



وزارت علوم تحقیقات و فناوری  
دانشگاه صنعتی سیرجان

دانشکده مهندسی عمران

عنوان:

گزارش پروژه درس راهسازی

نام اعضاء گروه:

—

نام استاد راهنما:

دکتر علیرضا غنی زاده

تاریخ تحویل:

1395/11/10

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیر و تشکر صمیمانه و خالصانه را دارم

از همه ی افرادی که برای علم و دانش این مرز و بوم تلاش می کنند.

چه در مکان های علمی و چه در عمل!

## سرفصل

- 5..... مقدمه :
- 6..... مفروضات طراحی مسیر :
- 13..... تعیین مقادیر پارامترهای طراحی :
- 16..... طراحی خطوط شکسته مسیر افقی :
- 18..... مختصات سومه ها :
- 18..... زاویه انحرافک :
- 20..... تعیین بر بلندی و جزئیات قوس ها :
- 27..... تعیین کیلومتر نقاط بحرانی :
- 29..... جداول پیاده سازی :
- 32..... شرح چگونگی ترسیم پروفیل طولی :
- 34..... محاسبات مربوط به قوس های قائم :
- 38..... محاسبات مربوط به دیاگرام بر بلندی :
- 41..... طراحی روسازی :
- 44..... نقشه مقطع عرضی تیپ :
- 46..... جدول محاسبه حجم عملیات خاکی (نرم افزار) :
- 50..... مقایسه سطح و حجم عملیات خاکی (دستی با نرم افزاری) :
- 52..... ترسیم دیاگرام بروکنر :
- 58..... متره و بر آورد :
- 60..... ضمیمه (الف). گزارش نرم افزار از مشخصات سومه ها و قوس های افقی :
- 66..... ضمیمه (ب). گزارش نرم افزار از کیلومتر و ارتفاع نقاط خط زمین و خط پروژه :
- 68..... ضمیمه (ج). مقاطع عرضی :

## مقدمه

راه‌سازی عملیات آماده‌سازی جاده‌ای بر روی زمین با عرضی مشخص است. به طوری که رانندگان یا وسایل نقلیه بتوانند با گذر از آن، از نقطه‌ای به نقطه دیگر برسند.

عملیات اصلی راه‌سازی عبارت‌اند از ساخت اساس، زیراساس و روسازی. جدول کاری و نصب علائم راهنمایی و رانندگی هم در ساخت بسیاری از راه‌ها اجرا می‌شود. راه‌سازی، روسازی راه و مهندسی ترابری: از جمله تخصص‌های مهم یک مهندس عمران، شناخت طرح و محاسبه زیرسازی و روسازی راه‌هاست. بدین منظور، درس‌های یادشده برای فراگیری مطلبی نظیر: طراحی و اجرای راه‌ها شامل: مسیریابی، عملیات خاکی، مشخصه‌ها و طرح هندسی راه‌ها در مسیرهای افقی و قائم، مشخصه‌های فنی انواع مصالح راه و لایه‌های مختلف روسازی آن، همچنین روش‌های طرح و اجرای روسازی‌های شنی و آسفالتی و نیز شبکه‌های حمل و نقل زمینی، دریایی و هوایی و برنامه‌ریزی‌ها و مدیریت‌های حمل و نقل ارائه می‌شوند.

در درس پروژه راه‌سازی، که پس از درس‌های راه‌سازی ارائه می‌شود، کاربرد اصول راه‌سازی در طرح کامل یک راه، از ابتدا تا انتها به همراه رسم نقشه‌ها و محاسبه‌های مربوط مورد توجه قرار می‌گیرد. راه‌سازی یکی از دروس مهم رشته مهندسی عمران است.

طراحی مسیر

به طور کلی طراحی شبکه راه ها بر اساس عملکرد و با توجه به پستی و بلندی انجام می شود . با مشخص شدن طبقه عملکردی و پستی و بلندی منطقه، تعیین مسیر و مشخصات هندسی به وسیله مهندس طراح ممکن می شود .

طبقه بندی توپوگرافی ( طبقه بندی راه بر اساس ناهمواری ) :

بر اساس آیین نامه 415، راه های کشور از نظر پستی و بلندی به شرح زیر طبقه بندی شده است :

راه هموار ( دشت):

زمین محدوده عبور راه هموار ( دشت ) بوده و شیب خط بزرگترین شیب زمین محدوده عبور و شیب طولی راه، حداکثر به 3 درصد می رسد . راه دارای خاکریزهایی به بلندی تا 2.5 متر و گاهی برش های کم عمق می باشد .

راه تپه ماهوری:

زمین محدوده عبور، پستی و بلندی ملایمی داشته و خط بزرگترین شیب زمین، عموماً دارای شیب 3 تا 1 درصد است . بلندی خاکریزها گاهی از 5/2 متر نیز بیشتر و عمق برش ها معمولاً کمتر از 1 متر است شیب طولی راه، عموماً از حداکثر مجاز کمتر است .

راه کوهستانی:

راه از دامنه کوه، تپه های بلند و دره های گود می گذرد و گاهی دارای برش های عمیق و پل های بزرگ یا خاکریزهای بلند است . خط بزرگترین شیب زمین، دارای شیب بیش از 1 درصد است . شیب طولی راه، در موردهای متعدد و در طول های قابل ملاحظه، به حداکثر مجاز می رسد.

طبقه بندی راه ( طبقه بندی راه بر اساس عملکرد آن):

در این آیین نامه، راه ها از نظر نوع عملکرد، در سه گروه طبقه بندی می شوند :

راههای شریانی

راههای اصلی

راههای فرعی

راه شریانی به دو دسته ذیل تقسیم میشود :

آزادراه و بزرگراه

راه اصلی به دو دسته ذیل تقسیم میشود :

درجه یک و درجه دو

راه فرعی نیز به سه دسته تقسیم میشود :

درجه یک ، درجه دو و درجه سه

مسیر پیشنهاد شده از سوی استاد برای طراحی بر روی نقشه ی توپوگرافی:

راه فرعی درجه 1

آیین نامه از ویژگی های عملکردی آن می توان به موارد زیر اشاره کرد:

بر اساس جدول 3-1

الف- تأمین کننده دسترسی به شبکه راه استانی

ب- برقرارکننده ارتباط بین مولدهای ترافیکی مهم در یک استان مانند پالایشگاه ها، نیروگاه ها، مراکز و

شهرک های صنعتی، مراکز کشاورزی و مراکز آموزشی به شهرها

پ- برقرارکننده ارتباط بین یک بخش یا دهستان یا چندین روستا به راه با طبقه بندی بالاتر یا به شهر

ت- جمع کننده ترافیک راه های با طبقه بندی پایین و انتقال دهنده به راه های با طبقه بندی بالاتر



## خودروی طرح

ابعاد و ویژگی های انواع وسایل نقلیه که از راه استفاده می کنند، بر طرح هندسی راه مؤثر است. بنابراین انتخاب خودروی طرح، یکی از مهمترین گام ها در مطالعات طرح هندسی راه است. برای طرح هندسی راه ها و تعیین اجزای هندسی آن (مانند شعاع گردش، فواصل دید، حداقل عرض و ارتفاع آزاد) از خودروی طرحی استفاده می شود که در بین خودروهای استفاده کننده از راه، بیشترین تأثیر را بر طرح هندسی دارد. در موردهای خاصی که حجم ترافیک و مطالعات اقتصادی، با توجه به تجاوزهای مختصر و بدون خطر به خط های عبور مجاور، استفاده از خودروی طرح با مشخصات بالاتر را توجیه نکند، می توان خودروی طرح با مشخصات پایین تر را ملاک عمل قرار داد.

با توجه به تفاوت زیاد بین ابعاد وسایل نقلیه، لازم است تا چند وسیله نقلیه نماینده، که ابعاد آنها نشان دهنده تأثیرگذارترین گروه استفاده کننده از راه در هر مورد است، انتخاب شود. این وسایل را خودرو طرح می نامند. علت استفاده از چند خودروی طرح این است که در بعضی موردها مثل فاصله دید، خودروهای کوچکتر و در موردهای دیگر مانند شعاع قوس افقی، خودروهای بزرگتر، مؤثرترین وسیله نقلیه می باشند.

## انواع خودروی طرح

برای تعیین بعضی از اجزای هندسی راه، لازم است به طور دقیق به مشخصات فیزیکی وسایل نقلیه، توجه شود. در این آیین نامه، برای طرح راه از پنج نوع خودرو طرح: سبک (سواری)، اتوبوس نوع اول، اتوبوس نوع دوم، کامیون نوع اول و کامیون نوع دوم استفاده شده است. طراح باید متناسب با ترکیب ترافیکی مورد نظر، یک یا چند خودرو را به عنوان خودروی طرح در نظر بگیرد.

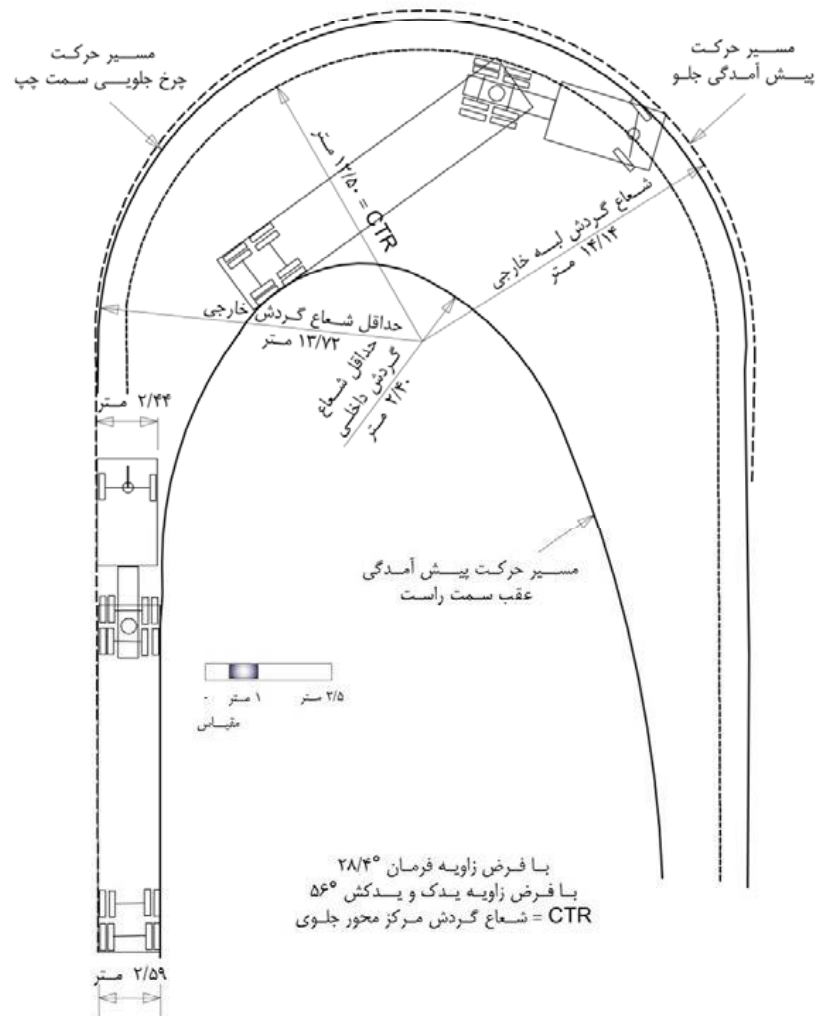
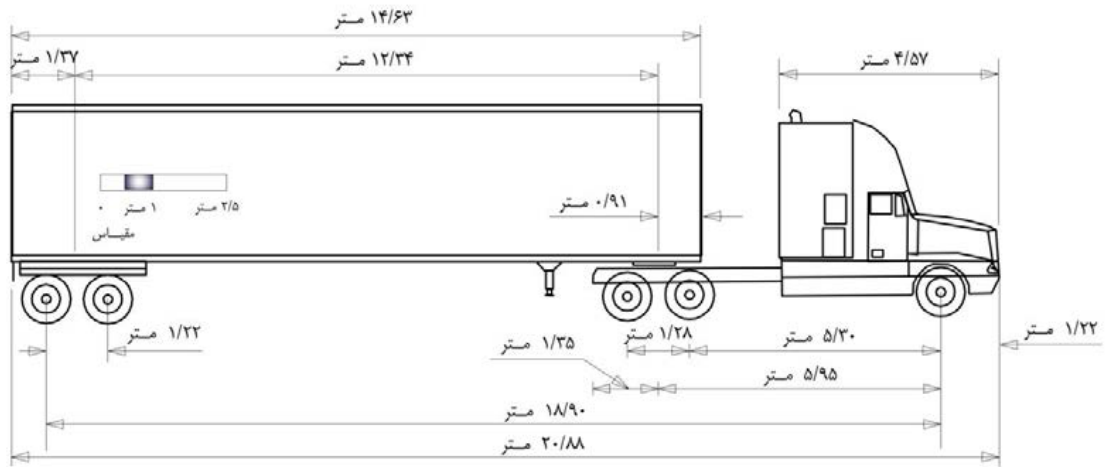
خودروی طرح در این پروژه:

## کامیون نوع دوم

## جدول مشخصات خودروی طرح

18.9	فاصله محور ابتدا و انتها
1.22	پیش آمدگی جلو
0.76	پیش آمدگی عقب
20.88	طول وسیله نقلیه
2.59	عرض وسیله نقلیه
4.1	ارتفاع وسیله نقلیه
2.4	حداقل شعاع دایره داخلی گردش
13.72	حداقل شعاع دایره خارجی گردش
14.14	شعاع گردش لبه خارجی

## مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، کامیون نوع دوم



## سرعت طرح

سرعت طرح، سرعتی است که برای تعیین حداقل مشخصات مربوط به طرح هندسی (قوس افقی، قوس قائم، شیب و...) قطعه مورد نظر راه انتخاب می شود. علاوه بر سرعت طرح، می توان به سرعت عملکردی و سرعت حرکت اشاره کرد. سرعت عملکردی، سرعتی است که در شرایط آزاد جریان ترافیکی، رانندگان وسیله نقلیه این سرعت را انتخاب می کنند و برای هر یک از اجزای مسیر در شرایط آزاد جریان ترافیکی، برابر سرعتی است که 85 درصد از رانندگان، سرعت معادل با آن و یا کمتر را انتخاب می کنند.

سرعت حرکت، حاصل تقسیم طول قطعه راه بر زمان مورد نیاز وسیله نقلیه برای پیمودن این قطعه می باشد. متوسط سرعت حرکت، مجموع فاصله طی شده توسط وسایل نقلیه در قطعه ای از راه تقسیم بر مجموع زمان های حرکت آن ها، در طی یک دوره زمانی مشخص می باشد. متوسط سرعت حرکت، مناسب ترین معیار سرعت برای تعیین سطح کیفیت ترافیک (سطح سرویس) و هزینه های کاربران می باشد.

## انتخاب سرعت طرح

عوامل مؤثر در انتخاب سرعت طرح عبارتند از:

\* وضعیت پستی و بلندی منطقه طرح،

\* عملکرد مسیر،

\* کاربری زمین های مجاور،

\* نکات اقتصادی،

\* انتظار و تمایلات رانندگان،

\* نوع و حجم ترافیک،

\* منظر آرایی مسیر،

\* کاربران مسیر،

بسته به این عوامل، سرعت طرح میتواند از 30 تا 130 کیلومتر در ساعت باشد. از سرعت های طرح پایین تر برای مناطق کوهستانی و راه هایی با اهمیت عملکردی کمتر و از سرعت های طرح بالاتر برای مناطق تپه ماهوری و دشت و راه هایی با اهمیت عملکردی بیشتر استفاده می شود. با در نظر گرفتن عوامل بالا، بیشترین سرعت ممکن به عنوان سرعت طرح انتخاب می شود، مگر آنکه موقعیت خاص راه مقادیر کمتری را ایجاب کند.

## سرعت طرح برای راه های فرعی

راه های فرعی درجه سه				راه های فرعی درجه یک و دو			نوع راه
سرعت طرح (کیلومتر در ساعت) برای حجم طرح مشخص شده (وسیله نقلیه در روز)							وضع پستی و بلندی
۴۰۰ به بالا	۴۰۰ تا ۲۵۰	۲۵۰ تا ۵۰	۵۰ تا ۰	۲۰۰۰ به بالا	۲۰۰۰ تا ۴۰۰	۴۰۰ تا ۰	
۸۰	۶۰	۵۰	۵۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	دشت
۶۰	۵۰	۵۰	۳۰	۸۰	۶۰	۵۰	تپه ماهور
۵۰	۳۰	۳۰	۳۰	۶۰	۵۰	۳۰	کوهستانی

تعیین

مقادیر

پارامترهای

طراحی

## حداقل و حداکثر شیب طولی

شیب طولی به شیب سطح تمام شده راه در امتداد مسیر گفته می شود. این شیب همان شیب طولی خط پروژه است و بطور عمده به وسیله پستی و بلندی، طبقه بندی عملکردی راه، قوس افقی، قدرت وسایل نقلیه سنگین، هزینه تملک حریم راه، ایمنی، فواصل دید، هزینه های ساخت راه و زهکشی، فرهنگ رانندگی و منظر آرایشی کنترل می شود. طبق جدول (3-1) میزان حداکثر شیب طولی برای راه فرعی درجه 1 در منطقه کوهستانی و سرعت طرح 51 کیلومتر بر ساعت برابر 11% می باشد.

### حداکثر شیب طولی مسیر

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)								نوع منطقه
۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	
حداکثر شیب طولی								
۵	۶	۶	۷	۷	۷	۷	۷	هموار
۶	۷	۷	۸	۸	۹	۱۰	۱۰	تپه ماهور
۸	۹	۹	۱۰	۱۰	۱۰	۱۱	۱۲	کوهستانی
برای طول های کوتاه شیب دار در مناطق برون شهری (طول های کمتر از ۱۵۰ متر) و سرازیری های یک طرفه مقدار شیب را می توان ۲ درصد نسبت به مقادیر جدول افزایش داد.								

باتوجه به جدول حداقل شیب طولی با فرض عدم وجود جدول در کنار راه 0.3 هست.

### حداقل شیب طولی در انواع راه

حداقل شیب طولی (درصد)		وضعیت
مطلق	مطلوب	
0.3	0.5	وجود جدول در کنار راه
0.2	0.3	عدم وجود جدول در کنار راه

## حداقل شعاع قوس افقی

برای ارتباط دو خط مستقیم متوالی در پلان از پیچ یا قوس افقی استفاده می شود که معمولاً کمانی از یک دایره است. هر خودرو در حال عبور از قوس افقی، تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز قرار می گیرد. برای تأمین ایمنی و راحتی حرکت خودرو، بهتر است شیب عرضی راه با توجه به سرعت طرح و شعاع قوس افقی تغییر یابد.

در طرح قوس افقی راه، رابطه بین سرعت طرح، حداقل شعاع قوس افقی، حداکثر بر بلندی و حداکثر ضریب اصطکاک جانبی بین لاستیک چرخ و سطح راه، به صورت رابطه زیر است.

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

که در آن:

V : سرعت

e : بر بلندی

f : ضریب اصطکاک

حداقل شعاع قوس افقی بر اساس حداکثر بر بلندی و حداکثر ضریب اصطکاک بدست می آید. ضریب اصطکاک برای سرعت 50 کیلومتر بر ساعت برابر 0.16 می باشد که بر این اساس حداقل شعاع قوس های افقی برابر 82 متر می باشد.

و با توجه به بر بلندی 0.08 داریم:

## حداقل شعاع قوس افقی

$$R_{min} = 82 \text{ m}$$

شرح چگونگی

طراحی خطوط شکسته مسیر افقی (پلان)

با استفاده از نقشه توپوگرافی

و بر اساس نقاط ابتداء و انتها

و سوما به روش پیکاری



پس از انجام مطالعات مقدماتی شناسایی، مسیر های اجرایی هر کدام بصورت تئوری بین مبدأ و مقصد بر روی نقشه بصورت خط شکسته ترسیم می گردند .

ابتدا طول لازم با در نظر گرفتن شیب مجاز بین دو خط تراز از فرمول زیر محاسبه می گردد :

$$d = \frac{h_2 - h_1}{i\%}$$

$i\%$  = درصد شیب طولی مجاز

$h$  = ارتفاع منحنی میزان

$d$  = طول لازم با در نظر گرفتن شیب مجاز جهت عبور مسیر از یک خط تراز به خط تراز مجاور .

دهانه پرگار را به اندازه طول  $d$  با مقیاس نقشه باز کرده و از نقطه شروع مسیر بر روی خط تراز قوسی می زنیم تا خط تراز بعدی را در دو نقطه دیگر قطع کند . و در دو نقطه دو قوس دیگر می زنیم . بنابر این چهار مسیر بدست می آید و آن دو تایی را که به سمت مقصد حرکت می کند انتخاب کرده و دیگری را حذف می کنیم و عمل را به همین صورت تا مقصد ادامه می دهیم تا خطوط شکسته مسیر تئوری حاصل گردد.

و بعد از بدست آوردن خطوط شکسته آن ها را تا جای ممکن خلاصه سازی می کنیم . سپس با بکار بردن قوس ها و قوس های اتصال در محل های لازم مسیر واقعی تکمیل می گردد . از این روش که به روش پرگاری مرسوم است بین مبدأ و مقصد واریانت های متعددی ایجاد می کند.

نکاتی در این روش باید مورد توجه قرار داد :

- خطوط شکسته حتی الامکان کمترین فاصله را تا خط مجاور ایجاد کند.

- حداقل دهانه ی پرگار  $d$  می باشد.

- حتی المقدور بین خطوط منحنی میزان به سمت مقصد حرکت کرد.

- خطوط شکسته تا جای ممکن در یک راستا قرار گیرند.

- خطوط شکسته در واقع راهنمای طراح می باشند.

برای انتخاب مسیر در محدوده خطوط شکسته راستا های مسیر رسم می شود و خطوط شکسته به ما نشان می دهد که شیب آن کمتر از شیب مجاز باشد و بر روی راستاهای مسیر قوس ها را رسم می کنیم.

## مختصات سومه ها

از روی نقشه توپوگرافی و با توجه به اعداد و ارقام روی آن مختصات سومه ها بدین شرح است :

نقاط	فاصله در راستای x از مبدا،	فاصله در راستای y از مبدا،
ابتدا	10135	10135
PVI 1	10340	10570
PVI 2	11240	10810
PVI 3	11775	11350
PVI 4	12115	11435
PVI 5	12420	11690
انتهاء	13015	11585

## محاسبه زوایه انحراف یا توجه به مختصات سومه ها

با توجه به فرمول کلی ( در ربع اول دستگاه مختصات ):

$$G_{ij} = \tan^{-1} \left( \frac{X_j - X_i}{Y_j - Y_i} \right)$$

با توجه به فرمول کلی ( در ربع دوم دستگاه مختصات ):

$$G_{ij} = 2\pi - \tan^{-1} \left( \frac{X_j - X_i}{Y_j - Y_i} \right)$$

با توجه به فرمول کلی ( در ربع سوم دستگاه مختصات ):

$$G_{ij} = \pi + \tan^{-1} \left( \frac{X_j - X_i}{Y_j - Y_i} \right)$$

با توجه به فرمول کلی ( در ربع چهارم دستگاه مختصات ):

$$G_{ij} = \pi - \tan^{-1} \left( \frac{X_j - X_i}{Y_j - Y_i} \right)$$

پس ژیزمان AB برابر است با:

$$G_{AB} = \tan^{-1} \left( \frac{10340 - 10135}{10570 - 10135} \right) = 25^{\circ}13'58''$$

و ژیزمان BC برابر با:

$$G_{BC} = \tan^{-1} \left( \frac{11240 - 10340}{10810 - 10570} \right) = 75^{\circ}04'06''$$

پس  $\Delta$  در سومه اول برابر است با:

$$\Delta_1 = G_{BC} - G_{AB} = 75^{\circ}04'06'' - 25^{\circ}13'58'' = 49^{\circ}50'08''$$

و ژیزمان CD برابر با :

$$G_{CD} = \tan^{-1} \left( \frac{11775 - 11240}{11350 - 10810} \right) = 44^{\circ}44'00''$$

و  $\Delta$  در سومه دوم برابر است با :

$$\Delta_2 = G_{BC} - G_{CD} = 75^{\circ}04'06'' - 44^{\circ}44'00'' = 30^{\circ}20'06''$$

و ژیزمان DE برابر با :

$$G_{DE} = \tan^{-1} \left( \frac{12115 - 11775}{11435 - 11350} \right) = 75^{\circ}57'49''$$

و  $\Delta$  در سومه سوم برابر است با :

$$\Delta_3 = G_{DE} - G_{CD} = 75^{\circ}57'49'' - 44^{\circ}44'00'' = 31^{\circ}13'49''$$

و ژیزمان EF برابر با :

$$G_{EF} = \tan^{-1} \left( \frac{12420 - 12115}{11690 - 11435} \right) = 50^{\circ}06'07''$$

و  $\Delta$  در سومه چهارم برابر است با :

$$\Delta_4 = G_{DE} - G_{EF} = 75^{\circ}57'49'' - 50^{\circ}06'07'' = 25^{\circ}51'42''$$

و ژیزمان FG برابر با :

$$G_{FG} = \pi - \tan^{-1} \left( \frac{13015 - 12420}{11585 - 11690} \right) = 100^{\circ}00'29''$$

و در سومه پنجم برابر است با :

$$\Delta_5 = G_{FG} - G_{EF} = 100^{\circ}00'29'' - 50^{\circ}06'07'' = 49^{\circ}54'22''$$

تعیین پرلندی

نوع قوس افقی

شعاع نهایی قوس

و جزئیات محاسبه قوس طراحی شده در هر یک از سومه ها

در قوس ها خودرو ها تحت اثر نیروی گریز از مرکز قرار می گیرند. برای تأمین ایمنی و راحتی سرنشینان ، سطح جاده را در قوس ها به صورت شیبدار به طرف داخل قوس در نظر می گیرند که آن را برابندی (دور) می نامند. در این پروژه حداکثر برابندی 8 درصد در نظر گرفته شده است.

- ✓ قوس اول: کلو توئید - دایره ه - کلو توئید
- ✓ قوس دوم: کلو توئید - دایره ه - کلو توئید
- ✓ قوس سوم: دایره ساده
- ✓ قوس چهارم: کلو توئید - دایره ه - کلو توئید
- ✓ قوس پنجم: کلو توئید - دایره ه - کلو توئید

- ✚ شعاع نهایی قوس اول:  $R_C = 85$
- ✚ شعاع نهایی قوس دوم:  $R_C = 150$
- ✚ شعاع نهایی قوس سوم:  $R_C = 85$
- ✚ شعاع نهایی قوس چهارم:  $R_C = 150$
- ✚ شعاع نهایی قوس پنجم:  $R_C = 100$

$$A = \sqrt{L_S \times R_C} = 68.125$$

$$L_{S1} = 13.65 Ve = 54.6$$

$$L_{S2} = \frac{0.036 V^3}{R} = 52.94$$

$$L_{S \min} = \max(L_{S1} L_{S2}) = 54.6$$

$$X_S = L_S = 54.6$$

$$Y_S = \frac{L_S^3}{6A^2} = 4.49$$

$$\theta_S = \frac{L_S}{2R_C} = 18^\circ 24' 07''$$

$$\Delta = 49^\circ 50' 08''$$

$$\Delta_C + 2\theta_S = \Delta \rightarrow \Delta_C = 13^\circ 01' 54''$$

$$\Delta R = Y_S - R_C(1 - \cos \theta_S) = 0.14$$

$$K = X_S - R_C \sin \theta_S = 27.77$$

$$T = K + (R_C + \Delta R) \tan \left( \frac{\Delta}{2} \right) = 67.32$$

$$L_C = R_C \times \Delta_C = 19.33$$

$$A = \sqrt{L_S \times R_C} = 90.5$$

$$L_{S1} = 13.65 Ve = 54.6$$

$$L_{S2} = \frac{0.036 V^3}{R} = 30$$

$$L_{S \min} = \max(L_{S1} L_{S2}) = 54.6$$

$$X_S = L_S = 54.6$$

$$Y_S = \frac{L_S^3}{6A^2} = 2.54$$

$$\theta_S = \frac{L_S}{2R_C} = 10^\circ 25' 40''$$

$$\Delta = 30^\circ 20' 06''$$

$$\Delta_C + 2\theta_S = \Delta \rightarrow \Delta_C = 09^\circ 28' 46''$$

$$\Delta R = Y_S - R_C(1 - \cos \theta_S) = 0.063$$

$$K = X_S - R_C \sin \theta_S = 27.45$$

$$T = K + (R_C + \Delta R) \tan \left( \frac{\Delta}{2} \right) = 68.13$$

$$L_C = R_C \times \Delta_C = 24.82$$

$$\Delta = 31^{\circ}13'49''$$

$$T = R \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 23.75$$

$$L = R \times \Delta_{rad} = 46.33 \text{ m}$$

$$E = R \left( \frac{1}{\cos \frac{\Delta}{2}} - 1 \right) = 3.25 \text{ m}$$

$$C = 2R \sin \frac{\Delta}{2} = 45.76 \text{ m}$$

$$M = R \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right) = 3.13 \text{ m}$$

$$D_{rad} = \frac{10}{R} = 0.11765$$



$$A = \sqrt{L_S \times R_C} = 90.5$$

$$L_{S1} = 13.65 V e = 54.6$$

$$L_{S2} = \frac{0.036 V^3}{R} = 30$$

$$L_{S \min} = \max(L_{S1} L_{S2}) = 54.6$$

$$X_S = L_S = 54.6$$

$$Y_S = \frac{L_S^3}{6A^2} = 2.54$$

$$\theta_S = \frac{L_S}{2R_C} = 10^\circ 25' 40''$$

$$\Delta = 25^\circ 51' 42''$$

$$\Delta_C + 2\theta_S = \Delta \rightarrow \Delta_C = 05^\circ 00' 22''$$

$$\Delta R = Y_S - R_C(1 - \cos \theta_S) = 0.063$$

$$K = X_S - R_C \sin \theta_S = 27.45$$

$$T = K + (R_C + \Delta R) \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 61.9$$

$$L_C = R_C \times \Delta_C = 13.1 \text{ m}$$

$$A = \sqrt{L_S \times R_C} = 73.9$$

$$L_{S1} = 13.65 V e = 54.6$$

$$L_{S2} = \frac{0.036 V^3}{R} = 45$$

$$L_{S \min} = \max(L_{S1} L_{S2}) = 54.6$$

$$X_S = L_S = 54.6$$

$$Y_S = \frac{L_S^3}{6A^2} = 4.97$$

$$\theta_S = \frac{L_S}{2R_C} = 15^\circ 38' 30''$$

$$\Delta = 49^\circ 54' 22''$$

$$\Delta_C + 2\theta_S = \Delta \rightarrow \Delta_C = 18^\circ 37' 22''$$

$$\Delta R = Y_S - R_C(1 - \cos \theta_S) = 1.27$$

$$K = X_S - R_C \sin \theta_S = 27.64$$

$$T = K + (R_C + \Delta R) \tan \left( \frac{\Delta}{2} \right) = 74.76$$

$$L_C = R_C \times \Delta_C = 32.5 \text{ m}$$

تعیین کیلومتر نقاط بحرانی

(ابتداء و انتهای قوس ها)

نقطه ی شروع:

$$km_{start} = 0 + 000.00$$

نقاط بحرانی قوس اول:

$$L_1 = 980 \text{ m}$$

$$km_{BVC 1} = L_1 - T_1 = 0 + 412.68$$

$$km_{EVC 1} = km_{BVC 1} + 2L_S + L_C = 0 + 541.21$$

نقاط بحرانی قوس دوم:

$$L_2 = 940 \text{ m}$$

$$km_{BVC 2} = km_{EVC 1} - T_1 + L_2 - T_2 = 1 + 345.76$$

$$km_{EVC 2} = km_{BVC 2} + 2L_S + L_C = 1 + 479.78$$

نقاط بحرانی قوس سوم:

$$L_3 = 765 \text{ m}$$

$$km_{BVC 3} = km_{EVC 2} - T_2 + L_3 - T_3 = 2 + 152.90$$

$$km_{EVC 3} = km_{BVC 3} + L_C = 2 + 199.23$$

نقاط بحرانی قوس چهارم:

$$L_4 = 350 \text{ m}$$

$$km_{BVC 4} = km_{EVC 3} - T_3 + L_4 - T_4 = 2 + 463.58$$

$$km_{EVC 4} = km_{BVC 4} + 2L_S + L_C = 2 + 585.89$$

نقاط بحرانی قوس پنجم:

$$L_5 = 400 \text{ m}$$

$$km_{BVC 5} = km_{EVC 4} - T_4 + L_5 - T_5 = 2 + 849.23$$

$$km_{EVC 5} = km_{BVC 5} + 2L_S + L_C = 2 + 990.93$$

نقطه ی انتها:

$$L_6 = 605 \text{ m}$$

$$km_{end} = km_{EVC 5} - T_5 + L_6 = 3 + 506.00$$

جدول پیاده سازی

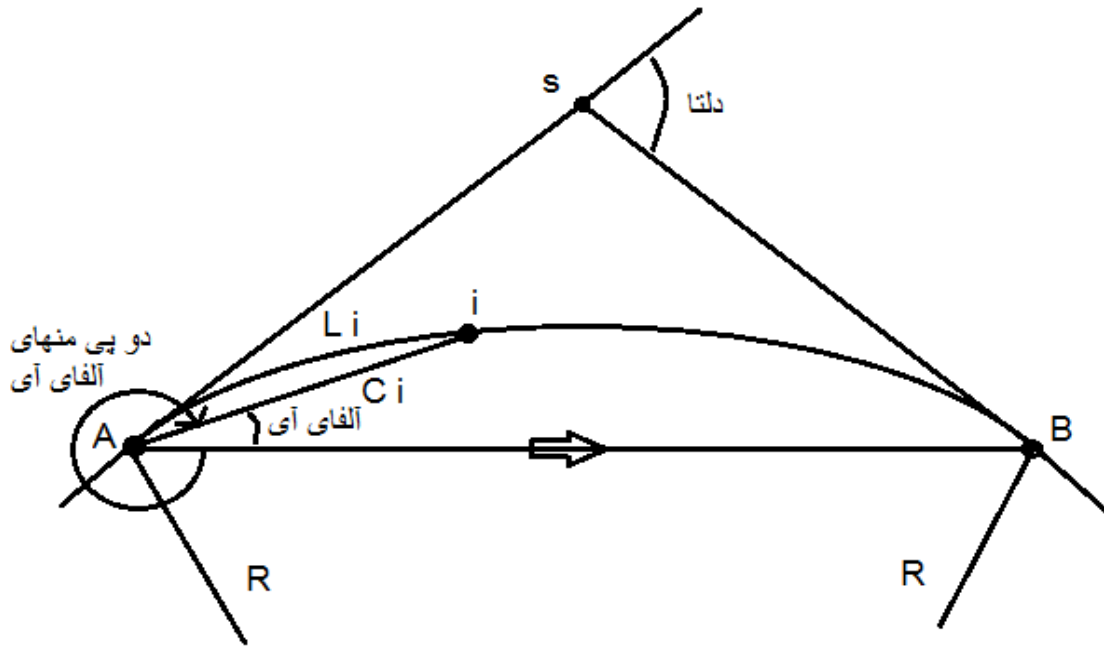
یک قوس دایره

و یک شاخه کلو توئید

با استفاده از روش قطبی

به همراه جزئیات محاسبات

پیاده سازی قوس دایره ساده (قوس سوم)

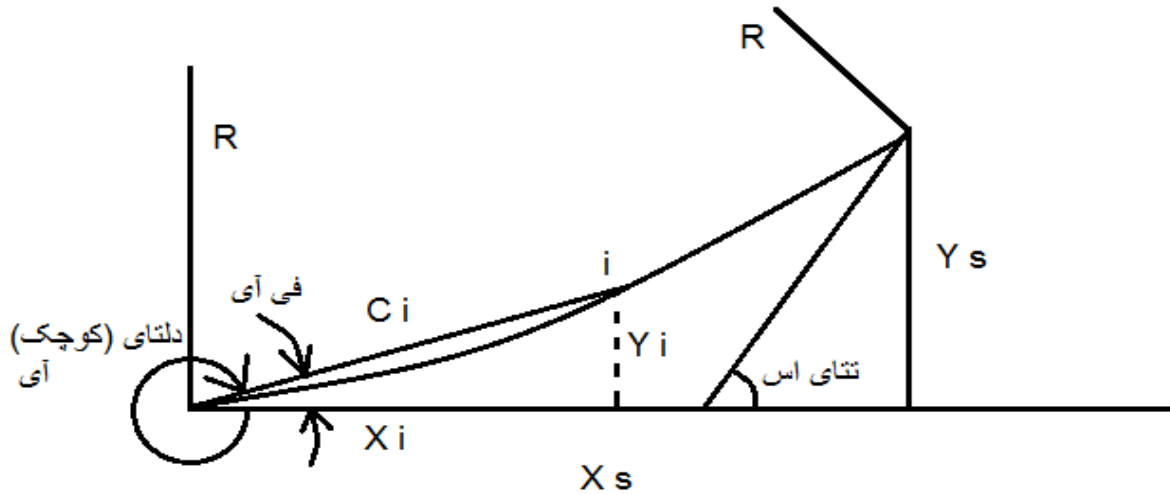


$$C_i = 2R \sin\left(\frac{L_i}{2R}\right)$$

$$\delta_i = 2\pi - \hat{\alpha}_i = 2\pi - \left(\frac{\hat{\Delta}}{2} - \frac{L_i}{2R}\right)$$

$\hat{\delta}_i$	$C_i$	طول وتر کوتاه	طول قوس بلند	طول قوس کوتاه	کیلومتر	نقطه
344°23'05"	0.00	0.00	0.00	0.00	2+152.90	T.C
346°46'40"	7.10	7.10	7.10	7.10	2+160.00	1
350°08'53"	17.07	9.99	17.10	10.00	2+170.00	2
353°31'06"	26.99	9.99	27.10	10.00	2+180.00	3
356°53'20"	36.80	9.99	37.10	10.00	2+190.00	4
359°59'59"	45.76	9.22	46.33	9.23	2+199.23	C.T

پیاده سازی یک شاخه کلو توئید چپ گرد ( قوس دوم )



$$X_i = L_i$$

$$Y_i = \frac{L_i^3}{6A^2}$$

$$C_i = \sqrt{X_i^2 + Y_i^2}$$

$$\hat{\delta}_i = 2\pi - \hat{\phi}_i = 2\pi - \tan^{-1}\left(\frac{Y_i}{X_i}\right)$$

$\hat{\delta}_i$	$C_i$	$Y_i$	$X_i$	$L_i$	$l_i$	کیلومتر	نقطه
<b>360°00'00"</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1+345.76</b>	<b>T.S</b>
<b>359°51'54"</b>	<b>4.24</b>	<b>0.01</b>	<b>4.24</b>	<b>4.24</b>	<b>4.24</b>	<b>1+350.00</b>	<b>1</b>
<b>359°45'31"</b>	<b>14.24</b>	<b>0.06</b>	<b>14.24</b>	<b>14.24</b>	<b>10.00</b>	<b>1+360.00</b>	<b>2</b>
<b>359°18'53"</b>	<b>24.24</b>	<b>0.29</b>	<b>24.24</b>	<b>24.24</b>	<b>10.00</b>	<b>1+370.00</b>	<b>3</b>
<b>358°37'42"</b>	<b>34.25</b>	<b>0.82</b>	<b>34.24</b>	<b>34.24</b>	<b>10.00</b>	<b>1+380.00</b>	<b>4</b>
<b>357°43'19"</b>	<b>44.27</b>	<b>1.76</b>	<b>44.24</b>	<b>44.24</b>	<b>10.00</b>	<b>1+390.00</b>	<b>5</b>
<b>356°31'14"</b>	<b>54.70</b>	<b>3.32</b>	<b>54.60</b>	<b>54.60</b>	<b>10.36</b>	<b>1+400.36</b>	<b>S.C</b>

شرح چکونکی

ترسیم پروفیل طولی



برای رسم پروفیل طولی ، مسیر را به فواصل 50 متر تقسیم کرده و در هر نقطه ارتفاع خط زمین را محاسبه می کنیم. بعد اعداد بدست آمده را در یک دستگاه مختصات که محور افقی آن بیانگر کیلومتر از مسیر و محور قائم آن بیانگر ارتفاع می باشد در یک کاغذ شطرنجی با مقیاس محور افقی 1:5000 و مقیاس محور قائم 1:500 رسم می کنیم. بعد از مشخص شدن نقاط با هم وصل کردن آنها خط زمین بدست می آید.

بعد از ترسیم خط زمین با توجه به حداکثر شیب طولی مجاز و با مد نظر قرار دادن این که احجام خاکریزی و خاکبرداری حداقل مقدار ممکن برسند، خط پروژه را ترسیم می کنیم بعد از ترسیم خط پروژه ، سومه های قوس های قائم مشخص می شود در ضمن توجه به این نکته حائز اهمیت است که سومه ها باید به نحوی انتخاب گردند که امکان ترسیم و طراحی قوس وجود داشته باشد و تداخلی در قوس ها به وجود نیاید.

بعد از طراحی و ترسیم قوس های قائم مشخصات هر قوس روی آن نوشته می شود ، که این مشخصات شامل کیلومتر نقاط شروع و پایان قوس، ارتفاع نقاط شروع و پایان قوس و شیب می باشد . بعد در زیر محور افقی کیلومتر از نقاط ، ارتفاع خط زمین و ارتفاع خط پروژه نوشته می شود.

بعد نوبت به ترسیم دیاگرام شیب می رسد. این دیاگرام نشان دهنده شیب خط پروژه در امتداد مسیر می باشد. که شیب های منفی رو به پایین و شیب مثبت رو به بالا توسط پاره خط هایی مشخص می شود.

محاسبات مربوط به قوس های قائم

( جزئیات تعیین حداقل طول مورد نیاز

طول در نظر گرفته شده

کیلومتر و ارتفاع نقاط ابتدا و انتها

و جدول مربوط به کیلومتر و ارتفاع نقاط با توجه به پروفیل طولی.

کیلومتر و ارتفاع نقاط خط زمین با استفاده گزارش نرم افزار تعیین می شوند.

جزئیات تعیین حداقل طول مورد نیاز:

قوس قائم کاسه ای:

$$A = |2.84 - 0.8| = 2.04$$

$$K = 13$$

$$S = 65$$

$$L_{min} \geq KA = 26.52$$

قوس قائم گنبدی:

$$A = |0.32 - 2.84| = 2.52$$

$$K = 138$$

$$S = 345$$

$$L_{min} \geq KA = 347.76$$

طول در نظر گرفته شده:

قوس قائم کاسه ای:

$$\text{فرض } L > S \rightarrow L = \frac{AS^2}{122 + 3.5S} = 24.66 \quad \text{فرض غلط}$$

$$\therefore L = 2S - \frac{122 + 3.5S}{A} = -41.32$$

$$\therefore L = 50$$

قوس قائم گنبدی:

$$\text{فرض } L > S \rightarrow L = \frac{AS^2}{946} = 317.07 \quad \text{فرض غلط}$$

$$\therefore L = 2S - \frac{946}{A} = 314.60$$

$$\therefore L = 460$$

کیلومتر و ارتفاع نقاط ابتداء و انتہاء:

قوس قائم کاسہ ای:

$$ELEV_{PVI\ 1} = 771.50$$

$$km_{PVI\ 1} = 0 + 250.00$$

$$ELEV_{BVC\ 1} = ELEV_{PVI\ 1} - g_1 \frac{L}{2} = 771.30$$

$$km_{BVC\ 1} = km_{PVI\ 1} - \frac{L}{2} = 0 + 225.00$$

$$ELEV_{EVC\ 1} = ELEV_{PVI\ 1} + g_2 \frac{L}{2} = 772.21$$

$$km_{EVC\ 1} = km_{PVI\ 1} + \frac{L}{2} = 0 + 275.00$$

قوس قائم گنبدی:

$$ELEV_{PVI\ 2} = 814.00$$

$$km_{PVI\ 2} = 1 + 750.00$$

$$ELEV_{BVC\ 2} = ELEV_{PVI\ 2} - g_2 \frac{L}{2} = 807.47$$

$$km_{BVC\ 2} = km_{PVI\ 2} - \frac{L}{2} = 1 + 520.00$$

$$ELEV_{EVC\ 2} = ELEV_{PVI\ 2} + g_3 \frac{L}{2} = 814.74$$

$$km_{EVC\ 2} = km_{PVI\ 2} + \frac{L}{2} = 1 + 980.00$$

معادلات:

$$Y = \left( \frac{g_2 - g_1}{2L} \right) X^2 + g_1 X + ELEV_{BVC}$$

معادله ی قوس قائم کاسہ ای:

$$Y = 2.04 \times 10^{-4} X^2 + 0.008 X + 771.30$$

ارتفاع	فاصله از ابتداء	کیلومتر	نقطه
771.30	0	0 + 225.00	$BVC_1$
771.63	25	0 + 250.00	1
772.21	50	0 + 275.00	$EVC_1$

معادله ی قوس قائم گنبدی:

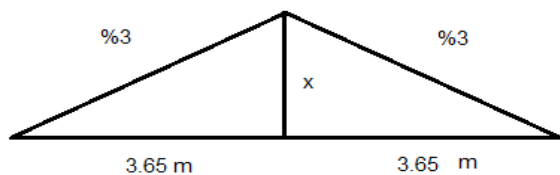
$$Y = -2.74 \times 10^{-5} X^2 + 0.0284 X + 807.47$$

ارتفاع	فاصله از ابتداء	کیلومتر	نقطه
807.47	0	1 + 520.00	$BVC_2$
808.30	30	1 + 550.00	1
809.57	80	1 + 600.00	2
810.70	130	1 + 650.00	3
811.69	180	1 + 700.00	4
812.55	230	1 + 750.00	5
813.27	280	1 + 800.00	6
813.86	330	1 + 850.00	7
814.31	380	1 + 900.00	8
814.62	430	1 + 950.00	9
814.74	460	1 + 980.00	$EVC_2$

دیاگرام پربندی

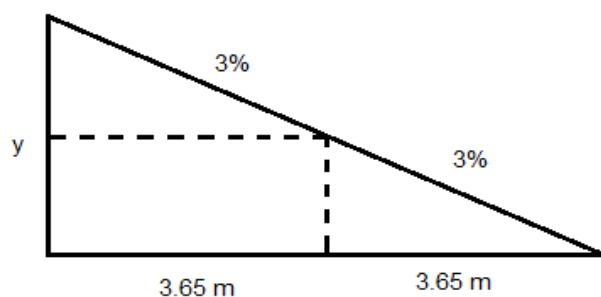
محاسبات اولیه دیاگرام بر بلندی:

قسمت مستقیم:



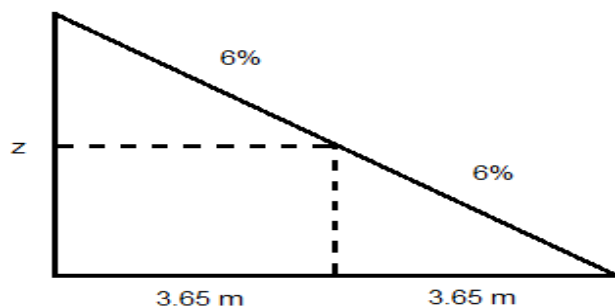
$$\frac{3}{100} = \frac{x}{365} \rightarrow X = 10.95 \text{ cm}$$

شیب یک طرفه 3%:



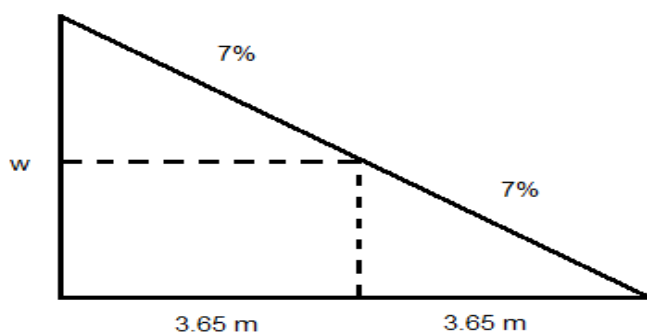
$$\frac{3}{100} = \frac{y}{730} \rightarrow y = 21.9 \text{ cm}$$

شیب یک طرفه 6%:



$$\frac{6}{100} = \frac{z}{730} \rightarrow z = 43.8 \text{ cm}$$

شیب یک طرفه 7%:



$$\frac{7}{100} = \frac{w}{730} \rightarrow w = 51.1 \text{ cm}$$

محاسبات طول برای قوس های اول . دوم . چهارم و پنجم ( که همه از نوع کلو توئید - دایره - کلو توئید و طول شاخه کلو توئید همه با هم برابر است ). دیاگرام بر بلندی بر روی یک شاخه کلو توئید اجرا می شود و بر روی قوس دایره وسط ثابت و دوباره بر روی کلو توئید دیگر به جاده مستقیم تبدیل می شود.

$$\tan \theta_1 = \frac{w}{L_S} = \frac{0.511}{54.6}$$

$$\frac{x}{L_1} = \frac{y}{L_1 + L_2} = \frac{z}{L_1 + L_2 + L_3} = \frac{w}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}$$

$$\frac{x}{L_1} = \frac{0.511}{54.6} \rightarrow L_1 = 11.70 \text{ m}$$

$$\frac{y}{L_1 + L_2} = \frac{0.511}{54.6} \rightarrow L_2 = 11.70 \text{ m}$$

$$\frac{z}{L_1 + L_2 + L_3} = \frac{0.511}{54.6} \rightarrow L_3 = 23.4 \text{ m}$$

$$L_4 = L_S - L_1 - L_2 - L_3 = 7.8 \text{ m}$$

برای قوس سوم (دایره ساده) :

برای این نوع قوس به اندازه نصف قوس قبل از قوس شروع شده و تا وسط قوس ادامه یافته دوباره از وسط قوس تا بعد از قوس خاتمه می یابد.

$$\tan \theta_1 = \frac{w}{46.33}$$

$$\frac{x}{L_1} = \frac{0.511}{46.33} \rightarrow L_1 = 10.88 \text{ m}$$

$$\frac{y}{L_1 + L_2} = \frac{0.511}{46.33} \rightarrow L_2 = 8.98 \text{ m}$$

$$\frac{z}{L_1 + L_2 + L_3} = \frac{0.511}{46.33} \rightarrow L_3 = 19.85 \text{ m}$$

$$L_4 = 46.33 - L_1 - L_2 - L_3 = 6.62 \text{ m}$$



پیراساس نشریه شماره 234

هدف بدست آوردن یک روسازی سه لایه ( شامل قشر بتن آسفالتی و قشر اساس و قشر زیر اساس ) برای یک راه اصلی است. ترافیک دوره طراحی در خط طرح برابر با 1000000 محور استاندارد است. و بقیه مفروضات زیر:

$$\text{Marshal stability} = 800 \text{ kg}$$

$$R = 80 \%$$

$$S_0 = 0.35$$

$$CBR_{Base} = 100$$

$$CBR_{sub base} = 30$$

$$CBR_{sub grade} = 5$$

$$m_2 = 0.9$$

$$m_3 = 0.8$$

$$P_t = 2.5$$

$$P_i = 4.2$$

که با توجه به نمودار های نشریه 234 و کتاب دکتر طباطبائی اعداد و ارقام زیر بدست می آید:

$$\text{Marshal} = 800 \rightarrow \text{کتاب دکتر طباطبائی ( 6 - 9 )} \rightarrow a_1 = 0.42$$

$$CBR_{Base} = 100 \rightarrow \text{نشریه ( 4 - 11 )} \rightarrow a_2 = 0.14 \text{ and } MR = 2200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$CBR_{SUB Base} = 30 \rightarrow \text{نشریه ( 3 - 11 )} \rightarrow a_3 = 0.11 \text{ and } MR = 1050 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$CBR_{sub grade} = 5 \rightarrow \text{نشریه ( 2 - 11 )} \rightarrow MR = 5800 \text{ Psi}$$

با توجه به:

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.5 = 1.7$$

$$MR = 5800 \times 0.07 = 406$$

و با توجه به شکل 7-11 ( نمودار محاسبه عدد سازه ای روسازی ):

$$SN_4 = 3.5$$

و همین طور:

$$SN_2 = 1.85$$

$$SN_3 = 2.8$$

پس:

$$SN_2 = \frac{1}{2.5} a_1 \times d_1 \rightarrow d_1 = 11.01 \text{ cm} \cong 12 \text{ cm}$$

$$SN_3 = \frac{1}{2.5} (a_1 \times d_1 + a_2 \times m_2 \times d_2) \rightarrow d_2 = 15.5 \text{ cm} \cong 16 \text{ cm}$$

برای لایه بعدی باید رابطه زیر اغنا شود:

$$3.5 = \frac{1}{2.5} (0.42 \times 12 + 0.13 \times 0.9 \times 16 + 0.11 \times 0.8 \times d_3) \rightarrow d_3 = 14.4 \text{ cm}$$

که آئین نامه حداقل مقدار آن را 20 cm گرفته پس بنابراین:

$$d_3 = 20 \text{ cm}$$

و در اینجا :

رویه: 4 cm

توپکا: 8 cm

نقشه مقطع عرضی

با مقیاس 1:100 شامل کلیه جزئیات

( عرض و شیب سواره رو

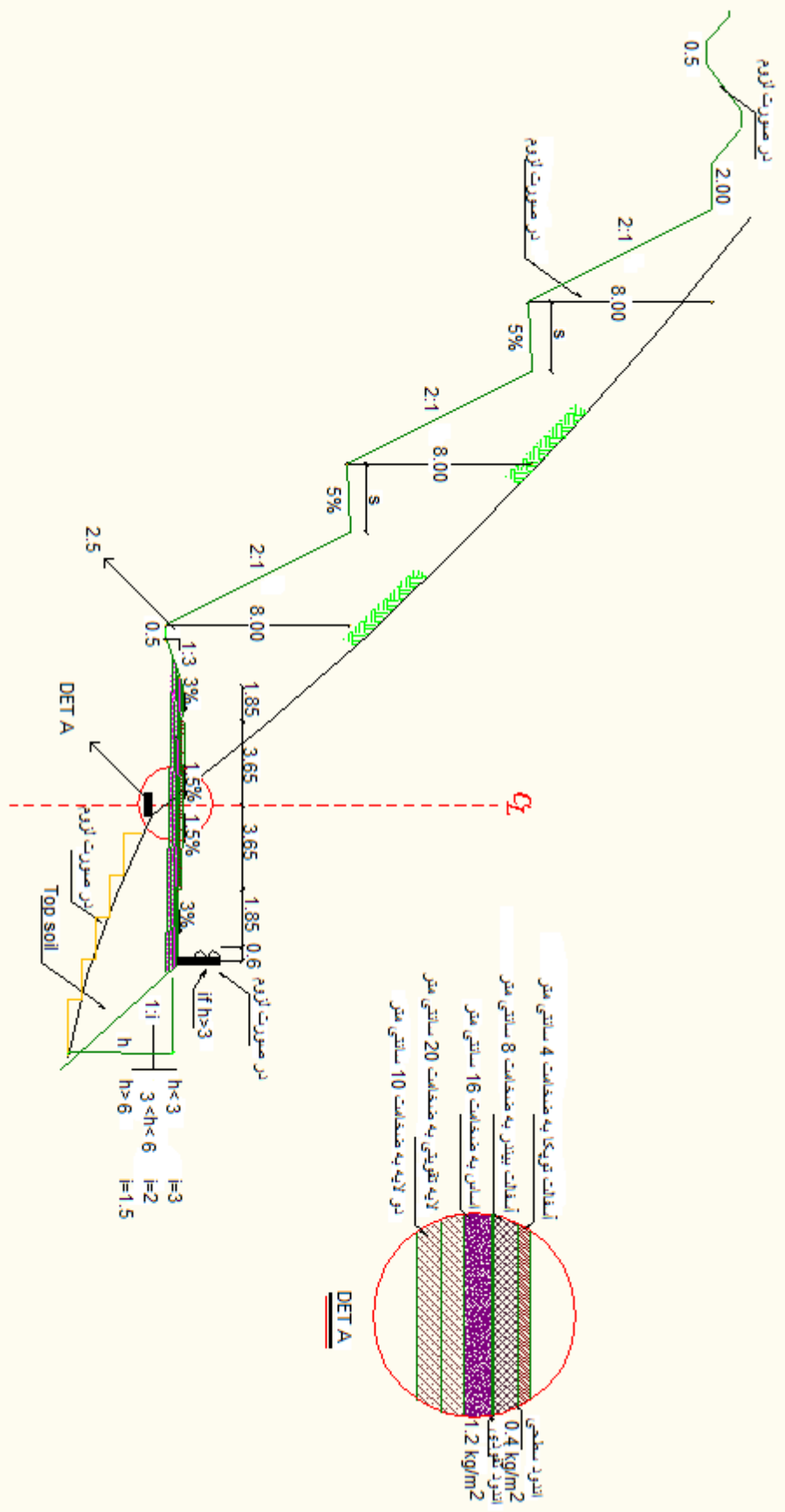
عرض و شیب شانه

ضخامت و نام هر یک از لایه های روسازی

مشخصات نهر زهکشی جانبی

مشخصات شیروانی خاکبرداری ها و خاکریز ها

و ... )



تمام واحدها بر حسب متر می باشد.

جدول مربوط به:

محاسبه حجم عملیات خاکی

با استفاده از نرم افزار

<i>STATION</i>	<i>AREAS</i>		<i>VOLUMES</i>		<i>CUMULATIVE VOLUMES</i>	
	<i>Square Meters</i>		<i>Cubic Meters</i>		<i>Cubic Meters</i>	
	<i>CUT</i>	<i>FILL</i>	<i>CUT</i>	<i>FILL</i>	<i>CUT</i>	<i>FILL</i>
0+000	2.057	1.970				
0+050	2.157	1.834	121.153	88.442	121.153	88.442
0+100	3.644	0.467	164.936	50.028	286.089	138.470
0+150	9.830	0.000	372.975	7.243	659.065	145.713
0+200	22.654	0.000	908.642	0.000	1567.707	145.713
0+250	0.305	7.856	490.480	121.770	2058.187	267.483
0+300	0.000	59.653	5.854	1381.937	2064.041	1649.420
0+350	0.000	64.879	0.000	2894.516	2064.041	4543.936
0+400	0.000	70.161	0.000	3138.880	2064.041	7682.816
0+413.514	0.000	78.950	0.000	936.463	2064.041	8619.279
0+422.514	0.000	84.980	0.000	686.152	2064.041	9305.431
0+446.514	0.000	110.573	0.000	2183.903	2064.041	11489.334
0+450	0.000	116.161	0.000	370.896	2064.041	11860.230
0+468.114	0.000	143.138	0.000	2207.209	2064.041	14067.439
0+470.514	0.000	146.111	0.000	327.765	2064.041	14395.203
0+473.047	0.000	147.222	0.000	350.930	2064.041	14746.133
0+482.514	0.000	143.030	0.000	1296.664	2064.041	16042.798
0+485.047	0.000	142.455	0.000	341.298	2064.041	16384.096
0+487.447	0.000	141.434	0.000	322.095	2064.041	16706.191
0+500	0.000	135.420	0.000	1591.192	2064.041	18297.383
0+509.047	0.000	130.282	0.000	1104.120	2064.041	19401.503
0+533.047	0.000	125.632	0.000	2836.819	2064.041	22238.322
0+542.047	0.000	123.777	0.000	1042.337	2064.041	23280.659
0+550	0.000	120.644	0.000	903.911	2064.041	24184.569
0+600	0.000	83.431	0.000	4718.228	2064.041	28902.797
0+650	0.000	63.591	0.000	3407.842	2064.041	32310.639
0+700	0.000	47.864	0.000	2582.687	2064.041	34893.326
0+750	1.054	14.611	20.193	1378.258	2084.234	36271.584
0+800	12.471	0.000	328.706	226.469	2412.940	36498.053
0+850	43.244	0.000	1513.001	0.000	3925.941	36498.053
0+900	50.703	0.000	2698.146	0.000	6624.087	36498.053
0+950	62.656	0.000	3253.019	0.000	9877.106	36498.053
1+000	74.575	0.000	3940.417	0.000	13817.523	36498.053
1+050	87.550	0.000	4656.111	0.000	18473.634	36498.053
1+100	103.728	0.000	5492.677	0.000	23966.311	36498.053
1+150	108.292	0.000	6095.095	0.000	30061.406	36498.053
1+200	101.530	0.000	6031.325	0.000	36092.731	36498.053
			5731.366	0.000	41824.096	36498.053

1+250	97.834	0.000	5465.655	0.000	47289.751	36498.053
1+300	92.303	0.000	3930.495	0.000	51220.246	36498.053
1+337.970	87.746	0.000	1204.032	0.000	52424.278	36498.053
1+350	86.255	0.000	4012.123	0.000	56436.401	36498.053
1+392.570	77.412	0.000	652.261	0.000	57088.663	36498.053
1+400	74.714	0.000	1418.813	0.000	58507.475	36498.053
1+417.387	66.719	0.000	2145.777	0.000	60653.253	36498.053
1+450	48.423	0.000	1255.655	0.000	61908.908	36498.053
1+471.987	50.916	0.000	1792.662	0.000	63701.570	36498.053
1+500	60.514	0.000	3945.413	0.000	67646.983	36498.053
1+550	77.051	0.000	4757.373	0.000	72404.355	36498.053
1+600	88.556	0.000	4831.759	0.000	77236.114	36498.053
1+650	79.585	0.000	3965.192	0.000	81201.306	36498.053
1+700	58.855	0.000	3031.003	0.000	84232.309	36498.053
1+750	46.801	0.000	2205.395	0.000	86437.704	36498.053
1+800	30.489	0.000	1384.234	0.000	87821.938	36498.053
1+850	18.185	0.000	779.160	0.000	88601.098	36498.053
1+900	9.395	0.000	365.722	0.022	88966.820	36498.075
1+950	3.750	0.001	150.726	13.865	89117.546	36511.939
2+000	1.637	0.858	74.015	77.237	89191.560	36589.176
2+050	0.967	2.624	42.377	165.571	89233.938	36754.747
2+100	0.529	4.588	18.183	201.721	89252.121	36956.468
2+140.221	0.272	6.240	2.770	58.606	89254.891	37015.074
2+150	0.222	6.651	33.897	198.963	89288.788	37214.038
2+186.552	1.511	5.251	49.049	36.326	89337.837	37250.363
2+200	5.200	1.081	99.668	804.519	89437.506	38054.883
2+250	0.000	43.934	0.000	1997.524	89437.506	40052.406
2+300	0.000	41.989	756.819	650.823	90194.324	40703.229
2+350	39.486	0.000	3801.662	0.000	93995.987	40703.229
2+400	96.980	0.000	5352.218	0.000	99348.205	40703.229
2+450	89.238	0.000	139.311	0.000	99487.515	40703.229
2+451.360	88.892	0.000	4501.056	0.000	103988.571	40703.229
2+500	72.706	0.000	487.745	0.000	104476.316	40703.229
2+505.960	70.611	0.000	1068.515	0.000	105544.832	40703.229
2+519.066	72.219	0.000	2665.714	0.000	108210.545	40703.229
2+550	77.006	0.000	2144.071	0.000	110354.616	40703.229



2+573.666	80.391	0.000				
2+600	78.538	0.000	2406.498	0.000	112761.114	40703.229
2+650	58.632	0.000	3929.725	0.000	116690.839	40703.229
2+700	42.570	0.000	2897.259	0.000	119588.098	40703.229
2+750	5.378	1.198	1208.998	18.572	120797.096	40721.802
2+800	0.000	38.692	103.075	723.834	120900.171	41445.636
2+834.982	0.000	85.777	0.000	1974.532	120900.171	43420.168
2+850	0.000	88.185	0.000	1214.389	120900.171	44634.558
2+889.582	1.488	7.172	23.179	1459.992	120923.349	46094.549
2+900	15.034	0.000	90.003	22.755	121013.353	46117.304
2+922.084	51.743	0.000	819.996	0.000	121833.349	46117.304
2+950	83.899	0.000	2141.917	0.000	123975.266	46117.304
2+976.684	96.599	0.000	2760.856	0.000	126736.122	46117.304
3+000	102.080	0.000	2663.293	0.000	129399.415	46117.304
3+050	90.767	0.000	5541.148	0.000	134940.562	46117.304
3+100	66.644	0.000	4507.745	0.000	139448.307	46117.304
3+150	29.709	0.000	2699.620	0.000	142147.928	46117.304
3+200	2.392	10.377	776.866	160.846	142924.793	46278.149
3+250	0.000	65.913	45.854	1587.875	142970.647	47866.025
3+300	0.000	58.720	0.000	2896.101	142970.647	50762.126
3+350	8.003	7.951	153.391	1368.317	143124.038	52130.442
3+400	15.713	2.004	669.477	216.187	143793.515	52346.630
3+450	12.545	4.429	810.696	145.903	144604.212	52492.532
3+500	8.023	4.688	586.494	211.945	145190.706	52704.478
3+506.538	11.346	1.586	72.455	18.242	145263.160	52722.720
			0.000	0.000	145263.160	52722.720

مقایسه

سطح و حجم عملیات خاکی

با استفاده از روش دستی

و کامپیوتری

برای پنج مقطع

کیلومتر	دستی (سطح)		کامپیوتری (سطح)		دستی (حجم)		کامپیوتری (حجم)	
	<i>cut</i>	<i>fill</i>	<i>cut</i>	<i>fill</i>	<i>cut</i>	<i>fill</i>	<i>cut</i>	<i>fill</i>
2 + 600.00	85.03	0	78.54	0				
2 + 650.00	67.06	0	58.63	0	3739.37	0	3929.73	0
2 + 700.00	45.51	0	42.57	0	2796.9	0	2897.26	0
2 + 750.00	23.81	0.74	5.38	1.2	1702.47	12.34	1209	18.57
2 + 800.00	0	48.16	0	38.7	395.34	914.5	103.08	723.84

## ترسیم دیاگرام پروکتر و خط پخش در سه حالت

### و حالت بهینه

الف: کل دپو یا قرضه در وسط مسیر

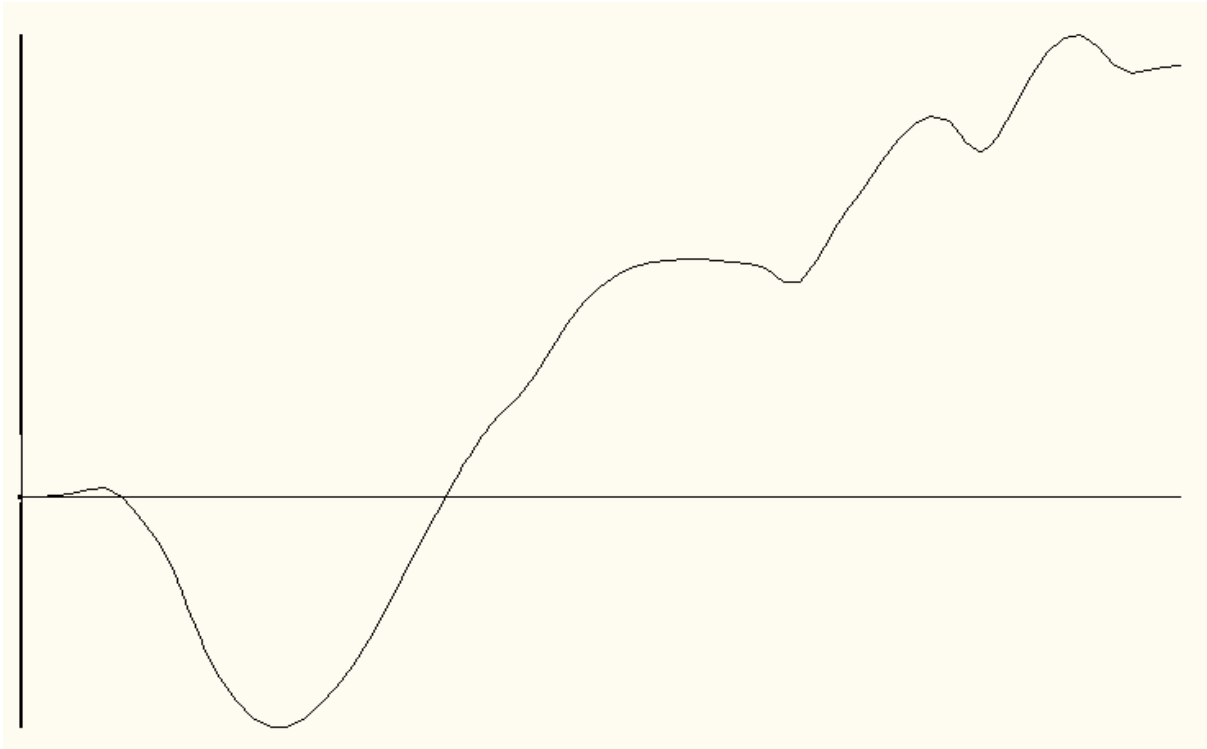
ب: کل دپو یا قرضه در ابتدای مسیر

پ: نیمی از دپو یا قرضه در یک سوم ابتدا و نیمی از دپو یا قرضه در یک سوم انتهای مسیر

و تعیین عزم حمل و فاصله متوسط حمل مصالح در هر حالت و

ت: خط پخش بهینه

حالت کلی منحنی بروکنر برابر است با:

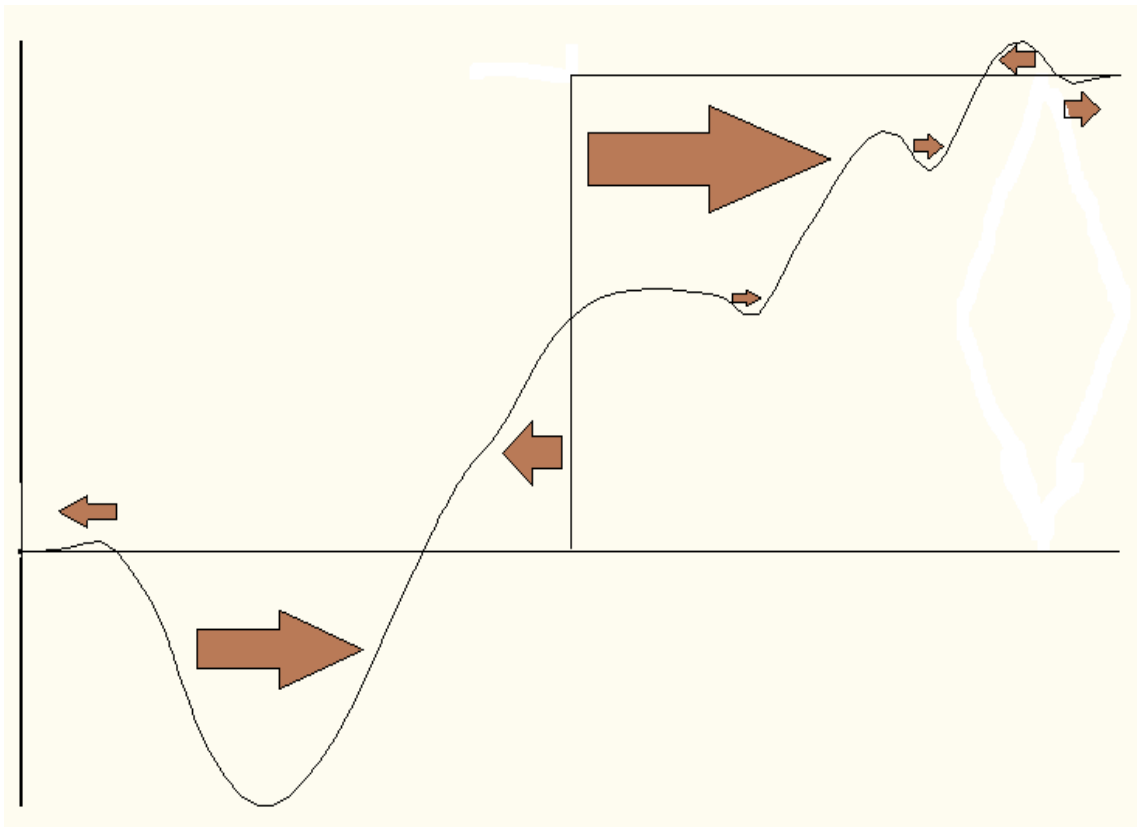


$$V_F = 1500 + 75700 + 30600 + 23300 + 700 = 131800$$

$$V_C = 38600 + 10100 + 7900 + 2200 = 58800$$

$$V_{MAX} = \max(V_F, V_C) = 131800$$

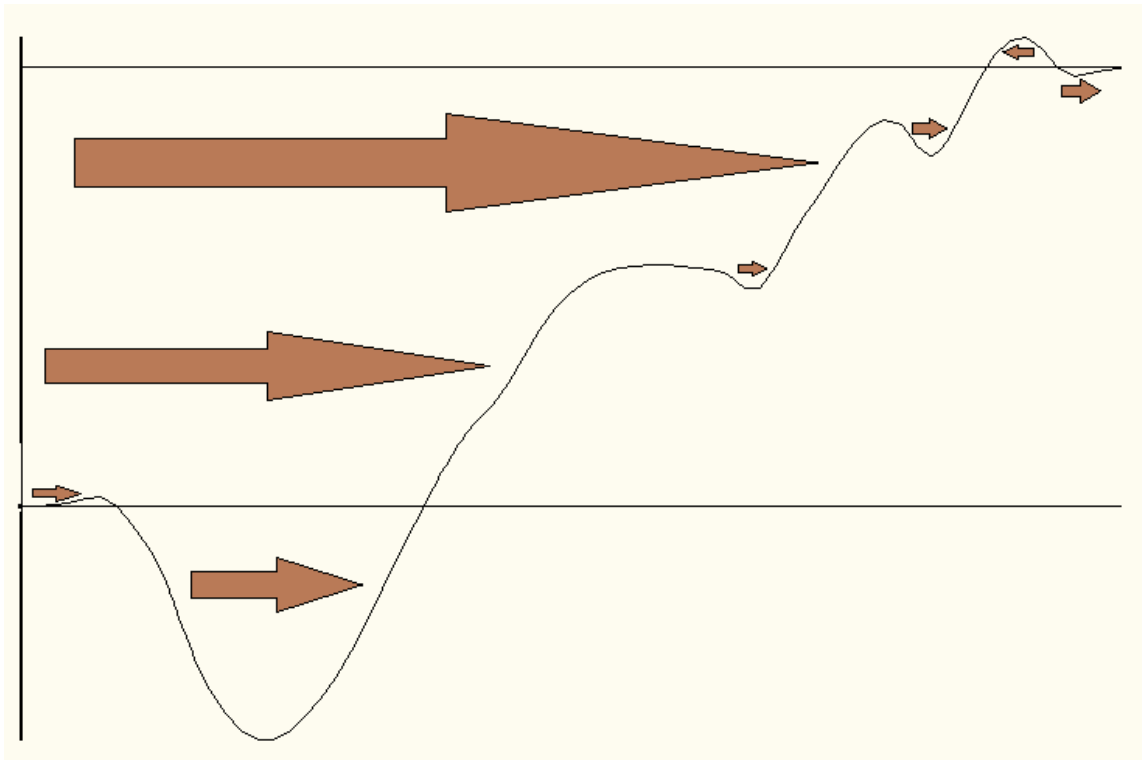
الف: کل قرضه در وسط مسیر



$$S = 187500 + 37500 + 9275000 + 8904000 + 12545000 + 9693000 + 5733000 \\ + 15043000 + 3096000 + 1980500 + 10000 + 3500 = 66508000m^4$$

$$d = \frac{S}{V} = \frac{66508000}{131800} = 504.61$$

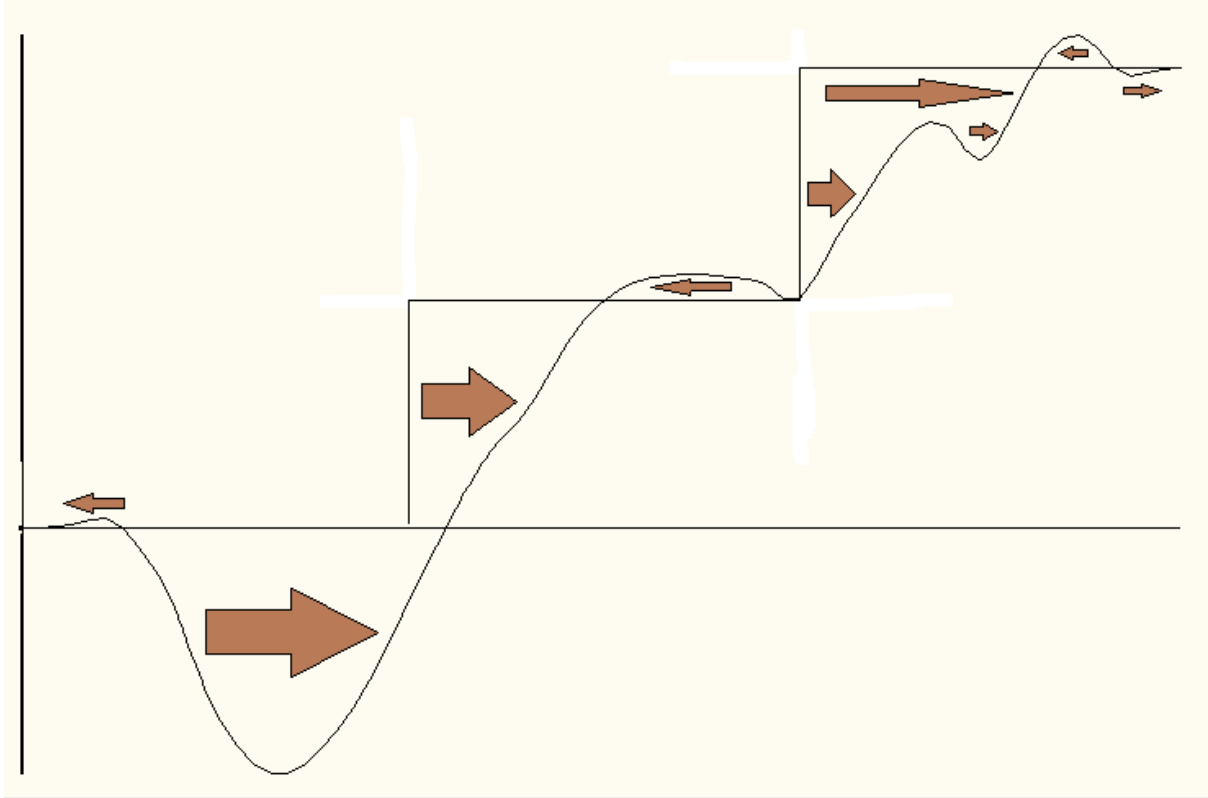
ب: کل قرضه در ابتدای مسیر



$$S = 18473500 + 46150000 + 44664000 + 35880000 + 9693000 + 5733000 \\ + 15043000 + 3096000 + 1980500 + 10000 + 3500 = 180726500 m^4$$

$$d = \frac{S}{V} = \frac{180726500}{131800} = 1371.22 \text{ m}$$

پے: نیمی از قرضه در یک سوم ابتدا و نیمی در یک سوم انتہا

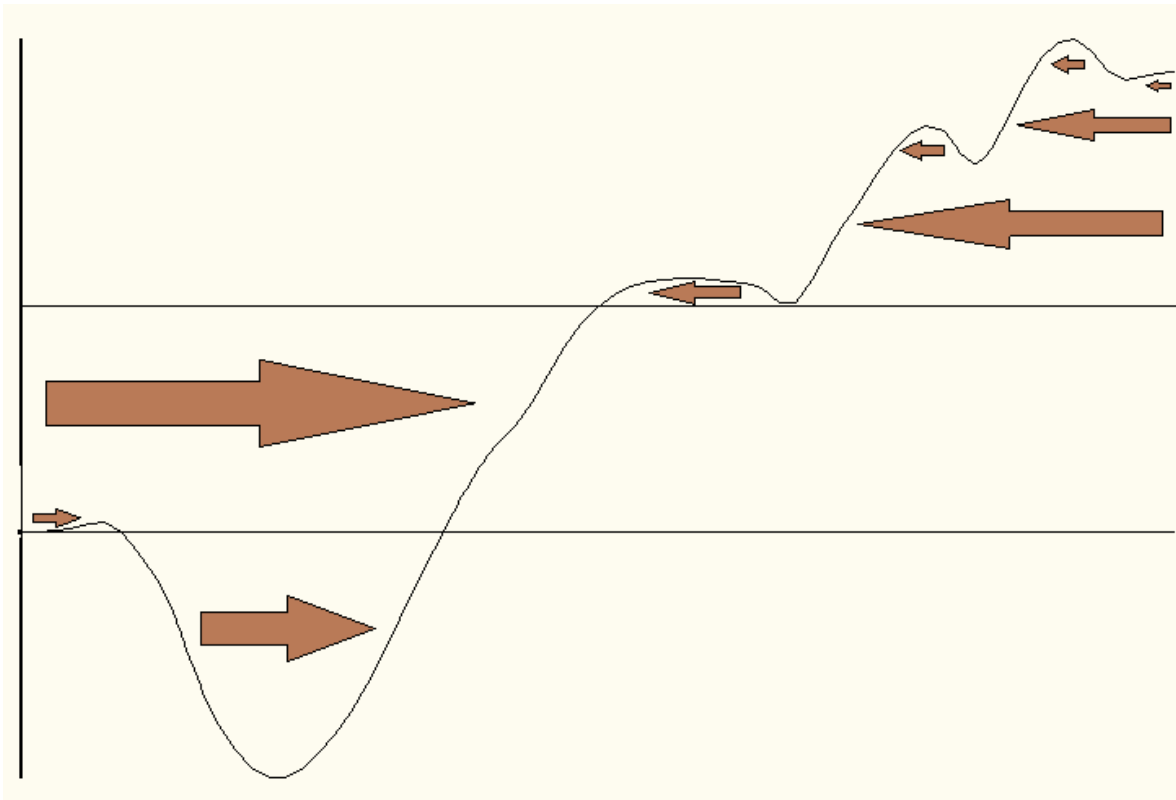


$$S = 187500 + 37500 + 9275000 + 8904000 + 4097500 + 12545000 + 364500 \\ + 15043000 + 3096000 + 1980500 + 10000 + 3500 = 55544000 m^4$$

$$d = \frac{S}{V} = \frac{55544000}{131800} = 421.43 \text{ m}$$



ت: خط پخش بهینه



خط پخش بهینه خطی است که مجموع مساحت های بالا و پائین با هم برابر باشد. بنابراین با توجه به شکل خط پخش بهینه در کیلومتر  $1 + 753.27$  منحنی برکنار را قطع می کند.

$$S = 101585000 + 364500 + 7497000 + 4264000 + 8587500 + 6286000 + 4415000 = 132999000 \text{ m}^4$$

$$d = \frac{S}{V} = \frac{132999000}{131800} = 1009.1 \text{ m}$$

با توجه به نتایج، خط پخش بهینه خطی نیست که فاصله متوسط حمل کمتری دارد.

## متره و پر آورد

متره و برآورد هزینه اجرای پروژه با توجه به فهرست بهای پایه رشته راه سال 1395 انجام شده است.  
متره و برآورد هزینه اجرای مسیر با فرض حمل مصالح اساس و زیراساس به میزان 5 کیلومتر، مصالح سنگی بتن آسفالتی به میزان 20 کیلومتر، آب 40 کیلومتر، حمل قیر 300 کیلومتر.

ردیف	شرح عملیات و کالاهای	واحد	ردیف فهرست بها	مقدار	قیمت واحد (ریال)	قیمت کل (ریال)
1	حمل مصالح اساس و زیر اساس در راه های آسفالتی بیش از یک کیلومتر تا 10 کیلومتر	مترمکعب - کیلومتر	141901	12343.02	3330	41102259.3
2	حمل آب در صورتی که فاصله حمل بیش از یک کیلومتر باشد برای هر کیلومتر اضافه بر یک کیلومتر اول	مترمکعب - کیلومتر	030910	120344.45	4600	553583550
3	تهیه و اجرای بتن آسفالتی با سنگ شکسته برای قشر بیندر با دانه بندی 0-19 میلی متر به ازای هر سانتیمتر	متر مربع	150604	1740.65	13400	23324662.5
4	تهیه و اجرای بتن آسفالتی با سنگ شکسته برای قشر توپکا با دانه بندی 0-12.5 میلی متر به ازای هر سانتیمتر	متر مربع	150606	1023.9	14600	14949081.33
5	حمل مصالح آسفالتی در 20 کیلومتری	مترمکعب - کیلومتر	151202	3071.73	2890	8877296.93
6	حمل قیر در فاصله 300-150 کیلومتر	تن - کیلومتر	200203	184.3	885	163105.5

پس جمع کل هزینه های مسیر برابر است با:

ریال 641999955.6

ضمیمہ

(الف)

Horizontal Alignment PI Station Report.

Alignment: align

Desc:

PI Station	Northing	Easting	Distance	Direction
0+000	10135.000	10135.000	480.885	25-13-58
0+480.885	10570.000	10340.000	931.450	75-04-07
1+406.126	10810.000	11240.000	760.148	44-44-01
2+163.978	11350.000	11775.000	350.464	75-57-50
2+513.259	11435.000	12115.000	397.555	50-06-08
2+909.321	11690.000	12420.000	604.194	100-00-29
3+506.538	11585.000	13015.000		

## Horizontal Alignment Curve Report.

Alignment: align

Desc:

## Spiral/Curve Data

Tangent Data  
 Length: 413.514 Course: 25-13-58

Spiral Curve Data: CLOTHOID  
 Length: 54.600 L Tan: 36.599  
 Radius: 85.000 S Tan: 18.381  
 Theta: 18-24-07 P: 1.456  
 X: 54.039 K: 27.206  
 Y: 5.802 A: 68.125  
 Chord: 54.350 Course: 31-21-41  
 Ts: 67.371

Circular Curve Data  
 Delta: 13-01-54 Type: RIGHT  
 Radius: 85.000 DOC: 67-24-24  
 Length: 19.333 Tangent: 9.708  
 Mid-Ord: 0.549 External: 0.553  
 Chord: 19.291 Course: 50-09-03  
 Es: 10.330

Spiral Curve Data: CLOTHOID  
 Length: 54.600 L Tan: 36.599  
 Radius: 85.000 S Tan: 18.381  
 Theta: 18-24-07 P: 1.456  
 X: 54.039 K: 27.206  
 Y: 5.802 A: 68.125  
 Chord: 54.350 Course: 68-56-24  
 Ts: 67.371

-----			
Tangent Data			
Length:	795.923	Course:	75-04-07
-----			
Spiral Curve Data: CLOTHOID			
Length:	54.600	L Tan:	36.463
Radius:	150.000	S Tan:	18.258
Theta:	10-25-40	P:	0.827
X:	54.419	K:	27.270
Y:	3.305	A:	90.499
Chord:	54.520	Course:	71-35-37
Ts:	68.157		
-----			
Circular Curve Data			
Delta:	09-28-46	Type:	LEFT
Radius:	150.000	DOC:	38-11-50
Length:	24.817	Tangent:	12.437
Mid-Ord:	0.513	External:	0.515
Chord:	24.789	Course:	59-54-04
Es:	6.271		
-----			
Spiral Curve Data: CLOTHOID			
Length:	54.600	L Tan:	36.463
Radius:	150.000	S Tan:	18.258
Theta:	10-25-40	P:	0.827
X:	54.419	K:	27.270
Y:	3.305	A:	90.499
Chord:	54.520	Course:	48-12-31
Ts:	68.157		

-----			
Tangent Data			
Length:	668.234	Course:	44-44-01
-----			
Circular Curve Data			
Delta:	31-13-49	Type:	RIGHT
Radius:	85.000	DOC:	67-24-24
Length:	46.331	Tangent:	23.757
Mid-Ord:	3.137	External:	3.257
Chord:	45.760	Course:	60-20-55
Es:	3.257		

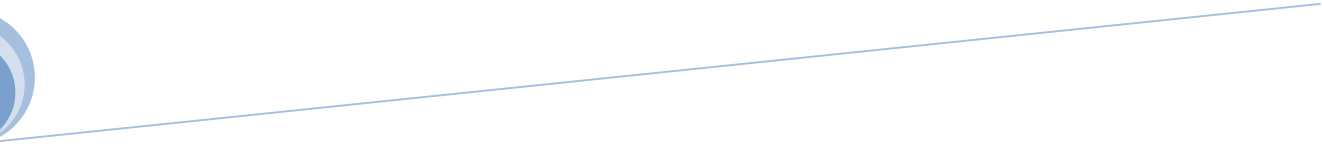
-----			
Tangent Data			
Length:	264.808	Course:	75-57-50
-----			
Spiral Curve Data: CLOTHOID			
Length:	54.600	L Tan:	36.463
Radius:	150.000	S Tan:	18.258
Theta:	10-25-40	P:	0.827
X:	54.419	K:	27.270
Y:	3.305	A:	90.499
Chord:	54.520	Course:	72-29-20
Ts:	61.899		
-----			
Circular Curve Data			
Delta:	05-00-21	Type:	LEFT
Radius:	150.000	DOC:	38-11-50
Length:	13.105	Tangent:	6.557
Mid-Ord:	0.143	External:	0.143
Chord:	13.101	Course:	63-01-59
Es:	4.751		
-----			
Spiral Curve Data: CLOTHOID			
Length:	54.600	L Tan:	36.463
Radius:	150.000	S Tan:	18.258
Theta:	10-25-40	P:	0.827
X:	54.419	K:	27.270
Y:	3.305	A:	90.499
Chord:	54.520	Course:	53-34-38
Ts:	61.899		



-----			
Tangent Data			
Length:	261.316	Course:	50-06-08
-----			
Spiral Curve Data: CLOTHOID			
Length:	54.600	L Tan:	36.543
Radius:	100.000	S Tan:	18.330
Theta:	15-38-30	P:	1.239
X:	54.194	K:	27.232
Y:	4.942	A:	73.892
Chord:	54.419	Course:	55-18-46
Ts:	74.340		
-----			
Circular Curve Data			
Delta:	18-37-20	Type:	RIGHT
Radius:	100.000	DOC:	57-17-45
Length:	32.502	Tangent:	16.396
Mid-Ord:	1.318	External:	1.335
Chord:	32.359	Course:	75-03-18
Es:	11.662		
-----			
Spiral Curve Data: CLOTHOID			
Length:	54.600	L Tan:	36.543
Radius:	100.000	S Tan:	18.330
Theta:	15-38-30	P:	1.239
X:	54.194	K:	27.232
Y:	4.942	A:	73.892
Chord:	54.419	Course:	94-47-50
Ts:	74.340		
-----			
Tangent Data			
Length:	529.854	Course:	100-00-29

ضمیمہ

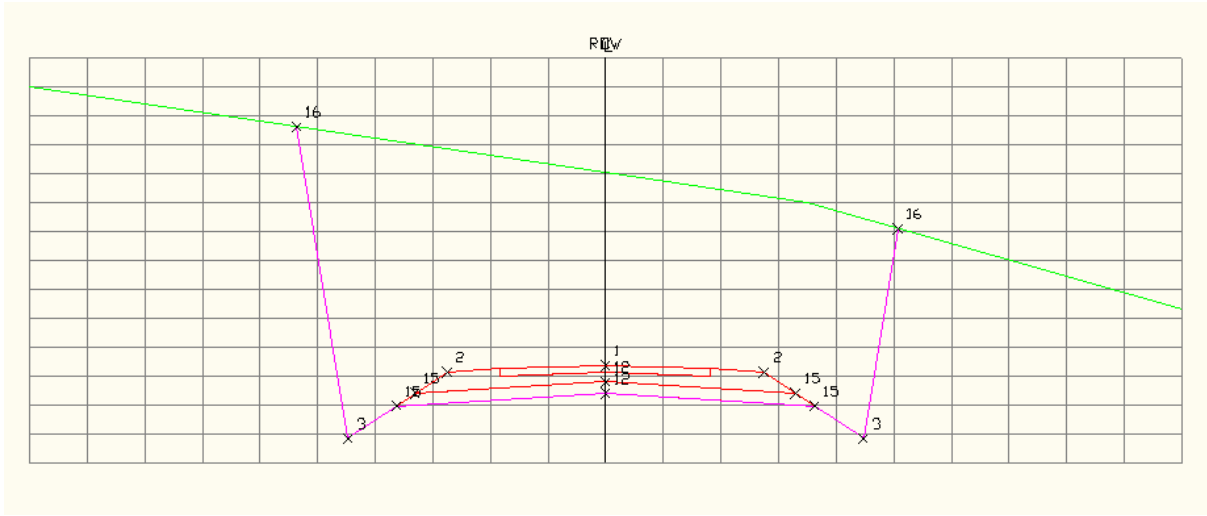
(ب)



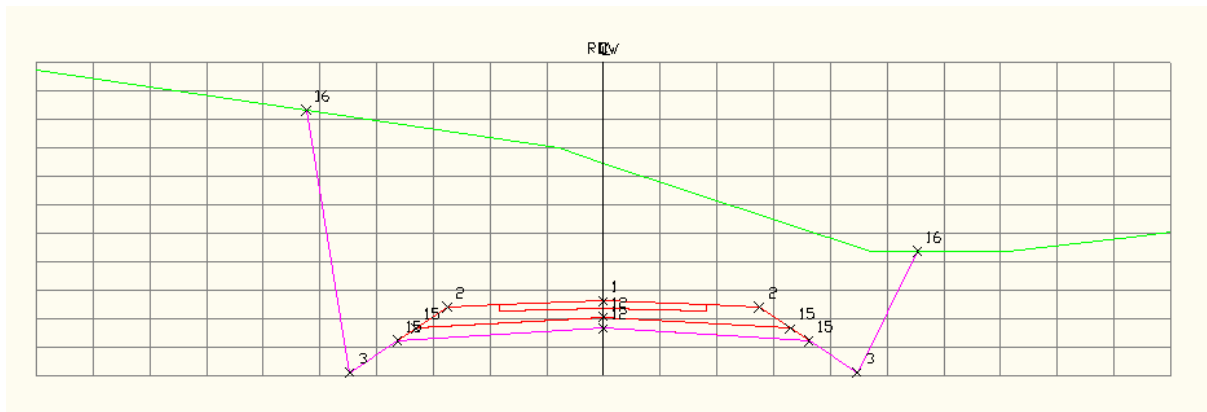
# ضمیمہ

(ج)

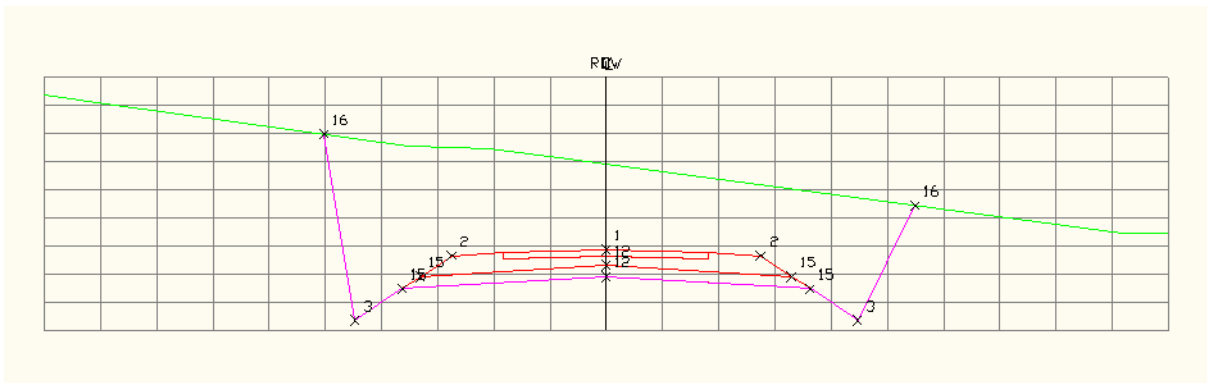
نقشه مقطع عرضی کیلومتر 2+600.00



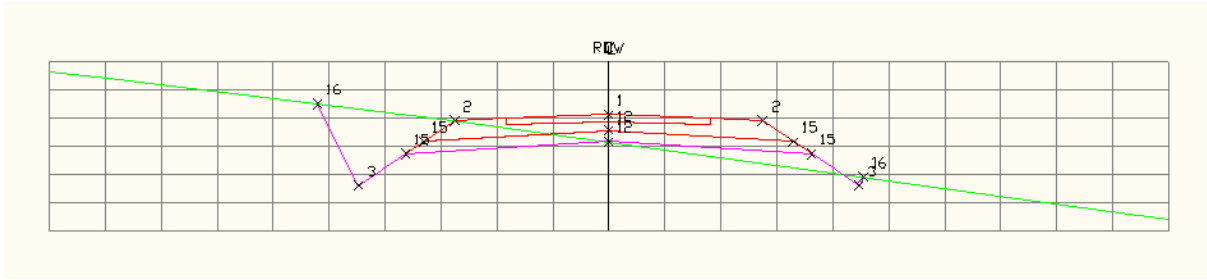
نقشه مقطع عرضی کیلومتر 2+650.00



نقشه مقطع عرضی کیلومتر 2+700.00



نقشه مقطع عرضی کیلومتر 2+750.00



نقشه مقطع عرضی کیلومتر 2+800.00

