

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# نقشه برداری ساختمان

رشته ساختمان

گروه معماری و ساختمان

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب:** نقشه‌برداری ساختمان - ۲۱۲۳۹۶
- پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** محمداسماعیل خلیل ارجمندی، حسین دادور، مجید شجاعی اردکانی، محمدعلی فرزانه، محمد صالح لیافزاده و امیرحسین متینی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** ولی حسام‌پوررضوی، مهدی داورپناه، میثم رهنما، محمدمهدی سلطانی سروسناتی، محمد سلیم‌آبادی و فرشاد سیدحسینی (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان:** مهدی داورپناه (رسام)
- نشانی سازمان:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
- تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وب‌گاه: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)
- ناشر:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش)
- تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ:** چاپ ششم ۱۴۰۲

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 به صورت 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.



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 «قُدَسَ سِرُّهُ»

### پودمان اول – ترازیبی

۲	تعاریف اولیه
۳	تجهیزات ترازیبی
۶	اصول ترازیبی هندسی
۷	ترازیبای تدریجی
۱۰	محاسبات ترازیبی تدریجی در نرم افزار Excel
۱۲	ترازیبای شعاعی
۱۶	محاسبات ترازیبی شعاعی در نرم افزار Excel
۱۷	انواع خطاهای ترازیبی
۲۳	محاسبه و سرشکنی خطای ترازیبی در نرم افزار Excel
۲۸	تسطیح زمین
۳۱	پیااده کردن نقاط در ارتفاع مشخص با ترازیب
۳۴	ارزشیابی شایستگی ترازیبی

### پودمان دوم – تعیین موقعیت

۳۶	زاویه
۳۸	واحدهای زاویه و اجزای آن
۳۹	دوربین زاویه یاب (تئودلایت)
۴۱	اندازه گیری زاویه با زاویه یاب
۴۴	زاویه یابی در نرم افزار Excel
۴۶	اندازه گیری زاویه افقی به روش کوپل
۵۰	اندازه گیری زوایای چند ضلعی بسته و بررسی خطاها و سرشکنی آن
۵۴	اندازه گیری طول به کمک زاویه یاب
۵۶	اندازه گیری فاصله به کمک فاصله یاب الکترونیکی
۵۷	دوربین توتال استیشن
۵۹	ترسیم در نرم افزار AutoCAD
۶۱	امتدادهای مبنا در نقشه برداری
۶۶	روش های تعیین مختصات ایستگاهی
۷۹	آشنایی با نرم افزار Civil3D
۸۸	ارزشیابی شایستگی تعیین موقعیت

### پودمان سوم – برداشت

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

۹۶	روش های برداشت عوارض
۹۷	برداشت به روش تاکنومتری
۱۰۰	تاکنومتری در نرم افزار Excel
۱۰۸	عملیات زمینی تهیه نقشه از یک منطقه با زاویه یاب
۱۰۹	برداشت اتوماتیک با توتال استیشن
۱۱۰	عملیات زمینی تهیه نقشه از یک منطقه با توتال استیشن
۱۱۱	انتقال مختصات قائم الزاویه ای نقاط به نرم افزار Civil3D و ترسیمات ساده
۱۱۹	برداشت با GPS
۱۲۰	برداشت با لیزر اسکنر زمینی
۱۲۰	برداشت با پهباد
۱۲۱	برداشت نقشه های توپوگرافی
۱۲۵	تهیه نقشه ازبیلت
۱۲۶	ارزشیابی شایستگی برداشت

### پودمان چهارم – پیاده کردن و کنترل طرح

۱۲۸	اهمیت پیاده کردن صحیح طرح
۱۲۹	اصول کلی پیاده کردن پلان های ساختمانی
۱۳۱	پیاده کردن با وسایل ساده مساحی
۱۳۲	پیاده کردن طرح به روش مشاهداتی
۱۳۳	پیاده کردن طرح به روش مختصاتی
۱۳۸	پیاده کردن امتداد شیب دار با دوربین نقشه برداری
۱۴۰	کنترل امتداد شاقولی با دوربین نقشه برداری
۱۴۳	تعیین کد ارتفاعی
۱۴۴	ارزشیابی شایستگی پیاده کردن و کنترل طرح

### پودمان پنجم – شاخه های نقشه برداری

۱۴۶	نقشه برداری مسیر Route Surveying
۱۴۸	نقشه برداری زیرزمینی Under Ground Surveying
۱۵۰	نقشه برداری آب نگاری یا هیدروگرافی Hydrographic Surveying
۱۵۱	نقشه برداری میکروژئودزی Micro-Geodesy
۱۵۲	نقشه برداری ثبتی یا کاداستر Cadastral Surveying
۱۵۶	ژئودزی Geodesy
۱۵۷	سامانه موقعیت یاب جهانی (Global Positioning Systems)
۱۷۱	فتوگرامتری و کاربردهای آن (Photogrammetry)
۱۸۰	ارزشیابی شایستگی شاخه های نقشه برداری
۱۸۱	منابع و مآخذ

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 تراز یابی
  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 در این 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 مرحله کاری 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 در یکی از پودمان ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی باشد. 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 می باشد که برای انجام فعالیت های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می توانید 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](http://www.tvoccd.oerp.ir) می توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت های یادگیری در ارتباط با شایستگی های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی های یادگیری مادام العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی ها را در کنار شایستگی های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت های یادگیری به کار گیرید. رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه های 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، گام های 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 کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش**

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی 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 هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته 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 بسته 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 بسته یادگیری، 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 محاسبه 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 محاسبه فواصل افقی و اختلاف ارتفاع به روش‌های دستی و نرم‌افزاری پرداخته و سپس عوارض را به کمک نرم‌افزار Civil3D 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 ویژه 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.





پودمان ۱

ترازیابی



## مقدمه

ترازیابی اصطلاحی است که برای فرایند اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع بین دو و یا چند نقطه به کار 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.

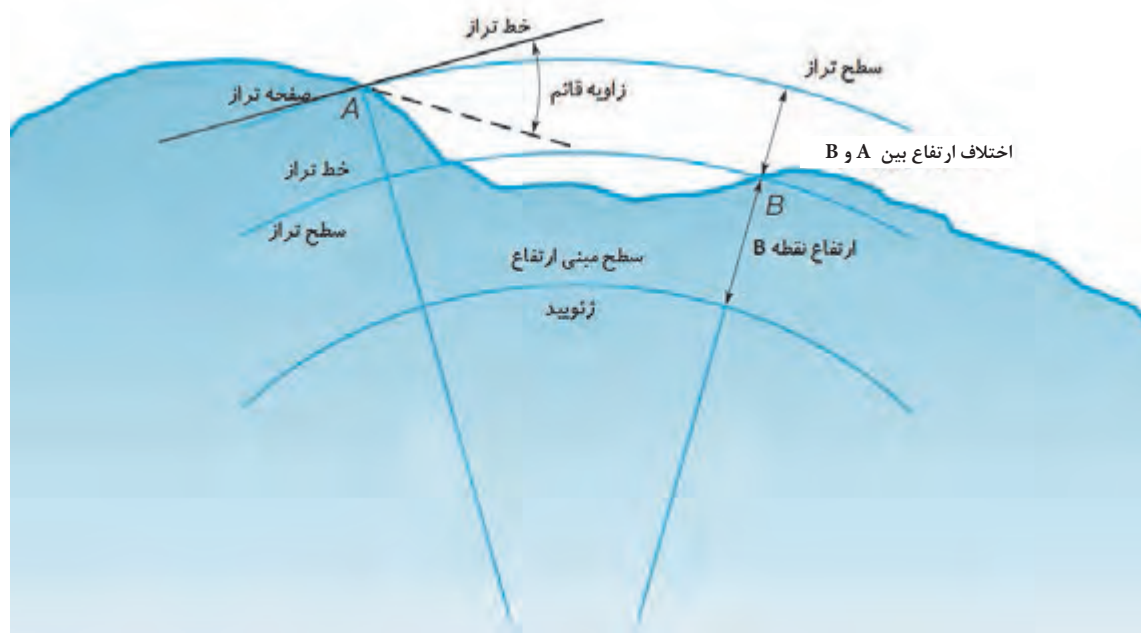
## استاندارد عملکرد

انجام عملیات ترازیابی بین نقاط با استفاده از دوربین ترازیب، سه پایه دوربین، شاخص (میر)، ترازنبشی و متر مطابق دستورالعمل انجام ترازیابی تدریجی درجه ۳ سازمان نقشه‌برداری (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

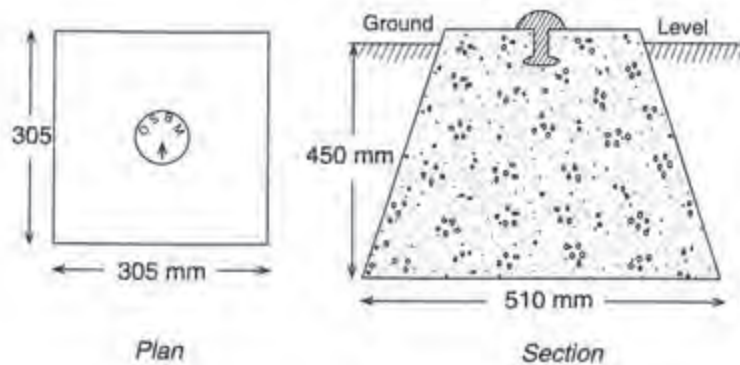
در عملیات تراز یابی، با انتخاب یک سطح تراز، ارتفاع همه نقاط نسبت به این سطح به دست آورده می‌شود. که به آن سطح مبنا گویند. این سطح هر سطح دلخواهی می‌تواند باشد ولی معمولاً متوسط سطح آب‌های آزاد به عنوان سطح مبنای ارتفاع در نظر گرفته می‌شود. بدیهی است ارتفاع تمام نقاط واقع بر این سطح صفر می‌باشد.

### 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 تراز یابی 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، علامت گذاری می‌شوند.



## تجهیزات تراز یابی

برای انجام تراز یابی تجهیزات خاصی مورد نیاز است: ۱- دوربین تراز یاب ۲- شاخص (میر) ۲- سه پایه

### ۱- دوربین تراز یاب

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

در دوربین تراز یاب 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 غیر این صورت خطایی ایجاد می‌شود که آن را خطای کلیماسیون یا کجی محور دیدگانی می‌گویند.

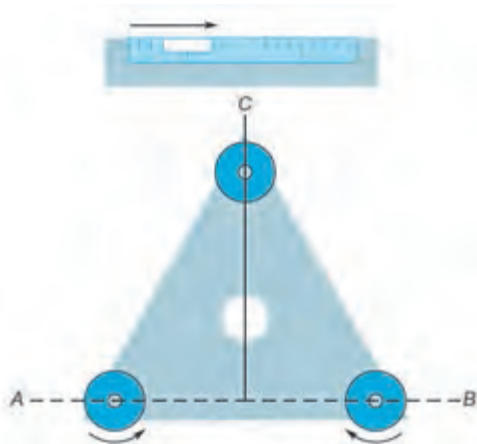
**ب- محور اصلی دستگاه:** محوری است که امتداد قائم را نشان می‌دهد؛ بنابراین وقتی که دستگاه تراز باشد، محور اصلی بر امتداد شاقولی منطبق است.



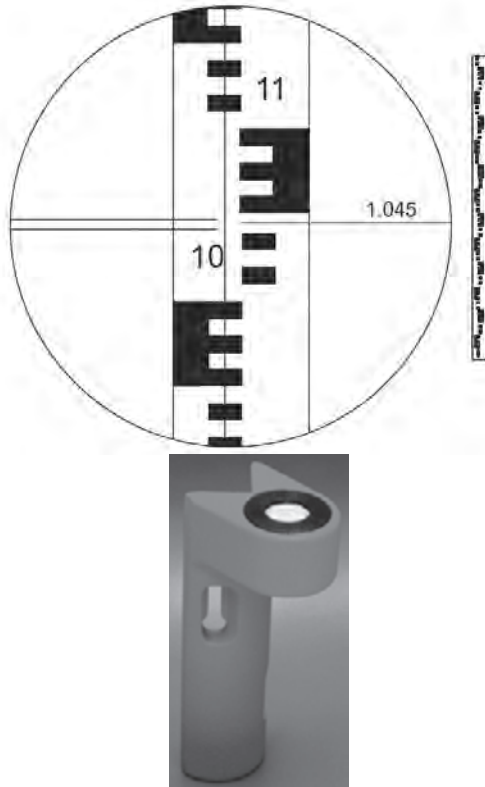
پس از نصب دستگاه تراز یاب روی سه پایه و استقرار آن روی زمین، ابتدا لازم است دوربین کاملاً تراز شود برای این منظور یک تراز کروی در بدنه دوربین تعبیه شده است که با استفاده از سه پیچ قسمت پایین دوربین قابل تنظیم است. اصل کلی که هنگام تراز کردن دوربین باید به یاد داشته باشید این است که حباب تراز به طرف هر 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 در حالت‌های 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 تراز یاب 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 نشانه روی 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 نشانه روی 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 خط کش بلند که البته نوع فلزی آن هم موجود است. مطابق شکل روبه‌رو این خط کش بلند به تقسیمات سانتی متر مدرج شده و برای سهولت خواندن آن، سانتی مترها غالباً یک در میان به رنگ سفید و سیاه است و هر ده سانتی متر نیز با خط بزرگ تر 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 آن را تراز کرد. در شکل روبه‌رو یک تراز نبشی نشان داده شده است.

## ۳- سه پایه



به منظور استقرار دوربین به صورت کاملاً شاغولی و بی حرکت از سه پایه استفاده می‌شود که انواع مختلف چوبی و آلومینیومی آن موجود است. مطابق شکل روبه‌رو در قسمت فوقانی سه پایه صفحه‌ای برای قرار گرفتن دوربین تراز یاب قرار دارد که در زیر آن یک پیچ جهت اتصال دوربین به سه پایه تعبیه شده است. به منظور تنظیم ارتفاع سه پایه 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 فرو بردن 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.

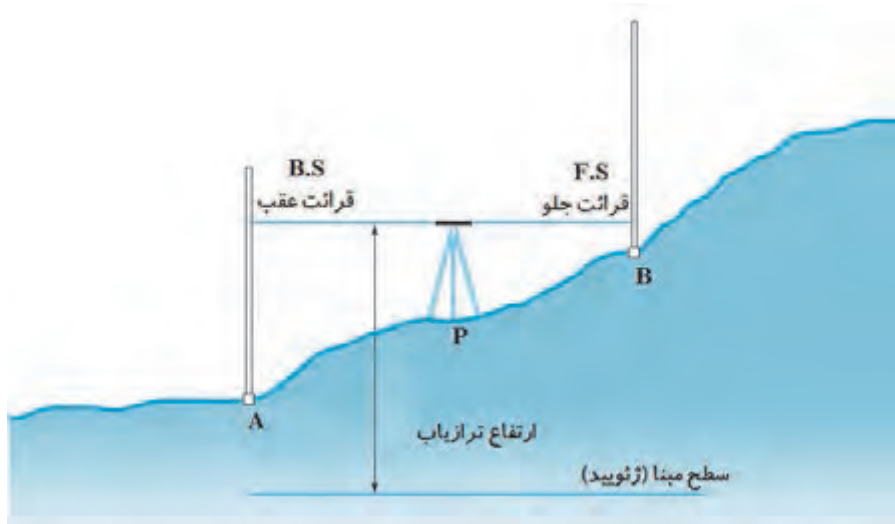
آشنایی با اجزاء مختلف ابزار تراز یابی شامل تراز یاب، سه پایه و شاخص و نحوه استقرار صحیح تراز یاب و شاخص روی زمین و قرائت تار های رتیکول و ثبت صحیح اعداد روی شاخص و انجام مداوم استقرار دستگاه و قرائت شاخص و ثبت اعداد در مکان‌های مختلف

فعالیت  
عملی ۱



## اصول ترازیابی هندسی

فرض کنید یک دوربین ترازیب در نقطه P مطابق شکل زیر مستقر شده است. همچنین در دو نقطه A و B که تقریباً در فاصله مساوی با ترازیب 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 رابطه (۱) قابل محاسبه می‌باشد:



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

که در این رابطه منظور از B.S قرائت 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:

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} \quad \text{رابطه (۲)}$$

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

مطابق شکل بالا اگر قرائت شاخص در نقاط A و B به ترتیب برابر  $B.S = 1290$  و  $F.S = 1873$  باشد مطلوب است محاسبه اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A و B.

حل: مطابق رابطه (۱) می‌توان نوشت:

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

$$\Delta H_{AB} = 1290 - 1873 = -583 \text{ mm}$$

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

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

حل: مطابق رابطه (۲) می‌توان نوشت:

$$H_B = 120 + \left(\frac{-583}{1000}\right) = 119/417 \text{ m}$$

مثال ۱



مثال ۲



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

بیشتر  
بدانیم



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

فعالیت  
عملی ۲



## ترازبایی تدریجی

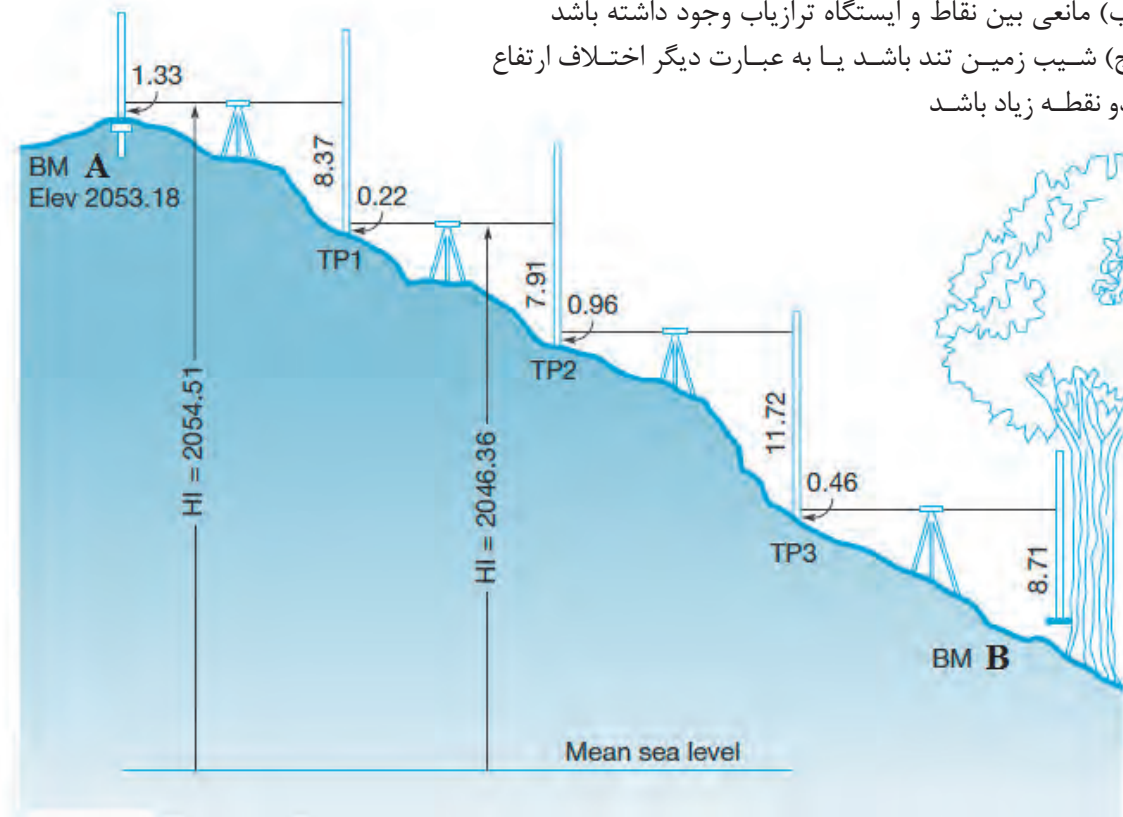
مطابق شکل زیر اگر دو نقطه‌ای که می‌خواهیم اختلاف ارتفاع آنها را به دست آوریم، از هم دور باشند یا شیب زمین زیاد باشد، و یا مانعی جلوی دید ترازبای را بگیرد به طریقی که با یک بار استقرار ترازبای پیدا کردن اختلاف ارتفاع امکان پذیر نباشد از روش ترازبایی تدریجی استفاده می‌شود. در این روش مجبور خواهیم بود در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

بنابراین زمانی از ترازبایی تدریجی استفاده می‌گردد که:

(الف) فاصله دو نقطه زیاد باشد

(ب) مانعی بین نقاط و ایستگاه ترازبای وجود داشته باشد

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



نکته



مطابق شکل ترازیبی تدریجی (شکل صفحه قبل) برای تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه A و B طول مسیر حرکت ترازیبی به چند دهنه دلخواه، متناسب با وضعیت منطقه، تقسیم می شود و اختلاف ارتفاع هر دهنه تعیین و نهایتاً با جمع جبری اختلاف ارتفاع دهنه ها، اختلاف ارتفاع دو نقطه A و B تعیین می گردد. برای این منظور کافی است با قراردادن دستگاه بین هر دو نقطه و انجام قرائت های عقب و جلو، عملیات را از A به سمت B ادامه دهیم.

در مسیر حرکت ترازیبی 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 می دهند.

به مجموعه یک یا چند دهنه، که بین دو ایستگاه ترازیبی قرارداد، قطعه می گویند پس در ابتدا و انتهای هر قطعه ترازیبی نقاط ثابت ایستگاهی وجود دارد ولی در هر دهنه ممکن است نقاط ابتدا و انتهایی نقاط موقت باشند به سادگی می توان نشان داد که اختلاف ارتفاع نقاط A و B از رابطه (۳) به دست می آید:

$$\Delta H_{AB} = \sum B.S - \sum F.S \quad (3)$$

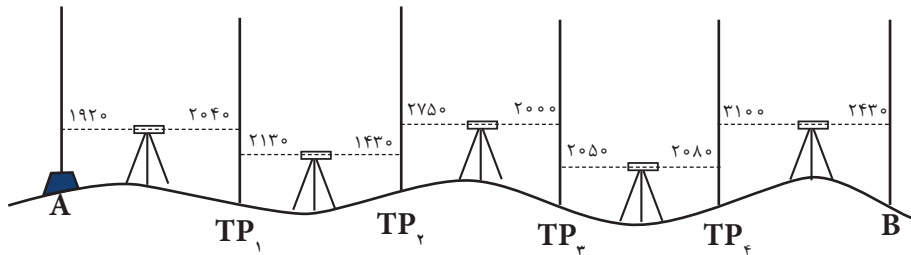
منظور از  $\sum B.S$  جمع کل قرائت های عقب و منظور از  $\sum F.S$  جمع کل قرائت های جلو می باشد. به منظور مرتب نوشتن اعدادی که می خوانیم مطابق شکل روبرو جدول ساده زیر را ترسیم می کنیم و در هر ایستگاه یک قرائت عقب و یک قرائت جلو انجام می دهیم. سپس حاصل جمع قرائت های جلو از حاصل جمع قرائت های عقب کم می شود بدین ترتیب اختلاف ارتفاع نقطه A و B به دست می آید.

جدول ترازیبی تدریجی					
Sta.	B.S.	I.I.	F.S.	Elev.	Adj. Elev.
BM A	1.33			2053.18	2053.18
		2054.51		(-0.004)	
TP1	0.22		8.57	2046.14	2046.14
		2046.36	7.91	(-0.008)	
TP2	0.96		8.91	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		2.81	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
	$\Sigma = +40.24$		$\Sigma = -40.21$		
	Page Check:				
		2053.18			
		+ 40.24			
		2093.42			
		- 40.21			
		2053.21	Check:		





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



حل: برای محاسبهٔ ارتفاع سایر نقاط، اختلاف ارتفاع تک تک دهنه‌ها را جداگانه محاسبه کرده و با ارتفاع نقطهٔ قبل جمع جبری می‌کنیم تا ارتفاع نقطهٔ بعدی به دست آید مثلاً برای محاسبهٔ ارتفاع نقطهٔ TP<sub>۱</sub> داریم:

$$\Delta H_{A,TP_1} = B.S_A - F.S_B$$

$$H_{TP_1} = H_A + \Delta H_{A,TP_1}$$

مرحلهٔ اول (ترسیم و تکمیل جدول)

مطابق شکل اعداد مندرج در کروکی را به ترتیب در جدول ترازبایی 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	$\Delta H$	H
A	۱۹۲۰	---		۱۶۵۰/۴۲۰
TP <sub>۱</sub>	۲۱۳۰	۲۰۴۰	-۱۲۰	۱۶۵۰/۳۰۰
TP <sub>۲</sub>	۲۷۵۰	۱۴۳۰	۷۰۰	۱۶۵۱/۰۰۰
TP <sub>۳</sub>	۲۰۵۰	۲۰۰۰	۷۵۰	۱۶۵۱/۷۵۰
TP <sub>۴</sub>	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 ( $\Delta H_{AB}$ ) کافی است که جمع قرائت‌های عقب و جمع قرائت‌های جلو را محاسبه کرده و از رابطهٔ زیر استفاده کنیم:

$$\Delta H_{AB} = \text{جمع قرائت‌های جلو} - \text{جمع قرائت‌های عقب}$$

$$= \Sigma B.S - \Sigma F.S = 11950 - 9980 = 1970 \text{ mm} = 1/970 \text{ m}$$

## محاسبات ترازیبی تدریجی در نرم افزار Excel

با نرم افزار Excel در گذشته آشنا شده‌اید. در این بخش می‌خواهیم از آن برای انجام محاسبات تکراری مانند محاسبات ترازیبی استفاده کنیم.

### مرحله اول - ورود اطلاعات مطابق

#### جدول ترازیبی در نرم افزار Excel:

ابتدا مطابق جدول ترازیبی 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		قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	$\Delta h$	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 ( $\Delta h$ ):

می‌دانیم اختلاف ارتفاع از رابطه

( $\Delta h = B.S - F.S$ ) محاسبه می‌شود برای

مثال ( $\Delta h_1 = 1536 - 2654 = -1118$ )

و ( $\Delta h_2 = 2680 - 2813 = -133$ ) و ...

می‌شود. در نرم افزار 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 نرم افزار Excel به جای

تایپ نشانی خانه می‌توان پس از علامت

مساوی روی خانه مربوطه کلیک کرد)

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

	A	B	C	D	E
1		قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	$\Delta h$	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		قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	$\Delta h$	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					

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	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	$\Delta h$	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					

	A	B	C	D	E
1		نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	$\Delta h$	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					

	A	B	C	D	E
1		نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	$\Delta h$	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					

### مرحله سوم - محاسبه ارتفاع (H):

ارتفاع هر نقطه برابر است با (ارتفاع نقطه قبلی + اختلاف ارتفاع) و چون اختلاف ارتفاع بر حسب میلی متر و ارتفاع بر حسب متر است مقدار اختلاف ارتفاع را بر هزار تقسیم می کنیم تا بر حسب متر شود. ( $H_2 = H_1 + \Delta H_1 / 1000$  و  $H_3 = H_2 + \Delta H_2 / 1000$  ...).

در نرم افزار Excel برای محاسبه ارتفاع مانند محاسبه اختلاف ارتفاع از نشانی خانه ها استفاده می نماییم. ( $E_4 = E_3 + D_4 / 1000$ ) سپس به روش درج اتوماتیک خانه E4 را تا E4 کپی می نماییم.

### مرحله چهارم - کنترل محاسبات:

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

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

	A	B	C
1		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		A	B	C	D	E
1	نقطه	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	1	نقطه	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
2	P	B.S	F.S	$\Delta h$	H	2	P	B.S	F.S	$\Delta h$	H
3	A	1536			100	3	A	1536			100
4	B	2680	2654	-1118	98.882	4	B	2680	2654	-1118	98.882
5	C	1618	2813	-133	98.749	5	C	1618	2813	-133	98.749
6	D	3456	3218	-1600	97.149	6	D	3456	3218	-1600	97.149
7	E		3614	-158	96.991	7	F		3614	-158	96.991
8						8					
9		9290	12299	=B9-C9		9		9290	12299	-3009	

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

انجام عملیات تراز یابی تدریجی در محوطه هنرستان، ثبت نتایج و کنترل خطای انسانی شامل خطای دادداشت برداری خطای شنیداری و نوشتاری در حین عملیات

فعالیت  
عملی ۳

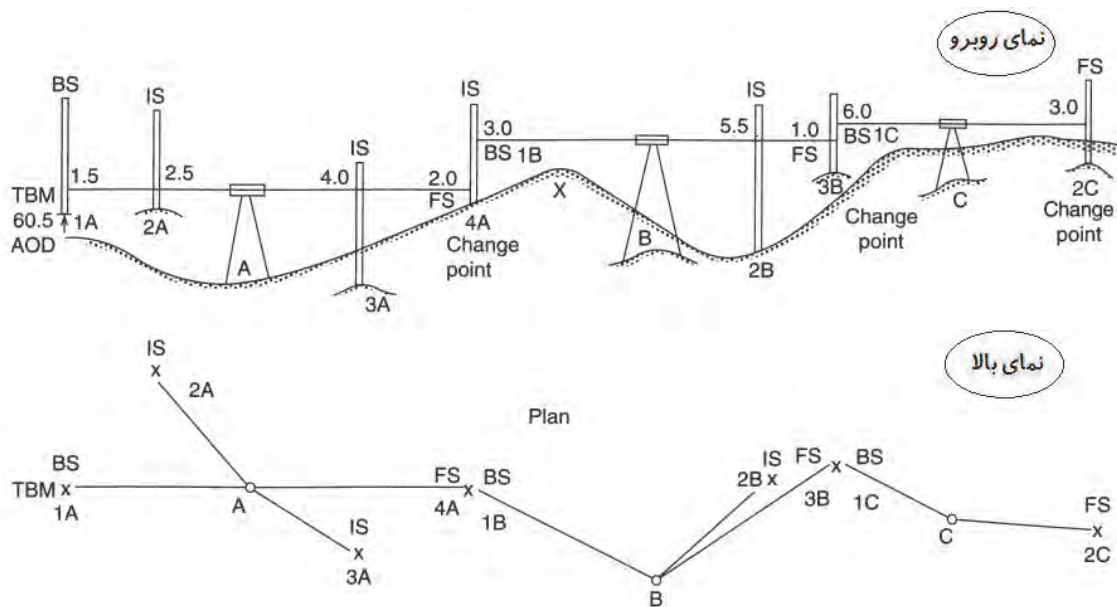


## ترازیابی شعاعی

هرگاه فاصله نقاط به هم نزدیک باشد به طوری که بتوان از یک ایستگاه عدد مربوط به شاخص روی چند نقطه را خواند یا به عبارت دیگر با قراردادن تراز یاب در محل مناسب بتوان بیش از دو قرائت انجام داد. در جدول اولین قرائت را قرائت عقب و آخرین قرائت را قرائت جلو و بقیه را قرائت های وسط ثبت می کنیم. این نوع تراز یابی را تراز یابی شعاعی یا تراز یابی نقاط پراکنده گویند. در مواقعی که نقاطی به صورت پراکنده قرار گرفته باشد، به طوری که بتوان از یک ایستگاه آنها را تراز یابی کرد، از این تراز یابی استفاده می شود.

همان طور که گفته شد، در تراز یابی شعاعی دستگاه تراز یاب را در محل مناسبی، که از آن محل بتوان بیش از دو قرائت انجام داد، قرار می دهیم. برای مثال در شکل (۱۲) دستگاه در نقطه S مستقر شده است، به طوری که از آنجا شاخص در نقاط A و B و C و D دیده می شود.

چنان چه ارتفاع نقطه اول معلوم باشد، در این نقطه قرائت عقب انجام می شود. در ادامه کار با گرفتن شاخص بر روی نقاط بعد به ترتیب قرائت های تار وسط انجام می شود و در انتها شاخص را بر روی نقطه آخر می گیریم و قرائت روی آن را قرائت جلو ثبت می نمایم.



هرگاه اختلاف ارتفاع نقاط را با  $\Delta H$  و قرائت عقب را با B.S و قرائت‌های وسط را با I.S 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 1A به راحتی ارتفاع بقیه نقاط محاسبه می‌شود، مثلاً:

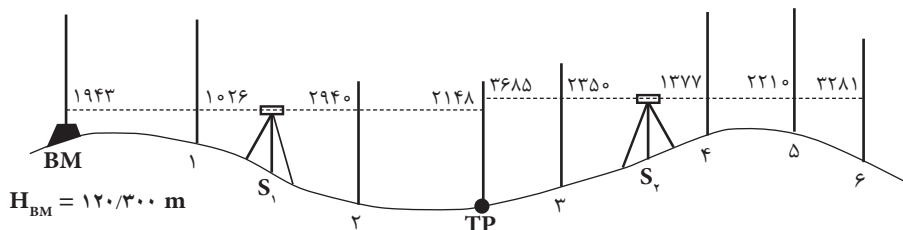
$$H_{1A} = \text{معلوم}$$

$$H_{2A} = H_{1A} + \Delta H_{1A,2A}$$

$$H_{3A} = H_{1A} + \Delta H_{1A,3A}$$

$$H_{4A} = H_{1A} + \Delta H_{1A,4A}$$

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



مثال ۴



حل:

محاسبات در دهنة اول ترازيبی:

$$\Delta H_{BM,1} = 1943 - 1026 = 917 \text{ mm} = 0/917 \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_1 = H_{BM} + \Delta H_{BM,1} = 120/300 + 0/917 = 121/217 \text{ m}$$

$$\Delta H_{BM,2} = 1943 - 2940 = -997 \text{ mm} = -0/997 \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_2 = H_{BM} + \Delta H_{BM,2} = 120/300 + (-0/997) = 119/303 \text{ m}$$

$$\Delta H_{BM,TP} = 1943 - 2148 = -205 \text{ mm} = -0/205 \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_{TP} = H_{BM} + \Delta H_{BM,TP} = 120/300 + (-0/205) = 120/095 \text{ m}$$

محاسبات در دهنة دوم ترازيبی:

$$\Delta H_{TP,3} = 3685 - 2350 = 1335 \text{ mm} = 1/335 \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_3 = H_{TP} + \Delta H_{TP,3} = 120/095 + 1/335 = 121/430 \text{ m}$$

$$\Delta H_{TP,4} = 3685 - 1377 = 2308 \text{ mm} = 2/308 \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_4 = H_{TP} + \Delta H_{TP,4} = 120/095 + 2/308 = 122/403 \text{ m}$$

$$\Delta H_{TP,5} = 3685 - 2210 = 1475 \text{ mm} = 1/475 \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_5 = H_{TP} + \Delta H_{TP,5} = 120/095 + 1/475 = 121/570 \text{ m}$$

$$\Delta H_{TP,6} = 3685 - 3281 = 404 \text{ mm} = 0/404 \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_6 = H_{TP} + \Delta H_{TP,6} = 120/095 + 0/404 = 120/499 \text{ m}$$

نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
P	B.S	I.S	F.S	$\Delta H$	H
BM	1943				102/300
1		1026		917	103/217
2		2940		-997	101/303
TP	3685		2148	-205	102/095
3		2350		1335	103/430
4		1377		2308	104/403
5		2210		1475	103/570
6			3281	204	102/999



یک ترازیبی بین نقاط  $M_1$  و  $M_2$  انجام شده است. ارتفاع نقطه  $M_1$  برابر  $1749/50$  متر است. جدول ترازیبی را محاسبه کرده و ارتفاع نقاط را به دست آورید.

نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع
P	B.S	I.S	F.S	$\Delta H$	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 ترازیبی شعاعی در نرم افزار Excel

مرحله اول - ورود اطلاعات مطابق جدول

ترازیابی در نرم افزار Excel:

ابتدا مطابق جدول ترازیبی 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						
2	P	B.S	I.S	F.S	$\Delta h$	H
3	A	1852				100
4	B		1483			
5	C		1625			
6	D		2034			
7	E			1280		

	A	B	C	D	E	F
1						
2	P	B.S	I.S	F.S	$\Delta h$	H
3	A	1852				100
4	B		1483			
5	C		1625			
6	D		2034			
7	E			1280		

	A	B	C	D	E	F
1						
2	P	B.S	I.S	F.S	$\Delta h$	H
3	A	1852				100
4	B		1483		=B3-C4	
5	C		1625			
6	D		2034			
7	E			1280		

مرحله دوم - محاسبه ستون اختلاف ارتفاع ( $\Delta h$ ):

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

$$\Delta h_2 = 1852 - 1625 \text{ و } \Delta h_1 = 1852 - 1483$$

و ...  $\Delta h_5 = 1852 - 1280$  که در نرم‌افزار

Excel در خانه‌های E4 و E5 و ... و E7

به صورت  $=B3-C4$  و  $=B3-C5$  و ...

و  $=B3-D7$  نوشته می‌شود. برای حل

جدول در ستون  $\Delta h$  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 و یا

پس از نوشتن نشانی خانه کلید F4 را از

صفحه کلید می‌زنیم و در خانه E7 نشانی

C7 را به D7 تغییر دهیم.

(می‌توانید 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						
2	P	B.S	I.S	F.S	$\Delta h$	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						
2	P	B.S	I.S	F.S	$\Delta h$	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						
2	P	B.S	I.S	F.S	$\Delta h$	H
3	A	1852				100
4	B		1483		369	
5	C		1625		227	
6	D		2034		-182	
7	E			1280	=B\$3-C7	

	A	B	C	D	E	F
1						
2	P	B.S	I.S	F.S	$\Delta h$	H
3	A	1852				100
4	B		1483		369	
5	C		1625		227	
6	D		2034		-182	
7	E			1280	572	





### 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 و با کپی خانه فرمول در دیگر این نشانی تغییر نمی‌کند.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	P	B.5	I.5	F.5	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	G
1							
2	P	B.5	I.5	F.5	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	G
1							
2	P	B.5	I.5	F.5	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	

مرحله سوم - محاسبه ارتفاع (H):

در تراز یابی 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.

### انواع خطاهای تراز یابی

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

#### ۱- خطاهای دستگاهی:

این خطاها در تراز یابی 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 درجه بندی شاخص
- خطای ناشی از سالم نبودن سه پایه دستگاه
- خطای کلیماسیون

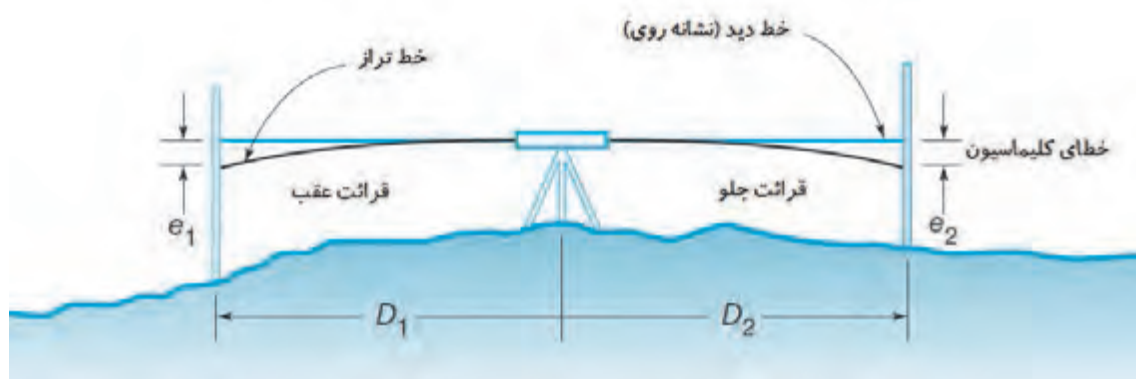
**خطای کلیماسیون:** هرگاه پس از تنظیم تراز دوربین تراز یاب، محور نشانه روی که به محور کلیماسیون معروف است در حالت افقی قرار نگیرد، می‌گویند دستگاه دارای خطای کلیماسیون است. در این وضعیت محور نشانه روی نسبت به امتداد افق دوربین، به اندازه زاویه  $\alpha$  به سمت بالا و یا پایین انحراف دارد. بنابراین باید مقدار خطا را به دست آوریم و اختلاف ارتفاع تعیین شده را تصحیح نماییم. یا محور کلیماسیون را تنظیم نماییم تا اختلاف ارتفاعی که با دستگاه به دست می‌آید عاری از خطای کلیماسیون باشد.

معمولاً قبل از انجام کار تراز یابی 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 به دست آید. برای تصحیح این خطا دو روش به کار می‌رود:

**روش دستگاهی:** لازم است دوربین‌های نقشه برداری 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 نقشه برداری انجام شود.

### روش صحرائی:

مطابق شکل زیر اگر هنگام قرائت شاخص‌ها در یک دهنه تراز یابی، فاصله دستگاه تراز یاب از شاخص‌ها مساوی باشد عملاً خطای کلیماسیون در محاسبات حذف می‌گردد و اختلاف ارتفاع واقعی به دست می‌آید.



### ۲- خطای طبیعی:

انواع خطاهایی را که در تراز یابی از طبیعت ناشی می‌شود، خطاهای طبیعی می‌گوییم. بارزترین آنها در تراز یابی 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 تراز یاب در فواصل مساوی نسبت به شاخص‌ها عملاً خطاهای کرویت و انکسار در محاسبات حذف می‌شود و اختلاف ارتفاع واقعی به دست می‌آید.

## ۲- خطاهای انسانی:

منبع اصلی این خطاها انسان است که معمولاً هنگام عملیات تراز یابی در اثر بی توجهی به اصول صحیح کار به وجود 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 فاصله زیاد برای قرائت‌ها که متناسب با دقت دوربین نباشد.

## کنترل و تصحیح خطای تراز یابی

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

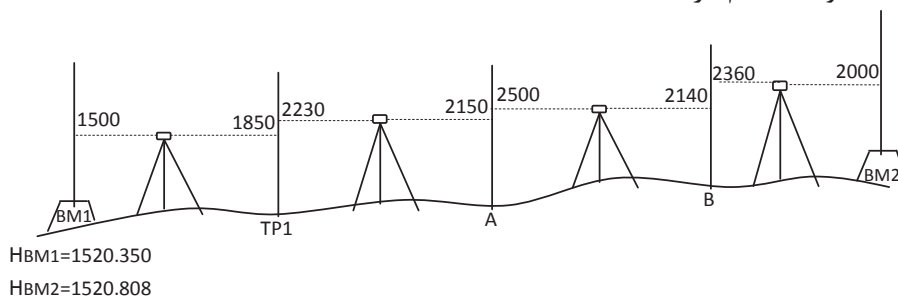
$$e_L = H' - H$$

ارتفاع معلوم نقطه آخر - ارتفاع به دست آمده برای نقطه آخر = خطای تراز یابی  
چنانچه خطای تراز یابی در محدوده مجاز باشد می‌توان آنرا بین دهنه‌ها سرشکن کرد و در این حالت تراز یابی قابل قبول می‌باشد. محدوده مجاز خطای تراز یابی درجه ۳ از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$e_{\max} = \pm 12\sqrt{k}$$

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

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



مثال ۵



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

### راهکار کلی حل اینگونه مسائل:

با کمی دقت می بینیم که ترازیبی از یک پنج‌مارک شروع شده و به پنج‌مارکی دیگر بسته شده است. پس قابل کنترل بوده و می توان خطای بست ترازیبی را محاسبه نمود. یعنی داریم:

$$e_L = H' - H$$

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

بعد از محاسبه خطای بست ترازیبی، با توجه به اینکه این ترازیبی از نوع درجه سه می باشد مقدار مجاز خطا را برای آن از رابطه زیر به دست می آوریم:

$$e_{\max} = \pm 12\sqrt{k}$$

و در صورتی که خطای بست ترازیبی در محدوده مجاز آن قرار دارد آنرا تصحیح می کنیم، مقدار تصحیح از رابطه زیر به دست می آید:

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

که در نقطه اول صفر بوده و برای نقاط دیگر مطابق روابط زیر به دست می آید:

$$C_1 = 0$$

$$C_2 = \left(\frac{-e_L}{n}\right) \times 1$$

$$C_3 = \left(\frac{-e_L}{n}\right) \times 2$$

...

$$C_i = \left(\frac{-e_L}{n}\right) \times (i-1)$$

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

**حل:**

(الف)

$$H_{TR} = 1520/350 + (-0/350) = 1520/000$$

$$\Delta H_{BM_1, TR} = 1500 - 1850 = -350$$

$$H_A = 1520/000 + 0/080 = 1520/080$$

$$\Delta H_{TR, A} = 2230 - 2150 = 80$$

$$H_B = 1520/080 + 0/360 = 1520/440$$

$$\Delta H_{A, B} = 2500 - 2140 = 360$$

$$H_{BM_1} = 1520/440 + 0/360 = 1520/800$$

$$\Delta H_{B, BM_1} = 2360 - 2000 = 360$$

نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
P	B.S	F.S	$\Delta H$	H	C	$H_C$
BM <sub>۱</sub>	۱۵۰۰			۱۵۲۰/۳۵۰		۱۵۲۰/۳۵۰
TP <sub>۱</sub>	۲۲۳۰	۱۸۵۰	-۳۵۰	۱۵۲۰/۰۰۰		
A	۲۵۰۰	۲۱۵۰	۸۰	۱۵۲۰/۰۸۰		
B	۲۳۶۰	۲۱۴۰	۳۶۰	۱۵۲۰/۴۴۰		
BM <sub>۲</sub>		۲۰۰۰	۳۶۰	۱۵۲۰/۸۰۰		۱۵۲۰/۸۰۸

(ب)

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

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

$$C_۱ = ۰$$

$$C_۲ = C \times ۱ = ۲ \times ۱ = +۲ \text{ mm}$$

$$C_۳ = C \times ۲ = ۲ \times ۲ = +۴ \text{ mm}$$

$$C_۴ = C \times ۳ = ۲ \times ۳ = +۶ \text{ mm}$$

$$C_۵ = C \times ۴ = ۲ \times ۴ = +۸ \text{ mm}$$

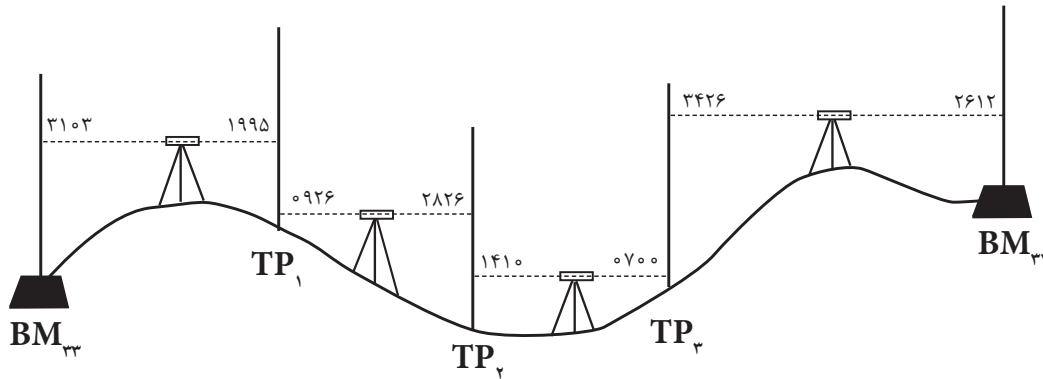
نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
P	B.S	F.S	$\Delta H$	H	C	$H_C$
BM <sub>۱</sub>	۱۵۰۰			۱۵۲۰/۳۵۰	۰	۱۵۲۰/۳۵۰
TP <sub>۱</sub>	۲۲۳۰	۱۸۵۰	-۳۵۰	۱۵۲۰/۰۰۰	+۲	۱۵۲۰/۰۰۲
A	۲۵۰۰	۲۱۵۰	۸۰	۱۵۲۰/۰۸۰	+۴	۱۵۲۰/۰۸۴
B	۲۳۶۰	۲۱۴۰	۳۶۰	۱۵۲۰/۴۴۰	+۶	۱۵۲۰/۴۴۶
BM <sub>۲</sub>		۲۰۰۰	۳۶۰	۱۵۲۰/۸۰۰	+۸	۱۵۲۰/۸۰۸
$\Sigma$	۸۵۹۰	۸۱۴۰	۴۵۰			



مطابق شکل زیر عملیات ترازیبی تدریجی از بنچ مارک شماره ۳۳ تا بنچ مارک شماره ۳۴ انجام گرفته است. در صورتی که ارتفاع  $BM_{33}$  برابر ۷۵ متر و ارتفاع  $BM_{34}$  برابر ۷۵/۶۸۵ متر و طول مسیر ترازیبی شده و خطای کیلومتری به ترتیب ۲۵۰ متر و ۲۵ میلی متر باشد:

الف) جدول ترازیبی زیر را تکمیل کنید.

ب) ارتفاع کلیه نقاط را به دست آورده و خطاها را سرشکن نمایید.



نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
P	B.S	F.S	$\Delta H$	H	C	$H_C$

محل انجام محاسبات:

## محاسبه و سرشکنی خطای تراز یابی در نرم افزار Excel

با ذکر یک مثال، این مبحث را ادامه می دهیم.

مثال ۶



یک تراز یابی 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 سرشکن شده (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	$\Delta h$	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 نرم افزار Excel مطابق جدول تراز یابی باید مقدار خطا را محاسبه نماییم به طور کلی مقدار خطای بست تراز یابی 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.

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

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

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

از روابط بالا نتیجه می شود اگر در تراز یابی نقطه اول و آخر بر هم منطبق باشند یعنی تراز یابی

از یک نقطه شروع و به همان نقطه ختم شده مقدار  $\{ \Delta H_{\text{واقعی}} = H_{\text{نقطه اول}} - H_{\text{نقطه آخر}} \}$

برابر صفر خواهد شد. و در رابطه اول خواهیم داشت:  $e_L = \Delta H_{\text{محاسباتی}} - \text{صفر} = \sum B.S - \sum F.S$

نکته



برای محاسبه در نرم افزار Excel همان گونه که در فصل قبل گفته شد برای محاسبه مجموع قرائت های عقب و جلو پس از انتخاب ستون ها آیکن  $\Sigma$  را کلیک می نماییم. (بهتر است ستون ها را تا دو یا سه ردیف پایین تر انتخاب نماییم تا قسمت محاسبات از جدول، فاصله ای داشته باشند و یا رنگ نوشته های قسمت پایین جدول را تغییر دهیم)

	A	B	C
1	نقاط	فرات عدب	فرات 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	$\Sigma =$		

$\rightarrow \Sigma - \rightarrow$

	A	B	C
1	نقاط	فرات عدب	فرات 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	$\Sigma =$	12320	9260

برای محاسبه اختلاف ارتفاع محاسباتی در خانه D10 می نویسیم  $B10 - C10 =$  و برای محاسبه اختلاف ارتفاع واقعی در خانه E10 می نویسیم  $(G8 - G3) \times 1000 =$  و نیز برای محاسبه مقدار خطای بست تراز یابی در خانه B10 می نویسیم  $D10 - E10 =$

10	$\Sigma =$	12320	9260	$= B10 - C10$	$\rightarrow$	10	$\Sigma =$	12320	9260	3060	$= (G8 - G3) * 1000$	
				$\Delta h$ (معابساتی) $= \Sigma B.S - \Sigma F.S$					$\Delta h$ (واقعی) $= H$ (نقطه آخر) $- H$ (نقطه اول)			
تبدیل به میلیمتر												
10	$\Sigma =$	12320	9260	3060	3050	10	$\Sigma =$	12320	9260	3060	3050	
11	e =	$= D10 - E10$				11	e =	10				
				$e_L = \Delta h$ (معابساتی) $- \Delta h$ (واقعی)								

حداکثر خطای مجاز تراز یابی از رابطه  $e_{max} = 12\sqrt{k}$  برای تراز یابی درجه ۳ که خطای مجاز کیلومتری ۱۲ میلی متر در نظر گرفته می شود، به دست می آید در این مثال چون خطای کیلومتری ۲۵ میلی متر است به جای ۱۲ عدد ۲۵ میلی متر را قرار می دهیم، در یکی از خانه ها مانند C11 می نویسیم  $25 \times \text{sqrt}(0.250) = \text{sqrt}()$  در این نرم افزار به معنی جذر عدد داخل پرانتز است.

11	e =	10	$6 \text{ sqrt} = 52.2081(0.52)$	$\rightarrow$	11	e =	10	$6 \text{ sqrt} = 15.2$			
10	$\Sigma =$	13350	2500	3000	3020	10	$\Sigma =$	13350	2500	3000	3020

از آن جا که قدر مطلق خطا از حداکثر خطای مجاز کمتر است پس صحت عملیات تایید می شود.

## ۲- محاسبه ستون های $\Delta h$ و H:

محاسبه این دو ستون مانند فصل قبل انجام می شود.

مشاهده می شود اختلاف بین ارتفاع محاسباتی و ارتفاع واقعی نقطه آخر همان ۱۰ میلی متر یعنی خطای بست تراز یابی می باشد که باید آنرا سر شکن نمود. (اگر نیازی به بررسی صحت عملیات نباشد می توان 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	$\Delta h$	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	B1		1410	1110	103.060		103.050
9							
10	$\Sigma$	12320	9260	3060	3050		
11	e	10	e max = 12.5				

سرشکنی خطا و محاسبه ارتفاع تصحیح شده:

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

10	$\Sigma$	12320	9260	3060	3050	10	$\Sigma$	12320	9260	3060	3050
11	e	10	e max = 12.5			F11	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، ۲- و ۴- و ... را بنویسیم. در نرم‌افزار Excel می‌توانیم در خانه F3 عدد ۰ و در خانه F4 فرمول  $F4 = F3 - 2$  و یا  $F3 + \$F\$11 =$  را تایپ کرده و آنرا تا خانه 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	$\Delta h$	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	قراوت عقب	قراوت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
2	B.S	F.S	$\Delta h$	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	$e_{max} = 12.5$		$C_i = -2$		

	B	C	D	E	F	G
1	قراوت عقب	قراوت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
2	B.S	F.S	$\Delta h$	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	$e_{max} = 12.5$		$C_i = -2$		

ارتفاع تصحیح شده هر نقطه برابر است با مجموع ارتفاع تصحیح نشده هر نقطه، با مقدار تصحیح آن. در خانه G3 می نویسیم  $E3 + F3/1000 =$  و سپس آنرا تا خانه G7 کپی می کنیم.

	A	B	C	D	E	F	G
1	نقطه	قراوت عقب	قراوت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
2	P	B.S	F.S	$\Delta h$	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	$\Sigma =$	12320	9260	3060	3050		
11	e=	10	$e_{max} = 12.5$		$C_i = -2$		

	A	B	C	D	E	F	G
1	نقطه	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
2	P	B.S	F.S	$\Delta h$	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	$\Sigma =$	12320	9260	3060	3050		
11	e =	10	e max = 12.5			Ci = -2	

	A	B	C	D	E	F	G
1	نقطه	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
2	P	B.S	F.S	$\Delta h$	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	$\Sigma =$	12320	9260	3060	3050		
11	e =	10	e max = 12.5			Ci = -2	

در تراز یابی، بهتر است ارتفاع واقعی نقطه آخر در ستون ارتفاع تصحیح شده نوشته نشود و محاسبه گردد، تا بتوان ارتفاع نقطه آخر را نیز کنترل نمود. برای این کار می توانید خانه G8 را جابه جا کرده و کپی ستون آخر را تا خانه G8 ادامه دهید. در صورتی که مقدار این خانه همان مقدار واقعی نقطه گردید محاسبات صحیح انجام شده است.

نکته



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

فعالیت  
عملی ۴



## تسطیح زمین

تسطیح یک اصطلاح کلی است و به تمام عملیات هموار نمودن و شیب دادن زمین اطلاق می‌شود. به عبارت دیگر تسطیح کردن 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 ترازبایی مستقیم و یا روش‌های دیگر به دست 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 هزینه آن برآورد شده و در پایان، طرح به اجرا در می‌آید. پس به طور کلی تسطیح را می‌توان در چند مرحله زیر خلاصه کرد:

۱- شبکه بندی ۲- ترازبایی و محاسبات ۳- طراحی و محاسبات حجم عملیات خاکی ۴- اجرای طرح و کنترل آن

### ۱- شبکه بندی

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 گرهی) روی زمین علامت‌گذاری (میخکوبی) می‌شود. معمولاً اندازه اضلاع شبکه تا حد ممکن نزدیک به هم انتخاب می‌شود. به طوری که 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 شبکه بندی مورد نظر ۱:۵۰۰ باشد باید اضلاع شبکه را ۱۰ متری در نظر گرفت.

### ۲- ترازبایی و محاسبات

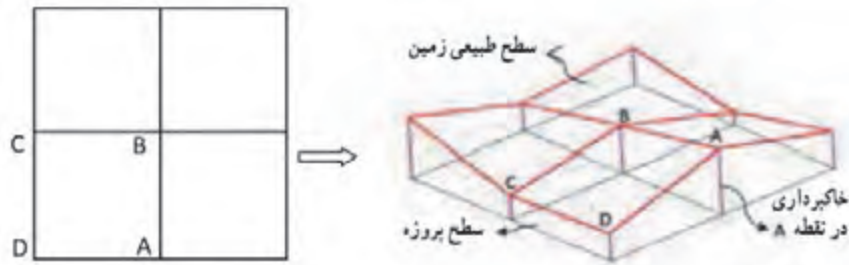
پس از آن با انجام ترازبایی مستقیم و به شیوه شعاعی ارتفاع نقاط شبکه محاسبه می‌شود.

### ۳- طراحی و محاسبه حجم عملیات خاکی

در صورتی که 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 نشانه خاک برداری و اگر  $h_i$  منفی باشد نشانه خاک‌ریزی در آن نقطه است. پس از تعیین عمق خاک در گوشه مربع‌های شبکه، حجم عملیات خاکی برای هر مربع با محاسبه مساحت آن مربع ضربدر میانگین عمق خاک در چهار گوشه مربع به دست می‌آید:

$$V_{abcd} = \frac{A \times (h_a + h_b + h_c + h_d)}{4}$$

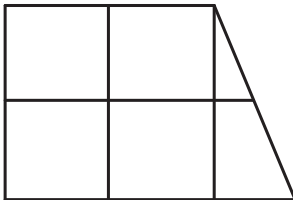
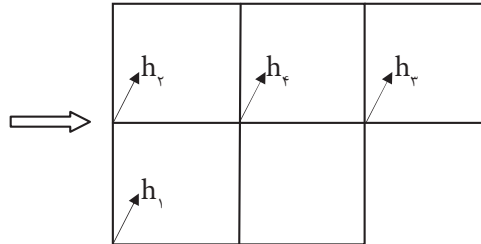
در رابطه بالا منظور از  $A$  مساحت و  $V$  حجم است.



با کمی دقت در شکل بالا ملاحظه می‌شود که هر یک از مربع‌های شبکه یک منشور است که قاعده بالایی آن سطح طبیعی زمین و قاعده پایینی آن سطح پروژه می‌باشد که این دو سطح با هم موازی نبوده و اختلاف ارتفاع رئوس آن نسبت به سطح پروژه، ارتفاع‌های چهارگانه 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 به صورتی باشد که در مرزها قطعات مثلثی و دوزنقه‌ای شکل باقی می‌ماند باید حجم آنها را جداگانه محاسبه کرده و با حجم مربع‌ها جمع نمود. برای ساده کردن محاسبه و جلوگیری از تکرار محاسبات می‌توان حجم قسمت‌های مربع شکل را از رابطه زیر به دست آورد:

$$V = \frac{A \times (\Sigma h_1 + 2 \Sigma h_2 + 3 \Sigma h_3 + 4 \Sigma h_4)}{4}$$

$\Sigma h_1$  = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در یک مربع مشترک‌اند.  
 $\Sigma h_2$  = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در دو مربع مشترک‌اند.  
 $\Sigma h_3$  = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در سه مربع مشترک‌اند.  
 $\Sigma h_4$  = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در چهار مربع مشترک‌اند.



و در صورتی که شکل زمین شبکه‌بندی شده، علاوه بر مربع‌ها دارای اشکال مثلث و دوزنقه‌ای نیز باشد، باید حجم این قسمت‌ها را جداگانه محاسبه کرده و با حاصل حجم مربع‌ها جمع نمود. به عبارتی حجم کل از رابطه تعمیم یافته زیر قابل محاسبه می‌باشد:

$$V = \frac{A \times (\Sigma h_1 + 2 \Sigma h_2 + 3 \Sigma h_3 + 4 \Sigma h_4)}{4} + \Sigma R$$

$\Sigma h_1$  = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در یک مربع مشترک‌اند.  
 $\Sigma h_2$  = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در دو مربع مشترک‌اند.  
 $\Sigma h_3$  = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در سه مربع مشترک‌اند.  
 $\Sigma h_4$  = مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در چهار مربع مشترک‌اند.  
 $\Sigma R$  = مجموع حجم‌های اشکال مثلثی و دوزنقه‌ای شکل.

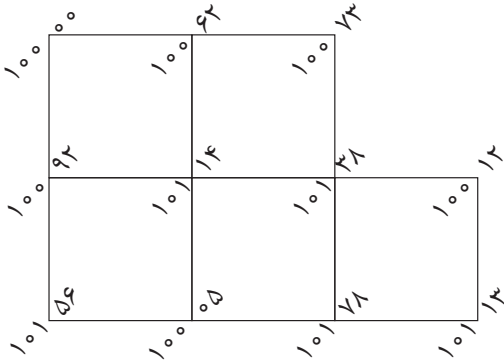
$$V_{\text{مثلث}} = \frac{A \times (h_1 + h_2 + h_3)}{3}$$

$$V_{\text{دوزنقه}} = \frac{A \times (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)}{4}$$

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



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.

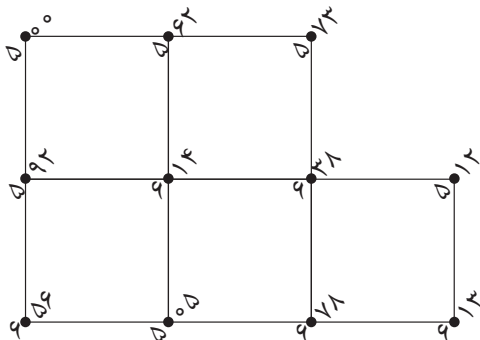


**روش حل قسمت الف:**

برای ترسیم شبکه با توجه به مقیاس داده شده 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 سانتی متر روی نقشه می باشد. بنابراین با کمک خط کش و گونیا یک مستطیل ۶×۴ سانتی متری ترسیم کرده و هر کدام از اضلاع را به طول های ۲ سانتی متری تقسیم می کنیم. به این ترتیب ۶ مربع ۲×۲ سانتی متری ترسیم می شود. سپس مربع بالا سمت راست را پاک کرده تا شبکه مورد نظر حاصل شود. باید توجه داشت برای نوشتن اعداد ارتفاع روی شبکه پس از محاسبه هر یک از اعداد ارتفاع از روی جدول با توجه به کروکی که سر زمین تهیه کرده ایم آنها را در جای خود به نحوی که گفته شد یادداشت می کنیم.

**روش حل قسمت ب:**

$$\begin{aligned}
 H_1 &= 100.00 - 95 = 5.00 \rightarrow h_1 & H_7 &= 100.62 - 95 = 5.62 \rightarrow h_7 \\
 H_2 &= 100.73 - 95 = 5.73 \rightarrow h_2 & H_8 &= 100.92 - 95 = 5.92 \rightarrow h_8 \\
 H_3 &= 100.14 - 95 = 6.14 \rightarrow h_3 & H_9 &= 100.38 - 95 = 6.38 \rightarrow h_9 \\
 H_4 &= 100.12 - 95 = 5.12 \rightarrow h_4 & H_{10} &= 100.56 - 95 = 6.56 \rightarrow h_{10} \\
 H_5 &= 100.05 - 95 = 5.05 \rightarrow h_5 & H_{11} &= 100.78 - 95 = 6.78 \rightarrow h_{11} \\
 H_{12} &= 100.13 - 95 = 6.13 \rightarrow h_{12}
 \end{aligned}$$



$$h_1 : 5/00, 5/73, 5/12, 6/56, 6/13 \Rightarrow \Sigma h_1 = 5/00 + 5/73 + 5/12 + 6/56 + 6/13 = 28/54$$

$$h_2 : 5/62, 5/92, 5/05, 6/78 \Rightarrow \Sigma h_2 = 5/62 + 5/92 + 5/05 + 6/78 = 23/37$$

$$h_3 : 6/38 \Rightarrow \Sigma h_3 = 6/38$$

$$h_4 : 6/14 \Rightarrow \Sigma h_4 = 6/14$$

$$A = a \times a = 20 \text{ m} \times 20 \text{ m} = 400 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{A \times (\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4)}{4}$$

$$V = \frac{400 \times (28/54 + 2 \times 23/37 + 3 \times 6/38 + 4 \times 6/14)}{4} = \frac{400 \times 118/98}{4} = 11898 \text{ m}^3$$

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

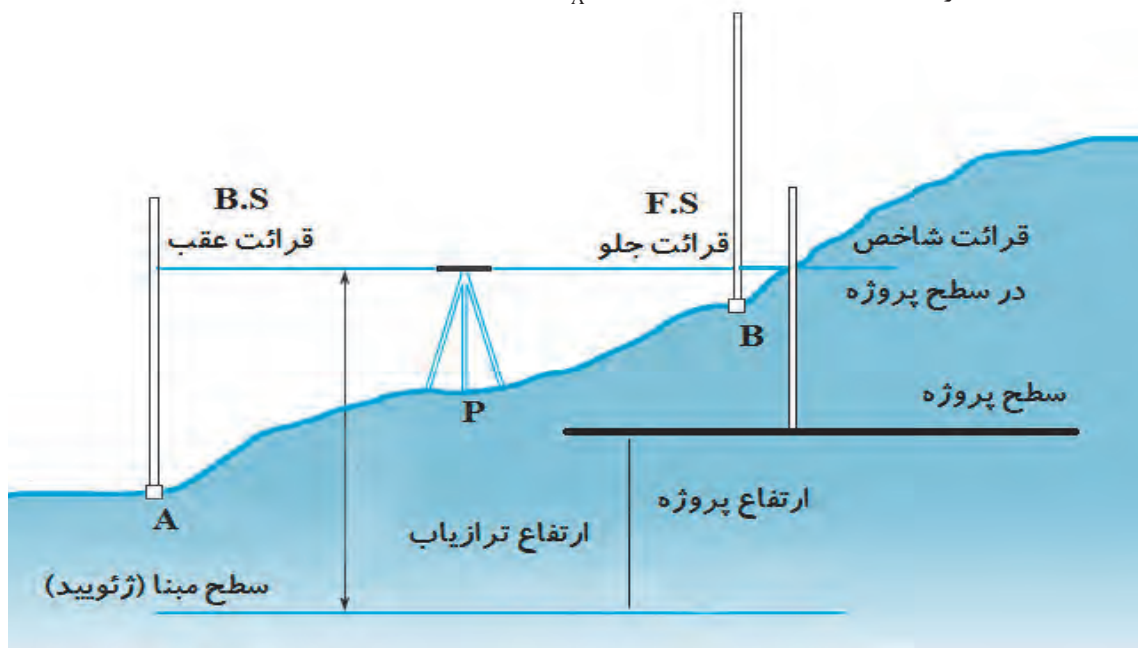
فعالیت  
عملی ۵



## پیاده‌کردن نقاط در ارتفاع مشخص با تراز یاب

با فرض معلوم بودن ارتفاع سطح تمام شده یک پروژه مطابق شکل زیر برای پیاده کردن هر نقطه جدید در این ارتفاع ابتدا با استقرار تراز یاب ابتدا دید عقب روی بِنچ مارک A که در نزدیکی پروژه قرار دارد قرائت می‌شود. با اجرای این کار ارتفاع سطح تراز دستگاه تراز یاب HI از رابطه (۶) قابل محاسبه است.

$$HI = H_A + B.S \quad \text{رابطه (۶)}$$



حال باید نقطه جدید در سطح تراز مناسب با احتیاط علامت گذاری شود طوری که پس از قرار گرفتن شاخص در این ارتفاع، قرائت شاخص برابر با F.S گردد که از رابطه (۷) قابل محاسبه است.

$$F.S = HI - H_p \quad \text{رابطه (۷)}$$

بنابراین در حالت کلی عدد شاخص هادی در سطح تراز مورد نظر از رابطه (۸) محاسبه می شود:

$$F.S = H_A - H_p + B.S \quad \text{رابطه (۸)}$$

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

مثال ۸



پروژه ای ساختمانی در حال ساخت می باشد و در نزدیکی این پروژه پنج مارک A با ارتفاع ۱۲۰/۸۵۵ متر قرار دارد. هدف پیاده کردن ارتفاع سطح پروژه ای با ارتفاع ۱۲۱/۴۰۳ متر در نقاط B و C و D می باشد. چنانچه قرائت شاخص در نقاط A و B و C و D به ترتیب برابر ۱۸۵۲ و ۱۵۳۴ و ۱۷۶۸ و ۱۳۲۴ میلی متر 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 علامت گذاری سطح پروژه در نقاط A و B و C

**حل:**

مطابق رابطه (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.

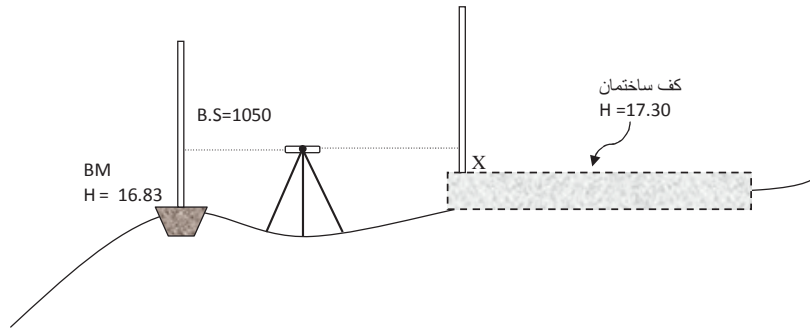
$$DH_B = ۱۵۳۴ - ۱۳۰۴ = +۲۳۰ \text{ mm}$$

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

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



مطابق شکل زیر ارتفاع کف روی نقشه‌ای از یک ساختمان  $17/30$  متر است برای پیاده کردن این نقطه از نزدیک ترین بنچ مارک با ارتفاع  $16/83$  چه عددی روی شاخص X قرائت گردد تا تخته پروفیل مورد نیاز در آن ارتفاع نصب گردد.



فعالیت  
کلاسی ۳



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

فعالیت  
عملی ۶



## ارزشیابی شایستگی تراز یابی

### شرح کار:

با استفاده از وسایل عملیات تراز یابی، اختلاف ارتفاع بین دو نقطه را به دست آورده و محاسبات مربوطه را انجام دهد.

### استاندارد عملکرد:

انجام عملیات تراز یابی بین نقاط با استفاده از دوربین تراز یاب، سه پایه دوربین، شاخص (میر)، تراز نبشی و متر مطابق دستورالعمل انجام تراز یابی تدریجی درجه ۳ سازمان نقشه برداری (مجله شماره ۱۱۹)

### شاخص ها:

اندازه گیری رفت و برگشت - بررسی خطاها و تصحیح آن - حذف اشتباه - کنترل محاسبات و عملیات - انجام محاسبات با نرم افزار Excel - تایپ و چاپ گزارش - ارائه حضور ی کار به هنر آموز در مدت زمان ۶ ساعت.

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

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

### ابزار و تجهیزات:

- دوربین تراز یاب - سه پایه دوربین - شاخص (میر) - تراز نبشی - متر
- وسایل محاسباتی شامل ماشین حساب علمی
- وسایل تحریر اداری - رایانه به همراه چاپگر.

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	انجام عملیات تراز یابی	۲	
۲	بررسی خطا و کنترل و تصحیح	۲	
۳	انجام محاسبات با نرم افزار Excel	۲	
۴	ارائه گزارش	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت پذیری، تصمیم گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.



## پودمان ۲

## تعیین موقعیت



## مقدمه

زاویه در نقشه برداری زمینی پرسابقه‌ترین مشاهده برای تعیین موقعیت نقاط بوده و تاکنون تلاش‌های گسترده‌ای برای اندازه‌گیری دقیق آن صورت گرفته است. امروزه دوربین زاویه‌یاب یا همان تئودولیت ابزار متداول و دقیق اندازه‌گیری زاویه است. اندازه‌گیری زاویه با دوربین زاویه‌یاب را در اصطلاح زاویه‌خوانی (زاویه‌یابی) می‌گویند. در نقشه‌برداری و علوم وابسته به آن زاویه توسط زاویه‌یاب در دو صفحه افقی و قائم برای تعیین موقعیت نقاط با دقت بالایی اندازه‌گیری می‌شود. در این فصل علاوه بر معرفی واحدهای اندازه‌گیری زاویه در نقشه‌برداری با ساختار دوربین زاویه‌یاب، اصول اندازه‌گیری زاویه افقی و قائم و همچنین اندازه‌گیری فاصله، اختلاف ارتفاع و تعیین مختصات نقاط به روش پیمایش با روش افزایش دقت اندازه‌گیری زاویه یاد می‌گیرد.

## استاندارد عملکرد

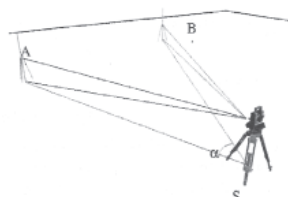
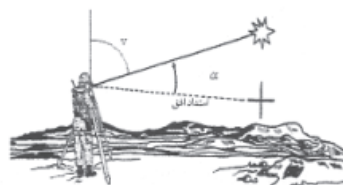
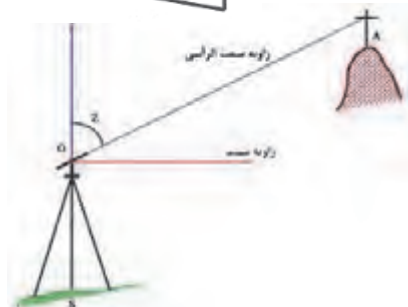
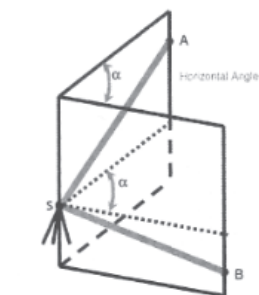
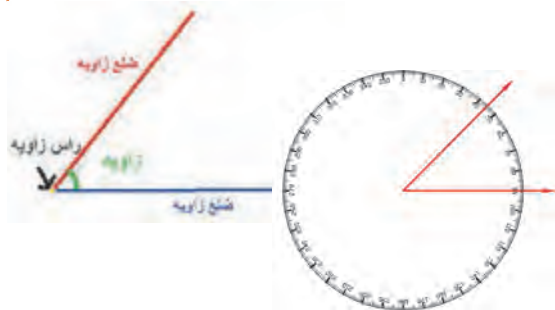
انجام عملیات زاویه‌یابی، فاصله‌یابی و تعیین مختصات با استفاده از دوربین زاویه‌یاب، دوربین توتال‌استیشن، سه‌پایه دوربین، شاخص (میر)، منشور، ژالن، ترازنبشی و متر مطابق دستورالعمل شماره ۱۱۹ سازمان نقشه‌برداری کشور

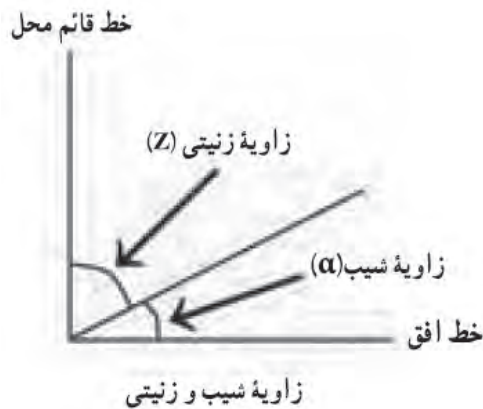
## زاویه

یکی از مهم‌ترین کمیت‌هایی که در نقشه‌برداری اندازه‌گیری می‌شود، زاویه بین دو امتداد می‌باشد و عموماً توسط زاویه‌یاب اندازه‌گیری می‌شود.

زاویه بین دو ضلع ناحیه‌ای بین دو ضلع در یک صفحه می‌باشد به طوری که دو ضلع دارای یک نقطه مشترک به نام رأس یا گوشه می‌باشند.

در نقشه‌برداری از دو زاویه افقی و قائم استفاده می‌گردد. زاویه افقی عبارت است از زاویه‌ای که از تصویر افقی دو امتداد در صفحه افقی حاصل می‌شود و زاویه قائم عبارت است از زاویه‌ای که پس از تصویر یک امتداد در صفحه قائم با امتداد قائم محل حاصل می‌شود.





زاویه قائم به دو صورت شیب و زینتی (سمت الرأسی) قابل تعریف می‌باشد. زاویه زینتی زاویه‌ای است بین یک امتداد و امتداد قائم بر محل (سمت الرأس) و با حرف Z نمایش داده می‌شود. زاویه شیب، متمم زاویه زینتی بوده و به عبارتی کوچک‌ترین زاویه یک امتداد با صفحه افق می‌باشد که با  $\alpha$  نمایش داده می‌شود. به عبارتی با اندازه‌گیری هر یک از زاویه‌های شیب و زینتی، می‌توان زاویه دیگر را محاسبه یا کنترل کرد.

$$\alpha + Z = 90 \text{ (گرا)} \text{ درجه}$$

مثال ۱



زاویه شیب امتداد AB،  $10^\circ$  درجه و زاویه زینتی امتداد CD،  $96^\circ$  درجه اندازه‌گیری شده است. اندازه زاویه زینتی و شیب امتداد AB و CD را محاسبه کنید؟  
حل:

الف) با توجه به اینکه زاویه شیب و زینتی متمم یکدیگر هستند و مجموع آنها برابر  $90^\circ$  درجه می‌باشد، بنابراین:

$$Z_{AB} = 90^\circ - \alpha_{AB} = 90^\circ - 10^\circ = 80^\circ$$

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

$$\alpha_{CD} = 90^\circ - Z_{CD} = 90^\circ - 96^\circ = -6^\circ$$

نکته



زاویه زینتی نسبت به امتداد قائم سمت الرأسی تعریف می‌شود و مقدار آن بین  $0^\circ$  تا  $180^\circ$  درجه می‌باشد در حالی که زاویه شیب نسبت به صفحه افق تعریف می‌شود و مقدار آن بین  $-90^\circ$  تا  $+90^\circ$  درجه می‌باشد. علامت منفی زاویه شیب نشان‌دهنده سرازیری است که معمولاً در عمل به جای استفاده علامت منفی از عبارت سرازیری استفاده می‌شود.

جدول زیر را کامل کنید.

فعالیت  
کلاسی ۱



زاویه زینتی	زاویه شیب
	$10^\circ$ درجه
$120^\circ$ درجه	
	$-80^\circ$ درجه
$80^\circ$ درجه	

## واحدهای زاویه و اجزای آن

واحدهای متداول و پرکاربرد در نقشه‌برداری عبارت‌اند از: درجه و گراد که بطور خلاصه شرح داده می‌شود:

**(الف) درجه:** هرگاه محیط دایره به ۳۶۰ قسمت مساوی تقسیم شود زاویه مرکزی مقابل به هر جزء آن را یک درجه می‌گویند. چنانچه هر درجه را به ۶۰ قسمت مساوی تقسیم کنیم زاویه مرکزی مقابل به هر جزء را یک دقیقه می‌گویند و به همین ترتیب اگر هر دقیقه را به ۶۰ قسمت مساوی تقسیم کنیم زاویه مرکزی مقابل به هر جزء را یک ثانیه می‌گویند.

به عبارتی هر درجه ۶۰ دقیقه و هر دقیقه ۶۰ ثانیه و هر درجه ۳۶۰۰ ثانیه می‌باشد. درجه پرکاربردترین واحد اندازه‌گیری زاویه می‌باشد که به آن سیستم شصت قسمتی می‌گویند.

درجه، دقیقه و ثانیه با علائم °، ' و " نمایش می‌دهند. برای مثال زاویه ۴۰°۱۲'۲۶" خوانده می‌شود چهل درجه و دوازده دقیقه و شش ثانیه.

گاهی زاویه را به صورت درجه اعشاری ذکر می‌کنند:

$$40^{\circ}12'26'' = 40 + \frac{12}{60} + \frac{26}{3600} = 40/2072$$

نکته



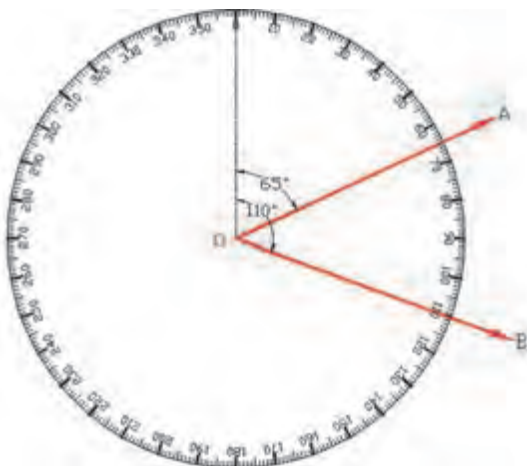
فعالیت  
کلاسی ۲



شکل مقابل یک دایره به ۳۶۰ قسمت تقسیم شده و اندازه‌گیری در جهت عقربه‌های ساعت روی آن درج گردیده است.

زاویه امتداد OA نسبت به امتداد صفر برابر ۶۵ درجه و زاویه امتداد OB نسبت به امتداد صفر برابر ۱۱۰ درجه می‌باشد.

زاویه امتداد OB نسبت به OA چند درجه است؟



**(ب) گراد:** هرگاه محیط دایره به ۴۰۰ قسمت مساوی تقسیم شود زاویه مرکزی مقابل به هر جزء آن را یک گراد می‌گویند. چنانچه هر گراد را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم کنیم زاویه مرکزی مقابل به هر جزء را یک دقیقه گراد می‌گویند و به همین ترتیب اگر هر دقیقه گراد را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم کنیم زاویه مرکزی مقابل به هر جزء را یک ثانیه گراد می‌گویند.

به عبارتی هر گراد ۱۰۰ دقیقه گراد و هر دقیقه گراد ۱۰۰ ثانیه گراد و هر گراد ۱۰۰۰۰ ثانیه گراد می‌باشد. این سیستم واحد را صد قسمتی می‌گویند.

## تبدیل واحدها

بین واحدهای زاویه رابطه زیر برقرار می باشد که از آن می توان برای تبدیل آنها به هم استفاده نمود.

$$\frac{D}{360} = \frac{G}{400}$$

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

فعالیت  
کلاسی ۳



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

## دوربین زاویه یاب (تئودولیت)

زاویه یاب (تئودولیت) دوربینی است که در نقشه برداری برای اندازه گیری زاویه افقی و قائم به کار می رود. تفاوت اصلی زاویه یاب با تراز یاب در این است که زاویه یاب را می توان در یک صفحه عمودی حول یک محور افقی نیز چرخاند با این وسیله علاوه بر زاویه افقی، زاویه قائم را نیز می توان اندازه گیری کرد. زاویه یاب ها به صورت آنالوگ یا اپتیکی (دارای ساختار اپتیکی - مکانیکی) و رقومی یا دیجیتال (دارای ساختار اپتیکی - الکترونیکی) با دقت های مختلفی در حد دقیقه یا ثانیه و حتی ۰/۱ ثانیه مورد استفاده قرار می گیرد که در زاویه یاب های دیجیتال، مقدار زاویه بر روی یک صفحه نمایش قابل دیدن می باشد. در شکل زیر نمونه ای از دوربین آنالوگ و دیجیتال را مشاهده می کنید.



## اجزای تشکیل دهنده زاویه یاب

تئودولیت از هفت قسمت عمده زیر تشکیل شده است:

- ۱- تلسکوپ: لوله ای است استوانه ای شکل به طول ۲۵-۲۰ سانتی متر که داخل آن عدسی چشمی و شیئی، عدسی میزان، صفحه رتیکول و پیچ فوکوس (تنظیم تصویر) قرار دارد.
- ۲- آلیاد: یک قطعه فلزی U شکل که حامل محور چرخش تلسکوپ است و تلسکوپ می تواند حول این محور دوران نماید ضمناً خود آلیاد می تواند حول محور قائم دستگاه دوران کند.
- ۳- لمبها: دو صفحه شیشه ای مدرج هستند که یکی به طور افقی و دیگری به طور قائم قرار گرفته اند.
- ۴- ترازها: برای اینکه بتوانیم امتداد قائم که از مرکز تلسکوپ می گذرد را بر امتداد شاقولی منطبق کنیم علاوه بر تراز کروی بین دو شاخه آلیاد یک تراز استوانه ای نیز کار گذاشته شده است. در دوربین های جدید به جای تراز استوانه ای از وسیله ای به نام کمپانساتور در داخل دوربین استفاده می شود.
- ۵- صفحه تراپراک: صفحه ای است برای استقرار دوربین روی سه پایه و تنظیم تراز آن.
- ۶- پیچ های کنترل حرکت: برای این که حرکت تلسکوپ و آلیاد و لمب افقی قابل کنترل باشد از دو نوع پیچ، یکی نوع برای حرکت های کلی و نوع دیگر برای حرکت های جزئی استفاده می گردد.
- ۷- آینه: در کنار دستگاه آینه ای تعبیه شده است که نور را برای مشاهده زوایا از روی لمب به داخل دستگاه هدایت می کند. در دوربین های جدید الکترونیکی برای مشاهده زاویه از آینه استفاده نمی شود بلکه زوایا بر روی صفحه نمایش قابل مشاهده می باشد.

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





## استقرار دوربین زاویه یاب بر روی یک نقطه (سانتراژ)

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

- ۱- دوربین زاویه یاب را بر روی سه پایه قرار داده و توسط پیچ اتصال، آن را محکم به سه پایه ببندید.
- ۲- سه پایه را متناسب با قد خود به طور تقریبی در روی نقطه مورد نظر قرار دهید به نحوی که:
  - الف) سطح صفحه سه پایه که دوربین روی آن نصب است، تقریباً افقی باشد.
  - ب) دوربین زاویه یاب تقریباً در بالای نقطه مورد نظر قرار بگیرد.
  - ج) نوک پایه ها در روی زمین تقریباً یک مثلث متساوی الاضلاع تشکیل بدهد.
  - ۳- پدال یکی از پایه ها 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 در حالی که نوک پای خود را در کنار نقطه ایستگاهی قرار داده و از درون چشمی شاقول اپتیکی نگاه می کنیم، این دو پایه را طوری حرکت می دهیم که مرکز تار رتیکول شاقول اپتیکی دقیقاً بر روی نقطه مورد نظر قرار بگیرد. سپس پدال دو پایه دیگر را در زمین می فشاریم تا سه پایه، کاملاً در زمین محکم شود. با این کار مرحله سانتراژ انجام می شود.
  - ۵- با استفاده از پیچ های سه پایه، با بلند و کوتاه کردن پایه ها، تراز کروی را تنظیم کنید.
  - ۶- آلیداد را در جهت موازی دو تا از پیچ های تراپراک قرار داده، سپس دو پیچ مورد نظر را همزمان و در خلاف جهت هم (به سمت داخل و یا خارج) بچرخانید تا تراز استوانه ای روی آلیداد تنظیم شود. سپس آلیداد را ۹۰ درجه بچرخانده تا یکی از شاخه های آن بر روی پیچ سوم تراپراک قرار گیرد. با چرخاندن این پیچ مجدداً تراز استوانه ای را تنظیم کنید.
  - توجه کنید در این مرحله نباید به پیچ های قبلی دست بزنید و تراز استوانه ای را فقط با پیچ سوم تنظیم کنید.
  - ۷- پس از آن آلیداد را مجدداً در همان جهت قبلی ۹۰ درجه بچرخانید. اگر تراز استوانه ای 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، نشان دهنده 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، می توانید با شل کردن پیچ اتصال دوربین به سه پایه و حرکت دادن دوربین روی سه پایه، آن را 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 به هم خورده است باید مراحل استقرار را از اول انجام دهید.

## اندازه گیری زاویه با زاویه یاب

اگرچه زاویه یاب ابزار پیچیده ای است ولی اندازه گیری زاویه افقی و قائم با این دستگاه بسیار آسان است. در این قسمت ابتدا اصول زاویه یابی با زاویه یاب و سپس روش کوپل برای بالا بردن دقت اندازه گیری تشریح می گردد.

## اصول اندازه‌گیری زاویه افقی به روش ساده

لمب افقی زاویه یاب شبیه به یک نقاله از صفر تا  $360^\circ$  درجه یا  $400$  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 به صورت 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 امتداد شاغولی نقطه  $O$  منطبق باشد که به این مرحله سانتراژ کردن دوربین زاویه یاب می‌گویند.

دوربین را در حالت دایره به چپ به سمت نقطه  $A$  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 نقشه بردار و حالت دایره به راست دوربین حالتی است که لمب قائم دوربین در سمت راست نقشه بردار قرار گرفته باشد)

دوربین را در حالت دایره به چپ به سمت نقطه  $B$  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 می‌گردد.

$$AOB = R_B - R_A$$

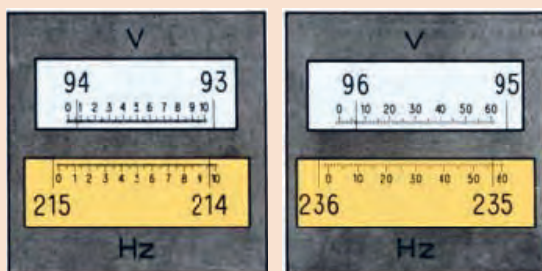
لازم به ذکر است بین دو امتداد  $OA$  و  $OB$  دو زاویه وجود دارد؛ یک زاویه  $AOB$  و دیگری زاویه  $BOA$  که مجموع این دو زاویه  $360^\circ$  درجه یا  $400$  گراد می‌باشد و مطابق با تعریف زاویه بین دو امتداد در جهت عقربه‌های ساعت از امتداد اول به امتداد دوم محاسبه می‌گردد.

چنانچه حین حرکت دوربین از نشانه‌روی به سمت نقطه  $A$  تا رسیدن به نقطه  $B$  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  $360^\circ$  درجه یا  $400$  گراد جمع می‌کنیم تا زاویه مورد نظر مثبت شود.

نتیجه:

$$AOB = R_B - R_A \quad \text{چنانچه } R_B > R_A$$

$$AOB = R_B - R_A + 360^\circ \text{ (} 400 \text{ gr)} \quad \text{چنانچه } R_B < R_A$$



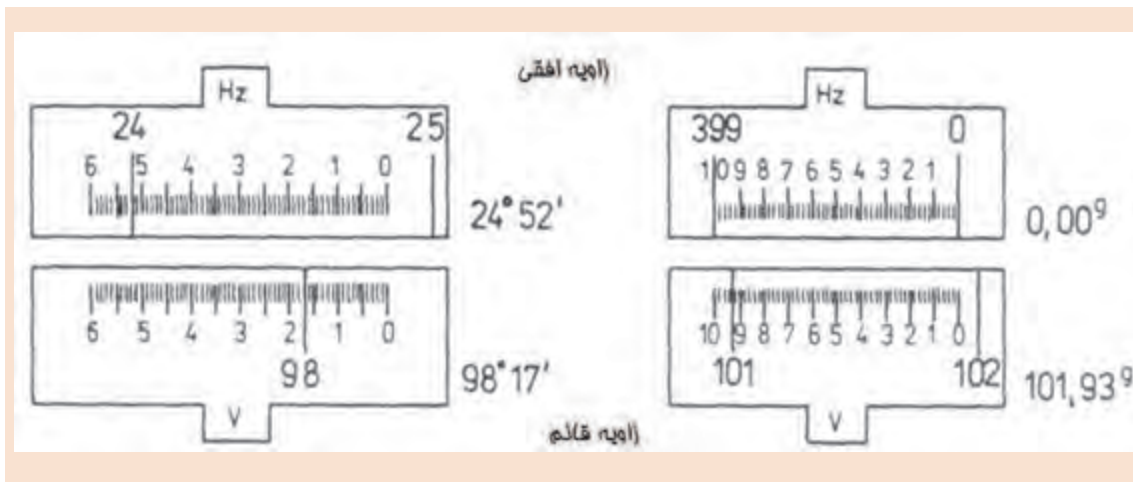
زاویه افقی  $214/96$  گراد  
زاویه قائم  $94/06$  گراد

زاویه افقی  $235/57'$   
زاویه قائم  $96/07'$

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

بیشتر بدانیم





برای اندازه گیری دو زاویه AOB و MON به کمک دوربین زاویه یاب بر روی نقطه O سانتراژ کرده و به سمت نقاط M, N, A, B نشان روی گردیده است. اگر قرائت امتدادهای افقی مطابق با جدول زیر باشد زوایای AOB و MON چند درجه است؟

مثال ۲



زاویه	قرائت اول		قرائت دوم	
AOB	$R_A$	$40^{\circ}12'26''$	$R_B$	$68^{\circ}29'58''$
MON	$R_M$	$284^{\circ}33'02''$	$R_N$	$20^{\circ}15'10''$

حل:

چون  $R_B > R_A$

$$AOB = R_B - R_A$$

$$AOB = 68^{\circ}29'58'' - 40^{\circ}12'26'' = 28^{\circ}17'32''$$

چون  $R_N < R_M$

$$MON = R_N - R_M + 360^{\circ}$$

$$MON = 20^{\circ}15'10'' - 284^{\circ}33'02'' + 360^{\circ} = 95^{\circ}42'08''$$

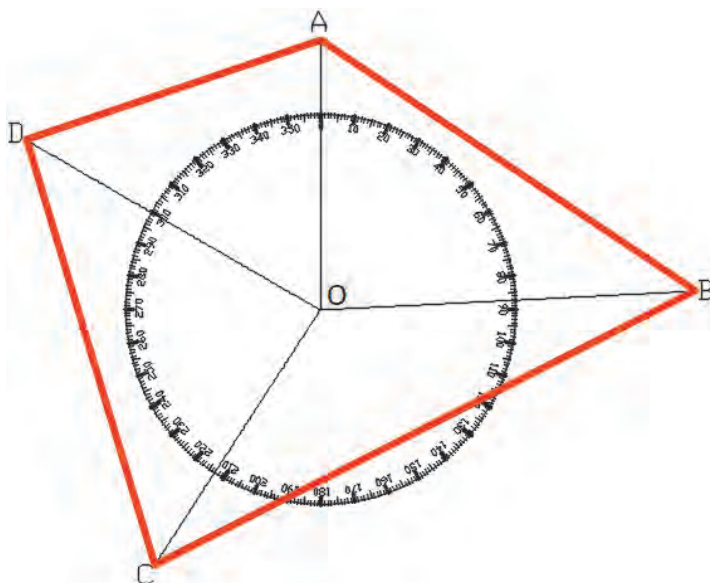
### صفر صفر کردن لمب افقی دوربین تئودولیت

در نقشه برداری معمول است که لمب افقی را در موقع نشان روی به امتداد اول صفر صفر کنند که این کار توسط قفل لمب افقی انجام می گیرد. (اصطلاحاً قرائت زاویه افقی بر روی امتداد OA صفر صفر می شود) در این صورت

$$AOB = R_B - R_A = R_B - 0 = R_B$$



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



## زاویه یابی در نرم افزار Excel



همان طور که در درس دانش فنی پایه دهم خواندیم با نرم افزار Excel می توان محاسبات مختلف را انجام داد.

## محاسبه زاویه در نرم افزار Excel

در نقشه برداری زوایای افقی و قائم اندازه گیری می شود و به خاطر دقت بیشتر و حذف خطاها، این زوایا به روش کوپل (در قسمت بعد توضیح داده خواهد شد)، اندازه گیری می گردند. در این قسمت جهت جلوگیری از خطای محاسباتی و سرعت در محاسبه زاویه افقی از نرم افزار Excel استفاده می کنیم .  
فرم های قرائت زاویه افقی به شکل های مختلفی می باشد و یکی از این فرم ها به شکل زیر است.

ایستگاه	قرائت امتداد اول	قرائت امتداد دوم	زاویه

## وارد کردن اطلاعات:

برای محاسبه ابتدا فرم را در نرم افزار Excel ایجاد نموده و سپس قرائت‌ها را در ستون‌های مربوطه تایپ نماییم. در ادامه تفریق قرائت دوم از قرائت اول زاویه را محاسبه می‌کنیم.

به‌عنوان مثال از ایستگاه‌های O<sub>1</sub> و O<sub>2</sub> و O<sub>3</sub> به دو نقطه اول و دوم نشانه‌روی می‌کنیم و زاویه افقی این امتداد به شرح زیر می‌باشد:

ایستگاه	قرائت امتداد اول	قرائت امتداد دوم	زاویه
O <sub>1</sub>	۲۵/۶۵۴۰	۶۵/۳۲۱۹	
O <sub>2</sub>	۱۴۹/۶۵۸۶	۲۱۰/۸۷۵۴	
O <sub>3</sub>	۳۲۹/۴۸۵۰	۳۵۴/۲۵۱۰	

پس از تهیه فرم محاسبه زاویه در نرم افزار Excel مطابق شکل زیر در ستون مربوط به زاویه، اختلاف دو قرائت را با مشخص نمودن آدرس خانه محاسبه می‌کنیم. با مشخص نمودن و نوشتن فرمول برای زاویه اول می‌توان برای زاویه‌های دیگر کپی نمود.

A	B	C	D
1	ایستگاه	قرائت امتداد اول	زاویه
2	O <sub>1</sub>	۲۵,۶۵۴	=C2-B2
3	O <sub>2</sub>	۱۴۹,۶۵۸۶	
4	O <sub>3</sub>	۳۲۹,۴۸۵	

A	B	C	D
1	ایستگاه	قرائت امتداد اول	زاویه
2	O <sub>1</sub>	۲۵,۶۵۴	۳۹,۶۶۹
3	O <sub>2</sub>	۱۴۹,۶۵۸۶	۶۱,۳۱۶۸
4	O <sub>3</sub>	۳۲۹,۴۸۵	=C4-B4

## سانتراژ و قرائت زاویه با زاویه یاب

ابتدا یک نقطه به عنوان ایستگاه در محوطه هنرستان مشخص کنید و دوربین زاویه‌یاب را بر روی آن سانتراژ کنید.

پس از استقرار دوربین بر روی نقطه‌ای مشخص در محوطه هنرستان، 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 این کار پیچ حرکت سریع آلیداد و تلسکوپ را باز کرده و دوربین را به سمت نقطه هدف بچرخانید و به محض دیدن ژالن از چشمی دوربین، 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.

مثال ۳



فعالیت  
عملی ۱





### اندازه‌گیری زاویه افقی با زاویه یاب

- سه نقطه 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 نقطه رأس اول از مثلث مستقر نمایید و بر دیگر رئوس، ژالنی را توسط سه پایه ژالن 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 زاویه 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.

ایستگاه	نشانه‌روی	عدد لمب افقی	زاویه	کروکی

۸- با استفاده از نرم 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 (قراعت 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.

عدد لمب افقی در حالت دایره به راست و دایره به چپ دوربین با هم  $180^\circ$  درجه ( $200^\circ$  گراد) اختلاف دارند. در این صورت اگر قرائت لمب افقی در حالت دایره به چپ  $L$  و در حالت دایره به راست  $R$  بنامیم، خواهیم داشت:

$$R = L \pm 180^\circ$$

ولی در عمل به خاطر وارد شدن خطاهای دستگاهی و در برخی موارد خطاهای انسانی در عملیات زاویه یابی رابطه فوق کمتر حالت واقعی پیدا می کند و بین این دو قرائت رابطه زیر برقرار است:

$$R = L \pm 180^\circ + e$$

که در آن  $e$  جمع جبری خطاهای اندازه گیری است.

بنابراین می توان هنگام زاویه یابی اعداد قرائت شده را در دو حالت دایره به راست و دایره به چپ با هم مقایسه کرده و از درستی آنها مطمئن شویم.

برای جلوگیری از اشتباه هنگام قرائت زاویه و یادداشت آن، از فرم مخصوص جدول قرائت زاویه به روش کویل استفاده می شود.

در این روش ابتدا میانگین قرائت زاویه در دو حالت دایره به چپ و دایره به راست برای هر دو امتداد مطابق با رابطه زیر محاسبه می شود و سپس اختلاف دو میانگین به عنوان زاویه دو امتداد محاسبه می گردد.

$$\text{میانگین قرائت امتداد} = \frac{L + R - 180^\circ (200 \text{ gr})}{2}$$

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

اگر  $L > R$  باشد به قرائت دایره به راست  $360^\circ$  یا  $400^\circ$  گراد اضافه می کنیم.

#### مثال ۴



برای اندازه گیری زاویه  $AOB$  بر روی نقطه  $O$  مستقر شده و امتدادهای  $A$  و  $B$  را در حالت دایره به چپ  $L_A = 342/1200 \text{ gr}$  و  $L_B = 26/8100 \text{ gr}$  و در حالت دایره به راست  $R_A = 142/1800 \text{ gr}$  و  $R_B = 226/7100 \text{ gr}$  قرائت شده است. مطلوب است زاویه  $AOB$ .  
حل: برای جلوگیری از اشتباه و همچنین برای محاسبات از جدول کویل زیر استفاده می شود:

ایستگاه	نقاط نشانه روی	قرائت دایره به چپ (L)	قرائت دایره به راست (R)	میانگین	زاویه	کروکی
O	A	342/1212	142/1224+400	342/1218	84/6907	
	B	26/8132	226/8116	26/8125		

$$\text{میانگین قرائت امتداد OA} = \frac{L + R \pm 200 \text{ gr}}{2} = \frac{342/1212 + 542/1224 - 200}{2} = 342/1218 \text{ gr}$$

$$\text{میانگین قرائت امتداد OB} = \frac{L + R \pm 200 \text{ gr}}{2} = \frac{26/8132 + 226/8118 - 200}{2} = 26/8125 \text{ gr}$$

$$AOB = R_B - R_A + 400 \text{ gr} = 26/8125 - 342/1218 + 400 = 84/6907 \text{ gr}$$



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

ایستگاه	نقاط نشانه روی	قرائت دایره به چپ (L)	قرائت دایره به راست (R)	میانگین	زاویه	کروکی
S	A	۰°۰'۰"	۱۸۰°۰'۱۴"			
	B	۷۲°۱۴'۲۶"	۲۵۲°۱۴'۱۱"			

### محاسبه زاویه افقی به روش کوپل در نرم افزار Excel

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

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

### وارد کردن اطلاعات:

برای محاسبه ابتدا باید فرم را در نرم افزار Excel ایجاد نماییم، در فرم 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.

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.







از ایستگاه  $O_1$ ،  $O_2$  و  $O_3$  مشاهدات کوپل مطابق با جدول زیر انجام گرفته است:

ایستگاه	نقاط نشانه روی	قرائت دایره به چپ (L)	قرائت دایره به راست (R)	میانگین	زاویه	کروکی
$O_1$	A	۲۵/۶۵۴۰	۲۲۵/۶۵۴۴			
	B	۶۵/۳۲۱۹	۲۶۵/۳۲۲۷			
$O_2$	C	۱۴۹/۶۵۸۶	۳۴۹/۶۵۸۸			
	D	۲۱۰/۸۷۵۴	۱۰/۸۷۵۶			
$O_3$	M	۳۲۹/۴۸۵۰	۱۲۹/۴۸۵۶			
	V	۳۵۴/۲۵۱۰	۱۵۴/۲۵۱۰			

در این جدول پس از تهیه جدول در نرم افزار Excel ابتدا برای یکسان سازی محاسبات ابتدا قرائت های دایره به راست امتدادهای D و M و V را که از مقدار دایره به چپ کمتر است با ۴۰۰ گراد جمع می کنیم.

ایستگاه	نقطه نشانه روی	قرائت دایره به چپ	قرائت دایره به راست	میانگین	زاویه
$O_1$	A	۲۵.۶۵۴	۲۲۵.۶۵۴۴		
	B	۶۵.۳۲۱۹	۲۶۵.۳۲۲۷		
$O_2$	C	۱۴۹.۶۵۸۶	۳۴۹.۶۵۸۸		
	D	۲۱۰.۸۷۵۴	۴۱۰.۸۷۵۶		
$O_3$	M	۳۲۹.۴۸۵	۵۲۹.۴۸۵۶		
	V	۳۵۴.۲۵۱	۵۵۴.۲۵۱		

محاسبه ستون میانگین: میانگین قرائت های کوپل هر امتداد از رابطه  $L+R-180^\circ$  ( $200 \text{ gr}$ ) محاسبه می شود. در جدول بالا چون واحد زوایا گراد است از رابطه  $200$  گراد استفاده می گردد. در خانه  $E^3$  می نویسیم  $(C_2 + D_2 - 200) / 2$  سپس آنرا برای خانه های ستون میانگین کپی می کنیم.

ایستگاه	نقطه نشانه روی	قرائت دایره به چپ	قرائت دایره به راست	میانگین	زاویه
$O_1$	A	۲۵.۶۵۴	۲۲۵.۶۵۴۴	۲۵.۶۵۴۲	
	B	۶۵.۳۲۱۹	۲۶۵.۳۲۲۷	۶۵.۳۲۲۳	
$O_2$	C	۱۴۹.۶۵۸۶	۳۴۹.۶۵۸۸	۱۴۹.۶۵۸۷	
	D	۲۱۰.۸۷۵۴	۴۱۰.۸۷۵۶	۲۱۰.۸۷۵۵	
$O_3$	M	۳۲۹.۴۸۵	۵۲۹.۴۸۵۶	۳۲۹.۴۸۵۳	
	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 E2 می‌نویسیم  $E3-E2$  و آنگاه آن را برای ستون‌های آن خانه کپی می‌کنیم:

	A	B	C	D	E	F
1	ایستگاه	نقطه نشانه روی	قرائت دایره به چپ	قرائت دایره به راست	میانگین	زاویه
2	O1	A	۲۵.۶۵۴	۲۲۵.۶۵۴۴	۲۵.۶۵۴۲	۲۹.۶۶۸۱
3		B	۶۵.۳۲۱۹	۲۶۵.۳۲۲۷	۶۵.۳۲۲۳	
4	O2	C	۱۴۹.۶۵۸۶	۳۴۹.۶۵۸۱	۱۴۹.۶۵۸۷	۶۱.۲۱۶۸
5		D	۲۱۰.۸۷۵۴	۴۱۰.۸۷۵۶	۲۱۰.۸۷۵۵	
6	O3	M	۲۳۹.۴۸۵	۵۳۹.۴۸۵۶	۲۳۹.۴۸۵۳	۲۴.۷۶۵۷
7		V	۲۵۴.۲۵۱	۵۵۴.۲۵۱	۲۵۴.۲۵۱	

در نرم افزار Excel چون به صورت پیش فرض 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:

	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				

نکته



### 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 به دست می‌آوریم. عملیات برداشت، محاسبه و سرشکنی خطای زاویه چندضلعی بسته را می‌توان به سه مرحله کلی زیر تقسیم بندی کرد:

الف) شناسایی

ب) مشاهدات (اندازه گیری ها)

ج) محاسبات

**الف) شناسایی**

در این مرحله با مراجعه مستقیم به محل نقشه برداری منطقه را شناسایی کرده و محل ایستگاه‌ها را انتخاب، علامت گذاری 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 ایستگاه گذاری نمی‌باشد.
- نقاط ایستگاه باید از دور به خوبی دیده شوند.

**ب) مشاهدات (اندازه گیری ها)**

پس از ایجاد و استحکام نقاط ایستگاهی با توجه به کروکی زاویه افقی همه رأس‌ها 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 از جمله مشاهده زاویه در نقشه برداری 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 رؤس، 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:  $(n-2) \times 180^\circ$

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

خطای بست زاویه‌ای:  $e_\alpha = \sum \alpha_i - [(n-2) \times 180^\circ]$

در صورت قابل قبول بودن میزان خطای زاویه‌ای، برای به دست 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:

$$C = \frac{-e_\alpha}{n}$$

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

جهت کنترل محاسبات مجموع زاویه‌های تصحیح شده باید با مجموع زاویه‌های داخلی  $n$  ضلعی برابر باشد.



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.

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

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

ایستگاه	نقاط نشانه روی	قرائت دایره به چپ (L)	قرائت دایره به راست (R)	میانگین	زاویه	کروکی	
A	B	۰/۰۰۰۰	۲۰۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰۰۹	۸۵/۳۲۱۶		
	C	۸۵/۳۲۱۴	۲۸۵/۳۲۳۶	۸۵/۳۲۲۵			
B	C	۰/۰۰۰۰	۱۹۹/۹۹۸۶	-۰/۰۰۰۰۷			۵۴/۸۷۳۵
	A	۵۴/۸۷۲۱	۲۵۴/۸۷۳۵	۵۴/۸۷۲۸			
C	A	۰/۰۰۰۰	۲۰۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۰۲۰			۵۹/۸۰۷۶
	B	۵۹/۸۰۸۶	۲۵۹/۸۱۰۶	۵۹/۸۰۹۶			
مجموع زوایای داخلی سه‌ضلعی					۲۰۰/۰۰۲۷		

مجموع زوایای داخلی یک سه‌ضلعی با توجه به رابطه  $(n-2) \times 200 \text{ gr}$  برابر  $200$  گراد و مجموع زوایای داخلی سه‌ضلعی ناشی از مشاهدات کوپل مطابق با جدول فوق  $200/0027$  گراد بوده که با توجه به مقایسه این دو، خطای بست زاویه  $0/0027$  گراد محاسبه می‌گردد.

$$e_{\alpha} = \sum \alpha_i - [(n-2) \times 200 \text{ gr}]$$

$$e_{\alpha} = 200/0027 - 200 = 0/0027 \text{ gr}$$

با فرض قابل قبول بودن مقدار خطا میزان تصحیح هر زاویه برابر  $0/02$  گراد می‌باشد.

$$C = \frac{-e_{\alpha}}{n} = \frac{-0/0027}{3} = -0/0009 \text{ gr}$$

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

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

### اندازه‌گیری زاویه افقی با زاویه یاب 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 گزارش نویسی 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 سه پایه ژالن 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.

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

فعالیت  
عملی ۳





- 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 به امتداد اول نشانه‌روی کرده و عدد لمب افقی را قرائت و در فرم قرائت زاویه، یادداشت کنید.
- ۷- با راهنمایی معلم خود زاویه هر رأس را محاسبه و در فرم قرائت زاویه یادداشت نمایید.

### بررسی خطاها و سرشکنی خطای زاویه‌ای

- نتایج نهایی محاسبه زاویه مثلث فعالیت قبل را در جدول سرشکنی و خطای زاویه‌ای یادداشت 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 استفاده از نرم افزار Excel به معلم خود ارائه کنید.

### اندازه‌گیری طول به کمک زاویه‌یاب

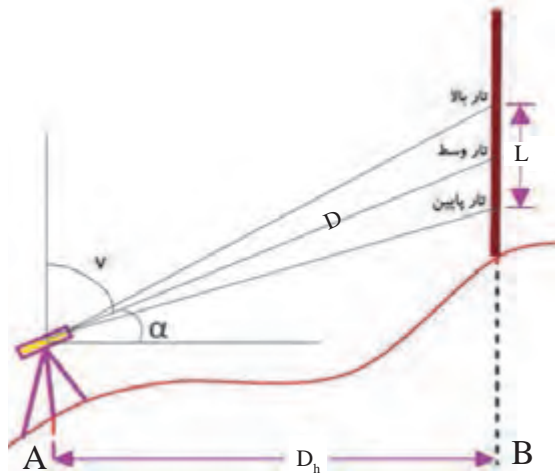
یکی از روش‌های اندازه‌گیری طول، روش مستقیم است که در این روش فاصله بین نقاط در روی زمین به‌طور مستقیم اندازه‌گیری می‌شود که یکی از متداول‌ترین این روش‌ها استفاده از نوار اندازه‌گیری (متر) می‌باشد که به آن به اصطلاح مترکشی می‌گویند که با رعایت اصول آن و استفاده از روش تکرار می‌توان به صحت و دقت مناسبی در مترکشی رسید.

اصول مترکشی عبارت‌اند از:

- ۱- از سالم بودن و کامل بودن متر و تجهیزات جانبی اطمینان حاصل کنیم.
- ۲- متر باید بصورت افقی در بین دو نقطه کشیده شود.
- ۳- نقطه صفر متر متناسب با سلیقه و نظر کارخانه سازنده متفاوت است. دقت شود که صفر متر اشتباه در نظر گرفته نشود.
- ۴- بعضی از مترها مخصوصاً مترهای پارچه‌ای و پلاستیکی یک طرف بر حسب متر و سانتی‌متر و طرف دیگر بر حسب فوت و اینچ تقسیم‌بندی شده است. در هنگام اندازه‌گیری دقت شود که به جای متر اشتباهاً فوت و اینچ اندازه‌گیری ولی متر ثبت نشود.
- ۵- در هنگام مترکشی، نوار اندازه‌گیری باید بدون پیچ خوردگی و کاملاً کشیده و بدون شنت (شکم‌دادن متر) باشد.
- 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- برای بالا بردن دقت لازم است اندازه‌گیری در یک رفت و برگشت انجام گیرد و سپس از آن میانگین گرفته شود.
- ۹- همیشه تعداد رقم اعشاری فاصله را به تناسب اندازه دقت در نظر بگیرید.
- ۱۰- عدد روی متر را از بالا به صورت کاملاً مستقیم بخوانید چون اگر به صورت کج و با زاویه به آن نگاه کنید، عددی غیر از مقدار واقعی را خواهید دید. (چند میلی‌متر کمتر یا بیشتر)
- 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 وقت‌گیر بودن و به این علت که برای تهیه نقشه‌های متوسط و کوچک مقیاس 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 فاصله افقی بین دو نقطه A و B را اندازه‌گیری کنیم. همانند شکل زیر دوربین را در ایستگاه A سانتراژ و در نقطه 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  $\alpha$  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 آن را ضریب استادیمتری می‌نامند. بنابراین داریم:

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

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

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

در صورتی که دوربین زاویه‌یاب به جای نمایش زاویه شیب  $\alpha$  زاویه زینتی  $V$  را نمایش دهد فرمول طول افقی به‌صورت زیر خواهد بود:

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

نکته



نکته



## اندازه‌گیری فاصله به کمک فاصله‌یاب الکترونیکی

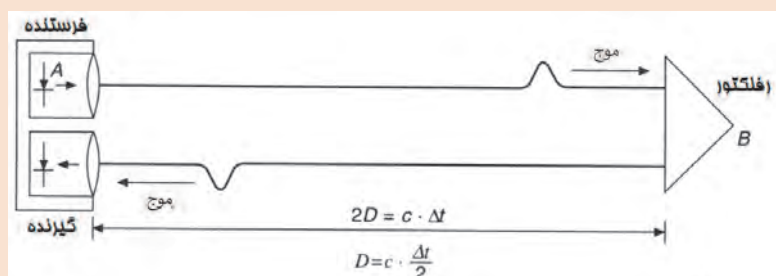
در روش اندازه‌گیری فاصله به صورت الکترونیکی دستگاه فاصله‌یاب به دو صورت مبتنی بر ۱- اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت موج و ۲- اندازه‌گیری اختلاف فاز موج ارسالی و برگشتی، فاصله بین دستگاه و نقطه مورد نظر را به دست می‌آورد.

در این روش جهت محاسبه طول AB دستگاه طولیاب که قابلیت ارسال و دریافت موج را دارد بر روی نقطه A و وسیله منعکس کننده موج بر روی نقطه B مستقر می‌شود. منعکس کننده موج وسیله‌ای است متشکل از چند منشور چندوجهی که موج ارسالی را در همان مسیر دقیقاً به سمت فرستنده موج برمی‌گرداند و به آن منشور یا رفلکتور می‌گویند. در زیر نمونه‌هایی از منشورهای تکی، سه تایی 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 توتال استیشن دسترسی به نقاط سخت و غیرممکن را امکان پذیر می‌سازد و مهم‌تر از همه اینکه نیروی انسانی اضافه برای برخی اندازه‌گیری‌ها مورد نیاز نیست.

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 رفت و برگشت اندازه‌گیری شده و با توجه به سرعت موج ارسالی فاصله محاسبه می‌شود. شکل زیر ساختار این نوع دستگاه‌ها را نشان می‌دهد.

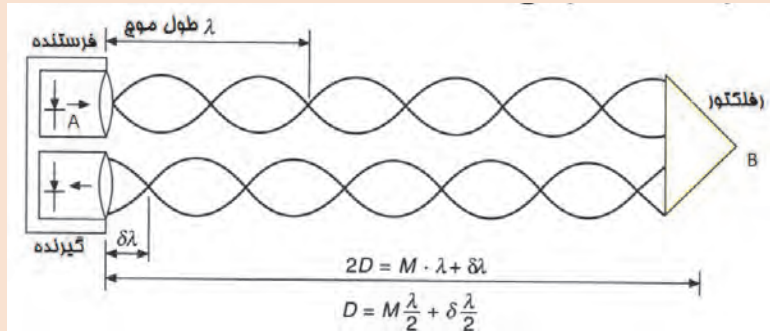


بیشتر  
بدانیم





روش اختلاف فاز، فاز موج ارسالی و فاز موج دریافتی حاصل توسط یک فاز یاب داخل دستگاه طولیاب مقایسه می شوند. شکل زیر ساختار دستگاه های طولیاب مبتنی بر اختلاف فاز را جهت اندازه گیری فاصله نشان می دهد:



مطابق شکل فوق در روش مبتنی بر اختلاف فاز، توسط دستگاه، تعداد امواج کامل شمارش شده و اختلاف فاز نیز اندازه گیری می شود. در فرمول فوق،  $\lambda$  طول موج،  $M$  تعداد موج کامل و  $\delta\lambda$  طول موج ناقص می باشد.

دقت اندازه گیری طول در طولیاب ها به صورت  $m+n$  ppm بیان می شود که در آن  $m$  مقدار ثابت بر حسب میلی متر و  $n$  بیان کننده،  $n$  میلی متر خطا در یک کیلومتر است. به عبارت دیگر اندازه گیری طول با این طولیاب دارای خطای ثابت  $m$  میلی متر بوده و در هر کیلومتر اندازه گیری فاصله،  $n$  میلی متر خطا وجود دارد.

به عنوان مثال اگر دقت اندازه گیری طول با یک طولیاب برابر  $3+2$  ppm باشد. دقت اندازه گیری یک طول  $4/5$  کیلومتری با این نوع طولیاب چند میلی متر است.

$$e = 3 + 2 \times 4 / 5 = 12 \text{ mm}$$

## دوربین توتال استیشن

دوربین توتال استیشن ترکیبی از زاویه یاب الکترونیکی و طولیاب الکترونیکی به همراه برنامه های نرم افزاری جهت محاسبه طول افقی، مایل، اختلاف ارتفاع، مختصات و سایر امور کاربردی نقشه برداری می باشد. امروزه استفاده از این نوع دوربین ها برای انجام امور نقشه برداری زمینی گسترش زیادی یافته است. آسان بودن کار با این نوع دوربین ها و سرعت بالاتر نسبت به روش های سنتی و حافظه ذخیره سازی اطلاعات از مزایای دوربین های توتال استیشن می باشد. به طور کلی توتال استیشن مجموعه ای سخت افزاری و نرم افزاری است که مشاهدات زاویه افقی و قائم و فاصله را اندازه گیری و با پردازش آنها طول ها و مختصات نقاط مشاهده شده را محاسبه می نماید. معمولاً در صفحه اصلی و اولیه دوربین های




توتال استیشن زوایای افقی، قائم و طول های افقی، مایل به همراه اختلاف ارتفاع با کلید دکمه اندازه گیری نمایش داده می شود که نمونه ای از آن در تصویر روبه رو مشخص می باشد. (در پودمان سوم به طور مفصل دوربین توتال استیشن شرح داده می شود).

HR: 120°30'40"

HD: 65.432m

VD: 12.345m

MEAS MODE S/A P"

کلید  جهت اندازه گیری طول می باشد که نتیجه اندازه گیری به صورت مقابل نمایش داده می شود که سطر اول مربوط به زاویه افقی، سطر دوم فاصله افقی و سطر سوم اختلاف ارتفاع می باشد.

نکته



برای بالا بردن دقت اندازه گیری فاصله معمولاً طول ها را در چند نوبت و در حالت های دایره به چپ و دایره به راست و به صورت رفت و برگشت اندازه گیری می کنند و سپس از طول های اندازه گیری شده میانگین گیری می کنند.

مثال ۷



جهت محاسبه طول های یک سه ضلعی دوربین توتال استیشن را بر روی سه رأس مثلث سانتراژ کرده و طول ها را در حالت های دایره به چپ و دایره به راست اندازه گیری و در جدول ذیل یادداشت نموده ایم با توجه به مشاهدات زیر بهترین جواب مربوط به طول های سه ضلعی را محاسبه کنید و به کمک نرم افزار AutoCAD با مشخص بودن مختصات C و افقی بودن خط CB آنرا ترسیم نمایید.

ایستگاه	نقاط نشانه روی	قرائت طول در حالت		کروکی
		دایره به چپ (L)	دایره به راست (R)	
A	B	۱۲۴/۲۴۲	۱۲۴/۲۳۸	
	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 طول ها که به صورت دایره به چپ و دایره به راست اندازه گیری شده است میانگین گیری می کنیم:

ایستگاه	نقاط نشانه روی	قرائت طول در حالت		میانگین	کروکی
		دایره به چپ (L)	دایره به راست (R)		
A	B	۱۲۴/۲۴۲	۱۲۴/۲۳۸	۱۲۴/۲۴۰	
	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 به صورت رفت و برگشت 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 به صورت رفت و برگشت و به صورت دایره به چپ و دایره به راست اندازه‌گیری شده است میانگین‌گیری نمود.

### ترسیم در نرم‌افزار AutoCAD



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

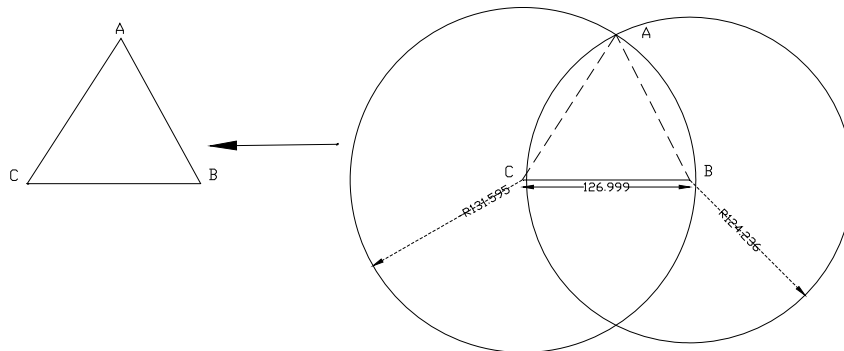
۱- ترسیم خط افقی با دستور Line و دکمه تابعی F8 به مختصات اولیه  $C = (100, 100)$  و طول  $CB = 126,999$  متر

Command: LINE

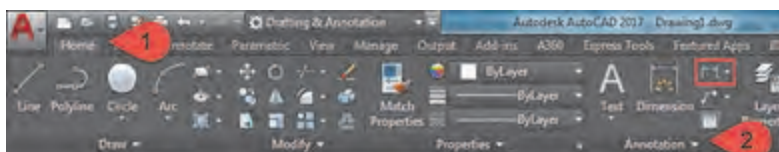
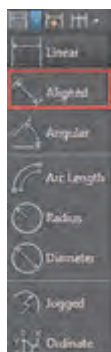
Specify first point: <Ortho on> (100,100)

Specify next point or [Undo]: ۱۲۶/۹۹۹

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



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



جهت مشاهده مختصات نقاط می توان 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 می گردد)

نکته



پس از ترسیم نقاط و امتدادهای برداشتی در نرم افزار AutoCAD می توان زاویه بین امتدادها را به کمک آنچه در قسمت ۳ مثال قبل گفته شد و انتخاب گزینه Angular و کلیک بر روی دو امتداد مورد نظر مشخص نمود:

### فاصله یابی به روش استادیمتری

به کمک روش استادیمتری اضلاع مثلث فعالیت عملی گذشته را اندازه گیری نمایید. محاسبات لازم جهت محاسبه طول افقی در جدول استادیمتری به همراه محاسبات آن در نرم افزار Excel انجام دهید.

فعالیت  
عملی ۵



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

### راهنمایی

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

۲- پس از نشانه روی 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 نقطه آخر منتقل کرده و مراحل قبل را تکرار کنید.

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



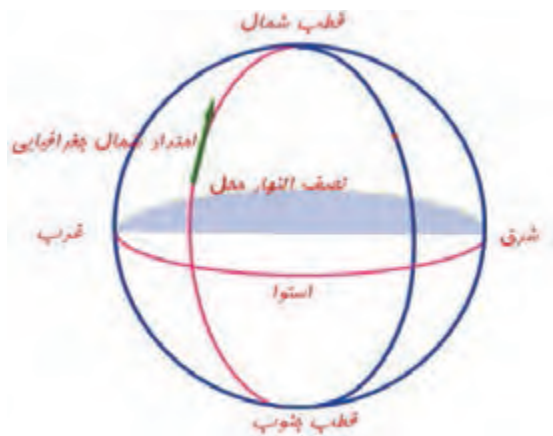
### فاصله یابی با استفاده از دوربین توتال استیشن

- فاصله افقی گفته شده در فعالیت قبل را با استفاده از یک توتال استیشن 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 (Reference line) به دست 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 آن را 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 آن را با MN (Magnetic North) نشان می‌دهند.

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



در نقشه برداری ژیزمان امتداد اول معمولاً با استفاده از جهت قطب نما مشخص می گردد.



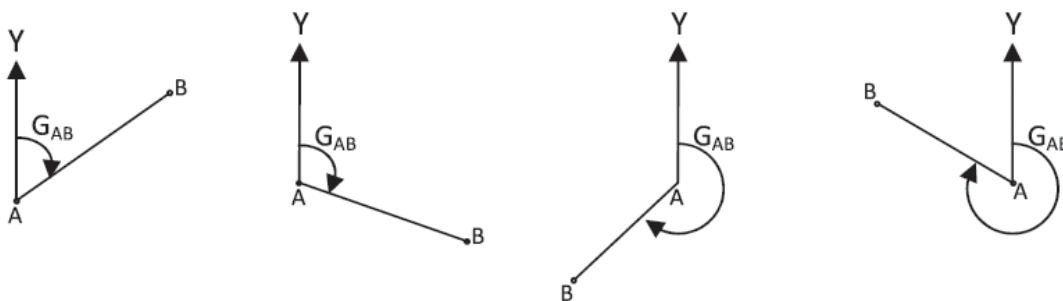
**ج) شمال شبکه:** جهت مثبت محور  $Y$ ها در نقشه را اصطلاحاً شمال شبکه می نامند و با GN(GridNorth) نشان می دهند.

شمال مغناطیسی و شمال جغرافیایی بر هم منطبق نبوده و با هم اختلاف دارند، این اختلاف زاویه انحراف مغناطیسی نامیده می شود. معمولاً شمال شبکه را منطبق بر شمال مغناطیسی و مقدار اولیه آن را به کمک قطب نما مشاهده می نمایند.

## ژیزمان

برای تعیین جهت یک امتداد در روی زمین باید زاویه این امتداد و یک امتداد مبنا را اندازه گیری کرد. چنانچه امتداد مبنا را شمال شبکه در نظر گرفته و زاویه بین شمال شبکه و امتداد زمینی را در جهت عقربه های ساعت اندازه گیری کنیم، به زاویه حاصل ژیزمان می گویند. بنابراین:

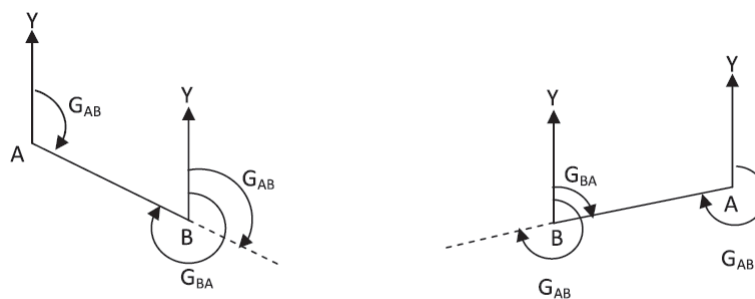
ژیزمان عبارت است از زاویه ای افقی از شمال شبکه با هر امتداد در جهت عقربه های ساعت که با  $G$  نمایش داده می شود. و مقدار آن بین صفر تا  $360^\circ$  درجه می باشد.



ژیزمان امتداد  $AB$  در چهار وضعیت

در صورتی که ژیزمان امتداد  $AB$  معلوم باشد و خواسته شود ژیزمان امتداد  $BA$  محاسبه شود، اصطلاحاً ژیزمان امتداد  $BA$  را ژیزمان معکوس امتداد  $AB$  می نامند. ژیزمان معکوس یک امتداد با ژیزمان آن  $180^\circ$  درجه یا  $200^\circ$  گراد اختلاف دارد. اگر ژیزمان یک امتداد کوچک تر از  $180^\circ$  درجه باشد، ژیزمان

معکوس آن با  $180^\circ$  درجه جمع می شود و در صورتی که ژیزمان یک امتداد بزرگ تر از  $180^\circ$  باشد، ژیزمان معکوس آن از  $180^\circ$  درجه کم می شود.



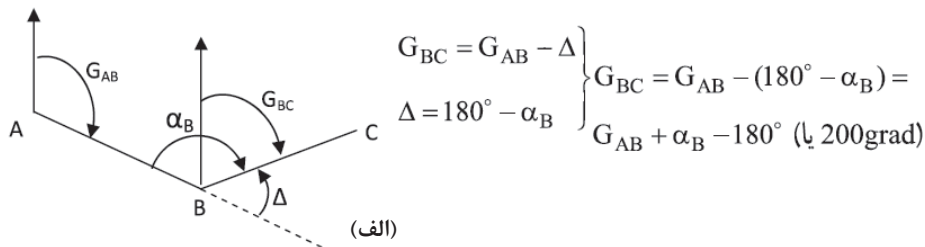
$$G_{BA} = G_{AB} + 180^\circ$$

$$G_{BA} = G_{AB} - 180^\circ$$

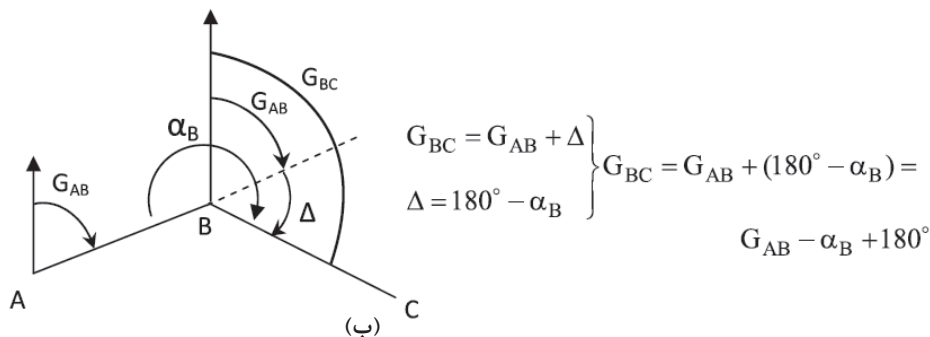
ژیزمان و ژیزمان معکوس امتداد  $AB$

## 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  $\alpha_B$  معلوم باشد ژیزمان امتداد  $BC$  به راحتی محاسبه می‌گردد. همان طور که در شکل مشاهده می‌کنید امتداد  $AB$  که با خط چین مشخص شده است از نقطه  $B$  به اندازه زاویه انحراف  $\Delta$  در خلاف عقربه‌های ساعت از جهت خود منحرف شده است تا به امتداد  $BC$  تبدیل شود بنابراین کافی است زاویه انحراف  $\Delta$  را از ژیزمان امتداد  $AB$  کم کنیم تا ژیزمان امتداد  $BC$  به دست آید. زاویه انحراف  $\Delta$  به راحتی از روی زاویه رأس  $B$  قابل محاسبه است به عبارتی می‌توان نوشت:



حال به شکل ب دقت کنید در این حالت امتداد  $AB$  که با خط چین مشخص شده است در نقطه  $B$  به اندازه زاویه  $\Delta$  در جهت عقربه‌های ساعت از جهت اولیه خود منحرف شده است تا امتداد  $BC$  حاصل شود. پس در این حالت کافی است که زاویه  $\Delta$  را با ژیزمان امتداد  $AB$  جمع کنیم تا ژیزمان  $BC$  به دست آید. بنابراین داریم:



همان طور که دیدید در هر حالت به سادگی می‌توان ژیزمان امتداد  $BC$  را از امتداد معلوم  $AB$  به دست آورد. کافی است زاویه رأس  $\alpha_B$  مشاهده و زاویه انحراف  $\Delta$  به همراه جهت انحراف مشخص گردد.

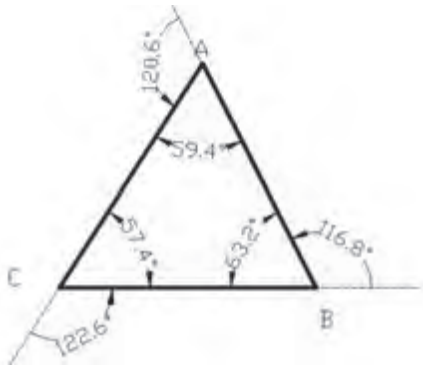
اگر ژیزمان امتدادی بیشتر از  $360^\circ$  درجه یا  $400^\circ$  گراد محاسبه گردید، مقدار  $360^\circ$  درجه یا  $400^\circ$  گراد از ژیزمان کسر می‌گردد و همچنین اگر ژیزمان امتدادی منفی محاسبه گردید، عدد  $360^\circ$  درجه یا  $400^\circ$  گراد به ژیزمان اضافه می‌گردد تا همیشه مقدار ژیزمان بین عدد  $0^\circ$  تا  $360^\circ$  درجه یا  $400^\circ$  گراد قرار گیرد.

نکته





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:

$$\Delta_B = 180^\circ - \alpha_B = 180^\circ - 63/2^\circ = 116/8^\circ$$

زاویه انحراف A خلاف عقربه ساعت:

$$\Delta_A = 180^\circ - \alpha_A = 180^\circ - 59/4^\circ = 120/6^\circ$$

زاویه انحراف C خلاف عقربه ساعت:

$$\Delta_C = 180^\circ - \alpha_C = 180^\circ - 57/4^\circ = 122/6^\circ$$

پس از محاسبه زاویه انحراف با معلوم بودن ژیزمان

امتداد اولیه ژیزمان دیگر امتدادها از روابط ذکر شده

محاسبه می‌گردد:

$$G_{CB} = 90^\circ$$

$$G_{BA} = G_{CB} - \Delta_B = 90^\circ - 116/8^\circ = -26/8^\circ + 36^\circ = 333/2^\circ$$

$$G_{AC} = G_{BA} - \Delta_A = 333/2^\circ - 120/6^\circ = 212/6^\circ$$

جهت کنترل عملیات محاسبات می‌توان به کمک زاویه C و ژیزمان امتداد AC، ژیزمان اولیه CB را

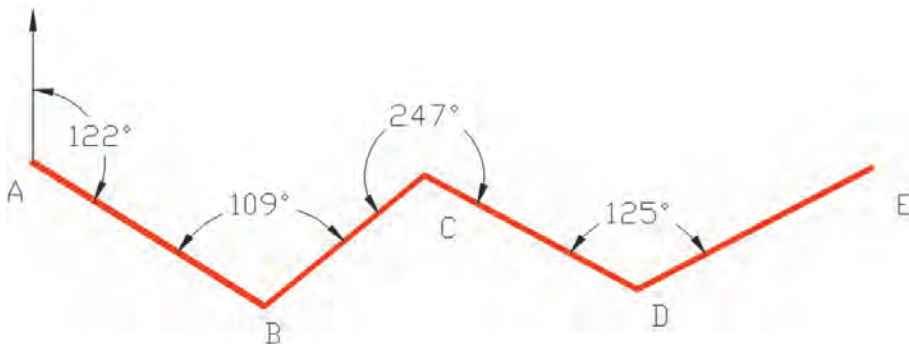
محاسبه کرده و با مقدار اولیه آن مقایسه نمود:

$$G_{CB} = G_{AC} - \Delta_C = 212/6^\circ - 122/6^\circ = 90^\circ$$

## انتقال ژیزمان در نرم‌افزار Excel

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

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





	A	B	C	D	E
1	ایستگاه	زاویه	زاویه انحراف	ژیزمان	گروکی
2	A				
3				۱۲۲	
4	B	۱۰۹			
5					
6	C	۲۴۷			
7					
8	D	۱۲۵			
9					
10	D				
11					

۱- در ابتدا می بایستی به کمک جدول کوپل که قبلاً توضیح داده شد زاویه هریک از رأس ها را محاسبه کرد و بر روی جدول مربوطه یادداشت نمود و موارد را در فرم نرم افزار Excel وارد کرد.

	A	B	C	D	E
1	ایستگاه	زاویه	زاویه انحراف	ژیزمان	گروکی
2	A				
3				۱۲۲	
4	B	۱۰۹	۷۱		
5					
6	C	۲۴۷	۶۷		
7					
8	D	۱۲۵	۵۵		
9					
10	D				
11					

۲- در خانه C۴ زاویه انحراف زاویه B را می نویسیم:

$$=180 - B4$$

سپس آن را برای خانه های ستون زاویه انحراف کپی می کنیم.

	A	B	C	D	E
1	ایستگاه	زاویه	زاویه انحراف	ژیزمان	گروکی
2	A				
3				۱۲۲	
4	B	۱۰۹	۷۱	۵۱	
5					
6	C	۲۴۷	۶۷	۱۱۸	
7					
8	D	۱۲۵	۵۵	۶۳	
9					
10	D				
11					

۳- در خانه D۵ با استفاده از ژیزمان امتداد قبل می نویسیم:

$$=D3 - C4$$

سپس آن را برای خانه های ستون ژیزمان کپی می کنیم.



## انتقال ژیزمان

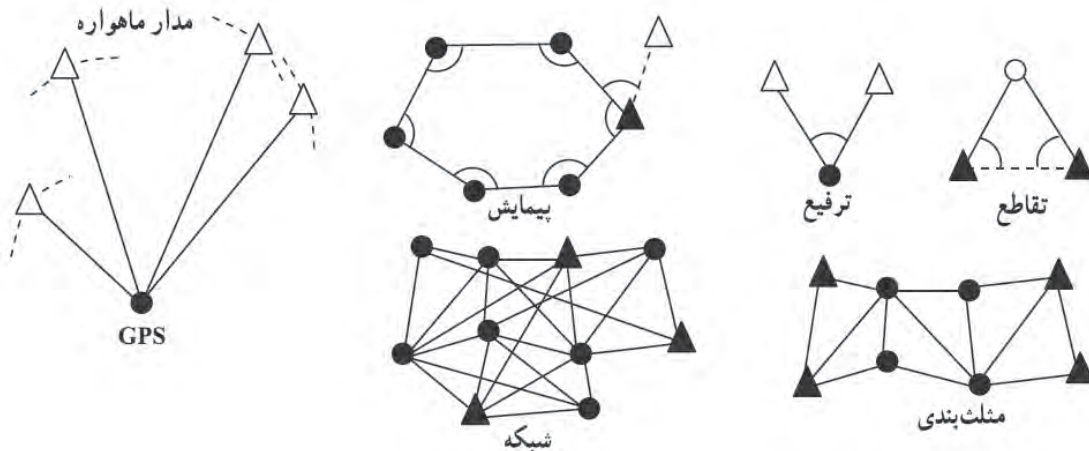
- در محوطه هنرستان چهار نقطه که تشکیل یک چهار ضلعی باز را می‌دهند به گونه‌ای انتخاب کنید که از هر نقطه، نقطه قبل و بعد آن قابل دید باشد.
- آزمون مغناطیسی امتداد اول را به کمک قطب نما اندازه‌گیری نموده و آن را به عنوان ژیزمان امتداد اول در نظر بگیرید.
- با اندازه‌گیری زاویه بین امتدادها به روش کوپل ژیزمان 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 علائم 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 مورد نظر 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، خطا دار 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.



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



**تقاطع:** در این روش روی نقاط معلوم قرار گرفته و به نقطه مجهول نشانه روی می کنیم. هنگامی که مختصات نقاط را نتوان به دلیل بُعد مسافت یا دسترس ناپذیر بودنشان (مانند نقطه بالای گنبد) با روش های معمول تعیین کرد از روش تقاطع استفاده می شود.

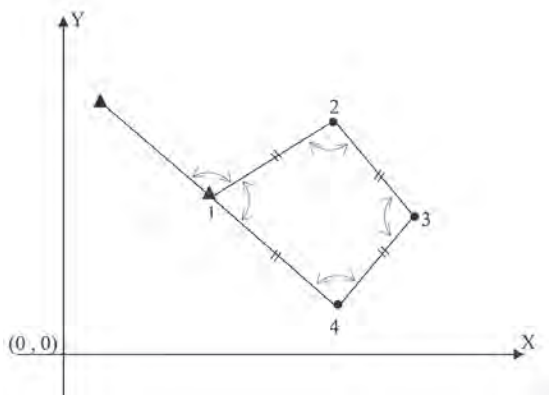
**ترفیعی:** در این روش عکس عمل تقاطع، ایستگاه گذاری روی نقطه مجهول انجام شده و به نقاط معلوم نشانه روی و مختصات نقطه مجهول تعیین می نماییم. کاربرد این روش موقعی است که هویت نقاط مختصات دار منطقه از بین رفته و برای یافتن مختصات ایستگاه های منطقه، از مشاهدات تعدادی از نقاط معلوم دور از دسترس استفاده می کنیم.

**مثلث بندی:** نقاط کنترل مجموعاً تعدادی مثلث متصل به هم تشکیل داده که با اندازه گیری طول یک یا دو ضلع از این مجموعه مثلث و نیز اندازه گیری همه زوایا می توان مختصات رأس مثلث ها را تعیین کرد. کاربرد این روش در مناطق خیلی وسیع می باشد.

**شبکه:** در صورتی که برای انجام مشاهدات طول و زاویه مانند روش مثلث بندی، تشکیل مثلث های متصل به هم الزامی نباشد و بتوان طول و زاویه بین نقاط را مشاهده نمود، به آن روش شبکه می گویند. معمولاً در پروژه های حساس مانند تعیین موقعیت و جابجایی سنجی پل ها و سد ها که به پروژه های میکروژئودزی معروف است از این روش استفاده می شود.

**تعیین موقعیت ماهواره ای GPS:** سیستم GPS یک سیستم تعیین موقعیت جهانی بر مبنای فناوری ماهواره ای است. هر چند تعیین موقعیت با GPS بسیار فراگیر شده اما اصول عملکرد آن بسیار پیچیده بوده و متخصصان علوم نظیر الکترونیک، مکانیک مداری، هوافضا، هواشناسی، زمین شناسی، فیزیک، ریاضیات و نرم افزار در طراحی، ساخت و توسعه آن مشارکت داشته اند. GPS دارای کاربردهای متنوعی می باشد اساساً GPS هر جایی قابل استفاده است مگر در مناطقی که امکان وصول امواج ماهواره در آنها نباشد. این فناوری روز به روز گسترش می یابد.

**پیمایش:** معمول ترین و متداول ترین روش در تعیین مختصات نقاط نقشه برداری، پیمایش می باشد. چنانچه تعدادی نقطه روی زمین ایجاد کرده و توسط خطوط فرضی این نقاط را به ترتیب به هم وصل کنیم، در این حالت یک چندضلعی روی زمین ایجاد می شود. حال اگر با استفاده از روش های دقیق نقشه برداری اضلاع این چند ضلعی و همچنین همه زوایای رئوس آن اندازه گیری شود به این عمل پیمایش می گویند. در واقع پیمایش یکی از روش های تعیین مختصات دوبعدی نقاط می باشد که در آن با استفاده از نقاط معلوم و انجام مشاهدات زمینی بین نقاط مجهول اندازه گیری طول و زاویه و در نهایت انجام یک سری محاسبات می توان مختصات نقاط مجهول را در سیستم مختصات نقاط معلوم به دست آورد. در پیمایش برای اینکه بتوان ابتدا سیستم مختصات دو بعدی مورد نظر را مشخص نمود به حداقل دو نقطه با مختصات معلوم یا یک نقطه با مختصات معلوم و یک امتداد معلوم در آن سیستم مختصات نیاز می باشد.



با این معلومات می‌توان مبدأ سیستم و جهت محورهای آن را 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.

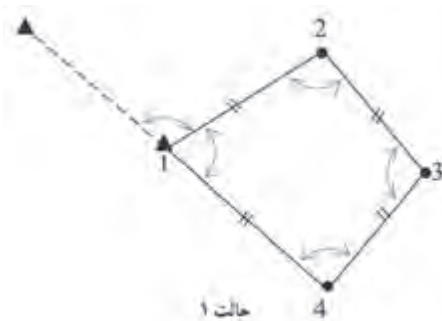
### انواع پیمایش



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.





## 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 رشته 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- از هر 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 پیمایش 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.



در مناطق کوچک و پیمایش‌هایی که از آنها برای اهداف کوتاه مدت استفاده می‌شود می‌توان از میخ‌های چوبی و یا فولادی برای نشانه‌گذاری و تثبیت ایستگاه‌های پیمایش استفاده کرد ولی زمانی که پیمایش برای پروژه‌های بلند مدت و زمان‌بر 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.



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

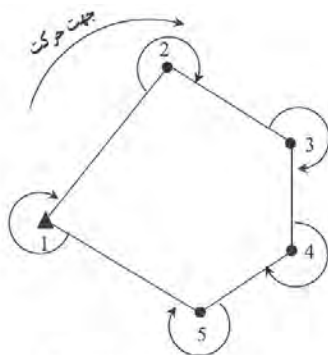
پس از ایجاد و استحکام نقاط پیمایش گروه نقشه‌بردار به محل مراجعه کرده و با توجه به کروکی و نام نقاط، طول افقی همه اضلاع و همچنین زاویه افقی همه رأس‌های پیمایش مورد نظر را اندازه‌گیری کرده و در فرم‌های موجود ثبت می‌کنند. همچنین لازم است که ژیزمان یکی از امتدادهای پیمایش که معمولاً اول می‌باشد نیز اندازه‌گیری شود.

طول‌ها با استفاده از یک طولیاب و به صورت رفت و برگشت و زوایا هم به وسیله یک زاویه‌یاب ثانیه‌ای و در چند کویل معمولاً در دو کویل 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 ژيروسکوپ 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.

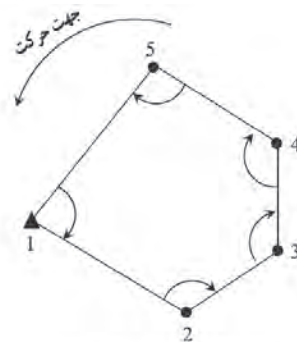
زاویه‌هایی که در پیمایش اندازه‌گیری می‌شوند معمولاً زاویه‌به‌راست هستند. زاویه‌به‌راست در محاسبات پیمایش همواره مثبت در نظر گرفته می‌شود. منظور از زاویه‌به‌راست زاویه‌ای است که یک امتداد نسبت به امتداد قبل و در جهت حرکت عقربه‌های ساعت می‌سازد.

بنابراین برای آن که 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 حالتی که 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

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

نکته



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.

فعالیت  
عملی ۹



### 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 اندازه‌گیری‌ها 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	$\Delta x$	$\Delta y$		

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

**گام ۳-** محاسبه  $\Delta x$  ,  $\Delta y$  همه اضلاع:

از ضرب طول در سینوس ژیزمان،  $\Delta x$  و از ضرب طول در کسینوس ژیزمان،  $\Delta y$  محاسبه می‌شود.

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

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

**گام ۴-** محاسبه مختصات نقاط ایستگاهی:

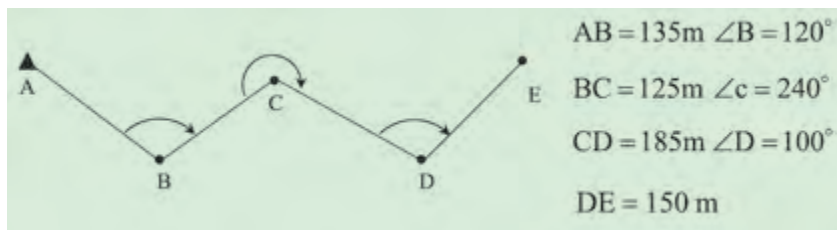
$$X_n = X_{n-1} + \Delta x$$

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

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



مطابق شکل به منظور ایجاد تعدادی نقطه کنترل، یک پیمایش باز انجام شده است. مختصات نقطه A برابر  $(X=1000, Y=2000)$  و  $G_{AB}=140^\circ$  درجه می باشد. 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 می کنیم:

ایستگاه	زاویه	طول	ژیزمان	تغییرات طولی	تغییرات عرضی	مختصات	
S	A	L	G	$\Delta x$	$\Delta y$	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 می کنیم.

$$G_{BC} = G_{AB} - \Delta = 140^\circ - 60^\circ = 80^\circ$$

$$G_{CD} = G_{BC} + \Delta = 80^\circ + 60^\circ = 140^\circ$$

$$G_{DE} = G_{CD} - \Delta = 140^\circ - 80^\circ = 60^\circ$$

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



گام ۳- محاسبه  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  همه اضلاع:

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

$$\Delta x_{AB} = L_{AB} \times \sin G_{AB} = 135 \times \sin 14^\circ = 86/776 \text{ m}$$

$$\Delta x_{BC} = L_{BC} \times \sin G_{BC} = 125 \times \sin 8^\circ = 123/101 \text{ m}$$

$$\Delta x_{CD} = L_{CD} \times \sin G_{CD} = 185 \times \sin 14^\circ = 118/916 \text{ m}$$

$$\Delta x_{DE} = L_{DE} \times \sin G_{DE} = 150 \times \sin 6^\circ = 129/904 \text{ m}$$

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

$$\Delta y_{AB} = L_{AB} \times \cos G_{AB} = 135 \times \cos 14^\circ = -103/416 \text{ m}$$

$$\Delta y_{BC} = L_{BC} \times \cos G_{BC} = 125 \times \cos 8^\circ = 21/706 \text{ m}$$

$$\Delta y_{CD} = L_{CD} \times \cos G_{CD} = 185 \times \cos 14^\circ = -141/718 \text{ m}$$

$$\Delta y_{DE} = L_{DE} \times \cos G_{DE} = 150 \times \cos 6^\circ = 75/000 \text{ m}$$

ایستگاه	زاویه	طول	ژبزمان	تغییرات طولی	تغییرات عرضی	مختصات	
S	A	L	G	$\Delta x$	$\Delta y$	X	Y
A		135	140	86/776	-103/416	1000	2000
B	120	125	80	123/101	21/706		
C	240	185	140	118/916	-141/718		
D	100	150	60	129/904	75/000		
E							

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

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

$$X_B = X_A + \Delta x_{AB} = 1000 + 86/776 = 1086/776 \text{ m}$$

$$X_C = X_B + \Delta x_{BC} = 1086/776 + 123/101 = 1209/877 \text{ m}$$

$$X_D = X_C + \Delta x_{CD} = 1209/877 + 118/916 = 1328/793 \text{ m}$$

$$X_E = X_D + \Delta x_{DE} = 1328/793 + 129/904 = 1458/697 \text{ m}$$

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

$$Y_B = Y_A + \Delta y_{AB} = 2000 + (-103/416) = 1896/584 \text{ m}$$

$$Y_C = Y_B + \Delta y_{BC} = 1896/584 + 21/706 = 1918/290 \text{ m}$$

$$Y_D = Y_C + \Delta y_{CD} = 1918/290 + (-141/718) = 1776/572 \text{ m}$$

$$Y_E = Y_D + \Delta y_{DE} = 1776/572 + 75/000 = 1851/572 \text{ m}$$

ایستگاه	زاویه	طول	ژیزمان	تغییرات طولی	تغییرات عرضی	مختصات	
S	A	L	G	$\Delta x$	$\Delta y$	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

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

فعالیت  
عملی ۱۰



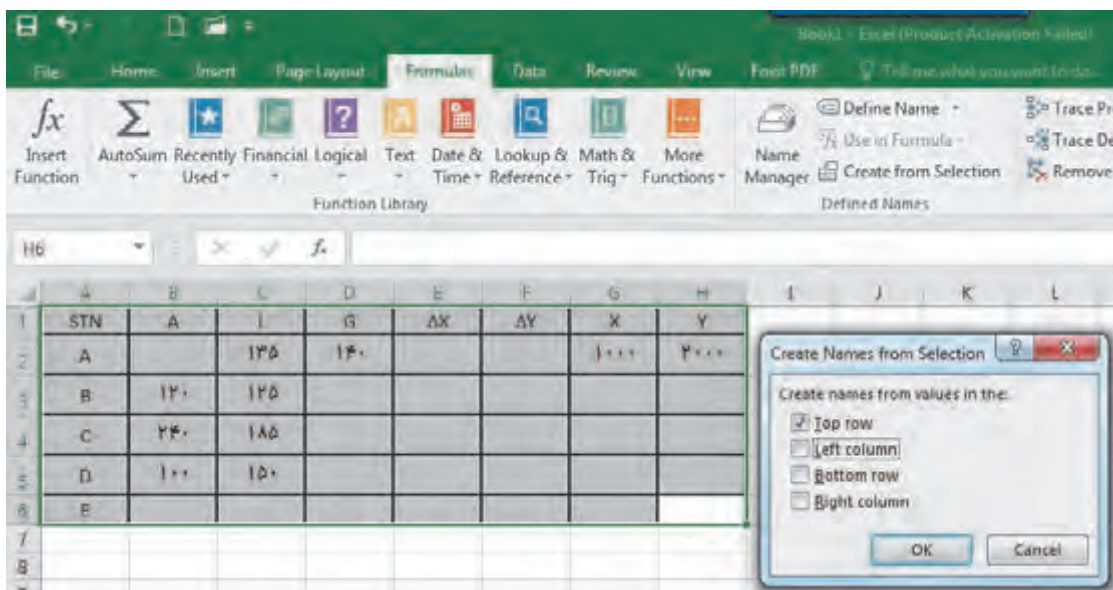
### محاسبات پیمایش باز با نرم افزار Excel

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

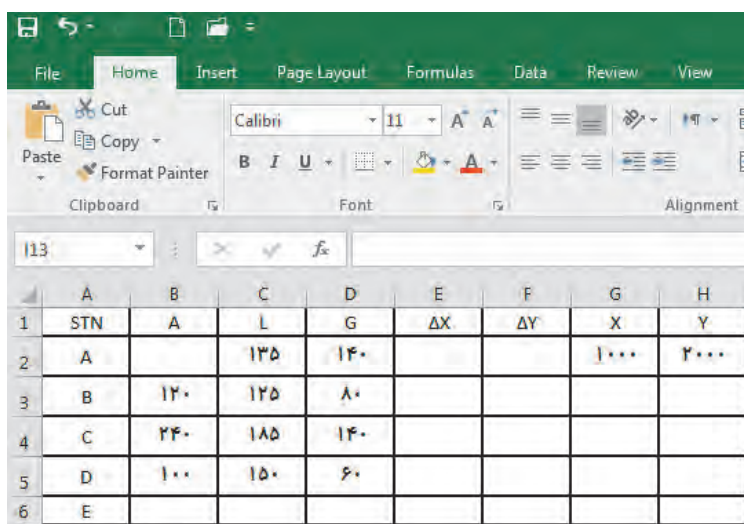


	A	B	C	D	E	F	G	H
1	STN	A	L	G	$\Delta X$	$\Delta Y$	X	Y
2	A		۱۳۵	۱۴۰			۱۰۰۰	۲۰۰۰
3	B	۱۲۰	۱۲۵					
4	C	۲۴۰	۱۸۵					
5	D	۱۰۰	۱۵۰					
6	E							
7								
8								

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، به صورت 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 رویان 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  $\Delta X$  ,  $\Delta y$  محاسبه می‌شوند.

در محاسبه با ماشین حساب باید به واحد زاویه که درجه‌ای یا گراد است، توجه کرد و حالت ماشین حساب 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، آن را در  $\frac{\pi}{180}$  و برای تبدیل گراد به رادیان، آن را در  $\frac{\pi}{90}$  ضرب می‌کنیم. در نرم‌افزار Excel عدد  $\pi$  به صورت تابع PI() تعریف می‌شود.

$$\Delta x = L * \sin (A * PI() / 180)$$

$$\Delta y = L * \cos (A * PI() / 180)$$

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	STN	A	L	G	$\Delta X$	$\Delta Y$	X	Y
2	A		۱۳۵		=L*SIN(G*PI()/180)		۱۰۰	۲۰۰
3	B	۱۲۰	۱۲۵	۸۰				
4	C	۲۴۰	۱۸۵	۱۴۰				
5	D	۱۰۰	۱۵۰	۶۰				
6	E							

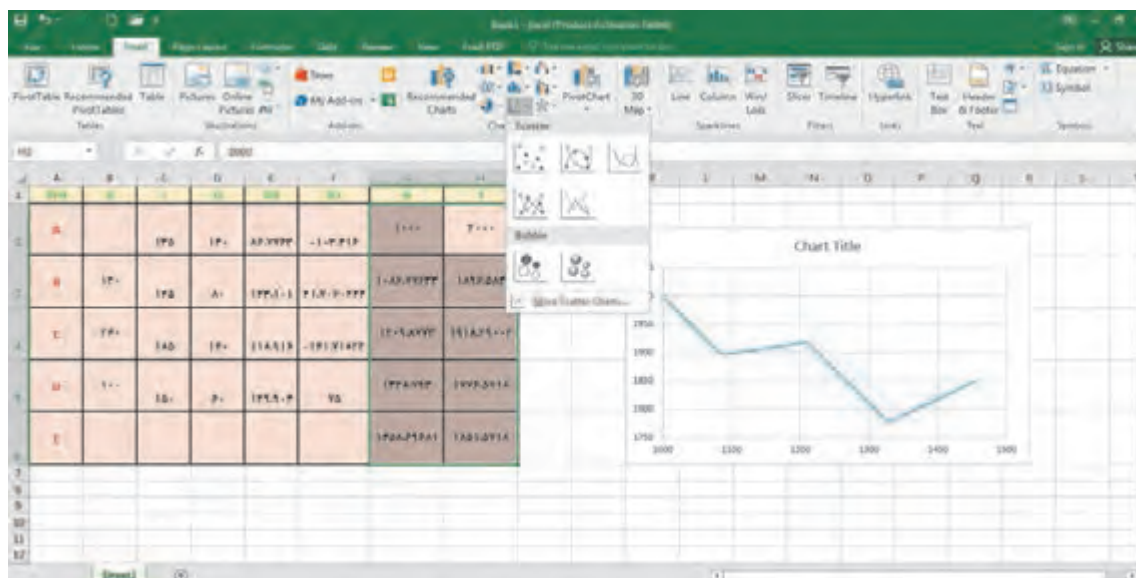
فرمول را در سایر خانه‌های ستون مربوطه کپی می‌کنیم. در انتها X و Y از رابطه  $X_n = X_{n-1} + \Delta x$  و  $Y_n = Y_{n-1} + \Delta y$  محاسبه می‌شوند.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	STN	A	L	G	$\Delta X$	$\Delta Y$	X	Y
2	A		۱۳۵	۱۴۰	86.77633	-103.416	۱۰۰	۲۰۰
3	B	۱۲۰	۱۲۵	۸۰	123.101	21.70602	=G2+E2	
4	C	۲۴۰	۱۸۵	۱۴۰	118.9157	-141.718		
5	D	۱۰۰	۱۵۰	۶۰	129.9038	75		
6	E							

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	$\Delta X$	$\Delta Y$	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	-۱۴۱.۷۱۸۳۲	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.



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

فعالیت  
عملی ۱۱

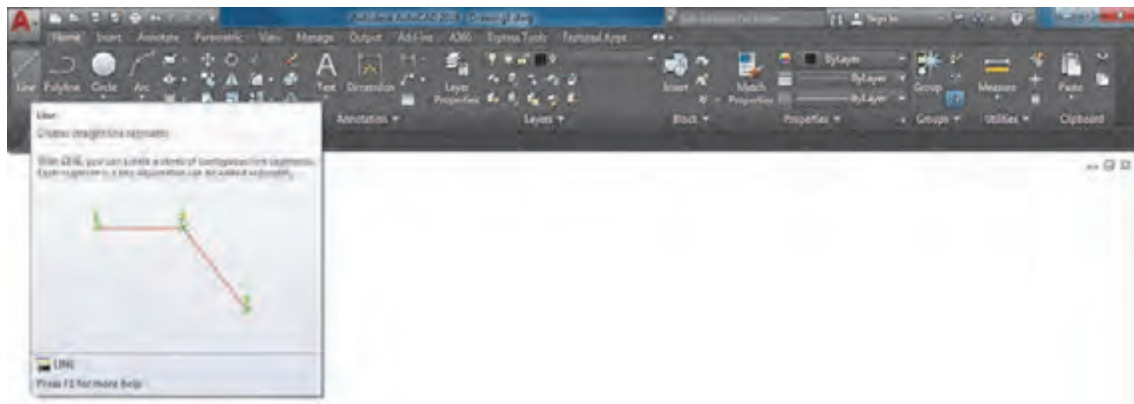


## ترسیم نقشه پیمایش در نرم افزار AutoCAD

همان طور که در درس نقشه کشی فنی رایانه‌ای پایه دهم خواندید، با داشتن مختصات نقشه در اتوکد قابل ترسیم است. در نرم‌افزار اتوکد می‌توان مختصات را به دو روش مطلق و نسبی وارد نمود. اگر مبدأ مختصات ثابت باشد آن را مطلق و چنانچه مبدأ مختصات نقطه قبلی در نظر گرفته شود آن را نسبی می‌نامند. اگر در ابتدای وارد کردن مختصات علامت @ (اتساین) افزوده شود مختصات وارد شده نسبی و چنانچه 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.



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

فعالیت  
عملی ۱۲



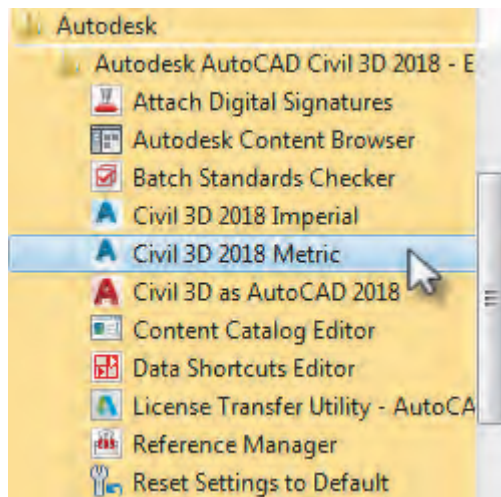
## آشنایی با نرم‌افزار AutoCAD Civil 3D

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 نقشه 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:

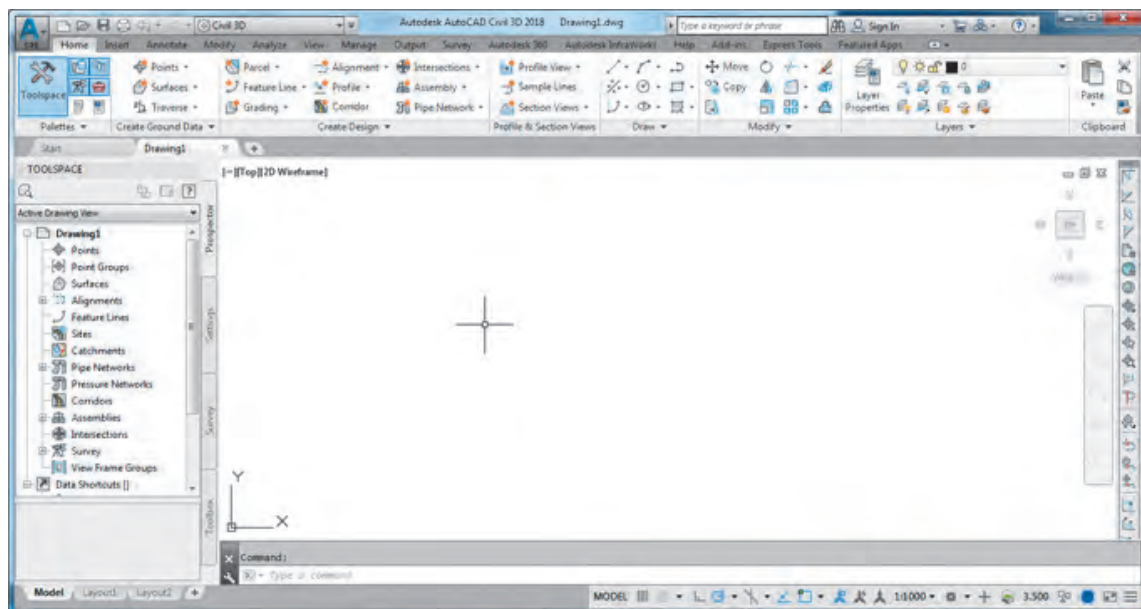
پس از تهیه لوح فشرده (DVD) نرم‌افزار با توجه به راهنمای ارائه شده آن ابتدا نصب و سپس فعال نمایید.



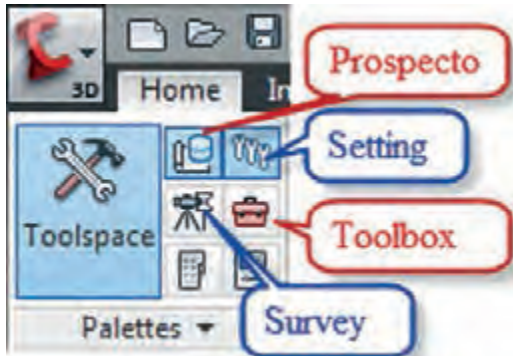
برای ورود به نرم‌افزار AutoCAD Civil 3D از مسیر شکل روبه‌رو وارد شوید.

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 و سانتی‌متر.

در ایران از واحدهای متریک استفاده می‌شود. تفاوت محیط کاری این نرم‌افزار با نرم‌افزار AutoCAD در منوها و روبران‌های آن است هرچند که از امکانات آن نرم‌افزار نیز استفاده می‌کند.

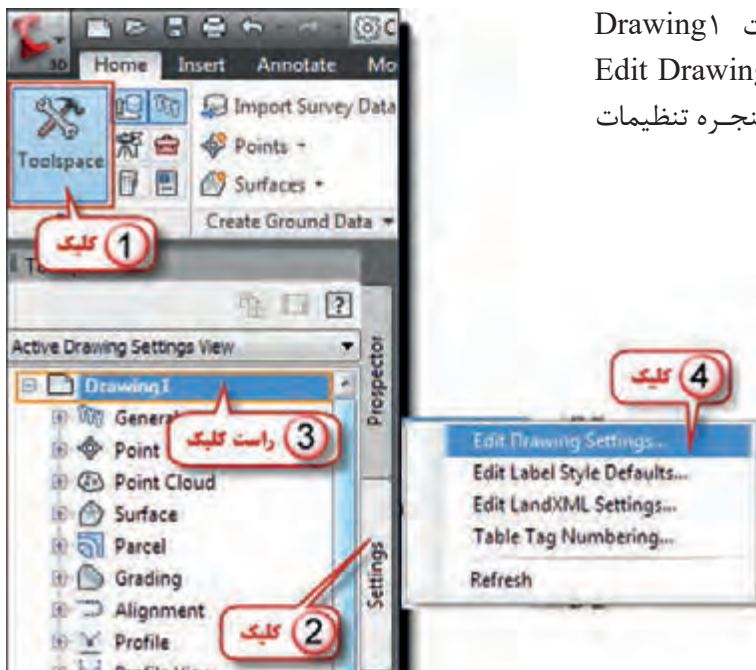


## تنظیمات اولیه در نرم افزار AutoCAD Civil 3D



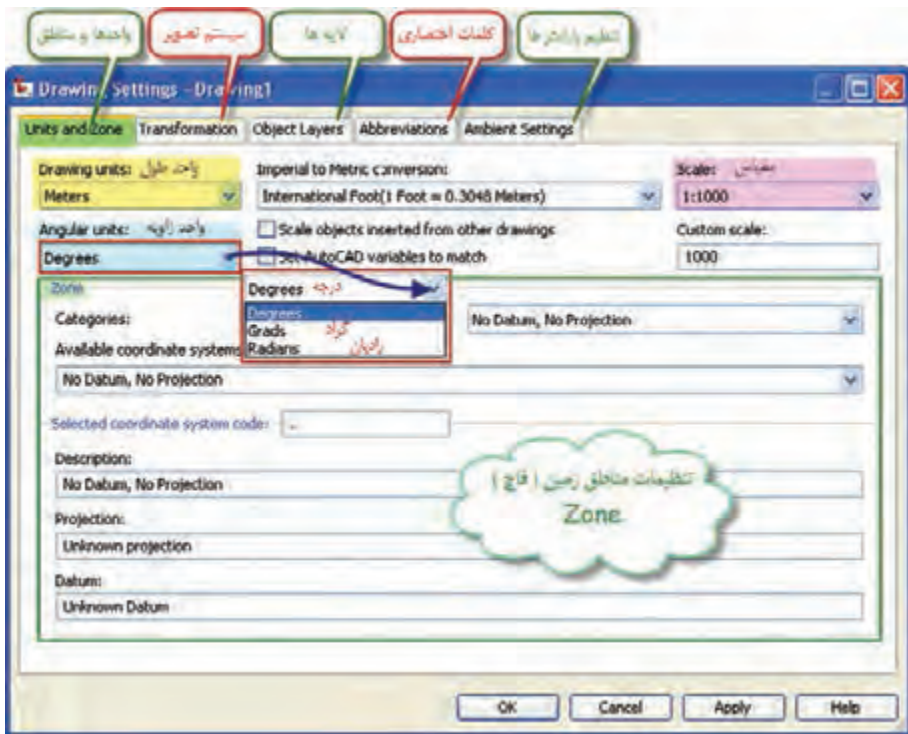
این پنجره شامل چهار سربرگ با نام‌های Prospector برای ایجاد و ویرایش فعالیت‌های نقشه‌برداری و Settings برای تنظیمات اجرای پروژه و Survey برای اجرا و محاسبات نقشه‌برداری و Toolbox برای تهیه گزارش از فعالیت‌های انجام شده می‌باشد.

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 Drawing راست کلیک کرده سپس گزینه Edit Drawing Settings را انتخاب می‌نماییم تا پنجره تنظیمات باز شود.

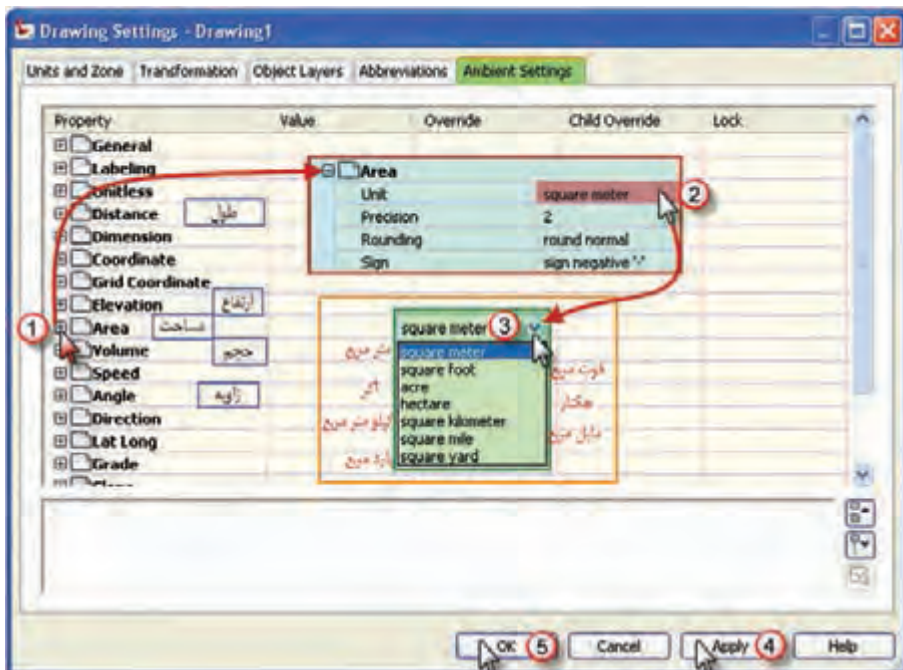


پنجره تنظیمات دارای پنج سربرگ است در صفحه تنظیم واحدها و مناطق Unit and Zone مطابق شکل واحدهای طول و زاویه و نیز مقیاس را تنظیم کرده و در قسمت مناطق (قاج‌های زمین) چون برای نقشه‌برداری مناطق محدود با مختصات محلی می‌خواهیم استفاده نماییم بدون انتخاب قاج، مانند شکل صفحه بعد تنظیم می‌نماییم.





برای تنظیم دیگر واحدها و پارامترها در صفحه تنظیم پارامترها Ambient Settings مانند شکل، برای مثال تنظیم واحد مساحت اقدام می نمایم.



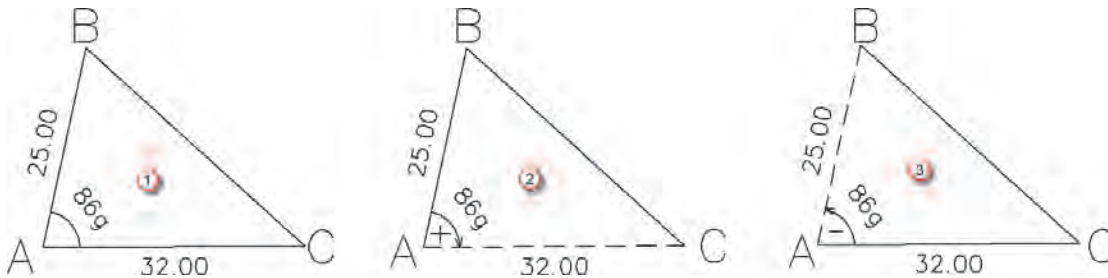
## ترسیمات ساده در نرم افزار AutoCAD Civil 3D

۱- ترسیم مثلث با معلوم بودن دو ضلع و زاویه بین:  
مطابق مثال زیر عمل می کنیم.

مثال ۱۱



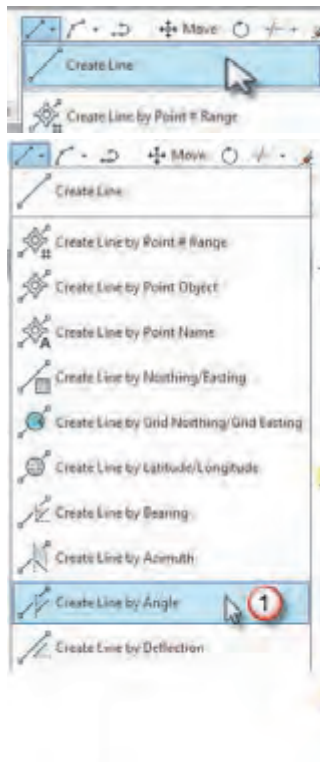
دو ضلع و زاویه مثلثی ۲۵ و ۳۲ متر و ۸۶ گراد است، آنرا ترسیم نمایید.



برای ترسیم شکل (۱) به دو روش می توان 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 این صورت چرخش AC نسبت به AB در جهت عقربه های ساعت است و آن زاویه چرخش را مثبت در نظر می گیریم. 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 نرم افزار AutoCAD از یک نقطه دلخواه پاره خط AB را به طول ۲۵ متر ترسیم می نماییم.

برای ترسیم خط در نرم افزار AutoCAD Civil 3D گزینه های بسیاری وجود دارد، که برای ترسیم اولین خط از گزینه اول استفاده می نماییم.



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 ۸۶ (گراد) را می نویسیم و اینتر می نماییم و پس از آن مقدار طول ضلع AC را نوشته و آن را نیز اینتر می کنیم. زاویه ترسیم می شود و در انتها با رسم خط ساده نقاط B و C را به هم وصل می نماییم.

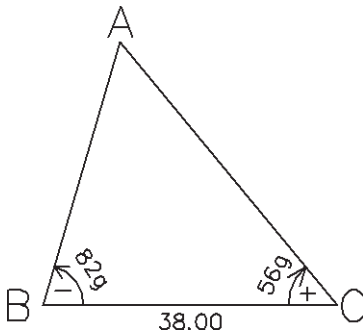
- در صورتی که ابتدا ضلع AC را ترسیم کرده باشیم مقدار زاویه را با علامت منفی وارد می کنیم.

## ۲- ترسیم مثلث با معلوم بودن دو زاویه و ضلع بین: مطابق مثال زیر عمل می کنیم.

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 پاره خط BC را به طول ۳۸ متر ترسیم می کنیم. 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 گزینه 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 می نمایم. اگر دو امتداد BA و BC یکدیگر را قطع کرده بودند با Trim اضافی آنرا حذف می کنیم و اگر یکدیگر را قطع نکرده باشند با Extend یا Fillet آنها را به هم می رسانیم.

## ۳- ترسیم پیمایش:

برای ترسیم پیمایش مطابق مثال زیر عمل می کنیم.

مثال ۱۳

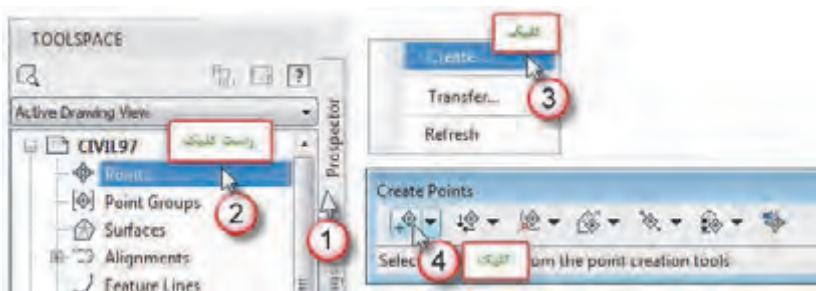


پیمایش شکل زیر را ترسیم نمایید.



برای ترسیم پیمایش مهم ترین نکته تشخیص مثبت یا منفی بودن زوایا می باشد، در یک روش تشخیص، زوایا را در جهت عقربه های ساعت علامت می زنیم اگر جهت زاویه هم جهت پیمایش باشد آنرا مثبت و در غیر این صورت منفی در نظر می گیریم، مانند شکل زوایای S1، B و D که هم جهت پیمایش اند مثبت، و زوایای A و C که خلاف جهت پیمایش می باشند منفی، در نظر گرفته می شوند.

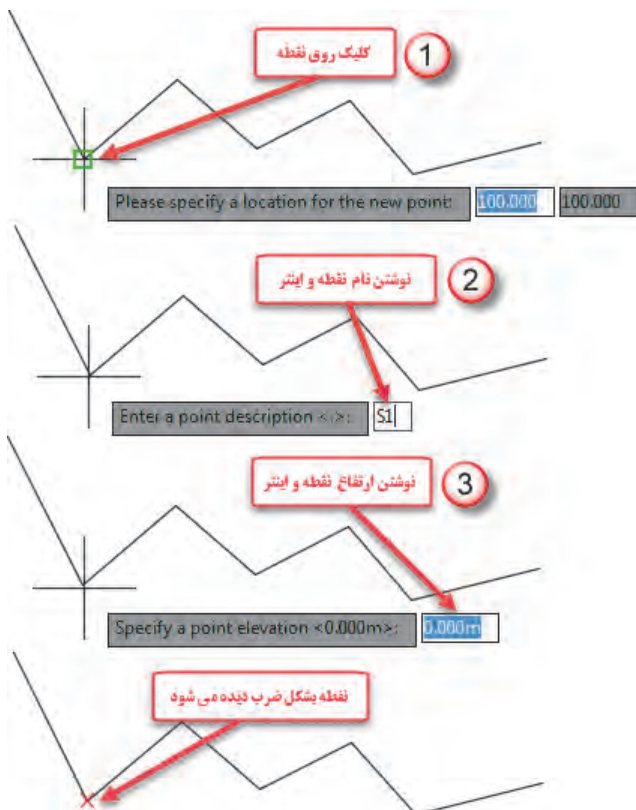
در این ترسیم، ابتدا مانند آنچه که در AutoCAD آموخته‌ایم پاره خط S1 به S2 را با توجه به مختصات دو نقطه ترسیم می‌نماییم، آنگاه مانند مثال‌های قبل، گزینه Create line by Angle از آیکن Line را انتخاب کرده و ابتدا روی S1 و بعد روی S2 کلیک کرده سپس به ترتیب و متوالی ابتدا زاویه (با در نظر گرفتن علامت آنها) و سپس طول ضلع را تایپ کرده و اینتر می‌نماییم.



### استخراج نقاط پیمایش:

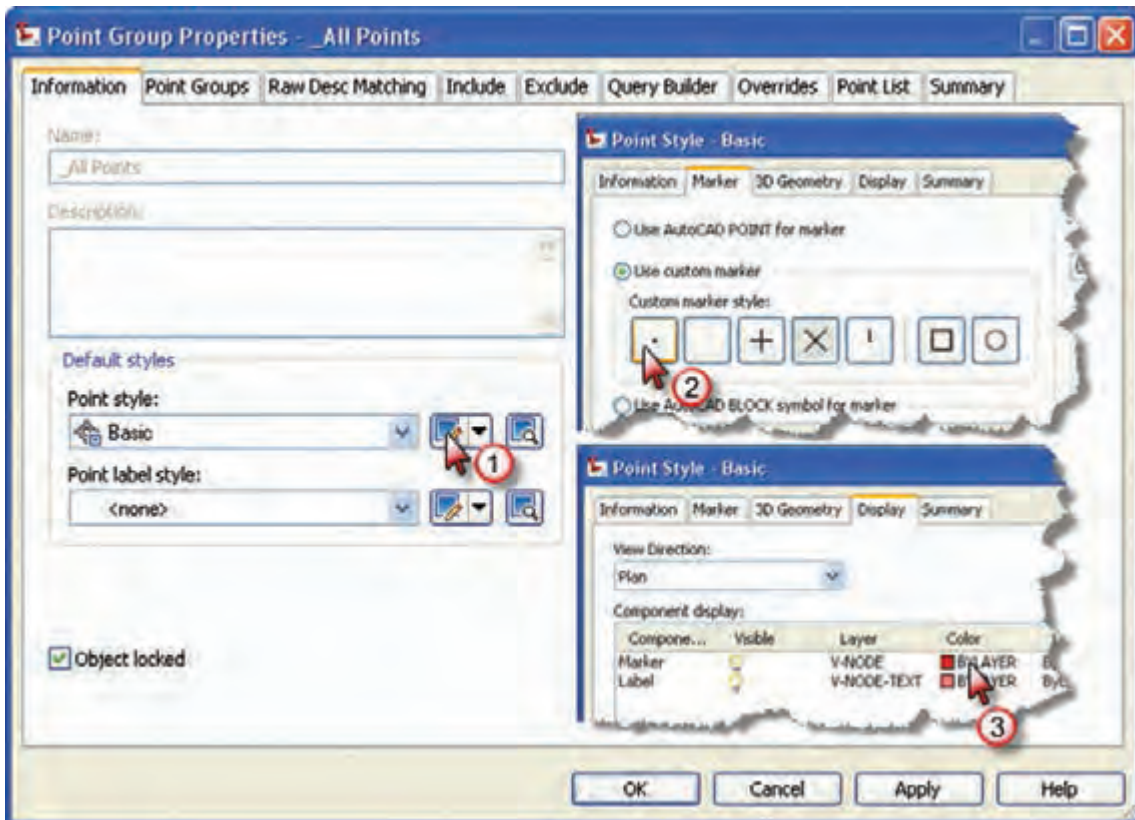
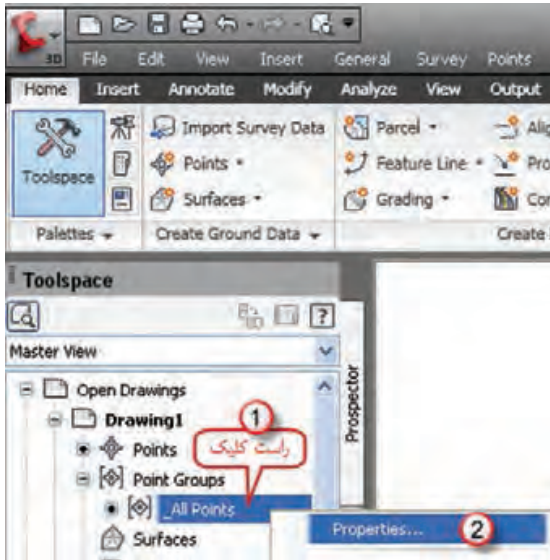
برای استخراج نقاط پیمایش مطابق شکل زیر از پنجره Toolspace، سربرگ Prospector روی گزینه Point راست کلیک کرده و گزینه Create را کلیک کرده و در پنجره

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 کردن ارتفاع نباشد می‌توان با دوبار اینتر از آن عبور کرد)



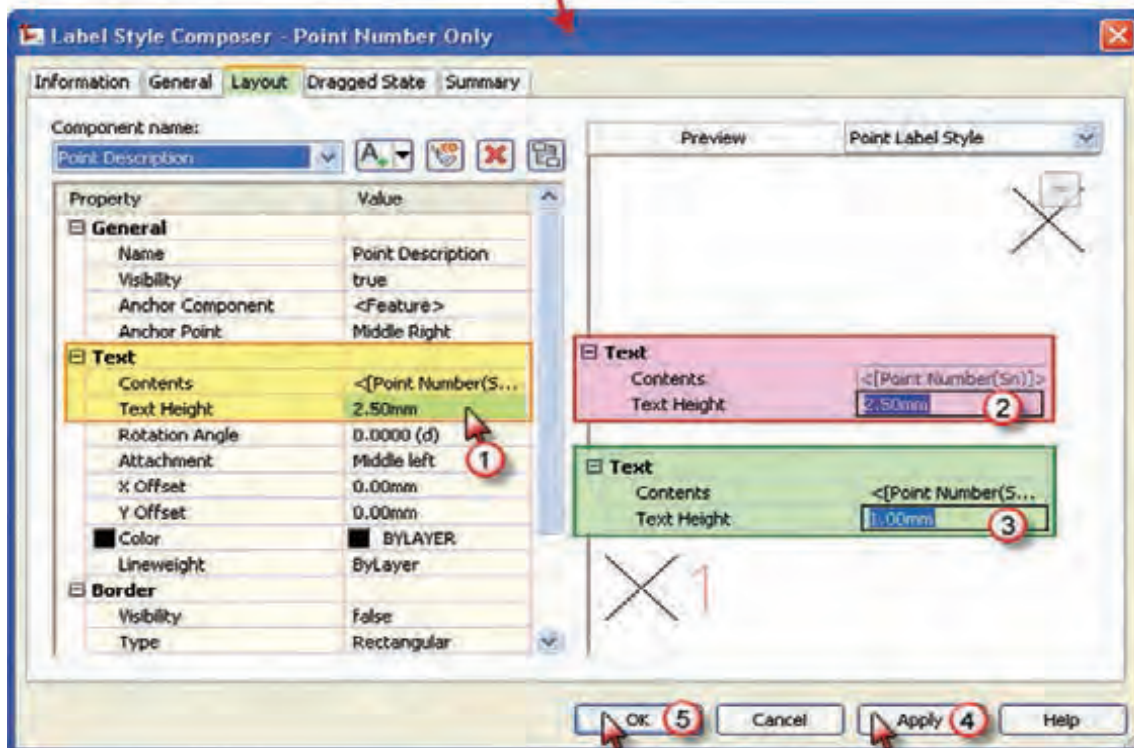
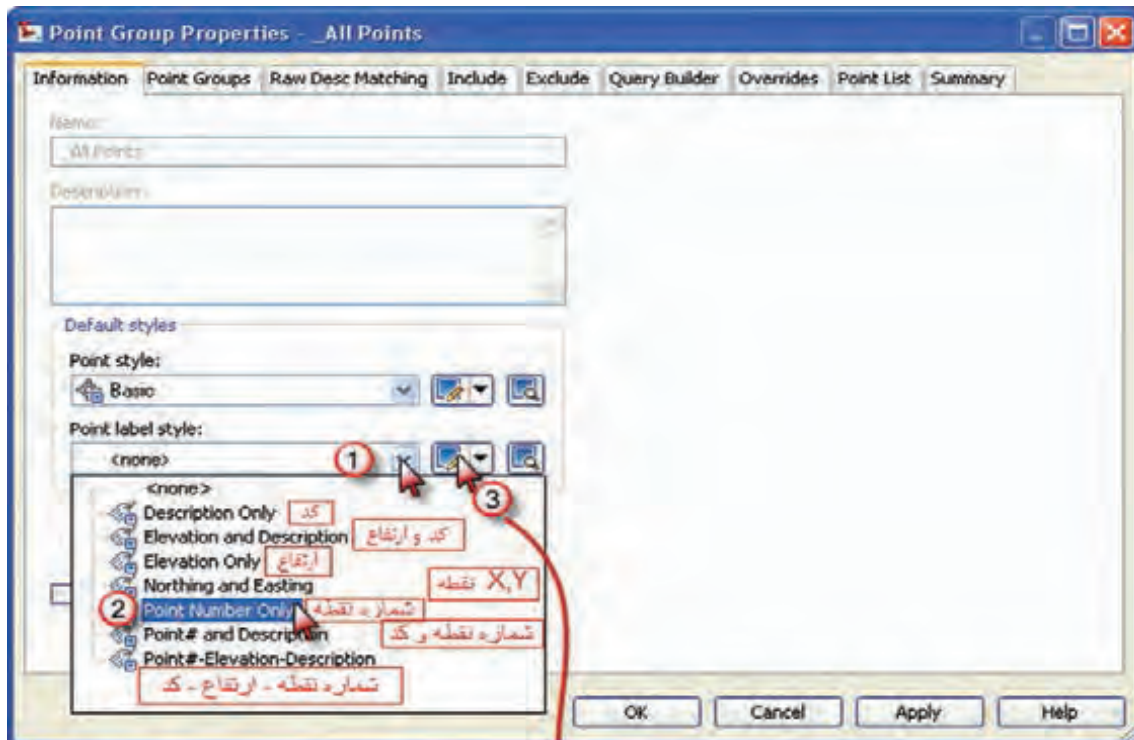
## تنظیمات نقاط در نرم افزار AutoCAD Civil 3D

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

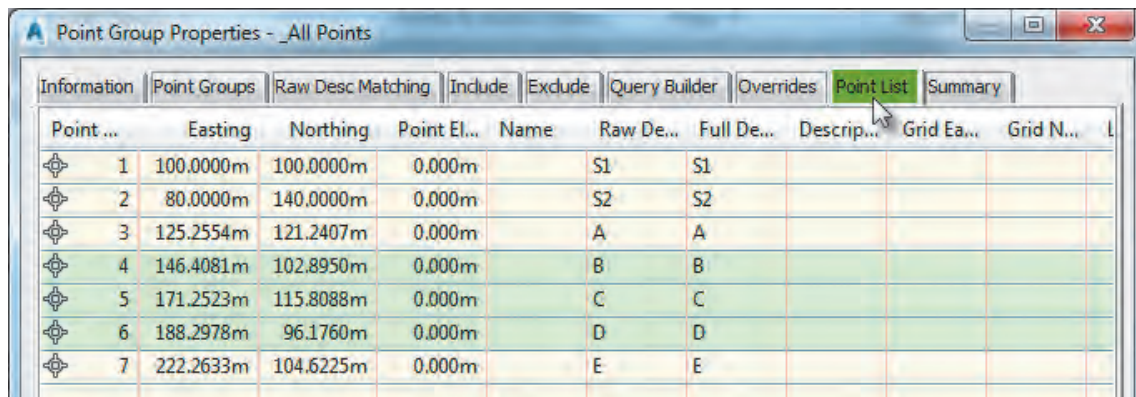


سپس قسمت شکل برچسب (نوشته) نقطه Point label style را مانند شکل صفحه بعد تنظیم می‌نماییم. از آنجا که برای ترسیم نقشه فقط به شماره نقطه نیاز است گزینه شماره نقطه را انتخاب می‌نماییم. در پنجره بعدی دیگر تنظیمات از جمله ارتفاع نوشته تنظیم می‌گردد.

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



برای مشاهده مختصات نقاط می توان سربرگ Point List را انتخاب کرد.



The screenshot shows a software window titled "Point Group Properties - \_All Points". The "Point List" tab is selected, displaying a table with the following data:

Point ...	Easting	Northing	Point El...	Name	Raw De...	Full De...	Descrip...	Grid Ea...	Grid N...	L
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 زاویه یابی و فاصله یابی، زاویه و فاصله افقی بین نقاط را اندازه گیری نموده و مختصات نقاط ایستگاهی را محاسبه و تعیین نماید.

### استاندارد عملکرد:

انجام عملیات زاویه یابی، فاصله یابی و تعیین مختصات با استفاده از دوربین زاویه یاب، دوربین توتال استیشن، سه پایه دوربین، شاخص (میر)، منشور، ژالن، ترازنبشی و متر مطابق دستورالعمل شماره ۱۱۹ سازمان نقشه برداری کشور  
**شاخص ها:**

اندازه گیری رفت و برگشت - دقت زاویه و طول مطابق استاندارد - بررسی خطاها و تصحیح آن - حذف اشتباه - کنترل محاسبات و عملیات - انجام محاسبات با نرم افزار Excel - ترسیم با نرم افزارهای AutoCAD و AutoCAD CIVIL3D - تایپ و چاپ گزارش - ارائه حضوری کار به هنرآموز در مدت زمان ۶ ساعت.

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

**شرایط:** انجام عملیات زاویه یابی، فاصله یابی و تعیین مختصات ایستگاهی در فضای طبیعی زمین به کمک دو کارگر - انجام محاسبات و ترسیم با نرم افزار در سایت رایانه.

### ابزار و تجهیزات:

- دوربین توتال استیشن - دوربین زاویه یاب - سه پایه دوربین - شاخص (میر) - منشور - ژالن - ترازنبشی - متر - وسایل محاسباتی شامل ماشین حساب علمی - وسایل تحریر اداری - رایانه به همراه چاپگر.

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	شناسایی و تثبیت ایستگاه ها	۲	
۲	انجام عملیات زاویه یابی و بررسی خطا و کنترل و تصحیح	۲	
۳	انجام عملیات فاصله یابی و بررسی خطا و کنترل و تصحیح	۲	
۴	انجام محاسبات پیمایش	۲	
۵	انجام محاسبات پیمایش با نرم افزار Excel و ترسیم پیمایش در نرم افزارهای AutoCAD CIVIL3D و AutoCAD	۲	
۶	ارائه گزارش	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت پذیری، تصمیم گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.





## 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 توتال استیشن‌ها، تئودلیت‌ها، جی‌پی‌اس و ...) و نیز روش‌های مختلفی استفاده می‌شود تا داده‌های لازم برای مرحله دوم به دست آید. نتایج کار به صورت‌های آنالوگ (نقشه، مقاطع طولی و عرضی و ...) یا رقمی (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 توتال استیشن، دوربین زاویه‌یاب، سه پایه دوربین، منشور، ژالن، تراز نبشی، شاخص (میر) و متر

## کلیات

از آنجا که در برداشت جزئیات، با حجم زیادی از نقاط برداشتی مواجه هستیم، به کارگیری 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 به کار 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 غیرقابل دسترس 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 به کار 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 آن را به صورت 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 نقشه برداری عوارض به دو دسته کلی عوارض مسطحاتی (پلانیمتری) و عوارض (آلتیمتری) تقسیم بندی می شوند.

عوارض مسطحاتی عوارضی هستند که معمولاً هم سطح زمین بوده و هم می توان 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 شکستگی های زمین بوده و ارتفاع آنها برای بازسازی شکل توپوگرافی یا ناهمواری های طبیعی سطح زمین اهمیت دارد. هنگام برداشت این عوارض علاوه بر موقعیت مسطحاتی باید ارتفاع آنها را نیز برداشت نمود.

کدامیک از عوارض زیر مسطحاتی و کدام ارتفاعی می باشد؟

جاده	آب رو	خط الرأس
کف گودال	نوک قله	درخت
ترانشه	خط القعر	چاه آب

فعالیت  
کلاسی ۱



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

آب رو	.....
ترانشه	.....
خط الرأس	.....
خط القعر	.....

فعالیت  
کلاسی ۲



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

بیشتر  
بدانیم



## اصول برداشت

بسته به هدف از تهیه نقشه و سفارش دهنده آن، نوع و تعریف عوارض برداشتی و جزئیات مورد نیاز آنها متفاوت می باشد اما نقشه برداران به صورت پیش فرض عوارض را مبنای استانداردهای موجود شناسایی و انتخاب کرده و بسته به مقیاس نقشه تراکم و جزئیات مورد نیاز آنها را برداشت می کنند. فهرست این عوارض در استاندارد برای نقشه های شهری و غیرشهری متفاوت بوده و معمولاً در دسته بندی های مشخص ارائه شده اند البته اگر عوارض خاصی مورد نظر سفارش دهنده تهیه عوارض باشد که در استاندارد موجود نباشد این عوارض نیز با تعریف مشخص شناسایی و برداشت می گردد که به آنها اصطلاحاً عوارض غنی سازی نقشه می گویند.

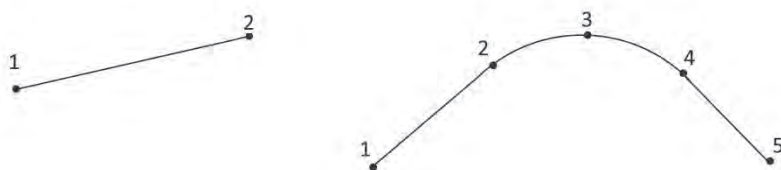
در ادامه ابتدا اصول کلی برداشت عوارض مسطحاتی و ارتفاعی و استانداردهای مربوطه تشریح شده و سپس مراحل کار در برداشت عوارض بیان می‌گردد.

### برداشت عوارض مسطحاتی:

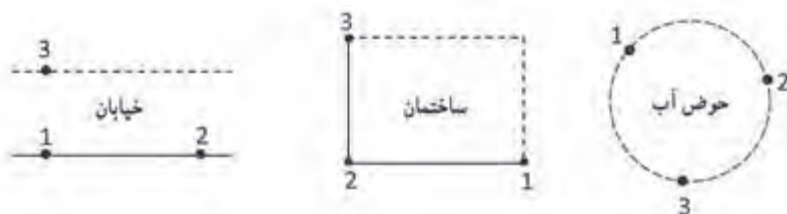
از آنجا که معمولاً مرز عوارض مسطحاتی روی زمین مشخص است می‌توان با انتخاب تعداد مشخصی نقطه در روی این مرزها این عوارض را برداشت کرد. به‌طور کلی این عوارض به سه دسته عوارض نقطه‌ای، خطی و سطحی تقسیم می‌شوند:

**الف) عوارض نقطه‌ای:** ساده‌ترین عوارض مسطحاتی از لحاظ برداشت عوارض نقطه‌ای می‌باشد. تیرهای برق، درخت‌ها، چاه‌ها و ... از نوع عوارض نقطه‌ای هستند. هنگام برداشت این عوارض آنها را یک نقطه در نظر می‌گیریم زیرا تصویر قائم این نقاط بر روی نقشه یک نقطه است.

**ب) عوارض خطی:** خطوط انتقال نیرو، جاده، خیابان و ... از این نوع هستند. برداشت این عوارض به سادگی عوارض نقطه‌ای نمی‌باشد. در برداشت این نوع عوارض در صورتی که عارضه به صورت یک خط مستقیم باشد برداشت دو نقطه از آن کافی است ولی در حالتی که عارضه مورد نظر به شکل منحنی باشد باید حداقل سه نقطه از آن را برداشت نمود.



**ج) عوارض سطحی:** تصویر عوارض سطحی مانند ساختمان‌ها، خیابان‌ها و میدان‌ها بر روی صفحه افقی نقشه عکس اشکال هندسی هستند که به راحتی با معلوم بودن موقعیت تعداد محدودی نقطه از محدوده آنها قابل ترسیم هستند، به عنوان مثال محدوده یک ساختمان یا خیابان که به ترتیب با یک مستطیل و یا دو خط موازی نشان داده می‌شود با معلوم بودن سه نقطه مطابق شکل قابل ترسیم است. همچنین یک دایره با برداشت سه نقطه روی محیط آن قابل ترسیم است.



چنانچه از سه نقطه فوق یک نقطه نیز قابل برداشت نباشد با اندازه‌گیری فاصله معلوم بودن موقعیت دو نقطه، عارضه قابل ترسیم است.



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 همان طور که گفته شد مرز این عوارض در روی زمین کاملاً مشخص نبوده و نقاط آن هم نسبت به هم حالت خاصی ندارند ولی با رعایت یکسری اصول و همچنین کسب تجربه می توان این عوارض را به سادگی عوارض مسطحاتی برداشت نمود. مثلاً نقاط برداشتی علاوه بر اینکه در تغییر شیب های ناگهانی و خط الرأس ها و خط القعرها انتخاب می شوند باید به فاصله مشخص در اطراف هر ایستگاه در نظر گرفته شوند.



نحوه تقسیم بندی 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 دقیق تر و با جزئیات بالاتری نیاز است. استاندارد در برداشت عوارض مسطحاتی نیازی به برداشت جزئیات کمتر از ۰/۵ میلی متر در مقیاس نقشه نمی باشد. همچنین خطای برداشت نقاط به طور متوسط در هر ۰/۲ میلی متر در مقیاس نقشه باشد و باید از ۰/۵ میلی متر در مقیاس نقشه بیشتر باشد.

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

هرچه فاصله منحنی میزان درخواستی کمتر باشد به دقت و تراکم بالاترین نقاط ارتفاعی نیاز است. استاندارد نقاط ارتفاعی نباید تراکم این کمتر از ۲ سانتی متر در مقیاس نقشه داشته باشند. برای مثال در تهیه نقشه ۱:۲۰۰۰ با منحنی میزان 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 سانتی متر 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 صورتی که ماندگاری نقاط ایستگاهی برای کارفرما اهمیت داشته باشد طبق استاندارد تعدادی از این نقاط به صورت 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 ترازبایی استفاده می‌شود.  
مراحل ۱ تا ۴ مربوط به پودمان قبل می‌باشد.

۵- **تهیه کروکی و گویاسازی:** 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، رفلکتورهای 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 به منظور گویاسازی نقشه مورد استفاده قرار گیرد.

در تعیین کروکی چند نکته اهمیت اساسی دارد:

- نیازی به ترسیم دقیق موقعیت هندسی نقاط در روی کروکی نمی باشد اما وضعیت نسبی نقاط باید درست باشد مثلاً نقاط گوشه حوض درون نقاط حیاط باشد نقاط یک عارضه خطی با ترتیب درست به هم وصل شده باشد و عوارض بسته نیز در کروکی به صورت چندضلعی بسته ترسیم شوند.
- گاهی اوقات تراکم عوارض در یک منطقه کوچک به حدی است که کروکی شلوغ و ناخوانا می شود 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 یک طرفه یا دوطرفه بودن جاده و جهت آن نیز باید در کروکی ترسیم شود.
- برای گویاسازی می توان از نقشه های 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 روش های 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) نشانه روی به نقاط مورد نظر و اندازه گیری 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 میانه های تیر کافی است. عارضه نقطه ای اما در تهیه نقشه ۱:۵۰۰ باید گوشه آن برداشت شود. عارضه سطحی همان طور 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 می کند.

از این رو همه افراد گروه نقشه برداری عامل دوربین و افراد نگهدارنده شاخص ها باید زیر نظر میرچین این کار کنند در واقع کیفیت و سرعت تهیه نقشه در مرحله اول بستگی به تجربه و عملکرد میرچین دارد. از آنجا که میرچین معمولاً همراه با افراد نگهدارنده شاخص ها حرکت می کند این افراد با دستور وی روی نقاط مورد نظر قرار گرفته و به نقاط دیگر تغییر محل می دهند اما عامل دوربین باید با انجام علائم دستی یا از طریق بی سیم 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 (نقشه کش) مشاهدات نقشه برداری 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 به هم 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 به سرعت و در محل آن را رفع می نمایند. اگر بلافاصله ترسیم اولیه انجام نشود و ترسیم کل مشاهدات و کروکی های 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 می شود. 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 می شود که در هنگام ترسیم نقشه، شخص تهیه کننده کروکی حضور داشته باشد تا موارد ابهام را به درستی و به سرعت رفع نمایند.

از اشتباهات معمول هنگام برداشت می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- صرف فر دوربین روی نقطه اشتباه یا با شماره ایستگاه اشتباه انجام شده باشد که منجر به دوران اشتباه کلیه نقاط برداشتی حول ایستگاه نقشه برداری می شود.
- ارتفاع دوربین اندازه گیری نشده باشد یا به درستی ثبت نشده باشد که منجر به جابجایی اشتباه ارتفاعی کلیه نقاط برداشتی می شود.
- شماره ایستگاه به درستی معرفی و ثبت نشده باشد که منجر به جابجایی اشتباه مسطحاتی و ارتفاعی کل منطقه می شود.

**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 می شود به منطقه مراجعه نموده و به طور مستقیم نقشه را با عوارض منطقه مقایسه کرد تا در صورت وجود هر نوع ناسازگاری تغییرات یا جافتادگی با انجام اندازه گیری های لازم نقشه را کنترل و تکمیل زمینی نمود. در این مرحله معمولاً به دوربین نقشه برداری نیازی نبوده و با روش های ساده مساحی مانند مترکشی می توان مشاهدات مورد نیاز را با دقت کافی به انجام رسانید.

## روش های برداشت عوارض

روش های زمینی مختلفی برای برداشت مختصات سه بعدی عوارض وجود دارد که با توجه به دقت مورد نیاز و وسعت منطقه و همچنین وسایل موجود انتخاب می شوند.

در این رابطه می توان روش های ساده برداشت مساحی و تاکنومتری (اندازه گیری سریع) به وسیله زاویه یاب ها و برداشت اتوماتیک به وسیله سیستم های پیشرفته تر از قبیل توتال استیشن، GPS و لیزر اسکنر زمینی و روش های ترکیبی را نام برد.

در درس ساختمان سازی پایه دهم با روش های ساده برداشت آشنا شدید. در این قسمت به شرح بقیه روش ها می پردازیم.



## برداشت به روش تاکنومتری

ریشه لغوی تاکنومتری یونانی و به معنی اندازه گیری سریع می باشد و در اصطلاح به روشی که در آن به طور همزمان موقعیت مسطحاتی و ارتفاعی نقاط برداشت می شود تاکنومتری گویند به عبارتی در این روش موقعیت سه بعدی نقاط را همزمان برداشت می کنیم.

برای برداشت جزئیات به روش تاکنومتری مراحل زیر به ترتیب انجام می شود:

(الف) استقرار دستگاه بر روی نقطه ایستگاهی و ثبت این نقطه به عنوان نقطه استقرار در فرم برداشت  
(ب) صفر صفر دستگاه به نقطه قرائت عقب و ثبت این نقطه به عنوان نقطه قرائت عقب در فرم برداشت که بهتر است به صورت کوپل انجام شود.

(ج) استقرار شاخص بر روی عوارض مختلف با توجه به کروکی و انجام اندازه گیری های لازم برای برداشت نقاط

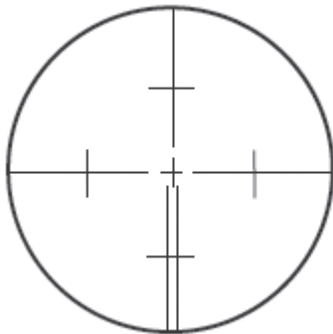
از آنجا که تعداد نقاط برداشتی زیاد است معمولاً از جداول و فرم های استاندارد استفاده می شود. در زیر نمونه ای از آن را می بینید.

برگ قرائت های تاکنومتری									
عوامل:			منطقه و نوع عملیات:			نام ایستگاه:			
نویسنده:			نوع و شماره دستگاه:			ارتفاع دستگاه:			
تاریخ:						صفر صفر به:			
نقاط	تارهای استادیومتری			زاویه افقی	زاویه قائم	فاصله افقی	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	کروکی و ملاحظات
	تار بالا	تار وسط	تار پایین						

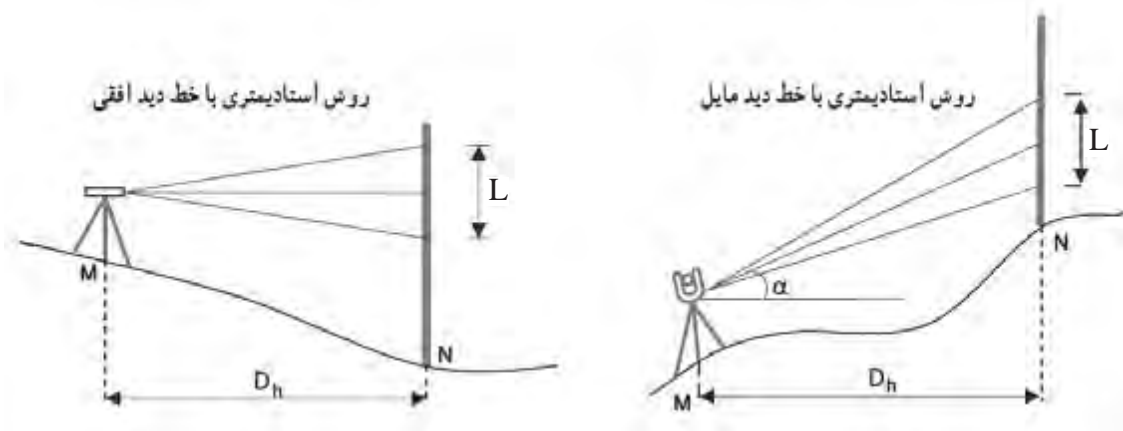
## محاسبه فاصله افقی و اختلاف ارتفاع در روش تاکنومتری

این روش به کمک زاویه یاب و شاخص انجام می شود و اصول مورد استفاده در آن اصول استادیومتری است.

**اصول استادیومتری:** در روی صفحه رتیکول (صفحه تارهای مویی) دوربین های نقشه برداری دو خط به موازات خط افقی دایره رتیکول و به فاصله مساوی از آن به نام خطوط استادیا و یا تارهای استادیا حک نموده اند. به کمک این خطوط می توان فاصله افقی یا اختلاف ارتفاع بین دو نقطه را تعیین کرد.



در مناطق هموار خط دید افقی است لذا می توان از تراز یاب استفاده کرد ولی در مناطق شیب دار و کوهستانی به اجبار از دوربین زاویه یاب استفاده می شود.



برای اندازه گیری، دوربین را روی ایستگاه مستقر کرده و با قرار دادن یک شاخص قائم در نقطه مورد نظر، پس از نشانه روی اعداد منطبق بر تار بالا و پایین و وسط استادیا قرائت و یادداشت می شود. همچنین زاویه قائم خط قراولروی نیز برداشت می شود. دقت روش استادیتری زیاد نیست (حدود ۱:۵۰۰ تا ۱:۱۰۰۰) اما استفاده از آن سریع و آسان است.

در این روش پس از قرائت تعداد تار بالا وسط و پایین روی شاخص و همچنین زاویه شیب و امتداد مورد نظر می توان فاصله افقی  $D_h$  و اختلاف ارتفاع  $\Delta H$  نقطه مورد نظر از ایستگاه استقرار زاویه یاب را از رابطه زیر به دست آورد.

$$D_h = 100 \cdot L \cdot \cos^2 \alpha = 100 \cdot S \cdot \sin^2 V$$

$$\Delta H = 100 \cdot L \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha + h_i - T$$

که در آن  $L$  همان فاصله تارهای بالا و پایین استادیا، عدد ۱۰۰ ثابت استادیتری و  $\alpha$  زاویه شیب خط قراولروی و  $V$  زاویه زینتی خط قراولروی می باشد.

همچنین ارتفاع دوربین از سطح زمین و  $T$  عدد تار وسط است که روی شاخص قرائت شده است. در عمل معمولاً تار وسط رتیکول روی عدد ارتفاع دستگاه قرار داده می شود بنابراین در این حالت مقدار  $T$  و  $h_i$  با هم ساده شده و رابطه اختلاف ارتفاع به شکل ساده زیر تبدیل می شود.

$$\Delta H = 100 \cdot L \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = 50 \cdot \sin (2\alpha)$$



برای محاسبه فاصله افقی و اختلاف ارتفاع بین ایستگاه استقرار و نقطه، مشاهدات بدین ترتیب می باشد:  
 تار بالا ۱۶۴۰، تار وسط ۱۵۵۰، ارتفاع دستگاه ۱۶۰ سانتی متر، 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:

$$\text{تار پایین} + \text{تار بالا} = 2 \times \text{تار وسط}$$

$$1550 = \frac{1640 + \text{تار پایین}}{2}$$

تار پایین برابر است با ۱۴۶۰، زاویه قائم هم از نوع زینتی می باشد پس

$$D_h = 100 \cdot L \cdot \sin^2 V = 100 \cdot (1640 - 1460) \cdot \sin^2 (84^\circ 15') = 17819 / 322 \text{ mm} = 17 / 819 \text{ m}$$

$$\Delta H = 100 \cdot L \cdot \cos V \cdot \sin V + h_i - T = 100 \cdot (1640 - 1460) \cdot \cos (84^\circ 15') \cdot \sin (84^\circ 15') + 160 - 1550$$

$$\Delta H = 1844 / 311 \text{ mm} = 1 / 844 \text{ m}$$

در جدول زیر کروکی و مشاهدات تاکنومتری 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.



### نمون برگ قرائت تاکنومتری

تاریخ:		نوع و شماره دوربین:		S <sub>1</sub> (۲۰۰۰، ۱۰۰۰)		نام و مختصات ایستگاه:		
نویسنده:		عامل کروکی:		عامل دوربین:		ارتفاع دستگاه: ۱۵۰ سانتی متر		
نقاط	تارهای استادیمتری			زاویه افقی (گراد)	زاویه قائم (گراد)	فاصله افقی	اختلاف ارتفاع	کروکی و توضیحات
	تار بالا	تار وسط	تار پایین					
P								
۱	۱۶۳۰	۱۵۰۰	۱۳۷۰	۳۰/۸۱	۹۶/۲۹			<p>صفر صفر به: S2(850/1000)</p>
۲	۱۵۶۲	۱۵۰۰	۱۴۳۵	۷۴/۶۸	۱۰۹/۴۶			
۳	۱۶۵۵	۱۵۰۰	۱۳۴۵	۷۸/۶۶	۱۰۳/۶۶			
۴	۱۷۱۵	۱۵۰۰	۱۴۸۵	۷۸/۲۹	۱۰۰/۰۰			
۵	۱۷۴۰	۱۵۰۰	۱۴۶۰	۱۴۱/۲۲	۱۰۰/۰۰			

## تاکئومتری در نرم افزار Excel

برای استفاده مناسب تر از قابلیت های نرم افزار، در نرم افزار Excel چنانچه در فرمول یک خانه، از متغیرهای خانه های همان ردیف استفاده شود می توان فرمول را به جای نوشتن نشانی خانه، به صورت پارامتری با پارامترهای عنوان ستون نوشت. مثلاً برای نوشتن نشانی خانه های شماره نقطه از P زاویه قائم از V استفاده نمود. برای این کار ابتدا باید قسمتی از جدول را که می خواهیم با نام عنوان ستون مشخص شود، انتخاب گردد. سپس از روبان Formulas گزینه Create from selection را کلیک می کنیم آن گاه در پنجره ایجاد شده قسمت Top row را انتخاب و دکمه Ok زده می شود.

نقاط	تارهای استادیومتری			زاویه قائم	زاویه قائم	فاصله افقی	اختلاف ارتفاع	گروکی و توضیحات
	تار بالا	تار وسط	تار پایین					
P	T	M	L	A	V	D	$\Delta H$	C
1								
2								
3								
4								
5								

سپس

The screenshot shows the 'Formulas' ribbon in Excel. The 'Create from Selection' button is highlighted. A dialog box titled 'Create Names from Selection' is open, showing the following options:

- Top row
- Left column
- Bottom row
- Right column

The 'Top row' option is selected, indicating that the first row of the selected table will be used to create named ranges for the columns.

### محاسبه جدول تاکئومتری در نرم‌افزار Excel:

الف- محاسبه ستون فاصله افقی ( $D_h$ ):

می‌دانیم فاصله افقی از رابطه  $D_h = 100 \cdot L \cdot \sin^2 V$  برای زوایای زینتی و  $D_h = 100 \cdot L \cdot \cos^2 \alpha$  برای زوایای شیب محاسبه می‌شود. در محاسبه با ماشین حساب باید به واحد زاویه که درجه‌ای یا گراد است، توجه کرد و حالت ماشین حساب 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، آن را در  $\frac{\pi}{180}$  و برای تبدیل گراد به رادیان، آن را در  $\frac{\pi}{200}$  ضرب می‌کنیم. در نرم‌افزار Excel عدد  $\pi$  به صورت تابع  $PI()$  تعریف می‌شود.

همچنین پاسخ رابطه بر حسب واحد قرائت‌های شاخص یعنی میلی‌متر به دست 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

$$= (100 * (T-L) * (\text{Sin}(V * \text{PI}() / 200))^2) / 1000$$

ب- محاسبه ستون اختلاف ارتفاع ( $\Delta H$ ):

اختلاف ارتفاع از رابطه  $\Delta H = 100 \cdot L \cdot \sin V \cdot \cos V + h_i - T$  به دست می‌آید. این رابطه را می‌توان به صورت زیر تایپ کرد که به جای باید عدد ارتفاع دستگاه بر حسب میلی‌متر وارد گردد.

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

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

نکته



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.

فعالیت  
عملی ۱



## ترسیم نقشه با استفاده از اطلاعات جدول تاکنومتری 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 تاکنومتری، موقعیت سایر نقاط برداشتی را با توجه به مقیاس نقشه نسبت به نقاط ایستگاهی و صفر صفر روی کاغذ نقشه پیدا کرده و مطابق کروکی به هم وصل می‌کنیم تا نقشه ترسیم گردد.

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

**مراحل ترسیم:** ابتدا ایستگاه و امتداد صفر صفر را روی کاغذ نقشه با توجه به کروکی ترسیم می‌کنیم، سپس نقاله را با توجه به اطلاعات توضیحات جدول تاکنومتری یعنی نام ایستگاه و نام نقطه صفر صفر طوری روی نقشه قرار می‌دهیم که مرکز نقاله روی نقطه استقرار دوربین و صفر نقاله روی نقطه‌ای که دوربین به آن صفر صفر شده قرار گیرد. با توجه به اطلاعات جدول تاکنومتری در ستون‌های فاصله افقی و زاویه افقی ابتدا صفر خط‌کش یا اشل را روی مرکز نقاله یعنی ایستگاه استقرار قرار می‌دهیم به طوری که امتداد خط‌کش روی زاویه افقی قرائت شده برای نقطه اول قرار گیرد، در این حالت فاصله افقی را که به مقیاس نقشه تبدیل 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 پیاده کردن تعداد محدودی نقطه، بلافاصله خطوط مربوط به آنها را از روی کروکی ترسیم نمایید زیرا اگر همه نقاط را ابتدا پیاده نموده و سپس ترسیم کنید، امکان اشتباه و تداخل نقاط در یکدیگر بسیار زیاد خواهد بود و موجب اتلاف وقت می‌گردد.

فعالیت  
عملی ۲



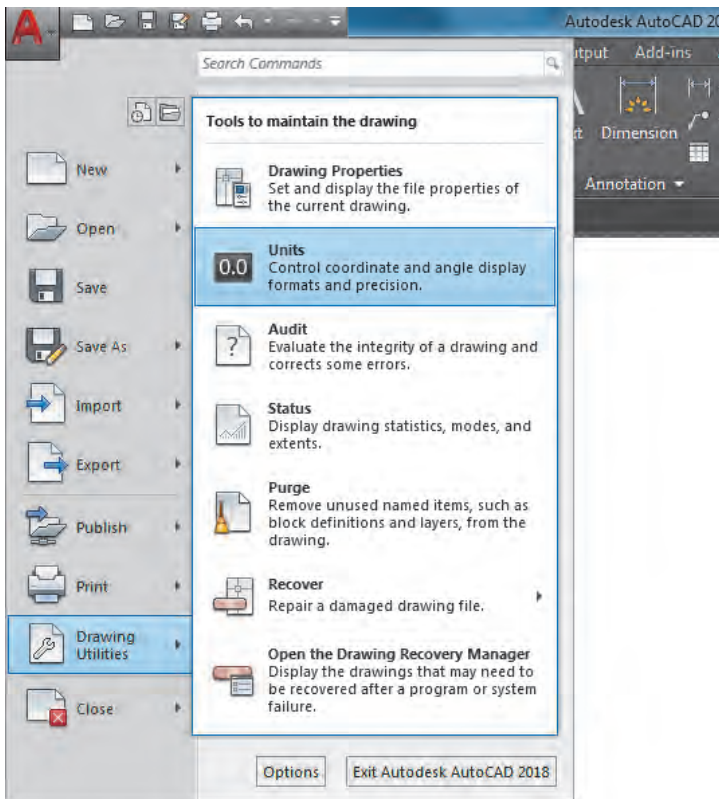
با استفاده از اطلاعات و پاسخ‌های جدول فعالیت عملی ۱ و همچنین کروکی عملیات، نقشه را ترسیم نمایید.

## ترسیم نقشه با استفاده از اطلاعات جدول تاکنومتری با نرم‌افزار AutoCAD

در کتاب نقشه‌کشی فنی رایانه‌ای سال دهم با روش‌های ترسیم پاره خط و نقطه در نرم‌افزار اتوکد آشنا شدید. از طول و زاویه افقی جدول تاکنومتری می‌توان به صورت قطبی نقشه را ترسیم کرد.

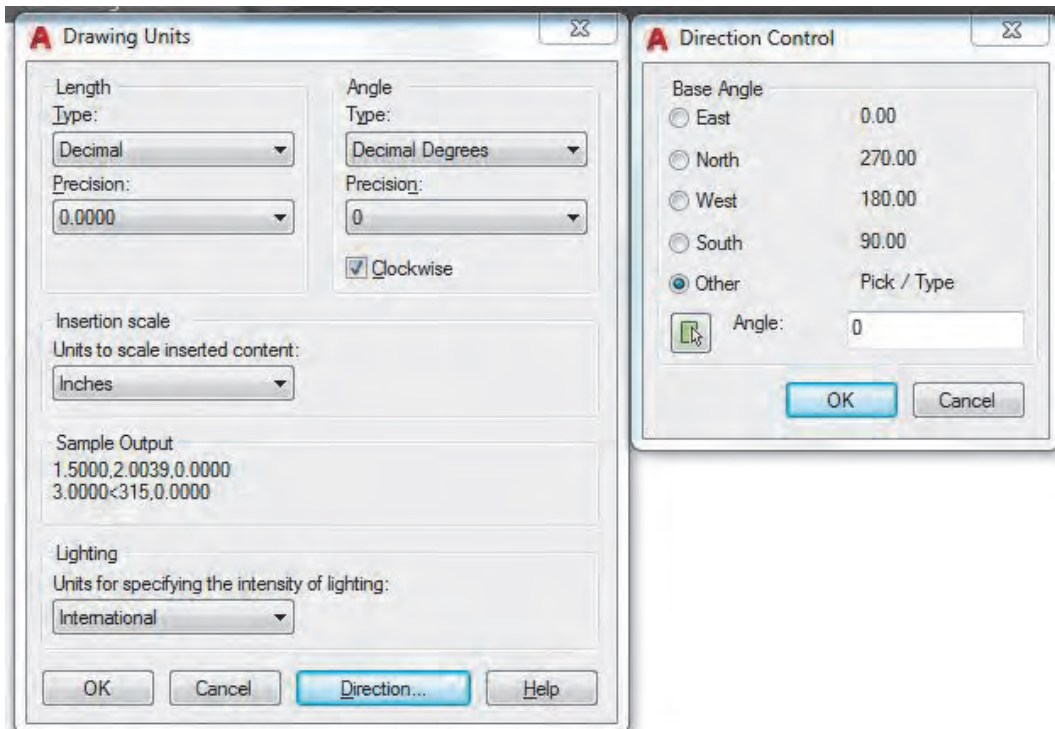
در نرم‌افزار AutoCAD به‌طور پیش‌فرض زوایا بر حسب درجه و در معرفی مختصات قطبی مطابق دایره مثلثاتی در ریاضی عمل می‌شود یعنی جهت مثبت محور X ها قطب در نظر گرفته می‌شود و افزایش زاویه در خلاف جهت عقربه‌های ساعت می‌باشد.

از آنجا که در نقشه برداری 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 به صورت زیر انجام داد.



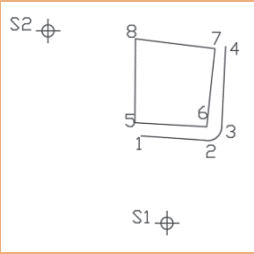
مطابق شکل گزینه units را انتخاب کرده تا پنجره گشوده شود یا در خط فرمان دستور un یا units را تایپ و اینتر نمایید.

سپس می‌توان واحدهای دلخواه (فاصله و زاویه) را انتخاب نموده و برای پروژهای 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 آن را معرفی کرد.

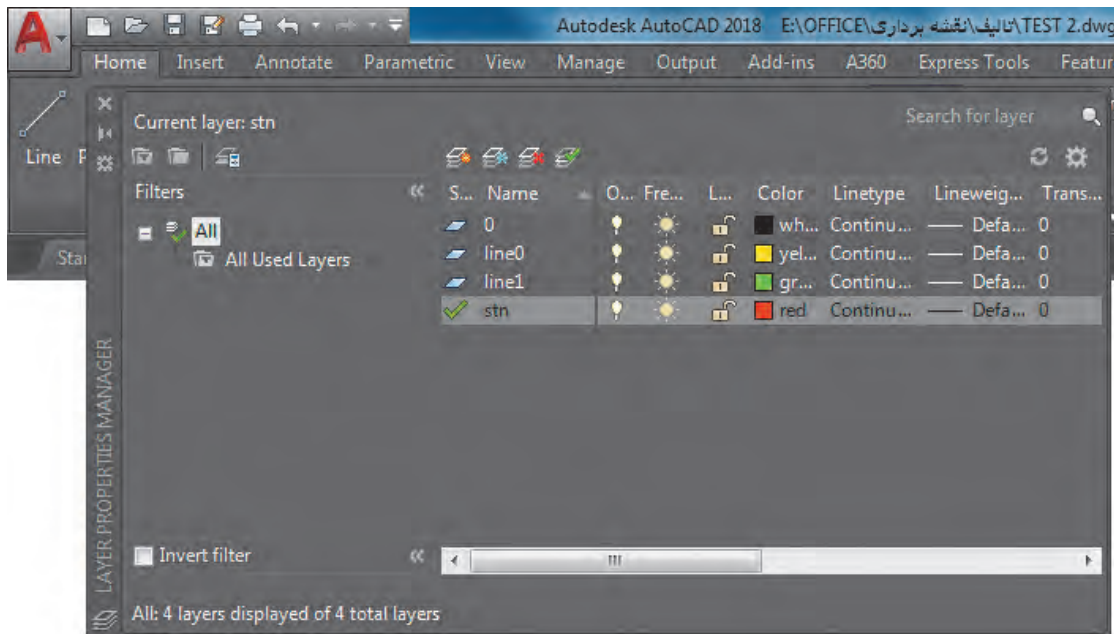




نقشه حاصل از جدول تاکنومتری زیر را در نرم افزار AutoCAD رسم کنید. (ایستگاه استقرار  $S_1$  و ایستگاه توجیه (صفر صفر)  $S_p$  می باشد).

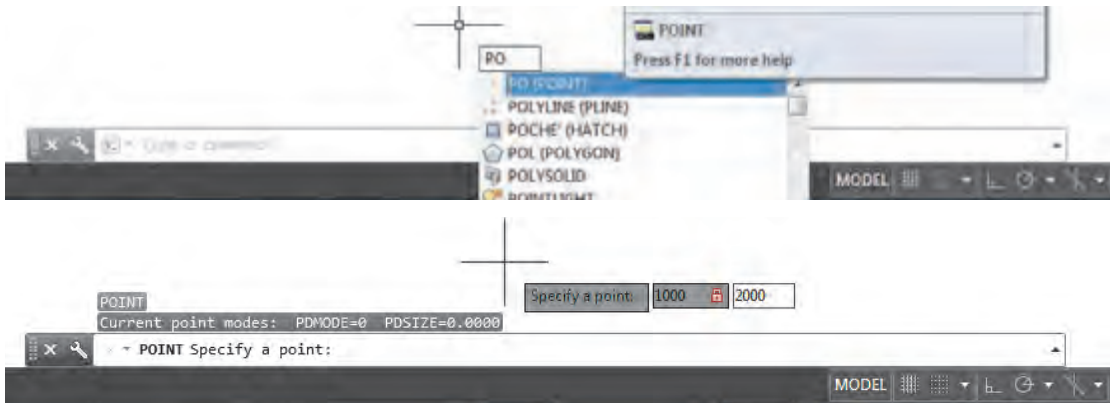
نقاط	زاویه افقی (درجه)	فاصله افقی (متر)	کروکی و توضیحات
۱	۱۵	۳۸	 <p><math>S_1</math> (۱۰۰۰, ۲۰۰۰) <math>S_p</math> (۹۵۰/۵۰۱, ۲۰۸۰/۲۴۱)</p>
۲	۵۶	۳۸	
۳	۶۱	۴۶/۵	
۴	۵۰	۷۷/۵	
۵	۱۴	۴۴	
۶	۵۴	۴۳/۵	
۷	۴۷	۷۵/۵	
۸	۲۲	۷۸	

**توضیح روش کار:** نرم افزار AutoCAD را اجرا و فایل را ذخیره می کنیم. بهتر است هر ترسیم در لایه مخصوص به خود انجام شود. مثلاً ایستگاهها در لایه  $stn$  با رنگ شماره ۱، خطوط ترسیم موقت به صورت خط چین در لایه  $Line_0$  با رنگ ۲، خطوط اصلی پروژه با رنگ ۳ در لایه  $line_1$  ترسیم می کنیم. دستور  $layer$  با مخفف  $la$  برای مدیریت لایهها می باشد.

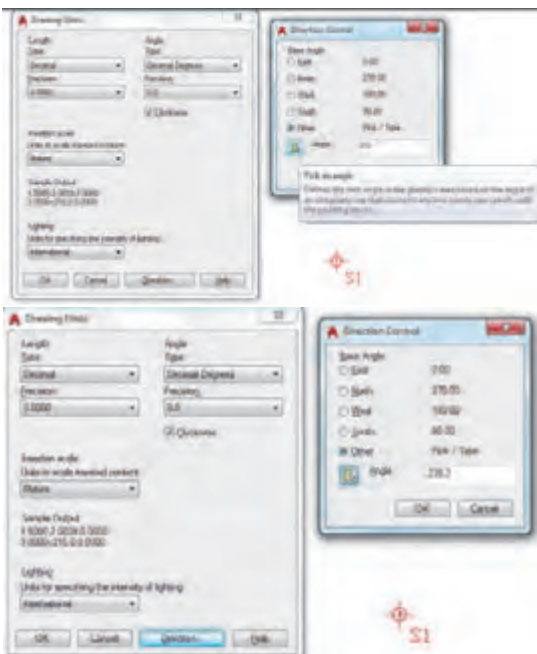
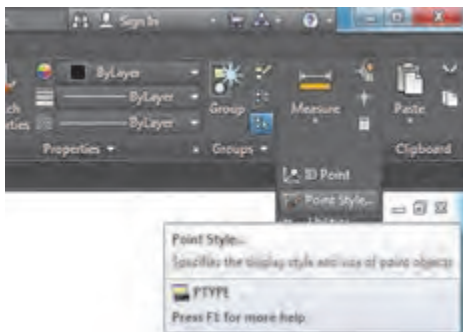




با دستور POINT نقاط ایستگاهی را ترسیم می کنیم.



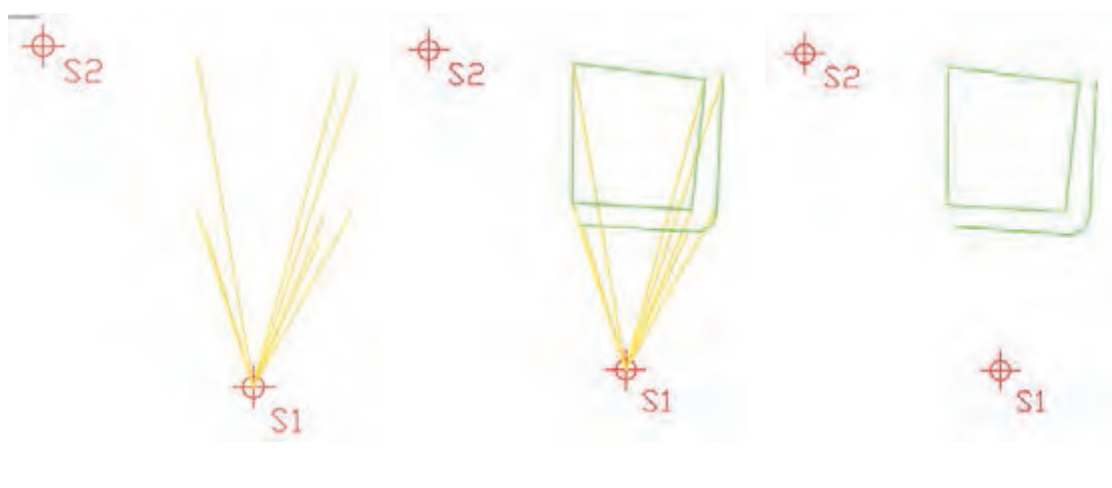
با وارد کردن مختصات، هر دو نقطه ترسیم می گردند. برای تغییر شکل و اندازه نقاط ایستگاهی از پانل Utilities در روبان Home، گزینه Point Style را کلیک می کنیم. سپس با دستور text نام ایستگاهها را می نویسیم.



حال تنظیمات مربوط به واحد و توجیه را با فرمان UNITS انجام می دهیم. پس از مشخص کردن واحدهای طول و زاویه، و فعال کردن قسمت ساعتگرد (Clockwise)، با کلیک روی قسمت Direction و انتخاب گزینه Other، روی قسمت Angle کلیک و ابتدا ایستگاه S1 و سپس S2 را معرفی کرده و دکمه های OK را کلیک می نماییم.



پس از تنظیمات لایه  $line^0$  را جاری، دستور پاره خط  $line$  (با مخفف L) را اجرا و روی نقطه  $S1$  کلیک و مختصات نسبی قطبی نقاط را وارد می کنیم. مثلاً  $15 < 38 @$ . سپس لایه  $line1$  را جاری و طبق کروکی نقشه را ترسیم می کنیم. در انتها لایه  $line^0$  را خاموش نموده تا نقشه مشاهده گردد.



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

فعالیت  
عملی ۳



با دوربین تئودولیت، در محوطه هنرستان، روی ایستگاهی مستقر و به سمت ایستگاه دیگر توجیه نمایید. سپس نقشه منطقه ای که هنرآموز تعیین می کند، را برداشت، محاسبه و ترسیم نمایید.  
تذکر ۱:

فعالیت  
عملی ۴



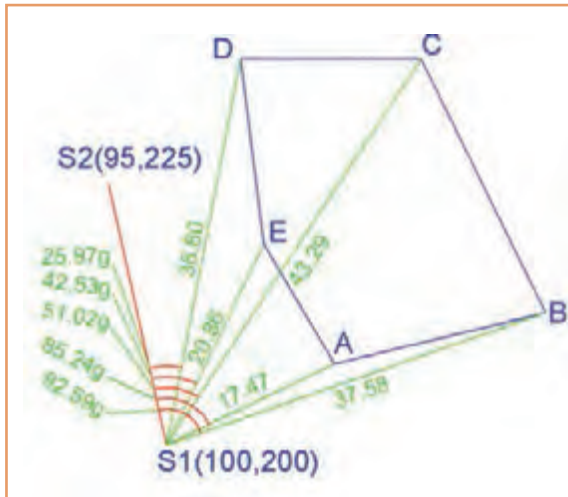
ایستگاه استقرار و توجیه را هنرآموز مشخص می کند.  
تذکر ۲: محاسبه با ماشین حساب و نرم افزار Excel جداگانه و ترسیم نیز هم در دفتر گزارش و هم در نرم افزار AutoCAD انجام گردد.

## 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 می‌دهیم.

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 نقشه برداری مستقر و به ایستگاه دیگر صفر صفر شده باشد و فاصله و زاویه افقی نقاط را برداشت کرده باشیم، با توجه به مثال زیر می‌توان آن را ترسیم نمود.



در شکل مقابل دوربین روی ایستگاه S1 مستقر و به ایستگاه S2 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 S1 و S2 امتداد بین دو ایستگاه را ترسیم نمایید.

۳- از آیکن Line گزینه Create Line by Side Shot را انتخاب و سپس روی امتداد S1S2 از

وسط به سمت S1 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.

مثال ۳



فعالیت  
عملی ۵

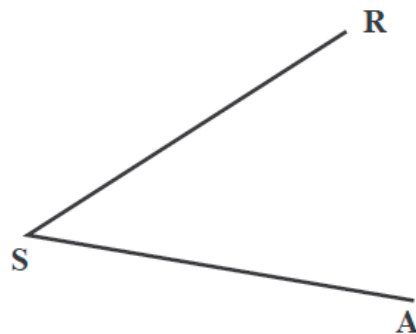


## عملیات زمینی تهیه نقشه از یک منطقه با زاویه یاب



تهیه نقشه از یک منطقه کوچک و محدود  
به کمک زاویه یاب

در این روش موقعیت هر منطقه روی زمین به وسیله یک زاویه و یک طول مشخص می‌گردد. مثلاً اگر نقطه  $A$  را در نظر بگیریم و در نزدیکی آن روی نقطه  $S$  ایستگاه‌گذاری کنیم کافی است زاویه امتداد  $SA$  را با یک امتداد مشخص مثلاً  $SR$  اندازه‌گیری کرده، سپس طول  $SA$  را به دست آوریم. با این روش می‌توان برای تهیه پلان یک منطقه با زاویه یاب دستورالعمل زیر را به کار 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 تاکنومتری یادداشت می‌کنیم.

بهتر است که از منطقه اطراف هر ایستگاه که قرار است برداشت شود، یک کروکی در مقیاس 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  $1/200$  شهری که معمولاً برای گازکشی تهیه می‌شوند باید تمام عوارض کوچک تا حد  $4$  سانتی‌متر برداشت شود. اما برای نقشه‌های  $1/2000$  با توجه به مقیاس عملاً عوارض زیر  $40$  سانتی‌متر قابل مشاهده و ترسیم 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 در فرم برداشت در محل مربوطه یادداشت می‌نماییم. سپس برداشت نقاط عوارض شروع می‌گردد. 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 زینتی (یا شیب) را مشاهده و یادداشت گردد.

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 گزارش نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به هنرآموز تحویل دهید.

فعالیت  
عملی ۶



## 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.

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

فعالیت  
کلاسی ۴



## عملیات زمینی تهیه نقشه از یک منطقه با توتال استیشن

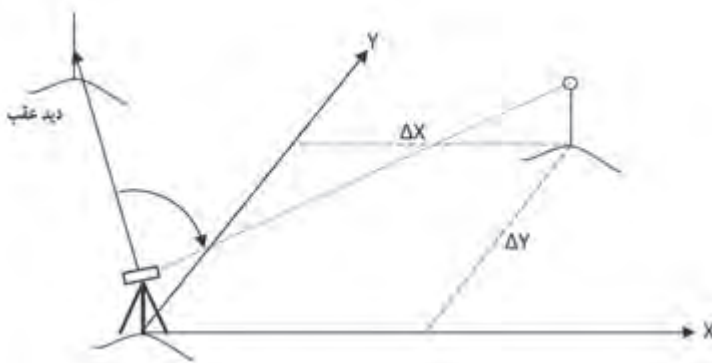
در توتال استیشن‌ها توابع و برنامه‌هایی برای انجام تعدادی از کارهای متداول نقشه‌برداری قرار داده شده است از جمله برنامه برداشت که کاربرد فراوانی در بین برنامه‌های توتال استیشن دارد و از آن می‌توان در برداشت مختصاتی و یا قطبی نقاط استفاده کرد. مراحل برداشت با توتال استیشن به قرار زیر است:

**۱- استقرار دستگاه:** در این مرحله دستگاه را روی یک نقطه ایستگاهی مستقر می‌کنیم. استقرار دستگاه توتال استیشن کاملاً شبیه دستگاه زاویه‌یاب است با این تفاوت که توتال استیشن‌ها 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 به دست می‌آیند. در توتال استیشن 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 توتال استیشن نقاط مورد نظر را برداشت کرد. در توتال استیشن‌های با قابلیت Reflectorless نیازی به رفلکتور نبوده و می‌توان عوارض مورد نظر را مستقیماً با لیزر نشانه‌روی و برداشت نمود. توتال استیشن‌های 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 کامل بودن 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 و آنرا توجیه می‌کنیم. منظور از توجیه کردن انجام عملیات سانتراژ و تراز کردن دوربین و دادن مختصات ایستگاه استقرار و ایستگاه نشانه‌روی یا معرفی ژیزمان ورودی به دستگاه توتال استیشن می‌باشد که شرح داده می‌شود.

سپس به ایستگاه بعدی نشانه‌روی کرده و آن را برداشت می‌نماییم. حال دوربین آماده برداشت می‌باشد، مطابق کروکی شروع به برداشت می‌کنیم. دقت شود هنگام برداشت، عوارض را از یک 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.

با راهنمایی هنرآموز خود، دوربین توتال استیشن 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 گزارش نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به هنرآموز تحویل دهید.

فعالیت  
عملی ۷



## 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 می‌توان 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 توتال استیشن وجود دارد شکل PENZD(comma) delimited که بین پارامترها کاما (,) نوشته می‌شود. برای مثال اگر نقطه شماره ۱۰۲ دارای  $X=45$  و  $Y=60$  و  $Z=20$  باشد در شکل space و comma به صورت زیر نوشته می‌شود.

a) ۱۰۲ ۴۵ ۶۰ ۲۰ BM

b) ۱۰۲,۴۵,۶۰,۲۰, BM

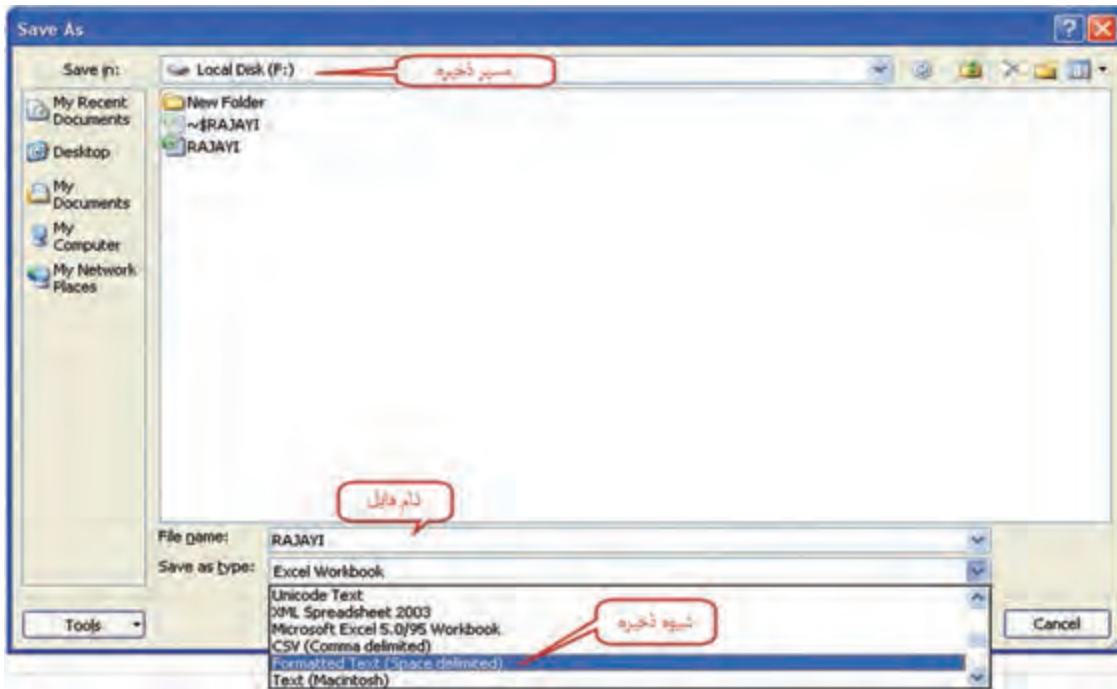
با توجه به آشنایی هنرجویان به نرم‌افزار Excel در صورتی که محاسباتی مانند تراز‌یابی، پیمایش و تاکئومتری را در این نرم‌افزار انجام داده‌اند، مختصات محاسبه شده را می‌توان به صورت زیر به نرم‌افزار Civil3D وارد نمود.

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

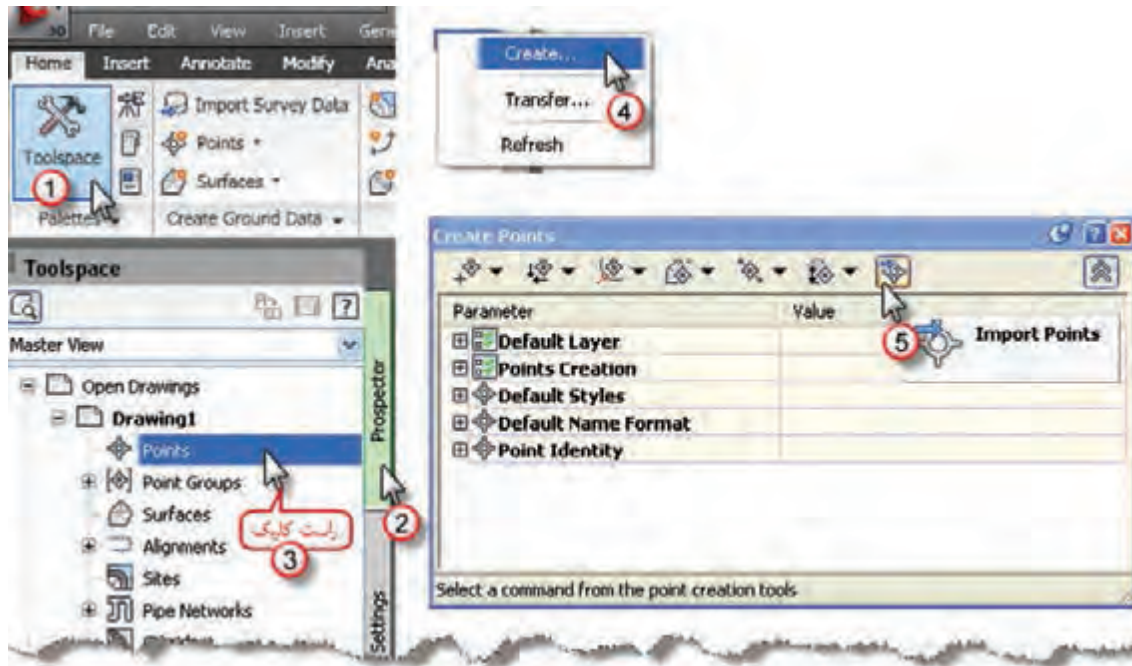
	نمبره نقطه	X	Y	Z
	A	B	C	D
1	1	15	70	103.7
2	2	15	50	102.7
3	3	14	49	102.6
4	4	4	49	102.5
5	5	14	70	103.7
6	6	14	50	102.7
7	7	8	50	102.6
8	8	8	58	102.9
9	9	4	58	102.9
10	10	4	70	103.5
11	11	25	70	103.7
12	12	25	50	102.7
13	13	26	49	102.6
14	14	40	49	102.3
15	15	26	70	103.8
16	16	26	50	102.7
17	17	40	50	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 نرم افزار Excel در چهار ستون مانند شکل نوشته سپس آنها را چپ چین کرده و فاصله ستون ها را طوری تنظیم می کنیم که در هر سطر بین نوشته های خانه ها فاصله وجود داشته باشد. (اگر مختصات از توتال استیشن هم تخلیه شده باشد، همین کار را انجام می دهیم) سپس به روش زیر ذخیره می نمایم: ابتدا از طریق دکمه Office گزینه Save As را انتخاب کرده و مانند شکل، مسیر ذخیره سازی 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 می نمایم. در مقابل پنجره بعدی ایجاد شده دکمه Yes را زده و در نرم افزار Excel را ببندید و در مقابل سوال بعدی No را انتخاب کنید.





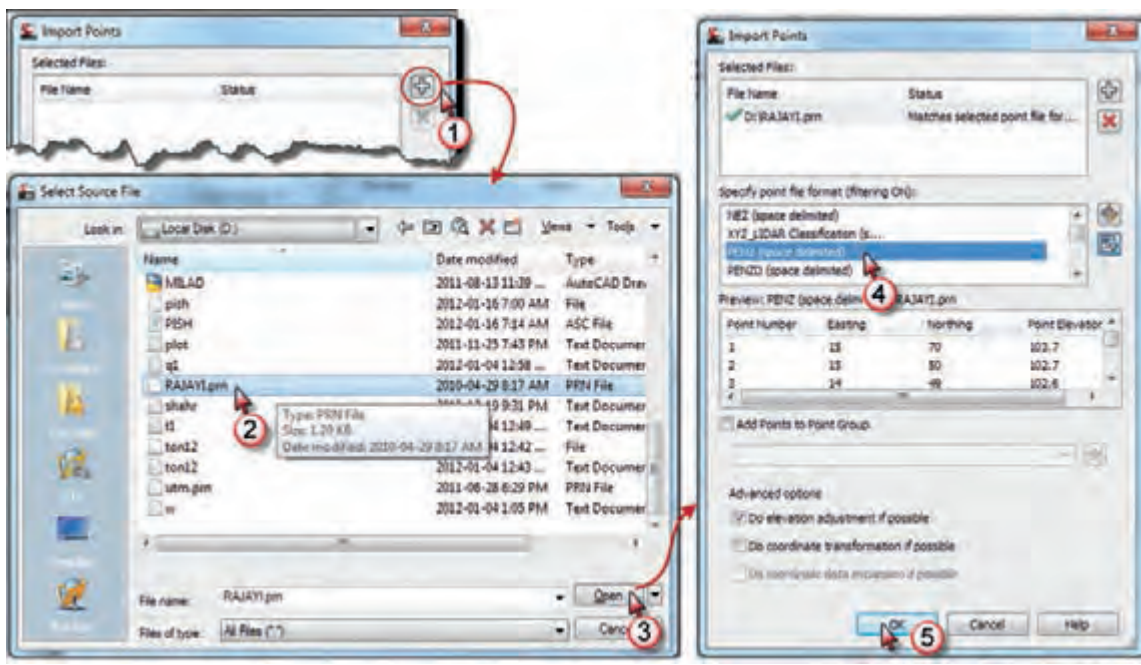
اکنون فایل بالا که با پسوند prn ذخیره شده است را می توان به نرم افزار Civil3D وارد کرد. برای ورود این نقاط به نرم افزار Civil3D چند روش وجود دارد از جمله: از سر برگ Prospector پنجره Toolspace روی گزینه Point راست کلیک کرده و از پنجره ایجاد شده دکمه ورود نقاط Import Points را انتخاب می کنیم.



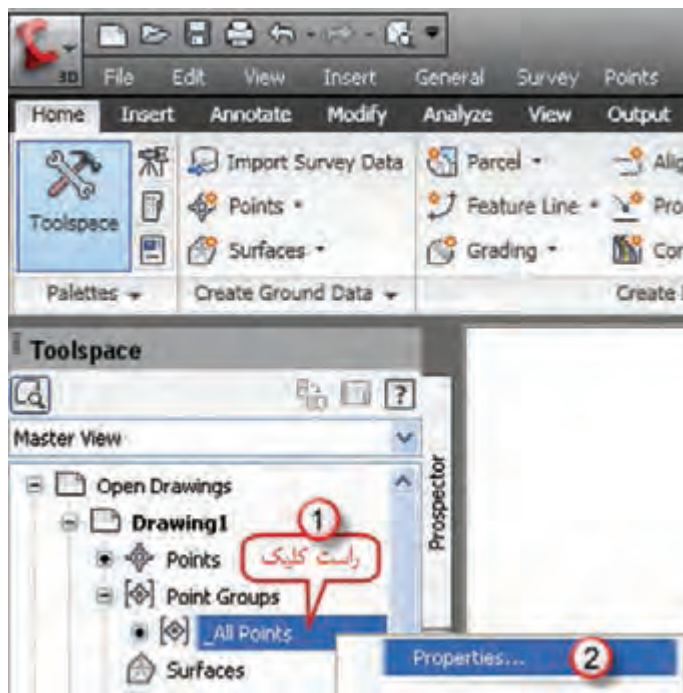
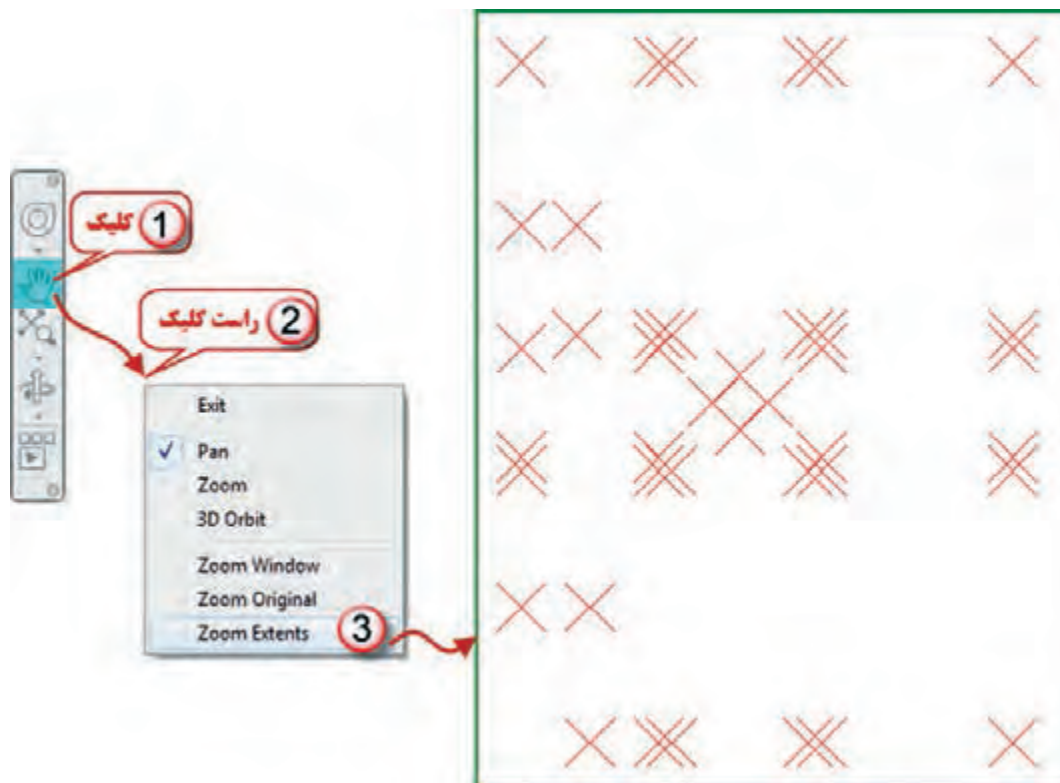
می‌توان این عمل را از طریق انتخاب آیکن Points از روبان Home و کلیک روی گزینه Point Creation Tools انجام داد.



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.

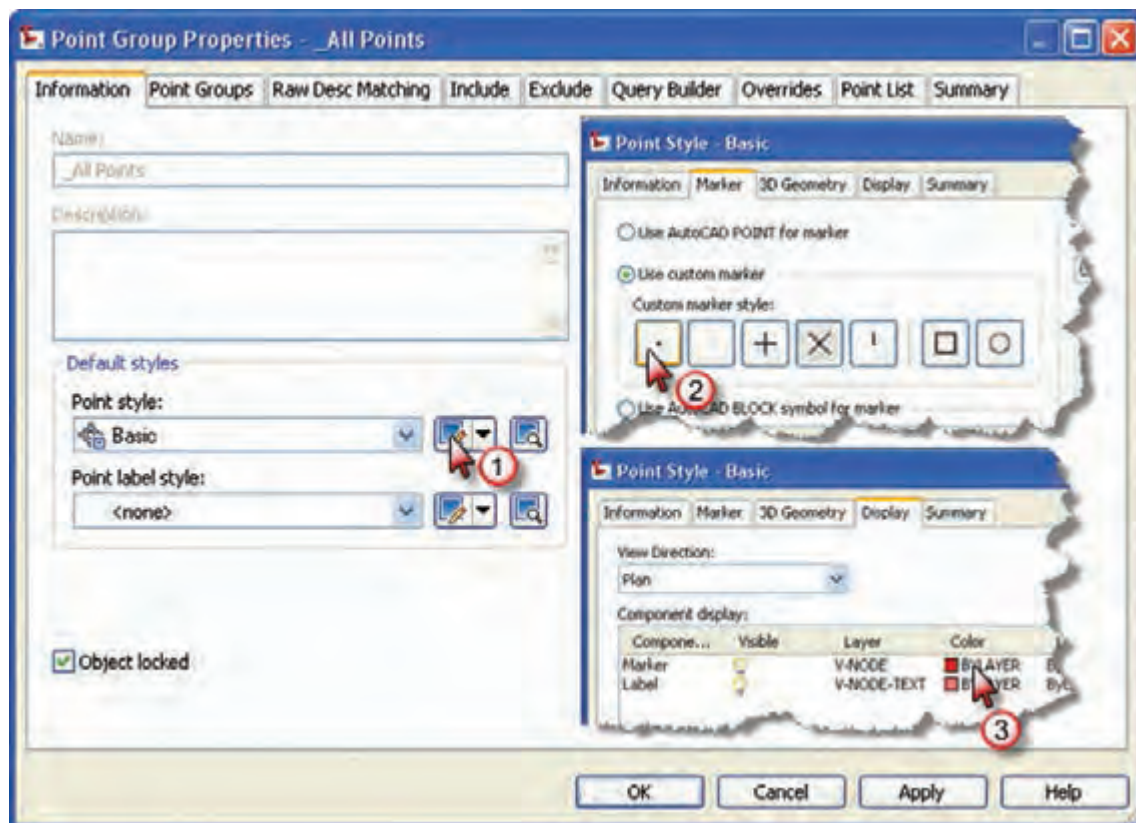


پس از ورود نقاط ممکن است آنها را در صفحه ترسیم مشاهده نمایید، دکمه Pan را انتخاب و در قسمت ترسیم راست کلیک کرده و گزینه Zoom Extents را کلیک نمایید.

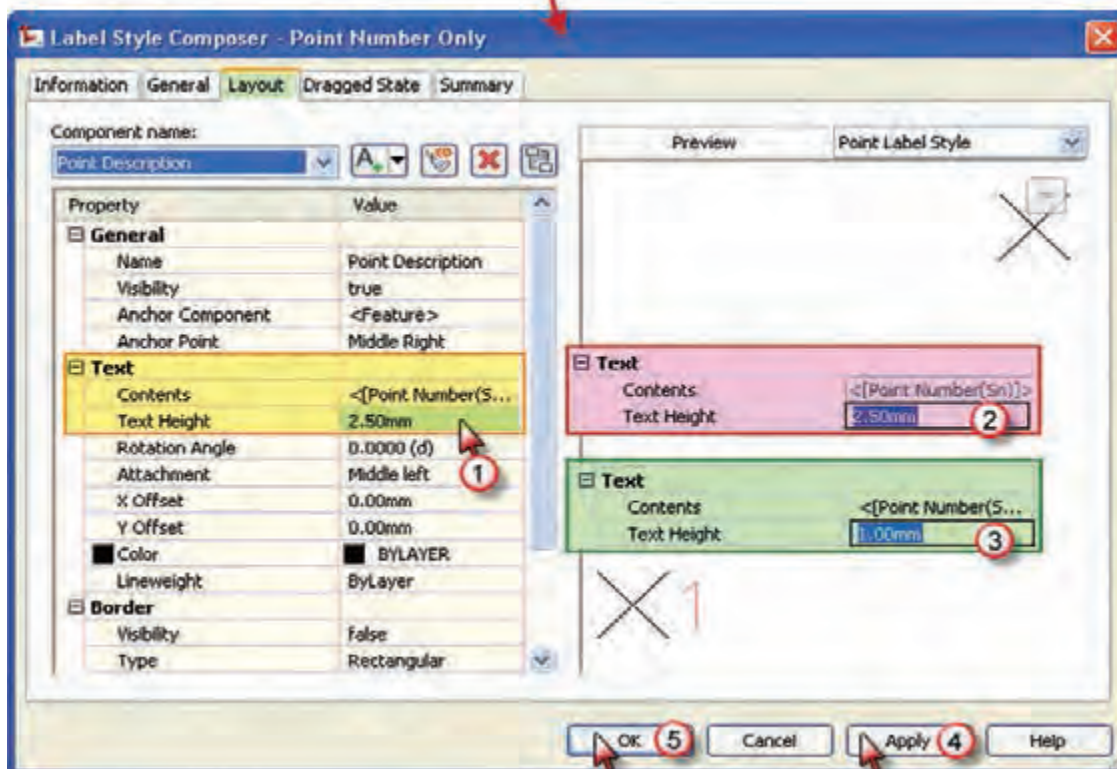
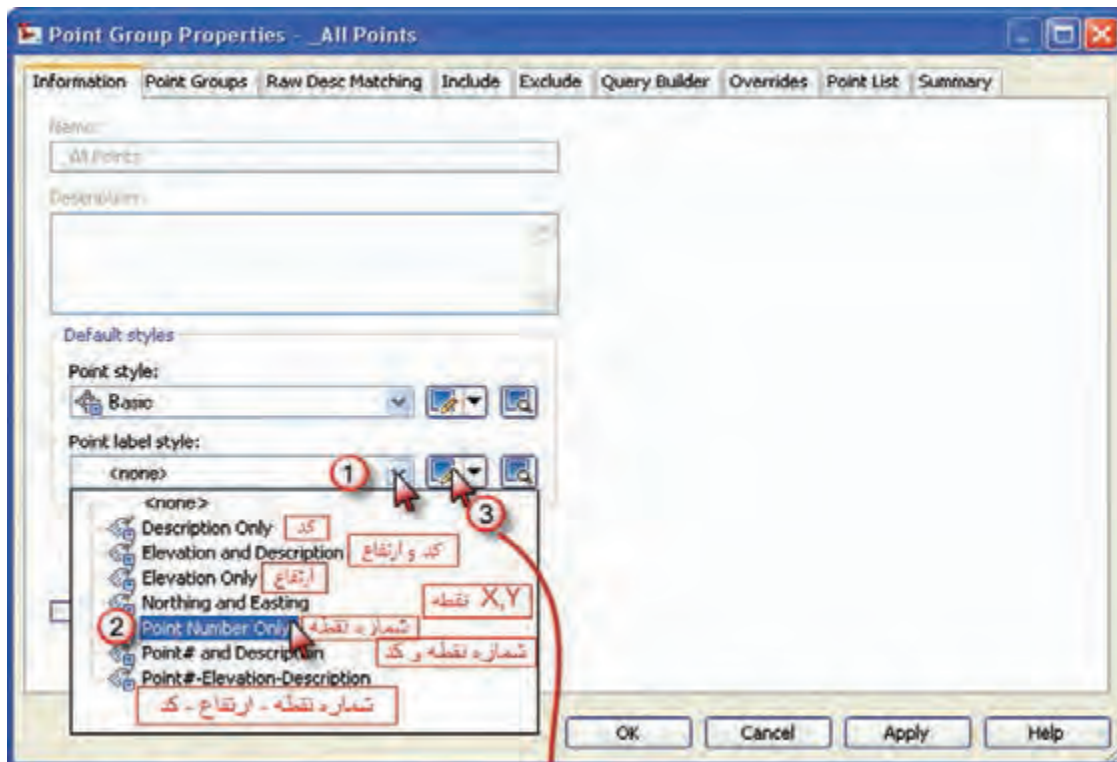


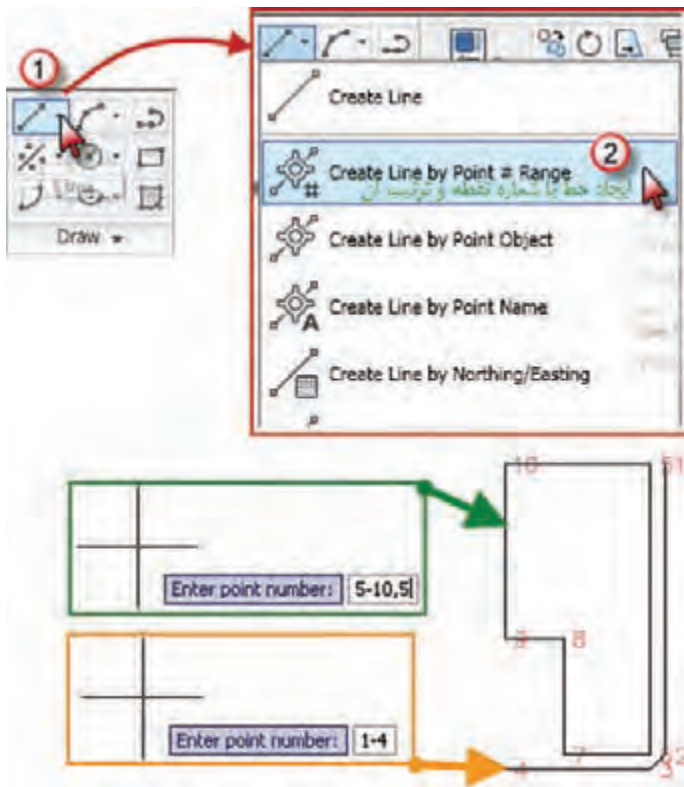
پس از ورود نقاط، تنظیمات نقاط را باید انجام داد. برای این کار مطابق شکل روی گزینه All Points از سربرگ Prospector راست کلیک کرده و گزینه Properties را انتخاب می نمایم.

پنجره زیر باز می‌شود. مطابق شکل در قسمت Point Style 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.



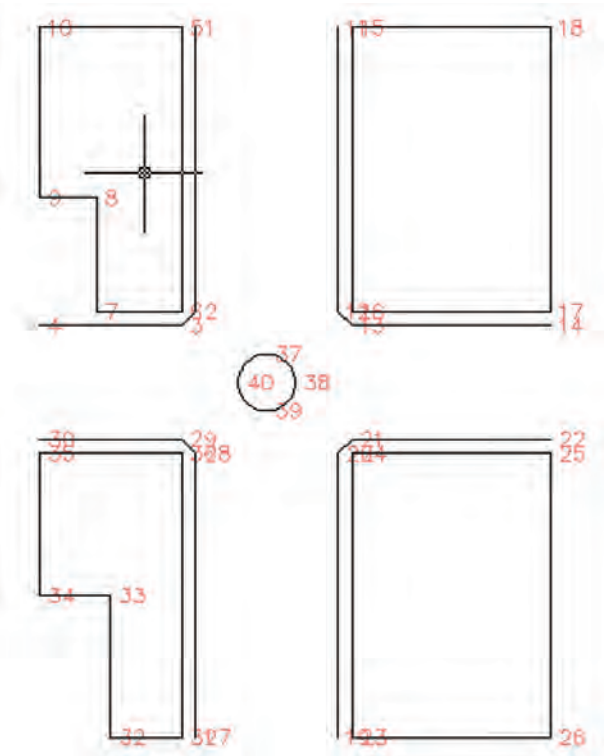
سپس قسمت شکل برجسب (نوشته) نقطه Point label style را مانند شکل صفحه بعد تنظیم می‌نماییم. از آنجا که برای ترسیم نقشه فقط به شماره نقطه نیاز است گزینه شماره نقطه را انتخاب می‌نماییم. در پنجره بعدی دیگر تنظیمات از جمله ارتفاع نوشته تنظیم می‌گردد. پس از انجام تنظیمات، دکمه‌های Apply و ok را کلیک می‌کنیم تا تغییرات انجام شده مشاهده گردد.





برای ترسیم از آموخته های فصل قبلی با کمی تفاوت بهره می گیریم.

برای ترسیم خط، از آنجا که مطابق کروکی برخی از خطوط باید به ترتیب 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 می نمایم، سپس برای ترسیم خط از نقطه ۱ به ترتیب تا نقطه ۴ می نویسیم ۴-۱ و اینتر می نمایم و برای ترسیم خطوط، به ترتیب از نقطه ۵ تا ۱۰ و سپس به ۵ می نویسیم 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 نرم افزار AutoCAD توضیح داده شد، رسم شود.

## برداشت با GPS

امروزه به کارگیری 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 توتال استیشن‌هایی 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 به صورت 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 به کارگیری 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 توتال استیشن 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 به دست 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 به دست آورده و آماده برای حرکت به سمت نقطه بعدی است.

## برداشت با لیزر اسکنر زمینی



یکی از تجهیزات نوینی که در یک دهه اخیر در نقشه برداری زمینی مطرح و به کار گرفته شده است دستگاه های لیزر اسکنر زمینی می باشد. کاربرد لیزر اسکنرهای زمینی در برداشت اشیاء و بناهای میراث فرهنگی، برداشت سازه های بزرگ مانند تونل و سد، برداشت سایت های با عوارض مترکم و پیچیده مانند سایت های پالایشگاه نفت و گاز و انجام عملیات توپوگرافی به خصوص در مناطق صعب العبور کوهستانی است البته امروز نوع خاصی از لیزراسکن ها، لیزراسکنرهای زمینی برد کوتاه با دقت اندازه گیری بسیار بالا در حد چند ده میکرون نیز معرفی شده اند که کاربردهای صنعتی و پزشکی دارند.

## برداشت با پهپاد



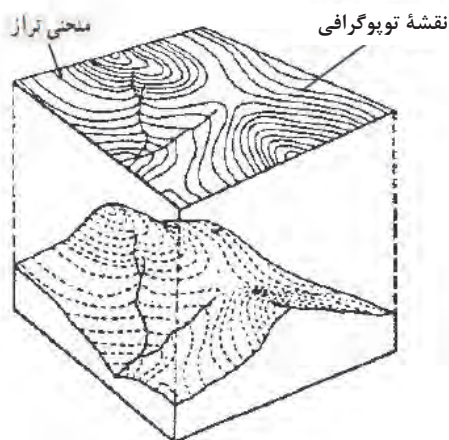
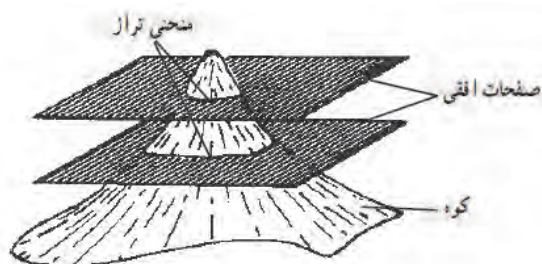
واژه پهپاد مخفف پرنده هدایت پذیر از دور است که برای هواپیماهای بدون سرنشین تعریف شده است. امروزه پهپادها به بحث داغ حوزه فناوری تبدیل شده و شرکت های مختلفی در حال کار بر روی این ابزار تکنولوژی هستند. با توجه به کاربردهای مفید پهپادها در رفع نیازهای مختلف بشر، روز به روز بر اهمیت این تکنولوژی افزوده می شود. از جمله کاربردهای این پرنده، نقشه برداری، ماکت سازی از آثار تاریخی و فرهنگی و ایجاد مدل سه بعدی می باشد.





## 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 نقشه برداری استفاده می‌کنند. همراه تعیین موقعیت مسطحاتی نقاط (یعنی X و Y)، موقعیت ارتفاعی هم تعیین می‌شود. (Z نقاط به دست می‌آید) به نقشه‌هایی که علاوه بر شکل و موقعیت عوارض مسطحاتی زمین، وضعیت ارتفاعی آن را 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 به هم وصل کنند، خطوط کم و بیش منحنی شکل به دست می‌آید که آن خطوط را منحنی میزان 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

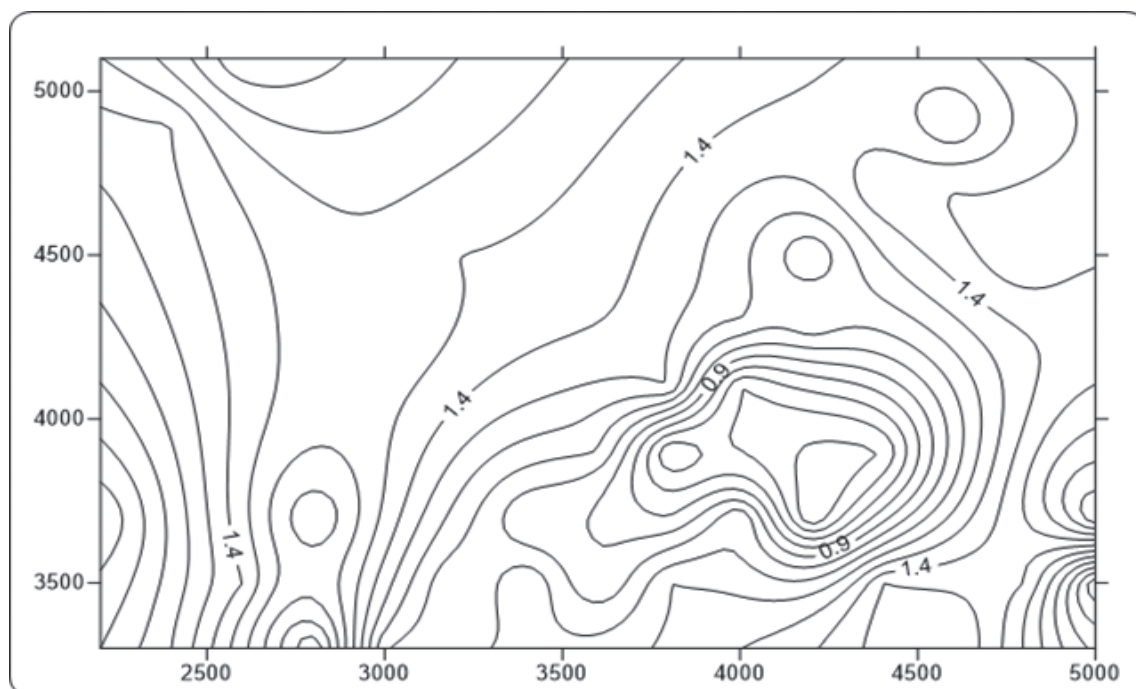
یکی از روش‌های تهیه نقشه‌های توپوگرافی، برداشت نقاط به صورت نامنظم است. در این روش همزمان با عملیات برداشت سه‌بعدی عوارض مسطحاتی، نقاطی اضافه برای نمایش توپوگرافی زمین برداشت می‌شود. سپس از طریق کلیه نقاط سه‌بعدی منحنی میزان‌ها محاسبه و ترسیم می‌شود.

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 منحنی میزان‌های با ارتفاع دقیق‌تر و با فواصل ارتفاعی کمتر است از این‌رو در برداشت 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 به وسیله 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) به دست آید تا بتوان نقشه توپوگرافی را ترسیم کرد.

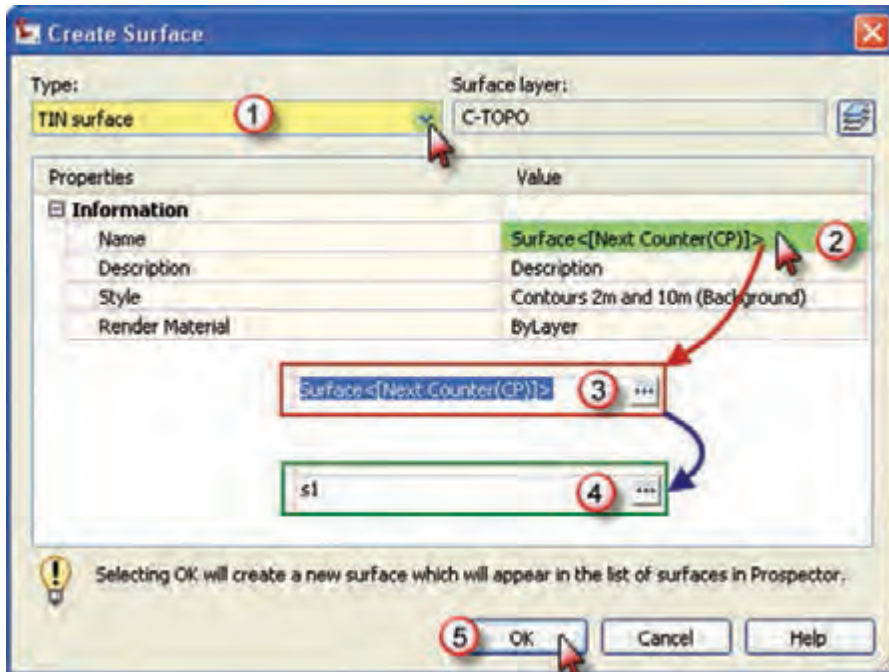
## ترسیم منحنی میزان نقشه‌های توپوگرافی در نرم‌افزار Civil3D



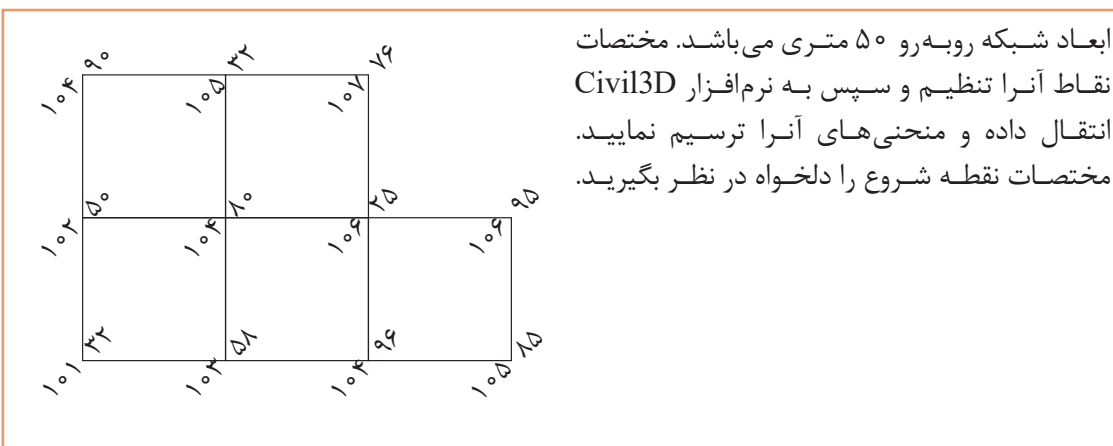
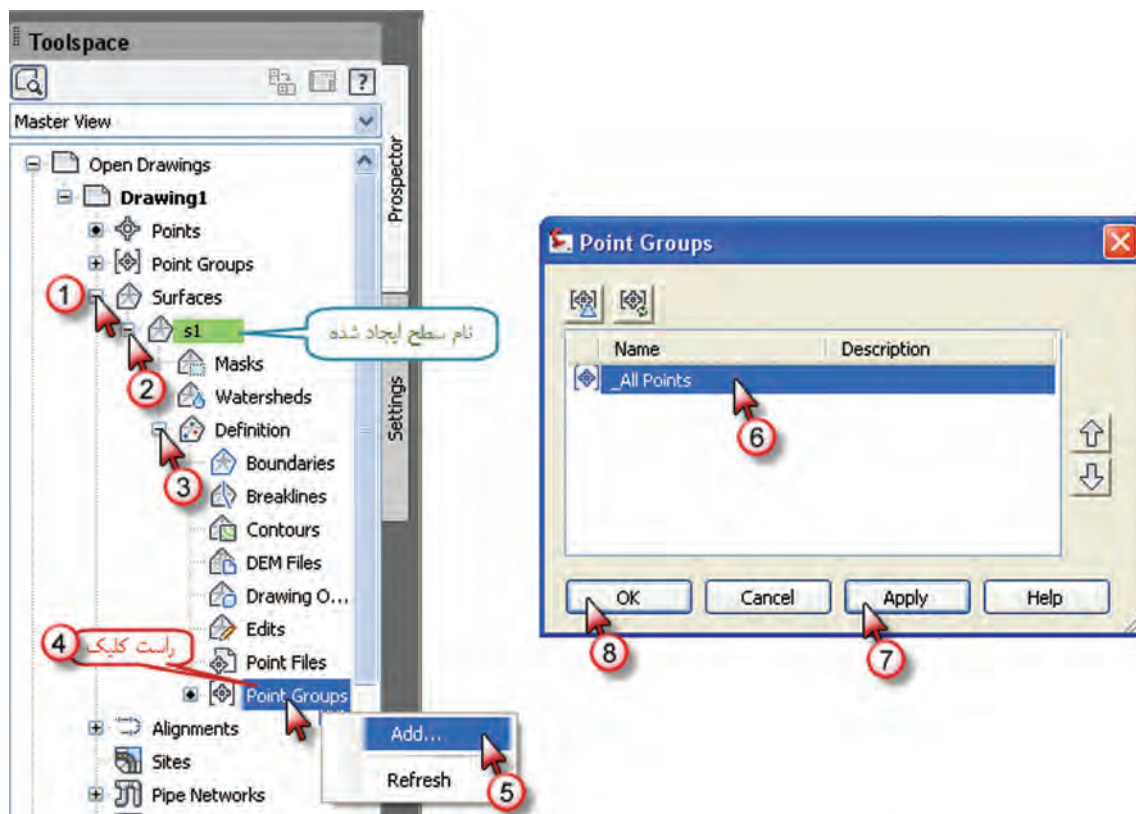
ابتدا نقاط برداشتی از هر روش (ترازیابی، تاکئومتری، توتال استیشن یا ...) را به صورت مختصات در نرم افزار Excel وارد نموده و و از آن فایل prn تهیه کرده و سپس به نرم افزار Civil3D منتقل می نماییم. برای ترسیم منحنی تراز به یکی از سه روش زیر ابتدا سطح منحنی تراز را ایجاد می کنیم.



پس از انتخاب یکی از روش ها پنجره زیر باز می شود. 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 می زنیم.



در مرحله بعد از پنجره Toolspace مانند شکل، از مسیر Surface – S1- Definition – Point Groups گروه نقاط را اضافه کرده تا منحنی‌ها ترسیم شوند.



ابعاد شبکه روبه‌رو ۵۰ متری می‌باشد. مختصات نقاط آنرا تنظیم و سپس به نرم‌افزار Civil3D انتقال داده و منحنی‌های آنرا ترسیم نمایید. مختصات نقطه شروع را دلخواه در نظر بگیرید.

فعالیت  
کلاسی ۵

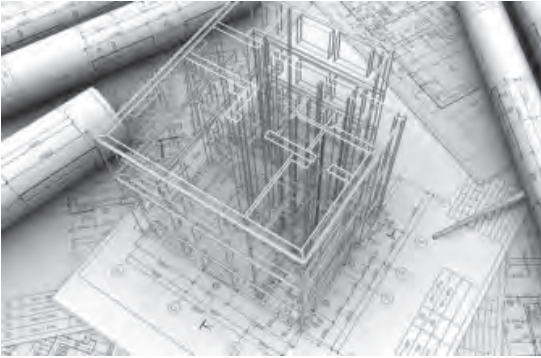


نقشه توپوگرافی بخشی از هنرستان یا منطقه‌ای نزدیک هنرستان را با توتال استیشن برداشت نموده و در نرم‌افزار Excel مختصات را وارد و به نرم‌افزار Civil3D منتقل و نقشه مسطحاتی و توپوگرافی را تهیه نمایید.

فعالیت  
عملی ۸



## تهیه نقشه ازبیلت



نقشه‌های ازبیلت که معادل فارسی آن چون ساخت است به نقشه‌های سازه‌ای گفته می‌شود که از وضعیت موجود و اجرا شده 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:** به عنوان 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 نقشه‌چون ساخت تهیه می‌گردد تا ارتفاع واقعی خط لوله برای نگهداری و تعمیرات معلوم باشد.

نقشه‌هایی چون ساخت 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 چون ساخت توسط بخش مهندسی نقشه‌برداری، صورت می‌گیرد.

از فضای داخلی کارگاه ساختمان هنرستان، نقشه ازبیلت تهیه نمایید و با ارائه گزارش و ترسیم به هنرآموز ارائه دهید.

فعالیت  
عملی ۹



## 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 - تراز نبشی - متر - وسایل محاسباتی شامل ماشین حساب 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 نرم‌افزار Excel	۲	
۴	ترسیم نقشه با نرم‌افزار AutoCAD و Civil3d	۲	
۵	کنترل نقشه تهیه شده	۲	
۶	ارائه گزارش	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجراء، 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



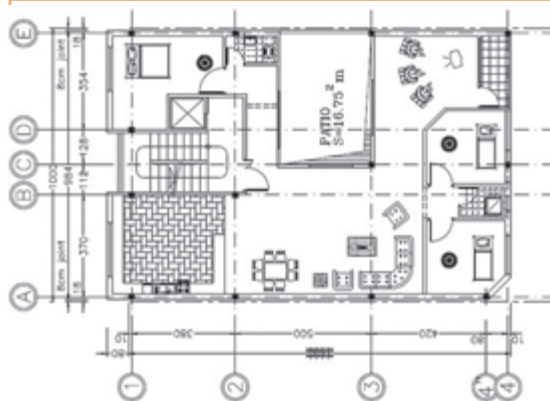


طرح‌های مهندسی و عمرانی به واسطه دقت و یا وسعت کار به نقشه‌برداری احتیاج دارند. بدون عملیات نقشه‌برداری نمی‌توان طرح‌ها را به‌درستی روی زمین پیاده کرد و یا از میزان صحت عملیات اجرایی آنها مطمئن شد. دامنه کاربرد نقشه‌برداری در اجرای طرح‌ها و کنترل سازه‌های عمرانی بسیار وسیع است. از نصب علائم راهنمایی 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 ماشین‌آلات بزرگ صنعتی و خط تولید صناعی مثل کشتی‌سازی و هواپیماسازی به کار می‌رود.

## 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 شماره 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 سه‌گانه 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

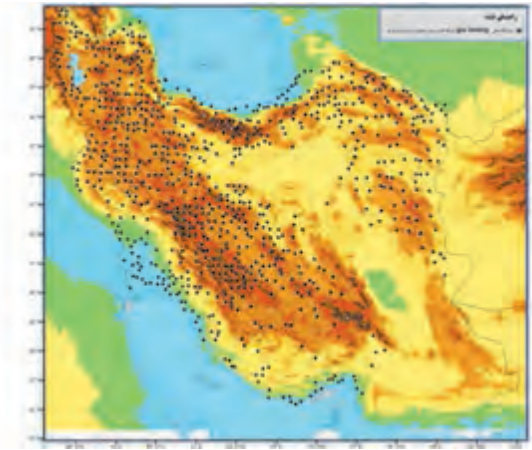
این امکان را می‌دهد که با تسلط کافی و پس از کسب اطلاعات لازم وضعیت طرح خود را بررسی نماید و نهایتاً آن‌را ارائه نماید. ثانیاً به دنبال آماده‌شدن طرح پلان‌های فنی و اجرایی مربوطه تهیه و پس از انجام محاسبات، کنترل و تعیین حجم عملیات و برآورد هزینه‌های طرح، اجرا می‌شود. قدم اول اجرا، انتقال پلان‌های مذکور 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.

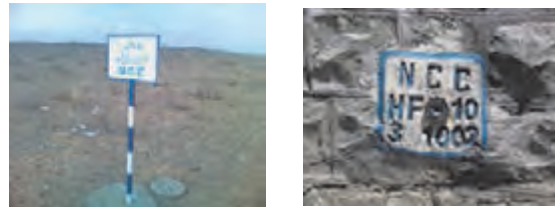
پلان‌های اجرایی که باید قبل از شروع عملیات عمرانی بر روی زمین پیاده شوند همیشه پلان‌های ساده‌ای نیستند. گاه در پلان‌ها پیچیدگی‌های بسیاری هست که پیاده‌کردن آن مستلزم توجه دقیق به روش‌های کار در نقشه‌برداری و مهارت در استفاده از وسایل و دستگاه‌هاست. با توجه به مطالب گفته شده اهمیت نقشه‌برداری در پیاده‌کردن صحیح یک طرح چه از نظر موقعیت مسطحاتی و چه از نظر موقعیت ارتفاعی حائز اهمیت می‌باشد.



## اصول کلی پیاده کردن 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 پیاده کردن 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 نقشه برداری محلی ایجاد می‌شود که در صورت موجود بودن نقاط آن، موقع پیاده کردن 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 نقشه برداری، از آنها استفاده می‌شود، در غیر این صورت 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 و غیر قابل استفاده، ریشه‌کشی بوته‌ها و درختان، تمیز کردن نخاله‌ها و سنگ و کلوخ است. تخریب ساختمان‌ها کاری تخصصی است و باید توسط افرادی که در این کار مهارت دارند

انجام شود. ریشه‌کشی 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.

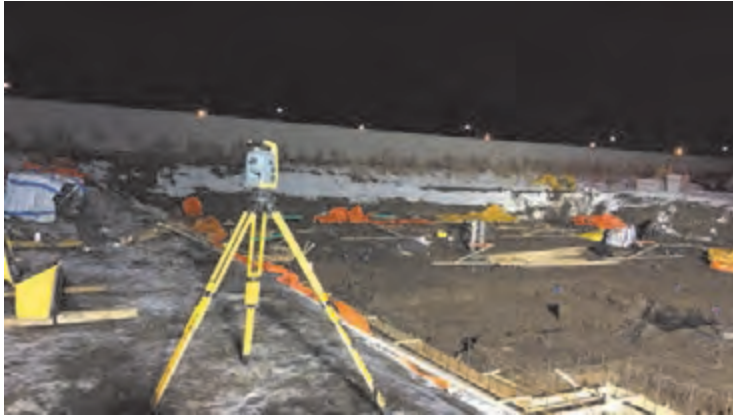
چون ممکن است حدود ۱۵ الی ۳۰ سانتی‌متر از خاک سطحی شامل گیاهان زنده و نباتات باشد

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 گریدر و یا با وسایل دستی تسطیح و خاک‌های اضافی به محل دیگری برده شود.



## پیاده‌کردن نقشه و هدف آن

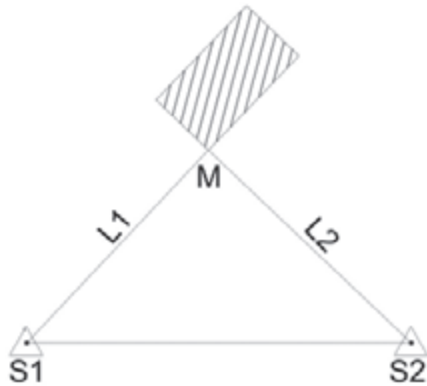
پس از این که مراحل مطالعه و طراحی هر طرح ساختمانی به پایان رسید و نقشه آن آماده شد، باید برای شروع عملیات ساختمانی، موقعیت و محل دقیق آن روی زمین مشخص شود. منظور از پیاده‌کردن نقشه، مشخص کردن گوشه‌ها و محورها و اضلاع طرح بر روی زمین است که به وسیله مترکشی یا دوربین‌های نقشه‌برداری تعیین، میخ‌کوبی و سپس 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 غیراین صورت 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 شده عملیات ساختمانی، به‌هدر رفته و خسارات سنگین در بر خواهد داشت، در صورتی که 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



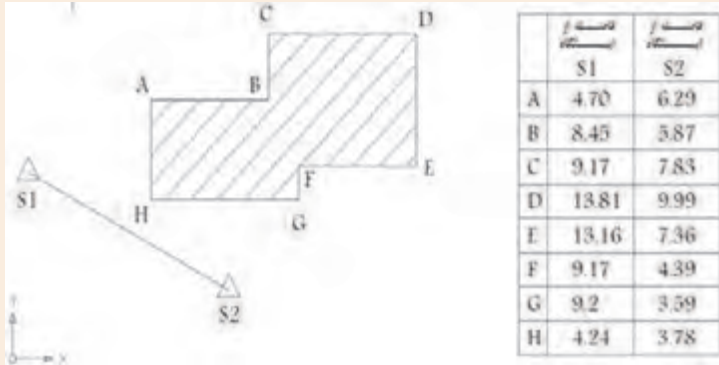
چنانچه برای پیاده‌کردن یک طرح به دقت زیاد نیاز نباشد و همچنین ابعاد طرح، بزرگ نباشد می‌توان برای پیاده‌کردن آن، از وسایل ساده مساحی از قبیل متر و گونیای مساحی استفاده نمود. در این قسمت به دو روش متداول پیاده‌کردن طرح با وسایل ساده مساحی که سال دهم آموختید اشاره می‌شود.

**روش اول - تقاطع دو طول:** در این روش با استفاده از اندازه‌گیری دو طول از دو نقطه مبنا، می‌توان نقطه مجهول  $M$  که محل تقاطع این دو طول بر روی زمین است را یافت. روش کار را سال دهم آموختید.



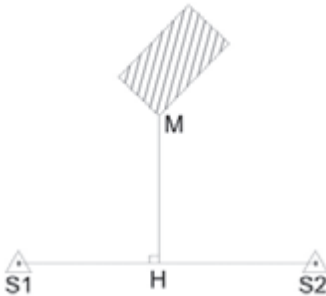
### پیاده کردن پلان یک ساختمان روی زمین به روش تقاطع دو طول

نقشه زیر را در حیاط هنرستان به روش تقاطع دو طول پیاده کنید. روندنمای فعالیت را ترسیم کرده و با رعایت اصول گزارش نویسی، گزارش کاملی از فعالیت پیاده کردن طرح به روش تقاطع دو طول را در سایت رایانه تایپ و آن را چاپ نموده و به همراه پیوست‌ها به هنرآموز خود تحویل دهید.



عملیات پیاده کردن، دقیقاً برعکس تهیه نقشه (برداشت) است. به همین دلیل می‌توانید مراحل آن را به کمک هم‌گروهی‌ها و هم‌کلاسی‌های خود و با راهنمایی هنرآموز به دست آورید و عملیات آن را 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  $S_1S_2$  رسم می‌کنیم تا نقطه  $H$  (پای عمود) مشخص شود. روش انجام این کار را نیز سال دهم آموختید.



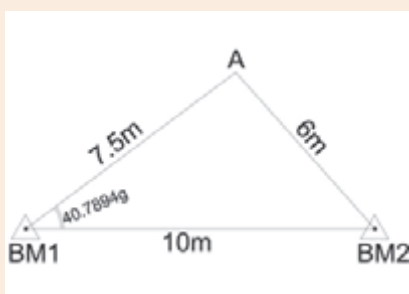
### پیاده کردن طرح به روش مشاهداتی

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.



### پیاده کردن طرح سر زمین با تئودولیت و متر

با توجه به شکل زیر دو نقطه به فاصله ده متر از یکدیگر را انتخاب کرده و به کمک تئودولیت و متر نقطه  $A$  را پیاده‌سازی کنید.



### راهنمایی:

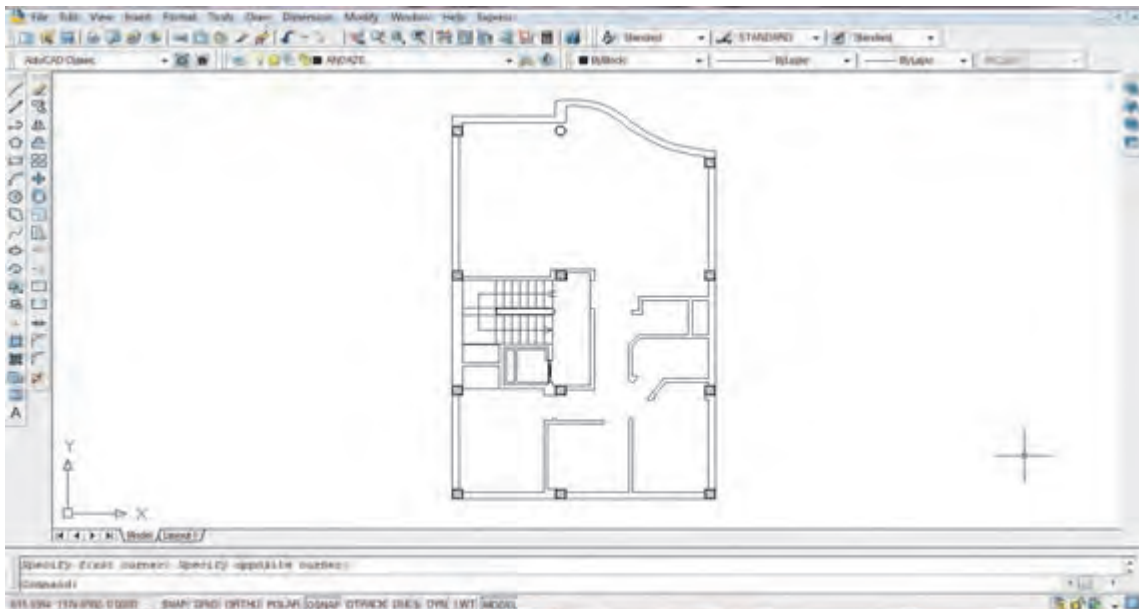
به طور مثال و مطابق شکل بالا، برای شروع کار، دوربین زاویه یاب را بر روی نقطه BM۱ مستقر نموده و در حالت دایره به چپ به نقطه BM۲ صفر صفر نمایید. سپس پیچ حرکت سریع آلیداد را باز کرده و دوربین را بچرخانید تا عدد زاویه رأس BM۱ را مشاهده کنید. برای بستن دقیق این زاویه به دوربین از پیچ حرکت کند آلیداد استفاده کنید. حالا که امتداد نقطه A مشخص شده است، کافی است که فاصله مورد نظر را در این امتداد پیاده کرده و محل نقطه A را میخ کوبی 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 میخ کوبی نمایید. برای بالابردن دقت کار بهتر است که نقطه A را یک بار 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 سانتی متر) باشد در این حالت بهترین مکان برای A نقطه وسط این دو میخ می باشد.

## پیاده کردن طرح به روش مختصاتی

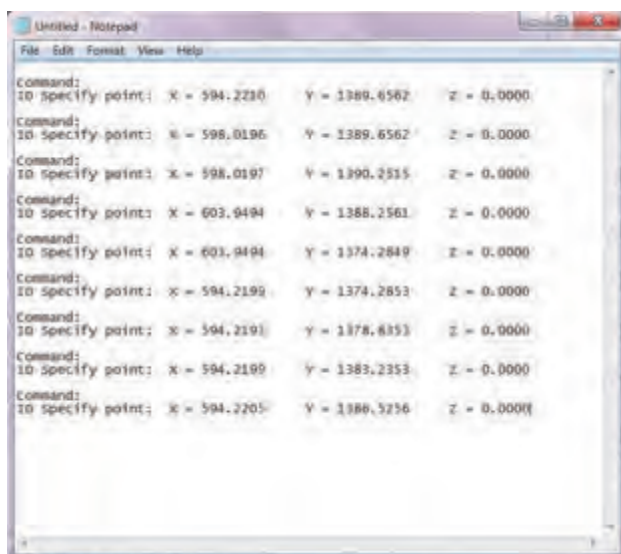
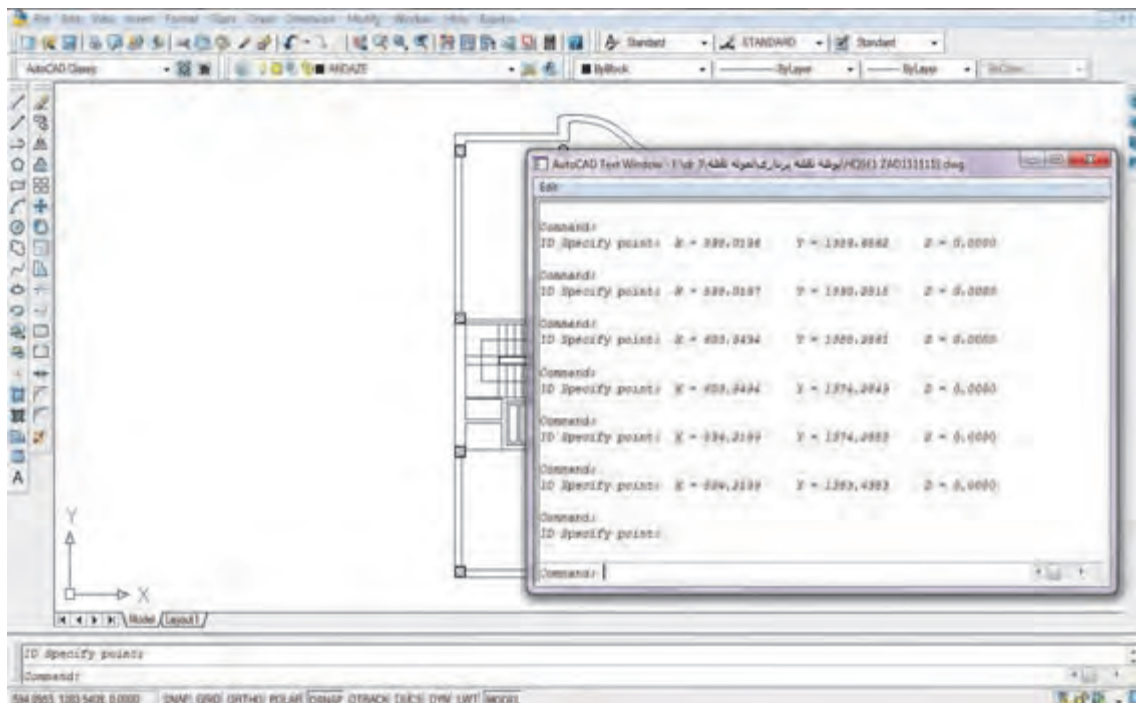
در این روش مختصات نقاط تشکیل دهنده طرح از روی نقشه طراحی شده استخراج شده و سپس این مختصات به دستگاه توتال استیشن انتقال داده می شود. پس از استقرار دستگاه و توجیه آن در منطقه مورد نظر با فراخوانی مختصات های معلوم تک تک نقاط طرح به وسیله توتال استیشن به روی زمین منتقل می شود.

## نحوه پیاده کردن نقاط به وسیله دوربین توتال استیشن

ابتدا طرحی را که قرار است بر روی زمین پیاده کنیم در نرم افزار AutoCAD باز می کنیم.

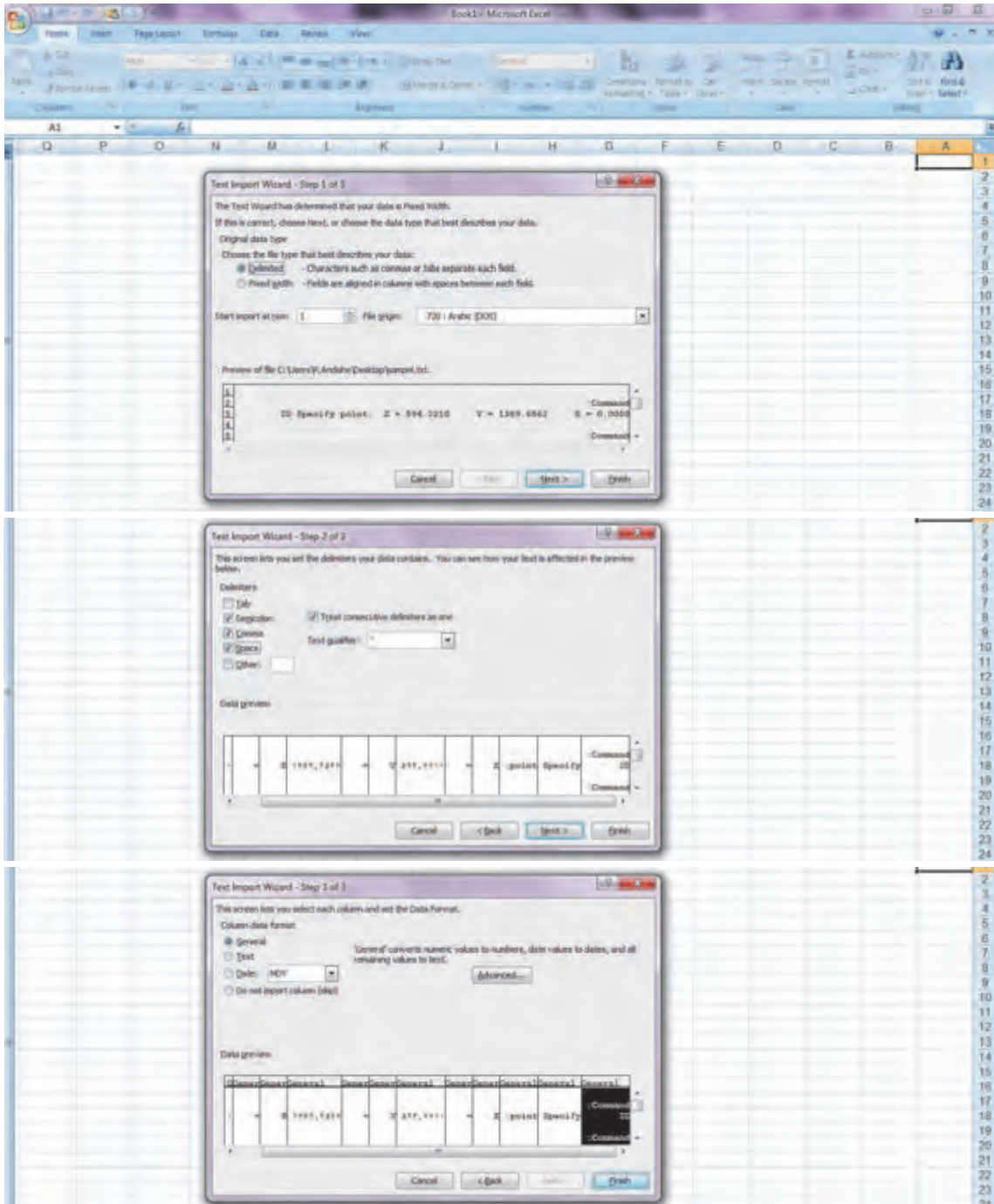


سپس با استفاده از دستور ID نقاطی را که می‌خواهیم بر روی زمین پیاده کنیم یکی یکی انتخاب کرده و اینتر می‌زنیم. دستور ID در نرم‌افزار AutoCAD اتوکد به منظور مشخص نمودن مختصات هر نقطه در فضای ترسیم اتوکد می‌باشد. پس از اینکه تمام نقاط مورد نظر طرح انتخاب شد، با زدن دکمه F2 لیست مختصات نقاط انتخابی را می‌گیریم.



با زدن دستور COPY از پنجره باز شده در نرم‌افزار AutoCAD، که لیست مختصات نقاط انتخابی می‌باشد کپی گرفته و آن را در نرم‌افزار AutoCAD کپی می‌کنیم. سپس برنامه را در یک پوشه با نام دلخواه ذخیره می‌نماییم.

پنجره Notepad را بسته و نرم‌افزار Excel را باز می‌کنیم. در قسمت Open با رفتن به آدرسی که فایل Notepad را ذخیره کرده بودیم، آن را در نرم‌افزار Excel باز می‌کنیم. مطابق مراحل زیر که در تصویر نشان داده شده فایل Notepad ذخیره شده را با فرمت X، Y و Z در نرم‌افزار Excel مرتب می‌کنیم.





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 به وسیله کابل رابط به رایانه متصل کرده و نرم‌افزار آن را 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 آن را به وسیله منو پیاده کردن دوربین، روی زمین پیاده‌سازی کنیم.

### پیاده کردن طرح به وسیله دوربین توتال استیشن

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 توتال استیشن 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 توتال استیشن (مدل ۱)

برای پیاده کردن نقاط یک طرح بعد از استقرار دوربین توتال استیشن بر روی ایستگاه مورد نظر، از طریق صفحه کلید وارد برنامه مورد نظر برای پیاده کردن می‌شوید. برای این منظور مراحل زیر را دنبال کنید:

۱- کلید MENU از صفحه کلید را فشار دهید، سپس کلید [F2] LAYOUT را انتخاب کنید.

۲- صفحه اول از دو صفحه مشاهده می‌شود. چنانچه فایل مختصات نقاط طرح در حافظه دوربین توتال استیشن موجود است با استفاده از کلید [F2] LIST آن را انتخاب نمایید در غیر این صورت با انتخاب کلید [F1] INPUT 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 توتال استیشن زاویه و طول مورد نظر را محاسبه کرده و زاویه مورد نظر را در صفحه نمایش نشان می‌دهد. با چرخاندن دوربین توتال استیشن 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 توتال استیشن طول منشور را محاسبه کرده و با مقایسه آن با طول مورد نظر اختلاف آن را نشان می‌دهد. با عقب و جلو بردن منشور و تکرار اندازه‌گیری طول، محل دقیق نقطه به دست 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 F1 و F2 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 (مختصات)، روش ارتوگونال
- ۷- حال با ورود نقطه مورد نظر می‌توانیم موقعیت این نقطه را با قرائت و کنترل قرائت‌ها پیدا کنیم.



## پیاده کردن 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 پیاده کردن 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 - پیاده کردن امتداد شیب‌دار با دوربین ترازباب

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 آن را تسطیح نمود که در این مرحله با داشتن یک کد ارتفاعی معین به کمک یک دوربین ترازباب و یک عدد میر می‌توانیم دوربین را در محل مناسبی مستقر کرده و میر را ابتدا روی ارتفاع مورد نظر مثلاً خیابان یا هر عارضه مبنای دیگر قرارداد، تار وسط را قرائت و یادداشت می‌کنیم. اکنون میر را در نقاط مختلف زمین مستقر کرده و اختلاف ارتفاع نقاط را به دست می‌آوریم و بر اساس این ارقام میزان خاکبرداری و خاکریزی هر نقطه معین می‌شود. پس از تسطیح زمین برای پیاده کردن 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 ترازبابی استفاده می‌کنیم.

### پیاده کردن یک امتداد با شیب معین بر روی زمین با ترازباب

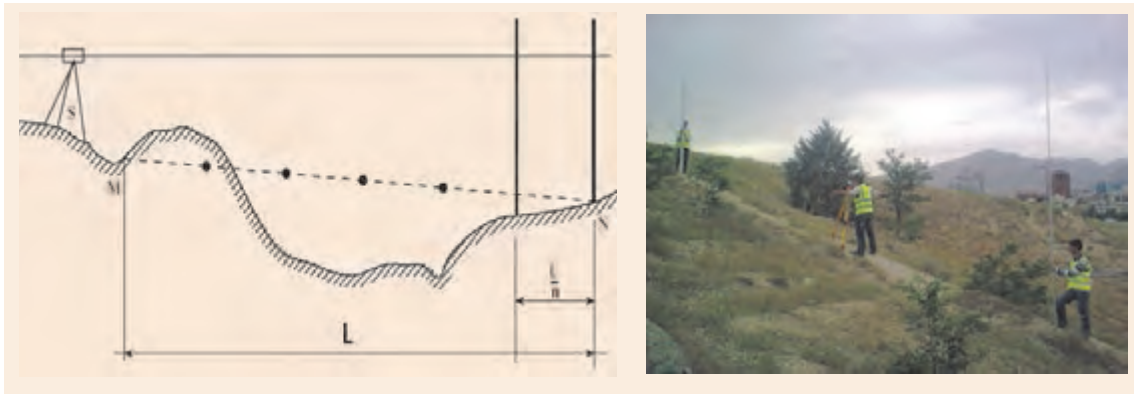
یک امتداد شیب‌دار در نظر بگیرید که روی آن خطی با ارتفاع‌های معلوم نسبت به یک سطح مبنا با فاصله‌های ۵ متر از یکدیگر طراحی گردیده است. دوربین ترازباب را خارج از این امتداد شیب‌دار مستقر کرده و ارتفاع‌های نوشته شده روی نقشه را بر روی زمین پیاده کنید.

راهنمایی:

فرض کنید MN به طول L متر و شیب P٪ را در زمینی که حالت طبیعی آن بر روی شکل نشان داده 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 به دست می‌آوریم. سپس با مستقر کردن ترازباب 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.

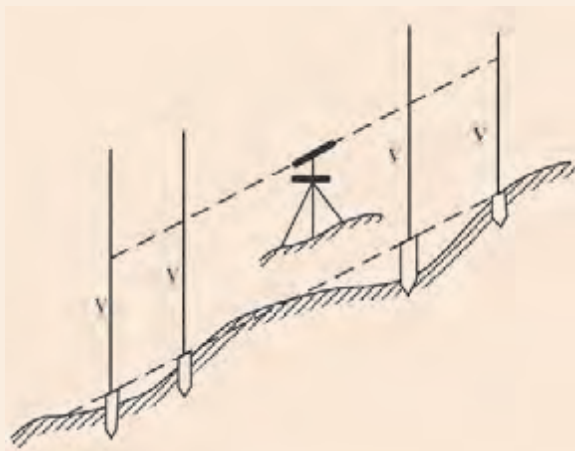
فعالیت  
عملی ۴





### ب- پیاده‌کردن امتداد شیب‌دار با دوربین زاویه‌یاب (تئودولیت)

#### 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 زاویه‌یاب، عدد  $V$  به دست می‌آید.

فعالیت  
عملی ۵



## کنترل امتداد شاقولی با دوربین نقشه برداری

اولین مبحث ساده و در عین حال بسیار مهم در اجرای سازه، شاقول بودن اجزای عمودی سازه است چرا که عدم تحقق این امر سبب کج شدن و در نهایت خرابی ظاهری عناصر سازه مانند درب‌ها و پنجره‌ها و یا افزایش مصالح مصرفی در کف ساختمان‌ها و به صرفه نبودن سازه از نظر کیفیت ظاهری و اقتصادی خواهد شد.

با توجه به اهمیت این موضوع می‌توان آن را 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 این صورت است که رفتار سازه به صورت 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 کماتس در ستون شود.

به طور 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 شاقول کردن دقیق ستون‌ها در ساختمان‌ها به کار ببندیم. از روش‌های ساده مساحی که با شمشه و شاقول انجام می‌گیرد تا استفاده از دوربین‌های زاویه‌یاب و دوربین‌های توتال استیشن.





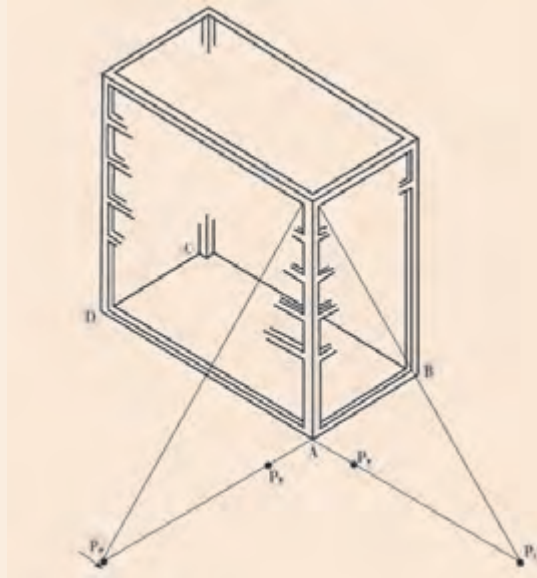
### کنترل قائم بودن امتداد ستون‌ها با دستگاه زاویه‌یاب

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 آن را کنترل کرده و در صورت شاقول نبودن، میزان ناشاقولی آن را به دست 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  $P_1$  و  $P_2$  و  $P_3$  و  $P_4$  را در روی زمین مشخص می‌کنیم.

نقاط مذکور باید طوری روی زمین انتخاب شوند که از تلاقی امتداد میان آنها یک زاویه قائمه ایجاد شود. به همین جهت بهتر است در چهار گوشه قالب اصلی، چهار میخ چوبی با رعایت شرط فوق به زمین کوبیده شود. سپس زاویه‌یاب را در حالت دایره‌به‌چپ روی نقطه دورتر مانند  $P_1$  مستقر نموده و به نقطه نزدیک‌تر مانند  $P_2$  نشانه‌روی می‌کنیم. دوربین را به

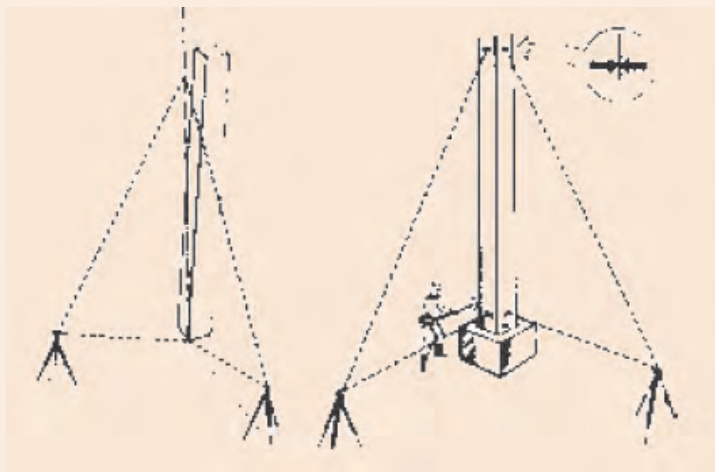


اندازه لازم یعنی متناسب با ارتفاع ساختمان بالا برده و محل تلاقی تارهای افقی و قائم آن را روی بدنه ستونی که قائم‌بودن آن مورد نظر است، نشانه‌گذاری می‌کنیم.

سپس زاویه‌یاب را به حالت دایره‌به‌راست بر می‌گردانیم و عیناً 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 این صورت میانگین نشانه‌های مزبور را به عنوان موقعیت نهایی می‌پذیریم و کار را به ترتیب زیر ادامه می‌دهیم: زاویه‌یاب را در نقطه  $P_3$  مستقر نموده و با نشانه‌روی به  $P_4$  کلیه عملیاتی را که از نقطه  $P_1$  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.





### کنترل قائم بودن امتداد ستون‌ها با دوربین توتال استیشن

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 توتال استیشن، ستون‌های آن را کنترل کرده و در صورت شاقول نبودن، میزان ناشاقولی آن را به دست 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 توتال استیشن لیزردار و فقط با استفاده از قرائت طول افق می‌توان شاقولی بودن 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 تیکول 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 تیکول قائم با گوشه بالاترین تراز ستون منطبق باشد.



## تعیین کد ارتفاعی

### 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.

فعالیت  
عملی ۸



## ارزشیابی شایستگی پیاده کردن و کنترل طرح

### شرح کار:

با استفاده از وسایل نقشه برداری، نقاطی را مطابق نقشه پیاده کرده و کنترل نماید.

### استاندارد عملکرد:

انجام عملیات پیاده کردن و کنترل طرح با استفاده از دوربین زاویه یاب، دوربین توتال استیشن، سه پایه دوربین، شاخص، منشور، ژالن، تراز نبشی و متر مطابق دستورالعمل شماره ۱۱۹ سازمان نقشه برداری کشور  
شاخص‌ها:

اندازه گیری رفت و برگشت - دقت زاویه و طول مطابق استاندارد - بررسی خطاها و تصحیح آن - حذف اشتباه - کنتررا محاسبات و عملیات - انجام محاسبات با نرم افزار Excel - ترسیم با نرم افزارهای AutoCAD و AutoCAD CIVIL3D - تایپ و چاپ گزارش - ارائه 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 نرم افزار در سایت رایانه.

### ابزار و تجهیزات:

- دوربین توتال استیشن - دوربین زاویه یاب - سه پایه دوربین - شاخص (میر) - منشور - ژالن - تراز نبشی - متر - وسایل محاسباتی شامل ماشین حساب 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 پیاده کردن و کنترل طرح	۲	
۳	کنترل نقاط و طرح پیاده شده	۲	
۴	ارائه گزارش	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت پذیری، تصمیم گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.





## پودمان ۵

### شاخه‌های نقشه‌برداری



## مقدمه

هدف اصلی نقشه‌برداری تعیین موقعیت نسبی نقاط می‌باشد. نقشه‌برداری یکی از شاخه‌های ژئوماتیک می‌باشد که مربوط به علم تعیین مختصات، تهیه نقشه و تحلیل داده‌های مکانی است و مربوط به فعالیت‌هایی است که منجر به تعیین یا تخمین مختصات نقطه یا نقاطی از سطح زمین یا درون زمین یا زیر سطح آب‌ها می‌شود.

بر حسب شرایط فیزیکی محیط کار و مجموعه روش‌ها و ابزارهای به‌کار رفته در تهیه نقشه و یا بر حسب اوضاع طبیعی و موضوعات مختلف، رشته نقشه‌برداری را به شاخه‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌کنند که در این پودمان به چند مورد آن اشاره می‌کنیم.

## استاندارد عملکرد

انجام عملیات مختلف نقشه‌برداری از شاخه‌های مختلف مطابق دستورالعمل شماره ۱۱۹ سازمان نقشه‌برداری کشور به روش مستقیم زمینی با استفاده از دوربین توتال استیشن، دوربین زاویه‌یاب، سه پایه دوربین، منشور، ژالن، تراز نبشی، شاخص (میر)، متر، متر لیزری، گیرنده GPS دستی، استرئوسکوپ، عکس هوایی و عینک آناگلیف.

## نقشه‌برداری مسیر Route Surveying

به روش‌های مختلف طراحی و پیاده‌کردن مسیرهای جاده‌ای مختلف مانند آزادراه (Freeway)، بزرگراه (High Way)، انواع راه‌های آسفالته، راه‌آهن، خطوط انتقال نیرو، خطوط لوله آب و گاز و نفت و به‌طور کلی هر نقشه‌برداری که در طول یک خط اجرا می‌شود، می‌پردازد.



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 به ترتیب 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.

## 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 می‌توان 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 پهنه 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.

بیشتر  
بدانیم



## نقشه برداری زیرزمینی Under Ground Surveying

نقشه برداری زیرزمینی، شاخه‌ای از رشته مهندسی نقشه برداری 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 نقشه برداری در زیر زمین می‌باشد.

نقشه برداری 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 نقشه برداری را بر عهده دارد.
- ۳- نقشه برداری از زیر زمین به جهت بهره برداری 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.

نقشه برداری زیرزمینی با نقشه برداری زمینی (سطحی) تفاوت‌هایی دارد که عبارت‌اند از:

- به علت عدم وجود نور کافی در معادن و تونل‌ها تجهیزات مورد نیاز با نقشه برداری سطحی متفاوت است.
- به علت مناسب نبودن محیط کار، روش اجرای عملیات با نقشه برداری سطحی متفاوت است.
- دقت عملیات به علت اجرای طرح‌های بعدی باید بالاتر باشد.
- سرعت عملیات به علت حفاری کمتر از نقشه برداری سطحی می‌باشد.



### ماشین حفر تونل

دستگاه های T.B.M یا Tunnel Boring Machine یکی از مهم ترین ماشین آلات حفر تونل می باشند که قادرند تونل را به صورت تمام مقطع حفر کنند. مواد حفر شده به وسیله سیستم ویژه از جلوی جبهه کار جمع آوری شده و به داخل نوار نقاله ای که از داخل دستگاه می گذرد به انتهای ماشین هدایت می شود. در اکثر این دستگاه ها قابلیت بتون اندود کردن دیواره تونل نیز وجود دارد. تکامل و گسترش این دستگاه ها سبب شده است که آهنگ پیشروی تونل ها در حد قابل توجهی افزایش یابد. امروزه در سنگ های نسبتاً سخت نیز برای حفر تونل از این ماشین ها استفاده می کنند.

بیشتر بدانیم



لحظه رسیدن دستگاه T.B.M خط ۲ مترو مشهد به ایستگاه ۴ (چهارراه گاز)

در مورد دستگاه T.B.M و کاربردهای آن و همچنین خصوصیات و طریقه کار آن تحقیقی را انجام داده و به کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



به چه دلیل حفاری تونل های با طول زیاد از دو طرف تونل و همزمان صورت می پذیرد؟

تفکر



لحظه رسیدن دو تیم حفاری انگلستان و فرانسه به یکدیگر در حفاری تونل مانس

## نقشه برداری آبنگاری یا هیدروگرافی Hydrographic Surveying

یکی دیگر از شاخه‌های نقشه‌برداری که پیرامون تهیه نقشه و داده‌های مکانی از ژرفای آب‌ها بحث می‌کند آبنگاری یا هیدروگرافی نام دارد. علم اندازه‌گیری و ترسیم پارامترهایی برای توصیف دقیق طبیعت و شکل بستر کف آب‌ها نسبت به موقعیت جغرافیایی عوارض زمین و دیگر حرکت‌های آب را هیدروگرافی می‌گویند. به‌طور ویژه تمامی دریاچه‌های طبیعی و سدها و همچنین رودخانه‌ها در حیطه تخصصی دانش آبنگاری است. به‌طور کلی آبنگاری اندازه‌گیری و توصیف آب‌ها و مشخصات فیزیکی آنها و نواحی اطراف آب‌ها خصوصاً آب‌های قابل دریانوردی را شامل می‌شود. اندازه‌گیری‌های مورد نظر در عملیات آبنگاری شامل اندازه‌گیری عمق، جزر و مد، جریان، جنس بستر، موقعیت عوارض مختلف جغرافیایی در عمق و سطح دریا و آب‌ها می‌باشد.

در آبنگاری هدف تعیین مختصات نقاط  $(X, Y, Z)$  می‌باشد. ارتفاع نقاط  $(Z)$  از طریق عمق‌یابی تعیین می‌گردد، به این ترتیب که فاصله قائم نقاط تا سطح آب اندازه‌گیری شده و با معلوم بودن ارتفاع سطح آب ارتفاع نقاط کف نیز پیدا می‌شود. معمولاً در روی زمین با استقرار دستگاه در نقاطی ثابت که قصد تعیین موقعیت آنها را داریم و اندازه‌گیری کمیت‌های طولی زاویه‌ای  $X, Y, Z$  نقاط محاسبه می‌شود، اما چنین نقاط ثابتی را در سطح آب نمی‌توان در نظر گرفت، چون معمولاً به منظور عمق‌یابی از قایق استفاده می‌شود، در حالی که در داخل قایق این امکان وجود ندارد. از این نظر نقاط ثابتی به عنوان نقاط کنترل در ساحل انتخاب می‌شود و با استفاده از روش‌ها و وسایل مختلف نقاط داخل قایق نسبت به این نقاط تعیین موقعیت می‌گردد.

آبنگاری به وسیله دستگاه‌های عمق‌یاب صورت می‌پذیرد که انواع آن به صورت زیر می‌باشد:

- ۱- دستگاه‌های عمق‌یاب تک پرتوی که به دقتی بهتر از دسی متر در آب‌های کم عمق دست یافته‌اند.
- ۲- فناوری عمق‌یابی چندپرتوی که در حال توسعه سریع بوده و امکانات بالفعل فراوانی را برای بررسی کامل و دقیق بستر در اختیار قرار می‌دهد.
- ۳- عمق‌یابی به صورت لیزر هوایی فناوری جدیدی است که در نقشه‌برداری از آب‌های کم عمق و زلال بسیار سودمند است.





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 مونت کارلو 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 این که، 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، به صورت دوره‌ای دو روش وجود دارد، روش‌های ژئوتکنیکی متکی بر ابزار دقیق و روش‌های ژئودتیکی 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 کمتر تحت تأثیر است) را نشان نمی‌دهند ولی در عین حال دقت این ابزار بالا می‌باشد. در روش‌های ژئودتیکی (میکروژئودزی) از آنجا که 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 در طراحی حین اجرای یک بنا و یا تهیه نقشه ازبیلت 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 در تمام این پروژه‌ها تهیه نقشه وضعیت موجود (ازبیلت) است.

شبکه میکروژئودزی روی بدنه سد





در زمان وقوع حادثه ساختمان پلاسکو، چند تیم نقشه‌برداری برای بررسی محاسبه میزان لرزش و نشست سازه‌های مجاور این ساختمان در نقاط مختلفی از محل حادثه مستقر شدند. با توجه به اینکه از طریق نقشه‌برداری میکروژئودزی می‌توان حرکات خفیف سازه را بررسی نمود، اگر سازه یا سازه‌های مجاور طی عملیات امداد و نجات و خروج آوار در حد چند میلی‌متر هم به طرفین انعطاف داشته باشند، این موضوع سریعاً به مسئولان مربوطه جهت انجام اقدامات لازم اطلاع‌رسانی می‌شود.

## نقشه‌برداری ثبتی یا کاداستر Cadastral Surveying

ریشه کاداستر کلمه یونانی کاتاستیکن (Katastichon) به معنی دفتر یادداشت می‌باشد. با بالا رفتن ارزش زمین‌های شهری و غیرشهری، اهمیت نقشه‌برداری بیشتر نمود پیدا کرد، به‌طوری‌که در حال حاضر ارزش بالای زمین‌ها در شهرهای بزرگ باعث شده است در تهیه حدود املاک دقت بالایی را به کار ببرند و این دقت بالا لازمه‌اش تهیه نقشه‌های دقیق با مشخصات حقوقی آن می‌باشد.

کاداستر مجموعه دفاتر و اسنادی است که دلالت بر مساحت اراضی مزروعی و غیر مزروعی و ابنیه و املاک و نقشه و حدود ترسیمی آنها در مناطق مختلف کشور می‌کند.

در ایران در حدود سال ۱۳۱۰ سازمانی به نام ثبت املاک و اسناد زیر نظر دستگاه قضایی به منظور سروسامان بخشیدن به وضعیت مالکیت‌های غیر منقول تأسیس گردید و به تدریج با تشکیل صدها اداره در مناطق مختلف کشور کار خود را آغاز نمود. از جمله مشکلات موجود در زمینه مالکیت اموال غیرمنقول در کشورهای نظیر ایران، عدم تعیین موقعیت دقیق این نوع اموال (اعم از زمین‌های مزروعی و مسکونی و ساختمان و بعدها آپارتمان‌ها) بوده است. شاید یکی از دلایل و انگیزه‌هایی که باعث شده ثبت املاک در اکثر کشورها به صورت تشکیلاتی تحت نظر یکی از بخش‌های دستگاه قضایی پایه‌ریزی شود آن است که حجم بالای دعاوی را در دادگستری‌ها مسائل مربوط به مالکیت و عوارض ناشی از آن تشکیل 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 به عمل می‌آیند
- وصول عادلانه مالیات املاک



- استفاده از اسناد مالکیت به عنوان وثیقه در اخذ منابع مالی برای مقاصد مختلف اقتصادی و تجاری
- بهره گیری 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 نقشه های بزرگ مقیاس و سایر اطلاعات مکانی به سازمان ها و ارگان ها
- ...
- برای انجام کاداستر از سیستم ها و تکنیک هایی چون GIS، GPS، فتوگرامتری و سنجش از دور (تبدیل تصاویر ماهواره ای و عکس های هوایی به نقشه)، نقشه برداری زمینی و غیره استفاده می شود.



عملیات تهیه نقشه های ثبتي به بخش های زیر تقسیم بندی می شوند:

- تهیه نقشه از تمام یا قسمتی از شهرها
- تهیه نقشه از روستاها
- تهیه نقشه از زمین ها و املاک در شهرها و روستاها
- تهیه نقشه از مزارع و مراتع

## مراحل اجرای کاداستر

- الف- تهیه نقشه وضع موجود املاک از طریق نقشه برداری زمینی یا فتوگرامتری از طریق:
  - نقشه های ۱:۵۰۰ تهیه شده در بخش فتوگرامتری کاداستر
  - نقشه های ۱:۵۰۰ تهیه شده از طریق نقشه برداری زمینی کاداستر
  - نقشه های ۱:۲۰۰۰ تهیه شده توسط سازمان های تولید کننده نقشه
  - نقشه های بزرگ مقیاس تهیه شده توسط سایر سازمان ها و مؤسسات
- ب- پلاک گذاری ثبتي بر روی قطعات دارای سند مالکیت روی نقشه های 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 نقشه های کاداستر بعنوان مبنا در یک بانک اطلاعاتی یکپارچه
- و- پیاده سازی سیستم کاداستر در واحدهای ثبتي جهت استفاده و به روزرسانی 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 صورتی که 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 آن که سهم هر کدام از آنها به تفکیک مشخص باشد. جزء جزء مال مشاع در تملک مالکین آن است و نمی‌توان سهم اختصاصی هر کدام 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 ببیند. 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.

### 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 اجرایی شد و به تدریج فعالیت خود را به استان‌های مختلف کشور تعمیم داد، به طوری که در سال‌های اخیر عملیات اجرایی 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.

بیشتر  
بدانیم



### 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.

فعالیت  
عملی ۱



- ۳- با استقرار دوربین بر روی هر کدام از ایستگاه‌ها، عملیات برداشت را به یکی از روش‌های ذکر شده در پودمان سوم انجام دهید.
- ۴- دوربین را تخلیه کرده یا مختصات نقاط را به صورت دستی وارد رایانه کنید.
- ۵- مطابق کروکی، نقشه را در نرم افزار AutoCAD ترسیم کنید.
- ۶- با زدن هاشور و تعیین رنگ خطوط، عرصه و اعیان را مشخص کنید.

عکس هوایی زیر دو بلوک شامل چندین قطعه را نشان می‌دهد، کروکی این دو بلوک را تهیه و دور عرصه هر قطعه را با رنگ قرمز خط کشیده و اعیانی آن را هاشور بزنید.

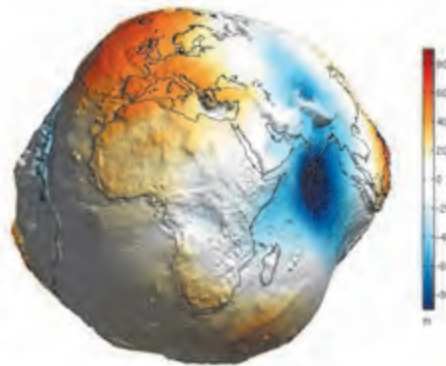
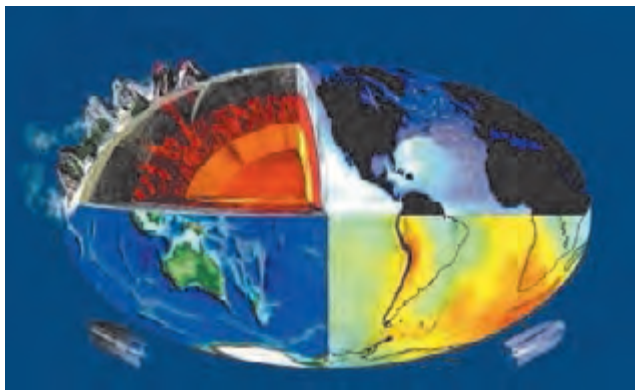


محل ترسیم کروکی:



## ژئودزی Geodesy

ژئودزی یک واژه یونانی است به معنی تقسیم کردن زمین. در واقع ژئودزی علم اندازه‌گیری دقیق زمین و یا تعیین شکل بخشی از زمین است، یا به بیان دیگر علمی که اساس و پایه علم مکان‌یابی و نقشه‌برداری را تشکیل می‌دهد. در ژئودزی با تعیین سیستم مختصات موقعیت سه‌بعدی نقاط و تغییرات مربوط به پدیده‌های سطح زمین، مانند تغییرات جاذبه، جزر و مد، دوران زمین، حرکت پوسته زمین را به‌وسیله واحدهای اندازه‌گیری بیان می‌نمایند. ژئودزی به‌وسیله شاخه‌ای از ریاضیات می‌تواند انحناهای سطح زمین را بر روی یک صفحه نقشه مسطح نشان دهد.



پایه ژئودزی تعیین شکل زمین و تعریف سطح مبنا می‌باشد. در برداشت‌های معمولی زمین مسطح در نظر گرفته می‌شود، ولی در وسعت‌های زیاد زمین به‌صورت یک کره یا بیضوی می‌باشد. در کل سه سطح برای زمین در ژئودزی تعریف می‌گردد:

۱- سطح طبیعی زمین: در این سطح نمی‌توان از محاسبات ریاضی استفاده کرد. (سطح اندازه‌گیری و اجرای پروژه)

۲- ژئوئید: سطح متوسط آب‌های آزاد که به‌دلیل اینکه حدود ۷۵ درصد کره زمین از آب تشکیل شده می‌توان به‌وسیله آن، شکل زمین را تقریب زد. اما این سطح هم برای محاسبات مسطحاتی نامناسب می‌باشد. (سطح واسطه)

۳- بیضوی: با توجه به نیاز ما در ژئودزی در انجام محاسبات ریاضی باید به‌دنبال شکلی باشیم که به بهترین وجهی شکل زمین، مرکز آن و دوران آن و میدان ثقلش را توصیف کند. از حدود ۳۰۰ سال پیش و با توجه به برآمدگی کره زمین در استوا و فشردگی آن در دو قطب، پیشنهاد شد که از شکل بیضوی به‌عنوان یک شکل ریاضی در محاسبات ژئودزی استفاده گردد. (سطح ریاضی)

برخی بیضوی‌ها به گونه‌ای محلی هستند که برای یک محل و کشور خاصی تعریف شده‌اند و انطباق مناسبی در آن محل دارند و برخی دیگر جهانی‌اند، یعنی این بیضوی‌ها طوری انتخاب شده‌اند که به‌طور متوسط بر کل جهان منطبق هستند.

در ایران بیش از این از بیضوی جهانی هایفورد ۱۹۲۴ استفاده می‌شود، ولی بعد از فراگیر شدن استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی یا GPS، بیضوی بین‌المللی WGS ۱۹۸۴ که ابعاد آن به‌وسیله ماهواره‌ها تعیین شده و در سطح جهانی به شکل زمین بسیار نزدیک می‌باشد را به کار می‌بریم.

بیشتر  
بدانیم



### وظایف ژئودزی عبارتند از:

- تعیین شکل زمین و میدان جاذبه آن به همراه تغییرات زمانی آنها، به منظور مطالعه تغییر شکل پوسته، و مشاهده حرکت قطبی و مانیتورینگ سطح اقیانوس ها.
- ایجاد سیستم مختصات ژئودتیک و نگهداری شبکه های ملی کنترل افقی ژئودتیک و شبکه های تراز یابی.
- توصیف مدل های ریاضی برای محاسبات ژئودتیکی بر روی سطح بیضوی و تصویر آن بر روی صفحه نقشه.
- به کارگیری تکنیک ها و ابزارهای ژئودتیکی مختلف نظیر دوربین های توتال استیشن و غیره به منظور اندازه گیری دقیق فاصله، جهت و طول های مبنا.



زمین تقریباً یک کره یا گوی است. شکل زمین را می توان به صورت کره ای که در قطبین پهن شده تصور نمود. در واقع یک گوی است، اما گردش زمین باعث می گردد تا در استوا متورم شود. بدین معنی است که اندازه گیری از قطب تا قطب دیگر حدود ۴۳ کیلومتر کمتر از قطر زمین در استوای آن می باشد. با اینکه بلندترین کوه روی زمین اورست است، اما دورترین کوه از مرکز زمین کوه چیمبورازو در اکوادور می باشد.

بیشتر بدانیم



### سامانه موقعیت یاب جهانی (Global Positioning Systems)

جی پی اس یا سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS)، یک سیستم راهبری و مسیریابی ماهواره ای است که از شبکه ای با حداقل ۲۴ ماهواره تشکیل شده و در مدار زمین قرار داده شده اند. جی پی اس در ابتدا برای مصارف نظامی تهیه شد ولی از سال ۱۹۸۰ استفاده عمومی آن آزاد و آغاز شد. خدمات این مجموعه در هر شرایط آب و هوایی و در هر نقطه از کره زمین در تمام شبانه روز در دسترس است و استفاده از آن رایگان است.





GPS سیستم ناوبری آمریکا که از سال ۲۰۰۷ تنها سیستم تمام فعال است که در تمام دنیا قابل استفاده است.

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 خواهد کرد.

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 فرانسه است.

IRNSS سیستم ناوبری ماهواره‌ای محلی هند که یک سیستم ناوبری محلی مستقل است و زیر نظر 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 هر کدام 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 به دست 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. به‌طور 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 فناوری به کار رفته در ماهواره ها و گیرنده های زمینی سیستم GPS بسیار پیچیده است ولی اصول تعیین موقعیت نقاط در این سیستم ساده و قابل درک می باشد. در این سیستم، ماهواره ها در مدارهایی حول زمین در گردش هستند که موقعیت نقطه به نقطه این مدارها در سیستم مختصات مینا مشخص است و با استقرار گیرنده بر روی نقطه ای نامعلوم در روی زمین و پس از برقراری ارتباط، فاصله نقطه مذکور تا تمامی ماهواره های قابل مشاهده تعیین می شود. سپس با مشخص بودن فواصل گیرنده از ماهواره ها به روشی که در نقشه برداری «ترفیغ فضایی» نام دارد، موقعیت نقطه مجهول محاسبه می گردد. در واقع هر نقطه زمینی محل تلاقی سه کره است که مرکز هریک از این کره ها در یک ماهواره است و شعاع آن برابر با فاصله آن ماهواره تا نقطه زمین می باشد.

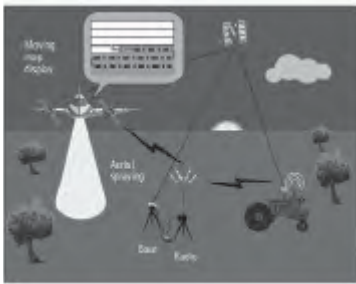
### مزایای سیستم تعیین موقعیت جهانی GPS

- دقت بسیار زیاد در موقعیت یابی
- داشتن پوشش جهانی
- دارا بودن زمان بندی دقیق
- نداشتن هیچ گونه هزینه برای استفاده کنندگان
- تعیین سرعت در سه محور مختصات
- قابلیت دسترسی همیشگی
- قابلیت کاربردی در هر شرایط آب و هوایی
- عدم محدودیت در به کار گیری 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 نقشه برداری**  
از GPS به روش های مختلف در کارهای نقشه برداری می توان استفاده کرد. مهم ترین کاربردهای GPS در نقشه برداری عبارت انداز:

- برداشت طرح ها و پلان ها با دقت مورد نیاز
  - پیاده کردن طرح ها و تعیین موقعیت نقاط بر روی زمین
  - استفاده در نقشه برداری هیدروگرافی و آب نگاری
  - نقشه برداری جهت حرکت اجسام و سامانه های خیلی دقیق بر روی زمین
  - انجام عملیات فتو گرامتری بدون کنترل زمینی
  - انبوه سازی شبکه های ژئودتیک
- و ...

## ب- کاربردهای تجاری سیستم تعیین موقعیت جهانی

**ناوبری هوایی:** در دهه هشتاد و چهل سال پس از کنوانسیون شیکاگو که منجر به تأسیس سازمان بین المللی هواپیماهای کشوری (ایکائو) گردید نگرانی جامعه هواپیمایی از محدودیت های سیستم های ناوبری موجود به طور روزافزونی افزایش یافت. پیش بینی های به عمل آمده نیز نشان دهنده رشد سریع مسافرت های هوایی خصوصاً در مناطقی مانند آسیا و اقیانوسیه بود. بیش از ۹۰۰۰ هواپیمای در حال تردد در هر لحظه این نگرانی را تأیید می نمود. لذا پیشنهاد شد که از تکنولوژی ماهواره برای مبادله صوتی و داده های مورد نیاز با خطوط



ارتباطی مستقیم از هواپیما به ماهواره و از آن طریق به کنترل ترافیک هوایی استفاده شود. در این حالت می توان به صورت همزمان داده های 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 در وقوع سوانح را به کلی از بین برد. بنابراین امروزه شرکت های بزرگ هواپیماسازی مشغول نصب سیستم های GPS بر روی هواپیماها می باشند.

**ناوبری دریایی:** در ناوبری دریایی برای تعیین مسیر خطوط کشتیرانی، وضعیت عوارض شناور مانند کوه های یخی در هر لحظه، کوتاه ترین و بهترین مسیر مبداء و مقصد و غیره از GPS می توان بهره گرفت.





### ج- کاربردهای سیستم تعیین موقعیت جهانی در زمینه های نظامی

- کاربردهایی: از هدایت موشک ها تا تمام هواپیماهای جنگنده و بمب افکن، بالگرد، موشک، چتر بازی و پروازهای نظامی و ...
- کاربردهای دریایی: هدایت زیردریایی ها، کشتی های جنگی و تمام انواع قایق های نظامی.
- کاربردهای زمینی: مکان توپخانه ها، نوابری خودروها، هدایت پیاده نظام، سیستم موشک زمین به زمین.



### د- کاربردهای همگانی سیستم تعیین موقعیت جهانی

- سیستم موقعیت یاب GPS کاربردهای همگانی نیز دارد که از مهم ترین این کاربردها می توان به موارد زیر اشاره کرد:
- حرکت در فضای باز: حرکت در مناطقی که راه های چندان مناسبی ندارد یا به کلی فاقد راه است.
- هدایت قایق های ماهیگیری، قایقرانی
- اسکی، کوهنوردی
- عملیات جستجو و نجات
- حرکت اتومبیل در جاده
- سازمان هایی مانند شهرداری ها و راهنمایی و رانندگی
- مسابقات ورزشی مانند رالی اتومبیل رانی
- شرکت های تاکسیرانی و اتوبوس رانی



البته کاربردهای GPS روز به روز بیشتر و بیشتر می شود و نیز نباید این نکته را از نظر دور داشت که این سیستم با تمام مزایای خود ممکن است دچار اختلال گردد و یا گیرنده‌ای که در دست شماست دچار خرابی گردد. پس باید روش‌های موقعیت‌یابی کلاسیک را که کار با قطب‌نما و نقشه است را از یاد نبرده تا در مواقع نیاز دچار وابستگی به سیستم موقعیت‌یابی جهانی نباشیم.

## انواع GPS

۱- **GPS های دستی:** این نوع GPS بیشتر کاربردهای مهندسی و نقشه‌کشی دارند و برای تعیین طول و عرض جغرافیایی یک نقطه یا مکان خاص به کار می‌رود. در کارهایی مانند کوه‌نوردی یا یافتن مکان‌های خاص نیز می‌توان از آنها استفاده کرد.



۲- **GPS مسیریاب:** این GPS ها دارای یک مانیتور می‌باشند که نقشه خیابان‌ها و راه‌های اصلی و فرعی یک شهر یا کشور در آن ذخیره شده است و موقعیت فعلی خودرو یا شخص را بر روی یک نقشه به نمایش می‌گذارد. با این نوع GPS می‌توان نزدیک‌ترین مسیر ممکن را برای رسیدن به یک مکان یا آدرس خاص به شخص نمایش داد و هم به صورت تصویری و هم صوتی فرد را تا رسیدن به هدف راهنمایی کرد. موبایل‌های جدید هم با استفاده از یک نقشه آنلاین مانند گوگل مپ و یا نقشه آفلاین و گیرنده GPS داخلی گوشی همین کار را می‌توانند انجام دهند. استفاده از تکنولوژی‌های نوین برای راحتی سرنشینان و ایمنی جاده‌ها از مهم‌ترین پارامترهایی می‌باشد که در طراحی خودروهای نوین امروزی لحاظ شده است. استفاده از سیستم GPS در خودرو می‌تواند با تعیین موقعیت لحظه‌ای خودرو در زمان‌های متفاوت، سفری سلامت و ایمن را برای سرنشینان فراهم آورد. این سیستم می‌تواند با ارسال اطلاعات لحظه‌ای و کنترل سرعت خودرو در موارد بحرانی، موقعیت خودرو



را جهت رسیدن خودروهای امدادی به راحتی تعیین کرده و به واحد مربوطه ارسال نماید. همچنین با کنترل سرعت خودرو و محدود کردن سیستم با توجه به سرعت‌های مجاز جاده‌ای، ایمنی سفر را افزایش داده و کاهش حوادث رانندگی را به دنبال دارد.



نرم افزارهای متعددی برای مسیریابی آفلاین وجود دارد، اما می توان گفت بهترین نرم افزار موجود برای مسیریابی در گوشی های هوشمند نرم افزار GPS Navigation است. این برنامه با ارائه نقشه های جامع و گرافیکی همراه با زوم بالا می تواند بهترین امکانات ممکن را برای شما فراهم کند. ویژگی اصلی نرم افزار در سخنگو بودن آن است، یعنی می توانید مسیر مورد نظر را وارد برنامه کرده و برنامه با صدای فارسی، شما را راهنمایی کند. فایده همچنین ویژگی این است که راننده می تواند در هنگام رانندگی بدون توجه به نقشه از راهنمایی های صوتی برنامه استفاده کند. نرم افزار معرفی شده هم اکنون بیش از ۳۰ میلیون کاربر در سراسر جهان دارد. شاید تنها عیب موجود در برنامه حجم بالای آن است که به خاطر کیفیت گرافیکی و وضوح صدا برنامه است.

از ویژگی های اصلی آن می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- نمایش نقشه شهرهای مختلف با کیفیت عالی - نمایش نقشه شهرها و مکان ها به صورت سه بعدی -
- نمایش نام خیابان ها و کوچه ها و هشدارهای ترافیکی - نمایش دوربین های سرعت و اخطار در مورد سرعت غیرمجاز - هشداردهی در مورد تغییر حد سرعت مجاز در هر محدوده - سه حالت نمایش مسیر -
- علامت گذاری مکان های مورد علاقه - قابلیت ذخیره سازی نقشه ها بر روی دستگاه - قابلیت به روزرسانی رایگان و سریع نقشه ها - قابلیت افزودن دوستان به روی نقشه - راهنمای مسیر به طور صوتی و راهنمای گویا به زبان فارسی - مسیریابی به صورت صوتی - امکان جست و جو به صورت فارسی - نمایش بسیاری از رستوران ها، پمپ بنزین ها، پارک ها، بیمارستان ها و مدرسه ها - قابلیت اجرا بر روی تبلت ها.

### ۳- GPS ردیاب: در ابتدا شرکت های

تکنولوژی بر روی یک طرح جامع کار می کردند که بتوانند یک قطعه الکترونیکی را بر روی همه خودروها نصب کنند که از یک مجموعه سنسورهای خاص تشکیل شده و قادر به تشخیص ضربه و تصادف در خودروها باشد و بلافاصله بعد از تشخیص تصادف مکان خودرو را به یک مرکز خدمات اورژانسی ارسال کند تا در کمترین زمان، کمک های لازم به سرنشینان خودرو اعمال شود. در اجرای این طرح برای تعیین موقعیت خودرو از



سیستم GPS استفاده کردند که موقعیت خودرو را از ماهواره های GPS دریافت کرده و توسط شبکه موبایل به مرکز کمک رسانی ارسال می کند.

تمامی GPS های مورد استفاده در مصارف غیر نظامی (GPS دستی ، GPS تلفن همراه، GPS مسیریاب و ...) دارای خطایی در حدود ۳ الی ۸ متر در مشخص کردن مختصات نقطه مورد نظر می باشند. به چه دلیل این میزان خطا در دستگاه ها قرار داده می شود؟



## آشنایی با گیرنده GPS دستی

### کلیدهای عملگر گیرنده



۱- کلید روشن و خاموش کردن دستگاه و تنظیم نور: با فشار دادن و نگه داشتن این کلید، دستگاه خاموش و روشن می‌شود. در زمان روشن بودن 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: به وسیله این کلید که به کلید پنج کاره 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 نگه داشتن 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 (به خصوص بعد از فشار دادن کلید فهرست در زیر فهرست‌ها) برای بالا و پایین کردن، جهت انتخاب گزینه مورد نظر به کار می‌رود. همچنین در صفحه نقشه (Map) جهت بزرگ‌نمایی (Zoom In) و کوچک‌نمایی (Zoom Out) نقشه به کار 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 می گیرد. بهتر است باتری ها از نوع آلکالاین (Alkaline) باشند.

۸- حلقه باز و بسته کردن محفظه باتری: جهت باز کردن محفظه باتری این حلقه را به بیرون کشیده و در جهت خلاف عقربه های ساعت ۹۰ درجه می چرخانیم و برای بستن آن خلاف این عمل را انجام می دهیم.

۹- پیچ اتصال بدنه: پیچ هایی که قسمت های داخلی دستگاه را به بدنه آن متصل می کنند.

### شروع به کار با گیرنده GPS دستی

برای شروع به کار، دستگاه را به محلی باز و بدون سقف برده و کلید روشن کردن دستگاه را فشار داده و آن قدر نگه می داریم تا دستگاه روشن گردد. پس از روشن شدن دستگاه صفحه فهرست نمایان می شود. حال با رفتن به هر زیر فهرست می توان 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 زبان های ارائه شده توسط دستگاه می باشد. زبان پیش فرض دستگاه زبان انگلیسی بوده که می توان 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) آن را در حالت سیستم متریک قرار دهیم.

با توجه به اینکه در ادامه درس و استفاده از نرم افزار Google Earth می خواهیم از مختصات نقاط به صورت 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 "ddd°mm'ss.s" قرار دهیم. البته تبدیل مختصات UTM (اعشاری) به درجه و دقیقه و ثانیه و بالعکس در ادامه شرح داده می شود.



## برداشت مختصات و ذخیره یک نقطه به وسیله گیرنده GPS دستی

برای برداشت یک نقطه ابتدا بر روی آن مستقر می شویم. در برداشت نقطه ما به دو روش اشاره می کنیم:

### روش اول:

۱- ابتدا در فهرست اصلی به زیر شاخه ماهواره (Satellite) وارد می شویم. اگر دستگاه در حال دریافت اولیه اطلاعات باشد در بالای صفحه «در حال کشف ماهواره ها» (Acquiring Satellite) را مشاهده می کنیم. پس از دریافت امواج از حداقل ۴ ماهواره اطلاعاتی مانند مختصات نقطه، تعداد ماهواره ها و دقت برداشت نمایش داده می شود. برای رسیدن به دقت بالاتر باید تعداد ماهواره ها و قدرت دریافت سیگنال آنها و همچنین زمان برداشت بیشتر شود.

۲- به فهرست اصلی برگشته و به زیر شاخه علامت گذاری نقطه نشانه (Mark Way Point) وارد می شویم. در این زمان موقعیت کاربر هر کجا که باشد تحت نام عددی سه رقمی به صورت پیش فرض دیده می شود. قبل از ثبت نهایی نقطه می توان نامی دلخواه به جای آن عدد سه رقمی برای نقطه انتخاب کنید.

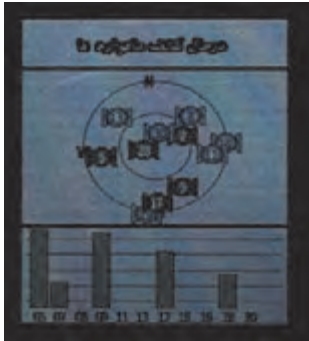
۳- حال جدول انتخاب حروف و اعداد ظاهر می شود، به وسیله کلید پنج کاره حروف و اعداد و نمادهای مختلف برای نام دلخواه را پیدا و با فشار آن به سمت داخل انتخاب کنید.

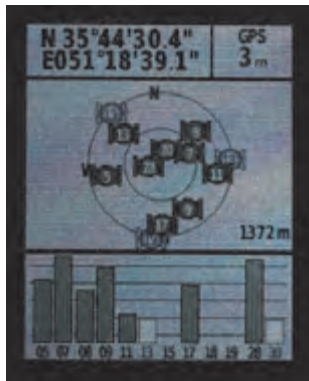
۴- همچنین می توانید جهت تشخیص بهتر نقطه نشانه ای را برای آن انتخاب کنید. برای انتخاب یک نشانه برای نقطه به وسیله کلید پنج کاره کادر فعال سازی را روی نشانه نقطه برده (بالا سمت چپ صفحه نمایش) و فشار دهید تا فهرست نشانه های موجود در حافظه دستگاه ظاهر شود. با استفاده از کلید پنج کاره روی نشانه مورد نظر رفته و با فشار این کلید نشانه را انتخاب کنید.

۵- در قسمت یادداشت (Note) نیز می توانید توضیحاتی برای نقطه مورد نظرتان بنویسید. دوباره به وسیله کلید پنج کاره بر روی این قسمت رفته و این کلید را فشار می دهیم 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 پنج کاره، این توضیحات را ثبت می کنیم.

۶- پس از انجام مراحل فوق به وسیله کلید پنج کاره به قسمت پایین صفحه رفته و با قرارگیری بر روی گزینه انجام شد (Done) و فشار کلید پنج کاره این نقطه را ذخیره می کنیم.

۷- در فهرست اصلی وارد زیر شاخه نقشه می شویم. در این قسمت می توان نقطه و یا نقاط ذخیره شده را همراه با نام و نمادشان مشاهده کرده و به وسیله کلید بزرگ نمایی و کوچک نمایی، مقیاس نقشه را تغییر داده و برای دید بهتر نقطه از کلید بزرگ نمایی استفاده کنیم.





## روش دوم:

- ۱- مانند روش قبل ابتدا به زیر شاخه ماهواره (Satellite) وارد شده و کمی صبر کرده تا ارتباط با ماهواره ها برقرار و به دقت خوبی برسیم.
- ۲- در همین صفحه برای ذخیره اطلاعات برداشت شده نقطه، کلید پنج کاره را فشار داده و نگه می داریم.
- ۳- حال در صفحه ثبت اطلاعات، شماره نقطه، توضیحات مربوط به نقطه، نماد نقطه و مختصات نقطه مشاهده می شود. با فشردن کلید پنج کاره می توان اطلاعات هر قسمت را ویرایش کرد. پس از اتمام، جهت ذخیره شدن اطلاعات برداشت شده، گزینه انجام شد (Done) را انتخاب می کنیم. برای برداشت نقاط جدید مراحل فوق را تکرار می کنیم.

برداشت مختصات گوشه های یک قطعه زمین بوسیله GPS دستی ابتدا با همکاری هنرآموز خود یک چهارضلعی بزرگ در حیاط هنرستان در نظر گرفته و گوشه های آن را میخ کوبی 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 خود ذخیره کنید.

سپس فاصله بین این چهار نقطه را مجدد با متر به صورت دقیق روی زمین اندازه گیری کنید. در نرم افزار اتوكد خط واصل بین هر دو نقطه را ابتدا با مختصات های برداشت شده توسط GPS دستی ترسیم کرده و با عدد متریک مقایسه کنید.

- چه نتیجه ای می گیرید؟

- دقت کدام روش بیشتر است؟ چرا؟

فعالیت  
عملی ۲



## وارد کردن دستی مختصات یک نقطه و پیدا کردن آن روی زمین به وسیله 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 پنج کاره را فشار داده تا قسمت ذخیره نقطه ظاهر شود.
- ۲- در این هنگام با کلید پنج کاره بر روی قسمت موقعیت (Location) رفته و این کلید را یک بار فشار می دهیم.
- ۳- مطابق شکل و به کمک کلید پنج کاره و همچنین اعداد و جهت های موجود در این صفحه می توانیم مختصات نقطه مورد نظرمان را وارد کرده و به وسیله کلید پنج کاره بر روی گزینه انجام شد (Done) رفته و آن را 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 به وسیله 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 به وسیله 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 صورتی که 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.

### شناسایی عوارض با مختصات معلوم توسط هنرجویان

ابتدا توسط هنرآموز مختصات عارضی مانند آب‌خوری، دکه، زمین بازی، ورودی مدرسه و ... که در فضایی بدون سقف قرار داشته باشد تعیین موقعیت گردد. این مختصات‌ها در اختیار هنر جوین قرار گرفته و هنر جوین با توجه به مختصات ارائه شده، نوع عارضه را مشخص نمایند.

فعالیت  
عملی ۳

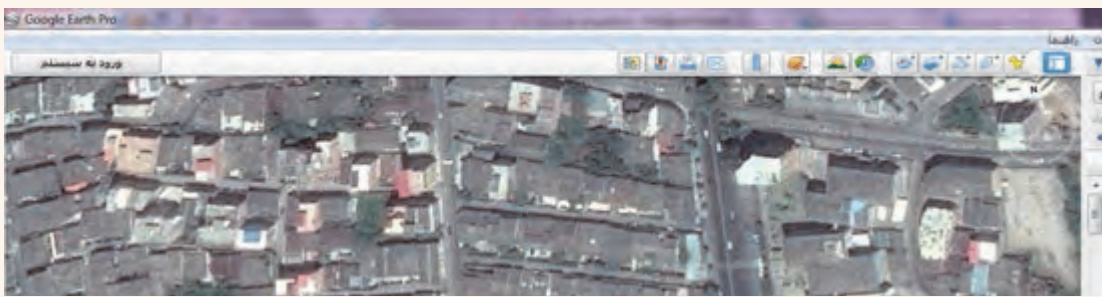


### جانمایی مختصات یک قطعه زمین در نرم افزار Google Earth

مختصات چهار گوشه 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:**

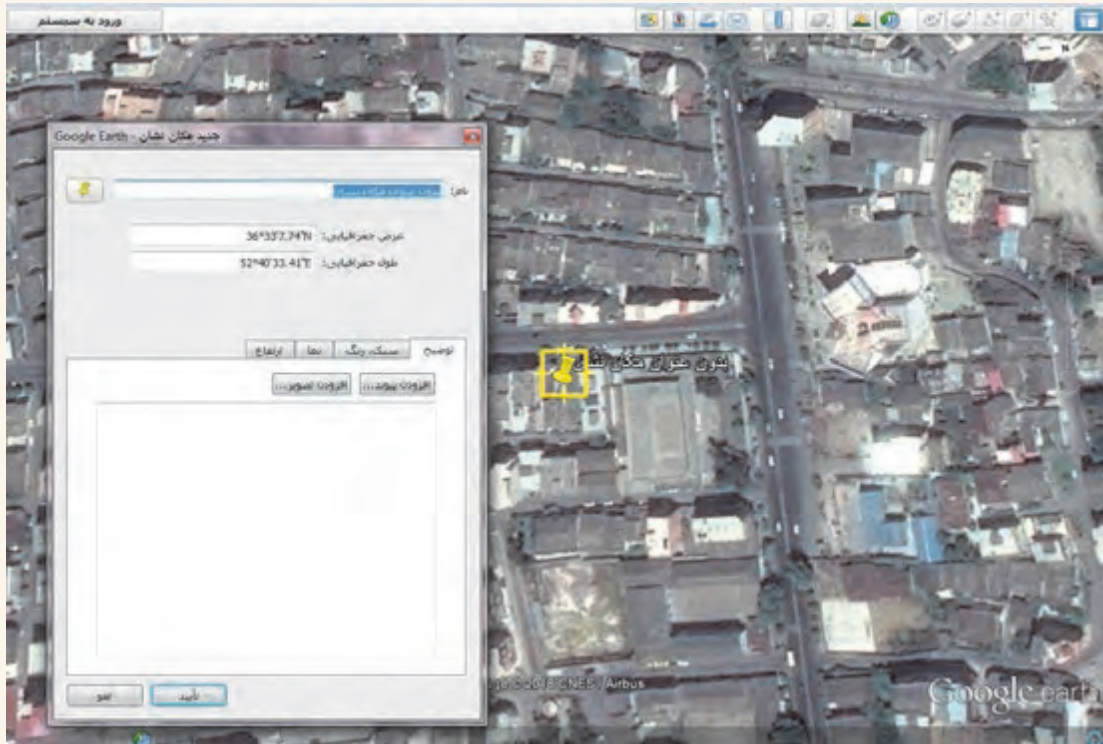
ابتدا پس از نصب و راه‌اندازی نرم‌افزار، آن را اجرا کرده و باز کنید.  
سپس از نوار ابزار بالای صفحه، گزینه افزودن مکان را انتخاب کنید.

فعالیت  
عملی ۴



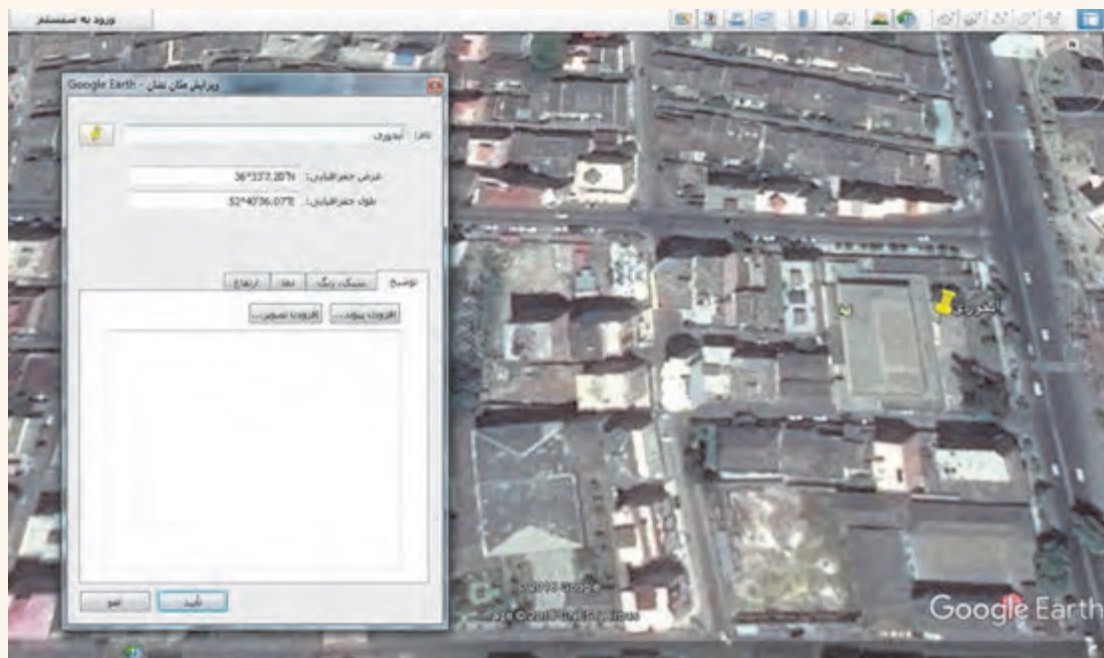


با کلیک بر روی این گزینه یک پنجره به صورت زیر باز می شود:



همان طور 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 به صورت UTM (اعشاری) باشد، از طریق یک برنامه تبدیل مختصات که به راحتی می توان از اینترنت دانلود کرد، مختصات UTM را به طول و عرض جغرافیایی تبدیل کنید .

حال می‌توانید در قسمت نام برای نقطه مورد نظر اسم یا عنوانی را درج کنید. در قسمت عرض و طول جغرافیایی، یکی از برداشت‌های انجام شده در فعالیت ۲ را درج می‌کنیم. مطابق تصویر درجه، دقیقه و ثانیه برداشتی را تایپ کرده و بر روی دکمه تأیید کلیک نمایید. پس از تأیید می‌توانیم نقطه مورد نظر را با عنوان دلخواه ذخیره داشته باشیم. به این صورت مختصات سایر نقاط را به همین ترتیب وارد کنید.



با راهنمایی هنرآموز خود، حدود اربعه هنرستان محل تحصیل خود را به کمک GPS دستی برداشت کرده و سپس مختصات نقاط به دست آمده را در گوگل ارث وارد کنید. آیا مختصات برداشتی با جانمایی تصویر هنرستان در گوگل ارث کاملاً منطبق است؟ اگر نیست چرا؟

فعالیت  
عملی ۵



فعالیت  
عملی ۶

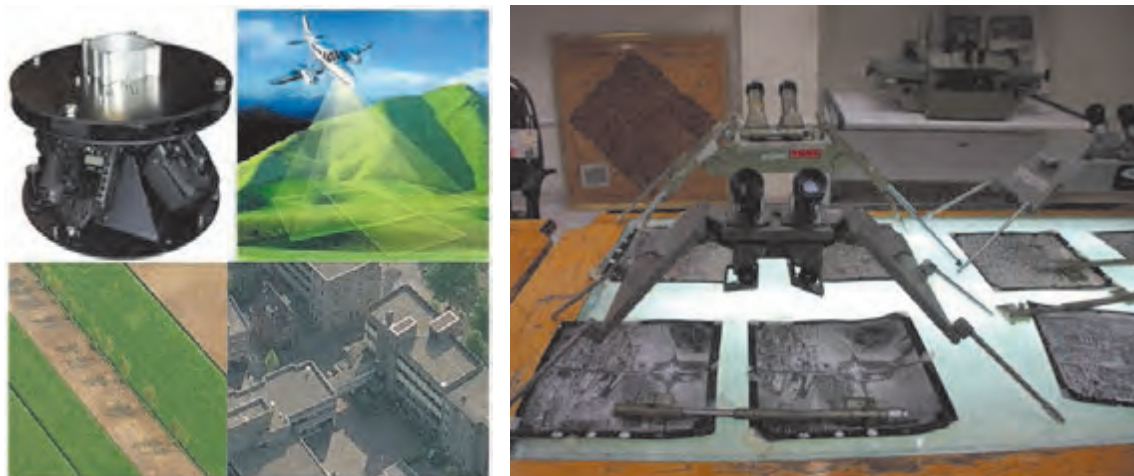


جدول زیر را با کمک نرم‌افزار Google Earth تکمیل کنید.

طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	عنوان مکان مورد نظر	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	عنوان مکان مورد نظر
		بین الحرمین، کربلا	۵۹°۳۶'۵۶/۷"	۳۶°۱۷'۱۶/۷"	
		مسجدالحرام، مکه	۵۱°۴۰'۳۹/۴۸"	۳۲°۳۹'۲۶/۲۷"	
		دروازه قران، شیراز	۴۸°۲۱'۱۲/۳۶"	۳۳°۲۹'۰/۸۶"	
		برج میلاد، تهران	۵۴°۲۷'۴۲/۹۰"	۳۶°۴۶'۵۷/۶۶"	
		پل سفید، اهواز	۶۱°۳۹'۵۹/۹۵"	۳۰°۴۹'۵۹/۸۴"	

## 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، اندازه گیری و تفسیر بر روی عکس. همان طور که در تعریف دیده می شود، این علم اساساً بر تجزیه و تحلیل عکسی استوار است.



### انواع عکس و تصویر در فتوگرامتری

عکس های مورد استفاده در فتوگرامتری عبارت اند از: عکس های زمینی، هوایی و ماهواره ای.

**عکس های زمینی:** عکس های زمینی به وسیله دوربین های فتوگرامتری زمینی تهیه می شود. این دوربین ها روی زمین مستقر شده و لذا می توان مختصات محل استقرار آنها را به سادگی مشخص کرد. از این عکس ها می توان در معماری و ترمیم ساختمان، حفظ بناهای تاریخی، فعالیت های باستان شناسی و ثبت و بررسی هرگونه تغییرات استفاده کرد.



**عکس‌های هوایی:** عکس هوایی به وسیله دوربین‌هایی که در داخل هواپیماهای مخصوص نصب می‌گردد گرفته می‌شود. در عکس برداری هوایی، سرعت هواپیما، ارتفاع پرواز و باز هوایی (فاصله بین دو ایستگاه عکس برداری) مهم می‌باشد. عکس‌های گرفته شده در مسیرهای پروازی باید پوشش طولی و عرضی (قسمت مشترک) داشته باشند که بتوان پس از اتمام کار و تهیه نقشه‌های بزرگ مقیاس برای کارهای مهندسی جهت مطالعه و ایجاد طرح در پروژه‌های عمرانی مانند راه، راه‌آهن، تعیین حدود اراضی، تعیین عوارض موجود بر روی زمین، رشته ترافیک، زمین‌شناسی و مسائل نظامی استفاده کرد.



**تصاویر ماهواره‌ای:** تصاویری که توسط ماهواره‌هایی که در اطراف کره زمین قرار دارند، تهیه می‌شود. با توجه به چرخش منظم این ماهواره می‌توان هر لحظه تصاویر مکرر و به‌روز با پوشش مناطق وسیع تهیه کرد. با توجه به این که تصاویر ماهواره‌ای سطح بسیار گسترده‌ای را تحت پوشش قرار می‌دهند، به همین خاطر مطالعاتی از قبیل کشاورزی، هواشناسی، حوادث و بلایای طبیعی، نظامی و در هر رشته دیگر با داده‌های بیشتر و در سطح بیشتری انجام می‌گیرد. به همین خاطر از جهت اقتصادی نیز نسبت به عکس برداری هوایی و زمینی توجیه اقتصادی دارد.



## شاخه های فتوگرامتری

عموماً فتوگرامتری را به دو شاخه فتوگرامتری متریک و فتوگرامتری تفسیری تقسیم بندی می کنند. در فتوگرامتری متریکی، اندازه گیری های کمی مطرح است، یعنی با استفاده از اندازه گیری های دقیق نقاط از طریق عکس می توان فواصل حجم، ارتفاع و شکل زمین را تعیین کرد، که معمول ترین کاربردهای این شاخه از فتوگرامتری تهیه نقشه های مسطحاتی و توپوگرافی از روی عکس هاست. اما فتوگرامتری تفسیری خود به دو شاخه تفسیر عکس و سنجش از دور تقسیم می شود. در قسمت تفسیر عکس بیشتر مطالعات کیفی بر روی عکس انجام می گیرد. به عنوان مثال وضعیت پوشش گیاهی یک منطقه و یا میزان جمعیت یک شهر را از طریق عکس مورد مطالعه و تحقیق قرار می دهند. عکس های هوایی امروزه حداقل در دو رشته بزرگ علمی یعنی فتوگرامتری به معنی کلی تهیه نقشه از عکس های هوایی و دیگری تفسیر به معنی شناسایی و تشخیص عوارض و اشیاء از روی تصویر به کار می روند و دارای شروع و تاریخ هم زمانی می باشند که به تدریج و با پیشرفت های تکنولوژی، این دو رشته توسعه یافته و در نتیجه، استفاده و ابزار برای دو گروه کم کم از هم فاصله گرفته و در هر یک، تخصص های جداگانه ای به وجود آمده و به تدریج نیز اضافه خواهد شد.

در ایران در سال ۱۳۳۱ از حوزه زاینده رود اصفهان عکس های هوایی برداشته شد و عکس برداری توسط شرکت K.L.M به منظور انجام امور عمرانی آن حوزه انجام گرفت. در سال ۱۳۳۴ به منظور تهیه نقشه صحیح از کلیه استان های کشور عکس برداری هوایی شروع گردید. از سال ۱۳۳۲ با آغاز فعالیت سازمان نقشه برداری کشور به صورت پیوسته از مناطق مختلف ایران عکس برداری هوایی انجام گرفته است. 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 زمینه های مختلف از جمله فعالیت های تحقیقاتی و ارجاع به مراجع قضائی مورد استفاده قرار می گیرند. به طور کلی از تمامی مناطق کشور عکس های هوایی در مقیاس های پنجاه و پنج هزارم مربوط به دهه ۳۰ هجری شمسی، بیست هزارم مربوط به دهه چهل و چهار هزارم مربوط به دهه هفتاد و همچنین عکس های هوایی ده هزارم یا پنج هزارم از اکثر شهرهای کشور موجود می باشد.

بیشتر  
بدانیم



## 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 سه پایه نصب شده و فاصله آن تا جسم کم است.
- فتوگرامتری فضایی: در این نوع از فتوگرامتری ماهواره با سکوی فضایی دوربین را حمل می کنند.
- فتوگرامتری هوایی: در این نوع از فتوگرامتری دوربین را در هواپیما قرار می دهند و در نهایت منجر به تولید نقشه های توپوگرافی می گردد.
- فتوگرامتری زمینی (برد کوتاه): فتوگرامتری زمینی (برد کوتاه) را می توان به عنوان یک روش اندازه گیری دقیق و ارزان جهت تهیه نقشه وضع موجود از سازه های کوچک صنعتی، باستان شناسی، نمای ساختمان ها، پزشکی، دندان پزشکی، 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 به صورت طبیعی

## تفاوت عکس هوایی و تصاویر ماهواره‌ای

مهم‌ترین تفاوت بین یک تصویر ماهواره‌ای با یک عکس هوایی در وسعت منطقه زیر پوشش است. مثلاً یک عکس ماهواره‌ای، گاهی وسعتی در حدود ۷۰۰ تا ۸۰۰ عکس هوایی 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 عکس هوایی 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.

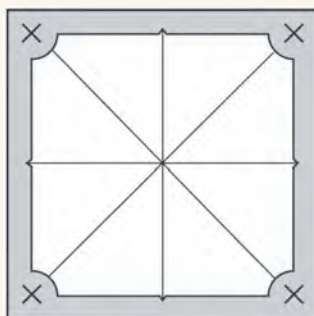
## شناخت یک زوج عکس و علائم حاشیه‌ای آن

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 نقطه 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:

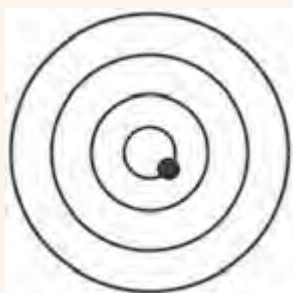
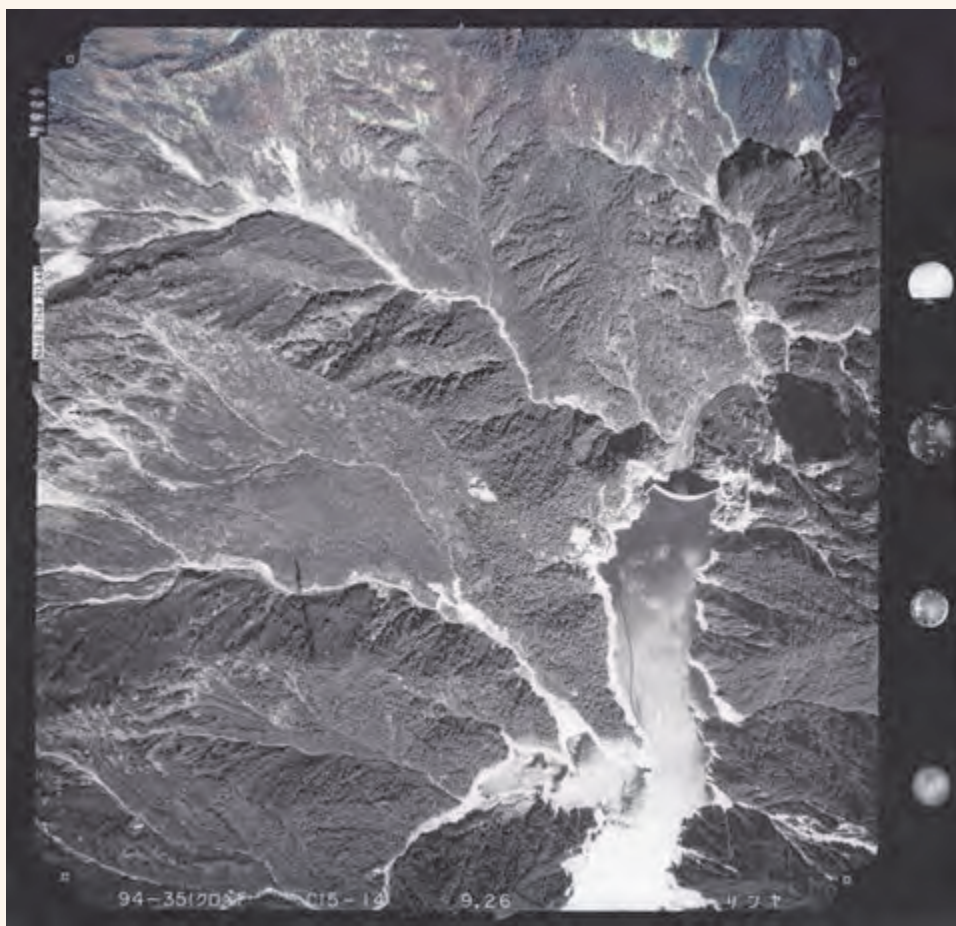
- تعیین مرکز عکس جهت تعریف سیستم مختصات عکس

- برای توجیه داخلی

- برای پالایش عکس (حذف خطاهای سیستماتیک روی مختصات عکس)

فعالیت  
عملی ۷

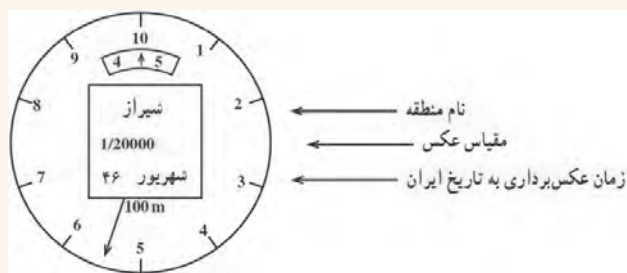




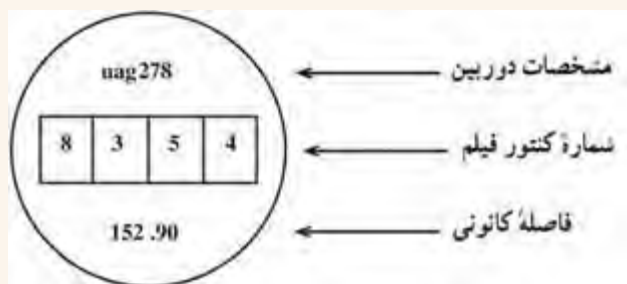
ب- حباب تراز: در قسمت کناری عکس یک سری دوایر متحدالمرکز وجود دارد که وضعیت تقریبی افقی بودن دوربین عکس برداری را در لحظه عکس برداری ثبت می کند. در لحظه عکس برداری باید سعی شود حباب تراز از حالت وسط زیاد منحرف نشود تا عکس تیلت دار به دست نیاید.



ج- ساعت: در قسمت کناری عکس ساعتی وجود دارد که زمان عکس برداری را ثبت می کند. از این ساعت برای تشخیص سایه استفاده می شود. مثلاً تیر برق در عکس قائم به صورت نقطه ظاهر می شود و فقط با استفاده از سایه آن می توان آن را تشخیص داد.



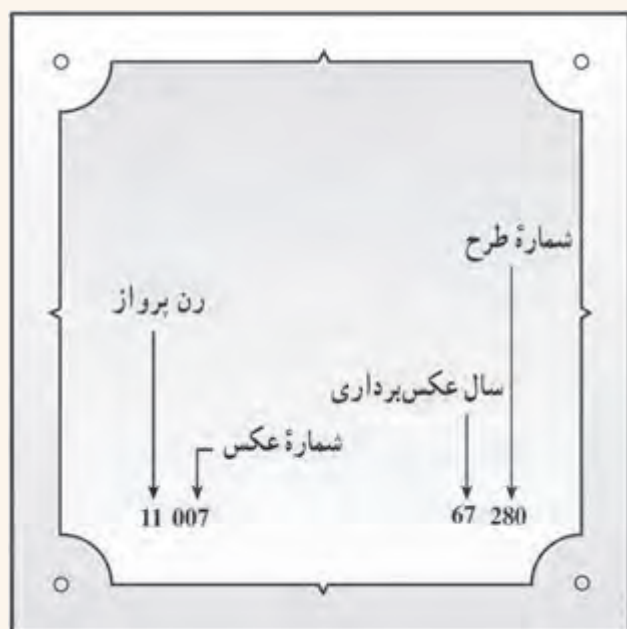
د- ارتفاع سنج: دستگاهی است که ارتفاع پرواز را در لحظه عکس برداری ثبت می کند. از آن برای تعیین مقیاس عکس هوایی استفاده می کنند. ارتفاع در شکل زیر ۴۵۵۰ متر می باشد.



ه- مشخصات دوربین عکس برداری

و- شماره کنتور عکس

ز- فاصله اصلی دوربین: یا فاصله کانونی، که بر حسب میلی متر در حاشیه عکس چاپ می شود و از آن نیز برای تعیین مقیاس عکس هوایی استفاده می کنند.



ح- نوار پرواز و شماره عکس یا فیلم: در گوشه کنار چاپ عکس هوایی دو عدد دنبال هم چاپ شده که به ترتیب، از چپ به راست، نشان دهنده رن پرواز و شماره عکس است.

ط- سال عکس برداری و شماره طرح: در گوشه کنار راست عکس نیز دو عدد دنبال هم چاپ شده که به ترتیب، از چپ به راست، نشان دهنده سال عکس برداری و شماره طرح می باشد.

یک عکس هوایی را در شکل روبه رو مشاهده می کنید.

### برجسته بینی

شیوه ای است برای ایجاد تصور سه بعدی در بیننده به وسیله دید دوچشمی. در بیشتر روش های برجسته بینی دو تصویر معمولی دو بعدی با اندکی تفاوت مقابل چشم راست و چپ قرار می گیرند. این دو تصویر دو بعدی در مغز تلفیق شده و دیدن تصویری سه بعدی را به بیننده القاء می کنند. مبنای برجسته بینی نشان دادن تصاویر متفاوت به چشم چپ و راست است. در فتوگرامتری اولیه این کار به وسیله برجسته بین (استرئوسکوپ) انجام می شود.



در هنگام تماشای فیلم های سه بعدی در سینما و یا تلویزیون سه بعدی این کار توسط عینک سه بعدی انجام می شود 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 می بیند و در نتیجه فیلم را سه بعدی تصور می کند.



برجسته بین (استرنوسکوپ)



عینک سه بعدی قطبیده



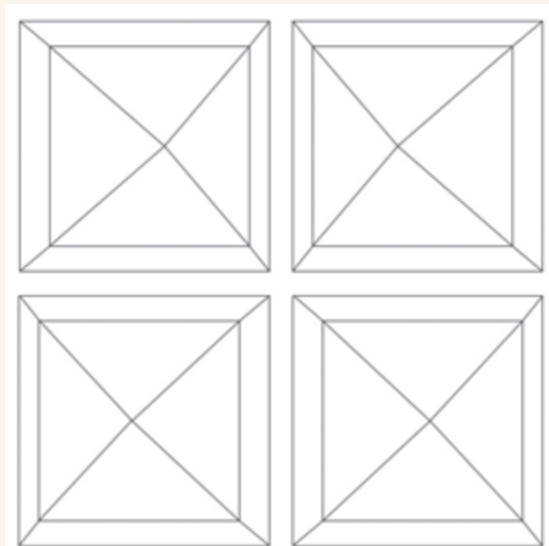
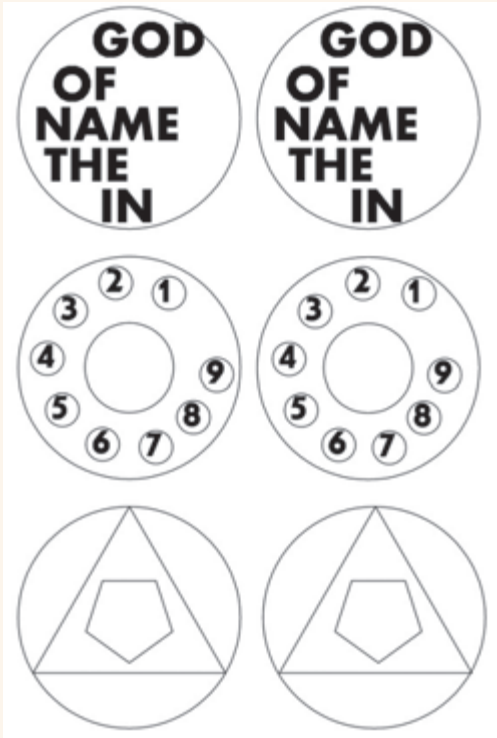
عینک سه بعدی رنگی (آناگلیف)

### برجسته بینی بدون استفاده از استرنوسکوپ

هنرجویان برجسته بینی را با تصاویر زیر و بدون استفاده از استرنوسکوپ تمرین کنند.  
راهنمایی:

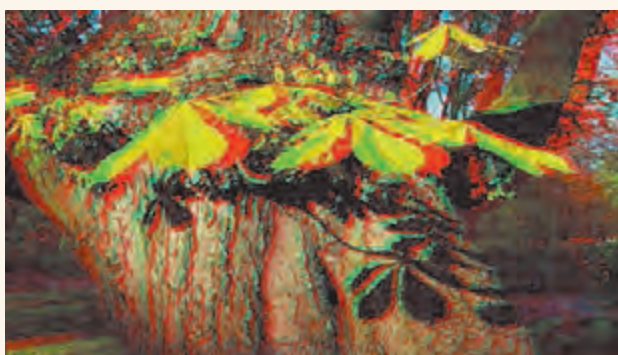
به وسیله یک مانع تصویر سمت چپ و راست را از هم جدا می کنیم.  
حال با چشم راست، تصویر راست را نگاه و با چشم چپ، تصویر چپ را نگاه می کنیم.  
بعد از لحظاتی دو تصویر بر هم منطبق شده و تصاویر به صورت برجسته دیده می شود.

فعالیت  
عملی ۸





برجسته‌بینی با عینک آنالگلیف  
هنرجویان به وسیله عینک آنالگلیف تصاویر زیر را برجسته‌بینی کنند.





با کمک وسایلی مانند طلق رنگ قرمز و آبی، مقوا و چسب و ... یک عینک آناگلیف درست کنید.

### برجسته بینی با استرنوسکوپ جیبی

هنرجو استرنوسکوپ جیبی را روی یک زوج عکس به درستی مستقر و عملیت برجسته بینی را انجام دهد.

#### راهنمایی ۱:

استرنوسکوپ جیبی از اجزاء زیر تشکیل شده است:

چهار پایه و دو عدسی محدب که داخل قابی قرار گرفته اند. پایه ها تا می شوند و به راحتی در یک کیسه کوچک یا محفظه قرار می گیرند به طوری که می شود استرنوسکوپ را داخل جیب گذاشت و آن را حمل کرد. این استرنوسکوپ ساده ترین و ارزان ترین استرنوسکوپ از نوع بدون آئینه است. البته مشاهده با این استرنوسکوپ ها معایبی دارد که مهم ترین آنها این است که فواصل بین نقاط مشابه از دو عکس نمی تواند بیشتر از فاصله باز چشم (فاصله متوسط بین دو چشم) باشد. در این صورت فاصله های بیشتر از باز دو چشم یا به سختی دیده می شوند و یا دیدن آنها به کلی امکان پذیر نیست.

#### راهنمایی ۲: نحوه کار با استرنوسکوپ جیبی

در استرنوسکوپ جیبی فاصله مرکز عدسی ها از یکدیگر متغیر و از ۵۵ الی ۷۵ میلی متر می باشد یعنی معادل فاصله بین دو مردمک چشم که برای افراد مختلف متفاوت است. فاصله متوسط بین دو چشم یا باز چشم حدود ۶۵ میلی متر است. برای کار با استرنوسکوپ آن را روی یک میز مستقر می کنیم و دو عکس را به گونه ای روی میز و زیر استرنوسکوپ قرار می دهیم که امتداد خط پرواز یا خطی که از مراکز عکس ها می گذرد با خط فاصل دو چشم موازی باشد. برای برجسته کردن عوارض مشابه به طور تجربی به این صورت عمل می کنیم که عارضه مشخصی مثل تقاطع دو جاده را با انگشت



اشاره روی کناره عارضه قرار می دهیم و استرنوسکوپ را روی منطقه ای که می خواهیم برجسته ببینیم گذاشته و با گذاشتن چشم ها بر روی عدسی ها، فاصله آنها را که قابل تغییر است با حرکت دادن و جابه جا کردن، با باز چشم خود یکی می کنیم. با نگاه کردن در عدسی ها و در اصل به تصویر در هر یک از چشمی ها سرانگشت خود را به طور جداگانه می بینیم. سپس سعی می کنیم این دو انگشت را همراه با عکس ها حرکت دهیم تا آن که هر دو را روی هم ببینیم یا در اصل آن دو تصویر را یکی ببینیم. اگر هنوز عکس کاملاً برجسته به نظر نمی آید با چرخاندن ملایم عکس ها در جهت مناسب آن را به وضعی در بیاوریم که برجسته دیده شود.

## ارزشیابی شایستگی شاخه‌های نقشه برداری

### 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 نقشه برداری از شاخه‌های مختلف مطابق دستورالعمل شماره ۱۱۹ سازمان نقشه برداری کشور به روش مستقیم زمینی با استفاده از دوربین توتال استیشن، دوربین زاویه یاب، سه پایه دوربین، منشور، ژالن، تراز نبشی، شاخص (میر)، متر، متر لیزری، گیرنده GPS دستی، استرنوسکوپ، 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 نرم افزار Excel - ترسیم با نرم افزارهای AutoCAD و AutoCAD CIVIL3D - تایپ و چاپ گزارش - ارائه 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 نرم افزار در سایت رایانه.

### ابزار و تجهیزات:

- دوربین توتال استیشن - دوربین زاویه یاب - سه پایه دوربین - منشور - ژالن - تراز نبشی - شاخص (میر) - متر - متر لیزری - گیرنده GPS دستی - استرنوسکوپ - عکس هوایی و عینک آناگلیف
- وسایل محاسباتی شامل ماشین حساب 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 نقشه برداری	۲	
۳	انجام محاسبات با نرم افزار Excel	۲	
۴	ترسیم نقشه در نرم افزارهای AutoCAD و AutoCAD CIVIL3D	۲	
۵	کنترل نقشه یا عملیات انجام شده	۲	
۶	ارائه گزارش	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت پذیری، تصمیم گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

- 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 برنامه 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 درباره 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 دبیرخانه 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 ارائه 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 اقبالی زارچ	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 و بلوچستان	۲۲	احمد بهرامی	فارس
۱۰	مسعود عباسی	سیستان و بلوچستان	۲۳	هادی ریاحی	گلستان
۱۱	ایرج محمدی	کرمانشاه	۲۴	مهدی ملک‌پور دهکردی	چهارمحال و بختیاری
۱۲	مهدی اکبری	خراسان جنوبی	۲۵	مهدی جهانگیری	اردبیل
۱۳	مهدی محمدی	قزوین			

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وبگاه: [tvoccd.oerp.ir](http://tvoccd.oerp.ir)

دفترتالیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کار دانش