

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 می‌گیرید.

استاندارد عملکرد

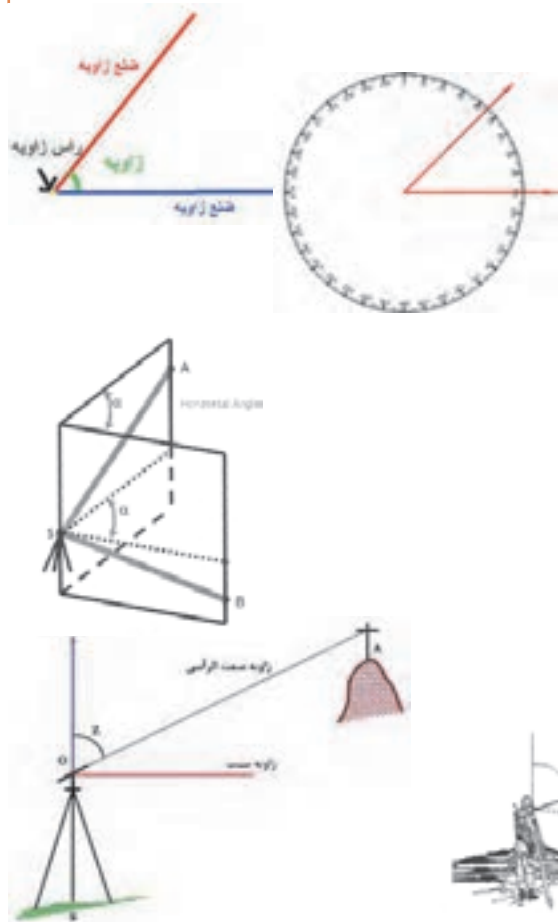
انجام عملیات زاویه‌یابی، فاصله‌یابی و تعیین مختصات با استفاده از دوربین زاویه‌یاب، دوربین توتال‌استیشن، سه‌پایه دوربین، شاخص (میر)، منشور، ژالن، ترازنبشی و متر مطابق دستورالعمل شماره ۱۱۹ سازمان نقشه‌برداری کشور

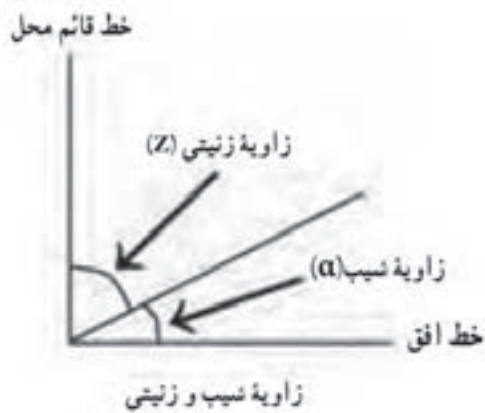
زاویه

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 α نمایش داده می‌شود. به عبارتی با اندازه‌گیری هریک از زاویه‌های شیب و زینتی، می‌توان زاویه دیگر را محاسبه یا کنترل کرد.

$$\alpha + Z = 90 \text{ درجه (} 90^\circ \text{ گراد)}$$

مثال ۱



زاویه شیب امتداد AB، 10° درجه و زاویه زینتی امتداد CD، 96° 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° 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° تا 180° درجه می‌باشد در حالی که زاویه شیب نسبت به صفحه افق تعریف می‌شود و مقدار آن بین -90° 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° درجه
120° درجه	
	-80° درجه
80° 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



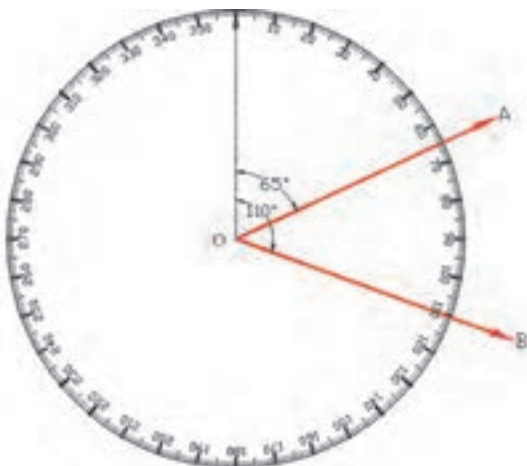
فعالیت
کلاسی ۲



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 (تئودلیت)

زاویه یاب (تئودلیت) 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 یه 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 رقمی 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- آلیداد: یک قطعه فلزی U شکل که حامل محور چرخش تلسکوپ است و تلسکوپ می تواند حول این محور دوران نماید ضمناً خود آلیداد 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 آلیداد 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 ترابراک: صفحه ای است برای استقرار دوربین روی سه پایه و تنظیم تراز آن.
- ۶- پیچ های کنترل حرکت: برای این که حرکت تلسکوپ و آلیداد 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 بچرخاندن 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 ۳۶۰ درجه یا ۴۰۰ گراد که معمولاً در جهت حرکت عقربه‌های ساعت درجه‌بندی شده است. بنابراین اندازه‌گیری زاویه افقی بین دو امتداد متقاطع روی زمین مشابه اندازه‌گیری یک زاویه بین دو امتداد متقاطع توسط نقاله بر روی کاغذ می‌باشد. به‌طور کلی مراحل اندازه‌گیری زاویه افقی بین دو امتداد OA و OB (زاویه AOB) با زاویه‌یاب 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 امتدادشاغولی نقطه O منطبق باشد که به این مرحله سانتراژ کردن دوربین زاویه‌یاب 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 نقشه‌بردار و حالت دایره به راست دوربین حالتی است که لمب قائم دوربین در سمت راست نقشه‌بردار قرار گرفته باشد)

دوربین را در حالت دایره به چپ به سمت 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 ۳۶۰ درجه یا ۴۰۰ گراد می‌باشد و مطابق با تعریف زاویه بین دو امتداد در جهت عقربه‌های ساعت از امتداد اول به امتداد دوم محاسبه می‌گردد.

چنانچه حین حرکت دوربین از نشانه‌روی به سمت 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 ۳۶۰ درجه یا ۴۰۰ گراد جمع می‌کنیم تا زاویه مورد نظر مثبت شود.

نتیجه:

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

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



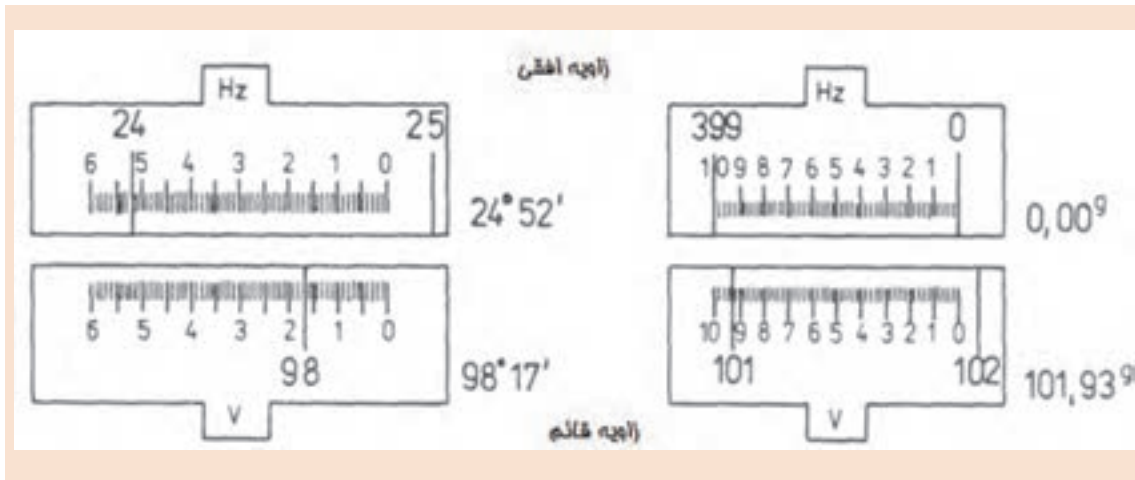
زاویه افقی ۲۱۴/۹۶ گراد
زاویه قائم ۹۴/۰۶ گراد

زاویه افقی ۲۳۵°۵۷'
زاویه قائم ۹۶°۰۷'

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 یاب بر روی نقطه O سانتراژ کرده و به سمت نقاط M, N, A, B نشانه 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 $R_N < R_M$

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

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

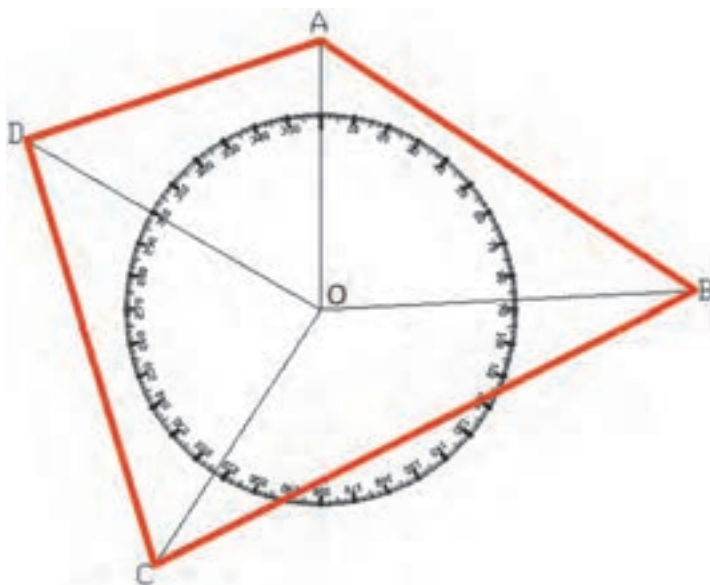
صفر صفر کردن لمب افقی دوربین تئودولیت

در نقشه برداری معمول است که لمب افقی را در موقع نشانه 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 باید فرم را در نرم افزار Excel ایجاد نموده و سپس قرائت ها را در ستون های مربوطه تایپ نماییم. در ادامه تفریق قرائت دوم از قرائت اول زاویه را محاسبه می کنیم.

به عنوان مثال از ایستگاه های O₁ و O₂ و O₃ به دو نقطه اول و دوم نشانه روی می کنیم و زاویه افقی این امتداد به شرح زیر می باشد:

ایستگاه	قرائت امتداد اول	قرائت امتداد دوم	زاویه
O ₁	۲۵/۶۵۴۰	۶۵/۳۲۱۹	
O ₂	۱۴۹/۶۵۸۶	۲۱۰/۸۷۵۴	
O ₃	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 می کنیم. با مشخص نمودن و نوشتن فرمول برای زاویه اول می توان برای زاویه های دیگر کپی نمود.

A	B	C	D
1	ایستگاه	قرائت امتداد اول	قرائت امتداد دوم
2	O ₁	۲۵,۶۵۴	۶۵,۳۲۱۹
3	O ₂	۱۴۹,۶۵۸۶	۲۱۰,۸۷۵۴
4	O ₃	۳۲۹,۴۸۵۰	۳۵۴,۲۵۱۰

سانتراژ و قرائت زاویه با زاویه یاب

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

پس از استقرار دوربین بر روی نقطه ای مشخص در محوطه هنرستان، روی چند نقطه دلخواه و در فاصله های متفاوت از دوربین، ژالن را مستقر کنید. سپس به این امتدادها نشانه روی کرده و عدد لمب افقی را برای هر امتداد قرائت و یادداشت نمایید.

گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش نویسی 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، نشانه روی 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 نشانه روی و حذف خطای نشانه روی، سعی کنید به نوک ژالن نشانه روی 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 18° درجه (200 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:

$$R = L \pm 18^\circ$$

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:

$$R = L \pm 18^\circ + e$$

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.

$$\text{میانگین قرائت امتداد} = \frac{L + R - 18^\circ (200 \text{ gr})}{2}$$

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

اگر $L > R$ باشد به قرائت دایره به راست 360° یا 400 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		

$$\text{میانگین قرائت امتداد OA} = \frac{L + R \pm 200 \text{ gr}}{2} = \frac{342/1212 + 142/1224 - 200}{2} = 342/1218 \text{ gr}$$

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

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



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.

	A	B	C	D	E	F
1	ایستگاه	نقطه نشانه روی	قرائت دایره به چپ	قرائت دایره به راست	میانگین	زاویه
2	O_1	A	۲۵.۶۵۴	۲۲۵.۶۵۴۴		
3		B	۶۵.۳۲۱۹	۲۶۵.۳۲۲۷		
4	O_2	C	۱۴۹.۶۵۸۶	۳۴۹.۶۵۸۸		
5		D	۲۱۰.۸۷۵۴	۴۱۰.۸۷۵۶		
6	O_3	M	۳۲۹.۴۸۵	۵۲۹.۴۸۵۶		
7		V	۳۵۴.۲۵۱	۵۵۴.۲۵۱		

محاسبه ستون میانگین: میانگین قرائت های کوپل هر امتداد از رابطه $(L+R-180^\circ) / 2$ (۲۰۰ 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.

	A	B	C	D	E	F
1	ایستگاه	نقطه نشانه روی	قرائت دایره به چپ	قرائت دایره به راست	میانگین	زاویه
2	O_1	A	۲۵.۶۵۴	۲۲۵.۶۵۴۴	۲۵.۶۵۴۲	
3		B	۶۵.۳۲۱۹	۲۶۵.۳۲۲۷	۶۵.۳۲۲۳	
4	O_2	C	۱۴۹.۶۵۸۶	۳۴۹.۶۵۸۸	۱۴۹.۶۵۸۷	
5		D	۲۱۰.۸۷۵۴	۴۱۰.۸۷۵۶	۲۱۰.۸۷۵۵	
6	O_3	M	۳۲۹.۴۸۵	۵۲۹.۴۸۵۶	۳۲۹.۴۸۵۳	
7		V	۳۵۴.۲۵۱	۵۵۴.۲۵۱	۳۵۴.۲۵۱	

محاسبه ستون زاویه:

در این ستون برای محاسبه زاویه باید میانگین امتداد دوم از میانگین امتداد اول کسر گردد پس در خانه 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	۲۵.۶۵۴۴	۳۹.۶۶۸۱
3		B	۶۵.۲۲۱۹	۲۶۵.۲۲۲۷	۶۵.۲۲۲۲	
4	O2	C	۱۴۹.۶۵۱۶	۲۴۹.۶۵۱۱	۱۴۹.۶۵۱۷	۶۱.۲۱۶۸
5		D	۲۱۰.۸۷۵۴	۴۱۰.۸۷۵۴	۲۱۰.۸۷۵۵	
6	O3	M	۲۲۹.۴۸۵	۵۲۹.۴۸۵۴	۲۲۹.۴۸۵۴	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 تقسیم‌بندی 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	۰/۰۰۰۹	۸۵/۳۲۱۶		
	C	۸۵/۳۲۱۴	۲۸۵/۳۲۳۶	۸۵/۳۲۲۵			
B	C	۰/۰۰۰۰	۱۹۹/۹۹۸۶	-۰/۰۰۰۷			۵۴/۸۷۳۵
	A	۵۴/۸۷۲۱	۲۵۴/۸۷۳۵	۵۴/۸۷۲۸			
C	A	۰/۰۰۰۰	۲۰۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۲۰			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، ژان‌هایی 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

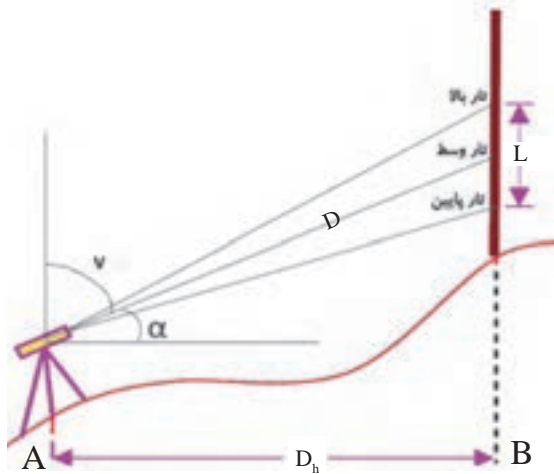
یکی از روش‌های اندازه‌گیری طول، روش مستقیم است که در این روش فاصله بین نقاط در روی زمین به‌طور مستقیم اندازه‌گیری می‌شود که یکی از متداول‌ترین این روش‌ها استفاده از نوار اندازه‌گیری (متر) می‌باشد که به آن به اصطلاح مترکشی می‌گویند که با رعایت اصول آن و استفاده از روش تکرار می‌توان به صحت و دقت مناسبی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

اختلاف تار بالا و پایین: تارپایین-تاربالا $L =$

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

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

که عدد ثابت K معمولاً برای اکثر دوربین‌ها برابر ۱۰۰ است که 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 ترازیب‌ها 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 α 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

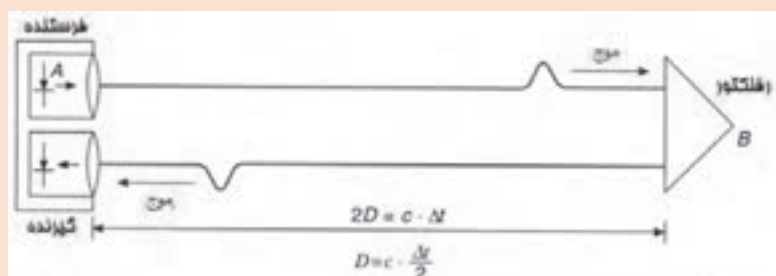
در روش اندازه‌گیری فاصله به صورت الکترونیکی دستگاه فاصله‌یاب به دو صورت مبتنی بر ۱- اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت موج و ۲- اندازه‌گیری اختلاف فاز موج ارسالی و برگشتی، فاصله بین دستگاه و نقطه مورد نظر را به دست می‌آورد.

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.

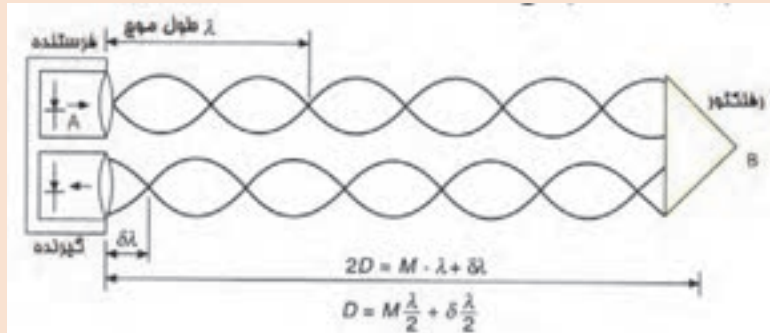
در روش اندازه‌گیری الکترونیکی فاصله مبتنی بر زمان، موج مشخصی به سمت رفلکتور توسط فرستنده دستگاه ارسال شده و پس از برخورد موج به رفلکتور، موج ارسالی به سمت دستگاه برمی‌گردد و توسط گیرنده دستگاه دریافت می‌شود. در این حالت زمان رفت و برگشت اندازه‌گیری شده و با توجه به سرعت موج ارسالی فاصله محاسبه می‌شود. 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، λ 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 آن را 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:

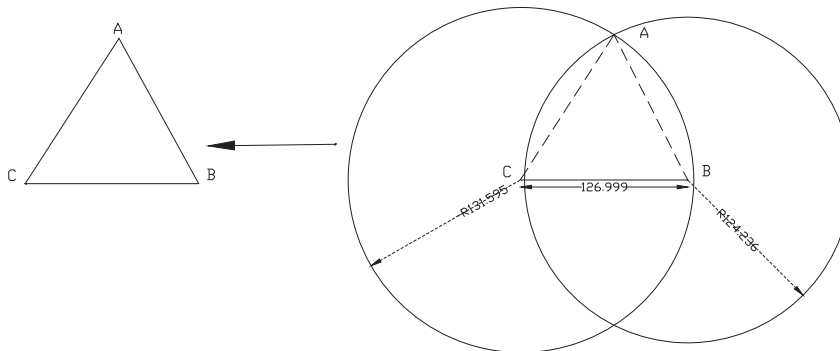
۱- ترسیم خط افقی با دستور Line و دکمه تابعی F8 به مختصات اولیه (۱۰۰،۱۰۰) C و طول $CB=126,999$ متر

Command: LINE

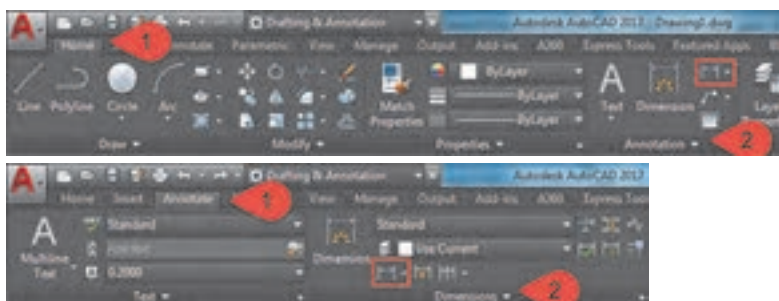
Specify first point: <Ortho on> (۱۰۰،۱۰۰)

Specify next point or [Undo]: ۱۲۶/۹۹۹

۲- ترسیم دو دایره (با دستور Circle) به مرکز 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



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.



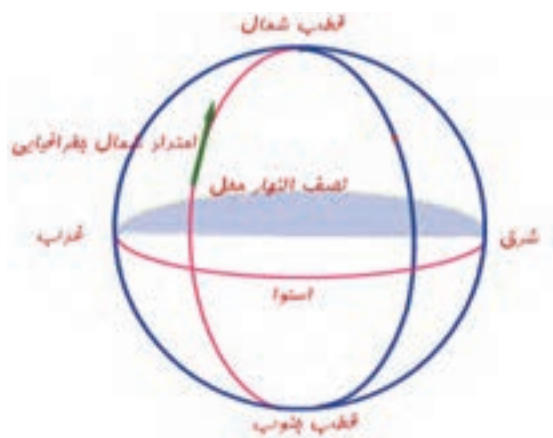
فاصله یابی با استفاده از دوربین توتال استیشن

- 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 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:

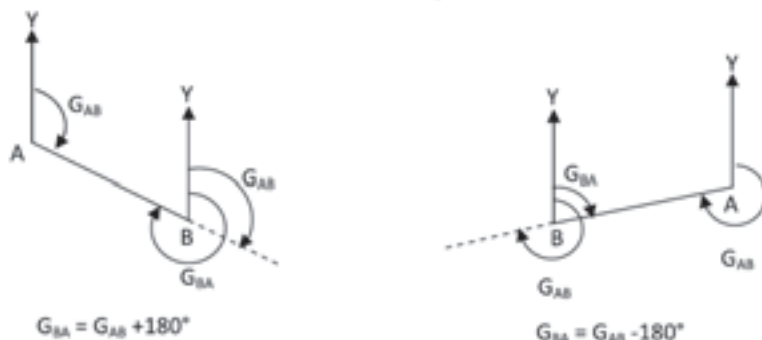
ژیزمان عبارت است از زاویه ای افقی از شمال شبکه با هر امتداد در جهت عقربه های ساعت که با G نمایش داده می شود. و مقدار آن بین صفر تا 360 درجه می باشد.



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 درجه یا 200 گراد اختلاف دارد. اگر ژیزمان یک امتداد کوچک تر از 180 درجه باشد، ژیزمان

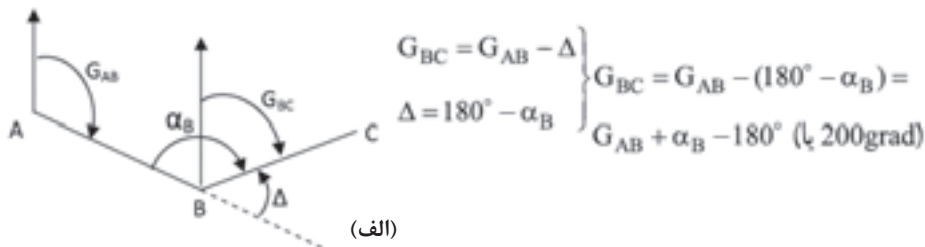
معکوس آن با 180 درجه جمع می شود و در صورتی که ژیزمان یک امتداد بزرگ تر از 180 باشد، ژیزمان معکوس آن از 180 درجه کم می شود.



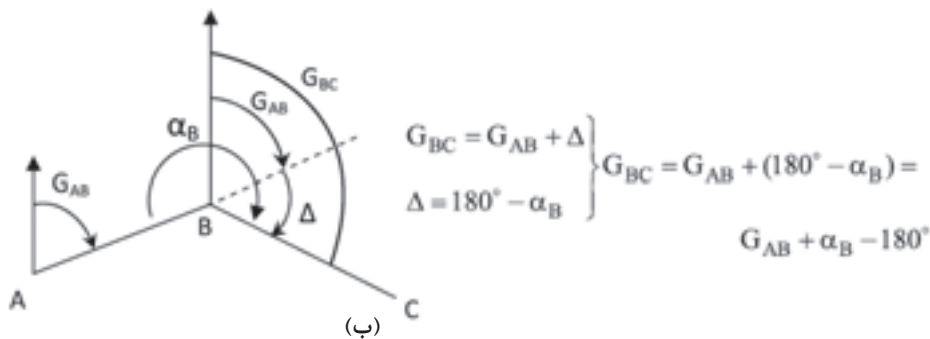
ژیزمان و ژیزمان معکوس امتداد AB

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 α_B معلوم باشد ژیزمان امتداد BC به راحتی محاسبه می‌گردد. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید امتداد AB که با خط چین مشخص شده است از نقطه B به اندازه زاویه انحراف Δ در خلاف عقربه‌های ساعت از جهت خود منحرف شده است تا به امتداد BC تبدیل شود بنابراین کافی است زاویه انحراف Δ را از ژیزمان امتداد AB کم کنیم تا ژیزمان امتداد BC به دست آید. زاویه انحراف Δ 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 Δ در جهت عقربه‌های ساعت از جهت اولیه خود منحرف شده است تا امتداد BC حاصل شود. پس در این حالت کافی است که زاویه Δ را با ژیزمان امتداد AB جمع کنیم تا ژیزمان BC به دست آید. بنابراین داریم:



همان‌طور که دیدید در هر حالت به سادگی می‌توان ژیزمان امتداد BC را از امتداد معلوم AB به دست آورد. کافی است زاویه رأس α_B مشاهده و زاویه انحراف Δ به همراه جهت انحراف مشخص گردد.

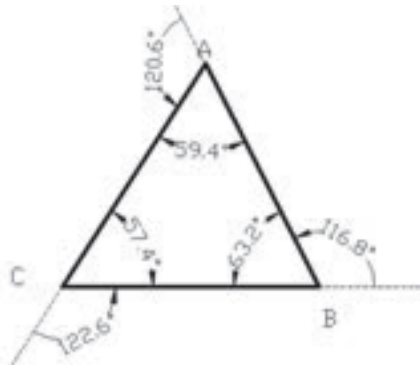
اگر ژیزمان امتدادی بیشتر از 360° درجه یا 400° گراد محاسبه گردید، مقدار 360° درجه یا 400° گراد از ژیزمان کسر می‌گردد و همچنین اگر ژیزمان امتدادی منفی محاسبه گردید، عدد 360° درجه یا 400° گراد به ژیزمان اضافه می‌گردد تا همیشه مقدار ژیزمان بین عدد 0° تا 360° درجه یا 400° گراد قرار گیرد.

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:

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

$$G_{BA} = G_{CB} - \Delta_B = 90^\circ - 116/8^\circ = -26/8^\circ + 360^\circ = 333/2^\circ$$

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

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

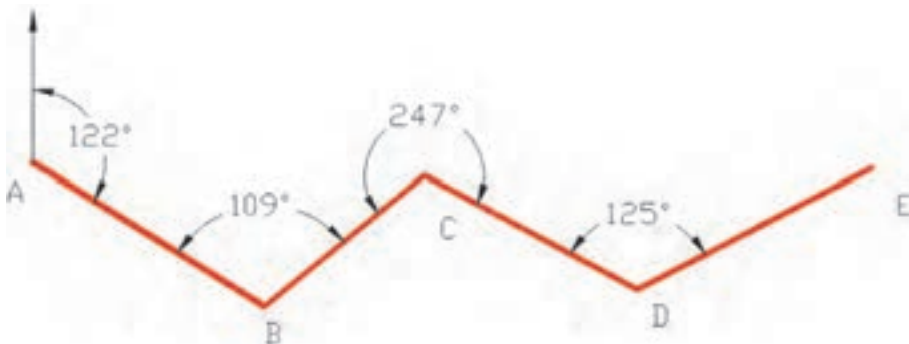
محاسبه کرده و با مقدار اولیه آن مقایسه نمود:

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

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	زیزمان	کروکی
2	A				
3				۱۲۲	
4	B	۱۰۹			
5					
6	C	۲۲۷			
7					
8	D	۱۲۵			
9					
10	D				
11					

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

	A	B	C	D	E
1	ایستگاه	زاویه	زاویه انحراف	زیزمان	کروکی
2	A				
3				۱۲۲	
4	B	۱۰۹	۷۱		
5					
6	C	۲۲۷	۶۷		
7					
8	D	۱۲۵	۵۵		
9					
10	D				
11					

۲- در خانه C۴ زاویه انحراف زاویه B را می‌نویسیم:

$$= 180 - B4$$

سپس آن را برای خانه‌های ستون زاویه انحراف کپی می‌کنیم.

	A	B	C	D	E
1	ایستگاه	زاویه	زاویه انحراف	زیزمان	کروکی
2	A				
3				۱۲۲	
4	B	۱۰۹	۷۱	۵۱	
5				۱۱۸	
6	C	۲۲۷	۶۷	۶۳	
7					
8	D	۱۲۵	۵۵		
9					
10	D				
11					

۳- در خانه D۵ با استفاده از زیزمان امتداد قبل می‌نویسیم:

$$= D3 - C4$$

سپس آن را برای خانه‌های ستون زیزمان کپی می‌کنیم.



انتقال ژیزمان

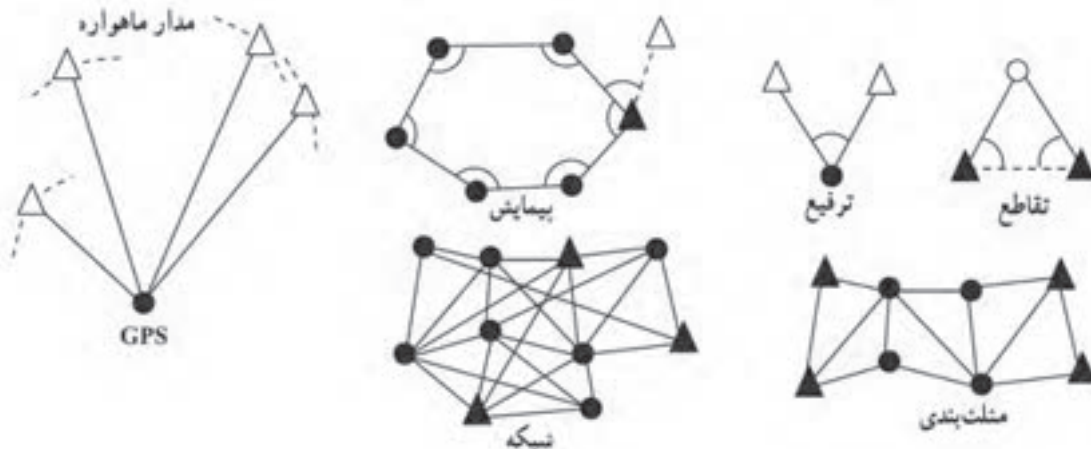
- در محوطه هنرستان چهار نقطه که تشکیل یک چهار ضلعی باز را می‌دهند به گونه‌ای انتخاب کنید که از هر نقطه، نقطه قبل و بعد آن قابل دید باشد.
- آزیموت مغناطیسی امتداد اول را به کمک قطب نما اندازه‌گیری نموده و آن را به عنوان ژیزمان امتداد اول در نظر بگیرید.
- با اندازه‌گیری زاویه بین امتدادها به روش کوپل ژیزمان 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، خطادار بوده و نقشه حاصله از صحت کافی برخوردار نخواهد بود.

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



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.

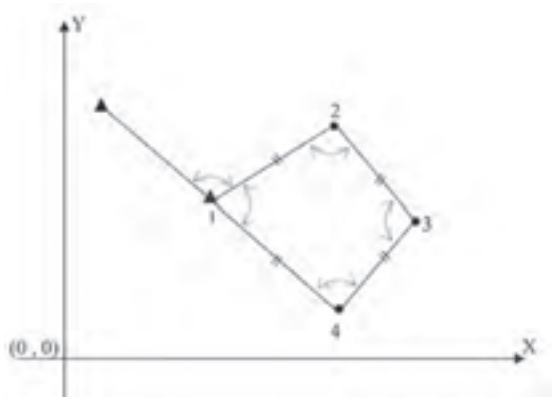
ترفیعی: در این روش عکس عمل تقاطع، ایستگاه گذاری روی نقطه مجهول انجام شده و به نقاط معلوم نشانه روی و مختصات نقطه مجهول تعیین می نماییم. کاربرد این روش موقعی است که هویت نقاط مختصات دار منطقه از بین رفته و برای یافتن مختصات ایستگاه های منطقه، از مشاهدات تعدادی از نقاط معلوم دور از دسترس استفاده می کنیم.

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.

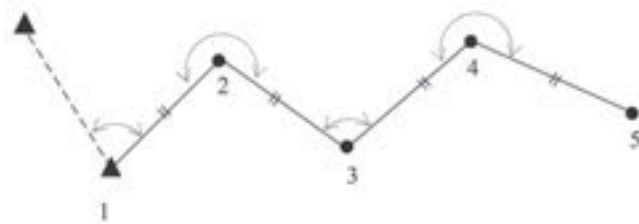
پیمایش: معمول ترین و متداول ترین روش در تعیین مختصات نقاط نقشه برداری، پیمایش می باشد. چنانچه تعدادی نقطه روی زمین ایجاد کرده و توسط خطوط فرضی این نقاط را به ترتیب به هم وصل کنیم، در این حالت یک چندضلعی روی زمین ایجاد می شود. حال اگر با استفاده از روش های دقیق نقشه برداری اضلاع این چند ضلعی و همچنین 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.

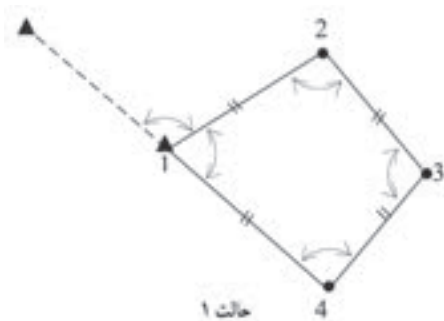
انواع پیمایش



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.

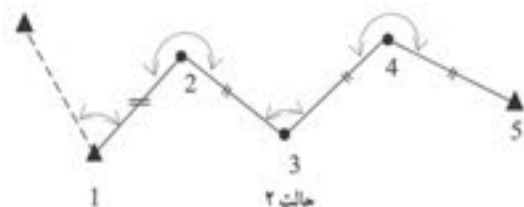


پیمایش بسته: در دو حالت زیر پیمایش را بسته می‌گویند:

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 گزارش نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی همراه با ترسیم کروکی به هنرآموز تحویل دهید.

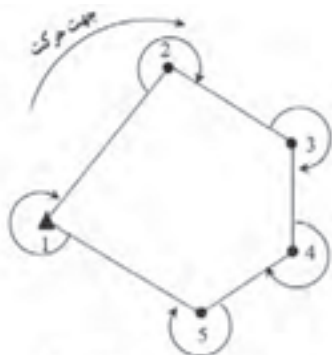
ب) اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات پیمایش

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.

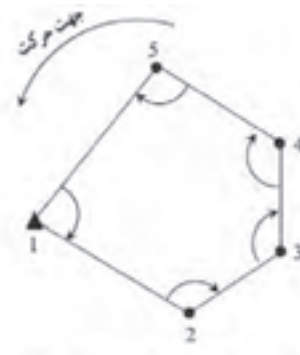
طول‌ها با استفاده از یک طولیاب و به صورت رفت و برگشت و زوایا هم به وسیله یک زاویه یاب ثانیه‌ای و در چند کویل معمولاً در دو کویل اندازه‌گیری می‌شوند. در صورت استفاده از توتال استیشن اندازه‌گیری زاویه‌ها و طول‌ها به‌طور همزمان انجام می‌شود. (برداشت طول باید در دو حالت دایره‌به‌چپ و راست صورت پذیرد.) در 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 رؤس 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	Δx	Δy		

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

گام ۳- محاسبه Δx , Δy همه اضلاع:

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

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

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

گام ۴- محاسبه مختصات نقاط ایستگاهی:

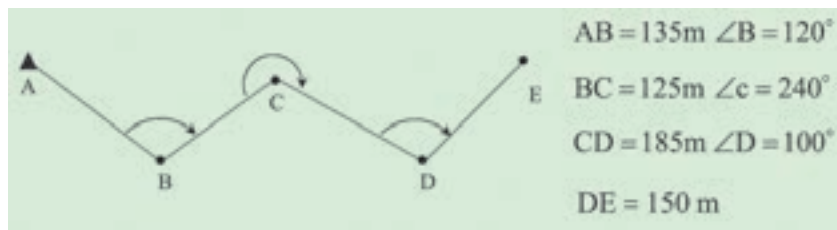
$$X_n = X_{n-1} + \Delta x$$

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

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



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	Δx	Δy	X	Y
A		۱۳۵	۱۴۰			۱۰۰۰	۲۰۰۰
B	۱۲۰	۱۲۵					
C	۲۴۰	۱۸۵					
D	۱۰۰	۱۵۰					
E							

گام ۲- پس از محاسبه زاویه انحراف با معلوم بودن ژیزمان امتداد اولیه، ژیزمان دیگر امتدادها را مطابق آنچه در مبحث انتقال ژیزمان آورده شد، محاسبه و در جدول ثبت 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	Δx	Δy	X	Y
A		۱۳۵	۱۴۰			۱۰۰۰	۲۰۰۰
B	۱۲۰	۱۲۵	۸۰				
C	۲۴۰	۱۸۵	۱۴۰				
D	۱۰۰	۱۵۰	۶۰				
E							

گام ۳- محاسبه Δx , Δy همه اضلاع:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ایستگاه	زاویه	طول	ژبمان	تغییرات طولی	تغییرات عرضی	مختصات	
S	A	L	G	Δx	Δy	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	Δx	Δy	X	Y
A		۱۳۵	۱۴۰	۸۶/۷۷۶	-۱۰۳/۴۱۶	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰۰
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



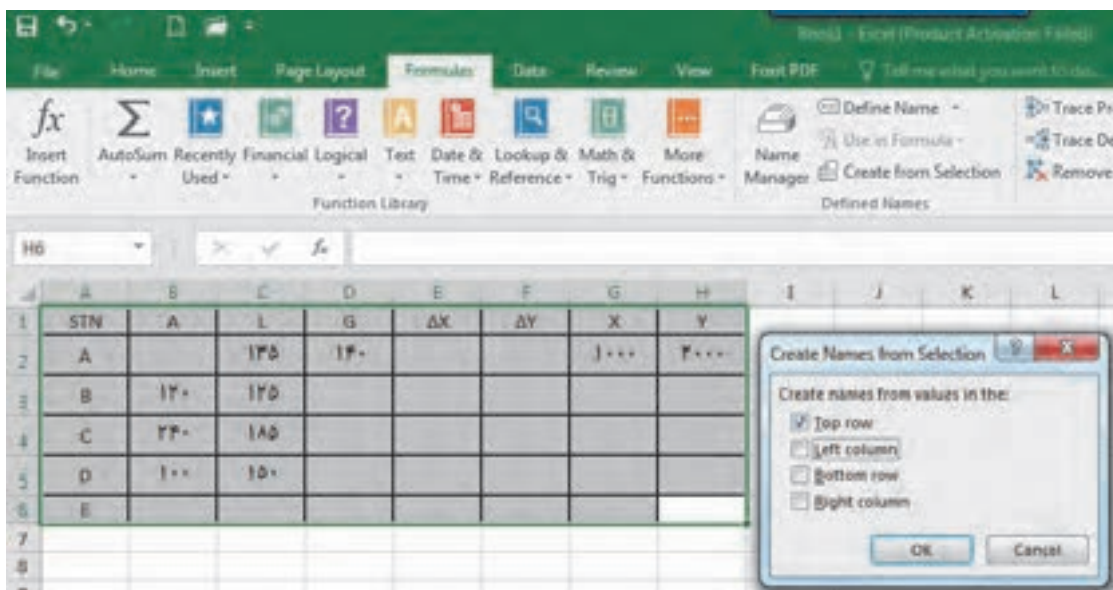
محاسبات پیمایش باز با نرم افزار Excel

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.

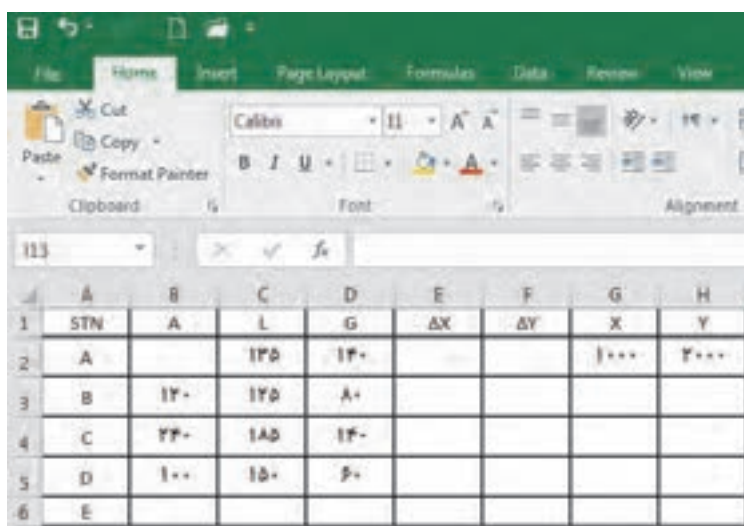


	A	B	C	D	E	F	G	H
1	STN	A	L	G	ΔX	ΔY	X	Y
2	A		۱۳۵	۱۴۰			۱۰۰۰۰	۲۰۰۰۰
3	B	۱۲۰	۱۲۵					
4	C	۲۴۰	۱۸۵					
5	D	۱۰۰	۱۵۰					
6	E							
7								
8								

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. برای این کار ابتدا باید قسمتی از جدول را که می خواهیم با نام عنوان ستون مشخص شود، انتخاب گردد. سپس از رویان Formulas گزینه Create from selection را کلیک می کنیم آنگاه در پنجره ایجاد شده قسمت Top row را انتخاب و دکمه Ok زده می شود.



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



در مرحله بعد ستون های ΔX , ΔY محاسبه می شوند.

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 π به صورت تابع PI() تعریف می‌شود.

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

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

STN	A	L	G	ΔX	ΔY	X	Y
A		135		=L*SIN(G*PI()/180)		1000	2000
B	120	125	180				
C	220	185	140				
D	100	150	60				
E							

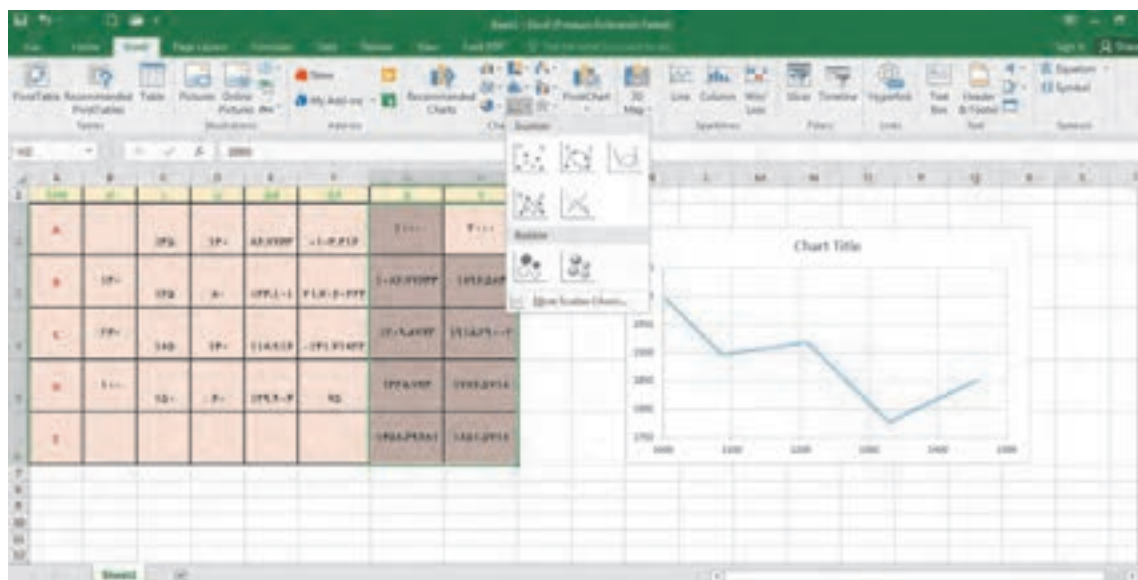
فرمول را در سایر خانه‌های ستون مربوطه کپی می‌کنیم. در انتها X و Y از رابطه $X_n = X_{n-1} + \Delta x$ و $Y_n = Y_{n-1} + \Delta y$ محاسبه می‌شوند.

STN	A	L	G	ΔX	ΔY	X	Y
A		135	180	86.77633	-103.416	1000	2000
B	120	125	180	123.101	21.70602	=G2+H2	
C	220	185	140	118.9157	-141.718		
D	100	150	60	129.9038	75		
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	X	Y	G	AK	DY	X	Y
2	A		۱۳۵	۱۴۰	۸۶.۷۷۶۴	-۱.۴.۴۱۴	۱۰۰۰	۲۰۰۰
3	B	۱۴۰	۱۲۵	A۰	۱۲۳.۱۰۱	۲۱.۷۰۶۰۲۲۲	۱۰۸۶.۷۸	۱۸۹۶.۵۸
4	C	۲۴۰	۱۸۵	۱۴۰	۱۱۸.۹۱۴	-۱۴۱.۷۱۸۲۲	۱۴۰۹.۸۸	۱۹۱۸.۲۹
5	D	۱۰۰	۱۵۰	۲۰	۱۳۹.۰۰۴	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 نرم‌افزار Excel انجام دهید.

فعالیت
عملی ۱۱

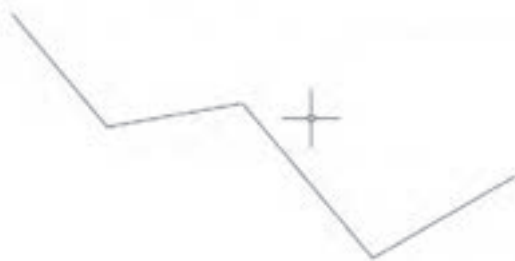
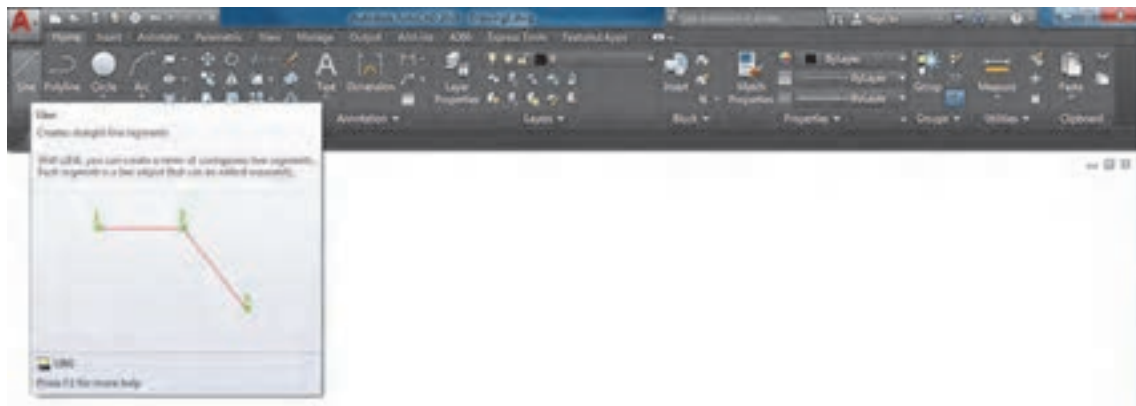


ترسیم نقشه پیمایش در نرم افزار AutoCAD

همان طور که در درس نقشه کشی فنی رایانه‌ای پایه دهم خواندید، با داشتن مختصات نقشه در اتوکد قابل ترسیم است. در نرم افزار اتوکد می توان مختصات را به دو روش مطلق و نسبی وارد نمود. اگر مبداء مختصات ثابت باشد آنرا مطلق و چنانچه مبداء مختصات نقطه قبلی در نظر گرفته شود آنرا نسبی می نامند. 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 پاره خط مطلق است.

چنانچه تنظیمات Dynamic Input به صورت پیش فرض 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 می کنیم و از روبان Home، پنل Draw روی دستور line کلیک می کنیم. بعد از اجرای دستور مختصات نقاط را وارد و اینتر می نماییم.



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

فعالیت
عملی ۱۲



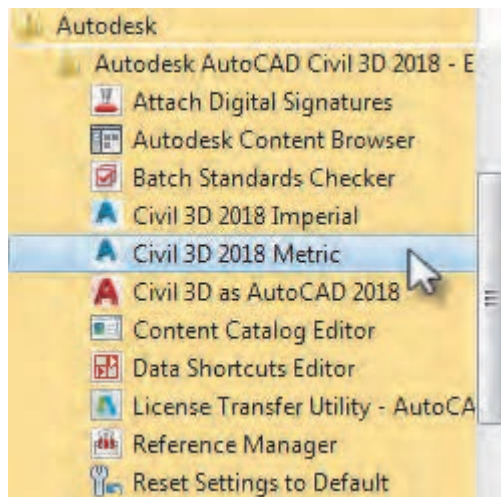
آشنایی با نرم افزار AutoCAD Civil 3D

بی تردید نرم افزار AutoCAD یکی از معروف ترین و قوی ترین نرم افزارهای طراحی و نقشه کشی است، زیرا دارای امکانات وسیع طراحی و ویرایشی می باشد. به همین جهت نقشه بردارانی که از نرم افزارهای مختلف برای محاسبه و ترسیم نقشه های خود بهره می گیرند، ترسیم نهایی نقشه خود را به این نرم افزار منتقل کرده و پس از اعمال تغییرات و ویرایش های مطلوب از آن پلات تهیه می نمایند.

امروزه نرم افزار Civil 3D که از محیط AutoCAD بهره می گیرد بیشترین مخاطب را در بین نقشه برداران دارند.

نصب نرم افزار AutoCAD Civil 3D:

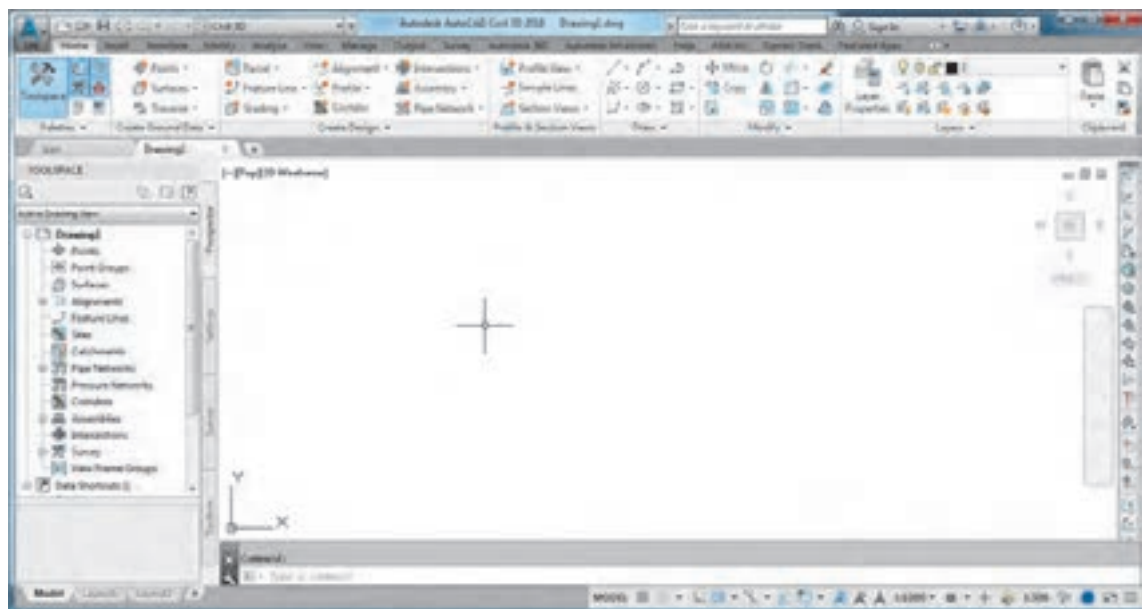
پس از تهیه لوح فشرده (DVD) نرم افزار با توجه به راهنمای ارائه شده آن ابتدا نصب و سپس فعال نمایید.



برای ورود به نرم افزار AutoCAD Civil 3D از مسیر شکل روبه رو 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 سانتی متر.

در ایران از واحدهای متریک استفاده می شود. تفاوت محیط کاری این نرم افزار با نرم افزار AutoCAD در منوها و روبران های آن است هر چند که از امکانات آن نرم افزار نیز استفاده می کند.



تنظیمات اولیه در نرم افزار AutoCAD Civil 3D

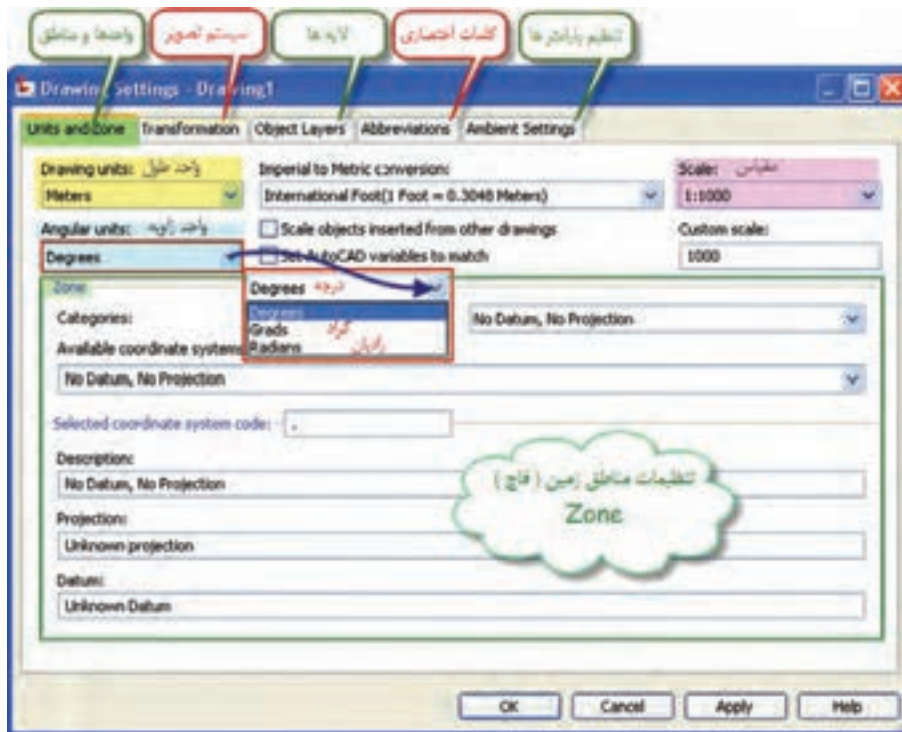


این پنجره شامل چهار سربرگ با نام‌های Prospector برای ایجاد و ویرایش فعالیت‌های نقشه‌برداری و Settings برای تنظیمات اجرای پروژه و Survey برای اجرا و محاسبات نقشه‌برداری و Toolbox برای تهیه گزارش از فعالیت‌های انجام شده می‌باشد.

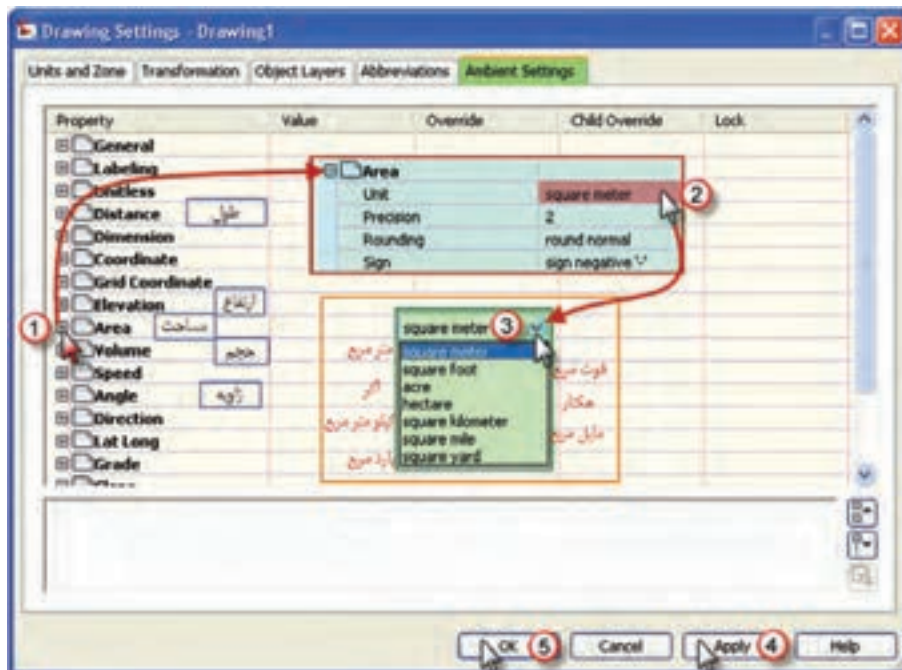
با کلیک روی آیکن هر سربرگ می‌توان سربرگ آنرا در پنجره Toolspace ایجاد و یا حذف کرد. برای تنظیمات اولیه ابتدا از سربرگ Settings پنجره Toolspace روی قسمت Drawing راست کلیک کرده سپس گزینه Edit Drawing Settings را انتخاب می‌نماییم تا پنجره تنظیمات باز شود.



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



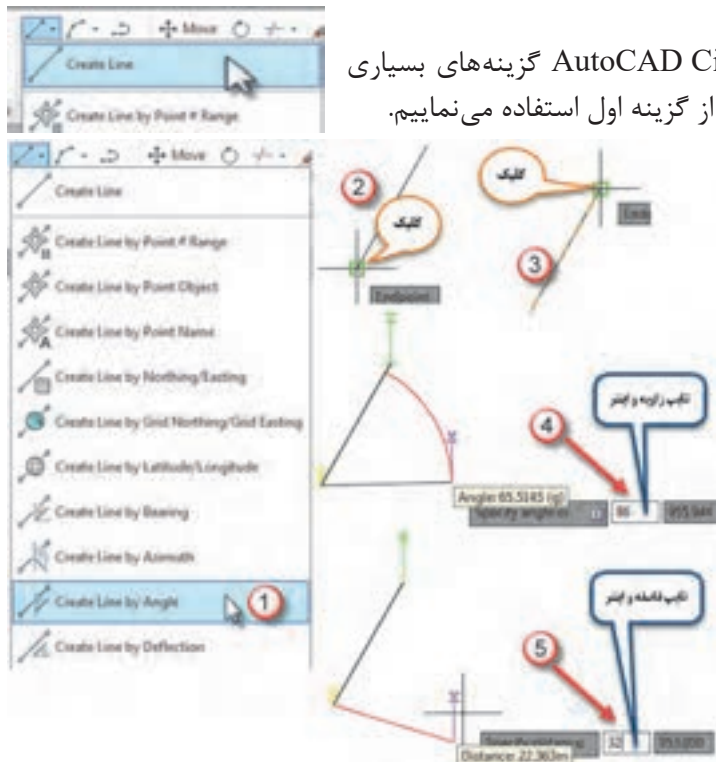
دو ضلع و زاویه مثلثی ۲۵ و ۳۲ متر و ۸۶ گراد است، آنرا ترسیم نمایید.



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 می‌کنیم.

مثال ۱۲



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



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

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

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

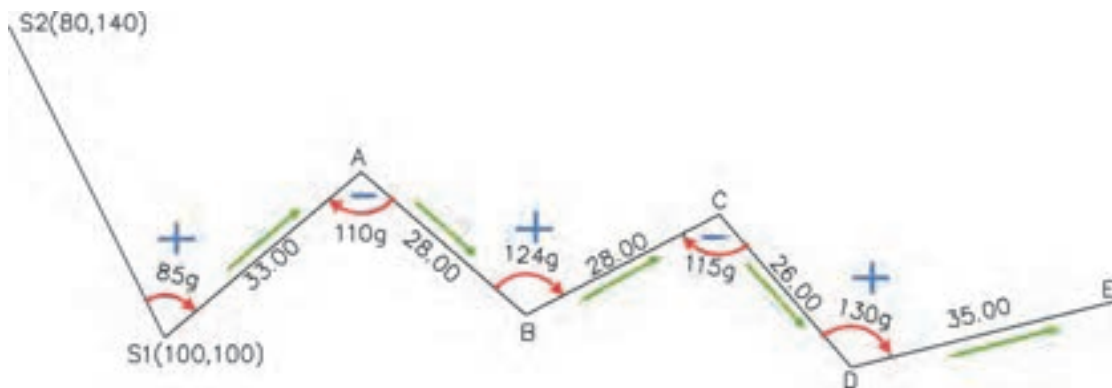
۳- ترسیم پیمایش:

برای ترسیم پیمایش مطابق مثال زیر عمل می‌کنیم.

مثال ۱۳

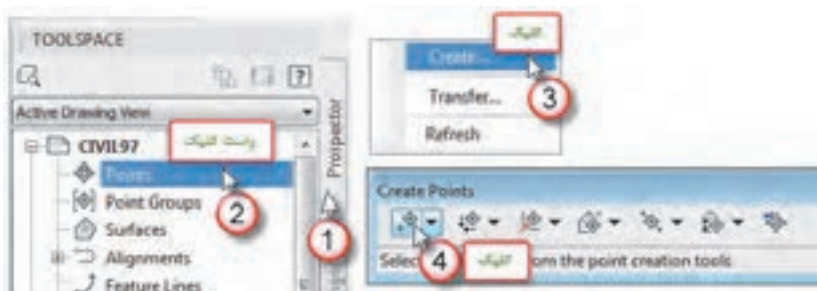


پیمایش شکل زیر را ترسیم نمایید.



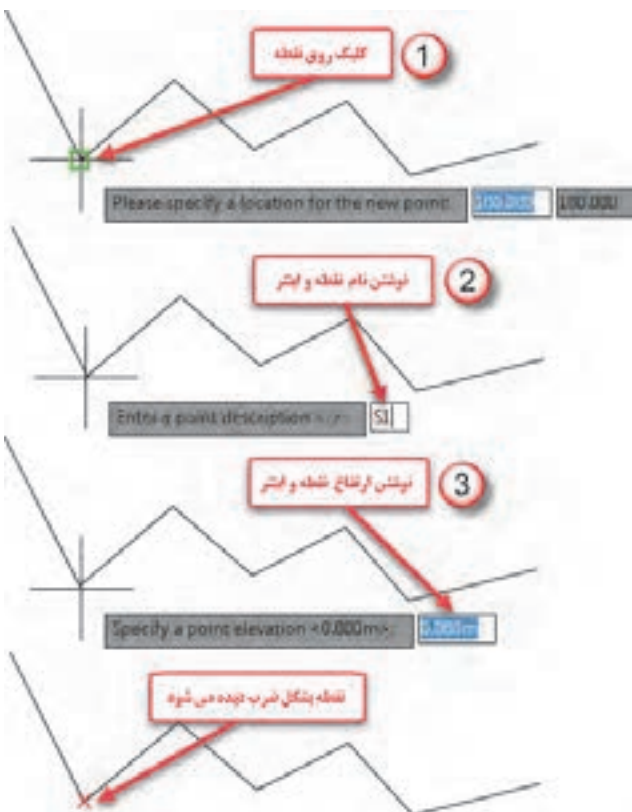
برای ترسیم پیمایش مهم‌ترین نکته تشخیص مثبت یا منفی بودن زوایا می‌باشد، در یک روش تشخیص، زوایا را در جهت عقربه‌های ساعت علامت می‌زنیم اگر جهت زاویه هم جهت پیمایش باشد آنرا مثبت و در غیراین صورت منفی در نظر می‌گیریم، مانند شکل زوایای S1، B و D که هم جهت پیمایش اند مثبت، و زوایای A و C که خلاف جهت پیمایش می‌باشند منفی، در نظر گرفته می‌شوند.

در این ترسیم، ابتدا مانند آنچه که در AutoCAD آموخته‌ایم پاره خط S1 به S2 را با توجه به مختصات دو نقطه ترسیم می‌نماییم، آنگاه مانند مثال‌های قبلی، 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)

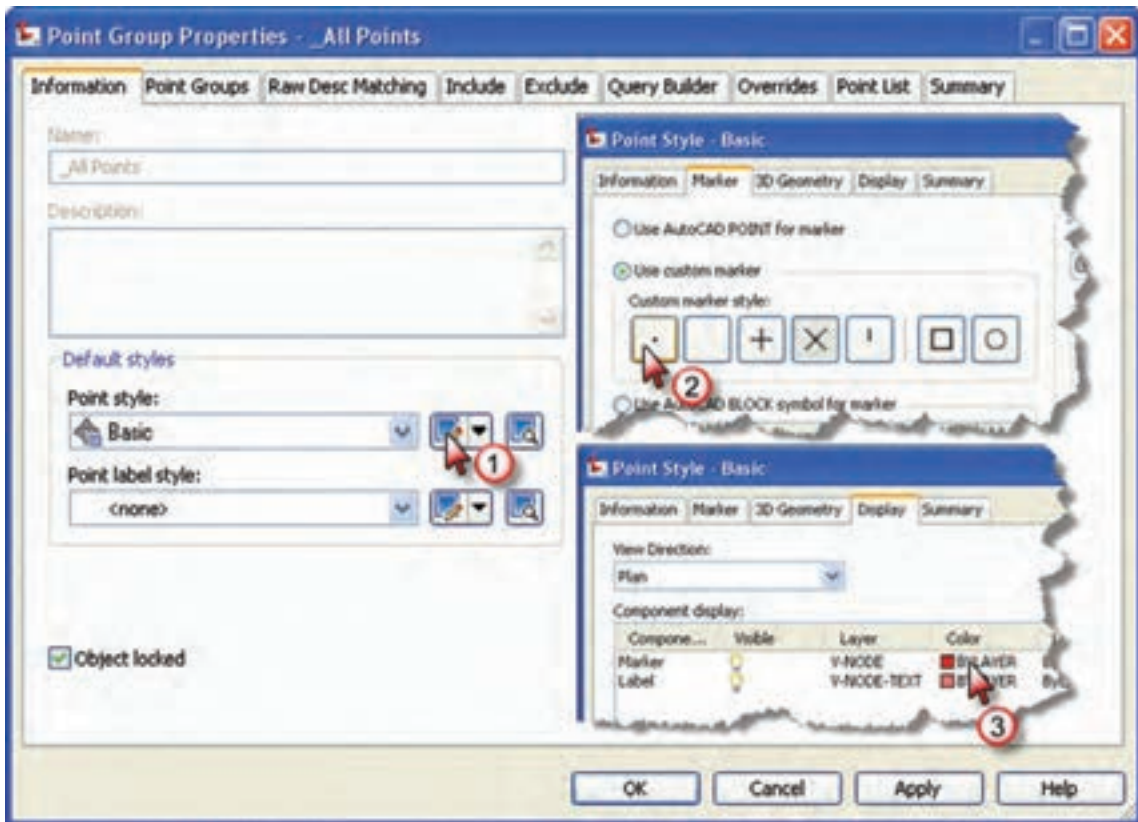


تنظیمات نقاط در نرم افزار AutoCAD Civil 3D



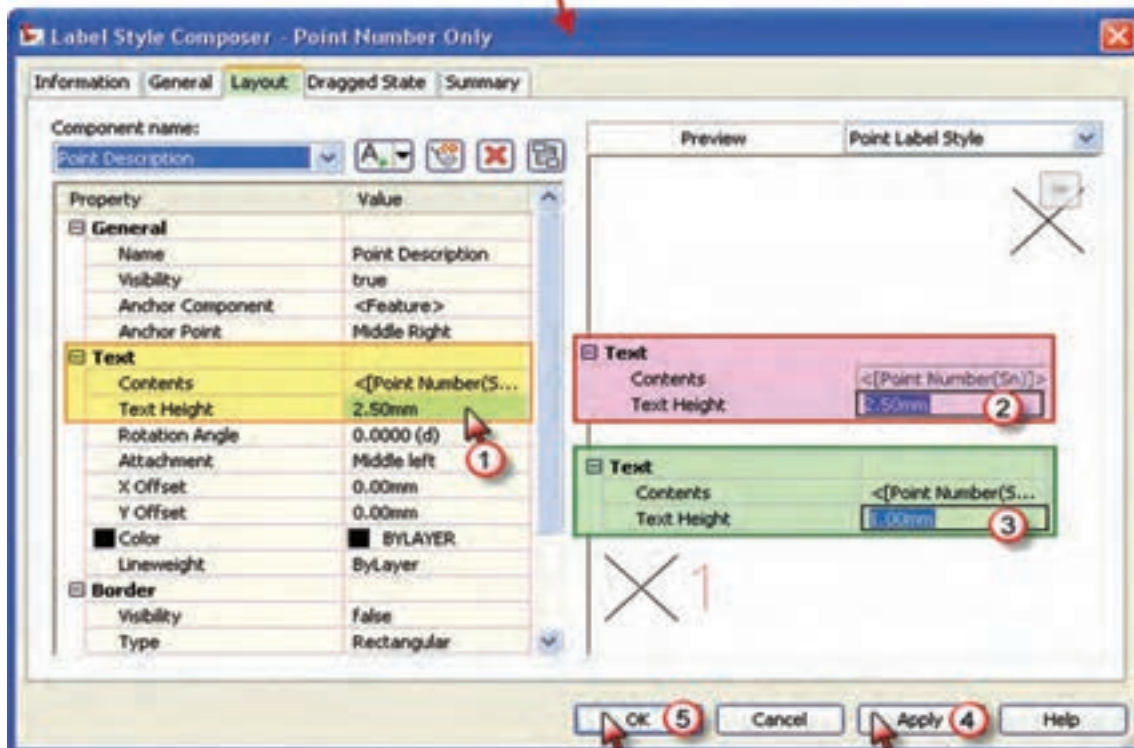
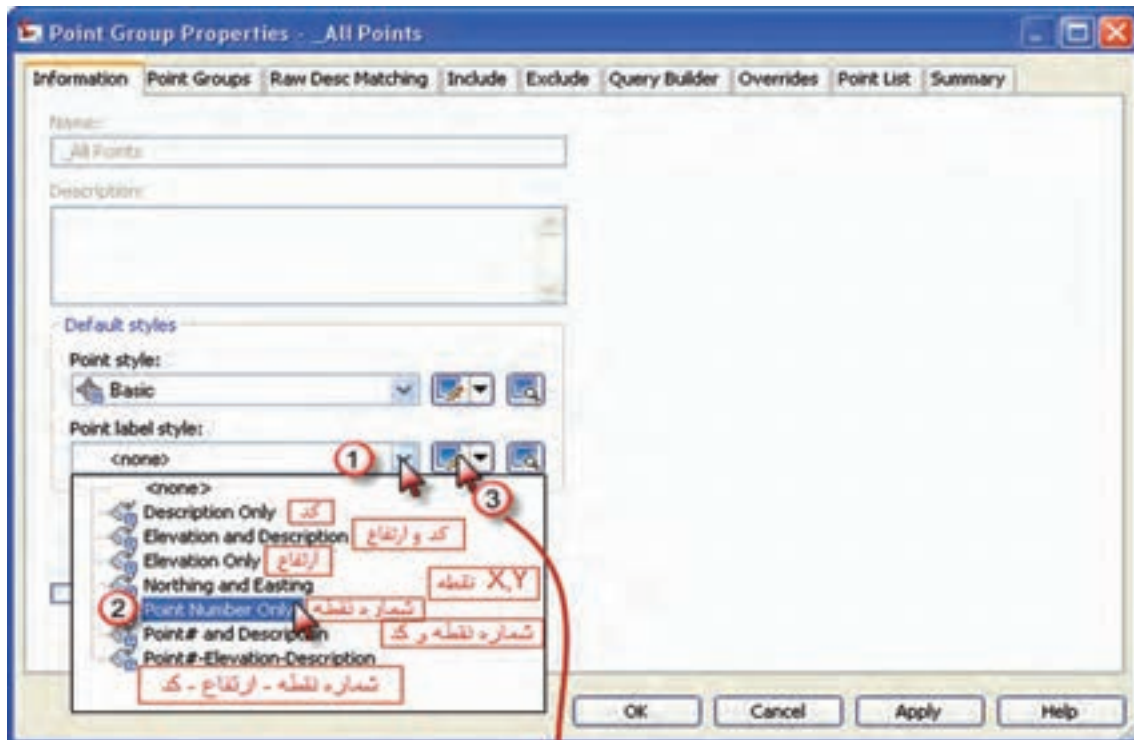
پس از ورود نقاط، تنظیمات نقاط را باید انجام داد. برای این کار مطابق شکل روی گزینه All Points از سربرگ Prospector راست کلیک کرده و گزینه Properties را انتخاب می‌نماییم.

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 آنرا انتخاب کرده و دکمه‌های Apply و ok را کلیک می‌کنیم.

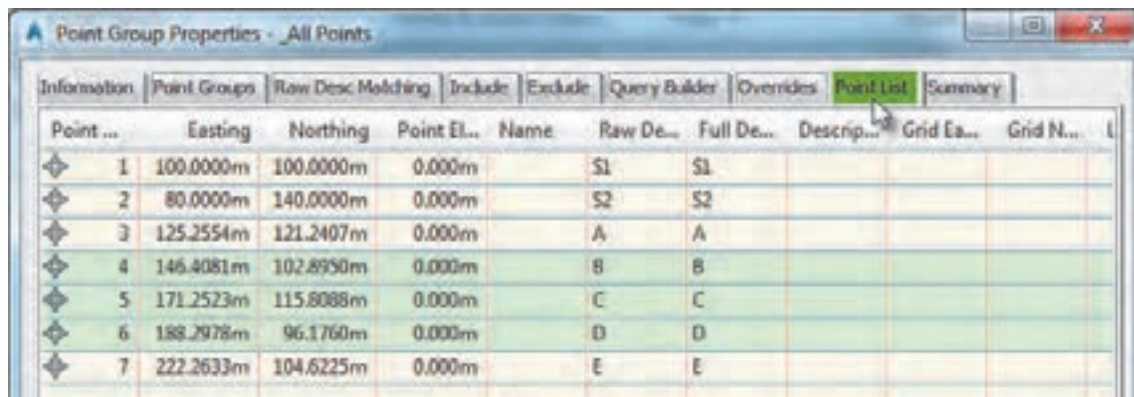


سپس قسمت شکل برچسب (نوشته) نقطه Point label style را مانند شکل صفحه بعد تنظیم می‌نماییم. از آنجا که برای ترسیم نقشه فقط به شماره نقطه نیاز است گزینه شماره نقطه را انتخاب می‌نماییم. در پنجره بعدی دیگر تنظیمات از جمله ارتفاع نوشته تنظیم می‌گردد.

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.



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.