دانشگاه آزاد اسلامی زنجان

گروه مهندسی نقشه برداری

جزوه درس نقشه برداری ۱

تألیف، ترجمه و گرد آوری شده توسط:

دکتر فرید اسماعیلی

درس نقشه برداری ۱

جلسه اول

فرید اسماعیلی
Fraid_63@yahoo.com
www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت

سرفصل ها

نقشه‌برداری ۱

کد : ۳۰

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری و عملی
پیش‌نیاز : ریاضی ۱

هدف : آشنا کردن دانشجویان با رشته و حرفهٔ نقشه‌برداری، وسایل و روشهای مختلف اندازه‌گیری با توجه به خطاها و دقت آنها، نگهداری و تشخیص عیب دستگاهها.

سرفصلهای درس

الف- نظری (۳۴ ساعت)

۱- مقدمه : تعریفها و اصطلاحات پایه و روشهای کلی کار.

۲- آشنایی با رشته و حرفه نقشه‌برداری : تاریخچه، گرایشها، تحول‌پذیری، کاربردها و نقش آن بعنوان یک سرویس‌دهنده مهم علمی و فنی.

۳- زمین از دید نقشه و نقشه‌برداری : شکل زمین، سطوح مبنا، سیستم‌های مختصات، شبکه‌های کنترل مسطحاتی و ارتفاعی (با اشاره به روشهای فتوگرامتری و ماهواره‌ای)، مختصری از نمایش زمین به صفحه (سیستم‌های تصویر)، ارتباط بخشهای مختلف نقشه‌برداری، تبدیل فاصله به سطح مبنای ارتفاعات.

۴- فاصله‌یابی مستقیم : اصول و روش‌های کار، دقت، تصحیح‌ها و اصول مساحی.

۵- ترازیابی : اصول و روشها، ترازیابی مستقیم و غیرمستقیم، آلتیمتری، ساختمان دوربین و تراز، ترازیاب، خطاها و تصحیح‌ها، تهیه خطوط تراز به روش شبکه‌بندی و روشهای ساده محاسبه حجم عملیات خاکی، برداشت نیمرخ‌ها و مقاطع.

۶- آشنایی با خطاها و انتشار آنها، با مثالهایی از فصلهای ۴ و ۵

۷- زاویه‌یابی - اصول و ساختمان زاویه‌یاب

۸- فاصله‌یابی غیرمستقیم : روشهای استادیمتری و پارالاکتیک در اندازه‌گیری فاصله و اختلاف ارتفاع و بررسی خطاها.

۹- فاصله‌یابی الکترونیک : اصول، وسایل و روش کار و اشاره به دستگاههای همه‌کاره (Total Station)

۱۰- نگهداری و تنظیم وسایل

ب- عملی (۶۸ ساعت)

۱- آشنایی با ساختمان و روشهای کار با ترازیاب، برداشت خطوط از زمین به روش شبکه‌بندی و تعیین حجم عملیات خاکی در یک پروژه با استفاده از خطوط تراز، برداشت نیمرخ‌ها و مقاطع.

۲- آشنایی با ساختمان و کار با زاویه‌یاب

۳- استادیمتری، رروش پارالاکتیک و فاصله‌یابی الکترونیک.

۴- درک خطاهای سیستماتیک و رفع آنها، دقت و روشهای بالا بردن دقت.

۵- آشنایی با نگهداری وسایل و تشخیص عیب آنها.

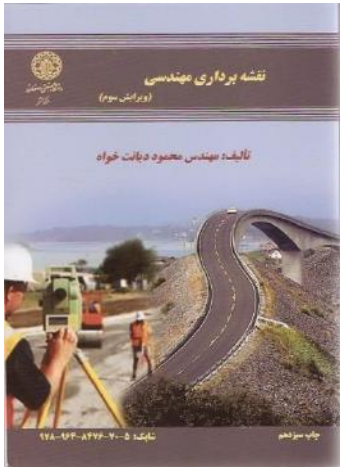
به طور کلی در درس نقشه برداری ۱ انتظار می رود که دانشجو با مباحث زیر آشنا شود :

- آشنایی با رشته و حرفه نقشه برداری و آشنایی کلی با شاخه ها و گرایش های این رشته
- درک مفاهیم و تعاریف اولیه مورد نیاز در سر فصل های مختلف رشته
- آشنایی با ابزار های کار در رشته نقشه برداری
- طولیابی با جزئیات و نکات
- تراز یابی با جزئیات و نکات
- زاویه یابی با جزئیات و نکات

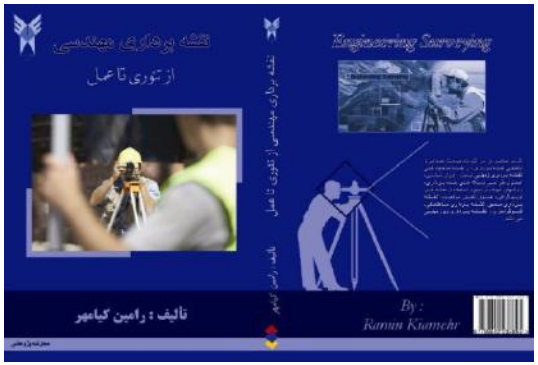
ارزشیابی :

۶نمره امتحان میان ترم
۲ نمره حل تمرین و فعالیت کلاسی (و البته حضور در کلاس)
۱۲ نمره امتحان پایان ترم

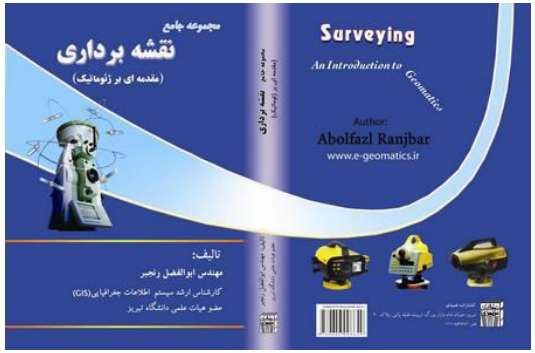
کتاب نقشه برداری مهندسی ، تألیف مهندس محمود دیانتخواه، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان



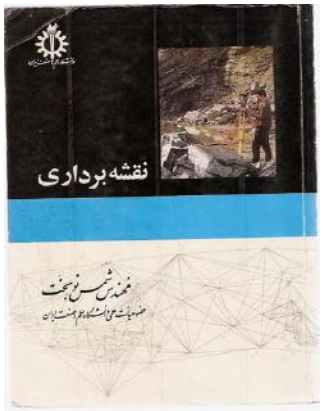
کتاب نقشه برداری مهندسی از تئوری تا عمل، تألیف دکتر رامین کیامهر، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان



مجموعه جامع نقشه برداری (مقدمه ای بر ژئوماتیک) تألیف مهندس ابو الفضل رنجبر، انتشارات عمیدی



نقشه برداری، تألیف مهندس شمس نوبخت ، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران



مجموعه عملیاتی را که برای **تعیین** و یا **نمایش** موقعیت نسبی نمود ها و عوارض واقع بر سطح زمین یا نزدیک به سطح زمین، اعم از مصنوعی یا طبیعی، با اندازه گیری فاصله، ارتفاع، زوایا و امتداد تعدادی نقطه نسبت به هم یا نسبت به نقاط دیگر، موسوم به نقاط کنترل انجام می گیرد و در اغلب موارد به **تهیه نقشه** برای استفاده های مختلف می انجامد ((نقشه برداری)) گویند.

طبق تعریف بالا یک نقشه بردار دارای ۲ فعالیت اساسی است:

* **اندازه گیری** داده های بین عوارض موجود(مثل اندازه گیری طول و زاویه در پیمایش) جهت تهیه نقشه در اصطلاح هر اندازه گیری ای که برای تعیین موقعیت عوارض انجام می گیرد یک "برداشت" نام دارد.

* **پیاده کردن** عوارض روی زمین (مثل پیاده کردن مسیر محور اصلی یک بزرگراه و یا پیاده کردن پلان یک ساختمان)

نسبتی که بین ابعاد روی نقشه و اندازه های نظیرشان بر روی زمین وجود دارد، مقیاس گویند. در واقع مقیاس ضریب کوچک کردن واقعیت می باشد که معرف دقت نقشه نیز می باشد.

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

مثال) مقیاس نقشه ای 1/2500 است. اگر فاصله دو نقطه A و B روی نقشه 45mm باشد فاصله دو نقطه روی زمین چه قدر است؟

$$\frac{1}{2500} = \frac{1}{2.5\times 1000} = \frac{45}{x} \quad \Rightarrow \quad x = 2.5\times 45 = 112.5$$

تقسیم بر عدد مقیاس نقشه ⟵ زمین یا واقعیت

ضرب در عدد مقیاس زمین یا واقعیت ⟵ نقشه

مقیاس نقشه	نقشه	زمین
1:100	1 mm	0.1 m
1:500	1 mm	0.5 m
1:1000	1 mm	1 m
1:2000	1 mm	2 m

تقسیم بر عدد مقیاس نقشه ⟵ زمین یا واقعیت

ضرب در عدد مقیاس زمین یا واقعیت ⟵ نقشه

مقیاس نقشه	نقشه	زمین
1:100	2 cm	?
1:500	?	1 m
1:1000	5 mm	?
1:2000	?	2 m
1:10000	1 cm	?

این مقیاس را به صورت $\frac{1}{n\times 1000}$ نشان می دهند که در آن هر میلی متر روی نقشه معادل n متر بر روی زمین می باشد.

مثال۱: 3cm در نقشه ای با مقیاس $\frac{1}{50000}$ معادل چند متر بر روی زمین می باشد؟

$$\begin{matrix} 1^{cm} & 500^{m} \\ 3^{cm} & x^{m} \end{matrix} \Rightarrow x = 1500m$$

مثال۲: در نقشه ای با مقیاس $\frac{1}{25000}$، 200m روی زمین معادل چند میلی متر روی نقشه است؟

$$\begin{matrix} 1^{mm} & 25^{m} \\ x^{mm} & 200^{m} \end{matrix} \Rightarrow x = 8mm$$

با توجه به انتقال طولها به روی نقشه و از روی نقشه به روی زمین می توان رابطه مساحت روی نقشه را به مساحت روی زمین را با توجه به مقیاس به صورت زیر نوشت:

$$(\text{مقیاس})^{2} = \frac{\text{مساحت روی نقشه}}{\text{مساحت روی زمین}}$$

مثال ۴: مساحت زمینی از روی نقشه با مقیاس $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ برابر ۶ سانتی‌متر مربع می‌باشد. در روی زمین، مساحت واقعی آن چند متر مربع است؟

(مسابقات علمی کارشناسی ناپیوسته عمران ـ اردیبهشت ۱۳۸۰)

۱) ۲۴ ۲) ۱۲۰۰ ۳) ۲۴۰۰ ۴) ۱۲۰۰۰

پاسخ گزینه ۳

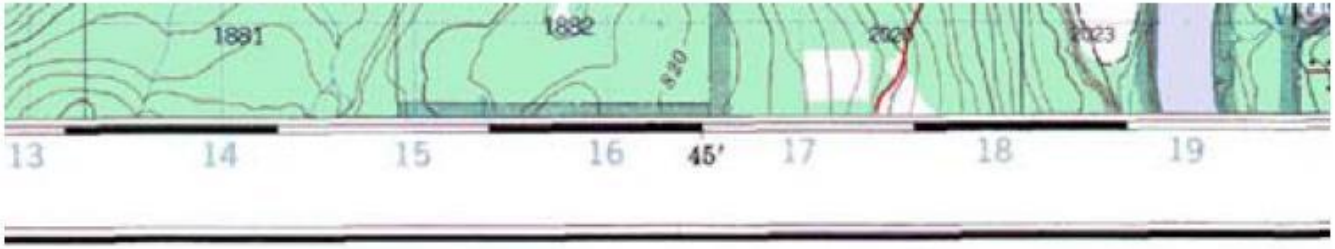
مثال ۵: فاصله دو نقطه B و A بر روی زمین شیبدار با شیب ۵۸ درصد برابر ۳۰۰ متر می‌باشد. اگر فاصله این دو نقطه روی نقشه برابر ۲۵/۹ سانتی‌متر ترسیم شده باشد، مقیاس نقشه کدام است؟

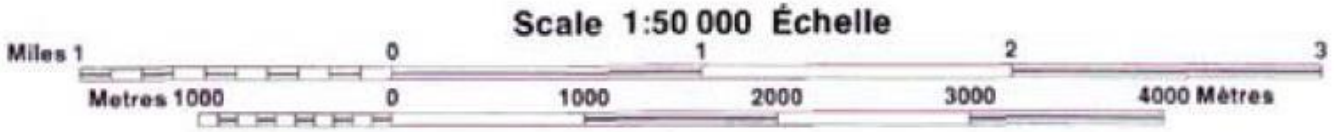
۱) $\frac{۱}{۱۰}$ ۲) $\frac{۱}{۱۰۰}$ ۳) $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ ۴) $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$

پاسخ گزینه ۳

مقیاس خطی یا ترسیمی:

چون در اثر رطوبت یا تغییر دما امکان تغییر ابعاد نقشه و تاثیر آن روی اندازه ها وجود دارد علاوه بر مقیاس عددی ، مقیاس خطی نیز روی نقشه رسم می شود که در صورت تغییر ابعاد کاغذ اندازه به تناسب تغییر کند. به کمک مقیاس خطی زمینی را روی نقشه می توان پیاده کرد. این عمل با پرگار معمولی انجام می شود. برای مثال نقشه ای با مقیاس دارای مقیاس ترسیمی به صورت شکل زیر است.





۱ـ پلان‌ها با مقیاسهای $\frac{۱}{۱۰۰}$ تا $\frac{۱}{۵۰۰}$ برای نشان دادن موقعیت دقیق اجزاء یک مجموعه مانند ساختمان

۲ـ نقشه‌های بزرگ مقیاس با مقیاسهای $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ تا $\frac{۱}{۵۰۰۰}$ کارهای ثبتی، نقشه های دقیق مهندسی و اجرایی

۳ـ نقشه‌های متوسط مقیاس با مقیاسهای $\frac{۱}{۱۰،۰۰۰}$ تا $\frac{۱}{۵۰،۰۰۰}$ نشان دادن شکل کلی عوارض زمین برای مطالعات اولیه پروژه

۴ـ نقشه‌های کوچک مقیاس با مقیاسهای $\frac{۱}{۱۰۰،۰۰۰}$ تا $\frac{۱}{۵۰۰،۰۰۰}$ برای تهیه نقشه های جغرافیایی

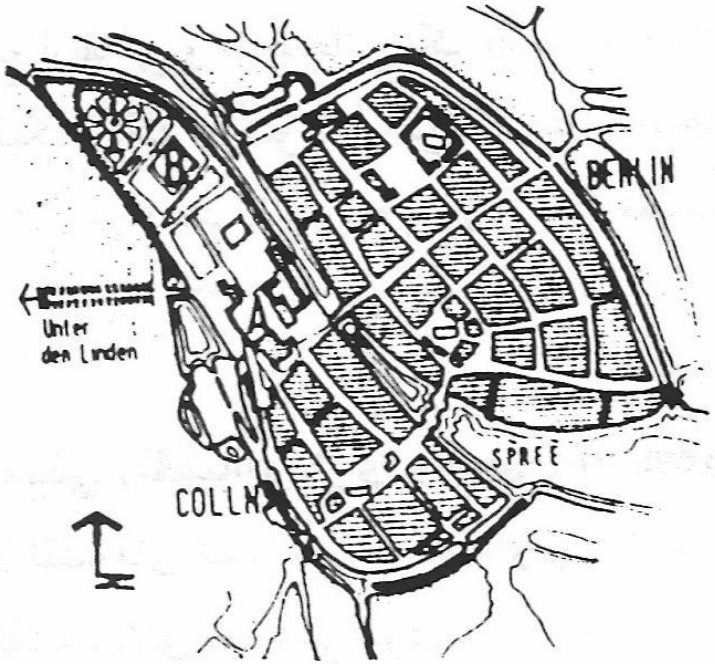
۵ـ نقشه‌های جغرافیایی با مقیاسهای یک میلیونیم و کوچکتر برای تهیه کره ها و اطلس های جغرافیایی

- نقشه برداری مسطحه
- نقشه برداری ارتفاعی
- توپوگرافی
- نقشه برداری زیرزمینی
- نقشه برداری هوایی
- نقشه برداری مسیر
- آبنگاری (هیدروگرافی)
- نقشه برداری نظامی
- نقشه برداری مشتقه (نقشه برداری موضوعی)
- نقشه برداری ثبتی املاکی
- نقشه برداری ژئودزی
- کارتوگرافی

- تفاوت نقشه برداری ژئودزی و مستوی

۱ ـ نقشه‌برداری مسطحه (Planimetry)

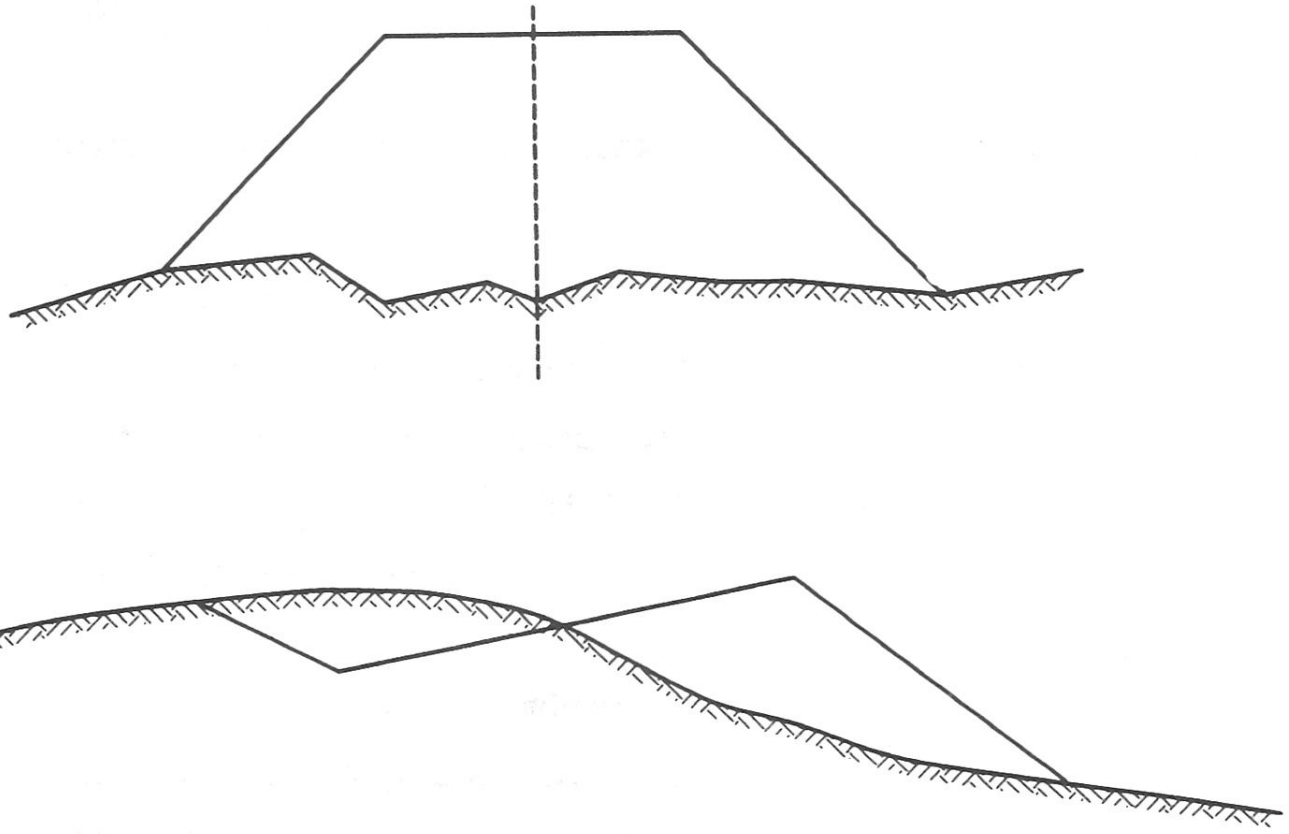
هدف از این نقشه‌برداری، مشخص نمودن و نمایش وضع مسطحاتی عوارض می‌باشد. در این نقشه‌ها فقط ابعاد عوارض و موقعیت آنها نسبت به هم مشخص می‌شود و به ارتفاع نقاط اهمیتی داده نمی‌شود. نقشه‌هایی که به این روش تهیه می‌شوند، پلان نامیده می‌شوند.



نقشه شهر برلین

۲ ـ نقشه‌برداری ارتفاعی (Altimetery)

از این نوع نقشه‌برداری برای تهیه برشهای عرضی مسیر استفاده می‌شود و فقط ارتـفاعات نقاط تغییر شیب زمین در مسیرهای مستقیم عمود بر مسیر دارای اهمیت می‌باشند.



۳ ـ توپوگرافی (Topographie)

چنانچه در نقشه‌ای، وضع ارتفاعی و مسطحاتی یک قطعه زمین مشخص شده باشد به این نقشه‌ها، نقشه‌های (توپوگرافیک) گفته می‌شود. در این نقشه‌ها، ارتفاعات را بطور معمول با خطوط تراز (منحنی میزان) نشان می‌دهند. نقاطی که بر روی یک خط منحنی قرار دارند از ارتفاع یکسانی برخوردارند.

۴ ـ نقشه‌برداری زیرزمینی (نقشه‌برداری معدنی) (under ground surveying)

برداشت و یا پیاده کردن نقشه‌های تونل و زیرگذرهای بزرگ مانند مترو و تأسیسات زیرزمینی توسط این رشتهٔ نقشه‌برداری انجام می‌شود.

۵ ـ نقشه‌برداری هوایی (Photogrammetery)

برای تهیه نقشه‌های در سطح وسیع، (مانند نقشه کشور) از عکس‌های هوایی که توسط هواپیما از سطح زمین برداشته شده است استفاده می‌شود و عکس‌ها به روش خاصی به نقشه تبدیل می‌شوند. عکسبرداری هوایی و آماده نمودن نقشه‌های مبنایی کشور در ایران توسط سازمان نقشه‌برداری انجام می‌شود. آماده نمودنْ نقشه مناطق وسیع در زمان نسبتاً کوتاه توسط این رشتهٔ نقشه‌برداری انجام می‌شود.

۶ ـ نقشه‌برداری مسیر (Route surveying)

طراحی و پیاده نمودن نقشه‌های مسیرهای راه، راه‌آهن، دکل‌گذاری و خطوط انتقال نیرو و خطوط لوله آب و گاز و ... توسط این رشته نقشه‌برداری انجام می‌شود.

۷ ـ آبنگاری (هیدروگرافی) (Hydrography)

تهیهٔ نقشه از کف رودخانه‌ها، دریاها، دریاچه‌ها، سواحل و اقیانوسها به کمک این رشتهٔ نقشه‌برداری انجام می‌شود. چارتهای دریایی (نقشه راهنمای دریانوردان) نیز توسط این رشته آماده می‌شود.

۸ ـ نقشه‌برداری نظامی

آماده نمودن نقشه‌های نظامی، مشخص نمودن نقاط استراتژیکی، دفاعی و تعرضی به کمک این رشته از نقشه‌برداری انجام می‌شود.

۹ ـ نقشه‌برداری مشتقه (نقشه‌برداری موضوعی)

این رشته از نقشه‌برداری با دیگر علوم ارتباط زیادی پیدا نموده و دارای سطح وسیع و گسترده‌ای می‌باشد که بصورت مختصر به شرح چند نوع عام آن می‌پردازیم:

الف. نقشه‌های تکتونیکی:

تغییر شکلهای پوسته زمین توسط این نقشه‌ها نشان داده می‌شود.

ب. نقشه خاکهای جهان:

نوع خاکها از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی بصورت تفکیک شده در این نقشه‌ها به تصویر کشیده شده است.

ج. نقشه دورانهای زمین‌شناسی:

پدیده‌های یخچالی، رسوبات و فرسایش‌های رودخانه‌ای، دریایی و ... در این نقشه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند.

د. نقشه‌های موضوعات هواشناسی:

شکل‌گیری و حرکت جبهه‌های هوا، بادهای موسمی و میزان نزولات جوّی در این نقشه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

ه. نقشه‌های آماری:

عامه مردم از این نوع نقشه‌ها، اطلاعاتی وسیع را بدست می‌آورند.

۱۰ ـ نقشه‌برداری ثبتی املاکی (cadastral surveying)

موضوع خدمات شهری، ساماندهی اقتصادی و مالیاتی احتیاج به نقشه‌هایی دارد که با نقشه‌های ملی و جغرافیایی هماهنگی داشته باشد که به این نقشه‌ها، نقشه‌های ثبتی املاکی و حقوقی (کاداستر) می‌گویند.

۱۱ ـ نقشه‌برداری ژئودزی

ژئودزی علمی می‌باشد که در مورد شکل، ابعاد و تغییرات زمین و موقعیت نقاط مختلف سطح زمین بحث می‌کند. علم ژئودزی به دو دسته «ژئودزی هندسی» و «ژئودزی فیزیکی» تقسیم می‌گردد.

۱۲ ـ تفاوت نقشه‌برداری ژئودزی و مستوی

در اکثر عملیات نقشه‌برداری، خصوصاً در مورد اجرای پروژه‌های عمرانی، محدودهٔ عمل نقشه‌برداری کوچک می‌باشد. چنانچه وسعت منطقه‌ای که می‌خواهیم از آن نقشه‌ای تهیه نماییم کمتر از (۱۰ × ۱۰) کیلومتر باشد می‌توان سطح زمین را مسطح فرض نموده و از انحنای زمین صرفنظر نمود. به عملیات انجام شده، نقشه‌برداری **مستوی** گفته می‌شود.

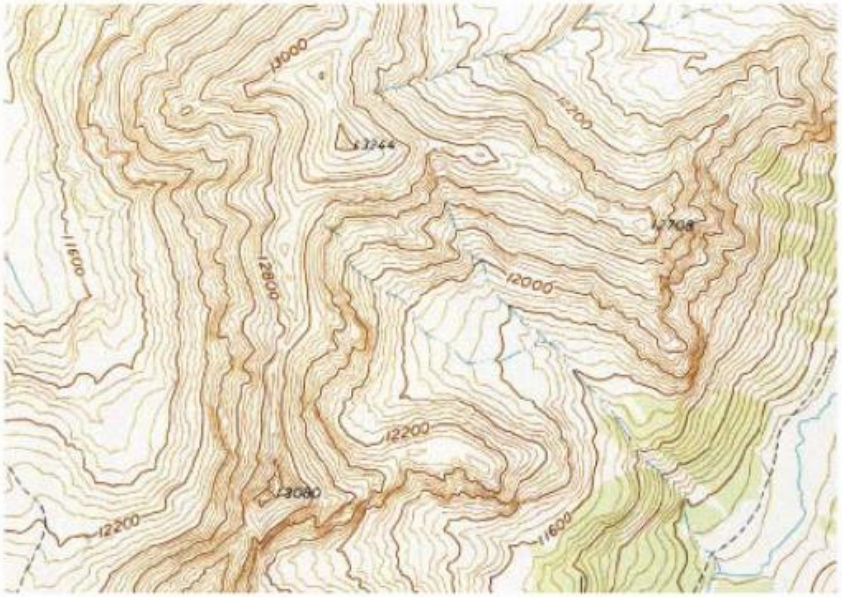
چنانچه وسعت زمین بیشتر از (۱۰ × ۱۰) کیلومتر باشد باید انحنای زمین را در نظر گرفت که به عملیات انجام شده، نقشه‌برداری **ژئودزی** می‌گویند.

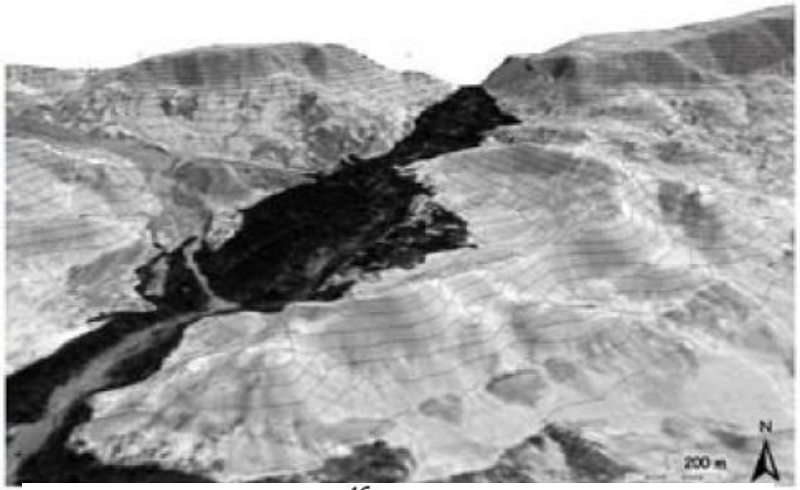
نقشه‌برداری ژئودزی (کروی) در حقیقت عهده‌دار ابعاد و شکل مناطق بزرگی از زمین می‌باشد.

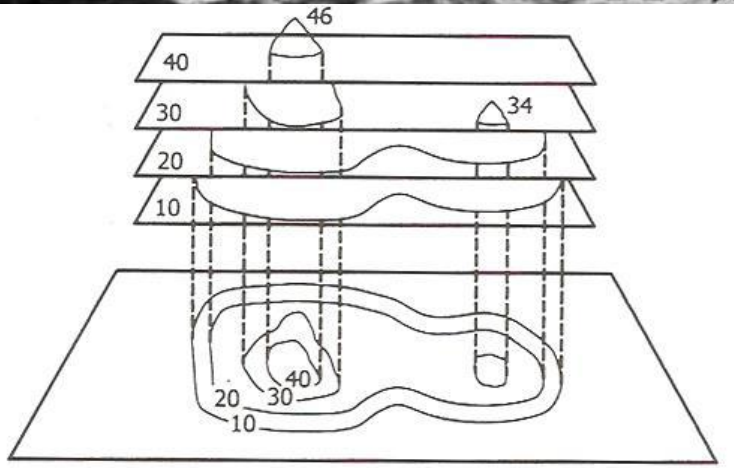
۱۳ ـ کارتوگرافی (Cartography)

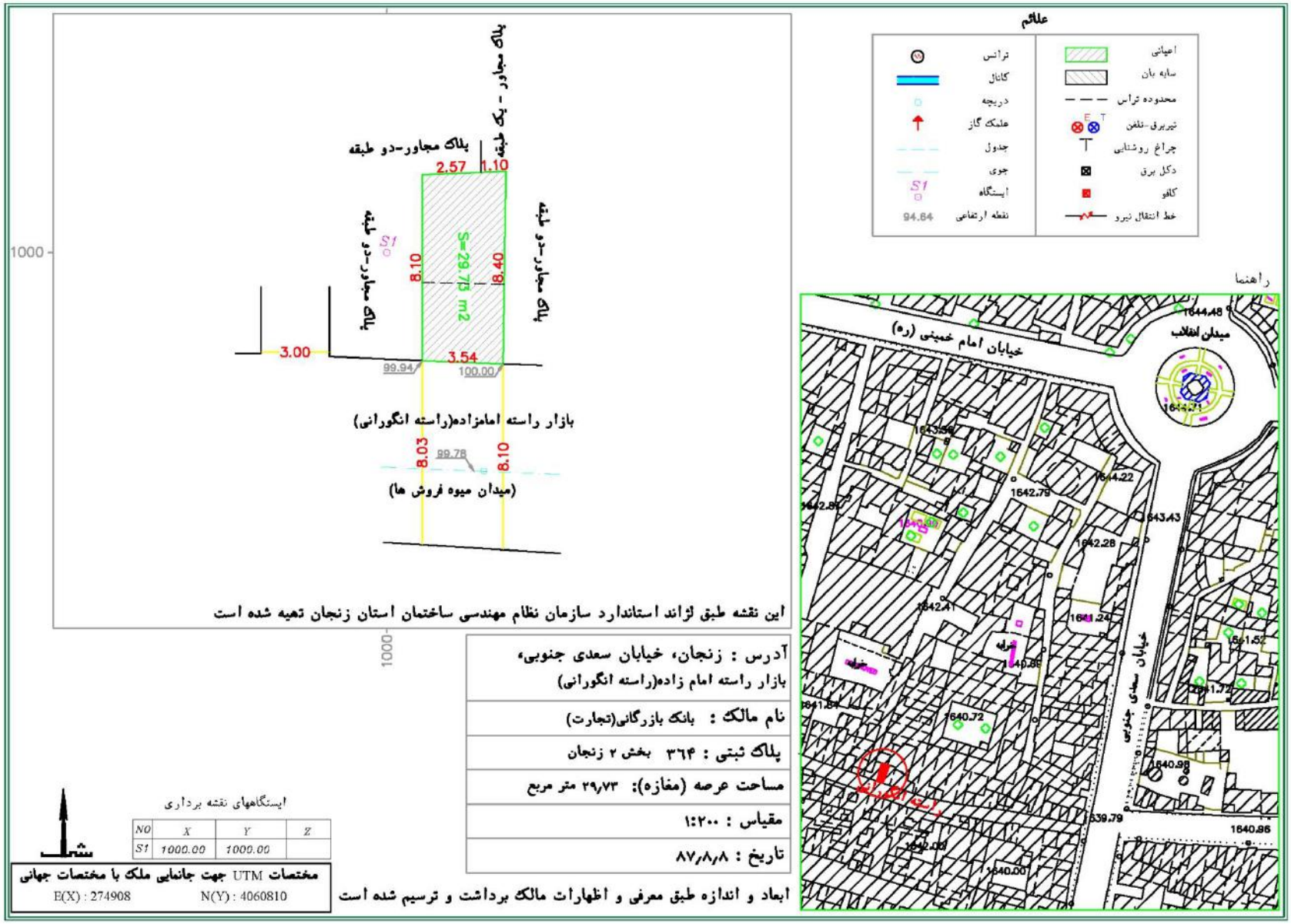
در ایران منظور از کارتوگرافی «شاخه‌ای از نقشه‌برداری می‌باشد که به ترسیم نقشه اختصاص دارد».

- **نقشه توپوگرافی** : در این نقشه ها علاوه بر وضعیت مسطحاتی زمین، وضعیت ارتفاعی نیز توسط خطوط تراز یا منحنی میزان ها مشخص می شود که خطوط تراز مقطع سطح خارجی زمین با صفحات افقی متساوی و موازی هستند. بنابراین هر خط تراز مکان نقاط هم ارتفاع است.

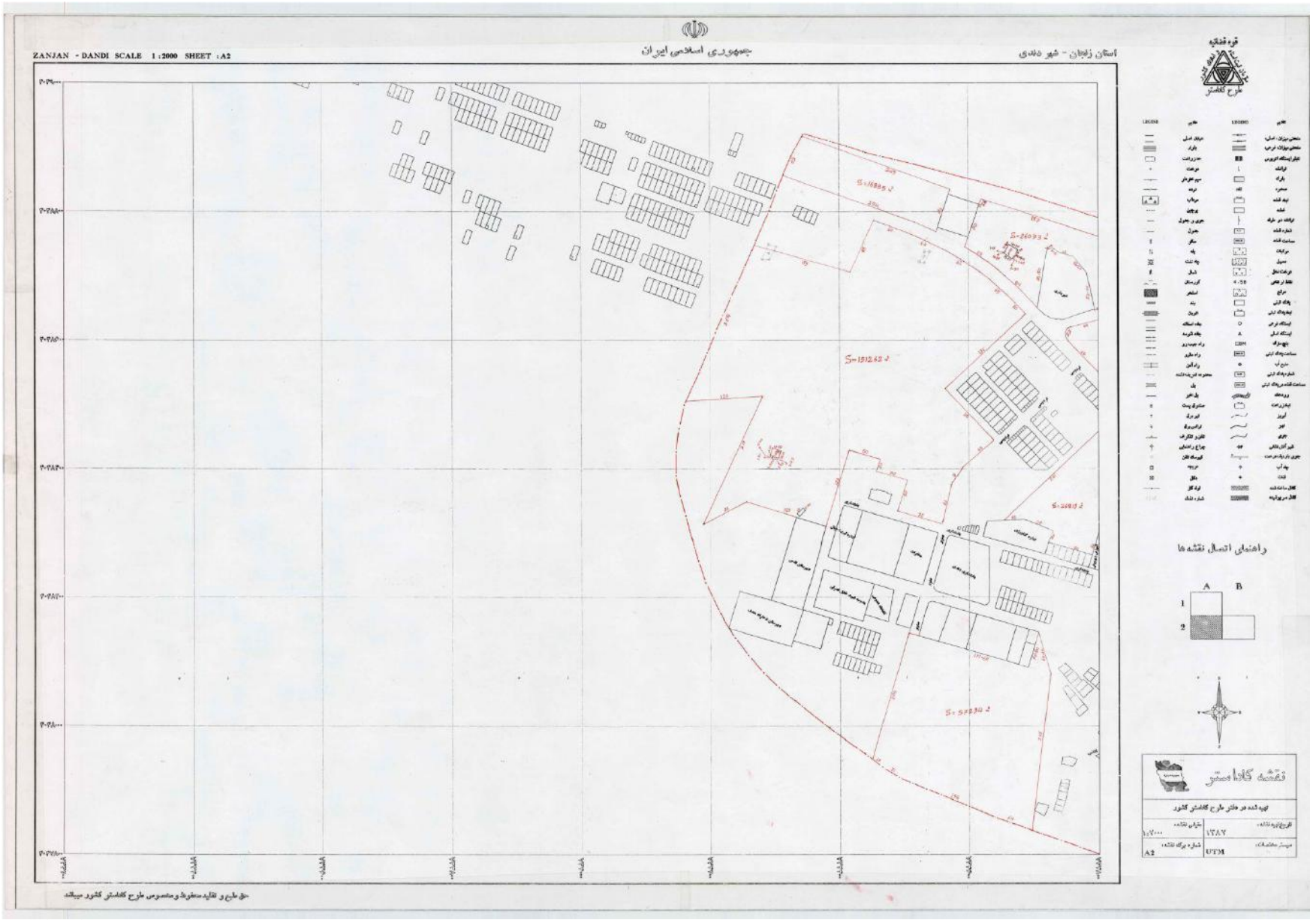




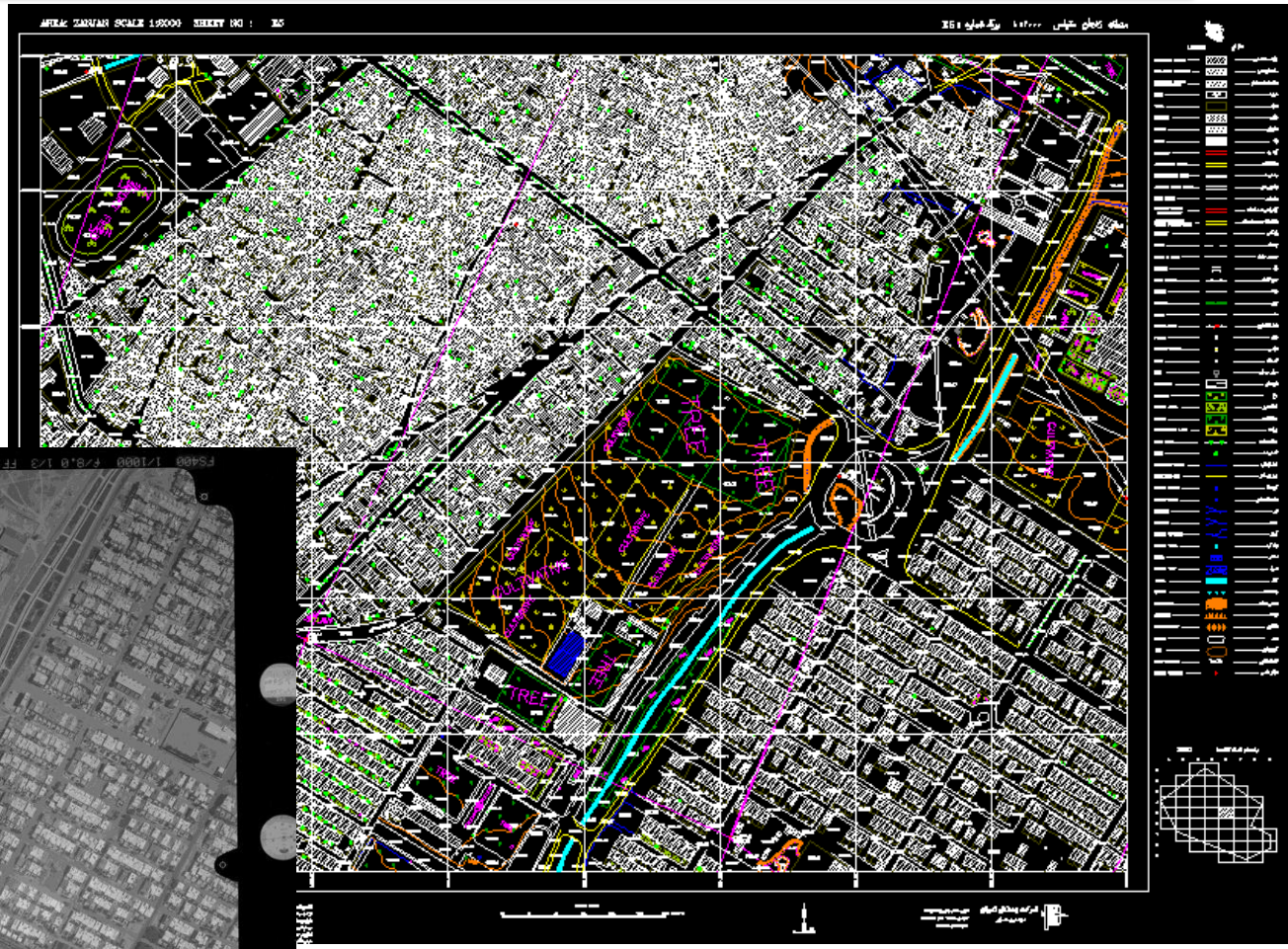


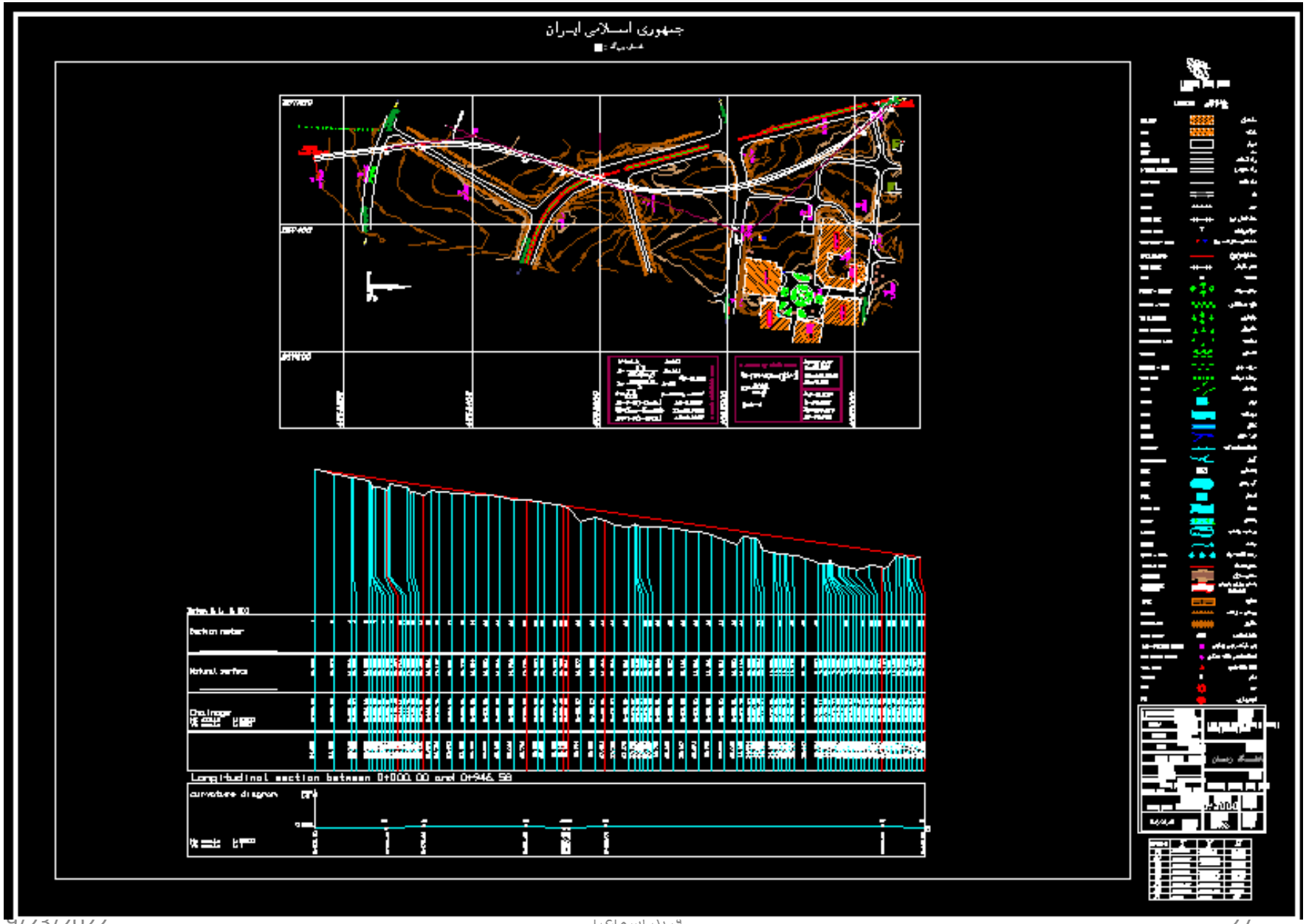

علائم
اعیانی
سایه بان
محدوده ترانس
تیربرق-تلفن
چراغ روشنایی
دکل برق
کافو
خط انتقال نیرو
ترانس
کانال
دریچه
علمک گاز
جدول
جوی
ایستگاه
نقطه ارتفاعی
S1
94.84
راهنما
بلاک مجاور - یک طبقه
بلاک مجاور-دو طبقه
بلاک مجاور-دو طبقه
بلاک مجاور-دو طبقه
2.57
1.10
S1
8.10
S=29.73 m2
8.40
3.00
3.54
99.94
100.00
1000
بازار راسته امامزاده(راسته انگورانی)
8.03
99.78
8.10
(میدان میوه فروش ها)
1000
این نقشه طبق لژاند استاندارد سازمان نظام مهندسی ساختمان استان زنجان تهیه شده است
آدرس : زنجان، خیابان سعدی جنوبی، بازار راسته امام زاده(راسته انگورانی)
نام مالک : بانک بازرگانی(تجارت)
پلاک ثبتی : ۳۶۴ بخش ۲ زنجان
مساحت عرصه (مغازه): ۲۹/۷۳ متر مربع
مقیاس : ۱:۲۰۰
تاریخ : ۸۷/۸/۸
ابعاد و اندازه طبق معرفی و اظهارات مالک برداشت و ترسیم شده است
ایستگاههای نقشه برداری
NO X Y Z
S1 1000.00 1000.00
شمال
مختصات UTM جهت جانمایی ملک با مختصات جهانی
E(X) : 274908 N(Y) : 4060810
خیابان امام خمینی (ره)
میدان انقلاب
خیابان سعدی جنوبی
1644.48
1642.79
1644.22
1643.43
1642.28
1642.41
1641.24
1640.72
1640.98
1639.79
1640.96
1640.00

نقشه های کاداستر



نقشه های هوایی




جمهوری اسلامی ایران
Natural surface
Longitudinal section between 0+000.00 and 0+946.58
curvature diagram

پایان جلسه

درس نقشه برداری ۱

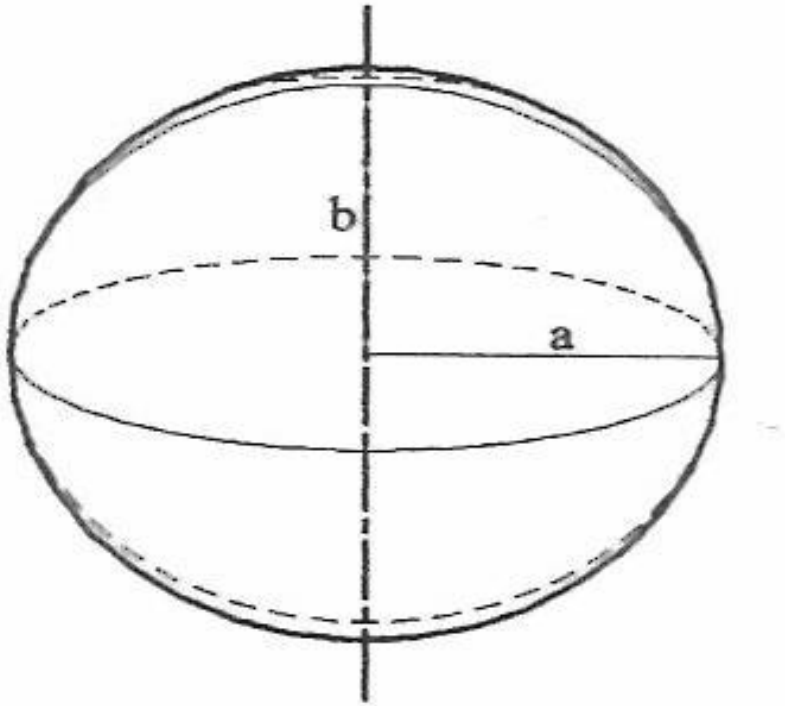
جلسه دوم

فرید اسماعیلی
Farid_63@yahoo.com
www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت

بیضوی مقایسه

اصولاً برای آنکه بتوانیم وضعیت عوارض روی زمین به صورت هندسی نمایش دهیم لازم است یک مدل ریاضی از زمین داشته باشیم تا به کمک آن مدل بتوانیم نتایج حاصل از اندازه گیری های زمینی را با محاسبات لازم پیگیری کنیم و در نهایت از زمین نقشه تهیه کنیم. این مدل یک بیضوی دورانی فرضی است که مرکزش بر مرکز زمین منطبق و از هر شکل هندسی دیگر به شکل فیزیکی زمین نزدیکتر است. چنین شکلی را بیضوی مرجع یا بیضوی مقایسه می نامند.



a و b به ترتیب نصف قطر بزرگ و نصف قطر کوچک و یا به تعبیر دیگر شعاع محور استوایی و شعاع محور قطبی زمین است.

$$\frac{x^2 + y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1$$

ضریب فشردگی $\alpha = \frac{a - b}{a}$

نوع بیضوی	نیم قطر استوایی (a)	فشردگی $1/\alpha$
W.G.S ۱۹۸۴[1]	۶،۳۷۸،۱۳۷	۲۹۷
اورست ۱۸۳۰	۶،۳۷۷،۲۷۶	۳۰۰
بسل ۱۸۴۱	۶،۳۷۷،۳۹۷	۲۹۹
کلارک ۱۸۶۶	۶،۳۷۷،۲۰۶	۲۹۵
کلارک ۱۸۸۰	۶،۳۷۸،۲۴۹	۲۹۳
بین المللی(هایفورد) ۱۹۲۴	۶،۳۷۸،۳۸۸	۲۹۷
کراسوفسکی ۱۹۴۲	۶،۳۷۸،۲۴۵	۲۹۸
ملی استرالیا ۱۹۶۵	۶،۳۷۸،۱۶۰	۲۹۸

سطح تراز یک نقطه

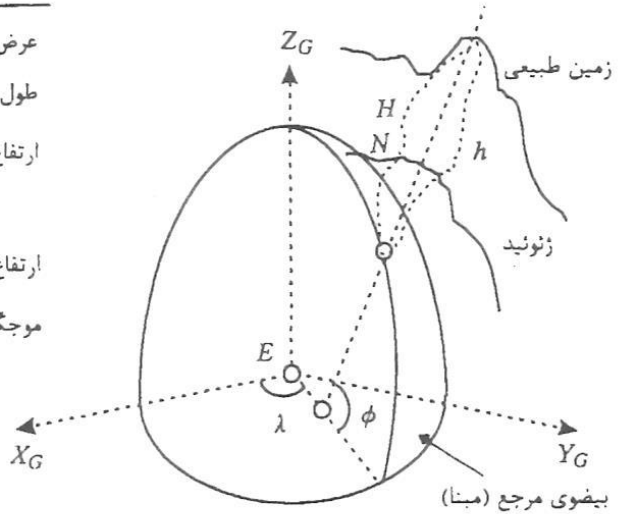
سطحی است که از آن نقطه می گذرد و عمود بر امتداد شاقولی آن می باشد.

در هر نقطه از سطح زمین، بر آیند دو بردارنیروی گریز از مرکز و بردار نیروی جاذبه را امتداد شاقولی آن نقطه می نامند.

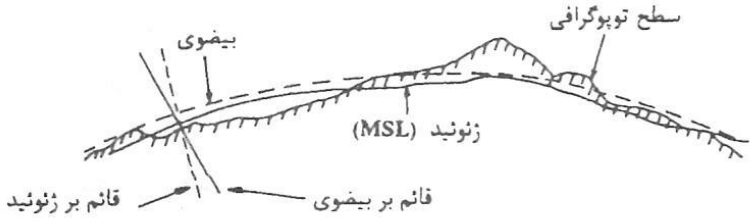
سطح مبنای ارتفاعات (ژئوئید)[۲]

به طوری که می‌دانیم آب دریاها و اقیانوس‌ها حدود ۳/۴ ازسطح کرهٔ زمین را فراگرفته‌اند اگر ۱/۴ باقیمانده یعنی خشکی‌ها را روی آن نادیده بگیریم به سطح حاصل ژئوئید گفته می‌شود که در نقشه برداری و ژئودزی به عنوان سطح مبنای ارتفاعات در نظر گرفته شده است. این سطح در تمام نقاطش بر راستای شاقول عمود است.

مختصات ژئودتیک ۳D	
ϕ	عرض ژئودتیک
λ	طول ژئودتیک
h	ارتفاع ژئودتیک
$h=N+H$	
H	ارتفاع ارتومتریک (بالای ژئوئید)
N	موجگانی ژئوئید



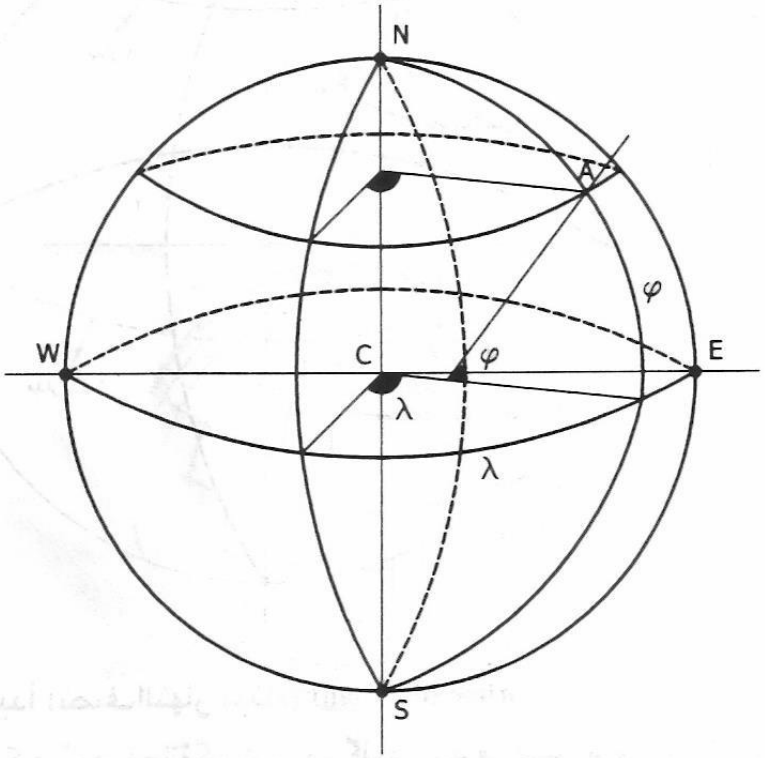
شکل ۱-۶ مختصات ژئودتیک و بیضوی مرجع.



شکل ۱-۷ انحراف نسبی قائم.

مدارات

هر صفحه به موازات خط استوا، سطح کره را بصورت دایره شکل، قطع می‌نماید که به آنها **مدار** گفته می‌شود. مانند مدار A که بر محور NS عمود می‌باشد.



طول و عرض جغرافیایی یک نقطه روی زمین

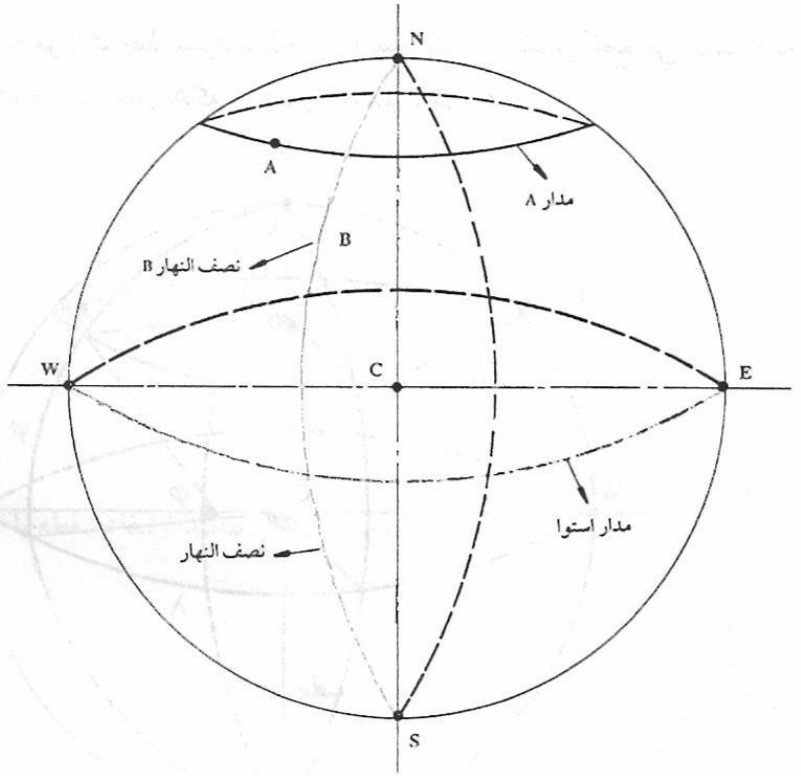
مدارات دوایری می‌باشند که نسبت به هم موازیند و هر چه به سمت مدار استوا نزدیک تر شویم مدارها بزرگتر می‌شوند.

نکته: مدار استوا به عنوان بزرگترین مدار محسوب می‌شود و در مرکز زمین قرار دارد.

نصف‌النهارها

دوایر عظیمی می‌باشند که بر دو قطب زمین می‌گذرند. مانند نصف‌النهار B. با این توضیح نتیجه می‌شود که نصف‌النهارها دوایر عظیمی می‌باشند که در محور NS مشترک می‌باشند.

نصف‌النهارها با هم موازی نمی‌باشند ولی دارای اندازهٔ یکسان می‌باشند.



نصف‌النهار مبدأ (نصف‌النهار مبناء) (prime Meridian)

نصف‌النهاری که از رصدخانهٔ گرینویچ می‌گذرد را نصف‌النهار مبداء می‌نامند. این نصف‌النهار، بیضوی را به دو نیمکرهٔ شرقی و غربی تقسیم می‌کند.

طول جغرافیایی (Longitude)

طول جغرافیایی نقطه A (λ) عبارتست از فاصلهٔ نصف‌النهار نقطهٔ A تا نصف‌النهار مبدأ روی خط استوا. در واقع زاویه میان سطح نصف‌النهار نقطه A تا سطح نصف‌النهار مبدأ را **طول جغرافیایی نقطهٔ A** می‌نامند.

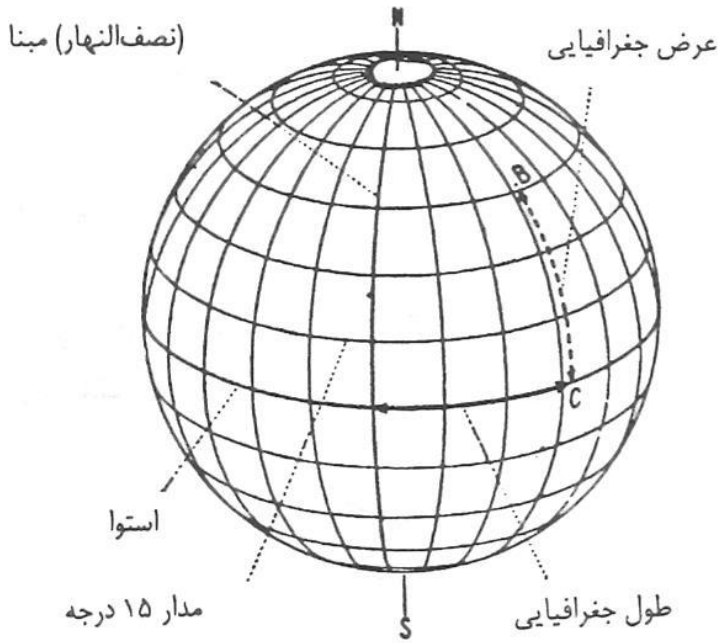
چنانچه نقطهٔ A در سمت شرق نصف‌النهار مبداء باشد، طول آن را «شرقی» می‌نامند.

چنانچه نقطهٔ A در سمت غرب نصف‌النهار مبداء باشد، طول آن را «غربی» می‌نامند. مقدار تغییرات طول جغرافیایی از ۱۸۰ درجهٔ شرقی تا ۱۸۰ درجهٔ غربی می‌باشد.

عرض جغرافیایی (Latitude)

عرض جغرافیایی نقطه A (ϕ) عبارتست از فاصلهٔ مدار A از مدار استوا روی نصف‌النهار گذرنده از A.

مقدار تغییرات عرض جغرافیایی (ϕ) در نیمکرهٔ شمالی از صفر تا ۹۰ درجهٔ شمالی و در نیمکرهٔ جنوبی از صفر تا ۹۰ درجه جنوبی می‌باشد.



سیستم تصویر عبارت است از روش نمایش بیضوی بر روی صفحه. به عبارت ریاضی می‌توان گفت سیستم تصویر رابطهٔ ریاضی بین مختصات جغرافیایی یک نقطه (ϕ و λ) روی بیضوی و مختصات قائم الزاویهٔ آن (y و x) روی نقشه است.

انواع سیستمهای تصویر

سیستمهای تصویر بسیار متنوع بوده و هرکدام دارای مشخصات مختلف می‌باشند. تهیه نمودن نقشه‌ها با توجّه به هدف موردنظر انجام می‌شود بنابراین هر نوع نقشه باید خصوصیات مربوط به خود را داشته باشد. به عنوان مثال در یک نقشه ثبتی، مساحت قطعات مختلف زمین‌ها اهمیت اساسی دارد همچنین در نقشه‌های توپوگرافی به شکل عوارض اهمیت بیشتری داده می‌شود.

بر اساس تغییر طولها و زوایا و مساحت‌ها، سیستمهای تصویر به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱ ـ سیستمهای متشابه (conforme)

در این سیستم زوایا تغییر نمی‌کنند در نتیجه اشکال تصویر شده شبیه شکل واقعی آنها بر روی بیضوی می‌باشند.

۲ ـ سیستمهای معادل (Equivalent)

در این سیستم هدف آن است که مساحت قطعات تغییر نکند. (شکل عوارض، زیاد مورد توجه نمی‌باشد).

۳ ـ سیستمهایی که نه متشابه‌اند و نه معادل

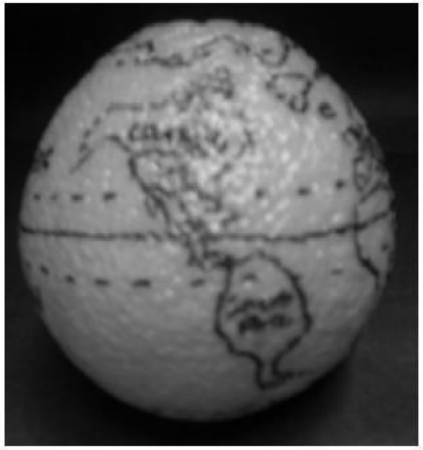
این سیستمها در انواع گوناگون بوده و برای مقاصدی گوناگون طراحی می‌شوند.

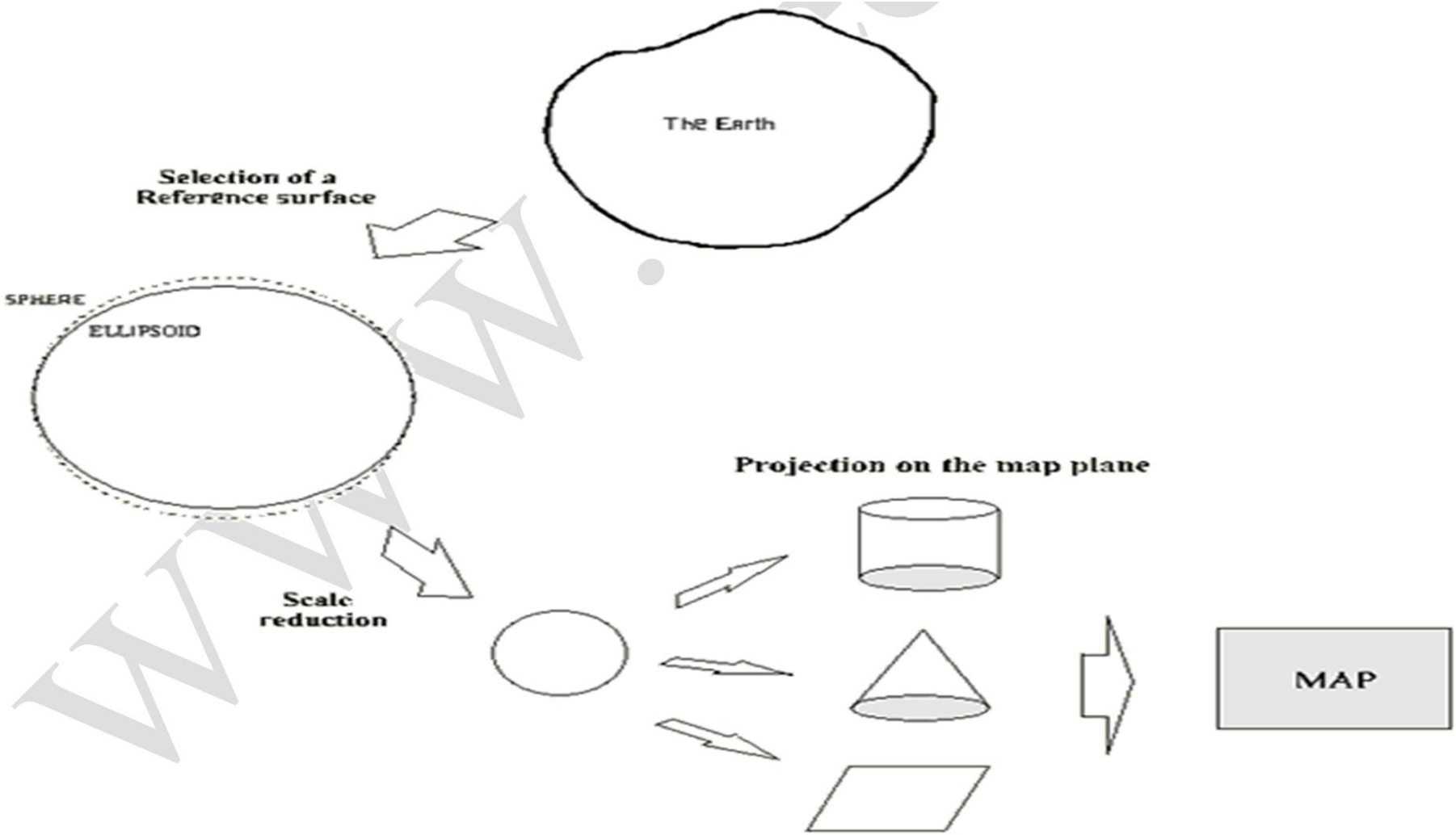
در کارتوگرافی (Cartography) معمولاً از سیستم تصویر متشابه استفاده می‌شود که

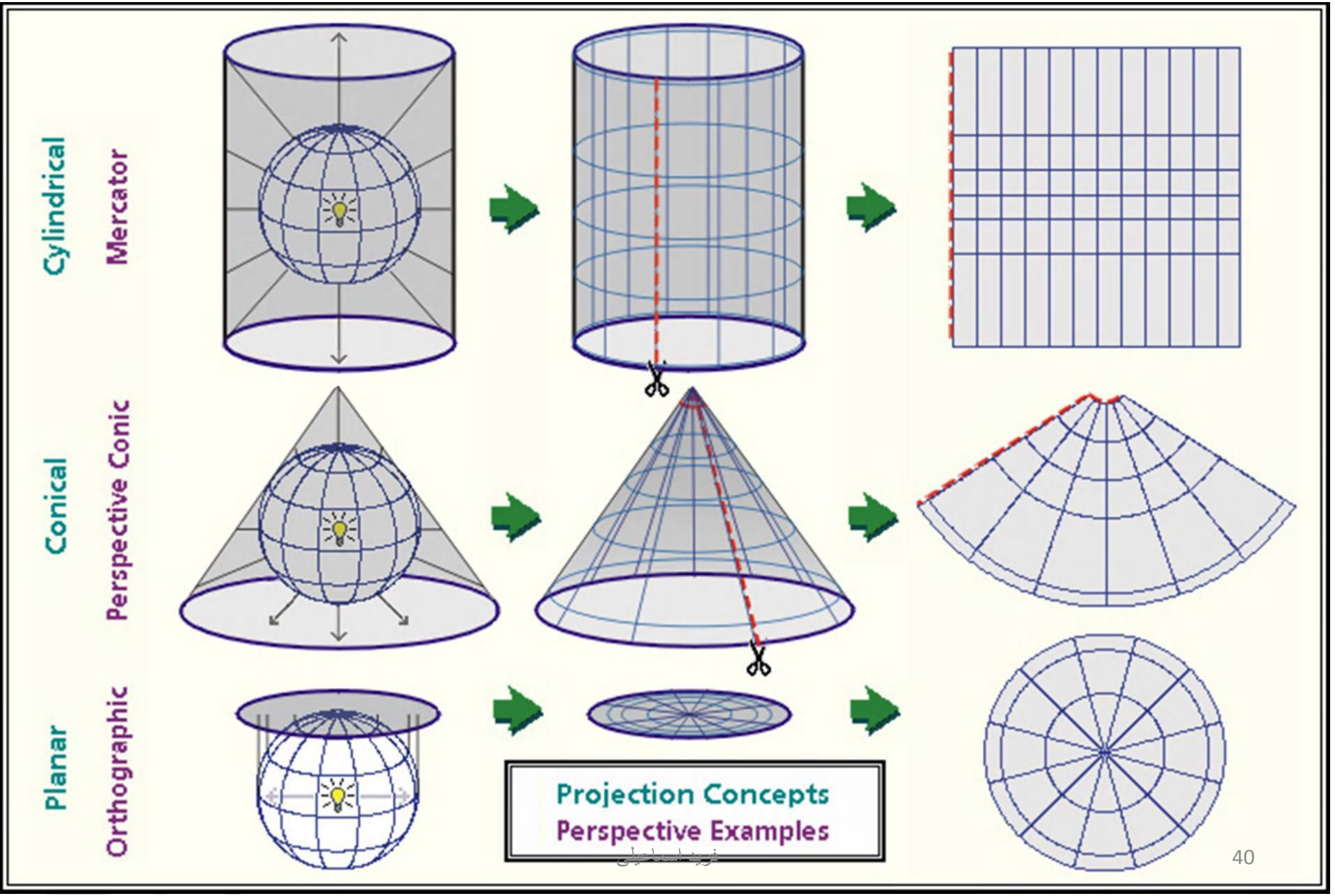
سیستم تصویر (Project system)

سیستم تصویر: یکی از مهم‌ترین اهداف کارتوگرافی نمایش سطح کره‌ی زمین است حال برای نمایش سطح کروی بر روی نقشه دچار مشکل هستیم زیرا کره سطحی غیرقابل‌گسترش است برای حل این مشکل باید عوارض سطح کره را به‌گونه‌ای بر روی یک سطح صاف (یک سطح قابل‌گسترش) تصویر نمود یا به عبارت یک سیستم تصویر تعریف کرد سیستم تصویر درواقع سطح سه‌بعدی را برای ما بر روی دو برد بر روی نقشه نمایش خواهد بود.

- **سیستم مختصات**: Coordinate systems: **مختصات** (x,y,z)
- **سیستم تصویر**: Map Projection: **تبدیل سطح منحنی زمین به سطح مسطح**




The Earth
Selection of a
Reference surface
SPHERE
ELLIPSOID
Projection on the map plane
Scale
reduction
MAP

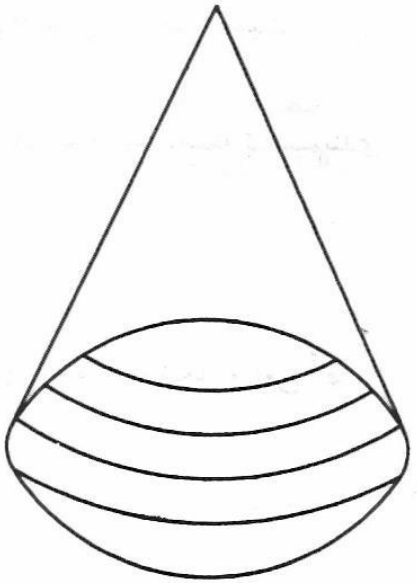

Cylindrical
Mercator
Conical
Perspective Conic
Planar
Orthographic
Projection Concepts
Perspective Examples

انواع سیستمهای تصویر متشابه

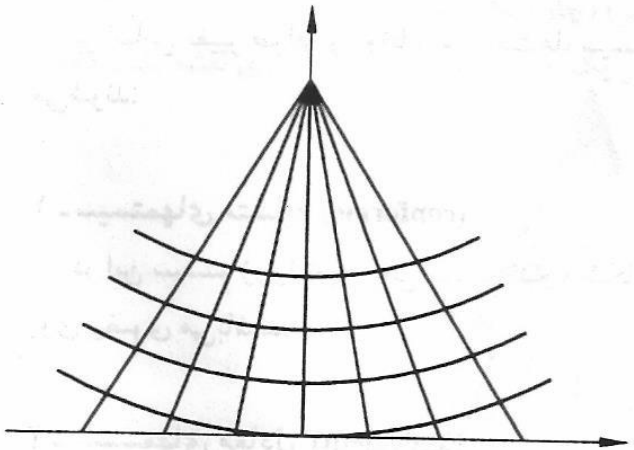
۱ ـ سیستم تصویر مخروطی لامبرت (projection Lambert)

در این سیستم یک مخروط را بر یک مدار مشخص مماس می‌کنند و پس از تصویر عوارض از بیضوی بر روی مخروط، مخروط را در امتداد یکی از یالهایش باز می‌کنند و بر روی یک صفحه می‌گسترانند در این سیستم، نصف النهارات بصورت خطوط متقاربی هستند که محل تقارب آنها رأس مخروط می‌باشد و مدارات بصورت دایره‌های هم مرکز بوده که مرکز آنها همان رأس مخروط می‌باشد.

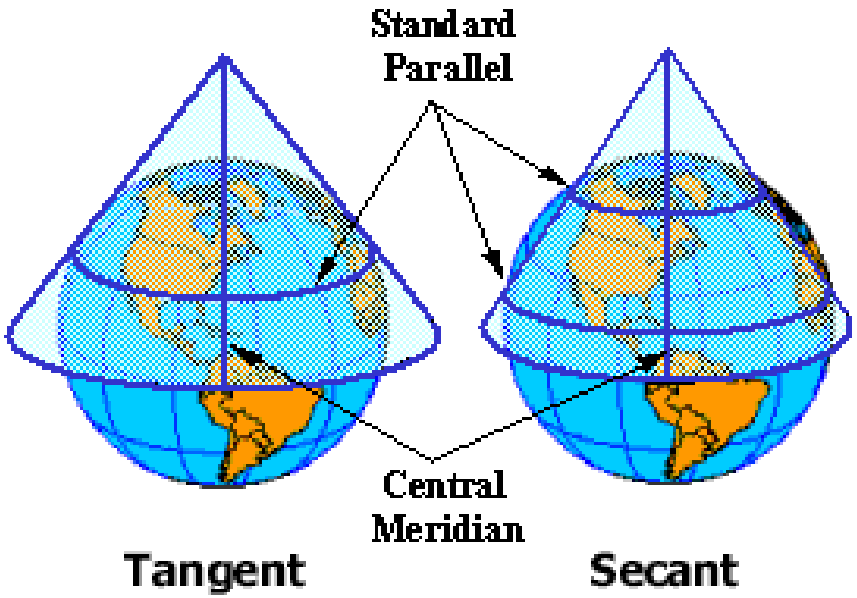
محل برخورد نصف النهار مرکزی منطقه و مدار مرکزی منطقه را مبدأ مختصات در نظر می‌گیرند. هرچه از مدار مرکزی منطقه فاصله پیدا کنیم مقیاس تصویر، تغییر بیشتری می‌کند. بنابراین این سیستم برای کشورهایی که بصورت شرقی ـ غربی‌اند مناسب می‌باشد.

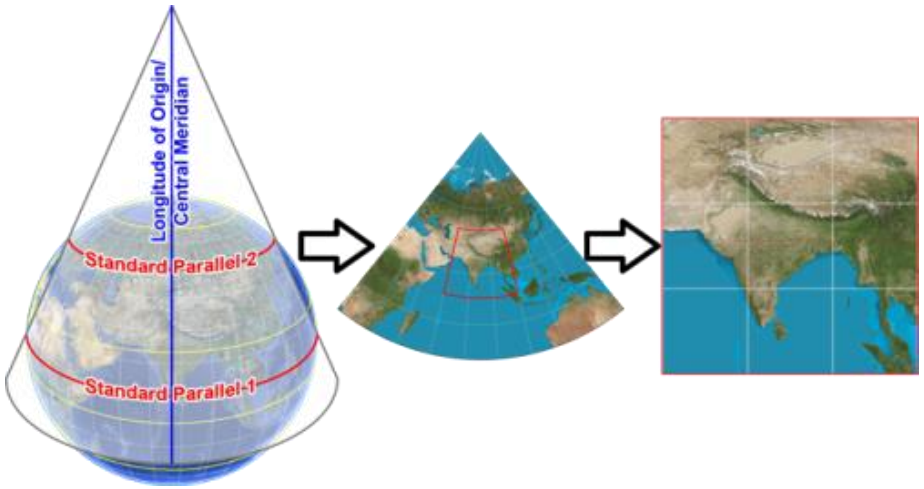


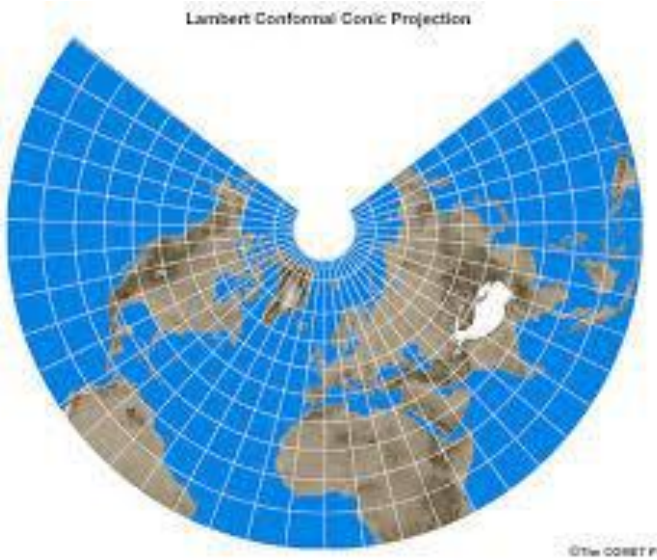
سیستم تصویر لامبرت



تصویر مدارات و نصف‌النهارات در سیستم لامبرت


Standard
Parallel
Central
Meridian
Tangent
Secant


Longitude of Origin/
Central Meridian
Standard Parallel-2
Standard Parallel-1

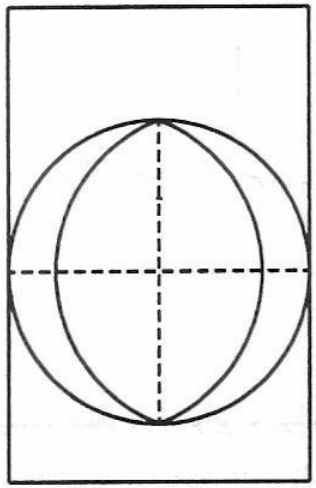

Lambert Conformal Conic Projection

۲ ـ سیستم تصویر مرکاتور (Mercator)

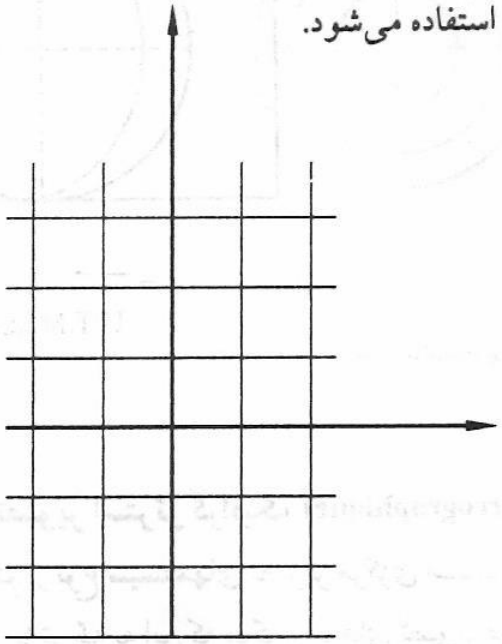
در این سیستم بجای مخروط از یک استوانه استفاده می‌شود که استوانه در طول استوا بر کره مماس شده و یا در دو مدار متوازی کره را قطع می‌کنند. این سیستم در واقع همانند سیستم مخروطی است که در رأس آن مخروط بی‌نهایت دور شده است.

در این سیستم تصویر مدارها با هم و تصویر نصف النهارها نیز با هم موازی می‌باشد. مقیاس تصویر در امتداد استوا (۱ : ۱) یعنی حقیقی است و هرچه از استوا فاصله بگیریم مقیاس نقشه بیشتر تغییر می‌کند. این سیستم مناسب مناطق نزدیک قطب نمی‌باشد.

در مسائل دریانوردی از این سیستم استفاده می‌شود.



سیستم تصویر مرکاتور



تصویر مدارات و نصف‌النهارات در سیستم مرکاتور

۳ ـ سیستم U . T . M (Universal Transverse Mercator)

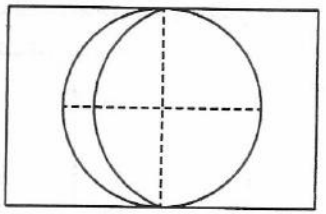
این سیستم شبیه سیستم مرکاتور است تنها تفاوت آن این است که بجای آن که استوانه در امتداد خط استوا بر کره مماس شود در طول نصف النهار مبدأ بر آن مماس می‌شود.

این سیستم برای استفاده همه کشورها طرح شده است. کرهٔ زمین را بوسیلهٔ نصف النهارها به شصت قسمت تقسیم کرده و هر قسمت را قاچ یا منطقه یا زون (Zone) می‌نامند.

هر منطقه معادل ۶ درجه طول جغرافیایی است. این زون‌ها بگونه‌ای انتخاب می‌شوند که نصف النهار مرکزی قاچ سی‌ام، نصف النهار گرینویچ (نصف النهار مبداء) باشد.

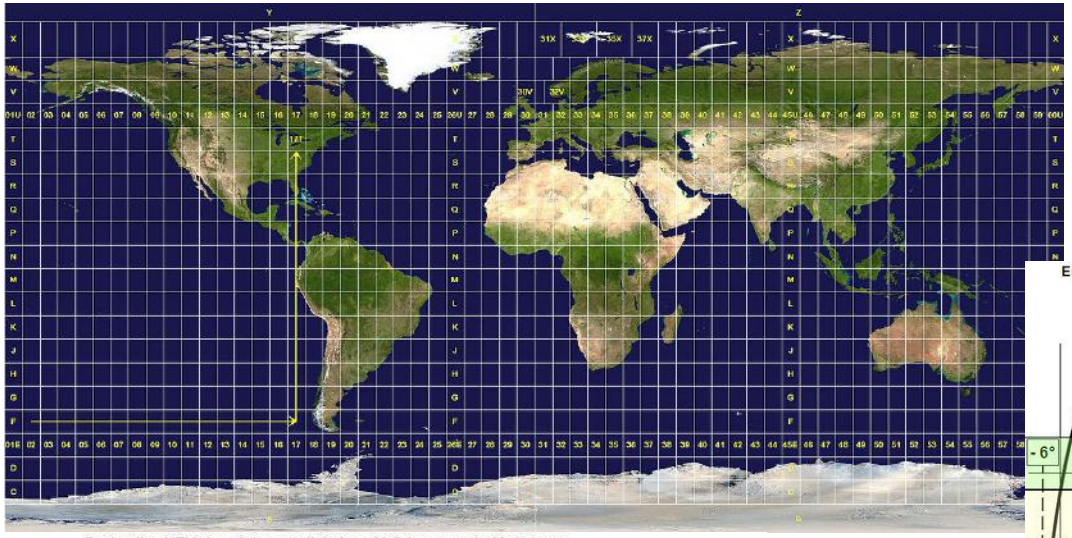
در این حالت محور x نقشه منطبق بر استوا و محور y آن‌ها منطبق بر نصف‌النهار مربوطه می‌باشد.

مدار و نصف‌النهار مرکزی



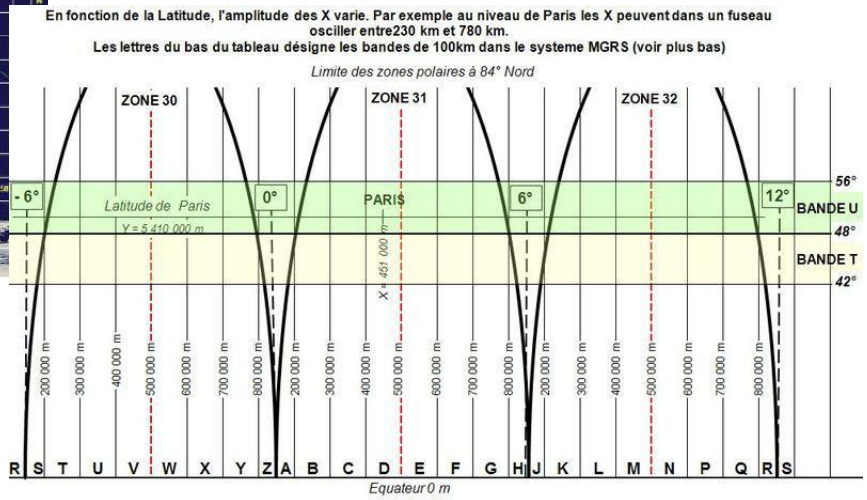
سیستم U.T.M

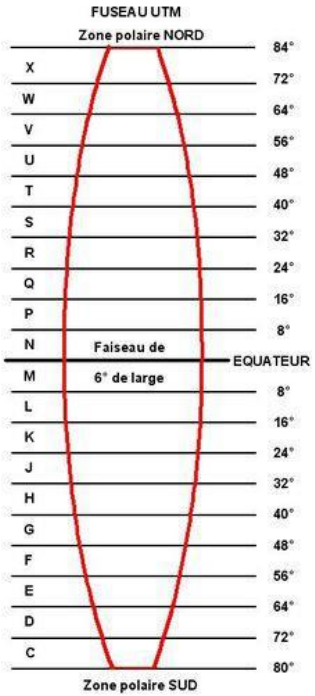
شکل زمین و سطوح مبنا

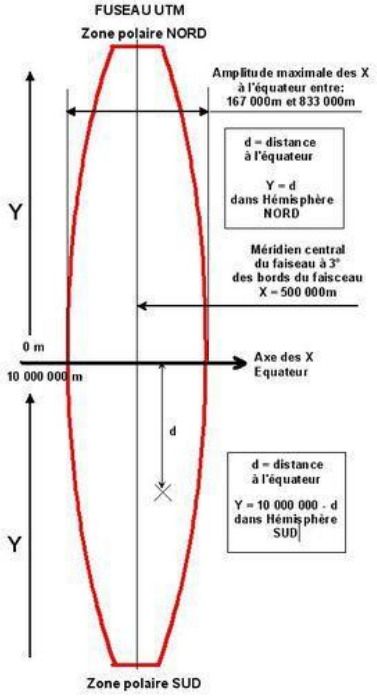


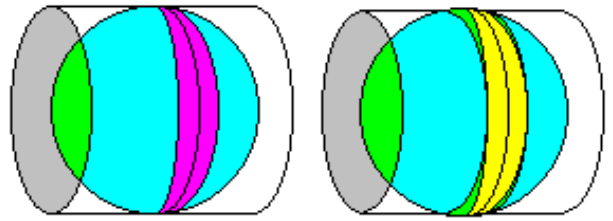
Projection UTM: Le globe est divisé en 60 faisceaux de 6° large.
Chaque faisceau est à son tour divisé en 20 bandes

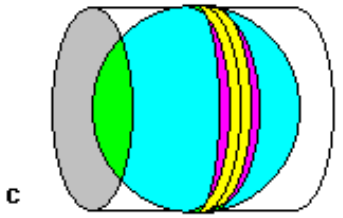
En fonction de la Latitude, l'amplitude des X varie. Par exemple au niveau de Paris les X peuvent dans un fuseau osciller entre230 km et 780 km.
Les lettres du bas du tableau désigne les bandes de 100km dans le systeme MGRS (voir plus bas)





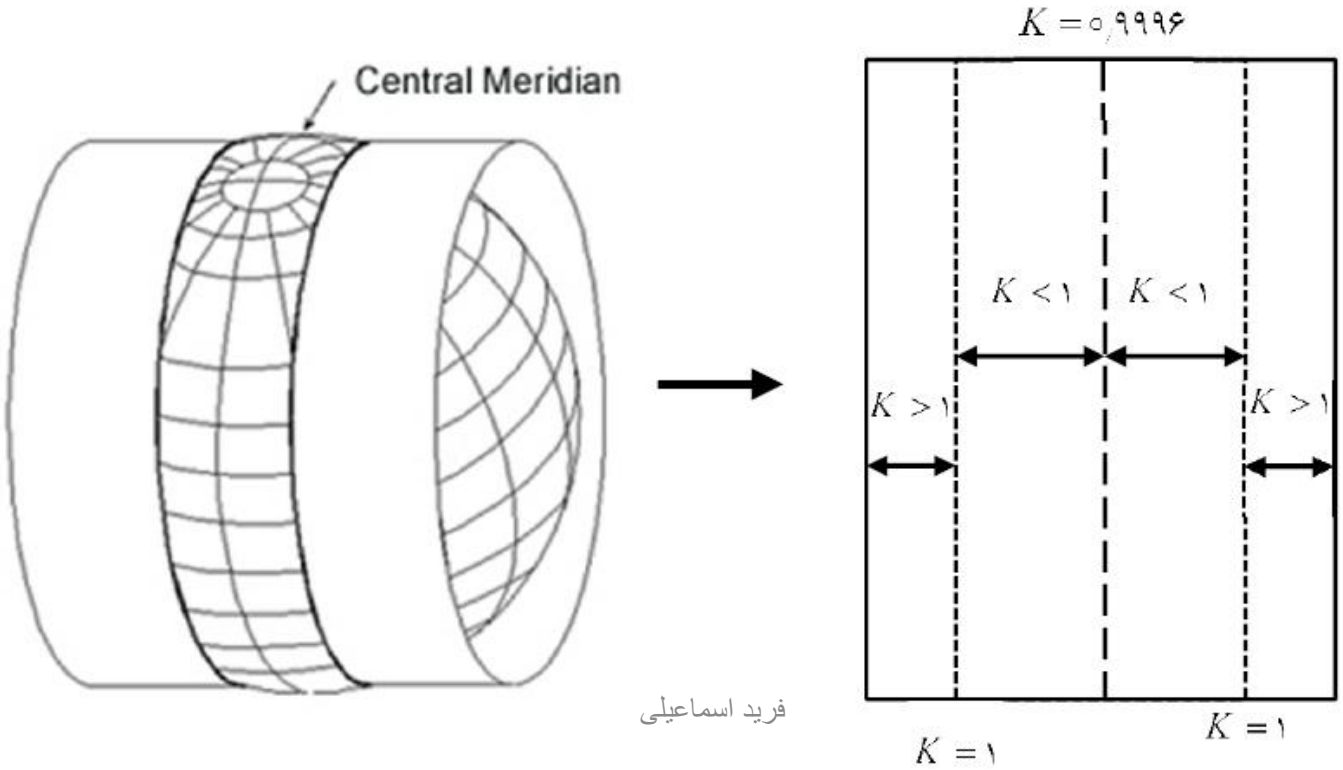






خصوصیات سیستم تصویر UTM:

۱-سطح‌مبنای: بیضوی *WGS84* ۲-سطح قابل‌گسترش: استوانه ۳-موقعیت سطح قابل‌گسترش: استوانه قابل‌گسترش یا نصف‌النهارها ۴-مبدأ سیستم مختصات: تقاطع نصف‌النهار مرکزی هر قاچ با مدار استوا است. ۵-مبدأ *X* سیستم مختصات: 500000^m است. ۶-مبدأ *Y* سیستم تصویر: در نیم‌کره شمالی برابر با صفر و در نیم‌کره جنوبی برابر با 10000000^m است. ۷-ضریب مقیاس نصف‌النهار مرکزی برابر 0.9996است.



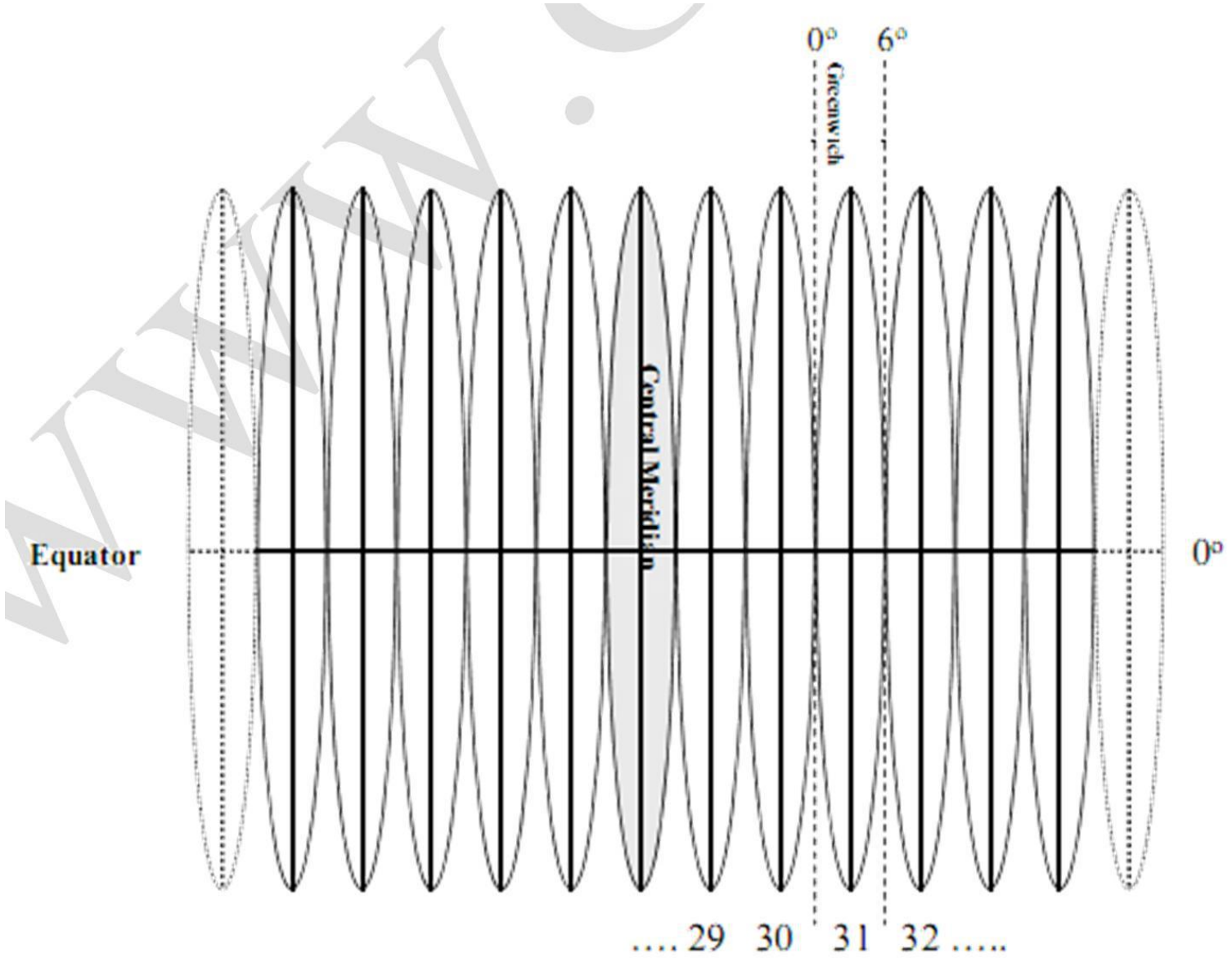
این سیستم تصویر تا عرض ۸۰ درجه شمالی و ۸۴ درجه جنوبی کاربرد دارد و برای عرض‌های بالاتر و پایین‌تر، از سیستم تصویرهای دیگر استفاده می‌شود.

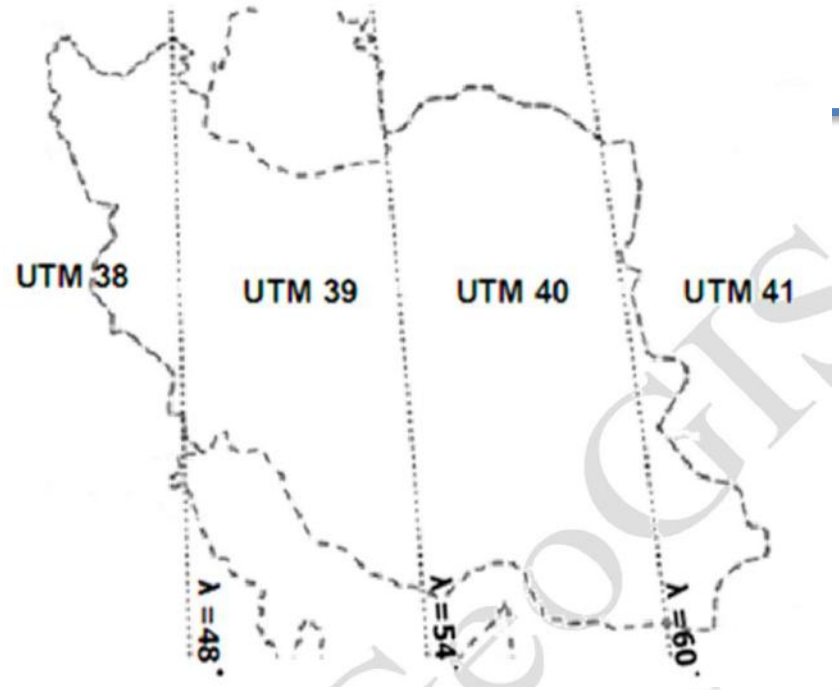
منطقه محصور بین طول جغرافیایی ۸۰ درجه تا ۱۷۴ درجه غربی را *zoon* یک شماره‌گذاری کردند به همین ترتیب در جهت خلاف عقربه‌های ساعت یعنی از غرب به شرق شماره‌گذاری‌ها ادامه می‌یابد تا به منطقه محصور بین عرض جغرافیایی ۱۷۴ درجه تا ۱۸۰ درجه شرقی را قاچ شماره ۶۰ می‌نامند ادامه می‌یابد. لازم به ذکر است که ایران در زون‌های ۳۸ تا ۴۱ واقع گردیده است.

برای به دست آوردن شماره هر قاچ با توجه به طول جغرافیایی آن از رابطه زیر استفاده می‌گردد:

$$Z_n = \left[\frac{\lambda}{6}\right] + 31$$

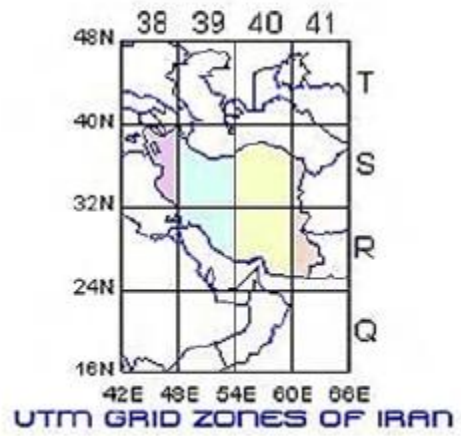
✌ **نکته:** اگر طول جغرافیایی منفی باشد یا به عبارتی منطقه غربی باشد باید مقدار طول جغرافیای نیز به‌صورت منفی در رابطه بالا بکار رود.

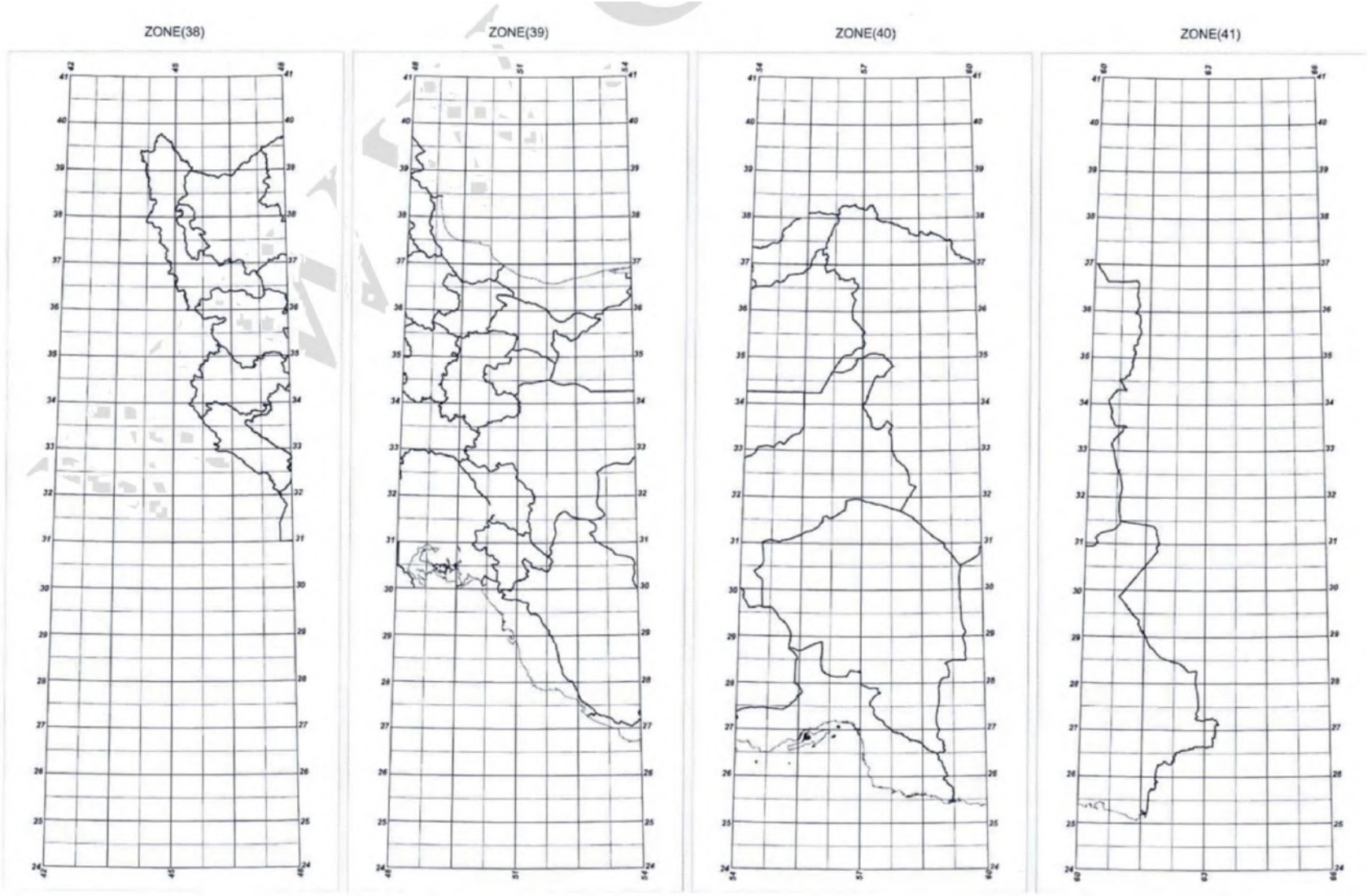

0°
6°
Greenwich
Central Meridian
Equator
0°
…. 29
30
31
32 …..



هر قاچ یا هر زون با زون جانبی خود در مدود یک کیلومتر هم‌پوشانی دارد، بیشترین ضریب مقیاس در ابتدا در انتهای قاچ رخ می‌دهد و مقدار آن برابر با 1.006 می‌باشد.

* کشور ایران ازلحاظ جغرافیایی در بین طول جغرافیایی ۴۴° ۵′ تا ۶۳° ۱۸′ (در زون‌های ۳۸، ۳۹، ۴۰ و ۴۱) و در بین عرض جغرافیایی ۲۵° ۰۳′ تا ۳۹° ۴۷′ قرار دارد.





بر اساس شکل بالا نواحی ایران به ۱۲۰۰ منطقه در سیستم *UTM* تقسیم‌بندی می‌شود هر منطقه با یک عدد برای طول جغرافیایی و یک حرف برای عرض جغرافیایی نشان داده می‌شود.

مثال: مطلوب است شماره قاچ منطقه‌ای که در طول جغرافیایی $52^\circ 22'11''$ قرار دارد.

$$Z_n = \left[\frac{52^\circ 22'11''}{6}\right] + 31 = 39$$

برای به دست آوردن نصف‌النهار مرکزی هر قاچ می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$\text{طول جغرافیایی نصف‌النهار مرکزی} = \left[\frac{\lambda}{6}\right] \times 6 + 3$$

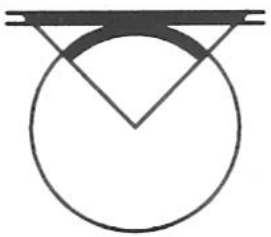
مثال: مطلوب است طول جغرافیایی نصف‌النهار مرکزی منطقه‌ای که در طول جغرافیایی $52^\circ 22'11''$ قرار دارد.

$$\lambda_{Z\,center} = \left[\frac{52^\circ 22'11''}{6}\right] \times 6 + 3 = 51$$

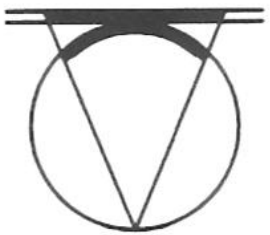
هر قاچ یا هر زون با زون جانبی خود در حدود یک کیلومتر هم‌پوشانی دارد، بیشترین ضریب مقیاس در ابتدا در انتهای قاچ رخ می‌دهد و مقدار آن برابر با 1.006 می‌باشد.

۴ ـ سیستم تصویر استرئو گرافیک (Stereographique)

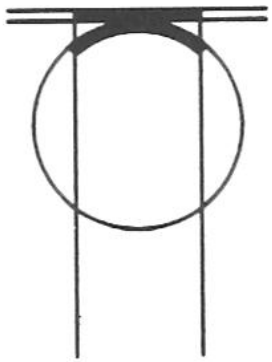
این سیستم از نوع سیستمهای تصویر مرکزی است. در این سیستم صفحه تصویر بر بیضوی مماس شده و با توجّه به این که مرکز پرتوهای تصویر در کجا واقع باشد به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند.



مرکز پرتوها در مرکز

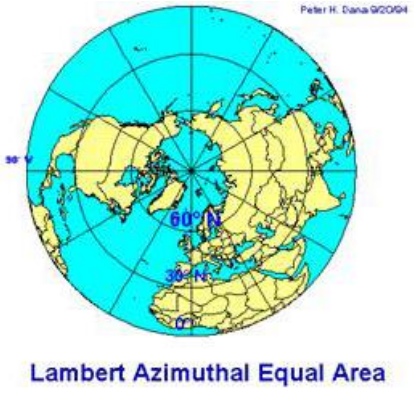


مرکز پرتوها در نقطه مقابل



مرکز پرتوها در بی‌نهایت

انواع سیستم‌های تصویر استرئوگرافیک



هدف اندازه گیری ها تعیین مقدار واقعی یک کمیت است. اما عموماً نتیجه اندازه گیری ها با مقدار واقعی آن کمیت اختلاف دارد.

اختلاف بین کمیت اندازه گیری شده با مقدار واقعی آن کمیت را **خطا** می گویند.

عوامل مهم این اختلاف را در سه دسته زیر می توان بیان نمود:
- **عوامل طبیعی :** شامل کرویت زمین، شکست نور، وزش باد، تشعشع آفتاب، و تغییرات دمای هوا
- **عوامل دستگاهی :** شامل نقص دستگاه ها، تنظیم نبودن و یا پایین بودن ازرش تقسیمات آنها
- **عوامل انسانی :** شامل نارسایی حواس انسانی، کم دقتی، نداشتن تجربه و تسلط در کار

انواع خطاها

درست نبودن یک اندازه گیری ممکن است نتیجه یکی از علل زیر باشد:

-اشتباه

-اشتباه یا خطای بسیار بزرگ از فراموشی یا عدم مهارت عامل ناشی می شود. در این حالت عموماً اختلاف بین نتیجه اندازه گیری و مقدار واقعی کمیت معمولاً زیاد است. (مثل عدم تراز کردن، اشتباه در قرائت)

- خطای سیستماتیک

-خطای تدریجی یا سیستماتیک به مجموعه خطاهایی گفته می شود که علت، جهت و مقدار هر یک از آنها مشخص است؛ همگی علامت یکسان داشته و با هم جمع می شوند. (اکثر این خطاها ناشی از نقص وسایل اندازه گیری است، مثلاً افزایش طول یک متر فلزی در اثر گرم شدن)

-خطاهای اتفاقی یا تصادفی

خطاهای تصادفی غالباً از نارسایی حواس انسانی و یا پایین بودن دقت دستگاه های اندازه گیری حادث می شود. هر چند که عوامل دیگری نیز از قبیل نقص دستگاه ها و عوامل جوی سبب پیدایش آنها می گردند. این خطاها گاه با علامت مثبت و گاه با علامت منفی و غلباً به مقدار کم در اندازه گیری ها داخل می شوند.

روش های کنترل مشاهدات جهت حذف اشتباهات

الف) تکرار اندازه گیری ها
مثل تکرار اندازه گیری یک طول به صورت رفت و برگشت

ب) کنترل با یک مدل ریاضی
مثل کنترل مجموع زوایای اندازه گیری شده برای یک مثلث با ۱۸۰ درجه

روش های مقابله با خطاهای تدریجی

به دلیل آنکه علت، علامت و مقدار مشخصی دارند، در هر اندازه گیری قابل شناسایی هستند. برای مقابله با این نوع خطاها در صورت امکان باید عوامل ایجاد خطا حذف شوند و در صورت عدم امکان، مقدار دخالت خطا محاسبه و نتایج تصحیح شوند. (مثل استفاده از چتر در مشاهدات میکروژئودزی و اعمال تأثیر خطای کلیماسیون در نتایج ترازیابی)

روش های مقابله با خطاهای تصادفی

به دلیل ماهیت اتفاقی بودنشان از قواعد آمار و احتمالات و مخصوصاً قانون توزیع نرمال پیروی می کنند.تعیین مقدار و علامت این نوع خطاها به راحتی امکان پذیر نیست.
- تکرار مشاهدات و پذیرفتن میانگین نتایج به عنوان برآورد اندازه واقعی
- کنترل روابط بین اندازه ها با استفاده از معلومات اضافی (سرشکنی)

n: تعداد اندازه گیری ها

$\bar{\ell}$ **میانگین اندازه گیری ها (محتملترین مقدار)**

ℓi **اندازه گیری شماره i**

Vi **خطای ظاهری اندازه گیری شماره i**

σ **خطای متوسط هندسی (خطای استاندارد یا انحراف معیار)**

$e_{\max}$ **خطای ماکزیمم**

e_a **خطای متوسط حسابی**

α **خطای معیار میانگین**

e_r **دقت نسبی (خارج قسمت خطای متوسط هندسی به اندازه آن کمیت)**

$$\bar{\ell} = \frac{\ell_1 + \ell_2 + \ell_3 + \dots}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \ell_i}{n}$$

$$Vi = \bar{\ell} - \ell i$$

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

$$e_{\max} = 2.5 \times \sigma$$

$$e_a = \frac{\sum_{i=1}^{n} |V_i|}{n}$$

$$e_r = \frac{\sigma}{L}$$

مثال۱: طولی 6 بار اندازه گیری شده و اعداد زیر بدست آمده است.

$x_1 = 112.03m, x_2 = 112.00m, x_3 = 111.98m$

$x_4 = 112.03m, x_5 = 112.04m, x_6 = 111.98m$

مطلوب است محاسبه:

الف) محتملترین (میانگین) مقدار این طول

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6}{6} = 112.01m$$

ب) خطاهای ظاهری مشاهدات

$$v_i = a_1 - \bar{a}$$

$$v_1 = 112.03 - 112.01 = 0.02m$$

$$v_2 = 112.00 - 112.01 = -0.01m$$

$$v_3 = 111.98 - 112.01 = -0.03m$$

$$v_4 = 112.03 - 112.01 = 0.02m$$

$$v_5 = 112.04 - 112.01 = 0.03m$$

$$v_6 = 111.98 - 112.01 = -0.03m$$

پ) خطای متوسط هندسی

$$e_q = \pm\sqrt{\frac{0.0004+0.0001+0.0009+0.0004+0.0009+0.0009}{5}} = 0.0268$$

ت) خطای متوسط حسابی

$$e_a = \frac{|0.02|+|-0.01|+|-0.03|+|0.02|+|0.03|+|-0.03|}{6} = 0.023$$

ث) خطای ماکزیمم

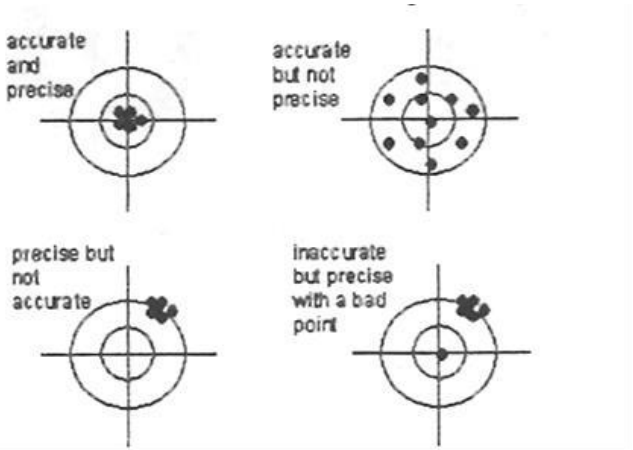
$$e_{\max} = 2.5\times 0.0268 = 0.067m$$

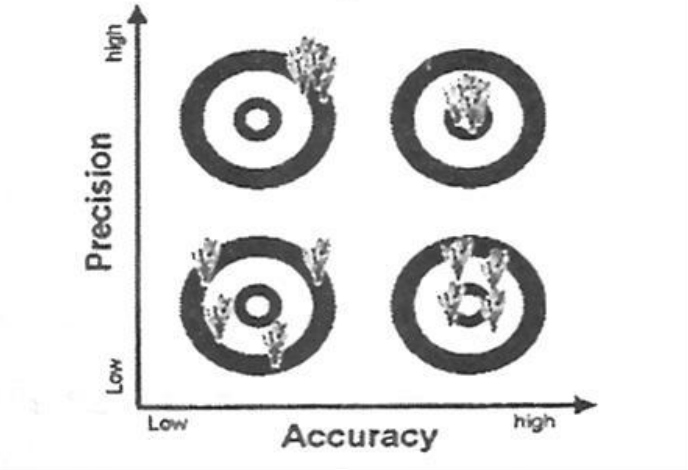
چ) مشخص کردن داده های اشتباه در صورت وجود

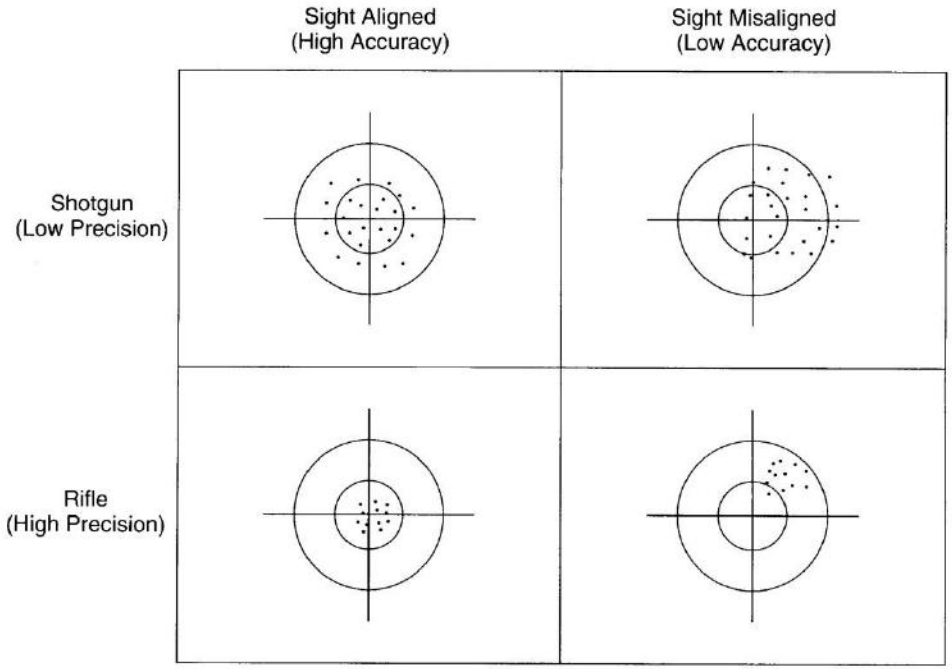
برای این کار خطاهای ظاهری را با خطای max مقایسه می کنیم اگر هر کدام از این خطاها از خطای max بیشتر باشد، آن اندازه گیری، اندازه گیری اشتباه خواهد بود. با توجه به اینکه $v_i < e_{\max}$ هستند، لذا تمام مشاهدات قابل قبول می باشند. لازم به یادآوری می باشد که اگر مشاهده اشتباه داشتیم آن مشاهده اشتباه را از بین مشاهدات انجام شده، حذف کرده و دوباره باید از ابتدا میانگین و انحراف معیار مشاهدات باقیمانده را محاسبه کرد.

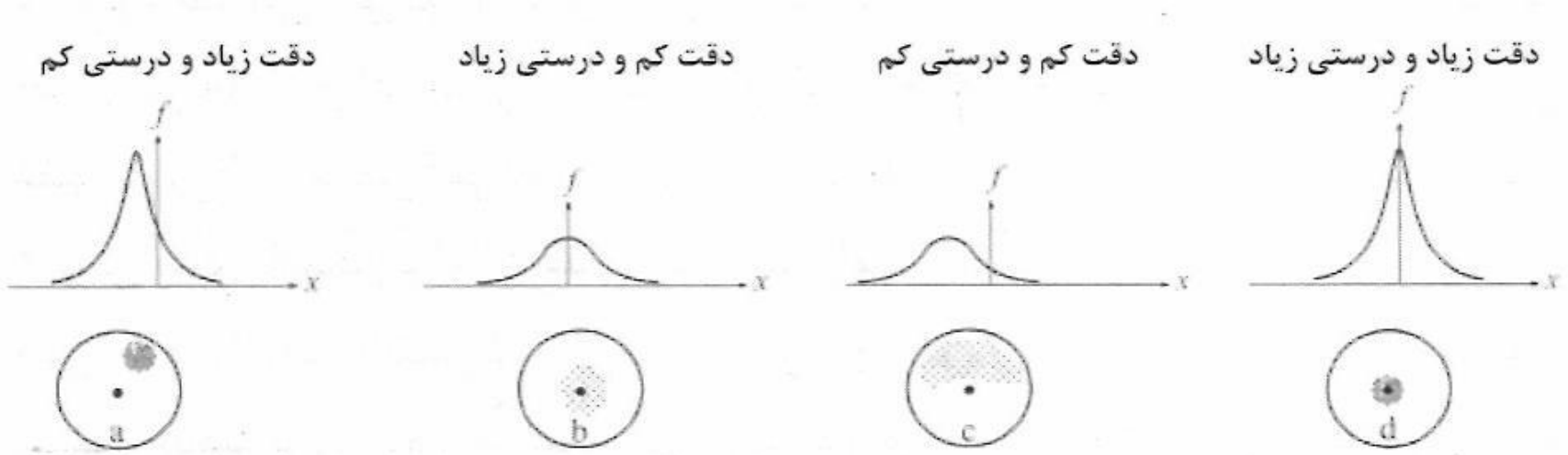
دقت نشانه نزدیک بودن مشاهدات به یکدیگر و یا معیاری برای بیان قابلیت تکرار شوندگی مشاهدات بوده و در نتیجه تنها نشان دهنده خطاهای اتفاقی است. پراکندگی، شاخص یا نشانه دقت است. هر چه نتایج نسبت به میانگین پراکنده تر باشند، دقت آنها کمتر می باشد. به عبارت دیگر دقت، درجه نزدیکی یک کمیت به مقدار برآورد آن یا میزان نزدیکی مشاهدات به هم می باشد.[29]

صحت به معنای نزدیکی مشاهدات به مقدار واقعی آنهاست، بنابراین وجود خطاهای سیستماتیک باعث کاهش صحت می گردند. رسیدن به برآورد صحیحی از صحت نیازمند تکرار مشاهدات با روشها و وسایل متفاوت به شرط حذف اشتباه و خطاهای سیستماتیک می باشد.
گاهی اوقات ممکن است دقت زیاد ولی صحت کم باشد و گاهی اوقات نیز ممکن است دقت کم ولی صحت زیاد باشد. به اشکال ۲-۵ و۲-۶ دقت کنید.[29]





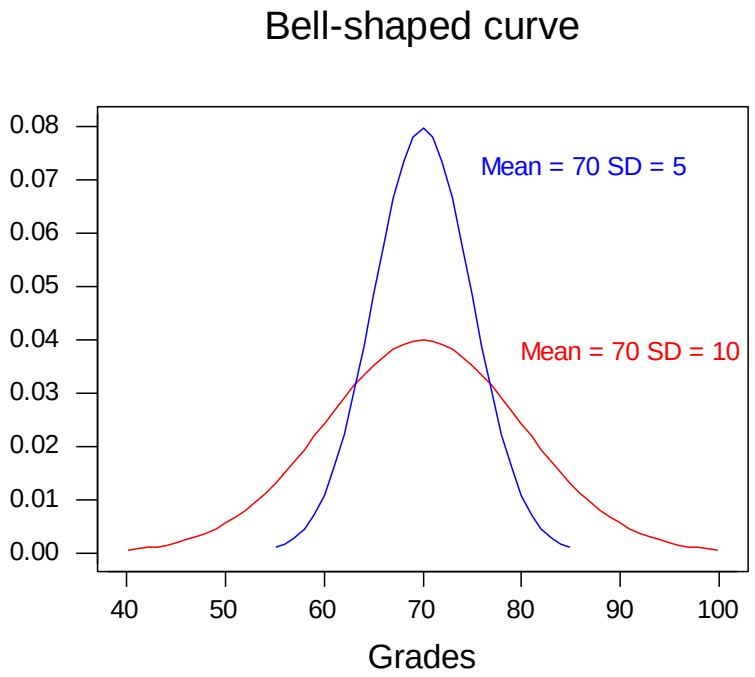




نگارهٔ ۲.۲. تعبیر هندسی دقت و درستی در رفتار تابع چگالی احتمال و یک‌هدف تیراندازی

ازآن‌جاکه واحد سنجش دقت باید از جنس کمیت موردِاندازه‌گیری باشد، لذا معیار متداول برای نمایش دقت، جذر واریانس یعنی همان انحراف‌معیار[1] (σ) انتخاب‌می‌شود که به‌آن «خطای متوسط هندسی»[2] نیز اطلاق‌می‌گردد. واضح است برای دقت‌های بالاتر مقدار σ کوچک‌تر و برای دقت‌های پایین‌تر مقدار σ بزرگ‌تر است. چنان‌چه بخواهیم موضوع دقت را به‌صورت کمیتی نسبی موردمطالعه قراردهیم از نسبت دقت (σ) به‌مقدار اندازه‌گیری (l) به‌عنوان دقت نسبی ($e = \sigma/l$) استفاده‌می‌کنیم.

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



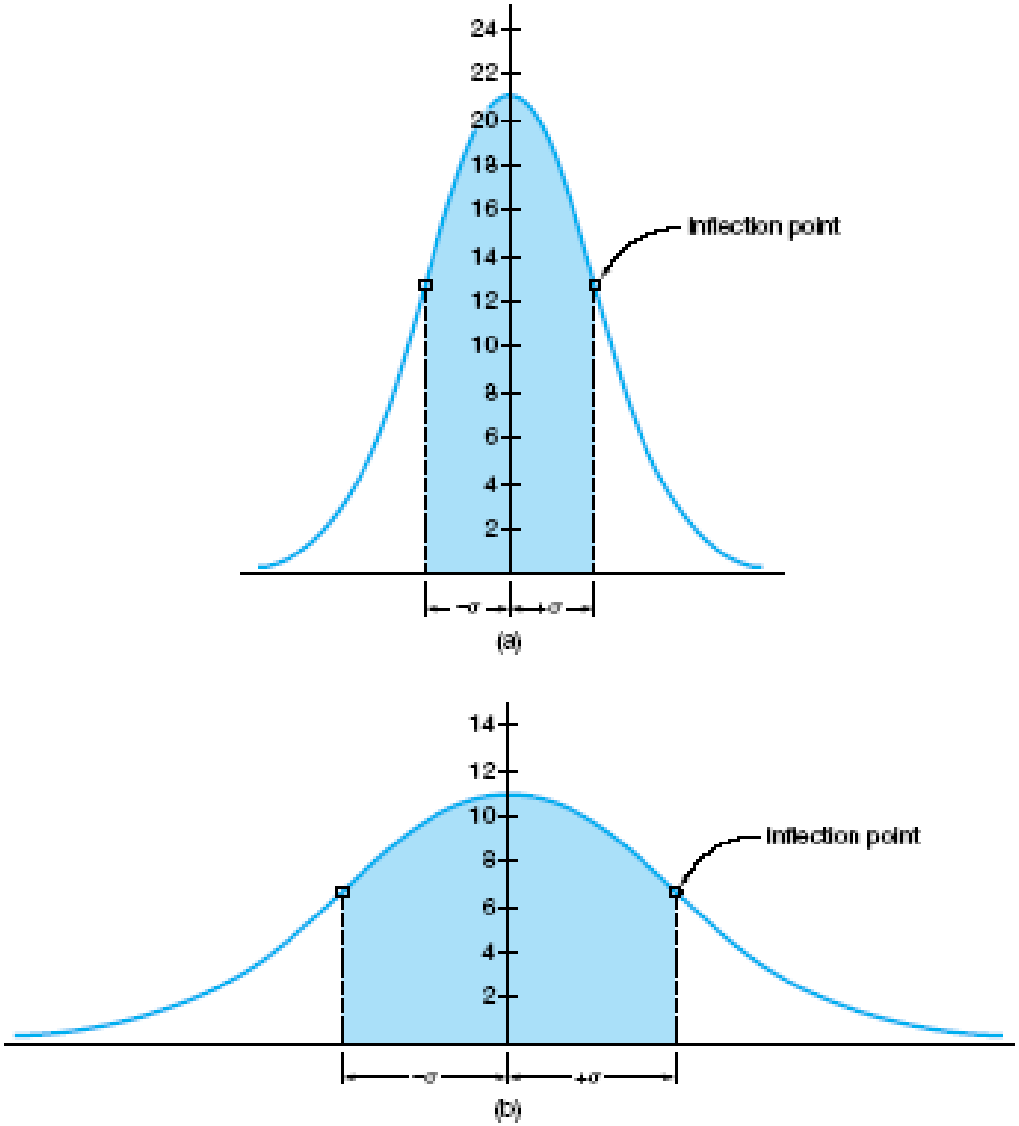


Figure 3–4 Normal distribution curves for: (a) increased precision, (b) decreased precision.

برای افزایش دقت در اندازه گیری پارالاکس یک نقطه بر روی یک زوج عکس هوایی، فلاتین مارک ها را ۱۰ بار در نقطه مورد نظر بر روی زمین مماس کرده و و اعداد زیر مشاهده گردیده اند:

Rm1=4.890 mm	Rm2=4.920 mm	Rm3=4.900 mm	Rm4=4.870 mm	Rm5=4.930 mm
Rm6=4.960 mm	Rm7=4.990 mm	Rm8=4.980 mm	Rm9=4.970 mm	Rm10=4.940 mm

پارامتر های زیر را محاسبه کنید.
میانگین، خطاهای ظاهری، وریانس، خطای متوسط هندسی، خطای متوسط حسابی، خطای معیار، خطای محتمل، خطای ۹۰٪ ، خطای حداکثر یا ماکزیمم، بازه اطمینان ۹۰٪ برای مشاهدات.

پایان جلسه

درس نقشه برداری ۱

جلسه سوم

فرید اسماعیلی
Farid_63@yahoo.com
www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت

به تعیین فاصله میان دو نقطه در فضای سه بعدی طول یابی گفته می شود.

روش های تعیین فاصله
۱- روش تقریبی
۲- روش محاسبه ای
۳- روش مستقیم
۴- روش اپتیکی
۵- روش الکترونیکی

روش تقریبی :
اندازه گیری روی نقشه و فاصله یابی با به کار گیری قدم انسانی است.

روش تقریبی :
اندازه گیری روی نقشه و فاصله یابی با به کار گیری قدم انسانی است.

طول قدم:

- در قدیم یکی از ابزارهای استاندارد کردن طول بوده است
- با طی مسافتی مانند ۱۰۰ متر و محاسبه تعداد قدم ها می توان اندازه متوسط قدم خود را تعیین کرد.
- برای تعیین ابعاد زمین های وسیع و زمانی که ابزار در اختیار نیست و برای تخمین طول کاربرد دارد.

مثال: شخصی فاصلهٔ ۱۰۰ متری را با ۱۳۵ قدم طی نموده است. چنانچه تعداد قدمهای او برای طی فاصله‌ای ۱۸۹ قدم باشد فاصلهٔ مزبور چند متر است؟

پاسخ:

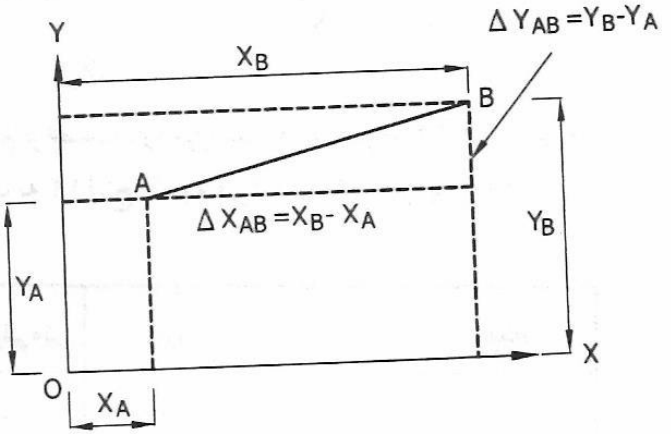
$$x_{AB} = \frac{۱۰۰}{۱۳۵} \times ۱۸۹ = ۱۴۰ \text{ متر}$$

روش محاسبه ای شامل تعیین فاصله از طریق مختصات نقاط و یا حل مثلث است.

با استفاده از روش محاسبه‌ای و ترسیمی می‌توان فاصله بین دو نقطه را محاسبه نمود. از روابط زیر می‌توان طول‌پاره‌خط را تعیین کرد.

$$\overline{AB} = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$$

$$\overline{AB} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$



مثال ۲: اگر مختصات نقاط B و A بصورت زیر باشد فاصله بین دو نقطه برابر کدام است؟

$$A\begin{vmatrix} ۵۰۰ \\ ۱۰۰۰ \end{vmatrix} , B\begin{vmatrix} ۵۰۰ \\ ۱۵۰۰ \end{vmatrix}$$

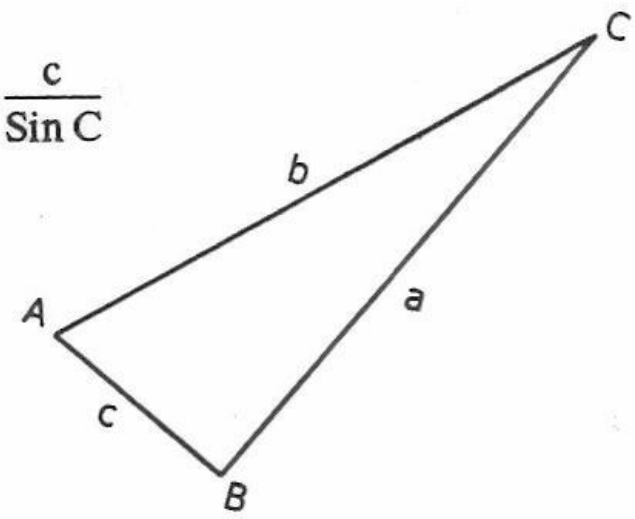
پاسخ:

$$\overline{AB} = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$$

$$\overline{AB} = \sqrt{(۵۰۰ - ۵۰۰)^2 + (۱۵۰۰ - ۱۰۰۰)^2} = ۵۰۰\,m$$

موقعی که سه زاویه و یک ضلع از مثلث مشخص باشد با استفاده از رابطه سینوسها می توان دو ضلع دیگر را محاسبه نمود.

$$\frac{a}{\sin A}=\frac{b}{\sin B}=\frac{c}{\sin C}$$



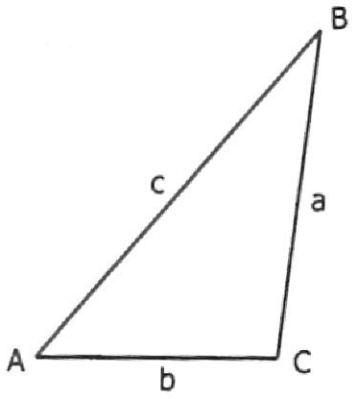
مثال: در مثلث ABC، طول a برابر ۴۵ متر و $\hat{A}=۳۷^\circ$ و $\hat{B}=۱۱۸^\circ$ است. طول b چند متر است؟

پاسخ:

$$\frac{a}{\sin A}=\frac{b}{\sin B}$$

$$\frac{۴۵}{\sin ۳۷}=\frac{b}{\sin ۱۱۸}\rightarrow b=\frac{\sin ۱۱۸}{\sin ۳۷}\times ۴۵=۶۶/۰۲\ m$$

موقعی که دو ضلع و زاویه بین یک مثلث مشخص باشد با استفاده از رابطهٔ کسینوسها می‌توان طول ضلع سوم را محاسبه نمود.



$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc.\cos A$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac.\,\mathrm{Cos}\,B$$

$$C^2 = a^2 + b^2 - 2ab.\,\mathrm{Cos}\,C$$

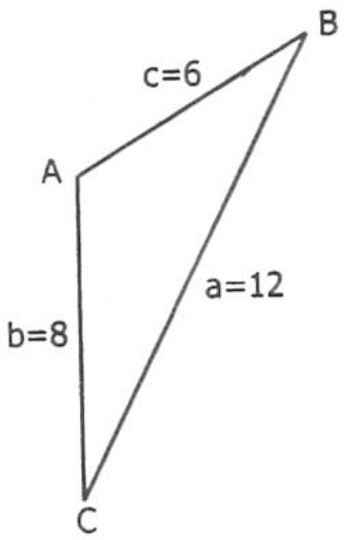
با استفاده از روابط بالا که به رابطهٔ کسینوس‌ها معروف است می‌توان زوایای مثلث را بصورت زیر نوشت:

$$\mathrm{Cos}\,A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$$

$$\mathrm{Cos}\,B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}$$

$$\mathrm{Cos}\,C = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$$

مثال ۱: در شکل مقابل زاویهٔ A برابر چند درجه است؟



پاسخ:

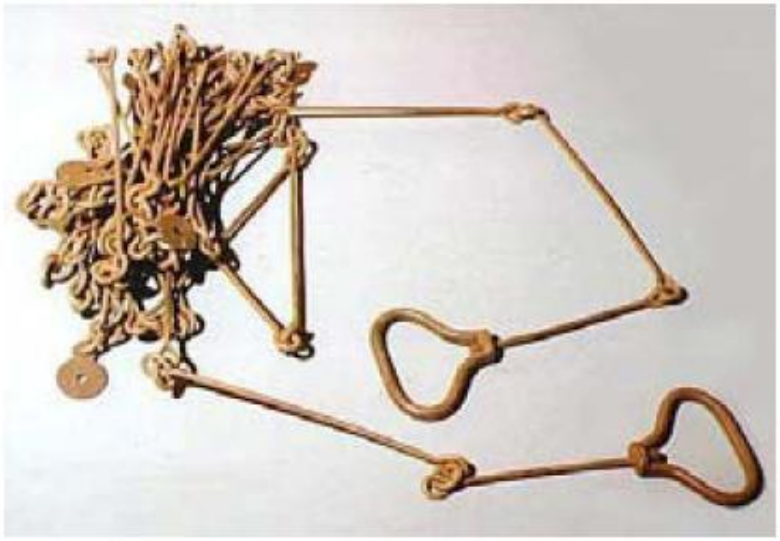
$$\text{Cos A} = \frac{b^{۲} + c^{۲} - a^{۲}}{۲bc}$$

$$\text{Cos A} = \frac{۶۴ + ۳۶ - ۱۴۴}{۲ \times ۸ \times ۶} = -۰/۴۵۸۳ \rightarrow A = ۱۱۷^{\circ}\ ۱۷'$$

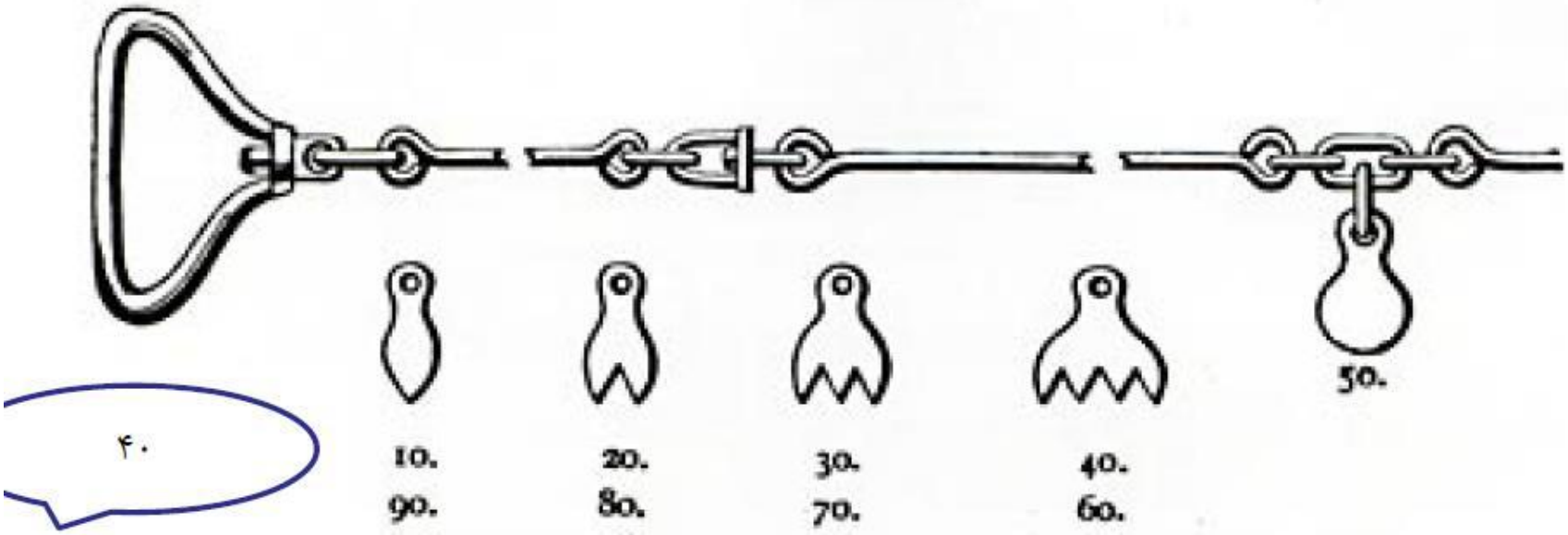
وسیله اصلی طولیابی در روش مستقیم، انواع نوار های فاصله یابی (متر ها) و چرخ های غلطان است.
همراه با این وسایل از اسباب های کمکی همچون شاقول، ژالون، تراز دستی، شیب سنج، گونیای مساحی، و قطب نما نیز استفاده می شود.

- متر:
  - جنس آن : فلزی، پارچه ای، پلاستیکی
  - تقسیم بندی : سانتی متر، میلی متر
  - طول: از ۳ متری تا ۱۰۰ متری

چرخ های غلطان (چرخ متر) است.



- زنجیر مساحی
  - در اندازه های مختلف
  - دقت نسبی حدود $\frac{1}{1000}$



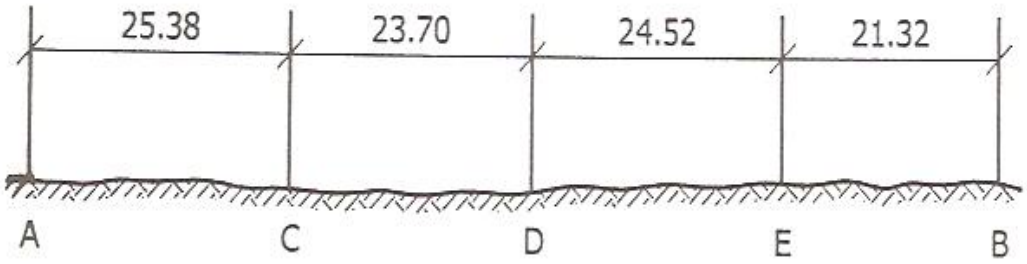
۴۰

- **ابزارهای کمکی طول یابی:**
- ژالون
- تراز نبشی

وقتی فاصله مورد نظر از طول نوار اندازه گیری کوچکتر باشد، و زمین اندازه گیری هموار و افقی باشد کافی برای متر کشی نوار را کاملاً کشیده و بدون پیچ خوردگی بین دو نقطه قرار دهیم. و درجات نوار را که خطوط نشانه اش منطبق بر نقاط ابتدا و انتهای فاصله مورد نظر است را بخوانیم و سپس این دو قرائت را از هم کم کنیم.

متر کشی زمین های هموار به روش امتداد گذاری

اگر فاصله بین دو نقطه بیش از طول متر باشد، طولیابی بین دو نقطه به کمک روش امتداد گذاری می تواند انجام گیرد.



مترکشی در زمین هموار به کمک ژالون و متر

$$x_{AB} = x_1 + x_2 + x_3 + x_4$$

$$x_{AB} = ۲۵/۳۸ + ۲۳/۷ + ۲۴/۵۲ + ۲۱/۳۲ = ۹۴/۹۲\,m$$

اندازه‌گیری فاصله در زمین ناهموار و شیبدار

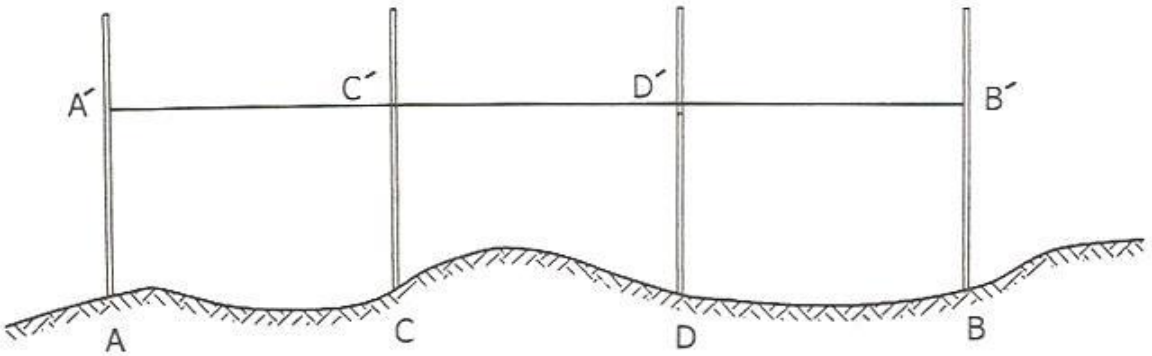
در این نوع زمین‌ها به دلیل ناهمواری و یا شیبدار بودن آن نمی‌توان متر را در حالت افقی و مستقیم بر روی زمین پهن نمود. در این مواقع باید فاصله AB را با چند ژالون به قطعات کوچکتری تقسیم نموده، فاصلهٔ افقی هر دو ژالون متوالی را اندازه‌گیری نموده و مجموع آنها برابر فاصلهٔ افقی AB می‌باشد.

$$AB = A'C' + C'D' + D'B'$$

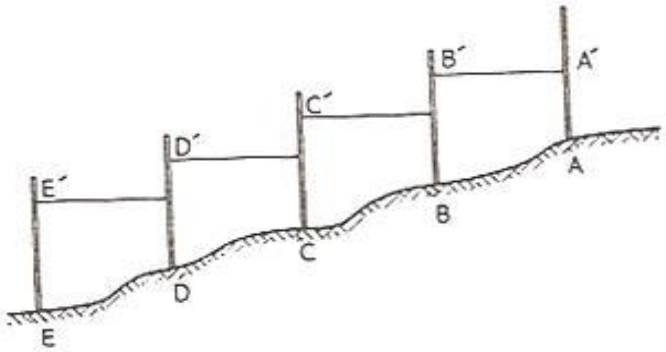
برای اندازه‌گیری طول افقی دو ژالون به روش زیر عمل می‌کنیم:

- یک نفر ابتدای متر را گرفته و در کنار ژالون نقطه A مستقر می‌شود.
- نفر دوّم سمت دیگر متر را گرفته و کنار ژالون نقطهٔ C می‌ایستد.
- هر دو نفر متر را تا اندازهٔ سینهٔ خود بالا می‌برند.
- نفر سومی با یک شیب‌سنج که قاعده‌اش را موازی متر قرار می‌دهد مقدار شیب متر را کنترل می‌نماید و با علامتی که به دو نفر مترکش می‌دهد، متر را در وضعیت افقی قرار می‌دهد.

در این لحظه دو نفر مترکش، متر را بصورت مستقیم می‌کشند به گونه‌ای که صفر آن در ژالون A باشد و نفر دوّم طول متر را در ژالون C می‌خواند و ثبت می‌کند.



در زمین‌های شیبدار روش عملیات نیز بدین صورت می‌باشد ولی به دلیل شیب زمین هر دو نفر نمی‌توانند متر را به یک اندازه بالا ببرند. بجای بکار بردن ژالون می‌توان از شاقول نیز استفاده نمود. اندازه‌گیری طولها در این روش سخت‌تر از زمانی می‌باشد که ژالون نصب شده باشد.



فاصله‌سنجی در زمین شیب‌دار

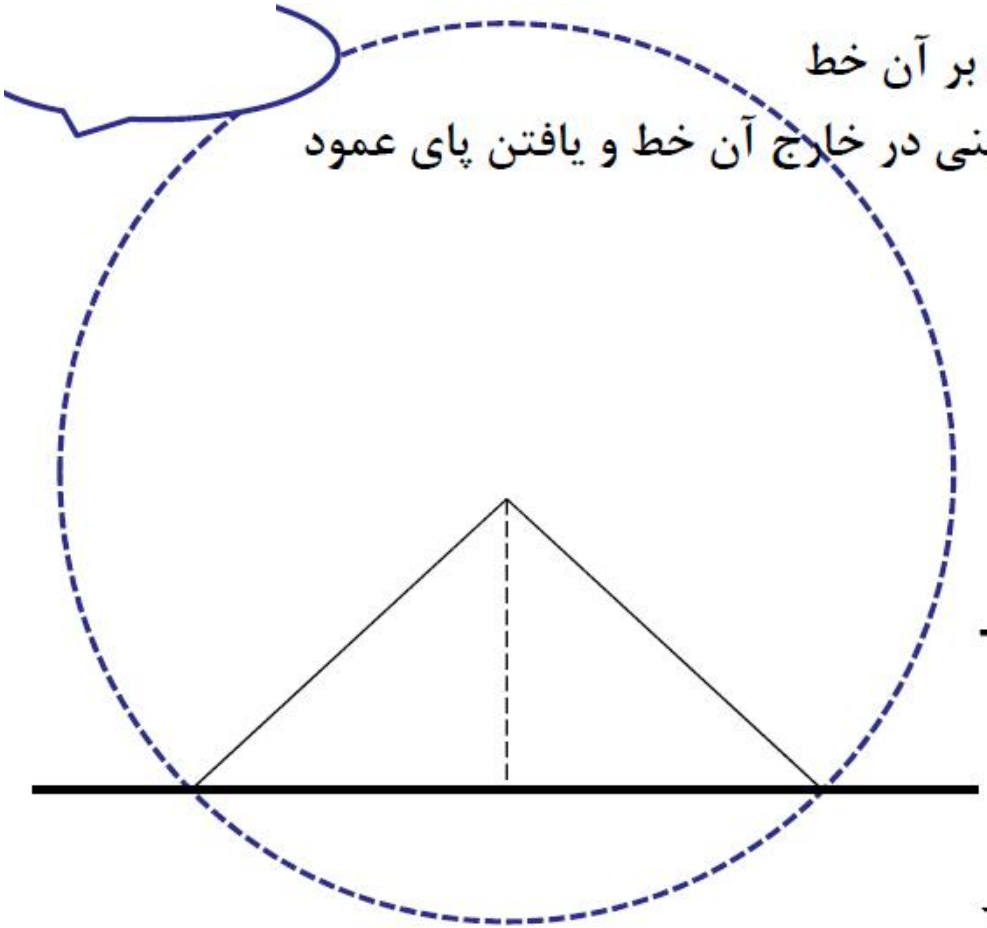
مساحی: منظور از مساحی، نقشه برداری از قطعات کوچک زمین است که با استفاده از وسایل ساده ای مثل متر، ژالون، شاقول، گونیای مساحی، قطب نما و شیب سنج دستی انجام می گیرد.

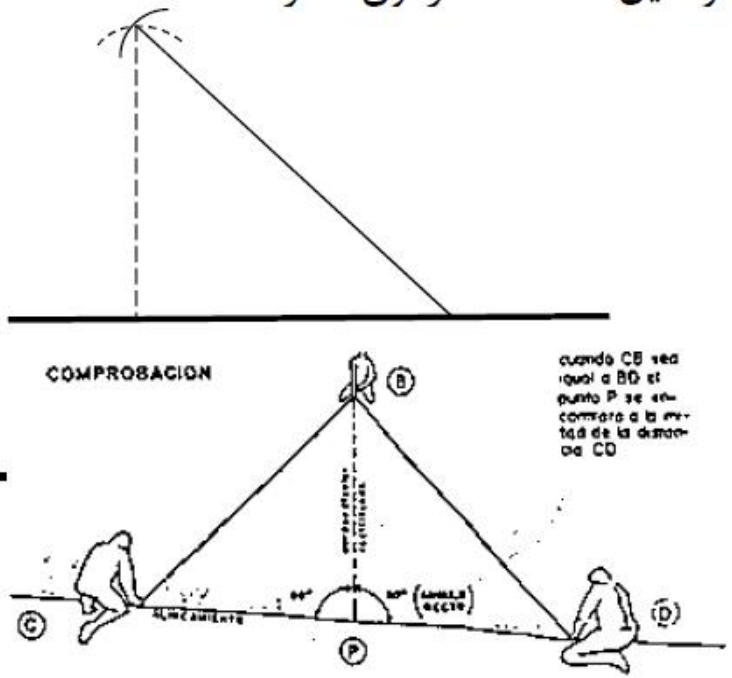
برخی از مسائل مطرح در مساحی:

- اخراج عمود بر یک خط از نقطه ای واقع بر آن خط
- وارد کردن عمود بر یک خط از نقطه معینی در خارج آن خط و یافتن پای عمود
- پیاده کردن خطی به موازات خط دیگر
- تعیین اندازه یک زاویه
- پیاده کردن یک زاویه نسبت به یک امتداد
- تهیه نقشه از زمین های کم وسعت به روش مثلث بندی
- تهیه نقشه از زمین های کم وسعت به روش استفاده از خط هادی

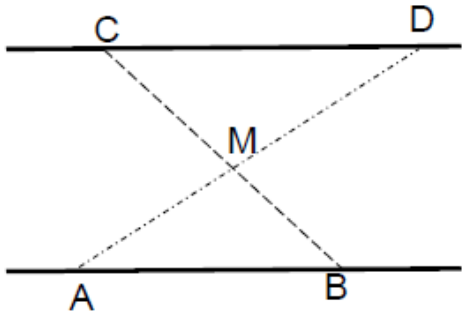
- اخراج عمود بر یک خط از نقطه ای واقع بر آن خط
- وارد کردن عمود بر یک خط از نقطه معینی در خارج آن خط و یافتن پای عمود

- وسایل : سه عدد ژالون، متر

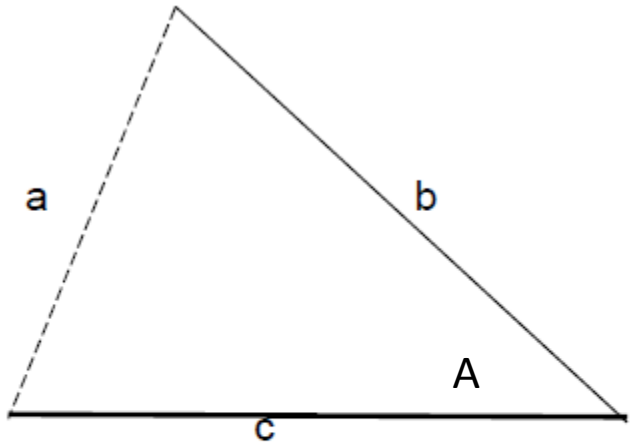




- **پیاده کردن خطی به موازات خط دیگر:**



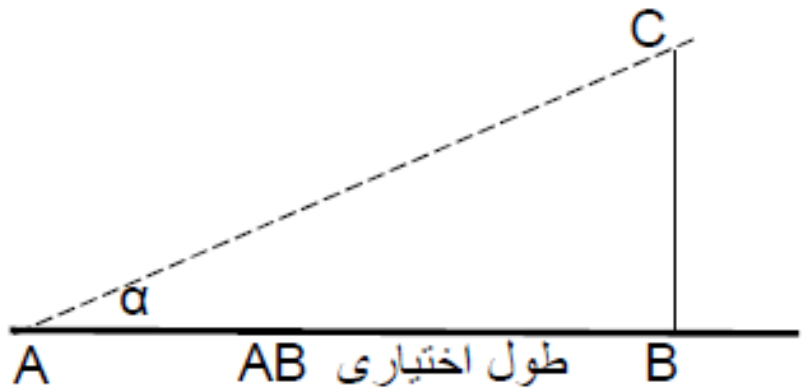
- **تعیین اندازه یک زاویه:**
- قانون کسینوس ها



$$\cos(A) = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$$

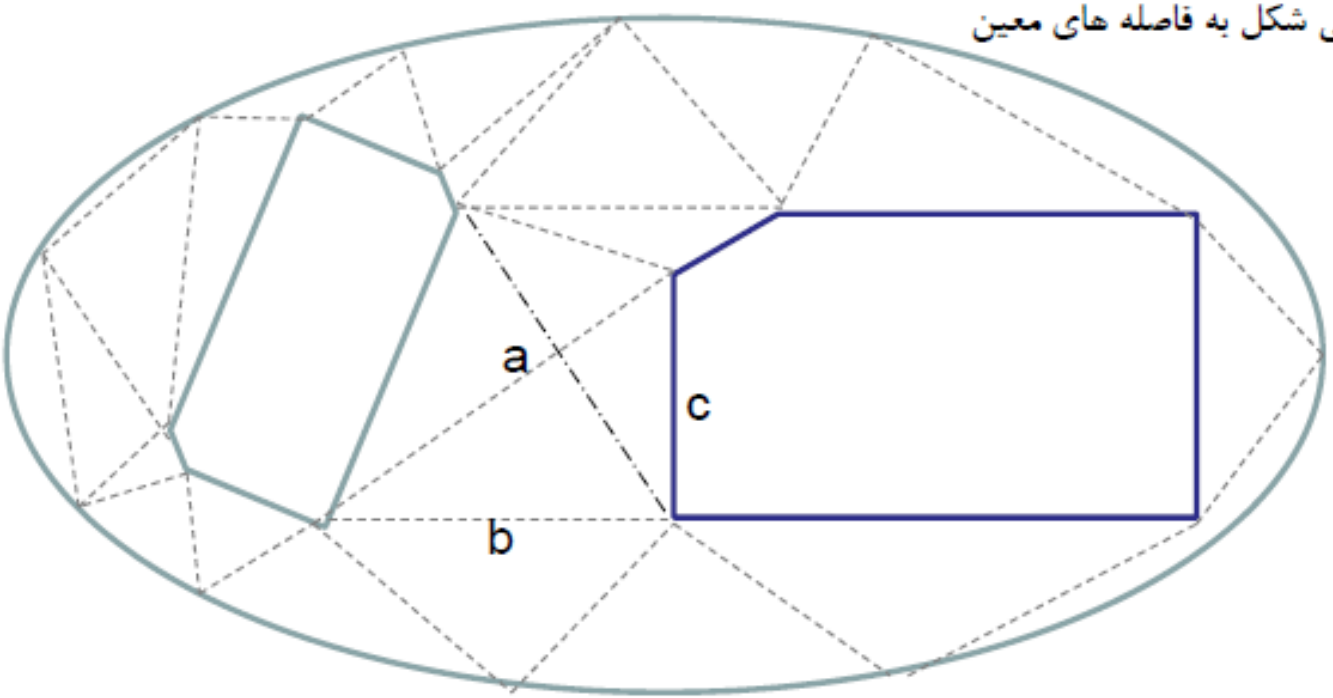
- **پیاده کردن یک زاویه نسبت به یک امتداد معین:**
  - استفاده از تانژانت
  - جدا کردن طول اختیاری AB
  - اخراج عمود از B به اندازه BC
  - زاویه CAB به اندازه زاویه α می باشد

$$BC = AB.\tan(\alpha)$$

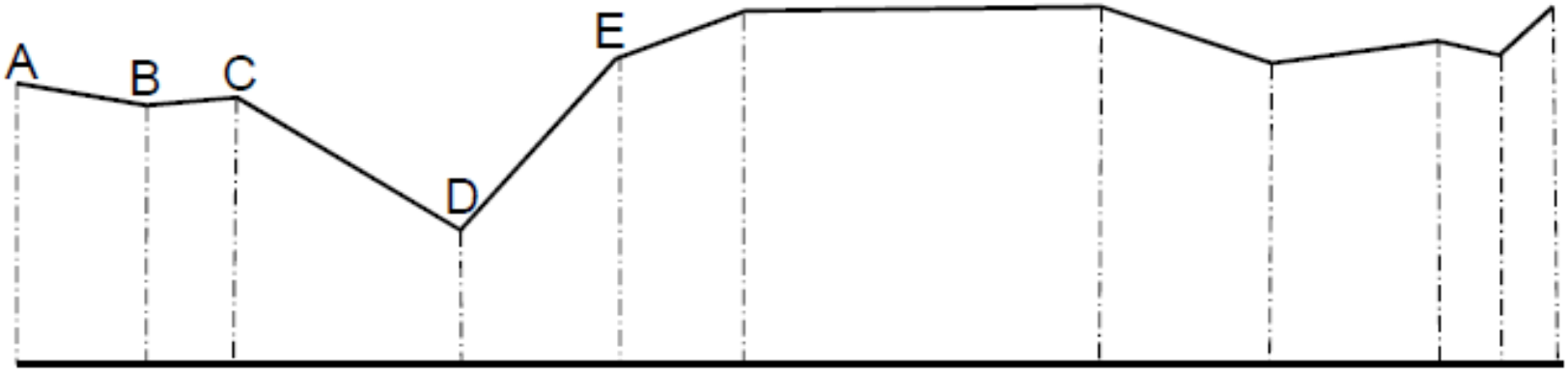


- **تهیه نقشه از زمین های کم وسعت به روش مثلث بندی**
- تقسیم ناحیه به مثلث ها:
  - تهیه کروکی ناحیه
  - تشکیل مثلث ها با اتصال نقاط به یکدیگر
  - اندازه گیری اضلاع مثلث ها و بعضی از قطر ها
  - تقسیم شکل های قوسی شکل به فاصله های معین

$$A = \sqrt{P(P-a).(P-b).(P-c)}$$



- **تهیه نقشه از زمین های کم وسعت به روش استفاده از خط هادی**
  - تهیه کروکی ناحیه
  - در نظر گرفتن یک خط مستقیم به عنوان مبنا
  - وارد کردن عمود از نقاط عارضه به خط مبنا

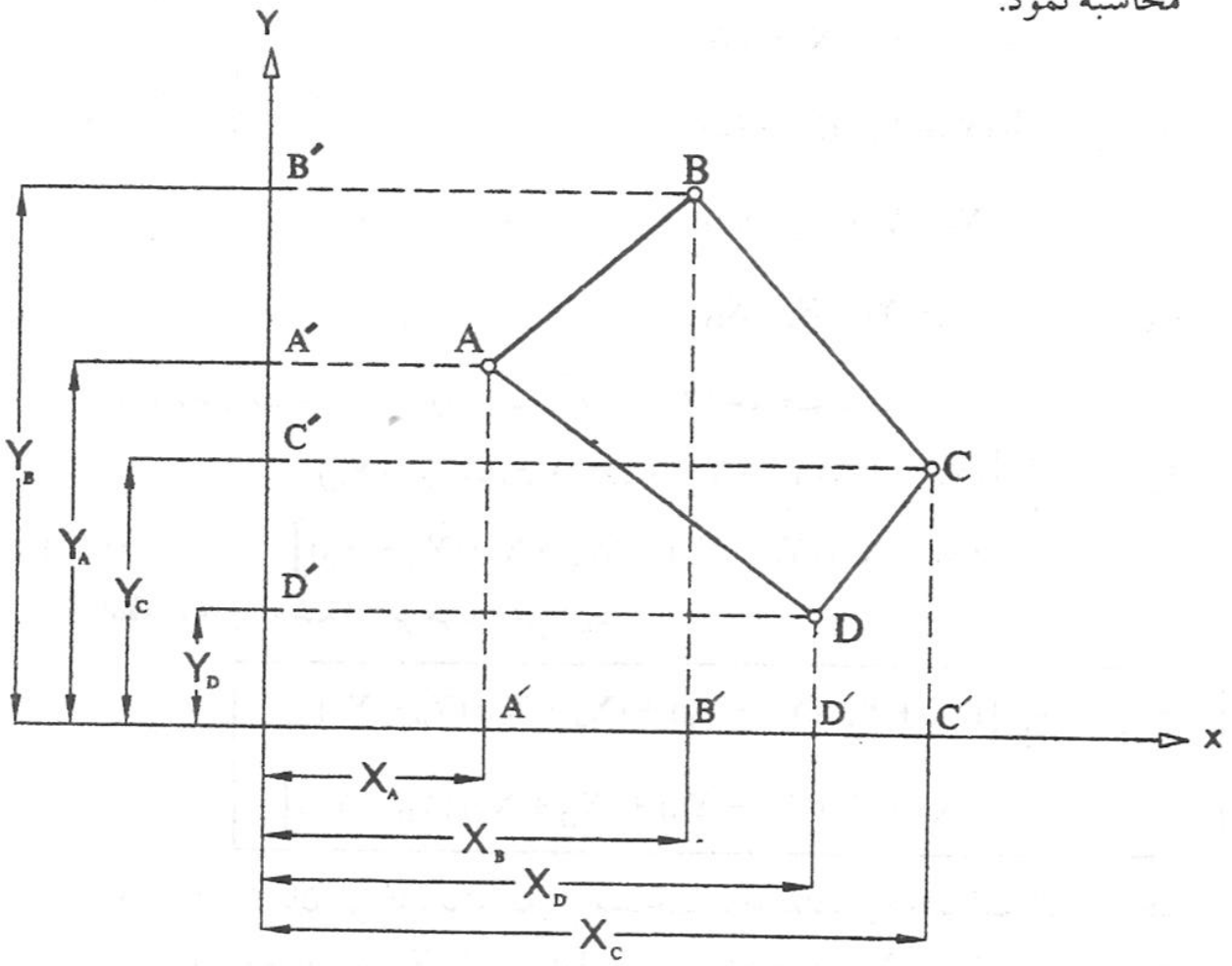


$$S = \frac{1}{2}\left[\frac{y_1}{x_1}\cdot\frac{y_2}{x_2}\cdot\frac{y_3}{x_3}\cdot\frac{y_1}{x_1}\right]$$

$$\Rightarrow \quad S = \frac{1}{2}\left[(y_1\times x_2 + y_2\times x_3 + y_3\times x_1) - (x_1\times y_2 + x_2\times y_3 + x_3\times y_1)\right]$$

محاسبه مساحت به روش مختصات رئوس

چنانچه زمین موردنظر دارای اضلاع مستقیم و مختصات رئوس زمین مشابه شکل زیر معلوم باشد، با استفاده از مختصات رئوس می‌توان مساحت دقیق زمین را محاسبه نمود.



مختصات رئوس زمین از قرار زیر معلوم می‌باشد.

$$A\begin{vmatrix} X_A \\ Y_A \end{vmatrix} \quad B\begin{vmatrix} X_B \\ Y_B \end{vmatrix} \quad C\begin{vmatrix} X_C \\ Y_C \end{vmatrix} \quad D\begin{vmatrix} X_D \\ Y_D \end{vmatrix}$$

با توجه به آرایش صورت گرفته، مساحت به سهولت بدست می آید.

$$\text{مساحت} = \frac{1}{2}\left[\text{(مجموع حاصل ضرب خطوط منقطع)} - \text{(مجموع حاصل ضرب خطوط ممتد)}\right]$$

یعنی:

$$S = \frac{1}{2}\left[(Y_A X_B + Y_B X_C + Y_C X_D + Y_D X_A) - (Y_B X_A + Y_C X_B + Y_D X_C + Y_A X_D)\right]$$

مثال ۲: مختصات رئوس قطعه زمینی به شکل مثلث $A\left|\begin{matrix}۲\\۲\end{matrix}\right.$ و $B\left|\begin{matrix}۶\\۸\end{matrix}\right.$ و $C\left|\begin{matrix}۸\\۴\end{matrix}\right.$ متر داده شده است. مساحت این قطعه زمین چند متر مربع است؟

۱) ۷ ۲) ۱۴ ۳) ۲۱ ۴) ۲۸

پاسخ:

گزینه ۲

$$\frac{x_A}{y_A} \quad \frac{x_B}{y_B} \quad \frac{x_C}{y_C} \quad \frac{x_A}{y_A}$$

$$S=\frac{۱}{۲}\left[(x_A\cdot y_B + x_B\cdot y_C + x_C\cdot y_A) - (y_A\cdot x_B + y_B\cdot x_C + y_C\cdot x_A)\right]$$

$$S=\frac{۱}{۲}\left[(۲\times ۸ + ۶\times ۴ + ۸\times ۲) - (۲\times ۶ + ۸\times ۸ + ۴\times ۲)\right]$$

$$S=\frac{۱}{۲}\left[(۱۶ + ۲۴ + ۱۶) - (۱۲ + ۶۴ + ۸)\right] = \frac{۱}{۲}\left[۵۶ - ۸۴\right] = \frac{۱}{۲}\times |-۲۸| = ۱۴m^۲$$

روش‌های اپتیکی

وسایل این گروه شامل انواع دوربین‌های نقشه‌برداری(ترازیاب‌ها و زاویه‌یاب‌ها) است که با سرعتی بیشتر و دقتی کمتر از مترها برای فاصله‌یابی استفاده می‌شوند.

روش‌های الکترونیکی

وسایل این گروه شامل دستگاه‌های مسافت‌یاب الکترونیکی و الکترواپتیکی است که با اندازه‌گیری اختلاف فاز و زمان رفت و برگشت امواج الکترومغناطیس (ازنوع‌رادیویی، مادون‌قرمز و یا لیزر) فاصلهٔ بین نقاط را تعیین می‌کنند. این دستگاه‌ها ضمن داشتن دقت زیاد از سرعت‌های بسیار بالایی برخوردار هستند.

پایان جلسه

درس نقشه برداری ۱

جلسه چهارم

ترازیابی

فرید اسماعیلی
Farid_63@yahoo.com
www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت

مقصود از ترازیابی (Levelling) یا نیولمان تعیین اختلاف ارتفاع بین دو یا چند نقطه (نسبت به هم یا نسبت به یک سطح مبنای معین) است که با استفاده از دستگاه های مختلف و یا روش های گوناگون صورت می گیرد.

چند مفهوم :

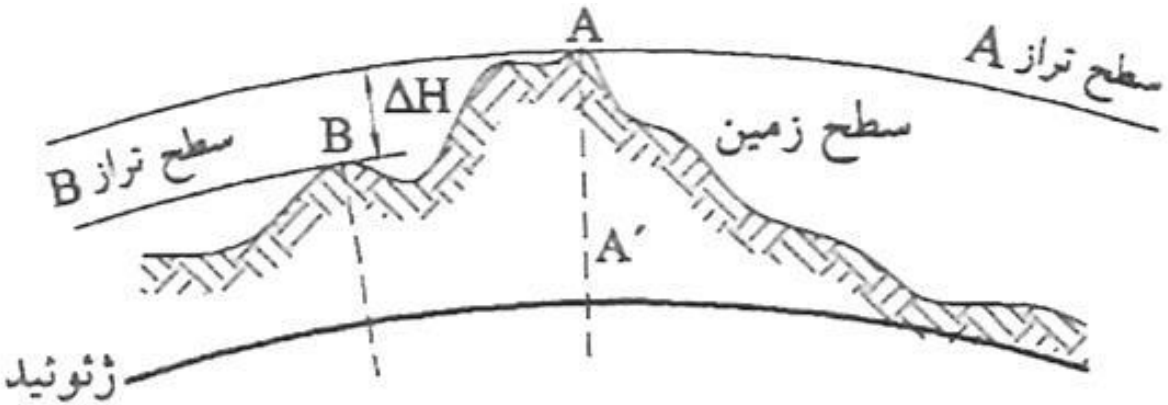
سطح تراز

به مجموعه نقاطی که ارتفاع آنها یکسان باشد سطح تراز می گویند.

فاصله بین دو سطح تراز تعیین کننده اختلاف ارتفاع بین نقاط واقع بر روی آن دو سطح است.

ارتفاع نقطه

ارتفاع نقطه ای مانند A عبارت است از فاصله قائم این نقطه از سطح ارتفاعی مبنا (میتواند ژئوئید و یا سطح مبنای محلی باشد) است.



چند مفهوم

☒ نقاط ترازیابی

نقاطی که شاخص روی آنها نگه داشته شده و توسط قرائتهایی که روی شاخص انجام می پذیرد ارتفاع آن نقاط مشخص می شود.

☒ بنچ مارک[۶] (BM)

نقاط ثابتی هستند که ارتفاع آنها معلوم و یا بوسیله یکسری عملیات ترازیابی، ارتفاع آن نقاط مشخص می شود.

شناسنامه نقاط ارتفاعی BM
ارائه شده توسط سازمان نقشه برداری کشور

شناسنامه‌ایستگاه‌ترازیابی
LEVELING STATION DESCRIPTION

λ= Longitude	Sheet No.	Order: دو	نام ایستگاه Station: N Q Z W 2 0 0 1		
φ= عرض‌جغرافیائی Latitude	مقیاس‌نقشه Scale	استان Province: زنجان			
g= سقدارجاذبه Gravity	شماره عکس و طرح Project & Photo No.	راه Road: خرمشهر	نام‌قدیم ایستگاه Old Name		
تاریخ‌اندازه‌گیری جاذبه Date	مقیاس عکس Photo Scale	نزدیکترین‌قریه Nearest Town: زنجان	نوع‌ایستگاه Type of Station: معمولی		

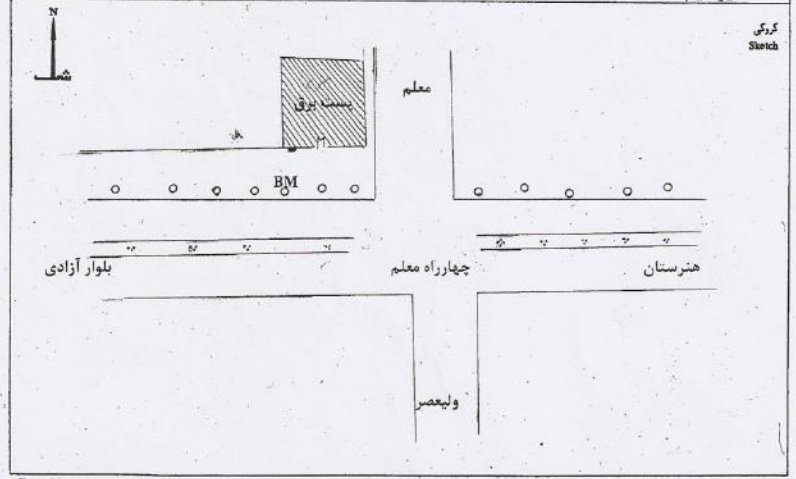
تاریخ اندازه‌گیری Obs. Date	تاریخ محاسبه Cal. Date	مبنا Datum	Elevation BM.	ارتفاع RM.	ارتفاع ارتومتری Orth. Elevation	ملاحظات Remarks
	1380	DNG.1001	1650.9220			

مشخصات ایستگاه Description: ایستگاه (BM) عبارتست از دیسک آلومینیومی که عبارت "سازمان نقشه برداری کشور" روی آن حک شده است.

موقعیت‌ایستگاه St.Positioning: BM بفاصله 0.33 متر از گوشه و 0.43 متر از کف قرار دارد. فاصله این ایستگاه از ZXZW 2003 و NTZY 2002 بترتیب 0.5 و 0.8 کیلومتر میباشد.

راه‌دسترسی‌به‌ایستگاه Address: پس از طی 0.2 کیلومتر از بلوار آزادی در جاده خرمشهر بسمت میدان هنرستان به ایستگاه میرسیم.

کروکی Sketch:



Form No. 40 1982 فرم‌شماره ۰۰ سال ۱۳۷۹ تهیه‌کننده: علی نیک دهقان ماه PrePareter N.C.C سازمان‌نقشه‌برداری کشور

۱۳۹۰/۸/۲۸

- تراز یابی مستقیم یا هندسی
- ترازیابی غیر مستقیم یا مثلثاتی
- تراز یابی بارومتریک (ترازیابی به کمک فشار سنج)
- ترازیابی به کمک GPS
- ....

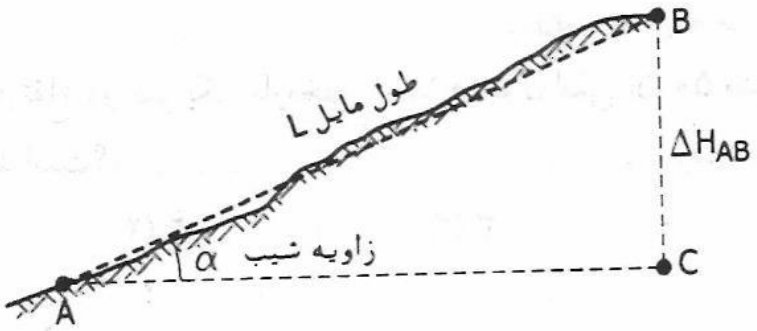
•ترازیابی غیر مستقیم یا مثلثاتی

برای محاسبهٔ مقدار اختلاف میان نقاط A و B، فاصلهٔ میان آنها و زاویهٔ شیب امتداد AB را اندازه‌گیری می‌کنیم.

در مثلث قائم‌الزاویهٔ ABC داریم:

$$H_A - H_B = AB \cdot \sin\alpha$$

$$\Delta H_{AB} = L \cdot \sin\alpha$$



مثال ۱: چنانچه فاصلهٔ دو نقطهٔ A و B بر روی سطح شیبدار برابر ۵۲ متر باشد و زاویهٔ شیب آنها برابر ۱۵ درجه باشد. اختلاف ارتفاع دو نقطهٔ A و B برابر چند متر است؟

پاسخ:

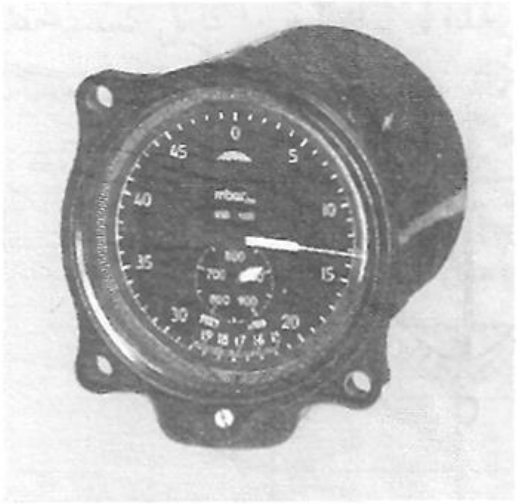
$$\Delta H_{AB} = L \cdot \sin\alpha$$

$$\Delta H_{AB} = ۵۲ \times \sin ۱۵ = ۱۳/۴۵ m$$

- **تراز یابی بارومتریک(ترازیابی به کمک فشار سنج)**

مقصود ازترازیابی فشارسنجی تعیین اختلاف ارتفاع بین دو یا چند نقطه، از طریق اندازه گیری فشارهوا در آن نقاط است.

به طورکلی چون فشار هوا در هر نقطه به ارتفاع آن نقطه ازسطح مبنای ارتفاعی بستگی دارد می‌توان ارتفاع نقاط را به‌کمک وسایل اندازه‌گیری فشار هوا (فشارسنج یا بارومتر) تخمین زد، هرچه ارتفاع نقاط از سطح دریا بیشتر باشد فشار هوا کمتر می‌شود و برعکس.

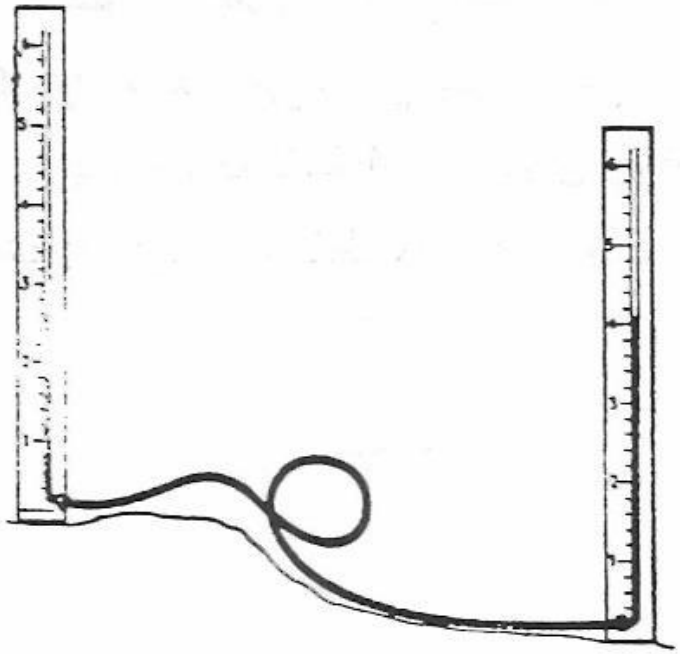


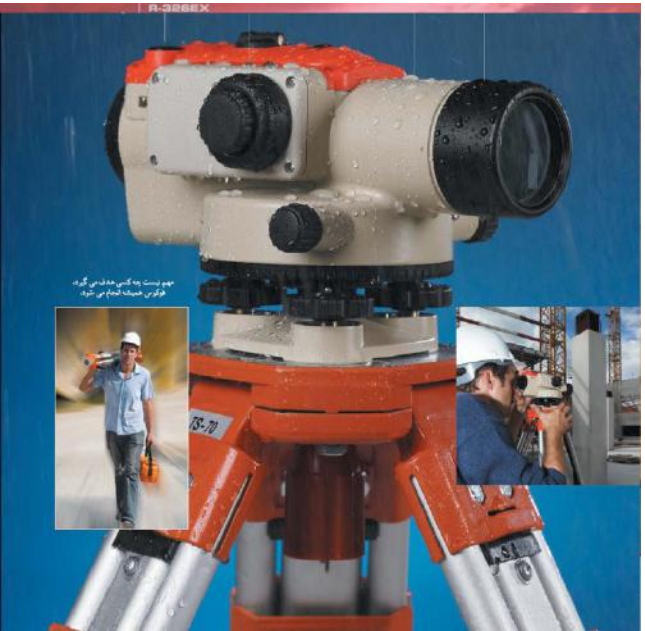
بارومتر

- **تراز یابی مستقیم یا هندسی**

ساده ترین وسیله برای تراز یابی مستقیم یا هندسی شلنگ تراز می باشد.

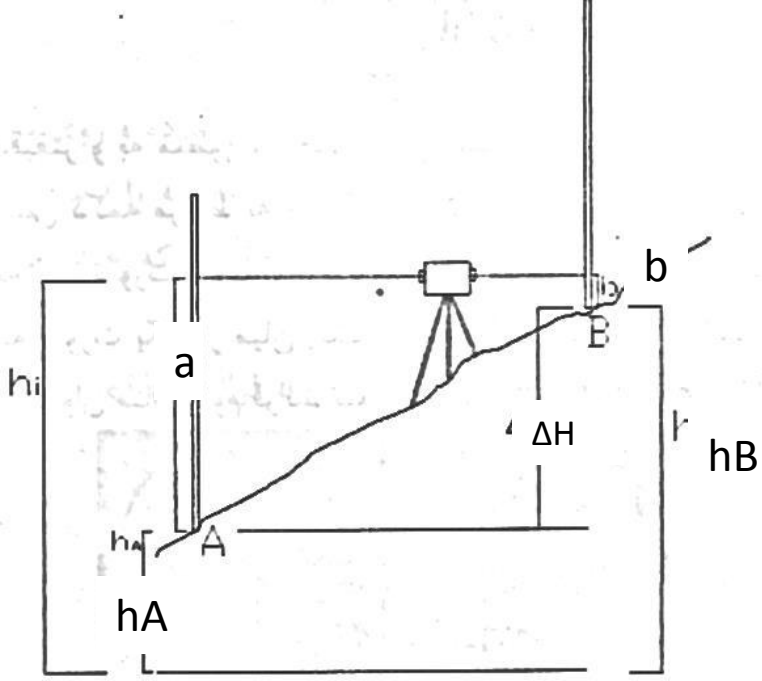
$$\Delta H_{AB} = H_A - H_B$$





ترازیاب (Level - Niveau)

- اصول تراز یابی مستقیم یا هندسی



سطح مبنا

a: قرائت عقب و b: قرائت جلو

$$\Delta H_{AB} = a - b = \text{قرائت عقب} - \text{قرائت جلو} = B.S. - F.S.$$

$$if \quad \Delta H_{AB} > 0 \quad \Rightarrow \quad \uparrow \text{سربالایی}$$

or

$$if \quad \Delta H_{AB} < 0 \quad \Rightarrow \quad \downarrow \text{سرپایینی}$$

$$\Delta H_{AB} = h_B - h_A = a - b = B.S. - F.S.$$

$$h_B = h_A + (B.S. - F.S.)$$

ارتفاع دستگاه ترازیاب در این استقرار طبق شکل بالا از رابطه زیر بدست می آید:

$h_i = h_A + B.S.$ یا (قرائت عقب + ارتفاع نقطه A =ارتفاع دستگاه در این استقرار)

همچنین می توان نوشت:

$h_B = h_i - F.S.$ یا (قرائت جلو − ارتفاع دستگاه در نقطه استقرار = ارتفاع نقطه B)

•اصول تراز یابی مستقیم یا هندسی

مثال۱: چنانچه ارتفاع نقطه P از سطح دریا 1561.17 متر و قرائت های شاخص (میر) به ترتیب در روی نقاط P و Q برابر 3368 و0981 باشد مطلوب است محاسبه ارتفاع نقطه Q؟

$$\Delta H_{PQ} = B.S. - F.S. = 3.368 - 0.981 = 2.387m$$

$$h_Q = h_P + \Delta H_{PQ} = 1561.17 + 2.387 = 1563.557m$$

مثال۲: قرائت های عقب و جلو بر روی شاخص های مستقر بر نقاط M و N به فاصله افقی 75 متر بترتیب 1830 و 3330 میلی متر است، شیب امتداد MN چند درصد است؟

$$MN = 75m, \quad BS = 1830mm, \quad FS = 3330mm$$

$$\Delta H = BS - FS = -1.5\ m$$

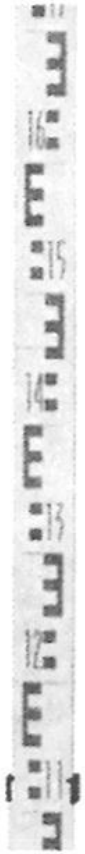
$$tg\alpha = \frac{\Delta H}{MN} = \frac{-1.5}{75} = -0.02 = -2\ \%$$

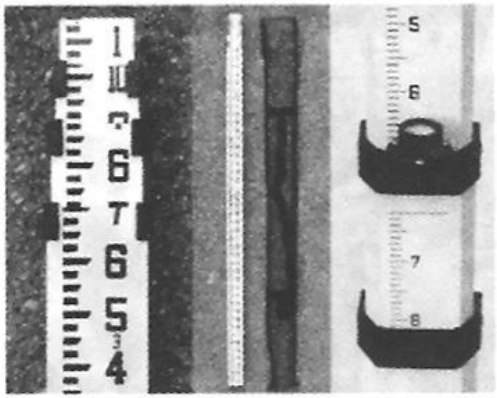
✓ **سه پایه**[15]

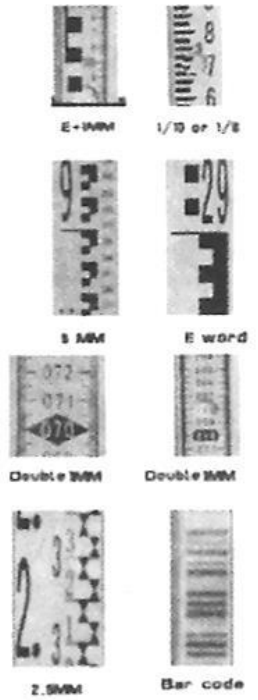
سه پایه ها وسایلی هستند که دوربین های نقشه برداری روی آنها مستقر شده و تراز می شوند. سه پایه ها از نوع چوبی و فلزی ساخته می شوند. هر پایه سه پایه به صورت کشویی عمل نموده و می توان آن را در ارتفاعات مختلف تنظیم نمود.

✓ **شاخص (میر)**[۱۶]

خط کشی مدرج معمولا به طول 4 متر می باشد و با قرار گرفتن در معرض قراولروی (نشانه روی) دوربینهای نقشه برداری می توان عددی را روی آن قرائت نمود. این وسیله برای سنجش اختلاف ارتفاع دو نقطه و فواصل به کار برده می شود. شاخص ها معمولا از جنس چوپ یا آلومینیومی ساخته می شوند.

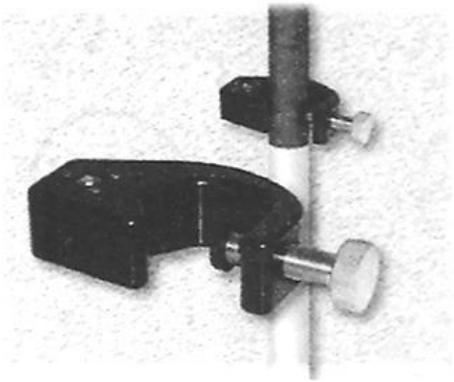


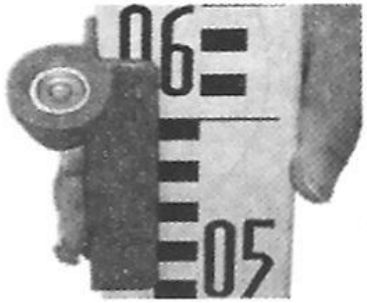




✓ **تراز نبشی**

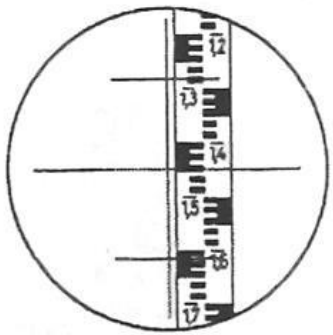
از تراز نبشی جهت کنترل سطوح قائم استفاده می شود. به عنوان مثال جهت قائم نگه داشتن ژالن یا شاخص از آن استفاده می‌شود. تراز نبشی از یک تراز کروی که در بالای یک نبشی فلزی یا پلاستیکی به طول 10 سانتی‌متر تعبیه شده، تشکیل شده است.





✓ **تارهای رتیکول**[12]

خطوط عمود بر هم که در داخل تلسکوپ دوربین بین عدسیهای شی و منشور مستقیم کننده تلسکوپ قرار دارد که تمام قرائتهای روی شاخص با استفاده از این تارها می باشد.

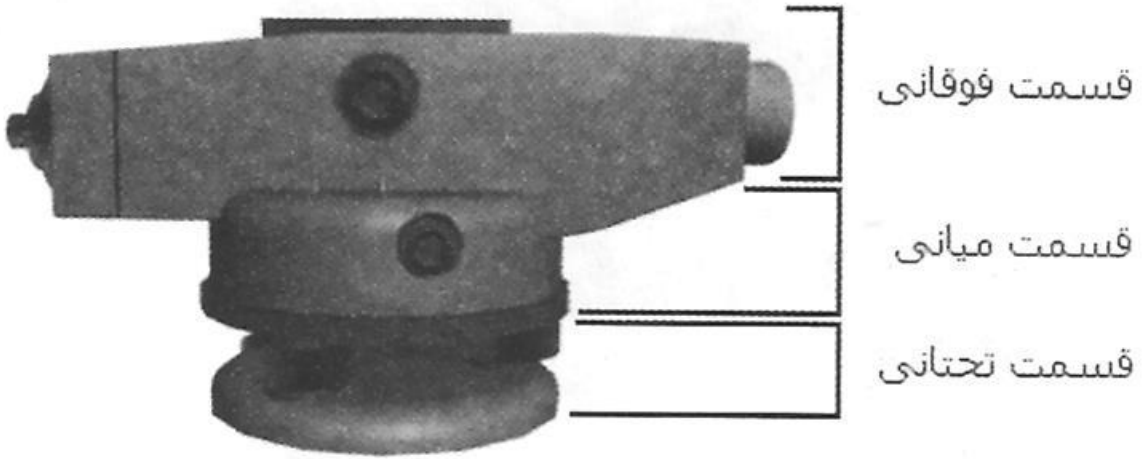


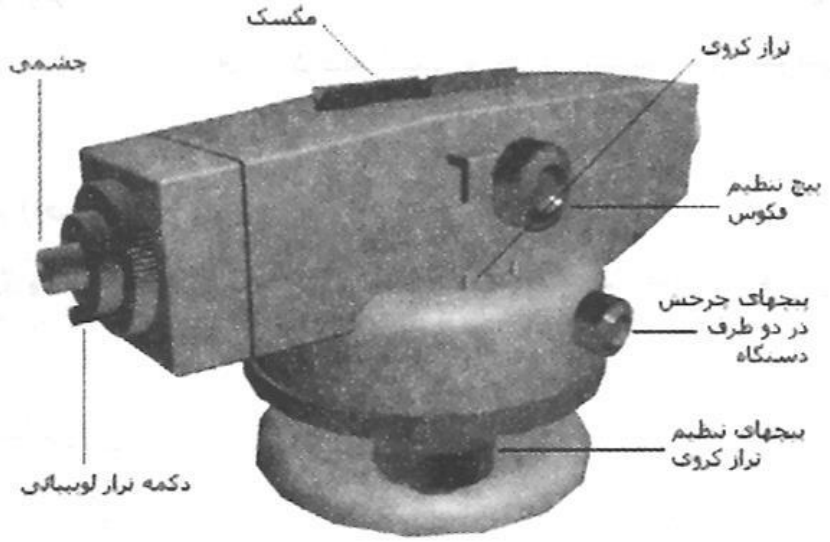
ساختمان دستگاه ترازیاب به طور کلی از سه قسمت زیر تشکیل شده است:

الف- قسمت فوقانی: شامل تلسکوپ و وسایل قراولروی می باشد.

ب- قسمت میانی: شامل ترازهای کروی و استوانه ای می باشد.

پ- قسمت تحتانی: شامل پیچهای تراز کننده و صفحه اتصال دستگاه بر روی سه پایه می باشد.





شکل ۴-۲۳: قسمتهای مختلف دستگاه ترازیاب

- ✓ **پیچهای تراز دوربین**

در زیر دوربین سه عدد پیچ وجود دارد که جهت تراز کردن ترازیاب بر روی سه پایه به کار می روند. این سه پیچ به شکل یک مثلث در زیر دوربین قرار گرفته اند.

- ✓ **پیچ های تنظیم چرخش دوربین**

این دوربینها می توانند 360 درجه به دور خود بچرخند جهت افزایش دقت حرکت دوربین دو عدد پیچ در طرفین دوربین وجود دارد که این پیچها به هم متصل می باشند به طوری که با چرخش یکی پیچ دیگری هم به همان اندازه خواهد چرخید. در واقع با این پیچها می توان چرخش دوربین را با دقت بیشتری کنترل کرد.

- ✓ **پیچ فوکوس**

با توجه به اینکه فاصله شاخص تا دوربین همواره ثابت نیست و در فواصل مختلفی نسبت به دوربین قرار می گیرد، لذا جهت داشتن تصویری واضح باید از پیچ تنظیم فوکوس استفاده نمود.

- ✓ **چشمی دوربین**

توسط چشمی دوربین به سمت شاخص قراولروی (نشانه روی) نموده و توسط یک پیچ کوچکی که روی چشمی تعبیه شده جهت تنظیم دقیقتر تارهای رتیکول از آن استفاده می شود.

- ✓ **چشمی زاویه یاب**

در بعضی ترازیابها امکان خواندن زوایا و یا مشخص نمودن زوایا در روی زمین با دقت 1 درجه وجود دارد. با این حال دقت آن چندان مطلوب کارهای نقشه برداری نبوده و بهتر است برای یافتن زاویه بین دو امتداد از دوربینهای زاویه یاب (تئودولیت) استفاده شود.

- ✓ **مگسک قراولروی**

مگسک در بالای دوربین قرار گرفته است و جهت نشانه روی تقریبی به روی شاخص از آن استفاده می شود.

- ✓ **محور قائم (اصلی)**

وقتی دستگاه تراز باشد امتداد قائم دستگاه منطبق بر امتداد شاقولی در آن نقطه خواهد بود.

- ✓ **محور کلیماسیون**

خطی که مرکز تارهای رتیکول را به مرکز عدسی های شئ و چشمی وصل می کند.

- ✓ **محور لوله تراز**

خطی است که در مرکز حباب تراز به لوله تراز مماس می باشد. اگر دستگاه ترازیاب سالم و تراز باشد این خط موازی محور کلیماسیون خواهد بود.

ساختمان تراز

یک محفظه فلزی یا شیشه ای است که در داخل آن یک مایع فرار مثل الکل یا اتر می ریزند حجم مایع کمی کمتر از حجم تمام محفظه بوده و به قسمت کوچکی از حجم محفظه باقی مانده به جای خود مایع، بخار آن را می ریزند و به همین خاطر بخار مایع با توجه به کم بودن چگالی نسبت به خود مایع در بالاترین قسمت محفظه قرار می گیرد. شکل زیر مجوعه ای از ترازها را نشان می دهد.[3]

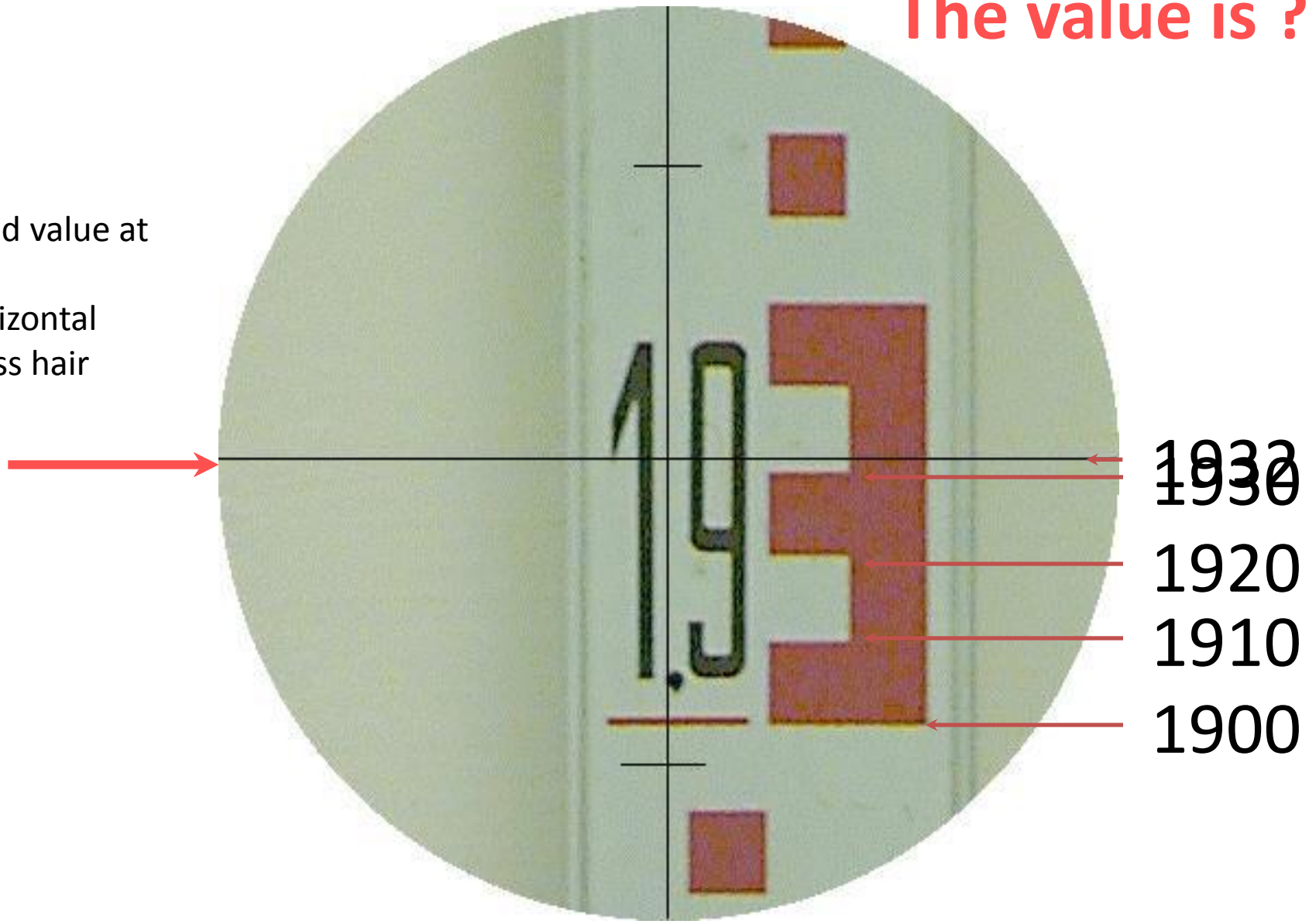
انواع تراز

تراز کروی
تراز استوانه ای
تراز لوبیایی
تراز دیجیتال یا الکترونیکی

Reading an E-type levelling staff

The value is ?

Read value at the horizontal cross hair



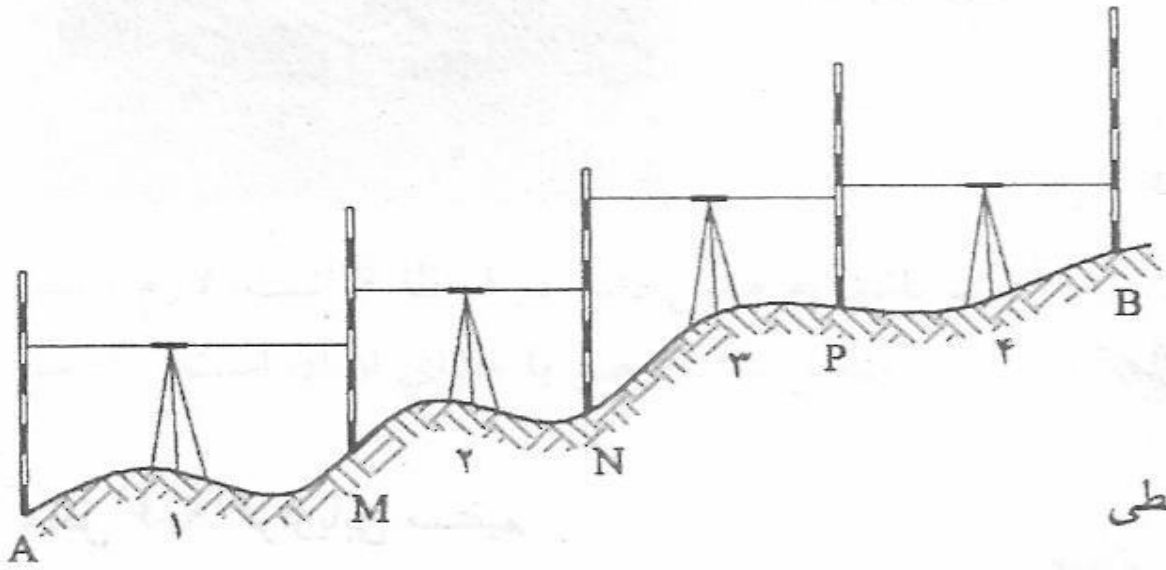
- **روش های تراز یابی مستقیم یا هندسی**

- ❑ روش پیمایشی یا خطی
- ❑ روش شعاعی
- ❑ روش ترکیبی

❑ روش پیمایشی یا خطی

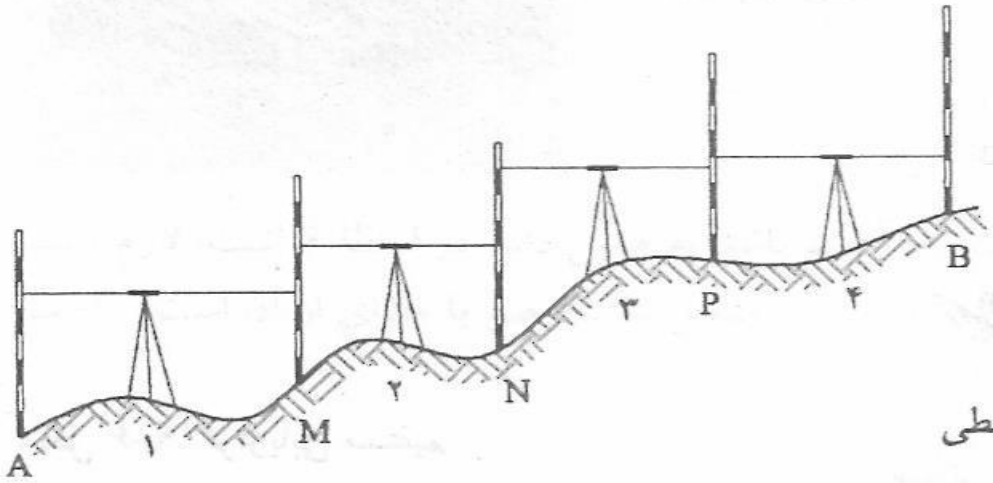
اگر فاصلهٔ بین دو نقطه زیاد باشد یا اختلاف ارتفاع بین دو نقطه بیشتر از طول شاخص باشد نمی‌توان با یک ایستگاه ترازیابی، اختلاف ارتفاع بین دو نقطه را تعیین کرد. در این موارد لازم می‌شود به جای یک ایستگاه، از چند ایستگاه ترازیابی و به جای دو نقطه، از نقاط بیشتری (نقاط کمکی) برای استقرار شاخص استفاده شود.

فرض می‌کنیم هدف، تعیین اختلاف ارتفاع بین‌دونقطهٔ A و B باشد و بنا به دلائل فوق نتوانیم با یک مرتبه ایستگاه گذاری به مقصود فوق برسیم. دراین حالت از نقاط واسطهٔ M، N و P برای استقرار شاخص و از ایستگاه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ برای استقراردستگاه استفاده می‌کنیم،



ترازیابی خطی

❑ روش پیمایشی یا خطی



ترازیابی خطی

$$\Delta H_1 = H_M - H_A = BS_1 - FS_1$$

$$\Delta H_2 = H_N - H_M = BS_2 - FS_2$$

$$\Delta H_3 = H_P - H_N = BS_3 - FS_3$$

$$\Delta H_4 = H_B - H_P = BS_4 - FS_4$$

با جمع دو طرف روابط فوق خواهیم داشت.

$$\Sigma\Delta H = H_B - H_A = \Sigma BS - \Sigma FS$$

❑ روش پیمایشی یا خطی - مثال

مثال۳: ترازیابی پیمایشی زیر را کامل کنید؟(در صورتیکه ارتفاع نقطهA برابر 760.453m باشد)

شماره نقاط	قرائت عقب (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (mm)	ارتفاع نقاط (m)
A	1354			760.453
1	1268	1145		
2	3002	1023		
3	2531	0245		
4	3987	0020		
5	0017	1457		
6	0948	1368		
7	1598	2598		
8		1196		

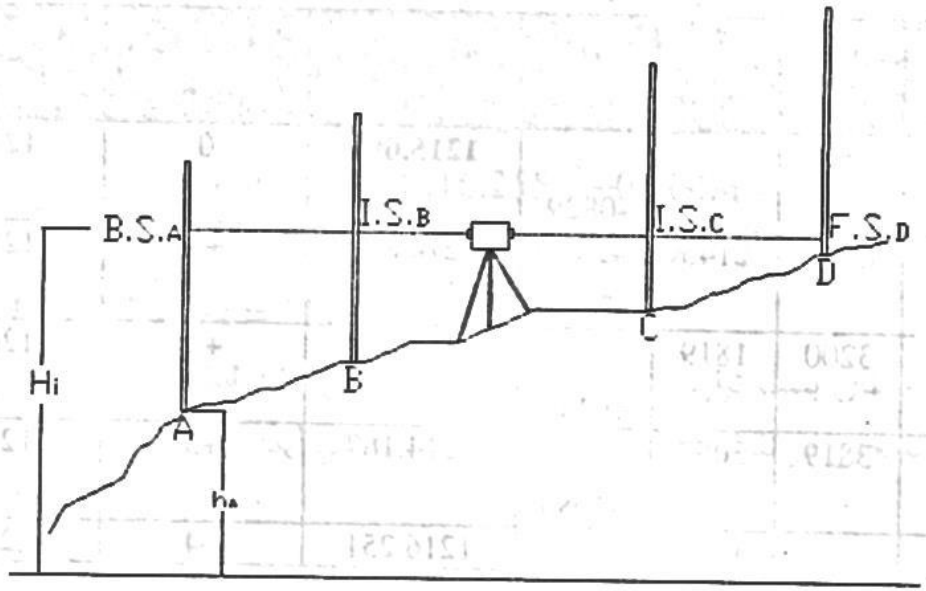
❑ روش پیمایشی یا خطی – حل مثال

$$
\begin{cases}
h_1 - h_A = B.S.1 - F.S.1 = 1.354 - 1.145 = 0.209m \\
\Rightarrow h_1 = h_A + \Delta H_{A.1} = 760.453 + 0.209 = 760.662m \\
h_2 - h_1 = B.S.2 - F.S.2 = 0.245m \Rightarrow h_2 = h_1 + \Delta H_{1.2} = 760.907m \\
h_3 - h_2 = B.S.3 - F.S.3 = 2.757m \Rightarrow h_3 = h_2 + \Delta H_{2.3} = 763.664m \\
\dots
\end{cases}
$$

شماره نقاط	قرائت عقب (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (mm)	ارتفاع نقاط (m)
A	1354		209	760.453
1	1268	1145	245	760.662
2	3002	1023	2757	760.907
3	2531	0245	2511	763.664
4	3987	0020	2530	766.175
5	0017	1457	-1351	768.705
6	0948	1368	-1650	767.354
7	1598	2598	402	765.704
8		1196		766.106

❑ روش شعاعی

در ترازیابی شعاعی ابتدا یک نقطه را مبدا را گرفته و سپس دوربین را در یک نقطه دیگر ثابت گذاشته و ارتفاع نقاط دیگر را نسبت به نقطه مبدا پیدا می کنیم. تفاوت ترازیابی شعاعی با ترازیابی پیمایشی در این است که در روش ترازیابی پیمایشی دوربین متحرک بوده ولی در روش ترازیابی شعاعی دوربین ثابت است. لازم به ذکر است در ترازیابی شعاعی، در یک ایستگاه بیش از دو شاخص قرائت می شود که اولین قرائت را قرائت عقب، آخرین قرائت را قرائت جلو و قرائت های بین این دو قرائت را قرائت های میانی[۲۵] (I.S.) می نامیم.



ترازیابی شعاعی

$$H_i = h_A + B.S._A$$
$$h_B = H_i - I.S._B$$
$$h_C = H_i - I.S._C$$
$$h_D = H_i - F.S._D$$

❑ روش شعاعی (ادامه)

لذا شرایط استفاده از ترازیابی شعاعی به صورت زیر خواهد بود:

الف) فاصله نقاط ترازیابی کمتر از 60 متر (حدودا) باشد.

ب) توپوگرافی زمین به نحوی باشد که امکان قرائت نقاط نزدیک نیز فراهم آید.

کاربرد این روش در کارهای ترازیابی نظیر شبکه بندی، تهیه پروفیل طولی و عرضی از یک مسیر راه، کنترل و یا پیاده نمودن محل ستونهای ساختمانها و غیره می باشد.

❑ روش شعاعی - مثال

مثال۶: اگر ارتفاع نقطه A برابر 1518.928m باشد ارتفاع بقیه نقاط جدول ذیل را محاسبه کنید؟

شماره نقاط	B.S. (mm)	I.S. (mm)	F.S. (mm)	H_i (m)	ارتفاع نقاط (m)
A	2385				**1518.928**
B		1631			
C		1101			
D	2199		3398		
E		0985			
F		2819			
G		2008			
H			1740		

❑ روش شعاعی - حل مثال

$$\begin{cases} H_{i1} = h_A + B.S._A = 1518.928 + 2.385 = 1521.313m \\ h_B = H_{i1} - I.S._B = 1521.313 - 1.631 = 1519.682m \\ h_C = H_{i1} - I.S._C = 1521.313 - 1.101 = 1520.212m \\ h_D = H_{i1} - F.S._D = 1521.313 - 3.398 = 1517.915m \end{cases}$$

به همین ترتیب برای ترازیابی شعاعی دوم نیز محاسبات لازم را انجام می دهیم.

$$\begin{cases} H_{i2} = h_D + BS._D = 1517.915 + 2.199 = 1520.114 \\ h_E = H_{i2} - IS._E = 1519.129 \\ h_F = H_{i2} - IS._F = 1517.295 \\ h_G = H_{i2} - IS._G = 1518.106 \\ h_H = H_{i2} - FS._H = 1518.374 \end{cases}$$

شماره نقاط	B.S. (mm)	I.S. (mm)	F.S. (mm)	H_i (m)	ارتفاع نقاط (m)
A	2385			1521.313	**1518.928**
B		1631			1519.682
C		1101			1520.212
D	2199		3398	1520.114	1517.915
E		0985			1519.129
F		2819			1517.295
G		2008			1518.106
H			1740		1518.374

کنترل محاسبات:

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

$$1518.374 - 1518.928 = (2.385 + 2.199) - (3.398 + 1740)$$

$$-0.554 = -0.554$$

پایان جلسه

درس نقشه برداری ۱

جلسه پنجم

ترازیابی

فرید اسماعیلی
Farid_63@yahoo.com
www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت

- روش های کنترل در عملیات تراز یابی

❑ **تغییر ارتفاع خط نشانه روی**

جابجایی محل ترازیاب بعد از مجموعه قرائت اول، و قرائت مجدد از محل جدید. (اختلاف ارتفاع حاصل باید یکی باشد)

❑ **استفاده از شاخص های دو رو**

انجام قرائت های عقب و جلو از هر دو سمت مدرج شده شاخص

❑ **استفاده از شاخص های مضاعف**

قرائت مجدد از روی شاخص هایی که دو ستون درجه بندی دارند.

❑ **قرائت هر سه تار رتیکول**

اختلاف بین قرائت های تار بالا با تار وسط باید با تقریب حداکثر ۱ تا ۲ میلیمتر برابر با اختلاف بین قرائت های تار وسط و تار پایین باشد. و همچنین:

$$D = (\text{قرائت تار بالا} - \text{قرائت تار پایین}) \times ۱۰۰ \text{ (فاصله افقی دوربین تا شاخص)}$$

❑ **روش رفت و برگشت** (توضیح در ادامه)

❑ **ترازیابی بین ۲ نقطه معلوم** (توضیح در ادامه)

❑ **روش تراز یابی بسته** (توضیح در ادامه)

❑کنترل ترازیابی به روش رفت و برگشت و بسته

و یا ترازیابی پیمایشی ممکن است از یک نقطه معلوم شروع و به همان نقطه ختم شود در این حالت مجموع اختلاف ارتفاع های نقاط باید برابر صفر باشد. $(\sum \Delta H = 0)$ اما با توجه به وجود خطاها، خطای بست ترازیابی برابر صفر نبوده و از رابطه زیر مقدار خطای بست ترازیابی محاسبه می شود:

خطای بست ترازیابی $e = \sum B.S. - \sum F.S.$

همچنین مقدار مجاز خطای بست ترازیابی از رابطه ذیل تعیین می شود:

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

K: مقدار آن برحسب نوع درجه ترازیابی از جدول ۴-۳ استخراج می شود.[11]

L: طول مسیر پیمایش برحسب کیلومتر

e: مقدار خطای مجاز در ترازیابی برحسب mm

جدول ۴-۳

درجه ترازیابی	1	2	3	4
K^{mm}	4	8	12	20

❑کنترل ترازیابی به روش ترازیابی بین دو نقطه با ارتفاع معلوم

ترازیابی پیمایشی معمولا از یک نقطه معلوم[۲۴] شروع و به یک نقطه معلوم دیگر ختم می شود. جهت کنترل ترازیابی ارتفاع بدست آمده برای نقطه آخر با ارتفاع واقعی مقایسه می شود که اختلاف این دو مقدار را خطای بست ترازیابی (e) گویند.

خطای بست ترازیابی $e = (h_B - h_A) - (\sum B.S. - \sum F.S.)$

اختلاف ارتفاع ترازیابی شده - اختلاف ارتفاع معلوم =

❑سرشکنی خطاها در روش کنترل ترازیابی به روش رفت و برگشت، بسته و ترازیابی بین دو نقطه با ارتفاع معلوم

-

در صورت مجاز بودن خطای بست ترازیابی آنرا طبق رابطه زیر سرشکن می کنند:

$$s = \frac{e}{n}$$

که در آن n: تعداد ایستگاههای که باید ارتفاع آنها تصحیح شود، e: مقدار خطای ترازیابی و s: مقدار خطای سهم هر ایستگاه می باشد.

طبق جدول زیر ارتفاع تصحیح شده نقاط را بدست آورید؟ (با فرض اینکه طول مسیر ترازیابی شده 4 کیلومتر، K=20 و ارتفاع نقطه A برابر 1000 متر باشد)

شماره	قرائت عقب (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (mm)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	1192					
1	1425	1582				
2	1449	1545				
3	1447	1670				
4	1593	1525				
5	0858	0305				
6	1668	2000				
7	1735	1379				
8	1658	1675				
A		1380				

شماره	قرائت عقب (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (mm)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	1192		-390	1000		
1	1425	1582	-120	999.610		
2	1449	1545	-221	999.490		
3	1447	1670	-78	999.269		
4	1593	1525	1288	999.191		
5	0858	0305	-1142	1000.479		
6	1668	2000	289	999.337		
7	1735	1379	60	999.626		
8	1658	1675	278	999.686		
A		1380		999.964		

خطای بست ترازیابی $e = h_E$ (از ترازیابی بدست آورده ایم) $- h_E$ (ارتفاع واقعی)

$$= 999.964 - 1000 = -0.036m = -36mm$$

حال مقدار مجاز خطای بست ترازیابی را محاسبه می کنیم:

$$e_{\max} = \pm K^{mm}\sqrt{L^{km}} \Rightarrow e = \pm 20^{mm}\sqrt{4^{km}} \cong \pm 40mm$$

چون مقدار خطای بست ترازیابی از خطای مجاز کمتر می باشد لذا می توان خطا را سرشکن کرد. مقدار تصحیح هر نقطه ترازیابی از رابطه زیر بدست می آید:

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

که در آن c_i : تصحیح نقطه iام، p: شماره نقطه، e: خطای کل ترازیابی و n: تعداد کل نقاط می باشد. لذا مقدار تصحیح نقطه اول به صورت زیر محاسبه می شود:

$$c_1 = -\frac{-36^{mm} \times 1}{9} = +4mm$$

مقدار تصحیح برای ایستگاه دوم:

$$c_2 = -\frac{-36^{mm} \times 2}{9} = +8mm$$

و به همین ترتیب مقدار تصحیح برای بقیه نقاط محاسبه می شود.

شماره	قرائت عقب (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (mm)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	1192		-390	**1000**	0	**1000.000**
1	1425	1582	-120	999.610	+4	999.614
2	1449	1545	-221	999.490	+8	999.498
3	1447	1670	-78	999.269	+12	999.281
4	1593	1525	1288	999.191	+16	999.207
5	0858	0305	-1142	1000.479	+20	1000.499
6	1668	2000	289	999.337	+24	999.361
7	1735	1379	60	999.626	+28	999.654
8	1658	1675	278	999.686	+32	999.718
A		1380		999.964	+36	**1000.000**

مثال۵: مطابق جدول زیر ترازیابی هندسی (مستقیم) در مسیر ABCDE انجام شده است. اگر ارتفاع نقطه A برابر 1215.691m متر و ارتفاع نقطه E برابر 1216.255m باشد، در صورت مجاز بودن خطای ترازیابی ارتفاعات تصحیح شده نقاط را بدست آورید. (در صورتیکه طول مسیر ترازیابی شده 500m و K=12mm باشد.)

شماره نقاط	B.S. (mm)	F.S. (mm)	ΔH (mm)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	1316					
B	0981	2145				
C	3200	1819				
D	3819	3057				
E		1735				

ابتدا اختلاف ارتفاع و سپس ارتفاع هر نقطه را بدست می آوریم.

$$h_B = h_A + \Delta H_{AB} = 1215.691 + (-0.829) = 1214.862m$$
$$h_C = h_B + \Delta H_{BC} = 1214.862 + (-0.838) = 1214.024m$$
$$h_D = h_C + \Delta H_{CD} = 1214.024 + 0.143 = 1214.167m$$
$$h_E = h_D + \Delta H_{DE} = 1214.167 + 2.084 = 1216.251m$$

شماره نقاط	B.S. (mm)	F.S. (mm)	ΔH (mm)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	1316		-0829	**1215.691**		
B	0981	2145	-0838	1214.862		
C	3200	1819	+0143	1214.024		
D	3819	3057	+2084	1214.167		
E		1735		1216.251		

چون ارتفاع واقعی نقطه E برابر 1216.255m و ارتفاع بدست آمده از ترازیابی برابر 1216.251m می باشد. در نتیجه مقدار خطای بست ترازیابی از رابطه زیر بدست می آید:

خطای بست ترازیابی $e = h_E$ (از ترازیابی بدست آورده ایم) $- h_E$ (ارتفاع واقعی)

$$= 1216.251 - 1216.255 = -0.004m = -4mm$$

حال مقدار مجاز خطای بست ترازیابی را محاسبه می کنیم:

$$e_{\max} = \pm K^{mm}\sqrt{L^{km}} \Rightarrow e = \pm 12^{mm}\sqrt{0.5^{km}} \cong \pm 8.5mm$$

چون مقدار خطای بست ترازیابی از خطای مجاز کمتر می باشد لذا می توان خطا را سرشکن کرد. مقدار تصحیح هر نقطه ترازیابی از رابطه زیر بدست می آید:

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

که در آن c_i : تصحیح نقطه iام، p: شماره نقطه، e: خطای کل ترازیابی و n: تعداد کل نقاط می باشد. لذا مقدار تصحیح نقطه اول به صورت زیر محاسبه می شود:

$$c_1 = -\frac{-4^{mm} \times 1}{4} = +1mm$$

مقدار تصحیح برای ایستگاه دوم:

$$c_2 = -\frac{-4^{mm} \times 2}{4} = +2mm$$

مقدار تصحیح برای ایستگاه سوم:

$$c_3 = -\frac{-4^{mm} \times 3}{4} = +3mm$$

مقدار تصحیح برای ایستگاه چهارم:

$$c_4 = -\frac{-4^{mm} \times 4}{4} = +4mm$$

حال نوبت به محاسبه ارتفاعات سرشکن شده می رسد.

$$h_A' = h_A + 0 = 1215.691 + 0.000 = 1215.691m$$

$$h_B' = h_B + c_1 = 1214.862 + 0.001 = 1214.863m$$

$$h_C' = h_C + c_2 = 1214.024 + 0.002 = 1214.026m$$

$$h_D' = h_D + c_3 = 1214.167 + 0.003 = 1214.170m$$

$$h_E' = h_E + c_4 = 1216.251 + 0.004 = 1216.255m$$

مقدار تصحیح و ارتفاعات سرشکن شده نقاط را به جدول زیر منتقل می کنیم.

شماره نقاط	B.S. (mm)	F.S. (mm)	ΔH (mm)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	1316		-0829	**1215.691**	0	**1215.691**
B	0981	2145	-0838	1214.862	+1	1214.863
C	3200	1819	+0143	1214.024	+2	1214.026
D	3819	3057	+2084	1214.167	+3	1214.170
E		1735		1216.251	+4	**1216.255**

برگه ترازیابی	تاریخ :	نوع دستگاه :	
نام مؤسسه :	عامل :	شماره دستگاه :	
نام منطقه :	نویسنده :	شماره صفحه :	

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

تمرین ۱ :

۷. عملیات ترازیابی بین نقاط A، B و C به‌صورت رفت و برگشت انجام و در جدول زیر ثبت شده است.

(الف) ارتفاع نقاط را حساب کنید.

(ب) ارتفاع تصحیح شده را حساب کنید و در جدول بنویسید.

(ج) خطای بربست و خطای بربست مجاز عملیات را در صورتی که طول مسیر در رفت‌وبرگشت حدود ۲۵۶۰ متر باشد، محاسبه کنید (خطای ترازیابی در هر کیلومتر را $۱۲ \frac{mm}{KM}$ فرض می‌کنیم).

(د) ارتفاع تصحیح شده نقطه‌های B و C را به‌دست آورید.

تمرین ۱ (ادامه)

نقطه	دید عقب $B.S$	H_I	دید جلو $F.S$	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع H_e تصحیح‌شده
A	۳۱۶۱			۵۷۴٫۶۲۰		
CH_1	۳۰۰۵		۲۴۳۶			
CH_2	۲۹۵۴		۰۷۴۸			
B	۳۹۲۱		۰۰۰۶			
CH_3	۲۵۴۲		۰۸۶۵			
C	۰۸۶۶		۰۲۰۰			
CH_4	۱۰۵۴		۳۹۱۱			
D	۰۰۶۵		۳۴۱۴			
CH_5	۰۳۸۳		۲۷۶۲			
CH_6	۱۹۶۵		۳۳۳۲			
A			۲۲۵۸			

۱. ارتفاع نقاط را در جدول ترازیابی زیر تکمیل کنید: ۸

شماره	B.S	I.S	F.S	ΔH	H
A	۱۲۶۰				۱۰۰
۱		۲۵۱۰			
۲		۱۶۶۵			
۳		۱۸۲۰			
۴	۲۱۱۲		۱۹۶۶		
۵		۱۹۹۰			
۶		۲۱۴۰			
۷	۲۸۱۰		۲۵۶۰		
۸		۳۱۰۱			
۹	۲۵۶۶		۳۱۱۴		
$BM_۲$			۳۱۱۸		

جدول زیر قسمتی از یک قرائت ترازیابی را نشان می دهد در صورتی که ارتفاع نقطه ۳ ، ۱۰۲ متر بدست آید ارتفاع B.M چند متر بوده است؟ (کارشناسی ارشد ۸۷)

الف)۱۰۱ ب)۱۰۲ ج)۱۰۳ د)۱۰۴

جواب:گزینه د

P	B.S	M.S	F.S	H(m)
B.M	۲۰۰۰			
۱		۱۰۰۰		
۲	۱۵۰۰		۳۰۰۰	
۳		۲۵۰۰		۱۰۲.۰۰۰

قرائت های عقب و جلو بر روی شاخص هایی مستقر بر نقاط M و N به ترتیب ۱۸۳۰ و ۳۳۳۰ میلی متر است،شیب امتداد MN چند درصد است؟(کاردانی به کارشناسی ۸۴) (طول MN ۷۵ متر می باشد)

الف)۱ ب)۲ ج)۳ د)۴

جواب: گزینه ب

بعد از انجام یک عمل ترازیابی و تنظیم جدول مربوطه، مجموع قرائت های عقب و جلو به ترتیب ۱۱۲۶۷ میلی متر و ۱۲۵۸۳ میلی متر محاسبه شده است.اختلاف ارتفاع نقاط ابتدا و انتها چند متر است؟(کاردانی به کارشناسی۸۶)

الف)۱.۳۱۶+ ب)۱.۳۱۶ـ ج)۱.۱۱۶− د)۱.۱۱۶+

جواب:گزینه ب

در جدول ترازیابی زیر قرائت سه تار رتیکول و ارتفاعات محاسبه شده نقاط A و B و C با استفاده از ارتفاع BM دیده می شود.x و y به ترتیب چند میلی متر بوده اند؟(کاردانی به کارشناسی۸۵)

الف)۱۲۵۵و۲۵ ب)۱۷۷۵و۲۵ ج)۱۲۲۵و۳۵ د)۱۷۷۵و۳۵

جواب:گزینه ج

P	B.S	M.S	F.S	H(m)
B.M	1852			100
A		2027		99/825
B	X		Y	101/817
C			1515	101/557

۸۲- در یک ترازیابی نقاط مطابق جدول قرائت نقاط دیده می شود، جمله صحیح کدام است؟

نقاط	B.S	I.S	F.S
A	۲۱۷۰		۳۲۱۰
B		۲۸۵۰	
C		۱۵۸۰	
E	۲۰۰۱		۳۷۰۰

الف) $H_E \langle H_B \langle H_A \langle H_C$

ب) $H_C \langle H_A \langle H_B \langle H_E$

ج) $H_A \langle H_B \langle H_E \langle H_C$

د) $H_B \langle H_E \langle H_C \langle H_A$

پایان جلسه

درس نقشه برداری ۱

جلسه ششم

ترازیابی (ادامه)، زاویه یابی

فرید اسماعیلی
Farid_63@yahoo.com
www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت

پروفیل (مقطع)

برای نشان دادن پستی و بلندی زمین در طول یک امتداد مشخص مانند راه، برش فرضی به زمین داده می‌شود.

پروفیل، برش قائمی است از زمین که در امتداد محور مشخصی تهیه می‌شود. **منظور از تهیه پروفیل، مشخص نمودن ارتفاع نقاط مختلف سطح زمین در امتداد محوری خاص می‌باشد.**

پروفیل دو نوع می‌باشد:

۱. پروفیل طولی که منطبق بر امتداد مسیر می‌باشد.

۲. پروفیل عرضی که عمود بر امتداد مسیر می‌باشد.

روش‌های بدست آوردن پروفیل

برای تهیه نمودن پروفیل زمین در امتدادی مشخص، از دو روش می‌توان استفاده نمود:

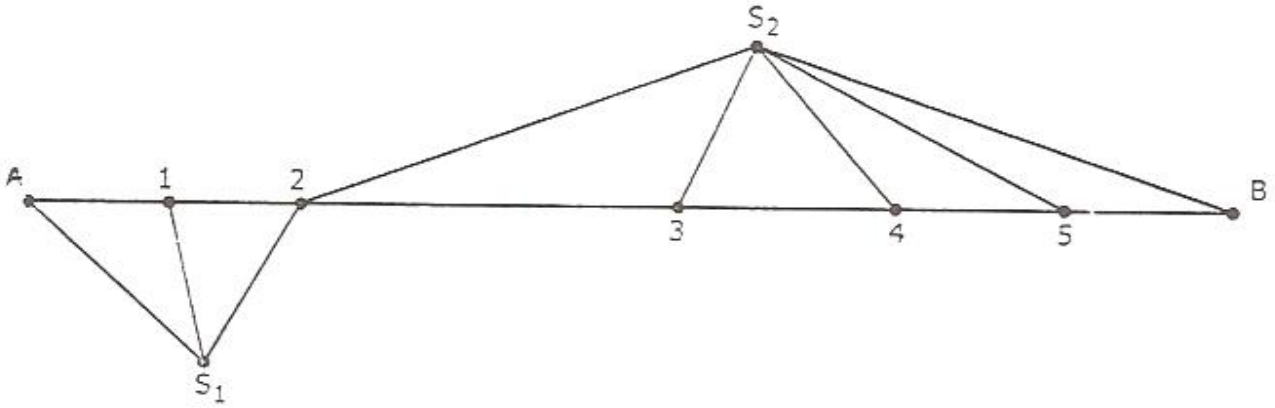
الف. روش مستقیم: در این روش بعد از انجام عملیات زمینی، اندازه‌گیری فاصله افقی و اختلاف ارتفاع نقاطی که روی امتداد مشخص قرار دارند، پروفیل (مقطع) را ترسیم می‌کنند.

ب. روش غیرمستقیم: در این روش بعد از ترسیم پلان با خطوط تراز از منطقه‌ای که امتداد در آن قرار دارد، پروفیل (مقطع) ترسیم می‌شود.

روش مستقیم تهیه مقطع از زمین

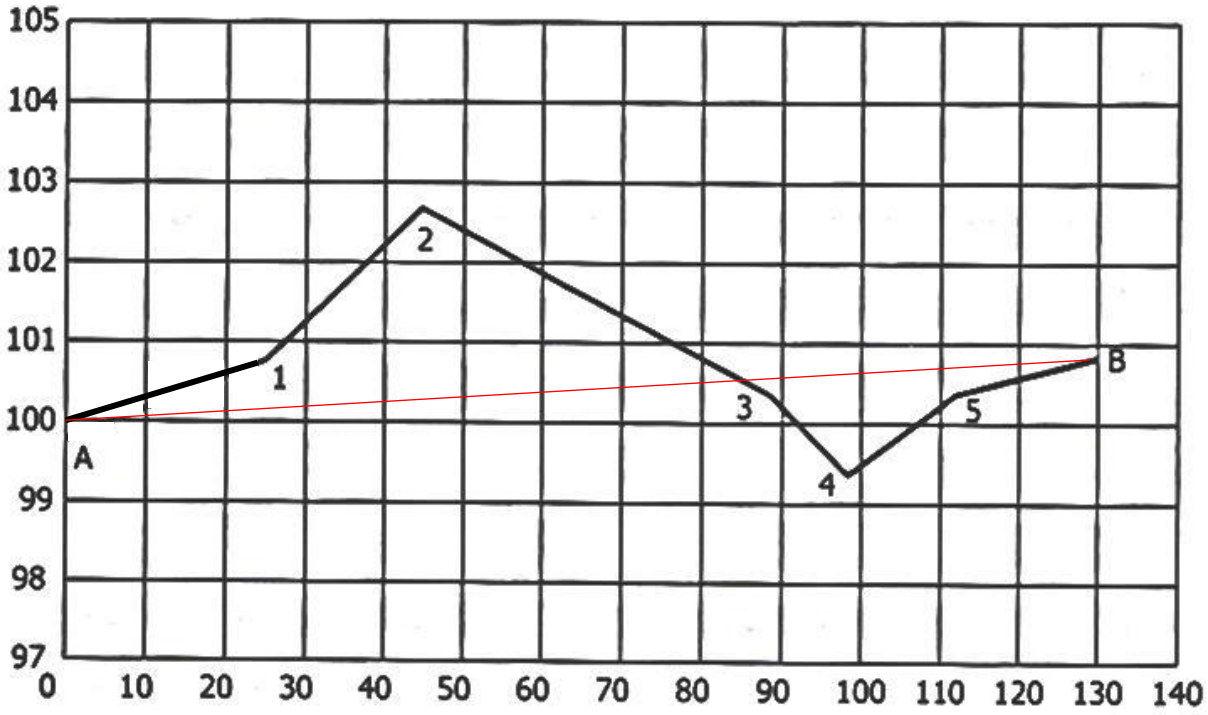
بر روی زمین، امتداد مورد نظر را میخ‌کوبی می‌کنیم. فاصله میخ‌ها از یکدیگر یکسان نمی‌باشد و تعداد آنها به شیب زمین بستگی دارد. هر جا شیب زمین تغییر نماید، میخ کوبی می‌کنیم. فاصلهٔ میخ‌ها را بصورت پی‌درپی اندازه‌گیری نموده و با ترازیابی ارتفاع آنها را مشخص می‌کنیم. سپس با مشخص نمودن ارتفاعات نقاط و فاصله آنها از یکدیگر، بر روی کاغذ مشبک میلیمتری دو محور عمود بر هم ترسیم نموده و هر نقطه را با مختصات دوگانه‌اش بر روی دستگاه مختصات پیدا نموده و سپس نقاط بدست آمده را به هم وصل می‌کنیم.

مثال: در امتداد AB پنج نقطهٔ تغییر شیب وجود دارد. پس از اندازه‌گیری فواصل نقاط از یکدیگر، از ایستگاههای S_1 و S_2 آنها را ترازیابی نموده‌ایم.



جدول ترازیابی مطابق شکل زیر تنظیم نموده و فرض می‌کنیم که ارتفاع نقاط A برابر ۱۰۰ متر می‌باشد. سپس ارتفاع دیگر نقاط را بدست می‌آوریم.

نقاط	قرائت عقب B.S	قرائت وسط I.S	قرائت جلو F.S	اختلاف ارتفاع +	اختلاف ارتفاع -	فاصله نقاط از یکدیگر	ارتفاع	ارتفاع گرد شده برحسب متر
A	۳۵۲۰						۱۰۰/۰۰۰	۱۰۰
۱		۲۶۳۵			۰۸۸۵	۲۳/۴۸	۱۰۰/۸۸۵	۱۰۰/۹
۲	۰۵۴۰		۰۸۱۵		۱۸۲۰	۱۹/۲۰	۱۰۲/۷۰۵	۱۰۲/۷
۳		۲۵۰۵		۱۹۶۵		۴۷/۶۰	۱۰۰/۷۴۰	۱۰۰/۷
۴		۳۹۲۲		۱۴۱۷		۱۰/۲۲	۹۹/۳۲۳	۹۹/۳
۵		۲۷۹۳			۱۱۲۹	۱۴/۲۸	۱۰۰/۴۵۲	۱۰۰/۴
B			۲۱۸۴		۰۶۰۹	۲۰/۰۴	۱۰۱/۰۶۱	۱۰۱



به دلیل اینکه تغییرات طولی میان نقاط خیلی بیشتر از تغییرات ارتفاعی آنها می باشد معمولاً مقیاس محور ارتفاعات را ده برابر مقیاس محور فواصل در نظر میگیرند.

مثال حل شده (صورت سؤال)

می خواهیم دو نقطه A و B را با شیب یکنواخت به یکدیگر وصل کنیم، برای این کار روی امتداد AB، چهار میخ کوبیده و آن را ترازیابی نموده ایم. قرائت های شاخص طبق جدول زیر می باشد، مطلوب است محاسبه شیب خط پروژه و ارتفاع خاکبرداری یا خاکریزی در نقاط میخ کوبی شده؟ ($K = 20$ mm، $h_A = 1580m$ و $h_B = 1590m$)

پروفیل طولی مربوط به جدول برداشت زیر را نیز ترسیم کنید.

فاصله بین نقاط ترازیابی شده	شماره نقاط	B.S. (mm)	F.S. (mm)	ΔH (m)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)	ارتفاع نقاط روی خط پروژه (m)	ارتفاع خاکبرداری یا خاکریزی (m)
50m	A	3725							
100m	1	2989	0156						
50m	2	2029	0521						
150m	3	2582	2051						
150m	4	3380	1161						
$\sum L_i = 500$	B		0806						

خاکریزی: F و خاکبرداری: C

$$h_1 = h_A + \Delta H_{A1} = 1580 + 3.569 = 1583.569m$$
$$h_2 = h_1 + \Delta H_{12} = 1583.569 + 2.468 = 1586.037m$$
$$h_3 = h_2 + \Delta H_{23} = 1586.037 + (-0.022) = 1586.015m$$
$$h_4 = h_3 + \Delta H_{34} = 1586.015 + 1.421 = 1587.436m$$
$$h_B = h_4 + \Delta H_{4B} = 1587.436 + 2.574 = 1590.010m$$

حال خطای بست ترازیابی را بدست می آوریم:

خطای بست ترازیابی $e = h_E$ (از ترازیابی بدست آورده ایم) $- h_E$ (ارتفاع واقعی)

$$= 1590.010 - 1590.000 = 0.010m = 10mm$$

حال مقدار مجاز خطای بست ترازیابی را محاسبه می کنیم.

$$e = \pm K^{mm}\sqrt{L^{km}} \Rightarrow e = \pm 20^{mm}\sqrt{0.5^{km}} \cong 14mm$$

چون مقدار خطای بست ترازیابی از خطای مجاز کمتر می باشد لذا می توان خطا را سرشکن کرد.

$$c = \frac{10^{mm}}{5} = 2mm$$

چون مقدار خطای بست ترازیابی از خطای مجاز کمتر می باشد لذا می توان خطا را سرشکن کرد. مقدار تصحیح هر نقطه ترازیابی از رابطه زیر بدست می آید:

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

که در آن c_i : تصحیح نقطه iام، p: شماره نقطه، e: خطای کل ترازیابی و n: تعداد کل نقاط می باشد. مقادیر تصحیح نقاط را محاسبه و اعمال نمائید.

شیب خط پروژه از رابطه زیر بدست می آید:

$$\alpha = \frac{\Delta H}{L} = \frac{10}{500} = 0.02$$

ارتفاع هر نقطه روی خط پروژه = ارتفاع نقطه ما قبل روی خط پروژه + شیب $\times L_i$

با توجه به فرمول بالا می توان نوشت:

ارتفاع نقطه یک روی خط پروژه = ارتفاع نقطه A روی خط پروژه + $L_1 \times 0.02 = 1580 + 50 \times 0.02 = 1581$

ارتفاع نقطه دو روی خط پروژه = ارتفاع نقطه 1 روی خط پروژه + $L_1 \times 0.02 = 1581 + 100 \times 0.02 = 1583$

ارتفاع نقطه سه روی خط پروژه = ارتفاع نقطه 2 روی خط پروژه + $L_1 \times 0.02 = 1583 + 50 \times 0.02 = 1584$

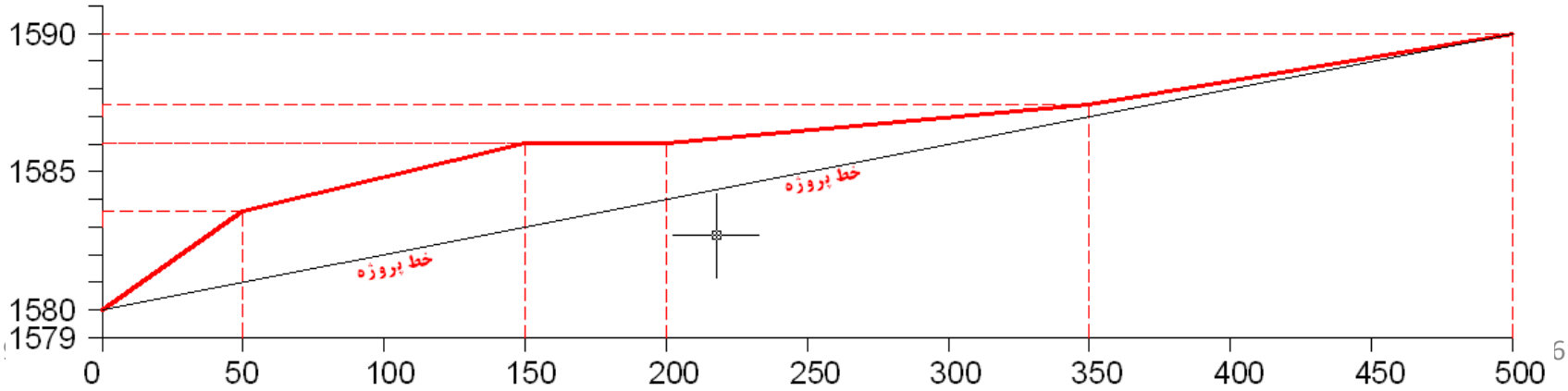
ارتفاع نقطه چهار روی خط پروژه = ارتفاع نقطه 3 روی خط پروژه + $L_1 \times 0.02 = 1584 + 150 \times 0.02 = 1587$

ارتفاع نقطه B روی خط پروژه = ارتفاع نقطه 4 روی خط پروژه + $L_1 \times 0.02 = 1587 + 150 \times 0.02 = 1590$

مثال حل شده (راه حل)

فاصله بین نقاط ترازیابی شده	شماره نقاط	B.S. (mm)	F.S. (mm)	ΔH (m)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)	ارتفاع نقاط روی خط پروژه (m)	ارتفاع خاکبرداری یا خاکریزی (m)
50m	A	3725		3.569	**1580**		**1580**	**1580**	0
100m	1	2989	0156	2.468	1583.569	-0.002	1583.567	1581	2.567C
50m	2	2029	0521	-0.022	1586.037	-0.004	1586.033	1583	3.033C
150m	3	2582	2051	1.421	1586.015	-0.006	1586.009	1584	2.009C
150m	4	3380	1161	2.574	1587.436	-0.008	1587.428	1587	0.428C
$\sum L_i = 500$	B		0806		1590.010	-0.01	1590	1590	0

* خاکریزی: F و خاکبرداری: C

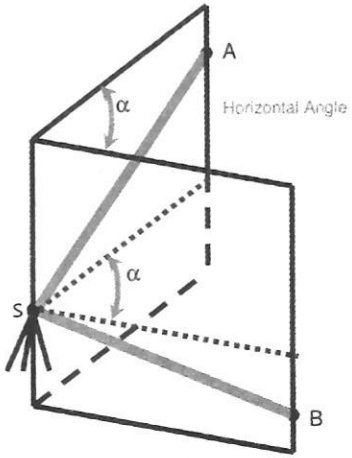


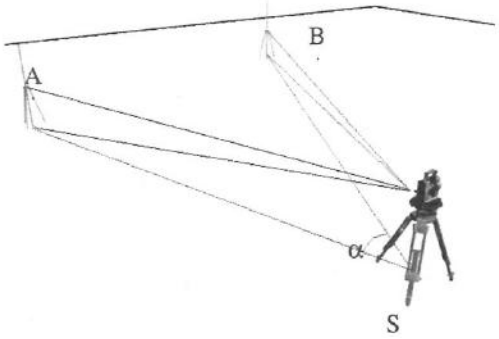
یکی از مهمترین کمیت هایی که در نقشه برداری اندازه گیری می شود، زاویه بین دو امتداد می باشد و عموماً توسط تئودولیت ها (زاویه یاب ها) اندازه گیری می شود.

انواع زوایا

• زاویه افقی

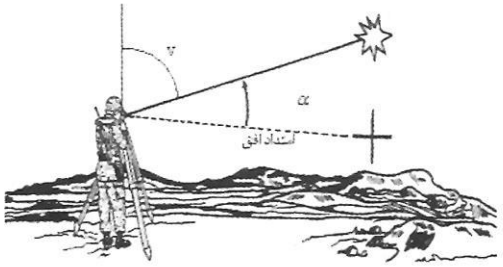
زاویه افقی بین دو امتداد عبارت است از زاویه تصاویر آن دو امتداد در صفحه افق





• زاویه قائم یا زاویه زنیتی

زاویه بین امتداد قائم ایستگاه با امتداد نشانه روی را زاویه قائم یا زاویه سمت الراسی آن امتداد گویند.



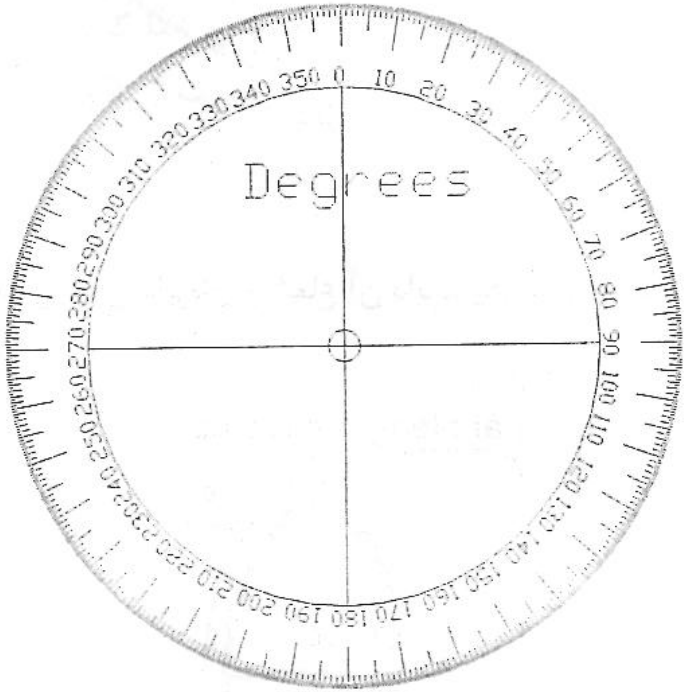
• زاویه شیب یا زاویه ارتفاعی

متمم زاویه قائم یعنی زاویه بین امتداد مورد نظر و تصویرش بر صفحه افق را زاویه شیب گویند.

درجه

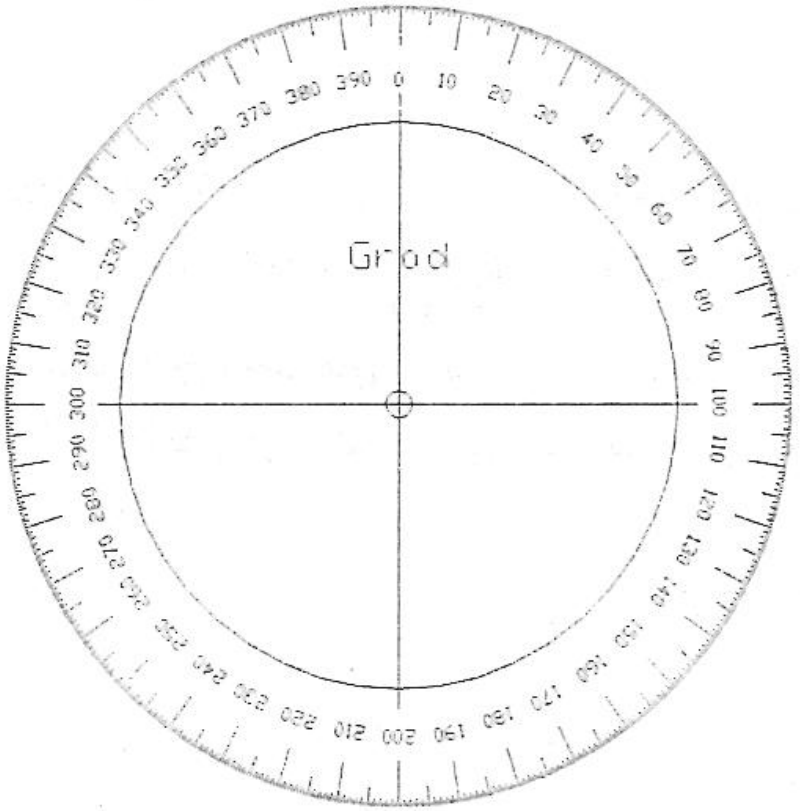
هرگاه محیط دایره را به ۳۶۰ جزء مساوی تقسیم کنیم زاویه مرکزی مقابل به هر جزء آن را یک درجه گویند. به $\frac{1}{60}$ درجه، دقیقه و به $\frac{1}{60}$ دقیقه، ثانیه گویند. درجه پرکاربردترین واحد اندازه گیری زاویه می باشد که جزء واحدهای ۶۰ قسمتی می باشد. لازم به ذکر می باشد عموما درجه را به صورت " ' ° یا اعشار درجه نمایش می دهند. نمونه ای از نمایش زاویه به صورت درجه به صورت زیر می باشد:

$$36°15'46'' = 36.262778°$$



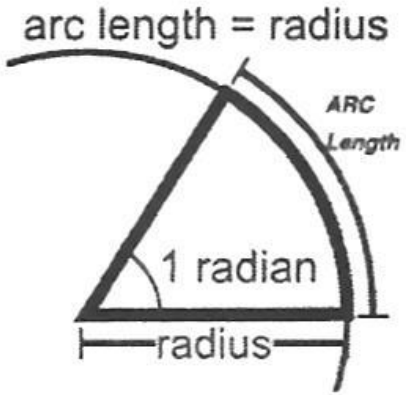
گراد

هرگاه محیط دایره را به ۴۰۰ قسمت مساوی تقسیم کنیم زاویه مرکزی مقابل به هر جزء آن را یک گراد گویند. به $\frac{1}{100}$ گراد، دقیقه گرادی و به $\frac{1}{100}$ دقیقه گرادی، ثانیه گرادی گویند. گراد جزء واحد های ۱۰۰ قسمتی بوده و معمولا آنرا با علامت grad نشان می دهند. نمونه ای از نمایش زاویه به صورت گراد به صورت زیر می باشد: ۳۸۳,۴۱۷۹ grad



رادیان

اگر نسبت بین طول قوس دایره‌ای و شعاع آن دایره، یک باشد زاویه مرکزی مقابل به آن را یک رادیان گویند.



شکل ۵-۳

یک رادیان واحدی از زوایای مسطحه می باشد که برابر با $\frac{180}{\pi}$ درجه یـا ۵۷.۲۹۵۷۸ درجـه است و معمولا با علامت rad نشان داده می شود.

رابطه بین واحدهای مختلف زاویه به صورت زیر می باشد:

$$\frac{D}{360}=\frac{G}{400}=\frac{R}{2\pi}$$

مثال۱: $16°17'$ معادل چند گراد می باشد؟

$$\frac{16°17'}{180}=\frac{x}{200}\Rightarrow x=18.0926\,\text{grad}$$

مثال۲: $117.1398\,grad$ معادل چند رادیان می باشد؟

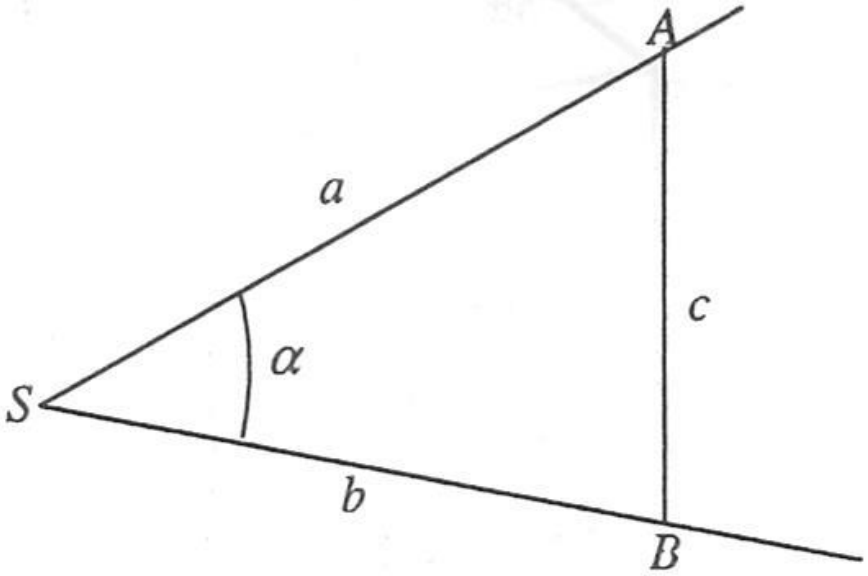
$$\frac{117.1398^{grad}}{200}=\frac{x}{\pi}\Rightarrow x=1.8400277\,rad$$

مثال۳: ۱ میلی گراد چند درجه است؟

$$\frac{0.001^{grad}}{200}=\frac{D}{180}\Rightarrow D=0°0'3.24''$$

جهت زاویه یابی توسط متر، ابتدا اضلاع زاویه مورد نظر را امتدادگذاری کرده (طبق شکل ۵-۴) و سپس از نقطه S به طول دلخواه در روی اضلاع جدا کرده (SA و SB) و با مترکشی، اضلاع مثلث (طولهای a، b و c) را بدست آورده و در نهایت از رابطه کسینوسها طبق رابطه زیر، زاویه $A\hat{S}B = \alpha$ به دست می آید.

$$\cos\alpha = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$$



اولین دستگاه زاویه‌یاب به نام ترانزیت در سال ۱۶۹۰ برای مشاهدات نجومی ساخته شد. این دستگاه، تلسکوپی داشت که حول محور افقی دوران می‌نمود. پس از گذشت حدود یک قرن، با تکمیل تدریجی ساختمان زاویه‌یابهای قدیمی دستگاهی بنام **تئودلیت** ساخته شد که با حجمی کم دارای سرعت عمل و دقت بالایی بود.

برای اندازه‌گیری زوایای افقی و قائم از این دستگاه استفاده می‌گردد. فاصله و اختلاف ارتفاع بین دو نقطه را نیز می‌توان به کمک این دستگاه اندازه‌گیری نمود. تئودلیتها به اقسام مختلف شده‌اند هرچند در ظاهر ممکن است متفاوت به نظر برسند ولی طرز کار اکثر آنها شبیه هم می‌باشد.

دستگاه تئودلیت برای آن که بتواند زوایای افقی و قائم را با دقت اندازه‌گیری کند از سه قسمت تشکیل شده است:

الف) قسمت فوقانی: از یک دو شاخه فلزی U شکل به نام آلیداد تشکیل شده است. موقعی که دوربین تنظیم شده باشد این دو شاخه در حالت قائم قرار می‌گیرد. برای آن که محور اصلی دستگاه در امتداد قائم قرار گیرد، باید تراز نصب شده بین دو شاخه آلیداد را به کمک پیچهای تنظیم پایه، تراز نمود.

یک محور افقی در بالای آلیداد وجود دارد که تلسکوپ دوربین نقشه‌برداری بر روی آن قرار گرفته و در یک صفحه قائم حول این محور افقی دوران می‌کند.

بر روی آلیداد همچنین نقالهٔ قائم (لمب قائم Vertical Limb)، تراز لمب قائم (تراز لوبیایی)، تراز لمب افقی (تراز استوانه‌ای)، پیچ تنظیم تراز قائم و پیچ‌های حرکت تُند و کُند تلسکوپ و آلیداد قرار دارند.

ب) قسمت میانی: محفظه‌ای است که درون آن یک دایره مدرج بصورت افقی قرار گرفته تا زوایای افقی به کمک آن اندازه‌گیری شود. این دایره مدرج را لمب افقی (Horizental Circle) می‌نامند و امتداد محور اصلی دستگاه بر آن می‌گذرد.

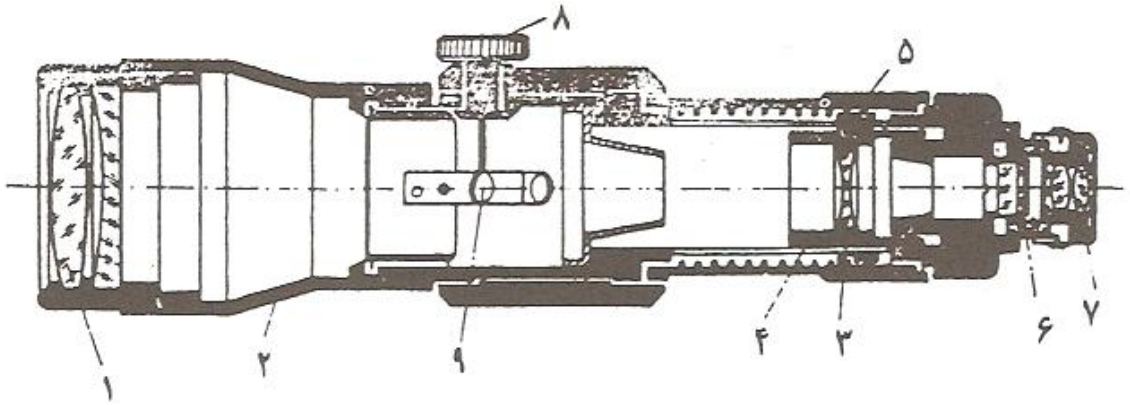
ج) قسمت تحتانی: پایه‌ای است برای دو قسمت بالا و عبارت است از صفحه نگهدارنده دوربین که در اصطلاح (ترابرگ Three-brogue) نامیده می‌شود که دارای سه کفشک می‌باشد و دستگاه بوسیله سه پیچ بنام پیچهای تراز کننده که به این پایه متصلند روی سه پایه تکیه می‌کند. دستگاه به کمک این پیچ‌ها تراز شده و محور اصلی‌اش به حالت قائم در می‌آید. تراز کروی برای تراز نمودن دوربین و شاقول اپتیکی برای مستقر نمودن دوربین بر روی نقاط موردنظر، جزو این قسمت محسوب می‌شوند.

اجزاء متشکله تئودلیت

۱) دوربین نقشه‌برداری (تلسکوپ)

لوله‌ای است استوانه‌ای شکل به طول ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر که از عدسی شی، عدسی چشمی، دیافراگم عدسی میزان، صفحه رتیکول و پیچ تنظیم تصویر تشکیل شده است. مگسک جهت نشانه روی اولیه بر روی دوربین و پیچ تنظیم عدسی میزان در کنار آن از اجزاء دیگر دوربین می‌باشند.

دوربین ترازیاب فقط در یک صفحه افقی جابجا می‌شود و نقشه‌بردار می‌تواند دوربین را به چپ یا راست بچرخاند ولی تئودلیت می‌تواند علاوه بر گردش به سمت چپ و راست، در صفحه قائم نیز حرکت کند.



۱ـ عدسی شیئی ۲ـ بدنه اصلی
۳ـ عدسی میزان ۴ـ دیافراگم
۵ـ بدنه داخلی ۶ـ صفحه رتیکول
۷ـ عدسی چشمی ۸ـ پیچ تنظیم عدسی میزان
۹ـ مگسک

۲) آلیداد

یک دو شاخه فلزی U شکل می‌باشد که دوربین حول آن می‌چرخد. به همین سبب به آن **«محور چرخش دوربین»** گفته می‌شود. خود آلیداد نیز حول محور قائم دستگاه (محور اصلی) دوران می‌کند.

۳) صفحات مدرّج (لمب‌ها)

دو صفحه مدرج می‌باشند که یکی بصورت افقی و دیگری بصورت قائم قرار گرفته و درجات آنها به کمک ورنیه و میکرومتر قرائت می‌گردند. (ورنیه وسیله‌ای است که به کمک آن می‌توان دقت قرائت لمب را تا حد زیادی بالا برد)

تقسیمات لمب افقی در جهت حرکت عقربه‌های ساعت افزایش می‌یابد. تفاوت لمب افق و قائم در اکثر تئودلیتها در این است که صفر لمب قائم در جای ثابتی است و این مبناء قابل جابجا شدن نمی‌باشد ولی در لمب افقی به کمک پیچ یا دکمه مخصوص می‌توان قرائت زوایا را از صفر لمب شروع نمود. این عمل را صفر صفرکردن لمب و پیچ مربوطه را پیچ صفر صفر می‌نامند.

۴) ترازها

برای آن که بتوان محور اصلی دستگاه را بر امتداد قائم منطبق نمود بین دو شاخه آلیداد یک تراز نصب شده است. در بالای لمب قائم (صفحه مدرج قائم) تراز دیگری کار گذاشته شده که با پیچ مخصوص که در زیر آن است تنظیم می‌شود. در ترازیاب پس از تراز نمودن دستگاه، محور قراولروی در حالت افقی قرار می‌گیرد. ولی در تئودلیت محور قراولروی به سمت بالا و پایین حرکت می‌کند و برای تراز نمودن آن باید از لمب قائم استفاده نمود. در تئودلیتهای درجه‌ای موقعی که لمب قائم عدد ۹۰ یا ۲۷۰ را نشان دهد دوربین در حالت افقی می‌باشد. همچنین در تئودلیتهای گرادی زمانی که لمب قائم عدد ۱۰۰ تا ۳۰۰ را نشان دهد، دوربین حالت افقی دارد.

۵) پایه

دستگاه تئودلیت بوسیله پایه که سه یا چهار پیچ عاج‌دار دارد در حالت افقی قرار می‌گیرد.

۶) پیچ‌های کنترل حرکت

برای آن که حرکت دوربین و آلیداد و صفحه مدرج افقی (لمب افقی) قابل کنترل باشد از دو نوع پیچ حرکت تُند و کُند استفاده می‌شود.

موقعی که پیچ‌های حرکت جزیی را بچرخانیم، تئودلیت در سطح افق و قائم به آرامی حرکت می‌کند.

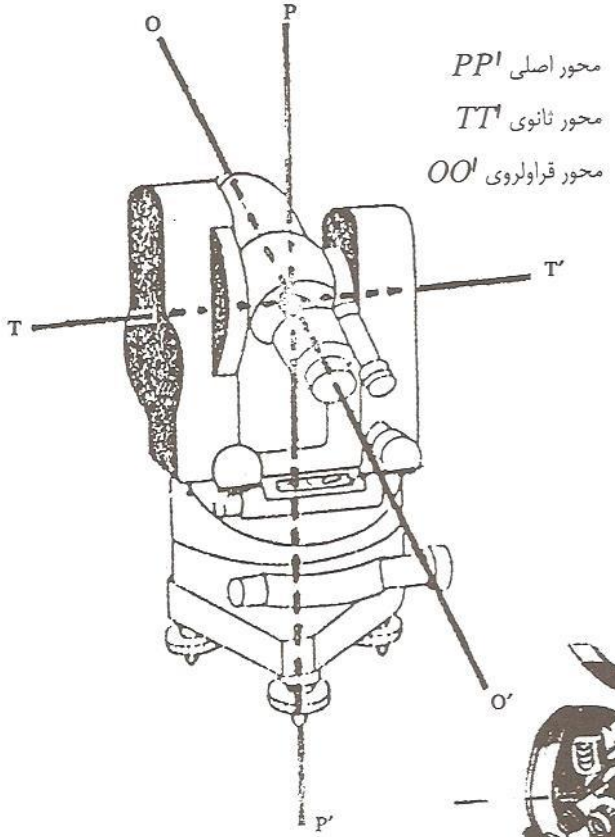
محورهای دوربین زاویه‌یاب

دوربین تئودلیت دارای سه محور فرضی می‌باشد:

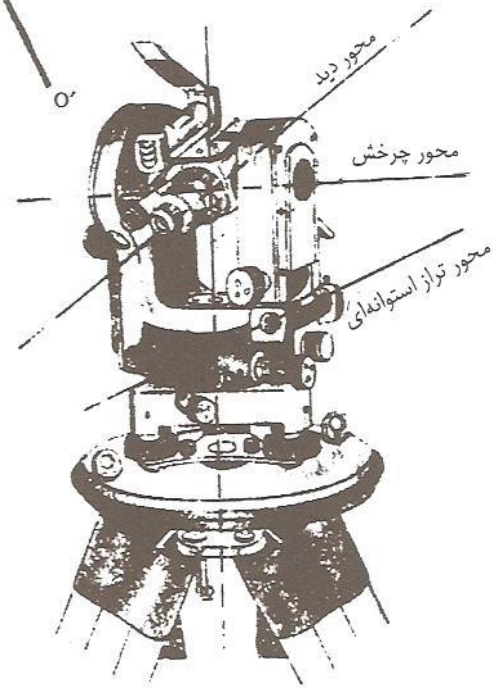
الف) محور اصلی (محور قائم): خط فرضی است که بر مرکز لمب افقی عمود می‌شود و آلیداد حول این محور می‌تواند دوران کند. (خط PP')

ب) محور افقی (محور ثانوی): خط فرضی است که بر مرکز لمب قائم عمود است و تلسکوپ دوربین حول آن دوران می‌کند. (خط TT')

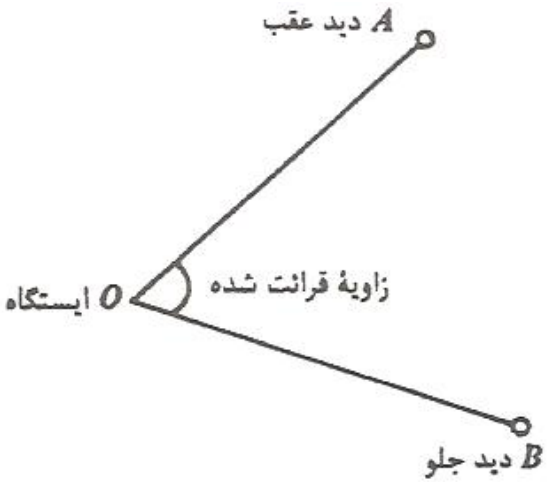
ج) محور قراولروی (محور نوری دوربین): خط فرضی است که از مرکز عدسی ها و تارهای رتیکول تلسکوپ دوربین می‌گذرد (خط OO') و به آن **محور دیدگانی** نیز گفته می‌شود.



محورهای دوربین زاویه‌یاب



محور قائم



الف) روش ساده: برای اندازه‌گیری زاویه‌ای مانند AOB، دستگاه تئودلیت را در رأس زاویه قرار داده و به نقطه A قراولروی نموده و قرائت لمب افقی را ثبت می‌نماییم. سپس به نقطه B قراولروی نموده و قرائت لمب را ثبت می‌کنیم. باید دقت نمود که زاویه حاصله در جهت حرکت عقربه‌های ساعت می‌باشد.

چنانچه RB<RA باشد داریم $A\hat{O}B = RB - RA$

مثال ۱: با توجه به جدول زیر، زاویهٔ $A\hat{O}B$ برابر چند درجه می‌باشد؟

ایستگاه	نقاط	قرائت لمب افقی برحسب درجه
O	A	۱۳۵° و ۴۵′
	B	۰۰ و ۱۵۲°

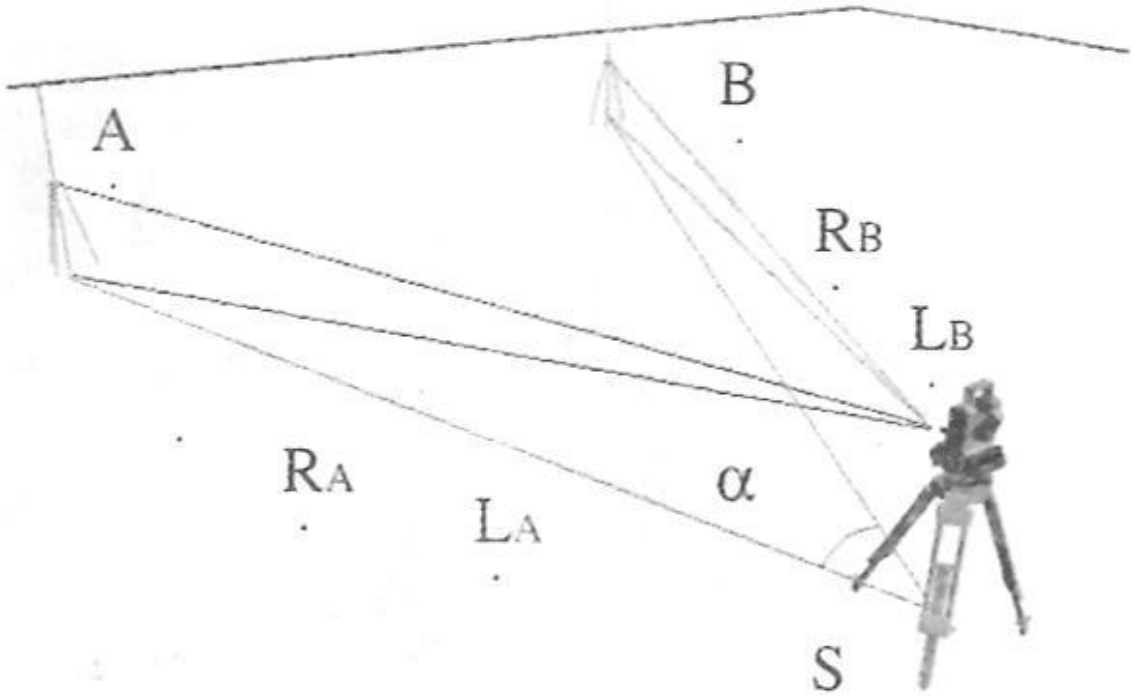
پاسخ:

زاویه AoB برابر با مقدار تفاوت دو قرائت می‌باشد.

$A\hat{O}B = ۱۵۲° - ۱۳۵°, ۴۵′ = ۱۶°, ۱۵′$

روش کوپل یا قرائت مضاعف

ایستگاه استقرار	نقطه قراولروی	حالت دستگاه	قرائت زاویه	نیم کوپل	یک کوپل
S	A	L	0 0 0	90 0 15	85 0 17
		R	180 0 30		
	B	L	85 0 20	175 0 32	
		R	265 0 44		



- روش تکرار

ایستگاه	دور نشانه روی	نقطهٔ نشانه	قرائت لمب افقی	اندازهٔ زاویهٔ افقی
O	۱	A	a_1	$b_1 - a_1$
		B	b_1	
	۲	A	$a_2 = b_1$	$b_2 - b_1$
		B	b_2	
	...	A	...	
		B	...	
	...	A	...	
		B	...	
	...	A	...	
		B	...	
	n	A	$a_n = b_{n-1}$	$b_n - b_{n-1}$
		B	b_n	

$$\alpha = \frac{\sum \alpha_i}{n} = \frac{b_n - a_1 + 360^\circ k}{n}$$

مثال از روش تکرار

مثال زاویه‌ای را با پنج مرتبه تکرار اندازه‌گرفتیم. نتایج زیر به‌دست آمد. اندازهٔ این زاویه را تعیین کنید.

ایستگاه	دور	نقطهٔ نشانه	قرائت لمب افقی
	۱	A	۱۲۳°,۲۳′,۳۰″
O	۱	B	۱۷۵°,۳۶′,۵۰
	۵	B	۲۴°,۲۹′,۴۰″

حل: از تفاضل قرائت‌ها دردور اول مقدار تقریبی زاویه به دست می‌آید.

$$\alpha = ۱۷۵^\circ,۳۶',۵۰'' - ۱۲۳^\circ,۲۳',۳۰'' = ۵۲^\circ,۱۳',۲۰''$$

مقدار این زاویه پس از ۵ مرتبه تکرار می‌شود.

$$۵\alpha = ۲۶۱^\circ,۰۶',۴۰''$$

و چون این مقدار را با قرائت A در دور اول جمع کنیم قرائت B در دور پنجم به دست می‌آید.

$$۵\alpha + R_A = ۲۸۴^\circ,۳۰',۱۰''$$

چون درجه‌بندی لمب بیش از ۳۶۰ درجه نیست می‌توان دریافت که اندکس قرائت، یک بار از صفر رد شده است. یعنی k=۱ و در این صورت:

$$\alpha_m = \frac{b_۵ - a_۱ + ۳۶۰^\circ}{۵} = \frac{۲۴^\circ,۲۹',۴۰'' - ۱۲۳^\circ,۲۳',۳۰'' + ۳۶۰^\circ}{۵} = ۵۲^\circ,۱۳',۱۴''$$

روش تجدید

n: تعداد تجدید $\frac{360}{n}$ =پریود مبداءهای لازم در روش تجدید

$$0 \Rightarrow 30°0'10'' \qquad \alpha_1 = 30°0'10''$$
$$90 \Rightarrow 120°0'15'' \qquad \alpha_2 = 30°0'15''$$
$$180 \Rightarrow 210°0'8'' \qquad \alpha_3 = 30°0'8''$$
$$270 \Rightarrow 300°0'11'' \qquad \alpha_4 = 30°0'11''$$

$$\alpha = \frac{\sum \alpha_i}{n} = \frac{30°0'10'' + 30°0'15'' + 30°0'8'' + 30°0'11''}{4} = 30°0'11''$$

برگه قرائت زوایای افقی

تاریخ :

نوع دستگاه :

نام مؤسسه :

عامل :

شماره دستگاه :

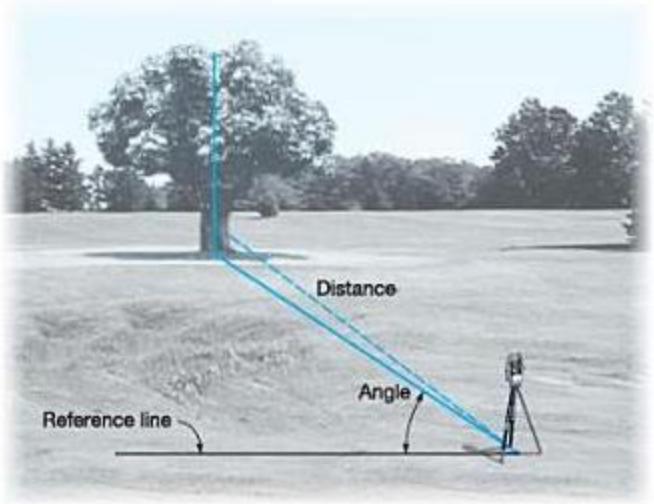
نام منطقه :

نویسنده :

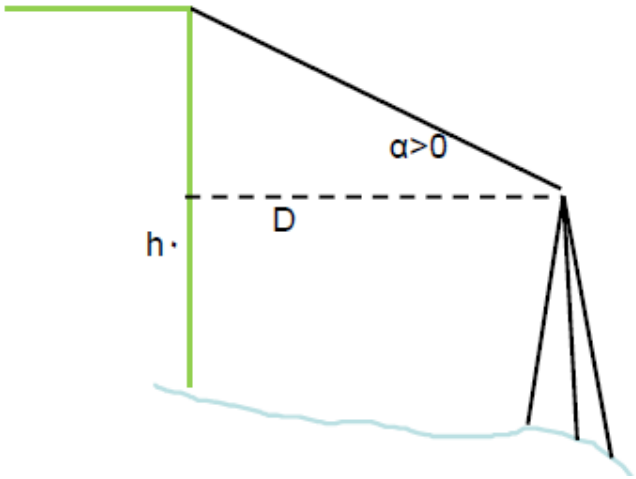
شماره صفحه :

زاویه نهایی	یک کوپل	نیم کوپل	قرائت زاویه	حالت دستگاه	نقطه قراولروی	ایستگاه استقرار

- استفاده از زاویه قائم برای تعیین بلندی ساختمان:

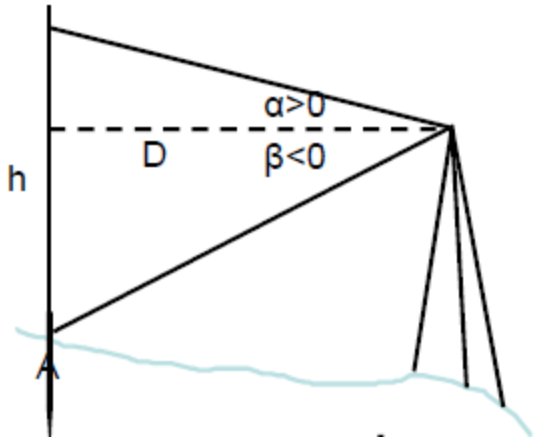


$$h = \tan(a) \times D + h0$$



h= D(tanα + tan β)

(زوایا با علامت مثبت قرار گیرند)



تمرین ۱ :

۱۲. قرائت‌های انجام شده برای اندازه‌گیری زاویه AoB به روش کوپل را در جدول می‌بینید مقدار نهایی زاویه کدام است؟ (کاردانی پیوسته نقشه‌برداری ـ سراسری ۱۳۷۸)

S	P	C	α
O	A	L	۰۰و۰۰و۰۰
		R	۱۶و۰۰و۱۸۰
	B	L	۱۲و۲۰و۳۱
		P	۳۰و۲۰و۲۱۱

۱) ″۰۸ و ′۰۰ و °۹۰

۲) ″۱۳ و ′۲۰ و °۳۱

۳) ″۱۴ و ′۴۰ و °۱۰۵

۴) ″۲۱ و ′۲۰ و °۱۲۱

۴-۸ هر یک از دو زاویهٔ MOC و ABD را به روش تکرار اندازه‌گرفتیم. نتایج اندازه‌گیری طبق جدول زیر است. متوسط هر یک از این دو زاویه را تعیین کنید.

ایستگاه	نقطهٔ نشانه	دور نشانه روی	قرائت لمب افقی
	M	۱	۱۲° ,۴۶′ ,۵۰″
O	C	۱	۱۵۱° ,۳۶′ ,۵۰″
	C	۶	۱۲۵° ,۴۶′ ,۴۰″

ایستگاه	نقطهٔ نشانه	دور نشانه روی	قرائت لمب افقی
	A	۱	۰۶۵/۹۳۴۰g
B	D	۱	۱۹۲/۲۹۳۵ g
	D	۵	۲۹۷/۷۳۵۰ g

پایان جلسه

درس نقشه برداری ۱

جلسه هفتم

سرشکنی زوایا در زاویه یابی چند ضلعی های بسته

خطاهای سیستماتیک در متر کشی و تراز یابی

فرید اسماعیلی
Farid_63@yahoo.com
www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت

همواره در اندازه گیری زوایا، انواع خطاهای طبیعی، انسانی و دستگاهی دخیل می باشند که باعث می شوند مقدار اندازه گیری های ما با مقدار واقعی مشاهدات متفاوت باشند. برخی از این خطاها را میتوان با به کار گیری روشهای اندازه گیری خاص (کوپل، تجدید، تکرار و ...) و یا با استفاده از روابط ریاضی موجود تا حد زیادی کم کرد. ولی همواره خطاهای اندازه گیری وجود خواهند داشت.

برای کنترل درستی زوایای افقی اندازه گیری شده، یکی از روش ها استفاده از مدل های ریاضی است. با استفاده از مجموع زوایا در چند ضلعی های بسته می توان مقدار خطای موجود در مجموع زوایا را محاسبه و آن را با مقدار مجازش مقایسه کنیم. چنانچه خطا بیش از حد مجاز خود باشد، زوایای اندازه گیری شده قابل اطمینان نبوده و باید دوباره اندازه گیری شوند. ولی در صورت مجاز بودن مقدار خطای اندازه گیری، آن را به تعداد اضلاع تقسیم نموده و با محاسبه میزان تصحیحات برای هر زاویه، مقدار خطا را با علامت مخالف بین زوایا سرشکن می کنیم.

در مورد چند ضلعی های بسته ، مجموع زوایای داخلی در چند ضلعی بسته برابر با:

$(\sum \alpha = (2n - 4) \times 90^\circ)$ است که در آن n تعداد اضلاع می‌باشد، بعد از محاسبه مجموع زوایای داخلی اندازه‌گیری شده، می‌توان مقدار خطای بوجود آمده را از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$e_a = \sum_{i=1}^{n} a_i - (n - 2)\, 180^\circ$$

یا

$$e_a = \sum_{i=1}^{n} a_i - (2n - 4)\, 90^\circ$$

$(n - 2) \times 180^\circ$ یا $(2n - 4) 90^\circ$: مجموع واقعی زوایای داخلی n ضلعی بسته

$\sum_{i=1}^{n} a_i$: مجموع زوایای داخلی اندازه‌گیری شده

e_a: خطای بست زاویه‌ای

حداکثر خطای مجاز بست زاویه‌ای

می‌توان حداکثر خطای مجاز بست زاویه‌ای را از رابطهٔ زیر بدست آورد:

$$e_{Max} = \pm ۲/۵\, d_\alpha \cdot \sqrt{\frac{n}{m}}$$

n: تعداد زوایای اندازه‌گیری شده

m: تعداد دفعات اندازه‌گیری هر زاویه

d_α: خطای اندازه‌گیری شده با دقت زاویه‌ای دستگاه تئودلیت

اگر $|e_a| \le e_{max}$ شود، با اعمال خطای بست زاویه‌ای e_a به زوایا، زوایا را تصحیح می‌کنیم. مقدار تصحیح برای هر زاویه را می‌توان از رابطهٔ زیر بدست آورد:

$$\varepsilon_a = \frac{-e_a}{n}$$

e_a: خطای بست زاویه‌ای

n: تعدا زوایای اندازه‌گیری شده

ε_a: مقدار تصحیح برای هر زاویه

زاویه تصحیح شده برابر است با: $\alpha'_i = \alpha_i + \varepsilon_a$

مثال: زاویه‌های داخلی یک مثلث اندازه‌گیری شده است و مقادیر هر یک در زیر آورده شده است. اگر دستگاه تئودلیت دارای دقت زاویه‌ای ۸ ثانیه گرادی باشد، پس از محاسبه خطای بست زاویه‌ای و حداکثر خطای مجاز بست زاویه‌ای در صورت قابل قبول بودن خطای بست، زوایای تصحیح شده را محاسبه نمایید.

$\alpha_1 =$ ۱۲۵/۳۷۵۰ گراد

$\alpha_2 =$ ۲۸/۸۲۳۰ گراد

$\alpha_3 =$ ۴۵/۷۹۸۸ گراد

پاسخ:

مجموع زوایای اندازه‌گیری شده:

$$\Sigma_{\alpha i} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$$

$$\Sigma_{\alpha i} = ۱۲۵/۳۷۵۰ + ۲۸/۸۲۳۰ + ۴۵/۷۹۸۸ = ۱۹۹/۹۹۶۸ \text{ گراد}$$

مجموع زوایای داخلی یک سه ضلعی برحسب گراد:

$$\Sigma\alpha = (n - ۲) \times ۲۰۰^g$$

$$\Sigma\alpha = (۳ - ۲) \times ۲۰۰ = ۲۰۰^g$$

خطای بست زاویه‌ای:

$$e_a = \sum^{n}_{i=1} \alpha_i - (n-2)\,200^g$$

$$e_a = 199/9968 - 200 = -0/0032 \quad \text{گراد}$$

$$e_a = -32'' \quad \text{(ثانیه گرادی)}$$

با در نظر گرفتن دقت زاویه‌ای دستگاه تئودلیت داریم:

$$d_a = 8'' \quad \text{(ثانیه گرادی)}$$

$$e_{Max} = 2/5\, d_\alpha \sqrt{\frac{n}{m}}$$

$$e_{Max} = 2/5 \times 8 \sqrt{\frac{3}{1}} = 34'' \quad \text{(ثانیه گرادی)}$$

چون قدرت مطلق خطای بست زاویه‌ای یعنی |۳۲-| ثانیه از حداکثر مقدار مجاز آن یعنی ۳۴ ثانیه کمتر است پس می‌توان اندازه‌گیری زوایا را قابل قبول دانسته و باید مقدار خطا را بر روی زوایا سرشکن کنیم:

$$e_a = |-32| = 32 < e_{max} = 34''$$

$$\varepsilon_\alpha = \frac{-e_3}{n} = \frac{-(-۳۲)}{۳} \simeq ۱۱'' \text{ (ثانیه گرادی)} = ۰/۰۰۱۱^g$$

زوایا تصحیح شده بصورت زیر می‌باشد:

$$\alpha'_۱ = \alpha_۱ + \varepsilon_\alpha = ۱۲۵/۳۷۵۰ + ۰/۰۰۱۱ = ۱۲۵/۳۷۶۱ \text{ گراد}$$

$$\alpha'_۲ = \alpha_۲ + \varepsilon_\alpha = ۲۸/۸۲۳۰ + ۰/۰۰۱۱ = ۲۸/۸۲۴۱ \text{ گراد}$$

$$\alpha'_۳ = \alpha_۳ + \varepsilon_\alpha = ۴۵/۷۹۸۸ + ۰/۰۰۱۱ = ۴۵/۷۹۹۹ \text{ گراد}$$

کنترل زوایای تصحیح شده:

$$۱۲۵/۳۷۶۱ + ۲۸/۸۲۴۱ + ۴۵/۷۹۹۹ = ۲۰۰/۰۰۰۱ \text{ گراد}$$

هدف اندازه گیری ها تعیین مقدار واقعی یک کمیت است. اما عموماً نتیجه اندازه گیری ها با مقدار واقعی آن کمیت اختلاف دارد.

اختلاف بین کمیت اندازه گیری شده با مقدار واقعی آن کمیت را **خطا** می گویند.

عوامل مهم این اختلاف را در سه دسته زیر می توان بیان نمود:
- **عوامل طبیعی :** شامل کرویت زمین، شکست نور، وزش باد، تشعشع آفتاب، و تغییرات دمای هوا
- **عوامل دستگاهی :** شامل نقص دستگاه ها، تنظیم نبودن و یا پایین بودن ازرش تقسیمات آنها
- **عوامل انسانی :** شامل نارسایی حواس انسانی، کم دقتی، نداشتن تجربه و تسلط در کار

انواع خطاها

درست نبودن یک اندازه گیری ممکن است نتیجه یکی از علل زیر باشد:

-اشتباه

-اشتباه یا خطای بسیار بزرگ از فراموشی یا عدم مهارت عامل ناشی می شود. در این حالت عموماً اختلاف بین نتیجه اندازه گیری و مقدار واقعی کمیت معمولاً زیاد است. (مثل عدم تراز کردن، اشتباه در قرائت)

- خطای سیستماتیک

-خطای تدریجی یا سیستماتیک به مجموعه خطاهایی گفته می شود که علت، جهت و مقدار هر یک از آنها مشخص است؛ همگی علامت یکسان داشته و با هم جمع می شوند. (اکثر این خطاها ناشی از نقص وسایل اندازه گیری است، مثلاً افزایش طول یک متر فلزی در اثر گرم شدن)

-خطاهای اتفاقی یا تصادفی

خطاهای تصادفی غالباً از نارسایی حواس انسانی و یا پایین بودن دقت دستگاه های اندازه گیری حادث می شود. هر چند که عوامل دیگری نیز از قبیل نقص دستگاه ها و عوامل جوی سبب پیدایش آنها می گردند. این خطاها گاه با علامت مثبت و گاه با علامت منفی و غلباً به مقدار کم در اندازه گیری ها داخل می شوند.

روش های کنترل مشاهدات جهت حذف اشتباهات

الف) تکرار اندازه گیری ها
مثل تکرار اندازه گیری یک طول به صورت رفت و برگشت

ب) کنترل با یک مدل ریاضی
مثل کنترل مجموع زوایای اندازه گیری شده برای یک مثلث با ۱۸۰ درجه

روش های مقابله با خطاهای تدریجی

به دلیل آنکه علت، علامت و مقدار مشخصی دارند، در هر اندازه گیری قابل شناسایی هستند. برای مقابله با این نوع خطاها در صورت امکان باید عوامل ایجاد خطا حذف شوند و در صورت عدم امکان، مقدار دخالت خطا محاسبه و نتایج تصحیح شوند. (مثل استفاده از چتر در مشاهدات میکروژئودزی و اعمال تأثیر خطای کلیماسیون در نتایج ترازیابی)

روش های مقابله با خطاهای تصادفی

به دلیل ماهیت اتفاقی بودنشان از قواعد آمار و احتمالات و مخصوصاً قانون توزیع نرمال پیروی می کنند.تعیین مقدار و علامت این نوع خطاها به راحتی امکان پذیر نیست.
- تکرار مشاهدات و پذیرفتن میانگین نتایج به عنوان برآورد اندازه واقعی
- کنترل روابط بین اندازه ها با استفاده از معلومات اضافی (سرشکنی)

این خطا موقعی رخ می دهد که متر مورد استفاده در دمائی غیر از دمای کالیبره شده، مورد استفاده قرار گیرد. مقدار خطای مربوط به اندازه گیری طول ناشی از درجه حرارت محیط اندازه گیری و کالیبره شده از رابطه زیر بدست می آید:

$$\Delta L = L_{\circ} \times \alpha (t - t_s)$$

که در آن $L_{\circ}$: طول اندازه گیری شده در دمای t_s (درجه حرارت استاندارد)، t: درجه حرارت محیط اندازه گیری و α : ضریب انبساط طولی جسم جامد (عبارتست از میزان افزایش طول یک متر از آن جسم وقتی که دمای آن $1^{\circ c}$ افزایش می یابد) می باشد.

ضریب انبساط طولی فولاد برابر $\alpha = 112 \times 10^{-7}$ و ضریب انبساط طولی انوار برابر $\alpha = 6.3 \times 10^{-7}$ به ازای یک درجه سانتی گراد می باشد.

- اگر $t > t_s$ باشد، آنگاه طول واقعی نوار بیشتر از طول اسمی متر می باشد.
- اگر $t < t_s$ باشد، آنگاه طول واقعی نوار کمتر از طول اسمی متر می باشد.

مثال ۴-۱۱ یک نوار فولادی ۳۰ متری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد استاندارد شده‌است. اگر دمای هوا در موقع اندازه‌گیری ۳۸ درجه سانتی‌گراد باشد طول نوار در این زمان چقدر است؟

حل: طبق رابطهٔ ۴-۲۵

$$l_t = ۳۰ \times [۱ + ۱۱٫۲ \times ۱۰^{-۶} (۳۸ - ۲۰)] = ۳۰٫۰۰۶ \text{m}$$

این خطا موقعی رخ می دهد که متر مورد استفاده با نیروی متفاوت از نیروی کالیبره شده متر، مورد استفاده قرار گیرد. مقدار این خطا از رابطه زیر بدست می آید:[3]

$$\Delta L = \frac{L_\circ \times (T - T_s)}{S \times E}$$

که در آن $L_\circ$: طول اندازه گیری شده (m)، T_s: کشش استاندارد (N)، T: کششی که موقع اندازه گیری به متر وارد می شود. (N)، S: سطح مقطع نوار (cm^2) و E: ضریب کشسانی $(\frac{N}{cm^2})$ می باشد.

مثال۳: متر فولادی 50 متری با سطح مقطع 0.04 سانتی متر مربع برای نیروی کشش 50 نیوتن استاندارد شده است اگر در هنگام اندازه گیری فاصله، نیروی کشش 60 نیوتن به متر وارد شود. مطلوب است محاسبه خطای این اندازه گیری در صورتیکه $E = 2.1 \times 10^6 \frac{N}{cm^2}$ باشد.

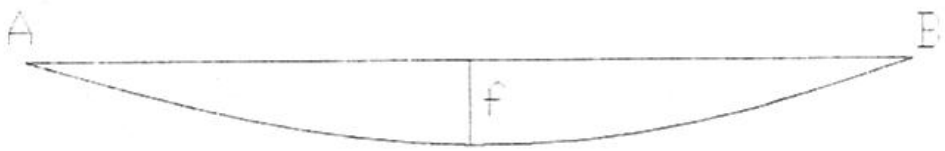
$$\Delta L = \frac{L_\circ \times (T - T_s)}{S \times E}$$

$$\Delta L = \frac{50(60-50)}{2.1 \times 10^6 \times 4 \times 10^{-2}} = 0.006m$$

طول تصحیح شده $= 50 + 0.006 = 50.006m$

این خطا در اثر وزن نوار ایجاد می شود.[3]

$$\Delta L = \frac{8f^2}{3L} = \frac{m^2 g^2 L^3}{24T^2}$$



که در آن f: خطای که به علت قوسی شدن متر در وسط طولAB طبق شکل ۳-۲۸ رخ می دهد. (چون که خطا در آن نقطه ماکزیمم است)، L: طول اندازه گیری شده، m: جرم واحد طول نوار (یعنی جرم یک متر نوار) ($\frac{kg}{m}$)، g: شتاب ثقل و T: نیروی کشش می باشد.

مثال۴: یک متر 50 متری که جرم هر متر از آن 0.0235 کیلوگرم است به حالت تخت استاندارد شده است. اگر این متر را بصورت کمانی و با نیروی کشش 100 نیوتن بکار ببریم طول آن چقدر می شود؟

$$\Delta L = \frac{m^2 g^2 L^3}{24T^2} = \frac{(0.0235)^2 \times 10^2 \times 50^3}{24 \times 100^2} = 0.029m$$

$$L = 50 - 0.029 = 49.971m$$

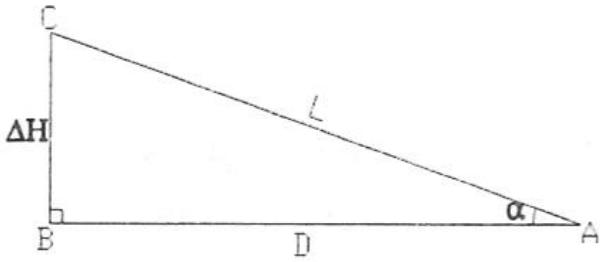
اگر طول اسمی متری N و طول واقعی آن F باشد و با این متر طولی به اندازه L را اندازه گیری کرده باشیم. در اینصورت مقدار واقعی طول از رابطه زیر بدست می آید:

$$\begin{matrix} N & F \\ L & x \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{L \times F}{N}$$

مثال۵: طول اسمی یک متر پارچه ای 50 متر و طول واقعی آن 50.05 متر می باشد. اگر از این متر جهت اندازه گیری فاصله بین دو نقطه ثابت A و B در روی زمین استفاده شده و نتیجه برابر 385.16 متر بدست آمده باشد. مطلوب است محاسبه طول حقیقی AB؟

$$\begin{matrix} 50 & 50.05 \\ 385.16 & x \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{385.16 \times 50.05}{50} = 385.545m$$

خطای تبدیل به افق یا تصحیح شیب از رابطه زیر بدست می آید:



$$e \cong \frac{\Delta H^2}{2L}$$

مثال۶: فاصله دو نقطه روی سطح شیب دار در روی زمین 250 متر و اختلاف ارتفاع دو نقطه 8 متر می باشد. مطلوب است محاسبه فاصله افقی بین دو نقطه؟

راه حل اول:

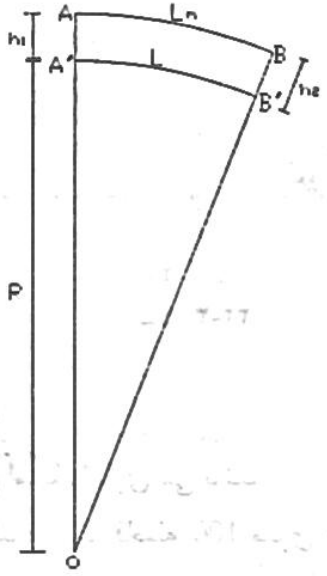
$$e \cong \frac{\Delta H^2}{2L} = \frac{8^2}{2\times 250} = 0.128m \cong 0.13m$$

$D = L - e = 249.87m$ فاصله افقی

راه حل دوم:

$$L^2 = \Delta H^2 + D^2 \Rightarrow D = \sqrt{250^2 - 8^2} = 249.87m$$

در مواردی که کار نقشه برداری در وسعت زیادی انجام می گیرد باید علاوه بر تصحیحات فوق تصحیح تبدیل به سطح متوسط دریا (MSL) نیز وارد شود. [35]



شکل ۳-۳۳

طبق شکل ۳-۳۳ اگر L_m : طول اندازه گیری شده روی زمین، L: طول تصویر L_m بر سطح متوسط دریا، h: ارتفاع متوسط در نقاط A و B نسبت به ژئوئید (سطح متوسط دریاها) و R: شعاع متوسط زمین باشد؛ در اینصورت جهت تبدیل طول اندازه گیری شده روی زمین بر سطح متوسط دریا رابطه زیر را می توان نوشت:

$$\frac{L}{L_m}=\frac{R}{R+h}\Rightarrow \boxed{L=L_m\frac{R}{R+h}}$$

$h=\frac{h_1+h_2}{2}$ ارتفاع متوسط در نقاط 1 , 2

مقدار خطای تبدیل به سطح متوسط دریا از رابطه زیر بدست می آید:

$$e=L_m-L=L_m-L_m\frac{R}{R+h}=L_m(1-\frac{R}{R+h})\Rightarrow \boxed{e=L_m(\frac{h}{R+h})}$$

مثال۱۰: مطلوب است محاسبه فاصله تبدیل به سطح متوسط دریا برای دو نقطه ای که ارتفاعات آنها 1600 و 1700 متر از سطح دریا بوده و فاصله بین آن دو نقطه 2500 متر باشد؟ (R = 6400km شعاع کره زمین)

$$L_m = 2500m \quad , \quad h = \frac{1600+1700}{2} = 1650m$$

$$L = 2500 \times \frac{6400 \times 10^3}{6400 \times 10^3 + 1650} \cong 2499.36m$$

۳-۸- اشتباهات و خطاها در مترکشی

۳-۸-۱- اشتباهات در مترکشی

اشتباهات در مترکشی عبارتند از:

- اشتباه در قرائت،
- اشتباه در نوشتن،
- اشتباه در محاسبه،
- از قلم انداختن یک یا چند دهنه طول در مترکشی و غیره.

۳-۸-۲- خطاهای مترکشی

۳-۸-۲-۱- خطاهای سیستماتیک

خطاهای سیستماتیک در مترکشی عبارتند از:

- افقی نگرفتن متر،
- انحراف در ژالن گذاری،
- اختلاف درجه حرارت محیط نسبت به درجه حرارت استاندارد،
- اختلاف نیروی کشش وارده نسبت به کشش استاندارد،
- برابر نبودن طول واقعی متر با طول اسمی آن و غیره.

۳-۸-۲-۲- خطاهای اتفاقی

خطاهای اتفاقی در مترکشی عبارتند از:

- خطای قرائت متر،
- خطای عمود نگرفتن ژالن،
- اثر باد که قائم بودن ژالن را تغییر می دهد،
- خطای تطبیق درجات نوار با نقاط ابتدا و انتها و غیره.

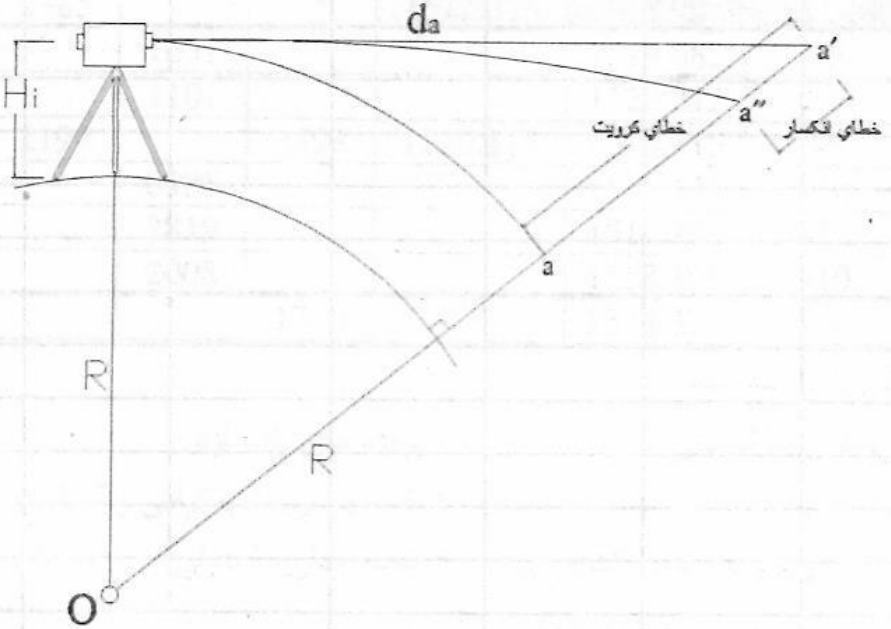
اگر d_a : فاصله شاخص تا دوربین، H_i :ارتفاع دستگاه، R :شعاع کره زمین و e_a : خطای ناشی از کرویت روی شاخص باشد طبق شکل ۴-۳۹ می توان نوشت:

$$e_a \cong \frac{d_a^2}{2(R+H_i)} \cong \frac{d_a^2}{2R}$$

با توجه به شکل ۴-۳۹ خطای کرویت مثبت و تصحیح آن منفی می باشد.

مثال۸: اگر فاصله شاخص تا دستگاه ترازیاب 120 متر باشد مقدار خطای کرویت را بدست آورید. (R = 6370 km)

$$e_a \cong \frac{d_a^2}{2R} = \frac{120^2}{2\times 6370000} \cong 0.001m \cong 1mm$$



هنگامی که یک شعاع نوری از میان طبقات مختلف جو عبور می کند به علت تغییرات چگالی زمین امتدادش مرتبا شکسته می شود و خط دید توسط شکست نور به طرف زمین کشیده می شود در نتیجه این تغییر، شی مورد مشاهده نسبت به موقعیت واقعی خود پایین تر به نظر می رسد.[3] در شرایط جوی معمولی مقدار عددی تصحیح انکسار در حدود $\frac{1}{7}$ تصحیح کرویت در جهت مخالف آن می باشد. بنابراین مقدار عددی تصحیح اثر انکسار نور عبارتست از:

تصحیح انکسار نور $e_e = -\frac{1}{7}e_a = -\frac{d_a^2}{14R}$

با توجه به شکل ۴-۳۹ خطای انکسار منفی و تصحیح آن مثبت می باشد.

مثال۹: اگر فاصله شاخص تا دستگاه ترازیاب 120 متر باشد مقدار خطای انکسار نور را بدست آورید؟(R = 6370 km)

خطای کرویت $e_e = \frac{1}{7}e_a$ خطای انکسار

خطای کرویت $e_a = \frac{d_a^2}{2R} = \frac{120^2}{2\times 6370000} = 0.00113m \cong 1mm$

خطای انکسار $e_e = \frac{1^{mm}}{7} \cong 0.16mn$

$e = e_a$ خطای کرویت $-e_e$ خطای انکسار نور $\Rightarrow e = \frac{d_a^2}{2R} - \frac{d_a^2}{14R} = \frac{3}{7}\frac{d_a^2}{R}$

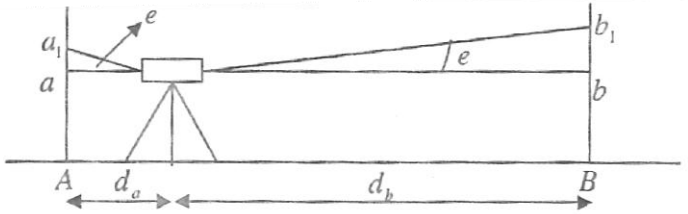
برآیند دو خطای کرویت و انکسار مثبت و تصحیح آنها منفی می باشد.

مثال ۱۰: چنانچه ترازیابی در فاصله 2000 متری صورت گرفته باشد و قرائت شاخص برابر 3685 باشد. مقدار صحیح قرائت روی شاخص را بدست آورید؟

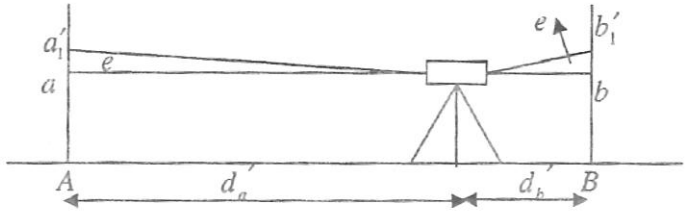
$$e = \frac{3}{7}\frac{d_a^2}{R} = \frac{3}{7} \times \frac{(2000)^2}{6370000} = 0.269m = 269mm$$

مقدار صحیح قرائت شاخص = مقدار قرائت شده+مقدار تصحیح $= 3685 + (-269) = 3416mm$

هرگاه محور نوری دوربین با خط مماس بر تراز موازی نباشد در چنین حالتی محور نوری دوربین با افق زاویه ای مثل e می سازد که به آن زاویه کلیماسیون دستگاه می گویند.
با قرار گرفتن دوربین در میان دو شاخص، خطاهای کرویت، انکسار و کلیماسیون به طور عملی حذف می گردند.



شکل الف) استقرار در نزدیکی نقطه A



شکل ب) استقرار در نزدیکی نقطه B

$$e^{rad} = \frac{\text{(مجموع قرائتهای نزدیک – مجموع قرائتهای دور)}}{\text{(جمع فواصل نزدیک - جمع فواصل دور)}}$$

مثال ۱۱: برای کنترل محور نشانه روی یک دستگاه ترازیاب از دو ایستگاه استقرار S_1 و S_2 شاخص های قائم نقاط A و B خوانده شده و نتایج در جدول درج گردیده، مقدار خطای کلیماسیون برای یک متر طول چند میلی متر است؟

ایستگاه	نقاط استقرار شاخص	فاصله (m)	قرائت شاخص (mm)
S_1	A	18	1794
	B	42	927
S_2	A	8	1913
	B	52	2984

$$e^{rad} = \frac{\text{(مجموع قرائتهای نزدیک – مجموع قرائتهای دور)}}{\text{(جمع فواصل نزدیک - جمع فواصل دور)}}$$

$$e = \frac{(2.984+0.927)-(1.794+1.913)}{(52+42)-(18+8)} = 3\,mm$$

۴-۱۰- بررسی خطاها در ترازیابی مستقیم

طبقه بندی خطاهای ترازیابی مستقیم براساس عوامل طبیعی، دستگاهی و انسانی به صورت زیر می باشد:

الف- عوامل طبیعی

از عوامل طبیعی می توان به کرویت زمین، شکست نور، باد و غیره اشاره نمود.

ب- عوامل دستگاهی

از عوامل دستگاهی می توان به میزان نبودن تراز، ناپایدار بودن سه پایه، خطای کلیماسیون، صحیح نبودن طول شاخص ها و غیره اشاره نمود.

پ- عوامل انسانی

از عوامل انسانی که ناشی از بی توجهی خود شخص می باشد می توان به تراز نکردن کامل دستگاه، عدم پایداری تکیه گاه شاخص، قائم نگرفتن شاخص، خطا در قرائت و نوشتن، از بین نبردن کامل پارالاکس و غیره اشاره نمود.

۴-۱۰-۱- نحوه مقابله با خطاها

برای مقابله با خطاها می توان موارد زیر را در نظر گرفت:

الف- باید در زمان مناسب، عملیات را انجام داد تا اثرات تغییرات دما و تشعشع خورشید در آن دخالت کمتری داشته باشد. در موقع وزیدن باد نیز نباید ترازیابی مستقیم انجام داد.

لازم به ذکر است که اثرات کرویت زمین و انکسار نور و کلیماسیون باعث به وجود آمدن خطای سیستماتیک می شوند و باید اثرات آنها را با مساوی گرفتن فاصله دو شاخص تا ترازیاب بطور عملی حذف نمود.

ب- دستگاهها باید تا حد ممکن آزمایش و تنظیم شوند. (به فصل تعمیر و نگهداری وسایل نقشه برداری مراجعه شود.)

پ- عملیات ترازیابی باید کنترل شوند (مثلا ترازیابی به صورت رفت و برگشت انجام شود یا ترازیابی بین دو نقطه با ارتفاع معلوم انجام شود یا سه تار افقی رتیکول در هنگام ترازیابی قرائت شود) تا از بوجود آمدن اشتباهات احتمالی جلوگیری شود.

پایان جلسه

درس نقشه برداری ۱

جلسه هشتم

مفهوم منحنی میزان

شبکه بندی و محاسبه حجم

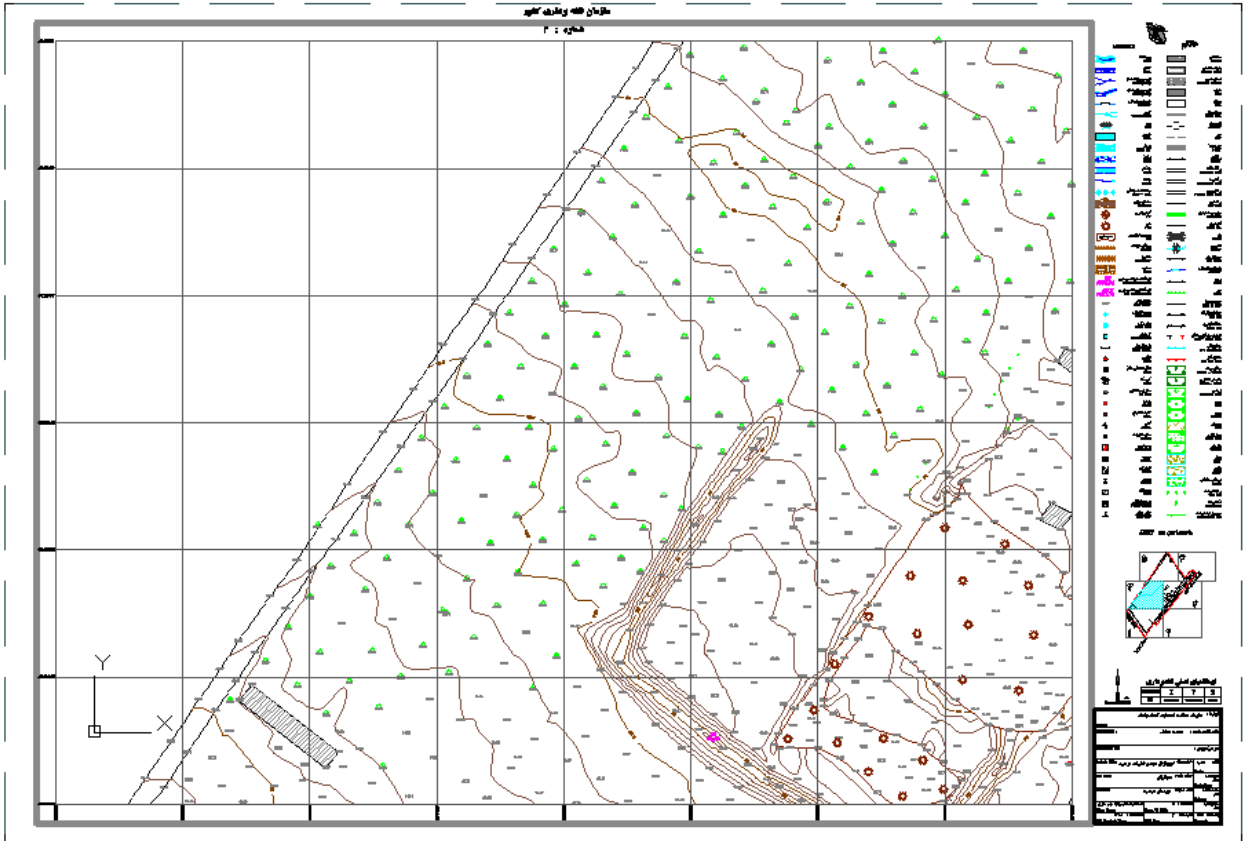
امتداد ها و تعیین مختصات مسطحاتی نقاط

فرید اسماعیلی
Farid_63@yahoo.com
www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت

۳ ـ توپوگرافی (Topographie)

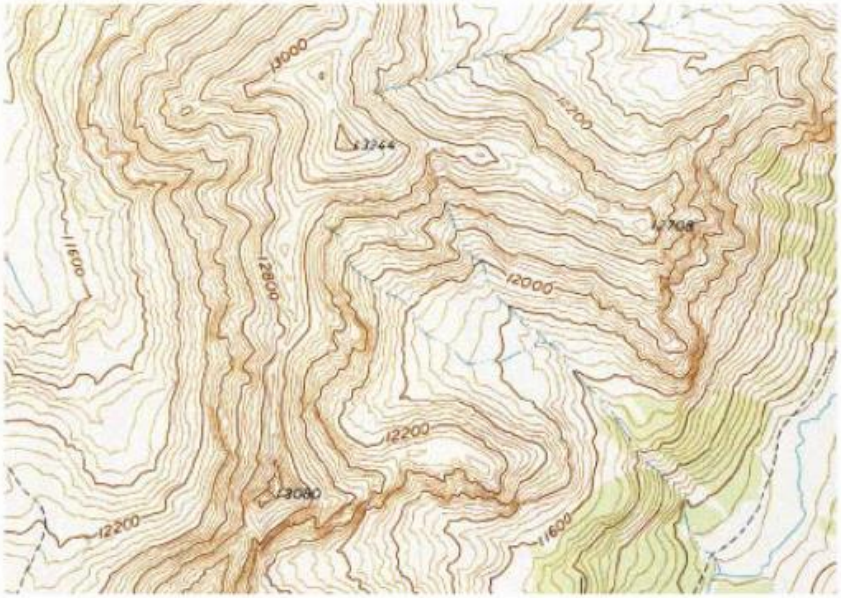
چنانچه در نقشه‌ای، وضع ارتفاعی و مسطحاتی یک قطعه زمین مشخص شده باشد به این نقشه‌ها، نقشه‌های (توپوگرافیک) گفته می‌شود. در این نقشه‌ها، ارتفاعات را بطور معمول با خطوط تراز (منحنی میزان) نشان می‌دهند. نقاطی که بر روی یک خط منحنی قرار دارند از ارتفاع یکسانی برخوردارند.

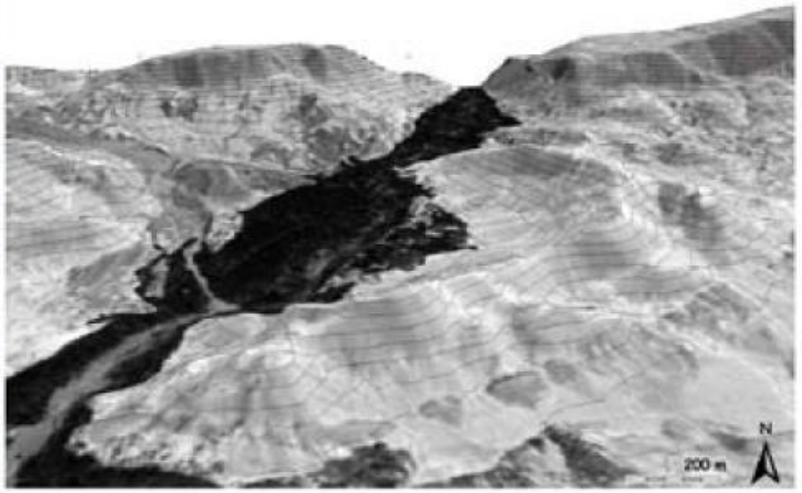


مفهوم منحنی میزان برای نمایش انواع تغییرات ارتفاعی بر روی نقشه های توپوگرافی

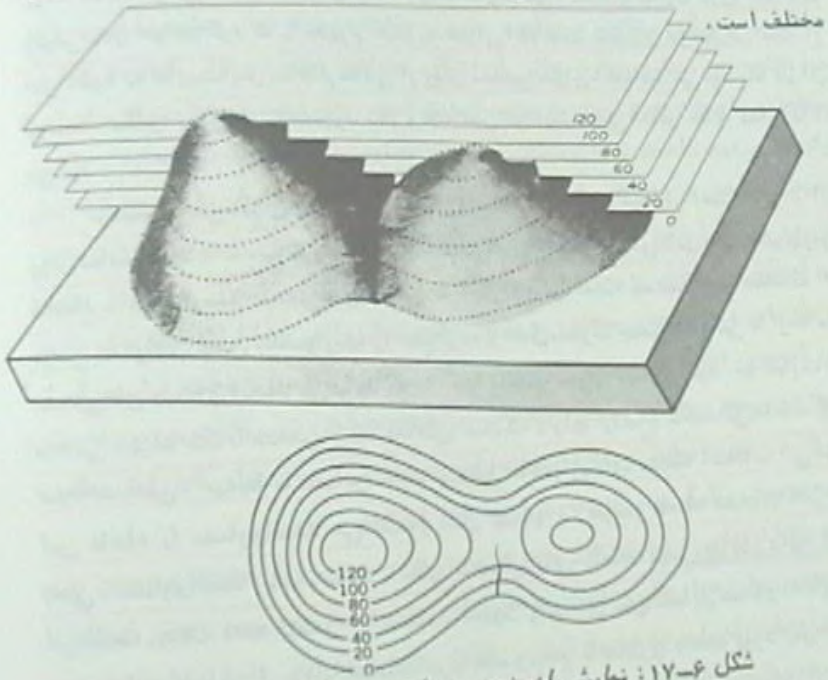
- تعریف منحنی میزان،

در نقشه برداری به مکان هندسی نقاطی که دارای ارتفاع یکسان می باشند، منحنی میزان یا کانتورن‌ی‌لا میگویند بعبارت دیگر از به هم پیوستن نقاطی که دارای ارتفاع یکسان در یک منطقه می باشند منحنی های میزان آن منطقه حاصل می گردد. نمونه طبیعی منحنی های میزان را میتوان در دیواره های ساحلی دریاچه سدها مشاهده کرد . هرکدام از پله های ایجاد شده در دیواره های مخزن سد نشانگر یک منحنی میزان با ارتفاع خاص میباشد.

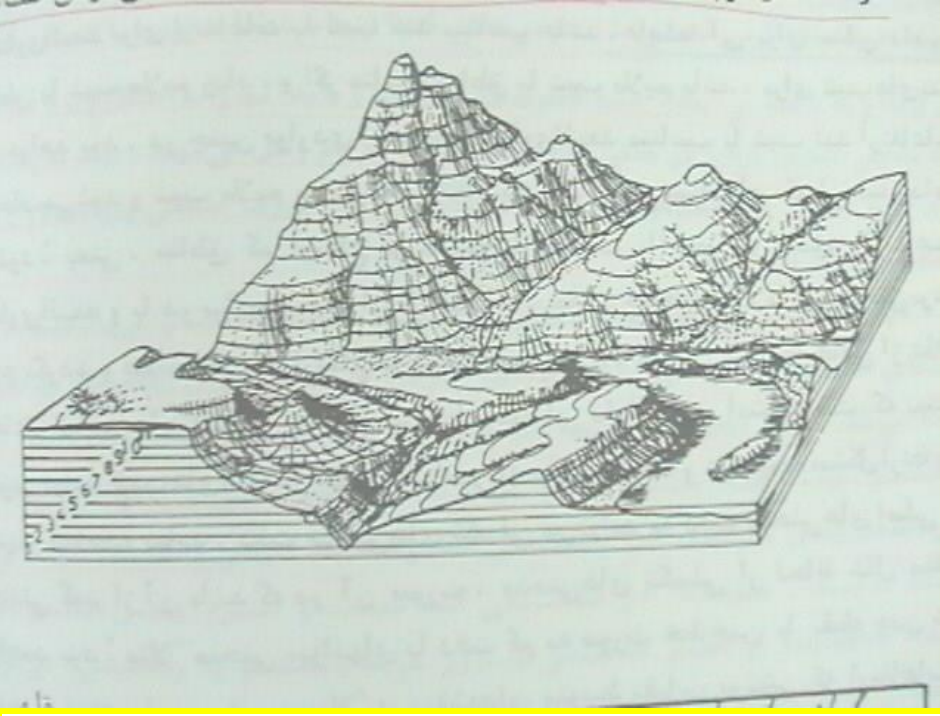




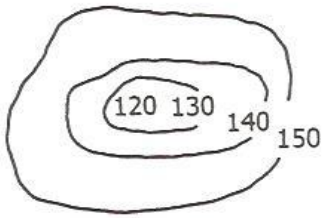
جدول شماره ۶ــ ۱ نمونه و مثالی برای تعیین فاصله منحنی میزان در مقیاسهای مختلف است.



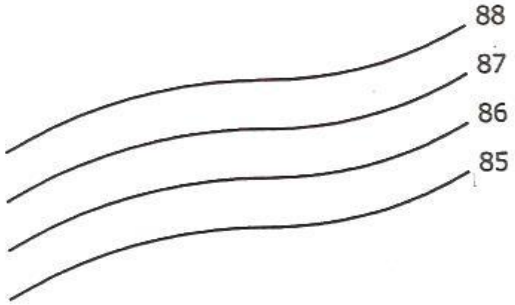
شکل ۶ــ۱۷: نمایشی از منحنی میزانهای متساوی‌البعد



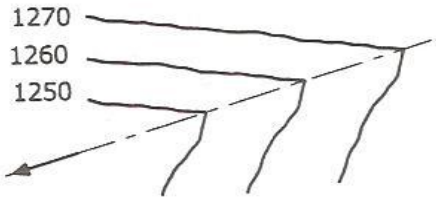
مفهوم منحنی میزان برای نمایش انواع تغییرات ارتفاعی بر روی نقشه های توپوگرافی



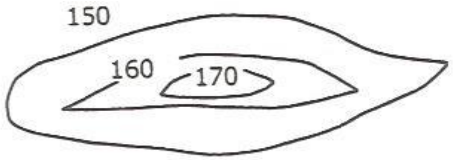
معرف گودال



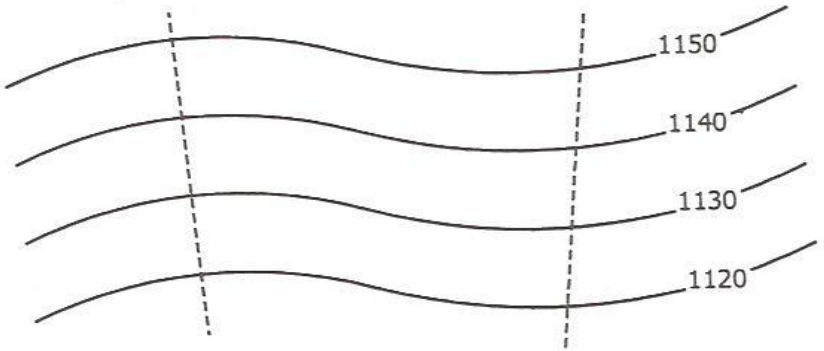
معرف دامنه و تغییر شیب



معرف دره و خط القعر



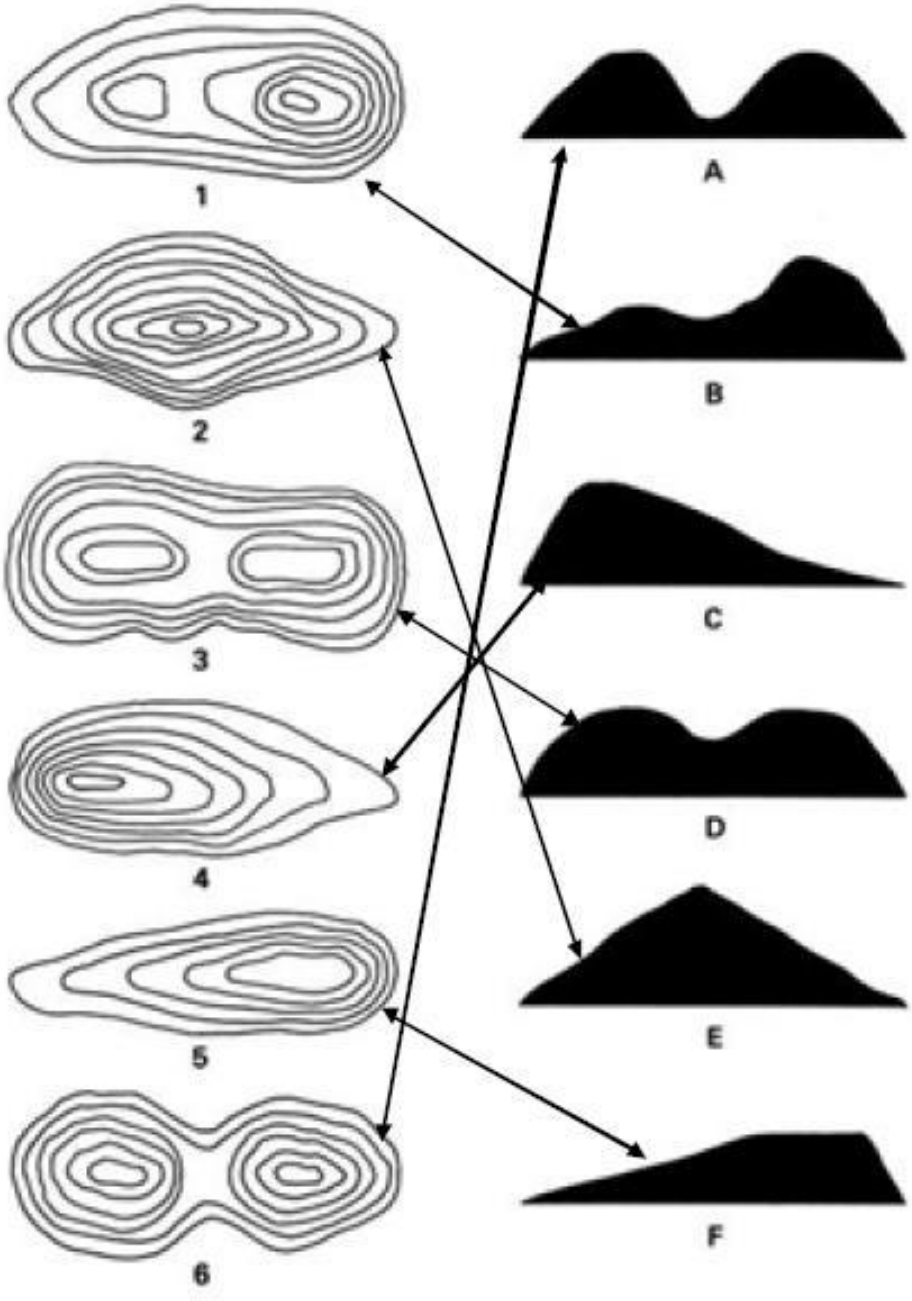
معرف تپه



خط القعر
یا مسیر جریان آبهای سطحی

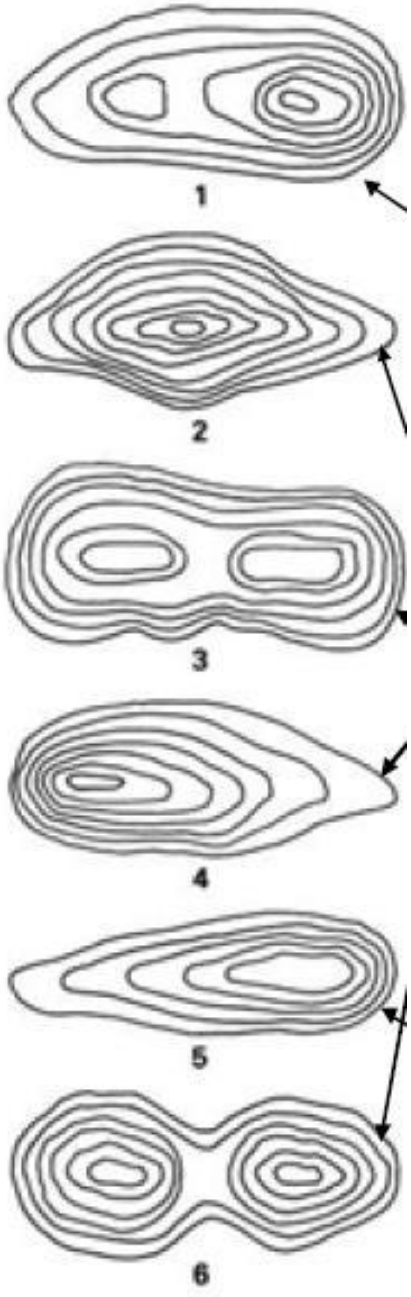
خط الراس
یا خط تقسیم آب

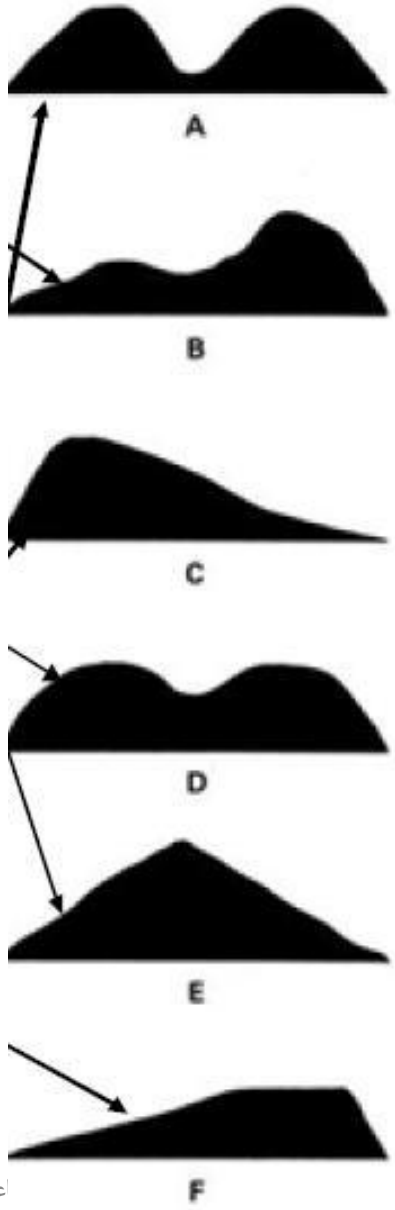
مفهوم منحنی میزان برای نمایش انواع تغییرات ارتفاعی بر روی نقشه های توپوگرافی



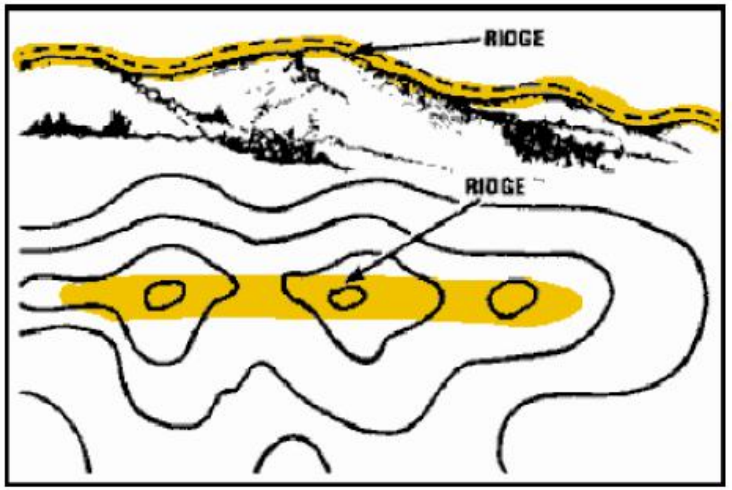
- ساختار منحنی میزان هر شکل، متناظر با کدام ساختار توپوگرافی بر روی زمین است؟

مفهوم منحنی میزان برای نمایش انواع تغییرات ارتفاعی بر روی نقشه های توپوگرافی



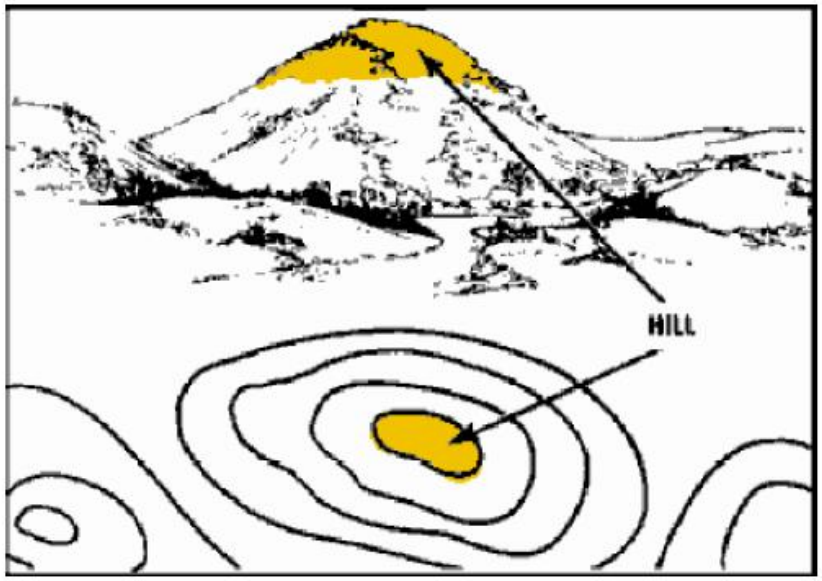


مفهوم منحنی میزان برای نمایش انواع تغییرات ارتفاعی بر روی نقشه های توپوگرافی



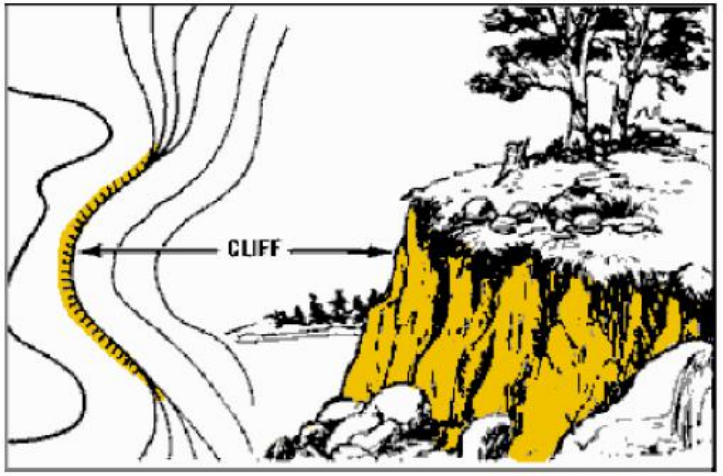
خط الراس

- یک خط شیبدار در مناطق با ارتفاع بالا نسبت به مناطق مجاور
- در هر نقطه خط الراس. ارتفاع در سه جهت کمتر از آن نقطه خواهد بود.
- منحنی میزان در محل خط الراس به شکل حرف V یا عدد ۲ در نقشه نمایان می شود.
- نزدیک شدن انتهای منحنی میزان به یکدیگر (V) به مفهوم نقاط پایین دستی یا نقاط با ارتفاع کمتر است.



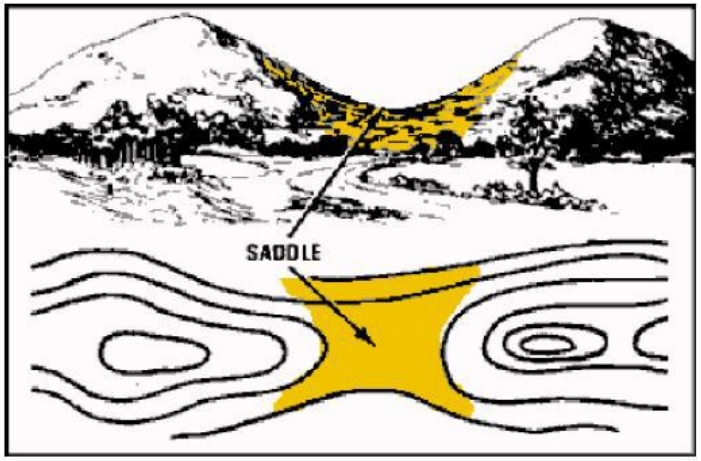
تپه

- منحنی های بسته همراه با کاهش اندازه منحنی ها
- در خصوص تپه. منحنی های داخلی با افزایش ارتفاع همراه هستند
- قله در داخل کوچکترین منحنی قرار دارد.



دیواره. پرتگاه. صخره

- تغییرات شدید در ارتفاع در یک فاصله افقی ناچیز
- فاصله منحنی میزانها بسیار کم و گاها" به هم چسبیده می باشند.
- خطوطی به سمت ارتفاع کمتر بر روی آن ترسیم می شود.

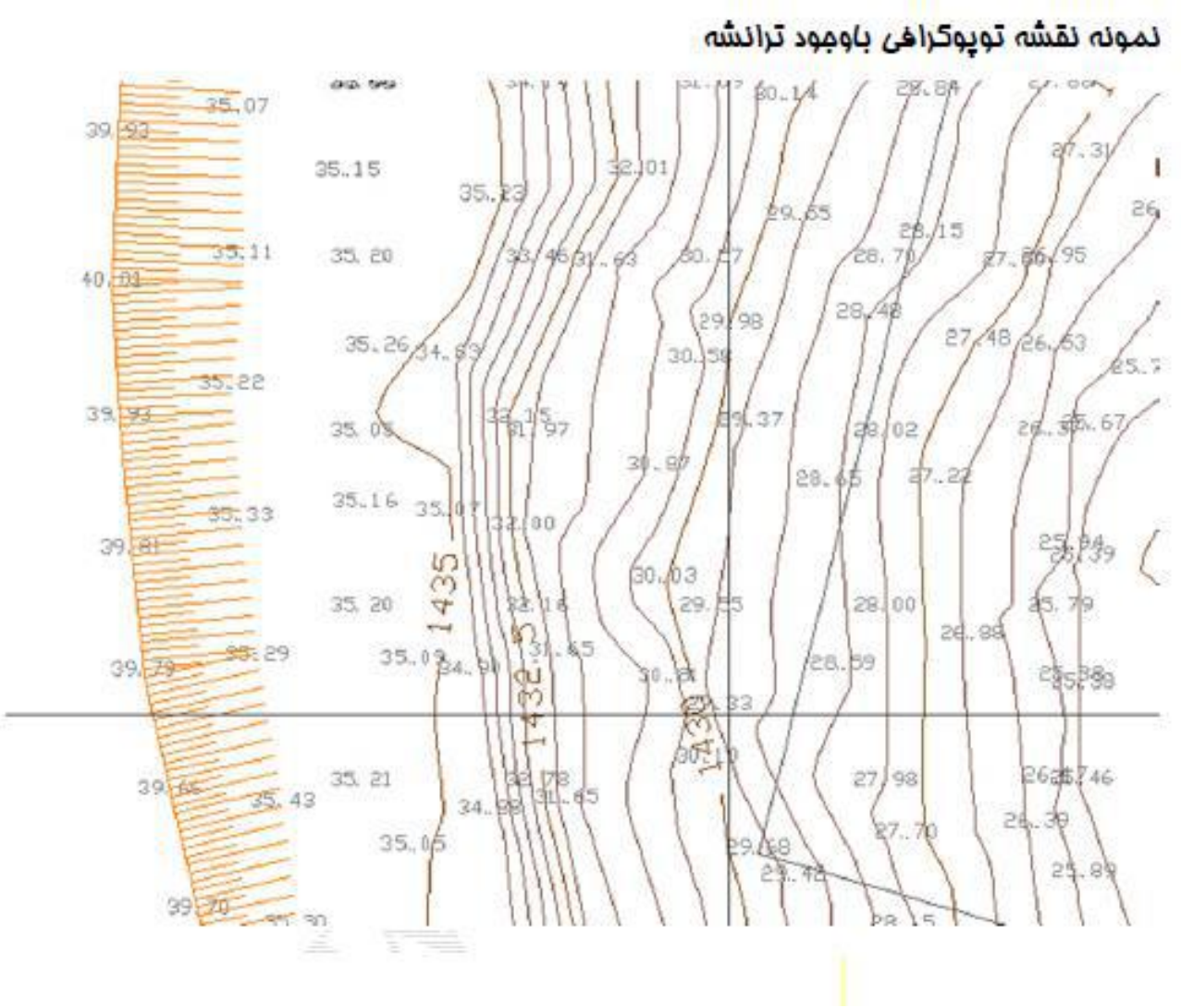


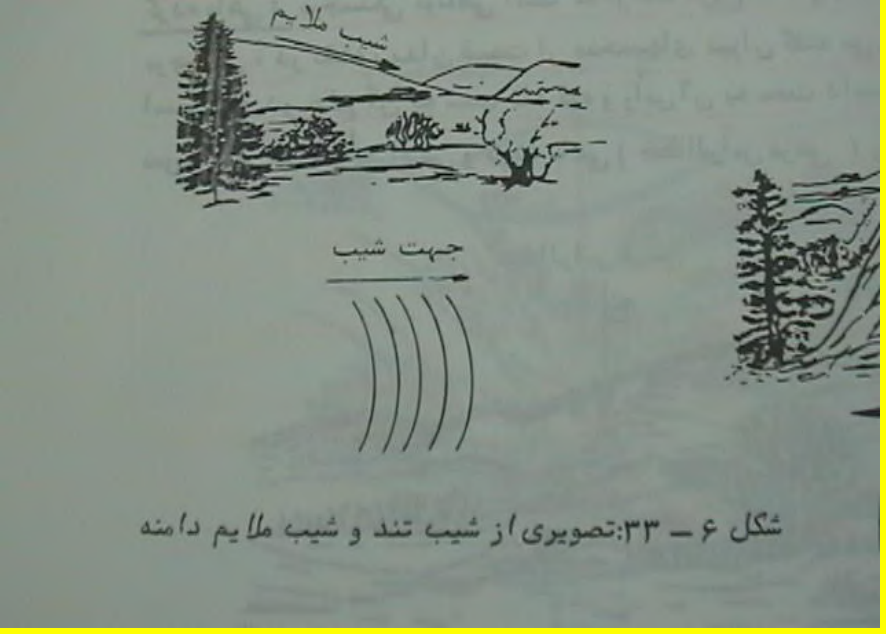
گردنه

- یک محل فرورفتگی میان دو تپه
- در محل گردنه. در ۲ امتداد مقابل هم زمین در ارتفاع بیشتر از شما و در ۲ امتداد مقابل دیگر در ارتفاع کمتر از شما قرار دارد.

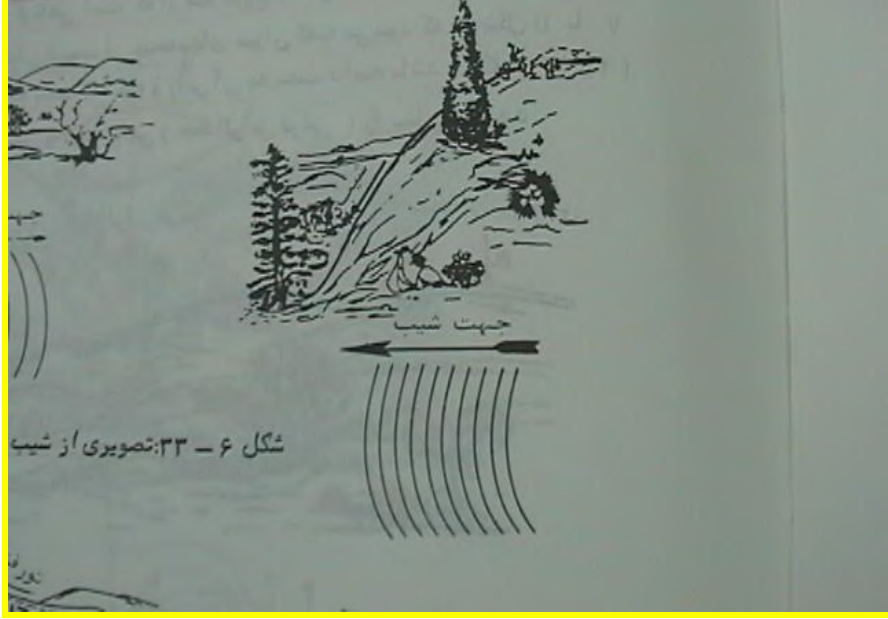
فرید اسماعیلی

مفهوم منحنی میزان برای نمایش انواع تغییرات ارتفاعی بر روی نقشه های توپوگرافی

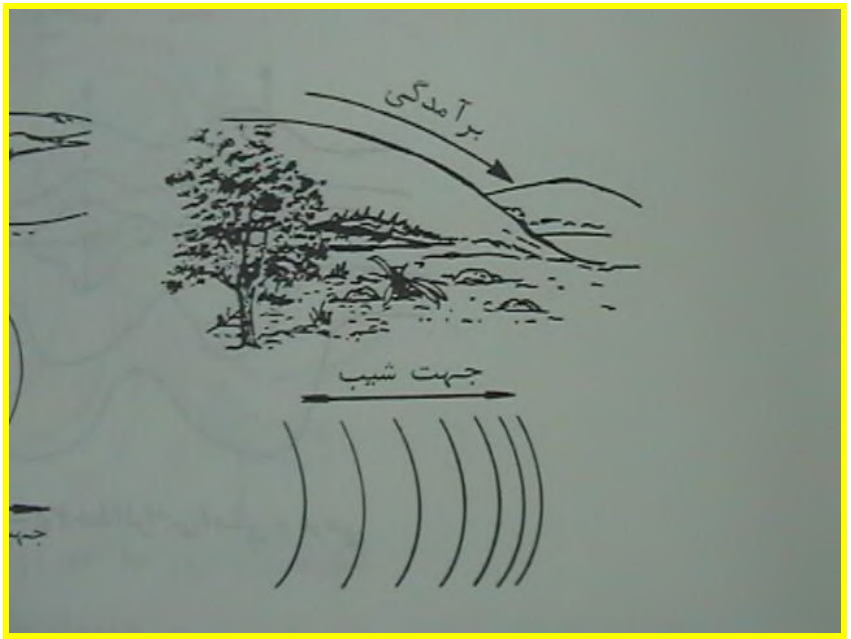


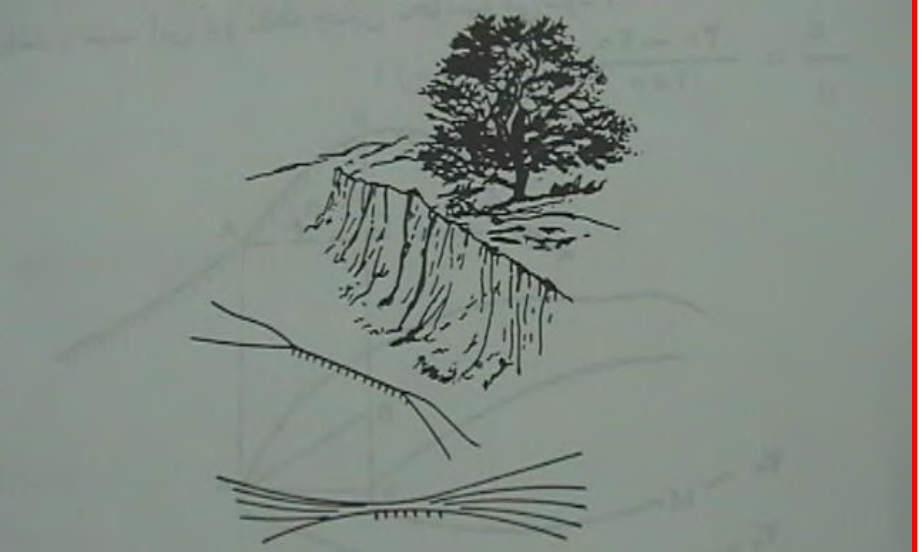


شکل ۶ ــ ۳۳:تصویری از شیب تند و شیب ملایم دامنه

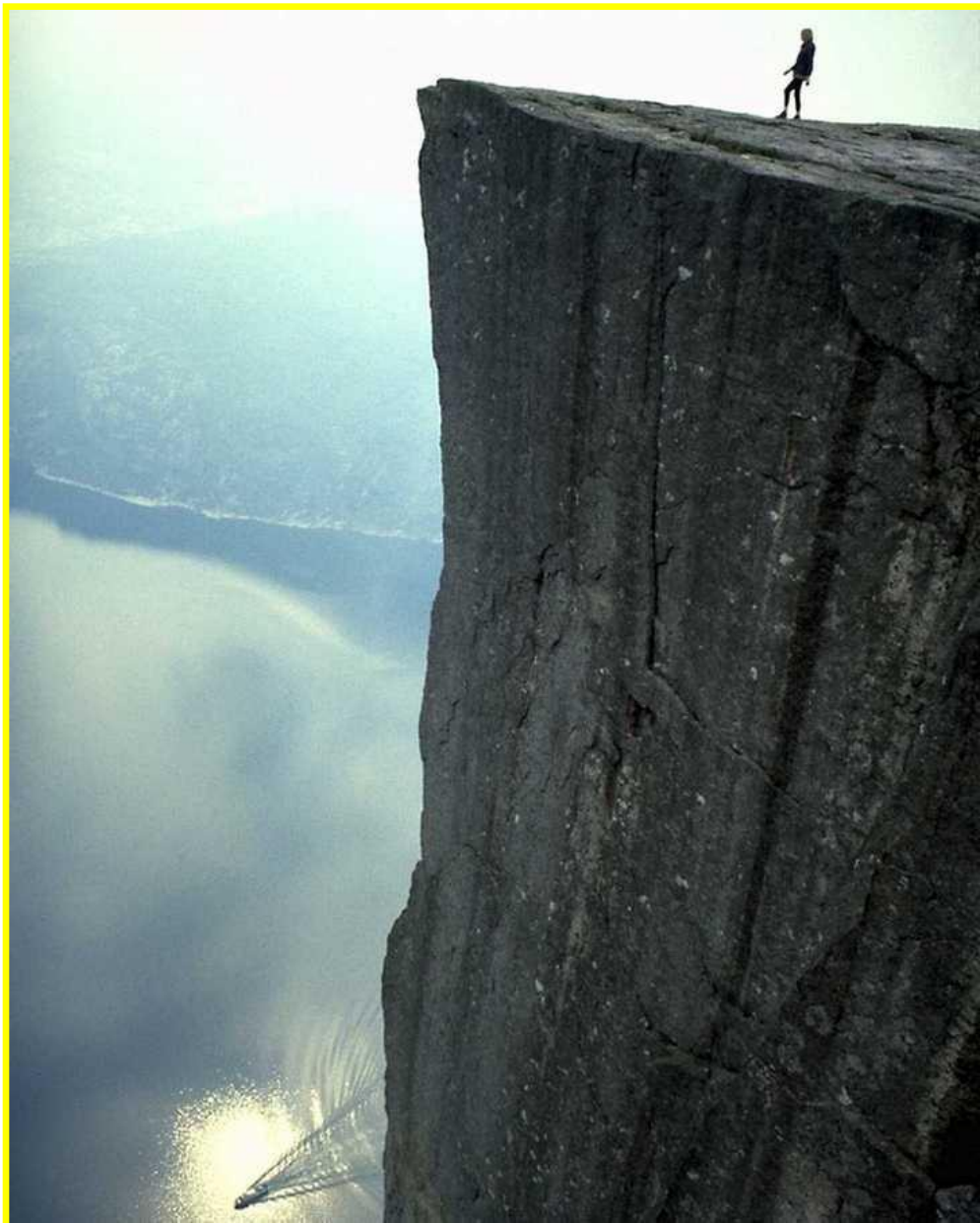


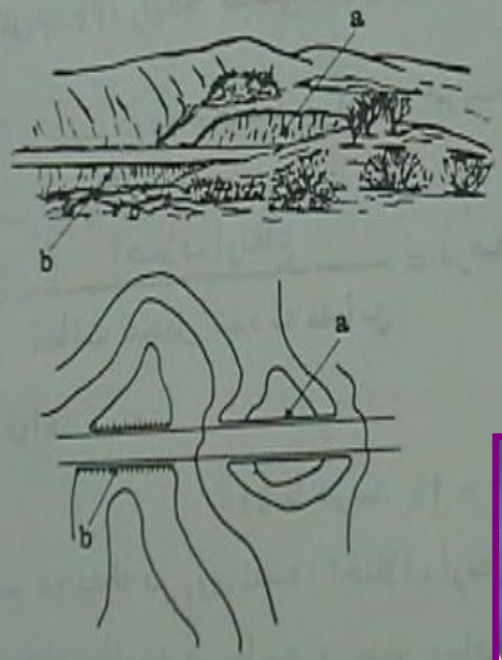
شکل ۶ ــ ۳۳:تصویری از شیب



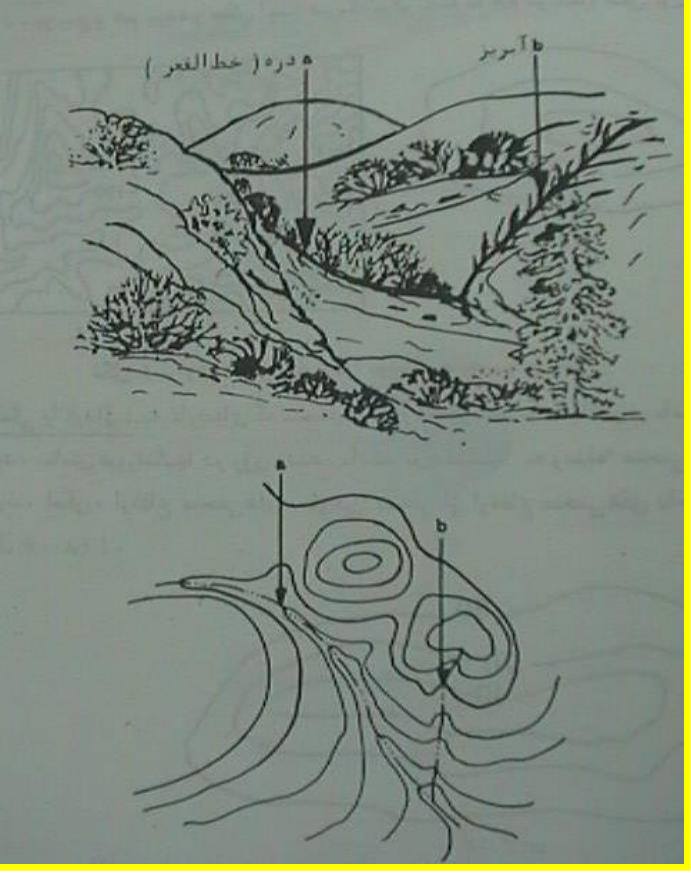


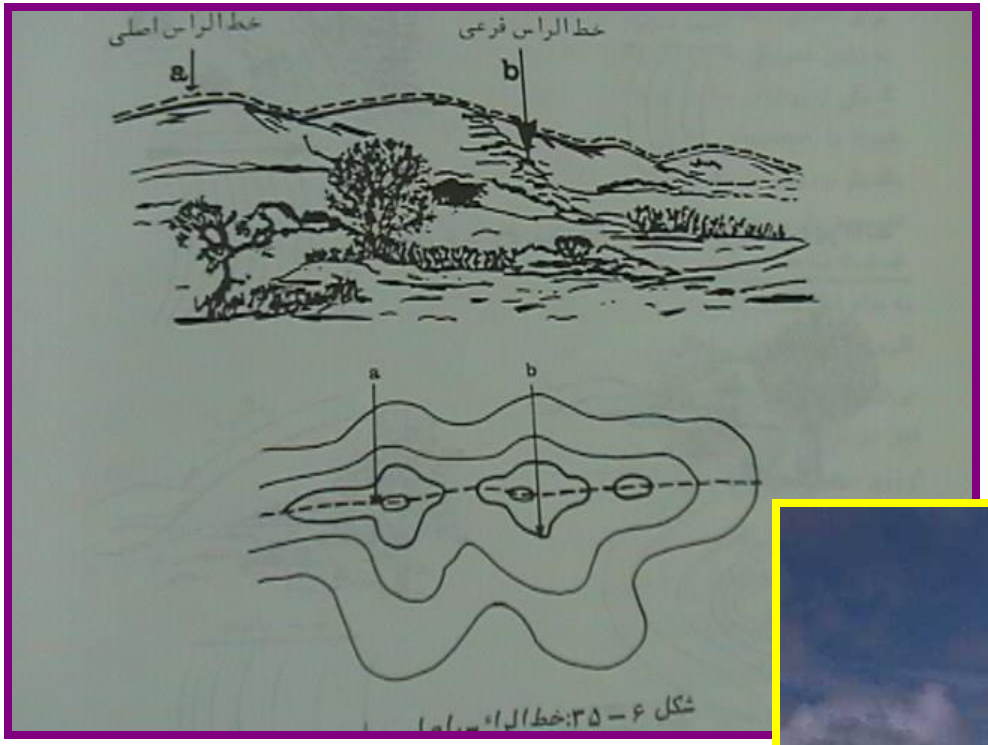
شکل ۶ ــ ۴۰:پرتگاه



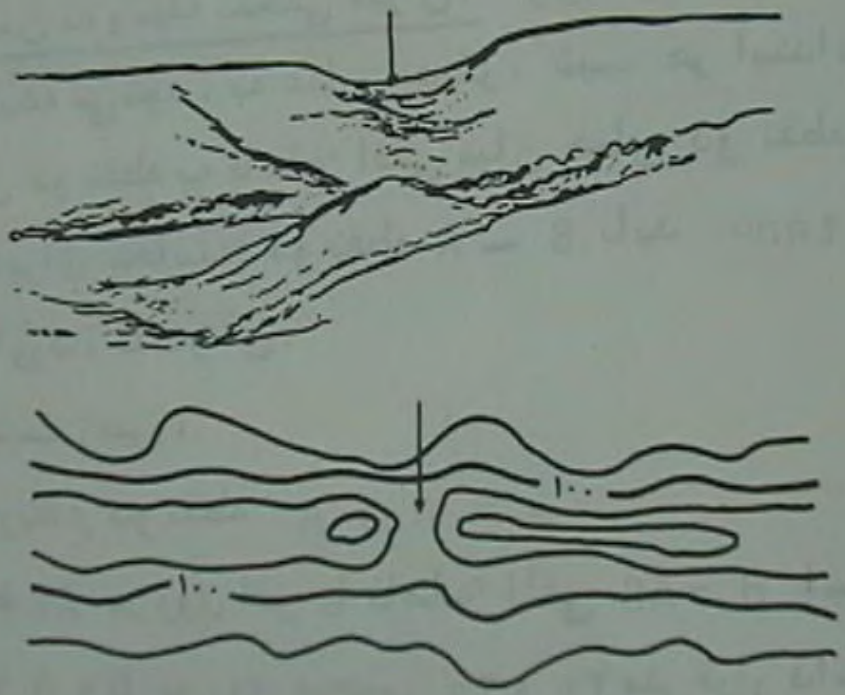


شکل ۶ ـ ۴۱:بریدگی یا برش


a دره (خط القعر)
b آبریز
a
b



شکل ۶ – ۳۵:خط الراس

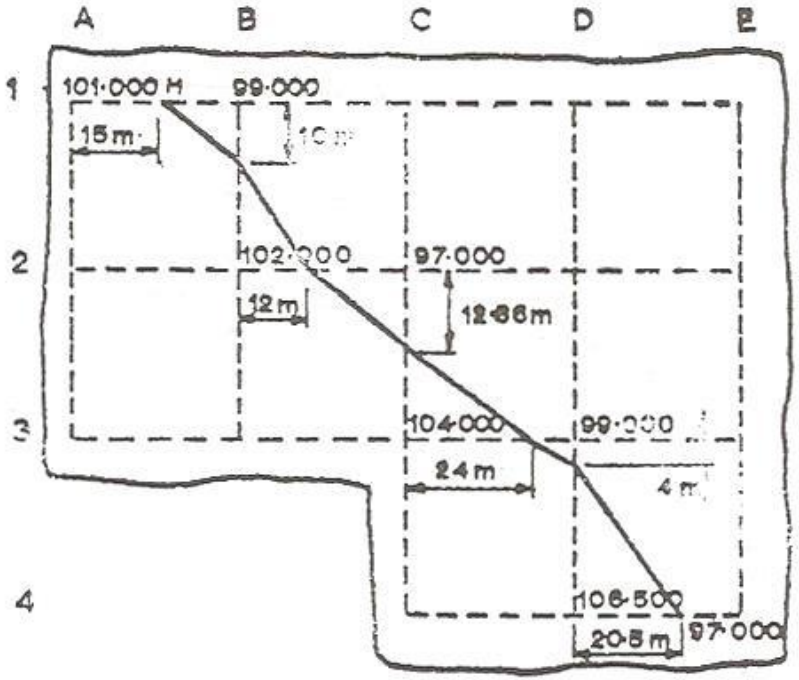


شکل ۶ ــ ۳۹:گردنه

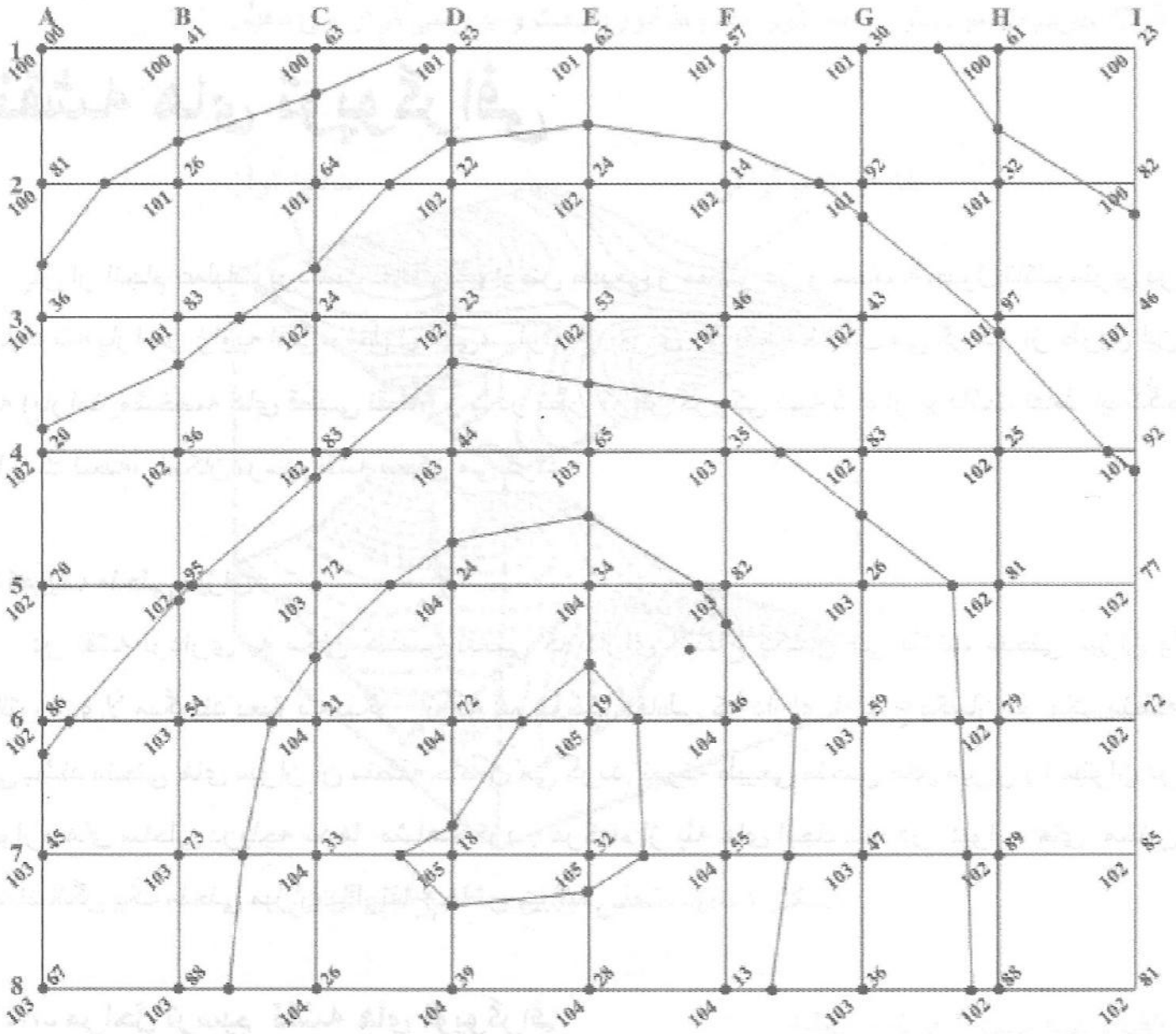
یکی از روش های تعیین وضعیت ارتفاعی یک منطقه و ترسیم نقشه توپوگرافی از آن، شبکه بندی می باشد.

در این روش اولین قدم ایجاد یک شبکه قائم الزاویه بفواصل مساوی در منطقه از طریق تئودولیت و مترکشی (یا طولیاب) و میخکوبی (یا بتون گذاری) نقاط تقاطع شبکه فوق میباشد. در این صورت عملا" امکان تعریف سیستم مختصات دکارتی برای تمام نقاط شبکه میسر میشود. به منظور تعیین ارتفاع نقاط این شبکه معمولا" از روش ترازیابی هندسی بطور مستقل و با دقت میلیمتر استفاده میشود و تمام نقاط نسبت به نقطه مشخص یا دلخواه با ارتفاع معلوم ترازیابی شده و در نتیجه دارای ارتفاع میگردند. بدیهی است دقت ارتفاعی و مسطحاتی این روش به مراتب بهتر از روشهای دیگر خواهدبود.

برای ترسیم نقشه ابتدا شبکه قائم الزاویه برداشت شده را ترسیم نموده وسپس ارتفاعات نقاط شبکه را بترتیب در نقاط تقاطع آنهایادداشت میکنیم . برای نام گذاری نقاط شبکه ابتدا" یک شماره گذاری حرفی(لاتین) در جهت طولی و یک شماره گذاری عددی در جهت عرضی انجام میگیرد بدین ترتیب هر نقطه از شبکه با یک حرف و عدد مشخص میشود. بطور مثال نقطه ای با شماره **B3** نشانگر موقعیت نقطه ای در ردیف سوم و ستون دوم شبکه میباشد. از این روش امکان تهیه نقشه های با مقیاس ۱/۲۰۰ و منحنی تراز تا ۰,۲۵ سانتیمتر میسر میباشد.



روش شبکه بندی برای تهیه نقشه توپوگرافی



خواص منحنی میزان:

۱-خطوط استاندارد بسته می باشند و محدود نمی شوند مگر اینکه ابعاد کاغذ محدود باشد.

۲- هیچ گاه یکدیگر را قطع نمی کنند.

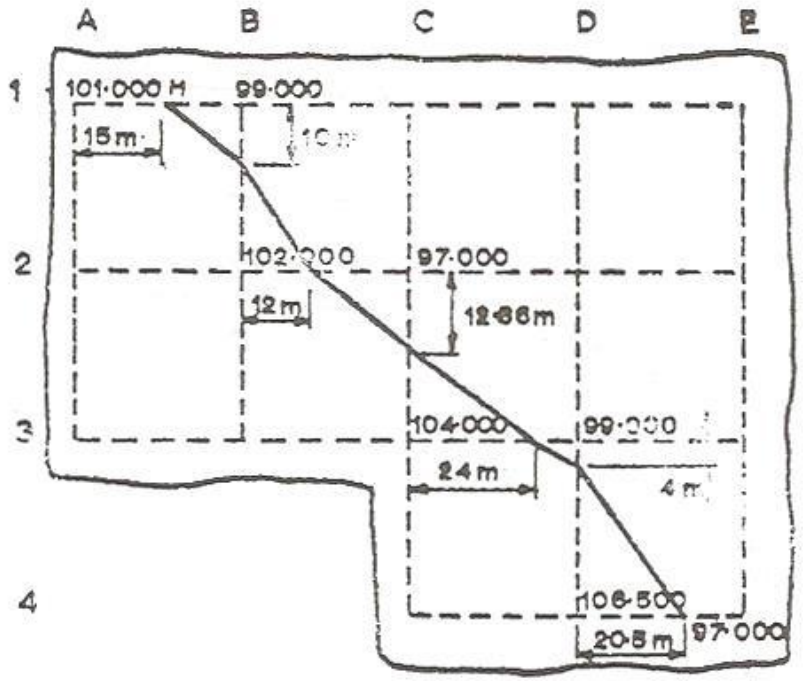
۳- فاصله منحنی میزانها نشاندهنده شیب منطقه است. هرچه این فاصله کمتر باشد، شیب منطقه بیشتر است.

۴-برای نمایش سطح طبیعی زمین استفاده می شود.

- منحنی میزانها به دو دسته اصلی و فرعی تقسیم می شوند. بعد از چهار منحنی میزان فرعی یک منحنی اصلی قرار میگیرد که از نظر قطر و رنگ متفاوت است و تنها روی این منحنی ارتفاع نوشته می شود.

فواصل نقاط شبکه بندی نسبت به مقیاس و فاصله ارتفاعی منحنی میزان ها

بعد شبکه / مقیاس	<۱۰	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰
۱/۵۰۰	۰,۲۵	۰,۵			
۱/۱۰۰۰		۰,۲۵	۰,۵		
۱/۲۰۰۰			۰,۵	۱	
۱/۵۰۰۰				۰,۵	۱



مراحل ترسیم منحنی های میزان در روش شبکه بندی

ترسیم منحنی میزان:

۱- پیاده سازی نقاط

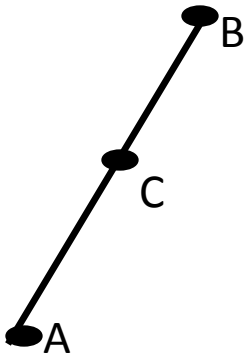
۲- محاسبات درون یابی :
- ایجاد مثلث بین هر ۳ نقطه ی مجاور
- محاسبه‌ی فرمول صفحه های ۳ بعدی

۳- اتصال نقاط هم ارتفاع

۴- هموار نمودن منحنی ها

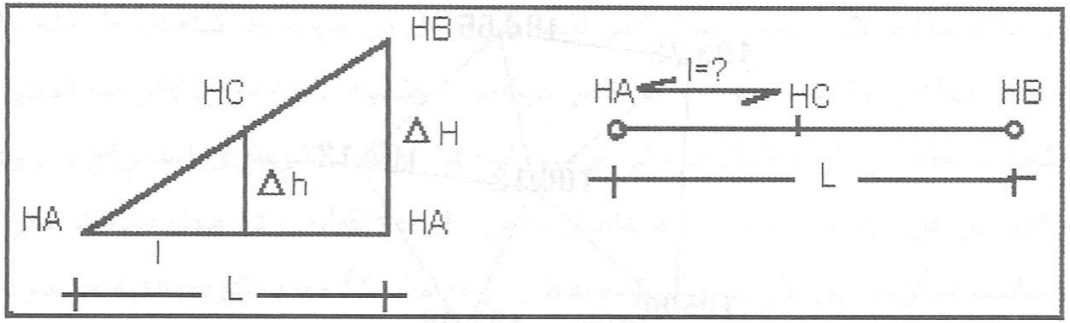
۵- درج عدد ارتفاعی منحنی ها (منحنی های اصلی)

درون یابی: اگر نقطه ای که ارتفاع آن را قرار است مشخص کنیم بین نقاط معلوم A و B باشد.

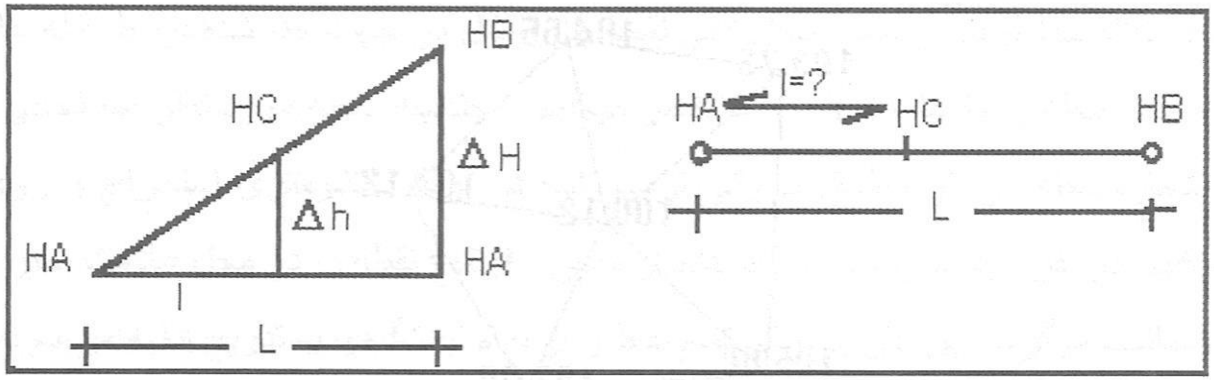


ث ـ انترپلاسیون نقاط ارتفاعی و ترسیم نقشه

مفهوم ریاضی انتر پلاسیون یعنی میانه یابی یا واسطه یابی خطی بین دو نقطه با مختصات معلوم . چون در ترسیم منحنی های میزان نقاط دارای ارتفاعات یکسان و دارای ارتفاع با مضارب روند (نیم متری ، یک متری یا دومتری و...) به یکدیگر متصل می گردند. به منظور استخراج نقاط دارای ارتفاع روند بین دونقطه با ارتفاع مختلف و اعشاری عموما" از روش انتر پلاسیون استفاده می گردد. در این روش سوال این است که، با داشتن دونقطه **A,B** به فاصله ***L*** از یکدیگر با ارتفاعات ***HA, HB*** به چه نحوی می توان محل نقطه دیگری را با ارتفاع ***HC*** تعیین کرد بنحویکه دارای ارتفاع مشخص باشد. مطابق شکل ذیل میتوان نوشت:

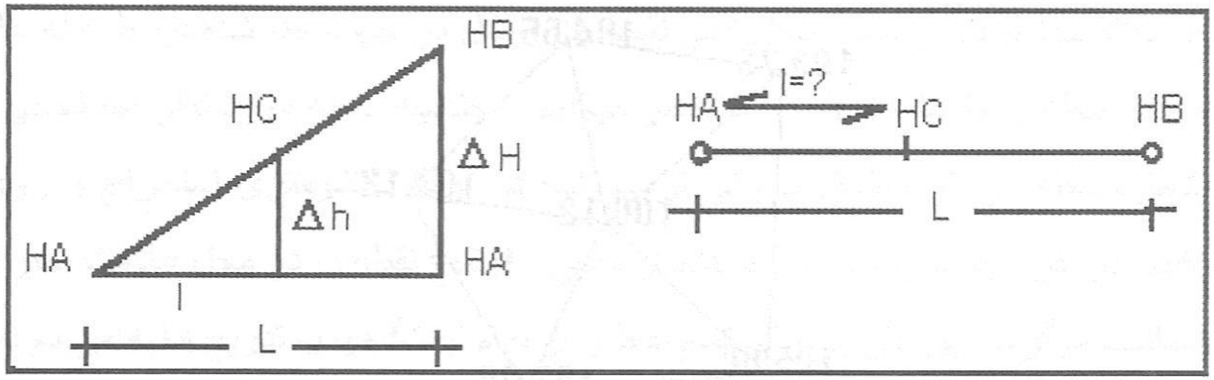


$$\frac{l}{L}=\frac{\Delta h}{\Delta H}\Rightarrow l=\frac{L\times\Delta h}{\Delta H}=\frac{L.(HC-HA)}{(HB-HA)}$$



$$\frac{l}{L} = \frac{\Delta h}{\Delta H} \Rightarrow l = \frac{L \times \Delta h}{\Delta H} = \frac{L.(HC - HA)}{(HB - HA)}$$

در رابطه فوق مقادیر ***HA, HB, L*** از نقشه مثلث بندی شده بروش فوق و با مقیاس مربوطه قابل استخراج و اندازه گیری است. ترسیم کننده با معرفی ارتفاع ***HC*** روند مورد نظر، بین دونقطه **A,B** مقدار ***l*** (فاصله نقطه **C** تا نقطه با ارتفاع پایین) را محاسبه کرده و سپس با استفاده از خط کش یا اشل مقدار آن روی خط **AB** جدا میکند و نهایتا" ارتفاع ***HC*** را روی آن یادداشت می کند.



مثال ۱- در شکل بالا اگر $HA=101.72$, $HB=104.16$ مترو فاصله بین نقاط ۵ سانیمتر باشد، نقطه ارتفاعی ۱۰۳ متر در چه فاصله ای از نقطه A قرار میگیرد؟

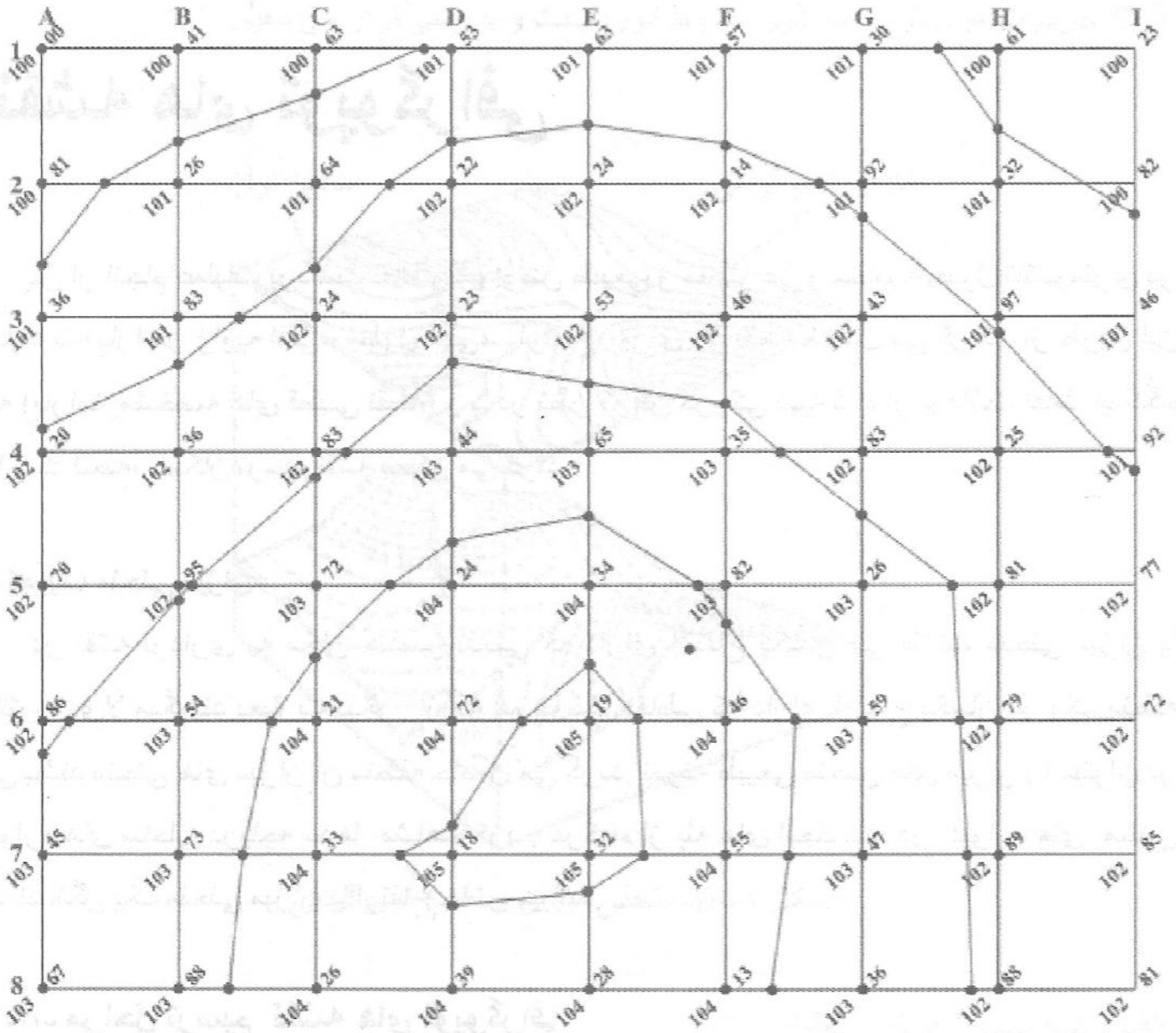
$$l_{103}=\frac{5cm\times(103-101.72)}{(104.16-101.72)}=2.62cm$$

بدین ترتیب نقطه ای به فاصله۲,۶۳سانتیمتر از نقطه اول دارای ارتفاع ۱۰۳ می باشد.به

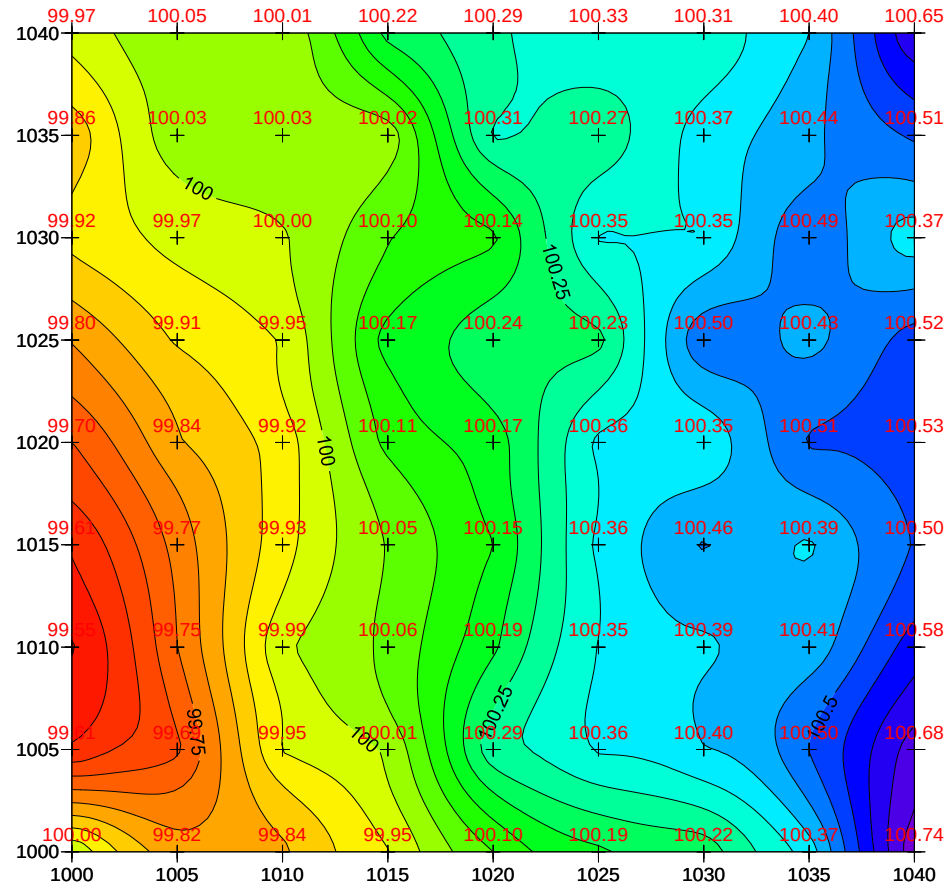
منظورتعیین محل ارتفاعات مورد نظر برای بقیه نقاط میتوان به روش مشابه عمل کرده و محل نقاط را با ارتفاعات روند روی کلیه اضلاع مثلثهای ترسیم شده، نشانه گذاری کرده و یاداشت نمائیم. پس از این مرحله کلیه نقاط میانه یابی شده و دارای ارتفاع یکسان را به یکدیگر متصل میکند و بدین ترتیب با ادامه اتصال این نقاط منحنی میزان با ارتفاع مورد نظر ترسیم میگردد. ترسیم منحنی های میزان فرعی و اصلی بترتیب با قلمهای ۰,۱ و ۰,۳ (یا ۰,۲ و ۰,٤) میلیمتر و عوارض مسطحاتی نقشه های توپوگرافی معمولا" با قلم ۰,۲-۰,۳ میلیمتر صورت میگیرد .

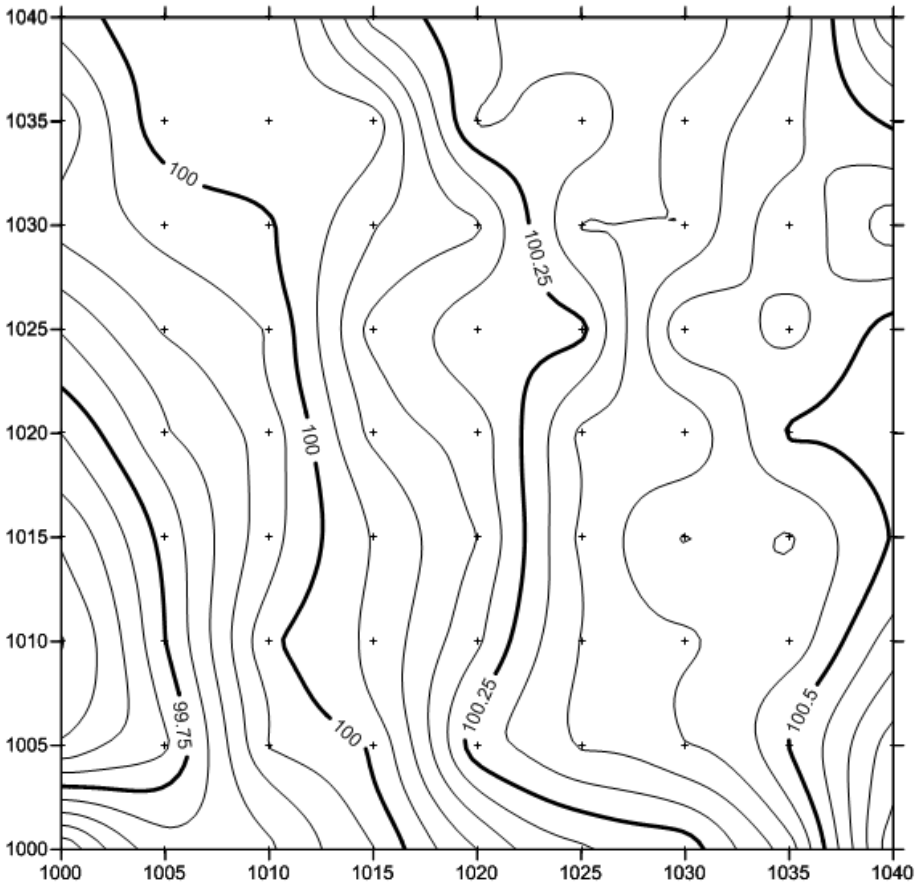
معمولا از هر پنج منحنی با رقوم متوالی در یک نقشه توپوگرافی منحنی که دارای مضارب صحیحی از پنج باشد به عنوان منحنی اصلی (**متروس**) انتخاب کرده و با قلم ضخیم تری ترسیم می کنند .ضمنا رقوم ارتفاعی منحنی های میزان را صرفا روی منحنی اصلی و با فواصل مناسب و در جهت مناسب برای قرائت استفاده کننده یادداشت می کنند لذا در منحنی های فرعی نیازی به قید رقوم ارتفاعی نیست.

روش شبکه بندی برای تهیه نقشه توپوگرافی

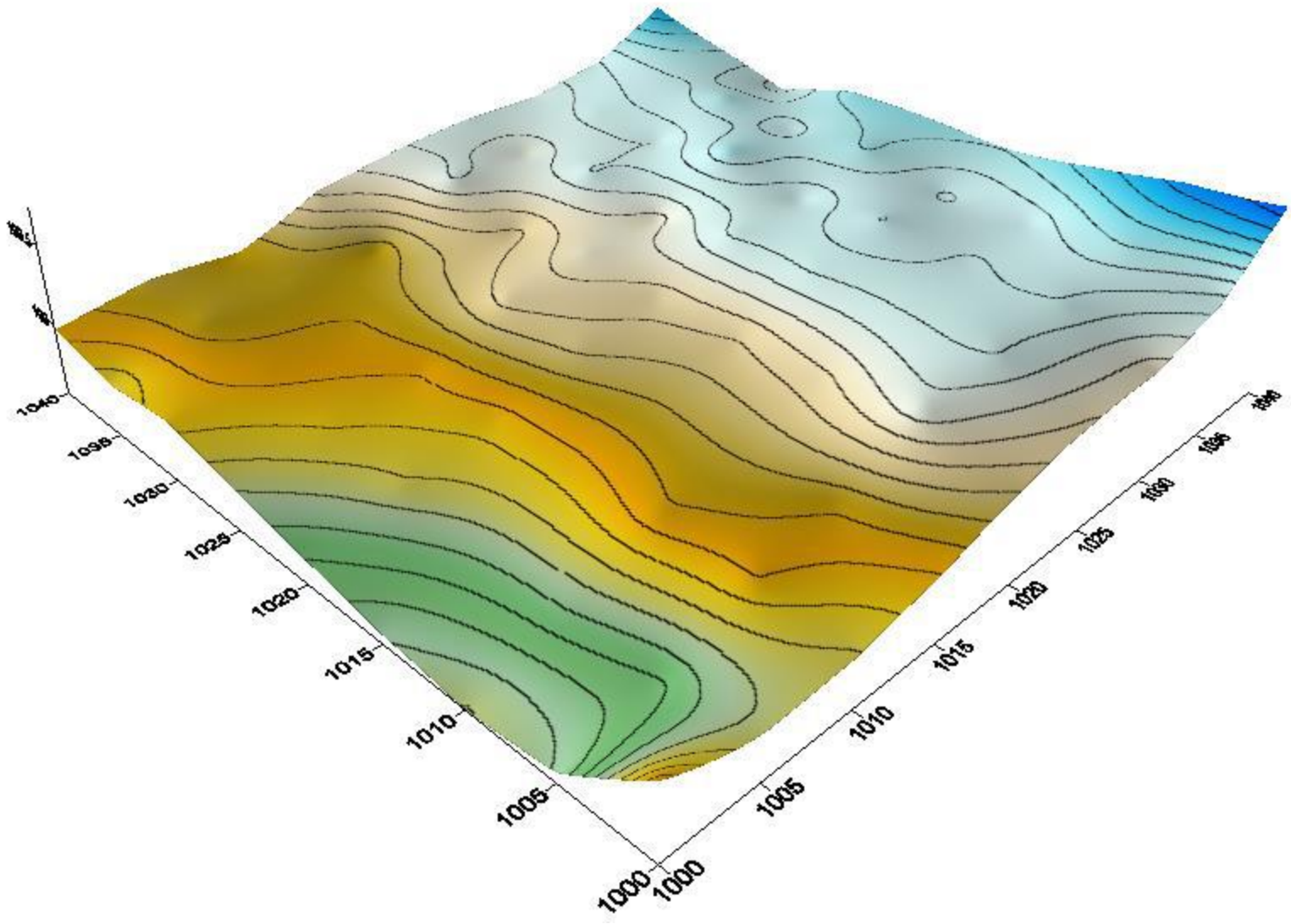


روش شبکه بندی برای تهیه نقشه توپوگرافی





روش شبکه بندی برای تهیه نقشه توپوگرافی



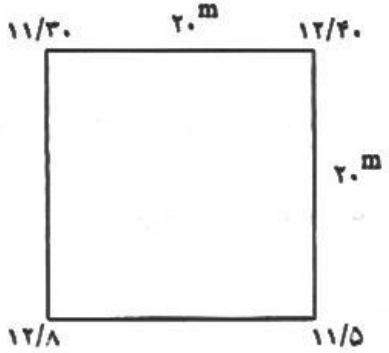
محاسبه عملیات خاکی به روش شبکه بندی

در صورت تعریف یک سطح پروژه با ارتفاع معلوم میتوان با کسر ارتفاع تمام نقاط شبکه از ارتفاع فوق، اختلاف ارتفاع هر نقطه را تعیین کرده و در نیجه مقدار خاکبرداری یا خاکریزی هر نقطه را بدقت تعیین کرد. در این حال با محاسبه ویادداشت اختلاف ارتفاع میانگین هر بلوک در داخل آن و نهایتا" تعیین میانگین کل اختلاف ارتفاع بلوکها میتوان نسبت به تعیین حجم عملیات خاکی از طریق روابط ذیل در کل شبکه اقدام کرد. در رابطه ذیل A نشانگر سطح مقطع یک بلوک از شبکه بر حسب مترمربع و V حجم تقریبی کل عملیات خاکی را مشخص میکند.

$$V = \bar{h} \times A$$

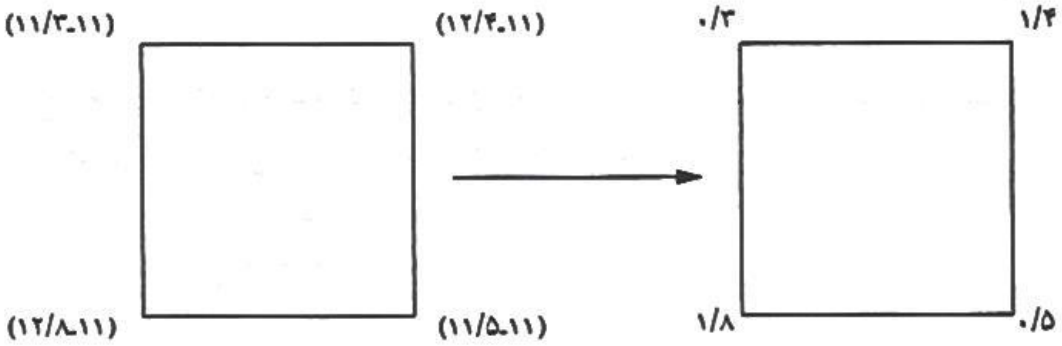
در رابطه بالا h میانگین اختلاف ارتفاعات رئوس هر بلوک با ارتفاع تسطیح و A مساحت هر بلوک می باشد.
نهایتاً با جمع حجم عملیات خاکی بلوک ها با یکدیگر، حجم عملیات خاکی کل منطقه شبکه بندی شده بدست می آید.

مثال ۱: قطعه زمینی به شکل مربع ۲۰ × ۲۰ متر، مطابق شکل زیر بایستی تسطیح شود. حجم خاکبرداری تا سطح ۱۱ متری چند متر مکعب است؟



۱) ۳۵۰
۲) ۴۰۰
۳) ۴۳۲
۴) ۴۸۰

پاسخ:
گزینه ۲



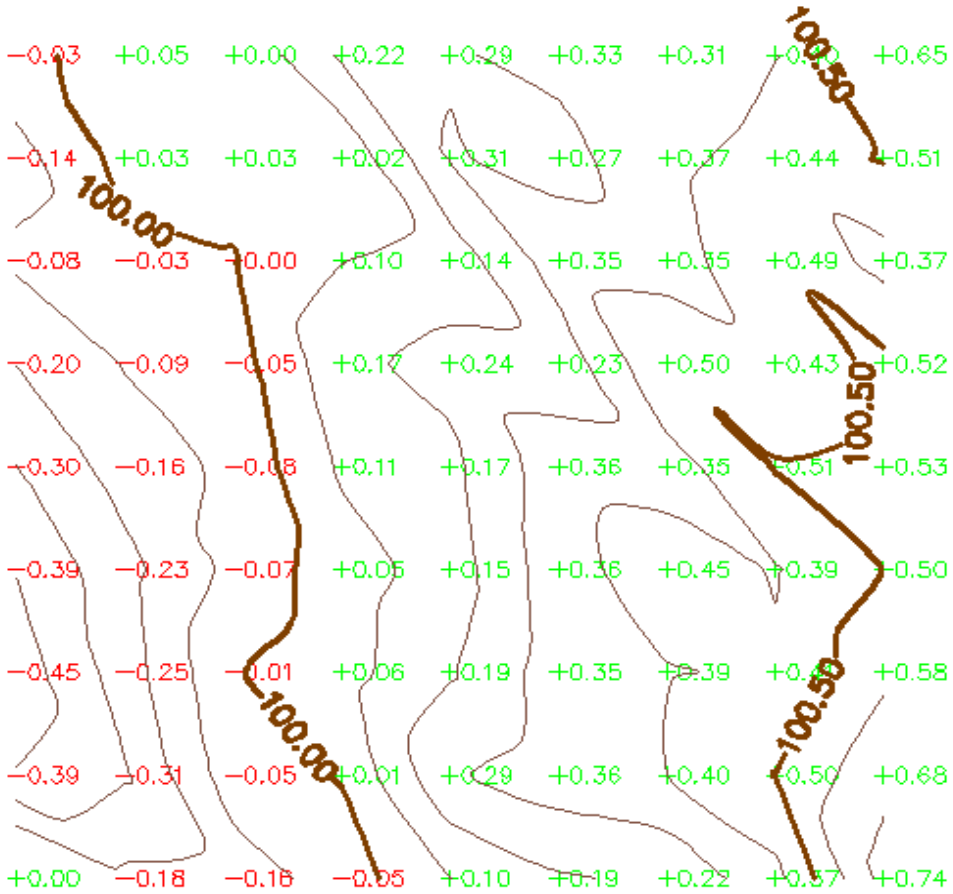
$$\bar{h} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}$$

$$\bar{h} = \frac{۰/۳ + ۱/۴ + ۰/۵ + ۱/۸}{4} = ۱m$$

$$V = A.\bar{h}$$

$$V = (۲۰ \times ۲۰) \times ۱ = ۴۰۰ m^3$$

تصور کنید کارفرما از شما خواسته است زمین مورد نظر را در ارتفاع مثلاً ۱۰۰ متر (مطابق شکل زیر) تسطیح کنید. باید ارتفاع خاکبرداری یا خاکریزی را بر روی تک تک میخهای محاسبه کرده و مطابق شکل زیر بر روی آنها در روی زمین و روی نقشه یاد داشت کنید.



شمال شبکه

جهت مثبت امتداد محور y ها را شمال شبکه گویند. به عبارت دیگر امتداد شمالی محورهای متعامد روی نقشه را شمال شبکه یا شمال شبکه قائم الزاویه می نامند یعنی اگر خطوط افقی شبکه قائم الزاویه را محور Xها و خطوط قائم آن را محور Yها بنامیم، امتداد محور Y در واقع همان شمال شبکه است. در روی شبکه، شمال شبکه را با حروف GN نمایش می دهند.

شمال حقیقی (جغرافیایی)

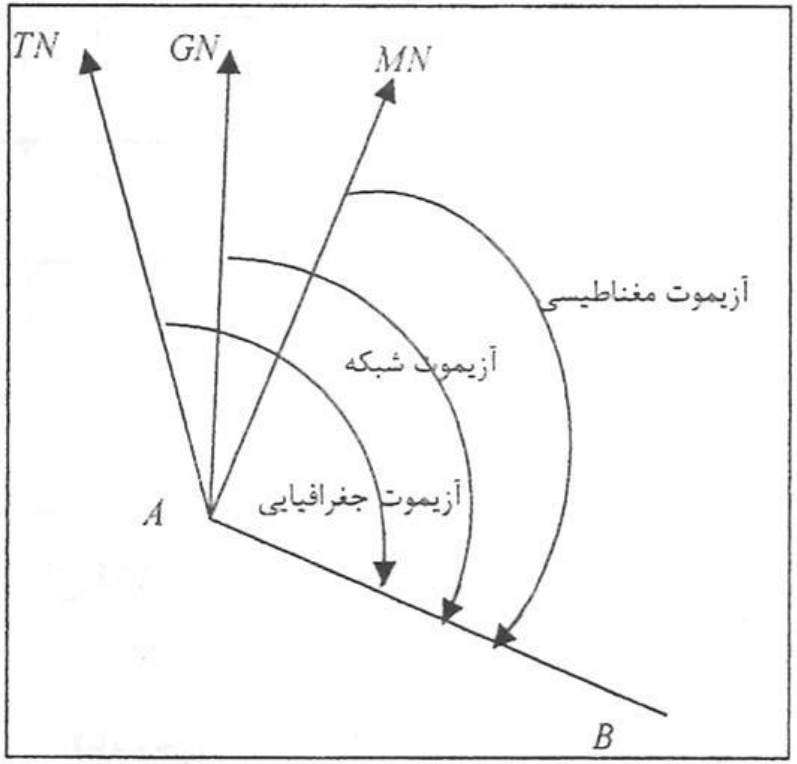
هرگاه هر یک از نقاط سطح زمین را بسوی قطب شمال امتداد دهیم سمتی پدید می آید که به آن شمال جغرافیائی یا شمال حقیقی می گویند، به عبارت دیگر، شمال جغرافیائی هر یک از نقاط سطح زمین امتداد نصف النهار همان نقطه رو به سمت قطب شمال است. شمال جغرافیایی را روی نقشه ها معمولا با علامت TN (شمال حقیقی) مشخص می سازند.

شمال مغناطیسی

جهتی را که عقربه قطب نما نشان می دهد را شمال مغناطیسی آن نقطه گویند. به عبارت دقیقتر زمین به دلیل حرکت دورانی دائم خود به دور محورش یک میدان مغناطیسی ایجاد می کند که باعث انحراف عقربه مغناطیسی قطب نما می شود. در نتیجه این انحراف، سمت جنوبی عقربه مغناطیسی به طرف شمال زمین قرار می گیرد. (دلیل این امر آنست که در آهن ربا قطبهای غیر همنام یکدیگر را جذب می کنند.) به این ترتیب امتدادی را که نوک جنوبی عقربه مغناطیسی نشان می دهد شمال مغناطیسی گویند. این شمال را در نقشه ها معمولا با حروف MN (شمال مغناطیسی) نمایش می دهند.[3]

۵-۲۲- آزیموت حقیقی یا جغرافیایی

آزیموت حقیقی (Az_T) هر امتداد زاویه ای است که بین امتداد شمال حقیقی (جغرافیایی) با امتداد مفروض در جهت ساعتگرد تشکیل می شود.



شکل ۵-۵۰

۵-۲۳- آزیموت مغناطیسی

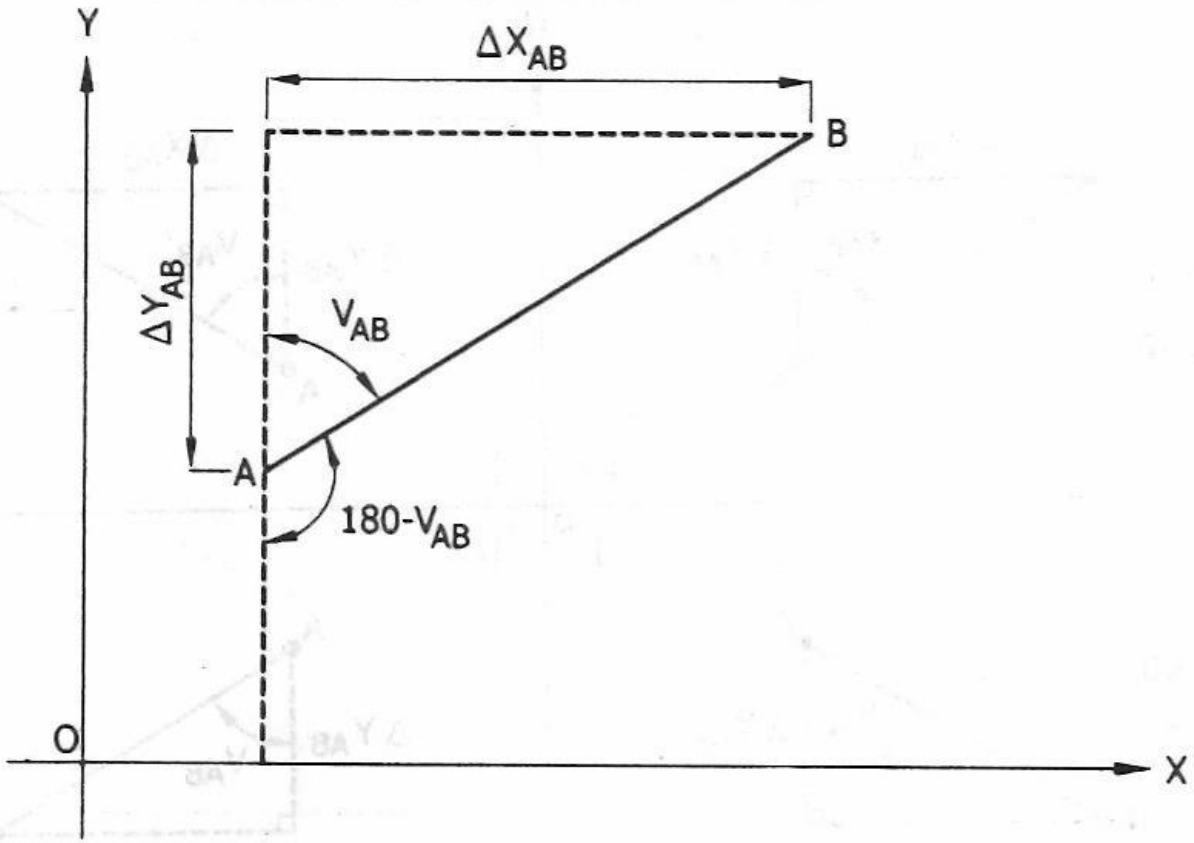
آزیموت مغناطیسی (Az_M) هر امتداد زاویه ای است که بین امتداد شمال مغناطیسی با امتداد مفروض در جهت ساعتگرد تشکیل می شود.

۵-۲۴- انحراف مغناطیسی

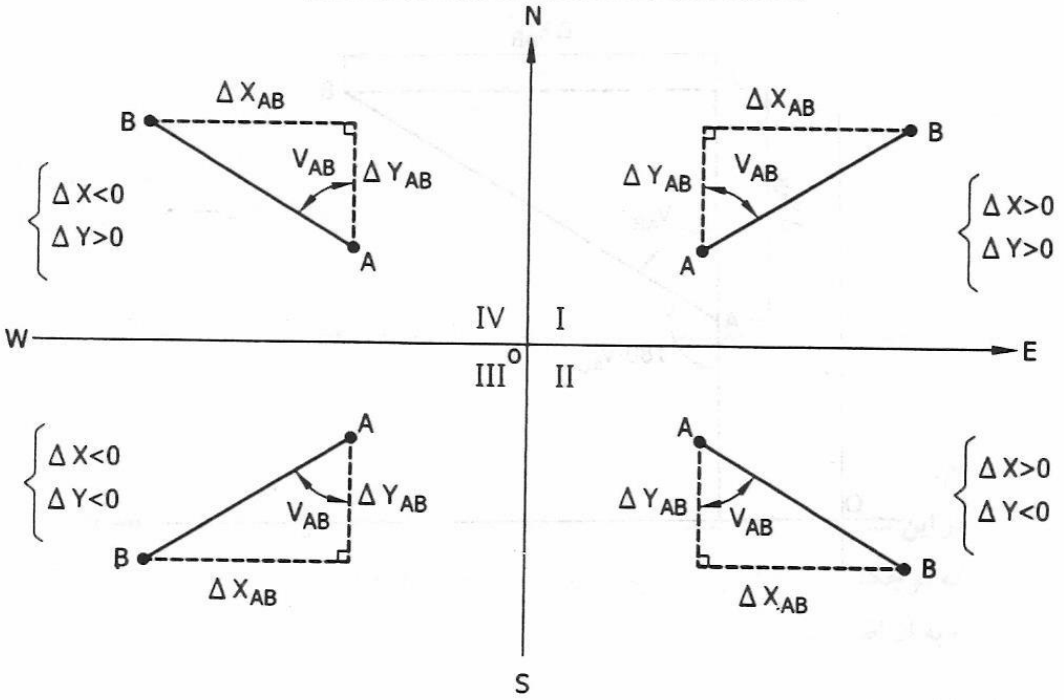
غیر از حرکت وضعی زمین عوامل دیگری از قبیل موقعیت جغرافیایی نقطه، جاذبه های محلی، شتاب تقل، وضعیت فصلی و عوامل دیگر در انحراف عقربه مغناطیسی دخالت دارند. روی این اصل امتدادی را که این عقربه نشان می دهد همواره بیان کننده شمال حقیقی نمی باشد بلکه شمال حقیقی با شمال مغناطیسی با هم زاویه ای تشکیل می دهند که به آن انحراف مغناطیسی (δ) گویند.[3]

$$Az_T = Az_M \pm \delta$$

کوچکترین زاویه‌ای که یک امتداد با محور yها می‌سازد را **زاویهٔ حامل آن امتداد** می‌گویند.
در شکل زیر زاویهٔ حامل امتداد AB با V_{AB} نشان داده شده است.



ربع مختصات	علامت Δx	علامت Δy
I	+	+
II	+	-
III	-	-
IV	-	+



موقعی که مختصات قائم دونقطه مانند B و A در دسترس باشد با داشتن Δx و Δy امتداد مورد نظر (AB) چهار وضعیت می‌توان برای آن در نظر گرفت:

موقعی که $\Delta x > 0$ و $\Delta y > 0$ باشند امتداد AB در ربع اوّل مختصات قرار می‌گیرد.

موقعی که $\Delta x > 0$ و $\Delta y < 0$ باشند امتداد AB در ربع دوّم مختصات قرار می‌گیرد.

موقعی که $\Delta x < 0$ و $\Delta y < 0$ باشند امتداد AB در ربع سوّم مختصات قرار می‌گیرد.

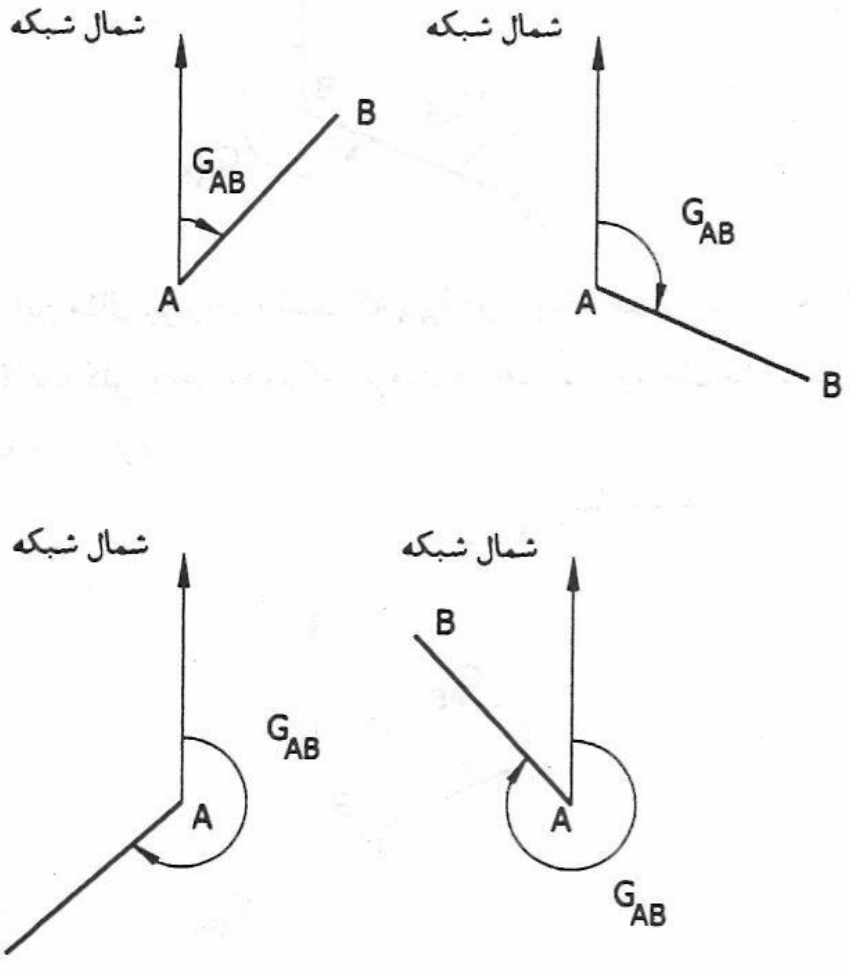
موقعی که $\Delta x < 0$ و $\Delta y > 0$ باشند امتداد AB در ربع چهارم مختصات قرار می‌گیرد.

$$A\begin{vmatrix} x_A \\ y_A \end{vmatrix} \quad , \quad B\begin{vmatrix} x_B \\ y_B \end{vmatrix}$$

$$\begin{cases} \Delta x_{AB} = x_B - x_A \\ \Delta y_{AB} = y_B - y_A \end{cases}$$

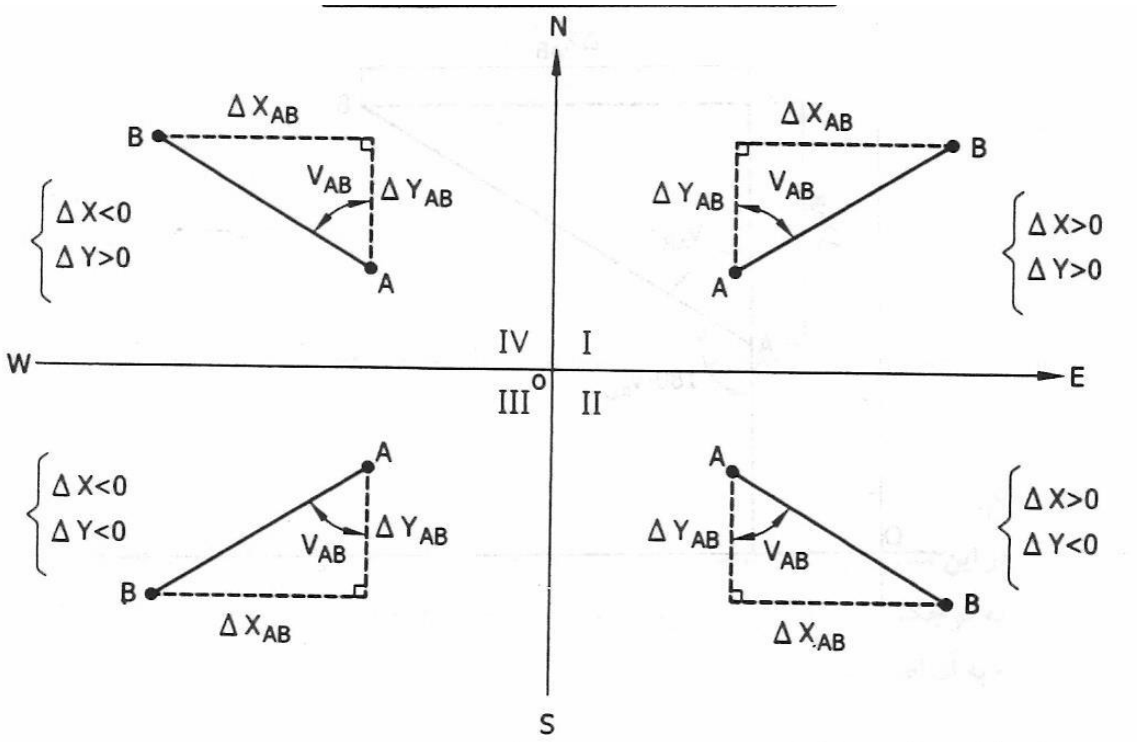
ژیزمان

زاویهٔ هر امتداد با شمال شبکه در جهت حرکت عقربه‌های ساعت را **ژیزمان آن امتداد** گویند. در شکل زیر، ژیزمان امتدادی مانند AB بر روی نقشه در چهار وضعیت نشان داده شده است.



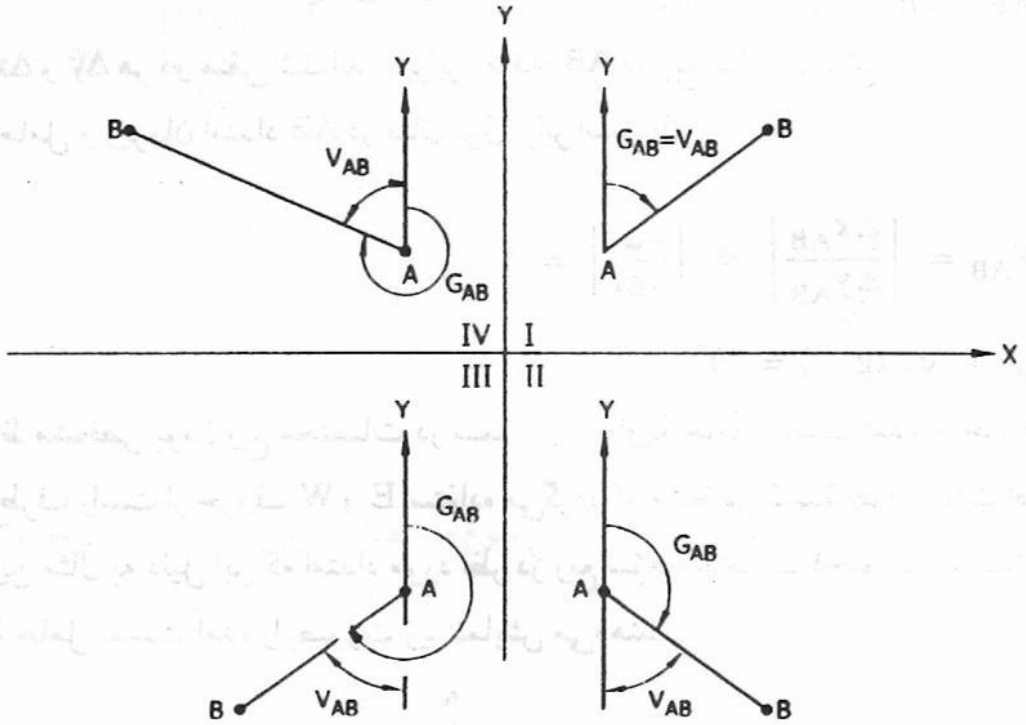
چنانچه یک امتداد مانند AB را در نظر بگیریم که مختصات دو نقطهٔ واقع بر آن $A\begin{vmatrix} x_A \\ y_A \end{vmatrix}$ و $B\begin{vmatrix} x_B \\ y_B \end{vmatrix}$ باشد با توجه به جدول و شکل زیر، رابطه زیر را می‌توان نوشت:

$$\operatorname{tg} V_{AB} = \left|\frac{\Delta x_{AB}}{\Delta y_{AB}}\right| = \left|\frac{x_B - x_A}{y_B - y_A}\right| \quad \text{یا} \quad V_{AB} = \operatorname{Arc\,tg} \left|\frac{x_B - x_A}{y_B - y_A}\right|$$



جدول تعیین علامت برای زاویهٔ حامل

	ربع اوّل	ربع دوّم	ربع سوّم	ربع چهارم
Δx	+	+	−	−
Δy	+	−	−	+
	$G_{AB} = V_{AB}$	$G_{AB}=200^g-V_{AB}$ یا $G_{AB}=180^\circ-V_{AB}$	$G_{AB}=200^g+V_{AB}$ یا $G_{AB}=180^\circ+V_{AB}$	$G_{AB}=400^g-V_{AB}$ یا $G_{AB}=360^\circ-V_{AB}$



بنابراین با مشخص بودن $A\begin{vmatrix} x_A \\ y_A \end{vmatrix}$ و $B\begin{vmatrix} x_B \\ y_B \end{vmatrix}$ می‌توان ژیزمان امتداد AB، (G_{AB}) را به روش زیر محاسبه نمود:

۱). مقادیر Δx و Δy را بدست می‌آوریم.

$$\begin{vmatrix} \Delta x_{AB} = x_B - x_A \\ \Delta y_{AB} = y_B - y_A \end{vmatrix}$$

۲). با توجه به مقادیر Δx_{AB} و Δy_{AB}، زاویهٔ حامل امتداد AB را بدست می‌آوریم.

۳). با توجه به علایم Δx و Δy ربع مختصاتی را که امتداد AB در آن قرار دارد مشخص می‌کنیم.

۴). توسط روابط چهارگانه میان ژیزمان و زاویه حامل، مقدار ژیزمان امتداد AB را محاسبه می‌کنیم.

مثال: دو نقطه $A\left|\begin{matrix}۱۰۰\\۲۰۰\end{matrix}\right.$ و $B\left|\begin{matrix}۵۰\\۱۵۰\end{matrix}\right.$ معلوم می‌باشند. ربع مختصات که AB در آن واقع شده است را مشخص نمایید.

پاسخ:

$$\Delta x_{AB} = x_B - x_A \rightarrow \Delta x_{AB} = ۵۰ - ۱۰۰ = -۵۰ < ۰$$

$$\Delta y_{AB} = y_B - y_A \rightarrow \Delta y_{AB} = ۱۵۰ - ۲۰۰ = -۵۰ < ۰$$

چون Δx و Δy هر دو منفی شده‌اند بنابراین امتداد AB در ربع سوّم می‌باشد.

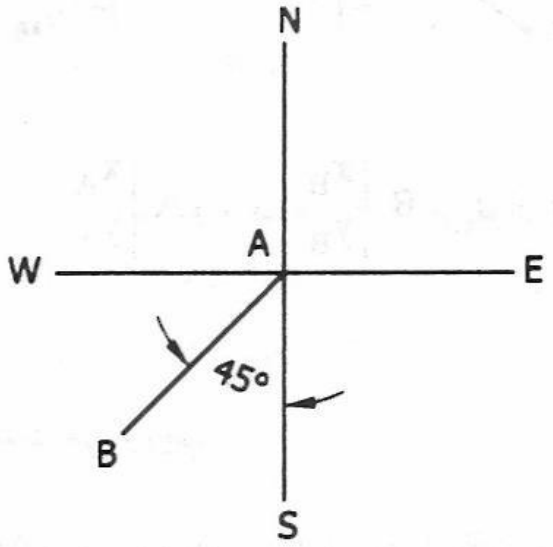
زاویه حامل و ژیزمان امتداد AB در مثال فوق برابر است با:

$$\text{tg } V_{AB} = \left|\frac{\Delta x_{AB}}{\Delta y_{AB}}\right| = \left|\frac{-۵۰}{-۵۰}\right| = ۱$$

$$V_{AB} = \text{Arc tg } (۱) = ۴۵^\circ$$

به لحاظ مشخص بودن ربع مختصات در سمت چپ زاویهٔ حامل بدست آمده از حروف S و N و در طرف راست از حروف W و E استفاده می‌گردد که مشخص کنندهٔ چهار حالت اصلی است. در این مثال به دلیل این که امتداد مورد نظر در ربع سوّم مختصات (جنوب ـ غرب) قرار دارد، زاویهٔ حامل بدست آمده را بصورت زیر نمایش می‌دهند:

$V_{AB} = s\ ۴۵^\circ w$



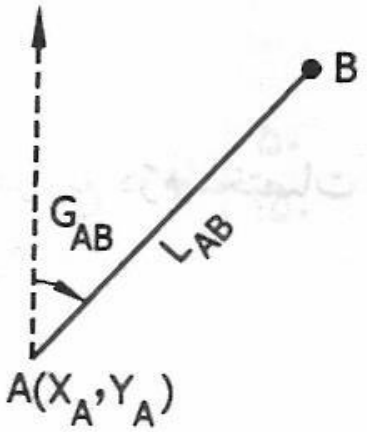
با توجّه به این که امتداد مورد نظر (AB) در ربع سوّم مختصات قرار دارد، با داشتن زاویهٔ حامل، ژیزمان ربع سوم مختصاتی از رابطهٔ زیر بدست می‌آید.

$$G_{AB} = ۱۸۰^\circ + V_{AB}$$

$$G_{AB} = ۱۸۰^\circ + ۴۵^\circ = ۲۲۵^\circ$$

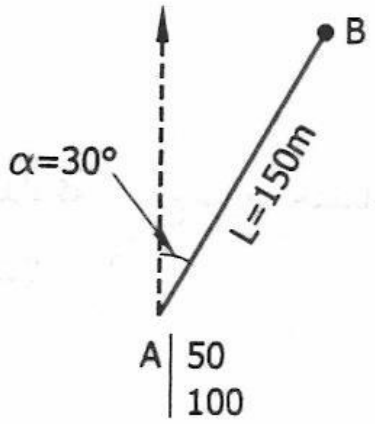
محاسبهٔ مختصات رئوس یک امتداد

با داشتن ژیزمان امتدادی، طول امتداد و مختصات یک نقطه، می‌توان مختصات نقطهٔ بعدی را محاسبه نمود.



$$\begin{cases} x_B = x_A + L.\mathrm{Sin}\,\alpha \\ y_B = y_A + L.\mathrm{Cos}\,\alpha \end{cases}$$

مثال ۱: اگر مختصات نقطهٔ A برابر (۱۰۰ و ۵۰)A و طول AB برابر ۱۵۰ متر و زاویهٔ α برابر ۳۰ درجه باشد. مختصات نقطهٔ B برابر کدام است؟



پاسخ:

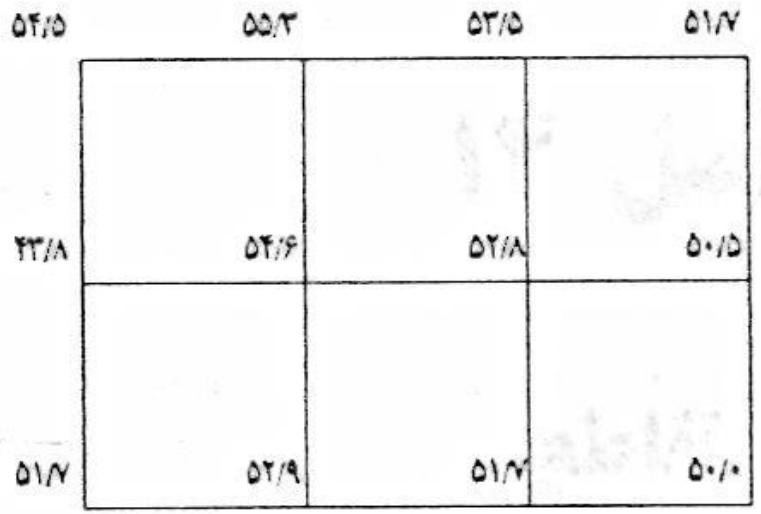
$$x_B = x_A + L \cdot \sin \alpha$$

$$x_B = ۵۰ + ۱۵۰ \sin ۳۰ = ۱۲۵ m$$

$$y_B = y_A + L \cdot \cos \alpha$$

$$y_B = ۱۰۰ + ۱۵۰ \cos ۳۰ = ۲۳۰ m$$

۱۳-۲ زمینی را طبق شکل ۱۳-۱۴ شبکه بندی وترازیابی کردیم و ارتفاع هریک از رئوس شبکه را به‌دست آوردیم. با روش درون‌یابی محل عبور خطوط تراز را به دست آورید و با روش مناسب به‌هم وصل کنید. ابعاد زمین ۸۰ × ۱۲۰ متر، فواصل خطوط شبکه ۴۰ متر و مقیاس نقشه ۱/۱۰۰۰ است. فاصلهٔ تراز را یک متر انتخاب کنید.



شکل ۱۳-۱۴

۲۲. در صورتی که نقاط (۲۰۰۰m و ۱۰۰۰m) A و (۲۵۰۰m و ۵۰۰m) B معلوم باشند، ژیزمان امتداد AB چند درجه است؟ (کاردانی پیوسته نقشه‌برداری ـ آزاد ۱۳۷۹)

۱) ۴۵

۲) ۱۳۵

۳) ۲۲۵

۴) ۳۱۵

۷. در شکل مقابل ارتفاع نقطهٔ A برابر است با: (کارشناسی ناپیوسته مهندسی آبیاری ـ آزاد ۱۳۷۹)

۱) ۱۳۰۱

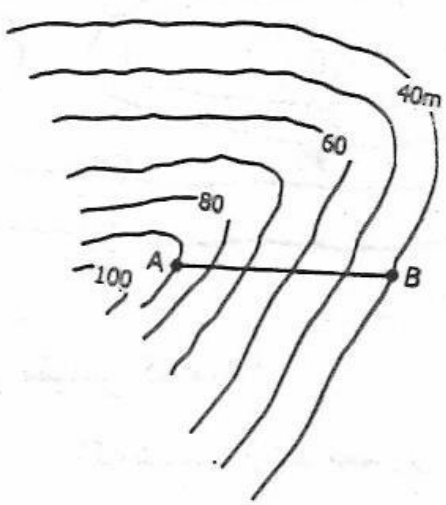
۲) ۱۳۰۰/۵

۳) ۱۳۰۱/۲۵

۴) ۱۳۰۲

۸. در نقشه مقابل اگر AB = ۲/۵cm باشد، شیب متوسط AB چند درصد است؟ (مقیاس $\frac{۱}{۵۰۰۰}$)

(کارشناسی ناپیوسته مهندسی آبیاری ـ سراسری ۱۳۸۰)



۱) ۰/۴٪

۲) ۸٪

۳) ۱۰٪

۴) ۴۰٪

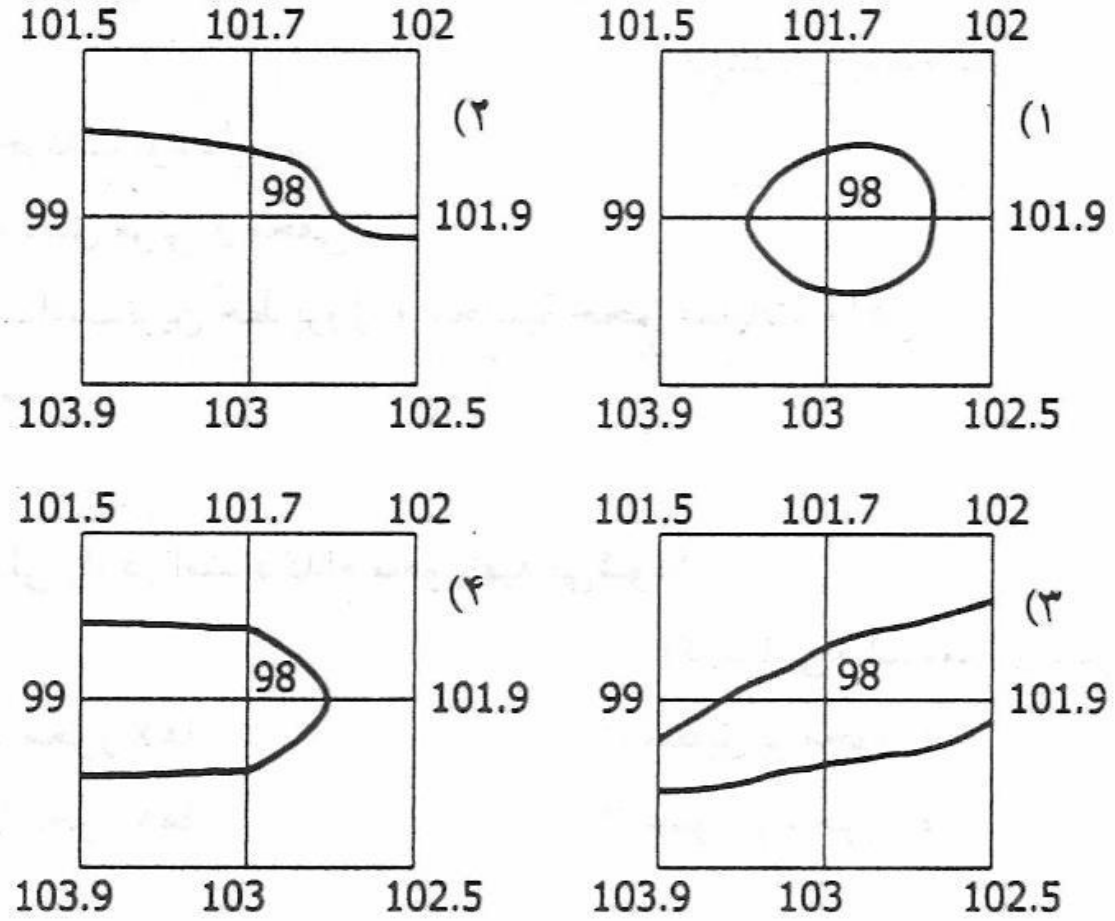
۳۴. در نقشه توپوگرافی با مقیاس $\frac{۱}{۵۰۰۰}$ اگر متساوی البعد نقشه ۵ متر باشد و فاصلهٔ دو منحنی میزان متوالی ۱ سانتیمتر باشد، شیب زمین چند درصد است؟

(مسابقات علمی کارشناسی ناپیوسته عمران ـ اردیبهشت ۱۳۸۰)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۵ ۴) ۱۰

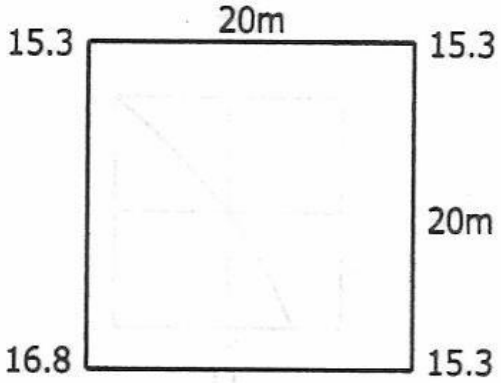
۹. منحنی تراز یکصد متری روی کدام شکل صحیح رسم شده است؟

(مسابقات علمی کارشناسی ناپیوسته عمران ـ اردیبهشت ۱۳۷۱)



۳۶. می‌خواهیم زمینی به شکل مربع را با ابعاد ۲۰ × ۲۰ متر تسطیح نماییم. ارتفاع گوشه‌های زمین داده شده است. حجم خاکبرداری تا سطح ۱۵/۳ متری چند متر مکعب است؟

(کارشناسی ناپیوسته مهندسی آبیاری ـ سراسری ۱۳۷۸)



۱) ۱۵۰
۲) ۳۰۰
۳) ۴۰۰
۴) ۶۰۰

۳۷. چهار نقطه با ارتفاع ۱۰۰ و ۹۵ و ۹۰ و ۹۱ متر رئوس مربعی به ضلع افقی ۱۰ متر روی زمین می‌باشند. می‌خواهیم داخل این زمین پس از خاکبرداری ارتفاع یکسان ۸۵ متری پیدا کنند. حجم خاکبرداری چند متر مکعب است؟

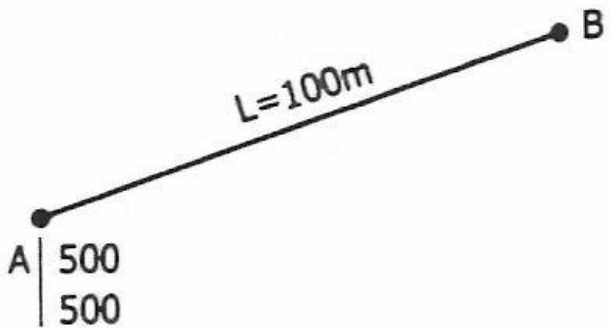
(کارشناسی ارشد عمران ـ سراسری ۱۳۷۶)

(کاردانی پیوسته نقشه‌برداری ـ سراسری ۱۳۷۸)

۱) ۹۰۰ ۲) ۹۹۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۱۹۰۰

۳۰. در شکل روبرو اگر ژیزمان امتداد AB، ۳۰ درجه باشد مختصات نقطهٔ B چقدر است؟

(کاردانی پیوستهٔ نقشه‌برداری ـ آزاد ۱۳۷۹)



۱) $x = ۵۷۵$ و $y = ۵۲۵$

۲) $x = ۵۲۵$ و $y = ۵۷۵$

۳) $x = ۵۸۶/۵$ و $y = ۵۵۰$

۴) $x = ۵۵۰$ و $y = ۵۸۶/۶$

پایان جلسه

درس نقشه برداری ۱

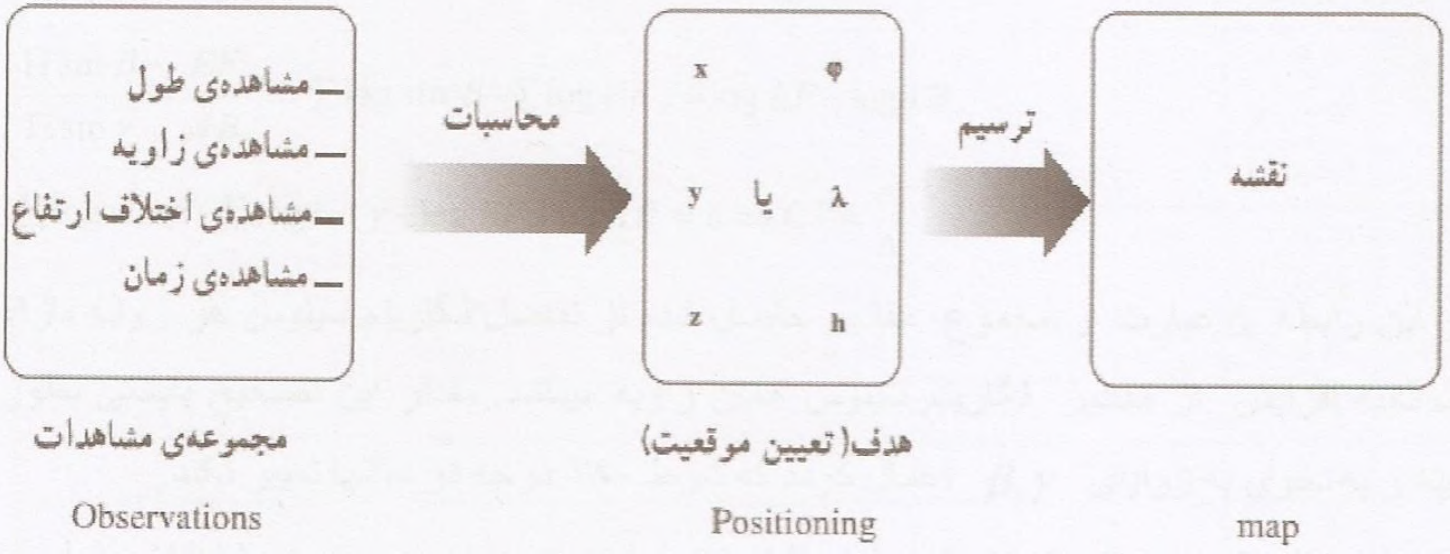
جلسه نهم

تاکئومتری، توتال استیشن، اصول برداشت و مفاهیم مربوطه

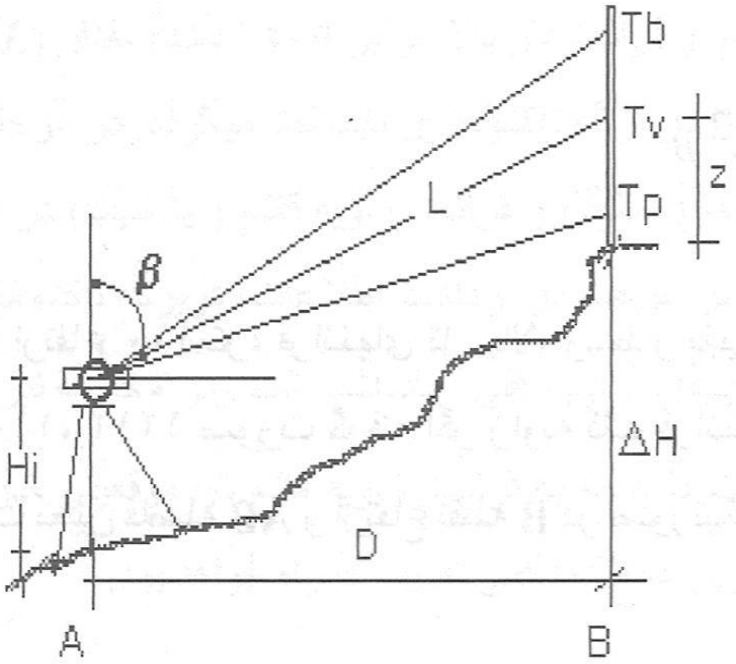
فرید اسماعیلی
Farid_63@yahoo.com
www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت

به مجموعه روشها و مشاهدات مربوط به جمع آوری اطلاعات از عوارض طبیعی و مصنوعی زمین که به منظور تهیه نقشه انجام میگیرد، عملیات برداشت گویند. منظور از برداشت اطلاعات کسب اطلاعات در مورد موقعیت عوارض(x,y,z)، نوع عوارض و وضعیت نسبی آنهاست که در نهایت منجر به تهیه نقشه از یک منطقه میگردد. در واقع هدف اصلی از بیان روشهای اندازه گیری طول و زاویه واختلاف ارتفاع و روشهای تعیین موقعیت که در فصلهای قبل اشاره گردید نهایتا" تهیه نقشه میباشد. در عمل پس از ساختمان نقاط پیمایش و انجام اندازه گیری طولها و زاویه ای و ترازیابی، نهایتا مختصات نقاط پیمایش محاسبه میگردد. در مرحله بعد با استفاده از تکنیکی بنام تاکئومتری، با استقرار روی این نقاط اقدام به برداشت جزئیات از منطقه میکنند.



به عملیات مربوط به اندازه گیری هم زمان طول و اختلاف ارتفاع توسط زاویه یاب (تئودولیت) و میر تاکئومتری گویند.عملیات تاکئومتری با استفاده ار تئودولیتهای مکانیکی یا دیجیتالی در حد **T16** (با قرائت دقیقه) و با استفاده از میر، ژالون و تراز نبشی صورت میگیرد. شکل ذیل اساس کار و روابط مورد استفاده در تاکئومتری را بیان میکند .



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

$$D_h = 100 \times L \times Sin^2\beta$$

L= قرائت تار پایین – قرائت تار بالا

در رابطه بالا Dh فاصله افقی بین ایستگاه دوربین تا شاخص، زاویه α زاویه شیب یا ارتفاعی، زاویه β زاویه زنیتی یا قائم، عدد ۱۰۰ ضریب ثابت استادیمتری، L اختلاف تار بالا و پایین رتیکول

$$\Delta H = 100 \times L \times Sin\alpha \times Cos\alpha + h_i - h_s$$

$$\Delta H = D_h \times Tan\alpha + h_i - h_s$$

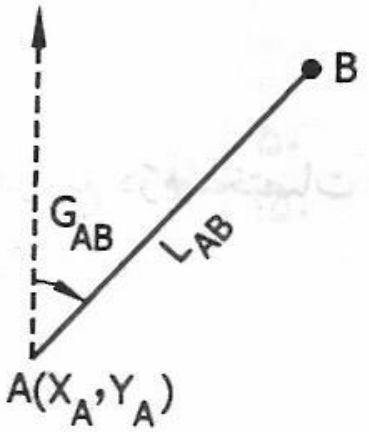
$$\Delta H = \frac{100 \times L}{2} \times Sin2\beta + h_i - h_s$$

هر سه این روابط مشابه یکدیگر بوده و با روابط مثلثاتی قابل تبدیل به یکدیگر می باشند

در رابطه بالا زاویه α زاویه شیب یا ارتفاعی، زاویه β زاویه زنیتی یا قائم، عدد ۱۰۰ ضریب ثابت استادیمتری، L اختلاف تار بالا و پایین رتیکول h_i ارتفاع دستگاه، h_s ارتفاع تار وسط و ΔH اختلاف ارتفاع بین دو نقطه استقرار دوربین و نقطه استقرار شاخص است.

محاسبهٔ مختصات رئوس یک امتداد

با داشتن ژیزمان امتدادی، طول امتداد و مختصات یک نقطه، می‌توان مختصات نقطهٔ بعدی را محاسبه نمود.



$$\begin{cases} x_B = x_A + L.\mathrm{Sin}\,\alpha \\ y_B = y_A + L.\mathrm{Cos}\,\alpha \end{cases}$$

مثال ۱- از ایستگاه **A** با ارتفاع ۱۰۰متر، قرائتهای تار بالا، وسط و پایین در روی میر نقطه**B** بترتیب برابر ۳٤۱۲، ۱۱۰۰، ۱۲۱۲ صورت گرفته اگر زاویه قائم قرائت شده برابر ۸۵ درجه و ۱۲ دقیقه باشد مطلوب است تعیین فاصله **AB** و ارتفاع نقطه **B** در صورتیکه ارتفاع دستگاه در نقطه **A** برابر ۱/٤۵ متر باشد .

$$D = 100 \times (3412 - 1212) \times \sin^2 (85^\circ 12') = 218459.5641mm = 218.459m$$

$$\Delta H = 100 \times \frac{(3412 - 1212)}{2} \times \sin (2 \times 85^\circ 12') + 1450 - 1100 = 18694.562mm = 18.694m$$

$$H_B = H_A + \Delta H = 100 + 18.694 = 118.694m$$

مثال ۲: دوربین تئودلیت در روی ایستگاه S_1 به ارتفاع ۱۲۵۶/۱۶ متر مستقر می‌باشد. پس از قراول روی به نقطهٔ A، قرائت تارها به ترتیب ۱۲۶۰ و ۱۵۲۰ و ۱۷۸۰ قرائت شده است. در صورتیکه زاویه قائم ۴۵′ ۸۵° و زاویهٔ افقی ۵۶″ ۱۸′ ۹۲° قرائت شود. ارتفاع نقطه A چقدر است؟ (ارتفاع دوربین ۱/۵۲ متر و ضریب دوربین ۱۰۰)

کارشناسی ناپیوسته عمران

۱) ۱۲۵۸/۴۸ ۲) ۱۲۶۰ ۳) ۱۲۶۰/۰۲ ۴) ۱۲۶۴/۲۹

گزینه ۲

زاویهٔ شیب $\alpha = 90^\circ - 85^\circ\ ,\ 45' = 4^\circ,\ 15'$

اختلاف ارتفاع نقاط A, S_1 $\Delta H = 100\, L \sin\alpha . \cos\alpha + h_1 - Z$

$$\Delta H = 100\left(\frac{1780 - 1260}{1000}\right).\sin 4^\circ, 15' . \cos 4^\circ, 15' + 1/52 - 1/52$$

$\Delta H = 3/84\,m$

h_1: ارتفاع دستگاه

Z: تار وسط دوربین

$$H_A = H_{S_1} + \Delta H$$

ارتفاع نقطهٔ A $H_A = 1256/16 + 3/84 = 1260\,m$

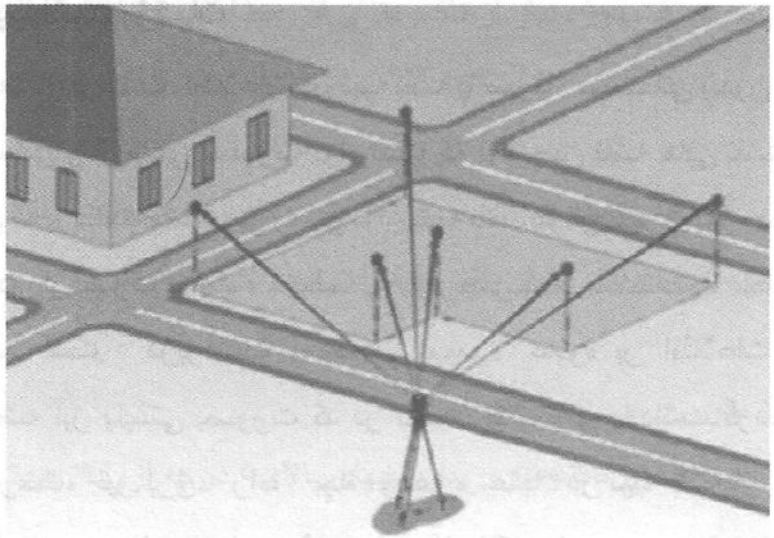
* در این مسئله، زاویهٔ افقی دوربین هیچ نقشی در محاسبات ندارد.

برداشت جزئیات به روش تاکئومتری برای ترسیم نقشه

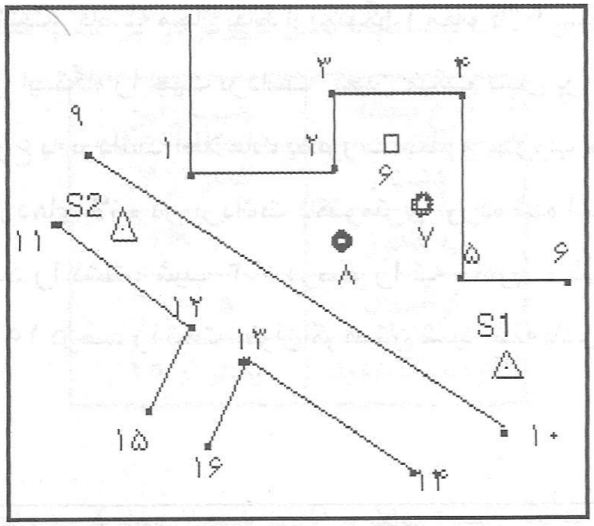
اصولا هدف از برداشت اطلاعات در تهیه نقشه یا صرفا" مسطحاتی (بدون اطلاعات ارتفاعی) است و یا مسطحاتی و ارتفاعی بصورت توام است که به چنین نقشه هایی نقشه های تو پو گرافی میگویند. نمونه یک برداشت مسطحاتی را می توان تهیه نقشه بلوکی شهری یا روستایی یا تهیه کروکی عنوان کرد که در آن صرفا موقعیت مسطحاتی عوارضی شامل ساختمانها، معابر، تیرهای برق و غیره مورد نظر است. دربرداشت مسطحاتی معمولا علاوه بر اطلاعات تاکئومتری نقاط، مشخصات عارضه نیز بایستی بصورت کد در برگه تاکئومتری یادداشت گردد بعنوان مثال درج عنوان خانه، درخت، تیر برق، راه، چاه و غیره. غالبا" در تهیه نقشه از عوارض مسطحاتی نیازی به تعیین ارتفاع نمیباشد، در این حالت بجای واژه تاکئومتری در برداشت از لغت **استادیامتری** استفاده میگردد.

در نقشه های توپوگرافی علاوه بر موقعیت مسطحاتی عوارض، وضعیت ارتفاعی آنها نیز بایستی با ارائه رقوم ارتفاعی یا به صورت منحنی های میزان (در فصل آینده به تفضیل بحث خواهد شد) ارائه گردد. در برداشت از مناطق طبیعی نظیر تپه و ...جز در موارد خاص (نظیر محل آبریزها) نیازی به نوشتن کد نقطه نیست. عملیات برداشت عموما از طریق ایستگاههای پیمایش انجام میگیرد بنحویکه با توجه به دید هر ایستگاه از اطراف آن، اطلاعات منطقه برداشت میگردد. در این حال از هر ایستگاه بسته به مقیاس نقشه، مجاز به برداشت اطلاعات در فاصله محدودی میباشیم لذا بایستی برنامه ریزی لازم بنحوی صورت گیرد که از هر ایستگاه حد اکثر استفاده لازم با توجه به فاصله مجاز فوق صورت پذیرد.

برداشت جزئیات به روش تاکئومتری برای ترسیم نقشه توپوگرافی



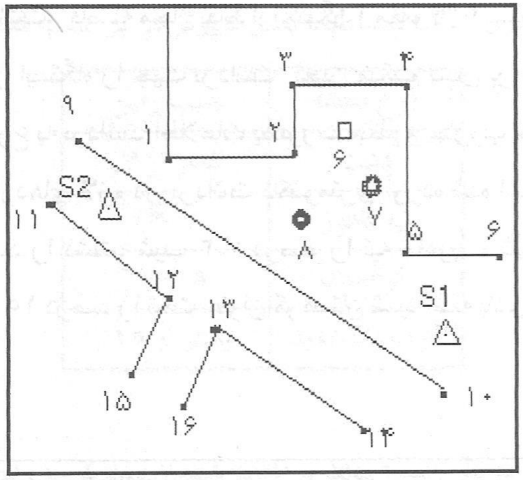
(شکل۵-۷)- اصول برداشت بروش تاکئومتری



کروکی اولیه

قبل از شروع عملیات برداشت بایستی ابتدا" از عوارض مشخص و قابل رئویت از هر ایستگاه (از اطلاعات برنامه ریزی شده جهت برداشت) کروکی با دست تهیه کرد.کروکی فوق مشخص میکند که از آن ایستگاه چه اطلاعاتی و با چه ترتیبی بایستی توسط عامل برداشت گردد ضمنا" موقعیت تقریبی ایستگاه اصلی و ایستگاه فرعی و تمام اطلاعات عینی در آن مشخص میشود. تهیه کروکی دقیق از منطقه نقش موثری را در کاهش زمان برداشت اطلاعات و خصوصا ترسیم نقشه خواهد داشت. برای شروع عملیات برداشت عامل روی ایستگاه مورد نظر زاویه یاب را مستقر کرده و با توجه به کروکی فوق، به ترتیب اقدام به برداشت عوارض مورد نظر با ذکر کد یا شماره نقطه عینا" مشابه شماره های قید شده در کروکی و درج آن در برگه تاکئومتری میکند .

برداشت جزئیات به روش تاکئومتری برای ترسیم نقشه توپوگرافی



کروکی اولیه

مطابق شکل فوق، عامل ابتدا موظف به برداشت تاکئومتری از مناطق مسکونی (شماره ۱-۵) با کد (خانه) یا (خ) در برگه تاکئومتری است، عارضه شماره ٦ نشانگر تیربرق، عارضه شماره ۷ نشانگر درخت تکی و عارضه شماره ۸ نشانگر چاه است. عوارض شماره های ۱٦-۹ نشانگر راه بوده و با کد راه در برگه تاکئومتری بایستی مشخص شوند .

در مورد برداشت نقاط ارتفاعی بایستی دقت کردکه عمل برداشت نقاط به صورت جاروب و به فرم شطرنجی در منطقه صورت گیرد و مناطق برداشت شده در هر ایستگاه به منظور جلوگیری از تکرار برداشت از ایستگاههای دیگر (وجلوگیری از گپ)، دقیقا نشانه گذاری و سنگ چینی گردند. فاصله نقاط برداشت شده در مقیاس ۱/۵۰۰ از یکدیگر نبایستی بیشتر از ۱۵ متر باشد. این مقدار در مقیاس های ۱/۱۰۰۰ تا ۱/۲۰۰۰ تا ۳۰ متر نیز میتواند برسد. ضمنا" در تمام جاهائیکه به نحوی زمین دچار تغییرشیب محسوس می گردد بایستی نقطه کافی برداشت گردد. در مورد مناطق با شیب بسیارزیاد مانند ترانشه ها (پرتگاهها) بایستی هم در بالا و هم در پایین آنها، نقاط تاکئومتری کافی برداشت شود. این مسئله بایستی در برداشت نقاط دو طرف راهها و آبریزها (بریک لاین) نیز مورد توجه قرارگیرد .

برداشت جزئیات به روش تاکئومتری برای ترسیم نقشه توپوگرافی

برگه تاکئومتری

نام مؤسسه :	تاریخ :	ایستگاه :
نام منطقه :	عامل :	ارتفاع ایستگاه :
نوع و شماره دستگاه :	نویسنده :	ارتفاع دستگاه :
	ایستگاه صفر شده :	شماره صفحه :

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

نکته مهم در برداشت نقاط پر کردن صحیح و کامل اطلاعات برداشت شده در سر برگ تاکئومتری است. در مورد عوارض نامشخص نظیر برداشت ناهمواری و توپوگرافی زمین ، با توجه به مقادیر ارائه شده در جداول برداشت، فاصله مجاز نقاط ازیکدیگر (معمولا" ۲ سانتیمتر در مقیاس نقشه) و حداکثر شعاع عمل از هر ایستگاه را جهت برداشت تعیین میکنیم سپس بر این اساس از هر ایستگاه درمحدوده تعیین شده شروع به برداشت اطلاعات بصورت منظم و جاروب خطی مینمائیم. در جداول (۱-۷) تعدادی از استانداردهای لازم در برداشت تاکئومتری آورده شده است. در جداول ذیل زمین های با شیب تا ۳ درصد را دشت، شیب ۳-۷ درصد را تپه ماهور ، شیب بین ۷-۱۵ درصد را کوهستان و شیب بیش از ۱۵ درصد را تحت عنوان کوهستان شدید طبقه بندی میکنند.

۱-۷- ج - حداقل تراکم نقاط برداشتی در واحد هکتار

منطقه / مقیاس	۱/۵۰۰	۱/۱۰۰۰	۱/۲۰۰۰	۱/۵۰۰۰
دشت	۲۵	۱۰	۵	۱
تپه ماهور	۲۵	۱۰	۵	۱
کوهستان	۱۰۰	۵۰	۲۰	۵

جدول ۱-۷- الف- طبقه بندی توپوگرافی بر حسب شیب

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

۱-۷- ب - حداکثر فاصله 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

۱-۷- پ - حداکثر فاصله مجاز 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

۱-۸- مراحل ترسیم نقشه های توپوگرافی

برای ترسیم نقشه های توپوگرافی مراحل ذیل را به ترتیب انجام میدهیم (روش ترسیم دستی):

الف - تهیه شیت گریدبندی شده کالک یا ترانسپارت.

ب - دادن مختصات به گریدهای نقشه و پیاده کردن نقاط پیمایش به روش مختصاتی در شیت.

ج - پیاده کردن نقاط تاکئومتری روی شیت به روش قطبی.

پ - اتصال نقاط مسطحاتی و مثلث بندی نقاط ارتفاعی.

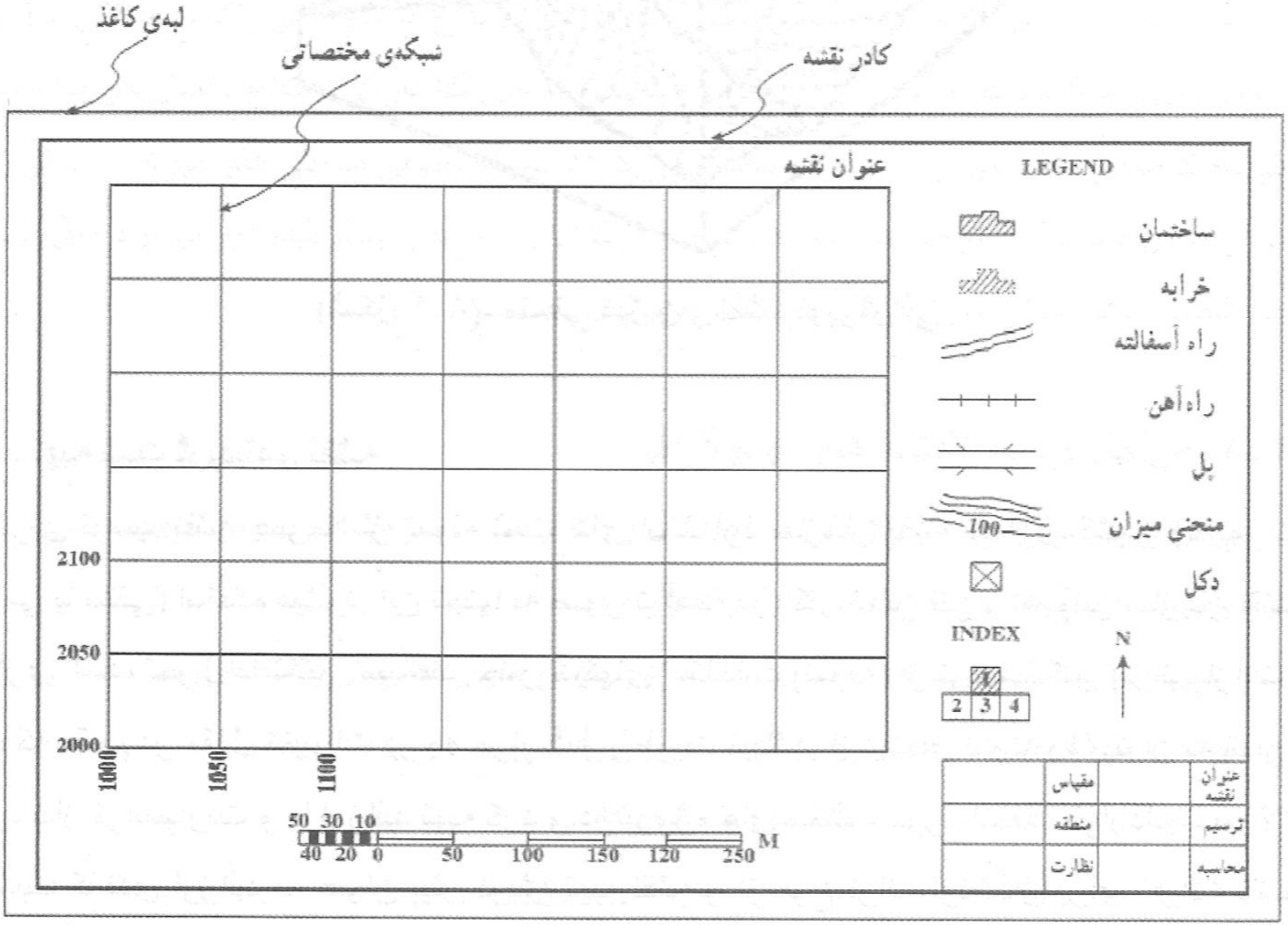
ث - انترپلاسیون نقاط ارتفاعی و ترسیم منحنی های میزان.

د- درج علائم اختصاری و اطلاعات حاشیه ای نقشه و کنترل نهایی.

الف ـ تهیه شیت گریدبندی نقشه

برای ترسیم نقشه عموما" از نمونه شیت های استاندارد سازمان نقشه برداری کشور (بصورت رقومی یا سنتی) استفاده میشود. این شیتها به صورت آماده در اکثر دفاتر فنی و همچنین سازمان نقشه برداری آماده تحویل یا تکثیر میباشند. جنس شیتهای استاندارد (نمونه) از نوع تپاتکس (ترانسپارانت) بوده که مقاوم در مقابل تغییرات درجه حرارت و رطوبت میباشد. ازشیتهای نمونه را میتوان به اندازه مورد نیاز ترانسپارنت و یا اوزالید تهیه کرد و در پروژه های مختلف مورد استفاده قرارداد. معمولا" از شیت کاغذی اوزالید به عنوان پیش نویش تهیه نقشه و از نوع ترانسپارنت آن برای ارائه نقشه نهایی استفاده مینمایند.

کادر داخلی و اصلی مورد کاربرد جهت تهیه نقشه عموما"در ابعاد ۸۰ ×۶۰ سانتیمترمیباشد که معمولاً به صورت دقیق در ابعاد ۱۰ ×۱۰ سانتیمتر شبکه بندی (گرید بندی) شده است. ابعاد خارجی هر برگ نقشه با توجه به کادر دور نقشه و لزاند ۱۰۰× ۷۵ سانتیمتر میباشد. حاشیه نقشه با نوار باریک ۱,۵ سانتیمتر و با قلم ۰,۶ تا ۱ میلیمتر محدود شده و فاصله لبه کاغذ با کادر اصلی از بالا ۳ سانتیمتر، سمت چپ ٤ سانتیمتر و از قسمت پایین ۹ سانتیمتر و در سمت راست ۱۰ سانتیمتر میباشد. حاشیه سمت راست برای ترسیم لژاندر، اندکس و سایر اطلاعات حاشیه ای نظیر نام منطقه، مقیاس ، تاریخ تهیه، شماره نقشه، ارگان نظارت کننده و عنوان کارفرما اختصاص آورده شده است. در وسط حاشیه پایینی نقشه مقیاس خطی و علامت شمال نقشه ترسیم شده و در سمت چپ آن نام تهیه کننده ، سفارش دهنده و تاریخ تهیه آن قید میگردد. آرم کشور معمولا" در وسط بخش فوقانی نقشه ترسیم میشود. در این بخش نام منطقه و مقیاس نقشه به فارسی در سمت راست و به لاتین در سمت چپ قید میگردد.



(شکل ۲-۸)- نمونه اطلاعات حاشیه ای کادر نقشه

ب ـ انتساب مختصات به گرید ها و پیاده کردن نقاط پیمایش

عموما با توجه به حداقل x , y محاسبه شده برای نقاط پیمایش و شعاع برداشت اطلاعات از هر ایستگاه، عددی روند حتی الامکان از مضارب ۵ و ۱۰ به عنوان مبنای شروع x , y شبکه مختصاتی (گریدها) انتخاب میکنند، به نحوی که نقاط شبکه پیمایش پس از پیاده کردن در محدوده شیت قرار گیرند. با توجه به مقیاس نقشه هر ۱۰ سانتیمتر از گرید دارای ارزش خاص طولی می گردد. بطور مثال در مقیاس ۱/۱۰۰۰ هر یک سانتیمتر معادل ۱۰ متر میباشد، پس هر ۱۰ سانتیمتر گرید شیت معادل ۱۰۰ متر ارزش خواهد داشت . در صورتیکه وسعت منطقه زیاد باشد به نحوی که امکان ترسیم نقشه در یک شیت میسر نباشد بایستی از چند شیت برای ترسیم نقشه استفاده کرد .

پس از دادن مختصات در جهات x, y به شبکه نقشه ، حال نوبت پیاده کردن نقاط پیمایش از طرپق مختصات معلوم آنها می رسد در این حال باتوجه به گرید مختصاتی، x, y هر نقطه را در هر محور با خط کش بصورت دکارتی دقیقا"جدا کرده و تقاطع آنها را در دو محور به عنوان مکان نقطه با علامت خاص (عموما Δ) بر روی شیت نمایش می دهیم. پس از پیاده کردن تمام نقاط پیمایش، آنها را با خطی کمرنگ و نازک با مداد به هم وصل کرده و شکل چند ضلعی شبکه پیمایش را روی شیت نقشه احیاء میکنیم . عمو ما" در بالای علامت فوق، نام ایستگاه و در زیر آن ارتفاع نقاط را یادداشت می کنیم . در این حال مرکز مثلث مکان دقیق نقطه را نشان میدهد . روش دیگر نمایش ارتفاع نقطه روی نقشه، نوشتن ارتفاع نقطه به نحوی است که ممیز ارتفاع دقیقا"روی نقطه مشخصه مکان نقطه پیمایش (نقطه وسط علامت Δ) قرار گیرد.

ج ـ پیاده کردن نقاط مسطحاتی و ارتفاعی (نقاط تاکئومتری) روی شیت نقشه

در این مرحله با استفاده از جداول برداشت زمینی (تاکئومتری) ، که زوایه افقی، طول افقی و ارتفاع تمام نقاط آن تعیین گردیده و به کمک نقاط پیمایش پیاده شده و با توجه به ایستگاه اصلی برداشت نقاط و ایستگاه صفر صفر شده حالت عکس برداشت زمینی را بشرح ذیل دنبال میکنیم:

ابتدا با قرار دادن مرکز نقاله کاغذی یا طلقی در ایستگاه اصلی(زیر کالک یا کاغذ پوستی)، صفر نقاله را به سمت ایستگاه صفر صفر شده مطابق با برگه تاکئومتری متمایل کرده و نقاله را با چسب محکم میکنیم سپس با استفاده از خط کش یا اشل و در مقیاس نقشه به ترتیب ابتدا" زاویه افقی نقطه را از روی نقاله جدا کرده و سپس طول افقی نقطه را با اشل در جهت جدا شده توسط نقاله علامت میزنیم و جای نقطه را با علامت (.) مشخص میکنیم . چنانچه نقطه مورد نظر مسطحاتی باشد بایستی شماره نقطه را از مطابق کروکی ترسیم شده در برگه تاکئومتری استخراج و روی آن یادداشت کنیم در غیر اینصورت در مورد نقاط ارتفاعی، ارتفاع نقطه را در محل علامت ممیز (.) ایستگاه یادداشت میگردد. این کار را برای تمام نقاط و از تمام ایستگاهها به تدریج ادامه میدهیم تا کلیه نقاط برداشت شده به روش قطبی (طول و زاویه) در روی شیت نقشه پیاده گردند.

پیاده کردن نقاط برداشتی با استفاده از مختصات دکارتی آنها و گرید بندی نقشه نیز صورت می گیرد

پ ـ اتصال نقاط مسطحاتی و مثلث بندی نقاط ارتفاعی

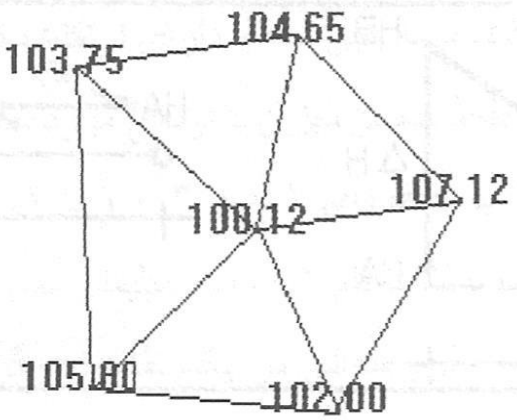
پس از پیاده کردن نقاط برداشتی، مرحله بعدی ترسیم بخش مربوط به عوارض مسطحاتی و اتصال نقاط ارتفاعی به صورت مثلث بندی است . در این مرحله با استفاده از کروکی و شماره نقاط برداشت شده به تدریج نقاط مورد نظر را به یکدیگر متصل نموده و از دنبال کردن آنها راهها، ساختمانها، تیرهای برق، بلوکهای شهری و روستایی و ... به تدریج به صورت اصلی آنهاو در مقیاس نقشه بر روی کاغذ احیا میگردند. در این مرحله بایستی توجه کافی را به علائم و سمبلهای استاندارد هر عارضه معطوف داشت و عوارض را با همان علامت خاص خویش روی نقشه مشخص کرد

در مورد عوارض ارتفاعی (عوارضی که نشانگر عارضه نقطه ای خاص نیستند نظیر تپه ها و تغییرات ناهمواری طبیعی زمین) به منظور نشان دادن محسوس این تغییرات به شکل صحیح و پیوسته، بجز در مناطقی که تغییرات ارتفاعی محسوسی ندارند(نظیر دشتها)، تمامی نقاط ارتفاعی را با استفاده از اشکال مثلثی (**TIN**) و با شرایط ذیل به هم وصل می کنیم:

۱ـ مثلثهای ترسیم شده، شامل نزدیکترین نقاط ممکن به هم باشند.

۲ـ مثلثهای ترسیم شده با نقاط حتی الامکان شکل متساوی الاضلاع را ایجاد نماید.

۳ـ اضلاع مثلثها به هیچوجه یکدیگر را قطع نکنند. مثال:

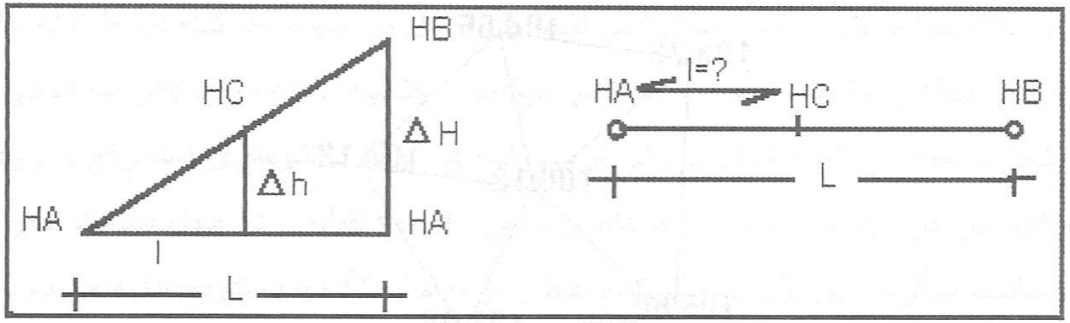


(شکل ۳-۸)

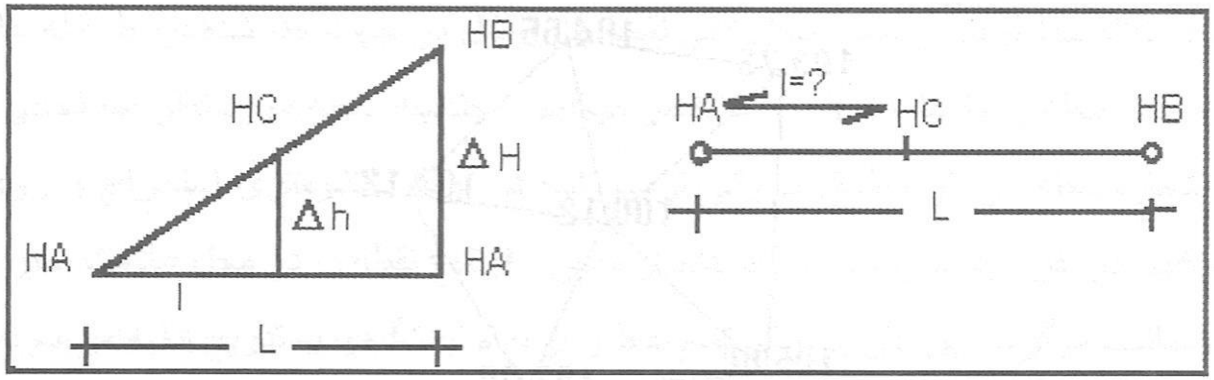
بدیهی است اگر در مناطقی نقاط ارتفاعی به حد کافی برداشت نشده باشدیا تغییرات ارتفاعی در حد رقوم مورد نظر برای ترسیم منحنی میزان نباشد نبایستی مثلث بندی صورت پذیرد. مناطقی که تراکم نقاط پیاده شده در آنها کم میباشد به عنوان مناطق گپ اطلاق گردیده و با یستی با اعزام دوباره اکیپ، در این مناطق نقاط اضافی جدیدی برداشت شده و به نقشه اضافه گردند. در مورد مناطق با شیب بسیارزیاد مانند ترانشه ها (پرتگاهها) بایستی نقاط برداشت شده در بالا و پایین ترانشه بصورت مستقل از هم مثلث بندی گردند تا نتایج حاصله دچار اشتباه نگردد. این مسئله بایستی در مثلث بندی نقاط دو طرف راهها و آبریزها (بریک لاینها) نیز مورد توجه قرارگیرد .

ث ـ انترپلاسیون نقاط ارتفاعی و ترسیم نقشه

مفهوم ریاضی انتر پلاسیون یعنی میانه یابی یا واسطه یابی خطی بین دو نقطه با مختصات معلوم . چون در ترسیم منحنی های میزان نقاط دارای ارتفاعات یکسان و دارای ارتفاع با مضارب روند (نیم متری ، یک متری یا دومتری و...) به یکدیگر متصل می گردند. به منظور استخراج نقاط دارای ارتفاع روند بین دونقطه با ارتفاع مختلف و اعشاری عموما" از روش انتر پلاسیون استفاده می گردد. در این روش سوال این است که، با داشتن دونقطه **A,B** به فاصله ***L*** از یکدیگر با ارتفاعات ***HA, HB*** به چه نحوی می توان محل نقطه دیگری را با ارتفاع ***HC*** تعیین کرد بنحویکه دارای ارتفاع مشخص باشد. مطابق شکل ذیل میتوان نوشت:

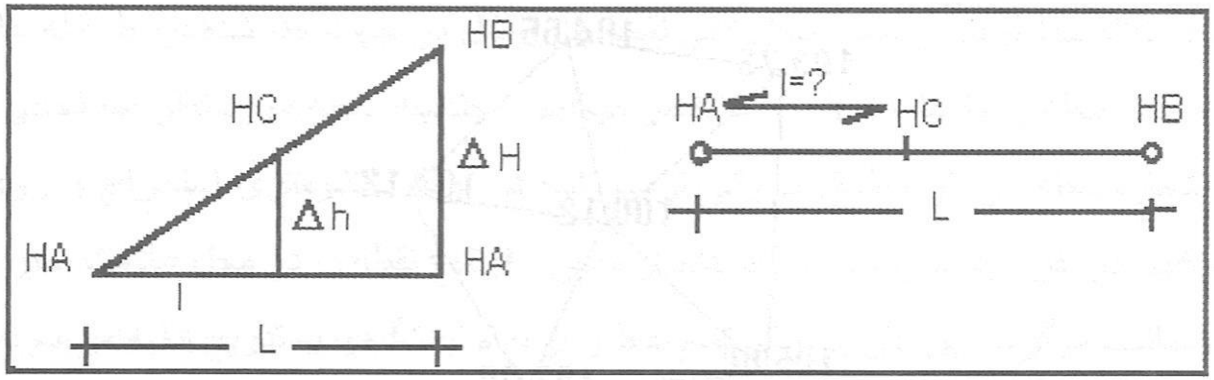


$$\frac{l}{L}=\frac{\Delta h}{\Delta H}\Rightarrow l=\frac{L\times\Delta h}{\Delta H}=\frac{L.(HC-HA)}{(HB-HA)}$$



$$\frac{l}{L} = \frac{\Delta h}{\Delta H} \Rightarrow l = \frac{L \times \Delta h}{\Delta H} = \frac{L.(HC - HA)}{(HB - HA)}$$

در رابطه فوق مقادیر ***HA, HB, L*** از نقشه مثلث بندی شده بروش فوق و با مقیاس مربوطه قابل استخراج و اندازه گیری است. ترسیم کننده با معرفی ارتفاع ***HC*** روند مورد نظر، بین دونقطه **A,B** مقدار ***l*** (فاصله نقطه **C** تا نقطه با ارتفاع پایین) را محاسبه کرده و سپس با استفاده از خط کش یا اشل مقدار آن روی خط **AB** جدا میکند و نهایتا" ارتفاع ***HC*** را روی آن یادداشت می کند.



مثال ۱- در شکل بالا اگر $HB=104.16$, $HA=101.72$ مترو فاصله بین نقاط ۵ سانیمتر باشد، نقطه ارتفاعی ۱۰۳ متر در چه فاصله ای از نقطه A قرار میگیرد؟

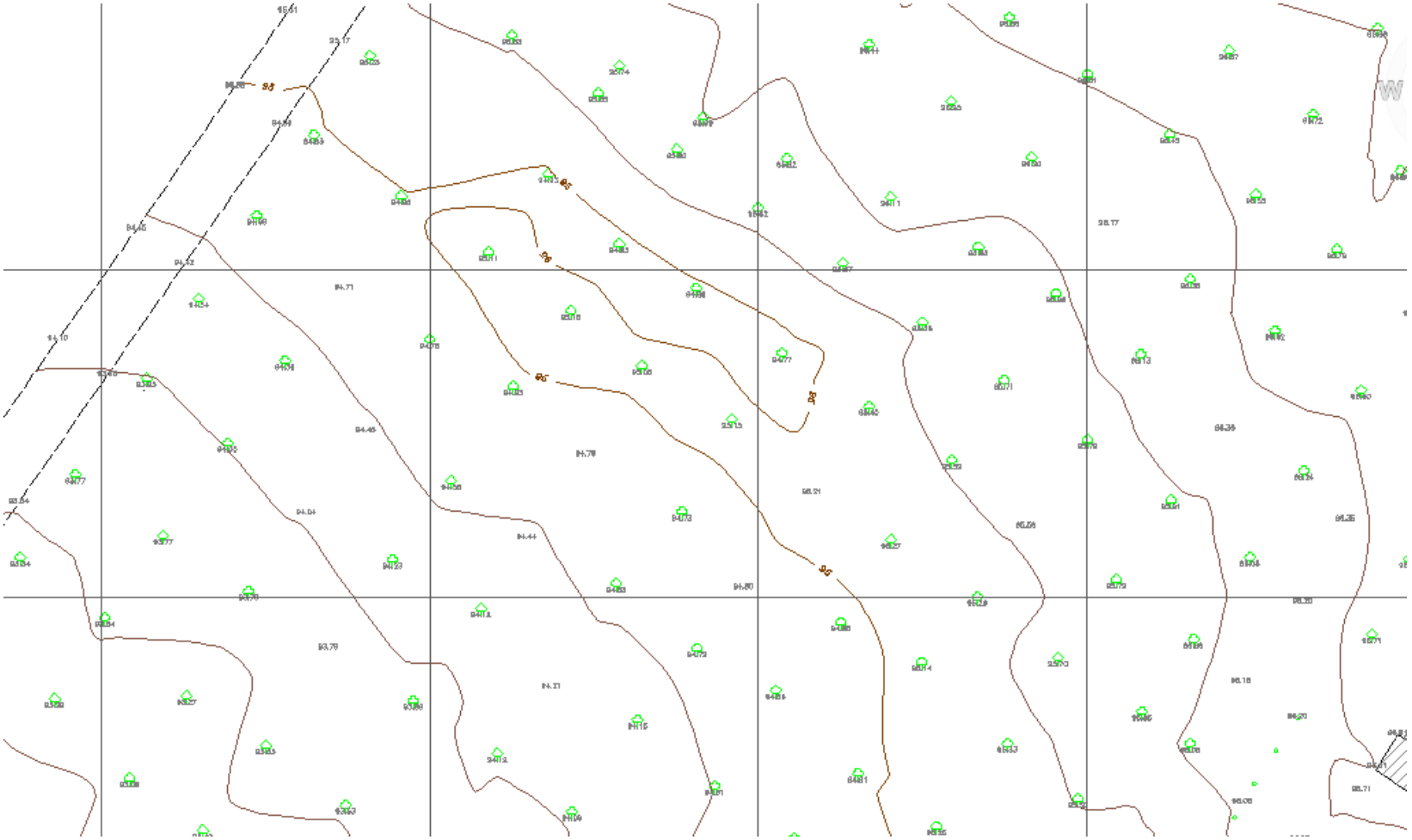
$$l_{103} = \frac{5cm \times (103 - 101.72)}{(104.16 - 101.72)} = 2.62cm$$

بدین ترتیب نقطه ای به فاصله۲,۶۳سانتیمتر از نقطه اول دارای ارتفاع ۱۰۳ می باشد.به

منظورتعیین محل ارتفاعات مورد نظر برای بقیه نقاط میتوان به روش مشابه عمل کرده و محل نقاط را با ارتفاعات روند روی کلیه اضلاع مثلثهای ترسیم شده، نشانه گذاری کرده و یاداشت نمائیم. پس از این مرحله کلیه نقاط میانه یابی شده و دارای ارتفاع یکسان را به یکدیگر متصل میکند و بدین ترتیب با ادامه اتصال این نقاط منحنی میزان با ارتفاع مورد نظر ترسیم میگردد. ترسیم منحنی های میزان فرعی و اصلی بترتیب با قلمهای ۰,۱ و ۰,۳ (یا ۰,۲ و ۰,٤) میلیمتر و عوارض مسطحاتی نقشه های توپوگرافی معمولا" با قلم ۰,۲-۰,۳ میلیمتر صورت میگیرد .

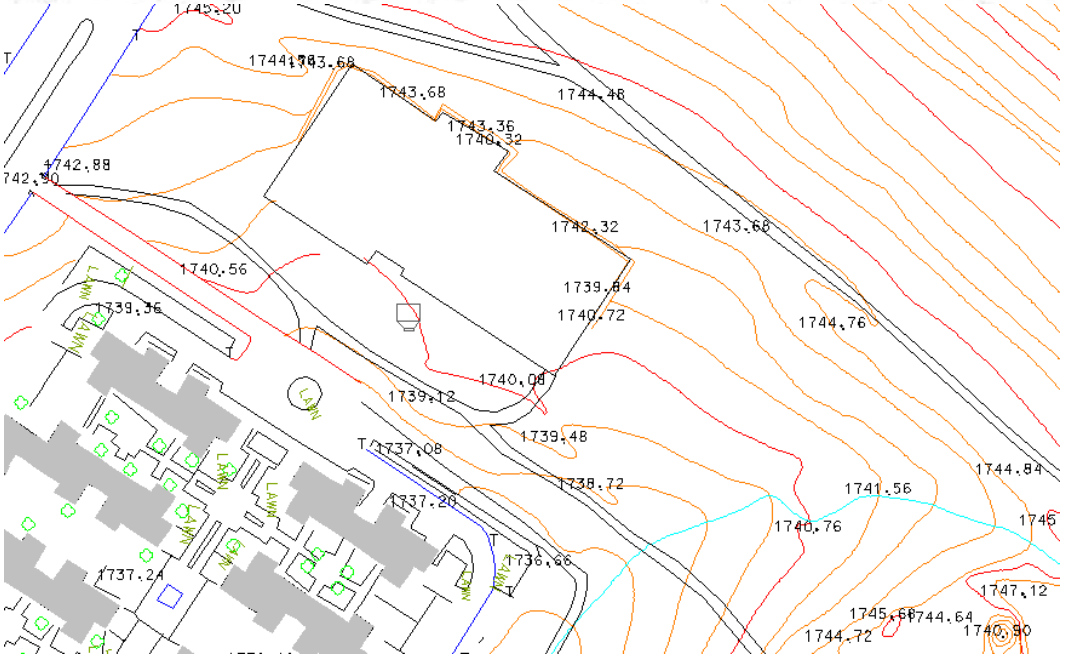
معمولا از هر پنج منحنی با رقوم متوالی در یک نقشه توپوگرافی منحنی که دارای مضارب صحیحی از پنج باشد به عنوان منحنی اصلی (**متروس**) انتخاب کرده و با قلم ضخیم تری ترسیم می کنند .ضمنا رقوم ارتفاعی منحنی های میزان را صرفا روی منحنی اصلی و با فواصل مناسب و در جهت مناسب برای قرائت استفاده کننده یادداشت می کنند لذا در منحنی های فرعی نیازی به قید رقوم ارتفاعی نیست.

مراحل ترسیم نقشه های توپوگرافی



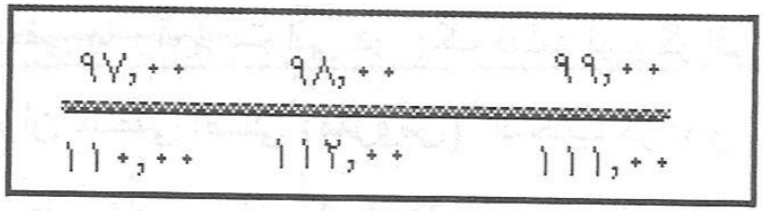
مراحل ترسیم نقشه های توپوگرافی

معمولا" جهت امکان بهره برداری بهتر از نقشه، لازم است تعدادی از کدهای ارتفاعی بکار رفته درترسیم منحنی میزان را انتخاب مستقیما" بر روی نقشه با شابلن انتقال داد به چنین نقشه های، نقشه پلان کد اطلاق میکنند. این تعداد برای دشت ۱۰۰%، برای تپه ماهور ۵۰% و برای کوهستان ۳۰% از نقاط میباشد. کلیه رقوم ارتفاعی نقشه در جهت شمال و با قلم ۰,۲ میلیمتر بایستی با شابلن نوشته شوند. در مناطقی که تغییرات توپوگرافی زمین محسوس نباشد (نظیر دشتها) عموما" به خاطر اختلاف ارتفاع ناچیز منطقه امکان ترسیم منحنی میزان میسر نبوده و در این حال برداشت نقاط از طریق شبکه بندی و ترسیم نقشه بدون منحنی میزان و صرفا" با درج کدهای ارتفاعی برداشت شده خواهد بود.

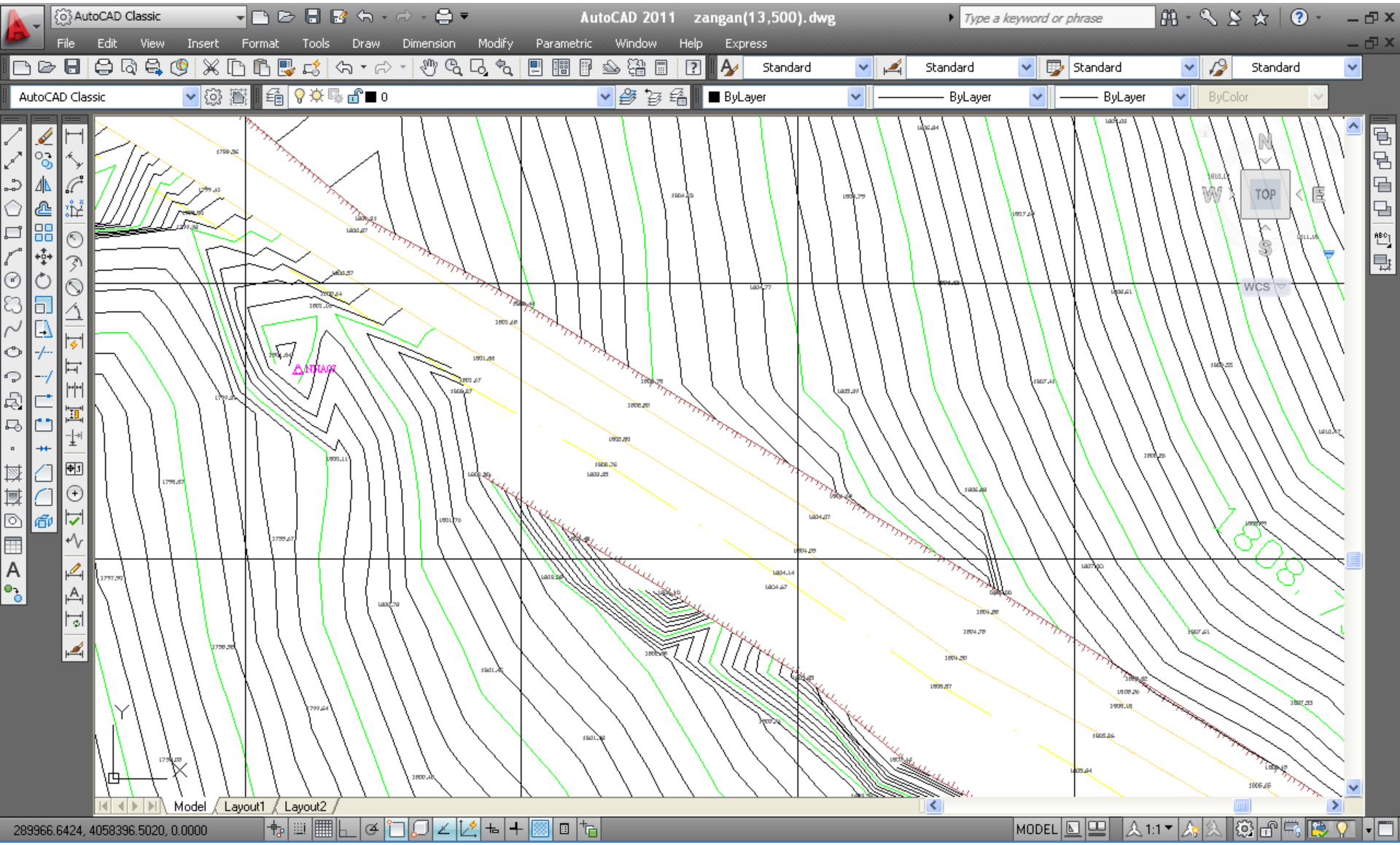


مراحل ترسیم نقشه های توپوگرافی

منحنی میزان از روی عوارض مسطحاتی نظیر ساختمان و راه و... رد نمیشودو هیچوقت یکدیگر را قطع نمیکنند و لذا شاخه شاخه نمیشوند. منحنی های میزان دارای لبه های تیز نیستندو یکدیگر را قطع نمیکنند. منحنی های میزان در نهایت منحنی های بسته ای را تشکیل می دهند البته احتمال دارد که در تهیه نقشه در یک منطقه کوچک منحنی های بازی نیز وجود داشته باشدلاکن در کل منطقه و نهایتا" خارج از نقشه منحنی ها بسته میشوند. ضمنا" در یک نقشه ممکن است چند منحنی با ارتفاع یکسان در مناطق مختلف نقشه وجود داشته باشند بدون اینکه به یکدیگر متصل شوند، به عبارت دیگر در یک نقشه طبیعی است که نقاطی با ارتفاع یکسان در مناطق مختلف وجود داشته باشند. در مناطق خاص نظیر پرتگاه ها و ترانشه ها که نقاط بالا و پایین فاصله افقی کم و اختلاف ارتفاع زیاد دارند عملا" امکان ترسیم منحنی میزان ارتفاعات بین این دو نقطه میسر نمیگرددچون فشردگی منحنی های میزان به نحوی است که خطوط منحنی ها تقریبا بر هم مماس می گردند، در این حال مطابق شکل ذیل از علامت خاص ترانشه به جای زدن منحنی میزان بین دو نقطه استفاده میگردد.



مراحل ترسیم نقشه های توپوگرافی



برداشت نقشه به وسیله دستگاه های دوربین توتال استیشن

واژه توتال استیشن به مجموعه سیستم الکترونیکی اطلاق میگردد که بدون نیاز به ملحقات جانبی بتواند عملیات اندازه گیری توام فاصله، اختلاف ارتفاع و زاویه را با دقت مناسب (در حد چند میلیمتر در کیلومتر طول) انجام داده و قابلیت اخذ اطلاعات ایستگاه نظیر ارتفاع ایستگاه، ارتفاع دستگاه، مختصات ایستگاه، دما و فشار هوا و... داشته و تصحیح درجه حرارت وفشار را بصورت اتوماتیک روی نتایج اعمال میکند. ضمنا" تبدیل سیستم قطبی به دکارتی و بالعکس براحتی میسر میباشد. این سیستم با توجه به حافظه داخلی قابلیت ذخیره اطلاعات تا چندین هزار نقطه را در خود داشته و براحتی میتواند از طریق یک رابط ارتباط با کامپیوتر اطلاعات را جهت استفاده در نرم افزارهای مهندسی یا ترسیم نقشه تخلیه نماید.

۱. واحد اندازه گیری طول
۲. واحد اندازه گیری زاویه افقی و قائم
۳. واحد پردازنده
۴. بازتابنده های یک یا چند منشوری
۵. باطری
۶. کارتها یا دیسکتهای مخصوص برای ذخیره اطلاعات
۷. نرم افزار مختلف برای اجرای عملیات نقشه برداری
۸. کامپیوترهای صحرایی (برای ضبط اطلاعات و انجام محاسبات در صحرا)

برداشت نقشه به وسیله دستگاه های دوربین توتال استیشن

اندازه‌گیری فاصله با ابداع و ساخت دستگاههای الکترونیکی دستخوش دگرگونی سریعی شده است، به ویژه امروزه که دقت، سرعت و کارایی این گونه دستگاهها بر کلیه روشهای دیگر پیشی‌گرفته و روز به روز بر وسعت، تولید، تنوع و کارایی آنها افزوده می‌شود.

اصول کلی

از نظر کلی فاصله‌یاب الکترونیکی یک دستگاه مولد موج الکترومغناطیس (معمولاً از نوع مایکروویو - مادون قرمز و یا لیزر) با طول موجی بین ۱۰ سانتیمتر تا ۰/۶ میکرون است و از نظر اساس کار، اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت موجی است که در یکی از دو انتهای خط، ایجاد و به سمت نقطهٔ دیگر فرستاده می‌شود و در نقطهٔ دوم منعکس شده به سمت نقطهٔ اول بر می‌گردد.

با توجه به ثابت بودن سرعت انتشار امواج الکترومغناطیس در یک شرایط جوی معین فاصلهٔ بین دو نقطه از معادلهٔ زیر به دست می‌آید.

$$x = \frac{1}{2} V \cdot t$$

در این رابطه t زمان رفت و برگشت موج و V سرعت انتشار آن است. سرعت V برای هر موج در شرایط جوی مختلف (فشار - دما و رطوبت نسبی) متفاوت است. این سرعت طبق رابطهٔ

$$V = \frac{c}{n}$$

به دست می‌آید که در آن n ضریب شکست هوا و c سرعت موج در خلأ است.

برداشت نقشه به وسیله دستگاه های دوربین توتال استیشن

توتال استیشن ها مقادیر طول افقی، طول مایل، زاویه شیب، زاویه افقی، x، y مختصات ایستگاهی که رصد می شود و اختلاف ارتفاع نقطه استقرار و نقطه نشانه روی را مستقیما اندازه گیری کرده یا محاسبه می کنند. مقادیر اندازه گیری و محاسبه شده یا روی دیسکت مغناطیسی ضبط شده و یا در حافظه دستگاه ثبت می شود. بدین ترتیب نوشتن اطلاعات به هنگام عملیات زمینی ضروری نمی باشد و در نتیجه خطاهای قرائت، نوشتن و وارد کردن عملا حذف می شود. اطلاعات ضبط شده در حافظه دستگاه مستقیما به کامپیوتر تخلیه شده و با استفاده از نرم افزارهای موجود، محاسبات لازم انجام و ترسیمات به طور تمام اتوماتیک انجام می گیرد و بدین ترتیب اندازه گیری های زمینی تبدیل به نقشه های دیجیتالی می شود.

در دستگاه توتال استیشن هدف ارائه مختصات نقاط مورد نشانه روی می باشد به نحوی که براساس مدل ریاضی زیر، اگر مختصات نقاط استقرار را (X_A, Y_A) و مختصات نقطه نشانه روی را (X_B, Y_B) در نظر بگیریم در این صورت می توان نوشت:

$$\begin{cases} X_B = X_A + L_{AB} \sin G_{AB} \\ Y_B = Y_A + L_{AB} \cos G_{AB} \end{cases}$$

لیکن در این رابطه همانگونه که گفته شد طول AB از طریق طول یاب الکترونیکی بدست می آید.

برداشت نقشه به وسیله دستگاه های دوربین توتال استیشن

سوال ۲: با یک تئودولیت آنالاکتیک مستقر در ایستگاه A به شاخص مدرجی که در نقطه B بطور قائم نگهداشته شده است، نشانه روی شده است و قرائت‌های زیر انجام گرفته است. در صورتی که ارتفاع دوربین در نقطه A برابر 1.52 متر باشد، اختلاف قرائت تارهای رتیکول بالا و پایین روی شاخص چقدر خواهد بود؟(K = 100)

نشانه روی	تار بالا	تار وسط	تار پایین	زاویه قائم	اختلاف ارتفاع
B	؟	2120	؟	95°30′	-4.00

سوال ۳: در روی یک نقشه توپوگرافی، منحنی های تراز به فاصله 2.5 متری ترسیم شده اند. حداقل فاصله افقی بین دو منحنی تراز متوالی برای تامین شیب هفت درصد چند متر است؟

سوال ۴: فاصله افقی دوربین تاکئومتر برابر $150\,m$ و زاویه قائم امتداد نشانه روی 100 گراد است. ارتفاع دوربین $1500\,mm$ و ارتفاع نقطه نشانه روی $2.5\,m$ می باشد. اختلاف ارتفاع محل میر نسبت به محل دوربین کدام است؟

سوال ۵: مسیری از منحنی میزان 110 به 120 متری منتهی می شود، در صورتی که طول مسیر روی نقشه با مقیاس $\frac{1}{2000}$ برابر شصت میلی متر باشد شیب درصد آن چقدر است؟

سوال ۶: در یک عملیات تاکئومتری بین ایستگاه A و نقطه B به اختلاف ارتفاع 12.20 متر، اگر قرائت تار پایین روی میر 0452 میلیمتر و زاویه شیب $10°30'$ باشد، قرائت تار بالا و فاصله افقی بین دو نقطه برحسب متر کدام است؟ (تار وسط روی ارتفاع دستگاه قرار دارد)

سوال ۷: در روش استادیمتری از تئودولیت آنالاکتیکی استفاده نموده‌ایم. اگر قرائت تار وسط، زاویه قائم و ارتفاع دستگاه برای امتداد AB (استقرار تئودولیت در A و شاخص در B) به ترتیب 2050 میلیمتر، $84°15'$ و 1.56 متر و نیز اختلاف ارتفاع این دو نقطه 14.30 متر باشند فاصله افقی AB برحسب متر کدامند؟ (K= 100)

پایان جلسه

منابع

کتاب نقشه برداری مهندسی از تئوری تا عمل، تألیف دکتر رامین کیامهر، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی زنجان
کتاب نقشه برداری مهندسی، تألیف مهندس محمود دیانتخواه، انتشارات دانشگاه اصفهان
کتاب نقشه برداری مسیر و قوسها در راهسازی، جلد های ۱و۲و۳، تألیف مهندس علیرضا سلیمانی، انتشارات آذرخش
کتاب مجموعه جامع نقشه برداری، تألیف مهندس ابوالفضل رنجبر، انتشارات عمیدی
کتاب مروری بر مسائل نقشه برداری، تهیه و تدوین مهندس مهدی پرنا، انتشارات آزاده
آموزش نرم افزار Surfer، انتشارات دیباگران
کتاب تحلیل مسائل نقشه برداری، تألیف مهندس علیرضا انتظاری، انتشارات شیخ صفی الدین
دستور العمل های همسان نقشه برداری، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور (نشریات ۱۱۹)

((تنها کسانی خطا نمی کنند که کاری نمی کنند))

پایان