

محاسبه حجم عملیات خاکی بکمک حسابگر الکترونیکی (ComPuter)

نوشته

اسماعیل نصیری

دانشجوی سال پنجم راه و ساختمان دانشکده فنی

مقدمه :

نقش کامپیوتر در کارهای علمی و مهندسی روز بروز اهمیت بیشتری مییابد ، بطوریکه در مورد مهندسی راه و ساختمان ، در حال حاضر کامپیوترها نه تنها در کارهای ساختمانی بلکه در کارهای راهسازی نیز مهندسین را یاری مینمایند .

در کار راهسازی از محاسبات مربوط به نقشه برداری گرفته تا محاسبات مربوط به مسیر (افقی و قائم) و تعیین مقدار عملیات خاکی و تعادل خاک برداری و خاکریزی و حمل خاک (منحنی پروکنر) توسط کامپیوتر انجام می شود و کارهایی که مهندسین بایستی انجام دهند ، فقط تعیین مسیر و مشخصات قوسها و شیبها میباشد .

در کشورهایی که کامپیوترهای بزرگ در اختیار دارند ، حتی تعیین مسیر و انتخاب قوسها و شیبها توسط کامپیوتر اجرا میگردد و در واقع طرح راهها بطور کامل خود کار انجام میگردد و اطلاعاتی که به آنها داده میشود همان برداشتهای اولیه نقشه برداری و تعیین نقاط مبدأ و مقصد و نقاط اجباری میشود . انتخاب مسیر در این کامپیوترها با توجه به ضابطه هائی (مثلا کمترین عملیات خاکی) انجام میشود و انتخاب قوسها و شیبها نیز توسط جدولهایی که قبلا به کامپیوتر داده شده است عملی میگردد .

در ایران که کامپیوترهای بزرگ در اختیار نداریم ، خود کار کردن طرح راهها فعلا عملی نیست ،

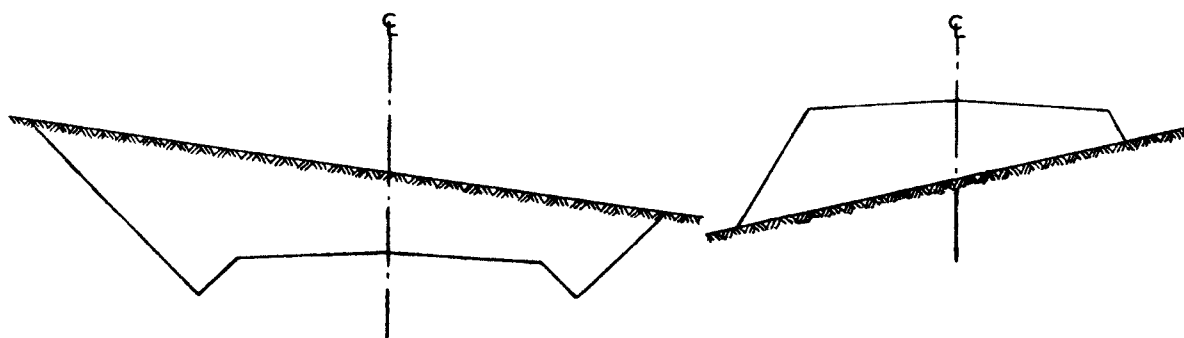
ولی میتوان تمام محاسبات مربوط به طرح راهها را بمعهد کامپیوتر گذاشت. از برنامه هائی که فعلاً در ایران موجود است وبآسانی در دسترس قرار میگیرد، مجموعه برنامه های HIDES (High Way Design System) را میتوان نام برد که شامل ۱، ۲ برنامه مختلف مربوط به راهسازی است و IBM اروپا تهیه نموده است.

این برنامه بطور کلی، برای راههای اصلی نوشته شده اند که برای راههای فرعی و راههای درجه دوم نیز قابل استفاده میباشند. با توجه باینکه راههای درجه ۲ و راههای فرعی دارای مشخصات ویژه ای هستند (پروفیل عرضی راه شکل خیلی ساده ای دارد و برای اتصال قطعات مستقیم مسیرافقی بدو ایر، بندرت از منحنی های کلوئوئید استفاده میشود)، لزوم بک برنامه کوچک و ساده که کار کردن با آن ساده و مقرون بصرفه باشد، برای این نوع راهها احساس میشود.

از طرفی در راههای فرعی و درجه ۲ محاسبات مربوط به مسیر آسان بوده و زیاد وقت گیر نمی باشد، ولی محاسبه مقدار عملیات خاک کی نسبتاً طولانی و خسته کننده میباشد، لذا اینجانب اقدام به تهیه برنامه خاکبرداری و خاکریزی (Cut and Fill) نمودم.

این برنامه برای راههای فرعی و یا اصولاً راههائی که شامل یک قسمت اصلی سواره رو و یک کانال در کنار آن باشد قابل استفاده است، بنابراین راههائی که در آنها قسمتهای اضافی از قبیل شانه راه و پیاده رو و غیره وجود دارد در صورتیکه نتوان با تقریب قابل قبولی تبدیل به فرم بالا کرد نمیتوانند از این برنامه استفاده کنند، زیرا نقاط مربوط به پروفیل عرضی راه توسط کامپیوتر پیدا میشوند ولی برنامه قابل تعمیم برای سایر راهها نیز میباشد.

در اینجا برای آشنائی باین برنامه روش محاسبه ای که در آن بکار رفته است و برای راههای اصلی نیز قابل استفاده است شرح داده میشود. این توضیحات برای کسانی که میخواهند از این برنامه استفاده کنند و یا کسانی که شخصاً میخواهند روی این برنامه کار کنند مفید خواهد بود.



(شکل ۱)

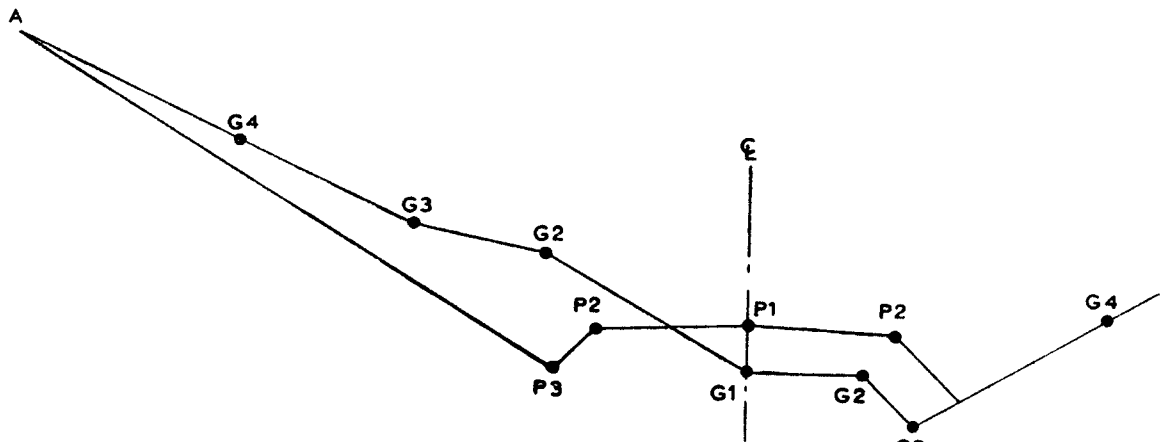
روش محاسبه :

میدانیم که برای محاسبه خاکبرداری و خاکریزی در یک مقطع نقاطی از خط زمین را برداشت کرد و آنها را بر روی کاغذ میلیمتری رسم مینمایند. سپس با داشتن موقعیت خط وسط (Center Line)، کت خط پروژه و شیب عرضی راه، پروفیل عرضی راه را رسم کرده و سطح بین پروفیل عرضی راه و خط زمین را مینمایند. علت اینکه فقط چند نقطه برداشت میکنند اینست که تعداد این نقاط محدود است و نمیتوان همه نقاط را برداشت نمود، معادله منحنی خط زمین را نیز نمیتوان بدست آورد، پس بالاچاره با برداشت چند نقطه خط زمین را بعنوان خط شکسته‌ای قبول میکنند که تقریب آن قابل قبول نخواهد بود. ولی نکته مهم اینست که در نقاط کوهستانی نقاط لازم بیشتر خواهد بود و در دشت کمتر.

برای اینکه برنامه نقاط کوهستانی قابل استفاده باشد، خط زمین میتواند در هر طرف خط وسط چندین شکستگی (در این برنامه 12 نقطه) داشته باشد و در زیر خط وسط نیز 1 شکستگی.

چون معمولاً جنس جسم راه در قسمت بالا از نوع بهتری میباشد بایستی جدا محاسبه شود بنابراین میتوان با دادن ضخامت Base + Sub Base به ماشین آن قسمت از جسم راه را از خاکریزی کم کرد و یا به خاکبرداری اضافه کرد.

برای مشخص کردن نقاط پروفیل عرضی و خط زمین، لازم است که آنها را شماره گذاری نمائیم (مطابق شکل ۲) نقاط پروفیل عرضی را با P و نقاط خط زمین را با G مشخص مینمائیم.



(شکل ۲)

نقاطی که در خط وسط قرار دارند شماره آنها 1 است و شماره سایر نقاط در دو طرف به ترتیب زیاد

میشود.

فرض براینستکه بعد از آخرین نقطه خط زمین شکستگی ندارد. (در شکل ۲ آخرین نقطه خط زمین G_4 است، بنابراین امتداد G_3G_4 برای ما بعنوان ادامه خط زمین قابل استفاده است).

نکته مهمی که بایستی تذکر داده شود اینستکه آخرین نقطه تقاطع پروفیل با خط زمین مانند A در شکل ۲ بدو علت نبایستی زیاد با آخرین نقطه خط زمین فاصله داشته باشد، اول اینکه هرچه از G_4 بطرف خارج برویم احتمال اینکه خط زمین بدون شکستگی بماند کمتر میشود و دوم اینکه اگر A خیلی با G_4 فاصله داشته باشد مسلماً مقدار خاکبرداری و یا خاکریزی از حد قابل قبول زیادتر میشود، بنابراین فاصله افقی AG_4 به مقدار d محدود شده است. در صورت تجاوز از این حد کامپیوتر محاسبه را برای این مقطع ادامه نخواهد داد و نیز در موقع محاسبه حجم خاکبرداری و خاکریزی دو قطعه‌ای که در دو طرف این مقطع میباشند و باین مقطع محدود میشوند حجم خاکبرداری و خاکریزشان محاسبه نشده و حذف خواهند شد. این حالت موقعی پیش میآید که یا راه بد طرح شده و احتیاج به دیوار حایل دارد و یا نقاط برداشت شده کافی نباشد که بایستی تکمیل شوند. واضح است که زیاد بودن تعداد نقاط برداشت شده لطمه‌ای به محاسبات نخواهد زد.

مراحلی که کامپیوتر برای محاسبه حجم عملیات خاکریزی مینمایند بطور خلاصه عبارتند از تعیین نقاط پروفیل عرضی، تعیین معادله خطوط شکسته زمین و خطوط شکسته پروفیل عرضی، تعیین مساحت‌های بین این دو خط شکسته و جدا کردن آنها بعنوان خاکبرداری و خاکریزی، محاسبه حجم خاکبرداری و خاکریزی با توجه بفاصله مقاطع از هم.

۱- محاسبه مختصات نقاط پروفیل عرضی راه و ضریب زاویه و معادله خطوط:

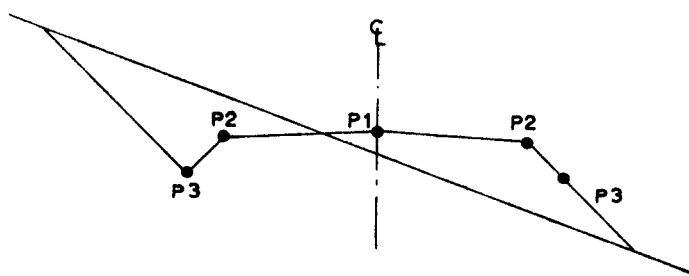
در مورد خط زمین چنانکه در شکل ۲ مشاهده میشود با داشتن مختصات نقاط میتوان ضریب زاویه و معادله خطوط را بدست آورد، پس از بدست آوردن ضریب زاویه خطوط میتوان آخرین نقطه را حذف کرد زیرا پس از بدست آوردن معادله خطوط، سایر نقاط فقط محل شکستگی را مشخص میکنند در حالیکه در محل آخرین نقطه شکستگی وجود ندارد، بنابراین چنانکه در شکل ۲ مشاهده میشود، تعداد خطوط خط زمین با تعداد نقاط آن برابر بوده و این تعداد یکی کمتر از تعداد نقاطی که برداشت شده‌اند می‌باشد. فاصله افقی نقاط تا خط وسط را با X و کت نقاط را با Z نشان میدهم. زاویه خط زمین با جهت مثبت محور X ها حاده فرض شده است، جهت مثبت محور X ها از خط وسط بطرف خارج است زیرا جنس زمین هرچقدر سخت باشد کمتر ممکن است زاویه مذکور منفرد باشد و حداکثر خط زمین بصورت قائم خواهد بود بنابراین X هر نقطه بزرگتر یا مساوی X نقطه قبلی میباشد.

در مورد پروفیل چون معمولاً شیب قطعات و نیز مختصات نقاط ثابت است میتوان با دادن عرض راه

و عمق کانال و نیز شیب قسمت سواره رو، شیروانی خاکریزی، شیروانی خاکبرداری به کامپیوتر، مختصات نقاط و معادله قطعات پروفیل عرضی را حساب نمود.

تعداد خطوط و نقاط پروفیل بستگی به خاکبرداری و خاکریزی دارد، چنانکه در شکل ۲ دیده میشود اگر عملیات خاکی به خاکبرداری ختم شود پروفیل دارای ۳ نقطه و ۳ خط میباشد و اگر عملیات خاکی به خاکریزی ختم شود پروفیل دارای ۲ نقطه و ۲ خط خواهد بود. اگر مقطع مذکور در پیچ قرار گرفته باشد باید مقدار شیب عرضی (دور) اضافه عرض برای این مقطع به کامپیوتر داده شود تا کامپیوتر با توجه باین مقادیر اقدام به محاسبه مختصات نقاط و معادله خطوط پروفیل بنماید.

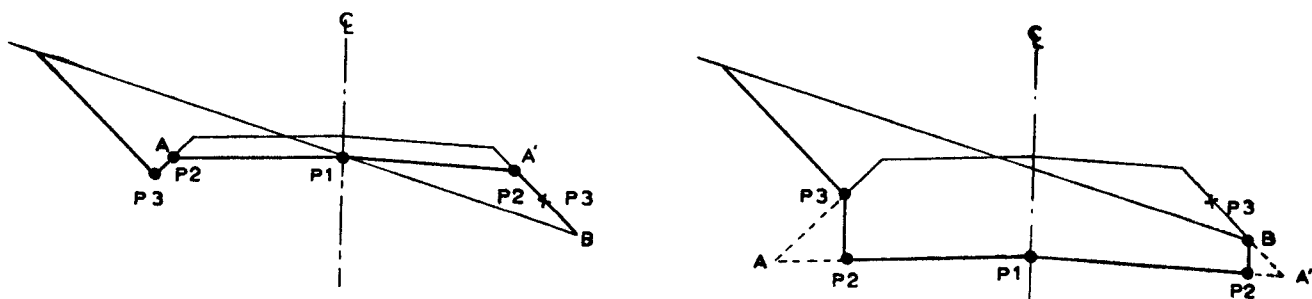
۲- تشخیص اینکه عملیات خاکی به خاکبرداری ختم میشود یا خاکریزی:



(شکل ۲)

چنانکه در شکل ۳ ملاحظه میشود چه در خاکبرداری و چه در خاکریزی پروفیل دارای یک قسمت مشترک است که از دو خط P_1P_2 و P_2P_3 تشکیل یافته است. بنابراین نقطه P_3 پائین ترین نقطه جوی میتواند مشخص کننده خاکریزی و خاکبرداری باشد.

بطوریکه در شکل ۳ دیده میشود اگر P_3 در زیر خط زمین باشد خاکبرداری و اگر P_3 در روی خط زمین باشد خاکریزی خواهیم داشت. البته این در صورتی است که Base وجود داشته باشد. وجود Base تأثیر مختصری بر روی این مسئله خواهد گذاشت که در زیر بحث خواهد شد:



(شکل ۳)

الف : حالتی که P_3 در زیر خط زمین قرار دارد (شکل ۲ طرف چپ خط وسط)

چنانکه در شکل ۲ دیده میشود مقدار ضخامت Base هر چقدر که باشد عملیات خاکی به خاکبرداری ختم میشود و پروفیل درن طرف دارای 3 نقطه و 3 خط خواهد بود. ولی در حالتی که ضخامت Base بزرگتر از عمق جوی باشد یعنی A (محل تقاطع سطح زیرین Base و شیروانی جوی) در زیر P_3 قرار داشته باشد (شکل ۲ طرف راست) قسمت AP_2P_3 حذف شده و خط P_2P_3 بصورت قائم در خواهد آمد و ضریب زاویه آن نیز بی نهایت خواهد بود. ولی چون بینهایت مطلق عملاً وجود ندارد این مقدار را برابر 10^6 گرفته ایم.

ب : حالتی که P_3 در بالای خط زمین قرار دارد (شکل ۲ طرف راست خط وسط) :

در این حالت تأثیر Base بیشتر است و در حالت دوم خواهیم داشت :

۱- نقطه A' (نظیر A) بالای نقطه B (محل تقاطع شیروانی خاکریزی با خط زمین) قرار دارد :

در این حالت عملیات خاکی به خاکریزی ختم خواهد شد و پروفیل دارای دو نقطه و دو خط خواهد بود و شیب خط دوم معمولی است.

۲- نقطه A' در زیر B قرار دارد :

در این حالت مطابق شکل ۲ عملیات خاکی به خاکبرداری ختم میشود و در این حالت نیز پروفیل دارای دو نقطه و دو خط خواهد بود ولی شیب خط دوم بینهایت است. برای اینکه برنامه برای راههای اصلی نیز قابل استفاده باشد قسمتهائی از برنامه که مختصات نقاط، معادله خطوط و تعداد نقاط و خطوط پروفیل را پیدا مینمایند بایستی تغییر کنند و یا این مقادیر حساب شده و به کامپیوتر داده شوند.

۳- محاسبه مساحت خاکبرداری و خاکریزی :

در قسمتهای اول و دوم ضریب زاویه خطوط، مختصات نقاط و نیز تعداد آنها حساب شدند در این قسمت مقدار خاکبرداری و خاکریزی در طرف چپ و راست بطور مجزا از هم حساب شده و در آخر با هم جمع میشوند. همانطور که میدانیم در محاسبات دستی (بدون کامپیوتر) از روش ذوزنقه (Trapezoidal Method) استفاده میشود باین ترتیب که در فواصل مساوی اختلاف ارتفاع را حساب کرده و از حاصل ضرب مجموع ارتفاعات در این فاصله سطح خاکبرداری و خاکریزی را حساب مینمایند. بطور کلی روشهای زیادی برای محاسبه خاکبرداری و خاکریزی وجود دارد. در این برنامه از روش مختصات (Coordinate Method) استفاده شده است.

اول مقدار :

$$Z_1 = ZP_1 - ZG_1$$

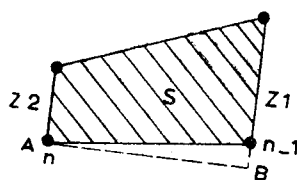
را حساب میکنیم ، چنانکه در شکل ۶ دیده میشود در خط وسط اگر خط زمین بالای پروفیل باشد یعنی Z_1 منفی باشد شروع عملیات باخاکبرداری خواهد بود ، و اگر خط زمین در زیر پروفیل باشد یعنی Z_1 مثبت باشد شروع باخاکریزی خواهد بود .

روش محاسبه باین ترتیب است که از تمام شکستگی ها خطوطی عمودی رسم میکنیم تا خط دیگر را قطع کند ، تعدادی ذوزنقه و مثلث خواهیم داشت که مساحت آنها قابل محاسبه است . برای اینکه مساحت آخرین مثلث را حساب کنیم بایستی X آخرین نقطه تقاطع را حساب کنیم . مادامیکه خط زمین در بالای پروفیل و یا در زیر آن قرار داد نوع عملیات خاکریزی تغییر نمیکند ولی همینکه خط زمین از روی پروفیل بزرگتر رفت و یا بالعکس نوع عملیات تغییر میکند . فرمول محاسبه سطوح بقرار زیر است :

$$\overline{AB} = X_n - X_{n-1}$$

$$S = \overline{AB}(Z_1 + Z_2)/2$$

الف - از خاکبرداری به خاکبرداری و یا از خاکریزی به خاکریزی :



شکل ه - الف

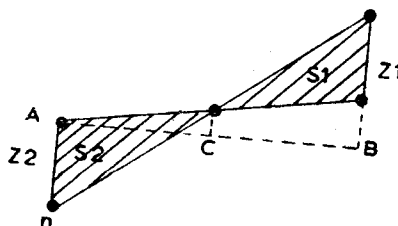
ب - از خاکبرداری به خاکریزی و بالعکس :

$$\overline{Bc} = Z_1/(Z_1 + Z_2) \cdot AB$$

$$\overline{Ac} = Z_2/(Z_1 + Z_2) \cdot AB$$

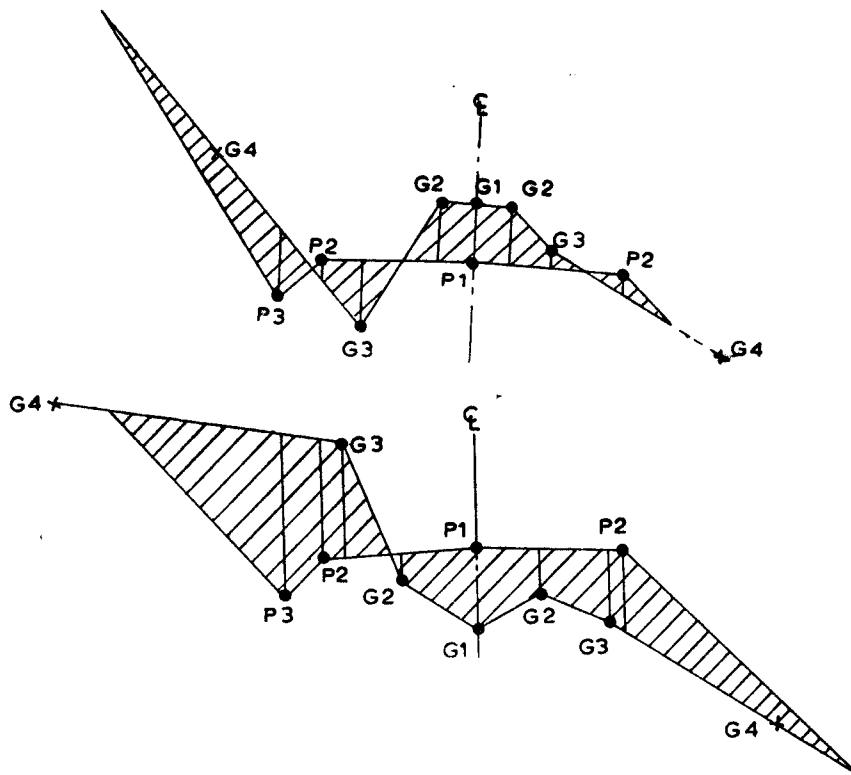
$$S_1 = Bc \cdot Z_1/2$$

$$S_2 = Ac \cdot Z_2/2$$



شکل ه - ب

برای فهم بیشتر ریز عملیات را بقرار زیر بررسی میکنیم :



(شکل ۶)

پس از اینکه تشخیص دادیم شروع باخاکبرداری یا خاکریزی است مطابق شکل ۶ ، XP_2 و XG_2 را باهم مقایسه میکنیم تا نزدیکترین نقطه به خط وسط را پیدا نمائیم . پس از این تشخیص از این نقطه خطی عمود رسم مینمائیم تا خط دیگر را قطع کند و Z نقطه تقاطع را بدست میآوریم .
 بابدست آمدن ارتفاع نقطه تقاطع مقدار :

$$Z_2 = ZP - ZG$$

قابل محاسبه است . بامقایسه بامقدار قبلی اش اگر تغییر علامت نداده باشد نوع عملیات تغییر خواهد کرد و مساحت ذوذنقه بدست آمده را مطابق فرمولهای قبلی حساب مینمائیم و اگر تغییر علامت داده باشد ، دومثلث خواهیم داشت که نوع اولین مثلث از نظر خاکبرداری و خاکریزی بامقادیر قبلی یکی است و نوع دومین مثلث از نظر خاکبرداری و خاکریزی مخالف قبلی میباشد و از اینجاست که نوع عملیات تغییر خواهد کرد ، مساحت مثلثها را حساب کرده و بامقادیر مربوطه جمع مینمائیم .
 سپس نقاط بعدی را باهم مقایسه میکنیم و همواره نزدیکترین نقطه را برای محاسبه انتخاب خواهیم کرد .

این عملیات را آنقدر ادامه خواهیم داد تا به آخرین مثلث برسیم که همانطور که قبلاً گفته شد برای بدست آوردن مساحت آخرین مثلث از تقاطع دو خط استفاده خواهیم کرد .

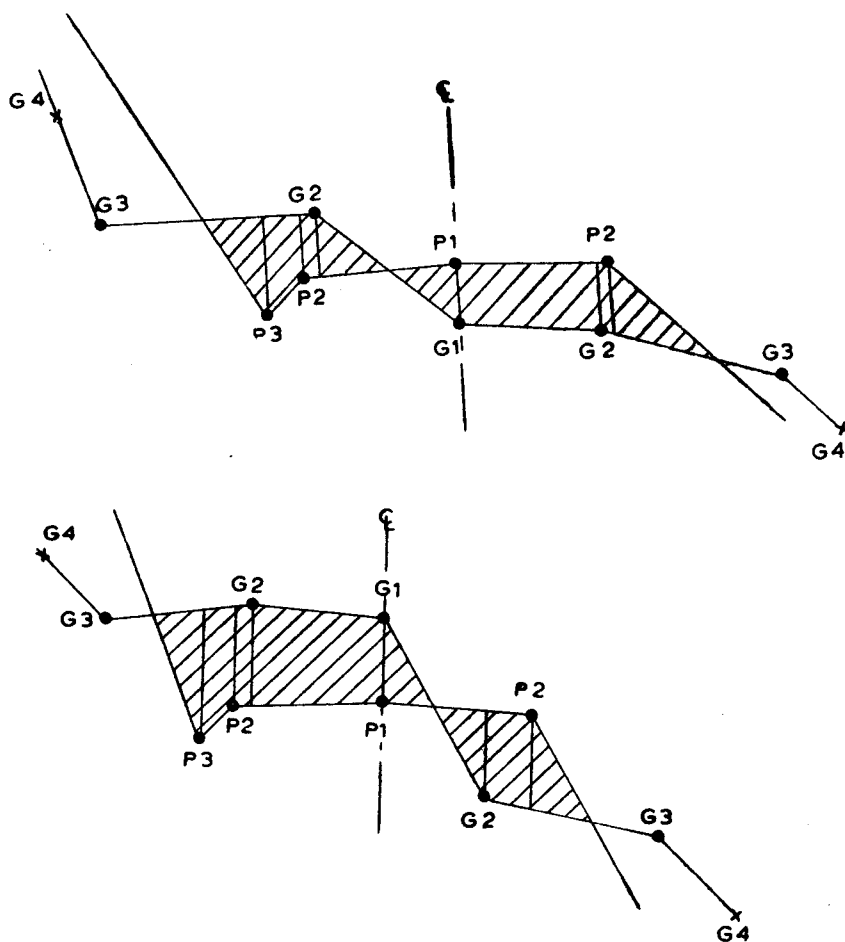
مسئله با اهمیتی که اینجا مطرح میشود اینست که این آخرین مثلث چه موقع پیدا خواهد شد و عبارت دیگر عملیات بالا را تا کجا تکرار نمائیم .

برای بررسی این موضوع دو حالت پیش میآید :

الف : آخرین نقطه خط زمین از آخرین نقطه پروفیل به خط وسط نزدیکتر است :

یعنی عبارت دیگر محاسبات بالا برای نقاط خط زمین زودتر از نقاط پروفیل تمام خواهد شد (شکل ۶) در این حالت بدون هیچ ابهامی محاسبات بالا تا آخرین نقطه پروفیل ادامه پیدا خواهد کرد و آخرین نقطه تقاطع محل تقاطع آخرین خطوط پروفیل و آخرین خط ، خط زمین خواهد بود .

ب : آخرین نقطه خط زمین دورتر از آخرین نقطه پروفیل نسبت به خط وسط میباشد :



(شکل ۷)

یعنی عبارت دیگر محاسبات بالا برای آخرین نقطه پروفیل زودتر تمام خواهد شد (شکل ۷) .
 در این حالت پس از اینکه محاسبات برای آخرین نقطه پروفیل تمام شد ، محاسبات برای نقاط بعدی خط زمین
 در صورتی ادامه پیدا خواهد کرد که خط زمین و پروفیل یکدیگر را قطع نکنند عبارت دیگر همینکه :

$$Z_2 = ZP - ZG$$

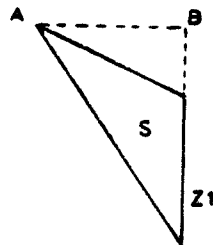
تغییر علامت دهد محاسبات قطع خواهد شد و آخرین نقطه تقاطع در روی آخرین خط پروفیل و نیز خطی از
 خط زمین قرار دارد که اندیس آن با اندیس آخرین نقطه ای که محاسبات برای آن منظور شده است
 مساوی است .

محاسبه آخرین مثلث :

اگر ضریب زاویه خط زمین GM و پروفیل PM باشد :

$$\overline{AB} = \frac{Z_1}{GM - PM}$$

$$S = \overline{AB} Z_1 / 2$$



(شکل ۸)

از نظر خاکبرداری و خاکریزی باقطعه قبلی یکی است .

۴- محاسبه حجم خاکبرداری و خاکریزی :

پس از محاسبه سطح خاکبرداری و خاکریزی آخرین قدم تعیین خاکبرداری و خاکریزی است .

در موقعی که مشخصات هر مقطع عرضی توسط کامپیوتر خوانده میشود ، یکی از مشخصات فاصله این
 مقطع از مبدأ معلوم میباشد .

بنابراین فاصله نسبت بهم معلوم است . برای محاسبه حجم دوروش وجود دارد که انتخاب آن
 با استفاده کننده از برنامه است :

الف : روش متوسط (Average Method) :

در این روش متوسط دو مقدار خاکبرداری و خاکریزی بطور جدا حساب شده و در فاصله بین دو مقطع ضرب میشود .

اگر D فاصله مقاطع از مبدأ معلوم باشد داریم :

$$V = (D_n - D_{n-1}) \frac{S_n + S_{n-1}}{2}$$

تقریب این روش نسبتاً زیاد است ولی در صورتیکه در موقع برداشت نقاط مقاطعی که در آنها خاکبرداری یا خاکریزی صفر میشود نیز برداشت شده باشند ، تقریب آن از بین خواهد رفت .

ب - روش نقاط صفر - صفر (Transition Method) :

وقتی که یکی از مقادیر خاکبرداری یا خاکریزی در یکی از مقاطع صفر نیست ولی در مقطع دیگر صفر است بسادگی نمیتوان محلی که در آن این مقدار صفر شده است پیدا کرد ولی فرمولهای نسبتاً خوبی وجود دارد که بیشتر برای دشت دقیق است و از طرف وزارت راه قبول شده است .

از نظر وضع خاکبرداری و خاکریزی در دو مقطع مورد نظر در بالا ، حالت ممکن است اتفاق بیافتد .

C برای خاکبرداری و F برای خاکریزی میباشد :

$$C \rightarrow F \quad C \rightarrow \frac{C}{F} \quad F \rightarrow C \quad F \rightarrow \frac{C}{F} \quad \frac{C}{F} \rightarrow C \quad \frac{C}{F} \rightarrow F$$

محاسبه حجم خاکبرداری و خاکریزی مثل حالت قبل است فقط مقدار حجم خاکبرداری یا خاکریزی که مقدار مساحت مربوط به آن در یکی از مقاطع صفر شده باشد در یک ضریب اصلاحی ضرب میشود .

سطح خاکبرداری را در هر مقطع با C ، سطح خاکریزی را در هر مقطع با F ، تفاضل خاکبرداری را

در دو مقطع با ΔC و تفاضل خاکریزی را با ΔF نشان میدهم :

$$\Delta C = C_a - C_b$$

$$\Delta F = F_a - F_b$$

بنابراین :

$$\frac{\Delta C}{\Delta C + \Delta F} \quad \text{مقدار ضریب اصلاحی برای خاکبرداری}$$

$$\frac{\Delta F}{\Delta C + \Delta F} \quad \text{و نیز مقدار ضریب اصلاحی برای خاکریزی}$$

یادآوری میشود که ضریب اصلاحی برای خاکبرداری یا خاکریزی در صورتی مورد استفاده قرار خواهد گرفت که مقدارش در یکی از مقاطع صفر شده باشد. مثلاً اگر در هر دو مقطع خاکبرداری وجود دارد، از ضریب اصلاحی خاکبرداری استفاده نخواهد شد.

در موقع محاسبه ΔC اندیس a متعلق به مقطعی است که در آن F صفر است و اندیس b به مقطع دیگر اختصاص دارد و در موقع محاسبه ΔF اندیس a متعلق به مقطعی است که در آن C صفر است و اندیس b به مقطع دیگر اختصاص دارد.

اگر ΔC یا ΔF منفی شوند صفر در نظر گرفته میشوند.

انتخاب این اندیس‌ها برای اینست که بتوانیم تمام \pm حالت را بایک فرمول نشان دهیم.

ابتکار جالبی که در بالا بکار رفته است در خود برنامه نیز در نظر گرفته شده است باین ترتیب که چهار

متغیر با اسم CD انتخاب شده است که در مقطعی که خاکبرداری یا خاکریزی صفر است CD مربوطه -1 و اگر صفر نیست CD مربوطه $+1$ است در این صورت خواهیم داشت:

$$\Delta C = CD_{F_{n-1}} \cdot C_n + CD_{F_n} \cdot C_{n-1}$$

$$\Delta F = CD_{C_{n-1}} \cdot F_n + CD_{C_n} \cdot F_{n-1}$$

برای نشان دادن مراحل مختلف برنامه شمای جریان (Flow Chart) نیز رسم شده است که در زیر

مشاهده میگردد.

در اینجا برای آشنائی با جوابهایی که کامپیوتر خواهد داد، قسمتی از محاسبه عملیات خاکری راه

بندر خمیر - بندر لنگه بنظر میرسد.

NO	KM	CUT AREA	FILL AREA	DISTANCE	CUT VOLUME	FILL VOLUME
1	128+333	5.82	0.00	8.0	42.19	0.00
2	128+341	4.72	0.00	17.0	66.05	0.00
3	128+358	3.04	0.00	22.0	48.41	4.27
4	128+380	1.35	0.38	9.0	9.59	7.02
5	128+389	0.77	1.17	11.0	0.89	29.10
6	128+400	0.00	4.11	20.0	0.03	55.37
7	128+420	0.09	1.42	20.0	2.06	33.97
8	128+440	0.11	1.97	40.0	0.19	103.80
9	128+480	0.00	3.21	6.0	0.00	46.63
10	128+486	0.00	12.33	14.0	0.00	126.81
11	128+500	0.00	5.78	6.0	0.00	45.62
12	128+506	0.00	9.42	14.0	0.00	109.43
13	128+520	0.00	6.20	20.0	0.00	166.42
14	128+540	0.00	10.43	20.0	0.00	182.59
15	128+560	0.00	7.82	20.0	0.00	155.13
16	128+580	0.00	7.68	20.0	0.00	141.09
17	128+600	0.00	6.42	20.0	0.00	141.40
18	128+620	0.00	7.72	13.0	0.00	101.68
19	128+633	0.00	7.92	16.0	0.00	112.14

NO	KM	CUT AREA	FILL AREA	DISTANCE	CUT VOLUME	FILL VOLUME
20	128+649	0.00	6.09	41.0	0.00	302.01
21	128+690	0.00	8.63	4.0	0.00	36.63
22	128+694	0.00	9.67	5.0	0.00	41.53
23	128+699	0.00	6.93	25.0	00.0	194.54
24	128+724	0.00	8.62	10.0	0.00	93.15
25	128+734	0.00	10.00	56.0	0.00	481.88
26	128+790	0.00	7.20	50.0	0.00	314.30
27	128+840	0.00	5.36	39.0	0.00	269.79
28	128+879	0.00	8.47	4.0	0.00	36.65
29	128+883	0.00	9.85	11.0	0.00	94.87
30	128+894	0.00	7.39	16.0	0.00	109.25
31	128+910	0.00	6.26	30.0	0.00	235.67
32	128+940	0.00	9.44	50.0	0.00	444.37
33	128+990	0.00	8.32	15.0	0.00	140.10
34	129+ 5	0.00	10.35	18.0	0.00	168.86
35	129+ 23	0.00	8.40	27.0	0.00	229.15
36	129+ 50	0.00	8.56	12.0	0.00	105.37
37	129+ 62	0.00	8.99	8.0	0.00	79.44
38	129+ 70	0.00	15.36	3.0	0.00	40.72
39	129+ 73	0.00	11.78			

39	129 + 73	0.00	11.78	17.0	0.00	204.32
40	129 + 90	0.00	12.25	24.0	0.00	330.81
41	129 + 114	0.00	15.31	5.0	0.00	73.35
42	129 + 119	0.00	14.02	14.0	0.00	209.76
43	129 + 133	0.00	15.93	3.0	0.00	50.38
44	129 + 136	0.00	17.64	30.0	0.00	488.27
45	129 + 166	0.00	14.90	9.0	0.00	129.81
46	129 + 175	0.00	13.94	15.0	0.00	194.78
47	129 + 190	0.00	12.02	12.0	0.00	153.17
48	129 + 202	0.00	13.50	9.0	0.00	130.06
49	129 + 211	0.00	15.40			

TOTAL 169.44 6963.66

