



این کتابچه توسط سایت مهندسی دانلود تهیه شده است

جهت اطلاع از آخرین ویرایش کتابچه [اینجا](#) کلیک نمایید .

تاریخ آخرین ویرایش کتابچه در گوشه بالای سمت راست صفحه آورده شده است

زندگی صحنه یکتای هنرمندی ماست !

هر کسی نغمه خود خواند و از صحنه رود !

صحنه پیوسته به جاست !

فرم آن نغمه که مردم بسپارند به یاد !

سخن نویسنده :

نوشتن کتابچه "آموزش گام به گام پروژه راهسازی به صورت دستی و با نرم افزار Civil3D 2015" ، به عنوان تشکری است از همه همراهان سایت "مهندسی دانلود" که همواره با انتقادات و پیشنهادات موثر خود ، ما را در ارایه بهتر و بیشتر خدمات یاری نموده اند .

در این کتابچه جهت دید بهتر شما از روند انجام پروژه ، بر روی نمونه پروژه ای کار شده است . روند کلی کتابچه به این صورت میباشد که ابتدا مطالب و نکات آیین نامه ای و محاسبات دستی مربوط به هر بخش آورده شده است و در ادامه نحوه اجرای بخش مربوطه در نرم افزار Civil3D نیز مورد بررسی قرار گرفته است .

نرم افزار Civil3D ، تکمیل یافته نرم افزار land میباشد که اکثر نواقص نرم افزار land را ندارد . کار با این نرم افزار بسیار راحت تر بوده و بهترین نرم افزار برای انجام پروژه راهسازی میباشد . آیین نامه های مورد نیاز برای انجام هر مرحله از پروژه راهسازی در داخل خود کتابچه آورده شده است که شما میتوانید اقدام به دانلود آیین نامه ها از سایت مهندسی دانلود نمایید . در نهایت از همه شما عزیزان و خوانندگان این کتابچه دعوت به عمل می آید تا هر گونه اشکال علمی و غیر علمی موجود در این کتابچه را با ما در میان بگذارید تا در ویرایش های بعدی اصلاح شود . با استفاده از انتقادات و پیشنهادهای شما ، کتابچه تکمیل تر خواهد شد .

تماس با ما :

mohandesidl@yahoo.com

با تشکر

پویا عبای کوچه باغ

تشکر و قدردانی :

جا دارد از کلیه دوستانی که بنده را در تهیه این کتابچه یاری نموده اند ، قدردانی کوچکی کرده باشم .

با تشکر از مهندس توحیدی که از اساتید برجسته و بزرگوار ما بوده اند .

باسپاس از مهندسان امیرقلیزاده، امین رحیم زاده ، حامد رحیم زاده ، حمید عظیمی حسینی و مینا سالمی که در تهیه این کتابچه بنده را یاری نمودند .

تشکر ویژه از همراهان همیشگی سایت " مهندسی دانلود " .

در نهایت این کتابچه را تقدیم میکنم به :

پدر و مادرم که از پشتیبانان همیشگی من در زندگیم بوده اند .

صفحه

فهرست

۷	مقدمه و کلیات پروژه
۸	شناساندن نقشه توپوگرافی آماده به نرم افزار Civil3D
۱۱	ایجاد Surface
۱۷	مشخصات پروژه و اطلاعات اوایه
۲۰	مسیریابی
۲۳	رسم واریانت راه به صورت دستی و نرم افزاری
۲۷	طراحی قوس های افقی و رسم پلان مسیر راه به صورت دستی
۳۹	طراحی قوس های افقی و رسم پلان مسیر راه با استفاده از Civil3D
۴۸	اعمال دور (بربلندی) به صورت دستی
۴۹	اعمال دور (بربلندی) با استفاده از Civil3D
۵۵	محاسبه اضافه عرض راه در قوس های افقی
۵۸	رسم پروفیل طولی (دستی)
۶۱	رسم پروفیل طولی (civil3D)
۶۷	ترسیم خط پروژه (دستی)
۷۰	ترسیم خط پروژه (Civil3D)
۷۳	طراحی قوس های قائم (دستی)
۹۱	طراحی قوس های قائم (Civil3D)
۹۳	طراحی پروفیل های عرضی (دستی)

۱۰۱	رسم مقطع عرضی (civil3D) Assembly-----
۱۱۲	رسم (civil3D) Corridor-----
۱۱۷	ساخت Surface برای کوریدور-----
120	طراحی نیمرخ های عرضی (Civil3D)-----
127	به دست آوردن حجم عملیات خاکی (civil3D)-----
۱۳۳	رسم منحنی بروکتر (دستی)-----
۱۳۹	رسم منحنی بروکتر (Civil3D)-----
۱۴۴	تعیین فاصله متوسط حمل-----
۱۴۵	آماده سازی برای پرینت-----
۱۴۷	انتخاب آبروها در خط القعرها-----
۱۵۲	طرح روسازی-----
۱۶۷	مقطع عرضی تیپ برای روسازی-----
۱۶۸	متره و برآورد مالی-----
۱۷۵	تعدیل-----
۱۷۶	اعمال ضرایب اضافی مندرج در فهرست بهای راه سال ۹۳-----
۱۷۷	منابع-----

مقدمه و کلیات پروژه :

مقدمه:

از آنجا که یکی از شرایط و زیرساختهای اصلی توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، نظامی و ... در هر کشوری، وجود شبکه ارتباطی گسترده ای از راههای فرعی، اصلی و شاهراهها می باشد، لذا در کشور ما با توجه به کمبود شدیدی که در زمینه وجود راههای ارتباطی استاندارد از لحاظ فنی احساس می گردد، تخصیص و صرف قسمت عظیمی از بودجه عمرانی کشور در بخش احداث راه ضرورت می یابد. برای رسیدن به چنین هدفی، قبل از هر چیز داشتن اطلاعات کافی در امر طراحی هندسی راه و راهسازی که بر اساس سه عامل اصلی "ایمنی، راحتی، اقتصاد" استوار باشد، ضروری است.

در این پروژه هدف، طراحی، انجام محاسبات فنی، تهیه و ترسیم نقشه های اجرایی و برآورد احجام برای قطعه ای از یک راه اصلی است که با توجه به نقشه توپوگرافی داده شده (با مقیاس 1:2000) این قطعه در زمین تپه ماهوری واقع خواهد گردید. طراحی بر اساس ضوابط آیین نامه طرح هندسی راههای ایران و معیارهای تعیین شده در صورت پروژه انجام شده و در مواردی که آیین نامه چارچوبه خاصی را مشخص ننموده و یا در صورت پروژه به آن اشاره نشده است، جهت بهبود کیفیت کار از مراجع درسی و نقشه های اجرایی موجود در این زمینه استفاده می گردد. سایر مشخصات، محدودیتهای فنی و خواسته های پروژه به تفصیل در صورت پروژه آمده است و لذا از تکرار آن صرفنظر می شود.

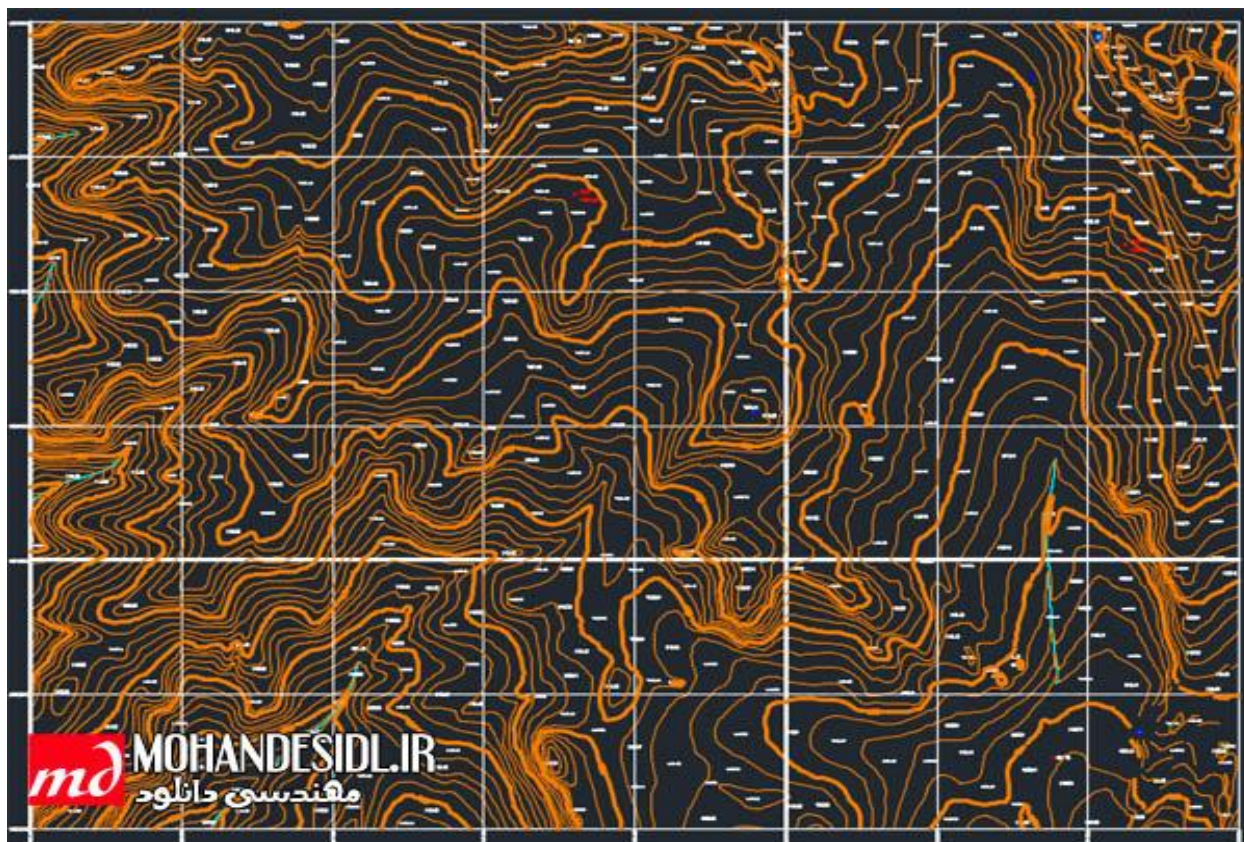
نقشه توپوگرافی :

اولین موضوعی که در پروژه راهسازی با آن رو به رو میشویم ، نقشه توپوگرافی میباشد . توپوگرافی همان نقشه ای است که در آن پستی و بلندی های زمین و تراز ارتفاعی هر نقطه مشخص می باشد . در واقع خطوط توپوگرافی ، خطوط هم تراز هستند که تراز ارتفاعی هر نقطه در آن مشخص میباشد .

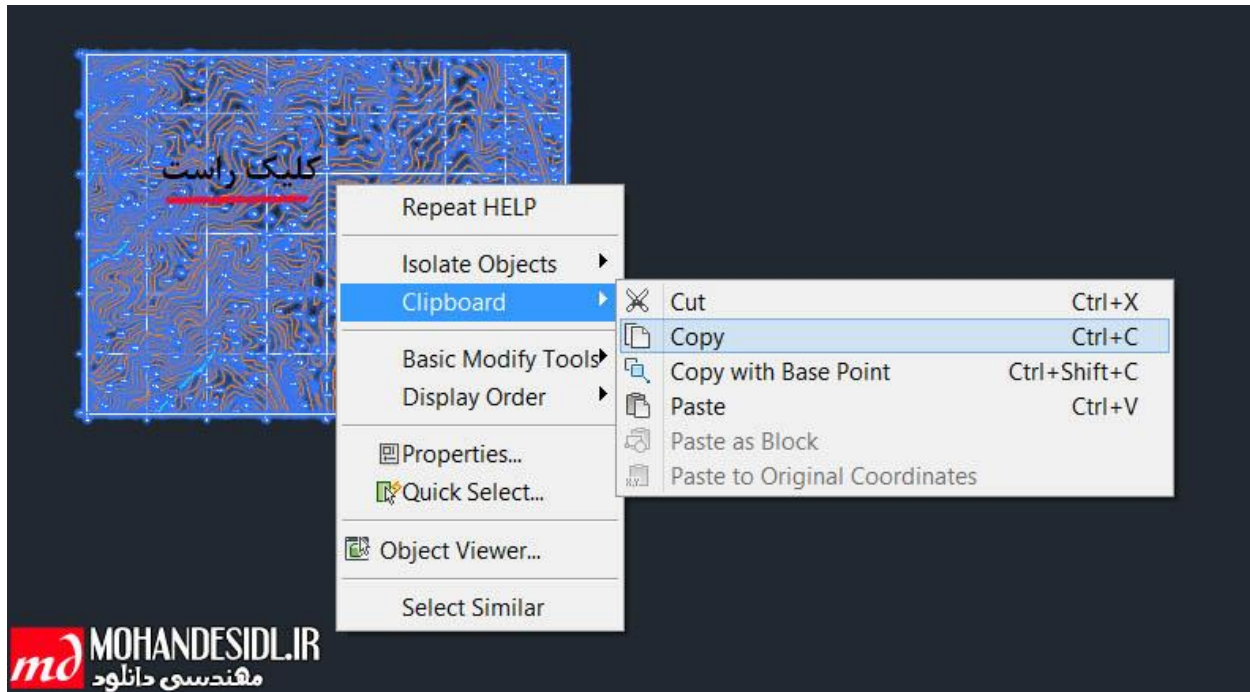
شناساندن نقشه توپوگرافی آماده به نرم افزار Civil3D :

نرم افزار Civil3D را باز نمایید و نقشه توپوگرافی خود را در آن اجرا نمایید . در شکل زیر توپوگرافی نمونه پروژه ای که کار خواهیم کرد آورده شده است .

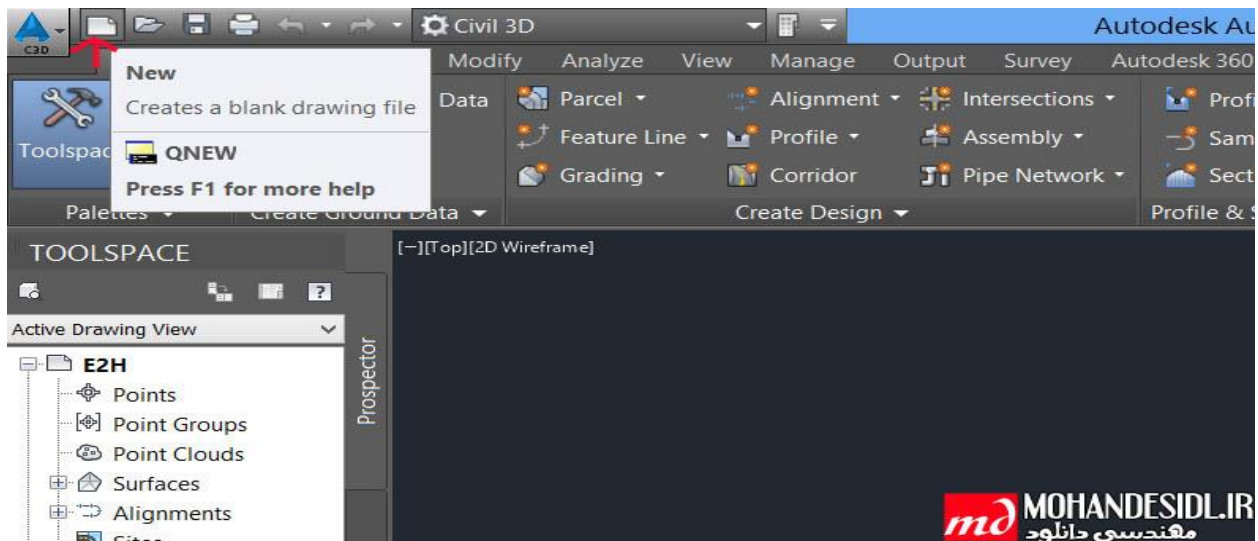
جهت دانلود نقشه توپوگرافی از سایت mohandesidl.ir ، در [اینجا](#) کلیک نمایید .



بعد از باز کردن این فایل در نرم افزار ، با باز کردن پنجره کل توپوگرافی را انتخاب نمایید و به صورت شکل زیر عمل نمایید .



سپس بر روی مربع کوچک سفید رنگ (در شکل زیر نشان داده شده است) کلیک نمایید تا صفحه جدیدی باز شود .

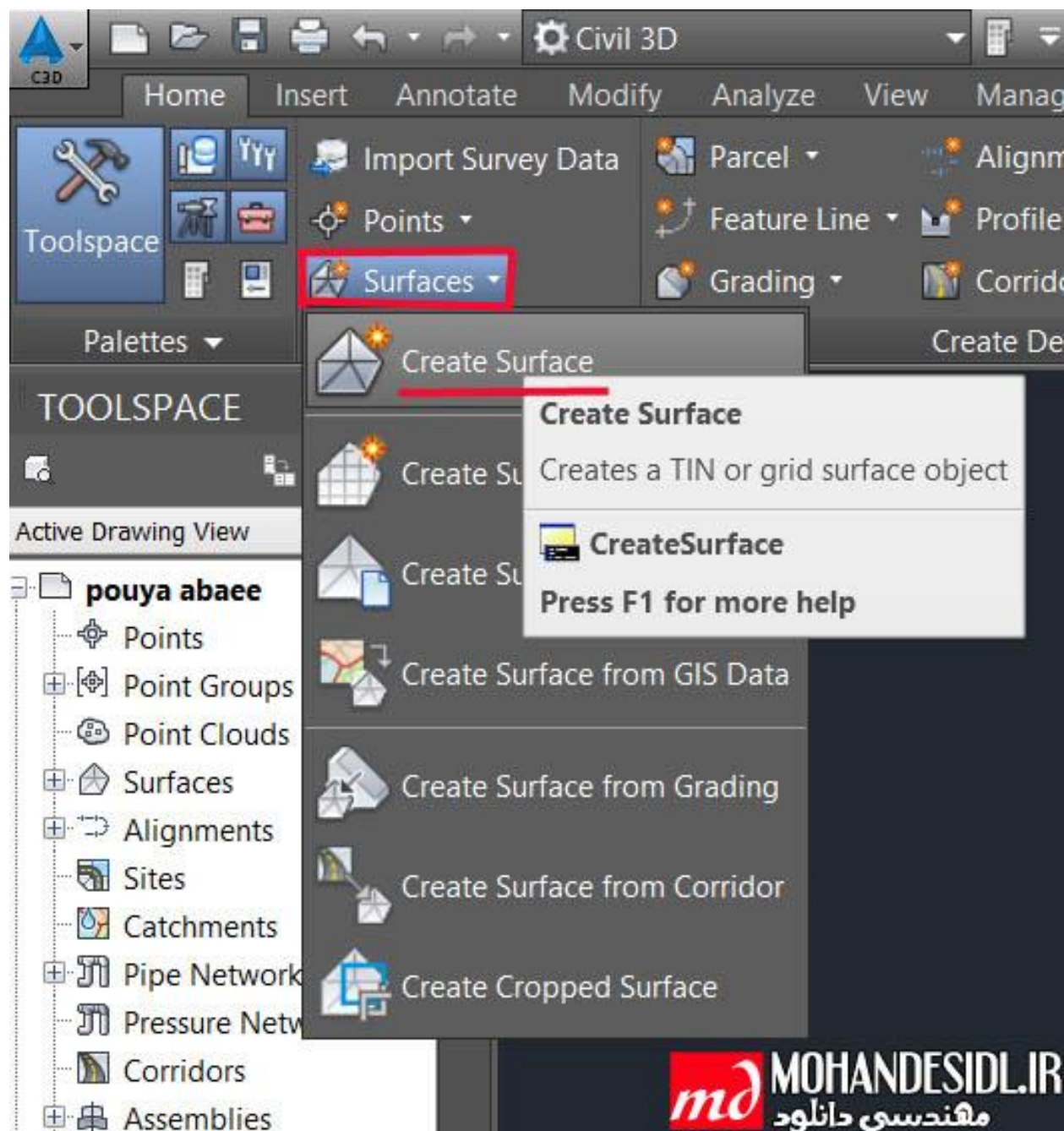


در صفحه جدید با استفاده از کیبورد و فشردن Ctrl و V ، عمل paste را انجام خواهیم داد .
در صورتی که بعد از این کار خطوط توپوگرافی دیده نشوند ، به صورت زیر عمل میکنیم :
Z را تایپ کرده و Enter را بزنید و سپس E و دوباره Enter را بزنید .

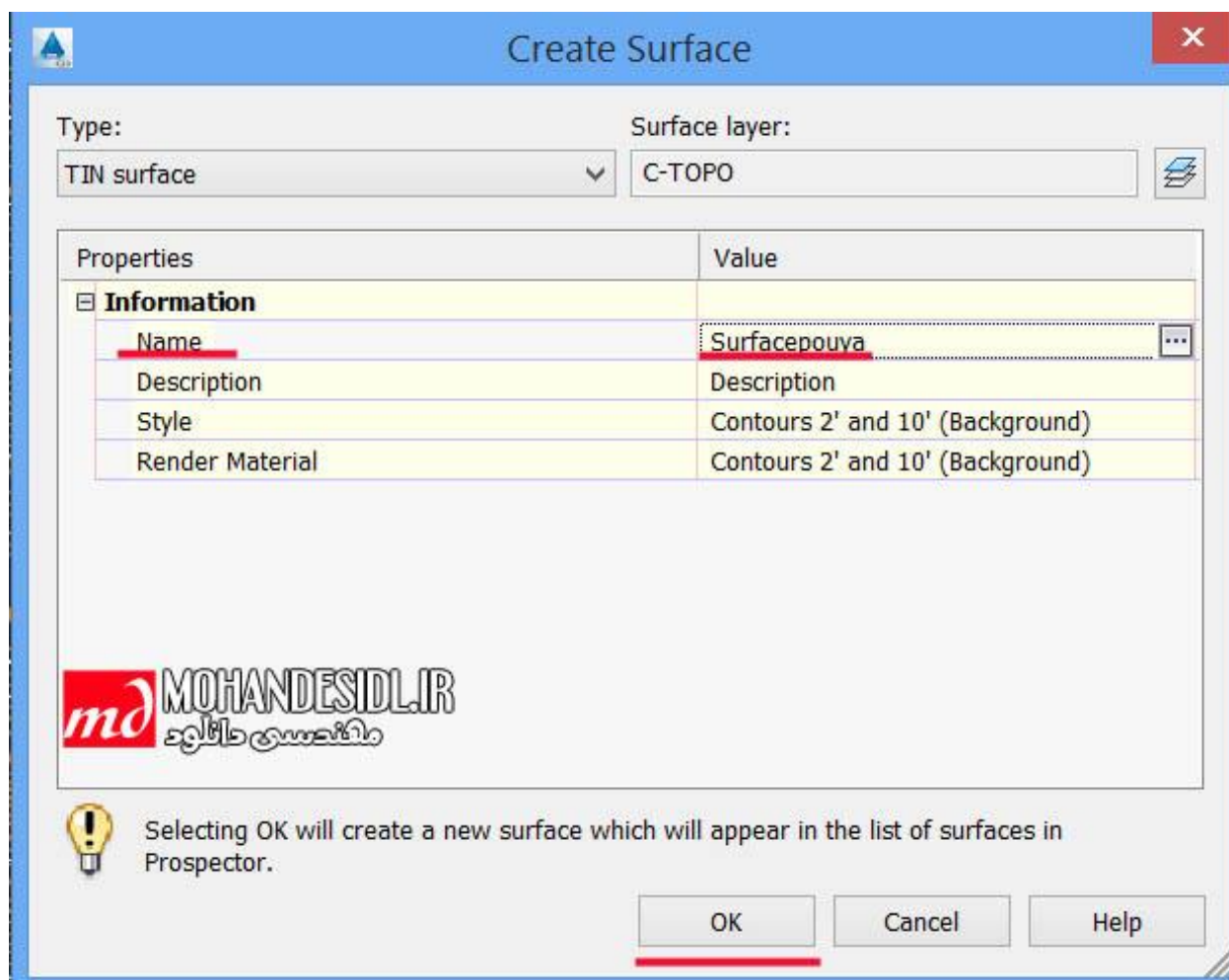
ایجاد Surface :

برای شروع کار پروژه راهسازی ، بایستی خطوط ترازى که در نقشه توپوگرافى داریم را به یک سطح تبدیل کنیم .

برای ایجاد Surface ، به شکل زیر عمل میکنیم :



با باز شدن پنجره زیر کار را ادامه میدهیم و در قسمت Name، اسمی را برای سطح خود انتخاب میکنیم:



Create Surface

Type: **TIN surface** Surface layer: **C-TOPG**

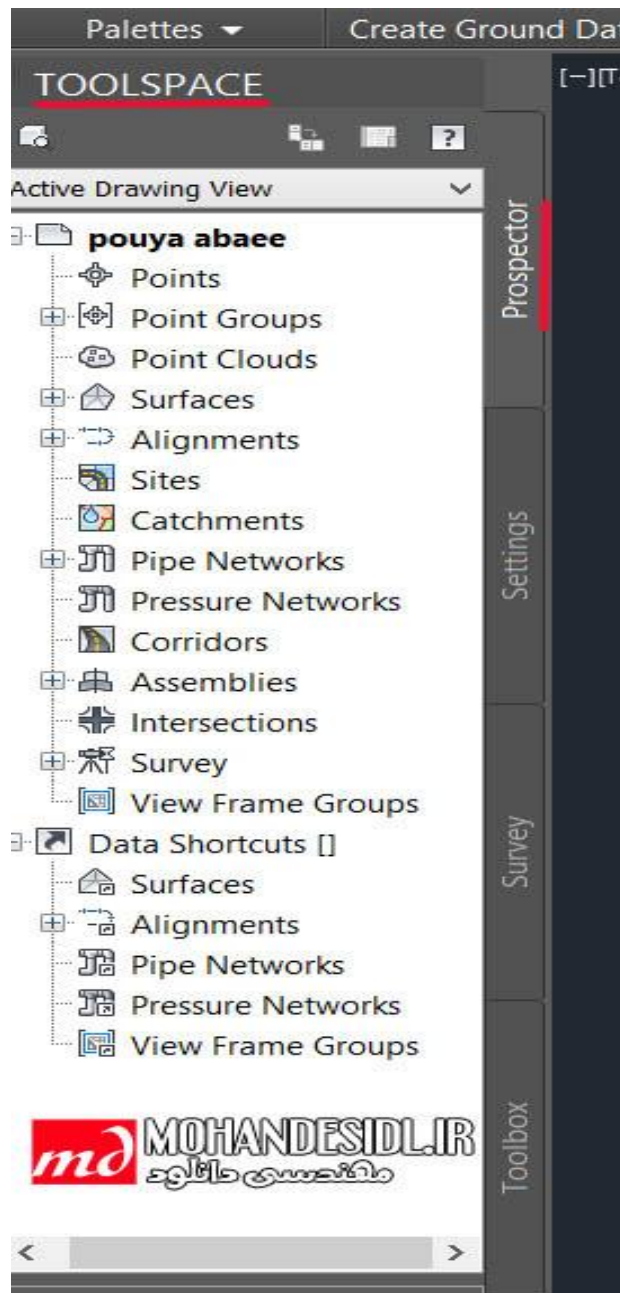
Properties	Value
Information	
Name	Surfacepouya
Description	Description
Style	Contours 2' and 10' (Background)
Render Material	Contours 2' and 10' (Background)

MOHANDESID.LIR
مهندسیدلیر

Selecting OK will create a new surface which will appear in the list of surfaces in Prospector.

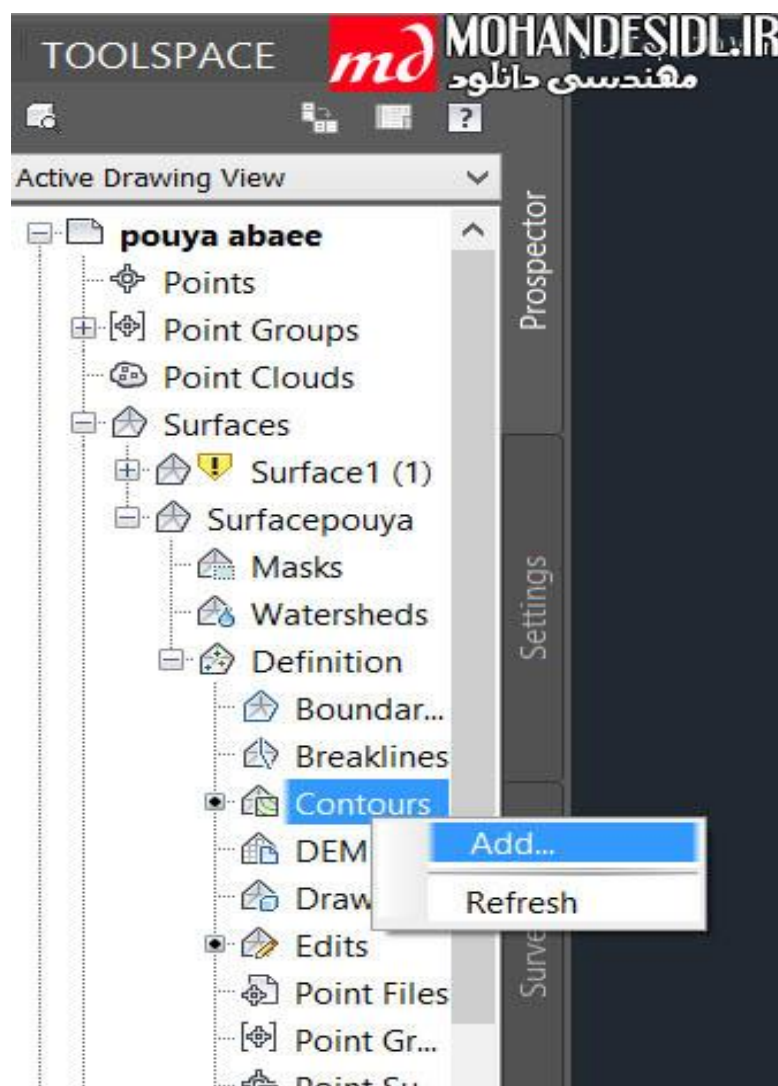
OK Cancel Help

در قسمت چپ زمینه کار نرم افزار ، ابزار ها یا TOOLSPACE را خواهیم داشت .



در قسمت Prospector ، بر روی علامت مثبت کنار surface کلیک می کنیم تا منو های بعدی باز شوند . Surface با نام اختیاری (Surfacepouya) ایجاد کرده بودیم را در منوها خواهیم دید .

بر روی علامت مثبت کناری آن نیز کلیک می کنیم . در قسمت Definition ، دوباره بر روی علامت مثبت کلیک میکنیم و از زیر شاخه های آن بر روی Contours کلیک راست کرده و Add را میزنیم . مطابق شکل زیر:



با کلیک بر روی Add پنجره ای باز میشود که ok را میزنیم .

با کلیک بر روی ok ، نشانگر ماوس به شکل مربع کوچکی خواهد شد . با استفاده از نشانگر ماوس تمام خطوط تراز نقشه توپوگرافی را انتخاب خواهیم کرد . با انتخاب خطوط Enter میزنیم . در پایین زمینه کار نرم افزار هم تعداد خطوط انتخاب شده نشان داده خواهد شد . ممکنه چند تا خطا نیز توسط نرم افزار ارایه شود که به ما هشدار دهد که مثلاً قسمت هایی از گوشه و کنار ، انتخاب نشده اند که چندان مهم نیست .

Enter را میزنیم و مشاهده میکنیم که سطح ما ساخته شده است. (اگر دقت نماییم متوجه میشویم که رنگ خطوط توپوگرافی اولیه با این سطح ایجاد شده جدید فرق میکند که نشان از معرفی سطح دارد)



خب ، سطح ما ایجاد شده است . میتونید save کنید . چون فعلا با نرم افزار کار نداریم و باید یه سری محاسبات دستی انجام بدیم .

Save as میگیریم !!!

از اینجا به بعد به نحوه انجام پروژه میپردازیم .

ادامه میدیم :

برای انجام پروژه راهسازی یه سری اطلاعات اولیه توسط استاد ارایه میشود که برای انجام پروژه بایستی در نظر گرفته شوند . در این نمونه پروژه اطلاعات زیر داده شده اند .

مشخصات پروژه :

نوع منطقه : تپه ماهور

نوع راه : راه اصلی ۲ خطه ۲ بانده

عرض راه : سواره رو ۷,۳۰ متر – شانه ها ۴ متر

سرعت طرح : متناسب با توپوگرافی و بر اساس استاندارد آشتو

برای ادامه کار ، لطفا آیین نامه مورد نظر (نشریه ۴۱۵) را داشته باشید .

جهت دریافت آیین نامه از سایت **مهندسی دانلود** ، [اینجا](#) کلیک نمایید .

سرعت طرح :

با توجه به بند ۴-۳ آیین نامه ، سرعت طرح در این پروژه با توجه به اینکه راه اصلی و تپه ماهور می باشد، **۸۰ کیلومتر بر ساعت** انتخاب شده است .

تعیین دور یا بر بلندی (e):

با توجه به بند ۵-۲-۲ آیین نامه و موسسه استاندارد آشتو و با فرض اینکه راه ما در یک منطقه معتدل قرار گرفته است ، مقدار ۱۰ درصد را به عنوان مقدار شیب عرضی (دور) انتخاب کرده ایم.

ضریب اصطکاک جانبی (f):

با توجه به جدول ۵-۵ آیین نامه که در زیر آمده است :

ضریب اصطکاک جانبی با توجه به سرعت طرح ۸۰ کیلومتر بر ساعت ، ۰,۱۴ در نظر گرفته خواهد شد .

ضریب اصطکاک جانبی (f)	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۰/۱۷	۳۰
۰/۱۶۵	۴۰
۰/۱۶	۵۰
۰/۱۵۳	۶۰
۰/۱۴۷	۷۰
۰/۱۴۰	۸۰
۰/۱۳۰	۹۰
۰/۱۲۰	۱۰۰
۰/۱۱۰	۱۱۰
۰/۰۹	۱۲۰
۰/۰۸	۱۳۰

با توجه به در دست داشتن اطلاعات بالا ، سراغ مسیر یابی بر روی نقشه توپوگرافی میرویم .

نکته : معمولاً استاد مربوطه سه نقطه اجباری را بر روی نقشه توپوگرافی مشخص میکند تا مسیر ما از آن سه نقطه عبور کند و همچنین معمولاً مشخص میکنند قوس افقی ما از چه سیستمی پیروی کند . در صورتی که چنین نباشد و خودمان مجبور به مسیریابی شدیم به صورت زیر عمل خواهیم کرد .

مسیریابی:

عوامل مختلفی در انتخاب مسیر مؤثر هستند که به شرح ذیل خلاصه می شود:

۱- **دسترسی:** یک راه علاوه بر اتصال دو نقطه مبدا و مقصد باید دسترسی مراکز جمعیتی بین مبدا و مقصد را نیز تامین نماید.

۲- **عوارض طبیعی:** شامل پستی و بلندی های زمین ، کوه ، دریاچه و رودخانه است . گذشتن از عوارض طبیعی مستلزم انجام خاکبرداری ، خاکریزی ، احداث پل و تونل می باشد که هزینه های زیادی را در بر دارد.

۳- **ضوابط طرح هندسی:** هدف از طرح هندسی احداث یک راه ایمن و متناسب با حجم ترافیک ، سرعت وسایل نقلیه و خصوصیات رانندگان است.

۴- **زمین شناسی:** این مطالعات از نظر شناخت مناطقی که احتمال لغزش، رانش، نشست و ریزش در آن زیاد است، قابل اهمیت است. همچنین شناخت آبهای زیر زمینی خصوصا در محل و احداث تونل ها و تعیین ارتفاع خاکریز ها مهم می باشد.

۵- **جنس پی جسم و ساختمان ها:** پارامتر مقاومت زمین چه از نظر قرار گیری خاکریز ها بر روی زمین و چه از نظر احداث پل ها و دیوار ها عامل موثری در انتخاب مسیر است . مخارج احداث راه بر روی زمین های سست و باتلاقی بسیار زیاد است و حتی الامکان باید سعی گردد از این مناطق عبور داده نشود.

۶- **نگهداری راه:** انتخاب مسیر راه در چگونگی و مخارج نگهداری راه تاثیر می گذارد .

۷- **زیبایی راه:** عواملی مانند هماهنگی سازی قوس های افقی و قائم و پیروی مسیر راه از وضعیت طبیعی زمین و بافت شهری

۸- حفظ محیط طبیعی: عدم تخریب جنگل ها و منابع طبیعی و رودخانه ها برای انتخاب مسیر مهم است.

۹- حفظ محیط انسانی

۱۰- مخارج ساختمان راه

برای تعیین مسیر بین دو نقطه ، چندین مسیر بین دو نقطه پیدا میکنیم و از بین آن ها بهترین و اقتصادی ترین مسیر انتخاب میشود . مسیرها به صورت خطوط شکسته میباشند که به عنوان واریانت راه نیز از آن ها یاد میشود .

حداقل طول لازم (l_{min}) جهت عبور مسیر از یک تراز به تراز مجاور:

با توجه به جدول ۵-۲۱ آیین نامه ۴۱۵ ، حد اکثر شیب طولی راه اصلی برابر است با:

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)						نوع منطقه
۱۳۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	
حداکثر شیب طولی (درصد)						
۳	۳	۳	۴	۴	۴	هموار
-	۴	۴	۵	۵	۵	تپه ماهور
-	-	۵	۶	۶	۶	کوهستانی

بنابراین شیب طولی ما ۵ درصد خواهد بود .

با توجه به فرمول :

$$i = \frac{\Delta h}{\Delta l} = \frac{\Delta h}{l_{min}} \Rightarrow l_{min} = \frac{h_2 - h_1}{i} = \frac{\Delta h}{i}, \quad i \leq i_{max}$$

h_1 : ارتفاع پایین تر

h_2 : ارتفاع بالا تر

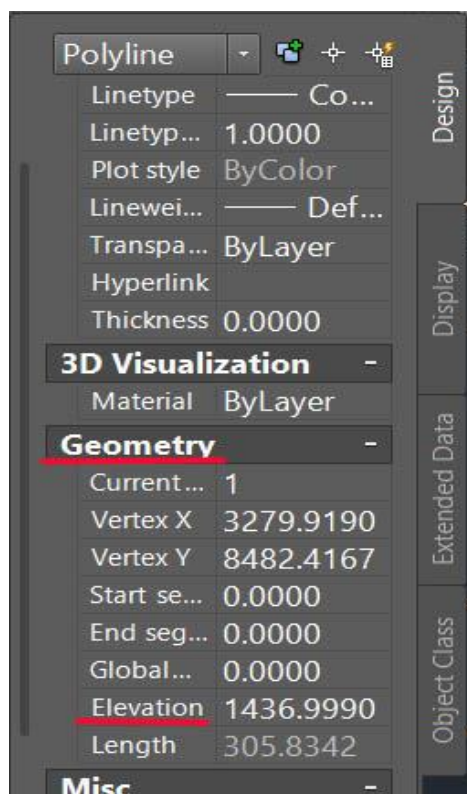
i : شیب در نظر گرفته شده

i_{\max} : حداکثر شیب مجاز

l_{\min} : حداقل طول لازم با در نظر گرفتن شیب مجاز جهت عبور مسیر از یک خط تراز به خط تراز مجاور

h_2-h_1 اختلاف تراز ارتفاعی دو خط کناری، در نقشه توپوگرافی میباشد.

میتوانیم در نرم افزار Civil3d هم، اختلاف ها را به دست آوریم به این صورت که بر روی یکی از خطوط پررنگ کلیک میکنیم، و سپس کلیک راست کرده و Properties را کلیک نماییم و از پنجره باز شده، اطلاعات مربوط به خط را به دست می آوریم که در قسمت Geometry، Elevation ارتفاع خط میباشد. همین عمل را برای خط پررنگ کناری نیز انجام میدهیم و اختلاف ها را مشاهده میکنیم.



بنابراین در نمونه پروژه ما :

$$\text{حداقل طول لازم} = \frac{2}{0.05} = 40 \text{ m}$$

در مقیاس ۱:۲۰۰۰، ۲ سانتی متر در نقشه توپوگرافی خواهد بود .

طریقه رسم واریانت راه :

رسم دستی :

برای اینکه مشخص کنیم که مسیر ما چگونه ترسیم خواهد شد نیاز به خطوط شکسته ای داریم . برای رسم این خطوط شکسته به صورت زیر عمل میکنیم .

در اینجا با استفاده از روش پرگارزنی اقدام به ترسیم واریانت راه خواهیم نمود .

در این روش دهانه پرگار را به اندازه ۲ سانتی متر باز میکنیم و نوک پرگار را در نقطه شروع قرار می دهیم و یک کمان میزنیم . کمان را که زدیم ، این کمان ممکنه که خط تراز بعدی را در یک نقطه قطع کند که همان نقطه را به عنوان نقطه بعدی انتخاب میکنیم . و یا ممکنه که کمان ما خط تراز بعدی را در دو نقطه قطع کند که در این حالت نقطه ای را به عنوان نقطه بعدی انتخاب میکنیم که در جهت نقطه انتهایی (مقصد) و نزدیک تر به مقصد قرار دارد . در صورتی که کمان ما خط تراز را قطع نکند ، در این حالت بایستی نقطه ای در همان امتداد مسیر را انتخاب کنیم .

با انتخاب نقطه بعدی دوباره شروع به کمان زدن از نقطه دوم می نماییم و عمل کمان زدن را تا مقصد ادامه میدهیم .

توجه : به هنگام رسم به این نکته هم توجه داشته باشیم که در مسیر انتخابی از کاهش و افزایش پی در پی ارتفاع ها پرهیز کنیم .

رسم نرم افزاری :

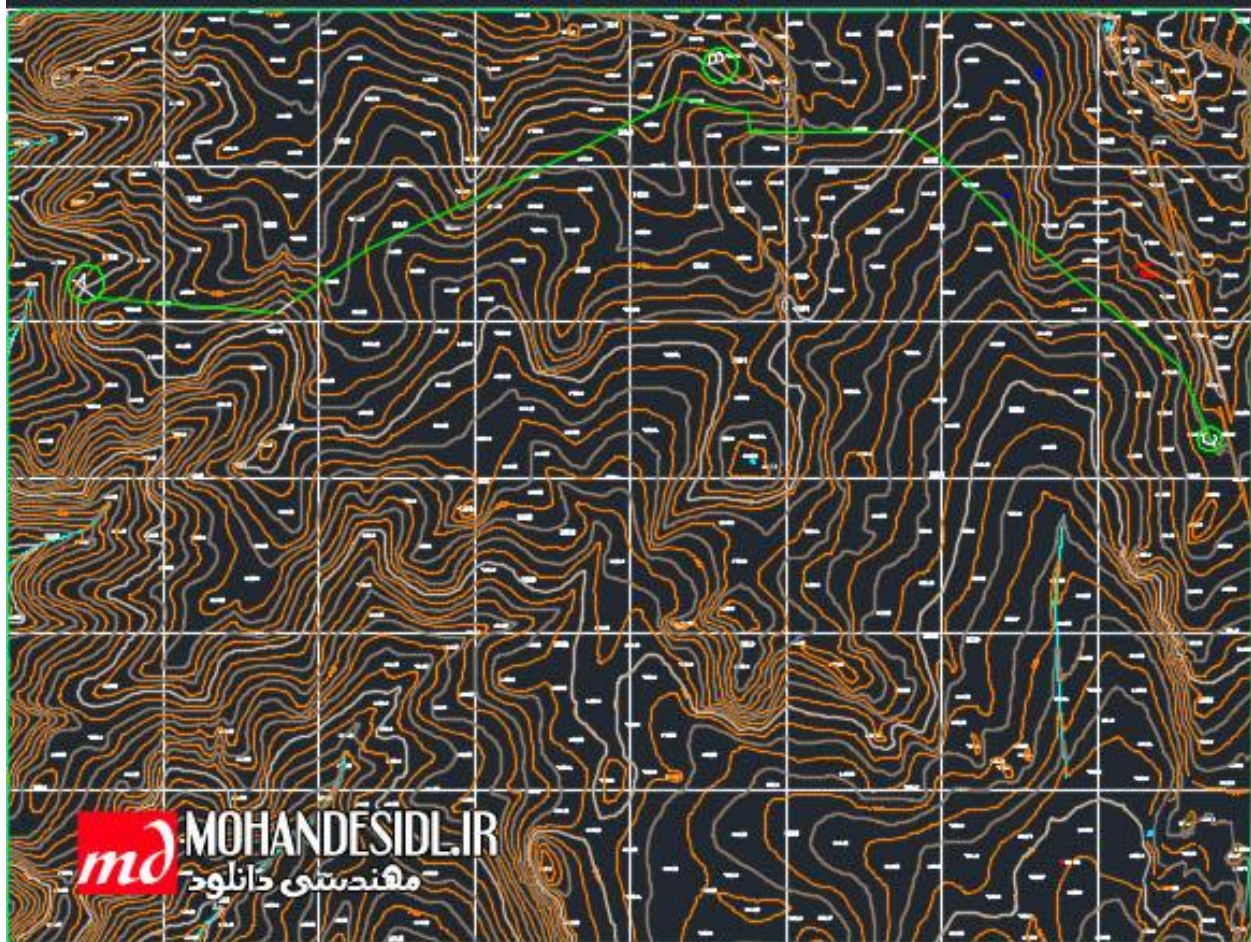
در نرم افزار Civil3d برای اینکه نشانگر ماوس را به نوک پرگار تبدیل کنیم به صورت زیر عمل خواهیم کرد .

در نرم افزار یک pl تایپ کرده و Enter می زنیم .

در قسمت پایین و Type a command نرم افزار از ما میخواهد که نقطه شروع مسیر را انتخاب نماییم . که نقطه شروع را بر روی نقشه توپوگرافی انتخاب میکنیم .

در ادامه نرم افزار از ما میخواهد که یا نقطه بعدی را انتخاب کنیم و یا اینکه از بین خط مستقیم و کمان (Arc) یکی را انتخاب کنیم که بر روی Arc در قسمت دستور کلیک میکنیم تا نشانگر ماوس ما به شکل پرگار درآید .

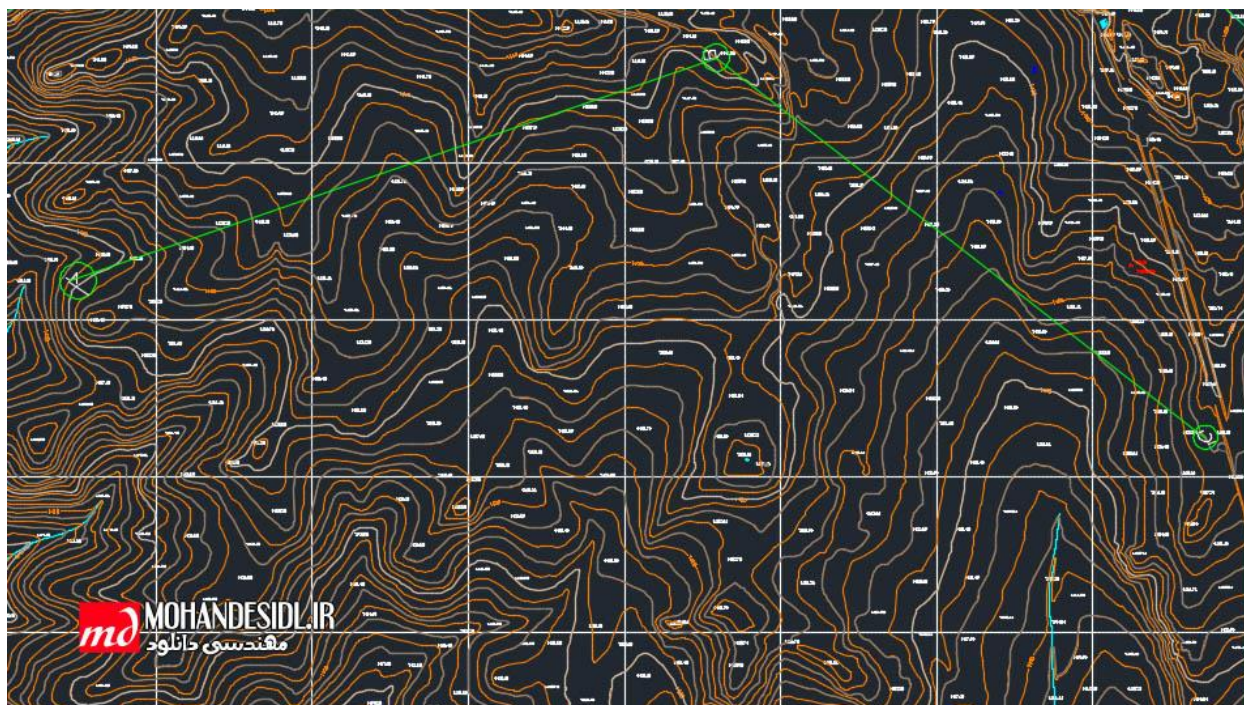
در ادامه در همان قسمت دستورات (در پایین صفحه) Radius (شعاع) را انتخاب میکنیم و نرم افزار از ما میخواهد تا مقدار شعاع را وارد نماییم که مقدار ۴۰ را وارد مینماییم و Enter را میزنیم . در ادامه انگشت خود را بر روی Ctrl در کیبورد قرار مدهیم و کمان را بر روی نقشه رسم مینماییم . ادامه کار را همانند روش دستی که در بالا اشاره نمودیم ، پی میگیریم .



نکته: بایستی ۲، ۳ تا واریانت راه را انتخاب نماییم و در نهایت بهترین و اقتصادی ترین راه را انتخاب نماییم که در اینجا به یک واریانت اکتفا میکنیم.

توجه: با توجه به خطوط شکسته کوچک بالا میتوانیم خطوط بزرگتر را جایگزین نماییم.

بنابراین: واریانت نهایی ما به صورت شکل زیر خواهد بود:



یک save as بگیریم !!!

طراحی قوس های افقی و رسم پلان مسیر راه :

طراحی قوس های افقی و رسم پلان مسیر راه :

در ابتدا توضیحاتی را در مورد قوس های افقی یاد آوری میکنیم :

• انواع قوس های افقی :

قوسهای افقی به سه دسته **دایره ای، سهمی، کلوئوئید** تقسیم بندی می شوند که در ادامه به هر کدام و انواع مختلف از هر یک اشاره خواهد شد:

• قوسهای دایره ای :

بطور کلی خط پروژه یک راه از یک سری خطوط مستقیم و قوس تشکیل شده است. در اصطلاح فنی خطوط مستقیم را به نام تانژانت و قوس متصل کننده دو تانژانت را بانام شعاع آن و یا به وسیله درجه قوس مشخص می کنیم.

درجه قوس عبارت است از زاویه مرکزی روبروی قوسی برابر با ۱۰ متر، بطور کلی قوسهای دایره ای به سه گروه تقسیم بندی میشوند که عبارتند از:

(۱) قوس های ساده (۲) قوس های مرکب (۳) قوس های معکوس

مینیم شعاع قوسهای دایره بر مبنای سرعت طراحی و دور و اصطکاک جانبی تعیین می گردد.

• قوس های مرکب:

دوقوس دایره ای متوالی تشکیل یک **قوس مرکب** را می دهند، در صورتی که آنها در

نقطه تماس طوری به یکدیگر متصل شوند که هر دو در یک طرف تماس مشترک واقع شوند. شعاع های هر دو دایره متفاوت ولی هم جهت در نقطه تقاطع میباشند.

نقطه تماس را به نام PCC یعنی نقطه قوس های مرکب می نامند.

موقعی که این قبیل قوس ها دارای مرکز واقع در دو طرف مماس مشترک باشند این ترکیب را به نام **قوس معکوس** می نامند.

با ترکیب قوس های مختلف دایره ای به شعاع های گوناگون می توان پیچ مرکب مناسبی برای وضعیت های مختلف طراحی کرد و مسیر را با موقعیت های مشکل فیزیکی تطبیق داد. با این حال اگر با صرف هزینه نسبتاً کم ، بتوان از پیچ ساده استفاده کرد بهتر است از بکارگیری پیچ مرکب خودداری شود.

در پیچ مرکب ، هنگامی که شعاع قوس بزرگتر ، ۴۵۰ متر یا کمتر باشد، شعاع قوس کوچکتر باید حداقل دو سوم شعاع قوس بزرگتر در نظر گرفته شود. طول کل قوس در پیچ مرکب نباید کمتر از ۱۵۰ متر باشد.

کاربرد قوس های مرکب در راهسازی دارای امتیازات زیادی می باشد بخصوص در نقاط کوهستانی که قوس های مرکب دو - سه و یا چهار مرکزی با شعاع های مختلف مورد نیاز است. این نوع سیستم قوس های مرکب را به نام **دو مرکزی یا سه مرکزی و چهار مرکزی** و غیره می نامند.

• اتصال دو قوس با خط مستقیم:

موقعی که دو قوس دارای شعاع کوچک باشند و در امتداد راه قرار گرفته باشند برای دید کامل حد فاصل بین دو قوس را با یک مماس کوچک به هم وصل می کند و این سیستم را به عنوان اتصال دو قوس با خط مستقیم می گویند.

معمولاً امکان تغییر این سیستم با قوس مرکب سه مرکزی وجود دارد و یا حتی در بعضی مواقع برای ایجاد وضع ظاهری بهتر و بهبود بخشیدن به وضع رانندگی میتوان به جای سیستم مزبور از یک قوس دایره ای با شعاع بزرگتر استفاده کرد.

• قوس های معکوس:

دو قوس دایره ای که در دو طرف مخالف نسبت به مماس مشترک واقع شده اند **قوس معکوس** می نامند. نقطه تماس دو قوس را به نام نقطه مشترک قوس های معکوس می گویند و به PRC نمایش می دهند.

در پیچ معکوس به دلیل تغییر جهت پیچ، به منظور تامین برابندی قطعه مستقیمی بین دو پیچ تعبیه می شود تا تعدیلی بین خارج شدن از یک برابندی دیگر صورت گیرد.

قوس های معکوس چندان مناسب نیستند و حتی المقدور از استفاده آنها در شاهراه های سرعت زیاد باید اجتناب کرد. به هر صورت غالباً این قوس ها در مناطق کوهستانی و حتی بعضی مواقع در شهر ها هم استفاده می شوند. علت نامناسب بودن قوس های معکوس این است که ارتفاع دادن به لبه خارجی در نقطه PRC مقدور نیست و برای رفع این اشکال بعضی مواقع قطعه خط مستقیم بین دو قوس قرار می دهند تا تعدیلی بین خارج شدن از یک دور و داخل شدن به دور دیگر گردد.

• قوس معکوس بین دو مماس موازی:

این نوع قوس معکوس بین دو مماس موازی واقع می شود. از این نوع قوس معکوس معمولاً جهت تغییر خط بین دو ریل موازی در راه آهن استفاده می شود.

• طراحی گردنه ها با پیچ های معکوس (سرپانتین):

در مناطق کوهستانی به علت محدودیت های اقتصادی و اجرایی ، مسیر به صورت مارپیچ و گردنه طراحی می گردد. امکان استفاده از قوسهای باشعاع بزرگ به علت افزایش هزینه عملیات خاکی و کوه بری امکانپذیر نیست و نتیجتاً گردنه ها از پیچ های تند معکوس تشکیل می گردد.

• قوس های سهمی:

این نوع قوس ها معمولاً برای اتصال شاهراه در سطح قائم و در بعضی موارد به خصوص در سطح افقی به کار میرود و همچنین این قوس ها در قسمت تاج روسازی (خط وسط روسازی) یا پروفیل عرضی راه مصرف بسیار زیاد دارد. معمولاً قوس های سهمی موقعی که در سطوح افقی به کار روند مزیت های کمتری نسبت به قوس های دایره و کلوئوئید دارند. زیرا این نوع قوس ها را نمی توان به راحتی به وسیله زاویه انحراف نسبت به خط مماس یا به وسیله شعاع های نقاط مختلف در امتداد قوس پیاده کرد. در بعضی از قوس های کوچک افقی بدون استفاده از اتصال کلوئوئیدی می توان این قوس ها را به جای قوس های دایره ای مصرف نمود.

• عواملی که در طول قوس موثرند:

در انتخاب طول قوس در قوس های محدب و مقعر یکی از عوامل مهم در شاهراه ها عبارت از اختلاف جبری نسبت ها می باشد. عوامل دیگر از قبیل دید کافی-راحتی هنگام عبور و شکل ظاهری و همچنین نسبت تغییرات شیب در انتخاب طول قوس موثرند.

• قوس های کلوتوئیدی:

قوس کلوتوئید در راهسازی و راه آهن عبارت است از قوس هایی که بین مسیر مستقیم و مسیر منحنی دایره ای برای سرعت های زیاد از نقطه نظر راحتی عمل رانندگی و همچنین تغییر تدریجی از شیب معمولی جاده به دور کامل به کار می رود. مصرف کلوتوئید در راه، تولید یک ضریب ایمنی می کند.

موقعی که یک وسیله نقلیه بر روی یک مسیر مستقیم حرکت می کند و وارد یک قوس دایره ای می شود هم زمان وسیله نقلیه باید برای یک زاویه جدید که بستگی به شعاع قوس دارد، میزان گردد. این حرکت به طور یکدفعه کار مشکلی است در صورتی که اگر به تدریج انجام گیرد تولید سهولت در حرکت می کند. این عمل باعث شده که از کلوتوئید جهت اتصال استفاده گردد.

استفاده از قوس اتصال تدریجی برای راه ها به ندرت ضرورت پیدا می کند ولی قوس اتصال تدریجی دارای مزایایی به شرح زیر است:

الف) اتصال پیچ دایره ای شکل به مسیر های مستقیم می تواند با تغییر تدریجی شعاع انحنای انجام گیرد.

ب) اعمال بر بلندی از مقدار حداقل تا مقدار حداکثر آن می تواند در طول قوس اتصال تدریجی انجام گیرد.

ج) اعمال اضافه عرض روسازی در پیچ ، می تواند در طول قوس اتصال تدریجی انجام گیرد.

د) به کار بردن قوس اتصال تدریجی سبب می شود که از وجود شکستگی در نقطه شروع و پایان پیچ دایره ای شکل اجتناب شود و در نتیجه ، راه، ظاهری خوش منظر داشته باشد.

• انواع کلوتوئید:

۱- اتصال کلوتوئیدی با سیستم کلوتوئید- دایره - کلوتوئید

۲- کلوتوئید مرکب با سیستم کلوتوئید دابل

۳- کلوتوئید معکوس با سیستم دایره - کلوتوئید - کلوتوئید - دایره

۴- کلوتوئید C شکل با سیستم دایره - کلوتوئید - دایره

۵- کلوتوئید بیضوی با سیستم چند کلوتوئید هم جهت

توجه : قبل از ادامه کار فایل مربوط به طراحی قوس های افقی را از [اینجا](#) دانلود نمایید .

در این پروژه دو خط شکسته داریم که بایستی بین این دو خط شکسته از قوس مناسبی استفاده نماییم . همان طوری که مشاهده کردیم ، واریانت راه ما شامل خطوط مستقیم و شکسته میباشد ، برای اینکه مسیر ما از ایمنی و راحتی بهتری برخوردار باشد نیاز به طراحی قوس های افقی داریم .

با توجه به جدول ۵-۷ آیین نامه :

جدول ۵-۷- شعاع حداکثر قوس افقی بر حسب سرعت برای استفاده از قوس اتصال تدریجی

سرعت (کیلومتر در ساعت)	شعاع حداکثر (متر)
۲۰	۲۴
۳۰	۵۴
۴۰	۹۵
۵۰	۱۴۸
۶۰	۲۱۳
۷۰	۲۹۰
۸۰	۳۷۹
۹۰	۴۸۰
۱۰۰	۵۹۲
۱۱۰	۷۱۶
۱۲۰	۸۵۲
۱۳۰	۱۰۰۰

نکته: مزایای ایمنی استفاده از قوس اتصال تدریجی برای شعاع‌های بزرگتر، ناچیز است.

با توجه به جدول ، ما نیاز به محاسبه شعاع حداقل قوس داریم :

محاسبات در صفحه بعد انجام گرفته است .

شعاع حداقل مطلق قوس (R_{\min}):

طبق بند ۵-۲-۱ نشریه ۴۱۵ شعاع پیچ رو تعیین میکنیم. طبق این بند، شعاع پیچ از رابطه زیر به دست می آید:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127.2(e+f)}$$

$$R_{\min} = \frac{80^2}{127.2(0.1+0.14)} = 209.64$$

با توجه به توصیه آیین نامه در بند ۵-۳-۲ بهتر است که از به کار گیری شعاع حداقل خودداری شود مگر اینکه محدودیت های شدیدی در انتخاب شعاع بزرگتر وجود داشته باشد. بنابراین شعاع حداقل را برابر با ۲۴۰ متر در نظر میگیریم.

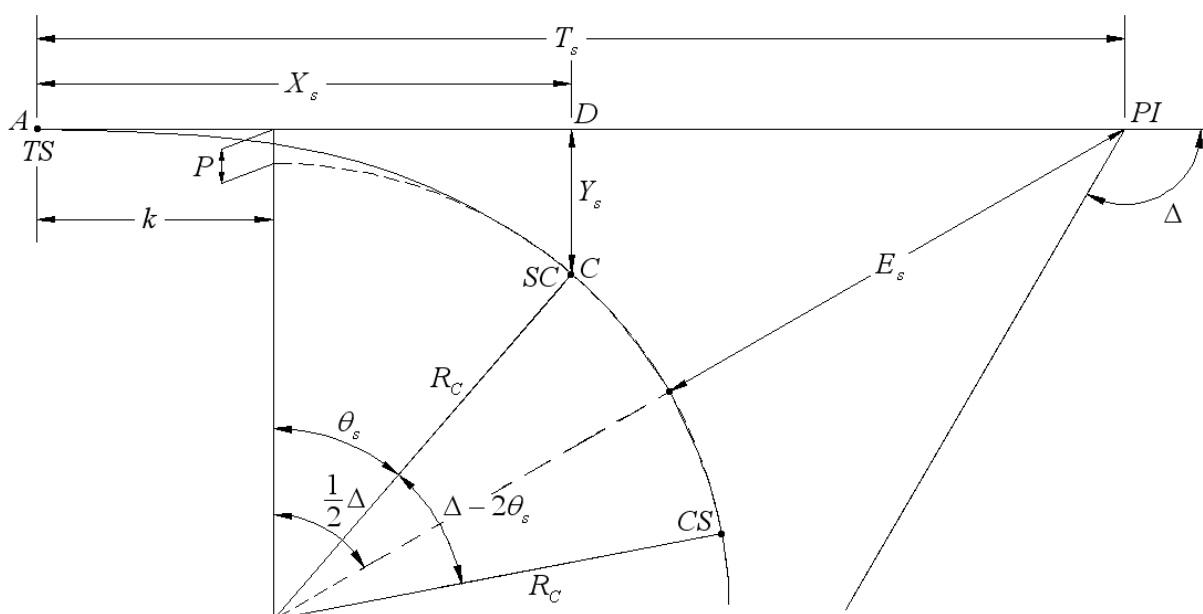
در جدول بالا برای سرعت طرح ۸۰ م (در این پروژه) بایستی تا حداکثر شعاع ۳۷۹ متر از قوس کلوتوئید استفاده نماییم. شعاع حداقل ما ۲۴۰ می باشد که نیاز داریم به جای قوس دایره ای ساده از اتصال کلوتوئیدی با سیستم کلوتوئید- دایره - کلوتوئید، استفاده کنیم.

بنابراین در این پروژه، پلان مسیر ما به صورت خط مستقیم - کلوتوئید - دایره - کلوتوئید - خط مستقیم، خواهد بود.

طراحی قوس کلوئیدی مسیر راه:

برای اینکه شیب راه ما به صورت ملایم تغییر کند از قوس کلوئید استفاده خواهیم کرد.

طبق آیین نامه هم که در بند ۵-۲-۱-۵ اشاره شده است برای اتصال مسیر مستقیم به یک پیچ دایره ای از قوس کلوئیدی استفاده خواهیم کرد.



محاسبات :

با توجه به شعاع حداقل به دست آمده شعاع قوس دایره واقع بین دو کلوتئید (R_C) را 240 متر (12 سانتی متر) انتخاب می کنیم.

طول کلوتئید l_s را به صورت زیر محاسبه می کنیم .

توجه: ۳ تا فرمول داریم که تو هر کدام l_s مقدار بیشتری داشت اونو انتخاب میکنیم .

$$\begin{cases} l'_s = \frac{0.036V^3}{R_C} \\ l''_s = 13.65Ve \\ l'''_s = \sqrt{12R_C} \end{cases} \Rightarrow l_s = \max \{l'_s, l''_s, l'''_s\}$$

V سرعت طرح مون که ۸۰ بوده و e هم دور که مقدار ۱۰ درصد (۰,۱) انتخاب شده بود .

$$L_s = \max \{76.8, 109.2, 53.66\} = 109.2m$$

با توجه به شکل زاویه کلوتئید (θ_s) از رابطه زیر به دست می آید:

$$\theta_s = \frac{l_s}{2R_C} = 0.227rad = 13.03$$

و برای محاسبه مختصات نقطه خاتمه کلوتئید یا ابتدای قوس دایره (X_s, Y_s) نسبت به نقطه TS از

روابط زیر که در آنها l_s بر حسب متر و θ_s بر حسب درجه می باشد استفاده می کنیم:

$$X_s = \frac{l_s}{100} \left[100 - 0.30 \times 10^{-2} \theta_s^2 + 0.43 \times 10^{-7} \theta_s^4 - 0.30 \times 10^{-12} \theta_s^6 + 0.14 \times 10^{-17} \theta_s^8 \right]$$

$$X_s = 108.64 \text{ m}$$

در مقیاس ۱:۲۰۰۰ = ۵,۴۳۲ سانتی متر

$$Y_s = \frac{l_s}{100} \left[0.58 \theta_s - 0.13 \times 10^{-4} \theta_s^3 + 0.12 \times 10^{-9} \theta_s^5 - 0.05 \times 10^{-15} \theta_s^7 \right]$$

$$Y_s = 8.21 \text{ m}$$

در مقیاس ۱:۲۰۰۰ = ۰,۴۱ سانتی متر

تعیین نقطه شروع کلوتئید (TS):

$$P = Y_s - R_C (1 - \cos \theta_s)$$

$$k = X_s - R_C \sin \theta_s$$

$$T_s = (R_C + P) \tan \left(\frac{\Delta}{2} \right) + k$$

$$E_s = (R_C + P) \left[\sec \left(\frac{\Delta}{2} \right) - 1 \right] + P = (200 + 2) \left[\sec \left(\frac{60^\circ}{2} \right) - 1 \right] + 2$$

در نقشه توپوگرافی زاویه Δ را با نقاله اندازه گیری میکنیم

$$\Delta = 57^\circ$$

$$P = 2.03 \text{ m}$$

P در مقیاس نقشه برابر با ۰,۱۰ سانتی متر خواهد بود .

$$K = 54.52 \text{ m}$$

K در مقیاس نقشه برابر با 2.72 سانتی متر خواهد بود .

$$T_s = 185.93$$

Ts در مقیاس نقشه برابر با ۹,۲۹ سانتی متر خواهد بود .

$$E_s=35.44$$

E_s در مقیاس نقشه برابر با ۱,۷۷۲ سانتی متر خواهد بود .

حالا با توجه به داده های بالا که نقطه ابتدا و انتهای کلوتوئید و نقطه ابتدای دایره رو داریم میتوانیم قوس های خود را رسم نماییم .

برای رسم دقیق تر قسمت انحنای کلوتوئیدی ، از روش نقطه یابی استفاده خواهیم کرد و یا اینکه به صورت تقریبی انحنای را رسم خواهیم کرد . در روش نقطه یابی طول l_s را به ۴ قسمت مساوی تقسیم خواهیم کرد و X و Y هر نقطه را از مبدأ TS محاسبه خواهیم کرد . و به پیاده سازی نقاط خواهیم پرداخت .

روابط مربوط به محاسبه مختصات نقاط در زیر آمده است .

$$\theta_i = \left(\frac{l_i}{l_s} \right)^2 . \theta_s$$

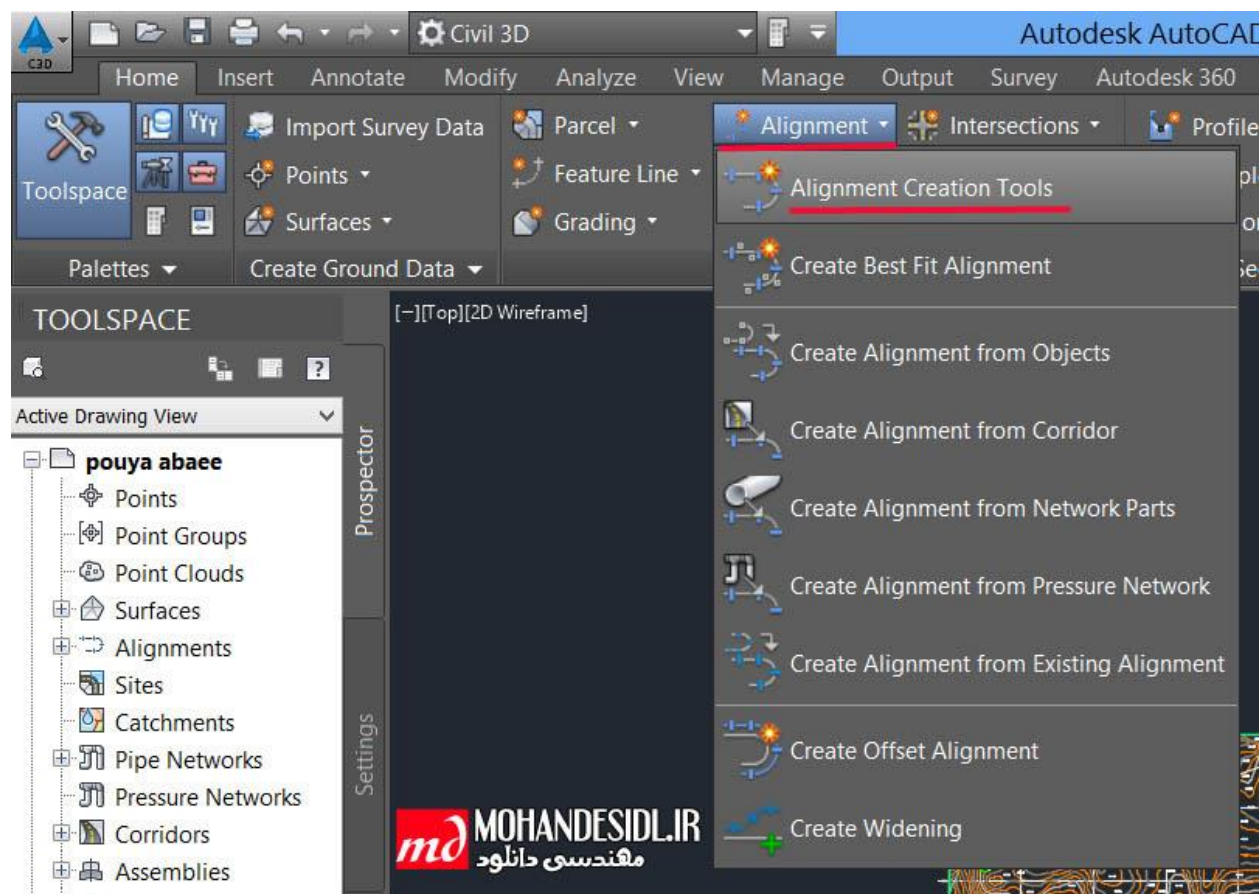
$$X_i = \frac{l_i}{100} \left[100 - 0.30 \times 10^{-2} \theta_i^2 + 0.43 \times 10^{-7} \theta_i^4 - 0.30 \times 10^{-12} \theta_i^6 + 0.14 \times 10^{-17} \theta_i^8 \right]$$

$$Y_i = \frac{l_i}{100} \left[0.58 \theta_i - 0.13 \times 10^{-4} \theta_i^3 + 0.12 \times 10^{-9} \theta_i^5 - 0.05 \times 10^{-15} \theta_i^7 \right]$$

رسم پلان مسیر راه و طراحی قوس های افقی در نرم افزار Civil3D :

جهت رسم مسیر راه در نرم افزار Civil3D ، مراحل زیر را طی خواهیم کرد :

-۱-



-۲

Create Alignment - Layout

Name: Alignment asli

Type: Centerline

Description:

Starting station: 0+000.00m

General Design Criteria

Site: <None>

Alignment style: Standard

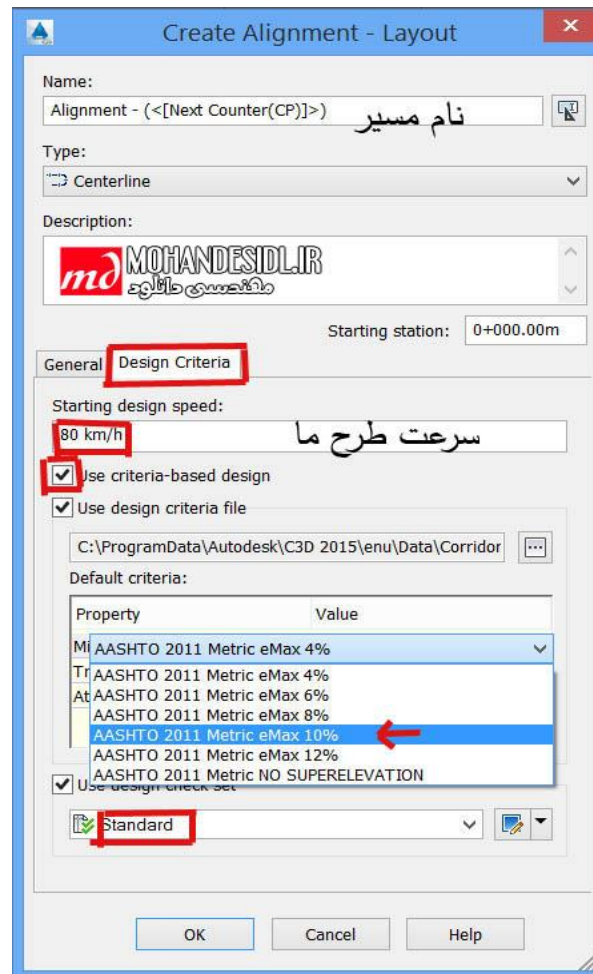
Alignment layer: C-ROAD

Alignment label set: All Labels

MOHANDESID.LIR

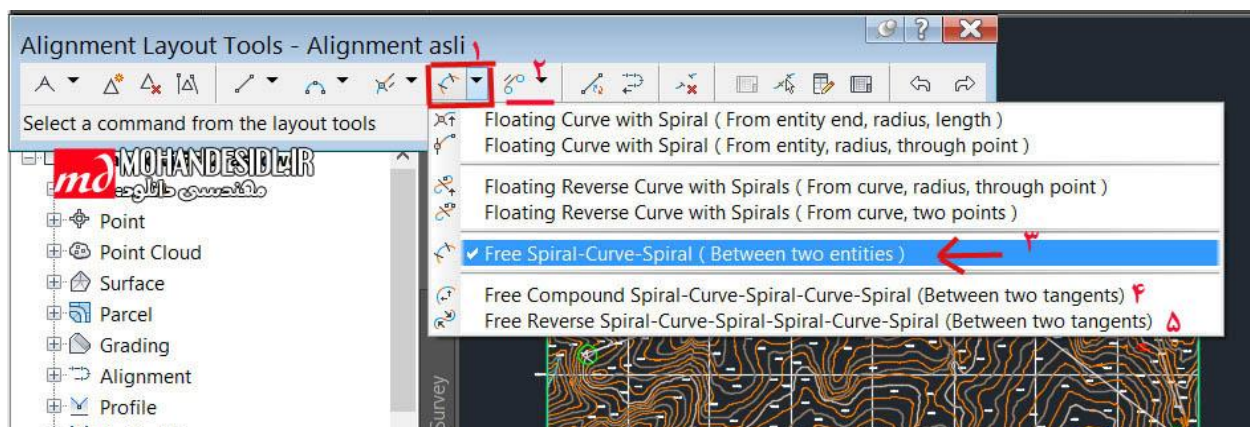
OK Cancel Help

۳- ادامه تغییرات پنجره بالا در شکل زیر آمده است :



eMax طبق فرضیات اولیه ، مقدار ۱۰ در صد انتخاب شده است .

۴- در این مرحله ، مشخصات قوس افقی را اعمال خواهیم کرد .



با توجه به مرحله ۴ در بالا ، و اینکه قوس افقی ما به صورت کلو توئید-دایره-کلو توئید ، خواهد بود ، از طریق ۱ و انتخاب ۳ کار را ادامه خواهیم داد .

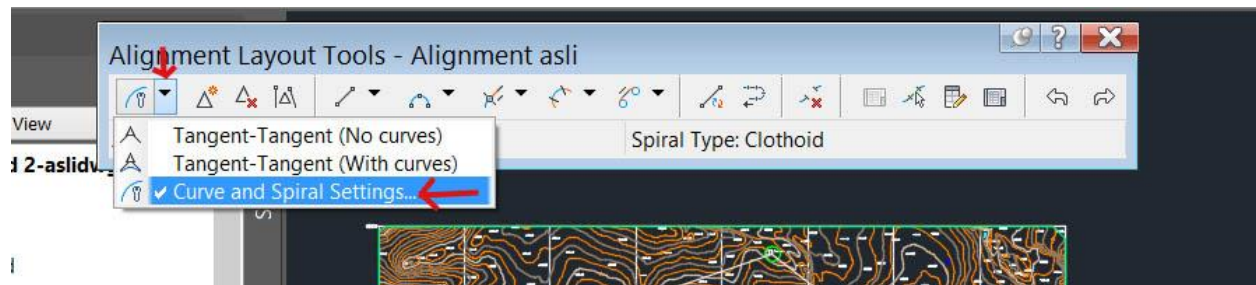
توجه :

در صورتی که به عنوان مثال واریانت راه ما به صورتی بود که میخواستیم از سیستم کلو توئید-دایره-کلو توئید استفاده کنیم ، بایستی انتخاب میکردیم .

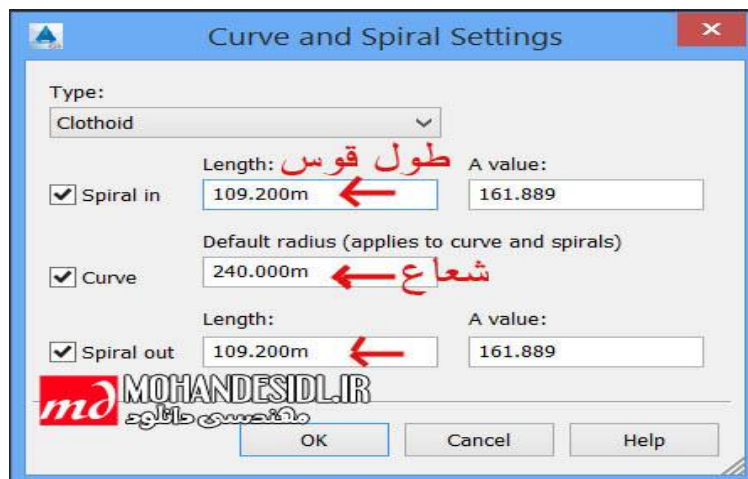
در صورتی که بخواهیم از قوس معکوس استفاده کنیم قسمت ۵ را باید انتخاب کنیم .

در قسمت ۲ نیز سیستم های قوس های افقی دیگری آورده شده اند که با توجه به نوع قوس مورد نیاز خود ، سیستم مورد نظر را انتخاب نمایید .

۵- بعد از انتخاب سیستم قوس های افقی خود به سراغ مرحله بعد میرویم :



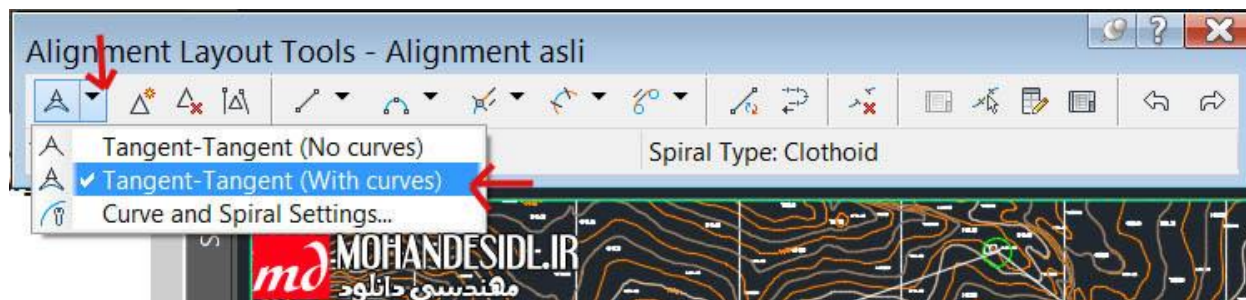
در این مرحله تنظیمات مربوط به کلو توئید و دایره را انجام خواهیم داد .



در جدول بالا اطلاعات مربوط به طول قوس و شعاع دایره را وارد خواهیم کرد. اطلاعات مقادیر A نیز خود به خودی محاسبه میشوند.

۶- در این مرحله در صورتی که برای قوس افقی خود از دایره استفاده کرده باشیم، بر منوی زیر کلیک میکنیم در غیر این صورت گزینه مربوط به No curves را انتخاب خواهیم کرد.

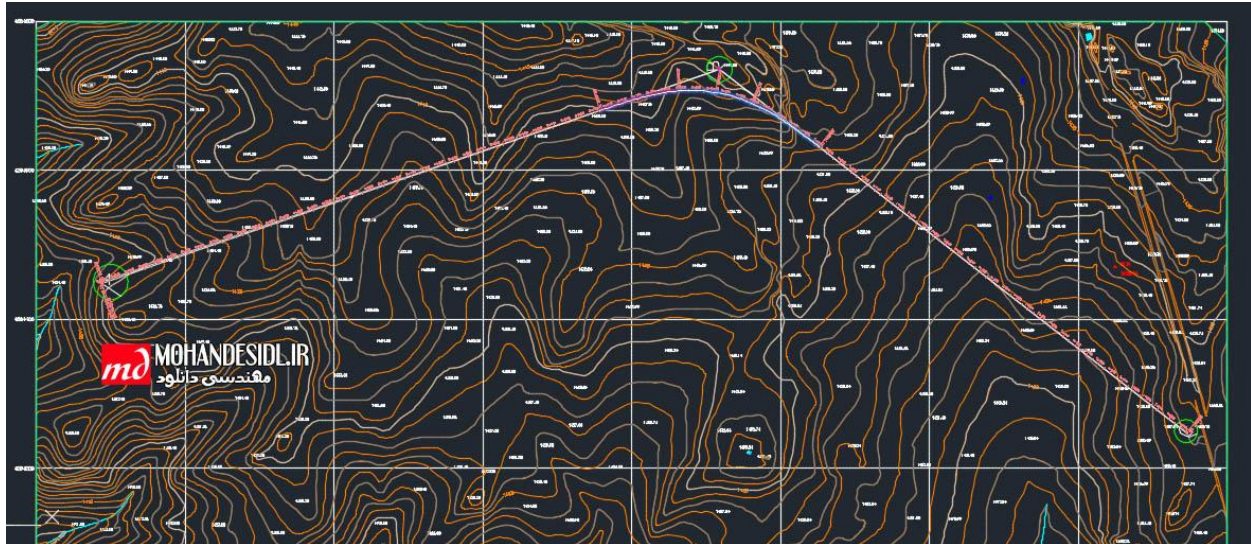
با توجه به اینکه سیستم قوس افقی ما مستقیم - کلو توئید - **دایره** - کلو توئید - مستقیم میباشد، از گزینه With curves استفاده نموده ایم.



۷- با انتخاب قسمت بالا، نرم افزار از ما میخواهد که نقطه شروع سیستم را انتخاب نماییم. نقطه ابتدای مسیر را انتخاب مینماییم و در ادامه نرم افزار نقطه دوم را از ما میخواهد که نقطه وسطی که قوس دایره ما هم در آن قسمت قرار دارد انتخاب میشود و در نهایت نقطه سوم و انتهای مسیر را انتخاب میکنیم و Enter را میزنیم.

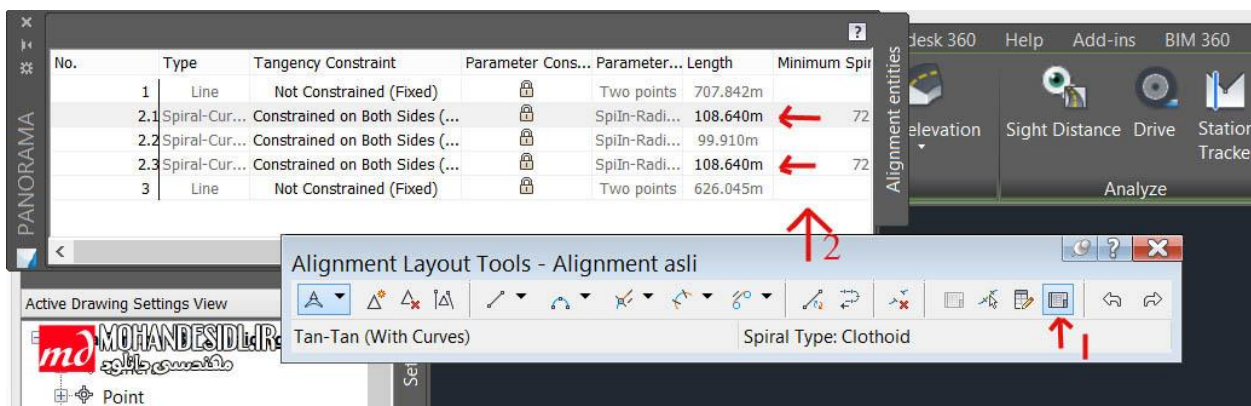
مشاهده خواهیم کرد که سیستم مسیر ما به صورت خط مستقیم - کلو توئید - دایره - کلو توئید - دایره - خط مستقیم، ترسیم شده است.

۸- پلان مسیر اولیه ما آماده است :



۹- در این مرحله بایستی بقیه اطلاعات را نیز به نرم افزار معرفی کنیم تا قوس ما به صورت صحیح رسم شود .

از همان پنجره شکل بالا مقدار محاسبه شده X_s را وارد خواهیم کرد . به صورت شکل زیر :



توجه: در صورتی که پنجره را بسته اید ، میتوانید پلان مسیر را در نقشه توپوگرافی انتخاب کرده و بر روی آن کلیک راست نموده و گزینه Edit Alignment Geometry را انتخاب نمایید .

در همان شکل مربوط به قسمت ۹ نوار پایین را به طرف راست میکشیم تا سایر اطلاعات را نیز وارد کنیم.

شعاع دایره خود را انتخاب می نمایم:



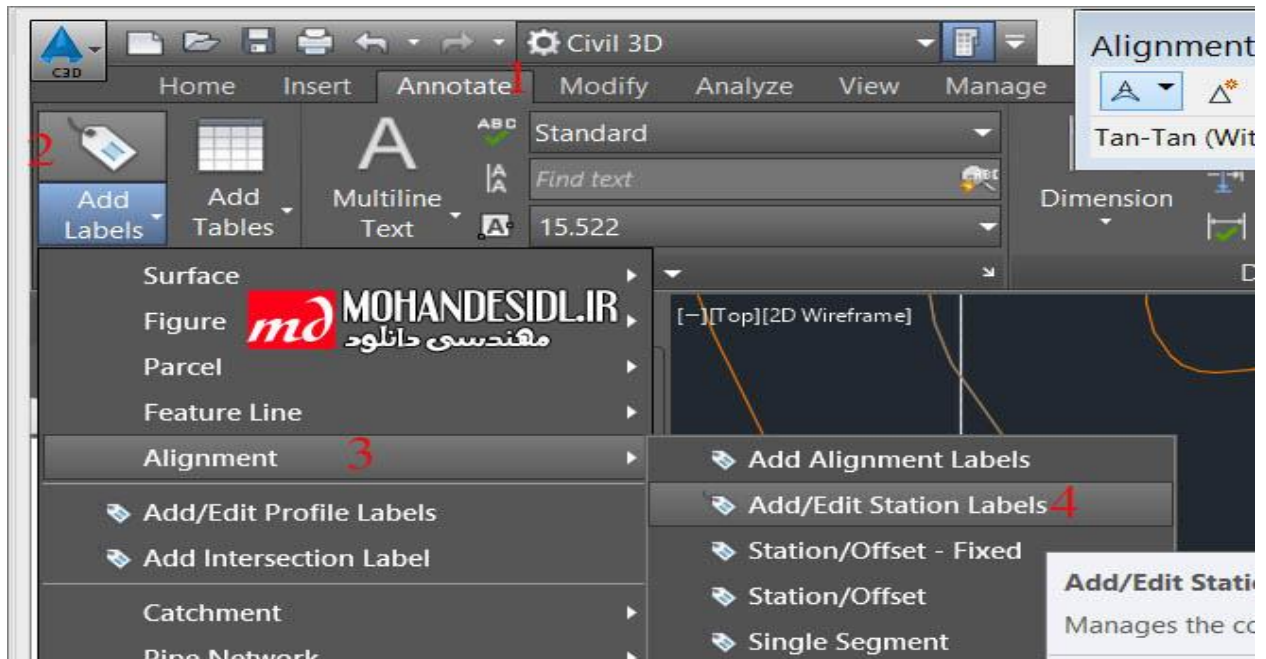
No.	th	Minimum Spiral Length	Radius	Minimum Radius	Design Speed	A	D
1	.716m				80 km/h		N2
2.1	.640m	72.000m			80 km/h	161.473m	
2.2	.703m		240.000m	210.000m	80 km/h		
2.3	.640m	72.000m			80 km/h	161.473m	
3	.920m				80 km/h		S5

۱۰- سراغ پلان مسیر رسم شده میرویم و میتوانیم درستی رسم را نیز با استفاده از محاسبات دستی که قبلاً انجام دادیم (نقاط ابتدا و انتهای کلوتوئید و سایر اطلاعات)، مورد بررسی قرار دهیم.

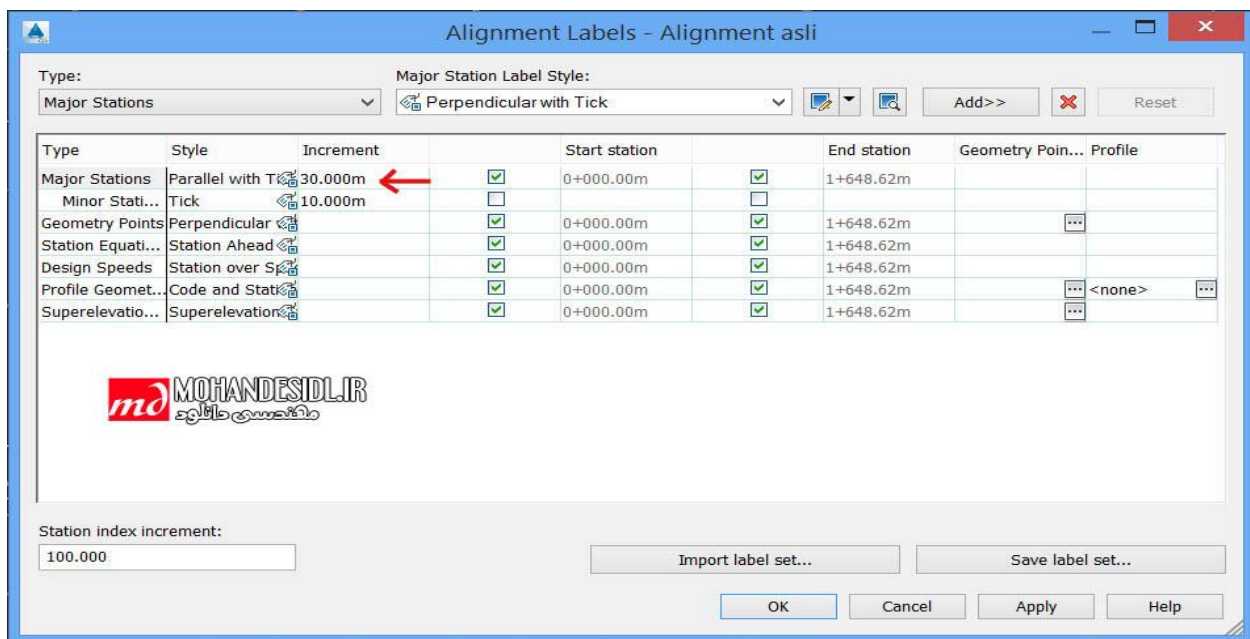
۱۱- پلان مسیر ما رسم شده است و ایستگاه ها نیز بر روی پلان مسیر مشخص میباشند.



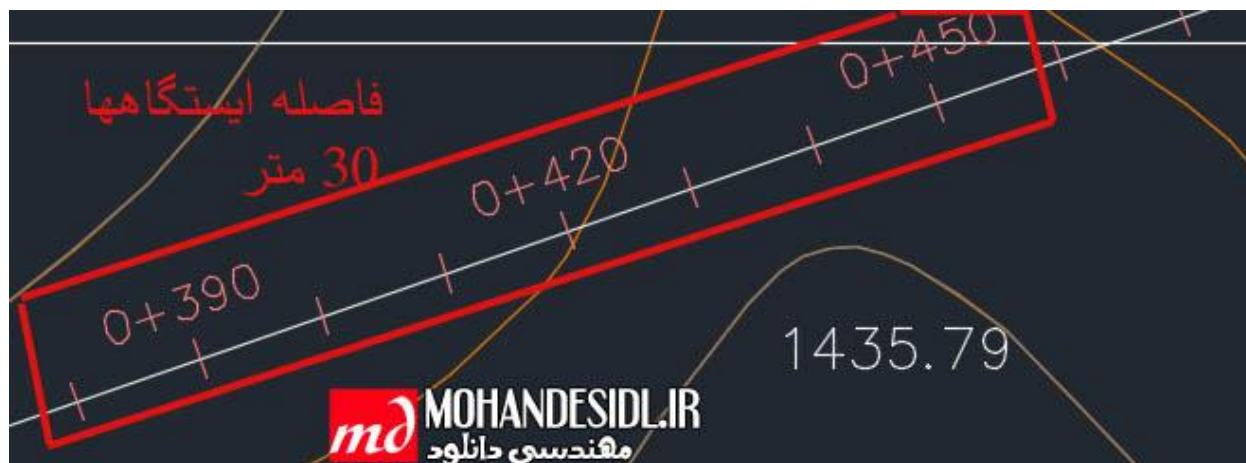
۱۲- در صورتی که بخواهیم فاصله ایستگاه ها را تغییر بدهیم به صورت شکل های زیر عمل خواهیم کرد :



در پنجره جدید :



در نهایت مشاهده میکنیم :



Save as میگیریم !!!

اعمال دور (بربلندی) :

طبق بند ۵-۲-۲ آیین نامه :

مقدار حداکثر بربلندی تابع عامل های زیر است:

الف - شرایط جوی منطقه (دفعات تکرار و مقدار برف و یخ)

ب - نوع راه (کوهستانی، تپه ماهور یا دشت)

پ - درصد خودروهای سنگین و کندرو

ت - محدودیت های طراحی از لحاظ تأمین فضای کافی جهت اعمال بربلندی و شرایط تخلیه آب های سطح راه.

حداکثر بربلندی در انواع راهها (شنی یا غیرشنی) نباید از 12 درصد تجاوز کند. همچنین با توجه به عوامل بالا مقادیر بربلندی

نباید از مقادیر زیر تجاوز کند:

-در راه های دو خطه و راه های جانبی دو خطه و نیز در رابطها، در مناطقی که در معرض بارش برف و یخبندان نیست، 12 درصد

-در آزادراه ها و بزرگراه ها، 10 درصد

-در مناطق با ارتفاع بیش از هزار متر از سطح دریا و در شرایط برف و یخبندان، 8 درصد

-در مناطق حومه شهری به دلیل امکان توسعه آتی شهر و کاهش سرعت طرح، بهتر است 6 درصد در نظر گرفته شود.

در آموزش های قبلی مقدار دور ۱۰ درصد انتخاب شده بود.

طبق بند ۵-۲-۲-۲ آیین نامه طول تامین بربلندی را محاسبه خواهیم نمود.

از نظر تأمین ایمنی خودرو و همچنین حفظ زیبایی مسیر و اجتناب از واکنشهای آنی در مسیر، تغییرهای لازم در شیب عرضی راه، بهتر است به صورت تدریجی و ملایم و در طولی از راه، قبل و بعد از قوس های افقی انجام شود. این طول، طول تأمین برابندی نامیده می شود. نحوه انجام محاسبات در بخش ۵-۲-۲-۲ آیین نامه موجود میباشد.

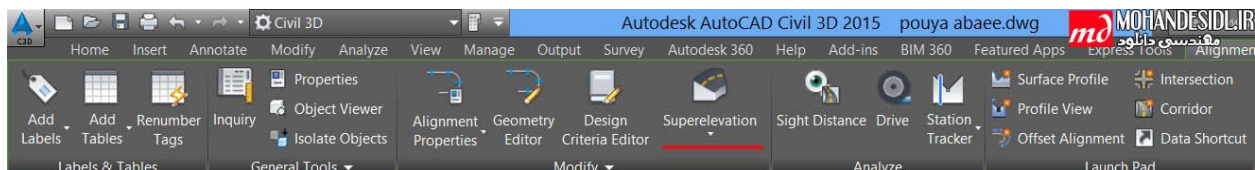
نکته: در این نمونه پروژه و با توجه به گفته آیین نامه:

در صورتی که برای اتصال بخش مستقیم مسیر به قوس افقی، از قوس اتصال تدریجی استفاده شود، تغییر شیب عرضی از شیب صفر به شیب برابندی در طول قوس اتصال تدریجی اعمال شود. بنابراین حداقل طول قوس اتصال تدریجی، برابر با طول شیب برابندی خواهد بود. بنابراین، شیب را در انتهای قوس کلو توئید به ۱۰ درصد دور میرسانیم.

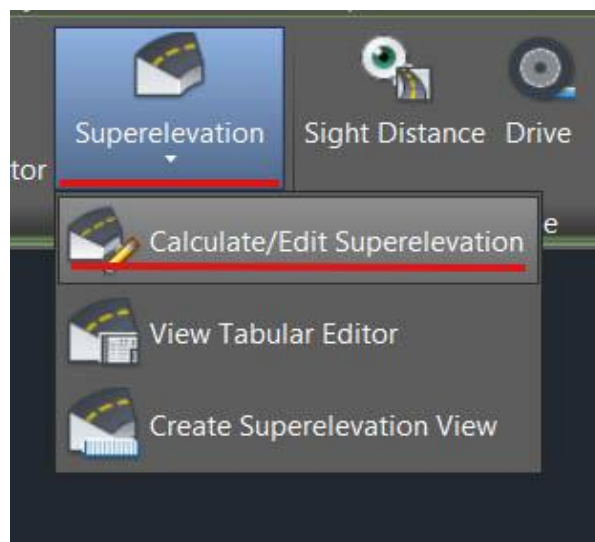
اعمال دور (برابندی) با استفاده از نرم افزار Civil3D:

توجه: جهت اعمال شدن اطلاعات مربوط به دور در نیمرخ های عرضی، بایستی این عملیات قبل از رسم پروفیل طولی انجام پذیرد.

بر روی مسیر (Alignment) در پلان مسیر کلیک نمایید. با کلیک بر روی مسیر منوهای در قسمت بالای صفحه مطابق شکل زیر باز خواهند شد:



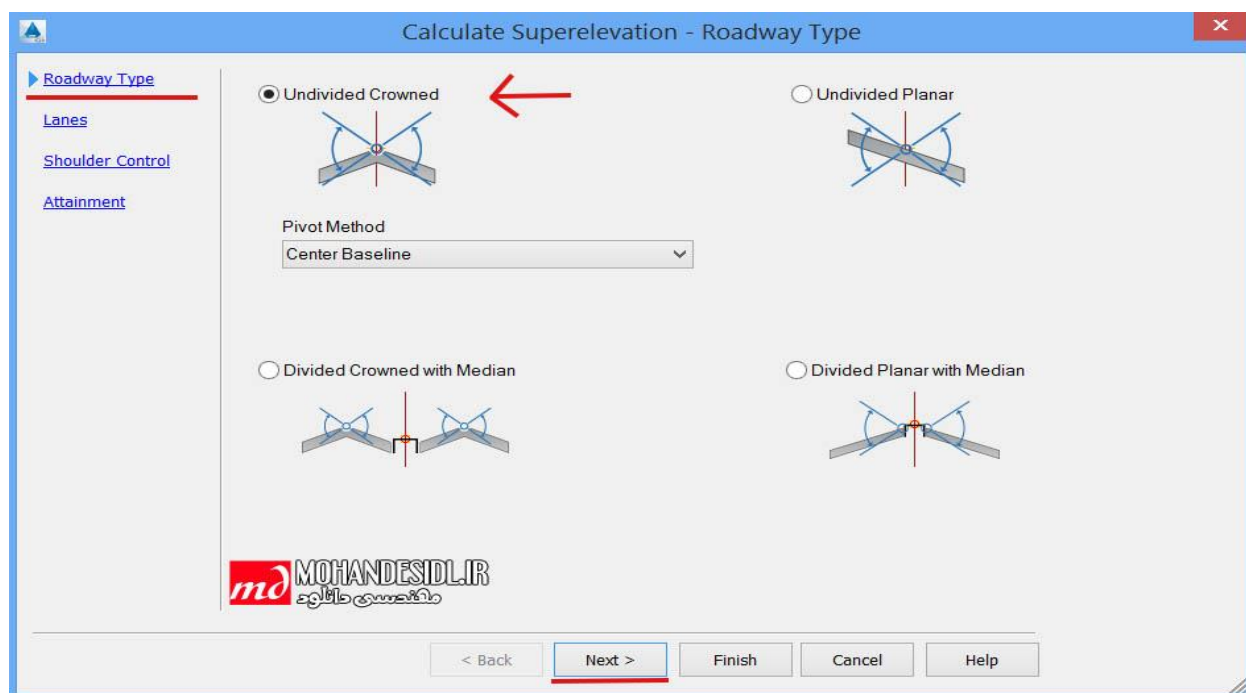
بر روی **Superelevation** کلیک نمایید. سپس از زیر شاخه های این منو، **Calculate/Edit Superelevation** را انتخاب نمایید.



در ادامه :



در پنجره باز شده ، به صورت شکل زیر عمل خواهیم کرد :



به صورت شکل زیر ،مقادیر عرض راه را در یک طرف وارد میکنیم و این مقادیر برای طرف چپ نیز اعمال خواهد شد . ۷,۳ متر عرض سواره رو ما میباشد . که به هر طرف ۳,۶۵ متر میرسد . شیب سواره رو هم ۲ در صد در نظر گرفته خواهد شد .

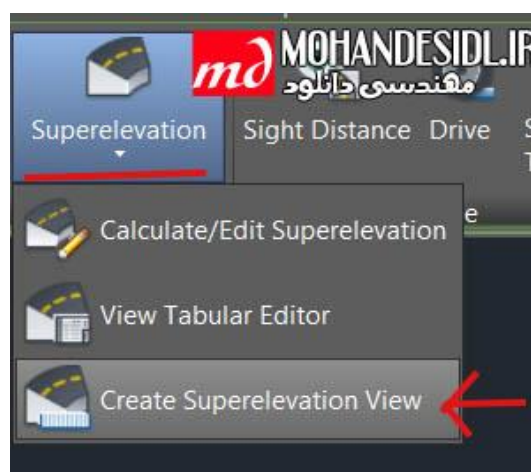
در قسمت زیر اطلاعات مربوط به شانه راه را وارد خواهیم نمود :

عرض و شیب شانه ها در طرفین :

با کلیک بر روی Finish پنجره ای باز خواهد شد که در آن قسمت مقادیر دور اعمال شده را مشاهده خواهیم نمود .

tati...	Length	Overl...	Left Outside Sh...	Left Outside La...	Right Outside L...	Right Outside S...
			2.00%	2.00%	-2.00%	-4.00%
			4.00%	4.00%	-4.00%	-4.00%
			10.00%	10.00%	-10.00%	-10.00%
....	100.80...					
....	72.000...					
			10.00%	10.00%	-10.00%	-10.00%
			4.00%	4.00%	-4.00%	-4.00%
			2.00%	2.00%	-2.00%	-4.00%

برای رسم دور اعمال شده به صورت شکل زیر عمل خواهیم کرد :



در پنجره باز شده ، اطلاعات را بررسی و Ok میکنیم .

Create Superelevation View

Superelevation view name:

Alignment:

Description:

Superelevation view layer:

Superelevation view style:

Station range

Data range:

Start: End:

☐ User specified range:

Specify superelevation display options:

Lanes	Display	Color
Left Outside Lane	<input checked="" type="checkbox"/>	ByBlock
Right Outside Lane	<input checked="" type="checkbox"/>	ByBlock
Left Outside Shoulder	<input checked="" type="checkbox"/>	ByBlock
Right Outside Shoulder	<input checked="" type="checkbox"/>	ByBlock

MOHANDESID.LIR

OK Cancel Help

روی قسمت خالی کلیک میکنیم تا دور محاسبه شده ، ترسیم شود .



محاسبه اضافه عرض راه در قوس های افقی :

تعریض راه را در قوس ها به دو دلیل انجام می دهند:

۱- شعاع مسیر طی شده به وسیله چرخ های عقب وسایل نقلیه در قوس ها کوچکتر از شعاع مسیر طی شده به وسیله چرخ جلو است، نتیجتاً چنین مساله ای ایجاب می کند که عرض رویه راه در قوس ها بیشتر از قسمت های مستقیم باشد.

۲- از نقطه نظر روانی برای سریع تر و مطمئن تر حرکت کردن باید عرض رویه راه در قوس ها زیادتیر از قسمت های مستقیم باشد.

با توجه به بند ۵-۲-۱-۸ آیین نامه ، مقدار اضافه عرض سواره رو در قوس افقی برای راه دو خطه (یک طرفه یا دو طرفه) از رابطه زیر به دست می آید :

$$W = W_c - W_n$$

$$W_c = 2(U + C) + F_A + Z$$

W : اضافه عرض سواره رو در قوس افقی برای راه های دو خطه (متر)

W_c : عرض سواره رو راه دو خطه در قوس افقی (متر)

W_n : عرض سواره رو راه دو خطه در قسمت مستقیم (متر)

U : عرضی که توسط وسیله نقلیه (خارج به خارج چرخ ها) در قوس اشغال می شود (متر)

C : فاصله آزاد جانبی وسیله نقلیه، برای سواره روها با عرض ۶، ۶،۵ و ۷،۳ متر، این مقدار به ترتیب

برابر با ۰،۶ و ۰،۷ و ۰،۹ متر فرض میشود .

F_A : عرض پیش آمدگی جلو وسیله نقلیه (متر) که برابر با فاصله شعاعی مسیر چرخش لبه بیرونی چرخ با لبه بیرونی بدنه وسیله نقلیه می باشد.

Z : عرض اضافی مجاز به دلیل دشواری رانندگی در قوس (متر)

مقادیر U و F_A و Z ، از رابطه های زیر به دست می آیند:

$$U = U_o + R - \sqrt{R^2 - L^2}$$

$$F_A = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R$$

$$Z = \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

که در آن ها:

U_o : عرضی که توسط وسیله نقلیه (فاصله خارجی چرخ ها) در مسیر مستقیم اشغال می شود (متر).

R : شعاع محور راه دو خطه در قوس افقی (متر)

L : فاصله بین محورهای جلو و عقب

A : فاصله بین پیش آمدگی جلو وسیله نقلیه و محور جلو

V : سرعت طرح

توجه: با توجه به بند ۵-۲-۱-۸ آیین نامه، میزان اضافه عرض حداقل ۰,۶ متر منظور شده است و از

مقدار اضافه عرض به دست آمده ای که کمتر از ۰,۶ متر باشد، به علت تاثیر ناچیز، صرف نظر

خواهد شد.

در این پروژه شعاع انتخابی (R) ما ۲۴۰ متر بوده و سرعت طرح ما ۸۰ کیلومتر بر ساعت و طبق

فرضیات زیر اقدام به محاسبه اضافه عرض کرده ایم :

$$C = ۰,۹ \text{ متر}$$

$$A = ۱,۲۰ \text{ متر}$$

$$W_n: \text{کل عرض راه} : ۷,۳۰ \text{ متر}$$

$$U = ۲,۶۰ \text{ متر}$$

$$L = ۶,۱۰ \text{ متر}$$

$$N: \text{تعداد خطوط راه} = ۲$$

با توجه به این اطلاعات و استفاده از فرمول های بالا ، مقادیر زیر به دست آمده اند :

$$Z=0.537$$

$$F_A=0.337$$

$$W_c=7.726$$

$$W=0.426$$

بنابراین اضافه عرض سواره رو مقدار 0.426 متر میباشد که کمتر از ۰,۶ متر محاسبه شده است . با

توجه به گفته آیین نامه میتوانیم از اعمال اضافه عرض صرف نظر نماییم .

توجه : در صورتی که اضافه عرض سواره رو شما مقداری بیشتر بود میتوانید اضافه عرض رو در

مسیر اعمال نمایید که در بخش ۵-۵ آیین نامه نحوه تغییر عرض راه توضیح داده شده است

رسم پروفیل طولی و انتخاب خط پروژه :

این قسمت شامل خط پروژه و خط زمین میباشد .

بعد از اینکه پلان مسیر خود را رسم نمودیم ، میتوانیم اقدام به رسم پروفیل طولی نماییم .

خط زمین طبیعی، وضعیت ارتفاعی زمین طبیعی محور راه را نشان داده و خط پروژه، وضعیت ارتفاعی سطح تمام شده محور راه پس از ساخت را نشان می دهد.

در این پروژه ، فاصله ایستگاه ها را ۳۰ متر در نظر گرفته ایم . این فاصله در قوس ها ۱۵ متر در نظر گرفته خواهد شد

.

توجه: ۳۰ متر در نقشه با مقیاس ۱:۲۰۰۰ ، ۱,۵ سانتی متر در نظر گرفته خواهد شد .

برای رسم پروفیل طولی به ترتیب ذیل عمل می کنیم:

- ۱-ایستگاه گذاری روی محور مسیر در نقشه پلان راه
- ۲-تعیین ارتفاع و طول از مبدأ هر ایستگاه از روی نقشه پلان
- ۳-رسم دو محور عمود برهم در کاغذ شطرنجی
- ۴-انتخاب یک سطح سنجش روی محور طولی
- ۵-ترسیم نقاط ایستگاهی در دستگاه مختصات فوق و ترسیم خط طبیعی زمین
- ۶-ترسیم خط پروژه
- ۷-تکمیل جدول اطلاعات که روی کاغذ میلیمتری رسم شده است.

کل قسمت مربوط به پروفیل طولی راه شامل موارد زیر خواهد بود :

- رقوم پروژه
- رقوم زمین طبیعی
- فاصله از مبدأ
- درصد شیب طولی
- شماره نقطه
- ابنیه فنی تونل و پل
- فاصله ایستگاهها در دشت ۵۰ متر انتخاب می شود .
- در قوس ها فاصله ایستگاهها $\frac{1}{10}$ تا $\frac{1}{20}$ شعاع قوس انتخاب می شود .
- در ابتدا و انتهای قوس ها ، محل های تغییر شیب ، محل های تلاقی خط زمین با خط پروژه ، نهرها ، رودخانه ها و خط القعرها ایستگاه اضافی در نظر گرفته می شود .

ترسیم خط طبیعی زمین:

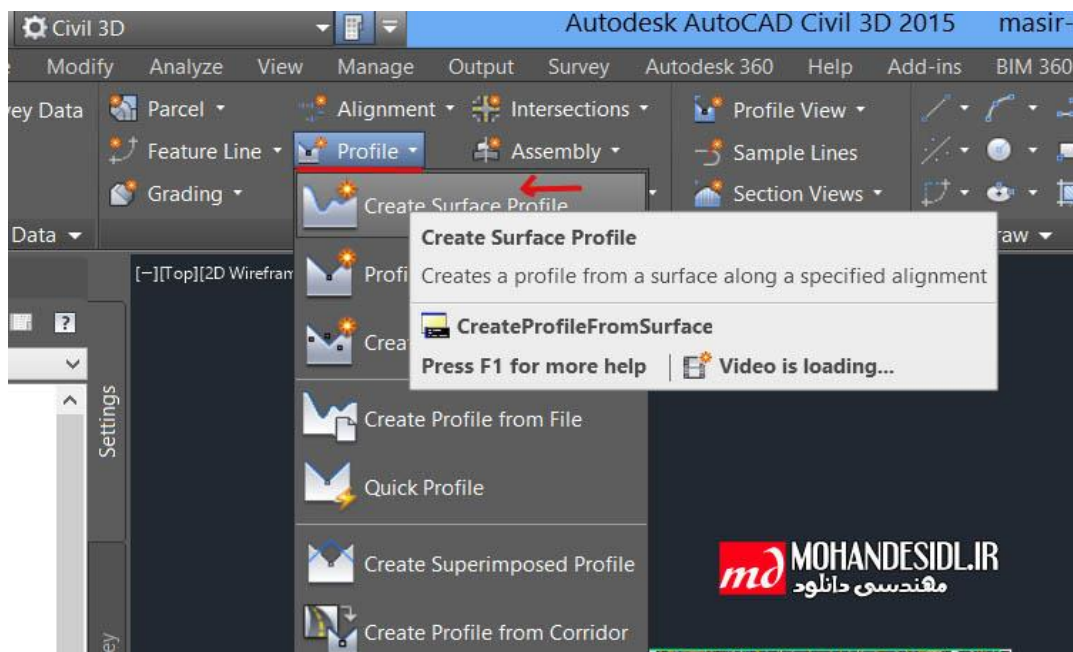
در جدول زیر اطلاعات مربوط به ارتفاع نقاط مسیر راه آورده شده است :

ارتفاع زمین طبیعی	شماره ایستگاه	ارتفاع زمین طبیعی	شماره ایستگاه	ارتفاع زمین طبیعی	شماره ایستگاه
1424.450	(۳۵۰+۱)۵۶	۱۴۴۱,۲۰۰	(۷۶۵)۲۸	۱۴۲۹,۰۰۰	A (۰)
1424.640	(۳۸۰+۱)۵۷	1440.810	(۷۸۰)۲۹	۱۴۲۹,۸۶۵	۱ (30)
1423.920	(۴۱۰+۱)۵۸	1440.000	(۷۹۵)۳۰	۱۴۳۰,۱۱۰	۲ (۶۰)
1422.690	(۴۴۰+۱)۵۹	1439.311	(۸۱۰)۳۱	۱۴۳۱,۲۳۰	۳ (۹۰)
1421.996	(۴۷۰+۱)۶۰	1438.390	(۸۲۵)۳۲	۱۴۳۲,۶۳۰	۴ (۱۲۰)
1422.200	(۵۰۰+۱)۶۱	1438.350	(۸۴۰)۳۳	۱۴۳۴,۲۰۰	۵ (۱۵۰)
1423.000	(۵۳۰+۱)۶۲	1438.741	(۸۵۵)۳۴	۱۴۳۵,۳۱۰	۶ (۱۸۰)
1424.360	(۵۶۰+۱)۶۳	1439.077	(۸۷۰)۳۵	۱۴۳۶,۱۶۰	۷ (۲۱۰)
1426.000	(۵۹۰+۱)۶۴	1439.000	(۸۸۵)۳۶	۱۴۳۷,۶۰۰	۸ (۲۴۰)
1427.400	(۶۲۰+۱)۶۵	1438.640	(۹۰۰)۳۷	۱۴۳۸,۶۰۰	۹ (۲۷۰)
1428.000	(۶۴۸,۶۲+۱)C	1438.358	(۹۱۵)۳۸	۱۴۳۹,۰۶۰	۱۰ (۳۰۰)
		1438.177	(۹۳۰)۳۹	۱۴۳۸,۶۵۰	۱۱ (۳۳۰)
		1437.908	(۹۴۵)۴۰	۱۴۳۷,۹۱۰	۱۲ (۳۶۰)
		1437.270	(۹۶۰)۴۱	۱۴۳۷,۴۵۰	۱۳ (۳۹۰)
		1435.817	(۹۷۵)۴۲	۱۴۳۷,۰۳۰	۱۴ (۴۲۰)
		1433.947	(۹۹۰)۴۳	۱۴۳۶,۵۵۰	۱۵ (۴۵۰)
		1433.705	(۱۰۰۵+۱)۴۴	۱۴۳۷,۵۸۰	۱۶ (۴۸۰)
		1433.250	(۱۰۲۰+۱)۴۵	۱۴۳۹,۳۵۰	۱۷ (۵۱۰)
		1432.336	(۱۰۵۰+۱)۴۶	۱۴۴۱,۲۸۰	۱۸ (۵۴۰)
		1431.550	(۱۰۸۰+۱)۴۷	۱۴۴۰,۸۰۰	۱۹ (۵۷۰)
		1430.000	(۱۱۰+۱)۴۸	۱۴۳۹,۳۳۰	۲۰ (۶۰۰)
		1428.930	(۱۴۰+۱)۴۹	۱۴۳۸,۹۳۰	۲۱ (۶۳۰)
		1427.867	(۱۷۰+۱)۵۰	۱۴۳۹,۰۶۰	۲۲ (۶۶۰)
		1426.67	(۲۰۰+۱)۵۱	۱۴۳۹,۴۰۰	۲۳ (۶۹۰)
		1425.920	(۲۳۰+۱)۵۲	۱۴۳۹,۸۲۰	۲۴ (۷۰۵)
اطلاعات مربوط به ترسیم خط زمین		1424.810	(۲۶۰+۱)۵۳	۱۴۴۰,۲۷۰	۲۵ (۷۲۰)
		1424.085	(۲۹۰+۱)۵۴	۱۴۴۰,۷۴۰	۲۶ (۷۳۵)
		1424.020	(۳۲۰+۱)۵۵	۱۴۴۱,۱۴۰	۲۷ (۷۵۰)

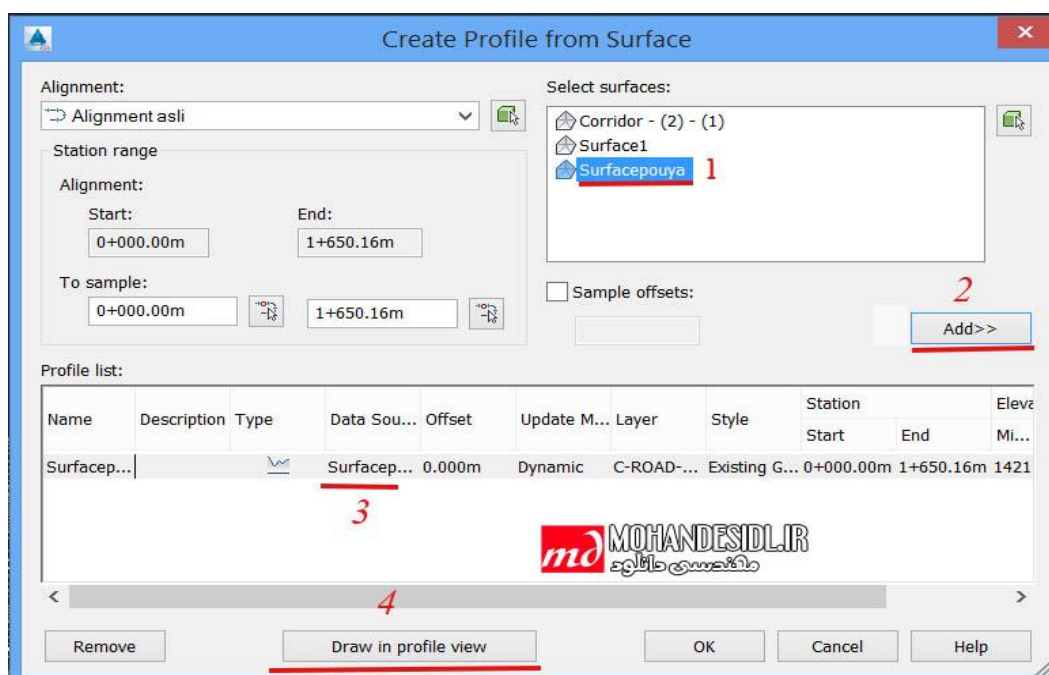
نحوه رسم پروفیل طولی با استفاده از نرم افزار Civil3D :

جهت به دست آوردن ارتفاع ایستگاه ها و رسم پروفیل طولی به صورت شکل زیر عمل خواهیم کرد:

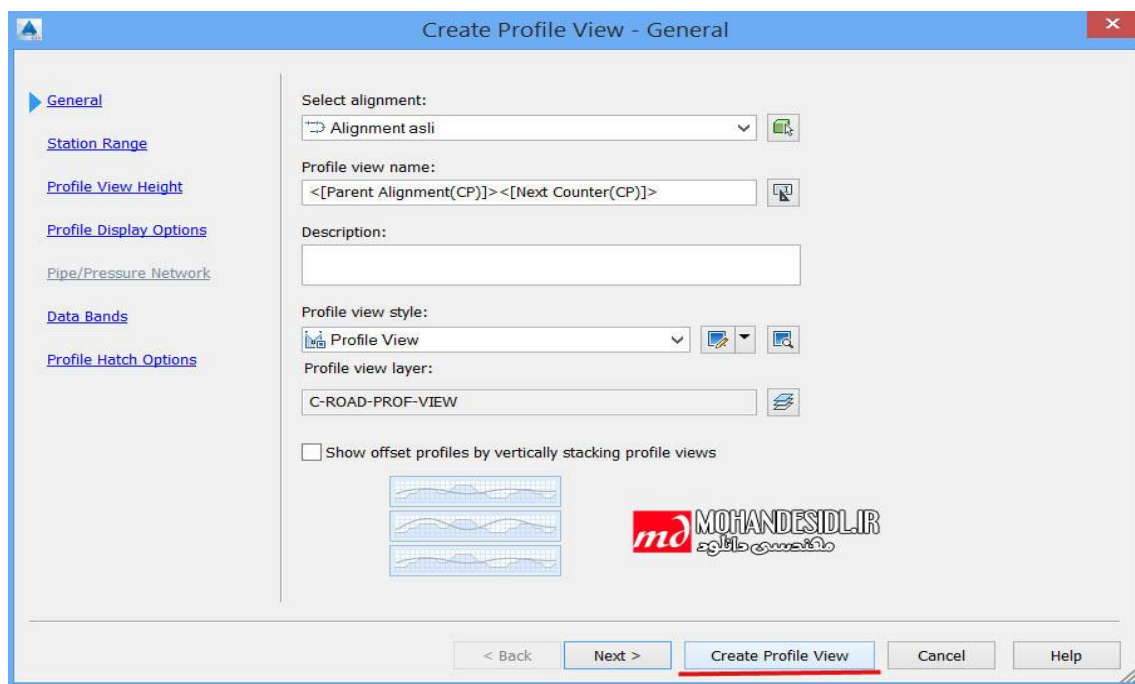
-۱



-۲

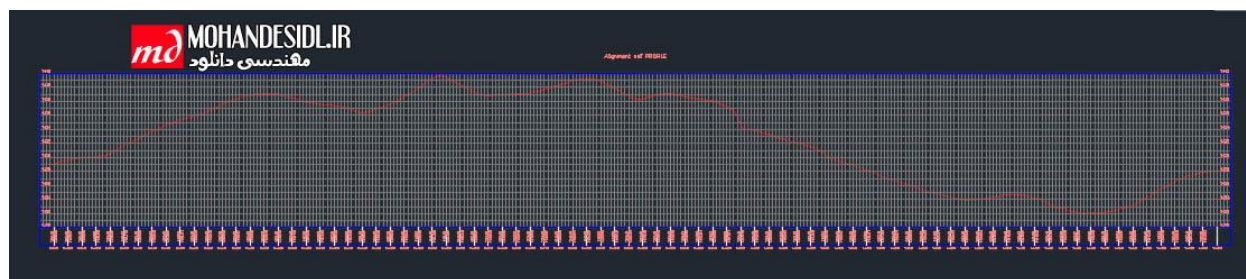


-۳



روی قسمت خالی کلیک نمایید تا پروفیل طولی رسم شود.

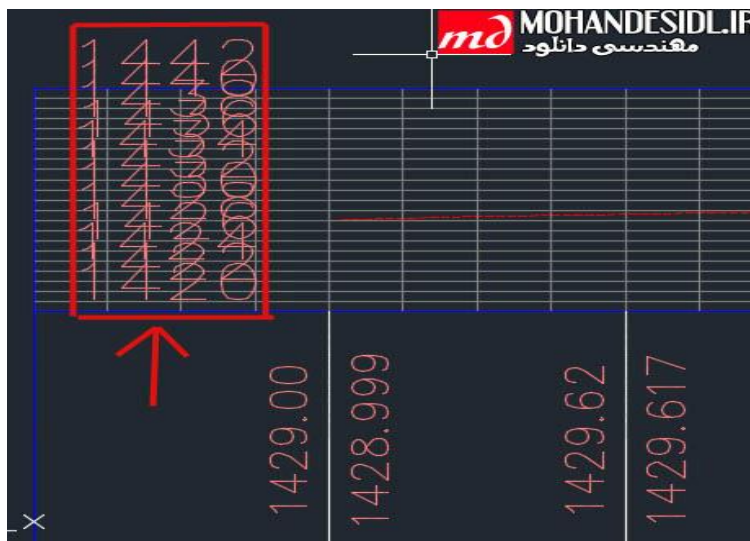
۴- پروفیل طولی (خط زمین) رسم شده است .



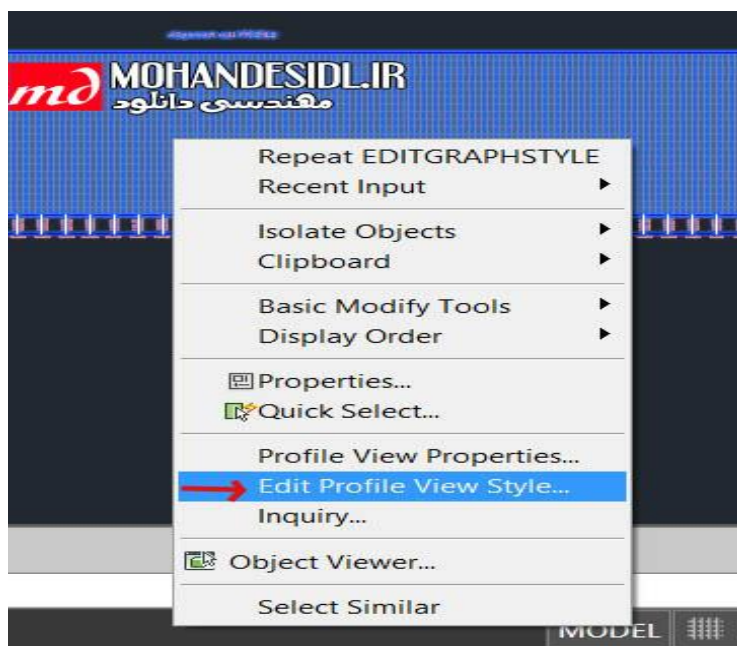
توجه: مقیاس محور عمودی ۱:۲۰۰ میباشد (توضیح در پایین و بند ۵)

۵- برای تبدیل مقیاس محور عمودی (ارتفاع) به ۱:۲۰۰ و ۱۰ برابر کردن بزرگی محور عمودی به صورت زیر عمل خواهیم کرد :

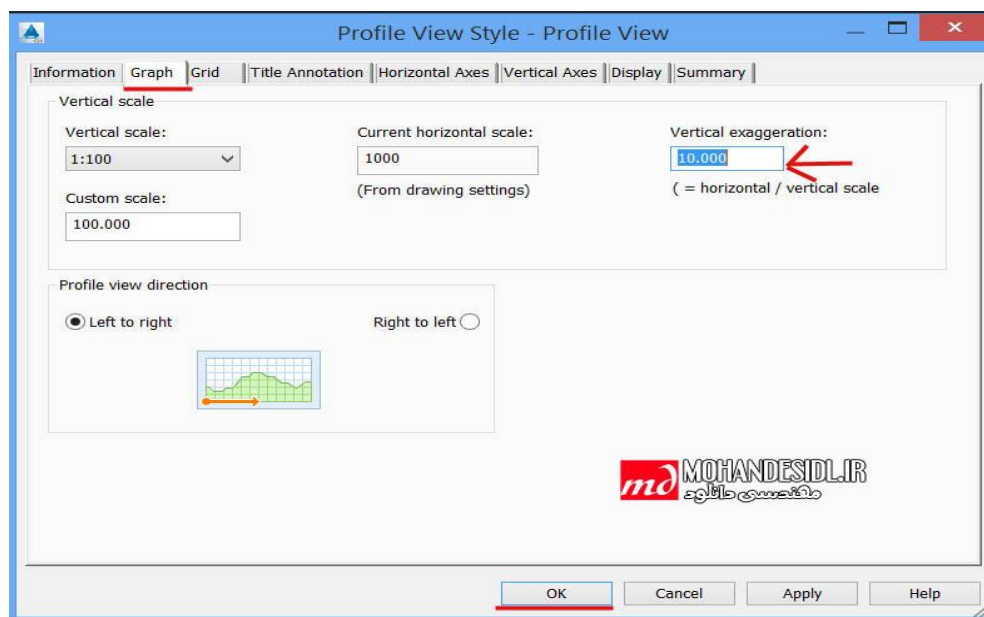
همان طوری که میبینیم قبل از ۱۰ برابر کردن محور عمودی :



بر روی پروفیل طولی رسم شده کلیک راست می نماییم و گزینه زیر را انتخاب مینماییم :



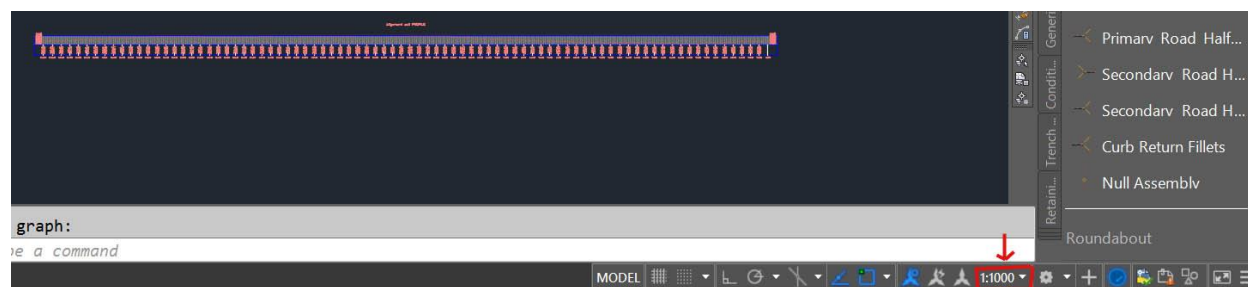
در ادامه به شکل زیر عمل میکنیم :



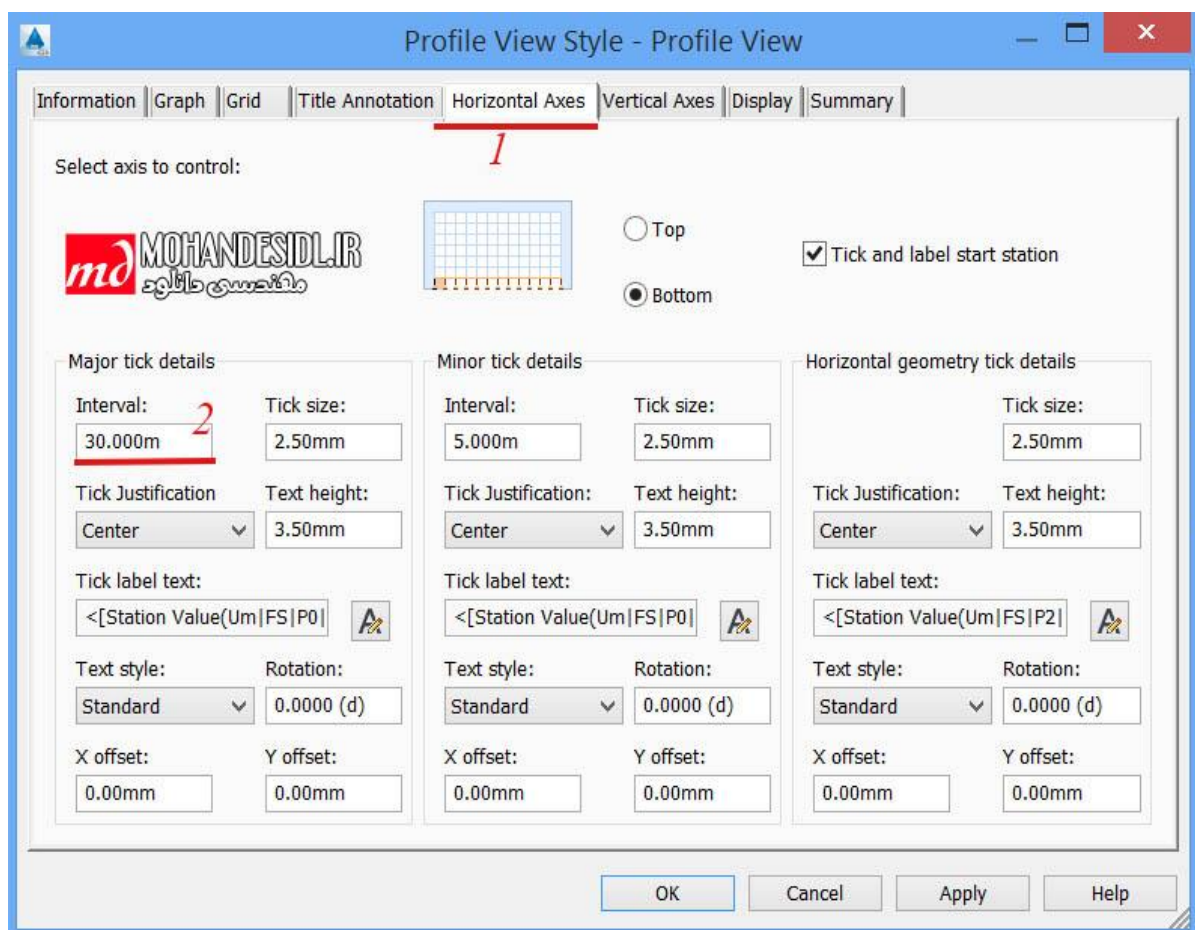
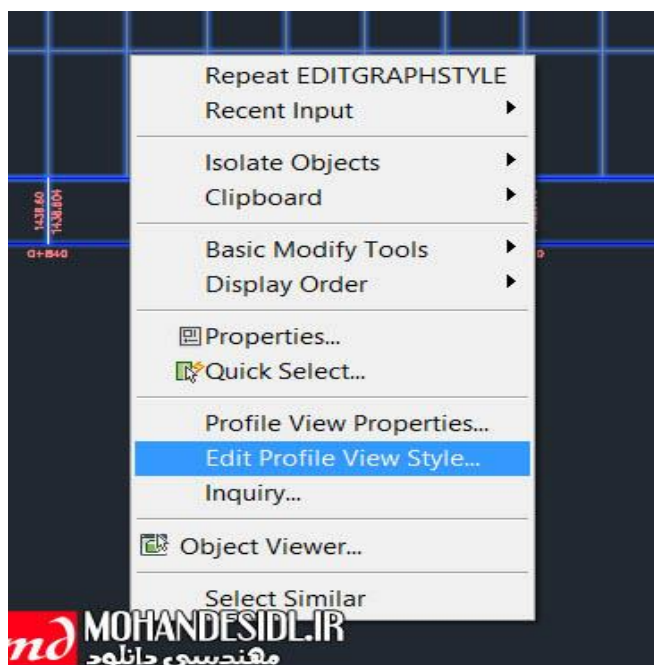
-۶

در صورتی که بخواهیم نوشته ها و اعداد روی محور ها را کوچکتر کنیم تا از توهم رفتگی آن ها جلوگیری شود ، به صورت زیر عمل خواهیم کرد :

مقیاس ۱:۲۰۰۰ را در شکل پایین به ۱:۱۰۰۰ و یا هر مقیاس دیگری تبدیل نمایید . این تغییر هیچ تاثیری بر مقیاس پرینت نخواهد داشت .



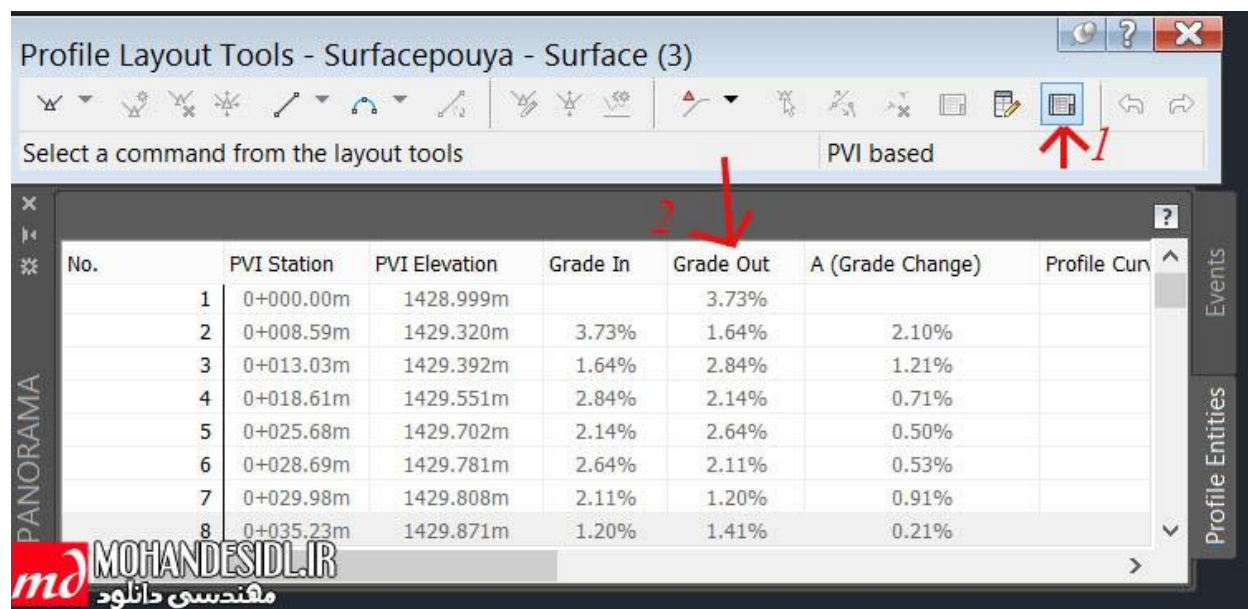
۷- جهت تغییر فاصله ایستگاه‌ها (کیلومترها) در پروفیل طولی ، به صورت زیر عمل خواهیم کرد :



۸- جهت مشاهده ارتفاع کلیه نقاط در پروفیل طولی ، مراحل زیر را طی خواهیم کرد :

بر روی خط زمین (خط قرمز رنگ) در پروفیل طولی کلیک نمایید ، و سپس کلیک راست نمایید و از

طریق منوی **Edit Profile Geometry** به صورت شکل زیر عمل خواهیم کرد :



ترسیم خط پروژه :

در ترسیم خط پروژه بایستی نکات زیر در نظر گرفته شوند :

۱- شیب های خط پروژه از حدود مجاز تجاوز ننماید .

۲- در زمین های مسطح حداقل شیب طولی رعایت شود .

۳- خط پروژه از نقاط اجباری پروژه بگذرد .

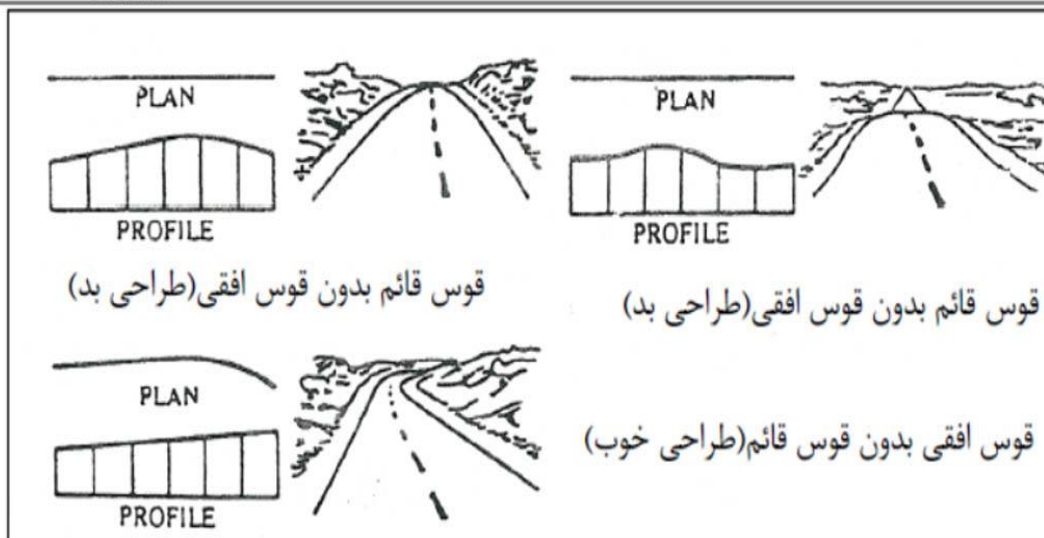
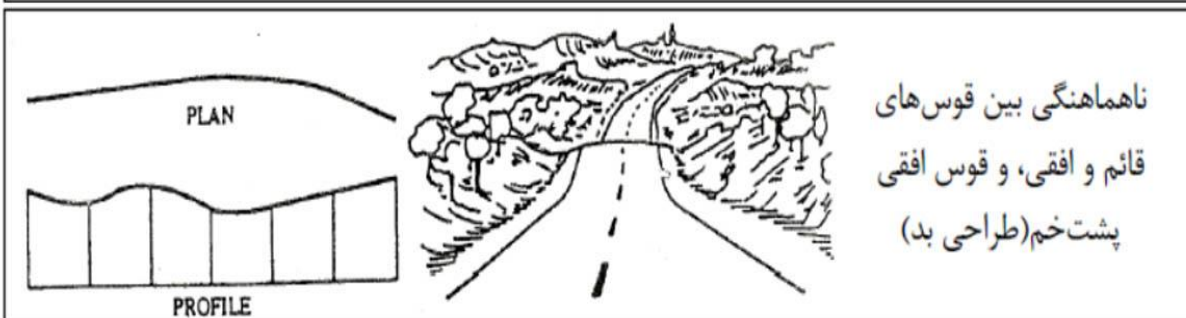
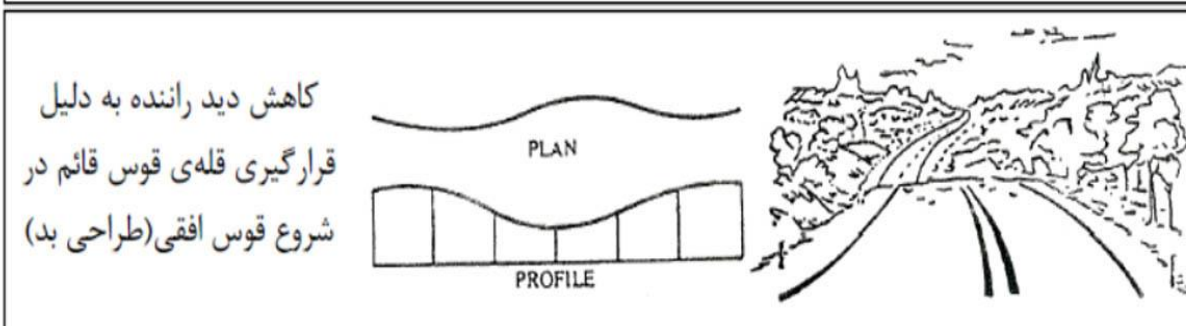
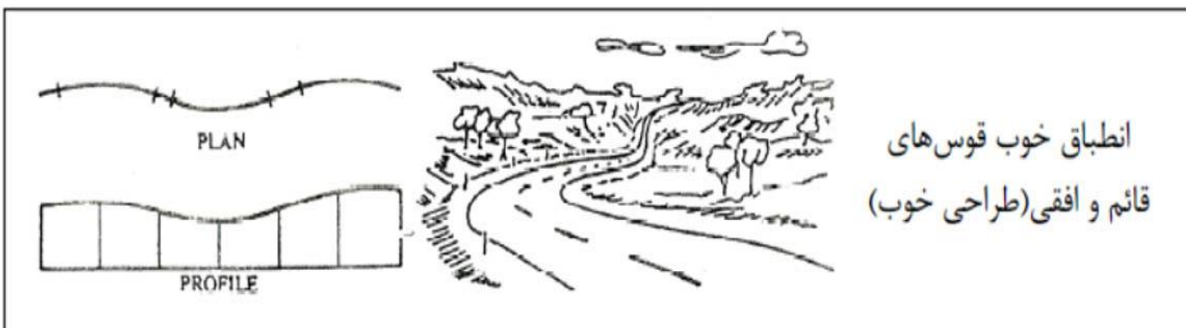
۴- برای ایجاد دیدی بهتر ، سعی شود که قوس قائم در محدوده قوس افقی قرار گرفته و بر آن منطبق شود .

۵- قوس های قائم روی قوس های کلوئوئید قرار نگیرند (ولی قوس های قائم میتوانند روس قوس های دایره ای ساده قرار بگیرند)

۶- از قرار گرفتن شروع قوس های افقی نیز در قوس قائم ، پرهیز شود .

۷- بین خاکبرداری و خاکریزی تا حدودی تعادل برقرار باشد .

به شکل صفحه بعد دقت نمایید .



در ترسیم خط پروژه بایستی اطلاعات هندسی در دست داشته باشیم :

اطلاعات مربوط به حداقل و حداکثر شیب طولی راه که حداقل شیب طبق جدول ۵-۲۴ آیین نامه ۰,۵ درصد در نظر گرفته میشود و حداکثر شیب طولی رو هم که قبلا بر اساس ، نوع راه و سرعت طرح از جدول ۵-۲۲ آیین نامه برابر با ۵ درصد به دست می آید.

توجه : بایستی دقت شود که شیب خطوط پروژه از حداقل و حداکثر شیب طولی پروژه تجاوز نکند

ارتفاع نقاط	طول نقاط	نقاط
۱۴۲۹,۰۰۰	۰+۰۰۰	A
۱۴۴۱,۷۱۰	۰+۵۵۳	B
۱۴۳۹,۰۰۰	۰+۸۶۵	C
1424.140	1+322	D
1428.000	1+648	E

شیب AB : 2.30%

شیب BC : 0.86% -

شیب CD : ۳,۲۵% -

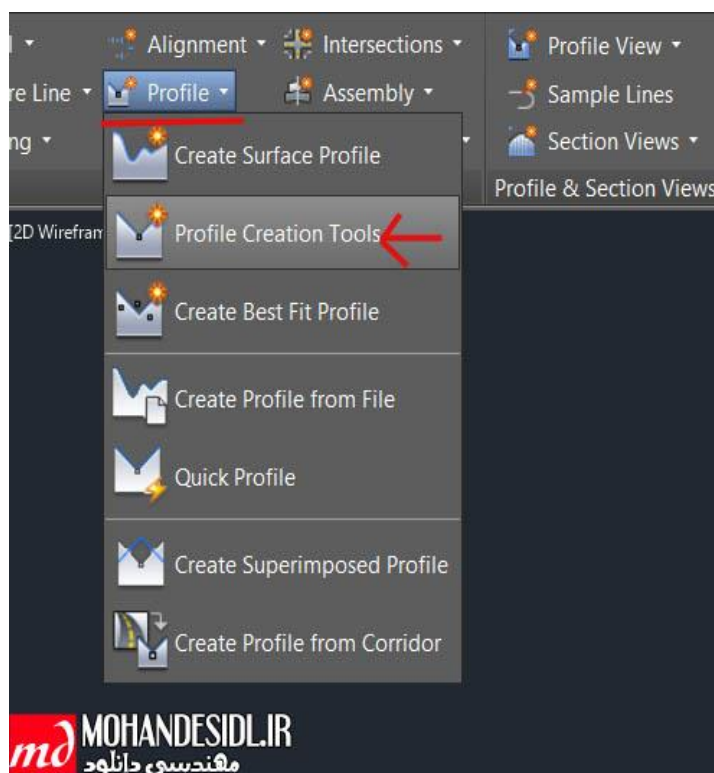
شیب DE : ۱,۱۹ %

ملاحظه میشود که شیب ها از ۰,۶ درصد بیشتر و از ۵ درصد کمتر میباشند .

رسم خط پروژه در نرم افزار Civil3D :

جهت رسم خط پروژه ، مراحل زیر را طی خواهیم کرد :

-۱



۲- بر روی نام Alignment در بالای پروفیل طولی کلیک نمایید .



-۳

Create Profile - Draw New

Alignment:
Alignment asli

Name:
<[Profile Type]> (<[Next Counter(CP)]>)

Description:
MOHANDESIDL.IR
مهندسی دانلود

General Design Criteria

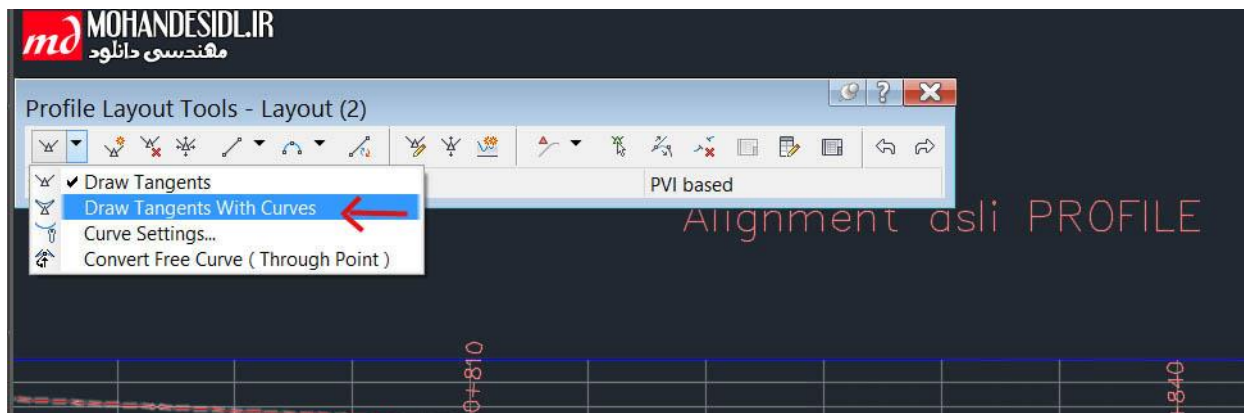
Profile style:
Design Profile

Profile layer:
C-ROAD-PROF

Profile label set:
Complete Label Set

OK Cancel Help

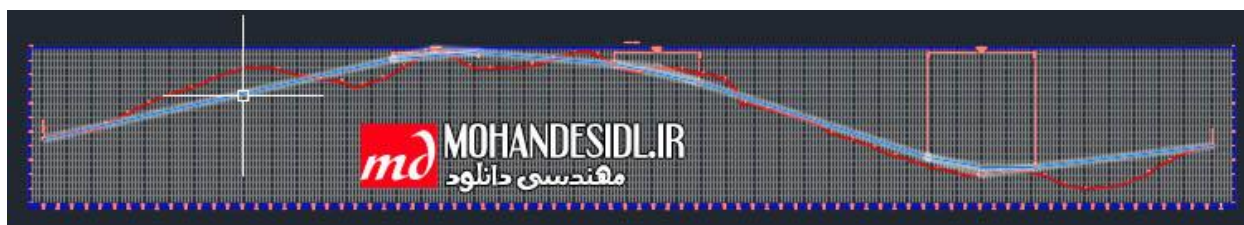
۴- از پنجره باز شده ، مراحل زیر را طی خواهیم کرد .



۵- از نقطه شروع خط زمین اقدام به رسم خط پروژه می نماییم .



۶- خط پروژه رسم شده است :



۷- همان طوری که ملاحظه میشود ، به همراه رسم خط پروژه ، قوس های قائم نیز رسم میشوند . برای ویرایش اطلاعات مربوط به قوس های قائم ، از انجام محاسبات دستی زیر ، استفاده خواهیم کرد .

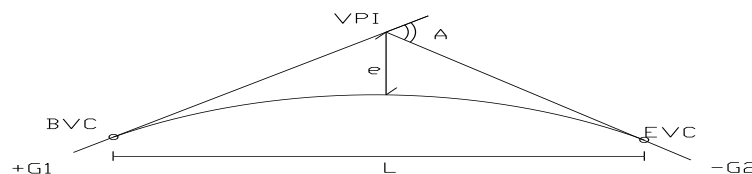
بنابراین در ابتدا محاسبات دستی قوس های قائم را انجام خواهیم داد و در ادامه نحوه ویرایش اطلاعات مربوط به قوس های قائم ، در نرم افزار Civil3D نیز توضیح داده خواهد شد .

طراحی قوس های قائم:

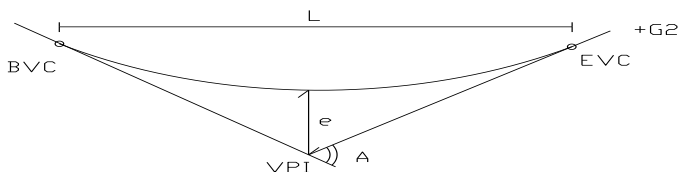
در پروفیل طولی برای خطوط شکسته که به عنوان پروژه ایجاد شدند ، می خواهیم که یک قوس قائم ما بین این دو خط شکسته ایجاد کنیم .

در واقع قوس های قائم قوس هایی هستند که تقاطع دو شیب قائم در مسیر راهسازی را بطور یکنواخت و صاف، بدون تغییر حرکت عمودی به هم وصل می کند.

بر اساس آیین نامه در مراحل که جمع جبری شیب های طرفین کمتر از نیم درصد باشد وجود قوس عمودی ضروری نیست.



شکل ۲۹ - قوس قائم محدب



شکل ۳۰- قوس قائم مقعر

با توجه به شکل ها ، L طول خم ما خواهد بود و A قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب و G_1 درصد شیب اول و G_2 : درصد شیب دوم

ما خواهد بود .

توجه داشته باشیم که هنگامی قوس قائم خواهیم داشت که خطوط پروژه ما تغییر شیب داشته باشد و اختلاف شیب آنها از $0/5$ درصد بیشتر گردد .

با توجه به خط پروژه ، دو خط شکسته داریم که تغییر شیب آن ها به صورت زیر میباشد (که قبلا نیز این محاسبات انجام گرفته بود):

شیب $AB: G_1: 2.30\%$

شیب $BC: G_2: -0.86\%$

شیب $CD: G_3: -3.25\%$

شیب $DE: G_4: 1.19\%$

A که قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب میباشد :

$$A_1 = G_2 - G_1 = -0.86 - 2.30 = -3.16$$

$$A_2 = -3.25 - (-0.86) = -2.39$$

$$A_3 = 1.19 - (-3.25) = 4.44$$

نکته : با توجه به اینکه در A_1 و A_2 تفاضل جبری دو شیب بدون قدر مطلق منفی میباشد ، قوس قائم ما محدب خواهد بود. در مورد A_3 ، که مثبت میباشد ، قوس قائم ما مقعر خواهد بود .

در ابتدا قوس قائم محدب را مورد بررسی قرار میدهیم :

طول خم محدب:

طبق آیین نامه طول این خم باید به اندازه ای باشد که حداقل فاصله دید توقف برای راننده وسیله نقلیه فراهم شود

با توجه به بند ۵-۳-۱ آیین نامه ، . تامین فاصله دید در خم گنبندی با توجه به رابطه $L \geq K.A$ ، صورت می گیرد .

در این رابطه :

L: طول خم گنبندی بر حسب متر

K: ضریبی است تابع سرعت طرح که از جداول ۵-۲۵ و ۵-۲۶ آیین نامه به دست می آید . این ضریب

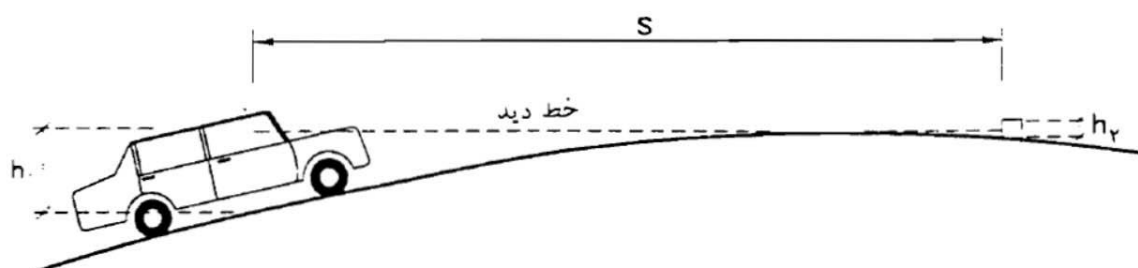
بر حسب متر بوده و معنای فیزیکی آن طول لازم خم برای یک درصد تغییر شیب طولی است.

A: قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب

در زیر جدول ۵-۲۵ آیین نامه آورده شده است :

جدول ۵-۲۵- مقادیر حداقل K برای قوس قائم گنبدی برای فاصله دید توقف ($L = \frac{AS^2}{658}$)

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	فاصله دید توقف (متر)	میزان انحنای قائم طرح (k)
۲۰	۲۰	۱
۳۰	۳۵	۲
۴۰	۵۰	۴
۵۰	۶۵	۷
۶۰	۸۵	۱۱
۷۰	۱۰۵	۱۷
۸۰	۱۳۰	۲۶
۹۰	۱۶۰	۳۹
۱۰۰	۱۸۵	۵۲
۱۱۰	۲۲۰	۷۴
۱۲۰	۲۵۰	۹۵
۱۳۰	۲۸۵	۱۲۴



با توجه به سرعت طرح ۸۰ ما در این پروژه ، و محدب بودن قوس ما، مقدار K را از جدول ۵-۲۵ به دست می آوریم :

طبق جدول مقدار K برابر 26 بدست می آید.

از رابطه زیر ، طول خم گنبدی را به دست می آوریم :

طبق بند ۵-۳-۵ طول خم گنبدی باید به اندازه ای باشد که حداقل فاصله دید توقف برای راننده وسیله نقلیه فراهم گردد که تامین این فاصله دید با توجه به رابطه زیر صورت می پذیرد :

$$L \geq K.A = 26 \times 3.16 = 82.16$$

بنابر این L را برابر با 120 متر در نظر میگیریم .

بنابراین مقدار حداقل k ما که 26 انتخاب کرده بودیم را با انتخاب طول ۱۲۰ ، k پروژه را حدود 38 در نظر میگیریم .

محل برخورد دو شیب در کیلومتر ۵۵۳ میباشد بنابراین :

کیلومتر ۵۵۳ شروع قوس قائم به صورت زیر محاسبه میشود :

$$553 - 120/2 = 493m$$

کیلومتر ۵۵۳ انتهای قوس قائم به صورت زیر محاسبه میشود :

$$553 + 120/2 = 613m$$

ارتفاع نقطه برخورد دو شیب : ۱۴۴۱,۷۱۰ متر

ارتفاع نقطه شروع قوس قائم :

$$1441.710 - (0.023 \times 120 / 2) = 1440.330$$

ارتفاع انتهای قوس قائم :

$$1441.710 + (-0.0086 \times 120 / 2) = 1441.190$$

با توجه به شکل 29 بالا :

اختلاف فاصله عمودی (e) بر حسب متر از نقطه V تا نقطه وسط قوس (فاصله محل تلاقی دو شیب تا روی قوس قائم) از رابطه زیر محاسبه خواهد شد :

$$e = A \times L / 800 = 0.474 \text{ m}$$

اختلاف ارتفاع ایستگاه روی مماس و سهمی :

$$Y = 4e \cdot \left(\frac{x}{L}\right)^2 = 4 \times 0.655 \times x^2 / 14400 = 0.0001316 x^2$$

محاسبات در ادامه آورده شده است .

n: تعداد ایستگاههای مطلوب برای پیاده کردن قوس

S، فاصله مورد نظر بین دو ایستگاه متوالی که ما ۳۰ متر در نظر گرفته ایم .

$$n = L / S = 120 / 30 = 4$$

با توجه به شکل ۲۹ مبدا BVC که نقطه شروع قوس میباشد و همان طور که اشاره شد، ارتفاع نقطه شروع قوس قائم 1440.330 متر میباشد .

ما قوس مان را به 4 ایستگاه تقسیم کردیم و ارتفاع هر ایستگاه را میتوانیم به صورت زیر محاسبه نماییم :

$$n.s \times G_1 + \text{ارتفاع شروع قوس} = \text{ارتفاع ایستگاه } n$$

بنابراین :

ارتفاعات روی مماس :

$$H_1=0$$

$$H_2=1440.330+0.023 \times 30=1441.020$$

$$H_3=1440.330+0.023 \times 60=1441.710$$

$$H_4=1440.330+(0.023 \times 90)=1442.400$$

$$H_5=1440.330+(0.023 \times 120)=1443.09$$

محاسبات اختلاف ارتفاع ایستگاه روی مماس و سهمی :

$$Y_1=0$$

$$Y_2=0.0001316 \times 30^2=0.118$$

$$Y_3=0.0001316 \times 60^2=0.473$$

$$Y_4=0.0001316 \times 90^2=1.065$$

$$Y_5=0.0001316 \times 120^2=1.895$$

محاسبات :

کیلومتر اژ (Km+m)	فاصله نقطه تا مبدا (m)	X^2 (m ²)	ارتفاعات بر روی سهمی (m)H-Y	اختلاف ارتفاع (m)Y	ارتفاعات بر روی مماس (m)H	
•+493	•	•	1440.330	•	1440.330	B.V.C
0+523	۳۰	۹۰۰	1440.902	0.118	1441.020	ایستگاه 2
0+553	۶۰	۳۶۰۰	1441.237	0.473	1441.710	V.P.I یا ۳
0+583	۹۰	۸۱۰۰	1441.335	1.065	1442.400	ایستگاه ۴
0+613	۱۲۰	۱۴۴۰۰	1441.190	1.895	1443.090	E.V.C یا ۵

خم محدب دوم :

در مورد خم محدب دوم با توجه به اینکه این خم در محدوده قوس افقی قرار میگیرد ، در صورتی که بتوانیم قوس قائم مناسبی را طراحی نماییم ، مشکلی نخواهیم داشت . به توجه به آیین نامه نبایستی در قوس اتصال کلو توئیدی قوس قائم داشته باشیم . بنابراین ما در اینجا قوس را ما بین دو کلو توئید طراحی کرده ایم تا یک طراحی خوب داشته باشیم .

با توجه به سرعت طرح ۸۰ ما در این پروژه ، و محدب بودن قوس ما، مقدار K را از جدول ۵-۲۵ به دست می آوریم :

طبق جدول مقدار K برابر 26 بدست می آید.

از رابطه زیر ، طول خم گنبدی را به دست می آوریم :

طبق بند ۵-۳-۵-۱ طول خم گنبدی باید به اندازه ای باشد که حداقل فاصله دید توقف برای راننده وسیله نقلیه فراهم گردد که تامین این فاصله دید با توجه به رابطه زیر صورت می پذیرد :

$$L \geq K.A = 26 \times 2.39 = 62.14$$

بنابر این L را برابر با 120 متر در نظر میگیریم .

بنابراین مقدار حداقل k ما که 26 انتخاب کرده بودیم را با انتخاب طول ۱۲۰ ، k پروژه را حدود 50 در نظر میگیریم .

توجه: به هنگام رسم خط پروژه، چون میدانستیم که قرار است قوس ما در محدوده قوس قائم رسم شود، راس قوس قائم را همان راس قوس افقی در نظر گرفتیم.

محل برخورد دو شیب در کیلومتر 865 می باشد بنابراین:

کیلومتر 865 شروع قوس قائم به صورت زیر محاسبه میشود:

$$865 - 120/2 = 805m$$

کیلومتر 925 انتهای قوس قائم به صورت زیر محاسبه میشود:

$$865 + 120/2 = 925m$$

نکته: همان طور که مشاهده میشود، قوس قائم بعد از انتهای اتصال کلوتوئیدی شروع شده و قبل از شروع اتصال کلوتوئیدی دوم، به پایان رسیده است.

ارتفاع نقطه برخورد دو شیب: ۱۴۳۹,۰۰۰ متر

ارتفاع نقطه شروع قوس قائم:

$$1439 - (-0.0086 \times 120/2) = 1439.516$$

ارتفاع انتهای قوس قائم:

$$1439 + (-0.0325 \times 120/2) = 1437.050$$

با توجه به شکل 29 بالا:

اختلاف فاصله عمودی (e) بر حسب متر از نقطه V تا نقطه وسط قوس (فاصله محل تلاقی دو شیب تا روی قوس قائم) از رابطه زیر محاسبه خواهد شد :

$$e = A \times L / 800 = 0.358 \text{ m}$$

اختلاف ارتفاع ایستگاه روی مماس و سهمی :

$$Y = 4e \cdot \left(\frac{x}{L}\right)^2 = 4 \times 0.655 \times x^2 / 14400 = 0.0000995 x^2$$

محاسبات در ادامه آورده شده است .

n: تعداد ایستگاههای مطلوب برای پیاده کردن قوس

S ، فاصله مورد نظر بین دو ایستگاه متوالی که ما ۳۰ متر در نظر گرفته ایم .

$$n = L/S = 120/30 = 4$$

با توجه به شکل ۲۹ مبدا BVC که نقطه شروع قوس میباشد و همان طور که اشاره شد ، ارتفاع نقطه شروع قوس قائم 1439.516 متر میباشد .

ما قوس مان را به 4 ایستگاه تقسیم کردیم و ارتفاع هر ایستگاه را میتوانیم به صورت زیر محاسبه نماییم :

$$n \text{ ایستگاه} = G_1 \times n \cdot S + \text{ارتفاع شروع قوس}$$

بنابراین :

ارتفاعات روی مماس :

$$H_1=0$$

$$H_2=1439.516+(-0.0086 \times 30)=1439.258$$

$$H_3=1439.516+(-0.0086 \times 60)=1439$$

$$H_4=1439.516+(-0.0086 \times 90)=1438.742$$

$$H_5=1439.516+(-0.0086 \times 120)=1438.484$$

محاسبات اختلاف ارتفاع ایستگاه روی مماس و سهمی :

$$Y_1=0$$

$$Y_2=0.0000995 \times 30^2=0.089$$

$$Y_3=0.0000995 \times 60^2=0.358$$

$$Y_4=0.0000995 \times 90^2=0.805$$

$$Y_5=0.0000995 \times 120^2=1.432$$

محاسبات :

کیلومتر اژ (Km+m)	فاصله نقطه تا مبدا (m)	X^2 (m^2)	ارتفاعات بر روی سهمی (m)H-Y	اختلاف ارتفاع (m)Y	ارتفاعات بر روی مماس (m)H	
•+805	•	•	1439.516	•	1439.516	B.V.C
0+835	۳۰	۹۰۰	1439.169	0.089	1439.258	ایستگاه 2
0+865	۶۰	۳۶۰۰	1438.642	0.358	1439.000	V.P.I یا ۳
0+895	۹۰	۸۱۰۰	1437.937	0.805	1438.742	ایستگاه ۴
0+925	۱۲۰	۱۴۴۰۰	1437.050	1.432	1438.484	E.V.C یا ۵

حال با توجه به نقاط داده شده و کیلومتراژ آنها و همچنین ارتفاع نقاط ابتدا و انتها و راس قوس قائم، آن را بر روی خط پروژه رسم می نمایم.

قوس قائم مقعر :

طول خم مقعر:

طبق آیین نامه طول این خم باید به اندازه ای باشد که حداقل فاصله دید توقف برای راننده وسیله نقلیه فراهم شود

یادآوری: در محاسبات قبلی دیدیم که A_2 ما مثبت بوده :

$$A_3 = G_4 - G_3 = 4.44$$

با توجه به بند ۵-۳-۲ آیین نامه ، تامین فاصله دید در خم گنبدی با توجه به رابطه $L \geq K.A$ ، صورت می گیرد .

در این رابطه :

L : طول خم گنبدی بر حسب متر

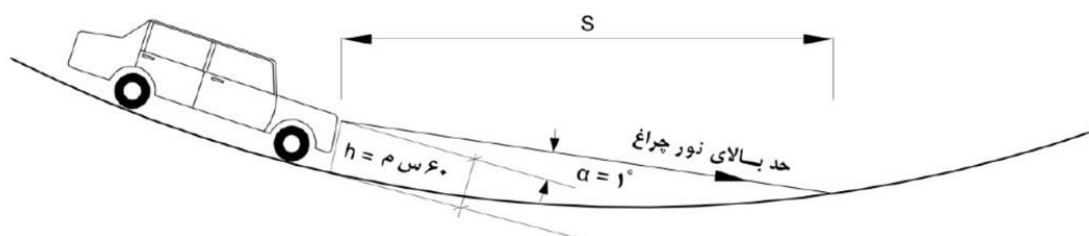
K : ضریبی است تابع سرعت طرح که از جداول ۵-۲۷ آیین نامه به دست می آید . این ضریب بر حسب متر بوده و معنای فیزیکی آن طول لازم خم برای یک درصد تغییر شیب طولی است .

A : قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب

در زیر جدول ۵-۲۷ آیین نامه آورده شده است :

جدول ۵-۲۷- مقادیر حداقل K برای قوس قائم کاسه‌ای ($L = \frac{AS^2}{120+3.5S}$)

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	فاصله دید توقف (متر)	میزان انحنای قائم طرح (k)
۲۰	۲۰	۳
۳۰	۳۵	۶
۴۰	۵۰	۹
۵۰	۶۵	۱۳
۶۰	۸۵	۱۸
۷۰	۱۰۵	۲۳
۸۰	۱۳۰	۳۰
۹۰	۱۶۰	۳۸
۱۰۰	۱۸۵	۴۵
۱۱۰	۲۲۰	۵۵
۱۲۰	۲۵۰	۶۳
۱۳۰	۲۸۵	۷۳



با توجه به سرعت طرح ۸۰ ما در این پروژه ، و مقعر بودن قوس ما، مقدار K را از جدول ۵-۲۷ به دست می آوریم :

طبق جدول مقدار K برابر ۳۰ بدست می آید.

از رابطه زیر ، طول خم گنبدی را به دست می آوریم :

طبق بند ۵-۳-۵-۱ طول خم گنبدی باید به اندازه ای باشد که حداقل فاصله دید توقف برای راننده وسیله نقلیه فراهم گردد که تامین این فاصله دید با توجه به رابطه زیر صورت می پذیرد :

$$L \geq K.A = 30 \times 4.44 = 133.2$$

بنابر این L قوس قائم مقعر را هم میتوانیم برابر با ۱۵۰ متر در نظر بگیریم .

بنابراین مقدار حداقل k ما که ۲۶ انتخاب کرده بودیم را با انتخاب طول ۱۲۰ ، k پروژه را حدود ۳۴ در نظر میگیریم .

محل برخورد دو شیب در کیلومتر ۱+۳۲۲ میباشد بنابراین :

کیلومتر ۱+۳۲۲ شروع قوس قائم به صورت زیر محاسبه میشود :

$$(1+322) - 150/2 = 1+247m$$

کیلومتر ۱+۳۷۵ انتهای قوس قائم به صورت زیر محاسبه میشود :

$$(1+375) + 150/2 = 1+397m$$

ارتفاع نقطه برخورد دو شیب : ۱۴۰، ۱۴۲۴ متر

ارتفاع نقطه شروع قوس قائم :

$$1424.140 - (-0.0325 \times 150/2) = 1426.580$$

ارتفاع انتهای قوس قائم :

$$1424.140 + (0.0119 \times 150 / 2) = 1425.030$$

با توجه به شکل 30 بالا :

اختلاف فاصله عمودی (e) بر حسب متر از نقطه V تا نقطه وسط قوس (فاصله محل تلاقی دو شیب تا روی قوس قائم) از رابطه زیر محاسبه خواهد شد :

$$e = A \times L / 800 = 0.832 \text{ m}$$

اختلاف ارتفاع ایستگاه روی مماس و سهمی :

$$Y = 4e \cdot \left(\frac{x}{L}\right)^2 = 4 \times 0.655 \times x^2 / 14400 = 0.000148 x^2$$

محاسبات در ادامه آورده شده است .

n: تعداد ایستگاههای مطلوب برای پیاده کردن قوس

S، فاصله مورد نظر بین دو ایستگاه متوالی که ما ۳۰ متر در نظر گرفته ایم .

$$n = L / S = 150 / 30 = 5$$

با توجه به شکل 30 مبدا BVC که نقطه شروع قوس میباشد و همان طور که اشاره شد ، ارتفاع نقطه شروع قوس قائم 1426.580 متر میباشد .

ما قوس مان را به 4 ایستگاه تقسیم کردیم و ارتفاع هر ایستگاه را میتوانیم به صورت زیر محاسبه نماییم :

$$n.s + G_1 = \text{ارتفاع شروع قوس} = \text{ارتفاع ایستگاه } n$$

بنابراین :

ارتفاعات روی مماس :

$$H_1=0$$

$$H_2=1426.580+(-0.0325 \times 30)=1425.605$$

$$H_3=1426.580+(-0.0325 \times 60)=1424.630$$

$$H_4=1426.580+(-0.0325 \times 90)=1423.655$$

$$H_5=1426.580+(-0.0325 \times 120)=1422.680$$

$$H_6=1426.580+(-0.0325 \times 150)=1421.705$$

محاسبات اختلاف ارتفاع ایستگاه روی مماس و سهمی :

$$Y_1=0$$

$$Y_2=0.000148 \times 30^2=0.133$$

$$Y_3=0.000148 \times 60^2=0.532$$

$$Y_4=0.000148 \times 90^2=1.198$$

$$Y_5=0.000148 \times 120^2=2.131$$

$$Y_6=0.000148 \times 150^2=3.330$$

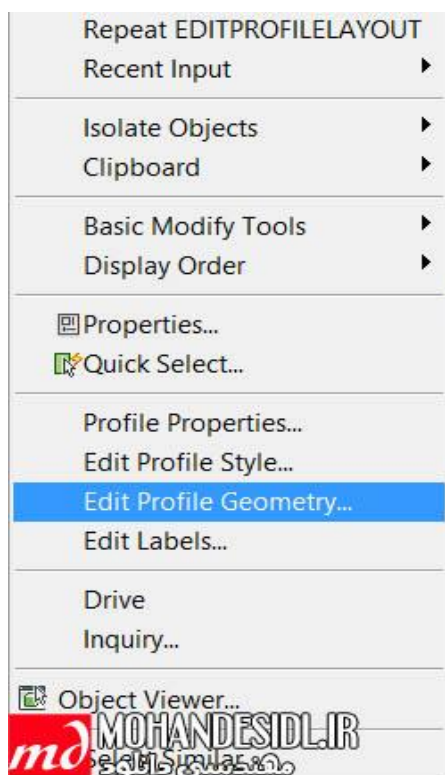
محاسبات :

کیلومتر اژ (Km+m)	فاصله نقطه تا مبدا (m)	X^2 (m^2)	ارتفاعات بر روی سهمی (m)H+Y	اختلاف ارتفاع (m)Y	ارتفاعات بر روی مماس (m)H	
1+247	۰	۰	1426.580	۰	1426.580	B.V.C
1+277	۳۰	۹۰۰	1425.738	0.133	1425.605	ایستگاه 2
1+307	۶۰	۳۶۰۰	1425.162	0.532	1424.630	ایستگاه ۳
1+337	۹۰	۸۱۰۰	1424.853	1.198	1423.655	ایستگاه ۴
1+367	۱۲۰	۱۴۴۰۰	1424.811	2.131	1422.680	ایستگاه ۵
1+397	150	22500	1425.030	3.330	1421.705	E.V.C یا 6

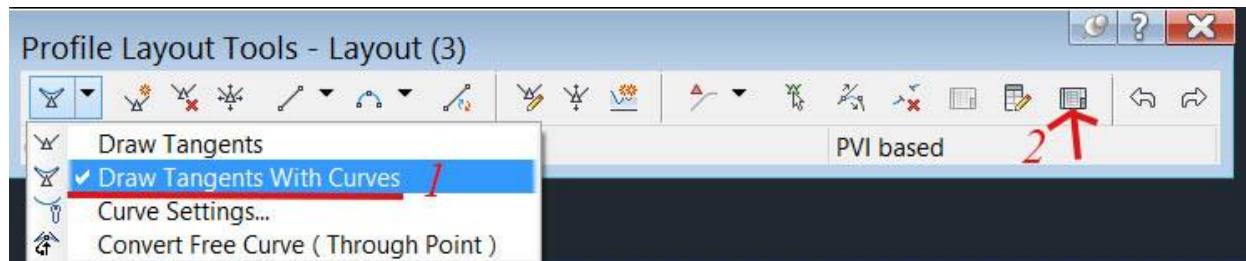
طراحی قوس های قائم در نرم افزار Civil3D :

در قسمت های قبلی ذکر کردیم که قوس های قائم به همراه رسم خط پروژه رسم میشوند ولی با داده های فرضی. برای اینکه اطلاعات رسم قوس قائم را ویرایش کنیم، به صورت زیر عمل خواهیم کرد :

بر روی خط پروژه (خط آبی) در پروفیل طولی کلیک کرده و سپس کلیک راست نمایید و در ادامه در پنجره باز شده، به صورت شکل زیر عمل خواهیم کرد :



در ادامه پنجره دیگری باز میشود :



با کلیک بر روی ۲، پنجره دیگری باز خواهد شد که در آن قسمت میتوانیم شیب های خط پروژه و سایر اطلاعات قوس های قائم را از جمله طول قوس، مقدار k و ... را مشاهده و در صورت لزوم ویرایش نماییم.

معمولا مقدار طول قوس قائم را در صورت لزوم تغییر میدهند و مطابق آن سایر اطلاعات مربوطه نیز خود به خودی تغییر میکنند.

No.	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)	Profile Curve Type	Profile Curve Length
1		2.30%			
2	2.30%	-0.86%	3.16%	Crest	120.000m
3	-0.86%	-3.25%	2.39%	Crest	120.000m
4	-3.25%	1.19%	4.44%	Sag	150.000m
5	1.19%				

Save as میگیریم !!!

پروفیل عرضی :

نیمرخ های (پروفیل های) عرضی راه عبارت است از مقطع عرضی عمود بر محور راه، که در آن خط زمین و خط پروژه نشان داده می شود

در نیمرخ های عرضی توجه به برابندی و شیب های عرضی سواره رو و شانه ها و شیب شیروانی ها از نکات مهم میباشد .

مراحل رسم نیمرخ عرضی :

۱- در امتداد عمود بر محور راه در فاصله های مناسب اقدام به انتخاب نقاط کرده و ارتفاع آن ها را در دست خواهیم داشت . معمولاً این نقاط که در طرفین پلان مسیر انتخاب میشود ، تا فاصله ۲۰ متری انتخاب میشود . در نرم افزار هم برای راحتی کار این فاصله ها در طرفین معمولاً ۲۰ ، ۲۵ متر در نظر گرفته میشود . با یک حساب تقریبی نیز میتوان ، فاصله تقریبی را به دست آورد . مثلاً عرض سواره رو ما ۷٫۳۰ متر و عرض شانه ها در طرفین ۲ متر و عرض جوی و شیروانی و شیب شیروانی ها ، که در کل فاصله ۲۰ ، ۲۵ متری از طرفین مناسب میباشد . که توی کاغذ توپوگرافی با اعمال مقیاس این فاصله در نظر گرفته خواهد شد .

۲- مقیاس نیمرخ عرضی را ۱۰ برابر و ۱:۲۰۰ در نظر می گیریم

۳- انتخاب یک خط سنجش ارتفاعی روی کاغذ شطرنجی

۴- ترسیم نقاط زمین طبیعی با توجه به ارتفاعات برداشت

۵- مشخص کردن ارتفاع خط پروژه روی محور راه

۶- مشخص کردن تراز خط زمین روی محور راه در همان ایستگاه خط پروژه

۷- ترسیم عرض راه به همراه شیب های عرضی راه

نکات آیین نامه ای طراحی نیمرخ های عرضی :

با توجه به بند ۶-۲-۱ آیین نامه و اینکه نوع راه ما راه اصلی ۲ خطه ۲ طرفه میباشد ، عرض یک خط سواره رو ما ۳,۶۵ متر در نظر گرفته شده است .

طبق بند ۶-۲-۲ آیین نامه :

شیب عرضی برای تخلیه و هدایت آب از سطح رویه به خارج از مسیر میباشد .میزان شیب عرضی در قسمت های مستقیم و قوسهای افقی با شعاع بزرگ که احتیاج به بریلندی نداشته باشد، به طبقه بندی عملکردی راه، نوع رویه، تعداد خطهای عبور، شرایط جوی منطقه عبور راه و بالاخره سرعت طرح بستگی دارد .

با توجه به آیین نامه و در این نمونه پروژه که راه ما دو خطه دو طرفه میباشد ، شیب عرضی از محور راه به طرفین اعمال میشود و مقدار شیب عرضی ۲ درصد برای سواره رو انتخاب خواهد شد . در راه های مجزا، برحسب مورد و با توجه به امکان، می توان سواره رو هر طرف عبور را در یک جهت یا دو جهت، شیب عرضی داد و آب سطح سواره رو را در میانه، طرفین راه یا هر دو تخلیه کرد.

برای اطلاعات بیشتر به بند ۶-۲-۲ آیین نامه مراجعه شود .

با توجه به بند ۶-۳ آیین نامه ، مقدار عرض شانه ها انتخاب میشود . در این نمونه پروژه با توجه به اینکه راه ما راه اصلی درجه یک میباشد ، عرض شانه ها در طرفین ۲ متر در نظر گرفته شده است .

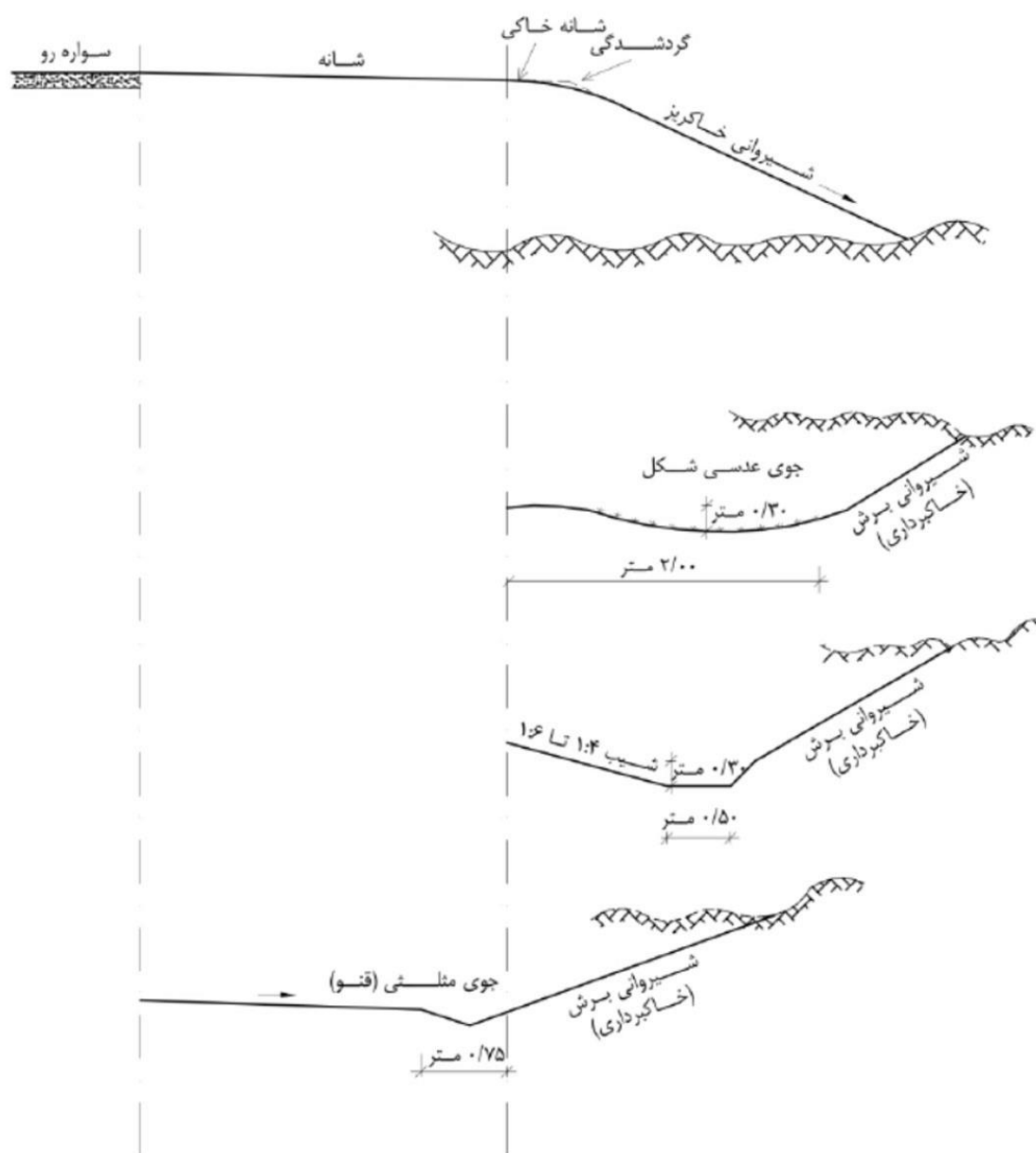
با توجه به بند ۶-۳-۱ آیین نامه ، شیب عرضی ۴ درصد برای شانه ها مناسب میباشد .

در بند ۶-۴-۲ آیین نامه به مبحث جوی کناری (نهر جانبی) پرداخته شده است .

چنانچه راه در خاکبرداری قرار گرفته باشد، آب از لبه به جوی کناری هدایت می شود و در طول راه جریان می یابد تا به محل مناسبی مانند **آبرو** برسد و از آن جا تخلیه شود .

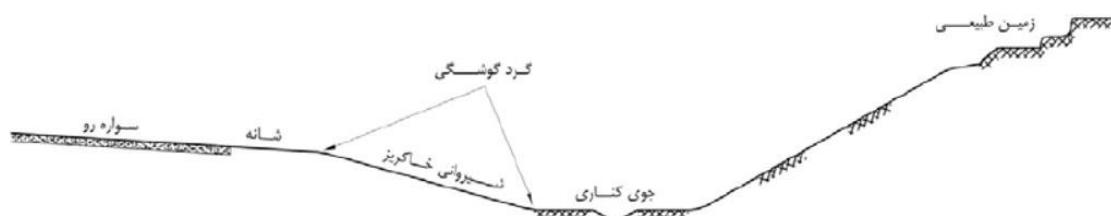
در شکل های زیر نمونه های مختلف نهر جانبی آورده شده است .

در این پروژه در محل های خاکبرداری از جوی استفاده شده است و شیب های عقب و جلو جوی ۴:۱ انتخاب شده و عرض قسمت پایین جوی ۰,۵ متر و کناره ها ۱ متر خواهد بود .



بند ۶-۷ آیین نامه به بحث شیروانی ها پرداخته است .

چنانچه راه در خاکبرداری (برش) باشد ، پس از جوی کناری « شیروانی خاکبرداری » ، آغاز میشود که در نقطه انتهایی خود به زمین طبیعی میرسد .
در لبه خارجی شانه (یا شانه خاکی) نیمرخ عرضی با شیب، به زمین طبیعی می پیوندد .این قسمت، شیروانی خاکریز نام دارد.



در بند ۶-۲-۷ به بحث شیروانی خاکریزها پرداخته شده است .

برای شیروانی های خاکریزی که از نظر ایمنی و تأثیر بر واژگونی وسایل نقلیه منحرف شده از راه بسیار مهم هستند، باید شیب های ملایم در نظر گرفت ، برای شیروانی های خاکریز شیب ۱:۴ (یک قائم و چهار افقی) مناسب میباشد (البته به شرط آن که عرض ناحیه عاری از مانع در کنار راه تامین شود)

طراح، همواره راه حل بهینه را که در عین حال پاسخگوی ایمنی، ضوابط هندسی و ژئوتکنیکی باشد، انتخاب و پیشنهاد می کند .

در آزادراهها، بزرگراهها و راههای اصلی با ارتفاع خاکریزی کمتر از ۱,۵ متر مطلوب آن است که شیب شیروانیها ۱:۶ انتخاب و اجرا شود .

معمولا شیب ۱:۴ مطلوب میباشد و در این نمونه پروژه از شیب ۱:۴ برای شیروانی خاکریزی استفاده شده است .

شیروانیهای خاکبرداری بهتر است شیبی برابر با 1:3 یا ملایم تر داشته باشند (یک قائم و سه افقی) . در این پروژه از شیب ۱:۴ برای اجرای شیروانی خاکبرداری استفاده خواهد شد .

اطلاعات مربوط به نیمرخ های عرضی در جداول زیر آمده است :

شماره ایستگاه	کیلومتر	ارتفاع خط پروژه محور	ارتفاع خط زمین محور راه	ارتفاع نقطه انتهایی راه طرف راست	ارتفاع نقطه انتهایی راه طرف چپ	توضیحات
A	0.000	1429.020	۱۴۲۹,۰۲۰	۱۴۳۰,۰۵۰	۱۴۲۸,۳۵۰	نقطه ابتدا
1	0+030	۱۴۲۹,۷۰۰	۱۴۲۹,۸۵۰	۱۴۳۰,۵۷۰	۱۴۲۹,۴۳۰	
2	0+060	1430.400	1430.100	1430.900	1429.750	
3	0+090	۱۴۳۱,۰۸۰	۱۴۳۱,۱۸۰	۱۴۳۱,۴۲۰	۱۴۳۱,۳۰۰	
4	0+120	۱۴۳۱,۷۸۰	۱۴۳۲,۶۴۰	۱۴۳۲,۸۵۰	۱۴۳۳,۳۰۰	
5	0+150	۱۴۳۲,۴۵۰	۱۴۳۴,۱۰۰	۱۴۳۴,۱۵۰	۱۴۳۵,۰۲۰	
6	0+180	۱۴۳۳,۱۵۰	۱۴۳۵,۳۰۰	۱۴۳۵,۲۵۰	۱۴۳۶,۹۵۰	
7	0+210	۱۴۳۳,۸۵۰	۱۴۳۶,۱۵۰	۱۴۳۶,۴۰۰	۱۴۳۷,۰۵۰	
8	0+240	۱۴۳۴,۵۰۰	۱۴۳۷,۶۰۰	۱۴۳۷,۹۰۰	۱۴۳۷,۶۹۰	
9	0+270	۱۴۳۵,۲۲۰	۱۴۳۸,۶۰۰	۱۴۳۸,۵۸۰	۱۴۳۸,۷۰۰	
10	0+300	۱۴۳۵,۹۰۰	۱۴۳۹,۰۵۰	۱۴۳۸,۸۷۰	۱۴۳۹,۴۸۰	
11	0+330	۱۴۳۶,۵۸۰	۱۴۳۸,۷۵۰	۱۴۳۸,۱۵۰	۱۴۳۹,۵۲۰	
12	0+360	۱۴۳۷,۲۸۰	۱۴۳۷,۹۰۰	۱۴۳۷,۵۰۰	۱۴۳۸,۶۰۰	
13	0+390	۱۴۳۷,۹۷۰	۱۴۳۷,۴۵۰	۱۴۳۷,۱۰۰	۱۴۳۷,۷۰۰	
14	0+420	۱۴۳۸,۶۶۰	۱۴۳۷,۰۴۰	۱۴۳۶,۱۰۰	۱۴۳۷,۳۰۰	
15	0+450	۱۴۳۹,۳۵۰	۱۴۳۶,۵۳۰	۱۴۳۶,۰۲۰	۱۴۳۷,۰۰۰	خط القعر
16	0+480	۱۴۴۰,۰۵۰	۱۴۳۷,۵۸۰	۱۴۳۷,۴۵۰	۱۴۳۷,۷۶۰	
17	0+510	۱۴۴۰,۷۰۰	۱۴۳۹,۲۲۰	۱۴۳۹,۲۶۰	۱۴۳۹,۱۵۰	
18	0+540	۱۴۴۱,۱۲۰	۱۴۴۱,۲۸۰	۱۴۴۱,۰۸۰	۱۴۴۱,۲۳۰	
19	0+570	۱۴۴۱,۳۲۵	۱۴۴۰,۸۳۰	۱۴۴۰,۰۲۰	۱۴۴۱,۹۰۰	
20	0+600	۱۴۴۱,۲۸۰	۱۴۳۹,۳۲۰	۱۴۳۸,۴۰۰	۱۴۳۹,۹۷۰	
21	0+630	۱۴۴۱,۰۴۰	۱۴۳۸,۹۰۰	۱۴۳۸,۰۳۰	۱۴۳۹,۴۶۰	خط القعر
22	0+660	۱۴۴۰,۷۷۰	۱۴۳۹,۰۵۰	۱۴۳۸,۳۸۰	۱۴۳۹,۵۷۰	
23	0+691	۱۴۴۰,۵۲۰	۱۴۳۹,۴۲۰	۱۴۳۸,۹۷۰	۱۴۳۹,۸۰۰	نقطه شروع کلوتونید
24	0+705	۱۴۴۰,۴۰۰	۱۴۳۹,۸۰۰	۱۴۳۹,۴۰۰	۱۴۴۰,۱۵۰	
25	0+720	۱۴۴۰,۲۷۰	۱۴۴۰,۲۷۰	۱۴۳۹,۸۳۰	۱۴۴۱,۱۵۰	
26	0+735	۱۴۴۰,۱۵۰	۱۴۴۰,۷۵۰	۱۴۴۰,۰۰۰	۱۴۴۱,۸۲۰	
27	0+750	۱۴۴۰,۰۲۰	۱۴۴۱,۱۲۰	۱۴۴۰,۳۲۰	۱۴۴۲,۱۲۰	
28	0+765	۱۴۳۹,۹۰۰	۱۴۴۱,۲۰۰	۱۴۴۰,۵۵۰	۱۴۴۱,۷۵۰	
29	0+780	۱۴۳۹,۷۵۰	۱۴۴۰,۸۲۵	۱۴۴۰,۴۲۰	۱۴۴۱,۱۸۰	
30	0+795	۱۴۳۹,۶۲۰	۱۴۴۰,۰۸۰	۱۴۳۹,۸۳۰	۱۴۴۰,۳۵۰	
31	0+810	۱۴۳۹,۵۰۰	۱۴۳۹,۳۰۰	۱۴۳۹,۱۶۰	۱۴۳۹,۴۰۰	
32	0+825	۱۴۳۹,۳۲۰	۱۴۳۸,۴۷۰	۱۴۳۸,۱۳۰	۱۴۳۸,۷۳۰	
33	0+840	۱۴۳۹,۱۰۰	۱۴۳۸,۳۵۰	۱۴۳۷,۸۷۰	۱۴۳۸,۷۰۰	
34	0+855	۱۴۳۸,۸۵۰	۱۴۳۸,۶۷۰	۱۴۳۸,۱۲۰	۱۴۳۹,۲۶۰	

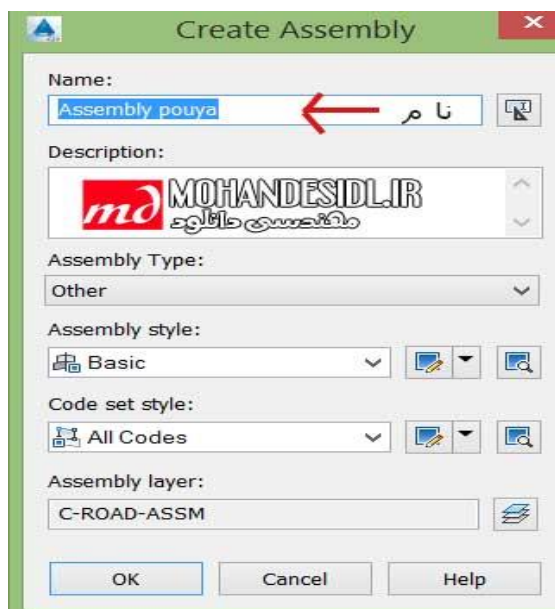
شماره ایستگاه	کیلومتر	ارتفاع محور راه	ارتفاع نقطه انتهایی راه طرف راست	ارتفاع نقطه انتهایی شانه طرف راست	ارتفاع نقطه انتهایی راه طرف چپ	ارتفاع نقطه انتهایی شانه طرف چپ
35	0+870	۱۴۳۸,۵۵۰	۱۴۳۹,۰۸۰	۱۴۳۸,۴۲۰	۱۴۳۹,۸۵۰	حوالی نقطه B
36	0+885	۱۴۳۸,۲۰۰	۱۴۳۹,۰۲۰	۱۴۳۸,۳۷۰	۱۴۴۱,۰۰۰	
37	0+900	۱۴۳۷,۷۲۰	۱۴۳۸,۶۴۰	۱۴۳۸,۰۰۰	۱۴۴۰,۰۰۰	
38	0+915	۱۴۳۷,۴۰۰	۱۴۳۸,۴۰۰	۱۴۳۷,۶۰۰	۱۴۴۰,۰۰۰	
۳۹	0+930	۱۴۳۶,۹۲۰	۱۴۳۸,۱۲۰	۱۴۳۷,۳۰۰	۱۴۳۹,۱۲۰	نقطه انتهای کلوتوئید
۴۰	0+945	۱۴۳۶,۴۲۰	۱۴۳۷,۹۵۰	۱۴۳۶,۸۵۰	۱۴۳۸,۳۰۰	
۴۱	0+960	۱۴۳۵,۹۵۰	۱۴۳۷,۲۸۰	۱۴۳۶,۳۵۰	۱۴۳۶,۸۶۰	
۴۲	0+975	۱۴۳۵,۴۵۰	۱۴۳۵,۹۰۰	۱۴۳۵,۹۲۰	۱۴۳۴,۹۶۰	
۴۳	0+990	۱۴۳۴,۹۵۰	۱۴۳۳,۹۵۰	۱۴۳۴,۰۵۰	۱۴۳۴,۲۶۰	
۴۴	1+005	۱۴۳۴,۴۸۰	۱۴۳۳,۷۰۰	۱۴۳۳,۴۱۰	۱۴۳۳,۹۶۰	
۴۵	1+020	۱۴۳۳,۹۸۰	۱۴۳۳,۲۵۰	۱۴۳۲,۹۵۰	۱۴۳۳,۵۱۰	نقطه شروع کلوتوئید
۴۶	1+035	۱۴۳۳,۵۰۰	۱۴۳۲,۸۰۰	۱۴۳۲,۴۵۰	۱۴۳۳,۰۶۰	
۴۷	1+050	۱۴۳۳,۰۰۰	۱۴۳۲,۳۶۰	۱۴۳۲,۰۲۰	۱۴۳۲,۶۲۰	
۴۸	1+080	۱۴۳۲,۰۳۰	۱۴۳۱,۵۵۰	۱۴۳۱,۳۲۰	۱۴۳۱,۷۰۰	
۴۹	1+110	۱۴۳۱,۰۴۰	۱۴۲۹,۸۵۰	۱۴۲۹,۸۱۰	۱۴۲۹,۹۰۰	
۵۰	1+140	۱۴۳۰,۰۷۰	۱۴۲۸,۹۳۰	۱۴۲۹,۰۰۰	۱۴۲۸,۶۸۰	
۵۱	1+170	۱۴۲۹,۱۰۰	۱۴۲۷,۸۴۰	۱۴۲۷,۸۸۰	۱۴۲۷,۷۰۰	
۵۲	1+200	۱۴۲۸,۱۳۰	۱۴۲۶,۶۶۰	۱۴۲۶,۷۱۰	۱۴۲۶,۶۷۰	
۵۳	1+230	۱۴۲۷,۱۵۰	۱۴۲۵,۷۳۰	۱۴۲۵,۶۷۰	۱۴۲۵,۸۶۰	
۵۴	1+260	۱۴۲۶,۲۰۰	۱۴۲۴,۸۱۰	۱۴۲۴,۸۰۰	۱۴۲۴,۸۲۵	
۵۵	1+290	۱۴۲۵,۴۶۰	۱۴۲۴,۱۴۰	۱۴۲۴,۰۷۰	۱۴۲۴,۲۷۰	
۵۶	1+320	۱۴۲۵,۰۰۰	۱۴۲۴,۰۲۰	۱۴۲۳,۵۲۰	۱۴۲۴,۶۰۰	
۵۷	1+350	۱۴۲۴,۸۰۰	۱۴۲۴,۴۸۰	۱۴۲۳,۷۷۰	۱۴۲۵,۴۴۰	
۵۸	1+380	۱۴۲۴,۸۸۰	۱۴۲۴,۶۳۰	۱۴۲۴,۲۷۰	۱۴۲۴,۹۸۰	
۵۹	1+410	۱۴۲۵,۱۸۰	۱۴۲۳,۹۰۰	۱۴۲۳,۴۵۰	۱۴۲۴,۱۲۰	
۶۰	1+440	۱۴۲۵,۵۳۰	۱۴۲۲,۶۸۰	۱۴۲۲,۱۰۰	۱۴۲۳,۱۰۰	
۶۱	1+470	۱۴۲۶,۰۰۰	۱۴۲۲,۰۰۰	۱۴۲۱,۳۶۰	۱۴۲۲,۸۲۰	خط القعر
۶۲	1+500	۱۴۲۶,۲۵۰	۱۴۲۲,۲۴۰	۱۴۲۱,۲۷۰	۱۴۲۲,۹۵۰	
۶۳	1+530	۱۴۲۶,۶۰۰	۱۴۲۲,۹۵۰	۱۴۲۲,۰۲۰	۱۴۲۳,۶۲۰	
۶۴	1+560	۱۴۲۶,۹۷۰	۱۴۲۴,۳۶۰	۱۴۲۳,۸۲۰	۱۴۲۴,۷۰۰	
۶۵	1+590	۱۴۲۷,۳۲۰	۱۴۲۶,۰۰۰	۱۴۲۵,۶۰۰	۱۴۲۶,۴۰۰	
۶۶	1+620	۱۴۲۷,۶۸۰	۱۴۲۷,۳۸۰	۱۴۲۷,۰۰۰	۱۴۲۷,۸۰۰	
C-۶۷	1+648	۱۴۲۸,۰۰۰	۱۴۲۸,۰۰۰	۱۴۲۷,۷۶۰	۱۴۲۸,۳۶۰	نقطه آخر

رسم پروفیل های عرضی در Civil3D :

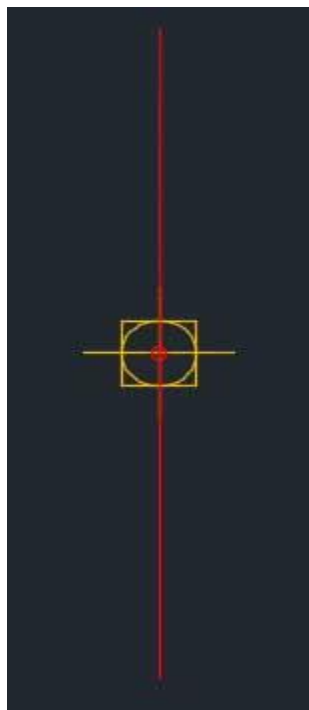
رسم Assembly (مقطع عرضی) :

قبل از اینکه نیمرخ های عرضی رسم شوند ، بایستی مقطع عرضی مسیر رسم شود . در مقطع عرضی طول و شیب سواره رو و شانه ها و جوی ها و شیب شیروانی ها مشخص میشود . (در واقع به نرم افزار معرفی میکنیم که نیمرخ های عرضی ما از چه سیستمی پیروی کنند .)

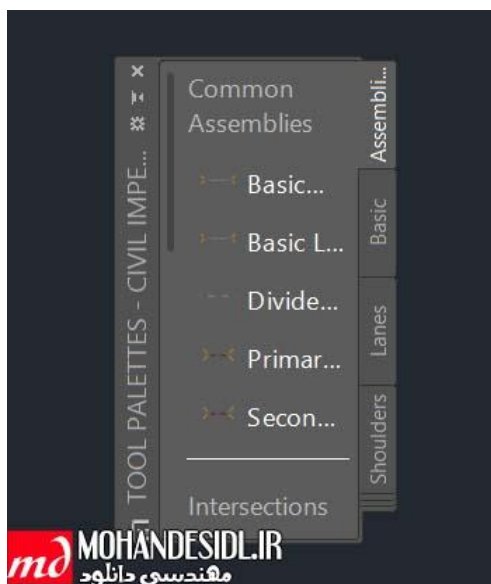
-۱



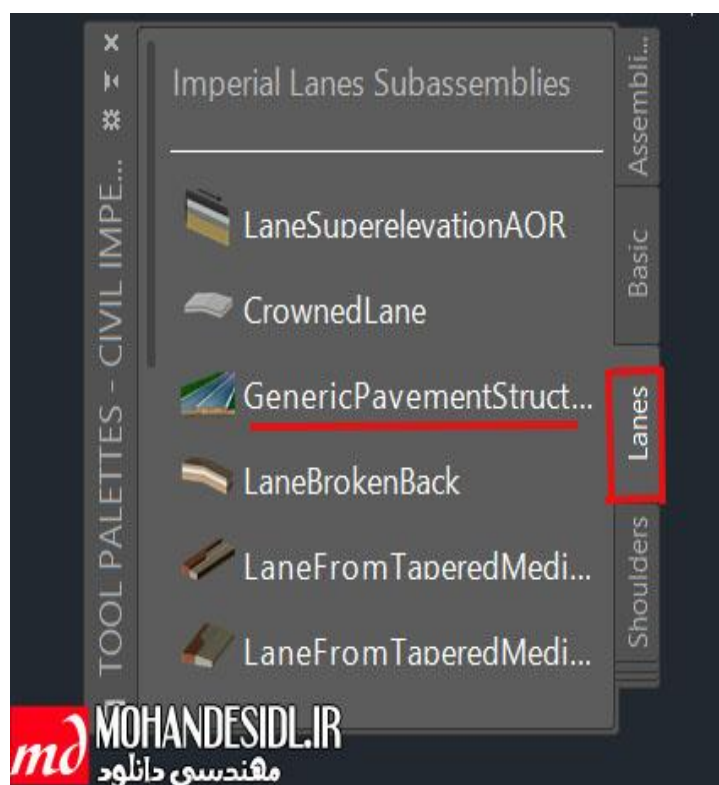
۲- در یک جای خالی کلیک میکنیم تا محور مقطع رسم شود.



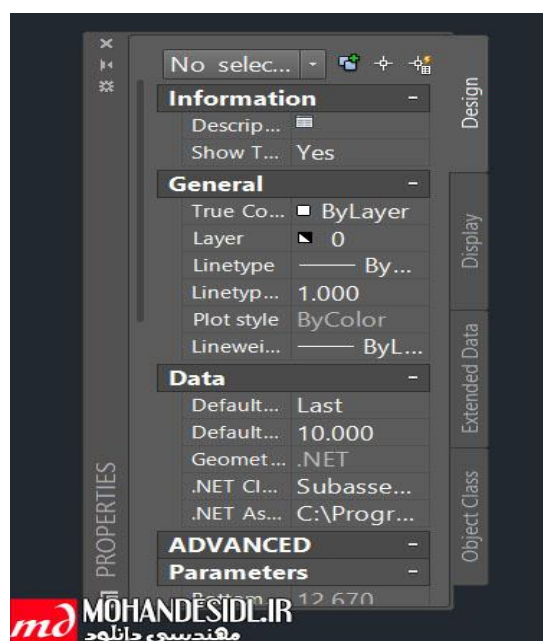
۳- برای دسترسی به ابزارهای کار مقاطع عرضی (Toolpaletts)، Ctrl 3 را با استفاده از کیبورد میزنیم.



۴- از ابزار کار Lanes را انتخاب و بر روی قسمت اشاره شده کلیک میکنیم.



۵- پنجره زیر باز خواهد شد

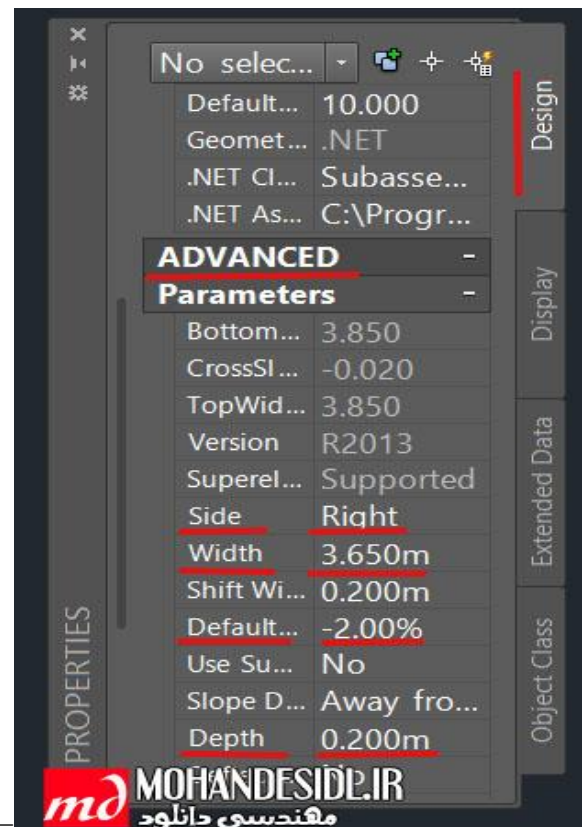


۶- در پنجره باز شده اطلاعات مربوط به خط مسیر را از قسمت Advanced ویرایش خواهیم کرد.

عرض سواره رو ما ۷,۳۰ متر بوده که بنابراین عرض سمت راست محور ما ۳,۶۵ متر خواهد بود و

شیب سواره رو هم که ۲ درصد انتخاب شده است. عمق مقطع رو هم ۰,۲ متر و یا هر مقدار مناسب

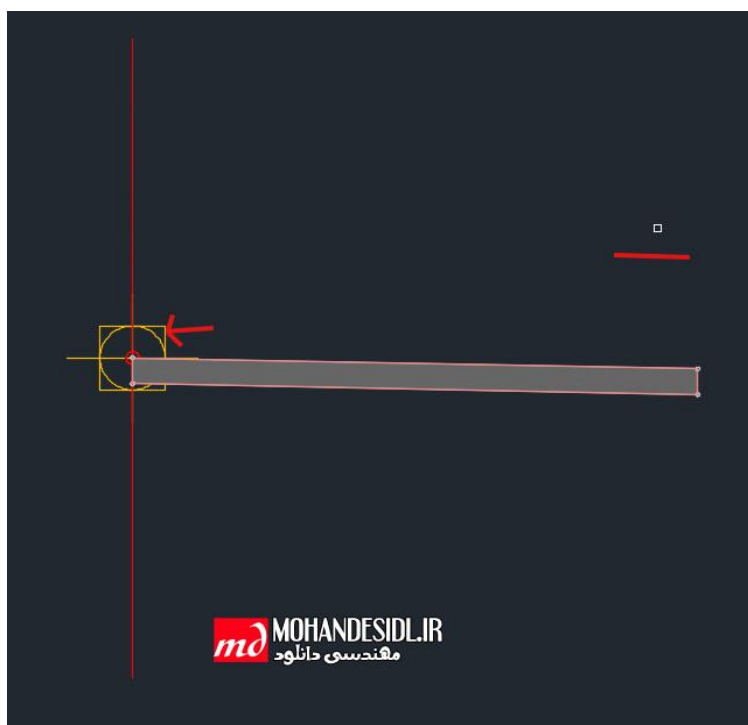
دیگری انتخاب خواهیم کرد.



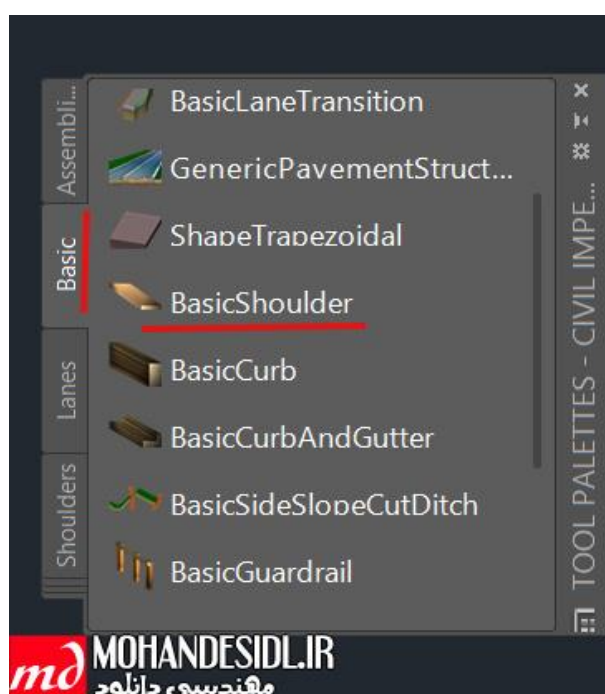
۷- با وارد کردن اطلاعات مورد نیاز، به سراغ محور مقطع عرضی میرویم و نشانگر ماوس که به

شکل مربع کوچکی شده است، را روی گوشه مربع مرکز محور راه برده و بر روی آن کلیک

مینماییم تا مقطع عرضی سواره رو ما برای سمت راست، رسم شود.

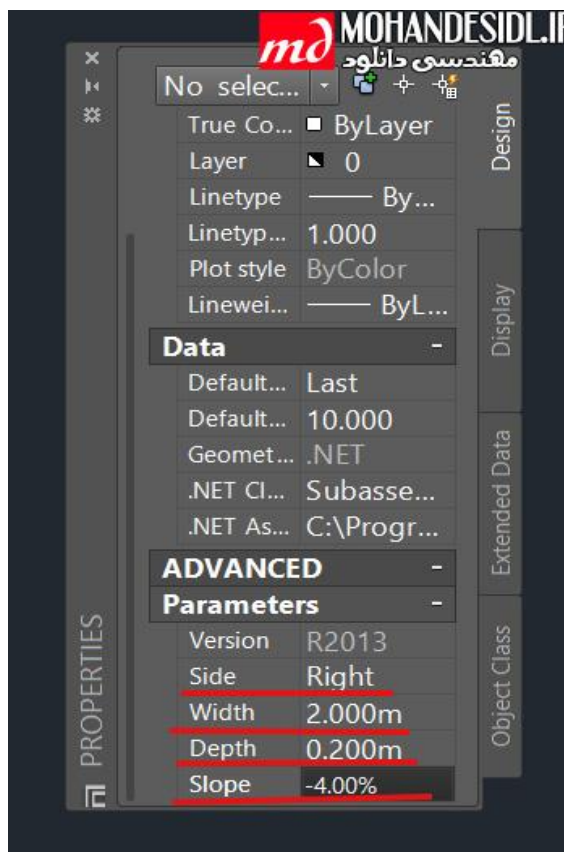


۸- دوباره سراغ ابزار کار میرویم و از قسمت Basic قسمت نشان داده شده را انتخاب میکنیم تا مقطع مربوط به شانه ها را رسم نماییم .

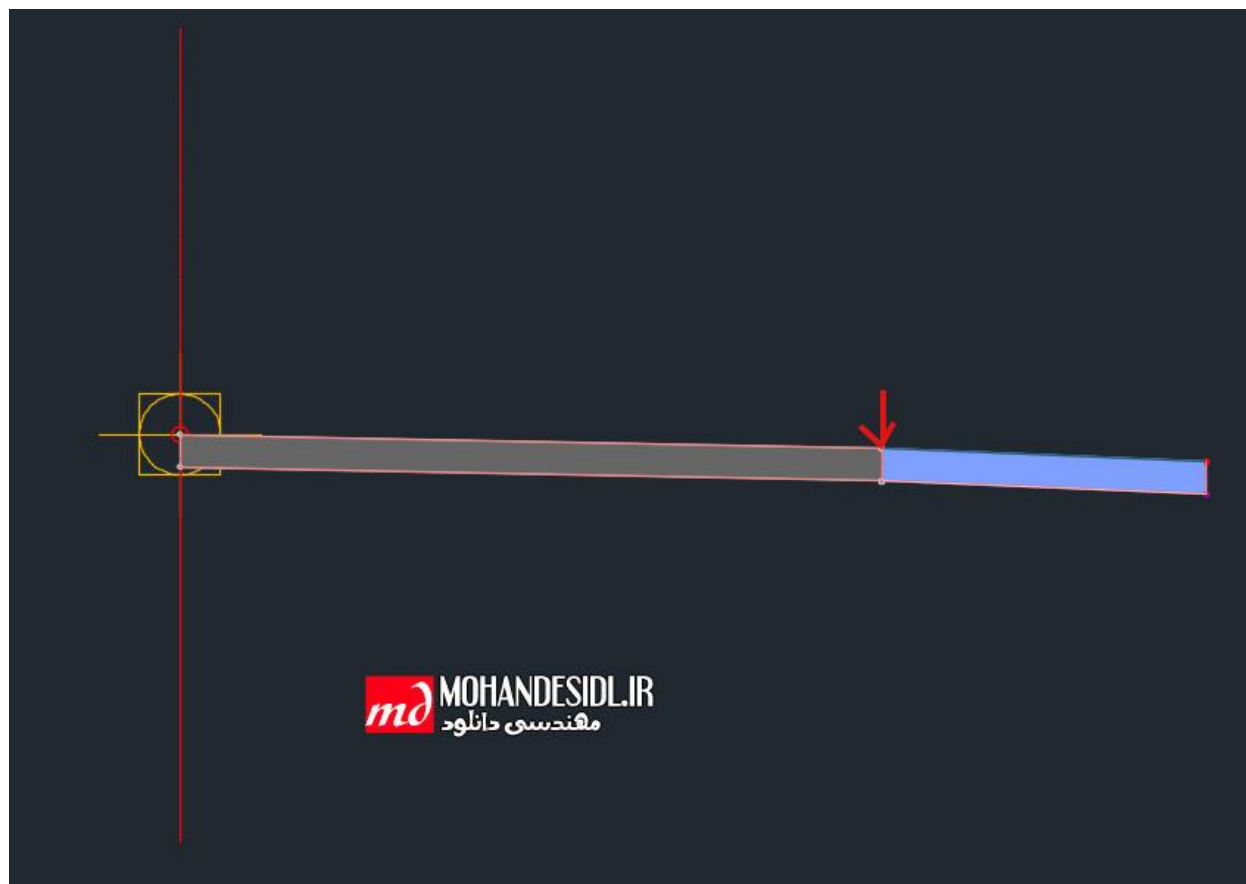


۹- با انتخاب مرحله بالا ، در پنجره باز شده اطلاعات مربوط به شانه ها را وارد میکنیم .

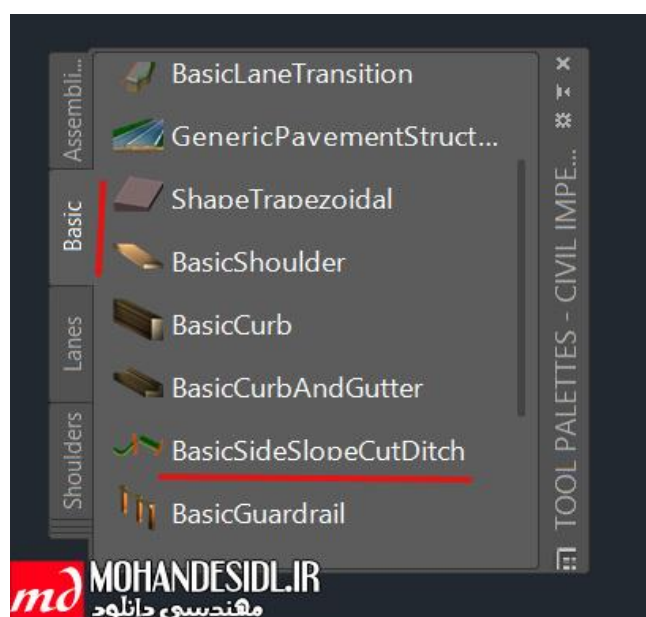
در نمونه پروژه ما عرض شانه ها در طرفین ۲ متر بوده و شیب شانه ها رو هم ۴ در صد در نظر گرفته ایم .



۱۰- با وارد کردن اطلاعات بالا ، نشانگر ماوس را که به شکل مربع کوچکی شده است بر روی قسمت گوشه بالای مقطع عرضی مربوط به سواره رو (روی دایره کوچک موجود در گوشه) که در بالا رسم کردیم ، قرار داده و کلیک مینماییم تا مقطع عرضی شانه طرف راست نیز رسم شود .

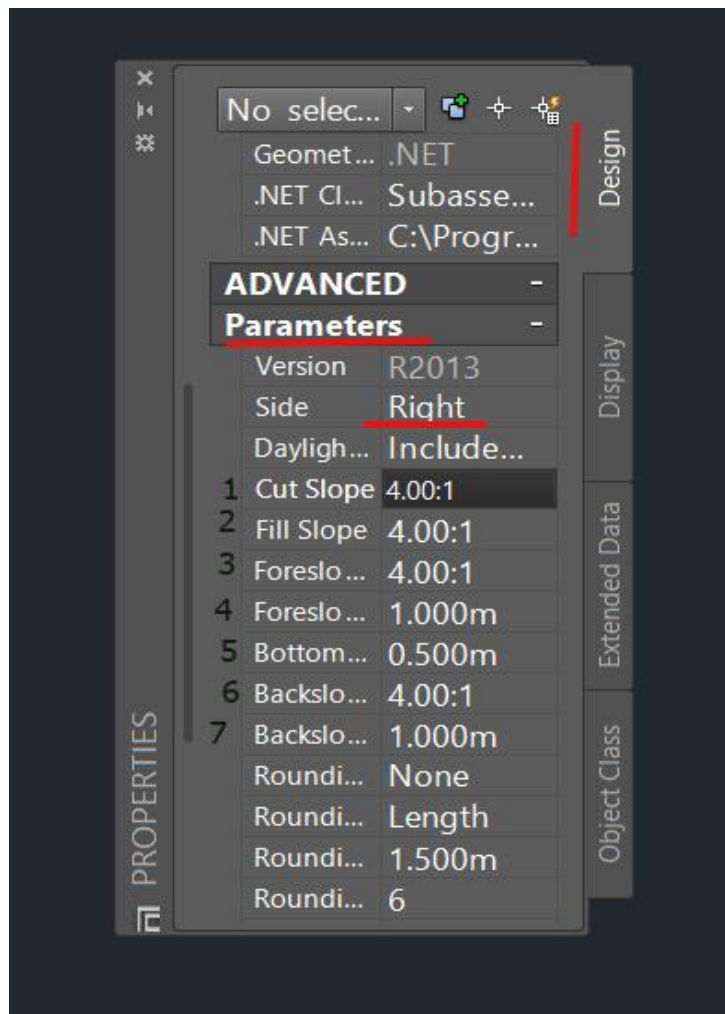


۱۱- دوباره سراغ ابزار کار مقاطع عرضی رفته و از طریق قسمت Basic، قسمت نشان داده شده در شکل زیر را انتخاب میکنیم تا اطلاعات مربوط به جوی ها و شیروانی ها را وارد نماییم.



۱۲- با توجه به شکل زیر قسمت های شماره گذاری شده را توضیح خواهیم داد .

اطلاعات را با توجه به دست آوردهای آیین نامه ای که قبلا اشاره کردیم وارد خواهیم کرد .



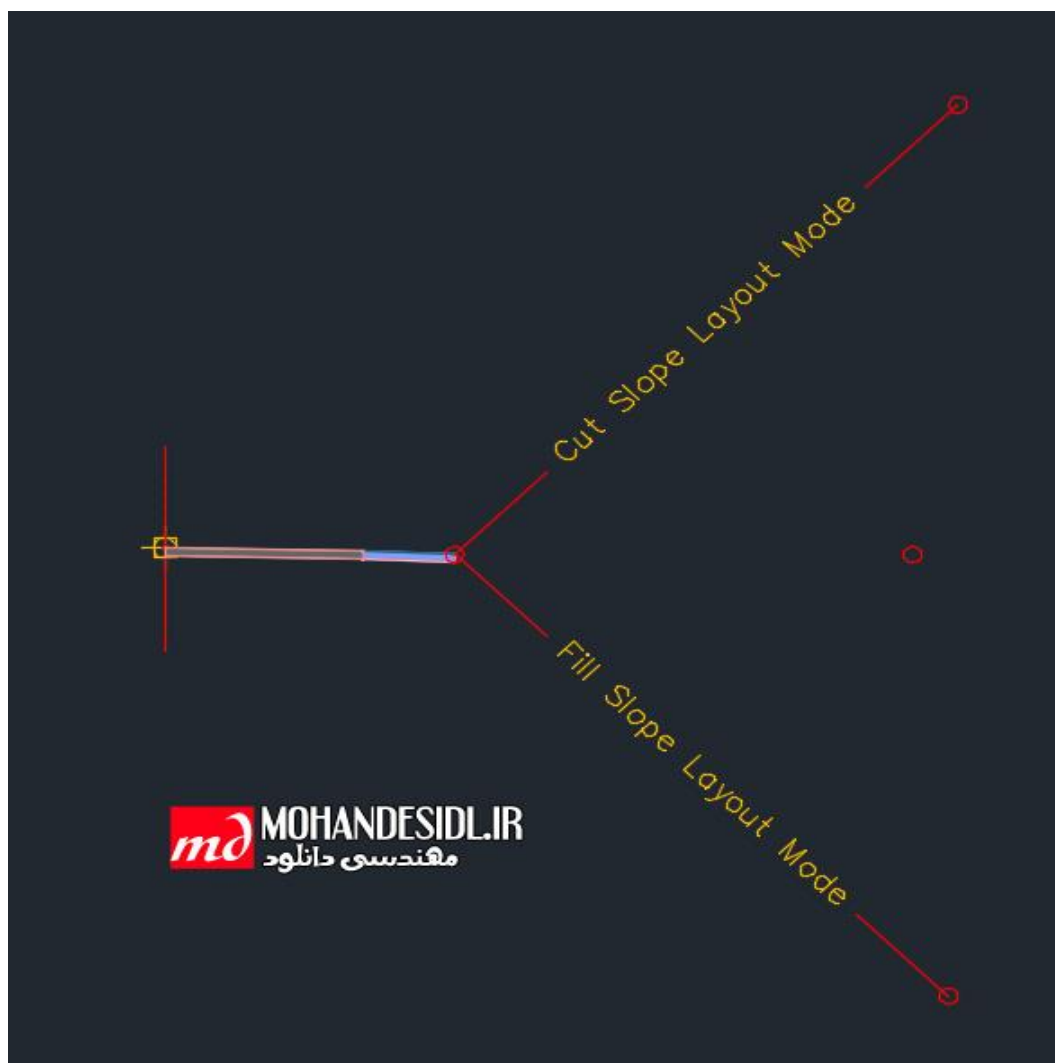
۱- شیب شیروانی خاکبرداری میباشد قسمت ۲- شیب شیروانی خاکریزی و قسمت ۳- شیب جلویی

جوی میباشد و قسمت ۴- عرض قسمت جلویی جوی میباشد و قسمت ۵- عرض قسمت پایین

جوی میباشد . و قسمت ۶- شیب قسمت عقبی جوی میباشد و قسمت ۷- عرض قسمت عقبی جوی میباشد .

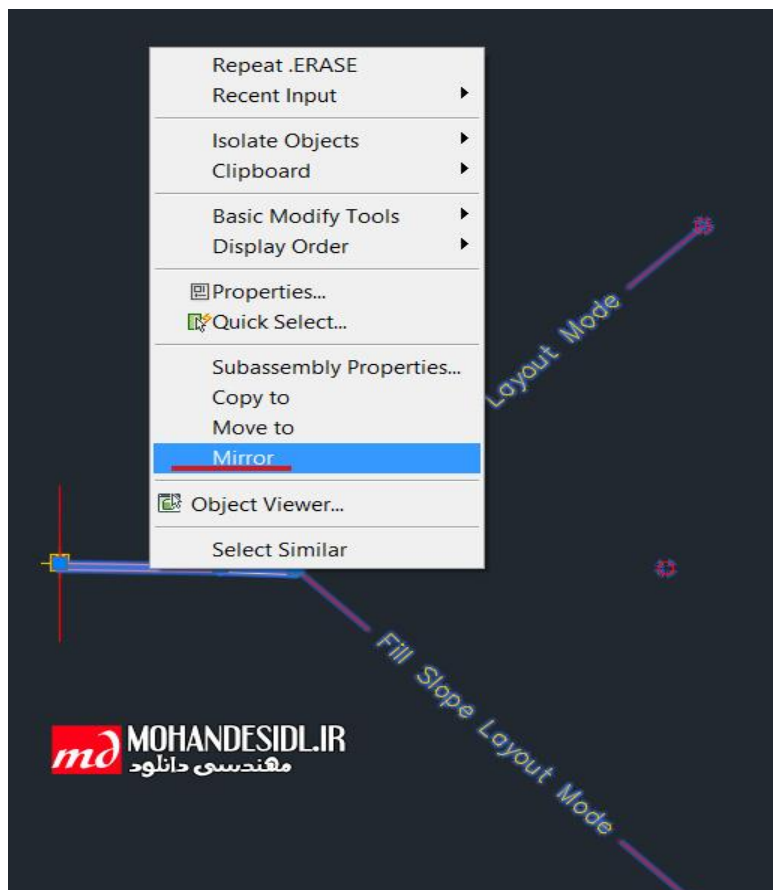
توجه : همان طوری که قبلا نیز اشاره کردیم جوی ها در محل خاکبرداری ها رسم خواهند شد .

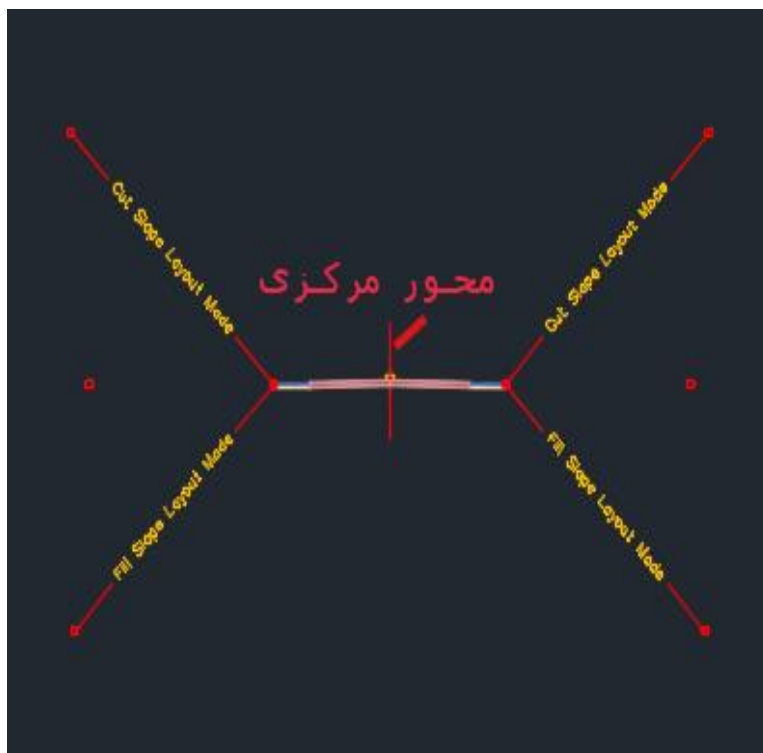
۱۳- با وارد کردن اطلاعات بالا ، نشانگر ماوس را بر روی قسمت گوشه بالای سمت راست مقطع عرضی شانه (قسمت دایره کوچک در گوشه بالا) برده و کلیک مینماییم تا شکل زیر رسم شود :



۱۴- جهت رسم سمت چپ نیز عملیات بالا را برای سمت چپ انجام میدهیم و یا اینکه به صورتی که در شکل زیر نشان داده شده است ، هر سه قسمت رسم شده را انتخاب میکنیم (بر روی مقطع عرضی سواره رو و شانه و شیروانی ها کلیک میکنیم) و کلیک راست کرده و Mirror را انتخاب مینماییم و سپس نشانگر ماوس را که به شکل مربع کوچکی شده است را بر روی محور مرکزی مقطع عرضی

قرار داده و کلیک مینماییم تا اطلاعات مربوط به سمت راست ، برای سمت چپ نیز رسم اعمال و مقاطع رسم شوند .





نکته : در صورتی که لازم باشد میتوانیم اسمبلی های دیگری نیز به نرم افزار معرفی نماییم . مثلاً در صورتی که میخواهیم در قسمتی از مسیر مقطع متفاوتی داشته باشیم میتوانیم مقاطع عرضی دیگری را ایجاد نماییم .

یادآوری : در قسمت های قبلی نحوه اعمال دور (بر بلندی) را توضیح دادیم .

بعد از رسم نیمرخ های عرضی (که در ادامه خواهیم دید) ، دور اعمال شده را در نیمرخ های عرضی مشاهده خواهیم کرد و شیب قسمت سواره رو به صورت یکطرفه و به سمت داخل مرکز مسیر ما خواهد بود . مثلاً در صورتی که مسیر ما به صورت طاقی باشد ، شیب مقطع عرضی سواره رو ما به صورت صعودی و به سمت چپ خواهد بود (در این پروژه اینگونه میباشد) .

رسم Corridor (کوریدور) :

با رسم کوریدور، محدوده ای بر روی پلان مسیر در نقشه توپوگرافی رسم خواهد شد که برای رسم نیمرخ های عرضی لازم است که کوریدور را رسم نماییم.

برای ایجاد کوریدور، به صورت زیر عمل خواهیم کرد:

۱- از نوار ابزار بر روی Corridor کلیک مینماییم تا پنجره بعدی باز شود.



۲- در پنجره باز شده اطلاعات مربوطه را وارد خواهیم کرد.

در شکل زیر و در ردیف ۱، یک نام را برای کوریدور خود انتخاب خواهیم کرد. در ردیف ۲، الاینمنتی مربوط به پروژه در حال انجام را انتخاب میکنیم و در ردیف ۳، پروفیلی را که میخواهیم برای آن کوریدور ایجاد کنیم را انتخاب میکنیم. در ردیف ۴، اسمبلی مربوطه را انتخاب میکنیم و در ردیف ۵ سطح ایجاد شده را انتخاب مینماییم.

توجه: در صورتی که برای ردیف ۴ چندین اسمبلی تعریف کرده باشیم، بایستی به ازای تعداد اسمبلی ها، کوریدور تعریف نماییم و در هر کوریدور فاصله کیاومتراژی مربوطه را برای هر اسمبلی تعیین نماییم. (نحوه تعیین فاصله ها را در ادامه و در بند ۳ خواهیم دید)

Create Corridor

Name: Corridor pouya 1

Description: MOHANDESIDL.IR

Corridor style: Basic

Corridor layer: C-ROAD-CORR

Alignment: Alignment asli 2

Profile: خط پروژه layout Surfacepouya - Surface (3) 3

Assembly: Assembly pouya 4

Target Surface: Surfacepouya 5

☒ Set baseline and region parameters

OK Cancel Help

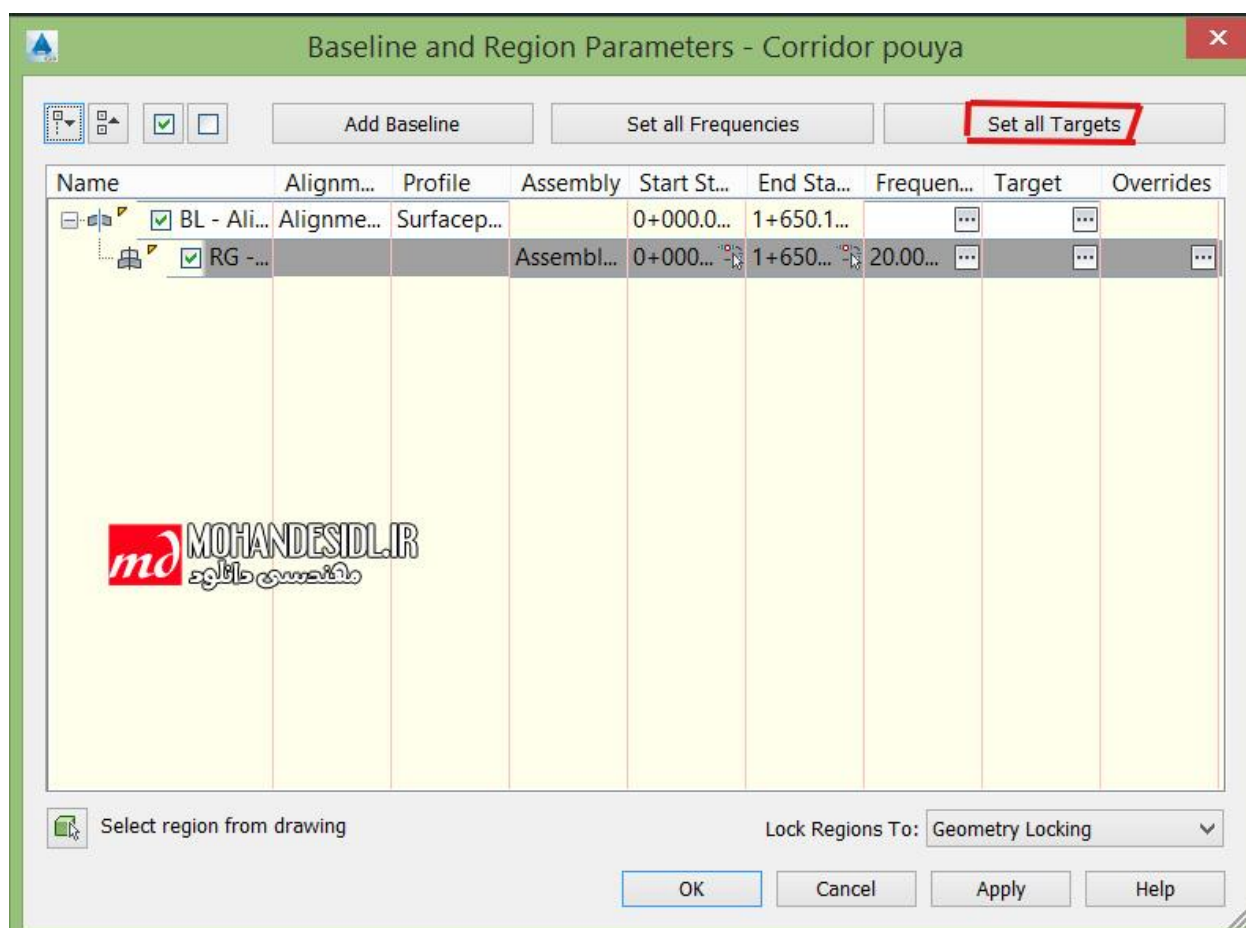
۳- در پنجره باز شده ، به شکل زیر عمل خواهیم کرد

توجه : همان طوری که در بالا اشاره شد ، از قسمت start و End میتوانیم نقطه شروع و انتهای

کوریدور مربوطه را با توجه به اسمبلی های متفاوت تعیین نماییم .

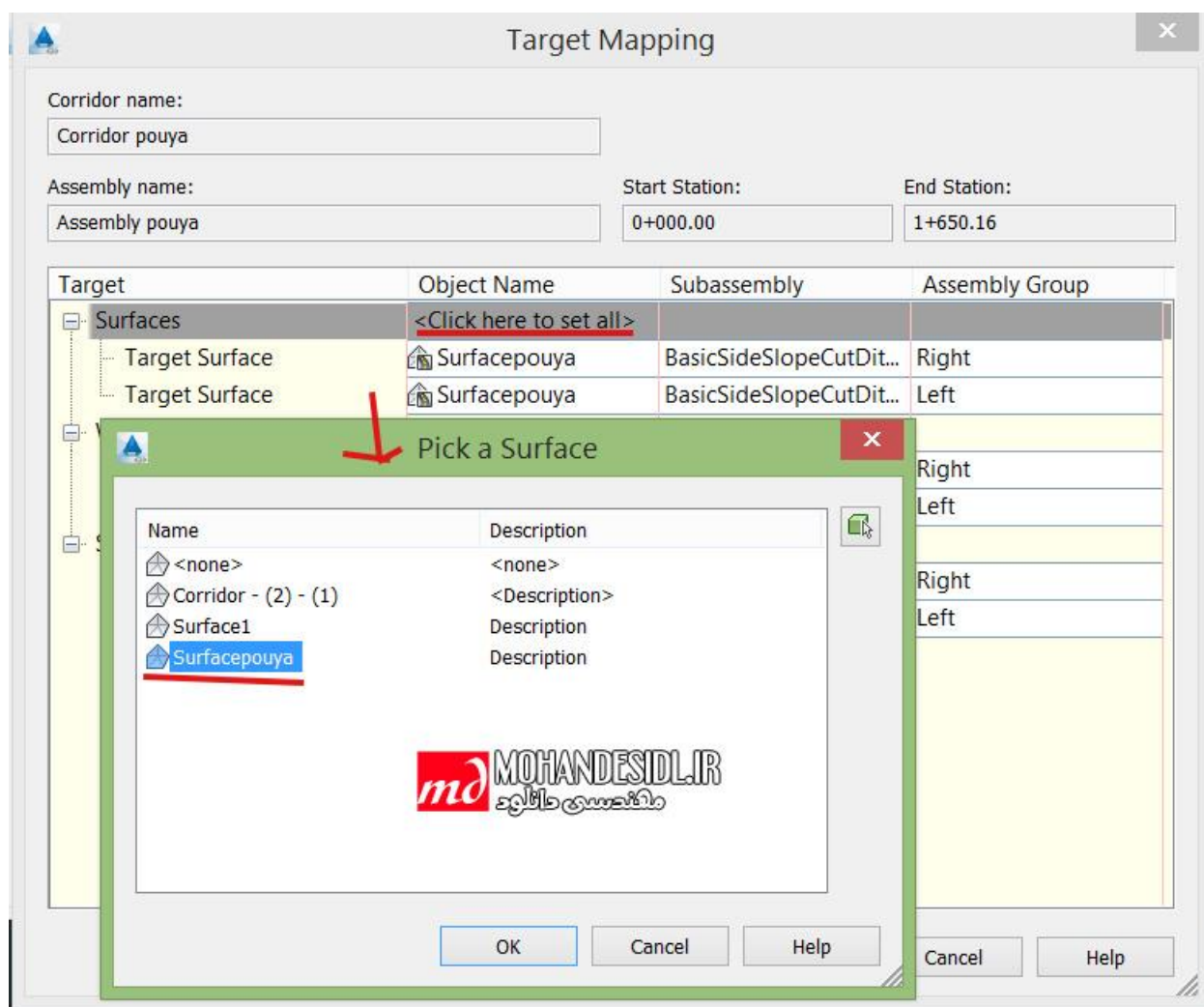
با توجه به اینکه در این نمونه پروژه و در اکثر پروژه های دانشجویی نیازی به ایجاد اسمبلی های

اضافی نبوده ، بنابراین یک کوریدور برای این پروژه ایجاد شده است .

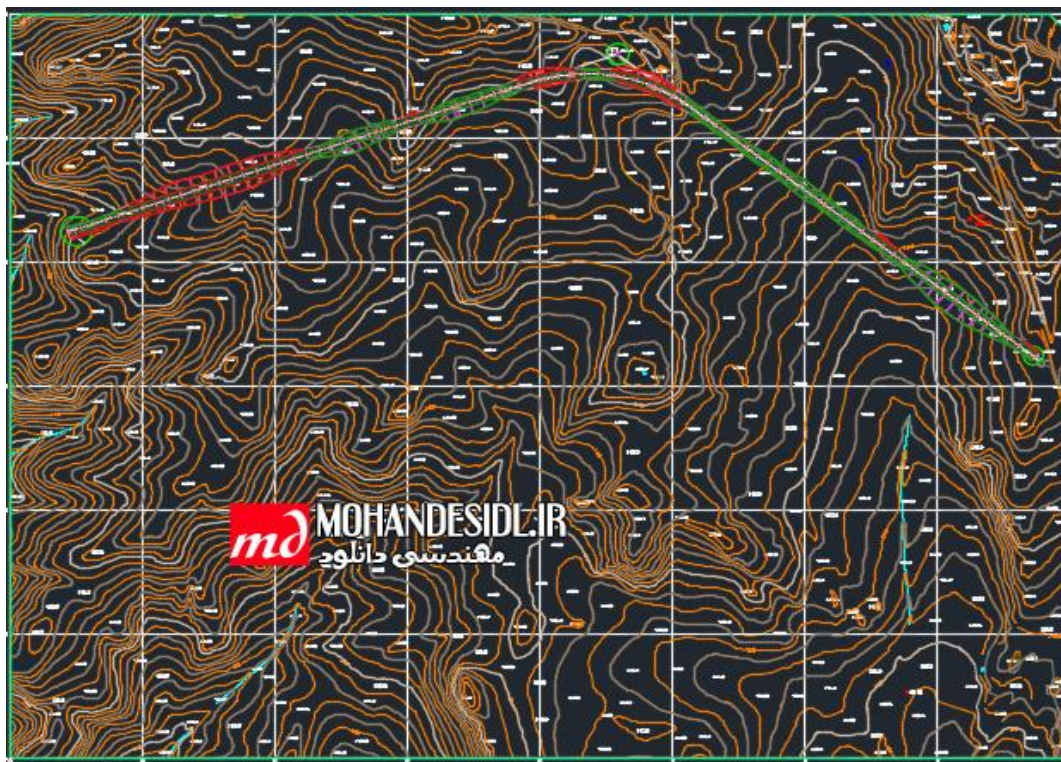


۴- در پنجره جدید از طریق Click here to set all، سطح مورد نظر را انتخاب مینماییم .

در نهایت ok را میزنیم .



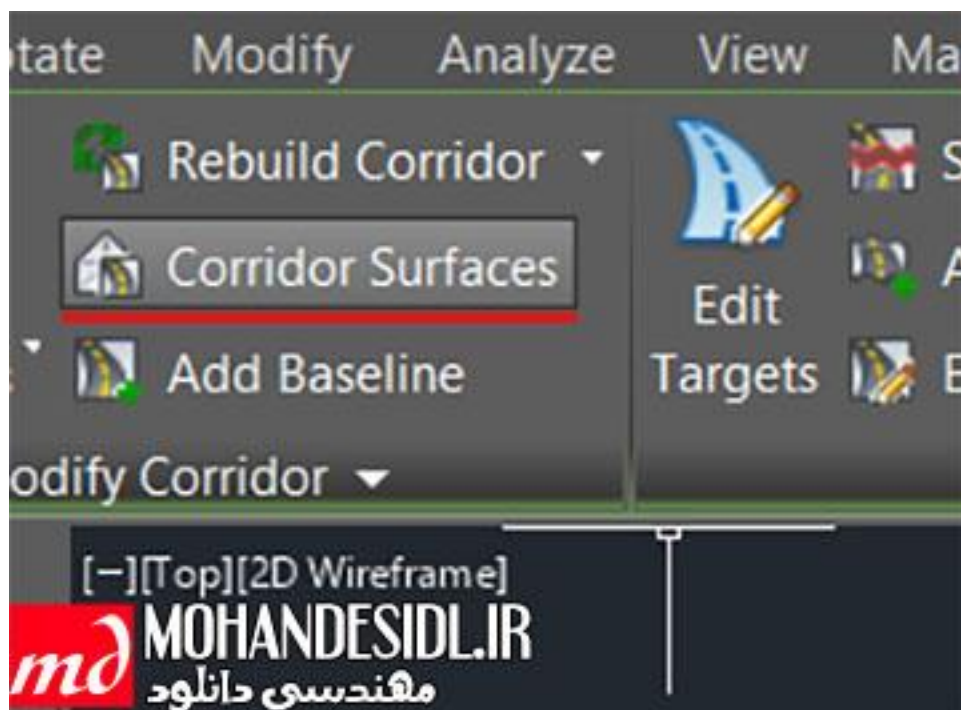
۵- کوریدور ما ساخته شده است .



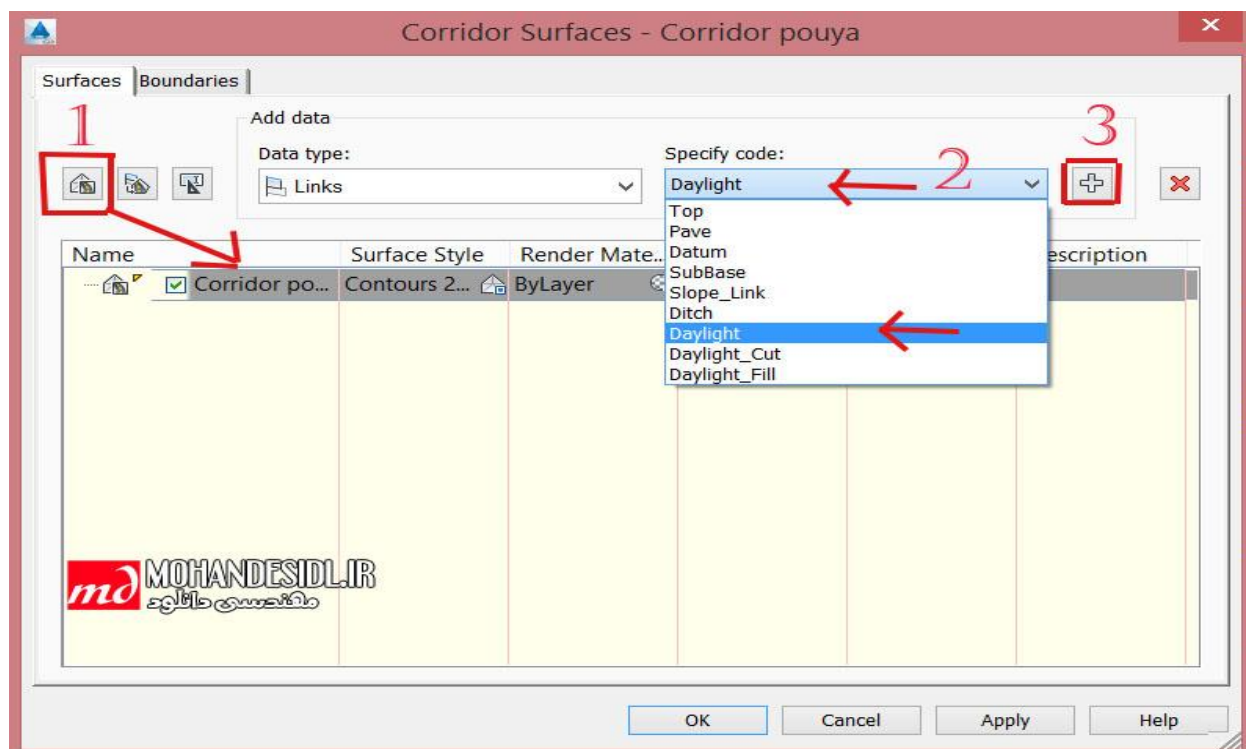
ساخت Surface برای کوریدور :

بر روی کوریدور ساخته شده در نقشه توپوگرافی کلیک نمایید تا منوی مربوط به ساخت Surface برای کوریدور در بالای صفحه ایجاد شود .

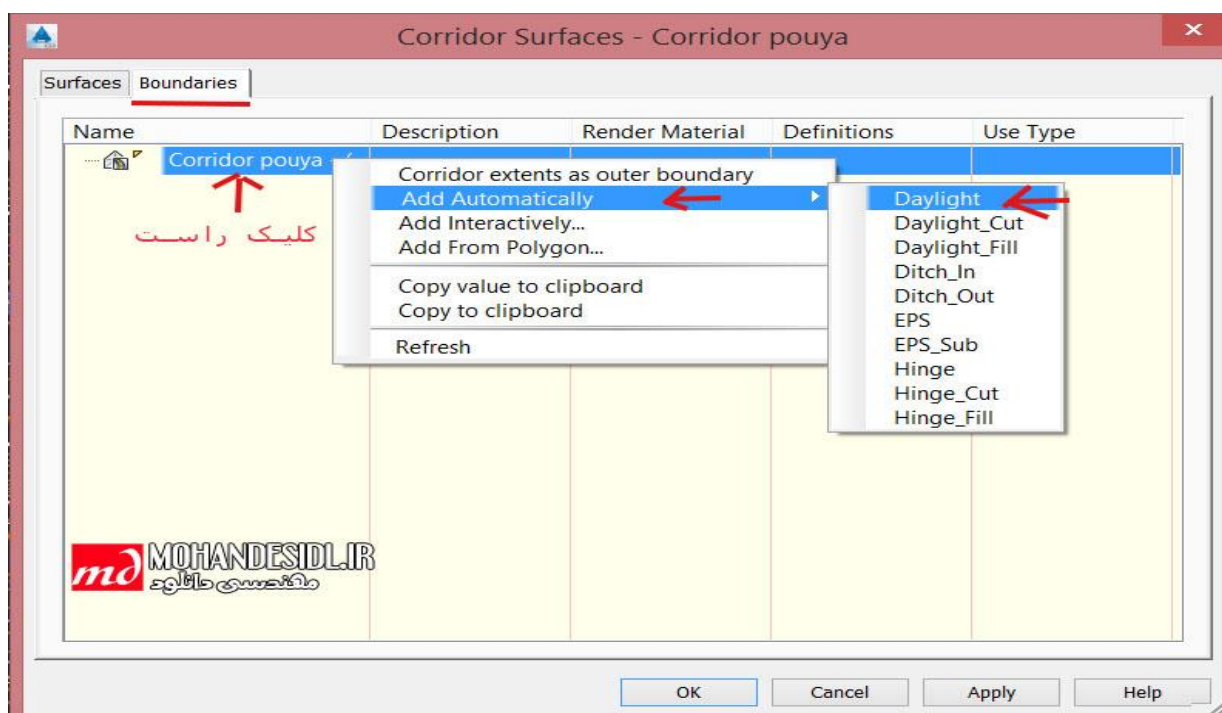
۱- بر روی Corridor Surface کلیک نمایید .



۲- با انجام مرحله ۱ ، پنجره جدیدی باز میشود که مراحل بعدی را ادامه خواهیم داد :



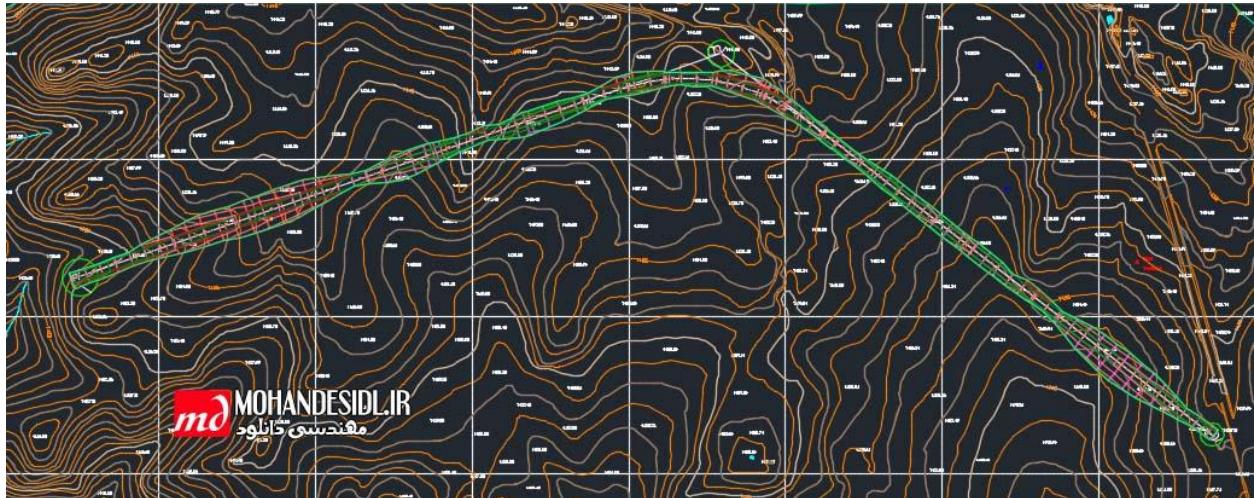
۳- با انجام مراحل فوق، در همان پنجره در بالای پنجره بر روی قسمت Boundaries کلیک نمایید و ادامه کار را به صورت شکل زیر انجام دهید :



۴- ok را بنویسید و در صورتی که پنجره جدیدی باز شد، Rebuild Corridor را بنویسید.

۵- در نهایت اگر به کوریدور ساخته شده خود نگاه کنیم، خواهیم دید که در دورتا دور

Corridor، یک نوار سبز رنگ ایجاد شده است.



Save as میگیریم !!!

نکته :

ساخت یک surface برای چندین کوریدور :

در صورتی که چندین کوریدور تعریف کرده باشیم، بایستی سطحی یکپارچه برای این کوریدورها تعریف نماییم تا نرم افزار در محاسبات بعدی دچار مشکل نشود،

جهت به هم پیوستن کوریدورها، بر روی کوریدور اولی در نقشه توپوگرافی کلیک نمایید تا در

بالای صفحه منوی Add regions ظاهر شود و از طریق این منو عملیات یکپارچه سازی

کوریدورها انجام می پذیرد و بعدا surface را برای یک کوریدور یکپارچه ایجاد خواهیم کرد.

طراحی نیمرخ های عرضی در Civil3D :

برای ساخت نیمرخ های عرضی ،بایستی تمامی مراحل قبلی را طی کرده باشید .

در طراحی نیمرخ های عرضی نیاز به معرفی خطوطی داریم تا با فاصله های مشخصی از هم بر روی پلان مسیر رسم شوند .

این خطوط به این دلیل تعریف میشوند که نرم افزار Civil3D در قسمت خطوط (خطوط عمود بر مسیر راه) مقاطع عرضی را طراحی نماید . در نرم افزار این خطوط Sample lines نام دارند .

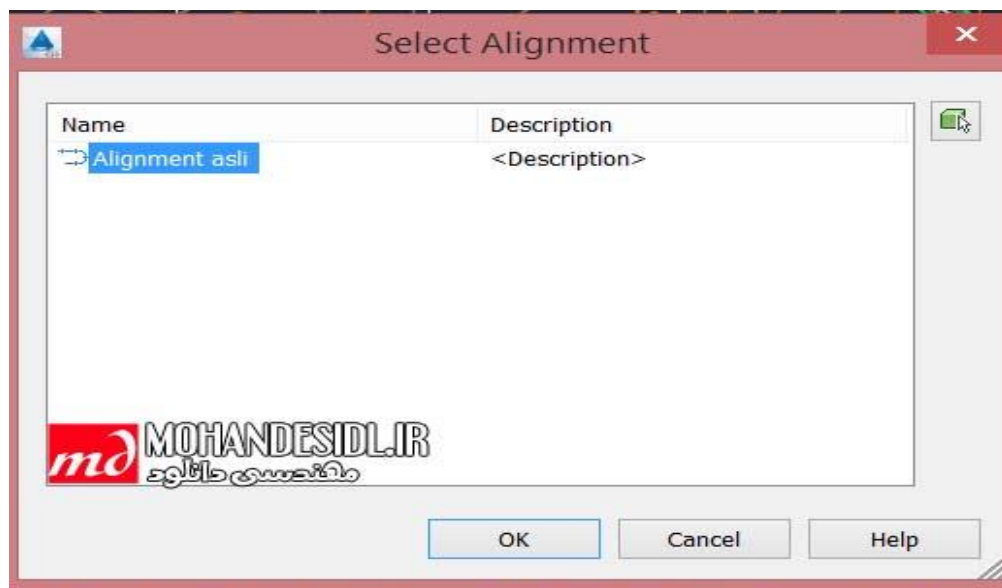
ایجاد Sample lines ها در نرم افزار :

۱-بر روی Sample lines در منوهای بالا کلیک نمایید .

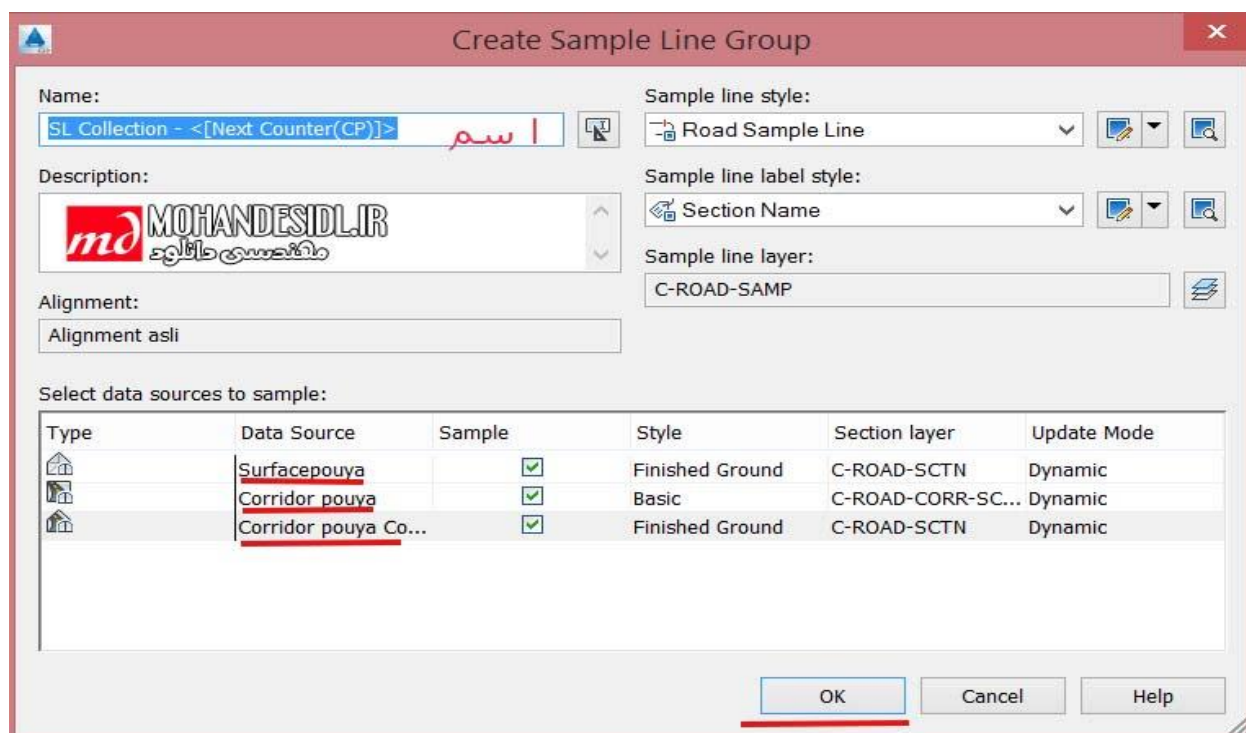


۲- با کلیک بر منوی بالا ، نشانگر ماوس به شکل مربع کوچکی خواهد شد که با Enter کردن ،

پنجره زیر باز خواهد شد :

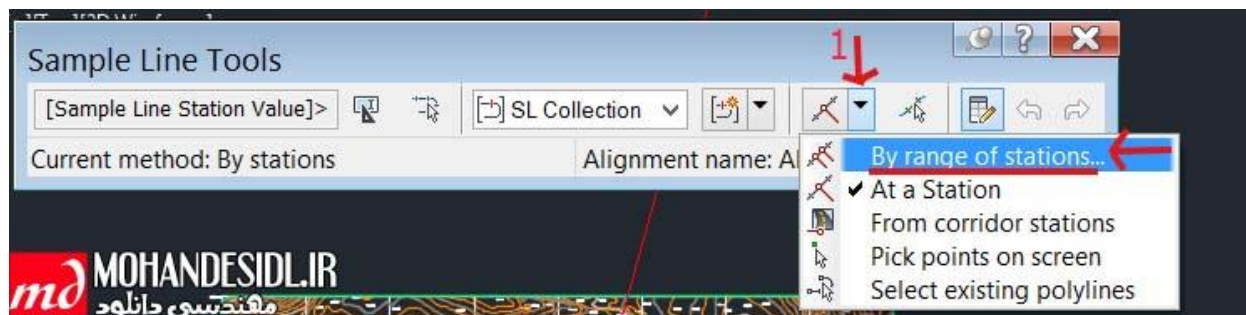


۳- پنجره زیر باز میشود :



۴- ok را میزنیم تا پنجره زیر باز شود :

در پنجره باز شده ، تنظیمات مربوط به Sample lines ها را انجام میدهیم .

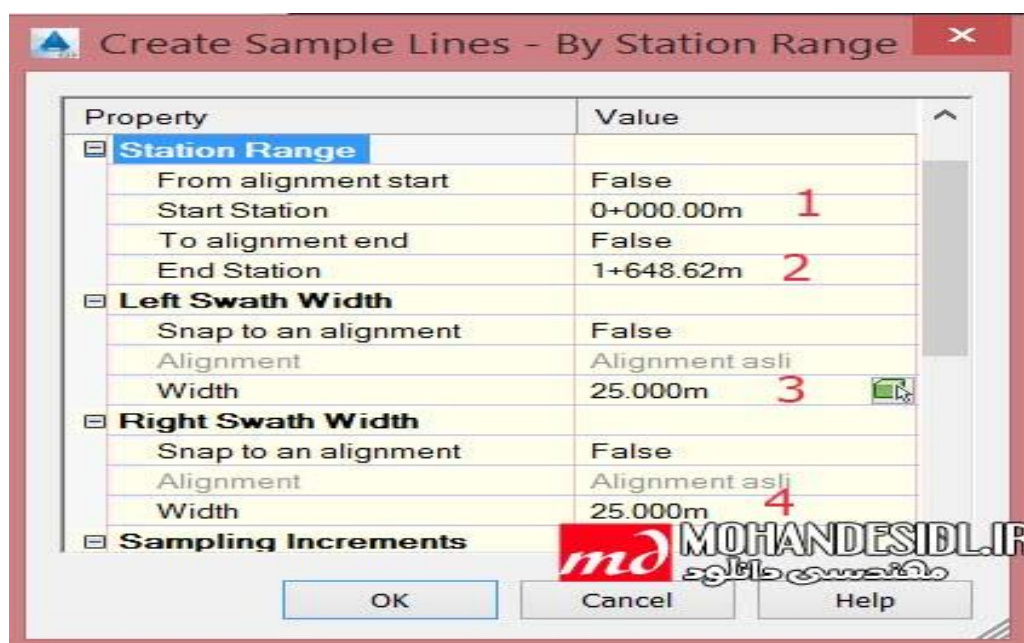


۵- با انتخاب By range of stations ، پنجره جدیدی باز خواهد شد که در آن به ویرایش

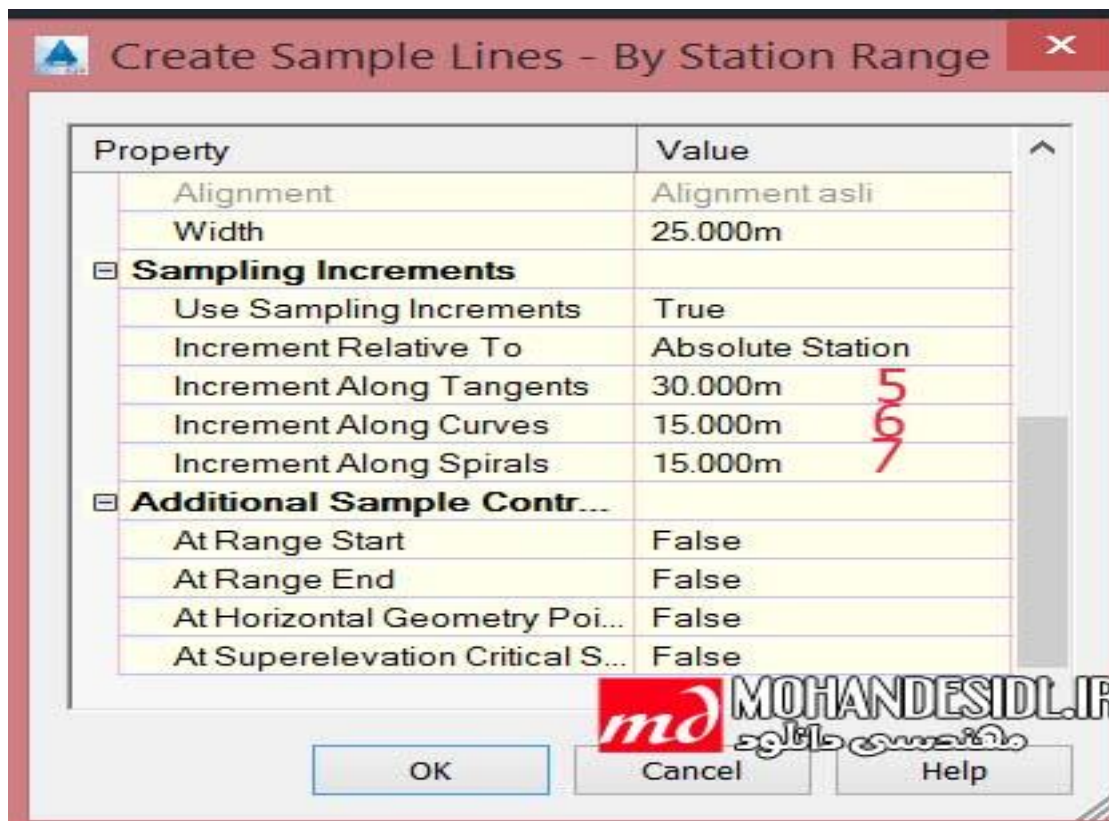
اطلاعات خواهیم پرداخت :

توجه : با توجه با طولانی بودن نوار سمت راست و عدم نمایش اطلاعات زیرین ، دو تصویر زیر تهیه

شده است که در ادامه توضیحات شماره ها آورده شده است .



ادامه پنجره :



۱- کیلومتر از ابتدای راه

۲- کیلومتر از ایستگاه آخر

۳- عرض طرف راست از محور مرکزی (در مباحث گذشته ، ذکر کردیم که در نیمرخ های عرضی فاصله طرفین از محور راه که میخواهیم نقاط را برداشت کنیم ؛ ۲۰ ، ۲۵ متر در نظر میگیریم)

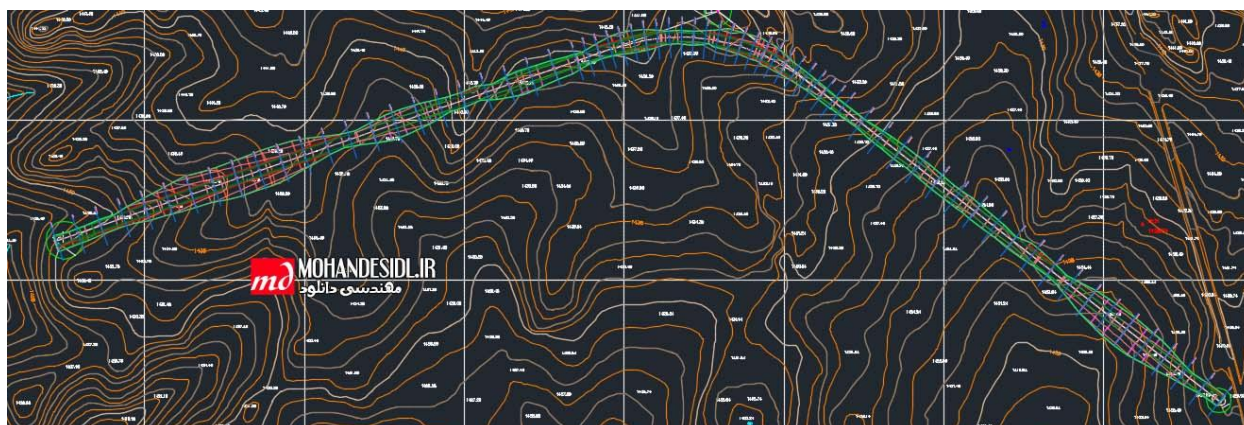
۴- عرض طرف چپ

۵- فاصله ایستگاه ها در خطوط مستقیم

۶- فاصله ایستگاه ها در قوس ها

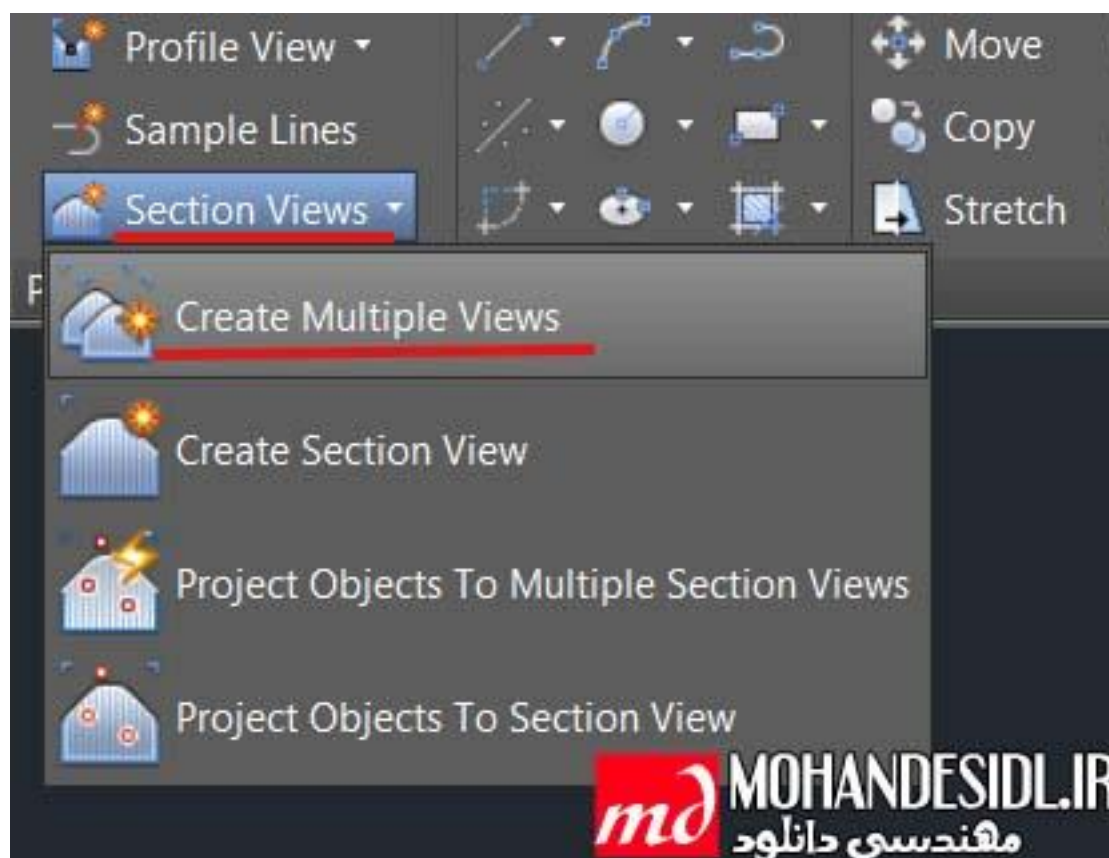
۷- فاصله ایستگاه ها در کلوئید ها

شکل نهایی : خطوط آبی رنگ ایجاد شدند .

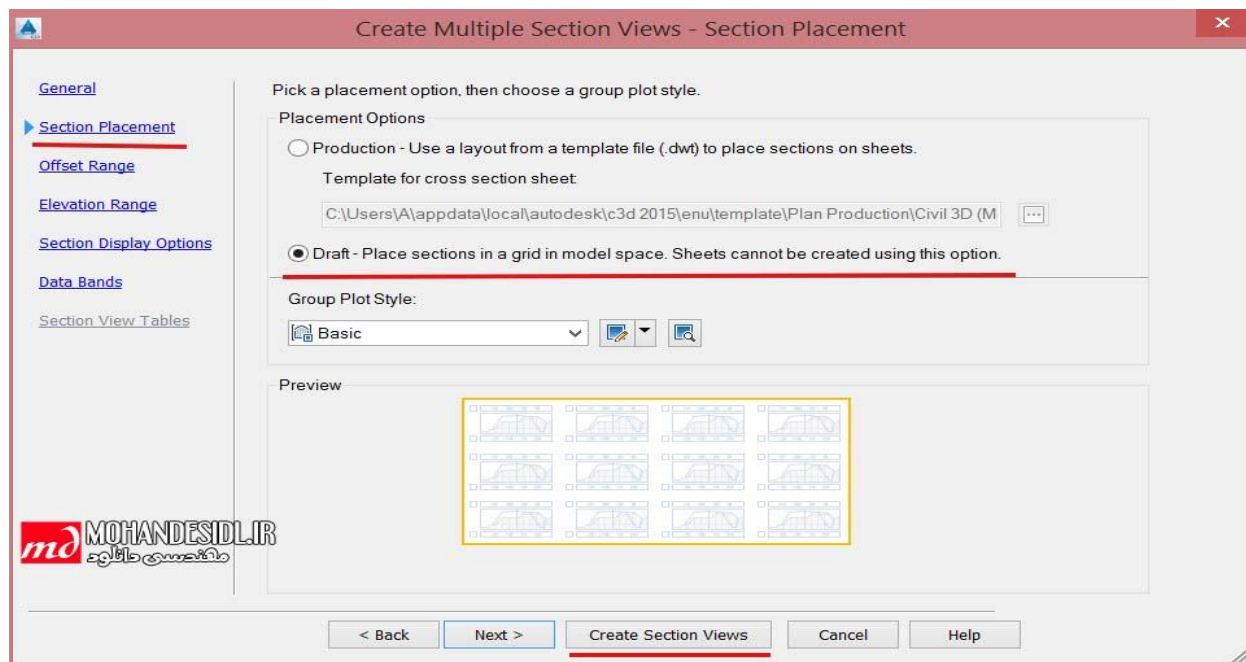


جهت نمایش دادن نیمرخ های عرضی به صورت شکل زیر عمل خواهیم کرد :

۱-

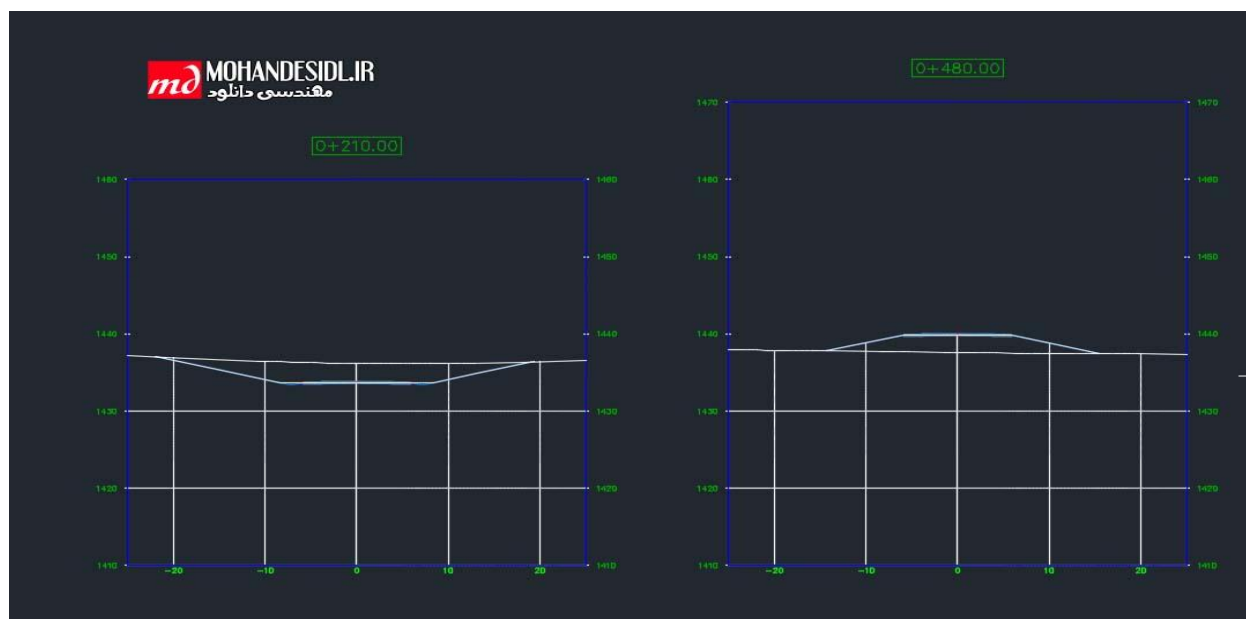


-۲



۳- نشانگر ماوس به شکل مربع کوچکی خواهد شد ، در یک جای خالی کلیک کنید تا مقاطع رسم شوند .

نمونه مقاطع خاکبرداری و خاکریزی



جزئیات :



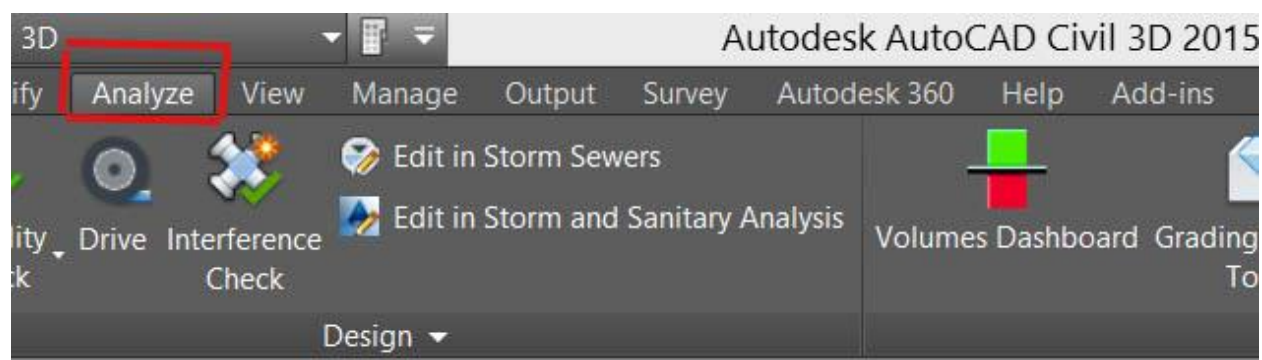
Save as میگیریم !!!

به دست آوردن حجم عملیات خاکی :

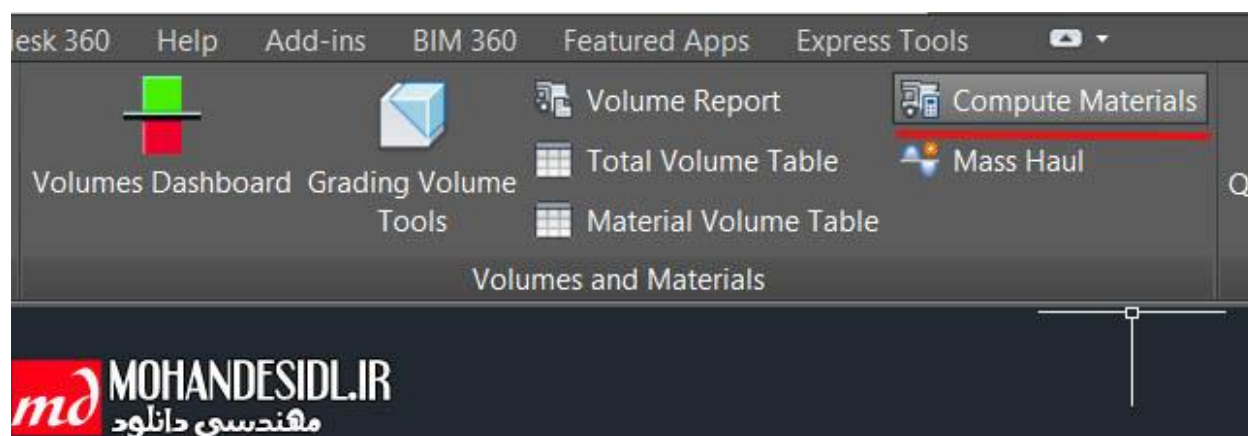
برای محاسبه مقادیر خاکبرداری (Cut) و خاکریزی (Fill) ، به شکل زیر عمل

خواهیم کرد :

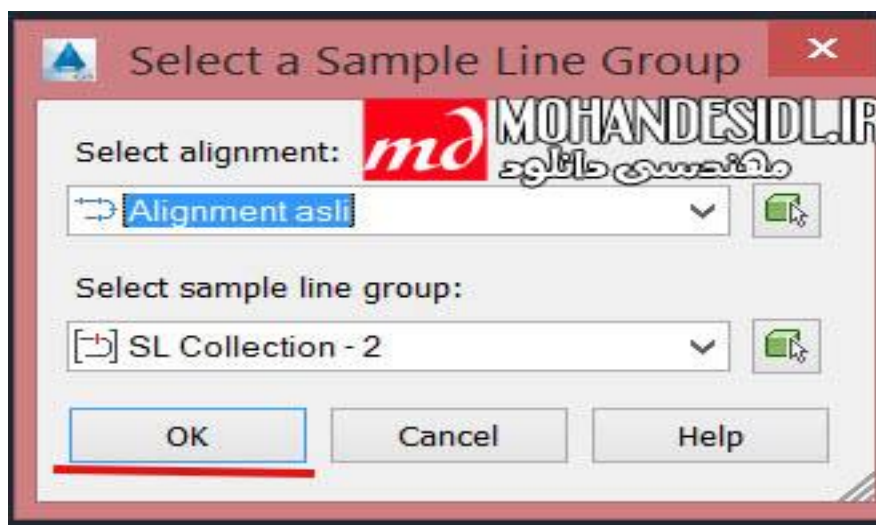
۱- Analyze را از منوی های بالا انتخاب میکنیم .



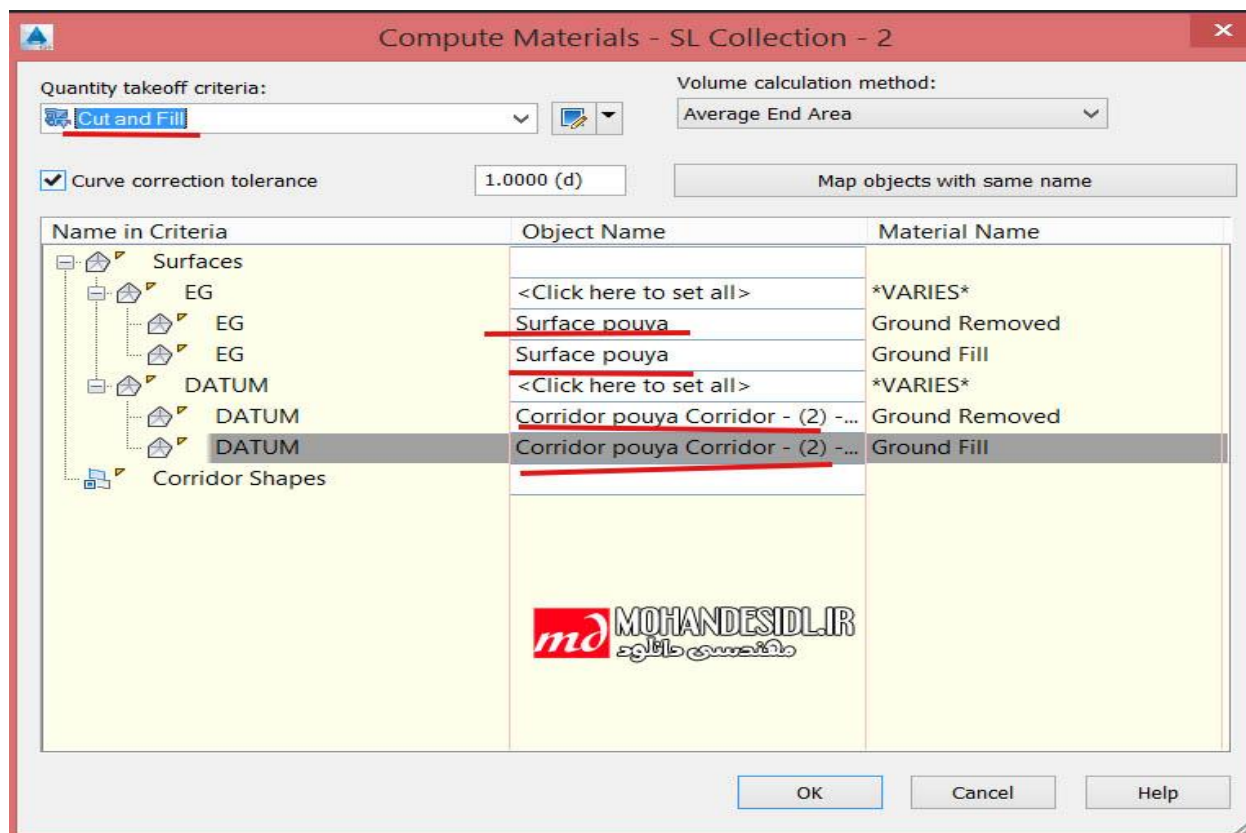
۲- سپس از منوهای باز شده بالا Compute Materials را انتخاب میکنیم .



۳- در پنجره باز شده ok را میزنیم .



۴- از پنجره باز شده ، Cut and Fill را انتخاب میکنیم و در ادامه سطح و کوری دور ها را به صورت شکل زیر انتخاب میکنیم ،

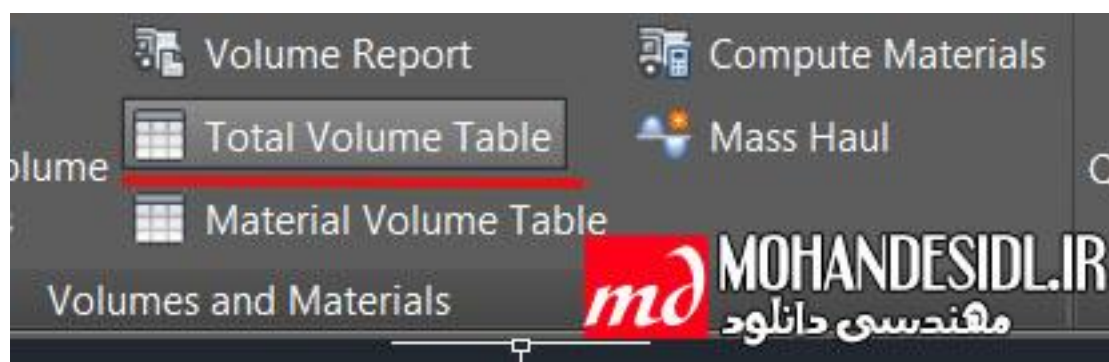


۵- با زدن OK ، مقاطع خاکبرداری و خاکریزی با رنگ های قرمز و سبز نشان

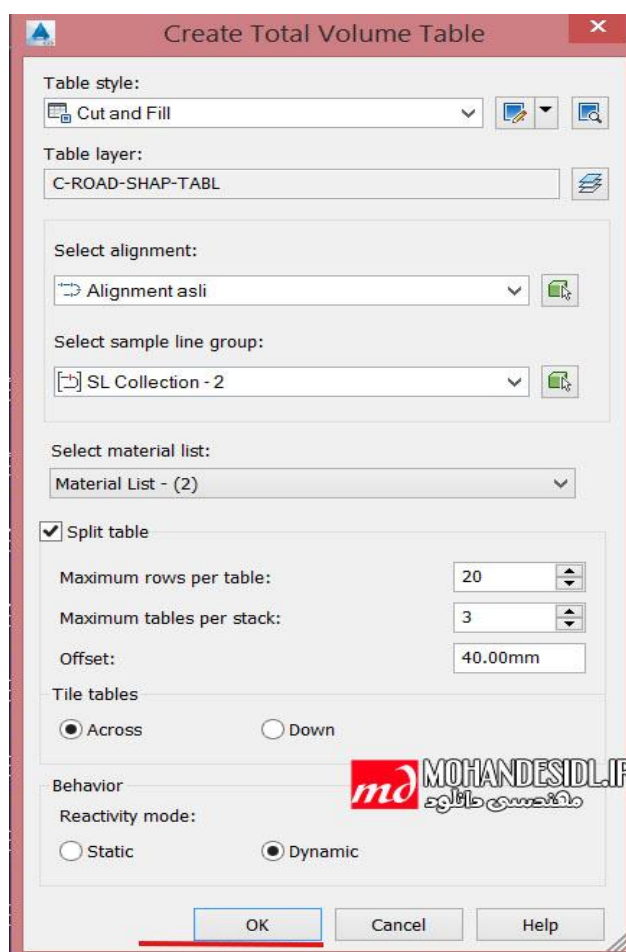
داده میشوند .



۶- از قسمت Analyze ، به شکل زیر عمل میکنیم .



۷- پنجره زیر باز میشود ، که مربوط به ویرایش عملیات خاکی میباشد که بدون تغییر ok را میزنیم .



۸- در یک جای خالی کلیک میکنیم تا جدول عملیات خاکی ایجاد شود :

قسمتی از جدول :

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+000.00	0.98	8.18	0.00	0.00	0.00	0.00
0+030.00	0.07	7.07	17.03	228.61	17.03	228.61
0+060.00	2.33	2.16	39.67	159.28	56.70	387.89
0+090.00	0.00	5.32	38.47	128.99	95.17	516.87
0+120.00	0.00	25.45	0.00	530.81	95.17	1047.69
0+150.00	0.00	48.59	0.07	1277.25	95.24	2324.94
0+180.00	0.00	70.81	0.07	2059.72	95.31	4384.65
0+210.00	0.01	73.96	0.09	2497.44	95.40	6882.09
0+240.00	0.00	98.60	0.09	2976.70	95.49	9858.79
0+270.00	0.00	110.51	0.00	3607.03	95.49	13465.83
0+300.00	0.00	102.62	0.00	3676.49	95.49	17142.32
0+330.00	0.00	61.77	0.00	2835.72	95.50	19978.04
0+360.00	0.00	17.43	0.00	1366.12	95.50	21344.16
0+390.00	5.12	0.12	84.41	302.80	179.92	21646.95
0+420.00	29.19	0.00	565.98	2.14	745.89	21649.09
0+450.00	80.06	0.00	1472.50	0.00	2218.39	21649.09
0+480.00	47.38	0.00	1772.74	0.00	3991.13	21649.09
0+510.00	21.72	0.00	1140.24	0.00	5131.37	21649.09
0+540.00	0.00	4.37	358.44	75.34	5489.80	21724.43
0+570.00	5.59	1.66	92.30	103.99	5582.10	21828.42

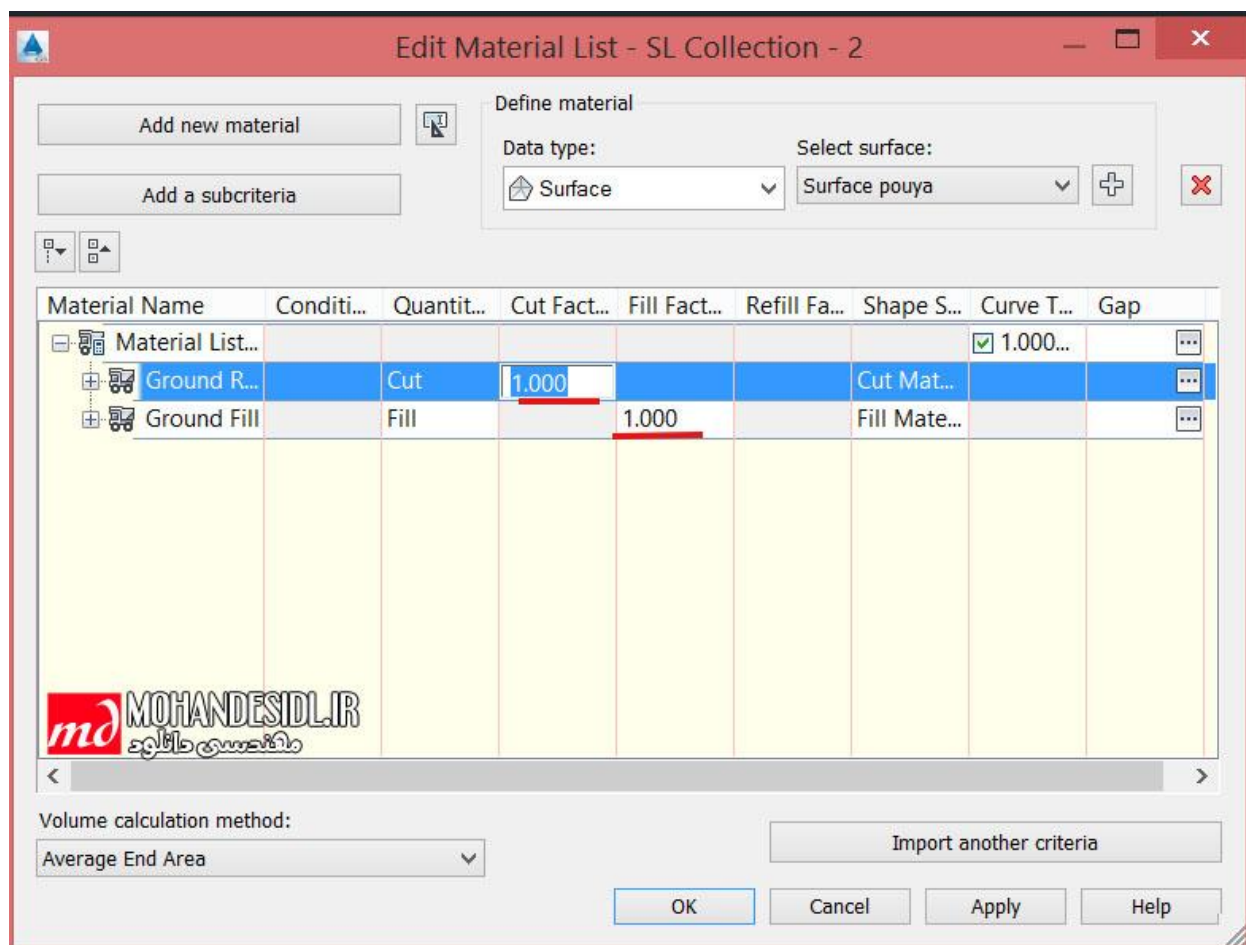


توجه : برای اعمال اثرات تورم و انقباض در خاکبرداری و خاکریزی ، در جداول عملیات خاکی ، به

صورت زیر عمل خواهیم کرد :

از Analyze ، دوباره به منوی Compute materials رفته و از پنجره باز شده ok را میرنیم تا

پنجره زیر باز شود :



بر روی علامت مثبت کوچک کنار Material list کلیک کنید تا لیست زیرین باز شود .

در قسمت های مشخص شده میتوانیم به جای ضریب ۱، ضرایب تورم و انقباض خاک را اعمال نماییم . نهایتا مشاهده خواهیم کرد که تغییرات اعمال شده ، بر محاسبات داخل جداول نیز خود به خود اعمال میشود .

Save as میگیریم !!!

منحنی بروکنر :

از نظر اقتصادی خط پروژه می بایست طوری طراحی شود که تمامی مواد حاصل از خاکبرداری حتی امکان در محل خاکریزی مصرف شود در غیر این صورت اگر نتوان تمام خاک مورد نیاز را از خاکبرداری های در طول پروژه تهیه نمود باید متوسل به تأمین خاک مورد نیاز از محل های مناسب و اصطلاحاً قرضه شد و یا برعکس باید خاک اضافی را به محل های تعیین شده حمل و اصطلاحاً دپو نمود.

برای دستیابی به اقتصادی ترین نحوه جابجایی خاک و تعیین حداقل فاصله حمل متوسط خاک در یک پروژه راهسازی از روش منحنی بروکنر استفاده می شود.

هدف اصلی ترسیم و مطالعه منحنی بروکنر عبارت است از یافتن خط پخش یا خط توزیعی که با صرفه ترین حمل خاک را ایجاد می کند. برای رسم منحنی بروکنر بر روی محور X ها، کیلومتر ایستگاه نیمرخ های عرضی با مقیاس پروفیل طولی ۱:۲۰۰۰ و بر روی محور Y ها، جمع جبری خاکریزی و خاکبرداری از مبدا تا ایستگاه مورد نظر با مقیاس مناسب رسم می گردد،

در این پروژه ، خاکبرداری (دارای تورم که در این پروژه ۱۵ درصد در نظر گرفته شده است) با علامت مثبت و خاکریزی به اضافه انقباض (اگر خاک حاصل از خاکبرداری را به صورت لایه لایه و در رطوبت بهینه بکوبیم و حجم نهایی کمتر از حجم اولیه شود این کمبود حجم انقباض نامیده می شود

معمولاً مقدار انقباض برای خاک های معمولی بین ۱۰ تا ۱۵ درصد در نظر گرفته می شود که در این پروژه ۱۰٪ در نظر گرفته شده است.) با علامت منفی منظور می گردد.

جدوال مربوط به اطلاعات منحنی بروکنر (حجم عملیات خاکی) در زیر آمده است :

جداول زیر همان داده های خود نرم افزار میباشند که قبلا اشاره شده است .

داده های جدول زیر (حجم عملیات خاکی) بدون اعمال تورم و انقباض میباشد .

ایستگاه	کیلومتر از	مساحت خاکریزی	حجم خاکریزی	مساحت خاکبرداری	حجم خاکبرداری	خاکریزی تجمعی	خاکبرداری تجمعی
A	۰+۰۰۰	۰,۹۶	۰	۶,۲	۰	۰	۰
۱	۰+۰۳۰	۰	۱۵,۴۸	۷,۰	۱۹۸,۷۹	۱۵,۴۸	۱۹۸,۷۹
۲	۰+۰۶۰	۲,۳۳	۳۶,۰۶	2.1	۱۳۸,۵۱	۵۱,۵۴	۳۳۷,۲۹
۳	۰+۰۹۰	۰	۳۴,۹۸	5.3	۱۱۲,۱۶	۸۶,۵۲	۴۴۹,۴۶
۴	۰+۱۲۰	۰	۰	25.4	۴۶۱,۵۸	۸۶,۵۲	۹۱۱,۰۳
۵	۰+۱۵۰	۰	۰	48.6	۱۱۱۰,۶۵	۸۶,۵۲	۲۰۲۱,۶۹
۶	۰+۱۸۰	۰	۰	70.8	۱۷۹۱,۰۶	۸۶,۵۲	۳۸۱۲,۷۴
۷	۰+۲۱۰	۰	۰	73.9	۲۱۷۱,۶۸	۸۶,۵۲	۵۹۸۴,۴۳
۸	۰+۲۴۰	۰	۰	98.6	۲۵۸۸,۴۴	۸۶,۵۲	۸۵۷۲,۸۶
۹	۰+۲۷۰	۰	۰	110.5	۳۱۳۶,۵۵	۸۶,۵۲	۱۱۷۰۹,۴۱
۱۰	۰+۳۰۰	۰	۰	102.6	۳۱۹۶,۹۵	۸۶,۵۲	۱۴۹۰۶,۳۶
۱۱	۰+۳۳۰	۰	۰	61.7	۲۴۶۵,۸۵	۸۶,۵۲	۱۷۳۷۲,۲۱
۱۲	۰+۳۶۰	۰	۰	17.4	۱۱۸۷,۹۳	۸۶,۵۲	۱۸۵۶۰,۱۴
۱۳	۰+۳۹۰	۵,۱۲	۷۸,۷۴	0	۲۶۳,۳۰	۱۶۳,۵۶	۱۸۸۲۳,۴۴
۱۴	۰+۴۲۰	۲۹,۱۹	۵۱۴,۴۲	0	۰	۶۷۸,۰۹	۱۸۸۲۵,۳۰
۱۵	۰+۴۵۰	۶۰,۰۶	۱۳۳۸,۶۳	0	۰	۲۰۱۶,۷۲	۱۸۸۲۵,۳۰
۱۶	۰+۴۸۰	۴۷,۳۸	۱۶۱۱,۵۸	0	۰	۳۶۲۸,۳۰	۱۸۸۲۵,۳۰
۱۷	۰+۵۱۰	۲۱,۷۲	۱۰۳۶,۵۸	0	۰	۴۶۶۴,۸۸	۱۸۸۲۵,۳۰
۱۸	۰+۵۴۰	۰	۳۲۵,۸۵	4.3	۶۵,۵۲	۴۹۹۰,۷۳	۱۸۸۹۰,۸۱
۱۹	۰+۵۷۰	۵,۵۹	۸۳,۹۱	1.6	۹۰,۴۲	۵۰۷۴,۶۴	۱۸۹۸۱,۲۴
۲۰	۰+۶۰۰	۳۶	۶۲۳,۷۵	0	۲۴,۹۱	۵۶۹۸,۳۹	۱۹۰۰۶,۱۵
۲۱	۰+۶۳۰	۴۱,۳۰	۱۱۵۹,۱۹	0	۰	۶۸۵۷,۵۸	۱۹۰۰۶,۱۵
۲۲	۰+۶۶۰	۲۹,۲۰	۱۰۵۷,۶۷	0	۰	۷۹۱۵,۲۵	۱۹۰۰۶,۱۵
۲۳	۰+۶۹۰	۱۵,۲۰	۶۶۶,۶۳	0	۰	۸۵۸۱,۸۸	۱۹۰۰۶,۱۵
۲۴	۰+۷۰۵	۷,۴۰	۱۶۹,۶۳	0	۰	۸۷۵۱,۵۲	۱۹۰۰۶,۱۵
۲۵	۰+۷۲۰	۰,۷	۶۰,۶۶	4.2	۳۲,۵۲	۸۸۱۲,۵۲	۱۹۰۳۹,۶۴
۲۶	۰+۷۳۵	۰	۵,۱۸	15.3	۱۴۷,۴۵	۸۸۱۷,۳۸	۱۹۱۸۷,۰۹
۲۷	۰+۷۵۰	۰	۰	26.9	۳۱۹,۲۱	۸۸۱۷,۳۸	۱۹۵۰۶,۳۰
۲۸	۰+۷۶۵	۰	۰	30.9	۴۳۶,۵۰	۸۸۱۷,۳۸	۱۹۹۴۲,۸۰
۲۹	۰+۷۸۰	۰	۰	24.1	۴۱۴,۸۵	۸۸۱۷,۳۸	۲۰۳۵۷,۶۵
۳۰	۰+۷۹۵	۰	۰	10.2	۲۵۸,۷۱	۸۸۱۷,۳۸	۲۰۶۱۶,۳۶
۳۱	۰+۸۱۰	۱,۳۶	۱۰,۰۸	0	۷۷,۲۸	۸۸۲۷,۴۷	۲۰۶۹۳,۶۴
۳۲	۰+۸۲۵	۱۱,۳۵	۹۵,۱۵	0	۰	۸۹۲۲,۶۲	۲۰۶۹۴,۱۰
۳۳	۰+۸۴۰	۱۰,۱۱	۱۶۰,۶۶	0	۰	۹۰۸۳,۲۸	۲۰۶۹۴,۱۰
۳۴	۰+۸۵۵	۱,۵۸	۸۷,۲۱	1.1	۸,۴۱	۹۱۷۰,۴۹	۲۰۷۰۲,۵۱
۳۵	۰+۸۷۰	۰,۰۲	۱۱,۷۷	12.1	۱۰۰,۴۷	۹۱۸۲,۲۶	۲۰۸۰۲,۹۸
۳۶	۰+۸۸۵	۰	۰,۱۴	21.5	۲۵۵,۹۵	۹۱۸۲,۴۰	۲۱۰۵۸,۹۳

۲۱۳۸۵,۹۰	۹۱۸۲,۴۰	۳۳۶,۹۷	21.4	.	.	..+۹۰۰	۳۷
۲۱۷۷۳,۳۶	۹۱۸۲,۴۰	۳۸۷,۴۶	29.3	.	.	..+۹۱۵	۳۸
۲۲۲۵۸,۴۱	۹۱۸۲,۴۰	۴۸۵,۰۶	34.2	.	.	..+۹۳۰	۳۹
۲۲۷۹۶,۶۵	۹۱۸۲,۴۰	۵۳۸,۲۴	36.5	.	.	..+۹۴۵	۴۰
۲۳۲۶۶,۷۷	۹۱۸۲,۴۰	۴۷۰,۱۱	25.6	.	.	..+۹۶۰	۴۱
۲۳۵۱۹,۶۳	۹۱۹۷,۷۸	۲۵۲,۸۶	8.1	۱۵,۳۳	۲,۰۵	..+۹۷۵	۴۲
۲۳۵۸۰,۱۰	۹۳۱۸,۴۰	۶۰,۳۸	0	۱۲۰,۶۲	۱۴	..+۹۹۰	۴۳
۲۳۵۸۰,۱۰	۹۴۹۸,۴۸	.	0	۱۸۰,۰۸	۱۰	۱+۰۰۵	۴۴
۲۳۵۸۰,۱۰	۹۶۳۳,۶۴	.	0	۱۳۵,۱۶	۸	۱+۰۲۰	۴۵
۲۳۵۸۰,۱۰	۹۷۵۰,۵۶	.	0	۱۱۶,۹۲	۷,۵	۱+۰۳۵	۴۶
۲۳۵۸۰,۱۰	۹۸۵۸,۷۴	.	0	۱۰۸,۱۸	۶,۸	۱+۰۵۰	۴۷
۲۳۵۸۰,۱۰	۱۰۰۲۸,۱۹	.	0	۱۶۹,۴۵	۴,۴	۱+۰۸۰	۴۸
۲۳۵۸۰,۱۰	۱۰۳۴۲,۰۸	.	0	۳۱۳,۸۹	۱۶,۵۱	۱+۱۱۰	۴۹
۲۳۵۸۰,۱۰	۱۰۸۳۰,۷۴	.	0	۴۸۸,۶۶	۱۶,۰۷	۱+۱۴۰	۵۰
۲۳۵۸۰,۱۰	۱۱۳۴۴,۰۰	.	0	۵۱۳,۲۶	۱۸,۱۵	۱+۱۷۰	۵۱
۲۳۵۸۰,۱۰	۱۱۹۴۴,۴۴	.	0	۶۰۰,۴۴	۲۱,۸۸	۱+۲۰۰	۵۲
۲۳۵۸۰,۱۰	۱۲۵۸۲,۶۴	.	0	۶۳۸,۲۰	۲۰,۶۷	۱+۲۳۰	۵۳
۲۳۵۸۰,۱۰	۱۳۲۰۲,۳۶	.	0	۶۱۹,۷۲	۲۰,۶۵	۱+۲۶۰	۵۴
۲۳۵۸۰,۱۰	۱۳۷۹۸,۲۳	.	0	۵۹۵,۸۷	۱۹	۱+۲۹۰	۵۵
۲۳۵۸۰,۱۰	۱۴۲۶۲,۷۶	.	0	۴۶۴,۵۲	۱۲	۱+۳۲۰	۵۶
۲۳۶۲۴,۴۶	۱۴۴۹۹,۲۰	۴۳,۹۷	2.9	۲۳۶,۴۴	۴	۱+۳۵۰	۵۷
۲۳۶۸۴,۴۴	۱۴۵۸۱,۰۷	۵۹,۹۸	1	۸۱,۸۷	۱,۶	۱+۳۸۰	۵۸
۲۳۷۰۰,۵۳	۱۴۸۹۱,۳۱	۱۶,۰۹	0	۳۱۰,۲۴	۱۹,۱۰	۱+۴۱۰	۵۹
۲۳۷۰۰,۵۳	۱۶۱۰۶,۰۴	.	0	۱۲۱۴,۷۳	۶۱,۸۸	۱+۴۴۰	۶۰
۲۳۷۰۰,۵۳	۱۸۴۹۰,۱۷	.	0	۲۳۸۴,۱۳	۹۷	۱+۴۷۰	۶۱
۲۳۷۰۰,۵۳	۲۱۵۶۱,۵۵	.	0	۳۰۷۱,۳۸	۱۰۷,۷۰	۱+۵۰۰	۶۲
۲۳۷۰۰,۵۳	۲۴۵۸۰,۶۲	.	0	۳۰۱۹,۰۷	۹۳,۵۰	۱+۵۳۰	۶۳
۲۳۷۰۰,۵۳	۲۶۷۸۷,۶۰	.	0	۲۲۰۶,۹۸	۵۳,۵۰	۱+۵۶۰	۶۴
۲۳۷۰۰,۵۳	۲۷۸۷۴,۱۹	.	0	۱۰۸۶,۵۹	۱۸,۹۰	۱+۵۹۰	۶۵
۲۳۷۱۵,۲۸	۲۸۱۸۴,۴۹	۱۴,۶۳	۰,۹۷	۳۱۰,۳۰	۱,۸	۱+۶۲۰	۶۶
۲۳۷۷۶,۲۱	۲۸۲۱۱,۲۷	۶۰,۹۳	3.3	۲۸,۷۹	۰,۰۷	۱+۶۴۸	۶۷

در جدول زیر اثر **تورم و انقباض** در نظر گرفته شده است .

ایستگاه	کیلومتر اژ	مساحت خاکریزی	حجم خاکریزی با تورم	مساحت خاکبرداری	حجم خاکبرداری با انقباض	خاکریزی تجمعی با ضریب	خاکبرداری تجمعی با ضریب
A	۰+۰۰۰	۰,۹۶	۰	۶,۲	۰	۰	۰
۱	۰+۰۳۰	۰	۱۷,۰۳	۷,۰	228.6	17.03	228.61
۲	۰+۰۶۰	۲,۳۳	۳۹,۶۷	2.1	159.2	56.7	387.69
۳	۰+۰۹۰	۰	۳۸,۴۷	5.3	129	95.17	516.87
۴	۰+۱۲۰	۰	۰	25.4	530.8	95.17	1047.69
۵	۰+۱۵۰	۰	۰	48.6	1277.2	95.17	2324.97
۶	۰+۱۸۰	۰	۰	70.8	2059.7	95.17	4384.65
۷	۰+۲۱۰	۰,۰۱	۰,۱	73.9	2497.4	95.17	6882.09
۸	۰+۲۴۰	۰	۰,۱	98.6	2976.7	95.17	9858.79
۹	۰+۲۷۰	۰	۰	110.5	3607	95.17	13465.83
۱۰	۰+۳۰۰	۰	۰	102.6	3676.5	95.17	17142.32
۱۱	۰+۳۳۰	۰	۰	61.7	2835.7	95.17	19978.04
۱۲	۰+۳۶۰	۰	۰	17.4	1366.1	95.17	21344.16
۱۳	۰+۳۹۰	۵,۱۲	۸۴,۴۱	0	302.8	179.9	21646.95
۱۴	۰+۴۲۰	۲۹,۱۹	۵۶۵,۹۸	0	2.1	745.9	21649.09
۱۵	۰+۴۵۰	۶۰,۰۶	۱۴۷۲,۵۰	0	0	2218.4	21649.09
۱۶	۰+۴۸۰	۴۷,۳۸	۱۷۷۲,۷۴	0	0	3991.1	21649.09
۱۷	۰+۵۱۰	۲۱,۷۲	۱۱۴۰,۲۴	0	0	5131.3	21649.09
۱۸	۰+۵۴۰	۰	۳۵۸,۴۴	4.3	75.3	5489.8	21724.43
۱۹	۰+۵۷۰	۵,۵۹	۹۲,۳۰	1.6	104	5582.1	21828.42
۲۰	۰+۶۰۰	۳۶	۶۸۶,۱۳	0	28.65	6268.23	21857.07
۲۱	۰+۶۳۰	۴۱,۳۰	۱۲۷۵,۱۱	0	0	7543.3	21857.07
۲۲	۰+۶۶۰	۲۹,۲۰	۱۱۶۳,۴۳	0	0	8706.7	21857.07
۲۳	۰+۶۹۰	۱۵,۲۰	۷۳۳,۳۰	0	0	9440.5	21857.07
۲۴	۰+۷۰۵	۷,۴۰	۱۸۶,۶۰	0	1.1	9226.6	21857.07
۲۵	۰+۷۲۰	۰,۷	۶۶,۷۵	4.2	37.4	9693.42	21895.59
۲۶	۰+۷۳۵	۰	۵,۷۰	15.3	169.5	9699.1	22065.16
۲۷	۰+۷۵۰	۰	۰	26.9	367	9699.1	22432.25
۲۸	۰+۷۶۵	۰	۰	30.9	502	9699.1	22934.29
۲۹	۰+۷۸۰	۰	۰	24.1	477	9699.1	23411.30
۳۰	۰+۷۹۵	۰	۰	10.2	297.5	9699.1	23708.82
۳۱	۰+۸۱۰	۱,۳۶	۱۱,۰۸	0	88.8	9710.2	23797.69
۳۲	۰+۸۲۵	۱۱,۳۵	۱۰۴,۶۷	0	0	9814.8	23797.69
۳۳	۰+۸۴۰	۱۰,۱۱	۱۷۶,۷۳	0	0	9991.6	23797.69
۳۴	۰+۸۵۵	۱,۵۸	۹۵,۹۳	1.1	9.6	10087.5	23807.88
۳۵	۰+۸۷۰	۰,۰۲	۱۲,۹۵	12.1	115.5	10100.6	23923.42
۳۶	۰+۸۸۵	۰	۰,۱۶	21.5	294.3	10100.6	24217.76
۳۷	۰+۹۰۰	۰	۰	21.4	376	10100.6	24593.78

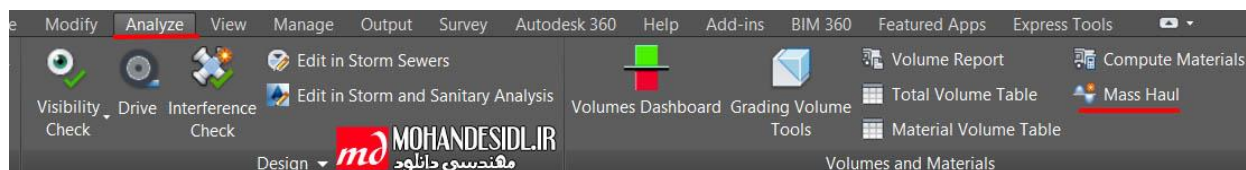
25039.36	10100.6	445.5	29.3	۰,۱	۰	۰+۹۱۵	۳۸
25597.18	10100.6	557.8	34.2	۰,۱	۰	۰+۹۳۰	۳۹
26216.15	10100.6	619	36.5	۰,۱	۰	۰+۹۴۵	۴۰
26756.78	10100.6	540.6	25.6	۰,۱	۰	۰+۹۶۰	۴۱
27047.57	101.17.5	290.8	8.1	۱۶,۸۶	۲	۰+۹۷۵	۴۲
27117.17	10250.24	69.5	0	۱۳۲,۶۹	۱۴	۰+۹۹۰	۴۳
27117.17	10448.5	0	0	۱۹۸,۰۹	۱۰	۱+۰۰۵	۴۴
27117.17	10597	0	0	۱۴۸,۶۷	۸	۱+۰۲۰	۴۵
27117.17	10725.6	0	0	۱۲۸,۶۱	۷,۵	۱+۰۳۵	۴۶
27117.17	10844.6	0	0	۱۱۹	۶,۸	۱+۰۵۰	۴۷
27117.17	11031	0	0	۱۸۶,۳۹	۴,۴	۱+۰۸۰	۴۸
27117.17	11376.3	0	0	۳۴۵,۲۸	۱۶,۵۱	۱+۱۱۰	۴۹
27117.17	11913.8	0	0	۵۳۷,۵۲	۱۶,۰۷	۱+۱۴۰	۵۰
27117.17	14478.4	0	0	۵۶۴,۵۹	۱۸,۱۵	۱+۱۷۰	۵۱
27117.17	131389.9	0	0	۶۶۰,۴۹	۲۱,۸۸	۱+۲۰۰	۵۲
27117.17	13840.9	0	0	۷۰۲,۰۲	۲۰,۶۷	۱+۲۳۰	۵۳
27117.17	14522.6	0	0	۶۸۱,۷۰	۲۰,۶۵	۱+۲۶۰	۵۴
27117.17	15178	0	0	۶۵۵,۴۶	۱۹	۱+۲۹۰	۵۵
27117.17	15689	0	0	۵۱۰,۹۸	۱۲	۱+۳۲۰	۵۶
27168.13	15949.1	50.5	2.9	۲۶۰,۰۹	۴	۱+۳۵۰	۵۷
27237.10	16039.2	69	1	۹۰,۰۵	۱,۶	۱+۳۸۰	۵۸
27255.61	16380.4	18.5	0	۳۴۱,۲۶	۱۹,۱۰	۱+۴۱۰	۵۹
27255.61	17716.6	0	0	۱۳۳۶,۲۰	۶۱,۸۸	۱+۴۴۰	۶۰
27255.61	20339.20	0	0	۲۶۲۲,۵۵	۹۷	۱+۴۷۰	۶۱
27255.61	23717.7	0	0	۳۳۷۸,۵۲	۱۰۷,۷۰	۱+۵۰۰	۶۲
27255.61	27038.7	0	0	۳۳۲۰,۹۸	۹۳,۵۰	۱+۵۳۰	۶۳
27255.61	29466.3	0	0	۲۴۲۷,۶۷	۵۳,۵۰	۱+۵۶۰	۶۴
27255.61	30661.61	0	0	۱۱۹۵,۲۵	۱۸,۹۰	۱+۵۹۰	۶۵
27272.57	31002.94	16.8	1	۳۴۱,۳۳	۱,۸	۱+۶۲۰	۶۶
27342.64	31032.40	70	3.3	۲۹,۴۶	۰,۰۷	۱+۶۴۸	۶۷

رسم منحنی بروکنر در نرم افزار Civil3D :

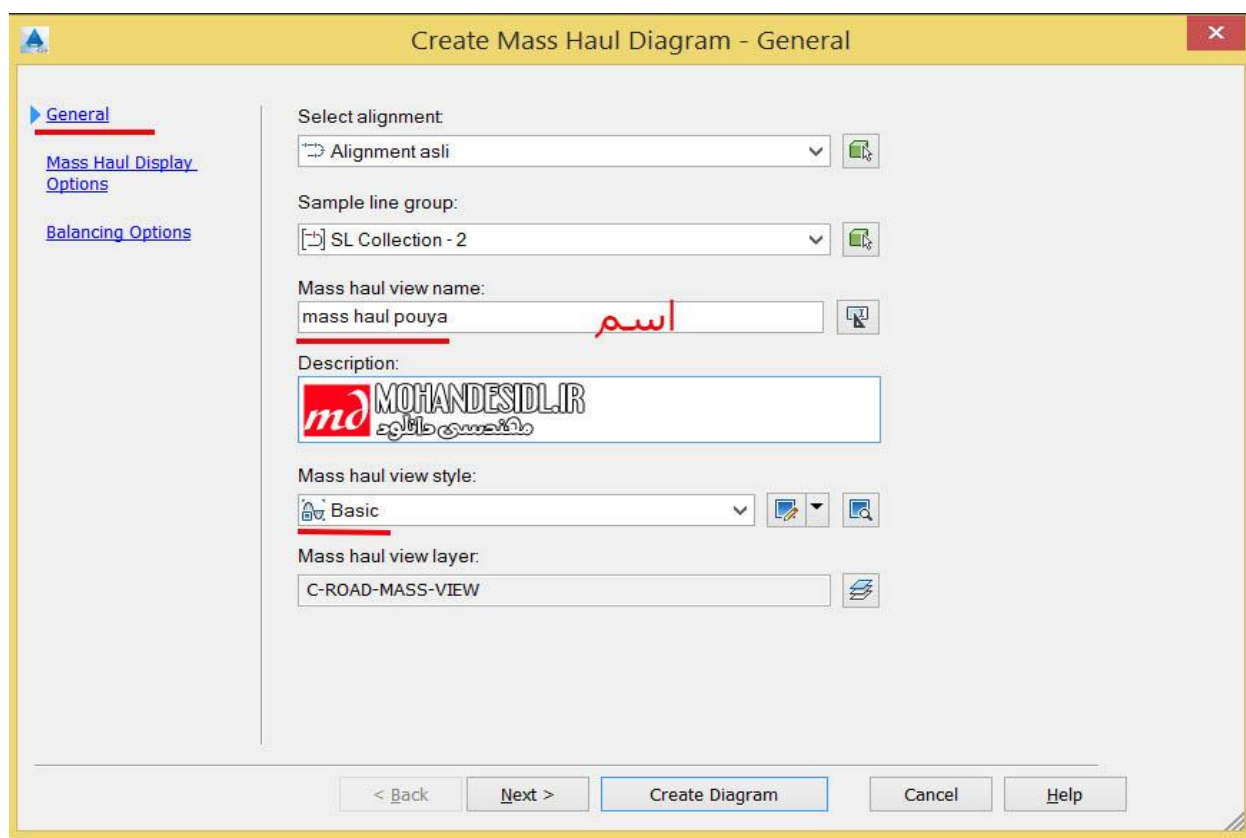
برای رسم منحنی بروکنر در نرم افزار Civil3D ، مراحل زیر را طی خواهیم کرد .

بعد از انجام کلیه مراحل قبلی ، میتوانیم منحنی بروکنر را رسم نماییم .

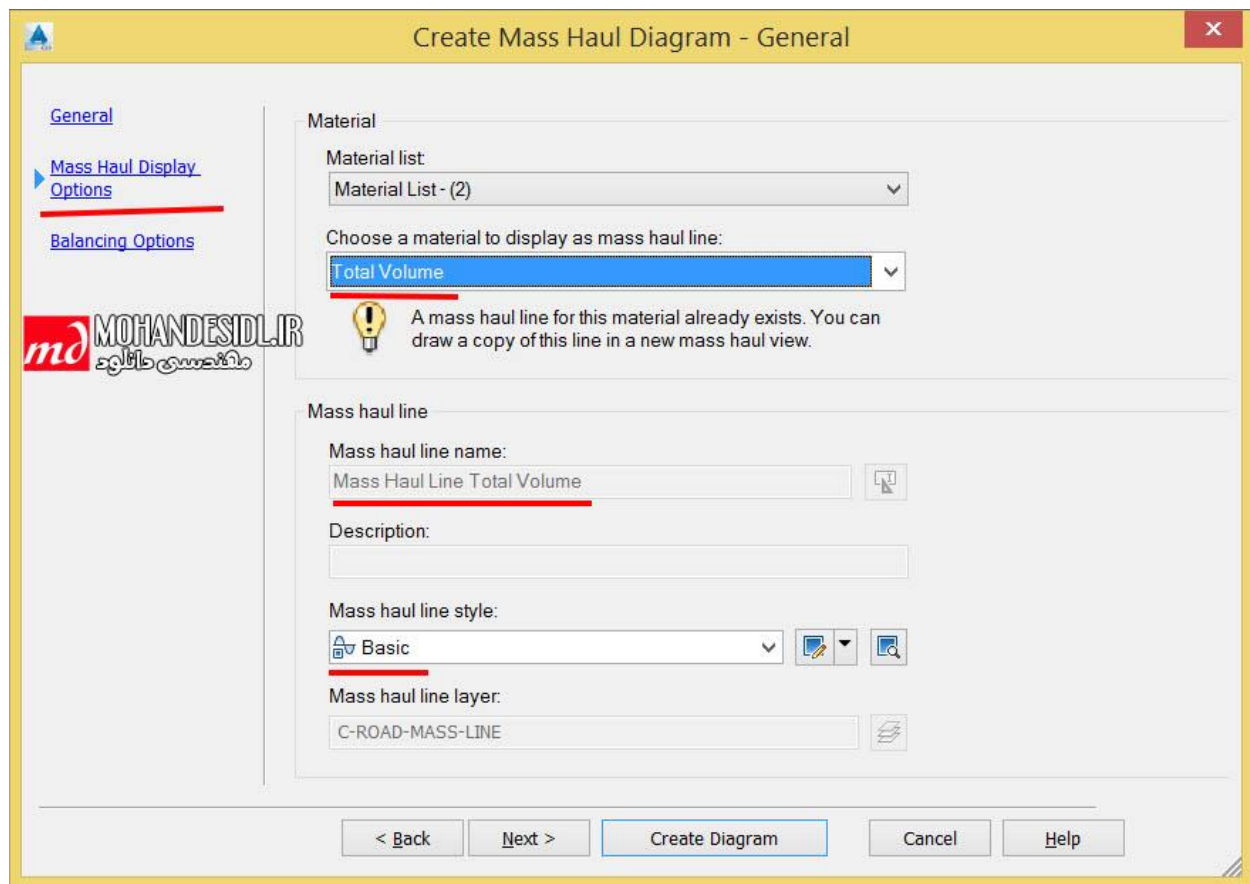
۱- از منوی Analyze در نوار بالا ، گزینه Mass Haul را انتخاب خواهیم کرد .



۲- در ابتدا از قسمت General ، اسمی را برای منحنی خود انتخاب میکنیم .



۳- در قسمت Mass Haul Display Options موارد زیر را بررسی خواهیم کرد :



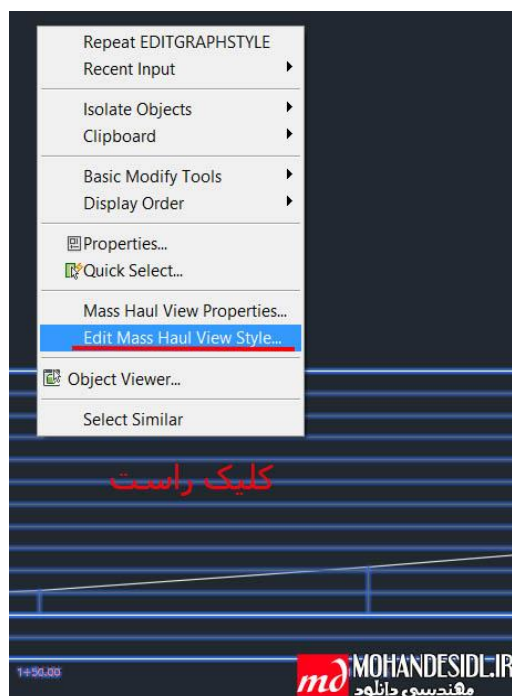
۴- در نهایت بر روی Create Diagram کلیک نمایید .

۵- در یک جای خالی کلیک نمایید تا منحنی بروکنر رسم شود .

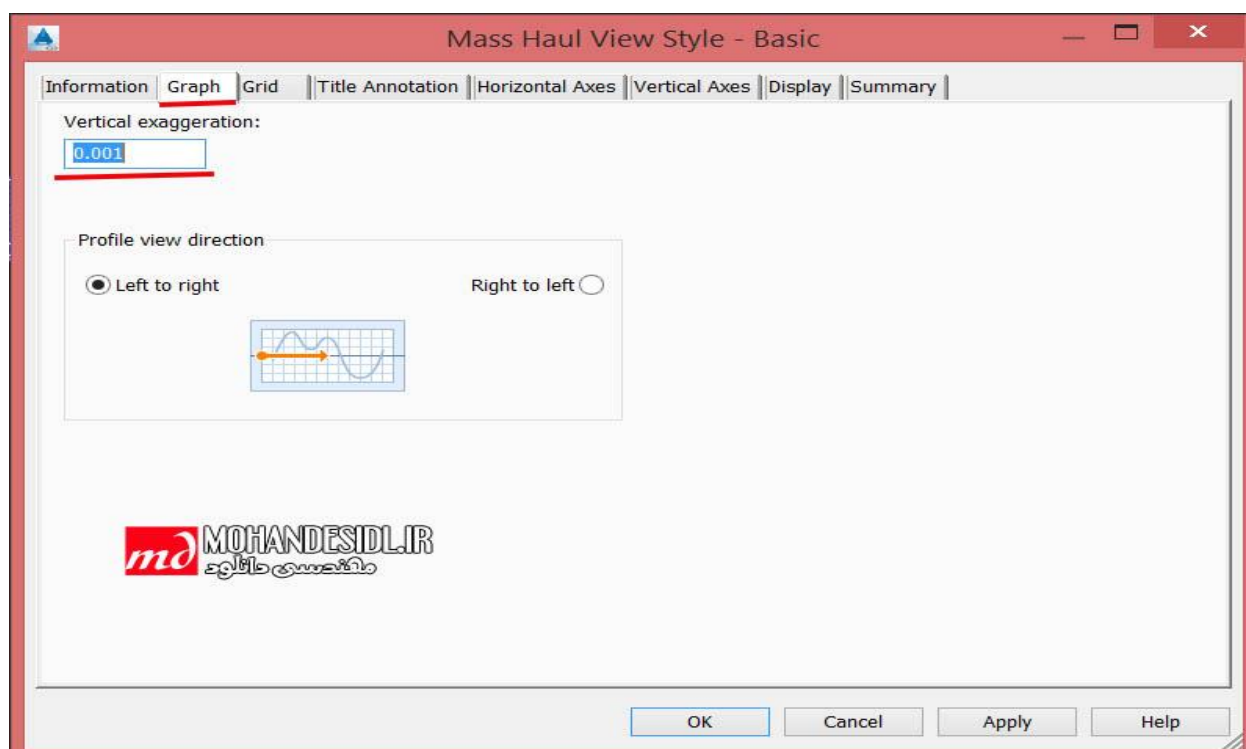


۶- همان طوری که مشاهده میکنید، مقیاس مربوط به محور عمودی، مناسب نمیشد که میتوانیم به صورت زیر مقیاس را تغییر بدهیم .

بر روی قسمتی از منحنی بروکنر (نه روی خود منحنی) کلیک راست نمایید :

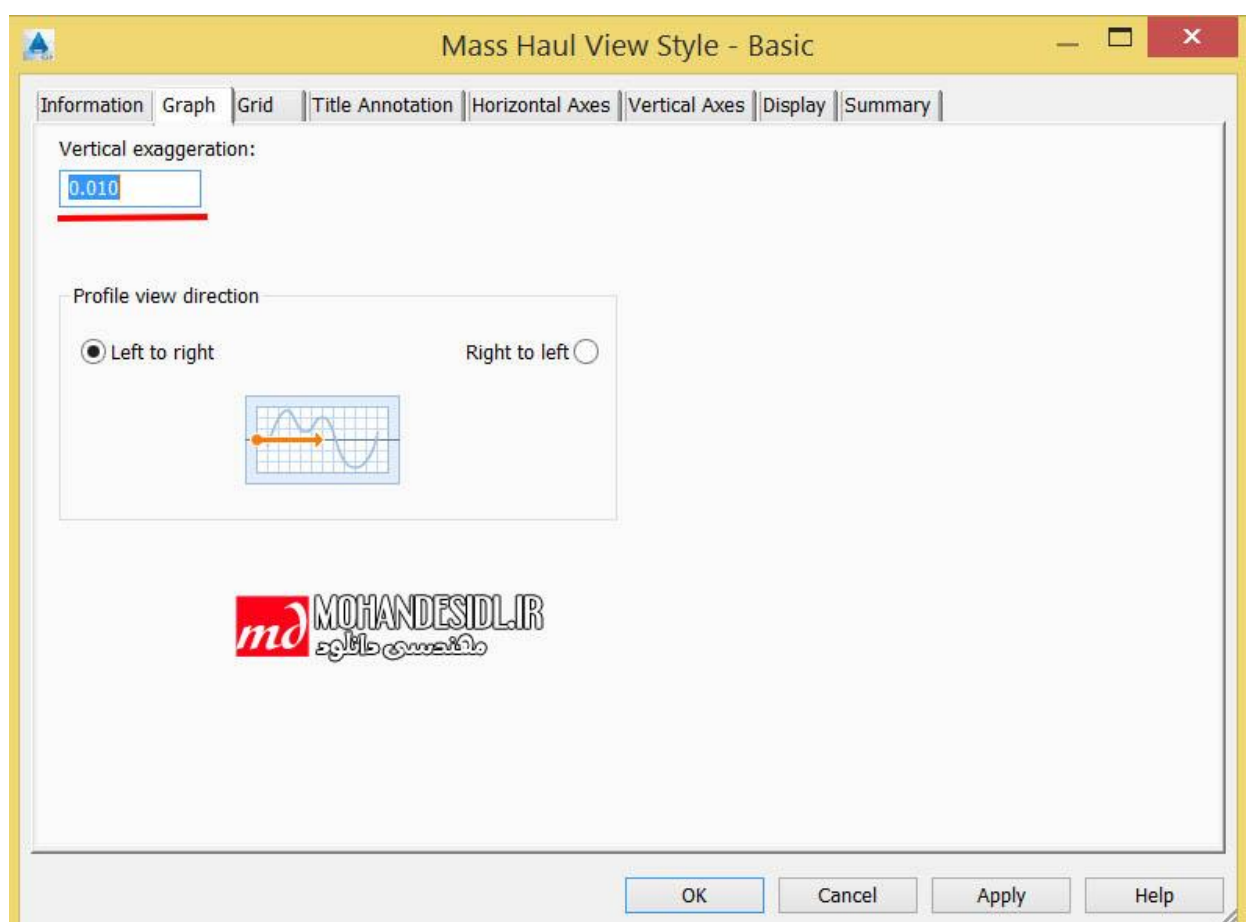


۷- پنجره زیر باز خواهد شد .



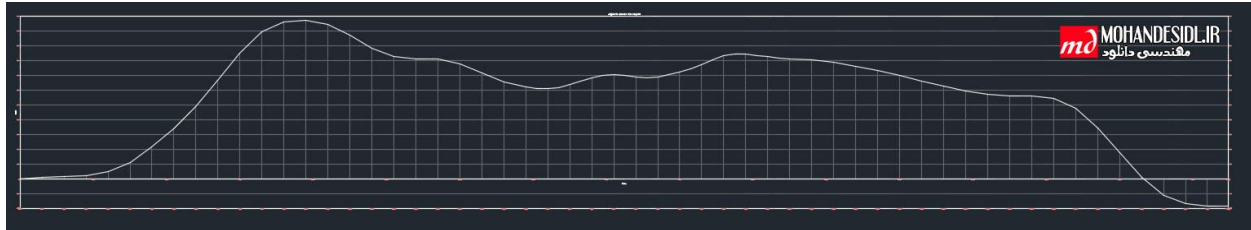
۸- همان طوری که مشاهده میکنید ، مقدار بزرگنمایی که نرم افزار ، برای محور عمودی در نظر گرفته است ، ۰,۰۰۱ می باشد . ما این مقدار را ۱۰ برابر بزرگتر کرده و مقدار ۰,۰۱ را وارد خواهیم کرد .

توجه : مقیاس افقی ما در این پرویه ۱:۲۰۰۰ میباشد که در این صورت مقیاس محور عمودی منحنی بروکنر ما ۱:۲۰۰۰۰۰ خواهد بود .



۹- در نهایت منحنی بروکنر ما به صورت شکل زیر خواهد بود :

نکات مربوط به منحنی بروکنر در صفحه بعد آورده شده است :



Save as میگیریم !!!

کار با نرم افزار تمام شده است .

نکات مربوط به منحنی بروکتر :

با توجه به این شکل ، منحنی بروکتر به هنگام خاکبرداری در جهت مثبت و رو به بالا حرکت کرده و به هنگام خاکریزی به سمت پایین و نزولی میباشد .

در نهایت مشاهده میکنیم که برآیند عملیات خاکی در پایین خط اساس ما میباشد که به این معنی است که جهت انجام **خاکریزی** ، نیازمند تامین خاک از قرضه خواهیم بود ، (از محاسبات خاکی نیز می دانستیم که مقدار خاکریزی ما بیشتر از مقدار خاکبرداری میباشد) .

ارتفاع منحنی بروکتر در هر نقطه نشان دهنده حجم خاک تجمعی تا آن نقطه می باشد .

نقاط ماکسیمم و مینیمم منحنی بروکتر، نقاطی هستند که عملیات خاکبرداری به خاکریزی (یا بالعکس) تبدیل می شود .

نقاطی که منحنی بروکتر خط اساس را قطع می کند، نقاط تعادل نامیده می شود؛ زیرا جمع جبری احجام خاکبرداری و خاکریزی در این نقاط برابر صفر می باشد.

تعیین فاصله متوسط حمل (d_m) با استفاده از منحنی بروکنر:

بعد از اینکه منحنی بروکنر را رسم کردیم، بایستی فاصله متوسط حمل را نیز به دست آوریم، چرا که در متره و برآورد به آن نیاز خواهیم داشت.

برای بدست آوردن d_m می توان مجموع مساحت های بین خط پخش بهینه و منحنی بروکنر را بر مجموع نقاط ارتفاعی موجود در منحنی بروکنر یا جمع مقادیر خاکبرداری یا خاکریزی (هر کدام بیشتر است) تقسیم نمود؛ که در این پروژه مقدار خاکریزی با انقباض بیشتر بوده و برابر 31032 m^3 می باشد.

$$d_m = \frac{\sum S}{\sum V}$$

$$d_m = \frac{\sum S}{\sum V} = 16612415 / 31032 = 535.3$$

آماده سازی برای پرینت :

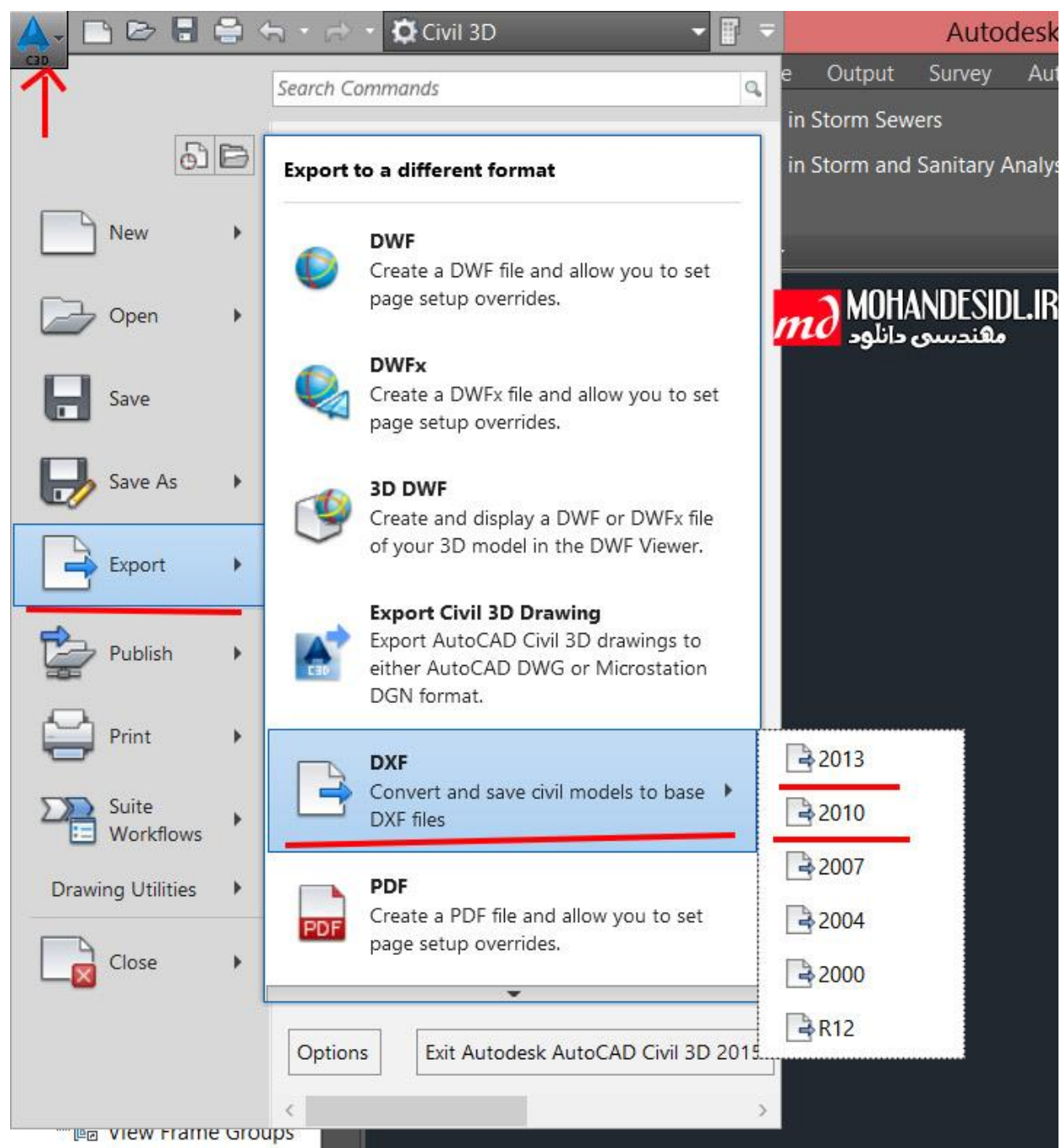
بعد از اینکه کار با نرم افزار Civil3D به پایان رسید بایستی فرمت کار شده را به فرمت قابل پرینت تبدیل نمود .

توجه : فرمت نرم افزار Civil3D ، DWG میباشد . ولی اگر بخواهیم با این فرمت DWG مربوط به نرم افزار Civil3D پرینت بگیریم ، در صورتی که در سیستم مورد نظر این نرم افزار نصب نباشد ، امکان پرینت وجود نخواهد داشت .

۱- در صورتی که خودتان پرینتر دارید ، به راحتی میتوانید با هر فرمتی اقدام به پرینت نمایید (چون نرم افزار Civil3D را دارید) .

۲- در صورتی که پرینتر ندارید بایستی فرمت کار خود را به فرمت DWG یا dxf اتوکد (با فرمت های شبیه Civil3D اشتباه گرفته نشود) تبدیل نمایید چون که نرم افزار اتوکد در اکثر سیستم ها نصب میباشد .

۳- برای اکسپورت (تبدیل) کردن ، به صورت شکل زیر عمل خواهیم کرد :



انتخاب آبروها در خط القعرها

با توجه به این نکته که خط زمین طبیعی و خط پروژه برای واریانت اول (بهینه) رسم گردیده است، و با در نظر گرفتن محل خط القعر در نقشه توپوگرافی نوع آبروها را برای نقاطی که نیاز به آبرو دارند، تعیین می کنیم.

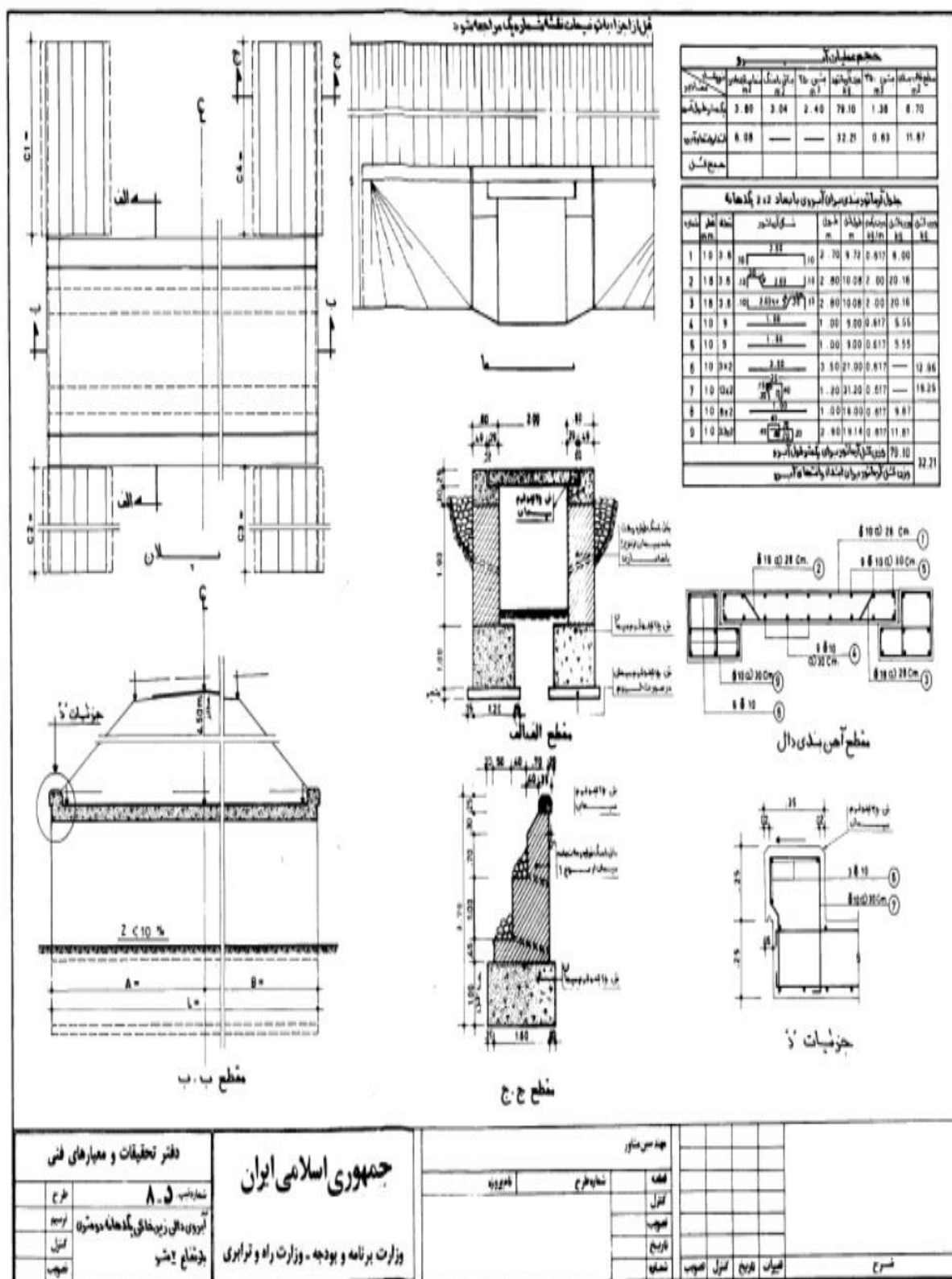
در پروژه مذکور برای ۳ نقطه از مسیر آبرو پیش بینی شده است که شرح نقاط و نوع آبروها را در جدول زیر مشاهده می کنیم.

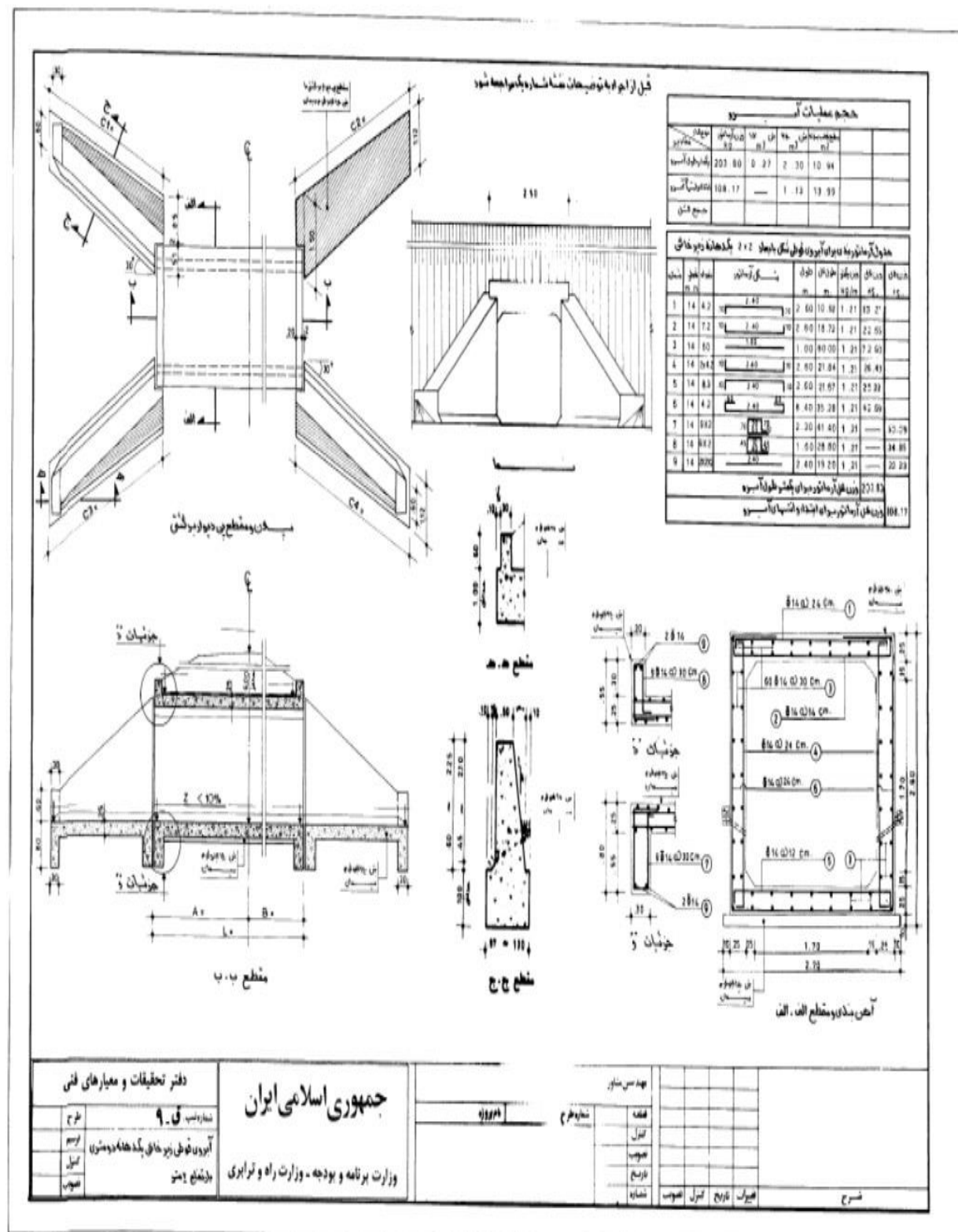
انتخاب این آبروها از نشریه شماره ۸۳ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی و بر اساس اختلاف ارتفاع خط پروژه و خط طبیعی زمین و همچنین طول دهانه خط القعرها صورت گرفته است.

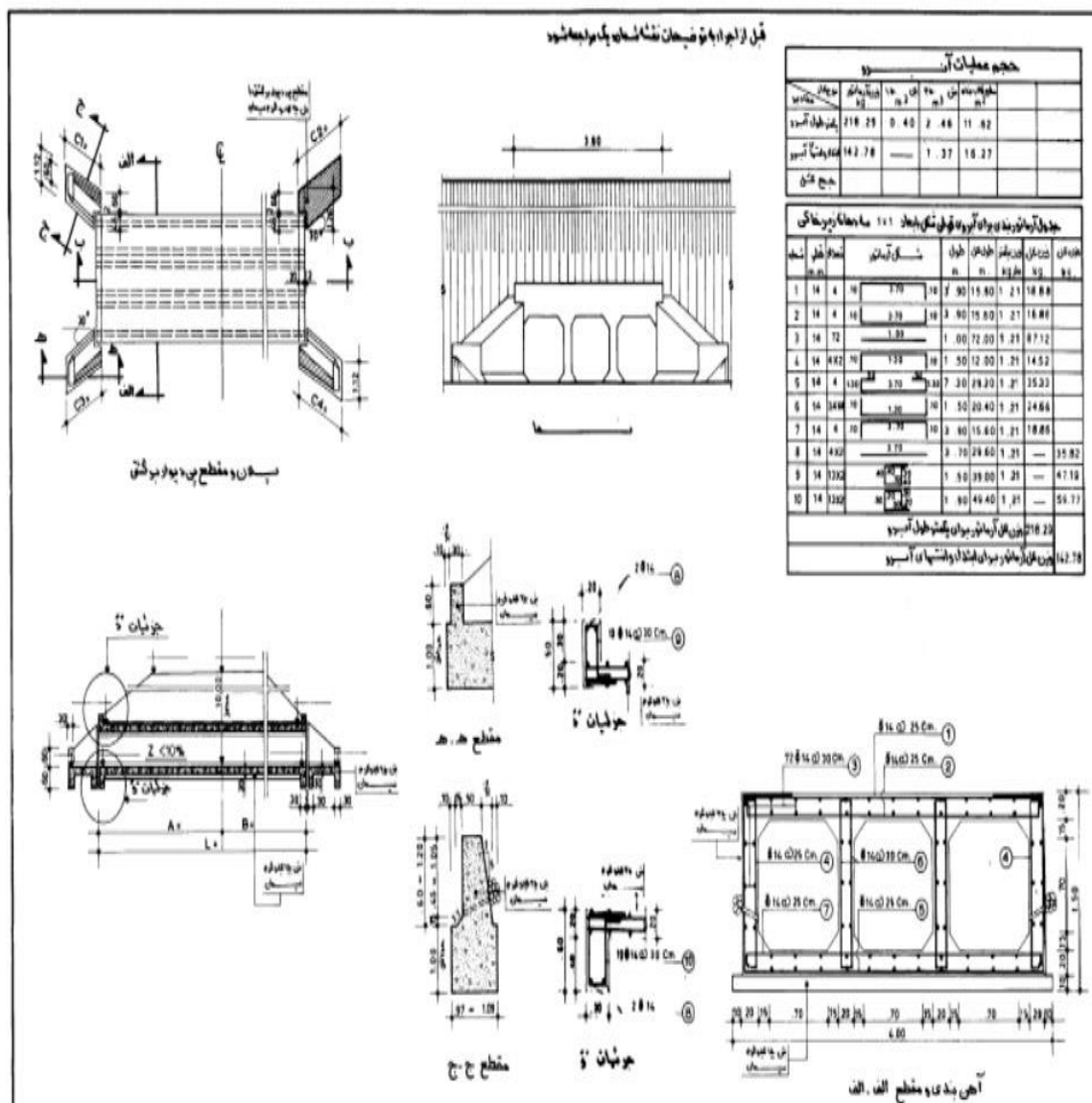
نوع آبرو	نام نقشه در نشریه ۸۳	ارتفاع نسبت به نقطه کوتاه	ارتفاع نسبت به نقطه کوتاه	شماره آبرو
آبروی دالی زیر خاکی یک دهانه ۲ متری با ارتفاع ۲ متر	د-۸	۰+۴۵۰	۱۵	۱
آبرو قوطی زیرخاکی یک دهانه ۲ متری با ارتفاع ۲ متر	ق-۹	۰+۶۳۰	۲۱	۲
آبرو قوطی زیر خاکی سه دهانه ۱ متری با ارتفاع ۱ متر	ق-۴	1+020	۴۵	۳
آبروی طاقی زیرخاکی یک دهانه ۶ متری با ارتفاع ۴ متر	ط-۱۳	۱+۴۷۰	۶۱	۴

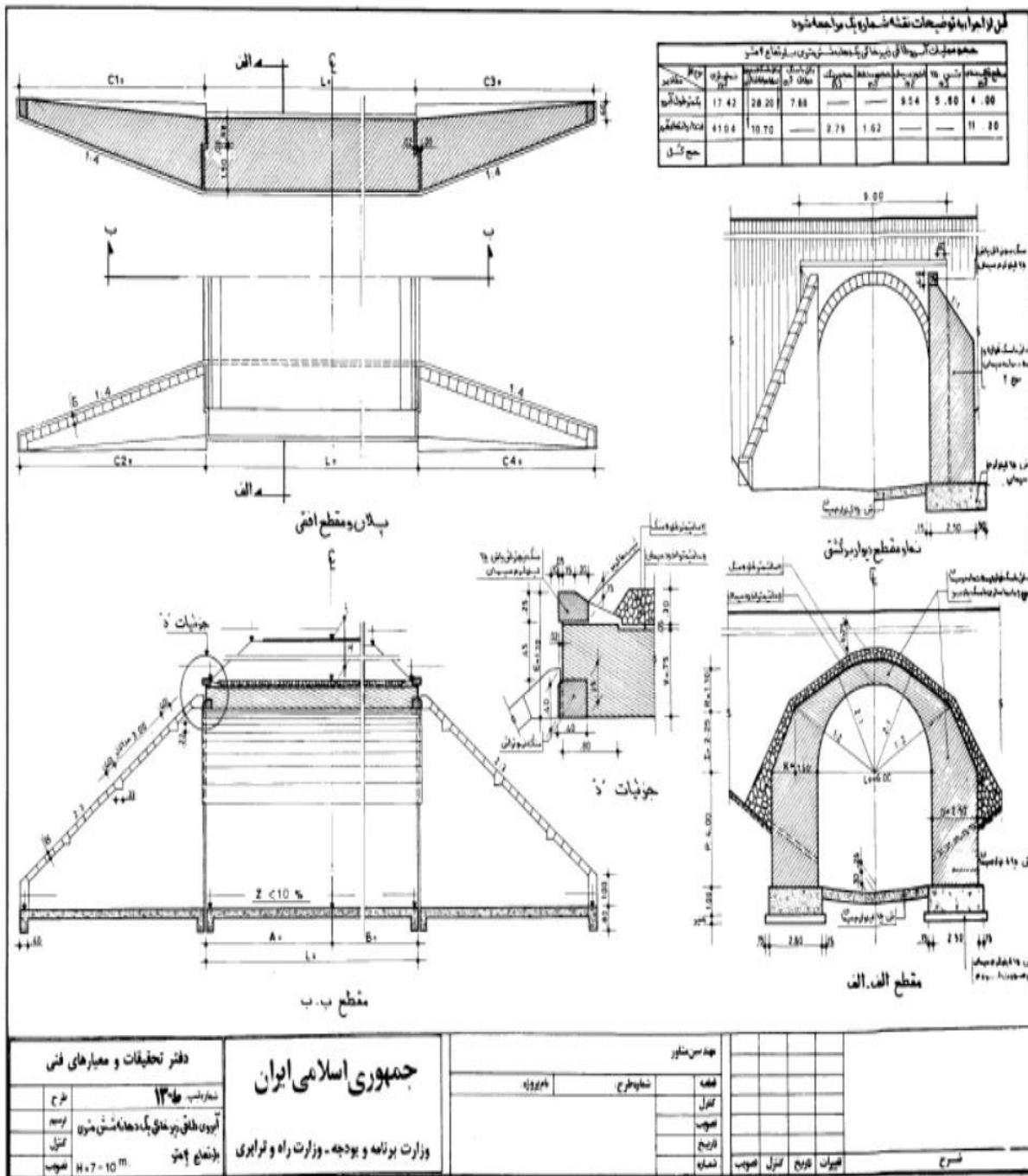
پلان و مقاطع این آبروها از نشریه ۸۳ استخراج شده و در صفحه های بعد آورده شده است.

توجه : جهت دریافت نشریه ۸۳ از سایت مهندسی دانلود [اینجا](#) کلیک نمایید .









طراحی روسازی راه :

توجه : با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات مربوط به مطالعات ترافیکی و طرح روسازی راه ، از اطلاعات فرضی که توسط مهندسان حمید عظیمی حسینی و مینا سالمی تهیه شده است ، استفاده نموده ایم .

در این پروژه طراحی روسازی راه به وسیله ی آیین نامه (AASHTO GDPS 1993) و با کمک گرفتن از روابط موجود در آیین نامه ی روسازی آسفالتی راه های ایران (نشریه شماره ۲۳۴ سازمان مدیریت) انجام شده است.

محاسبه ضریب رشد پیش بینی رشد ترافیک:

ضریب پیش بینی رشد ترافیک در طول عمر روسازی راه را با استفاده از رابطه ذیل به طور جداگانه برای وسایل نقلیه سنگین و سبک برای مدت ۱۷ سال محاسبه می کنیم.

$$\text{ضریب رشد ترافیک} = \frac{(1+r)^n - 1}{Ln(1+r)}$$

$$\text{ضریب رشد ترافیک برای وسایل نقلیه سبک} = \frac{(1+0.04)^{17} - 1}{Ln(1+0.04)} = 24.168$$

$$\text{ضریب رشد ترافیک برای وسایل نقلیه سنگین} = \frac{(1+0.01)^{17} - 1}{Ln(1+0.01)} = 18.522$$

آمار ترافیکی :

آمار سال ۱۳۹۳	جدول آمار سال ۱۳۹۳ با اعمال ضریب	
۱۴۰۴	سواری	وسایل نقلیه سبک
۳۰	مینی بوس	
۴۱۰	وانت بار	
۱۸۴۴	مجموع	
۲۶۱	اتوبوس	وسایل نقلیه سنگین
۵۳۱	کامیون دو محوره	
۳۵۴	کامیون سه محوره	
۳۳۳	کامیون چهار محوره	
۱۴۷۹	مجموع	

تعیین تعداد محورهای مبنای طرح در یک خط طرح (W):

برای انجام محاسبات نشانه خدمت در ابتدای عمر روسازی با توجه به اینکه راه اصلی بوده و با توجه به کتاب روسازی راه طباطبایی (P_i) را برابر $4/2$ و نشانه خدمت روسازی در پایان عمر مفید آن (P_t) را برابر $2/5$ در نظر می گیریم. همچنین عدد ضخامت روسازی (SN) که نشانه ای از مقدار ضخامت و جنس لایه های آن است را برابر با ۵ در نظر می گیریم.

اطلاعات را در جدولی وارد می کنیم. در این جدول تعداد محور وسایل نقلیه را با توجه به صفحات ۳۳۸ و وزن محورها به "تن" و نوع محور (ساده Single، مرکب Tandem، سه محوره Triple) را با توجه به جدول ۸-۱ صفحه ۳۴۰ کتاب روسازی راه طباطبایی می یابیم.

همچنین ضرایب بار هم ارزشو برای $SN=5$ را از جداول آشتو استخراج می کنیم. در این جداول وزن محورها بر حسب Kips آمده است که می بایست وزن محورها از "تن" به Kips تبدیل شود. برای تبدیل آن کافیسست وزن محور به تن را در ضریب $2/195$ ضرب کنیم. همانطور که مشاهده می شود این ضریب بین اعداد درج شده در جدول بوده و می بایست درون یابی شوند.

$$1 \times (2.195) = 2.195 \text{ Kips}$$

به طور مثال برای وزن محور ۱ تن داریم:

برای $Axle Load (Kips) = 2/195$ و P_t برابر $2/5$ و نوع محور ساده و $SN=5$ داریم:

Axle Load (Kips)	ضریب بار هم ارز	Axle Load Δ	اختلاف
	$SN=5$		ضریب بار هم ارز
2	۰/۰۰۰۲	۲	۰/۰۰۲۸
4	۰/۰۰۳		

همانطور که مشاهده می شود به ازای افزایش 2 Kips ضریب بار هم ارز ۰/۰۰۲۸ افزایش می یابد، به ازای افزایش

بار 0.195 Kips از یک تناسب ساده افزایش ضریب بار را یافته و به مقدار ضریب بار 2 Kips می افزایشیم تا

ضریب بار هم ارز آشتور برای وزن محور ۱ "تن" بدست آید.

حال برای بدست آوردن مقدار محور معادل ضرایب بار هم ارز آشتور را در تعداد محور ضرب می کنیم.

جدول تعداد محور معادل		آمار مربوط به سال ۱۳۹۳	تعداد محور وسایل نقلیه	وزن محور	تعداد محور	ضرایب بار هم ارز اشتو با فرض $SN = 5$	محور معادل
وسایل نقلیه سبک	سواری	۱۴۰۴	۲	۱	۲۸۰۸	۰/۰۰۰۳۷۵	۱/۰۵۳
		۱					
	مینی بوس	۳۰	۲	۴	۶۰	۰/۰۵۵	۳/۳
		۴					
	کامیونت	۴۱۰	۲	۵	۴۱۰	۰/۱۳۷	۵۶/۱۷
				۷				۲۲۱/۱۵۴
مجموع	۱۸۴۴	تعداد محوره‌های ساده ۸/۲ تنی هم ارز در سال اول					۲۸۱/۶۷۷
وسایل نقلیه سنگین	اتوبوس	۲۶۱	۲	۲	۲۶۱	۰/۰۰۳۵	۰/۹۱۳۵
				۴	۲۶۱	۰/۰۵۵	۱۴/۳۵۵
	کامیون دو محوره	۵۳۱	۲	۶	۵۳۱	۰/۲۸۹	۱۵۳/۴۵۹
				۱۳	۵۳۱	۵/۸۲۱۴	۳۰۹۱/۱۶۳
	کامیون سه محوره	۳۵۴	۳	۶	۳۵۴	۰/۲۸۹	۱۰۲/۳۰۶
				*۹	۳۵۴	۰/۱۱۵۶۱	۴۰/۹۲۶
	کامیون چهار محوره	۳۳۳	۴	۶	۳۳۳	۰/۲۸۹	۹۶/۲۳۷
				۸	۳۳۳	۰/۹۱۷	۳۰۵/۳۶۱
				*۸	۳۳۳	۰/۰۷۰۴	۲۳/۴۴۳
	مجموع	۱۴۷۹	تعداد محوره‌های ساده ۸/۲ تنی هم ارز در سال اول					۳۸۲۸/۱۶۳۵

*محور از نوع مرکب

معادل محورهای ۸/۲ تنی $EAL_0^L = 281.677$

$$EAL_{17}^L = 365 \times EAL_0^L \times \text{ضریب رشد وسایل نقلیه سبک} = 365 \times 281.677 \times 24.168 = 2484762.95$$

$$EAL_0^H = 3828.163$$

$$EAL_{17}^H = 365 \times EAL_0^H \times \text{ضریب رشد وسایل نقلیه سنگین} = 365 \times 3828.163 \times 18.522 = 25880410.81$$

$$EAL_{17}^T = EAL_{17}^L + EAL_{17}^H = 2484762.95 + 25880410.81 = 28365173.76$$

ضریب توزیع خطی (D_I) برای راه هایی که یک خط در هر جهت دارند؛ ۱۰۰٪ می باشد. همچنین

ضریب توزیع جهتی (D_D) را ۰/۷۵ در نظر می گیریم. بنابراین تعداد محورهای مبنای طرح (W) در

یک خط طرح به صورت ذیل محاسبه می شود.

$$W = EAL_{17}^T \times D_L \times D_D = 28365173.76 \times 0.75 \times 1 = 21273880.32$$

محاسبه ضخامت روسازی با توجه به آشتو :

$$\log(W) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log(M_R) - 8.07$$

در این رابطه:

S_0 : انحراف معیار کلی است که معمولاً بین ۰/۴ تا ۰/۵ انتخاب می گردد؛ در این پروژه برابر ۰/۴۵ می گیریم

Z_R : انحراف معیار نرمال است. این پارامتر بدین طریق تعیین می گردد:

Table 2.2. Suggested levels of reliability for various functional classifications.

Functional Classification	Recommended Level of Reliability	
	Urban	Rural
Interstate and other freeways	85 - 99.9	80 - 99.9
Principal Arterials	80 - 99	75 - 95
Collectors	80 - 95	75 - 95
Local	50 - 80	50 - 80

Note: Results based on a survey of the AASHTO Pavement Design Task Force

Table 4.1. Standard Normal Deviate (Z_R) Values Corresponding to Selected Levels of Reliability

Reliability, R (percent)	Standard Normal Deviate, Z_R
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

با توجه به نوع راه و محل راه (در این پروژه

راه اصلی) می توان ضریب اطمینان را از

جدول ۲-۲ آشتو بدست آورد.

با توجه به جدول روبر داریم:

$$75 < R < 95$$

که مقدار ۸۵ برای R انتخاب گردیده است. با استفاده از این ضریب

اطمینان از جدول ۴-۱ آشتو، مقدار Z_R را می یابیم.

با توجه به این جدول برای $R=85$ ، مقدار Z_R برابر است با:

$$Z_R = -1.037$$

پارامتر ΔPSI بیانگر کاهش عدد خدمت روسازی راه به واسطه

رسیدن به عدد خدمت نهایی ۲/۵ و با در نظر گرفتن تورم و یخ زدگی

خاک است.

$$\Delta PSI = P_i - P_t - \Delta PSI_{sw, fh} = P_i - P_t - (\Delta PSI_{sw} + \Delta PSI_{fh})$$

این پارامتر به صورت زیر بیان می گردد:

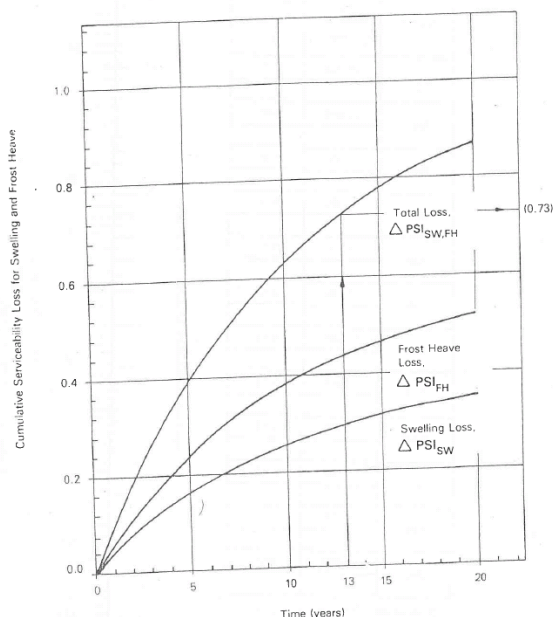


Figure 2.2. A conceptual example of the environmental serviceability loss versus time graph that may be developed for a specific location.

با در نظر گرفتن نشانه خدمت اولیه برابر $P_i=4.2$ و

نشانه خدمت نهایی $P_t=2.5$ و با ذکر این نکته که

خاک در معرض یخ بندان قرار ندارد، ($\Delta PSI_{fh} = 0$)

(میزان ΔPSI با توجه به شکل ۲-۲ آشتو که مقدار

ΔPSI_{sw} را برای عمر ۱۷ ساله راه ۰/۳۴ تعیین می

نماید. $\Delta PSI_{sw} = 0.34$ از رابطه بالا با قرار دادن

مقادیر فوق بدست می آید:

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.5 - (0.34 + 0) = 1.36$$

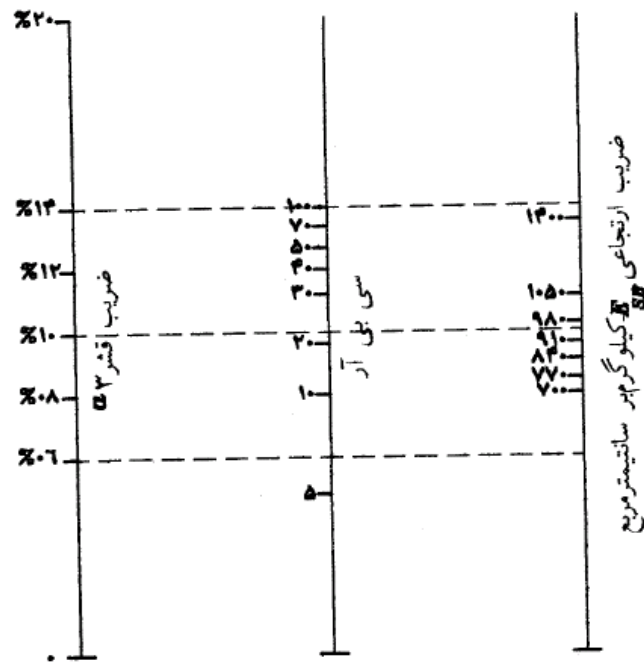
M_R : ضریب برجهندگی خاک بستر است که مطابق جدول ۱۱-۳ آیین نامه روسازی راه های آسفالتی ایران

(نشریه ۲۳۴) می توان CBR خاک بستر را به ضریب برجهندگی تبدیل نمود.

جدول ۱۱-۳ - تبدیل CBR خاک بستر روسازی به ضریب برجهندگی

ردیف	درصد CBR طرح خاک بستر روسازی	ضریب برجهندگی خاک بستر (Kg/Cm^2)
۱	$CBR \leq 5$	$105 \times (CBR)$
۲	$5 \leq CBR \leq 10$	$525 + 35 \times (CBR - 5)$
۳	$10 \leq CBR \leq 15$	$700 + 21 \times (CBR - 10)$
۴	$15 \leq CBR \leq 25$	$805 + 14 \times (CBR - 15)$

به شکل ۲-۱۱ مراجعه شود	$25 \leq CBR$	۵
------------------------	---------------	---



شکل ۲-۱۱ نمودار تعیین ضریب لایه زیر اساس (۳) بر حسب سی بی آر و ضریب ارتجاعی

با توجه به اینکه در فرض پروژه CBR خاک برابر ۲۱ تعیین گردیده است؛ از ردیف ۴ جدول ۳-۱۱ آیین نامه رو سازی آسفالتی راه مقدار M_R را می یابیم.

$$M_R = 805 + 14 \times (CBR - 15) = 805 + 14 \times (21 - 15) = 889 \text{ Kg} / \text{Cm}^2$$

برای اینکه در فرمول آشتو قابل استفاده باشد می بایست به Psi تبدیل شود که داریم:

$$\frac{\text{Kg}}{\text{Cm}^2} \times 2.195 \times \frac{\text{lb}}{\text{Kg}} \times 2.54^2 \times \frac{\text{Cm}^2}{\text{in}^2} = \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \Leftrightarrow 14.2 \times \frac{\text{Kg}}{\text{Cm}^2} = \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

$$\Rightarrow M_R = 889 \times 14.2 = 12623.8 \text{ Psi}$$

با داشتن کلیه موارد فوق می توان SN را از طریق آزمون و خطا محاسبه نمود.

با انجام روند آزمون و خطا SN برابر ۴ بدست آمد.

محاسبات را با SN فرضی برابر ۴ دوباره انجام می دهیم.

روند محاسبات مانند قبل می باشد با این تفاوت که فقط تعداد محورهای مبنای طرح (W) تغییر می کند.

بنابراین از قبل داریم:

$$M_R = 12623.8 \text{ Psi}$$

$$S_0 = 0.45$$

$$Z_R = -1.037$$

$$\Delta PSI = 1.36$$

جدول تعداد محور معادل	آمار مربوط به سال ۱۳۹۳	تعداد محور وسایل نقلیه	وزن محور	تعداد محور	ضرایب بار هم ارز اشنو با فرض $SN = 4$	محور معادل
وسایل نقلیه سبک	سواری	۱۴۰۴	۲	۱	۰/۰۰۰۴۷۳	۱/۳۳
	مینی بوس	۳۰	۲	۴	۰/۰۶۴۸	۳/۹
	کامیونت	۴۱۰	۲	۵	۰/۱۵۶۱	۶۴
				۷	۰/۵۶۳۴	۲۳۱
	مجموع	۱۸۴۴	تعداد محورهای ساده ۸/۲ تنی هم ارز در سال اول			۳۰۰/۲۳
وسایل نقلیه سنگین	اتوبوس	۲۶۱	۲	۲	۰/۰۰۴۹۵	۱/۳
	کامیون دو محوره	۵۳۱	۲	۶	۰/۳۱۵۳۷	۱۶۷/۴۶
	کامیون سه محوره	۳۵۴	۳	۱۳	۵/۶۳۵۳	۲۹۹۲/۳۴
	کامیون چهار محوره	۳۳۳	۴	۶	۰/۳۱۵۳۷	۱۱۱/۶۴
				۹*	۰/۱۳۵	۴۷/۸
				۸	۰/۹۲۹۱	۱۰۵
				۸*	۰/۰۸۴۳	۳۰۹/۴
						۲۸/۱

۳۷۷۹/۹۴	تعداد محورهای ساده ۸/۲ تنی هم ارز در سال اول	۱۴۷۹	مجموع	
---------	--	------	-------	--

*محور از نوع مرکب

$$EAL_0^L = 300.23 \quad \text{معادل محورهای ۸/۲ تنی}$$

$$EAL_{17}^L = 365 \times EAL_0^L \times \text{ضریب رشد وسایل نقلیه سبک} = 365 \times 300.23 \times 24.168 = 2648425$$

$$EAL_0^H = 3779.94$$

$$EAL_{17}^H = 365 \times EAL_0^H \times \text{ضریب رشد وسایل نقلیه سنگین} = 365 \times 3779.94 \times 18.522 = 25554397.8$$

$$EAL_{17}^T = EAL_{17}^L + EAL_{17}^H = 2648425 + 25554397.8 = 28202823$$

$$D_l = 1$$

$$D_D = 0.75$$

$$W = EAL_{17}^T \times D_L \times D_T = 28365173.76 \times 0.75 \times 1 = 21273880.32$$

حال با توجه به فرمول ضخامت روسازی و انجام آزمون و خطا SN را ۴/۷ بدست می آوریم که می پذیریم.

تعیین ضخامت لایه های مختلف روسازی:

پس از به دست آوردن عدد ضخامت (SN) با استفاده از رابطه ذیل می توان ضخامت لایه های مختلف روسازی را

به دست آورد:

$$SN = \frac{1}{2.5} (a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3)$$

که در این رابطه D_1 و D_2 و D_3 به ترتیب ضخامت لایه های اول و دوم و سوم است و a_1 و a_2 و a_3 به ترتیب

ضرایب قشر لایه های اول و دوم و سوم هستند.

m_2 و m_3 ضرایب تاثیر کیفیت زهکشی هستند که با معلوم بودن کیفیت زهکشی اساس و زیر اساس و همچنین زمانی که روسازی در معرض رطوبت نزدیک به اشباع قرار دارد، از جدول ۴-۲ آشتو بدست می آید.

مطابق صورت پروژه برای مصالح زیراساس شن و ماسه ای $CBR = 25$ ، برای مصالح اساس تثبیت نشده سنگ شکسته $CBR = 90$ و برای رویه بتن آسفالتی گرم استقامت مارشال برابر با ۹۸۰ کیلو گرم در نظر می گیریم.

با استفاده از نمودارهای صفحات ۴۱۷ و ۴۱۸ کتاب روسازی راه دکتر طباطبایی ضرایب قشر لایه ها را به ترتیب زیر می یابیم.

$$CBR = 25 \Rightarrow a_3 = 0.1$$

از نمودار ۵ و با استفاده از CBR زیر اساس

$$CBR = 90 \Rightarrow a_2 = 0.138$$

از نمودار ۴ و با استفاده از CBR اساس

$$Marshall \text{ Stability} = 980 \Rightarrow a_1 = 0.46$$

از نمودار ۱ و با استفاده از مقاومت مارشال رویه آسفالتی

همچنین برای به دست آوردن ضرایب m_2 و m_3 از جدول ۴-۲ آشتو داریم:

۱۱۶

جدول ۴-۲ آشتو

لایه	زمانی که روسازی در معرض رطوبت نزدیک به اشباع است*	کیفیت زهکشی	m_i
اساس (m_2)	(5-25)%	خوب (۲۴ ساعته)	$1 \square 1.15$
زیراساس (m_3)	(5-25)%	متوسط (۱ هفته)	$0.8 \square 1$

* پروژه در منطقه معتدل اجرا می گردد.

$$m_2 = 1.2$$

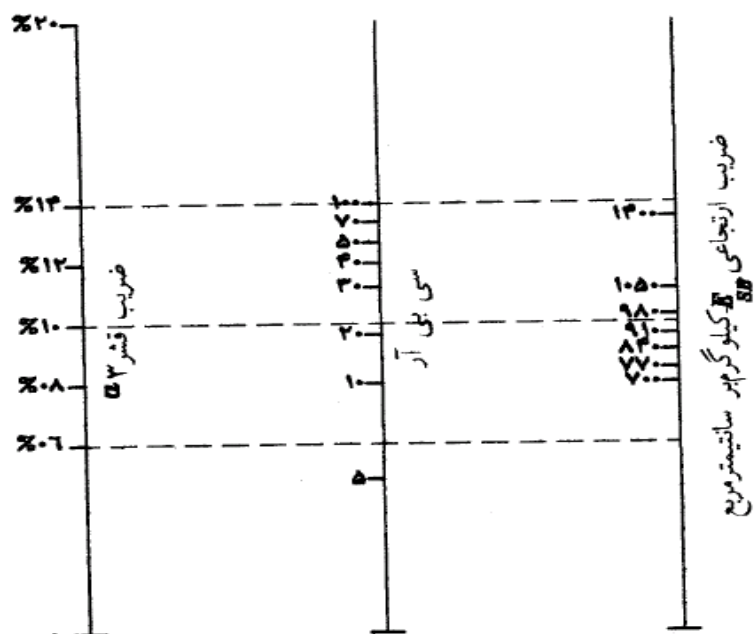
$$m_3 = 0.9$$

با توجه به جدول فوق ضرایب m_2 و m_3 را به صورت مقابل در نظر می گیریم:

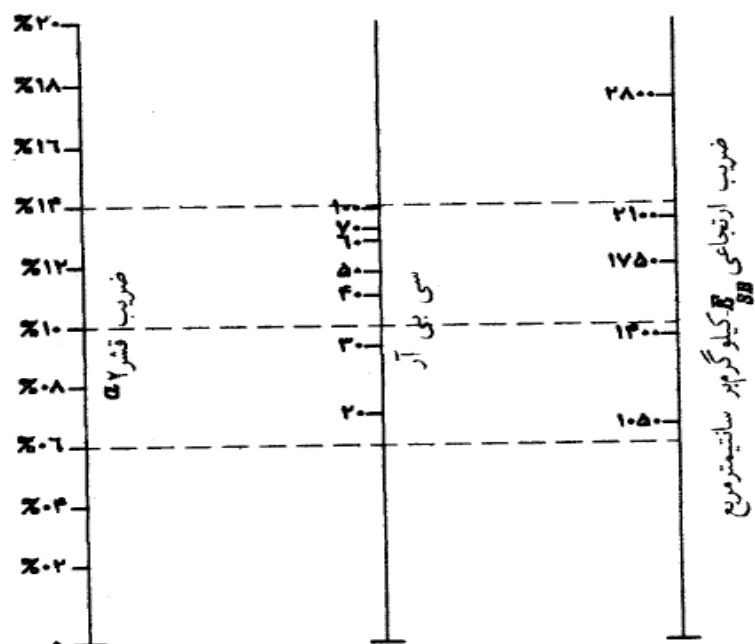
در نتیجه فرمول محاسبه ضخامت لایه های روسازی به شکل زیر نوشته می شود.

$$SN = \frac{1}{2.5} (0.46D_1 + 0.138 \times 1.2D_2 + 0.1 \times 0.9D_3)$$

با داشتن مقادیر CBR خاک بستر و لایه های اساس و زیر اساس می توان ضرایب برجهندگی هر کدام از این لایه ها را با توجه به اشکال ۱۱-۲ و ۱۱-۳ از آیین نامه روسازی راههای آسفالتی ایران به دست آورد؛ و از آنجا با قرار دادن در فرمول محاسبه ضخامت، SN_i را برای تعیین ضخامت حداقل هر کدام از لایه ها به روش سعی و خطا محاسبه نمود.



شکل ۲-۱۱ نمودار تعیین ضریب لایه زیر اساس (۲) بر حسب سی بی آر و ضریب ارتجاعی



شکل ۲-۱۱ نمودار تعیین ضریب لایه اساس (۲) بر حسب سی بی آر و ضریب ارتجاعی

۵-۱۱

محاسبه SN_i با استفاده از فرمول زیر که قبلاً هم بیان شده بود؛ صورت می گیرد. با این تفاوت که مقادیر ضریب برجهندگی آن با تغییر CBR لایه ها تغییر کرده است.

$$\log(W) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log(M_R) - 8.07$$

در جدول زیر مقادیر SN_i با توجه به مطالب فوق و با استفاده از آزمون و خطا محاسبه و جمع آوری شده است.

لایه	CBR	ضریب برجهندگی (Kg/Cm^2)	ضریب برجهندگی (Psi)	SN_i
بستر	۲۱	۸۸۹	۱۲۶۲۳/۸	۴/۷
زیراساس	۲۵	۹۸۰	۱۳۹۱۶	۴/۵۹
اساس	۹۰	۲۱۵۰	۳۰۵۳۰	۳/۳۶

تعیین مقادیر حداقل ضخامت لایه ها:

ابتدا مقادیر حداقل ضخامت لایه ها را از فرمول های زیر پیدا می کنیم و در انتها فرمول کلی را کنترل می کنیم.

$$(D_1) \geq \frac{2.5 SN_1}{a_1} = \frac{2.5 \times 3.36}{0.46} = 18.26 cm \Rightarrow \text{Select : } D_1 = 20 cm$$

$$SN_1^* = \frac{a_1 D_1}{2.5} = \frac{0.46 \times 20}{2.5} = 3.68$$

$$(D_2) \geq \frac{2.5(SN_2 - SN_1^*)}{a_2 \times m_2} = \frac{2.5 \times (4.59 - 3.68)}{0.138 \times 1.2} = 13.74 cm \Rightarrow \text{Select : } D_2 = 15 cm$$

$$SN_2^* = \frac{a_2 m_2 D_2}{2.5} = \frac{0.138 \times 1.2 \times 25}{2.5} = 0.9936$$

$$(D_3) \geq \frac{2.5(SN_3 - SN_1^* - SN_2^*)}{a_3} = \frac{2.5 \times (4.7 - 3.68 - 0.9936)}{0.1 \times 0.9} = 0.73 \text{ cm} \Rightarrow \text{Select : } D_3 = 10 \text{ cm}$$

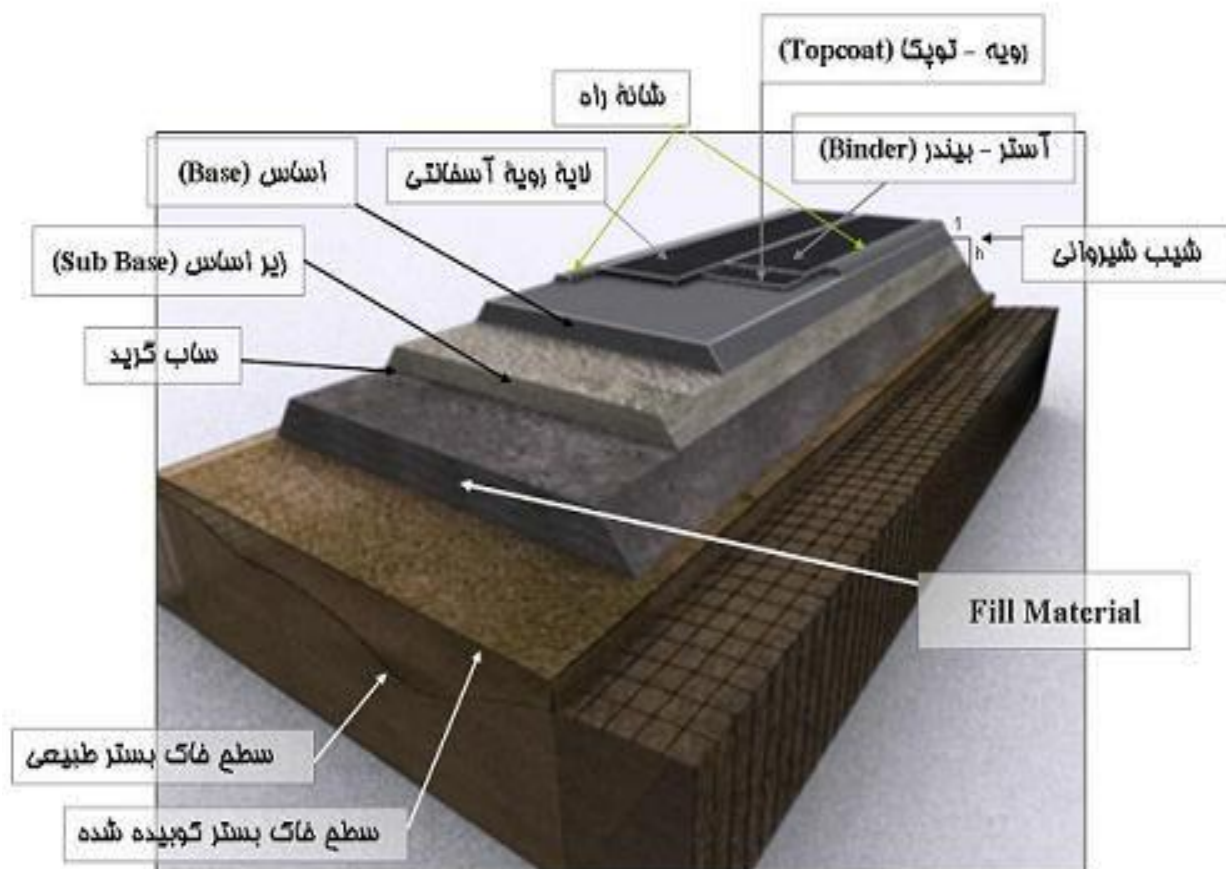
همانطور که ملاحظه می شود چون مقادیر حداقل ضخامت لایه ها کمتر از ضخامت های انتخابی هستند؛ لذا طرح قابل قبول است.

کنترل مقادیر ضخامت لایه ها:

حال می بایست SN محاسباتی از SN بدست آمده با سعی و خطا بیشتر باشد.

$$SN = \frac{1}{2.5} (a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3)$$

$$SN = \frac{1}{2.5} (0.46 \times 20 + 0.138 \times 1.2 \times 15 + 0.1 \times 0.9 \times 10) = 5.03 \geq 4.7 \quad \text{Ok} \quad \checkmark$$

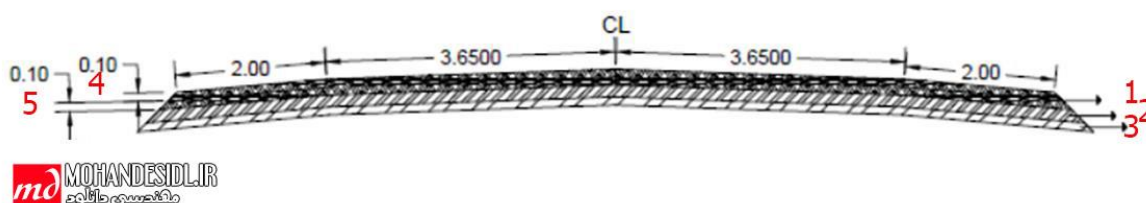


طراحی تیپ مقطع روسازی :

با توجه به داشتن اطلاعات مربوط به شیب سواره رو و شیب شانه ها و

ضخامت لایه های روسازی ، اقدام به طراحی مقطع روسازی خواهیم

نمود :



۱- رویه آسفالتی ۲۰ سانتی متری

۲- لایه اساس ۱۵ سانتی متری

۳- لایه زیر اساس ۱۰ سانتی متری

۴- لایه بیندر ۱۰ سانتی متر (نصف رویه)

۵- لایه توپکا ۱۰ سانتی متر (نصف رویه)

متره و برآورد مالی:

جهت دانلود فهرست بهای راه سال ۹۳ اینجا کلیک نمایید .

طول از مسیر را که در آن خاکریزی صورت می گیرد، با توجه به پروفیل طولی به دست می آوریم (طول قسمتهایی که خط پروژه بالاتر از خط زمین طبیعی است).

$$47+163+160+52+363+271=1056m$$

طول قسمت خاکبرداری :

$$43+295+25+85+116+28=592m$$

توجه : کل طول ما ۱۶۴۸ متر میباشد که با جمع مقادیر فوق صدق میکند .

$$۱۰۵۶+۵۹۲=1648m$$

برای محاسبه سطح بوته کنی، تسطیح و کوبیدن بستر خاکریزی از متوسط عرض نیمرخ های خاکریز استفاده کردیم .

برای محاسبه سطح بوته کنی، تسطیح و کوبیدن بستر خاکریزی از متوسط عرض نیمرخ های خاکریز استفاده کردیم.

در محاسبه حجم عملیات خاکبرداری حجم روسازی راه را به حجم خاکبرداری کل پروژه اضافه کردیم همچنین برای محاسبه حجم عملیات خاکریزی حجم روسازی راه را از حجم کل خاکریزی پروژه کم کردیم. برای محاسبه عرض روسازی از عرض متوسط روسازی استفاده کردیم.

جداول مربوط به متره و برآورد در زیر آمده است :

ردیف	شرح عملیات	شماره فهرست بها	واحد	ابعاد			مقدار	توضیحات
				ارتفاع	عرض	طول		
1	بوته کنی در زمین های پوشیده از بوته و خارج کردن ریشه های آن از محل عملیات	010101	m^2	-	22	1056	23232	1056 طول قسمت خاکریزی
2	برداشت خاک نباتی با هر وسیله مکانیکی و حمل مواد حاصل از خاک برداری تا فاصله 20 متر از مرکز نقل برداشت و توده کردن آن	030103	m^3	0.15	22	105.6	348.48	$0.1 \times 1056 = 105.6$ (10٪ خاک نباتی در قسمت خاکریزی)
3	خاکبرداری در زمین های خاکی با هر وسیله مکانیکی، حمل مواد حاصل از خاکبرداری تا فاصله 20 متر از مرکز نقل برداشت و توده کردن آن	030104	m^3	-	-	-	23776.21	حجم خاکبرداری
4	بارگیری مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک های توده شده و حمل آن با کامیون یا هر نوع وسیله مکانیکی دیگر، تا فاصله 100 متری مرکز نقل برداشت و تخلیه آن.	030901	m^3	-	-	-	21606.488	$27008.11 \times (100 - 20) / 100$
5	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاکهای توده شده، وقتی که فاصله حمل بیش از 100 متر و حداکثر تا 500 متر باشد به ازای هر 100 مترمربع بر 100 متر اول، کسر صدمتر به تناسب محاسبه می شود.	030902	m^3	-	-	-	108032.44	$27008.11 \times (500 - 100) / 100$
6	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک های توده شده در راه های ساخته نشده، مانند راه های سرویس، ارتباطی و انحرافی، در صورتی که فاصله حمل بیش از 500 متر تا 10 کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر اضافه بر 500 متر اول، (کسر کیلومتر، به تناسب محاسبه می شود)	030903	m^3	-	-	-	953.386	$27008.11 \times (535.3 - 500) / 1000$
7	رنگلاژ و پروفیل کردن سطح شیبروانی و کف ترانشه	030501	m^2	-	12	592	7104	592: طول خاکبرداری،

جدول ریز متره

توضیحات	مقدار	ابعاد			واحد	شماره فهرست بها	شرح عملیات	ردیف
		ارتفاع	عرض	طول				
	23232	-	22	1056	m ²	031001	تسطیح بستر خاکریز با گریدر	8
$(592 \times 12) + (1056 \times 22)$ هم خاکریزی - هم خاکبرداری	30336	-	-	-	m ³	031005	آبپاشی و کوبیدن بستر خاکریزها یا کف تراشه ها و مانند آنها، با تراکم 100 درصد، به روش آشتو اصلاحی تا عمق 15 سانتیمتر	9
$31032.40 - (1648 \times 11.5 \times (0.2 + 0.15 + 0.1))$ ضخامت روسازی $(0.2 + 0.15 + 0.1)$	22503.6	-	-	-	m ³	031104	پخش، آب پاشی، تسطیح، پروفیل کردن، رگلاژ و کوبیدن قشرهای خاکریزی و تونان با 100 درصد کوبیدگی، به روش آشتو اصلاحی، وقتی که ضخامت قشرهای خاکریزی پس از کوبیده شدن، حداکثر 15 سانتیمتر باشد	10
	1895.2	0/1	11.5	1648	m ³	140103	تهیه مصالح زیراساس از مصالح رودخانه ای، بارگیری و حمل تا فاصله یک کیلومتری معدن و باراندازی در محل مصرف، وقتی که دانه بندی صفر تا 25 میلیمتر باشد	11
	1895.2	0/1	11.5	1648	m ³	140701	پخش، آب پاشی، تسطیح و کوبیدن قشر زیر اساس به ضخامت 15 تا 15 سانتیمتر با حداقل 100 درصد تراکم به روش آشتو اصلاحی	12
	2842.8	0/15	11/5	1648	m ³	140603	تهیه مصالح اساس از سنگ کوهی، بارگیری و حمل تا فاصله یک کیلومتری معدن و باراندازی در محل مصرف وقتی که دانه بندی صفر تا 25 میلیمتر باشد و 100 درصد مصالح مانده روی الک نمره 4 در دو جبهه شکسته شود	13
	2842.8	0/15	11/5	1648	m ³	140704	پخش، آب پاشی، تسطیح و کوبیدن قشر اساس به ضخامت 10 تا 15 سانتیمتر با حداقل 100 درصد تراکم به روش آشتو اصلاحی	14
1 kg قیر به ازای واحد سطح	18292.8	-	11/1	1648	kg	150101	تهیه مصالح و اجرای اندود نفوذی (پریمکت) با قیر محلول	15

ادامه جدول ریز متره

توضیحات	مقدار	ابعاد			واحد	شماره فهرست بها	شرح عملیات	ردیف
		ارتفاع	عرض	طول				
ضخامت بیندر 10 Cm	120304	-	7/3	1648	m ²	150603	تهیه و اجرای هر سانتیمتر بتن آسفالتی با سنگ شکسته از مصالح رودخانه ای برای قشر آستر (بندر) هرگاه دانه بندی مصالح صفر تا 25 میلیمتر باشد. به ازای هر سانتیمتر ضخامت آسفالت	16
	12030.4	-	7/3	1648	kg	150301	تهیه مصالح و اجرای اندود سطحی (تک کت) با قیر محلول	17
ضخامت توپکا 10 Cm	120304	-	7/3	1648	m ²	150606	تهیه و اجرای هر سانتیمتر بتن آسفالتی با سنگ شکسته از مصالح رودخانه ای برای قشر رویه (توپکا) هرگاه دانه بندی مصالح صفر تا 12/5 میلیمتر باشد. به ازای هر سانتیمتر ضخامت آسفالت	18
	131840	-	4	1648	m ²	150603	تهیه و اجرای هر سانتیمتر بتن آسفالتی با سنگ شکسته از مصالح رودخانه ای برای قشر آستر (بندر) هرگاه دانه بندی مصالح صفر تا 25 میلیمتر باشد. به ازای هر سانتیمتر ضخامت آسفالت	19

ادامه جدول ریز متره

ردیف	شرح عملیات	شماره فهرست بها	واحد	قیمت جزئی (ریال)	مقدار	قیمت کل (ریال)
1	بوته کنی در زمین های پوشیده از بوته و خارج کردن ریشه های آن از محل عملیات	010101	m^2	130	23232	3020160
2	برداشت خاک نباتی با هر وسیله مکانیکی و حمل مواد حاصل از خاک برداری تا فاصله 20 متر از مرکز نقل برداشت و توده کردن آن	030103	m^3	3660	348.48	1275436.8
3	خاکبرداری در زمین های خاکی با هر وسیله مکانیکی، حمل مواد حاصل از خاکبرداری تا فاصله 20 متر از مرکز نقل برداشت و توده کردن آن	030104	m^3	7630	23776.21	181412482.3
4	بارگیری مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک های توده شده و حمل آن با کامیون یا هر نوع وسیله مکانیکی دیگر، تا فاصله 100 متری مرکز نقل برداشت و تخلیه آن.	030901	m^3	8340	21606.488	180198109.9
5	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاکهای توده شده، وقتی که فاصله حمل بیش از 100 متر و حداکثر تا 500 متر باشد به ازای هر 100 مترمربع بر 100 متر اول، کسر صدمتر به تناسب محاسبه می شود.	030902	m^3	715	108032.44	77242880
6	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک های توده شده در راه های ساخته نشده، مانند راه های سرویس، ارتباطی و انحرافی، در صورتی که فاصله حمل بیش از 500 متر تا 10 کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر اضافه بر 500 متر اول، (کسر کیلومتر، به تناسب محاسبه می شود)	030903	$m^3 - Km$	2680	9533.86	25550744.8
7	رگلاژ و پروفیله کردن سطح شيروانی و کف ترانشه	030501	m^2	1780	7104	12645120

جدول صورت وضعیت

ردیف	شرح عملیات	شماره فهرست بها	واحد	قیمت جزئی (ریال)	مقدار	قیمت کل (ریال)
8	تسطیح بستر خاکریز با گریدر	031001	m^2	230	23232	5343360
9	آپاشی و کوبیدن بستر خاکریزها یا کف ترانشه ها و مانند آنها، با تراکم 100 درصد، به روش آشتو اصلاحی تا عمق 15 سانتیمتر	031005	m^3	1470	30336	44593920
10	پخش، آب پاشی، تسطیح، پروفیله کردن، رگلاژ و کوبیدن قشرهای خاکریزی و تونان با 100 درصد کوبیدگی، به روش آشتو اصلاحی، وقتی که ضخامت قشرهای خاکریزی پس از کوبیده شدن، حداکثر 15 سانتیمتر باشد	031104	m^3	14600	22503.6	328552560
11	تهیه مصالح زیراساس از مصالح رودخانه ای، بارگیری و حمل تا فاصله یک کیلومتری معدن و باراندازی در محل مصرف، وقتی که دانه بندی صفر تا 25 میلیمتر باشد	140103	m^3	55500	1895.2	105183600
12	پخش، آب پاشی، تسطیح و کوبیدن قشر زیر اساس به ضخامت تا 15 سانتیمتر با حداقل 100 درصد تراکم به روش آشتو اصلاحی	140701	m^3	17400	1895.2	32976480
13	تهیه مصالح اساس از سنگ کوهی، بارگیری و حمل تا فاصله یک کیلومتری معدن و باراندازی در محل مصرف وقتی که دانه بندی صفر تا 25 میلیمتر باشد و 100 درصد مصالح مانده روی الک نمره 4 در دو جبهه شکسته شود	140603	m^3	217500	2842.8	618309000
14	پخش، آب پاشی، تسطیح و کوبیدن قشر اساس به ضخامت از 10 تا 15 سانتیمتر با حداقل 100 درصد تراکم به روش آشتو اصلاحی	140704	m^3	21500	2842.8	61120200
15	تهیه مصالح و اجرای اندود نفوذی (پریمکت) با قیر محلول	150101	kg	22700	18292.8	415246560

جدول صورت وضعیت

ردیف	شرح عملیات	شماره فهرست بها	واحد	قیمت جزئی (ریال)	مقدار	قیمت کل (ریال)
16	تهیه و اجرای هر سانتیمتر بتن آسفالتی با سنگ شکسته از مصالح رودخانه ای برای قشر آستر (بندر) هرگاه دانه بندی مصالح صفر تا 25 میلیمتر باشد، به ازای هر سانتیمتر ضخامت آسفالت	150603	m ²	20700	120304	2490292800
17	تهیه مصالح و اجرای اندود سطحی (تک کت) با امولسیون قیری	150301	kg	18700	12030.4	224968480
18	تهیه و اجرای هر سانتیمتر بتن آسفالتی با سنگ شکسته از مصالح رودخانه ای برای قشر رویه (توپکا) هرگاه دانه بندی مصالح صفر تا 12/5 میلیمتر باشد، به ازای هر سانتیمتر ضخامت آسفالت	150606	m ²	22800	120304	2742931200
19	تهیه و اجرای هر سانتیمتر بتن آسفالتی با سنگ شکسته از مصالح رودخانه ای برای قشر آستر (بندر) هرگاه دانه بندی مصالح صفر تا 25 میلیمتر باشد، به ازای هر سانتیمتر ضخامت آسفالت	150603	m ²	20700	131840	1364544000
						10,280,204,590

جدول صورت وضعیت

محاسبه تعدیل : جهت دانلود نشریه ۲۸۹ آموزش محاسبه تعدیل ، [اینجا](#) کلیک نمایید .

پروژه راهسازی

صورت وضعیت موقت از تاریخ 92/12/10 تا تاریخ 93/6/20

فهرست بهای واحد رشته پایه : فهرست بهای راه و باند فرودگاه سال 93 دوره شاخص مبنای پیمان : سه ماهه سوم سال 92

مبلغ تعدیل	ضریب تعدیل	شاخص دوره کارکرد	شاخص مبنا	مبلغ کارکرد در دوره	نسبت مدت کارکرد در دوره به مدت کارکرد	مبلغ کل صورت وضعیت	فهرست بها	دوره کارکرد	
								سال	سه ماهه
8,054,593	0.008	529.5	525	1,006,824,160.8	19/194	10,280,204,590	93	92	چهارم
78,850,229	0.016	534	525	4,928,139,313.7	93/194	10,280,204,590	93	93	اول
99,940,545	0.023	538	525	4,345,241,115.3	82/194	10,280,204,590	93	93	دوم
186,845,367								مجموع	

توجه : با توجه به اینکه شاخص های تعدیل سه ماهه های سال 93 اعلام نشده است ، شاخص های تعدیل سه ماهه اول و دوم به صورت تقریبی اعمال شده اند .

اعمال ضریب های اضافی مندرج در فهرست بهای راه 93:

۱- ضریب منطقه: ۱,۰۵

۲- تجهیز و برچیدن کارگاه:

مطابق پیوست ۲-۱۷-۱ فهرست بها هزینه تجهیز و برچیدن کارگاه ۴٪ در نظر گرفته می شود.

۳- هزینه های بالاسری:

با توجه به فهرست بها ضریب بالاسری ۱/۳ برای پروژه در نظر گرفته می شود

هزینه کل پروژه در واحد طول راه به متر:

قیمت یک متر راه به ریال بدون اعمال ضریب

$$\frac{10280204590+186845367}{1648}=6,351,365$$

قیمت یک متر راه به ریال با اعمال ضریب:

$$6351365 \times 1.05 \times 1.04 \times 1.3 = 9,016,397$$

منابع :

آیین نامه طرح هندسی راه های ایران – نشریه ۱۴۱

مجموعه نقشه های تیپ اجرایی آبروها – نشریه ۸۳

راهنمای روش محاسبه تعدیل آحاد بهای پیمان ها – نشریه ۲۸۹

کتاب روسازی راه دکتر طباطبایی

کتاب طرح هندسی راه دکتر بهبهانی

فهرست بهای واحد پایه رشته راه، راه آهن و باند فرودگاه سال ۱۳۹۳