



گزارش دوره‌ی تابستانی عملیات نقشه‌برداری

ورودی سال ۹۷

علی افخمی - حمیدرضا تیرگردون - مژگان حیدری
علی خوب‌کردار - پردیس سبزعلی - فاطمه نظری - نجمه وجدانی نسب

دکتر عباس عابدینی

مهندس همایون زحمتکش
مهندس یوسف کنعانی
مهندس مجید ملکپور

دانشکده‌ی مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی

دانشکدگان فنی - دانشگاه تهران
نیمسال دوم سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰



روند کلی عملیات برداشت جزئیات

جهت برداشت جزئیات یک منطقه، متداول ترین روش تشکیل یک شبکه با استفاده از تعدادی نقاط ثابت تحت عنوان نقاط کنترل و انجام مشاهدات ژئودتیک در آنها میباشد.

در این پروژه هدف برداشت جزئیات در محوطه دانشکده فنی و محدوده اطراف زمین چمن دانشکده است که کروکی منطقه و نقاط کنترل در گوگل ارث به شکل زیر است.



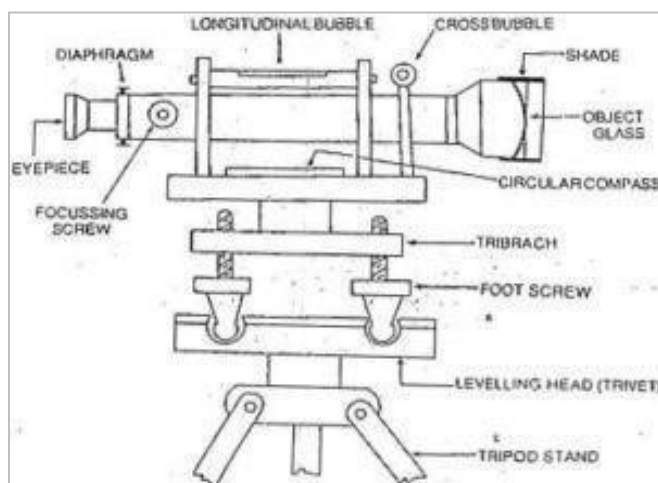
در این پروژه، ابتدا ترازیبی با معلوم در نظر گرفتن ارتفاع یک ایستگاه انجام شده و ارتفاع ۳ ایستگاه برحسب آن تعیین شد. زاویه یابی و توجیه نقاط و سپس طولیابی و درنهایت برداشت جزئیات اقدامات این پروژه بودند.

ترازیابی

ابزار مورد استفاده برای ترازیابی مستقیم بدین شرح می‌باشد:

- **دستگاه ترازباب:** ابزاری اپتیکی است که جهت تعیین اختلاف ارتفاع بین دو نقطه نسبت به هم یا نسبت به یک سطح مبنا استفاده می‌شود. با سه پیچ تراز، محور نشانه روی دوربین به صورت افقی قرار می‌گیرد. ترازباب بر روی سه پایه نصب می‌شود. به کمک ترازباب و شاخص ترازیابی میتوان اختلاف ارتفاع بین دو نقطه را مشخص کرد.

ترازیاب از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده است. از اجزای داخلی ترازباب میتوان به تلسکوپ، ترازها، صفحه مدرج زاویه افقی، پیچهای تنظیم ترابراک و کمپانساتور اشاره کرد.



- **سه پایه:** سه پایه جهت استقرار دوربین طراحی شده است.



- **شاخص ترازیابی:** برای قرائت ارتفاع نقاط از شاخص ترازیابی یا میر استفاده میشود. شاخص میتواند ساده یا بارکد دار باشد. شاخص‌های ساده توسط ترازیاب‌های اتوماتیک و شاخص‌های بارکدی توسط ترازیاب‌های دیجیتال مورد استفاده قرار میگیرد. در این پروژه از شاخص یا میر از جنس آلومینیوم استفاده شده است که دارای ۵ قسمت است که به صورت کشویی داخل یکدیگر قرار میگیرند و ارتفاع آن را در مجموع به ۵ متر میرسازند.



- **تراز نبشی:** تراز نبشی قطعه‌ای فلزی یا پلاستیکی نبشی شکل است که به تراز حباب کروی مجهز میباشد و برای اطمینان از تراز بودن شاخص استفاده می‌شود.



ارتفاع ایستگاه ۱ بطور پیشفرض ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد. سپس با استفاده از شاخص، تراز نبشی و دستگاه تراز یاب ابتدا خطای کولیماسیون و سپس ارتفاع سایر ایستگاه‌ها تعیین شد.

برای تعیین مقدار خطای کولیماسیون، بین ایستگاه ۱ و ۲ یکبار نزدیک به ایستگاه ۱ استقرار کرده و دو طول و دو قرائت عقب و جلو را ثبت میکنیم و سپس نزدیک به ایستگاه ۲ استقرار کرده و دو قرائت عقب و جلو و دو طول را ثبت میکنیم. در نهایت زاویه کولیماسیون از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$i = \frac{\text{مجموع قرائت‌های دور} - \text{مجموع قرائت‌های نزدیک}}{\text{مجموع فاصله‌های دور} - \text{مجموع فاصله‌های نزدیک}}$$

$$i = \frac{(157.6+97.6)-(89.8+165.5)}{(15.80+11.80)-(17+21)} = \frac{255.2-255.3}{27.6-38} = \frac{0.1}{10.4} = 0.00961538 \text{ (rad)}$$

$$e_A = i \times d_A = 0.152$$

پس از تعیین زاویه کولیماسیون تراز یابی را آغاز میکنیم.

ابتدا فاصله بین هر دو ایستگاه متوالی را اندازه گیری کرده و به نوبت وسط هر کدام استقرار میکنیم. استقرار در وسط فاصله بین دو ایستگاه تاثیر خطای کولیماسیون را حذف میکند پس آنرا در ارتفاع‌های محاسبه شده دخالت نمیدهیم. دو شاخص در دو ایستگاه با استفاده از تراز نبشی در راستای شاقول قرار گرفته و تار رتیکول وسط را قرائت میکنیم.

Station.	BS	FS
1	161.4	217.2
2	155	93.5
3	133.7	124.6
4	145	159.6

در این مرحله باید خطای بست ترازیبی محاسبه شده و با حداکثر خطای بست مجاز مقایسه شود تا از محاسبات خود اطمینان یابیم.

خطای بست ترازیبی از رابطه ۱ و حداکثر خطای بست مجاز از رابطه ۲ محاسبه میشود. در رابطه ۲ حداکثر خطای بست مجاز برای ترازیبی درجه ۳ در نظر گرفته شده که k در آن بیانگر متر از کل مسیر ترازیبی بر حسب میلیمتر است.

$$(1): e_L = \sum BS - \sum FS = 595.1 - 594.9 = 0.2$$

$$(2): e_{max} = 12\sqrt{k} = 4.757$$

خطای بست ترازیبی از حداکثر خطای مجاز کمتر است پس عملیات قابل بوده و سرشکنی ارتفاعات آغاز میشود. ابتدا برای هر دو ایستگاه متوالی با فرمول $\Delta H = BS - FS$ اختلاف ارتفاع بین آنها مشخص میشود. با معلوم بودن ارتفاع ایستگاه اول در نهایت میتوان معادله بین معلومات و مجهولات را برقرار کرد و با در نظر گرفتن مجذور

```
clc
clear

A = [1 0 0; -1 1 0; 0 -1 1; 0 0 -1];
L0 = [100.679; 0.304; -0.259; -0.722-100];

d1_2 = 32.82;
d2_3 = 52.5;
d3_4 = 28;
d1_4 = 43.84;

w = [ 1/(d1_2^2) 0 0 0
      0 1/(d2_3^2) 0 0
      0 0 1/(d3_4^2) 0
      0 0 0 1/(d1_4^2)];

dX = pinv(A'*w*A)*A'*w*L0;
```

معکوس فاصله به عنوان ماتریس وزن، ارتفاع ۳ ایستگاه دیگر را محاسبه کرد. (فواصل بین ایستگاه‌ها طول نهایی بین دو ایستگاه است که در قسمت طولیبی نحوه محاسبه آن شرح داده شده است)

به این جهت از کد متلب روبرو استفاده شد:

در نهایت ارتفاع ایستگاه‌های مجهول به صورت زیر است:

$$\begin{pmatrix} H_1 \\ H_2 \\ H_3 \\ H_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 100 \\ 100.6787 \\ 100.9818 \\ 100.7226 \end{pmatrix}$$

زاویه‌یابی

زاویه‌یابی با استفاده از دستگاه توتال استیشن انجام میشود. به اینصورت که ابتدا روی ایستگاه اول استقرار کرده و دوربین را به ایستگاه دوم توجیه میکنیم.

تجهیزات مورد استفاده در این عملیات به شرح زیر است:



- **دستگاه توتال استیشن:** دوربین مساحی یا دوربین نقشه‌برداری ابزاری ست الکترونیکی – اپتیکی که برای نقشه‌برداری و ساخت و ساز مورد استفاده قرار میگیرد. توتال استیشن، تئودولیت دیجیتالی است که به اندازه‌گیری فاصله الکترونیکی برای قرائت طول مایل دستگاه تا نقطه خاص و یک کامپیوتر داخلی برای جمع‌آوری اطلاعات و به دست آوردن پیشرفته مختصات براساس محاسبات مجهز شده است.



- **ژالن:** ابزاریست درجه‌بندی‌شده شبیه به نیزه به طول دو تا سه متر و به قطر تقریبی ۳ سانتیمتر. انتهای ژالن بر روی نقاط مورد نظر قرار میگیرد. به منظور اطمینان حاصل کردن از تراز بودن ژالن، یک حباب کروی در کنار ژالن تعبیه شده است. از این وسیله برای مشخص کردن امتداد دو نقطه که در یک ارتفاع یا راستا نیستند استفاده میشود.



- **رفلکتور:** منشور نقشه برداری یا رفلکتور نقشه برداری جهت اندازه‌گیری طول به وسیله ی EDM در توتال استیشن استفاده می شود. این وسیله در حقیقت منعکس کننده نور لیزر دوربین های نقشه برداری می باشد.

جهت توجیه کردن دوربین باید ابتدا در منوی Program گزینه Set Job را انتخاب کرده و فولدر مخصوص پروژه خود را میسازیم. سپس در جاب تعریف شده، در قسمت EDM تنظیمات مخصوص به درجه حرارت روز را مشخص میکنیم.

دوربین را روی ایستگاه ۱ مستقر کرده و تراز و سانتراژ میکنیم. سپس دوربین را به ایستگاه ۲ توجیه کرده و سپس خود دوربین را به سمت ایستگاه ۴ می‌چرخانیم. گزینه Measure را زده و زاویه افقی مورد نظر را ثبت میکنیم.

برای زاویه‌یابی از روش کوپل استفاده میکنیم، به همین دلیل برای هر ایستگاه ۲ بار قرائت را انجام میدهیم، که قرائت دوم ۱۸۰ درجه با قرائت اول فاصله دارد. درنهایت از دو زاویه نهایی میانگین گرفته و به عنوان زاویه افقی ثبت میکنیم.

به همین ترتیب روی ۳ ایستگاه دیگر هم دوربین را استقرار و توجیه کرده و امتدادها را قرائت و زوایای نهایی را محاسبه میکنیم.

ثانیه	دقیقه	درجه	قرائت	کوپل	ایستگاه استقرار
0	0	0	214	1	1
36	19	94			
53	18	274	412		
55	57	359			
0	0	0	214	2	
28	20	94			
6	20	274	412		
4	0	0			
12	0	0	123	1	2
34	10	280			
48	10	100	321		
20	50	169			

		2	123	0	0	0
				280	9	9
			321	100	10	36
				179	58	59
	3	1	234	0	0	0
				276	52	41
			432	96	51	59
				179	59	25
		2	234	0	0	2
				276	51	28
			432	96	53	43
				180	0	50
	4	1	341	0	0	44
				257	18	53
			143	77	19	13
				180	0	0
		2	341	0	0	4
				257	14	46
			143	77	13	38
				179	57	53

درنهایت از کوپل‌های قرائت شده میانگین گرفته و به عنوان زاویه افقی ثبت میکنیم.

در این مرحله باید خطای بست زاویه یابی را حساب کرده و با حداکثر آن مقایسه کنیم. رابطه ۱ برای محاسبه خطای زاویه‌یابی و رابطه ۲ حداکثر خطای مجاز زاویه‌یابی میباشد.

$$(1): e_{\alpha} = \sum \alpha - [(n - 2) \times 180] = 360.0056 - 360 = 0.0056$$

$$(2): f_{amax} = 2.5 \times d_{\alpha} \times \sqrt{\frac{n}{m}} = 2.5 \times \frac{7\sqrt{2}}{2} \times \frac{1}{2} = 6.187$$

خطای بست قابل قبول بوده و سرشکنی زوایا را انجام میدهیم. درنهایت زوایای داخلی نهایی برابر خواهد بود با:

2,1,4,94.3383

1,2,3,79.8267

2,3,4,83.1226

3,4,1,102.7174

طول‌یابی

برای طول‌یابی از همان دستگاه توتال استیشن و منوی Programs استفاده می‌کنیم.

ابتدا روی ایستگاه ۱ دوربین را مستقر کرده و تراز و سانتراژ می‌کنیم. رفلکتور را روی ایستگاه ۲ تراز کرده و ۱۰ بار با استفاده از گزینه Measure طول مربوطه را قرائت می‌کنیم. درنهایت از این ۱۰ قرائت میانگین گرفته و به عنوان طول نهایی بین دو ایستگاه ثبت می‌کنیم.

درنهایت بین هردو ایستگاه ۲ طول نهایی داریم که در محاسبه مختصات ایستگاه‌ها، از این دو طول نیز میانگین گرفته خواهد شد.

طول نهایی قرائت شده برابر است با:

1,2,32.82146
1,4,43.69811
2,1,32.81298
2,3,52.59216
3,2,52.58406
3,4,28.04249
4,1,43.66673
4,3,28.03784

برداشت جزئیات

برای برداشت جزئیات، باید ابتدا شبکه تشکیل شده باشد. برای تشکیل شبکه باید مختصات ۴ ایستگاه خود را داشته باشیم.

به این جهت باید از معادلات ژئودتیک و سرشکنی کمترین مربعات استفاده کرد. با توجه به معادله مشاهدات طول و امتداد که معادلات غیر خطی از مشاهدات نسبت به مجهولات هستند، باید مقدار اولیه برای مختصات‌ها داشته باشیم.

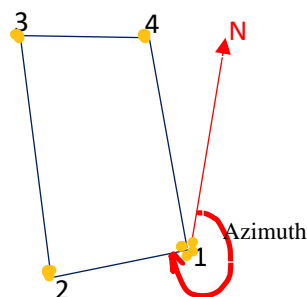
مقدار اولیه مختصات‌ها را میتوان از روش‌های مختلفی در نظر گرفت. یک روش استفاده از مختصات ماهواره‌ای GPS است. همچنین میتوان مختصات دلخواه معلوم برای یکی از ایستگاه‌ها در نظر گرفت و مختصات اولیه سایر ایستگاه‌ها را باتوجه به آن برآورد کرد.

در این پروژه مختصات ایستگاه اول به دلخواه $\begin{pmatrix} 1000 \\ 1000 \\ 100 \end{pmatrix}$ در نظر گرفته شد و با استفاده از معادلات زیر، مختصات اولیه ۳ ایستگاه دیگر نیز برآورد شد. در این روابط از طول نهایی برآورد شده بین ۲ ایستگاه در مرحله طولیابی و زوایای افقی نهایی برای محاسبه زیزمان بین دو ایستگاه استفاده شد. همچنین شکل شبکه نیز در این مرحله قابل ترسیم است.

آزیموت شبکه نیز بطور تقریبی با استفاده از شکل شبکه و قطب نما و زاویه‌یابی محاسبه شد.

$$\Delta x_{AB} = l_{AB} \sin G_{AB}$$

$$\Delta y_{AB} = l_{AB} \cos G_{AB}$$



```
x1 = 1000;
y1 = 1000;

x2 = ((32.82146+32.81298)/2)*sind(Az(1,3))+x1;
y2 = ((32.82146+32.81298)/2)*cosd(Az(1,3))+y1;

az23 = Az(1,3) + 180 - (79.8296);
x3 = ((52.59216+52.58406)/2)*sind(az23)+x2;
y3 = ((52.59216+52.58406)/2)*cosd(az23)+y2;

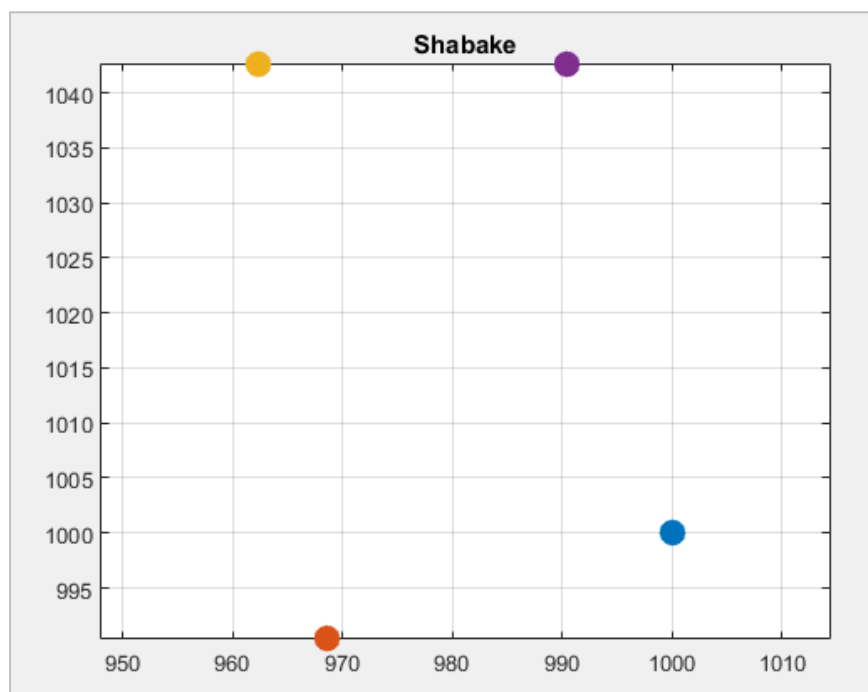
az34 = az23 - 180 - (83.1208);
x4 = ((28.03784+28.04249)/2)*sind(az34)+x3;
y4 = ((28.03784+28.04249)/2)*cosd(az34)+y3;

az45 = az34 + 180 - (102.7174);
x5 = ((43.69811+43.666739)/2)*sind(az45)+x4;
y5 = ((43.69811+43.666739)/2)*cosd(az45)+y4;

az12_2 = az45 + 180 - (94.3378);
```

در نهایت مختصات اولیه ایستگاه‌ها به شرح زیر است:

$$\begin{pmatrix} x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \\ x_3 & y_3 \\ x_4 & y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1000 & 1000 \\ 968.6167 & 990.4052 \\ 962.3631 & 1042.620 \\ 990.4033 & 1042.595 \end{pmatrix}$$



پس از محاسبه مختصات اولیه نوبت به محاسبه خطای پیمایش میرسد. برای محاسبه خطای پیمایش، باید مختصات مسطحاتی اولیه و نهایی را از یکدیگر کم کنیم تا خطا در هر جهت حاصل شود و سپس برآیند آنها به عنوان خطای نهایی پیمایش خواهد بود که باید کمتر از حداکثر خطای مجاز باشد.

$$f = \pm \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

حداکثر خطای مجاز در پیمایش نیز از رابطه زیر محاسبه میشود:

$$e_{max} = \frac{\sqrt{2}}{4} * L * 2.5 * d\alpha_{rad} * \sqrt{\frac{n}{2}}$$

در اینجا ۴ ایستگاه وجود دارد پس n برابر ۴ است.

```
emax = 2.5*(2^0.5)*0.25*157.15422*((4/2)^0.5)*(15*(1/10000));

fx = (((32.82146+32.81298)/2)*sind(Az(1,3))) + (((52.59216+52.58406)
fy = (((32.82146+32.81298)/2)*cosd(Az(1,3))) + (((52.59216+52.58406)

e_peymayesh = ((fy^2)+(fx^2))^0.5;
```

خطای پیمایش کمتر از حداکثر خطای مجاز است بنابراین عملیات قابل قبول بوده و میتوان اقدام به سرشکنی کرد.

پس از برآورد مختصات اولیه، نوبت به سرشکنی مختصات‌ها میرسد.

میدانیم که در روند سرشکنی باید از معادلات نسبت به مجهولات مشتق گرفت که در اینجا معادلات ما معادلات طول و امتداد و مجهولات مختصات مسطحاتی هستند. از ماتریس معادلات نسبت به ماتریس مجهولات با استفاده از دستور Jacobian مشتق میگیریم و با مقادیر اولیه محاسبه شده، مختصات نهایی ایستگاه‌ها را به دست می‌آوریم.

```
% Loop -----

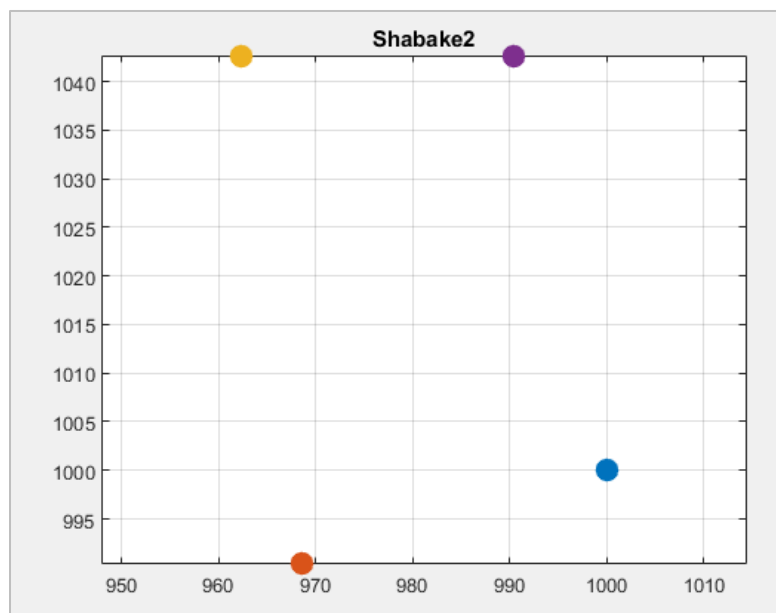
L0 = eval(EE);
LO = y_1;
dL = L0-LO;
A = eval(TT);
dXX = (pinv(A'*w*A))*A'*w*dL;
x2 = x2 + dXX(1); y2 = y2 + dXX(2);
x3 = x3 + dXX(3); y3 = y3 + dXX(4);
x4 = x4 + dXX(5); y4 = y4 + dXX(6);
repeat = 0;
while norm(dXX)>10^-6
    L0 = eval(EE);
    dL = LO-L0;
    A = eval(TT);

    dXX = (pinv(A'*w*A))*A'*w*dL;

    x2 = x2 + dXX(1); y2 = y2 + dXX(2);
    x3 = x3 + dXX(3); y3 = y3 + dXX(4);
    x4 = x4 + dXX(5); y4 = y4 + dXX(6);
    repeat = repeat+1;
end
v = A*dXX-dL;
Qx1 = (A'*w*A)^-1;
disp 'Coordinates (x1 y1 x2 y2 x3 y3 x4 y4) >>>';
X1 = [x1;y1;x2;y2;x3;y3;x4;y4];
```

مختصات نهایی نقاط کنترل شبکه به شرح زیر است:

$$\begin{pmatrix} X_1 & Y_1 \\ X_2 & Y_2 \\ X_3 & Y_3 \\ X_4 & Y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1000 & 1000 \\ 968.6208 & 990.4021 \\ 962.3649 & 1042.616 \\ 990.4072 & 1042.600 \end{pmatrix}$$



پس از تعیین مختصات نهایی نقاط کنترل، نوبت به برداشت جزئیات میرسد.

ابتدا دوربین روی یکی از نقاط کنترل مستقر شده و تراز و سانتراژ میشود. سپس به نقطه کنترل دلخواه دیگر نشانه‌روی شده و اطلاعات ۲ نقطه به عنوان استیشن‌های یک Job وارد دوربین میشود. (در حقیقت برای توجیه کردن مکان دوربین، معمولاً دسترسی به مختصات دو نقطه کنترل یا یک نقطه کنترل و آزمون امتداد آن تا نقطه کنترل مجاور، کافیهست. اما بهتر است مختصات همه نقاط کنترل وارد شود).

دوربین باید با توجه به مکان قرار گرفته، توجیه شود. همانطور که گفته شد دو روش برای این کار وجود دارد. استفاده از دو مختصات، و یا استفاده از یک مختصات و یک آزمون.

پس از توجیه شدن دوربین و قابل قبول بودن خطای مختصات، جزئیاتی که از نقطه کنترل فعلی قابل نشانه‌روی هستند، به ترتیب برداشت میشوند. اگر جزئیات قابل دسترسی باشند و رفلکتور روی آنها قرار گیرد از حالت Prism-Standard دوربین استفاده میشود و اگر قابل دسترسی نباشند از حالت NonPrism-Standard استفاده میشود که میتوان بدون حضور رفلکتور نشانه روی کرد. همچنین دقت شود که تنظیمات دوربین برای هر حالت متفاوت است و باید چک شود.

طبق همین روش، سایر جزئیات از سایر نقاط کنترل نیز برداشت میشوند. نقاطی که از هیچ یک از نقاط کنترل قابل دید نباشند به روش Free Station برداشت میشوند. یعنی استقرار دوربین در نقطه‌ای دلخواه خارج از ایستگاه‌ها خواهد بود. پس از استقرار دوربین، دوربین با نشانه‌روی به دو نقطه کنترل توجیه شده و برداشت جزئیات از سر گرفته میشود. این روش به روش تقاطع معروف است.

حین انجام عملیات برداشت جزئیات، برای بالا رفتن دقت کار و جلوگیری از بروز خطای احتمالی بهتر است کروکی منطقه تحت برداشت رسم شود و در هنگام نقشه کشی شکل حدودی نقشه ترسیمی مشخص باشد.

لازم به ذکر است به هنگام ترسیم کروکی بهتر است شماره برداشت هر نقطه نیز یادداشت شود.

به منظور تهیه نقشه مسطحاتی، فقط برداشت جزئیاتی که از دید بالا مشخص‌اند حائز اهمیت است، اما در تهیه نقشه سه بعدی همه عوارض دارای ارتفاع متفاوت نیز باید برداشت شوند.

به هنگام توجیه دوربین به منظور کاهش خطا، بهتر است که ژالن قرار گرفته بر روی نقطه کنترل هدف، به وسیله ژالن نگهدار ثابت شود. به هنگام برداشت جزئیات انجام دادن این مرحله ضروری نیست.

برداشت جزئیات با GPS به دو روشی RTK و Base-Rover:

در قسمت برداشت جزئیات با دستگاه جی پی اس به یک دستگاه جی پی اس ، ژالون و یک کنترلر نیاز است و البته نیاز به وصل شدن به اینترنت برای دریافت داده ها از base است و در این بخش دستگاه جی پی اس به عنوان rover است.

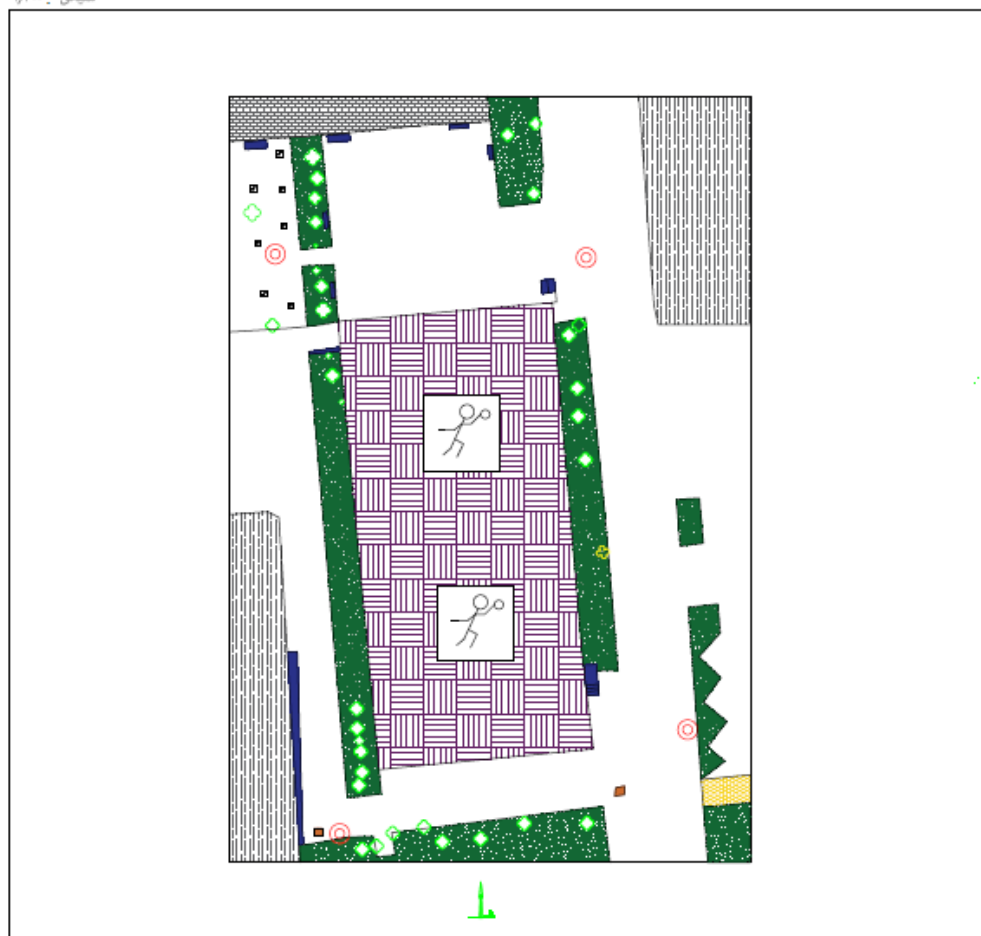
بخش بعدی که به عنوان تنظیمات اولیه محسوب می شود این است که باید در سامانه شمیم یک اکانت داشته باشید و بعد این اکانت را به کنترلر معرفی کرده تا به سامانه شمیم وصل شود و داده ها را از آن دریافت کند .

بعد از تنظیمات اولیه کنترلر را به دستگاه جی پی اس نزدیک کرده تا به هم وصل شوند البته این کار را با بلوتوث هم میشود انجام داد و شرط تمامی این فرآیند ها روشن بودن دستگاه جی پی اس می باشد .

بنابراین برای برداشت جزئیات ابتدا باید مراحل بالا انجام شود و سپس شروع به انجام کار کنید و انجام این عملیات به این صورت است که باید تمامی عوارض محدوده مشخص شده را برداشت کرد پس وارد بخش survey شده یک job ساخته سپس ... را زده تا شروع به برداشت جزئیات کند و برای برداشت یک دکمه روی کنترلر وجود دارد که وقتی آن را بزنید داده ها برداشت شده و در پروژه تعریف شده ذخیره شده و در آخر می توان از آن برای ترسیم نقشه محدوده مورد نظر استفاده کرد .

برداشت جزئیات به این صورت است که مثلا برای برداشت جداول دو نقطه از گوشه آن را برداشت کرده و دو نقطه هم در وسط جداول را برداشت کرده و این فرایند را برای انتهای جداول هم انجام می شود و در هر بار ایستادن در نقطه مورد نظر آن دکمه را در روی کنترلر فشار دهید تا این نقطه برداشت شود بعد به سراغ نقطه بعدی روید و این کار را برای تمامی عوارض انجام دهید بعد از برداشت کردن کل محدوده به سراغ خروجی گرفتن از داده ها رفته که برای اینکار به قسمت transfer وارد شده و پروژه مورد نظر خود را آورده سپس می توان به فرمت های مختلف از آن خروجی گرفت بعد از خروجی گرفتن می توان با بلوتوث آن را انتقال داده به گوشی خود و سپس داده ها را وارد لبتاب کرده و در بخش سیویل باز کرده و شروع به وصل کردن نقاط به هم کرده تا محدود مورد نظر مشخص شود.

مقیاس : ۱/۳۰۰



علائم LEGEND	
	ایستگاه اصلی
	نک درخت GREEN TREE
	سنگ فرش
	درزنی SPOUT
	چمن LAKE
	بلوک ساختمانی BUILDING BLOCK
	سکو و پله PLATFORM
	دریچه آب WATER MANHOLE
ترسیم کننده : Ali Afkhami HamidReza Tirgardoost Mojgan Haydari Ali KhoobKerdar Paride Sabzali Fateme Nazari Najmeh VejdaniNasab	
سفارش دهنده: دانشگاه تهران	
تاریخ : 1401/05/28	

پیاده سازی قوس با Total Station

در این بخش از عملیات به وسیله نقشه ترسیم شده در **Civil 3D** و ساخت **Alignment** مختصات یک قوس را به ما به عنوان خروجی می‌دهد. هدف ما در این بخش پیاده سازی این نقاط با دستگاه توتال می‌باشد. این مختصات به گونه زیر است:

شماره نقطه	مختصات		
332	993.4724	1036.6058	0
333	993.4724	1037.1058	0
334	993.4724	1037.6058	0
335	993.4724	1038.1058	0
336	993.4724	1038.6058	0
337	993.4724	1039.1058	0
338	993.4724	1039.6058	0
339	993.4701	1040.1058	0
340	993.4305	1040.604	0
341	993.3416	1041.0958	0
342	993.2045	1041.5764	0
343	993.0203	1042.0411	0
344	992.791	1042.4852	0
345	992.5188	1042.9043	0
346	992.2064	1043.2945	0
347	991.8569	1043.6517	0
348	991.4737	1043.9725	0
349	991.0605	1044.2538	0
350	990.6215	1044.4927	0
351	990.161	1044.6869	0
352	989.6835	1044.8345	0
353	989.1937	1044.9341	0
354	988.6965	1044.9846	0
355	988.1967	1044.9855	0
356	987.6986	1044.9424	0
357	987.2011	1044.8924	0
358	986.7037	1044.8424	0
359	986.2062	1044.7924	0
360	985.7087	1044.7424	0
361	985.2112	1044.6924	0
362	984.7137	1044.6425	0
363	984.2162	1044.5925	0
364	983.7187	1044.5425	0

365	983.2212	1044.4925	0
366	982.7237	1044.4425	0
367	982.2262	1044.3925	0
368	981.7287	1044.3425	0
369	981.2312	1044.2925	0
370	980.7337	1044.2425	0
371	980.2362	1044.1925	0
372	979.7387	1044.1425	0
373	979.2412	1044.0925	0
374	978.7437	1044.0425	0
375	978.2462	1043.9925	0
376	977.7488	1043.9426	0

بدین منظور وسائل مورد نیاز ما به شرح زیر است:

- دستگاه توتال استیشن
- سه پایه
- ژالون
- منشور
- گچ

در ادامه ابتدا دستگاه را در یک ناحیه (که به مختصات قوسی که در **Civil 3D** طراحی شده، دید داشته باشد) قرار می دهیم و دستگاه توتال را به وسیله سه پایه و قسمت تراز دستگاه توتال، تراز می کنیم. در ادامه دستگاه توتال را نسبت به دو ایستگاه که از قبل مشخص شده اند توجیه می کنیم. (یعنی ابتدا به این دو ایستگاه نشانه روی می کنیم و مختصات این ایستگاه ها را که به وسیله کد متلب - که در فایل های ضمیمه شده ارسال میگرد-وارد دستگاه توتال می کنیم).

پس از توجیه دستگاه ابتدا به قسمت **StakeOut** به منظور پیاده سازی قوس رفته و زاویه **Horizontal** را صفر می کنیم و سپس مختصات بدست آمده از **Civil 3D** را در دستگاه وارد می کنیم. سپس ژالون را جابه جا می کنیم تا بتوان به وسیله دوربین آن را مشاهده کرد و دکمه **Dist** را می زنیم. سپس دستگاه یک عدد را می دهد که مشخص می کند نسبت به جایی که ژالون قرار گرفته چقدر باید جابه جا شد تا با دقت بهتری به نقاط را بتوانیم پیاده سازی کنیم. پس از این که به دقت مطلوب رسیدیم با گچ آن نقطه را روی زمین مشخص می کنیم. در آخر قوسی را پیاده سازی خواهیم کرد که مختصات آن را در سیویل بدست آورده بودیم.

نکاتی که باید در این پیاده سازی قوس با توتال استیشن توجه نمود:

- ۱- زمانی که زاویه **Horizontal** را صفر می کنیم و سپس مختصات بدست آمده از **Civil 3D** را در دستگاه وارد می کنیم، دوربین را نباید در راستای افقی جابه جا نمود و تنها میتوان در راستای عمود جابه جا کرد تا ژالون را پیدا کنیم.
- ۲- زمانی که به سمت ژالون نشانه روی کردیم و دستگاه یک دقت را به ما داد، اگر دقت منفی بود به اندازه دقت مشخص شده به سمت دوربین (رو به جلو) و در صورت دقت مثبت به اندازه دقت از دوربین دور (به سمت عقب) می شویم.



*ویدئوهای مربوط به انجام پروژه در فایل های ارسالی ضمیمه شده است.

پیاده سازی قوس با GPS

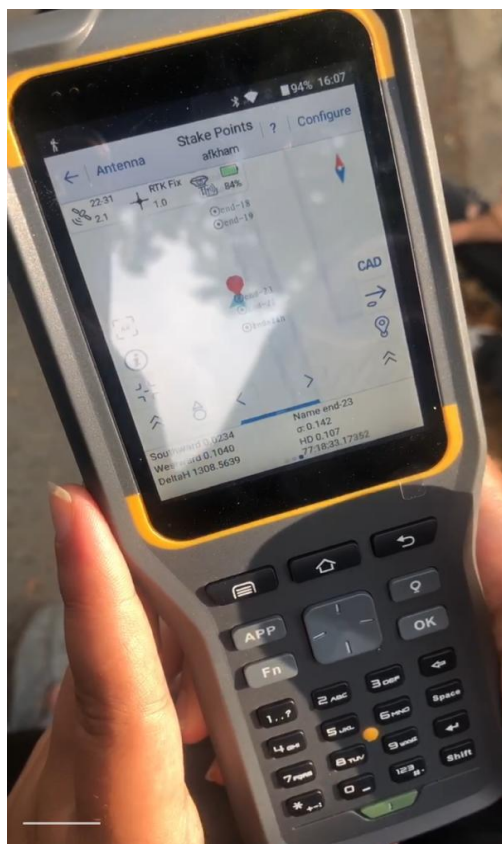
همانند قسمت پیاده سازی قوس با توتال در این بخش نیز به وسیله نقشه ترسیم شده در **Civil 3D** و ساخت **Alignment** مختصات یک قوس را بدست می آوریم. دستگاه مورد استفاده در این پروژه **Target H** به ارتفاع ۱.۶۱ متر و ارتفاع **GPS**، ۱.۳۶ متر میباشد مختصات این نقاط به شرح زیر است:

شماره نقطه	مختصات	
1	534923	3953457
2	534923	3953458
3	534923	3953459
4	534923	3953460
5	534923	3953461
6	534923	3953462
7	534923	3953463
8	534923	3953464
9	534923	3953465
10	534923	3953466
11	534922.8	3953467
12	534922.4	3953468
13	534921.8	3953469
14	534921	3953469
15	534920.2	3953470
16	534919.3	3953470
17	534918.3	3953470
18	534917.3	3953470
19	534916.3	3953470
20	534915.3	3953470
21	534914.3	3953470
22	534913.3	3953470
23	534912.3	3953470
24	534911.3	3953470
25	534910.3	3953470

هم چنین یک دستگاه **GPS** را به عنوان بیس میگیریم که مختصات آن را داریم که آن را روی سه پایه در حالت تراز قرار می دهیم (در حالت ثابت) و یک دستگاه **GPS** را به سر یک ژالون وصل می کنیم که نسبت به دستگاه **GPS** تراز شده توجیه شده است (روور). هم چنین در ادامه پس از تنظیم کردن تنظیمات در کنترل مربوط به **GPS**، مختصات نقاط بدست آمده را در دستگاه **GPS** وارد نموده و دستگاه را در حالت تراز نگه می داریم و در دستگاه مقدار جابه جایی در ۴ جهت شمال، جنوب، غرب و

شرق را نشان خواهد داد. پس از قرار دادن در ناحیه دقیق آن، آن نقطه را بر روی زمین با اسپری رنگ علامت خواهیم زد. در این روش نیز مانند روش قبل یک دقت را نمایش می‌دهد که بر اساس این دقت میتوان ژالون را جابه‌جا کرد و در جای دقیق‌تر قرار داد و سپس با اسپری نقطه را نشان دهیم.

تصاویر این پیاده‌سازی و قوس‌نهایی به شکل زیر خواهد شد:





* ویدئوهای مربوط به انجام پروژه در فایل های ارسالی ضمیمه شده است.

پیاده سازی ستون

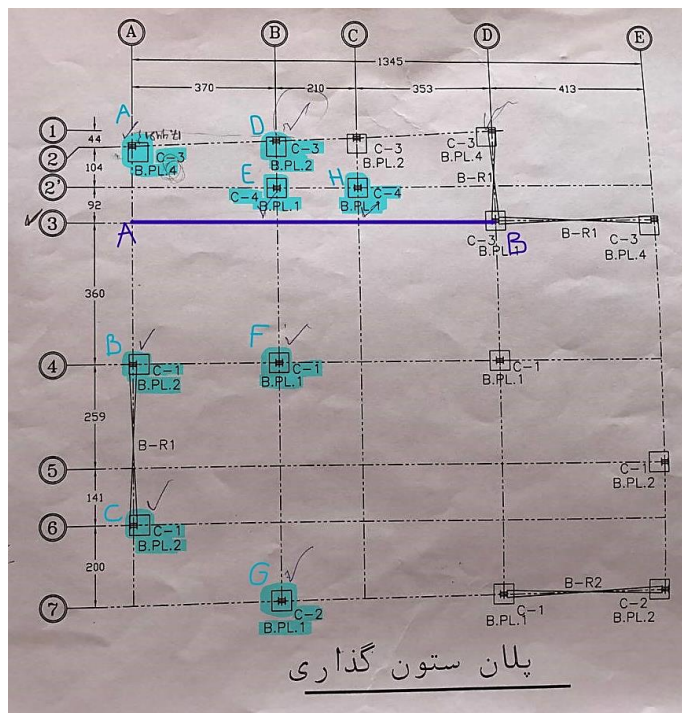
برای پیاده سازی ستون به وسیله ی دوربین توتال استیشن TS02 ، از روش **Refrence Line** استفاده می کنیم.

وسائل مورد نیاز به شرح زیر است:

- دستگاه توتال استیشن
- سه پایه
- ژالون
- مینی منشور
- گچ یا اسپری رنگ

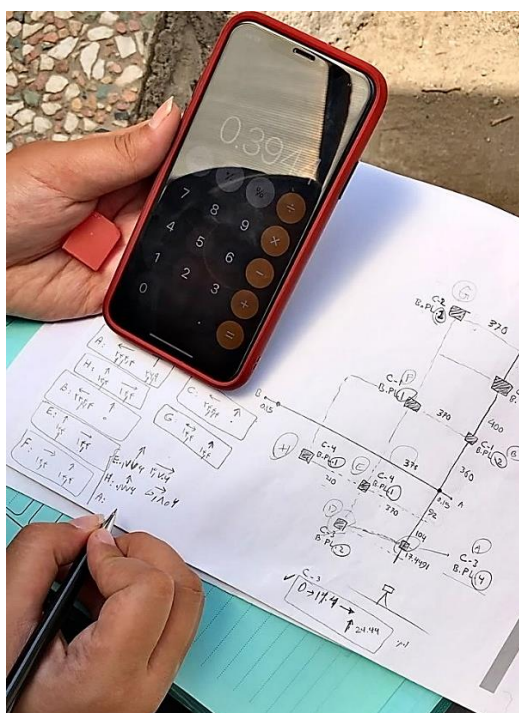
در ادامه ابتدا باید خط مرجع (**Refrence Line**) را روی نقشه پلان ستون ها و همچنین بر روی زمین مشخص کنیم. **Refrence Line** یک خط فرضی و قراردادی است که مشخص می کند تمامی محاسبات باید نسبت به این خط انجام شود و به نوعی خط کمکی نیز می باشد. بعد از مشخص کردن خط مرجع ، دوربین را در یک ناحیه که به خط مرجع و نقاط مورد پیاده سازی دید داشته باشد ، قرار می دهیم. سپس دوربین را به وسیله سه پایه و حباب تراز دوربین ، تراز می کنیم. تنظیمات اولیه دوربین نظیر دما ، فشار ، نحوه قرائت دستگاه (با رفلکتور ، بدون رفلکتور و ...) ، ارتفاع دوربین و ... را انجام می دهیم. (در این بخش قرائت با مینی منشور و حالت **prism** انجام شده است). به قسمت **Refrence Line-StakeOut** رفته ، زاویه **Horizontal** را صفر می کنیم و به نقطه اول و ابتدایی خط مرجع (نقطه A) نشانه روی می کنیم و آن را قرائت می کنیم. سپس به نقطه دوم و انتهایی خط مرجع (نقطه B) نشانه روی می کنیم و آن را قرائت می کنیم. اکنون دوربین نسبت به خط مرجع توجیه شده است.

در تصویر زیر **Refrence Line** و ستون هایی که قرار است پیاده سازی شوند ، نشان داده شده اند:



*نقشه پلان ستون گذاری

اکنون باید فواصل افقی و قائم تمامی ستون ها (از روی نقشه پلان ستون گذاری) نسبت به خط مرجع اندازه گیری شوند. باید دقت شود که فاصله آکس ستون ها از خط مرجع محاسبه می شود.

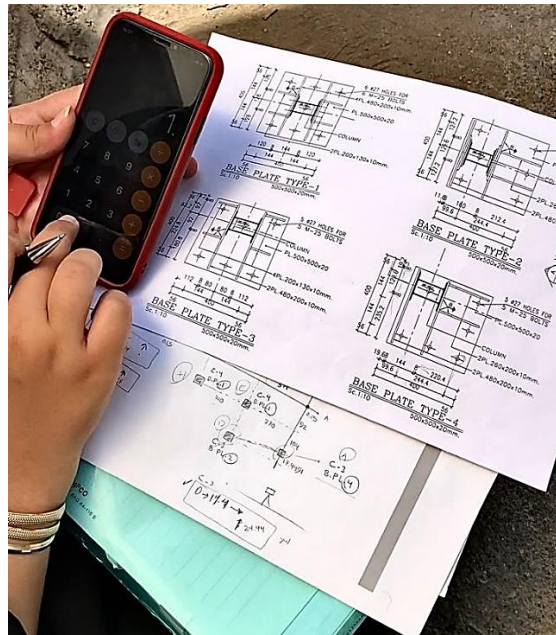


پس از انجام محاسبات ، شروع به پیاده سازی ستون ها می کنیم. مختصات X و Y (فاصله افقی و عمودی) آکس ستون ها نسبت به خط مرجع که در مرحله قبل به دست آورده بودیم را در دوربین وارد می کنیم. به صورت تقریبی مینی منشور را روی محل ستون مورد نظر (با نگاه از روی نقشه) نگاه داشته ، دوربین را به سمت آن نشانه روی می کنیم ، دوربین را در راستای افقی به کمک پیچ سمت راست دوربین می چرخانیم تا زاویه افقی تقریباً صفر شود ، ژالون را جابه جا می کنیم تا بتوان به وسیله دوربین آن را مشاهده کرد و سپس دکمه **Dist** را می زنیم. در این مرحله دوربین میزان جا به جایی در راستای عمودی (نسبت به دوربین) را به صورت یک عدد به ما می دهد که مشخص می کند نسبت به جایی که ژالون قرار گرفته چقدر باید جابه جا شد تا در محل دقیق ستون قرار بگیریم. ژالون را مطابق عددی که در دوربین داده شده در راستای عمود بر دوربین جا به جا می کنیم ، دوربین را فقط در راستای قائم جا به جا می کنیم تا ژالون را پیدا کنیم و سپس دکمه **Dist** را می زنیم. این کار را تا جایی که دقت اندازه گیری به زیر ۳-۲ میلی متر برسد ادامه می دهیم.

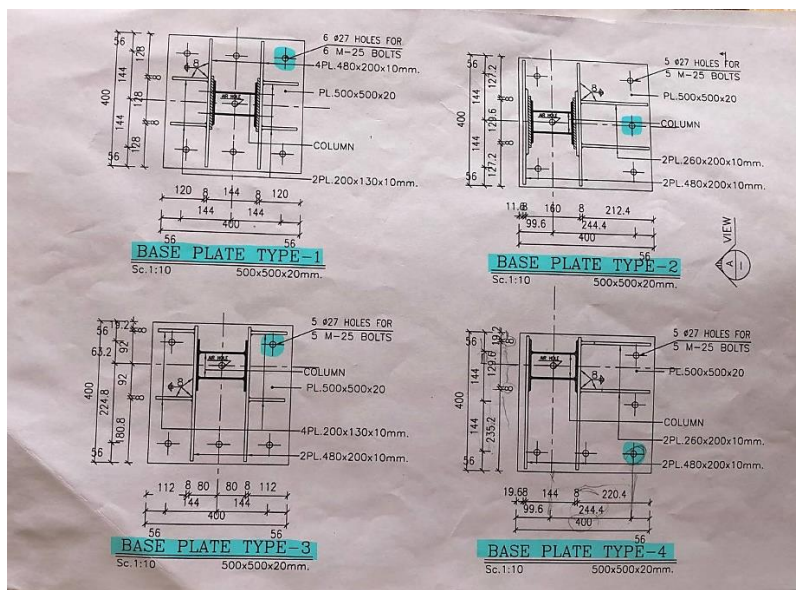


مراحل را برای تمامی ستون ها تکرار می کنیم و پس از این که به دقت مطلوب رسیدیم با اسپری رنگ یا گچ آن نقطه را روی زمین مشخص می کنیم.

برای پیاده سازی جزئیات صفحه ستون ها باید با بررسی نقشه پلان ستون گذاری ، تیپ صفحه ستون مورد نظر را پیدا کرد و در نقشه جزئیات صفحه ستون ها محاسبات مربوط به فاصله افقی و عمودی بولت ها نسبت به آکس ستون را اندازه گیری کرد. و نهایتا تمامی مراحل دقیقا مشابه پیاده سازی آکس ستون ها انجام می شود و برای هر ستون پیاده سازی شده ، بولت مربوطه را در صفحه ستون آن پیاده سازی می کنیم. در کار عملیاتی که انجام شد تنها یکی از بولت ها از هر صفحه ستون پیاده سازی شد.



در تصویر زیر جزئیات و بولت های صفحه ستون هایی که قرار است پیاده سازی شوند ، نشان داده شده اند:

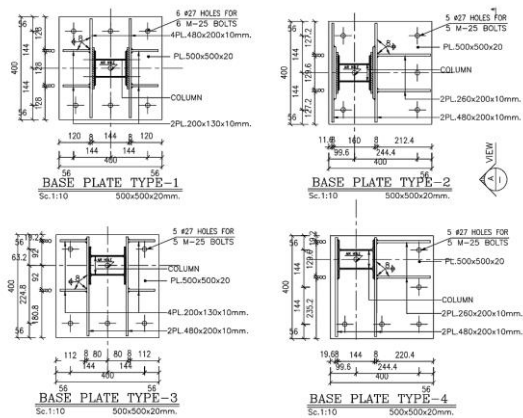
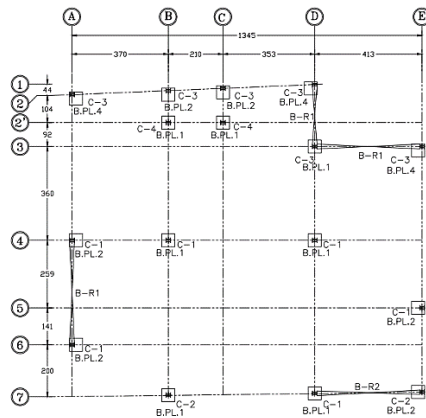


*نقشه جزئیات صفحه ستون ها

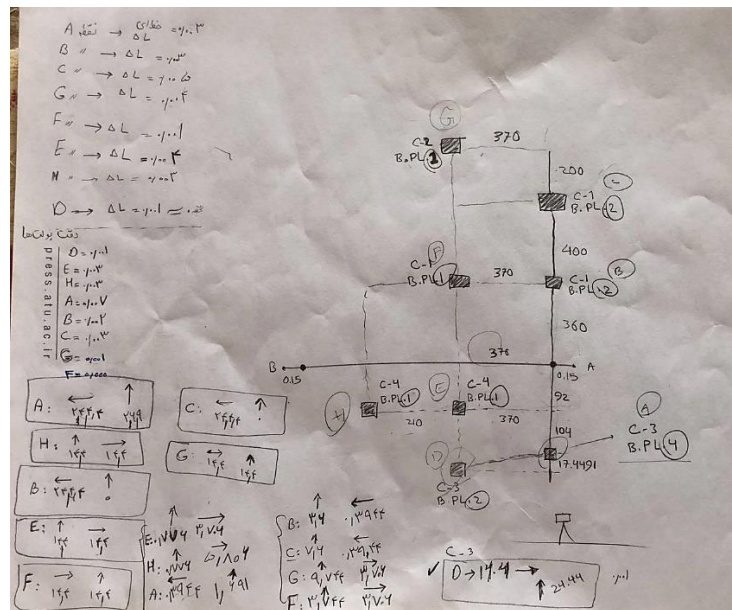
* نکات

- ۱- می‌توان برای پیاده‌سازی از لیزر نیز استفاده کرد اما برای دقت بیشتر از مینی منشور استفاده می‌کنیم.
- ۲- در صورت وجود سازه یا سازه‌های دیگر در اطراف پلان باید حتما در اطراف پلان و در مجاورت سازه‌های دیگر با سازه در حال پیاده‌سازی، درز انقطاع به فاصله ۱۵ سانت را در نظر گرفته و وارد محاسبات کنیم.
- ۳- دو اصطلاح **line** و **offset** به ترتیب به معنای فاصله افقی و فاصله عمودی نقطه مورد نظر نسبت به نقطه‌ی ابتدایی (نقطه **A** **Refrence Line** می‌باشند).
- ۴- محاسبات به نحوی انجام می‌شوند که راستای مثبت برای **line** در جهت نقطه ابتدایی (A) به نقطه انتهایی (B) و برای **offset** سمت راست عمود بر **line** در نظر گرفته می‌شود. (درواقع محور مختصات محلی تعریف می‌کنیم).
- ۵- محاسبات انجام شده، محل قرار گیری ژالون، مشاهدات و نشانه روی دوربین و محل مشخص کردن نقاط پیاده‌سازی بر روی زمین در مبحث پیاده‌سازی ستون بسیار پراهمیت بوده و دقت‌ها باید در حدود کمتر از ۱ میلی‌متر باشند.
- ۶- زمانی که زاویه **Horizontal** را صفر می‌کنیم و مختصات‌ها را در دوربین وارد می‌کنیم، دوربین را نباید در راستای افقی جابه‌جا نمود و تنها می‌توان آن را در راستای عمود جابه‌جا کرد تا ژالون را پیدا کرد.
- ۷- زمانی که به سمت ژالون نشانه روی کردیم و دوربین عدد جابه‌جایی را به ما داد، اگر عدد منفی بود به اندازه عدد مشخص شده به دوربین نزدیک (به سمت جلو) و اگر عدد مثبت بود به اندازه عدد از دوربین دور می‌شویم (به سمت عقب).





محاسبات انجام شده و دقت های نهایی پیاده سازی:



* ویدئوهای مربوط به انجام پروژه در فایل های ارسالی ضمیمه شده است.

لیزر اسکنر

با توجه به پیشرفت های روزافزون تجهیزات نقشه برداری در زمینه های مختلف و برای سهولت و دقت هرچه بیشتر در انجام پروژه ها ، استفاده از ابزار و وسایلی (مانند اسکنر لیزری) که این روند را تسریع کند در آینده ضروری است.

به این منظور آشنایی با اسکنر لیزری که یکی از پیشرفته ترین و دقیق ترین تجهیزات نقشه برداری بوده و به سرعت نیز در حال گسترش است، یک امر مهم تلقی می شود زیرا با استفاده از این تکنولوژی می توان در زمان کم، حجم انبوهی از داده را برداشت نمود و به مدل سه بعدی دقیقی دست پیدا کرد.



اسکن لیزری یک تکنولوژی نوین در رشته نقشه برداری می باشد که به علت برداشت حجم بالای اطلاعات در کمترین زمان حجم زیادی از هزینه ها را کاهش می دهد و کاربرد های خاص خود را دارد.

لیزر اسکنر یک **Total Station** رباتیک است با این تفاوت که نیازی به رفلکتور برای برداشت نقاط ندارد و با فرستادن اشعه لیزری و با سرعت بسیار بالا می تواند حجم زیادی از نقاط اطراف خود که در برد دستگاه قرار می گیرد را برداشت کند.

ساختار برداشت لیزر اسکنر همانند چشم انسان است یعنی اگر در نقطه ای بایستیم، هر محدوده ای که چشم انسان بتواند ببیند، با لیزر اسکنر نیز قابل برداشت می باشد.

اساس کار لیزر اسکنر ها به طور کلی بر پایه اندازه گیری طول و زاویه است.

انواع لیزر اسکنر

لیزر اسکنر ها به طور کلی بر اساس ساختار و نوع سیستم اندازه گیری و برد مسافتی ای که دارند کارآیی های مختلفی در زمینه های نقشه برداری داشته و به دسته های مختلفی نیز تبدیل می شوند.

۱. انواع لیزر اسکنر بر اساس اساس اندازه گیری فاصله

۲. انواع لیزر اسکنر بر اساس زاویه دید

انواع لیزر اسکنر بر اساس اساس اندازه گیری فاصله

سیستم های فاصله مینا بر پایه برد و دقت می باشند و برای برداشت ابر نقطه و سپس تولید یک مدل دقیق می بایست به این دو عامل توجه نمود.

بر این اساس برای اندازه گیری فاصله انواع لیزر اسکنر ها با استفاده از یکی از سه روش زیر عمل می کنند:

- محاسبه زمان رفت و برگشت موج منتشر شده

این روش، یک روش متداول در نقشه برداری بوده که اکثر ما با آن آشنایی داریم.

در این روش بر اساس سرعت انتشار نور، فاصله جسم محاسبه می شود. این روش به نسبت دو روش دیگر که در زیر بیان میشود دقت کمتری داشته و معمولاً برای کارهای بزرگ مقیاس مورد استفاده قرار می گیرد. برد این روش ۱ متر تا ۶ کیلومتر بسته به نوع دستگاه می باشد.

- روش اندازه گیری اختلاف فاز

این روش بر اساس اختلاف فاز موج فرستاده شده و موج دریافتی عمل میکند (این روش اساس کار اکثر کارهای دورسنجی ماهواره ای می باشد). برد این روش تا حدود ۱۰۰ متر است اما طولیایی با استفاده از این روش با دقت چند میلی متر انجام می شود.

- روش مثلث بندی

برد این روش از ۰.۱ سانتی متر تا ۵۰۰ سانتی متر بوده و فاصله یابی در آن بر اساس مثلث بندی اپتیکی می باشد. از آن جایی که دقت این روش در حد چند میکرون می باشد اکثراً برای کارهای مستند نگاری تاریخی و مرمت بناهای تاریخی مورد استفاده قرار می گیرد.

همانطور که اشاره شد این روش براساس مثلث بندی اپتیکی بوده و با ارسال یک اشعه نوری و بازگشت آن در دوربین CCD یک مثلث تشکیل می شود و با استفاده از محاسبات مربوطه که خرج از این بحث می باشد فاصله یابی انجام می گردد.

انواع لیزر اسکنر ها بر اساس زاویه دید

- **زاویه دید دوربینی**

در این نوع لیزر اسکنر ها زاویه دید محدود بوده و به اندازه زاویه دید دوربین های عکسبرداری می باشد.

- **زاویه دید ۳۶۰ درجه (پانوراما)**

در این نوع لیزر اسکنر ها زاویه دید ۳۶۰ درجه بوده و قابلیت برداشت کل سطح یک منطقه را دارند.

لازم به ذکر است در این نوع تعداد ایستگاه های استقرار لیزر اسکنر برای برداشت یک منطقه کمتر از نوع اول بوده و سرعت برداشت بیشتر می باشد بر همین اساس لیزر اسکنر های پانوراما نسبت به نوعی که زاویه دید دوربینی دارند ارجحیت دارد.

فرآیند کلی و اساس کار لیزر اسکنر ها:

- ارسال پرتوهای لیزر اسکن از طریق آینه های متحرک یا دوران کننده
- بازتاب پرتوهای لیزر از سطح عارضه
- دریافت و ثبت پرتوهای بازگشتی

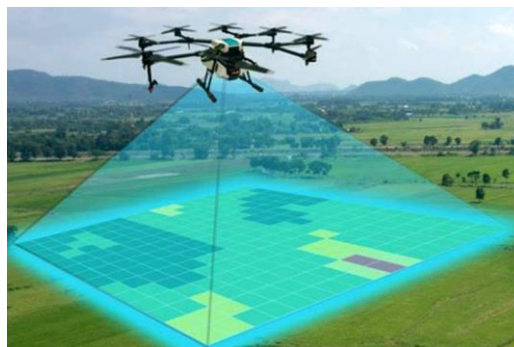
مراحل برداشت به وسیله لیزر اسکنرها

همانطور که اشاره شد سیستم اسکنر لیزری یک توتال استیشن رباتیک است که نوع پانوراما آن بدون نیاز به تارگت ۳۶۰ درجه گردش افقی می کند و نقاط را با بردهای متفاوت برداشت می کند. (یکی از برندهای دستگاهی که برداشت با آن انجام می شود برند RIEGL است که برد ۱۲۰۰ متر دارد و سرعت برداشت آن ۱۲۰۰۰ نقطه در ثانیه است. اسکنر لیزری در مناطق تپه ماهور و کوهستانی بسیار کاربردی است، به دلیل دید وسیع حداکثر برد آن قابل استفاده است.)

عملیات برداشت در لیزر اسکنرها به صورت ابر نقاط در هر استقرار انجام میگیرد که پس از برداشت می بایست این ابر نقاط به نحوی به هم متصل شوند.

اخذ و پردازش تصاویر پهپاد

در سال‌های اخیر پرنده‌های بدون سرنشین (UAV یا پهپاد) به طور گسترده در کشورهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند و بسیاری از مأموریت‌های هوایی تولید نقشه‌های بزرگ مقیاس توسط این پرنده‌ها انجام شده است. با توجه به قابلیت‌های بالای این سکوها، استفاده از آن‌ها در نقشه‌برداری هوایی یا شاخه فتوگرامتری به عنوان موضوعی مطرح و پویا در کشور در حال بحث، پژوهش و بهره‌برداری است. از دیگر مزایای تکنیک فتوگرامتری پهپاد یا **UAV Photogrammetry** می‌توان به در دسترس بودن تجهیزات پرواز و پردازش، اقتصادی بودن، و تولید خروجی‌ها و محصولات مکانی متنوع مانند ابر نقاط سه بعدی و رنگی، مدل‌های سه بعدی دارای بافت، مدل‌های رقومی زمین و سطح، منحنی میزان، تصاویر قائم موزاییک شده یا اورتوموزاییک اشاره کرد.



نقشه‌برداری هوایی (به وسیله پهپاد و هواپیما) دارای چندین بخش و مرحله است که مهم‌ترین آن‌ها دو بخش عملیات پروازی و پردازش تصاویر است. بخش عملیات پروازی مستلزم داشتن تجهیزات تصویربرداری هوایی خصوصاً پهپاد عمودپرواز است و در بخش پردازش نیازمند رایانه قدرتمند و سریع و همچنین متخصص مربوطه می‌باشد که بتواند در کمترین زمان و با بالاترین دقت و کیفیت تصاویر برداشت شده را پردازش نماید.

۳ نرم افزار قدرتمند پردازش تصاویر : متاشیپ **metashape** از شرکت ای جی آی سافت **agisoft** ، پیکس **pix4dmapper** و کانتکس کپچر **contexcapture**

نرم افزار متاشیپ metashape :

سال ۱۳۹۱ کمپانی agisoft از کشور روسیه نرم افزار فتواسکن را برای پردازش تصاویر پهپاد و برد کوتاه ارائه کرد. این نرم افزار از همان ابتدا قابلیت های خوبی داشت و در طول زمان سعی کرده با ارائه آپدیت ها قابلیت هایش را افزایش دهد. بعد از مدتی کمپانی agisoft با تغییر در الگوریتم برنامه نویسی و ظاهر نرم افزار اسمش را از فتواسکن به متاشیپ تغییر داد.

مزایای نرم افزار متاشیپ:

- کار کردن با آن ساده است.

- ابزار های زیادی برای تولید و کار با مدل های سه بعدی از تصویر در اختیار ما می گذارد ؛ مخصوصا در حوزه پهپاد که باید آنالیزهای مختلفی را انجام دهیم. از جمله تعیین نقاط کنترل و چک ، ویرایش ابر نقاط ، ویرایش ارتوفوتو ، ویرایش **DEM** ، ویرایش مدل های سه بعدی یا همان **3D mesh** و .. در کل دست ما در کار با مدل ها را خیلی باز گذاشته است.

- تعداد زیادی تصاویر را می تواند بدون مشکل پردازش کند.

- قابلیت ادغام و جداسازی چند پروژه در این نرم افزار وجود دارد.

در این نرم افزار به راحتی تصاویر را اضافه می کنیم و ابتدا توجیه نسبی را انجام می دهیم که می توانیم اینجا نقاط کلید و گرهی را مشخص کنیم که مزیت بسیار خوبی است که در برخی پروژه های برد کوتاه کاربرد دارد. بعد از این می توانیم نقاط کنترل ، نقاط چک و حتی اسکیل بار (مقیاس با استفاده از فاصله بین دو نقطه) معرفی کنیم و بعد از آن ابرنقاط متراکم تولید کنیم. می توانیم ابرنقاط رو ویرایش کنیم و خروجی های مختلفی بگیریم.

ابزارهای خیلی خوبی برای کلاسه بندی ابرنقاط در متاشیپ وجود دارد. کلاسه بندی یعنی جدا سازی نقاط زمین از نقاط مصنوعی و نقاط غیرطبیعی مانند ساختمان ها ، درخت ها، پوشش های گیاهی مختلف. قابلیت انتخاب نقاط بر اساس رنگ هم از قابلیت های دیگر این نرم افزار است. و حتی می توانید در همین نرم افزار حجم نقاط را کم کنیم.

بعد از این می‌توانیم در متاشیپ **DEM** را به صورت **DSM** و **DTM** تولید کنیم که آن را هم می‌توانیم ویرایش کنیم.

بعد از آن می‌توانیم به سراغ تولید ارتوفوتو برویم ، در حالت های مختلف به صورت یک تکه و چند قسمتی ؛ که می‌توانید هر قسمت را به صورت لایه ای در سیویل تری دی ، آرک مپ یا اتوکد لود کنید و ترسیماتتان را به صورت جداگانه انجام دهید تا حجم تصاویر بالا نرود.

در ورژن های آخر متاشیپ قابلیت خروجی گرفتن با فرمت jpeg2000 اضافه شده است که حجم تصاویر را تا ۱۰ برابر حجم ارتوفوتو کاهش می‌دهد. مثل فرمت ecw در نرم افزار global mapper .

متاشیپ توانایی مدیریت کردن پروژه ها و ارتوفوتوهای بزرگ را دارد. در ویرایش ارتوفوتو می‌توانید لبه ی ساختمان ها که دچار اعوجاج زیادی شده اند را اصلاح کنید. می‌توانید ماشین ها را از داخل خیابون حذف کنید و ادیت های به این شکل را انجام دهید.

گزینه ای به نام tie model در نرم افزار متاشیپ وجود دارد که با آن می‌توانیم بافت قوی در مش تولید شده داشته باشیم که رنگ مدل با رنگ واقعی محیط همخوانی داشته باشد و جزئیات با دقت بالایی در آن لحاظ شده باشد.

نرم افزار پیکس فوردی pix4dmapper :

اولین مشکل این نرم افزار این است که نسخه کرک شده آن موجود نیست. با ثبت نام در سایت نرم افزار تا ۱۵ روز می‌توانید استفاده تستی داشته باشید و باید بعد از آن نسخه پولی را تهیه کنید.

پیکس فوردی مپر ابر نقاط به نسبت خوبی را تولید میکند. کلاسه بندی ابر نقاط را هم دارد اما خیلی خوب نیست و اشتباه زیاد دارد و قابلیت ادیت برای کلاسه بندی ها را هم ندارد.

قابلیت تولید **DSM** و **DTM** را دارد و یک قابلیت خیلی خوبی که دارد این است که ارتوفوتوهای که برای مناطق شهری تولید میکند کیفیت خیلی خوبی دارد. لبه‌های ساختمان اعوجاجی نمی‌شود و تیز هستند.

برای افرادی که می‌خواهند از مناطق شهری و روستایی ارتوفوتو تهیه کنند این نرم‌افزار خیلی خوب هست.

البته باید این نکته را در نظر بگیرید که متأسفانه این نرم‌افزار پروژه‌های بزرگ را جوابگو نیست به نسبت نرم‌افزار متاشیپ که با تعداد تصاویر بالای ۱۰ هزار ۲۰ هزار ۳۰ هزار تصویر به خوبی کار می‌کند، پیکس فوردی مپر در ۵ هزار تصویر دچار مشکل می‌شود و باید پروژه خود را تکه تکه کنید و انجام بدید.

قابلیت دیگر نرم‌افزار پیکس فوردی مپر:

- ترسیم بر روی ابر نقاط

گرفتن نقطه گرهی دستی: برای حالتی که پوشش بین تصاویر اخذ شده مناسب نیست و نرم‌افزار نمی‌تواند تمام تصاویری که گرفته شده است را به خوبی به هم بچسباند و مدل سه بعدی ایجاد کند. جایگاه یک نقطه را در دو تصویر مشخص می‌کنید و با استفاده از آن نرم‌افزار جایگاه نقاط دیگر را هم پیدا می‌کند و همپوشانی انجام می‌شود.

نرم‌افزار کانتکس کپچر contextcapture :

این نرم‌افزار معمولاً بر روی کارت گرافیک‌های جی فورس جواب می‌دهد و نصب آن راحت نیست و منوهای نرم‌افزار ظاهر خوبی ندارد و در بعضی مانیتورها آیکون‌ها داخل هم می‌روند. اما ابر نقاط بسیار متراکمی را تولید می‌کند. آبجکت‌هایی که بافت ضعیفی داشته باشه را هم تا حدود خوبی می‌تواند مدلسازی کند.

پس اگر قصد داشتید یک مدل سه بعدی از یک شیء، یک بنا یا ... تولید کنید که تمام جزئیات به خوبی دیده شود، تو رفتگی‌ها، پستی و بلندی‌ها و ... به خوبی دیده شود می‌توانید از این نرم‌افزار استفاده کنید.

کار کردن با آن زیاد پیچیده نیست. در کانتکس کیچر امکان کلاسه بندی و جداسازی نقاط عوارض مصنوعی از زمین وجود ندارد. قسمت معرفی نقاط کنترل خیلی یوزر فرند نیست اما زمان هایی که به مدل سه بعدی احتیاج دارید گزینه با ارزشی هستش. و البته این نرم افزار سیستم قدرتمندی لازم دارد مثلاً برای ۲ یا ۳ هزار تصویر حداقل ۳۲ یا ۴۸ گیگ رم لازم دارد.

مزیت این نرم افزار تولید مدل سه بعدی و یکسری ادیت ها است که بر روی مدل سه بعدی انجام می شود. در نرم افزار می توانید برش های خاصی بدید و پروفیل های خاصی را تولید کنید.

این نرم افزار هم بعد از ابر نقاط ، DEM یا DSM را تولید می کند. ارتوفوتو هم تولید می کند که کیفیتش به نسبت بد نیست اما در مناطق بزرگ مطلوب نیست.

در کل نرم افزار کانتکس کیچر برای مدلسازی شیء ، بنا یا شهر عالی است. مدلسازی شهر هم به نحوی است که تابلوی مغازه ها و بیلبوردها مشخص باشد. برای این منظورها کانتکس کیچر بهترین انتخاب است.