

نقشه برداری و عملیات (۱)

گردآوری و تنظیم

ثمینه رجبی

رئوس مطالب

- ❖ کلیاتی درباره نقشه برداری و شناخت شاخه های مختلف آن
- ❖ آشنایی با سیستم های تصویر
- ❖ ریشه خطا ها و انواع آن ها
- ❖ روش های مختلف اندازه گیری طول و اصول مساحی
- ❖ ترازپایی
- ❖ اندازه گیری زاویه
- ❖ تعیین امتداد و مختصات نقاط
- ❖ پیمایش

نقشه برداری (Surveying) (زبان فرانسه: Topographie) و نقشه

نقشه برداری شاخه ای از ریاضیات عملی است که موقعیت عوارض طبیعی و مصنوعی سطح زمین را نسبت به هم و نهایتاً شکل زمین را تعیین نموده و با مقیاس کوچکتری آن ها را روی نقشه نشان می دهد. موضوع نقشه برداری همچنین می تواند در ارتباط با عوارض زیر سطح زمین نیز باشد. برای نشان دادن عوارض در روی یک صفحه به یک سری عملیات و اندازه گیری ها احتیاج است که به طور کلی به سه دسته تقسیم می شوند:

- ✓ عملیات صحرایی: شامل بازدید و شناسایی منطقه
- ✓ محاسبات

✓ تهیه نقشه: انتقال اندازه گیری های انجام شده با توجه به محاسبات انجام شده و مقیاس مورد نظر روی صفحه.

تعریف نقشه: نقشه تصویر افقی منطقه ای است با مقیاس کوچک بر روی یک صفحه به گونه ای که ابعاد حقیقی به نسبت معین کوچک و زوایای افقی به مقدار حقیقی ترسیم می شوند.

کاربردهای نقشه برداری:

- ۱- کنترل کارهای اجرایی ساختمانی
- ۲- طرح های مربوط به تسطیح اراضی (در شهرسازی و کشاورزی)
- ۳- طرح های مربوط به ایجاد خطوط شوسه و راه آهن
- ۴- طرح های مربوط به اکتشاف و استخراج معادن
- ۵- طرح های مربوط به سدسازی و تاسیسات آبی
- ۶- طرح های مربوط به زمین شناسی و باستان شناسی
- ۷- تعیین میزان عمق آب و تهیه نقشه های دریا نوردی در کشتیرانی و بندر سازی و ...

شاخه های مختلف نقشه برداری

- نقشه برداری ژئودزی یا ژئودتیک (Geodesy Surveying)
- نقشه برداری مسطحاتی یا پلانیمتری (Surveying Planimetric)
- نقشه برداری توپوگرافی (Topographic Surveying)
- نقشه برداری مسیر یا جاده (Route Surveying)
- نقشه برداری آب نگاری (Hydrographic Surveying)
- نقشه برداری ساختمانی (Surveying Construction)
- نقشه برداری ثبتی (Cadastre Surveying)
- نقشه برداری هوایی (Photogrammetric Surveying)

نقشه برداری ژئودزی (ژئودتیک) (Surveying Geodesy): برای تهیه نقشه های دقیق از مناطق وسیع مانند یک کشور یا قاره به کار می رود. در این نوع نقشه برداری نمی توان زمین را مسطح فرض کرد بلکه شکل واقعی و انحنای زمین مورد نظر می باشد. از این رو محاسبات روی سطح تصویری به نام بیضوی یا شبه کره، که به عنوان شکل حقیقی زمین انتخاب شده، انجام می شود.

نقشه برداری مستوی (Plane Surveying): این طریق نقشه برداری برای مناطق کوچک و کم وسعت به کار می رود به طوری که از کرویت زمین صرف نظر کرده و عوارض را روی سطح افق تصویر می کنند. این روش نقشه برداری معمولا تا جایی که مساحت منطقه از ۲۰۰ کیلومتر مربع تجاوز نکند قابل قبول است و از این حد به بعد کرویت زمین روی اندازه گیری ها اثر می گذارد.

- ✓ **نقشه برداری توپوگرافی:** تهیه و نمایش شکل قطعات زمین و موقعیت عوارض طبیعی و مصنوعی همراه با نمایش پستی و بلندی های زمین با رسم خطوط منحنی میزان یا به کمک هاشور زدن و ...
- ✓ **نقشه برداری هوایی (فوتوگرامتری):** در این روش عکس هایی را که توسط هواپیما از فواصل معین و با سرعت مشخص گرفته می شوند به نقشه تبدیل می کنند.
- ✓ **نقشه برداری مسیر:** بخشی از نقشه برداری است که برای طرح و پیاده کردن مسیرها از قبیل جاده، راه آهن، کانال، لوله گذاری و غیره و محاسبات مربوط به آنها می باشد.
- ✓ **نقشه برداری آبها یا هیدروگرافی:** در این نوع نقشه برداری موقعیت منابع آب، رودخانه ها، سواحل، کف دریا ها و اقیانوس ها مورد مطالعه و بررسی قرار می گیرند و عمق آب در قسمت های مختلف آنها تعیین می گردد.

✓ **نقشه برداری ساختمانی:** بحث و بررسی درباره نحوه پیاده کردن محور ساختمان ها و تاسیسات وابسته به آن ها و نیز کنترل عملیات ساختمانی

نقشه برداری ثبتی: این شاخه از نقشه برداری شامل تفکیک اراضی و محاسبه مساحت قطعات زمین و پیاده کردن آنها بر روی زمین می باشد.

تعریف مقیاس

از آن جایی که عوارض سطح زمین را نمی توان با همان ابعاد حقیقی بر روی کاغذ ترسیم کرد، باید ابعاد مزبور را به نسبت معین کوچک نمود. این نسبت را مقیاس نقشه گویند.

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

نحوه نمایش مقیاس در نقشه:

مقیاس به دو صورت عددی و خطی نشان داده می شود:

۱- **مقیاس عددی:** به صورت کسری است که صورت آن عدد ۱ و مخرج آن عددی است که نشان می دهد اندازه های پیاده شده در نقشه چند مرتبه کوچک شده اند. $1/N * 1000$.
به این ترتیب می توان دریافت که هر میلیمتر روی نقشه معادل N متر روی زمین است.
اگر مخرج کسر بزرگ شود، مقیاس کوچک می شود و برعکس.

۲- **مقیاس خطی یا ترسیمی:** به صورت دو خط موازی نزدیک به هم می باشد که به فواصل مساوی تقسیم شده و از چپ به راست مدرج شده است. هر قسمت طول معینی را روی زمین نشان می دهد. معمولاً در قسمت چپ این مقیاس قبل از تقسیم صفر، یک واحد را به ده قسمت مساوی تقسیم می کنند و آن را پاشنه مقیاس (Scale Extension) می گویند. با استفاده از پاشنه مقیاس می توان واحد های کوچکتر را روی نقشه اندازه گیری نمود.

از مزایای مقیاس خطی این است که اگر نقشه در اثر عوامل جوی تغییر بعد بدهد مقیاس خطی هم تغییر بعد می دهد و اندازه گیری با این مقیاس روی نقشه با مقدار افقی آن در زمین مطابقت می نماید.



هر دو سانتی متر یک کیلومتر می باشد.

از دیگر مزایای مقیاس خطی آن است که با استفاده از آن می توان سریعاً طول حقیقی را از روی نقشه مشخص نمود و یا طولی را که از روی زمین اندازه گیری شده و تبدیل به فاصله افقی شده مستقیماً به نقشه منتقل نمود.

انواع نقشه از نظر مقیاس:

- I نقشه های خیلی بزرگ مقیاس (پلان) ۱۰۰/۱-۵۰۰/۱
- II نقشه های بزرگ مقیاس (نقشه های مهندسی و اجرایی) ۵۰۰/۱-۱۰۰۰۰/۱
- III نقشه های متوسط مقیاس ۱۰۰۰۰/۱-۵۰۰۰۰/۱
- IV نقشه های کوچک مقیاس ۵۰۰۰۰/۱-۲۵۰۰۰۰/۱
- V نقشه های خیلی کوچک مقیاس که مقیاس آن ها از ۲۵۰۰۰۰/۱ به بالا می باشد. به این ها اطلس یا نقشه جغرافیایی می گویند.

علائم قرار دادی نقشه

در نمایش عوارضی نظیر درخت ها، چاه، عرض جاده ها، رشته قنوات و ... به مقیاس نقشه توجهی نمی شود و برای نمایش آن ها از علائم قرار دادی استفاده می شود. در حاشیه نقشه علائم مورد استفاده نشان داده می شوند.

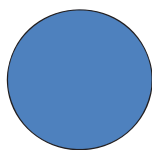
سطوح مقایسه (Reference Surfaces)

شکل زمین و سطوح مبنا

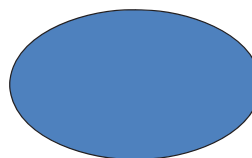
شکل زمین با توجه به ماهیت خمیرسان و نحوه حرکت دورانی آن به یک بیضوی (Ellipsoid) نزدیک تر است تا یک شبه کره (Spheroid).

The Earth is:

A Spheroid



An Ellipsoid



در نقشه برداری با سه سطح سر و کار داریم:

۱- سطح طبیعی زمین که اندازه گیری ها روی آن انجام می شود.

۲- Ellipsoid (بیضوی مقایسه یا سطح مبنای مسطحاتی): شکل هندسی (ریاضی) سطح زمین است. الیپسوئید یک سطح دورانی انتخابی، دارای فرمول ریاضی، شکل و ابعاد معلوم است. در ژئودزی برای انجام محاسبات احتیاج به یک سطح کاملاً ریاضی داریم.

۳- ژئوئید (Geoid) (سطح مبنای ارتفاعی): سطح هم پتانسیلی است که تقریباً بر سطح متوسط آبهای آزاد دریاها منطبق است. ژئوئید همچنین سطح مبنای ارتفاعی است و ارتفاعات در نقشه برداری نسبت به این سطح اندازه گیری می شوند. ژئوئید دارای فرمول ریاضی نبوده و شکل هندسی هم ندارد و وضعیت آن بستگی به پستی و بلندی زمین در هر نقطه دارد.

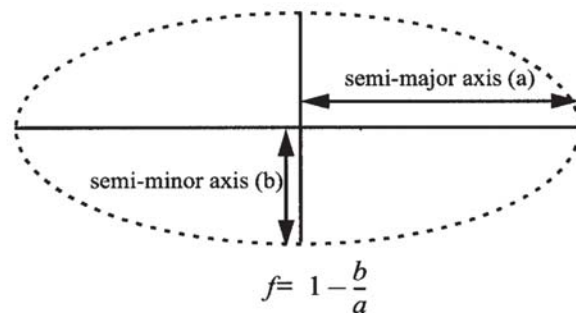
در نقشه برداری همیشه سعی می شود به وسیله تراز محور دستگاه های نقشه برداری را در امتداد قوه ثقل زمین قرار دهند. بنابراین این از سطح تراز یعنی سطحی که عمود در هر نقطه آن در امتداد قوه ثقل زمین باشد استفاده می شود. این سطح همان ژئوئید می باشد که از به هم پیوستن سطح آب دریا ها روی زمین تصور می شود و به عنوان شکل اصلی زمین در نظر گرفته می شود.

مقایسه دو سطح الیپسوئید و ژئوئید: دو سطح الیپسوئید و ژئوئید بر یکدیگر انطباق کامل ندارند (اختلاف آن ها در بدترین شرایط از چند متر تجاوز نمی کند) و قائم بر بیضوی مقایسه و قائم بر ژئوئید (که همان امتداد

شاغولی می باشد) بر یکدیگر منطبق نیستند. این دو خط با هم زاویه کوچکی می سازند که آن را انحراف نسبی قائم می گویند. مقدار این زاویه حد اکثر به چند ثانیه می رسد.

The Earth as an Ellipsoid

- a = semi-major axis
- b = semi-minor axis
- $f = ((a-b)/a) = \text{flattening}$



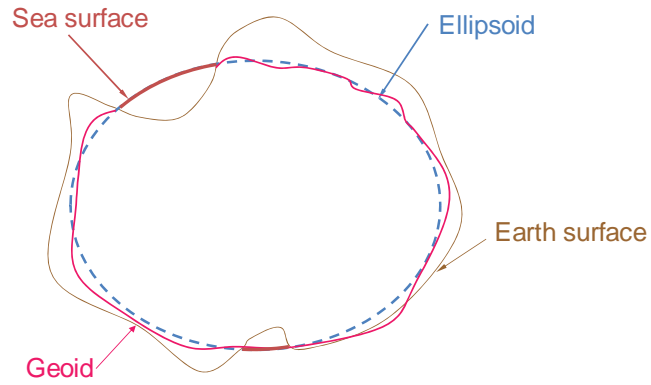
For the WGS84
 $a = 6,378,137$
 $b = 6,356,752.3$ so $f = 1/298.257$

Figure 2.3 The ellipsoid. The long axis is the Major axis, the short the Minor axis. Half of each of these lengths is used to calculate the flattening of the ellipsoid.

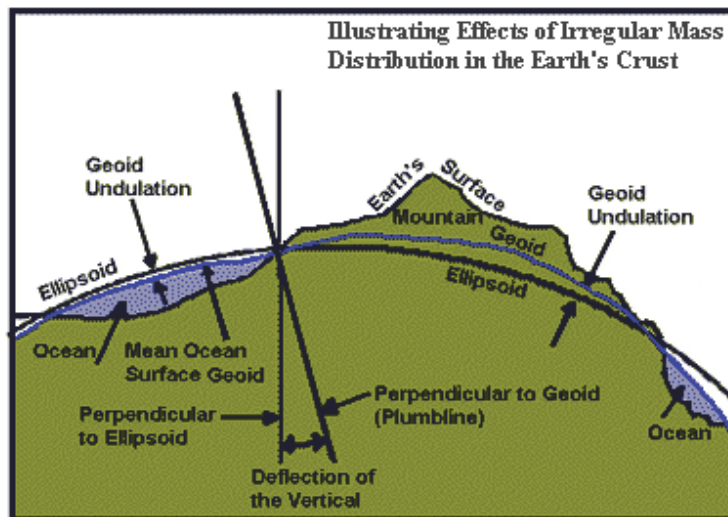
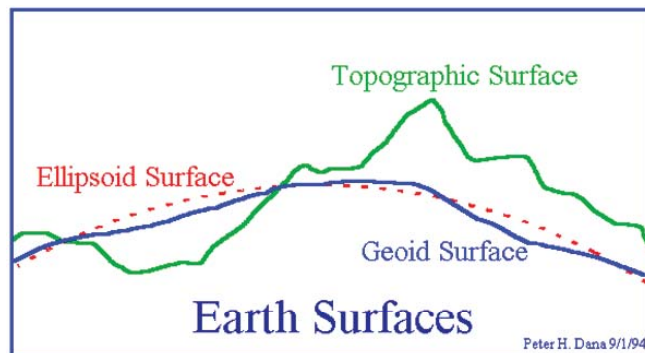
الیپسوئید	محور بزرگ (a)	محور کوچک (b)	ضریب فشردگی بیضوی
	(بر حسب متر)	(بر حسب متر)	f
کلارک (۱۸۸۶)	۶۳۷۸۲۴۹	۶۳۵۶۵۱۵	$(a-b)/a=1/293.5$
Hayford	۶۳۷۸۳۸۸	۶۳۵۶۹۱۲	$(a-b)/a=1/297$

تعیین شکل ریاضی زمین به دو صورت جهانی و محلی انجام می پذیرد. در صورتی که بخواهیم بیضوی را برای تمامی مناطق زمین تعریف کنیم به آن بیضوی متوسط جهانی می گویند مانند، WGS 84 (۱۹۸۴) System (World Geodetic)، این بیضوی ممکن است در بعضی مناطق بسیار نزدیک به سطح زمین و در بعضی از مناطق دورتر باشد. بنابر این در بعضی موارد به جای تعریف بیضوی جهانی یا متوسط از بیضوی محلی استفاده می شود مانند NAD83 (۱۹۸۳) North American Datum.

Geoide



Mean Sea Level is a surface of constant gravitational potential called the **Geoid**



GEOID - ELLIPSIOD RELATIONSHIPS

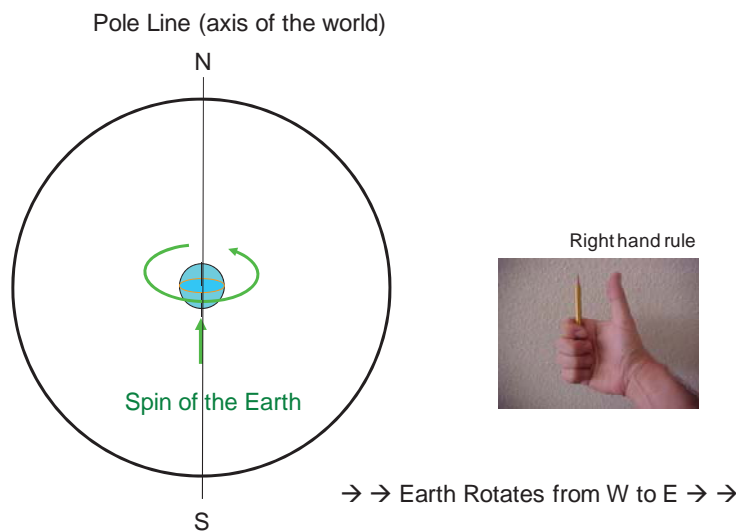
Figure 24

مشخصات جغرافیایی یک نقطه

از آن جایی که فشرده‌گی دورانی زمین بسیار کوچک است (۲۹۷/۱) وقتی وسعت منطقه مورد مطالعه بزرگ نباشد سطح بیضوی را در منطقه کروی فرض می‌کنند. به این ترتیب برای نشان دادن موقعیت نقاط به جای بیضوی باید یک دستگاه مختصات کروی تعریف نمود.

تعاریف:

❖ محور زمین: خطی فرضی است که از دو قطب زمین می‌گذرد و زمین حول آن در حال چرخش است.



❖ استوا (Equator): دایره عظیمه‌ای که از قطبین زمین متساوی الفاصله می‌باشد و در مرکز زمین بر محور عمود است. این صفحه زمین را به دو نیمکره شمالی و جنوبی تقسیم می‌کند.

❖ مدار (Parallel): دوایری که به موازات استوا می‌باشند.

❖ نصف النهار یا نیمروز (Meridian): دوایری که از قطبین زمین می‌گذرند. نصف النهار گرینویچ از رصدخانه گرینویچ در لندن می‌گذرد و به عنوان مبدا طول جغرافیایی (Prime meridian) انتخاب گردیده است. این نصف النهار بیضوی را به دو نیمکره شرقی و غربی تقسیم می‌کند.

Parallel: east-west circle on the Earth's surface, lying on a plane parallel to the equator

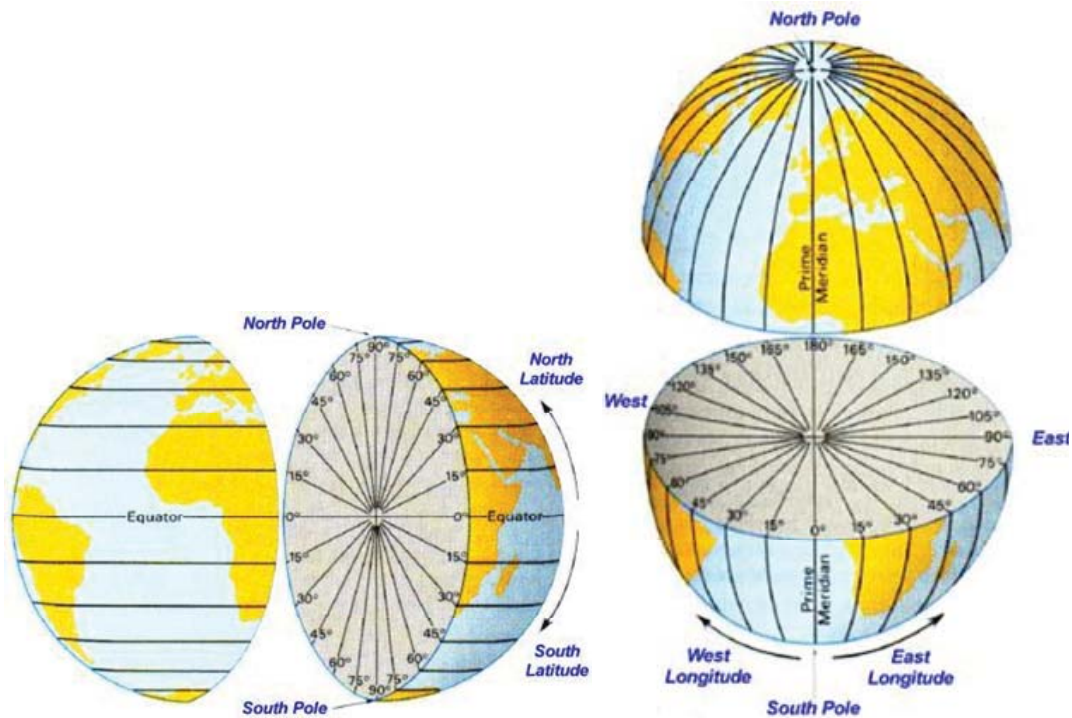
Meridian: north-south line on the Earth's surface, connecting the poles



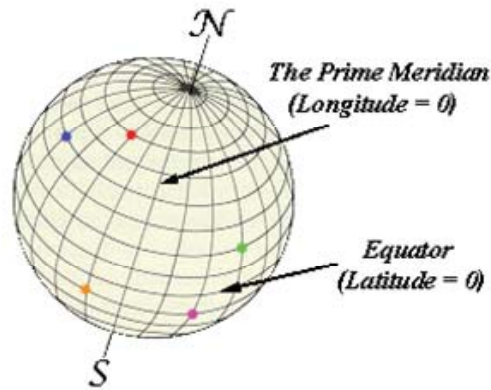
A Parallels of latitude divide the globe crosswise into rings.



B Meridians of longitude divide the globe from pole to pole.



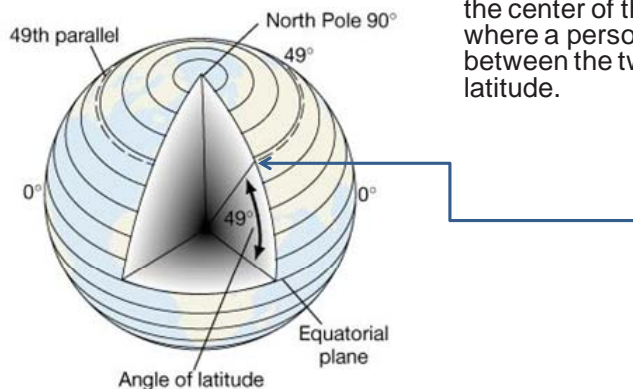
سیستم مختصات کروی برای نشان دادن موقعیت یک نقطه روی سطح کره به کار می رود. این سیستم شامل شبکه ای از نصف النهارها و مدارها می باشد. در این سیستم نصف النهار گرینویچ و مدار استوا به عنوان مبنا می باشند. موقعیت هر نقطه با طول و عرض جغرافیایی آن مشخص می شود.



❖ عرض جغرافیایی (Latitude): قوسی از نصف النهار است که بین یک نقطه و صفحه استوا قرار دارد. به عبارت دیگر عرض جغرافیایی یک نقطه عبارت است از زاویه بین خط قائم بر بیضوی که از آن نقطه می‌گذرد با صفحه استوا. عرض جغرافیایی از صفر تا ۹۰ درجه تغییر می‌کند و بر حسب آنکه نقطه در شمال استوا باشد یا در جنوب آن عرض شمالی یا عرض جنوبی نامیده می‌شود.

The **distance in degrees**,
north or south of the **equator**.
 - North Pole = 90° N
 - Equator = 0°
 - South Pole = 90° S

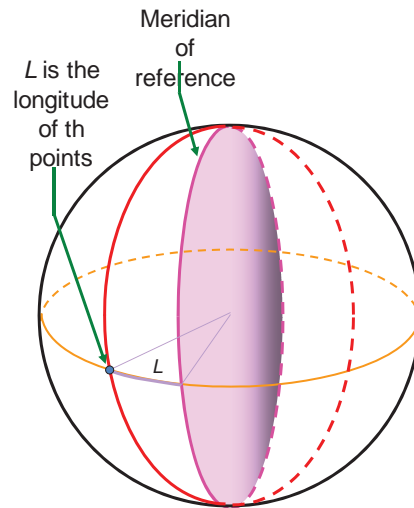
If you draw a line from the equator to the center of the Earth and then to where a person is standing, the angle between the two lines is the person's latitude.



Latitude lines are also called PARALLELS because they run parallel to the equator.

❖ طول جغرافیایی (Longitude): قوسی از دایره استوا است که بین نصف النهار آن نقطه و نصف النهار مبداء (گرینویچ) واقع می‌باشد. به بیان دیگر طول جغرافیایی یک نقطه عبارت است از زاویه دو وجهی بین صفحه نصف النهار که از آن نقطه می‌گذرد و نصف النهار گرینویچ. طول

جغرافیایی از صفر تا ۱۸۰ درجه تغییر می کند و بر حسب آنکه نقطه در شرق نصف النهار مبداء باشد یا در غرب آن، طول را شرقی یا غربی می گویند.



LONGITUDE of a point: It is the angle between the plane of a particular meridian and the plane of another meridian taken as reference.

Longitude L is measured in degrees, from 0° until 180° , either to the East (E) or to the West (W) from the meridian of reference.

اگر نصف النهار در غرب نصف النهار مبداء باشد آن را طول جغرافیایی غربی (West Longitude) و با علامت منفی نمایش می دهند و اگر در شرق باشد آن را طول شرقی و با علامت مثبت نمایش می دهند. برای نیمکره جنوبی، عرض جغرافیایی جنوبی و با علامت منفی و برای نیمکره شمالی، عرض جغرافیایی شمالی (North Latitude) و با علامت مثبت نمایش می دهند.

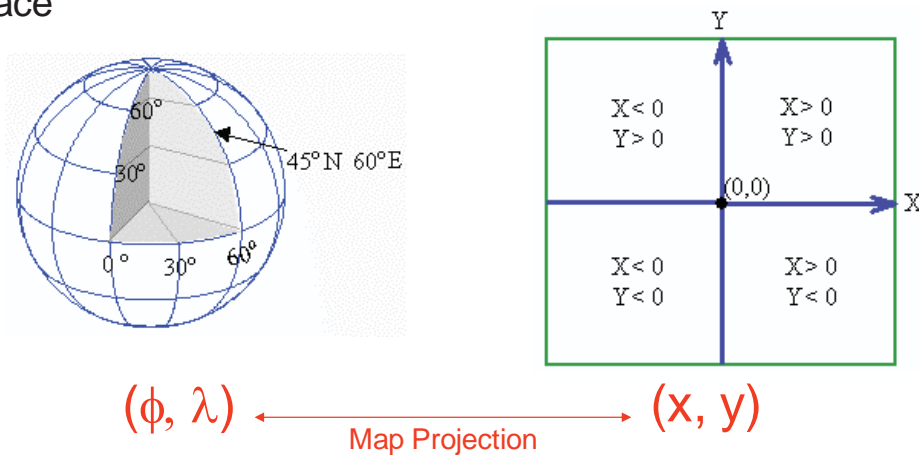
❖ ارتفاع (Altitude): طول و عرض جغرافیایی موقعیت مسطحاتی هر نقطه را مشخص می کنند. ولی موقعیت کامل نقاط به به مشخصه دیگری به نام ارتفاع نیاز دارد که وضعیت نقاط را از نظر پستی و بلندی معلوم می کند. منظور از ارتفاع هر نقطه طول بخشی از خط قائم است (امتداد شاغولی) که بین این نقطه و سطح مبنای ارتفاعی (ژئوئید) واقع است. کلیه نقاط روی سطح ژئوئید ارتفاعشان صفر است و کلیه نقاط روی یک سطح تراز، ارتفاع برابر دارند.

Types of Coordinate Systems

- (1) **Geographic** coordinates $((\phi, \lambda, z))$

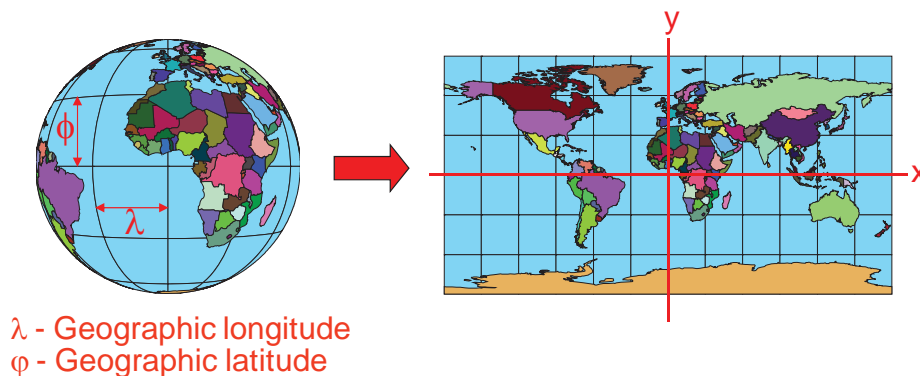
Elevation (z) defined using **geoid**, a surface of constant gravitational potential

- (2) **Projected** coordinates (x, y) on a local area of the earth's surface



معادلات عمومی تصاویر

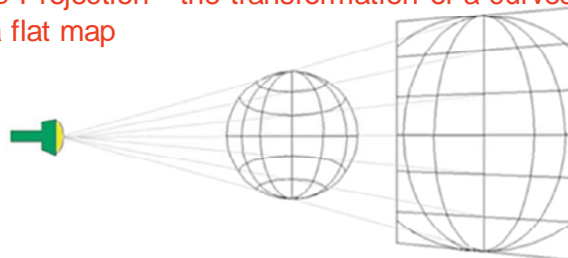
از آن جایی که هدف از نقشه برداری نشان دادن جزئیات زمین بر روی صفحه تصویر (نقشه) می باشد باید موقعیت هر نقطه زمینی را به کمک مختصاتش در صفحه تصویر مشخص کنیم. هر نقطه بر روی بیضوی مقایسه دارای مختصاتی مانند (ϕ, λ) و بر روی برگه تصویر (نقشه) دارای مختصاتی برابر (Y, X) می باشد. بنابر این مختصات طول و عرض جغرافیایی (ϕ, λ) بر روی بیضوی مقایسه قابل تبدیل به مختصات (X, Y) بر روی برگه تصویر می باشد.



What is a Projection?

- If you could project light from a source through the earth's surface onto a two-dimensional surface, you could then trace the shapes of the surface features onto the two-dimensional surface.
- This two-dimensional surface would be the basis for your map.

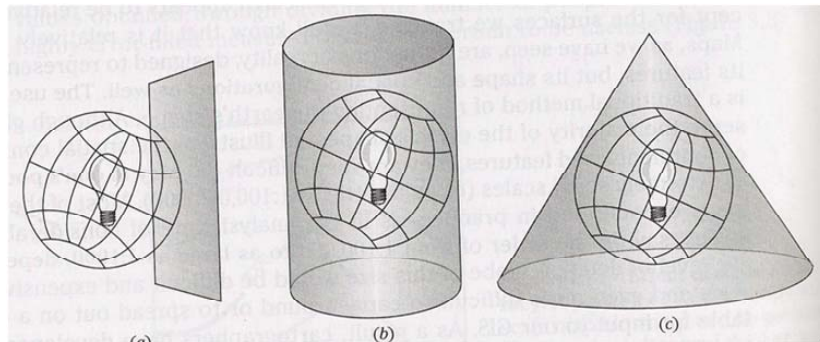
Map Projection - the transformation of a curved earth to a flat map



بین مختصات قائم الزاویه و مختصات جغرافیایی، روابطی برقرار است که به کمک این روابط می توان به آسانی مختصات قائم الزاویه و جغرافیایی را به هم تبدیل نمود. مجموعه روابط ریاضی که بین مختصات جغرافیایی یک نقطه و مختصات قائم الزاویه آن وجود دارد اساس مبحث خاصی را در ژئودزی تحت عنوان سیستم های تصویر تشکیل می دهد.

انتخاب روابط و معادلات حالت اختیاری دارد. بنابر این تعداد زیادی رابطه می توان بین دو مختصات قائم الزاویه و جغرافیایی نوشت و در نتیجه تعداد زیادی هم سیستم تصویر وجود خواهد داشت.

از آن جایی که بیضوی یا کره سطوح قابل گسترشی نیستند که بتوان آن ها را بدون پارگی باز کرده و کاملاً بر صفحه تصویر منطبق نمود، از حجم های هندسی قابل گسترش مانند مخروط یا استوانه به عنوان واسطه کمک می گیریم. به این ترتیب که نقاط روی بیضوی را بر روی این حجم های هندسی تصویر کرده و سپس این حجم ها را باز کرده و روی صفحه تصویر منطبق می کنیم.



Azimuthal

Cylindrical

Conic

سیستم های تصویر به گونه ای انتخاب می شوند که

۱- زاویه را تغییر ندهند و

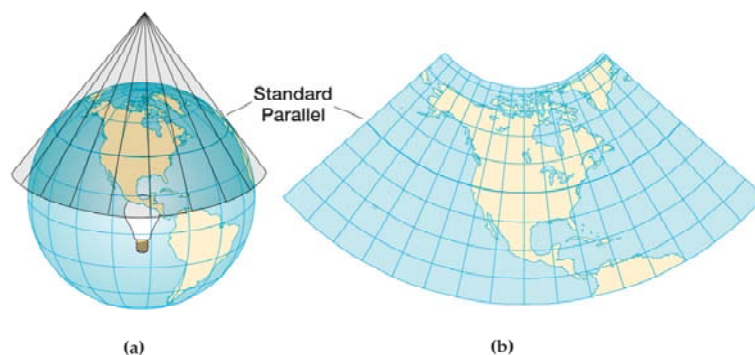
۲- مقیاس را در یک منطقه ثابت نگهدارند.

به این ترتیب تصویر هر عارضه روی کاغذ با شکل اصلی آن روی زمین مشابه خواهد بود. این نوع سیستم تصویر را مشابه (Conform) گویند.

• **سیستم تصویر مخروطی لامبرت: LAMBERT CONIC PROJECTION:**

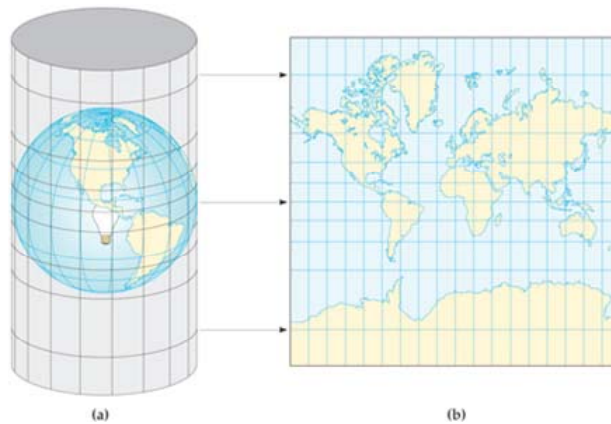
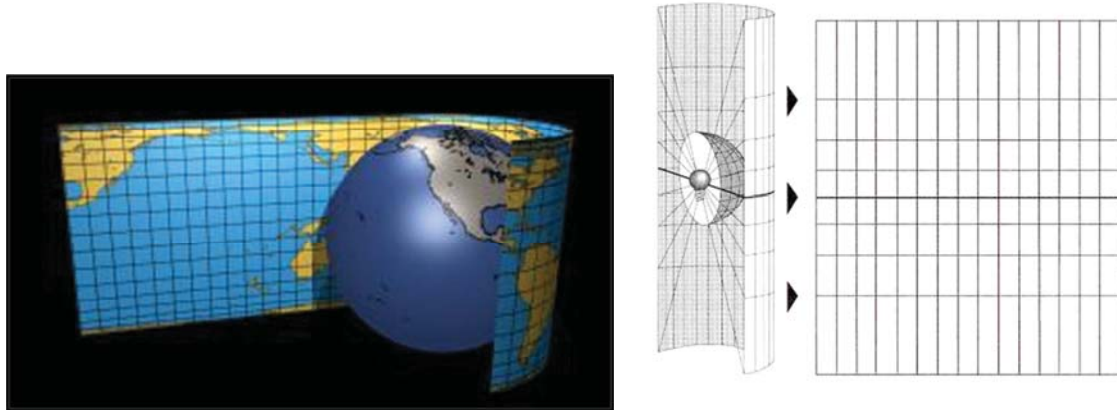
در این سیستم ها که بوسیله یوهان هاینریش لامبرت دانشمند آلمانی پیشنهاد گردیده است، مخروطی را حول یکی از مدارات بر بیضوی مماس نموده و سپس عوارض موجود در اطراف مدار را بر روی بدنه مخروط تصویر می کنند و سپس مخروط را باز می نمایند. در این حالت مدارات به صورت دایره متحدالمرکز و نصف النهارات به صورت خطوط متقارب در می آیند. محل برخورد نصف النهار و مدار مرکزی منطقه را مبدا مختصات اختیار میکنند. هر چه از مدار مرکزی منطقه دور تر شویم، مقیاس بیشتر تغییر می کند. از این رو این سیستم بیشتر برای کشور هایی که گسترش شرقی-غربی دارند مناسب است.

سیستم تصویر مشابه لامبرت تیپ خیلی مهمی است و کاربرد وسیعی دارد و در نقشه های توپوگرافیک یک میلیونیم از این سیستم استفاده شده است. نقشه های ناوبری هوایی که توسط نیروی هوایی آمریکا برای تمام دنیا در مقیاس های مختلف تهیه شده از این تصویر استفاده شده است. همچنین نقشه های ۱/۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی ایران پوشش سراسری نیز با همین سیستم تهیه شده است.



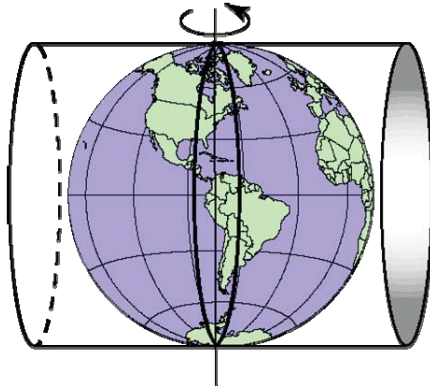
• سیستم تصویر مرکاتور (Mercator):

در این سیستم استوانه ای حول استوا بر کره مماس می شود. در این حالت تصویر مدارها با هم و تصویر نصف النهارها نیز با هم موازی هستند. هر چه از استوا دور شویم مقیاس تصویر بیشتر تغییر می کند. از این رو چنین سیستمی برای مناطق نزدیک قطب مناسب نیست.

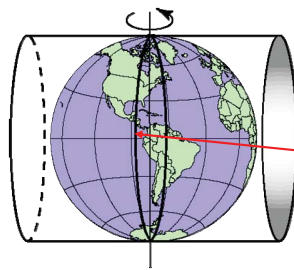


• سیستم تصویر UTM: (Mercator Universal Transfer)

این سیستم مشابه سیستم مرکاتور است با این تفاوت که استوانه در امتداد نصف النهار مبدأ بر کره یا بیضوی مماس می شود. به عبارت دیگر استوانه ای را حول یکی از نصف النهارات بر بیضوی مماس نموده و سپس عوارض را بر روی آن تصویر می نمایند. در این شیوه محور استوانه تصویر را بر محور چرخشی زمین عمود کرده و با جابجا نمودن آن هر بار آن را با یکی از نصف النهارها مماس می سازند و به همین دلیل آن را سیستم ترانسور مرکاتور می گویند، زیرا استوانه تصویر را از حالت مماس بر استوا خارج ساخته و آن را بر نصف النهارها مماس می کنند.

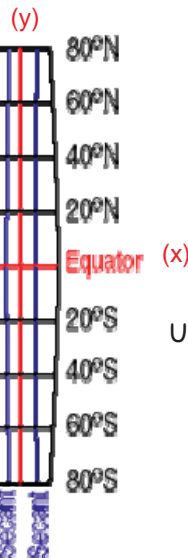


در اثر چرخش ۶ درجه ای محور قائم در سیستم تصویر گیری ترانسور مرکاتور، ۶۰ منطقه (زون) UTM ایجاد می گردد.



Rotate in 6° increments

Central Meridian



UTM Zone is 6° wide

در این سیستم به تعداد نصف النهارات موجود در سطح کره یا بیضوی می توان استوانه بر آن مماس نمود. به منظور جلوگیری از تعدد استوانه های تصویری، زمین توسط نصف النهارات به ۶۰ بخش ۶ درجه ای تقسیم می شود. هر قسمت را زون (Zone) یا قاچ گویند. به این ترتیب حول نصف النهار مرکزی هر قاچ استوانه مماس می شود. نصف النهار مرکزی قاچ سی ام منطبق بر گرینویچ می باشد. به این ترتیب دامنه تصویر برای هر قاچ نسبت به نصف النهار مرکزی آن ۳ درجه در شرق و ۳ درجه در غرب آن می باشد. محور X ها منطبق بر استوا و محور Y ها منطبق بر نصف النهار مرکزی می باشد و در واقع این شبکه بندی نوعی شبکه بندی قائم الزاویه می باشد. در این سیستم تصاویر استوا و نصف النهار مرکزی منطقه به صورت خطوط مستقیم اند ولی سایر مدارها و نصف النهارها به صورت منحنی تصویر می شوند. این سیستم برای مناطقی از زمین که بین مدارهای ۸۰ درجه عرض جنوبی و ۸۴ درجه عرض شمالی قرار دارند به کار می رود.

UTM Zone Map for the World



نظریه خطاها

انجام اندازه گیری بر روی زمین به منظور تعیین اندازه واقعی عوارض مورد نظر می باشند. ولی معمولا با مقدار واقعی شان اندکی اختلاف دارند. منابع عمده این اختلافات عبارتند از:

۱- اشتباه (Blunder, Mistake)

۲- خطای تدریجی (سیستماتیک Error Systematic)

۳- خطای تصادفی (Error Random)

اشتباه در اثر فراموشی و بی تجربگی عامل و یا نقص در دستگاه ایجاد می شود. مانند خواندن اشتباه ۹۲/۱۶ به جای ۶۲/۱۹ بر روی دوربین، ایستگاه گذاری و یا نشانه روی نقطه ای به جای نقطه دیگر، اشتباه از قلم افتادگی چند دهنه طول در اندازه گیری فاصله، اشتباه در قرائت ها و یا انجام محاسبات و از این قبیل. در نقشه برداری به هیچ وجه اشتباه مجاز نیست. لذا برای دوری از اشتباه باید کار متکی بر کنترل باشد (در نقشه برداری کار بدون کنترل مطابق با کار غلط است). کنترل به دو صورت انجام می گیرد:

- کنترل به روش مستقیم: یعنی عمل دوباره تکرار شود ولی بهتر است روش اندازه گیری را تغییر دهیم.

- کنترل به روش غیر مستقیم: یعنی نتیجه را به روش دیگر مثلا محاسبه اجزای دیگر مجددا به دست آورد.

خطاهای تدریجی (سیستماتیک): به مجموعه خطاهایی گفته می شود که همگی در یک جهت اند و با هم جمع می شوند و علت آن ها مشخص است. بسیاری از این خطاها در ارتباط با دستگاه های اندازه گیری اند. مانند مساوی نبودن طول حقیقی یک نوار با طول اسمی آن، قائم نبودن شاخص و ... برای رفع این خطاها باید عامل را شناسایی نموده و از میان برداشت و در غیر این صورت باید میزان خطا را اندازه گیری کرده و در نتایج دخالت دهیم. این خطا خطرناک ترین خطا در نقشه برداری می باشد.

خطاهای اتفاقی: این خطاها از نارسایی حواس انسان، نقص در وسایل اندازه گیری، پایین بودن ارزش تقسیمات و عوامل جوی ایجاد می شوند. ریشه، مقدار و علامت این خطاها قابل پیش بینی نیستند. معمولا چند نوع از این خطاها به طور همزمان ممکن است پیش آیند به طوری که آنچه را که ما خطای تصادفی می نامیم حاصل جمع جبری اثر خطاهایی است که به صورت جداگانه بر روی اندازه گیری ها اثر می گذارد. در واقع با تصحیح خطاهای سیستماتیک نوعی خطا در اندازه گیری ها باقی می ماند که قابل تصحیح نیستند. به جهت تصادفی بودن این خطاها برای بررسی شان از قوانین آماری استفاده می شود. از آن جایی که در اندازه گیری یک کمیت خطاها گاه به صورت منفی و گاه به صورت مثبت ظاهر می شوند، در جمع نهایی گاه یکدیگر را خنثی می کنند. لذا برای رفع این خطاها دفعات اندازه گیری ها را تکرار نموده و بین جواب های قابل قبول معدل گیری می کنند. زیرا که معدل به جواب واقعی نزدیک تر است.

میانگین اندازه ها

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

انواع خطاهای اتفاقی

$e_i = a_i - \bar{a}$ - خطای واقعی (Actual error):

- خطای احتمالی (Probable error): خطایی که احتمال وقوع آن ۵۰٪ است
(ep).

$V_i = a_i - \bar{a}$ - خطای ظاهری یا خطای باقی مانده (Residual error)

$$\sum V_i = 0$$

- خطای متوسط حسابی

(Mean arithmetic error)

$$e_a = \frac{\sum |V_i|}{n}$$

- خطای متوسط هندسی (خطای معیار یا استاندارد)

$$e_q = \pm \sqrt{\frac{\sum V_i^2}{n-1}}$$

(Mean Quadratic error)

این خطا در نقشه برداری، پایه اندازه گیری خطاهاست و خطای وسایل اندازه گیری با این خطا مشخص می شود.

- خطای ماکسیمم (Maximum Error): خطایی که احتمال وقوع آن یک درصد

است. در اندازه گیری ها خطایی بیشتر از این مقدار قابل قبول نیست و هر اندازه گیری که

قدرمطلق خطای ظاهری اش بیش از این مقدار باشد به عنوان غلط از لیست اندازه ها

حذف می شود.

$$e_m = 2.5 * e_q = 2.5 \sqrt{\frac{\sum V_i^2}{n-1}}$$

روابط خطا ها با یکدیگر:

$$\text{خطای احتمالی} \quad e_p \cong \frac{2}{3} e_q$$

$$\text{خطای متوسط هندسی} \quad e_q \cong 1.25 e_a$$

$$\text{خطای ماکسیمم} \quad e_m \cong 4e_p = 2.5e_q$$

خطای حاصل جمع چند کمیت: اگر کمیت S از مجموع چند کمیت X, Y, Z و ... حاصل شده باشد، خطای معیار مجموع به صورت زیر محاسبه می شود:

$$S = X + Y + Z$$

$$e_{qS} = \pm \sqrt{e_X^2 + e_Y^2 + e_Z^2}$$

اگر پارامتر مورد نظر توسط یک شخص و یک وسیله اندازه گیری شده باشد، یعنی خطای قسمت های مختلف با یکدیگر برابر باشد در این صورت:

$$e_X = e_Y = e_Z = \alpha$$

$$e_{qS} = \pm \sqrt{3\alpha^2}$$

$$e_{qS} = \pm \alpha \sqrt{3}$$

و در حالت کلی :

$$eqS = \pm \alpha \sqrt{n}$$

eq: خطای معیار دستگاه (خطای مشترک)
n: تعداد کمیت های اندازه گیری شده
 α : خطای متوسط هر قطعه (خطای مجاز)

اگر به منظور افزایش دقت کار و کم کردن خطا کمیت مورد نظر m بار اندازه گیری شود، خطای متوسط هندسی برابر می شود با:

$$eqS = \pm \alpha \sqrt{\frac{n}{m}}$$

m: تعداد دفعات اندازه گیری

$$w = X \cdot Y$$

خطای حاصلضرب

$$eqW = \pm \sqrt{(X \cdot eqY)^2 + (Y \cdot eqX)^2}$$

$$eqW = w \sqrt{\left(\frac{eqX}{X}\right)^2 + \left(\frac{eqY}{Y}\right)^2}$$

نسبت $\frac{eqW}{w}$ را خطای نسبی گویند.

خطای مطلق و خطای نسبی:

خطای مطلق: تفاضل مقدار واقعی و مقدار اندازه گیری شده کمیت می باشد. این عنوان در خطاهای تصادفی به خطای معیار و در خطاهای تدریجی به قدرمطلق تفاضل اطلاق می شود. خارج قسمت خطا (تدریجی یا تصادفی) بر مقدار واقعی کمیت را خطای نسبی گویند. مثلا اگر کمیت L دارای خطای e باشد، آنگاه: e_r را خطای نسبی گویند. در محاسبه خطای نسبی اکثرا به جای e مقدار em را قرار می دهند. خطای نسبی میزان دقت در عملیات اندازه گیری را مشخص میکند.

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

روش های اندازه گیری فاصله و

اصول مساحی

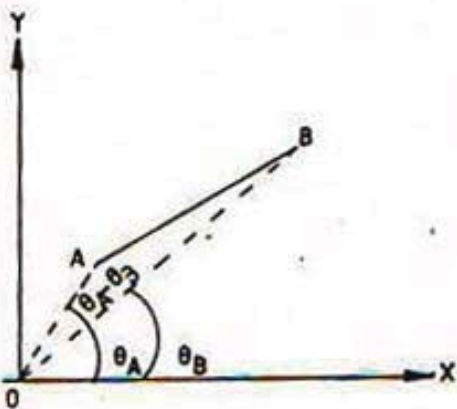
**Linear Measuring and
Chaining**

اندازه گیری طول یکی از اجزای اصلی اندازه گیری است و بیشتر مواقع به عنوان مبنای برداشت ها اهمیت ویژه ای دارد. واحد بین المللی فاصله متر است. یک متر برابر با یک چهارم میلیونیم محیط نصف النهار زمین است. روش های اندازه گیری فاصله را به سه دسته کلی زیر تقسیم نموده اند:

- ✓ روش های محاسبه ای و ترسیمی: استفاده از مختصات قطبی یا دکارتی، استفاده از روابط مثلثاتی
- ✓ روش های مستقیم
- ✓ استفاده از دستگاه های اپتیکی و الکترونیکی

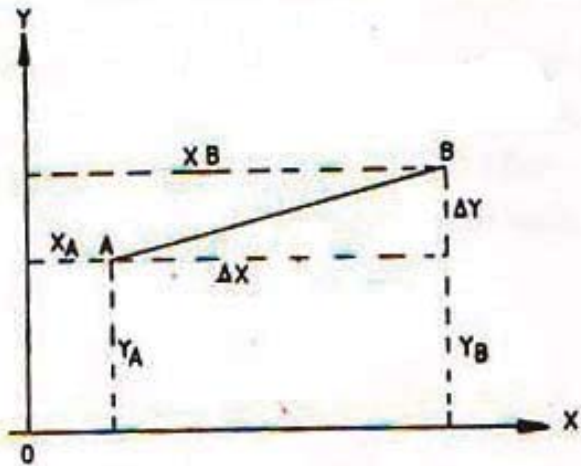
روش های محاسبه ای و ترسیمی

$$D_{AB} = \sqrt{r_A^2 + r_B^2 - 2r_A \cdot r_B \cos(\theta_A - \theta_B)}$$



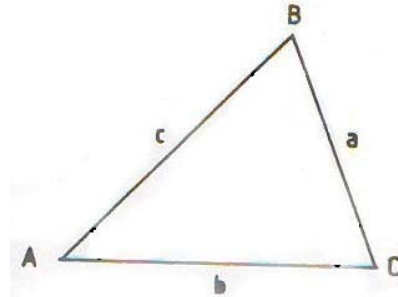
فاصله بین دو نقطه در سیستم مختصات قطبی

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



فاصله بین دو نقطه در سیستم مختصات متعامد

در هر مثلث غیر مشخصی روابط زیر برقرار است:



$$a = b \cos \hat{C} + c \cos \hat{B}$$

$$b = a \cos \hat{C} + c \cos \hat{A}$$

$$c = a \cos \hat{B} + b \cos \hat{A}$$

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \hat{A}$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \hat{B}$$

$$c^2 = b^2 + a^2 - 2ab \cos \hat{C}$$

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

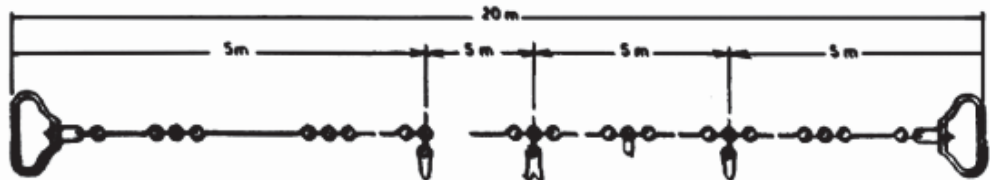
روش های مستقیم اندازه گیری طول

❖ قدم انسانی (Pacing): در کار های کم دقت استفاده می شود. دقت این روش در حد $1/100$ است.

❖ چرخ غلطان (Odometer): دقت این روش در حد $1/200$ می باشد.



❖ زنجیر مساحی (Surveying chain): دقت این روش در حد $1/1000$ می باشد.



❖ نوار های اندازه گیری (Tapes): دقت این روش در حد $1/1000$ تا $1/5000$ می باشد. پاندازه گیری فاصله به طریق

مستقیم توسط متر فلزی متداول می باشد.



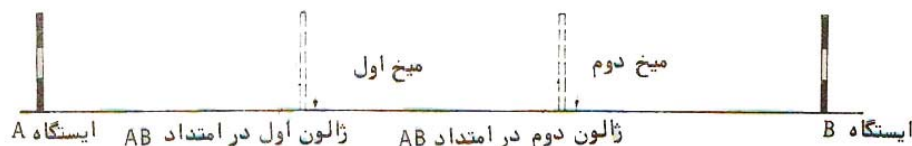
نوار یا متول انوار (Invar): در کار های دقیق اندازه گیری فاصله استفاده می شود. انوار آلیاژ آهن و نیکل است و ضریب انبساط حرارتی بسیار کمی دارد. بنابراین در شرایط جوی گوناگون بسیار کم تحت تاثیر قرار می گیرد. از این وسیله برای اندازه گیری طول های مبنا استفاده می شود. دقت اندازه گیری با این وسیله در حد $1/1000000$ می باشد.

اصول متر کشی

۱- فاصله مورد نظر از طول نوار فلزی کوتاه تر باشد و زمین افقی باشد: در این حالت کافی است درجات نوار را بر نقاط ابتدا و انتهای فاصله مورد نظر قرار دهیم و سپس دو قرائت را از هم کم کنیم.

۲- فاصله مورد نظر از طول نوار فلزی بلندتر باشد و زمین افقی باشد:

ابتدا دو ژالن (میله ای از چوب یا فلز به قطر ۳ الی ۴ سانتی متر و به طول معمولاً ۲ الی ۵/۲ متر که متناوباً به رنگ قرمز و سفید رنگ آمیزی شده) در ابتدا و انتهای فاصله مورد نظر قرار داده و سپس طول را به فواصلی که بزرگتر از طول نوار نیست تقسیم می کنیم. یک نفر پشت ژالن A می رود و با راهنمایی او نفر دیگر ژالن سومی را در هر یک از نقاط تقسیم به گونه ای قرار می دهد که نفر اول همه ژالن های مستقر را در یک راستا (امتداد AB) ببیند. این عمل را ژالن گذاری گویند (Alignment). سپس محل ژالن ها را میخکوبی نموده و فاصله بین میخ ها را اندازه گیری می کنند. حاصل جمع کلیه اندازه ها برابر با فاصله AB خواهد بود. در کار های دقیق نقشه برداری این کار توسط دوربین (تئودولیت) انجام می گیرد.



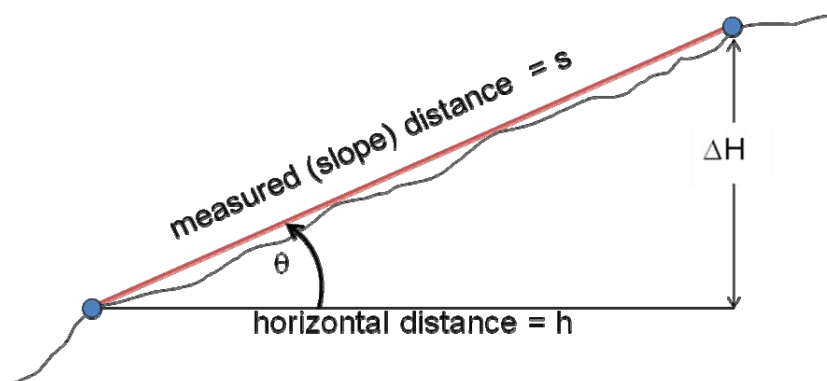
۳- فاصله مورد اندازه گیری در زمین شیب دار باشد:

با توجه به تعریف نقشه که تصویر افقی عوارض زمین است، باید کلیه اندازه گیری های انجام شده در زمین های شیبدار ابتدا به افق تبدیل شوند. برای این کار دو روش وجود دارد:

**متر کشی در امتداد سطح شیبدار و سپس وارد کردن تصحیحات لازم برای افقی کردن آن

**متر کشی افقی (پلکانی)

**متر کشی در امتداد سطح شیبدار



To calculate the *horizontal distance* :

$$h = s \cos\theta \quad \text{or} \quad h = (s^2 - \Delta H^2)^{1/2}$$

$$C_h = S - h = \frac{\Delta H^2}{2s} \quad (\text{تصحیح تبدیل به افق})$$

گاهی اوقات شیب زمین به صورت نسبت ۱ به n (1:n) معلوم می باشد و طول زمین شیبدار نیز با اندازه گیری به دست آمده است. به این ترتیب فاصله افقی بین دو نقطه از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$h = S \times \frac{n}{\sqrt{n^2 + 1}} = S \times \cos\theta$$

**متر کشی افقی (پلکانی)

در این روش احتیاجی به اندازه گیری شیب نیست و مسافت افقی را مستقیماً سر زمین اندازه گیری می کنند. در متر کشی افقی به سه نفر عامل نیاز است، یک نفر ناظر و دو نفر دیگر باید دو سر متر را بگیرند. به این ترتیب یک طرف نوار را در نقطه ای که ارتفاع بیشتری دارد قرار می دهند و طرف دیگر آن توسط نفر دوم به گونه ای گرفته می شود که امتداد آن به موازات سطح افق باشد. باید متر در حال کشش باشد و از شکم دادن یا افتادن آن

جلوگیری شود. افقی بودن نوار توسط عامل سوم به عنوان ناظر تأیید می شود. برای آنکه درجه متر درست در امتداد قائم نقطه انتهایی قرائت شود به انتهای آن شاغولی آویخته می شود. (شاقول وسیله تعیین امتداد خط قائم در هر نقطه است. شاقول نقشه برداری باید قدری سنگین باشد که در اثر وزش بادهای ملایم منحرف نگردد.) به این ترتیب فاصله افقی اندازه گیری شده است. بدیهی است که هرچه شیب بیشتر باشد از طول نوار در هر مرحله کاسته می شود.



خطا در متر کشی

- خطای دستگاهی.....خطای تدریجی (سیستماتیک)زیاد شونده با نقصانی
- خطای طبیعی } -خطای درجه حرارت.....خطای تدریجی.....زیاد شونده یا نقصانی
- خطای کمانهخطای تدریجی..... نقصانی
- خطای انسانی } - تدریجی } - خطای کشش نا مناسب
- خطای افقی نبودن متر
- خطای امتداد گذاری
- اتفافی

** خطاهای دستگاهی (تدریجی)

وقتی طول واقعی نوار با طول اسمی آن برابر نباشد باید به فاصله اندازه گیری شده تصحیح وارد شود. گاهی افزونی و گاهی نقصانی است و جهت آن همواره یکی است. برای برطرف نمودن این خطا باید طول ابزار اندازه گیری طول قبل از شروع عملیات نسبت به یک طول استاندارد اندازه گیری شود (Standardization). اگر طول واقعی نوار بلند تر از طول اسمی آن باشد، فاصله خوانده شده کمتر از مقدار واقعی است و تصحیح وارد بر آن باید مثبت باشد. اگر طول واقعی نوار از طول اسمی آن کوتاه تر باشد، فاصله خوانده شده بیشتر از مقدار واقعی است و تصحیح وارد بر آن باید منفی باشد.

$$\frac{\text{طول واقعی نوار}}{\text{طول ظاهری نوار}} = \frac{\text{مسافت واقعی}}{\text{مسافت اندازه گیری شده (مسافت ظاهری)}}$$

** خطای امتداد گذاری

تصحیح اثر خارج امتدادی: Correction for misalignment

هدف از اندازه گیری مسافت بین دو نقطه تعیین طول خط مستقیمی است که آن دو نقطه را به هم وصل می کند. ولی وجود مانع یا در یک امتداد نبودن میخ گذاری ها باعث ایجاد خطا می شود. به این ترتیب مسافت اندازه گیری شده بیشتر از اندازه طول خط مستقیم بین دو نقطه می شود. مقدار تصحیح لازم در مورد انحراف از امتداد از رابطه زیر محاسبه می شود:

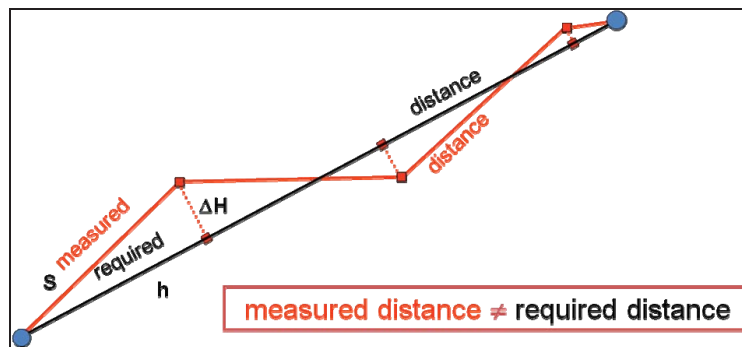
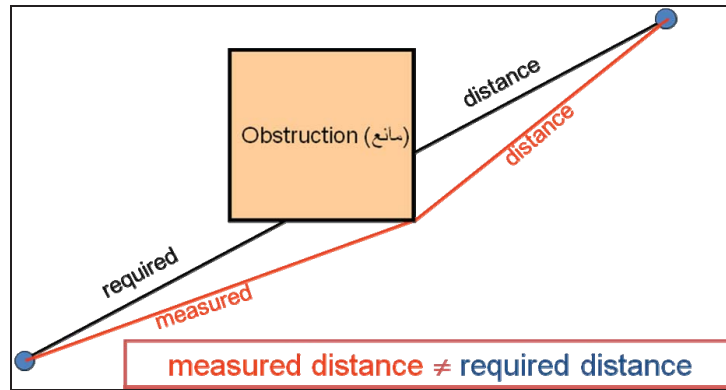
$$C_h = S - h = -\Delta H^2 / 2S$$

C_h : خطای حاصل از خارج امتداد بودن

ΔH : مقدار طولی که از امتداد اصلی خارج شده ایم

S : فاصله اندازه گیری شده

h : فاصله مستقیمی که دو نقطه را به هم وصل می کند



** خطای کمانه (یا اثر کمانی شدن نوار یا خطای شنت):
این خطا در اثر نیروی وزن نوار و نیروی جاذبه زمین ایجاد می شود.



$$C = \frac{(mg)^2}{24 T^2} \times L^3 = \frac{L}{24} \left(\frac{Mg}{T} \right)^2 = \frac{8F^2}{3L}$$

m: جرم یک متر از نوار

g: شتاب ثقل

T: نیروی کشش به کاربرده شده

f: ارتفاع کمان

L: طول نوار بین دو تکیه گاه

M = m . L: جرم قسمت به کاربرده شده نوار

اصول مساحی

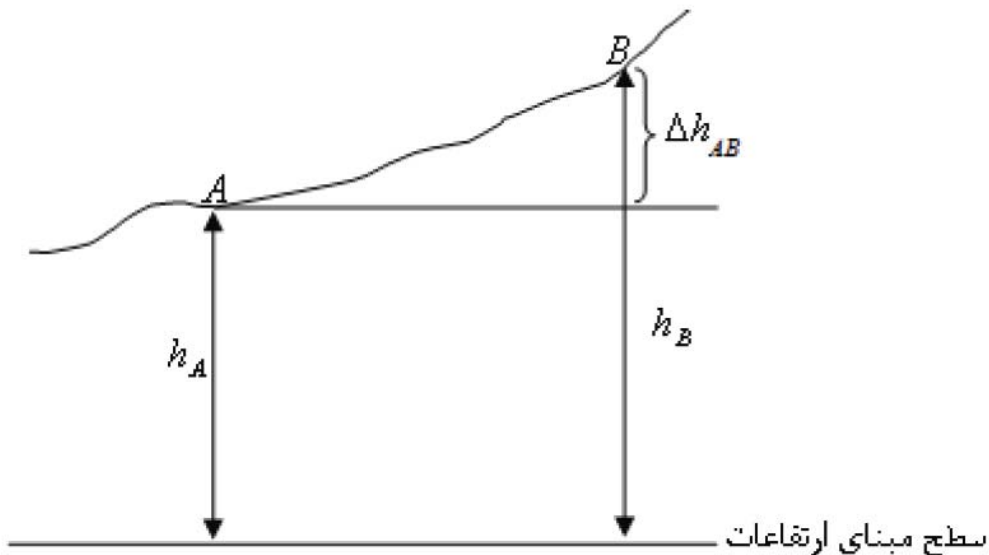
منظور از مساحی تهیه نقشه یک منطقه توسط وسایل ساده نقشه برداری (متر، ژالن، شاغول، قطب نما، شیب سنج، گونیای مساحی و ...) و پیدا کردن مساحت زمین می باشد. در این راه از حل مسائل ساده هندسی بهره گیری می شود. در این زمینه مسایل زیر بررسی می شوند:

- ✓ اخراج عمود بر یک امتداد
- ✓ وارد کردن عمود بر یک امتداد
- ✓ پیاده کردن خطی به موازت خطی دیگر
- ✓ تعیین اندازه زاویه با متر
- ✓ برخورد به موانع و عبور از آن ها
- ✓ تهیه نقشه یک منطقه با وسایل ساده نقشه برداری

ترازیابی

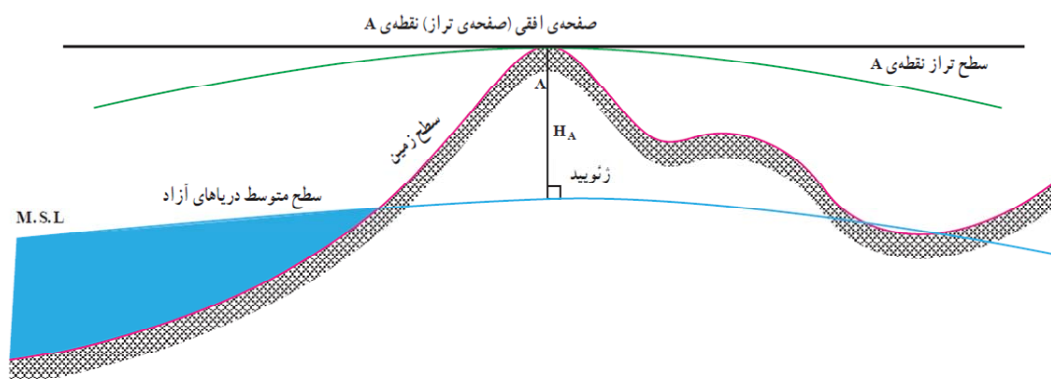
Leveling (Nivellement)

منظور از ترازبایی یا نیولمان تعیین اختلاف ارتفاع بین دو یا چند نقطه نسبت به هم (یا نسبت به یک سطح مبنای معین) می باشد.



یادآوری چند تعریف:

- سطح تراز: سطحی که در تمام نقاط بر امتداد نیروی ثقل عمود باشد.
- سطح ژئوئید: سطح تراز منطبق بر سطح متوسط آب دریاهاى آزاد.
- سطح مبنا: سطح ترازى که ارتفاع هر نقطه نسبت به آن سنجیده می شود.
- ارتفاع نقطه: فاصله قائم نقطه نسبت به سطح مبنا. فاصله بین دو سطح تراز بیانگر اختلاف ارتفاع بین نقاط واقع بر آن دو سطح می باشد.
- صفحه افق: صفحه مماس بر سطح تراز
- صفحه قائم: صفحه گذرنده از امتداد شاغولی هر نقطه



برای به دست آوردن ارتفاع مطلق نقاط باید اختلاف ارتفاع آن نقطه را نسبت به سطح آبهای آزاد به دست آورد. Benchmark ها نقاط مبنایی هستند که ارتفاع آن ها از آب های آزاد مشخص شده است.

بنچ مارک

همانطور که در بخش قبل بدان اشاره شد؛ در هر ترازیبی به حداقل یک نقطه با ارتفاع معلوم نیاز است. می توان ارتفاع یک نقطه را به صورت اختیاری در نظر گرفت و یا ارتفاع آن را از سطح آب های آزاد بدست آورد. در پروژه های محلی معمولاً از یک ارتفاع اختیاری استفاده می شود. در حالی که در پروژه های کلان نظیر راه سازی و تولید نقشه های توپوگرافی مبدأ ارتفاعات باید به مبدأ سطح متوسط آب های آزاد باشند. برای این منظور عملیات اندازه گیری ارتفاع را از ایستگاه جذر و مد سنج کنار دریا شروع می شود. بنابراین همواره برای تعیین ارتفاع نقاط، باید فاصله بین دریا تا نقطه مورد نظر را ترازیبی شود که غیر عملی به نظر می رسد. بدین منظور در همه کشورها سازمانی تحت عنوان سازمان نقشه برداری و یا ژئودزی وظیفه ترازیبی و تکثیر نقاط ارتفاعی (مبنا) را بر عهده دارد. آن ها از نقاط جذر و مد سنجی در کنار دریاها ترازیبی را شروع و در طول جاده ها هر چند کیلومتر یک نقطه رفرنس ایجاد می کنند. برای اینکه این نقاط در طول سال های متمادی قابل استفاده باشد، موقعیت آن ها را با بتون روی سطح زمین تثبیت می کنند. به این نقاط بنچ مارک های ترازیبی می گویند؛ لذا باید در هر پروژه نزدیک ترین بنچ مارک ترازیبی را پیدا و ترازیبی را تا داخل منطقه ادامه داد. گاهی حتی لازم است در داخل خود منطقه و صرفاً برای پروژه مورد نظر چند بنچ مارک ترازیبی جدید ایجاد کرد.

اطلاعات مربوط به بنچ مارک های ترازیبی را در ایران می توان از بخش فروش خدمات فنی سازمان نقشه برداری تهیه کرد. اطلاعات هر نقطه شامل ارتفاع دقیق آن از سطح دریا، موقعیت جغرافیایی آن و یک کروکی دقیق برای سهولت در پیدا کردن آن است. علاوه بر این در نزدیکی این نقاط تابلو و یا عوارض رنگ شده وجود دارد.



روش های ترازیبی

۱- ترازیبی فشار سنجی یا بارومتریک (Altimetry-leveling Barometric)

۲- ترازیبی هندسی (مستقیم)

۳- ترازیبی مثلثاتی (غیر مستقیم یا ژئودزی)

ترازیابی فشار سنجی یا بارومتريک (Altimetry-leveling Barometric)

ترازیابی بارومتري

با توجه به کم شدن فشار هوا با ارتفاع می‌توان از تغییرات فشار به تغییرات ارتفاع دست یافت. با توجه به اینکه در تغییرات فشار هوا عوامل دیگری نیز دخالت دارند این روش دارای دقتی در حدود ده متر در بهترین شرایط است. از این روش در مواقعی که سرعت عمل زیاد و دقت کم مورد نظر باشد استفاده می‌شود. مزیت این روش این است که برخلاف سایر روش‌ها مستقیماً ارتفاع و نه اختلاف ارتفاع را در اختیار می‌گذارد. این روش برای ناوبری و هدایت هواپیما مناسب است. اساس این روش بر پایه پیدا کردن اختلاف ارتفاع دو نقطه مانند A و B از روی فشار هوا و درجه حرارت و میزان رطوبت موجود در دو نقطه A و B استوار است و در حالت‌های معمولی از فرمول

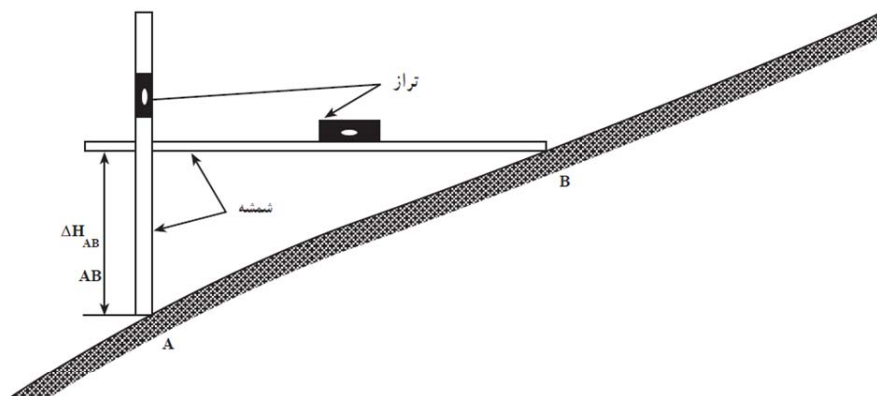
$$\Delta h_{AB} = c \left(1 + \frac{1}{273}t\right) \log \frac{p_A}{p_B}$$

محاسبه می‌شود که در این فرمول: $c = 18400$ ، t میانگین درجه حرارت دو محیط A و B و p_A و p_B به ترتیب فشار دو محیط A و B است.

به این ترتیب با معلوم بودن اختلاف فشار هوا بین دو نقطه می‌توان اختلاف ارتفاع را محاسبه نمود.

ترازیابی هندسی (مستقیم)

اساس این روش ایجاد یک سطح افقی بین دو امتداد قائم گذرنده از نقاط مفروض می‌باشد. یکی از انواع ترازیابی های هندسی روش ترازیابی با شمشه از شمشه و تراز بنایی است.



روش کار: یک شمشه را در نقطه A به طور قائم

(شاقولی) مستقر می‌کنیم. سپس شمشه دیگر را به طور افقی چنان

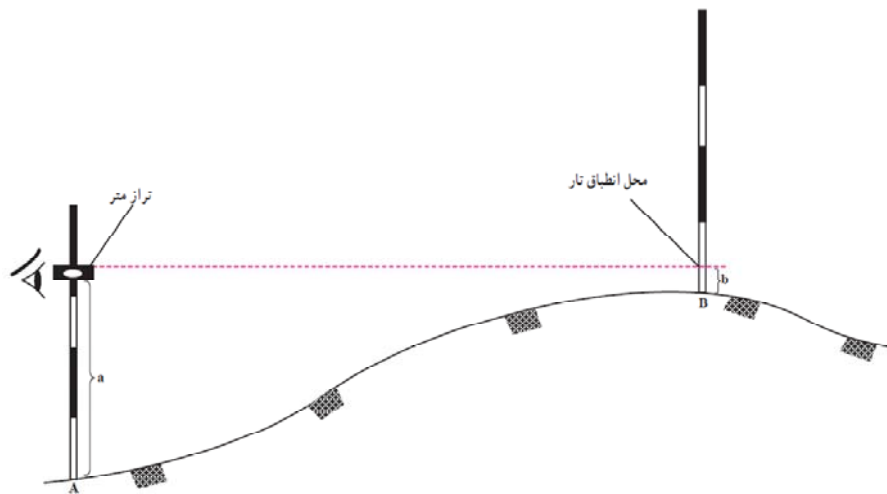
نگه می‌داریم که یک سر آن روی نقطه B و سر دیگر آن در کنار

شمشه A قرار بگیرد و به وسیله یک ترازبنایی آن را کاملاً

افقی می‌کنیم. اکنون از محل تماس شمشه افقی با شمشه

قائم، تاروی نقطه A را با متر اندازه‌گیری می‌کنیم. این فاصله

برابر است با اختلاف ارتفاع دو نقطه A و B .



$$\Delta h_{AB} = a - b$$

وسایل مورد نیاز برای تراز یابی به روش هندسی توسط دوربین

ترازیاب (نیوو)

سه پایه دوربین (Tripods)

میر (Mire) (شاخص یا Staff)

ساختمان دستگاه تراز یاب

ترازیاب یا نیوو (Niveau) وسیله ایست برای ایجاد یک صفحه افقی اپتیکی. که با آن می توان اختلاف ارتفاع میان دو نقطه را تعیین نمود.



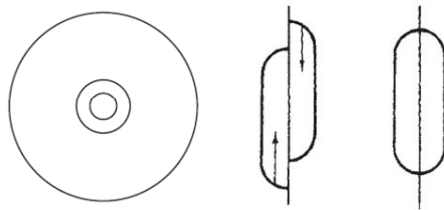
اجزاء ترازیاب (نیو)

۱- تلسکوپ:

نوعی دوربین نجومی است و از یک لوله، یک عدسی با فاصله ی کانونی زیاد به نام عدسی شیئی، یک عدسی چشمی (با فاصله کانونی کم) و یک صفحه شیشه ای که روی آن دو تار سیاه رنگ عمودی بر هم حک شده تشکیل شده است. صفحه شیشه ای را صفحه رتیکول و خط فرضی که مرکز رتیکول را به مرکز نوری عدسی شیئی وصل می کند خط قراولروی می گویند. این مجموعه حول محور قائمی که محور اصلی دستگاه خوانده می شود گردش میکند. این گردش در بعضی از دستگاهها با استفاده از دو پیچ حرکتی سریع و کند صورت می گیرد لیکن در سایر دستگاه ها با شیوه ترمز اصطکاکی انجام می شود. در موقع کار با دستگاه لازم است خط قراولروی دستگاه افقی باشد.

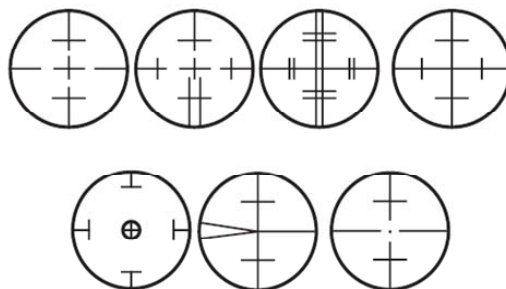
۲- ترازها

ترازها در دستگاههای نقشه برداری وسیله اصلی افقی ساختن تکیه گاه دستگاه و یا قائم ساختن محور اصلی آن هستند. ساختمان کلی تراز عبارت است از یک محفظه ی فلزی یا شیشه ای که داخل آن را یک مایع فرار مثل الکل یا اتر ریخته اند. حجم مایع اندکی کمتر از حجم تمام محفظه است و بنابر این قسمت کوچکی از حجم محفظه به جای خود مایع توسط بخار آن اشغال می شود و همین بخار است که به صورت حباب در روی محفظه ظاهر می شود.



۳- پیچ های ترازکننده

به وسیله آنها می توان دستگاه ترازیاب را به صورت افقی بر روی تکیه گاه قرار داد.



انواع تار های رتیکول

دوربین های تراز یاب از سه قسمت تشکیل شده اند:

الف) قسمت فوقانی: این قسمت شامل تلسکوپ و وسایل قراولروی است.

ب) قسمت میانی: این قسمت شامل ترازکروی، قسمتی از بدنه و در بعضی از انواع تراز یاب ها شامل یک صفحه مدرج (نقاله) برای اندازه گیری زاویه ی افقی است که به آن « لمب افقی » می گویند.

ج) قسمت تحتانی: این قسمت شامل پیچ های ترازکننده و صفحه ی اتصال دستگاه به سه پایه است .

۱- **مگسک قراولروی (Open sight)** برای آن که با دوربین به سمت یک نقطه قراول برویم (نشانه روی کنیم) ابتدا با کمک مگسک به سمت نقطه قراول می رویم در این حالت نقطه مورد نظر از داخل دوربین قابل رؤیت خواهد بود.

۲- **پیچ تنظیم تصویر (وضوح تصویر) (fine focusing knob /Rapid):**

پس از قراولروی به یک نقطه ، برای آن که تصویر آن را به طور وضوح مشاهده کنیم از این پیچ استفاده می کنیم. این پیچ به سرعت و خیلی خوب تصویر را واضح می کند.

۳- **پیچ حرکت بطئی (کند): (drive Endless horizontal)**

این پیچ که در دوطرف دوربین نیز قرار دارد، برای حرکت دادن آهسته ی دوربین به کار می رود تا بتوانیم دوربین را به دقت به یک نقطه، قراول برویم.

۴- **میکروسکوپ قرائت: (Reading microscope):**

با پیچاندن این میکروسکوپ می توانید تصویر تارهای رتیکول را واضح و روشن ببینید.

۵- **دکمه ی کمپانساتور: (compensator control Push button for)**

این دکمه در دوربین های اتوماتیک که دارای تراز اتوماتیک می باشند. قرار دارد که قبل از هر قرائت دکمه ی آن را می فشاریم.

۶- **منشور یا آینه نشان دهنده ی تراز کروی: (level circlar for viewing Pentaprism):**

این به شما امکان می دهد که به راحتی تراز کروی را مشاهده نمایید.

۷- **پیچ های زیردوربین (پیچ ترا ز) (Footscrew):**

این پیچ ها که سه عدد می باشند در زیر دوربین تعبیه شده اند که به کمک آن ها می توانیم حباب تراز کروی را تنظیم نماییم.

۸- **لبه ی دندانه دار: (setting horizontal circle Milled rim for)**

این لبه ی دندانه دار جهت تنظیم دایره ی افقی (نقاله ی افقی) به کار می رود.

۹- **عدسی چشمی قرائت دایره افقی (circle reading eyepiece Horizontal):**

از این دوربین چشمی برای قرائت لمب افقی دوربین استفاده می شود و به وسیله آن می توانیم زوایای افقی بین امتدادها را قرائت کنیم.

موارد ذکر شده در بند ۸ و ۹ در برخی از دوربین های تراز یاب وجود دارد.

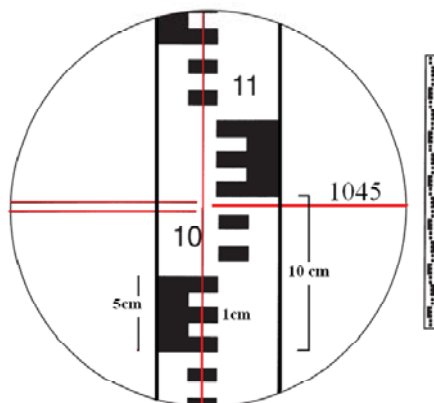
میر (Mire)

میر (Mire) یا شاخص (Staff): برای قرائت اختلاف ارتفاع نقاط از میر یا شاخص مدرج استفاده می شود. معمولاً از چهار قطعه یک متری ساخته شده است که به یکدیگر لولا شده اند.

طرز نگه داشتن میر: میر در تراز یابی باید به صورت قائم روی نقطه ی مورد نظر قرار بگیرد. برای قائم نگهداشتن میر از یک تراز کروی استفاده می شود که در بعضی از انواع میرها در پشت میر نصب میشود و میر نگهدار به راحتی می تواند ضمن نگهداشتن میر با کمک تراز کروی میر را پیوسته قائم نگه دارد. در صورت منصوب نبودن تراز روی میر می توانیم از تراز نبشی استفاده کنیم و آن را در لبه ی پشتی (طرف میر نگهدار) قرار می دهیم تا مانع دید عامل نباشد.

نحوه قرائت میر (Mire)

اعداد روی میر مقدار دسیمتر را نشان می دهند و هر دسیمتر با ده سانتیمتر نشان داده شده که از خطوط سفید و سیاه یا سفید و قرمز تشکیل شده است و عامل به این ترتیب قرائت می کند: ابتدا می گوید ۱۰ (اگر تک رقمی باشد برای مثال به صورت ۰۸ (صفر هشت) خوانده می شود). بعد خطوط سانتیمتر را می شمارد، ۴ خط، می شود ۴۰ میلیمتر و خورد ه های سانتیمتر چهارم را به صورت میلیمتر حدس میزند، ۵ میلیمتر، بنابراین می خواند ۴۵ (چهل و پنج)، و نویسنده که در کنار عامل قرار دارد یادداشت می کند ۱۰۴۵. ملاحظه می کنید که قرائت روی میر با دقت میلیمتر انجام میشود و باید همیشه به صورت چهار رقمی و برحسب میلی متر نوشته شود. تذکر: قرائت های روی میر به میلیمتر می باشند ولی اختلاف ارتفاع با متر ذکر می گردد.



نحوه قرائت روی میر

شیوه های انجام تراز یابی هندسی (مستقیم)

- تراز یابی در یک دهنه
- تراز یابی تدریجی
- تراز یابی شعاعی

روش انجام ترازیبی مستقیم



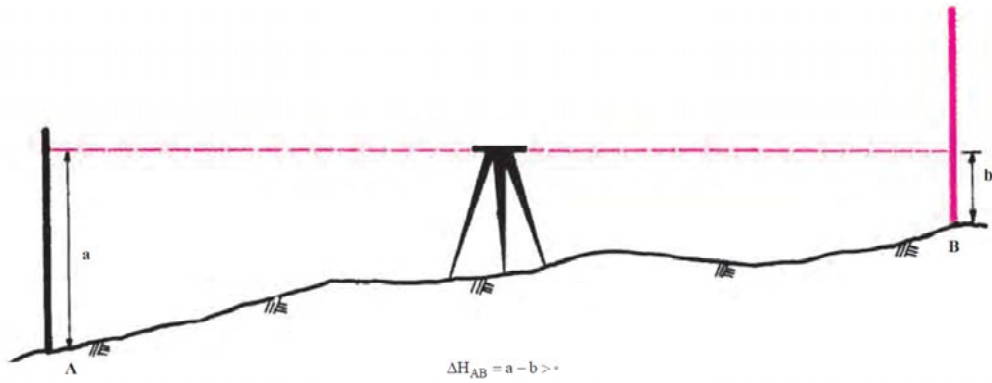
(۱) ساده ترین و بهترین حالت ترازیبی بین دو نقطه به این ترتیب است که دوربین را بین دو نقطه تقریباً در وسط آن ها مستقر می کنیم و سپس به میر هایی که در نقاط A و B قرار دارند قراول می رویم. بر اساس اصل ترازیبی، اختلاف ارتفاع دو نقطه عبارت است از اختلاف قرائت تار وسط دوربین روی میر های مستقر در آن دو نقطه:

$$\text{قرائت روی میر B} - \text{قرائت روی میر A} = \text{اختلاف ارتفاع دو نقطه ی A و B}$$

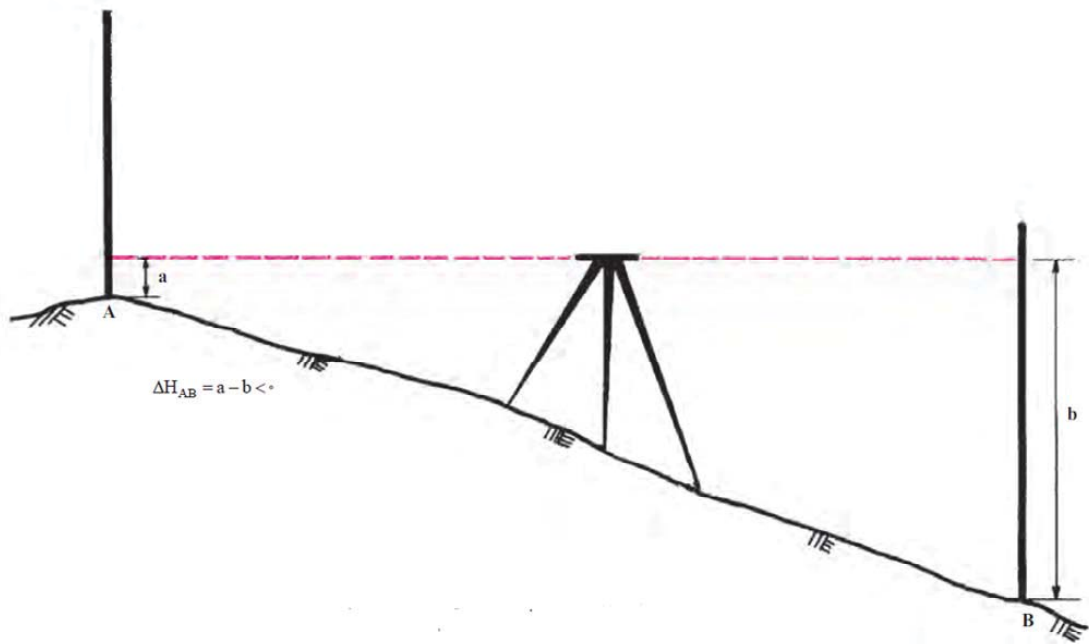
به قرائت تار وسط دوربین روی نقطه اول اصطلاحاً قرائت عقب (sight Back) و به قرائت تار وسط دوربین روی نقطه دوم قرائت جلو (Front sight) گویند که در فرم ترازیبی به ترتیب به صورت BS و FS نشان داده می شود. به این ترتیب:

$$\Delta H_{A,B} = B_s - F_s$$

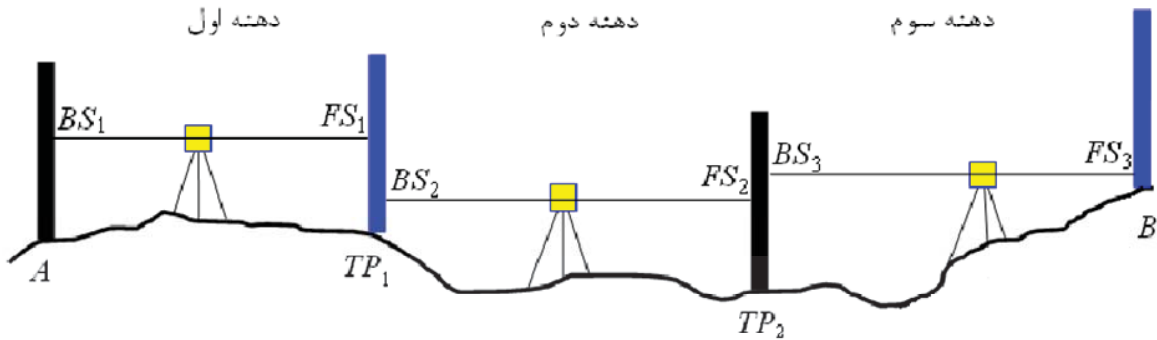
اگر اختلاف ارتفاع مثبت باشد یعنی نقطه دوم (B) بالاتر از نقطه اول (A) قرار داشته است. در این حالت می گویند شیب از A به B مثبت است. یعنی زمین از A به B حالت سربالایی (فراز) دارد.



اگر اختلاف ارتفاع منفی باشد یعنی نقطه دوم (B) پایین تر از نقطه اول (A) قرار داشته است. در این حالت می گویند شیب از A به B منفی است. یعنی زمین از A به B حالت سرازیری (نشیب) دارد.



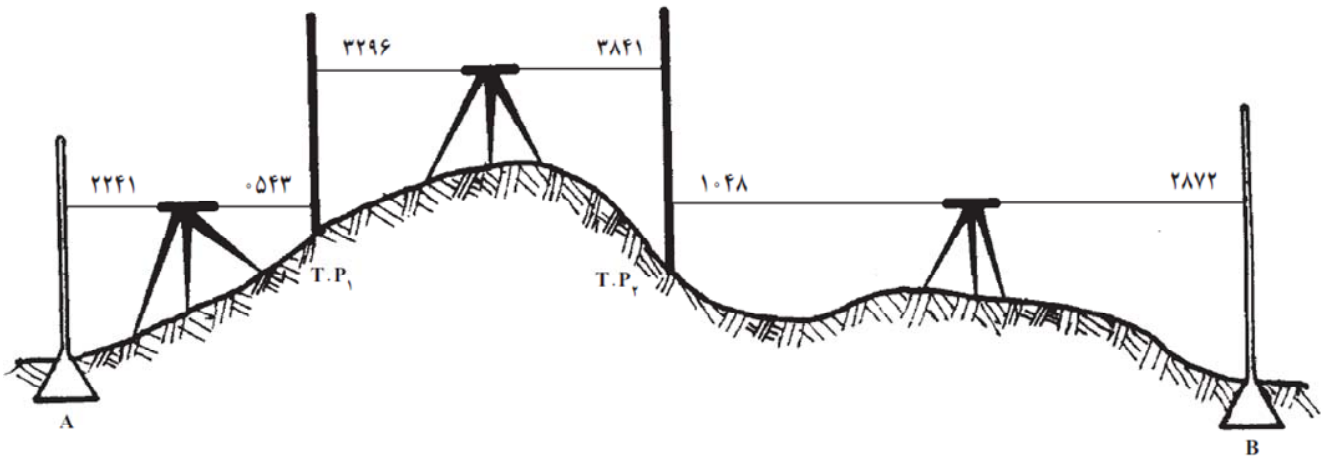
(۲) ترازیبی تدریجی (پیمایش خطی)



ترازیابی تدریجی

اگر طول فاصله بین دو نقطه آنقدر زیاد باشد که نتوان اعداد روی میر را قرائت کرد و یا اختلاف ارتفاع بین دو نقطه آنقدر زیاد باشد که خط دید از بالا یا پایین میرها و یا یکی از آنها عبور کند، برای ترازیبی باید از نقاط کمکی (Temporary point) استفاده نمود. این نقاط را با TP نشان می دهند. به این نقاط Turning point نیز گفته می شود که مفهوم آن نقطه چرخش است به این صورت که پس از این که یک TP را به عنوان قرائت جلو قرائت کردیم دوربین را حرکت داده و در جلو همان TP قرار می دهیم و میر مستقر در TP چرخانده می شود تا رو به دوربین قرار بگیرد و روی آن قرائت عقب انجام شود. (اصطلاح قرائت عقب به این دلیل به کار می رود که این بار نقطه ی T.P نسبت به جهت جابه جایی دوربین در عقب قرار گرفته است).

مثال : اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A و B را به شیوه تدریجی تعیین کنید:



۱- دوربین را در نقطه‌ای قرار می‌دهیم که میر مستقر در A را ببینیم. (با توجه به شیب موجود ممکن است دوربین را آن قدر بالا قرار داده باشیم که پس از تراز کردن دوربین نتوانیم میر مستقر در A را ببینیم. فراموش نکنید که با دوربین ترازباب فقط در یک خط افقی می‌توانید نگاه کنید.)

۲- نقطه‌ی T.P_۱ را در محلی انتخاب می‌کنیم که میر مستقر در این نقطه در دیدرس ترازباب باشد.

۳- روی میر A قرائت عقب a_۱ = ۲۲۴۱ و روی میر T.P_۱ قرائت جلو b_۱ = ۰۵۴۳ انجام می‌دهیم.

۴- میر مستقر در A را به نقطه‌ی T.P_۲ منتقل کرده و دوربین را بین دو نقطه‌ی T.P_۱ و T.P_۲ قرار می‌دهیم.

۵- میر مستقر در T.P_۱ را در جای خود می‌چرخانیم تا رو به دوربین قرار بگیرد (باید دقت کنیم که میر T.P_۱ فقط در جای خود بچرخد و به بالا یا پایین نلغزد. به همین دلیل معمولاً میر را بر روی سگال یا میخ‌های چوبی که در زمین کوبیده اند قرار می‌دهند.) بهتر است قرائت‌های انجام شده را در جدولی بنویسیم و روی آن محاسبات لازم را انجام دهیم. به‌عنوان مثال با توجه به شکل جدول زیر را ترسیم کرده و اسامی نقاط و اندازه‌ها را به آن منتقل کرده‌ایم. باید کنترل کنیم که آیا مشاهدات درست انجام گرفته یا نه؟ برای این کار تعداد قرائت‌های عقب و جلو را می‌شماریم باید با هم مساوی باشند که در جدول زیر این شرط برقرار است.

اکنون روی میر T.P_۱ قرائت عقب a_۲ = ۳۲۹۶ و روی میر T.P_۲ قرائت جلو b_۲ = ۳۸۴۱ انجام می‌دهیم.

۶- میر مستقر در T.P_۱ را به نقطه‌ی B منتقل کرده و دوربین را نیز حرکت داده در محلی بین دو نقطه‌ی T.P_۲ و B مستقر می‌کنیم.

۷- میر T.P_۲ را در جای خود می‌چرخانیم تا رو به دوربین قرار بگیرد و روی آن قرائت عقب a_۳ = ۱۰۴۸ انجام می‌دهیم. و روی میر مستقر در B قرائت جلو b_۳ = ۲۸۷۲ انجام می‌دهیم.

محاسبه‌ی اختلاف ارتفاع در ترازبایی تدریجی:

در این روش بین دو نقطه به جای یک قرائت عقب و یک قرائت جلو، چند قرائت عقب و چند قرائت جلو انجام می‌شود و داریم:

- مجموع قرائت‌های عقب = اختلاف ارتفاع دو نقطه
مجموع قرائت‌های جلو

برای محاسبه‌ی اختلاف ارتفاع داریم:

$$\Delta H_{A,B} = (a_1 + a_2 + a_3) - (b_1 + b_2 + b_3)$$

$$= 6585 - 7256 = -0.671$$

یعنی نقطه‌ی B به اندازه‌ی ۶۷ سانتیمتر و یک میلی‌متر، پایین‌تر از نقطه‌ی A قرار دارد.

نام نقطه N	قرائت عقب B.S	قرائت جلو F.S	اختلاف ارتفاع ΔH	
			+	-
A	۲۲۴۱			
T.P _۱	۳۲۹۶	۰۵۴۳	۱۶۹۸	
T.P _۲	۱۰۴۸	۳۸۴۱		۰۵۴۵
B		۲۸۷۲		۱۸۲۴
مجموع	۶۵۸۵	۷۲۵۶		۰۶۷۱