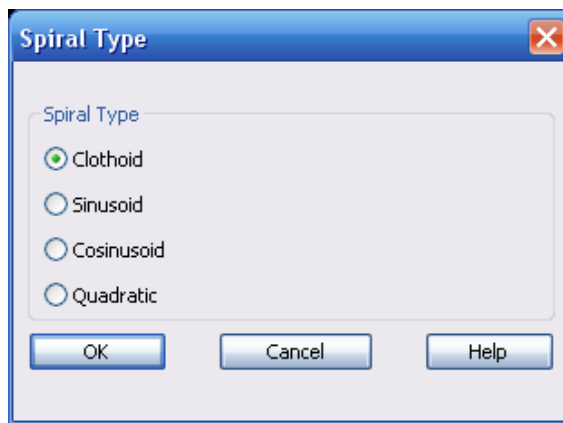


## طراحی مسیر توسط Land

برای ترسیم پروژه مسیر و راه سازی از نرم افزار **land development** استفاده شده است. برای رسم مسیر پس از مشخص شدن نقاط شروع و پایان و بدست آوردن نقاط سومه خطوط اصلی راه را مشخص میکنیم , که این کار را می توان با استفاده از منوی **line/curve** و انتخاب گزینه **line** انجام داد.

پس از مشخص کردن خطوط اصلی مسیر نوبت به رسم قوسها می رسد.

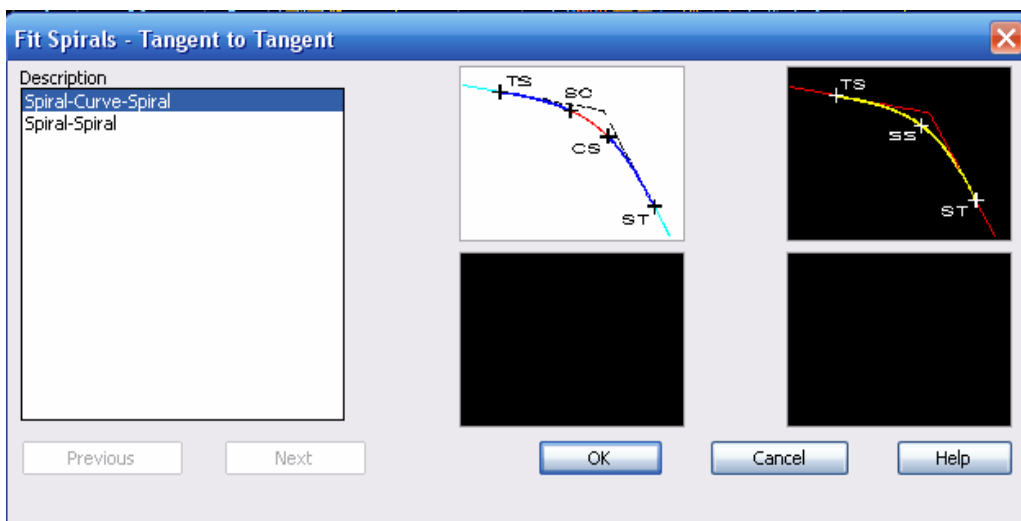


برای مشخص کردن نوع قوس ابتدا از منوی **line/curve** گزینه **create spiral** و داخل این قسمت گزینه **spiral type** را انتخاب نموده تا پنجره آن ظاهر شود.

در داخل این پنجره نوع قوس ( )

**clothoid** را انتخاب کرده و **ok** می نمایم.

برای ترسیم قوس ابتدا از منوی **line/curve** , **create spiral** و داخل آن گزینه **fit-tangent-tangent** را انتخاب می کنیم تا پنجره آن مانند شکل زیر ظاهر شود:

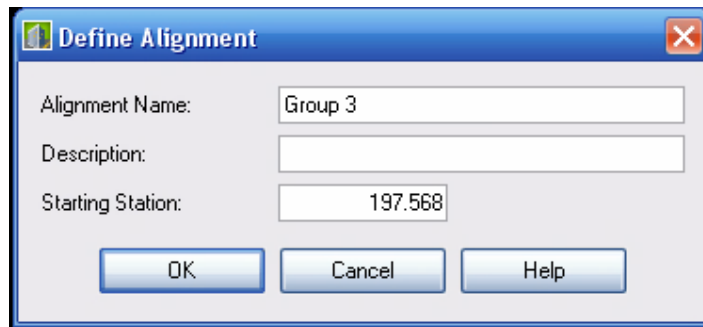


در این پنجره گزینه **spiral-curve-spiral** را انتخاب کرده **ok**

مینمائیم. در خط فرمان دستور **select line or point** ظاهر میشود. در این مرحله خطوط اصلی قوس را انتخاب کرده و **enter** می نمائیم. پس با وارد کردن شعاع قوس همچنین طول شاخه کلوتوئید , قوس طراحی می شود.

حال برای پیکه تاژ نمودن مسیر مراحل زیر را انجام می دهیم:

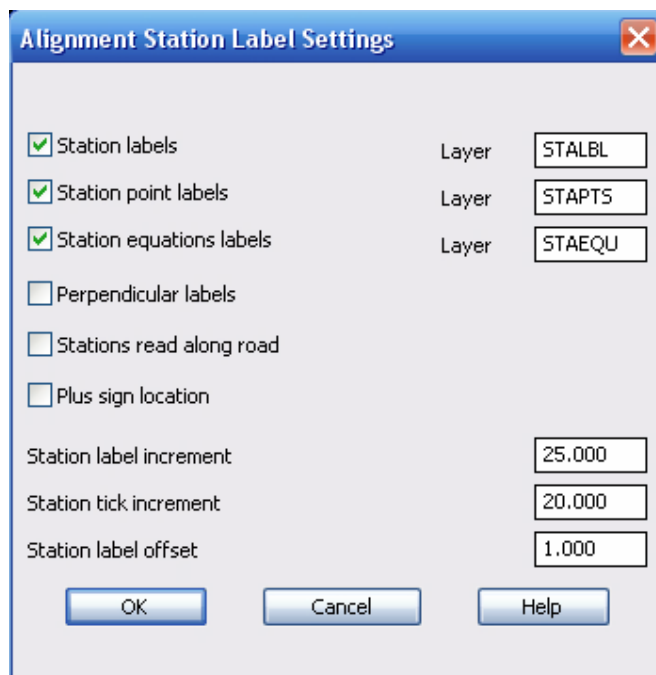
از منوی **Alignment** گزینه **Define from object** را انتخاب نموده و کل قوس را روی پروژه انتخاب می کنیم. در خط فرمان دستور **select reference point (Enter for start)** ظاهر میشود , با مشخص نمودن نقطه شروع قوس به عنوان **reference** پنجره **define Alignment** ظاهر می شود.



در این پنجره نام **Alignment** کیلومتر از نقطه شروع را وارد کرده و **ok** می نمائیم.

سپس از منوی **Alignment** گزینه **station label setting** را انتخاب کرده تا پنجره

**Alignment station Label Setting** مانند شکل زیر ظاهر شود:

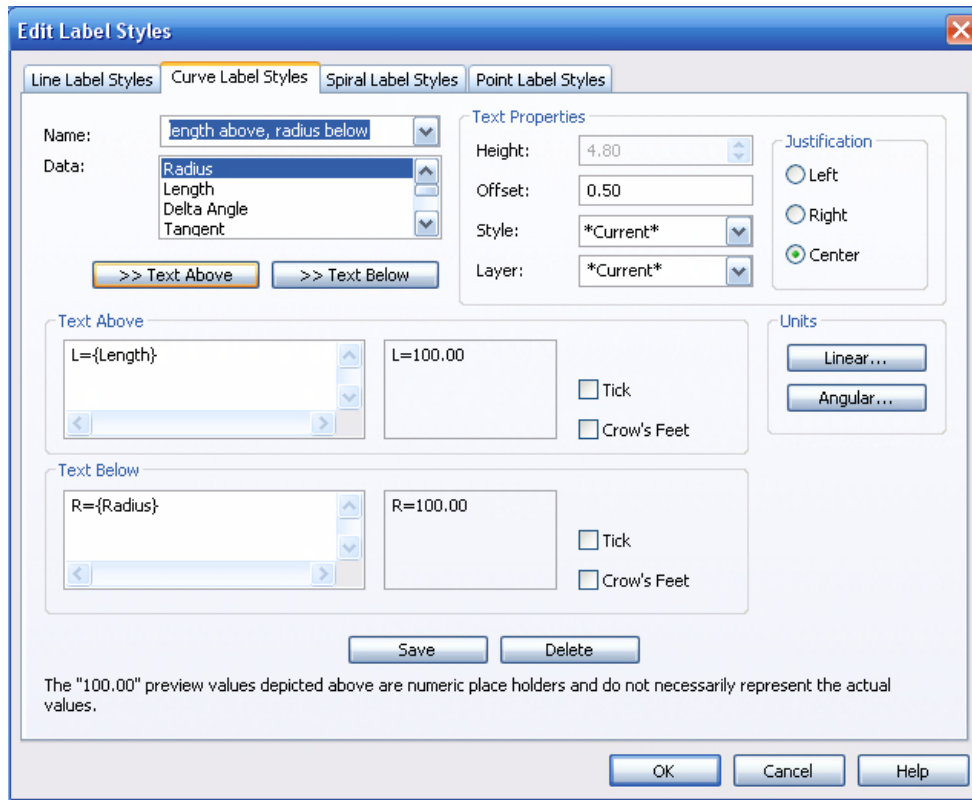


در این پنجره می توان تغییرات مربوط به پیکه تاژ مسیر و کیلو متر از را با توجه به مسیر پروژه اعمال کرد. با کلیک روی **ok** از این پنجره خارج می شویم.

سپس با انتخاب **create station Label** از منوی **Alignment** کیلومتر از نقطه شروع و پایان قوس را وارد کرده در مقابل دستور خط فرمان **<delete existing starting Layer>** گزینه **no** را انتخاب کرده و **Enter** مینمائیم. با این کار پیکه تاژ مسیر همراه با کیلومتر از نقاط در صفحه پروژه ظاهر می گردد.

برای اضافه کردن سایر مشخصات قوس روی پروژه مسیر مراحل زیر را انجام می دهیم:

ابتدا از منوی **label** گزینه **Edit label style** را انتخاب نموده تا پنجره مربوطه ظاهر شود:

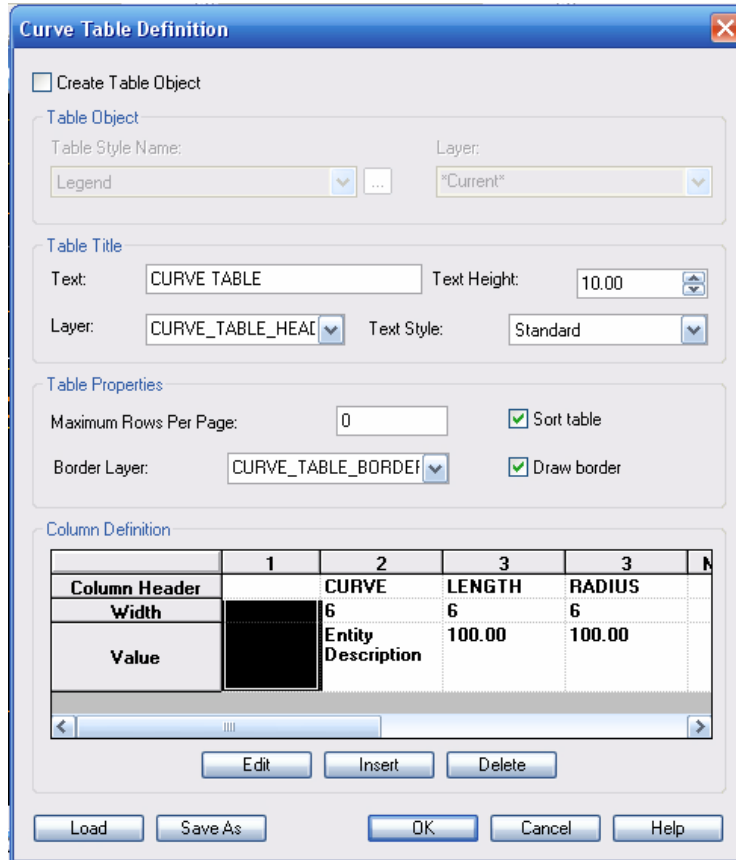


با انتخاب **curve Label styles** مشخصات مربوط به قوس ظاهر می شود. مشخصات لازم را از **Data** انتخاب نموده و با کلیک روی **text Above** یا **text Below** در کادر مورد نظر ظاهر می شود. با کلیک کردن روی **ok** از این پنجره خارج می شویم.

سپس از منوی **Label** گزینه **Add tag Label** را انتخاب نموده قوس ساده را انتخاب نموده و **Enter** می نمائیم. از منوی **Label** گزینه **Add dynamic Label** را انتخاب کرده و قوسی که می خواهیم **Label** ها روی آن قرار گیرد را مشخص می کنیم و **Enter** مینمائیم. با این کار مشخصات مورد نظر در صفحه ظاهر می شود.

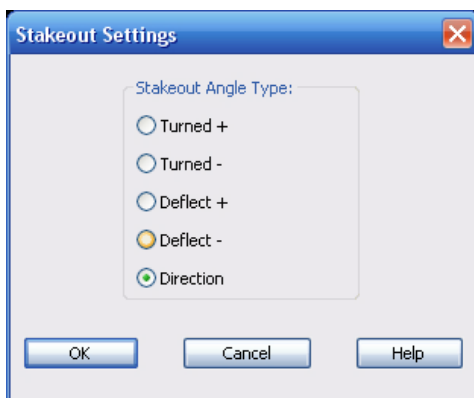
رسم جدول مشخصات:

برای ترسیم جدول مشخصات ابتدا از منوی **Label** گزینه **Add Table** را انتخاب و داخل آن گزینه **curve table** را انتخاب می کنیم تا پنجره **curve table definition** ظاهر شود.



در این جدول در قسمت column Definition میتوان ستون جدیدی را به جدول اضافه نمود. سایر قسمت ها را نیز با توجه به نوع پروژه تنظیم می کنیم. سپس با کلیک روی ok در خط فرمان

, دستور select table Insertion point



مبنی بر انتخاب محل مناسب جدول ظاهر می

شود. با انتخاب محل مناسب جدول و کلیک روی آن

نقطه , جدول مربوطه ظاهر می شود.

برای بدست آوردن مختصات از نقشه به صورت زیر

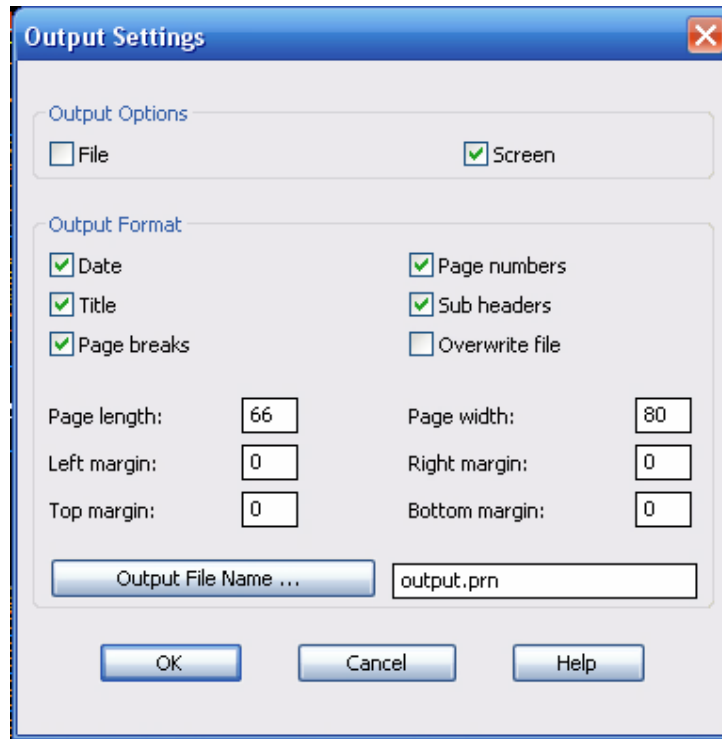
عمل می کنیم:

از منوی Alignment گزینه Stakeout Alignment را انتخاب کرده و داخل آن

setting را انتخاب می کنیم. تا پنجره Stakeout setting ظاهر شود. در این پنجره

Direction را انتخاب نموده و ok می نمائیم.

دوباره از منوی **Alignment** گزینه **stakeout setting** را انتخاب و داخل آن **out put setting** را انتخاب می کنیم.



در این قسمت در **output file Name** آدرس فایل که مختصات ها در آن ذخیره می شود را وارد میکنیم همچنین در قسمت **output option** گزینه **file** را انتخاب میکنیم. سپس سایر موارد را با توجه به پروژه انتخاب کرده و **OK** می نمائیم.

از گزینه **create file , stakeout setting** را انتخاب نموده و در خط فرمان دستور **occupied point** مبنی بر مشخص کردن شماره نقطه اول ، ظاهر می شود. با انجام این کار این مرحله نیز به پایان می رسد. حال با داشتن فایل نقاط می توانیم مختصات و طول و زاویه را از جدول به دست آوریم.

قوس ساده

برای رسم قوس ساده ابتدا از منوی **line/curve** گزینه **curve on two line** را انتخاب کرده و با انتخاب خط مماس اول و دوم و دادن شعاع مناسب قوس ترسیم میشود. پیکه تاژ نمودن و **Label** گذاری مسیر مطابق موارد ذکر شده می باشد.

### ترسیم پروفیل ها:

جهت ترسیم پروفیل ها به کمک نرم افزار **Land**، نقاط برداشت شده را **Import** می کنیم. البته قبل از این کار باید تغییراتی را در فایل نقاط ایجاد کنیم. از آن جایی که در پروفیل (چه طولی و چه عرضی) محور عمودی نشانگر ارتفاع هر نقطه است، باید در فایل نقاط به جای **Y** مولفه **Z** را قرار دهیم. در پروفیل طولی باید مقدار **Z** را **10** برابر کنیم. چون مقیاس ارتفاعی **10** برابر مقیاس طولی است، اما در پروفیل عرضی به خاطر برابر بودن مقیاس محورها، نیازی به این کار نیست. پس از این کار نقاط را وارد نرم افزار کرده و به کمک دستور **Line** آن ها را به هم متصل می کنیم. در پروفیل طولی نیاز است که مشخصاتی را در جدولی که در قسمت پایینی پروفیل ترسیم می شود ذکر کنیم. این مشخصات عبارتند از:

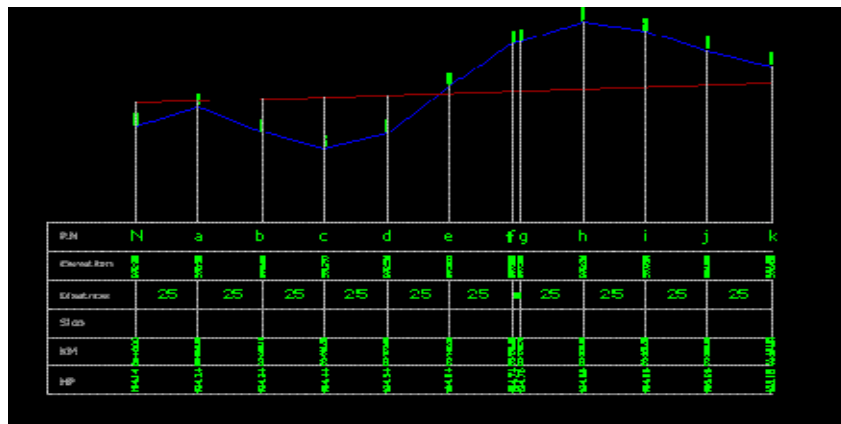
1. شماره ی نقاط
2. ارتفاع زمینی نقاط
3. فاصله ی پیکه ها از هم
4. شیب هر راستا
5. کیلومتر لژ
6. ارتفاع پروژه ی نقاط

منظور از ارتفاع زمینی ارتفاع برداشت شده به کمک عملیات تراز یابی است. فواصل پیکه ها نیز بر حسب پارامترهای مختلفی انتخاب میشود که در این جا مقدار **25m** انتخاب شده است. دقت شود که در این قسمت فاصله ی افقی مد نظر است. کیلومتر لژ نقاط، بیانگر فاصله ی مایل و اصلی هر میخ

از میخ اول است. بسته به این که به میخ اول چه عددی نسبت داده شود، سایر اعداد از روی آن محاسبه میشوند. در این پروژه کیلومتر از میخ اول صفر در نظر گرفته شده است. حالت استاندارد پروفیل های طولی و عرضی را در تصاویر زیر ملاحظه میکنید.

### خط پروژه

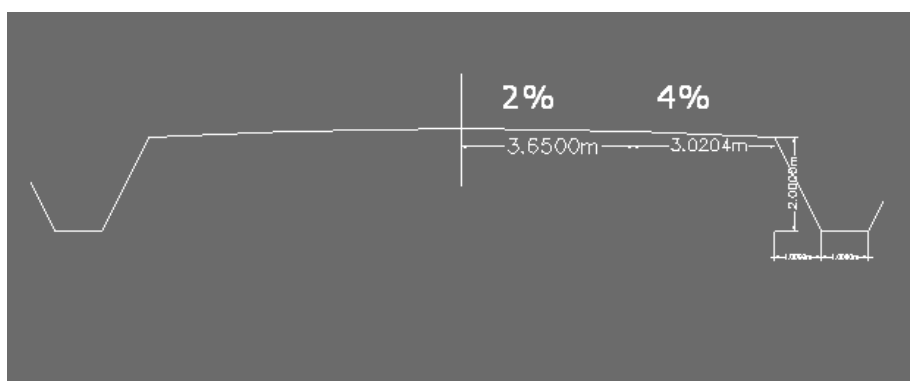
برای ترسیم خط پروژه، در درجه ی اول باید سعی کنیم که تعادل بین حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی برقرار باشد. از طرف دیگر باید سعی کنیم که حجم عملیات خاکبرداری 1.5 برابر خاکریزی شود. برای این کار ابتدا خط پروژه را با یک شیب مشخص ترسیم کرده روی پروفیل طولی مسیر قرار می دهیم. با مقایسه مساحت قسمت های خاکبرداری و خاکریزی، می توان این شرط را بررسی کرد. در صورتی که اختلاف این دو کمتر یا بیشتر از مقدار مورد نظر باشد، با جا به جا کردن خط پروژه و تکرار عملیات، میتوان به مقدار مطلوب رسید. به این نکته توجه شود که شیب خط پروژه باید در محدوده ی مجاز قرار گیرد. با کم و زیاد کردن خط پروژه، میتوان تعادل را در حجم عملیات ایجاد کرد. شیب انتخابی برای پروژه ی اجرا شده 4٪ می باشد. پروفیل طولی مسیر پیاده شده را در شکل زیر مشاهده می کنید.





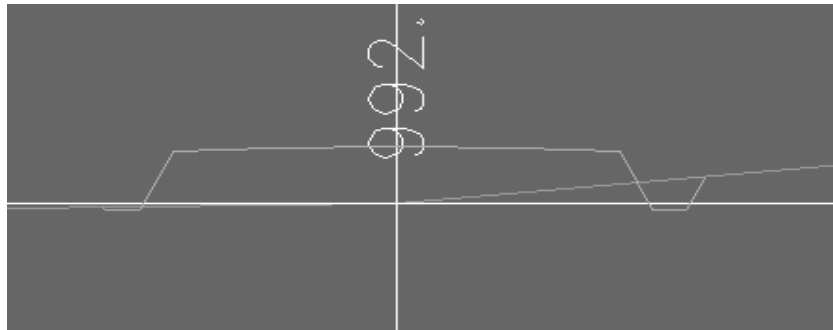
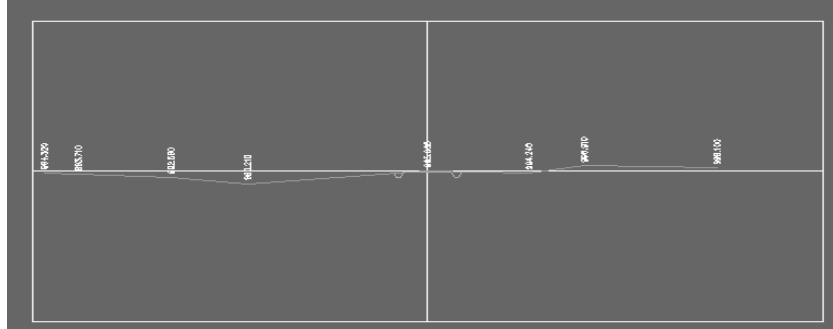
## پروفیل تیپ

پروفیل تیپ در واقع عرض تمام شده راه است. برای این که پروفیل تیپ را در نقطه ای از مسیر ترسیم کنیم، ابتدا یک پروفیل تیپ آماده را با معیارها و استانداردهای آن ترسیم میکنیم. یعنی شیب شیروانیها، عرض راه، شانه ی خاکی و... را با طول و شیب استاندارد آن رسم می نمائیم. این مقادیر به شرح زیر می باشد:



حال باید پروفیل تیپ ترسیم شده را روی پروفیل رسم شده قرار دهیم. برای این کار باید نقطه مرکزی را در پروفیل مذکور پیدا کنیم، ارتفاع آن را از خط پروژه و به کمک پروفیل طولی استخراج کرده و با مشخص کردن ارتفاع خط پروژه ی این نقطه روی پروفیل عرضی، نقطه ی مرکزی پروفیل تیپ را درست روی نقطه ی مشخص شده قرار دهیم. پس از استقرار پروفیل تیپ روی پروفیل عرضی، به راحتی میتوان قسمت های خاکریزی و خاکبرداری را مشخص کرد. نکته ی مهم اینجاست که پروفیل تیپ باید درست در محدوده ی زمین قرار گیرد. به این ترتیب در دو طرف پروفیل،

خصوصاً در شیب شیروانی ها، جاهایی که نیاز است باید با حذف یا اضافه کردن به خطوط، پروفیل را به سطح زمین برسانیم. نمونه ای از پروفیل تیپ ترسیم شده را در شکل ملاحظه میکنید:



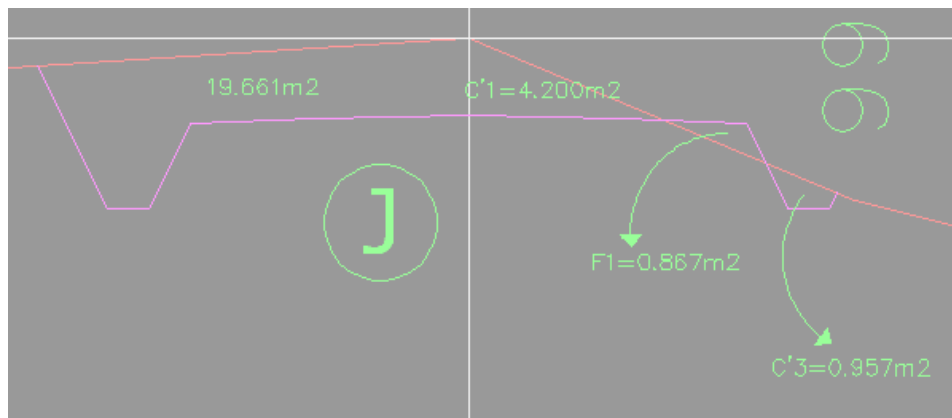
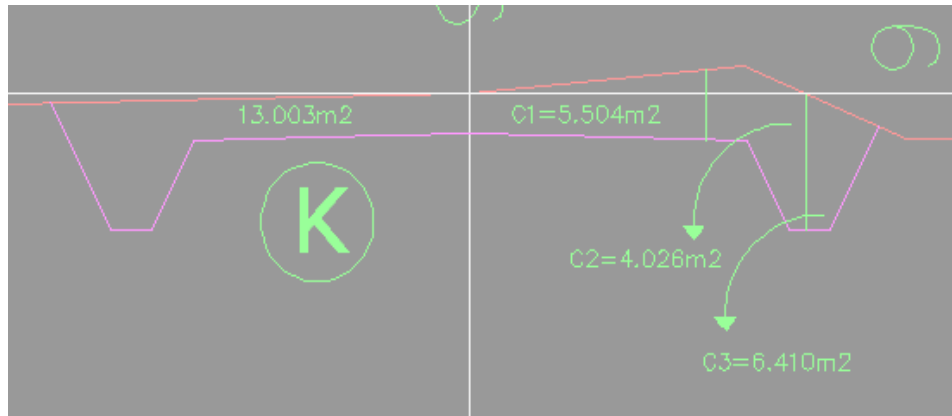
### محاسبه ی حجم عملیات خاکی:

برای محاسبه ی حجم عملیات خاکی،  $V_{cut}$  و  $V_{fill}$  را به طور جداگانه محاسبه کرده و به کمک رابطه ی زیر حجم کل عملیات را بدست می آوریم:

$$V = V_{cut} - V_{fill}$$

به کمک پروفیل طولی حجم عملیات را بین هر دو نقطه ی متوالی با داشتن فاصله ی پیکه تاژ 25m محاسبه می کنیم.مراحل محاسبات به شرح زیر می باشند.در هر مرحله توضیحات مربوطه به طور کامل ارائه شده است:

### محاسبه ی حجم عملیات خاکی بین K و J:



Right:

$$V_{\text{cut1}} = ((C_3 + C'_3)/2) * L = 92.087 \text{m}^3$$

$$V_{\text{cut2}} = ((0 + C_2)/2) * L_4 = 41.40 \text{m}^3$$

$$V_{\text{cut3}} = ((C_1 + C'_1)/2) * L = 121.30 \text{m}^3$$

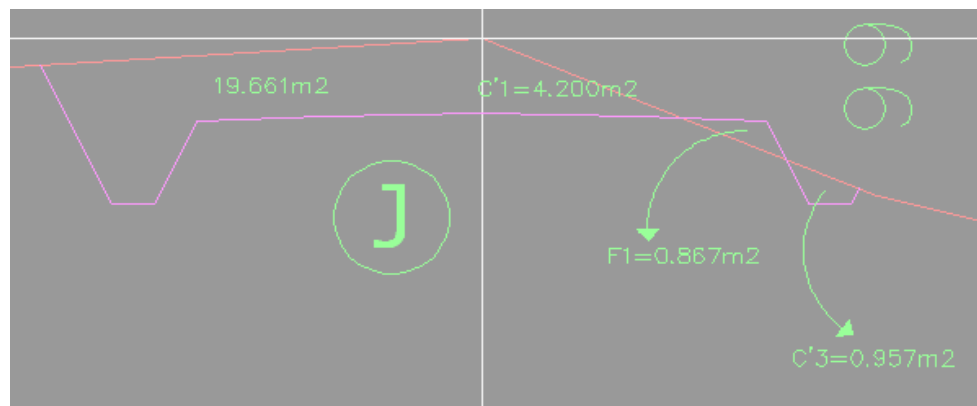
$$V_{\text{Fill}} = ((0 + 0.867)/2) * L_3 = 1.91 \text{m}^3$$

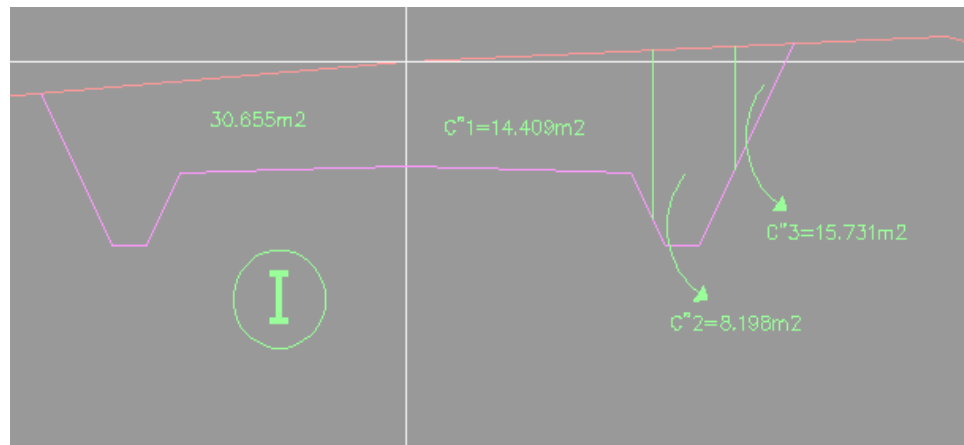
Left:

$$V_{\text{cut}} = ((13.003 + 19.661)/2) * L = 408.30 \text{m}^3$$

$$F_1/C_2 = L_3/L_4 \rightarrow L_4 = 20.57 \text{m} \quad , \quad L_3 = 4.42 \text{m}$$

محاسبه ی حجم عملیات خاکی بین ل و ا:





Right:

$$V_{cut1} = \frac{(C''3 + C'3)}{2} * L = 208.58m^3$$

$$V_{cut2} = \frac{(0 + C''2)}{2} * L3 = 92.63m^3$$

$$V_{cut3} = \frac{(C''1 + C'1)}{2} * L = 232.61m^3$$

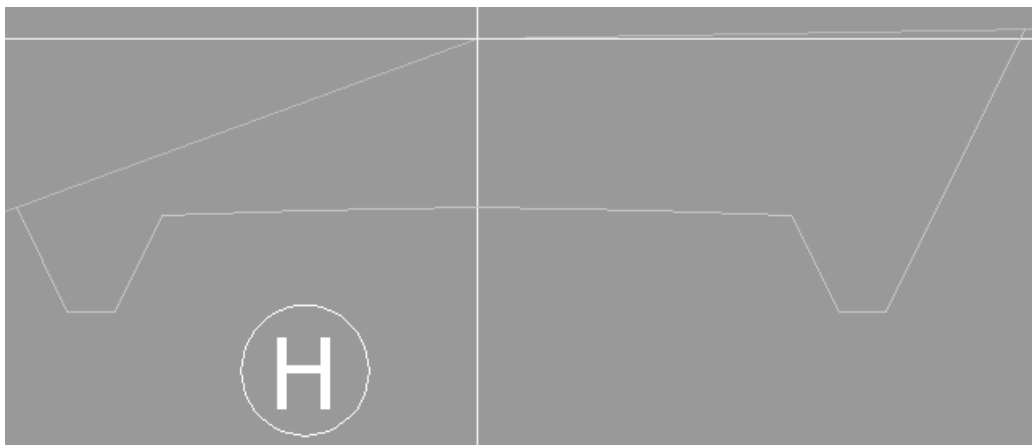
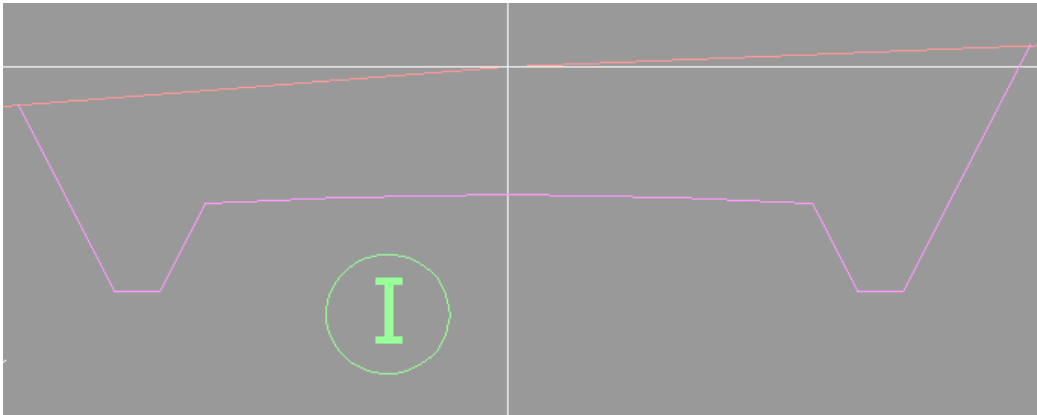
$$V_{fill1} = \frac{(0 + F1)}{2} * L4 = 1.03m^3$$

Left:

$$V_{cut} = \frac{(19.661 + 30.655)}{2} * L = 503.95m^3$$

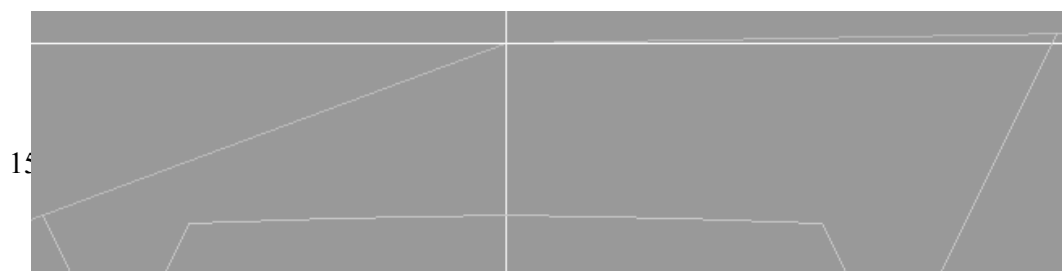
$$C''^2/F1=L3/L4 \rightarrow L4=2.3910m \quad , \quad L3=22.60m$$

محاسبه ی حجم عملیات خاکی بین **a** و **h**:



$$V_{\text{cut}} = ((C_j + C_h) / 2) * L = 1682.75 \text{ m}^3$$

محاسبه ی حجم عملیات خاکی بین **g** و **h**:

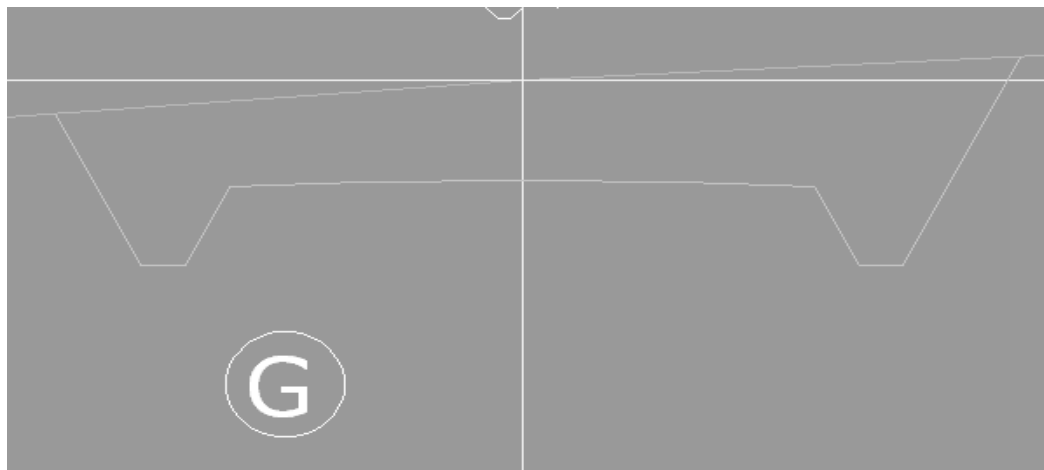


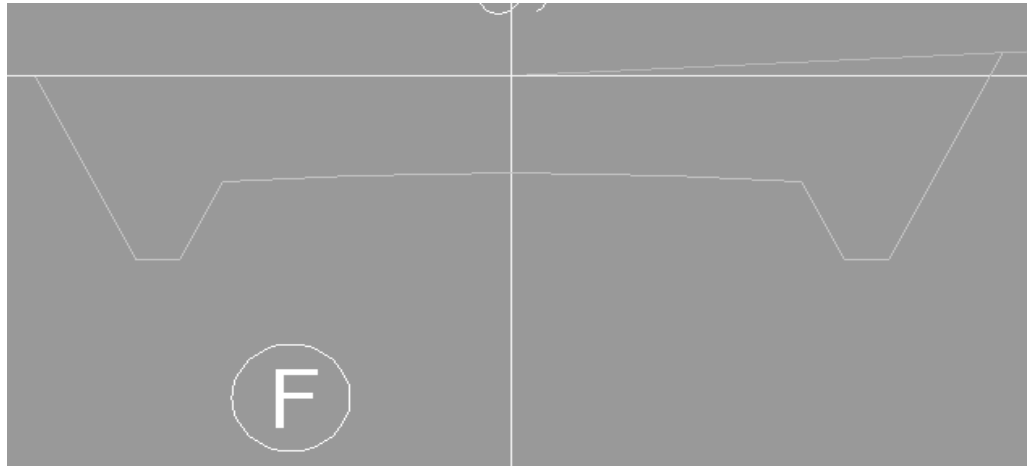




$$V_{\text{cut}} = ((C_g + C_h) / 2) * L = 1595.825 \text{ m}^3$$

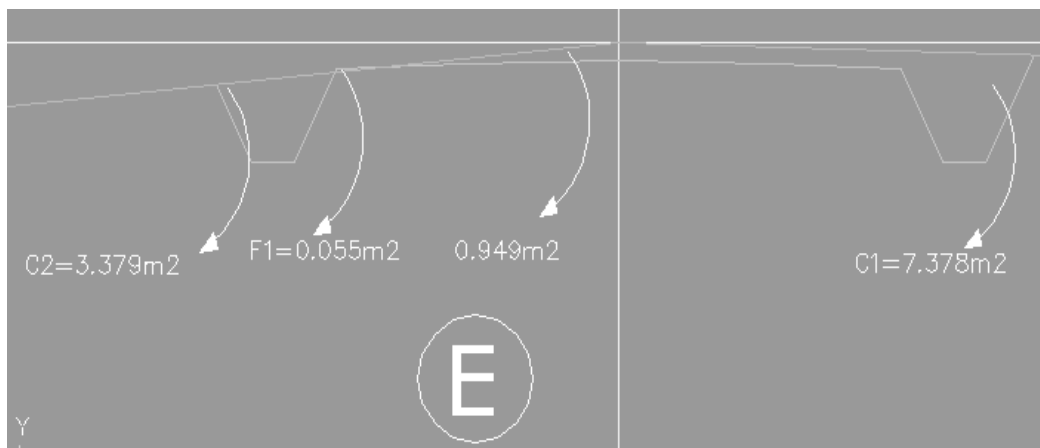
محاسبه ی حجم عملیات خاکی بین  $f$  و  $g$ :





$$V_{\text{cut}} = ((C_g + C_f) / 2) * L = 1580.85 \text{ m}^3$$

محاسبه ی حجم عملیات خاکی بین **f** و **e**:



Right:

$$V_{cut2} = ((C'1 + C1) / 2) * L = 763.13 m^3$$

Left:

$$V_{cut1} = ((C'3 + C2) / 2) * L = 138.16 m^3$$

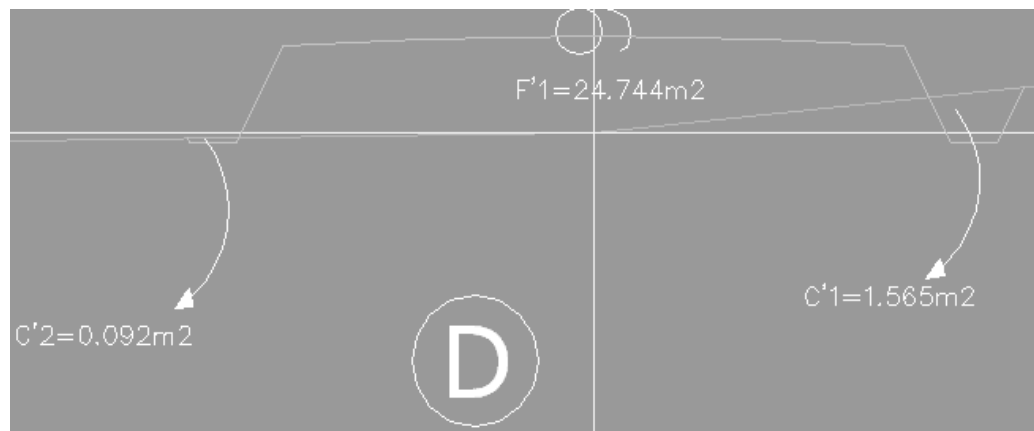
$$V_{cut3} = ((C'2 + 0) / 2) * L1 = 0.66 m^3$$

$$V_{fill1} = ((F1 + 0) / 2) * L2 = .068 m^3$$

$$C'2 / F1 = L1 / L2 \rightarrow L2 = 0.23 m \quad , \quad L1 = 24.76 m$$

محاسبه ی حجم عملیات خاکی بین **e** و **d**:





Right:

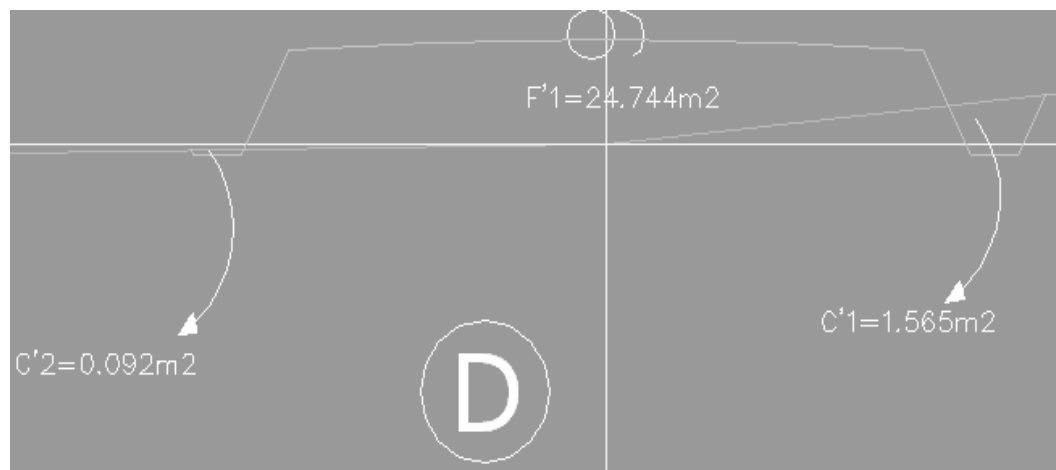
$$V_{cut1} = ((C'1 + C1) / 2) * L = 123.65m^3$$

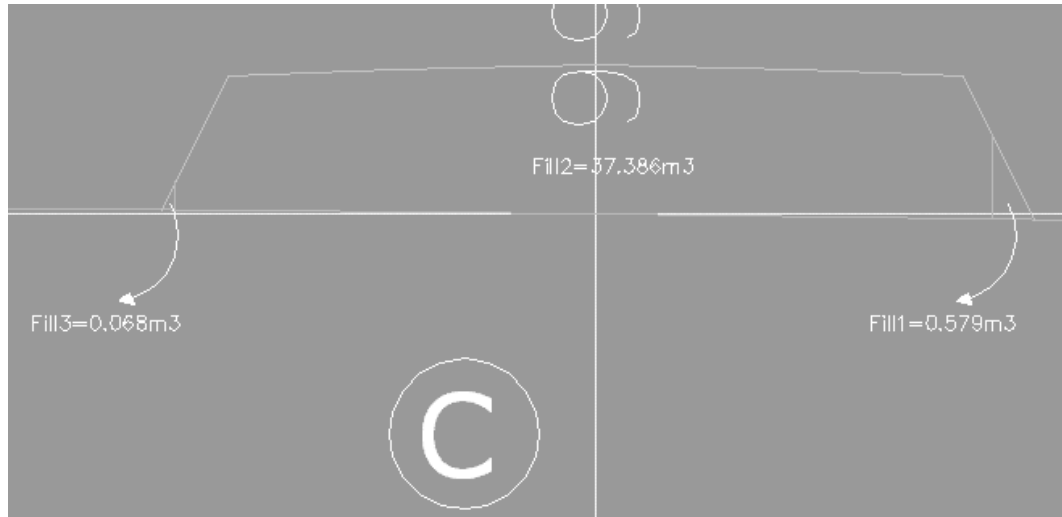
Left:

$$V_{cut2} = ((C'2 + C2) / 2) * L = 43.378 m^3$$

$$V_{fill1} = ((F'1 + F1) / 2) * L = .309.98 m^3$$

محاسبه ی حجم عملیات خاکی بین **c** و **d** :





Right:

$$V_{\text{cut1}} = ((C'1+0)/2) * L1 = 14.27\text{m}^3$$

$$V_{\text{fill1}} = ((F1+0)/2) * L2 = 1.95\text{m}^3$$

Left:

$$V_{\text{cut2}} = ((C'2+0)/2) * L3 = 0.66\text{m}^3$$

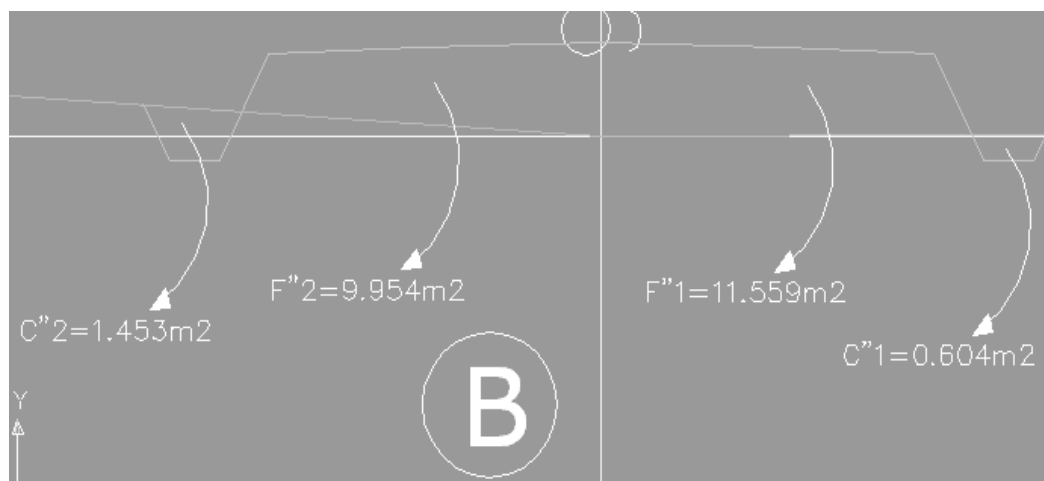
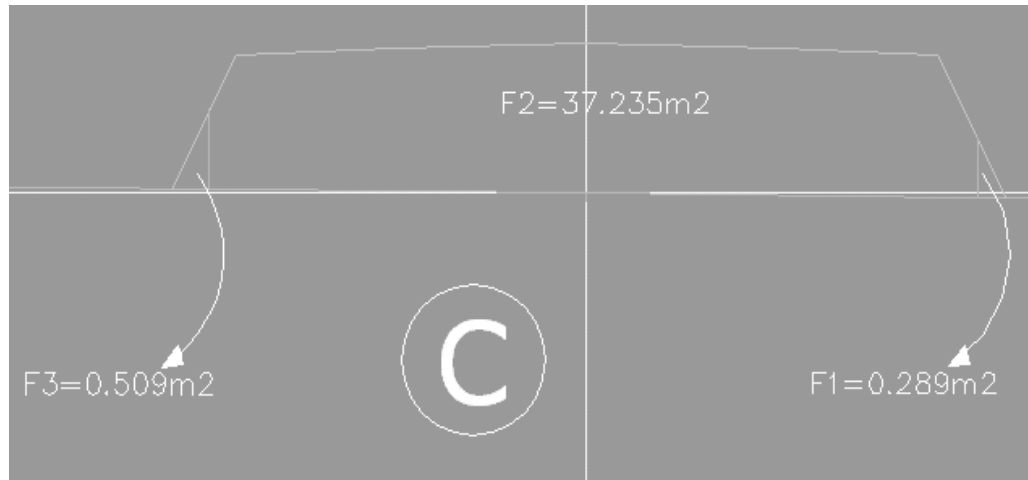
$$V_{\text{fill3}} = ((F3+0)/2) * L4 = 0.36\text{m}^3$$

$$V_{\text{fill2}} = ((F'1+F2)/2) * L = 776.625\text{m}^3 \text{ وسط}$$

$$C'1/F1=L1/L2 \rightarrow L2=6.75m \quad , \quad L1=18.24m$$

$$C'2/F3=L3/L4 \rightarrow L4=10.625m \quad , \quad L3=14.37m$$

محاسبه ی حجم عملیات خاکی بین **b** و **c** :





Right:

$$V_{cut1} = ((C''1 + 0) / 2) * L4 = 5.13m^3$$

$$V_{fill1} = ((F1 + 0) / 2) * L3 = 1.15m^3$$

Left:

$$V_{cut2} = ((C''2 + 0) / 2) * L2 = 13.44m^3$$

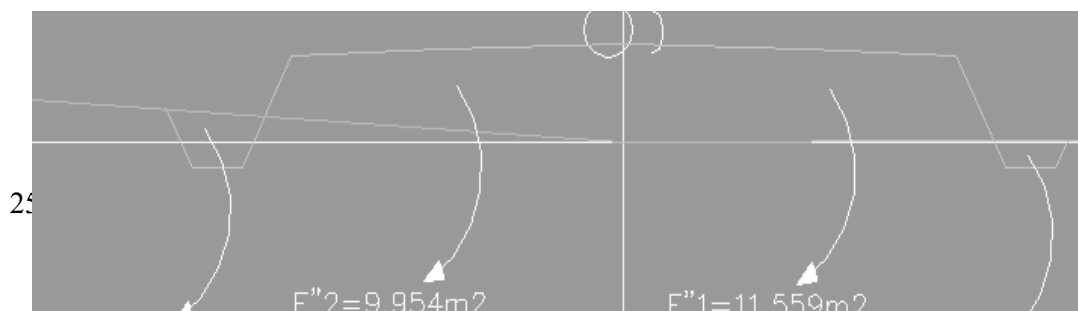
$$V_{fill3} = ((F3 + 0) / 2) * L1 = 1.64m^3$$

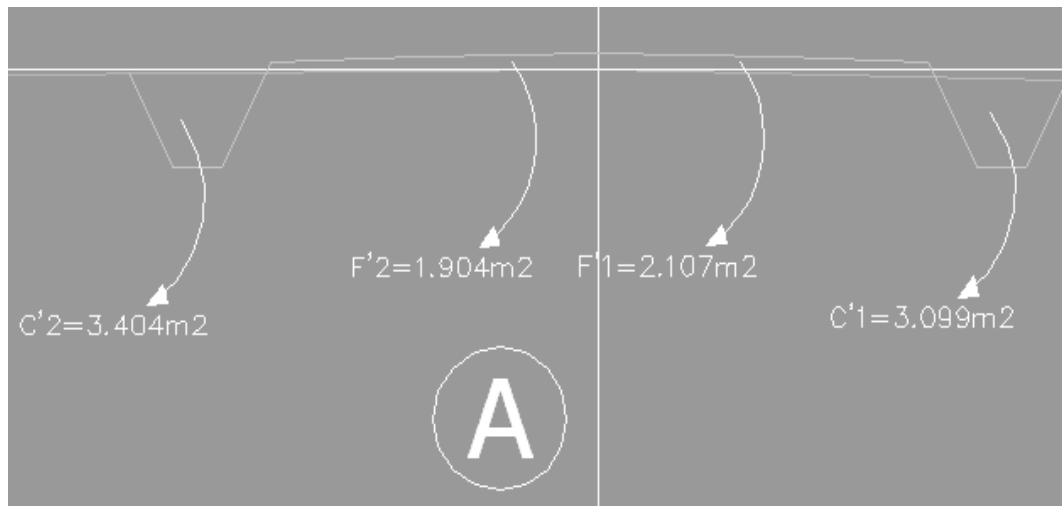
$$V_{fill2} = ((F2 + F''1 + F''2) / 2) * L = 734.35m^3 \text{ وسط}$$

$$F3 / C''2 = L1 / L2 \rightarrow L2 = 18.51m \quad , \quad L1 = 6.48m$$

$$F1 / C''1 = L3 / L4 \rightarrow L4 = 17.006m \quad , \quad L3 = 7.993m$$

محاسبه ی حجم عملیات خاکی بین **a** و **b**:





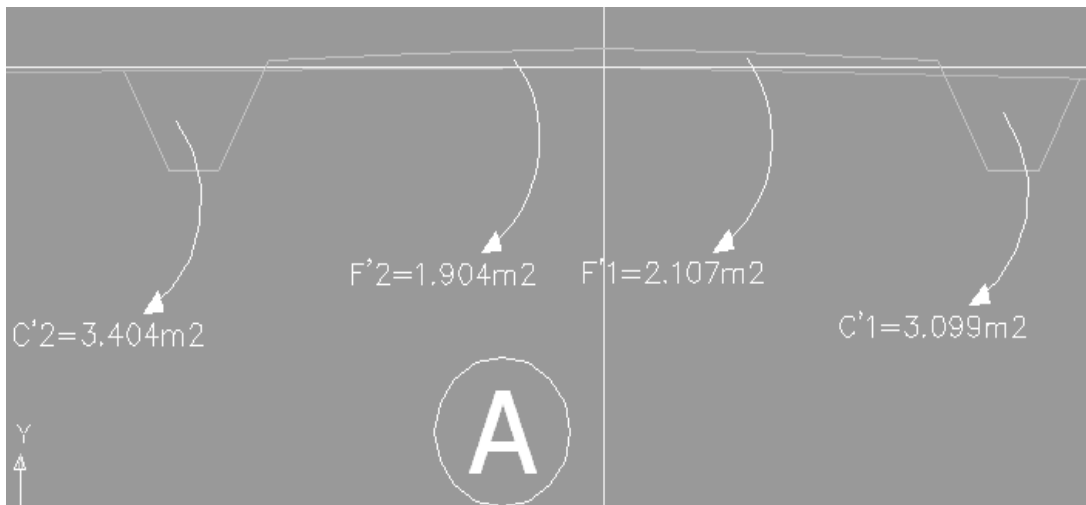
$$V_{\text{cut1}} = ((C''1 + C'1) / 2) * L = 46.2875 \text{m}^3$$

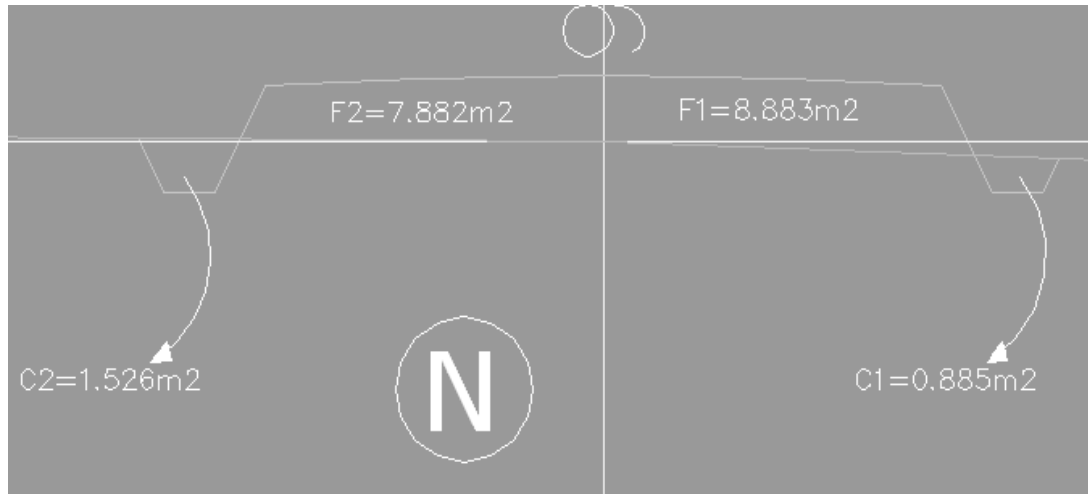
$$V_{\text{cut2}} = (C''2 + C'2) / 2 * L = 60.7125 \text{m}^3$$

$$V_{\text{fill1}} = ((F''2 + F'1) / 2) * L = 170.825 \text{m}^3$$

$$V_{\text{fill2}} = ((F'2 + F''2) / 2) * L = 148.225 \text{m}^3$$

محاسبه ی حجم عملیات خاکی بین **n** و **a**:





Right:

$$V_{\text{cut1}} = ((C1 + C'1) / 2) * L = 49.8 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{fill1}} = ((F1 + F'1) / 2) * L = 136.75 \text{ m}^3$$

Left:

$$V_{\text{cut2}} = ((C2 + C'2) / 2) * L = 61.625 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{fill2}} = ((F2 + F'2) / 2) * L = 197.325 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{fill}} = 2482.800 \text{ m}^3 \text{ کل}$$

$V_{cut}=7881.155m^3$ کل
$V=V_{cut}-V_{fill}=5398.355m^3$

### منحنی بروکنر

پس از محاسبه ی حجم عملیات خاکی در هر مقطع، میتوان با بهره گیری از اطلاعات به دست آمده، منحنی بروکنر را ترسیم کرد. منحنی بروکنر به ما این امکان را میدهد که به سادگی اطلاعات جامعی را از حجم عملیات خاکی به دست آوریم. عزم حمل و نقل و فاصله ی متوسط حمل و نقل از مواردی است که میتوان از منحنی بروکنر استخراج نمود. در این قسمت ذکر چند نکته ضروری میباشد:

1. سطح زیر منحنی برابر عزم حمل و نقل میباشد که تناسب مستقیم با هزینه ی احداث راه دارد،
2. اگر نقطه ی پایانی منحنی بروکنر بالای خط اساس باشد، نشان دهنده ی این است که حجم خاکبرداری از خاکریزی بیشتر است. اگر پایین خط اساس باشد، خاکریزی از خاکبرداری بیشتر است. در حالت اول خاک به دپو میرود و در حالت دوم خاک از قرضه لازم است،
3. اگر نقطه ی پایانی منطبق بر خط اساس باشد، نشان دهنده ی این است که حجم خاکبرداری و خاکریزی در کل مسیر برابر است.

نمونه منحنی بروکنر ترسیم شده و قسمت های مختلف آن را در شکل ملاحظه میکنید:

همان طور که میبینید، منحنی بروکنر ترسیم شده حالت دوم را نشان میدهد. یعنی حجم عملیات خاکبرداری از خاکریزی بیشتر است.

#### ترسیم منحنی

محور افقی بیانگر فاصله ی پیکه ها از هم و محور عمودی حجم کل در هر مقطع را نشان میدهد. از آنجایی که واحد دو محور باهم یکی نیستند (یکی  $m$  و دیگری  $m^3$ )، میتوان هر مقیاسی را برای ترسیم آن ها در نظر گرفت. در این جا به منظور نمایش هرچه بهتر منحنی بروکنر،  $V$  کل به دست آمده در هر مقطع را در عدد 10 ضرب کرده ایم. بنابراین مقیاس محور افقی 1:500 و مقیاس محور عمودی 1:50 است. با Import کردن نقاط در نرم افزار Land و به کمک دستور Line میتوان منحنی را که ترکیبی از خطوط شکسته است ترسیم نمود. مقادیر حجم نهایی بدست آمده در هر مقطع در جدول زیر نمایش داده شده است. لازم به ذکر است برای محاسبه این مقادیر ابتدا  $V_{fill}$  و  $V_{cut}$  را در هر مقطع (فاصله ی بین دو میخ متوالی) محاسبه کرده و سپس به کمک رابطه ی زیر حجم کل را محاسبه میکنیم:

$$V = V_{cut} - V_{fill}$$

مقاطع	حجم کل عملیات خاکی
N,A	-222.65m <sup>3</sup>
A,B	-212.05m <sup>3</sup>
B,C	-718.57m <sup>3</sup>
C,D	-764.005m <sup>3</sup>
D,E	-142.952m <sup>3</sup>
E,F	901.27m <sup>3</sup>
F,G	1580.82m <sup>3</sup>
G,H	1595.825m <sup>3</sup>
H,I	1682.75m <sup>3</sup>
I,J	1036.74m <sup>3</sup>
J,K	661.177m <sup>3</sup>