بر روی زمین پیاده کنید.

راهنمایی ۱ - دوربین توتال‌استیشن (مدل ۱)

برای پیاده‌کردن نقاط یک طرح بعد از استقرار دوربین توتال‌استیشن بر روی ایستگاه مورد نظر، از طریق صفحه کلید وارد برنامه مورد نظر برای پیاده‌کردن می‌شوید. برای این منظور مراحل زیر را دنبال کنید:

۱- کلید MENU از صفحه کلید را فشار دهید، سپس کلید LAYOUT [F۲] را انتخاب کنید.

۲- صفحه اول از دو صفحه مشاهده می‌شود. چنانچه فایل مختصات نقاط طرح در حافظه دوربین توتال‌استیشن موجود است با استفاده از کلید LIST [F۲] آن‌را انتخاب نمایید در غیر این‌صورت با انتخاب کلید INPUT [F۱] یک فایل جدید وارد کنید.

۳- به کمک صفحه کلید و از مسیر زیر ایستگاه استقرار را معرفی کنید.

Menu>[F1]>TYPE FILE NAME>[F4]>[F1]

۴- به کمک صفحه کلید و از مسیر زیر نقطه را توجیه کنید.

Menu>[F1]>TYPE FILE NAME>[F4]>[F2]

۵- پس از توجیه دستگاه با دادن مختصات نقاط طرح، دوربین توتال‌استیشن زاویه و طول مورد نظر را محاسبه کرده و زاویه مورد نظر را در صفحه نمایش نشان می‌دهد. با چرخاندن دوربین توتال‌استیشن زاویه مورد نظر را دقیق صفر کنید در این حالت امتداد مورد نظر مشخص شده است حال منشور را در این امتداد هدایت کرده و کلید DIST را فشار دهید؛ دوربین توتال‌استیشن طول منشور را محاسبه کرده و با مقایسه آن با طول مورد نظر اختلاف آن را نشان می دهد. با عقب و جلو بردن منشور و تکرار اندازه‌گیری طول، محل دقیق نقطه به‌دست می‌آید.

راهنمایی ۲ - دوربین توتال‌استیشن (مدل ۲)

در دوربین توتال‌استیشن مدل دوم با انجام مراحل زیر می‌توان نقطه یا نقاط مورد نظر را پیاده‌سازی کنید:

۱- از صفحه اصلی یا Main Menu گزینه Program را انتخاب می‌کنیم.

۲- عملیات مربوط به تنظیم ایستگاه و توجیه سیستم را با استفاده از گزینه Station Setup و در ادامه به همان صورت که در فعالیت ۱ توضیح داده شد، انجام گردد.

۳- پس از انجام مراحل تعریف و توجیه و بازگشت به صفحه Programs گزینه Stakeout را فعال می‌کنیم.

۴- در این صفحه چنانچه مراحل تعریف پوشه، تعریف ایستگاه و توجیه دستگاه انجام شده باشد، علامت [.] در سمت چپ گزینه‌های F۱ و F۲ به نمایش درآمده است که در این صورت ادامه مراحل با استفاده از کلید START میسر است.

۵- پس از فشار کلید START یا شروع، چهار صفحه در اختیار کاربر قرار می‌گیرد که با استفاده از این صفحات، به سه روش می‌توان یک نقطه را پیاده کرد که برای انتخاب هر روش می‌توان از کلید تغییر صفحه (Page) استفاده کرد.

۶- سه روش عبارت‌اند از: روش قطبی (طول و زاویه)، روش کارتزین (مختصاتی)، روش ارتوگونال

۷- حال با ورود نقطه مورد نظر می‌توانیم موقعیت این نقطه را با قرائت و کنترل قرائت‌ها پیدا کنیم.

پیاده‌کردن امتداد شیب‌دار با دوربین نقشه‌برداری

کنترل ارتفاع عوارض اطراف ساختمان مانند خیابان، پیاده‌رو و غیره و همچنین سطح کف‌ها، پله‌ها، سقف و شیب مجاری آب، فاضلاب و ... از ضروریاتی است که در اجرای پروژه‌های ساختمانی مطرح می‌گردد. به‌طور کلی ارتفاع بخش‌های فوق به‌وسیله مهندسان طراح روی پلان‌های اجرایی قید می‌شود و نحوه انتقال کنترل ارتفاعی آنها با عملیات نقشه‌برداری انجام می‌گیرد. این ارتفاعات با توجه به یک سطح مبنای ارتفاعی که در منطقه در نظر گرفته می‌شود، تعیین می‌گردد.

نکته مهم در این خصوص آن است که تعیین ارتفاعات به وسیله طراح بر اساس ارتفاع سطح مشخصی انجام می‌شود که این ارتفاع نظیر خط بر به‌وسیله شهرداری و هماهنگی با ارتفاعات دیگر مناطق و ساختمان‌های اطراف مشخص می‌گردد و در اینجا نیز عوامل اجرایی موظف به پیاده‌کردن صحیح ارتفاعات هستند.

بسته به نوع دقت و وسیله اندازه‌گیری که در اختیار داریم، می‌توانیم به یکی از روش‌های زیر امتدادهای شیب‌دار را بر روی زمین پیاده کنیم.

الف- پیاده‌کردن امتداد شیب‌دار با دوربین ترازیاب

در طرحها و پروژه‌های ساختمانی خط تراز و سطوح افقی، از ابتدای کار تا مراحل پایانی آن در مقاطع مختلف بنا مورد نیاز می‌باشد. مثلاً برای ساختن یک ساختمان در صورتی که زمین دارای شیب یا پستی و بلندی باشد ابتدا باید آن‌را تسطیح نمود که در این مرحله با داشتن یک کد ارتفاعی معین به کمک یک دوربین ترازیاب و یک عدد میر می‌توانیم دوربین را در محل مناسبی مستقر کرده و میر را ابتدا روی ارتفاع مورد نظر مثلاً خیابان یا هر عارضهٔ مبنای دیگر قرارداده، تار وسط را قرائت و یادداشت می‌کنیم. اکنون میر را در نقاط مختلف زمین مستقر کرده و اختلاف ارتفاع نقاط را به‌دست می‌آوریم و بر اساس این ارقام میزان خاکبرداری و خاکریزی هر نقطه معین می‌شود. پس از تسطیح زمین برای پیاده‌کردن پلان و گودبرداری فونداسیون، ریختن بتون مگر، افقی کردن شناژها، کنترل ارتفاع آنها و همچنین نصب صفحات زیر ستون‌ها (بیس پلیت) و هم‌سطح کردن آنها از ترازیابی استفاده می‌کنیم.

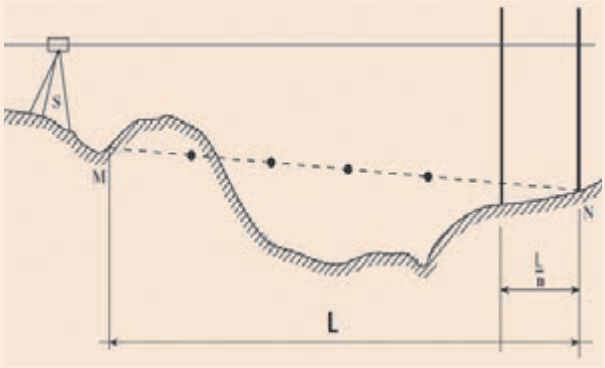
فعالیت عملی ۴

پیاده‌کردن یک امتداد با شیب معین بر روی زمین با ترازیاب

یک امتداد شیب‌دار در نظر بگیرید که روی آن خطی با ارتفاع‌های معلوم نسبت به یک سطح مبنا با فاصله‌های ۵ متر از یکدیگر طراحی گردیده است. دوربین ترازیاب را خارج از این امتداد شیب‌دار مستقر کرده و ارتفاع‌های نوشته شده روی نقشه را بر روی زمین پیاده کنید.

راهنمایی:

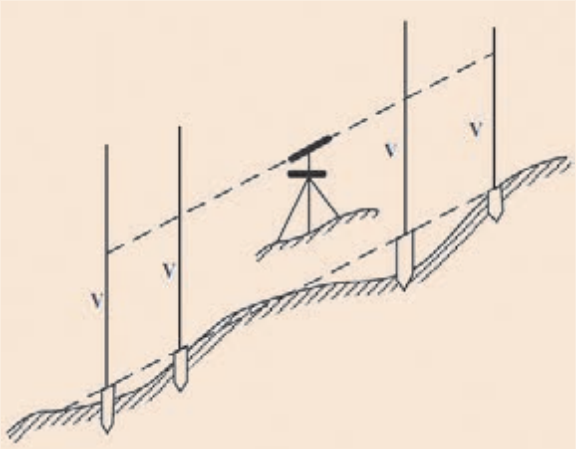
فرض کنید MN به طول L متر و شیب P٪ را در زمینی که حالت طبیعی آن بر روی شکل نشان‌داده شده است پیاده کنید. ابتدا این طول L را به چند قسمت مساوی تقسیم کرده (مثلاً n قسمت) و مقدار اختلاف ارتفاع دو نقطه متوالی روی MN که فواصل آنها L/n متر است را به‌دست می‌آوریم. سپس با مستقر کردن ترازیاب در نقطه‌ای مانند S و قراردادن شاخص بر روی دو نقطه مذکور با اختلاف ارتفاع معلوم، ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری و شیب طراحی شده در هر نقطه مشخص می‌شود.



ب- پیاده‌کردن امتداد شیب‌دار با دوربین زاویه‌یاب (تئودلیت)

فعالیت عملی ۵

پیاده‌کردن یک امتداد با شیب معین بر روی زمین با زاویه‌یاب



یک امتداد شیب‌دار در نظر بگیرید که روی آن خطی با ارتفاع‌های معلوم نسبت به یک سطح مبنا طراحی گردیده است. با استفاده از دوربین زاویه‌یاب، شیب طراحی شده را روی زمین میخ‌کوبی کنید.

راهنمایی: مطابق شکل زیر می‌توان امتداد مورد نظر را با زاویه‌یاب روی زمین پیاده نمود. به این ترتیب که با کوبیدن میخ و قرار دادن شاخص بر روی میخ‌ها، اگر بر روی شاخص همه جا عدد V را قرائت کنیم امتداد نوک میخ‌ها شیب مورد نظر را مشخص می‌سازد. با قرار دادن عدد لمب قائم روی زاویه شیب، عدد V به‌دست می‌آید.

کنترل امتداد شاقولی با دوربین نقشه‌برداری

اولین مبحث ساده و در عین حال بسیار مهم در اجرای سازه، شاقول‌بودن اجزای عمودی سازه است چرا که عدم تحقق این امر سبب کج‌شدن و در نهایت خرابی ظاهری عناصر سازه مانند درب‌ها و پنجره‌ها و یا افزایش مصالح مصرفی در کف ساختمان‌ها و به‌صرفه نبودن سازه از نظر کیفیت ظاهری و اقتصادی خواهد شد.

با توجه به اهمیت این موضوع می‌توان آن‌را در غالب سه سوال مطرح کرد:

۱- اگر یک ستون ناشاقول باشد چه مشکلی برای سازه پیش خواهد آمد؟

یکی از فرضیات طراحی سازه‌ها به این‌صورت است که رفتار سازه به‌صورت خطی است و وقتی یک ستون ناشاقول هست این ستون از حالت خطی خارج و به غیر خطی تبدیل می‌شود. همچنین در محل اتصال ستون به ستون و وصله ستون‌ها به یکدیگر، بیشترین احتمال ایجاد ناشاقولی وجود دارد که در محل اتصال لنگر مضاعفی ایجاد می‌شود که اگر از لنگر مقاوم داخلی ستون بیشتر باشد می‌تواند باعث ایجاد ناپایداری و کمانش در ستون شود.

به‌طور کلی می‌توان گفت ناشاقولی باعث افزایش خطر ناپایداری ناگهانی در سازه می‌شود.

۲- حداکثر میزان ناشاقولی مجاز ستون‌ها طبق آیین‌نامه چقدر می‌باشد؟

مطابق مبحث دهم - بند ۱۰-۴-۶-۷: حداکثر میزان ناشاقولی ستون‌ها تا طبقه بیستم به ازای هر طبقه مساوی ۱/۵۰۰ ارتفاع و حداکثر ۲۵ میلی‌متر به سمت نما و ۵۰ میلی‌متر به سمت داخل ساختمان می‌باشد. به عنوان مثال اگر ساختمان یک طبقه‌ای به ارتفاع ۳ متر داشته باشیم حداکثر میزان ناشاقولی مجاز آن ۶ میلی‌متر یعنی به ازای هر متر فقط ۲ میلی‌متر خواهد بود.

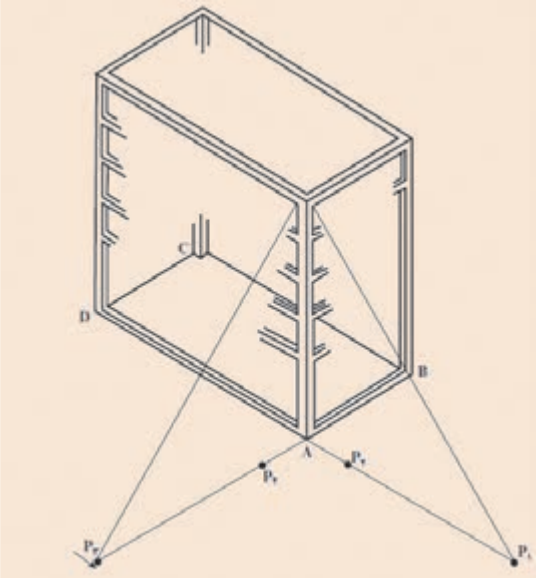
۳- چه روش‌هایی برای اندازه‌گیری میزان ناشاقولی و شاقول بودن ستون‌ها وجود دارد؟

با توجه به حساسیت کار و نوع دستگاه‌هایی که در اختیار داریم روش‌های مختلفی را می‌توان برای تعیین میزان ناشاقولی و شاقول‌کردن دقیق ستون‌ها در ساختمان‌ها به‌کار ببندیم. از روش‌های ساده مساحی که با شمشه و شاقول انجام می‌گیرد تا استفاده از دوربین‌های زاویه‌یاب و دوربین‌های توتال‌استیشن.

فعالیت عملی ۶

کنترل قائم بودن امتداد ستون‌ها با دستگاه زاویه‌یاب

یکی از ساختمان‌های موجود در هنرستان یا ساختمانی در حال ساخت در نزدیک هنرستان خود را در نظر بگیرید. با استفاده از دوربین زاویه‌یاب، ستون‌های آن‌را کنترل کرده و در صورت شاقول نبودن، میزان ناشاقولی آن‌را به‌دست آورید. گزارش عملیات را با ذکر جزئیات یادداشت کنید.

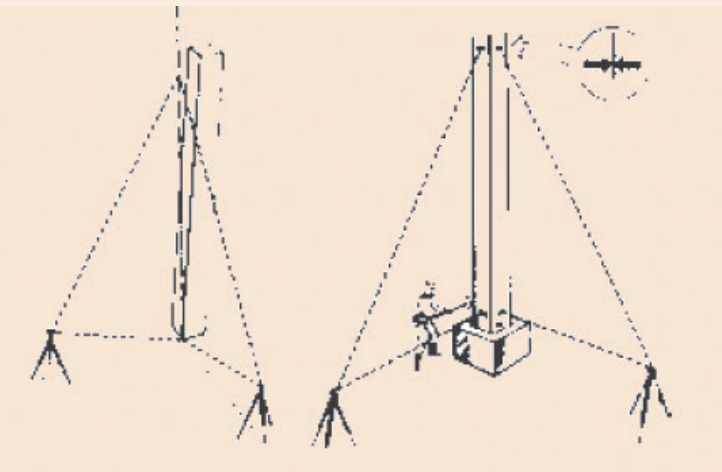


راهنمایی:

به منظور کنترل قائم‌بودن ستون‌ها به کمک زاویه‌یاب، روش زیر قابل اجرا می‌باشد. همزمان با پیاده‌کردن قالب اصلی کار یعنی چهارضلعی ABCD روی زمین، نقاطی نظیر P۱ و P۲ و P۳ و P۴ را در روی زمین مشخص می‌کنیم.

نقاط مذکور باید طوری روی زمین انتخاب شوند که از تلاقی امتداد میان آنها یک زاویهٔ قائمه ایجاد شود. به همین جهت بهتر است در چهارگوشهٔ قالب اصلی، چهار میخِ چوبی با رعایت شرط فوق به زمین کوبیده شود. سپس زاویه‌یاب را در حالت دایره‌به‌چپ روی نقطهٔ دورتر مانند P۱ مستقر نموده و به نقطهٔ نزدیک‌تر مانند P۲ نشانه‌روی می‌کنیم. دوربین را به اندازه لازم یعنی متناسب با ارتفاع ساختمان بالا برده و محل تلاقی تارهای افقی و قائم آن‌را روی بدنه ستونی که قائم‌بودن آن مورد نظر است، نشانه‌گذاری می‌کنیم.

سپس زاویه‌یاب را به حالت دایره‌به‌راست بر می‌گردانیم و عینا عملیات گفته شده را تکرار می‌کنیم. بدیهی است اگر زاویه‌یاب کاملاً تنظیم شده باشد و دقیق کار کند هر دو نشانه باید روی هم قرار بگیرند. در غیر این‌صورت میانگین نشانه‌های مزبور را به‌عنوان موقعیت نهایی می‌پذیریم و کار را به‌ترتیب زیر ادامه می‌دهیم: زاویه‌یاب را در نقطه P۳ مستقر نموده و با نشانه‌روی به P۴ کلیه عملیاتی را که از نقطه P۱ انجام داده‌ایم تکرار می‌کنیم و محل نشانه دوم را روی همان ستون مشخص می‌سازیم. در این حالت اختلاف میان نشانه‌های اول و دوم (میانگین‌ها) مقدار انحراف ستون مزبور را نسبت به راستای قائم مشخص می‌کند.



عین این عملیات را در چهار گوشه ساختمان و برای هر ستون جداگانه انجام می‌دهیم و میزان انحراف کلیه ستون‌ها را به همین ترتیب کنترل می‌کنیم.

فعالیت عملی ۷

کنترل قائم‌بودن امتداد ستون‌ها با دوربین توتال‌استیشن

مانند فعالیت قبل، یکی از ساختمان‌های موجود در هنرستان یا ساختمانی در حال ساخت در نزدیک هنرستان خود را در نظر بگیرید. این بار با استفاده از دوربین توتال‌استیشن، ستون‌های آن‌را کنترل کرده و در صورت شاقول نبودن، میزان ناشاقولی آن‌را به‌دست آورید. گزارش عملیات را با ذکر جزئیات یادداشت کنید.

راهنمایی: کنترل شاقولی ستون

۱- ابتدا دوربین را در راستای قطر ستون که قابل مشاهده باشد قرار می‌دهیم.

۲- برای کنترل یک ستون باید ستون را در دو جهت راستای افقی دوربین با ستون و راستای عمودی دوربین با ستون در پایین‌ترین تراز و بالاترین تراز ستون کنترل نمود.

۳- حال با استفاده از دوربین توتال‌استیشن لیزردار و فقط با استفاده از قرائت طول افق می‌توان شاقولی‌بودن راستای افقی را کنترل نمود. برای این منظور اختلاف قرائت طول افق در پایین‌ترین تراز و بالاترین تراز ستون باید صفر گردد.

۴- حال برای کنترل راستای عمودی دوربین با ستون تار قائم رتیکول را در پایین‌ترین تراز گوشه ستون قرار داده و با قفل لمب افق تلسکوپ دوربین زاویه افق را صفر می‌کنیم و سپس با حرکت تلسکوپ دوربین در راستای قائم به سمت بالاترین تراز ستون حرکت می‌کنیم. در این حالت باید تار رتیکول قائم با گوشه بالاترین تراز ستون منطبق باشد.

تعیین کد ارتفاعی

فعالیت عملی ۸

تراز کردن صفحه ستون‌ها

با راهنمایی هنرآموز خود، چند صفحه ستون یا بیس‌پلیت را در حیاط هنرستان با استفاده از دوربین توتال‌استیشن در ارتفاع معینی از کف حیاط تراز نمایید. می‌توانید برای هم‌تراز کردن صفحه‌ها در زیر آنها از کاشی یا شن و ماسه استفاده کنید.

ارزشیابی شایستگی پیاده‌کردن و کنترل طرح

شرح کار:
با استفاده از وسایل نقشه‌برداری، نقاطی را مطابق نقشه پیاده‌کرده و کنترل نماید.

استاندارد عملکرد:
انجام عملیات پیاده‌کردن و کنترل طرح با استفاده از دوربین زاویه‌یاب، دوربین توتال‌استیشن، سه‌پایه دوربین، شاخص، منشور، ژالن، تراز نبشی و متر مطابق دستورالعمل شمارهٔ ۱۱۹ سازمان نقشه‌برداری کشور

شاخص‌ها:
اندازه‌گیری رفت و برگشت - دقت زاویه و طول مطابق استاندارد - بررسی خطاها و تصحیح آن - حذف اشتباه - کنترا محاسبات و عملیات - انجام محاسبات با نرم‌افزار Excel - ترسیم با نرم‌افزارهای AutoCAD و AutoCAD CIVIL3D - تایپ و چاپ گزارش - ارائهٔ حضوری کار به هنرآموز در مدت زمان ۶ ساعت.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: انجام عملیات پیاده کردن و کنترل طرح در فضای طبیعی زمین به کمک دو کارگر - انجام محاسبات و ترسیم با نرم‌افزار در سایت رایانه.

ابزار و تجهیزات:
- دوربین توتال‌استیشن - دوربین زاویه‌یاب - سه‌پایه دوربین - شاخص (میر) - منشور - ژالن - ترازنبشی - متر
- وسایل محاسباتی شامل ماشین‌حساب علمی
- وسایل تحریر اداری - رایانه به همراه چاپگر.

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	استخراج و بررسی نقاط از نقشه	۲	
۲	انجام عملیات پیاده‌کردن و کنترل طرح	۲	
۳	کنترل نقاط و طرح پیاده شده	۲	
۴	ارائهٔ گزارش	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس‌کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۵

شاخه‌های نقشه‌برداری

مقدمه

هـدف اصلـی نقشـه‌برداری تعییـن موقعیـت نسـبی نقـاط می‌باشـد. نقشـه‌برداری یکـی از شـاخه‌های ژئوماتیک می‌باشـد کـه مربـوط بـه علـم تعییـن مختصـات، تهیـه نقشـه و تحلیـل داده‌هـای مکانـی اسـت و مربـوط بـه فعالیت‌هایـی اسـت کـه منجـر بـه تعییـن یا تخمیـن مختصات نقطـه یا نقاطی از سـطح زمیـن یـا درون زمین یا زیـرِ سـطح آب‌ها می‌شـود.

بـر حسـب شـرایط فیزیکـی محیـط کار و مجموعـه روش‌هـا و ابزارهای بـه‌کار رفته در تهیه نقشـه و یا بر حسـب اوضـاع طبیعـی و موضوعات مختلف، رشـته نقشـه بـرداری را به شـاخه‌های مختلف تقسـیم‌بندی می‌کنند که در ایـن پودمـان به چند مـورد آن اشـاره می‌کنیم.

استاندارد عملکرد

انجام عملیات مختلف نقشه‌برداری از شاخه‌های مختلف مطابق دستورالعمل شمارهٔ ۱۱۹ سازمان نقشه‌برداری کشور به روش مستقیم زمینی با استفاده از دوربین توتال استیشن، دوربین زاویه‌یاب، سه‌پایه دوربین، منشور، ژالن، تراز نبشی، شاخص (میر)، متر، متر لیزری، گیرنده GPS دستی، استرئوسکوپ، عکس هوایی و عینک آناگلیف.

نقشه‌برداری مسیر Route Surveying

بـه روش‌هـای مختلـف طراحـی و پیاده‌کـردن مسـیرهای جـاده‌ای مختلـف ماننـد آزادراه (Freeway)، بزرگـراه (High Way)، انـواع راه‌هـای آسـفالته، راه‌آهـن، خطـوط انتقال نیرو، خطـوط لوله آب و گاز و نفـت و به‌طور کلی هـر نقشـه‌برداری کـه در طـول یک خـط اجرا می‌شـود، می‌پـردازد.

در این شاخه از نقشه‌برداری پس از انجام مطالعات مورد نیاز و جمع‌آوری اطلاعات، طراحی مسیر و سپس پیاده‌سازی آن انجام می‌پذیرد. به‌طور کلی مراحل اساسی طراحی یک مسیر به‌ترتیب زیر می‌باشد:

۱- مطالعات اولیه و طرح مقدماتی مسیر
۲- تهیه نقشه توپوگرافی بزرگ‌مقیاس
۳- طرح نهایی مسیر
۴- پیاده‌کردن مسیر
۵- تهیه نیم‌رخ طولی از مسیر و انتخاب خط پروژه
۶- تهیه نیم‌رخ‌های عرضی و تعیین خط پروژه عرضی
۷- محاسبه حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی
۸- برآورد هزینه احداث راه
۹- تجهیز کارگاه و اجرای عملیات راهسازی.

بیشتر بدانیم

آزادراه شماره ۲ ایران

آزادراهی که هم‌اکنون در قسمتی تهران را به شهر تبریز و در قسمت دیگر مشهد را به باغچه متصل می‌کند. در طرح توسعه آینده این آزادراه در جهت شرقی - غربی از شهر مشهد شروع و پس از اتصال به تهران تا تبریز ادامه و در انتها به مرز کشور ترکیه منتهی می‌شود. این آزادراه را می توان یکی از مهم‌ترین خطوط ترانزیت کشور ایران در آینده دانست.

بیشتر بدانیم

اولین جاده‌های سنگ‌فرش

اولین جاده‌های سنگ‌فرش در میان رودان یا عراق کنونی در حدود ۲۲۰۰ سال قبل از میلاد ساخته شد. دوهزار سال بعد، رومی‌ها جاده‌های مناسب و مستقیمی در تمام اروپا و آفریقای شمالی ساختند. آنها به این جاده‌ها نیاز داشتند تا سربازانشان بتوانند به سرعت در پهنهٔ امپراتوری روم جابه‌جا شوند. جاده‌های رومی با سنگ، فرش شده بودند و به سمت پهلویشان شیب داشتند تا آب باران در جاده باقی نماند. در دوران اسلامی دیوان برید یکی از سازمان‌های اداری جهت نگهداری و امور مربوط به راه‌ها بوده است. این سازمان وظیفه ارتباط میان مراکز حکومت و ولایات و تسریع در گزارش اخبار و رویدادهای مهم سیاسی، ارسال نامه‌ها و پیام‌ها، حمل و نقل کالاهای دولتی و گاه خصوصی، به مقصد رسانیدن مأموران و ابلاغ فرمان‌های حکومتی و نگهداری از راه‌ها را بر عهده داشته است.

نقشه‌برداری زیرزمینی Under Ground Surveying

نقشه‌برداری زیرزمینی، شاخه‌ای از رشته مهندسی نقشه‌برداری است که شامل طراحی انواع تونل‌ها (تونل راه‌های بین‌شهری، تونل‌های راه‌آهن‌های بین‌شهری ، تونل‌های راه‌آهن‌های شهری (مترو)، تونل‌های معادن، تونل‌های سدسازی و نیروگاه‌ها، تونل‌های طبیعی (غارها و قنات‌ها و تونل‌های انتقال نیرو)، عملیات اجرا و هدایت حفاری و بالاخره برداشت فضاهای موجود طبیعی و مصنوعی زیر زمین به منظور تهیه نقشه از آنها با توجه به شرایط خاص نقشه‌برداری در زیرِ زمین می‌باشد.

نقشه‌برداری زیر زمینی به سه بخش تقسیم می‌گردد:
۱- طراحی مسیر حفاری که قبل از شروع پروژه انجام می‌شود.
۲- اجرای عملیات حفاری که هدایت مسیر تونل و عملیات نقشه‌برداری را بر عهده دارد.
۳- نقشه‌برداری از زیرِ زمین به جهت بهره‌برداری از معادن زیرزمینی

پروژه‌های زیرزمینی به دو دسته تقسیم می‌شوند:
۱- پروژه‌های معدنی: به پروژه‌هایی گفته می‌شود که هدف از حفاری تونل دسترسی به لایه معدنی و استخراج از آن باشد.
۲- پروژه‌های غیرمعدنی: به پروژه‌هایی مانند مترو، حفاری کانال انتقال آب، کانال فاضلاب و غیره پروژه‌های غیر معدنی گفته می‌شود.

نقشه‌برداری زیرزمینی با نقشه‌برداری زمینی (سطحی) تفاوت‌هایی دارد که عبارت‌اند از:
- به علت عدم وجود نور کافی در معادن و تونل‌ها تجهیزات مورد نیاز با نقشه‌برداری سطحی متفاوت است.
- به علت مناسب نبودن محیط کار، روش اجرای عملیات با نقشه‌برداری سطحی متفاوت است.
- دقت عملیات به‌علت اجرای طرح‌های بعدی باید بالاتر باشد.
- سرعت عملیات به‌علت حفاری کمتر از نقشه‌برداری سطحی می‌باشد.

بیشتر بدانیم

ماشین حفر تونل

دستگاه‌های T.B.M یا Tunnel Boring Machine یکی از مهم‌ترین ماشین آلات حفر تونل می‌باشند که قادرند تونل را به صورت تمام مقطع حفر کنند. مواد حفر شده به‌وسیله سیستم ویژه از جلوی جبهه کار جمع‌آوری شده و به داخل نوار نقاله‌ای که از داخل دستگاه می‌گذرد به انتهای ماشین هدایت می‌شود. در اکثر این دستگاه‌ها قابلیت بتون اندود کردن دیوارهٔ تونل نیز وجود دارد.

تکامل و گسترش این دستگاه‌ها سبب شده است که آهنگ پیشروی تونل‌ها در حد قابل توجهی افزایش یابد. امروزه در سنگ‌های نسبتاً سخت نیز برای حفر تونل از این ماشین‌ها استفاده می‌کنند.

لحظه رسیدن دستگاه T.B.M خط ۲ مترو مشهد به ایستگاه ۴ (چهارراه گاز)

تحقیق کنید

در مورد دستگاه T.B.M و کاربردهای آن و همچنین خصوصیات و طریقهٔ کار آن تحقیقی را انجام داده و به کلاس ارائه دهید.

تفکر

به چه دلیل حفاری تونل‌های با طول زیاد از دو طرف تونل و همزمان صورت می‌پذیرد؟

لحظه رسیدن دو تیم حفاری انگلستان و فرانسه به یکدیگر در حفاری تونل مانش

نقشه‌برداری آب‌نگاری یا هیدروگرافی Hydrographic Surveying

یکـی دیگـر از شـاخه‌های نقشـه‌برداری کـه پیرامـون تهیه نقشـه و داده‌های مکانـی از ژرفای آب‌هـا بحث می‌کند آب‌نـگاری یـا هیدروگرافـی نـام دارد. علـم اندازه‌گیری و ترسـیم پارامترهایـی برای توصیف دقیق طبیعت و شـکل بسـتر کف آب‌ها نسـبت بـه موقعیت جغرافیایی عـوارض زمین و دیگـر حرکت‌هـای آب را هیدروگرافی می‌گویند. به‌طـور ویـژه تمامـی دریاچه‌هـای طبیعـی و سـدها و همچنیـن رودخانه‌هـا در حیطـه تخصصی دانـش آب‌نگاری اسـت. به‌طـور کلـی آب‌نـگاری اندازه‌گیـری و توصیـف آب‌هـا و مشـخصات فیزیکـی آنهـا و نواحـی اطـراف آب‌ها خصوصـاً آب‌هـای قابـل دریانـوردی را شـامل می‌شـود. اندازه‌گیری‌هـای مـورد نظـر در عملیات آب‌نگاری شـامل اندازه‌گیـری عمـق، جـزر و مـد، جریان، جنس بسـتر، موقعیت عـوارض مختلـف جغرافیایی در عمق و سـطح دریا و آب‌ها می‌باشـد.

در آب‌نـگاری هـدف تعیین مختصات نقاط (x,y,z) می‌باشـد. ارتفاع نقـاط (z) از طریق عمق‌یابی تعیین می‌گردد، بـه ایـن ترتیـب کـه فاصلهٔ قائم نقاط تا سـطح آب اندازه‌گیری شـده و با معلوم‌بـودن ارتفاع سـطح آب ارتفاع نقاط کـف نیـز پیـدا می‌شـود. معمـولاً در روی زمین با اسـتقرار دسـتگاه در نقاطی ثابت کـه قصد تعییـن موقعیت آنها را داریـم و اندازه‌گیـری کمیت‌هـای طولـی زاویـه‌ای x,y,z نقـاط محاسـبه می‌شـود، امـا چنین نقاط ثابتـی را در سـطح آب نمی‌تـوان در نظـر گرفـت، چـون معمولاً به منظـور عمق‌یابی از قایق اسـتفاده می‌شـود، در حالی که در داخـل قایـق ایـن امـکان وجـود نـدارد. از این نظر نقـاط ثابتی به عنـوان نقاط کنترل در سـاحل انتخاب می‌شـود و بـا اسـتفاده از روش‌هـا و وسـایل مختلـف نقاط داخل قایق نسـبت به ایـن نقاط تعیین موقعیـت می‌گردد.

آب‌نگاری به‌وسیلهٔ دستگاه‌های عمق‌یاب صورت می‌پذیرد که انواع آن به‌صورت زیر می‌باشد:

۱- دستگاه‌های عمق‌یاب تک پرتوی که به دقتی بهتر از دسی‌متر در آب‌های کم عمق دست یافته‌اند.

۲- فنّـاوری عمق‌یابـی چندپرتوی که درحال توسـعه سـریع بـوده و امکانات بالفعـل فراوانی را برای بررسـی کامل و دقیـق بسـتر در اختیار قـرار می‌دهد.

۳- عمق‌یابـی به‌صـورت لیـزر هوایـی فنّاوری جدیدی اسـت که در نقشـه‌برداری از آب‌های کم‌عمق و زلال بسـیار سودمند است.

بیشتر بدانیم

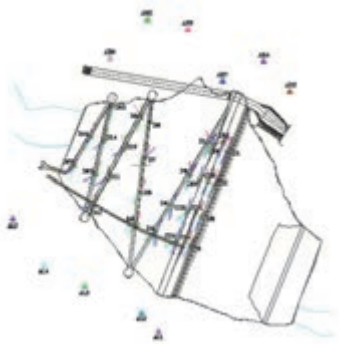
سازمان بین‌المللی آب‌نگاری The International Hydrographic Organization (IHO) یک سازمان بین‌المللی بین‌دولتی است که در سال ۱۹۲۱ تأسیس شده و جایگاه مشورتی در سازمان ملل دارد. این سازمان نقش مهمی در تعیین حدود دریاها و تسهیلات نقشه‌برداری دریایی و تعیین حد و مرزهای دریایی دارد. فعالیت‌های آب‌نگاری در سطح بین‌المللی توسط سازمان جهانی آب‌نگاری IHO هماهنگ می‌گردد. این سازمان فنی که نقش مشاوره‌ای برای کشورهای عضو دارد مقر آن در شهر مونت‌کارلو کشور موناکو قرار دارد. این سازمان در جهت پیشرفت ایمنی و کارایی دریانوردی و بهره‌برداری پایدار و حفاظت از محیط زیست دریای فعالیت می‌نماید. مأموریت این سازمان ایجاد محیطی جهانی که در آن کشورها داده‌های کافی آب‌نگاری و خدمات لازم برای حداکثر بهره‌برداری ممکن را ارائه نمایند می‌باشد.

نقشه‌برداری میکروژئودزی Micro-Geodesy

حصول اطمینان از ثبات، پایداری و ایمنی سازه‌های بزرگ مهندسی نظیر سدها، برج‌ها، پل‌ها، نیروگاه‌های اتمی و ... در حین ساخت و حتی پس از آن امری لازم و ضروری می‌باشد. با توجه به این‌که، جابجایی‌های پوسته زمین، ناشی از بارگذاری سازه بر روی محدوده اطراف آن و عوامل متعدد محیطی دیگر، روی عملکرد سازه تأثیر به‌سزایی دارند، مطالعه تغییر شکل آنها به صورت دوره‌ای، به منظور کنترل پایداری سازه بسیار حائز اهمیت بوده و با هدف پیشگیری از خسارات احتمالی مالی جانی انجام می‌گیرد.

به منظور بررسی روند تغییر شکل سازه‌های بزرگ، به‌صورت دوره‌ای دو روش وجود دارد، روش‌های ژئوتکنیکی متکی بر ابزار دقیق و روش‌های ژئودِتیکی که میکروژئودزی نامیده می‌شود. در روش ابزار دقیق از آنجا که تجهیزات روی سازه نصب می‌شوند، صرفاً رفتار بخشی از سازه را نسبت به کل سازه و اغلب نسبت به قسمتی دیگر از سازه نشان می‌دهند ولی چیزی درباره حرکت سازه نسبت به محیط اطراف آن که تحت تأثیر نیروهای وارده نیست (یا کمترتحت تأثیر است) را نشان نمی‌دهند ولی در عین حال دقت این ابزار بالا می‌باشد. در روش‌های ژئودتیکی (میکروژئودزی) از آنجاکه رفتار سازه را نسبت به محیط اطراف آن بررسی می‌کنند، قابل اطمینان‌تر می‌باشند. کما اینکه روش‌ها و ابزار نوین امکان اندازه‌گیری با دقت بالا را فراهم ساخته است. رفتارسنجی میکروژئودزی مبتنی بر طراحی و آنالیز اولیه شبکه‌های میکروژئودزی در خارج و روی سازه، ساخت نقاط، انجام و پردازش مشاهدات، سرشکنی و محاسبه جابجایی‌ها و آنالیز نتایج می‌باشد.

معمولاً هنگام مرمت، احیا و بازسازی یک بنا و یا اجرای یک طرح جدید پس از ساخت بنا و یا تغییر درطراحی حین اجرای یک بنا و یا تهیه نقشه اَزبیلت ستون‌ها و دیوارهای حایل به منظور چگونگی بررسی وضعیت سازه از نظر نشست و یا پیچش و انتخاب روش‌های مناسب تقویت سازه نیاز به خدمات نقشه‌برداری به شدت احساس می‌شود. قدم اولیه درتمام این پروژه‌ها تهیه نقشه وضعیت موجود (ازبیلت) است.



شبکه میکروژئودزی روی بدنه سد

بیشتر بدانیم

در زمـان وقـوع حادثـه سـاختمان پلاسـکو، چند تیـم نقشـه‌برداری بـرای بررسـی محاسـبه میزان لرزش و نشسـت سـازه‌های مجاور این سـاختمان در نقـاط مختلفـی از محل حادثه مسـتقر شـدند. بـا توجـه بـه اینکـه از طریـق نقشـه‌برداری میکروژئـودزی می‌تـوان حـرکات خفیف سـازه را بررسـی نمود، اگر سـازه یـا سـازه‌های مجاور طی عملیـات امـداد و نجات و خـروج آوار در حد چند میلی‌متـر هـم بـه طرفین انعطاف داشـته باشـند، ایـن موضـوع سـریعاً بـه مسـئولان مربوطه جهت انجـام اقدامـات لازم اطـلاع رسـانی می‌شـود.

نقشه‌برداری ثبتی یا کاداستر Cadastral Surveying

ریشـه کاداسـتر کلمـه یونانی کاتاسـتیکن (Katastichon) به معنی دفتر یادداشـت می‌باشـد. با بـالا رفتن ارزش زمین‌هـای شـهری و غیرشـهری، اهمیـت نقشـه‌برداری بیشـتر نمـود پیدا کـرد، به‌طوریکـه در حال حاضـر ارزش بـالای زمین‌هـا در شـهرهای بـزرگ باعـث شـده اسـت در تهیـه حـدود املاک دقـت بالایی را بـه‌کار ببرنـد و این دقـت بـالا لازمـه‌اش تهیه نقشـه‌های دقیـق با مشـخصات حقوقی آن می‌باشـد.

کاداسـتر مجموعـه دفاتر و اسـنادی اسـت کـه دلالت بر مسـاحت اراضی مزروعی و غیـر مزروعی و ابنیـه و املاک و نقشـه و حـدود ترسـیمی آنهـا در مناطق مختلف کشـور می‌کند.

در ایـران در حـدود سـال ۱۳۱۰ سـازمانی بـه نـام ثبـت املاک و اسـناد زیـر نظـر دسـتگاه قضایـی بـه منظـور سروسـامان بخشـیدن بـه وضعیـت مالکیت‌هـای غیـر منقول تأسـیس گردیـد و به تدریج با تشـکیل صدهـا اداره در مناطـق مختلـف کشـور کار خـود را آغاز نمـود. از جمله مشـکلات موجـود در زمینهٔ مالکیت امـوال غیرمنقول در کشـورهایی نظیـر ایـران، عـدم تعییـن موقعیـت دقیق این نـوع اموال (اعـم از زمین‌هـای مزروعی و مسـکونی و سـاختمان و بعدهـا آپارتمان‌هـا) بـوده اسـت. شـاید یکـی از دلایـل و انگیزه‌هایـی کـه باعث شـده ثبـت املاک در اکثـر کشـورها بـه صـورت تشـکیلاتی تحـت نظر یکـی از بخش‌های دسـتگاه قضایی پایه‌ریزی شـود آن اسـت کـه حجـم بـالای دعاوی را در دادگسـتری‌ها مسـائل مربـوط به مالکیـت و عوارض ناشـی از آن تشـکیل می‌دهد.

اهداف نقشه‌برداری کاداستر

نقشه‌برداری کاداستر اهداف مختلفی را شامل می‌شود که می‌توان موارد زیر را از آن جمله برشمرد:

- تثبیت مالکیت اراضی
- مدیریت و نظارت بر بازار زمین و نقل و انتقالات املاک
- مدیریت و استفاده بهینه از زمین
- کاهش مناقشات مربوط به زمین و بالطبع کاهش حجم دعاوی ملکی
- مدیریت مؤثر سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی که در زمینه تعاملات انسان و زمین به‌عمل می‌آیند
- وصول عادلانهٔ مالیات املاک

- استفاده از اسناد مالکیت به عنوان وثیقه در اخذ منابع مالی برای مقاصد مختلف اقتصادی و تجاری
- بهره‌گیری از اطلاعات کاداستر در امور دفاعی و امنیتی و مدیریت بحران و حوادث غیرمترقبه
- مدیریت بهینه کشاورزی و منابع طبیعی کشور
- حفاظت از محیط زیست
- استفاده از مدارک و اطلاعات کاداستر در ارائه نقشه‌های بزرگ‌مقیاس و سایر اطلاعات مکانی به سازمان‌ها و ارگان‌ها
- ...

برای انجام کاداستر از سیستم‌ها و تکنیک‌هایی چون GIS، GPS، فتوگرامتری و سنجش از دور (تبدیل تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی به نقشه)، نقشه‌برداری زمینی و غیره استفاده می‌شود.

عملیات تهیه نقشه‌های ثبتی به بخش‌های زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:
- تهیه نقشه از تمام یا قسمتی از شهرها
- تهیه نقشه از روستاها
- تهیه نقشه از زمین‌ها و املاک در شهرها و روستاها
- تهیه نقشه از مزارع و مراتع

مراحل اجرایی کاداستر

الف- تهیه نقشه وضع موجود املاک از طریق نقشه‌برداری زمینی یا فتوگرامتری از طریق:
- نقشه‌های ۱:۵۰۰ تهیه شده در بخش فتوگرامتری کاداستر
- نقشه‌های ۱:۵۰۰ تهیه شده از طریق نقشه‌برداری زمینی کاداستر
- نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ تهیه شده توسط سازمان‌های تولیدکننده نقشه
- نقشه‌های بزرگ مقیاس تهیه شده توسط سایر سازمان‌ها و مؤسّسات

ب- پلاک‌گذاری ثبتی بر روی قطعات دارای سند مالکیت روی نقشه‌های وضع موجود املاک مورد اشاره در بند الف

ج- استخراج اطلاعات جامع املاک از دفاتر املاک و ورود آنها به رایانه و نیز اسکن صفحات دفاتر املاک و ایجاد بانک اطلاعات املاک

د- ادغام اطلاعات هندسی و توصیفی املاک و در نتیجه ایجاد نقشه کاداستر

ه- ورود شیت نقشه‌های کاداستر بعنوان مبنا در یک بانک اطلاعاتی یکپارچه

و- پیاده‌سازی سیستم کاداستر در واحدهای ثبتی جهت استفاده و به‌روزرسانی اطلاعات

برخی اصطلاحات ثبتی

عرصه: به تمامی یک قطعه زمین گفته شود.

اعیان: اموال غیرمنقول موجود در آن زمین را می‌گویند، مانند خانه، چاه، قنات، درختان و غیره.

حدود اربعه: ابعاد چهار جهت جغرافیایی ملک (شمال، شرق، جنوب، غرب)

تفکیک املاک: در صورتی‌که ملکی به قطعاتی کوچک‌تر تقسیم گردد، به این عمل تفکیک گفته می‌شود.

بلوک: مجموعه‌ای از ساختمان‌ها و قطعات مختلف مسکونی یا غیرمسکونی که اطراف آن از راه، فضای عمومی یا اراضی بایر تشکیل شده است.

قطعه زمین: زمین دارای حدود مشخص و سند مالکیت رسمی.

افراز: جدا نمودن سهم مشاع شرکا از یکدیگر، به عبارت دیگر تقسیم مال غیرمنقول مشاع بین شرکا به نسبت سهم آنها.

مال مشاع: مالی که چند نفر مالک آن باشند بدون آن‌که سهم هرکدام از آنها به تفکیک مشخص باشد. جزء جزءِ مال مشاع در تملک مالکین آن است و نمی‌توان سهم اختصاصی هرکدام را مشخص کرد.

مال غیرمنقول: مال غیرمنقول در مقابل مال منقول قرار دارد و منظور از آن مالی است که قابل جابه‌جایی نبوده یا در صورت جابه‌جایی خسارت زیادی ببینند. زمین و ساختمان از جمله مهم‌ترین اموال غیر منقول‌اند.

مال منقول: عبارت از مالی است که بر خلاف مال غیرمنقول، قابل جابه‌جایی است و این جابه‌جایی خسارتی به آن وارد نمی‌کند.

بیشتر بدانیم

طرح کاداستر شهری کشور

این طرح با شکل کنونی با تصویب نمایندگان مجلس شورای اسلامی و در زیر مجموعه سازمان ثبت اسناد و املاک کشور تأسیس شد. مقدمات طرح کاداستر و مطالعات اجرایی و تعیین خطوط کلی در مورد جذب و تربیت نیروی انسانی متخصص، تهیه ابزارها و تجهیزات مورد نیاز کاداستر، هزینه‌های مربوطه و برنامه زمان‌بندی آن برای اجرای عملیات کاداستر شهری مورد بررسی قرار گرفت و مقرر گردید طرح کاداستر شهری در ایران در یک دوره بیست و پنج ساله شامل پنج دوره پنجساله اجرا گردد. طرح کاداستر عملاً از سال ۱۳۷۴ وارد مرحله اجرائی شد و به تدریج فعالیت خود را به استان‌های مختلف کشور تعمیم داد، به‌طوری‌که در سال‌های اخیر عملیات اجرائی کاداستر به شکل قابل ملاحظه‌ای در کلیه استان‌های کشور در حال انجام می‌باشد. در این راستا فعالیت‌های اساسی برای حصول به هدفهای دراز مدت کاداستر کشور بر دو محور بنیادی: ۱- تهیه نقشه‌های کاداستر و جمع‌آوری اطلاعات هندسی و مالکیتی ۲- مکانیزه نمودن اطلاعات املاک و اسناد موجود قرار گرفته است.

فعالیت عملی ۱

تهیه نقشه عرصه و اعیان

به کمک هنرآموز خود یکی از ساختمان‌های هنرستان را همراه با محوطه حیاط هنرستان برداشت کنید.

راهنمایی: مراحل برداشت نقشه عرصه و اعیان

۱- کروکی محل مورد نظر را با توجه به شمال ترسیم کنید.

۲- دو ایستگاه با توجه به نکات گفته شده در پودمان سوم انتخاب کنید.

۳- بـا اسـتقرار دوربیـن بـر روی هر کدام از ایسـتگاه‌ها، عملیات برداشـت را بـه یکی از روش‌های ذکر شـده در پودمان سـوم انجـام دهید.
۴- دوربین را تخلیه کرده یا مختصات نقاط را به‌صورت دستی وارد رایانه کنید.
۵- مطابق کروکی، نقشه را در نرم‌افزار AutoCAD ترسیم کنید.
۶- با زدن هاشور و تعیین رنگ خطوط، عرصه و اعیان را مشخص کنید.

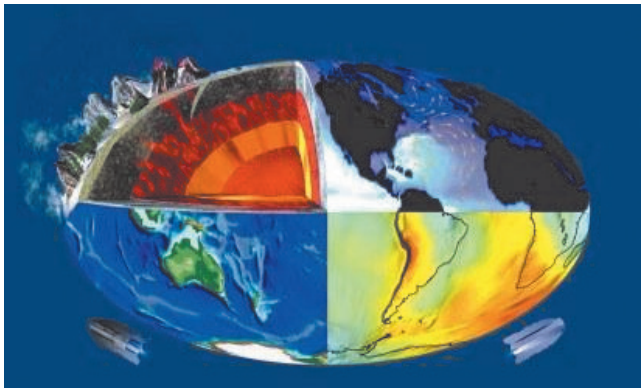
فعالیت کلاسی ۱

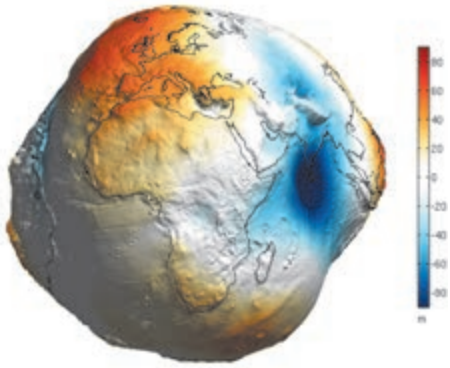
عکـس هوایـی زیـر دو بلوک شـامل چندین قطعه را نشـان می‌دهد، کروکـی این دو بلوک را تهیـه و دور عرصه هـر قطعـه را بـا رنگ قرمز خط کشـیده و اعیانی آن را هاشـور بزنید.

محل ترسیم کروکی:

ژئودزی Geodesy

ژئـودزی یـک واژه یونانـی اسـت بـه معنی تقسـیم‌کردن زمیـن. در واقع ژئـودزی علـم اندازه‌گیری دقیـق زمین و یـا تعییـن شـکل بخشـی از زمین اسـت، یا به بیـان دیگر علمـی که اسـاس و پایه علـم مکان‌یابی و نقشـه‌برداری را تشـکیل می‌دهـد. در ژئـودزی بـا تعییـن سیسـتم مختصـات موقعیـت سـه‌بعدی نقـاط و تغییـرات مربـوط بـه پدیده‌هـای سـطح زمیـن، ماننـد تغییـرات جاذبـه، جـزر و مـد، دوران زمیـن، حرکـت پوسـته زمیـن را به‌وسـیله واحدهـای اندازه‌گیـری بیـان می‌نماینـد. ژئودزی به‌وسـیله شـاخه‌ای از ریاضیـات می‌تواند انحنای سـطح زمین را بـر روی یـک صفحه نقشـه مسـطح نشـان دهد.





پایـه ژئـودزی تعییـن شـکل زمین و تعریف سـطح مبنا می‌باشـد. در برداشـت‌های معمولی زمین مسـطح در نظر گرفتـه می‌شـود، ولـی در وسـعت‌های زیـاد زمین به‌صـورت یک کره یا بیضوی می‌باشـد. در کل سـه سـطح برای زمیـن در ژئودزی تعریـف می‌گردد:

۱- سـطح طبیعی زمین: در این سـطح نمی‌توان از محاسـبات ریاضی اسـتفاده کرد. (سـطح اندازه‌گیری و اجرای پروژه)

۲- ژئوئیـد: سـطح متوسـط آب‌هـای آزاد کـه به‌دلیـل اینکـه حـدود ۷۵ درصـد کـره زمیـن از آب تشـکیل شـده می‌تـوان به‌وسـیله آن، شـکل زمیـن را تقریـب زد. امـا ایـن سـطح هـم بـرای محاسـبات مسـطحاتی نامناسـب می‌باشـد. (سـطح واسـطه)

۳- بیضـوی: بـا توجـه به نیاز مـا در ژئودزی در انجام محاسـبات ریاضی باید به‌دنبال شـکلی باشـیم که به بهترین وجهـی شـکل زمیـن، مرکـز آن و دوران آن و میـدان ثقلـش را توصیف کند. از حدود ۳۰۰ سـال پیـش و با توجه بـه برآمدگـی کـره زمیـن در اسـتوا و فشـردگی آن در دو قطب، پیشـنهاد شـد که از شـکل بیضـوی به‌عنوان یک شـکل ریاضی در محاسـبات ژئودزی اسـتفاده گردد. (سـطح ریاضی)

برخـی بیضوی‌هـا بـه گونـه‌ای محلـی هسـتند کـه بـرای یـک محـل و کشـور خاصـی تعریـف شـده‌اند و انطباق مناسـبی در آن محـل دارنـد و برخـی دیگـر جهانی‌انـد، یعنـی ایـن بیضوی‌هـا طوری انتخاب شـده‌اند کـه به‌طور متوسـط بـر کل جهان منطبق هسـتند.

بیشتر بدانیم

در ایـران بیـش از ایـن از بیضـوی جهانـی هایفـورد ۱۹۲۴ اسـتفاده می‌شـد، ولی بعد از فراگیر شـدن اسـتفاده از سیسـتم موقعیت‌یـاب جهانـی یـا GPS، بیضـوی بین‌المللـی WGS۱۹۸۴ که ابعـاد آن به‌وسـیله ماهواره‌ها تعییـن شـده و در سـطح جهانـی بـه شـکل زمین بسـیار نزدیک می‌باشـد را بـه‌کار می‌بریم.

وظایف ژئودزی عبارتند از:

- تعیین شکل زمین و میدان جاذبه آن به‌همراه تغییرات زمانی آنها، به منظور مطالعهٔ تغییر شکل پوسته، و مشاهدهٔ حرکت قطبی و مانیتورینگ سطح اقیانوس‌ها.
- ایجاد سیستم مختصات ژئودتیک و نگهداری شبکه‌های ملی کنترل افقی ژئودتیک و شبکه‌های ترازیابی.
- توصیف مدل‌های ریاضی برای محاسبات ژئودتیکی بر روی سطح بیضوی و تصویر آن بر روی صفحه نقشه.
- به‌کارگیری تکنیک‌ها و ابزارهای ژئودتیکی مختلف نظیر دوربین‌های توتال‌استیشن و غیره به‌منظور اندازه‌گیری دقیق فاصله، جهت و طول‌های مبنا.

بیشتر بدانیم

زمین تقریباً یک کره یا گوی است.
شکل زمین را می‌توان به‌صورت کره‌ای که در قطبین پهن شده تصور نمود. در واقع یک گوی است، اما گردش زمین باعث می‌گردد تا در استوا متورم شود. بدین معنی است که اندازه‌گیری از قطب تا قطب دیگر حدود ۴۳ کیلومتر کمتر از قطر زمین در استوای آن می‌باشد.
با اینکه بلندترین کوه روی زمین اورست است، اما دورترین کوه از مرکز زمین کوه چیمبورازو در اکوادور می‌باشد.

سامانه موقعیت‌یاب جهانی (Global Positioning Systems)

جی‌پی‌اس یا سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS)، یک سیستم راهبری و مسیریابی ماهواره‌ای است که از شبکه‌ای با حداقل ۲۴ ماهواره تشکیل شده و در مدار زمین قرار داده شده‌اند. جی‌پی‌اس در ابتدا برای مصارف نظامی تهیه شد ولی از سال ۱۹۸۰ استفاده عمومی آن آزاد و آغاز شد. خدمات این مجموعه در هر شرایط آب‌وهوایی و در هر نقطه از کره زمین در تمام شبانه‌روز در دسترس است و استفاده از آن رایگان است.

بیشتر بدانیم

GPS سیستم ناوبری آمریکا که از سال ۲۰۰۷ تنها سیستم تمام فعال است که در تمام دنیا قابل استفاده‌است.
GLONASS محصول شوروی سابق و روسیه امروزی که پیشتر در حالت تمام فعال می‌باشد.
Compass چین اعلام کرده که سیستم ناوبری محلی خود با نام Beidou یا دب اکبر را به یک سیستم سراسری به نام کمپاس تبدیل خواهدکرد.
Galileo در سال ۲۰۰۲ اتحادیه اروپا و آژانس فضایی اروپا برای جانشینی GPS تصمیم به راه‌اندازی یک سیستم جهانی با نام دانشمند اروپایی گالیله نمود.
DORIS سیستم داپلر مداری و تعیین موقعیت رادیویی ماهواره‌ای که در حقیقت یک سیستم تصحیح مسیر مشابه سیستم‌های ناوبری می‌باشد و متعلق به کشور فرانسه‌است.
IRNSS سیستم ناوبری ماهواره‌ای محلی هند که یک سیستم ناوبری محلی مستقل است و زیرنظر سازمان تحقیقات فضایی هند وابسته به دولت هندوستان فعالیت می‌کند.
QZSS متشکل از ۳ ماهواره است که یک سیستم همسان‌سازی زمانی و توسعه‌ای بر GPS آمریکاست و کشور ژاپن را پوشش می‌دهد. طبق برنامه اولین ماهواره این سیستم در سال ۲۰۰۹ پرتاب شد و فعال است.

قطب‌نماهایی که با نیروی مغناطیسی زمین جهت‌یابی می‌کنند، به تدریج جای خود را به گیرنده‌های جی‌پی‌اس خواهند داد؛ جی‌پی‌اس، سامانه‌ای است که به کمک گروهی از ماهواره‌ها جهت‌یابی می‌کند. ماهواره‌هایی که هرکدام در مدارهای خود به دور زمین در گردشند؛ این ماهواره‌ها با ایستگاه‌های ویژه‌ای بر روی زمین در تماس‌اند و همواره موقعیت آنها در فضا مشخص است. دستگاه گیرنده جی‌پی‌اس شما، با ارتباط با تعدادی از این ماهواره‌ها، فاصله شما را تا آنها تعیین می‌کند و سپس موقعیت دقیق شما روی زمین به‌دست می‌آید.

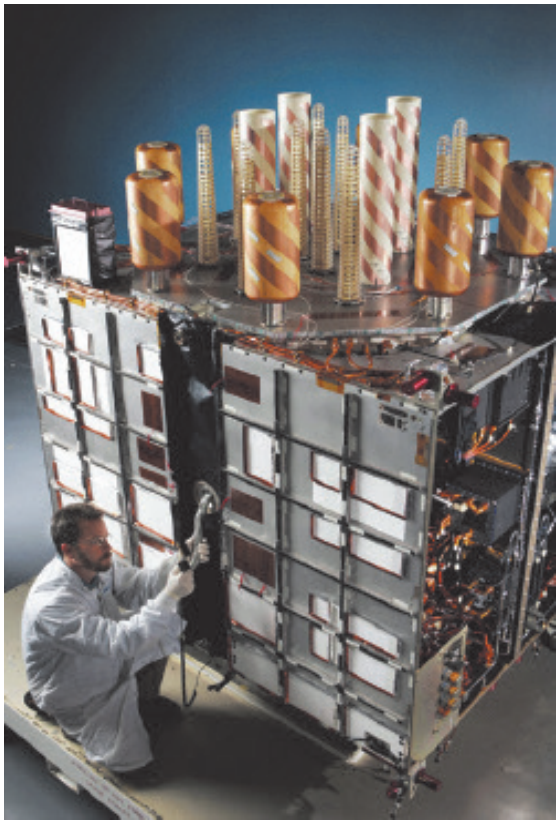
اساس کار سامانه تعیین موقعیت جهانی

در واقع اساس کار این سامانه، فرستادن سیگنال‌های رادیویی با فرکانس بالا و به‌طور پیوسته است که زمان و مکان ماهواره را نسبت به زمین مشخص می‌کند و یک گیرنده جی‌پی‌اس روی زمین، با گرفتن این اطلاعات از سه ماهواره یا بیشتر، آنها را پردازش می‌کند و موقعیت کاربر را در هر نقطه زمین، در هر ساعتی از شبانه روز و در هر وضعیت آب و هوایی به او نشان می‌دهد.
با چندین اندازه‌گیری متعدد، گیرنده به محاسبه سرعت، مدت زمان سفر، فاصله شما تا مقصد، مختصات جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا)، زمان طلوع و غروب خورشید و ماه (در تقویم نجومی)، تعداد ماهواره‌ها، زمان محلی و ... می‌پردازد و آن‌را در اختیار کاربر قرار می‌دهد. به طور میانگین، هشت ماهواره از ۲۴ ماهواره، در اطراف هر نقطه از کره خاکی که باشید در آسمان گشت می‌زنند.
هرچه گیرنده شما به ماهواره‌های بیشتری وصل شود، اطلاعات دقیق‌تری را برای شما محاسبه می‌کند. جی‌پی‌اس، در ابتدا تنها استفاده نظامی داشته است، ولی از سال ۱۹۸۰ به بعد تصمیم گرفته شد تا از آن در فعالیت‌های غیر نظامی هم استفاده شود؛ تا جایی که امروزه حتی در ماهی‌گیری و شکار هم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اگرچه فنّاوری به‌کار رفته در ماهواره‌ها و گیرنده‌های زمینی سیستم GPS بسیار پیچیده است ولی اصول تعیین موقعیت نقاط در این سیستم ساده و قابل درک می‌باشد. در این سیستم، ماهواره‌ها در مدارهایی حول زمین در گردش هستند که موقعیت نقطه به نقطه این مدارها در سیستم مختصات مبنا مشخص است و با استقرار گیرنده بر روی نقطه‌ای نامعلوم در روی زمین و پس از برقراری ارتباط، فاصله نقطه مذکور تا تمامی ماهواره‌های قابل مشاهده تعیین می‌شود. سپس با مشخص‌بودن فواصل گیرنده از ماهواره‌ها به روشی که در نقشه‌برداری «ترفیع فضایی» نام دارد، موقعیت نقطه مجهول محاسبه می‌گردد. در واقع هر نقطه زمینی محل تلاقی سه کره است که مرکز هریک از این کره‌ها در یک ماهواره است و شعاع آن برابر با فاصله آن ماهواره تا نقطه زمین می‌باشد.

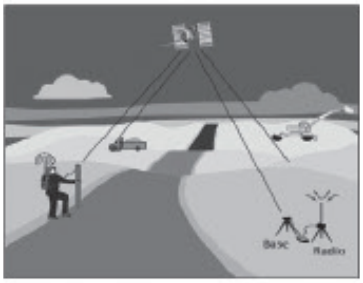
مزایای سیستم تعیین موقعیت جهانی GPS

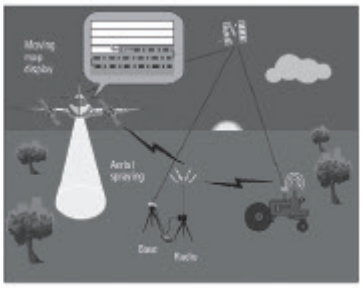
- دقت بسیار زیاد درموقعیت‌یابی
- داشتن پوشش جهانی
- دارابودن زمان‌بندی دقیق
- نداشتن هیچ‌گونه هزینه برای استفاده‌کنندگان
- تعیین سرعت درسه محور مختصات
- قابلیت دسترسی همیشگی
- قابلیت کاربردی در هرشرایط آب‌وهوایی
- عدم محدودیت دربه‌کارگیری همگانی
- دقت نسبی IPPM برای طولهای کوتاه از ۱ تا ۱۰۰ کیلومتر.
- توانایی دید همزمان با یک گیرنده



نمایی از داخل یک ماهواره GPS

کاربردهای سیستم تعیین موقعیت جهانی GPS





الف- کاربردهای GPS در کارهای نقشه‌برداری

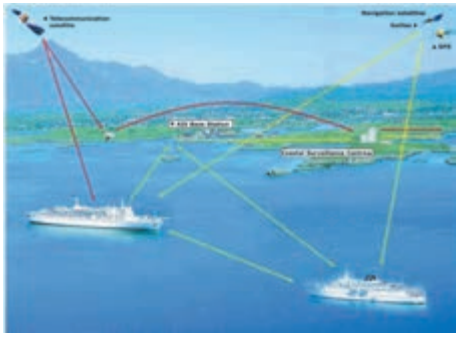
از GPS به روش‌های مختلف در کارهای نقشه‌برداری می‌توان استفاده کرد. مهم‌ترین کاربردهای GPS درنقشه‌برداری عبارت‌اند از:

- برداشت طرح‌ها و پلان‌ها با دقت مورد نیاز
- پیاده‌کردن طرح‌ها و تعیین موقعیت نقاط بر روی زمین
- استفاده در نقشه‌برداری هیدروگرافی و آب‌نگاری
- نقشه‌برداری جهت حرکت اجسام و سامانه‌های خیلی دقیق برروی زمین
- انجام عملیات فتو گرامتری بدون کنترل زمینی
- انبوه‌سازی شبکه‌های ژئودتیک

و ...

ب- کاربردهای تجاری سیستم تعیین موقعیت جهانی

ناوبری هوایی: دردهه هشتاد و چهل سال پس از کنوانسیون شیکاگو که منجر به تأسیس سازمان بین المللی هواپیماهای کشوری (ایکائو) گردید نگرانی جامعه هواپیمایی ازمحدودیت‌های سیستم‌های ناوبری موجود به طور روزافزونی افزایش یافت. پیش‌بینی‌های به‌عمل آمده نیز نشان‌دهنده رشد سریع مسافرت‌های هوایی خصوصاً درمناطقی مانند آسیا و اقیانوسیه بود. بیش از ۹۰۰۰ هواپیمای درحال تردد درهرلحظه این نگرانی را تأیید می‌نمود. لذا پیشنهاد شد که از تکنولوژی ماهواره برای مبادله صوتی و داده‌های موردنیاز با خطوط ارتباطی مستقیم از هواپیما به ماهواره و از آن طریق به کنترل ترافیک هوایی استفاده شود. در این‌حالت می‌توان به‌صورت همزمان داده‌های ضروری هواپیما مانند مشخصات پرواز، ارتفاع، سرعت و جهت را نیز به کنترلر مراقب پرواز اطلاع داد و از این طریق خطای انتقال صحیح اطلاعات ناشی از عوامل انسانی دروقوع سوانح را به‌کلی از بین برد. بنابراین امروزه شرکت‌های بزرگ هواپیماسازی مشغول نصب سیستم‌های GPS بر روی هواپیماها می‌باشند.



ناوبری دریایی: درناوبری دریایی برای تعیین مسیر خطوط کشتیرانی، وضعیت عوارض شناور مانند کوه‌های یخی در هر لحظه،کوتاه‌ترین و بهترین مسیر مبداء ومقصد وغیره از GPS می‌توان بهره گرفت.

ج- کاربردهای سیستم تعیین موقعیت جهانی درزمینه‌های نظامی

- کاربردهوایی: ازهدایت موشک‌ها تا تمام هواپیماهای جنگنده و بمب‌افکن، بالگرد، موشک، چتر بازی و پروازهای نظامی و ....
- کاربردهای دریایی: هدایت زیردریایی‌ها، کشتی‌های جنگی و تمام انواع قایق‌های نظامی.
- کاربردهای زمینی: مکان توپخانه‌ها، ناوبری خودروها، هدایت پیاده‌نظام، سیستم موشک زمین به زمین.

د- کاربردهای همگانی سیستم تعیین موقعیت جها نی

سیستم موقعیت‌یاب GPS کاربردهای همگانی نیز دارد که از مهم‌ترین این کاربردها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- حرکت درفضای باز: حرکت درمناطقی که راه‌های چندان مناسبی ندارد یا به کلی فاقد راه است.
- هدایت قایق‌های ماهیگیری، قایقرانی
- اسکی، کوهنوردی
- عملیات جستجو و نجات
- حرکت اتومبیل درجاده
- سازمان‌هایی مانند شهرداری‌ها و راهنمایی و رانندگی
- مسابقات ورزشی مانند رالی اتومبیل‌رانی
- شرکت‌های تاکسیرانی و اتوبوس‌رانی

البتـه کاربردهـای GPS روزبـه‌روز بیشـتر و بیشـتر می‌شـود و نیـز نبایـد این نکتـه را از نظـر دور داشـت که این سیسـتم بـا تمـام مزایای خود ممکن اسـت دچار اختـلال گردد و یا گیرنده‌ای که در دسـت شماسـت دچارخرابی گـردد. پـس بایـد روش‌هـای موقعیت‌یابـی کلاسـیک را که کار با قطب‌نما و نقشـه اسـت را ازیاد نبرده تـا درمواقع نیـاز دچار وابسـتگی به سیسـتم موقعیت‌یابی جهانی نباشـیم.

انواع GPS

۱- GPSهـای دسـتی: ایـن نـوع GPS بیشـتر کاربردهای مهندسـی و نقشه‌کشـی دارند و بـرای تعیین طول و عـرض جغرافیایـی یـک نقطـه یـا مکان خـاص بـه‌کار مـی‌رود. در کارهایی ماننـد کوه‌نـوردی یا یافتـن مکان‌های خـاص نیـز می‌تـوان از آنها اسـتفاده کرد.

۲- GPS مسـیر یاب: ایـن GPS ها دارای یک مانیتـور می‌باشـند که نقشـه خیابان‌هـا و راه‌های اصلـی و فرعی یک شـهر یـا کشـور در آن ذخیره شـده اسـت و موقعیـت فعلی خودرو یا شـخص را بـر روی یک نقشـه بـه نمایـش می‌گذارد. بـا این نـوع GPS می‌تـوان نزدیک‌ترین مسـیر ممکن را بـرای رسـیدن بـه یـک مکان یـا آدرس خـاص به شـخص نمایـش داد و هـم به‌صـورت تصویـری و هـم صوتی فـرد را تا رسـیدن به هـدف راهنمایی کـرد. موبایل‌هـای جدیـد هـم بـا اسـتفاده از یک نقشـه آنلاین ماننـد گوگل مپ و یا نقشـه آفلاین و گیرنـده GPS داخلـی گوشـی همیـن کار را می‌توانند انجـام دهند. اسـتفاده از تکنولوژی‌های نویـن بـرای راحتـی سرنشـینان و ایمنـی جاده‌ها از مهم‌تریـن پارامترهایـی می‌باشـد کـه در طراحـی خودروهـای نویـن امـروزی لحـاظ شـده اسـت. اسـتفاده از سیسـتم GPS در خـودرو می‌توانـد بـا تعییـن موقعیـت لحظـه‌ای خـودرو در زمان‌هـای متفـاوت، سـفری سـلامت و ایمـن را بـرای سرنشـینان فراهـم آورد. ایـن سیسـتم می‌توانـد بـا ارسـال اطلاعـات لحظـه‌ای و کنترل سـرعت خودرو در موارد بحرانـی، موقعیت خودرو را جهـت رسـیدن خودروهـای امـدادی به‌راحتـی تعیین کرده و به واحد مربوطه ارسـال نمایـد. همچنین با کنترل سـرعت خـودرو و محـدود کـردن سیسـتم با توجه بـه سـرعت‌های مجاز جـاده‌ای، ایمنی سـفر را افزایـش داده و کاهـش حـوادث رانندگـی را به‌دنبـال دارد.

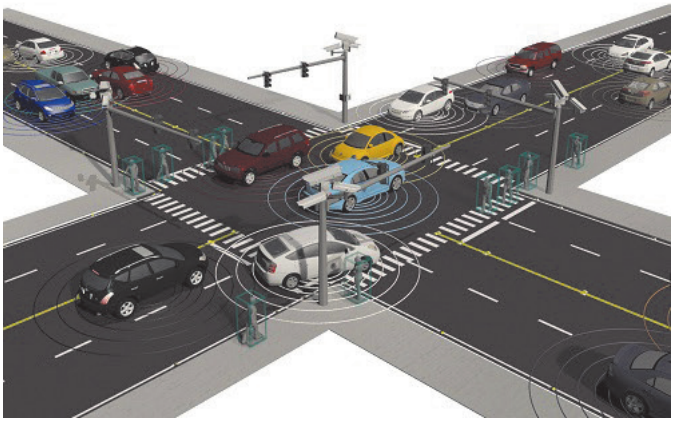
بیشتر بدانیم

نرم‌افزارهـای متعـددی بـرای مسـیریابی آفلایـن وجـود دارد، اما می‌تـوان گفت بهتریـن نرم‌افزار موجـود برای مسـیریابی در گوشـی‌های هوشـمند نـرم افزار GPS Navigation اسـت. ایـن برنامه با ارائه نقشـه‌های جامع و گرافیکـی همـراه بـا زوم بـالا می‌تواند بهترین امکانـات ممکن را برای شـما فراهم کند. ویژگی اصلـی نرم‌افزار در سـخنگو بـودن آن اسـت، یعنـی می‌توانیـد مسـیر مـورد نظـر را وارد برنامه کـرده و برنامه با صدای فارسـی، شـما را راهنمایـی کنـد. فایـدهٔ همچنین ویژگی این اسـت کـه راننده می‌توانـد در هنگام رانندگـی بدون توجه بـه نقشـه از راهنمایی‌هـای صوتـی برنامـه اسـتفاده کند. نرم‌افزار معرفی شـده هـم اکنون بیـش از ۳۰ میلیون کاربـر در سراسـر جهـان دارد. شـاید تنهـا عیـب موجـود در برنامه حجـم بالای آن اسـت که بـه خاطر کیفیت گرافیکـی و وضوح صدا برنامه اسـت.

از ویژگی‌های اصلی آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- نمایـش نقشـهٔ شـهرهای مختلـف بـا کیفیـت عالی - نمایش نقشـه شـهرها و مکان‌هـا به صورت سـه‌بعدی- نمایـش نـام خیابان‌هـا و کوچه‌هـا و هشـدارهای ترافیکـی - نمایـش دوربین‌هـای سـرعت و اخطـار در مـورد سـرعت غیرمجاز - هشـداردهی در مورد تغییر حد سـرعت مجاز در هر محدوده - سـه حالت نمایش مسـیر - علامت‌گـذاری مکان‌هـای مـورد علاقه - قابلیت ذخیره‌سـازی نقشـه‌ها بر روی دسـتگاه - قابلیت به‌روزرسـانی رایگان و سـریع نقشـه‌ها - قابلیت افزودن دوسـتان به روی نقشـه - راهنمای مسـیر به طور صوتی و راهنمای گویـا بـه زبـان فارسـی - مسـیریابی به صورت صوتی - امکان جسـت‌وجو به صورت فارسـی - نمایش بسـیاری از رسـتوران‌ها، پمپ‌بنزین‌هـا، پارک‌هـا، بیمارسـتان‌ها و مدرسـه‌ها - قابلیـت اجـرا بـرروی تبلت‌ها.

۳- GPS ردیـاب: در ابتـدا شـرکت‌های تکنولـوژی بـر روی یـک طـرح جامـع کارمی‌کردنـد کـه بتواننـد یـک قطعـه الکترونیکـی را بـر روی همـه خودروها نصب کننـد که از یک مجموعه سنسـورهای خاص تشـکیل شـده و قـادر بـه تشـخیص ضربه و تصـادف در خودروهـا باشـد و بلافاصلـه بعـد از تشـخیص تصـادف مـکان خـودرو را بـه یـک مرکـز خدمـات اورژانسـی ارسـال کنـد تـا در کمتریـن زمـان، کمک‌هـای لازم بـه سرنشـینان خـودرو اعمـال شـود. در اجـرای ایـن طـرح بـرای تعیـن موقعیـت خـودرو از سیسـتم GPS اسـتفاده کردنـد که موقعیت خـودرو را از ماهواره‌های GPS دریافت کرده و توسـط شـبکه موبایل بـه مرکـز کمک‌رسـانی ارسـال می‌کنـد.



تحقیق کنید

تمامـی GPS هـای مـورد اسـتفاده در مصارف غیر نظامی (GPS دسـتی ، GPS تلفن همراه، GPS مسـیریاب و ...) دارای خطایـی در حـدود ۳ الـی ۸ متـر در مشـخص کـردن مختصـات نقطـه مورد نظر می‌باشـند. به چه دلیـل ایـن میـزان خطا در دسـتگاه‌ها قرار داده می‌شـود؟

آشنایی با گیرنده GPS دستی

کلیدهای عملگر گیرنده

۱- کلید روشن و خاموش کردن دستگاه و تنظیم نور: با فشار دادن و نگه‌داشتن این کلید، دستگاه خاموش و روشن می‌شود. در زمان روشن‌بودن دستگاه اگر این دکمه را فشار دهیم، می‌توانیم نور صفحه نمایش دستگاه را تنظیم کرده و همچنین از ساعت و تاریخ و قدرت امواج دریافتی از ماهواره و میزان شارژ باتری آگاهی پیدا کنیم.

۲- کلید بازگشت: اگر در هر زیر فهرستی قرار داشته باشیم می‌توانیم با زدن این کلید به مرحله قبل برگردیم.

۳- کلید Thumb Stick: به‌وسیله این کلید که به کلید پنج‌کاره معروف است، می‌توانیم کارهای زیر را انجام دهیم:

- با فشار کوتاه مدت این کلید گزینه‌ای که روی آن قرار داریم انتخاب می‌شود.
- با فشار و نگه‌داشتن آن عملیات ذخیره‌سازی نقطه برداشت شده صورت می‌پذیرد.
- با حرکت این کلید در ۴ جهت اصلی می‌توان گزینه‌های مختلف و همچنین اعداد و حروف را جهت ثبت اطلاعات انتخاب کرد.

۴- کلید فهرست: این کلید هم کاربردهای مختلفی دارد که در زیر به دو مورد مهم آن اشاره می‌کنیم:

- اگر در صفحه فهرست، این کلید را فشار دهیم می‌توان وارد قسمت ویرایش صفحات فهرست شده و چیدمان صفحات را تغییر داده و یا صفحاتی را از فهرست پاک و یا اضافه کنیم.
- اگر در صفحات زیر فهرست این کلید را فشار دهیم می‌توان گزینه‌های کاربردی آن صفحه را به نمایش درآورده و گزینه مورد نظر را انتخاب کنیم.

۵- کلیدهای بزرگ‌نمایی و کوچک‌نمایی و حرکت به بالا و پایین: این کلید در صفحه فهرست و در صفحه زیر فهرست (به‌خصوص بعد از فشار دادن کلید فهرست در زیر فهرست‌ها) برای بالا و پایین کردن، جهت انتخاب گزینه مورد نظر به‌کار می‌رود. همچنین در صفحه نقشه (Map) جهت بزرگ‌نمایی (Zoom In) و کوچک‌نمایی (Zoom Out) نقشه به‌کار می‌رود.

۶- محل اتصال پورت USB: برای انتقال اطلاعات بین دستگاه و رایانه.

۷- محفظه باتری: در این محفظه دو عدد باتری از نوع AA قرار می‌گیرد. بهتر است باتری‌ها از نوع آلکالاین (Alkaline) باشند.

۸- حلقه باز و بسته‌کردن محفظه باتری: جهت بازکردن محفظه باتری این حلقه را به بیرون کشیده و در جهت خلاف عقربه‌های ساعت ۹۰ درجه می‌چرخانیم و برای بستن آن خلاف این عمل را انجام می‌دهیم.

۹- پیچ اتصال بدنه: پیچ‌هایی که قسمت‌های داخلی دستگاه را به بدنه آن متصل می‌کنند.

شروع به کار با گیرنده GPS دستی

برای شروع به کار، دستگاه را به محلی باز و بدون سقف برده و کلید روشن‌کردن دستگاه را فشار داده و آن‌قدر نگه می‌داریم تا دستگاه روشن گردد. پس از روشن شدن دستگاه صفحه فهرست نمایان می‌شود. حال با رفتن به هر زیر فهرست می‌توان در هر قسمت از یکی از کاربردهای دستگاه استفاده کرد.

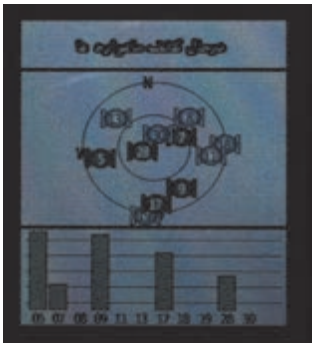
قبل از استفاده از دستگاه به دو نکته مهم باید توجه کرد:

۱- زبان فارسی یکی از زبان‌های ارائه شده توسط دستگاه می‌باشد. زبان پیش فرض دستگاه زبان انگلیسی بوده که می‌توان از زیر فهرست تنظیم (Setup) و در قسمت سیستم زبان دستگاه را به فارسی تغییر داد.

۲- دستگاه باید در حالت متریک قرار بگیرد. برای این منظور در زیر فهرست تنظیم (Setup) و در قسمت واحدها (Units) آن‌را در حالت سیستم متریک قرار دهیم.

با توجه به اینکه در ادامه درس و استفاده از نرم‌افزار Google Earth می‌خواهیم از مختصات نقاط به‌صورت درجه و دقیقه و ثانیه استفاده کنیم، بهتر است فرمت برداشت نقطه را از منو تنظیم (Setup) و در قسمت قالب موقعیت (Position Format) به حالت hddd°mm'ss.s" قرار دهیم. البته تبدیل مختصات UTM (اعشاری) به درجه و دقیقه و ثانیه و بالعکس در ادامه شرح داده می‌شود.

برداشت مختصات و ذخیره یک نقطه به‌وسیله گیرنده GPS دستی



برای برداشت یک نقطه ابتدا بر روی آن مستقر می‌شویم. در برداشت نقطه ما به دو روش اشاره می‌کنیم:

روش اول:

۱- ابتدا در فهرست اصلی به زیر شاخه ماهواره (Satellite) وارد می‌شویم. اگر دستگاه در حال دریافت اولیه اطلاعات باشد در بالای صفحه «در حال کشف ماهواره ها» (Acquiring Satellite) را مشاهده می‌کنیم . پس از دریافت امواج از حداقل ۴ ماهواره اطلاعاتی مانند مختصات نقطه، تعداد ماهواره‌ها و دقت برداشت نمایش داده می‌شود. برای رسیدن به دقت بالاتر باید تعداد ماهواره‌ها و قدرت دریافت سیگنال آنها و همچنین زمان برداشت بیشتر شود.

۲- به فهرست اصلی برگشته و به زیر شاخه علامت‌گذاری نقطه نشانه (Mark Way Point) وارد می‌شویم. در این زمان موقعیت کاربر هرکجا که باشد تحت نام عددی سه‌رقمی به صورت پیش فرض دیده می‌شود. قبل از ثبت نهایی نقطه می‌توان نامی دلخواه به جای آن عدد سه‌رقمی برای نقطه انتخاب کنید.

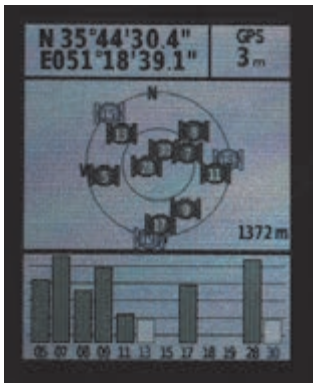
۳- حال جدول انتخاب حروف و اعداد ظاهر می‌شود، به‌وسیله کلید پنج‌کاره حروف و اعداد و نمادهای مختلف برای نام دلخواه را پیدا و با فشار آن به سمت داخل انتخاب کنید.

۴- همچنین می‌توانید جهت تشخیص بهتر نقطه نشانه‌ای را برای آن انتخاب کنید. برای انتخاب یک نشانه برای نقطه به‌وسیله کلید پنج‌کاره کادر فعال‌سازی را روی نشانه نقطه برده (بالا سمت چپ صفحه نمایش) و فشار دهید تا فهرست نشانه‌های موجود در حافظه دستگاه ظاهر شود. با استفاده از کلید پنج‌کاره روی نشانه مورد نظر رفته و با فشار این کلید نشانه را انتخاب کنید.

۵- در قسمت یادداشت (Note) نیز می‌توانید توضیحاتی برای نقطه مورد نظرتان بنویسید. دوباره به وسیله کلید پنج‌کاره بر روی این قسمت رفته و این کلید را فشار می‌دهیم و با استفاده از حروف و اعداد و نمادهای مختلف توضیحاتی را درج و با قرارگیری بر روی گزینه انجام شد (Done) و فشار کلید پنج‌کاره، این توضیحات را ثبت می‌کنیم.

۶- پس از انجام مراحل فوق به‌وسیله کلید پنج‌کاره به قسمت پایین صفحه رفته و با قرارگیری بر روی گزینه انجام شد (Done) و فشار کلید پنج‌کاره این نقطه را ذخیره می‌کنیم.

۷- در فهرست اصلی وارد زیر شاخه نقشه می‌شویم. در این قسمت می‌توان نقطه و یا نقاط ذخیره شده را همراه با نام و نمادشان مشاهده کرده و به‌وسیله کلید بزرگ‌نمایی و کوچک‌نمایی، مقیاس نقشه را تغییر داده و برای دید بهتر نقطه از کلید بزرگ‌نمایی استفاده کنیم.



روش دوم:

۱- مانند روش قبل ابتدا به زیر شاخه ماهواره (Satellite) وارد شده و کمی صبر کرده تا ارتباط با ماهواره‌ها برقرار و به دقت خوبی برسیم.

۲- در همین صفحه برای ذخیره اطلاعات برداشت شده نقطه، کلید پنج‌کاره را فشار داده و نگه می‌داریم.

۳- حال در صفحه ثبت اطلاعات، شماره نقطه، توضیحات مربوط به نقطه، نماد نقطه و مختصات نقطه مشاهده می‌شود. با فشردن کلید پنج‌کاره می‌توان اطلاعات هر قسمت را ویرایش کرد. پس از اتمام، جهت ذخیره شدن اطلاعات برداشت شده، گزینه انجام شد (Done) را انتخاب می‌کنیم.

برای برداشت نقاط جدید مراحل فوق را تکرار می‌کنیم.

فعالیت عملی ۲

برداشت مختصات گوشه‌های یک قطعه زمین بوسیله GPS دستی

ابتدا با همکاری هنرآموز خود یک چهارضلعی بزرگ در حیاط هنرستان در نظر گرفته و گوشه‌های آن‌را میخ‌کوبی کنید. با استفاده از گیرنده GPS دستی مختصات این چهار نقطه روی زمین را در سیستم مختصات بیضوی جهانی به دست آورده و در جدولی یادداشت کنید. سپس با استفاده از گزینه ثبت نقاط موقعیت این نقاط را در گیرنده GPS خود ذخیره کنید.

سپس فاصله بین این چهار نقطه را مجدد با متر به‌صورت دقیق روی زمین اندازه‌گیری کنید. در نرم‌افزار اتوکد خط واصل بین هر دو نقطه را ابتدا با مختصات‌های برداشت شده توسط GPS دستی ترسیم کرده و با عدد متریک مقایسه کنید.

- چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
- دقت کدام روش بیشتر است؟ چرا؟

وارد کردن دستی مختصات یک نقطه و پیدا کردن آن روی زمین به‌وسیله گیرنده GPS دستی

۱- برای وارد کردن دستی مختصات یک نقطه در هر فهرست و یا زیرفهرستی که قرار داشته باشیم فقط کافی است که کلید پنج‌کاره را فشار داده تا قسمت ذخیره نقطه ظاهر شود.

۲- در این هنگام با کلید پنج‌کاره بر روی قسمت موقعیت (Location) رفته و این کلید را یک‌بار فشار می‌دهیم.

۳- مطابق شکل و به کمک کلید پنج‌کاره و همچنین اعداد و جهت‌های موجود در این صفحه می‌توانیم مختصات نقطه مورد نظرمان را وارد کرده و به‌وسیله کلید پنج‌کاره بر روی گزینه انجام شد (Done) رفته و آن‌را فشار داده تا مختصات نقطه ذخیره گردد.

۴- مطابق آنچه که در قبل خواندیم می‌توانیم برای نقطه اسم و نماد و توضیحات و یا حتی ارتفاع مورد نظرمان را وارد کنیم.

۵- پس از انجام مراحل فوق به‌وسیله کلید پنج‌کاره به قسمت پایین صفحه رفته و با قرارگیری بر روی گزینه انجام شد (Done) و فشار کلید پنج‌کاره این نقطه را ذخیره می‌کنیم.

۶- در فهرست اصلی وارد زیر شاخه نقشه می‌شویم. در این قسمت می‌توانیم با بزرگ‌نمایی نقطه ذخیره شده مورد نظرمان را پیدا و به‌وسیله کلید پنج‌کاره بروی نقطه رفته و این کلید را فشار می‌دهیم. حال با انتخاب گزینه حرکت (Go) و سپس گزینه خارج از جاده (Off Road) می‌توانیم به کمک نقشه به جستجوی موقعیت نقطه مورد نظر بپردازیم.

۷- در صورتی‌که به موقعیت نقطه برسیم به همراه صدای بوق و با ظاهر شدن رسیدن به ... (Arriving at ...) بر روی صفحه نمایش دستگاه متوجه نزدیک شدن به نقطه مورد نظرمان می‌شویم. اگر می‌خواهیم دقیقاً بر روی نقطه مورد نظر قرار بگیریم از روی نقشه نقطه را در حالت بیشترین بزرگ‌نمایی قرار داده و به آن می‌رسیم.

فعالیت عملی ۳

شناسایی عوارض با مختصات معلوم توسط هنرجویان

ابتدا توسط هنرآموز مختصات عوارضی مانند آب‌خوری، دکه، زمین بازی، ورودی مدرسه و ... که در فضایی بدون سقف قرار داشته باشد تعیین موقعیت گردد. این مختصات‌ها در اختیار هنر جویان قرار گرفته و هنرجویان با توجه به مختصات ارائه شده، نوع عارضه را مشخص نمایند.

فعالیت عملی ۴

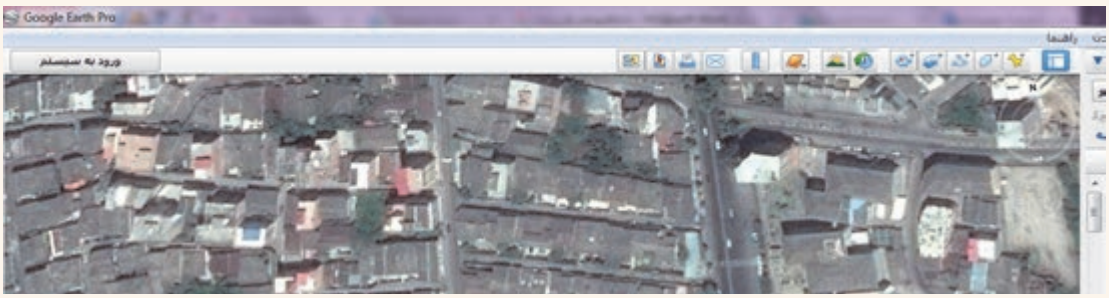
جانمایی مختصات یک قطعه زمین در نرم افزار Google Earth

مختصات چهارگوشهٔ زمینی که در فعالیت ۲ برداشت کردید را در نرم افزار گوگل ارث وارد کنید. جانمایی مکان این نقاط را با مکان نقاط برداشتی در فعالیت قبل مقایسه کنید. آیا تغییری کرده است؟

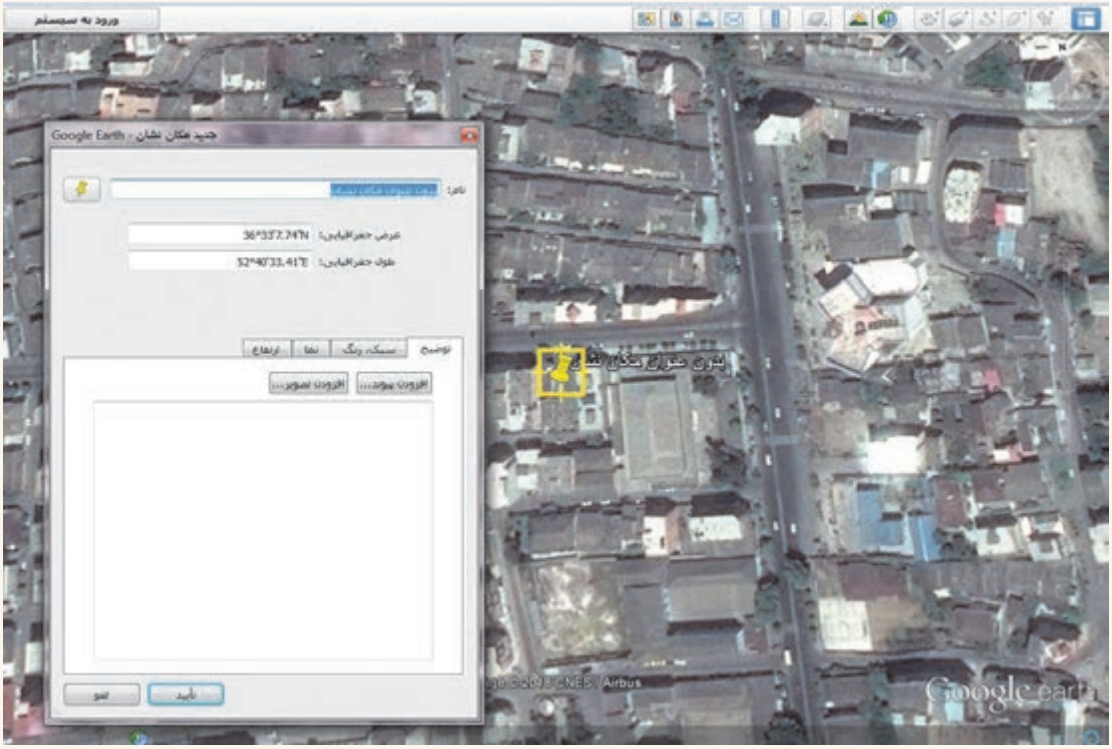
راهنمایی:

ابتدا پس از نصب و راه‌اندازی نرم‌افزار، آن‌را اجرا کرده و باز کنید.

سپس از نوار افزار بالای صفحه، گزینه افزودن مکان را انتخاب کنید.

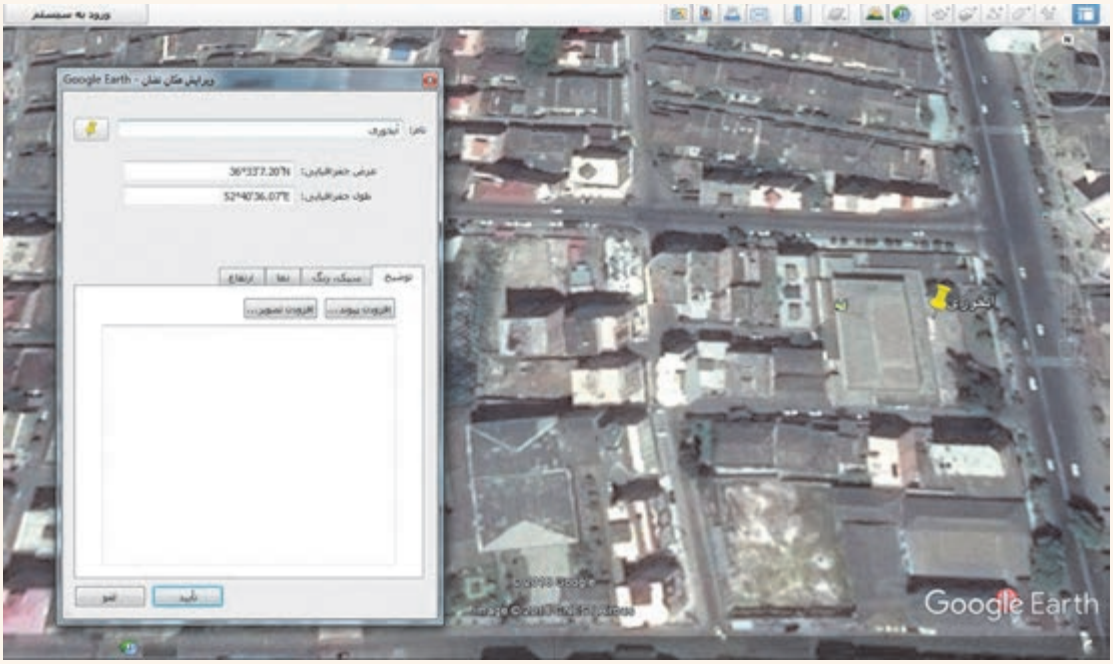


با کلیک بر روی این گزینه یک پنجره به‌صورت زیر باز می‌شود:



همان‌طور که در تصویر قبل مشاهده کردید، محل نقطه با دو مشخصه عرض جغرافیایی و طول جغرافیایی نمایش داده شده است. اگر مختصات برداشتی شما با GPS دستی به‌صورت UTM (اعشاری) باشد، از طریق یک برنامه تبدیل مختصات که به‌راحتی می‌توان از اینترنت دانلود کرد، مختصات UTM را به طول و عرض جغرافیایی تبدیل کنید .

حـال می‌توانیـد در قسـمت نـام بـرای نقطـه مورد نظر اسـم یا عنوانـی را درج کنید. در قسـمت عـرض و طول جغرافیایـی، یکـی از برداشـت‌های انجـام شـده در فعالیـت ۲ را درج می‌کنیـم. مطابـق تصویر درجـه، دقیقه و ثانیـه برداشـتی را تایـپ کـرده و بـر روی دکمـه تأییـد کلیک نمایید. پـس از تأییـد می‌توانیم نقطـه مورد نظر را بـا عنـوان دلخـواه ذخیره داشـته باشـیم. بـه این صورت مختصات سـایر نقـاط را به‌همین ترتیـب وارد کنید.



فعالیت عملی ۵

بـا راهنمایـی هنرآمـوز خـود، حـدود اربعه هنرسـتان محـل تحصیل خـود را به کمک GPS دسـتی برداشـت کـرده و سـپس مختصـات نقـاط به‌دسـت آمـده را در گـوگل ارث وارد کنید.
آیا مختصات برداشتی با جانمایی تصویر هنرستان در گوگل ارث کاملاً منطبق است؟ اگر نیست چرا؟

فعالیت عملی ۶

جدول زیر را با کمک نرم‌افزار Google Earth تکمیل کنید.

عنوان مکان موردنظر	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	عنوان مکان موردنظر	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
	۳۶°۱۷′۱۶/۷″	۵۹°۳۶′۵۶ / ۷″	بین‌الحرمین، کربلا		
	۳۲°۳۹′۲۶/۲۷″	۵۱°۴۰′۳۹/۴۸″	مسجدالحرام، مکه		
	۳۳°۲۹′۰/۸۶″	۴۸°۲۱′۱۲/۳۶″	دروازه قران، شیراز		
	۳۶°۴۶′۵۷/۶۶″	۵۴°۲۷′۴۲/۹۰″	برج میلاد، تهران		
	۳۰°۴۹′۵۹/۸۴″	۶۱°۳۹′۵۹/۹۵″	پل سفید، اهواز		

فتوگرامتری و کاربردهای آن (Photogrammetry)

فتوگرامتری بنا به تعریف عبارت است از هنر، علم و تکنولوژی تهیه اطلاعات قابل اعتماد درباره عوارض فیزیکی و محیط از طریق ثبت، اندازه‌گیری و تفسیر بر روی عکس. همان‌طور که در تعریف دیده می‌شود، این علم اساساً بر تجزیه و تحلیل عکسی استوار است.

انواع عکس و تصویر در فتوگرامتری

عکس‌های مورد استفاده در فتوگرامتری عبارت‌اند از: عکس‌های زمینی، هوایی و ماهواره‌ای.

عکس‌های زمینی: عکس‌های زمینی به‌وسیلهٔ دوربین‌های فتوگرامتری زمینی تهیه می‌شود. این دوربین‌ها روی زمین مستقر شده و لذا می‌توان مختصات محل استقرار آنها را به‌سادگی مشخص کرد. از این عکس‌ها می‌توان در معماری و ترمیم ساختمان، حفظ بناهای تاریخی، فعالیت‌های باستان‌شناسی و ثبت و بررسی هرگونه تغییرات استفاده کرد.

عکس‌هـای هوایـی: عکس هوایـی به‌وسـیلهٔ دوربین‌هایی کـه در داخـل هواپیماهای مخصوص نصـب می‌گردد گرفتـه می‌شـود. در عکس‌بـرداری هوایـی، سـرعت هواپیمـا، ارتفـاع پـرواز و بـاز هوایـی (فاصلـه بین دو ایسـتگاه عکس‌بـرداری) مهـم می‌باشـد. عکس‌هـای گرفتـه شـده در مسـیرهای پـروازی بایـد پوشـش طولـی و عرضـی (قسـمت مشـترک) داشـته باشـند کـه بتـوان پـس از اتمـام کار و تهیـه عکـس، عکس‌هـا را مطابق قسـمت‌های مشـترک کنـار هـم قـرار داد. از عکس‌هـای هوایـی می‌تـوان در تهیـه نقشـه‌های بزرگ‌مقیـاس بـرای کارهـای مهندسـی جهـت مطالعـه و ایجـاد طـرح در پروژه‌هـای عمرانـی ماننـد راه، راه‌آهن، تعییـن حدود اراضـی، تعیین عـوارض موجـود بـر روی زمیـن، رشـته ترافیـک، زمین‌شناسـی و مسـائل نظامی اسـتفاده کرد.

تصاویـر ماهـواره‌ای: تصاویـری کـه توسـط ماهواره‌هایی کـه در اطـراف کره زمیـن قـرار دارند، تهیه می‌شـود. بـا توجـه بـه چرخـش منظـم ایـن ماهـواره می‌تـوان هـر لحظـه تصاویر مکـرر و بـه‌روز با پوشـش مناطق وسـیع تهیـه کـرد. بـا توجـه بـه این‌کـه تصاویـر ماهـواره‌ای سـطح بسـیار گسـترده‌ای را تحـت پوشـش قـرار می‌دهند، به‌همیـن خاطـر مطالعاتـی از قبیـل کشـاورزی، هواشناسـی، حـوادث و بلایـای طبیعـی، نظامـی و در هـر رشـته دیگـر بـا داده‌هـای بیشـتر و در سـطح بیشـتری انجـام می‌گیرد. به‌همیـن خاطر از جهـت اقتصادی نیز نسـبت به عکس‌بـرداری هوایـی و زمینـی توجیـه اقتصـادی دارد.

شاخه‌های فتوگرامتری

عموماً فتوگرامتری را به دو شاخهٔ فتوگرامتری متریک و فتوگرامتری تفسیری تقسیم‌بندی می‌کنند.
در فتوگرامتری متریکی، اندازه‌گیری‌های کمی مطرح است، یعنی با استفاده از اندازه‌گیری‌های دقیق نقاط از طریق عکس می‌توان فواصل حجم، ارتفاع و شکل زمین را تعیین کرد، که معمول‌ترین کاربردهای این شاخه از فتوگرامتری تهیه نقشه‌های مسطحاتی و توپوگرافی از روی عکس‌هاست. اما فتوگرامتری تفسیری خود به دو شاخه تفسیر عکس و سنجش از دور تقسیم می‌شود.
در قسمت تفسیر عکس بیشتر مطالعات کیفی بر روی عکس انجام می‌گیرد. به‌عنوان مثال وضعیت پوشش گیاهی یک منطقه و یا میزان جمعیت یک شهر را از طریق عکس مورد مطالعه و تحقیق قرار می‌دهند.
عکس‌های هوایی امروزه حداقل در دو رشته بزرگ علمی یعنی فتوگرامتری به معنی کلی تهیه نقشه از عکس‌های هوایی و دیگری تفسیر به معنی شناسایی و تشخیص عوارض و اشیاء از روی تصویر به‌کار می‌روند و دارای شروع و تاریخ هم‌زمانی می‌باشند که به‌تدریج و با پیشرفت‌های تکنولوژی، این دو رشته توسعه یافته و در نتیجه، استفاده و ابزار برای دو گروه کم‌کم از هم فاصله گرفته و در هر یک، تخصص‌های جداگانه‌ای به‌وجود آمده و به‌تدریج نیز اضافه خواهد شد.

بیشتر بدانیم

در ایران در سال ۱۳۳۱ از حوزه زاینده‌رود اصفهان عکس‌های هوایی برداشته شد و عکس‌برداری توسط شرکت K.L.M به منظور انجام امور عمرانی آن حوزه انجام گرفت. در سال ۱۳۳۴ به‌منظور تهیه نقشه صحیح از کلیه استان‌های کشور عکس‌برداری هوایی شروع گردید. از سال ۱۳۳۲ با آغاز فعالیت سازمان نقشه‌برداری کشور به‌صورت پیوسته از مناطق مختلف ایران عکس‌برداری هوایی انجام گرفته‌است. در حال حاضر آرشیوی مشتمل بر ۸۰۰۰ حلقه فیلم هوایی بالغ بر دو میلیون قطعه عکس هوایی از مناطق مختلف کشور تهیه گردیده که به صورت مرتب در زمینه‌های مختلف از جمله فعالیت‌های تحقیقاتی و ارجاع به مراجع قضائی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌طور کلی از تمامی مناطق کشور عکس‌های هوایی در مقیاس‌های پنجاه و پنج هزارم مربوط به دهه ۳۰ هجری شمسی، بیست هزارم مربوط به دهه چهل و چهل هزارم مربوط به دهه هفتاد و همچنین عکس‌های هوایی ده‌هزارم یا پنج هزارم از اکثر شهرهای کشور موجود می‌باشد.

فتوگرامتری از لحاظ ایستگاه گیرنده عکس (از لحاظ فاصله تا جسم)

- فتوگرامتری فضایی (فاصله از شیء بیش از ۲۵۰ km)
- فتوگرامتری هوایی فاصله از شیء بین (۱۰۰۰ m تا ۴۵۰۰ m)
- فتوگرامتری زمینی(برد کوتاه) فاصله از شیء (۱m -۲۰۰m) دوربین بر روی سه‌پایه نصب شده و فاصله آن تا جسم کم است.

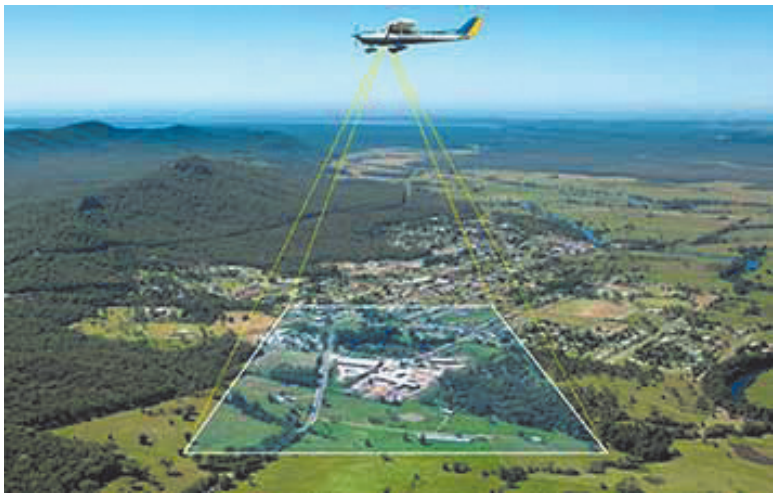
فتوگرامتری فضایی: در این نوع از فتوگرامتری ماهواره با سکوی فضایی دوربین را حمل می‌کنند.
فتوگرامتری هوایی: در این نوع از فتوگرامتری دوربین را در هواپیما قرار می‌دهند و در نهایت منجر به تولید نقشه‌های توپوگرافی می‌گردد.
فتوگرامتری زمینی (برد کوتاه): فتوگرامتری زمینی (برد کوتاه) را می‌توان به‌عنوان یک روش اندازه‌گیری دقیق و ارزان جهت تهیه نقشه وضع موجود از سازه‌های کوچک صنعتی، باستان‌شناسی، نمای ساختمان‌ها، پزشکی، دندان‌پزشکی، راهنمایی و رانندگی، حل امور جنایی و ... مورد استفاده قرار داد.

مزایای فتوگرامتری

مناسب برای مناطق وسیع - نیاز به حضور کمتر در منطقه - هزینه کمتر - سرعت بالاتر - امکان اتوماسیون - زمان کمتر - امکان کنترل بیشتر بر پردازش‌ها - ثبت عوارض به‌صورت طبیعی

تفاوت عکس هوایی و تصاویر ماهواره‌ای

مهم‌ترین تفاوت بین یک تصویر ماهواره‌ای با یک عکس‌هوایی در وسعت منطقه زیر پوشش است. مثلاً یک عکس ماهواره‌ای، گاهی وسعتی در حدود ۷۰۰ تا ۸۰۰ عکس‌هوایی در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ را در بر می‌گیرد. به عبارت دیگر برای داشتن دید کلان نسبت به یک منطقه بهتر است از تصاویر ماهواره‌ای استفاده کرد. زمان تفسیر یک تصویر ماهواره‌ای خیلی کمتر از یک عکس‌هوایی است. از دیگر مزایای تصاویر ماهواره‌ای می‌توان به قیمت ارزان‌تر آنها در مقایسه با عکس‌های هوایی اشاره کرد.



از دیگر تفاوت‌های تصاویر ماهواره‌ای با عکس‌های هوایی می‌توان به تکرار پذیری تصاویر ماهواره‌ای، چند طیفی بودن تصاویر ماهواره‌ای و قدرت تفکیک طیفی بهتر تصاویر ماهواره‌ای اشاره کرد. از سوی دیگر عکس‌های هوایی معمولاً قدرت تفکیک مکانی بهتری دارند.

فعالیت عملی ۷

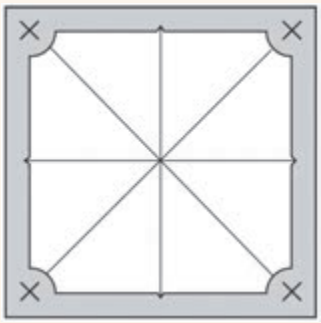
شناخت یک زوج عکس و علائم حاشیه‌ای آن

با راهنمایی هنرآموز خود چند عکس هوایی را انتخاب کرده و علائم حاشیه‌ای عکس‌ها را بررسی کنید.

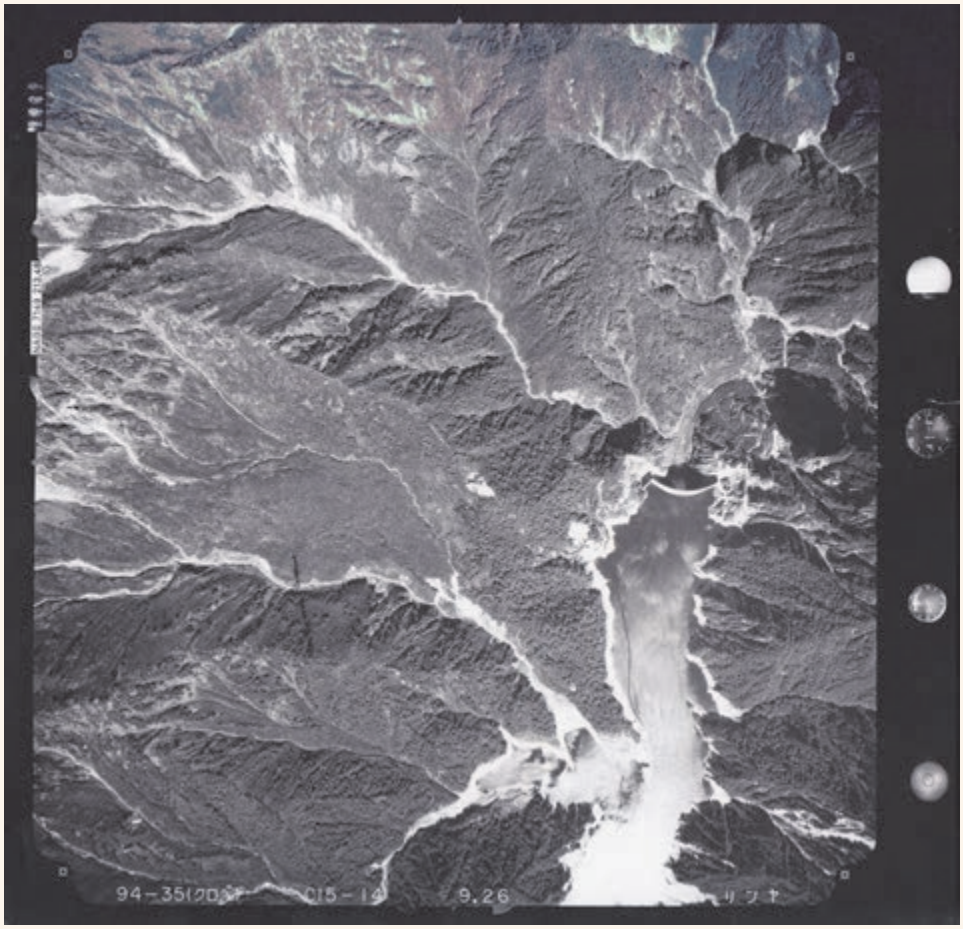
راهنمایی :

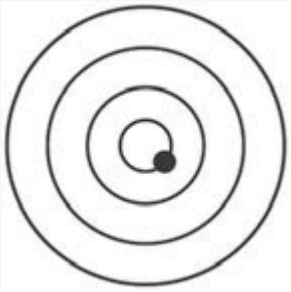
اطلاعات موجود بر روی یک عکس هوایی

الف- علائم کناری: بدان علائم اطمینان یا فیدوشال مارک هم می‌گویند. این علائم در گوشه‌ها و کناره‌های عکس قرار داشته و به شکل دایره با یک نقطهٔ مرکزی و یا دایره با علامت بعلاوه (+) حک می‌شود که معمولاً به رنگ سفید هستند. این علائم چهار عدد و یا هشت عدد می‌باشد و از این علائم در سه مورد زیر استفاده می‌شود:



- تعیین مرکز عکس جهت تعریف سیستم مختصات عکس
- برای توجیه داخلی
- برای پالایش عکس (حذف خطاهای سیستماتیک روی مختصات عکس)

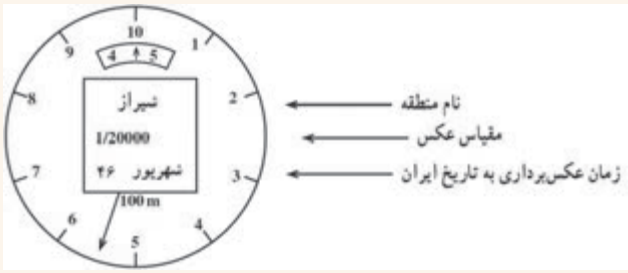




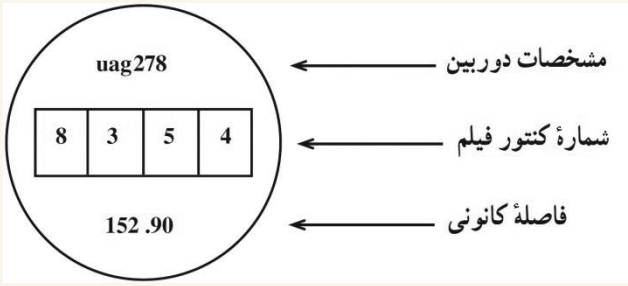
ب- حباب تراز: درقسمت کناری عکس یک‌سری دوایر متحدالمرکز وجود دارد که وضعیت تقریبی افقی بودن دوربین عکس‌برداری را در لحظهٔ عکس‌برداری ثبت می‌کند. در لحظهٔ عکس‌برداری باید سعی شود حباب تراز از حالت وسط زیاد منحرف نشود تا عکس تیلت‌دار به‌دست نیاید.

ج- ساعت: در قسمت کناری عکس ساعتی وجود دارد که زمان عکس‌برداری را ثبت می‌کند. از این ساعت برای تشخیص سایه استفاده می‌شود. مثلاً تیر برق در عکس قائم به‌صورت نقطه ظاهر می‌شود و فقط با استفاده از سایه آن می‌توان آن‌را تشخیص داد.

د- ارتفاع‌سنج: دستگاهی است که ارتفاع پرواز را در لحظهٔ عکس‌برداری ثبت می‌کند. از آن برای تعیین مقیاس عکس هوایی استفاده می‌کنند. ارتفاع در شکل زیر ۴۵۵۰ متر می‌باشد.



ه- مشخصات دوربین عکس‌برداری
و- شمارهٔ کنتور عکس
ز- فاصلهٔ اصلی دوربین: یا فاصلهٔ کانونی، که بر حسب میلی‌متر در حاشیهٔ عکس چاپ می‌شود و از آن نیز برای تعیین مقیاس عکس‌هوایی استفاده می‌کنند.



ح- نوار پرواز و شمارهٔ عکس یا فیلم: در گوشهٔ کنار چپ عکس هوایی دو عدد دنبال هم چاپ شده که به‌ترتیب، از چپ به راست، نشان‌دهندهٔ رَن پرواز و شمارهٔ عکس است.

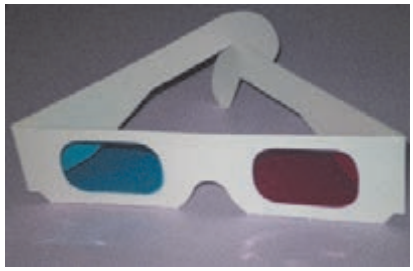
ط- سال عکس‌برداری و شمارهٔ طرح: در گوشهٔ کنار راست عکس نیز دو عدد دنبال هم چاپ شده که به‌ترتیب، از چپ به راست، نشان‌دهندهٔ سال عکس‌برداری و شمارهٔ طرح می‌باشد.

یک عکس هوایی را در شکل روبه‌رو مشاهده می‌کنید.

برجسته‌بینی

شیوه‌ای است برای ایجاد تصور سه‌بعدی در بیننده به‌وسیلهٔ دید دوچشمی. در بیشتر روش‌های برجسته‌بینی دو تصویر معمولی دوبعدی با اندکی تفاوت مقابل چشم راست و چپ قرار می‌گیرند. این دو تصویر دوبعدی در مغز تلفیق شده و دیدن تصویری سه‌بعدی را به بیننده القاء می‌کنند. مبنای برجسته‌بینی نشان دادن تصاویر متفاوت به چشم چپ و راست است. در فتوگرامتری اولیه این کار به‌وسیلهٔ برجسته‌بین (استرئوسکوپ) انجام می‌شود.

در هنگام تماشای فیلم های سه بعدی در سینما و یا تلویزیون سه‌بعدی این کار توسط عینک سه‌بعدی انجام می‌شود که انواع متفاوتی دارد، مثلاً عینک رنگی یا عینک قطبیده. در روش عینک رنگی، تصویر روی پرده تلفیقی از دو تصویر است و بیننده که عینکی قرمز و آبی به چشم دارد، با هر چشم فقط یکی از این تصاویر را می‌بیند و در نتیجه فیلم را سه‌بعدی تصور می‌کند.



عینک سه‌بعدی رنگی (آناگلیف)

عینک سه‌بعدی قطبیده

برجسته‌بین (استرئوسکوپ)

فعالیت عملی ۸

برجسته‌بینی بدون استفاده از استرئوسکوپ

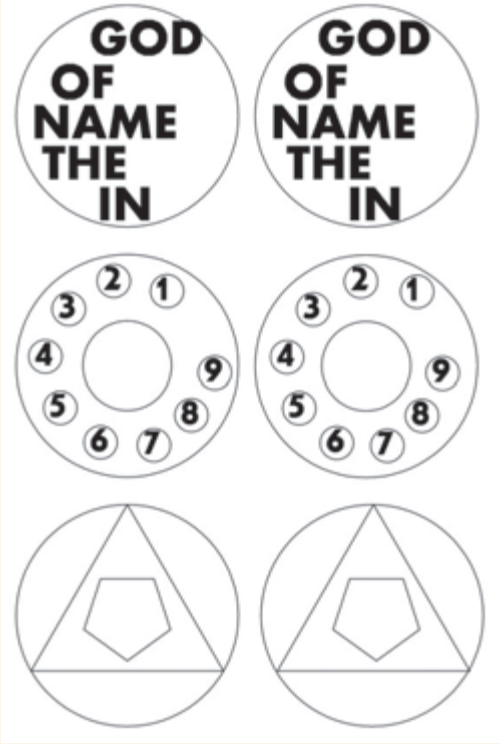
هنرجویان برجسته بینی را با تصاویر زیر و بدون استفاده از استرئوسکوپ تمرین کنند.

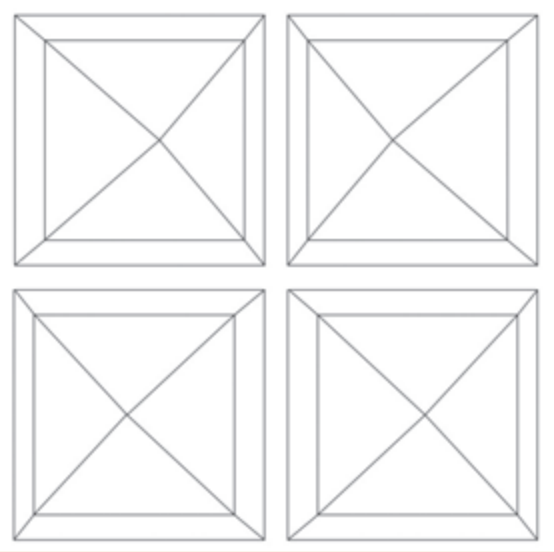
راهنمایی:

به‌وسیله یک مانع تصویر سمت چپ و راست را از هم جدا می‌کنیم.

حال با چشم راست، تصویر راست را نگاه و با چشم چپ، تصویر چپ را نگاه می‌کنیم.

بعد از لحظاتی دو تصویر بر هم منطبق شده و تصاویر به‌صورت برجسته دیده می‌شود.





فعالیت
عملی ۹

برجسته‌بینی با عینک آناگلیف

هنرجویان به‌وسیله عینک آناگلیف تصاویر زیر را برجسته‌بینی کنند.

فعالیت در منزل ۱

با کمک وسایلی مانند طلق رنگ قرمز و آبی، مقوا و چسب و ... یک عینک آناگلیف درست کنید.

فعالیت عملی ۱۰

برجسته‌بینی با استرئوسکوپ جیبی

هنرجو استرئوسکوپ جیبی را روی یک زوج عکس به درستی مستقر و عملیلت برجسته بینی را انجام دهد.

راهنمایی ۱:

استرئوسکوپ جیبی از اجزاء زیر تشکیل شده است:

چهار پایه و دو عدسی محدب که داخل قابی قرار گرفته‌اند. پایه‌ها تا می‌شوند و به‌راحتی در یک کیسه کوچک یا محفظه قرار می‌گیرند به‌طوریکه می‌شود استرئوسکوپ را داخل جیب گذاشت و آن‌را حمل کرد. این استرئوسکوپ ساده‌ترین و ارزان‌ترین استرئوسکوپ از نوع بدون آیینه است. البته مشاهده با این استرئوسکوپ‌ها معایبی دارد که مهم‌ترین آنها این است که فواصل بین نقاط مشابه از دو عکس نمی‌تواند بیشتر از فاصله باز چشم (فاصله متوسط بین دو چشم) باشد. در این‌صورت فاصله‌های بیشتر از باز دو چشم یا به‌سختی دیده می‌شوند و یا دیدن آنها به‌کلی امکان‌پذیر نیست.

راهنمایی ۲: نحوه کار با استرئوسکوپ جیبی

در استرئوسکوپ جیبی فاصله مرکز عدسی‌ها از یکدیگر متغیر و از ۵۵ الی ۷۵ میلی‌متر می‌باشد یعنی معادل فاصلهٔ بین دو مردمک چشم که برای افراد مختلف متفاوت است. فاصله متوسط بین دو چشم یا باز چشم حدود ۶۵ میلی‌متر است. برای کار با استرئوسکوپ آن‌را روی یک میز مستقر می‌کنیم و دو عکس را به‌گونه‌ای روی میز و زیر استرئوسکوپ قرار می‌دهیم که امتداد خط پرواز یا خطی که از مراکز عکس‌ها می‌گذرد با خط فاصل دو چشم موازی باشد. برای برجسته‌کردن عوارض مشابه به طور تجربی به این‌صورت عمل می‌کنیم که عارضه مشخصی مثل تقاطع دو جاده را با انگشت اشاره روی کناره عارضه قرار می‌دهیم و استرئوسکوپ را روی منطقه‌ای که می‌خواهیم برجسته ببینیم گذاشته و با گذاشتن چشم‌ها بر روی عدسی‌ها، فاصلهٔ آنها را که قابل تغییر است با حرکت دادن و جابه‌جا کردن، با باز چشم خود یکی می‌کنیم. با نگاه کردن در عدسی‌ها و در اصل به تصویر در هر یک از چشمی‌ها سرانگشت خود را به‌طور جداگانه می‌بینیم. سپس سعی می‌کنیم این دو انگشت را همراه با عکس‌ها حرکت دهیم تا آن‌که هر دو را روی هم بیاندازیم یا در اصل آن دو تصویر را یکی ببینیم. اگر هنوز عکس کاملاً برجسته به‌نظر نمی‌آید با چرخاندن ملایم عکس‌ها در جهت مناسب آن‌را به‌وضعی دربیاوریم که برجسته دیده شود.

ارزشیابی شایستگی شاخه‌های نقشه‌برداری

شرح کار:
با استفاده از وسایل مختلف نقشه برداری، عملیات مختلف نقشه برداری از شاخه های مختلف را انجام دهد.

استاندارد عملکرد:
انجام عملیات مختلف نقشه‌برداری از شاخه‌های مختلف مطابق دستورالعمل شمارهٔ ۱۱۹ سازمان نقشه‌برداری کشور به روش مستقیم زمینی با استفاده از دوربین توتال استیشن، دوربین زاویه‌یاب، سه‌پایه دوربین، منشور، ژالن، تراز نبشی، شاخص (میر)، متر، متر لیزری، گیرنده GPS دستی، استرئوسکوپ، عکس هوایی و عینک آناگلیف

شاخص‌ها:
دقت زاویه و طول مطابق استاندارد - بررسی خطاها و تصحیح آن - حذف اشتباه - کنترل محاسبات و عملیات - انجام محاسبات با نرم‌افزار Excel - ترسیم با نرم‌افزارهای AutoCAD و AutoCAD CIVIL3D - تایپ و چاپ گزارش - ارائهٔ حضوری کار به هنرآموز در مدت زمان ۶ ساعت.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: انجام عملیات مختلف نقشه برداری از شاخه های مختلف در فضای طبیعی زمین به کمک دو کارگر - انجام محاسبات و ترسیم با نرم‌افزار در سایت رایانه.

ابزار و تجهیزات:
- دوربین توتال استیشن - دوربین زاویه‌یاب - سه‌پایه دوربین - منشور - ژالن - تراز نبشی - شاخص (میر) - متر - متر لیزری - گیرنده GPS دستی - استرئوسکوپ - عکس هوایی و عینک آناگلیف
- وسایل محاسباتی شامل ماشین‌حساب علمی
- وسایل تحریر اداری - رایانه به همراه چاپگر.

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تهیه کروکی	۲	
۲	انجام عملیات شاخه‌های مختلف نقشه‌برداری	۲	
۳	انجام محاسبات با نرم‌افزار Excel	۲	
۴	ترسیم نقشه در نرم‌افزارهای AutoCAD و AutoCAD CIVIL3D	۲	
۵	کنترل نقشه یا عملیات انجام شده	۲	
۶	ارائهٔ گزارش	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس‌کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

منابع و مآخذ

۱- استاندارد شایستگی حرفه ساختمان، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۲.

۲- استاندارد ارزشیابی حرفه ساختمان، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۳.

۳- راهنمای برنامهٔ درسی ساختمان، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۴.

۴- سلیم‌آبادی، محمد، کاربرد رایانه در نقشه‌برداری، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.

۵- سعادت‌سرشت، محمد و همکاران، نقشه‌برداری عمومی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.

۶- داورپناه، مهدی، کارگاه محاسبه و ترسیم ۱، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۷- داورپناه، مهدی و همکاران، کارگاه محاسبه و ترسیم ۲، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.

۸- متینی، امیرحسین، مساحی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۹- سیدحسینی، فرشاد، عملیات نقشه‌برداری عمومی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.

۱۰- سیدحسینی، فرشاد، عملیات مساحی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۱۱- یزدی مقدم، هادی، کنترل و تنظیم دستگاه‌های نقشه‌برداری، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.

۱۲- مصدق، بدرالملوک، فتوگرامتری مقدماتی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.

۱۳- متینی، امیرحسین، گزارش کار عملیات نقشه‌برداری عمومی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان دربارهٔ کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانهٔ راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائهٔ نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت‌کننده در اعتبارسنجی کتاب نقشه‌برداری ساختمان رشته ساختمان کد ۲۱۲۳۹۶

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	حمید خسروی	اصفهان	۱۴	ابوالفضل عرب	سمنان
۲	حمید ملکی	آذربایجان شرقی	۱۵	مهدی پورزنگی آبادی	کرمان
۳	محمدحسین اقبالی‌زارچ	یزد	۱۶	مجتبی مهدویان	مرکزی
۴	حسن امیر آبادی زاده	خراسان جنوبی	۱۷	محسن حنایی	خراسان رضوی
۵	مجتبی سبحانی	شهرستان‌های تهران	۱۸	مالک موحدزاده	بوشهر
۶	فردین مسلمی	مازندران	۱۹	علی حسین زاده	ایلام
۷	عباس آخوندی	همدان	۲۰	سیدمهدی ساداتی	قم
۸	احسان قنبر زاده	خوزستان	۲۱	حسین رجبی	اردبیل
۹	سعید فراهی شهری	سیستان وبلوچستان	۲۲	احمد بهرامی	فارس
۱۰	مسعود عباسی	سیستان وبلوچستان	۲۴	هادی ریاحی	گلستان
۱۱	ایرج محمدی	کرمانشاه	۲۵	مهدی ملک‌پور دهکردی	چهارمحال وبختیاری
۱۲	مهدی اکبری	خراسان جنوبی	۲۶	مهدی جهانگیری	اردبیل
۱۳	مهدی محمدی	قزوین			

هنر آموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران- صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب گاه: tvoccd.oerp.ir

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش