دستورکار کارگاه نقشه‌برداری

(نقشه‌برداری عمومی)

تهیه و تنظیم: زهرا اکبرزاده

گروه نقشه‌برداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر

بهار ۹۱

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار

مجموعه حاضر در برگیرنده مباحث عمومی نقشه‌برداری می‌باشد که جهت آشنایی دانشجویان با اصول و مبانی دستورکار نقشه‌برداری گردآوری گردیده است. در این دستور کار در ابتدای هرفصل مباحث تئوری به همراه فرمول‌ها و مثالهای مربوطه توضیح داده شده و بعد از معرفی تجهیزات مورد نیاز، به شرح کار عملی پرداخته و نکات مهمی در مورد ایمنی دستگاه و کاربر ذکر گردیده است.

در نگارش این مجموعه سعی شده مطالب به صورت ساده و کاربردی تنظیم گردد و از وارد شدن به مباحث صرفاً تئوریک و اثبات فرمول‌ها و روشها اجتناب شود. این دستورکار برای دانشجویان رشته مهندسی نقشه‌برداری، مهندسی عمران و مهندسی معماری و برخی رشته های فنی دیگر مورد استفاده می‌باشد.

فهرست مطالب

۱- فصل اول

مفاهیم کلی ۱

۲- فصل دوم

فاصله یابی با متربه روش تکرار ۷

۲-۱- تئوری مطالب مورد نظر ۸

۲-۲- نکات ایمنی ۱۳

۲-۳- تجهیزات مورد نیاز ۱۳

۲-۴- دستور کار عملی ۱۳

۲-۵- فرم مترکشی ۱۴

۳- فصل سوم

امتداد گذاری یا ژالون گذاری بین دو نقطه و اخراج عمود بر امتداد مورد نظر ۱۵

۳-۱- تئوری مطالب مورد نظر ۱۶

۳-۲- تجهیزات مورد نیاز ۲۴

۳-۳- دستور کار عملی ۲۴

۳-۴- فرم مترکشی ۲۵

٤- فصل چهارم

ترازیابی مستقیم بین دو نقطه به صورت رفت و برگشت و محاسبه خطا و سرشکنی ارتفاعات ۲۶

۴-۱- تئوری مطالب مورد نظر ۲۷

۴-۲- نکات ایمنی ۴۵

۴-۳ تجهیزات مورد نیاز ۴۷

۴-۴- دستور کار عملی ۴۷

۴-۵- فرم ترازیابی ۴۸

٥- فصل پنجم

ترازیابی شعاعی وترسیم پروفیل طولی ۴۹

۵-۱- تئوری مطالب مورد نظر ۵۰

۵-۲- تجهیزات مورد نیاز ۵۹

۵-۳- دستور کار عملی ۵۹

۵-۴- فرم ترازیابی ۶۰

٦- فصل ششم

اندازه گیری زوایای داخلی یک چند ضلعی ومحاسبه وسرشکنی خطا ۶۱

۶-۱- تئوری مطالب مورد نظر ۶۲

۶-۲- نکات ایمنی ۸۰

۶-۳- تجهیزات مورد نیاز ۸۲

۶-۴- دستور کار عملی ۸۲

۶-۵- فرم زاویه یابی ۸۳

۷-فصل هفتم

فاصله یابی و ارتفاع یابی نقاط به روش استادیمتری با استفاده از دوربین تئودولیت ۸۴

۷-۱- تئوری مطالب مورد نظر ۸۵

۷-۲- تجهیزات مورد نیاز ۸۹

۷-۳- دستور کار عملی ۸۹

۷-۴- فرم تاکئومتری ۹۰

۸- فصل هشتم

پیمایش ۹۱

۸-۱- تئوری مطالب مورد نظر ۹۲

۸-۲- تجهیزات مورد نیاز ۱۰۶

۸-۳- دستور کار عملی ۱۰۶

۸-۴- فرم تاکئومتری ۱۰۷

۹- فصل نهم

برداشت جزئیات ۱۰۸

۹-۱- تئوری مطالب مورد نظر ۱۰۹

۹-۲- تجهیزات مورد نیاز ۱۲۲

۹-۳- دستور کار عملی ۱۲۲

۱۰- دهم

آشنایی با نرم افزار Land(ترسیم نقشه‌های توپوگرافی) ۱۲۳

۱۰-۱-نحوه ایجاد یک پروژه جدید ۱۲۴

۱۰-۲- تنظیم مشخصات نقاط و وارد کردن نقاط ۱۳۲

۱۰-۳-گروه بندی نقاط ۱۴۱

۱۰-۴- ایجاد یک سطح(Surface) ۱۴۴

۱۰-۵- مثلث بندی سطح ۱۵۲

۱۰-۶- ترسیم منحنی‌های میزان ۱۵۳

۱۰-۷- ویرایش منحنی‌های میزان ۱۵۸

۱۰- ۸- برچسب گذاری منحنی میزان‌ها ۱۶۱

۱- فصل اول

مفاهیم کلی

۱-۱- نقشه‌برداری

نقشه‌برداری عبارت است از یک سلسله اندازه گیریهای طولی و زاویه ای وانجام محاسباتی بر روی این اندازه‌گیریها و سرانجام ترسیم نتایج حاصله بر روی صفحه ی تصویر.

۱-۲- تعریف نقشه

نقشه عبارتست از تصویر قائم عوارض زمین با نسبت کوچکتر(مقیاس) بر روی صفحه افق.

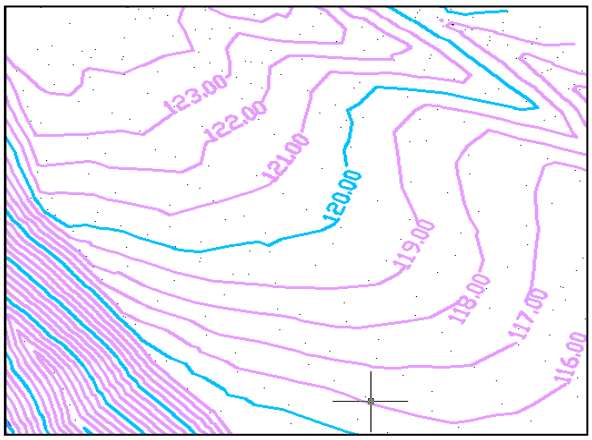
۱-۳- طبقه بندی نقشه‌ها از نظر محتوا

۱-۳-۱- نقشه مسطحاتی[1]

این نوع نقشه‌ها فقط عوارض مسطحاتی عوارض را نشان می‌دهند.

۱-۳-۲- نقشه توپوگرافی[2]

در این نوع از نقشه‌ها علاوه بر موقعیت مسطحاتی زمین، موقعیت ارتفاعی آن نیز توسط منحنی‌های میزان مشخص می گردد. منحنی‌های میزان، مقطع سطوح خارجی زمین با صفحات افقی ومتساوی الفاصله است.



نقشه توپوگرافی

[1] Planimetric
[2] Topographic

۱-۳-۳- نقشه‌های مسیر[3]

این نوع نقشه‌ها به بررسی روشهای مختلف طرح و پیاده کردن مسیرهای راه، راه آهن، خطوط انتقال نیرو، خطوط لوله آب و گاز و نفت می‌پردازد.

۱-۳-٤- نقشه‌های زیرزمینی (نقشه‌برداری معدنی[4])

مر بوط به عملیات نقشه‌برداری در تونل‌ها، معادن و تأسیسات زیر زمینی است.

۱-۳-٥- نقشه‌های هیدروگرافی[5] (دریایی)

هدف بررسی وضعیت توپوگرافی کف دریاها، تعیین مناطق عبور بی ضرر برای عبور و مرورکشتی‌ها(مناطق قابل کشتیرانی)، بررسی میزان لایروبی، موقعیت علائم ناوبری، تعیین جنس بستر دریا، ترسیم خطوط جزرو مد و تعییین عمق آبهاست.

۱-۲-٦- نقشه‌های ساختمانی[6]

در این نوع نقشه هدف بررسی و نحوه‌ی پیاده کردن محور ساختمانها و تأسیسات وابسته به آنها و نیز کنترل عملیات ساختمانی می‌باشد.

۱-۲-۷- نقشه‌های ثبت املاکی (کاداستر[7])

در این نوع نقشه هدف تعیین حدود زمینهای شهری و تعیین مساحت آنها می‌باشد.

[3] Route
[4] Mine
[5] Hydrographic
[6] Construction
[7] Cadastral Surveying

۱-٤- شاخه‌های نقشه‌برداری

نقشه‌برداری به شاخه‌های زیر تقسیم می‌شود:

۱-٤-۱- ژئودزی[8]

ژئودزی به عنوان علم اندازه گیری شکل، اندازه و ابعاد و هندسه زمین و عوامل فیزیکی تأثیر گذارنده بر آن از جمله علومی است که می‌تواند نقش بسزائی را در اطلاع رسانی از وقوع سوانح، مشخص نمودن میزان خطر و ریسک مناطق مختلف زمین ایفا کند.

۱-٤-۲- نجوم[9]

هدف آن تعیین مختصات نقاط به کمک ستارگان می‌باشد. اما امروزه با گسترش شبکه‌های ماهواره ای مانند GPS تعیین مختصات نقاط به کمک ماهواره‌ها طی ۲۴ ساعت شبانه روز و در هر شرایط آب و هوایی میسر شده است.

۱-٤-۳- کارتوگرافی[10]

کارتوگرافی به علومی و فنونی گفته می شود که شامل نحوه پیاده کردن برداشت‌ها بر روی صفحه کاغذ و همچنین چاپ و تکثیر نقشه‌ها می باشد.

۱-٤-٤- سیستم اطلاعات جغرافیایی[11] (GIS)

سیستم اطلاعات جغرافیایی مجموعه ای از سخت افزار، نرم افزار،متخصصین، داده‌ها و مدلها که جهت اخذ، ذخیره سازی، بازیابی، به هنگام سازی،پردازش،تجزیه و تحلیل، انتقال و نمایش داده‌های مکان مرجع شده، جهت حمایت از تصمیم گیری برای حل یک مشکل می‌باشد.

۱-٤-۵- فتوگرامتری[12]

[8] Geodesy
[9] Astronomy
[10] Cartography
[11] Geographical Information System

فتو گرامتری به علم و فن و هنر جمع آوری اطلاعات مورد اطمینان (از طریق ثبت و تفسیر امواج الکترو مغناطیسی) از روی عکسهایی گرفته شده(بدون ارتباط و تماس مستقیم با اشیاء) به صورت قیاسی یا رقومی از اشیاء یا محیط اطراف آنها در یک سیستم مبنای مشخص اطلاق می گردد.

۱-٤-٦- هیدرو گرافی[۱۳] (ژئو دزی دریایی)

هیدروگرافی در تهیه نقشه‌ها و چارتهای دریایی،تعیین موقعیت و هدایت نصب سکوهای نفتی، هدایت لوله گذاری در دریا، مدلسازی جزر و مدی و مشاهده تغییرات آبهای جهان کاربرد دارد.

۱-٤-۷- سنجش از دور[۱۴] (RS)

هدف تهیه تصاویر مناطق وسیع زمین به کمک ماهواره‌ها در باندهای مختلف طیفی و تبدیل آنها به نقشه های موضوعی می‌باشد.

۱-٤-۸- ژئودزی فضایی[۱۵]

هدف طراحی مدار ماهواره‌ها هدایت پروسه در مدار قرار گیری ماهواره‌ها، تعیین موقعیت ماهواره‌ها در مدار و غیره می‌باشد.

۱-۵- مقیاس

نسبتی را که روی نقشه و اندازه نظیرشان روی زمین وجود دارد مقیاس گویند.

$$\text{مقیاس} = \frac{\text{فاصله تصویر دو نقطه بر روی نقشه}}{\text{فاصله افقی همان دو نقطه بر روی زمین}}$$

مقیاس به دو صورت خطی و عددی می‌باشد.

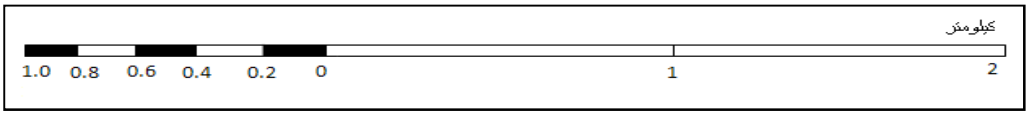
۱-۵-۱- مقیاس عددی[۱۶] یا کسری

[12] Photogrammetry
[13] Hydrography
[14] Remote Sensing
[15] Space Geodesy

مقیاس عددی بیشتر به شکل $E=\frac{1}{n\times1000}$ نشان داده می‌شود که این نشان می‌دهد هر میلیمتر روی نقشه معادل n متر بر روی زمین است.

۱-۵-۲- مقیاس خطی یا ترسیمی[۱۷]

مقیاس خطی عبارت است از پاره خطی که به فواصل مساوی تقسیم شده و هر تقسیم آن طول معینی از زمین را (که به عنوان واحد اختیار کرده) نشان می‌دهد این پاره خط از چپ به راست مدرج شده و در قسمت چپ آن قبل از تقسیم صفر یک واحد را به ۱۰ جزء متساوی تقسیم و واحدهای کوچکتر روی نقشه را با استفاده از آن اندازه گیری می‌کنند. این قسمت را پاشنه مقیاس گویند.



مقیاس خطی

مزیت مقیاس خطی نسبت به مقیاس عددی

در اثر رطوبت و تغییر دما ابعاد نقشه تغییر می‌کند و با تغییر ابعاد نقشه، اندازه‌های مقیاس خطی متناسب با آن تغییر می کند پس اندازه گیری صحیح بر مبنای آن انجام می‌شود.

[16] Numerical Scale
[17] Graphical Scale

۲-فصل دوم

فاصله یابی با متربه روش تکرار

۲-۱- تئوری مطالب مورد نظر

مترکشی

اندازه گیری فاصله با متر را مترکشی گویند.

متر نواری

نوار اندازه گیری طول را متر نواری گویند. متر دارای جنس پلاستیکی، پارچه ای و فلزی می‌باشد.

متر پارچه ای وپلاستیکی : دقت اسمی این مترها بین$\frac{1}{1000}$ تا $\frac{1}{3000}$ می‌باشد. این نوع مترها در مقابل کشش مقاومت کمتری را از خود نشان می‌دهند و به علت کشش‌های پی درپی تغییر طول پیدا می‌کنند دراثر عوامل جوی نیز طولشان تغییر می‌کند به همین علت دقت این نوع متر ها کمتر است.

متر فلزی : دقت اسمی مترهای فلزی حدود$\frac{1}{5000}$ می باشد. به علت مقاومت مترهای فلزی در مقابل کشش دقت آنها نسبت به متر پارچه ای بیشتر است. عیب این نوع مترها این است که در مقابل درجه حرارت مقداری تغییر طول دارند.

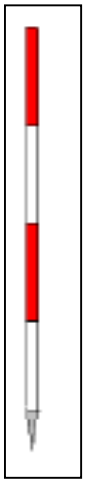
متر انوار: یک نوع متر فلزی است که جنس آنها آلیاژی از نیکل و آهن می باشد و خاصیت مهم آنها در مقایسه با سایر فلزات در این است که ضریب انبساطی کمتری دارند بنابراین تغییرات طولی آنها تحت شرایط جوی گوناگون بسیار کمتر است. در کارهای بسیار دقیق اندازه گیری فاصله از متر انوار استفاده می‌کنند و دقت اسمی این نوع مترها حدود $\frac{1}{10^6}$ می‌باشد.

شکل متر فلزی

از ابزارهای مهم کمک مترکشی ژالون و تراز نبشی می‌باشد.

ژالون

ژالون میله ای مستقیم است که برای امتدادگذاری ونشان دادن نقطه از فاصله دور بکار برود. ژالون دارای طول ۲ الی۲/۵ متر و قطری حدود ۲ الی ۴ سانتی متر می‌باشد.ژالون معمولا به طور متناوب دارای رنگ سفید و قرمز می‌باشد تا از فاصله دور براحتی قابل تشخیص باشد.



شکل ژالون

تراز نبشی

تراز نبشی برای قائم نگه داشتن ژالون بکار می‌رود.برای قائم نگه داشتن ژالون، تراز نبشی را کنار ژالون طوری نگه می‌دارندکه لبه‌های آن مماس بر آن باشد و حباب تراز کروی در وسط دایره قرار گرفته باشد در آن صورت ژالون در وضع قائم شاقولی خواهد بود.

شکل تراز نبشی

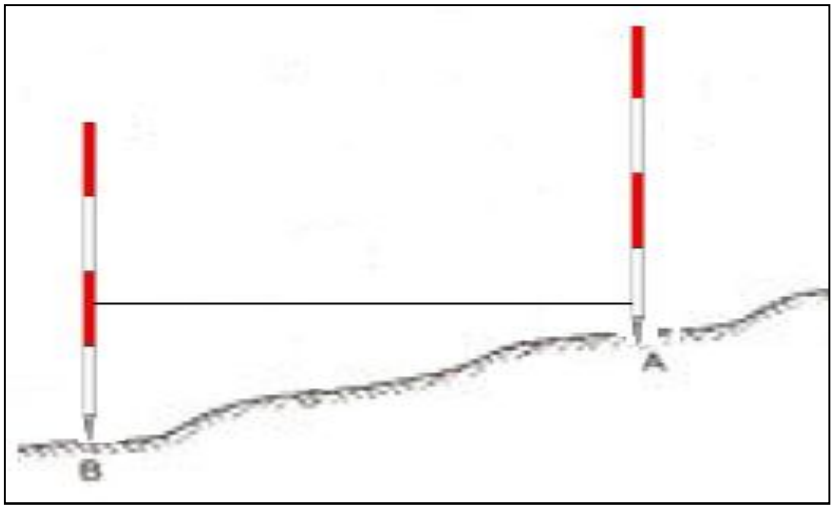
متر کشی در زمین هموار و افقی

برای اندازه گیری فاصله در زمینهای هموار وافقی بین دو نقطه Aو B ابتدا نفر اول ابتدای متر(صفر متر)را در نقطه A قرارداده ونفر دوم متر را باز کرده وبه صورت کشیده و مستقیم در نقطه B قرار می‌دهد. با قرائت عدد روی متر فاصله بین دو نقطه اندازه گیری می‌شود.

مترکشی در زمین‌های ناهموار و شیب دار

ابتدا قبل از متر کشی، دو ژالن را بین دو نقطه به صورت قائم قرار می‌دهند. (برای قائم نگه داشتن ژالون از تراز نبشی استفاده می‌شود) بعد یک طرف متر را در نقطه ای که ارتفاع بیشتری دارد قرار داده و طرف دیگر آن را در فضا طوری نگه می‌دارند که متر به حالت افقی در بیاید. (برای افقی نگه داشتن متر از تراز دستی استفاده می‌شود ولی معمولا این کار با چشم صورت می‌گیرد) شخص اول متر را روی صفر قرار می‌دهد سپس شخص دوم فاصله را از روی متر می‌خواند.

در متر کشی افقی باید توجه کرد که متربه صورت کاملا کشیده وصاف باشد.



مترکشی در زمین ناهموار

انواع خطاها در متر کشی

۱) خطای عمده یا اشتباه[1]

۲) خطای سیستماتیک[2]

۳) خطای اتفاقی[3]

اشتباه: اشتباه به خطاهای بزرگ گفته می‌شود که از فراموشی و خستگی و بی توجهی و یا عدم مهارت عامل ناشی می‌شود که دراثر تکرار معلوم ورفع می‌گردد.

اشتباهات در مترکشی عبارتند از:

۱) اشتباه در گرفتن صفر متر

۲) اشتباه در قرائت متر

۳) اشتباه در شنیدن

۴) اشتباه در نوشتن

۵) از قلم انداختن یک یا چند دهنه در مترکشی

خطای سیستماتیک یا تدریجی: به مجموعه ای ازخطاهایی گفته می‌شود که همگی در یک جهت هستند و علت آنها مشخص است. علت بسیاری ازاین خطاها ناشی از دستگاه اندازه گیری می‌باشد. این خطاها عموما از یک قانون ریاضی پیروی می‌کنند بنابراین می‌توان این خطاها را محاسبه و حذف کرد.

خطاهای سیستماتیک در مترکشی عبارتند از:

۱) خطای درجه حرارت

۲) خطای کشش متر

۳) خطای قوسی بودن متر

۴) خطای اسمی متر

[1] Blunder
[2] Systematic Error
[3] Random Error

۵) خطای تبدیل به افق

۶) خطای عدم امتدادگذاری

۷) خطای تبدیل به سطح متوسط دریا

خطای اتفاقی یا تصادفی: این خطاها اکثراً از نارسایی حواس انسان ناشی می‌شود عوامل دیگری نیز از قبیل عوامل جوی و نقایص دستگاه‌ها سبب پیدایش این خطاها می‌شود. این خطاها گاهی با علامت مثبت وگاهی با علامت منفی ظاهر می‌شود. به خاطر ماهیت این نوع خطاها، برای بررسی اثرات آنها بر روی نتایج اندازه گیریها از قواعد آمار و احتمالات و مخصوصا از قانون توزیع نرمال استفاده می‌گردد. با افزایش تعداد دفعات اندازه گیری می توان مقدار این نوع خطاها را کاهش داد.

خطاهای اتفاقی در مترکشی عبارتند از:

۱) خطای قرائت متر

۲) خطای انحراف ژالن در اثر باد

۳) خطای تطبیق درجات متر با نقاط ابتدا و انتهای فاصله

مترکشی بین دو نقطه به روش تکرار و تعیین دقت مطلق ونسبی

در نقشه‌برداری برای تعیین دقت اندازه گیری از روش تکرار استفاده می‌گردد. به عنوان مثال در اندازه گیری طول با متر، معمولا یک فاصله را چندین بار به صورت مستقل اندازه گیری می‌کنند و پس از تعیین طول‌ها ابتدا مشاهدات مشکوک و دارای اشتباه را از لیست کل مشاهدات حذف نموده سپس میانگین طول‌های باقیمانده را تعیین کرده و اختلاف هر مشاهده از میانگین کل را بدست می‌آورند.

اگر l_1 l_2 l_3 و ... l_n اندازه گیریهای فاصله AB باشد داریم:

$$\bar{l} = \frac{l_1+l_2+l_3+\cdots+l_n}{n}$$

$$v_i = l_i - \bar{l}$$

$$\sigma = \pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(v_i^2)}{n-1}}$$

$$e_{max} = \pm 2.5\,\sigma$$

$$e_r = \frac{\sigma}{\bar{l}}$$

در روابط فوق $\bar{l}$ میانگین اندازه گیریها ، v_i خطای ظاهری ، σ دقت اندازه گیری یا انحراف معیار e_r دقت نسبی و n تعداد دفعات اندازه گیری می‌باشد.

۲-۲- نکات ایمنی:

۱) مترهای فلزی به سهولت زنگ می‌زنند به همین دلیل باید بعد از استفاده کاملاً خشک شوند.

۲) هنگام کار سعی کنیم متر زیر پای افراد قرار نگیرد چون سبب شکستگی متر خواهد شد.

۳) متربايد تا حدی کشیده شود که باعث پارگی متریا در آمدن آن از قاب فلزی نشود.

۴) قبل از جمع کردن متر باید گرد و خاک چسبیده به آن را پاک کرده وکاملا خشک گردد.

۲-۳- تجهیزات مورد نیاز

۱) متر فلزی ۳۰ یا ۵۰ متری، یک عدد

۲) ژالون ، دو عدد

۳) تراز نبشی ، دو عدد

۴) چکش ، یک عدد

۵) میخ چوبی ، به تعداد

۲-٤- دستور کار عملی

هدف اندازه گیری طول یک فاصله به روش تکرار وتعیین دقت مطلق ونسبی اندازه گیری می‌باشد. برای این منظور دو نقطه مشخص به طول ۲۰ متری را با میخ چوبی روی زمین مشخص کرده و طول آن را ۱۵ بار قرائت کنید و میانگین اندازه گیریها، خطای ظاهری هرمشاهده و دقت مطلق و نسبی را محاسبه نمایید.

۲-٤- فرم متر کشی

برگه فاصله یابی با متر

تاریخ :

نوع متر :

نام مؤسسه :

عامل :

شماره متر :

نام منطقه :

نویسنده :

وضعیت آب و هوا:

ملاحظات	خطای ظاهری	فاصله	انتها	ابتدا	شماره نقاط

۳- فصل سوم

امتداد گذاری یا ژالون گذاری بین دو نقطه و اخراج عمود بر امتداد مورد نظر

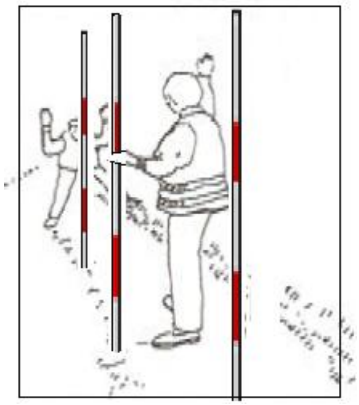
۳-۱- تئوری مطالب مورد نظر

امتداد گذاری

مشخص کردن راستای گذرنده از دو نقطه مورد نظر را امتداد گذاری گویند. فاصله بین ژالونها در این روش بستگی به شیب منطقه واندازه متر دارد.

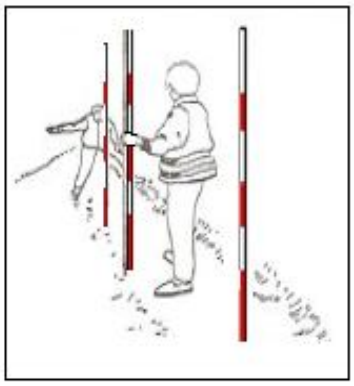
علائم هدایت کننده عملیات نقشه‌برداری

۱) علامت آماده باش: وقتی عامل هر دو دست خود را بالا می‌برد یعنی به افراد می‌گوید که آماده باشند هر کدام از افراد که عامل می‌خواهد از کار او استفاده کند یک دست خود را به معنای آماده بودن بالا می‌برد.



علامت آماده باش

۲) علامت حرکت به راست: وقتی عامل دست راست خود را کاملا به سمت راست بدن خود باز می‌کند یعنی فرد مورد نظر به سمت راست حرکت کند وتا وقتی که دست عامل سمت راست را نشان می‌دهد فرد باید به حرکت خود ادامه دهد.



علامت حرکت به راست

۳) علامت حرکت به چپ: وقتی عامل دست چپ خود را کاملا به سمت چپ بدن خود باز می‌کند یعنی فرد مورد نظر به سمت چپ حرکت کند وتا وقتی که دست عامل چپ راست را نشان می‌دهد فرد باید به حرکت خود ادامه دهد.

۴) علامت پایان یافتن کار: وقتی عامل هر دو دست خود را بالای سر ببرد و چند بار آنها را حرکت دهد مفهوم آن است که کار بر روی نقطه مورد نظر به پایان رسیده و فرد مورد نظر باید روی نقطه بعدی قرار بگیرد.

علامت اتمام کار

امتداد گذاری ساده

برای امتداد گذاری بین دو نقطه A وB مراحل زیر را دنبال می کنیم:

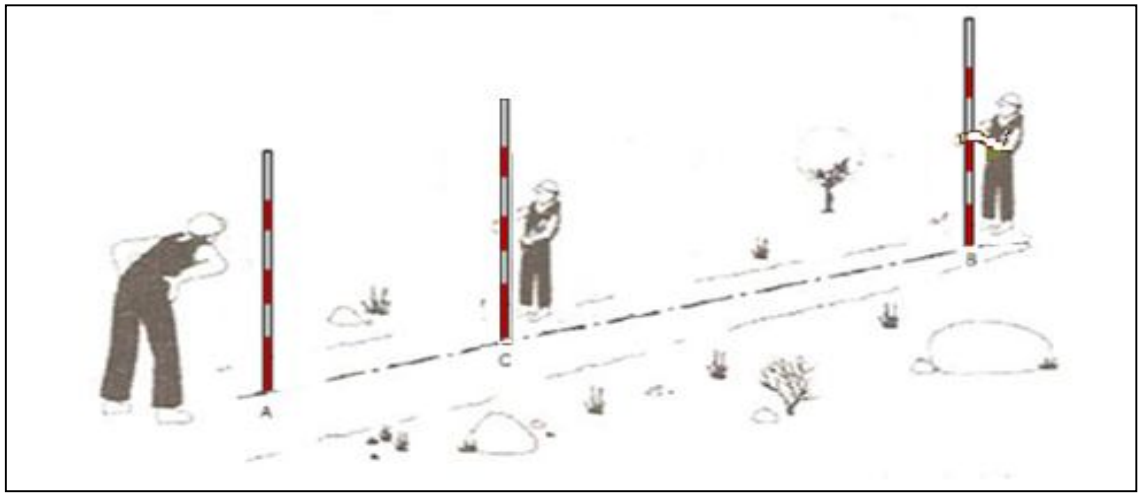
۱) دو ژالون را در نقطه A وB در وضعیت قائم قرار می‌دهیم .

۲) نقشه‌بردار پشت ژالون A طوری قرار می گیرد که ژالون های A وB را روی هم ببیند.

۳) یک نفر ژالن گیر بین نقاط A وB ژالون را در نقطه فرضی C قرار می‌دهد. ژالون گیر باید عمود بر امتداد و به نحوی بایستد که مانع دید نقشه‌بردار نباشد.

۴) برای اینکه نقاط A وB وC در یک امتداد باشند باید نقشه‌بردار نقاط A وBوC را روی هم ببیند برای این منظور نقشه‌بردار به ژالن گیر علامت شروع کار را می‌دهد و با حرکت دست، ژالون گیر را هدایت می کند(سمت چپ و راست) تا با جابجا شدن ژالون C، هر سه ژالون بر روی هم منطبق شوند. با اعلام نقشه‌بردار ژالون C در محل مناسب قرار می گیرد.

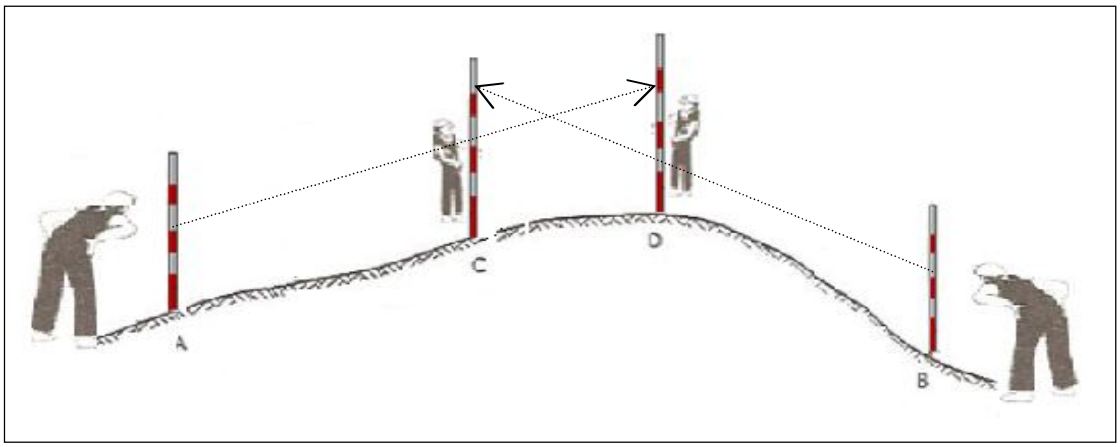
۵) نقطه C را بر روی زمین تثبیت می کنیم. اگر محل نقطه خاکی باشد از میخ چوبی استفاده می کنیم .



امتداد گذاری ساده

امتدادگذاری با وجود مانع دید

در برخی حالات امتداد گذاری ممکن است منطقه به صورتی باشد که بین دو ژالون A و B دیدبرقرار نباشد در این صورت یک عامل در پشت ژلون A و عامل دیگر پشت ژالون B قرار می‌گیرند و به نوبت ژالون‌های C و D را هدایت می‌کنند به این ترتیب که ابتدا عامل A شروع به کار می‌کند و با علامت دست، ژالون‌های C و D را آماده کار می‌کند عامل A ژالون D را ثابت فرض کرده و سعی می‌کند ژالون C را در امتداد A و B قرار دهد پس از این کار ژالون گیرهای C و D رو به عامل B نموده برای او دست بلند می‌کنند به این ترتیب عامل B متوجه می‌شود که باید کار خود را شروع نماید عامل B ژالون Cرا ثابت فرض نمود و ژالون D را در امتداد B و C قرار می‌دهد سپس دوباره نوبت به عامل A می رسد که بار دیگر ژالونC را در امتداد A و B قرارمی‌دهد این کار تا جایی ادامه پیدا می‌کند که در یک لحظه هر دو عامل ژالون‌های C و D را در امتداد A و B ببینند.



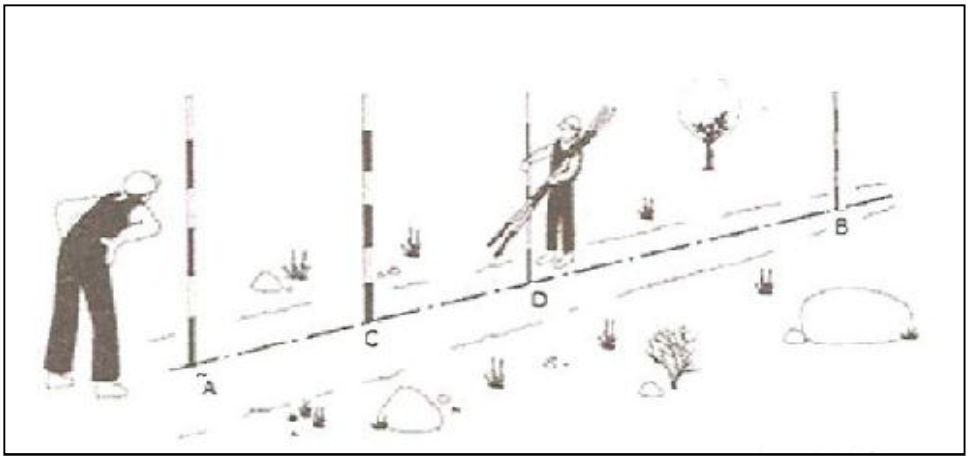
امتدادگذاری با وجود مانع دید

نکته : در امتدادگذاری اگر تعداد افراد گروه کمتر باشد می‌توانیم از سه پایه ژالن گیر در نقاط ابتدائی وانتهایی استفاده کنیم.

متر کشی زمینهای هموار به روش امتداد گذاری

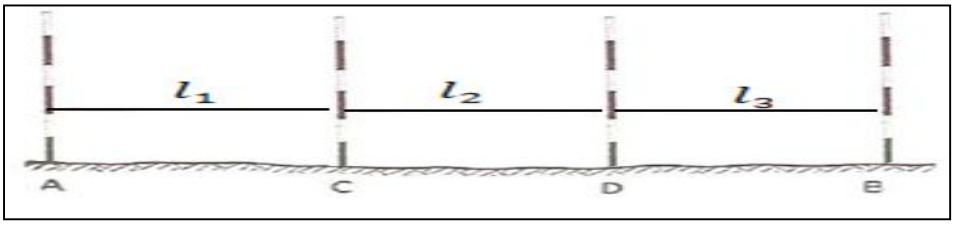
اگر فاصله بین دو نقطه بیشتر از طول متر باشد اندازه گیری فاصله به روش زیر انجام می گیرد:

۱) دو ژالون یکی در ابتدا و یکی در انتهای فاصله قرار می‌دهیم و چند نقطه فرعی بین دو نقطه مورد نظر مشخص می‌کنیم به طوریکه نقاط همگی تقریباً در یک امتداد قرار بگیرند. برای این منظورابتدا نقطه C را همانطوریکه در قسمت امتدادگذاری گفته شد بین دو نقطه A و B مشخص می‌کنیم. پس از ایجاد نقطه C، مانند روش قبلی نقطه D را روی زمین پیاده می‌کنیم بدین ترتیب تمامی نقاط یکی پس از دیگری بر روی زمین مشخص می گردد.



امتداد گذاری

۲) بعد از اینکه مسیر A و B امتدادگذاری شد هر یک از قطعات ایجاد شده را متر کشی می‌کنیم. پس از اتمام مرحله مترکشی فاصله قطعات را باهم جمع نموده تا فاصله بین دو نقطه A و B مشخص گردد.

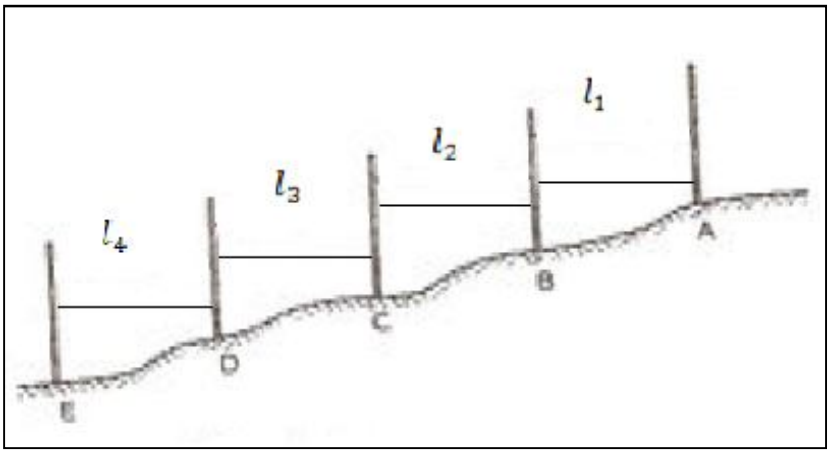


متر کشی در زمین هموار

$$L_{AB} = l_1 + l_2 + l_3$$

متر کشی در زمینهای ناهموار وشیبدار

در زمین شیب دار هر دو نفر نمی‌توانند متر را به یک اندازه بالا ببرند برای همین فاصله مورد نظر را به چند دهنه تقسیم می‌کنند به این نکته هم باید توجه کرد که فاصله بین دهانه‌ها متناسب با شیب زمین انتخاب شود یعنی هر چه شیب تندتر باشد باید دهانه را کوچک انتخاب کرد تا بتوان به راحتی متر را در حالت افقی نگه داشت. بعد از امتداد گذاری بین دو نقطه مورد نظر، فاصله هر دهنه را اندازه گرفته وبا جمع فواصل، فاصله بین دو نقطه Aو B بدست می‌آید.



مترکشی در زمین ناهموار

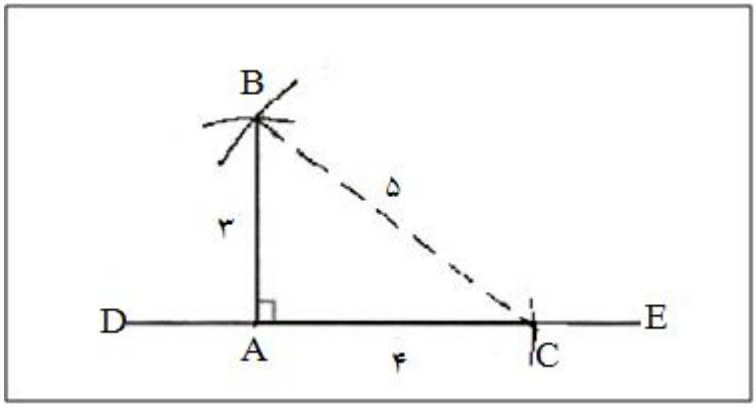
$$L_{AB} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4$$

نکته: در مترکشی به روش امتدادگذاری، یا فاصله تک تک ژالون‌ها را به روش ذکر شده جداگانه اندازه می‌گیرند و پس ازاتمام مترکشی فاصله میان ژالون‌ها را جمع کرده تا فاصله دو نقطه مورد نظر بدست بیاید و یا به صورت متر شکسته اندازه گیری می‌کنیم که حالت دوم دقت بیشتری دارد.(یعنی به فرض اگر فاصله از A تا Bبرابر a شود بین نقطه B وC را طوری اندازه می‌گیرند که مبدا در نقطه B به جای صفرمتر، a مترباشد و همینطور الی آخر تا اینکه بتوان از تمام طول متر استفاده نمود.)

روشهای اخراج عمود:

الف- اخراج عمود بوسیله متربه روش فیثاغورث

این روش با استفاده ازرابطه فیثاغورث عملی می‌گردد که اگردر مثلث قائم الزاویه اضلاع قائم برابر۳ و ۴ متر باشد طول وتر برابر ۵ متر خواهد شد. روش کار هم به این صورت است که ابتدا نقطه A را روی امتداد مورد نظر انتخاب می‌کنیم بعد کمانی به شعاع ۴ متر جدا می‌کنیم تا نقطه C مشخص گردد از نقطه A کمانی به شعاع ۳ متر و از نقطه C کمانی به شعاع ۵ متر را جدا می‌کنیم . دو کمان همدیگر را درنقطه B قطع می‌کنند در نتیجه خط A و B خط عمود بر امتداد مورد نظر انتخاب می‌شود.(مضرب‌هایی از اعداد ۳ و۴ و۵ نیز در رابطه بالا صدق می‌کنند.)



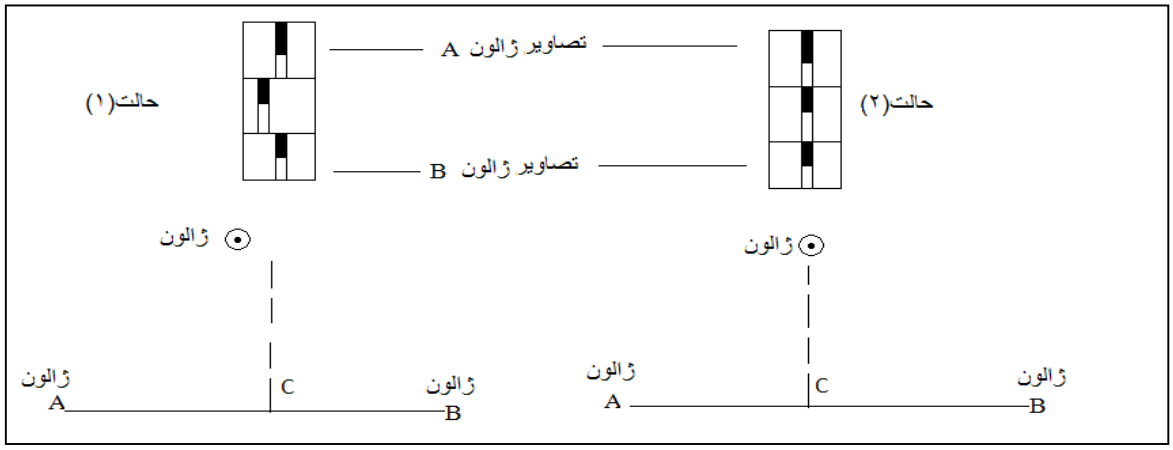
اخراج عمود بوسیله متربه روش فیثاغورث

ب- اخراج عمود بوسیله متربه روش اخراج کمان

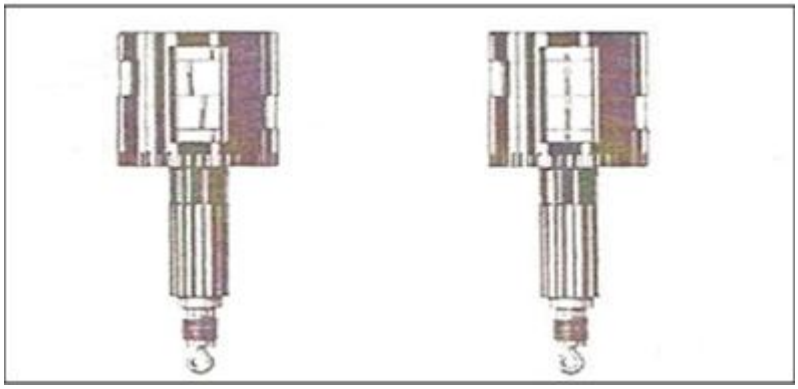
در صورت اخراج عمود نسبت به یک نقطه از امتداد مستقیم، ابتدا از طرفین نقاط مورد نظر جهت اخراج عمود، طولهای مساوی به اندازه دلخواه را جدا کرده و از نقاط حاصله کمانهای دایره به شعاع دلخواه با متر و گج بر روی زمین ترسیم می‌کنیم از طریق تعیین محل برخورد دو کمان دایره، نقطه پای عمود تعیین می‌گردد. در حالت معکوس و به منظور اخراج عمود از یک نقطه بر یک خط، از نقطه مورد نظر کمانهایی را به شعاع مساوی(در دو جهت) ترسیم می‌کنیم به نحوی که خط مورد نظر را در دو نقطه قطع کند، نقطه وسط نقاط حاصله از برخورد کمانها، نقطه پای عمود را نشان می‌دهد.

ج- اخراج عمود با گونیای مساحی

گونیای مساحی وسیله ساده ای است که برای جدا کردن زاویه عمودی بکار می‌رود. به منظور اخراج عمود از نقطه C نسبت به خط AB، ابتدا عامل گونیا را به صورت ثابت روی نقطه C قرار می‌دهد در این حالت تصاویر ژالونها ی چپ و راست واقع در امتداد AB داخل منشور مطابق حالت (۱) شکل زیر در بخش بالایی و ایینی منشور در امتداد هم قرار می‌گیرند سپس عامل پشت منشور با فرمان دست عامل ژالون روبرویی را به نحوی هدایت می کند که تصویر امتداد این ژالون نیز در بخش میانی با د و ژالون دیگر منشور در یک امتداد قرار بگیرد حالت(۲). در این صورت عمل اخراج عمود صورت می گیرد.



اخراج عمود با گونیای مساحی



تصویر گونیای مساحی

در صورت نیاز به اخراج عمود از یک نقطه نسبت به یک خط، بر اساس روش فوق یک نفر با ژالون روی نقطه مورد نظر مستقر شده و عامل دیگر با گونیای مساحی بر روی خط AB حرکت می‌کند، زمانیکه عامل تصویر هر سه ژالون را مطابق شکل در منشور رویت نمود، آن نقطه محل پای عمود می‌باشد.

۳-۲- تجهیزات مورد نیاز

۱) متر فلزی ، یک عدد
۲) ژالون ، سه عدد
۳) تراز نبشی ، سه عدد
۴) چکش ، یک عدد
۵) میخ چوبی ، به تعداد

۳-۳- دستور کار عملی

فاصله حدود ۴۰ متری را به ۵ دهنه تقسیم کرده وامتداد گذاری کنید در هر بار امتداد گذاری در محل ژالون میخ چوبی بکوبید سپس فاصله بین میخها را اندازه گیری کرده در نهایت فواصل دو نقطه مورد نظر را بدست آورید.سپس از نقاط موجود به اندازه ۴ متر عمود استخراج کنید.

۳-٤- فرم مترکشی

برگه فاصله یابی با متر

تاریخ :

نوع متر :

نام مؤسسه :

عامل :

شماره متر :

نام منطقه :

نویسنده :

وضعیت آب و هوا :

ملاحظات	خطای ظاهری	فاصله	انتها	ابتدا	شماره نقاط

۴- فصل چهارم

ترازیابی مستقیم بین دو نقطه به صورت رفت و برگشت و محاسبه خطا و سرشکنی ارتفاعات

٤-١- تئوری مطالب مورد نظر

تعریف ترازیابی[1]

تعیین اختلاف ارتفاع نقاط نسبت به هم را ترازیابی یا نیولمان[2] گویند.

معرفی وسایل ترازیابی

۱) دوربین ترازیاب (نیو)
۲) سه پایه دوربین
۳) شاخص یا میر
۴) تراز نبشی

دوربین ترازیاب

دوربین‌های ترازیاب از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

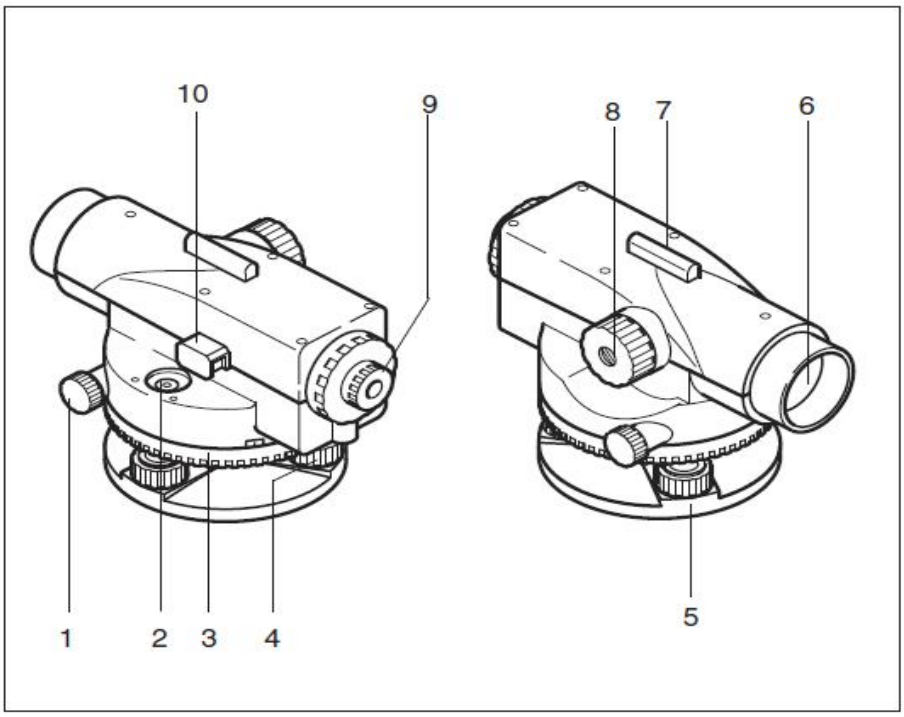
۱) مگسک قراولروی : برای اینکه با دوربین به سمت یک نقطه نشانه روی کنیم ابتدا بوسیله مگسک دوربین به سمت نقطه مورد نظر قراولروی کرده که در این صورت نقطه مورد نظر از داخل دوربین قابل مشاهده خواهد بود.
۲) پیچ تنظیم تصویر(وضوح تصویر) : پس از قراولروی به سمت یک نقطه برای واضح دیدن تصویر از این پیچ استفاده می‌کنیم.
۳) میکروسکوپ قرائت (پیچ تنظیم تارهای رتیکول) : برای واضح و روشن دیدن تارهای رتیکول از این میکروسکوپ استفاده می‌شود.
۴) پیچ حرکت جزئی (کند) : این پیچ در دو طرف دوربین قرار دارد که برای حرکت دادن آهسته دوربین به کار می‌رود.

[1] Levelling
[2] Nivellement

۵) منشور نشان دهنده تراز کروی : با این منشور می‌توان به راحتی تراز کروی را تنظیم و مشاهده کرد.

۶) پیچ تراز : این پیچ‌ها سه عدد می‌باشند که در زیر دوربین قرار گرفتند که به کمک آن می‌توان تراز کروی را تنظیم کرد.

۷) لبه دندانه دار : برای تنظیم دایره افقی(لمب افقی) به کار می‌رود.



اجزای ترازیاب

۱- پیچ حرکت کند دستگاه

۲- تراز کروی

۳- لمب افقی مدرج

۴- پیچهای تراز

۵- بیس

۶- عدسی شیئی

۷- مگسک قراولروی

۸- پیچ تنظیم تصویر(وضوح تصویر)

۹- میکروسکوپ قرائت (عدسی چشمی)

۱۰-منشورنشان دهنده تراز کروی

سه پایه دوربین

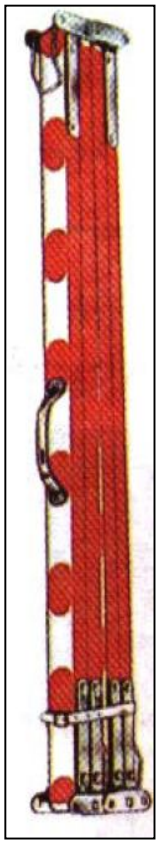
سه پایه وسیله ای است که دوربین ترازیاب را روی آن نصب می‌کنند. در قسمت فوقانی سه پایه یک صفحه مسطح قرار دارد که پیچی در وسط آن تعبیه شده است که توسط آن دوربین بر روی سه پایه محکم می‌شود. به این پیچ می‌توان شاقول آویزان کرد تا محل استقرار سه پایه دقیقا مشخص گردد. پایه‌ها ی سه پایه بوسیله لولایی به صفحه فلزی متصل شده اند که بوسیله آن قابل باز و جمع شدن می‌باشند. .پایه یا ساق سه پایه ازجنس چوبی یا فلزی می‌باشد. روی هر پایه در قسمت انتهایی کفشک یا رکاب فلزی قرار دارد که هنگام استقرار دوربین باید با پا روی آن فشار دهیم تا نوک تیز پایه درزمین فرو رفته و مانع از جابجایی سه پایه گردد. باید توجه کرد که ارتفاع سه پایه متناسب با قد نقشه‌بردار تنظیم گردد.

سه پایه دوربین

شاخص (میر)

برای قرائت اختلاف ارتفاع نقاط از شاخص استفاده می‌شود طول شاخص معمولا ۴ m می‌باشد. روی شاخص با دو رنگ سفید و قرمز یا سفید و مشکی درجه بندی شده است و معمولا سانتی مترها در آن درجه بندی شده و دسیمترها را با عدد روی آن نوشته اند. شاخص‌ها یا به صورت کشویی و یا به صورت تکه ای(قطعات جدا شونده) ساخته می‌شوند.

شاخص کشویی



شاخص ۴ تکه ای

تراز

ترازها در دستگاه نقشه‌برداری وسیله اصلی افقی کردن تکیه گاه دستگاه و یا قائم کردن محور اصلی آن می‌باشند. ساختمان تراز عبارت است از یک محفظه شیشه ای که در داخل آن یک مایع فرار مثل الکل یا اتر قرار دارد. حجم مایع کمتر از حجم کل محفظه است بنابراین قسمت کوچکی از حجم محفظه به جای خود مایع توسط بخار آن اشغال می‌شود و همین بخار به صورت حباب در روی محفظه ظاهر می‌شود.

انواع تراز

۱) تراز کروی(یا دایره ای)

۲) تراز استوانه ای (یا لوله ای)

تراز کروی

محفظه این نوع تراز فلزی و قسمت بالای آن شیشه ای می‌باشد و شکل آن از نظر هندسی شبیه عرقچین کروی است که در قسمت بالای آن در وسط حباب، یک یا چند دایره سیاه رنگ با اختلاف شعاع تقریبی ۲ میلیمتر حک شده است تا بتوان محل تشکیل حباب و نیز میزان جابجایی آن را تشخیص داد. در تنظیم نمودن دستگاههای نقشه‌برداری هنگامی که حباب در داخل دایره وسطی قرار می‌گیرد تکیه گاهش افقی می‌گردد.

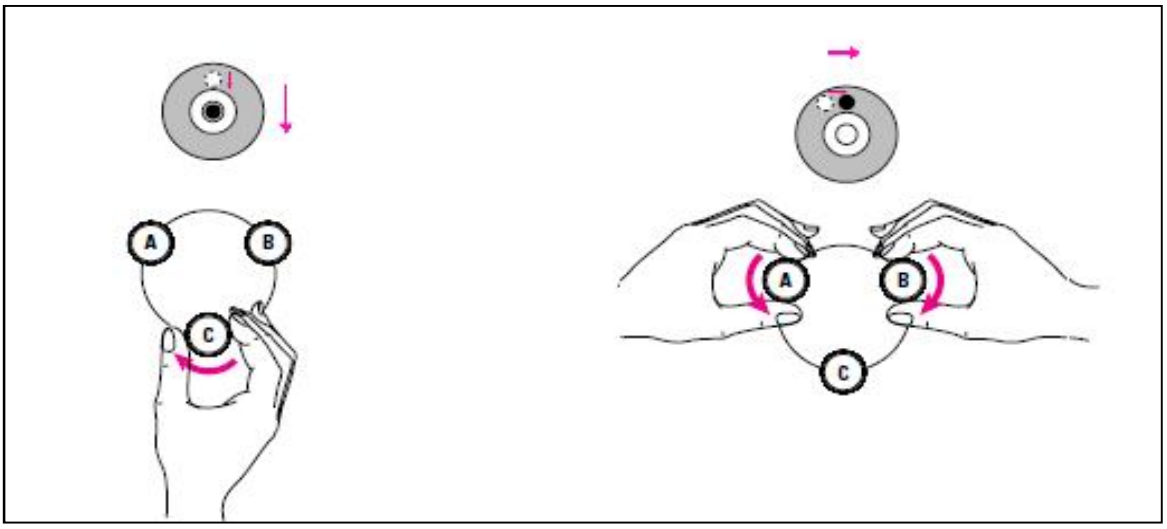
تراز استوانه ای

محفظه این نوع تراز شیشه ای و شکل آن از نظر هندسی قسمتی از یک استوانه خم شده می‌باشد. لوله آن در خارج محفظه تقسیم بندی شده است به طوریکه فاصله بین هر دو قسمت متوالی تقریبا ۲ میلیمتر می‌باشد. در تنظیم تراز، هنگامی که مرکز حباب در وسط فاصله بین تقسیمات قرار می‌گیرد محور دستگاه به طور کامل در راستای شاغول قرار می‌گیرد.

نحوه تراز کردن دستگاه:

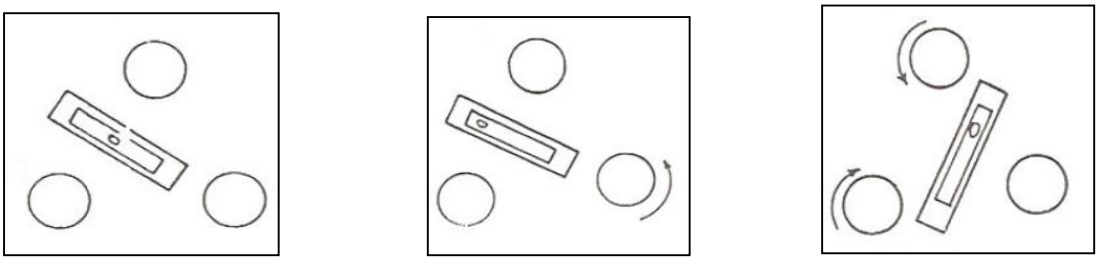
برای تراز کردن دستگاه از پیچ‌های تراز کننده استفاده می‌شود.

الف) تنظیم تراز کروی: ابتدا تراز کروی را بین دو تا از پیچهای تراز قرار می‌دهیم بعد این دو پیچ را در جهت مخالف (هر دو به طرف داخل یا خارج)می‌چرخانیم تا حباب تراز در امتداد پیچ سوم قرار بگیرد سپس با چرخاندن پیچ سوم حباب را در وسط دایره قرار می‌دهیم.



تنظیم تراز کروی

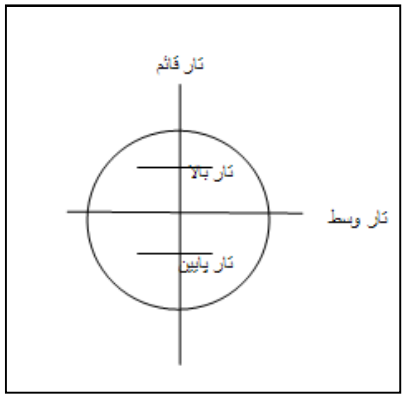
ب) تنظیم تراز استوانه ای: ابتدا لوله تراز را موازی خط واصل دو پیچ قرار می‌دهیم سپس با حرکت دو پیچ (هر دو به داخل یا هر دو به خارج) حباب تراز را وسط می‌آوریم، پس از این کاردستگاه را ۹۰ درجه می‌چرخانیم به طوریکه لوله تراز در مقابل پیچ سوم قرار گیرد سپس با استفاده از پیچ سوم حباب را دوباره وسط می‌آوریم. برای اطمینان از نتیجه کار دستگاه را حول محور قائم می‌چرخانند اگر حباب از محل خود خارج شد عملیات قبلی را تکرار می‌کنند تا اینکه دستگاه کاملاً تراز گردد.



(c) (b) (a)

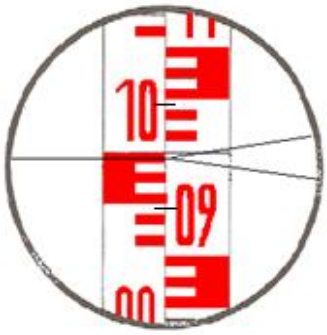
قرائت شاخص

برای قرائت شاخص از تارهای رتیکول استفاده می‌شود. رتیکول صفحه ای شیشه ای است که در داخل دوربین قرار گرفته و بر روی آن یک تار قائم و چند تار افقی حک شده است که از تار وسط و قائم برای ترازیابی استفاده می گردد.



صفحه تارهای رتیکول

قبل از قرائت شاخص باید تارهای رتیکول را به کمک پیچی که روی عدسی چشمی قرار دارد برای چشم خود کاملا تنظیم نمود تا به صورت واضح دیده شود. نقشه‌بردار پس از تراز کردن دستگاه و تنظیم تارهای رتیکول، توسط مگسک دوربین به سمت شاخص قراولروی می کند سپس با استفاده از پیچ حرکت کند دوربین، تار قائم را بر وسط شاخص قرار می‌دهد و عددی را که تار رتیکول وسط نشان می‌دهد، قرائت می کند. معمولا این عدد چهاررقمی و بر حسب میلیمترقرائت می گردد. به عنوان مثال در شکل زیر عدد قرائت شده روی شاخص برابر ۰۹۹۵ میلیمتر می باشد.



قرائت تار وسط روی شاخص 0995 mm

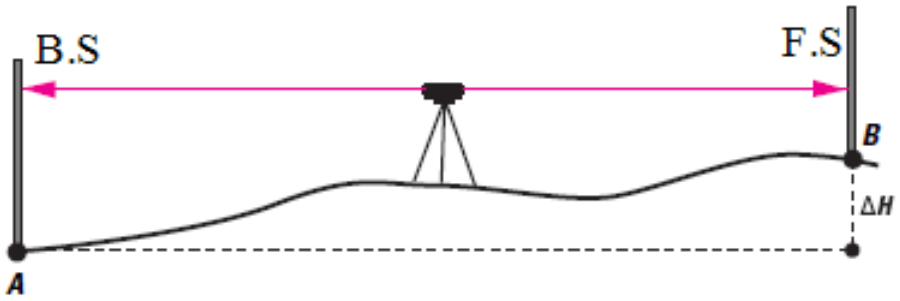
مراحل کار ترازیابی

برای تعیین اختلاف ارتفاع بین دو نقطه ابتدا شاخصها را در دو نقطه مورد نظر به صورت قائم قرار می‌دهیم (برای قائم کردن شاخص از تراز نبشی استفاده می‌کنیم) بعد سه پایه را تقریبا در وسط دو نقطه مورد نظرقرار داده وپیچهای سه پایه را باز کرده و ارتفاع آن را متناسب با قد خود تنظیم می‌کنیم و سه پایه را در حالت نسبتا تراز قرار می‌دهیم سپس دوربین ترازیاب را از جعبه حمل خارج کرده و آن را توسط پیچی که زیر سه پایه وجود دارد روی سه پایه محکم می‌کنیم بعد از اینکار با باز کردن پیچهای سه پایه و تغییر ارتفاع آنها تراز اولیه را ایجاد می‌کنیم سپس با استفاده از پیچهای تراز، دوربین را با دقت تراز می‌کنیم بعد تارهای رتیکول را تنظیم می‌کنیم. بوسیله مگسک دوربین ترازیاب به طرف شاخص قراولروی کرده سپس توسط پیچ فکوس، وضوح تصوی را تنظیم می‌کنیم و با استفاده از پیچ حرکت بطئی دوربین، تار قائم را بر وسط شاخص قرار داده و عدد روی شاخص را قرائت می‌کنیم.

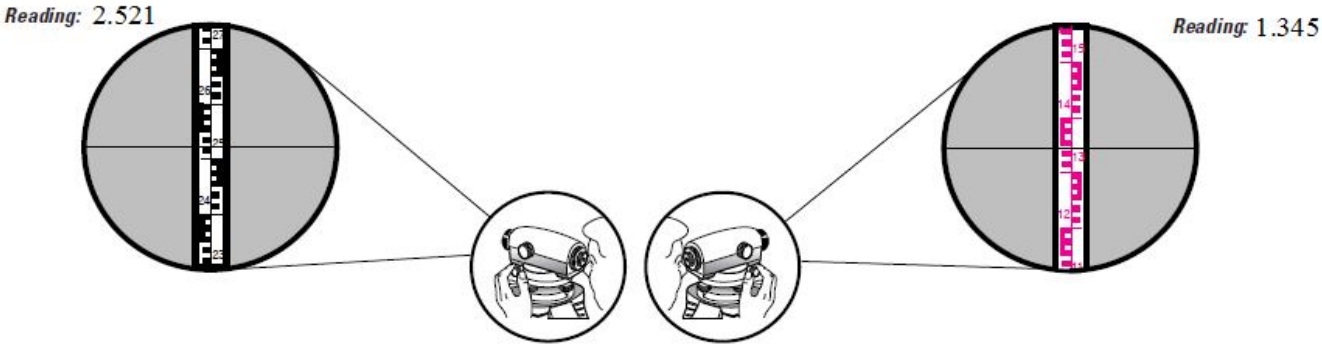
اصول کار ترازیابی مستقیم

برای تعیین اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A و B شاخص را در رو نقطه A و B به طور قائم قرار داده و دوربین ترازیاب را بین دو نقطه در جای مناسبی قرار می‌دهیم و به نقاط A و B قراولروی کرده و اعداد روی هر دو شاخص را قرائت می‌کنیم که اولین قرائت، قرائت عقب[1](B.S) ودومین قرائت، قرائت جلو[2](F.S) نامیده می‌شود.

با توجه به شکل زیر می‌توان نوشت:



$$\Delta H_{AB} = B.S - F.S = 2.521\text{-}1.345 = 1.176$$



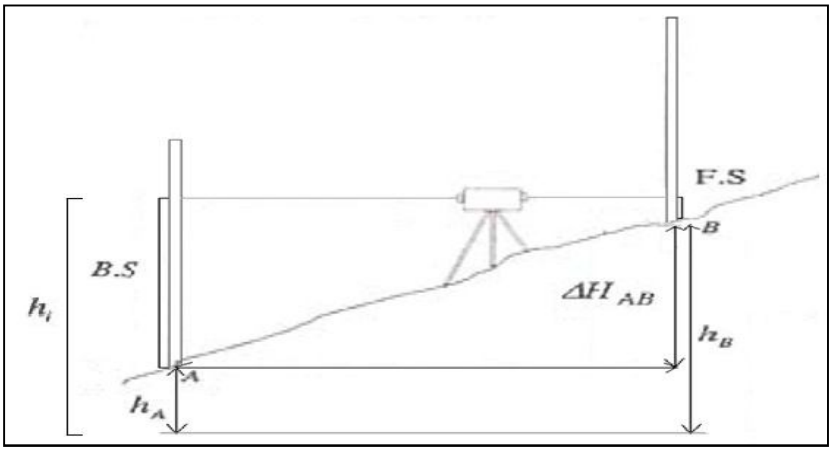
$$\Delta H_{AB} = B.S - F.S$$

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

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = H_A + (B.S - F.S)$$

که در رابطه بالا H_A ارتفاع نقطه A و H_B ارتفاع نقطه B و ΔH_{AB} اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A و B می‌باشد.

ارتفاع نقطه B با توجه به شکل زیر از رابطه زیر نیز بدست می‌آید:



ترازیابی مستقیم

که در این رابطه h_i ارتفاع خط قراولروی می‌باشد.

$$h_i = H_A + B.S$$

$$H_B = h_i - F.S$$

روش‌های ترازیابی مستقیم

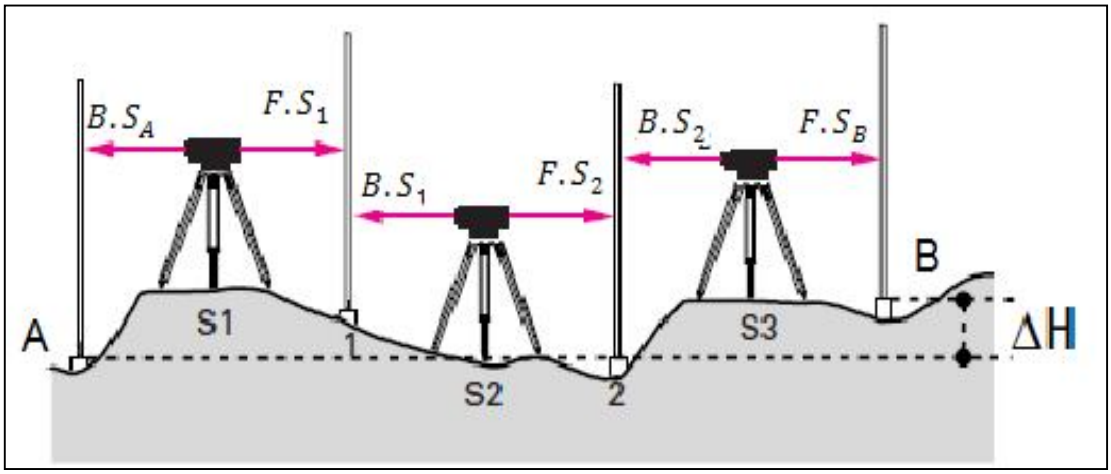
۱) ترازیابی پیمایشی یا خطی

۲) ترازیابی شعاعی

۳) ترازیابی ترکیبی

ترازیابی پیمایشی

اگر فاصله دونقطه زیاد باشد ویا اختلاف ارتفاعشان بیشتر طول شاخص باشد در این صورت به جای یک ایستگاه از ایستگاههای بیشتری برای استقرار دوربین استفاده می‌شود و همچنین از نقاط فرعی بین دو نقطه اصلی استفاده می‌گردد. برای تعیین اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A و B به طریقه پیمایشی مطابق شکل زیر، ابتدا ترازیاب را بین نقطه A و1 مستقر کرده وابتدا شاخص A و بعد شاخص 1 را قرائت می‌کنیم سپس شاخص مستقر در نقطه A را به نقطه 2 منتقل کرده ودوربین ترازیاب را بین دو نقطه 1و2 مستقر کرده وشاخص‌های 1و2 را قرائت می‌کنیم به همین ترتیب شاخص‌های بعدی را قرائت می‌کنیم . باید توجه کرد تا زمانی که B.S شاخص خوانده نشده نباید آن را جابجا کرد.



ترازیابی پیمایشی

برای سهولت در ثبت قرائت‌ها و محاسبه ارتفاعات نقاط از جدول ترازیابی استفاده می‌شود.

شماره نقاط	قرائت عقب (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (mm)	ارتفاع (m)
A	$B.S_A$			
1	$B.S_1$	$F.S_1$		
2	$B.S_2$	$F.S_2$		
B		$F.S_B$		

جدول ترازیابی

اختلاف ارتفاع بین دو نقطه در هر ایستگاه و ارتفاع هر نقطه از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\Delta H_{A1} = H_1 - h_A = B.S_A - F.S_1 \rightarrow H_1 = H_A + \Delta H_{A1}$$

$$\Delta H_{12} = H_2 - H_1 = B.S_1 - F.S_2 \rightarrow H_2 = H_1 + \Delta H_{12}$$

$$\Delta H_{2B} = H_B - H_2 = B.S_2 - F.S_B \rightarrow H_B = H_2 + \Delta H_{2B}$$

با جمع دو طرف روابط فوق خواهیم داشت:

$$\Sigma \Delta H = H_B - H_A = \Sigma B.S - \Sigma F.S$$

شماره نقاط	قرائت عقب (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (mm)	ارتفاع (m)
A	$B.S_A$		$B.S_A - F.S_1$	H_A (ارتفاع نقطه A معلوم است)
1	$B.S_1$	$F.S_1$	$B.S_1 - F.S_2$	$H_1 = H_A + \Delta H_{A1}$
2	$B.S_2$	$F.S_2$	$B.S_2 - F.S_B$	$H_2 = H_1 + \Delta H_{12}$
B		$F.S_B$		$H_B = H_2 + \Delta H_{2B}$

جدول ترازیابی

کنترل ترازیابی پیمایشی

به منظورکاهش خطاهای تصادفی، کنترل عملیات در ترازیابی ضروری است که یکی از روشهای کنترل در ترازیابی، ترازیابی بسته می‌باشد که از یک نقطه ارتفاعی معلوم شروع و در پایان به همان نقطه ختم می‌شود. که تفاضل بین ارتفاع بدست آمده از ترازیابی و ارتفاع معلوم نقطه اولیه را خطای بست ترازیابی گویند که اگر این خطا از خطای بست مجاز بیشتر نباشد بایستی آن را بین ارتفاعهای بدست آمده از ترازیابی سرشکنی کرد در غیر اینصورت عملیات ترازیابی باید تکرار شود.

خطای بست ترازیابی از رابطه زیر نیز بدست می‌آید:

$$e = H_A \text{ (ارتفاع آمده بدست از ترازیابی)} - H_A \text{(ارتفاع واقعی)} \quad \text{(خطای بست ترازیابی)}$$

در ترازیابی بسته مقدار خطای بست ترازیابی را می‌توان از رابطه زیر نیز بدست آورد:

$$e = \sum B.S - \sum F.S \quad \text{(خطای بست ترازیابی)}$$

مقدار خطای بست مجازترازیابی از رابطه زیر نیز بدست می‌آید:

$$e_{max}{}^{mm} = \pm K^{mm}\sqrt{L^{km}} \quad \text{(مقدار خطای بست مجاز ترازیابی)}$$

L: مجموع طول ترازیابی بر حسب کیلومتر

e_{max}: مقدار خطای بست مجاز درترازیابی بر حسب میلیمتر

K: مقدار آن با توجه به درجه ترازیابی از جدول زیر مشخص می‌شود

درجه ترازیابی	۱	۲	۳	۴
K^{mm}	۴	۸	۱۲	۲۰

جدول درجه ترازیابی

اگر $e < e_{max}$ می‌توان خطا را سرشکنی کرد که در اینصورت مقدار تصحیح ارتفاع نقاط ترازیابی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$c_i = \frac{-e}{n} \times p$$

که در این رابطه c_i تصحیح ارتفاع نقطه iام ، e خطای کل ترازیابی ، n تعداد کل ایستگاه‌های ترازیابی ، p شماره نقطه می‌باشد.

ارتفاع تصحیح شده هر نقطه (H_i^c) برابر است با:

$$H_i^c = H_i + c_i$$

مثالی برای سرشکنی ترازیابی بسته:

شماره نقاط	قرائت عقب (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (mm)	ارتفاع (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	$B.S_A$		$B.S_A - F.S_1$	H_A (ارتفاع واقعی)	0	H_A (ارتفاع واقعی)
1	$B.S_1$	$F.S_1$	$B.S_1 - F.S_2$	$H_1 = H_A + \Delta H_{A1}$	$c_1 = \frac{-e}{6} \times 1$	$H_1{}^c = H_1 + c_1$
2	$B.S_2$	$F.S_2$	$B.S_2 - F.S_B$	$H_2 = H_1 + \Delta H_{12}$	$c_2 = \frac{-e}{6} \times 2$	$H_2{}^c = H_2 + c_2$
B	$B.S_B$	$F.S_B$	$B.S_B - F.S_3$	$H_B = H_2 + \Delta H_{2B}$	$c_B = \frac{-e}{6} \times 3$	$H_B{}^c = H_B + c_B$
3	$B.S_3$	$F.S_3$	$B.S_3 - F.S_4$	$H_3 = H_B + \Delta H_{B3}$	$c_3 = \frac{-e}{6} \times 4$	$H_3{}^c = H_3 + c_3$
4	$B.S_4$	$F.S_4$	$B.S_4 - F.S_A$	$H_4 = H_3 + \Delta H_{34}$	$c_4 = \frac{-e}{6} \times 5$	$H_4{}^c = H_4 + c_4$
A		$F.S_A$		$H_A = H_4 + \Delta H_{4A}$	$c_A = \frac{-e}{6} \times 6$	$H_A{}^c = H_A + c_A$ $= H_A$ (ارتفاع واقعی)

مثال – طبق جدول زیر خطای بست ترازیابی وارتفاع تصحیح شده نقاط را بدست آورید؟ (با فرض اینکه ارتفاع نقطه A برابر ۱۰۰۰ متر باشد.)

شماره نقاط	قرائت عقب (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (mm)	ارتفاع (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	2697			1000		
1	3176	1574				
2	2945	2968				
3	0732	3742				
B	1840	2592				
4	3290	1757				
5	2063	2868				
6	1159	1377				
A		1040				

حل:

شماره نقاط	قرائت عقب (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (mm)	ارتفاع (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	2697		+1123	1000	0	1000
1	3176	1574	+0208	1001.123	+2	1001.125
2	2945	2968	–0797	1001.331	+4	1001.335
3	0732	3742	–1860	1000.534	+6	1000.540
B	1840	2592	+0083	998.674	+8	998.682
4	3290	1757	+0422	998.757	+10	998.767
5	2063	2868	+0686	999.179	+12	999.191
6	1159	1377	+0119	999.865	+14	999.879
A		1040		999.984	+16	1000.000

$e = H_A$ (ارتفاع آمده بدست از ترازیابی) $- H_A$ (ارتفاع واقعی) (خطای بست ترازیابی)

$$= 999.984 - 1000 = -0.016\,\text{m} = -0.016\ \text{mm}$$

مقدار تصحیح ارتفاع نقاط ترازیابی برای نقاط ترازیابی برابر است با:

$$c_{\mathrm{i}}=\frac{-e}{n}\times p$$

$$c_1=\frac{+16}{8}\times 1=+2mm$$

$$c_2=\frac{+16}{8}\times 2=+4mm$$

$$c_3=\frac{+16}{8}\times 3=+6mm$$

$$\vdots$$

ارتفاع تصحیح شده هر نقطه برابر است با:

$$\mathrm{H_i}^{\mathrm{c}}=\mathrm{H_i}+\mathrm{c_i}$$

$$\mathrm{H_1}^{\mathrm{c}}=1001.123+0.002=1001.125$$

$$\mathrm{H_2}^{\mathrm{c}}=1001.331+0.004=1001.335$$

$$\mathrm{H_3}^{\mathrm{c}}=1000.534+0.006=1000.540$$

$$\vdots$$

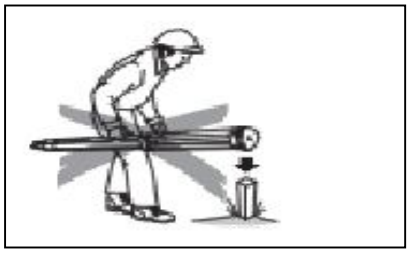
٤-٢- نکات مهم و ایمنی در مورد استفاده صحیح از تجهیزات نقشه‌برداری

۱) در حین فرو کردن پایه‌های سه پایه در زمین توجه شود که نیروهای وارده در راستای قائم و به سمت پایین باشد.

حالت صحیح

حالت اشتباه

۲) از سه پایه برای ضربه زدن به میخ‌های نقشه‌برداری یا کارهای دیگر استفاده نشود.



حالت اشتباه

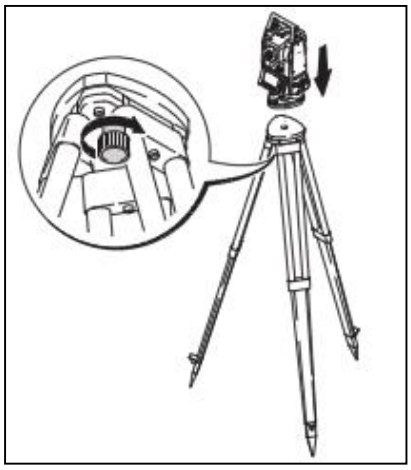
۳) دوربین را به آرامی جابجا کنید و در حد امکان از برخورد و لغزش در دستگاه جلوگیری نمایید زیرا تکان‌های وارده، به دستگاه آسیب می‌رساند.

۴) هنگام حمل دوربین ترازیاب روی سه پایه، توجه داشته باشید که سه پایه را در حالتی که پایه‌های آن را به دو طرف شانه‌های خود انداخته اید جابجا کنید و دوربین را کاملا روی سه پایه رو به بالا نگه دارید.

حالت صحیح

حا لت اشتباه

۵) تا از بسته شدن کامل پیچ استقراردوربین بر روی سه پایه اطمینان حاصل نکرده اید دوربین را رها نکنید.



۶) هنگام بستن پیچهای گیره (پیچ‌های تنظیم و پیچ‌های تراز)، آنها راتا میزان معینی بچرخانید بیش از حد محکم کردن انها موجب از بین رفتن شیارهای پیچ و در نتیجه هرز شدن آن می گردد.لذا تنظیم انجام شده قابل اعتماد نخواهد بود.

۷) هنگام قرار دادن دوربین در جعبه حمل دستگاه دقت شود که دستگاه به طور صحیح در جای مخصوص خود قرار بگیرد.

۸) هنگام بارش باران دستگاه را با کاور مخصوص خود بپوشانید.

۹) هرگز با دوربین نقشه‌برداری به سمت خورشید نشانه روی نکنید، که اینکار باعث کوری چشم خواهد شد.

٤-۳- تجهیزات مورد نیاز

۱) ترازیاب ، یک دستگاه

۲) سه پایه ، یک عدد

۳) شاخص ، دو عدد

۴) ترازنبشی ، یک عدد

٤-٤- دستور کار عملی

هدف تعیین ارتفاع نقاط وتعیین خطای بست ترازیابی می‌باشد. برای این منظور دو نقطه را به صورت رفت و برگشت به روش پیمایشی ترازیابی کنید. ترازیابی را از نقطه معلوم A شروع کرده و ۶دهنه را ترازیابی کرده دوباره به همان نقطهA برگردید و ارتفاع نقطه A را ۱۰۰۰ متر در نظر بگیرید. توجه داشته باشید که در ترازیابی برای کاهش خطاهای کلیماسیون و کرویت و انکسار ترازیاب را تقریبا در وسط هردهنه قرار دهید. مشاهدات ترازیابی را در فرم ترازیابی وارد کرده و محاسبات مربوطه را انجام دهید و در نهایت ارتفاع تصحیح شده را بدست آورید.

٤-٥- فرم ترازیابی

برگه ترازیابی

تاریخ :

نوع دستگاه :

نام مؤسسه :

عامل :

شماره دستگاه :

نام منطقه :

نویسنده :

وضعیت آب و هوا:

ملاحظات	ارتفاع نهایی	تصحیح	ارتفاع	اختلاف ارتفاع		ارتفاع‌خط قراولروی	فاصله	قرائت جلو	قرائت وسط	قرائت عقب	شماره نقاط
				-	+						

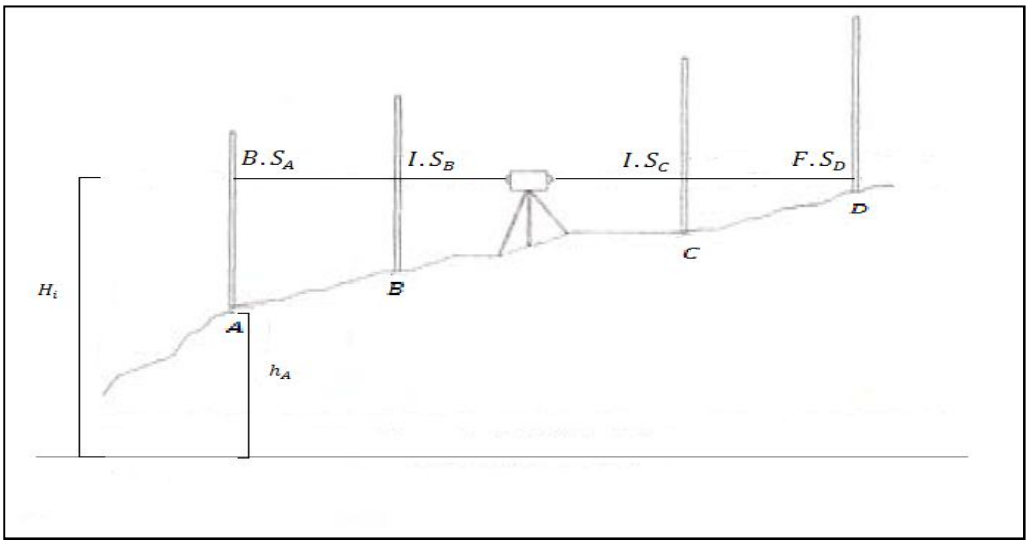
۵- فصل پنجم

ترازیابی شعاعی وترسیم پروفیل طولی

۵-۱- تئوری مطالب مورد نظر

ترازیابی شعاعی

درترازیابی شعاعی با یک ایستگاه می‌توان به چندین نقطه مجهول نشانه روی کرد و اختلاف ارتفاع آنها را نسبت به نقطه معلوم بدست آورد. برای اینکار در محل مناسب ترازیاب را مستقر می‌کنیم و پس از تراز کردن آن ابتدا شاخص مستقر در نقطه معلوم سپس شاخص‌های مستقر در سایر نقاط را قرائت می‌کنیم که اولین قرائت را قرائت عقب وآخرین قرائت را قرائت جلو و بقیه قرائت‌ها را قرائت میانی[1] (I.S) می‌نامند.



ترازیابی شعاعی

برای محاسبه ارتفاع نقاط، از دو روش زیر می‌توان استفاده کرد:

الف) با استفاده از روش اختلاف ارتفاع

$$\Delta H_{AB} = B.S_A - I.S_B$$
$$\Delta H_{BC} = I.S_B - I.S_C$$
$$\Delta H_{CD} = I.S_C - F.S_D$$

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$
$$H_C = H_B + \Delta H_{BC}$$
$$H_D = H_C + \Delta H_{CD}$$

[1] Intermediate Sight

ب) با استفاده از روش ارتفاع خط قراولروی

$$h_i = H_A + B.S_A$$
$$H_B = h_i - I.S_B$$
$$H_C = h_i - I.S_C$$
$$H_D = h_i - F.S_D$$

مثال – از یک ایستگاه به نقطه معلوم A وهریک از نقاط مجهول C و D و E نشانه روی شده است اگر ارتفاع نقطه Aبرابر ۱۷۵۰متر باشد ارتفاع سایر نقاط را با دو روش اختلاف ارتفاع و ارتفاع خط قراولروی بدست بیاورید؟

راه حل اول – با استفاده از روش اختلاف ارتفاع

شماره نقاط	قرائت عقب B.S (mm)	قرائت میانی I.S(mm)	قرائت جلو F.S (mm)	اختلاف ارتفاع ΔH (m)	ارتفاع نقاط H (m)
A	2005				1750.000
				−0.805	
B		2810			1749.195
				+0.698	
C		2112			1749.893
				+1.012	
D		1100			1750.905
				−0.513	
E			1613		1750.392

$$\Delta H_{AB} = B.S_A - I.S_B = 2.005 - 2.810 = -0.805m$$
$$\Delta H_{BC} = I.S_B - I.S_C = 2.810 - 2.112 = +0.698m$$
$$\Delta H_{CD} = I.S_C - I.S_D = 2.112 - 1.100 = +1.012m$$
$$\Delta H_{DE} = I.S_D - F.S_E = 1.100 - 1.613 = -0.513m$$

$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = 1750 + (-0.805) = 1749.195m$

$H_C = H_B + \Delta H_{BC} = 1749.195 + 0.698 = 1749.893m$

$H_D = H_C + \Delta H_{CD} = 1749.893 + 1.012 = 1750.905m$

$H_E = H_D + \Delta H_{DE} = 1750.905 + (0.513) = 1750.392m$

راه حل دوم – با روش ارتفاع خط قراولروی

شماره نقاط	قرائت عقب B. S (mm)	قرائت میانی I. S(mm)	قرائت جلو F. S (mm)	ارتفاع خط قراولروی h_i (m)	ارتفاع نقاط H (m)
A	2005			1752.005	1750.000
B		2810		1752.005	1749.195
C		2112		1752.005	1749.893
D		1100		1752.005	1750.905
E			1613	1752.005	1750.392

$h_i = H_A + B.S_A = 1750 + 2.005 = 1752.005m$

$H_B = h_i - I.S_B = 1752.005 - 2.810 = 1749.195m$

$H_C = h_i - I.S_C = 1752.005 - 2.112 = 1749.893m$

$H_D = h_i - I.S_D = 1752.005 - 1.100 = 1750.905m$

$H_E = h_i - F.S_E = 1752.005 - 1.613 = 1750.392m$

ترازیابی ترکیبی

ترازیابی ترکیبی در حقیقت ترکیبی از ترازیابی پیمایشی و شعاعی می‌باشد.

مثال – اگر ارتفاع نقطه A برابر ۱۷۴۹/۵۰متر باشد ارتفاع سایر نقاط را با دو روش اختلاف ارتفاع و ارتفاع خط قراولروی بدست بیاورید و محاسبات را کنترل کنید؟

راه حل اول – با استفاده از روش اختلاف ارتفاع

شماره نقاط	قرائت عقب B. S (mm)	قرائت میانی I. S(mm)	قرائت جلو F. S (mm)	اختلاف ارتفاع ΔH (m)	ارتفاع نقاط H (m)
A	2204				1749.500
				+0.394	
B		1810			1749.894
				–0.570	
C		2380			1749.324
				+0.475	
D	3115		1905		1749.799
				–0.148	
E		3263			1749.651
				–0.124	
F		3387			1749.527
				+0.481	
G			2906		1750.008

$\Delta H_{AB} = B.S_A - I.S_B = 2.204 - 1.810 = +0.394m$
$\Delta H_{BC} = I.S_B - I.S_C = 1.810 - 2.380 = -0.570m$
$\Delta H_{CD} = I.S_C - F.S_D = 2.380 - 1.905 = +0.475m$
$\Delta H_{DE} = B.S_D - I.S_E = 3.115 - 3.263 = -0.148m$
$\Delta H_{EF} = I.S_E - I.S_F = 3.263 - 3.387 = -0.124m$
$\Delta H_{FG} = I.S_F - F.S_G = 3.387 - 2.906 = +0.481m$

$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = 1749.500 + 0.394 = 1749.894m$

$H_C = H_B + \Delta H_{BC} = 1749.894 + (-0.570) = 1749.324m$

$H_D = H_C + \Delta H_{CD} = 1749.324 + 0.475 = 1749.799m$

$H_E = H_D + \Delta H_{DE} = 1749.799 + (-3.263) = 1749.651m$

$H_F = H_E + \Delta H_{EF} = 1749.651 + (-0.124) = 1749.527m$

$H_G = H_F + \Delta H_{FG} = 1749.527 + 0.481 = 1750.008m$

راه حل دوم – با روش ارتفاع خط قراولروی

شماره نقاط	قرائت عقب B.S (mm)	قرائت میانی I.S(mm)	قرائت جلو F.S (mm)	ارتفاع خط قراولروی h_i (m)	ارتفاع نقاط H (m)
A	2204			1751.704	1749.500
B		1810			1749.894
C		2380			1749.324
D	3115		1905	1752.914	1749.799
E		3263			1749.651
F		3387			1749.527
G			2906		1750.008

ایستگاه اول (ترازیابی شعاعی اول)

$h_{i1} = H_A + B.S_A = 1749.5 + 2.204 = 1751.704m$

$H_B = h_{i1} - I.S_B = 1751.704 - 1.810 = 1749.894m$

$H_C = h_{i1} - I.S_C = 1751.704 - 2.380 = 1749.324m$

$H_D = h_{i1} - F.S_D = 1751.704 - 1.905 = 1749.799m$

ایستگاه دوم (ترازیابی شعاعی دوم):

$$h_{i2} = H_D + B.S_D = 1749.799 + 3.115 = 1752.914m$$

$$H_E = h_{i2} - I.S_E = 1752.914 - 3.263 = 1749.65m1$$

$$H_F = h_{i2} - I.S_F = 1752.914 - 3.387 = 1749.527m$$

$$H_G = h_{i2} - F.S_G = 1752.914 - 2.906 = 1750.008m$$

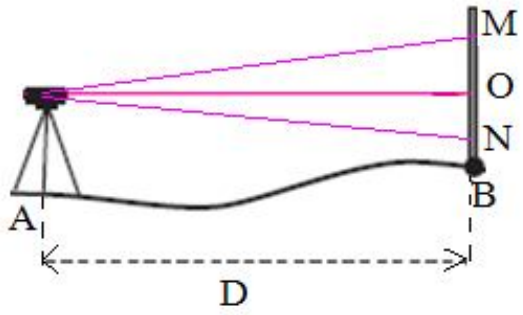
کنترل محاسبات:

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

$$1750.008 - 1749.500 = (2.204 + 3.115) - (1.905 + 2.906)$$

$$0.508 = 0.508$$

- اندازه گیری فاصله با استفاده از دستگاه ترازیاب به روش استادیمتری با استفاده از فرمول زیر بدست می‌آید:



$$D = 100 \times \overline{MN}$$

که در این رابطه $\overline{MN}$ تفاوت تارهای استادیمتری روی شاخص می‌باشد.

پروفیل

پروفیل طولی[2] **(نیمرخ** طولی**):** فصل مشترک سطح خارجی زمین با صفحه قائمی که منطبق برامتداد محور مسیر است تشکیل پروفیل طولی می‌دهد.

پروفیل عرضی[3] **(نیمرخ طولی):** فصل مشترک سطح خارجی زمین با صفحه قائمی که عمود بر محور مسیر است تشکیل پروفیل عرضی می‌دهد.

روش تهیه پروفیل طولی

۱) با استفاده از اندازه گیری زمینی(روش مستقیم)

۲) با استفاده از منحنی‌های میزان در نقشه‌های توپوگرافی(روش غیر مستقیم)

تهیه پروفیل طولی با استفاده از اندازه گیریهای زمینی

مراحل کار در این روش به صورت زیر است:

۱) میخ کوبی مسیر

امتداد مورد نظر باید بر روی زمین میخ کوبی شود فواصل بین میخها، به شکل ظاهری زمین و دقت کار بستگی دارد. در زمینهای کوهستانی فاصله‌ها کوتاهتر و در زمینهای مسطح نظیر دشتها فاصله‌ها بلندتر انتخاب می‌شود. علاوه بر آن در نقاطی از مسیر که تغییر شیب وجود دارد باید میخ کوبی گردند.

۲) اندازه گیری فواصل طولی

فاصله افقی بین میخها به صورت پی درپی اندازه گیری می‌شود که برای دقت بیشتر وجلوگیری از بروز اشتباه این اندازه گیری‌ها به صورت رفت و برگشت انجام می‌شود.

۳) ترازیابی بین نقاط

ارتفاع هر یک از نقاط میخ کوبی شده با ترازیابی مستقیم مشخص می‌شود.

---

[2] Longitudinal Profile
[3] Cross Section

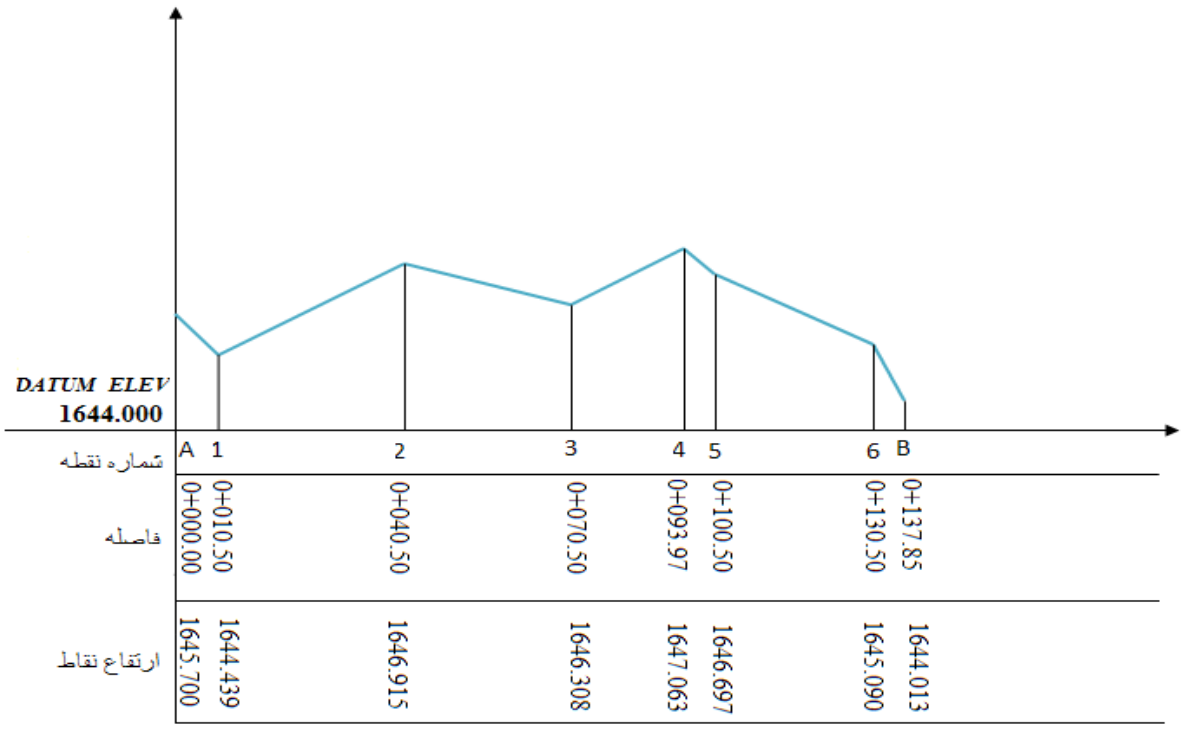
۴) ترسیم

بعد از تعیین ار تفاع نقاط و فاصله آنها از یکدیگر، بر روی کاغذ میلیمتری دو محور متعامد ox و oy رسم می‌شود. محور ox برای فواصل طولی و محور oy برای فواصل ارتفاعی در نظر گرفته می‌شود. x هر نقطه عبارت از فاصله آن نقطه از مبدا مسیر وy آن اختلاف ارتفاع آن نقطه نسبت به یک مبدا ارتفاعی فرضی در نظر گرفته می‌شود.(مبدا ارتفاعی معمولا کمترین ارتفاع مسیر است)

چون اختلاف ارتفاعات در مقایسه با فواصل طولی بسیار کم است برای بهتر نشان دادن وضعیت ارتفاعی نقاط مختلف مسیر معمولا مقیاس ارتفاعی را ده مرتبه بزرگتر از مقیاس طولی در نظر می‌گیرند. بعد از ترسیم محورها هرنقطه را با مختصات دو بعدی بر روی دستگاه مختصات پیدا کرده و سپس نقاط بدست آمده را به هم وصل می‌کنند.

مثال – در امتداد A و B روی زمین پروفیل طولی مسیررا با مقیاس $\frac{1}{1000}$ بدست آورید؟(ارتفاع ارتفاع نقطه A را ۱۶۴۵/۷۰۰در نظر بگیرید.)

شماره نقاط	قرائت عقب (mm)	قرائت میانی (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (m)		ارتفاع نقاط (m)	فاصله افقی بین نقاط	فاصله از مبدأ
				–	+			
A	1583			–1.261		1645.700	10.50	0.00
1		2844			+2.476	1644.439	30.00	10.50
2		0368		–0.607		1646.915	30.00	40.50
3		0975			+0.755	1646.308	23.47	70.50
4	0197		0220	–0.366		1647.063	6.53	93.97
5		0563		–1.607		1646.697	30.00	100.50
6		2170		–1.077		1645.090	7.35	130.50
B			3247			1644.013		137.85



۵-۲- تجهیزات مورد نیاز

۱) دوربین ترازیاب ، یک دستگاه

۲) سه پایه ، یک عدد

۳) شاخص ، دو عدد

۴) تراز نبشی ، دو عدد

۵) ژالون ، سه عدد

۵-۳- دستور کار عملی

هدف، ترازیابی شعاعی نقاط میخ کوبی شده در یک امتداد و تهیه پروفیل طولی می‌باشد. برای این منظوردو نقطه A و B به فاصله حدودی ۵۰ متری از یکدیگر انتخاب کرده و بین این دونقطه را درجایی که شیب زمین تغییر می‌کند امتداد گذاری کرده ومیخ کوبی کنید. فاصله بین میخ‌ها را اندازه گیری کرده سپس با ترازیابی شعاعی ارتفاع آنها را مشخص کنید (ارتفاع محلی نقطه A را۱۰۰متر در نظر بگیرید.) با مشخص بودن فواصل بین میخ‌ها و ارتفاع آنها پروفیل طولی بین نقاط A و B را در مقیاس مورد نظر ترسیم نمایید. (مقیاس را با توجه به طول امتداد مورد نظر طوری انتخاب کنید که این طول با مقیاس مورد نظر در کاغذ A3 قابل ترسیم باشد.)

٥-٤- فرم ترازیابی

برگه ترازیابی

تاریخ :

نوع دستگاه :

نام مؤسسه :

عامل :

شماره دستگاه :

نام منطقه :

نویسنده :

وضعیت آب و هوا:

ملاحظات	ارتفاع نهایی	تصحیح	ارتفاع	اختلاف ارتفاع		ارتفاع خط قراولروی	فاصله	قرائت جلو	قرائت وسط	قرائت عقب	شماره نقاط
				-	+						

۶- فصل ششم

اندازه گیری زوایای داخلی یک چند ضلعی

ومحاسبه وسرشکنی خطا

٦-١- تئوری مطالب مورد نظر

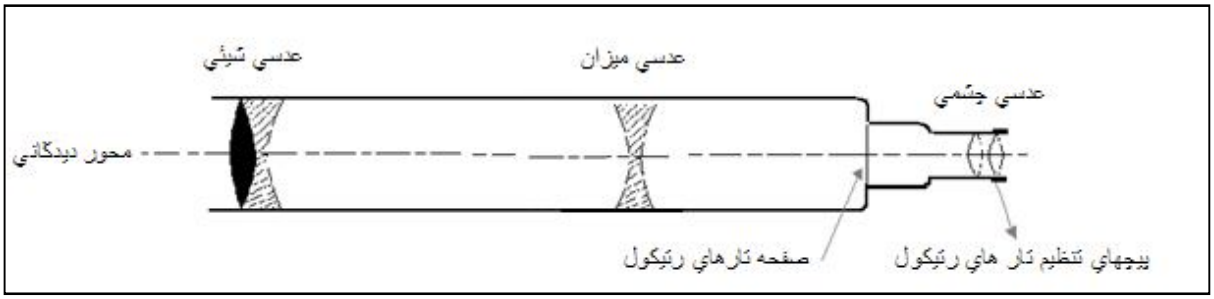
زاویه یاب (تئودولیت[1])

تئودولیت وسیله ای است که برای اندازه گیری زاوایای افقی و قائم بکار می‌رود.

ساختمان دستگاه زاویه یاب (تئودولیت)

۱) تلسکوپ :

تلسکوپ یک دوربین نجومی است که شامل یک لوله، دو مجموعه عدسی شیئی و چشمی که در ابتدا وانتهای لوله قرار دارد، یک عدسی میزان کننده در وسط، یک صفحه شیشه ای (صفحه رتیکول) و پیچهای تنظیم تصویر و مگسک جهت نشانه روی می‌باشد.تلسکوپ حول محور افقی یا ثانوی چرخش می کند.



۲) آلیداد :

آلیداد به شکل U ساخته شده است وشامل محور افقی تئودولیت است. این قسمت حول محور اصلی یا قائم می‌چرخد.

۳) دایره‌های مدرج(لمب‌ها) :

برای اندازه گیری زوایای افقی و قائم از لمب افقی و قائم استفاده می‌شود. لمب افقی یک صفحه دایره‌ای شیشه‌ای است که محیط آن از صفر تا ۳۶۰ درجه تقسیم بندی شده است و معمولاً در قسمت زیرین آلیداد قرار دارد اگر ساختمان دستگاه درست باشد محور اصلی دستگاه از مرکز دایره مدرج افقی(لمب افقی) گذشته و بر آن عمود است. لمب قائم نیز صفحه دایره‌ای شیشه‌ای مدرجی می‌باشد که صفحه آن به صورت قائم در کنار

[1] Theodolite

آلیداد و عمود بر محور افقی قرار دارد وچنانچه دستگاه تنظیم باشد محور افقی دستگاه از مرکز این دایره مدرج(لمب قائم)می گذرد.

۴) ترازها :

همانطوریکه در بحث ترازیابی گفته شد وظیفه اصلی ترازها، افقی کردن تکیه‌گاه دستگاه و شاغولی کردن محور اصلی دستگاههای نقشه‌برداری می‌باشد که برای این منظور از ترازهای کروی واستوانه‌ای استفاده می‌شود.

۵) پیچهای تنظیم :

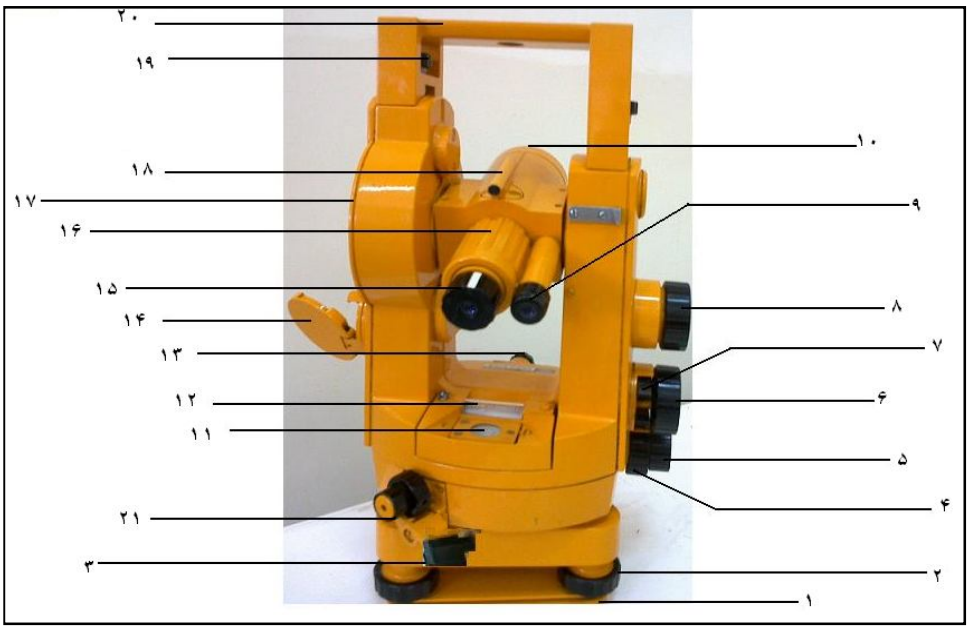
الف – پیچ تنظیم رتیکول: این پیچ معمولا در جلوی عدسی چشمی قرار دارد که برای واضح کردن تصویرخطوط رتیکول بکار می‌رود. این تنظیم برای هرشخص فقط یکبار لازم می‌شود و بستگی به دوری و نزدیکی نقاط نشانه به دستگاه ندارد.

ب – پیچ تنظیم کانونی : این پیچ در روی تلسکوپ و یا درکنار آلیداد قرار دارد و به کمک این پیچ، عدسی میزان را که بین عدسی های چشمی و شیئی قرار دارد طوری جابجا می کنند که تصویر نقطه نشانه در روی صفحه رتیکول تشکیل شود. نحوه این تنظیم بستگی به دوری یا نزدیکی نقطه نشانه از دستگاه دارد.

۶) پیچهای حرکت :

برای حرکت ارتفاعی تلسکوپ حول محور افقی و نیز برای حرکت سمتی آلیداد حول محور قائم ازپیچهای مخصوصی استفاده می‌شود که هر یک از این حرکات با استفاده از دو نوع پیچ حرکت کلی و جزئی(بطئی) انجام می گیرد. برای حرکت تلسکوپ، هنگامی که پیچ حرکت کلی (سریع)را شل می کنیم تلسکوپ براحتی حول محور افقی دستگاه می‌چرخد و هنگامی که این پیچ سفت می‌شود با پیچ حرکت جزئی می‌توان به طور خفیف و به آرامی تلسکوپ را حرکت داد. برای حرکت سمتی آلیداد نیز با شل کردن پیچ حرکت سریع، دستگاه براحتی حول محور اصلی دوران می کند و با سفت کردن آن و با چرخش پیچ حرکت بطئی، به طور خفیف حول این محور می‌چرخد.

اجزاء تئودولیت مکانیکی:



اجزاء تئودولیت مکانیکی

۱)بیس

۲)پیچهای تراز

۳)ضامن اتصال تریبراک و دوربین

۴)حرکت بطئی محور قائم

۵)حرکت بطئی محور افق

۶)تغییر از حالت لمب قائم به حالت لمب افقی

۷)بستن حرکت سریع محور افقی وقائم

۸)پیچ انطباق خطوط بر رو ی همدیگرجهت قرائت لمب

۹)میکروسکوپ قرائت زاویه

۱۰) عدسی شیئی تلسکوپ

۱۱) تراز کروی

۱۲) تراز استوانه ای

۱۳) شاقول اپتیکی

۱۴) آیینه تنظیم نور لمب‌ها

۱۵) عدسی چشمی

۱۶) پیچ تنظیم تصویر

۱۷) لمب قائم

۱۸) مگسک قراولروی

۱۹) پیچ اتصال دستگیره به آلیداد

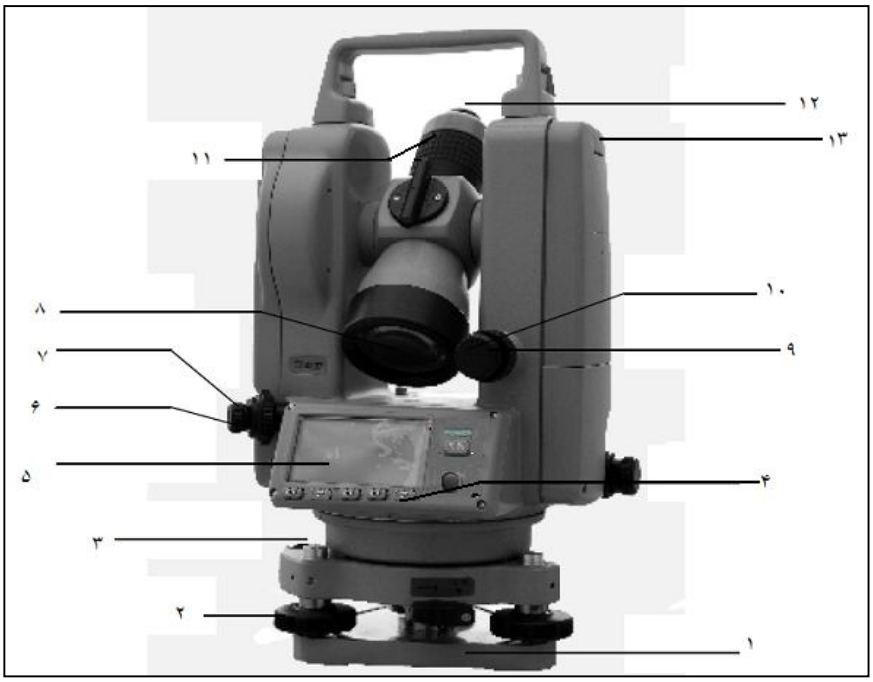
۲۰) دستگیره حمل دوربین

۲۱) کلید قفل لمب افقی

تئودولیت‌های دیجیتالی

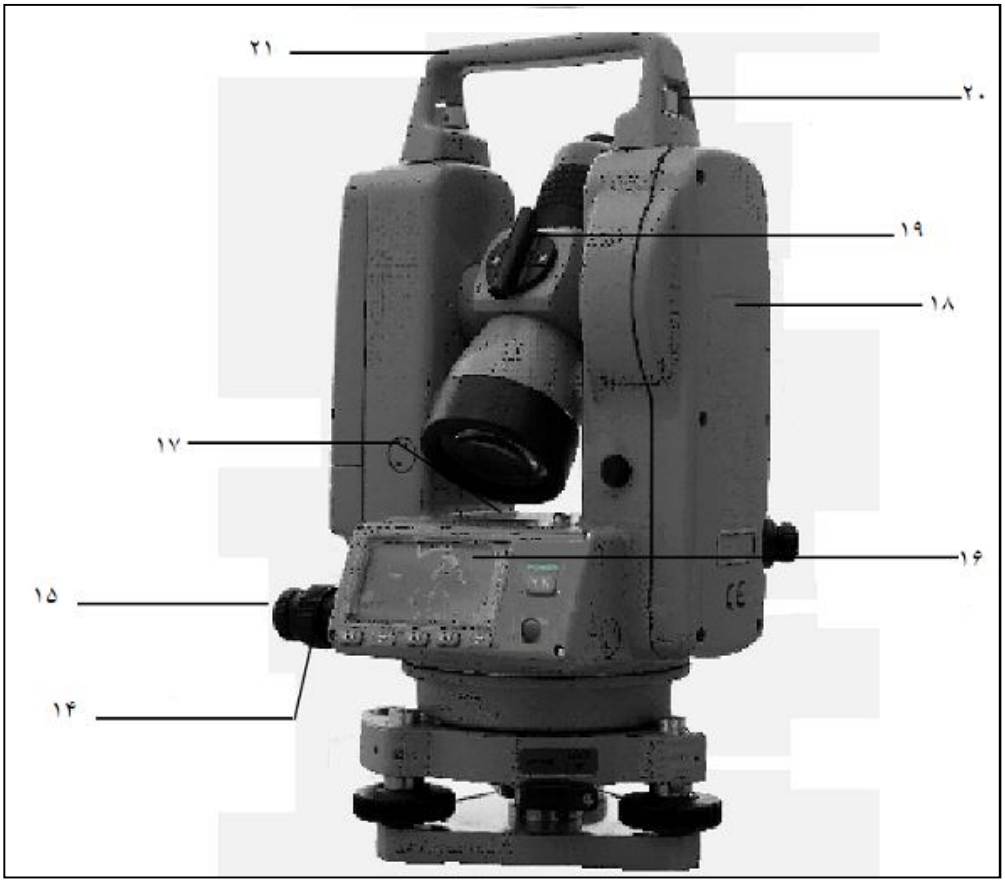
توانایی و کارایی این سیستم‌ها در کاهش خطاو اشتباه‌ها و کاستن دخالت انسان در جمع آوری و انتقال اطلاعات صحرایی و بهره‌برداری کامل از سیستم در مراحل مختلف کار، باعث فراگیر شدن آن در سطح جامعه گردیده است.

اجزاء تئودولیت دیجیتالی:



اجزاء تئودولیت دیجیتالی

۱) بیس
۲) پیچهای تراز
۳) تراز کروی
۴) صفحه کلید
۵) صفحه نمایش
۶) شاقول اپتیکی
۷) پیچ ایجاد سانتراژ
۸) عدسی شیئی
۹) پیچ حرکت بطئی قائم
۱۰) قفل حرکت قائم
۱۱) پیچ فوکوس
۱۲) چشمی فوکوس کردن تارهای
۱۳) ضامن جداسازی



اجزاء تئودولیت دیجیتالی

۱۴) قفل حرکت افقی

۱۵) پیچ حرکت بطئی افقی

۱۶) صفحه نمایش طرف دوم

۱۷) تراز استوانه ای

۱۸) مرکز دستگاه جهت اندازه گیری ارتفاع دستگاه از سطح زمین

۱۹) مگسک قراولروی

۲۰) پیچ اتصال دستگیره به آلیداد

۲۱) دستگیره حمل دوربین

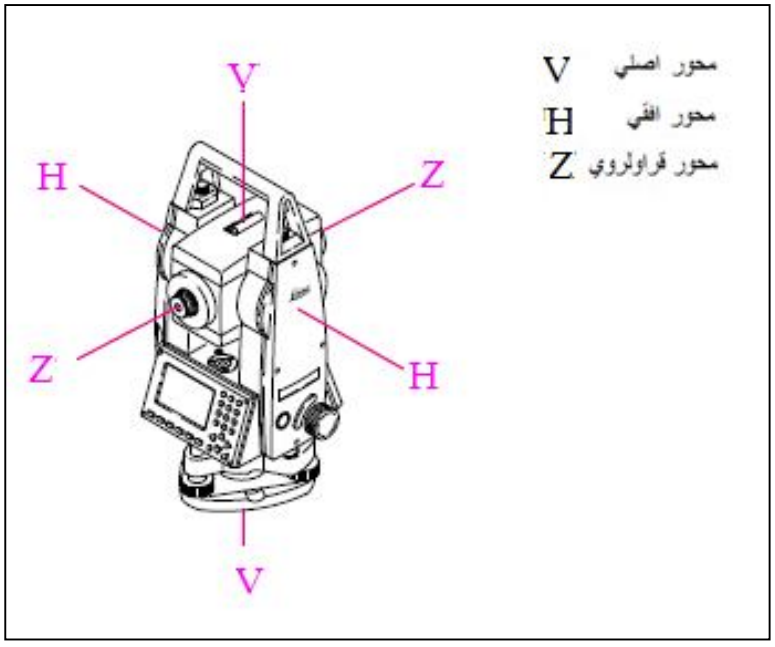
محورهای تئودولیت

هر دستگاه تئودولیت سه محور دارد که عبارتند از:

۱) محور اصلی(محور قائم) – خط فرضی است که آلیداد حول آن می‌چرخد. در صورتی که دستگاه درست تنظیم شده باشد این محور از مرکز لمب افقی می‌گذرد و در این نقطه براین لمب عمود است.(محور V)

۲) محور افقی(محور ثانوی) – محوری است که تلسکوپ حول آن می‌چرخد و در شرایط مطلوب از مرکز لمب قائم می‌گذرد و در این نقطه بر این لمب عمود است.(محور H)

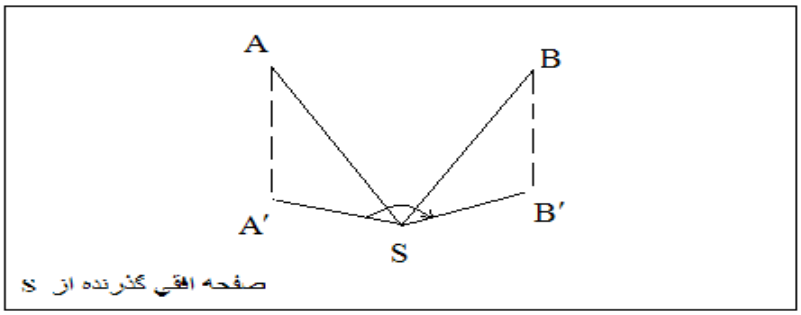
۳) محور قراولروی(محور نوری دوربین) – خطی که ازمرکز عدسی شیئی و چشمی و محل تلاقی تارهای رتیکول می‌گذرد و به آن محور دیدگانی نیز گفته می‌شود.(محور Z)



محورهای تئودولیت

تعریف زاویه افقی:

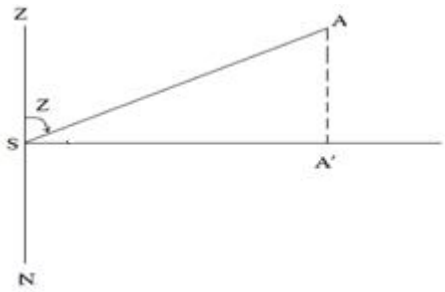
زاویه افقی $A\hat{S}B$ بر حسب تعریف، زاویه بین امتدادهای SA' و SB' است که از تصاویر امتدادهای SA و SB بر صفحه افقی گذرنده از S حاصل می‌شود، مبدأ این زاویه SA' و در جهت عقربه‌های ساعت (ساعتگرد) تعریف می‌شود. (شکل۱).

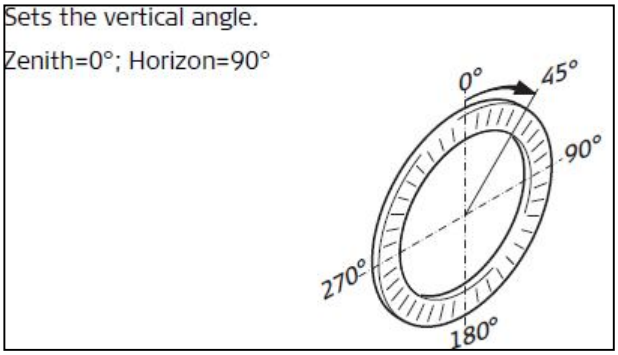


شکل۱

تعریف زاویه قائم :

زاویه بین خط SZ (راستای سمت الرأسS) و امتداد مفروض SA را زاویه قائم یا سمت الرأسی می‌گویند.مبدأ این زاویه امتداد SZ و جهت آن جهت ساعتگرد است.



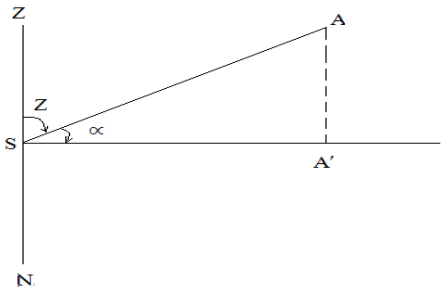


تعریف زاویه شیب :

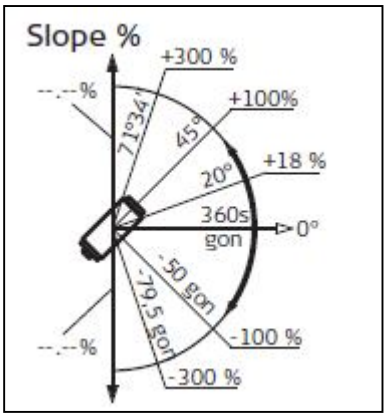
متمم زاویه قائم یعنی $A\hat{S}A'$ که زاویه بین SA و تصویرش بر صفحه افق است را زاویه شیب یا زاویه ارتفاعی گویند. زاویه شیب در دو جهت مثبت و منفی تغییر می‌کند.(شکل۲). در این صورت اگر Z و $\propto$ به ترتیب زاویه قائم و زاویه شیب امتداد SA باشد بین این دو زاویه رابطه زیر برقرار است.

$Z+\propto= 90^{\circ}$

$Z+\propto= 100^{g}$



شکل ۲



اصول اندازه گیری زاویه افقی با تئودولیت

برای اندازه گیری یک زاویه افقی مراحل کار به ترتیب عبارتند از:

۱- استقرار دستگاه تئودولیت

۲- نشانه روی به نقاط مورد نظر

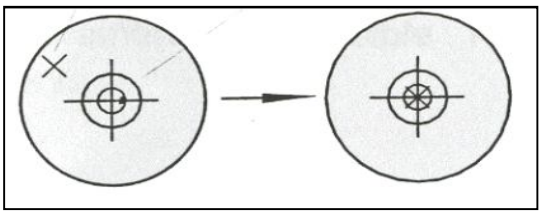
۳- قرائت لمب افقی در هر نشانه روی

استقرار دستگاه تئودولیت

مقصود از استقرار تئودولیت، مستقر ساختن تئودولیت بر روی سه پایه به نحوی است که اولاً محور اصلی دستگاه از نقطه استقرار(علامت دستگاه) بگذرد و ثانیاً امتداد آن در راستای قائم (شاغول) باشد. در این صورت عمل استقرار شامل دو مرحله است یکی ایستگاه گذاری یا سانتراژ[2] و دیگری تراز کردن [3].

ایستگاه گذاری یا سانتراژ:

۱) پیچ‌های سه پایه را باز کرده و ارتفاع آن را به اندازه قدمان تنظیم می‌کنیم و سه پایه را روی نقطه مورد نظردر حالت نسبتا تراز قرار می‌دهیم .
۲) تئودولیت را از جعبه حمل خارج کرده و روی سه پایه محکم می‌کنیم.
۳) یکی از پایه‌های سه پایه را بر روی زمین محکم می‌کنیم و با دو دست دو پایه دیگر را کمی از روی زمین بلند کرده و همزمان با شاغول اپتیکی به نقطه استقرار نگاه می‌کنیم. دو پایه را جابجا می‌کنیم تا تارهای رتیکول شاغول بر روی نقطه قرار بگیرد. بعد از اینکار دو پایه را بر روی زمین قرار داده و با استفاده از پیچ‌های تراز دستگاه، شاقول اپتیکی را دقیقا روی نقطه می‌اندازیم .



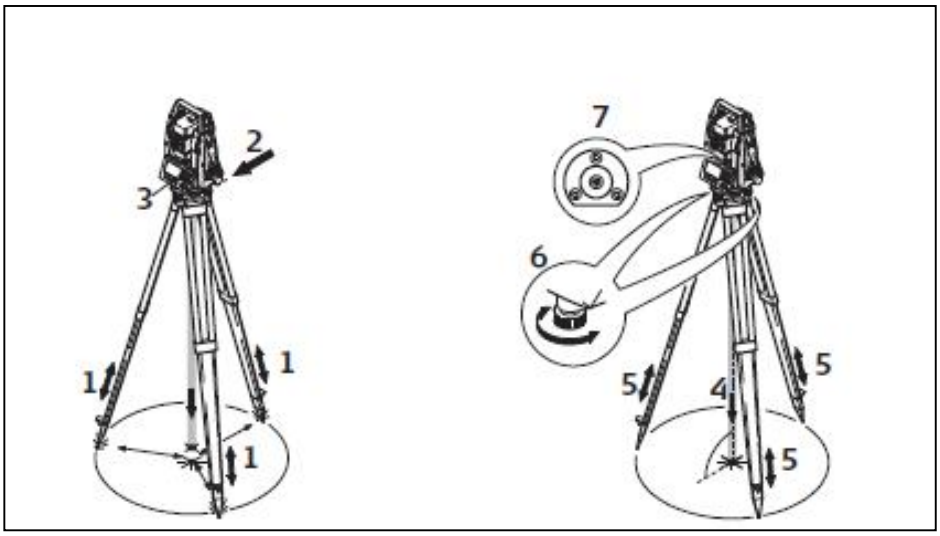
سانتراژ کردن

تراز کردن :

۱) برای تراز کردن تئو دولیت ارتفاع پایه‌های سه پایه را تغییر می‌دهیم تا تراز اولیه ایجاد شود.
۲) با استفاده از پیچ‌های تراز، دستگاه را به صورت دقیق تراز می‌کنیم.

[2] Centring
[3] Leveling up

۳) در صورت جابجایی جزئی امتداد شاغول لیزری از روی نقطه، می‌توان با شل کردن پیچ اتصال تریبراک بر روی سه پایه و لغزاندن دوربین روی آن دستگاه را سانتراژ کرد. لازم است دوباره تراز را کنترل نمود.



مراحل استقرار دوربین

توجه: در استقرارهای روی سرازیری، یک پایه بایستی رو به سربالایی باشد و دو پایه دیگر در سمت سرازیری قرار داشته باشند.

نشانه روی[۴]

پس از استقرار تئودولیت، صفحه رتیکول را به کمک پیچ تنظیم تار رتیکول واضح و روشن می‌کنیم سپس پیچ حرکت تند آلیداد و تلسکوپ را باز نموده و از مگسک دوربین به ژالونی که روی نقاط مورد نظرقرار داده شده نشانه روی می‌کنیم بعد ازدیدن ژالون مورد نظر پیچ حرکت تند دوربین را بسته وبا پیچ حرکت بطئی(کند)، محل برخورد تارهای رتیکول را به وسط ژالون یا نقطه مورد نظر می‌بریم.

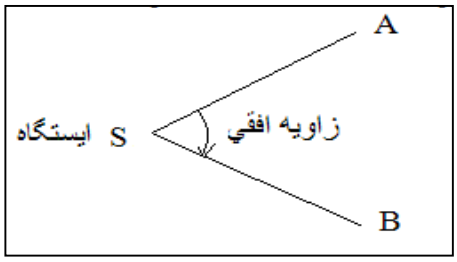
[4] Sighting

قرائت[5] زاویه افقی

پس ازایستگاه گذاری در نقطه S، روی نقاط A و B به ترتیب نشانه روی کرده ولمب افقی را در هر نشانه روی قرائت کرده و از کم می‌کنیم.

- زاویه افقی به طور قراردادی در جهت ساعتگرد در نظر گرفته می‌شود و از طرفی درجه بندی لمب افقی نیز در جهت ساعتگرد می‌باشد.

$$A\hat{S}B = R_B - R_A$$



توجه: چنانکه $R_A > R_B$ باشد زاویه بدست آمده منفی می‌شود که در اینصورت باید مقدار زاویه بدست آوده را به اضافه ۳۶۰درجه (یا ۴۰۰گراد) کنیم.

مثال – در اندازه گیری زاویه $A\hat{S}B$ قرائت لمب افقی روی نقاط A و B به صورت زیر است اندازه این زاویه را حساب کنید.

ایستگاه	نقاط	قرائت لمب افقی بر حسب درجه
S	A	$124^\circ\ 36'\ 35''$
	B	$322^\circ\ 14'\ 30''$

$$A\hat{S}B = R_B - R_A = (322^\circ\ 14'\ 30'' - 124^\circ\ 36'\ 35'') = 197^\circ\ 37'\ 55''$$

[5] Reading

روشهای تعیین زاویه افقی

برای جلوگیری از اشتباهات احتمالی و همچنین برای کاهش خطاهای دستگاهی و انسانی در اندازه گیری زاویه افقی روشهای مختلفی برای اندازه گیری زاویه به کار برده می‌شود که عبارتند از:

۱) روش کوپل یا قرائت مضاعف
۲) روش دور افق
۳) روش تکرار
۴) روش تجدید

روش کوپل یا قرائت مضاعف[6]

این روش یکی از روشهای متداول در نقشه‌برداری می‌باشد. در این روش زاویه به دو حالت دایره به چپ[7] و دایره به راست[8] قرائت می‌شود. در این روش خطاهایی مانند خطای کلیماسیون و خطای خارج از مرکزیت لمب افقی به طور عملی حذف می گردد.

الف- حالتی که موقع قرائت زاویه، لمب قائم در طرف چپ نقشه‌بردار باشد این حالت را دایره به چپ گویند.

ب - حالتی که موقع قرائت زاویه، لمب قائم در طرف راست نقشه‌بردار باشد این حالت را دایره به به راست گویند.

برای اینکه نشانه روی از حالت دایره به چپ به حالت دایره به راست تبدیل شود باید تلسکوپ رابه اندازه ۱۸۰درجه (یا۲۰۰ گراد) چرخانده و پس از آن آلیداد را نیزحول محور اصلی ۱۸۰ درجه (یا ۲۰۰ گراد) بچرخانیم. قرائت دایره به چپ و دایره به راست به اندازه ۱۸۰ درجه (یا۲۰۰ گراد) باهم تفاوت دارند.

برای بدست آوردن زاویه $\propto = A\hat{S}B$ دوربین را در نقطه S مستقر کرده و در حالت دایره به چپ به امتداد نقطه A و B به ترتیب قراولروی کرده و مشاهدات لازم (FL_A :دایره به چپ امتداد A و FL_B :دایره به چپ امتداد B) را انجام می‌دهیم سپس دوربین را ۱۸۰ درجه چرخانده تا تئودولیت در حالت دایره به راست قرار گیرد در این حالت نیز به نقطه B و نقطه A به ترتیب قراولروی کرده و مشاهدات لازم (FR_A :دایره به راست امتداد A و FR_B :دایره به راست امتداد B) را انجام می‌دهیم که به این روش خواندن زاویه، یک کوپل گویند.

[6] Double face
[7] Face Left
[8] Face Right

اگر قرائت لمب افقی را در حالت دایره به چپ FL و در حالت دایره به راست FR بنامیم داریم:

$$FR=FL \pm 180^{\circ}$$
$$FR=FL \pm 200^{g}$$

بنابراین میانگین دو قرائت با استفاده از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$R_A = \frac{FL+(FR\pm 180^{\circ})}{2}$$
$$R_A = \frac{FL+(FR\pm 200^{g})}{2}$$

وقتی $FR > 180^{\circ}$ ($FR > 200^{g}$) باشد علامت -180° (-200^{g})را و وقتیکه $FR < 180^{\circ}$ ($FR < 200^{g}$)باشد علامت $+180^{\circ}$ ($+200^{g}$) را در رابطه بالا وارد می‌کنیم.

مثال – در یک اندازه گیری زاویه به روش کوپل قرائت لمب افقی به صورت زیر است اندازه زاویه $A\hat{S}B$ را بدست بیاورید.

ایستگاه	نقاط نشانه روی	در حالت دایره به چپ	در حالت دایره به راست
S	A	$154^{\circ}\ 37'\ 45''$	$334^{\circ}\ 37'\ 50''$
	B	$247^{\circ}\ 33'\ 30''$	$67^{\circ}\ 33'\ 40''$

$$R_A = \frac{154^{\circ}\ 37'\ 45''+(334^{\circ}\ 37'\ 50''-180^{\circ})}{2} = 154^{\circ}\ 37'\ 47.5''$$

$$R_B = \frac{247^{\circ}\ 33'\ 30''+(67^{\circ}\ 33'\ 40''+180^{\circ})}{2} = 247^{\circ}\ 33'\ 35''$$

$$A\hat{S}B = R_B - R_A = 247^{\circ}\ 33'\ 35'' - 154^{\circ}\ 37'\ 47.5'' = 92^{\circ}\ 55'\ 47.5''$$

خطای بست زاویه ای

مقدار خطای بست زاویه ای برابر است با:

$$e_{\propto} = \sum_{i=1}^{i=n} \propto_i - (n-2) \times 180^{\circ}$$

$(n-2) \times 180^{\circ}$: مجموع زوایای داخلی n ضلعی بسته

$\sum_{i=1}^{i=n} \propto_i$: مجموع زوایای داخلی اندازه گیری شده

$e_{\propto}$: خطای بست زاویه ای

n : تعداد رئوس پیمایش

حداکثرخطای بست مجاز زاویه ای

حداکثرخطای بست مجاز زاویه ای از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$e_{Max} = \pm 2.5 d_{\propto} . \sqrt{\frac{n}{m}}$$

n : تعداد زوایای اندازه گیری شده

m : تعداد دفعات اندازه گیری شده

$d_{\propto}$: دقت زاویه ای دستگاه تئودولیت

اگر $|e_{\propto}| \leq e_{Max}$ باشد مقدار تصحیح برای هر زاویه از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{-e_{\propto}}{n}$$

$e_{\propto}$: خطای بست زاویه

n : تعداد زوایای اندازه گیری شده

ε_{α} : مقدار تصحیح برای هر زاویه

مثال – مثلثی را که هر زاویه آن دو کوپل قرائت شده در جدول زیر آورده شده است. زوایای سرشکن شده این مثلث را محاسبه کنید؟

زاویه نهایی	یک کوپل	متوسط قرائت چپ و راست	قرائت لمب افقی	حالت دستگاه	نقطه قراولروی	ایستگاه استقرار
56 28 35	56 28 36.5	359 59 52.5	00 00 00	دایره به چپ	A	S
			179 59 45	دایره به راست		
		56 28 29	56 28 27	دایره به چپ	B	
			236 28 31	دایره به راست		
	56 28 33.5	00 00 10.5	00 00 00	دایره به چپ	A	S
			180 00 21	دایره به راست		
		56 28 44	56 28 36	دایره به چپ	B	
			236 28 52	دایره به راست		
82 7 26	82 07 18	359 59 45.5	00 00 00	دایره به چپ	B	A
			179 59 31	دایره به راست		
		82 07 03.5	82 07 04	دایره به چپ	S	
			262 07 03	دایره به راست		
	82 07 34	00 00 08	00 00 00	دایره به چپ	B	A
			180 00 16	دایره به راست		
		82 07 42	82 07 40	دایره به چپ	S	
			262 07 44	دایره به راست		
41 24 37	41 24 34.5	359 59 54.5	00 00 00	دایره به چپ	S	B
			179 59 49	دایره به راست		
		41 24 29	41 24 23	دایره به چپ	A	
			221 24 35	دایره به راست		
	41 24 39	00 00 02.5	00 00 00	دایره به چپ	S	B
			180 00 05	دایره به راست		
		41 24 41.5	41 24 46	دایره به چپ	A	
			221 24 37	دایره به راست		

زاویه $\hat{ASB}$ در کوپل اول:

$$R_A = \frac{FL+(FR\pm180^\circ)}{2} = \frac{0^\circ+(179^\circ\ 56'\ 45''-180^\circ)}{2} = 359^\circ\ 56'\ 52.5''$$

$$R_B = \frac{FL+(FR\pm180^\circ)}{2} = \frac{56^\circ\ 28'\ 27''+(236^\circ\ 28'\ 31''-180^\circ)}{2} = 56^\circ\ 28'\ 29''$$

$$\hat{ASB} = R_B - R_A = 56^\circ\ 28'\ 29'' - 359^\circ\ 56'\ 52.5'' = 56^\circ\ 28'\ 36.5''$$

زاویه $\hat{ASB}$ در کوپل دوم به همین صورت بدست می‌آید:

$$\hat{ASB} = 56^\circ\ 28'\ 33.5''$$

زاویه نهایی هررأس برابر میانگین زاوایا ی هر رأس دردو کوپل است.

$$\hat{S} = \frac{56^\circ\ 28'\ 36.5''+56^\circ\ 28'\ 33.5''}{2} = 56^\circ\ 28'\ 35''$$

$$\hat{A} = \frac{82^\circ\ 07'\ 18''+82^\circ\ 07'\ 34''}{2} = 82^\circ\ 07'\ 26''$$

$$\hat{B} = \frac{41^\circ\ 24'\ 34.5''+41^\circ\ 24'\ 39''}{2} = 41^\circ\ 24'\ 37''$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} \propto_i = \hat{S} + \hat{A} + \hat{B} = 180^\circ\ 0'\ 38''$$

مقدار خطای بست زاویه ای برابر است با:

$$e_\propto = \sum_{i=1}^{i=n} \propto_i - (n-2)\times 180^\circ = 180^\circ\ 0'\ 38'' - 180^\circ = 0^\circ\ 0'\ 38''$$

$$e_{Max} = \pm 2.5 d_\propto . \sqrt{\frac{n}{m}} == \pm 2.5 \times 20'' \times \sqrt{\frac{3}{2}} = 61''$$

$|e_\propto| \le e_{Max}$ می‌باشد مقدار تصحیح برای هر زاویه از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{-e_\propto}{n} = \frac{-38''}{3} = -12.66'' \cong -13''$$

زوایای تصحیح شده برابر است با:

$$\hat{S} = 56^\circ\ 28'\ 35'' - 13'' = 56^\circ\ 28'\ 22''$$

$$\hat{A} = 82^\circ\ 07'\ 26'' - 13'' = 82^\circ\ 07'\ 13''$$

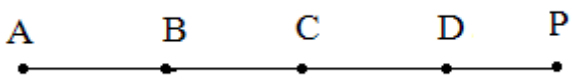
$$\hat{B} = 41^\circ\ 24'\ 37'' - 12'' = 41^\circ\ 24'\ 25''$$

عملیات امتدادگذاری یک خط صاف با دستگاه تئودولیت

در صورتیکه امتدادگذاری یک خط راست مانندAB تا نقطه P (که هنوز روی زمین تعریف نشده) مورد نظر باشد و با فرض اینکه نقطه P فراتر از حدود فاصله نشانه‌روی بوده یا به عبارت دیگر از A و B معلوم نباشد، خط با ایجاد تعدادی از ایستگاه‌های C و D و... که تئودولیت در آنها مستقر می‌شود امتداد می‌یابد. برای این منظور دو روش وجود دارد که روش دوم قابل اعتماد تر بوده و کاربرد آن توصیه می‌گردد.

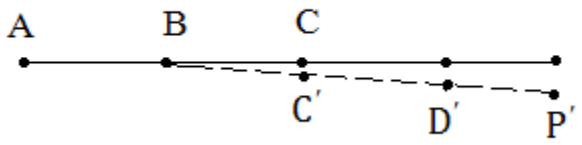
روش اول

تئودولیت را در نقطه B مستقر کرده و به سمت نقطه A نشانه‌روی کنید در حالیکه پیچ حرکت افقی را قفل کردید تلسکوپ را معکوس کرده(حول محور افقی چرخانده) و یک نقطه مانند C بر روی امتداد مورد نظرایجاد کنید در صورتیکه محور قراولروی بر محور افقی عمود باشد هنگام چرخیدن تلسکوپ یک صفحه عمودی ایجاد خواهد شد و نقطه C روی امتداد AB قرار خواهد گرفت.سپس تئودولیت را در نقطه C مستقر کرده و به سمت نقطه B قراولری کنید و نقطه D را مشابه روش قبلی پیاده کنید این روند تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که نقطه P ایجاد گردد.



در صورتیکه محور قراولروی دوربین بر محور افقی آن عمود نباشد در این صورت هنگام چرخیدن تلسکوپ، خط قراولروی بخشی از یک مخروط را ایجاد می‌کند که رأس آن در مرکز دستگاه و دو مورد از اجزا اصلی

آن AB و BC' خواهد بود و نقطه ایجاد شده (C') بر روی امتداد AB قرار نخواهد گرفت. لذا اگر خط با روش ذکر شده امتداد یابد نقاط تعیین شده بر روی یک خط راست قرار نخواهد گرفت.

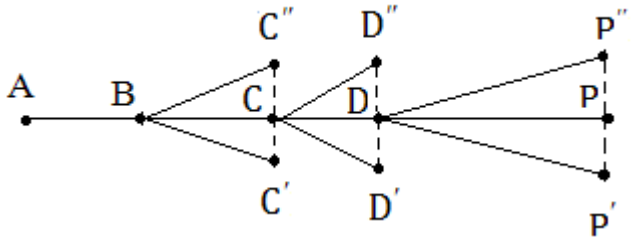


امتدادگذاری یک خط

در صورتی که میزان بالاتری از دقت مورد نظر باشد روش اول توصیه نمی‌گردد.

روش دوم

این روش با عنوان متمرکز سازی مضاعف شناخته می‌شود. در این روش ابتدا تئودولیت را در نقطه B مستقر کرده و در حالتیکه تلسکوپ در حالت مستقیم قرار دارد به سمت نقطه A قراولروی می‌کنیم بعد تلسکوپ را معکوس کرده و یک نقطه(C') بر روی خط تعیین می‌گردد. سپس تئودولیت را حول محور قائم چرخانده و این‌بار با تلسکوپ معکوس به سمت نقطه A نشانه‌روی می‌کنیم بعد تلسکوپ را معکوس کرده و یک نقطه کنار نقطه C' تعیین می‌شود که این دو نقطه(C''وC') به یک اندزه از امتداد افقی AB قرا دارند که در این صورت نقطه میانی دو نقطه C''وC' (نقطهC) که بر روی امتداد افقیAB قرار دارد تعیین می‌گردد. به همین ترتیب نقطه D با استقرار تئودولیت در C و نشانه‌روی مضاعف به سمت B و ایجاد نقاط D'' و D' بدست می‌آید. این روند تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که طول مورد نظر پیاده گردد.



نشانه‌روی مضاعف به منظور امتدادگذاری یک خط

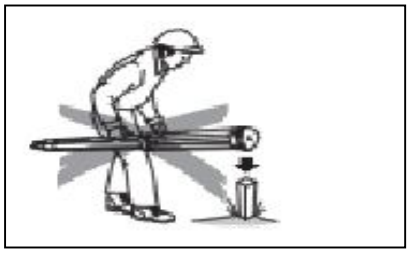
٦-٢- نکات مهم و ایمنی در مورد استفاده صحیح از تجهیزات نقشه‌برداری

۱۰) در حین فرو کردن پایه های سه پایه در زمین توجه شود که نیروهای وارده در راستای قائم و به سمت پایین باشد.

حالت صحیح

حالت اشتباه

۱۱) از سه پایه برای ضربه زدن به میخ های نقشه‌برداری یا کارهای دیگر استفاده نشود.

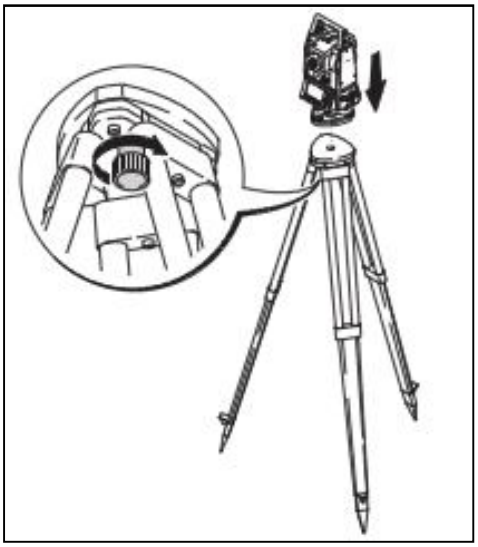


حالت اشتباه

۱۲) دوربین را به آرامی جابجا کنید زیرا تکان های وارده، به دستگاه آسیب می‌رساند.

۱۳) هرگز تئودولیت یا توتال استیشن نصب شده روی سه پایه را میان ایستگاه‌ها حمل نکنیدزیرا این امر منجر به بروز اختلال در مراکز دستگاه خواهد شد.

۱۴) تا از بسته شدن کامل پیچ استقراردوربین بر روی سه پایه اطمینان حاصل نکرده اید دوربین را رها نکنید.



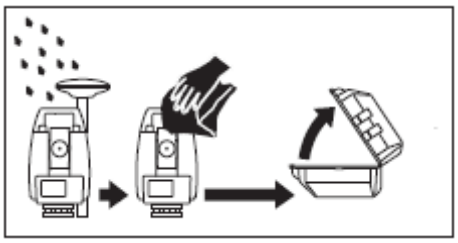
۱۵) هنگام بستن پیچهای گیره (پیچ‌های تنظیم و پیچ‌های تراز)، آنها راتا میزان معینی بچرخانید بیش از حد محکم کردن انها موجب از بین رفتن شیارهای پیچ و در نتیجه هرز شدن آن می‌گردد. لذا تنظیم انجام شده قابل اعتماد نخواهد بود.

۱۶) در زمانی که آلیداد قفل است می باشد، از چرخاندن آن خودداری نمایید.

۱۷) در هنگام نهادن یا برداشتن دوربین از روی سه پایه باید همواره با یک دست دوربین را محکم نگه داشت و با دست دیگر پیچ تریبراک سه پایه را باز یا بسته نمود.

۱۸) هنگام قرار دادن دوربین در جعبه حمل دستگاه دقت شود که دستگاه به طور صحیح در جای مخصوص خود قرار بگیرد.

۱۹) هنگام بارش باران دستگاه را با کاور مخصوص خود بپوشانید.



۲۰) هرگز با دوربین نقشه‌برداری به سمت خورشید نشانه روی نکنید، که اینکار باعث کوری چشم خواهد شد.

٦-۳- تجهیزات مورد نیاز

۱) تئودولیت ، یک دستگاه

۲) سه پایه ، یک عدد

۳) ژالون ، دو عدد

۴) تراز نبشی ، دو عدد

٦-٤- دستور کار عملی

نقاط رئوس مثلث را روی زمین ایجاد کرده سپس بر روی هر سه رأس مثلث، تئوولیت را مستقر کرده وهریک از زاوایا را دو کوپل قرائت کنید و مقدار زاویه نهایی هر رأس را محاسبه نمایید. بعد مقدار خطای بست زاویه ای را محاسبه کرده ومقدار زویه تصحیح شده را بدست آورید.

۷-۵- فرم زاویه یابی

برگه قرائت زوایای افقی　　تاریخ :　　نوع دستگاه :

نام مؤسسه :　　عامل :　　شماره دستگاه :

نام منطقه :　　نویسنده :　　وضعیت آب و هوا:

زاویه نهایی	یک کوپل	متوسط قرائت چپ و راست	قرائت لمب افقی	حالت دستگاه	نقطه قراولروی	ایستگاه استقرار

۷- فصل هفتم

فاصله یابی و ترازیابی به روش

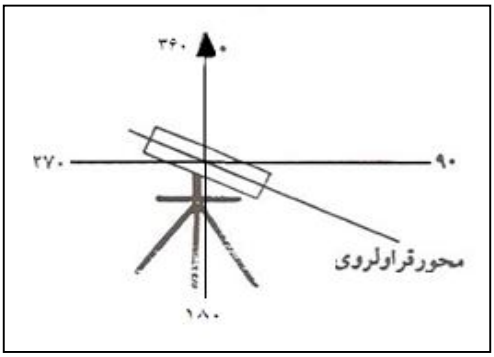
استادیمتری با استفاده از دوربین تئودولیت

۷-۱- تئوری مطالب مورد نظر

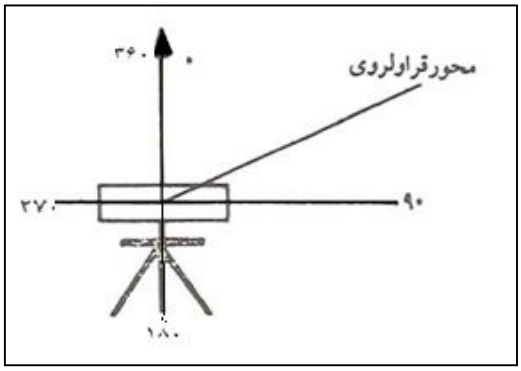
اندازه گیری زاویه قائم

برای اندازه گیری زاویه قائم از دستگاه زاویه یاب و لمب قائم آن استفاده می‌شود.آنچه که روی لمب قائم خوانده می‌شود زاویه قائم است.

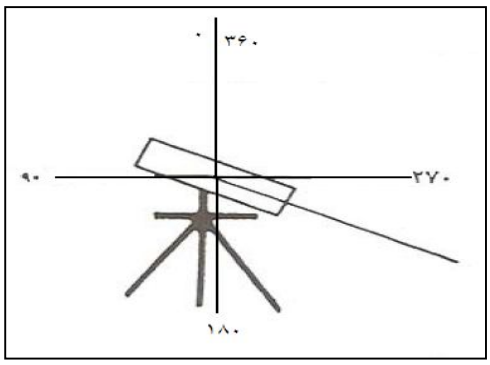
- اگر تلسکوب دستگاه (یا محور قراولروی) در وضعیت افقی باشد روی لمب قائم ۹۰ درجه یا ۱۰۰ گراد قرائت می‌شود.
- اگر تلسوپ دستگاه (یا محور قراولروی) در وضعیت سر بالا باشد زا ویه قائم قرائت شده کمتر از ۹۰درجه یا ۱۰۰ گراد است.
- اگر تلسکوپ دستگاه (یا محور قراولروی) در وضعیت سرازیر باشد زا ویه قائم قرائت شده بیشتر از ۹۰درجه یا ۱۰۰ گراد است.



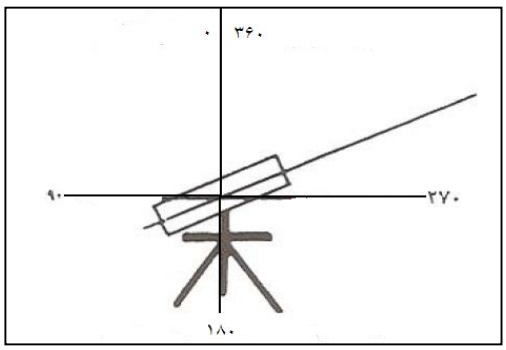
زا ویه قائم بیشتر از ۹۰درجه (حالت دایره به چپ)



زا ویه قائم کمتر از ۹۰درجه(حالت دایره به چپ)



زا ویه قائم کمتر از ۲۷۰درجه (حالت دایره به راست)



زا ویه قائم بیشتر از ۲۷۰درجه(حالت دایره به راست)

در حالت دایره به چپ:

$$\begin{cases} V = 0^{\circ} \rightarrow 180^{\circ} \\ \propto = 90^{\circ} - V \end{cases}$$

$$\begin{cases} V = 0^{g} \rightarrow 200^{g} \\ \propto = 100^{g} - V \end{cases}$$

در حالت دایره به راست:

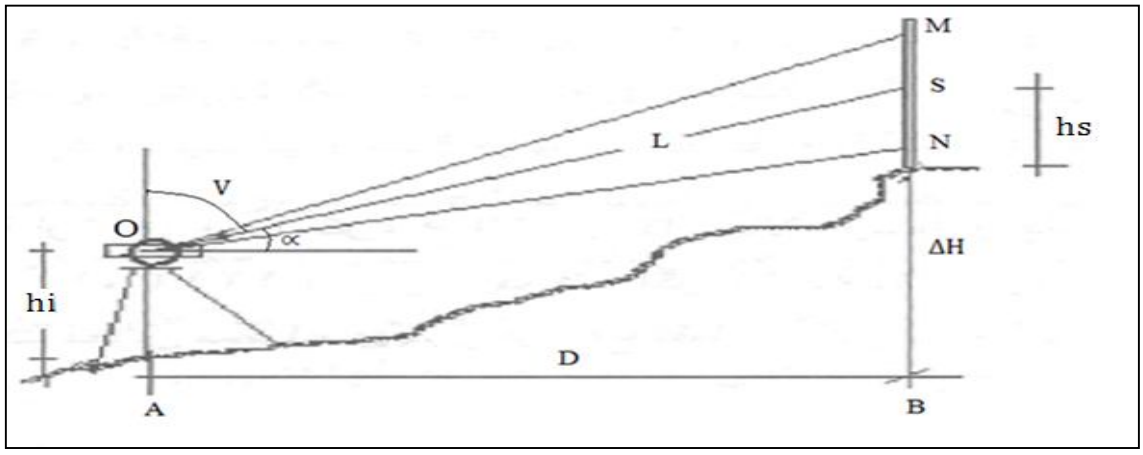
$$\begin{cases} V = 180^{\circ} \rightarrow 360^{\circ} \\ \propto = V - 270^{\circ} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V = 200^{g} \rightarrow 400^{g} \\ \propto = V - 300^{g} \end{cases}$$

روش تاکئومتری (استادیمتری)

به عملیات مربوط به اندازه گیری همزمان فاصله افقی و اختلاف رتفاع توسط تئودولیت و شاخص را تاکئومتری گویند.

برای فاصله یابی و ترازیابی به روش استادیمتری ابتدا شاخص را به صورت قائم در نقطه مورد نظر قرار داده وسپس تارهای استادیمتری و لمب قائم را جهت محاسبه فاصله افقی و اختلاف ارتفاع بین نقطه مرجع و نقطه مورد نظر قرائت می کنیم



شکل ۱

$$l = M - N$$

$$D = kl.\cos^2 \propto$$

$$\Delta H = kl.\cos \propto .\sin \propto + hi - hs \quad \text{یا} \quad \Delta H = \frac{1}{2} kl.\sin 2 \propto + hi - hs$$

که در رابطه بالا M و N به ترتیب تار بالا و تارپایین، D فاصله افقی بین دو نقطه A وB، ΔH اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A وB است و K ضریب استادیمتری ، $\propto$ زاویه شیب خط قراولروی OS ، hi ارتفاع دستگاه تئودولیت و hs قرائت تار وسط می‌باشد.

- در بسیاری از دستگاههای نقشه‌برداری ضریب K برابر ۱۰۰ می‌باشد.
- برای سهولت در محاسبه اختلاف ارتفاع درعمل سعی می‌شود که قرائت تار وسط با ارتفاع دوربین برابر شود یعنی $hi = hs$، در این صورت اختلاف ارتفاع بین دو نقطه برابر می‌شود با:

$$\Delta H = \frac{1}{2} kl.\sin 2 \propto$$

کاربرد تاکئومتری

کاربردهای تاکئومتری شامل انجام پیمایش و ترازیابی برای نقشه‌برداری توپوگرافی و برداشت جزئیات در نقشه‌برداری توپوگرافی می‌باشد.

مثال – از ایستگاه A با ارتفاع ۱۰۰ متر، قرائتهای تار پایین ۱۱۶۳ میلیمتر، تار وسط ۲۳۱۸ میلیمتر و تار بالا ۳۴۷۵ میلیمتر می‌باشد اگر زاویه شیب خط قراولروی ۴- درجه و۳۷دقیقه و ارتفاع دوربین ۱/۵متر باشد، فاصله افقی و اختلاف ارتفاع بین دو ایستگاه Aو B و ارتفاع ایستگاه Bرا تعیین کنید.

$$l = M - N = 3.475 - 1.163 = 2.312 \text{ m}$$

$$D = kl.\cos^2 \propto = (100 \times 2.312) \times \cos^2(-4^\circ و 37') = 229.70 \text{ m}$$

$$\Delta H = kl.\cos \propto .\sin \propto + hi - hs =$$

$$(100 \times 2.312) \times \cos(-4^\circ و 37') \times \sin\left(-4^\circ و 37'\right) + 1.5 - 2.318 = -19.366 \text{ m}$$

$$H_B = H_A + \Delta H = 100 - 19.366 = 80.634 \text{ m}$$

- برای تبدیل واحدهای مختلف زوایا از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$\frac{D}{180} = \frac{G}{200} = \frac{R}{\pi}$$

۷-۲- تجهیزات مورد نیاز

۱) دستگاه تئودولیت ، یک دستگاه

۲) سه پایه ، یک عدد

۳) شاخص ، یک عدد

۴) تراز نبشی ، یک عدد

۵) متر ۵ متری برای اندازه گیری ارتفاع دوربین ، یک عدد

۷-۳- دستور کار عملی

ابتدا حدأقل ۲۰ نقطه در یک امتداد انتخاب کرده و میخ کوبی کنید. بعد شاخص را به صورت قائم در هر یک از نقاط مورد نظر قرار داده و تارهای استادیمتری و لمب قائم را قرائت و تمام مشاهدات را در برگه تاکئومتری ثبت کنید و فاصله افقی و اختلاف ارتفاع و ارتفاع نقاط را محاسبه نمایید. (ارتفاع محلی نقطه A را۱۰۰۰متر در نظر بگیرید.)

۷-٤-فرم تاکئومتری

برگه تاکئومتری

تاریخ:

ایستگاه:

نام موسسه:

عامل:

ارتفاع ایستگاه:

نام منطقه:

نویسنده:

ارتفاع دستگاه:

نوع و شماره دستگاه:

ایستگاه صفر شده:

وضعیت آب و هوا:

فاصله افقی	ارتفاع نقاط	اختلاف ارتفاع		زاویه قائم	زاویه افق	تار پایین	تار وسط	تار بالا	شماره نقطه	شرح نقاط
		-	+							

۸- فصل هشتم

پیمایش

۸-۱- تئوری مطالب مورد نظر

امتدادها و مختصات نقاط

شمال حقیقی[1] (شمال جغرافیایی):

نقاط مفروض A و B واقع بر سطح بیضوی مقایسه را در نظر می‌گیریم. بر حسب تعریف قوس نصف النهاری را که از نقطه A شروع و به قطب شمال منتهی می‌شود امتداد شمال حقیقی نقطه A گویند .

آزیموت حقیقی:

زاویه افقی که بین امتداد شمال حقیقی و مماس بر قوس AB تشکیل می‌شود را آزیموت حقیقی امتداد AB گویند. شروع این زاویه امتداد شمال حقیقی و جهت آن در جهت ساعتگرد می‌باشد.

شمال مغناطیسی[2]:

جهتی را که عقربه قطب‌نما نشان می‌دهد شمل مغناطیسی گویند به عبارت دیگر امتدادی را که نوک جنوبی عقربه مغناطیسی نشان می‌دهد شمال مغناطیسی گویند. شروع این زاویه امتداد شمال مغناطیسی و جهت آن در جهت ساعتگرد می‌باشد.

آزیموت مغناطیسی:

زاویه بین شمال مغناطیسی و امتداد مفروض زمینی را آزیموت مغناطیسی گویند.

شمال شبکه[3]:

جهت مثبت امتداد محور Y مختصات دکارتی را شمال شبکه گویند.

آزیموت شبکه(ژیزمان[4]):

زاویه بین امتداد شمال شبکه و امتداد مفروض در جهت ساعتگرد را آزیموت شبکه یا ژیزمان گویند.

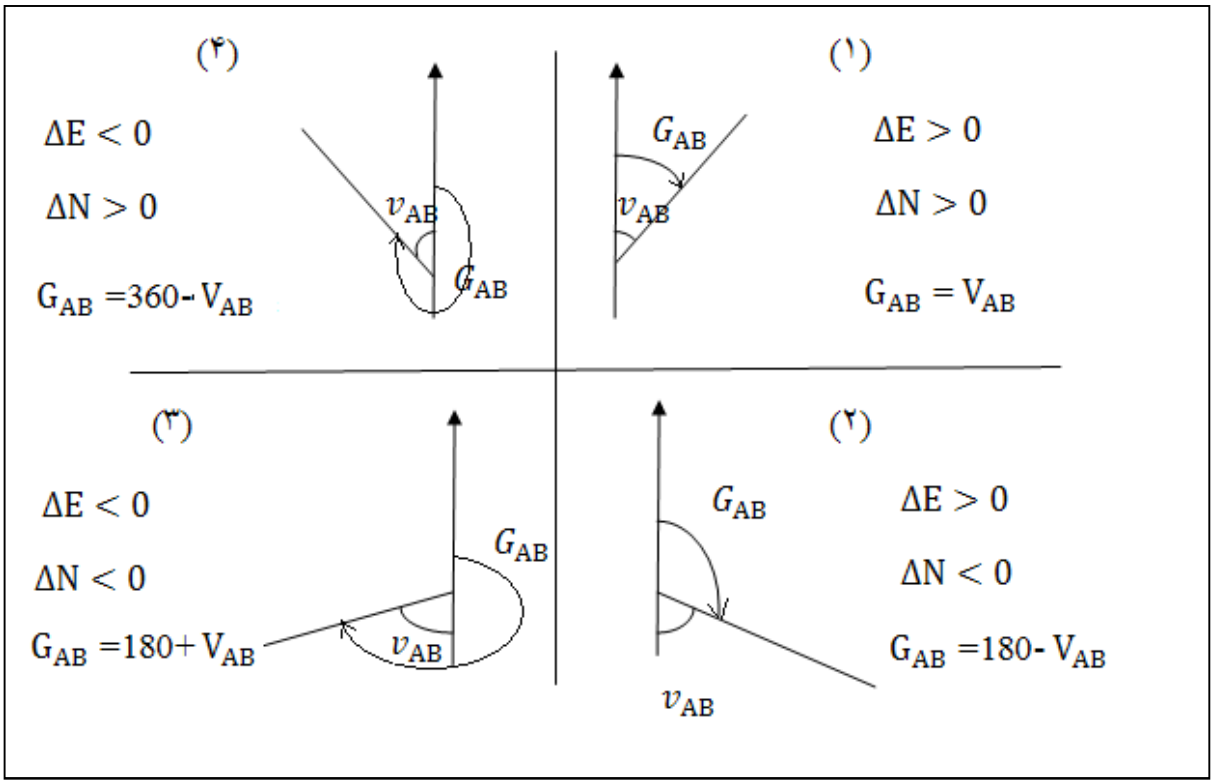
---

[1] True North
[2] Magnetic North
[3] Grid North
[4] Gisement

زاویه حامل[5]:

کوچکترین زاویه ای را که بین امتداد محور مختصات X و Y و امتداد مفروض تشکیل می‌شود در این مورد جهت زاویه در نظر گرفته نمی‌شود.

$$V_{AB} = \tan^{-1}\left|\frac{\Delta E_{AB}}{\Delta N_{AB}}\right|$$



$$G_{BA} = G_{AB} \pm 180°$$

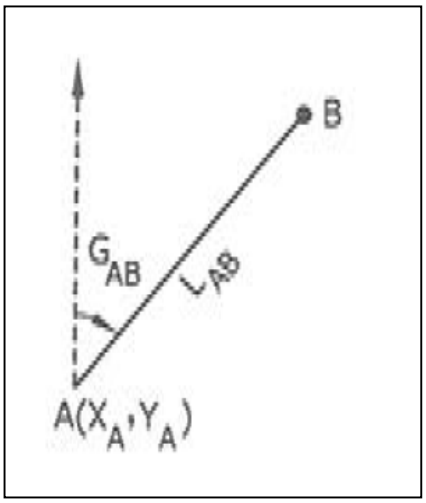
توجه: اگر زوایا بر حسب گراد باشد در روابط بالا به جای $180°$، $200g$ را قرار می‌دهیم.

[5] Vector Angle

به طورکلی بین مختصات دو نقطه‌ی A و B و فاصله و ژیزمان AB روابط زیر برقرار است:

$$X_B = X_A + L_{AB} . Sin\ G_{AB}$$
$$Y_B = Y_A + L_{AB} . Cos\ G_{AB}$$

$$\Delta E_{AB} = L_{AB} .\ Sin\ G_{AB}$$
$$\Delta N_{AB} = L_{AB} .\ Cos\ G_{AB}$$



مثال – ژیزمان و فاصله خط واصل A و B بین دو نقطه A و B به شرح زیر است اگر مختصات نقطه‌ی A معلوم باشد مختصات نقطه B را محاسبه کنید.

$G_{AB} = 214°\ 37'\ 20''$ $\qquad$ $X_A = 13460\ m$

$L_{AB} = 150\ m$ $\qquad$ $Y_A = 25970\ m$

جواب:

$$X_B = X_A + L_{AB} . Sin\ G_{AB} = 13460 + 150\ Sin(214°\ 37'\ 20'') = 13374.775$$
$$Y_B = Y_A + L_{AB} . Cos\ G_{AB} = 25970 + 150\ Cos(214°\ 37'\ 20'') = 25846.562$$

پیمایش

منظوراز پیمایش تعیین موقعیت مسطحاتی مجموعه ای از نقاط یا ایستگاههای متوالی است که با اندازه‌گیریهای طولی و زاویه ای پی‌درپی، مختصاتشان تعیین می‌شود.

هدف اصلی از انجام پیمایش، تثبیت نقاط مشخصی است که به کمک آنها بتوان نقاط تفضیلی را که در مراحل بعدی برداشت می‌شوند به هم ربط داد.

اصول کلی در پیمایش

۱) پیمایش بایستی از یک نقطه‌ی معلوم شروع شود و به نقطه‌ی معلوم دیگری (که می‌تواند همان نقطه اولی باشد) پایان یابد.

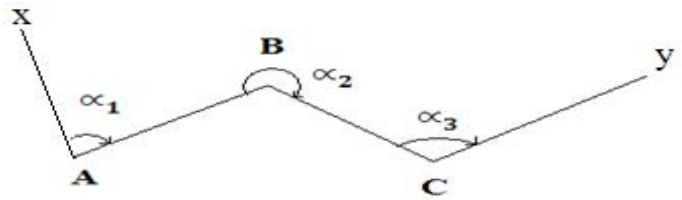
۲) آزیموتها (یا ژیزمانهای) خطوط اول و آخر پیمایش باید معلوم باشد و دقت این عناصر معلوم باید بیش از دقت لازم در جریان پیمایش باشد.

انواع پیمایش

۱) پیمایش باز ۲) پیمایش بسته ۳) پیمایش اتصالی

پیمایش باز

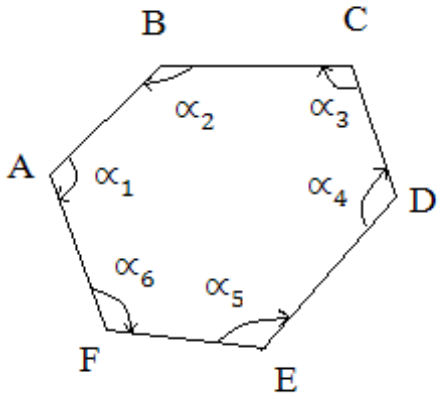
در این نوع پیمایش نقاط شروع و پایان پیمایش دو نقطه مجزا از هم هستند و به نقاط مختصات‌دار متکی نیستند. در این نوع پیمایش برای بررسی دقت و خطای صورت گرفته نمی‌توان کنترلی انجام داد ولی با بکار بردن وسایل اندازه‌گیری دقیق و همچنین تکرار اندازه‌گیریها می‌توان حدالامکان از بوجود آمدن اشتباه جلوگیری کرد.



شکل پیمایش باز

پیمایش بسته

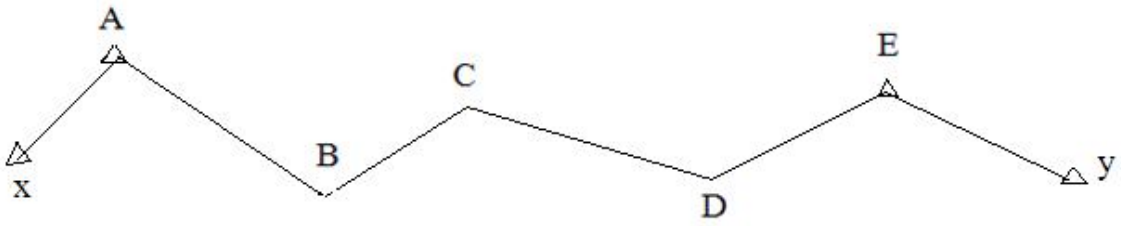
در این نوع پیمایش نقاط شروع و پایان پیمایش بر هم منطبق هستند. این نوع پیمایش قابل کنترل بوده و می‌توان دقت عملیات را بدست آورد.



شکل پیمایش بسته

پیمایش اتصالی

پیمایشی که نقاط شروع وپایان آن بر هم منطبق نباشد و مختصات نقاط ابتدا و انتها و ژیزمان ضلع اول معلوم باشد. یا مختصات دو نقطه ابتدا وانتهای پیمایش معلوم باشد.



شکل پیمایش اتصالی

معادلات شرط در پیمایش

۱) شرط زاویه ای در پیمایش ۲) شرط ضلعی در پیمایش

شرط زاویه ای در پیمایش

۱) شرط زاویه ای در پیمایش بسته

اگر $\propto_1$ و $\propto_2$ و ... به ترتیب زوایای داخلی، β_1 و β_2 و ... به ترتیب زوایای خارجی چند ضلعی بسته‌ی باشد داریم:

$$\sum \propto_i = (n-2) \times 180° \quad \text{یا} \quad 200g$$

$$\sum \beta_i = (n+2) \times 180° \quad \text{یا} \quad 200g$$

در عمل به دلیل وارد شدن خطاهای اندازه گیری، مجموع مقادیر فوق با مقادیر تئوری آنها برابر نمی‌شود و بین این دو مقدار اختلافی وجود دارد که آن را خطای بست زاویه ای می‌نامند.

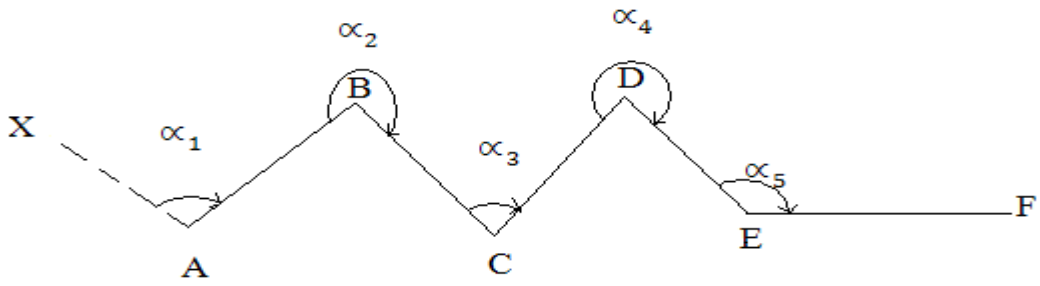
مقدار خطای بست زاویه ای در پیمایش بسته از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$e_{\propto} = \sum \propto_i - (n-2) \times 180° \quad \text{یا} \quad 200g = \sum \beta_i - (n-2) \times 180° \quad \text{یا} \quad 200g$$

که در روابط بالا n تعداداضلاع پیمایش و $e_{\propto}$ خطای بست زاویه‌ای می‌باشد.

۲) شرط زاویه ای در پیمایش اتصالی

اگر ژیزمان ضلع اول (G_{XA}) و ژیزمان ضلع آخر (G_{EF}) معلوم باشد،شرط زاویه ای در این نوع پیمایش به شرح زیر به دست می‌آید:



$$G_{EF} = G_{XA} + \sum \alpha_i + (180^\circ \text{ یا } 200)n$$

مقدار خطای بست زاویه ای در پیمایش بازاز رابطه زیر بدست می‌آید:

$$e_\alpha = G_{XA} + \sum \alpha_i + (180^\circ \text{ یا } 200)n - G_{EF}$$

حداکثر خطای مجاز زاویه ای پیمایش

$$e_{\alpha Max} = 2.5\, d_\alpha \sqrt{\frac{n}{m}}$$

$$e_{\alpha Max} = 2.5\, \varepsilon_\alpha \sqrt{2}\, \sqrt{\frac{n}{m}}$$

در رابطه بالا $e_{\propto Max}$ حدأکثر خطای مجاز زاویه ای ، $d_{\propto}$ دقت زاویه ای دستگاه تئودولیت (بر حسب زاویه)، $\varepsilon_{\propto}$ خطای قرائت لمب افقی یا خطای قرائت هر امتداد (بر حسب زاویه) ، n تعداد اضلاع پیمایش و m تعداد دفعات اندازه گیری هر زاویه یا تعداد کوپل‌ها می‌باشد.

تعدیل خطای بست زاویه ای

اگر خطای بست از حدأکثر مقدار مجاز آن تجاوز نکند می‌توان خطای بست را بین زوایا سرشکنی کرد ولی اگر خطای بست از حدأکثر مقدار مجاز بیشتر باشد باید عملیات اندازه گیری زاویه تکرار و یا به نحوی کنترل گردد.

$$C_{\propto} = -\frac{e_{\propto}}{n}$$

$$\propto' = \propto + C_{\propto}$$

در رابطه بالا n تعداد زوایای اندازه گیری شده، $\propto$ زاویه اندازه گیری شده ،$\propto'$ زاویه تصحیح شده و $C_{\propto}$ مقدار تصحیح هر زاویه (سهم تعدیل هر زاویه) می‌باشد.

شرط ضلعی در پیمایش

۱)شرط ضلعی در پیمایش بسته

معادلات شرط ضلعی در پیمایش بسته به صورت زیر است:

$$\sum \Delta X_i = 0$$

$$\sum \Delta Y_i = 0$$

در عمل به دلیل وارد شدن خطاهای اندازه گیری، مجموع مقادیر فوق برابرصفر نمی‌شود.

مقدار خطای بست ضلعی در پیمایش بسته از رابطه زیر بدست می‌آید:

مقدار خطای بست مولفه X در پیمایش بسته:

$$e_x = \sum \Delta X_i = \sum L_i \,.\, \text{Sin}\ G_i$$

مقدار خطای بست مولفه Y در پیمایش بسته:

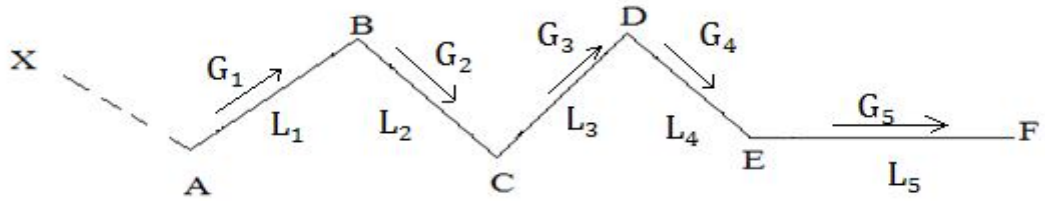
$$e_y = \sum \Delta Y_i = \sum L_i \,.\, \text{Cos}\ G_i$$

مقدار خطای بست موضعی در پیمایش بسته:

$$e_{x,y} = \sqrt{{e_x}^2 + {e_y}^2}$$

۲)شرط ضلعی در پیمایش اتصالی

اگر ژیزمان تعدیل شده امتدادها رابه ترتیب G_1 و G_2 و...وفاصله‌های آنها را به ترتیب L_1 و L_2 و... بنامیم و مختصات نقاط ابتدا (A) وانتها (F) رامعلوم فرض کنیم داریم:



معادلات شرط ضلعی در پیمایش باز به صورت زیر است:

$$\sum \Delta X_i = X_F - X_A$$

$$\sum \Delta Y_i = Y_F - Y_A$$

در عمل به دلیل وارد شدن خطاهای اندازه گیری، این رابطه برقرار نمی‌شود.

مقدار خطای بست ضلعی در پیمایش باز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$e_x = \sum \Delta X_i - (X_F - X_A)$$
$$e_y = \sum \Delta Y_i - (Y_F - Y_A)$$

$$e_{x,y} = \sqrt{{e_x}^2 + {e_y}^2}$$

حدأکثر خطای مجاز بست موضعی ضلعی

حدأکثر خطای مجاز بست موضعی ضلعی در پیمایش بسته

$$e_{Max} = 2.5\, d_{\propto}\, L' \sqrt{\frac{n}{2}}$$

$$L' = \frac{\sqrt{2}}{4} \sum L_i$$

حدأکثر خطای مجاز بست موضعی ضلعی در پیمایش باز

$$e_{Max} = 2.5\, d_{\propto} L \sqrt{\frac{n}{3}}$$

در ررابطه بالا e_{Max} حدأکثر خطای مجاز ضلعی، $d_{\propto}$ دقت زاویه ای دستگاه تئودولیت، L مجموع طولهای پیمایش، L' بزرگترین قطر پیمایش بسته، n تعداد زوایای اندازه گیری شده می‌باشد.

تعدیل خطای بست ضلعی

اگر خطای بست ضلعی از حدأکثر مقدار مجاز آن تجاوز نکند می‌توان خطای بست را سرشکنی کرد.

تعدیل مختصات خطای بست ضلعی به دو روش انجام می‌گیرد:

۱) روش بودیچ

تصحیح X مربوط به رأس i ام

$$Cx_i = -\frac{e_x}{\sum Li} \times l_i$$

تصحیح Y مربوط به رأس i ام

$$Cy_i = -\frac{e_y}{\sum Li} \times l_i$$

که در رابطه بالا l_i مجموع طولهای پیمایش تا نقطه i ام می‌باشد.

۲) روش ترانزیت

$$C\,\Delta x_i = -\frac{e_x}{\sum|\Delta x|}|\Delta x_i|$$

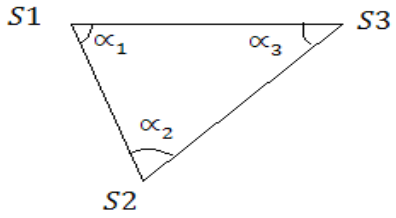
$$C\,\Delta y_i = -\frac{e_y}{\sum|\Delta y|}|\Delta y_i|$$

دقت پیمایش

اگر خطای بست موضعی پیمایش را تقسیم بر کل طول پیمایش کنیم دقت پیمایش بدست می‌آید.

$$\text{دقت پیمایش} = \frac{e_{x,y}}{\sum Li} = \frac{\sqrt{{e_x}^2+{e_y}^2}}{\sum Li}$$

مثال ۱- معلومات مسئله عبارتند از : $G_{S1\,S3} = 88° 30' 18''$، $S1 = (1000,1000)$ و $d_{\propto} = 20$ ثانیه درجه ای می‌باشد. مطلوب است حل پیمایش سه ضلعی زیر در صورتی که مشاهدات طولی و زاویه ای به صورت زیر باشند. روش سرشکنی ضلعی پیمایش، روش ترانزیت انتخاب شود.



مشاهدات طولی:

	مشاهدات طولی پیمایش
$S1$-$S2$	72.86
$S2$-$S3$	109.07
$S3$-$S1$	91.77

مشاهدات زاویه ای:

$\propto_1 = 82° 7' 26''$
$\propto_2 = 56° 28' 35''$
$\propto_3 = 41° 24' 37''$

راه حل:

الف- شرط زاویه ای در پیمایش بسته:

$$\sum \propto_i = \propto_1 + \propto_2 + \propto_3 = 180° 00' 38''$$

$$e_{\propto} = \sum \propto_i - (n-2) \times 180° = 00° 00' 38''$$

$$e_{\propto Max} = 2.5\, d_{\propto} \sqrt{\frac{n}{m}} = 2.5 \times 20'' \times \sqrt{\frac{3}{1}} = 87''$$

$$e_{\propto} < e_{\propto Max} \rightarrow C_{\propto} = -\frac{e_{\propto}}{n} = -\frac{38''}{3} = -12.66'' \rightarrow -13'' \quad -13'' \quad -12''$$

$$\propto' = \propto + C_{\propto} \rightarrow \begin{cases} \propto'_1 = \propto_1 - 13'' = 82^\circ\ 7'\ 13'' \\ \propto'_2 = \propto_2 - 13'' = 56^\circ\ 28'\ 22'' \\ \propto'_3 = \propto_3 - 12'' = 41^\circ\ 24'\ 25'' \end{cases}$$

ب- محاسبه ژیزمانها:

$G_{S1\,S3} = 88^\circ\ 30'\ 18'$
$G_{S1\,S2} = G_{S1\,S3} + \propto'_1 = 88^\circ\ 30'18'' + 82^\circ\ 7'13'' = 170^\circ\ 37'\ 31''$
$G_{S2\,S1} = G_{S1\,S2} + 180^\circ = 170^\circ\ 37'31'' + 180^\circ = 350^\circ\ 37'\ 31''$
$G_{S2\,S3} = G_{S2\,S1} + \propto'_2 = 350^\circ\ 37'31'' + 56^\circ\ 28'22'' = 47^\circ\ 05'\ 53''$
$G_{S3\,S2} = G_{S2\,S3} + 180^\circ = 47^\circ\ 05'\ 53'' + 180^\circ = 227^\circ\ 05'\ 53''$
$G_{S3\,S1} = G_{S3\,S2} + \propto'_3 = 227^\circ\ 05'\ 53'' + 41^\circ\ 24'25'' = 268^\circ\ 30'\ 18''$

پ - شرط ضلعی در پیمایش بسته:

$\Delta X_1 = L_1 .\ \mathrm{Sin}\ G_{S1S2} = 11.868$
$\Delta X_2 = L_2 .\ \mathrm{Sin}\ G_{S2S3} = 79.896$
$\Delta X_3 = L_3 .\ \mathrm{Sin}\ G_{S3S1} = -91.739$
$e_x = \sum \Delta X_i = 0.025 \qquad \sum\lvert\Delta x_i\rvert = 183.503$

روش سرشکنی ترانزیت به صورت زیر محاسبه و اعمال می‌شود:

$C\,\Delta x_i = -\frac{e_x}{\sum\lvert\Delta x\rvert}\lvert\Delta x_i\rvert$	تصحیح شده $x_{i+1} = x_i + \Delta X_i + C\,\Delta x_i$
$C\Delta x_1 = -0.002$	$x_1 = 1000.000$
$C\Delta x_2 = -0.011$	$x_2 = x_1 + \Delta X_1 + C\,\Delta x_1 = 1011.866$
$C\Delta x_3 = -0.012$	$x_3 = x_2 + \Delta X_2 + C\,\Delta x_2 = 1091.751$
کنترل محاسبات←	$x_1 = x_3 + \Delta X_3 + C\,\Delta x_3 = 1000.000$

$\Delta y_1 = L_1 \,.\, \cos G_{S1S2} = -71.887$
$\Delta y_2 = L_2 \,.\, \cos G_{S2S3} = 74.249$
$\Delta y_3 = L_3 \,.\, \cos G_{S3S1} = -2.394$
$e_y = \sum \Delta Y_i = -0.032 \qquad \sum \lvert \Delta y_i \rvert = 148.530$

$C\,\Delta y_i = -\frac{e_y}{\sum \lvert \Delta y \rvert} \lvert \Delta y_i \rvert$	تصحیح شده $y_{i+1} = y_i + \Delta y_i + C\,\Delta y_i$
$C\Delta y_1 = 0.015$	$y_1 = 1000.000$
$C\Delta y_2 = 0.016$	$y_2 = y_1 + \Delta y_1 + C\,\Delta y_1 = 928.128$
$C\Delta y_3 = 0.001$	$y_3 = y_2 + \Delta y_2 + C\,\Delta y_2 = 1002.393$
کنترل محاسبات←	$y_1 = y_3 + \Delta y_3 + C\,\Delta y_3 = 1000.000$

جدول کلی پیمایش بسته 3 ضلعی

ایستگاه	زاویه افقی (Degree)	امتداد	فاصله (m)	ژیزمان (Degree)	Δx (m)	تصحیح Δx (m)	X (m)	Δy (m)	تصحیح Δy (m)	Y (m)
S_1	82° 7′ 26′						1000.000			1000.000
		$S_1 - S_2$	72.86	170° 37′ 31″	11.868	-0.002		−71.887	0.015	
S_2	56° 28′ 35″						1011.866			928.128
		$S_2 - S_3$	109.07	47° 05′ 53″	79.896	-0.011		74.249	0.016	
S_3	41° 24′ 37″						1091.751			1002.393
		$S_3 - S_1$	91.77	268° 30′ 18″	-91.739	-0.012		−2.394	0.001	
S_1							1000.000			1000.000
					$\sum \lvert \Delta x_i \rvert = 183.503$ $\sum \Delta X_i = 0.025$			$\sum \lvert \Delta y_i \rvert = 148.530$ $\sum \Delta Y_i = -0.032$		

۸-۲- تجهیزات مورد نیاز

۱) دستگاه تئودولیت ، یک دستگاه

۲) سه پایه ، یک عدد

۳) ژالون ، دو عدد

۴) تراز نبشی ، دو عدد

۵) متر فلزی ، یک عدد

۶) متر ۵ متری برای اندازه گیری ارتفاع دوربین ، یک عدد

برا ی انجام پیمایش به روش استادیمتری از تجهیزات زیر استفاده می‌گردد.

۱) دستگاه تئودولیت ، یک دستگاه

۲) سه پایه ، یک عدد

۳) شاخص ، دو عدد

۴) تراز نبشی ، دو عدد

۵) متر ۵ متری برای اندازه گیری ارتفاع دوربین ، یک عدد

۸-۳- دستور کار عملی

ابتدا یک سری نقاط دنبال هم (حدأقل ۱۰ نقطه) روی زمین مشخص نموده سپس با استقرار بر روی نقطه شروع و صفر صفر کردن به نقطه ای در امتداد شمال، زاوایای هر یک از رئوس پیمایش را قرائت کنید و طول هریک از اضلاع پیمایش را اندازه بگیرید. بعد از اندازه گیری طولی و زاویه ای، مختصات مسطحاتی نقاط برداشتی را طبق توضیحات داده شده محاسبه نمایید. (مختصات نقطه شروع را $S_1 \left|{}^{1000}_{1000}\right.$ فرض کنید.)

۸-٤- فرم پیمایش

برگه پیمایش	تاریخ:	نوع دستگاه:
نام مؤسسه:	عامل:	شماره دستگاه
نام منطقه:	نویسنده:	وضعیت آب و هوا:

Y (m)	تصحیح Δy (m)	Δy (m)	X (m)	تصحیح Δx (m)	Δx (m)	فاصله (m)	ژیزمان (Degree)	امتداد	زاویه افقی	ایستگاه

۹- فصل نهم

برداشت جزئیات

۹-۱- تئوری مطالب مورد نظر

برداشت جزئیات[1]

در برداشت جزئیات با حجم زیاد نقاط برداشتی مواجه هستم بنابراین به کار گیری روشهای خیلی دقیق برای اندازه گیری مناسب نیست چون باعث کندی کار و بالا رفتن هزینه عملیات می‌شود بدون آنکه کمک مؤثری به دقت بکند. به همین جهت به مسأله سرعت عمل بیشتر توجه می‌شود. عملیات برداشت جزئیات از طریق ایستگاههای پیمایش و یانقاط مختصات دار ثابت(نقاطی که مختصات آنها توسط GPS تعیین شده است) انجام می گیرد.

برداشت تاکئو متری :

برداشت تاکئو متری، برداشت نقاط تفصیلی به روش اخراج اشعه می‌باشد. در حقیقت در این روش نقاط تفضیلی به روش مختصات قطبی برداشت می‌شوندکه در آن قطب، ایستگاه(نقطه S_1) و محور قطبی، امتداد مرجع (امتداد S_1S_2) می‌باشد.

بعد از تعیین دقیق مختصات رئوس پیمایش،منطقه مورد برداشت بین نقاط رئوس پیمایش به نحوی تقسیم می‌شود که از هر یک از نقاط بتوان نقاط تفضیلی را به روش تاکئو متری برداشت نمود. از هر ایستگاه بسته به مقیاس نقشه، مجاز به برداشت اطلاعات در فاصله محدودی می‌باشیم.

قبل از شروع عملیات برداشت ابتدا باید از عوارض مشخص و قابل رؤیت از هر ایستگاه کروکی با دست تهیه کرد. در کروکی موقعیت ایستگاه اصلی و ایستگاه فرعی و شماره و کد نقاط مشخص می‌شود. تهیه کروکی نقش مؤثری در کاهش زمان برداشت اطلاعات دارد. برای شروع عملیات برداشت ابتدا تئودولیت را روی یکی از نقاط پیمایش یا نقاط مختصات دار(نقطه S_1) مستقر کرده و ارتفاع دوربین را یاداشت می کنیم و سپس به یک نقطه مختصات دار دیگر(نقطه S_2) صفر صفر می کنیم. برای برداشت نقاط، شاخص را به صورت قائم در هر یک از نقاط موردنظر مثلا(نقطه P_1) قرار می‌دهیم و زاویه افقی بین امتداد مرجع و امتداد منتهی به هر

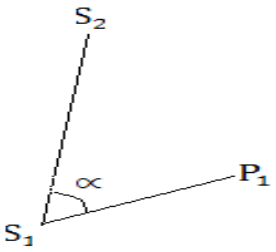
[1] Detail Surveying

یک از نقاط (∝) و همچنین تارهای استادیمتری و لمب قائم را جهت محاسبه فاصله افقی و اختلاف ارتفاع بین نقاط مرجع و نقطه مورد نظر قرائت می کنیم.

$$x_{p1} = x_{s1} + L_{s1\,p1} . \mathrm{Sin}\ G_{s1\,p1}$$

$$y_{p1} = y_{s1} + L_{s1\,p1} . \mathrm{Cos}\ G_{s1\,p1}$$

$$z_{p1} = z_{s1} + \Delta H_{s1\,p1}$$



در مورد برداشت نقاط ارتفاعی بایستی به نقاط زیر توجه گردد:

- به منظور جلوگیری از گپ(تکرار برداشت) مناطق برداشت شده از هر ایستگاه باید نشانه‌گذاری گردد.
- در تمام جاهایی که به نحوی زمین دچار تغییرشیب محسوس شده بایستی نقطه کافی برداشت شود.
- در مورد مناطق با شیب بسیار زیاد مانند ترانشه‌ها باید هم در بالا و هم در پایین آنها نقاط کافی برداشت گردد .
- در دو طرف راهها و آبریزها نیز بایستی نقطه کافی برداشت شود.

فاصله بین نقاط برداشتی به مقیاس و نوع منطقه بستگی دارد.

در جداول زیرتعدادی از استانداردهای لازم در برداشت تاکئومتری آورده شده است:

۱- طبقه بندی توپوگرافی بر حسب شیب

نوع منطقه	شیب زمین
دشت	کمتراز ٪۳
تپه ماهور	٪۳-٪۷
کوهستان	٪۷-٪۱۵
کوهستان شدید	بیشتر از ٪۱۵

۲- حدأکثرفاصله نقاط برداشت شده از یکدیگر(واحد به متر)

منطقه/ مقیاس	۱/۵۰۰	۱/۱۰۰۰	۱/۲۰۰۰	۱/۵۰۰۰
دشت	۱۲,۵	۲۵	۵۰	۱۲۵
تپه ماهور	۱۰	۲۰	۴۰	۱۰۰
کوهستان	۱۰	۲۰	۴۰	۱۰۰
کوهستان شدید	۷,۵	۱۵	۳۰	۷۵

۳- حدأکثر فاصله مجاز نقاط برداشت اطلاعات از هر ایستگاه (واحد به متر)

منطقه/ مقیاس	۱/۵۰۰	۱/۱۰۰۰	۱/۲۰۰۰	۱/۵۰۰۰
دشت	۱۰۰	۱۳۰	۱۷۰	۲۰۰
تپه ماهور	۱۰۰	۱۳۰	۱۷۰	۲۰۰
کوهستان	۸۰	۱۱۰	۱۴۰	۱۵۰

برداشت با استفاده از دستگاه توتال استیشن (Total statio)

دستگاه توتال استیشن

امروزه در اکثر پروژه‌های اجرایی، برای افزایش دقت و سرعت برداشت از دستگاه توتال استیشن استفاده می‌شود. توتال استیشن به دستگاهی گفته می‌شود که اندازه گیری توام زوایا و فواصل را انجام داده وبرخی از محاسبات نظیر فاصله افقی اختلاف ارتفاع و مختصات دکارتی را انجام دهد. در این دستگاه‌ها مقادیر محاسبه شده در حافظه دستگاه ذخیره می گردد و براحتی می‌توان از طریق یک رابط ارتباط با کامپیوتر(پورت ارتباطی دستگاه)اطلاعات را جهت استفاده در نرم افزارهای مهندسی تخلیه نمود. با وجود اینکه توتال استیشن‌ها با تکنیک‌های مختلف ساخته می‌شوند ولی عمدتاً در چند مورد باهم مشترک هستند. نحوه کار با دستگاه توتال استیشن با توجه به نوع دستگاه در دفترچه راهنمای دستگاه توضیح داده می‌شود.

مجموعه‌های دستگاه توتال استیشن

مجموعه‌های دستگاه توتال استیشن عموماًشامل موارد زیر می‌باشد:

۱) دستگاه توتال استیشن

۲) باطری

۳) شارژر

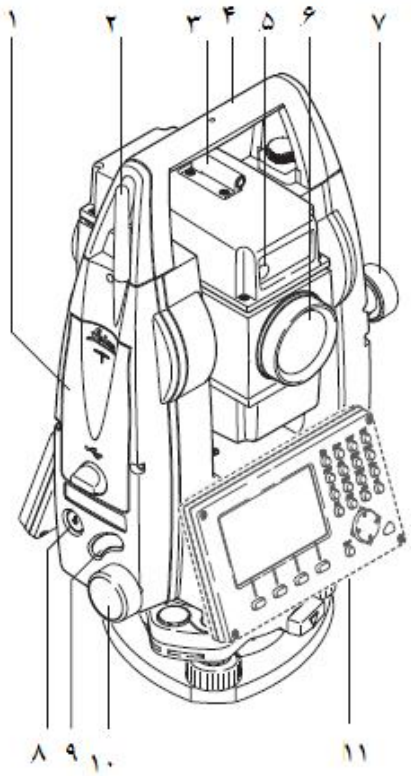
۴) منشور(رفلکتور)

۵) کابل تخلیه اطلاعات

۶) نرم افزار تخلیه اطلاعات

اجزای دستگاه توتال استیشن

الف- اجزای توتال استیشن لایکا مدل TS09:



۱) محفظه فلش مموری و پورت‌هایUSBوMini USB

۲) آنتن بلوتوث

۳) مگسک قراولروی

۴) دستگیره حمل توتال

۵) نور راهنمای پیاده کردن نقاط (EGL)

۶) عدسی شیئی تلسکوپ

۷) پیچ محور در راستای قائم

۸) کلید روشن / خاموش

۹) کلید ماشه ای چند کاره

۱۰) پیچ حرکت در راستای افق

۱۱) کیبورد طرف دوم

۱۲) پیچ فوکوس تلسکوپ

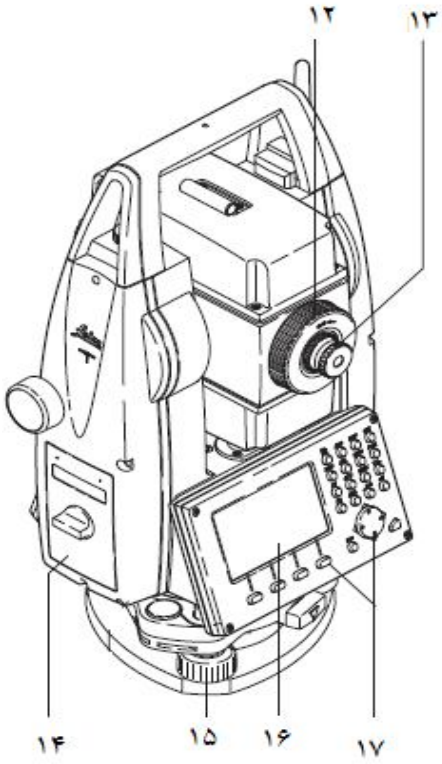
۱۳) پیچ فوکوس کردن تارهای رتیکول

۱۴) درب باطری

۱۵) پیچ‌های تریبراگ

۱۶) صفحه نمایش

۱۷) صفحه کلید



صفحه کلید:

۱) کلیدهای ثابت

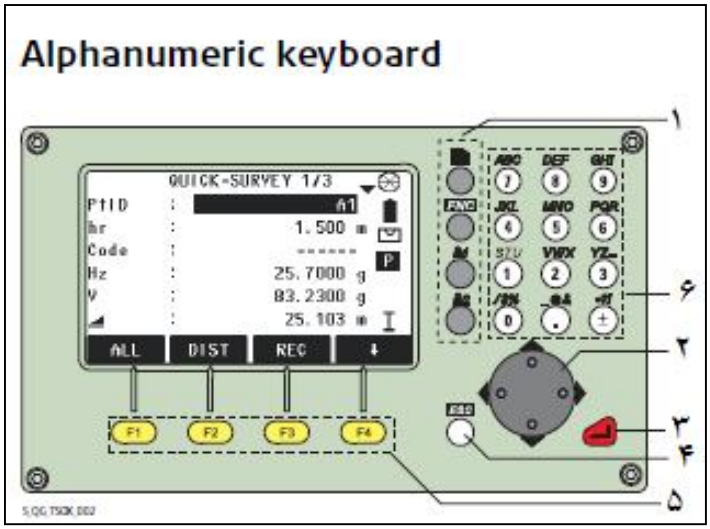
۲) کلیدهای حرکت روی منوها

۳) کلید ثبت(ENTER)

۴) کلید انصراف(Esc)

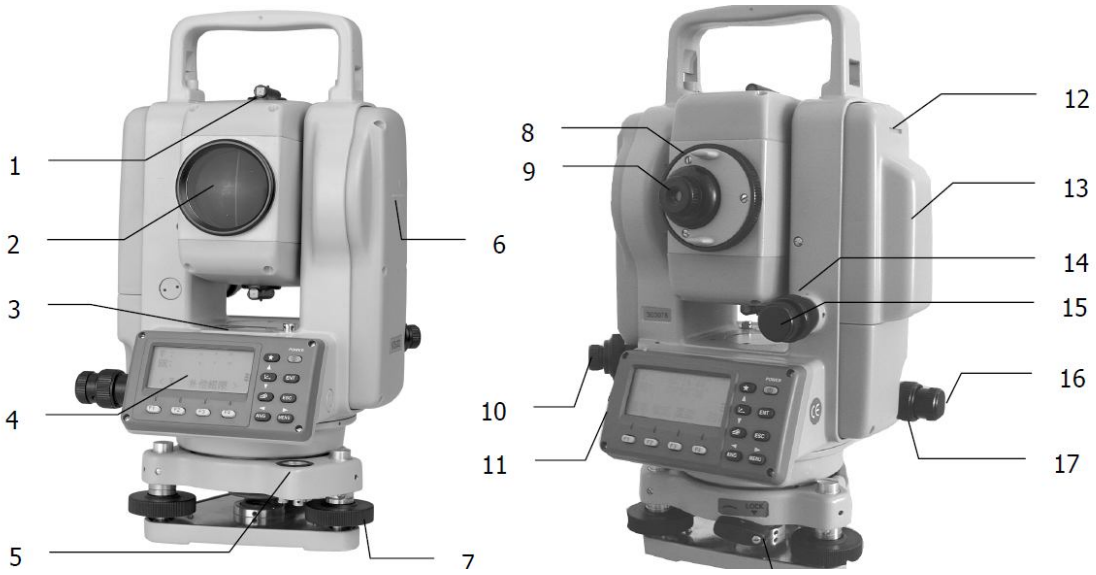
۵)کلیدهای توابع F_1 تا F_4 با کاربرد متنوع

۶) کلید های حرفی عددی(آلفانومریک)



ب- اجزای توتال استیشن NTS-352:

این دستگاه از سری توتال استیشن‌های سری NTS -352 کمپانی South می‌باشد.



اجزای دستگاه:

۱- مگسک قراولروی

۲- عدسی شیئی

۳- تراز استوانه ای

۴- صفحه نمایش

۵- تراز کروی

۶- مرکز دستگاه

۷- پیچ‌های تنظیم تراز

۸- پیچ تنظیم فوکوس

۹- پیچ تنظیم تار رتیکول

۱۰- شاقول اپتیکی

۱۱- پورت خروجی

۱۲- ضامن جداسازی باطری

۱۳- باطری قابل شارژ

۱۴- قفل محور عمود

۱۵- حرکت بطئی محور عمود

۱۶-حرکت بطئی محور افق

۱۷ - قفل محور افق

۱۸- قفل بخش تریبراگ

مشخصات عمومی دستگاه توتال استیشن Leica سری TS09

- بزرگنمایی : ۳۰ برابر
- قطر عدسی شیئی : ۴۰ میلیمتر
- برد فوکوس کردن : ۱/۷ متر تا بینهایت
- حساسیت تراز کروی : ۶ دقیقه یا ۲ میلیمتر می‌باشد.
- رزولشن تراز کروی : ۲ ثانیه
- ظرفیت حافظه دستگاه : حافظه داخلی ۱۰ مگا بایت با ظرفیت ثبت ۶۰۰۰۰ قرائت
- شاقول لیزری : با نور لیزر قابل رویت و دقت ۱/۵ میلیمتر در ارتفاع ۱/۵ متری دستگاه
- خطا قابل تصحیح به صورت خودکار:
  - خطای کرویت
  - خطای انکسار
  - خطای محور تیلت
  - خطای محور قائم دستگاه
  - خطای کمپانساتور
- وزن دستگاه :
  - دستگاه ۴/۲ تا ۴/۵ کیلوگرم بر حسب لوازم نصب شده
  - تریبراگ ۷۶۰ گرم
  - باطری GEB211 ۱۱۰ گرم
  - باطری GEB221 ۲۱۰ گرم
- دمای قابل تحمل :
  - دستگاه ۲۰- تا ۵۰+ درجه
  - باطری ۲۰- تا ۵۰+ درجه
  - فلش مموری ۴۰- تا ۸۵+ درجه

- برد طولیابی با رفلکتور

نوع رفلکتور	برد طولیابی بر حسب متر		
	مه غلیظ با دید ۵ کیلومتر یا تابش شدید آفتاب	مه رقیق با دید ۲۰ کیلومتر یا تابش متوسط نورآفتاب	هوای صاف و بدون مه و گرد و غبار و هوای معتدل
منشور گرد استاندارد	۱۸۰۰	۳۰۰۰	۳۵۰۰
مینی منشور	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰

حدأقل دقت طولیابی با منشور ۱/۵ متر می‌شد.

- دقت طولیابی با منشور گرد استاندارد(Round)در حالت‌های مختلف:

حالت طولیابی	انحراف معیار	زمان متوسط اندازه‌گیری
Prism-standard برای اندازه‌گیری دقیق طول با منشور	1mm+1.5ppm	2.4 ثانیه
Prism-fast برای اندازه‌گیری سریع طول با منشور(دقت کمتر از حالت استاندارد)	3mm+1.5ppm	0.8 ثانیه
Prism-Tracking برای اندازه‌گیری طول با منشور در حالت تراکینگ	3mm+1.5ppm	<0.15 ثانیه

عبور موانع مزاحم در مسیر طولیابی و گرمای شدید در مسیر طولیابی مکن است بر دقت دستگاه تأثیر بگذارد.

- دقت و زمان طولیابی بدون رفلکتور

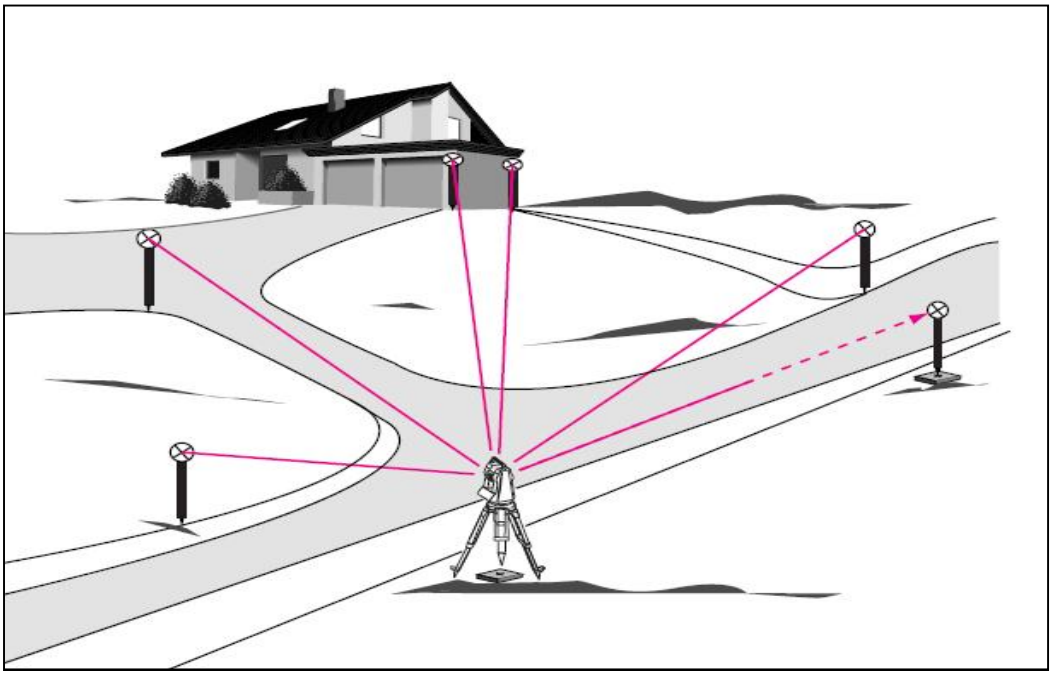
فاصل طولیابی طولیابی	انحراف معیار	متوسط زمان طولیابی	حدأکثر زمان طولیابی
۰تا ۵۰۰ متر	2mm+2ppm	۳-۶ ثانیه	۱۲ ثانیه
بیش از ۵۰۰ متر	4mm+2ppm	۳-۶ ثانیه	۱۲ثانیه

مشخصات عمومی دستگاه توتال استیشن NTS-352:

- بزرگنمایی : ۳۰ برابر
- حدأقل فوکوس : ۱ متر
- دقت اندازه‌گیری با منشور (2mm+2ppm) × D
- برد با تک منشور ۲۳۰۰ متر
- برد بدون منشور -
- حدأقل نمایش زاویه: ۱ ثانیه
- دقت تراز کروی: ۸ دقیقه/۲میلیمتر
- دقت تراز استوانه‌ای: ۳۰ دقیقه/۲میلیمتر
- وزن خالص دستگاه : ۵/۶ کیلوگرم
- محدوده دمایی کارکرد دستگاه: ۲۰- تا ۴۵+ درجه

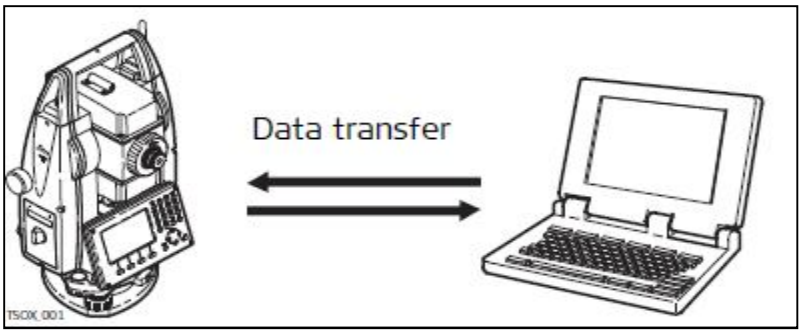
برداشت نقاط با توتال استیشن:

ابتدا دستگاه توتال استیشن را روی یک نقطه(ایستگاه اصلی) مستقر کرده و پس از اطمینان از تراز بودن دستگاه، دکمه POWER را فشار دهید تا دوربین روشن شود تنظیمات اولیه را انجام داده(تنظیمات درجه حرارت، فشار، ثابت منشور، ...) و اطلاعاتی نظیر ارتفاع ایستگاه ، ارتفاع دستگاه و مختصات ایستگاه و همچنین ارتفاع رفلکتور و مختصات نقطه توجیه را به دستگاه وارد می‌کنیم. بعد به یک ایستگاه مختصات‌دار دیگر توجیه (صفر صفر) کرده و برای برداشت عوارض، کمک نقشه‌بردار ژالونی را که رفلکتور بر سر آن بسته شده در کنار نقطه مورد نظر به حالت تراز طوری نگه می‌دارد که شیشه رفلکتور به سمت دوربین باشد. سپس نقشه‌بردار با قراولروی به سمت شیشه رفلکتور و فشردن دکمه مر بوطه اندازه‌گیری را انجام داده و مختصات نقاط در حافظه دستگاه ذخیره می‌شود.



برداشت نقاط با توتال استیشن

پس از برداشت نقاط، می‌توان داده‌های برداشتی(مختصات سه بعدی) را طریق کابل اتصال دوربین به کامپیوتر مستقیماً به کامپیوتر تخلیه کرده و این مختصات سه بعدی را برای ترسیم نقشه با نرم افزارها ی مربوطه مورد استفاده قرار داد .



از جمله نرم افزارهای نقشه‌برداری برای ترسیم نقشه‌های توپوگرافی AutoCad Land، SDRMap و Civil3D می‌باشد. نحوه ترسیم نقشه توپوگرافی با استفاده از نرم افزار AutoCad Land در فصل بعدی آموزش داده شده است.

مقایسه روش برداشت تاکئومتری و برداشت عوارض با استفاده از دستگاه توتال استیشن

نقشه‌برداری با استفاده از توتال استیشن نسبت به روش قدیمی دارای مزایایی به شرح می‌باشد:

۱) حذف عامل مربوط به ضبط اطلاعات در سر زمین(اعداد و ارقام مر بوط به زوایا و طول‌ها)
۲) بالا رفتن دقت قر ائت طول(با توجه به اندازه گیری طول‌ها به روش الکترونیکی)
۳) حذف محدودیت قرائت طول(در برداشت تاکئومتری به دلیل کاهش دقت با افزایش فاصله، مجاز به برداشت طول بیش از سیصد متر نمی‌باشیم.)
۴) حذف زمان مربوط به محاسبه برداشت‌ها(در دستگاه توتال استیشن محاسبات در همان لحظه برداشت نقاط صورت گرفته و اطلاعات لازم در دستگاه ضبط می‌شود.)

منحنی میزان

منحنی میزان فصل مشترک سطح مرئی زمین با صفحات افقی متساویالفاصله بر صفحه افق است. به عبارت دیگر به مکان هندسی نقاطی که دارای ارتفاع یکسان باشند منحنی میزان یا خطوط تراز گفته می‌شود. فاصله خطوط تراز با توجه به وضع ارتفاعی منطقه و مقیاس آن انتخاب می‌شود.

معمولاً از ۵ خط تراز یکی را ضخیمتر و پر رنگتر ترسیم می‌کنند و به آن خط تراز اصلی می‌گویند و به چهار منحنی میزان دیگر منحنی‌های میزان فرعی گویند. به منظور جلوگیری از شلوغی نقشه، در نقشه‌های توپوگرافی فقط ارتفاع خطوط تراز اصلی را روی آن می‌نویسند.

جدول زیر فاصله بین منحنی میزان‌ها را باتوجه به مقیاس نقشه نشان می‌دهد:

مقیاس	فاصله منحنی میزان
$\frac{1}{100}$	0.1 الي 1
$\frac{1}{1000}$	1 الي 2
$\frac{1}{2000}$	2 الي 5
$\frac{1}{5000}$	5 الي 10
$\frac{1}{10000}$	10 الي 20

خصوصیات منحنی میزان

۱) خطوط منحنی میزان همدیگر را قطع نمی‌کنند.

۲) خطوط منحنی میزان منحنیهای بسته‌ای را تشکیل می‌دهند لیکن ممکن است اتصال آنها در خارج از خطوط نقشه مورد انتظار باشد.

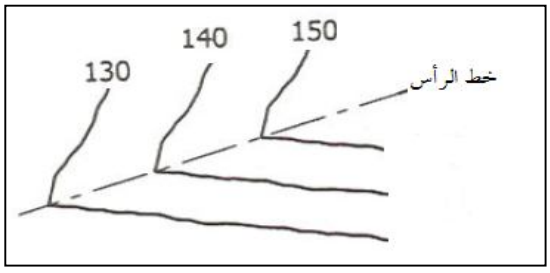
۳) هر چه خطوط به هم نزدیکتر باشند شیب منطقه در آن محل بیشتر است و برعکس.

۴) منحنی میزان از روی عوارض مسطحاتی نظیر ساختمان و راه و غیره رد نمی‌شود.

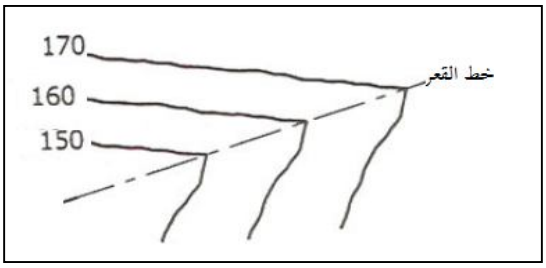
تعیین شکل کلی زمین از روی منحنی میزان

از روی منحنی‌های میزان می‌توان تا اندازه‌ای وضعیت ارتفاعی منطقه و خط الرأسها و خط القعرها را تشخیص داد.

خط الرأس: فصل مشترک دو دامنه‌ای است که در بالا همدیگر را قطع می‌کنند. آب حاصل از بارندگی‌ها در دو دامنه سرازیر می‌شود. به همین جهت به آن خط تقسیم آب نیز می‌گویند.



خط القعر: فصل مشترک دو دامنه‌ای است که درپایین همدیگر را قطع می‌کنند. آب حاصل از بارندگی‌ها پس از سرازیر شدن روی دامنه‌ها در خط القعر جمع می‌شود. به همین جهت به آن خط جمع شدن آب نیز می‌گویند.



نزدیکی منحنی میزان به هم نشان دهنده شیب زیاد و دور بودن آنها بیانگر شیب ملایم در آن منطقه می‌باشد و منظم وتقریبا مساوی بودن فواصل منحنی میزان بیانگر شیب یکنواخت مناطق می‌باشد.

برای تشخیص خط القعرها و خط الرأسها نقاط تیز منحنی‌های تراز را به هم وصل می‌کنند اگر رأس منحنی‌ها به طرف ارتفاع کمتر باشد خط حاصل خط الرأس و اگربه طرف ارتفاع بیشتر باشد خط حاصل خط القعر خواهد بود.

۹-۲- تجهیزات مورد نیاز

برا ی برداشت تاکئومتری از تجهیزات زیر استفاده می گردد:

۶) دستگاه تئودولیت ، یک دستگاه

۷) سه پایه ، یک عدد

۸) شاخص ، دو عدد

۹) تراز نبشی ، دو عدد

۱۰) متر ۵ متری برای اندازه گیری ارتفاع دوربین ، یک عدد

برا ی برداشت با استفاده از توتال استیشن از تجهیزات زیر استفاده می گردد:

۱) دستگاه توتال استیشن، یک دستگاه

۲) سه پایه، یک عدد

۳) ژالون مخصوص رفلکتور، یک عدد

۴) تراز نبشی ، یک عدد

۵) متر ۵ متری برای اندازه گیری ارتفاع دوربین، یک عدد

۹-۳- دستور کار عملی

ابتدا دوربین را بر روی نقطه شروع(نقطه ای با مختصات معلوم) استقرارکرده و به نقطه ای در امتداد شمال صفر صفر کنید و حدود ۲۰۰ نقطه از عوارض را برداشت نمایید. توجه شود در تمام جاهایی که زمین دچار تغییرشیب محسوس شده نقطه کافی برداشت گردد. سپس با استفاده از نقاط برداشت شده نقشه توگرافی از منطقه را تهیه نمایید. (مختصات نقطه شروع را $S_1 \begin{vmatrix} 1000 \\ 1000 \\ 100 \end{vmatrix}$ فرض کنید.)

۱۰- فصل دهم

آشنایی با نرم افزار Land

(ترسیم نقشه توپوگرافی)

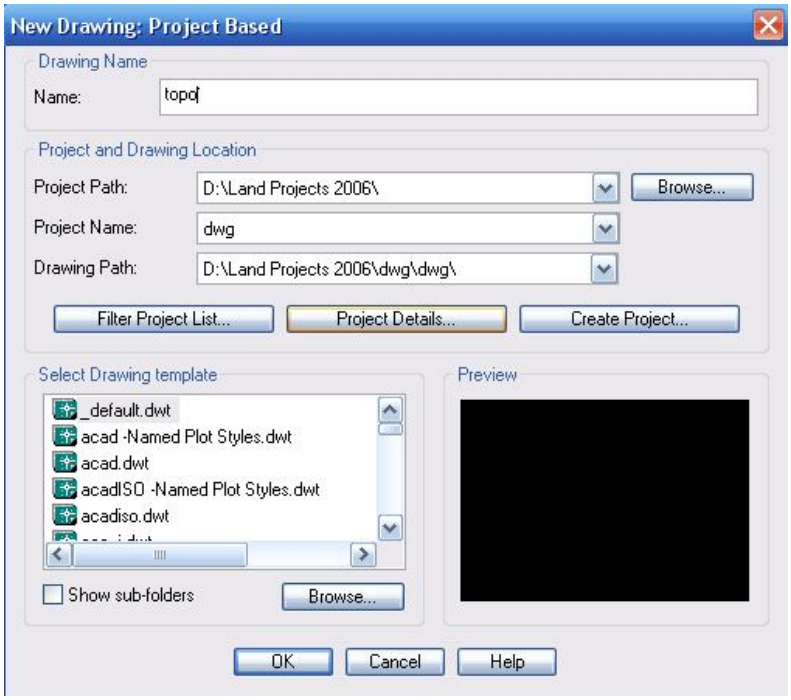
۱۰-۱- نحوه ایجاد یک پروژه جدید

پس از اجرای نرم افزار land ابتدا می‌بایست یک پروژه جدید ساخت که تنظیمات مربوط به آن باید با دقت انجام گردد.

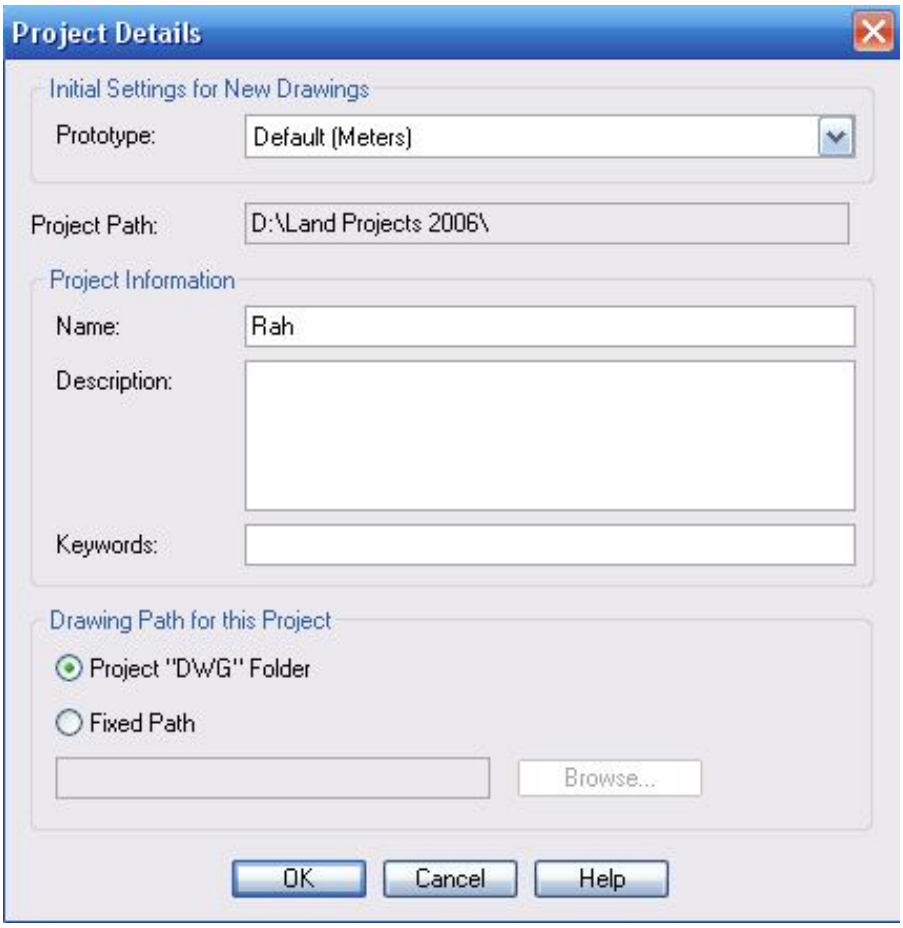
نحوه ایجاد یک پروژه جدید:

برای این کار از منوی File گزینه New را انتخاب می‌کنیم . به ترتیب یک سری پنجره ظاهر می‌شوند که می‌توانیم تنظیمات مورد نظر خود را در مورد پروژه اعمال کنیم .

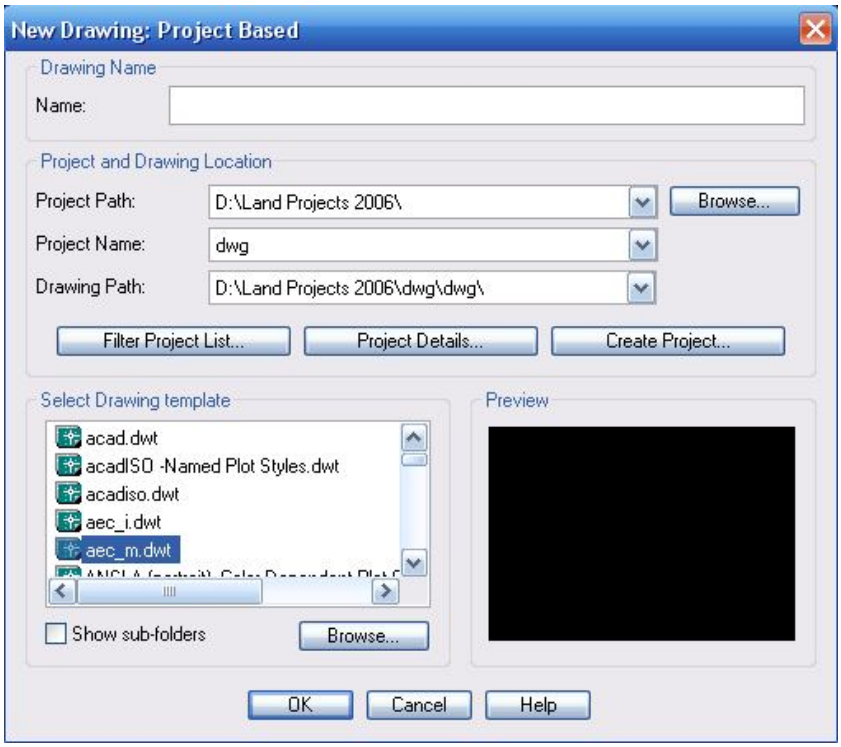
در اولین پنجره جلو Name یک نام دلخواه برای Drawing انتخاب کنیم .



همانطور که در صفحه بالا دیده می‌شود ، می‌توانیم در قسمت Create Project ، پروژه را تعریف کنیم. با انتخاب این گزینه صفحه زیر ظاهر می‌شود . نام پروژه را Rah می‌گذاریم و در قسمت prototype گزینهٔ Default(meters) را انتخاب می‌کنیم.



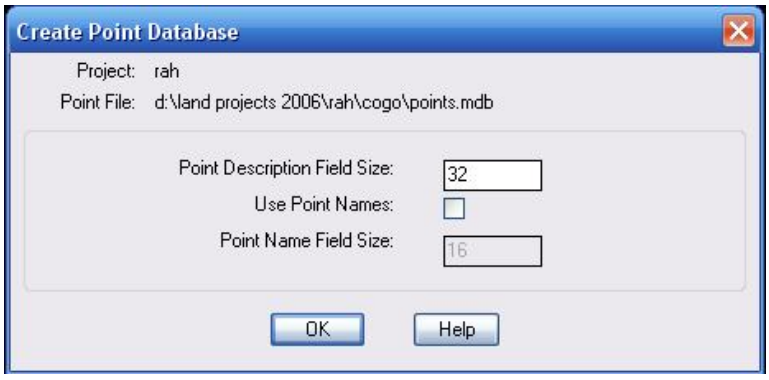
و روی دکمه OK کلیک می‌کنیم و مجددا به پنجره قبلی باز می‌گردیم . در قسمت Select Drawing Temple گزینه aec_m.dwt را انتخاب می‌کنیم.



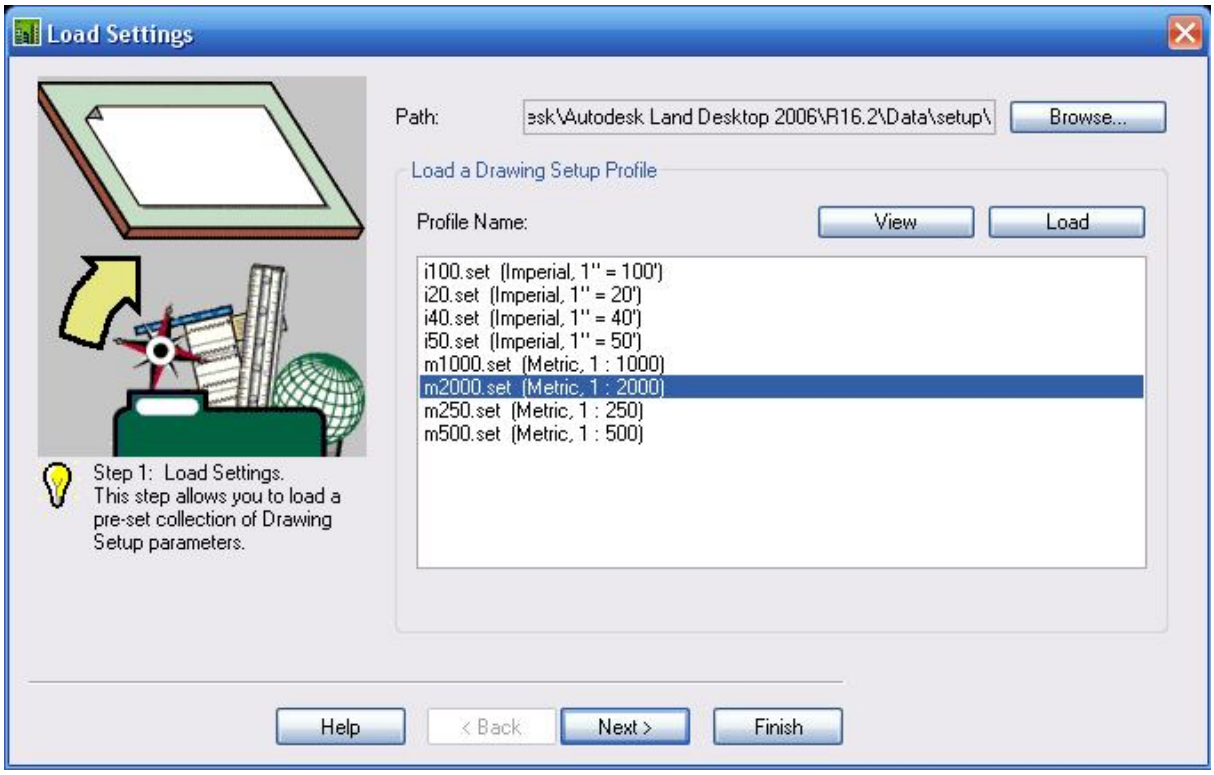
با کلیک روی OK پنجره Create Point Database ظاهر می‌شود.

دراین پنجره پارامترهای لازم برای ایجاد یک پایگاه دادهای نقطه ای را مشخص می کنیم.

در قسمت Point Description Field size مشخص می کنیم که داده ۳۲ کاراکتری است.

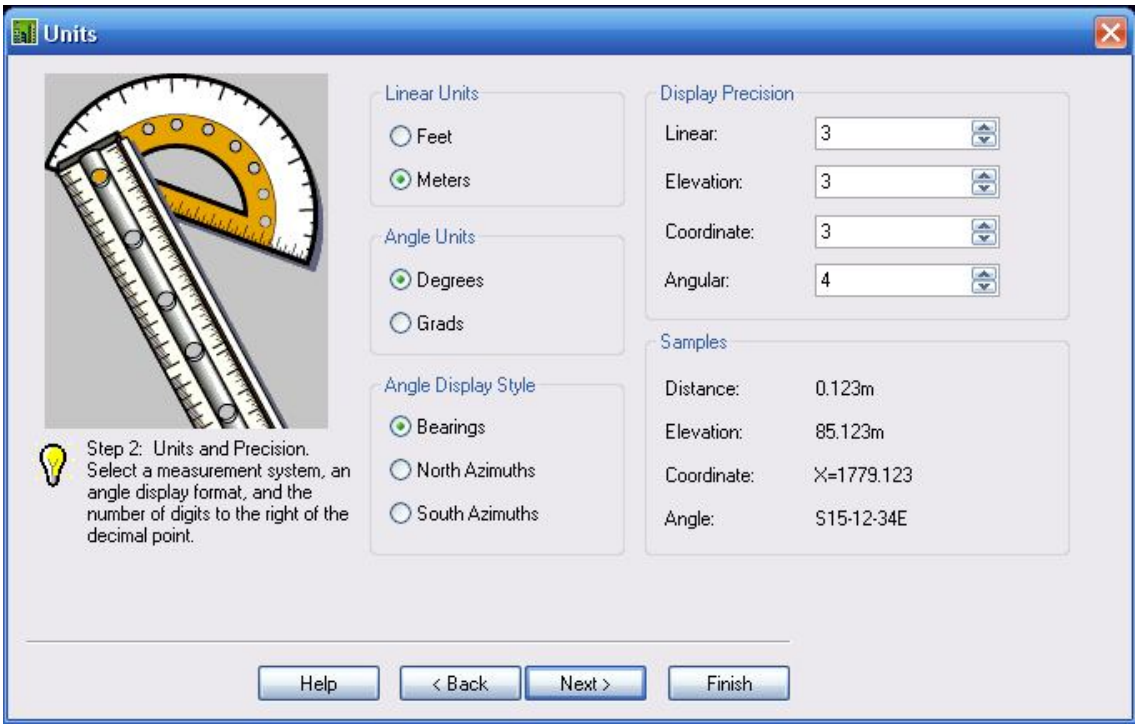


با کلیک روی OK تا پنجره Load Setting ظاهر می‌شود در این پنجره می‌توانیم مقیاس نقشه را مشخص کنیم . به عنوان مثال برای پروژه Rah نقشه 1:2000 متریک را در نظر می گیریم .



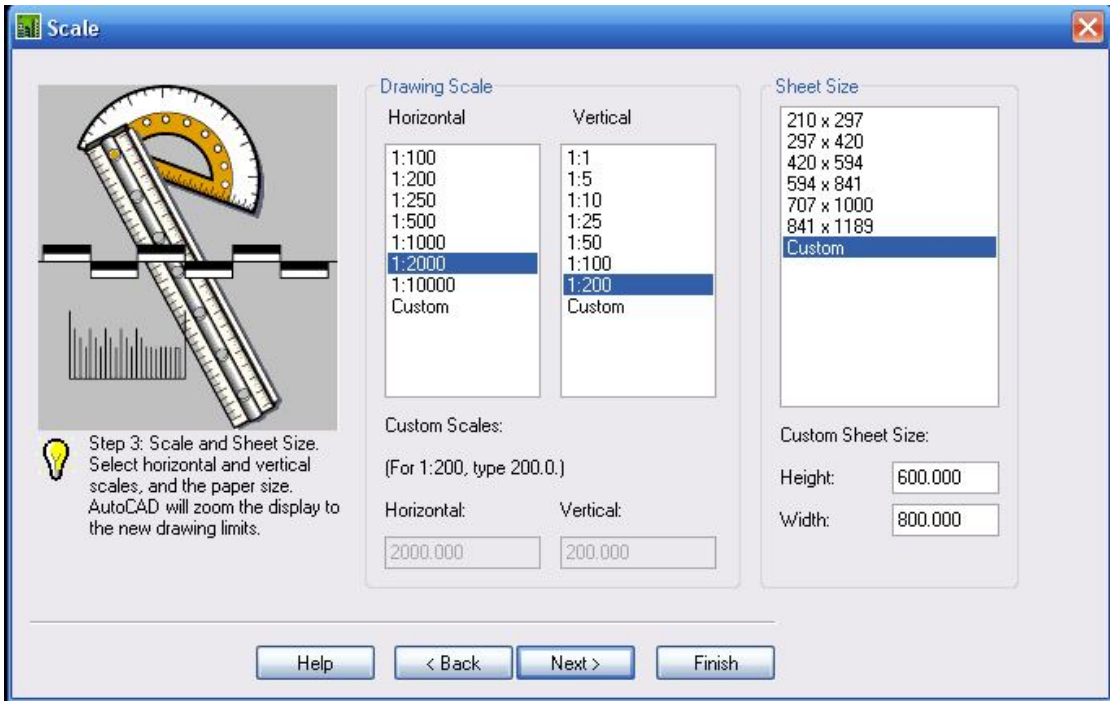
با کلیک روی Next پنجره Units ظاهر می‌شود.

در پنجره Units می‌توان واحد هر کدام از خطوط و زوایا را تعیین کرد . همانگونه که در شکل زیر دیده می‌شود کلیهٔ ترسیمات هم می‌توانند از واحدهای SI و هم از واحدهای سیستم انگلیسی پیروی کنند . در قسمت Display precision تعداد رقم‌های اعشاری که در موقع نشان دادن خطوط ، ارتفاع‌ها ، مختصاتها و زوایا بکار می‌رود را مشخص می کنیم .



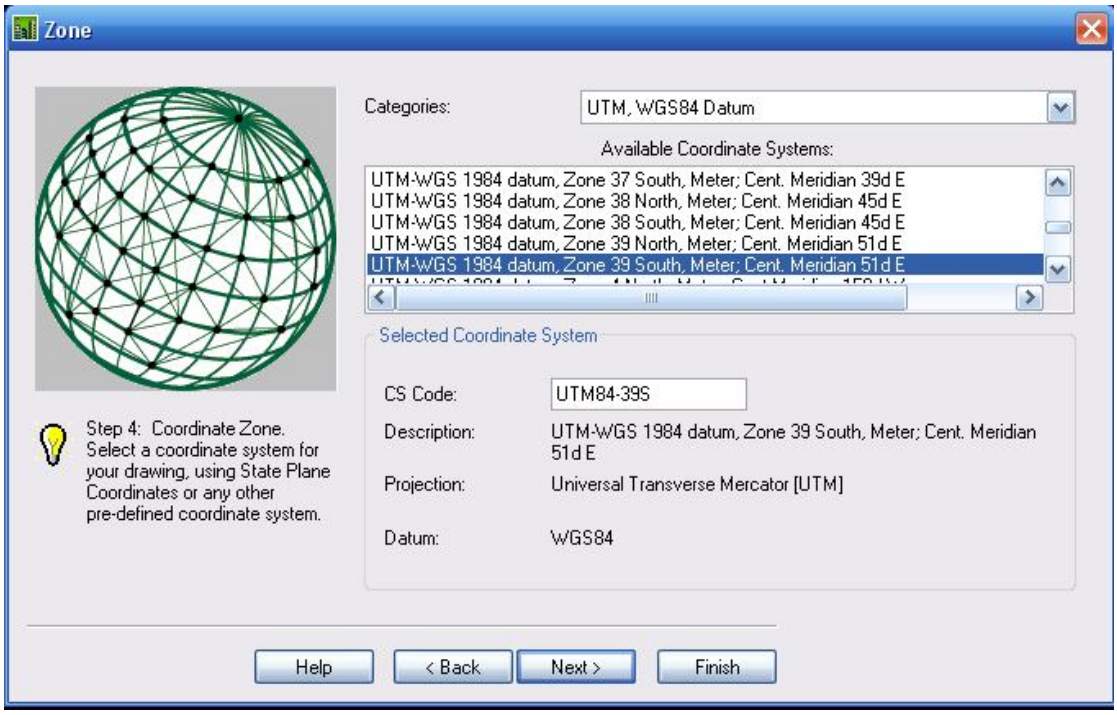
با کلیک روی Next پنجره Scale ظاهر می‌شود.

در منوی Scale می توان اندازه شیت‌ها و مقیاس افقی و قائم را تعریف نمود. ما در این پروژه مقیاس افقی را ۱:۲۰۰۰ و مقیاس قائم را ۱:۲۰۰ انتخاب نمودیم.



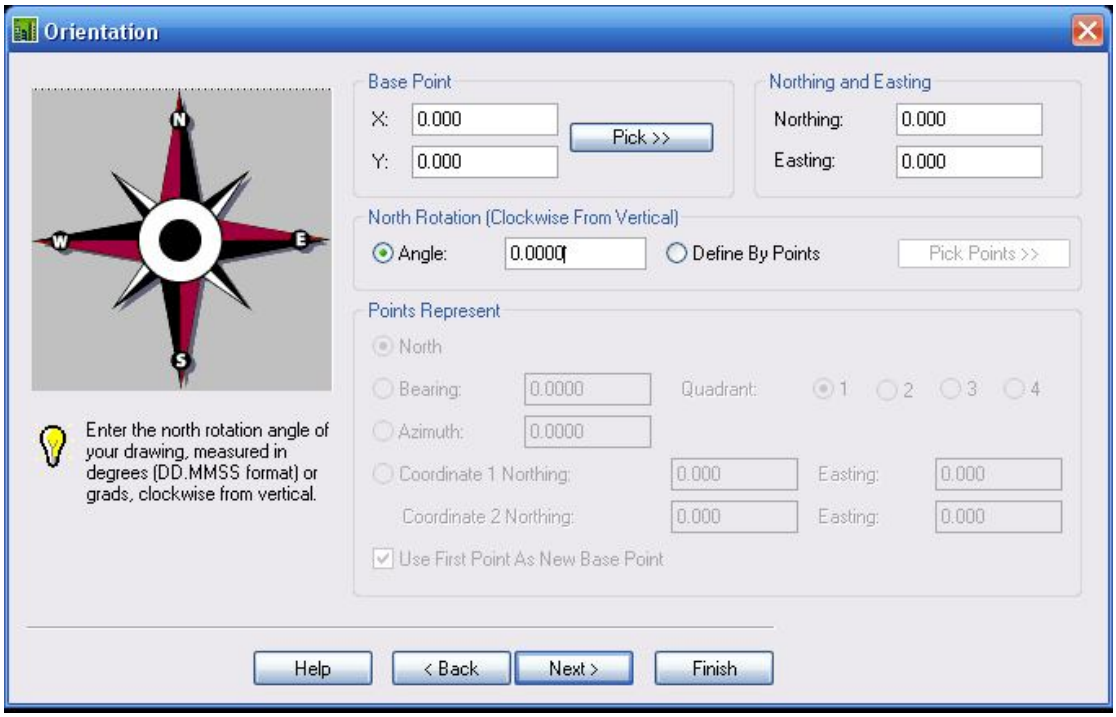
با کلیک روی Next پنجره Zone ظاهر می‌شود.

در این پنجره در قسمت Categories نوع سیستم مختصات مورد نظر را انتخاب می کنیم و سپس Zone مورد نظر را از بین Zoneهای موجود در فهرست Available Coordinate System انتخاب می کنیم .



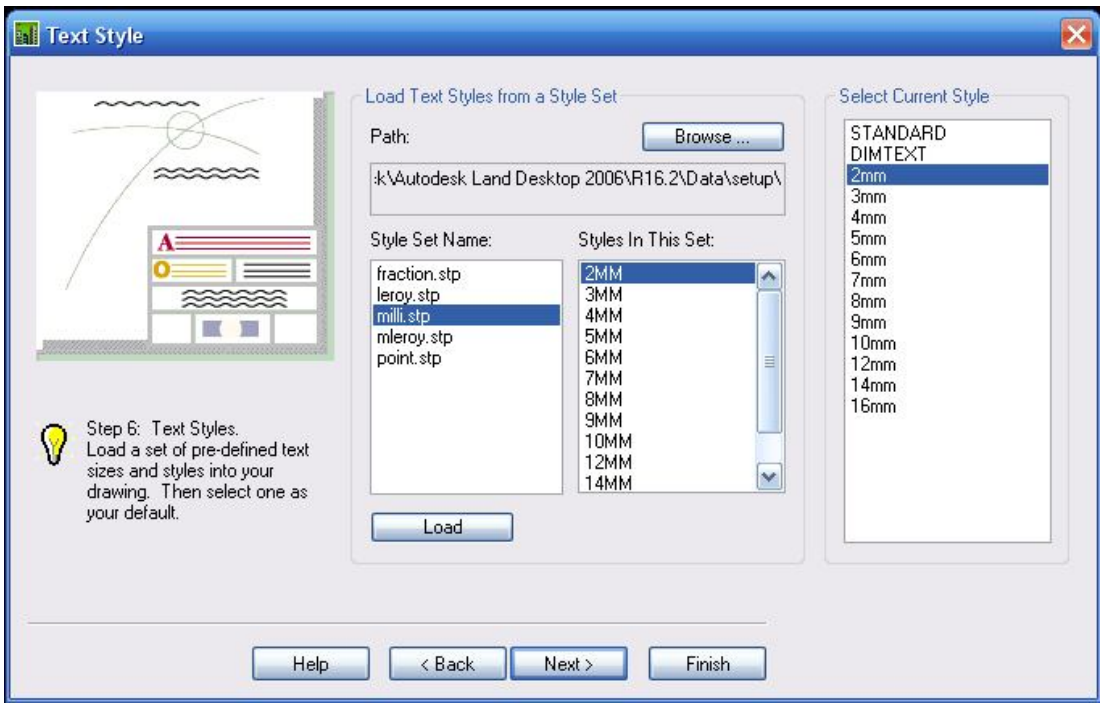
با کلیک روی Next پنجره Orientation ظاهر می‌شود.

در این پنجره می‌توان مبدأ مختصات نقشه راازمختصات (0,0) به هر مختصات دلخواهی انتقال داد همچنین می‌توان زاویه چرخش شمال را نسبت به محور Y نقشه مشخص کرد که این پنجره احتیاج به تغییرات ندارد.



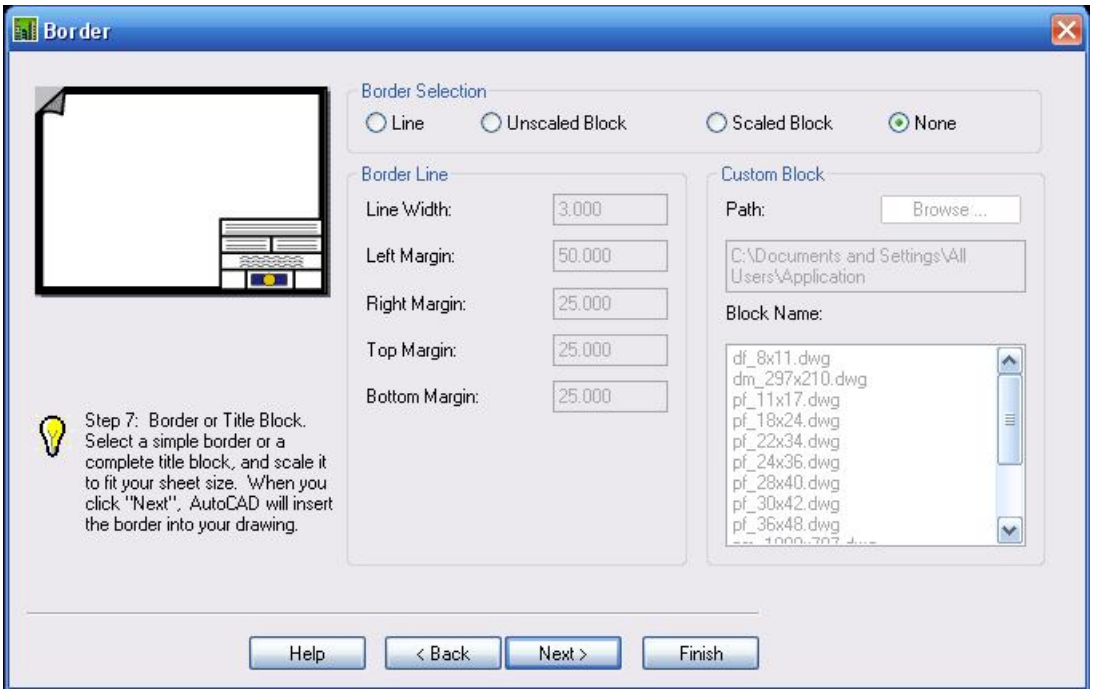
با کلیک روی Next پنجره Text Style ظاهر می‌شود.

در قسمت Text Style تنظیمات مربوط به نوع رسم الخط را انجام می‌دهیم .بدین ترتیب که Style Set Name را روی Mili.stp و Style In This Set را روی 2mm قرار می‌دهیم .



با کلیک روی Next پنجره Border ظاهر می‌شود.

در این پنجره حاشیه نقشه و ابعاد آن را تنظیم می‌شود که احتیاج به تغییرات ندارد .



با کلیک روی Next پنجره Save Setting ظاهر می‌شود.

در این پنجره دوباره تنظیمات قبلی 1:2000 metric را تایید می‌کنیم و روی Finish کلیک می‌کنیم.

جدولی برای ما نمایان می‌شود که تمام تنظیمات ما را نشان می‌دهد .

حالا روی OK کلیک می‌کنیم . تا این مرحله یک Drawing برای پروژه مورد نظر تشکیل داده ایم. پس از تعریف پروژه و Drawing مختصات نقاط را که از دوربین تخلیه و در کامپیوتر در یک Folder ذخیره شده است، با فرمت مورد نظر وارد Drawing می‌کنیم.

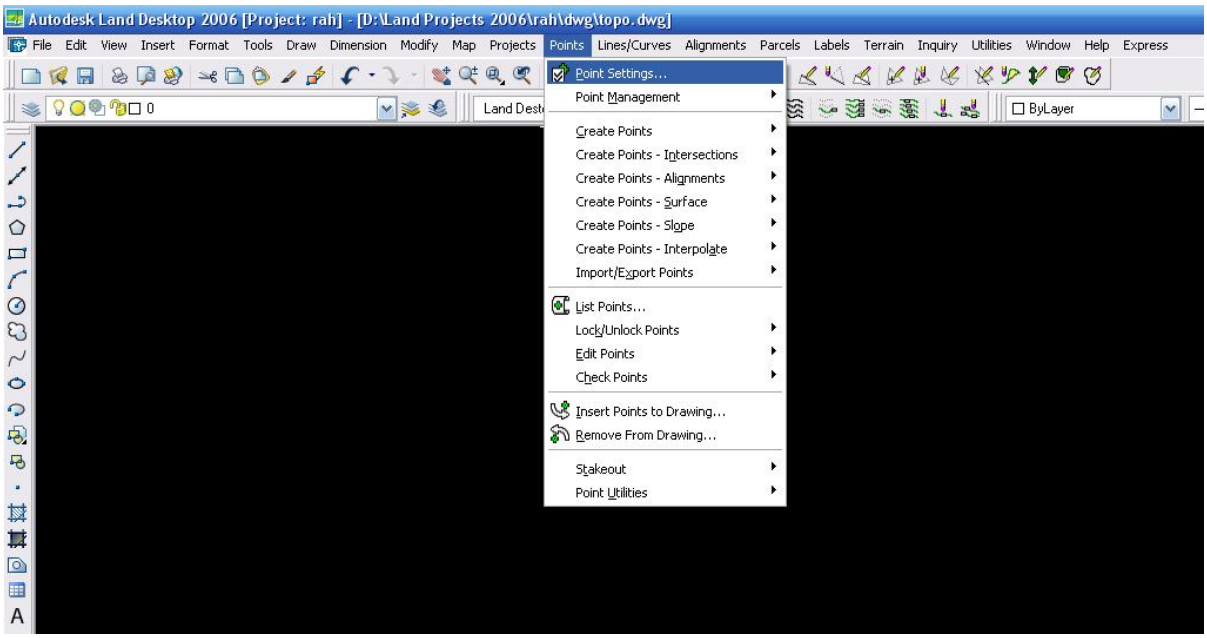
۱۰-۲- تنظیم مشخصات نقاط و وارد کردن نقاط

تنظیم مشخصات نقاط

قبل از وارد کردن نقاط، باید تنظیمات مربوط به ظاهر شدن نقاط در داخل Drawing انجام شود.

به منظور تنظیم مشخصات نقاط مراحل زیر را دنبال می‌کنیم:

۱) از منوی Point گزینه Point setting را انتخاب می‌کنیم تا پنجره Point setting باز شود.



۲) در پنجره Point setting سربرگ Creat را انتخاب و سپس پارامترهای زیر را تنظیم می کنیم:

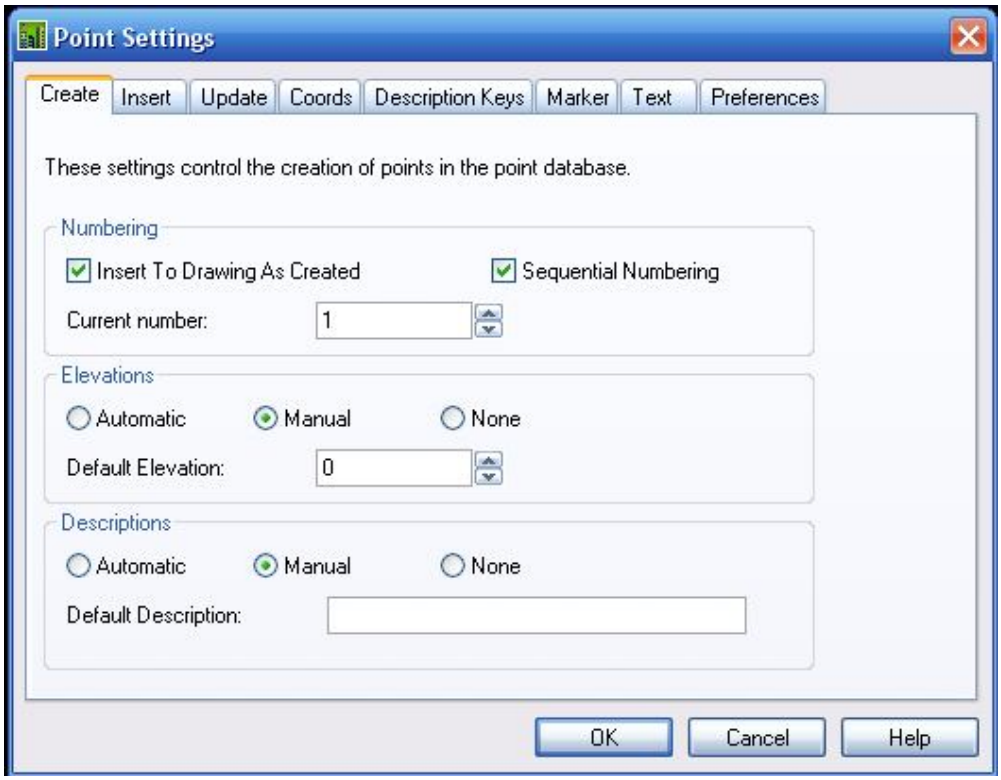
- Insert To Drawing as Created: با فعال کردن این جعبه لیست نقاط علاوه بر اینکه در پایگاه داده نقاط نوشته می‌شود در نقشه نیز ترسیم می گردند.

- Sequential Numbering: با فعال کردن این جعبه لیست شماره نقاط به ترتیب صعودی از آخرین نقاط ایجاد شده به آنها اختصاص داده می‌شود.

- Elevations: گزینه‌های این قسمت چگونگی تخصیص ارتفاع به نقاط ایجاد شده را کنترل می کند. به منظور تخصیص یک ارتفاع یکسان به کلیه نقاطی که قصد ایجاد آنها را داریم گزینه Automatic را انتخاب کرده وسپس ارتفاع مورد نظر را در مقابل Defaul Elevation وارد می کنیم. در صورتیکه بخواهیم ارتفاع هر یک از نقاط در هنگام ایجاد آن مشخص گردد گزینه Manual را انتخاب می کنیم و در صورتیکه بخواهیم نقاط فاقد ارتفاع باشد گزینه None را انتخاب می کنیم.

- Description: گزینه‌های این قسمت چگونگی تخصیص کد به نقاط ایجاد شده را کنترل می کند.که به منظور تخصیص یک کد یکسان به کلیه نقاط گزینه Automaticرا انتخاب کرده وسپس کد مورد نظر را در مقابل Defaul Description وارد می کنیم. در صورتیکه بخواهیم کد

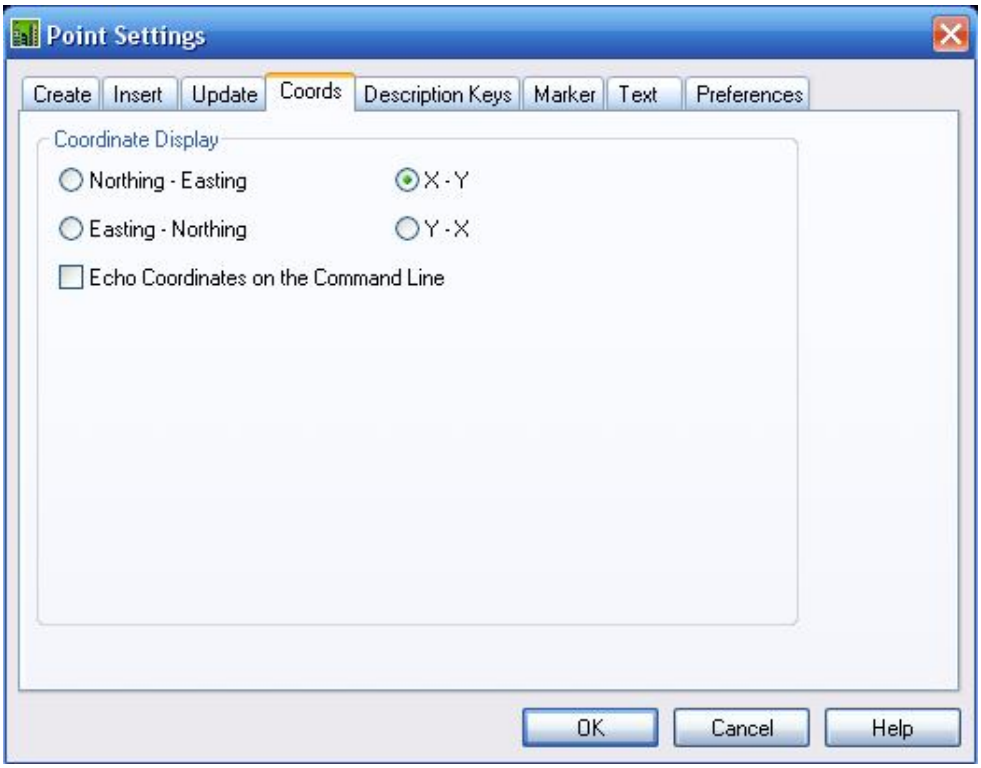
هر یک از نقاط در هنگام ایجاد آن مشخص گردد گزینه Manual را انتخاب می کنیم و در صورتیکه بخواهیم نقاط فاقد کد باشد گزینه None را انتخاب می کنیم.



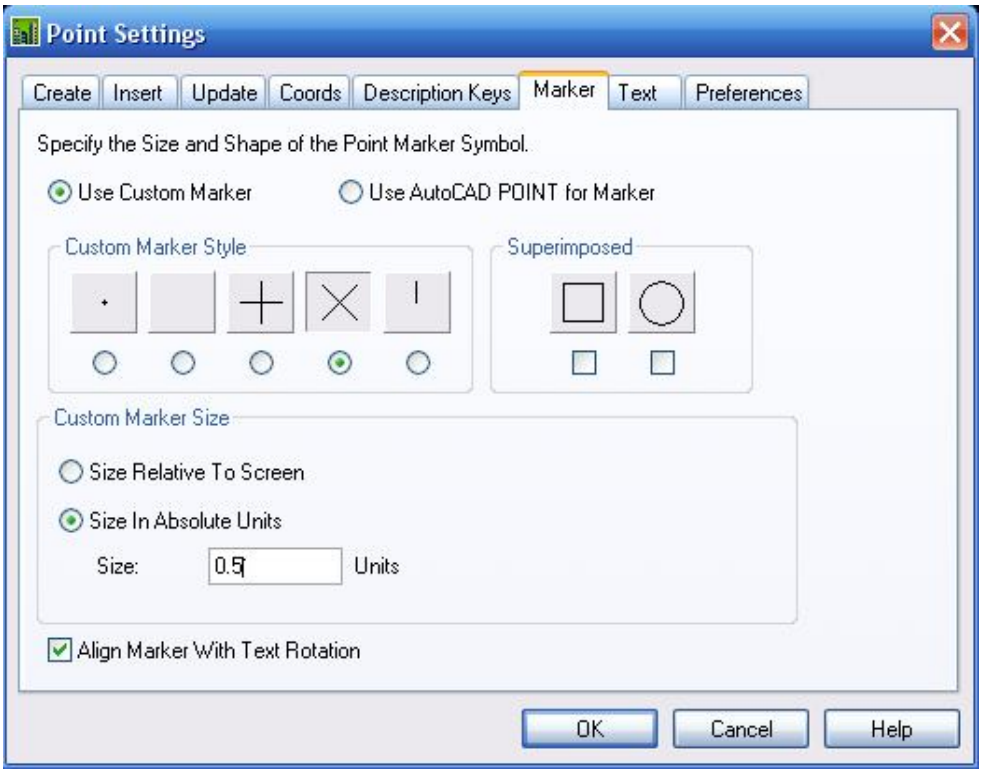
۳) در پنجره Point setting سربرگ Coords را انتخاب و سپس پارامترهای زیر را تنظیم می کنیم:

- Northing-Easting: فرمت نمایش نقاط به صورت ابتدا مختصات شمالی و مختصات شرقی
- Easting- Northing: فرمت نمایش نقاط به صورت ابتدا مختصات شرقی و مختصات شمالی
- X-Y: فرمت نمایش نقاط به صورت ابتدا مختصات X و سپس مختصات Y
- Y-X: فرمت نمایش نقاط بصورت ابتدا مختصات Y و سپس مختصات X

توصیه می‌شود در این قسمت گزینه X-Y را انتخاب کنید تا از اشتباهات احتمالی در وارد کردن مختصات نقاط و نمایش آنها جلوگیری شود.

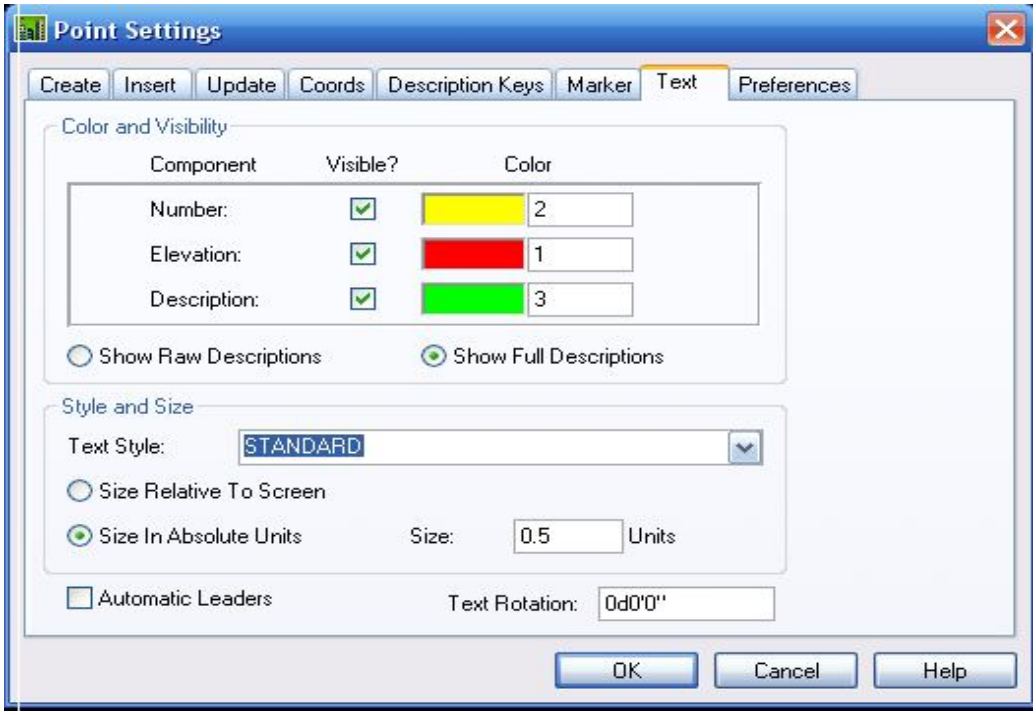


۴) در پنجره Point setting سربرگ Marker را انتخاب و سپس شکل و اندازه نماد مربوط به نقاط را مشخص می کنیم.



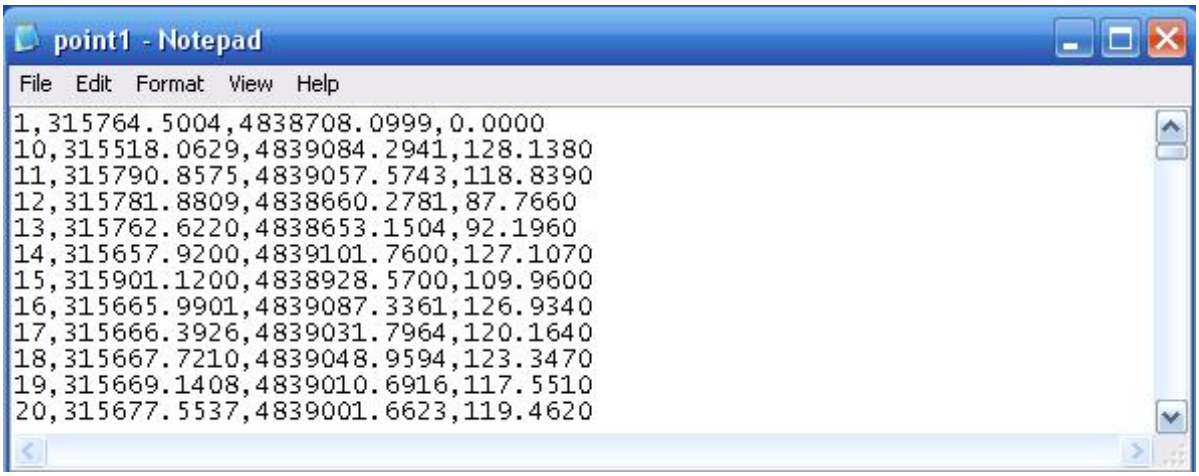
۵) در پنجره Point setting سربرگ Text را انتخاب و سپس پارامترهای زیر را تنظیم می‌کنیم:

- Color and Visibility: در این قسمت مشخصات اطلاعاتی (شماره نقاط، ارتفاع نقاط وکد نقطه) که در کنار هریک از نقاط نوشته خواهند شد را مشخص می‌کند. که به منظور نمایش هر یک از اطلاعات در کنار نقاط، جعبه چک مر بوط به آن را در زیر ?Visible را فعال می‌کنیم.
- Style and size: در این قسمت سبک و اندازه قلم مورد استفاده برای نوشتن اطلاعات مشخص می‌شود.

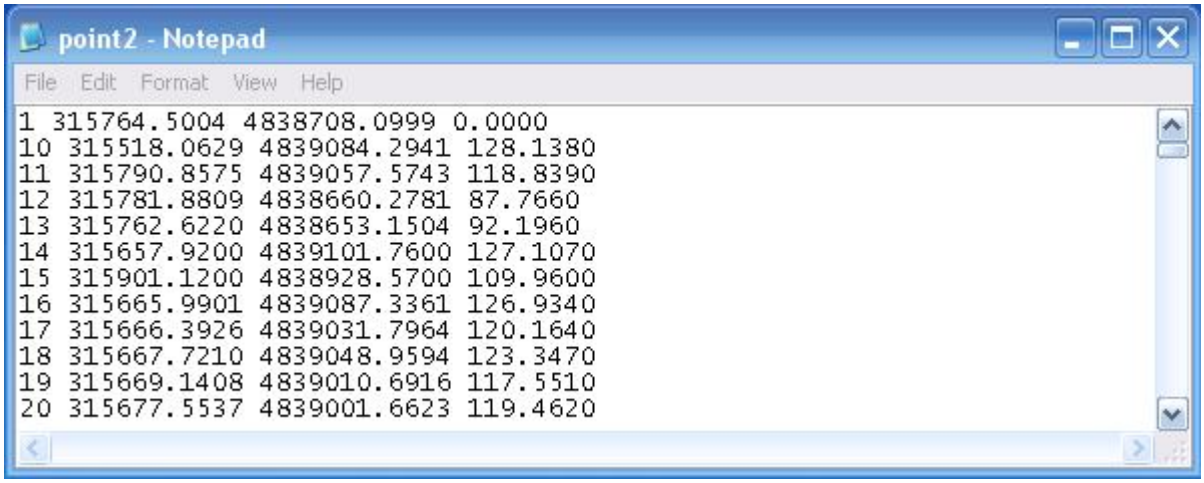


نحوه ایجاد فایل نقاط

اطلاعات باید بر اساس یک قالب مشخص در یک فایل متنی نوشته شوند. برای نوشتن این فایل متنی می‌توان از برنامه هایی مانندNotepad ، Wordpadیا Excel استفاده نمود. باید توجه داشت که پسوند فایل نهایی حتماً txt. باشد. در نرم افزار Land شماره نقاط با حرف P، مختصات Xنقاط با حرف E، مختصات Y نقاط با حرف N وکد نقاط با حرف D مشخص می‌شود.



فایلی با فرمت PENZ و جدا کننده فاصله (Comma Delimited)



فایلی با فرمت PENZ و جدا کننده فاصله (Space Delimited)

خواندن نقاط از فایل

فایل مورد نظر ما باید شامل مختصات‌های X,Y,Z و شماره نقاط و احیانا شامل کد مربوط به هر نقطه باشد. اطلاعات این فایل با توجه به برداشت های نقشه‌برداری بدست می‌آیند و باید وارد نرم افزار شوند تا بتوانیم از طریق آن نقشهٔ توپوگرافی منطقه را ترسیم کنیم . این فایل باید قبل از شروع کار در یک برنامه ای مانند Notepad نوشته و با پسوند txt . ذخیره شود .

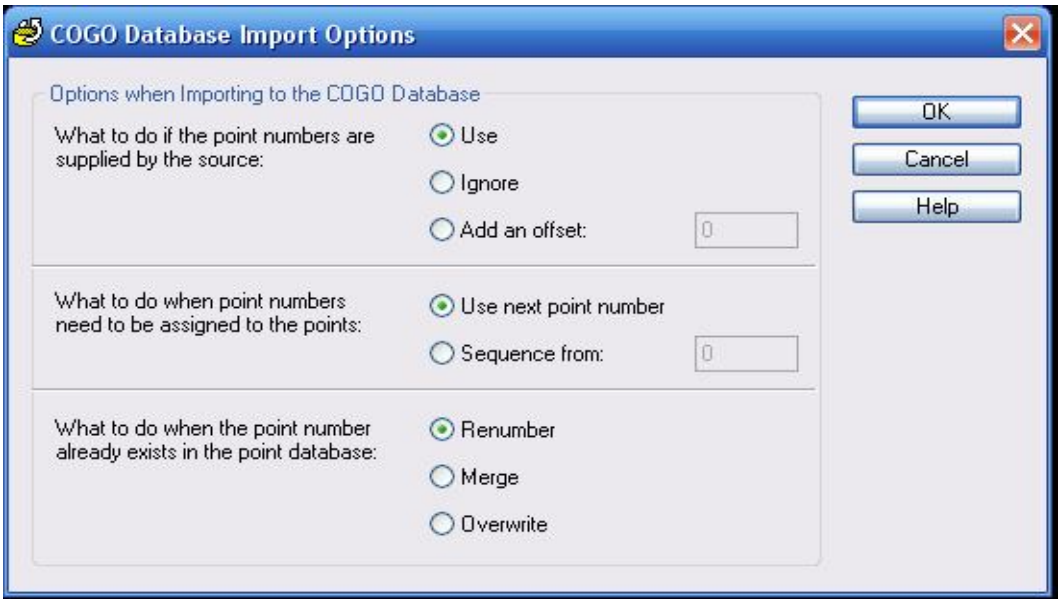
برای خواندن نقاط از یک فایل و وارد نمودن آن‌ها به پروژه مراحل زیر را دنبال می کنیم.

- از منوی points ، گزینه Import/Export Points و سپس Import points را انتخاب می‌کنیم پنجره Format Manager – Import Pointمطابق شکل زیر باز می‌شود:

در این پنجره پارامترهای زیر را تنظیم می‌کنیم:

- Format : در این قسمت فرمت فایل ورودی را مشخص می‌کنیم .
- Source File: در این قسمت مسیر فایل مورد نظر را مشخص می‌کنیم.
- Add Point to Point Group: برای افزودن نقاط وانده شده از ایل به یک گروه مشخص می‌توان این گروه را فعال نمود. نام گروه مورد نظر را می‌توان از بین گروههای موجود انتخاب کرد یا اینکه نام یک گروه جدید را با کلیک کردن بر روی شمایل وارد نمود.

- روی دکمه OK کلیک می‌کنیم تا پنجره COGO data Import Option مطابق شکل زیر باز شود:



در این پنجره پارامترهای زیر را تنظیم می‌کنیم:

- Use: زمانی که قصد دارید شماره نقطه اختصاص داده شده به هر یک از نقاط دقیقاً همان شماره نقطه در فایل باشد این گزینه را فعال کنید.
- Ignore: زمانی که قصد دارید شماره نقطه اختصاص داده شده به هر یک از نقاط مطابق شماره نقطه در فایل نباشد این گزینه را فعال کنید.
- Add an offset: زمانی که قصد دارید به شماره نقاط در فایل نقاط عددی اضافه شود، این گزینه را فعال کنید. برای مثال فرض کنید شماره نقاط نوشته شده در فایل از ۱ شروع و به ۱۰۰۰ ختم شوند و خواسته باشیم شماره نقاط اختصاص داده شده به این نقاط ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ باشد، در این صورت این گزینه را انتخاب و مقدار افست را بابر با ۱۹۹۹ وارد می‌کنیم.
- Use next point number: تا زمانی که ترتیب شماره نقاط در فایل اصلی تغییر می‌کند با ورود نقاط، شماره آنها نیز تغییر می‌کند. مثلاً اگر در فایل اصلی یک دسته نقطه شماره‌های ۱ تا ۲۰۰ و دسته دیگر شماره‌های ۳۰۰ تا ۵۰۰ گرفته باشند با انتخاب این گزینه، نقاط هنگام ورود به پایگاه داده‌ها همین شماره را خواهند داشت.

- Sequence form: با انتخاب این گزینه، شماره هر یک از نقاط به ترتیب صعودی از یک عدد مشخص به هر یک از نقاط اختصاص داده می‌شود. مثلاً اگر در مقابل این گزینه عدد ۱۰۰ را وارد کنید، با این کار نقاط با شماره ۱۰۰ به بالا وارد پایگاه داده می‌شوند.

- Renumber: با انتخاب این گزینه در صورتی که در فایل، یک نقطه با شماره نقطه تکراری (همانند شماره نقطه موجود در پروژه) وجود داشته باشد، یک شماره نقطه جدید به نقطه اختصاص داده می‌شود.برای مثال اگر قبلاً یکسری نقاط از یک فایل با شماره‌های ۱ تا ۱۰۰۰ خوانده شده باشد و شماره نقاط فایل دوم نیز از ۱ تا ۱۰۰۰ باشد با انتخاب این گزینه خود نرم افزار شماره نقاط فایل جدید را از ۱۰۰۱ به نقاط اختصاص خواهد داد.

- Merge:با انتخاب این گزینه نقاطی که وارد پایگاه داده می‌شوند اگر شماره‌های تکراری داشته باشند به صورت زیر تغییر می‌یابند:

- برای مثال اگر مشخصه نقطه ای در پایگاه داده چنین باشد.

(Number: 23 ,Northing: 500 ,Easting: 500,Elevation:70.5 ,Description:IP)

و اگر در فایل نقطه ای با شماره ۲۳با مشخصه زیر باشد.

(Number: 23 ,Northing: 502 ,Easting: 498)

در این صورت نقطه ۲۳ در داخل پایگاه داده با مشخصات زیر ذخیره خواهد شد.

(Number: 23 ,Northing: 502 ,Easting: 498,Elevation:70.5 ,Description:IP)

- Merge :Overwrite:با انتخاب این گزینه نقاطی که وارد پایگاه داده می‌شوند اگر شماره‌های تکراری داشته باشند به صورت زیر تغییر می‌یابند:

- برای مثال اگر مشخصه نقطه ای در پایگاه داده چنین باشد.

(Number: 23 ,Northing: 500 ,Easting: 500,Elevation:70.5 ,Description:IP)

و اگر در فایل نقطه ای با شماره ۲۳با مشخصه زیر باشد.

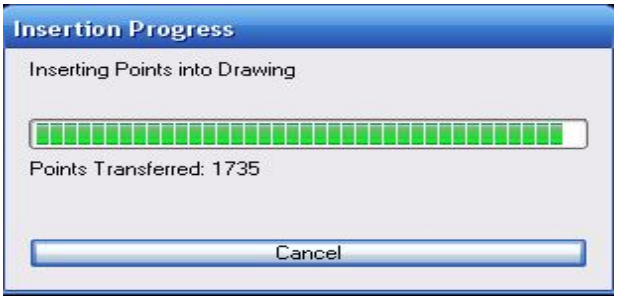
(Number: 23 ,Northing: 502 ,Easting: 498)

در این صورت نقطه ۲۳ در داخل پایگاه داده با مشخصات زیر ذخیره خواهد شد.

Number: 23 ,Northing: 502 ,Easting: 498,Elevation:Blank field ,)

(Description: Blank field

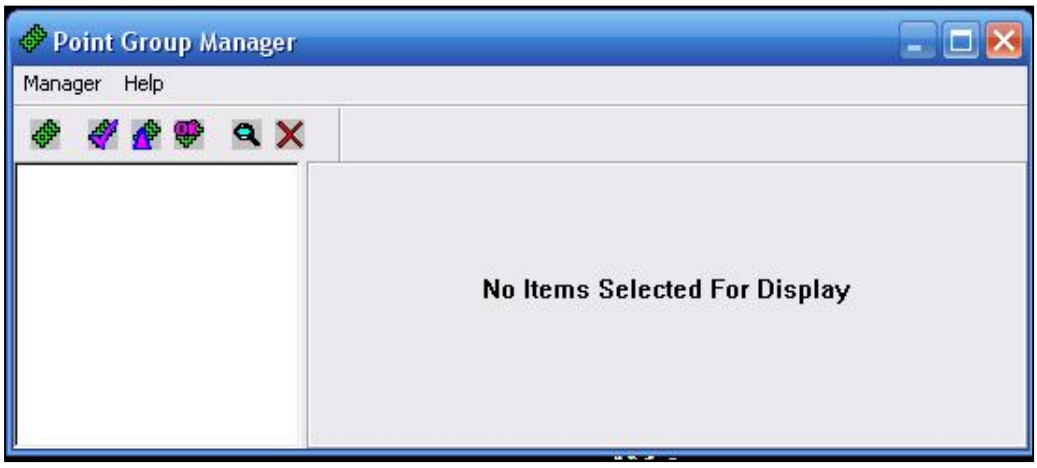
- روی دکمه OKکلیک کنید تا فایل ورودی خوانده و نقاط در پروژه درج گردند.



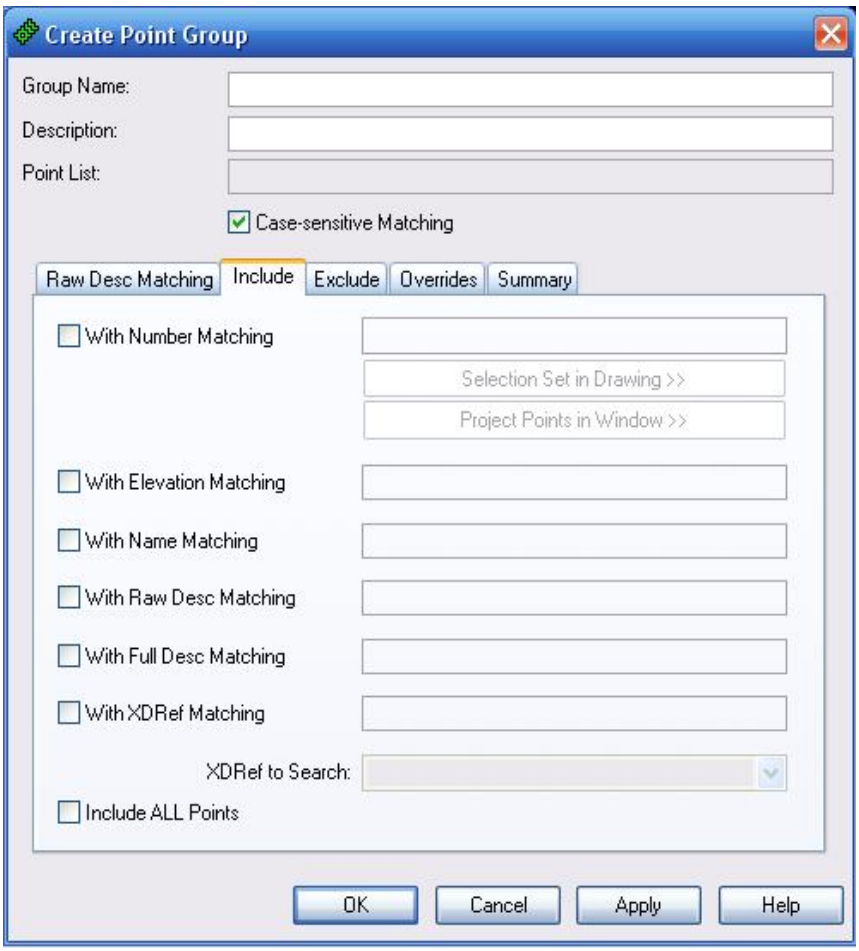
۱۰-۳- گروه بندی نقاط

برای گروه بندی نقاط مراحل زیر را انجام می کنیم:

۱) از منوی points ، گزینه Point Management و سپس Point Group Management را انتخاب می کنیم پنجره Point Group Management مطابق شکل زیر باز می‌شود:



۲) در داخل این پنجره روی Managerکلیک کنید و Creat Point Manager را انتخاب کنید و یا روی شمایل کلیک کنید تا پنجره Creat Point Manager مطابق شکل زیر باز شود:



۳) در داخل این پنجره در قسمت Group Name نام گروه مورد نظر و در مقابل Description توضیحات مربوط به گروه را وارد کنید.

۴) با انتخاب سربرگ Include نقاطی را که قصد دارید در گروه قرار گیرند انتخاب کنید.

- به منظور مشخص نمودن نقاط یک گروه با استفاده از شماره نقاط، جعبه چک With Number Matchingرا فعال کنید و سپس در مقابل کادر روبروی آن شماره نقاطی که می‌خواهید در گروه مورد نظر قرار گیرند را وارد نمایید.

- به منظور مشخص نمودن نقاط یک گروه با استفاده ازارتفاع نقاط، جعبه چک With Elevation Matching را فعال کنید و سپس در مقابل کادر روبروی آن ارتفاع نقاطی که می‌خواهید در گروه مورد نظر قرار گیرند را وارد نمایید.

- به منظور مشخص نمودن نقاط یک گروه با استفاده از کد نقاط، جعبه چک With Raw Desc Matching را فعال کنید و سپس در مقابل کادر روبروی آن کد نقاطی مورد نظر را وارد نمایید. به منظور وارد کردن چند کد آنها را با استفاده از علامت (,) از هم جدا کنید.

توجه: در وارد کردن کد نقاط باید به حرف بزرگ و کوچک دقت شود.

- به منظور انتخاب کلیه نقاط موجود در پروژه، جعبه چک Include All Points را انتخاب کنید.سپس روی دکمه Apply کلیک کنید تا نقاط وارد گروه شوند. شماره نقاط اضافه شده به گروه را می‌توان در کادر روبروی Point List مشاهده کرد.

۵) به منظور انتخاب کلیه نقاط موجود در پروژه به جز نقاطی با مشخصات مورد نظر، روی سربرگ Excludeکلیک کنید و نقاط مورد نظر را مانند مرحله ۴ انتخاب نمایید.

۶) در صورتی که بخواهید ارتفاع و یا کد نقاط را به ارتفاع و یا کد مورد نظر، تغییر دهید روی سر برگ Override کلیک کنید و مطابق زیر عمل کنید.

- به منظور تغییر ار تفاع نقاط یک گروه به ارتفاع مورد نظر، در ستون Property جعبه چک Elevation را فعال کنید و سپس در ستون Override در کادر روبروی Elevation کلیک کرده و ارتفاع مورد نظر را وارد نمایید.

- به منظور تغییر کد نقاط یک گروه به کد مورد نظر، در ستون Property جعبه چک Description را فعال کنید و سپس در ستون Override در کادر روبروی Description کلیک کرده و کد مورد نظر را وارد نمایید.

۷) به منظور مشاهده خلاصه اطلاعات نقاط گروه، روی سربرگ Summary کلیک کنید.

۸) پس از انتخاب نقاط روی دکمه OK کلیک کنید تا به پنجره Point Group Management باز گردید. گروه ایجاد شده در قسمت چپ و فهرست نقاط را در قسمت راست این کادر محاوره مشاهده می‌شود.

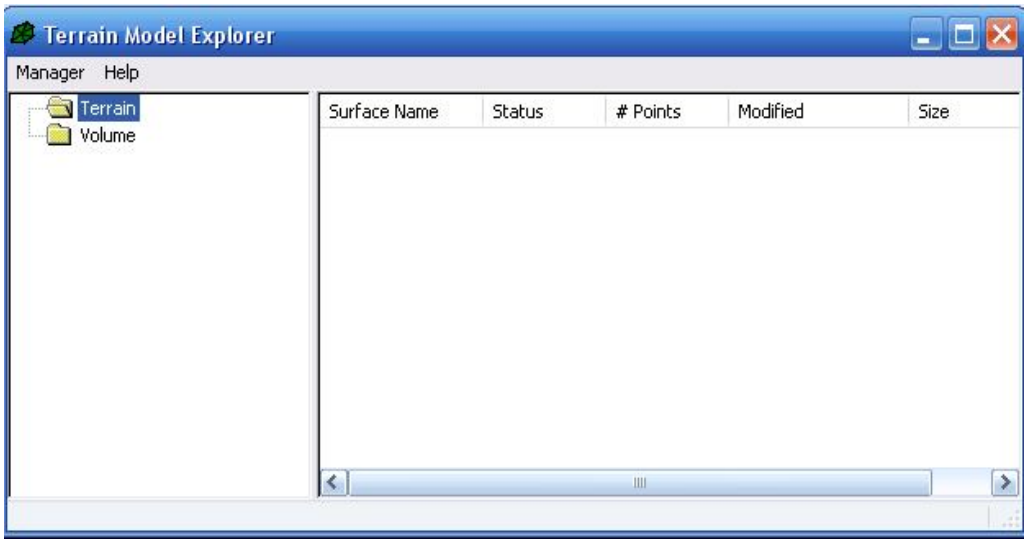
۱۰-٤- ایجاد یک سطح(Surface):

۱) ابتدا برای محدوده ای که می‌خواهید در آن منحنی میزان ترسیم شود، یک مرز (Boundary) ترسیم کنید. که با استفاده از دستور poly line مرز منطقه را مشخص می‌کنیم.

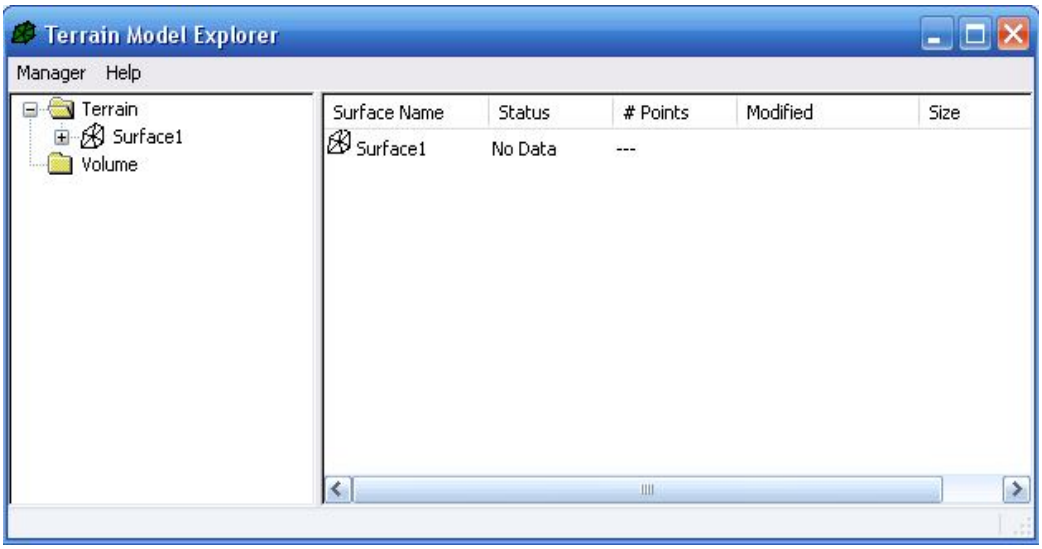
۲) از مسیر زیر یک سطح تعریف می‌کنیم :

Terrain >Terrain Model Explorer

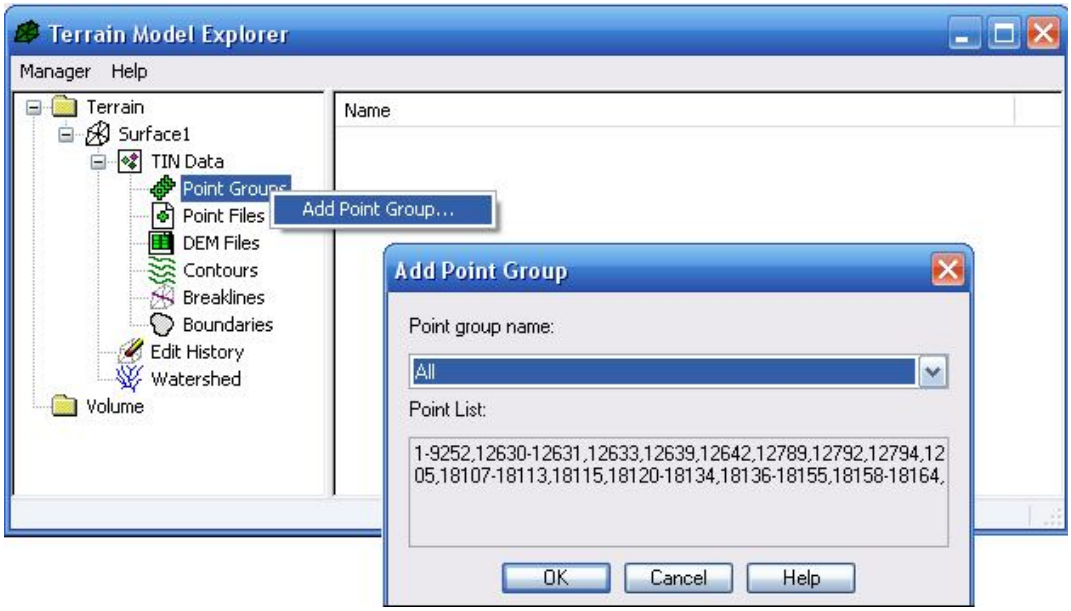
با این کار پنجره Terrain Model Explorer مطابق شکل زیر ظاهر می‌شود.



۳) در این پنجره روی آیکن Terrain کلیک راست کرده تا Create New Surface ظاهر شود با انتخاب گزینه Create New Surface سطحی ایجاد می‌شود. در سمت راست در ستون Surface Name نام سطح تولید شده Surface1 نمایش داده می‌شود.



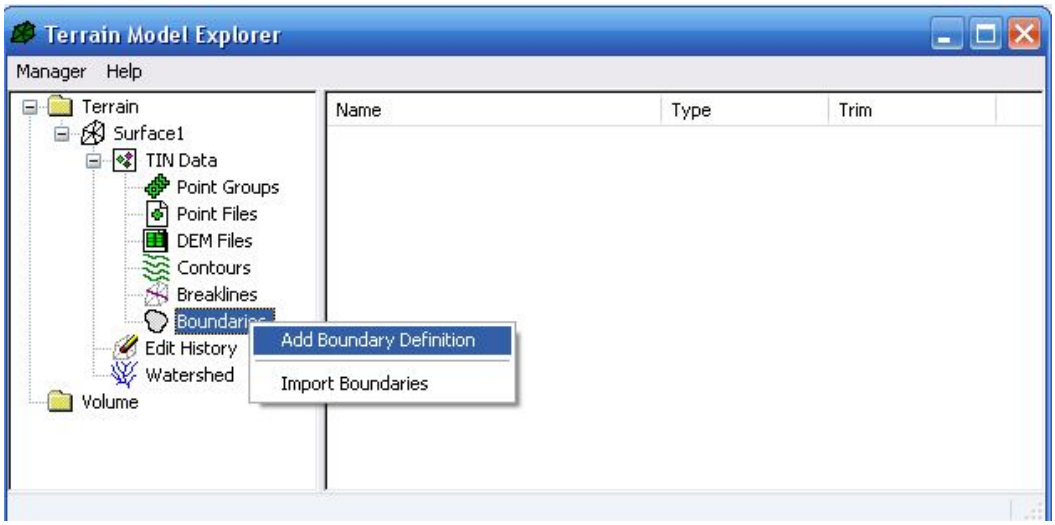
۳-۱) در همین پنجره Surface1 را باز کرده و روی گزینه Pint Group کلیک راست نمایید و روی گزینه Add Pint Group کلیک کنید تا پنجره Add Pint Group مطابق شکل زیر باز شود.



- در داخل پنجره Add Pint Group در قسمت Pint Group Name گروه نقاطی که می‌خواهید وارد Surface شود، انتخاب نمایید. معمولاً(All)تمام نقاط انتخاب می‌شود.

- با کلیک کردن روی گزینه OK نام گروه سمت راست پنجره Terrain Model Explorer نمایش داده می‌شود.

۳-۲) برای تعریف Boundary که قبلاً ترسیم کرده اید، در داخل پنجره Terrain Model Explorer پس از باز کردن Surface 1 روی پوشه Boundary کلیک راست کرده و گزینه Add Boundary Definition را انتخاب نمایید.



- با انتخاب گزینه Add Boundary Definition، در خط فرمان دستور Select PolyLine for Boundary مبنی بر انتخاب PolyLine برای Boundary ظاهر می‌شود مرزی را که قبلاً به عنوان Boundary ترسیم کرده اید، انتخاب نمایید.
- پس از انتخاب Boundary، در خط فرمان دستور Boundary Name :< Boundary0 > مبنی بر انتخاب یک نام برای Boundary ظاهر می‌شود که می‌توان در جلوی این دستور نامی برای Boundary تایپ کرد یا همان پیش فرض Boundary0 را پذیرفت و سپس تأیید(Enter) نمود.
- با زدن Enter در مرحله قبل در خط فرمان دستور زیر ظاهر می‌شود:

Boundary type (show/hide/outer) <outer>

در این حالت یکی از کارهای زیر را انجام می‌دهیم:

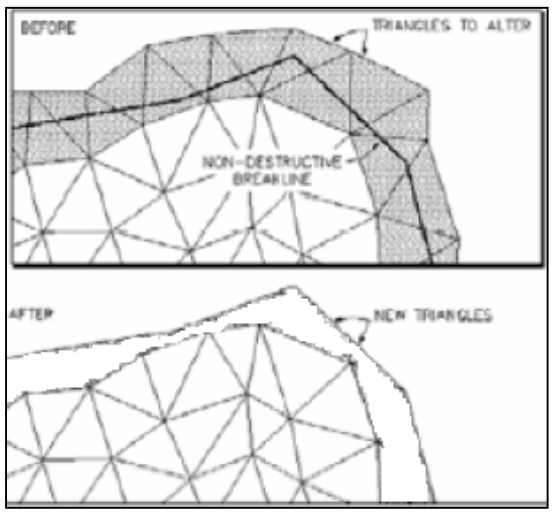
- با انتخاب outer و زدن Enter خارجی ترین Boundary برای Surface در نظر گرفته می‌شود.
- با انتخاب show و زدن Enter، مرز(Boundary) داخلی در نظر گرفته می‌شود که خطوط مثلث بندی در داخل ان نشان داده می‌شود و داخل این مرز فعال می‌شود.
- با انتخاب Hide و زدن Enter، مرز(Boundary) داخلی در نظر گرفته می‌شود که خطوط مثلث بندی در آن خاموش اند و داخل این مرزغیرفعال می‌شود.

نکته: show و Hide برای حالتی است که در داخل منطقه نقشه‌برداری به ترتیب جزیره و دریاچه داریم.

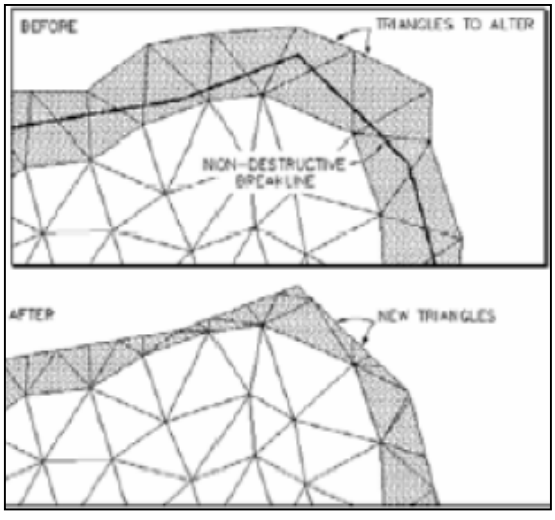
- با انتخاب یکی از موارد بالا اکثراً (outer) و زدن Enter در خط فرمان، دستور زیر ظاهر می‌شود:

Make BreakLine along edge?(Yes/No) < Yes>

- اگر عبارت Yes را انتخاب کنید خط مرزی به صورت غیر مخرب(non-destructive) تعریف می‌شود. در این حالت انتدا در محل تلاقی خط مرزی با اضلاع مثلث‌ها یکسری نقطه ایجاد می‌شود و سپس سطح مجدداً به کمک این نقطه جدید مثلث بندی می‌شود.
- اگر عبارت No را انتخاب کنید خط مرزی به صورت مخرب (destructive) تعریف می‌شود. در این حالت خط مرزی که با اضلاع مثلث‌ها تلاقی دارند، حذف می‌شوند.



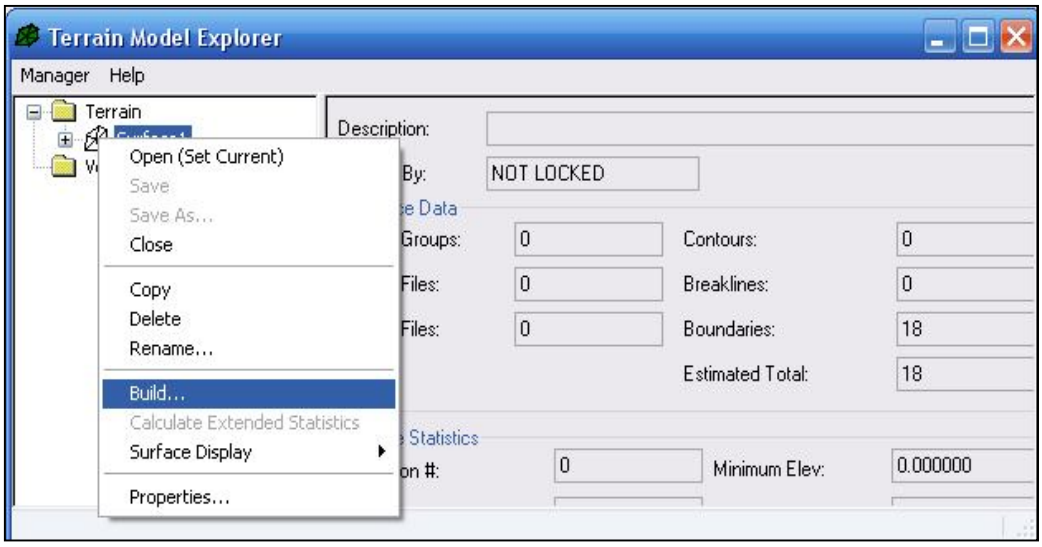
خط مرزی مخرب

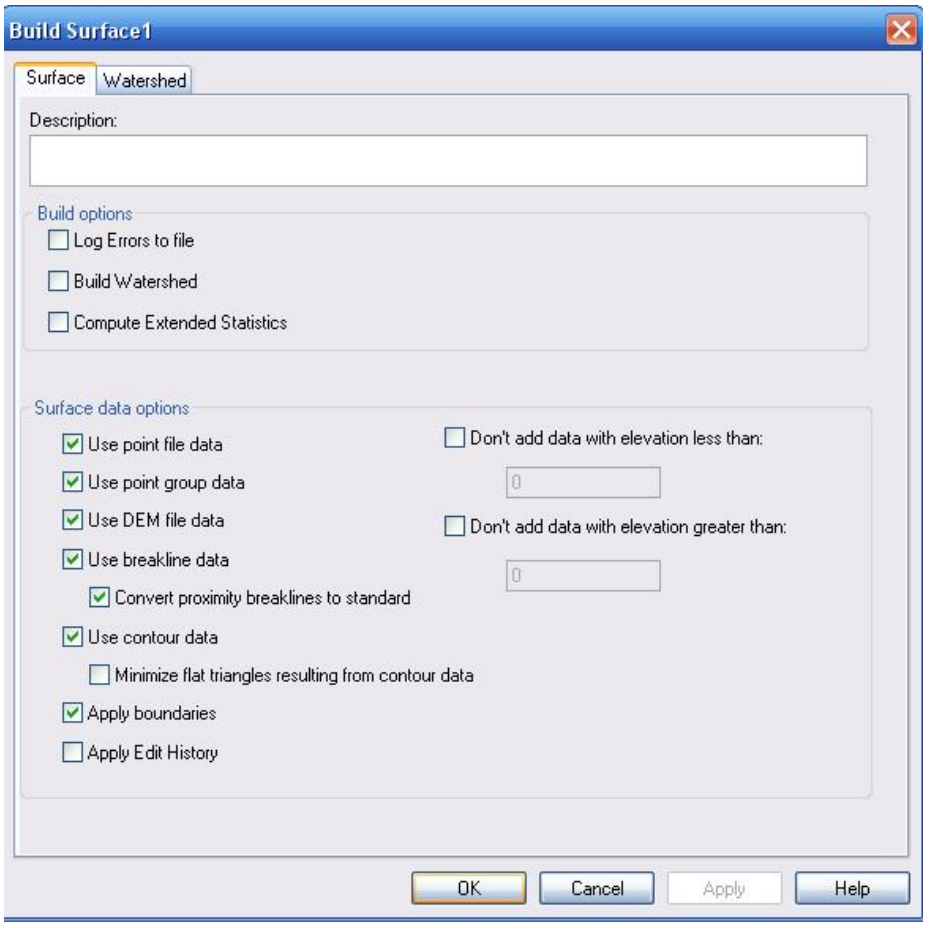


خط مرزی غیر مخرب

- برای پایان دستور از کلید Esc استفاده کنید تا دستور خاتمه یابد و به پنجره Terrain Model Explorer بازگردید.

۳-۳) در داخل پنجره Terrain Model Explorer، روی پوشه Surface1 کلیک راست کرده و گزینه Bild را انتخاب نمایید تا Surface1 ساخته شود. با انتخاب Bild پنجره Bild Surface1 مطابق شکل زیر باز می‌شود.





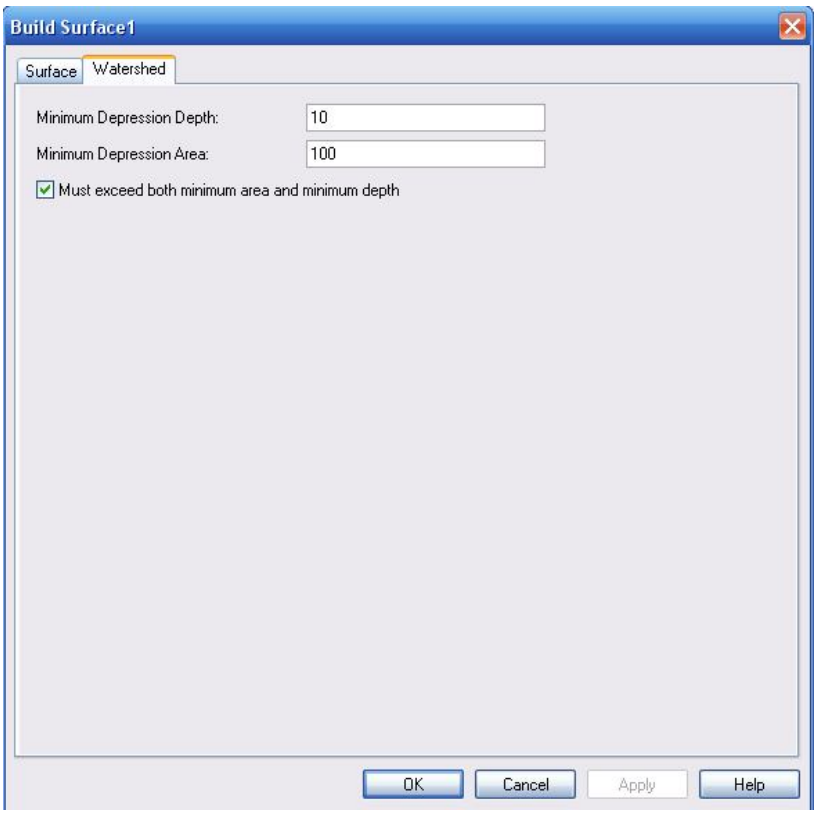
- در این پنجره از سر برگ Surface پارامترهای زیر را تنظیم می کنیم:
  - Loggg Errors to file: در صورت فعال بودن این جعبه چک، خطاهای ایجاد شده در زمان مثلث بندی در فایل surface name>.err < در مسیر زیر نوشته می‌شود:

C:\Land Projects 2006\< Project name > \dtm\<surface name>

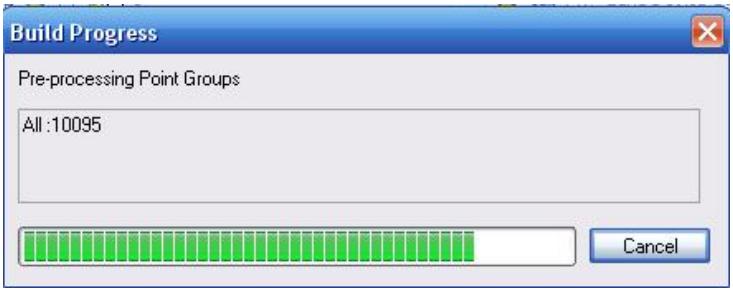
  - Build Watershed: در صورت فعال بودن این جعبه چک، حوزه‌های آبریز در زمان مثلث بندی سطح، ایجاد می‌شود. به منظور انجام تنظیمات مربوط به محاسبه حوزه‌های آبریز، سربرگ watershed از پنجره Build Surface را انتخاب و تنظیمات مربوطه را انجام می‌دهیم.
  - Compute Extended Statistics: در صورت فعال بودن این جعبه چک، جزئیات مربوط به مشخصات سطح محاسبه می‌شود. این جزئیات پس از انجام مثلث بندی با کلیک بر روی Surface1 قابل مشاهده می‌باشد.

- در قسمت surface data option داده‌هایی که باید برای مثلث بندی مورد استفاده قرار گیرند را مشخص می کنیم.

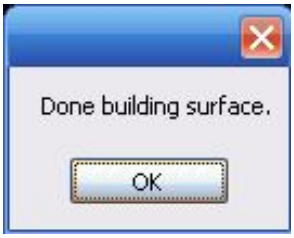
- در پنجره Build Surface1 از سربرگ watershed پارامترهای زیر را تنظیم می کنیم:
  - Minimum Description Depth: حداقل عمق حوزه آبریز.
  - Minimum Description Area: حداقل عمق حوزه آبریز.
  - Must Exceed Both Minimum Area and Minimum Depth: در صورت فعال بودن این جعبه چک هر دو معیار حداقل عمق حوزه آبریز و حداقل مساحت حوزه آبریز برای ایجاد حوزه آبریز مد نظر قرار می گیرند.



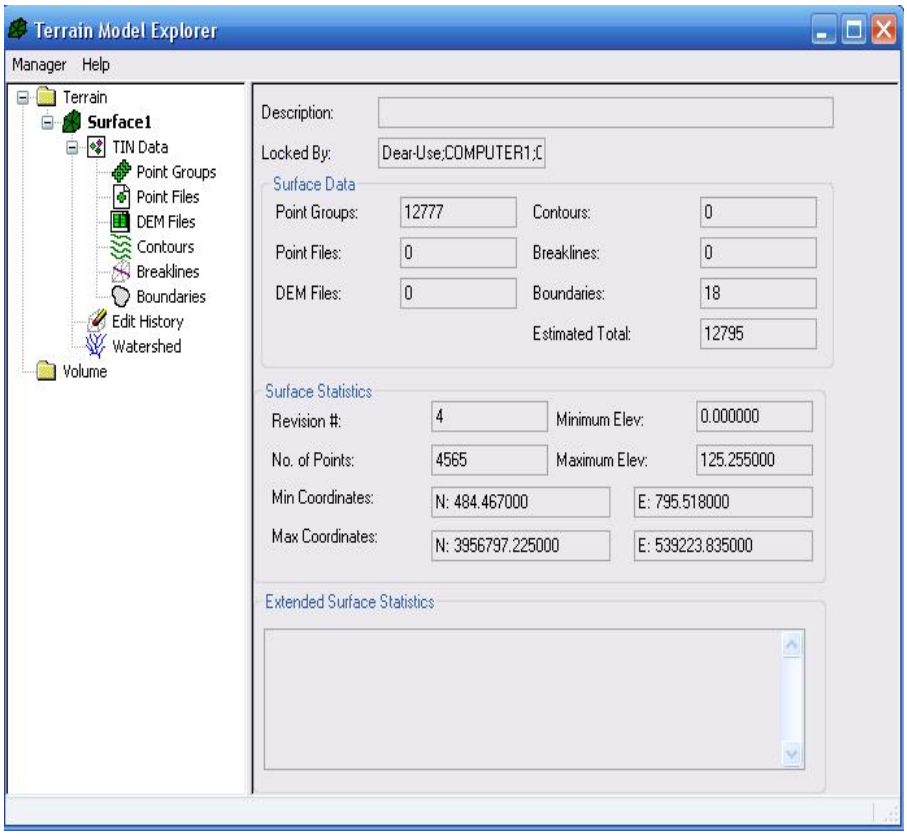
- در نهایت در این پنجره با کلیک کردن روی گزینه OK یک پنجره مطابق شکل زیر باز می‌شود که روند پیشرفت ایجاد Surface را نشان می‌دهد.



بعد از پایان کار پیغامی نیز مبنی بر اینکه سطح ساخته شده ظاهر می‌شود.



نکته: بعد از ساخت سطح، حال اگر روی نام آن در پنجرهTerrain Model Explorer کلیک کنید در سمت راست این پنجره اطلاعات سطح را خواهید دید.



۱۰-۵- مثلث بندی سطح(Import 3D Line)

برای مثلث بندی سطح مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

۱) از منوی Terrain گزینه Edit Surface > Import 3D Line را انتخاب می‌کنیم تا پیغام زیر در خط فرمان ظاهر شود.

Erase old surface view (Yes/No) < Yes>:

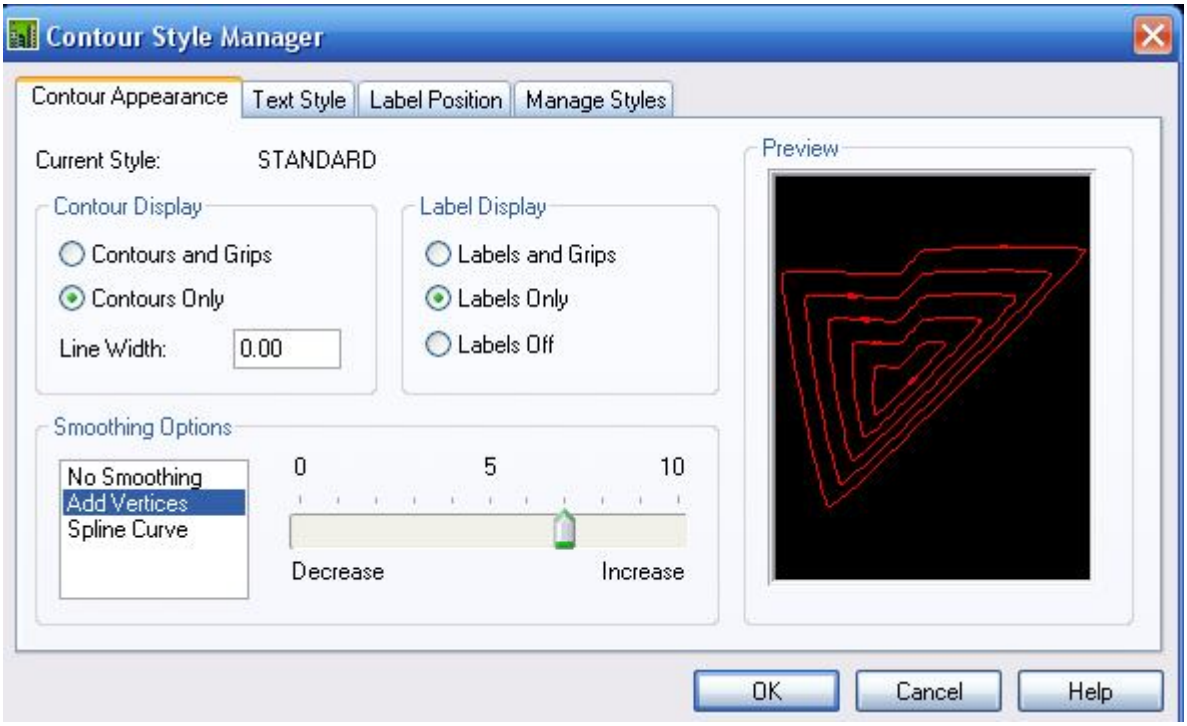
۲) عبارت Yes را وارد کنید وکلیدEnter را بزنید تا خطوط مثلث بندی قبلی پاک و خطوط مثلث بندی جدید جایگزین آن‌ها شود. یا عبارت No را وارد کنید وکلیدEnter را بزنید تا خطوط مثلث بندی قبلی پاک نشود.

۱۰-٦- ترسیم منحنی‌های میزان

تنظیمات منحنی‌های میزان(Contour Style Manager)

به منظور انجام تنظیمات منحنی‌های میزان مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

۱) از منوی Terrain گزینه Contour Style Manager… را انتخاب می‌کنیم تا پنجره Contour Style Manager مطابق شکل زیر باز شود.



۲) روی سربرگ Contour Appearance کلیک کرده و تنظیمات زیر را انجام می‌دهیم:

- در قسمت Contour Display در صورتی که بخواهیم هنگام انتخاب منحنی‌های میزان گیره‌های آن مشاهده شود گزینه Contour and Grips و در غیر این صورت گزینه Contour Only را انتخاب می‌کنیم.
- در قسمت Label Display یکی از گزینه‌های زیر را انتخاب می‌کنیم:
  - Label and Grips: با انتخاب این گزینه یک گیره برای برچسب‌ها ظاهر می‌شود که با استفاده از آن می‌توانید برچسب را در امتداد منحنی‌های میزان تغییر دهید.

- Label Only: به منظور ایجاد برچسب بدون گیره این گزینه انتخاب می‌شود.
- Label Off: با انتخاب این گزینه منحنی‌های میزان برچسب گذاری نمی‌شوند.

- در قسمت Smoothing Option می‌توان درجه نرمی منحنی‌های میزان را مشخص کرد. توصیه می‌شود که گزینه Add Vertices را انتخاب کرده و با توجه به توپوگرافی منطقه، میزان نرمی منحنی میزان را با استفاده از Slide bar بین عدد 10-0 تنظیم کرد.

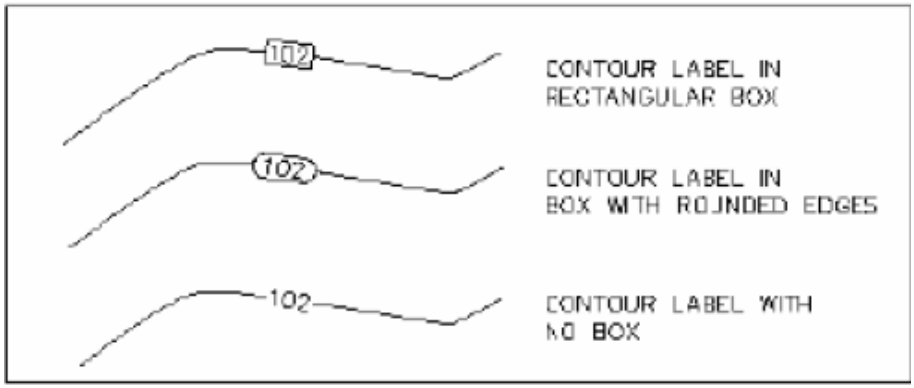
۳) روی سربرگ Text Style کلیک کرده و در قسمت Text Properties تنظیمات مربوط به بر چسب‌های ارتفاعی منحنی‌های میزان را به صورت زیر انجام می‌دهیم:

- در کادر روبروی Style سبک متنی بر چسب ارتفاعی منحنی‌های میزان را انتخاب می‌کنیم.
- روی جعبه رنگ Color کلیک کرده تا پنجره Select Color باز شود و رنگ مربوط به برچسب منحنی‌های میزان را انتخاب و سپس روی دکمهOK کلیک کرده تا به پنجره Contour Style Manager باز گردیم.
- در کادر روبروی prefix عبارتی را که می‌خواهیم بعد از برچسب ارتفاع نقاط به عنوان پیشوند نوشته شود را وارد و یا از فهرست انتخاب می‌کنیم. برای مثال در صورتی که گزینه EL را انتخاب کنیم این عبارت به ابتدای تمام برچسب‌های ارتفاعی اضافه می‌شود.
- در کادر روبروی Suffix عبارتی را که می‌خواهیم قبل از برچسب ارتفاع نقاط به عنوان پسوند نوشته شود را وارد و یا از فهرست انتخاب می‌کنیم. برای مثال در صورتی که گزینه m را انتخاب کنیم این عبارت به انتهای تمام برچسب‌های ارتفاعی اضافه می‌شود.
- در کادر روبروی Height ارتفاع متن برچسب‌های ارتفاعی منحنی‌های میزان را وارد می‌کنیم.
- در کادر روبروی Precision تعداد ارقام مربوط به متن برچسب‌های ارتفاعی منحنی‌های میزان را وارد می‌کنیم.

۴) روی سر برگ Label Position کلیک کرده و تنظیمات مربوط به نحوه نمایش برچسب‌های ارتفاعی منحنی‌های میزان را به صورت زیر انجام می‌دهیم:

- Above Contour: در صورتی که بخواهید برچسب‌ها در بالای منحنی‌های میزان قرار گیرند این گزینه را انتخاب و سپس در کادر مقابل Offset فاصله برچسب از منحنی میزان را وارد کنید.

- Blow Contour: در صورتی که بخواهید برچسب‌ها در پایین منحنی‌های میزان قرار گیرند این گزینه را انتخاب و سپس در کادر مقابل Offset فاصله برچسب از منحنی میزان را وارد کنید.
- On Contour: در صورتی که بخواهید برچسب
- Break Contour for Label: با روشن بودن این جعبه چک منحنی‌های میزان در محل درج برچسب شکسته می‌شوند.
- Make plan Readable: با روشن بودن این جعبه چک منحنی‌های میزان در راستای شرقی و غربی نوشته می‌شوند.
- Label Position Slope: با فعال بودن این جعبه چک برچسب‌های منحنی میزان در جهت افزایش شیب نوشته می‌شوند. بنابر استانداردهای موجود در کارتوگرافی در ایران این گزینه باید فعال باشد.
- در قسمت Border Around Label یکی از گزینه ها با توجه به شکل زیر انتخاب می‌شود.



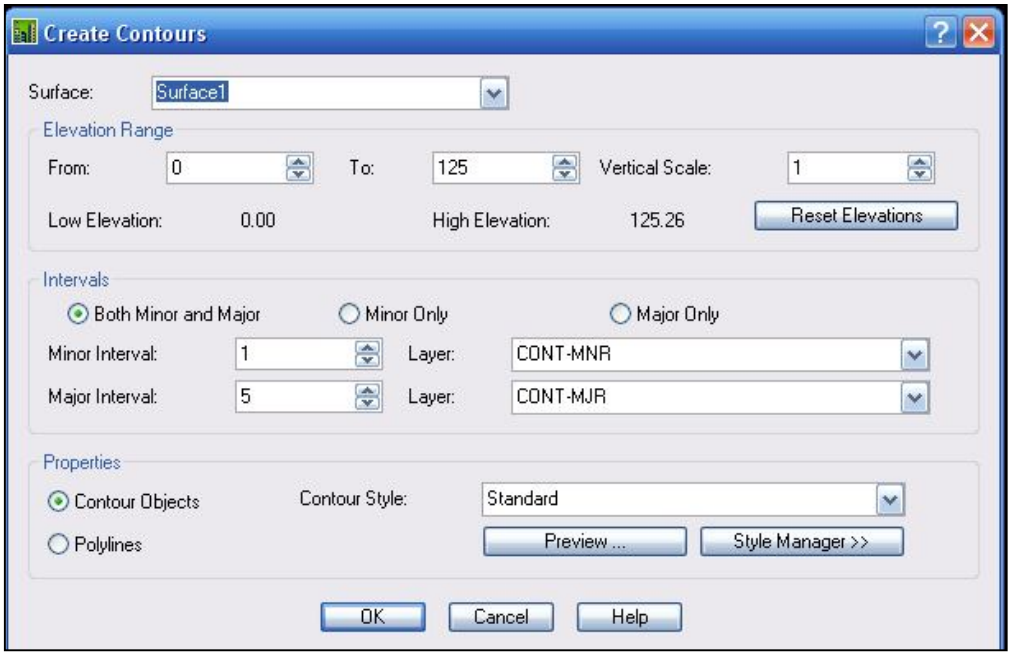
۵) سربرگ Manage Style را انتخاب کرده و سبک ایجاد شده را با یک نام ذخیره می کنیم.

۶) روی دکمه OK کلیک کنید.

ترسیم منحنی میزان(Creat Contours)

به منظور ترسیم منحنی‌های میزان مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

۱) از منوی Terrain گزینه Creat Contours... را انتخاب می‌کنیم پنجره Creat Contours مطابق شکل زیر باز می‌شود.



۲) از فهرست روبروی Surface سطحی را که می‌خواهیم منحنی‌های میزان آن را ترسیم نماییم، انتخاب می‌کنیم.

۳) در قسمت Elevation Range پارامترهای زیر را تنظیم می‌کنیم:

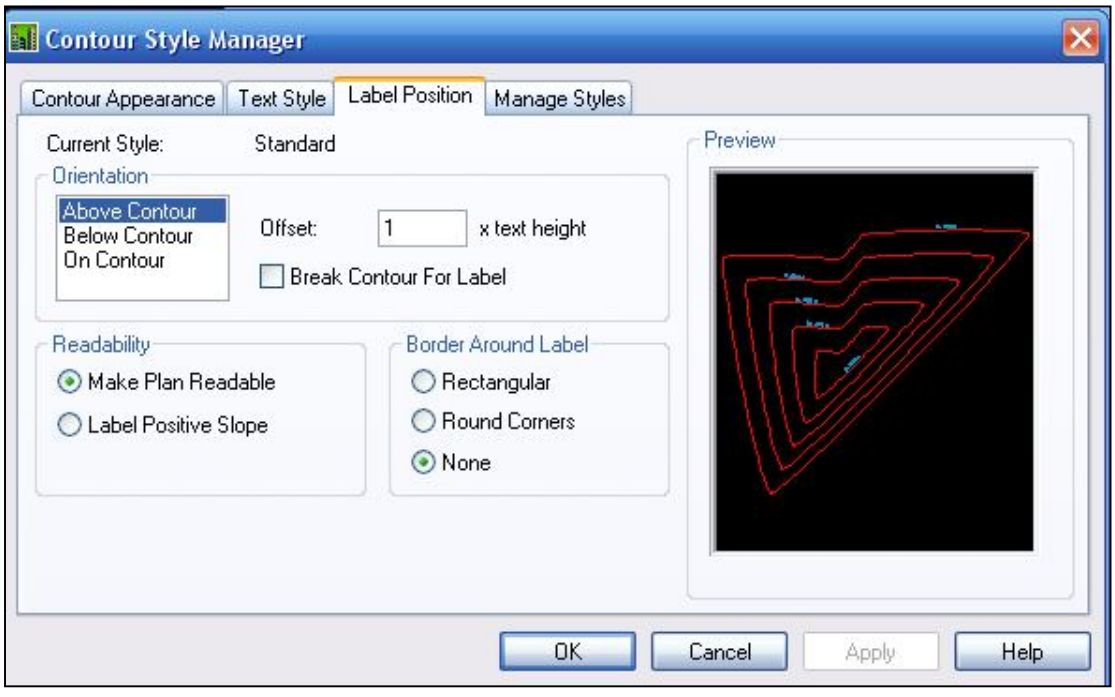
- در فهرست مقابل From ارتفاع پایین ترین منحنی میزان را وارد می‌کنیم. در روبروی Low Elevation حداقل ارتفاع سطح نوشته شده است.
- در فهرست مقابل To ارتفاع بالا ترین منحنی میزان را وارد می‌کنیم. در روبروی High Elevation حداکثر ارتفاع سطح نوشته شده است.
- در فهرست روبروی Vertical Scale ضریب مقیاس قائم را وارد می‌کنیم.

۴) در قسمت Interval پارامترهای زیر را تنظیم می‌کنیم:

- گزینه Both Minor and Major را انتخاب می‌کنیم تا منحنی‌های میزان اصلی و فرعی ترسیم شوند.
- در کادر روبروی Minor Interval فاصله ارتفاعی بین منحنی‌های میزان فرعی را وارد می‌کنیم . برای مثال در یک نقشه 1:2000 عدد 2 را وارد می‌کنیم.
- در کادر روبروی Major Interval فاصله ارتفاعی بین منحنی‌های میزان اصلی را وارد می‌کنیم . این عدد ۵ برابر فاصله ارتفاعی بین منحنی‌های میزان فرعی در نظر گرفته می‌شود.

۵) در قسمت Properties پارامترهای زیر را تنظیم می‌کنیم:

- Contours Objects: به منظور ایجاد منحنی‌های میزان به صورت Object این گزینه را انتخاب می‌کنیم.
- Polyline: به منظور ایجاد منحنی‌های میزان به صورت Polyline این گزینه را انتخاب می‌کنیم.
- برای انجام تنظیمات جدید بر روی سبک منحنی‌های میزان روی دکمه Style Manager >> کلیک می‌کنیم پنجره Contour Style Manager مطابق شکل زیر باز می‌شود. پارامترهای مربوط به این پنجره در بخش تنظیمات منحنی‌های میزان توضیح داده شده است.



۶) روی دکمه OK کلیک کنید تا پیغام زیر ظاهر شود.

Erase old contours (Yes/No) <Yes>:

۷) با انتخاب Yes منحنی‌های میزان قبلی پاک شده و منحنی میزان جدیدی جایگزین آن می‌شود.

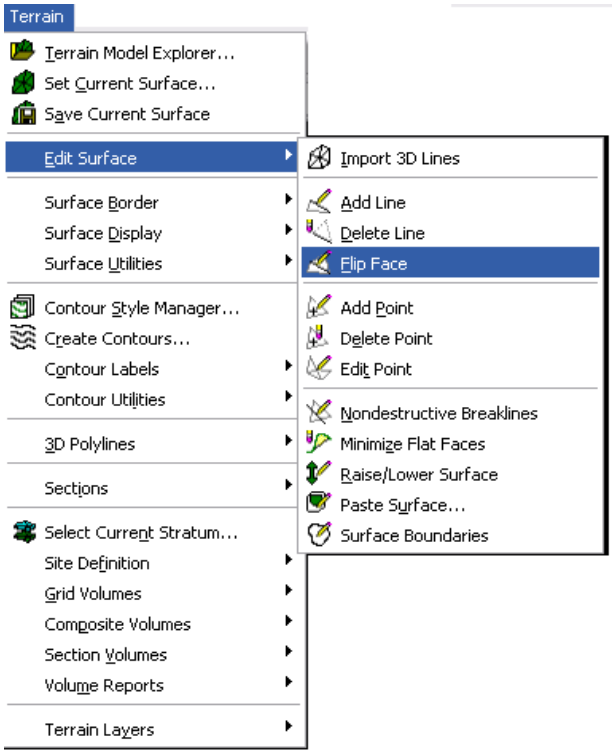
۱۰-۷- ویرایش منحنی‌های میزان

پس از مثلث بندی سطح ممکن است برخی از قسمت‌های سطح با توپوگرافی واقعی زمین تطابق نداشته باشند. در این صورت مثلث بندی باید به گونه ای ویرایش و تصحیح شود تا سطح بدست آمده با سطح توپوگرافی واقعی زمین تطابق داشته باشد.

برای ویرایش منحنی‌های میزان به روش زیر عمل می کنیم:

تغییر قطر چهار ضلعی (Flip Face):

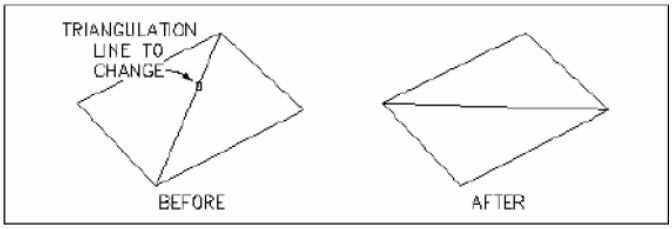
۱) از منوی Terrain گزینه Edit surface را انتخاب کرده و در داخل آن، گزینه Flip Face را انتخاب می کنیم.



۲) در خط فرمان دستورSelect Edge to Flip ظاهر می‌شود که باید اضلاع مثلث‌هایی را که می‌خواهیم تغییر داده شوند انتخاب می کنیم.

۳) خط مثلث بندی مورد نظر را انتخاب کرده و کلید Enter ↵ را می‌زنیم تا وجه مثلث تغییرکند.

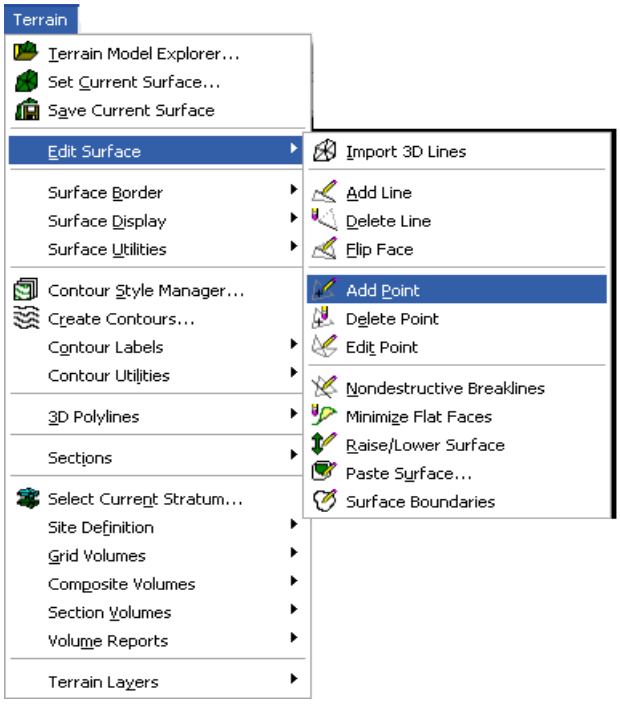
۴) برای اتمام عملیات کلید Esc را می‌زنیم.



- در هرجای نقشه که نیاز به ویرایش با شد، به طریقه بالا عمل می کنیم و مثلث‌ها را آن قدر تغییر می‌دهیم تا منحنی‌های میزان، شیب منطقه را درست نشان دهند.

وارد کردن نقاط به مثلث بندی(Add Point):

۱) از منوی Terrain گزینه Edit surface را انتخاب کرده و در داخل آن، گزینه Add Point را انتخاب می کنیم.



۲) در نقطه مورد نظر کلیک می کنیم. در خارج از سطح نیز می‌توان کلیک کرد.

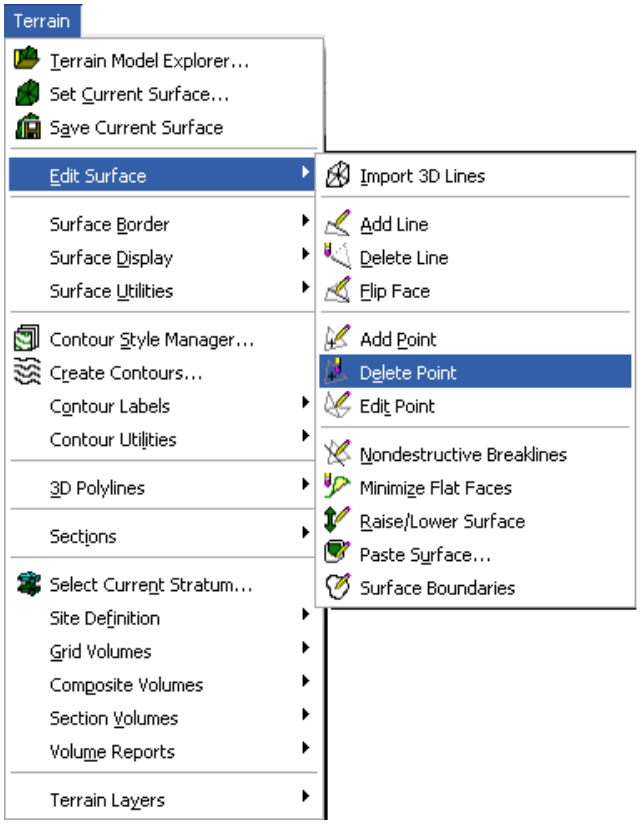
Elevation <0.000>:

۳) ارتفاع نقطه را وارد کرده و کلید Enter را می‌زنیم تا مثلث بندی سطح با توجه به آن تغییر کند.

۴) برای اتمام عملیات کلید Esc را می‌زنیم.

وارد کردن نقاط به مثلث بندی (Delet Point):

۱) از منوی Terrain گزینه Edit surface را انتخاب کرده و در داخل آن، گزینه Delet Point را انتخاب می کنیم.



۲) روی نقطه مورد نظر (رأس یکی از مثلث‌ها) کلیک کرده تا حذف شود و مثلث بندی سطح با توجه به رأس حذف شده به روز شود. نقاط حذف شده در زیر شاخه Edit History ذخیره می‌شود.

۳) برای اتمام عملیات کلید Esc را می‌زنیم.

توجه: بعد از هر دستور ویرایشی(تغییر قطر چهار ضلعی، اضافه و حذف نقاط از مثلث بندی) تنها مثلث بندی به روز می‌شود و منحنی‌های میزان ویرایش نمی‌شوند. برای مشاهده تغییرات، لازم است منحنی‌های میزان دوباره تولید شوند. برای همین منظور بعد از هر دستور ویرایش، مراحل زیر را برای مشاهده تغییرات در منحنی‌های میزان، دنبال می کنیم:

۱) از منوی Terrain گزینه Creat Contour را انتخاب می‌کنیم با انجام این کار پنجره Creat Contour ظاهر می‌شود.

۲) در این پنجره با کلیک کردن روی OK دستور زیر مبنی بر پاک کردن منحنی‌های میزان قبلی در خط فرمان ظاهر می‌شود.

Erase old contours (Yes/No) <Yes>:

۳) با انتخاب گزینه Yes و تأیید آن(Enter) منحنی‌های میزان متناسب با تغییراتی که در مثلث بندی ایجاد کرده ایم، تغییر می‌یابند.

۱۰-۸- برچسب گذاری منحنی میزان‌ها

منحنی‌های میزان را به دو روش زیر می توان برچسب گذاری نمود:

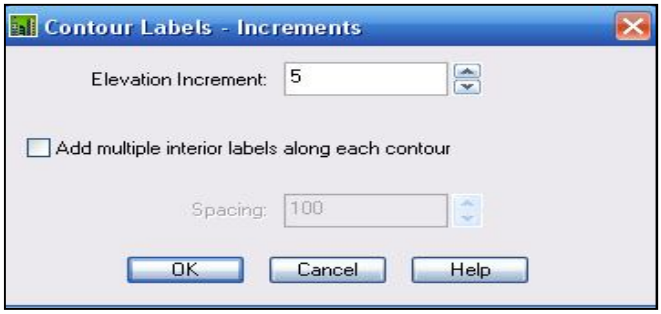
۱) برچسب گذاری با استفاده از دستور Group Interior

۲) برچسب گذاری با استفاده از دستور Interior

برچسب گذاری با استفاده از دستور Group Interior

برای این منظور مراحل زیر را دنبال می کنیم:

۱) از منوی Terrain گزینه Contour Label→ Group Inerior را انتخاب می‌کنیم تا پنجره Contour Labels - Increments مطابق شکل زیر باز شود.



۲) در کادر روبروی Elevation Increment میزان اختلاف ارتفاع مابین منحنی‌هایی که بارای برچسب گذاری مد نظر داریم، انتخاب می‌کنیم. مثلاً در یک نقشه توپوگرافی با منحنی‌های میزان ۱ متری، در این قسمت عدد یک را وارد می‌کنیم که در این صورت روی تمامی منحنی‌های میزان (اصلی و فرعی) ارتفاع آنها نمایش داده خواهد شد. اما اگر عدد ۵ را انتخاب کنیم تنها بر روی منحنی‌های میزان اصلی عدد ارتفاعی نمایش داده می‌شود.در نقشه توپوگرافی معمولاً تنها ارتفاع منحنی‌های میزان اصلی نمایش داده می‌شود.

۳) در صورتی که بخواهیم در فاصله‌های مشخصی بر روی منحنی‌های میزان بر چسب گذاری کنیم جعبه چک Add multiple interior labels along each contour را فعال کرده و سپس در فهرست روبروی Spacing فاصله برچسب‌ها را وارد می‌کنیم.

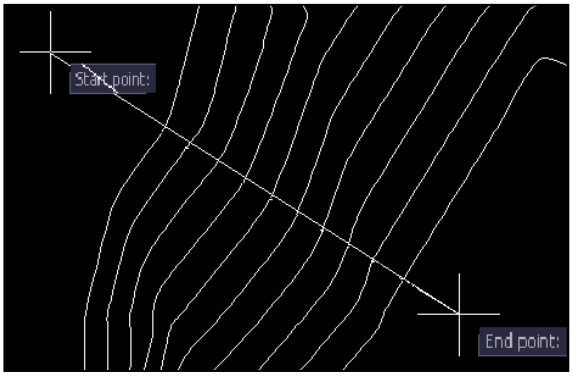
۴) روی دکمه OK کلیک می‌کنیم تا پیغام زیر ظاهر شود:

Start point:

۵) در یک طرف منحنی‌های میزانی که قصد دارید برچسب گذاری شوند کلیک می‌کنیم.پیغام زیر ظاهر می شود:

End point:

۶) در طرف دیگر منحنی‌های میزانی که قصد دارید برچسب گذاری شوند کلیک می‌کنیم به طوریکه خط ترسیم شده از روی منحنی‌های میزانی که قصد برچسب گذاری آنها را داریم عبور کند.



برچسب گذاری با استفاده از دستور Interior

برای این منظور مراحل زیر را دنبال می‌کنیم:

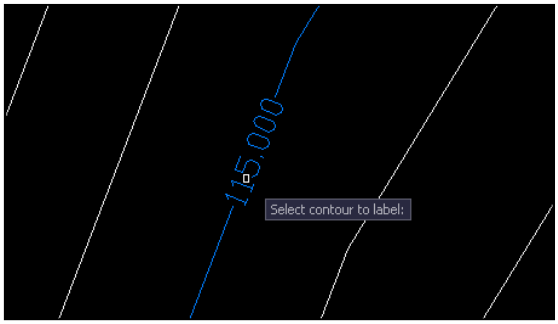
۱) از منوی Terrain گزینه Inerior → Contour Label را انتخاب می‌کنیم تا پیغام زیر ظاهر شود:

Select Contour to label:

۲) روی منحنی میزان مورد نظر کلیک می‌کنیم پیغام زیر ظاهر می‌شود:

Label point:

۳) در محلی از منحنی میزان که می‌خواهیم برچسب ارتفاعی بزنیم کلیک می‌کنیم.



منابع و ماخذ

۱. "نقشه‌برداری مهندسی"، مهندس دیانت خواه، ناشر: دانشگاه اصفهان

۲. "نقشه‌برداری مهندسی از تئوری تا عمل"، دکتر رامین کیامهر، ناشر: دانشگاه آزاد واحد زنجان

۳. "مجموعه جامع نقشه‌برداری"، مهندس ابوالفضل رنجبر، ناشر: انتشارات عمیدی

۴. "نقشه‌برداری"، مهندس شمس نوبخت، ناشر: دانشگاه علم و صنعت

۵. "نقشه‌برداری"، مهندس محمود ذوالفقاری،ناشر: دانشگاه امیرکبیر

۶. "نقشه‌برداری تئوری و عملی"، جیمز ام.اَندرسون و اِدوارد ام.میخائیل، ترجمه غلامرضا جودکی و حمیدرضا حسنلو، ناشر: دانشگاه زنجان

۷. "نقشه‌برداری مهندسی(دو جلد)"، مهندس رضا ابن جلال، ناشر: دانشگاه شهید چمران اهواز

۸. "دستگاه‌های پیشرفته نقشه‌برداری"، مهندس ایرج جزیریان، ناشر: شرکت پرس صانکو

۹. "دستور کار کارگاه نقشه برداری"، دکتر رامین کیامهر، دانشگاه آزاد واحد زنجان

10. Leica TotalStation TS09 User Manual

11. South TotalStation NTS User Manual