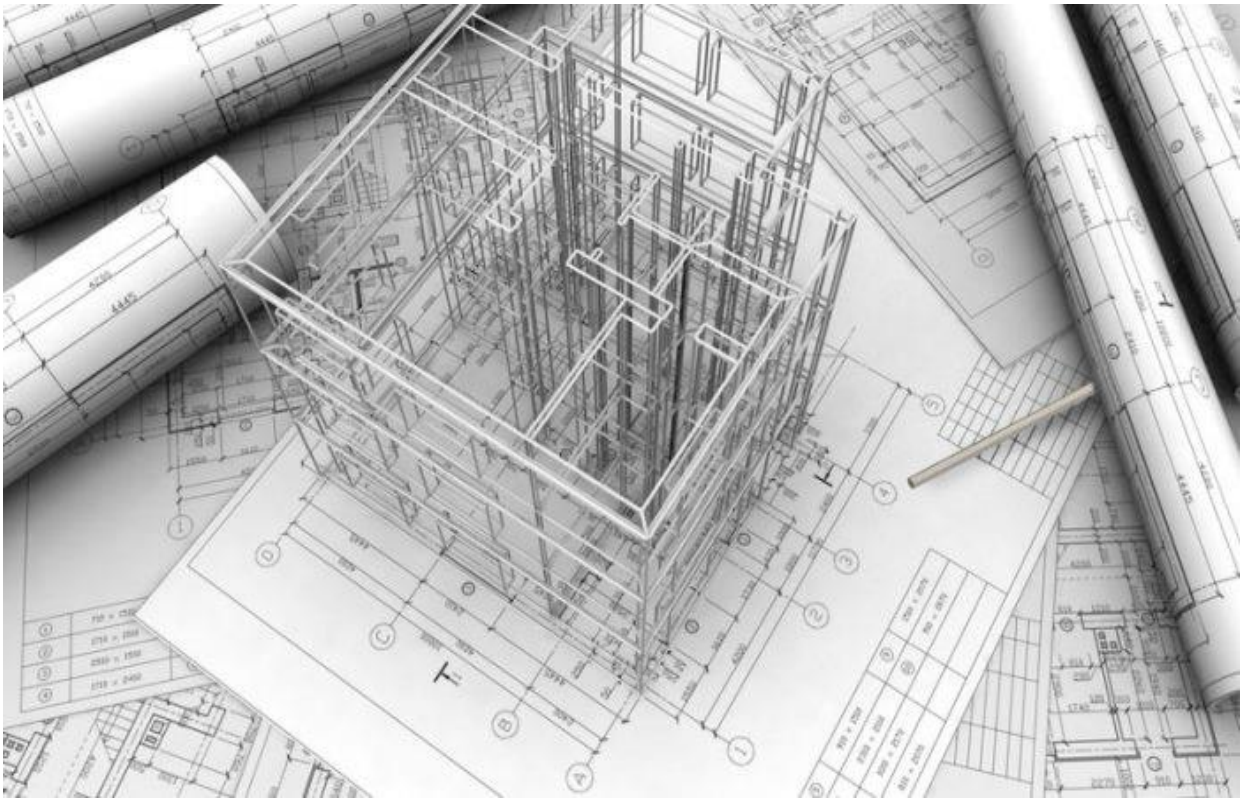
# عملیات نقشه‌برداری معماری




مدرس:

## دکتر عفتی

**استادیار،گروه مهندسی عمران (راه‌وترابری)، دانشکده فنی دانشگاه گیلان**

**Dr Meysam Effati**
Ph.D. in Geospatial Information Systems (GIS)
Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering
The University of Guilan, Iran
Email: Meysameffati@guilan.ac.ir



**مهر ۱۳۹۸**

**دانشکده هنر و معماری- دانشگاه گیلان**

**گروه معماری**

## هدف از پروژه عملی نقشه برداری

ایجاد یک پلیگون ۳ ضلعی با میخ های چوبی یا فلزی در محوطه دانشگاه، مترکشی طول ها، ترازیابی خطی اضلاع، برداشت استادیمتری طولها و قرائت زوایا (بدون کوپل)، محاسبه مختصات رئوس، و برداشت تاکئومتری گوشه‌های ساختمان معماری(حداقل ۵ نقطه) و ترسیم آن با استفاده از مختصات رئوس پلیگون در نرم افزار AutoCAD یا Civil3D می باشد.

**کار تشویقی:** پیاده سازی یک ساختمان کوچک طراحی شده در نقشه سایت با استفاده از طول و زاویه

## زمانبندی تحویل گزراشات

تحویل از طریق ایمیل به استاد و تحویل پرینت به TA صورت گیرد.

| فاز پروژه | زمان تحویل |
|---|---|
| صفر | ۳۰ مهر |
| یک | ۱۸آبان |
| دو | ۲ آذر |
| سه | ۱۶ آذر |

# فاز صفر: ایجاد پلیگون و مترکشی

یک پلیگون ۳ضلعی در محوطه دانشگاه (بین فنی و معماری) ایجاد کرده و رئوس آن را با میخ چوبی یا فولادی طوری مشخص نماییدکه رئوس به هم دید داشته باشند و میخ‌ها در طی انجام پروژه تخریب و جابه‌جا نگردند.

- برای هر راس دو نقطه رفرنس ثابت بگیرید و فواصل هر راس تا رفرنس را مترکشی و در کروکی یادداشت کنید.
- می توانید از میخ فولادی در سایزهای مختلف و رنگ آمیزی رئوس پیمایش با اسپری استفاده کنید.
- حداقل فاصله رئوس ۳۰ متر و حداکثر ۵۰ متر می باشد.
- فاصله بین هر دو راس را در چند دهنه (که با ژالن از هم جدا شده‌اند) به روش استاندارد مترکشی کرده و بر روی کروکی یادداشت کنید.
- جهت شمال را با قطب نما و عوارض اطراف را روی کروکی مشخص کنید.
- کروکی ترسیمی پس از تایید استاد راهنما همواره در پروژه عملی به همراه داشته باشید.

### تجهیزات موردنیاز

۱. متر فلزی یا پارچه‌ای
۲. میخ چوبی ۱۰ عدد
۳. میخ فولادی در ۳ سایز هر کدام ۵ عدد
۴. ژالن ۴ عدد
۵. یک اسپری رنگی با رنگ متفاوت از گروه‌های دیگر
۶. قطب نما

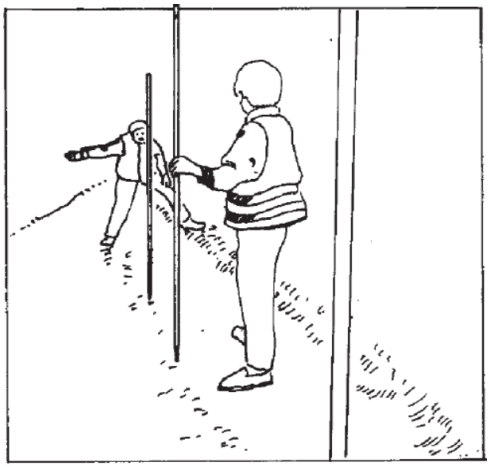
### طریقه صحیح مترکشی

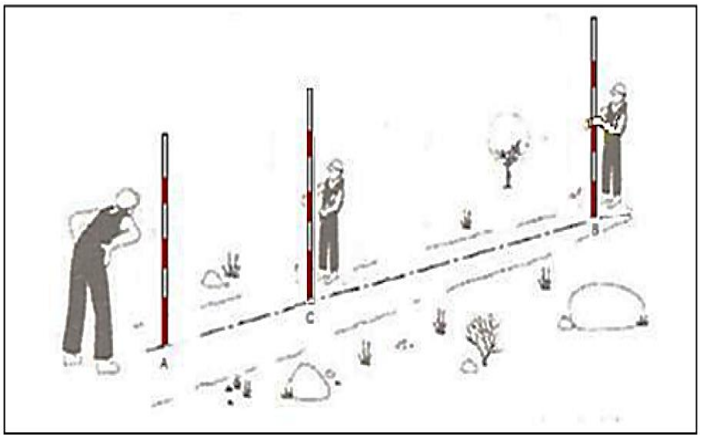
۱. امتدادگذاری : فاصله های زیاد را به وسیله متر نمی توان یکباره اندازه گرفت لذا با بکار بردن ژالن آنها را به دهانه های کوچکتر تقسیم میکنیم.
۲. کشیدن متر
۳. شاقولی کردن
٤. قرائت متر
٥. یادداشت

### روش امتداد گذاری

یک ژالن در نقطه‌ی A مستقر می نماییم. نوک ژالن را روی نقطه‌یA قرار داده به کمک یک تراز نبشی ژالن را در وضعیت قائم نگه می‌داریم. ژالن دیگری را در نقطه‌ی B به همین طریق مستقر می‌نماییم.

اکنون عامل امتدادگذاری در فاصله‌ی تقریبی دو تا سه قدمی یکی از ژالن‌ها مثلاً ژالنA قرار می‌گیرد و یک نفر ژالن‌گیر در نقطه ای فرضی بین دو نقطه AوB و در امتداد آن مستقر می‌شود و با دستورات عامل،جابه‌جا می‌شود تا دقیقاً در امتدادAB قرار بگیرد.





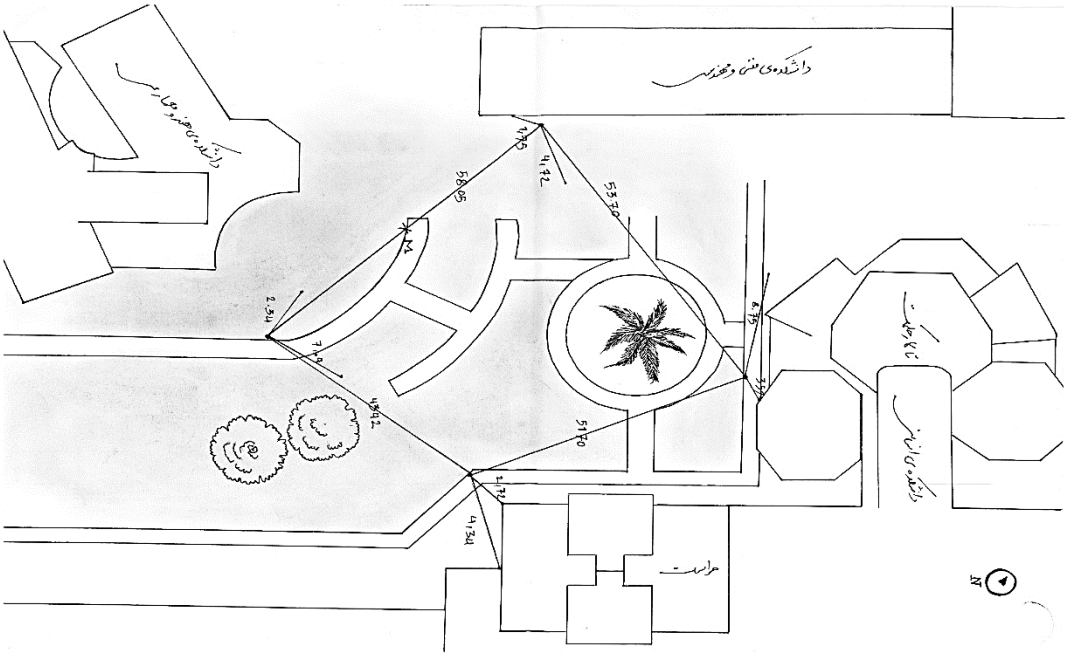
**شکل ۱و۲ -امتدادگذاری**

**نکات مهم در مترکشی**

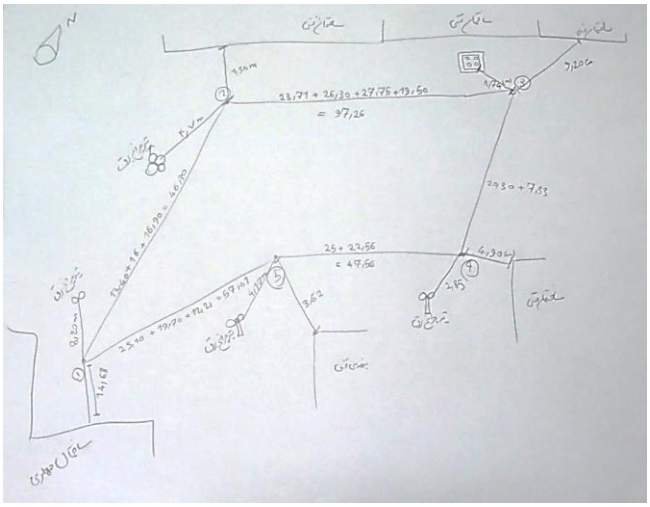
- از سالم و کامل بودن متر و تجهیزات جانبی اطمینان حاصل کنید.
- متر باید بصورت افقی در بین دو نقطه کشیده شود.
- یک سمت متر برحسب متر و سانتیمتر و طرف دیگر بر حسب فوت و اینچ تقسیم بندی شده است،در هنگام اندازه‌گیری دقت شود که برحسب متر اندازه گیری و یادداشت شود.
- نقطه صفر هر متر متفاوت است و ممکن است درابتدای متر نباشد لذا دقت شود که صفر متر اشتباه در نظر گرفته نشود.
- در هنگام مترکشی، متر بدون پیچ خوردگی و کاملاً کشیده و بدون شنت(شکم دادن متر)باشد.
- در هنگام قرائت متر و همچنین حین نوشتن آن، دقت شود اعداد، اشتباه قرائت و نوشته نشود.

**تذکر**: ماشین حساب و کپی کروکی را سرگروه همواره همراه خود داشته باشد.

**گزارش فاز صفر پروژه عملی:** ضمن توضیح روند انجام کار در یک فایل WORD با عکس از مراحل انجام کار، رئوس و رفرنس ها، کروکی دقیق را در یک برگه A3 تحویل دهید.




**شکل ۳- کروکی دستی**



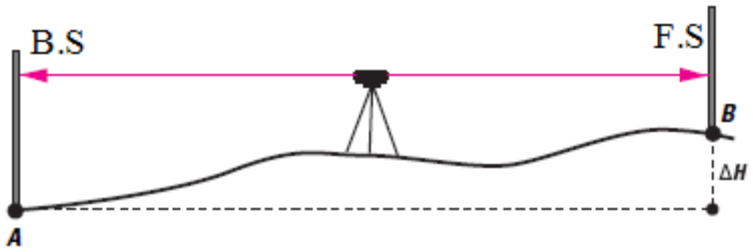
**شکل۴-کروکی دستی**

**شکل ۵-نقشه گوگل پلیگون**

# فاز ۱: ترازیابی

ترازیابی عبارت است از تعیین اختلاف ارتفاع نقاط نسبت به یکدیگر.
مقصود از ترازیابی تعیین اختلاف ارتفاع بین دو نقطه می‌باشد که اگر ارتفاع یکی از این دو نقطه معلوم باشد می‌توان ارتفاع نقطه دیگر را محاسبه نمود.
ارتفاع نقطه شروع ترازیابی (راس A) را ۱۰۰ در نظر بگیرید.
قرائت عقب Bs و قرائت جلو Fs خواهد بود.

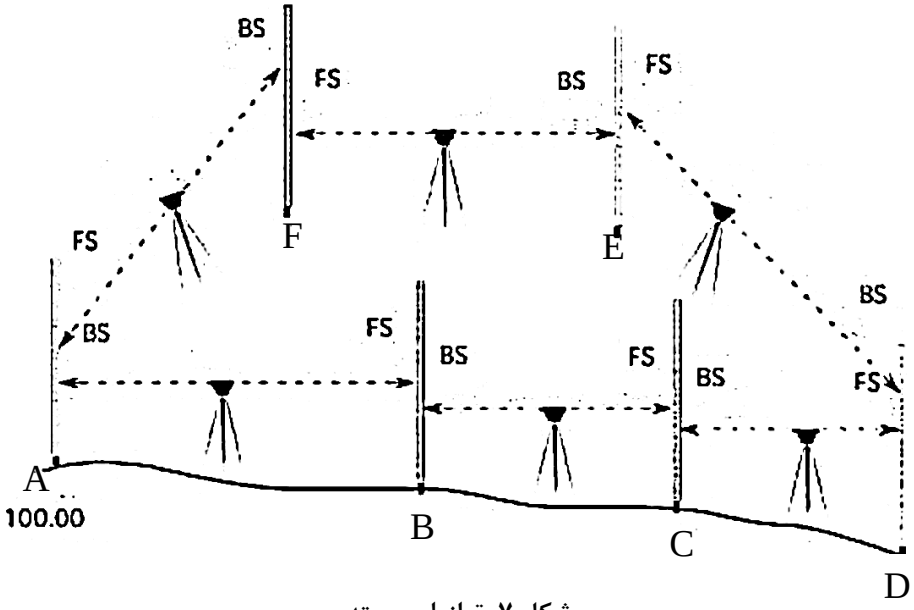
اختلاف ارتفاع =Bs-Fs




**شکل ۶-ترازیابی مستقیم**

## تجهیزات مورد نیاز

۱. دوربین نیوو
۲. شاخص ۲ عدد
۳. تراز دستی (به منظور تراز کردن میر)
۴. سه پایه
۰۵ متر

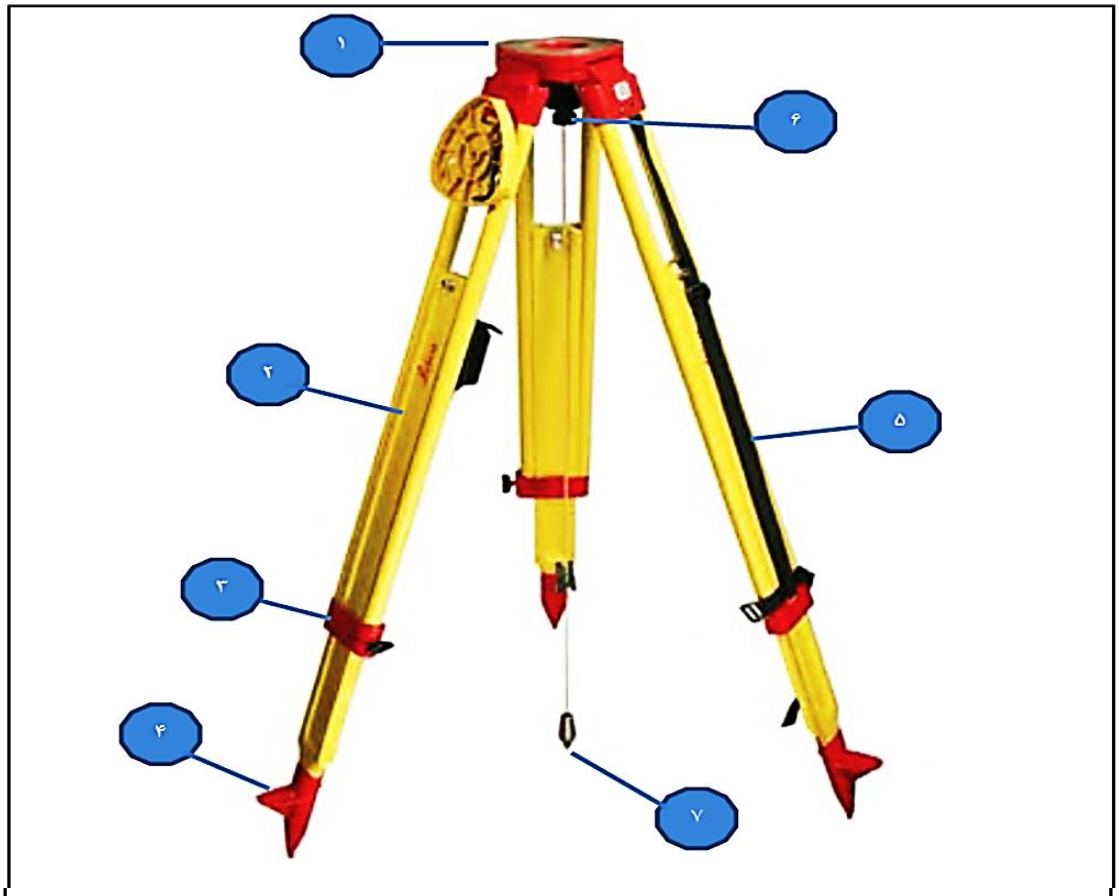



**شکل ۷-ترازیابی بسته**

## اجزای دوربین نیوو

| | | |
|---|---|---|
| ۱ | صفحه استقرار | دوربین به وسیله این صفحه بر روی سه پایه نصب می شود. |
| ۲ | پیچ های تراز دوربین | سه عدد پیچ که به وسیله آنها تنظیمات مربوط به تراز دوربین بر روی سه پایه انجام می شود. |
| ۳ | صفحه مدرج | به کمک این صفحه می توان میزان زاویه چرخش دوربین را به صورت چشمی تعیین نمود. |
| ۴ | پیچ حرکت کند زاویه | به کمک این پیچ زاویه افقی دوربین را به آرامی حرکت داده و تعیین می کنند. |
| ۵ | تراز کروی | نشان دهنده تراز بودن دوربین در محل استقرار است. |
| ۶ | پیچ وضوح تصویر | در صورت واضح نبودن تصویر مشاهده شده در دوربین به کمک این پیچ وضوح تصویر تنظیم می شود. |
| ۷ | آلیداد دوربین | به کمک این ابزار می توان قبل از اندازه گیری، قراول روی حدودی به سمت ژالون یا میر را انجام داد. |
| ۸ | عدسی چشمی و پیچ تنظیم تارهای رتیکول | نقشه بردار می تواند با قرار دادن یکی از چشم های خود در مقابل آن قرائت های لازم را انجام دهد.<br>در داخل عدسی دوربین جهت اندازه گیری دقیق تارهایی به نام **تارهای رتیکول** قرار داد که به کمک این پیچ می توان تنظیمات لازم بر روی تارهای رتیکول را انجام داد. |
| ۹ | عدسی شیئی دوربین | به کمک این عدسی دوربین بزرگنمایی لازم جهت مشاهده و قرائت دقیق اعداد روی میر و اجسام انجام می شود. |
| ۱۰ | آیینه تراز کروی | انعکاسی از تراز کروی نشان می دهد تا در میدان دید نقشه بردار قرار گیرد. |

## اجزای سه پایه

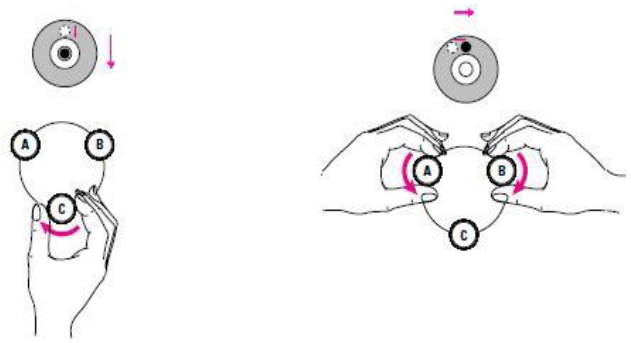



| | | |
|---|---|---|
| ۱ | صفحه استقرار دوربین | این صفحه نگهدارنده دوربین نقشه برداری است و دوربین به وسیله پیچی که در زیر آن قرار گرفته به دوربین متصل می شود. |
| ۲ | پایه های تلسکوپی | این پایه ها ، قابلیت تنظیم ارتفاع به سه پایه را می دهند. |
| ۳ | قفل های پایه تلسکوپی دوربین | به کمک این قفل ها پایه های تلسکوپی در محل مورد نظر ثابت می شود. |
| ۴ | پدال پایه های دوربین | در قسمت انتهایی، سه پایه دارای قسمت فلزی نوک تیز است که به کمک این پدال ها و با فشار پا در زمین محکم می شود. |
| ۵ | بندهای حمل پایه | پس از جمع کردن پایه ها می توان به کمک این بندها سه پایه را حمل کرد. |
| ۶ | پیچ اتصال پایه به دوربین | به کمک این پیچ دوربین به پایه متصل و محکم می شود. |
| ۷ | شاقول | به کمک امتداد شاقول، مرکز پایه های دوربین دقیقا بر روی نقطه ایستگاه نقشه برداری قرار می گیرد. |

## روش انجام ترازیابی

ابتدا سه پایه را در محلی بین دو نقطه‌ای که میخواهید اختلاف ارتفاعشان را تعیین کنید قرار دهید، پیچ های تعبیه شده روی آن را باز کرده، اندازه پایه را متناسب با قد کوتاهترین شخص گروه تنظیم کرده و مجدداً پیچ ها را ببندید. بهتر است صفحه محل قرار گیری دوربین بر روی سه پایه، تراز و افقی باشد تا تراز کردن دوربین با سرعت بیشتری صورت گیرد.

دوربین را روی سه پایه قرار داده و پیچ اتصال سه پایه به دوربین را ببندید. پایه ها می بایست کاملاً در زمین محکم باشد، تا در هنگام نقشه برداری جابه جا نشود و یا دوربین به زمین نیفتد. با استفاده از سه پیچ تنظیم تراز کروی، حباب تراز را به وسط هدایت کنید. به این صورت که راستای دوربین را در راستای دو پیچ تراز قرار داده و همزمان با دو دست دو پیچ تراز را به سمت داخل یا خارج بچرخانید تا حباب به سمت پیچ سوم حرکت کند، سپس پیچ سوم را تنظیم کنید تا زمانی که حباب دقیقا در مرکز قرار گیرد. برای اطمینان از تراز شدن باید این کار را در دو راستای دیگر تکرار نمایید.




**شکل۸-تنظیم تراز کروی**

از نقطه ۱ شروع کرده و شاخص را روی این نقطه قائم نمایید. دوربین را مابین نقطه ۱ و ۲ تراز نمایید و .با دوربین نقطه نشانه روی کنید عدد خوانده شده قرائت عقب نقطه ۱ می‌باشد در جدول ترازیابی با خودکار آبی بر حسب میلی متر یادداشت نمایید. شاخص را به نقطه ۲ برده و دوربین را به سمت آن برگردانید. عدد خوانده شده قرائت جلو نقطه ۲می‌باشد. سپس دوربین را بین دو نقطه ۲ و ۳ و سایر نقاط قرار داده و به همین ترتیب ارتفاع آنها را اندازه گیری کنید و قرائت ها را در فرم قرائت ترازیابی یادداشت نمایید تا مجدد به نقطه ۱ برسید (ترازیابی بسته).

| نقاط | BS | FS | اختلاف ارتفاع | | ارتفاع | تصحیح | ارتفاع تصحیح شده | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | + | - | | | | |
| 1 | 1382 | | | 68 | 100.00 | | | |
| $RP_1$ | 1282 | 1450 | 17 | | 99.932 | | | |
| 2 | 1116 | 1266 | | 398 | 99.949 | | | |
| 3 | 0960 | 1514 | | 48 | 99.551 | | | |
| 4 | 1534 | 1008 | 143 | | 99.503 | | | |
| $RP_2$ | 1320 | 1391 | 362 | | 99.646 | | | |
| 1 | | 0968 | | | 99.998 | | | |
| | | | | | | | | |

**شکل۹- نمونه فرم قرائت ترازیابی**

**نکته**: در نقشه برداری و مخصوصاً در کارهای ترازیابی که اختلاف ارتفاع بین نقاط را تعیین می کنند از شاخص مدرج استفاده می شود و آن خط کش بزرگیست که طول آن ۴ متر و عرض آن حدود ۱۵ سانتی متر و ضخامت آن ۲ تا ۳ سانتیمتر می باشد. چون حمل شاخص ۴ متری مشکل است معمولاً تاشونده بوده و از ۲ تکه که روی هم لولا شده‌اند تشکیل می‌شود. درجات شاخص هر ۱۰ سانتیمتر به ۱۰ سانتیمتر روی آن نوشته شده و برای هر متر طول یک علامت یا عدد نیز ذکر شده است. در پشت شاخص ۲ دستگیره برای نگهداشتن آن نصب شده و برای آنکه شاخصدار، شاخص را به طور قائم نگهدارد تراز کوچک کروی به آن متصل می کنند.

**محاسبات مربوطه**

پس از محاسبه‌ی اختلاف ارتفاع نقاط مطابق جدول زیر، به محاسبه‌ی خطای بست ترازیابی می‌پردازیم.

$$\Delta H = BS - FS$$

| شماره نقاط | قرائت عقب (mm) | قرائت جلو (mm) | اختلاف ارتفاع (mm) | ارتفاع نقاط (m) |
|---|---|---|---|---|
| A | $\mathrm{B.S_A}$ | | | $H_A$ (ارتفاع نقطه A معلوم است) |
| 1 | $\mathrm{B.S_1}$ | $\mathrm{F.S_1}$ | $\mathrm{B.S_A - F.S_1}$ | $H_1 = H_A + \Delta \mathrm{H}_{A1}$ |
| 2 | $\mathrm{B.S_2}$ | $\mathrm{F.S_2}$ | $\mathrm{B.S_1 - F.S_2}$ | $H_2 = H_1 + \Delta \mathrm{H}_{12}$ |
| 3 | $\mathrm{B.S_3}$ | $\mathrm{F.S_3}$ | $\mathrm{B.S_2 - F.S_3}$ | $H_3 = H_2 + \Delta \mathrm{H}_{23}$ |
| 4 | $\mathrm{B.S_4}$ | $\mathrm{F.S_4}$ | $\mathrm{B.S_3 - F.S_4}$ | $H_4 = H_3 + \Delta \mathrm{H}_{34}$ |
| 5 | $\mathrm{B.S_5}$ | $\mathrm{F.S_5}$ | $\mathrm{B.S_4 - F.S_5}$ | $H_5 = H_4 + \Delta \mathrm{H}_{45}$ |
| A | | $\mathrm{F.S_A}$ | $\mathrm{B.S_5 - F.S_A}$ | $H'_A = H_5 + \Delta \mathrm{H}_{5A}$ |

**کنترل عملیات ترازیابی**

به منظورکاهش خطاهای تصادفی، کنترل عملیات در ترازیابی ضروری است. خطای ترازیابی($f$) را از رابطه‌ی زیر محاسبه کنید و با خطای مجاز($\varepsilon$ )مقایسه نمایید اگر این خطا از خطای مجاز بیشتر نباشد بایستی آن را بین ارتفاعهای بدست آمده از ترازیابی سرشکنی کرد در غیراینصورت عملیات ترازیابی باید تکرار شود.

$$\varepsilon = 25(\mathrm{mm})\sqrt{\mathrm{L(km)}}$$

$$f = \sum Bs - \sum Fs$$

اگر $f<\varepsilon$ تعدیل خطا و سرشکنی انجام داده و سپس ارتفاع نهایی رئوس را بدست آورید.

**سرشکنی خطا**

چنانچه خطای بست ترازیابی $f$ از حد مجاز بیشتر نباشد آنرا به تعداد ایستگاه تقسیم میکنیم در اینصورت سهم هر ایستگاه مشخص می‌شود. مقدار تصحیح را به روش زیر میتوان وارد نمود:

- به هریک از $\Delta H$ ها مقدار تصحیحی برابر $C = \frac{-f}{N}$ وارد شود. ($N$ تعداد کل ایستگاهها)
- به ارتفاع کلیه نقاط به غیر نقاطی که ارتفاع آنها معلوم است ، تصحیحی برابر $n \times c$ وارد شود که در آن $n$ شماره ایستگاه می‌باشد.

**نکته:** نقطه ۱ به عنوان بنچ مارک و ارتفاع آنرا ۱۰۰ متر در نظر بگیرید.

| نقاط | BS | FS | اختلاف ارتفاع + | اختلاف ارتفاع − | ارتفاع | تصحیح | ارتفاع تصحیح شده | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1382 | | | | 100.00 | $0.33\times10^{-5}$ | 100.00 | |
| $\mu P_1$ | 1282 | 1450 | | 68 | 99.932 | $1.33\times10^{-5}$ | 99.932 | |
| 2 | 1116 | 1265 | 17 | | 99.949 | $2.33\times10^{-5}$ | 99.950 | |
| 3 | 0960 | 1514 | | 398 | 99.551 | $3.33\times10^{-5}$ | 99.552 | |
| 4 | 1534 | 1005 | | 48 | 99.503 | $4.33\times10^{-5}$ | 99.504 | |
| $\mu P_2$ | 1320 | 1391 | 143 | | 99.646 | $5.33\times10^{-5}$ | 99.648 | |
| 1 | | 0968 | 352 | | 99.998 | $6.33\times10^{-5}$ | 100.00 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

**شکل ۱۰- فرم نهایی ترازیابی**

**گزارش فاز یک پروژه عملی:** ضمن بیان دستگاه ترازیاب و توضیح روند انجام کار ترازیابی در یک فایل WORD با عکس از مراحل انجام کار، فرم‌های چرک‌نویس ترازیابی پر شده **با خودکار آبی** و محاسبات لازم برای محاسبه ارتفاع و خطای ترازیابی را تحویل دهید.

**مثال**– در یک ترازیابی بسته که از نقطه A شروع شده است قرائت شاخصها بشرح زیر میباشد. جدول ترازیابی را تنظیم کنید. خطای بست را بدست آورید وارتفاع سرشکن شده نقاط را محاسبه کنید. ( ارتفاع نقطه A برابر ۱۰۰ متر و خطای بست را مجاز فرض کنید)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **BS** | ۱۴۶۹ | ۱۱۸۵ | ۱۵۳۸ | ۱۲۴۳ | ۲۰۱۵ |
| **FS** | ۱۳۵۱ | ۱۵۰۰ | ۱۴۸۴ | ۱۸۵۷ | ۱۲۵۶ |

**حل:**

| ایستگاه | قرائت عقب BS | قرائت جلو FS | اختلاف ارتفاع $\Delta H_{mm}$ | ارتفاع H | تصحیح C | ارتفاع تصحیح شده H′ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | ۱۴۶۹ | | | ۱۰۰ | ۰×۰/۰۰۰۴ | ۱۰۰ |
| | | | +۰/۱۱۸ | | | |
| B | ۱۱۸۵ | ۱۳۵۱ | | ۱۰۰/۱۱۸ | ۱×۰/۰۰۰۴ | ۱۰۰/۱۱۷۶ |
| | | | −۰/۳۱۵ | | | |
| C | ۱۵۳۸ | ۱۵۰۰ | | ۹۹/۸۰۳ | ۲×۰/۰۰۰۴ | ۹۹/۸۰۲۲ |
| | | | +۰/۰۵۴ | | | |
| D | ۱۲۴۳ | ۱۴۸۴ | | ۹۹/۸۵۷ | ۳×۰/۰۰۰۴ | ۹۹/۸۵۵۸ |
| | | | −۰/۶۱۴ | | | |
| E | ۲۰۱۵ | ۱۸۵۷ | | ۹۹/۲۴۳ | ۴×۰/۰۰۰۴ | ۹۹/۲۴۱۴ |
| | | | +۰/۷۵۹ | | | |
| A | | ۱۲۵۶ | | ۱۰۰/۰۰۲ | ۵×۰/۰۰۰۴ | ۱۰۰ |
| | Σ=۷۴۵۰ | Σ=۷۴۴۸ | | | | |

$$H_B = H_A + (BS)_A - (FS)_B = 100 + 1.469 - 1.351 = 100.118$$
$$H_C = H_B + (BS)_B - (FS)_C = 100.118 + 1.185 - 1.500 = 99.803$$
$$H_D = H_C + (BS)_C - (FS)_D = 99.803 + 1.538 - 1.484 = 99.857$$
$$H_E = H_D + (BS)_D - (FS)_E = 99.857 + 1.243 - 1.857 = 99.243$$
$$H_A = H_E + (BS)_E - (FS)_A = 99.243 + 2.015 - 1.256 = 100.002$$

$$\Delta H = f = \sum Bs - \sum Fs = 7450 - 7448 = 2\ mm$$
$$C = \frac{-f}{N} = \frac{-2}{5} = -0.4\ mm \rightarrow -0.4 \times 10^{-3} = 0.0004m$$

$$H'_B = 100.118 - 1 \times 0.0004 = 100.1176m$$
$$H'_C = 99.803 - 2 \times 0.0004 = 99.8022\text{m}$$
$$H'_D = 99.857 - 3 \times 0.0004 = 99.8558\text{m}$$
$$H'_E = 99.243 - 4 \times 0.0004 = 99.2414\text{m}$$
$$H'_A = 100.002 - 5 \times 0.0004 = 100$$

# فاز ۲: اندازه گیری زاویا و طول به روش تاکئومتری

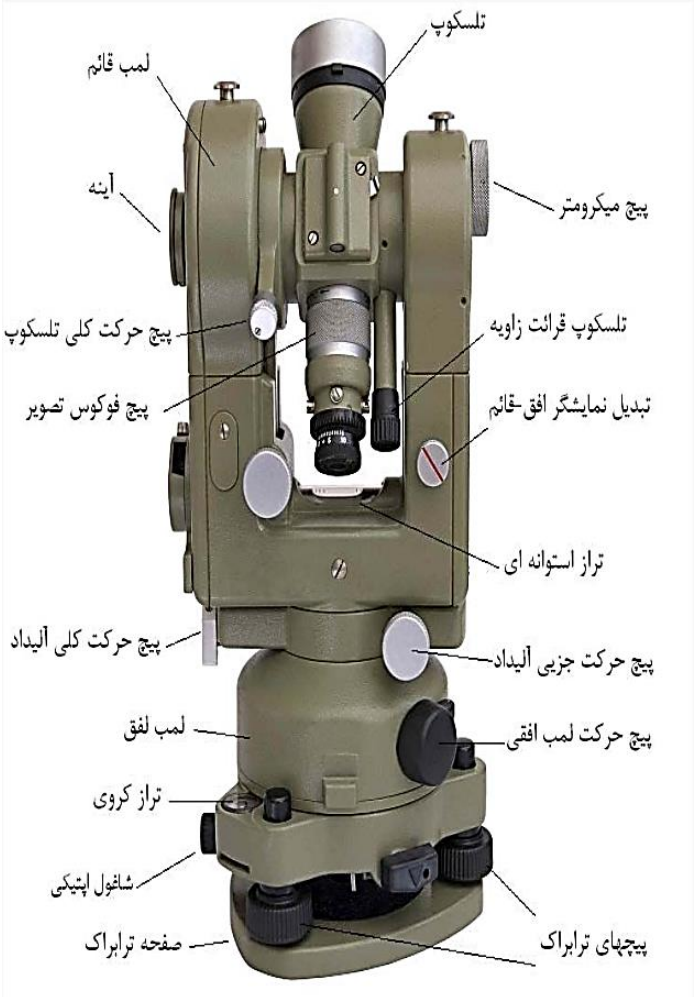
هدف از انجام این فاز، بدست آوردن زوایای داخلی پلیگون به وسیله تئودولیت و نیز محاسبه مجدد طول اضلاع پلیگون به روش تاکئومتری می باشد.

## ۱-اندازه‌گیری زاویه

زاویه یاب(تئودولیت) دوربینی است که در نقشه برداری برای اندازه گیری زوایای افقی و قائم به کار می رود. تفاوت اصلی زاویه یاب با ترازیاب در این است که زاویه یاب را می توان در یک صفحه عمودی حول یک محور افقی، نیز چرخاند.

### تجهیزات مورد نیاز

۱. دوربین تئودولیت
۲. سه پایه
۳. ژالن
۴. تراز دستی
۵. میر (شاخص)
۶. متر




**شکل ۱۱- اجزای تئودولیت**

### آماده سازی دوربین تئودولیت

ابتدا سه پایه را بر روی رأس مورد نظر قرار دهید، پیچ های تعبیه شده روی آن را باز کرده، اندازه پایه را متناسب با قد کوتاهترین فرد گروه تنظیم کرده و مجدداً پیچ ها را ببندید. بهتر است صفحه محل قرار گیری دوربین بر روی سه پایه، تراز و افقی باشد.

دوربین را روی سه پایه قرار داده و پیچ اتصال سه پایه به دوربین را ببندید. یک پایه را در زمین محکم کرده و دو پایه دیگر را در دست گرفته و طوری حرکت دهید تا نقطه مورد نظر در مرکز شاغول اپتیکی قرار گیرد(سانتراژ). سپس با کوتاه و بلند کردن ارتفاع پایه‌های سه پایه، تراز کروی را تنظیم نمایید.پس از آن تراز استوانه‌ای را تنظیم نمایید.

برای تنظیم تراز استوانه ای، آلیداد را در راستای دو پیچ تراز قرار داده و همزمان با دو دست دو پیچ تراز را به سمت داخل یا خارج بچرخانید تا حباب به سمت مرکز حرکت کند سپس آلیداد را مقابل پیچ سوم قرار داده و با پیچاندن پیچ سوم حباب را به مرکز هدایت کنید. برای اطمینان از تراز شدن راستاهای دیگر را کنترل نمایید.
پس از تراز کردن مجددا شاقول اپتیکی را کنترل نمایید در صورت جابجایی جزئی ، میتوان با شل کردن پیچ اتصال تئودولیت به سه پایه و لغزاندن دوربین روی آن،دستگاه را سانتراژ کرد. لازم است دوباره تراز راکنترل نمایید.

## مراحل قرائت زاویه

۱- قرار دادن سه پایه و دوربین در تک تک رئوس پیمایش (مختصات فرضی (۱۰۰۰و۱۰۰۰)
۲- سانتراژ کردن
۳- تنظیم تراز کروی دستگاه با استفاده از سه پایه
۴- تنظیم تراز استوانه ای به کمک پیچ ها
۵- کنترل شاقول اپتیکی
۶- صفر-صفر دستگاه به شمال
۷-نشانه‌روی
۸- قرائت

**تذکر:** ارتفاع دوربین در هر ایستگاه اندازه‌گیری شود.

### خطای بست زاویه‌ای

وجود خطا باعث می‌شود بین مقادیر حاصل از اندازه گیری و مجموع زوایای داخلی یک n ضلعی اختلاف وجود داشته باشد. به تفاضل مجموع زوایای داخلی n ضلعی و مقادیر اندازه‌گیری شده خطای بست زاویه ای گویند. اگر خطای بست از حداکثر مقدار خطای بست مجاز تجاوز نکند می توان زوایا را سرشکنی نمود و به محاسبه ژیزمان پرداخت. اگر خطای بست از حداکثر مقدار مجاز تجاوز کند باید عملیات اندازه گیری زاویه، تکرار شود.

### محاسبه‌ی خطای زاویه یابی

۱. ابتدا مجموع زوایای پلیگون را از رابطه‌ی زیر به دست آورید

$$\sum_{i=1}^{n=3} \alpha_i' = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$$

۲.مجموع زوایای یک چند ضلعی از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود

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

$n$ تعداد رئوس پیمایش

به دلیل اینکه در این پروژه پلیگونمان سه ضلعی می باشد n=3 می باشد و رابطه بالا به صورت زیر خواهد شد

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_i = (n-2) \times 180^\circ = (3-2) \times 180^\circ = 180^\circ$$

در صورتی که زوایا برحسب گراد باشد ۲۰۰ گراد در نظر میگیریم.

۳.حال خطای زاویه یابی را محاسبه نمایید (خطای بست زاویه‌ای)

$$e_\alpha = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i{}' - \sum_{i=1}^{n} \alpha_i = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i{}' - (n-2) \times 180°$$

۴.خطای بست مجاز را از رابطه‌ی زیر محاسبه نمایید

$$e'_\propto = 2.5 \times d_\propto \times \sqrt{\frac{n}{p}}$$

که در آن n تعداد رئوس پلیگون، p تعداد کوپل( به دلیل اینکه زوایا را یکبار قرائت نمودید p=1 در نظربگیرید) و $d_\propto$ خطای استاندارد دوربین می‌باشد. $d_\propto$را ۶۰ ثانیه‌گرادی در نظیر بگیرید.

اگر $e_\alpha$ کوچکتر از خطای مجاز باشد به تعدیل خطا بپردازید در غیر این صورت قرائت زوایا تکرار شود.

$|e_\alpha| \leq |e'_\alpha| \longrightarrow$ سرشکن کرده

$|e_\alpha| > |e'_\alpha| \longrightarrow$ دوباره اندازه‌گیری می‌کنیم

۵.مقدار تصحیح از رابطه زیر تعیین شود

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

*اگر مجموع زوایای داخلی محاسباتی از مجموع زوایای داخلی پلیگون بیشتر شود باید از هر زاویه به مقدار $C_\propto$ کم شود و اگر کمتر شود باید مقدار تصحیح به هر زاویه اضافه شود.

پس از تعیین زوایای نهایی هر راس پلیگون و تعدیل خطای زاویه‌ای، با معلوم بودن جهت شمال ، ژیزمان هر یک از اضلاع پلیگون را محاسبه و درقسمت بعدی برای محاسبه‌ی مختصات از آنها استفاده نمایید.

## ۲- اندازه گیری طول به روش استادیمتری (تاکئومتری)

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

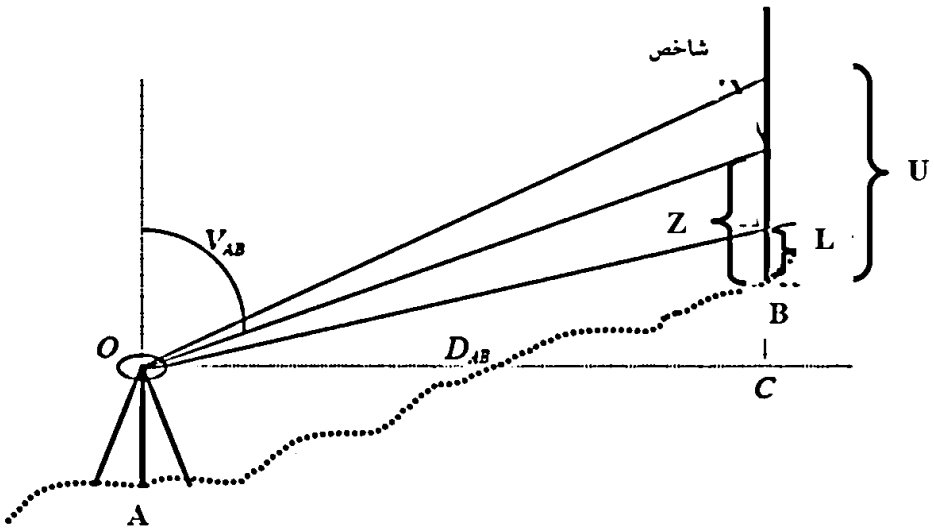
هدف: به دست آوردن اندازه اضلاع پلیگون ( فاصله هر دو راس پلیگون ) به روش استادیمتری.

در هر استقرار دوربین، مشاهدات زیر و ثبت آنها در فرم مربوطه ضروری می‌باشد.

- تار بالا(U)
- تار پایین(L)
- تار وسط(Z)
- زاویه قائم(V)
- زاویه افقی(H)
- ارتقاع دوربین(I)

## شرح عملیات

ابتدا دوربین را در نقطه A قرار داده و مطابق آن چه که در قسمت قبل گفته شد تراز و سانتراژ نمایید. شاخص را در نقطه C با تراز دستی تراز کرده و با تئودولیت به سمت آن نشانه روی کنید. پس از نشانه‌روی، حرکت سریع تلسکوپ را قفل نمایید با پیچ حرکت کند ،تار های رتیکول را روی شاخص قرار داده و از دوربین اعداد تار بالا،وسط و پایین را قرائت نمایید.مقادیر زاویه قائم و افقی،تار بالا،تار وسط و تار پایین را در جدول تاکئومتری یادداشت نمایید.حال میر را به نقطه B برده ترازکنید و اعمال انجام شده برای نقطه C را برای این نقطه تکرار نمایید.اکنون دوربین را در نقطه بعدی یعنی B برده و همان کار های انجام شده در نقطه A را برای این نقطه و همین طور برای نقاط بعدی انجام دهید.




**شکل ۱۲- استادیمتری**

در جدول زیر نمونه ای از مشاهدات مربوطه ذکر شده است:

| نقطه استقرار | نقطه نشانه‌روی | ارتفاع دستگاه (i) | تار پایین (L) | تار وسط (Z) | تار بالا (U) | زاویه قائم (v) | زاویه افقی (H) | فاصله افقی با متر (d) | فاصله افقی محاسباتی (D) | زیرمان (G) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۲ | ۱۳۸۰ | ۲۰۱۴ | ۲۲۷۵ | ۲۵۲۷ | ۳۰۱۵ | | | | |
| ۱ | ۴ | ۱۳۸۰ | ۱۲۲۲ | ۱۵۲۵ | ۱۸۲۲ | ۱۰۰۱۴۲ | | | | |
| ۲ | ۴ | ۱۳۱۰ | ۱۲۷۰ | ۱۵۲۰ | ۱۷۷۰ | ۲۹۹۱۹۱ | | | | |
| ۲ | ۱ | ۱۳۱۰ | ۱۷۱۹ | ۱۹۱۷۰ | ۲۱۰۹ | ۳۰۰۱۷۷ | | | | |
| ۳ | ۴ | ۱۴۳۰ | ۱۰۱۳۵ | ۱۲ | ۱۷۱۰ | ۲۹۹۱۹۰ | | | | |
| ۳ | ۲ | ۱۴۳۰ | ۰۲۵۰ | ۰۹۱۰ | ۱۱۷۰ | ۲۹۹۱۷۱ | | | | |
| ۴ | ۱ | ۱۴۱۸ | ۰۹۲۲ | ۰۹۳۵ | ۱۲۴۲ | ۱۰۰۱۰۷ | | | | |
| ۴ | ۳ | ۱۴۱۸ | ۰۹۲۰ | ۱۲۹۵ | ۱۷۷۰ | ۱۰۰۱۰۵ | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

**شکل۱۳- فرم اولیه مشاهدات تاکئومتری**

## محاسبات لازم:

**فاصله‌ی افقی:**برای محاسبه طول افقی در این عملیات از رابطه زیر استفاده می شود

$D = k\,(U-L)\,\mathrm{Sin}^2 v$ فاصله‌ی افقی بین دو نقطه

که در آن K ضریب ثابتی است که آن را ۱۰۰ در نظر می گیریم و U و L و V به ترتیب تار بالا،تار پایین و زاویه قائم هستند.

**توجه:**

- ✓ اگر U و L را برحسب mm وارد کنید D نیز برحسب mm محاسبه می شود و اگر بر حسب m وارد نماییدD نیز برحسب m محاسبه می شود.
- ✓ در روش تاکئومتری با کامل کردن فرم، طول هر ضلع دوبار اندازه گرفته می شود( برای مثال طول ضلع AB یکبار زمانی که دوربین روی A مستقر است محاسبه می شود و بار دیگر زمانی که روی B مستقر است) که در نهایت طول هر ضلع مقدار میانگین آن دو مقدار خواهد بود.
- ✓ برای سهولت در محاسبات می توان در زمان نشانه روی به شاخص، V را روی ۱۰۰ یا ۳۰۰ (هر کدام که ممکن بود) قرار داده تا در محاسبات $\sin v$، ۱ یا منفی ۱ شود( ۱۰۰ یا ۳۰۰ به گراد می باشد) و در نهایت $\mathrm{Sin}^2 v = 1$ شود.

## تذکر:

۱.اگر با بررسی محاسبات مشاهده شد که اختلاف در فواصل رفت و برگشت (به عنوان مثال ۱به ۲ با ۲ به ۱) زیاد است به دلیل بالا بودن خطا، برداشت های تاکئومتری آن ضلع مجددا انجام گیرد.

۲.اگر بدلیل خطا، طولی دو یا چند بار بروش تاکئومتری برداشت شد، با ذکر علت خطا همه مشاهدات انجام شده در فرم‌ها ضمیمه گزارش شوند.

**ژیزمان :** زاویه ساعتگرد از امتداد شمال تا امتداد موردنظر را ژیزمان مینامند و با G نمایش میدهند و نقش عمده ای در تعیین و انتقال مختصات دارد.

**نحوی محاسبه ژیزمان** : ابتدا به وسیله قطب نما شمال را پیداکرده ودر کروکی ترسیم نمایید سپس از نقطه اسقراردستگاه به نقطه ی بعدی نشانه روی کرده و ژیزمان یک امتداد را بدست آورده،ژیزمان امتدادهای دیگر را با توجه به ژیزمان ضلع اول محاسبه نمایید.

تذکر: برای محاسبه‌ی ژیزمان از زوایای سرشکن شده در قسمت قبل استفاده نمایید.

**مختصات نقاط :** برای محاسبه مختصات هر نقطه دلخواه، پس از محاسبات زوایا و طولها و محاسبه ژیزمان امتدادها و رسم آنها بر روی کروکی، مختصات نقطه شروع را بعنوان بنچ مارک برابر عددی ثابت فرض کرده( x=1000,y=1000 ) سپس با استفاده از انتقال مختصات، مختصات نقاط دیگر را بدست آورید.

**انتقال مختصات :** اختلاف مختصات $\Delta x, \Delta y$ بین دو نقطه A و B با ژیزمان $G_{AB}$ و فاصله افقی $D_{AB}$ از رابطه‌ی زیربه دست می آید.

$$\Delta x_{AB} = x_{B-}x_A = D_{AB} \times \sin G_{AB} \rightarrow x_B = x_A + D_{AB} \times \sin G_{AB}$$
$$\Delta y_{AB} = y_{B-}y_A = D_{AB} \times \cos G_{AB} \rightarrow y_B = y_A + D_{AB} \times \cos G_{AB}$$

**توجه**

درصورتی که زوایای قرائت شده برحسب گراد باشد، دقت شود در هنگام محاسبه زوایا، واحد ماشین حساب گراد باشد.

**گزارش فاز دوم پروژه عملی:** ضمن بیان دستگاه زوایه یاب و توضیح روند انجام کار در یک فایل WORD با عکس از مراحل انجام کار، فرم‌های چرک‌نویس ترازیابی پر شده **با خودکار آبی** و محاسبات لازم برای محاسبه زاویه و طول بروش تاکئومتری را تحویل دهید. سپس با محاسبه ژیزمان‌ها و نمایش آنها در کروکی اولیه، مختصات رئوس پلیگون را بدست اورید.

**مثال**–در یک عملیات تاکئومتری داده های برداشتی تعدادی از نقاط به صورت جدول زیر می باشد. محاسبات لازم را جهت به دست آوردن فاصله افقی، ژیزمان و مختصات انجام دهید.

| نقطه استقرار | نقطه نشانه‌روی | ارتفاع دستگاه I | تارپایین L | تاروسط Z | تاربالا U | زاویه‌قائم V | زاویه افقی H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 1195 | 432 | 729 | 1025 | 100 | $75^g81^c50^{cc}$ |
| | 4 | | 312 | 643 | 972 | 100 | $397^g52^c50^{cc}$ |
| 2 | 1 | 1380 | 342 | 635 | 930 | 100 | $399^g76^c07^{cc}$ |
| | 3 | | 360 | 650 | 942 | 100 | $160^g30^c02^{cc}$ |
| 3 | 2 | 1488 | 285 | 586 | 865 | 100 | $00^g00^c00^{cc}$ |
| | 4 | | 408 | 660 | 910 | 100 | $92^g35^c50^{cc}$ |
| 4 | 1 | 1500 | 270 | 585 | 918 | 100 | $114^g20^c48^{cc}$ |
| | 3 | | 411 | 662 | 919 | 100 | $00^g00^c00^{cc}$ |

**حل:**

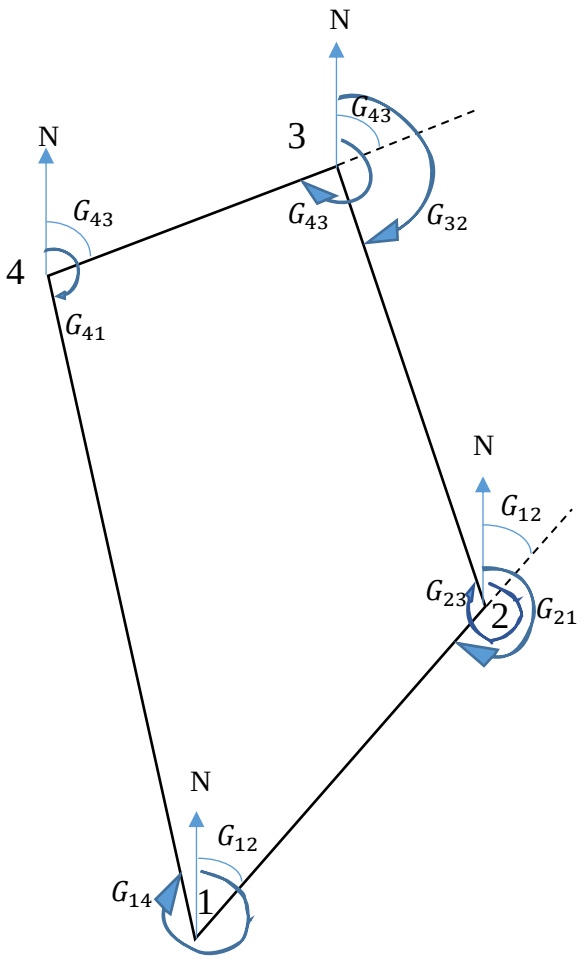
**محاسبه‌ی فاصله افقی**

$$D_{1,2} = 100(1.025 - 0.432) \times \sin^2(100) = 59.30m$$
$$D_{2,1} = 100(0.930 - 0.342) \times \sin^2(100) = 58.80m$$
$$D_1 = \frac{59.30 + 58.80}{2} = 59.05m$$

$$D_{1,4} = 100(972 - 312) \times \sin^2(100) = 66\ m$$
$$D_{4,1} = 100(0.918 - 0.270) \times \sin^2(100) = 64.80\ m$$
$$D_4 = \frac{66 + 64.80}{2} = 65.40m$$

$$D_{2,3} = 100(0.942 - 0.360) \times \sin^2(100) = 58.20m$$
$$D_{3,2} = 100(0.865 - 0.285) \times \sin^2(100) = 58\ m$$
$$D_2 = \frac{58.20 + 58}{2} = 58.1m$$

$$D_{3,4} = 100(0.910 - 0.408) \times \sin^2(100) = 50.20\ m$$
$$D_{4,3} = 100(0.919 - 0.411) \times \sin^2(100) = 50.80\ m$$
$$D_3 = \frac{50.20 + 50.80}{2} = 50.5m$$



**محاسبه‌ی ژیزمان**

ژیزمان امتدادهای دیگر را با توجه به ژیزمان ضلع اول و مطابق شکل صفحه قبل محاسبه میکنیم

$G_{1,2} = 75^g 81^c 50^{cc}$

$G_{2,1} = G_{1,2} + 200 = 275^g 81^c 50^{cc}$

$G_{2,3} = G_{2,1} + \propto_{2,3} = 275^g 81^c 50^{cc} + 160^g 30^c 02^{cc} = 382^g 51^c 52^{cc}$

$G_{3,2} = G_{2,3} - 200 = 182^g 51^c 52^{cc}$

$G_{3,4} = G_{3,2} + \propto_{3,4} = 182^g 51^c 52^{cc} + 92^g 35^c 50^{cc} = 275^g 27^c 42^{cc}$

$G_{4,3} = G_{3,4} - 200 = 75^g 27^c 42^{cc}$

$G_{4,1} = G_{4,3} + \propto_{4,1} = 75^g 27^c 42^{cc} + 114^g 20^c 48^{cc} = 189^g 48^c 30^{cc}$

**محاسبه مختصات**

$x_1 = 1000$

$y_1 = 1000$

$x_2 = x_1 + D_1 \times \sin G_{1,2} = 1000 + 59.05 \times \sin(75^g 81^c 50^{cc}) = 1000 + 59.05 \times 0.93 = 1054.92\text{m}$

$y_2 = y_1 + D_1 \times \cos G_{1,2} = 1000 + 59.05 \times \cos(75^g 81^c 50^{cc}) = 100 + 59.05 \times 0.36 = 1021.26m$

$x_3 = x_2 + D_2 \times \sin G_{2,3} = 1054.92 + 58.1 \times \sin(382^g 51^c 52^{cc}) = 1054.92 + 58.1 \times (-0.26) = 1039.81m$

$y_3 = y_2 + D_2 \times \cos G_{2,3} = 1021.26 + 58.1 \times \cos(382^g 51^c 52^{cc}) = 1021.26 + 58.1 \times 0.96 = 1077.27m$

$x_4 = x_3 + D_3 \times \sin G_{3,4} = 1039.81 + 50.5 \times \sin(275^g 27^c 42^{cc}) = 1039.81 + 50.5 \times (-0.92) = 993.02m$

$y_4 = y_3 + D_3 \times \cos G_{3,4} = 1077.27 + 50.5 \times \cos(275^g 27^c 42^{cc}) = 1077.27 + 50.5 \times (-0.38) = 1058.28$

$x'_1 = x_4 + D_4 \times \sin G_{4,1} = 993.02 + 65.40 \times \sin(189^g 48^c 30^{cc}) = 993.02 + 65.40 \times 0.16 = 1003.45m$

$y'_1 = y_4 + D_4 \times \cos G_{4,1} = 1058.28 + 65.40 \times \cos(189^g 48^c 30^{cc}) = 1058.28 + 65.40 \times (-0.99) = 993.71$

## فاز ۳: برداشت تاکئومتری گوشه‌های ساختمان معماری و ترسیم آن در اتوکد

برداشت تاکئومتری گوشه‌های ساختمان معماری (حداقل ۵ نقطه) و محاسبه مختصات رئوس برداشت شده و ترسیم آن در نرم افزار AutoCAD یا Civil3D.

با استفاده از مختصات رئوس پیمایش سه ضلعی بدست آمده از مراحل قبل در این مرحله می بایست مختصات هر یک از گوشه‌های ساختمان را محاسبه نموده و سپس ترسیم نمایید.

برای رسیدن به ارتفاع هر راس میبایست از روابط زیر استفاده کنید:

$$\Delta H=K(U-L)\sin V\cos V+(I-Z) \qquad (K=100)$$

که با استفاده از رابطه بالا میتوانید به اختلاف ارتفاع نقطه استقرار دوربین با عارضه مورد نظر برسید و با استفاده از رابطه زیر به Z عارضه مورد نظر می رسید.

$$H_{\text{موردنظر}} = H_{\text{نقطه استقرار دوربین}} + \Delta H$$

با استفاده از دو رابطه زیر نیز میتوانید به X و Y عارضه مورد نظر برسید.

$$x_B = x_A + D_{AB} \times \sin G_{AB}$$
$$y_B = y_A + D_{AB} \times \cos G_{AB}$$

* چون $D_{AB}$ و $D_{BA}$ فواصل افقی بدست آمده از روش تاکئومتری هستند ممکن است با هم برابر نباشند بنابراین میانگین آنها به عنوان طول افقی درنظر گرفته میشود.

پس از محاسبه مختصات عارضه های مورد نظر با استفاده از روابط مذکور، نقاط را وارد محیط Auto Cad کنید و در یک نقشه استاندارد (نمونه آن در سایت www.meysameffati.ir موجود است) ترسیم نمایید

**گزارش جامع پروژه عملی**: گزارش جامع عملیات شامل مراحل فاز صفر تا سه را در یک فایل WORD با عکس از مراحل انجام کار، فرم‌های چرک‌نویس و فرم های تکمیلی نهایی، رسم شکل و محاسبات لازم در یک سی دی همراه با پرینت صحافی شده آن را حداکثر تا روز امتحان تحویل دهید. لازم است جهت رفع اشکال فایل گزارش دو هفته قبل از تحویل، به TA و یک هفته قبل از تحویل، به استاد ایمیل گردد.

**لازم به ذکر است دانشجویان محترم به چهار گروه عملی تقسیم شده و سرگروه هر گروه بصورت مجزا گزارش ارسال نمایند.**

**مثال**–در یک برداشت تاکئومتری قرائت هایی به شرح زیر انجام شده است. فاصله‌ی افقی،اختلاف ارتفاع، ژیزمان و مختصات نقاط را تعیین کنید.( $G_A = 149.89$ ,(K=100, A=(100,100,100)

| نقطه استقرار | نقطه نشانه‌روی | ارتفاع دستگاه I | تارپایین L | تاروسط Z | تاربالا U | زاویه‌قائم V | زاویه افقی H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 1430 | 1430 | 1685 | 1940 | 300 | 8.55 |
| | 2 | | 1585 | 1761 | 1938 | 300 | 12.30 |
| | 3 | | 1585 | 1775 | 1965 | 300 | 28.39 |
| | 4 | | 1235 | 1590 | 1945 | 300 | 25.97 |
| | 5 | | 969 | 1309 | 1649 | 300 | 41.74 |
| | 6 | | 1343 | 1433 | 1523 | 300 | 44.73 |
| | 7 | | 1194 | 1246 | 1296 | 300 | 95.38 |
| | 8 | | 1336 | 1450 | 1564 | 300 | 340 |

**حل:**

**محاسبه‌ی فاصله افقی**

*اعداد مربوط به تار بالا، پایین و وسط را برای تبدیل به متر، بر ۱۰۰۰ تقسیم میکنیم.

فاصله افقی $D = K(U - L) \times \sin^2(V)$

$D_{A,1} = 100(1.940 - 1.430) \times \sin^2 300 = 51\ m$

$D_{A,2} = 100(1.938 - 1.585) \times \sin^2 300 = 35.3\ m$

$D_{A,3} = 100(1.965 - 1.585) \times \sin^2 300 = 38\ m$

$D_{A,4} = 100(1.945 - 1.235) \times \sin^2 300 = 71\ m$

$D_{A,5} = 100(1.649 - 0.969) \times \sin^2 300 = 68\ m$

$D_{A,6} = 100(1.523 - 1.343) \times \sin^2 300 = 18\ m$

$D_{A,7} = 100(1.296 - 1.194) \times \sin^2 300 = 10.2\ m$

$D_{A,8} = 100(1.564 - 1.336) \times \sin^2 300 = 22.8\ m$

**محاسبه‌ی ارتفاع نقطه**

فاصله قائم $\Delta H = K(U - L) \times \sin V \times \cos V + (I - Z)$

$\Delta H_{A,1} = 100(1.940 - 1.430) \times \sin 300 \times \cos 300 + (1.430 - 1.685) = -0.255\ m$

$\Delta H_{A,2} = 100(1.938 - 1.585) \times \sin 300 \times \cos 300 + (1.430 - 1.761) = -0.331\ m$

$\Delta H_{A,3} = 100(1.965 - 1.585) \times \sin 300 \times \cos 300 + (1.430 - 1.775) = -0.345\ m$

$\Delta H_{A,4} = 100(1.945 - 1.235) \times \sin 300 \times \cos 300 + (1.430 - 1.590) = -0.16\ m$

$\Delta H_{A,5} = 100(1.649 - 0.969) \times \sin 300 \times \cos 300 + (1.430 - 1.309) = +0.121\ m$

$\Delta H_{A,6} = 100(1.523 - 1.343) \times \sin 300 \times \cos 300 + (1.430 - 1.433) = -0.003\ m$

$\Delta H_{A,7} = 100(1.296 - 1.194) \times \sin 300 \times \cos 300 + (1.430 - 1.246) = +0.184\ m$

$\Delta H_{A,8} = 100(1.564 - 1.336) \times \sin 300 \times \cos 300 + (1.430 - 1.450) = -0.020\ m$

$H_1 = H_A + \Delta H_{1,1} = 100 - 0.225 = 99.775m$

$H_2 = H_A + \Delta H_{1,2} = 100 - 0.331 = 99.669m$

$H_3 = H_A + \Delta H_{1,3} = 100 - 0.345 = 99.655m$

$H_4 = H_A + \Delta H_{1,4} = 100 - 0.160 = 99.840m$

$H_5 = H_A + \Delta H_{1,5} = 100 + 0.121 = 100.121m$

$H_6 = H_A + \Delta H_{1,6} = 100 - 0.003 = 99.997m$

$H_7 = H_A + \Delta H_{1,7} = 100 + 0.184 = 100.184m$

$H_8 = H_A + \Delta H_{1,8} = 100 - 0.020 = 99.980m$

**محاسبه‌ی ژیزمان**

$G_A = 149.89$

$G_{A,1} = 149.89 + 8.55 = 158.44$

$G_{A,2} = 149.89 + 12.30 = 162.19$

$G_{A,3} = 149.89 + 28.39 = 178.28$

$G_{A,4} = 149.89 + 25.97 = 175.86$

$G_{A,5} = 149.89 + 41.74 = 191.63$

$G_{A,6} = 149.89 + 44.73 = 194.62$

$G_{A,7} = 149.89 + 95.38 = 245.27$

$G_{A,8} = 149.89 + 340.00 - 400 = 89.89$

**محاسبه مختصات**

$$x_1 = x_A + D_{A,1} \times \sin G_{A,1} = 100 + 51 \times \sin(158.44) = 130.978m$$
$$y_1 = y_A + D_{A,1} \times \cos G_{A,1} = 100 + 51 \times \cos(158.44) = 59.487m$$

$$x_2 = x_A + D_{A,2} \times \sin G_{A,2} = 100 + 35.3 \times \sin(162.19) = 119.754m$$
$$y_2 = y_A + D_{A,2} \times \cos G_{A,2} = 100 + 35.3 \times \cos(162.19) = 70.744m$$

$$x_3 = x_A + D_{A,3} \times \sin G_{A,3} = 100 + 38 \times \sin(178.28) = 112.71466m$$
$$y_3 = y_A + D_{A,3} \times \cos G_{A,3} = 100 + 38 \times \cos(178.28) = 64.190m$$

$$x_4 = x_A + D_{A,4} \times \sin G_{A,4} = 100 + 71 \times \sin(175.86) = 126.281m$$
$$y_4 = y_A + D_{A,4} \times \cos G_{A,4} = 100 + 71 \times \cos(175.86) = 34.043m$$

$$x_5 = x_A + D_{A,5} \times \sin G_{A,5} = 100 + 68 \times \sin(191.63) = 108.914m$$
$$y_5 = y_A + D_{A,5} \times \cos G_{A,5} = 100 + 68 \times \cos(191.63) = 32.586m$$

$$x_6 = x_A + D_{A,6} \times \sin G_{A,6} = 100 + 18 \times \sin(194.62) = 101.519m$$
$$y_6 = y_A + D_{A,6} \times \cos G_{A,6} = 100 + 18 \times \cos(194.62) = 82.064m$$

$$x_7 = x_A + D_{A,7} \times \sin G_{A,7} = 100 + 10.2 \times \sin(245.27) = 93.342m$$
$$y_7 = y_A + D_{A,7} \times \cos G_{A,7} = 100 + 10.2 \times \cos(245.27) = 92.272m$$

$$x_8 = x_A + D_{A,8} \times \sin G_{A,8} = 100 + 22.8 \times \sin(89.89) = 122.513m$$
$$y_8 = y_A + D_{A,8} \times \cos G_{A,8} = 100 + 22.8 \times \cos(89.89) = 103.605m$$

# فرم ترازیابی

ایستگاه شروع ..............

ایستگاه پایان ...............

موسسه اجرا کننده........................

منطقه و نوع عملیات........................ نوع و شماره دستگاه........................ نوع هوا ........................

عامل........................ تاریخ ........................ ساعت ........................

| ایستگاه station | قرائت عقب BS | قرائت وسط IS | قرائت جلو FS | اختلاف ارتفاع $\Delta H$ | | ارتفاع Height | تصحیح C | ارتفاع تصحیح شده $H_C$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | + | − | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

# برگه قرائت زوایه

ارتفاع دوربین.......... | موسسه اجرا کننده ........................

منطقه و نوع عملیات........................ نوع و شماره دستگاه ........................ آب و هوا ........................

عامل........................ تاریخ ........................ ساعت ........................

| ملاحظات وکروکی | میانگین زاویه | | | قرائت زاویه امتداد | | | ایستگاه نشانه-روی | ایستگاه استقرار |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

# فرم مشاهدات تاکئومتری اضلاع پیمایش

تاریخ: ..... وضعیت جوی: ..... عامل:..... نویسنده: ..... منطقه: ..... نوع دستگاه: .....

| ژیزمان (G) | فاصله افقی محاسباتی (D) | فاصله افقی با متر (d) | زاویه افقی (H) | زاویه قائم (V) | تار بالا (U) | تار وسط (Z) | تار پایین (L) | ارتفاع دستگاه (I) | نقطه نشانه‌روی | نقطه استقرار |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

توجه۱: صفر–صفر در نقطه شروع به سمت شمال انجام می‌گیرد.

توجه۲: فاصله افقی و ژیزمان محاسباتی بوده و سایر المان‌ها مشاهداتی هستند. محاسبات ***فواصل افقی*** بین رئوس و **ژیزمان اضلاع** با رسم کروکی مربوطه ضمیمه فرم گردند.