



# سرways بک

ترتیب دهنده : محمد حسین سروری

{محصل سال سوم انجینیری (دانشکده سیول-دانشگاه هرات)}

تاریخ ترتیب : 1392/5/1



## فصل اول

### تعریف سروری:

سروری عبارت از علم و هنر اندازه گیری فاصله ها ، زوایا ، و موقعیت روی سطح زمین یا نزدیک سطح زمین است. سروری هنر است بخاطریکه برای ما فن و تکنیک های را می آموزاند که به وسیله آنها می توان در عرصه اندازه گیری نتایج عالی ، چشمگیر و دقیقی را به سهولت و ساده گی تمام بدست بیاوریم و ساینس بودن آن بخاطر تحلیل و تجزیه ئی ریاضیکی که در زمینه اندازه گیری انجام میدهد است.

### هدف سروری:

هدف از این علم عبارت از دقت و صحت زیاد در اندازه گیری است.

### انواع سروری:

#### 1) سروری مسطح (Plane Survey):

درین سروری سطح زمین برای ابعاد افقی  $X$  و  $Y$  به شکل یک مستوی در نظر گرفته می شود و برای بعد  $Z$  که ارتفاع باشد سطح اوسط بحر مرجع و مبدأ است.

#### 2) سروری بیضوی (Geodetic Survey):

درین سروری سطح زمین برای ابعاد افقی  $X$  و  $Y$  به شکل یک بیضوی در نظر گرفته می شود یعنی همان حالت طبیعی سطح زمین (در انجام سروری اشکال در روی زمین یا سطح زمین) در نظر گرفته میشود و برای بعد  $Z$  که ارتفاع باشد سطح بیضوی زمین نیز مرجع و اساس است ولی می توان این سطح را به سطح اوسط بحر با در نظر داشت بعضی مسائل تعویض کرد.

### طبقه بندی سروری:

سروری از لحاظ طبقه بندی به سه قسم ذیل اند.

#### 1) سروری کنترولی (Control Survey):

سروری هست که به صفت مرجع کنترول کننده سروری های مقدماتی و خط اندازی محسوب می شود و به نوبه خود این سروری به دو نوع زیر است.

- **سروری کنترول افقی :** سروری است که موقعیت اشکال روی زمین را با در نظر داشت سیستم کمیات وضعیه دلخواه تعین و تثبیت می نماید.

- **سرروی کنترل عمودی:** سرروی است که با در نظر داشت یک بینچ مارک ارتفاع اشکال روی زمین را تعیین و تثبیت می کنند.
- (2) **سرروی مقدماتی (Preliminary Survey):**

این سرروی در رابطه به اشکال فیزیکی مثل جاده ها ، درخت ها ، حدودآبها و ساختمان های روی زمین اطلاعاتی مثل فاصله ها ، زوایا ، موقعیت ها و ارتفاعات جمع آوری میکند تا اینکه این اشکال فیزیکی را بصورت دقیق همانطور یکه در طرح و پلان در نظر گرفته شده در روی زمین به موقعیت اصلی شان قرار دهند.

- (3) **سرروی خط اندازی (Layout Survey):**

این سرروی یک سلسله نشانی هایکه در طرح و پلان ترسیم شده است را بر روی زمین خط اندازی می نماید تا آنچه در روی نقشه است را با سهولت هر چه بیشتر با همان شکل و شمایل ، روی سطح زمین عملی و پیاده کند. خط اندازی متذکره می تواند نقشه یک ساختمان یا نقشه یک سرک وغیره باشد. این سرروی بنام سرروی ساختمانی نیز یاد می شود.

#### تعاریف:

- **سرروی توپوگرافی:** عبارت از سرروی ابتدائی است که موقعیت تمام اشکال طبیعی و مصنوعی روی زمین را برای ترتیب نقشه تثبیت می کند.
- **سرروی هایدروگرافی:** عبارت از سرروی ابتدائی است که موقعیت تمام اشکال زیر دریایی را نظر به نقطه کنترل کننده سطح زمین، تثبیت می کند که معمولاً اشکال زیر دریایی، سواحل واعماق آبها در نقشه های هایدروگرافی نشان داده می شود.
- **سرروی مسیرها (Route Survey):** عبارت از سرروی کنترولی، سرروی ابتدائی و سرروی خط اندازی است که مسیرهای باریک اما طویل را بر روی زمین تثبیت میکند. معمولاً این مسیرها شامل سرک ها، شاه راهها، خطوط انتقال برق و گاز و کانال های آب می شود.
- **سرروی مشخصات (Property Survey):** عبارت از سرروی کنترولی، سرروی ابتدائی و سرروی خط اندازی است که برای تعیین و تثبیت حد و مرز موقعیت های زمین استفاده می شود و بنام های سرروی زمین (Land Survey) و سرروی زمینهای مزروعی (Cadastral Survey) یاد می شوند.

- **سروری نهائی (Final/as-Built Survey):** این سروری مشابه سروری ابتدائی، فقط یک ارزیابی و بررسی در رابطه به طرح و نقشه یک کار عملی اش به اتمام رسیده است، دارد وهدف از آن هم دریافت درست عملی شدن یا عملی نشدن یک پروژه است.
- **سروری هوائی (Aerial Survey):** عبارت از سروری ابتدائی و سروری نهائی است که در اجرای آن از فوتوگرافهای هوائی و امیجرهای هوائی (امیجرهای هوائی شامل رادارها، لیدرها، کامره های دیجیتالی و اسکنرهای طیفی می باشد.) کار گرفته می شود.
- **سروری ساختمانی (Construction Survey):** سروری است که در کارهای انجینیری به کار می رود.

#### صحت و دقت (Accuracy & Precision):

- **صحت:** عبارت از صحیح بودن و نزدیک بودن قیمت اندازه شده به قیمت حقیقی آن را گویند.

| قیمت حقیقی | قیمت صحیح |
|------------|-----------|
| 52.372     | 52.38     |
|            | 52.37     |
|            | 52.379    |

- **دقت:** عبارت از حساسیت در کار اندازه گیری و دقیق بودن قیمت اندازه گیری شده به قیمت حقیقی را گویند.

| قیمت حقیقی | قیمت دقیق |
|------------|-----------|
| 52.372     | 52.322    |
|            | 52.450    |
|            | 52.550    |

#### غلطی و اشتباه (Error & Mistake):

**غلطی:** تفاوت بین قیمت اصلی و قیمت اندازه شده در اثر عوامل طبیعی مثل حرارت، انحنای زمین، انکسار، انحنای فیته و غیره است. غلطی دو قسم ذیل است.

- **غلطی سیستماتیک:** این غلطی تابع قوانین حسابی و فیزیکی بوده و در هر اندازه گیری می توان تاثیر آن را محاسبه و با قیمت اندازه شده معامله نمود تا قیمت اصلاح شده بدست آید. مثال:- غلطی از اثر حرارت، انکسار، انحنای زمین و غیره

- **غلطی اتفاقی (Random):** عبارت از غلطی است که عوامل به وجودآورنده آن خارج از کنترل بشر است. تعیین مقدار و علامه غلطی در هر اندازه گیری ناممکن بوده چون تابع قوانین حسابی و فیزیکی نیست. مثال: - غلطی از اثر تحرک سیخ نشان در داخل زمین

## فصل دوم

### اصطلاحات:

قبل از اینکه در رابطه به لیول کاری ها برای شما عزیزان توضیحات ارائه شود، بهتر خواهد بود در رابطه به چند اصطلاحات ذیل آشنائی داشته باشید.

أ. **قرائت به جلو (fore sight):** نظر به جهت جابجائی دستگاه لیول ، هر راد ریدینگ یکه هم جهت با جهت جابجائی صورت گیرد ، این راد ریدینگ بنام قرائت به جلو یاد می شود.

ب. **قرائت به عقب (Back sight):** نظر به جهت جابجائی دستگاه لیول ، هر راد ریدینگ یکه مخالف جهت با جهت جابجائی صورت گیرد ، این راد ریدینگ بنام قرائت به عقب یاد می شود.

ت. **قرائت به جلو مابینی ها (Intermediate fore sight):** هر راد ریدینگ یکه میان دو ترنینگ پوینت و یا مابین ترنینگ پوینت و بینچ مارک صورت میگیرد بنام قرائت به جلو مابینی ها یاد می شود.

ث. **ارتفاع (Elevation):** فاصله عمودی یک نقطه روی زمین از سطح اوسط بحر را ارتفاع گویند.

ج. **ارتفاع خط دید دستگاه لیول (Height of Instrument):** عبارت از ارتفاع خط دید دستگاه لیول از سطح اوسط بحر است.

ح. **ایستگاه (Station):** عبارت از موقعیت نقطه ئی در روی زمین است که میله (rod) بر روی آن قرار داده می شود.

خ. **ترنینگ پوینت (Turning Point):** هر گاه روی میله ئی دو بار راد ریدینگ صورت بگیرد طوریکه یکی قرائت به جلو و دیگری قرائت به عقب باشد، موقعیت این میله را بنام ترنینگ پوینت یاد می کنند و به T.P نمایش می دهند.

د. **بینچ مارک (Bench Mark):** عبارت از نقطه ئی در روی زمین است که ارتفاع آن از سطح اوسط بحر توسط یک سازمان جغرافیائی تعیین و مشخص می شود.

### لیول کاری دیفرانسیلی:

درین لیول کاری در هر نقطه ئی که میله قرار گیرد، آن نقطه را بنام ترنینگ پوینت یاد می کنند. ارتفاع این نقاط با توجه به یک بینچ مارک طبق ذیل بدست می آید.

$$ELE = H.I - F.S$$

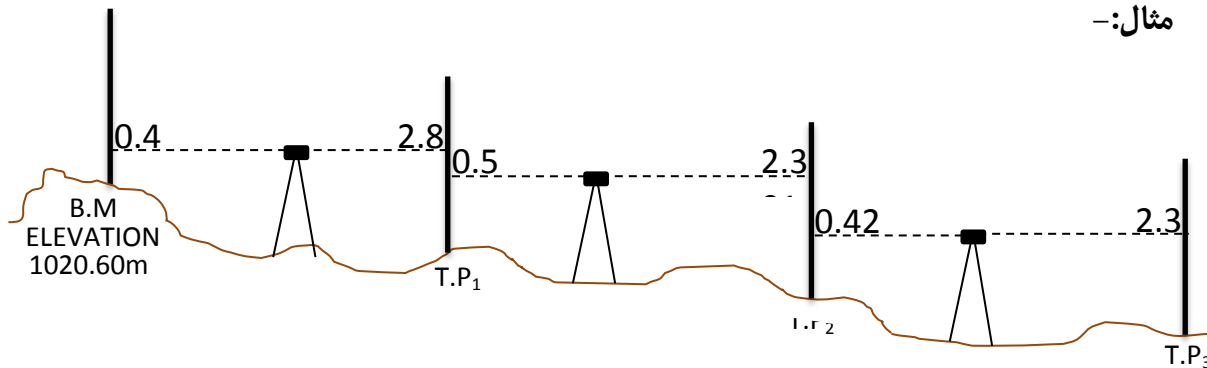
$$H.I = ELE + B.S$$

در فورمول های فوق توجه داشته باشید که ارتفاع خط دیدیکه یک قرائت به جلو برای یک میله انجام داده با ارتفاع خط دیدیکه با میله قبلی یک قرائت به عقب انجام داده است، یکسان و هم ارتفاع اند. بنأ برای دریافت ارتفاع (ELE) یک ایستگاه، ارتفاع خط دید (H.I) قبلی دستگاه که قرائت به عقب را انجام داده، در فورمول قرار دهید.

برای اینکه کار کرد خود را امتحان کنیم که آیا درست است یا خیر، باید از عملیه امتحان ریاضیکی (Arithmetic Check) استفاده نمائیم.

$$\text{First Elevation (Bench Mark Elevation)} + \sum B.S - \sum F.S = \text{Elevation End}$$

مثال:-



| Type of Project:     |      | Weather:      |      |         |
|----------------------|------|---------------|------|---------|
| Location of Project: |      | Date:         |      |         |
| Instruments:         |      | Group Member: |      |         |
| Station              | B.S  | H.I           | F.S  | EIE     |
| B.M                  | 0.40 | 1021          |      | 1020.60 |
| T.P <sub>1</sub>     | 0.50 | 1018.7        | 2.80 | 1018.2  |
| T.P <sub>2</sub>     | 0.42 | 1016.82       | 2.30 | 1016.4  |
| T.P <sub>3</sub>     |      |               | 2.31 | 1014.51 |

Arithmetic Check:  $1020.60 + (0.4 + 0.5 + 0.42) - (2.8 + 2.3 + 2.31) = 1014.51$

$$1014.51 = 1014.51$$

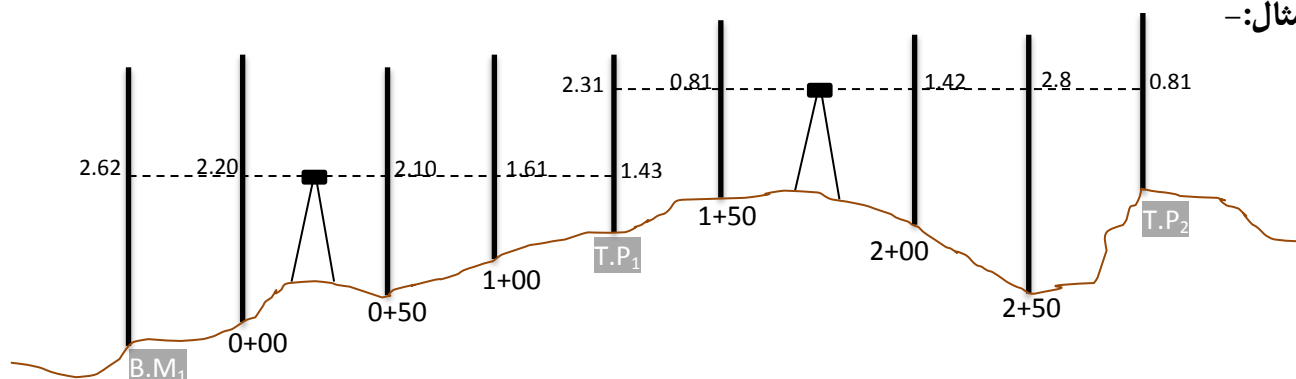
### لیول کاری پروفایل:

درین لیول کاری در قسمت بینچ مارک ها و ترنینگ پوینت ها همان کاری را انجام میدهم که در لیول کاری دیفرانسیلی انجام میدادیم ولی در اینجا یک بحثی که اضافه می گردد، قرائت به جلو مابینی ها است که طریق دریافت آنرا قرار ذیل برای شما گرامیان توضیح داده می شود.

$$ELE = H.I - I.F.S$$

باید شما عزیزان بدانید که ارتفاع خط دید تمام قرائت به جلو مابینی هایکه میان یک بینچ مارک و ترنینگ پوینت و یا میان دو ترنینگ پوینت وجود دارد عین ارتفاع یکه بینچ مارک و ترنینگ پوینت ها دارد را دارا می باشد.بناً در جدول ارتفاع خط دید برای قرائت به جلو مابینی ها همان ارتفاع خط دید بینچ مارک یا ترنینگ پوینت قبلی شان است.

مثال:-



| Type of Project:     |      |         | Weather:      |      |         |
|----------------------|------|---------|---------------|------|---------|
| Location of Project: |      |         | Date:         |      |         |
| Instruments:         |      |         | Group Member: |      |         |
| Station              | B.S  | H.I     | I.F.S         | F.S  | ELE     |
| B.M <sub>1</sub>     | 2.62 | 1363.1  |               |      | 1360.48 |
| 0+00                 |      |         | 2.20          |      | 1360.9  |
| 0+50                 |      |         | 2.10          |      | 1361    |
| 1+00                 |      |         | 1.61          |      | 1361.49 |
| T.P <sub>1</sub>     | 2.31 | 1363.98 |               | 1.43 | 1361.67 |
| 1+50                 |      |         | 0.81          |      | 1363.17 |
| 2+00                 |      |         | 1.42          |      | 1362.56 |
| 2+50                 |      |         | 2.83          |      | 1361.15 |
| T.P <sub>2</sub>     |      |         |               | 0.81 | 1363.17 |

Arithmetic Check:  $1360.48 + (2.62+2.31) - (1.43+0.81) = 1363.17$

$$1363.17=1363.17$$

### لیول کاری دقیق (three-wire leveling):

درین نوع لیول کاری باید از دستگاه لیول یی استفاده شود که عدسیه آن دارای خطوط یکه در ذیل تشریح می شود، باشد.

**کراس هیر (Cross hair):** عبارت از دو خط باریک افقی و عمودی هستند که یک دیگر را در یک نقطه یکه در روی مرکز عدسیه قرار گرفته است، عموداً قطع می نمایند. قرائت به جلو و قرائت به عقب با قرار گرفتن این نقطه تقاطع روی میله صورت می گیرد.

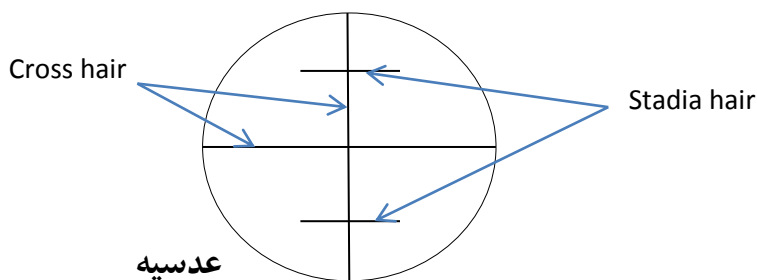
**استدیا هیر (Stadia Hair):** عبارت از دو خط افقی موازی به هم یی است که در دو طرف نقطه تقاطع کراس هیر های افقی و عمودی بر روی کراس هیر عمودی، عموداً قرار گرفته است. در زبان انگلیسی استدیا هیر فوقانی بنام (Upper) و استدیا هیر تحتانی را بنام (Lower) یاد می کنند.

**عامل ضرب (Multiplication Factor):** برای دستگاه این نوع لیول کاری شرکت های سازنده آن یک عامل ضرب تعیین می کنند که معمولاً این عامل عدد (100) است. منظور این عامل اینست که اگر فاصله افقی دستگاه لیول (دقیقاً خود لینز دستگاه لیول) از میله به اندازه صد متر یا صد فوت باشد تفاوت ارتفاع یکه استدیا یی فوقانی و تحتانی می خوانند برابر یک متر یا یک فوت است.

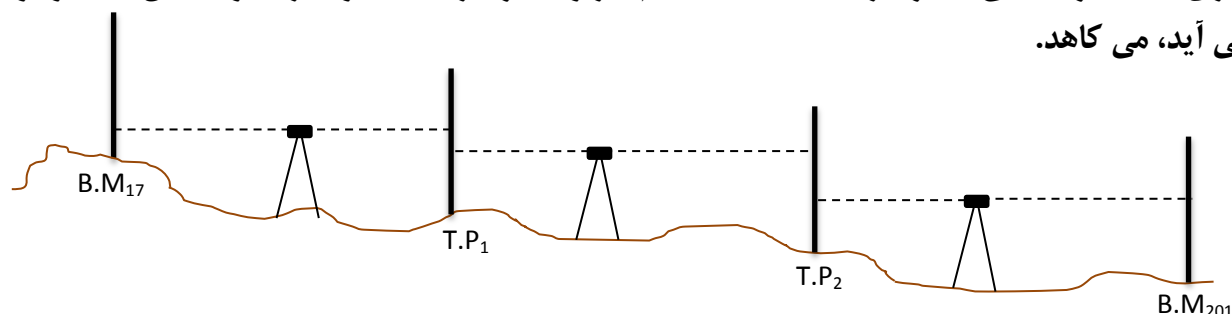
**طریقه دریافت فاصله افقی:** دستگاه هائی که در لیول کاری دقیق به کار می روند توسط شان می توان فواصل افقی را نیز اندازه گیری نمود. طریقه دریافت فاصله افقی طبق ذیل است.

$$\text{Horizontal Distance} = [(\text{upper Stadia Hair Reading}) - (\text{Lower Stadia Hair Reading})] \times 100$$

$$\text{DIST} = (U - L)100 \longrightarrow \text{خلاصه}$$



این نوع لیول کاری در لیول کاری های که دقت بالاتر نیاز دارد، مورد استفاده قرار میگیرد. این لیول کاری یک اندازه غلطی که از اثر نشست آله هنگام کار و یا از اثر نشست و غیر عمود شدن میله بوجود می آید، می کاهد.



در شکل فوق توجه کنید، می بینید که مشابه لیول کاری دیفرانسیلی است ولی با این تفاوت که شما در این نوع لیول کاری باید حد اقل سه مرتبه راد ریدینگ را روی هر میله بدون اینکه موقعیت آله را تغییر دهید، اجرا نمائید. احتمال دارد که در هر مرتبه عین قیمت را بخوانید و یا اینکه با تفاوت قابل ملاحظه ئی راد ریدینگ را انجام دهید. حتی اگر با تفاوت خیلی ناچیز هم خواندید آنرا با همان مقدار بدون کدام تغییری درج نوت برداری خود بنمائید.

| Type of Project:<br>Location of Project:<br>Instruments: |         |      | Weather:<br>Date:<br>Group Member: |      |          |
|----------------------------------------------------------|---------|------|------------------------------------|------|----------|
| Station                                                  | B.S     | DIST | F.S                                | DIST | ELE      |
| B.M <sub>17</sub>                                        |         |      |                                    |      | 186.2830 |
|                                                          | 0.825   |      | 1.775                              |      |          |
|                                                          | 0.725   | 10.0 | 1.673                              | 10.2 | +0.7253  |
|                                                          | 0.626   | 9.9  | 1.572                              | 10.1 | 187.0083 |
|                                                          | 2.176   | 19.9 | 5.020                              | 20.3 | -1.6733  |
|                                                          | +0.7253 |      | -1.6733                            |      |          |
| T.P1                                                     |         |      |                                    |      | 185.3350 |
|                                                          | 0.698   |      | 1.750                              |      |          |
|                                                          | 0.571   | 12.7 | 1.620                              | 13.0 | +0.5710  |
|                                                          | 0.444   | 12.7 | 1.490                              | 13.0 | 185.9060 |
|                                                          | 1.713   | 25.4 | 4.860                              | 26.0 | -1.6200  |
|                                                          | +0.5710 |      | -1.6200                            |      |          |
| T.P2                                                     |         |      |                                    |      | 184.2860 |
|                                                          | 1.199   |      | 2.509                              |      |          |
|                                                          | 1.118   | 8.1  | 2.427                              | 8.2  | +1.1180  |
|                                                          | 1.037   | 8.1  | 2.343                              | 8.4  | 185.4040 |
|                                                          | 3.354   | 16.2 | 7.279                              | 16.6 | -2.4263  |
|                                                          | +1.1180 |      | -2.4263                            |      |          |
| B.M201                                                   |         |      |                                    |      | 182.9777 |

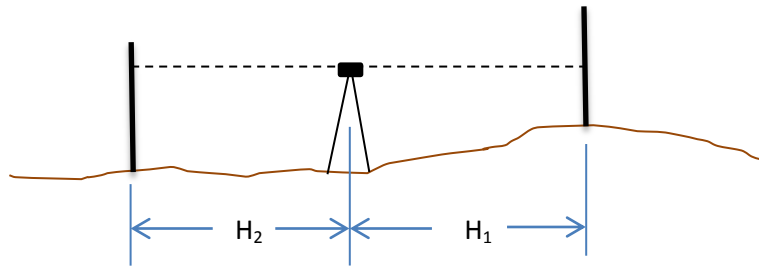
Arithmetic Check:  $186.2830 + (0.7253 + 0.5710 + 1.1180) - (1.6733 + 1.6200 + 2.4263) = 182.9777$

$$182.9777 = 182.9777$$

در جدول فوق قیمت های 185.4040 ، 185.9060 ، 187.0083 به ترتیب ارتفاع خط دید برای B.M<sub>17</sub> ، T.P<sub>1</sub> ، T.P<sub>2</sub> می باشند. قیمت های که علامه مثبت دارند اوسط قرائت به عقب ها و آنانی که علامه منفی دارند اوسط قرائت به جلو ها هستند. قیمت های که زیر پای خطوط آبی قرار گرفته اند مجموعه قرائت به عقب ها و قرائت به جلو ها اند.

هرگاه خط دید دستگاه لیول نیز غلطی داشته باشد، باید آنرا در لیول کاری مد نظر بگیریم. مثلاً در مثال فوق اگر خط دید دستگاه غلطی به اندازه  $0.00015\text{m/m}$  (این قیمت به وسیله عملیه peg Test بدست می آید و بنام Collimation Factor یاد می شود که ان شاءالله در دروس بعد تشریح میشود.) داشته باشد. در لیول کاری فوق چنین در نظر گرفته می شود:

$$\text{Collimation Correction} = 0.00015 \times (\Delta H) \quad \Delta H = H_1 - H_2$$



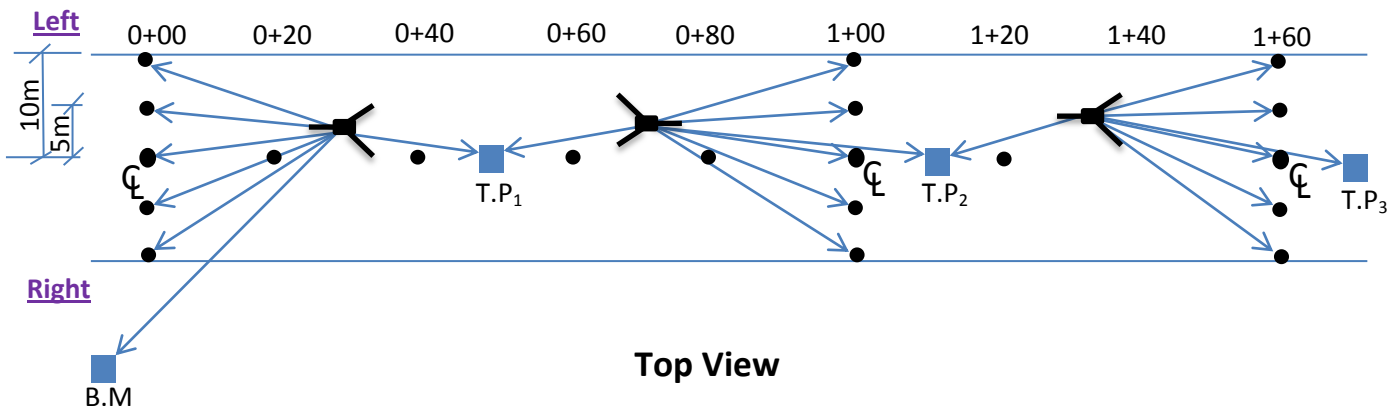
قیمت Collimation Correction را در فورمول امتحان ریاضیکی (Arithmetic Check) با قرائت به جلو ها جمع کنید و مطابق همین فورمول ارتفاعات دقیق را بدست آورید.

### لیول کاری مقطعی (Cross-Section Leveling):

این لیول کاری برای تعیین ارتفاعات مقطع یک سرک مورد استفاده قرار می گیرد که نوع نوت برداری آن به دو قسم است. اول: نوت برداری میونیسپیل دوم: نوت برداری هایوی است که در زیر به ترتیب شرح داده می شوند.

### نوت برداری میونیسپیل:

این نوت برداری را با مثال ذیل واضح میسازیم:



| Type of Project:     |       |         | Weather:      |       |         |
|----------------------|-------|---------|---------------|-------|---------|
| Location of Project: |       |         | Date:         |       |         |
| Instruments:         |       |         | Group Member: |       |         |
| Station              | B.S   | H.I     | I.F.S         | F.S   | ELE     |
| B.M                  | 1.203 | 993.203 |               |       | 992     |
| 0+00                 |       |         |               |       |         |
| 10m Left             |       |         | 1.211         |       | 991.992 |
| 5m Left              |       |         | 1.430         |       | 991.773 |
| ℄                    |       |         | 1.006         |       | 992.197 |
| 5m Right             |       |         | 1.423         |       | 991.78  |
| 10m Right            |       |         | 1.954         |       | 991.249 |
| T.P <sub>1</sub>     | 2.332 | 994.675 |               | 0.860 | 992.343 |
| 1+00                 |       |         |               |       |         |
| 10m Left             |       |         | 1.101         |       | 993.574 |
| 5m Left              |       |         | 1.513         |       | 993.162 |
| ℄                    |       |         | 1.324         |       | 993.351 |
| 5m Right             |       |         | 1.236         |       | 993.439 |
| 10m Right            |       |         | 1.658         |       | 993.017 |
| T.P <sub>2</sub>     | 1.906 | 994.470 |               | 2.111 | 992.564 |
| 1+60                 |       |         |               |       |         |
| 10m Left             |       |         | 2.103         |       | 992.367 |
| 5m Left              |       |         | 2.085         |       | 992.385 |
| ℄                    |       |         | 2.131         |       | 992.339 |
| 5m Right             |       |         | 2.432         |       | 992.038 |
| 10m Right            |       |         | 2.901         |       | 991.569 |
| T.P <sub>3</sub>     |       |         |               | 1.761 | 992.709 |

Arithmetic Check:  $992 + (1.203 + 2.332 + 1.906) - (0.860 + 2.111 + 1.761) = 992.709$

$992.709 = 992.709$

نوت برداری هایوی :

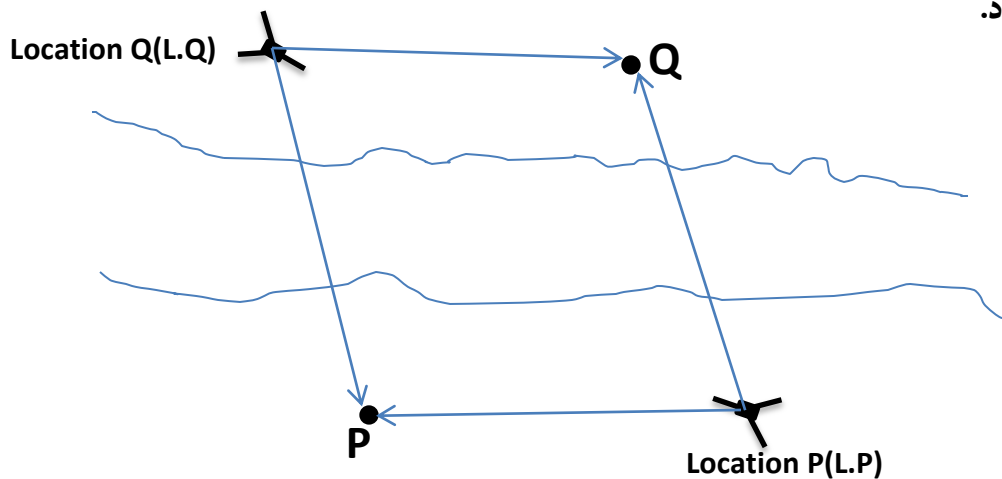
| Type of Project:     |       |         |         |       |         | Weather:         |                  |                  |                  |                  |
|----------------------|-------|---------|---------|-------|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Location of Project: |       |         |         |       |         | Date:            |                  |                  |                  |                  |
| Instruments:         |       |         |         |       |         | Group Member:    |                  |                  |                  |                  |
| Station              | B.S   | H.I     | I.F.S   | F.S   | ELE     | Left             |                  | ℄                | Right            |                  |
| B.M                  | 1.203 | 993.203 | [Meter] |       | 992     | 10m              | 5m               |                  | 5m               | 10m              |
| 0+00                 |       |         |         |       |         | 1.211<br>991.992 | 1.430<br>991.773 | 1.006<br>992.197 | 1.423<br>991.78  | 1.954<br>991.249 |
|                      |       |         |         |       |         |                  |                  |                  |                  |                  |
|                      |       |         |         |       |         |                  |                  |                  |                  |                  |
|                      |       |         |         |       |         |                  |                  |                  |                  |                  |
|                      |       |         |         |       |         |                  |                  |                  |                  |                  |
| T.P <sub>1</sub>     | 2.332 | 994.675 |         | 0.860 | 992.343 | 10m              | 5m               |                  | 5m               | 10m              |
| 1+00                 |       |         |         |       |         | 1.101<br>993.574 | 1.513<br>993.162 | 1.324<br>993.351 | 1.236<br>993.439 | 1.658<br>993.017 |
|                      |       |         |         |       |         |                  |                  |                  |                  |                  |
|                      |       |         |         |       |         |                  |                  |                  |                  |                  |
|                      |       |         |         |       |         |                  |                  |                  |                  |                  |
|                      |       |         |         |       |         |                  |                  |                  |                  |                  |
| T.P <sub>2</sub>     | 1.906 | 994.470 |         | 2.111 | 992.564 | 10m              | 5m               |                  | 5m               | 10m              |
| 1+60                 |       |         |         |       |         | 2.103<br>992.367 | 2.085<br>992.385 | 2.131<br>992.339 | 2.432<br>992.038 | 2.901<br>991.569 |
|                      |       |         |         |       |         |                  |                  |                  |                  |                  |
|                      |       |         |         |       |         |                  |                  |                  |                  |                  |
|                      |       |         |         |       |         |                  |                  |                  |                  |                  |
|                      |       |         |         |       |         |                  |                  |                  |                  |                  |
| T.P <sub>3</sub>     |       |         |         | 1.761 | 992.709 |                  |                  |                  |                  |                  |

Arithmetic Check:  $992 + (1.203 + 2.332 + 1.906) - (0.860 + 2.111 + 1.761) = 992.709$

$992.709 = 992.709$

### لیول کاری ریسپروکل (Reciprocal leveling):

این لیول کاری زمانی مورد استفاده قرار می گیرد که میان دو نقطه (یکی از نقاط ممکن بینج مارک باشد). سطح زمین موانعی مثل رودخانه ، چقوری های بسیار بزرگ و یا دره وجود داشته باشد که درین صورت نمی توان دستگاه لیول را در میان این دو نقطه قرار داد بنأ برای اجرای این لیول کاری باید طبق ذیل عمل کرد.



گاهی اوقات بدون تغییر موقعیت (Location) دستگاه لیول چندین مرتبه راد ریدینگ انجام داده می شود تا با اوسط گرفتن این راد ریدینگ ها در حقیقت غلطی که از اثر نشست دستگاه یا راد حین کار کردن بوجود می آید، کاسته شود.

$$P = \frac{RR_1 + RR_2 + \dots + RR_n}{n}$$

$$Q = \frac{RR_1 + RR_2 + \dots + RR_n}{n}$$

اکنون دو مثال ذیل را برای واضح شدن موضوع ارائه می نمائیم:

مثال 1:- در شکل فوق نقطه P از سطح بحر به ارتفاع 990 متر قرار گرفته است، ارتفاع نقطه Q را بیابید در صورتیکه از موقعیت L.P سه بار راد ریدینگ روی P (2.56 , 2.78 , 2.63) و دو بار راد ریدینگ روی Q (1.95 , 1.82) شده و از موقعیت L.Q دو بار راد ریدینگ روی P (2.99 , 3.1) و سه بار راد ریدینگ روی Q (3.18 , 3.11 , 3.2) شده باشد؟ اگر قیمت Q 990 متر باشد قیمت P را بیابید؟

$$P = \frac{2.56 + 2.78 + 2.63}{3} = 2.657$$

$$Q = \frac{1.95 + 1.82}{2} = 1.885$$

Location P

$$P = \frac{2.99 + 3.1}{2} = 3.045$$

$$Q = \frac{3.18 + 3.11 + 3.2}{3} = 3.163$$

Location Q

| I.S | RR    |       | $\Delta RR$ | $\Delta h$ |
|-----|-------|-------|-------------|------------|
|     | P     | Q     |             |            |
| L.P | 2.657 | 1.885 | 0.772       | 0.445      |
| L.Q | 3.045 | 3.163 | 0.118       |            |

I.S موقعیت دستگاه لیول

RR قرائت میله ها

$\Delta RR$  تفاوت قرائت میله ها

$\Delta h$  اوسط تفاوت قرائت میله ها که در حقیقت تفاوت ارتفاع نقطه P و Q است.

اکنون برای اینکه ارتفاع نقطه Q را بیابیم، باید مطابق دستورات ذیل عمل نمائیم.

$$P_{ave} = (2.657 + 3.045) / 2 = 2.851$$

$$Q_{ave} = (1.885 + 3.163) / 2 = 2.524$$

a) از قیمت فوق فهمیده می شود که ارتفاع نقطه P از سطح بحر نسبت به نقطه Q پائین تر قرار گرفته است بخاطریکه راد ریدینگ در نقطه P نسبت به نقطه Q بیشتر شده است. پس باید  $\Delta h$  را با قیمت داده شده P جمع نمائیم.

$$Q = 990 + 0.445 = 990.445$$

b) برای دریافت قیمت P باید قیمت  $\Delta h$  را باید از قیمت Q کم نمائیم.

$$P = 990 - 0.445 = 989.555$$

مثال 2:- در شکل فوق نقطه P از سطح بحر به ارتفاع 990 متر قرار گرفته است، ارتفاع نقطه Q را بیابید در صورتیکه از موقعیت L.P راد ریدینگ روی p (2.63) و راد ریدینگ روی Q (1.82) شده و از موقعیت L.Q راد ریدینگ روی P (3.1) و راد ریدینگ روی Q (2.97) شده باشد؟ اگر قیمت Q 990 متر باشد قیمت P را بیابید؟

برای حل سوال فوق جدول ذیل را در نظر می گیریم.

| I.S | RR   |      | $\Delta RR$ | $\Delta h$ |
|-----|------|------|-------------|------------|
|     | P    | Q    |             |            |
| L.P | 2.63 | 1.82 | 1.81        | 0.97       |
| L.Q | 3.1  | 2.97 | 0.13        |            |

$$P_{ave} = (2.63 + 3.1) / 2 = 2.865$$

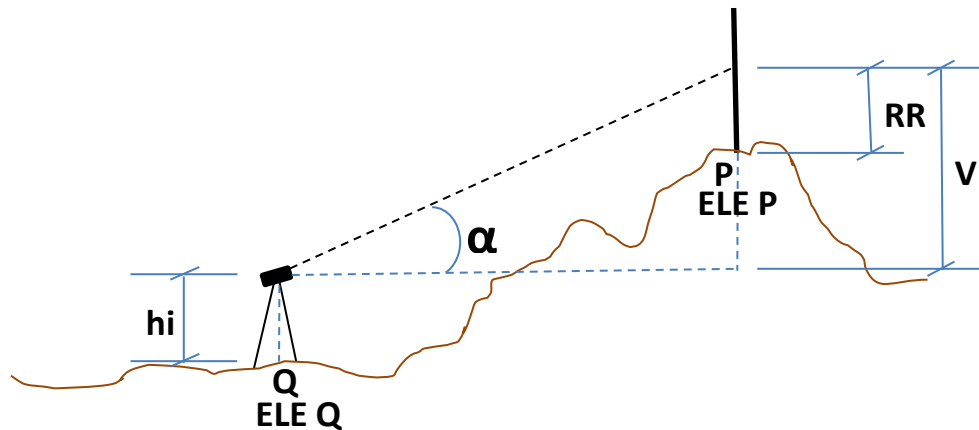
$$Q_{ave} = (1.82 + 2.97) = 2.395$$

$$Q = 990 + 0.97 = 990.97$$

$$P = 990 - 0.97 = 989.03$$

لیول کاری مثلثاتی (Trigonometric leveling):

این لیول کاری برای حالتی است که میله (Rod) روی یک ارتفاع بسیار بالائی قرار گرفته باشد که خط دید دستگاه لیول بصورت افقی بر روی میله برخورد ننماید، درین حالت است که باید دستگاه لیول تحت یک زاویه قرار داده شود تا خط دید دستگاه روی میله اصابت نماید. این نوع لیول کاری نظر به زوایای عمودی مثبت و منفی دارای فورمول های ذیل می باشند.



$$ELE Q + h_i + V - RR = ELE P$$

$ELE Q$  ,  $ELE P$  به ترتیب ارتفاعات نقاط  $Q$  و  $P$  از سطح اوسط بحر است

$RR$  راد ریدینگ

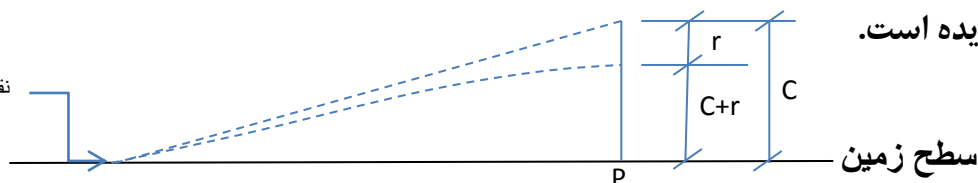
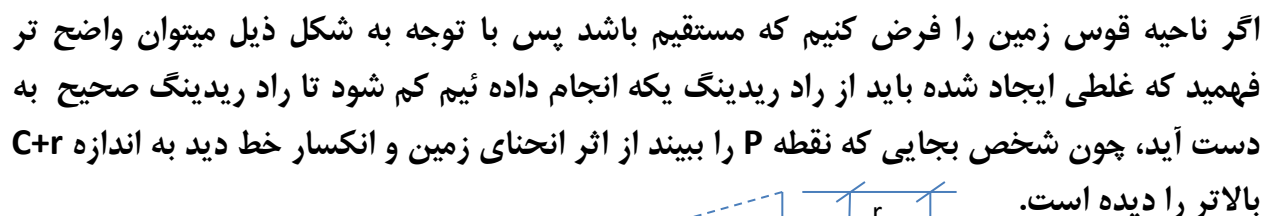
$h_i$  قد یا ارتفاع دستگاه لیول

$\alpha$  زاویه دید دستگاه لیول

$V$  فاصله میان خط دید افقی و راد ریدینگ



غلطی که از اثر این عوامل به وجود می آید زمانی در نظر گرفته می شوند که فواصل میان دو نقطه روی سطح زمین آن قدر طولانی باشد که بحث صدها متر به میان آید.



اکنون معادلات مربوط این موضوع برای شما ارائه می شود.

$$C = 0.0785K^2m$$

$$r = 0.14C = 0.01099K^2 m$$

$$C + r = 0.0785 K^2m - 0.01099K^2 m = 0.0675 K^2 m \quad \text{K برحسب کیلومتر} \quad C+r \text{ برحسب متر}$$

$$C + r = 0.574K^2 \quad \text{K برحسب مایل} \quad C+r \text{ برحسب فوت}$$

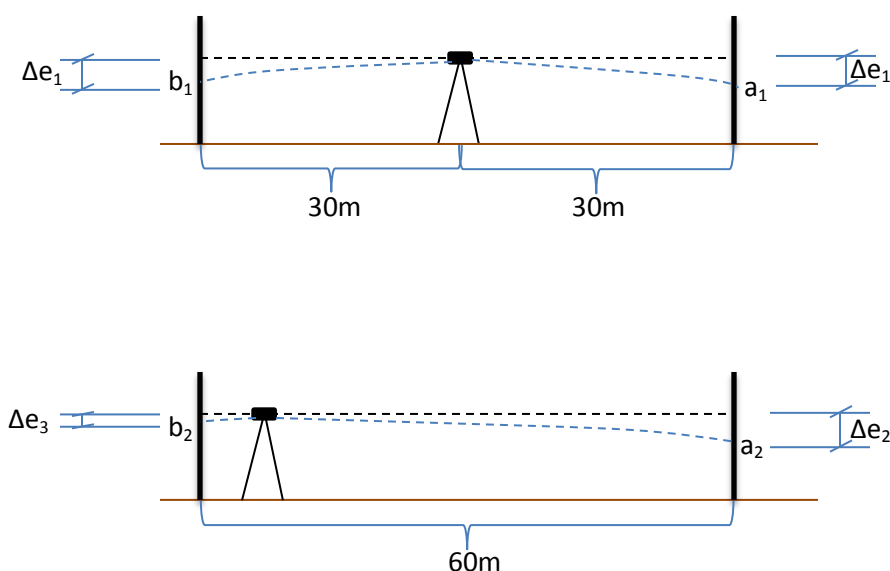
$$C + r = 0.0206M^2 \quad \text{K برحسب کیلو فوت} \quad C+r \text{ برحسب فوت}$$

### پیگ تست (Peg Test):

این تست بخاطر اینست که آیا خط دید دستگاه لیول دارای غلطی است یا خیر. برای دانستن روش آن باید مطابق ذیل عمل کرد.

دستگاه لیول را در موقعیتی عیار نمائید و سپس میله را به فاصله 30 متری قرار دهید و راد ریدینگ رابه همین فاصله یک مرتبه به سمت چپ و یک مرتبه به سمت راست دستگاه لیول اجرا نمائید. در مرتبه دوم با در نظر داشت فاصله 60 متر که قبلاً دستگاه در وسط قرار گرفته بود ولی اکنون از یک طرف آنقدر نزدیک می سازیم تا فاصله آن ناچیز گردد و از طرف دیگر 60 متر در نظر گرفته شود و از غلطی ( $\Delta e_3$ ) یکه دستگاه، میله بسیار نزدیک را راد ریدینگ کرده است صرف نظر می نمائیم چون بسیار ناچیز است. این عملیه باید در زمین هموار یا نسبتاً هموار صورت گیرد.

با مثال ذیل موضوع را واضح می سازیم:



$$a_1 - b_1 = 0 \quad \text{or} \quad a_1 - b_1 = n_1$$

$$a_2 - b_2 = n_2$$

$$n_2 - 0 = \Delta e_2 \quad n_2 - n_1 = \Delta e_2$$

$$\text{collimation factor} = (\Delta e_2)/60$$

در فورمول فوق چون بررسی دستگاه در طول 60 متر انجام شده است بخاطر آن تقسیم 60 گردیده است. واحد کولیمیشن (کلمه کولیمیشن لغتاً به معنی خط دید دستگاه است.) فکتور عبارت از  $m/m$  است.