

گام به گام پروژه راهسازی با استفاده از نرم افزار  
**AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009**



تهیه و تنظیم:  
مصطفی انجم شعاع

پاییز ۱۳۹۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به پدر و مادرم

که از نگاهشان صلابت

از رفتارشان محبت

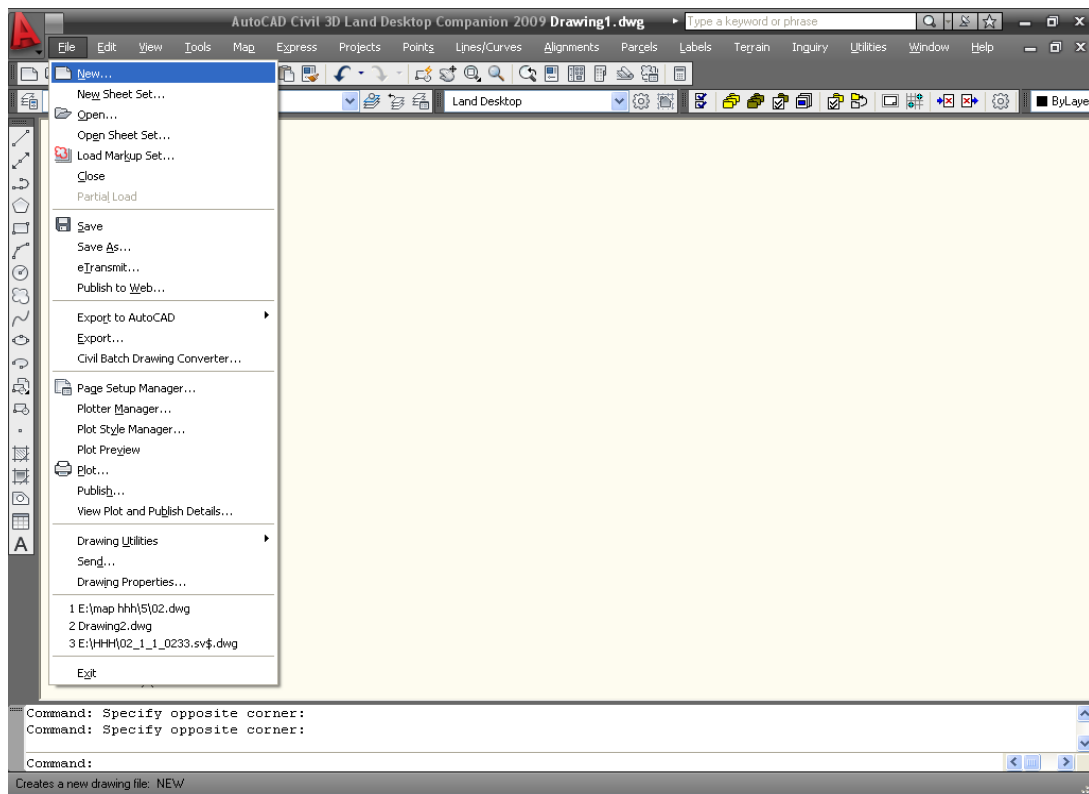
و از صبرشان ایستادگی را آموختم

## فهرست

۵	ساخت پروژه در محیط نرم افزار
۱۲	باز نمودن نقشه توپوگرافی در محیط نرم افزار
۱۵	تشکیل گروه نقاط
۲۱	ساخت سطح
۳۸	ترسیم خطوط شکسته مسیر
۴۶	طراحی قوس های افقی
۶۶	معرفی مسیر به نرم افزار
۶۹	رسم کناره ی مسیر
۷۱	ایستگاه گذاری مسیر
۷۹	جاری ساختن یک مسیر و یک سطح
۸۲	رسم ارتفاعات زمین و پروفیل طولی
۸۷	جاری کردن پروفیل مورد نظر
۸۸	ترسیم خط پروژه
۹۷	طراحی قوس های قائم
۱۱۱	معرفی مسیر قائم به نرم افزار
۱۱۳	برچسب زدن به مماس ها و قوس های قائم
۱۱۷	نمونه برداری از زمین برای مقاطع عرضی
۱۲۰	معرفی الگوی روسازی
۱۲۹	تعریف مشخصات خاکبرداری و خاکریزی و پردازش مقاطع عرضی
۱۳۸	مشاهده و ترسیم مقطع عرضی
۱۴۵	محاسبه ی احجام عملیات خاکی
۱۴۹	رسم منحنی بروکنر
۱۵۴	مراجع

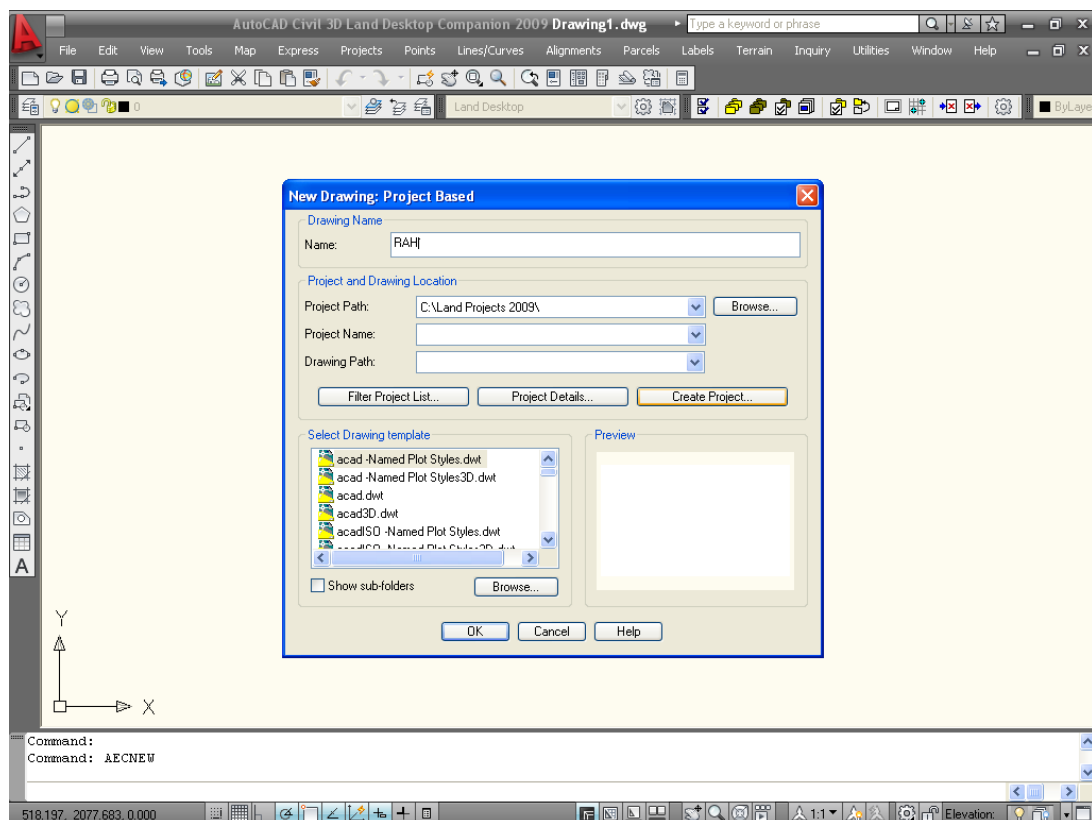


۱- ساخت پروژه در محیط نرم افزار:  
در منوی File گزینه ی New را انتخاب کنید.



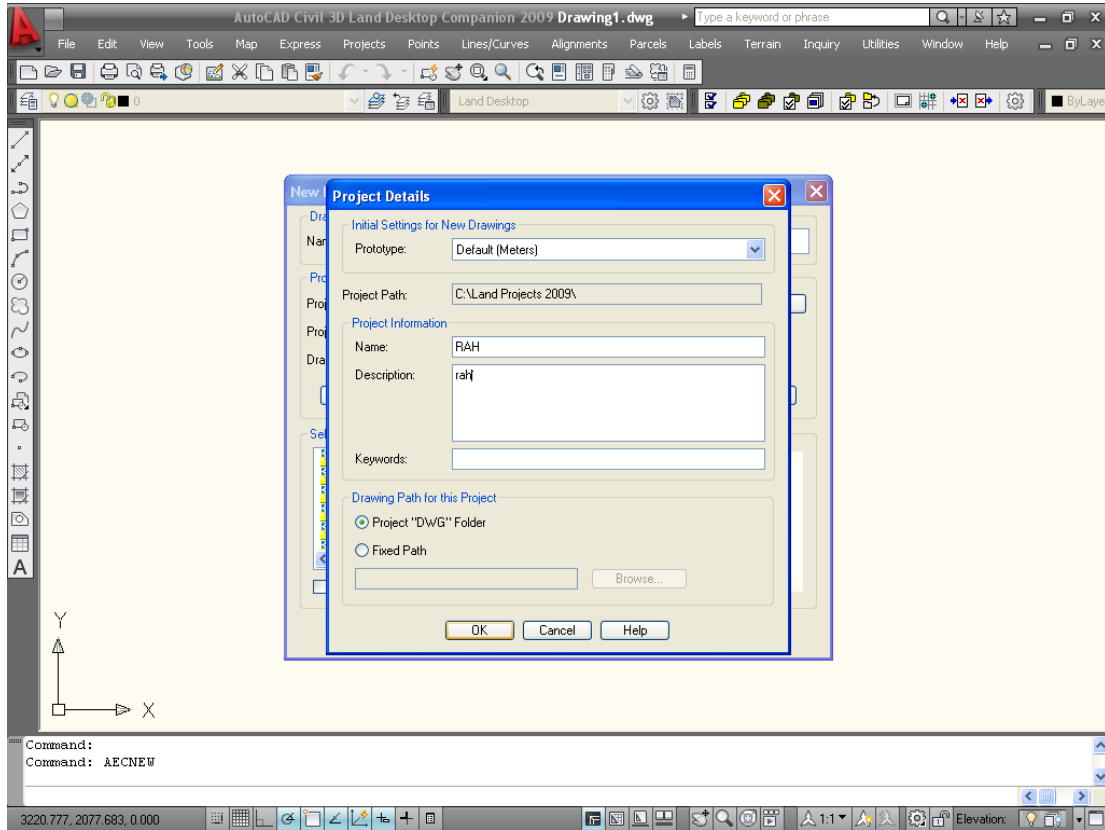
شکل ۱-۱

صفحه ای با عنوان New Drawing: Project Based باز می شود. در قسمت Drawing Name، نامی برای Drawing تایپ کنید. گزینه ی Create Project را کلیک کنید .



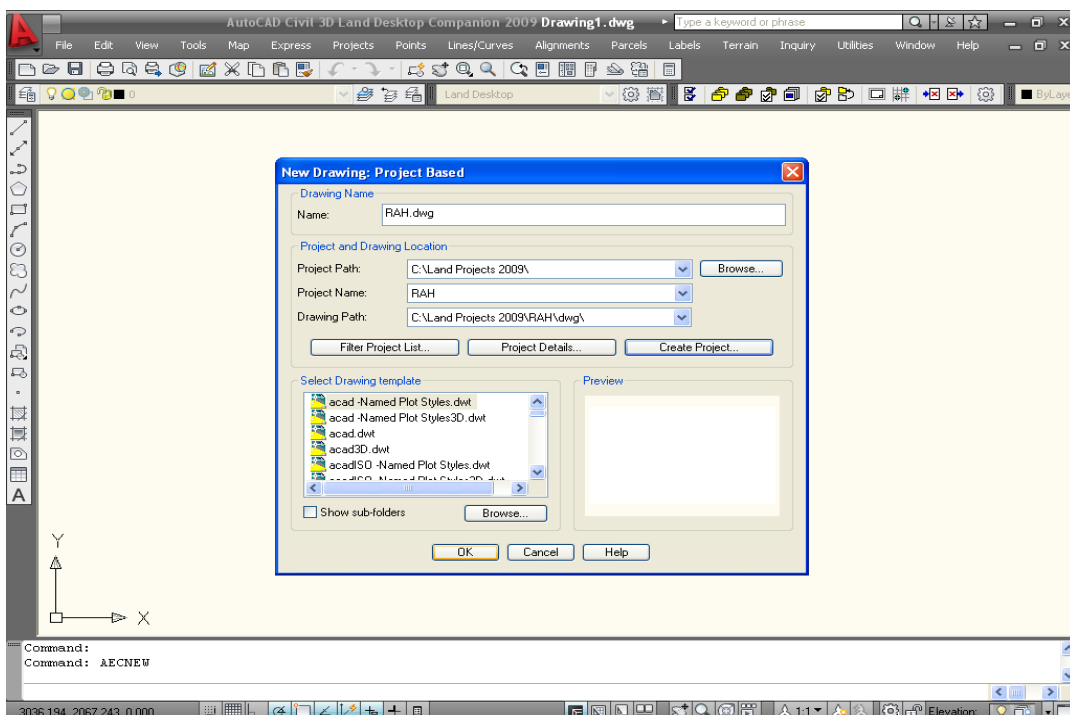
شکل ۲-۱

صفحه ای با عنوان Project Details باز می شود. در قسمت Prototype به جای Feet، گزینه ی Meters را انتخاب کنید. در قسمت Project Information نام و توصیف و کلمه ی کلیدی را به دلخواه وارد کنید. در قسمت Drawing Path گزینه ی Project "DWG" Folder به صورت پیش فرض تیک دار است، آن را تغییر ندهید و در صفحه Project Details، Ok را کلیک کنید.



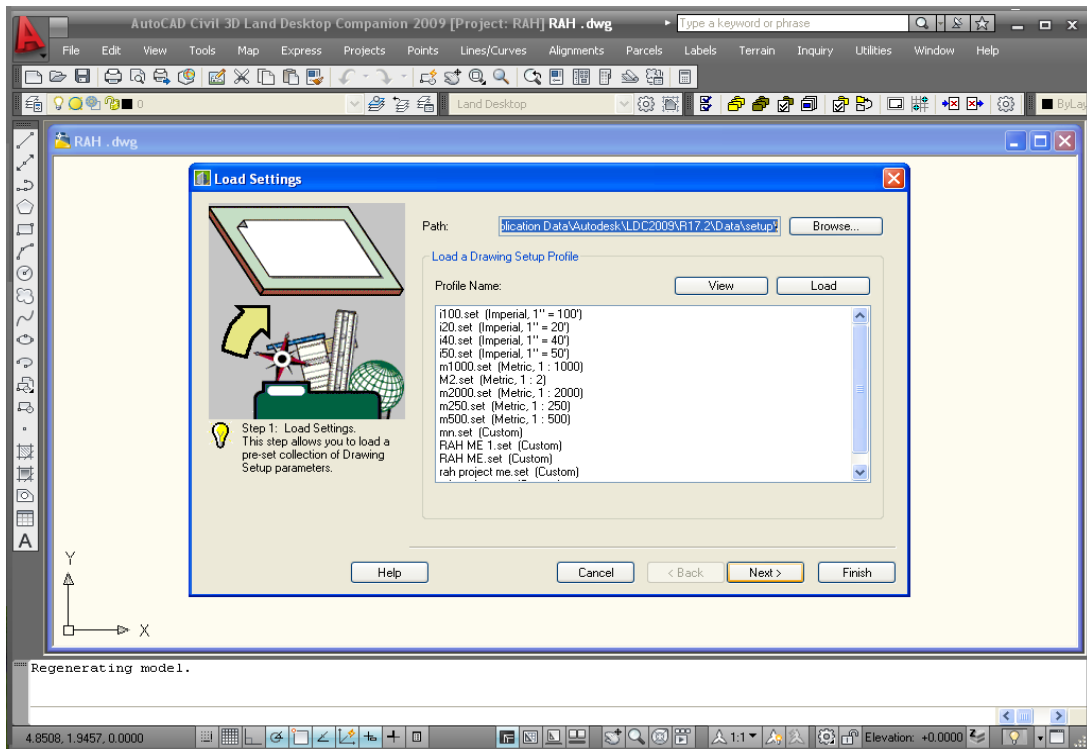
شکل ۳-۱

در صفحه ی New Drawing: Project Based نیز Ok را کلیک کنید.



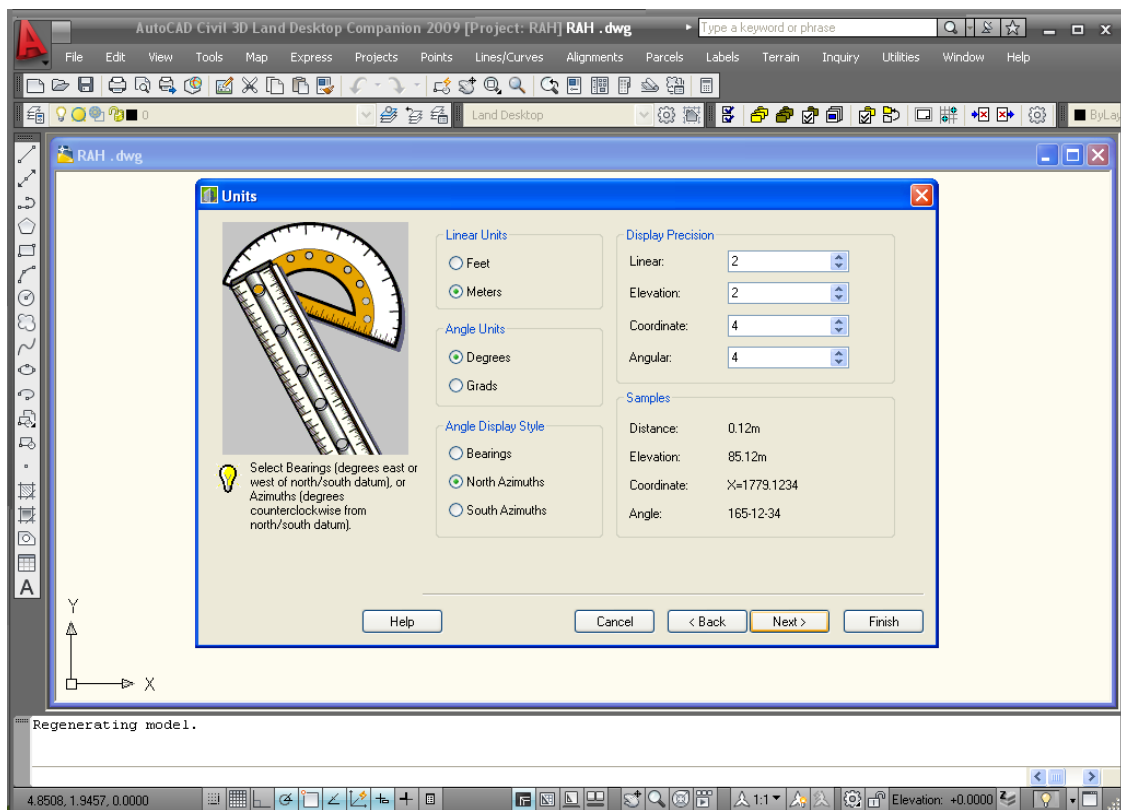
شکل ۴-۱

صفحه ای با عنوان Load Setting باز می شود. Next را کلیک کنید.



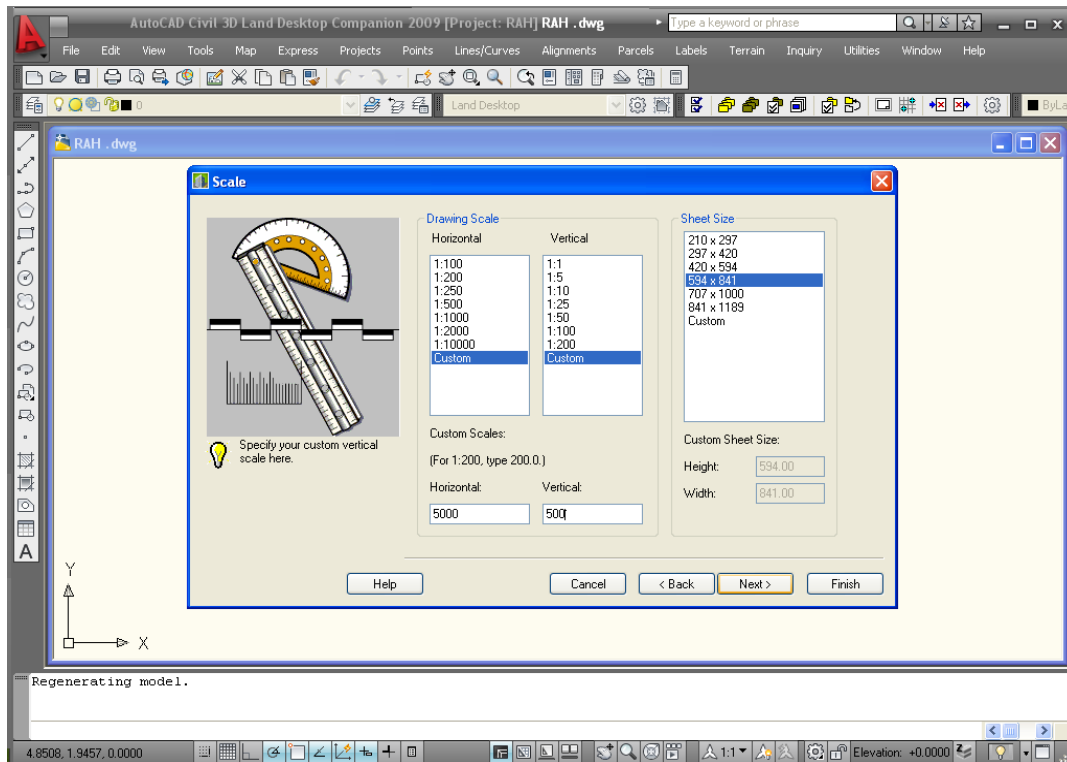
شکل ۵-۱

در صفحه ی Units در قسمت Linear Units گزینه ی Meters و در قسمت Angle Display Style، گزینه ی North Azimuths را انتخاب کنید. در صورت مشاهده ی پیغام اخطار، آن را Ok کرده و صفحه را Next کنید.



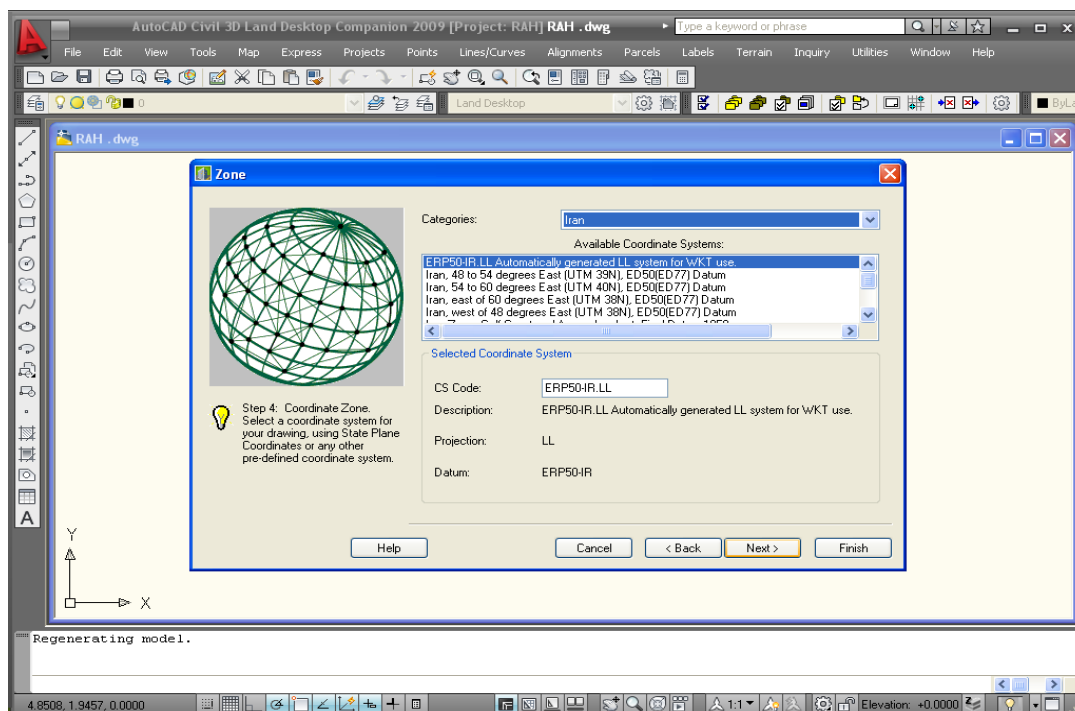
شکل ۶-۱

در صفحه ی Scale، گزینه ی Custom را برای مقیاس افقی و قائم در قسمت Drawing Scale انتخاب کنید. حال مقیاس افقی نقشه ی توپوگرافی و در نتیجه ۱۰ برابر آن را برای مقیاس قائم در نظر بگیرید. در این پروژه مقیاس افقی ۱:۵۰۰۰ است. در کادر Horizontal عدد ۵۰۰۰ و برای مقیاس قائم که ۱:۵۰۰ محسوب می شود در کادر Vertical عدد ۵۰۰ را وارد کنید. صفحه را Next کنید.



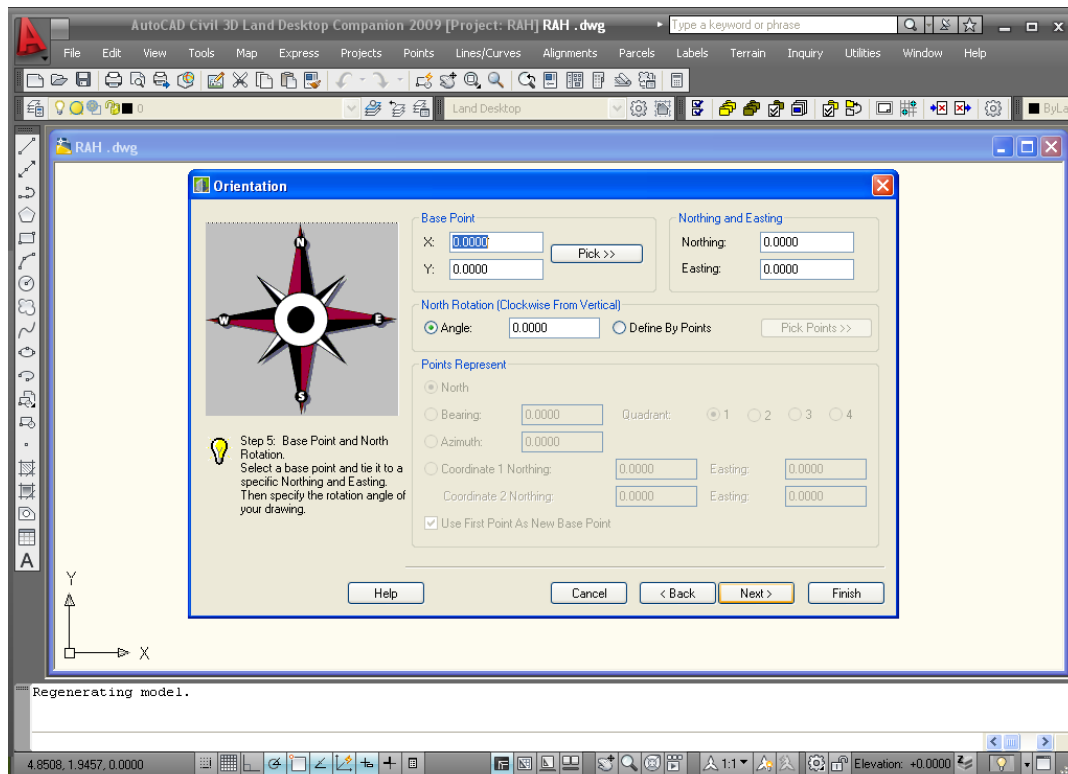
شکل ۷-۱

در صفحه ی Zone از منوی Categories، ناحیه ی ایران را انتخاب و صفحه را Next کنید.



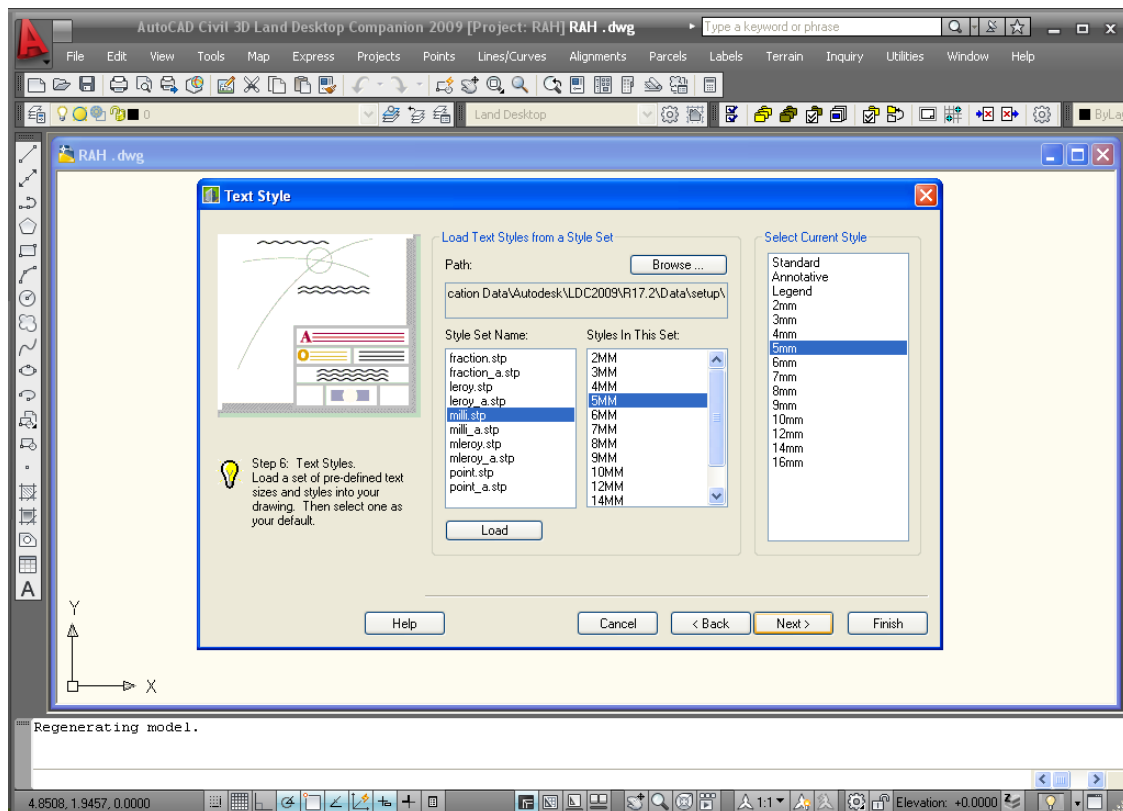
شکل ۸-۱

صفحه ی Orientation را Next کنید.

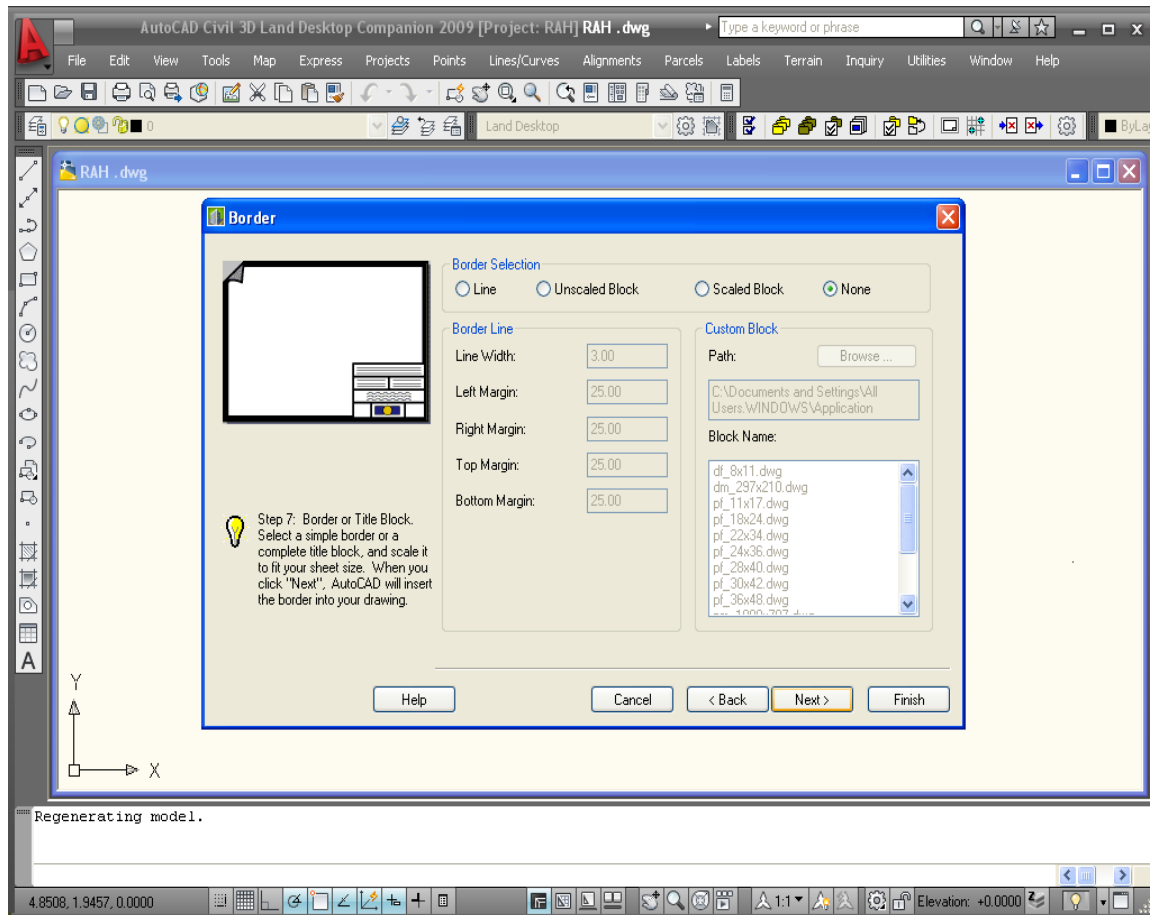


شکل ۹-۱

در صفحه ی Text Style، در منوی Style Set Name، گزینه ی milli.stp را انتخاب و سپس 5MM را انتخاب و صفحه را Next کنید.



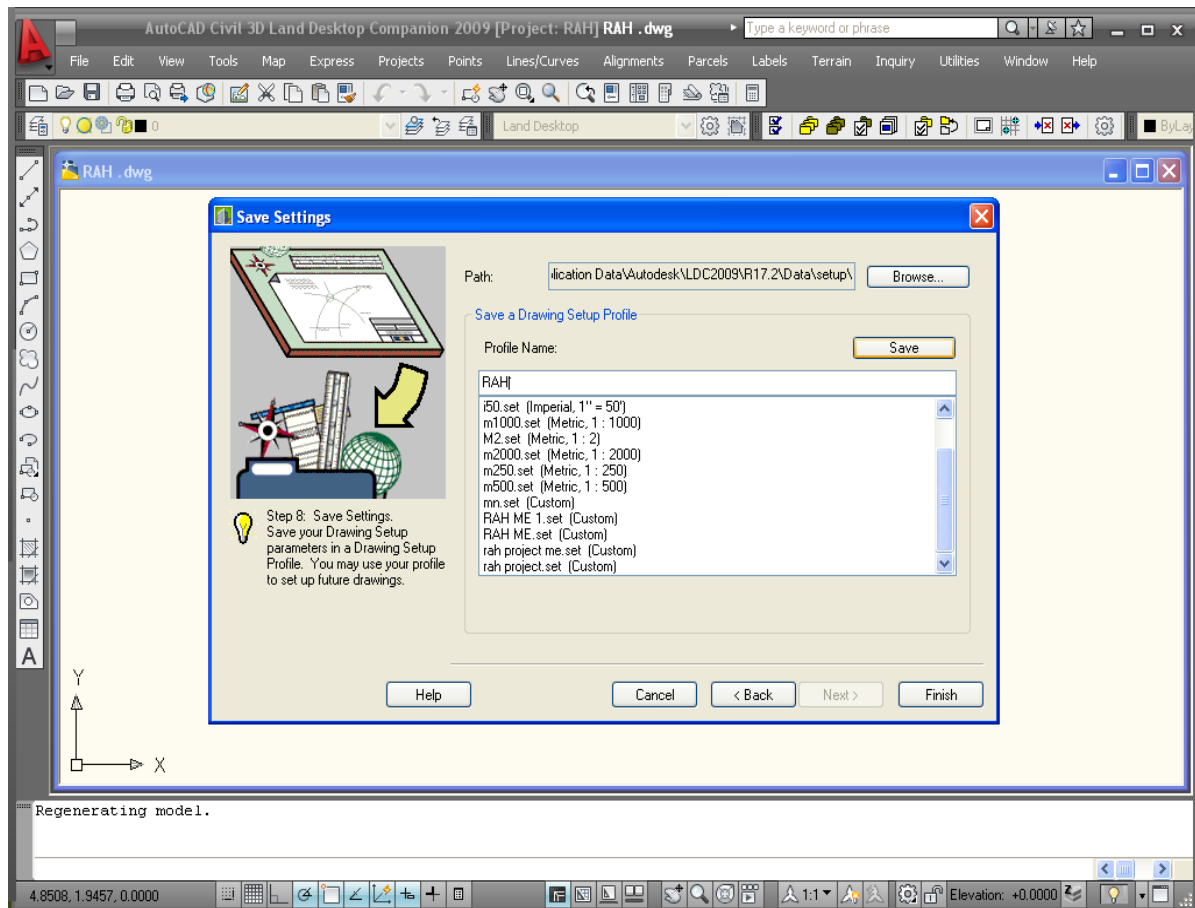
شکل ۱۰-۱



شکل ۱- ۱۱

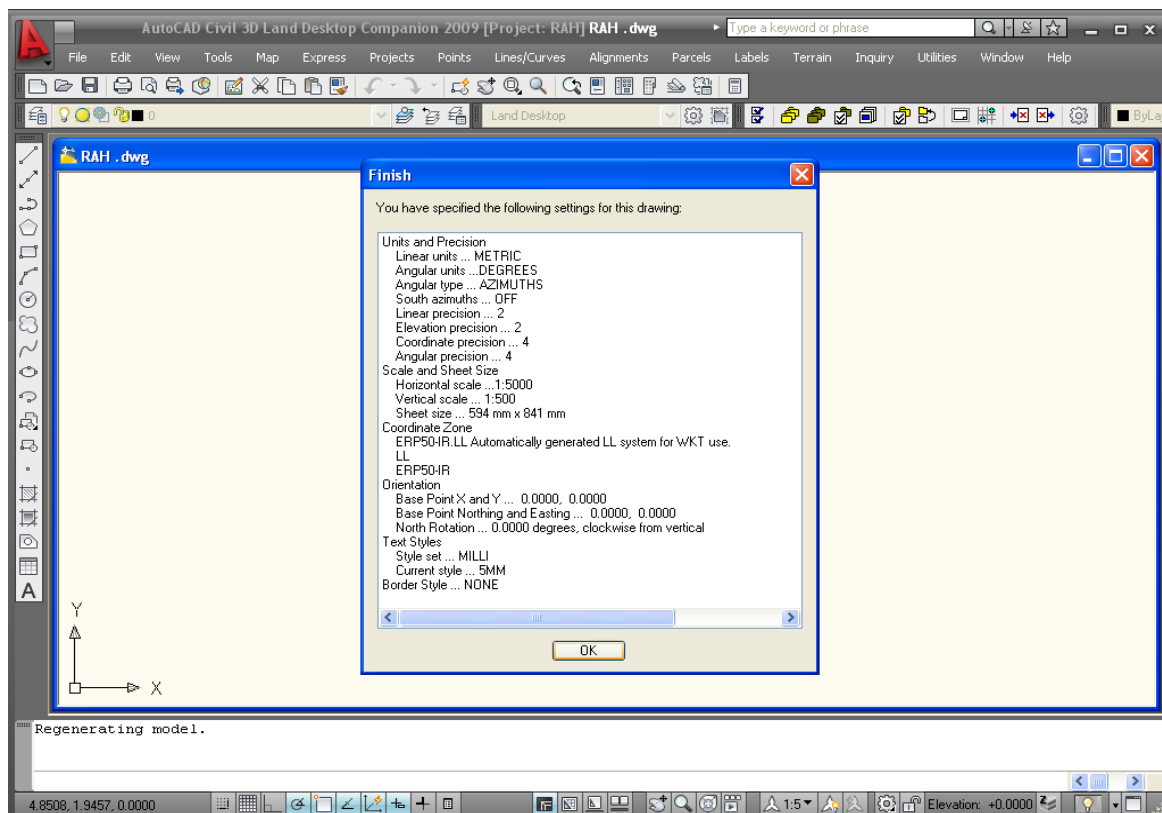
در صفحه ی **Save Setting**، نامی برای فایل اطلاعات وارد شده در قسمت **Profile Name** وارد کرده و گزینه **Save** را کلیک کنید. نام فایل در فهرست **Profile Name** ظاهر می شود که در پروژه های جدیدی که قصد ایجاد آنها را دارید، می توانید از آن استفاده کنید. در پایان **Finish** را کلیک کنید.

نکته: اگر دوباره مایل بودید پروژه ای با همین مشخصات بسازید، در همان ابتدای مراحل ساخت که در بالا ذکر شد، در صفحه ی **Load Setting** روی همان نام کلیک کرده و گزینه ی **Load** را فشار دهید. در پایان **Finish** را کلیک کنید و بعد از چک کردن پیغام ظاهر شده، آن را **Ok** کنید.



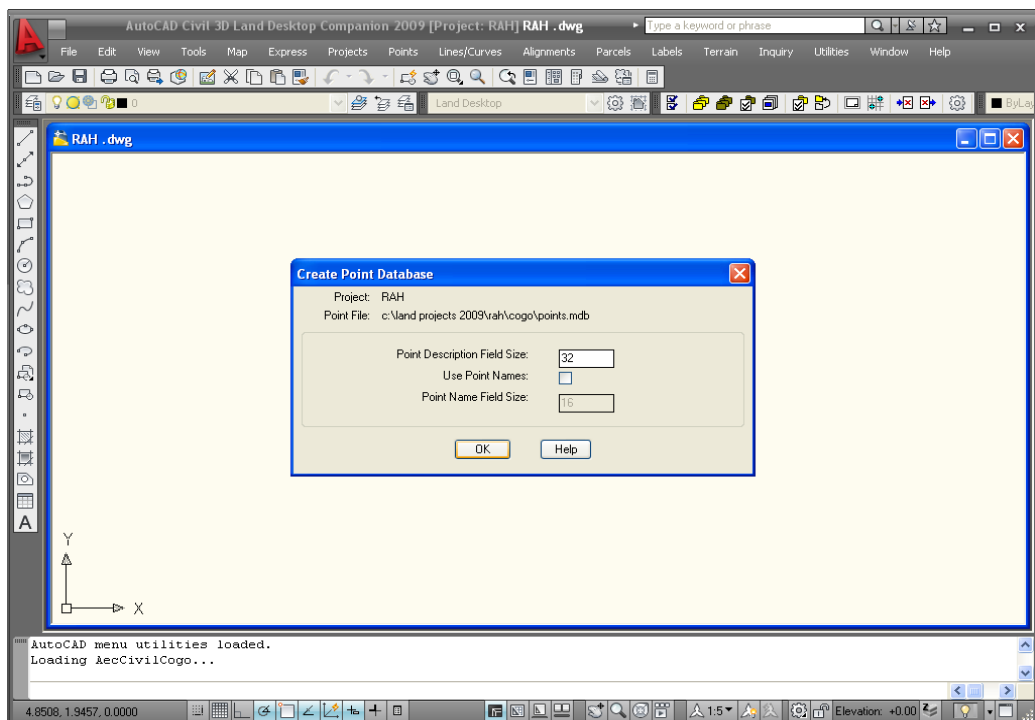
شکل ۱- ۱۲

صفحه ای با عنوان Finish باز می شود، آن را بعد از چک کردن Ok کنید.



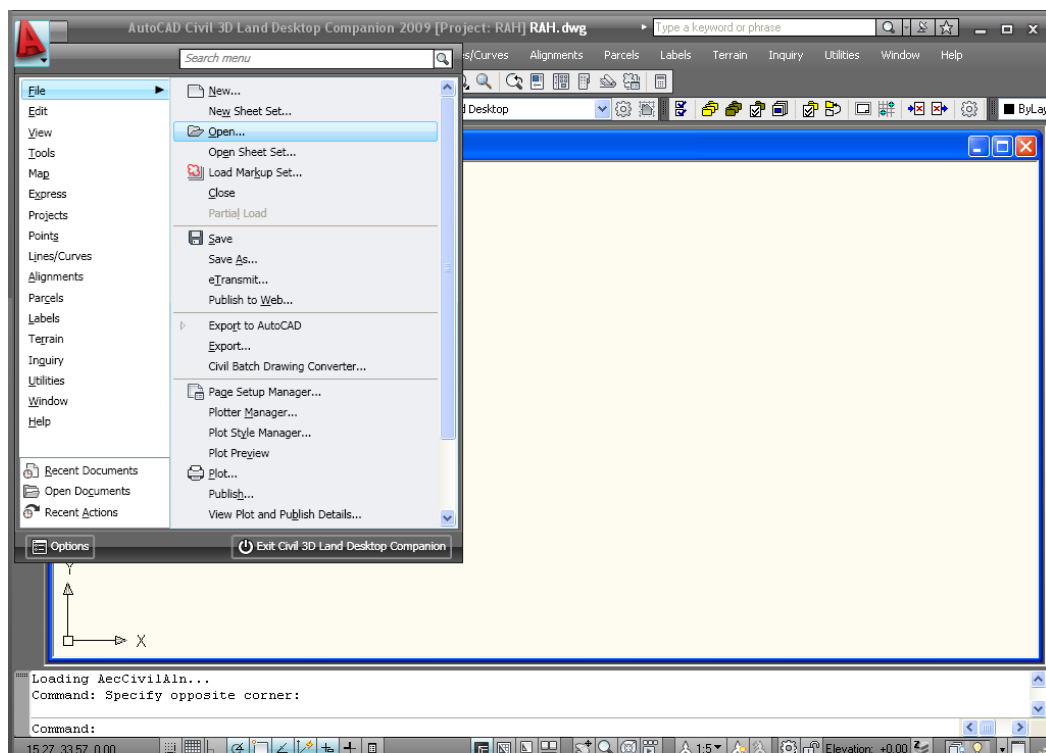
شکل ۱- ۱۳

صفحه ای با عنوان Create Point Database باز می شود که نشان دهنده ی اندازه ی مورد نیاز برای نام و توصیف نقاط است. این صفحه را Ok کنید. حال در صفحه ی اصلی در منوی File گزینه ی Save را کلیک کنید تا اطلاعات ذخیره شود. با این عملیات محیط پروژه ی ما در محیط نرم افزار ساخته شد.



شکل ۱- ۱۴

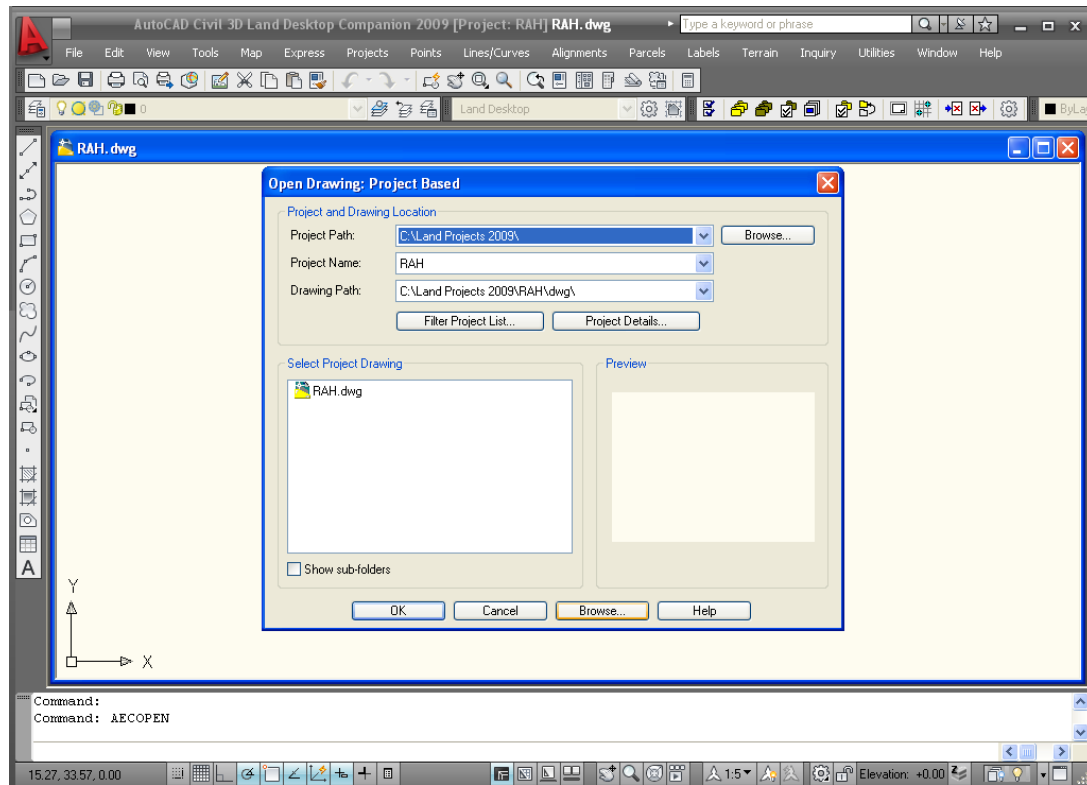
۲- باز نمودن نقشه توپوگرافی در محیط نرم افزار:  
از منوی File، گزینه ی Open... را انتخاب کنید.



شکل ۲- ۱

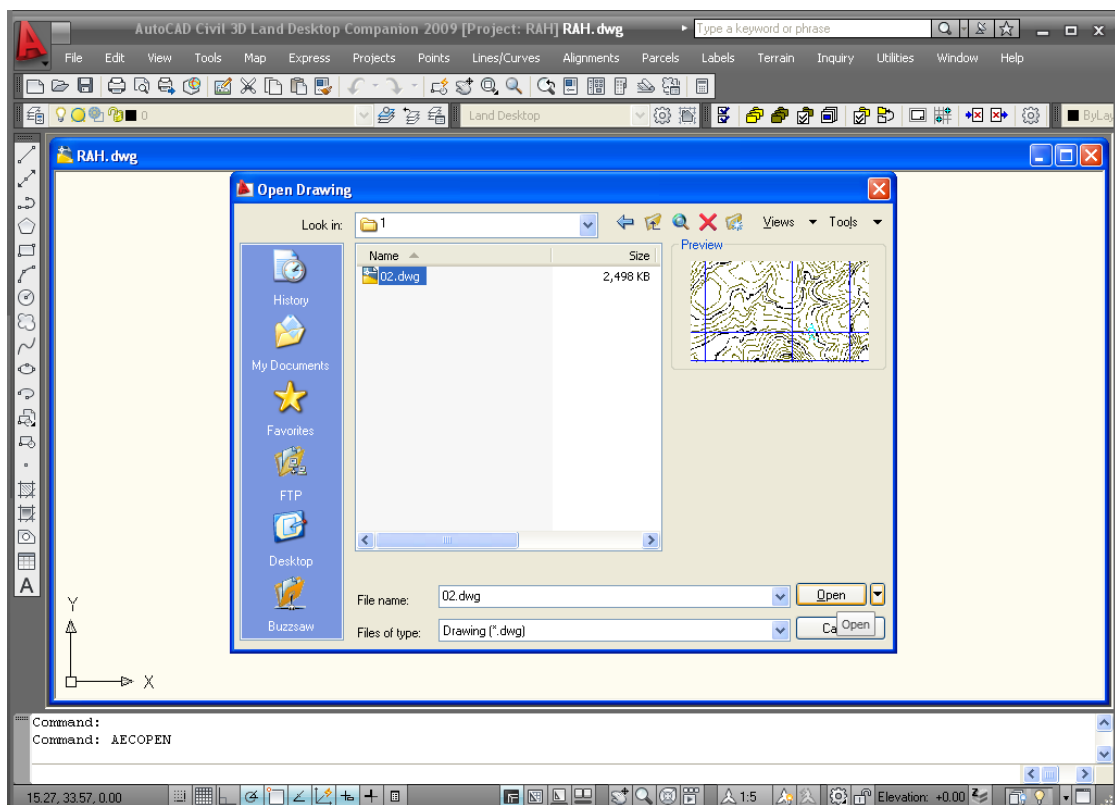


صفحه ای با عنوان Open Drawing: Project Based باز می شود. بر روی گزینه ی Browse... کلیک کنید.



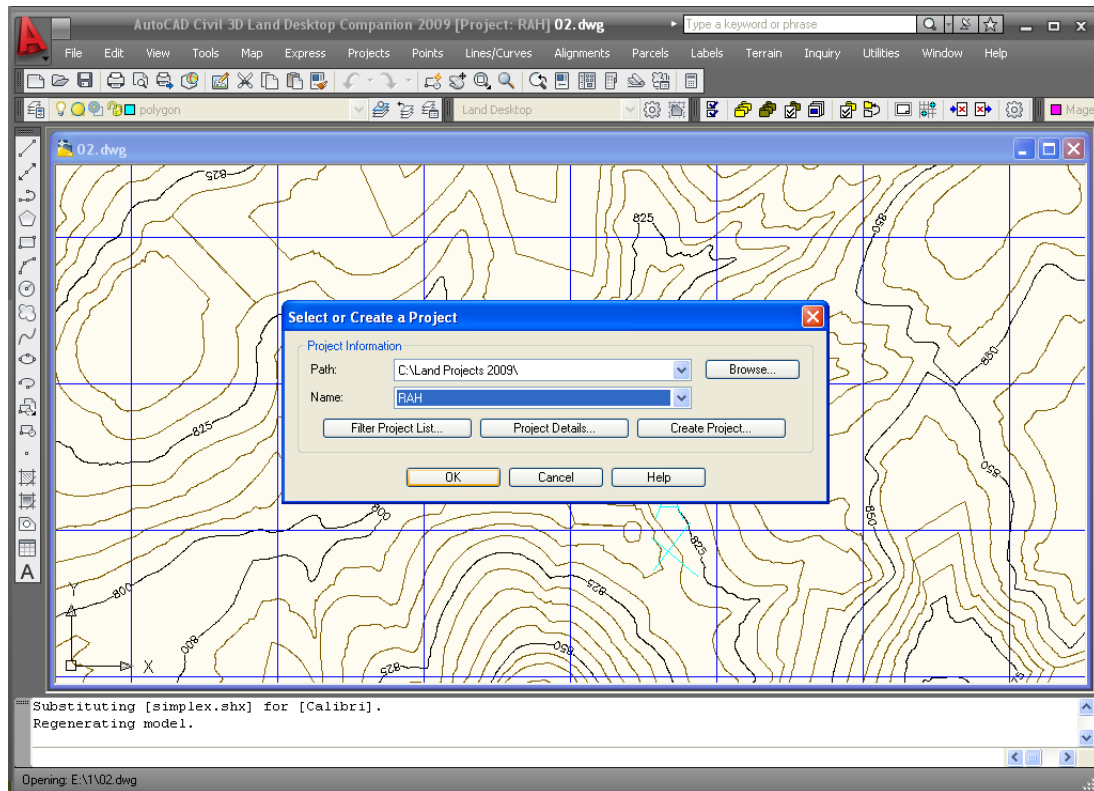
شکل ۲-۲

صفحه ای با عنوان Open Drawing باز می شود. فایل نقشه توپوگرافی را انتخاب کنید و سپس بر روی گزینه ی Open کلیک کنید.



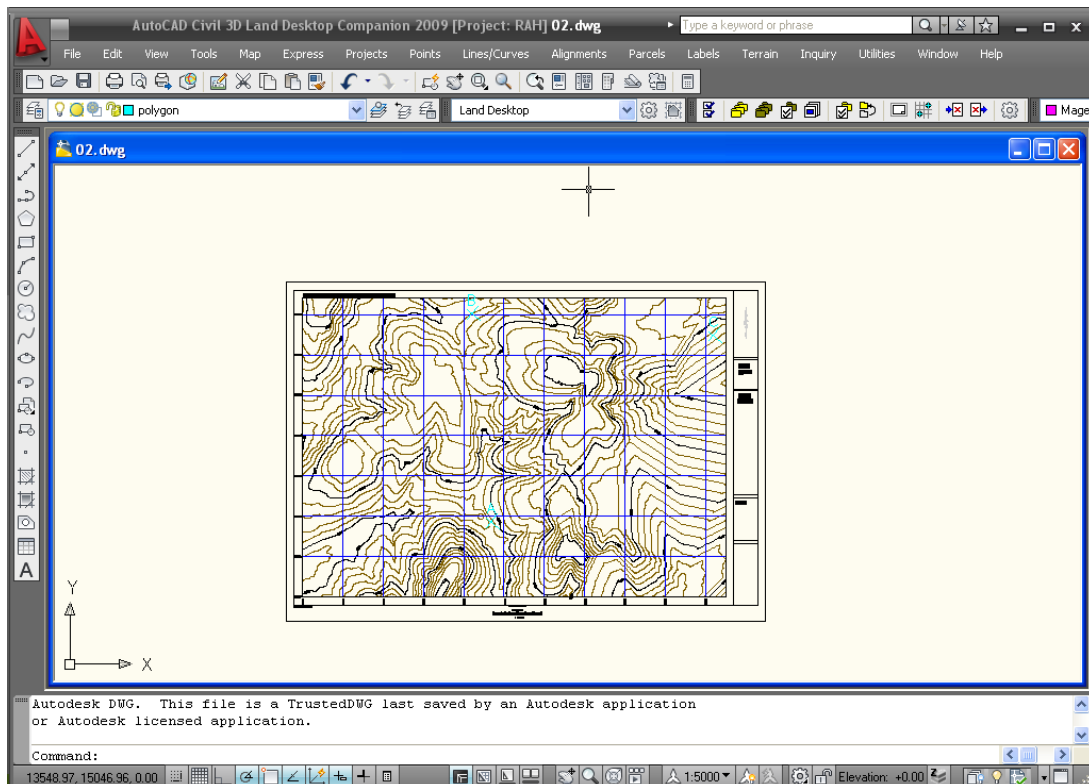
شکل ۲-۳

صفحه ای با عنوان **Select or Create a Project** باز می شود. در قسمت **Name**، پروژه ی ساخته شده در مراحل بالا را انتخاب کرده و صفحه را **Ok** کنید.



شکل ۲-۴

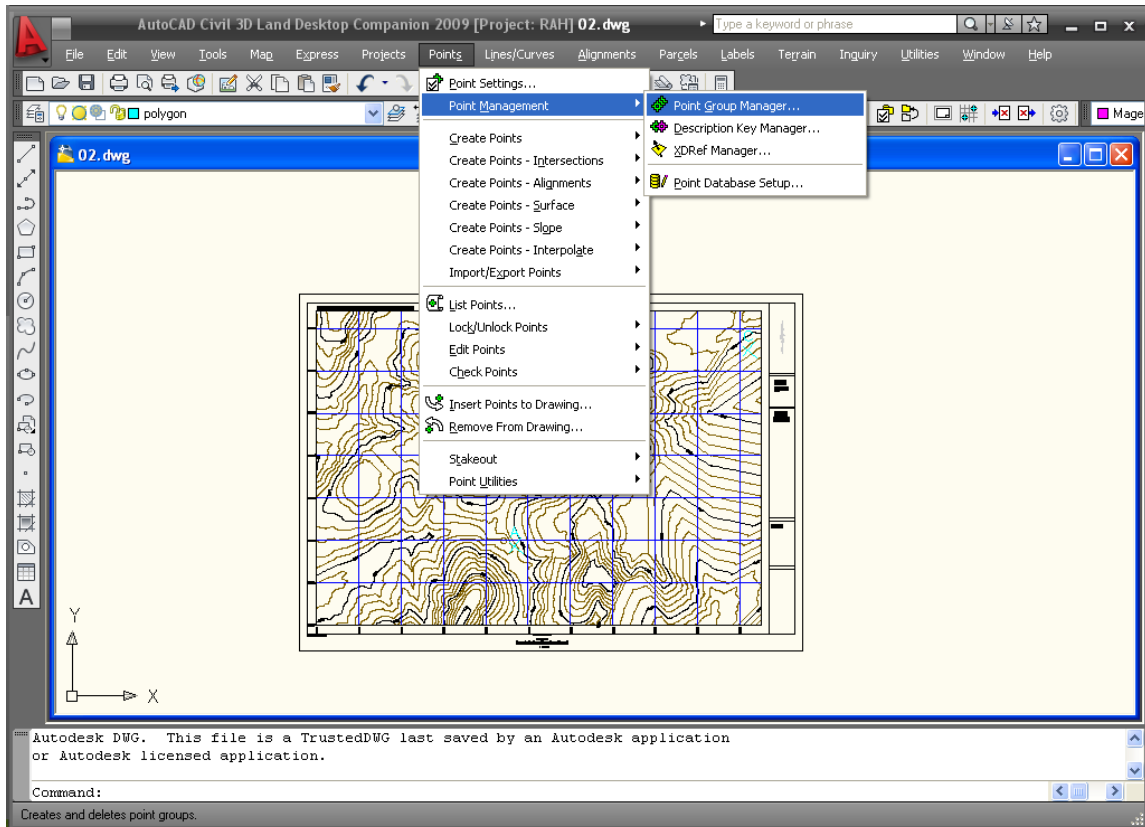
با انجام این کار همان طور که در شکل می بینید نقشه با پروژه ساخته شده نمایان می گردد.



شکل ۲-۵

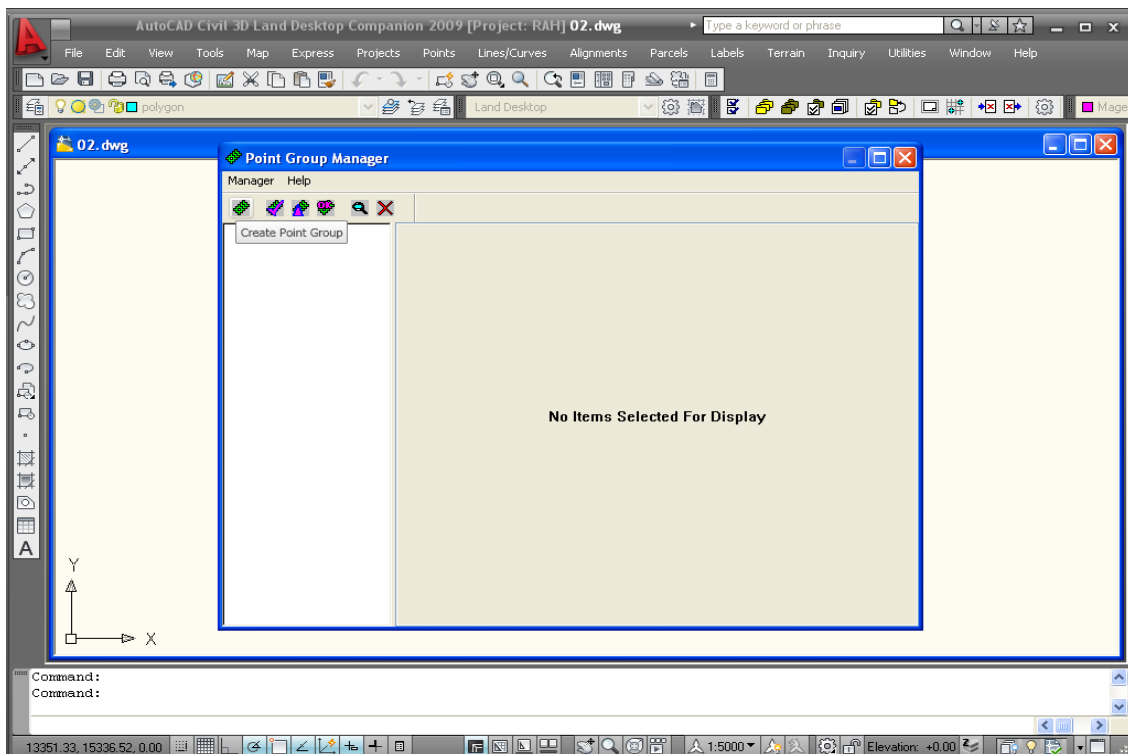
### ۳- تشکیل گروه نقاط

دستور Points > Point Management > Point Group Manager را اجرا کنید.



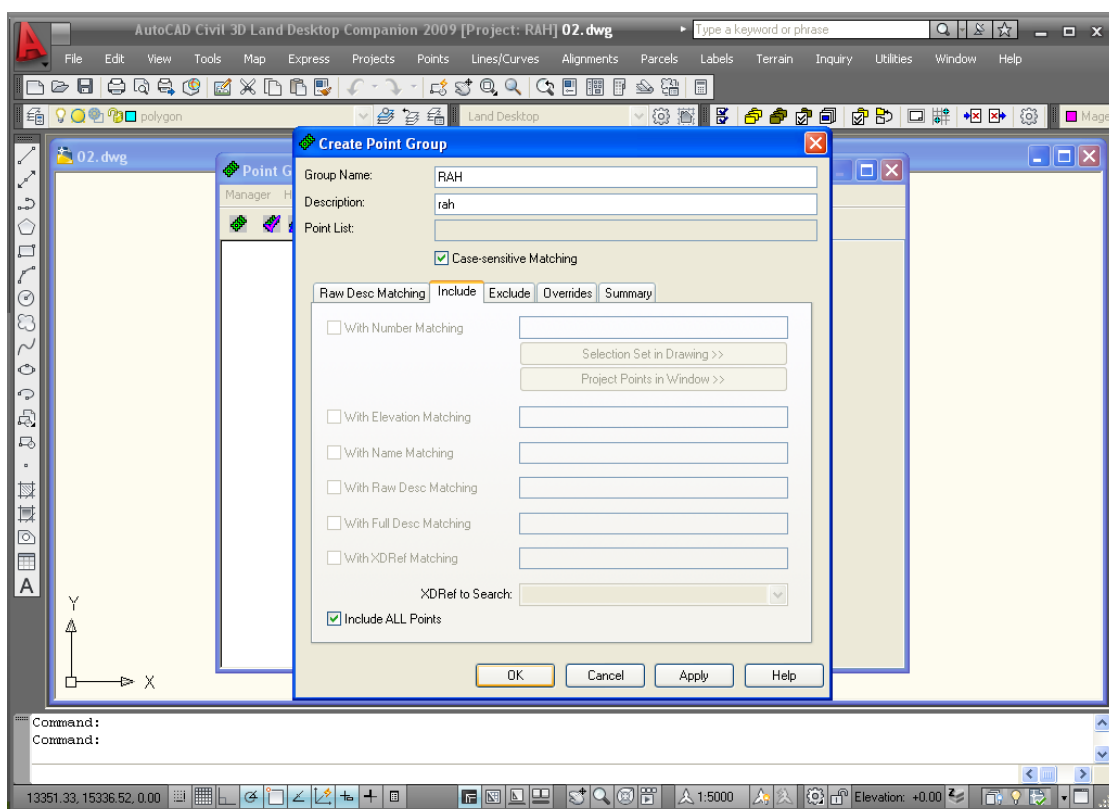
شکل ۱-۳

در صفحه ی باز شده ( شکل ۲-۳ ) بر روی گزینه Create Point Group کلیک کنید.



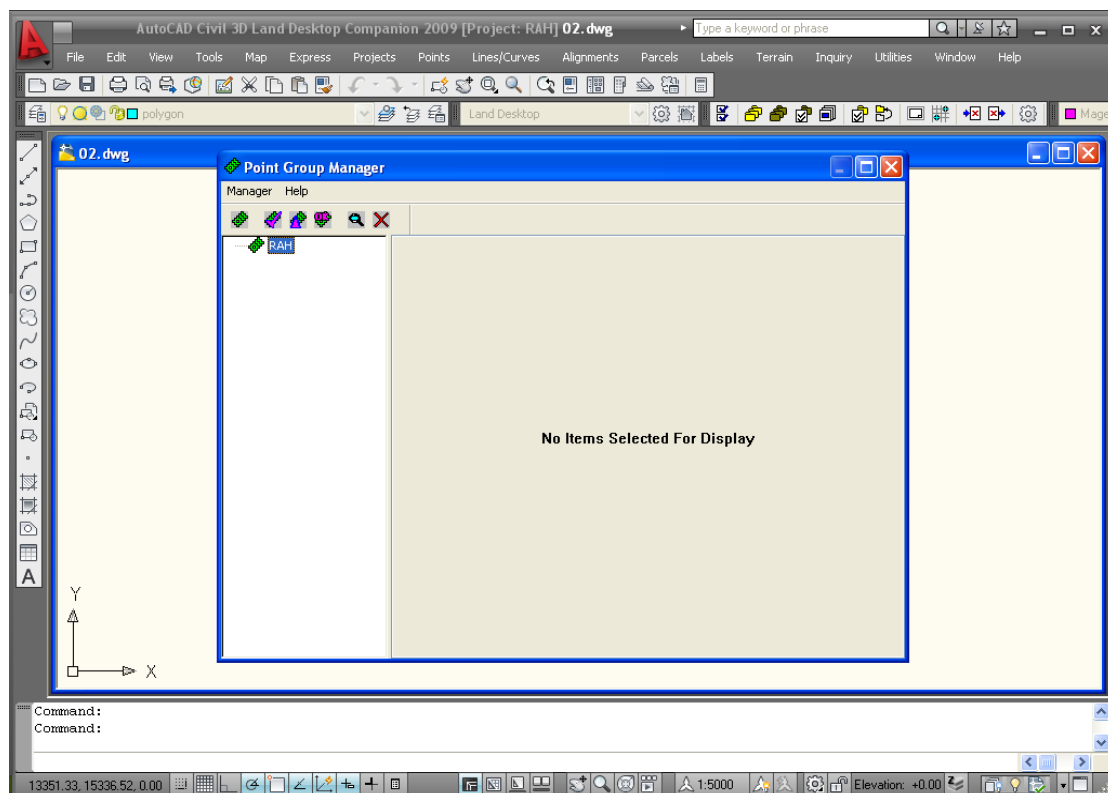
شکل ۲-۳

صفحه ای با عنوان Create Point Group باز می شود. در این صفحه بعد از وارد کردن نام گروه و توصیف آن، گزینه ی Include را کلیک کرده و گزینه ی Include All Point را تیک دار کنید. سپس صفحه را Ok کنید تا تمام نقاط وارد شوند.



شکل ۳-۳

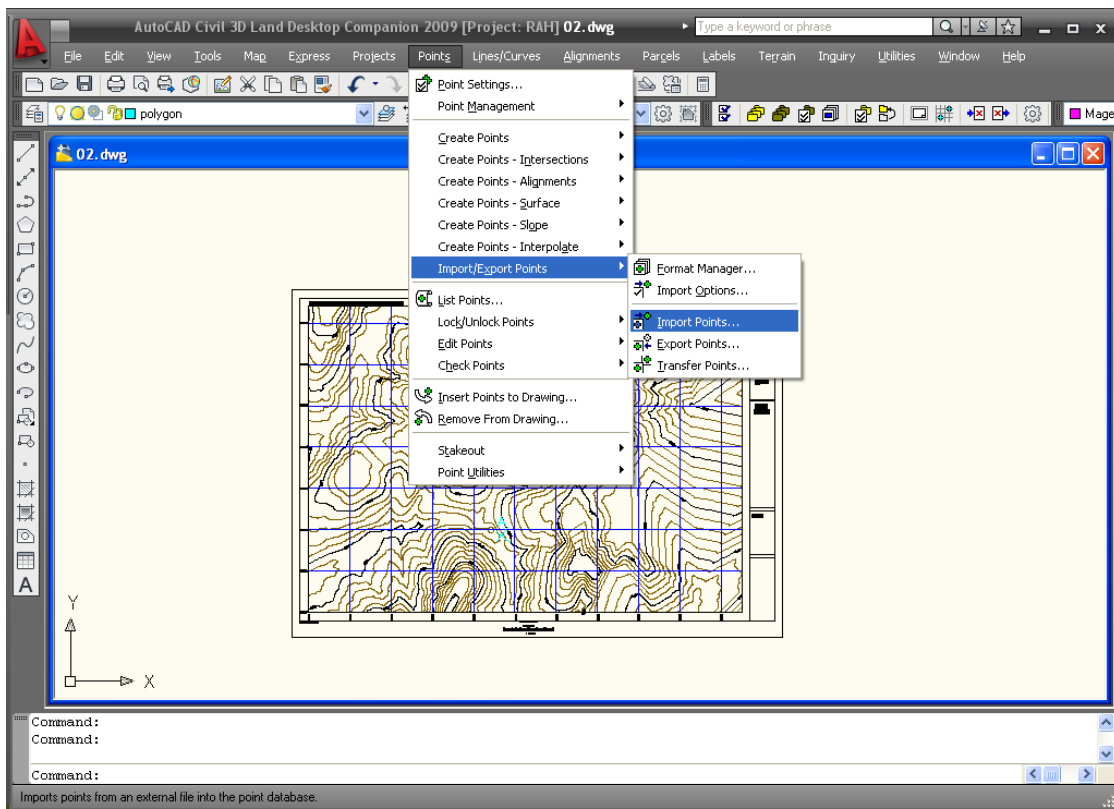
همان طور که در شکل (۳-۴) ملاحظه می فرمائید هیچ گونه اطلاعاتی در این پنجره ذخیره نشده است.



شکل ۳-۴

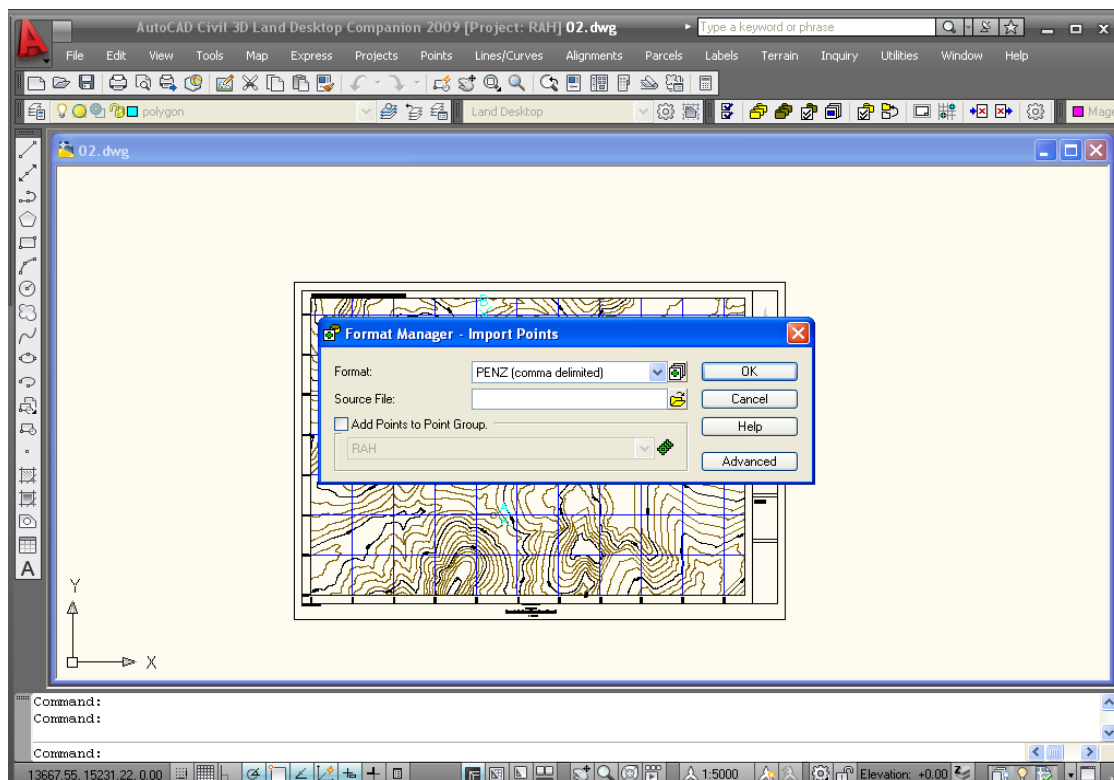
برای وارد کردن نقاط به نرم افزار به این ترتیب عمل کنید:

دستور **Points > Import / Export Points > Import Points...** را اجرا کنید.



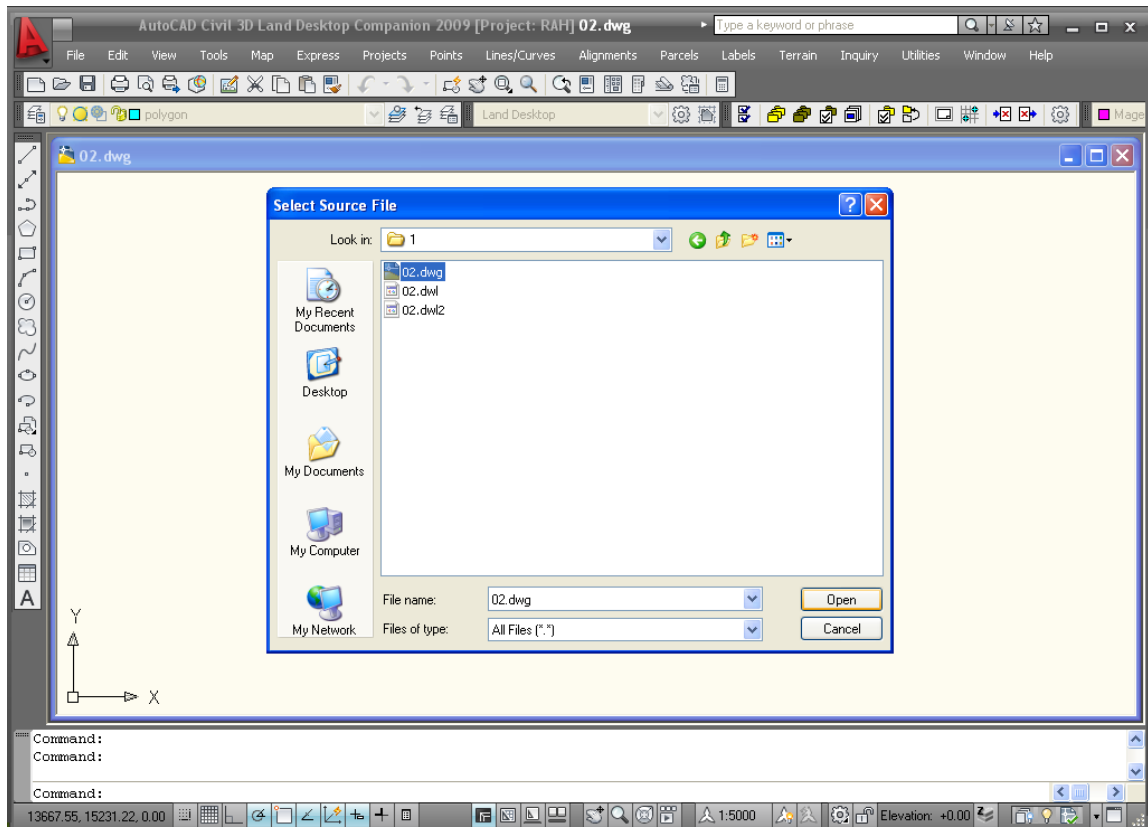
شکل ۳-۵

در صفحه ی باز شده (شکل ۳-۶)، در قسمت Format، فرمت ورودی نقاط را ( PENZ( comma delimited) انتخاب کنید.



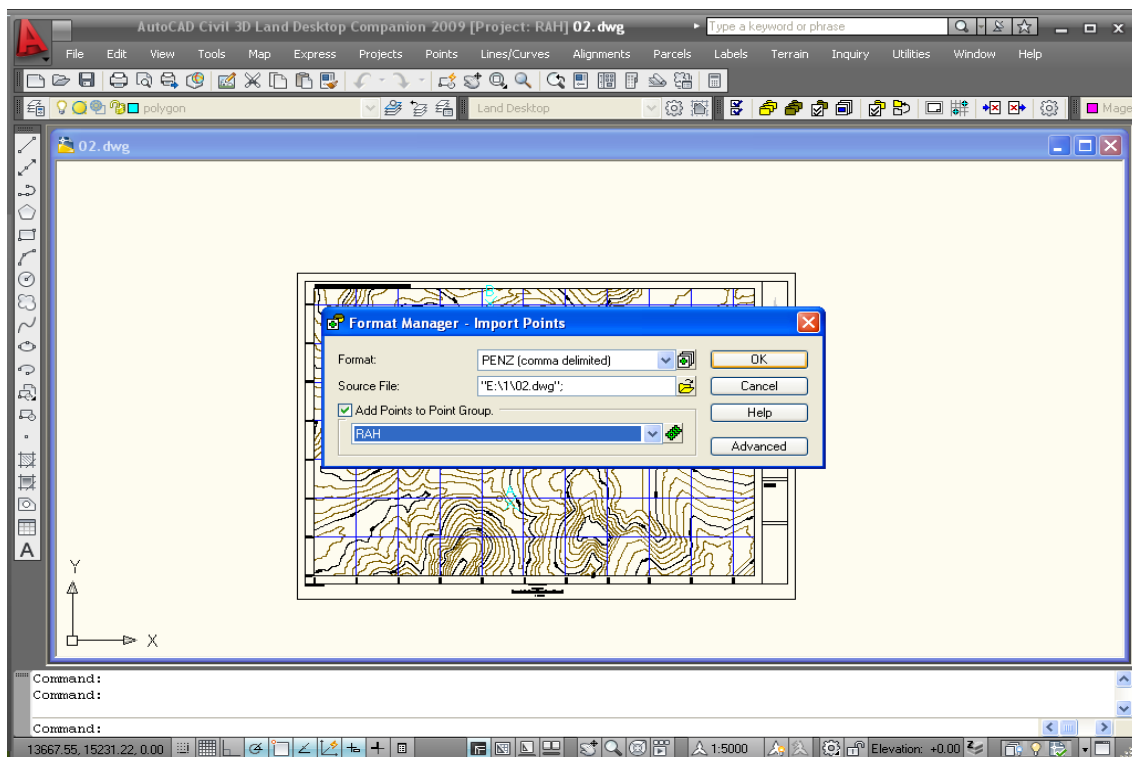
شکل ۳-۶

در قسمت Source File مسیر فایل نقاط را وارد کنید. به این ترتیب، فایل منبع را انتخاب کنید و سپس بر روی گزینه ی Open کلیک کنید.



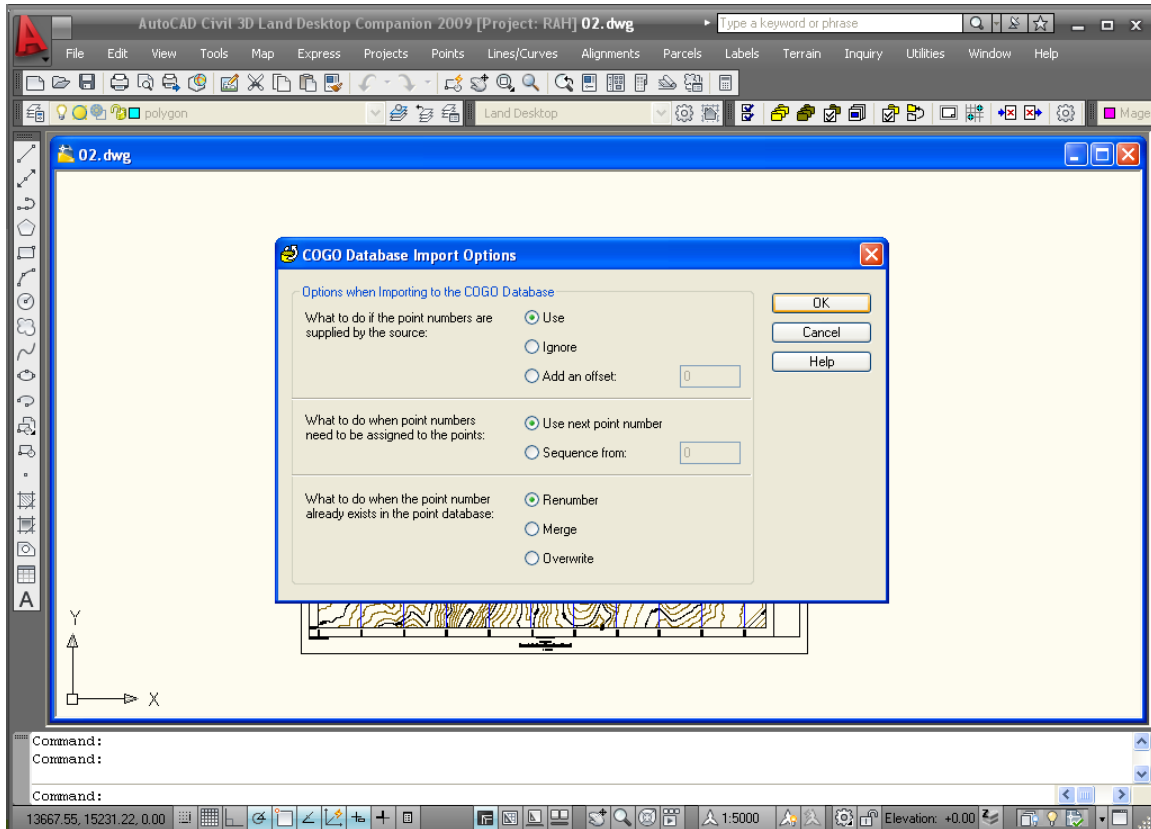
شکل ۳- ۷

و در آخر گزینه ی Add Points to Point Group را تیک دار کنید و صفحه را Ok کنید.



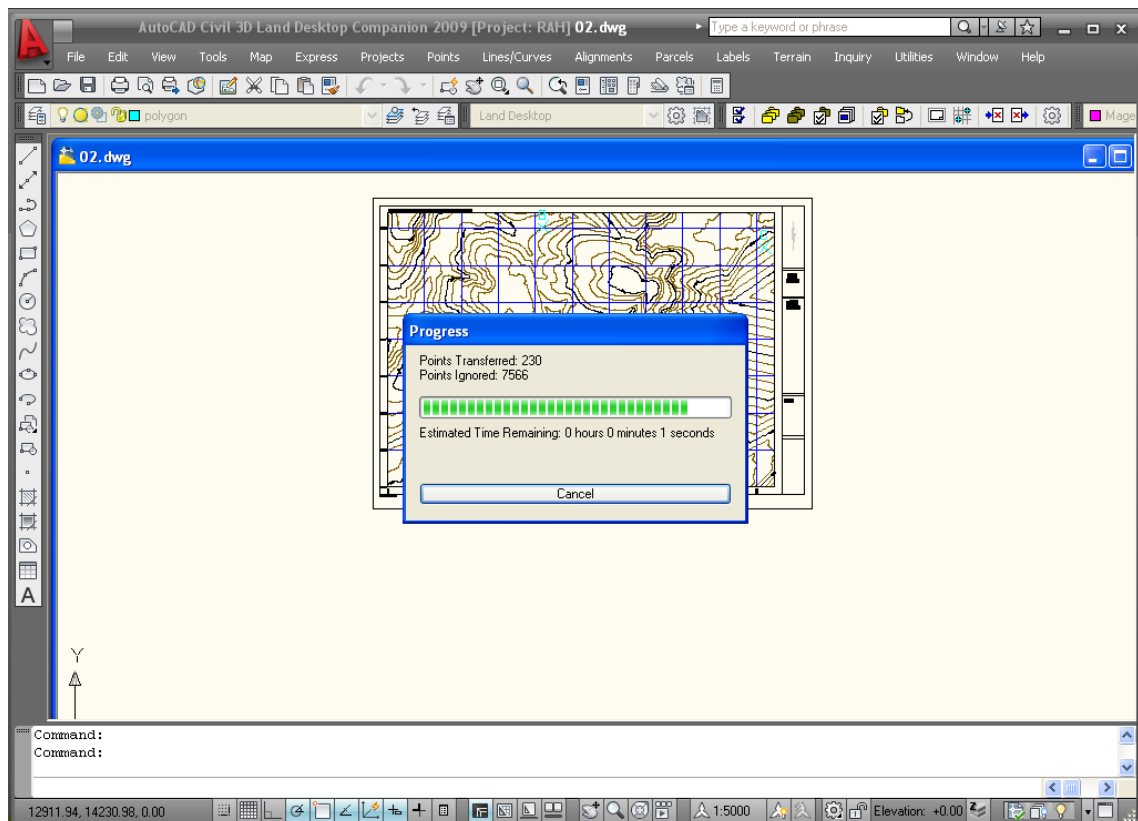
شکل ۳- ۸

صفحه ی COGO Database Import Options را OK کنید.



شکل ۳-۹

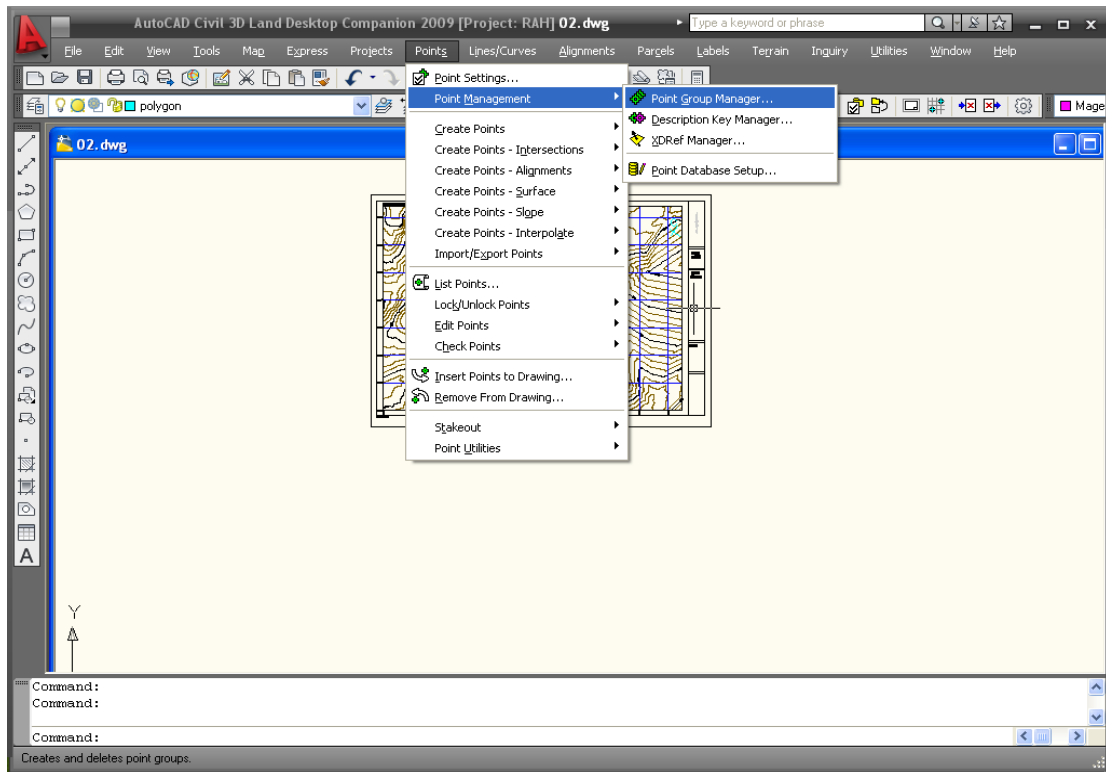
همان طور که ملاحظه می فرمائید نرم افزار شروع به انتقال نقاط به Point Group می کند.



شکل ۳-۱۰

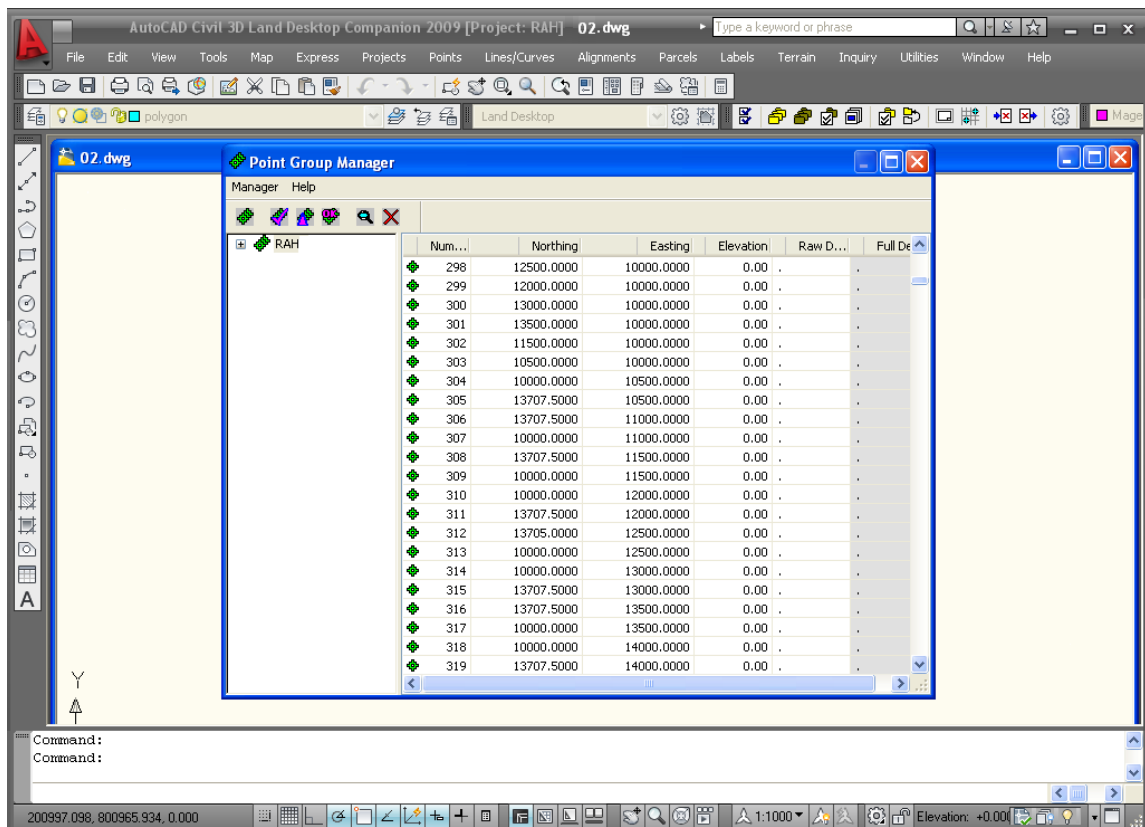


حال همان طور که در بالا ذکر شد، دستور **Points > Point Management > Point Group Manager** را دوباره اجرا کنید.



شکلی ۱۱-۳

همان طور که ملاحظه می فرمائید، به این ترتیب نقاط وارد نرم افزار می شوند.



شکلی ۱۲-۳

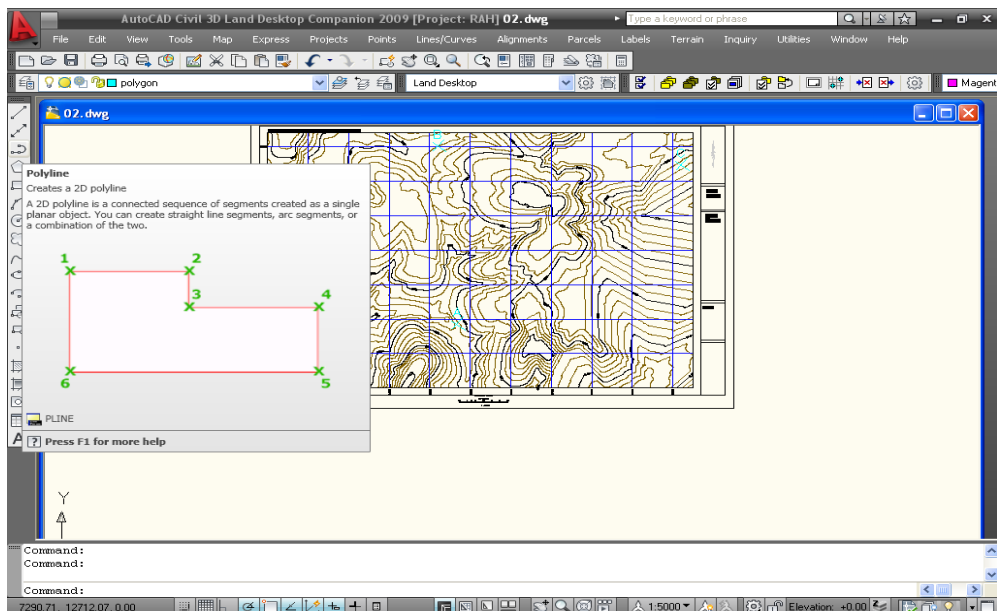


## ۴- ساخت سطح

در این پروژه سعی شده است که به دو روش، ساخت سطح صورت گیرد.

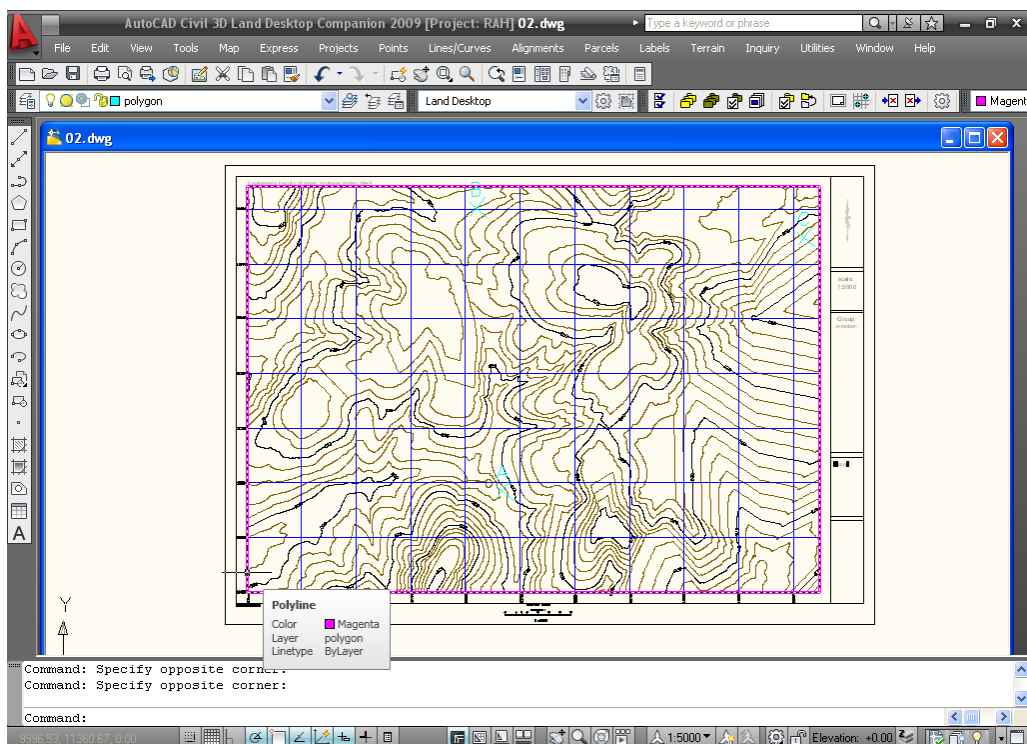
۱- ایجاد سطح با استفاده از ترسیم Boundary دور تا دور منحنی های میزان با دستور Polyline :

دستور Polyline را با تایپ در خط فرمان و یا با استفاده از آیکن آن اجرا کنید.



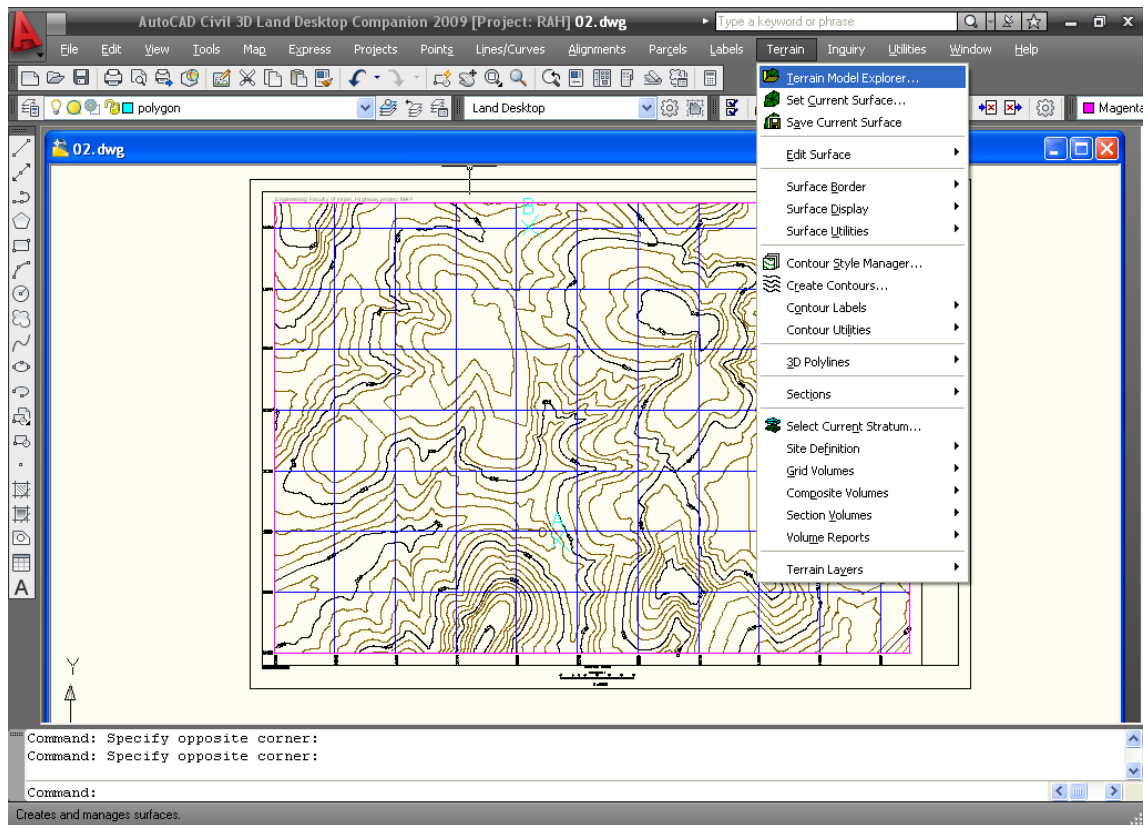
شکل ۴-۱

دور منحنی های میزان یک Polyline رسم کنید. دقت کنید که ابتدا و انتهای آن دقیقاً به هم برسند. برای این کار لازم است که در Osnap Settings، گزینه ی End Point روشن باشد ( یا کلید F3 را فشار داده و در صفحه ی Drafting Settings این گزینه را روشن کنید). در صورتی که ابتدا و انتهای Polyline روی هم نیفتند، ساخت سطح امکان پذیر نیست.



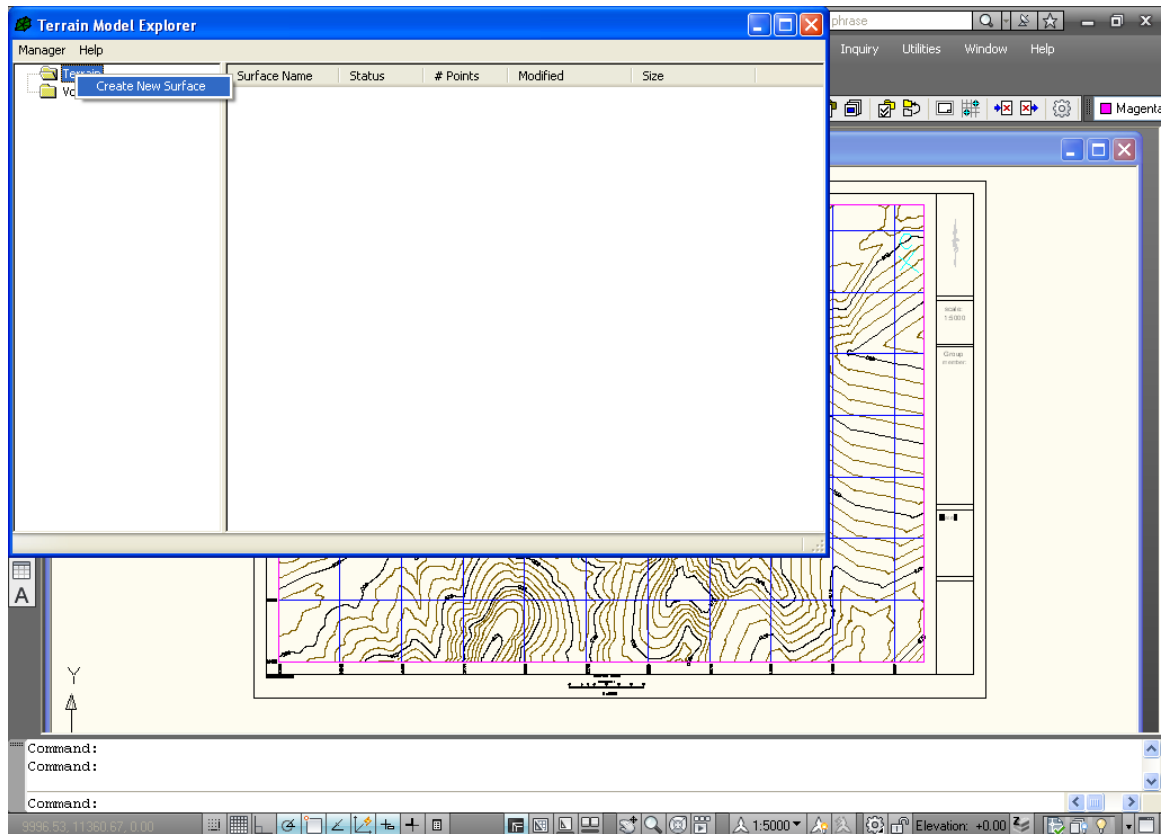
شکل ۴-۲

دستور Terrain > Terrain Model Explorer را اجرا کنید.



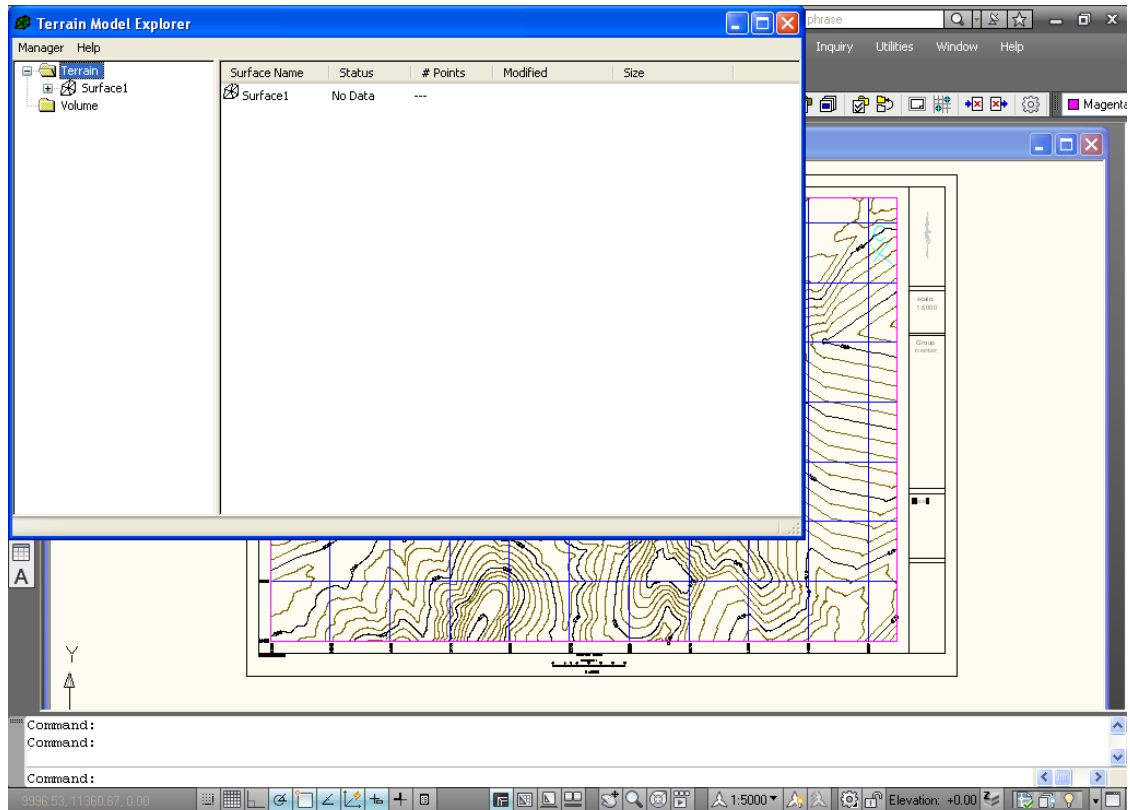
شکل ۳-۴

در صفحه ی باز شده (شکل ۴-۴) روی پوشه ی Terrain راست کلیک کرده و Create New Surface را کلیک کنید.



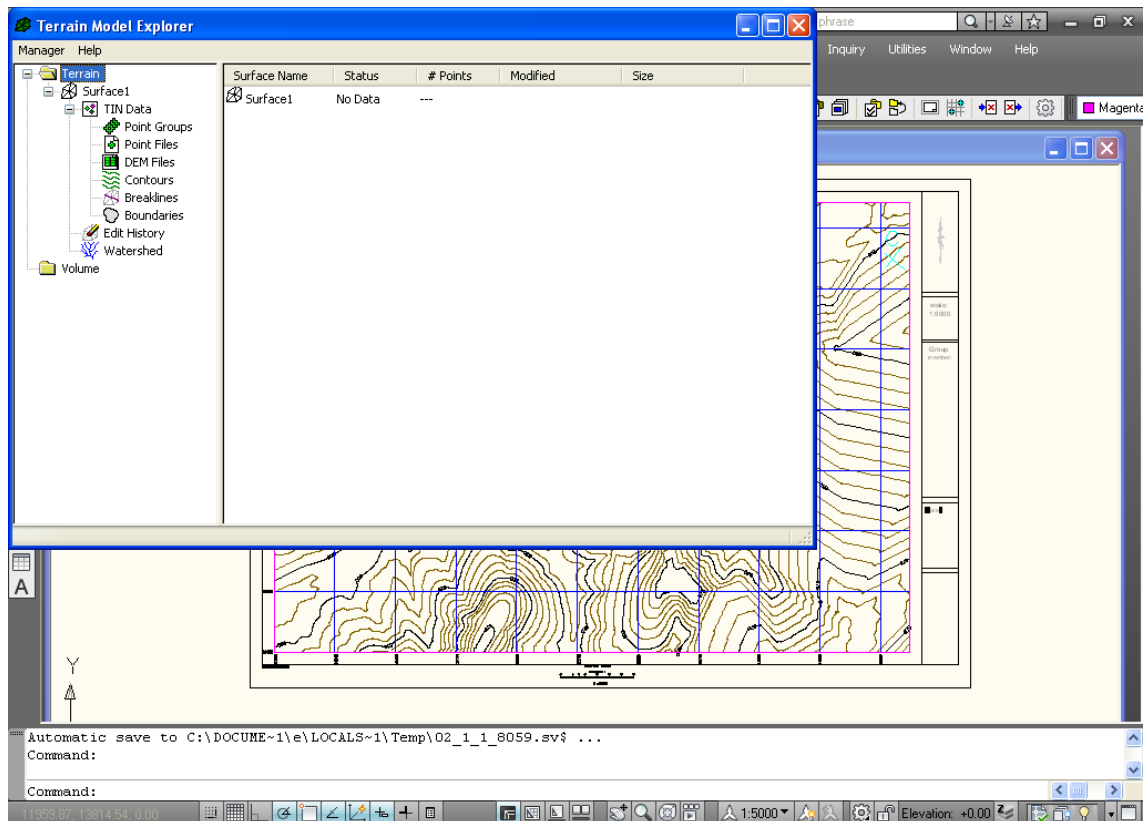
شکل ۴-۴

روی علامت + کنار پوشه ی Terrain کلیک کنید تا گزینه ی Surface 1 ظاهر شود.



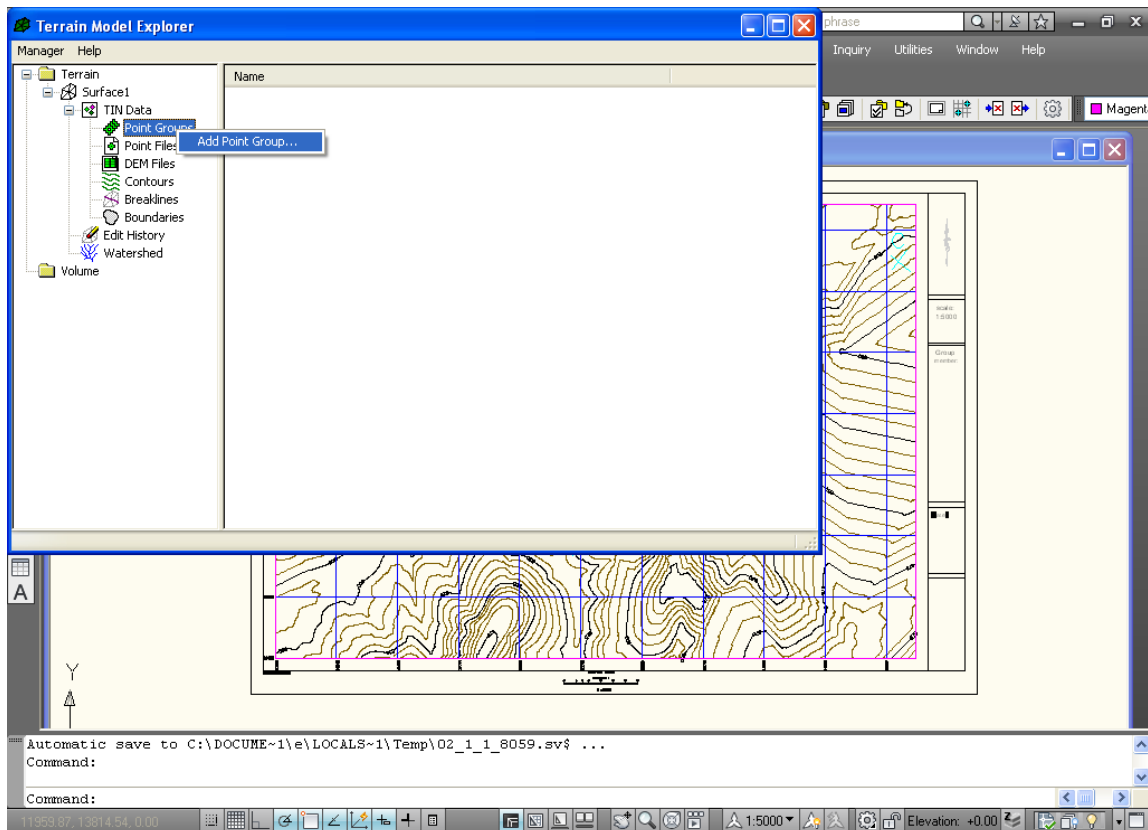
شکل ۴-۵

روی علامت + کنار پوشه ی Surface 1 کلیک کنید تا گزینه های آن ظاهر شوند.



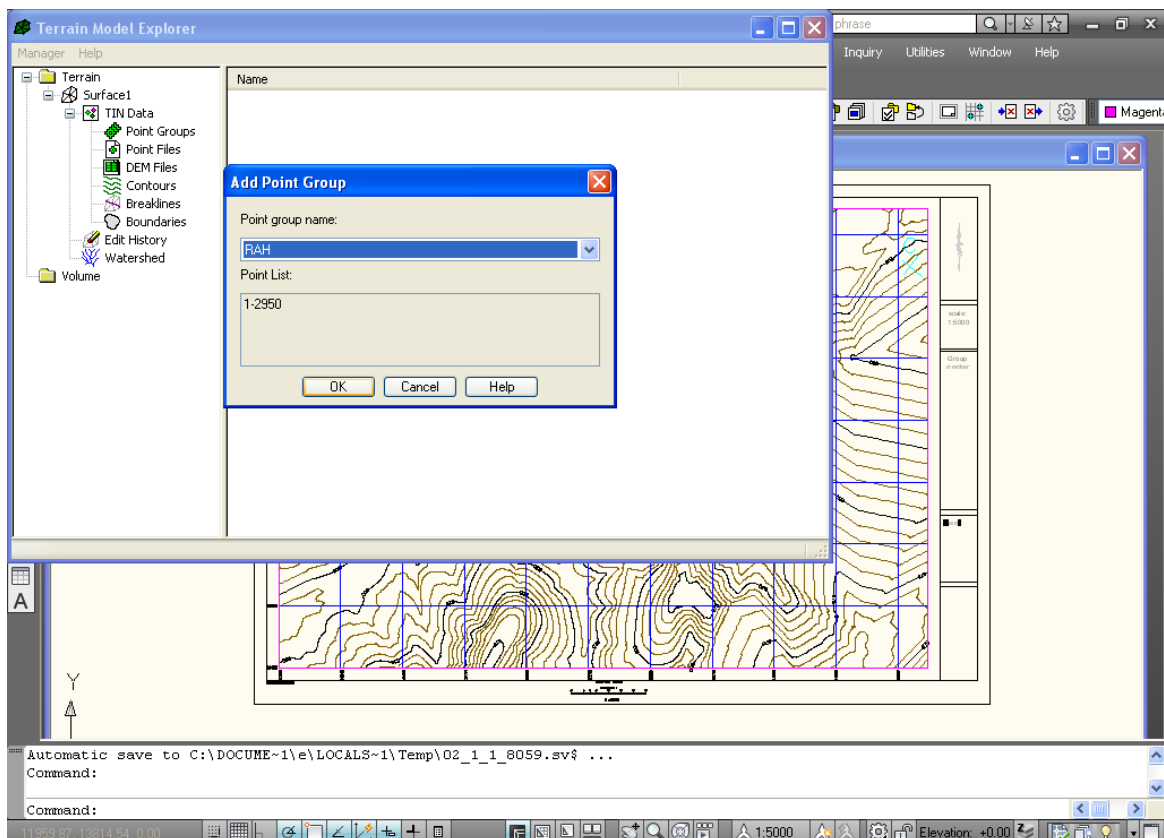
شکل ۴-۶

در این گزینه ها روی Point Groups راست کلیک کرده و Add Point Group را کلیک کنید.



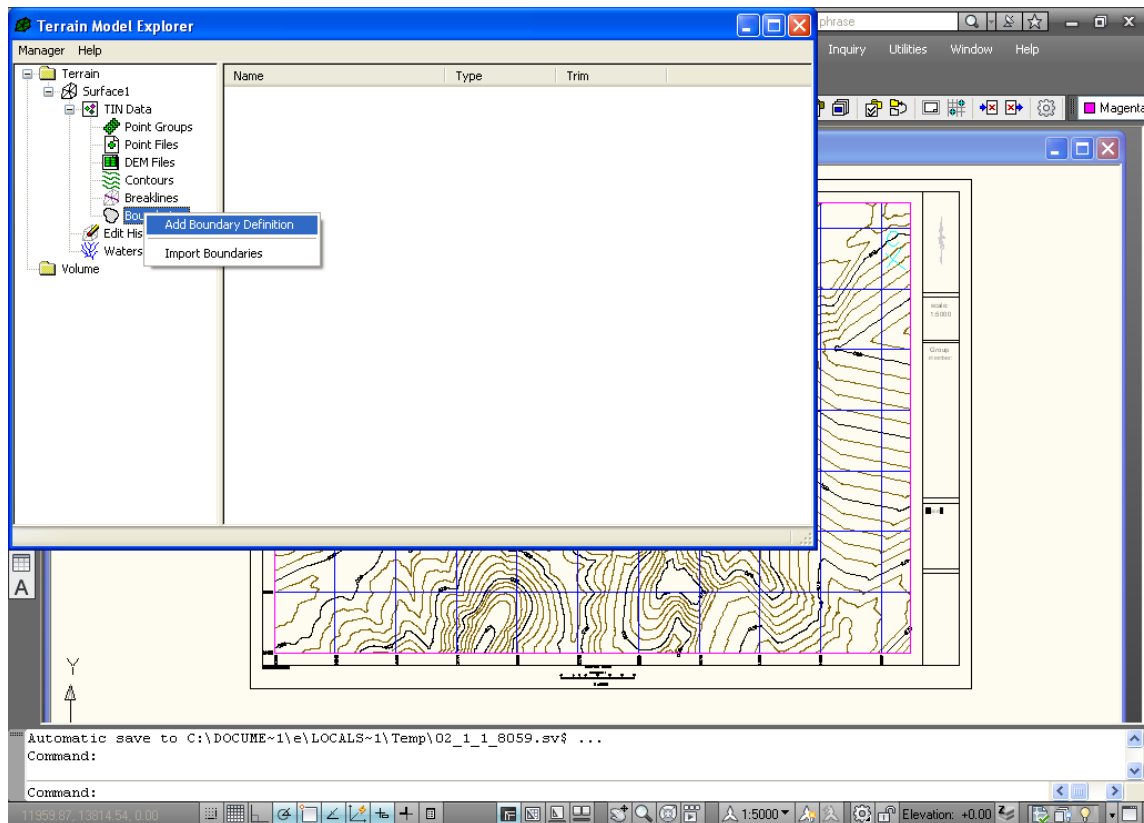
شکل ۴-۷

و سپس نام گروه نقاط را که در گام پیش ساختید، انتخاب کرده و Ok کنید.



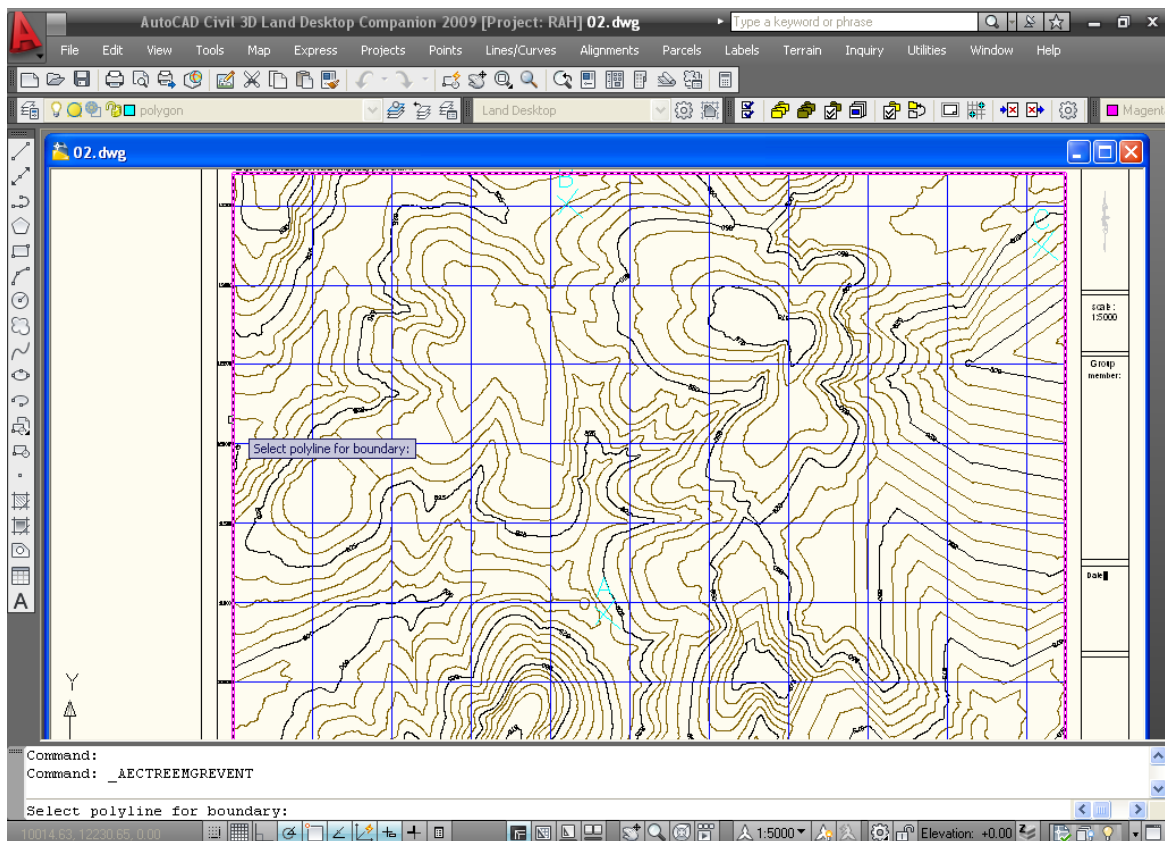
شکل ۴-۸

روی گزینه ی Boundaries راست کلیک کرده و Add Boundary Definition را انتخاب کنید.



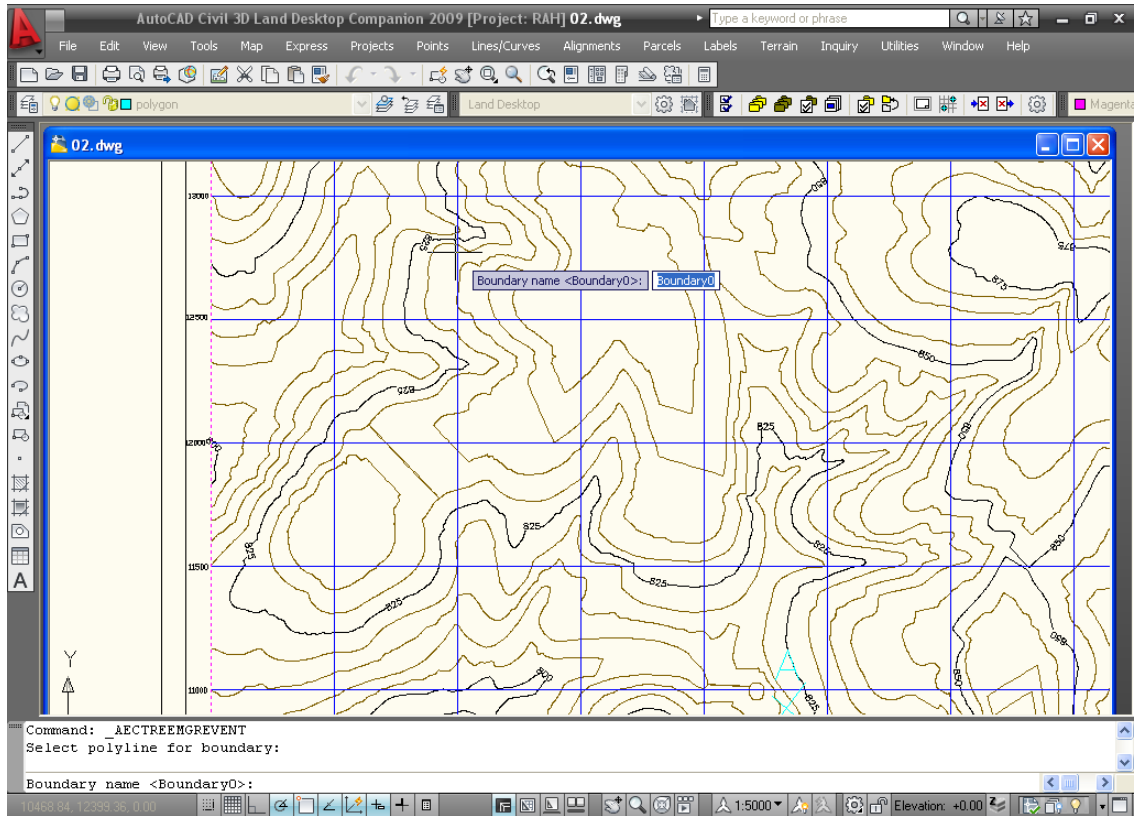
شکل ۹-۴

حال در صفحه ی اصلی روی Polyline دور منحنی های میزان (که در مراحل قبلی رسم شد)، کلیک کنید.



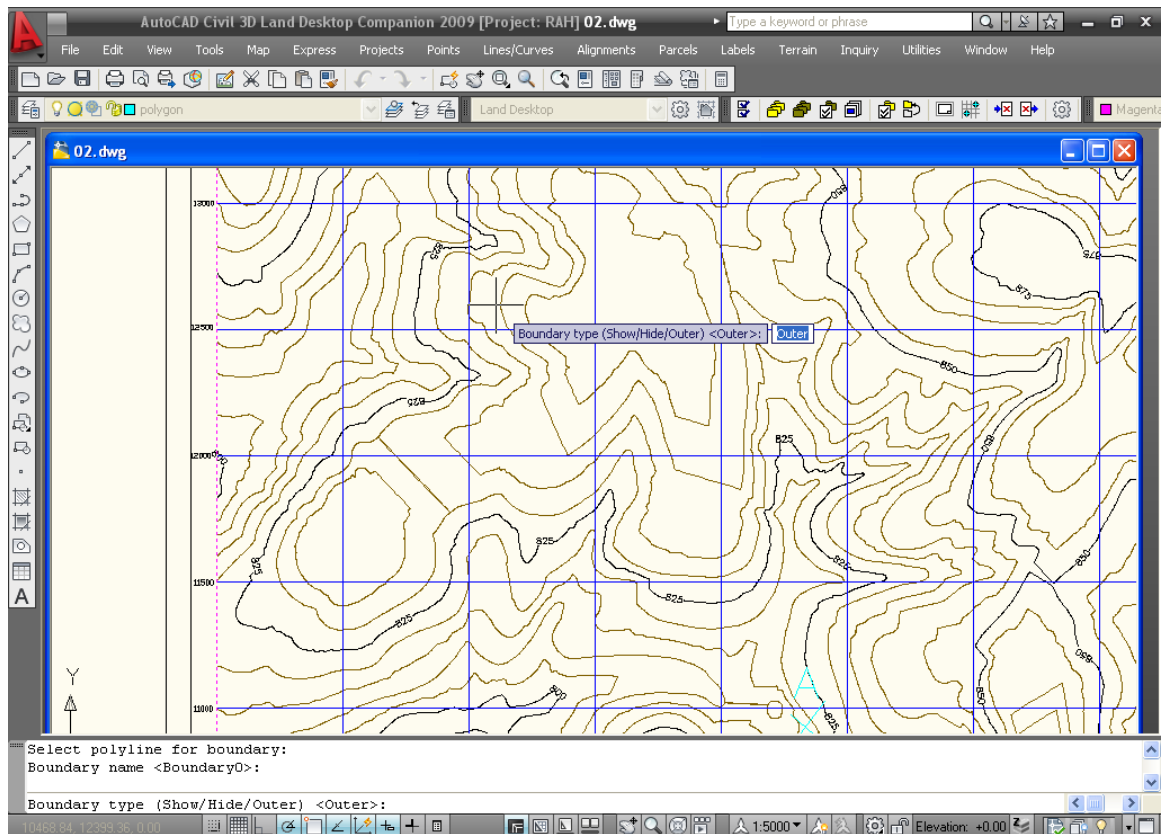
شکل ۱۰-۴

یک نام دلخواه در خط فرمان وارد کرده و Enter کنید.



شکل ۱۱-۴

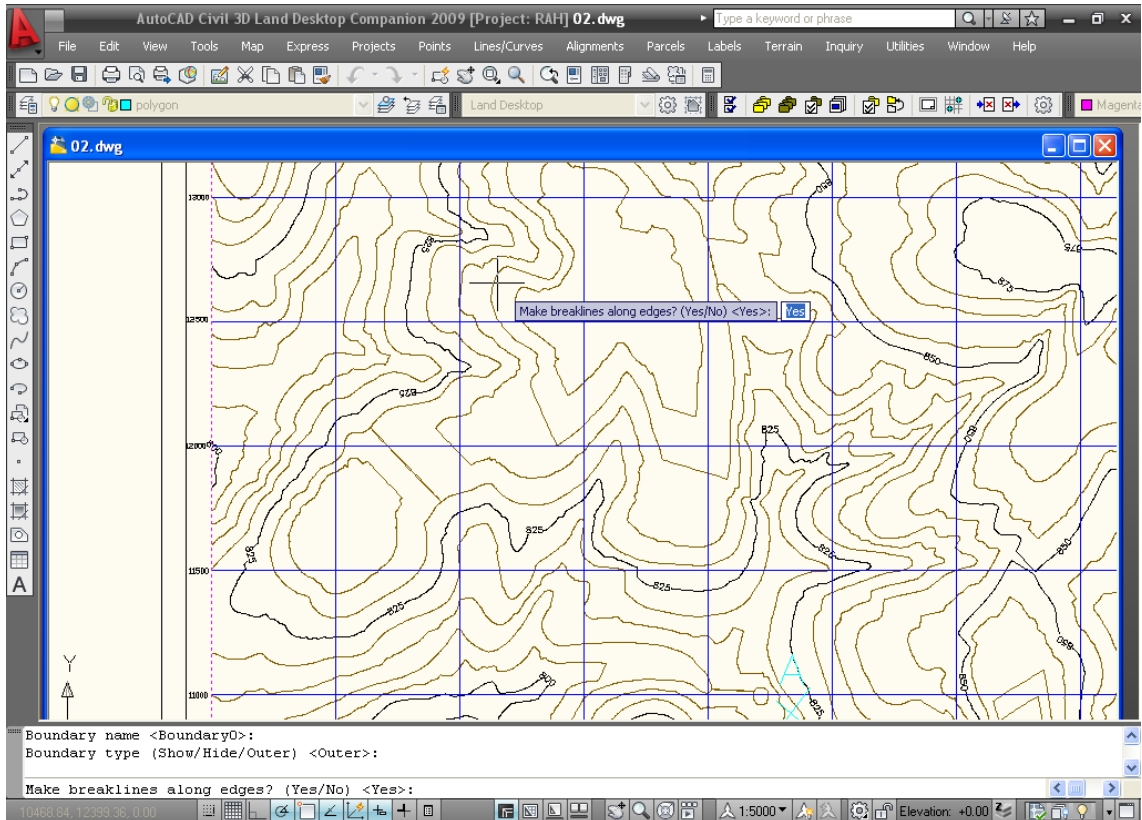
نوع مرز را در خط فرمان Outer وارد کنید (پیش فرض نرم افزار همان Outer است و با Enter کردن انتخاب می شود).



شکل ۱۲-۴

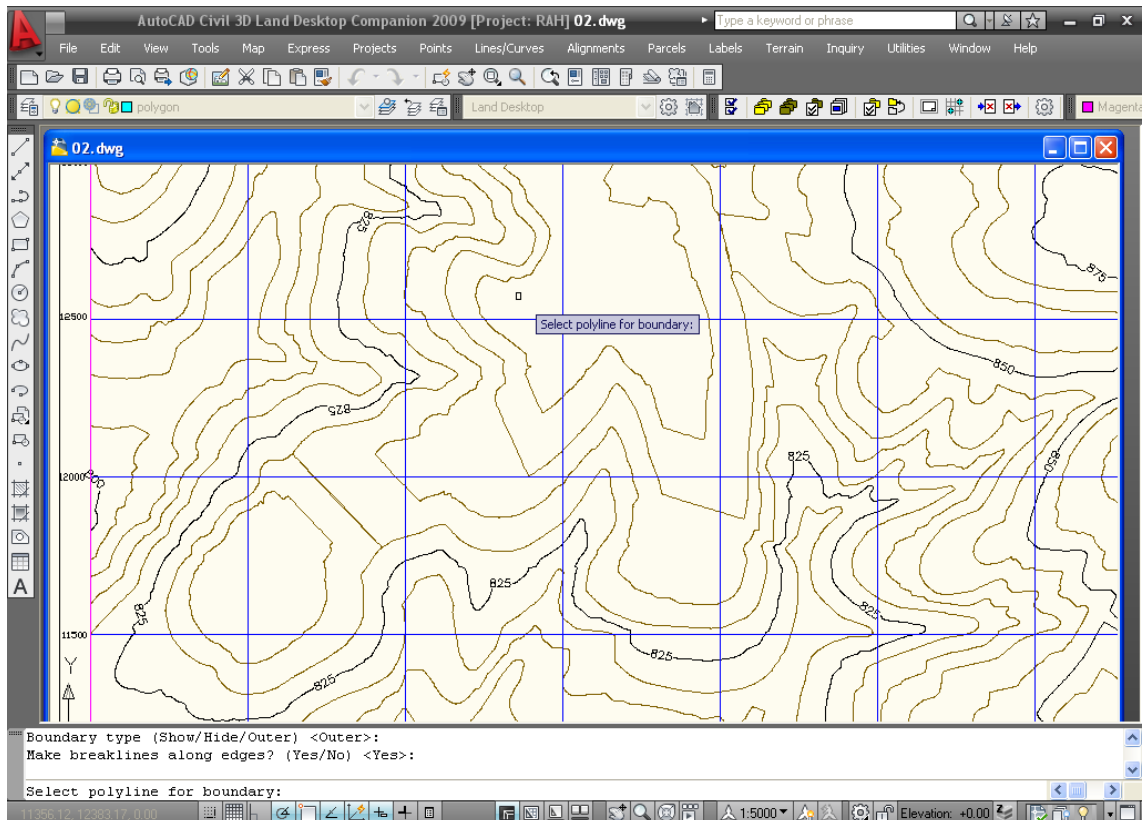


پیغام ساخت Breaklines در لبه ها را Enter کنید (پیش فرض نرم افزار Yes می باشد).



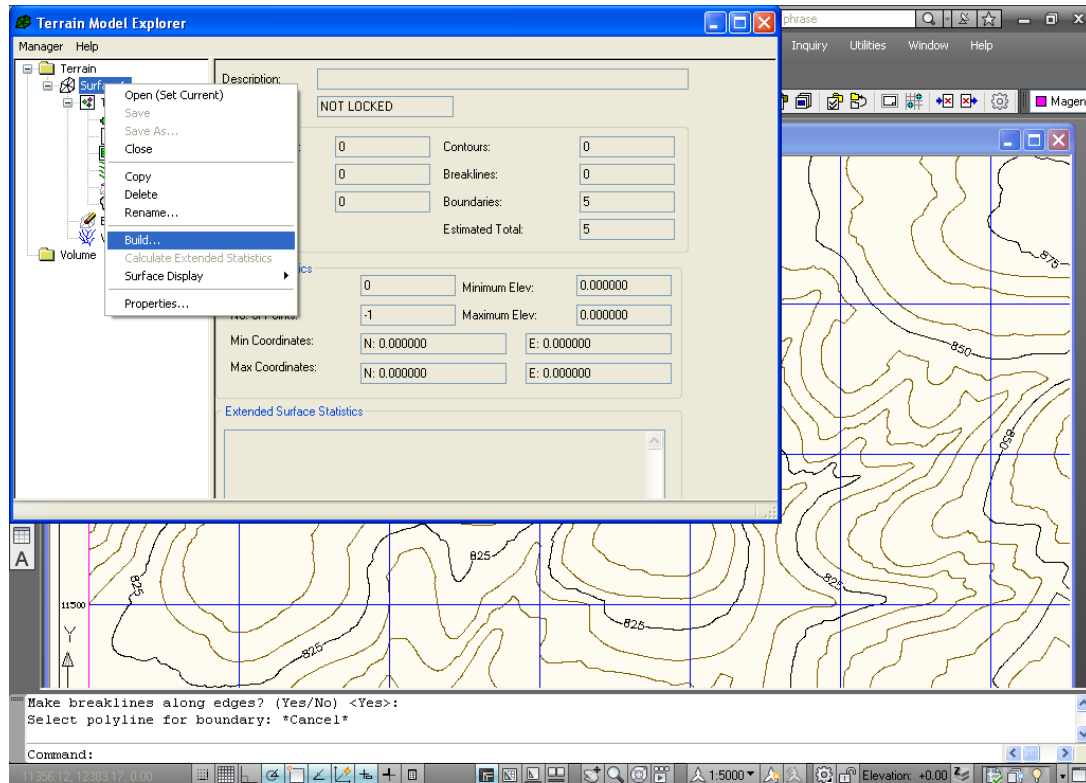
شکل ۱۳-۴

حال کلید Esc را بزنید.



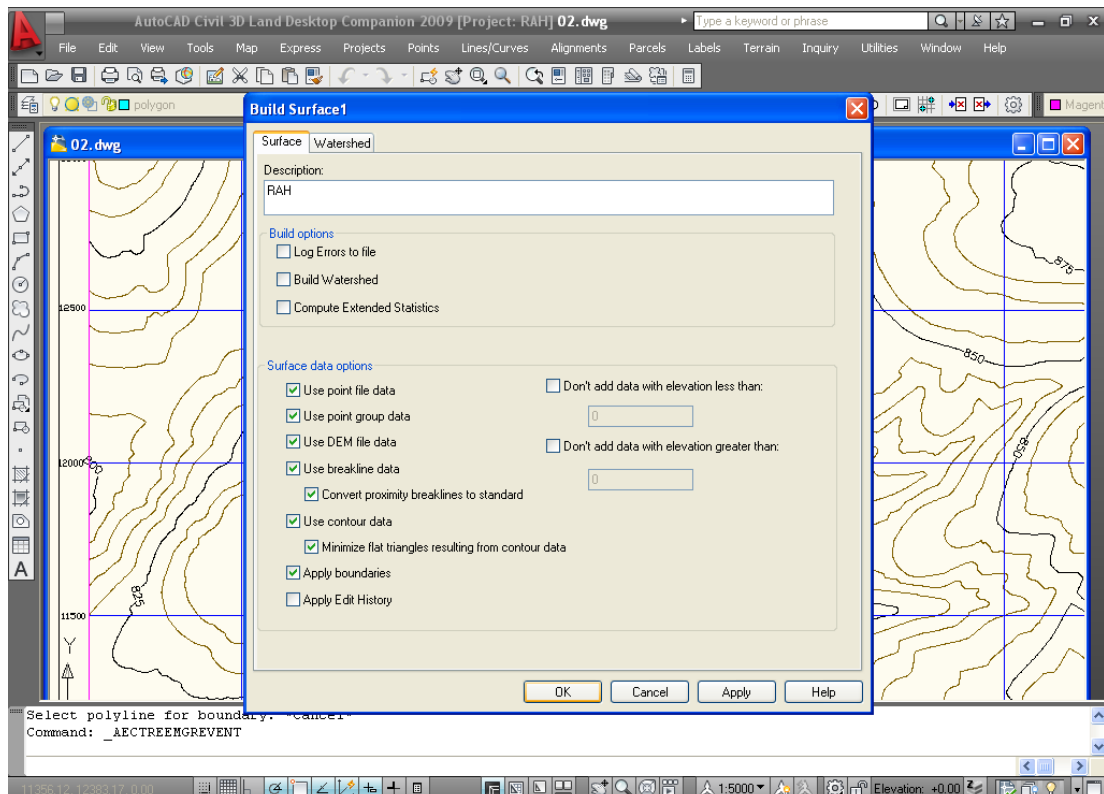
شکل ۱۴-۴

در پنجره باز شده (شکل ۱۵-۴) روی Surface 1 راست کلیک کرده و سپس گزینه ی Build را کلیک کنید.



شکل ۱۵-۴

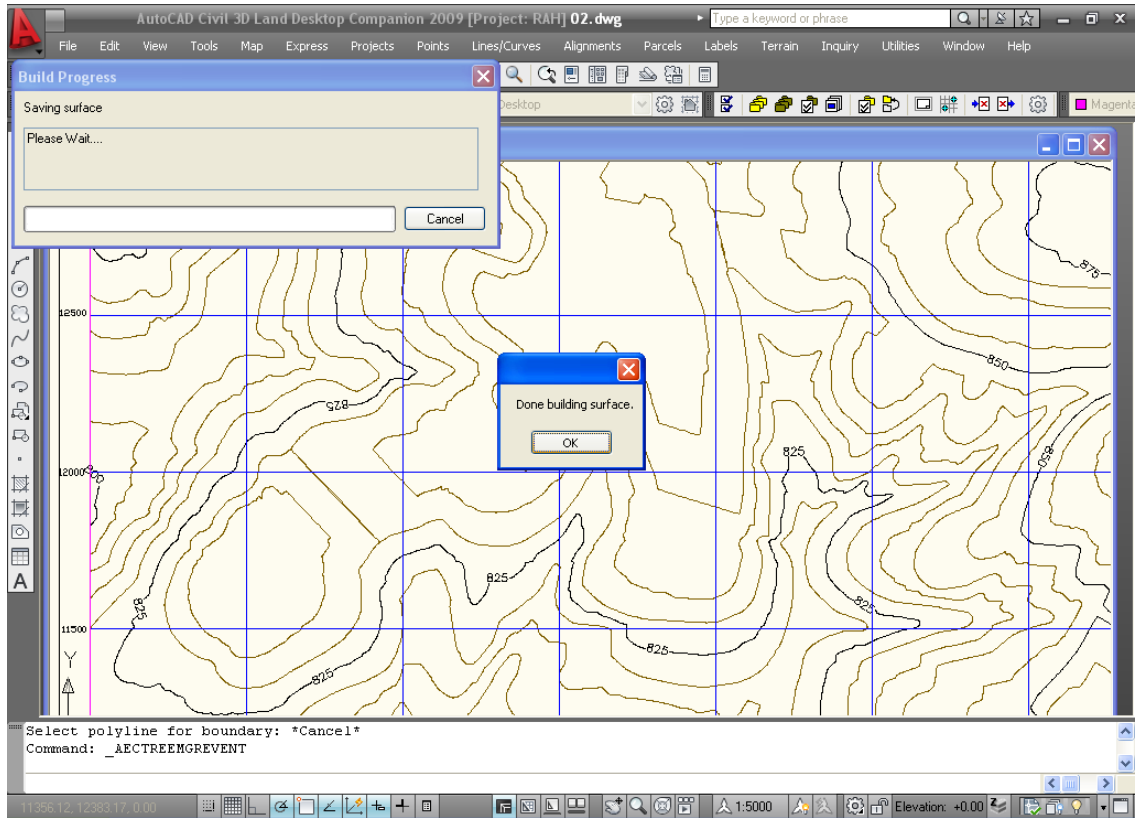
در صفحه ی باز شده بعد از وارد کردن توصیف، گزینه ی Minimize flat triangles resulting from contour data را تیک دار کرده و کل صفحه را Ok کنید.



شکل ۱۶-۴

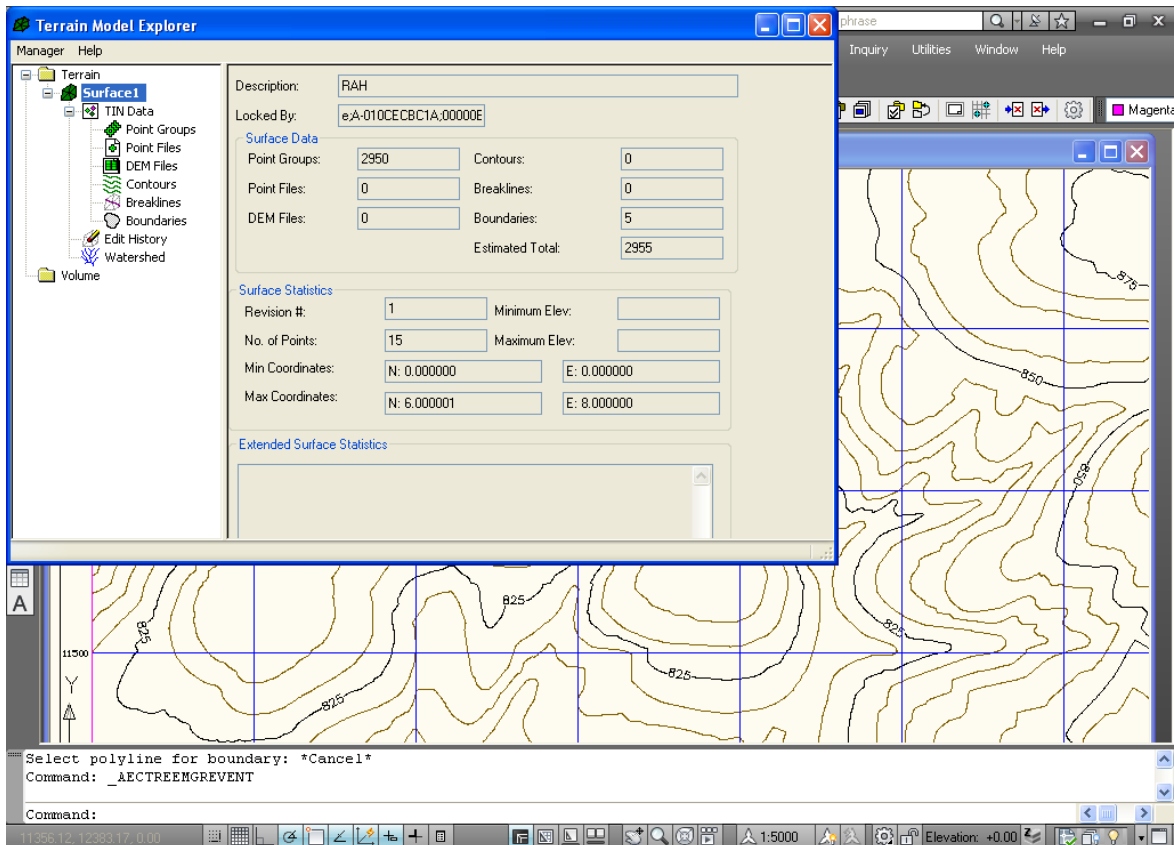


پیغام ساخت سطح (Done Building Surface) را Ok کنید.



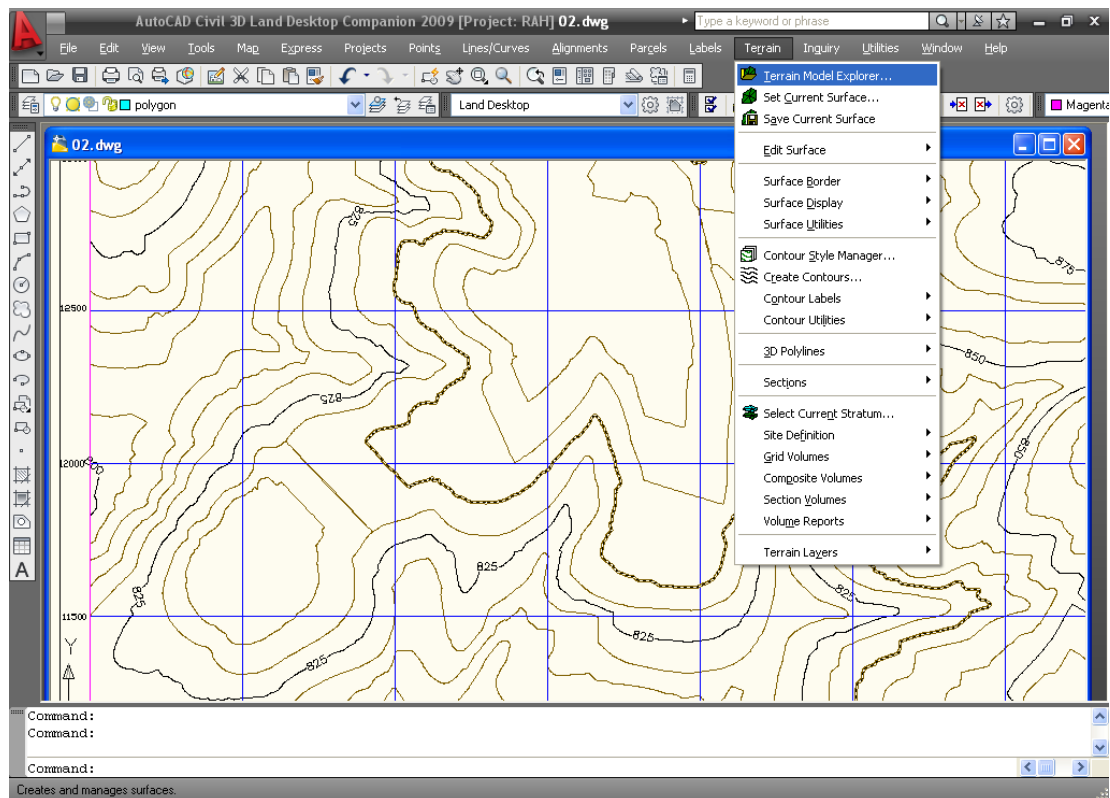
شکل ۱۷-۴

و در آخر صفحه ی Terrain Model Explorer را ببینید.



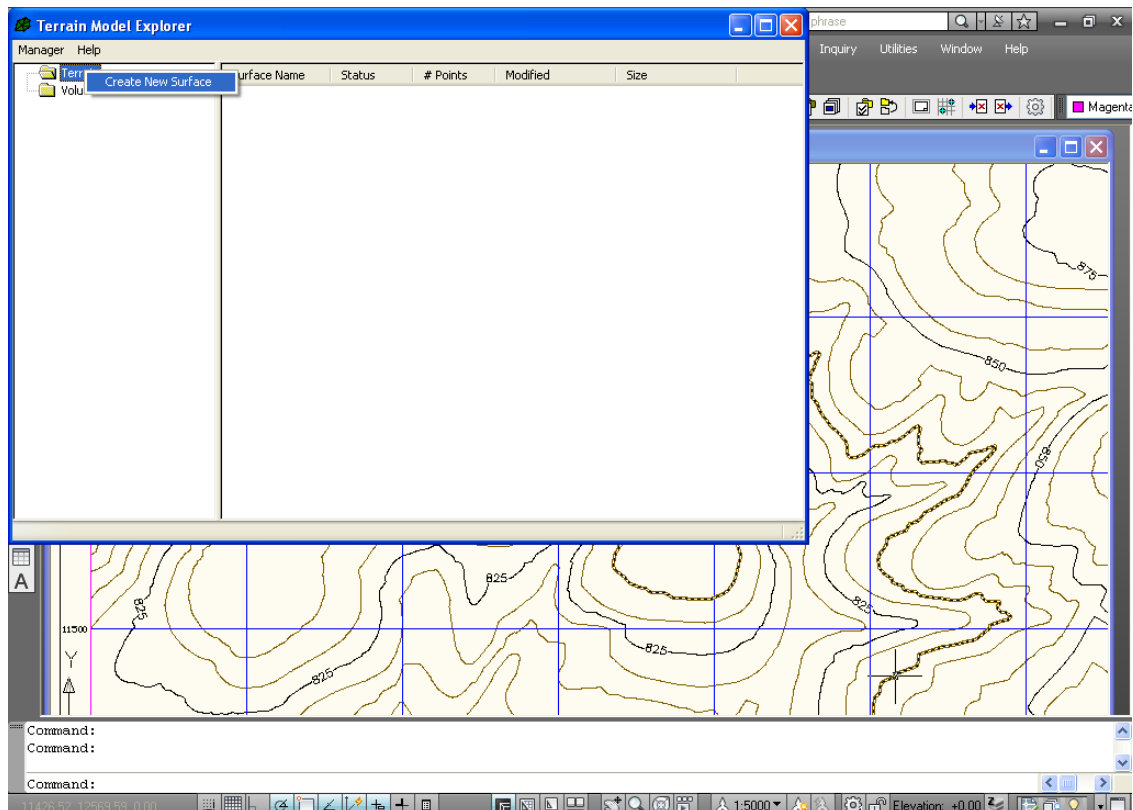
شکل ۱۸-۴

۲- ایجاد سطح با اضافه نمودن داده های منحنی های میزان به سطح:  
دستور Terrain> Terrain Model Explorer را اجرا کنید.



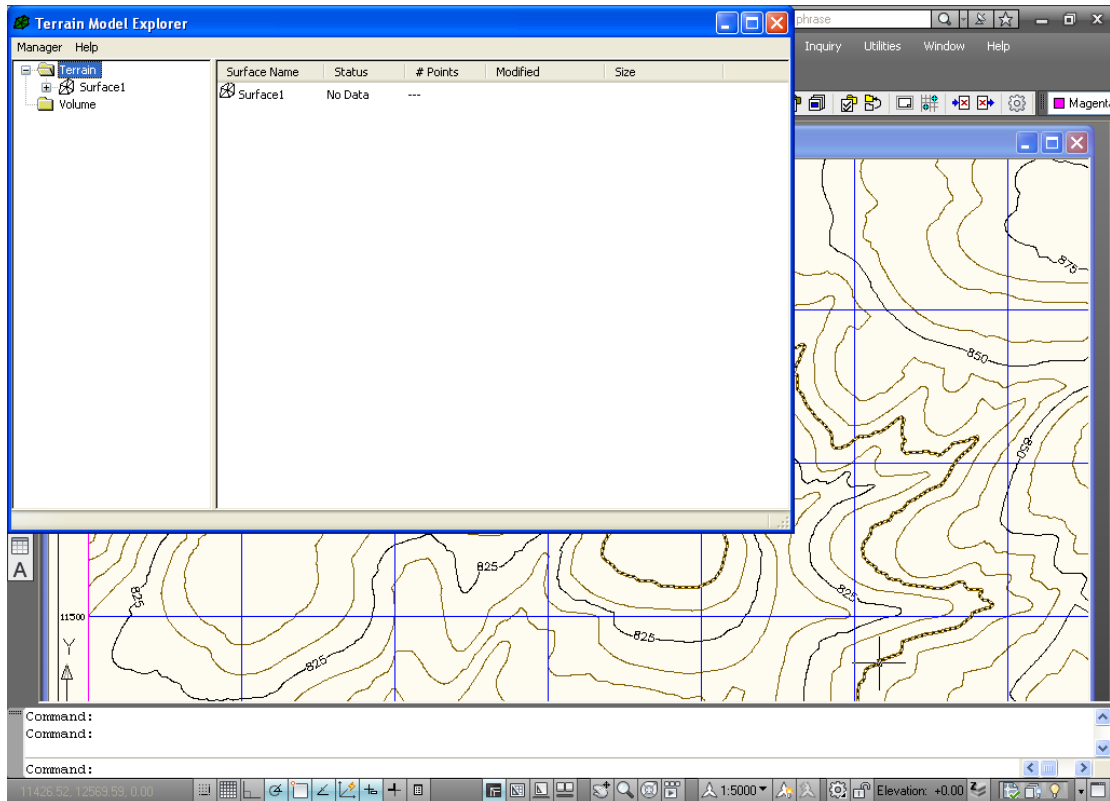
شکل ۱۹-۴

در صفحه ی باز شده (شکل ۲۰-۴) روی پوشه ی Terrain راست کلیک کرده و Create New Surface را کلیک کنید.



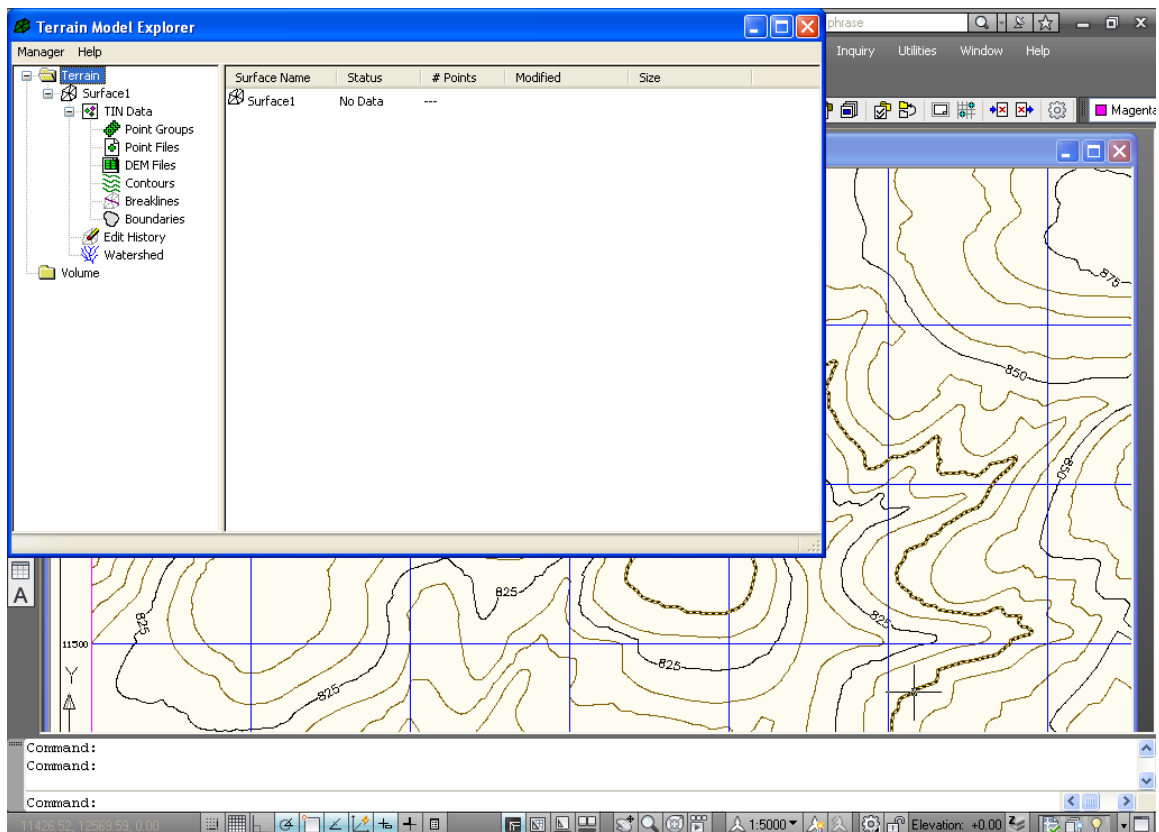
شکل ۲۰-۴

روی علامت + کنار پوشه ی Terrain کلیک کنید تا گزینه ی Surface 1 ظاهر شود.



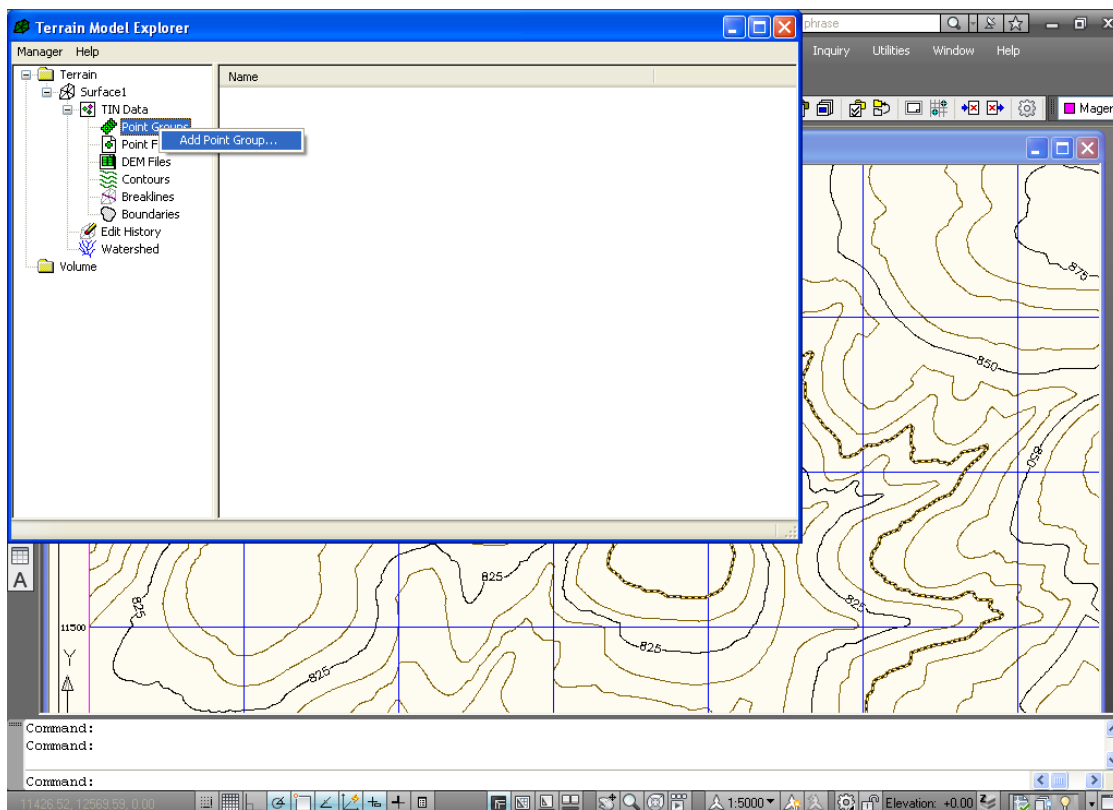
شکل ۲۱-۴

روی علامت + کنار پوشه ی Surface 1 کلیک کنید تا گزینه های آن ظاهر شوند.



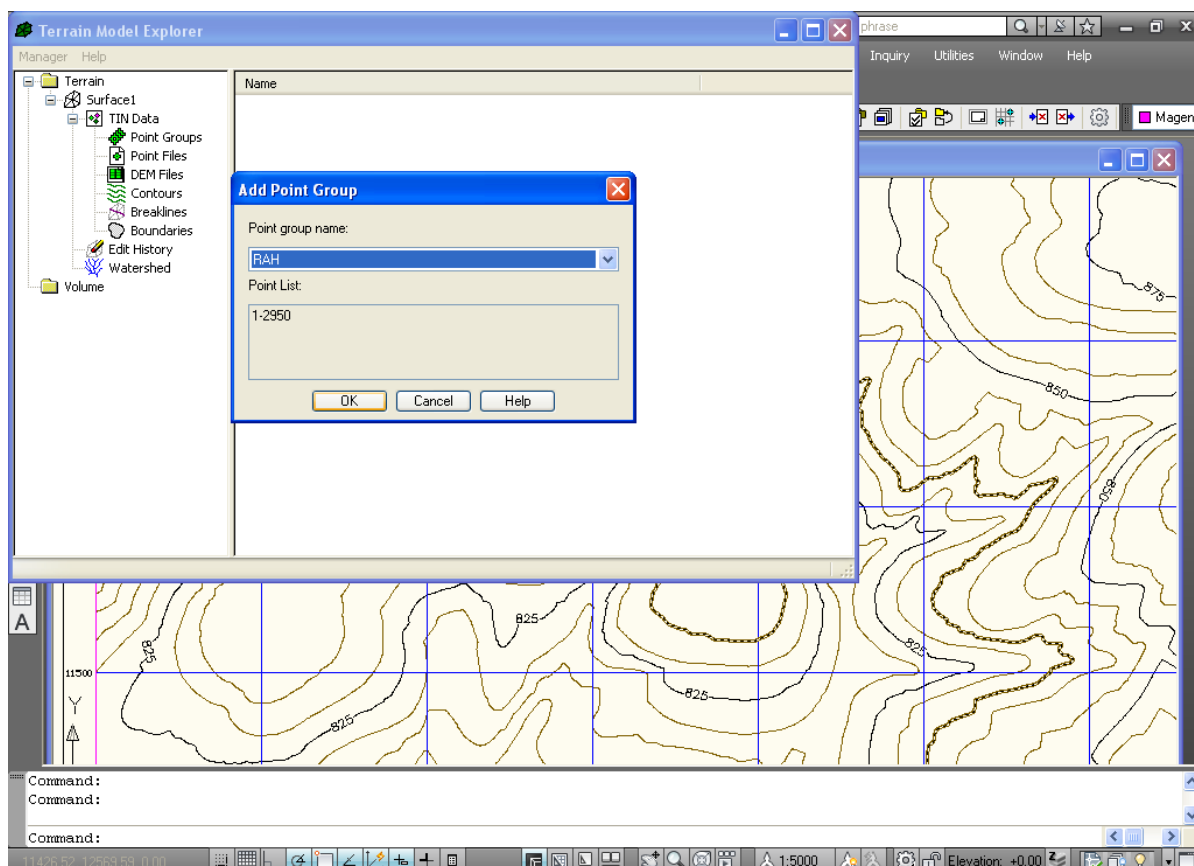
شکل ۲۲-۴

در این گزینه ها روی Point Groups راست کلیک کرده و Add Point Group را کلیک کنید.



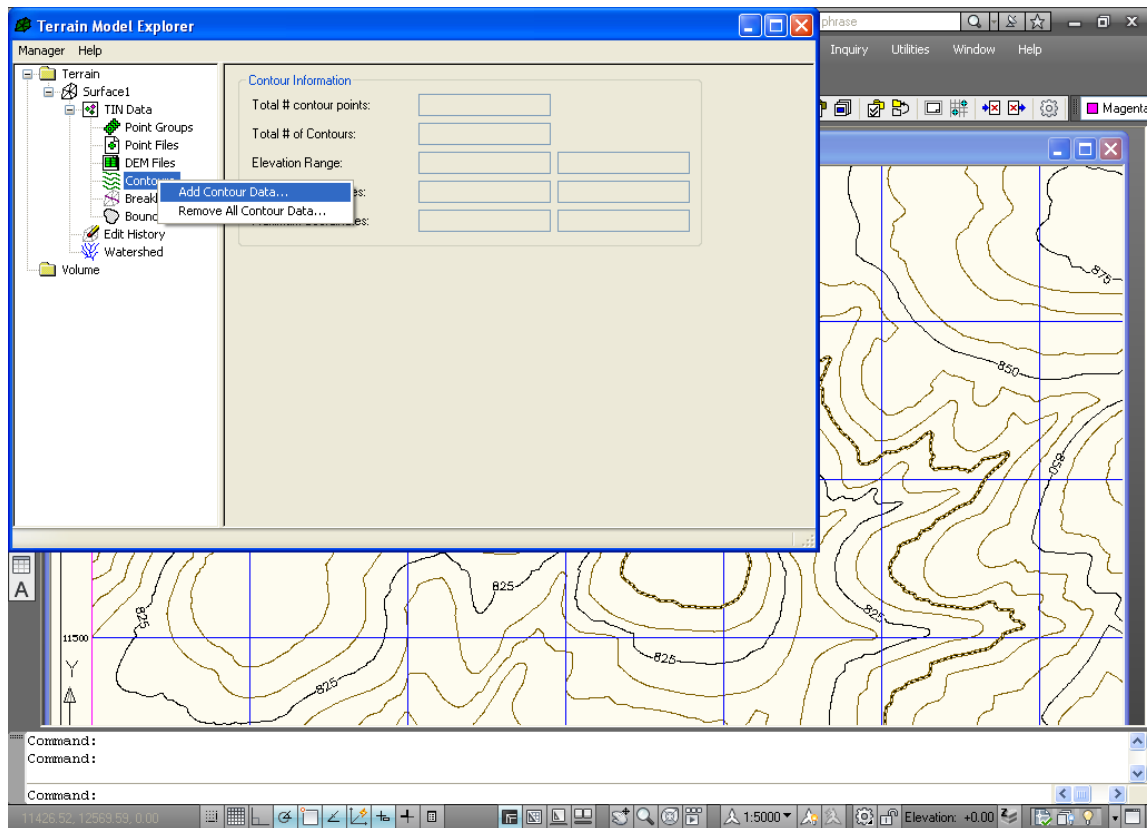
شکل ۲۳-۴

و سپس نام گروه نقاط را که در گام پیش ساختید، انتخاب کرده و Ok کنید.



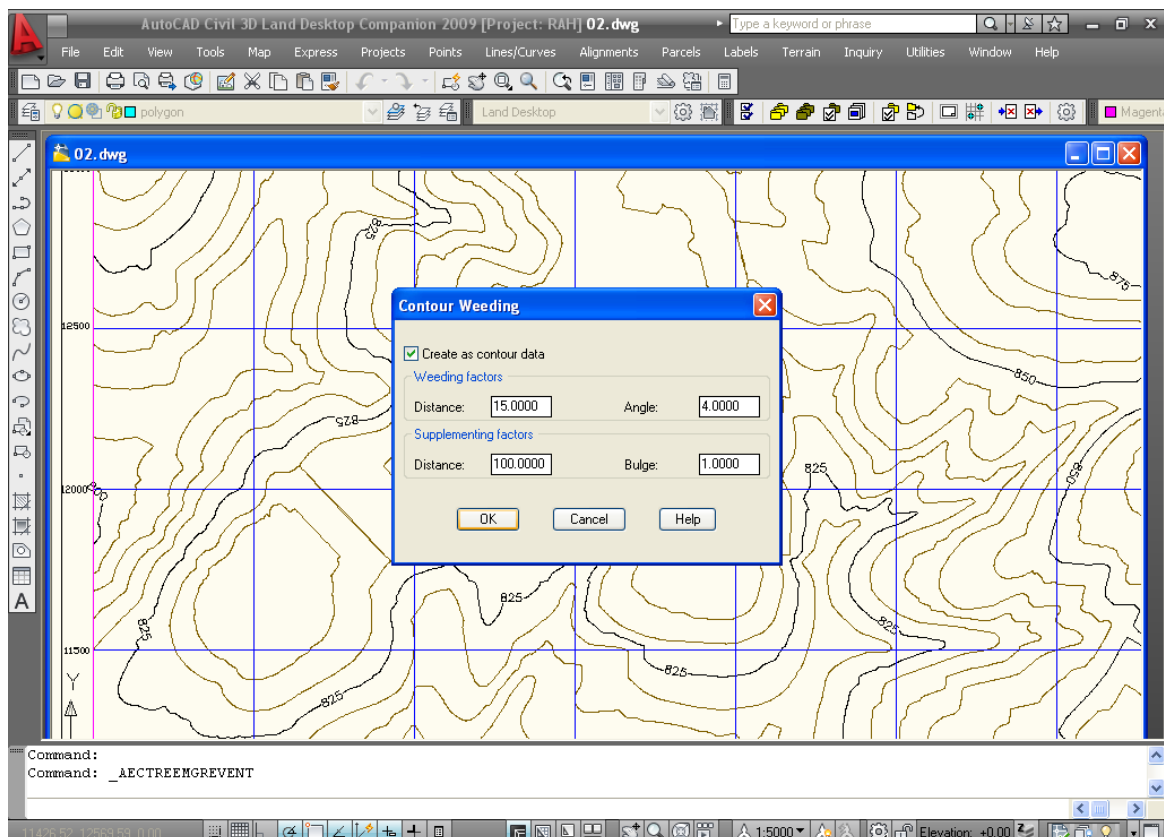
شکل ۲۴-۴

بر روی گزینه ی Contours راست کلیک کرده و گزینه ی Add Contour Data... را انتخاب کنید.



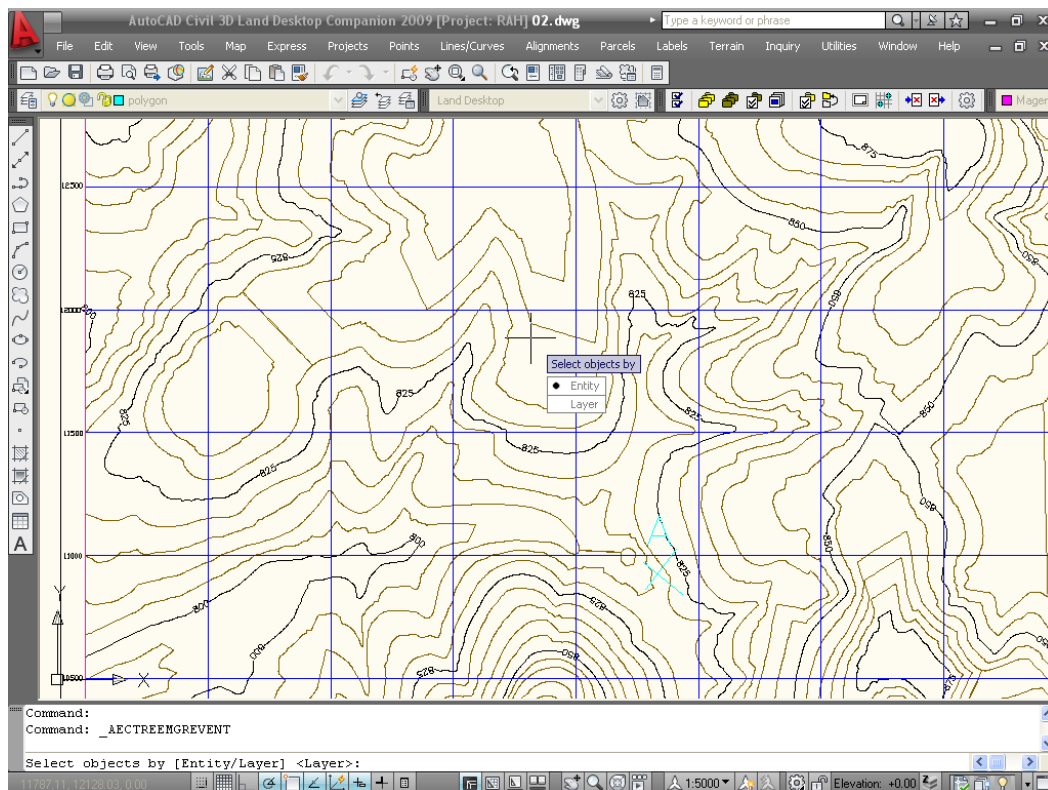
شکل ۲۵-۴

پنجره ی Contour Weeding را Ok کنید تا مقادیر پیش فرض پذیرفته شوند.



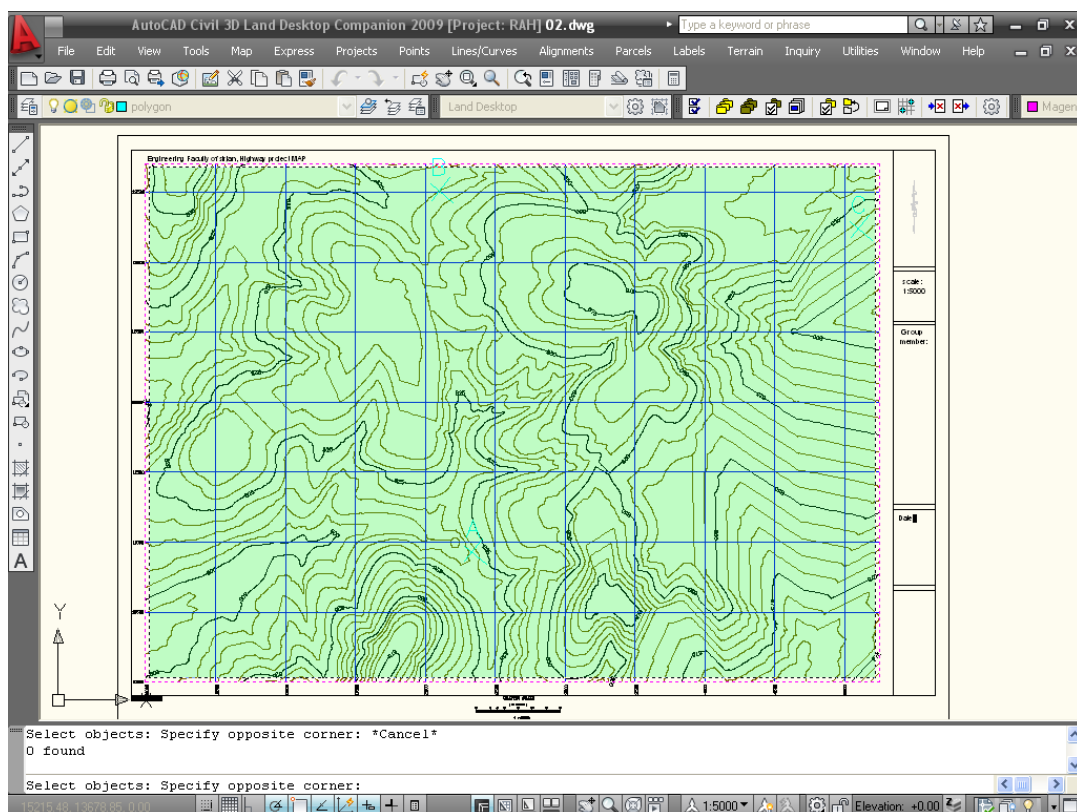
شکل ۲۶-۴

در خط فرمان، در مقابل دستور **Select object by [Entity/Layer] <Layer>** عبارت **E** را تایپ کنید و سپس کلید **Enter** را بزنید. با انجام این کار، می توانید در مرحله بعدی منحنی های میزان را به صورت گرافیکی با استفاده از یک کادر مشخص کنید.



شکل ۲۷-۴

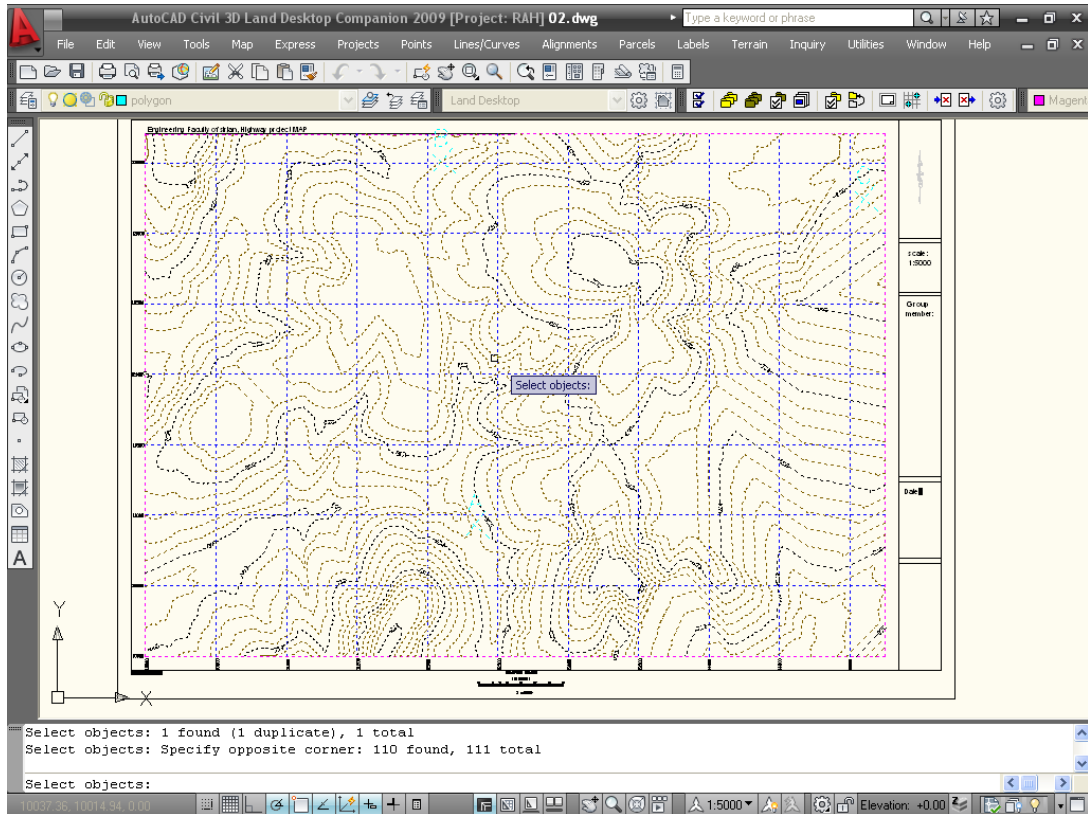
در پاسخ به دستور **Select object** : با استفاده از یک کادر، منحنی های میزان را انتخاب کنید.



شکل ۲۸-۴

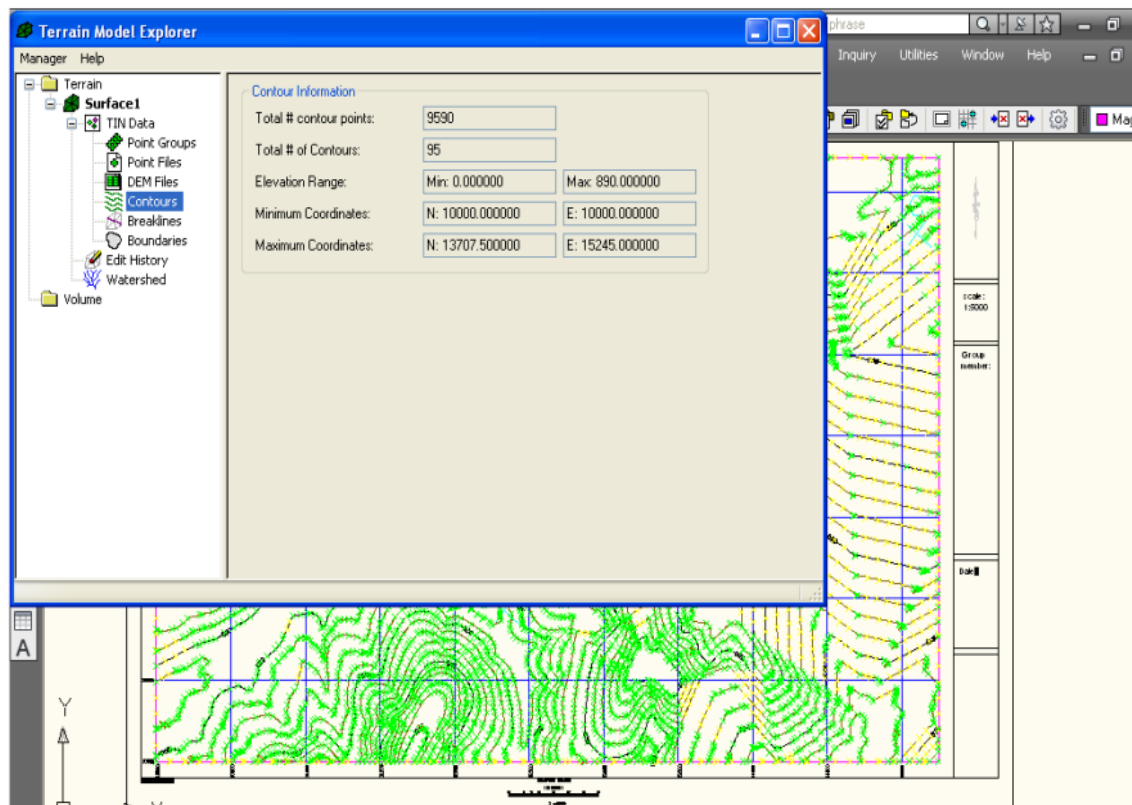


پس از انتخاب منحنی های میزان، کلید Enter را بزنید.



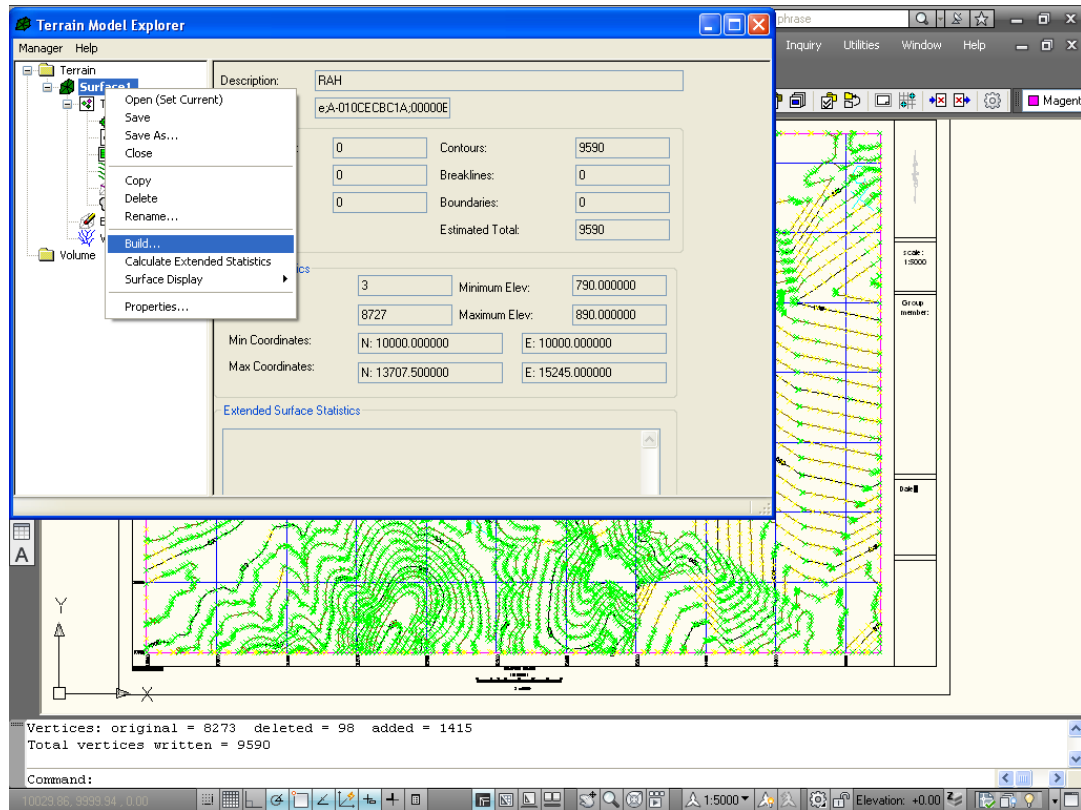
شکل ۲۹-۴

با انجام این کار، کلیه ی منحنی های میزان پردازش می شوند و در صفحه ی Terrain Model Explorer نشان داده می شوند.



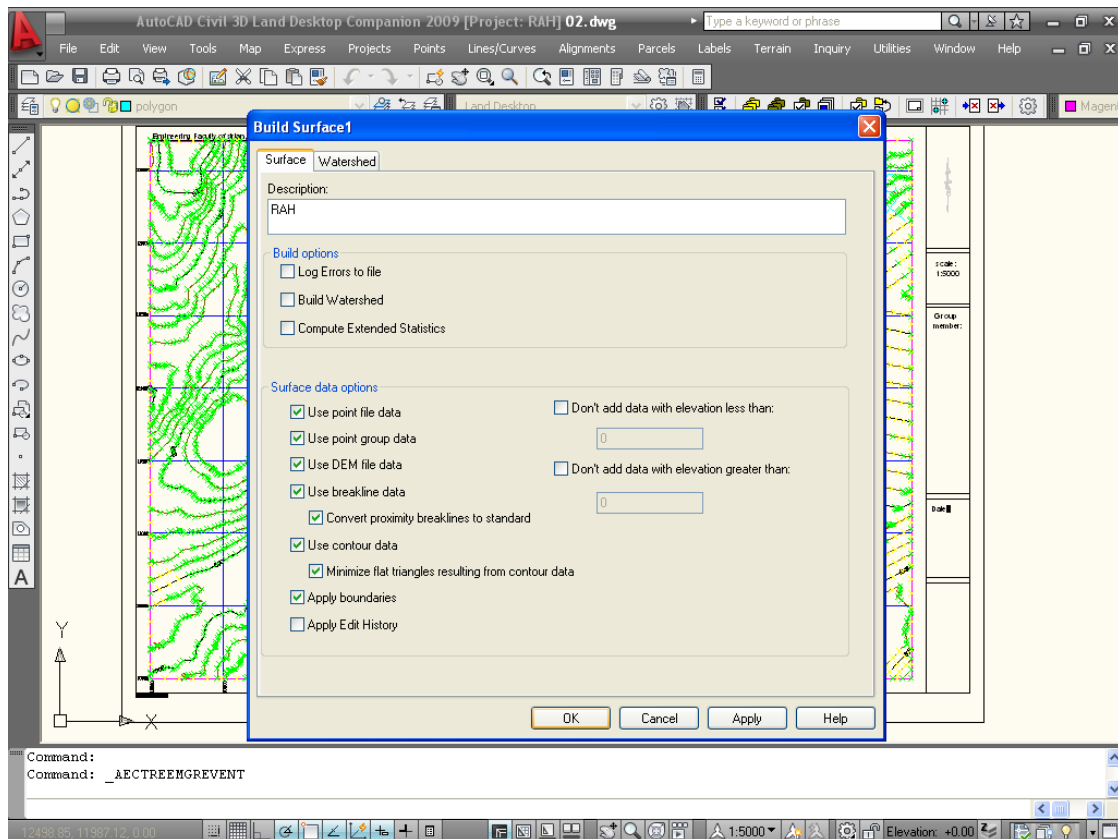
شکل ۳۰-۴

برای ایجاد سطح روی 1 Surface راست کلیک کرده و سپس گزینه ی Build را کلیک کنید.



شکل ۴-۳۱

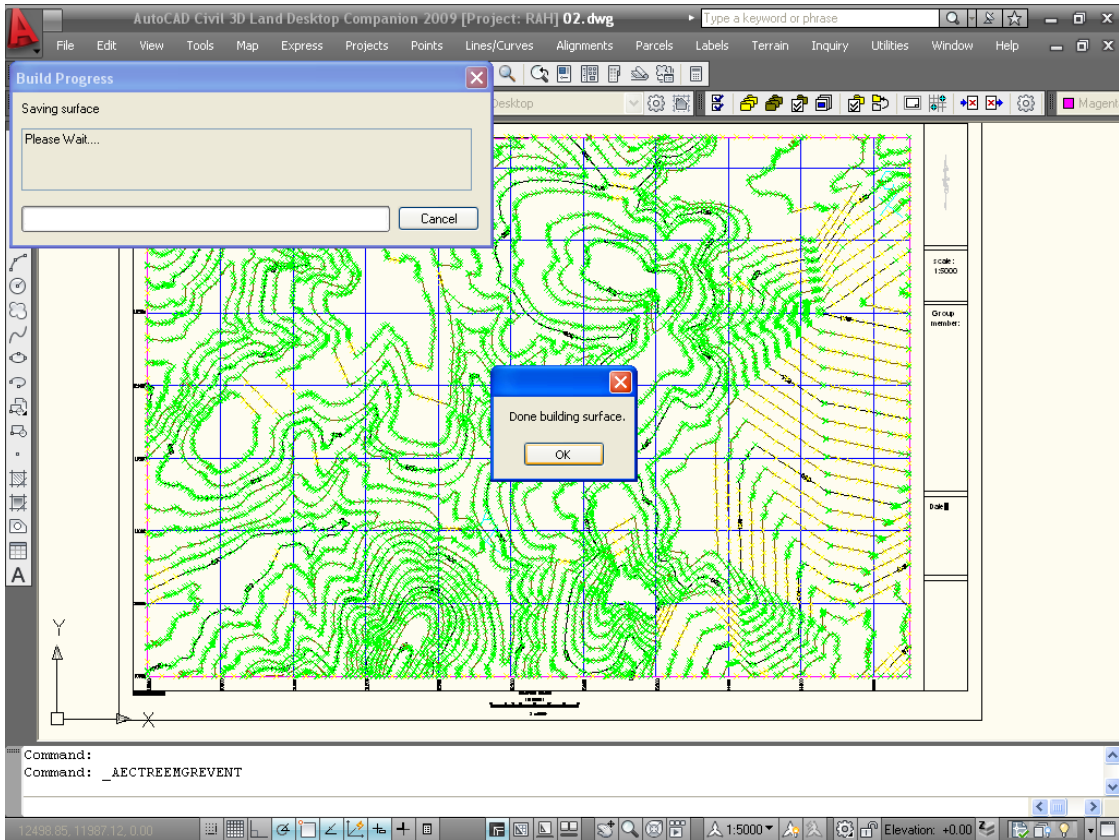
در صفحه ی باز شده بعد از وارد کردن توصیف، گزینه ی Minimize flat triangles resulting from contour data را تیک دار کرده و کل صفحه را Ok کنید.



شکل ۴-۳۲

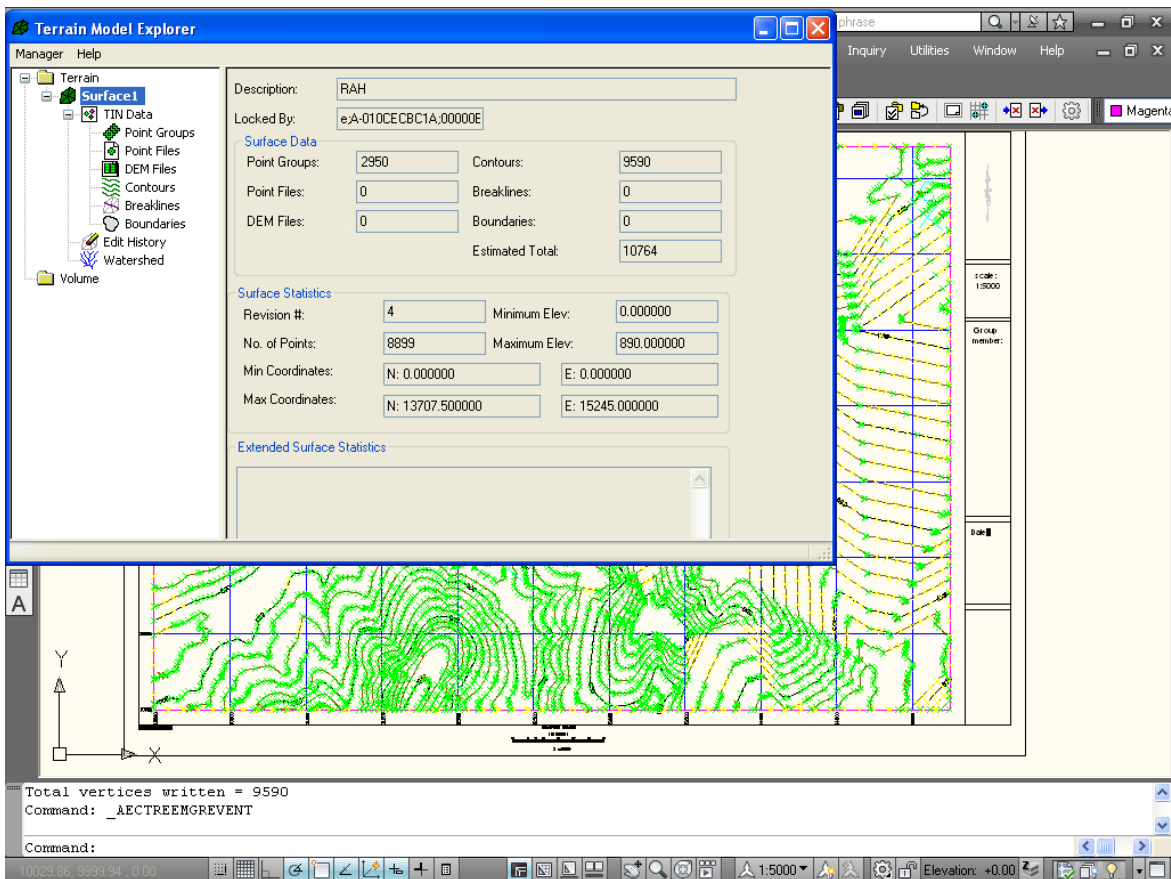


پیغام ساخت سطح (Done Building Surface) را Ok کنید.



شکل ۴-۳۳

و در آخر صفحه ی Terrain Model Explorer را ببندید.

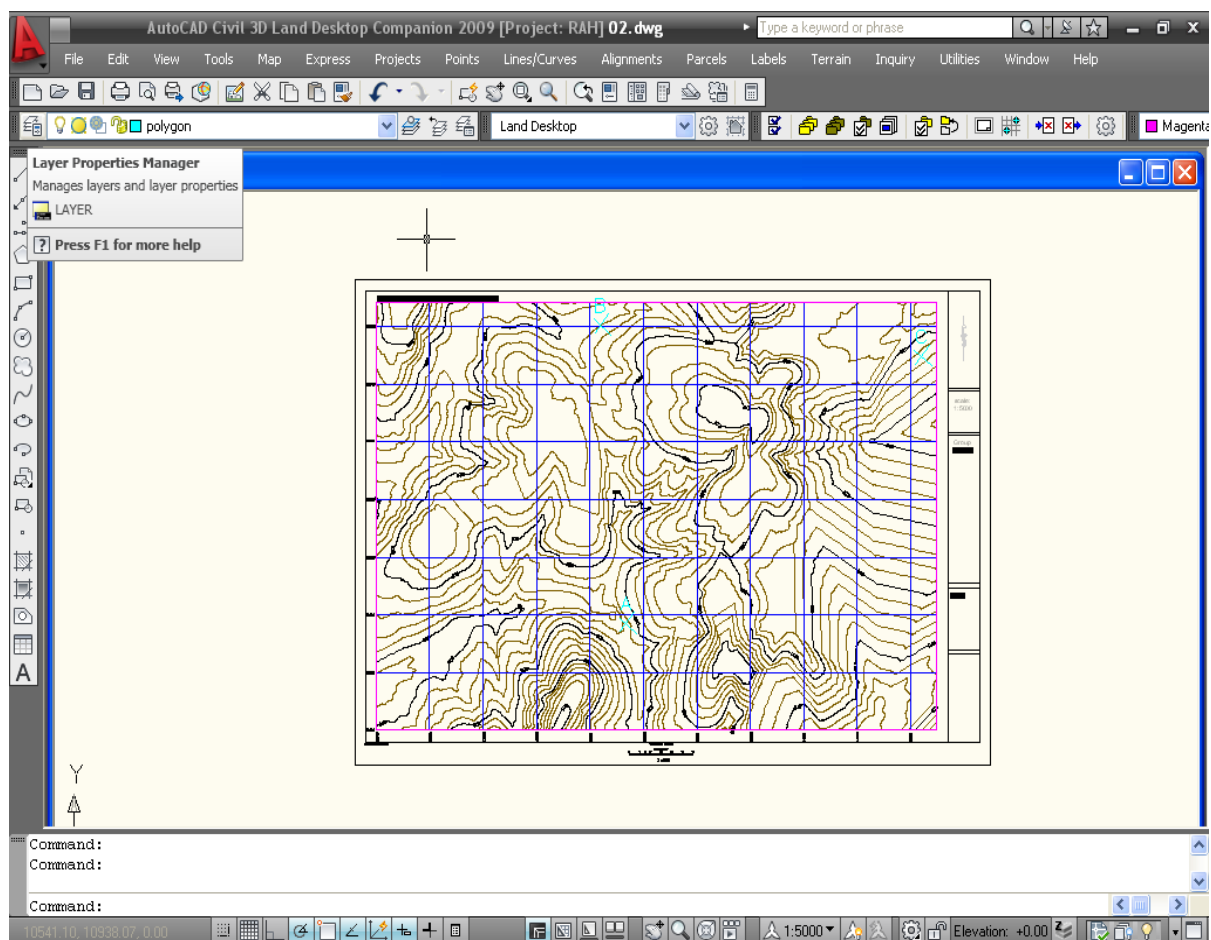


شکل ۴-۳۴

نکته: اگر از روش نخست برای ساخت سطح استفاده کردید و در رسم پروفیل طولی که در مباحث بعد به آن اشاره می کنیم، دچار اشکال شدید از راه دوم برای ساخت سطح استفاده کنید.

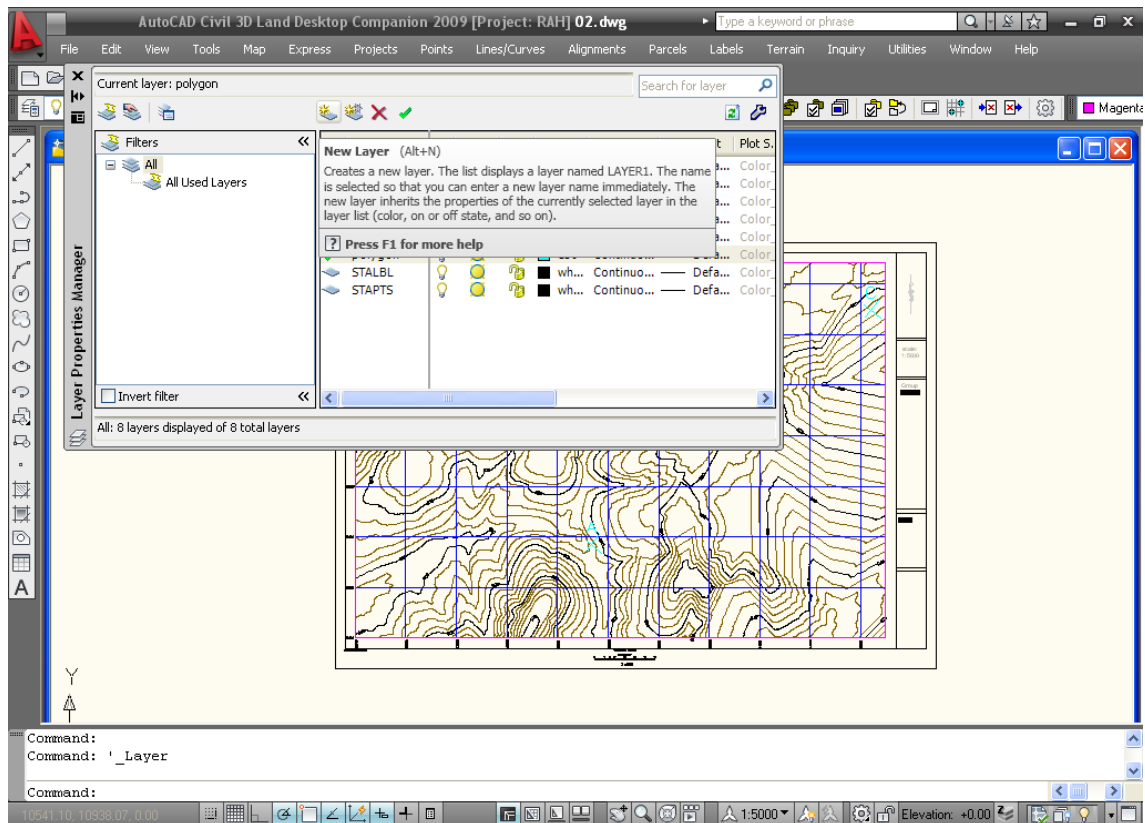
#### ۵- ترسیم خطوط شکسته مسیر

به منظور ترسیم خطوط شکسته مسیر ابتدا لازم است یک لایه ی جدید ایجاد شود تا ترسیم خطوط شکسته در یک لایه ی جداگانه انجام گیرد. این کار در مراحل بعدی باعث سهولت کار بر روی مسیر می شود. برای این منظور مراحل زیر را انجام دهید: در خط فرمان عبارت Layer را تایپ کنید و سپس کلید Enter را بزنید ( یا در نوار ابزار Layers بر روی آیکن Layer Properties Manager کلیک کنید).



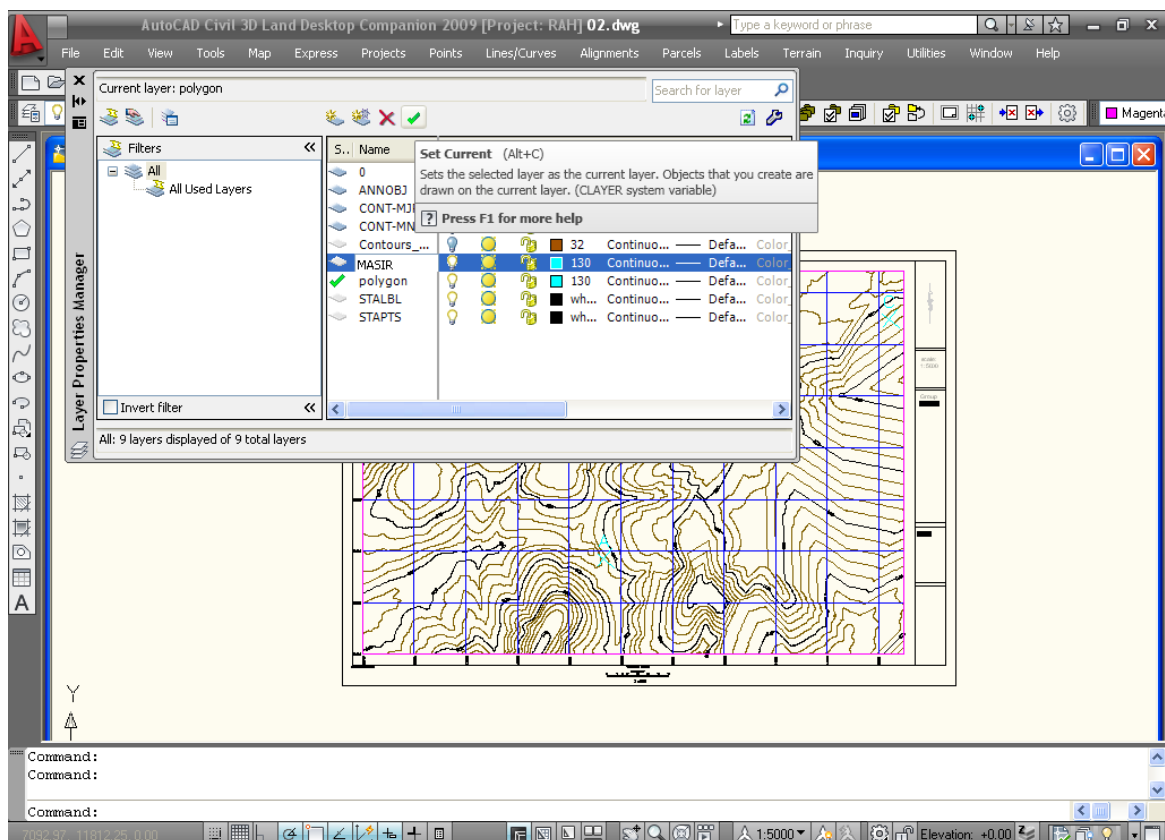
شکل ۱-۵

صفحه ی Layer Properties Manager، مطابق شکل (۵-۲) ظاهر می شود. در این صفحه بر روی آیکن New Layer کلیک کنید تا یک لایه ی جدید ایجاد شود.



شکل ۲-۵

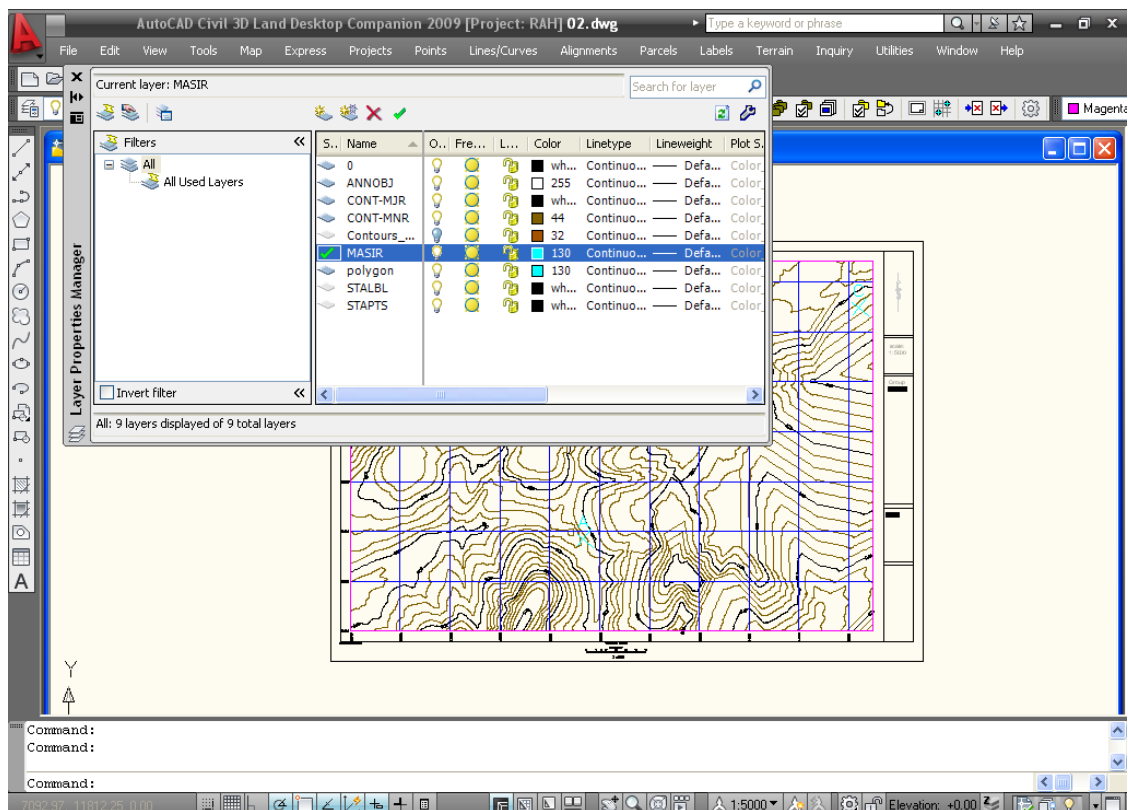
یک نام دلخواه برای لایه وارد کنید و کلید Enter را بزنید. سپس بر روی آیکن Set Current کلیک کنید تا لایه ی ساخته شده به عنوان لایه ی جاری فعال شود.



شکل ۳-۵

در قسمت Color نیز می توانید رنگ مورد نظر خود را برای لایه ی جدید انتخاب کنید.

سپس صفحه ی Layer Properties Manager را ببندید.



شکل ۴-۵

رسم مسیر : مسیریابی یکی از مهمترین مراحل پروژه راهسازی است. در این مرحله باید حداقل سه مسیر را مورد ارزیابی قرار داد و از بین آن ها بهترین مسیر را از نظر شرایط اقتصادی و ایمنی انتخاب گردد. قبل از انتخاب مسیرها لازم است که ابتدا روی نقشه ی توپوگرافی مسیرهای شکسته را رسم کنیم تا از حدود قرارگیری راسنایهای مسیر مطلع شویم. همان طور که می دانید این کار را با روش پرگار انجام می دهیم. اساس کار این است که دهانه ی پرگار را باید به اندازه ای باز کرد که شیب طولی برای رفتن از یک منحنی تراز به منحنی تراز دیگر از حد مجاز بیشتر نشود. در صورتی که بخواهید خطوط شکسته را در محیط AutoCAD بر روی منحنی های تراز رسم کنید، اندازه ی شعاع دایره یا همان دهانه ی پرگار به صورت زیر بدست می آید.

$$L_{min} = \frac{i_2 - i_1}{i}$$

$L_{min}$  = حداقل طول برای رفتن از یک منحنی تراز به منحنی تراز دیگر با حفظ شیب مجاز (متر)

$i_2$  = رقم ارتفاعی منحنی تراز (ارتفاع بزرگتر)

$i_1$  = رقم ارتفاعی منحنی تراز (ارتفاع کوچکتر)

$i$  = شیب مجاز (عدد را با مقدار صدم در فرمول بگذارید. مثلا اگر  $i = 5\%$  باشد در فرمول عدد  $0.05$  را قرار دهید).

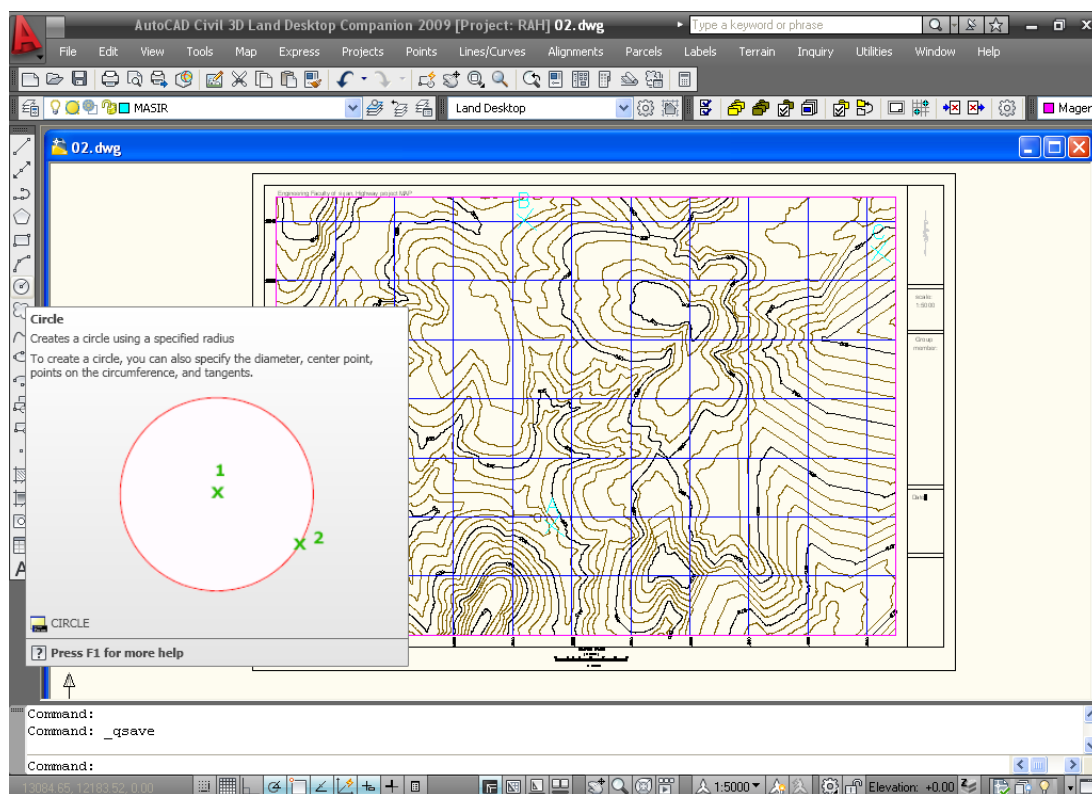
سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)						نوع منطقه
۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰ و کمتر	
حداکثر شیب طولی (درصد)						
۳	۴	۴	۴	۴	۵	هموار
۴	۵	۵	۵	۵	۶	په ماهور
-	-	۶	۶	۶	۸ و ۷	کوهستانی

\* چنانچه پهنی در صورت لزوم مستقل از هم باشند، می توان در سرانبری ۸۰ حد اکثری داده شده اضافه کرد مشروط بر اینکه در نظم سردسیر، مقدار شیب از ۸ تجاوز نکند.

\*\* در صورتی که در مسافتهای گرمسیر و بدون احتمال بطنندان قرار گیرد می توان برای سرعت ۸۰ کیلومتر، از شیب ۷٪ و برای سرعت ۷۰ کیلومتر، از ۶٪ حد اکثر شیب طولی را افزایش داد.

جدول ۱-۵ حداکثر شیب طولی راه اصلی

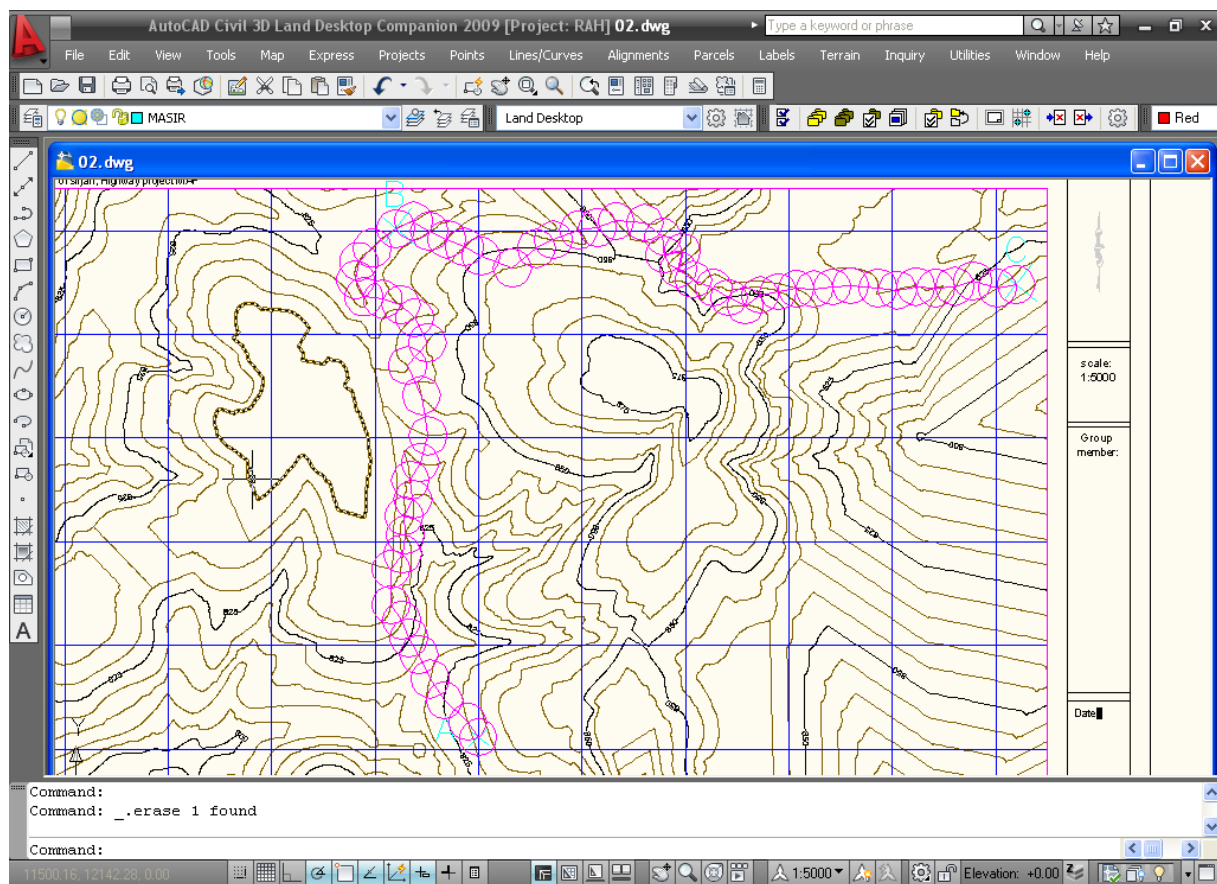
دستور Circle را با تایپ در خط فرمان و یا با استفاده از آیکن آن اجرا کنید.



شکل ۵-۵

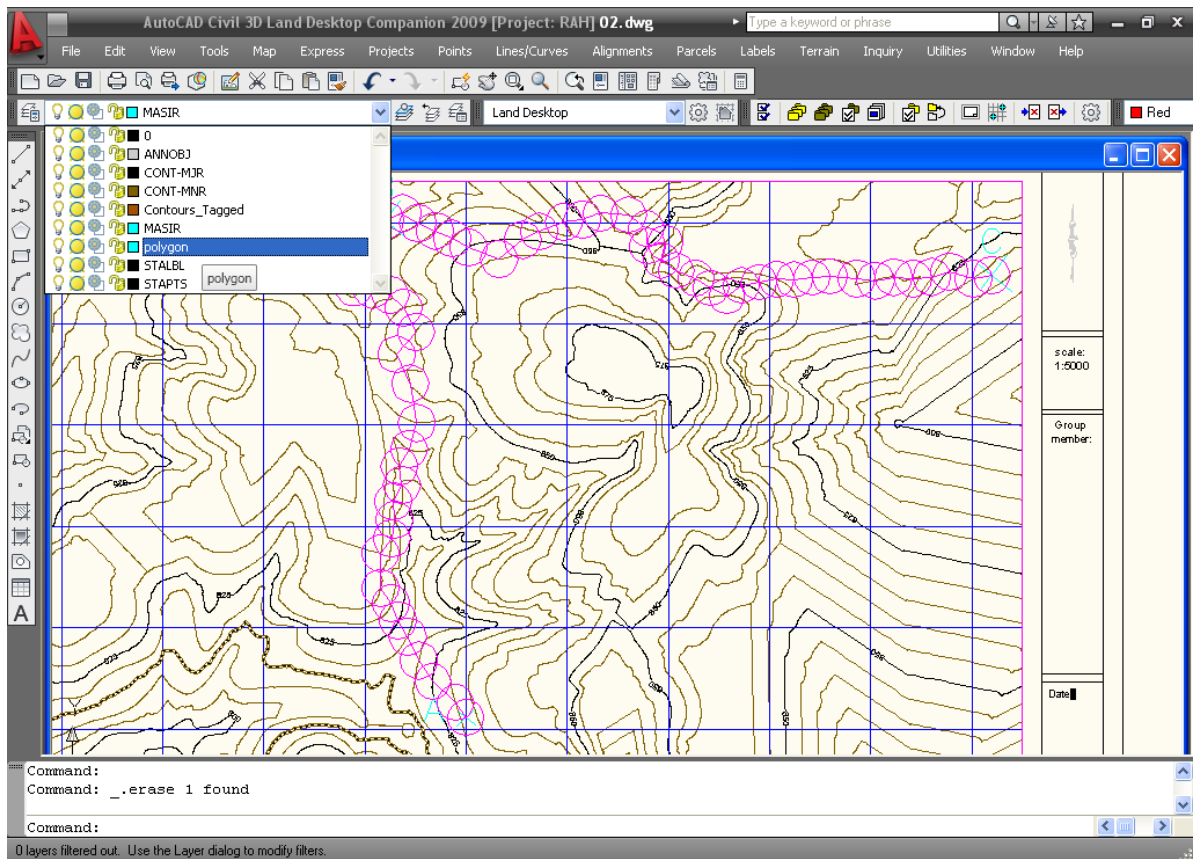
پس از بدست آوردن شعاع دایره (Lmin) از فرمول بالا، در لایه ی جدید شروع به کمان زدن و رسم خطوط شکسته مسیر با دستور Line می کنیم.





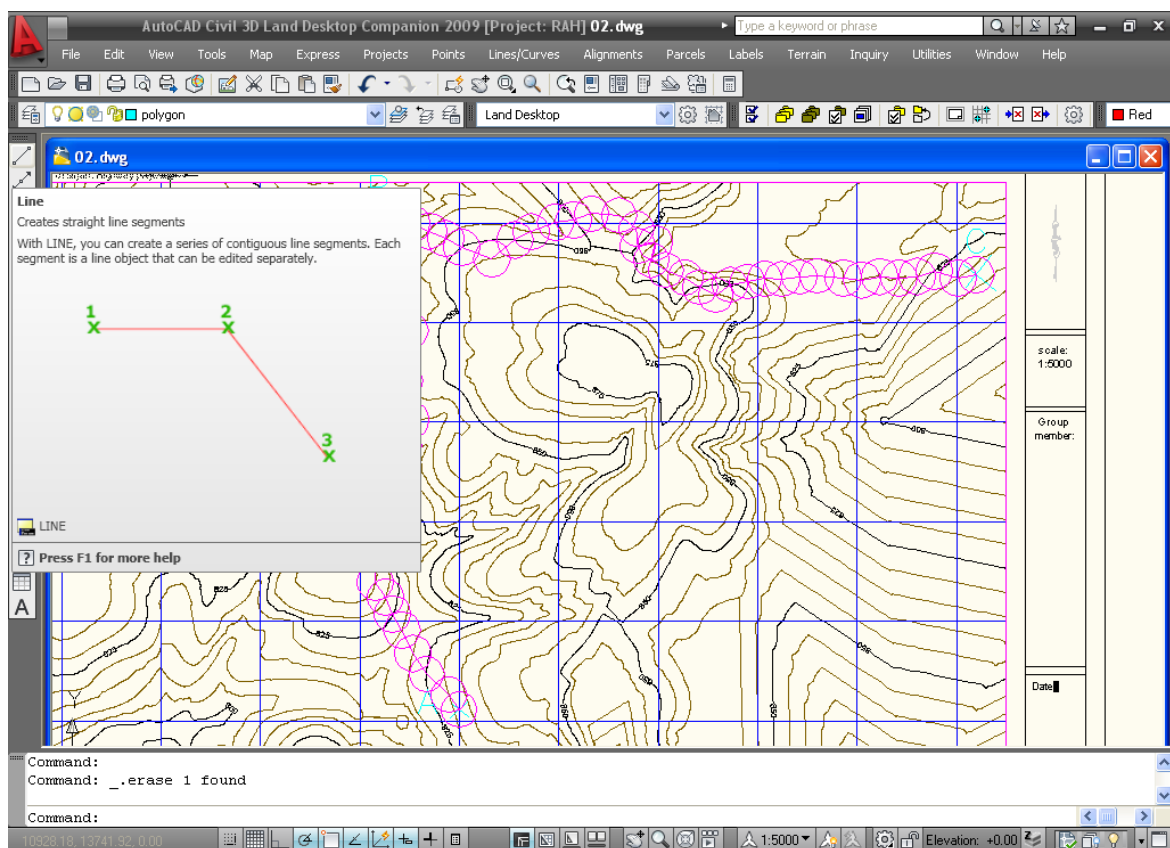
شکل ۵-۶

در رسم خطوط شکسته دقت کنید گاه در مناطقی که فاصله ی خطوط تراز زیاد می شود، کمان رسم شده خط تراز بعدی را قطع نمی کند. در این حالت هر کدام از شعاع های دایره را که تا خط تراز بعدی ( با توجه به سمت عمومی مسیر) ادامه دهید، قابل قبول است. در مواردی که خطوط تراز به هم بسیار نزدیک می شوند، اغلب حالتی پیش می آید که کمان زده شده در فاصله ی نسبتاً دوری از خط تراز بعدی قرار می گیرد و برای رفتن به خط تراز بعدی و حفظ شیب مجاز، به ترانشه احتیاج داریم. در دو مورد قبل سعی کنید شعاعی را از دایره انتخاب کنید که مسیر را به سمت نقطه ی اجباری و یا انتهای مسیر نزدیکتر می کند. در روی یک منحنی تراز می توانید فاصله ای را بدون رفتن به منحنی بعدی طی کنید. پس از رسم خطوط شکسته ، عملاً نمی توان از آن ها به عنوان پلان مسیر استفاده کرد. بنابراین لازم است هر چند خط شکسته را با یک راستای مستقیم جایگزین کنید. پس از ترسیم خطوط شکسته مسیر در لایه ی جدید، لایه ی قبلی را دوباره فعال کنید. (بدون خاموش کردن لایه ی جدید این کار صورت گیرد).



شکل ۷-۵

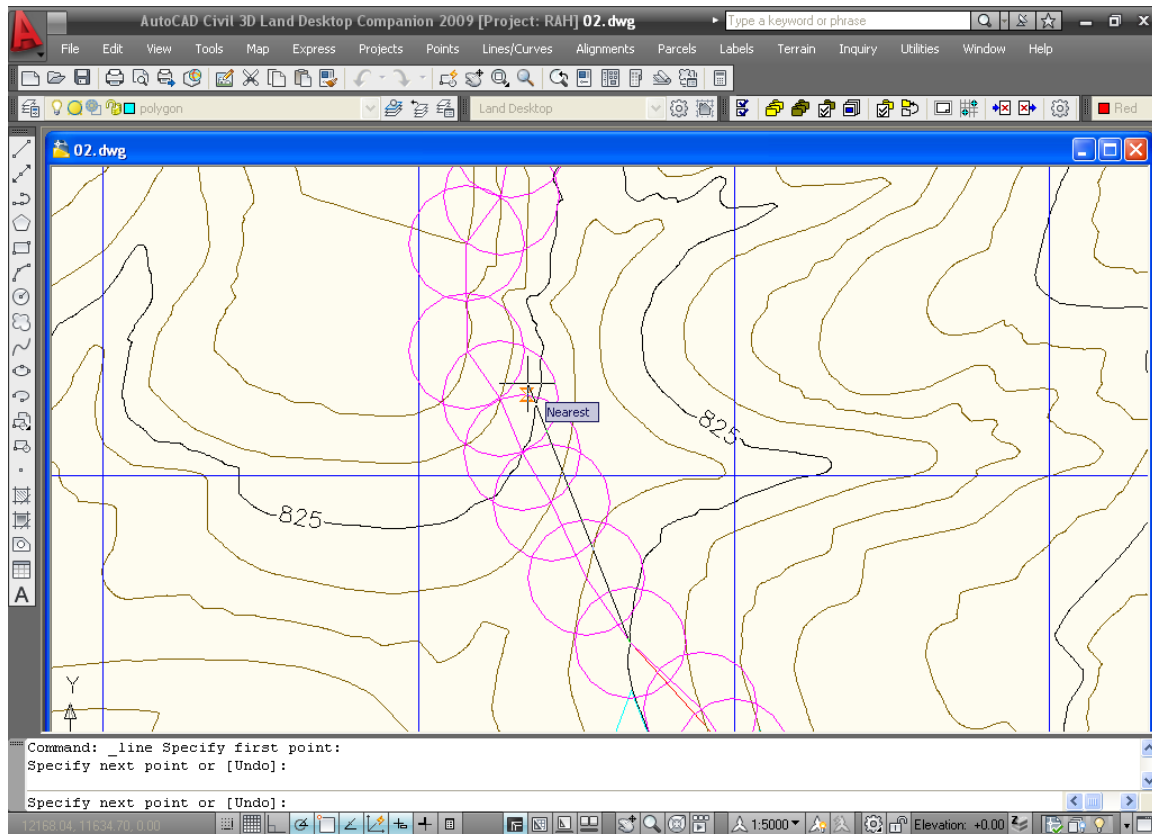
دستور Line را با تایپ در خط فرمان و یا با استفاده از آیکن آن اجرا کنید.



شکل ۸-۵

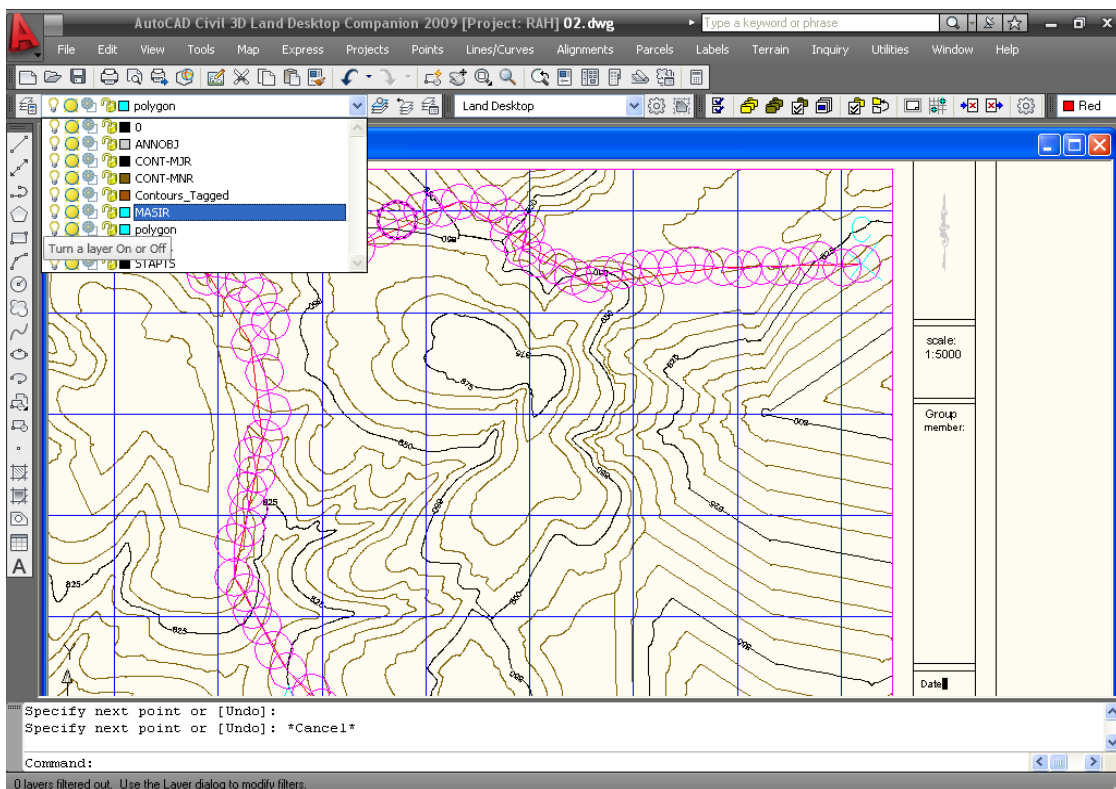


سپس از روی خطوط شکسته مسیر با دستور Line، شروع به ترسیم مجدد مسیر در این لایه می کنیم. برای این کار لازم است که Osnap فعال باشد.



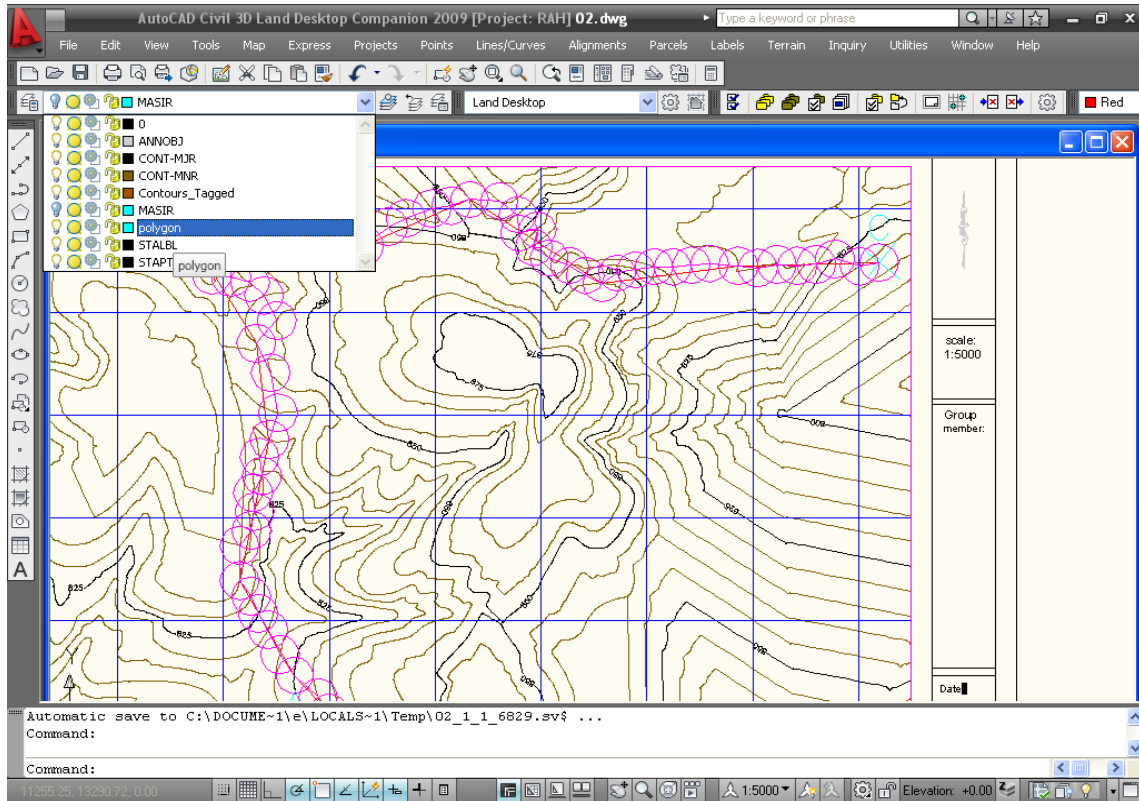
شکل ۹-۵

پس از ترسیم مسیر در این لایه، لایه ی جدید را خاموش نمایند.



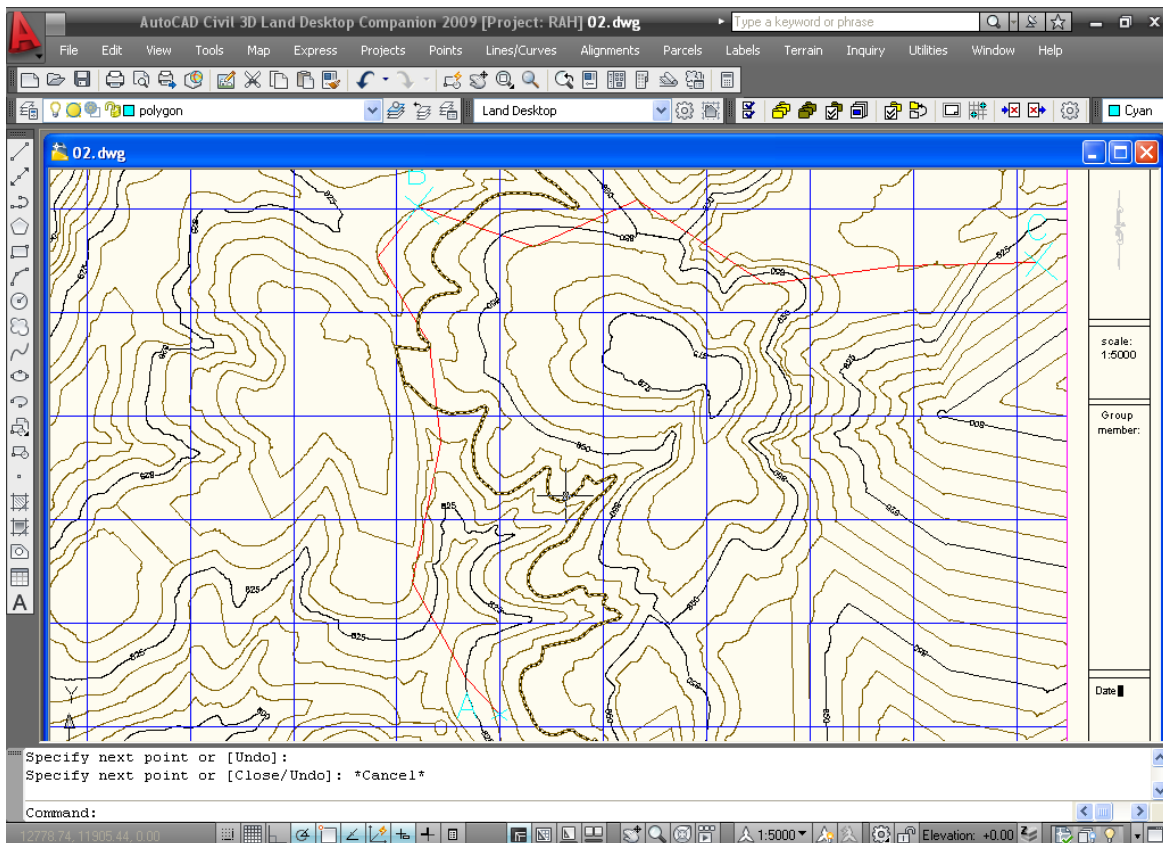
شکل ۱۰-۵

سپس لایه ی ابتدایی را دوباره فعال کنید.



شکل ۱۱-۵

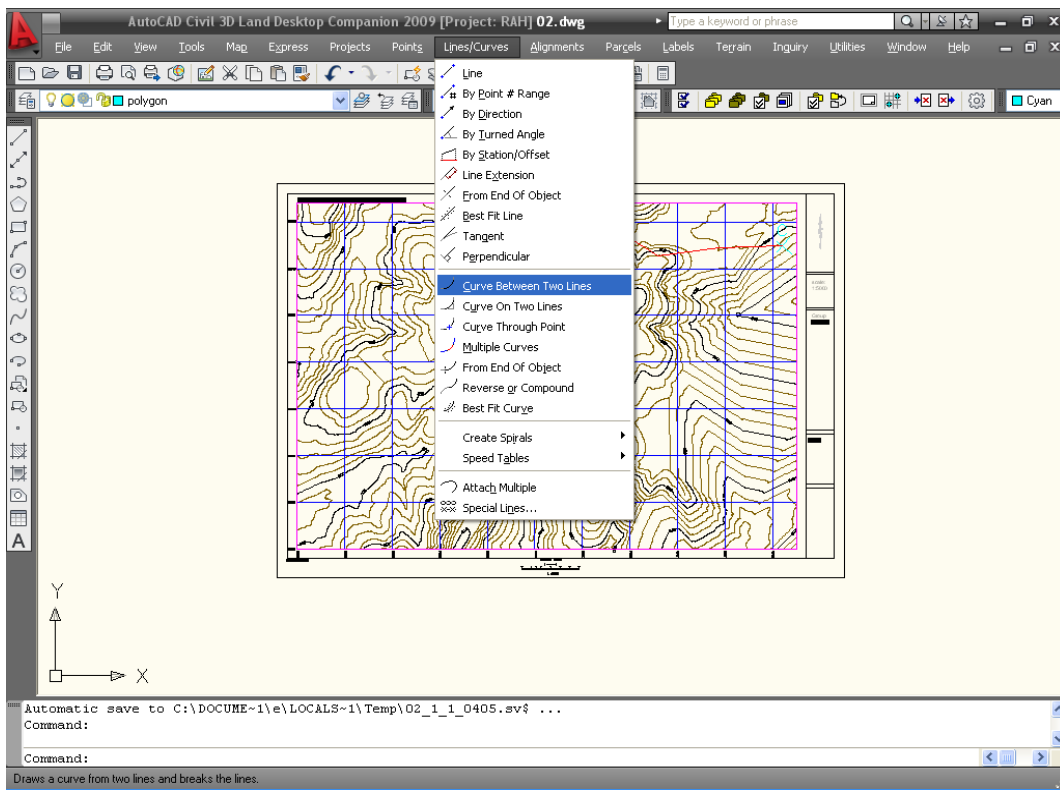
همان طور که ملاحظه می فرمائید خطوط شکسته مسیر بدون کمان ظاهر می شوند.



شکل ۱۲-۵

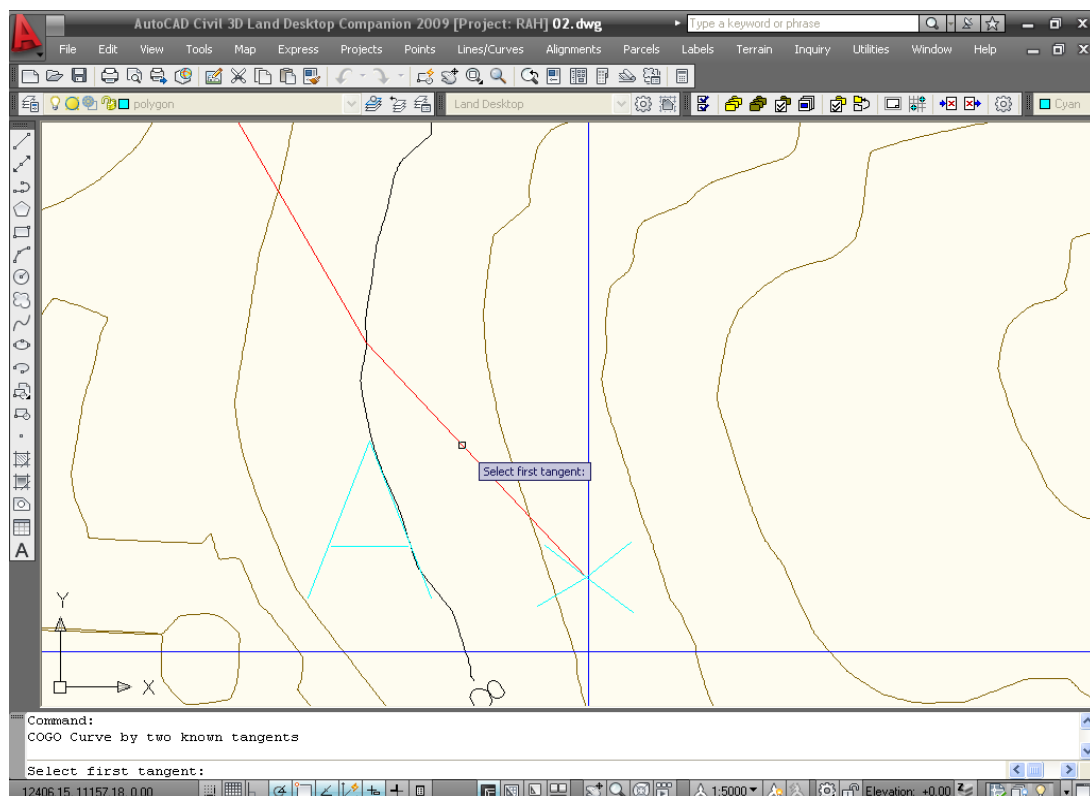
## ۶- طراحی قوس های افقی

در این مرحله قوس های افقی مسیر را رسم می کنیم. برای این کار دو روش وجود دارد: الف) قوس ساده ب) قوس کلوتنید  
الف) قوس ساده: دستور Lines/Curves > Curve Between Two lines را اجرا کنید.



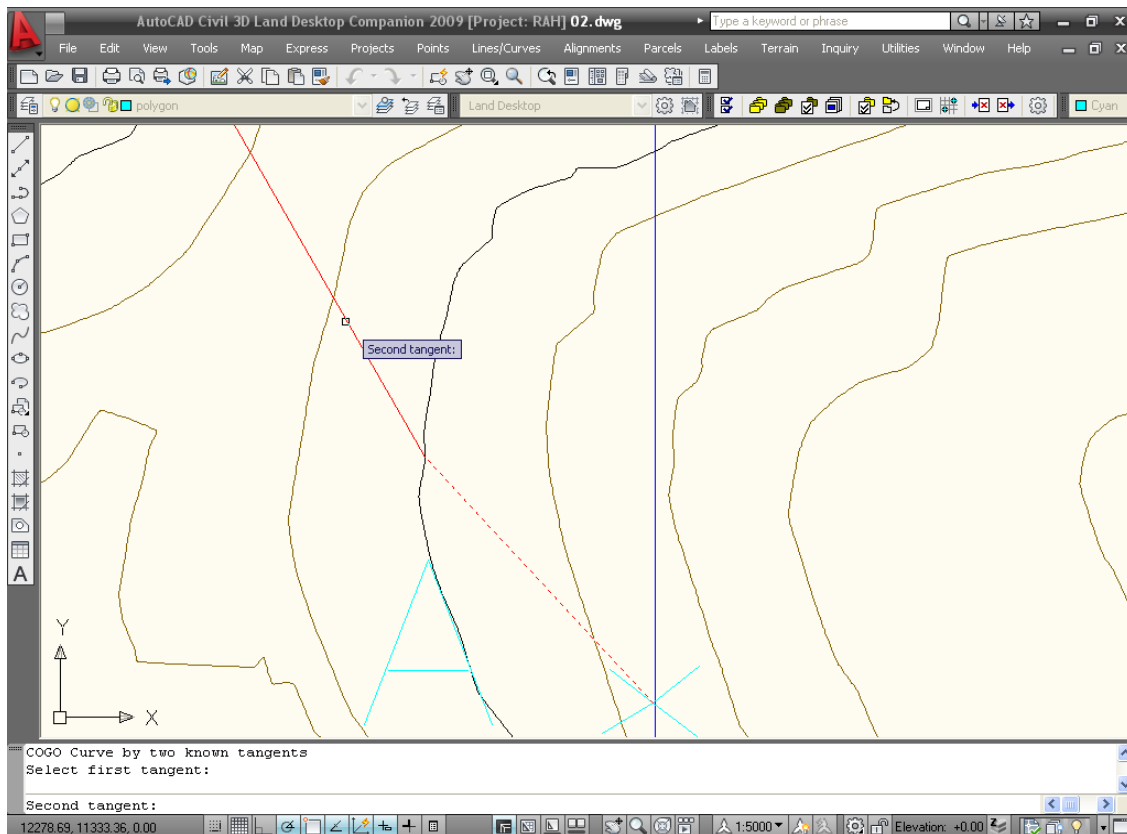
شکل ۱-۶

در خط فرمان دستور انتخاب اولین مماس ظاهر می شود. روی مماس اول کلیک کنید.



شکل ۲-۶

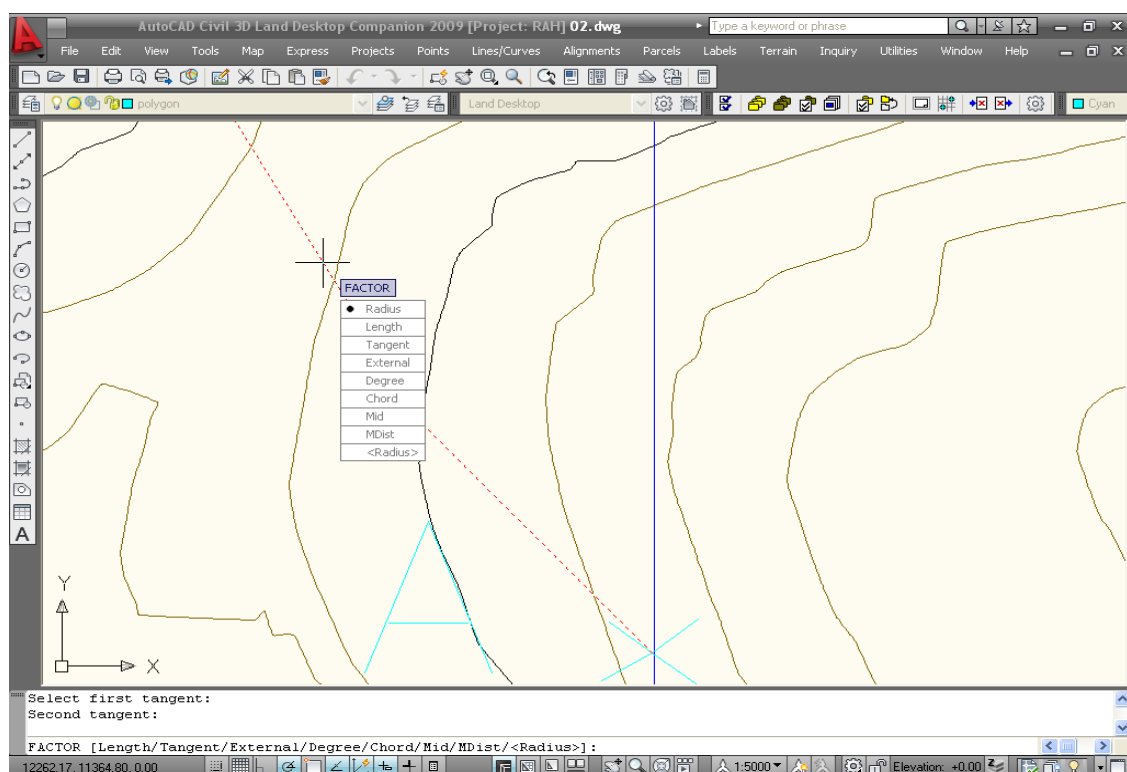
سپس دستور انتخاب دومین مماس ظاهر می شود. مماس دوم را انتخاب کنید.



شکل ۳-۶

در خط فرمان نوع فاکتور طراحی پرسش می شود. به صورت پیش فرض این فاکتور، فاکتور شعاع است و کافی است **Enter** را فشار دهید.

**FACTOR [ Length / Tangent / External / Degree / Chord / Mid / MDist / <Radius> ] :**



شکل ۴-۶

Radius :

در خط فرمان مقدار شعاع خواسته می شود.

شعاع طراحی را وارد کنید. برای انتخاب شعاع حداقل از فرمول زیر استفاده کنید.

$$R_{min} = \frac{v^2}{127(e+f)}$$

در این فرمول داریم:

$V$  = سرعت طراحی قوس ( کیلومتر بر ساعت )

طبقه بندی راه			درجه بندی راه
هموار	تپه ماهور	کوهستانی	آزاد راهها
$V_5$	$V_2$	$V_3$	بزرگراهها و راههای اصلی جدا شده
$V_2$	$V_2$	$V_3$	راههای اصلی
$V_3$	$V_2$	$V_1$	راههای فرعی

جدول ۱-۶ گروه سرعت طرح برای درجه بندی راه

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)			نام گروه
حداکثر	متوسط	حداقل	$V_1$
۵۰	۴۰	۳۰	$V_2$
۸۰	۷۰	۶۰	$V_3$
۱۰۰	۹۰	۸۰	$V_4$
۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	$V_5$
۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	

جدول ۲-۶ گروه بندی سرعت طرح

$e$  = دور ( بر بلندی یا حداکثر شیب عرضی در قوس)، در استاندارد ایران ۸٪، و بر اساس توصیه ی آشتو ( بر اساس شرایط

آب و هوایی) ۶٪ برای مناطق سردسیر، ۸٪ برای مناطق معتدل سرد، ۱۰٪ برای مناطق معتدل گرم و ۱۲٪ برای مناطق گرمسیر.

در فرمول  $e$  را با صدم بگذارید. مثلا اگر  $e=12\%$  باشد در فرمول عدد ۰/۱۲ را قرار دهید.

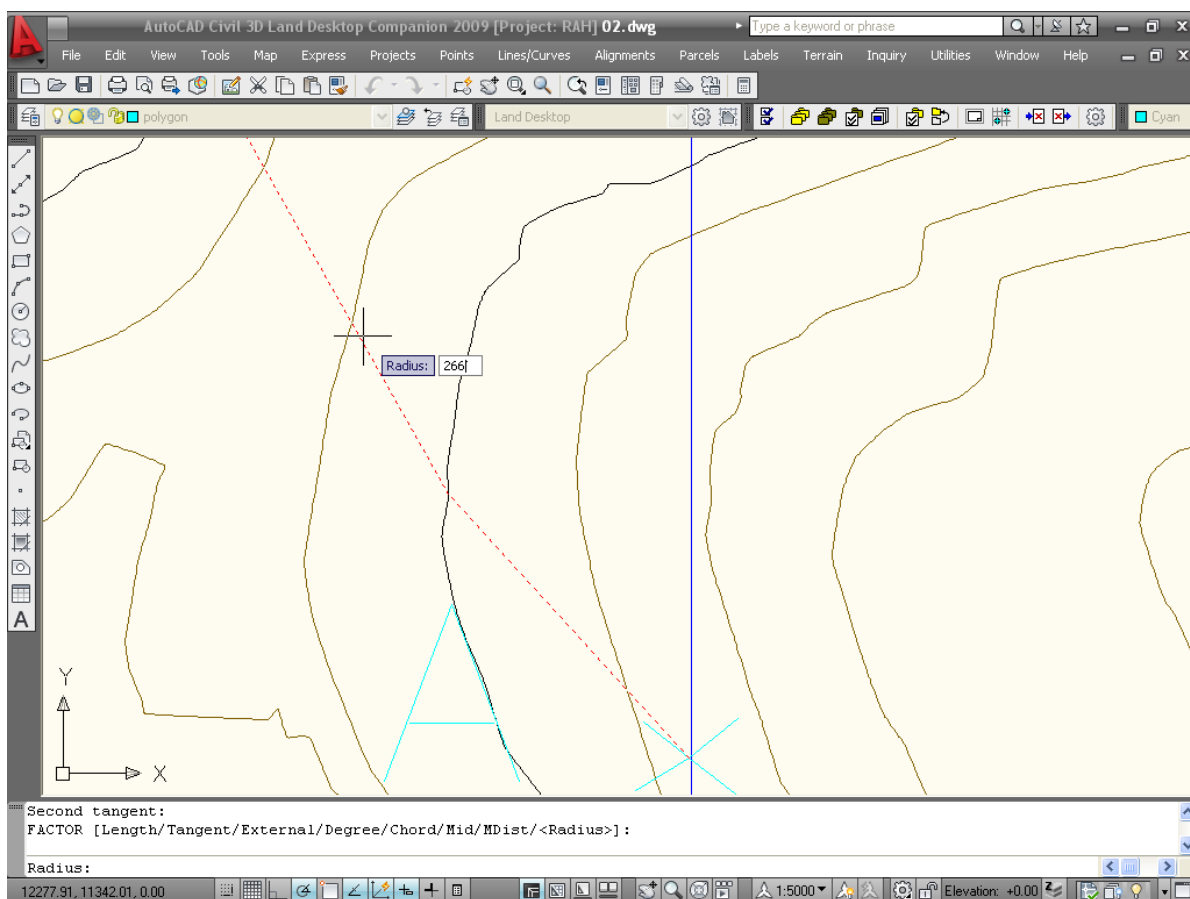
$f$  = ضریب اصطکاک جانبی از جدول ۳-۶

ضریب اصطکاک جانبی (f)	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۰/۱۷	۳۰
۰/۱۷	۴۰
۰/۱۶	۵۰
۰/۱۵	۶۰
۰/۱۴	۷۰
۰/۱۴	۸۰
۰/۱۳	۹۰
۰/۱۲	۱۰۰
۰/۱۱	۱۱۰
۰/۰۹	۱۲۰
۰/۰۸	۱۳۰

جدول ۳-۶، ضریب اصطکاک جانبی

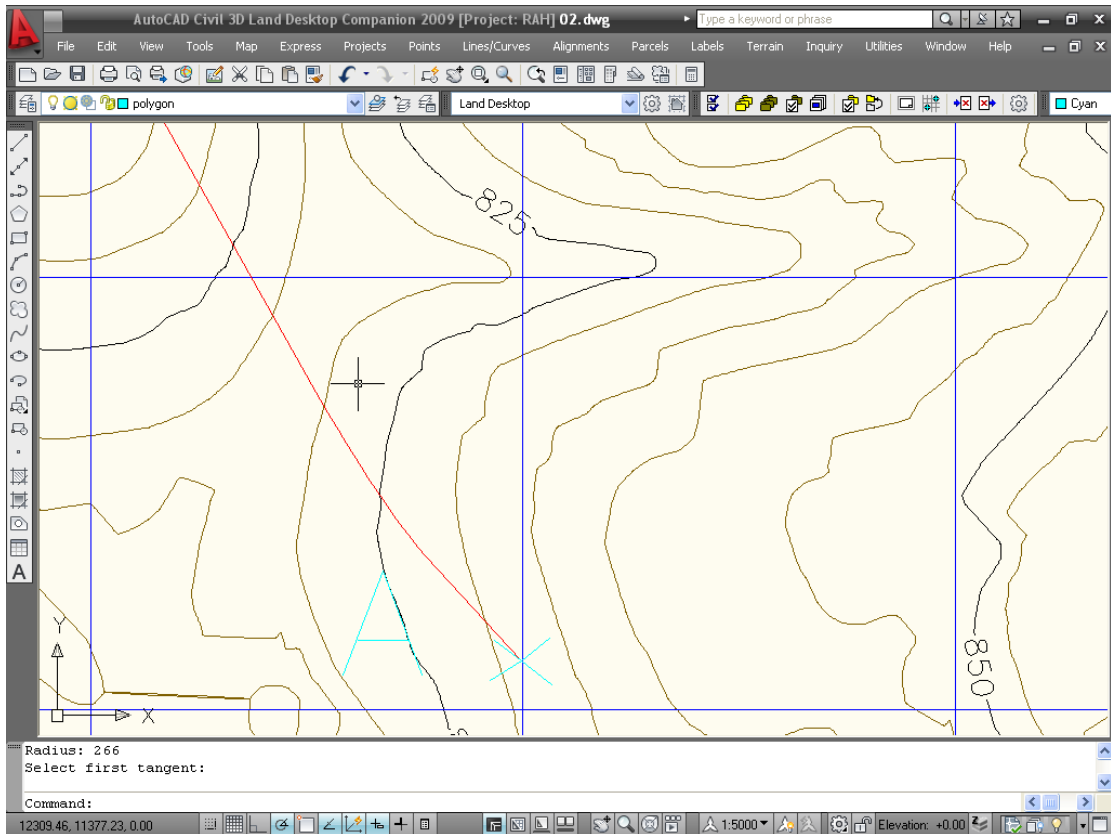
$R_{min}$  = شعاع حداقل طراحی قوس بر حسب متر

حداقل شعاع طراحی از رابطه بالا محاسبه می شود. سعی کنید مقداری بیش از مقدار حاصل از فرمول، در طراحی قوس استفاده کنید. توجه داشته باشید هرچه شعاع قوس بزرگتر باشد، طول قوس بیشتر شده ولی مسیر کوتاه تر می گردد. پس از محاسبه ی شعاع طراحی، آن را به نرم افزار وارد کنید.



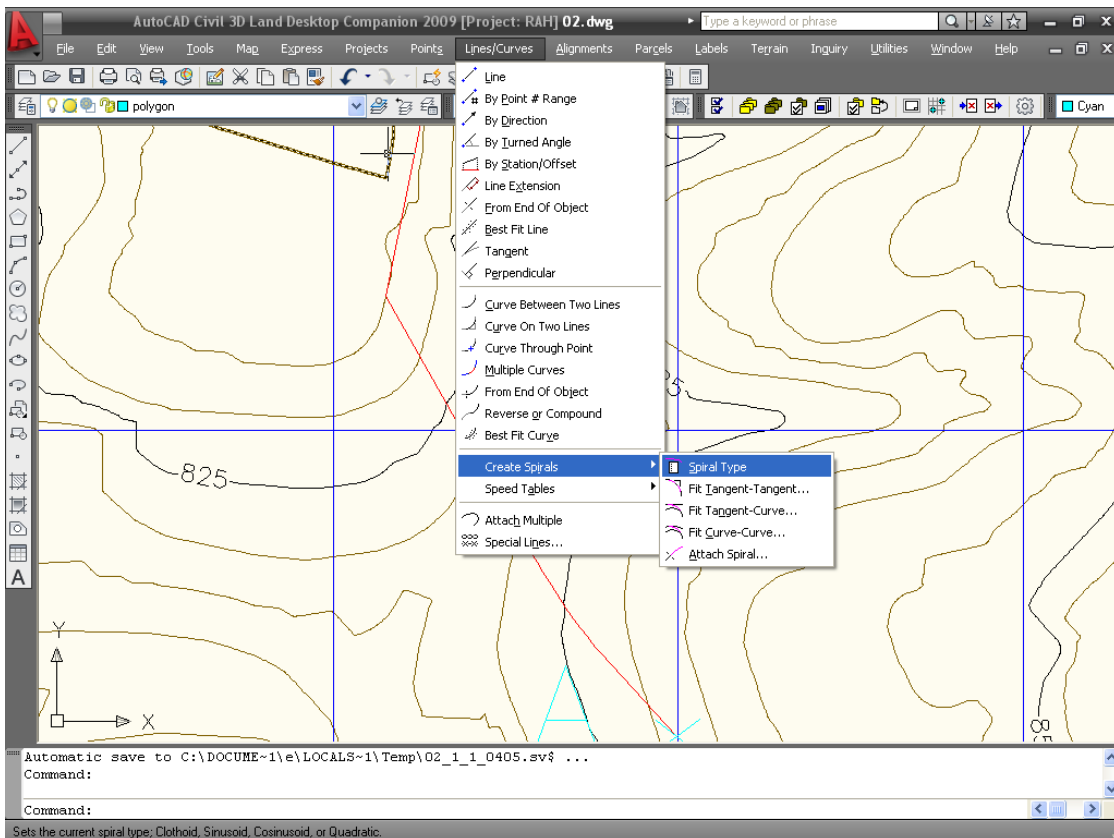
شکل ۵-۶

و سپس کلید Enter را بزنید تا قوس رسم گردد.



شکل ۶-۶

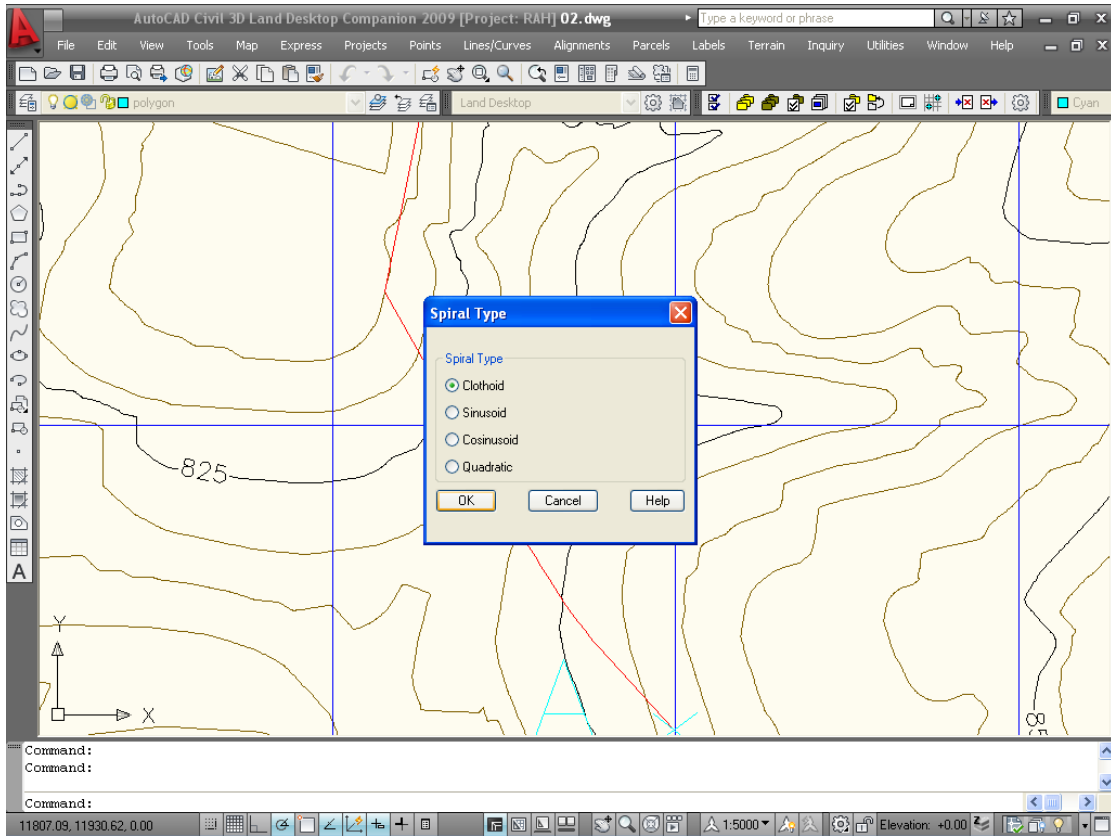
ب) قوس کلونئید: در این قسمت طراحی قوس کلونئید با سه روش صورت گرفته است.  
 ۱- دستور Lines/Curves > Create Spirals > Spiral Type را اجرا کنید.



شکل ۶-۷

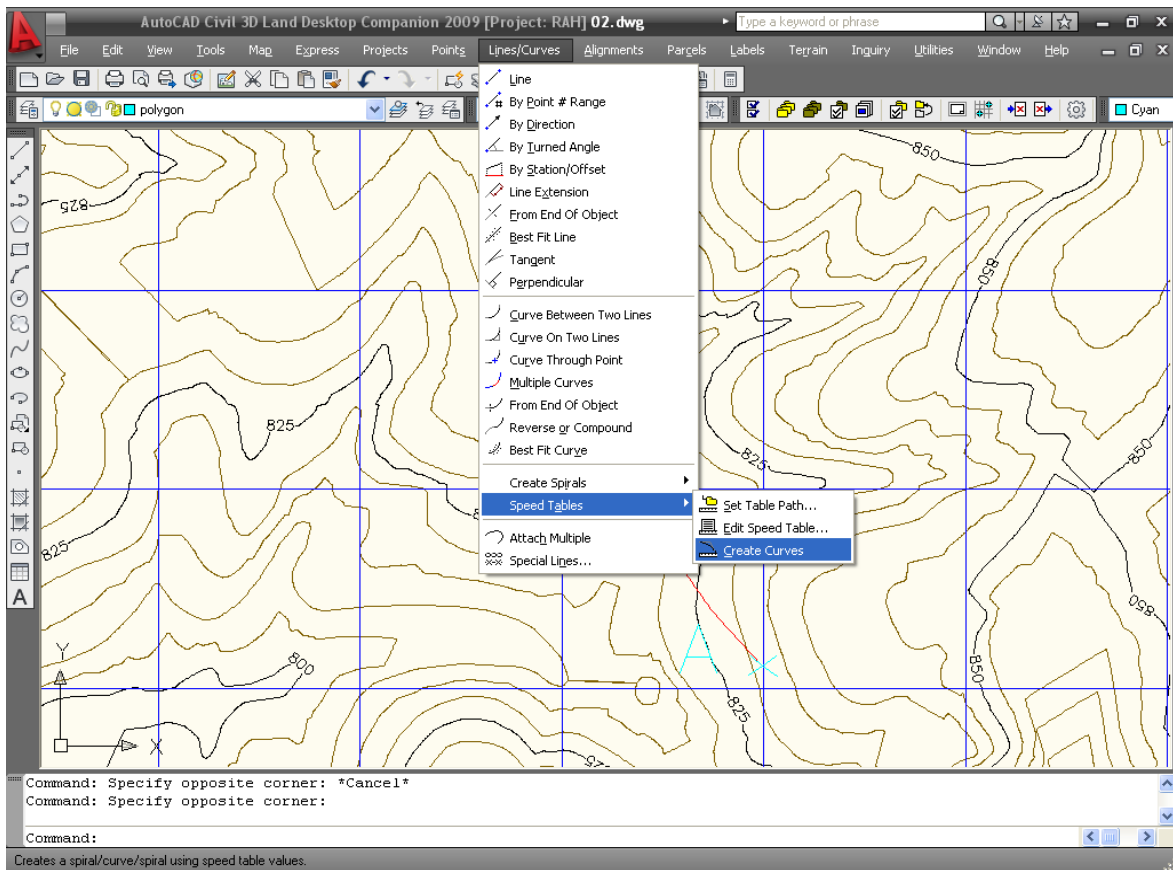


در پنجره ی باز شده، Clothoid را تیک دار کرده و پنجره را Ok کنید.



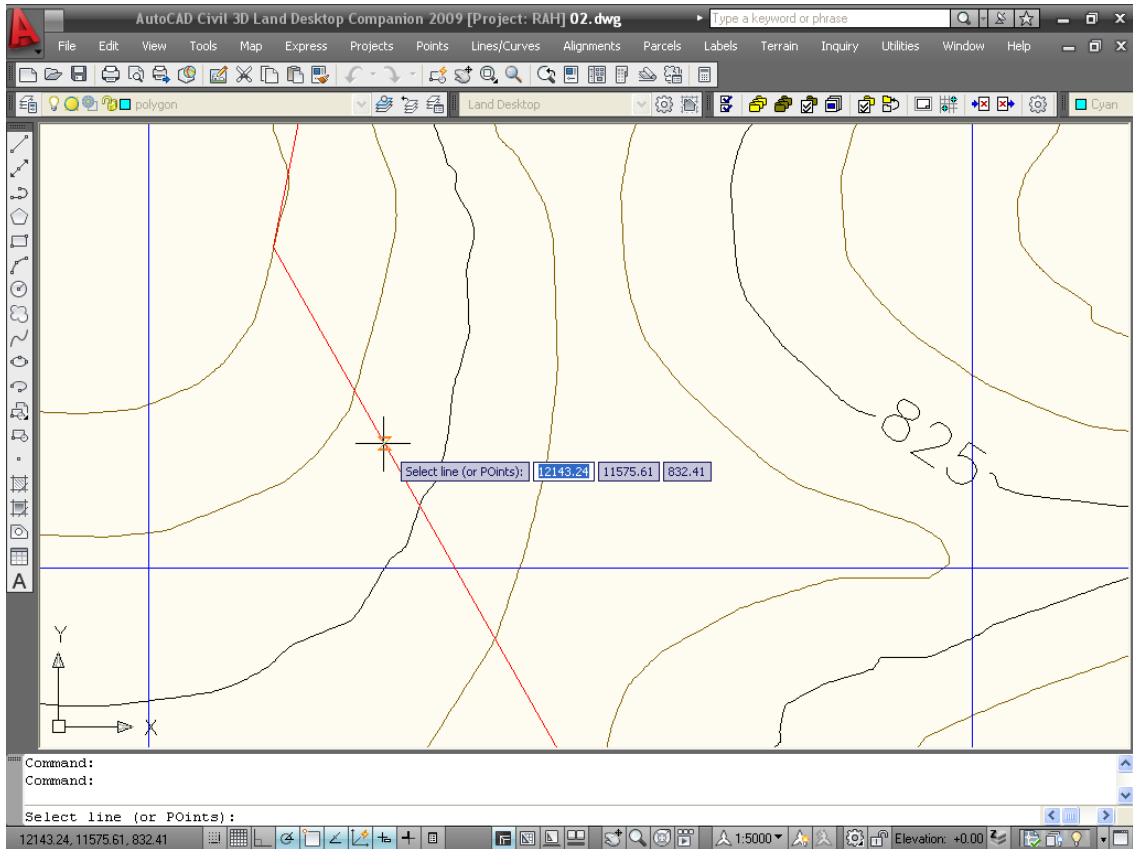
شکل ۸-۶

دستور Lines/Curves > Speed Tables > Create Curves را اجرا کنید.



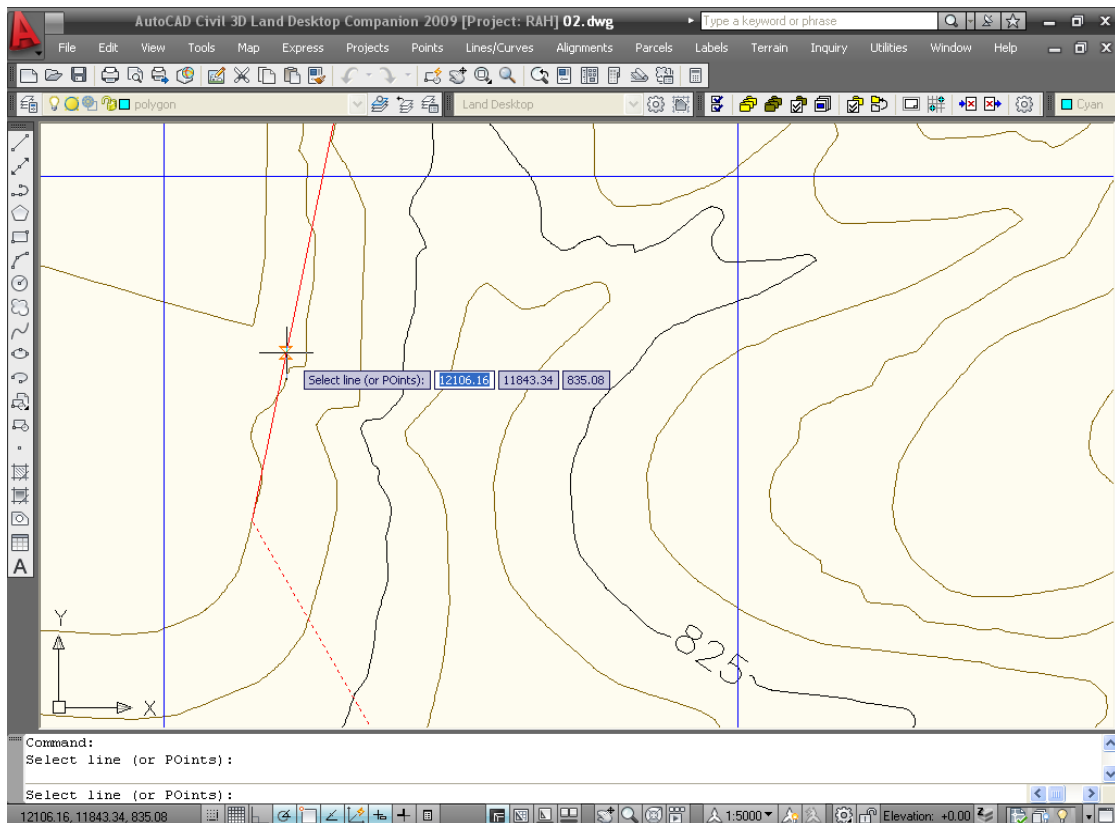
شکل ۹-۶

در پاسخ به دستور: Select line ( or Points)، مماس اول را انتخاب کنید.



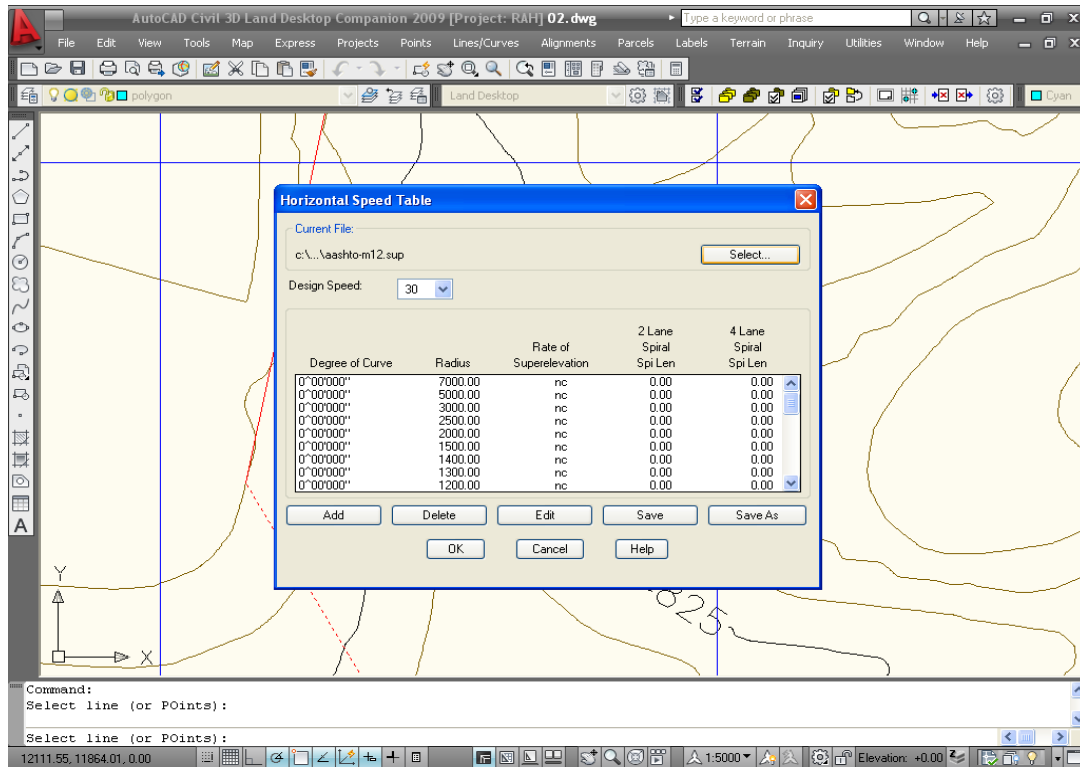
شکل ۱۰-۶

دوباره همان پیغام ظاهر می شود، حال مماس دوم را انتخاب کنید ( لازم است که در Osnap Settings، گزینه ی Nearest فعال باشد تا به آسانی مماس ها انتخاب شوند).



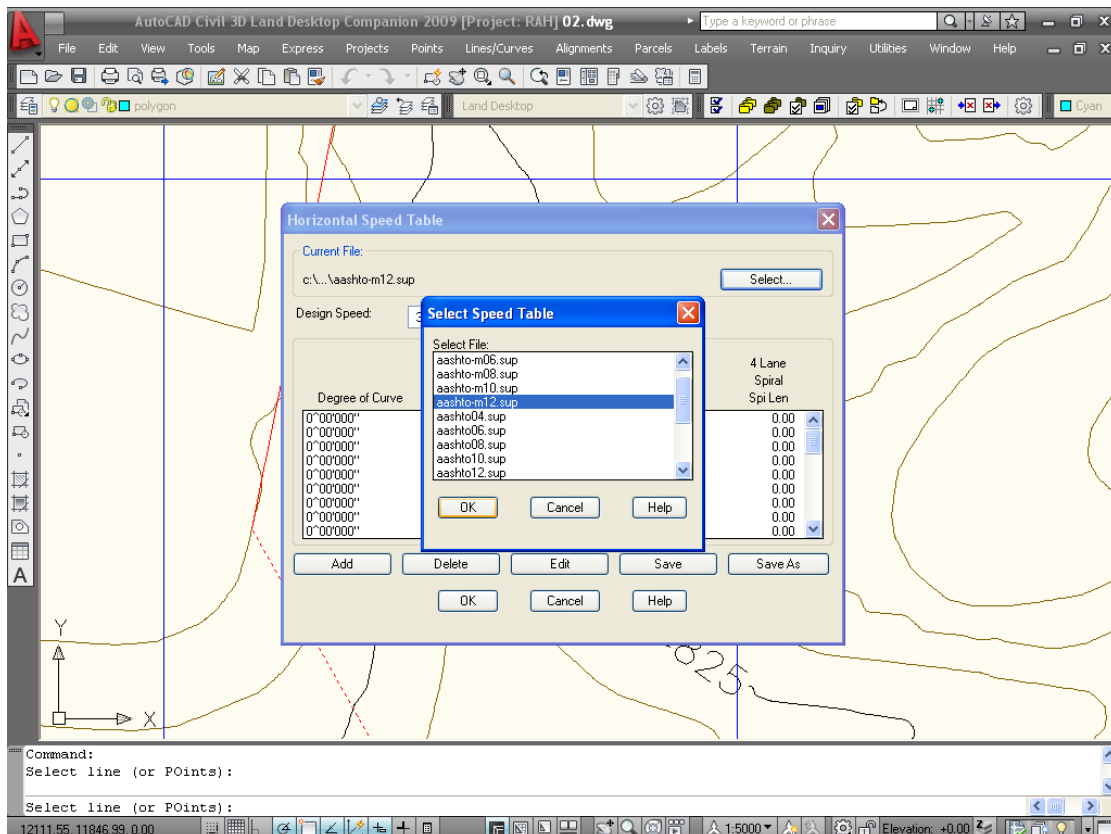
شکل ۱۱-۶

پس از انتخاب مماس دوم پنجره ی Horizontal Speed Table باز می شود.



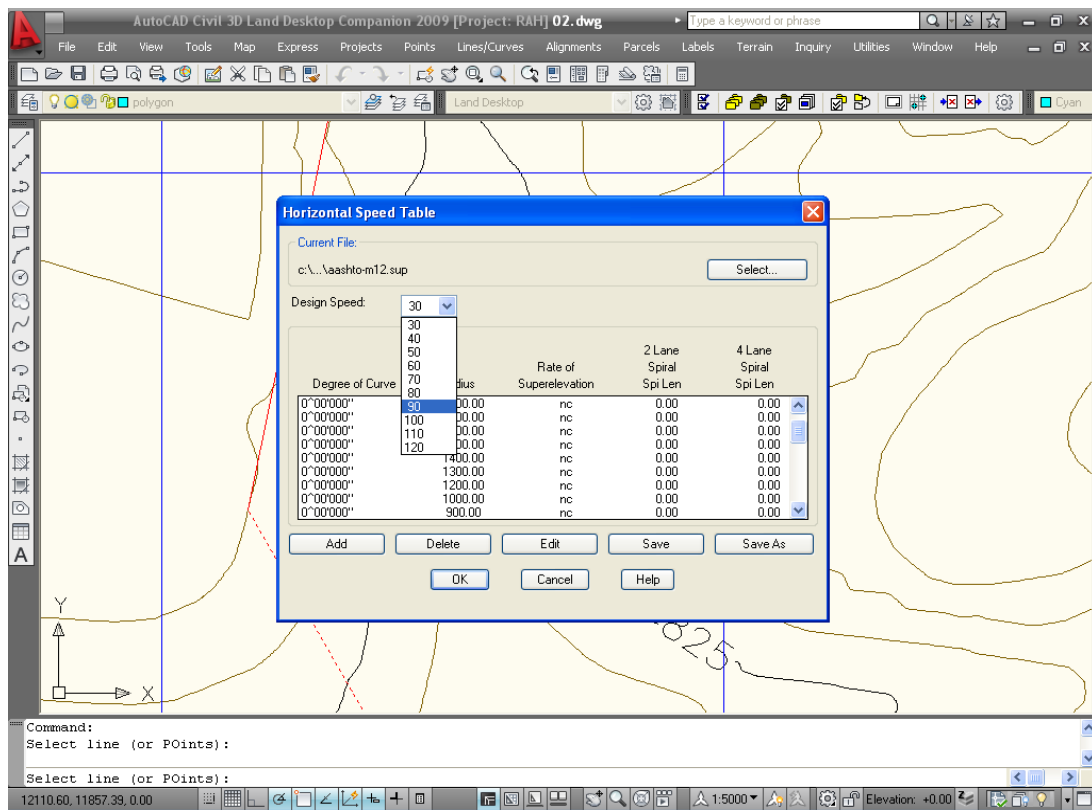
شکل ۶-۱۲

در بالای این پنجره گزینه ی Select را کلیک کرده و در پنجره ی Select Speed Table آیین نامه ی طراحی را انتخاب کنید. در این پنجره aashto-m12.sup به معنی استفاده از آیین نامه ی آشتو با حداکثر دور ۱۲٪ می باشد. بنابراین با توجه به دور حداکثر پروژه، آیین نامه ی مورد نظر را انتخاب کرده و Ok کنید.



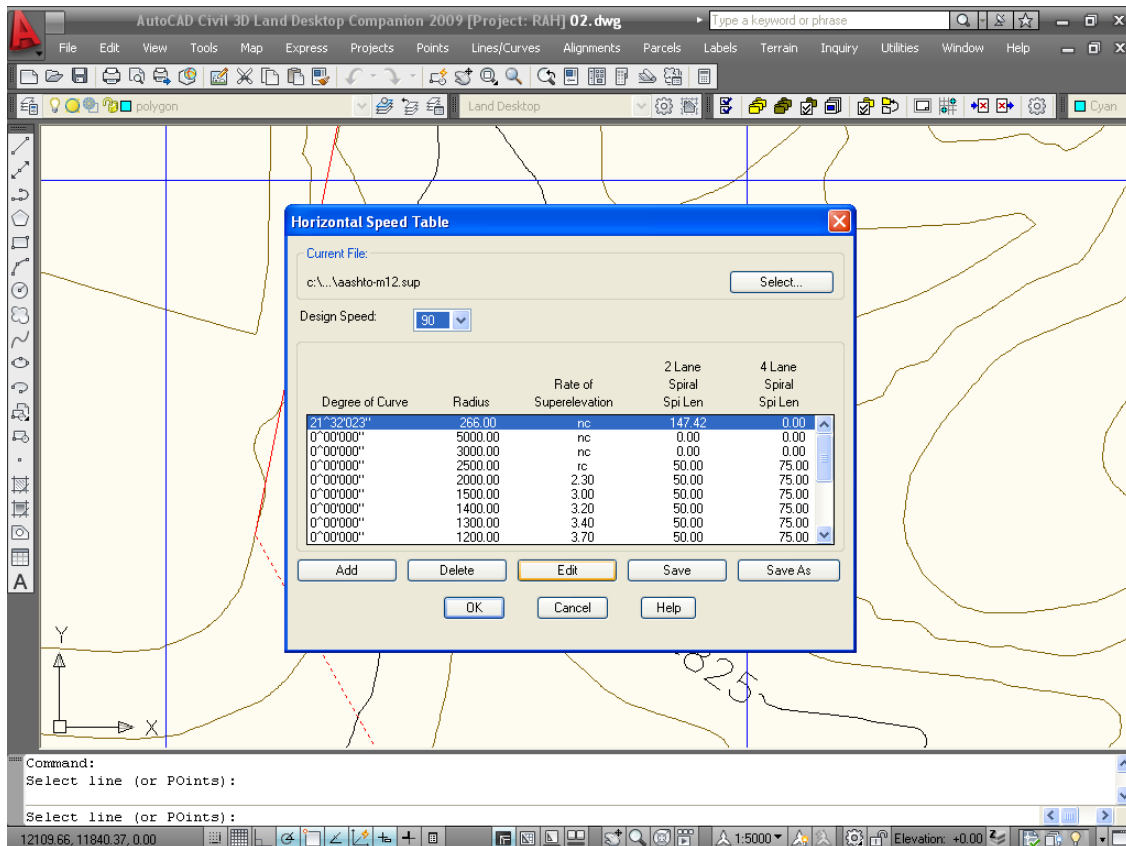
شکل ۶-۱۳

بعد از Ok کردن پنجره ی Select Speed Table، به پنجره ی Horizontal Speed Table بر می گردیم. حال در قسمت Design Speed سرعت طراحی قوس را انتخاب کنید.



شکل ۱۴-۶

در پنجره ی Horizontal Speed Table، گزینه ی Edit را انتخاب کنید.



شکل ۱۵-۶

پنجره ی New/Edit Speed Table Item باز می شود. (شکل ۶-۱۶)

در این مرحله برای وارد کردن پارامترهای قوس کلوتئید، محاسبات دستی انجام می دهیم.

شعاع قوس دایره ای وسط از فرمول زیر حساب می شود:

$$R_c \min = \frac{v^2}{127(e+f)}$$

سعی کنید مقداری بیش از مقدار حاصل از فرمول، در طراحی قوس استفاده کنید ( $R_c$ ).

طول اتصال کلوتئیدی را از بزرگترین مقدار دو رابطه ی زیر انتخاب کنید:

$$L_s = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} L_s = 13.65Ve \\ L_s = \frac{0.036V^3}{R_c} \end{array} \right\}$$

در این روابط داریم:

$V$  = سرعت طراحی بر حسب کیلومتر بر ساعت

$R_c$  = شعاع قوس دایره ای وسط بر حسب متر (شعاع اجرایی)

$e$  = دور یا بر بلندی

$L_s$  = طول اتصال کلوتئیدی بر حسب متر

$f$  = ضریب اصطکاک جانبی (جدول ۶-۳)

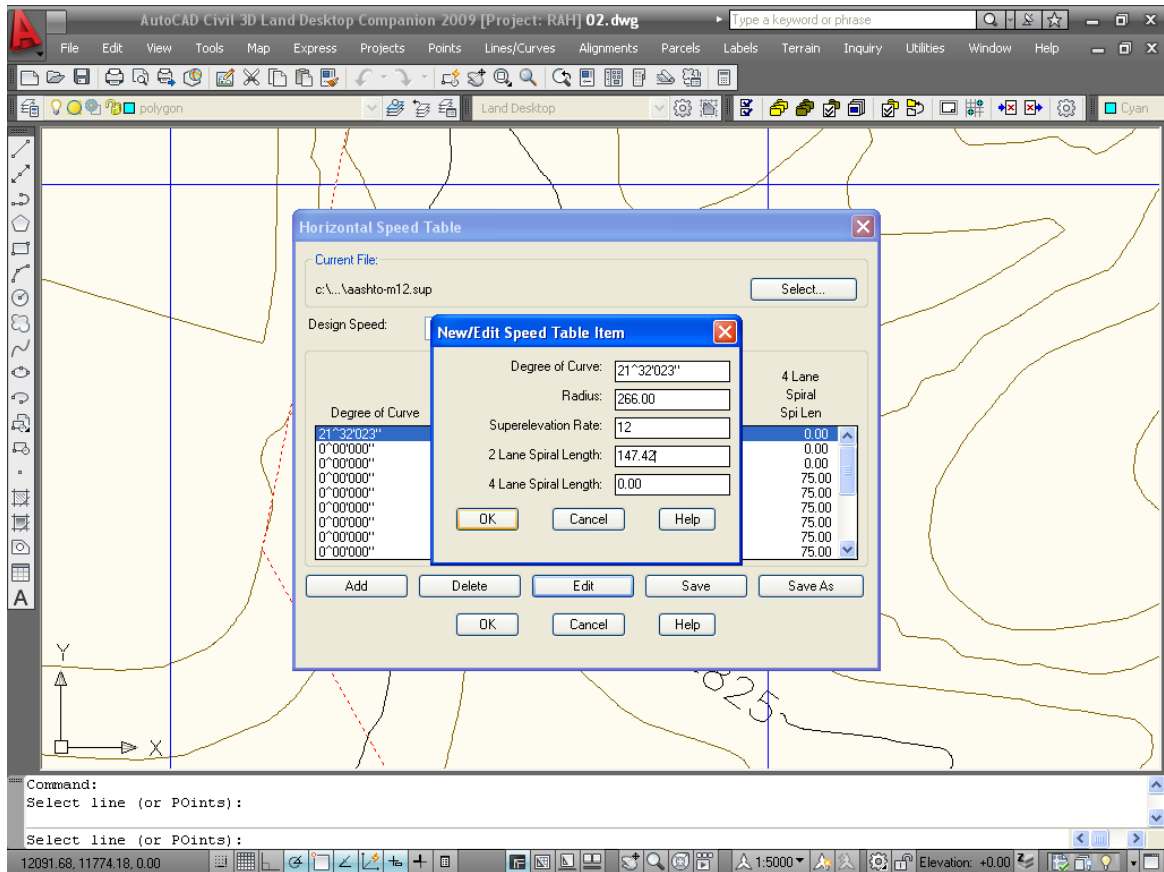
حال در پنجره ی ویرایش جدول سرعت (شکل ۶-۱۶)، مقدار  $R_c$  را در قسمت Radius، مقدار دور را در قسمت

Superelevation Rate به صورت عدد صحیح (مثلا در دور ۱۲٪، عدد ۱۲ را وارد می کنیم)، و مقدار  $L_s$  را

در بخش 2Lane Spiral Length (برای جاده ی دو خطه) وارد می کنیم.

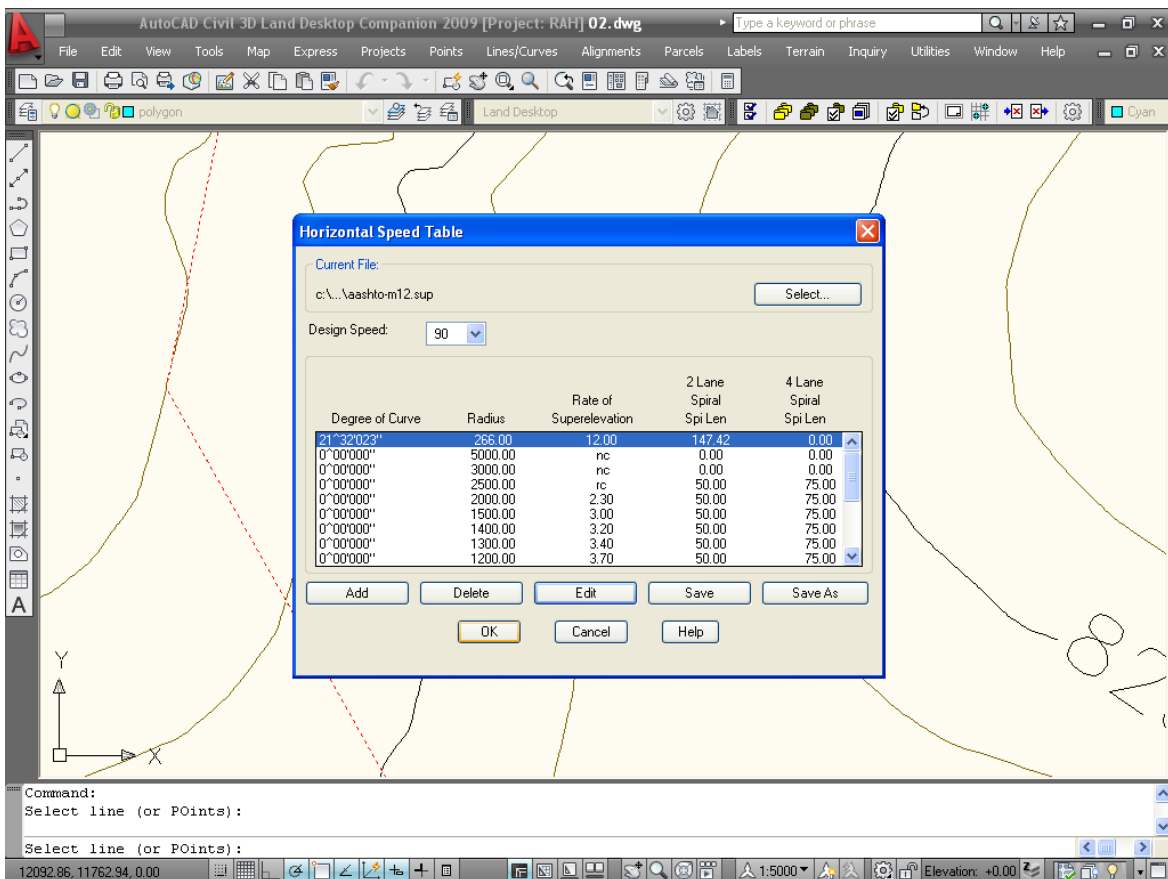
در قسمت Degree of Curve، عدد درجه ی قوس به طور خودکار حساب می شود.

پس از انجام مراحل فوق پنجره ی New/Edit Speed Table Item را Ok کنید.



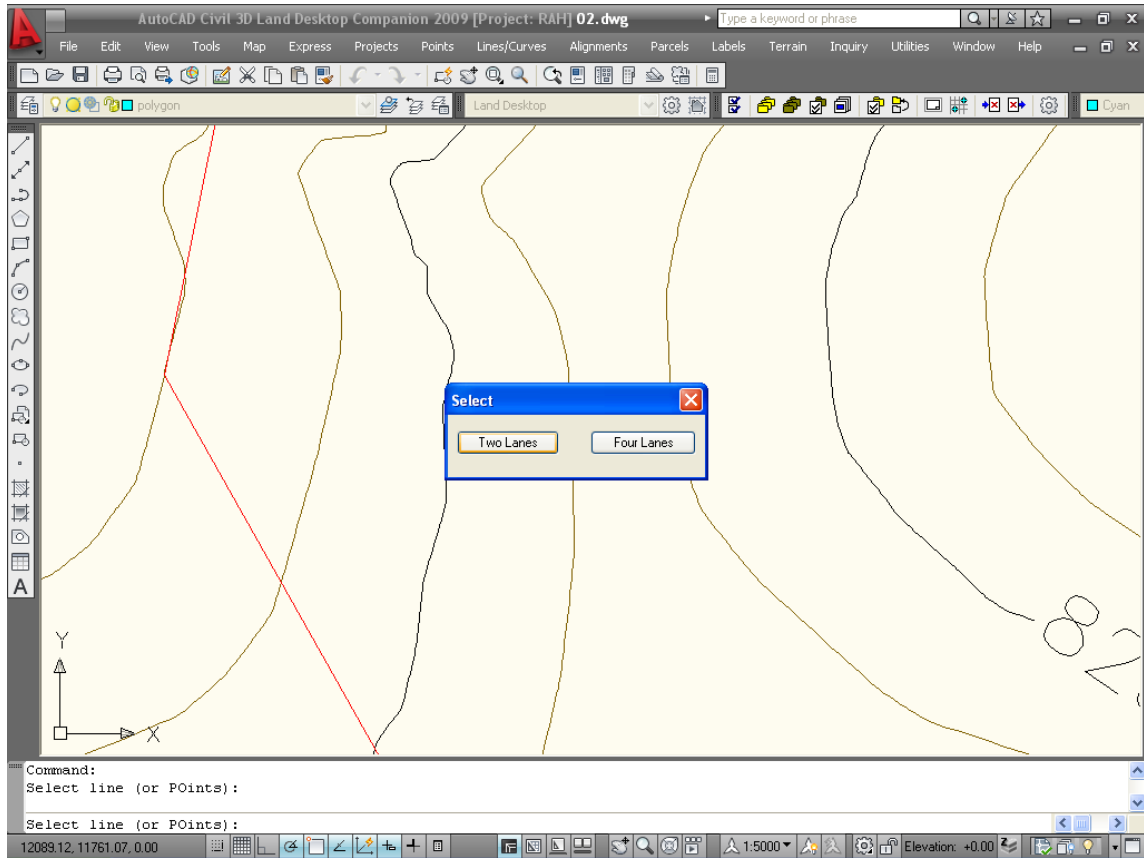
شکل ۱۶-۶

پنجره ی Horizontal Speed Table را نیز Ok کنید.



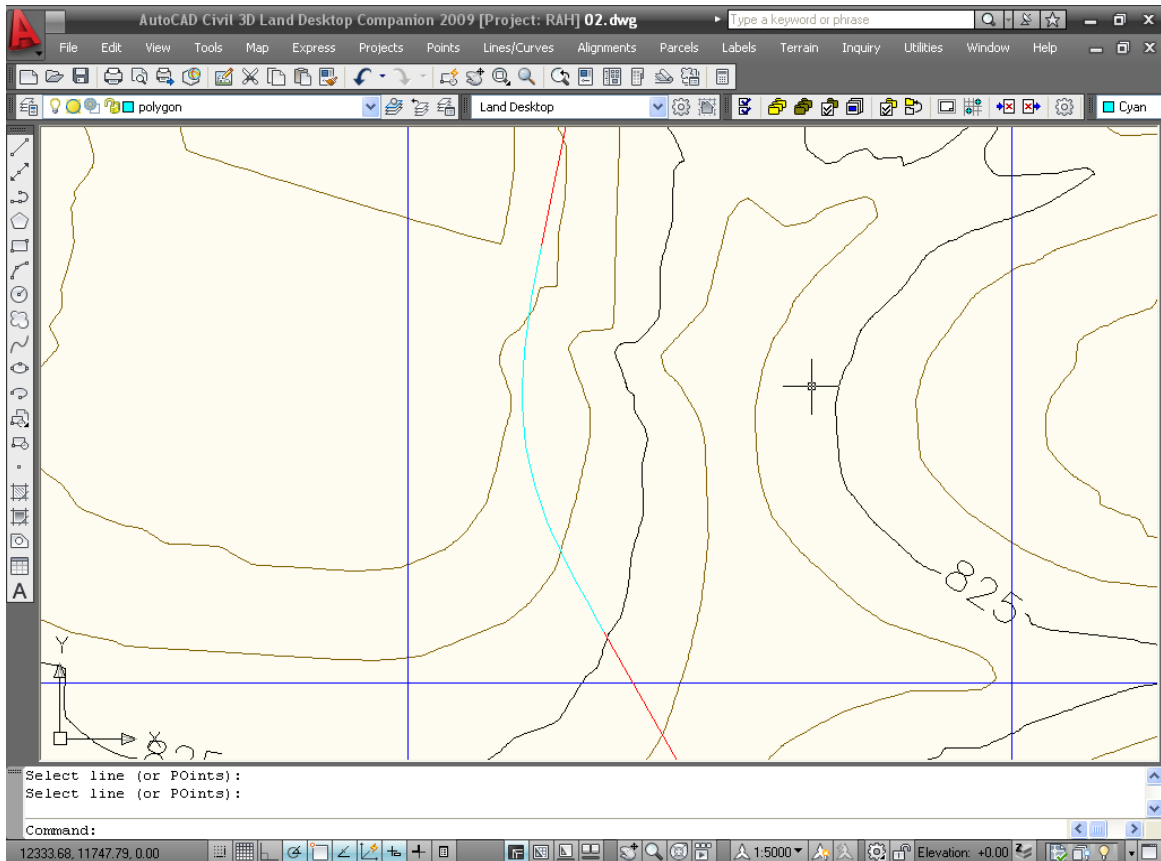
شکل ۱۷-۶

در پنجره انتخاب تعداد خطوط جاده (شکل ۶-۱۸)، حالت دو خطه (Tow Lanes) را کلیک کنید.



شکل ۶-۱۸

همان طور که ملاحظه می فرمائید قوس کلوتنید رسم می شود.



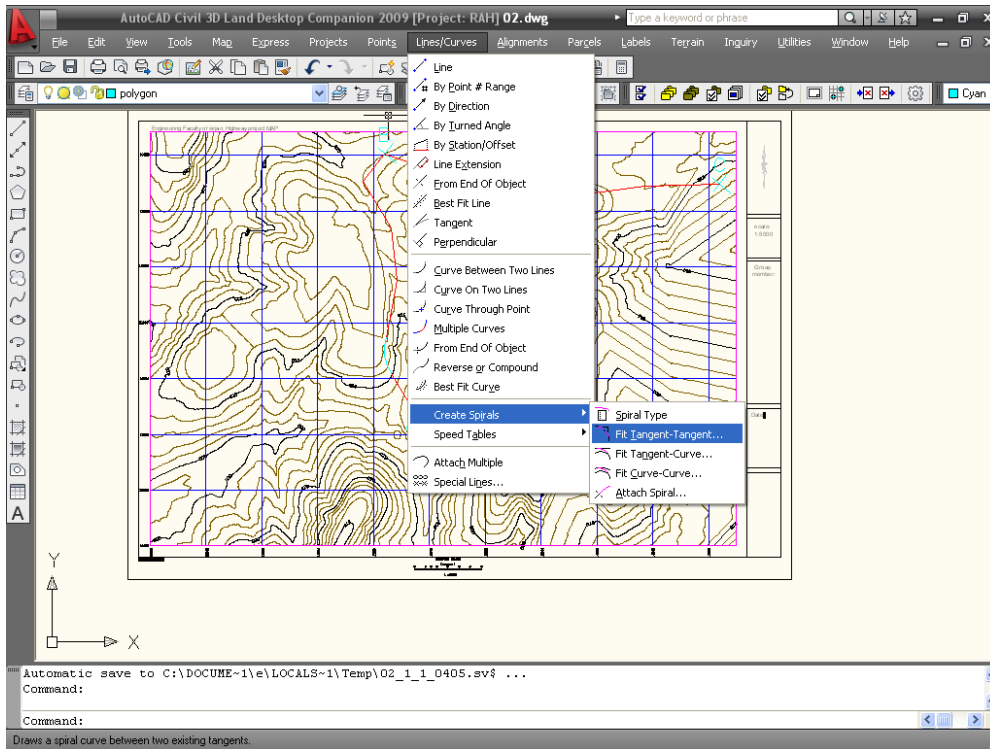
شکل ۶-۱۹



۲- ترسیم قوس کلوتنید - کلوتنید:

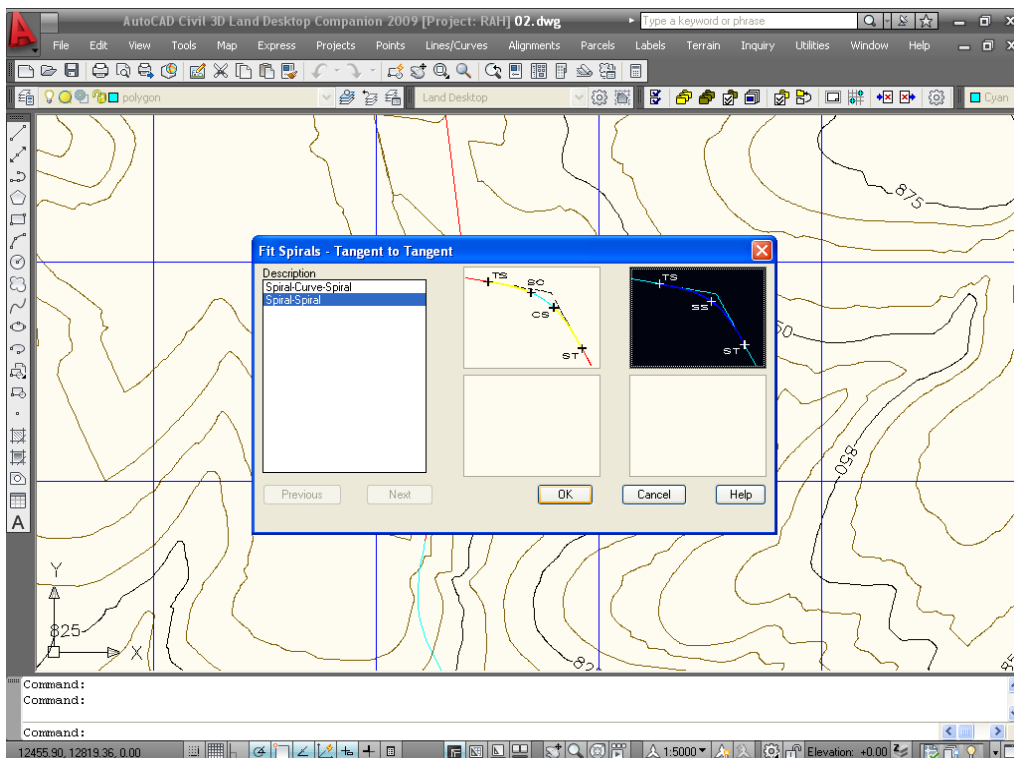
به منظور طراحی قوس کلوتنید - کلوتنید مراحل زیر را دنبال کنید:

دستور Lines/Curves > Create Spirals > Fit Tangent-Tangent... را اجرا کنید.



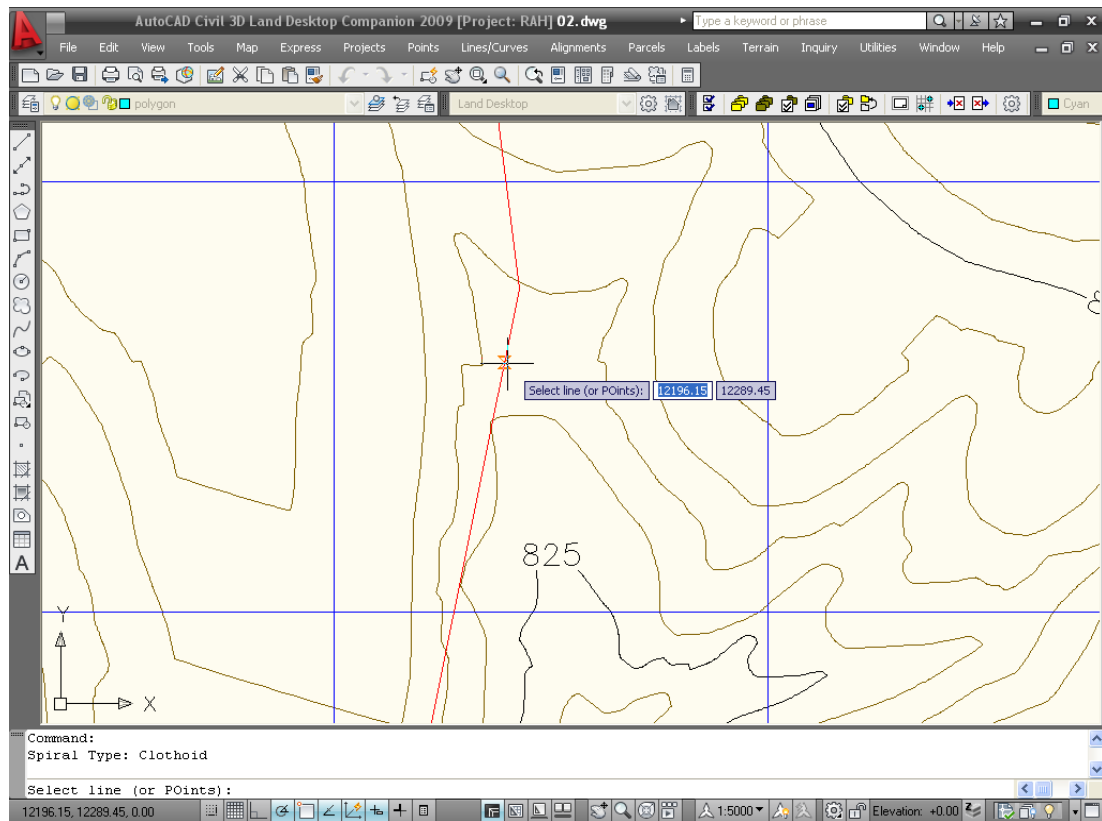
شکل ۶-۲۰

پنجره ی Fit Spirals – Tangent to Tangent باز می شود. از فهرست Description، گزینه ی Spiral-Spiral را انتخاب کرده و پنجره را Ok کنید.



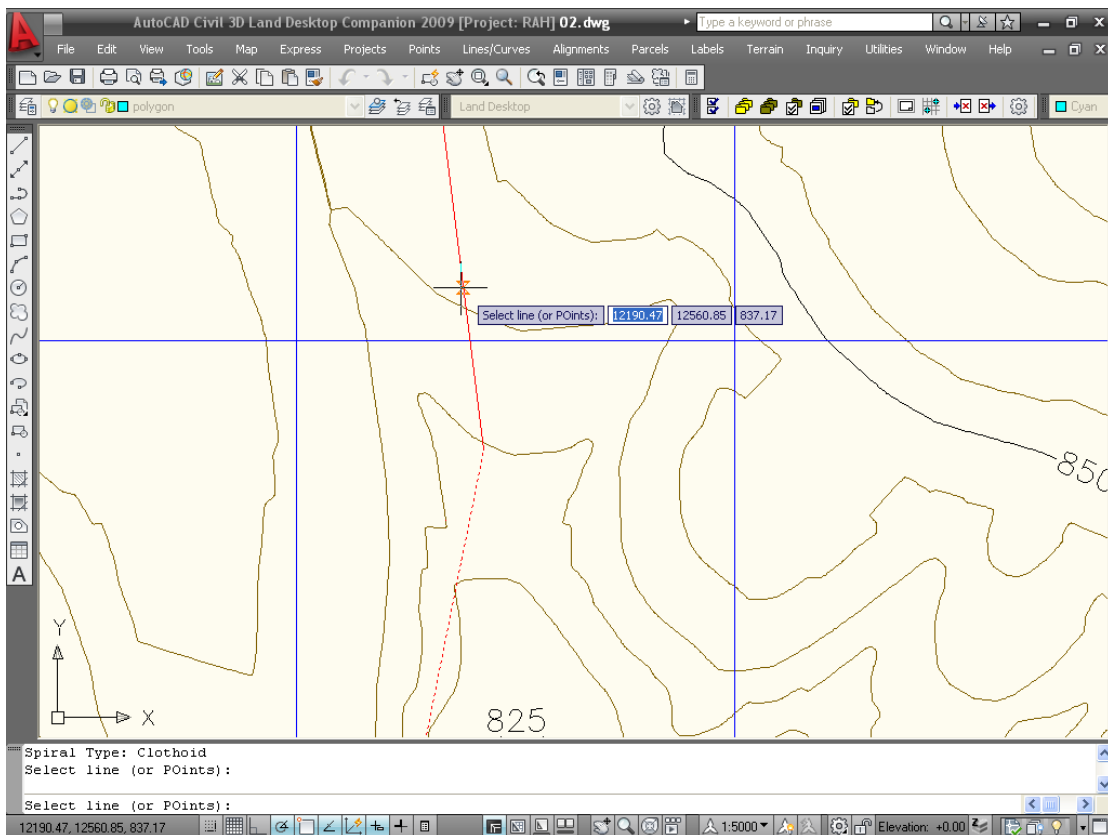
شکل ۶-۲۱

در پاسخ به دستور: Select line ( or Points)، مماس اول را انتخاب کنید.



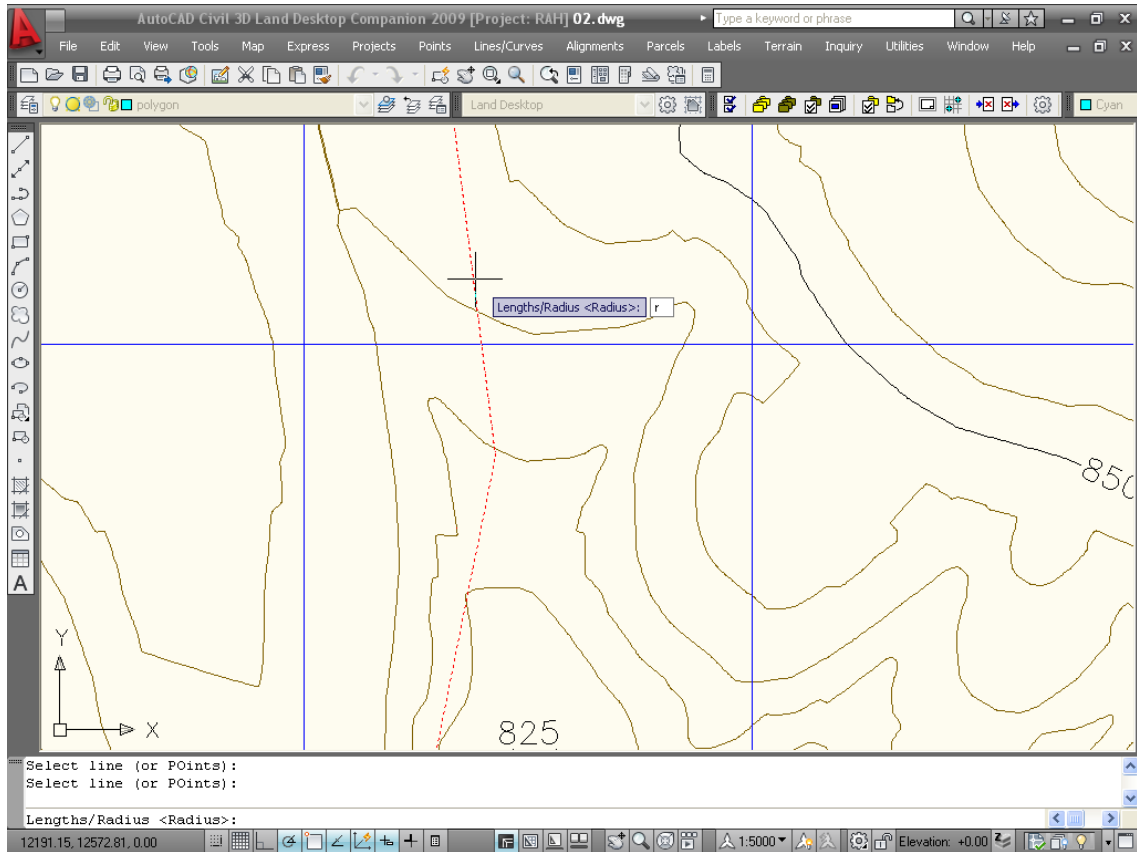
شکل ۶-۲۲

دوباره همان پیغام ظاهر می شود، حال مماس دوم را انتخاب کنید ( لازم است که در Osnap Settings، گزینه ی Nearest فعال باشد تا به آسانی مماس ها انتخاب شوند).



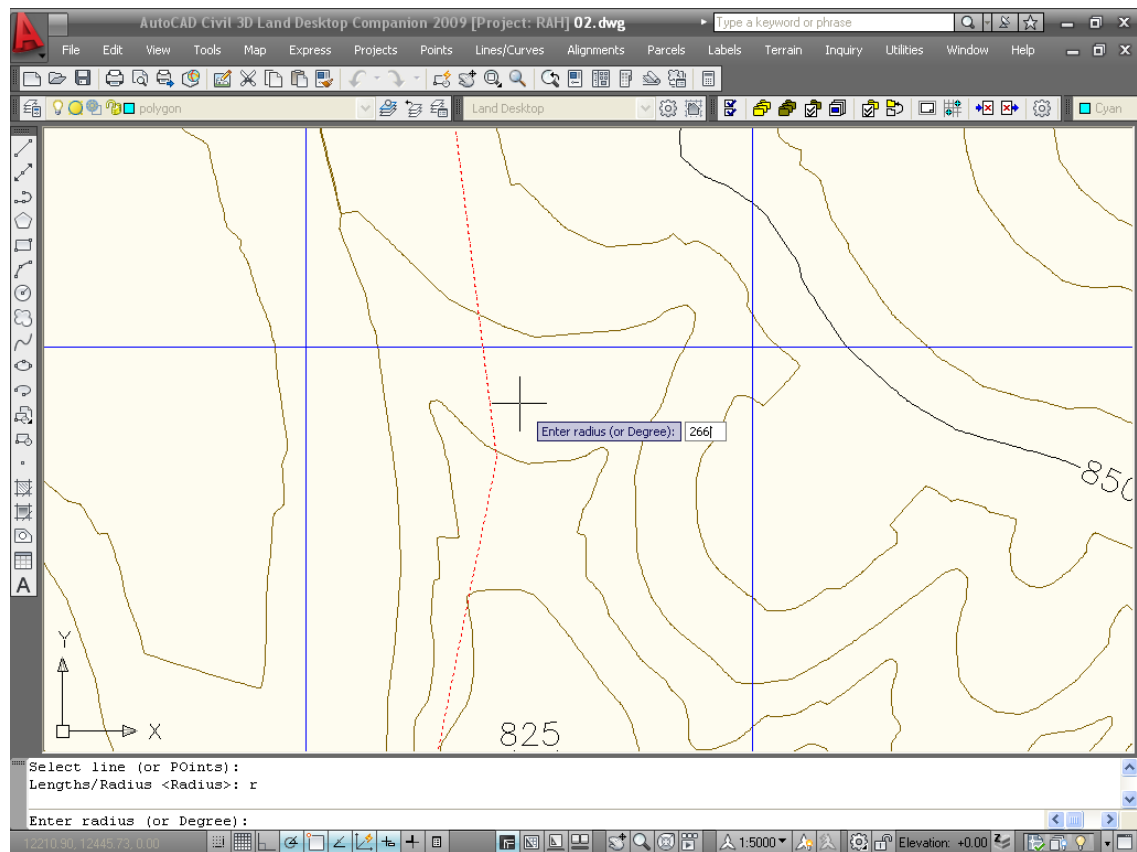
شکل ۶-۲۳

به منظور طراحی قوس کلوتئید بر اساس شعاع طراحی قوس، حرف R را وارد کنید و کلید Enter را بزنید.



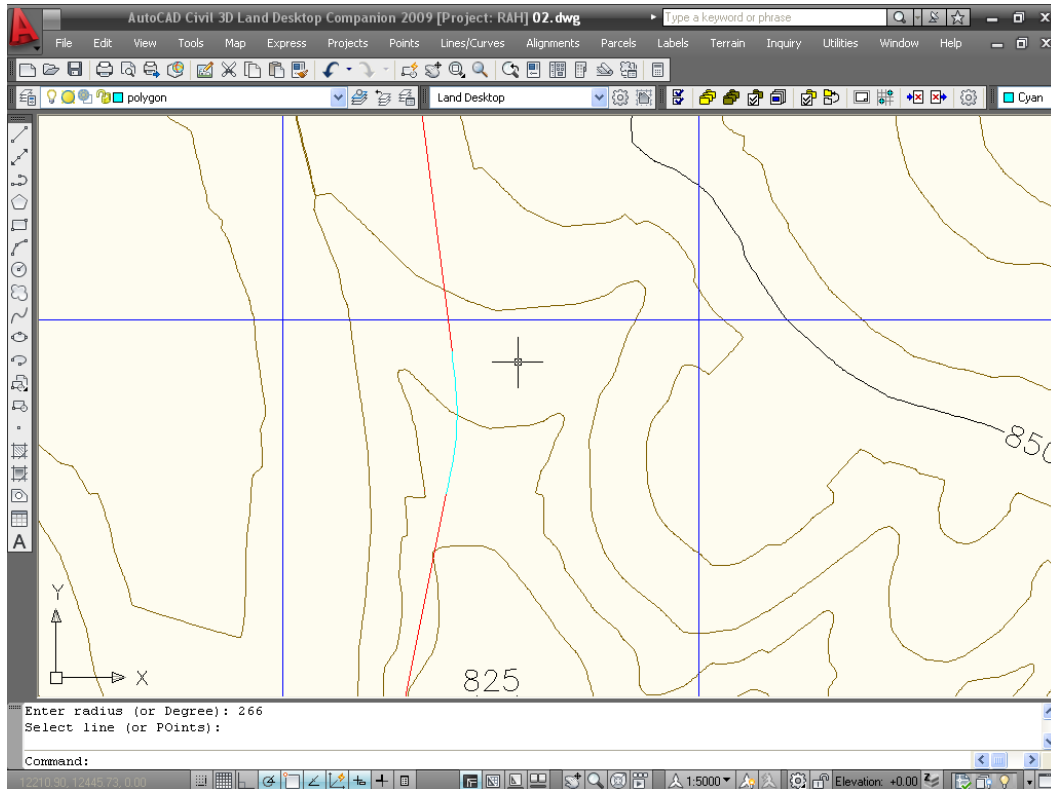
شکل ۶-۲۴

حال شعاع طراحی را وارد کنید.



شکل ۶-۲۵

و سپس کلید Enter را بزنید تا قوس رسم گردد.

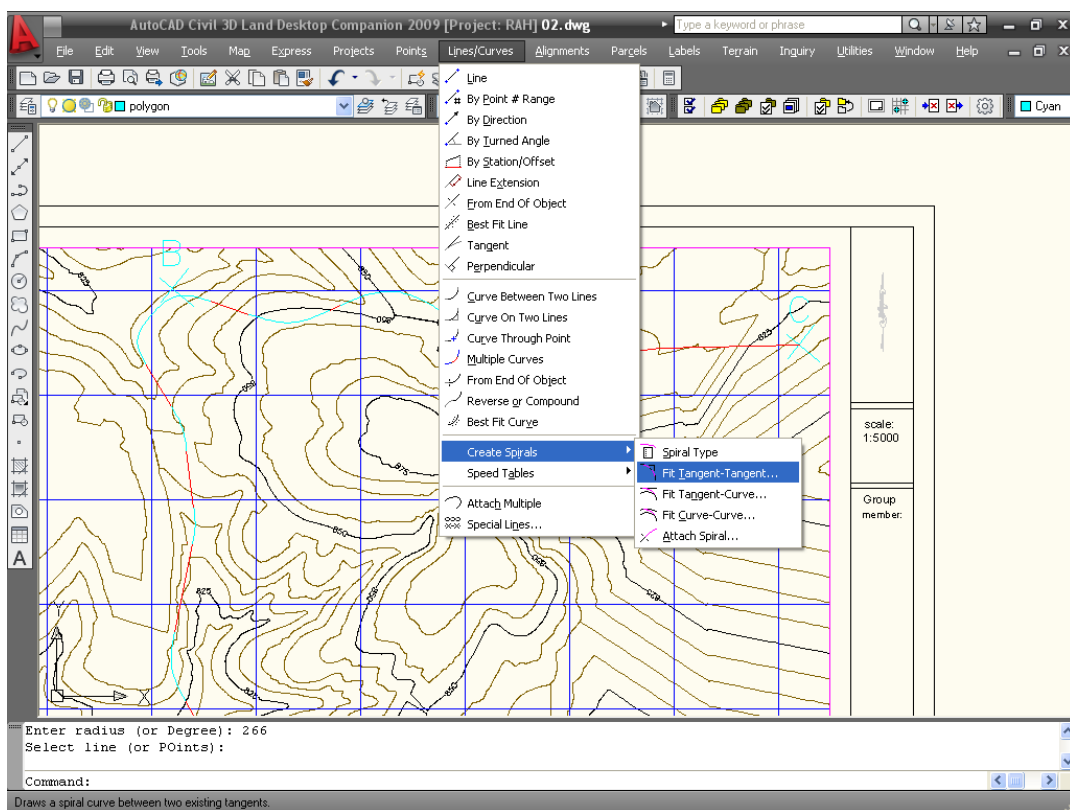


شکل ۶-۲۶

۳- ترسیم قوس کلوتنید - دایره - کلوتنید

به منظور طراحی قوس کلوتنید - دایره - کلوتنید مراحل زیر را دنبال کنید:

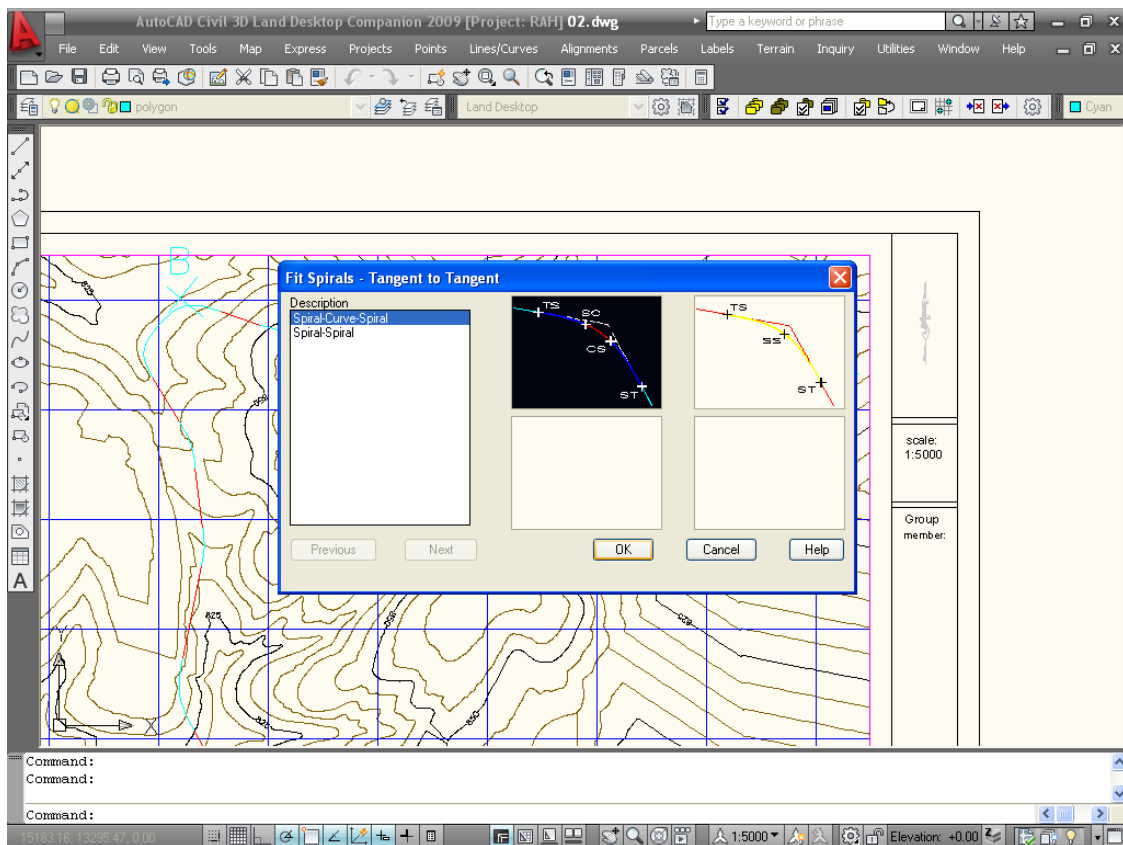
دستور Lines/Curves > Create Spirals > Fit Tangent-Tangent... را اجرا کنید.



شکل ۶-۲۷

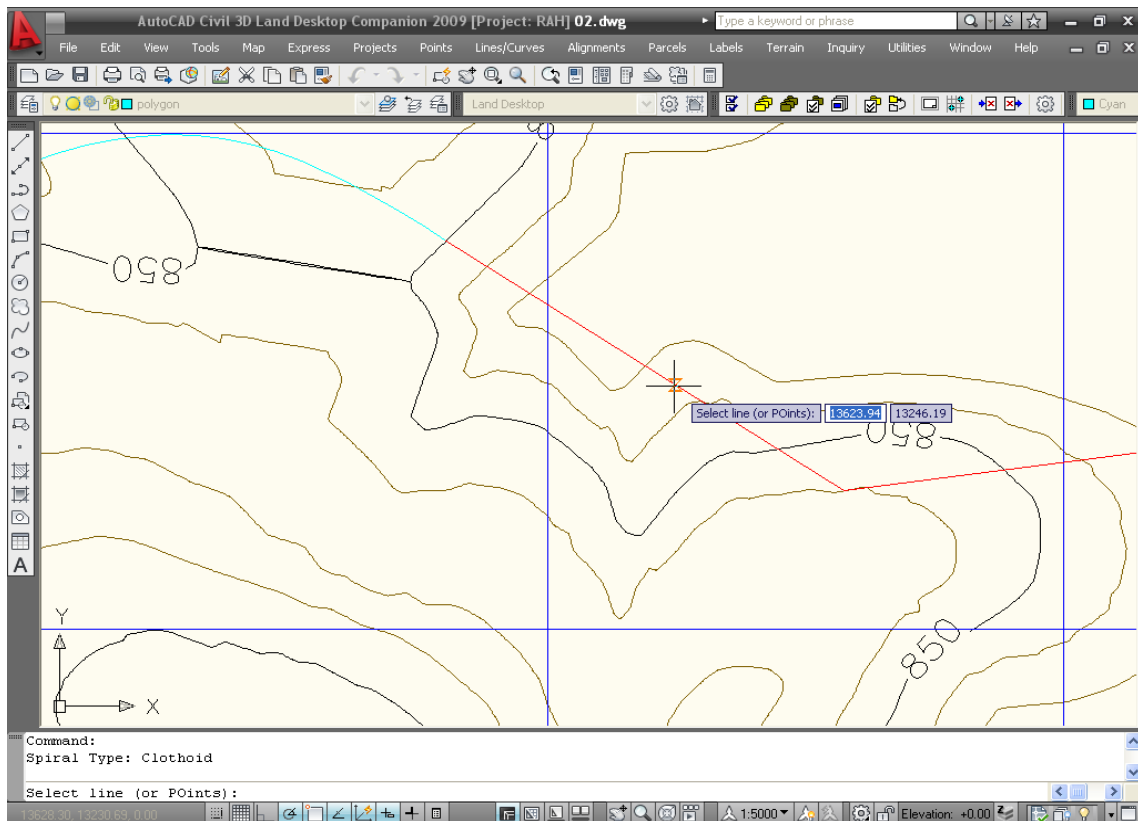
پنجره ی Fit Spirals – Tangent to Tangent از باز می شود.

از فهرست Description، گزینه ی Spiral-Curve-Spiral را انتخاب کرده و پنجره را Ok کنید.



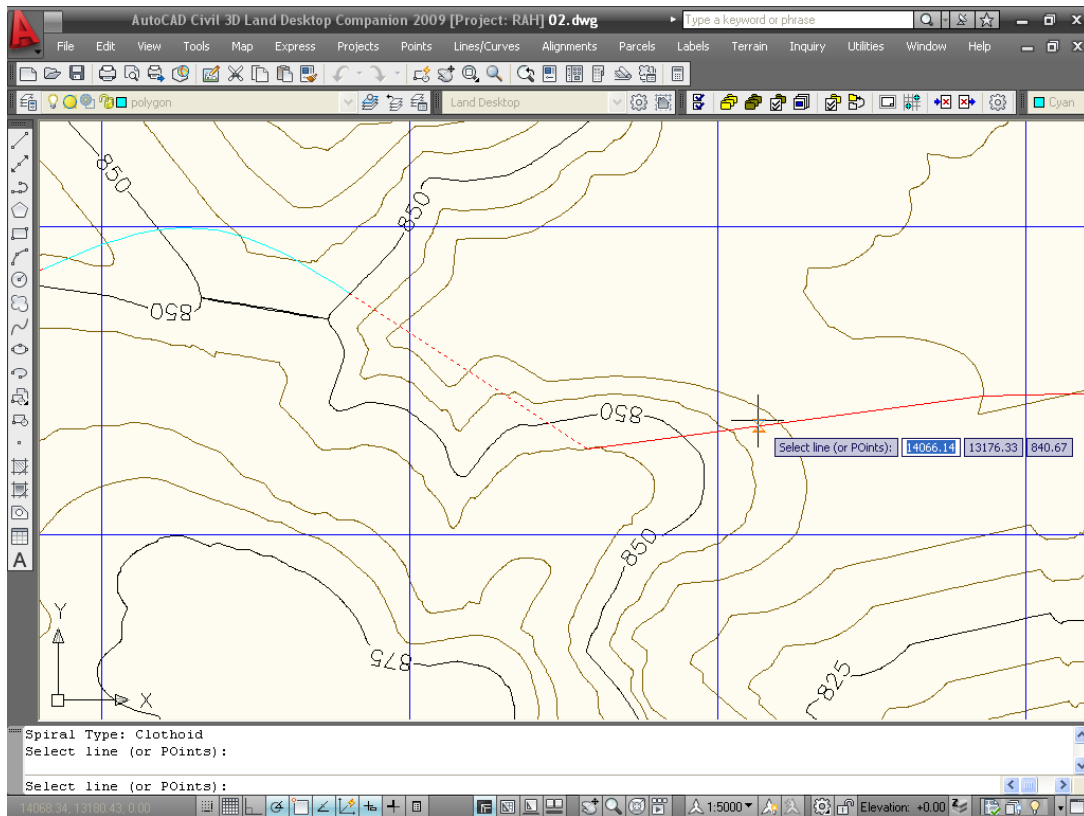
شکل ۶-۲۸

در پاسخ به دستور: Select line ( or Points)، مماس اول را انتخاب کنید.



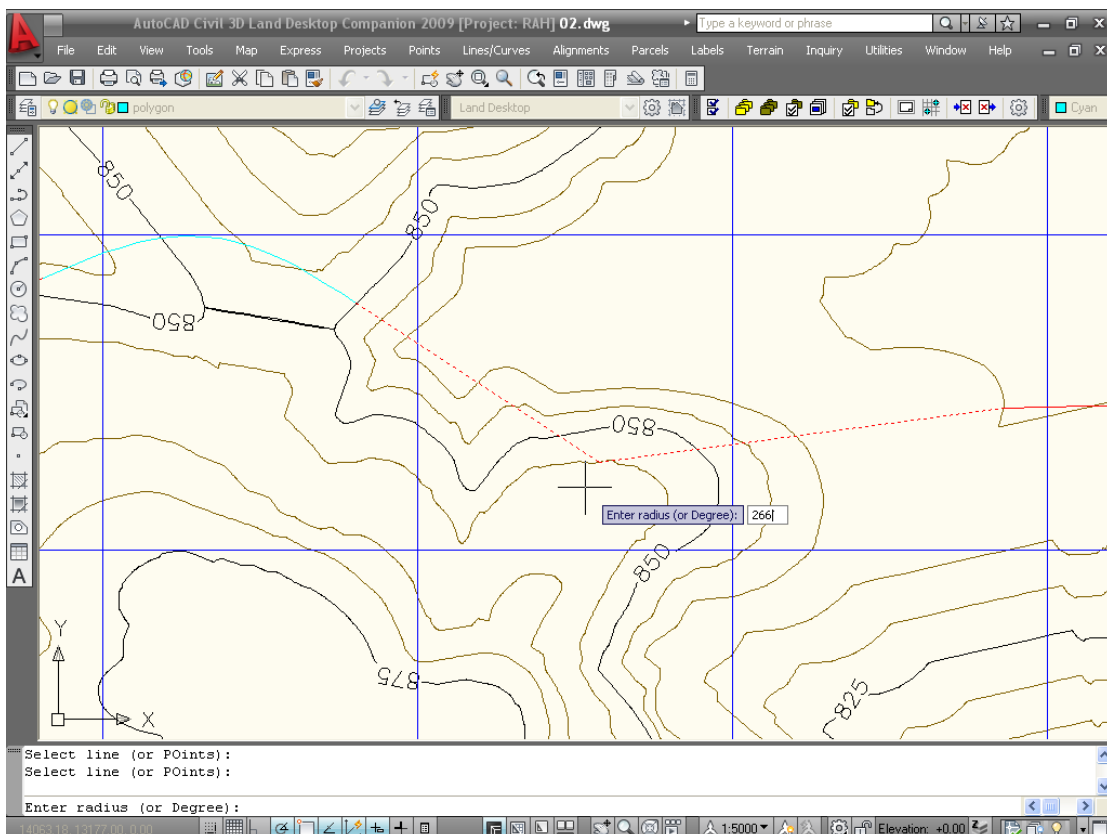
شکل ۶-۲۹

دوباره همان پیغام ظاهر می شود، حال مماس دوم را انتخاب کنید ( لازم است که در Osnap Settings، گزینه ی Nearest فعال باشد تا به آسانی مماس ها انتخاب شوند).



شکل ۳۰-۶

حال شعاع طراحی قوس را وارد کرده و کلید Enter را بزنید.



شکل ۳۱-۶

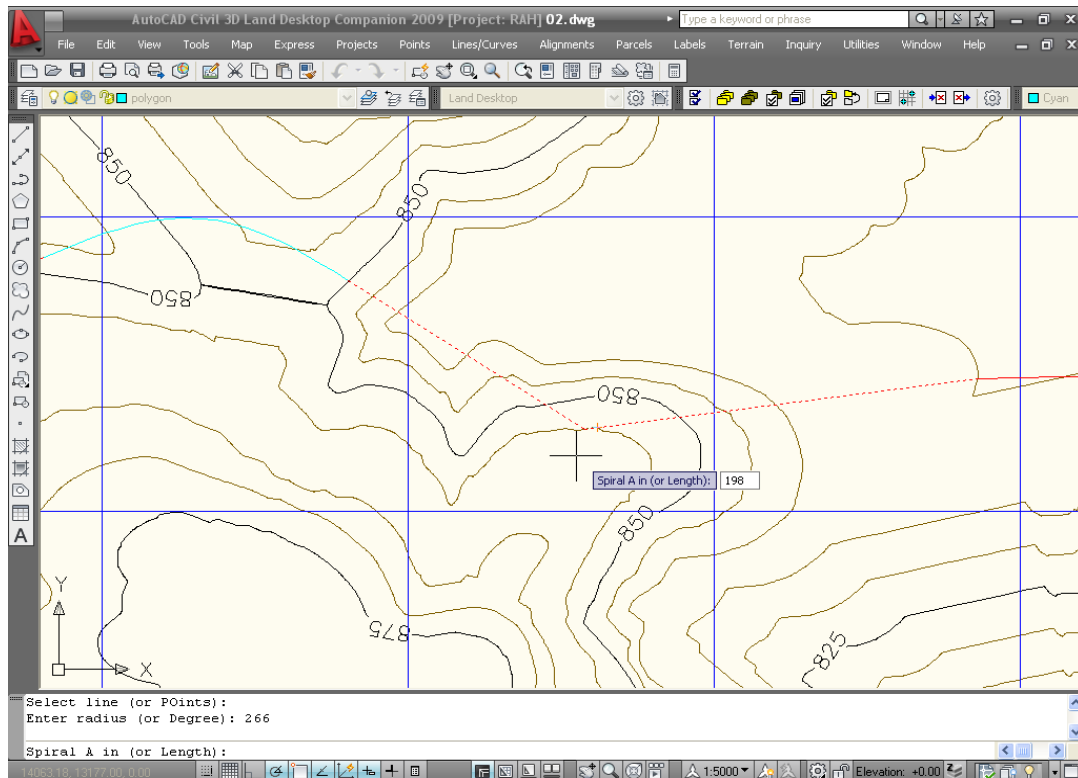
به منظور طراحی قوس کلوتئید بر اساس پارامتر کلوتئید، A را از رابطه ی زیر محاسبه کنید. که در این رابطه:

$$A = \sqrt{L_s R_c}$$

$L_s$  = طول اتصال کلوتئیدی بر حسب متر

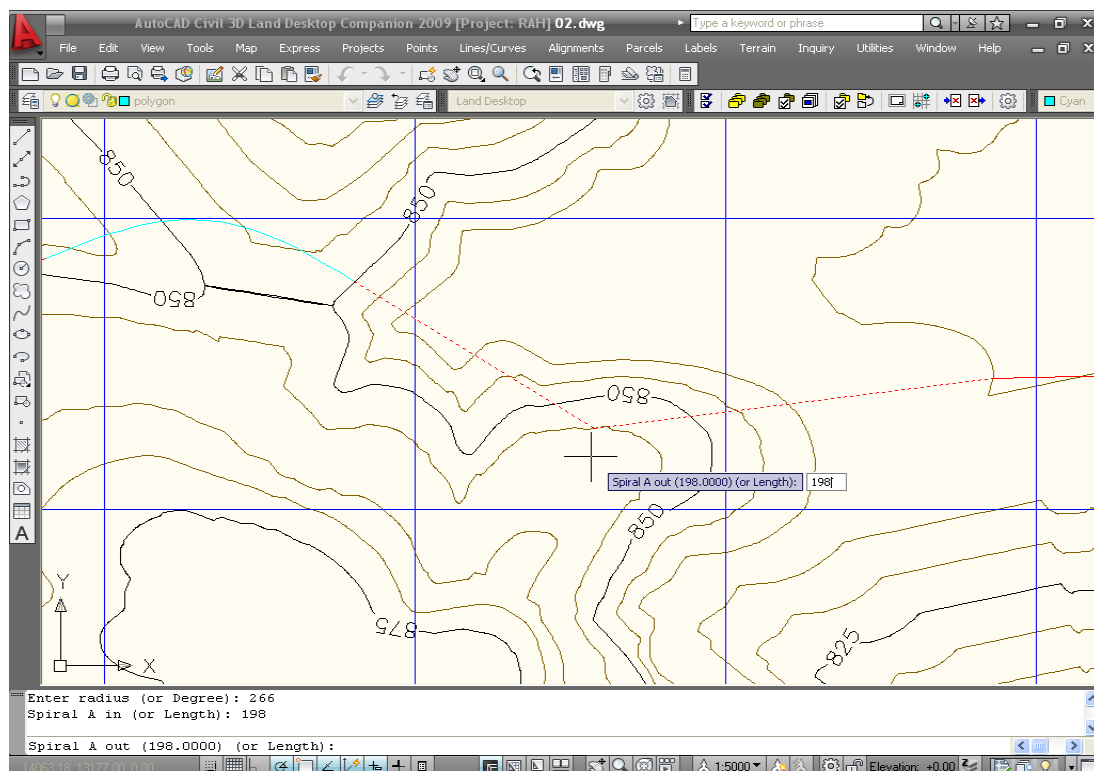
$R_c$  = شعاع قوس دایره ای وسط بر حسب متر

حال پارامتر A را برای قوس کلوتئید ورودی، وارد کنید و کلید Enter را بزنید.



شکل ۶-۳۲

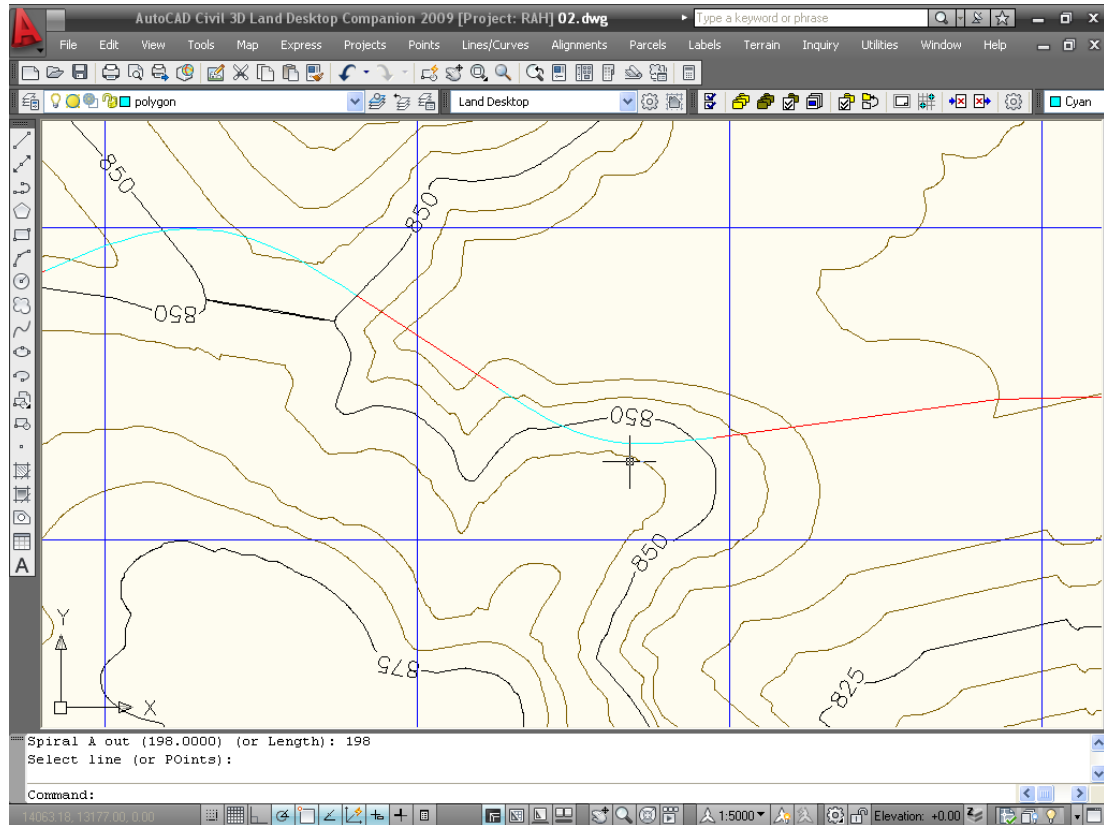
کلید Enter را دوباره بزنید تا پارامتر A، که به صورت پیش فرض وجود دارد برای قوس کلوتئید خروجی در نظر گرفته شود.



شکل ۶-۳۳

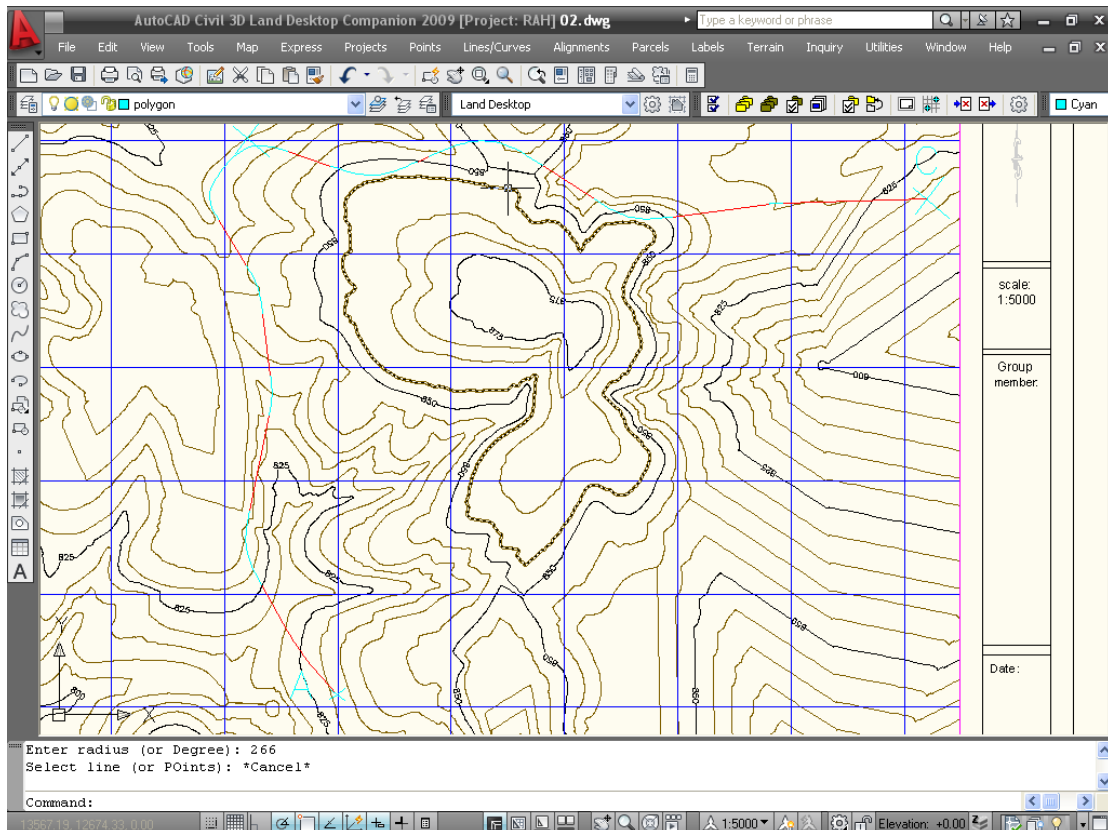


همان طور که ملاحظه می فرمائید قوس رسم می شود.



شکل ۳۴-۶

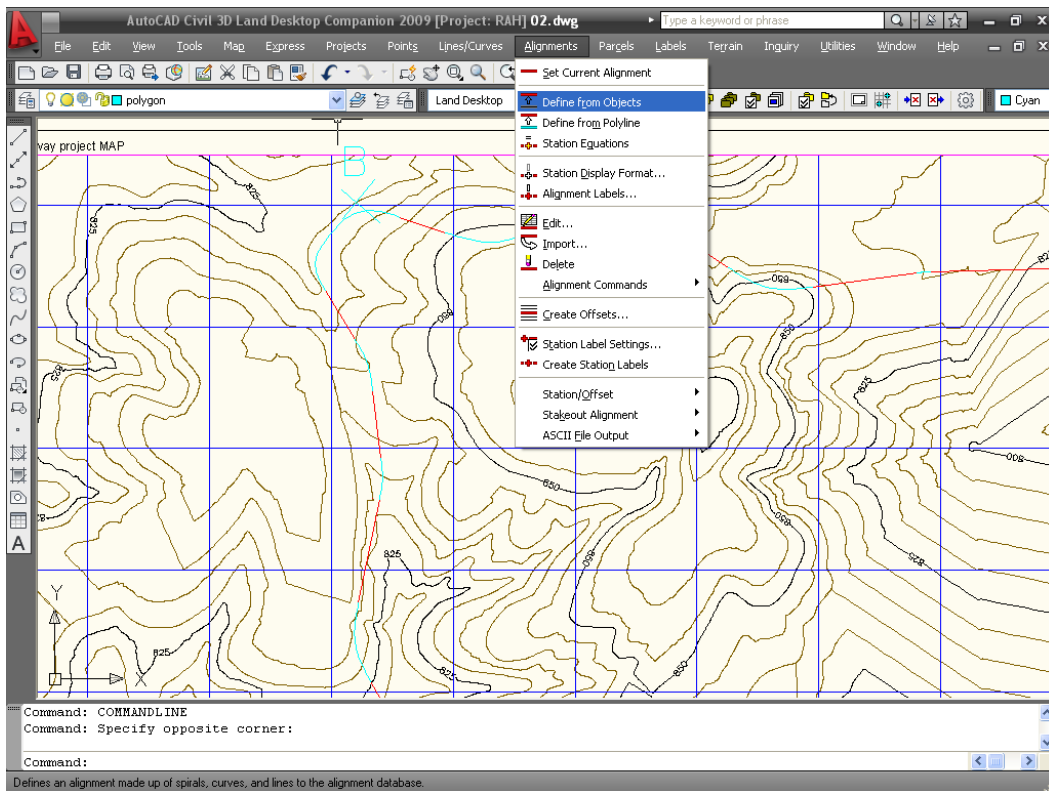
به این ترتیب کلیه ی قوس های افقی مسیر را رسم می کنیم.



شکل ۳۵-۶

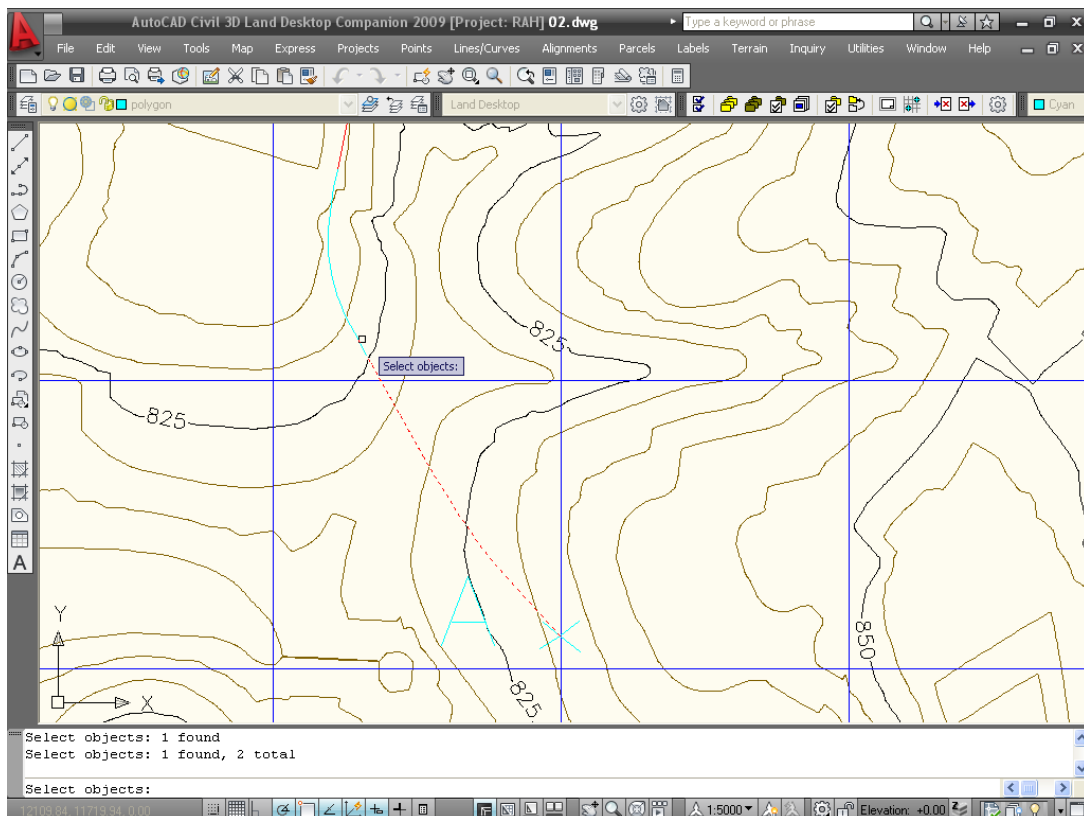
## ۷- معرفی مسیر به نرم افزار

دستور Alignments > Define From Objects را اجرا کنید.



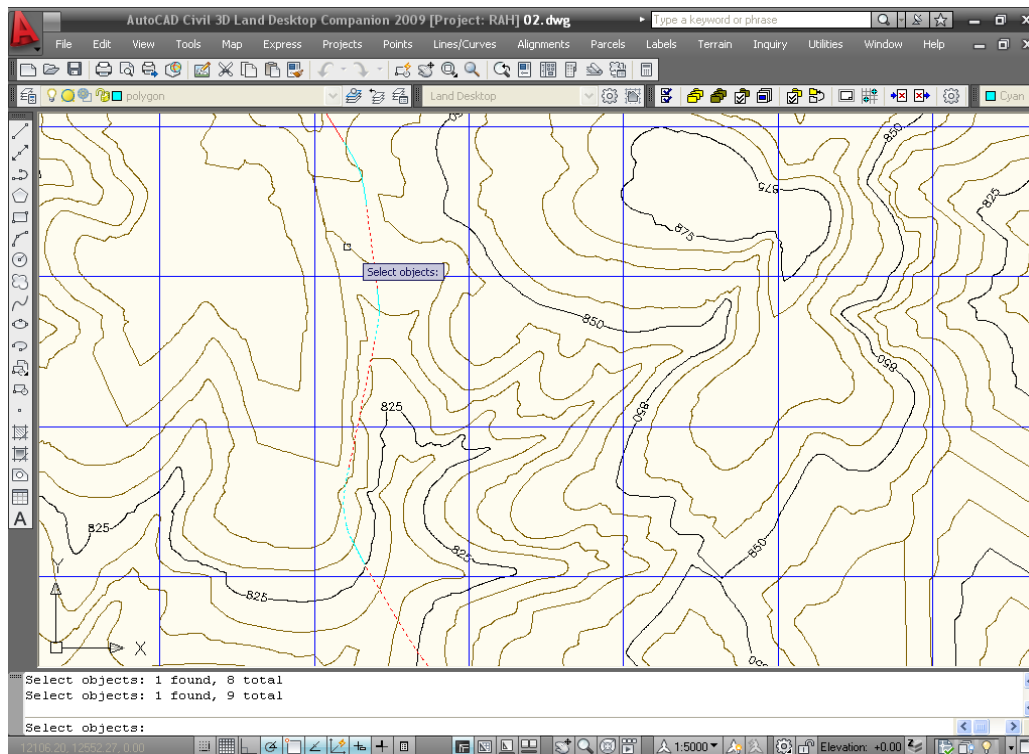
شکل ۱-۷

سپس در نزدیکی ابتدای مسیر، روی مسیر کلیک کنید (لازم است که در Osnap Settings، گزینه ی Nearest فعال باشد تا مسیر به آسانی انتخاب شود).



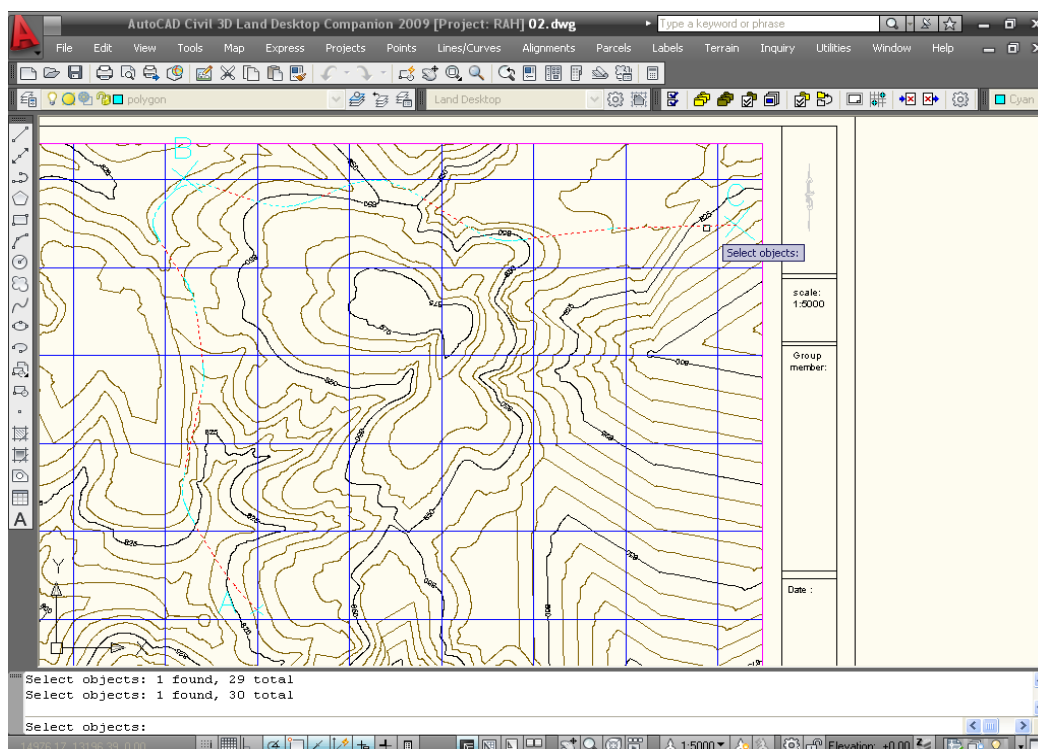
شکل ۲-۷

در ابتدای مسیر علامت ضربدر ظاهر می شود. در صورتی که این علامت در میانه ی مسیر ظاهر شود، دستور تعریف مسیر را از اول اجرا کنید. دقت کنید که قوس های کلوتئید شامل سه قسمت مجزا هستند و سعی کنید در حالت زوم شده انتخاب ها را انجام دهید تا هیچ بخشی از قلم نیفتد. دقت کنید که در صورتی که معرفی مسیر به نرم افزار به طور کامل صورت نگیرد، رسم کناره ی مسیر (که در قسمت بعد به آن اشاره می کنیم) به صورت ناقص صورت می گیرد. حال به ترتیب تکه های دیگر مسیر را انتخاب کنید. با انتخاب هر قسمت، بخش انتخاب شده خط چین می شود.



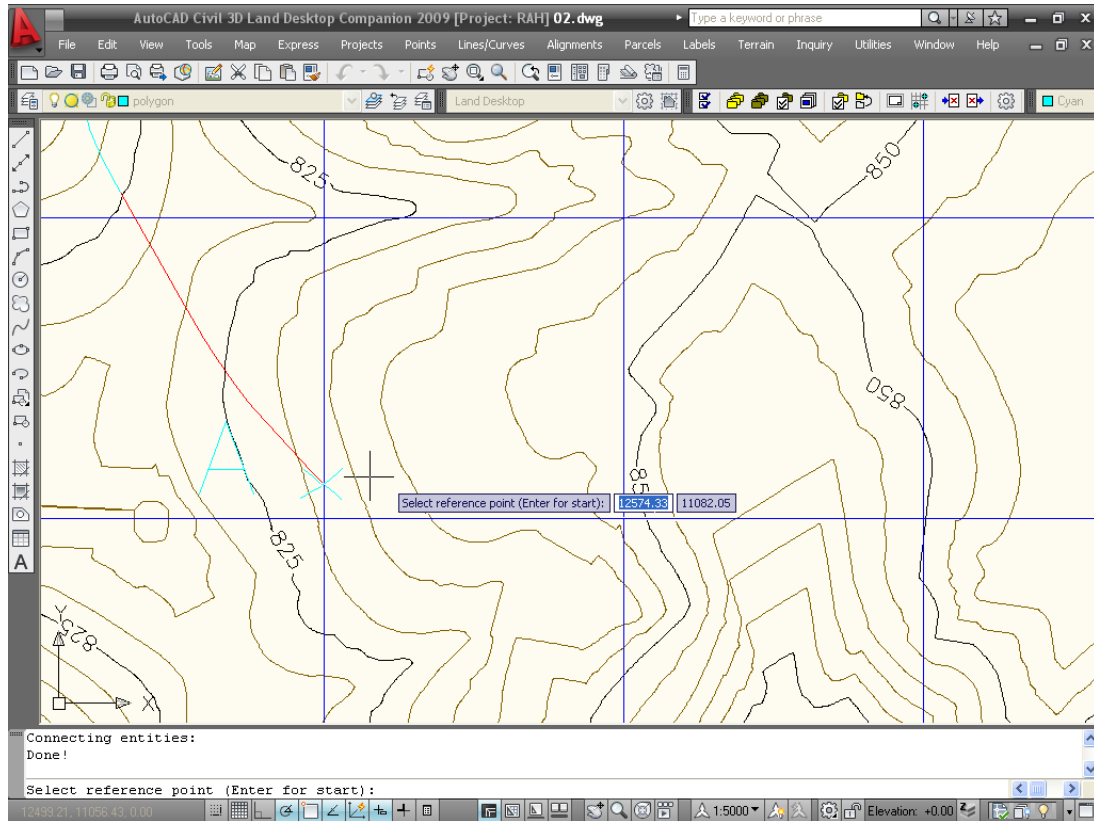
شکل ۳-۷

بعد از انتخاب کل مسیر Enter را فشار دهید.



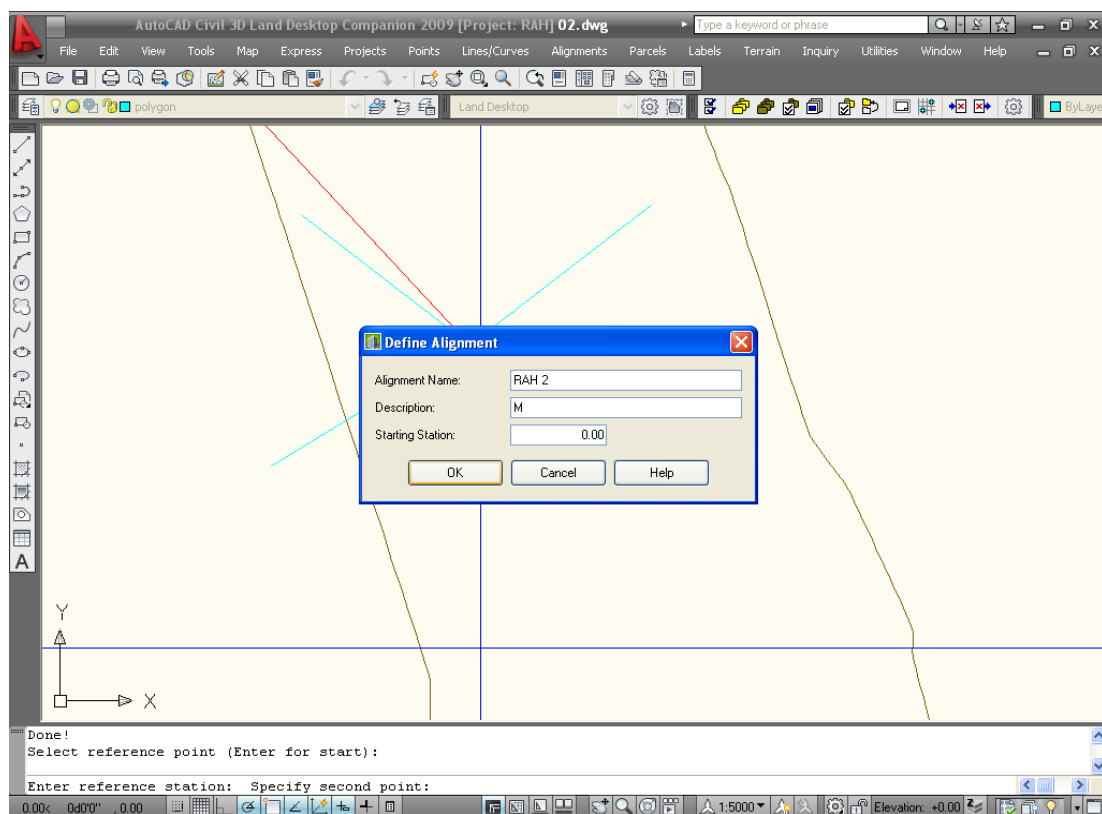
شکل ۴-۷

در خط فرمان دستور ( Enter for start): Select reference point ظاهر می شود. یک بار دیگر Enter را فشار دهید.



شکل ۵-۷

پنجره ی Define Alignment باز می شود. در این پنجره نام و توصیف مسیر را به دلخواه وارد کرده و کیلومتر از شروع مسیر که به صورت پیش فرض، 0.00 است را تغییر ندهید. سپس پنجره را Ok کنید.



شکل ۶-۷

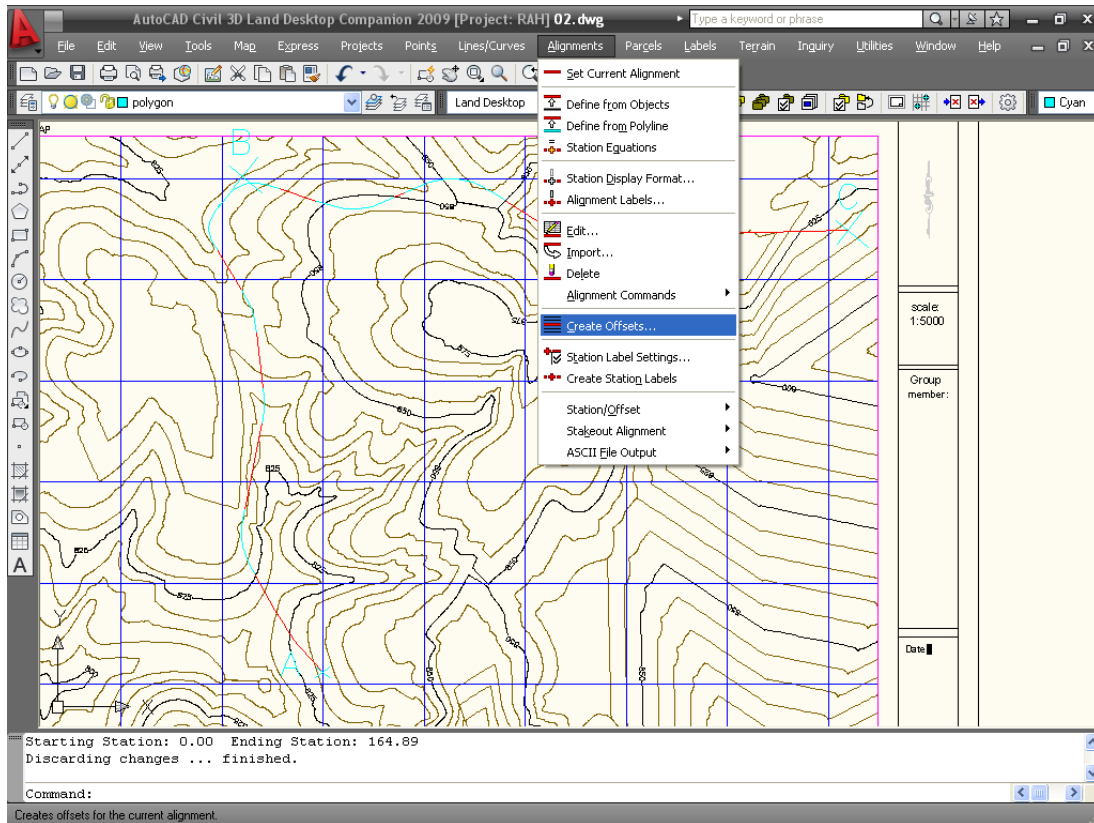
کیلومتر از ابتدا و انتهای مسیر در خط فرمان ظاهر می شود.

Alignment Name: R&H 2      Number: 24      Descr: M  
Starting Station: 0.00      Ending Station: 5772.82

Command:

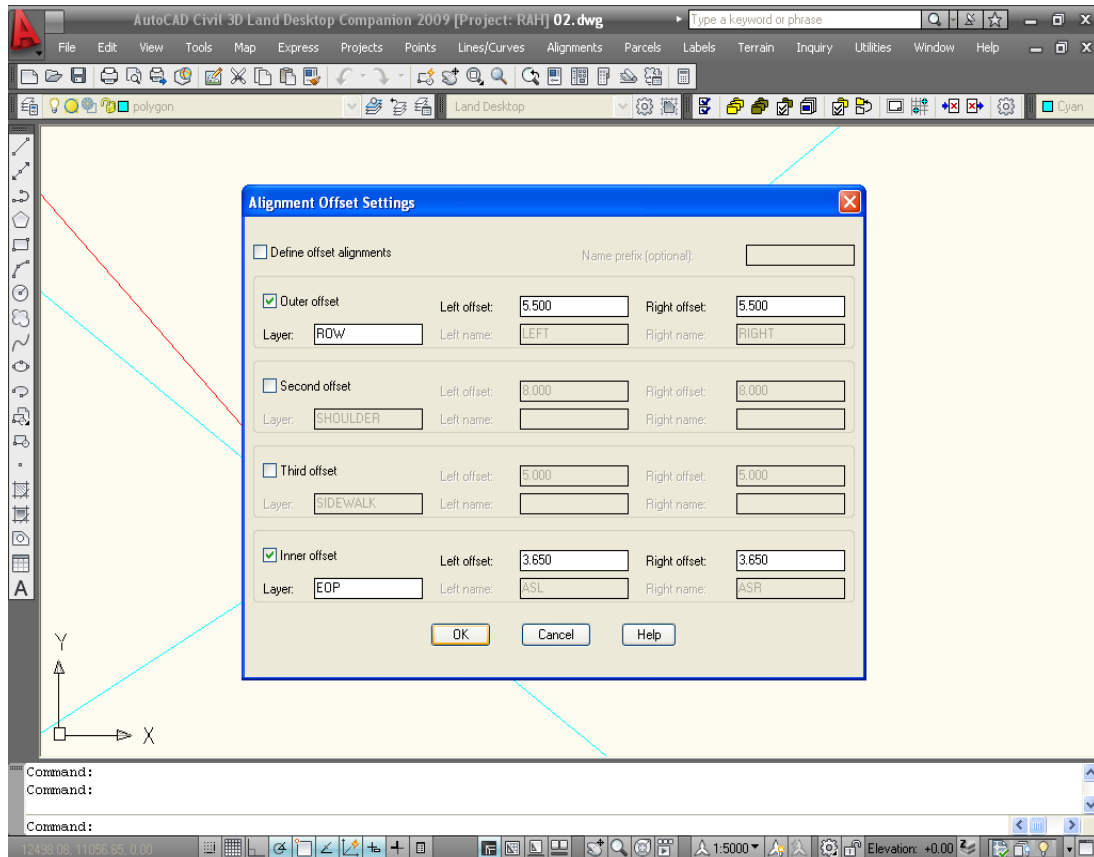
۸- رسم کناره ی مسیر

دستور `Alignments > Create Offsets` را اجرا کنید.



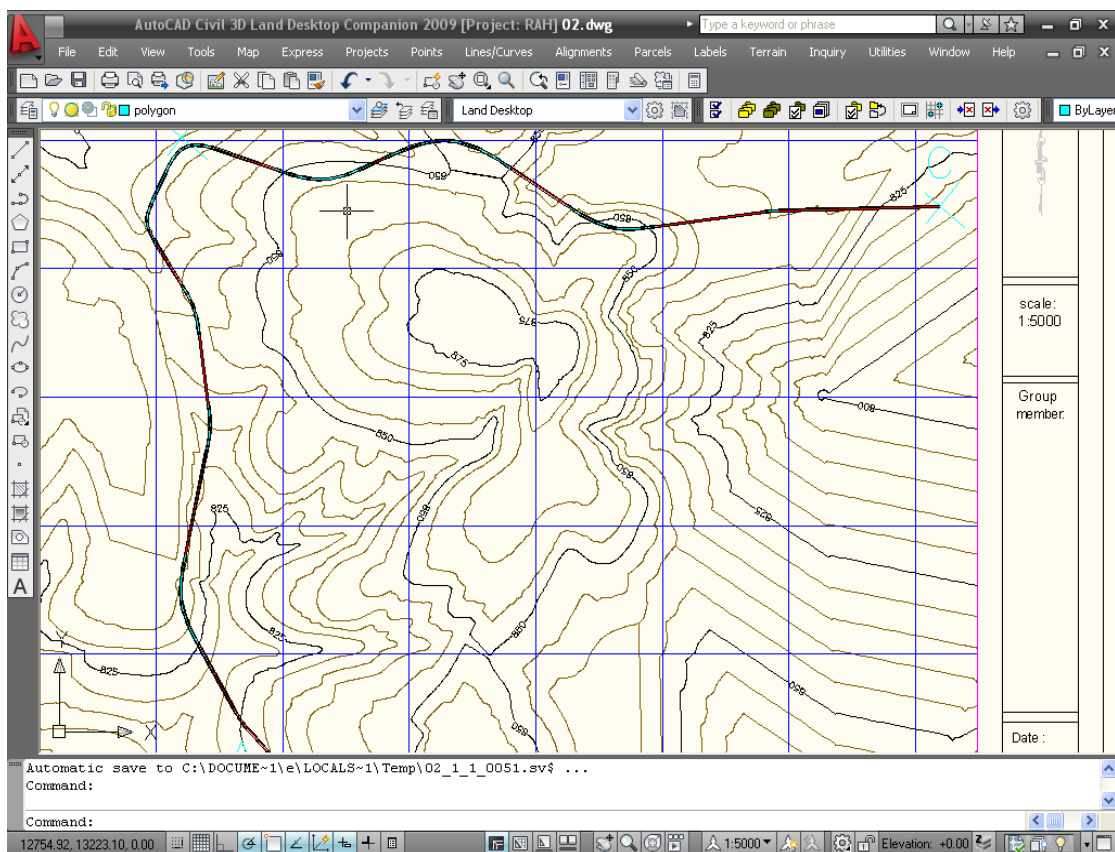
شکل ۸-۱

پنجره ی `Alignment Offset Settings` باز می شود. در این پنجره گزینه ی `Outer offset` را تیک دار کرده و سپس در بخش `offset` چپ و راست آن، مقدار نصف عرض مسیر را وارد کنید. مثلا اگر عرض کل مسیر ۱۱ متر است در هر قسمت عدد ۵/۵ را وارد کنید. حال گزینه ی `Inner offset` را تیک دار کرده و برای چپ و راست، نصف عرض کل آسفالت را وارد کنید. مثلا اگر عرض کل آسفالت ۷/۳ متر است برای هر بخش عدد ۳/۶۵ را وارد کنید. سپس پنجره را `Ok` کنید.



شکل ۲-۸

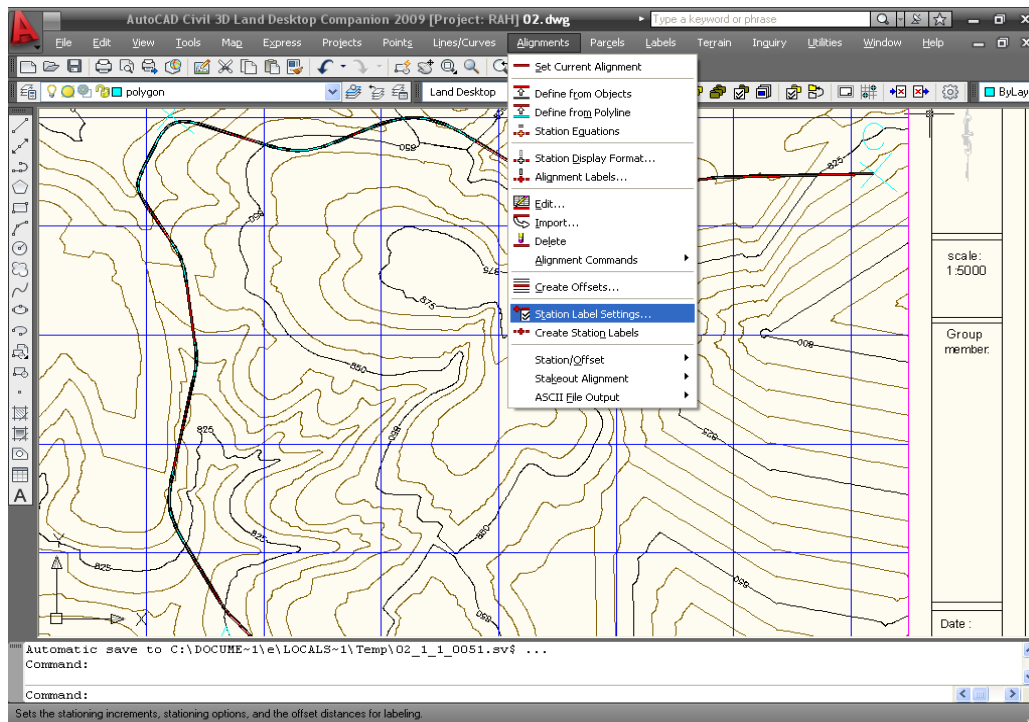
همان طور که ملاحظه می فرمائید کناره ی مسیر رسم می گردد.  
 نکته: در صورتی که معرفی مسیر به نرم افزار به طور کامل صورت نگیرد، کناره ی مسیر به صورت ناقص رسم می گردد.



شکل ۳-۸

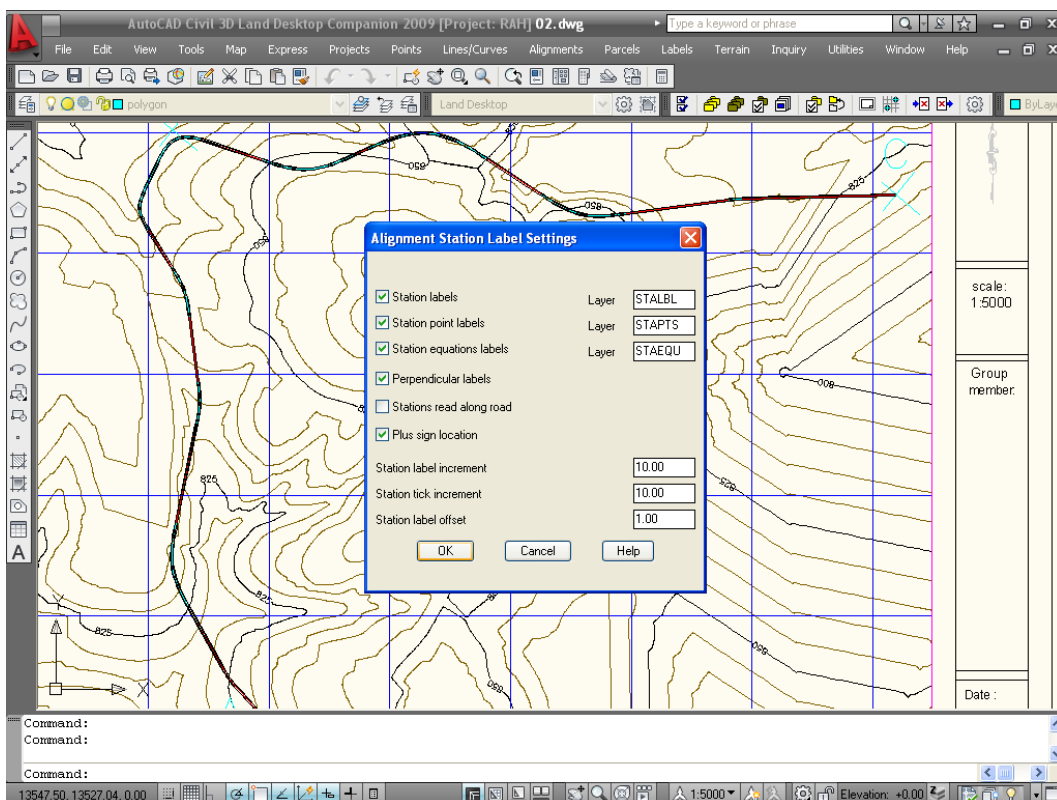


دستور ... Station Label Settings > Alignments را اجرا کنید.



شکل ۱-۹

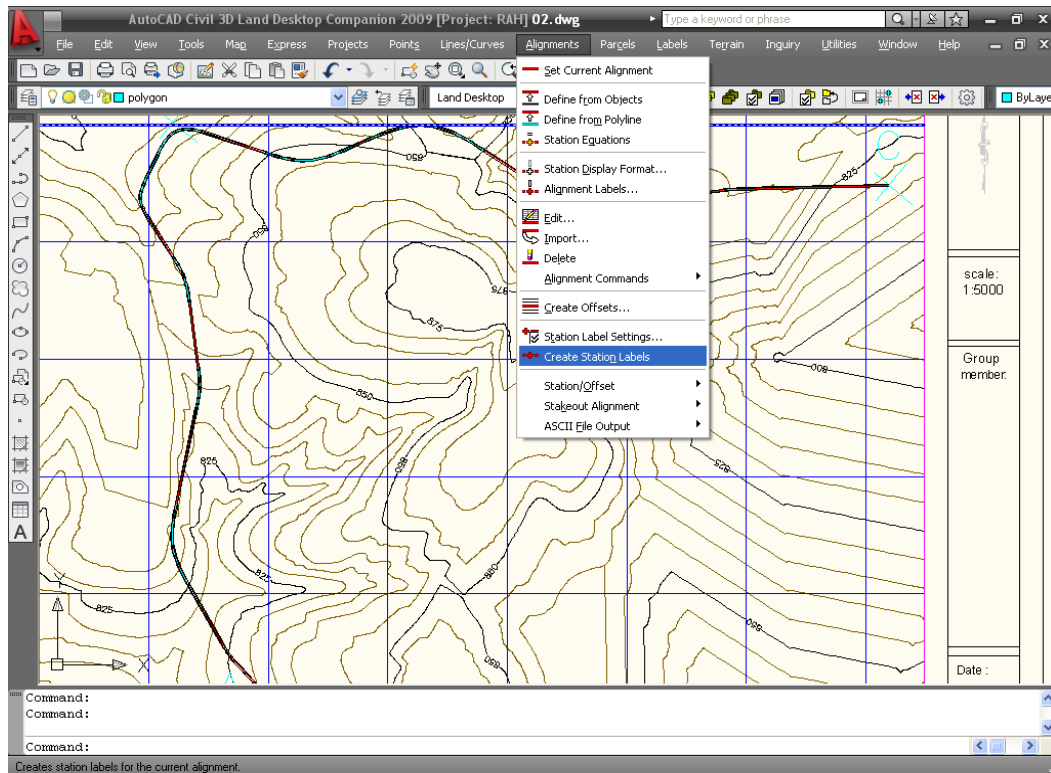
پنجره ی Alignment Station Label Settings باز می شود. در این پنجره گزینه ی Perpendicular labels را تیک دار کرده و در قسمت Station label increment و Station tick increment فاصله ی برچسب زنی ایستگاه ها را وارد کنید (معمولا در دشت ۵۰ متر ۵۰ متر، در کوهستان ۲۰ متر ۲۰ متر و در قوس ها ۱۰ متر ۱۰ متر).



شکل ۲-۹

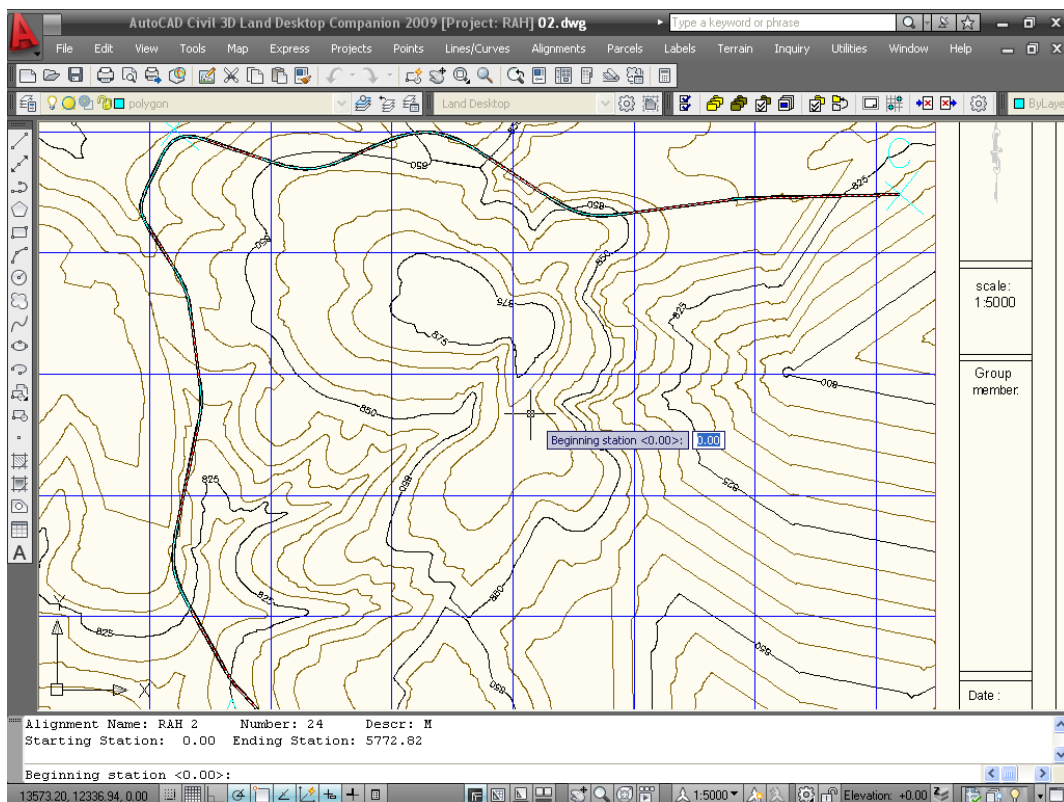


دستور Alignments > Create Station Labels را اجرا کنید.



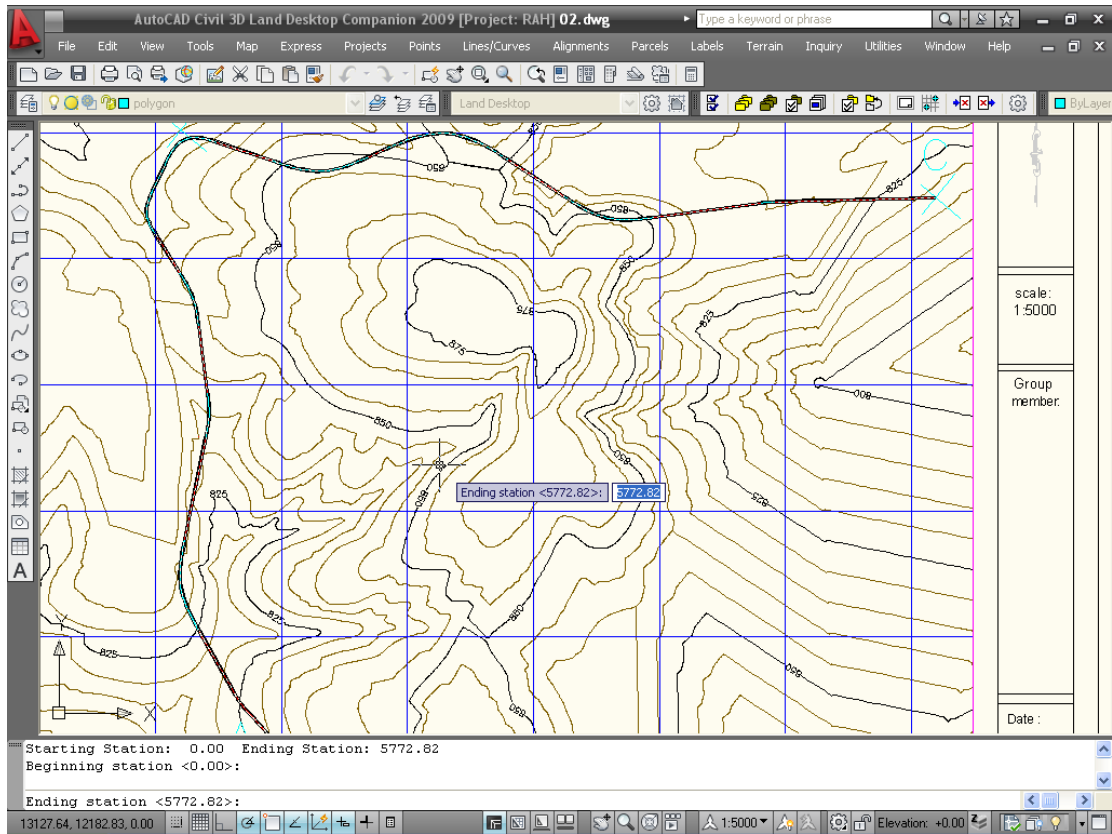
شکل ۳-۹

در خط فرمان دستور <0.00> Beginning Station ظاهر می شود کلید Enter را بزنید.



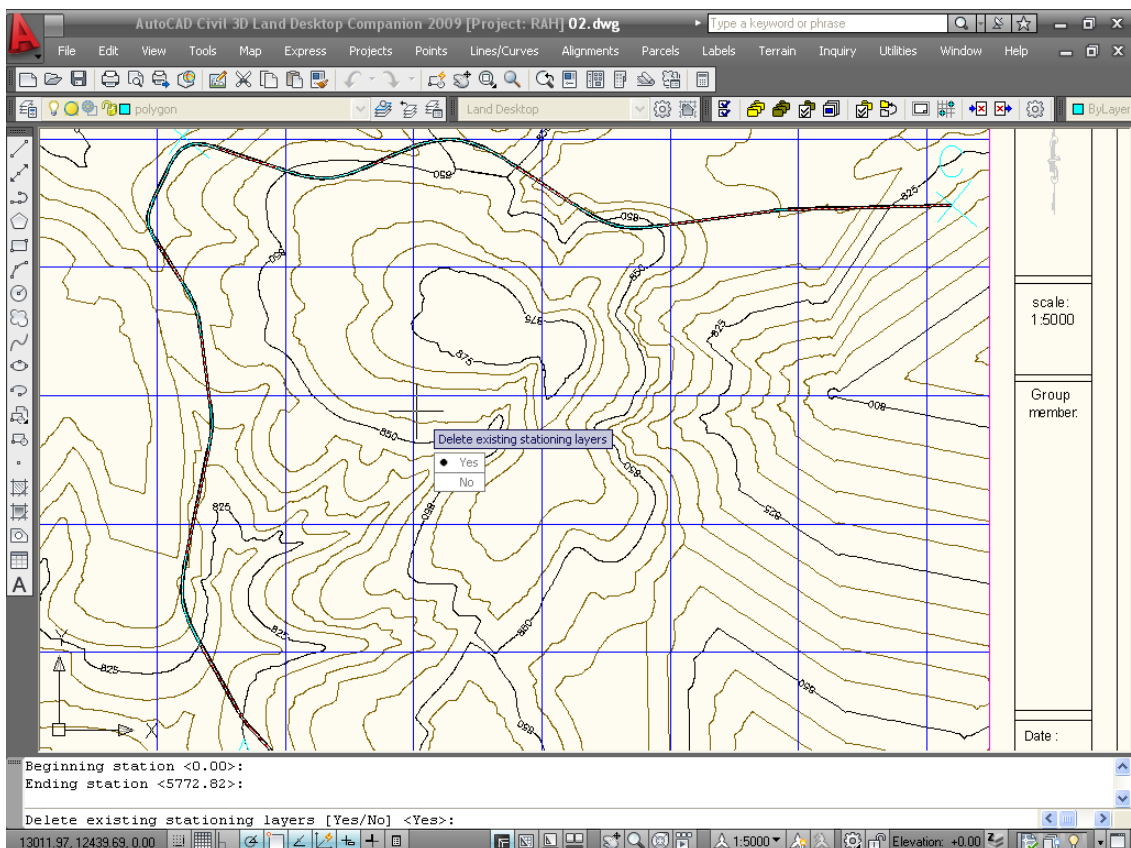
شکل ۴-۹

دستور <5772.82> Ending Station را نیز Enter کنید.



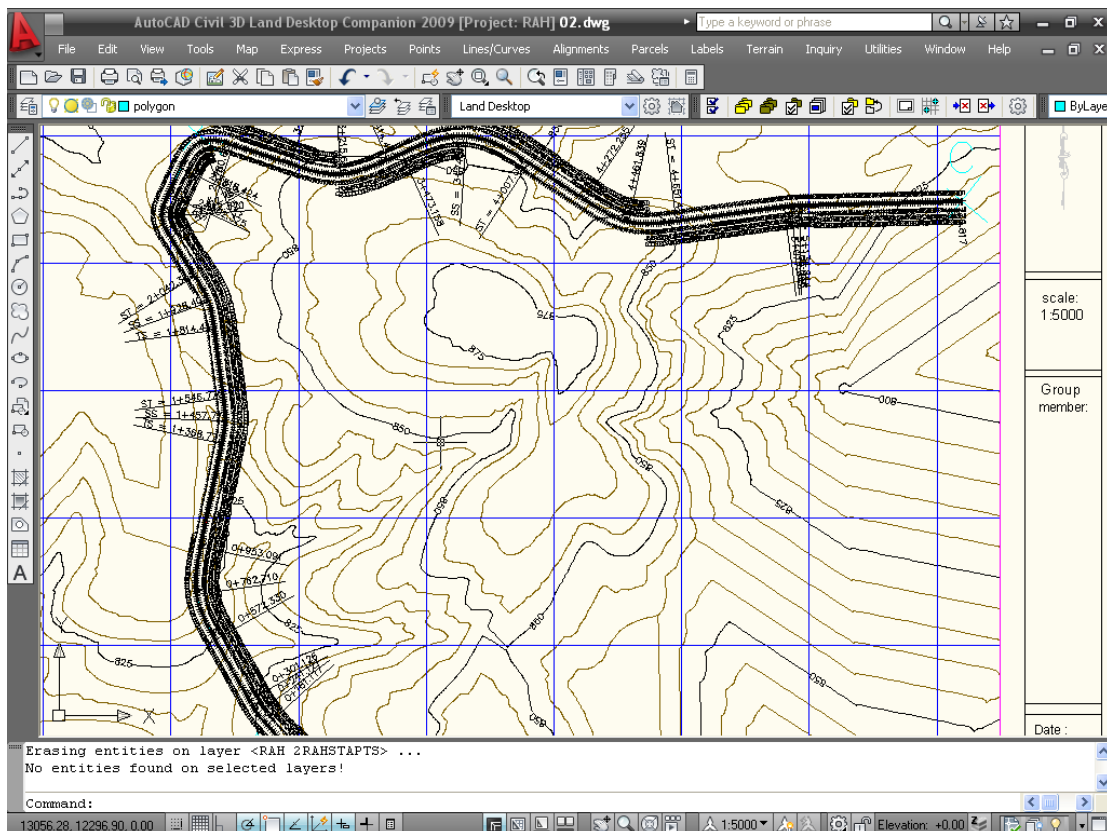
شکل ۵-۹

در پاسخ به دستور `Delete existing stationing layers [Yes/No] <Yes>` عبارت `Y` را تایپ کنید و سپس کلید `Enter` را بزنید.



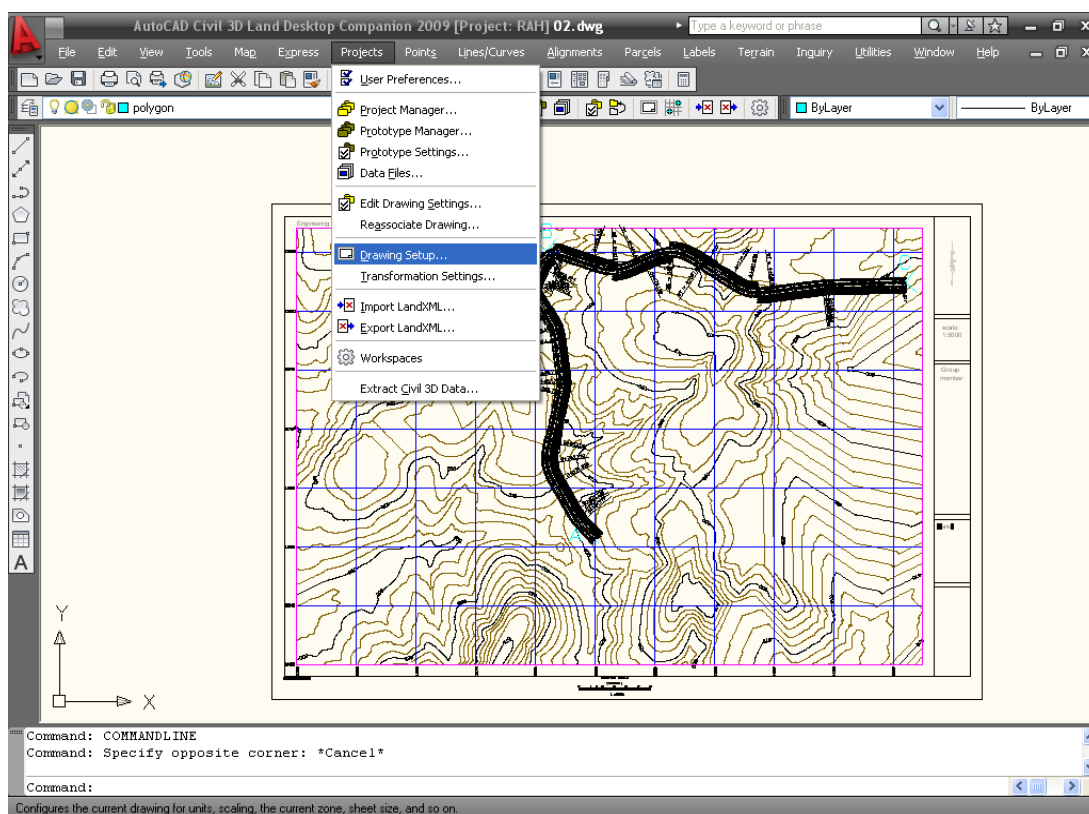
شکل ۶-۹

همان طور که ملاحظه می فرمائید ایستگاه گذاری مسیر صورت می گیرد.



شکل ۷-۹

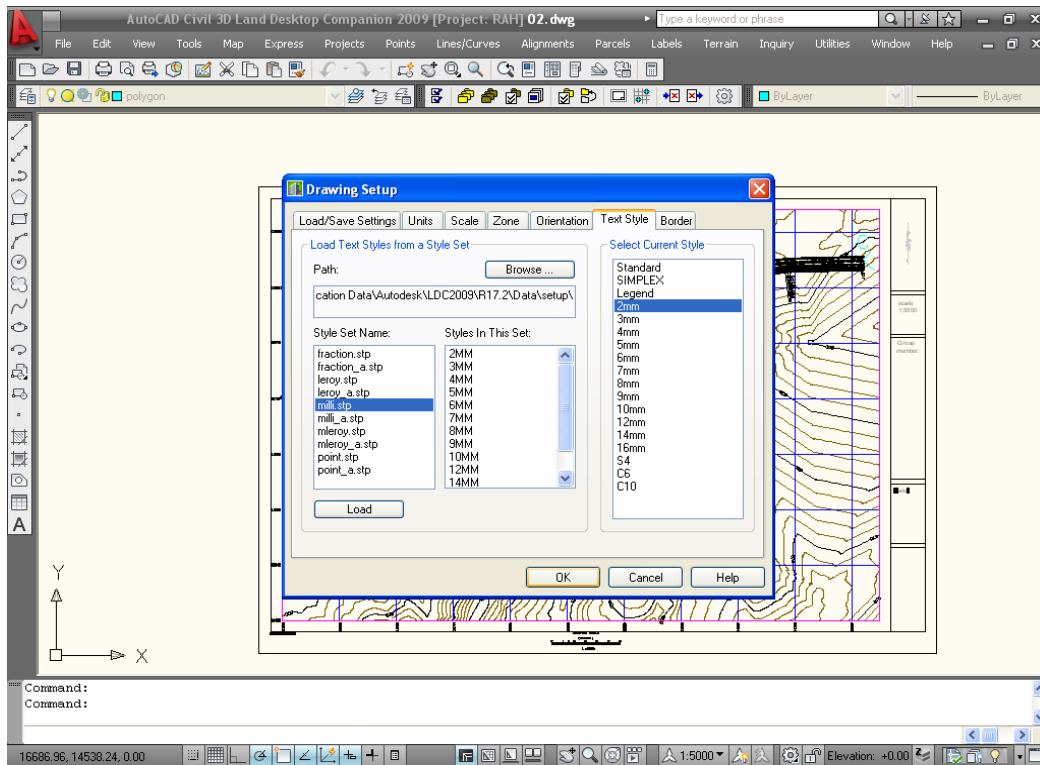
حال اگر بخواهید اندازه ی متن را تغییر دهید و این تغییر روی برجسب ایستگاه ها اعمال شود به ترتیب زیر عمل کنید:  
دستور Projects > Drawing Setup... را اجرا کنید.



شکل ۸-۹

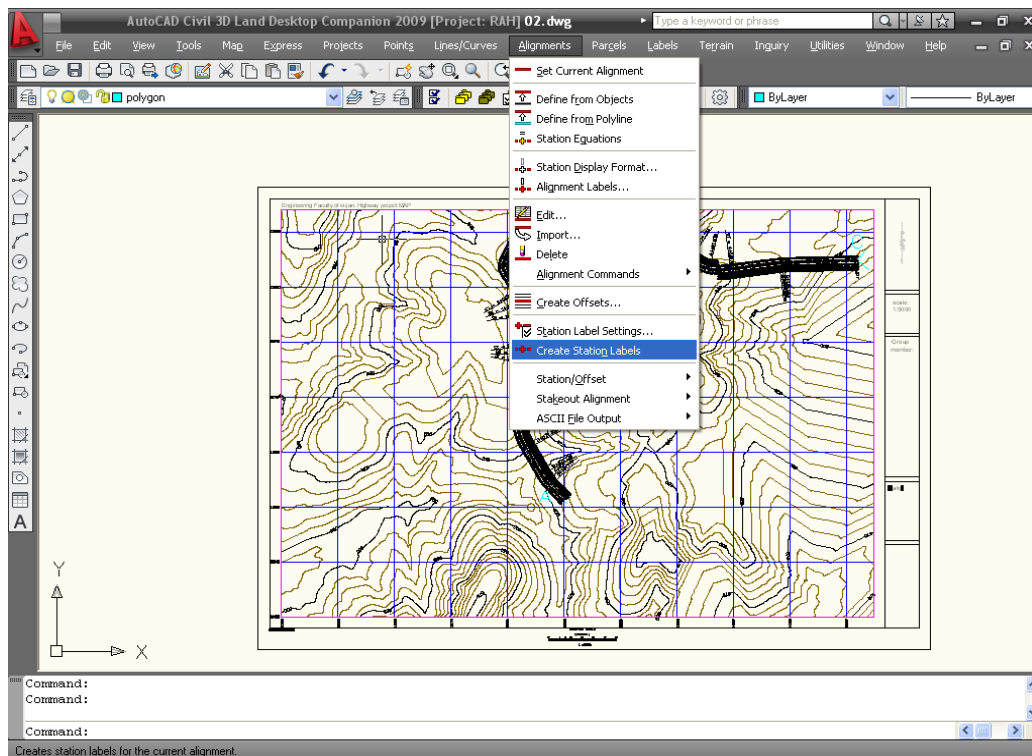
پنجره ی Drawing Setup باز می شود.

در این پنجره سر برگ Text Style را انتخاب کنید و از فهرست Select Current Style، به جای گزینه ی 5mm، گزینه ی 2mm را انتخاب کنید و صفحه را Ok کنید.



شکل ۹-۹

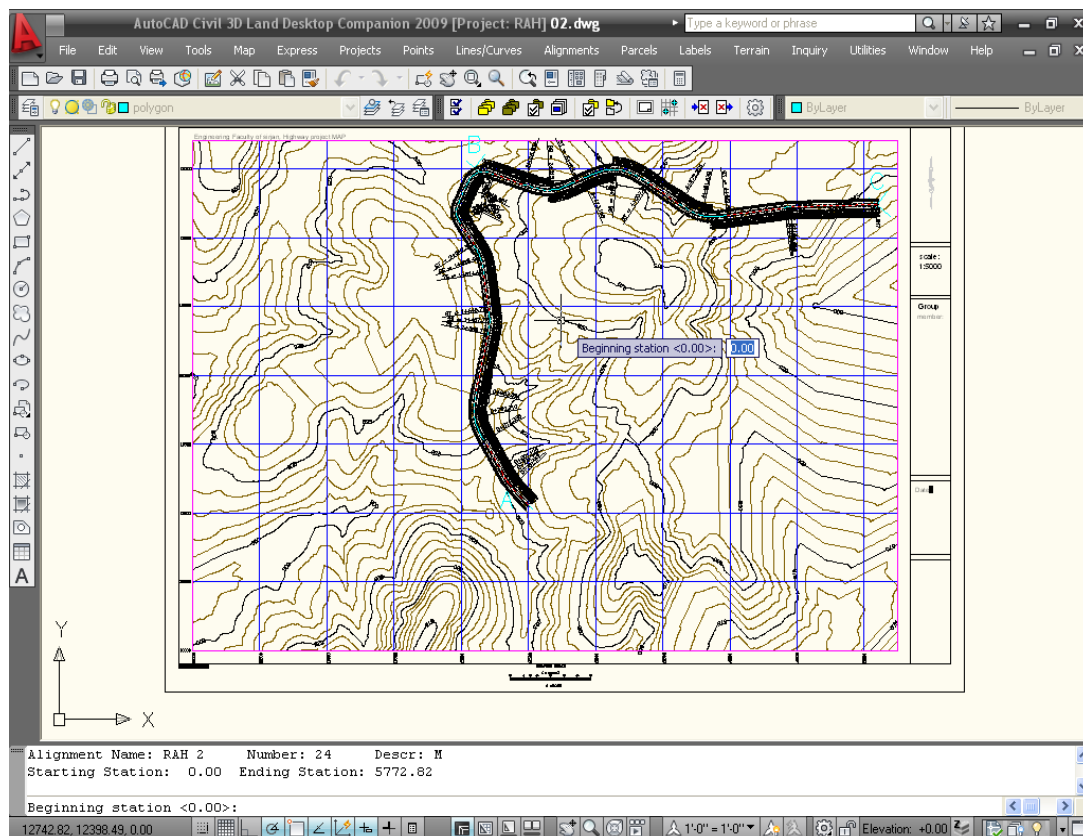
حال برای اینکه این تغییر روی برچسب ایستگاه ها اعمال شود باید دستور Alignments> Create Station Labels را دوباره اجرا کرد.



شکل ۹-۱۰

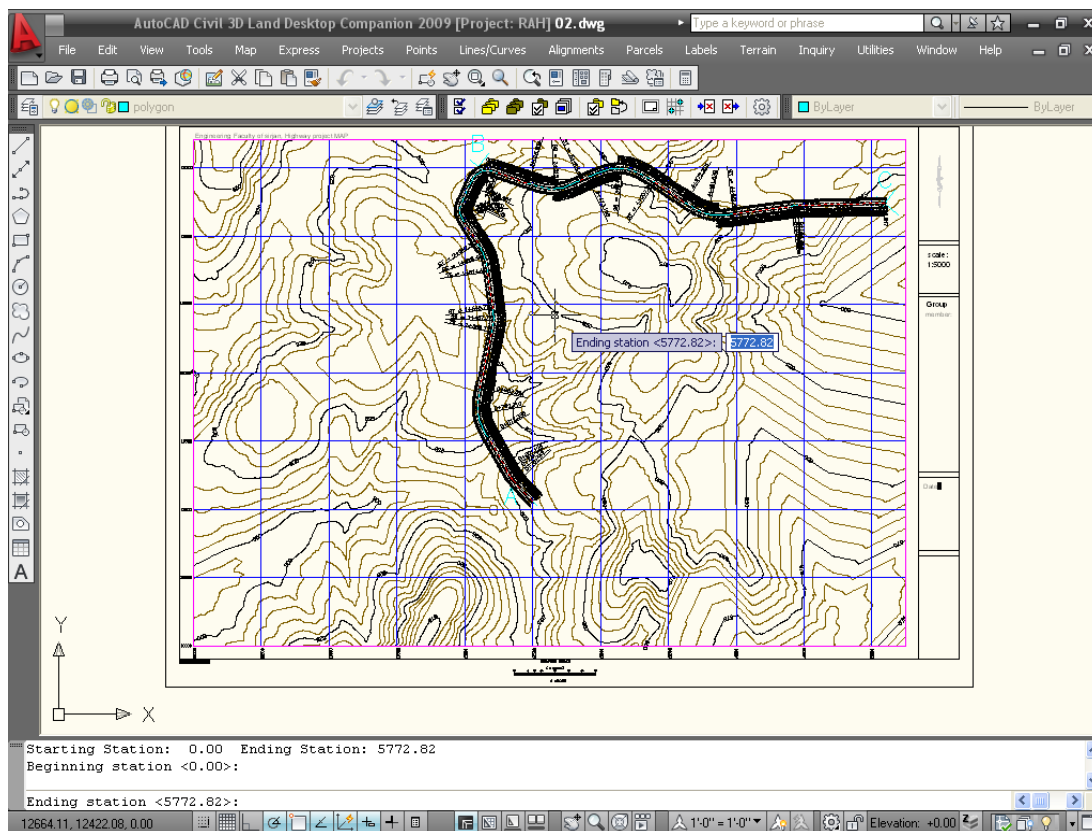


دستور: <0.00> Beginning Station را Enter کنید.



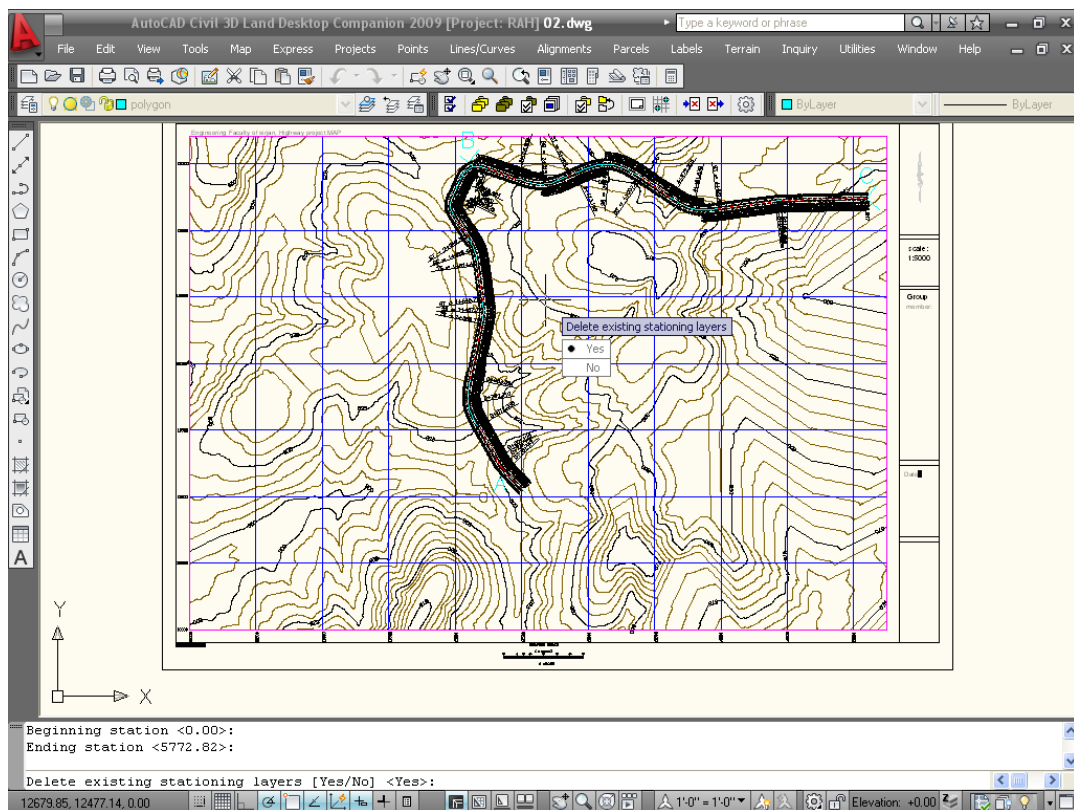
شکل ۹-۱۱

دستور: <5772.82> Ending Station را نیز Enter کنید.



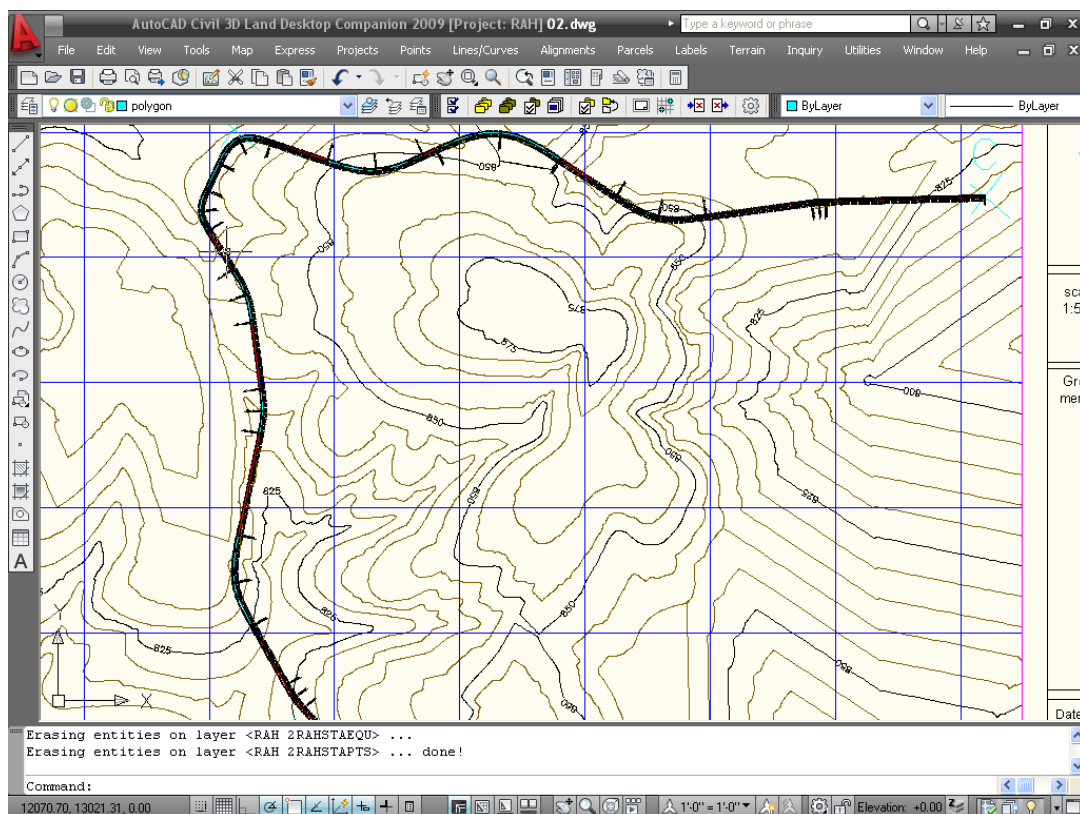
شکل ۹-۱۲

در پاسخ به دستور: Delete existing stationing layers [Yes/No] <Yes> را تایپ کنید و سپس کلید Enter را بزنید.



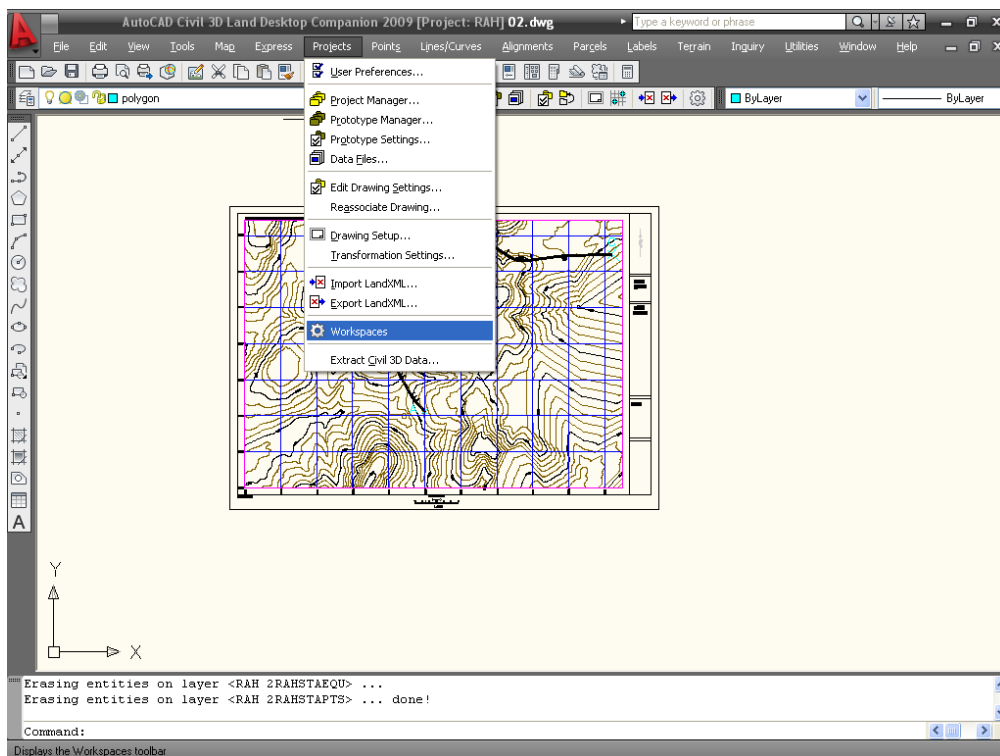
شکل ۹-۱۳

همان طور که ملاحظه می فرمائید با تغییر اندازه ی متن، مسیر برجسب گذاری می شود.

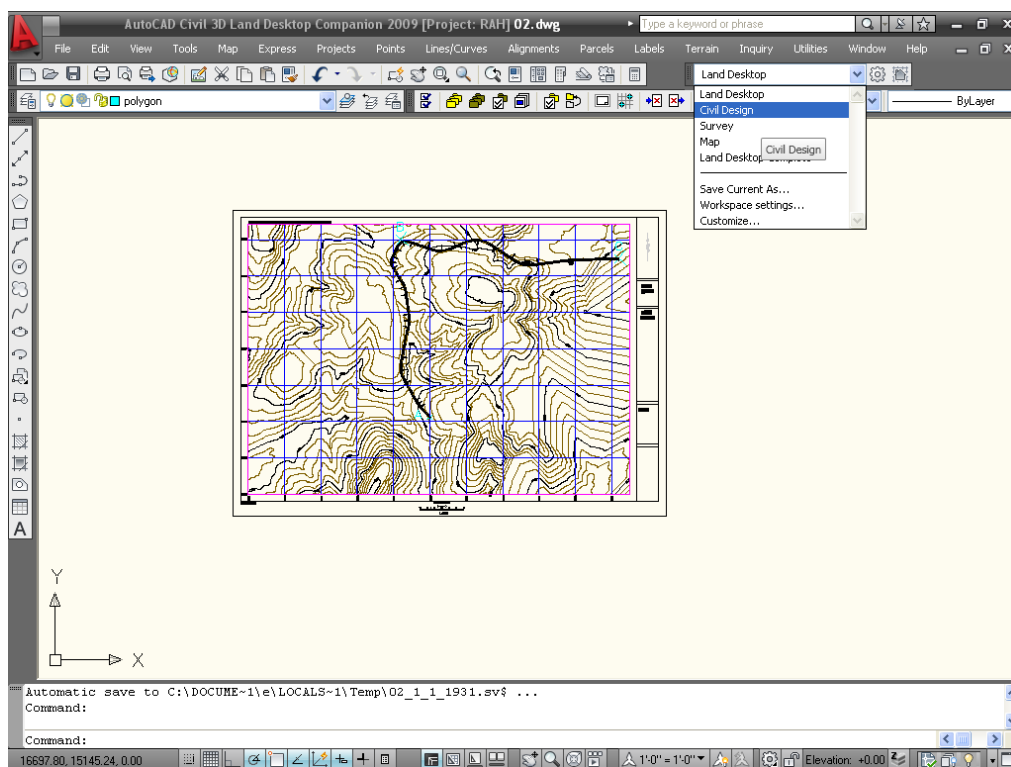


شکل ۹-۱۴

حال در اینجا کار در محیط Land Desktop به پایان می رسد و باید ادامه ی روند پروژه را در محیط Civil Design دنبال کنیم. برای این منظور دستور **Projects > Workspaces** را اجرا کنید.

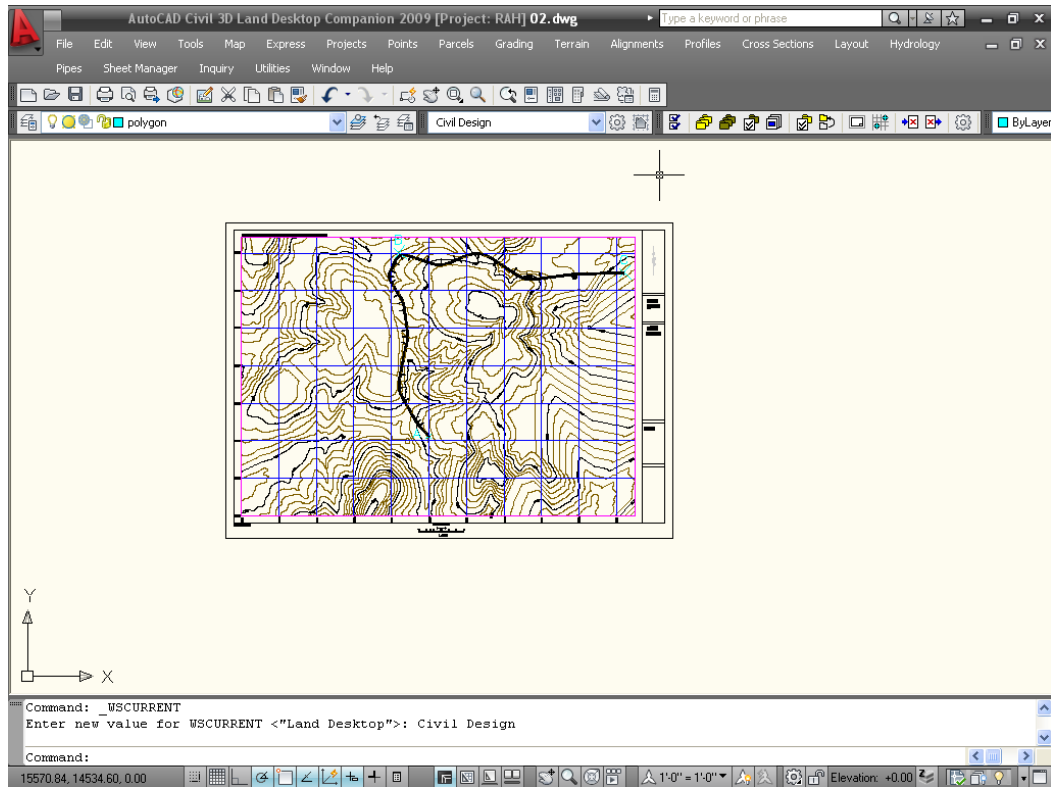


نوار ابزار Workspaces باز می شود. از فهرست آن، گزینه ی Civil Design را انتخاب کنید.



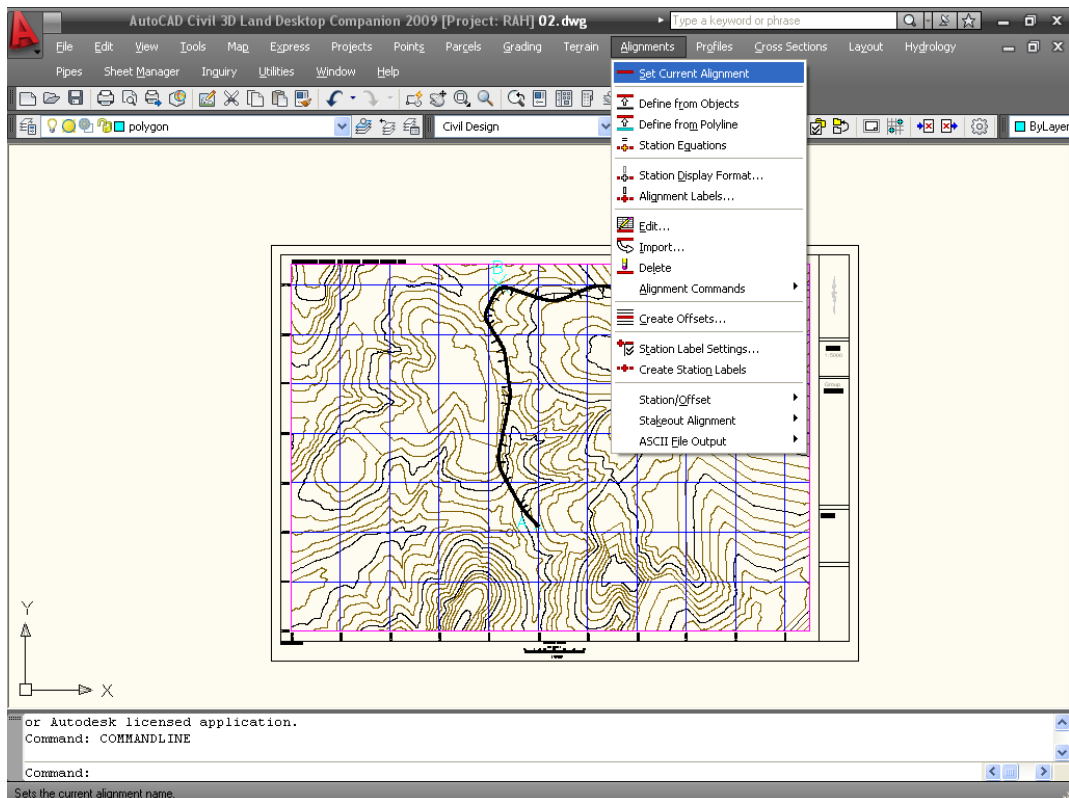
همان طور که ملاحظه می فرمائید محیط Civil Design باز می شود و ادامه ی روند پروژه در این محیط صورت می گیرد.





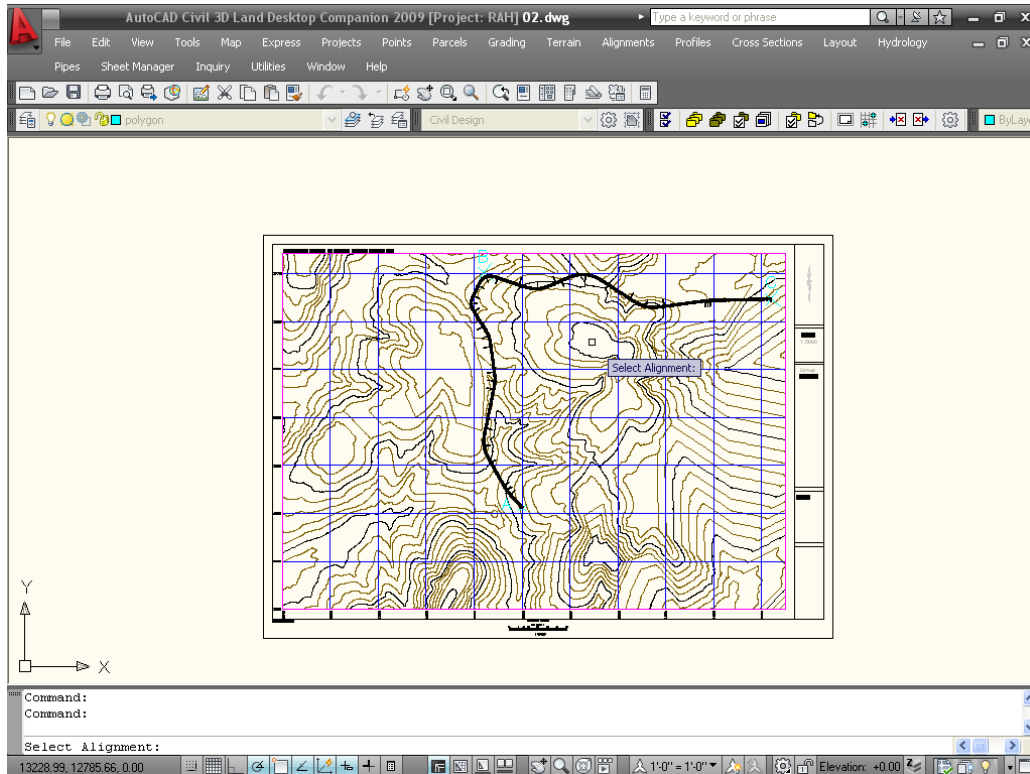
## ۱-۱۰- جاری ساختن یک مسیر و یک سطح

از بین مسیرهای موجود در یک پروژه، تنها یک مسیر را به عنوان مسیر جاری انتخاب می‌کنیم و کلیه ی محاسبات و ترسیمات پروژه فقط در مورد این مسیر اجرا خواهد شد. برای این منظور دستور **Alignments> Set Current Alignment** را اجرا کنید.



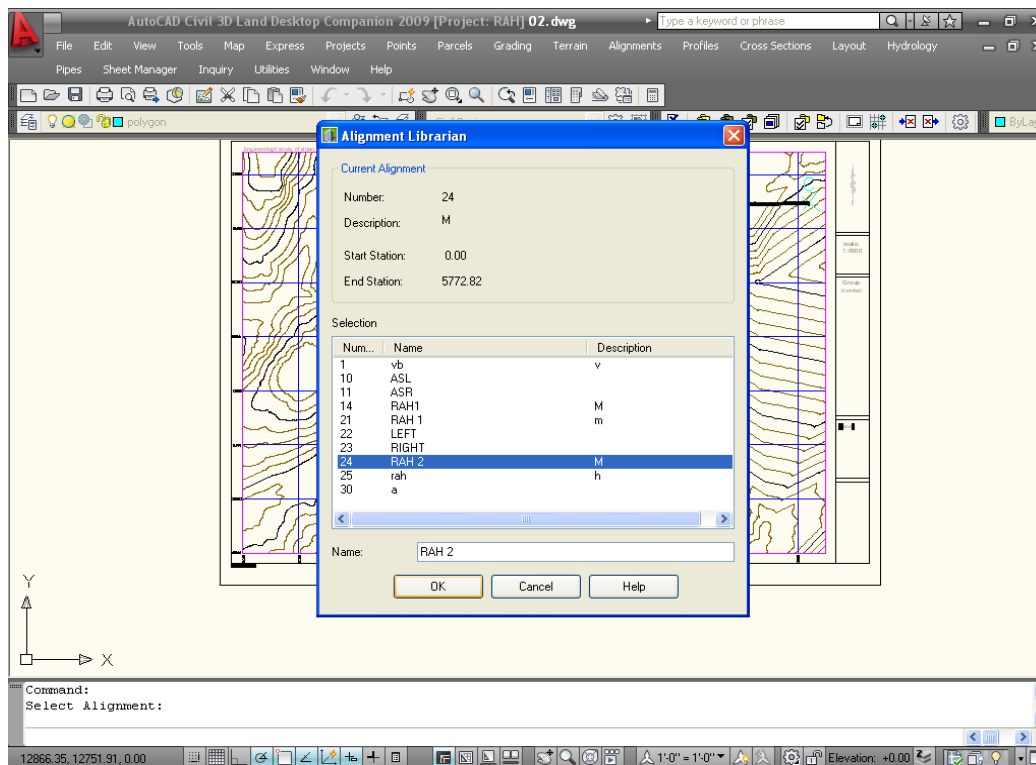
شکل ۱-۱۰

در خط فرمان دستور Select Alignment ظاهر می شود کلید Enter را بزنید.



شکل ۲-۱۰

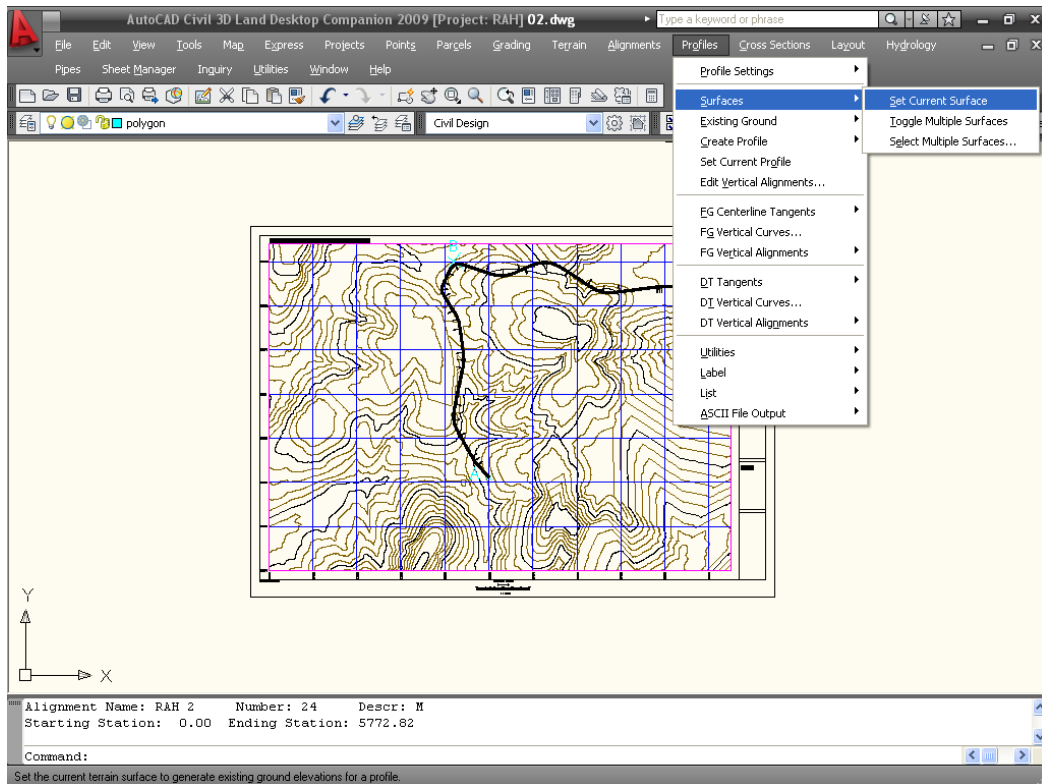
پنجره ی Alignment Librarian باز می شود. در قسمت Selection، مسیری از پروژه که به عنوان مسیر جاری در نظر گرفته شده را انتخاب می کنیم و پنجره را Ok می کنیم.



شکل ۳-۱۰

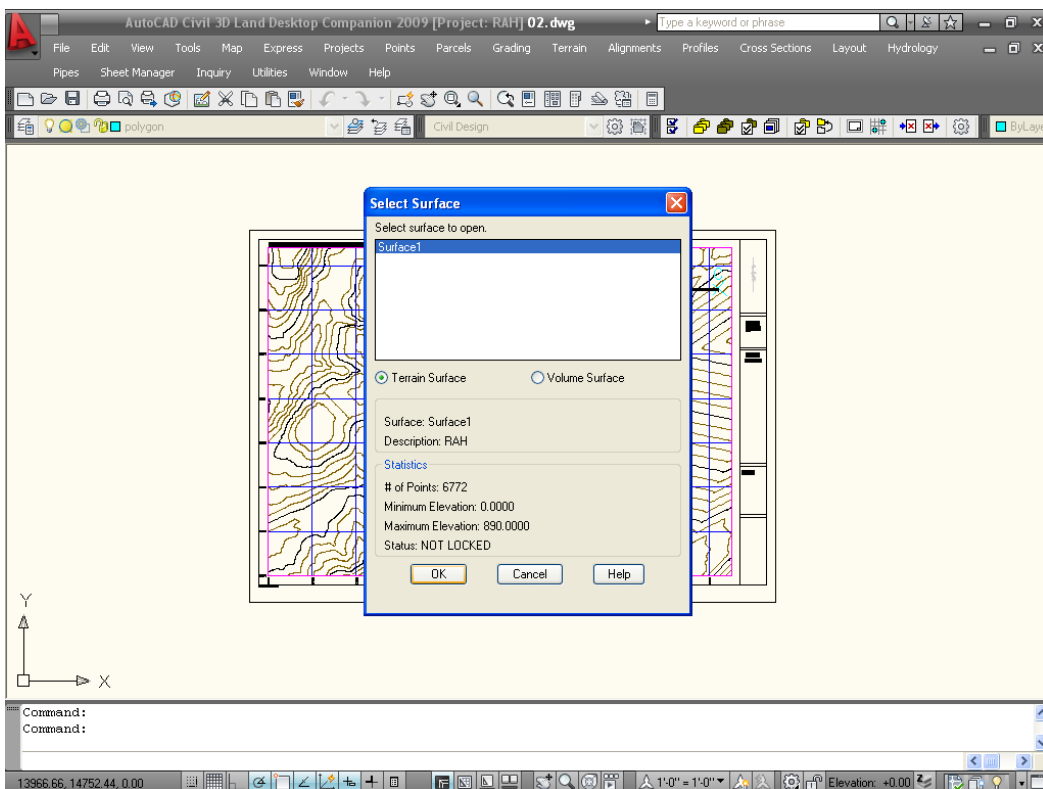
دقت کنید هر بار که برنامه یا پروژه را می بندید و دوباره می خواهید وارد پروژه شوید باید این دستور را اجرا کنید.

برای جاری کردن سطح مورد نظر به این صورت عمل می کنیم :  
 دستور Profiles > Surfaces > Set Current Surface را اجرا کنید.



شکل ۴-۱۰

در پنجره ی باز شده در قسمت Select surface to open سطح ساخته شده را به عنوان سطح جاری انتخاب کرده و Ok کنید. دقت کنید که در هر ورود جدید به پروژه لازم است این کار صورت گیرد.



شکل ۵-۱۰

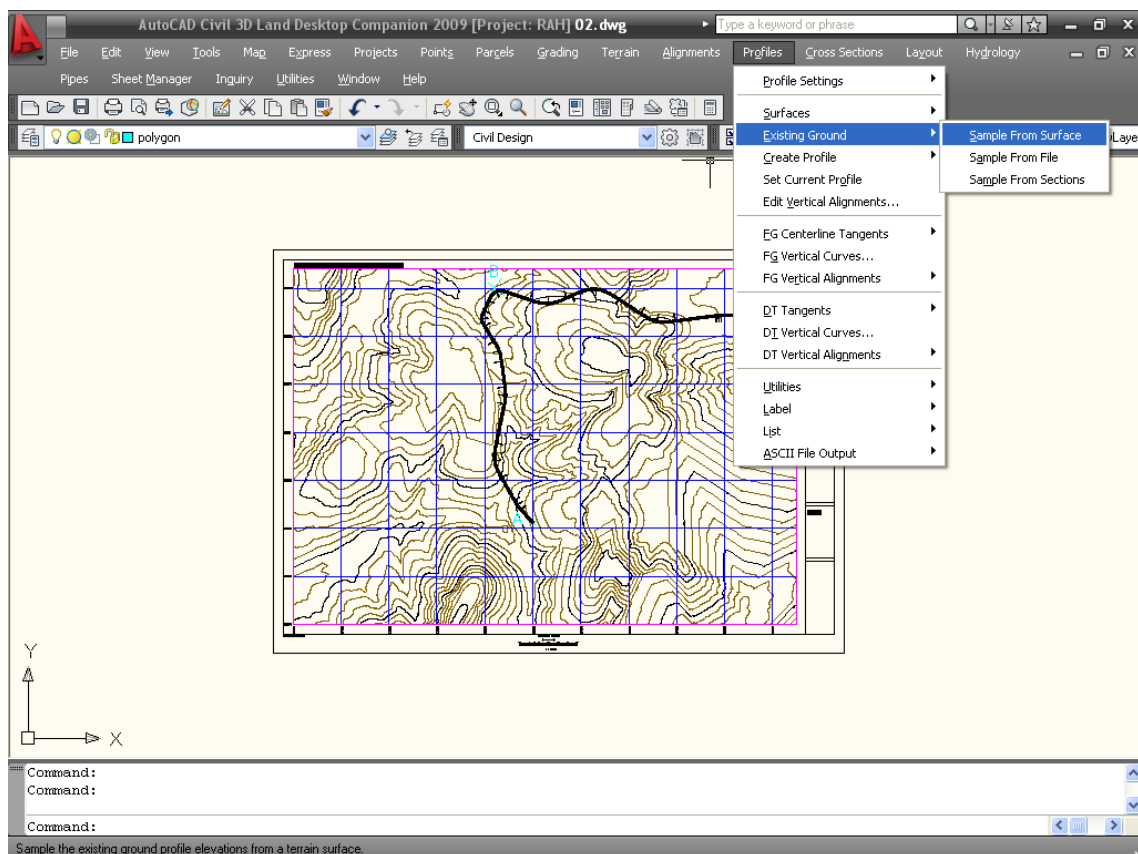
## ۱۱- رسم ارتفاعات زمین و پروفیل طولی

یکی از روش های تهیه و ترسیم پروفیل طولی استفاده از نقشه ی توپوگرافی یا به عبارتی سطح ایجاد شده برای زمین طبیعی است.

در این حالت، نرم افزار کیلومتر و ارتفاع کلیه ی نقاط تغییر شیب زمین طبیعی را در امتداد محور طولی مسیر استخراج و این

اطلاعات را ذخیره می کند. به منظور استخراج کیلومتر و ارتفاع نقاط محور طولی مسیر مراحل زیر را دنبال نمائید:

دستور **Profiles > Existing Ground > Sample From Surface** را اجرا کنید.



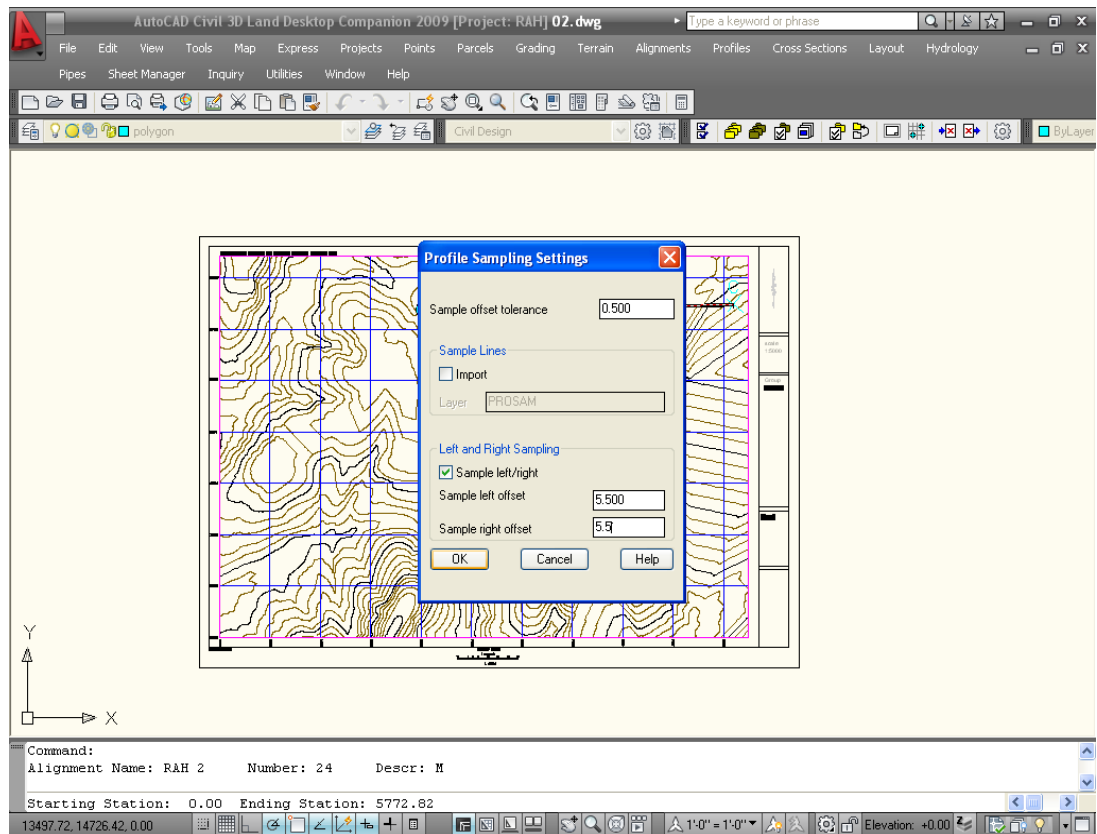
شکل ۱-۱۱

پنجره ی **Profile Sampling Settings** باز می شود. در قسمت **Sample offset tolerance** عدد  $0.5$  را وارد کنید.

در بخش **Sample lines**، گزینه ی **Import** را بدون تیک کنید تا لایه های زیاد این قسمت وارد منوی لایه ها نشود.

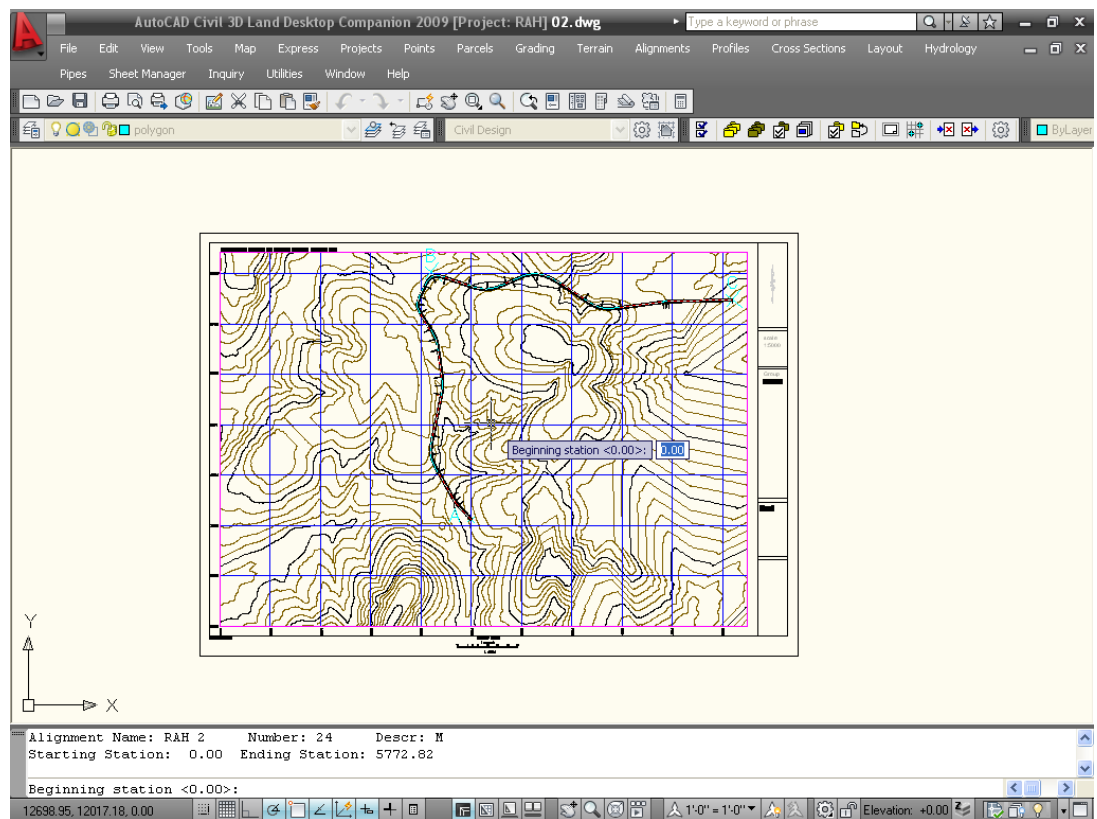
در بخش **Left and Right Sampling** گزینه ی **Sample left/right** را تیک دار کرده و برای **offset** چپ و راست،

برای هر کدام نصف عرض کل راه را وارد کنید و پنجره را **Ok** کنید.



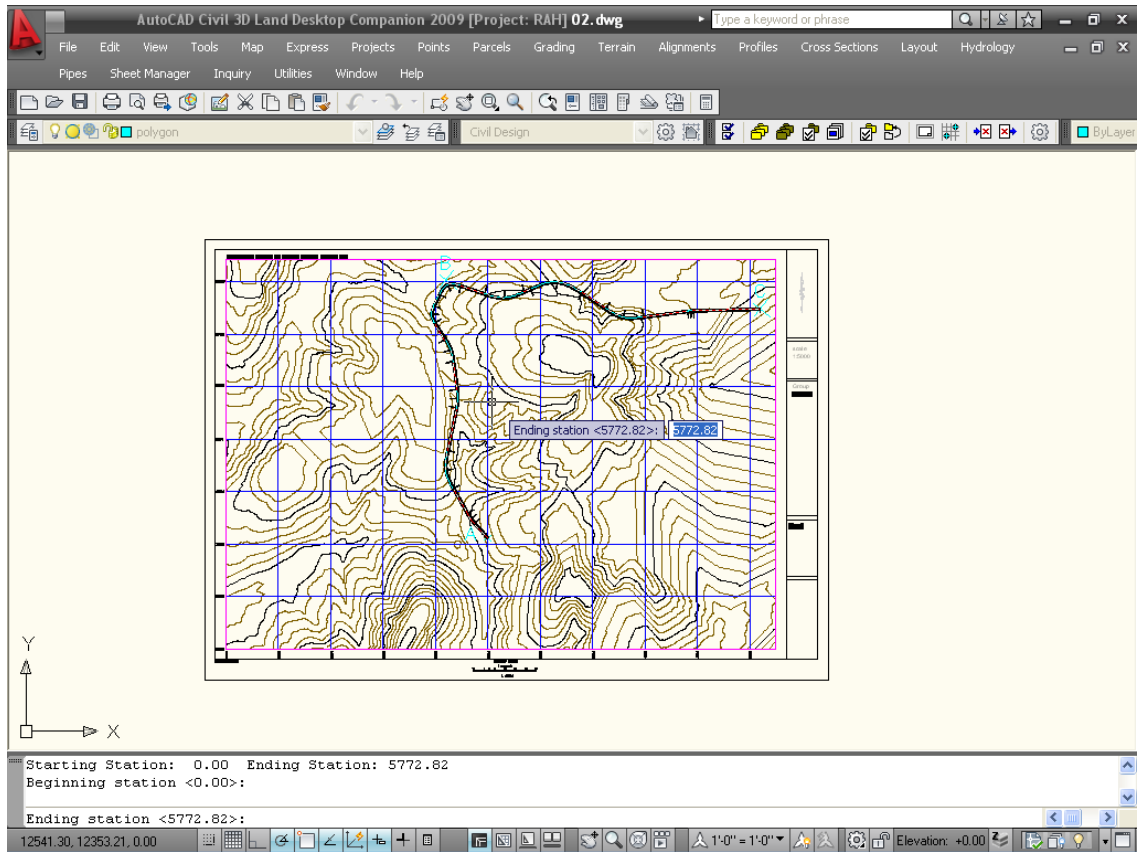
شکل ۲-۱۱

دستور : <0.00> Beginning Station را Enter کنید.



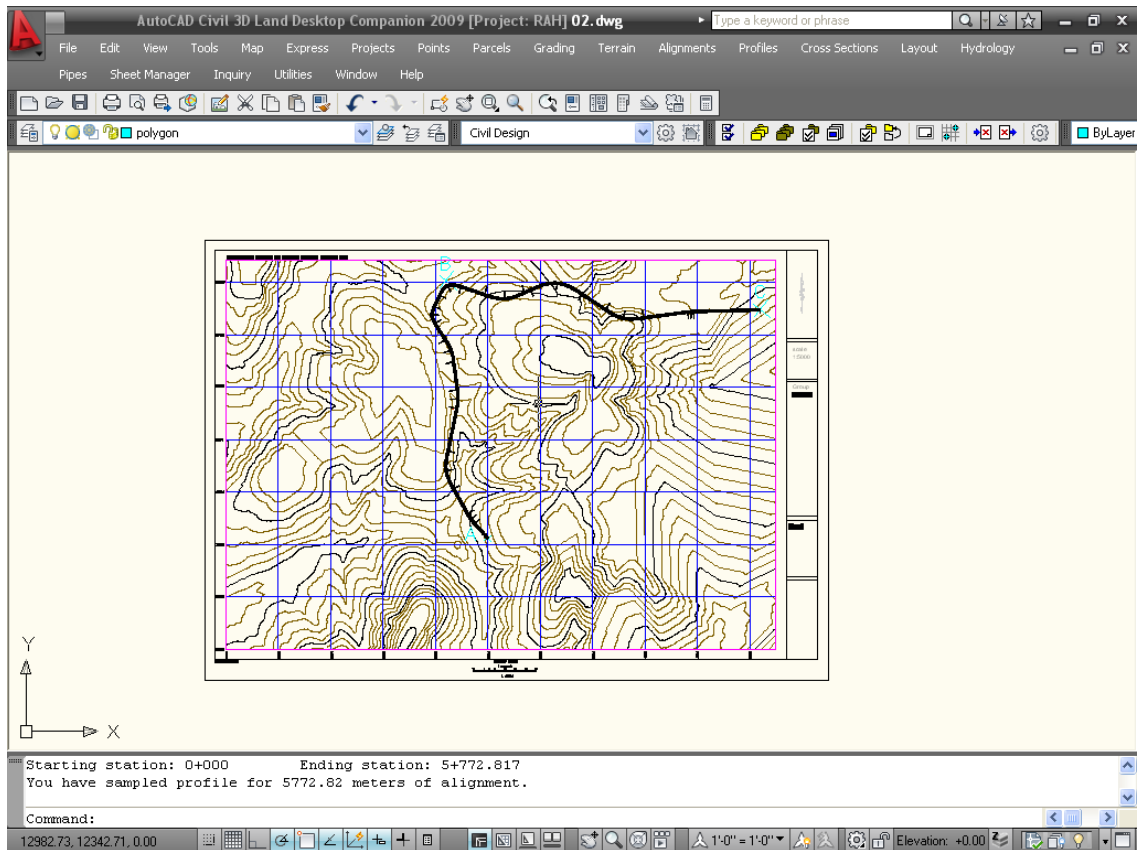
شکل ۳-۱۱

دستور : <5772.82> Ending Station را نیز Enter کنید.



شکل ۴-۱۱

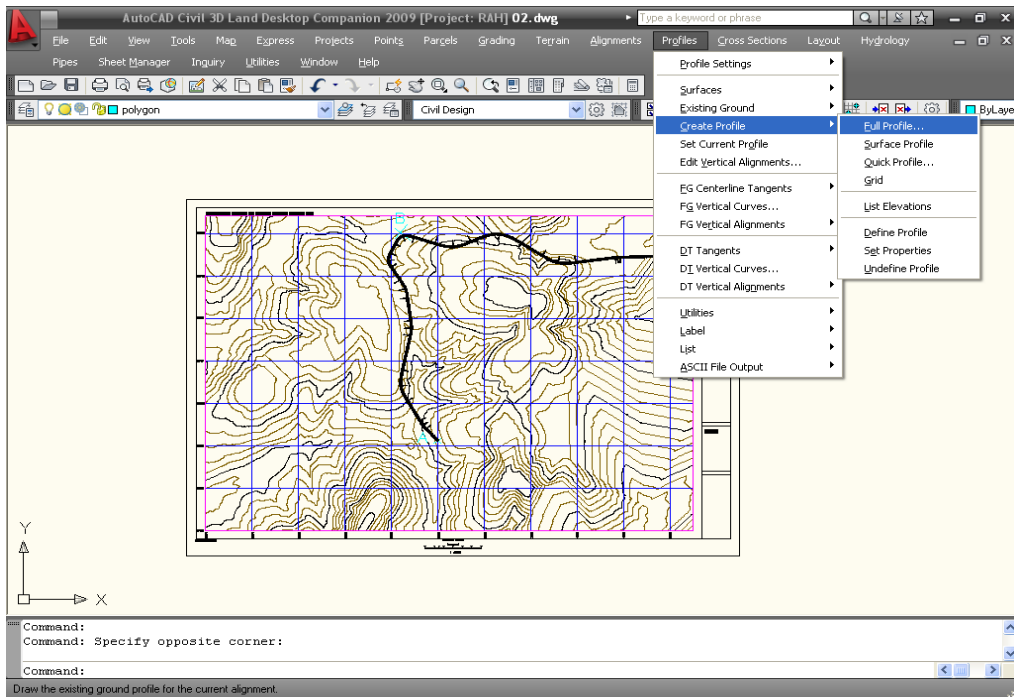
به این صورت ارتفاع نقاط در امتداد محور طولی زمین نمونه برداری می شود.



شکل ۵-۱۱

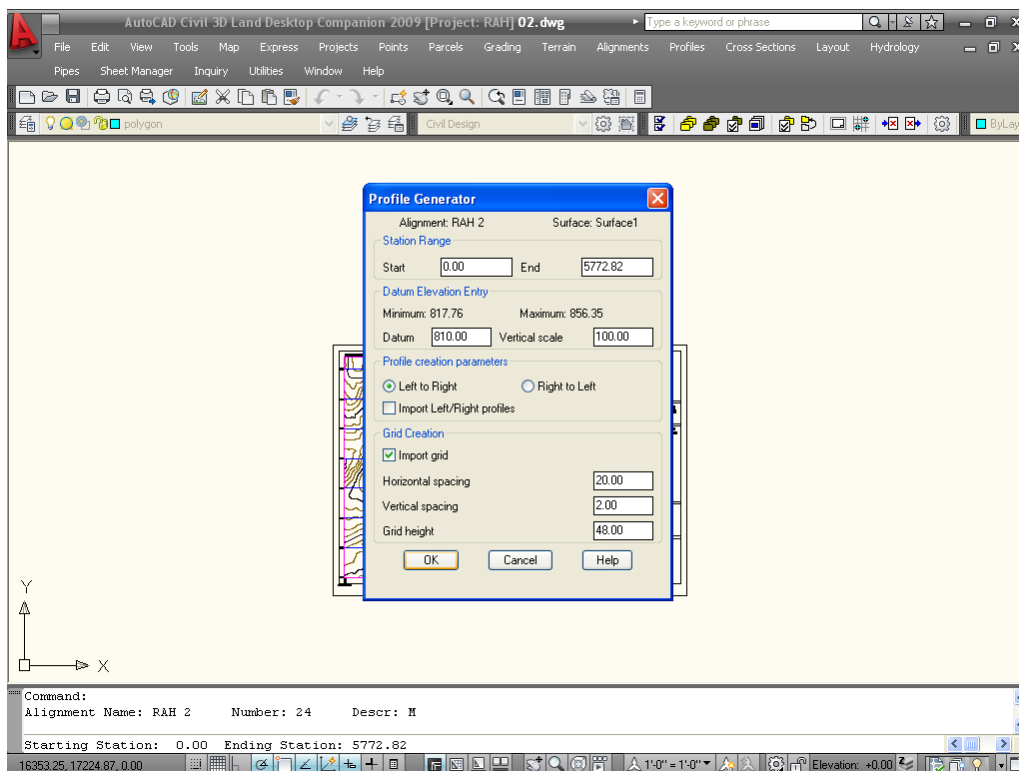


حال برای ترسیم پروفیل طولی زمین طبیعی به صورت زیر عمل کنید:  
 دستور Profiles > Create Profile > Full Profile را اجرا کنید.



شکل ۱۱-۶

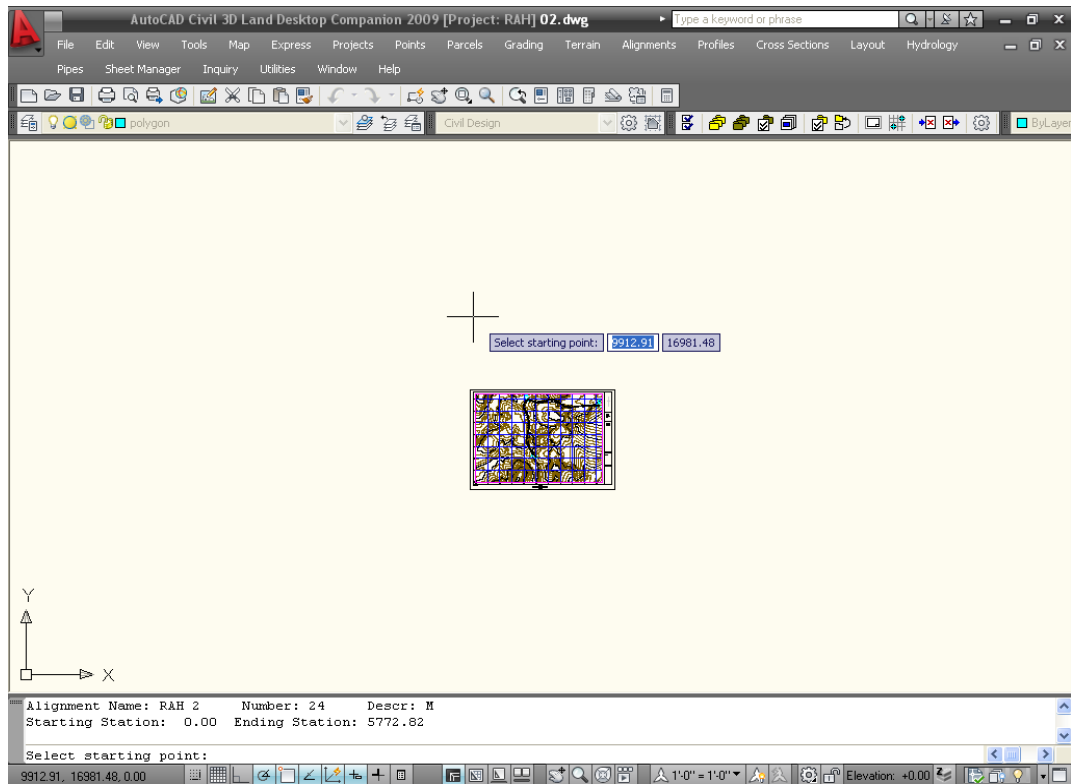
در بخش Profile Creation Parameters گزینه ی Left to Right را تیک دار کرده (برای رسم پروفیل از چپ به راست) و Import Left/Right Profile را بدون تیک کنید (در صورت تیک دار کردن این گزینه نرم افزار سه پروفیل خط وسط، چپ و راست راه را رسم می کند). گزینه ی Import Grid را تیک دار کرده و فاصله ی افقی، قائم و ارتفاع گریدها را بر حسب نظر خود برای پرینت گرفتن، وارد کنید. سپس پنجره را Ok کنید.



شکل ۱۱-۷

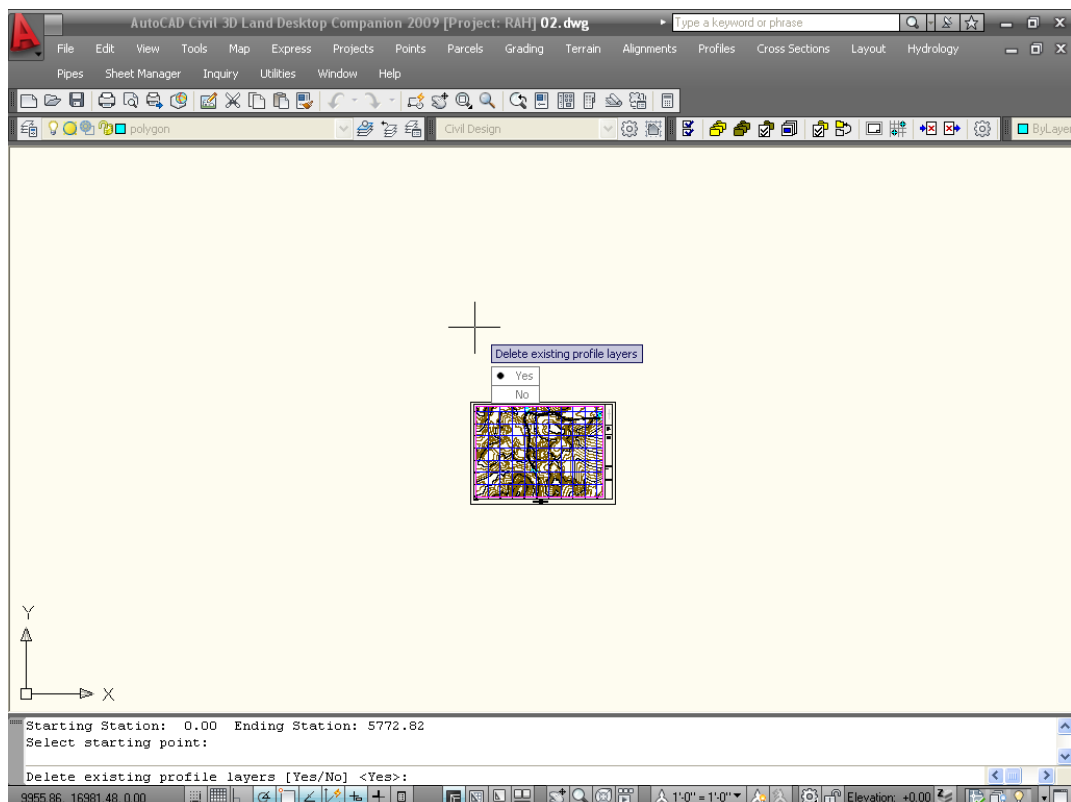


در خط فرمان پیغام **Select starting point:** ظاهر می شود. نقطه ی شروع پروفیل را روی صفحه با یک بار کلیک موس انتخاب کنید ( دقت کنید این نقطه را درجایی انتخاب کنید که روی آنچه قبلا در صفحه رسم شده، نباشد).



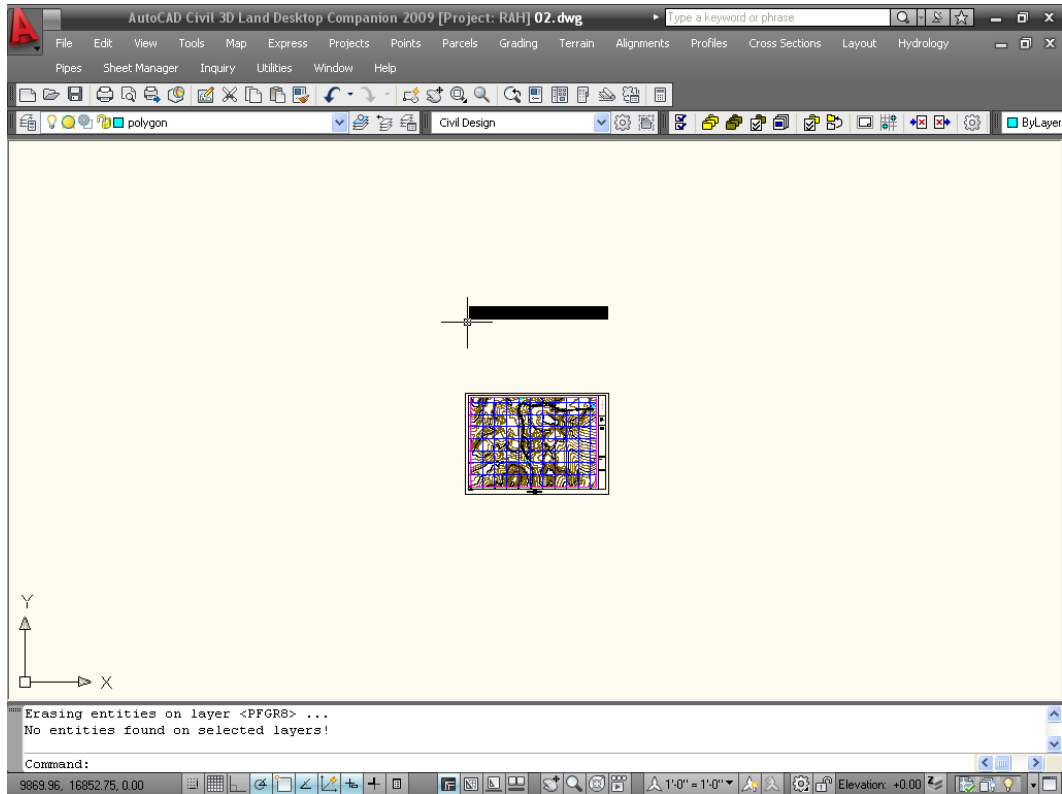
شکل ۸-۱۱

در خط فرمان در پاسخ به سوال پاک کردن پروفیل های قبلی، عبارت Y را تایپ کرده و **Enter** کنید. (پیش فرض نرم افزار **Yes** می باشد و کافی است آن را تایید کنید).



شکل ۹-۱۱

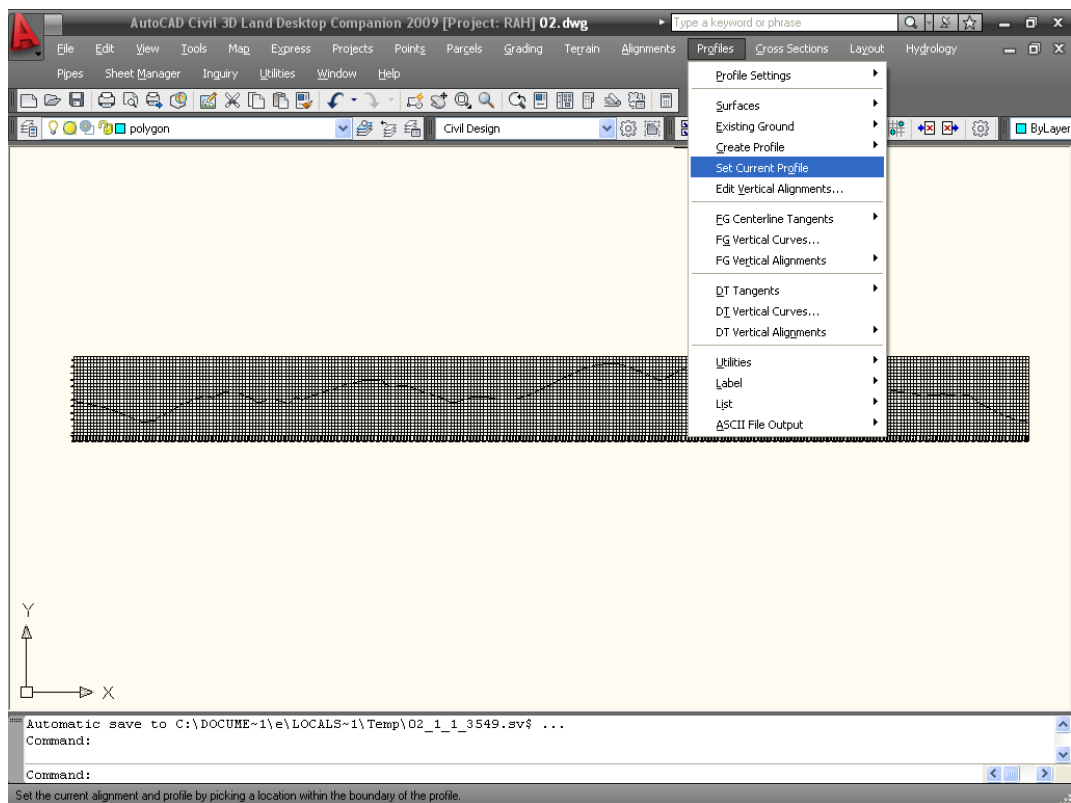
همان طور که ملاحظه می کنید پروفیل طولی ترسیم می شود.



شکل ۱۰-۱۱

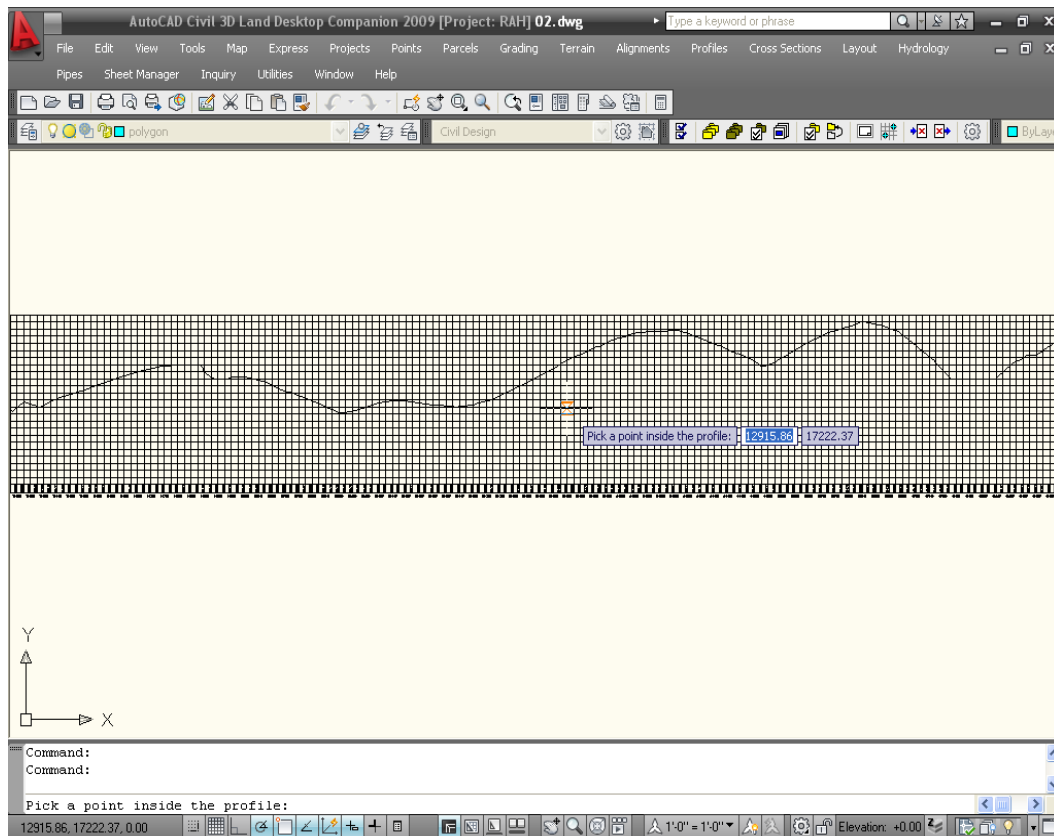
۱۲- جاری کردن پروفیل مورد نظر

برای این منظور دستور Profiles > Set Current Profile را اجرا کنید.



شکل ۱-۱۲

در پاسخ به دستور ظاهر شده، در داخل پروفیل مورد نظر کلیک کنید. به این صورت پروفیل مورد نظر به عنوان پروفیل جاری انتخاب می شود.



شکل ۱۲-۲

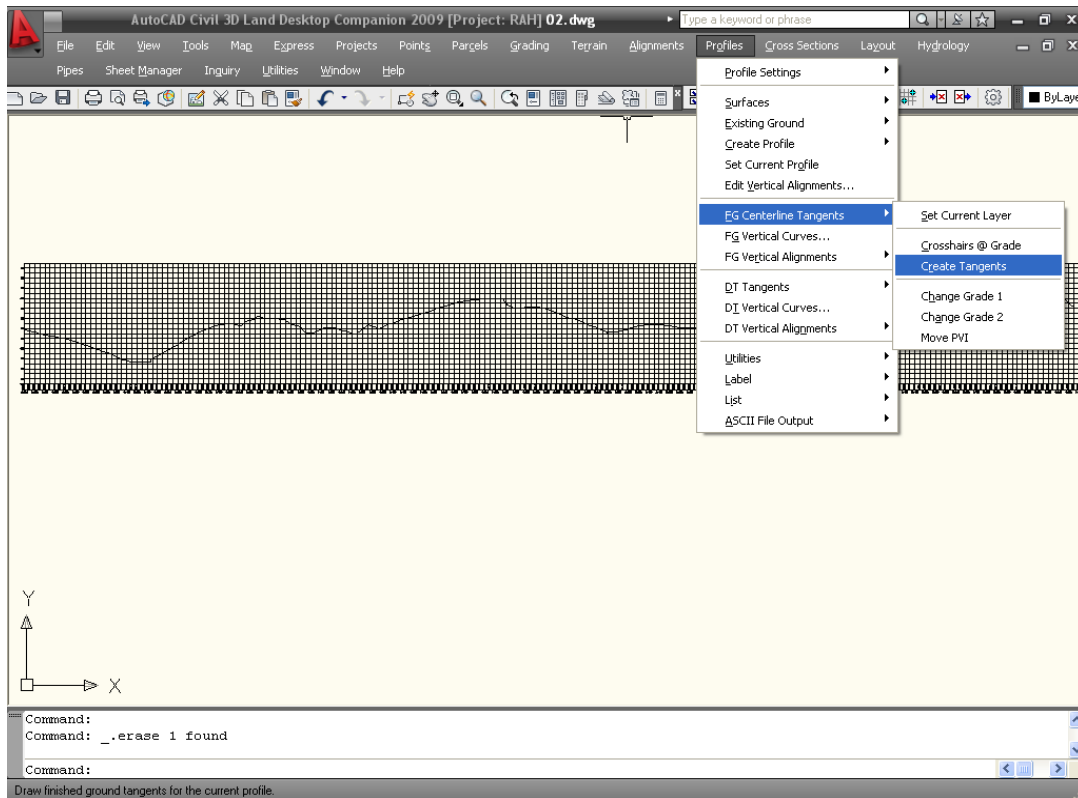
### ۱۳- ترسیم خط پروژه

در این مرحله برای رسم خط پروژه دو روش وجود دارد: ۱- روش دستی ۲- روش کیلومتر از ایستگاه ها قبل از توضیح این روش ها لازم است در کشیدن خط پروژه نکات زیر را در نظر بگیرید:

- ۱- شیب های خط پروژه از حدود مجاز تجاوز نکند.
- ۲- در زمین های مسطح حداقل شیب طولی رعایت شود.
- ۳- خط پروژه از نقاط اجباری پروژه بگذرد.
- ۴- برای ایجاد دید بهتر سعی کنید قوس قائم در محدوده ی قوس افقی قرار گرفته و بر آن منطبق شود.
- ۵- قوس های قائم روی قوس های کلوتئید قرار نگیرند (ولی قوس های قائم می توانند روی قوس ساده ی دایره ای قرار گیرند).
- ۶- از قرار گرفتن شروع قوس های افقی تیز در قوس قائم پرهیز کنید.
- ۷- بین خاکبرداری و خاکریزی تا حدودی تعادل برقرار باشد.

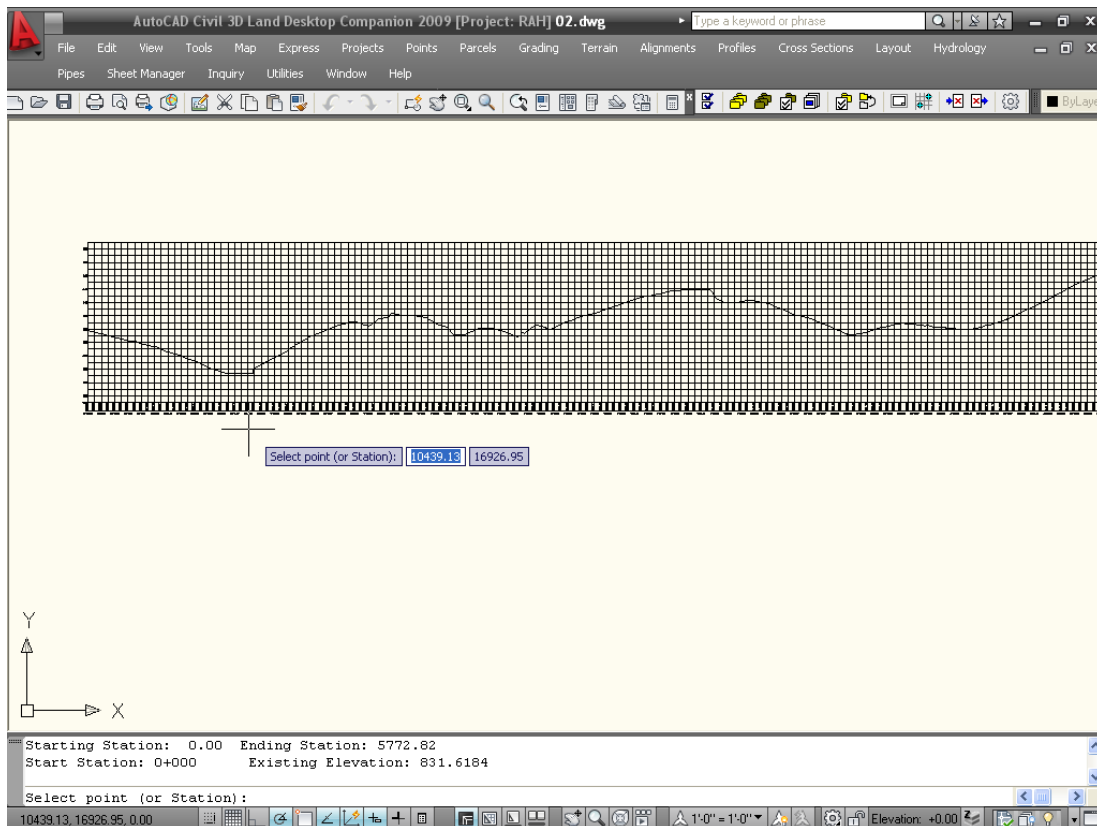
## ۱- روش دستی

برای این منظور دستور Profiles > FG Centerline Tangents > Create Tangents را اجرا کنید.



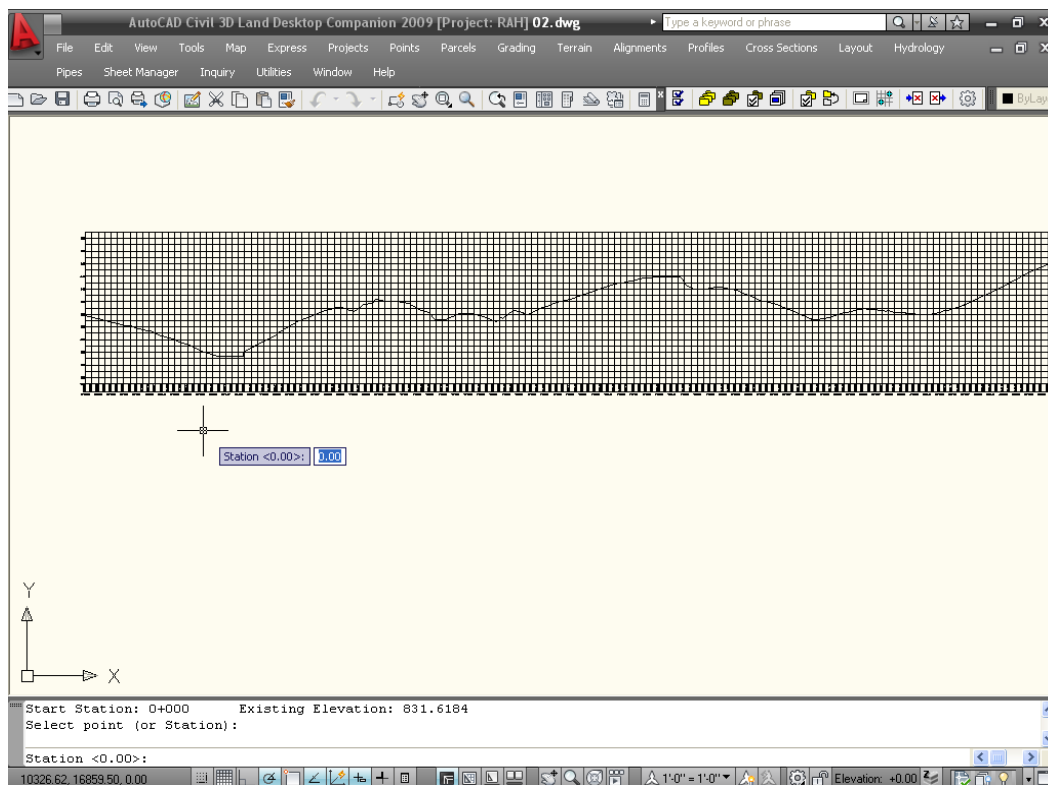
شکل ۱-۱۳

در خط فرمان دستور Select point (or station): ظاهر می شود کلید Enter را بزنید.



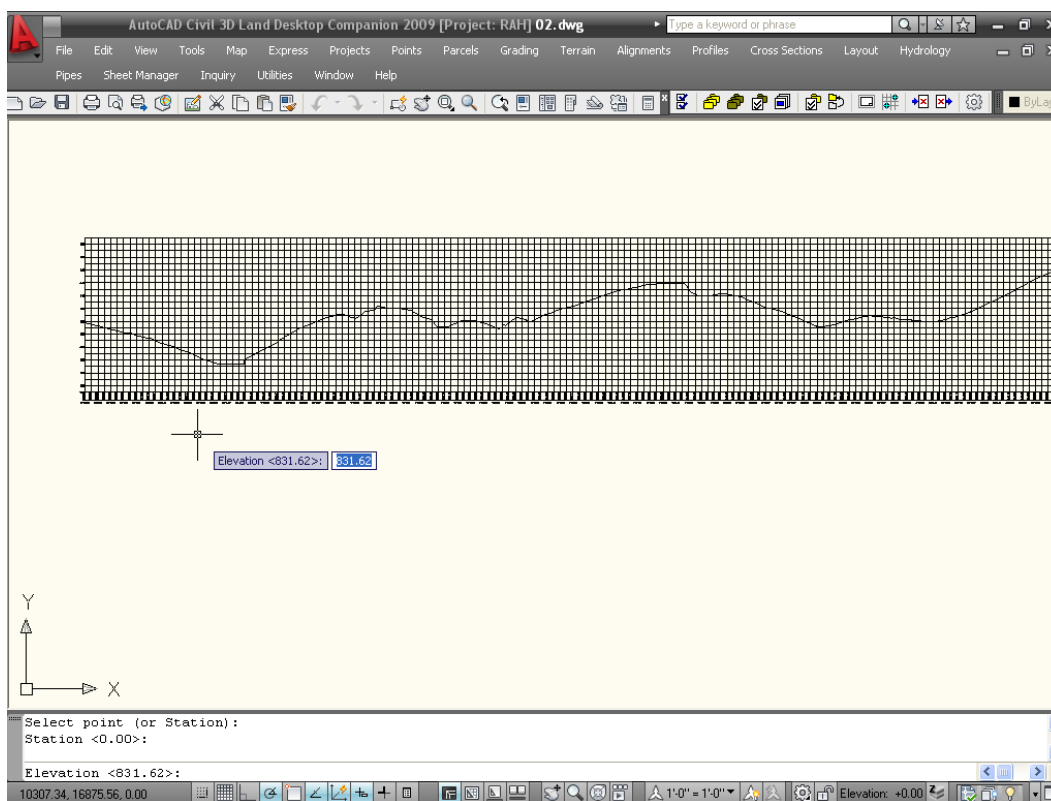
شکل ۲-۱۳

دستور: <0.00> Station، را نیز Enter کنید.



شکل ۳-۱۳

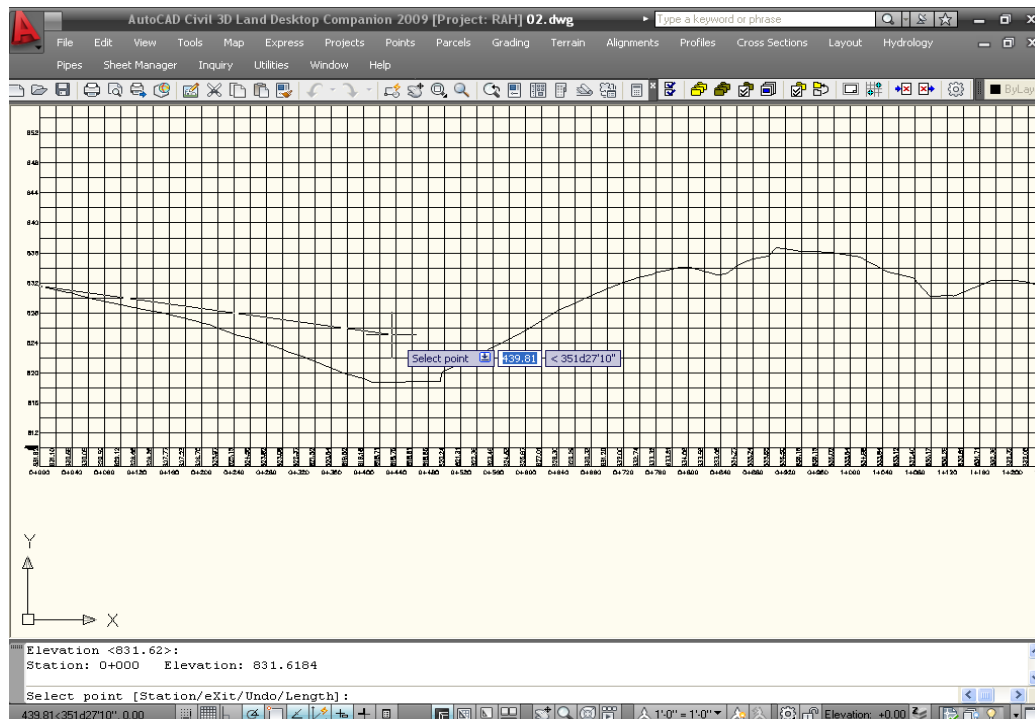
دستور: <831.62> Elevation، را Enter کنید تا این مقدار به عنوان ارتفاع نقطه ی ابتدای مسیر در نظر گرفته شود.



شکل ۴-۱۳

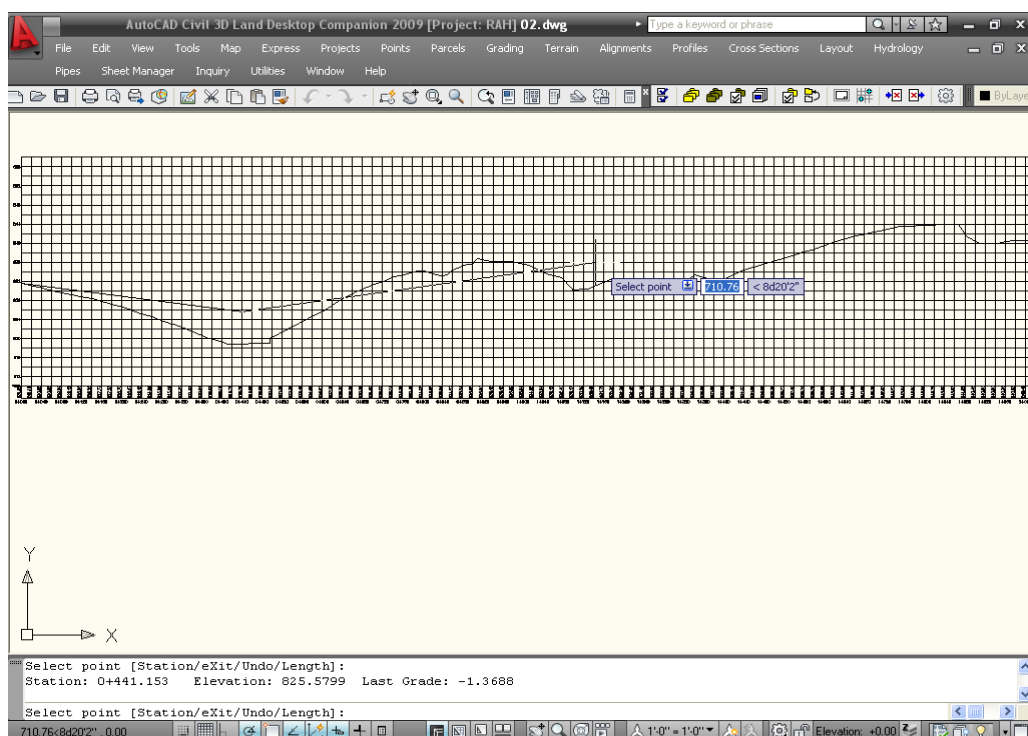
به این ترتیب خطی که با موس هدایت می شود به ابتدای پروفیل عوارض زمین متصل می شود.

در پاسخ به دستور : **Select point [ Station/exit/Undo/Length]**، نقطه ی بعدی خط پروژه را با کلیک موس روی ایستگاه های مورد نظر انتخاب می کنیم. ولی لازم است قبل از این کار ابتدا کیلومتر از ایستگاه های ابتدا و میانه و انتهای قوس های افقی ساده یا کلوئید و نقاط اجباری پروژه را از روی پلان یادداشت کرده و سپس با توجه به کیلومتر از این ایستگاه ها و موارد فوق (۳ تا ۷) خط پروژه را رسم کنید.



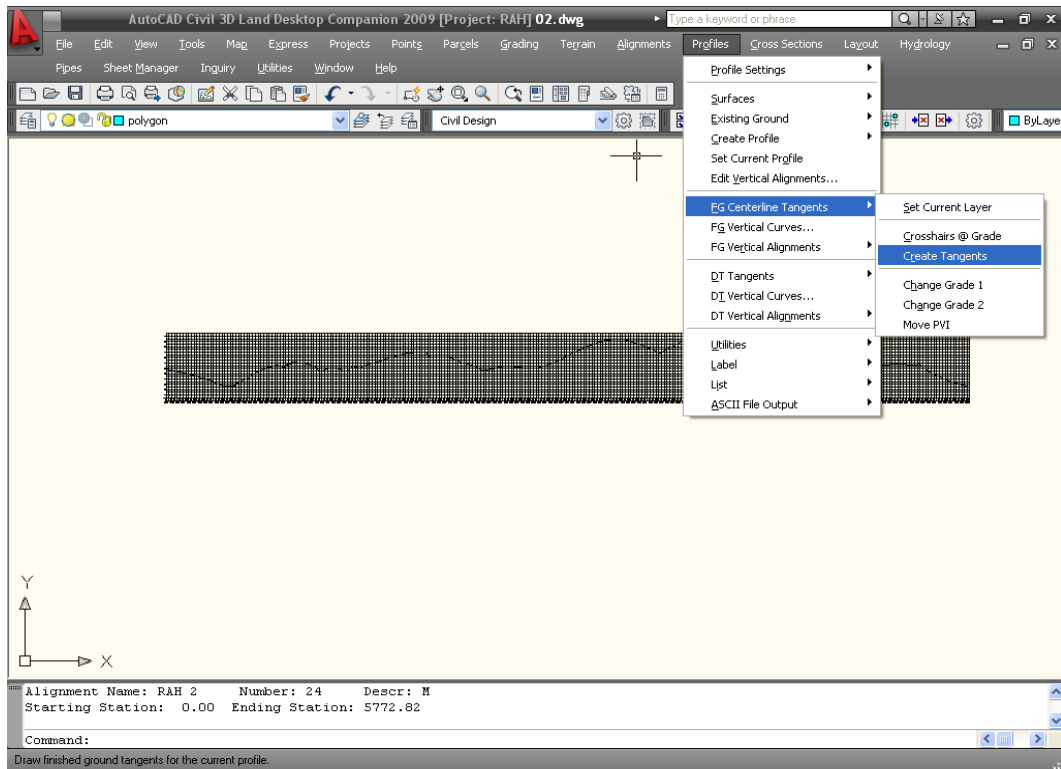
شکل ۱۳-۵

بعد از رسم این قسمت از خط پروژه، دوباره دستور : **Select point [ Station/exit/Undo/Length]** ظاهر می شود. مانند آنچه که در بالا ذکر شد عمل کنید.



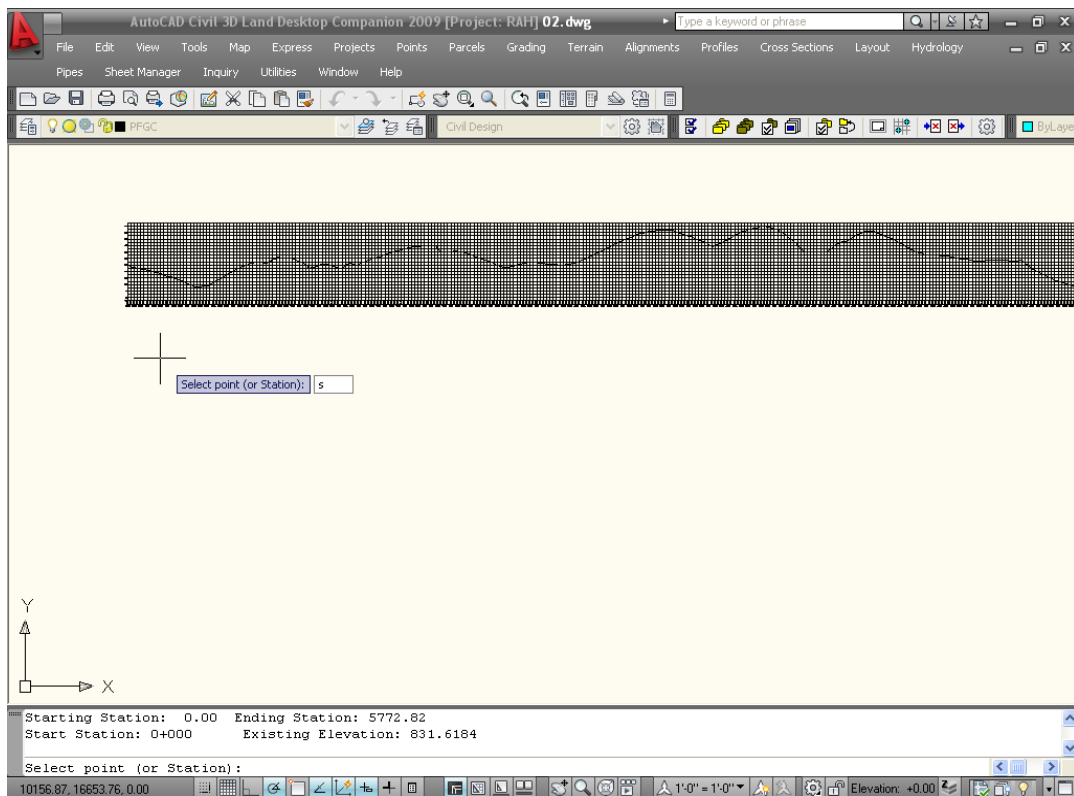
شکل ۱۳-۶

دستور Profiles > FG Centerline Tangents > Create Tangents را اجرا کنید.



شکل ۷-۱۳

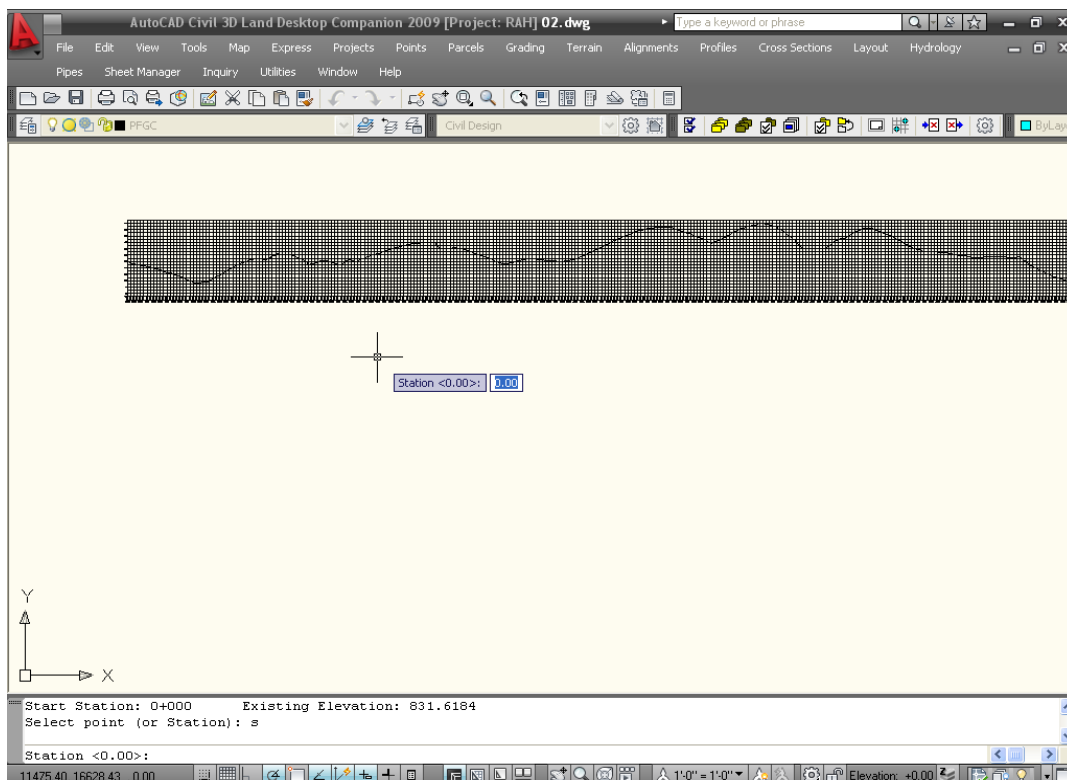
در پاسخ به دستور: Select point (or station)، برای وارد کردن کیلومتر نقطه اول، حرف S را تایپ کرده و کلید Enter را بزنید.



شکل ۸-۱۳

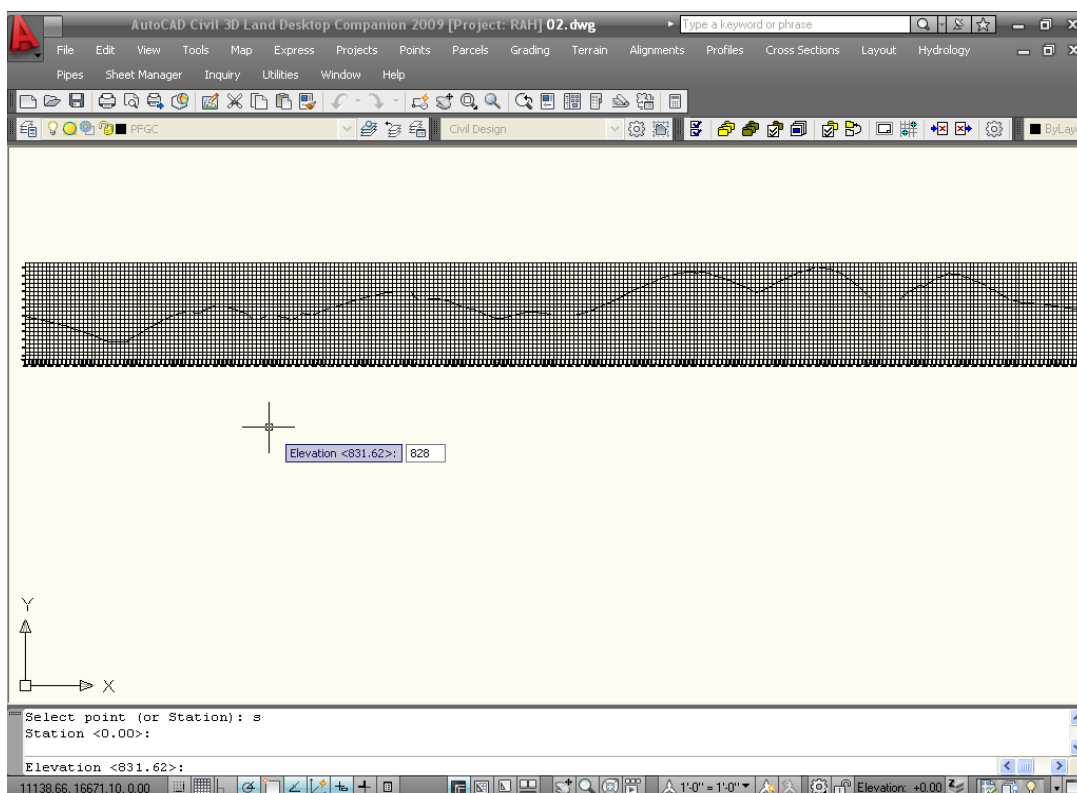


دستور: Station <0.00>، را Enter کنید.



شکل ۹-۱۳

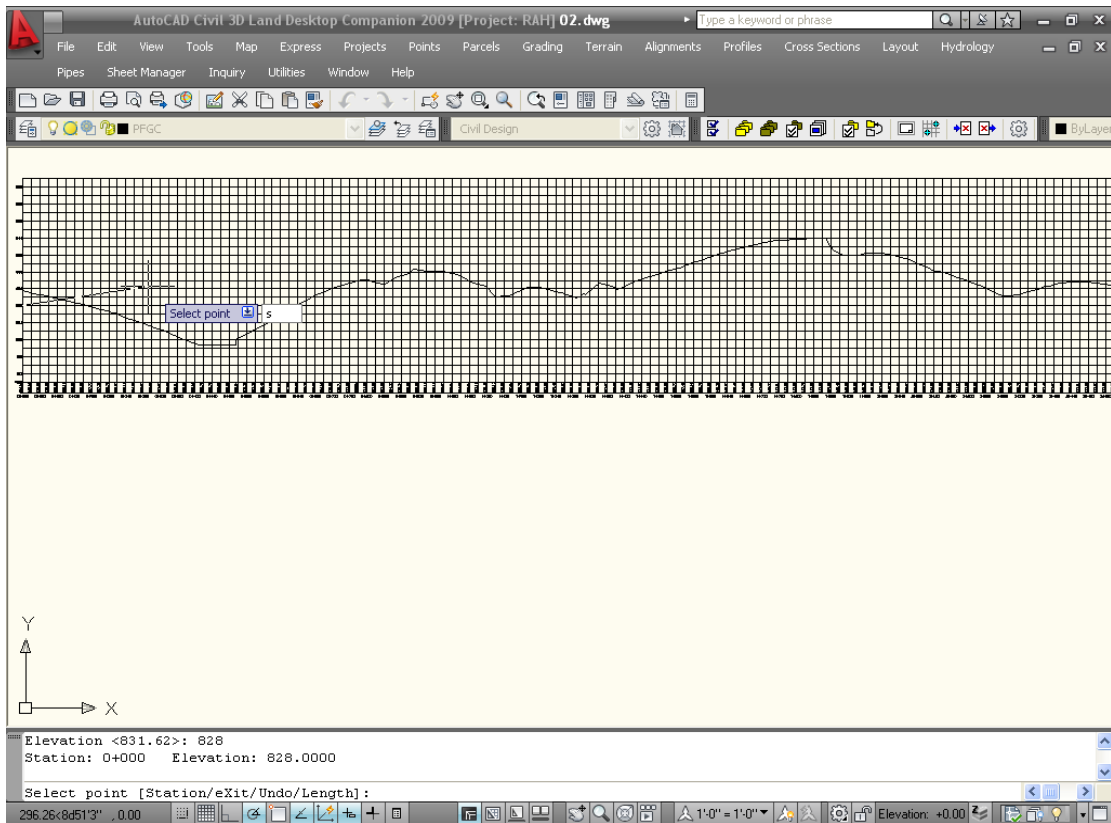
در پاسخ به دستور: Elevation <831.62>، ارتفاع نقطه ی ابتدای مسیر را ۸۲۸ وارد کرده و Enter کنید.



شکل ۱۰-۱۳

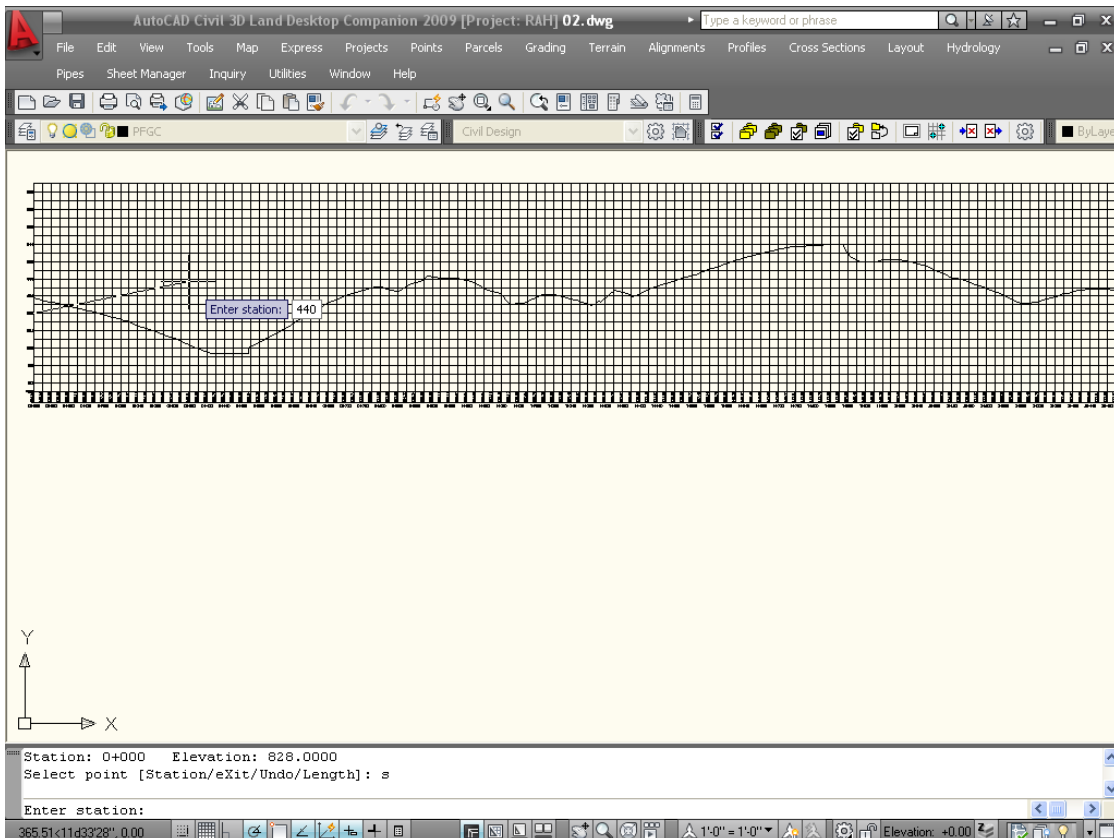
به این ترتیب خطی که با موس هدایت می شود به ابتدای پروفیل عوارض زمین متصل می شود.

در پاسخ به دستور : Select point [ Station/exit/Undo/Length] ، حرف S را در خط فرمان تایپ کرده و Enter کنید.



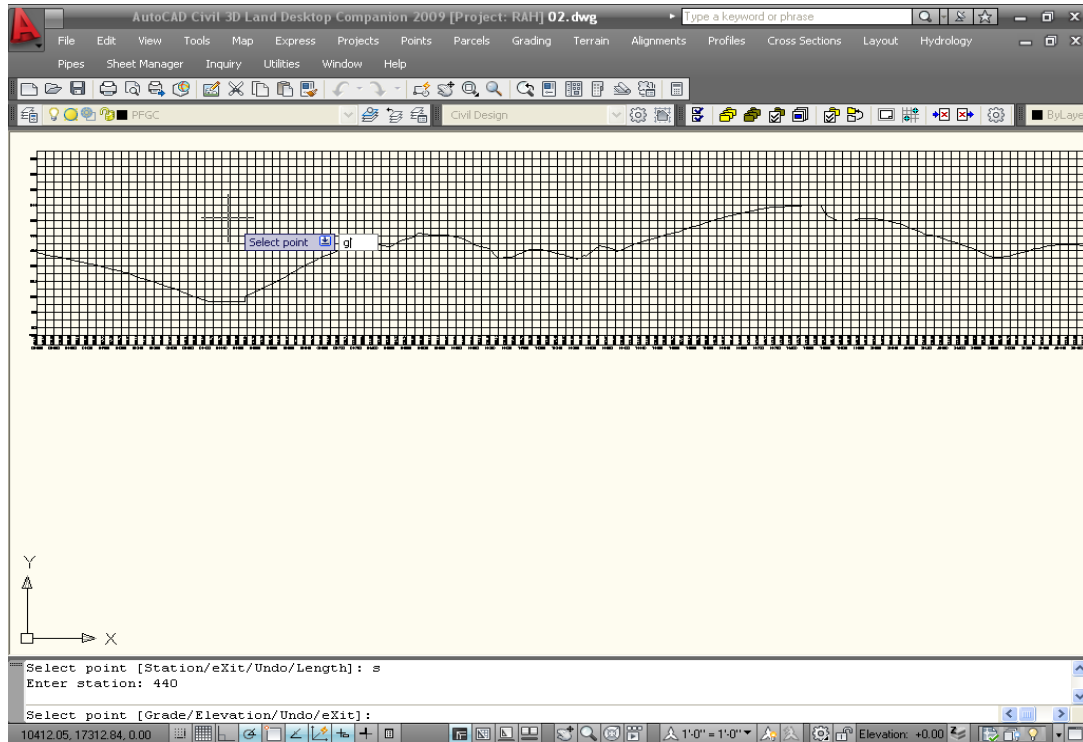
شکل ۱۱-۱۳

در پاسخ به دستور : Enter Station: کیلومتر از ایستگاه موردنظر را وارد کنید و کلید Enter را بزنید.



شکل ۱۲-۱۳

در پاسخ به دستور : Select point [Grade/Elevation/Undo/exit]، حرف G را وارد کرده و Enter کنید.

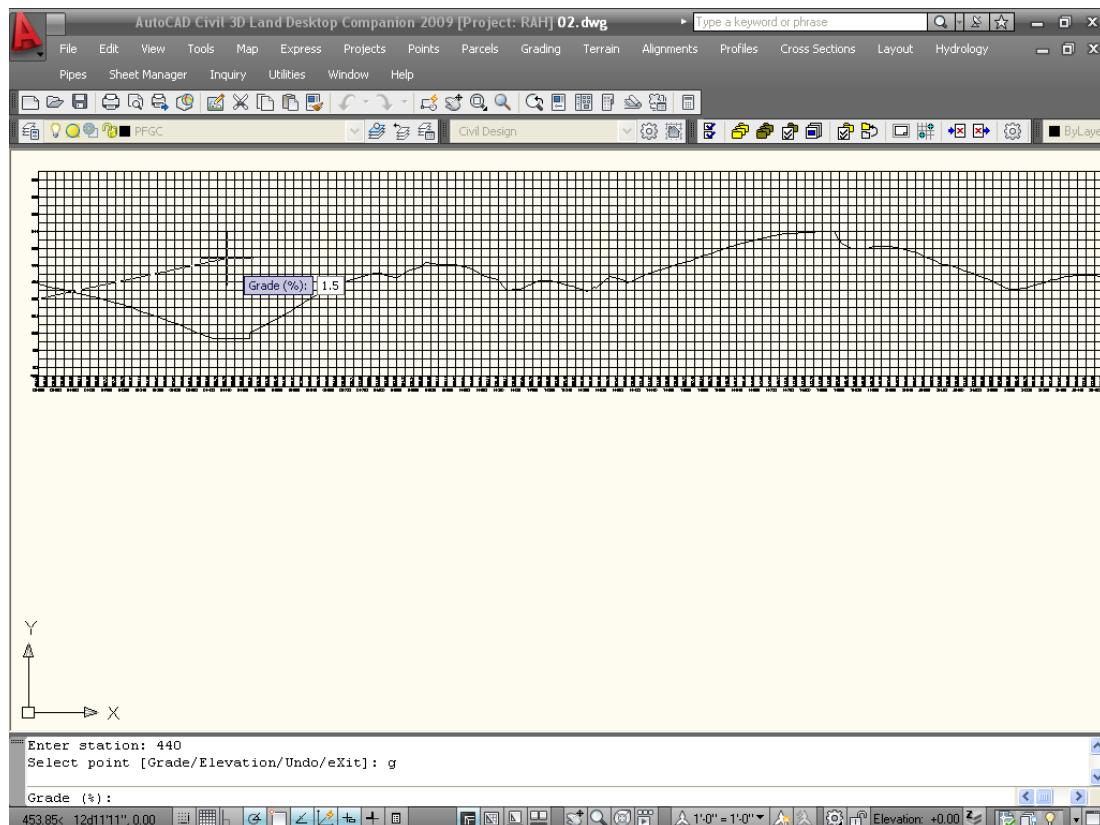


شکل ۱۳-۱۳

در پاسخ به دستور : Grade (%)، شیب خط پروژه بین ایستگاه اول و این ایستگاه را با درصد تایپ و Enter کنید.

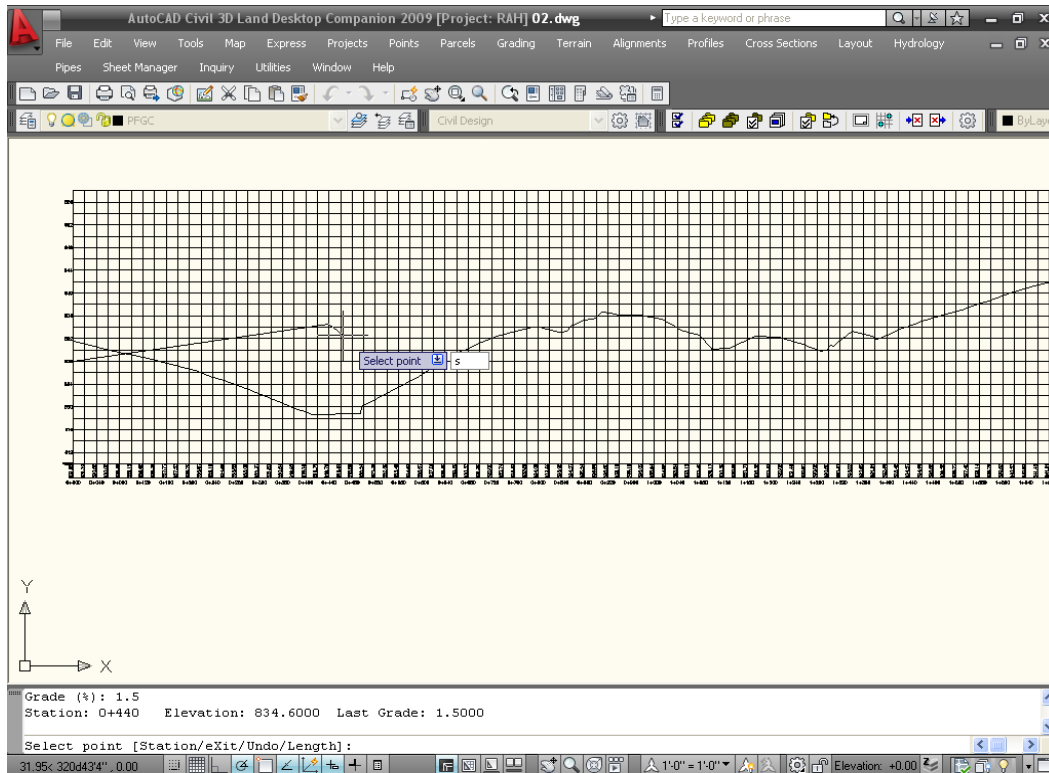
مثلا اگر شیب ۱/۵٪ در سربالایی دارید وارد کنید: Grade (%): 1.5.

در سرازیری شیب را با علامت - وارد کنید.



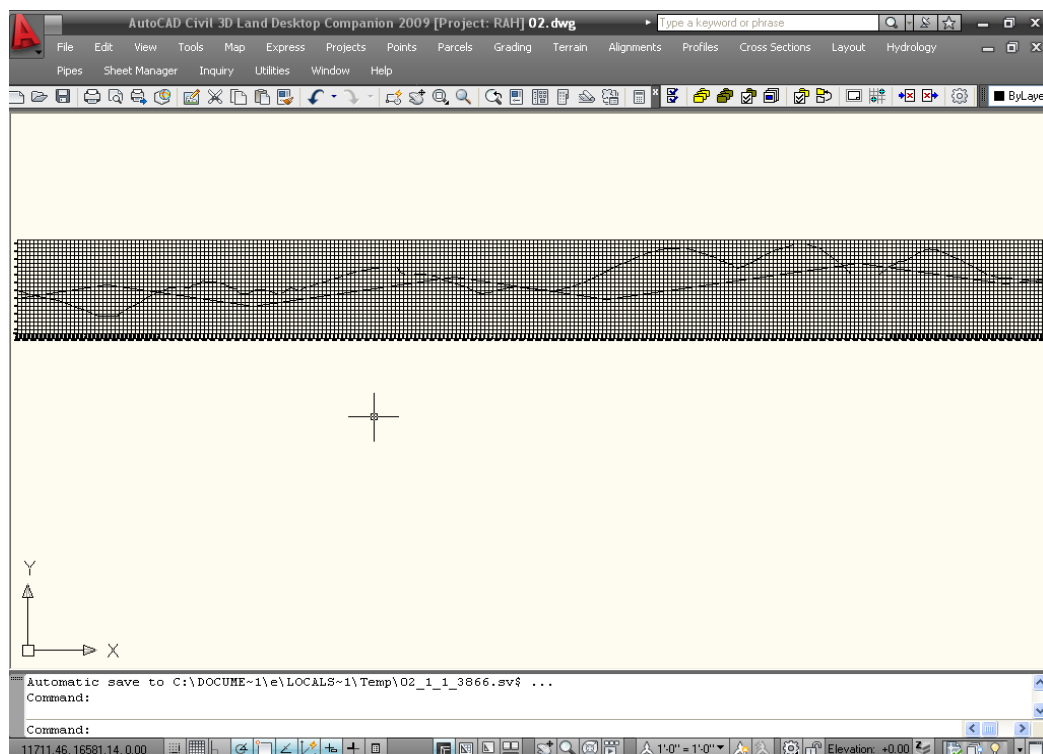
شکل ۱۴-۱۳

همان طور که ملاحظه می کنید نرم افزار این قسمت از خط پروژه را رسم می کند.  
دوباره دستور : Select point [ Station/exit/Undo/Length] ظاهر می شود. مانند آنچه که در بالا ذکر شد عمل کنید.  
دقت کنید از هر روشی که برای رسم خط پروژه استفاده می کنید، سعی کنید ۷ مورد ذکر شده درباره ی رسم خط پروژه را تا  
آنجا که ممکن است در ترسیم در نظر بگیرید.



شکل ۱۳-۱۵

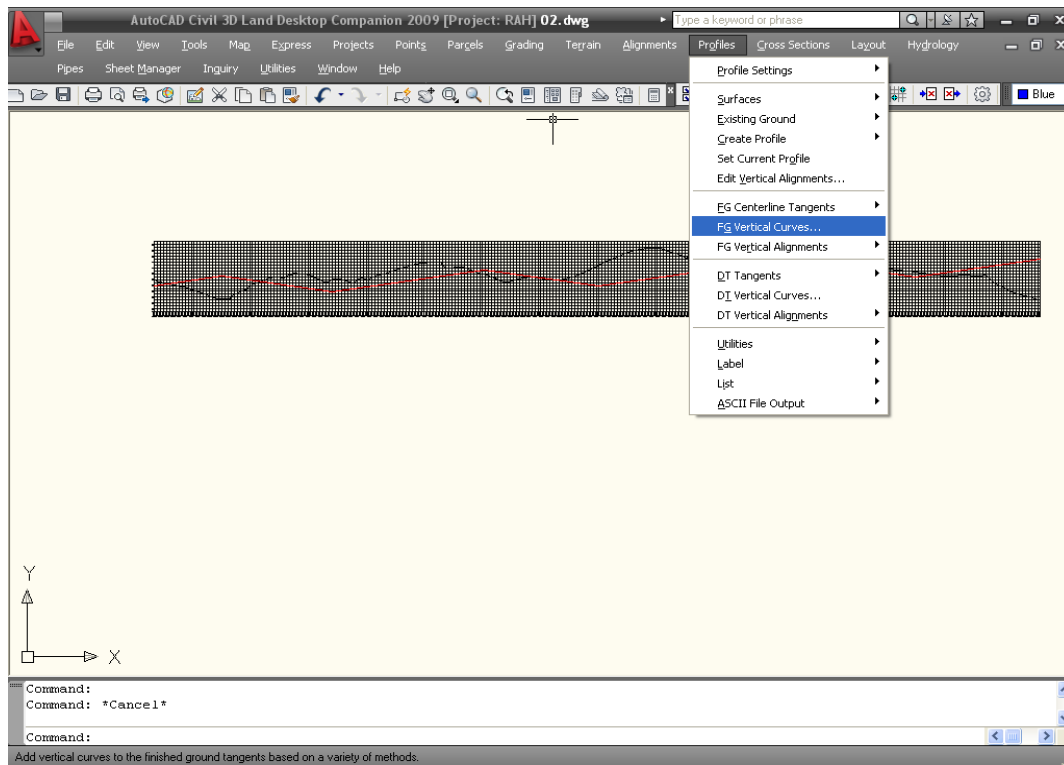
به این ترتیب خط پروژه را با روش های ذکر شده ترسیم می کنیم.



شکل ۱۳-۱۶

## ۱۴- طراحی قوس های قائم

طراحی قوس های قائم را برای دو حالت قوس های کوژ و کاس انجام می دهیم.  
برای این منظور دستور Profiles > FG Vertical Curves... را اجرا کنید.



شکل ۱۴-۱

پنجره ی Vertical Curves باز می شود. در این پنجره روش های مختلف طراحی قوس های کوژ و کاس ارائه شده، که در اینجا به دو مورد از آن ها اشاره می کنیم:

### ۱- طراحی قوس های قائم بر اساس طول قوس (Length):

بر این اساس برای طراحی قوس کوژ این گونه عمل می کنیم:

۱- بر اساس سرعت طراحی، حداقل طول قوس را با استفاده از رابطه زیر بدست آورید.

$$\text{Minimum Curve Length} = 0.6v$$

۲- بر اساس سرعت طراحی، مقدار شاخص K را از جدول ۱۴-۱ به دست آورده و با استفاده از رابطه ی زیر مقدار طول قوس را به دست آورید.

$$L = KA$$

$$A = |G_2 - G_1|$$

که در این روابط داریم:

$$G_1 = \text{شیب اول (درصد)}$$

$$G_2 = \text{شیب دوم (درصد)}$$

$$A = \text{قدر مطلق تفاضل جبری شیب طرفین}$$

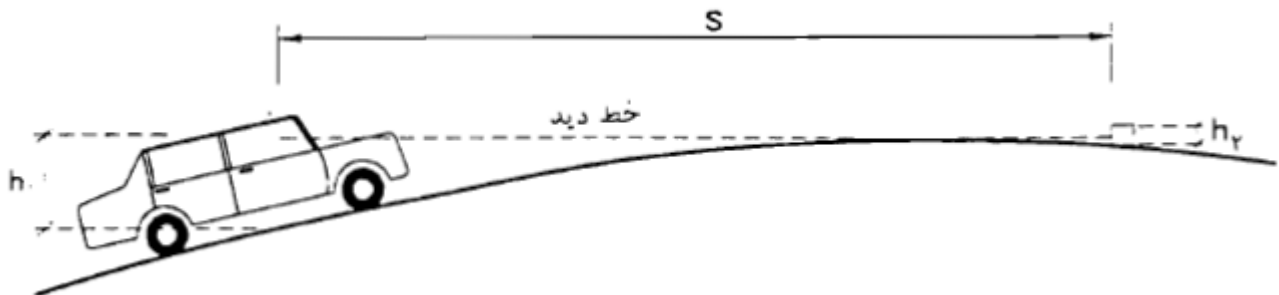
$K$  = ضریبی است که بستگی به فاصله دید توقف لازم در سرعت های طرح مختلف دارد.

معنای فیزیکی آن طول لازم برای قوس قائم به ازاء یک درصد تغییر شیب طولی است.

۱۳۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۲۹۰	۲۵۵	۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۳۰	۱۰۵	۸۵	۶۵	۵۰	۳۰	فاصله دید توقف S به متر
۲۰۸	۱۶۱	۱۲۰	۸۹	۶۳	۴۲	۲۷	۱۸	۱۱	۷	۳	حداقل مقدار K به متر

جدول ۱۴-۱ مقادیر حداقل K برای قوس های قائم کوژ (محدب)

- ۳- از بین طول قوس های به دست آمده از گام های ۱ و ۲، بزرگترین مقدار را انتخاب و به بالا گرد کنید یا عددی بیشتر از آن را وارد کنید. دقت کنید اگرچه زیاد شدن طول قوس ایمنی را افزایش می دهد ولی هزینه ی پروژه را نیز بالا می برد.
- ۴- طول قوس های قائم باید به اندازه ای باشد که حداقل فاصله دید توقف برای راننده وسیله ی نقلیه فراهم شود (شکل ۱۴-۲).



شکل ۱۴-۲ محدودیت دید در قوس کوژ

برای این منظور بر اساس سرعت طراحی، حداقل مسافت دید توقف (S) را از جدول ۱۴-۱ به دست آورید.

۵- با مقایسه S و L دو حالت ممکن است:

حالت اول:  $L > S$  باشد.

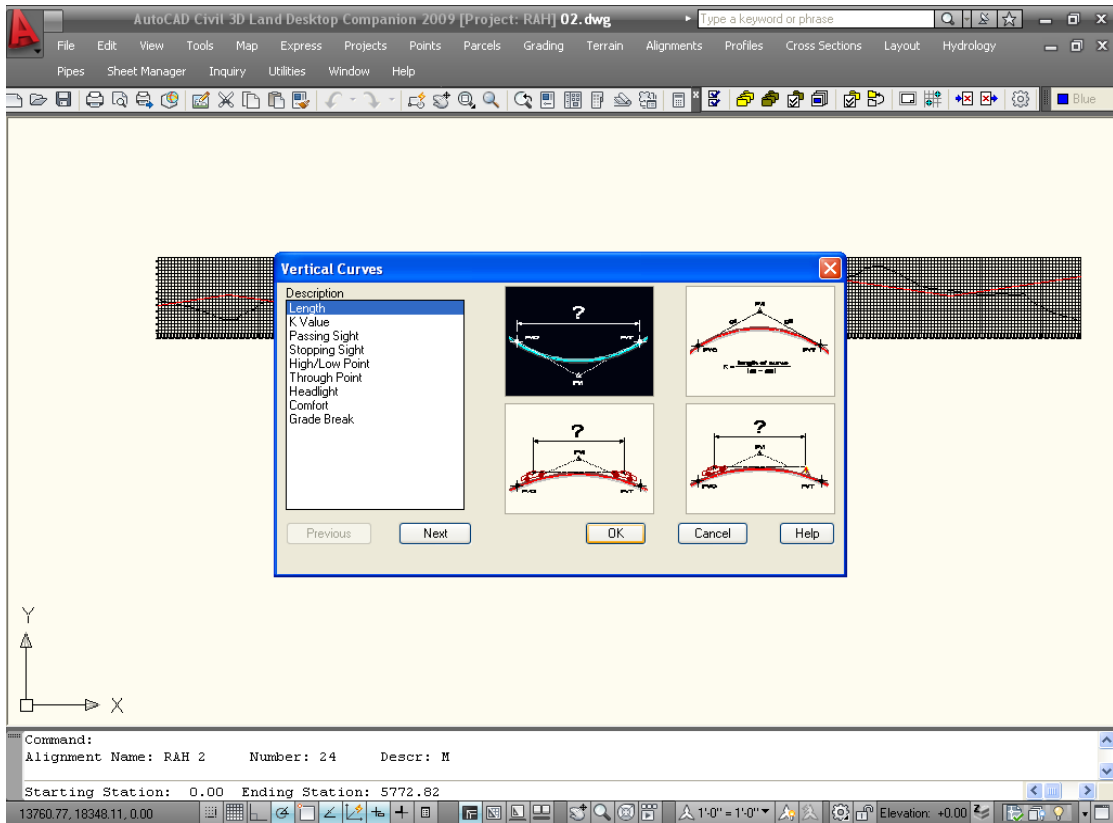
حالت دوم:  $L < S$  باشد.

در بیشتر راهنماها از حالت  $L > S$  استفاده شده است. در اینجا نیز از این حالت طراحی استفاده شده است.

حال برای ترسیم قوس کوژ به ترتیب زیر عمل کنید:

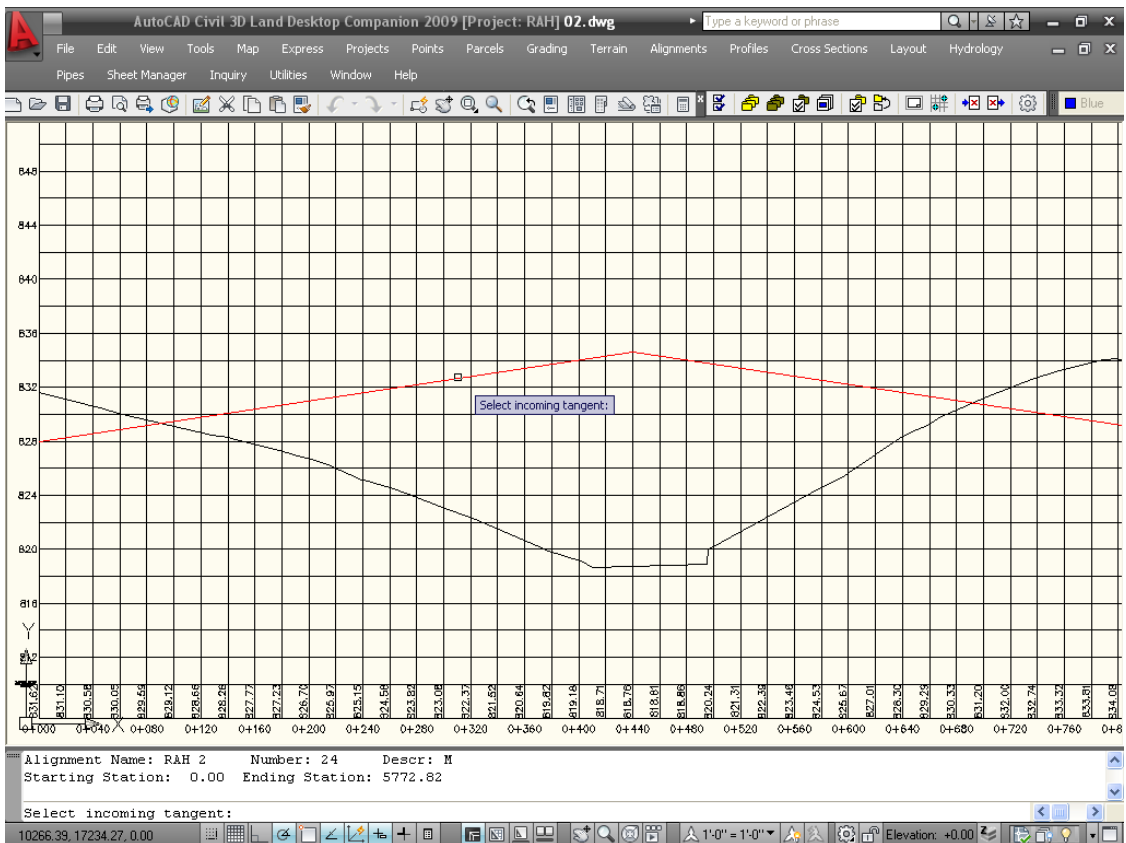
در پنجره ی Vertical Curves، روی گزینه ی Length کلیک کرده و پنجره را Ok کنید.





شکل ۳-۱۴

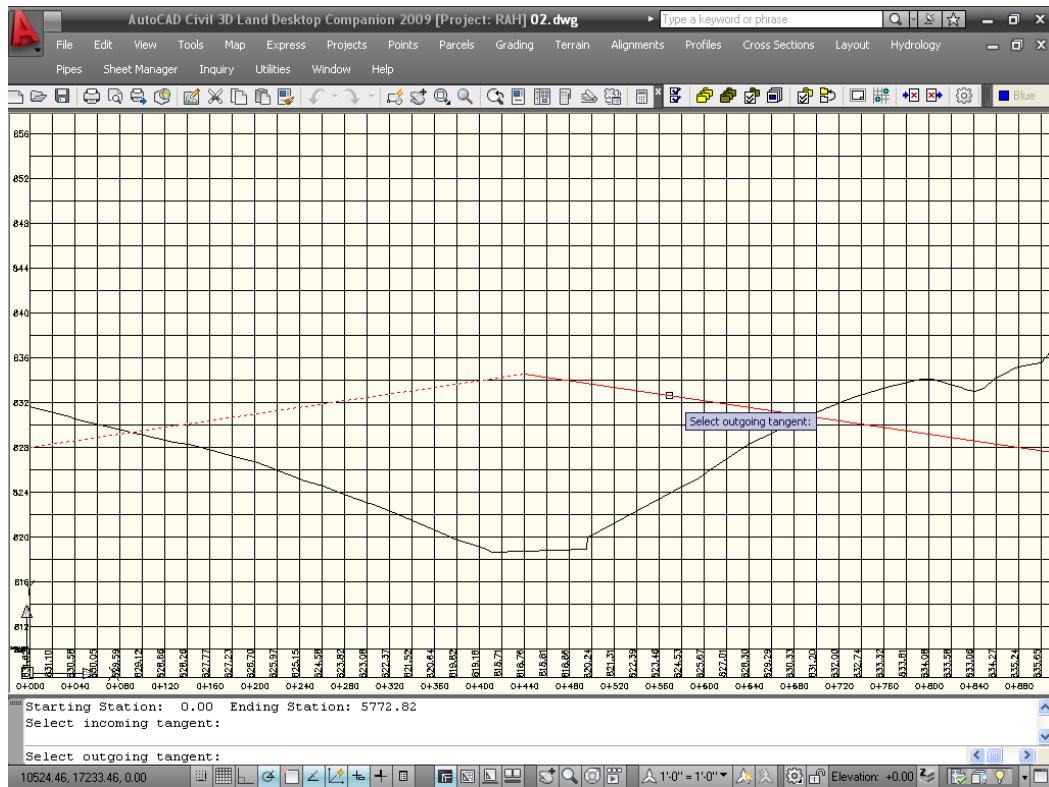
در خط فرمان پیغام : Select incoming tangent ظاهر می شود.  
روی مماس ورودی قوس کوژ کلیک کنید.



شکل ۴-۱۴

در خط فرمان پیغام : Select outgoing tangent ظاهر می شود.

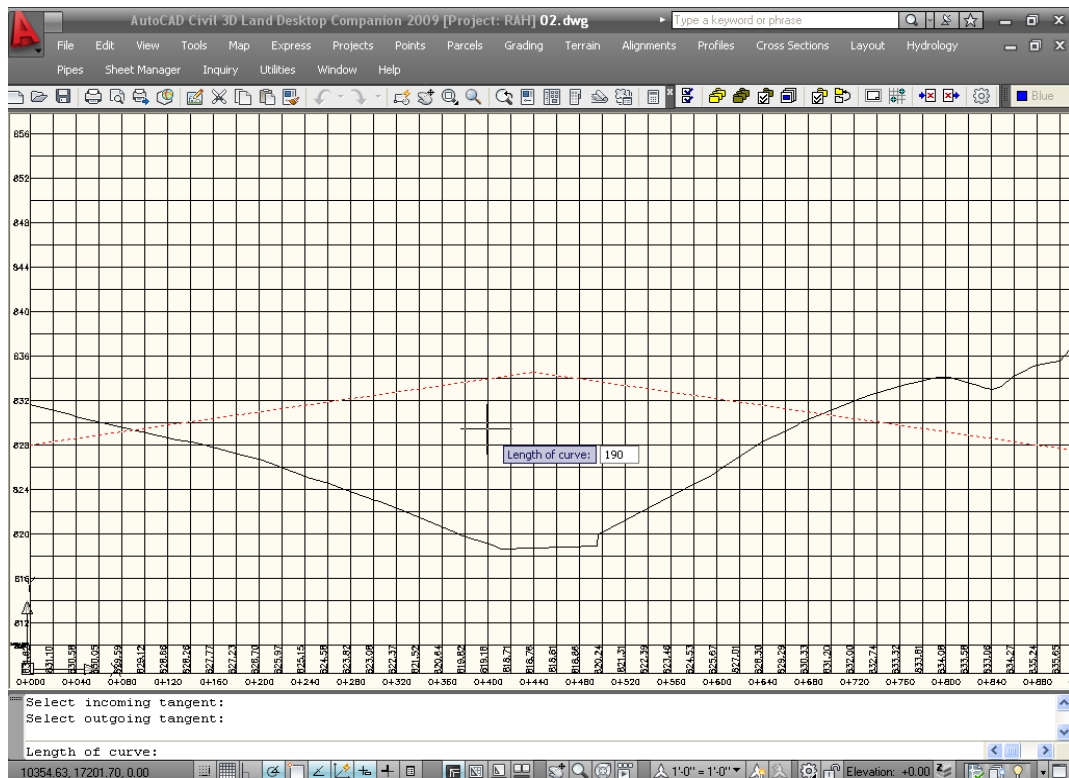
روی مماس خروجی قوس کوژ کلیک کنید.



شکل ۱۴-۵

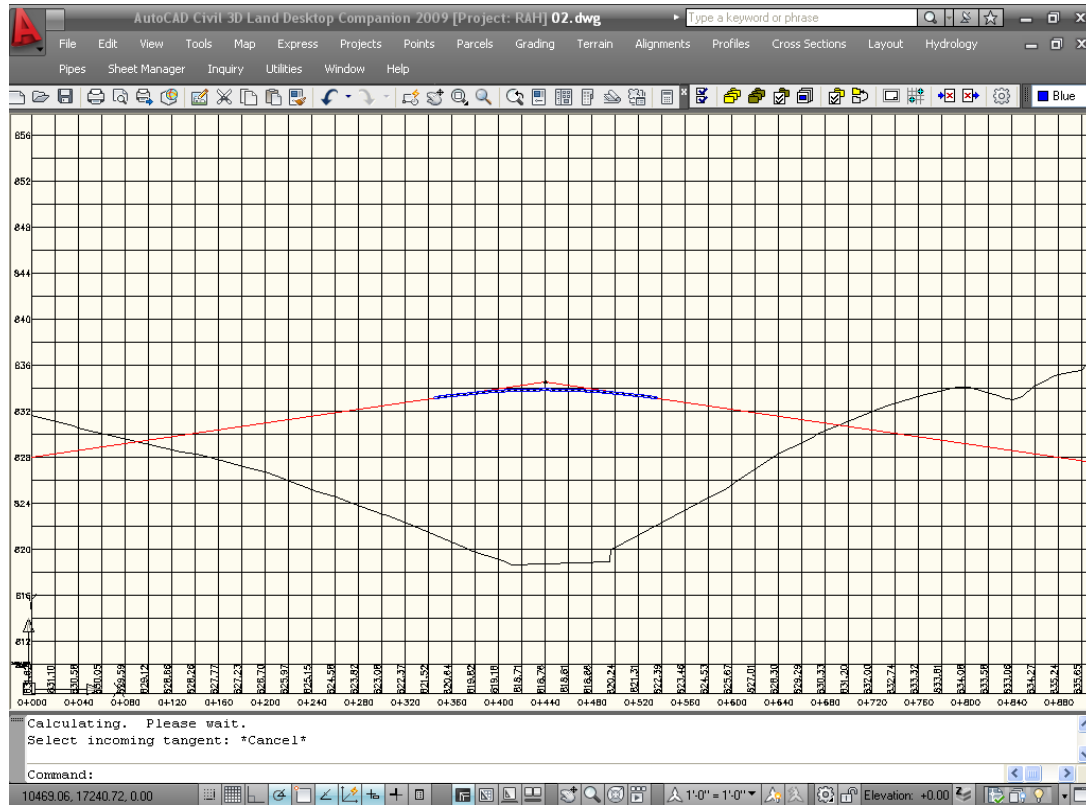
در خط فرمان پیغام : Length of curve ظاهر می شود.

طول قوس به دست آمده از گام ۳ را وارد نموده و سپس کلید Enter را بزنید.



شکل ۱۴-۶

همان طور که ملاحظه می فرمائید قوس طراحی شده رسم می شود (در صورت تمایل به خروج کلید Esc را بزنید).



شکل ۱۴-۷

حال برای طراحی قوس های کاس به ترتیب زیر عمل کنید:

۱- بر اساس سرعت طراحی، حداقل طول قوس را با استفاده از رابطه زیر بدست آورید.

$$\text{Minimum Curve Length} = 0.6V$$

۲- بر اساس سرعت طراحی، مقدار شاخص K را از جدول ۱۴-۲ به دست آورده و با استفاده از رابطه ی زیر مقدار طول قوس را به دست آورید.

$$L = KA$$

$$A = |G_2 - G_1|$$

که در این روابط داریم:

$G_1$  = شیب اول (درصد)

$G_2$  = شیب دوم (درصد)

$A$  = قدر مطلق تفاضل جبری شیب طرفین

$K$  = ضریبی است تابع سرعت طرح و وضعیت روشنایی راه که از جدول ۱۴-۲ به دست می آید.

۱۳۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۲۹۰	۲۵۵	۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۳۰	۱۰۵	۸۵	۶۵	۵۰	۳۰	فاصله دید توقف S به متر
۷۴	۶۴	۵۴	۴۶	۳۸	۲۹	۲۲	۱۷	۱۲	۸	۴	حداقل مقدار K به متر

جدول ۱۴-۲ مقادیر حداقل K برای قوس های قائم کاس (مقرع)

۳- با استفاده از رابطه ی زیر مقدار L را براساس معیار راحتی راننده در قوس های کاس به دست آورید.

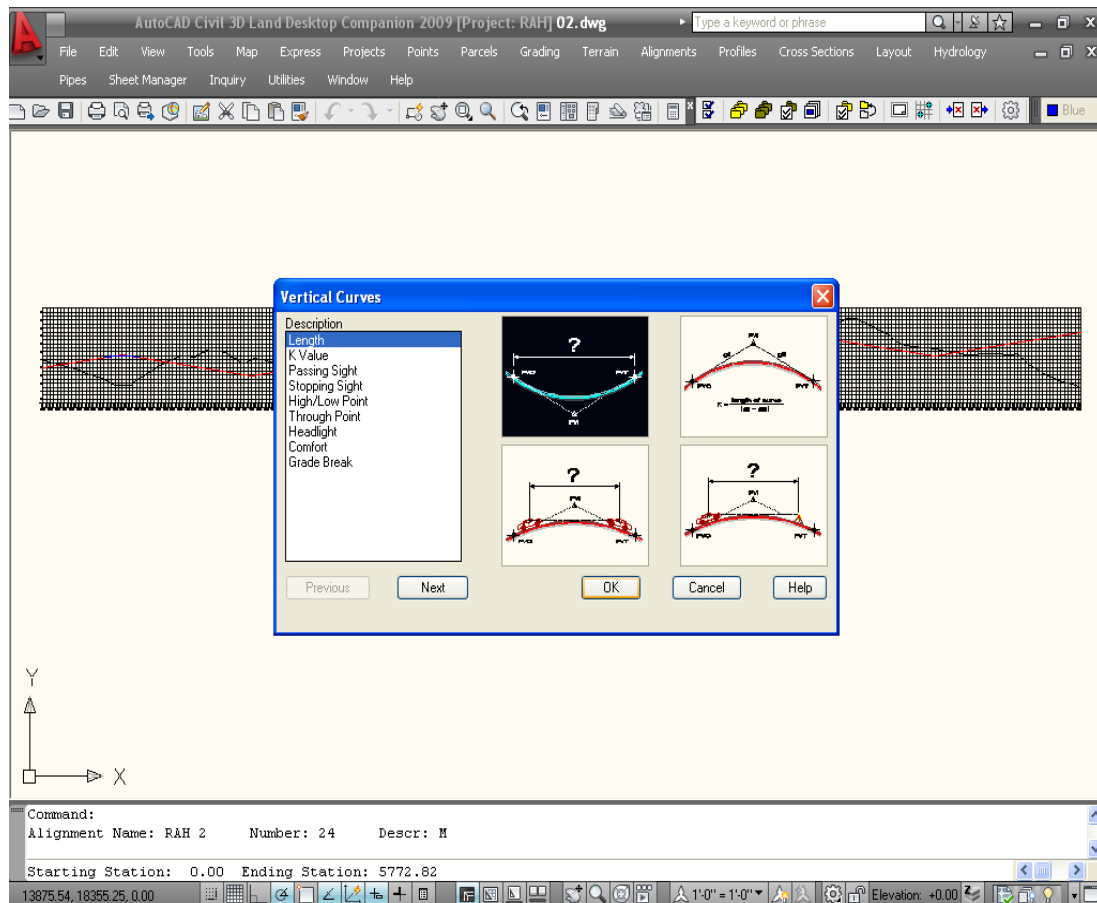
$$L = \frac{AV^2}{395}$$

۴- از بین طول قوس های به دست آمده از گام های ۱ و ۲ و ۳، بزرگترین را انتخاب و به بالا گرد کنید یا عددی بیشتر از آن را وارد کنید.

۵- بر اساس سرعت طراحی، حداقل مسافت دید توقف (S) را از جدول ۱۴-۲ به دست آورید و همان طور که در طرح قوس کوژ به آن اشاره شد با L مقایسه کنید.

حال برای ترسیم قوس کاس به ترتیب زیر عمل کنید:

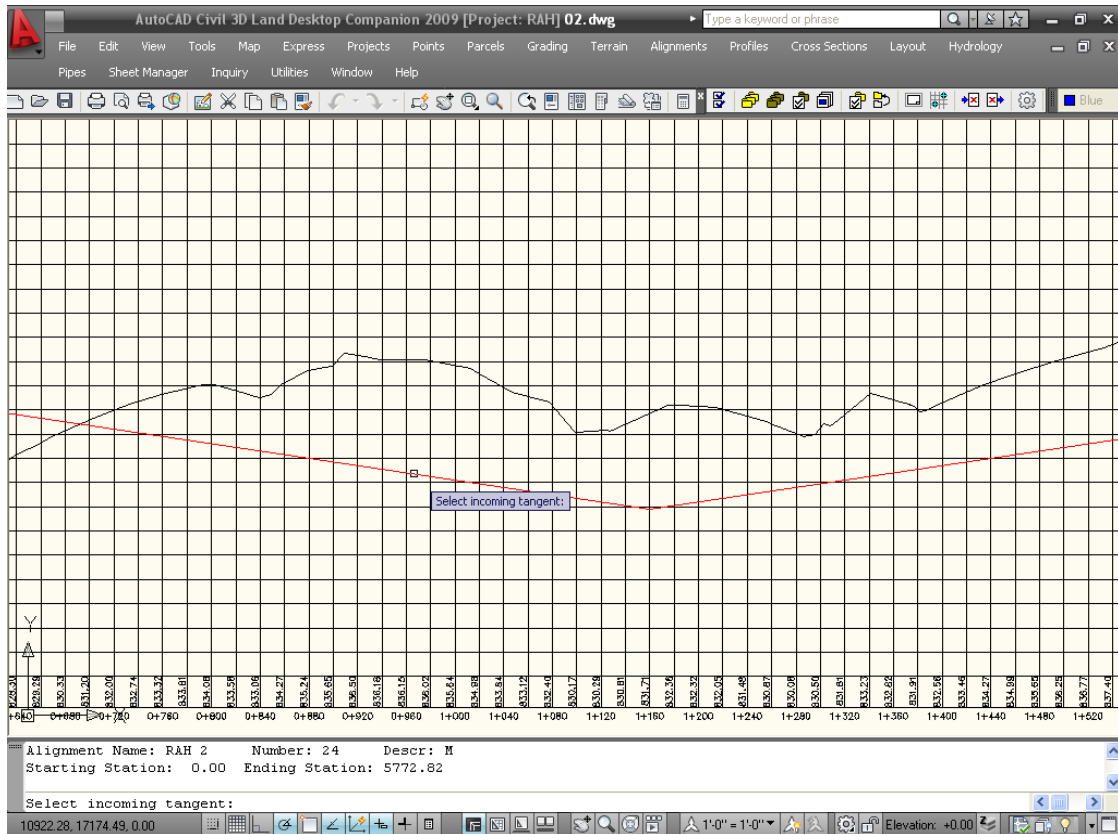
در پنجره ی Vertical Curves، روی گزینه ی Length کلیک کرده و پنجره را Ok کنید.



شکل ۱۴-۸

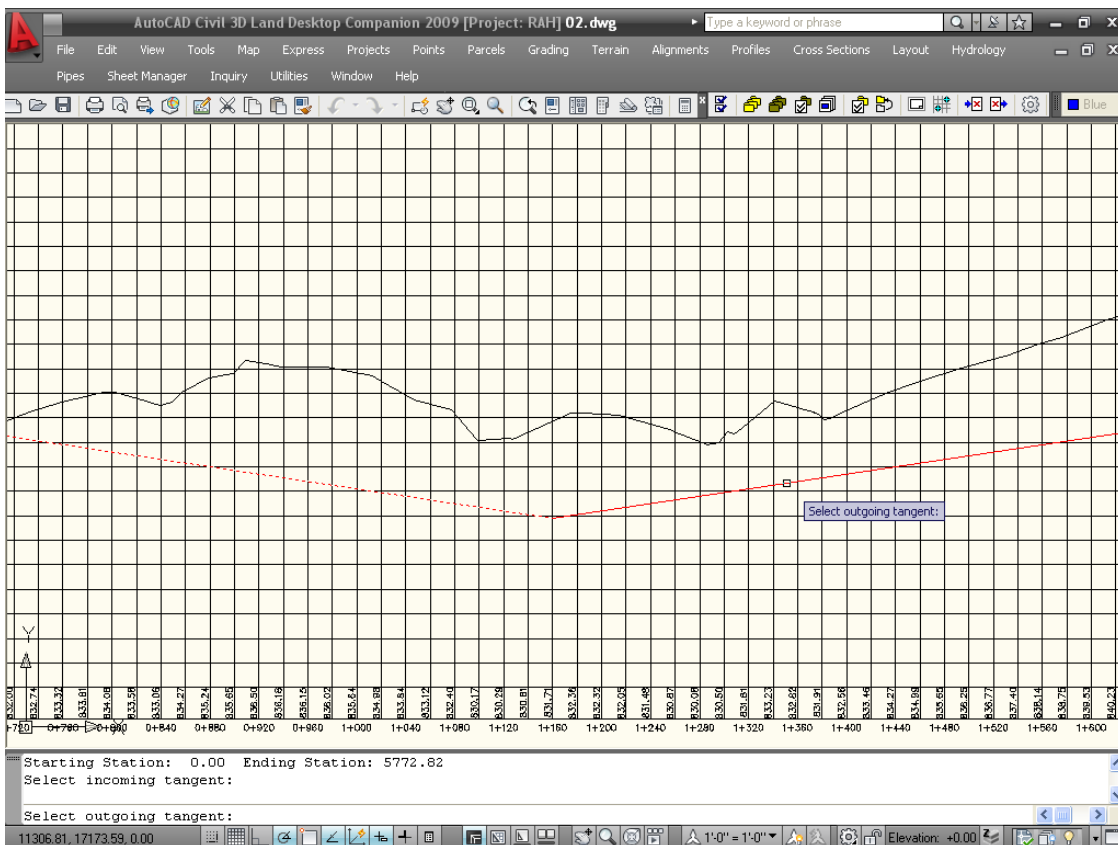
در خط فرمان پیغام Select incoming tangent : ظاهر می شود.

روی مماس ورودی قوس کاس کلیک کنید.



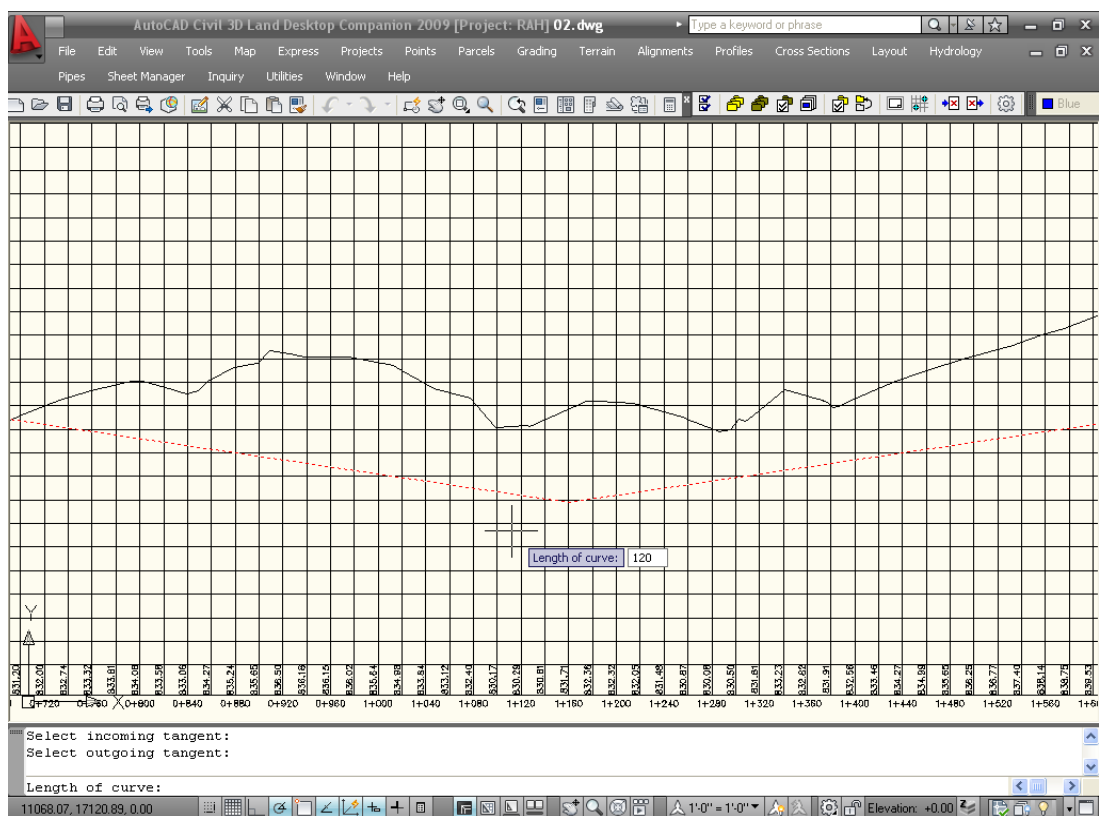
شکل ۹-۱۴

در خط فرمان پیغام **Select outgoing tangent** ظاهر می شود.  
روی مماس خروجی قوس کاس کلیک کنید.



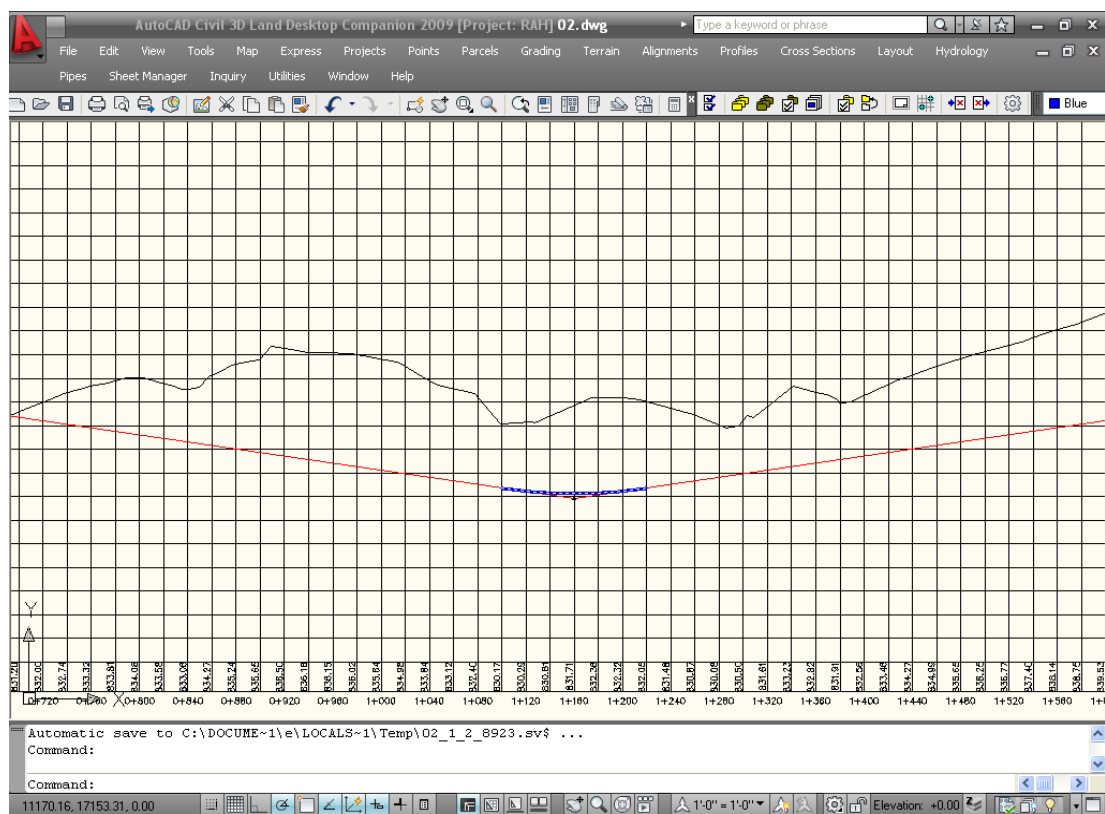
شکل ۱۰-۱۴

در خط فرمان پیغام : Length of curve ظاهر می شود.  
 طول قوس به دست آمده از گام ۴ را وارد نموده و سپس کلید Enter را بزنید.



شکل ۱۴-۱۱

همان طور که ملاحظه می فرمائید قوس طراحی شده رسم می شود (در صورت تمایل به خروج کلید Esc را بزنید).



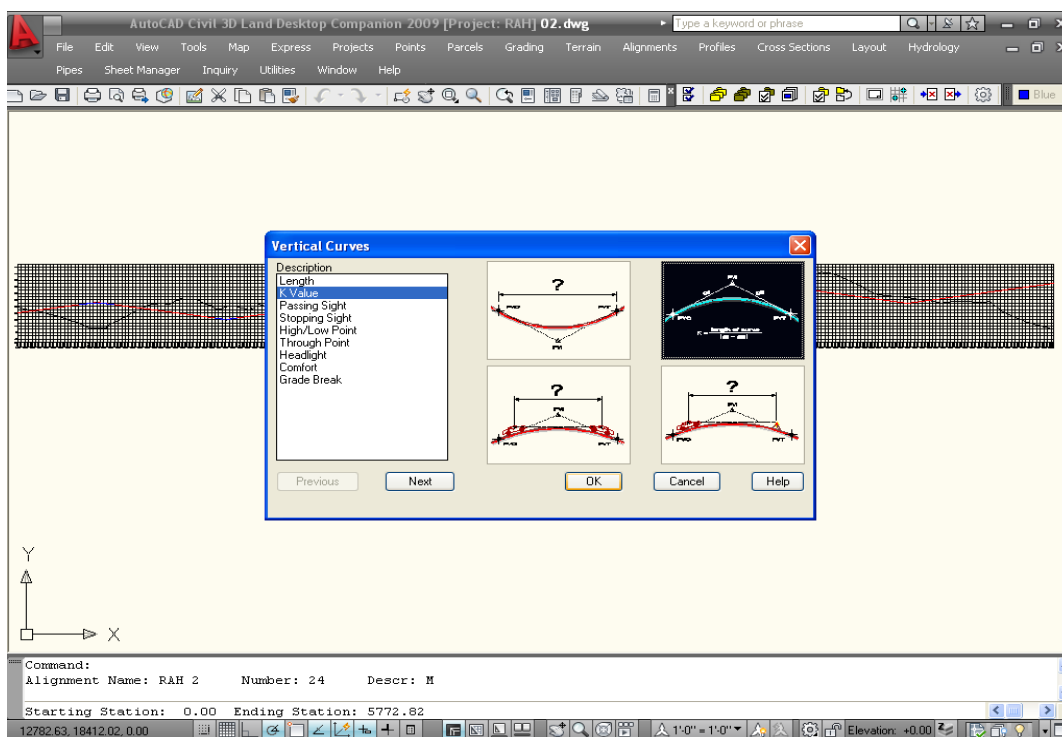
شکل ۱۴-۱۲



## ۲- طراحی قوس قائم بر اساس شاخص K (K Value):

بر این اساس برای طراحی قوس کوژ این گونه عمل می کنیم:

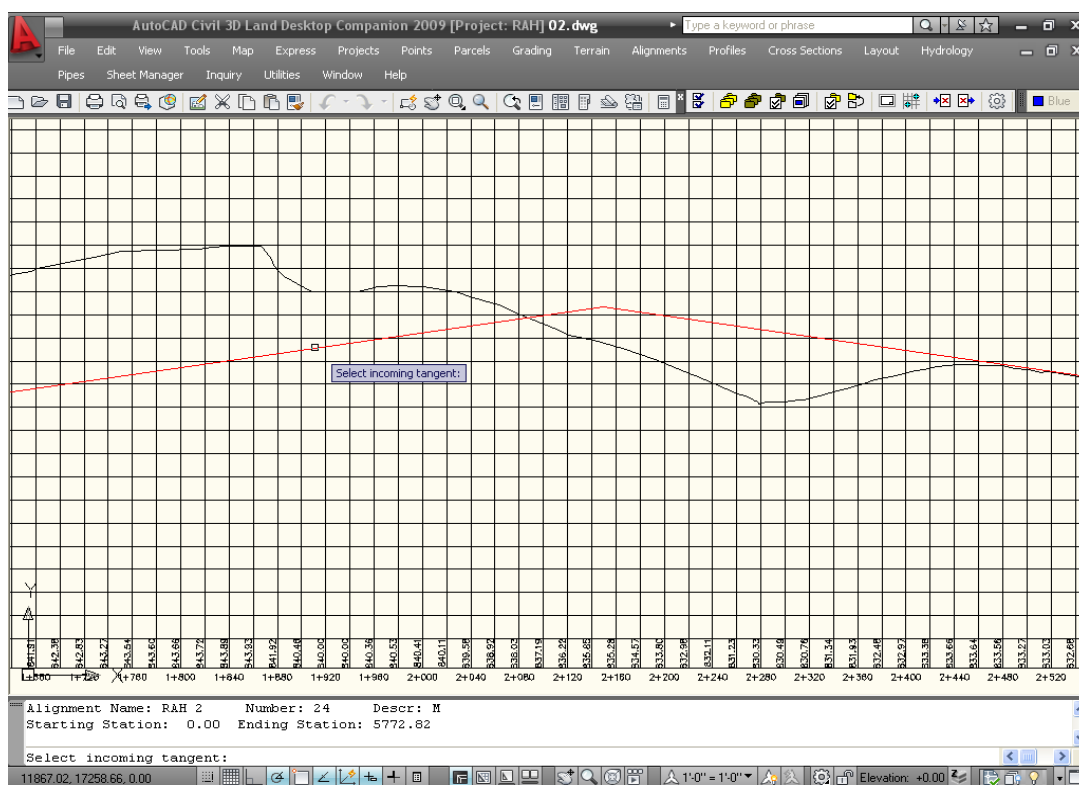
در پنجره ی Vertical Curves، روی گزینه ی K Value کلیک کرده و پنجره را Ok کنید.



شکل ۱۴-۱۳

در خط فرمان پیغام Select incoming tangent : ظاهر می شود.

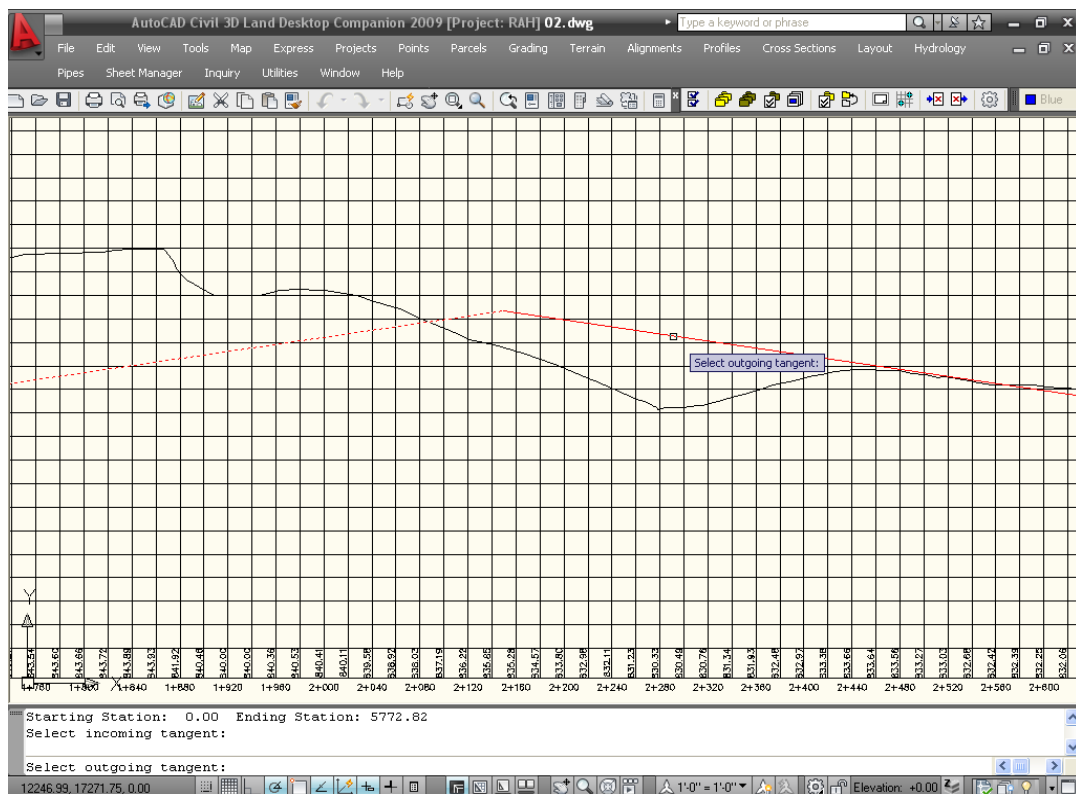
روی مماس ورودی قوس کوژ کلیک کنید.



شکل ۱۴-۱۴

در خط فرمان پیغام : Select outgoing tangent ظاهر می شود.

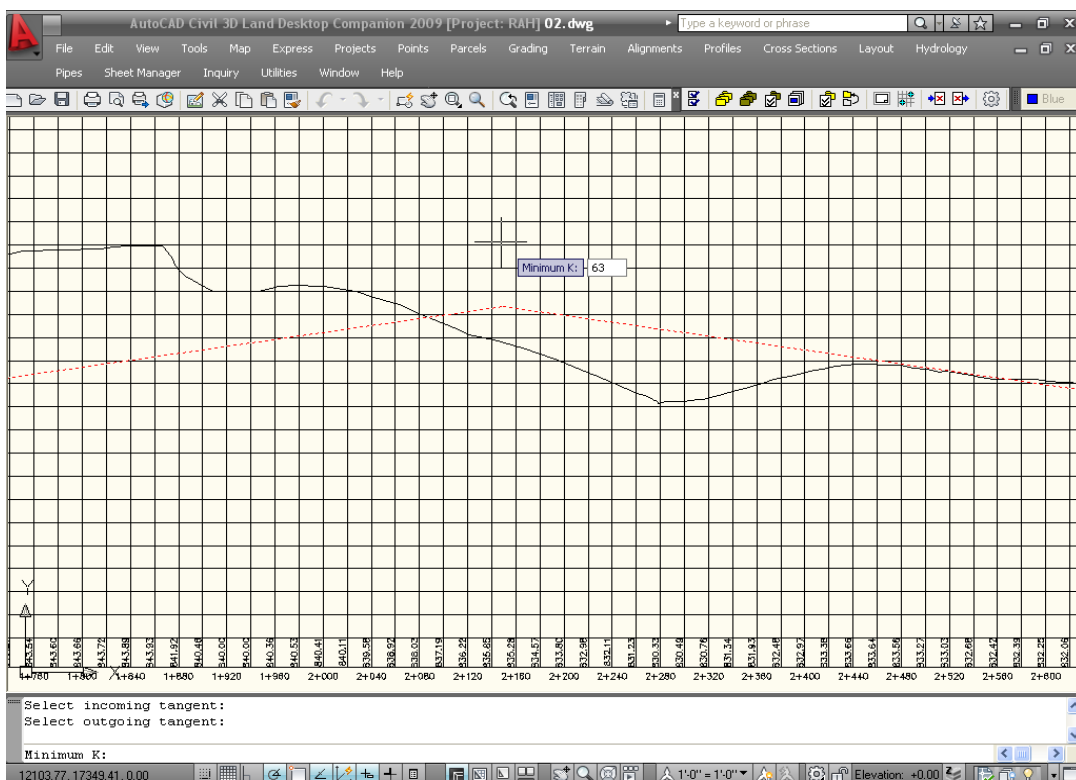
روی مماس خروجی قوس کوژ کلیک کنید.



شکل ۱۴-۱۵

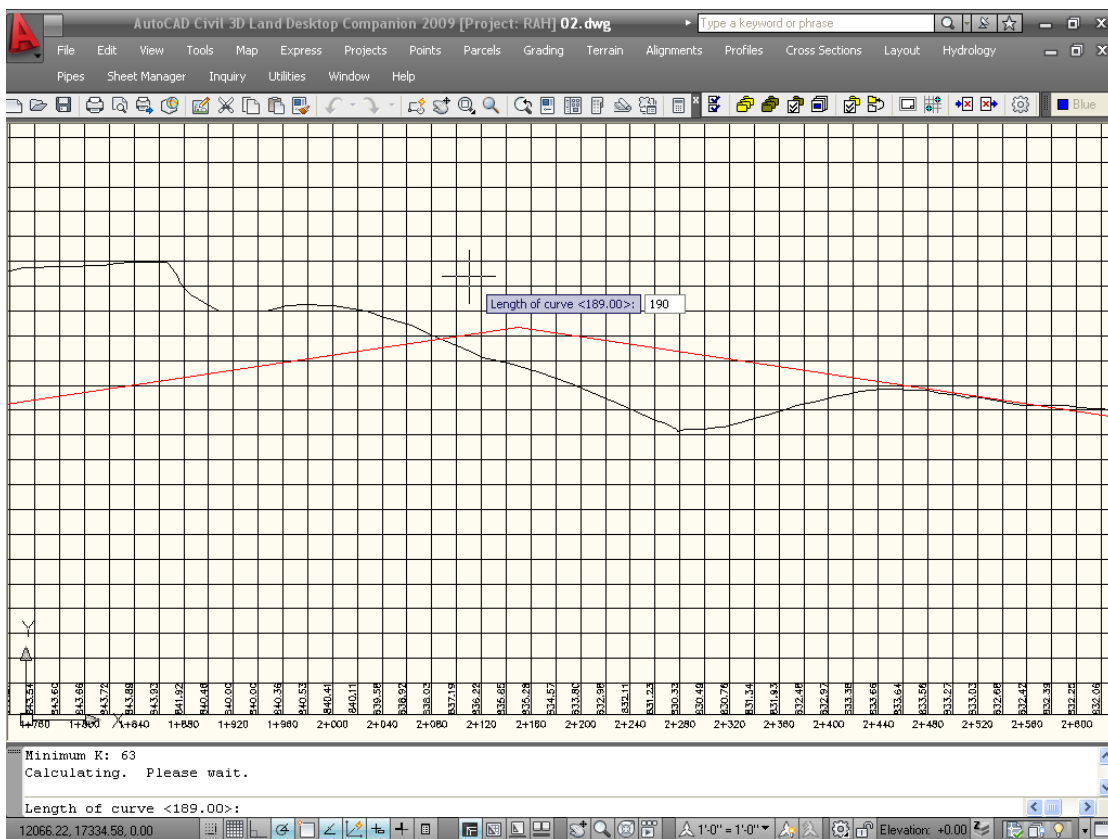
در خط فرمان پیغام : Minimum K ظاهر می شود.

مقدار شاخص K را از جدول ۱۴-۱ به دست آورده و به نرم افزار وارد کنید سپس کلید Enter را فشار دهید.



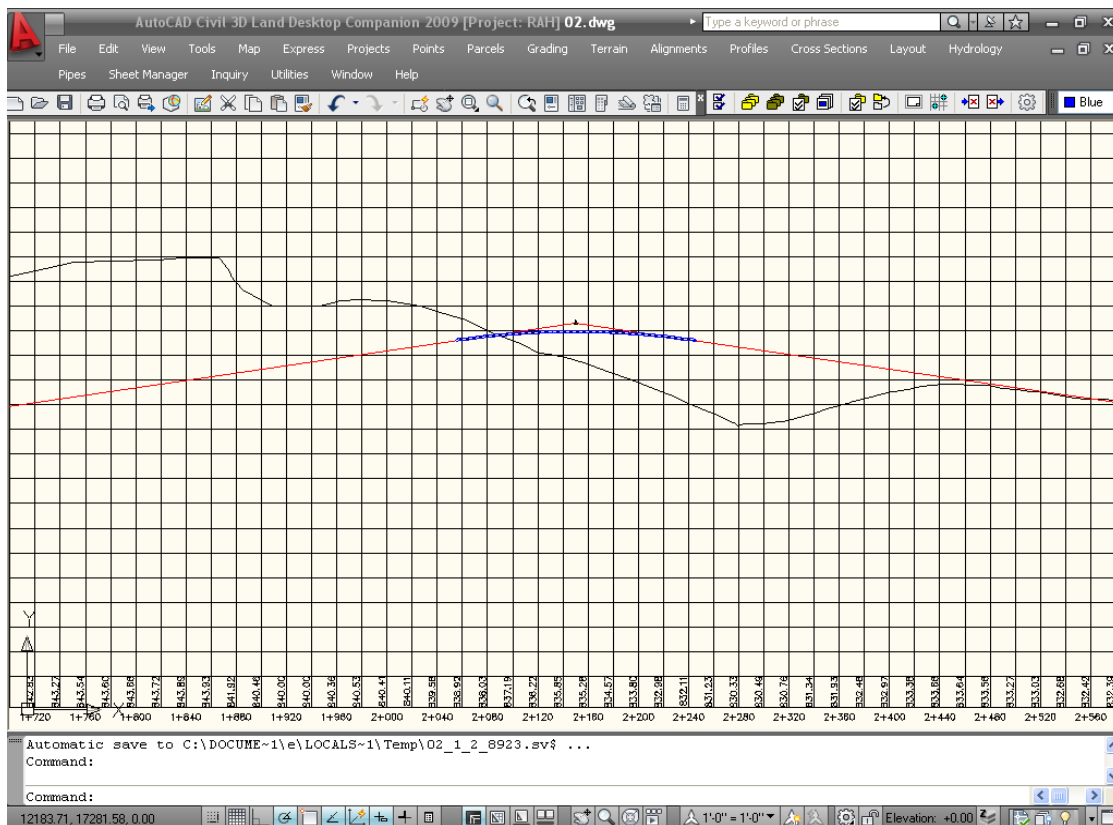
شکل ۱۴-۱۶

در پاسخ به پیغام: <Length of curve <189>، مقدار طول قوس را ۱۹۰ وارد کرده و Enter کنید.



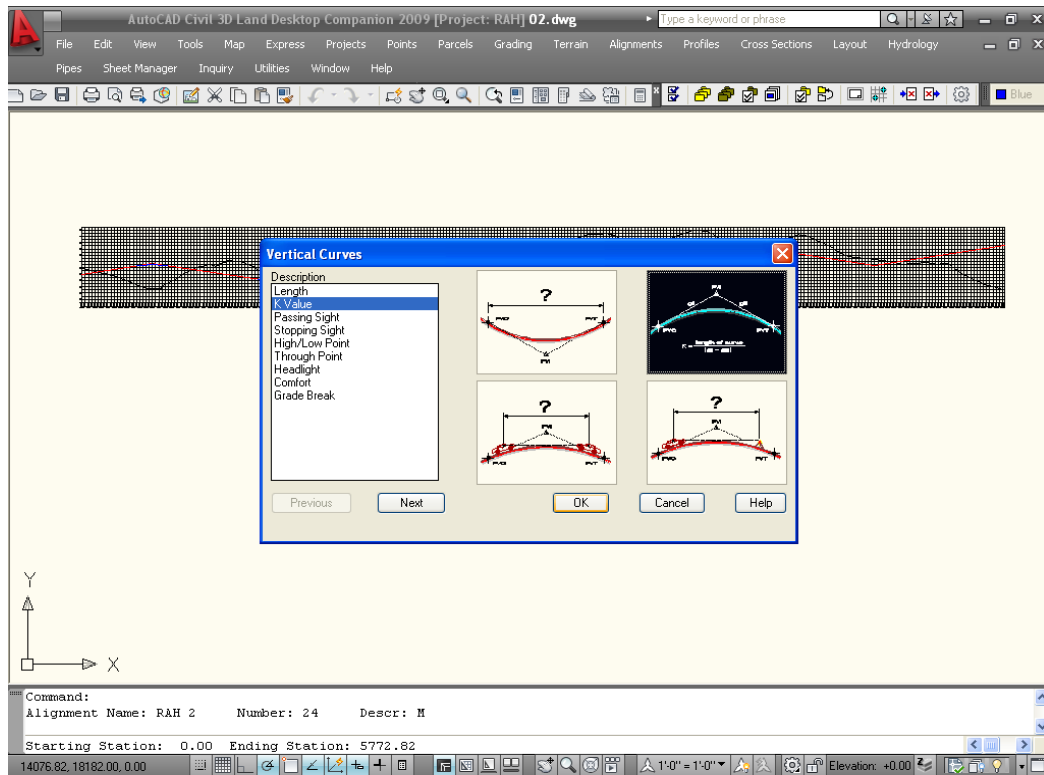
شکل ۱۴-۱۷

همان طور که ملاحظه می فرمائید قوس طراحی شده رسم می شود.



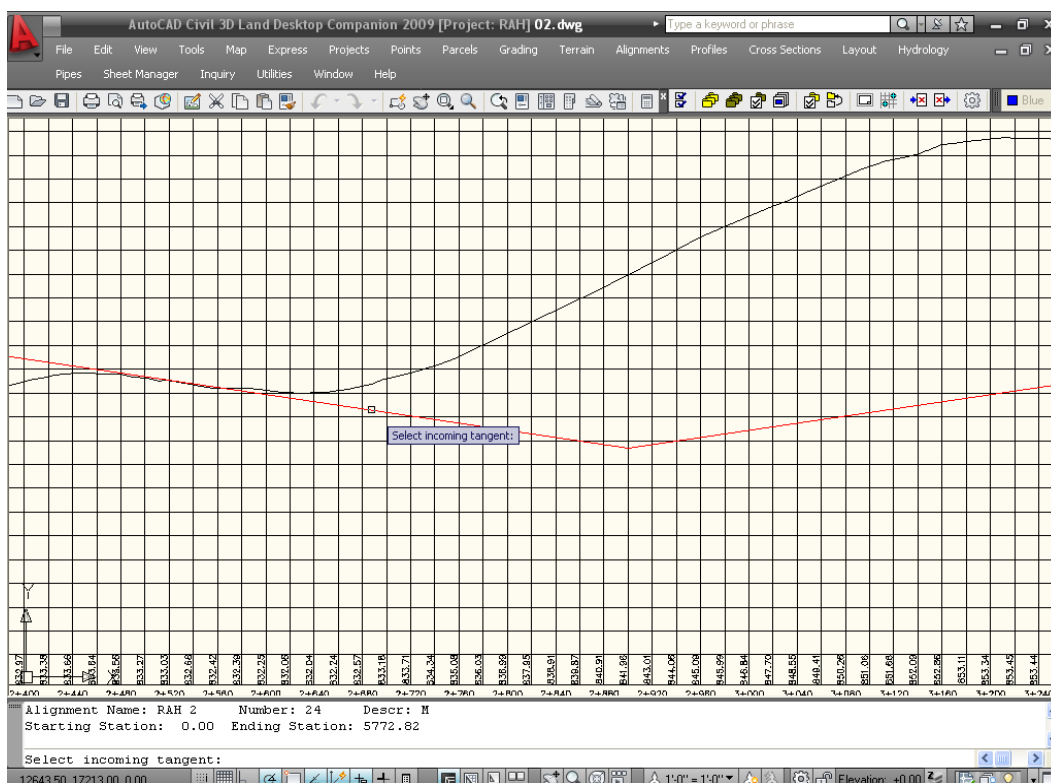
شکل ۱۴-۱۸

حال برای طراحی قوس های کاس به ترتیب زیر عمل کنید:  
 در پنجره ی Vertical Curves، روی گزینه ی K Value کلیک کرده و پنجره را Ok کنید.



شکل ۱۴-۱۹

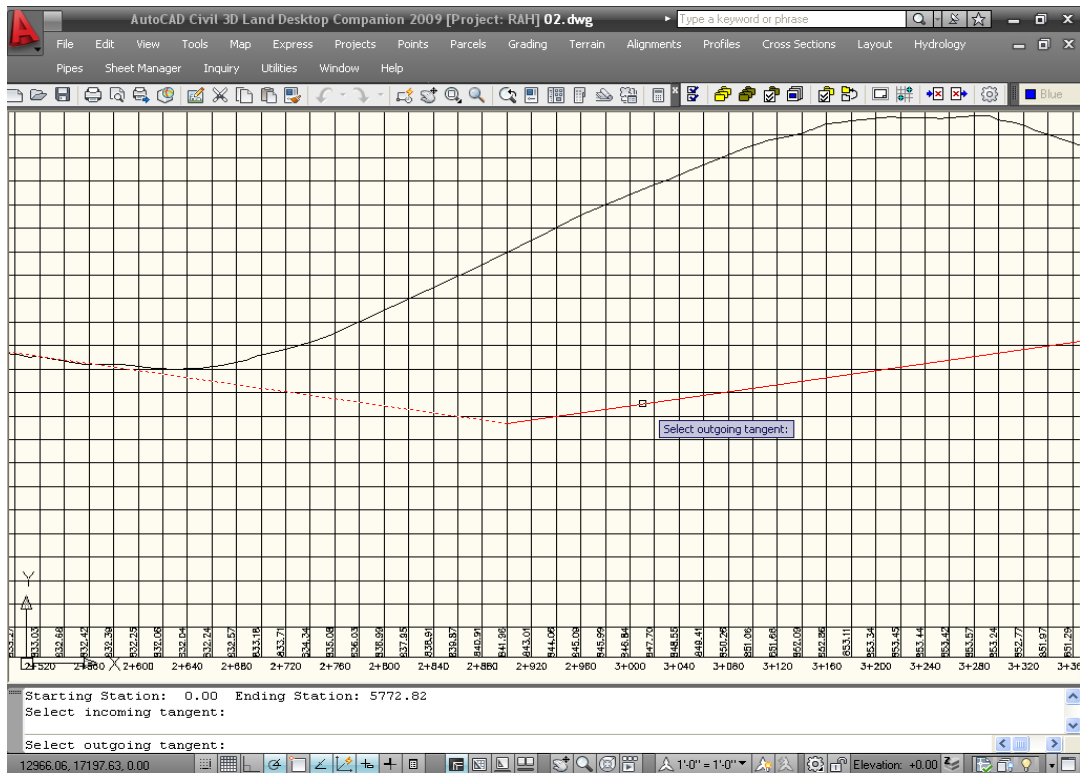
در خط فرمان پیغام : Select incoming tangent ظاهر می شود.  
 روی مماس ورودی قوس کاس کلیک کنید.



شکل ۱۴-۲۰

در خط فرمان پیغام : Select outgoing tangent ظاهر می شود.

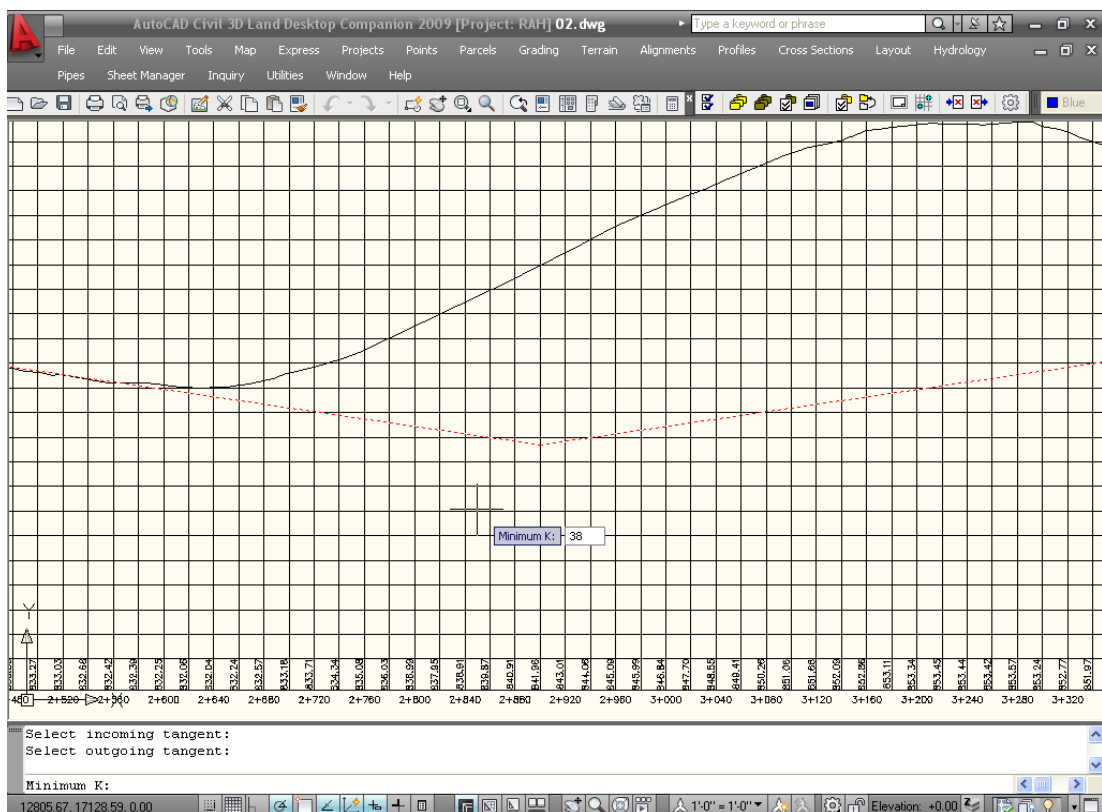
روی مماس خروجی قوس کاس کلیک کنید.



شکل ۱۴-۲۱

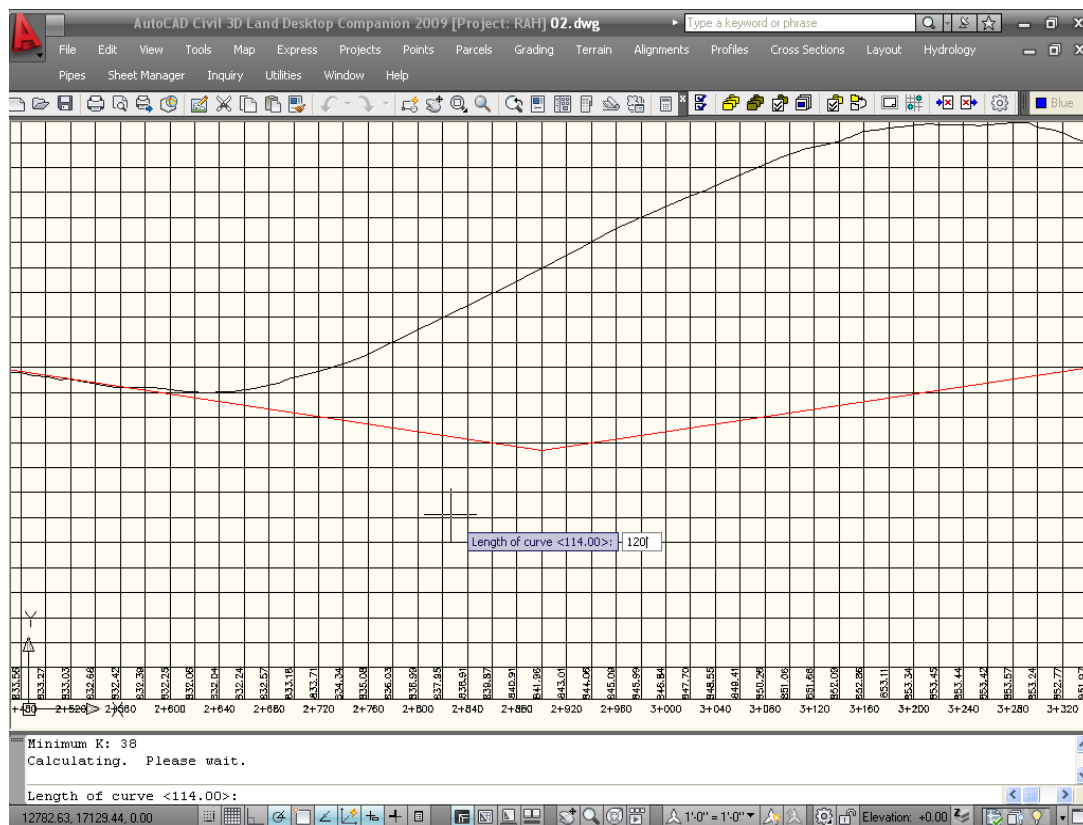
در خط فرمان پیغام : Minimum K ظاهر می شود.

مقدار شاخص K را از جدول ۱۴-۲ به دست آورده و به نرم افزار وارد کنید سپس کلید Enter را فشار دهید.



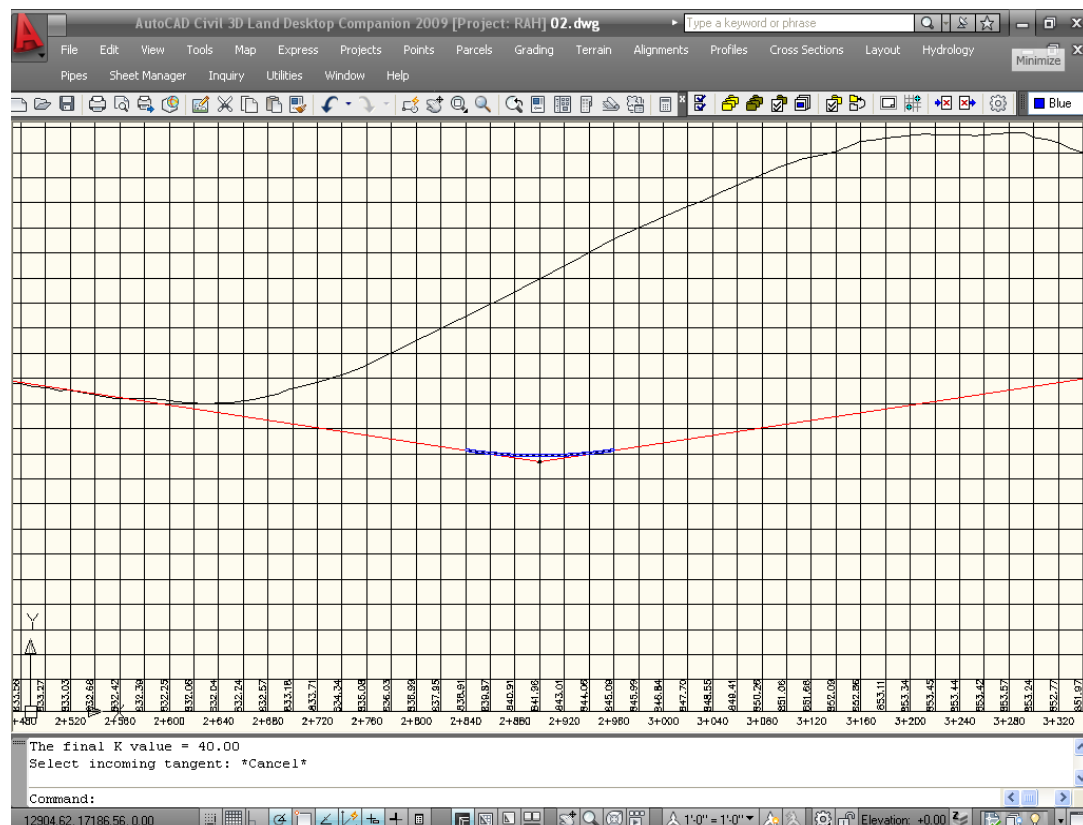
شکل ۱۴-۲۲

در پاسخ به پیغام: < Length of curve < 114 > > مقدار طول قوس را ۱۲۰ وارد کرده و Enter کنید.



شکل ۱۴-۲۳

همان طور که ملاحظه می فرمائید قوس طراحی شده رسم می شود.

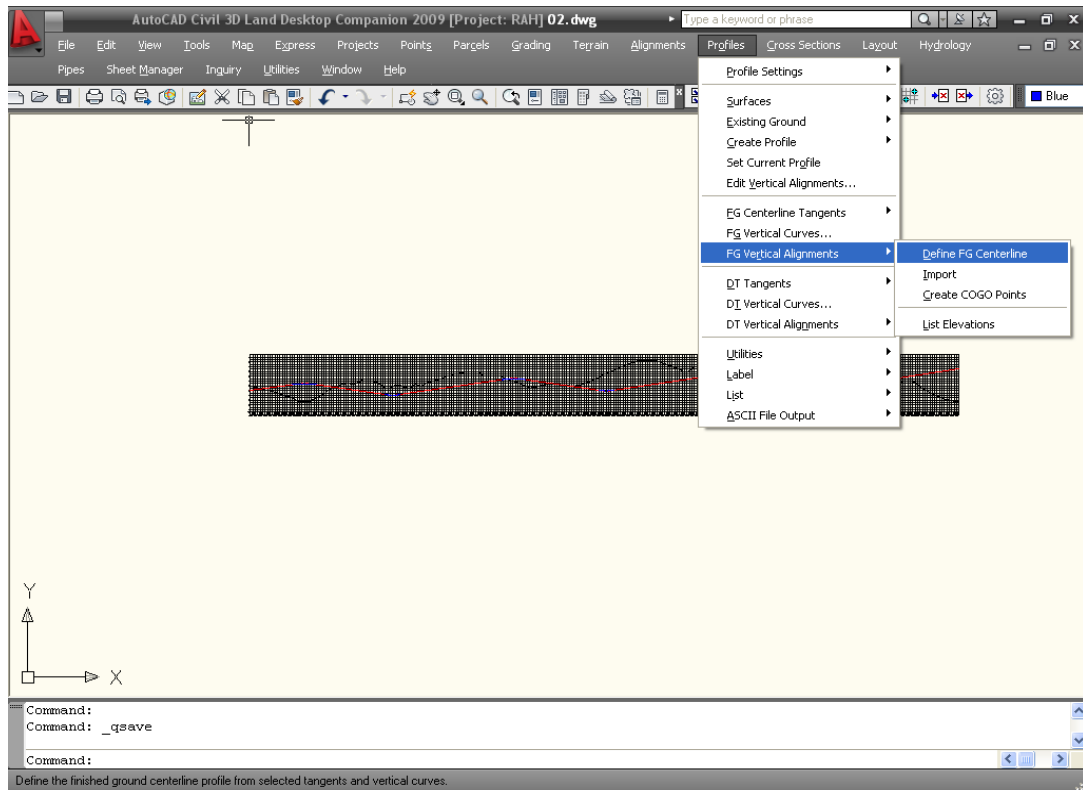


شکل ۱۴-۲۴



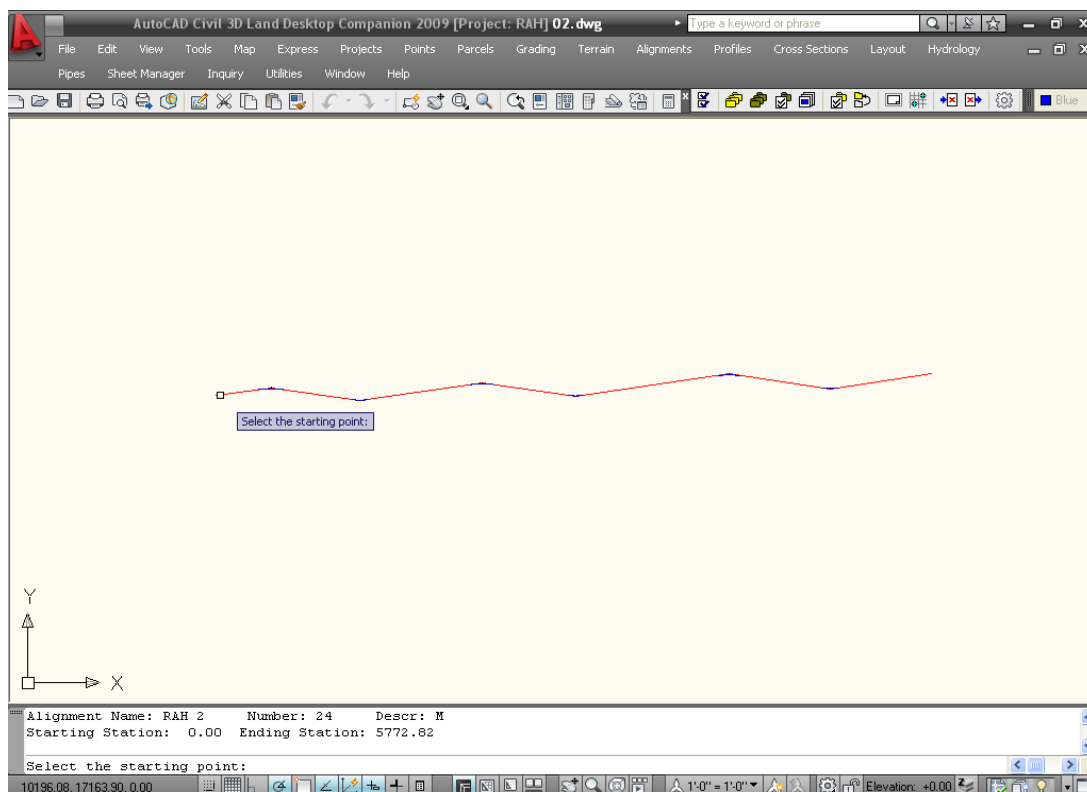
## ۱۵- معرفی مسیر قائم به نرم افزار

برای این منظور دستور Profiles > FG Vertical Alignments > Define FG Centerline را اجرا کنید.



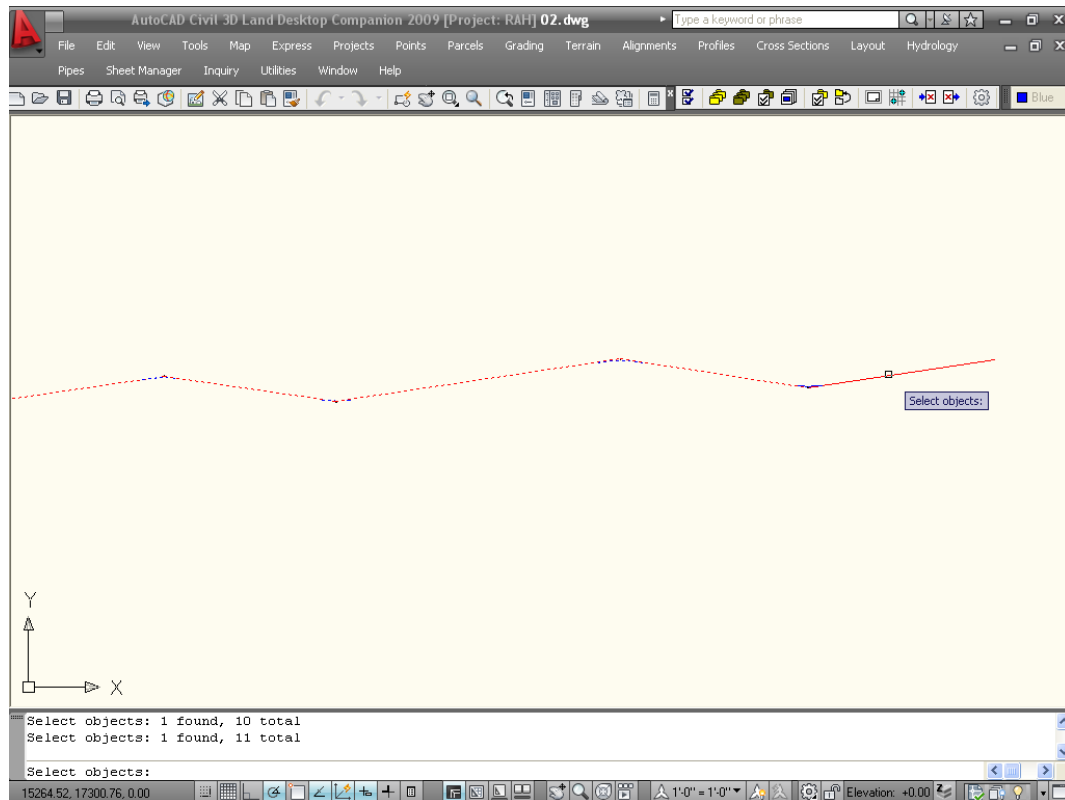
شکل ۱-۱۵

در خط فرمان پیغام: Select the starting point : ظاهر می شود.  
نقطه ی ابتدای خط پروژه را انتخاب کنید.



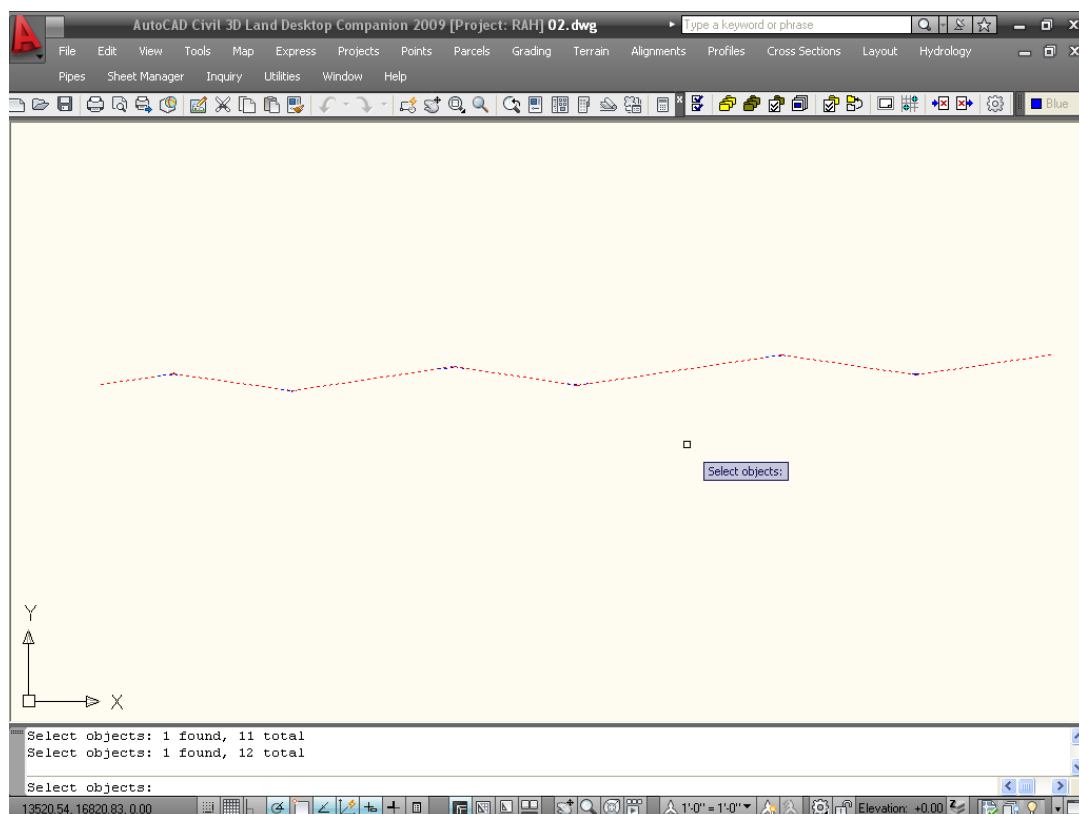
شکل ۲-۱۵

حال به این صورت، قسمت های دیگر خط پروژه را به ترتیب از چپ به راست انتخاب کنید. دقت کنید که مسیر قائم شامل مماس ها و قوس های قائم است و باید به صورت کامل انتخاب شود. با هر کلیک، قسمت انتخاب شده خط چین می شود.



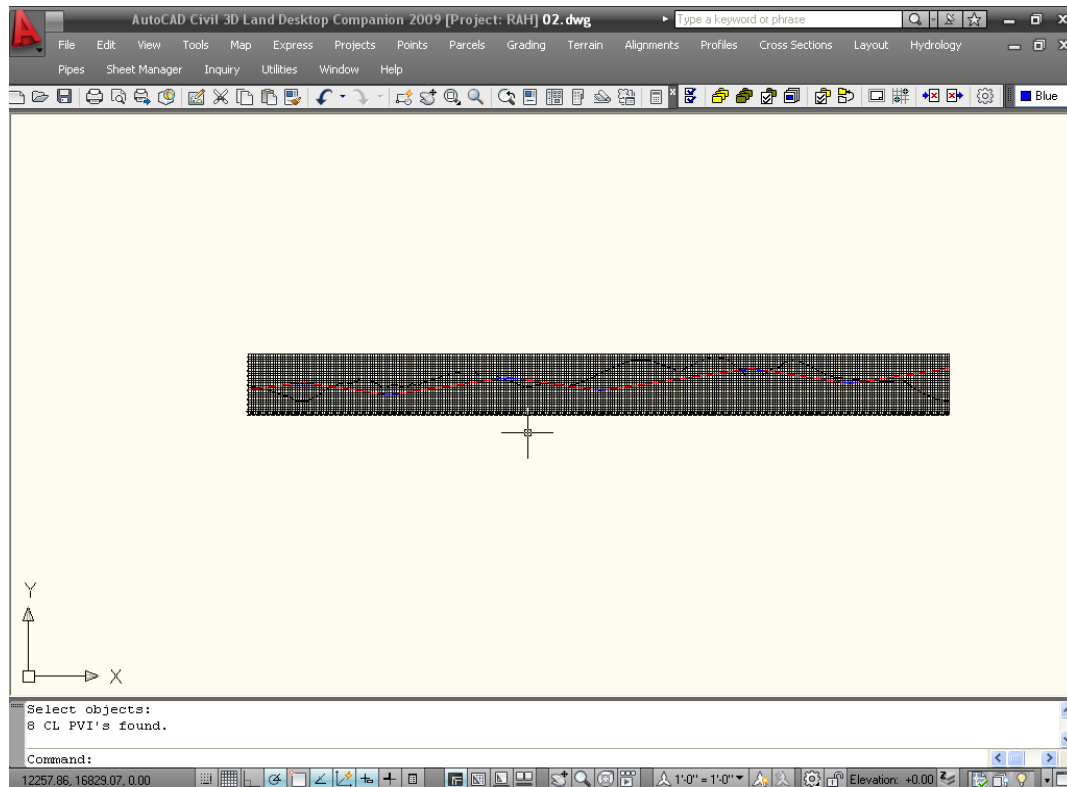
شکل ۱۵-۳

بعد از انتخاب همه ی قسمت ها، کلید Enter را بزنید.



شکل ۱۵-۴

در خط فرمان تعداد PVI نشان داده می شود که این عدد مجموع تعداد نقطه های ابتدا، انتها و راس هر قوس قائم است.

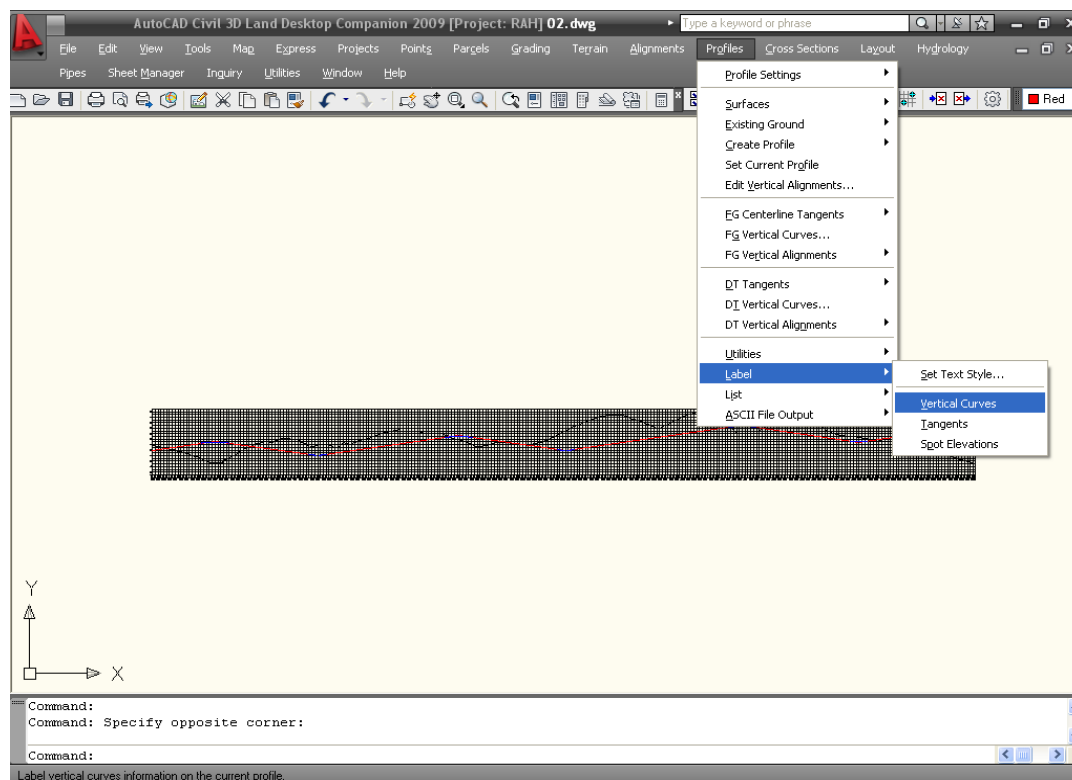


شکل ۵-۱۵

۱۶- برچسب زدن به مماس ها و قوس های قائم

در ابتدا به برچسب زدن قوس های قائم می پردازیم.

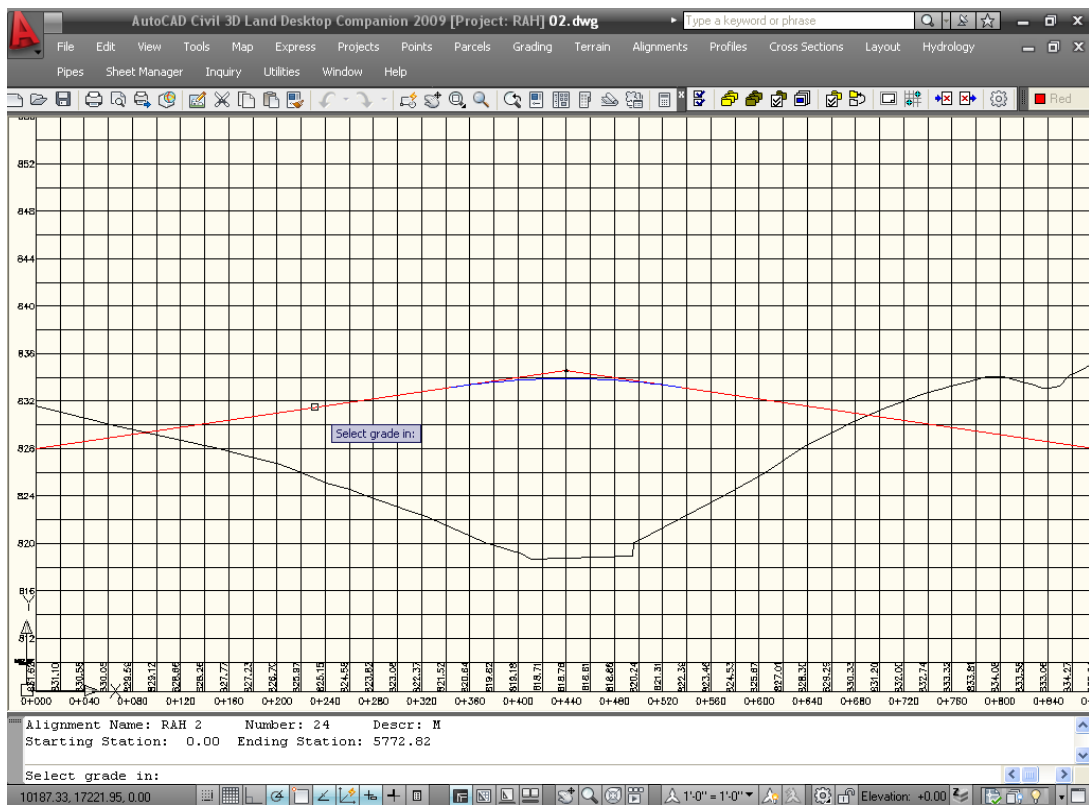
برای این منظور دستور Profiles > Label > Vertical Curves را اجرا کنید.



شکل ۱-۱۶

در خط فرمان پیغام Select grade in: ظاهر می شود.

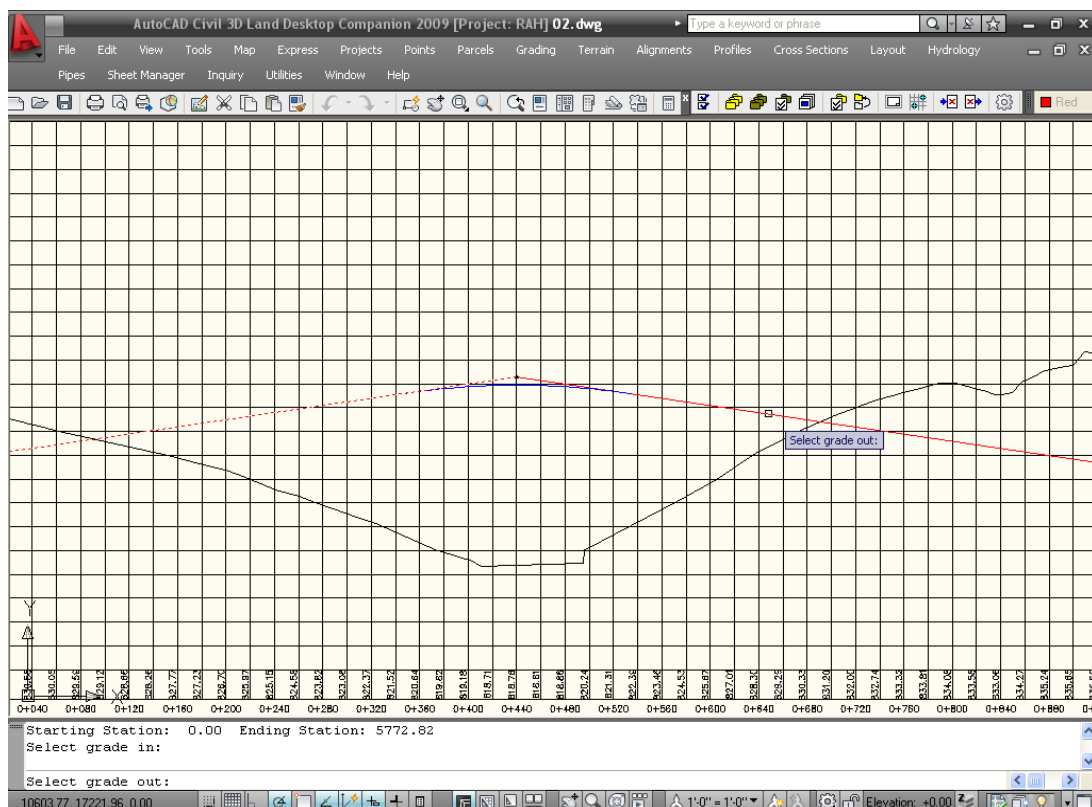
روی شیب ورودی کلیک کنید.



شکل ۱۶-۲

در خط فرمان پیغام Select grade out: ظاهر می شود.

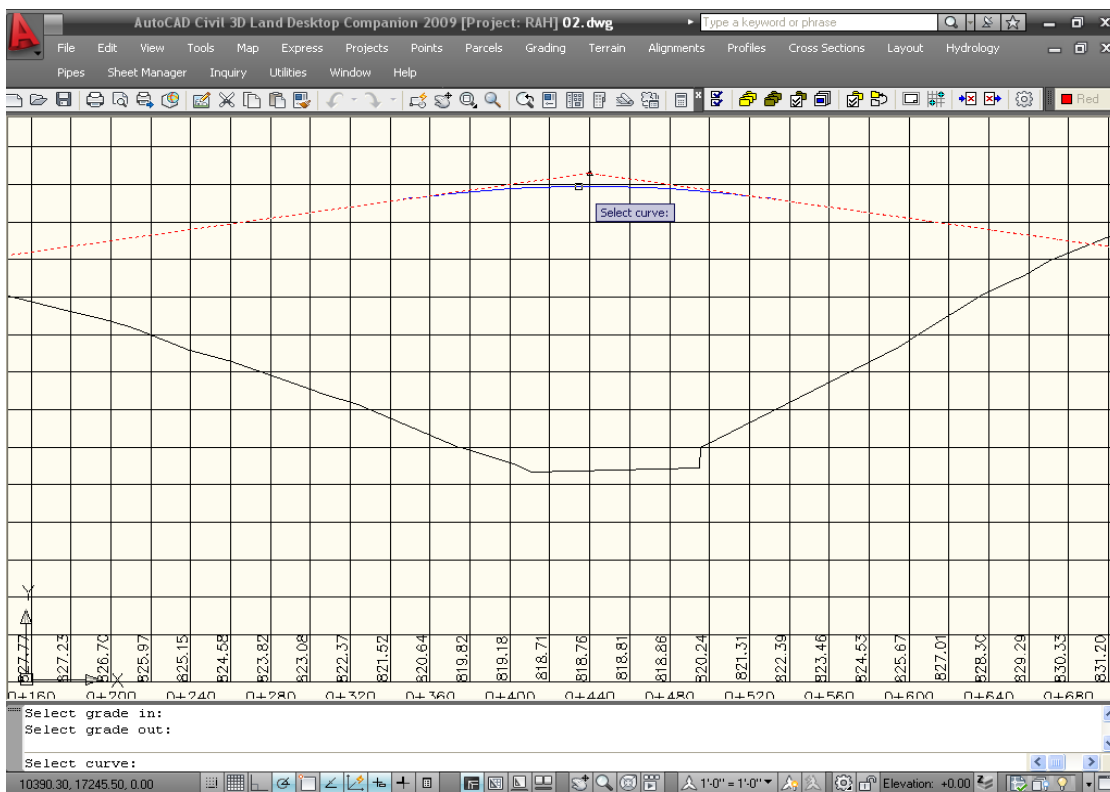
روی شیب خروجی کلیک کنید.



شکل ۱۶-۳

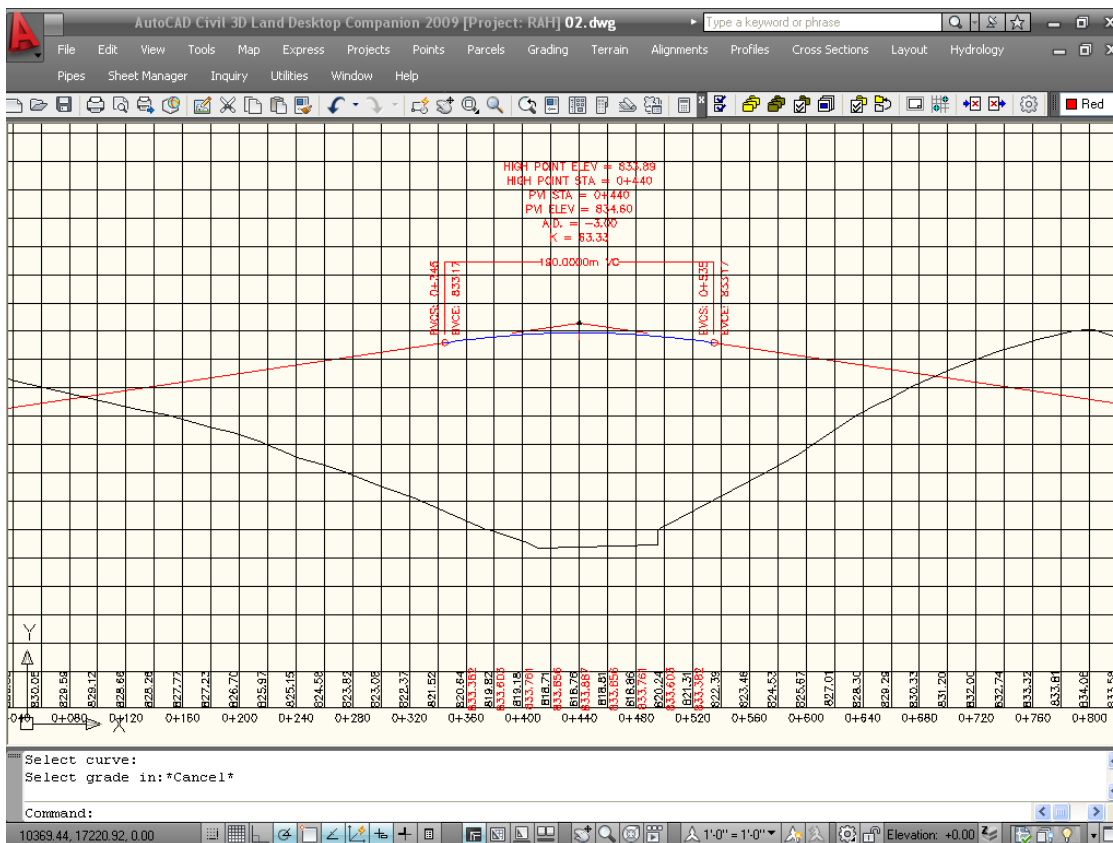
در خط فرمان پیغام: Select curve: ظاهر می شود.

حال روی خود قوس قائم کلیک کنید.



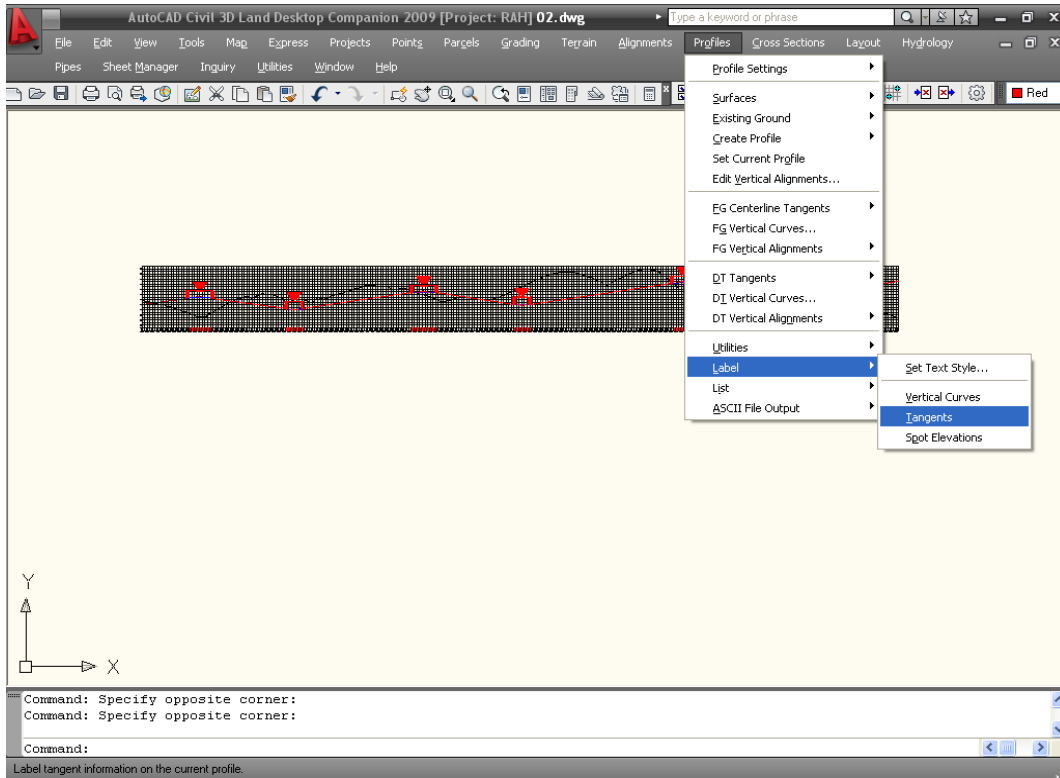
شکل ۴-۱۶

همان طور که ملاحظه می فرمائید قوس قائم مورد نظر برجسب زده می شود.



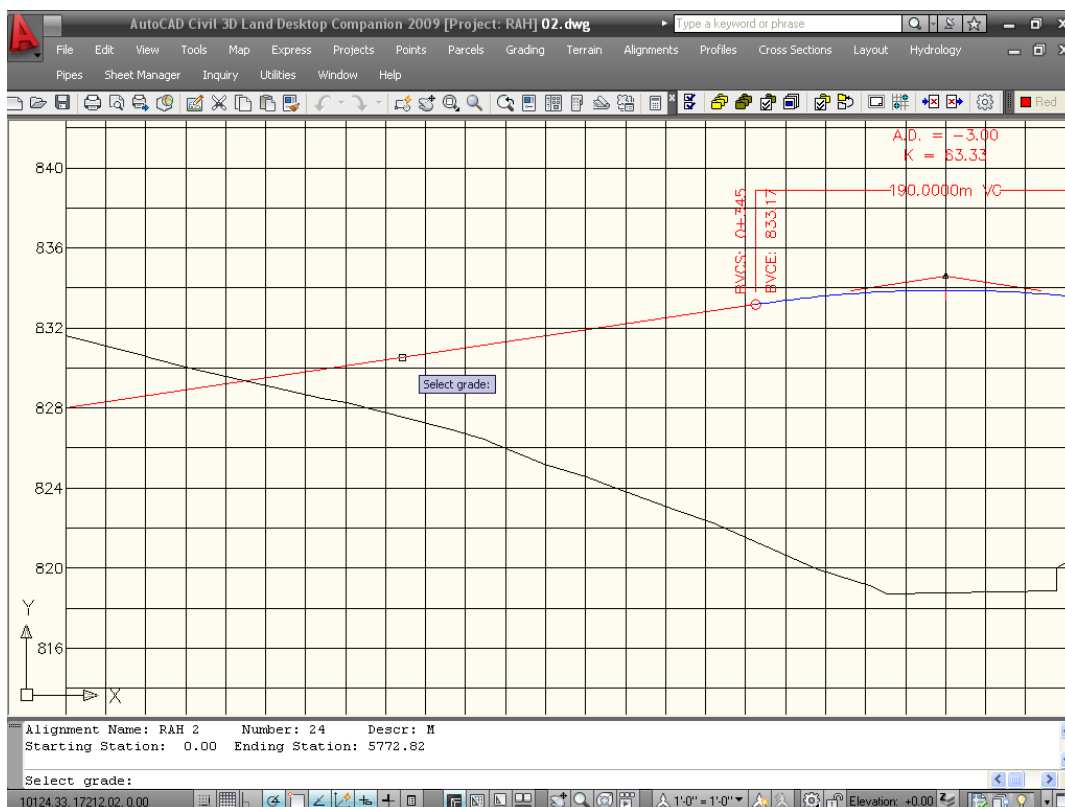
شکل ۵-۱۶

حال، برای برچسب زدن مماس ها به ترتیب زیر عمل کنید:  
 برای این منظور دستور Profiles > Label > Tangents را اجرا کنید.



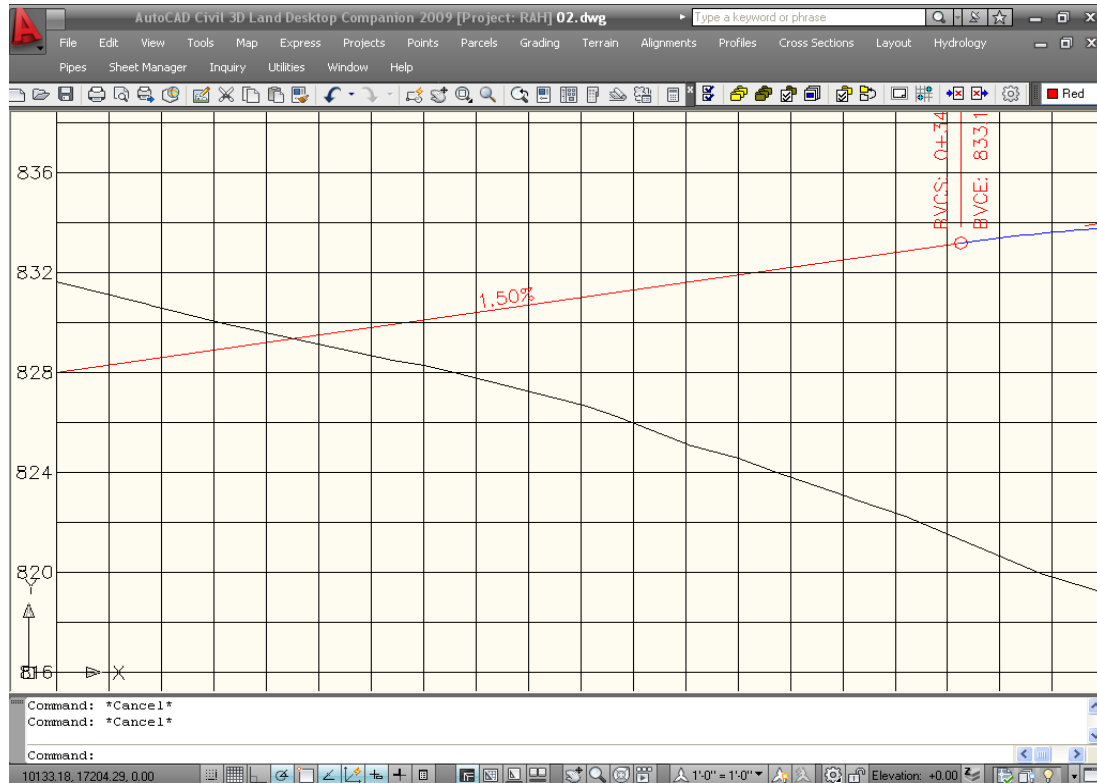
شکل ۱۶-۶

در خط فرمان پیغام Select grade: ظاهر می شود.  
 روی شیئی که می خواهید برچسب بزنید کلیک کنید.



شکل ۱۶-۷

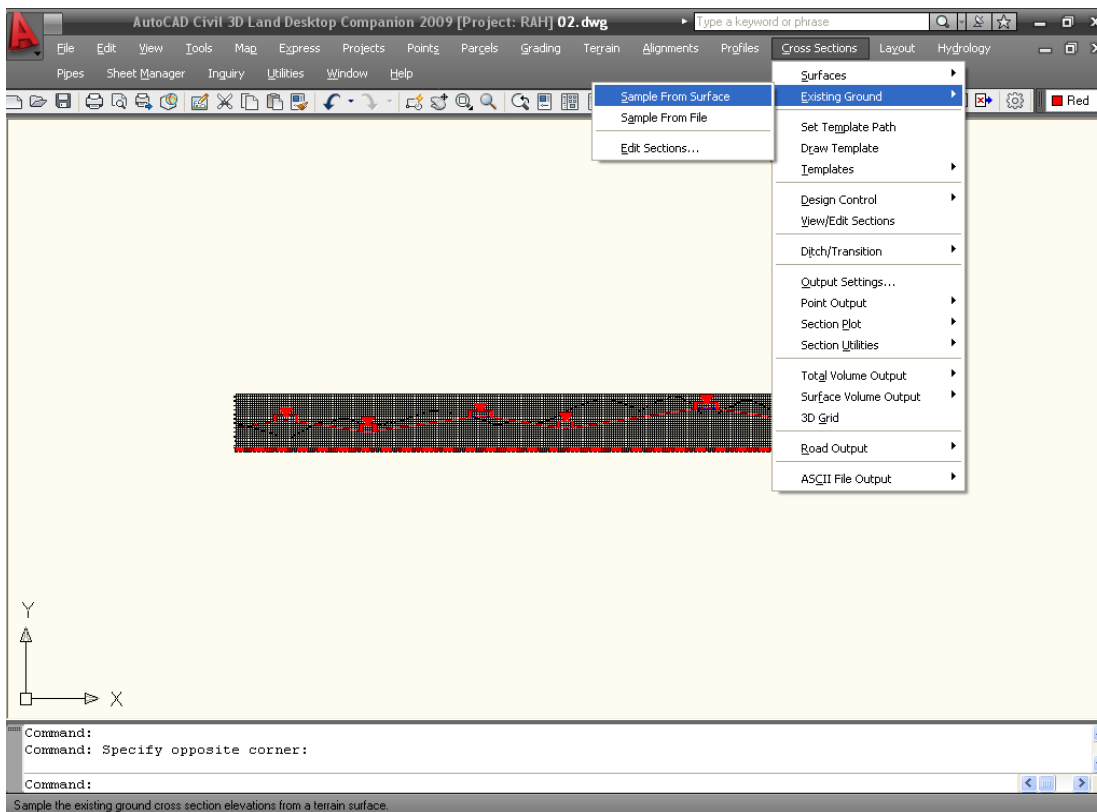
همان طور که ملاحظه می فرمائید شیب مورد نظر برچسب زده می شود.



شکل ۱۶-۸

۱۷- نمونه برداری از زمین برای مقاطع عرضی

برای این منظور دستور Cross Sections > Existing Ground > Sample From Surface را اجرا کنید.



شکل ۱۷-۱



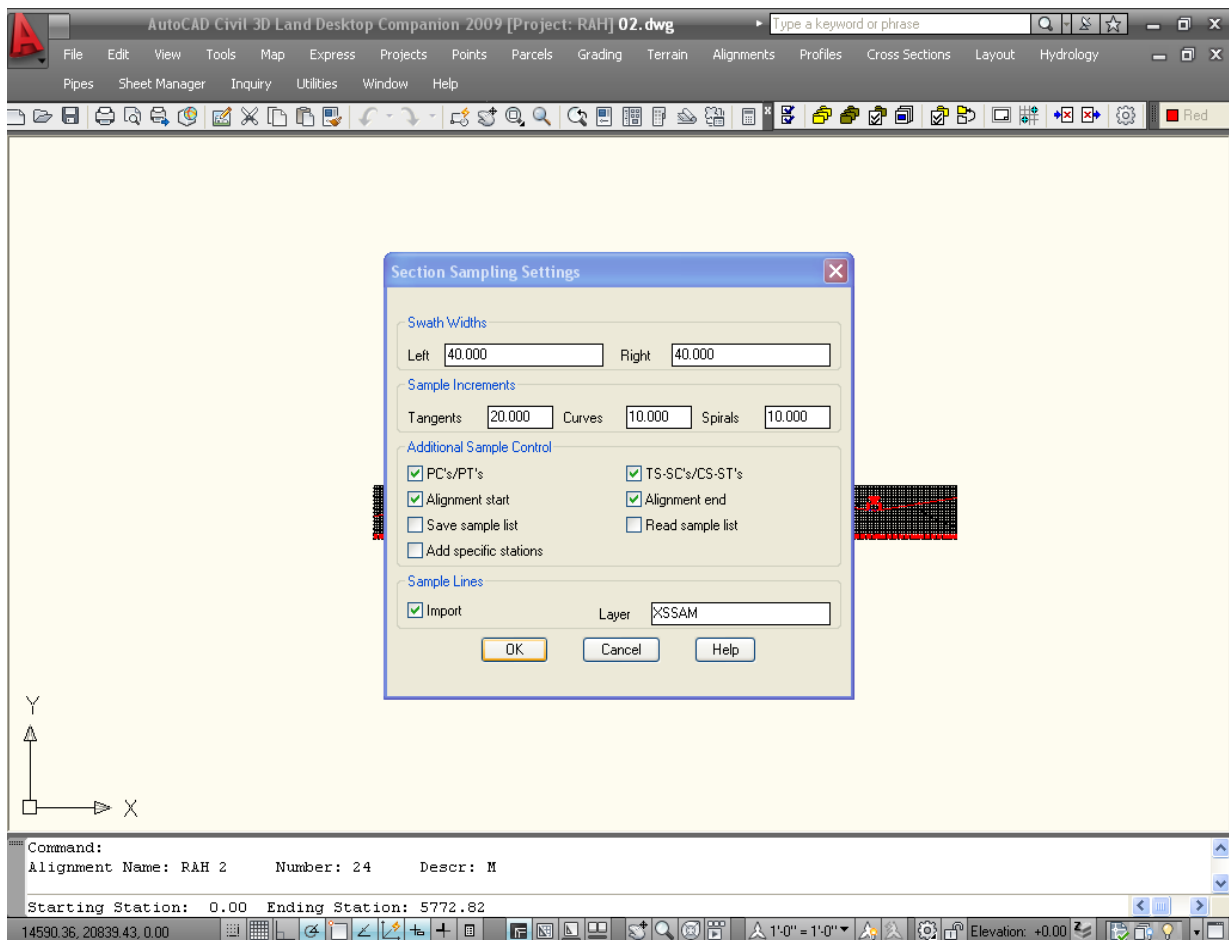
پنجره ی Section Sampling Settings باز می شود.

در این پنجره در بخش Swath Widths، عرض نمونه برداری چپ و راست را ۴۰ متر وارد کنید.

در قسمت Sample Increments، فاصله ی نمونه برداری و یا همان فاصله ی مقاطع عرضی را وارد کنید. این انتخاب به صورت پروژه و نظر مهندس بستگی دارد.

در صورتی که بخواهید نرم افزار در ایستگاه های خاص نیز مقطع عرضی تولید کند، می توانید گزینه ی Add specific stations را تیک دار کنید.

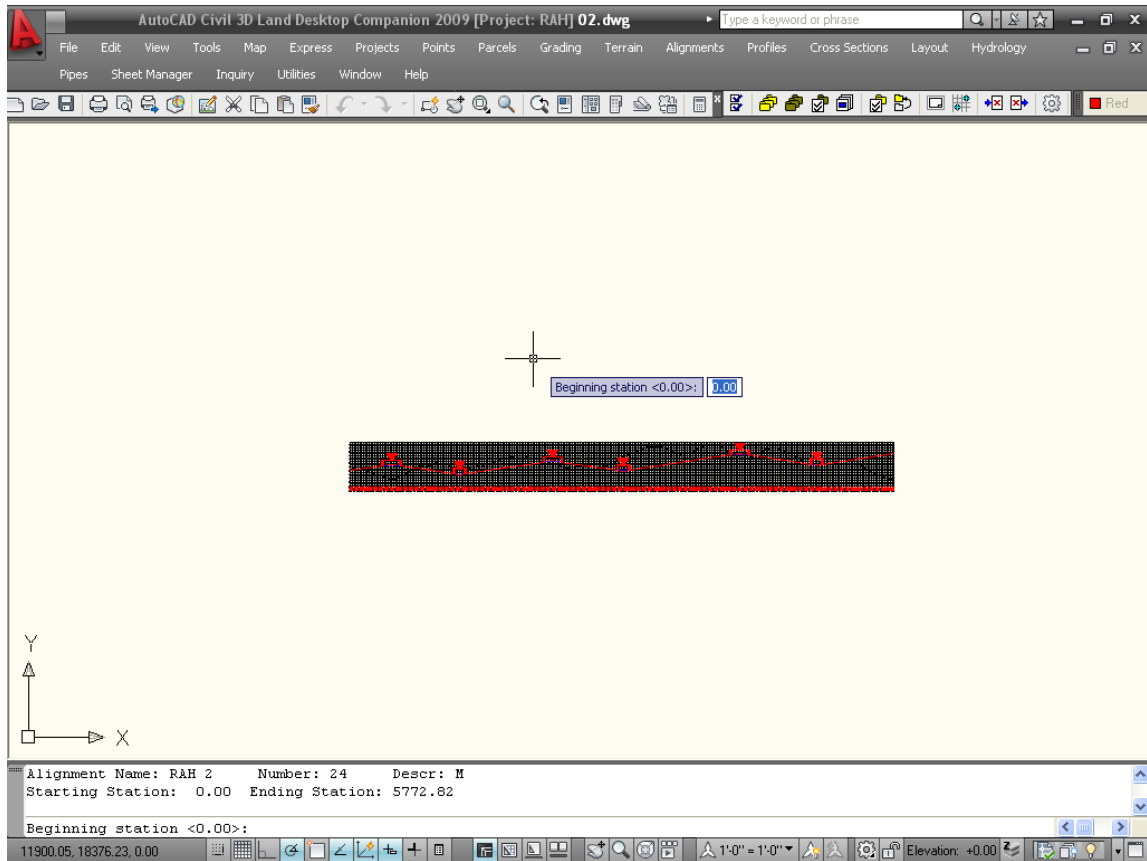
در بخش Sample Lines، گزینه ی Import را تیک دار کرده و پنجره را Ok کنید.



شکل ۱۷-۲

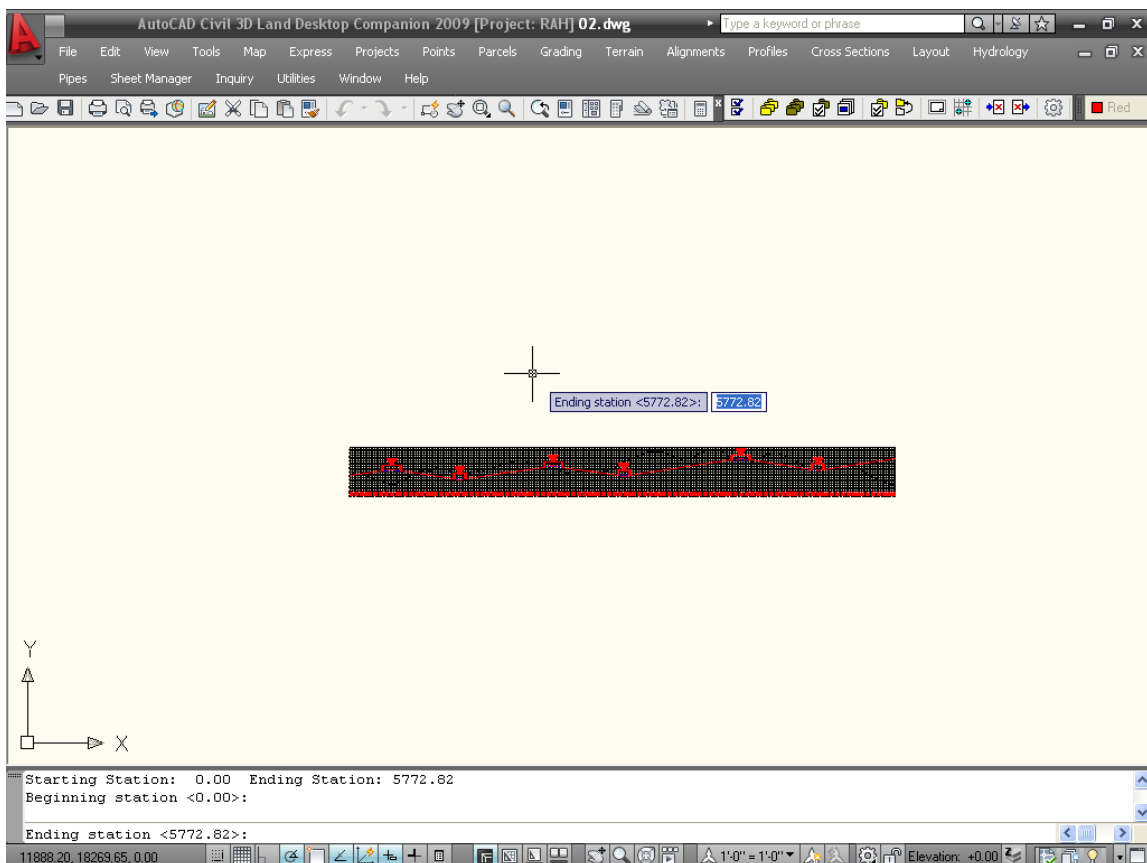
در خط فرمان پیغام Beginning Station <0.00> ظاهر می شود.

کلید Enter را بزنید.



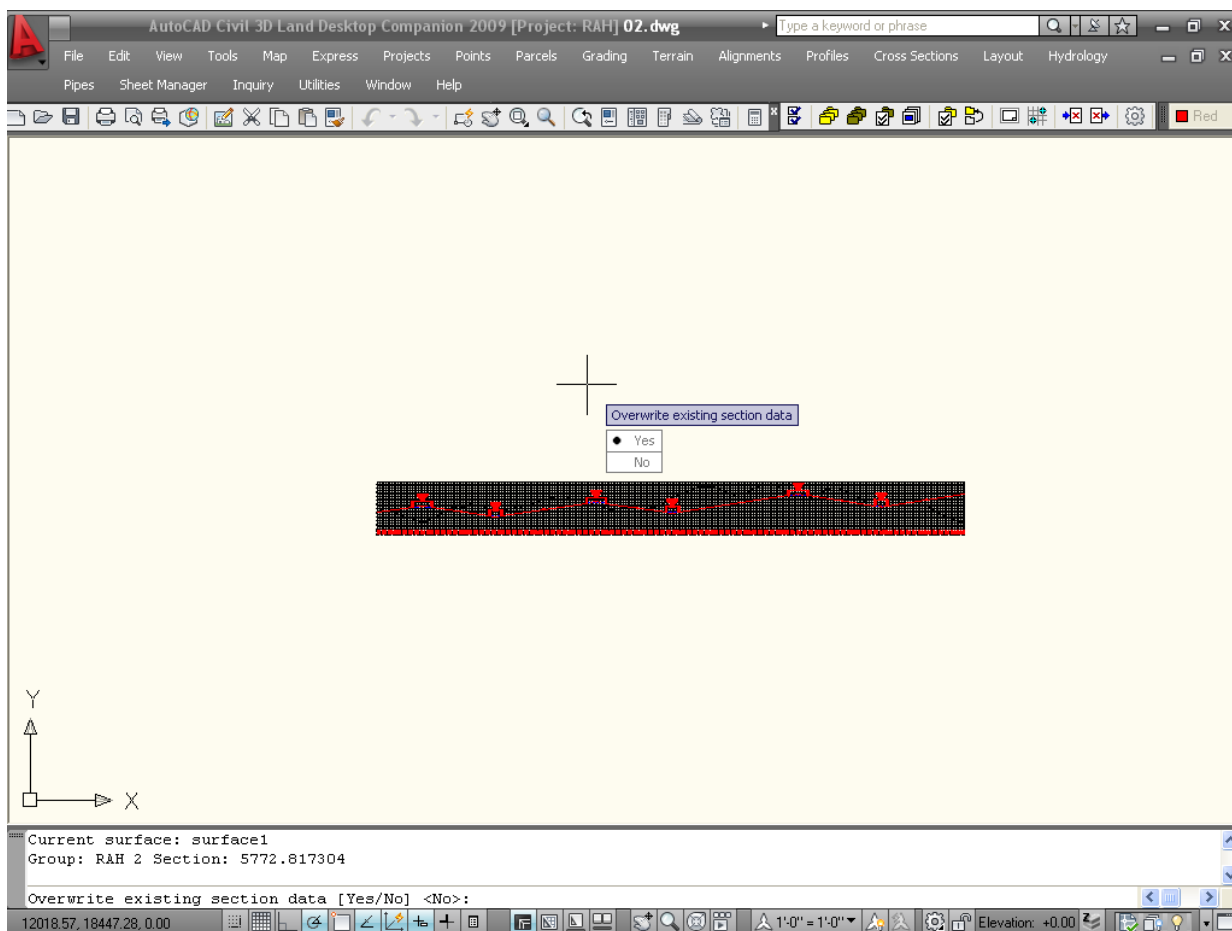
شکل ۳-۱۷

پیغام: <5772.82> Ending Station را نیز Enter کنید.



شکل ۴-۱۷

در صورت مشاهده ی پیغام <No> [Yes/No] Overwrite existing section data در خط فرمان، عبارت Y را تایپ کرده و سپس Enter کنید. این فرمان زمانی ظاهر می شود که عمل نمونه برداری را قبلا نیز برای مسیر انجام داده باشید.



شکل ۱۷-۵

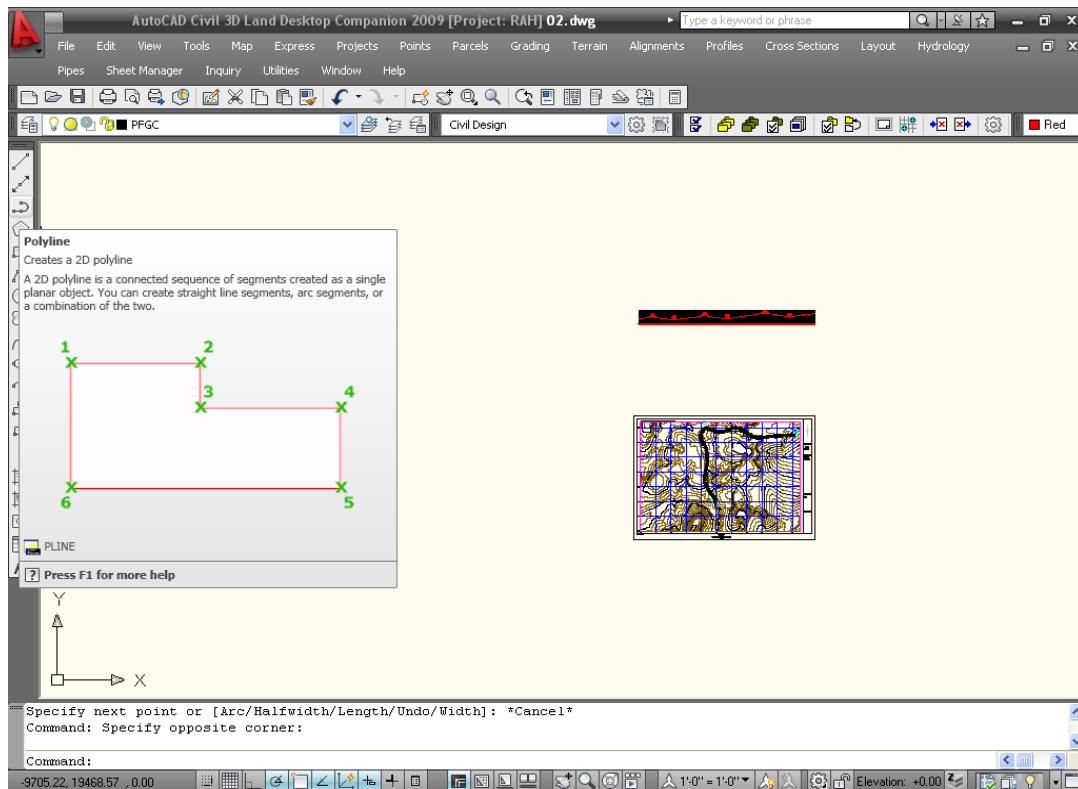
حالا عملیات برداشت مقاطع عرضی در کل طول مسیر انجام می شود و در خط فرمان پیغام نمونه برداری از مسیر ظاهر می شود:

You have sampled sections for 5772.82 meters of alignment.

## ۱۸- معرفی الگوی روسازی

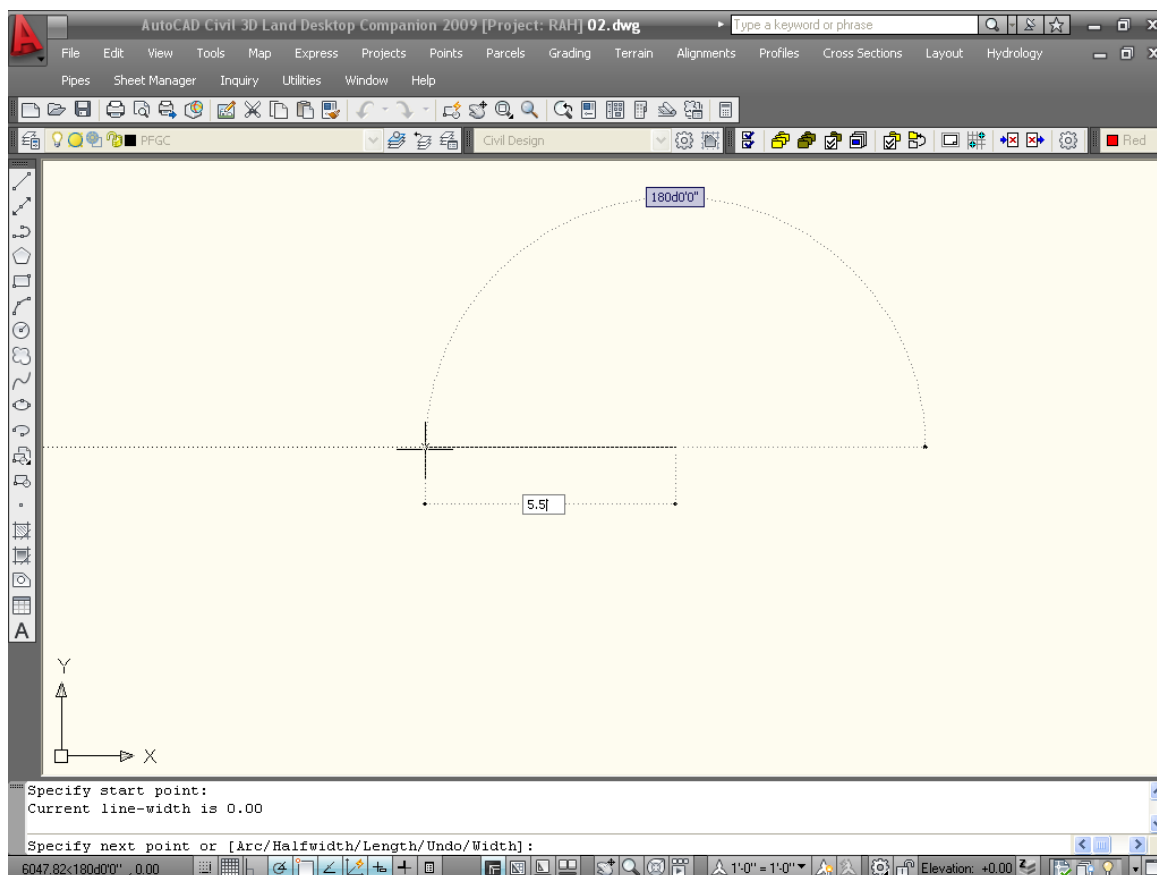
نرم افزار حاضر قادر است الگوی روسازی را همراه با مشخص کردن نوع مواد روسازی از کاربر دریافت کرده و در مقاطع عرضی وارد کند. همچنین محاسبات دور را انجام داده و الگوی روسازی را بر اساس این محاسبات در قوس ها رسم می کند. ولی از آنجا که محاسبه ی احجام خاکی در ابتدا به صورت اولیه و تقریبی محاسبه شده و نیز برای سادگی کار و پرهیز از مطرح کردن مسائل روسازی که در پروژه های واقعی توسط تیم مخصوص انجام می شود، در این راهنما الگوی روسازی به صورت یک خط صاف یعنی سطح بستر راه روی خط پروژه نشان داده شده است. مراحل کار به شرح زیر است:

دستور Polyline را با تایپ در خط فرمان و یا با استفاده از آیکن آن اجرا کنید.



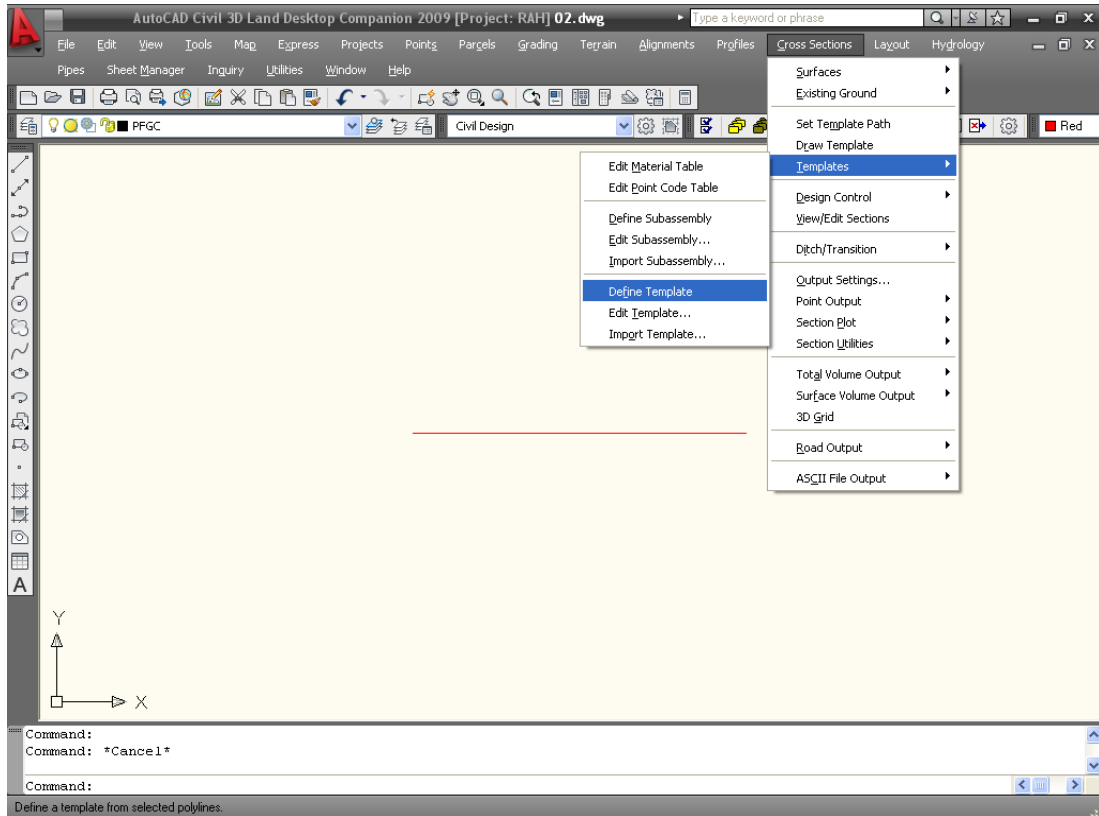
شکل ۱-۱۸

در صفحه ی ترسیم، یک خط افقی به طول نصف عرض کل راه رسم کنید. برای این کار کافی است بعد از اجرای دستور با کلیک روی صفحه، نقطه ی اول خط را تعیین کرده و سپس با موس خط را در حالت افقی نگاه داشته، عدد نصف عرض راه را در خط فرمان وارد کرده و Enter کنید.



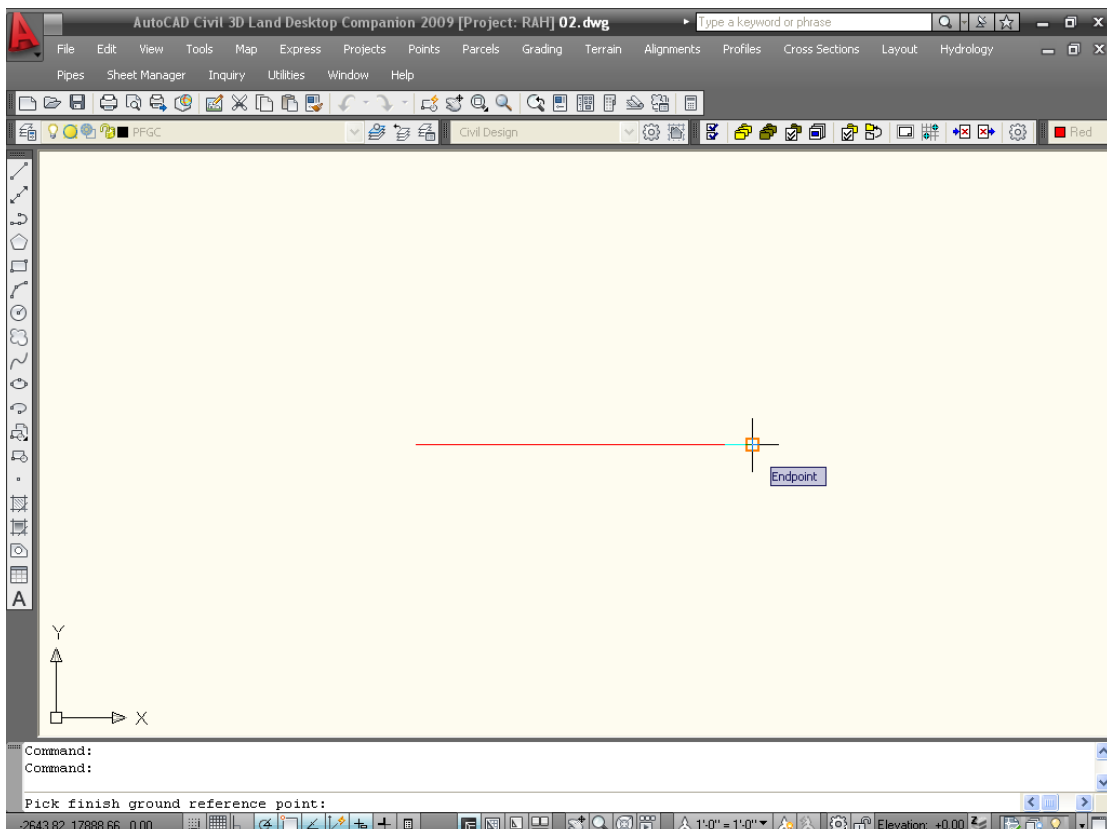
شکل ۲-۱۸

دستور Cross Sections> Templates> Define Template را اجرا کنید.



شکل ۳-۱۸

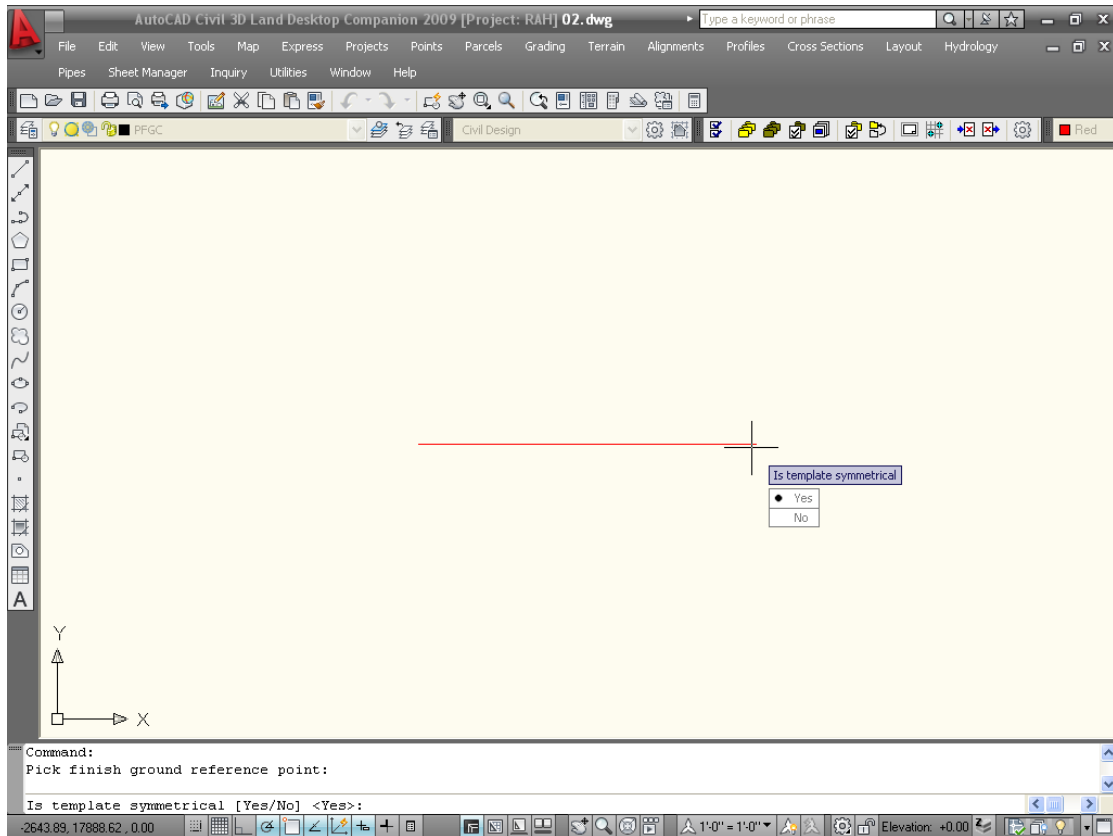
در خط فرمان پیغام Pick finish ground reference point : ظاهر می شود.  
روی نقطه ی انتهایی خط در سمت راست کلیک کنید (بهتر است Endpoint روشن باشد).



شکل ۴-۱۸

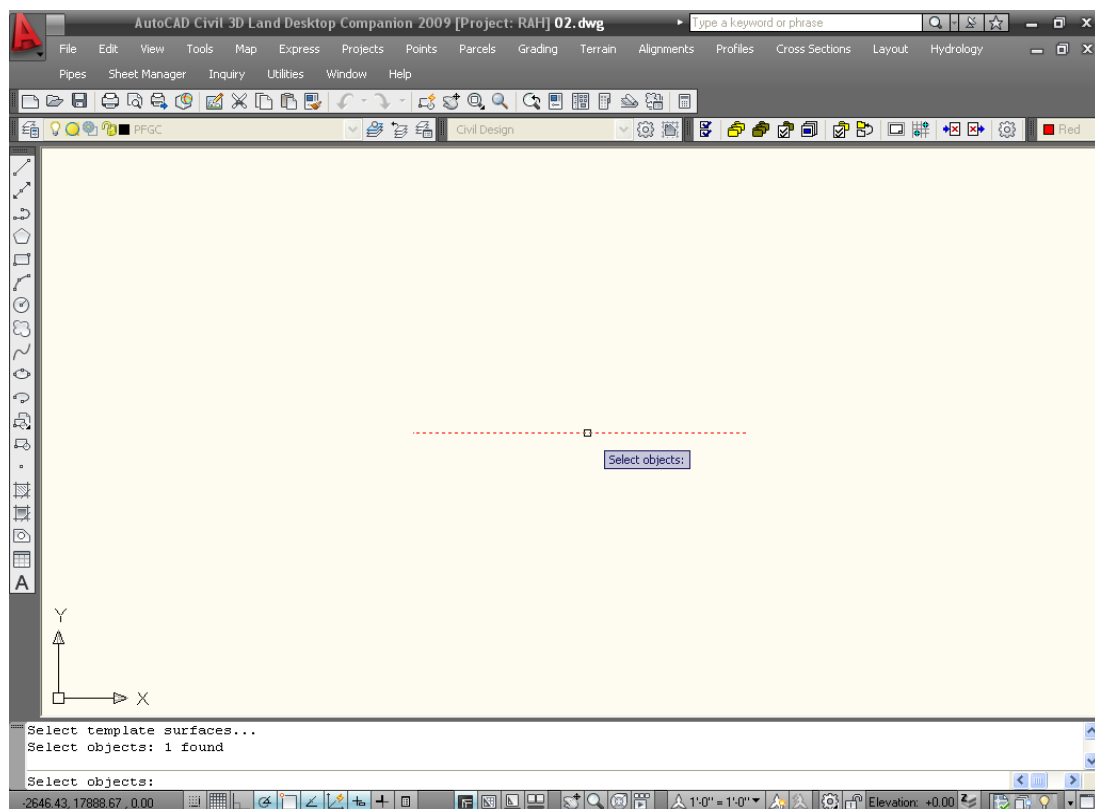
پیغام متقارن بودن الگو : <Yes> [Yes/No] Is template symmetrical ظاهر می شود.

پیغام را (با پذیرش متقارن بودن) Enter کنید.



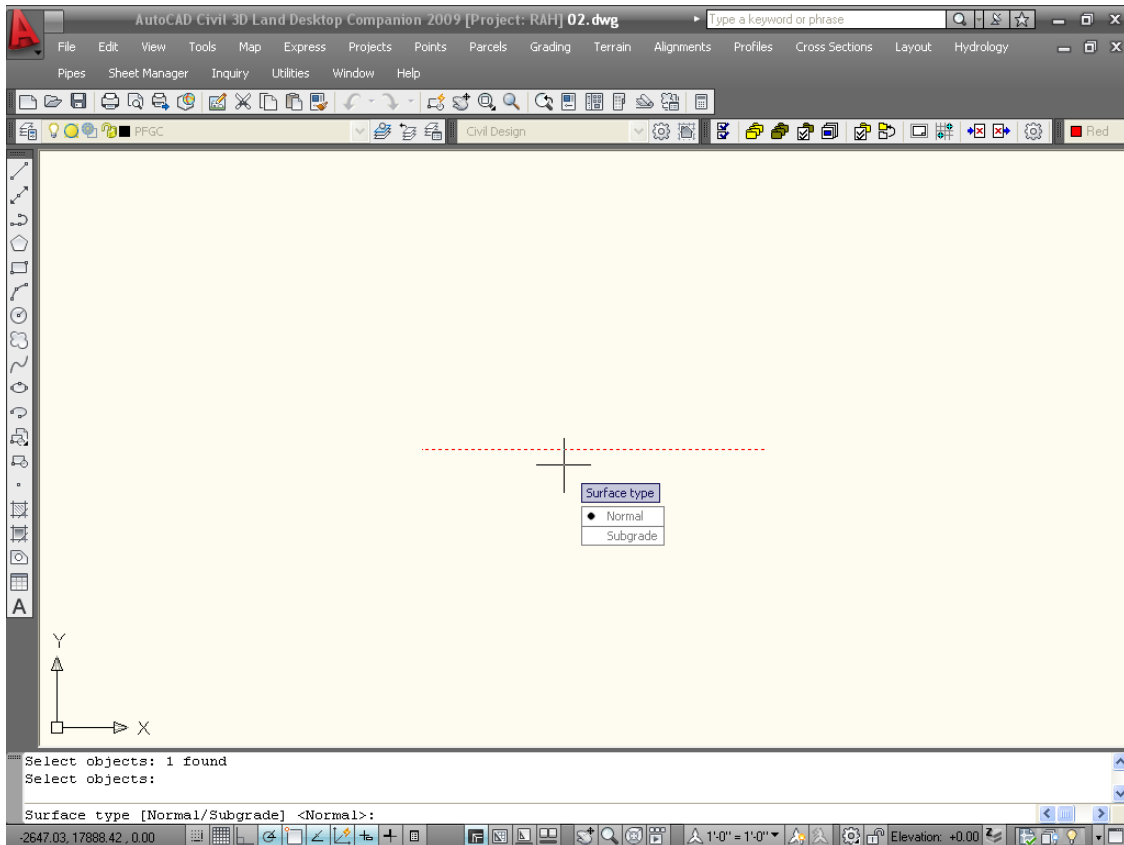
شکل ۵-۱۸

در خط فرمان پیغام Select objects: ظاهر می شود. روی خط کلیک کرده و Enter کنید.



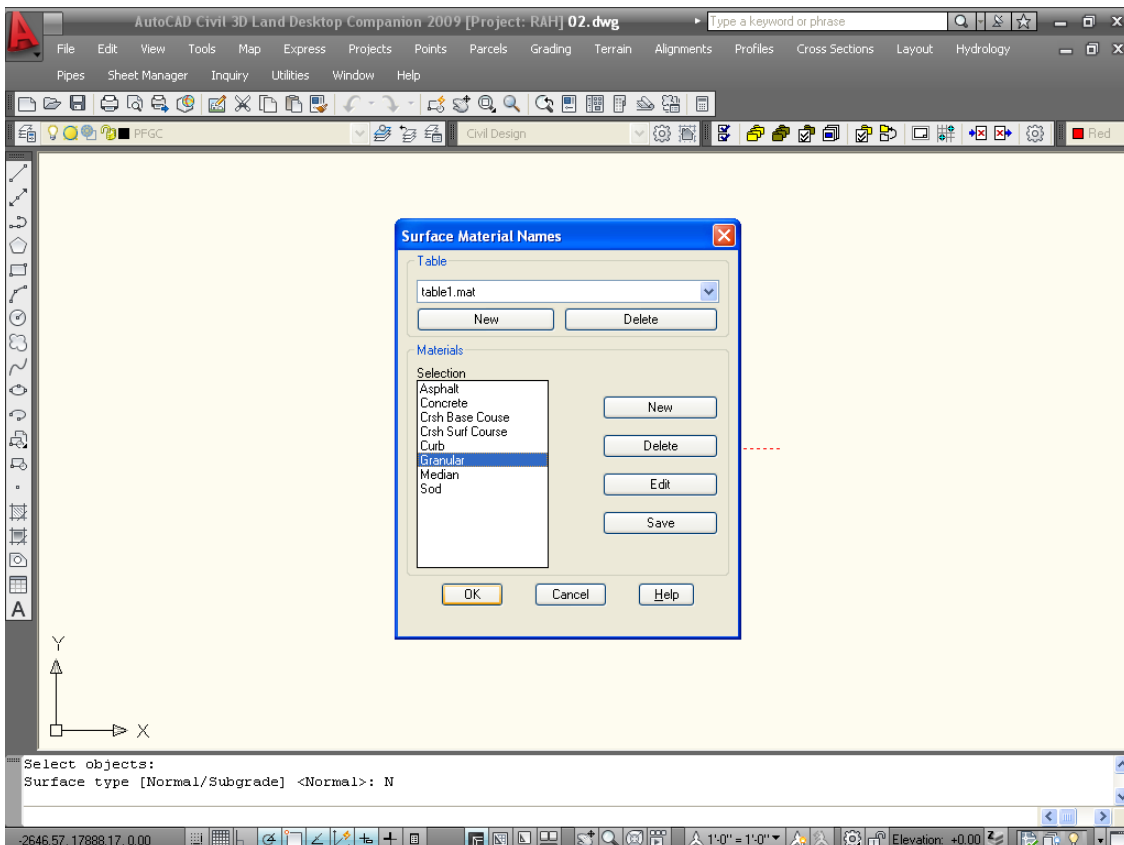
شکل ۶-۱۸

در خط فرمان پیغام: <Normal> Surface type [Normal/Subgrade] ظاهر می شود. آن را Enter کنید.



شکل ۱۸-۷

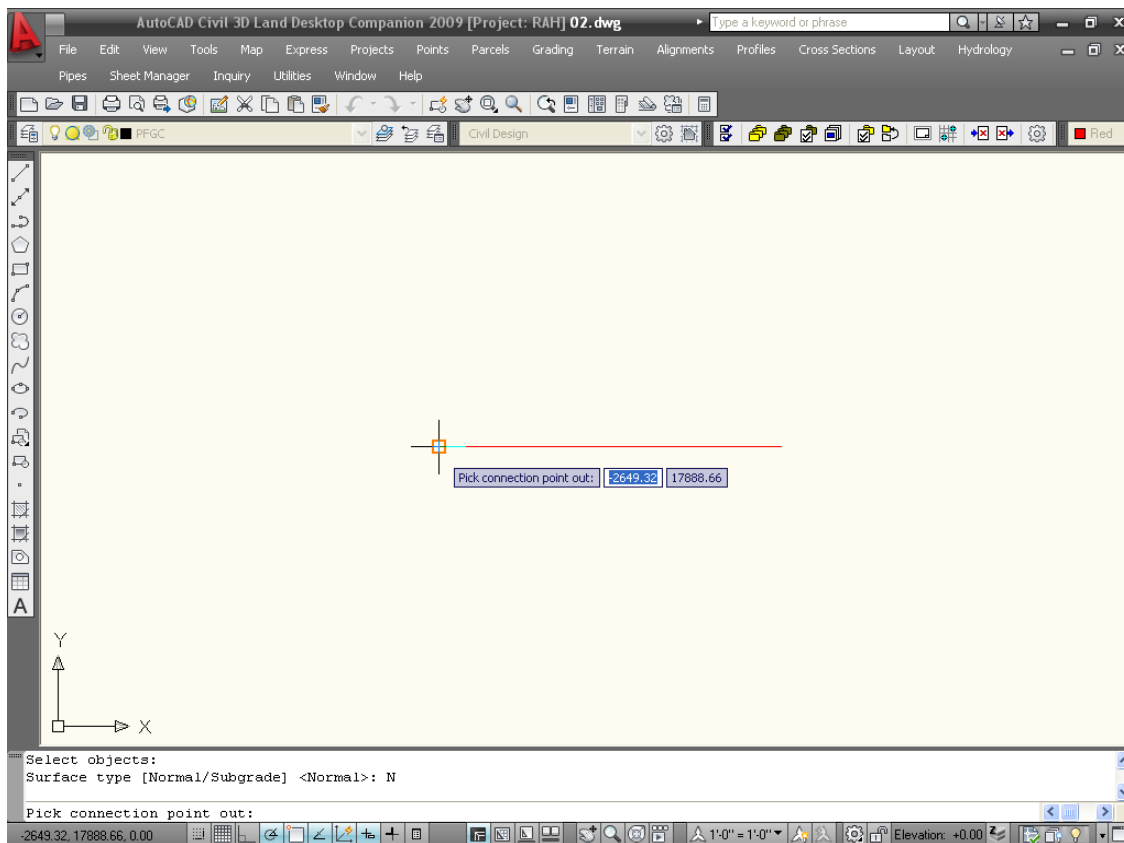
در پنجره ی باز شده از قسمت Materials، Granular (دانه ای) را انتخاب و پنجره را Ok کنید.



شکل ۱۸-۸

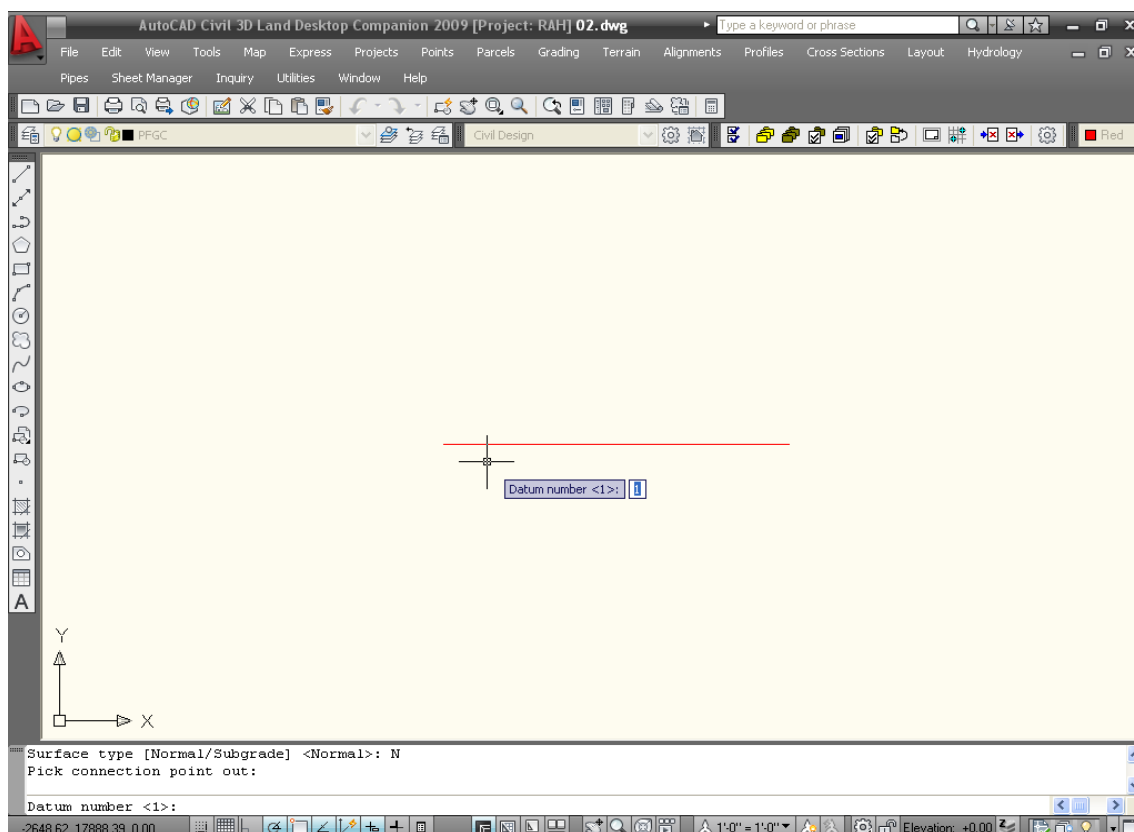


در خط فرمان پیغام Pick connection point out : روی نقطه ی ابتدایی خط در سمت چپ کلیک کنید.



شکل ۹-۱۸

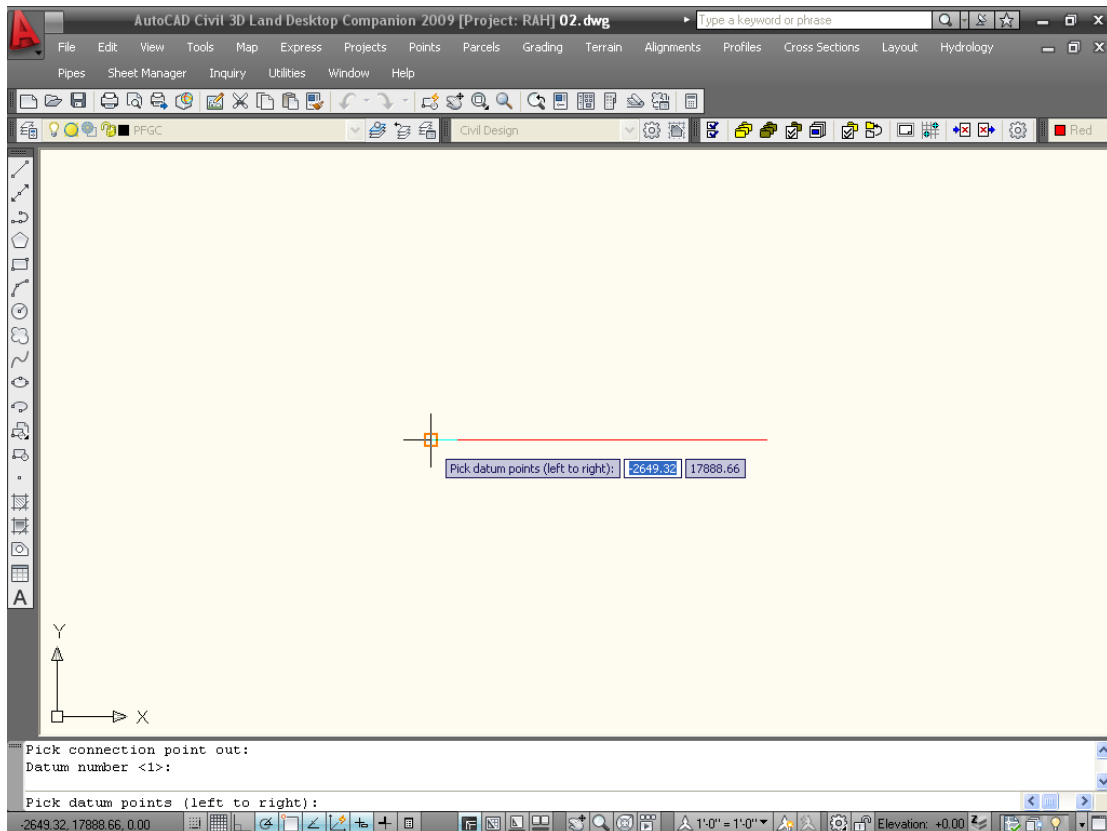
پیغام شماره گذاری نقطه ها : <1> Datum number ظاهر می شود. آن را Enter کنید.



شکل ۱۰-۱۸

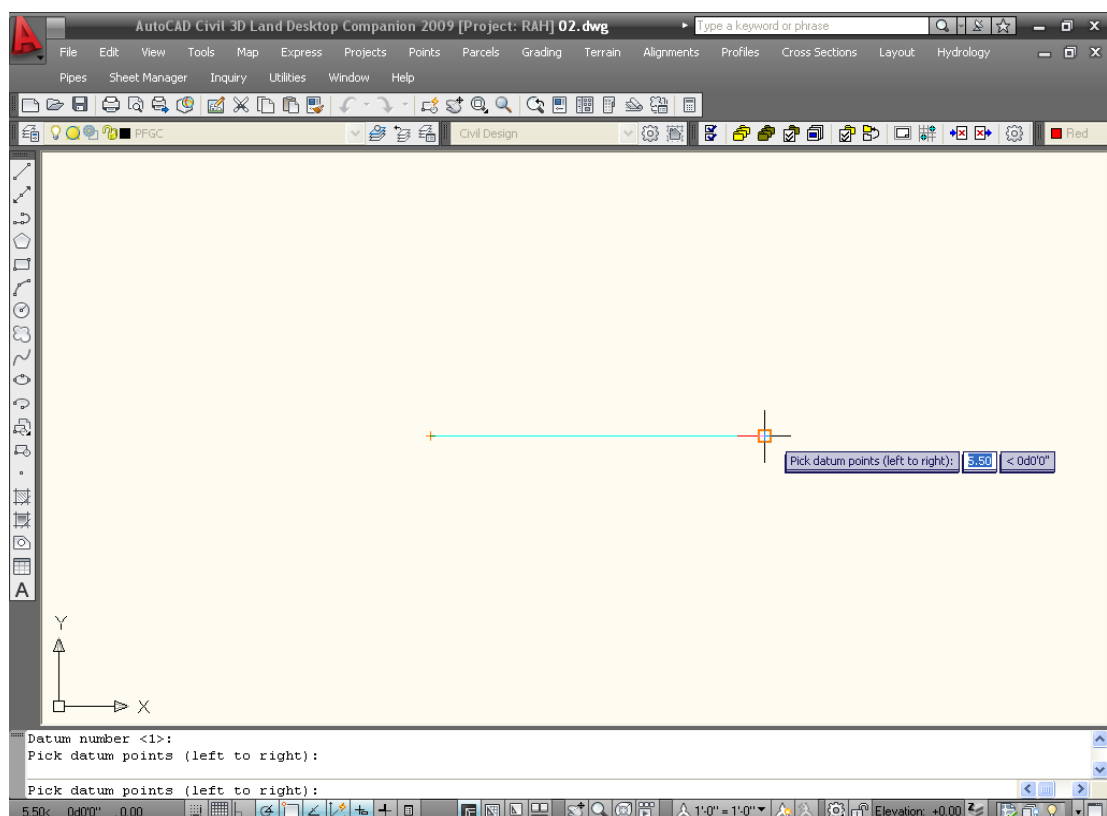
در خط فرمان پیغام Pick datum points (left to right) : ظاهر می شود.

ابتدا روی نقطه ی ابتدایی سمت چپ خط کلیک کنید.



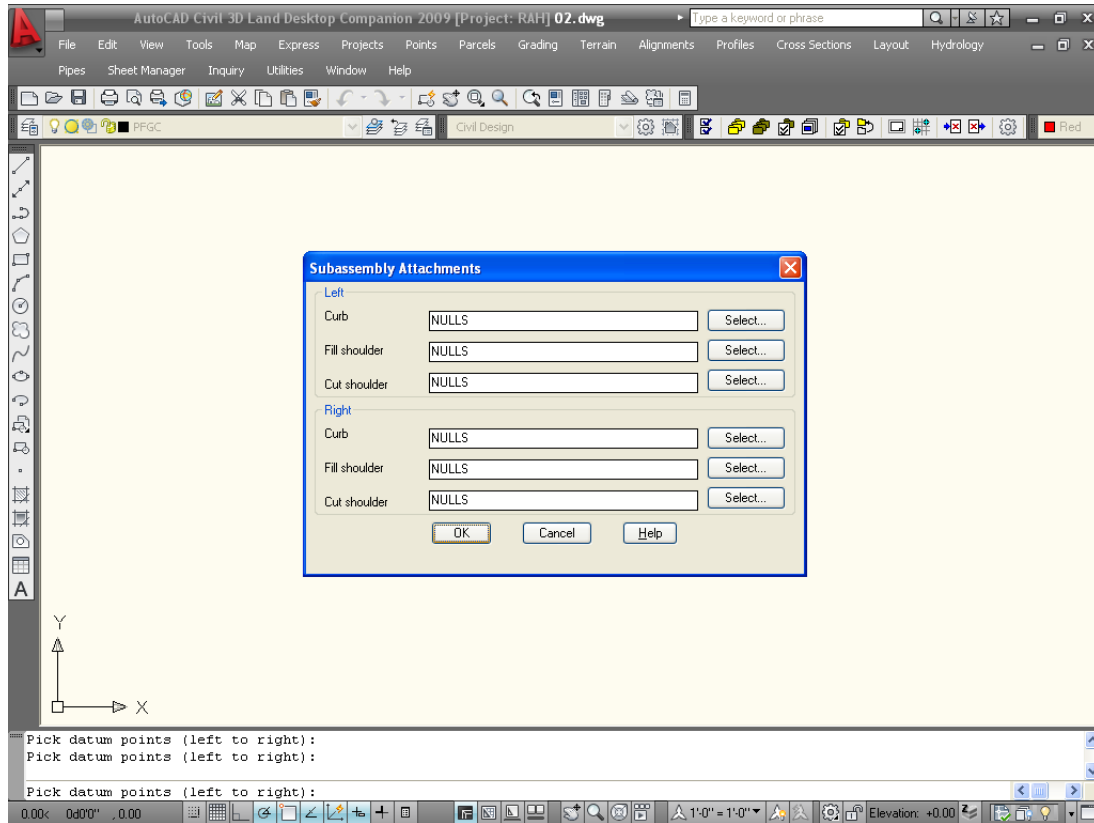
شکل ۱۱-۱۸

و سپس روی نقطه ی انتهایی سمت راست خط کلیک کرده و Enter کنید.



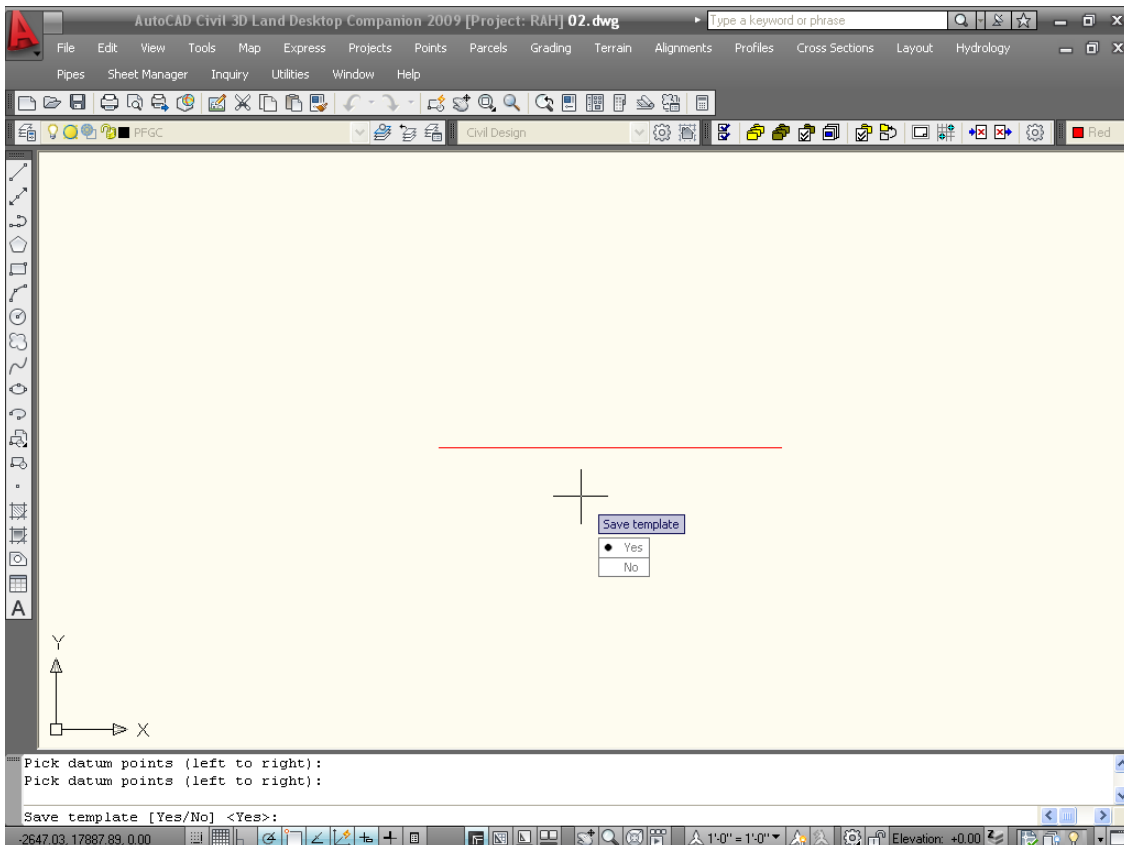
شکل ۱۲-۱۸

پنجره ی Subassembly Attachments باز می شود. آن را Ok کنید.



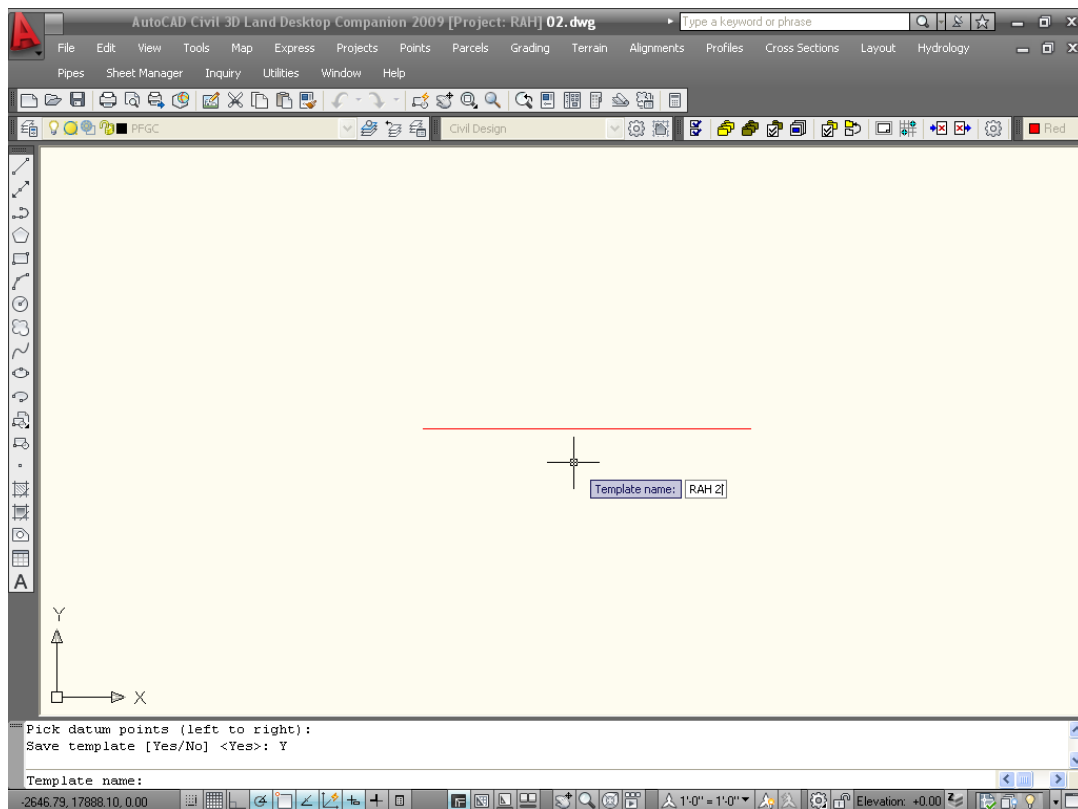
شکل ۱۸-۱۳

پیغام ذخیره الگو : <Yes> Save template [Yes/No] را با Yes پاسخ دهید.



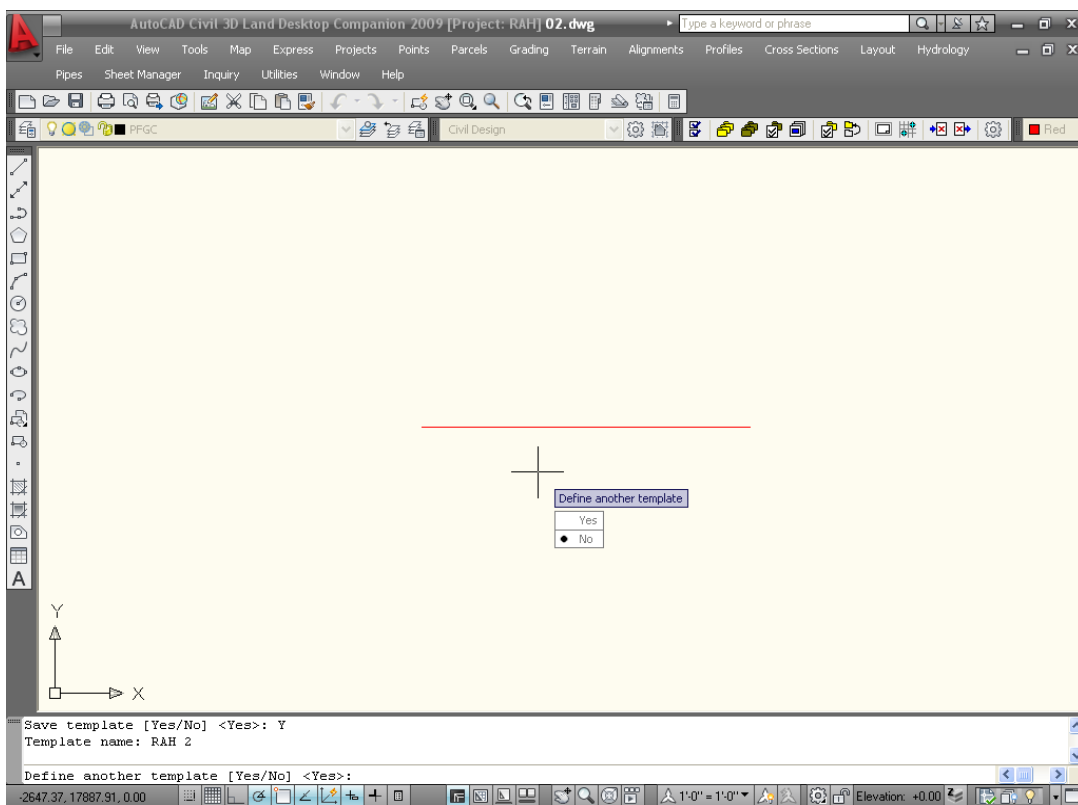
شکل ۱۸-۱۴

سپس یک نام دلخواه برای الگو در خط فرمان وارد کرده و Enter کنید.



شکل ۱۵-۱۸

پیغام ساخت الگوی دیگر : <Yes> [Yes/No] Define another template را با No پاسخ دهید.

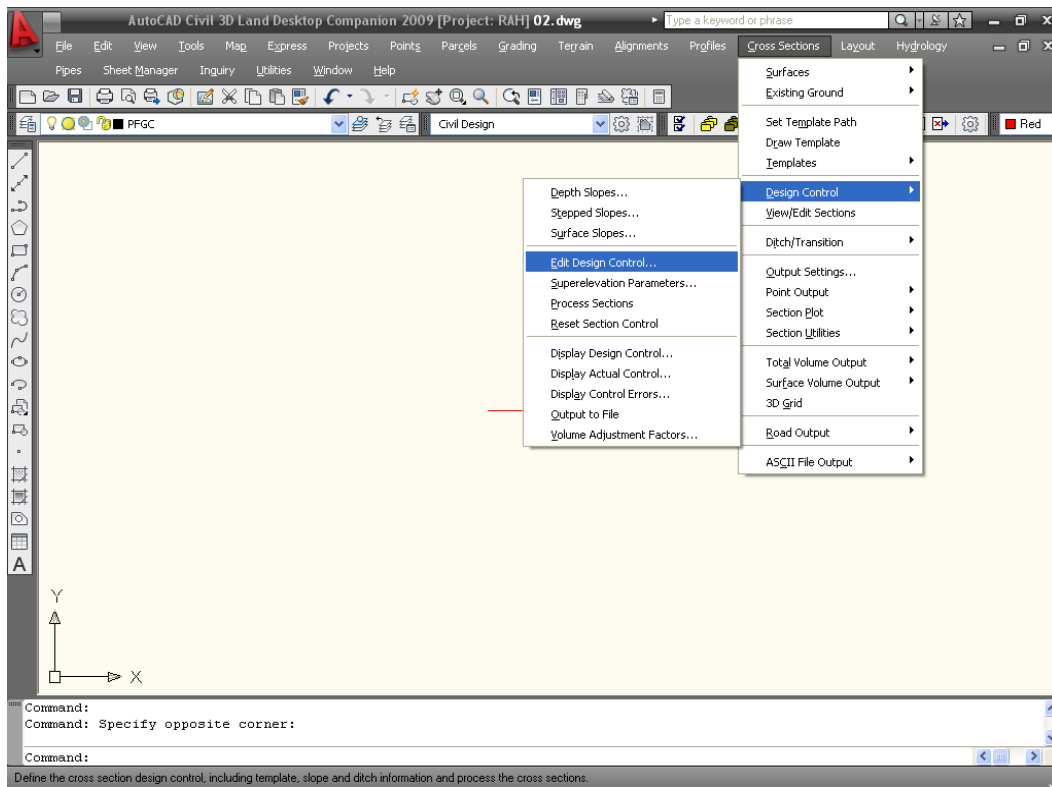


شکل ۱۶-۱۸

به این صورت الگوی روسازی تعریف و ذخیره می شود.

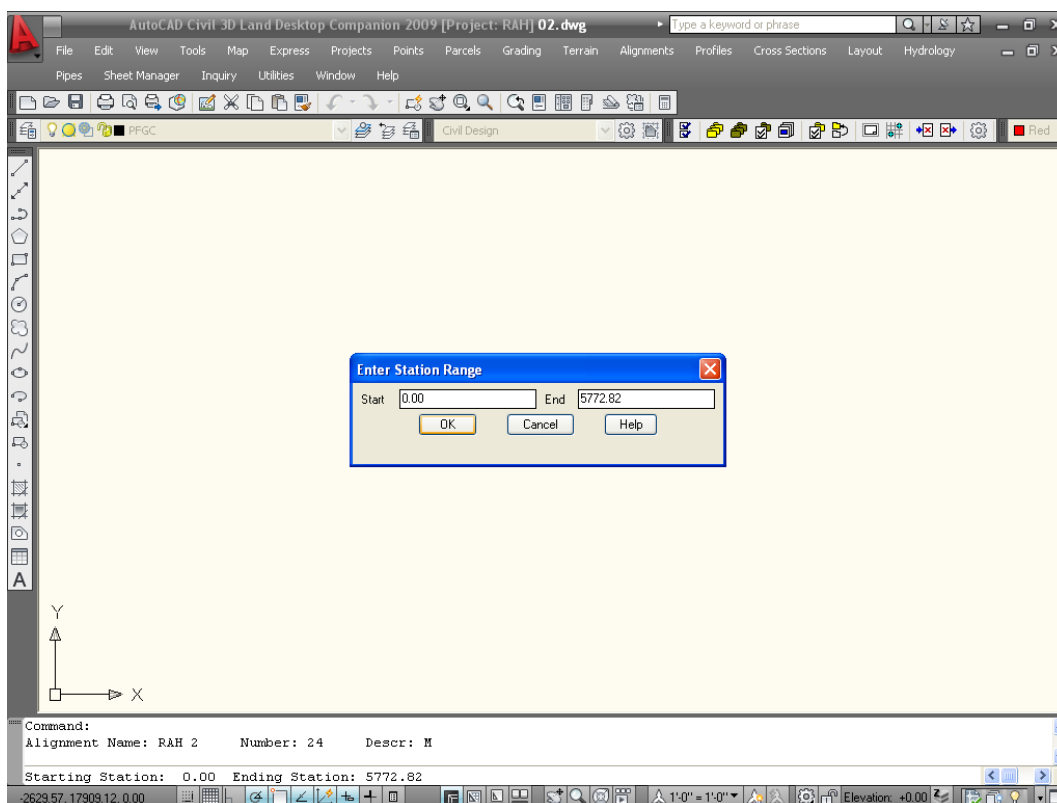
## ۱۹- تعریف مشخصات خاکبرداری و خاکریزی و پردازش مقاطع عرضی

به منظور تعریف مشخصات خاکبرداری و خاکریزی و پردازش مقاطع عرضی تیب راه بدون روسازی مراحل زیر را دنبال کنید:  
دستور Cross Sections > Design Control > Edit Design Control را اجرا کنید.



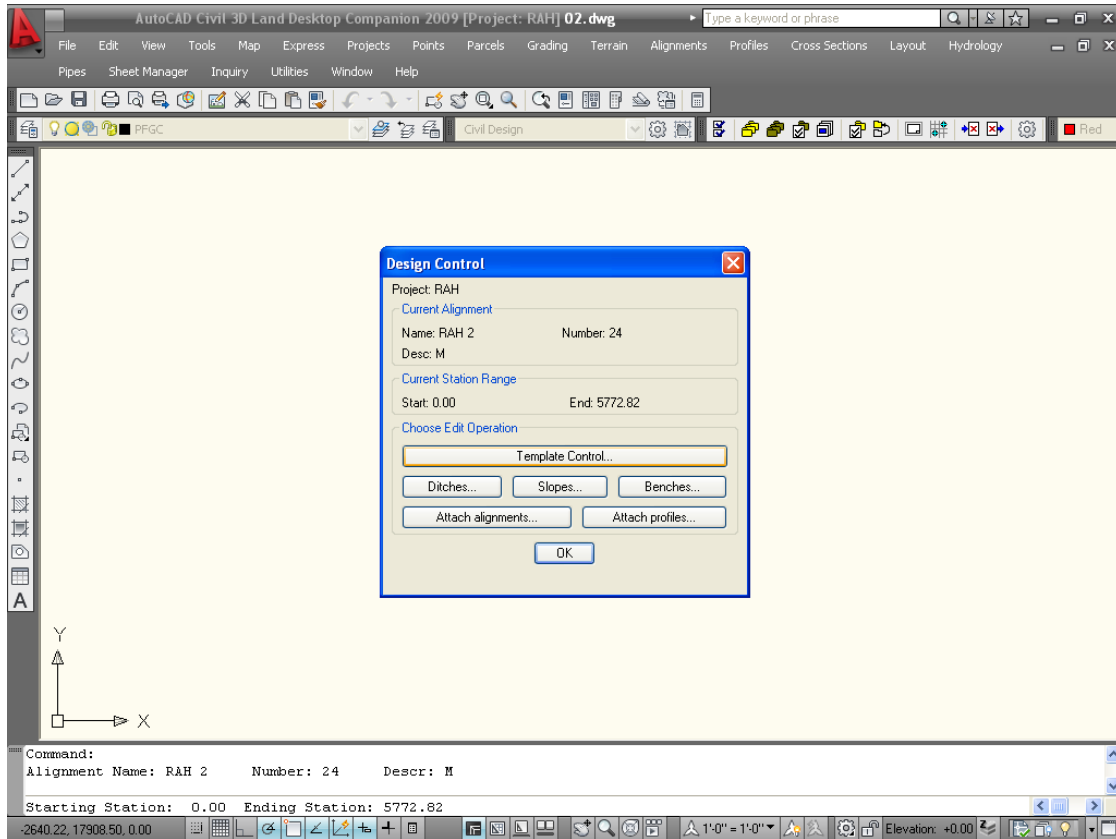
شکل ۱-۱۹

پنجره ی Enter Station Range را Ok کنید.



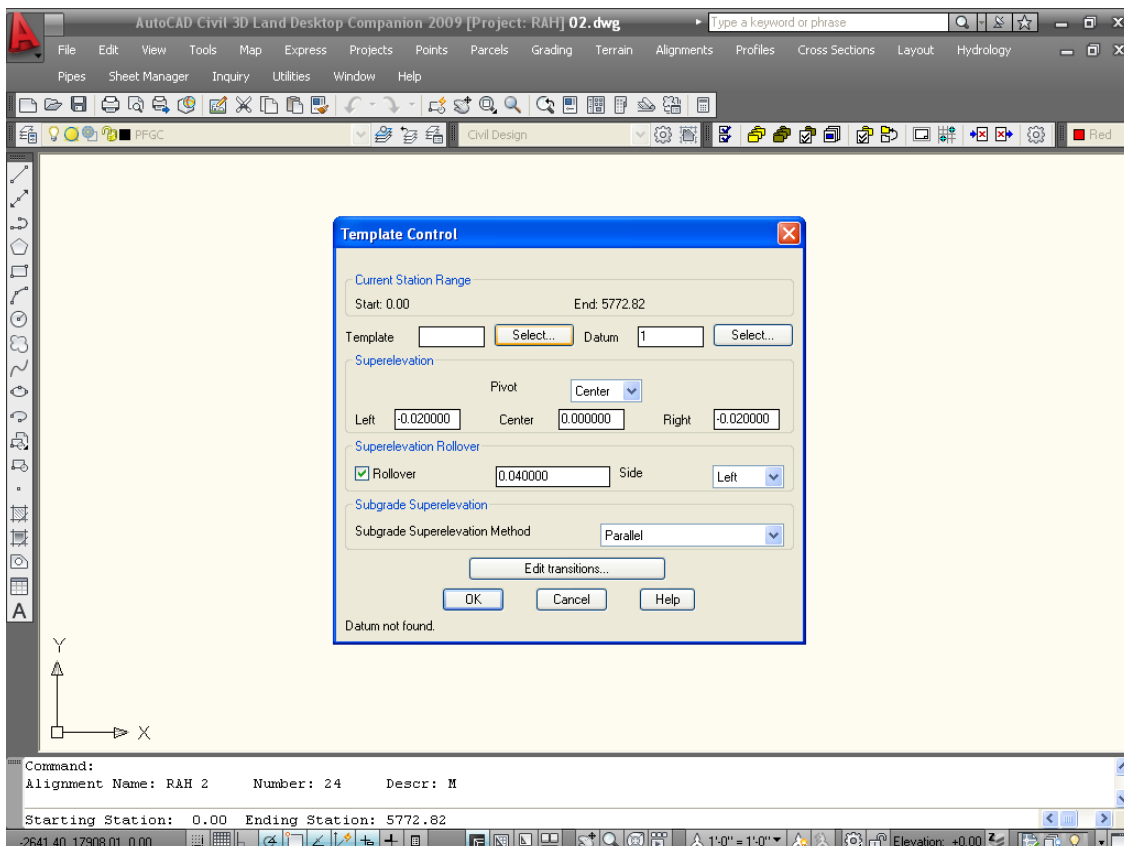
شکل ۲-۱۹

در پنجره ی Design Control، گزینه ی Template Control... را انتخاب کنید.



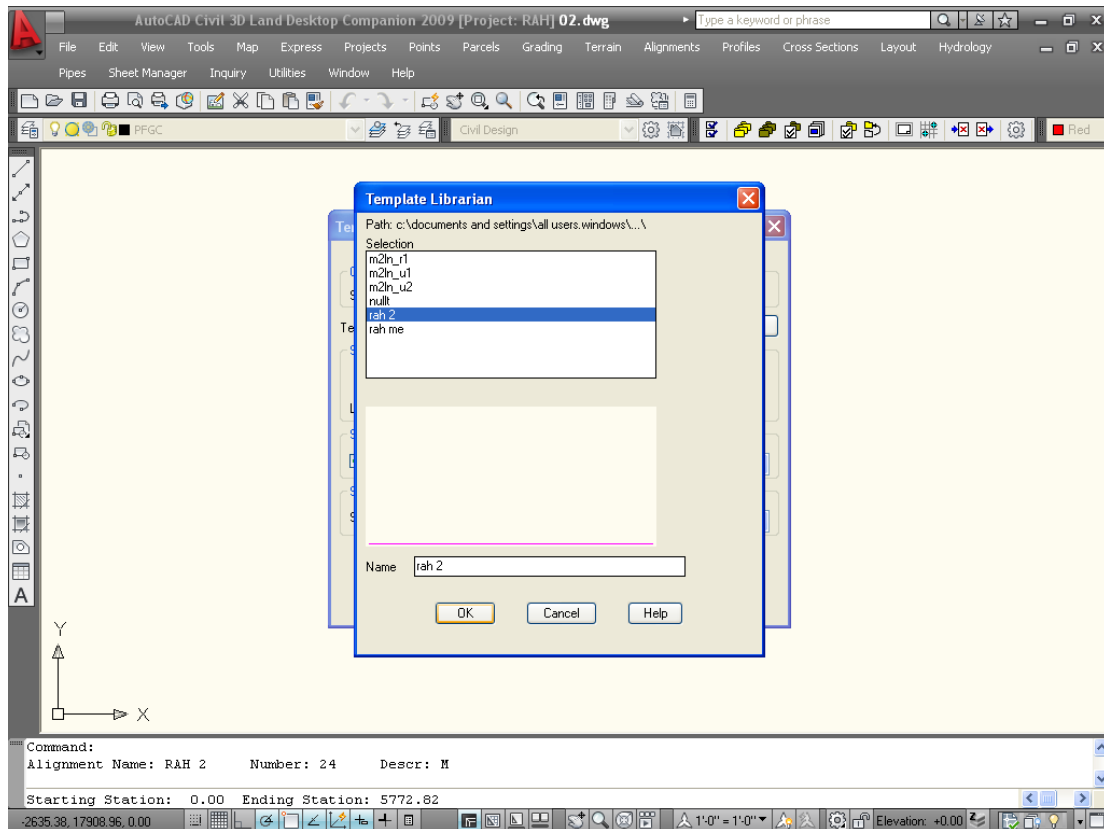
شکل ۳-۱۹

در پنجره ی باز شده (شکل ۳-۱۹)، روی گزینه ی Select در مقابل Template کلیک کنید.



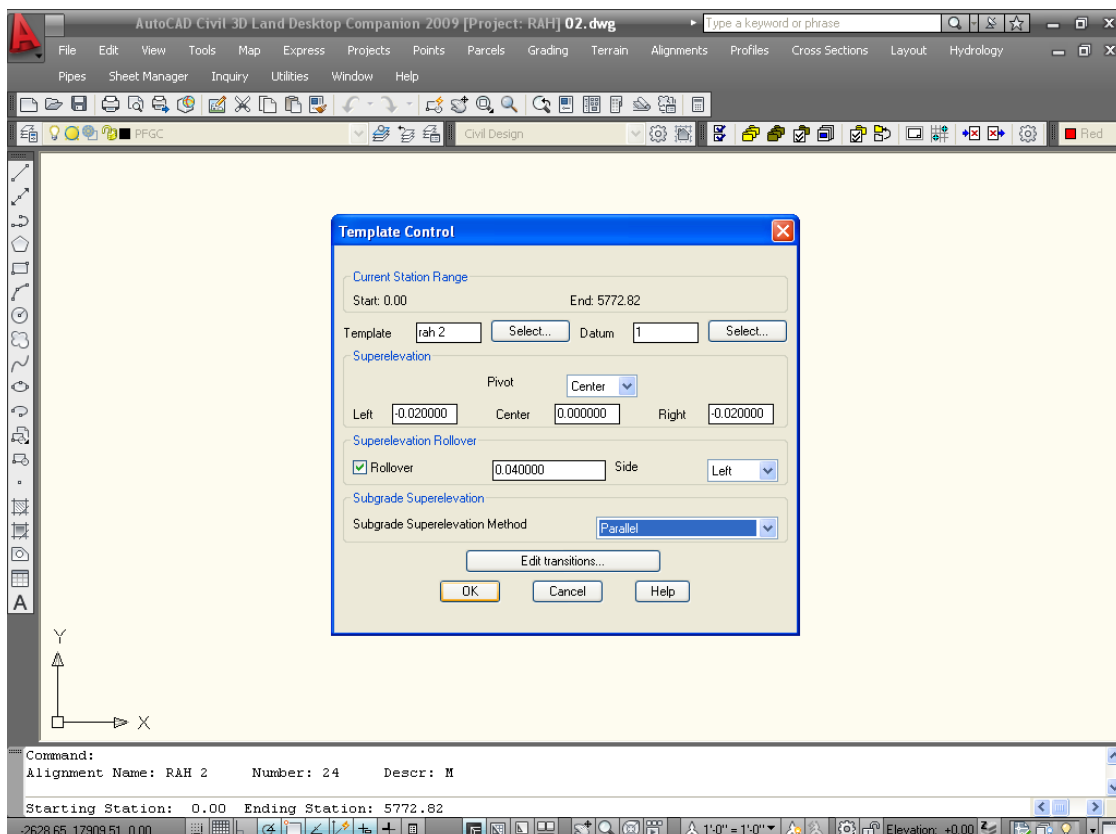
شکل ۴-۱۹

در پنجره ی باز شده از بین الگوها، الگویی را که در گام ۱۸ ساخته شد، انتخاب کرده و Ok کنید.



شکل ۱۹-۵

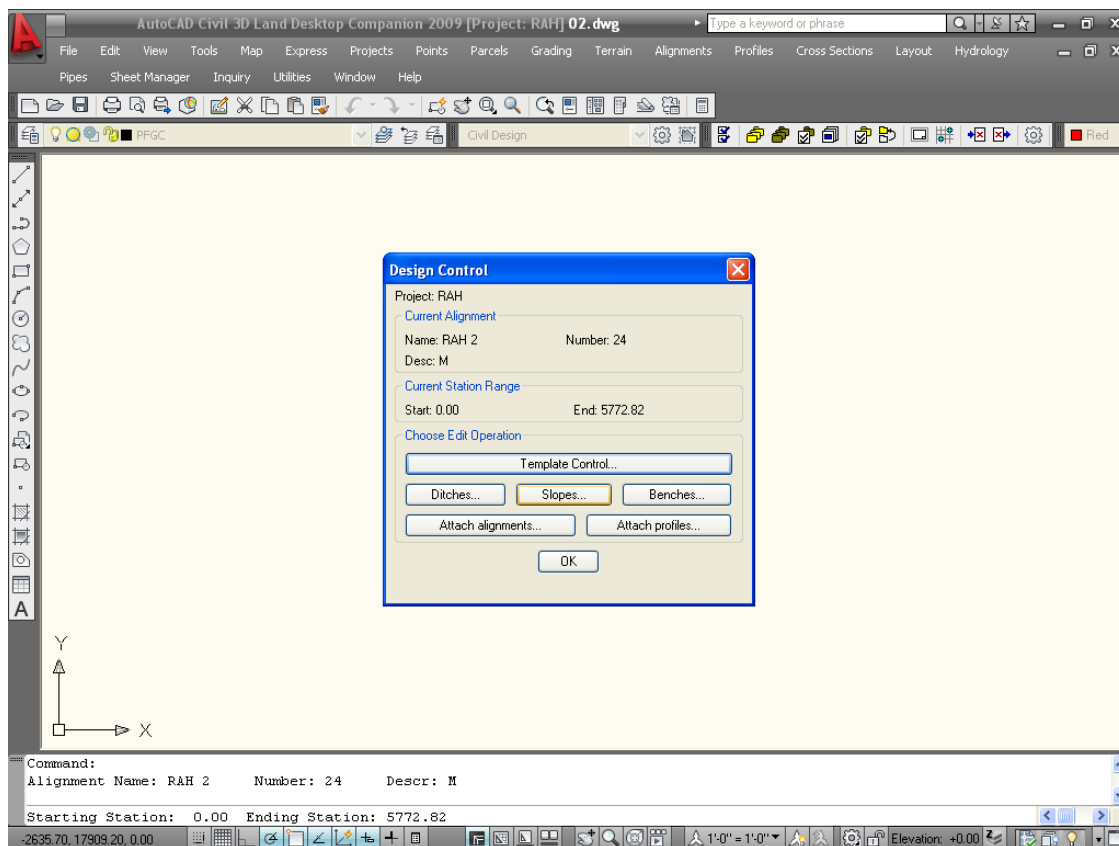
در پنجره ی Template Control از قسمت Subgrade Superelevation Method گزینه ی Parallel را انتخاب کرده و پنجره را Ok کنید.



شکل ۱۹-۶



به منظور ویرایش مشخصات شیب های خاکبرداری و خاکریزی، در پنجره ی Design Control گزینه ی Slopes... را کلیک کنید.



شکل ۱۹-۷

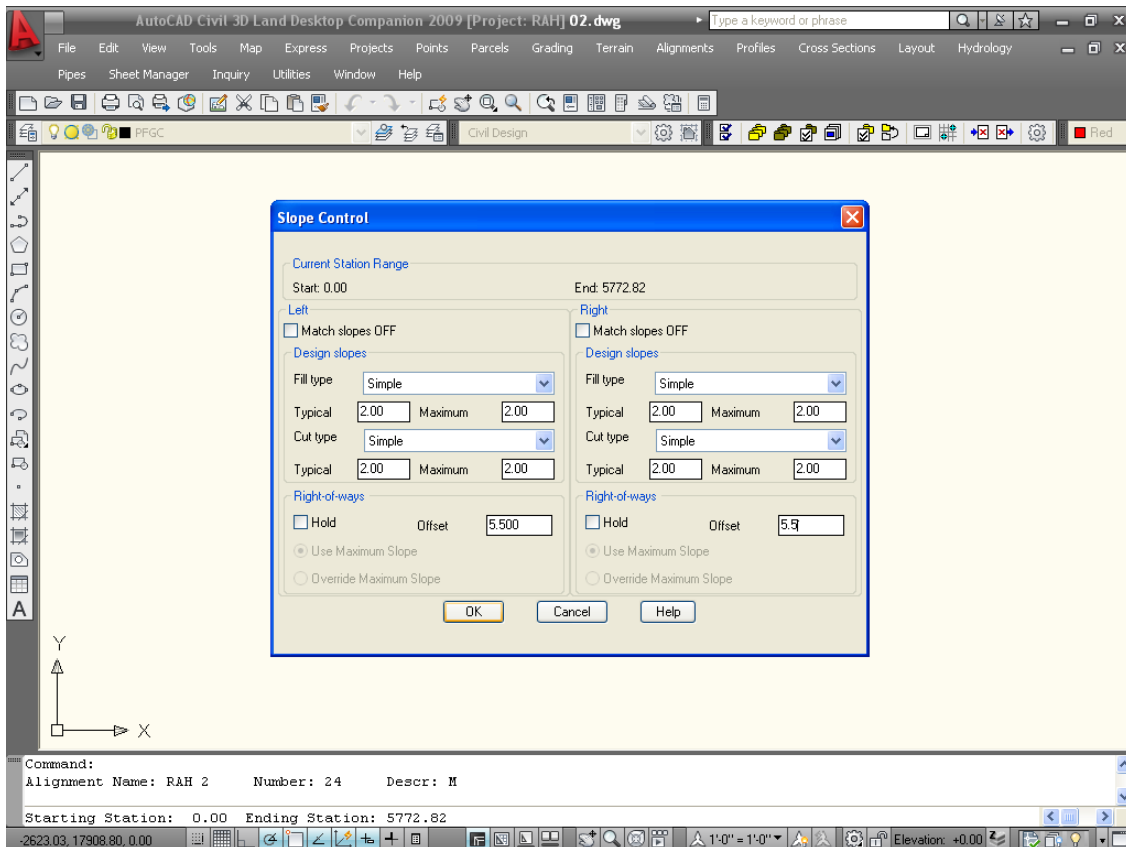
در پنجره ی باز شده (شکل ۱۹-۸) باید مقادیر شیب شیروانی را به نرم افزار معرفی کنیم. اندازه شیب شیروانی بر حسب ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری را از جدول زیر به دست آورید.

اندازه شیب شیروانی (قائم به افق، H:L) در زمین			ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری (متر)
سراشیب	کمی سراشیب	مسطح یا تپه ماهور	
۱:۴	۱:۴	۱:۶	۱/۵ تا .
۱:۲	۱:۳	۱:۴	۱/۵ تا ۳
۴:۷	۲:۵	۱:۳	۳ تا ۴/۵
۲:۳	۱:۲	۱:۲	۴/۵ تا ۶
۲:۳	۲:۳	۱:۲	بیش از ۶

جدول ۱۹-۱ اندازه شیب شیروانی بر حسب ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری و میزان سراشیبی عرضی زمین

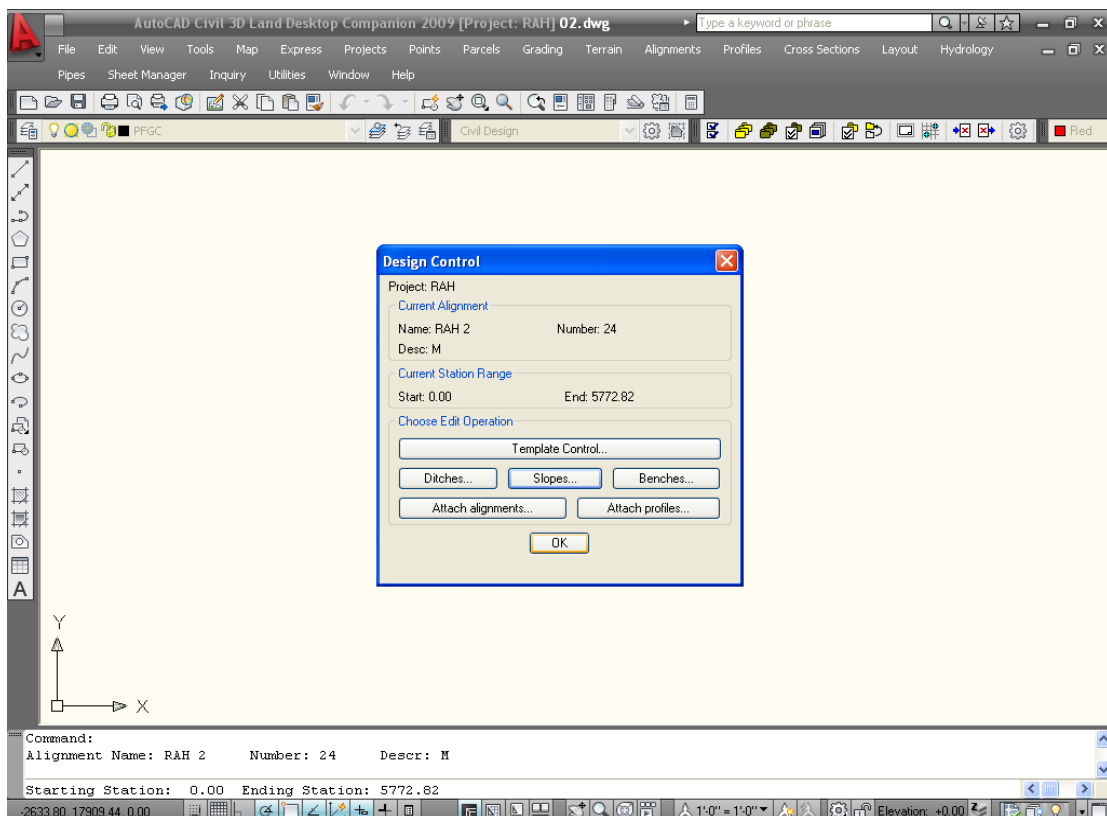
حال در بخش Design slopes، از قسمت Fill type گزینه ی Simple را انتخاب کنید. سپس برای هر چهار حالت خاکبرداری و خاکریزی در چپ و راست، اندازه شیب شیروانی را وارد کنید. این مقدار ۲ وارد شده

است یعنی برای تمام مقاطع شیب شیروانی ۱:۲ است. حال در قسمت Offset نصف عرض کل راه را وارد کنید و در پایان پنجره را Ok کنید.



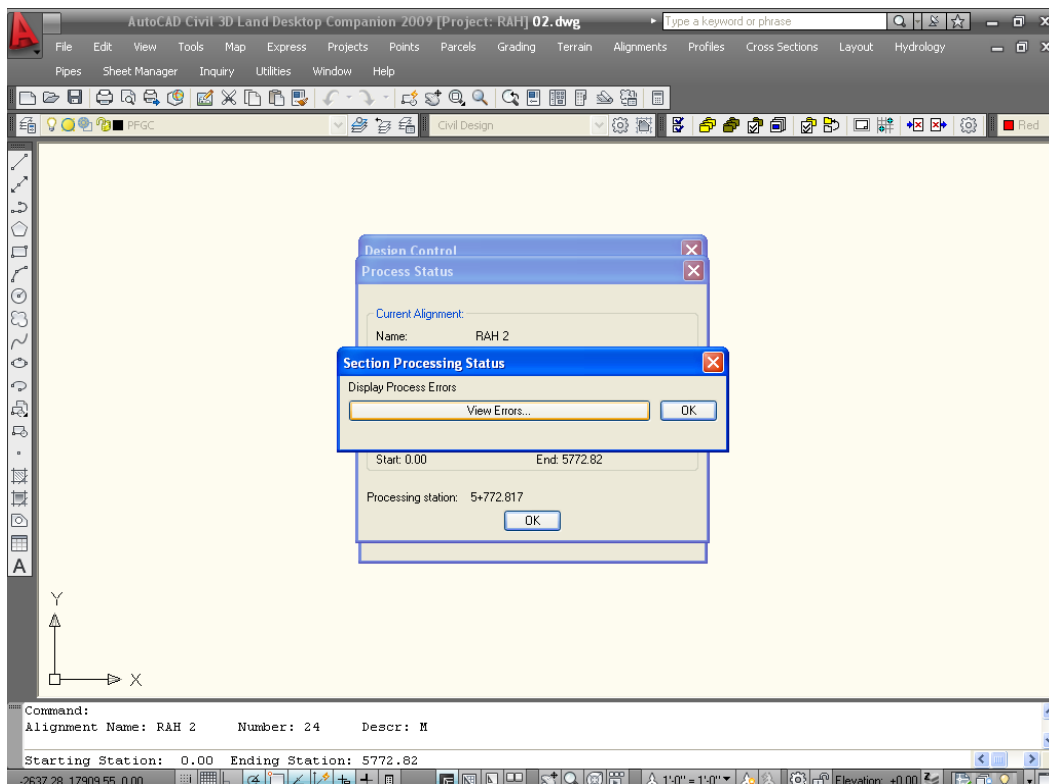
شکل ۱۹ - ۸

پنجره ی Design Control را نیز Ok کنید تا عملیات پردازش مقاطع عرضی آغاز شود.



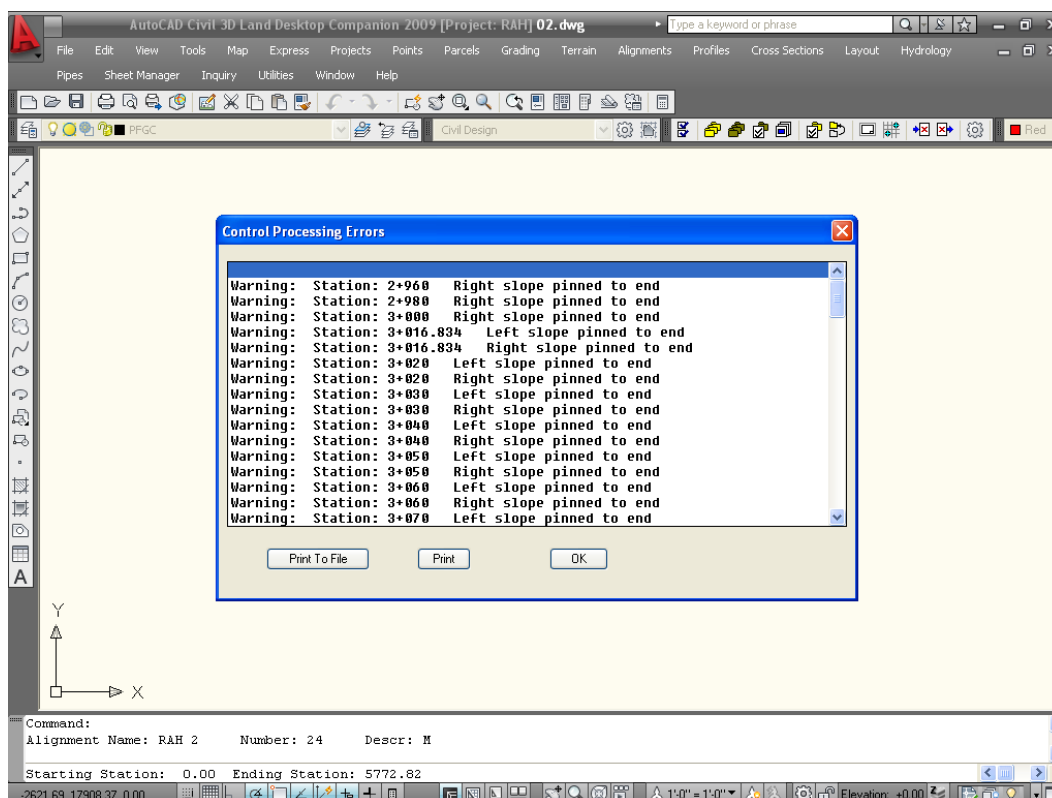
شکل ۱۹ - ۹

در صورت مشاهده ی پنجره ای با عنوان View Errors روی آن کلیک کنید تا خطاها دیده شوند.



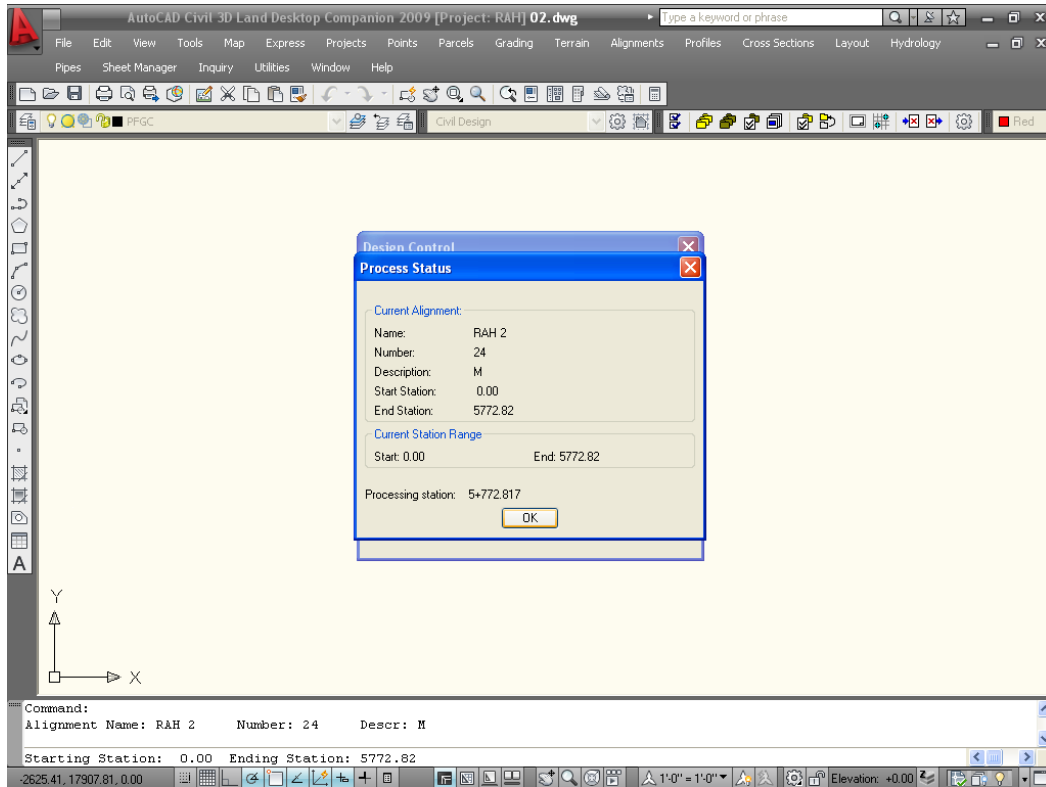
شکل ۱۰-۱۹

این خطاها اعلام می کند که در بعضی ایستگاه ها به دلیل ادامه ی شیب شیروانی به انتهای خط زمین نمی رسیده، نرم افزار شیب شیروانی را در مورد این ایستگاه تا حدی که به انتهای خط زمین برسد، تندتر می کند. در ادامه این بحث به روشی برای کاهش این خطاها می پردازیم. حال این پنجره و سپس پنجره ی ۱۰-۱۹ را Ok کنید.



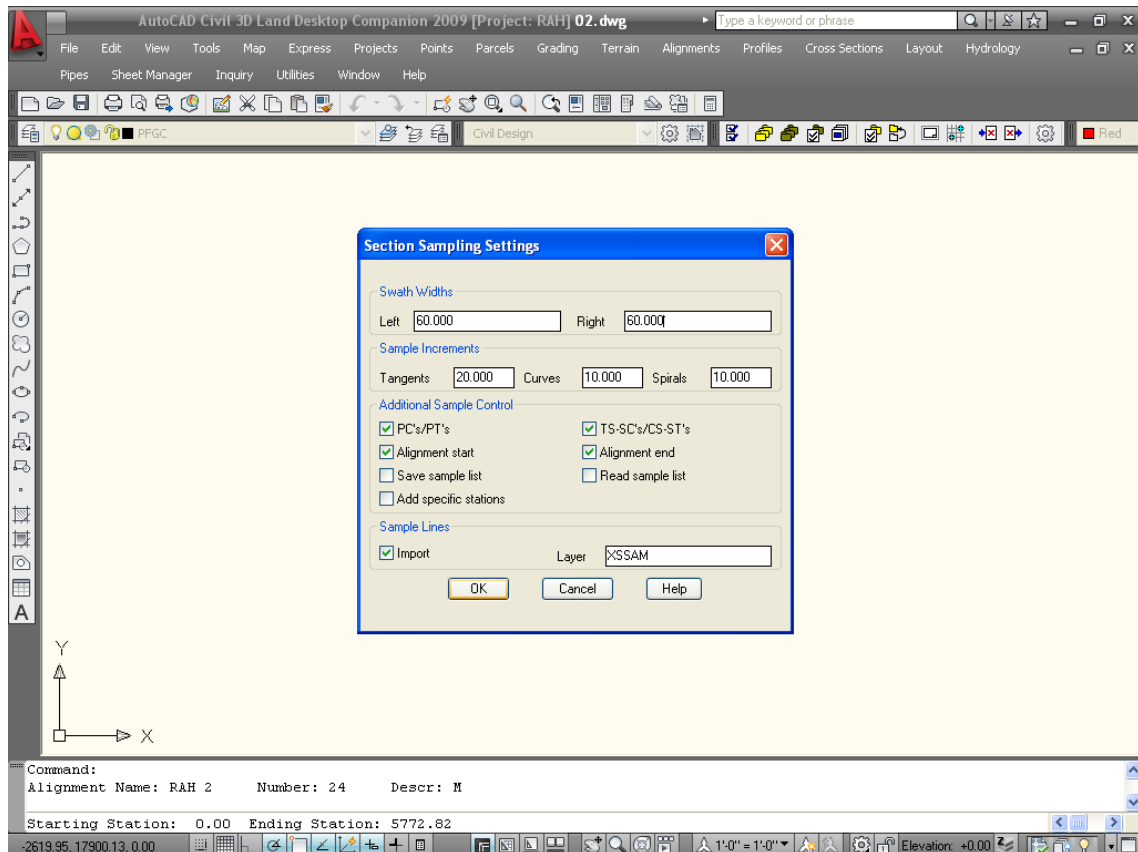
شکل ۱۱-۱۹

پنجره ی Process Status را Ok کنید تا عملیات پردازش مقاطع عرضی خاتمه یابد.



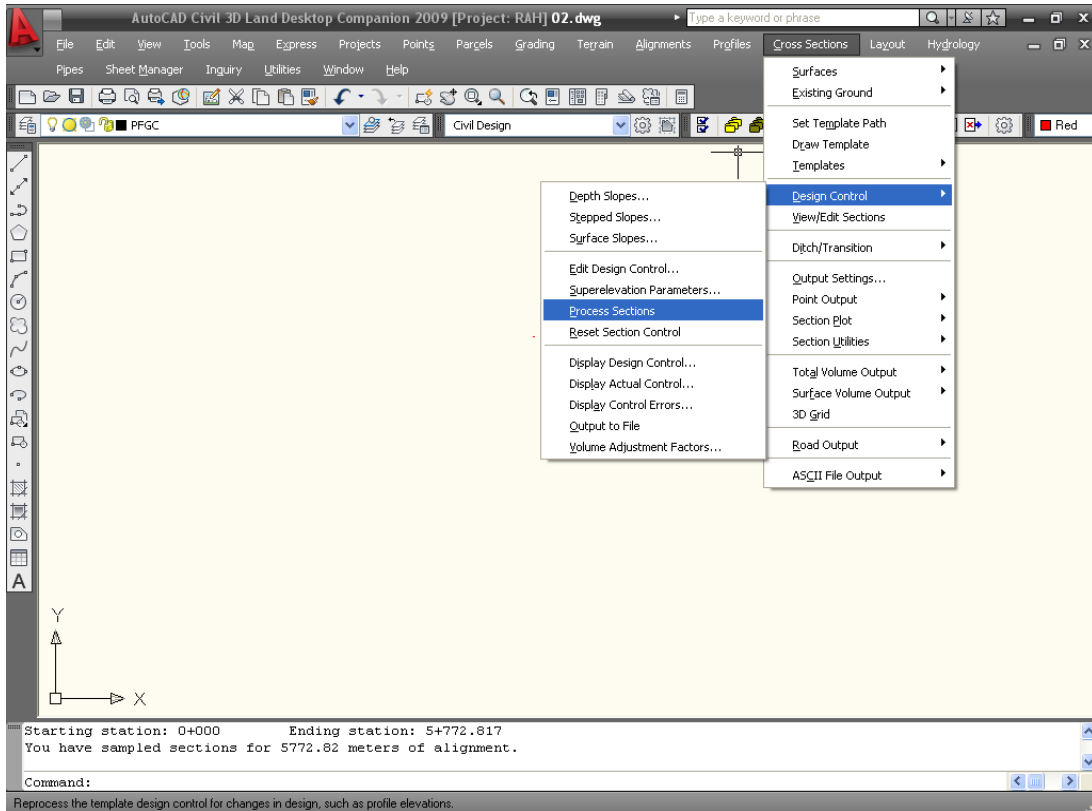
شکل ۱۹-۱۲

حال برای کاهش این خطاها کافی است که در گام ۱۷ (نمونه برداری از زمین برای مقاطع عرضی)، عرض نمونه برداری را از ۴۰ بیشتر کنید و سپس با این تغییرات این مرحله را تکرار کنید.



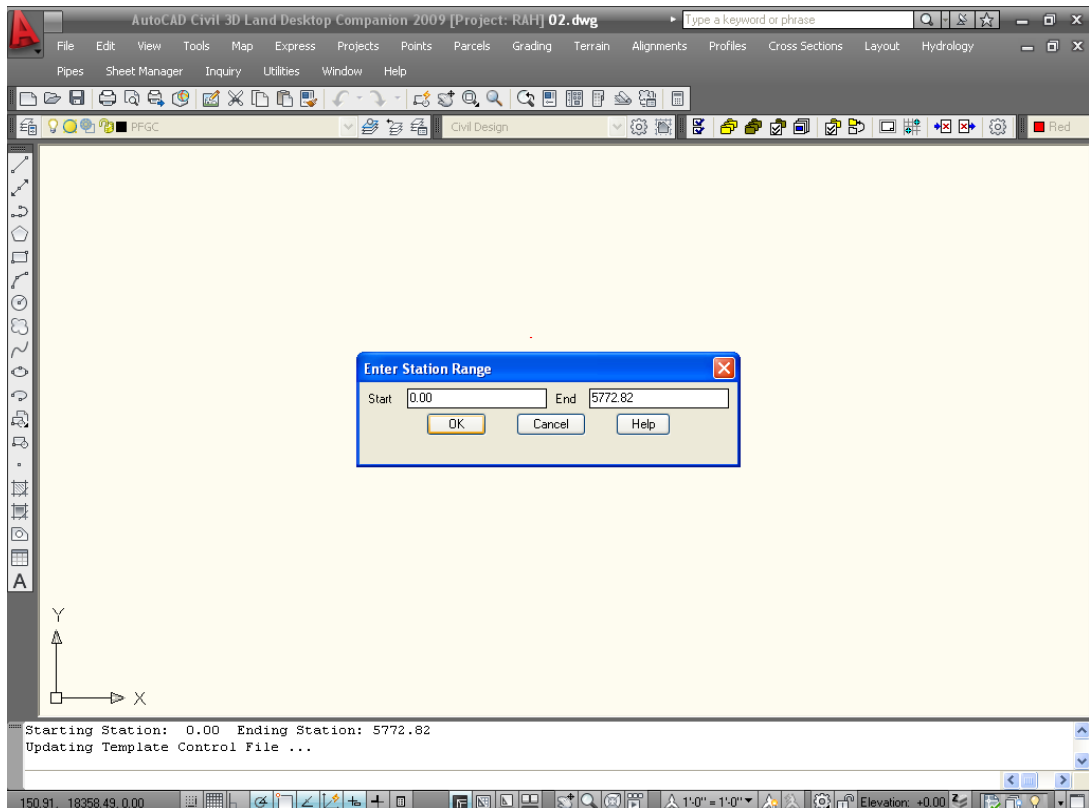
شکل ۱۹-۱۳

سپس دستور Cross sections > Design Control > Process Sections را اجرا کنید تا مقاطع با تغییرات جدید دوباره پردازش شوند.



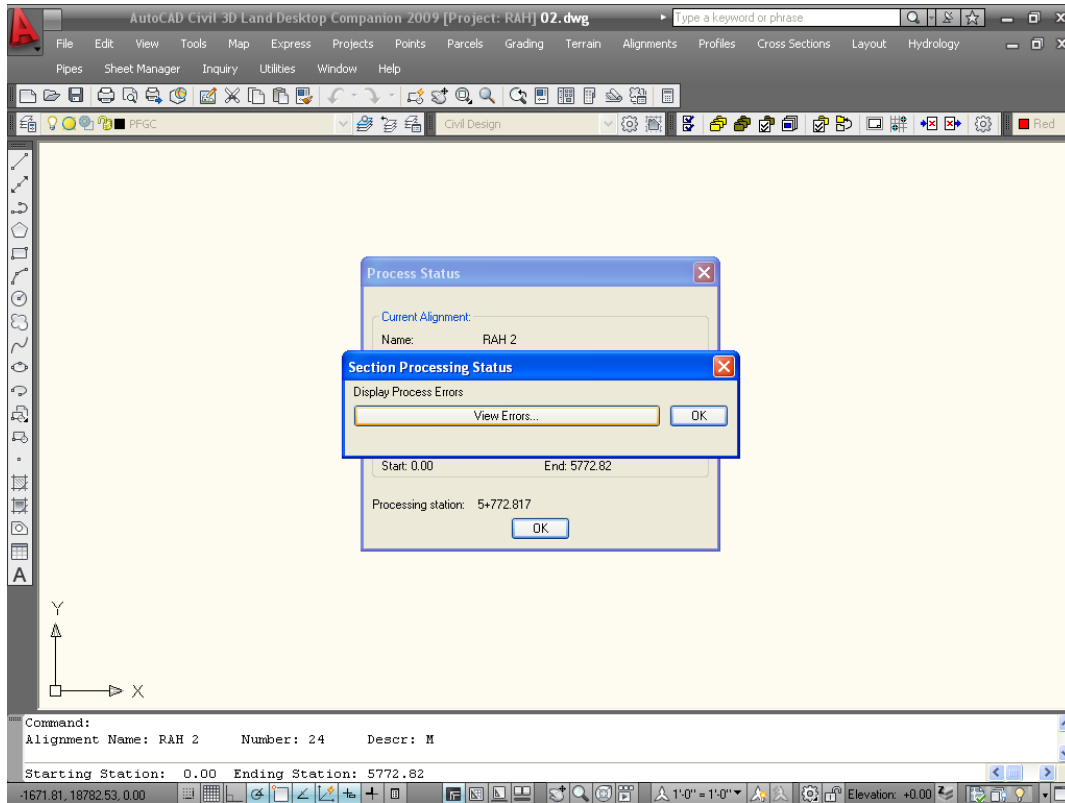
شکل ۱۹-۱۴

پنجره ی Enter Station Range را Ok کنید.



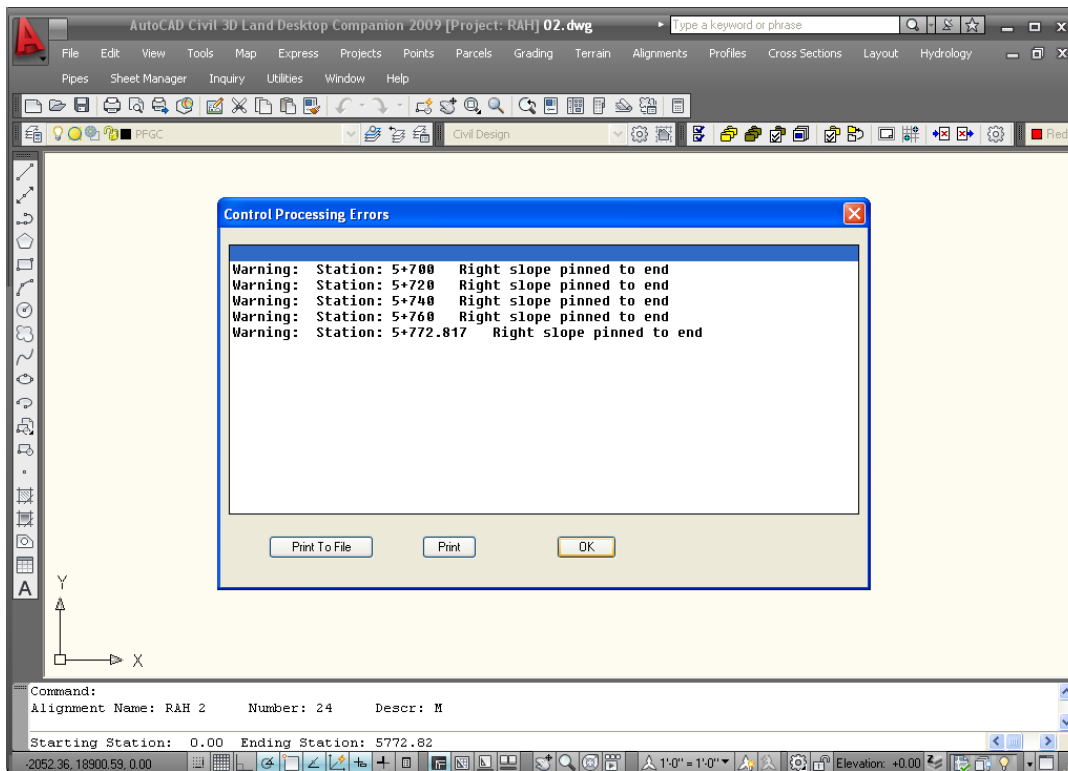
شکل ۱۹-۱۵

حال در پنجره ی باز شده روی گزینه ی View Errors کلیک کنید تا خطاها دیده شوند.



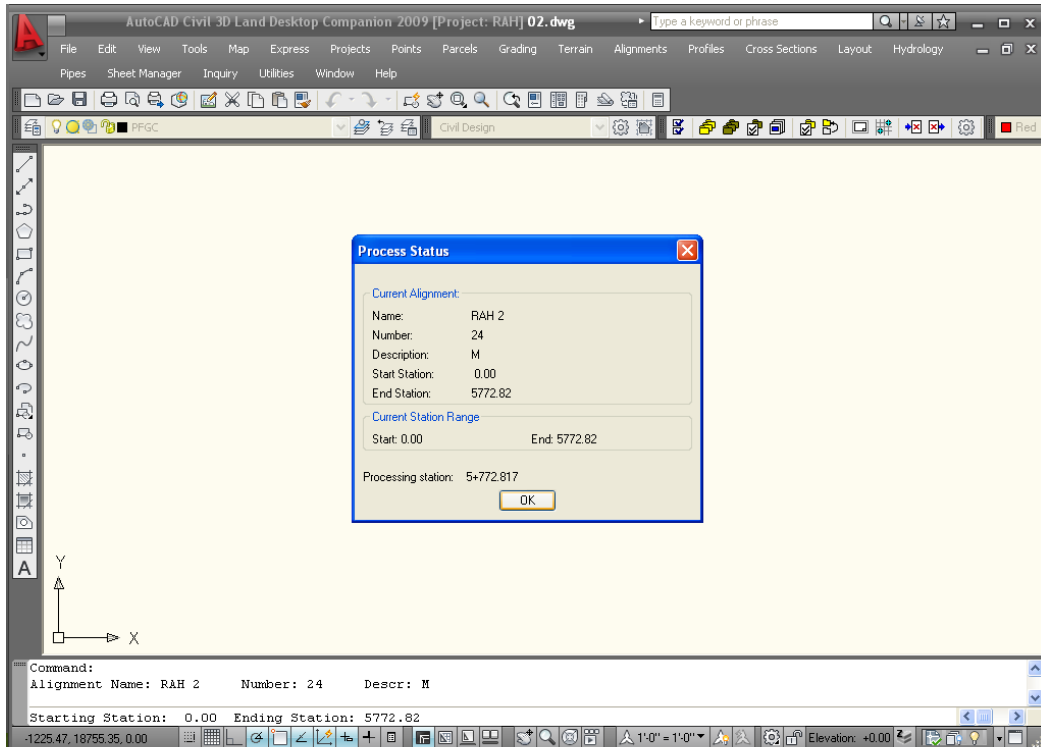
شکل ۱۶-۱۹

همان طور که ملاحظه می فرمائید با این تغییرات خطاها تا حد زیادی کاهش می یابند. حال این پنجره و سپس پنجره ی ۱۶-۱۹ را Ok کنید.



شکل ۱۷-۱۹

پنجره ی Process Status را Ok کنید تا عملیات پردازش مقاطع عرضی با تغییرات جدید خاتمه یابد.

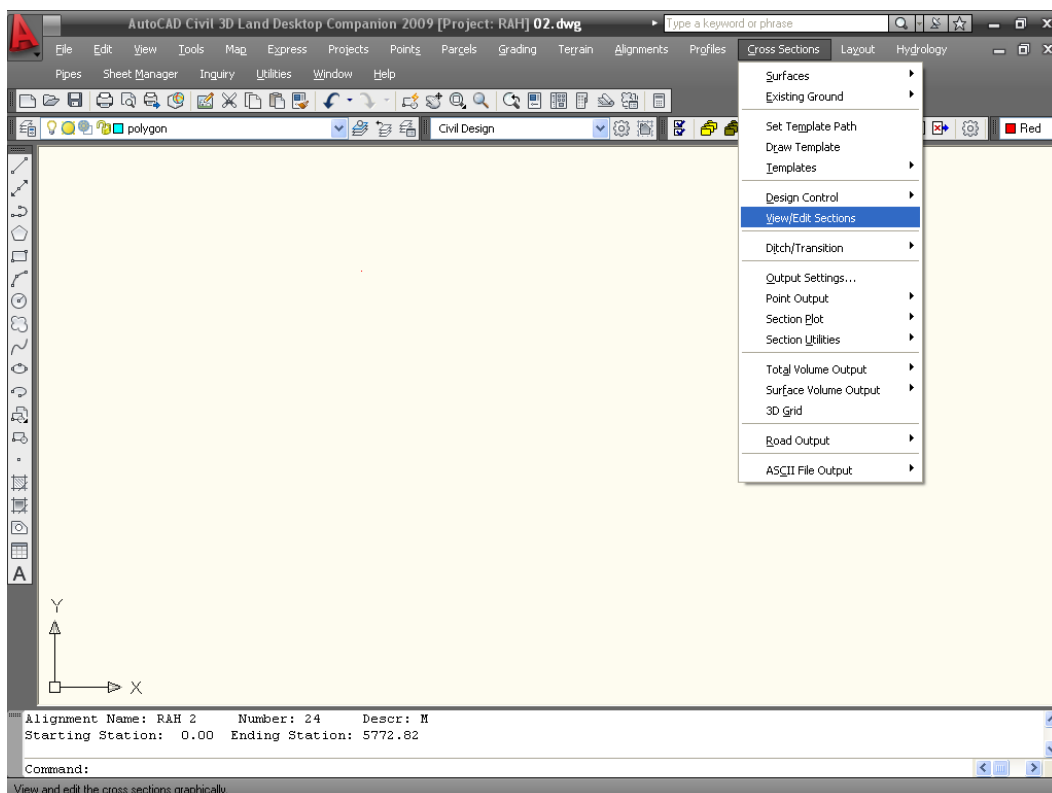


شکل ۱۹-۱۸

۲۰- مشاهده و ترسیم مقطع عرضی

به منظور مشاهده مقطع عرضی به ترتیب زیر عمل کنید:

دستور **Cross Sections > View/Edit Sections** را اجرا کنید.



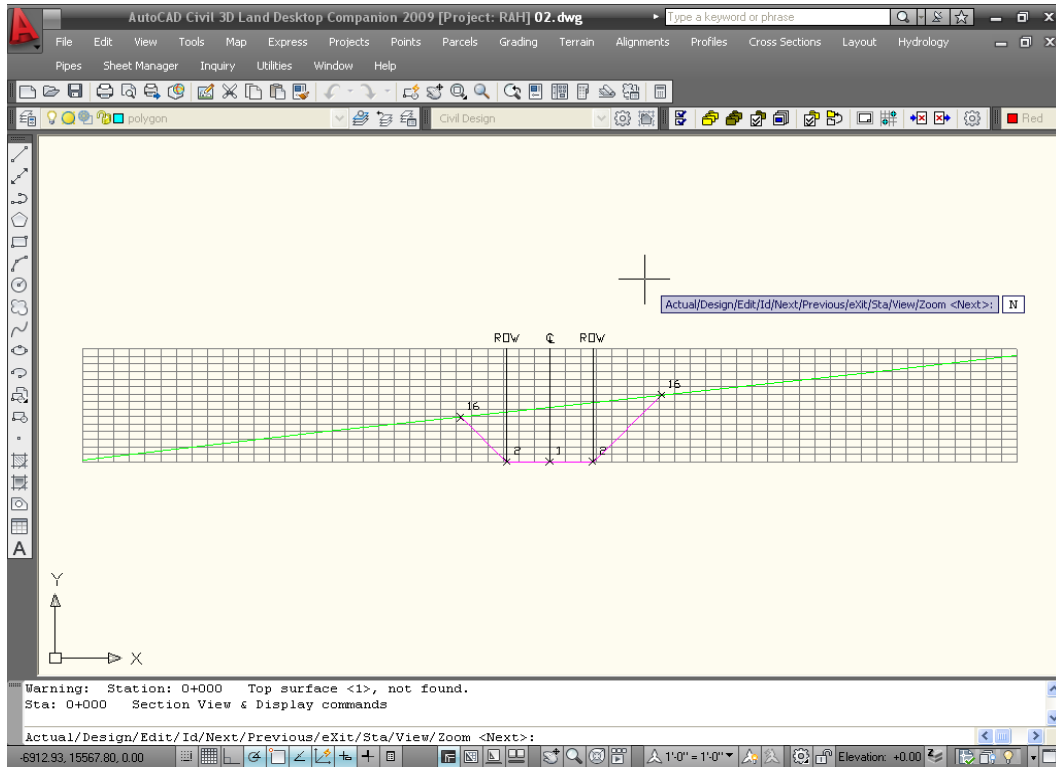
شکل ۲۰-۱



همان طور که ملاحظه می فرمائید مقطع عرضی در صفحه نمایش ظاهر می شود و پیغام زیر در خط فرمان نمایش داده می شود:

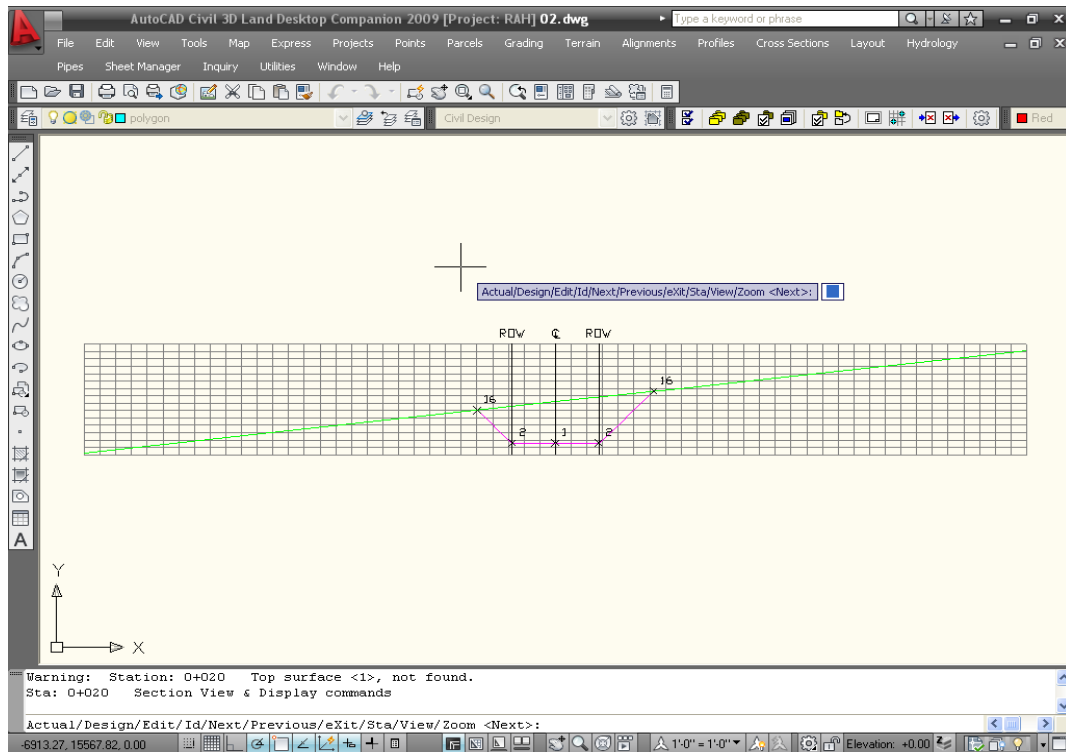
Actual/Design/Edit/Id/Next/Previous/eXit/Sta/View/Zoom <Next>:

حال برای مشاهده ی مقطع عرضی بعدی، عبارت N را در خط فرمان تایپ و سپس Enter کنید.



شکل ۲-۲۰

مقطع عرضی بعدی نمایش داده می شود.

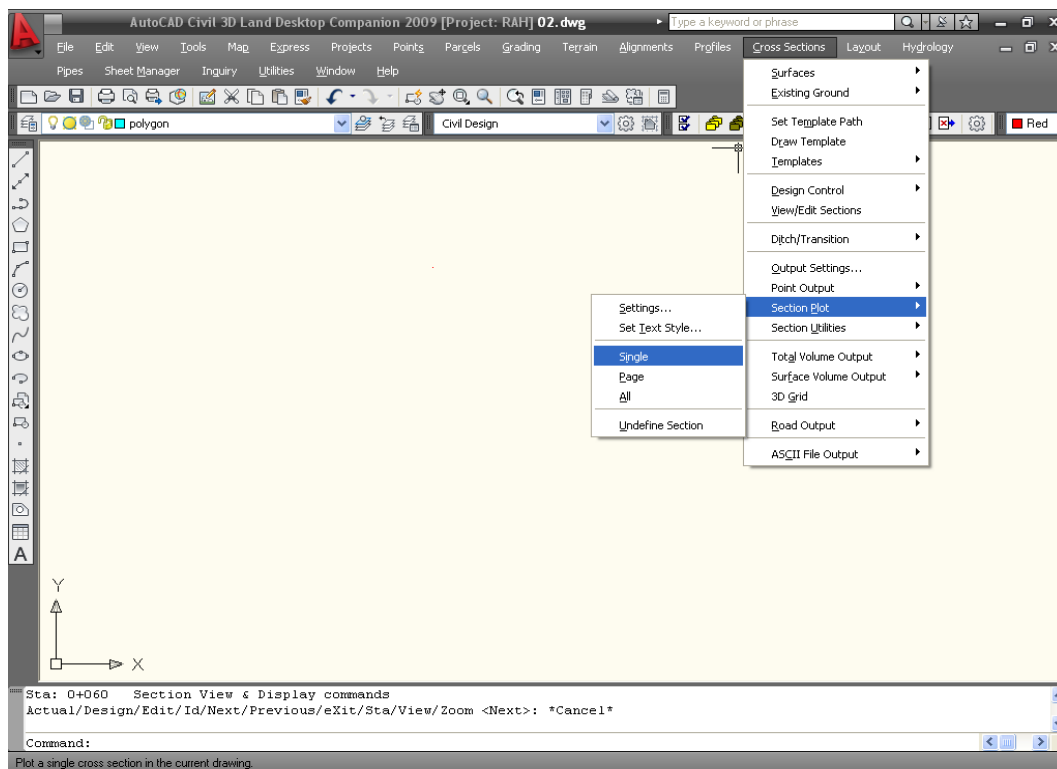


شکل ۳-۲۰

یا می توان به منظور مشاهده مقطع عرضی در یک کیلومتر خاص، عبارت S را در خط فرمان تایپ کرده و سپس Enter کنید و

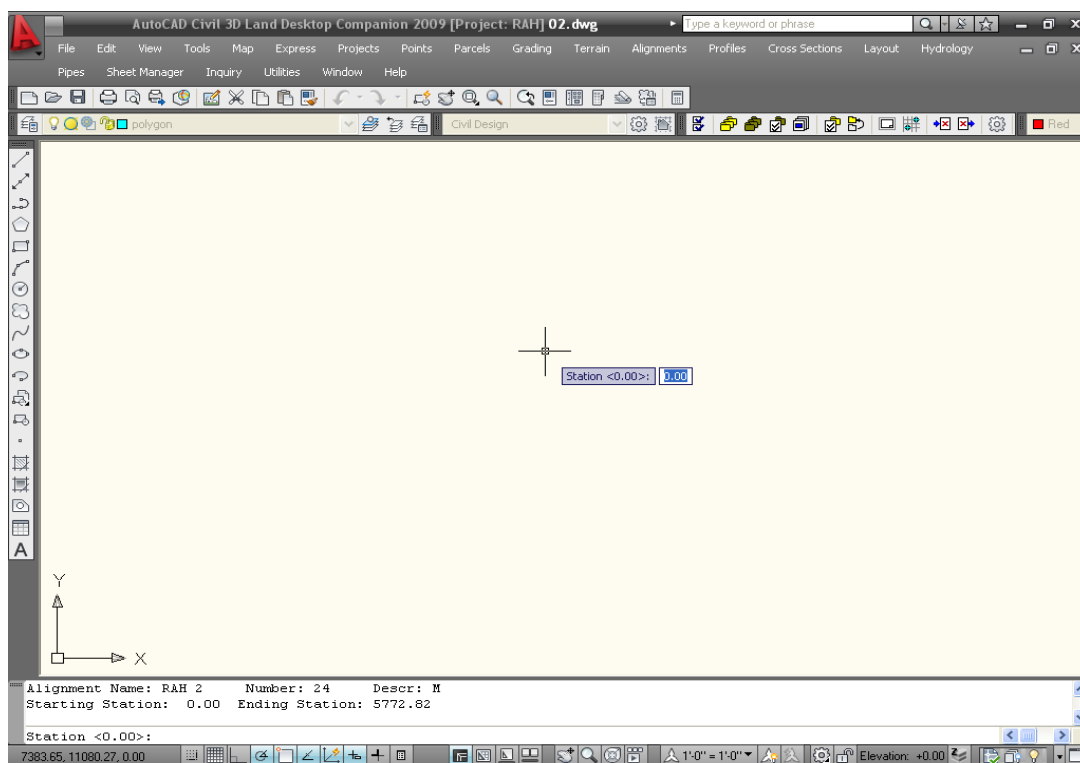
پس از وارد کردن کیلومتر مقطع عرضی مورد نظر، کلید **Enter** را بزنید تا مقطع عرضی در این کیلومتر نمایش داده شود. ترسیم مقطع عرضی در این نرم افزار با استفاده از سه روش امکان پذیر است که در اینجا به دو مورد از آن ها اشاره می کنیم:

۱- به منظور ترسیم مقطع عرضی واقع در یک کیلومتر مشخص، دستور **Cross Sections > Section Plot > Single** را اجرا کنید.



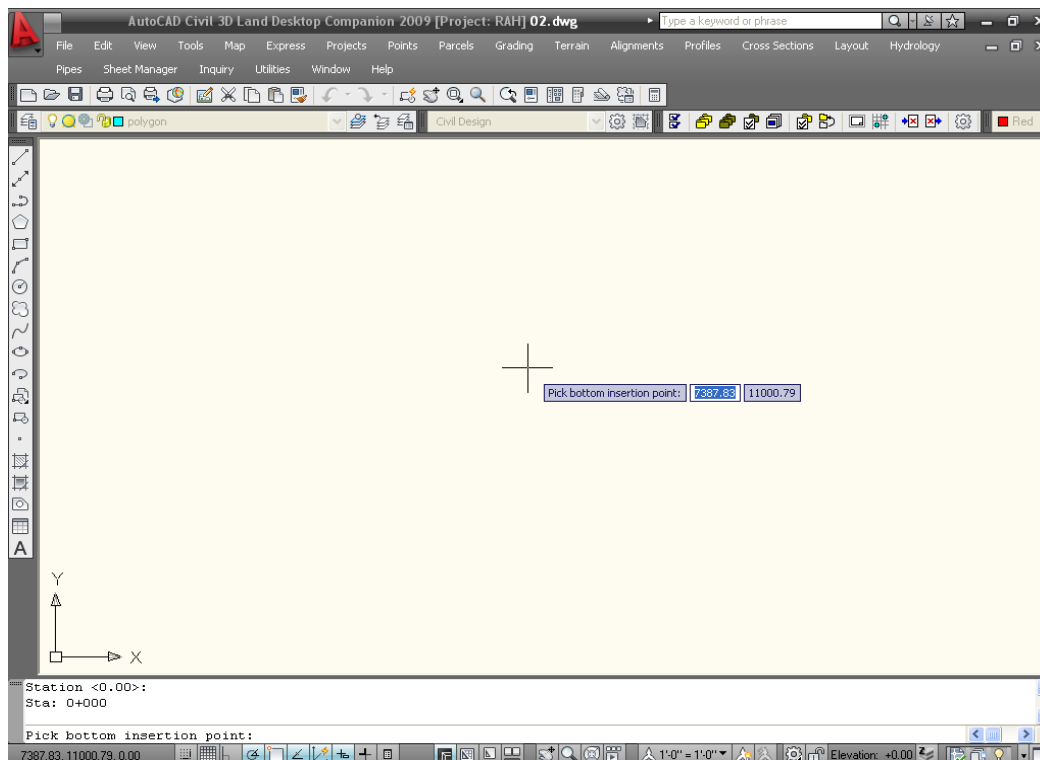
شکل ۲۰-۴

در خط فرمان پیغام **<0.00>** ظاهر می شود. کیلومتر مقطع عرضی مورد نظر را وارد کرده و سپس **Enter** کنید.



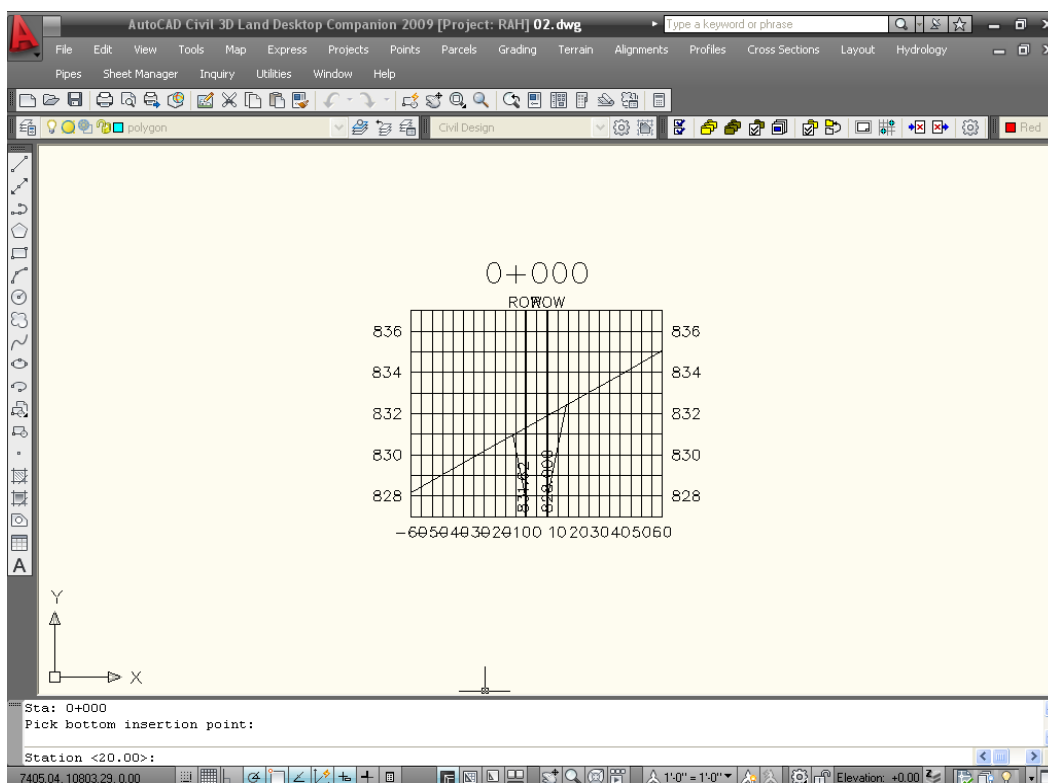
شکل ۲۰-۵

در پاسخ به پیغام : Pick bottom insertion point، نقطه ی درج مقطع عرضی را با یک بار کلیک موس انتخاب کنید.



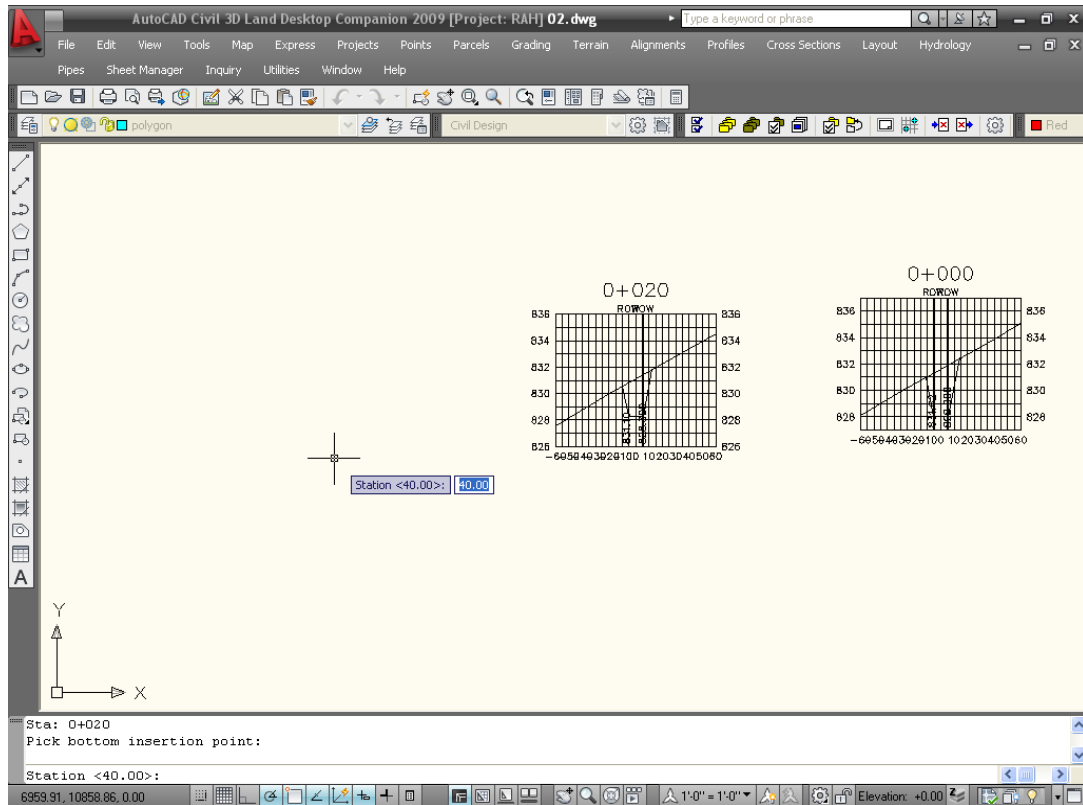
شکل ۶-۲۰

همان طور که ملاحظه می فرمائید مقطع عرضی در کیلومتر مورد نظر ترسیم می شود.



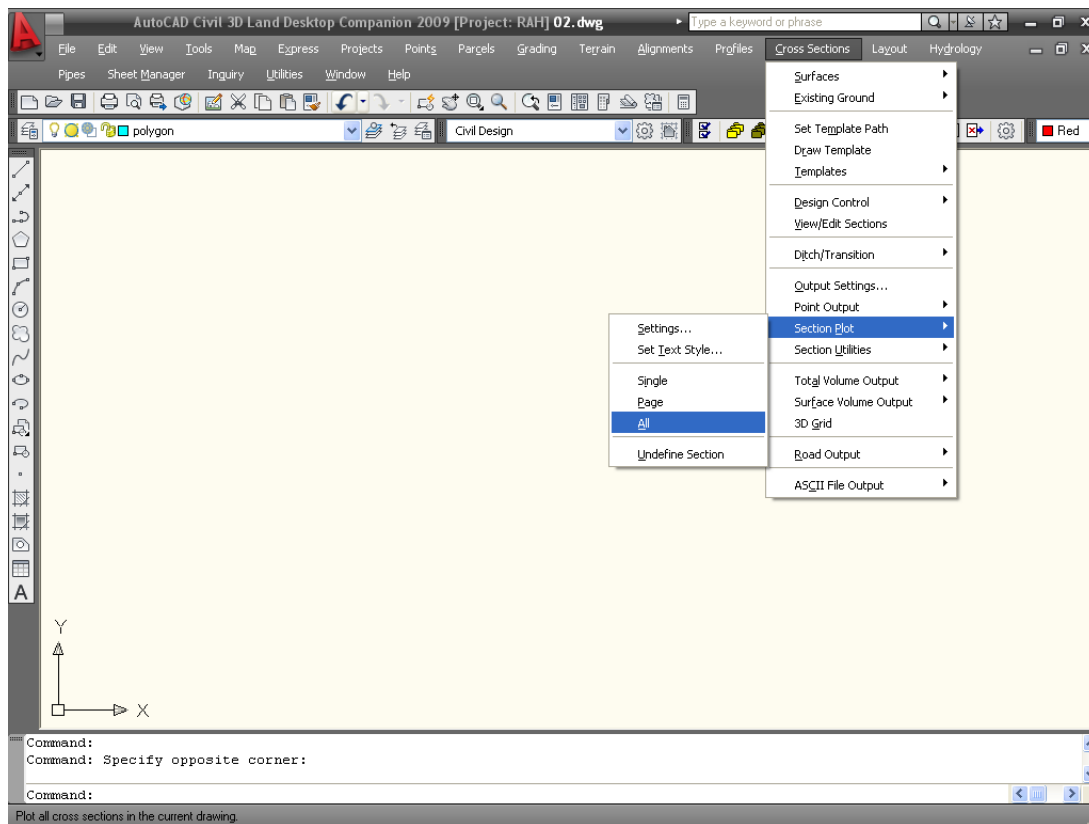
شکل ۷-۲۰

حال در خط فرمان کیلومتر مقطع عرضی بعدی ظاهر می شود. به منظور ترسیم مقطع عرضی بعدی کلید Enter را بزنید. سپس نقطه ی درج مقطع عرضی را انتخاب کنید تا مقطع عرضی بعدی ترسیم شود (برای خروج کلید Esc را بزنید).



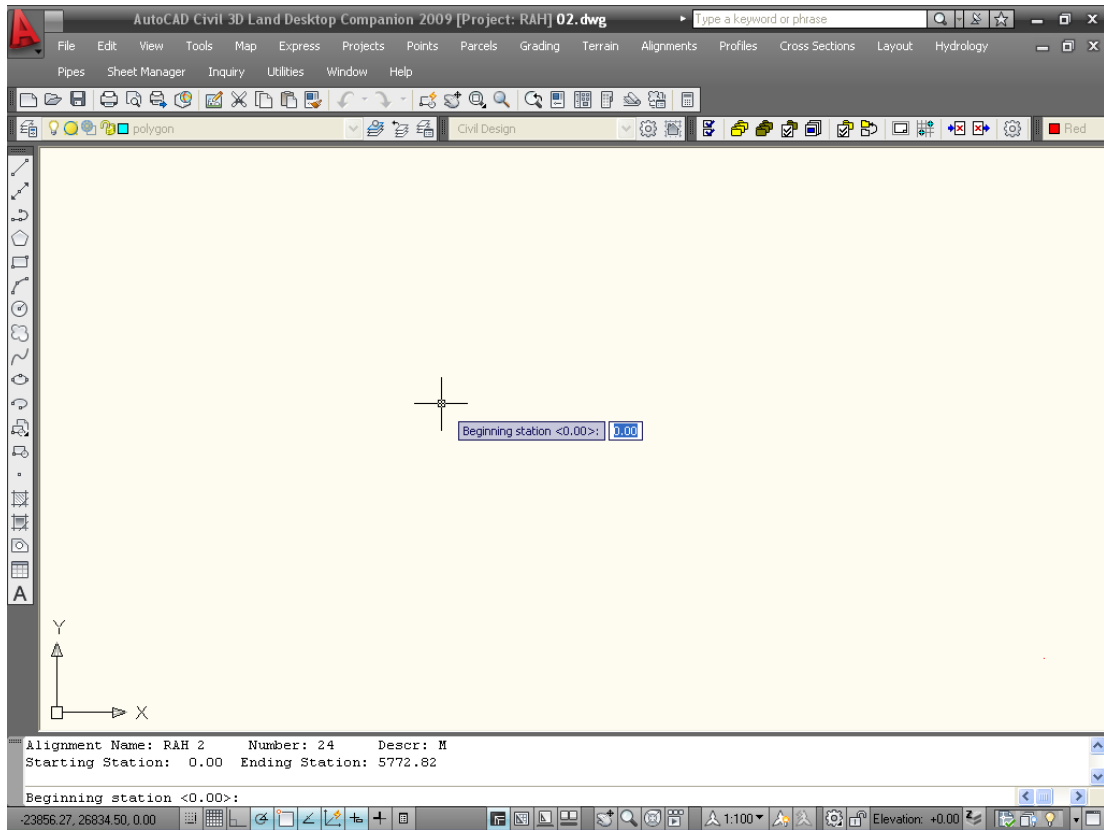
شکل ۸-۲۰

۲- به منظور ترسیم کلیه ی مقاطع عرضی بدون شیت بندی دستور **Cross Sections > Section Plot > All** را اجرا کنید.



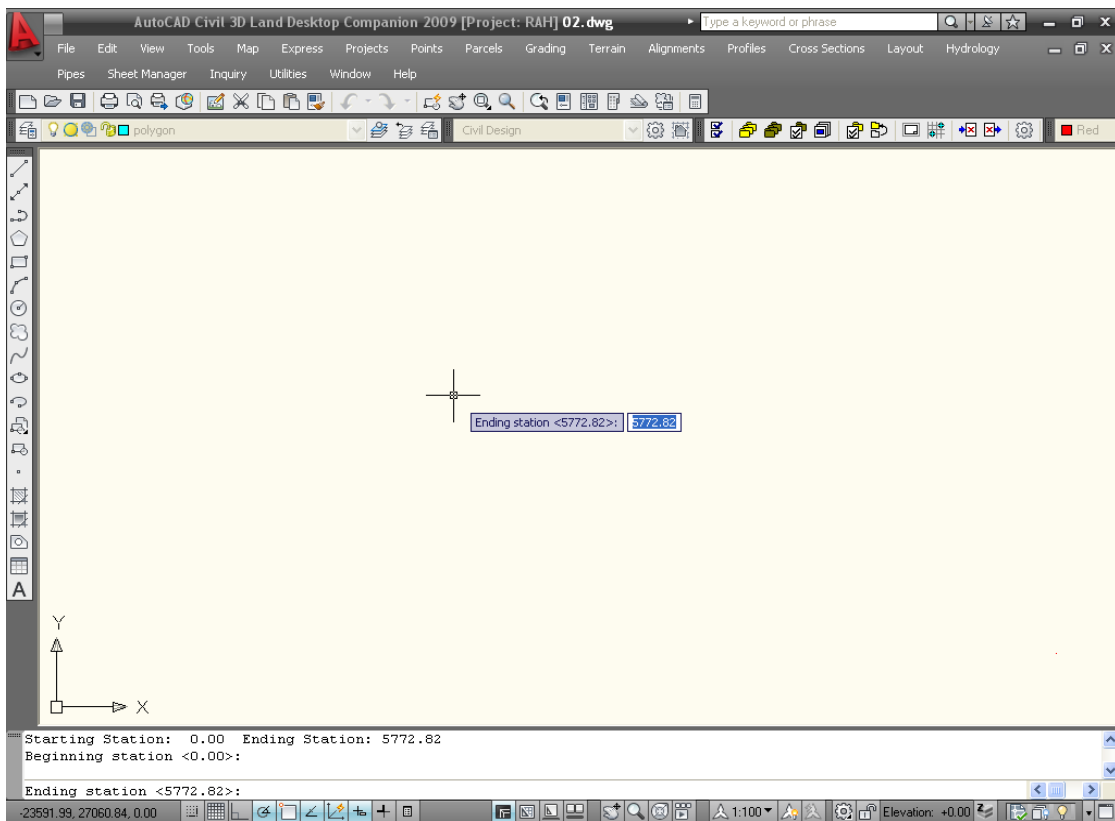
شکل ۹-۲۰

در خط فرمان پیغام **<0.00> Beginning Station** ظاهر می شود کلید **Enter** را بزنید.



شکل ۲۰-۱۰

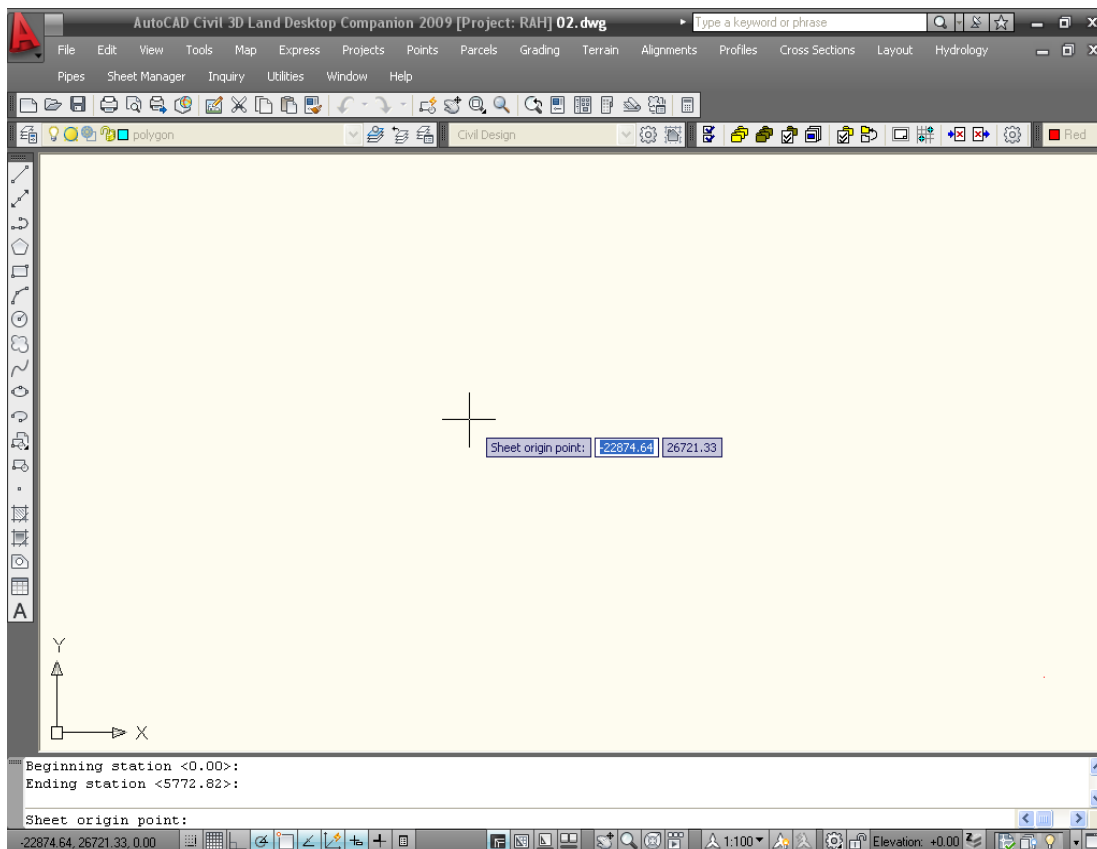
پیغام <5772.82> Ending Station را نیز Enter کنید.



شکل ۲۰-۱۱

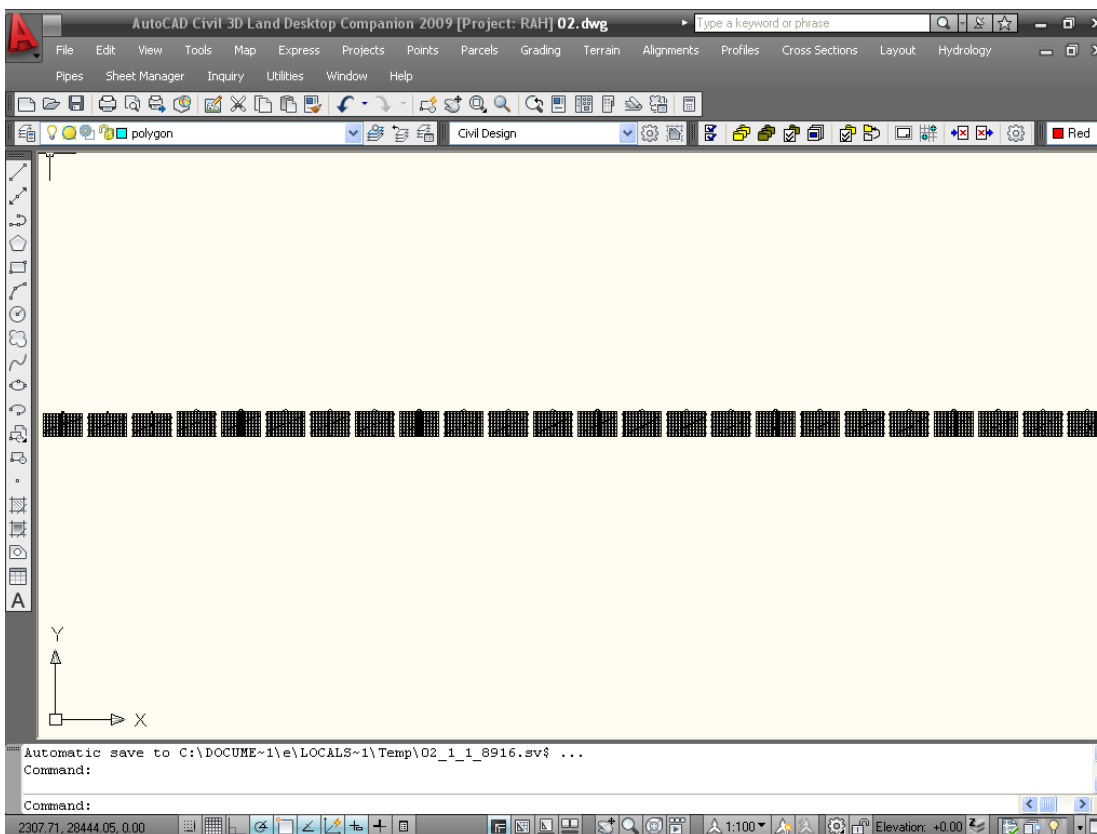
در پاسخ به پیغام : Sheet origin point، نقطه ی درج مقطع عرضی را با یک بار کلیک موس انتخاب کنید.

دقت کنید این نقطه را درجایی انتخاب کنید که روی آنچه قبلا در صفحه رسم شده، نباشد.



شکل ۱۲-۲۰

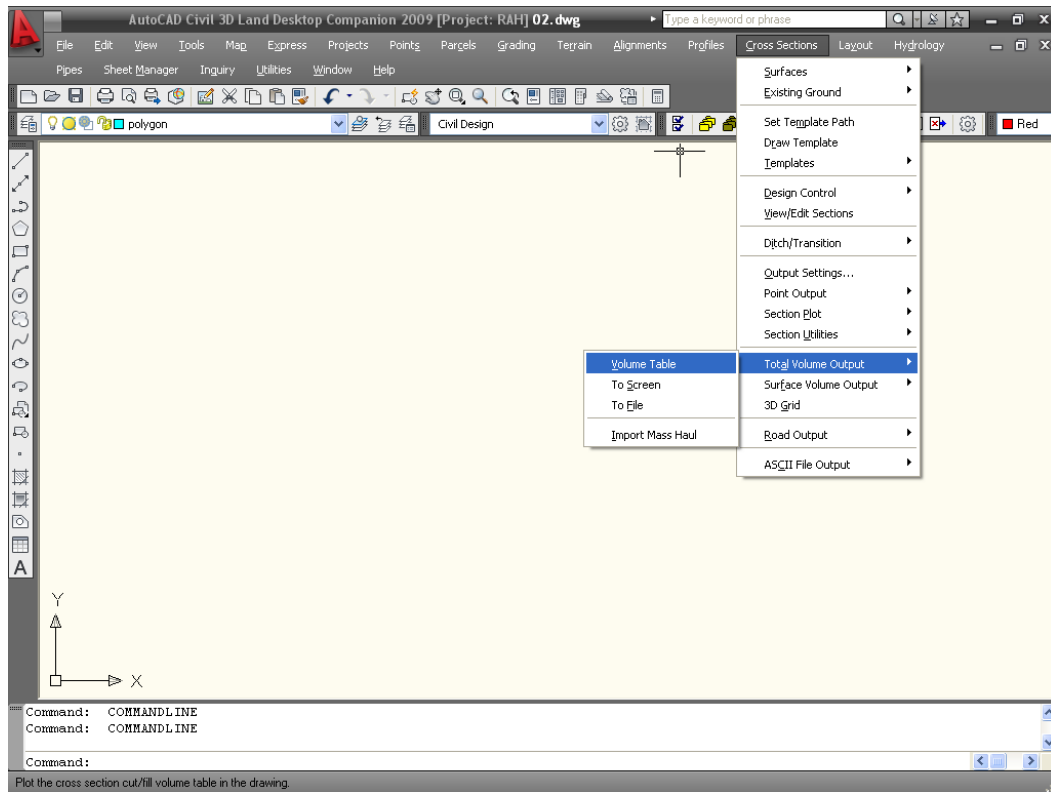
حال همان طور که ملاحظه می کنید کلیه ی مقاطع عرضی ترسیم می شوند.



شکل ۱۳-۲۰

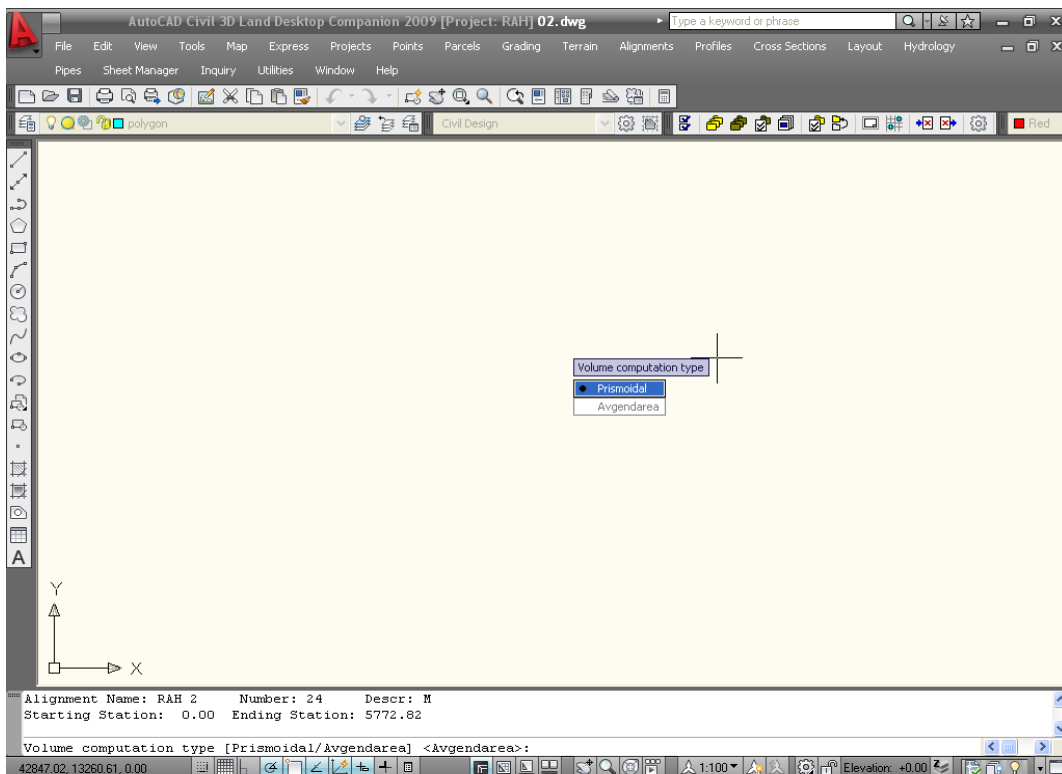
## ۲۱- محاسبه ی احجام عملیات خاکی

برای این منظور دستور **Volume Table > Total Volume Output > Cross Sections** را اجرا کنید.



شکل ۱-۲۱

پیغام محاسبه ی احجام : **<Avgendarea>** [Prismoidal/Avgendarea] Volume computation type را با تایپ **P** در خط فرمان و **Enter** کردن پاسخ دهید. در محاسبه احجام حالت منشوری (Prismoidal) دقیق تر است.

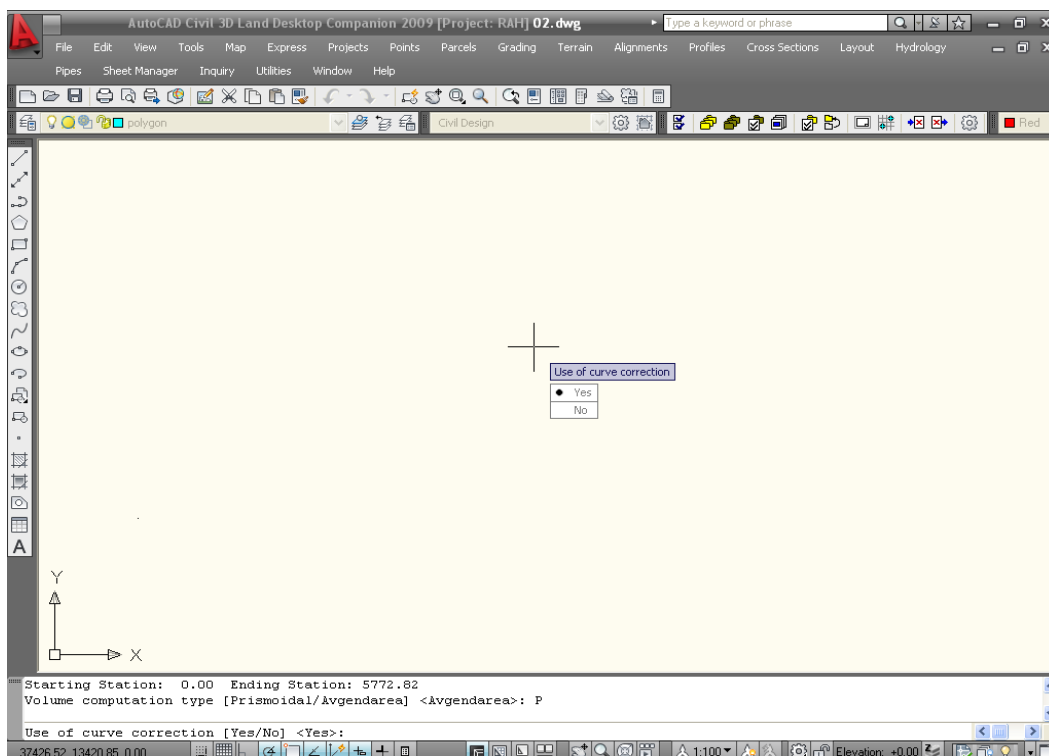


شکل ۲-۲۱



در خط فرمان پیغام: <Yes> Use of curve correction [Yes/No] ظاهر می شود.

کلید Enter را بزنید تا تصحیح احجام عملیات خاکی در محل قوس ها انجام شود.

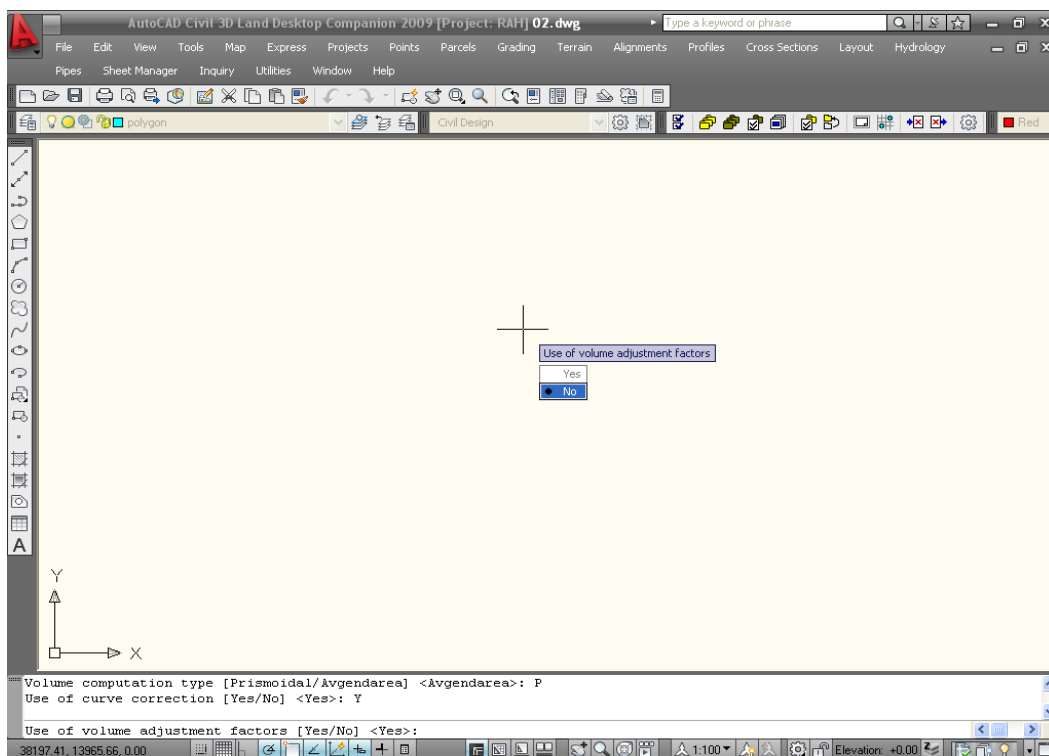


شکل ۳-۲۱

در خط فرمان پیغام: <Yes> Use of volume adjustment factors [Yes/No] ظاهر می شود، عبارت N را در

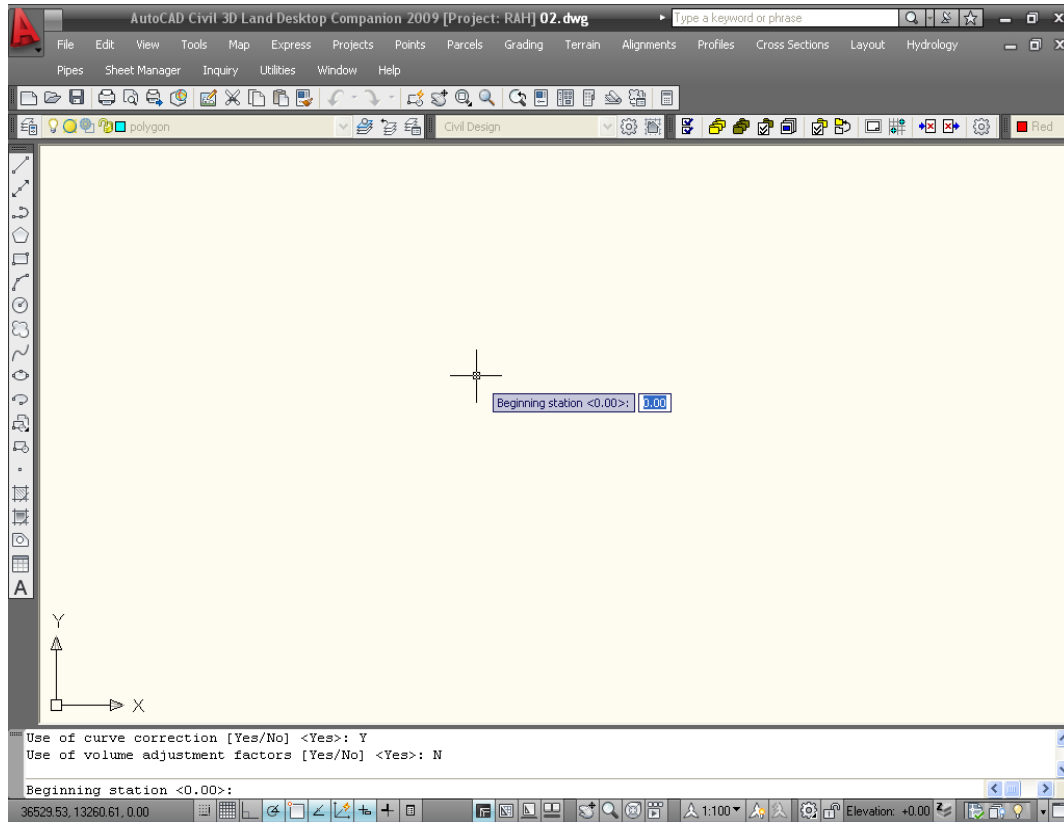
خط فرمان تایپ و سپس Enter کنید. در صورت وجود ضرایب انقباض و انبساط در صورت پروژه، پیغام را با Yes،

Enter کنید و در پیغام های بعد ضریب تصحیح خاکبرداری و خاکریزی را وارد کرده و Enter کنید.



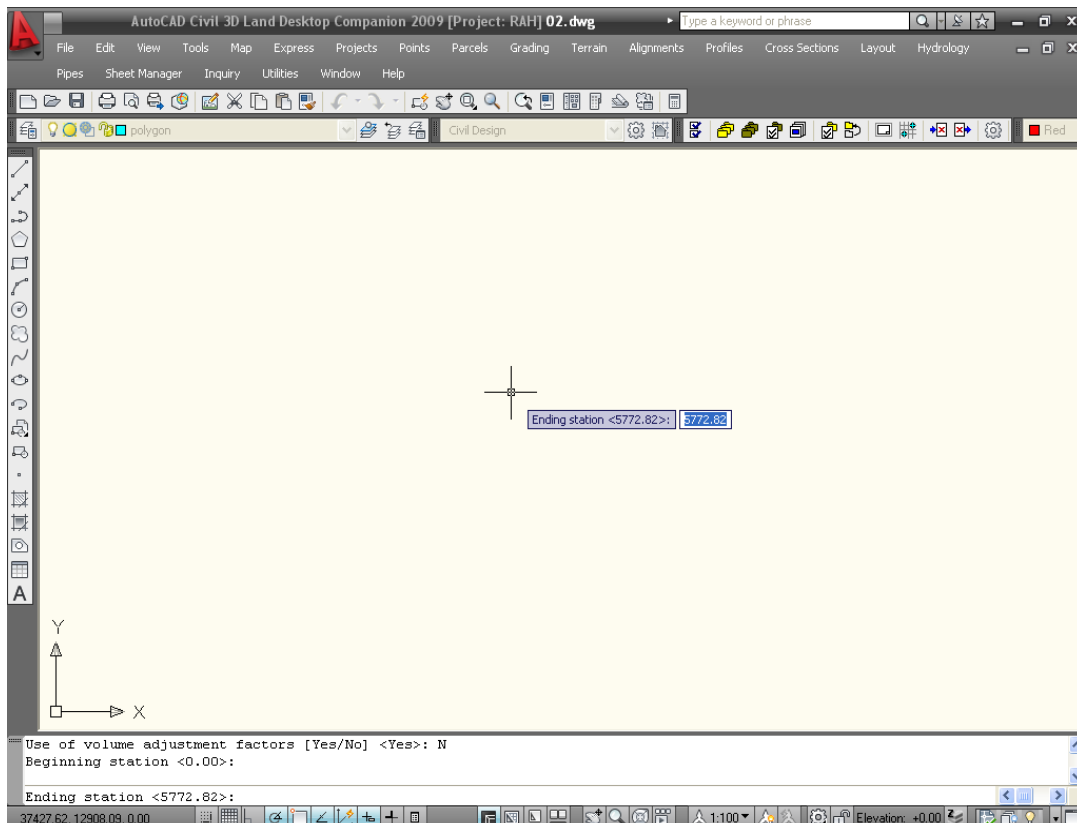
شکل ۴-۲۱

در خط فرمان پیغام: <0.00> Beginning Station ظاهر می شود کلید Enter را بزنید.



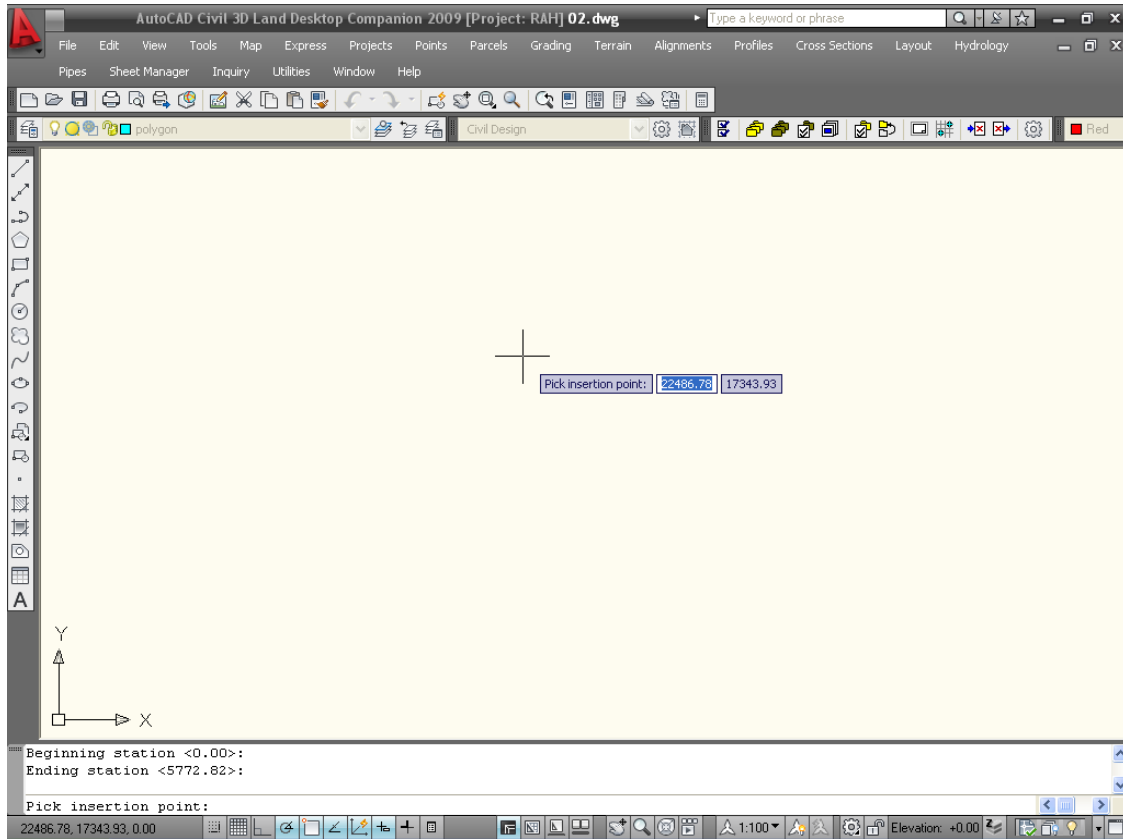
شکل ۵-۲۱

پیغام: <5772.82> Ending Station را نیز Enter کنید.



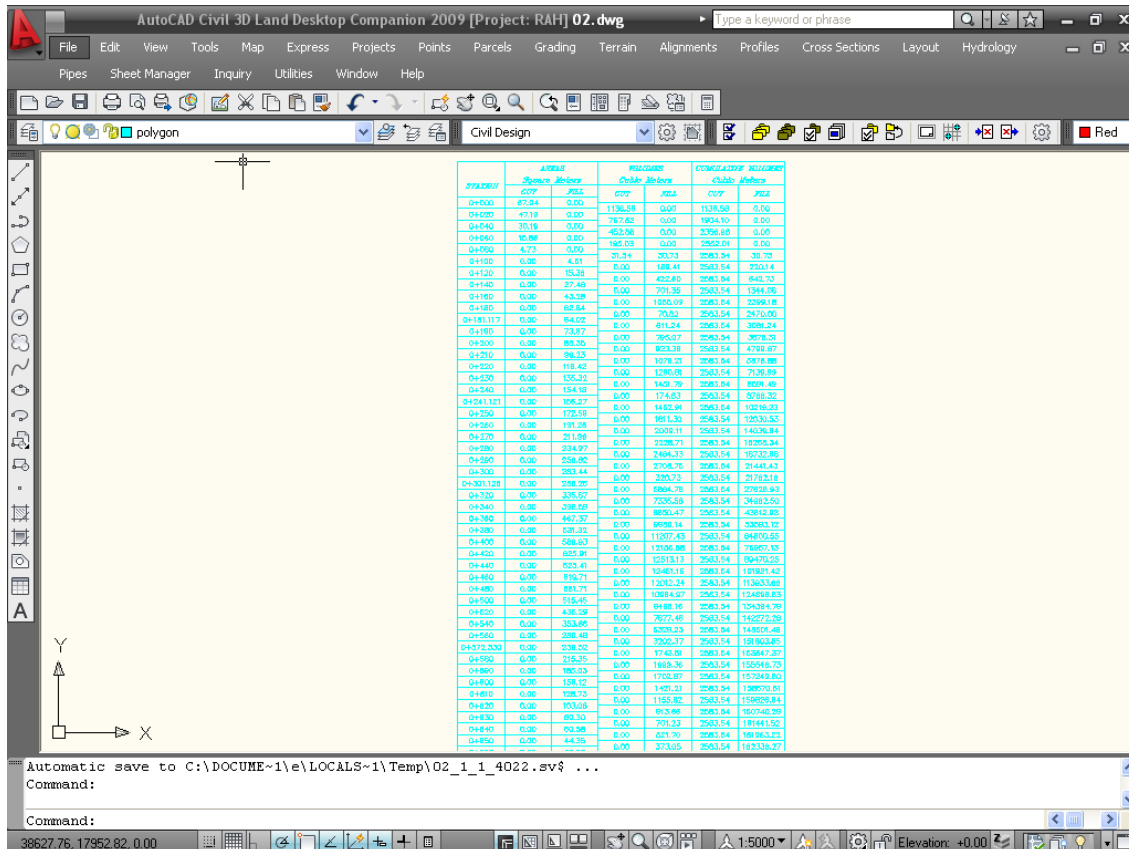
شکل ۶-۲۱

در پاسخ به پیغام : Pick insertion point ، نقطه ی درج جدول احجام عملیات خاکی را با یک بار کلیک موس انتخاب کنید.



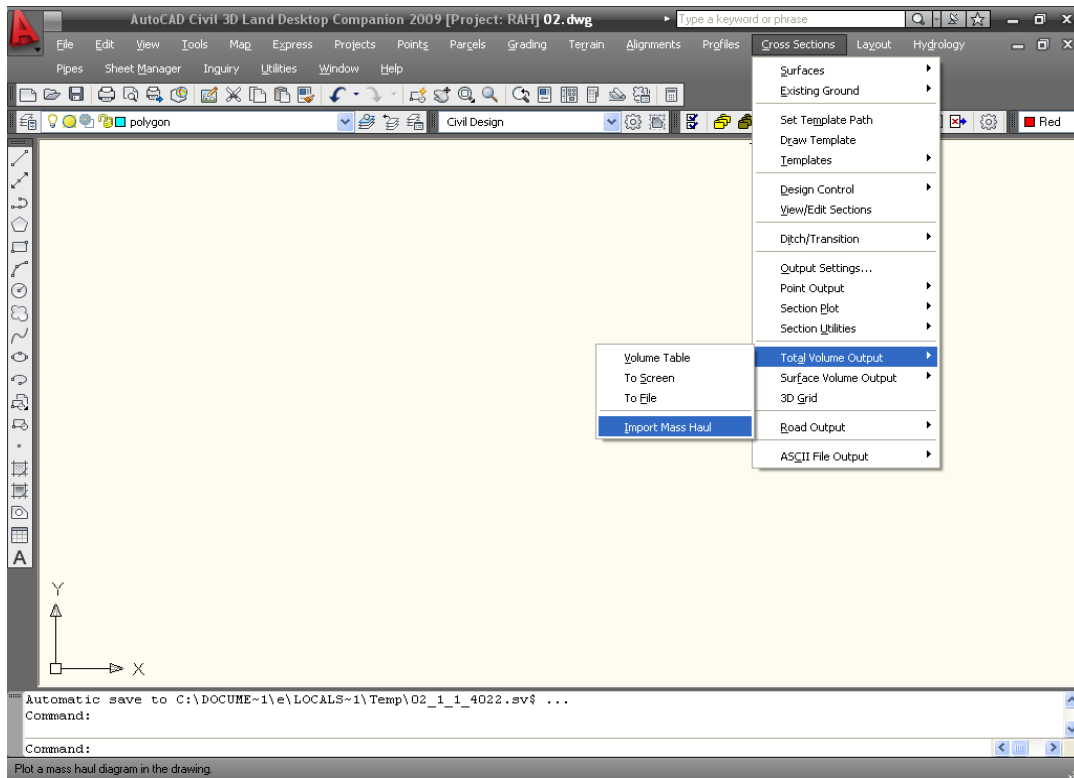
شکل ۲۱-۷

حال همان طور که ملاحظه می فرمائید جدول احجام عملیات خاکی ترسیم می شود.



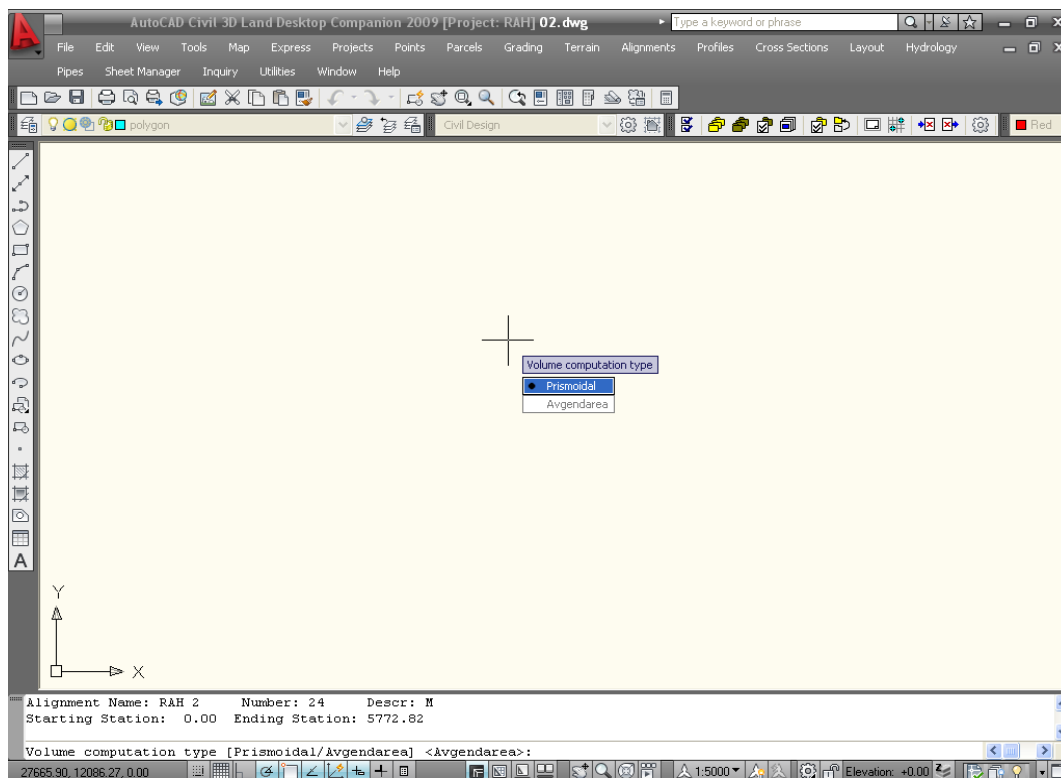
شکل ۲۱-۸

برای این منظور دستور **Import Mass Haul** > **Total Volume Output** > **Cross Sections** را اجرا کنید.



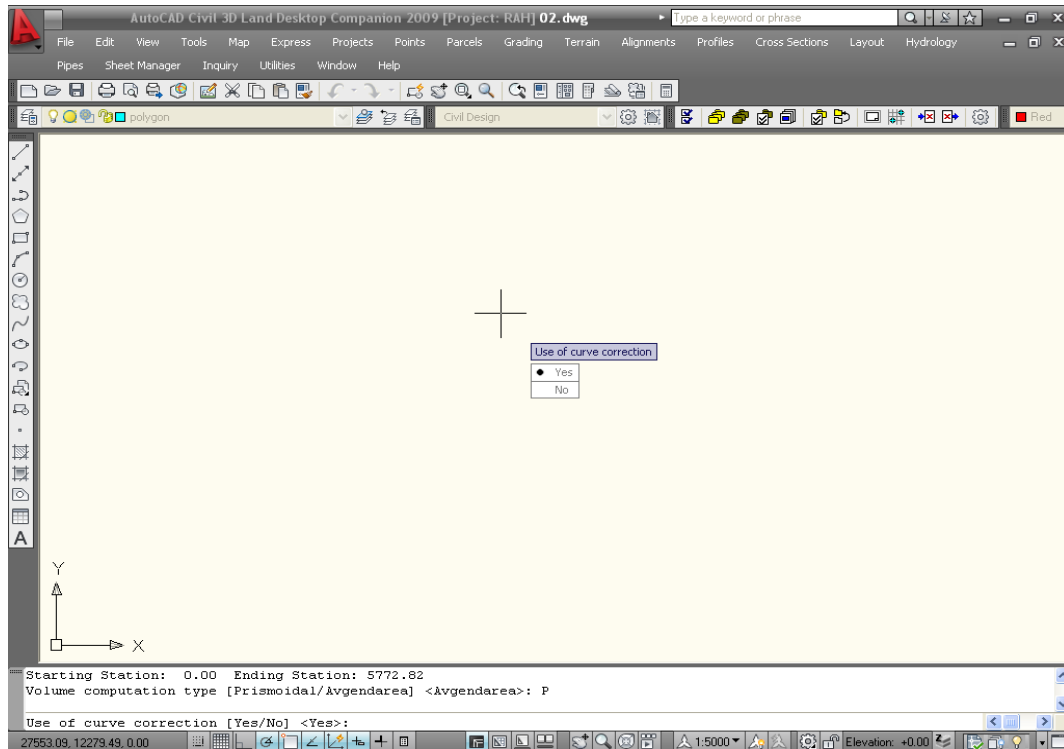
شکل ۱-۲۲

پیغام محاسبه ی احجام: <Avgendarea> [Prismoidal/Avgendarea] Volume computation type را با تایپ P در خط فرمان و Enter کردن پاسخ دهید. در محاسبه احجام حالت منشوری (Prismoidal) دقیق تر است.



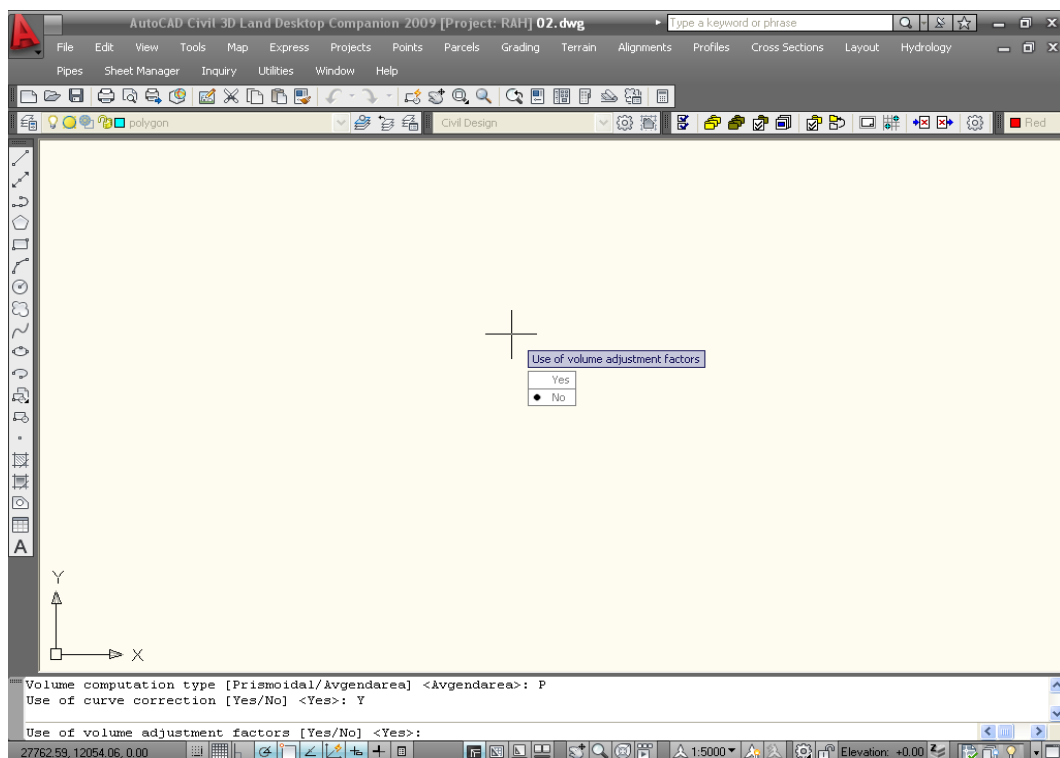
شکل ۲-۲۲

در خط فرمان پیغام : <Yes> Use of curve correction [Yes/No] ظاهر می شود.  
 کلید Enter را بزنید تا تصحیح احجام عملیات خاکی در محل قوس ها انجام شود.



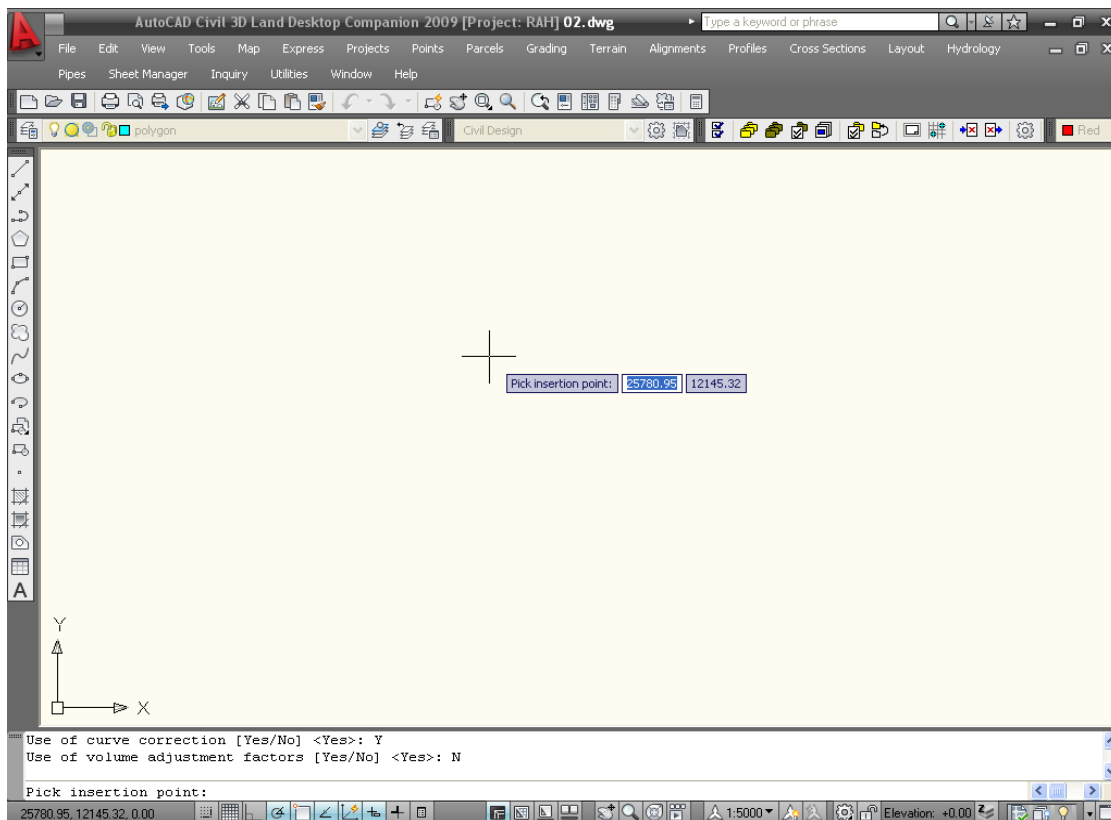
شکل ۳-۲۲

در خط فرمان پیغام : <Yes> Use of volume adjustment factors [Yes/No] ظاهر می شود، عبارت N را در خط فرمان تایپ و سپس Enter کنید. در صورت وجود ضرایب انقباض و انبساط در صورت پروژه، پیغام را با Yes، Enter کنید و در پیغام های بعد ضریب تصحیح خاکبرداری و خاکریزی را وارد کرده و Enter کنید.



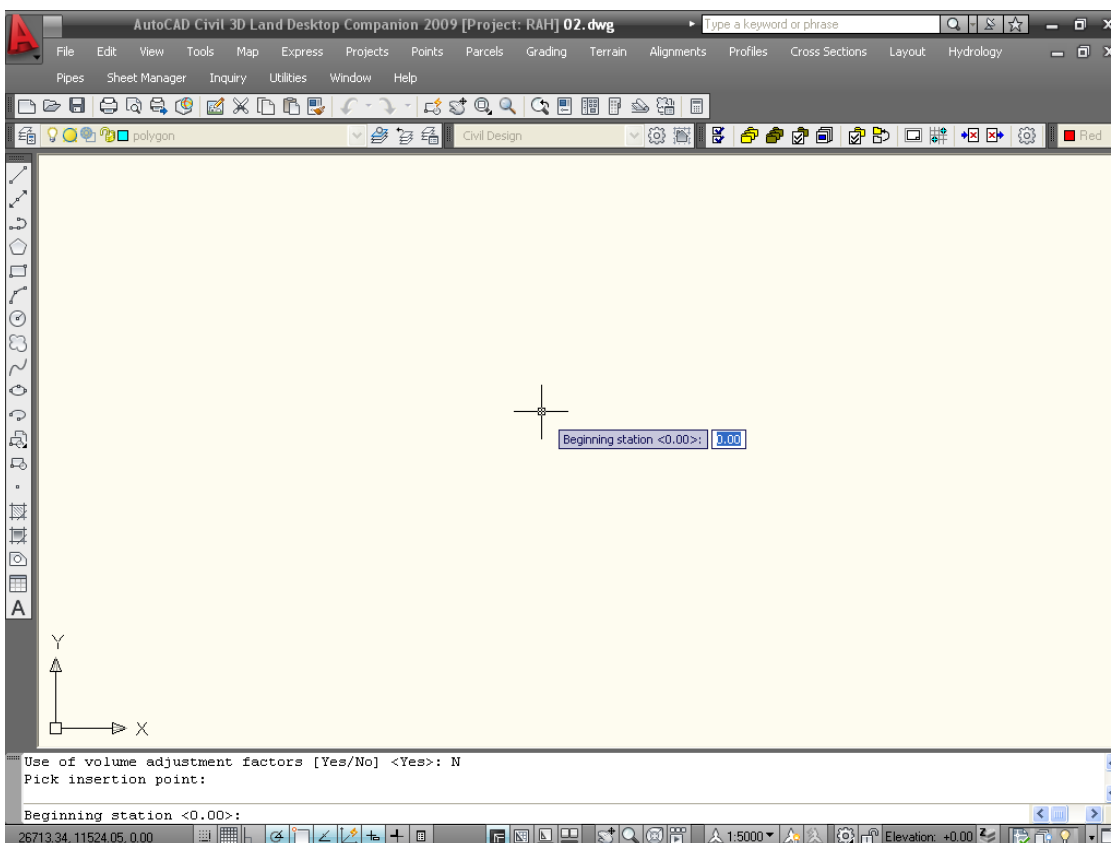
شکل ۴-۲۲

در پاسخ به پیغام : Pick insertion point، نقطه ی درج منحنی بروکنر را با یک بار کلیک موس انتخاب کنید.



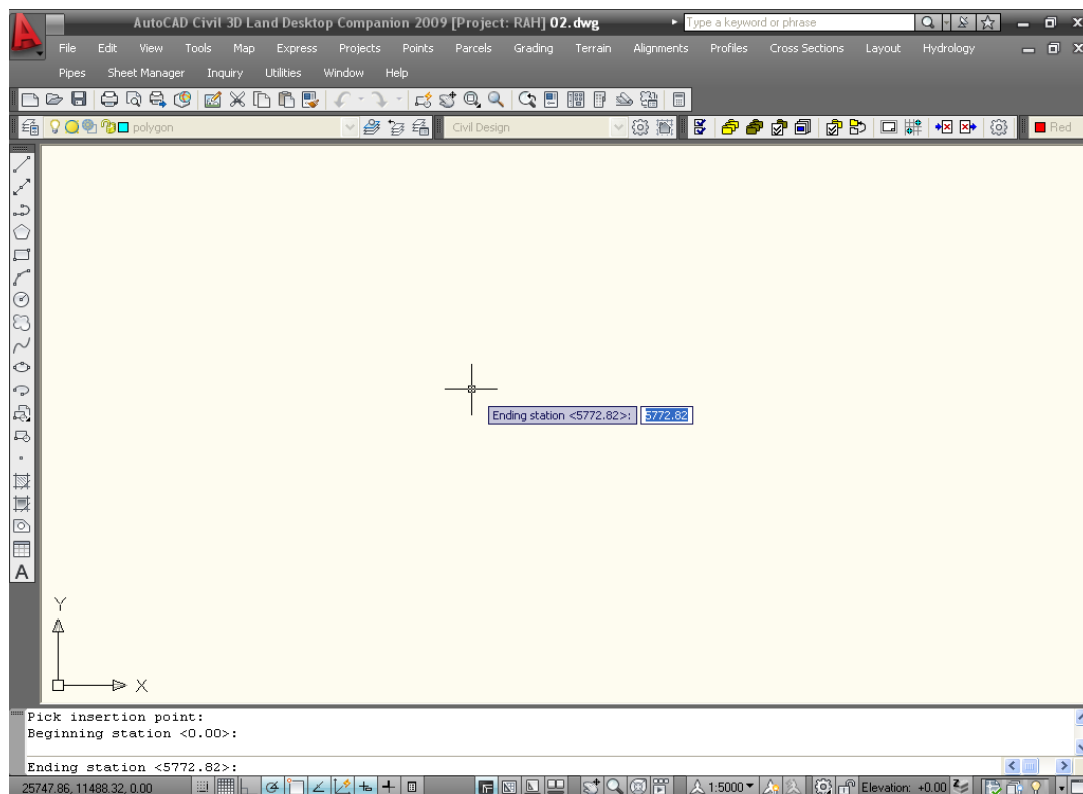
شکل ۵-۲۲

در خط فرمان پیغام : Beginning Station <0.00> ظاهر می شود کلید Enter را بزنید.



شکل ۶-۲۲

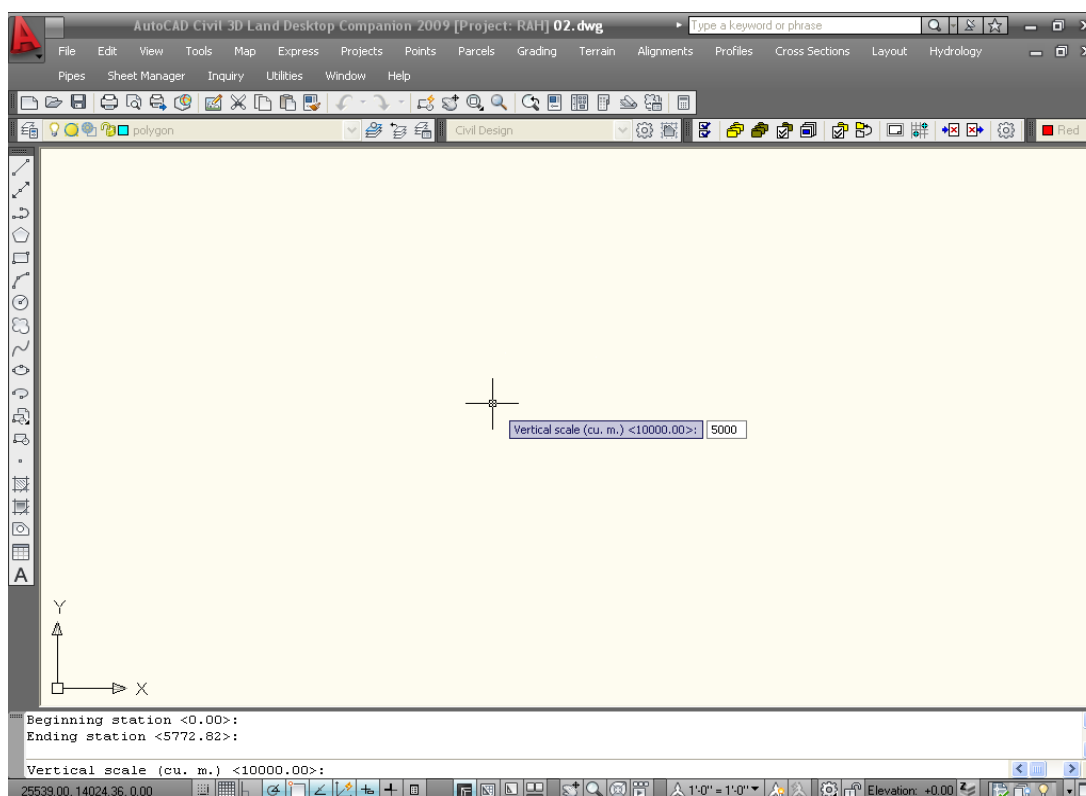
پیغام : <5772.82> Ending Station را نیز Enter کنید.



شکل ۲۲-۷

در خط فرمان پیغام : <10000.00> Vertical scale (cu.m.) ظاهر می شود .

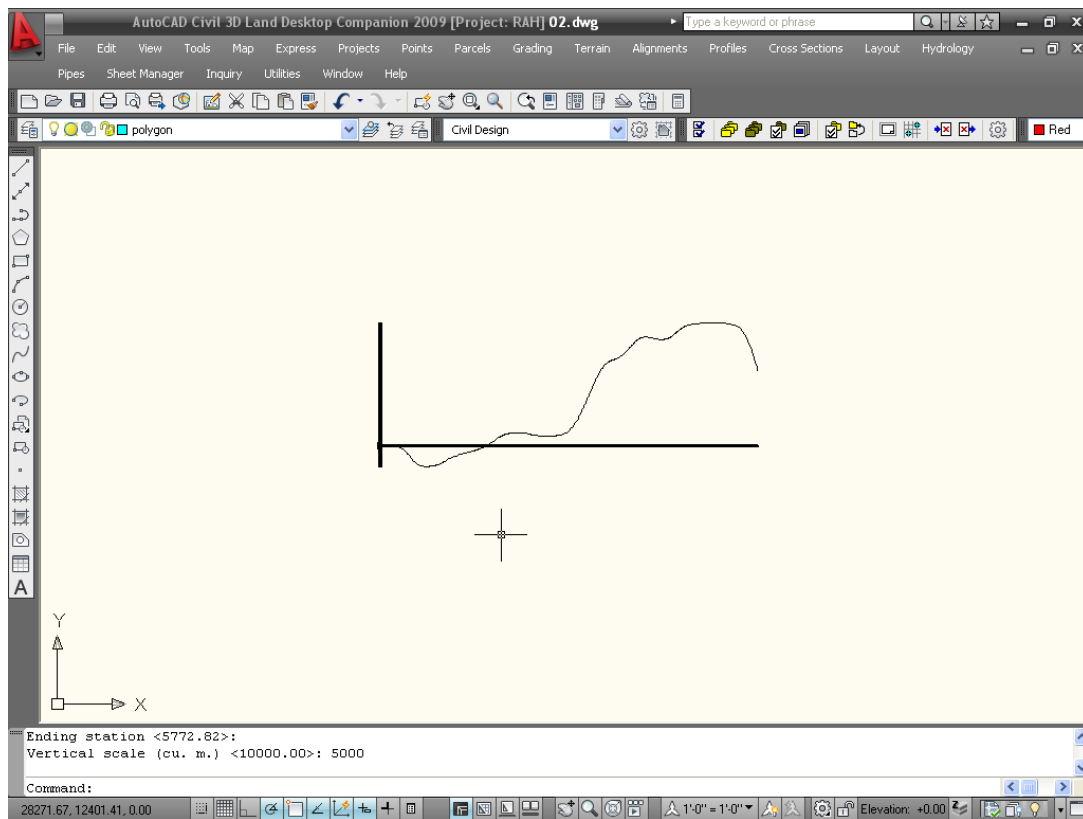
مقیاس قائم منحنی بروکنر را وارد کرده و Enter کنید.



شکل ۲۲-۸

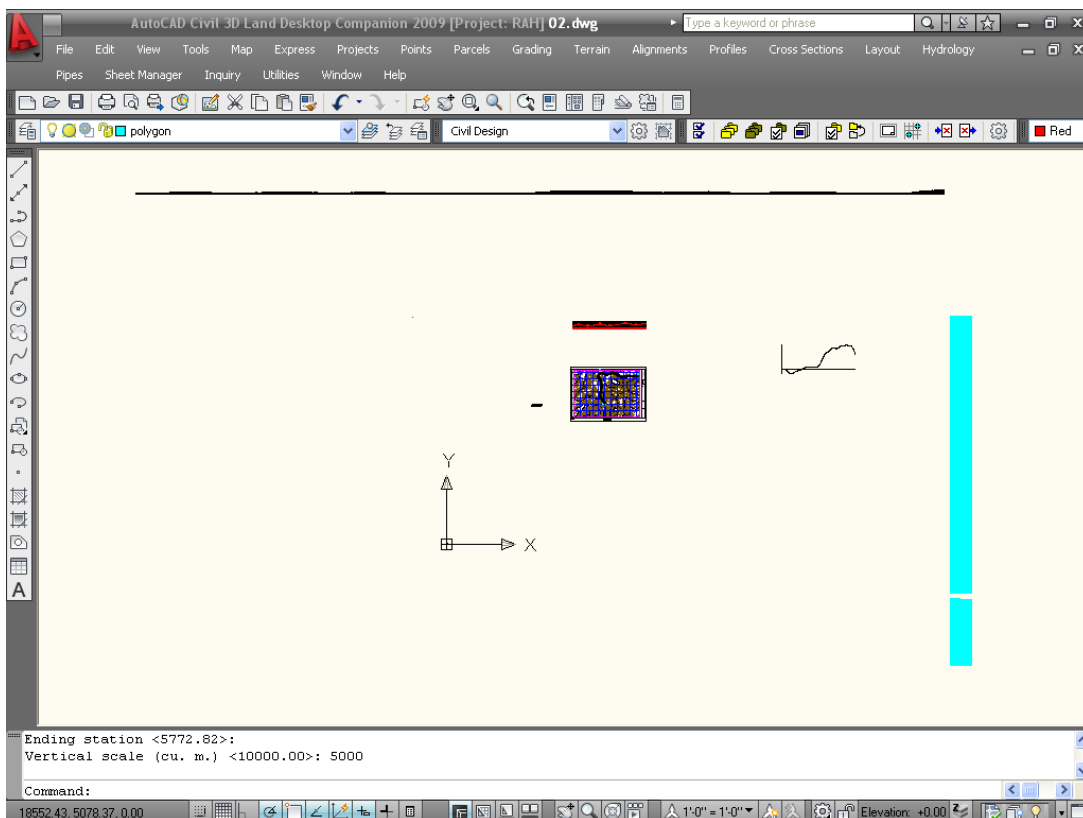


همان طور که ملاحظه می فرمائید منحنی بروکنر ترسیم می شود. در این منحنی بخش خاکبرداری بالا و بخش خاکریزی پایین محور افقی قرار دارد.



شکل ۹-۲۲

سرنجام با اتمام این مرحله، کار در نرم افزار لند به پایان می رسد.



## مراجع

- ۱- آزادروش. احسان، گام به گام پروژه ی راهسازی با نرم افزار AutoCAD Land Development and Civil Design
- ۲- غنی زاده. علیرضا و غنی زاده. افشین، پروژه راهسازی با استفاده از Autodesk Land Desktop and Civil Design  
نشراس رایانه، تهران، ۱۳۸۷
- ۳- آیین نامه طرح هندسی راه ها (نشریه ی ۱۶۱)