تعاریف

نقشه برداری:

نقشه برداری عبارت است از علم تهیه نقشه از سطح زمین، تعیین ابعاد کرۀ زمین و نمایش تمام یا قسمتی از سطح زمین به صورت پلان یا نقشه

ژئودزی

تعیین شکل و ابعاد زمین در قلمرو نقشه برداری ژئودزی است.

نقشه برداری مسطحه:

نمایش قطعات کوچک سطح زمین به صورت پلان را نقشه برداری مسطح می نامند.

کارتوگرافی:

عبارت است از کار ترسیم و انتخاب قطع نقشه و تهیه پاکنویس از روی نسخۀ اصلی نقشه

عملیات نقشه برداری شامل دو مرحله است

عملیات صحرائی شامل:

اندازه‌گیری:

و قائم و زوایای افقی و قائم

عملیات دفتری شامل :

- محاسبات- محاسبات شامل تفسیر نتایج عددی اندازه گیریها
- ترسیم نقشه – با استفاده از علائم قراردادی

انواع نقشه برداری از نظر کاربرد شامل:

- نقشه برداری آبی یا آبنگاری هیدروگرافی
- نقشه برداری هوایی
- نقشه برداری زیرزمینی
- نقشه برداری ساختمانی
- نقشه برداری شهری
- نقشه برداری توپوگرافی
- نقشه برداری پلانیمتری
- نقشه برداری مسیر
- نقشه برداری ثبت املاکی (کاداستر)
- نقشه برداری نظامی

خط قائم

در هر نقطه از سطح زمین امتداد شاقولی در این نقطه را خط قائم نقطه می گویند در هر نقطه یک خط قائم وجود دارد.

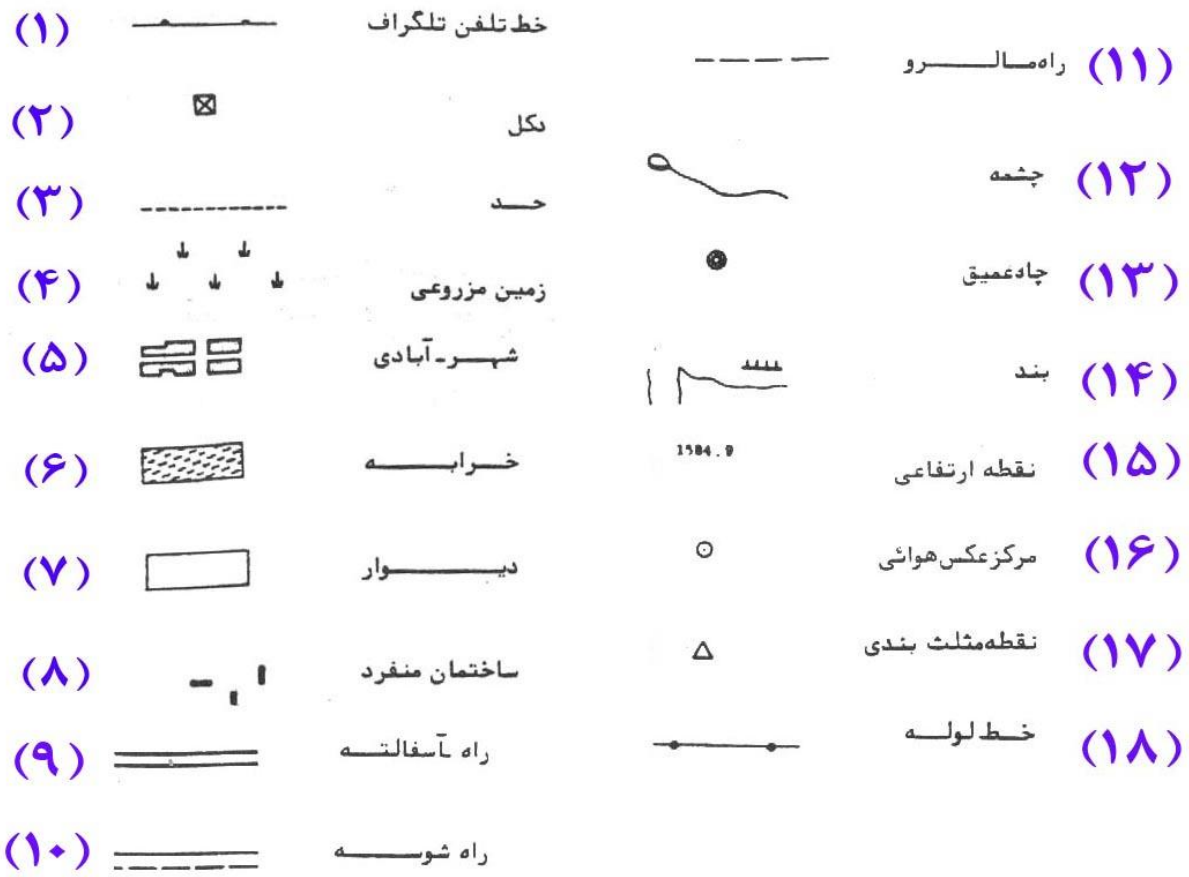
خط قائم:

در هر نقطه از زمین خطی است که بر امتداد قائم در آن نقطه عمود باشد، در هر نقطه بینهایت خط افق قرار دارد.

صفحه افق:

به صفحهٔ عمود بر امتداد قائم در یک نقطه گفته می‌شود در هر نقطه فقط یک صفحهٔ افق وجود دارد.

نمایش علائم قراردادی:



نقاط کنترل:

به نقاطی از سطح زمین که طول و عرض و ارتفاع آنها معلوم باشد نقاط کنترل می گویند

در هر منطقه ای که نقشه آن مورد نظر باشد باید حداقل یک نقطهٔ کنترل منشعب از شبکه نقاط کنترل سراسری وجود داشته باشد تا موقعیت سایر نقاط نسبت به آن اندازه گیری و تعیین گردد.

مقیاس

نسبت یک فاصله از روی نقشه به فاصلهٔ افقی واقعی آن روی زمین را مقیاس می گویند.

انواع مقیاس:

کسری یا عددی و خطی یا ترسیمی

مقیاس از رابطه زیر به دست می آید :

مقیاس = فاصله روی نقشه تقسیم بر فاصله روی زمین یا E=d/D

فاصله روی زمین =عکس مقیاس× فاصله روی نقشه

مثال: اگر فاصله دو نقطه روی نقشه ۲,۵ سانتی متر باشد این فاصله بر روی زمین با مقیاس ۱/۵۰۰۰ چند متر است؟

۲,۵× ۵۰۰۰ = ۱۲۵M

فاصله روی نقشه = فاصله روی زمین {CM} تقسیم بر عکس مقیاس

مثال : اگر فاصله دو نقطه روی زمین ۷۰۰ متر و مقیاس نقشه ۱/۲۰۰۰ باشد این فاصله بر روی نقشه چقدر است؟ ۳۵CM =۲۰۰۰÷۷۰۰۰۰

مساحت روی زمین M2 = عکس مقیاس به توان دو × مساحت نقشه

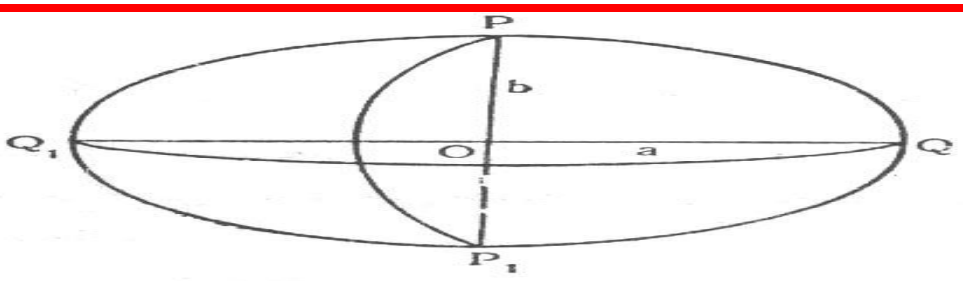
توجه مساحت نقشه به سانتیمتر مربع می باشد که جواب فرمول فوق نیز به سانتیمتر مربع خواهد بود برای تبدیل به متر مربع☺ جواب حاصله را تقسیم بر ۱۰۰۰۰ می نمائیم تا به متر مربع تبدیل شود.

مثال مساحت زمینی بر روی نقشه ۲۱ سانتیمتر مربع می باشد مساحت آن با مقیاس ۱÷۵۰۰ چند متر مربع است؟

(۵۰۰×۵۰۰) ×۲۱= ۵۲۵۰۰۰۰ سانتی متر مربع یا ۵۲۵ متر مربع

شکل و ابعاد زمین:

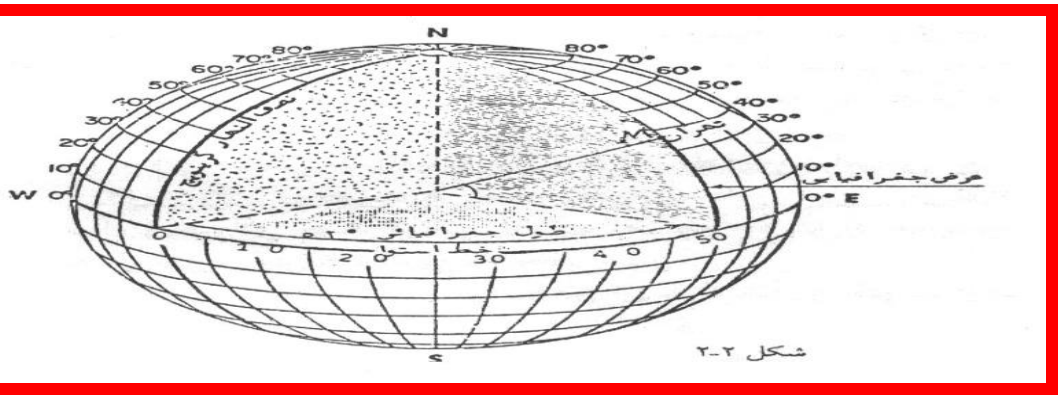
سطح تراز مبنا همان سطح ژئوئید است که در اندازه گیریهای ارتفاعی به عنوان ارتفاع صفر یا مبنا در نظر می‌گیرند. ژئوئید سطح نامنظم هندسی است. که تا اندازه زیادی شبیه سطح بیضوی دواری است که از دوران بیضی (PQP_1Q_1) (شکل ۲-۱) حول قطر کوتاه PP_1 حاصل شده است.



شکل ۲-۱

نصف النهار:

هر صفحه که از محور زمین بگذرد فصل مشترک آن با سطح بیضوی را نصف النهار می گویند که این نصف النهار به شکل بیضی است.



شکل ۲-۲

مدار:

فصل مشترک بر صفحهٔ عمود بر محور دوران زمین با سطح بیضوی و کروی دوایری را تشکیل می‌دهند که به نام مدار خوانده می شود..

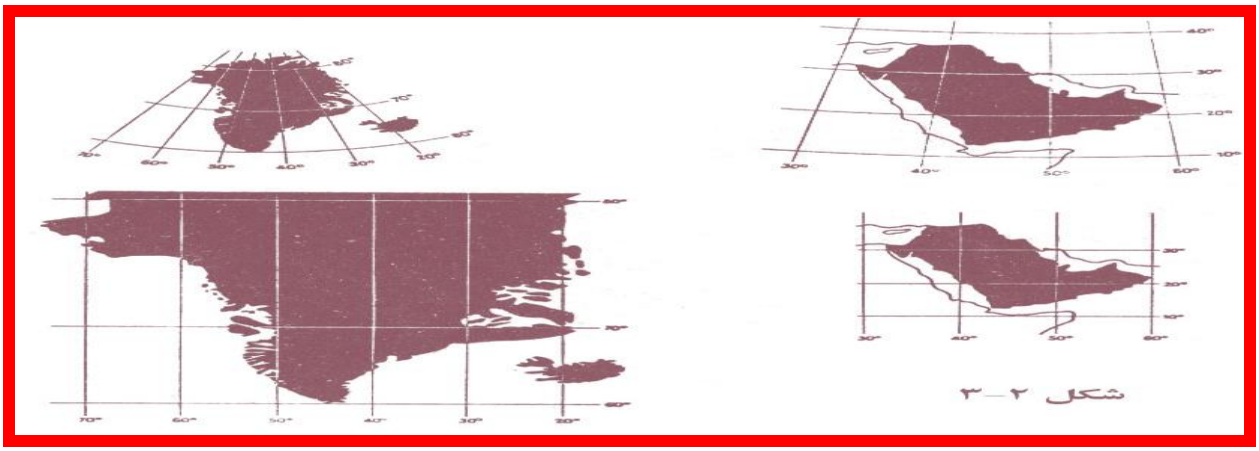
مختصات جغرافیایی

طول جغرافیایی هر نقطه، عبارت است از فاصلهٔ زاویه ای نصف النهار آن نقطه نسبت به نصف النهار مبناء عرض جغرافیا هر نقطه، عبارت است از فاصله زاویه ایی آن نقطه نسبت به خط استوا، بنابراین عرض جغرافیایی یا شمالی است یا جنوبی

سیستم تصویری:

یک توپ فوتبال را نمی توان بر روی یک سطح مستوری باز کرد و گسترد مگر آنکه لبه های آن را بشکافیم که در این صورت شکل اصلی آن تغییر می‌یابد.

نتیجه قطعه ای از زمین کروی را نمی توان بر روی صفحهٔ کاغذ تصویر نمود مگر آن که تغییر شکلی در آن ایجاد گردد.



نکته:

سیستم تصویری که در آن بتوان کلیهٔ زوایا و سطوح را حفظ نمود وجود ندارد.

از طرفی می توان سیستم تصویری را برگزید. که فواصل در یک جهت حفظ شود (مثلاً تنها در جهات شمالی جنوبی یا شرقی غربی)

انواع سیستم های تصویری

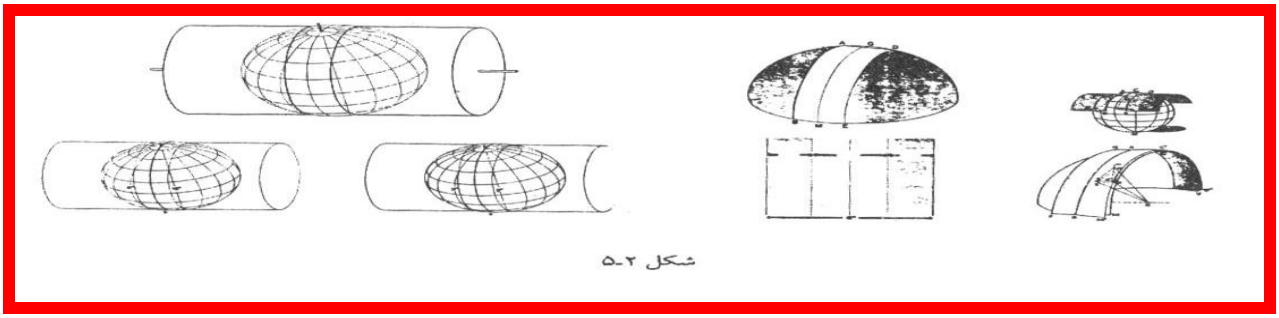
الف- سیستمهای تصویر استوانه ای:

خصوصیات در این نوع از شیوه های تصویر:

- یک استوانه کره زمین را دربر می گیرد.
- محور استوانه و محور زمین با هم منطبق اند.
- استوانه در قسمت استوانه با کرهٔ زمین مماس است.
- اگر پهلوی جانبی استوانه را شکاف بدهیم و آن را باز کنیم و به روی صفحهٔ کاغذ منتقل نمائیم.
- یک شبکه بندی قائم الزاویه به دست می آید.
- این شبکه بندی به همان نسبت که به قطبین نزدیکتر می شود حالت و زوایای تصویر را نسبت به واقعیت کرهٔ زمین بیشتر تغییر می دهد.
- این نوع سیستم تصویر را مشابه می گویند.
- شبکه ای که در این سیستم تصویر ایجاد می شود و در نتیجه نقشه هائی که تهیه می گردد به نام نقشه یا سیستم تصویر مرکاتور نامگذاری شده است.

ب- سیستم تصویر جهانی UTM

- می‌توان نقشهٔ مناسبی از یک منطقهٔ محدود تهیه نمود.
- برای تهیه نقشهٔ از سراسر یک کشور بسیار مناسب
- در این روش تماس استوانه با نصف النهار مرکزی منطقه است.
- استوانه با نصف النهار مرکزی منطقه ای که در آن منطقه نقشه تهیه می شود (شکل ۲-۵) مماس است.
- تماس استوانه با کرهٔ زمین طوریست که محور استوانه بر محور زمین عمود است.



شکل ۲-۵

کرهٔ زمین در این روش ۶۰ قاچ ۶ درجه تقسیم شده است. نصف النهار مرکزی هر قاچ محور مختصات برای اندازه گیری طولهاست و خط استوا برای اندازه گیری عرضهاست.

برای این که در این روش مختصات منفی نداشته باشیم رقم ۵۰۰،۰۰۰ متر را برای نصف النهار مرکزی و رقم ۱۰۰،۰۰۰،۰۰۰ متر را برای خط استوا انتخاب کرده اند.

نقشه های توپوگرافی کشور ایران با این روش ترسیم می گردند.

خطاها:

حاصل هر اندازه گیری هر چند دقیق و با وسائل پیچیده انجام گیرد با خطا همراه خواهد بود.

از طرفی طبیعت زمین طبیعت خطایی را ایجاد می کند که به آن مانند خطای ناشی از کرویت زمین، یا خطای ثابت می‌گویند. لذا مسألهٔ خطا در اندازه گیری نقش بسیار مهمی دارد.

خطاهای اتفاقی:

- اگر اندازه حقیقی یک کمیت x و نتیجهٔ حاصل از اندازه گیری همان کمیت l است.

خطای اتفاقی $\Delta = x - l$

- اگر $x > ۱$ یا $x < ۱$ باشد مثبت یا منفی خواهد بود.

ویژگیهای خطاهای اتفاقی:

الف)در اندازه گیریهائی تحت شرائط یکسان مقدار بزرگی خطای اتفاقی از حد معینی تجاوز نمی کند.

ب) امکان وقوع خطاهای کوچک از خطاهای بزرگ بیشتر است.

ج) تعداد دفعات اتفاق خطاهای کوچ با علامت مثبت با دفعات اتفاق خطاهای کوچک با علامت منفی برابر است.

د) میانگین حسابی خطاهای اتفاقی کوچک در شرایط یکسان، با افزایش تعداد دفعات اندازه گیری به سمت صفر میل می کند.

- **حد خطای اتفاقی**

$$\lim \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \ldots + \Delta_n}{n} = 0$$

خطای متوسط حسابی:

$$X = \frac{[1]}{n}$$

خطای متوسط هندسی :

- اگر m برابر خطای متوسط هندسی و $\Delta_۱$ و $\Delta_۲$ و... Δ_n خطاهای اتفاقی اندازه گیری باشد خواهیم داشت:

$$m^۲ = \frac{\Delta_۱^۲ + \Delta_۲^۲ \ldots + \Delta_n^۲}{n} = \frac{[\Delta.\Delta]}{n}$$

$$m = \pm\sqrt{\frac{[\Delta.\Delta]}{n}}$$

خطای مطلق = مقدار اندازه گیری شده – مقدار واقعی اندازه گیری

خطا نسبی : $er = \frac{\text{خطای مطلق اندازه گیری}}{\text{اندازه کمیت}}$

منابع خطاها :

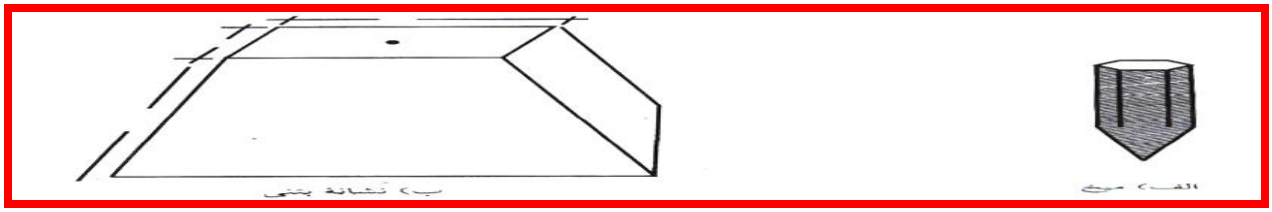
- خطای دستگاهی: مانند خطای حاصل از اندازه گیری با استقرار غلط دوربین
- خطای انسانی: مانند عدم دقت در قرائت دقیق زاویه با تئودولیت، عدم قرائت تارهای رتیکول
- خطای طبیعی: مانند خطای ناشی از انکسار، نور، باد، حرارت و غیره.
- **اندازه گیری نهایی که در نقشه برداری از یک منطقه برای تهیه نقشه مسطحاتی یا توپوگرافی ضروریست. شامل:**

گیریهائی که در نقشه برداری از یک منطقه برای تهیه نقشه

لذا، وسائل و دستگاهها اندازه گیری این کمیتها را باید شناخت.

- **وسایل مشخص کنندهٔ نقاط:**

این وسایل شامل میخ چوبی، میخ آهنی، نشانه های بتنی



وسائل مشخص کننده

امتدادهای قائم و افقی:

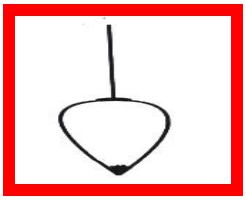
برای مشخص کردن امتدادهای قائم در نقشه برداری از ابزاری نظیر شاقول و ژالون استفاده می کنند.

شاقول: عبارت است از یک قطعه فلز مخروطی که به نخی آویزان شده و بر اثر وزن خود در جهت قائم می‌ایستد

قائم قراردادن ژالون

تعیین محل ایستگاه

در مترکشی افقی برای تصور کردن نقطه انتهای هر دهنه

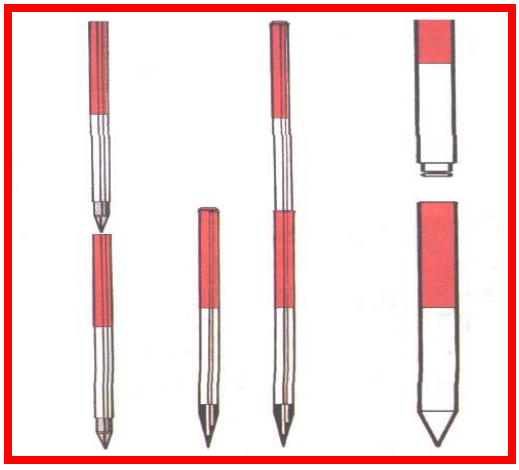


ژالون:

یک میلهٔ چوبی یا پلاستیکی و یا فلزی است به قطر حدود ۳سانتیمتر و به طول ۲ متر.

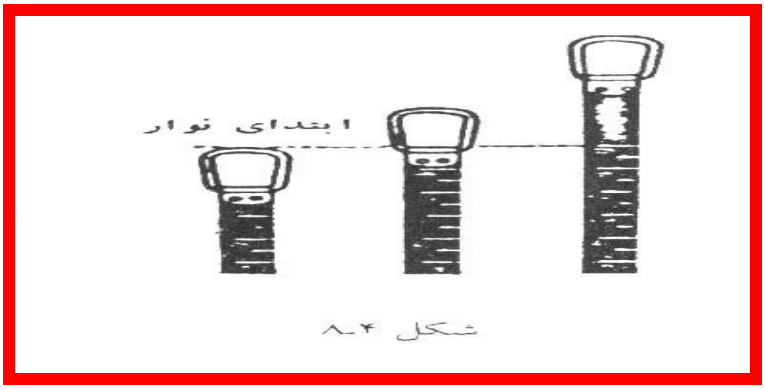
کاربرد ژالون:

- امتداد یابی
- مترکشی در سطوح شیبدار



نوار های اندازگیری فاصله:

این نوارها را کارخانه های سازنده، تحت شرایط معین (دما و کشش معلوم) می سازند. در ابتدا یک حلقه و در انتها یک دستهٔ چوبی دارند.



شکل ۸-۴

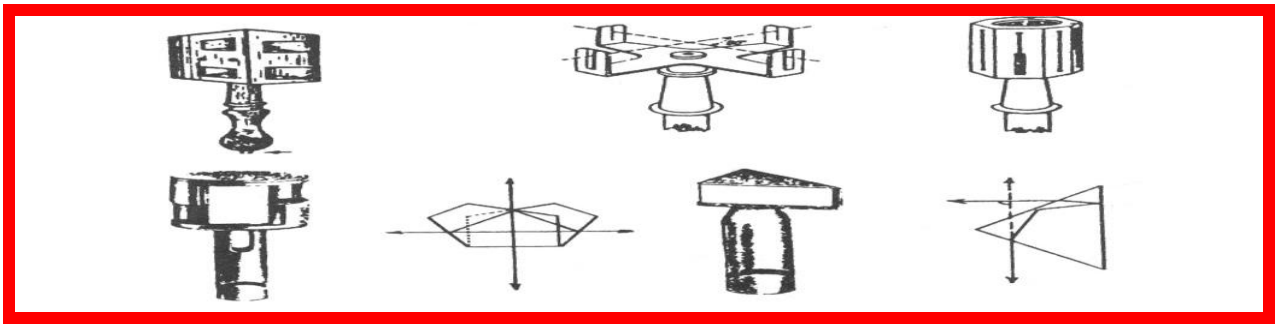
کاربرد گونیا

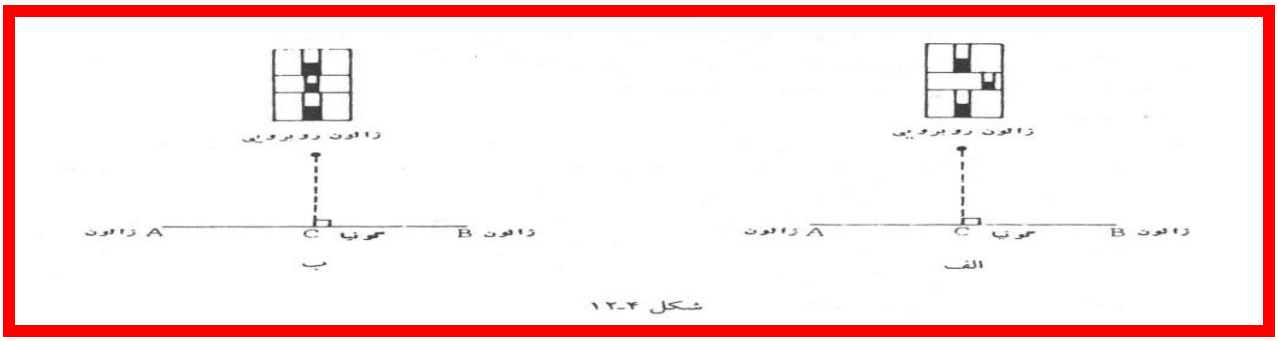
تعیین زاویه ۴۵ و ۹۰ درجه

- تعیین امتداد یک خط

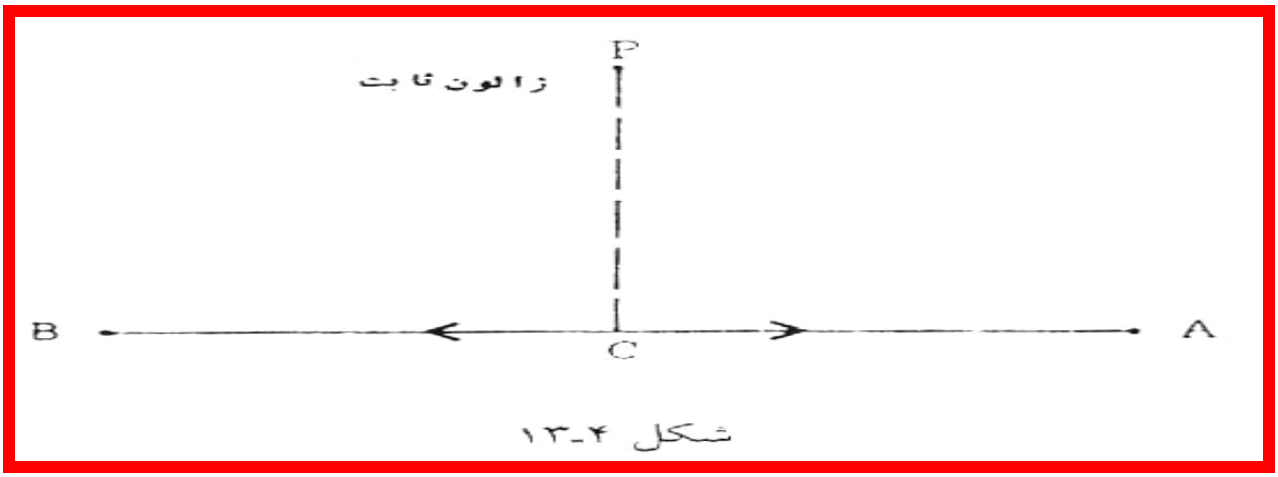
اخراج عمود از یک نقطه خارج یک خط به آن خط و برعکس (شکل ۴-۱۲ و ۴-۱۳)

در کارگاه عملی توضیح داده شده و پروژه انجام گردید





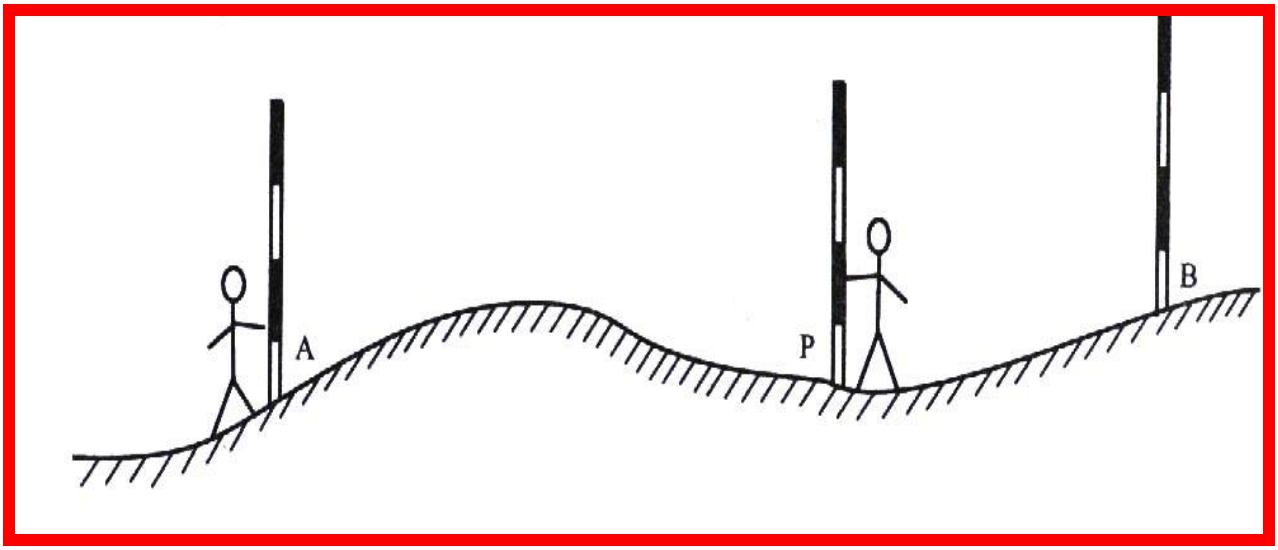
شکل ۴-۱۲



شکل ۴-۱۳

امتداد گذاری

در کارگاه عملی توضیح داده شده و پروژه انجام گردید



اندازه گیری طول افقی با وسائل ساده

۱- اندازه گیری طول به روش مستقیم:

۲- اندازه گیری طول به روش مستقیم در روی زمین مسطح:

روش کار:

چون نمی توان فواصل بلند رابه یک باره با یک بار مترکشی اندازه گیری نمود

۱- ابتدا امتداد طول مورد نظر را ژالون گذاری و مشخص کرد.

۲- با علامتگذاری، طول مزبور را به فواصل کوچکتر تقسیم کرد.

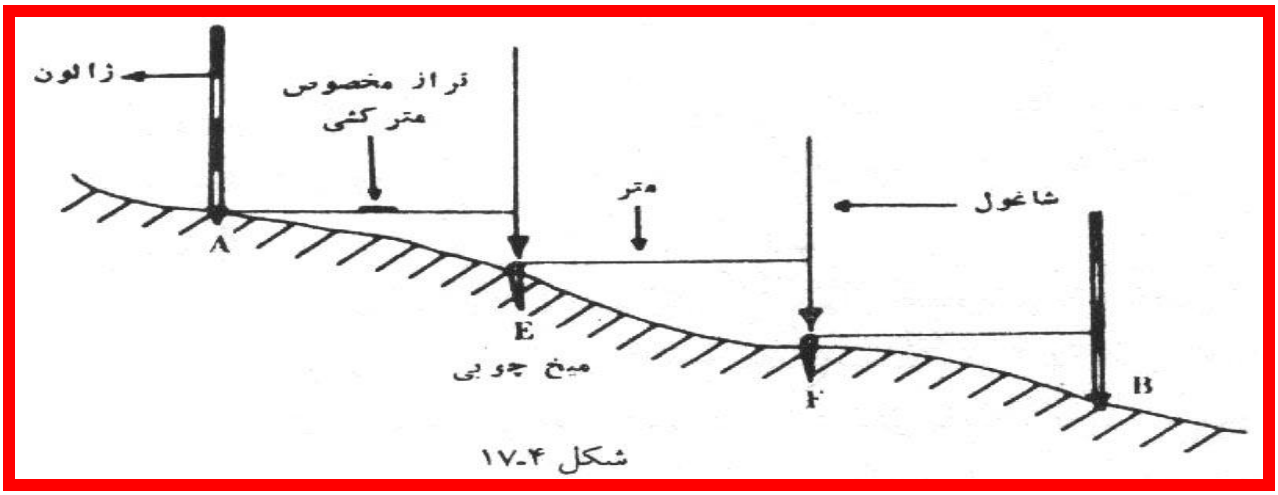
۳- سپس فواصل علامتها را با نوار اندازه گیری نمود.

۳- اندازه گیری طول افقی به روش مستقیم در روی زمین شیبدار:

روش کار:

- ژالون گذاری و علامت گذاری
- مترکشی افقی بین دهنه ها

اندازه گیری فواصل طبق شکل ۴-۱۷



شکل ۴-۱۷

تعین طول در سطوح شیب دار:

روش کار

- اندازه گیری طول مورب بوسیله متر
- گرفتن زاویه شیب بین دو نقطه به کمک شیب سنج
- محاسبه طول تبدیل به افق از رابطه:

$$Cos\,\alpha = \frac{D}{L}$$

برداشت سطح زمین

- تعیین حدود و مشخص نمودن عوارض موجود
- ترسیم تمام آنها در روی یک نقشه

انواع برداشت:

- برداشت به منظور تعیین مساحت (مساحی)

- برداشت به منظور تهیهٔ پلان (پلانیمتری)

مساحی:

مساحی یک قطعه زمین یعنی اندازه گرفتن مساحت تصویر افقی آن قطعهٔ زمین.

مراحل مساحی:

- شناسائی مقدماتی
- رسم کروکی
- اندازه گیری طولها و زوایا و نوشتن اندازه های کروکی
- ترسیم
- محاسبه مساحت

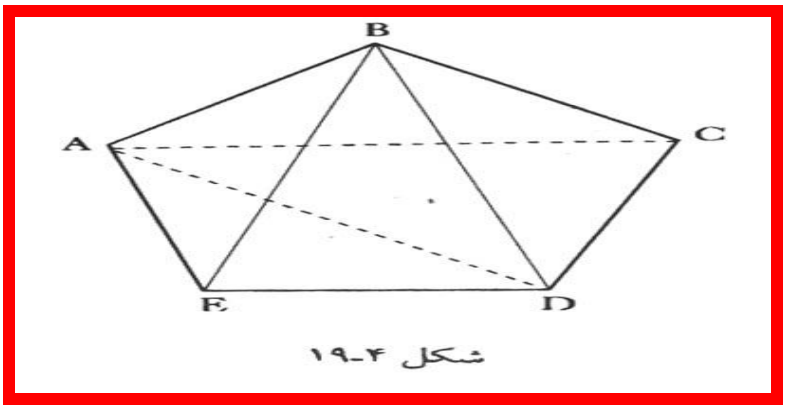
نکات مهم:

- خطهای جداکنندهٔ زمین مشخص شود.
- اطمینان از پابرجائی و ثبات مرزها حاصل شود.
- انتخاب طریقه برداشتی که با مشکلات زمین بهتر سازگار باشد، انتخاب گردد.

روش های برداشت:

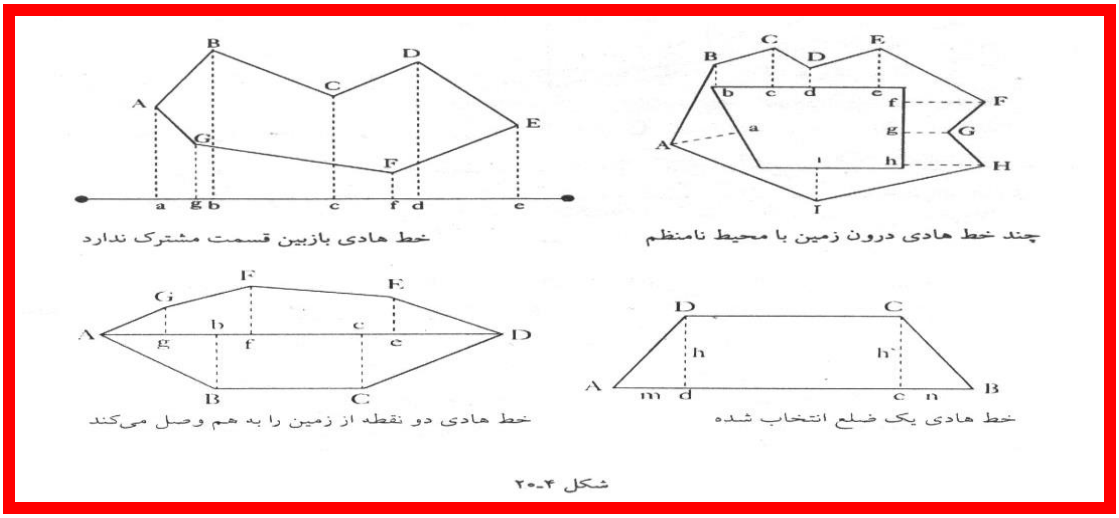
۱- برداشت به وسیلهٔ تجزیه به مثلثها (برداشت یا نوار فلزی)

ترسیم بوسیله وتر و کمان پرگاری یا autocad



شکل ۴-۱۹

۲- برداشت توسط یک یا چند خط هادی (برداشت به روش قائمه‌ای یا اُفست)



شکل ۴-۲۰

روش اول:

این طریقه بیشتر برای برداشتهای کم وسعت، که محدودهٔ زمین را خطوط مستقیم تشکیل می دهند به کار میرود، و برای اجراء آن فقط، متر (نوار فولادی) کفایت می کند.

- نکته اول: این طریقه را باید در مواردی به کار برد که تعداد اضلاع محیط زمین کم باشد.
- نکته دوم: هنگام تجزیه زمین به مثلثها باید سعی شود طولهای اضلاع هر مثلث با یکدیگر اختلاف زیاد نداشته باشد.

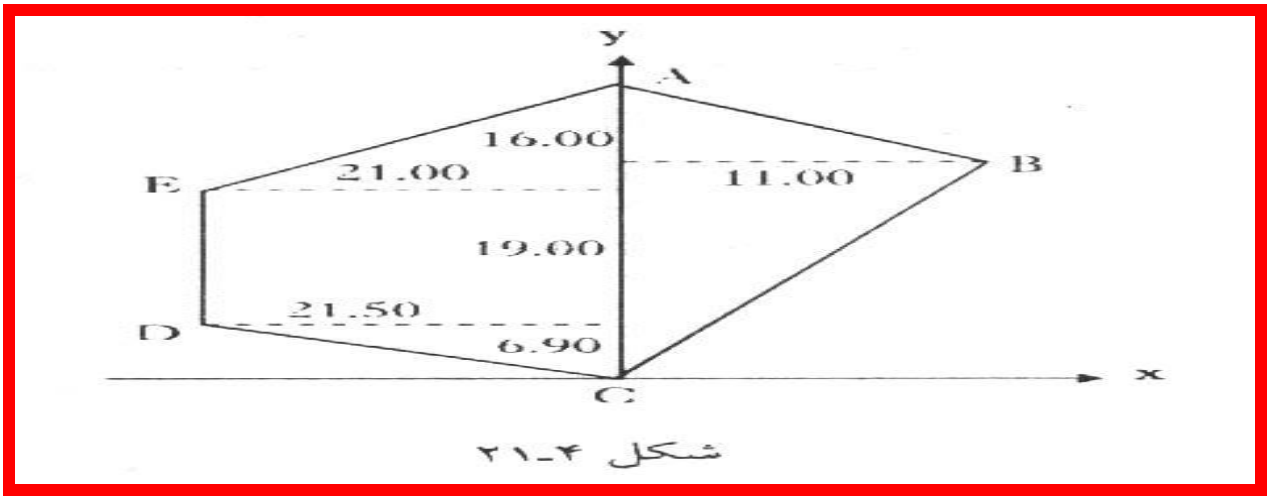
روش دوم:

این روش از طریقهٔ قبل دقیقتر است و در زمینهای وسیعتر به کار می رود، از نوار فولادی و گونیای مساحی استفاده می کنند.مانند شکل۴-۲۰

ترسیم

برای ترسیم:

- **دو خط عمود بر هم را بر روی کاغذ و به صورت دو محور x و y رسم می کنیم.**
- **روی محور yها مقادیر اندازه گیری شده روی خط هادی را با در نظرگرفتن مقیاس جدا می کنیم.**
- **سپس از نقاط مشخص شده در روی محور yها با عمودهائی اخراج کرده و روی آنها مقادیر xها با در نظر گرفتن مقیاس آورده می شود.**
- **با اتصال به دست آمده به یکدیگر زمین مزبور روی کاغذ ترسیم می گردد.**



شکل ۴-۲۱

به منظور تهیه پلان

پلان:

- نقشه یک منطقه کوچک از سطح زمین با مقیاس بزرگ را پلان می گویند. مقیاس پلان و کاغذ رسم نسبت به نوع و هدف مورد نظر متفاوت خواهد بود مقیاسهائی که برای تهیهٔ پلان معمول است، عبارتند از:

$$\frac{1}{50}، \frac{1}{100}، \frac{1}{200}، \frac{1}{500}، \frac{1}{1000}$$

عملیات برداشت به منظور تهیهٔ پلان نظیر عملیاتی است که در مساحی گفته شده با تفاوتهای زیر:

الف- در مساحی نقاطی که مشخص می شوند تنها رئوس محیط زمین ولی در پلان مربوط به کلیهٔ عوارض موجود

ب- در مساحی بعد از ترسیم فقط محدودهٔ قطعه زمین مشخص می شود. در صورتی که روی یک پلان کلیهٔ عوارض و وضعیت نسبی آنها نسبت به یکدیگر مشخص می شود.

ج – در مساحی هدف به دست آوردن مساحت تصویر افقی قطعه زمین است. در صورتی که در پلان مشخص ساختن وضعیت افقی زمین با تمام جزئیات آن **است**

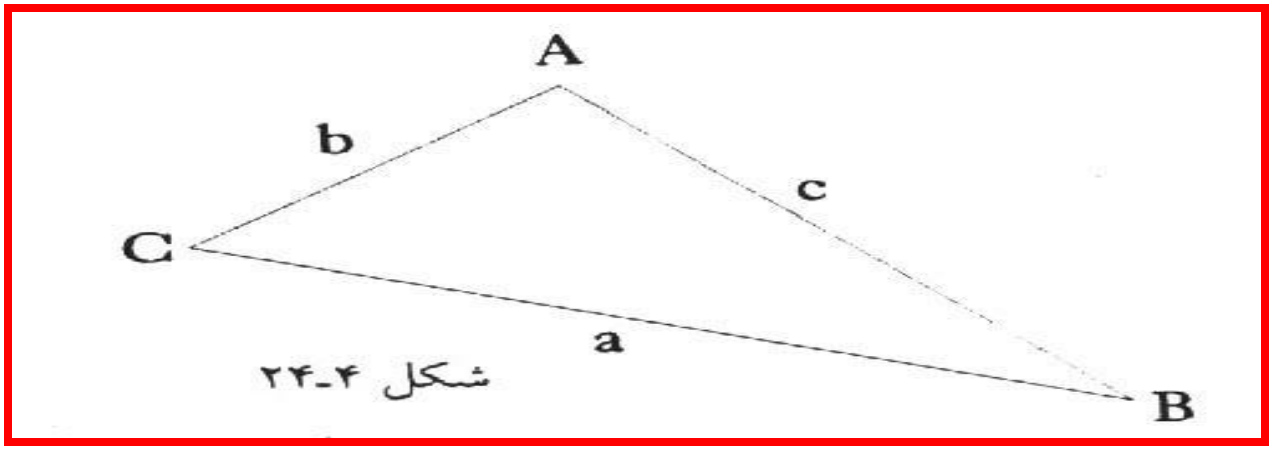
محاسبه مساحت:

قاعده هرون:

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

a، b، c، طول پهلو و p نصف محیط مثلث

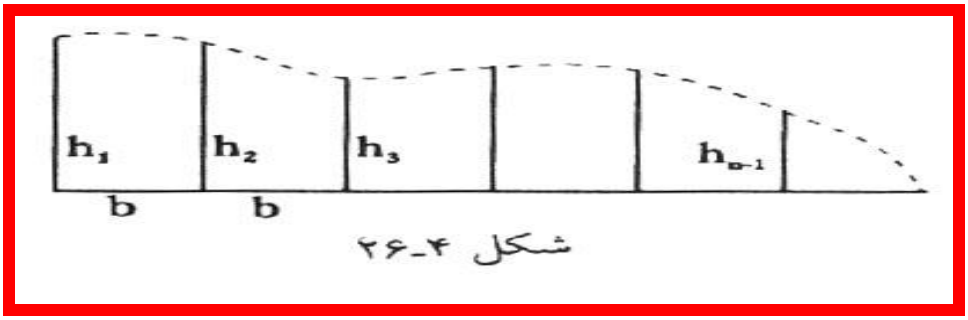
$$p = \frac{a + b + c}{2}$$



شکل ۲۴-۴

اگر در مثلث دو پهلوی آن a و bو زاویه بین آنها (c) معلوم باشد. مساحت مثلث از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

$$s = \frac{1}{2} a.b.\sin c$$



شکل ۲۶-۴

$$S = b(\frac{h_1 + h_n}{2} + h_2 + h_3 + ... + h_{n-1}$$

که در آن h_1 طول عمودهای اخراجی و b فاصلهٔ بین عمودهای متوالی است

ترازیابی

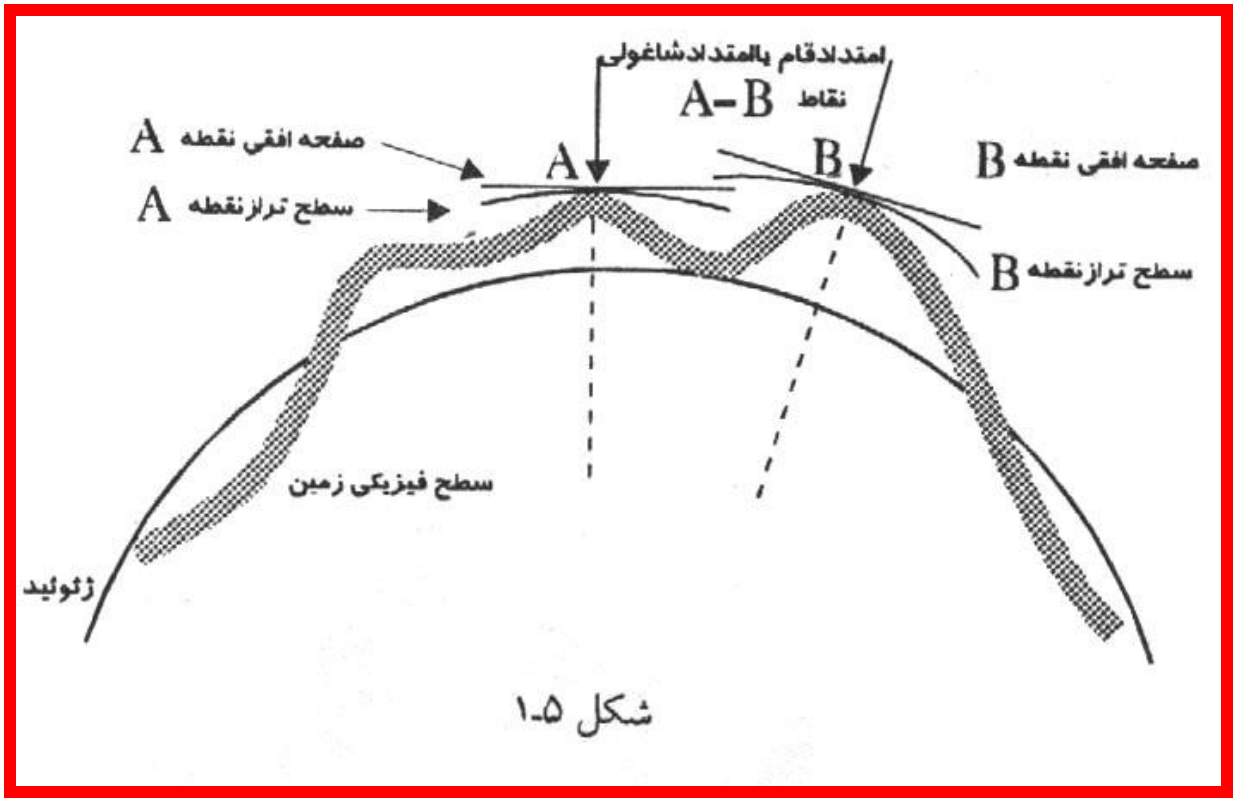
ترازیابی به عملیات تعیین ارتفاع یک نقطه یا اختلاف ارتفاع بین دو یا نقاط مختلف گفته می شود.

ارتفاع :

ارتفاع عبارتست از فاصلهٔ یک نقطه نسبت به سطح مقایسه یا مبناء

سطح مقایسه :

سطح مقایسه همان سطح دریاهای آزاد یا ژئوئید می باشد.



شکل ۵-۱

سطح تراز

به سطحی که تمام نقاطش بر امتداد شاقولی آن نقاط عمود باشد گفته می شود.

خط تراز

هر خط واقع در سطح تراز را خط تراز گویند، در یک نقطه بی نهایت خط تراز وجود دارد.

سطح تراز مبنا:

سطح تراز مبنا همان سطح ژئوئید می باشد

امتداد قائم :

امتداد قائم در هر نقطه همان امتداد خط شاقولی است که از مرکز زمین نیز می گذرد.

صفحه افق

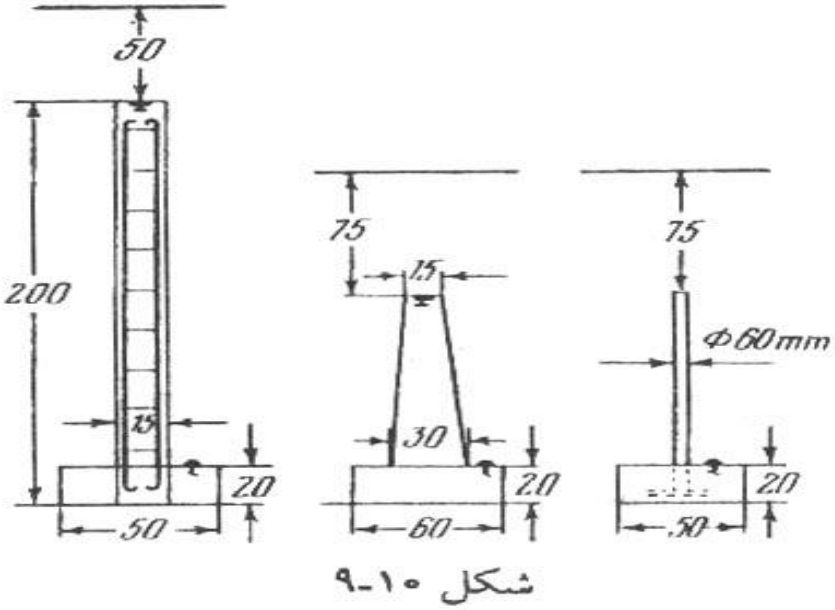
در یک نقطه صفحهٔ افق صفحه ایست عمود بر امتداد قائم آن نقطه.

در عملیات ژئودزی باید ارتفاع بنچمارک ها تعیین گردد

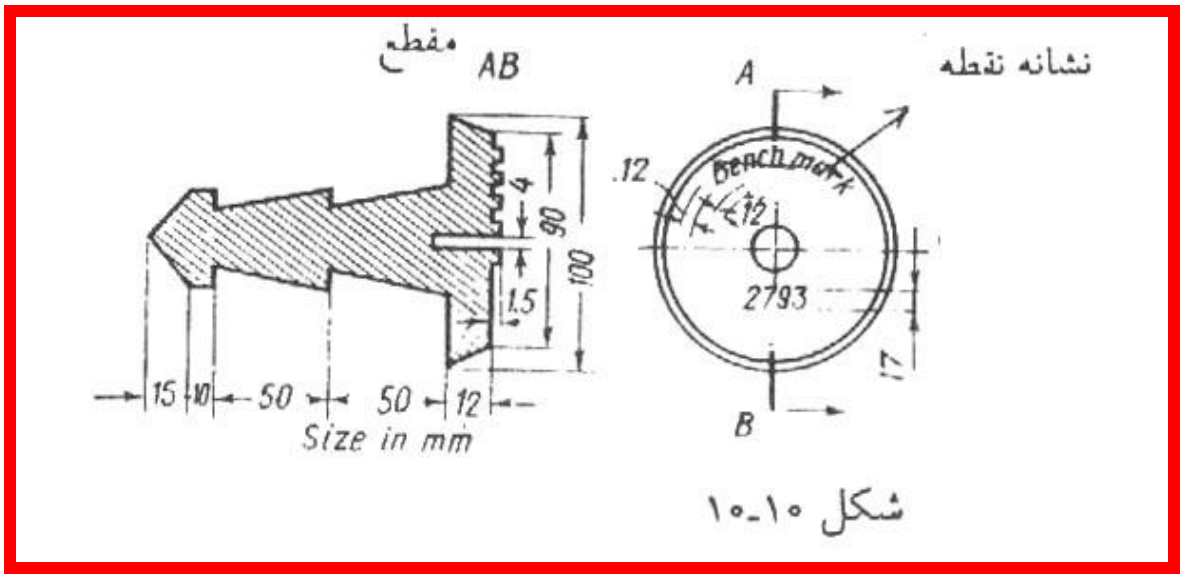
- **روش اصلی تعیین ارتفاع نقاط شبکه ارتفاعی یا بنچ مارکها از طریق ترازیابی است.**
- **شبکه سراسری نقاط ارتفاعی شامل ترازیابی درجات ۱ تا چهار است.**

مشخصات بنچمارک ها:

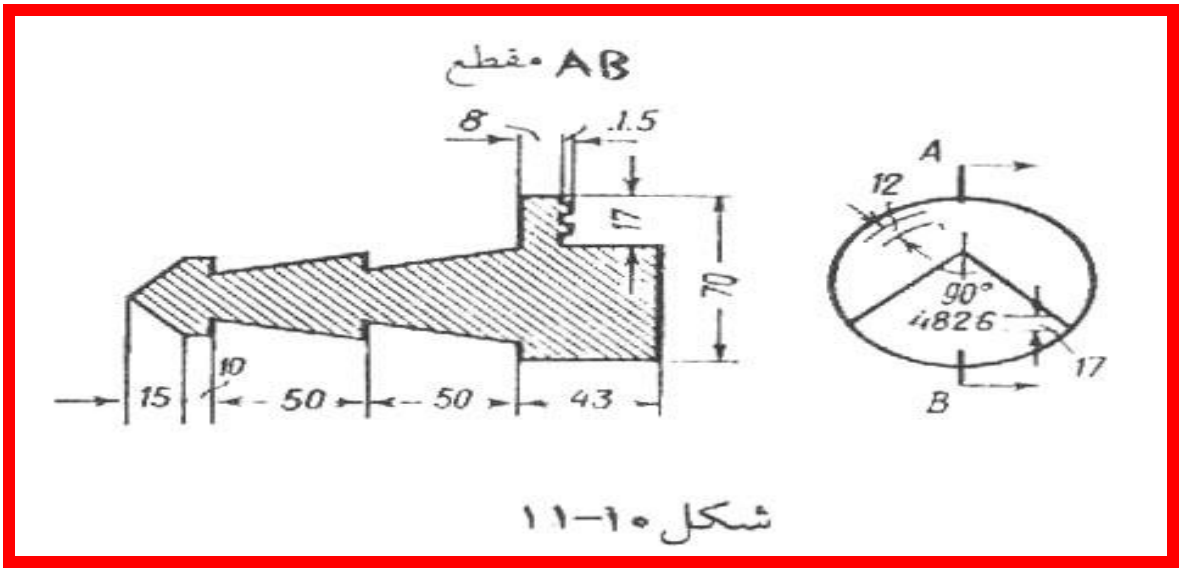
- پنج مارکها و علائم نقاط ارتفاعی با توجه به درجات مختلف ترازیابی با علائم پیش ساخته روی زمین نصب می گردد.
- فواصل این پنج مارکها در مناطق کوهستانی بین ۵۰ تا ۸۰ کیلومتر می باشد.
- فاصله بین پنج مارکهای نقاط شبکه ارتفاعی درجه سوم و چهارم بین ۵ و ۷ کیلومتر
- در مناطق ناهموار به ۱۰ تا ۱۵ کیلومتر
- اگر پیمایش ترازیابی در شهرها انجام شود باید در طول مسیر ترازیابی بین دو پنج مارک متوالی یک یا دو پنج مارک دیواری مانند شکلهای (۱۰-۱۱ و ۱۰-۱۲) در دیوارها احداث گردد.
- پنج مارکها بایستی در روی دیوارها، فونداسیونهای برجهای آب، پایه پلها و ساختمانهائی که دستخوش خرابی نمی شوند احداث گردد.



شکل ۱۰-۹



شکل ۱۰-۱۰

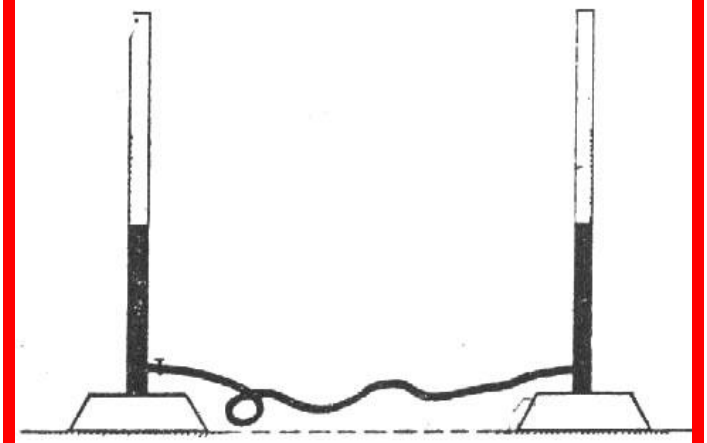


شکل ۱۰-۱۱

روشهای مختلف ترازیابی

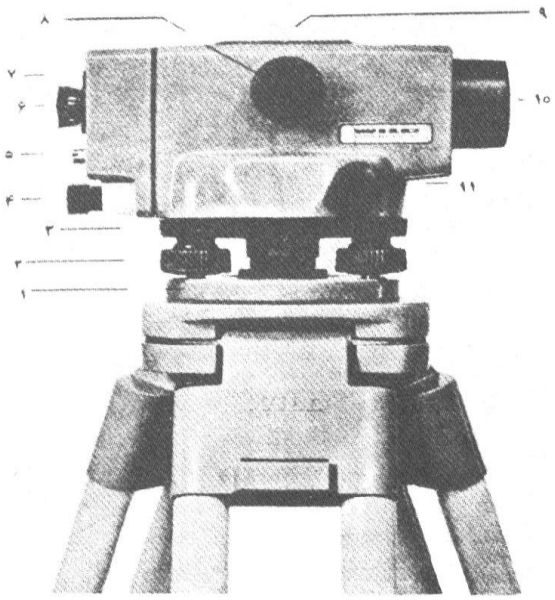
استفاده از لوله های شیشه ای و پلاستیکی

استفاده از شیلنگ تراز بنایی



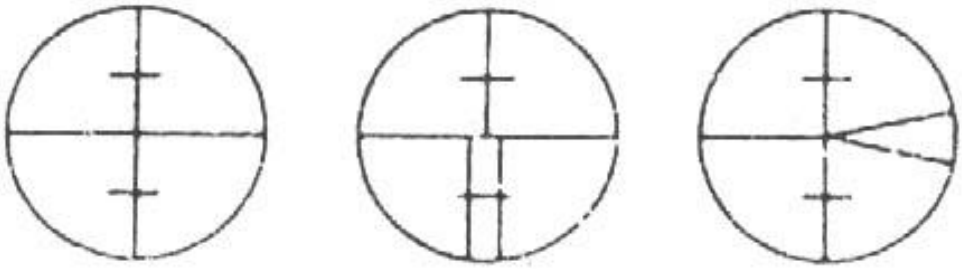
شکل ۲.۵ تراز ستون‌دار

دستگاه ترازیاب و اجزا آن



شکل ۳-۵ قسمتهای مختلف یک دستگاه نیرو

۱. صفحهٔ زیرپایه، ۲. پیچهای پایه، ۳. دایرهٔ مدرج افقی، ٤. چشمی برای قرائت زاویه، ۵. دکمهٔ کنترل کمپنساتور، ٦. چشمی دوربینی، ۷. محافظ پیچ تنظیم، ۸. پیچ تنظیم دید، ۹. مگسک، ۱۰. شیئی دوربین، ۱۱. پیچ جزئی سمتی.



شکل ۴-۵ چند نمونه تار رتیکول

طرز استقرار ترازیاب

شکل ۵-۱۰

چنانچه تصویر و خطوط رتیکول در یک سطح قرار نداشته باشند می‌گویند تصاویر از هم جدا افتاده‌اند. یعنی دستگاه دارای پارالاکس است.

- عامل ابتدا حلقه دور چشمی را به چپ و راست می چرخاند تا خطوط رتیکول را واضح ببیند.
- پیچ تنظیم شیئی را آنقدر می چرخانیم تا هدف (میر) به طور واضح دیده شود و خطوط رتیکول و تصویر هر دو واضح دیده شوند.

ترازیابی برای تعیین اختلاف ارتفاع نقاط ثابت ، ارتفاع ساختمانهای بلند و انواع کارهای مهندسی به کار می رود.ترازیابی های هندسی یا مستقیم بر حسب وضع منطقه و منظور آن ممکن است به صورت ترازیابی های مختلف بشرح زیر انجام می شود.

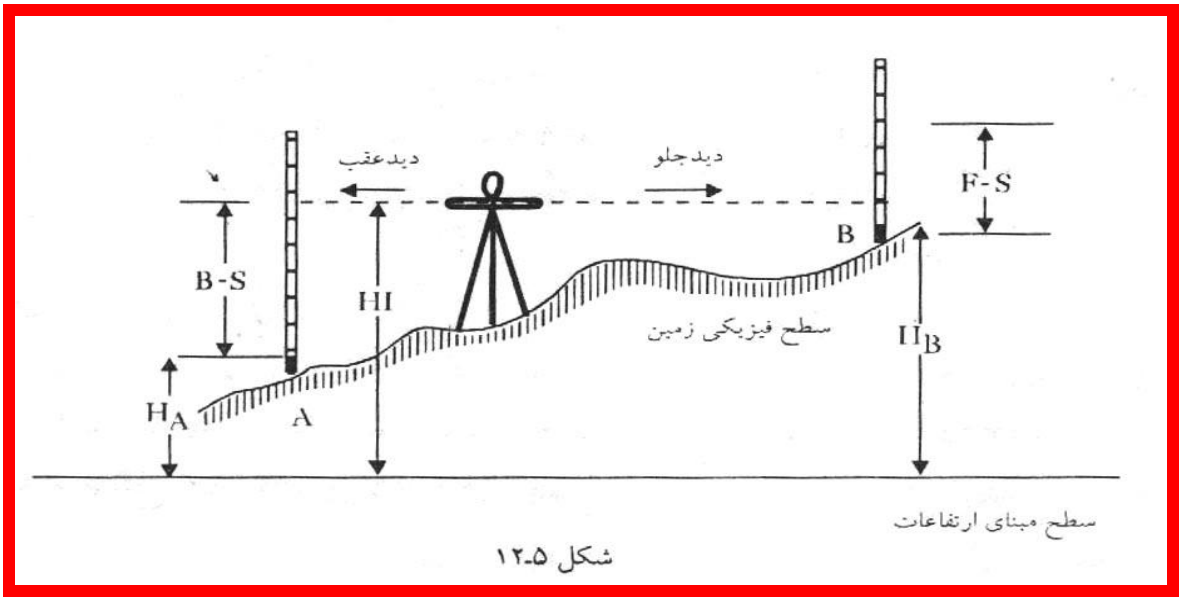
۱- ترازیابی ساده :

ترزایابی ساده یعنی برای تعیین اختلاف ارتفاع بین دو نقطه بیش از یک ایستگاه مورد نیاز نباشد ،بطورریکه بتوان از محل استقرار ترازیاب به دو نقطه مورد نظر نشانه روی کرد.

چنانچه هدف از اندازه گیری اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A وB باشد بر حسب آن که محل ایستگاه کجا باشد به دو شکل زیر عمل می کنیم.

الف) ایستگاه روی هیچکدام از نقاط نیست.

برای پیدا کردن اختلاف ارتقاع دو نقطه A و B در نقطه ای دلخواه که از آن نشانه روی به شاخص در دو نقطه امکان پذیر باشد ترازیاب را مستقر نموده و ترازیاب را بین A و B قرار داده تا خطای انکسار نور و کرویت کره زمین را حذف نمائیم . سپس به نقطه A نشانه روی نموده و تار وسط را قرائت می کنیم این قرائت را با BSنشان می دهیم .و آن را قرائت عقب می نامیم.(Back Sight) سپس به نقطه B نشانه روی نموده و عدد تار وسط را یادداشت می کنیم و آنرا با FS (Fore Sight)نشان داده و قرائت جلو می نامیم .) .با توجه به شکل زیر می توان رابطه زیر را نوشت.



شکل ۱۲-۵

قرائت جلو - قرائت عقب = اختلاف ارتفاع یا $\triangle$ = BS-FS

HB= HA +BS-FS

- نقطه B بالاتر از نقطهٔ A است. $\Delta H > 0$
- نقطهٔ B پایینتر از نقطهٔ A است. $\Delta H < 0$
- نقطهٔ دوم هم سطح نقطهٔ اول است. $\Delta H = 0$

مثال: برای اندازه گیری اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A و B دوربین را بین دو نقطه مستقر نموده ایم و نتایج قرائت عقب و جلو به ترتیب ۲۳۱۲ و ۱۰۴۰ می باشد .چنانچه ارتفاع نقطه A برابر ۱۲۷۶/۰۲ متر از سطح دریا باشد ارتفاع نقطه B چقدر است؟

ابتدا اختلاف ارتفاع بین دو نقطه ۱۲۷۲ = ۱۰۴۰ -۲۳۱۲

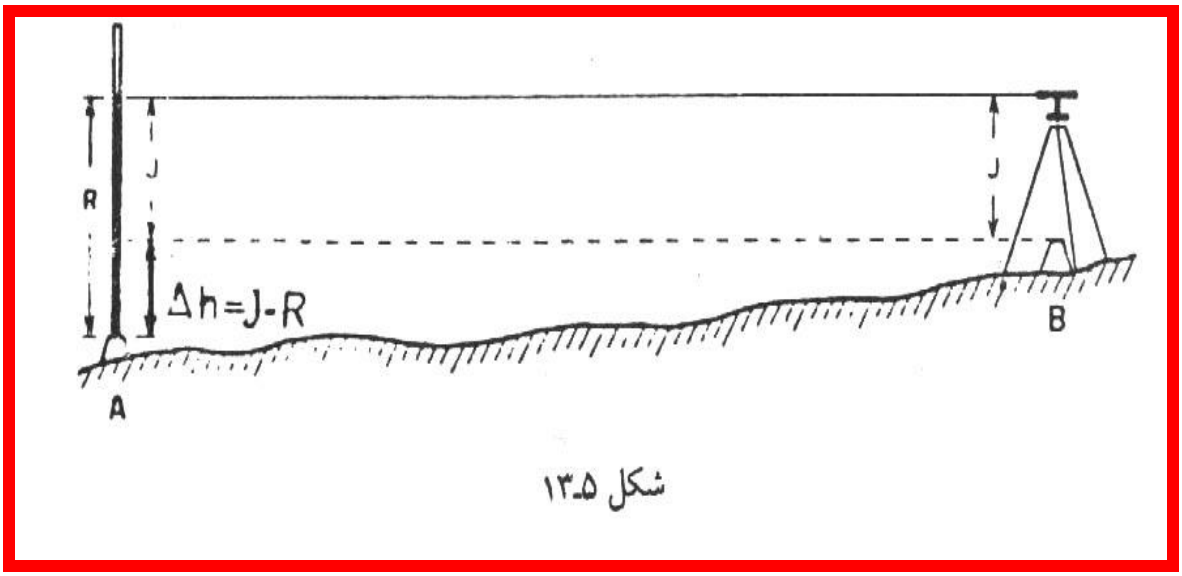
سپس ارتفاع B = اختلاف ارتفاع دو نقطه + ارتفاع A

1276/02+1272=1277/292

۲- ایستگاه یکی از نقاط است.

فرض کنیم می خواهیم اختلاف ارتفاع دو نقطه A و B را اندازه بگیریم .ابتدا دوربین رابر روی یکی از نقاط مثلا B مستقر نموده و شاخص را بر روی نقطه A قرارداده و تار وسط را قرائت می کنیم .سپس ارتفاع مرکز دوربین(J) را از زمین اندازه گیری می کنیم

$$\Delta H = J - R$$



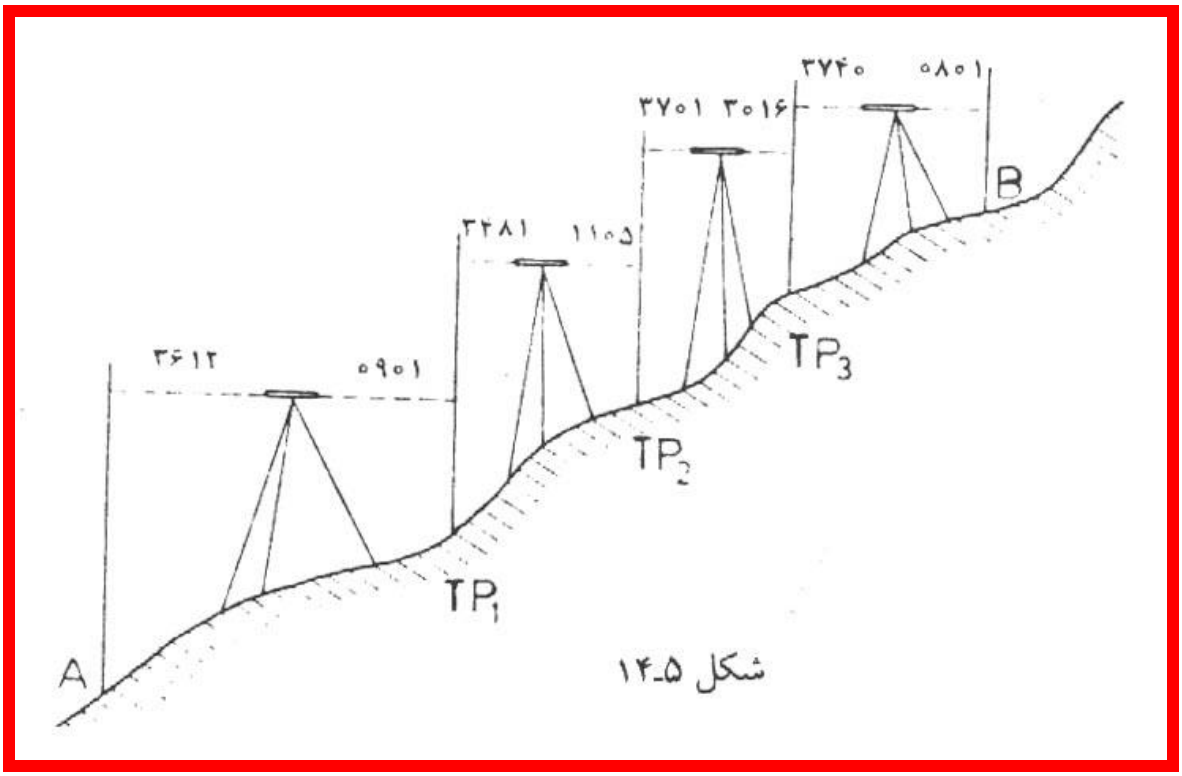
شکل ۱۳.۵

ترازیابی تدریجی:

اگر دو نقطه ای که منظور اختلاف ارتفاع آنها است دور باشند یا شیب زمین زیاد باشد یا با یک بار ایستگاه گذاری پیدا کردن اختلاف ارتفاع مقدور نبوده و در نتیجه برای تعیین ارتفاع نقطه احتیاج به یک سری نقاط کمکی و چندین بار ایستگاه گذاری داریم. این نقاط کمکی را به TP و یا CP نشان می دهیم.

روش کار

- ایستگاه گذاری بین نقاط کمکی طبق شکل
- قرائت دیدهای عقب و جلو در هر ایستگاه
- محاسبه دقیق اختلاف ارتفاع



شکل ۱۴-۵

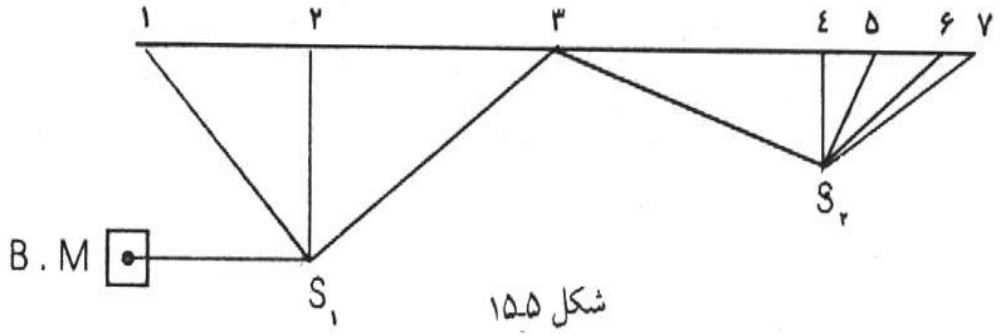
نتایج حاصله را در جدول ساده ایی به شرح ذیل تنظیم می کنیم.

ارتفاع	اختلاف ارتفاع	قرائت جلو	قرائت عقب	نقاط
۱۰۰,۰۰۰	--------	----------	۳۶۱۲	A
۱۰۲,۷۱۱	۲۷۱۱	۰۹۰۱	۳۴۸۱	Tp1
۱۰۵,۰۸۷	۲۳۷۶	۱۱۰۵	۳۷۰۱	Tp2
۱۰۵,۷۷۲	۶۸۵	۳۰۱۶	۳۷۴۰	Tp3
۱۰۸,۷۱۱	۲۹۳۹	۰۸۰۱	----------	B
۱۴۵۳۴-۵۸۲۳=۸۷۱۱		۵۸۲۳	۱۴۵۳۴	جمع

اگر حاصل منفی باشد نقطه B پائین و چنانچه حاصل مثبت باشد نقطه B بالاتر از A است. جدول (a) مربوط به یک ترازیابی تدریجی بین دو نقطه A و B

ترازیابی خطی:

- هدف: تعیین ارتفاع نقاطی روی یک مسیر یا خط طبق شکل ۵-۱۵



شکل ۱۵-۵

نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع		ارتفاع
				+	−	
	۱۸۵۲					۱۰۰/۰۰۰
۱		۲۰۲۷			۰۱۷۵	۹۹/۸۲۵
۲		۲۸۹۶			۰۸۶۹	۹۸/۹۵۶
۳	۱۲۵۵		۰۰۳۵	۲۸۶۱		۱۰۱/۸۱۷
۴		۳۰۱۸			۱۷۶۳	۱۰۰/۰۵۴
۵		۲۱۱۵		۰۹۰۳		۱۰۰/۹۵۷
۶		۱۰۴۵		۱۰۷۰		۱۰۲/۰۲۷
۷			۱۵۱۵		۰۴۷۰	۱۰۱/۵۵۷

جدول (d)

ترازیابی شعاعی:

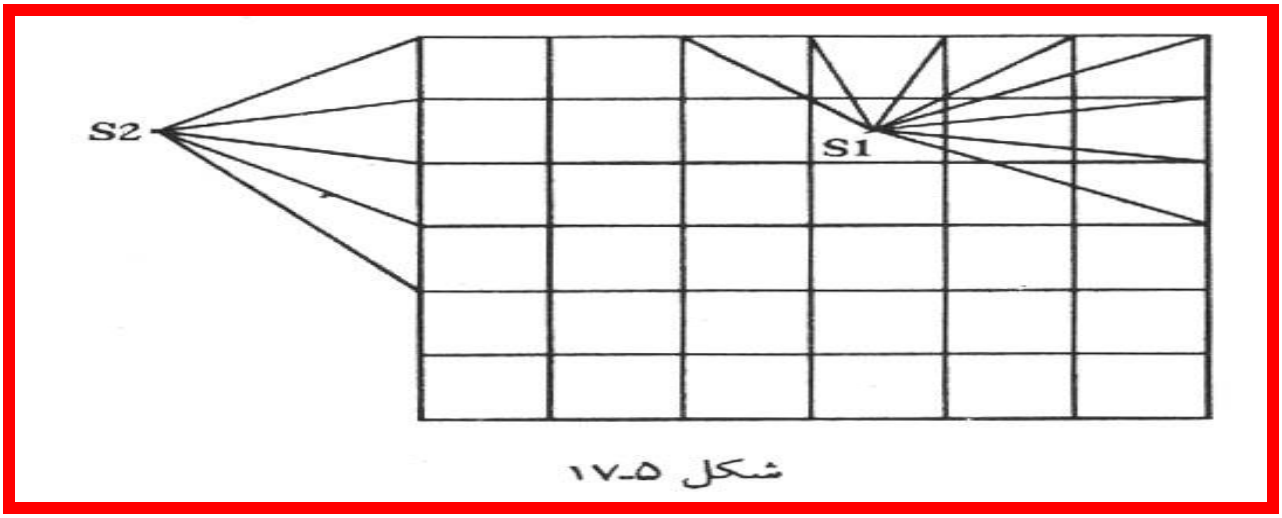
- **هدف : تهیه پروفیل‌های طولی و عرضی در پروژه‌های مهندسی عمران جهت تعیین ارتفاع نقاط پراکنده**

روش کار :

- استقرار یک ایستگاه S طبق شکل ۵-۱۶
- شاخص گذاری روی یک نقطه معلوم
- شاخص گذاری روی نقاط ۱ تا ۷
- قرائت شاخص روی BM (دیدعقب)
- قرائت شاخص روی نقاط ۱ تا ۷ (دیدهای جلو)

ترازیابی شبکه ای

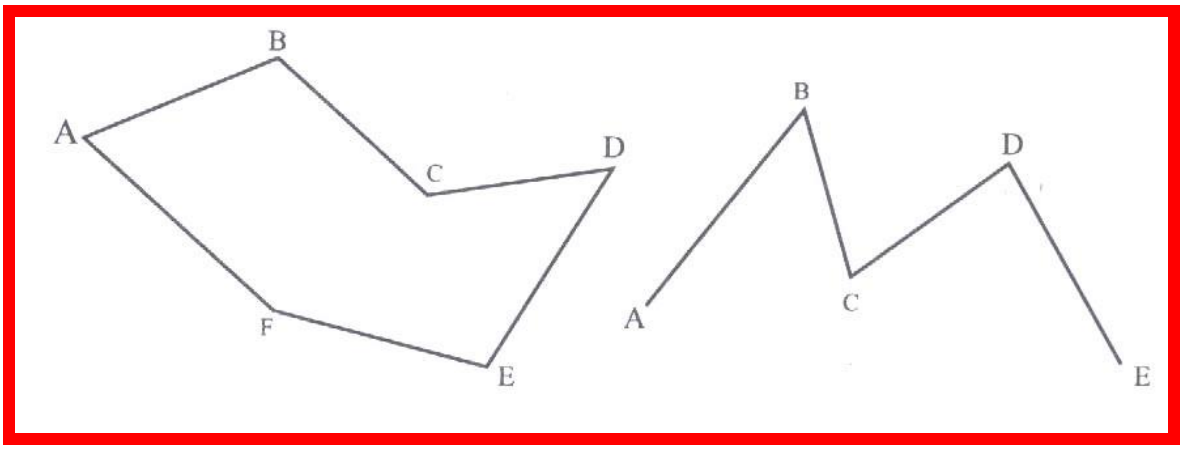
- با توجه به شکل (۵-۱۷) و با استفاده از ایستگاههای S_1 و S_2 ... به روش ترازیابی شعاعی می توان ارتفاع کلیهٔ نقاط شبکه را تعیین نمود.



شکل ۵-۱۷

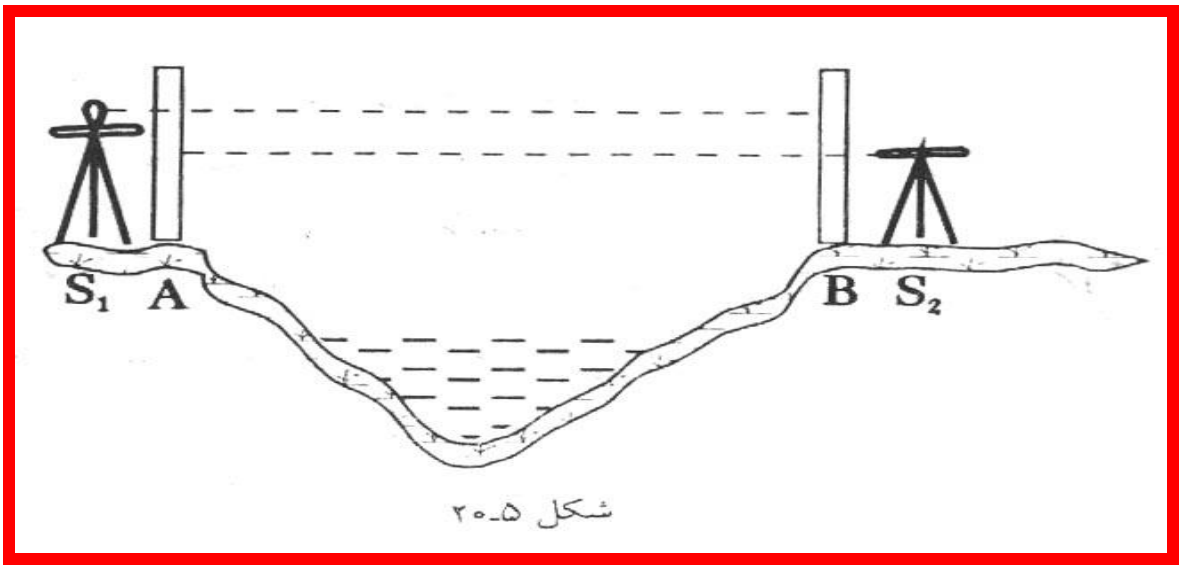
ترازیابی کثیر الاضلاعی

این نوع ترازیابی بصورت باز و بسته مطابق شکل ۵-۱۸ صورت می گیرد.



ترازیابی دو طرفه یا متقابل

- هرگاه منظور اختلاف ارتفاع دو نقطه مثلاً بین یک دره باشیم از روش ترازیابی متقابل طبق شکل ۵-۲۰ و جدول مربوطه استفاده می شود.



شکل ۵-۲۰

$$\Delta H = \frac{2001 + 2003}{2} = 2002$$

www.telegram.me/RegionalPlanning

ایستگاه	نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع
S_1	A	۳۲۱۲		۲۰۰۱
	B		۱۲۱۱	
S_2	A	۳۰۱۲		۲۰۰۳
	B		۱۰۰۹	

روشهای کنترل ترازیابی به منظور جلوگیری از اشتباه وتعیین خطا

- کنترل به روش رفت و برگشت

- ترازیابی از یک نقطه معلوم شروع و بعد از انجام عمل دوباره به نقطه شروع بازگشت می نمائیم.
- اختلاف ارتفاع به دست آمده از عمل ترازیابی بین دو نقطه معلوم را خطای ترازیابی گفته می‌شود.
- اگر این خطا در حد خطای مجاز انجام گرفته باشد عملیات ترازیابی صحیح
- میزان خطا را بین نقاط ترازیابی شده سرشکن می کنیم.

استفاده از دو نقطه دارای ارتفاع معلوم

- ترازیابی را بین دو نقطه دارای ارتفاع معلوم انجام می‌دهیم.
- اختلاف ارتفاع اندازه گیری شده روی دو نقطه را محاسبه نموده با اختلاف ارتفاع نقاط اولیه مقایسه می نمائیم.
- چنانچه خطای حاصله در حد مجاز باشد این خطا را بین نقاط ترازیابی شده سرشکن می کنیم.

خطای مجاز در ترازیابی

$$E = \pm e\sqrt{L}$$

در این رابطه E خطای مجاز در ترازیابی L طول ترازیابی در مسیر و برحسب کیلومتر و e مقدار خطای مجاز در هر کیلومتر ترازیابی برحسب میلیمتر

- **پروژه : تهیه پروفیل طولی** (پروفیل طولی عبارت است از فصل مشترک سطح زمین با صفحهٔ قائمی است که از طول مسیر می‌گذرد.)

لوازم مورد نیاز

۱- میخ چوبی یا رنگ
۲- چکش
۳- ژالون
۴- متر
۵- شاخص (میر)
۶- ترازیاب
۷- جدول ترازیابی ، مداد و ...

مراحل عملیات زمینی

۱- امتداد گذاری

۲- متر کشی

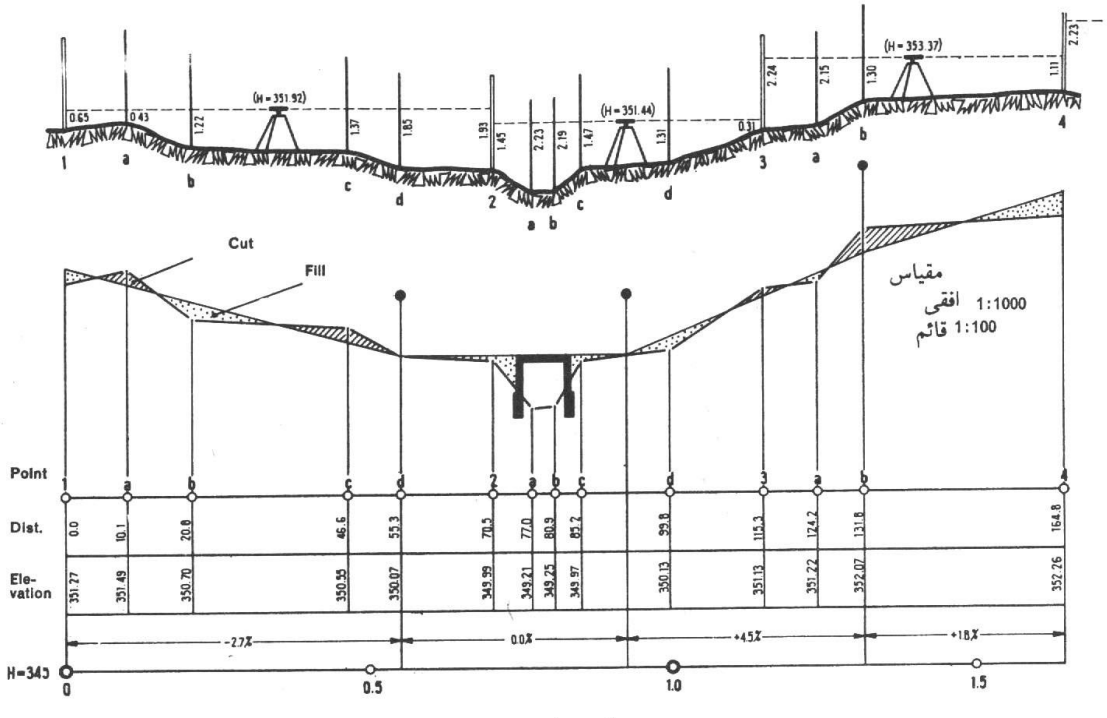
۳- ترازیابی تدریجی

۴- کنترل ترازیابی

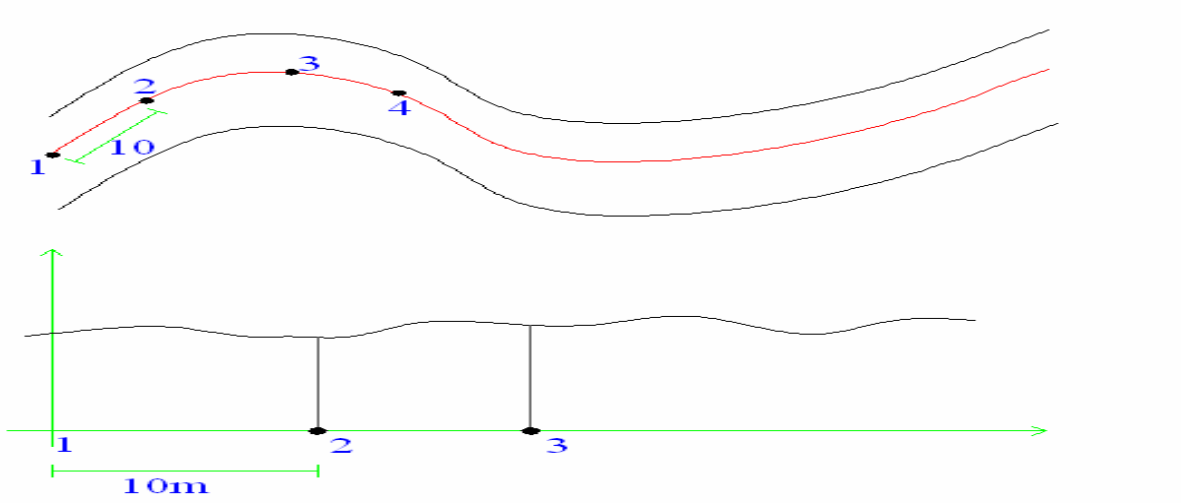
مراحل دفتری

۱- محاسبات جدول ترازیابی

۲- ترسیم پروفیل



شکل ۷-۱



ترازیابی مثلثاتی (غیرمستقیم)

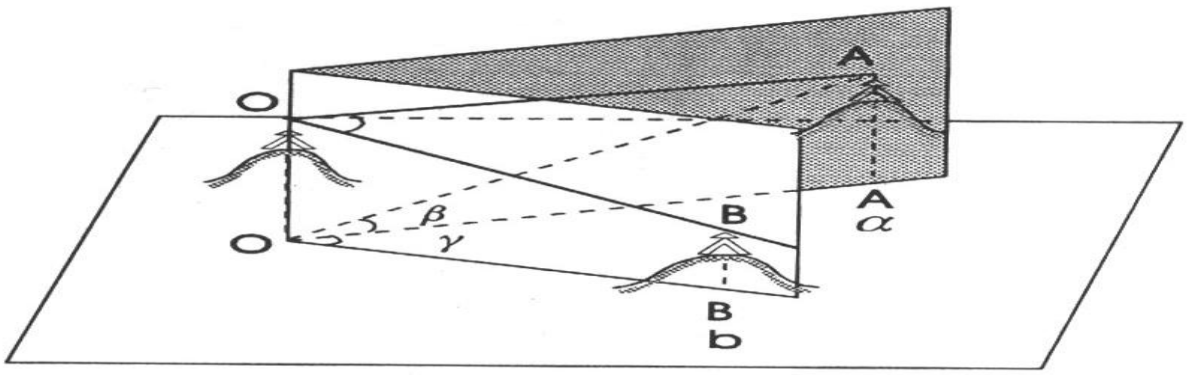
روش کار

- تئودولیت را در نقطهٔ A مستقر کرده
- ارتفاع دستگاه (i) اندازه گیری می شود.
- میر در نقطهٔ B به طور قائم قرار می گیرد.
- با نشانه روی به نقطه M (نقطه بالای میر) و تعیین زاویه ارتفاعی v و در نظر گرفتن فاصلهٔ افقی نقاط a و b، AC=d

اندازه گیری زاویه در نقشه برداری اهمیت خاص دارد

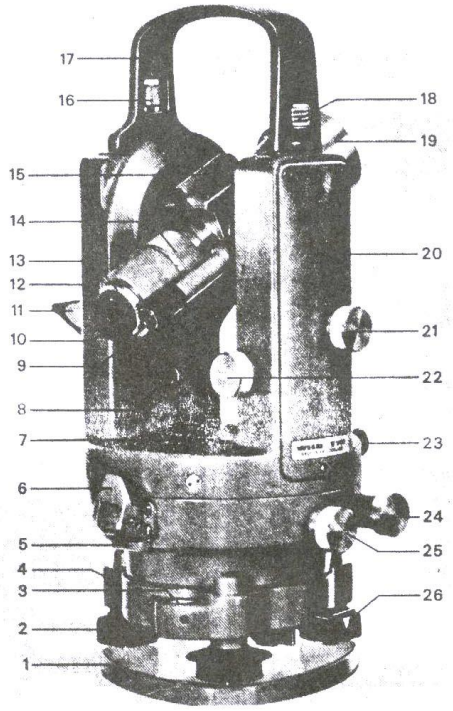
زوایا دو نوعند:

- زاویه راست یا افقی (AZ)
- زاویه قائم یا سمت الرأس



شکل ۶-۱

قسمتهای مختلف دوربینهای نقشه برداری



شکل ۳-۲ اجزای دستگاه تئودولیت

۱. صفحهٔ اتصال تئودولیت به سه پایه، ۲. پیچهای ترازکننده، ۳. تراز کروی، ٤. پایه، ۵. سکوی کلید نگه‌دارندهٔ دایرهٔ مدرج افقی، ٦. کلید نگه‌دارنده دایرهٔ مدرج افقی، ۷. تراز استوانه‌ای، ۸. محفظهٔ گرفتن نور، ۹. میکروسکوپ قرائت زاویه، ۱۰. چشمی دوربین، ۱۱. آینهٔ نورگیر برای تأمین روشنایی داخل تئودولیت، ۱۲. آلیداد، ۱۳. پیچ‌بازکردن چشمی دوربین از آن، ١٤. پیچ تنظیم تصویر، ۱۵. مگسک، ١٦. پیچ اتصال دستگیره به آلیداد، ۱۷. دستگیرهٔ حمل دوربین، ۱۸. ضامن آزادکنندهٔ دستگیره از آلیداد، ۱۹. دوربین، ۲۰. نشانهٔ مخصوص اندازه‌گیری ارتفاع دوربین از روی زمین، ۲۱. پیچ بستن حرکت تند قائم دوربین، ۲۲. شاقول اپتیکی، ۲۳. پیچ حرکت کند افقی، ٢٤. پیچ بستن حرکت تند افقی دوربین، ۲۵. ضامن آزاد کردن آلیداد از پایه.

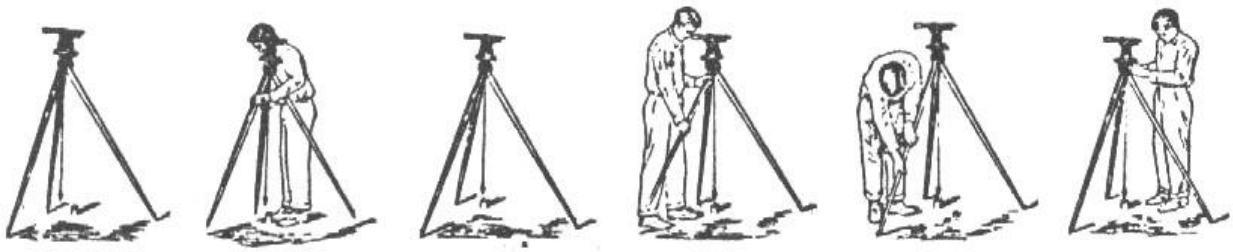
محورهای مختلف تئودولیت:

در زاویه یاب چهار محور وجود دارد:

- ZZ' محور نوری دوربین که به آن محور کلیماسیون می گویند.
- KK' محور چرخش دوربین
- LL' یا محور تراز
- VV' یا محور قائم (اصلی) دستگاه.

مستقر کردن تئودولیت بر روی یک ایستگاه:

- به منظور مستقر کردن تئودولیت بر روی ایستگاه مراحل شکل ۶-۷ توسط مدرس توضیح داده خواهد شد.



شکل ۶-۷

اصول اندازه گیری زوایای

افقی با تئودولیت:

۱- ایستگاه گذاری

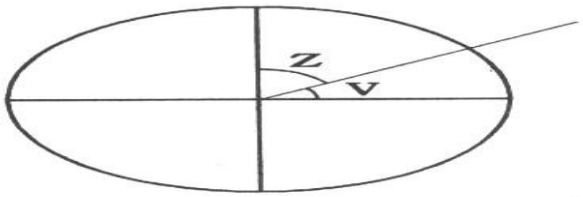
۲- نشانه روی و قرائت

- اگر $RB > RA \leftarrow$ $A\hat{O}B = RB - RA$

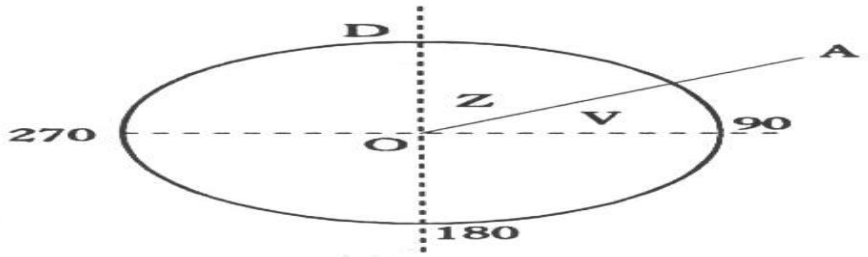
اگر RB > RA ← AÔB ۳۶۰º - RA

زوایای شیب و سمت الرأسی:

- زاویهٔ سمت الرأسی یک امتداد زاویه ایست که آن امتداد با قسمت بالای خط قائم می‌سازد. (زاویه Z شکل ۶-۱۱) بنابراین Z +V = ۹۰º



شکل ۶-۱۱ z = زاویه سمت الرسی



شکل ۶-۱۲

نیمرخهای طولی و عرضی

نیاز طراحان پروژه های عمران در جاسازی به پروفیل طولی و عرضی به منظور:

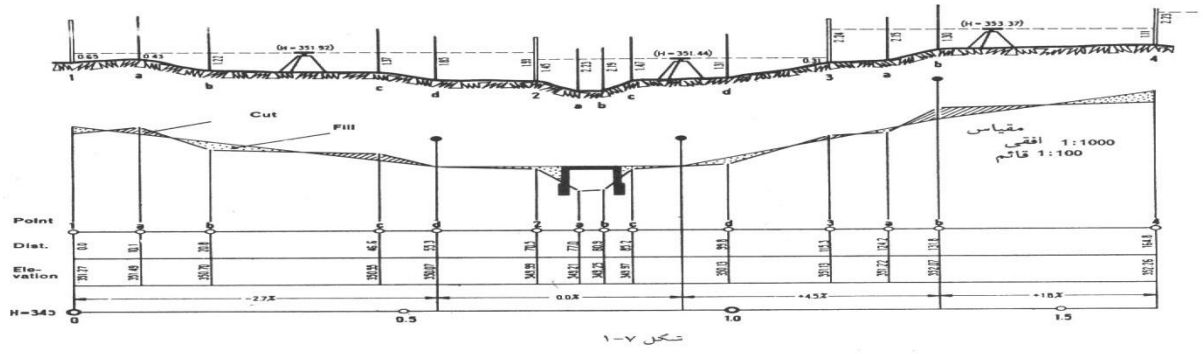
الف: تعیین مسیر

ب: محاسبه حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی الزامی است

- پروفیل طولی :
- پروفیل طولی عبارت است از فصل مشترک سطح زمین با صفحهٔ قائمی است که از طول مسیر می‌گذرد.

کاربرد:

- برای احداث خطوط راه آهن، راهها، خطوط انتقال آب و نیرو و غیره.



شکل ۷-۱

Point	قرائت‌ها			ارتفاع	ارتفاع خط دید	ملاحظات
	عقب	وسط	جلو			
1	0.65			351.27	351.92	
a		0.43		351.49		
b		1.22		350.70		
c		1.37		350.55		
d		1.85		350.07		
2			1.93	349.99		
2	1.45			349.99	351.44	
a		2.23		349.21		
b		2.19		349.25		
c		1.47		349.97		
d		1.31		350.13		
3			0.31	351.13		
3	2.24			351.13	353.37	
a		2.15		351.22		
b		1.30		352.07		
4			1.11	352.26		
4	2.23			352.26	354.49	
a		.....		.....		

نیمرخهای (پروفیلهای) طولی و عرضی

- پروفیل عرضی :

- پروفیل یا نیمرخ عرضی عبارت است از مقطع زمین عمود بر محور مسیر در هر نقطه میخ کوبی شده و یا نقاط تغییر شیب در روی پروفیل طولی.

- اعمالی که در برداشت و تهیهٔ پروفیل عرضی به کار می رود شامل :

- انتخاب عمود بر محور مسیر
- تعیین نقاط مورد نظر روی خط عمود
- برداشتهای پروفیل عرضی فرم ۷-۵

کیلومتر	چپ	محور طولی مسیر	راست
10+100	$\frac{3.59}{13}$ $\frac{2.72}{10}$ $\frac{1.55}{5}$	1.320	$\frac{1.58}{5}$ $\frac{0.80}{10}$ $\frac{+1.20}{13}$ $\frac{0.20}{14}$ $\frac{+1.95}{15}$
10+120	$\frac{4.00}{15}$ $\frac{3.30}{10}$ $\frac{2.60}{5}$	2.500	$\frac{0.00}{5}$ $\frac{+0.69}{9}$ $\frac{0.70}{10}$ $\frac{+0.80}{11}$ $\frac{1.50}{15}$

شکل ۷-۵

- توجیه نقشه اساس کار برداشت های زمینی است

شناخت و آگاهی از انواع شمالها و انحراف بین آنها ضرورت توجیه منطقه مورد برداشت است

جهت و امتداد

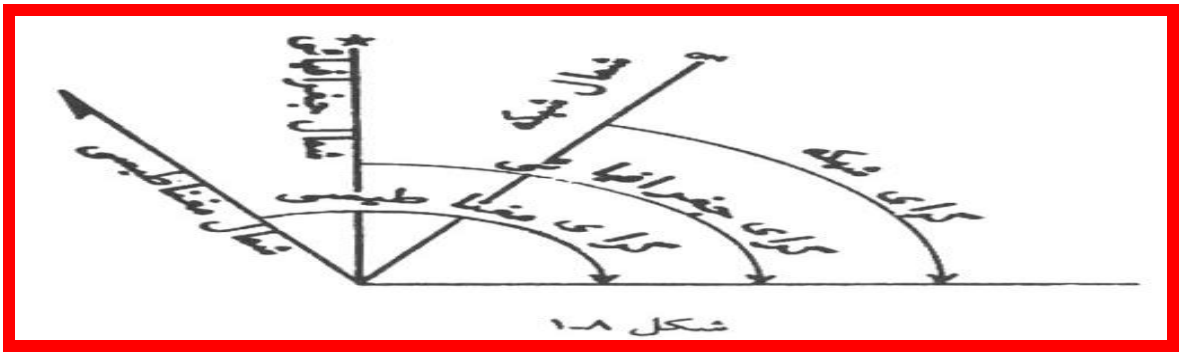
- برای سنجش امتدادها سه امتداد مبنا وجود دارد:
- شمال حقیقی (T.N)
- شمال مغناطیسی (M.N)
- شمال شبکه (G.N)

ویژگیهای انواع شمالها

- شمال حقیقی یا شمال جغرافیائی:
- امتداد هر یک از نقاط زمین به طرف قطب شمال زمین را شمال جغرافیایی یا حقیقی می نامند.

شمال مغناطیسی :

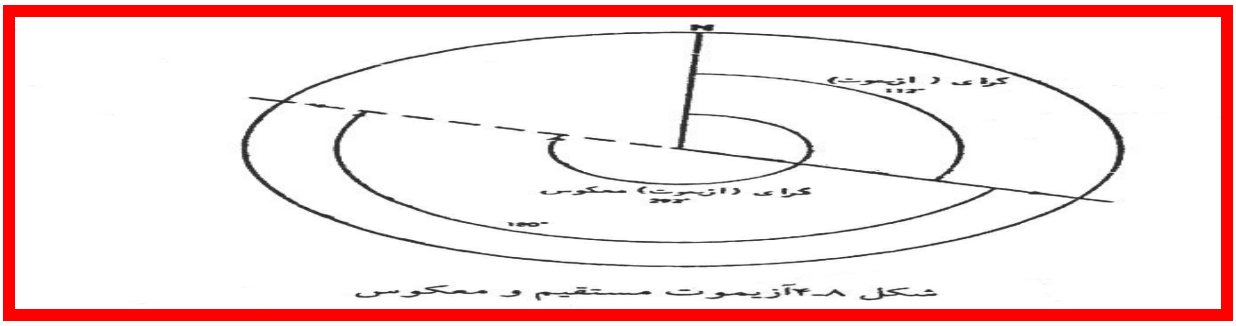
امتدادی که نوک شمالی عقربه مغناطیس در حالت رهائی نشان می دهد را گویند.



شکل ۱-۸

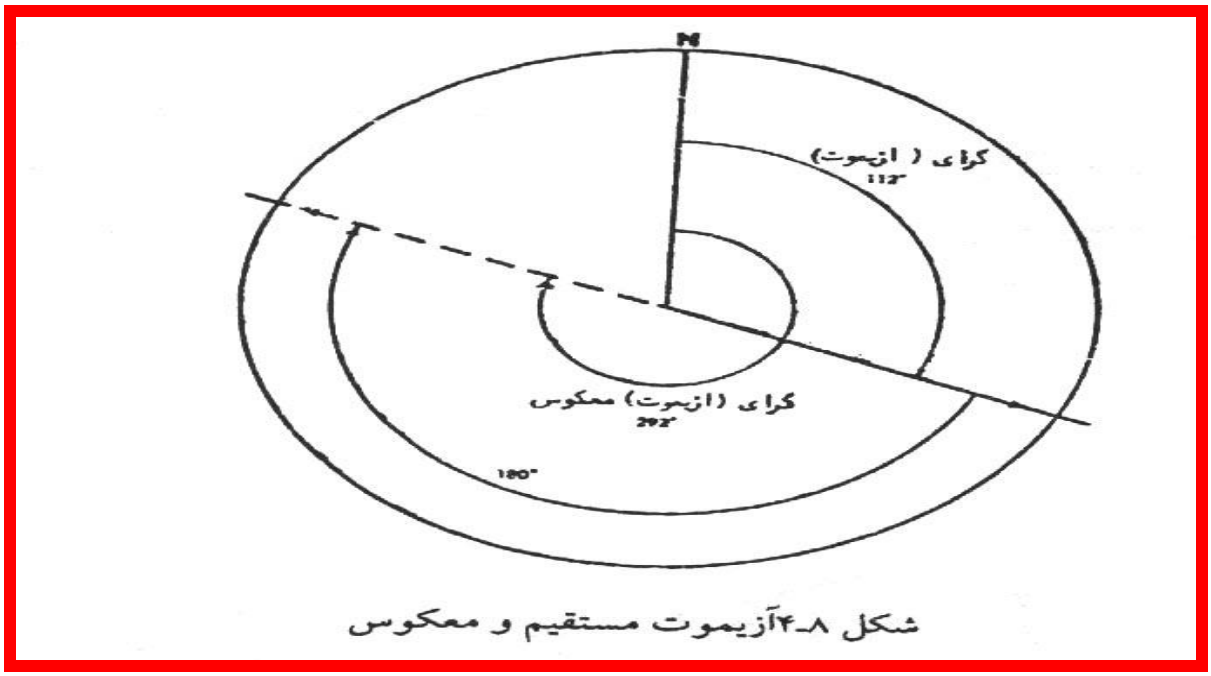
گرای مستقیم و معکوس

- گرا یا آزیموت عبارت از زاویه افقی است که امتداد مزبور نسبت به یکی از امتدادهای شمال جغرافیایی یا شمال مغناطیسی و در جهت چرخش عقربه های ساعت تشکیل می دهد.
- AZBA = AZAB ± ۱۸۰ یا ۲۰۰
- برای به دست آوردن آزیموت معکوس هر امتداد کافیست º۱۸۰ یا ۲۰۰گراد به مقدار آن اضافه یا کم کرد.
- گرای مستقیم و معکوس



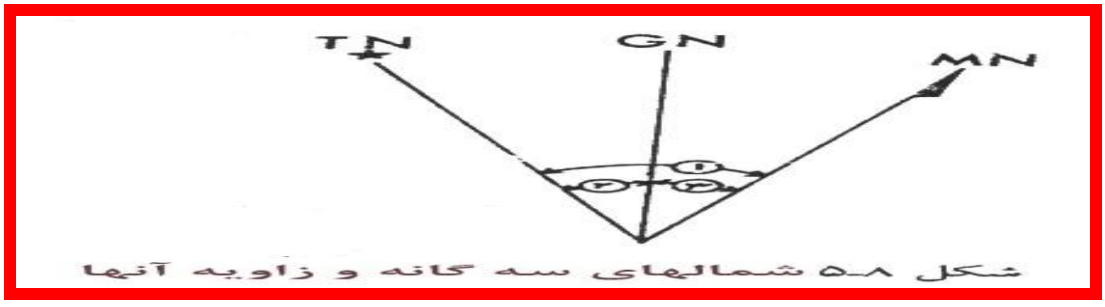
شکل ۸-۴آزیموت مستقیم و معکوس

زاویه انحراف مستقیم



شکل ۸-۴آزیموت مستقیم و معکوس

زاویه انحراف مستقیم

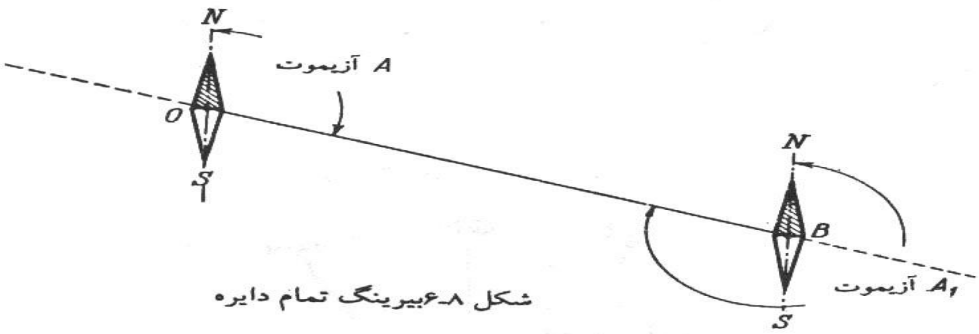


شکل ۸-۵ شمالهای سه گانه و زاویه آنها

بیرینگ

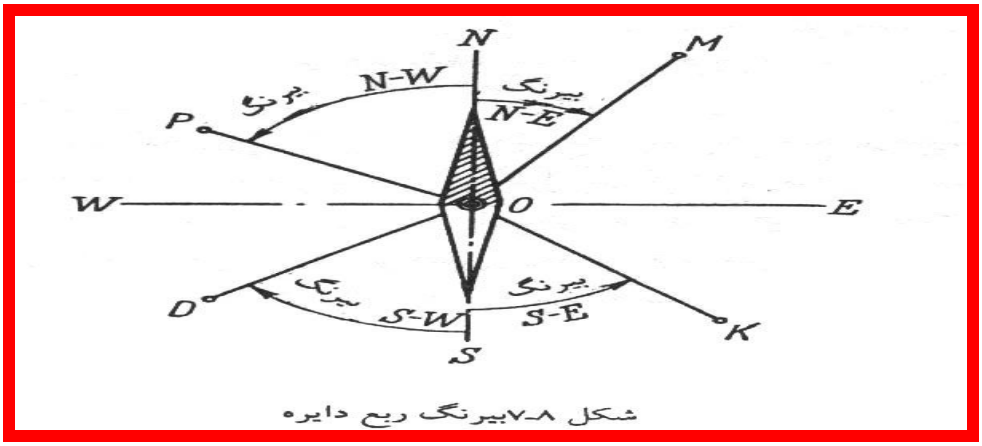
- زاویه ای است که بین یک امتداد مشخص با شمال جغرافیائی یا مغناطیسی تشکیل می گردد.
- بیرینگ مغناطیسی

زاویه یک امتداد با امتداد شمال مغناطیسی را بیرینگ مغناطیسی می گویند



شکل ۸-۶بیرینگ تمام دایره

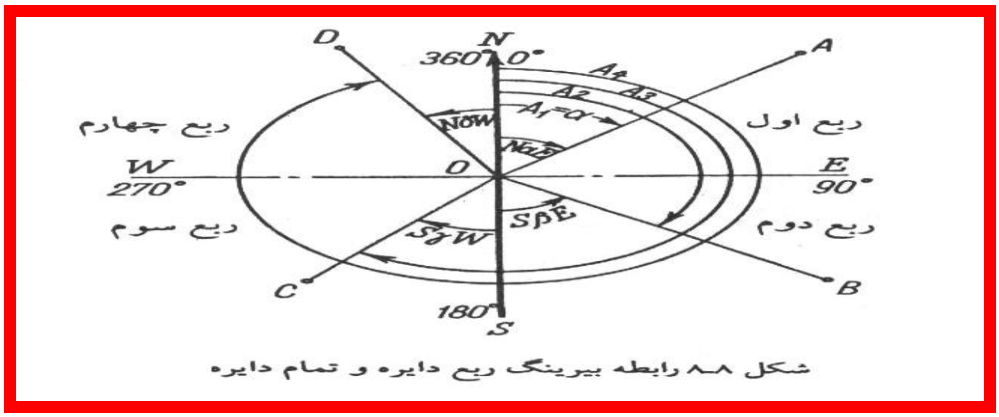
- بیرینگ یک امتداد در ربعهای چهارگانه دایره نسبت به نزدیکترین امتداد شمال مغناطیسی اندازه گیری



شکل ۸-۷بیرینگ ربع دایره

می‌شود.

- بیرینگ ربع دایره در شمال شرقی N۳۰ºE در جنوب شرقی S۳۰ºE در شمال غربی N۳۰ºW و در جنوب غربی S۳۰ºW است.

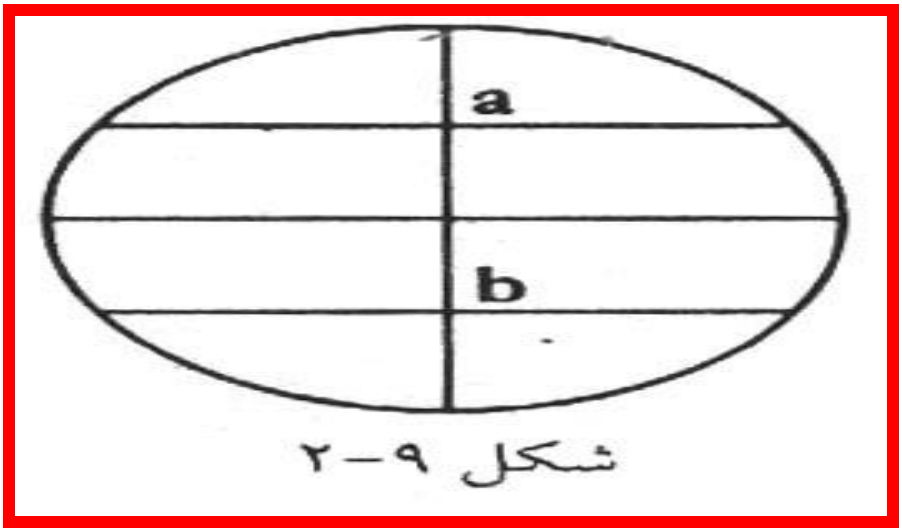


شکل ۸-۸ رابطه بیرینگ ربع دایره و تمام دایره

اندازه گیری طول به روش استادیمتری یا غیرمستقیم

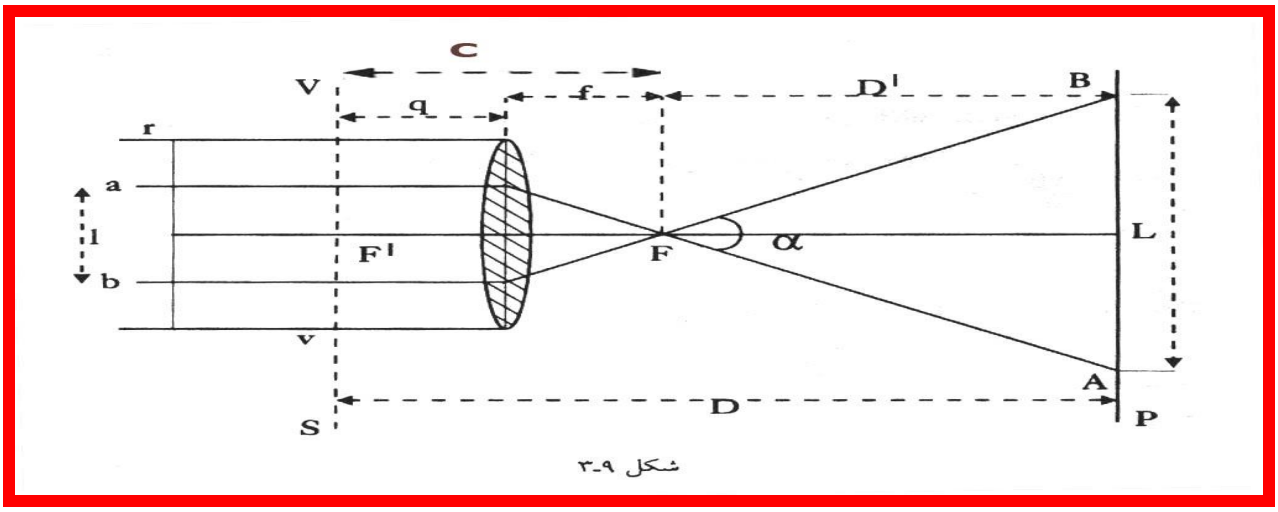
- نسبت d/L راکه مقدار ثابتی است به نام ضریب استادیمتری K و L را عدد استادیمتری می گویند. زاویهٔ a را (شکل ۹-۳) زاویه استادیمتری می گویند.

دوربین استادیمتر بر مبنای محاسبات بالا ساخته شده و a و b تارهای رتیکول آن می باشد. (شکل ۹-۲)



شکل ۹-۲

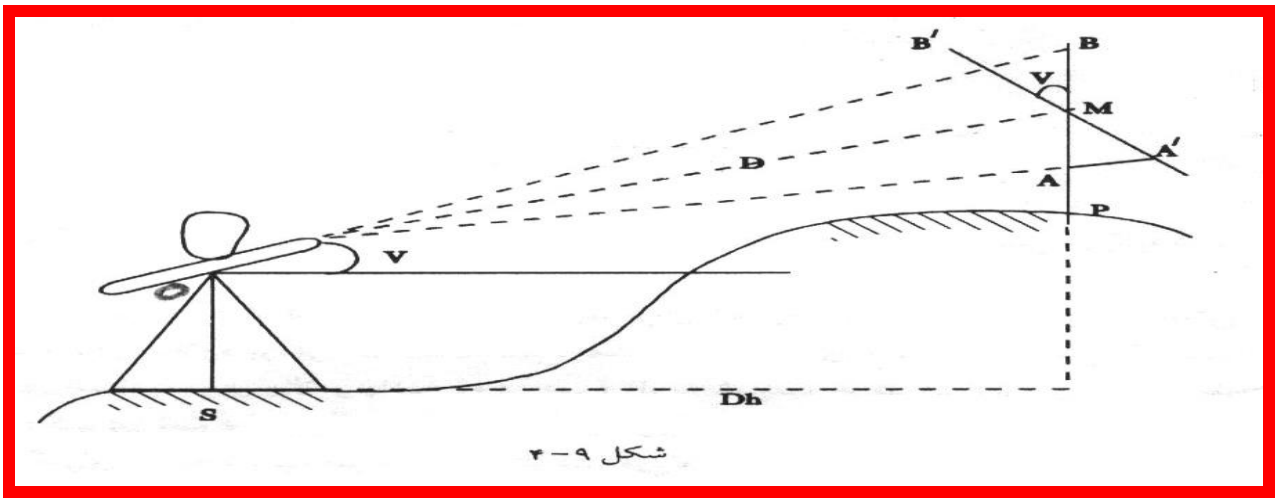
اساس اندازه گیری فاصله در این دوربینها مطابق شکل (۹-۳) می باشد:



شکل ۹-۳

اندازه گیری طول افقی به روش استادیمتری در شیب:

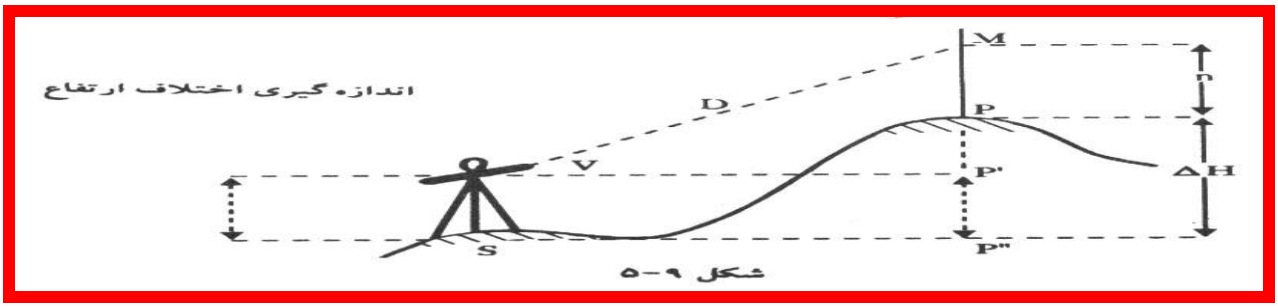
- با توجه به شکل ۹-۴ و روابط اثباتی در دستگاههای آنالیتیک با فرض تصحیح آنالتیسم C=۰ فرمول فاصله در سطح شیبدار برابر است با Dh = KLCos۲V



شکل ۹ – ۴

اندازه گیری اختلاف ارتفاع به روش استادیمتری در شیب

در شکل (۹-۵) اگر ارتفاع دستگاه برابر I و ارتفاع نقطه نشانه روی (تقاطع تارهای رتیکول) روی میر تا سطح زمین برابر n باشد اختلاف ارتفاع بین نقاط P,S یعنی HΔ از رابطهٔ زیر به دست می آید:



$$Mp' = KL\cos v \sin v = \frac{KL\sin 2v}{2}$$

$$\Delta H = \frac{KL\sin 2v}{2} + i - n$$

$$\Delta H = \frac{KL\sin 2v}{2}$$

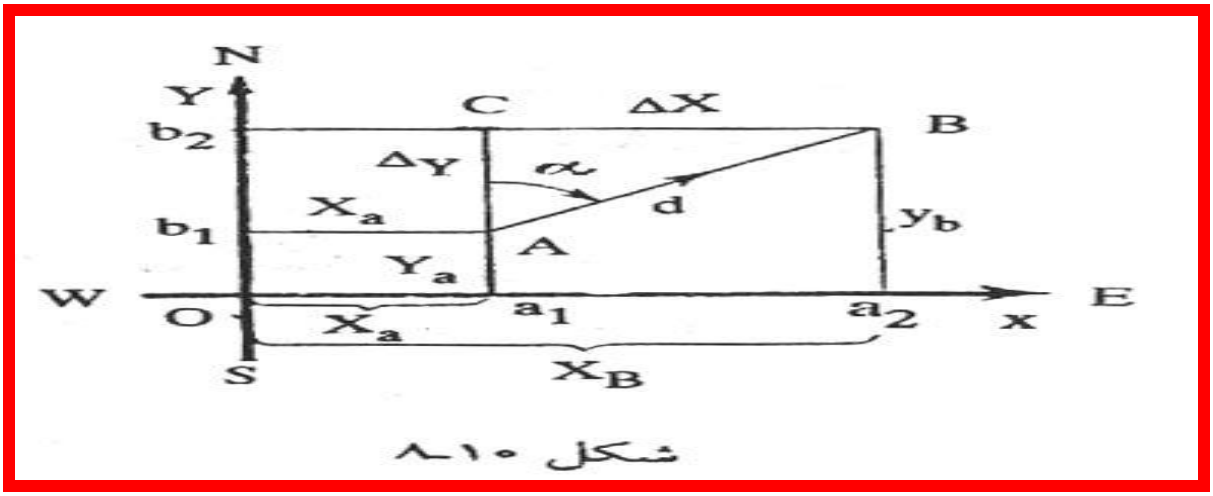
شبکه نقاط کنترل نقشه برداری

هرگاه در شکل ۱-۸ مختصات نقطه معلوم A و فاصله افقی d و آزیموت α مشخص باشند، مختصات نقطه B طبق محاسبات زیر بدست می آید.

اختلاف Δ X و ΔY بین مختصات دو نقطه، تصویر خط مستقیم AB روی محور طولها و عرضها می باشد.

$$A\begin{vmatrix} xa \\ ya \end{vmatrix} \quad B\begin{vmatrix} xb \\ yb \end{vmatrix}$$

$$\left.\begin{aligned} Xb - Xa = \Delta X \\ Yb - Ya = \Delta Y \end{aligned}\right\}$$



شکل ۸-۱۰

با توجه به مثلث قائم الزاویه ABC:

$$\left.\begin{aligned}\Delta Y &= d\sin\alpha\\ \Delta Y &= d\cos\alpha\end{aligned}\right\}$$

مختصات نقطهٔ B(X_b و Y_b) از روابط زیر به دست می آید:

$$\left.\begin{aligned}X_b &= X_a + \Delta X\\ Y_b &= Y_a + \Delta Y\end{aligned}\right\}$$

اگر دو نقطه A و B در دست باشد برای به دست آوردن فاصلهٔ دو نقطه و آزیموت خط AB به شرح زیر عمل می‌کنیم.

$$Tg\alpha = \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \frac{|XB - XA|}{|YB - YA|}$$

و فاصلهٔ d نیز از رابطهٔ زیر به دست می آید:

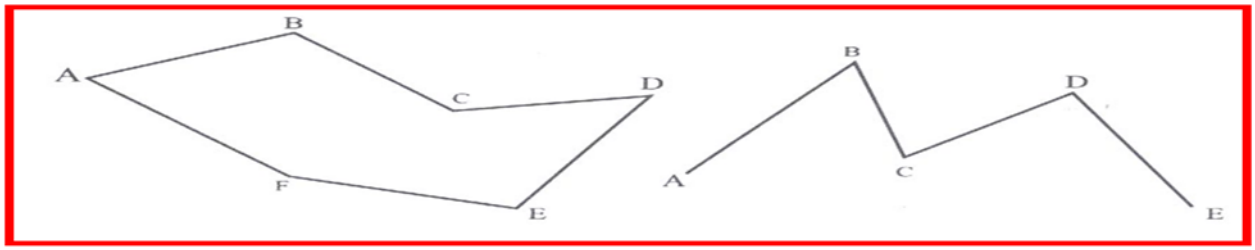
$$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

پیمایش:

- پیمایش عبارت است از اندازه گیری تعدادی طول و زاویه به منظور مشخص کردن مختصات نقاط جدید.

انواع پیمایش:

- **پیمایش باز از نقطه شروع و به نقطه دیگر باز می‌گردد.**
- **کاربرد پیمایش باز در تعیین مسیر راه، اتوبان و خطوط لوله**



شکل ۱۱–۱۵ پیمایش باز و بسته

- محاسبهٔ ژیزمان اضلاع در پیمایشهای باز و بسته:

در یک پیمایش بسته یا پلی گن شرط هندسی مجموع زوایای پلی گن از رابطهٔ βΣ(۲n±۴)×۹۰º به دست می آید. در رابطه فوق از علامت (+) زوایای خارجی و از علامت (-) زوایای داخلی پلی گن محاسبه می گردد. اگر زوایای اندازه گیری شده در یک پلی گن برابر به βΣ pr باشد.

رابطه خطای بست زوایای پیمایش عبارتست از:

$$f\beta = \sum \beta pr - (2n+4)90^{\circ}$$

- خطای بست ماکزیمیم زوایه ای در یک پیمایش از رابطه $f\beta_m = \pm ۲ / ۵da\sqrt{n}$ به دست می آید. da دقت اندازه گیری زاویه و n تعداد رئوس پیمایش

نقشه‌برداری توپوگرافی

- برای نمایش برجستگی های سطح زمین در نقشه‌برداری برداشت توپوگرافی استفاده می‌شود.
- در پرداشت توپوگرافی برخلاف پلانیمتری علاوه بر x و y ارتفاع (H) نقاط نیز اندازه گیری می شود.

بدین منظور:

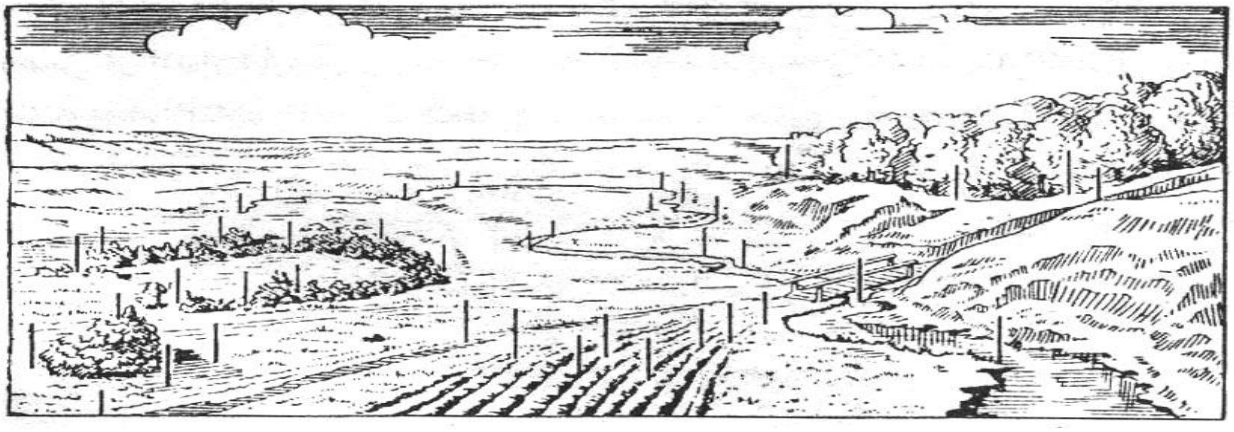
- برای نمایش برجستگی های سطح زمین در نقشه‌برداری برداشت توپوگرافی استفاده می‌شود.
- در پرداشت توپوگرافی برخلاف پلانیمتری علاوه بر x و y ارتفاع (H) نقاط نیز اندازه گیری می شود.

نقشه برداری تفصیلی و توپوگرافی:

- نقشه برداری تفصیلی (جزء به جزء) و توپوگرافی به طور همزمان، به روش تاکئومتریانجام می گردد.
- نقاط کنترل از طریق پیمایش به دست می آید.

- در مناطق کوچک می توان برای یکی از نقاط کنترل مختصات دلخواه در نظر گرفت و مختصات بقیه نقاط را به کمک نقطهٔ اول محاسبه نمود.
- در پیمایش تاکئومتری طول اضلاع پیمایش به ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر محدود می گردد.
- لذا پیمایش به صورت باز و یا بسته به نقاط کنترل موجود متصل می گردد.
- د رهر ایستگاه زاویه انحراف و اختلاف ارتفاع رئوس پیمایش باید مشخص گردد.
- فواصل اضلاع پیمایش به دو روش استادیمتری و زوایای ارتفاعی نیز باید اندازه گیری شود.
- دقت اندازه گیری زوایای ارتفاعی تا حدود ″۳۰ می‌باشد.
- فاصله شاخص تا دستگاه تئودولیت نباید در شرایط معمولی بیش از ۱۵۰ متر و در شرایط مناسب از ۲۰۰ متر بیشتر باشد.

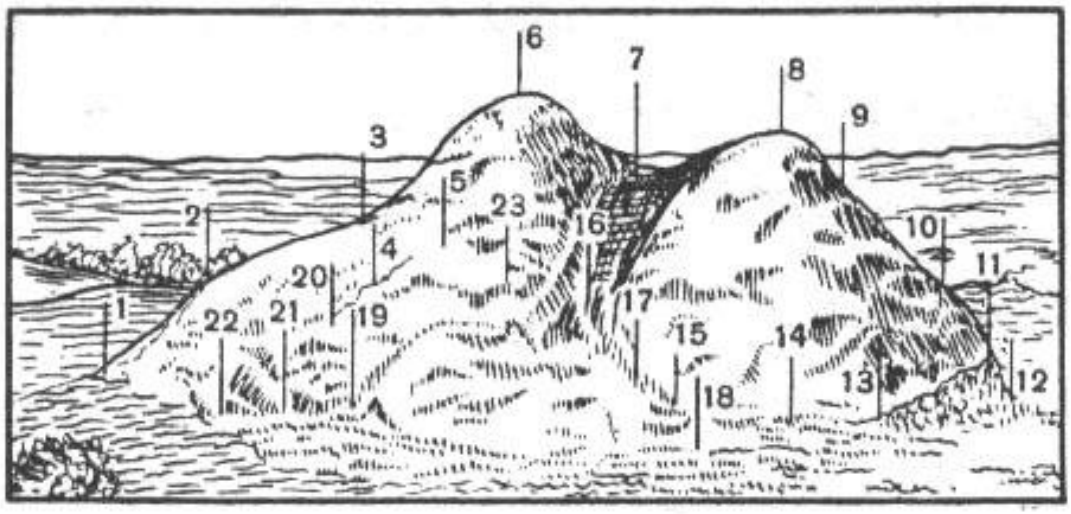
نقشه برداری تاکئومتری تفصیلی



شکل ۱۱-۲ نمایش یک برداشت توپوگرافی

روش کار:

- در صورتیکه صفر صفر در حالت کنترل تغییر کند باید عملیات تکرار شود.
- به موازات برداشت باید یک کروکی مطابق شکل ۱۱-۱ تهیه گردد.



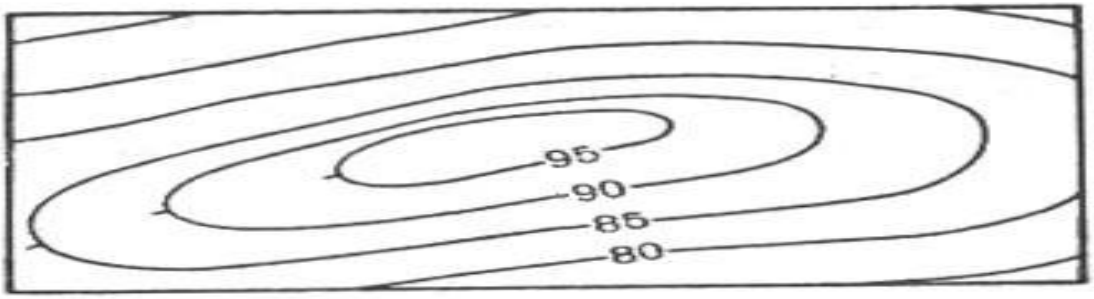
شکل ۱۱-۳ برداشت توپوگرافی با نقاط تفضیلی

طریقه های نمایش ارتفاعات بر روی نقشه ها و پلانها:

برای این کار از خطوط تراز استفاده می شود

مفهوم خط تراز :

- **بهترین تجسم برای خط تراز، خط نشانهٔ آب یا فصل مشترک سطح آب با سطح فیزیکی زمین است.**



شکل ۱۱-۴

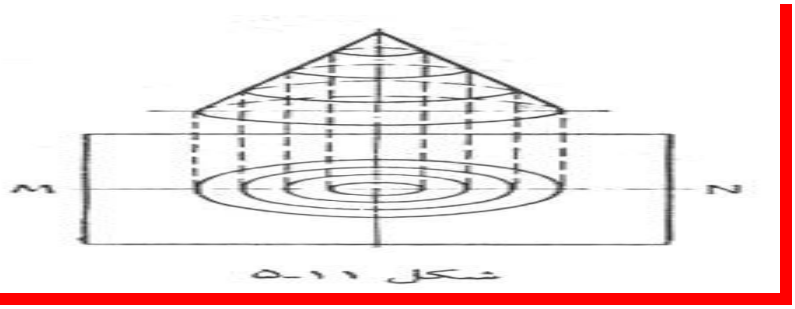
نکات مهم در باره خطوط تراز:

- ترتیب و شکل خطوط تراز شکل (۱۱-۴)
- فاصله قائم دو خط تراز متوالی را فاصله تراز گویند.
- برحسب مقیاس پلان و یا نقشه، وضعیت طبیعی برجستگی ها و هدف تهیه نقشه یا پلان فاصله تراز ۱، ۲، ۵، ۱۰ متر خواهد بود.
- هر چه فواصل تراز کمتر گردد دقت برداشت بیشتر است.

نمایش اشکال هندسی توسط منحنیهای تراز (خطوط تراز):

طریقهٔ نمایش اشکال به کمک خطوط میزان:

۱- اگر مخروط قائم شکل (۱۱-۵) توسط سطوح افقی متساوی الفاصله قطع گردد مقاطع حاصله دایره خواهند بود و این مقاطع همان خطوط تراز طبیعی می باشند.



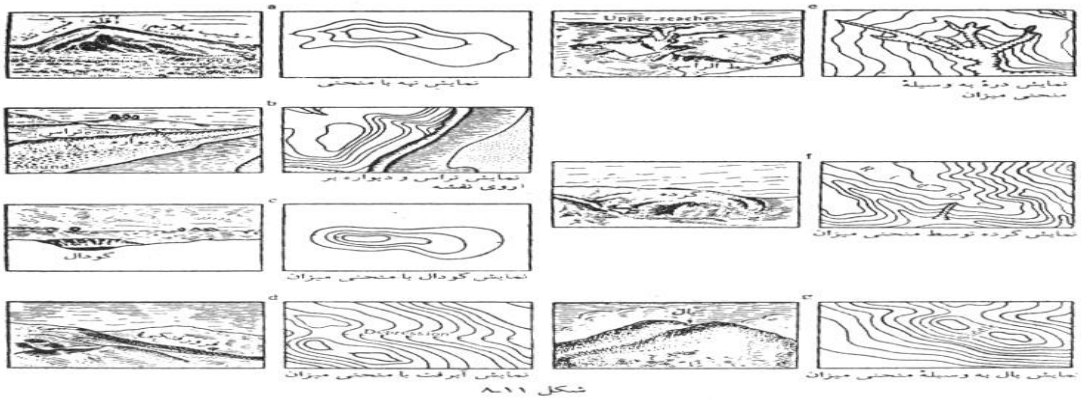
شکل ۱۱-۵

- خطوط تراز حاصل از یک مخروط مایل، شکل (۱۱-۶)

- ۳- مخروط به طور واژگون قرار دارد. خطوط موازی متساوی الفاصله به شکل (۱۱-۷)

اشکال ارتفاعی:

- **جلگه، کوه، آبرفت، گرده، دره، گردنه. در شکل ۱۱-۸ نمایش داده شده است.**


شکل ۱۱-۸

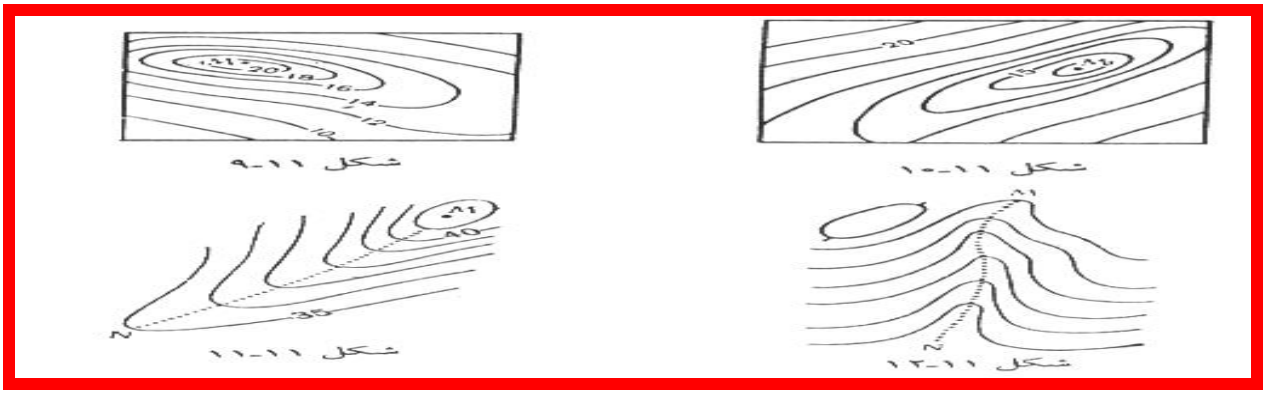
- در شکل ۱۱-۹ اگر از نقطهٔ M به تدریج در هر جهت حرکت کنیم با خطوط تراز ۲۰، ۱۸، ۱۶، ۱۴، ... برخورد خواهیم نمود. نقطهٔ M نوک تپه می باشد.

- خطوط میزان شکل (۱۱-۱۰) که از نقطهٔ M در هر جهت ارتفاع آن کاهش می یابد نمایشگر یک گودی است.

- خطوط تراز شکل (۱۱-۱۱) به صورت منحنیهای باز است نمایانگر یک گرده

- خطوط تراز شکل (۱۱-۱۲) معرف آبرفت

- خطوط تراز پلان شکل (۱۱-۱۳) نمایشگر فرم گردنه می باشد.



خصوصیات خطوط تراز عبارتند از:

- **همه نقاط واقع بر یک خط تراز هم ارتفاعند.**
- **هر منحنی بسته در محدوده پلان معرف یک بلندی یا گودیست**
- **خطوط میزان چه در محدودهٔ نقشه و چه خارج آن ادامه می یابد.**
- **منحنیهای میزان یک دیگر را قطع نمی کند. مگر زمانی که یک صخره مطابق شکل (۱۱-۴) پیش آمدگی داشته باشد.**
- **فاصله منحنیهای میزان روی نقشه به شیب زمین بستگی دارد.**
- **کوتاه ترین فاصله بین خطوط میزان خط بزرگترین شیب است.**
- محور آبراهها و دره ها مطابق شکل (۱۱-۱۱ و ۱۱-۱۲) بر منحنیهای میزان عمودند.

خطوط میزان نشان دهندهٔ یک صفحه مایل، به صورت خطوط موازی می باشند.