هیوا حسینی - عمران

این جزوه توسط اینجانب هیوا حسینی سال ۱۳۷۹ در کلاس درس استاد بسیار عزیزم جناب آقای دکتر میکائیل یوسف زاده عضو محترم هیئت علمی وقت دانشگاه تبریز نوشته شده است

اینجاب پس از دو سال سابقه کاری در استان بوشهر و دو سال سابقه در دفترفنی استانداری کردستان از طریق کنکور سال ۸۴ (روزانه) وارد دانشگاه علم و صنعت گرایش راه آهن شدم

hiwa.hossaini58@gmail.com

شرکت راه و ساختمانی آزنگ پایا

راهسازی

کلیات - آمار گیری ترافیک - طرح - ظرفیت - مشخصات مکانیکی وسیله نقلیه

طرح هندسی راه (پلان - نیمرخ طولی، نیمرخ عرضی)

مشخصات راههای کوهستانی - ساختمانهای فنی راه

مراجع : ۱- جزوه کلاس ۲- طرح هندسی راه (دکتر یوسفی زاده) ۳- راهسازی (مهندس احمدی)

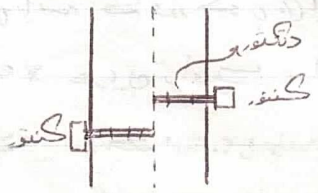
عوامل مؤثر راه : ۱- وسیله نقلیه ۲- راننده

آمار گیری ترافیک : به دو طریق انجام می گیرد ۱- روش دستی می باشد ۲- روش مکانیکی

روش دستی : یک نفر را به عنوان مأمور آمار گیری برروی مسیر مورد نظر تعیین می کنند این شخص در مدت مشخص مورد مطالعه (یک ساعت، چند ساعت) که بیشتر برای هفته های سنگین روز و نیز در طول سال می باشد. که از روی شمارشهای در یک سال آمار گیری مسیری را عهده دار شده البته این آمار گیری های ترافیک برای مواقعی که بخواهند جاده جدیدی را احداث بکنند انجام می دهند. خلاصه در مدت طولانی یک سال آمار گیری انجام میشود (در طول شبانه روز) و ماکزیمم ترافیک را در روز فصل و ماه معین می کنند که اغلب ترافیک در تابستان زیاد تر از فصلهای دیگر می باشد نیز در شبانه روز در ساعت ۶ بعداز ظهر ترافیک بیشتری را روی جاده ها شاهد می کنیم. این روش دستی در روزهای با مشخصات معین از قبیل ساعات آمار گیری، نوع وسیله نقلیه رد شده پشت نقاط وسیله رد شده سنگین، نقاط وسیله رد شده سبک، نوع اطلاعات جوی، محل آمار گیری، تاریخ و ... درج می کنند که مورد مطالعه دقیقه طراحان قرار بگیرد. این روش برای مطالعات زمانی که تأخیر به صرفه خواهد بود. اما برای مطالعات آماری که مدت آمار گیری ترافیک کمی از یکروز می خواهند از این روش بیشتر استفاده می شود

نام مأمور / شرایط جوی	تاریخ / محل آمار گیری	ساعت
وسیله نقلیه عبوری	وسیله نقلیه سنگین	وسیله نقلیه سبک	ساعات
///	//// //	//// //// //	

روش مکانیکی : روش مکانیکی انواع گوناگون راه که سیستم کلی آنها بدین قرارات از هر خط سواره رو (رفت یا برگشت) یک دستگاه راه اندازی می کنند که شامل یک کابل که توخالی است و در آن هوا فشرده وجود



بعد از ۱۷ سال از نوشتن این جزوه امروز به مناسبت روز معلم یادی از استادهای عزیزم را کردم سراغ جزواتشان رفتم، برگ به برگ صفحان خاطرات آن زمان را برایم تداعی می نمود، دیدم از دوست داشتن اساتیدم و علاقه و احترامی که برای آن بزرگواران داشتم کاسته نشده بلکه در قلب و ذهنم برای همیشه حک شده است، از روی خط و نحوه نگارشم در جزوات میزان محبت اساتیدم را به یاد آورم.... کاش آن بزرگواران جزوات را بعد از سالها می دیدند و استحضار داشتند که لطف و محبتشان هیچوقت فراموش نمی شود و با افکار نیکشان زندگی می کنیم. برای تک تک آن عزیزان آرزوی سلامتی دارم، جزوات را در این روز مبارک اسکن می کنم و بدین وسیله تقدیم به نسل جدید می گردد همراه با عشق به

استاد

به یاد دکتر یوسف زاده، دکتر ولادی، دکتر ارمغانی، دکتر بهروش، مرحوم دکتر گویا دکتر اعلمی، مهندس قاضی... و دیگر عزیزانم

با تقدیم احترام مجدد-هیوا حسینی ۱۲/۲/۹۶

دارد، که به طور عمود بر روی خیابان در جایی که مسیر مستقیم است (در پیچ‌ها و قوس‌ها نباشد) و نیز در جایی نباشد که احتمال ایستادن ماشین‌ها باشد (ایستگاه) که با قرار گرفتن ماشین روی کابل به مقطع زیاد دستگاه را از کار می‌اندازد. این سیستم که شامل کابل پهن شده بر روی آسفالت به صورت تائم بر عرض جاده به عنوان دتکتور شناخته می‌شود (تشخیص دهنده) و قسمت شمارنده آن را کنتور می‌گویند. هر موقع محور های ماشین از روی آن رد می‌شوند شمارنده شروع به کار می‌کند به این شیوه که ضربه روی کابل قرار می‌گیرد. هوای داخل کابل فشرده را متراکم می‌کند و باعث روانه به دیافراگم نزدیک کنتور یک مدار به کار می‌افتد که شمارنده یا کنتور عدد را اعلام خواهد. البته می‌دانیم که هر ماشین سبک شامل حداقل چهار چرخ یعنی دو محور می‌باشد و سیستم کنتور و دتکتور را طوری طرح ریزی کرده‌اند که بعد از رد شدن دو محور در زمان ضابطه یک شمارش در نظر می‌گیرند مینی ماشین‌های که دارای چهار محور می‌باشند به عنوان دو شمارش در نظر می‌گیرد که بعداً این آمار، با شمارش‌ها را PUC می‌گویند. عیب اصلی در این نوع این است که نوع وسیله نقلیه را تشخیص نمی‌دهد.

اشکال‌هایی که به PUC شد در روش دستی نیز PUC بدست می‌آید، البته با اعمال ضرایبی، مثلاً برای ماشین سبک ضریب یک را در نظر می‌گیرند و برای ماشین‌های سنگین ضریب ۲ و برای ماشین‌های عمومی (مینی‌بوس، اتوبوس) ضریب ۲ را که از روی تجربه به ضرب اعداد در تعداد ماشین‌ها عدد PUC بدست می‌آید که عدد PUC در هر دو روش ترافیک تقریباً نزدیک به هم می‌باشد

ضرب یا عدد PUC را اگر بر حدت زمان تقسیم بکنیم (مدت زمان رد شدن ماشین‌ها که آمارگیری شده با اعمال ضرایب) جریان ترافیک بدست خواهد آمد. که بر این اساس عرض جاده را طراحی می‌کنند

مثلاً جریان ترافیک = $\frac{PUC}{n}$ ساعت

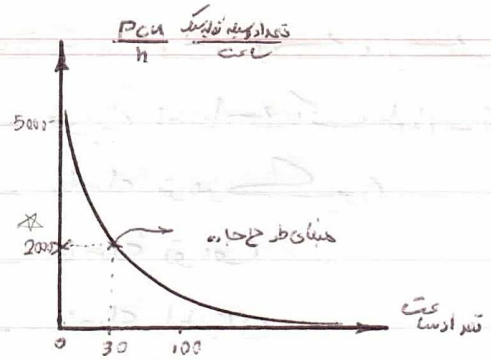
$$\text{جریان ترافیک در یک ساعت} = \frac{\text{آمارگیری ترافیک با اعمال ضرایب}}{\text{در یک ساعت}}$$

عرض هر خط از جاده ۳٫۶۵ - ۳٫۵ متر می‌باشد و حداقل عرض هر جاده 7 متر است بنابراین دو طرفه می‌باشد و جاده سه طرفه ۱۰٫۵ متر

برای هر ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ PCU/h یک خط به جاده اضافه می‌کنند (در طرح) اما ضابطه‌ای وجود دارد که ۱۲۰۰ PCU/h می‌باشد که عدد خوبی می‌باشد، مثلاً اگر آمار ترافیک جاده‌ای را به ما بدهد که ۲۶۰۰ PCU/h جریان ترافیک را در ۱۲۰۰ تقسیم می‌شود و نشان می‌دهد که سه خط جاده لازم است

(نکته این عدد را ترافیک طرح DIN یا (Design - Traffic - Number)

این قسمت مربوط است به ✱ صفحه بعد



نمودار $\frac{PCU}{h}$ و ساعت: اگر نمودار $\frac{PCU}{h}$ و h را نشان بدهیم، که در تمام آمار گیری ها تقریباً چنین نموداری به آمده که دارای روش شده هلالیم می باشد.

ما کنیم آن مثلاً $\frac{PCU}{h} = 5000$ می باشد، که هیچگاه به چنین عددی در سال نمی رسد. وقتی که با شب نداشت در نقطه ساعت ۳۰ دارای عکسی می باشد سپس در سال تقریباً ۳۰ ساعت وجود دارد که جاده حجم ترافیکی از بالاتر از نمودار شب تندی دارد و طراحان برای این نقطه جاده را طرح می کنند چون ۳۰ ساعت در سال اگر جاده راه بندان هم باشد تحمل آن مشکلات چون به این شیوه مقرون بصرفه است و اگر برای ما کنیم $\frac{PCU}{h}$ طرح گردد هزینه گذاری لازم است که هیچ موقع راهبندان را شکال هم به وجود نیاید که این خیلی پرهزینه می باشد و نیز اگر که بیشتر از ۳۰ ساعت را در نظر بگیرند چون شب ملایمی نمودار نشان می دهد که ساعت کمتاکت و راهبندان زیاد خواهد بود و جاده حجم ترافیک نخواهد بود

پس در طراحی ساعت پیک این شلوغترین ساعت را جهت طرح ترافیک در نظر می گیرند

ونکته مهم دیگر این است که این جاده برای ۲۰ تا ۴۰ سال آینده عمر مفید در نظر می گیرند که با اینکه افزایش جمعیت داریم و نیز افزایش وسایل نقلیه و در نتیجه افزایش حجم ترافیک در طول آن ۲۰ سال را در نظر می گیرد که جاده بتواند در آن ۲۰ سال جوابگو باشد و برای این منظور رابطه زیر را پیشنهاد کرده اند

$$T = T_0 (1+i)^n$$

T_0 = ترافیک طرح حاصل از مطالعه

$T_0 = 1800$ ترافیک میانبات به

n = عمر مفید جاده (۲۰ تا ۴۰ سال)

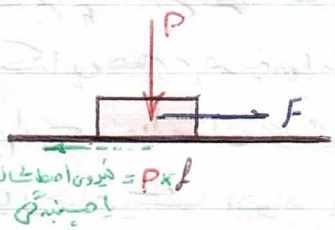
i = درصد رشد سالانه ترافیک

و طبیعتاً T بیشتر از T_0 است می آید بعد (با توجه به نمودار) عددی به دست خواهد آمد حال ما کنیم $\frac{PCU}{h}$ این نشان می دهد که در سالهای اول ساعات خیلی کمتر از ۳۰ ساعت مشکل در جاده داریم و به تدریج زیاد می شود تا به عمر مفید خود را تمام می کند به ۳۰ ساعت می رسد (در آن سال)

مشخصات مکانیکی وسایل نقلیه

- ضریب اصطکاک طولی - نیروی چسبندگی - افزایش ضریب اصطکاک
- فاصلهٔ ترمزگیری
- فاصلهٔ توقف
- فاصلهٔ اطمینان
- ظرفیت جاده - سرعت اساس جاده - فاصلهٔ زمان تعقیب گیری
- بررسی تعادل وسیلهٔ نقلیه در جاده - در قوسها
- میزان چرخ یا پایداری عرضی جاده در قوسها

ضریب اصطکاک طولی:



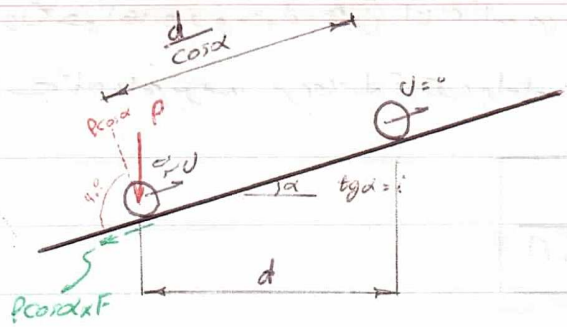
f: ضریب اصطکاک

به عنوان یادآوری می دانیم که اگر جسمی مطابق شکل روبرو دارای وزن P را بخواهیم با نیروی F بر روی سطح زیر جسم بکشیم، بنا به زیری سطح و زیر جسم (سطح تماس) ما نیروی ~~مقاومت~~ لازم داریم که بر نیروی اصطکاک که متناسب است با Pxf غلبه کند و جسم به حرکت آید. هرچند اصطکاک باعث هدر رفتن مقدار زیادی از قدرت موتور ماشین می شود، اما خیلی لازم است و به همین اساس برای انتقال از آن به طور چشمگیری استفاده می شود. اگر اصطکاک نباشد در جاده، حرکت ممکن نیست یا باعث پیش ماشین در جاهای غلط و یا اگر اصطکاک خیلی کم باشد ترمز گیری خیلی سخت است. پس اصطکاک جاده و همچنین زیری لاستیک خیلی لازم است بطوریکه زائده های لاستیک حداقل باید ۲mm برآمدگی داشته باشند اما اگر اصطکاک جاده خیلی زیاد باشد در دست آوردن (در روش روسازی راه به طور معمول نیست خواهد شد در این زمینه) پس اصطکاک هم عامل توقف می باشد هم عامل حرکت و در محاسبات در شرایط خوب ضریب اصطکاک را $f_{max} = 0.6$ می گیرند اگر جاده خیس یا لاستیک فرسوده باشد f را پایین تر می گیریم

فاصلهٔ ترمزگیری:

فاصله ای که وسیله نقلیه از زمان ترمز گیری تا لحظه ای که سرعت آن از t به صفر می رسد که با تأثیر اصطکاک چرخ، اصطکاک جاده و لاستیک و سرعت وسیله راه را کاهش می دهد

فاصله ترمزگیری می باشد. مطابق شکل
اگر وسیله نقلیه را در یک زمین با شیب i
و با سرعت V در حرکت بوده و دارای جرم P
می باشد و ضریب اصطکاک لاستیک موجود
از هنگام ترمزگیری فاصله ای را طی می کند
تا به سرعت صفر می رسد.



و طبق اثبات زیر پارامتر سرعت آیا که می توان به راحتی فاصله ترمزگیری را محاسبه کرد.

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\times\frac{P}{g}\times v^2 \quad \Longleftrightarrow \quad E = Ep + W$$

$$Ep = P\times i\times d \qquad *$$

$$W = P\cos\alpha \cdot f \cdot \frac{d}{\cos\alpha} \Rightarrow W = Pfd$$

$$\Rightarrow E = Ep + W \Rightarrow \frac{1}{2}\cdot\frac{P}{g}\cdot v^2 = Pfd + Pid$$

$$\Rightarrow \boxed{d = \frac{v^2}{2g(f+i)}}$$

یک مثال: یک وسیله نقلیه با سرعت 90 km/h در جاده ای با شیب 5٪ در حرکت است. اگر ضریب اصطکاک ۰/۴ فرض شود، فاصله ترمزگیری را در سراشیبی و سربالایی حساب کنید.

راهنمایی: در سربالایی i را مثبت اما در سرپایینی i را منفی می گیریم

$v = 90\ km/h \Rightarrow 90\times\frac{1000}{3600} = \frac{90}{3.6} = 25\ m/s$

$i = 5\%$

$f = 0.4$

$g = 10\ m/s^2$

$$d = \frac{25^2}{2\times10\times(0.4\pm0.5)} \Rightarrow$$

در سربالایی $\rightarrow d = 89.44\ m$

در سرپایینی $\rightarrow d = 89.3\ m$

فاصله توقف:

راننده هنگامی موقعیت خطرناکی را احساس می کند تا دستور از مغز به پا صادر شود و پا روی پدال ترمز قرار می گیرد و ترمز گیر کامل کند یک مدت زمان لازم داده که در اشخاص مختلف

متفاوت خواهد بود و حدود دو ثانیه می باشد و به ازای هر گیری های فاصله ترمز گیری

داریم که تابع ما نیز برسد. پس فاصله توقف برابر است با:

$$D = Vt + \frac{V^2}{2g(f+i)}$$

که در آن V سرعت اولیه وسیله، t مدت زمان عکس العمل راننده و D فاصله توقف می باشد

برای مثال قبلی اگر $t=2s$ باشد داریم $\rightarrow$ $Vt = 50 \rightarrow D = 50 + d \begin{cases} 60.44m \\ 89.28m \end{cases} \Rightarrow D = \begin{cases} 110.44m \\ 139.28m \end{cases}$

فاصله اطمینان: در جاده که شلوغ ترین حالت را دارد ماشینها می توانند از هم نسبت به یکدیگر فاصله داشته باشند و همه با سرعت در حرکت هستند و در این حالت اگر ماشین جلوی احساس خطر کند و فوراً ترمز گرفت و ماشین دوم تقریباً دیرتر و کمتر ترمز می گیرد و این حتماً کمترین حالت ماشین ها از هم می باشد و باید فاصله ای را رعایت کند که همگی به خطری که آنها را تهدید نکند.

ولی اگر ماشین جلوی عمل ترمز کرد و عقبی متحکم خطر و فاصله را دید ماشین جلو تر می گردد پس خطرناکترین حالت حالت قبل است. (شکل باید در نظر باشد)

پس با تصمیم گیری راننده عقبی تأثیر دارد پس Vt و همین طور می خواهد جلو ماشین نزدیک به انتهای ماشین جلو باشد پس l یا طول ماشین جلو نیز در نظر باید باشد، و چون نمی خواهد سر به هم بچسبند یک طول دیگر به نام l' یا طول اضافی تقریباً به تمام اندازه در نظر می گیرند و نیز در صد شخص یا ضریب a هر چه فاصله ترمز گیری اضافه خواهد شد

پس فاصله اطمینان Δ برابر است با:

$$\Delta = Vt + a \times \frac{V^2}{2g(f+i)} + l + l'$$

$l + l' = 10\,m$

$a = 0.25 \_ 0.3$

برای مثال قبلی Δ

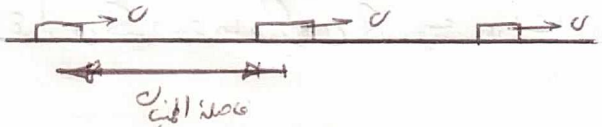
$V = 25\,m/s$
$l + l' = 10\,m$
$f = +0.4$
$i = 0.05$
$a = 0.25$
$t = 2\,(sec)$

$\Delta = 25 \times 2 + 0.25 \times 64.44 + 10$

$= 60 + 17.38 \Rightarrow 77.38\,m$

Δ: تقریب مدت ترمز گیری در دو سیم

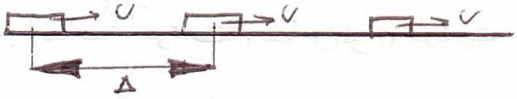
فاصله



ظرفیت جاده (C) :

ظرفیت جاده یعنی این که تعداد وسیله نقلیه ای که می‌تواند از یک مسیر حرکت کند یا به عبارت دیگر ما کنیم وسیله نقلیه‌ای که می‌تواند در زمان مشخص از یک نقطه از مسیر رد بشود

می دانیم که فاصله Δ در مدت مشخص طی خواهد



شد می دانیم $\Delta = VT$ یعنی T ثانیه است

است با $T = \frac{\Delta}{V}$ و ما می توانیم برای اینکه

ظرفیت یا تعداد ماشین رد شده را پیدا کنیم در

یک ساعت (می دانیم هر ساعت ۳۶۰۰ ثانیه است) ۳۶۰۰ را در سرعت و تقسیم بر آن فاصله های ایمنی

می نیم یعنی $C = \frac{3600 \times V}{\Delta} \rightarrow$ $\boxed{C = 3600 \times \frac{V}{\Delta}}$

و به طور کلی (فرمول گذاری)

$$\boxed{C = 3600 \times \frac{V}{Vt + a\left(\frac{V^2}{2g(h+a)}\right) + l + l'}}$$

با توجه به فرمول و تصور خودمان اگر سرعت ماشین‌ها صفر باشد $C = 0$ یعنی حرکتی نخواهد داشت و اگر سرعت خیلی زیاد باشد یعنی به سمت بی نهایت ظرفیت نیز به سمت صفر میل می‌کند به دو دلیل ۱- دلیل ریاضی چون اگر در مخرج همزمان (تعداد دوم) سرعت را داریم و مخرج در این حالت (S صدم) باشد مخرج بزرگ‌تر می‌شود و C به سمت صفر میل می‌کند (مراجعه به شکل صفحه بعد)

دلیل حسی: اگر سرعت خیلی زیاد باشد (ص) نیز برای اینکه فاصله ایمنی را داشته باشیم

در فرمول، فاصله ایمنی را داریم در نتیجه با این دلایل ماشین نمی‌تواند حرکت بکند (موجبات)

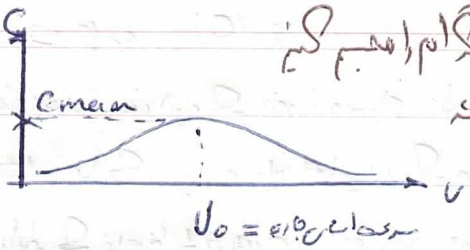
اما

اما ما سرعتی را می‌توانیم پیدا بکنیم که اگر ماشین با این سرعت (در شرایط سوم تراکم) حرکت کند بیشترین ظرفیت را خواهد داشت، کافی است نسبت به V مشتق از فرمول ظرفیت بگیریم

$$\frac{dC}{dV} = 0$$

و فرمولی که برای سرعت اسان بیابد این سرعت که با این سرعت ظرفیت بیشترین ما کنیم شود که سرعت اسان می‌گوییم سرعت آیین در صفحه بعد آمده. این فرمول با استفاده از فرمول C و مشتق گیری آن سرعت اسان به دست می‌آید

برای ظرفیت جاده ها می توانیم این دیاگرام را مجسم کنیم
با در نظر گرفتن تمام ردیف هایی که حرکت می



و اینبار اندازه سرعت اساس برای ظرفیت ها کار می کنیم

$$\frac{dc}{dv} = 0$$

$$\frac{dc}{dv} = 3600 \frac{Vt + a\frac{V^2}{2g(h+i)} + L_1 + L' - V(t + \frac{2aV}{2g(h+i)})}{(2.3)^2} = 0$$

(2.3)² ← از کتاب مهندسی ترافیک

$$\frac{dc}{dv} = -\frac{aV^2}{2g(h+i)} + (L+L') = 0 \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2g(h+i)(L+L')}{a}}$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{20(0.45)(10)}{0.25}} = \sqrt{360} = 18.97 \ m/s$$

مثال: سرعت طرح جاده‌ای $60 \frac{km}{h}$ در نظر گرفته شده است. اگر ضریب اصطکاک بین لاستیک و جاده 0.5 فرض شود. اولاً فاصله ترمز گیری را در جاده‌ای با شیب ٪۲ برای دو حالت سربالایی و سرازیری حساب کنید. اگر زمان عکس العمل راننده $t = 1.5s$ فرض شود فاصله توقف را نیز بدست آورید.

اگر $L+L' = 10m$ و $a = 0.25$ در نظر گرفته شود فاصله اطمینان و ظرفیت جاده را برای سرعت ۶۰ حساب کنید.

سرعت اساس این جاده چقدر است و ظرفیت ها که ما می خواهیم طی وسیله در ساعت می باشد.

$V = 60 \frac{km}{h} = \frac{60 \times 1000}{3600} = \frac{60}{3.6} = 16.7 \ m/s$

$f = 0.5$

$d = ?$

$$d = \frac{16.6^2}{2 \times 10 (0.5 \pm 0.05)} \quad \begin{cases} \text{سربالایی} = 24.80 \ m \\ \text{سرازیری} = 31.56 \end{cases}$$

$i = 2\%$

$t = 1.5s$

$D = ?$

$L + L' = 10m$

$a = 0.25$

$\Delta = ?$

$$D = 16.6 \times 1.5 + \begin{cases} 24.80 \\ 31.56 \end{cases} \Rightarrow D = \begin{cases} \text{سربالایی} = 49.9 \\ \text{سرازیری} = 56.55 \end{cases}$$

$$\Delta = 45 + 0.25 \times \begin{cases} d_1 = 24.8 \\ d_2 = 31.56 \end{cases} + 10 = \begin{cases} \Delta_1 = 62.44 \\ \Delta_2 = 64.46 \end{cases}$$

$$C_1 = 3600 \times \frac{16.6}{62.44} = 957$$

$$C_2 = 3600 \times \frac{16.6}{64.46} = 930$$

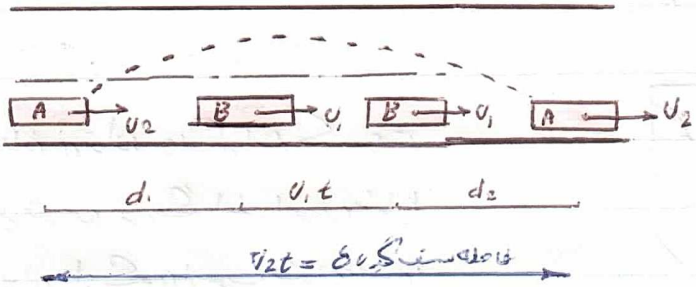
راهسازی ۹/

فاصله و زمان سبقت گیری

فاصله دید سبقت

تعادل وسیله در جاده

دو ربا شیب عرضی جاده



$$v_2 t - v_1 t = d_1 + d_2 \longrightarrow t = \frac{d_1 + d_2}{v_2 - v_1}$$

$$\delta = v_2 . t \Rightarrow \boxed{v_2 \cdot \frac{d_1 + d_2}{v_2 - v_1} = \delta}$$

به عنوان مثال اگر داشته باشیم $d_1 = d_2 = 20m$ ، $v_2 = 90 \frac{Km}{h}$ ، $v_1 = 54\ Km/h$ ، $t = ?$ ، $\delta = ?$

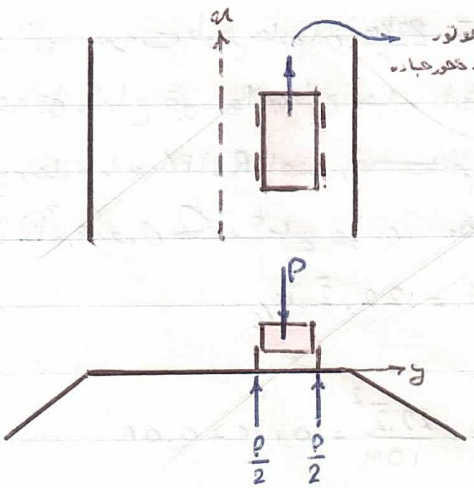
$$t = \frac{d_1 + d_2}{v_2 - v_1} = \frac{20 + 20}{25 - 15} = 4\ sec$$

$\delta = v_2 t = 25 \times 4 = 100\ m$ فاصله سبقت گیری

$\delta_1 = v_1 t = 15 \times 4 = 60\ m$ یعنی ماشین که سبقت گرفته ۶۰ متر یا در رفته است

فاصله دید سبقت: حداقل برابر فاصله سبقت گیری است $S \geq 2\delta$

~~در جهت~~ در جهت که باید حرکت داشته باشیم و $\sum F_y$

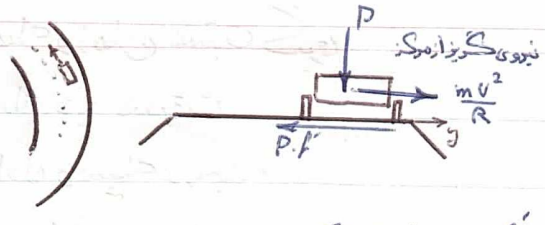


تعادل وسیله نقلیه: در جهت که باید حرکت باشد

در جهت z شکل نداریم چون $\sum F_z = 0$ است و در جهت

و شکل در جاده مستقیم موجود نمی باشد. اما در جاده

که به قوس می رسد شکلاتی به این شرح است:



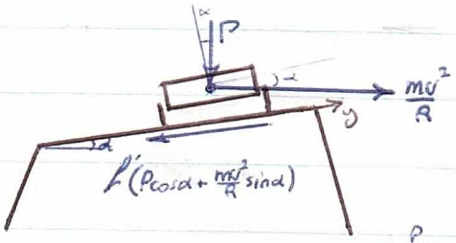
شرط تعادل برای محور y: در این جهت در زمان داشتن سرعت v در بیشترین قوس در جهت y $\frac{mv^2}{R}$ و P.f' را داریم که مجموع این دو صفر یا صفر شود که با این شرایط روابط روبرو حاکم است

f' ضریب اصطکاک عرضی

شرط تعادل $\rightarrow \frac{mv^2}{R} \leq P.f'$ ($\frac{P}{g}$)

$$\Rightarrow \boxed{\frac{v^2}{Rg} \leq f'}$$

این رابطه نشان می‌دهد حاکم باشد که سرعت کم و شعاع قوس بزرگ باشد. با بودن شرایط فوق دیگر برای جلوگیری از پرت شدن ماشین و انحراف از قوس جاده نیاز به جاده شیب عرضی یا ویراژ نمی‌دهند و با روابط روبرو شرط تعادل را ثابت می‌کنیم



$$\sum F_y = 0 \quad -f'(P\cos\alpha + \frac{mv^2}{R}\sin\alpha) + \frac{mv^2}{R}\cos\alpha - P\sin\alpha = 0$$

($\frac{P}{g}$, $\frac{P}{g}$)

$$-f'(\cos\alpha + \frac{v^2}{Rg}\sin\alpha) + \frac{v^2}{Rg}\cos\alpha - \sin\alpha = 0$$

$$\frac{v^2}{Rg} = tg\alpha + f'(1 - \underbrace{\frac{v^2}{Rg} \cdot tg\alpha}_{\simeq 0}) \Rightarrow \text{شرط تعادل} \rightarrow \boxed{\frac{v^2}{Rg} = tg\alpha + f'}$$

سازنده

یعنی اگر سرعت طرح جاده (v) و حداکثر دور جزء داده‌های مسئله باشد R به راحتی به دست می‌آید و R و d را داریم v سرعت طرح جاده به دست می‌آید

مثال: سرعت طرح جاده‌ای $\frac{80km}{h}$ تعیین شده است و دورها که $d_{max} = 6\%$ تعیین شده است اولاً حداقل شعاع قوسهای این جاده را تعیین کنید. درصورتی که ضریب اصطکاک عرضی 0/16 این جاده را $R = 128.0m$ اختیار بکنیم حداکثر شیب عرضی جاده در سراین قوس حقد باید اختیار شود ثانیاً در صورتی که شعاع قوس 150 باشد سرعت حقد چقدر خواهد بود.

الف)
- $v = 80\ km/h$ ، $v = 80 \div 3.6 = 22.\bar{2}\ m/s$
- $d_{max} = tg\alpha = 6\%$ ، $\frac{v^2}{Rg} = f' + d$
- $f' = 0.16$

$$\Rightarrow \frac{22.\bar{2}^2}{10R} = 0.16 + 0.06$$

$$\Rightarrow R = 224.5\ m$$

راهسازی ۱۱

ب) $R=280$, $d=?$, $V=80\ km/h$

$$\frac{v^2}{2g} = l' + d \rightarrow \frac{22.2^2}{280\times 10} = 0.16 + d \rightarrow d = 0.01 = 1\%$$

ج) $R=150\ m$, $d=?$

$$\frac{22.2^2}{150\times 10} = 0.17 + d \rightarrow d = 0.17 = 17\% >> 6\%$$

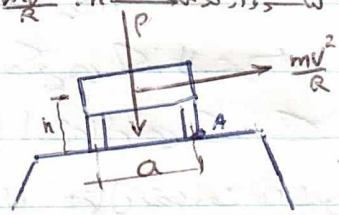
پس قابل قبول نیست (از حد مجاز زیادتر است)

شرط تعادل واژگونی

این قدرت بیشتر مربوط است به کارخانه های سازنده راه که به یک وسیله نقلیه هنگام حرکت در یک پیچ که هم نیروی گریز از مرکز دارد و هم نیروی وزن نیز می‌رود احساس و درک کند که نباید واژگون شود برای این منظور مقاومی غلبه کند (به شکل و نیروی توجه شود) که فاصله دو چرخ یک محور و ارتفاع ماشین کارسازی با

$M_R = P\frac{a}{2}$ ← لنگر مقاوم

$M_o = \frac{mv^2}{R}\cdot h$ ← لنگر واژگونی



$M_R > M_o$

هرچه فاصله دو چرخ یک محور و یا ثقل زیادتر باشد لنگر مقاوم بیشتر است و نیز هرچه h کمتر باشد از لنگر مقاوم بیشتر است (البته نیروی باد نیز موثر است)

پس با توجه به شکل نیروی گریز از مرکز می خواهد ماشین را حول نقطه A به چرخ خارجی و نیروی وزن نیز می خواهد حول نقطه A به چرخ داخلی بگردد پس نیروی گریز از مرکز ضربدر h لنگر واژگونی است و نیروی وزن در $\frac{a}{2}$ لنگر مقاوم (پس در کارخانه های سازنده سعی می شود a زیاد باشد و h کم باشد)

ادامه مبحث قبل: از روابط قبل فرمول رویرو حاصل

$$R_{min} = \frac{v^2}{g(l'+d)}$$

که در اینجا R برحسب متر، V برحسب m/s، g برحسب m/s^2

و اگر بخواهیم که V برحسب کیلومتر بر ساعت باشد رابطه به صورت زیر در می آید.

و R برحسب متر

$$R_{min} = \frac{v^2}{127(l'+d)}$$

مسائلی که در طرح قوسها مطرح می شوند

۱- اضافه عرض در سر قوس

۲- دید در سر قوس در مناطق کوهستانی

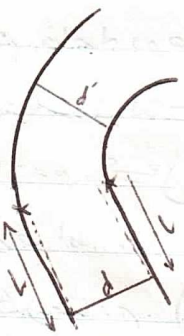
۳- نحوه اجرای تدریجی دور

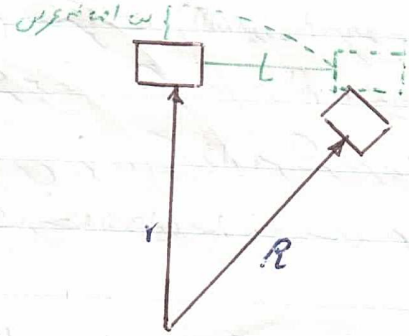
۴- مکانیزم اتصال تدریجی (کلوتوئید)

۵- پیاده کردن قوس های دایره

۶- پیاده کردن قوسهای کلوتوئید

* اضافهٔ عرض در سر قوس: هنگام حرکت یک ماشین بر روی جادهٔ مستقیم لاستیکها ی دو محور بر روی یک امتداد حرکت می کنند، اما در یک قوس که توسط فرمان چرخش جلو راهکم می کند لاستیکهای عقب با جلوی در یک امتداد مسیر را طی نمی کنند یعنی لاستیک جلو بیشتر را استعمال می کند که اگر عرض جاده در این نقاط نیز همان اندازهٔ نقاط مستقیم باشد احتمال تصادف ماشین (برخورد گوشه های ماشینها با هم) زیاد است بدین دلیل این قسمتها از جاده را عریضتر می سازند.





$l^2+(d+r)^2=R^2$

$w=R-(d+r$

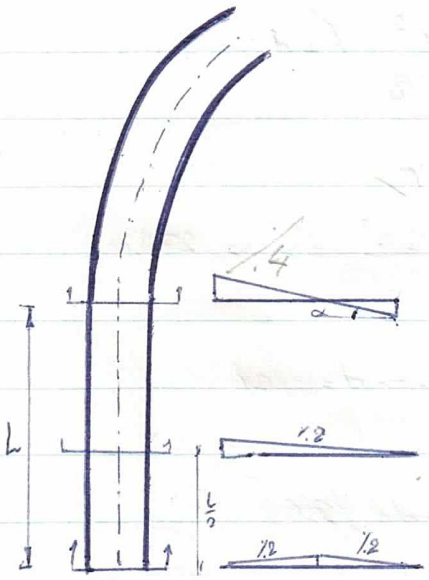
$d=R-\sqrt{R^2-l^2}=R\left(1-\sqrt{1-\frac{L^2}{R^2}}\right)$ مبنای محاسبات $L=15\,m$

$w=\frac{L^2}{2R}\times n$ فرمول تقریبی $\leftarrow$ تعداد خطوط n

اگر $L=15m$ و $n=2$ خط در نظر بگیریم و اگر $R=112.5$ اضافه عرض w خواهیم داشت $\Leftarrow$ $w=\frac{15^2}{2\times 112.5}\times 2=2m$

نحوهٔ اجرای تدریجی اضافه‌عرض جاده در سر قوس‌ها:

با توجه به شکل صفحهٔ قبل موضع اجرای اضافه عرض، دست است که از نقطه شروع قوس تا اتمام فاصله اضافه عرض لازم است. آغاز آن نقطه اندازهٔ اضافه می‌شود در طول به اندازه L از صفر شروع شده در نقطه شروع قوس به اندازه مورد نظر می‌رسد.



نحوهٔ اجرای تدریجی دور. با توجه به شکل‌های روبرو ــــ مشاهده می‌کنید که در لازم داریم هنگام اجرا در آن نقطه که اختلاف ارتفاع دو راهی گذاشته (که در این حالت حرکت تقریباً غیرممکن خواهد شد) در نتیجه با طول قبل از نقطه شروع لازم (به نام L) به تدریج شروع می‌شود. بدین شرح:

اولاً می‌دانیم شیب طراحی را که از وسط به دو طرف جاده شیب عرضی به اندازهٔ 2٪ جهت هدایت آب سطحی داده شده در نظر گرفته می‌شود. لذا برای اجرای تدریجی از ابتدا L مورد نظر در نقاط خاصی را کم کم اضافه خواهد شد تا به شیب عرضی نصف بیشتری سه بین در کل سطح آن نقاط (اگر بزرگ باشد) دارای یک شیب 2٪ غیر مستقیم شود. بعد از آن باید به تدریج نقطه‌های داخل بخ جاده به طرف پایین و کناره‌های خارجی به طرف بالا طرح می‌کنند که نهایت در ابتدای قوس به شیب طرح نظر یا می‌دور یا شیب عرض برسد. (با توجه به شکل) برای هر 1٪ تغییر یا اختلاف ارتفاع در طول L ما $\frac{L}{8}$ لازم داریم.

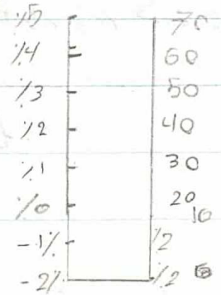
یک مثال عددی: مقدار دور یک قوس 5٪ محاسبه شده است. اگر عرض جاده برابر 7 متر و شیب عرض جاده در قسمت مستقیم برابر 2٪ از محور به طرفین باشد اختلاف ارتفاع دو لبهٔ جاده از هر 1 متر تعیین کنید. در صورتی که طول اجرای تدریجی دور 70 متر در نظر گرفته می‌شود.

$d = 5\%$ $d = 2\%$ کل درصد تغییر $= 2\% + 5\% = 7\%$

طول لازم برای هر 1٪ تغییر $= \frac{L}{70}$

پس به 70 متر در هر 1 متر 1٪ تغییر خواهیم داشت

در طول $\frac{L}{4}$ به شیب 2٪ خواهیم رسید



یک مثال برای محاسبه دور: سرعت طرح یک جاده ۹۰ $\frac{km}{h}$ و ضریب اصطکاک عرضی ۰/۱۵ در نظر گرفته شده است. اگر ما بخواهیم دور مجاز ۸٪ باشد و حداقل شعاع قوس را تعیین کنید. ثانیاً در دو حالت شعاع مساوی ۴۰۰ و شعاع مساوی ۱۵۰ متر مقدار دور و سرعت نظیر را تعیین کنید.

$v = 90$

الف) $f' = 0.10$ $\frac{km}{h}$ ، $d = 0.8$ ، $R_{min} = ?$

ب) $R = 400$ ، $d = ?$

ج) $R = 150$ ، $d = ?$

$$\frac{v^2}{Rg} = f' + d$$

$$v = 90 \times \frac{1000}{3600} = \frac{90}{3.6} = 25 \frac{m}{s}$$

الف) $\frac{25^2}{R \times 10} = 0.10 + 0.08 \rightarrow R = \frac{25^2}{10(0.23)} \Rightarrow R = 271 m$

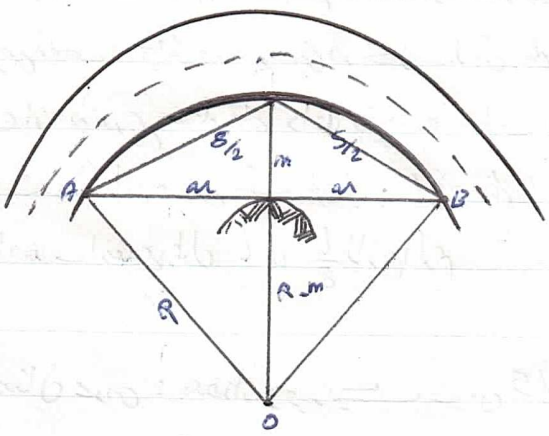
ب) $R = 400 \rightarrow \frac{25^2}{400 \times 10} = 0.10 + d \rightarrow d = 0.06$

ج) $R = 150 \rightarrow \frac{25^2}{150 \times 10} = 0.10 + d \rightarrow d = 0.16$

مسئله دید در پیچ قوسهای دایره

$S < L$

$S > L$



در پیچ قوسها باید به اهمیتی که جاده دارد برای اینکه حداقله دید در پیچ قوسها با سقف گیری تأمین بشود یا امتدادهای را برای طراحی در نظر می گیرند و کوه یا مانعی را می تراشند تا دید تأمین بشود و این خود مستلزم هزینه بسیار می باشد که برای جاده هایی که زیاد مهم نیستند و یا مقرون به صرفه نیست یا تابلو سقت ممنوع می زنند یا اینکه در پیچها آینه هایی نصب می کنند. اما برای قوسی که برای آن حداقله سقت گیری را داشته باشیم به این شرح دید تأمین خواهد شد:

حالت اول $S < L$ حداقله دید S ، طول قوس L

$m=?\quad m^2=(\frac{S}{2})^2-a^2\quad ,\ a^2=R^2-(R-m)^2 \Rightarrow m^2=(\frac{S}{2})^2-\left[R-(R-m)^2\right]$

$m^2=\frac{S^2}{4}-2Rm+m^2$

$$m=\frac{S^2}{8R}$$

بنابراین

که در این رابطه m عمق اضافه خاکبرداری که لازم است کوه اعجاب بکشیم تا راننده ها هم بتوانند

مثال:

اگر $m=?\ ,\ L=500\ ,\ R=250\ ,\ S=200m$

$m=\frac{S^2}{8R}=\frac{200^2}{8\times250}=20\,m$

نکته:

ما در این فرمول‌هایی داریم که فرض را بر این گذاشته که e از لبه جاده فاصله دارد و باید این e نیز در فرمول مؤثر باشد

$m=\frac{S^2}{8R}-e \rightarrow m=20-2.5=17.5m \quad \leftarrow \quad e=2.5m$ بگیریم، پس

مشخصات کوه $\Rightarrow (H=10m\ ,\ L=500m\ ,\ m=17.5m) \Rightarrow V=87500\,m^3$

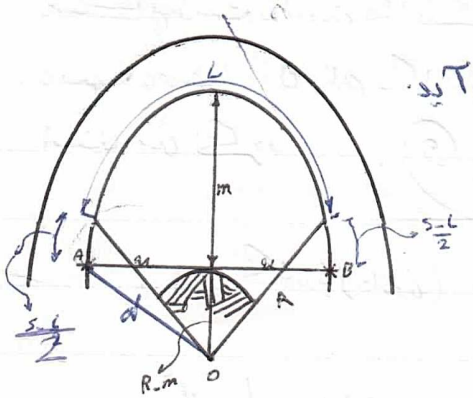
قیمت واحد $P=5000\ Rial/m^3$

هزینه کل $=437.500.000\ Rial$

حالت دوم

اگر طول قوس کوچکتر باشد یک رابطه دیگر بدست می‌آید.

$S>L$



$(m^2=(\frac{S}{2})^2-a^2\ ,\ a^2=d^2-(R-m)^2),\ d^2=R^2+(\frac{S-L}{2})^2$

$\Rightarrow m^2=(\frac{S}{2})^2-\left[d^2-(R-m)^2\right]$

$\Rightarrow m^2=\frac{S^2}{4}-\left[R^2+(\frac{S-L}{2})^2-(R-m)^2\right]$

$\Rightarrow m^2=\frac{S^2}{4}-\left[R^2+\frac{S^2}{4}-\frac{L^2}{4}+\frac{SL}{2}-R^2+m^2-2Rm\right.$

$\Rightarrow \frac{SL}{2}-\frac{L^2}{2}-2Rm=0 \Rightarrow m=\frac{L(25-L)}{8R}(-e)$

پس $\rightarrow\ S<L\quad m=\frac{S^2}{8R}-e$

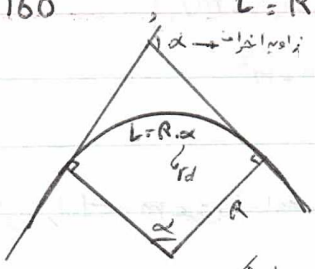
$S>L\quad m=\frac{L(25-L)}{8R}-e$

یک مثال: شعاع قوسی در منطقه کوهستانی $R=150m$ اختیار شده است. زاویه انحراف این قوس برابر 60° می‌باشد. تعیین کنید برای تأمین دید $S=160m$ عمق کوه‌بری اضافی (m) چقدر باید باشد؟ اختیارشود

$L=R.\alpha=150\times60\times\frac{\pi}{180}\ ,\ S=160m\ ,\ e=2.5m$

حل:

$S=160$, $L=R.\alpha=150\times60\times\frac{\pi}{180}=157.07m$

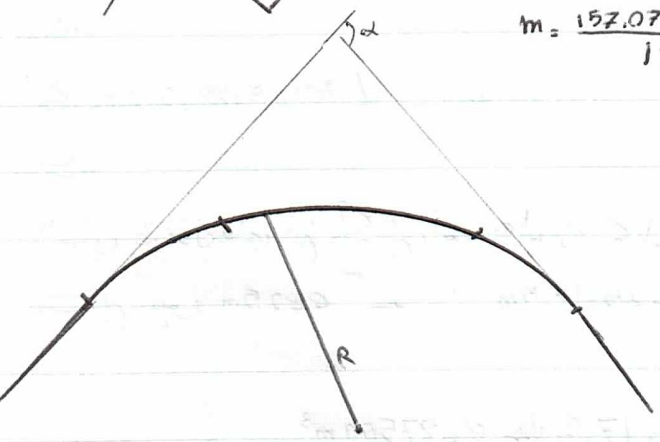


پس $S>L$

$m=\frac{L(2S-L)}{8R}-e$

$m=\frac{157.07(2\times160-157.07)}{8\times150}-2.5$

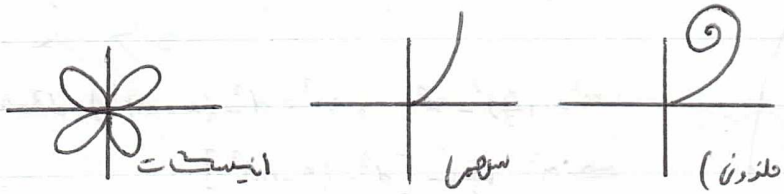
$m=\frac{157.07\times162.93}{1200}-2.5=18.82^{m}$



اتصال تدریجی قوس:

قوسهایی که بین دو مسیر مستقیم و مسیر منحنی دایره ای برای سرعت های زیاد از نقطه نظر راحتی عبور ایجاد می کنند تغییر تدریجی یک مقدار معمولی جاده به طور کامل به کار می رود مصرف این گونه در راه تولید یک ضریب امنیت می کند

هر وقتی که یک وسیله نقلیه برروی یک مسیر مستقیم حرکت می کند 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 دارای دو مرحله کار مشکلی است در صورتی که اگر ابتدا یک انجام گیرد، تولید سهولت در حرکت می کند این عمل باعث شده که از منحنی هایی تحت اتصال به نام کلوتئید، سهمی، لنیسکات در فاصله میانی دو منحنی خیلی شبیه هم هستند استفاده می گردد



شدت تغییرات شتاب $C=\frac{\frac{V^2}{R}-0}{t}=\frac{\frac{V^2}{R}}{\frac{L}{V}}=\frac{V^3}{RL}$ ← معیار راحتی $L=\frac{V^3}{RC}$

$C=0.3-0.6\ m/s^3$

مثال: اگر $V=25\ m/s$, $R=100$, $C=0.45$, $L=?$ ← $L=\frac{(25)^3}{100\times0.45}=86.8$

حداقل طول قوس اتصال

نکته: از خصوصیات قوس کلوتوئید سهمی اتصالی طول مسیر از مبداء رابطه معکوس دارد. در هر نقطه شعاع در طول مقدار ثابت است ← $R\times L=cte$ که این حاصل را با A^2 نشان می دهند. مقدار آن است اگر طول را برابر کنیم آن نصف خواهد شد.

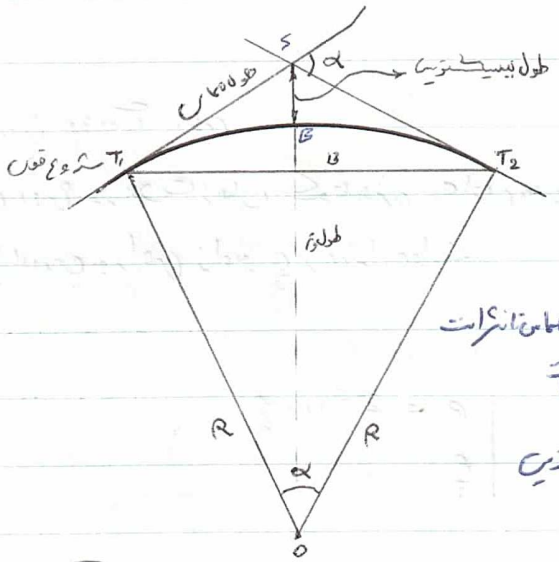
پارامتر یا مشخصه کلوتوئید $A = \sqrt{LR}$ واحدی A کلوتوئید را به‌تنهایی مشخص کرد.

مثال:

چگونه پارامتر کلوتوئید را مشخص می‌کنیم، هرچند شعاع $R = 400$ و $L = 100$ متر $A = \sqrt{LR} = 200$

مراحل طراحی: ۱- شعاع قوس دایره ۲- حداقل طول کلوتوئید ۳- انتخاب طول کلوتوئید ۴- محاسبه پارامتر کلوتوئید

پیاده کردن قوس دایره



S ← رأس قوس

T_1 ← شروع قوس

T_2 ← انتهای قوس

$ST_1 = ST_2$ طول مماس‌ها برابرند

$\overset{\frown}{T_1 B T_2} = E$ ← طول قوس

SB ← طول بیسکتریس ← Bisector

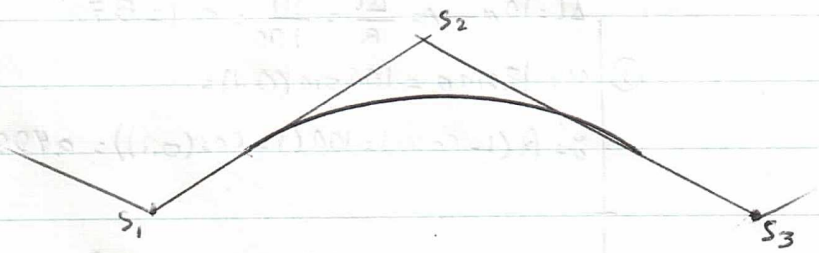
مثال: اگر $R = 100\ m$ ، $\alpha = 60^\circ$ ، $ST_1 = ST_2$ ، TT_2 و $\overline{SB}$ =

$$ST_1 = ST_2 = R\,tg\frac{\alpha}{2} = 100\,tg\left(\frac{60}{2}\right) = 57.73$$

$$E = R\alpha = 100 \times 60 \frac{\pi}{180} = 104.71\ m$$

$$T_1T_2 = 2 \times R\sin\frac{\alpha}{2} = 200\sin 30 = 100\ m$$

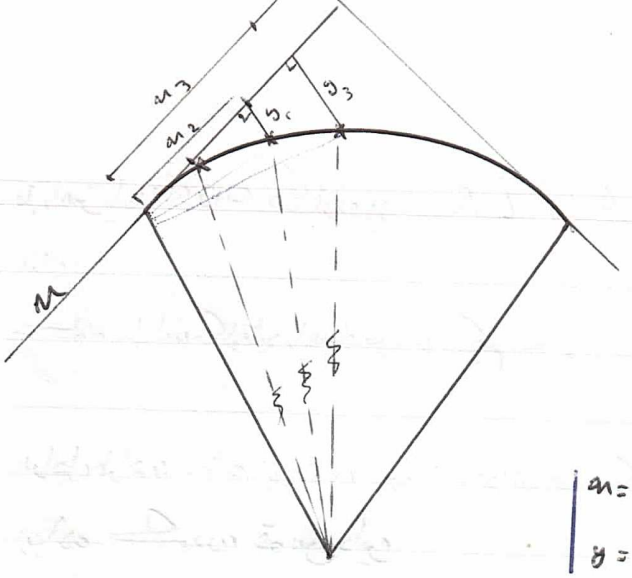
$$\overline{SB} = 100\left(\frac{1}{\cos 30} - 1\right) = 15.46\ m$$



به دو روش می‌توان قوس را پیاده کرد

۱- با استفاده از هندسه دکارتی

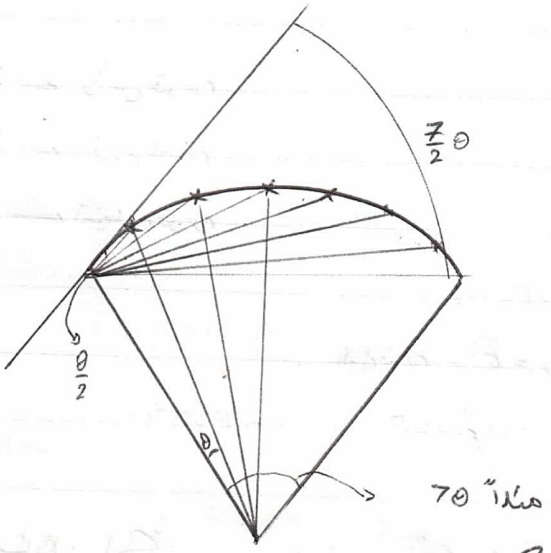
۲- با استفاده از هندسه قطبی



روش
۱- مختصات دکارتی:

با توجه به شکل و با استفاده از ریاضیات مختصات قوس را با استفاده از اندازه وتر و یا استفاده از متر کش بزرگ تر آن قوس را پیاده کرد.

$$x = R\sin\theta$$
$$y = R(1-\cos\theta)$$



۲- روش مختصات قطبی

این روش در مدت زمان کوتاهتری به انجام می رسد زیرا با دوربین به راحتی زاویه $\frac{\theta}{2}$ را می توان داد.

$$\rho = 2R\sin\frac{\theta}{2}$$
$$\frac{\theta}{2}$$

نکته: به تعداد نقطه دلخواه با هر مختصات می توان پیاده کرد.

یک مثال عددی (به تعداد نقطه دلخواه با هر مختصات می توان پیاده کرد)

در مثال قبل $R=100$ $\alpha=60$ مختصات خاتم و مختصات قطبی مختلف قوس را از فواصل دامنه ای تعیین کنید

$$ST_1 = ST_2 = 57.73$$
$$C = 104.71\ m$$
$$T_1T_2 = 100\ m$$
$$BI_s = 154.6\ m$$

$\Delta L = 10\ m \rightarrow \theta = \frac{\Delta L}{R} = \frac{10}{100} = 0.1 = 5.7°$

① $x = R\sin\theta = 100\sin(0.1) =$

$y = R(1-\cos\theta) = 100(1-\cos(0.1)) = 0.499 \simeq 0.50\ m$

② $\Delta L = 20 \rightarrow \theta = \frac{20}{100} = 0.2 = 11.46°$

$x = 100\sin(0.2) = 19.86$

$y = 100(1-\cos\theta) = 1.99\ cm$

③ $\theta = 0.3\ rd$
$x = 100 \sin 0.3$
$y = 100(1 - \cos 30$

④ $\theta = 0.4\ rd$
$x = 100 \sin(0.4) = 38.94$
$y = 100(1 - \cos 0.4) = 7.89$

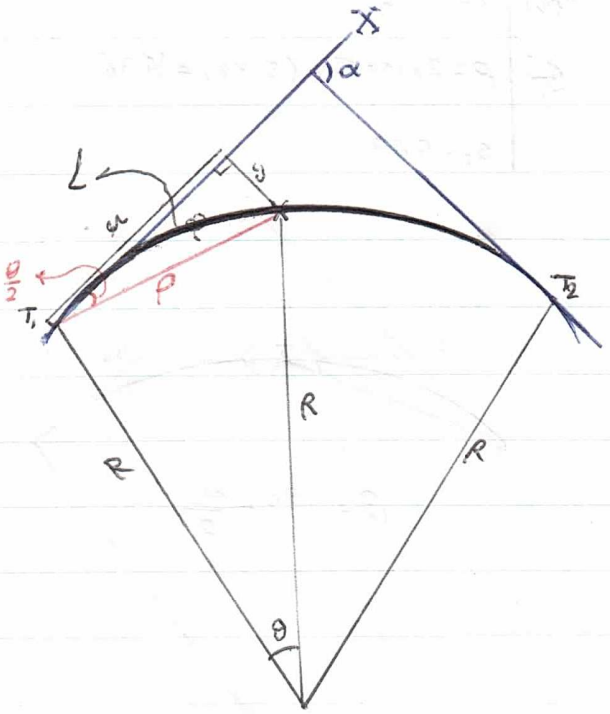
همان مسئله را با روش قطبی حل می‌کنیم: این روش دقیق‌تر است.

① $\frac{\theta}{2} = \frac{0.1}{2} = 0.05 rd = 2.86^\circ = 2^\circ 51' 36''$
$\rho = 2R \sin\frac{\theta}{2} = 200 \sin 0.05 = 9.99$

② $\frac{\theta}{2} = 0.1 rd = 5.73 = 5^\circ 43'$
$\rho = 9.99$

مسئله بالا را تکمیل کرده، بدون کاغذ نقاط مختلف قوس را با استفاده از مختصات قائم (خط‌کش و گونیا) به مختصات قطبی (نقاله، خط‌کش) پیاده کنیم. شعاع را $\frac{1}{250}$ فرض کنیم

③ $\frac{\theta}{2} = \frac{0.3}{2} = 0.15 = 8^\circ 35'$
$\rho = 9.99$



- پیاده کردن قوس دایره ← تغییر ایستگاه
- محاسبات اجزاء کلوتئید
- پیاده کردن قوس کلوتئید
- انتخاب مسیر

مختصات قائم‌گانی M: $x = R \sin\theta$
$y = R(1 - \cos\theta)$

مختصات قطبی: $\frac{\theta}{2}$
$\rho = 2R \sin(\frac{\theta}{2})$

مثال شعاع قوسی برابر $R=100$ متر، $\alpha=40^\circ$ است و می خواهیم از 0 تا 10 متری پیاده کنیم

طول مماس: $T = R\,tg\frac{\alpha}{2}$

طول قوس: $c = R.\alpha = 100\times 40\times\frac{\pi}{180}$

① $L=10$

$\theta = \frac{L}{R} = \frac{10}{100} = 0.1\,rd = 5.78^\circ$

① $x_1 = R\sin\theta_1 = 100\sin(5.73) = 9.99$

① $y_1 = R(1-\cos\theta_1) = 100(1-\cos 5.73) = 0.5m$

① $\frac{\theta}{2} = \frac{5.79}{2} = 2.86^\circ = 2^\circ 51'$

① $P = 2R\sin\frac{\theta}{2} = 2\times 100\sin(2.86) = 9.99\,cm$

② $L=20$

② $\theta = \frac{L}{R} = \frac{20}{100} = 0.2\,rd = 11.46^\circ$

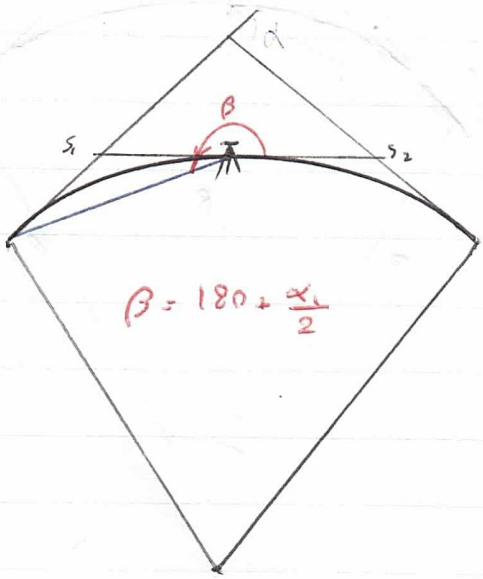
② $x_2 = 100\sin(11.46) = 19.86$

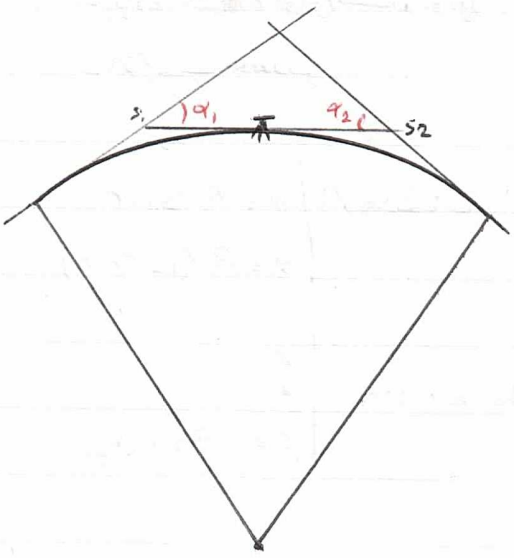
② $y_2 = 100(1-\cos 11.46) = 1.99$

زاویه‌ای: $\theta/2 = \frac{11.46}{2} = 5.73^\circ = 5^\circ 43'$

قبلی: $P = 2\times 100\sin(5.78) = 19.96^\circ$

$S_2 = 9.99$





مثال: شعاع یک قوس 250 متر و زاویه انحراف آن $\alpha = 70^\circ$ است. 150 متر از طول قوس را از مبدا قوس پیاده کرده ایم سپس دوربین را به ایستگاه مبدا جهت پیاده کردن بقیه قوس منتقل کردیم زاویه β را برای تعیین امتداد همان برای قسمت دوم تعیین کنید

$$\alpha_1 = \frac{L}{R} = \frac{150}{R} = \frac{150}{R} = \frac{150}{250} = 0.6\,rd = 0.6 \times \frac{180}{\pi}$$

$$= 34'$$

$$\alpha_2 + \alpha_1 = \alpha$$

قوس دوم

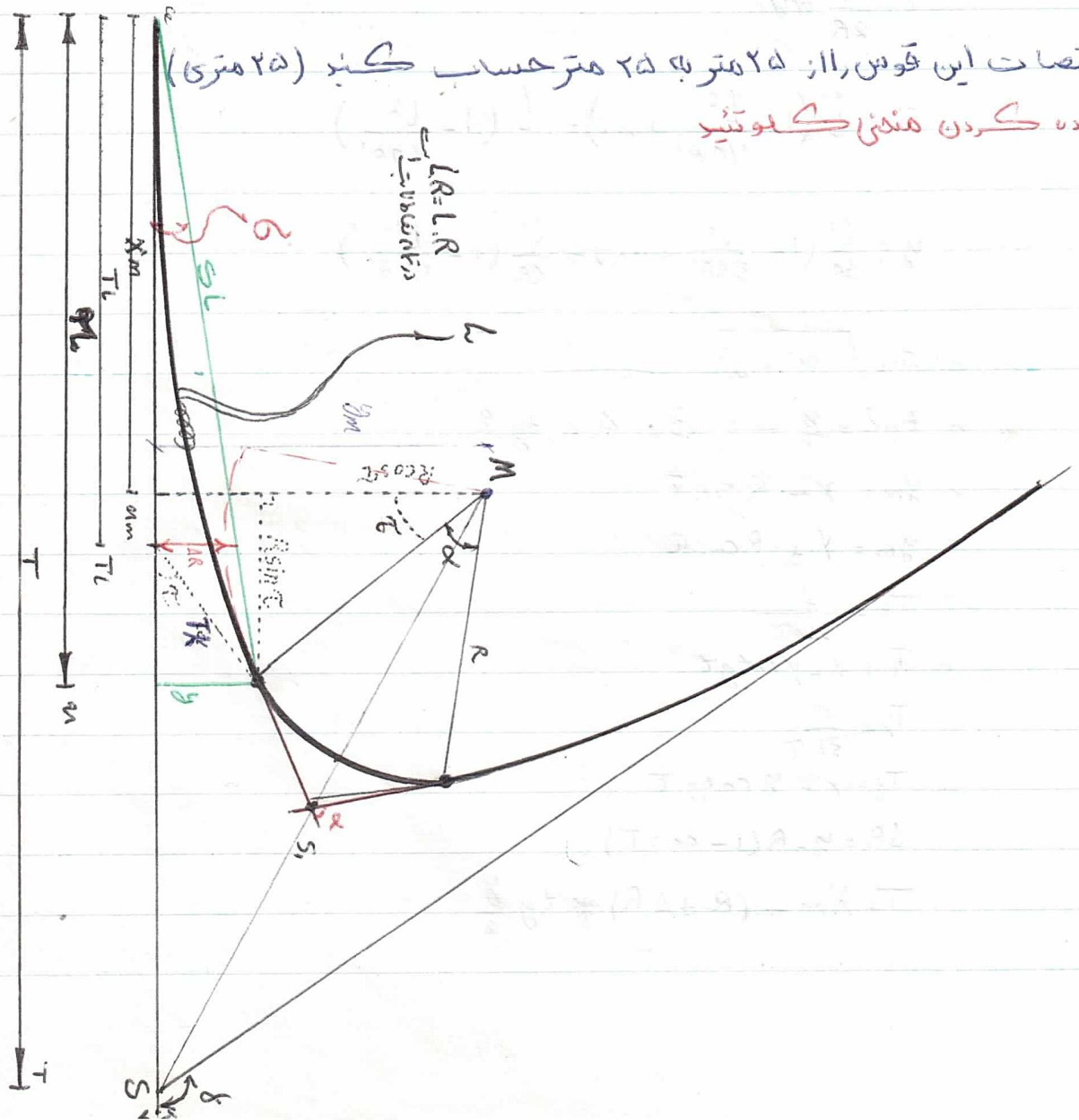
$$\alpha_2 = 70 - 34.38 = 35.62^\circ$$

$$L_2 = R.\alpha_2 = 50 \times \frac{35.62}{180}\pi = 155.42m$$

$$\beta = 180 + \frac{\alpha_1}{2} = 180 + \frac{34.38}{2} = 197.19^\circ$$

مختصات این قوس را از ۲۵ متر به ۲۵ متر حساب کنید (۲۵ متری)

پیاده کردن منحنی کلوتئید



زاویه انحراف کلوتئید τ	مبداء کلوتئید CO
زاویه انحراف دایره α	انتهای کلوتئید CF
زاویه انحراف کلی δ	شعاع دایره R
طول مماس للحرکت T_k	طول کلوتئید L
طول مماس T_L	طول وتر انتهای کلوتئید SL
طول مرکز دایره X_m	طول انتها X
عرض مرکز دایره Y_m	عرض انتها Y
مقدار شیفت دایره (جابه جایی) ΔR	طول مماس بزرگ T

پارامتر کلوتئید $A = \sqrt{LR}$

$\tau = \frac{L}{2R}$ (rd)

$x = L\left(1 - \frac{L^2}{40R^2} + \dots\right) = L\left(1 - \frac{L^2}{40R^2}\right)$

$y = \frac{L^2}{6R}\left(1 - \frac{L^2}{56R^2} + \dots\right) = \frac{L^2}{6R}\left(1 - \frac{L^2}{56R^2}\right)$

- $S_L = \sqrt{x^2 + y^2}$
- $tg\beta = \frac{y}{x} \longrightarrow \beta = Arc\ tg\frac{y}{x}$
- $X_m = X - R\sin\tau$
- $y_m = Y + R\cos\tau$
- $T_k = \frac{y}{\sin\tau}$
- $T_L = X - y\cot g\tau$
- ~~$T_k = \frac{y}{\sin\tau}$~~
- ~~$T_L = X - y\cot g\tau$~~

$\Delta R = y - R(1 - \cos\tau)$

$T = X_m + (R + \Delta R) * tg\frac{\delta}{2}$

یک مثال، شعاع قوس دایره ای $R=400m$ و طول کلوتئید $L=100$ متر در نظر گرفته شده است. زاویهٔ انحراف کل برابر 80° بوده و کلوتئید در طرفین قوس دایره بصورت متقارن می‌باشد. اولاً تمام اجزاء کلوتئید را حساب کنید. ثانیاً مختصات نقاط مختلف کلوتئید را از اصل 20 متری در هردو سیستم دکارتی و قطبی تعیین کنید. همچنین زاویهٔ انحراف قوس دایره و طول قوس دایره و مختصات قطبی وتر نقاط مختلف قوس دایره از مضامین ۲۰ متری بدست آورید.

$L=100$

$R=400$

$\gamma=80^\circ$

$$A=\sqrt{LR}=\sqrt{100\times400}=200\,m$$

$$\tau=\frac{l}{2R}=\frac{100}{2\times400}=\frac{1}{8}\,rd=\frac{1}{8}\times\frac{180}{\pi}=7.16^\circ=7^\circ 9.6'$$

$$\alpha=\gamma-2\tau=80-2(7^\circ 9.6')=65^\circ 40.8'$$

$$X=L\left(1-\frac{l^2}{40R^2}\right)=100\left(1-\frac{100^2}{40\times400}\right)=99.84\,m$$

$$Y=\frac{l^2}{6R}\left(1-\frac{l^2}{56R^2}\right)=\frac{100^2}{6\times400}\left(1-\frac{100^2}{56\times400}\right)=4.16\,m$$

$$S_L=\sqrt{x^2+y^2}=\sqrt{(99.84)^2+(4.16)^2}=199.92$$

$$tg\delta=\frac{y}{x}=\frac{4.16}{99.84}=0.04 \qquad \delta=2^\circ 16'$$

$$x_m=x-R\sin\tau=99.84-400\sin(7.16)=49.98\,m$$

$$y_m=y+R\cot\tau=4.16+400\cos(7.16)=401.04\,m$$

$$\Delta R=y_m-R=401.04-400=1.04\,m$$

$$T_k=\frac{y}{\sin\tau}=\frac{4.16}{\sin(7.16)}=33.37$$

$$T_L=x-\frac{y}{tg\tau}=99.84-\frac{4.16}{tg(7.16)}=66.71\,m$$

$$T = X_{m+} (R + \Delta R) \, tg \frac{\gamma}{2}$$

$$= 49.98 + (401.04) \, tg \, 40 = 386.45 m$$

$$\hat{C} = R.\alpha = 400 \times 65.68 \times \frac{\pi}{180} = 458.58 \, m$$

$l = 20 \, m$

$x = ?$ | $\delta = ?$

$y = ?$ | $S_L = ?$

$$A^2 = l_1 R_1 \longrightarrow R_1 = \frac{A^2}{l_1} \qquad \frac{200^2}{20} = 2000 m$$

$$x = l\left(1 - \frac{l^2}{40R^2}\right) = 20\left(1 - \frac{20^2}{40 \times 2000}\right) = 19.99 \, m$$

$$y = \frac{l^2}{6R}\left(1 - \frac{l^2}{56R^2}\right) = \frac{20^2}{6 \times 2000}\left(1 - \frac{20^2}{56 \times 2000^2}\right) = 0.03 m$$

$$S_L = \sqrt{x^2 + y^2} = 19.99 \simeq 20 m$$

$$\delta = Atg \frac{y}{x} = Arc \, tg \frac{0.03}{19.99} \Rightarrow \delta = 0.86^{rd} = 5' 40''$$

یک مثال: فاصلهٔ رئوس دو قوس متوالی برابر ۶۰۰ متر و شعاع قوس دایره اولی برابر ۴۰۰ متر و طول کلوتئید آن برابر ۱۲۵m و زاویهٔ انحراف کلی برابر ۶۴° می‌باشد. اگر زاویهٔ انحراف قوس دوم برابر ۴۰° باشد. و شعاع قوس دایره را ۶۰۰ متر در نظر بگیریم پارامتر کلوتئید دوم و طول قوس آن چقدر انتخاب شود که دو کلوتئید در همراز مشترک باشند.

اگر حداقل طول کلوتئید دوم برابر 80m اختیار شود. طول فاصلهٔ مستقیم بین این دو کلوتئید را تعیین کنید. در هر دو قوس کلوتئید ها متقارن فرض می‌شوند.

انتخاب مسیر

۱- عبور از زمین کم شیب
۲- عبور از زمین بکر
۳- حتی الامکان عبور از زمین غیرسنگی
۴- حتی الامکان عبور از زمین غیرباتلاقی
۵- حتی الامکان عبور از زمین غیر ریزش
۶- حتی الامکان عبور از زمین آفتاب گیر
۷- عبور از مناطق غیر برف گیر و بهمن گیر (در الامکان)
۸- عبور از محل کم عرض رودخانه یا هوازی رودخانه

در جاده هر موقع طرح اولین مرحله انتخاب مسیر است، بعد از انتخاب مسیر یعنی در همین مسیر از چه زمینهایی باید عبور داده شود. ملاحظه کرده اید که هر مسیر از امتدادهای مستقیم و قوسها طرح می شود و قوسها برای تغییر مسیر به کار برده می شود. وقتی مسیر را تغییر می دهیم عامل مختلف دارد. فرض کنید بین دو نقطه A و B می خواهیم بین آنها یک راه ارتباطی تعیین کنیم (هر واحد کیلومتر یا شعاع) اولین کاری که انتخاب می کنیم نقاط اجباری است که در طول مسیر یک سری نقاط اجباری باید از آن نقاط عبور داده شود. به شرطی که در حوالی مسیر باشد (مسیر را خیلی منحرف نکند) آبادیها، معادن، یا کارخانجات محلی نیز در طول مسیر در نظر گرفته می شود به این خاطر که ایجاد راه بیشتر اقتصادی است و باید درجه بندی امتیازات شود، و اگر درجه مثلاً ۲ باشد اگر امکان داشت (به صرفه بود) منحرف می شویم

با در نظر گرفتن این نقاط سعی فاصله های کوتاه تر خواهیم داشت یعنی راه به قطعات کوتاهتری تقسیم می شود و در فاصله ۵ کیلومتری راحت تر می توانیم راه را انتخاب کرد تا به ۱۰۰ کیلومتر برای انتخاب مسیر اولین شرط شرط اقتصادی است، پس در زمینهای کم شیب و نباید از حد مجاز تجاوز بکند و برای راههای درجه ۱ ٪۶ در نظر گرفته، برای اتوبانها ٪۴ و برای فرعی ٪۸ و برای راههای روستایی ٪۱۲. اگر زمین ٪۴ است سعی عملیات خاکی ضمن نیاز نخواهیم داشت و اگر از زمین تندی عبور بکنیم باید خاکبرداری و عملیات زیاده هزینه زیادی خواهد. در مناطق دشتی مشکل کم است و در کوهستان نهایتاً اگر از دامنه کوه حرکت می کنند

در راهسازی به دلایل مختلف همیشه ما مستقیم در نمی آییم (به دلایل مختلف) چون عوارض طبیعی زیاد

وجود دارد. بی هستین که ما می خواهیم انتخاب بکنیم طرتباً عوض خواهد شد و یک مسیر شکسته خواهیم داشت در این زمینه شاره های آتا ۸ انتخاب مسیر با پیروی سیم و در صورتی جایی که عوض رودخانه کم است، سنگ نه مقاوم بودن خاک بیشتر است، سعی می کنیم که عمود بر عرض باریکترین قسمت در محدوده، رودخانه باشد تا هزینه راه و پل و دیوار سازی کمتر باشد، در واقع ها اول در مسیر شکستگیها را پیدا می کنیم و نقاط شکستگی را با دست می دهیم این کارها را به کمک نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰ و بعد این مسیر را از روی نقشه توپوگرافی هفتاد می تایلم طرح کنیم. برای پیاده کردن نقشه اولین بار هلیکوپتر یا پلان راه را روی زمین پیاده می کنیم و در نقاط اصلی جاده به کمک میخها از بلوکها بتنی استفاده می کنیم و در طول مسیر هر نقطه از زمین تغییر شیب دارد میخ گذاری می کنیم و بعد آن نقاط را پرداشت می کنیم حون برای نقشه ها لازم است و بعد ارتفاع نقاط برداشت می شود (محل میخ کوبی ها)

فاصله های میخ کوبی: ۱- حداکثر 50m فاصله میخ (در دشت) و در کوهستان 25m در محل تغییر شیب زمین، حتماً میخ کوبی می کنیم ۲- ابتدا و انتهای قوسها ۳- ابتدا و انتهای قوسها پلها و تونلها - هر ۲ کیلومتر، در سر کیلومترها (کیلومتراژ مبدأ خواهد شد) - ابتدا و وسط و انتهای شهرها به خاطر این که بدانیم آبادی نظرات و برای پیش بینی آبرو و از قلم نیفتند تمام شهرها و دهها را حداقل برای دره سه تا هیز می کنیم

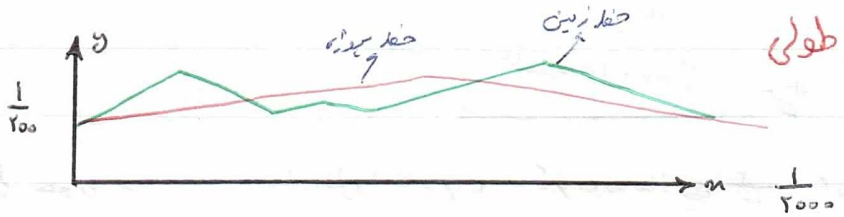
برای پیاده کردن مسیر قبلاً گفته شده که پیاده کردن مسیر مستقیم ساده است و دوربین را از A به B صفر صفر می کنیم و تا رقم مسیر را تعیین خواهد داد. و پیاده کردن قوسهای دایره ای شده است که اجرای پیاده کردن مسیر یک اکیپ حداقل ۳ نفره می خواهد (برای کارهای دوربین مسیر گیر، یادداشت کننده، متر کش و میخ کوب)

بعد از میخ کوبی است که عوامل متعدد است و ارتفاع آنها را نیز به وسیله تراز یابی تعیین می کنیم و بعد به سطح بیضی انجام می شود و هدف از تراز یابی اختلاف ارتفاع بین است اگر از دستگاه تری نقطه ارتفاع هوجود در منطقه برای کارها استفاده می کنند و اگر نداشتیم خودمان یک ارتفاع در نظر می گیریم و تمام نقاط را بعد به آن می سنجیم و چون طول مسیر زیاد است و هر بار می آییم از نقطه اول شروع نمی کنیم در طول مسیر خارج از گودیها و دیگر نقاط می کنیم که میخ ها رکشیده شده است و به این علت میخهای زیادی در طول مسیر انتخاب می شود چون در حین اجرا میخ ها را خراب می کنند و ما از بین می رود

که در روند هموار قرار نمی دهند

در اجرا حدود ۱۵ بار مسیر پیاده می شود چون بعضی مواقع خاکبرداری می شود و همچنین از بین می رود

نیمرخ طولی



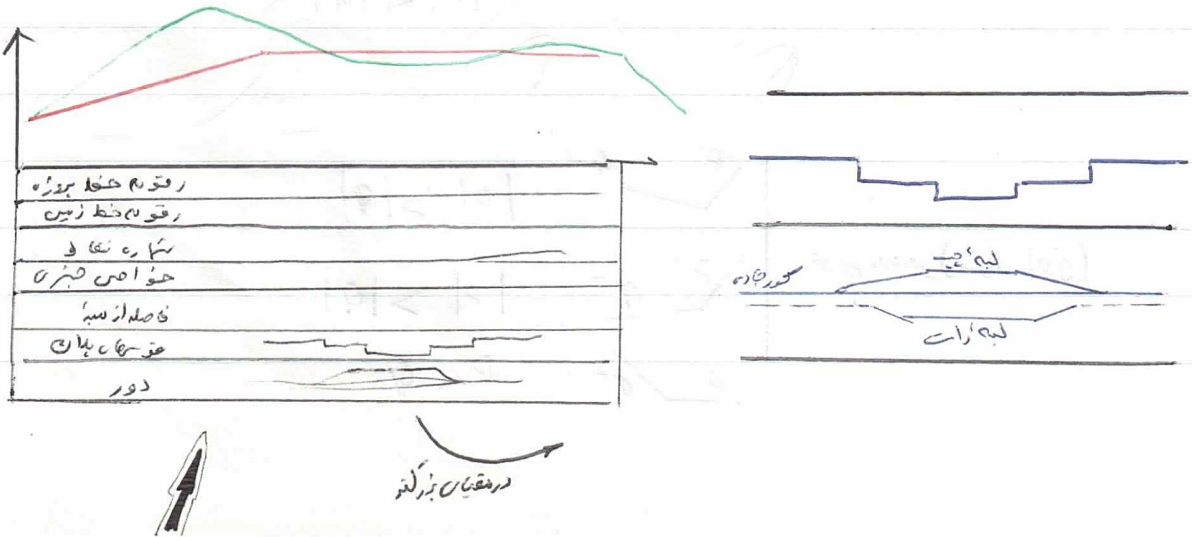
هر ۴cm از روی نقشه ۲۰ متر از روی زمین را نشان می دهد (در طول) و ارتفاع هر ۵cm در روی نقشه نشانه آن روی زمین است

بعد از اینکه شکل طول زمین را مشخص کردیم می آیم روی سطح جاده که خط پروژه نام دارد.

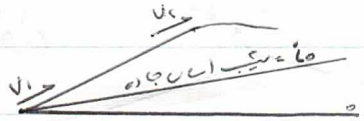
خط پروژه در نیمرخ طولی: (شرایط)

۱. اقتصادی بودن از دیدگاه خط پروژه به خط زمین
۲. حداکثر شیب مجاز
۳. طول شیب هست (معیار انتخاب طول مسیر را از روی شیب اساس حساب می کنند)
۴. نقاط اجباری ارتفاعی، اگر مکان هایی وجود دارند که آنها باید ساخته شود ارتفاع آنها مشخص است (مثلاً ۴٫۵ متر، ۴ متر) بنابراین اگر در طول مسیر باید راسته باشیم از این نقاط اجباری هستند ① آبادی ② محل تقاطع جاده دیگر ③ ارتفاع رودگذار $H = 4,80$ و مسیر در دشت از آمیر مسلط است بر محدوده خاکریز و باید بالای برف و باران (اگر برف بیاید) پوشانده شود و این نشان می دهد که در طرفین جاده (است) ④ در محل تغییر شیب (قوس محدب و مقعر حوالی راه)
۵. عدم تداخل قوس بدان با قوس نیمرخ طولی

در پایین نقشه نیمرخ طول اطلاعاتی زیر آن نوشته می شود (به صورت جدول و اعداد) مانند زیر



یک رابطه برای حداکثر طول شیب $L_{max} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g(i - i_0)}$ $\quad i > i_0$



i_0 = تا بی که ایمنی حرکت وسیله نقلیه از دو راه حداکثر جاده ها این شیب اصلی 3-4٪ است

در اینجا منظور از این نمودار این است که ماشین با یک گاز ثابت در مسیر با شیب i_0 سرعت آن افزایش خواهد یافت اما یک شیبی هست که با گاز ثابت سرعت نیز ثابت خواهد ماند که آن را شیب بحرانی جاده می گوییم که تا بی که ایمنی بالاست و با این گفته ها نتیجه می گیریم که اگر شیب بیشتر از شیب اصلی باشد در حین حرکت سرعت کاهش خواهد داد که این برای خیز ها با توجه به سرعت حداقل اگر ایمنی سرعت، سرعت ماشین کمتر شود تراکم جاده را متعادل خواهد کرد پس یک طول لازم داریم که طول را با این رابطه ایمنی باید در نظر گرفت که رابطه بالا به دست می آید.

مثال:

$V_2 = 40$, $V_1 = 80$ $\frac{km}{h}$ $L_{max} = ?$ اگر شیب جاده ما 5٪ شد و ضریب $f = 0.4$

$$L_{max} = \frac{22.22^2 - 11.11^2}{(22.22)^2 - (-2 \times 10)} = \frac{}{0.2} = 1851.48 \qquad g = 10 \frac{m}{s^2}$$

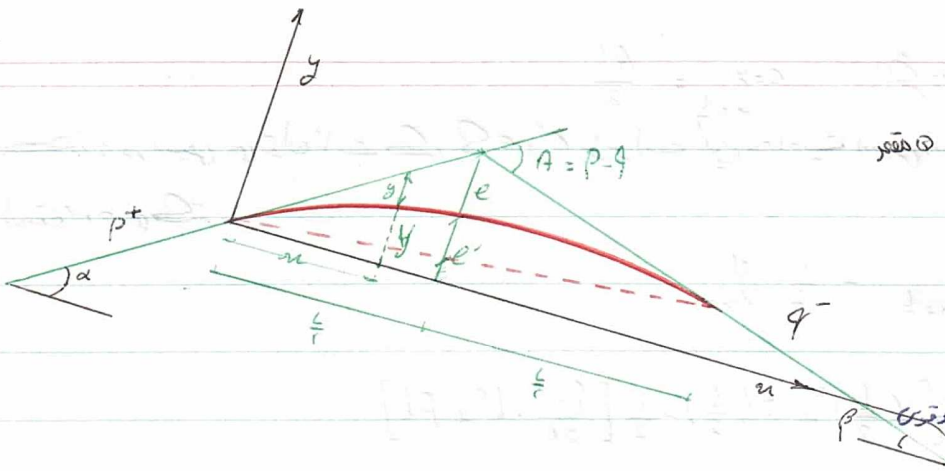
کلیات در مورد قوس ها (جزئیات جلسه آینده)

قوس محدب (شرایط دید)

$p^+ \quad q^-$	
$p^+ \quad q^-$	$p > q$
$p^- \quad q^-$	$\lvert p \rvert < \lvert q \rvert$

قوس مقعر (شرط راحتی)

$p^- \quad q^+$	$\lvert p \rvert > \lvert q \rvert$
$p^- \quad q^-$	$\lvert p \rvert > \lvert q \rvert$
$p^+ \quad q^+$	$p < q$



نیمرخ طولی جاده

قوسهای نیمرخ طولی: ① محدب ② مقعر

معادله قوس سهمی

افت از مماس

نقطه اوج یا نقطه عقر جاده

تعیین رقوم خط پروژه در یک وتری

قوسها یا محدب یا مقعر هستند به شکل. این شکل یک قوس محدب می باشد. معمولاً در قوسهای نیمرخ طولی از سهمی استفاده می کنند و دریان سه مورد بودک گفته شد ولی در نیمرخ طولی عقط از سهمی استفاده می کنند. شکل ک ملاحظه می کنید یک سری بالایی و یک سری پایینی را نشان می دهد. می دانیم که از مجموع دو زاویه هر کدام خارجی هستند می آید و یا می توانیم بگوییم برجب راس این مجموع دو تا شیب q و P همان زاویه خارجی برجب راس این (مجموع قدر مطلقها) بدست می آید

در این جا اشاره شد که از سهمی استفاده می شود. به این دلیل که معادله سهمی یک معادله درجه ۲ است و تغییرات که ملاً یک نواخت است یعنی انتقال با این قوس به راحتی است

$$y = ax^2 + bx + c$$

$$\frac{dy}{dx} = 2ax + b \qquad \text{شیب مماس}$$

$$\frac{dy^2}{dx^2} = 2a \qquad \text{تغییرات شیب ثابت است}$$

شرایط مرزی ☼

$x = 0$	$x = 0$	$x = l$
$y = 0$	$y = \frac{dy}{dx}$	$\frac{dy}{dx} = q$

شرط اول $0 = 0 + 0 + c$ ⟹ $c = 0$

از شرط دوم $p = 0 + b$ ⟹ $p = b$

از شرط سوم $q = 2al + b$ ⟹ $a = \frac{q - p}{2l}$

$$y = \frac{q-p}{2l}x^2 + px$$

از روی شکل رابطه روبرو برقرار است ⟹ $p = \frac{y+y}{x}$

$$y = px - y = px - \left(\frac{q-p}{2l}x^2 + px\right)$$

$$y = \frac{p-q}{2l}x^2 = \frac{A}{2l}\cdot x^2$$

یعنی افت از مماس رابطه مستقیم دارد

اگر وتر را بگذارد $e = y_{x=\frac{L}{2}} = \frac{AL}{8}$

نکته: در سهمی می‌توان ثابت کرد e و e' برابرند این خاصیت سهمی است و در اجرای جاده‌ها از آن استفاده می‌کنند

$$e' = y_{x=\frac{L}{4}} - \frac{1}{2} y_{x=L}$$

$$= \frac{q-p}{2L}\left(\frac{L}{2}\right)^2 + p\left(\frac{L}{2}\right) - \frac{1}{2}\left[\frac{q-p}{2L}\cdot L^2 + pL\right]$$

$$= \frac{q-p}{8}\cdot L + \frac{pL}{2} - \frac{q-p}{4}\cdot L - \frac{pL}{2}$$

$$e' = \frac{L}{8}(q-p-2q+2p) = \frac{p-q}{8}\cdot L = \frac{AL}{8} = e$$

نقاط اوج و نقاط قعر نیز باید به‌طور مشخص باشند

$$\frac{dy}{dx} = \frac{q-p}{L}\cdot x + p = 0 \rightarrow \quad x_{\text{اوج}} = \frac{pL}{p-q}$$

پس تا حالا فرمولهای زیر را اثبات کردیم:

معادله قوس سهمی $\quad y = \frac{q-p}{2L}x^2 - px$

افت $\quad y = \frac{p-q}{2L}x^2$

نقطه اوج $\quad x = \frac{p}{p-q}\cdot L$

$$e = e' = \frac{AL}{8} = \frac{p-q}{8}L$$

چگونه رقوم خط پروژه را تعیین می‌کنیم: پیاده کردن در تیرخ طول مشابهان بیت جون در انتهای نقاط در امتداد خط مستقیم است می‌خواهیم بدانیم نقاط روی خط پروژه را در این قسمت از جاده حتماً از نقاط معلوم خط زمین حساب می‌کنند برای درک بهتر با یک مثال این مطلب را دنبال می‌کنیم

یک مثال. یک شیب سربالایی ۶٪ به سرازیری ۴٪ رسیده است می‌خواهیم بین این دو شیب قوسی به طول ۱۰۰ متر از نوع سهمی در نظر بگیریم ارتفاع نقطه برخورد دو شیب با استفاده از محور عرضی $H = 200.00$ قرائت شده است. معادله سهمی معادله افت نسبت به محور عرضی (e) و محل نقطه اوج را تعیین کنید. همچنین ارتفاع نقاط مختلف قوس‌ها از عوامل

$P=+0.06 \quad q=0.04 \quad L=100m \quad \Delta l=10m$ ۱۰ متری پیوسته آویز

$H=? \quad y=? \quad y=? \quad e=? \quad x_{اوج}=?$

$$y=\frac{q-p}{2l}x^2+px=\frac{0.04-0.06}{2\times1000}x^2+0.06x$$

$$y=\frac{-1}{2000}x^2+0.06x \qquad y=\frac{1}{5000}x^2 \qquad x=\frac{L}{2}=50$$

$$y=e=\frac{1}{2000}\times50^2=1.25\,m$$

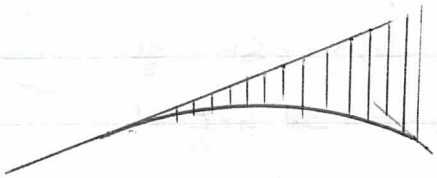
e وسط دهانه $\longrightarrow$ $e=\frac{Al}{8}$ $\quad A=p-q=0.06+0.04=0.1$

$$e=\frac{0.1\times100}{8}=1.25\,m$$

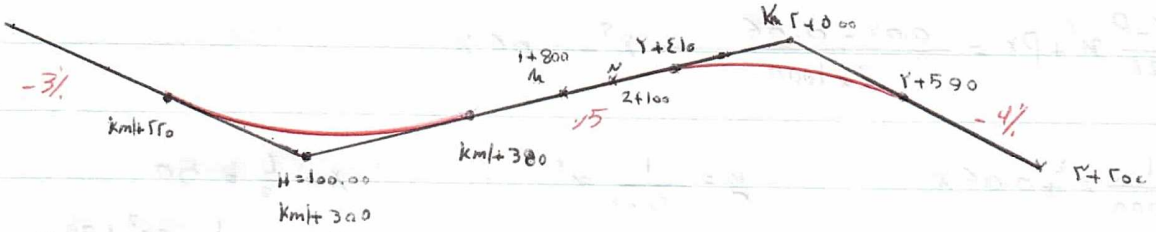
$$x_{اوج}=\frac{p}{p-q}\cdot l=\frac{0.06}{0.06+0.04}\times100\Rightarrow x_{اوج}=60\,m$$

جهت کابل

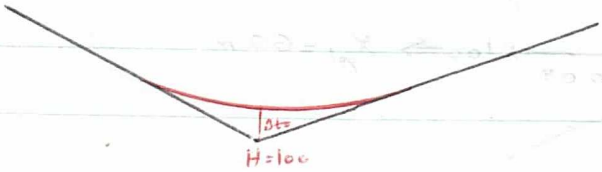
شماره نقاط	X	$y=\frac{1}{5000}x^2$	مقدار روی پاساژ	مقدار روی تکیه
۱	۰	۰	197.90	197.
۲	۱۰	0.05	197.60	198.55
۳	۲۰	0.20	198.20	198
۴	۳۰	0.45	198.80	198.35
۵	۴۰	0.8	199.40	198.60
۶	۵۰	1.25	200.00	198.75
۷	۶۰	1.8	200.00	198.80 (اوج)
۸	۷۰	2.45	201.20	198.75
۹	۸۰	3.2	201.8	198.60
۱۰	۹۰	4.05	202.4	198.35
۱۱	۱۰۰	5.00	203.	198



مثال برای خودتان: در شکل زیر یک قسمت از نیمرخ طولی راه را می‌بینید. ارتفاع نقاط P, N, M و همچنین نقاط مختلف قوس قعر و هدب را از فواصل ۲۰ متری تعیین کنید



مثال: یک قوس سهمی قعر بین شیب سرازیر 8٪ و سربالایی 4٪ با طول 240 متر قرار گرفته است. اگر رقوم محل برخورد دو شیب نسبت به سطح مبنا 100m فرض شود. رقوم نقاط مختلف قوس را هر ۲۰ متر تعیین کنید.



رابطه سهمی $y = \frac{A}{2L} x^2$

نتیجه: $y_1 = \frac{A}{2L} x_1^2$

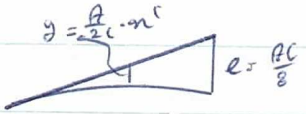
$y_2 = \frac{A}{2L} \cdot x_2^2 \rightarrow \frac{y_1}{y_2} = \frac{x_1^2}{x_2^2}$

$y_3 = \frac{A}{2L} \cdot x_3^2 \quad \frac{y_1}{x_1^2} = \frac{y_2}{x_2^2} = \frac{y_3}{x_3^2} = \dots = \frac{A}{2L}$

$\vdots$

$\frac{y}{e} = \frac{x^2}{(\frac{L}{2})^2}$ و به همین ترتیب می‌نویسیم

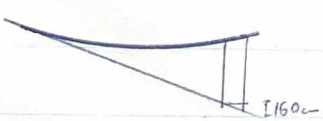
$\frac{y}{e} = (\frac{x}{L/2})^2$

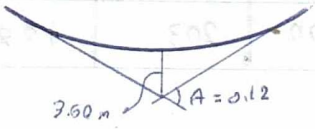


اولین کاری که می‌کنیم e را حساب می‌کنیم

$\begin{cases} A = 0.12 \\ L = 240 \end{cases} \rightarrow e = \frac{AL}{8} = \frac{0.12 \times 240}{8} =$

$\Rightarrow e = 3.60\,m$





حال $20 \times \frac{8}{100} = 1.60$ هر نقطه متوال، افتاد

از نقطه این فاصله

روی مماس اول

$\frac{y_1}{360} = \left(\frac{20}{120}\right)^2 =$

$\frac{y_2}{360} = \left(\frac{40}{120}\right)^2 = 0.4$

$\frac{y_3}{360} = \frac{60}{120} = 0.9$

$\frac{y_4}{360} = \left(\frac{80}{120}\right)^2$

$\frac{y_5}{3.60} \left(\frac{140}{120}\right)^2$

$\frac{y_6}{3.60} = \left(\frac{160}{120}\right)^2$

$\frac{y_7}{3.60} \left(\frac{120}{120}\right)^2$

$\frac{y_8}{360} = \left(\frac{220}{120}\right)^2$

$\frac{y_9}{3.60} = \left(\frac{240}{120}\right)^2$

نقاط	رقوم روی مماس	y	روی قوس
۱	109.60	۰	109.60
۲	108.0	0.10	108.10
۳	106.40	0.40	106.80
۴	104.80	0.90	105.70
۵	103.20	1.60	104.80
۶	101.60	2.50	104.10
۷	100.00	3.60	103.60
۸	98.40	4.30	103.30
۹	96.80	6.40	103.20
۱۰	95.20	8.40	103.30
۱۱	93.60	10.0	103.60
۱۲	92.00	12.10	104.10
۱۳	90.40	14.40	104.81

اوج

می‌توان نقطه‌ٔ قعر را از رابطه

نیز پیدا کرد $x = \frac{p}{p-q} \times L$

$= \frac{0.08}{0.12} \times 240 = 160 cm$

تعیین طول قوس برای ماسهم است بعلت نبودن مماست (قوس محدب، منقعر)

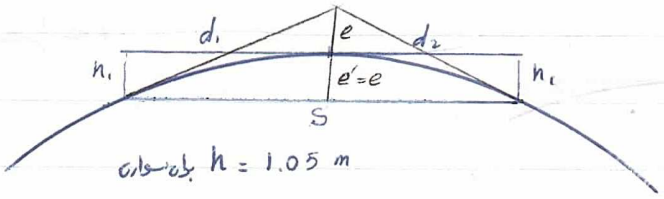
محاسبهٔ طول قوس محدب

۱- $S < L$

۲- $S > L$

فاصلهٔ دید $= S$

طول قوس قائم $= L$



برای سواری $h = 1.05\ m$

برای کامیون $h = 1.83\ m$

حالت اول $L > S$

$h_1 = k d_1^2 \longrightarrow d_1 = \sqrt{\frac{h_1}{k}}$

$k_2 = k d_2^2 \longrightarrow d_2 = \sqrt{\frac{h_2}{k}}$

$d_1 + d_2 = S$

$S = \sqrt{\frac{h_1}{k}} + \sqrt{\frac{h_2}{k}} = S$

$e = k\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{AL}{8} \Rightarrow \frac{k L^2}{4} = \frac{AL}{8} \Rightarrow \boxed{k = \frac{A}{2L}}$

k را بدست می‌آوریم

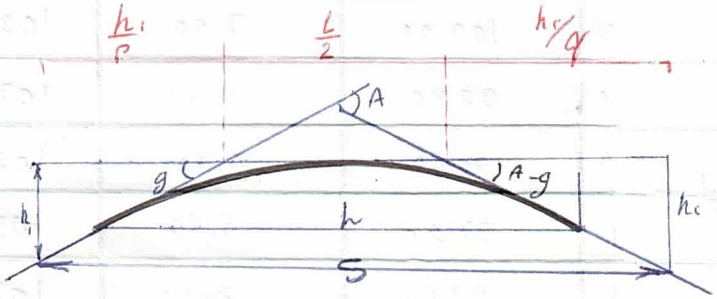
$$\sqrt{\frac{h_1}{A/2L}} + \sqrt{\frac{h_c}{A/2L}} = S \Rightarrow \sqrt{\frac{2L}{A}}\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_c}\right) = S$$

$$\frac{2L}{A}\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_c}\right)^2 = S^2$$

$$L = \frac{S^2 A}{2\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_c}\right)^2}$$

اگر h_1, h_2 از یک وسیله باشد $\boxed{L = \frac{S^2 A}{8h}}$

حالت دوم: $h < S$



برای خط دید افقی $S = \frac{h_c}{q} + \frac{h_c}{q} + \frac{L}{2}$

$$L = 2S - 2\left(\frac{h_1}{\rho} + \frac{h_c}{q}\right)$$

در حالت کلی اگر خط افق نباشد زاویه g را در نظر می‌گیریم $S = \frac{h_1}{g} + \frac{L}{2} + \frac{h_c}{A-g}$

(g متغیر است)

$$S = \frac{h_1}{g} + \frac{L}{2} + \frac{h_c}{A-g}$$

بدترین حالت موقعی که دید نداشته باشیم $\frac{dS}{dg} = 0 = \frac{-h_1}{g^2} + \frac{h_c}{(A-g)^2}$

اگر برابر صفر قرار دهیم $\frac{h_1}{g^2} = \frac{h_c}{(A-g)^2}$

$\frac{\sqrt{h_1}}{g} = \frac{\sqrt{h_c}}{A-g}$ $\quad g = \frac{A\sqrt{h_1}}{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_c}}$ اگر h_1, h_2 برابر باشند $\rightarrow g = \frac{A}{2}$

در رابطه اصلی قرار دهیم

$$S = \frac{h_1}{g} + \frac{l}{2} + \frac{h_c}{A-g}$$

$$S = \frac{h_1}{\frac{A\sqrt{h_1}}{\sqrt{h_1}+\sqrt{h_c}}} + \frac{l}{2} + \frac{h_c}{A - \frac{A\sqrt{h_c}}{\sqrt{h_1}+\sqrt{h_c}}}$$

$$S = \frac{\sqrt{h_1}\left(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_c}\right)}{A} + \frac{l}{2} + \frac{\sqrt{h_c}\left(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_c}\right)}{A}$$

$$S = \frac{l}{2} + \frac{\left(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_c}\right)^2}{A} \Rightarrow \boxed{l = 2S - \frac{2\left(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_c}\right)^2}{A}}$$

$h_1 = h_c$ اگر $\Rightarrow L = 2S - \frac{8h}{A}$

یک مثال عددی: حداقل طول یک قوس محدب که بین شیب ۶٪ و ۴٪ قرار می‌گیرد را طوری بدست آورید که فاصله دید $S=200$ متر را تأمین کند. اگر بخواهیم قوس سهمی از دایره استفاده کنیم شعاع دایره معادل چقدر خواهد شد.

$p = 0.06$

$q = 0.04$ $\rightarrow A = 0.10$

$h = 1.05\ m$

$S = 200\ m$

ابتدا رابطه اول را امتحان می‌کنیم $S < l$

$$l = \frac{S^2 A}{8h} = \frac{200^2 \times 0.1}{8 \times 1.5} = \frac{4000}{8.40} = 476\ m$$

و شرط $l > S$ را تأمین می‌کند پس می‌توانیم از رابطه اول استفاده کنیم اما این حداقل است

$$L = 2S - \frac{8h}{A}$$

$$= 2 \times 200 - \frac{8 \times 1.05}{0.10}$$

$$L = 400 - 84 = 316\ m$$

$S = 200$

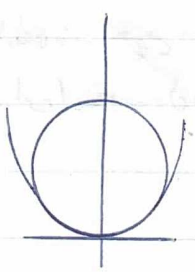
بیشتر نیز بگیریم

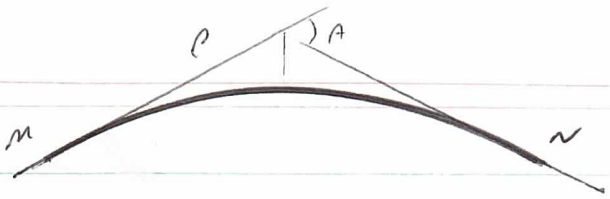
اگر بخواهیم از رابطه اول استفاده نکنیم

می خواهیم روی سهمی یک دایره منطبق باشد. اولین شرط طولها باهم برابر باشند.

$$L = R.A$$

$$R = \frac{l}{A} = \frac{480}{0.10} = 4800\ m$$





$$L = R.A$$

$$R = \frac{L}{A} = \frac{480}{0.10} = 4800 \text{ m}$$

$$e = \frac{Al}{8} = \frac{0.1 \times 480}{8} = 6 \text{ m}$$

$$Bis = R\left(\frac{1}{\cos\frac{A}{2}} - 1\right) = 4800\left(\frac{1}{\cos(0.05)} - 1\right) = 6.006 \text{ m}$$
رادیان

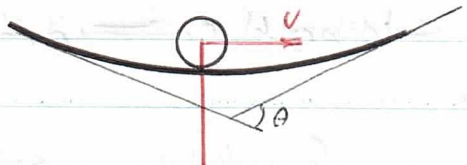
یک مثال: حداقل طول یک قوس مقعر را تعیین کنید که فاصله دید 1.50m را تأمین کند. درصورتی که یک سربالایی 4٪ در آن وجود داشته باشد که از تعیین طول حداقل آن را بدست آورید. مقدار ۲۰ متر به طرف بالا رونده می‌گیریم و رقوم نقاط مختلف قوس را از فواصل ۲۰ متری حساب کنید. در صورتی که ارتفاع محل برخورد دو شیب به سطح دریا H = 500 متر باشد.

قوس مقعر:

در قوس مقعر به جز یک مورد خاص مشکل دید نداریم و فقط به خاطر نیروی گریز از مرکز به طرف مرکز زمین باعث ناراحتی سرنشینان می‌شود و نیز باعث شرح حنتی در فنرها و بخشهای از قسمتهای کار و متحرک ماشین یا خودرو خواهد شد. طبق مطالب بالا باز امتحانی برای راحتی سرنشینان و طراحی جاده برای وسیله نقلیه بیان شده است.

(نکته ناراحتی راننده خیلی بهتر احساس می‌شود)

که ما شنیدیم که دل می‌رود در واقع دل بر (دل رفتن!!)



شتاب گریز از مرکز $a = \frac{V^2}{R}$

نقل g + S نیروی اثر کننده

$$a = \frac{V^2}{R} = \frac{1}{10} g \simeq 0.3 m/sec^2$$

$$\frac{V^2}{R} = 0.3 \qquad R = \frac{V^2}{0.3}$$

$$\Rightarrow R = \frac{V^2}{3.6^2 \times 0.3} = \boxed{0.25\, V^2 = R}$$

V(m/s)	R(m)	V(km/h)	R(m)
$V = 80 km/h$	$R_{min} = 1600\ m$		

بنابراین شرط دیده بلند شرط زاویه هلاک قرار می گیرد. $L = R.A$

در هر فیزیک لازم است مثلاً اگر جاده به صورت زیر گذرباشد. ودر اینجا بر خلاف حالت قبل برای کامیون باید دید تأمین شود چون سواری در زیر جرثقیل دید خواهد داشت و داریم

$$S < L \rightarrow L = \frac{S^2 A}{8\left(c - \frac{h_1 + h_2}{2}\right)}$$

$$S > L \rightarrow L = 2S - \frac{8\left(c - \frac{h_1 + h_2}{2}\right)}{A} = 2S - \frac{8(c-h)}{A}$$

مثال برای قوس دقعر

یک قوس مقعر سراشیب 4٪ راه سربالایی 5٪ سط می دهد. سرعت طرح این جاده 90 km/h و فاصله دید 200 متر فرض می شود. اگر ارتفاع چراغ جلو 0.5 متر فرض شود وارتفاع چشم راننده برای سواری 1.05 و برای کامیون 1.83 باشد حداقل طول این قوس را تعیین کنید کدام راحتی و کدام دید در این قوس بهتر است. جواب به صورت زیر گزارش باشد.

$$R = 0.25\, V^2 \ km/h$$

$$0.25(90)^2$$

$$R_{min} = 2025 m$$

$A = |p - q| = 0.09$ حداقل طول برای تأمین راحتی $L = R.A = 2025 \times 0.09$ $L_{min} = 182.25 m$

برای دید (دید کامیون مطرح است) $L = \frac{S^2 A}{8(L-h)} = \frac{200 \times 0.09}{8(5 - 1.83)} = \frac{3600}{8 \times 3.17} = 141.95 m$

و این شرط صدق نمی کند $L < S$

مسئله $L = 2S - \frac{8(c-h)}{A} = 2 \times 200 - \frac{8(5 - 1.83)}{0.09}$ رابطه دوم

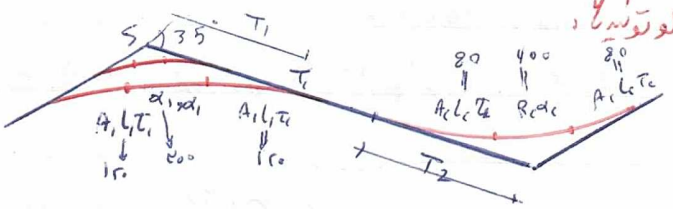
$S > L$ | $L = 400 - \frac{8 \times 3.17}{0.09} = 118.22 m$ ✓

$S = 200$

بنابراین طول قوس $L = 200$ $L_{min} = 182.25 m$

یک مسئله: قوس قعلی سربالایی ۸٪ به سربالایی ۲٪ وصل می کند اولاً طول قوس را طوری حساب کنید که راننده های سواری همدیگر را از فاصله ۲۵۰ متری ببینند ثانیاً پس از زوده کردن طول قوس به اولین مضرب ۲۰ متر رقوم نقاط مختلف قوس را از فواصل ۲۰ متری تعیین کنید، درصورتی که ارتفاع محل برخورد دو شیب صدمتر فرض شود.

حل قسمتی از مسئله کلوتوئیدها:



$S_1 S_2 = 400m$

$R_1 = 300$

$L_2 = 120\,m$

$\gamma_1 = 35$

$\gamma_1 = 40^\circ$

$R_2 = 400$

$\Delta L = ?$

$L_2 = ?$

$L_c = 80\,m$

$T_1 T_1' = ?$

$T_1 T_1' = S_1 S_2 - (T_{\text{قوس اول}} + T_{\text{قوس دوم}})$

$T = T_1 + T_2$

$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$

$\tau \cdot \frac{L}{2R}$

$X_m = X - R \sin \tau$

$\Delta R = Y - R(1 - \cos \tau)$

$X = L\left(1 - \frac{L^2}{40R^2}\right)$

$Y = \frac{L^2}{6R}\left(1 - \frac{L^2}{56R^2}\right)$

$\tau_1 = \frac{L_1}{2R_1} = \frac{10}{2 \times 300} = 0.2 \times \frac{180}{\pi} = 11.5^\circ$

$X = 120\left(1 - \frac{120^2}{40 \times 300}\right) = 119.51$

$Y = \frac{120^2}{6 \times 300}\left(1 - \frac{120^2}{56 \times 300^2}\right) = 8m$

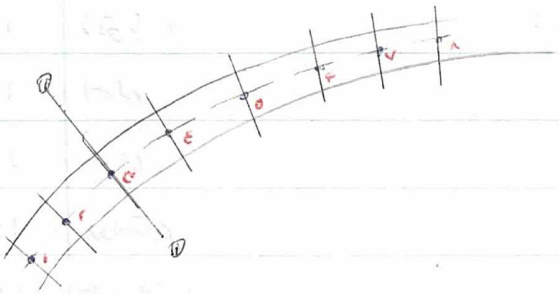
$X_m = 119.51 - 300 \sin 11.5 = 59.9$

$\Delta R = 8 - 300(1 - \cos \frac{11.5}{0.2}) = 2.01$

$T_1 = 59.9 + (300 + 2.01) \operatorname{tg} 17.5 = 155.12m$

نیمرخ یا پروفیل عرضی جاده

- برداشت نیمرخ عرضی جاده
- رسم نیمرخ عرضی
- نیمرخ عرضی تیپ
- حریم جاده ـ سانه ـ شیروانی
- محاسبه سطح نیمرخ عرضی
- محاسبه حجم عملیات خاکی



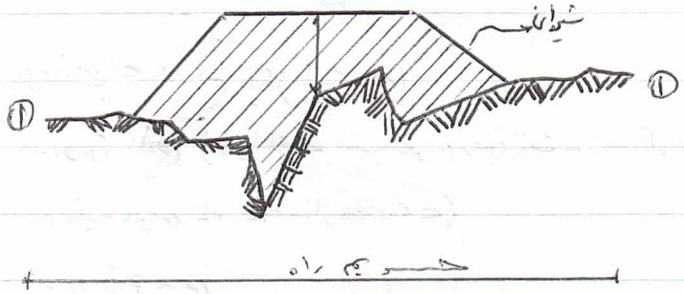
اطلاعاتی که نیمرخ طولی می دهد در همه جا همین است که مثلاً در نقطه شماره ۵ چه مقدار خاکبرداری داریم و در واقع در همه جاده ارتفاع خاکبرداری و خاکریزی را برای ما می دهد.

با معلوم بودن ارتفاع می توان جاده را اجرا کرد اما حجم عملیات خاکی در دست نیست، ما باید قبل از اجرا حجمها را حساب کرده باشیم و برای این هدف از نیمرخ عرضی استفاده می کنیم

محاسبه حجم عملیات خاکی بین دو نقطه ـ

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} \cdot d$$

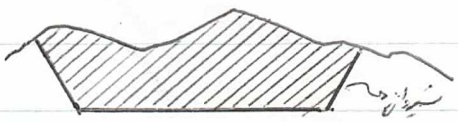
حریم اصلی جاده: به خطی عمود بر محور جاده به اندازه ای گفته می شود که نصف خط یک طرف محور جاده و نصف دیگر طرف دیگر جاده فرض کنیم اگر این خط را از ابتدا تا انتهای جاده سط به هم حریم جاده است اندازه حریم راه برای مسیرهای مختلف فرق خواهد کرد



حریم اصلی جاده ۴۵ - ۶۰ - ۷۰ متر برای جاده های اصلی برای جاده های فرعی ۳۵ برای جاده های روستایی ۲۵ متر

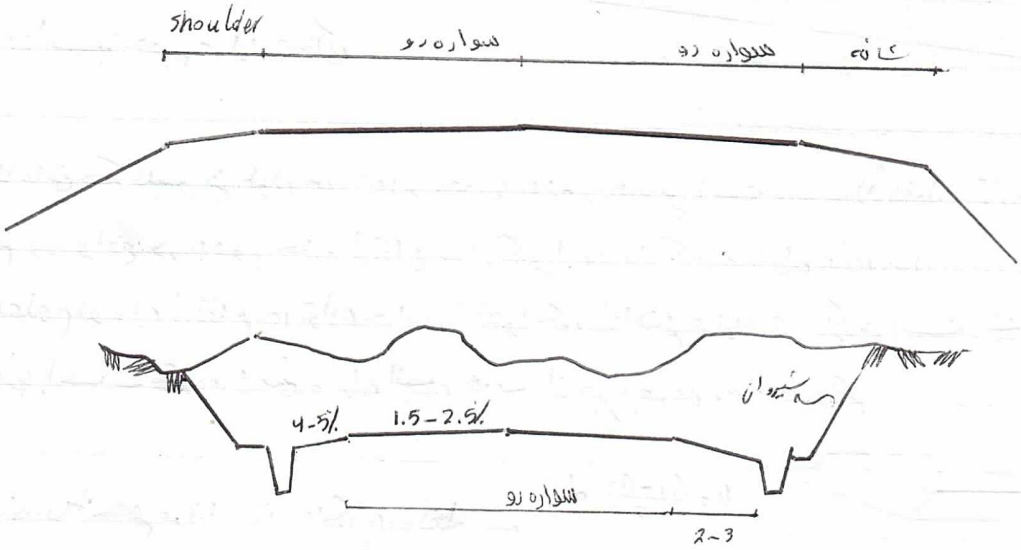
برای اتوبان ۱۲۰ ـ ۲۰۰ در حریم راه اجازه ساخت و حتی درخت کاری نیز داده نمی شود

شیب شیروانیها: در خاکریزی و خاکبرداری فرق خواهد کرد که در جدول صفحه



شیب شیروانی خاکریز	
1:3	(تونل)
1:2	اصلی
2:3	فرعی
1:1	روستایی
1:4	جاده دریاچه ارومیه

شیب شیروانی خاکبرداری	
1:0.5 — 1:1	در زمین سنگی
1:1	زمینهای هموار
1:2	ریزشی



شانه راه برای توقف اضطراری و گسترش جاده در آینده.

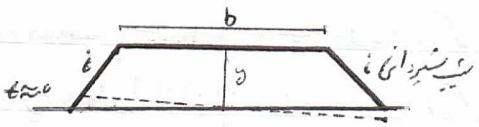
محاسبه سطح نیمرخ عرضی:

۱- روش تحلیلی (دو نقطه - شیب عرضی زمین ثابت - زمین دارای دو شیب عرضی - استفاده از مختصات)

۲- روش ترسیمی

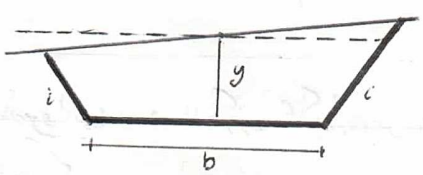
۳- استفاده از پرگار

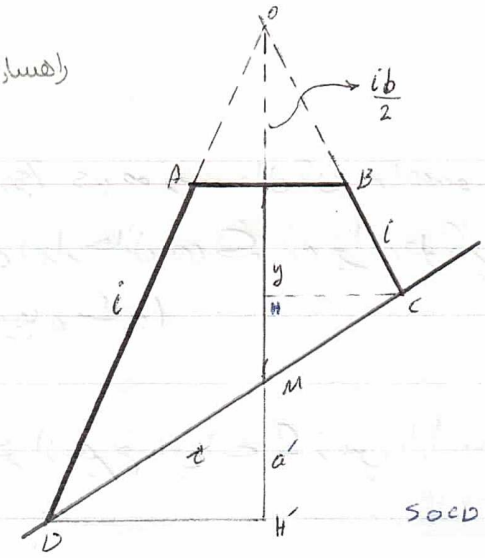
۴- پلانیمتر



$$A = by + \frac{y^2}{i} = f(b, i, y)$$

اگر شیب زمین کم باشد





اگر شیب زیاد (ها) ثابت باشد (شیب زمین)

$$S_{ABCD} = S_{OCD} - S_{OAB}$$

$$S_{OAB} = b \times \frac{ib}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{ib^2}{4}$$

$$S_{OCD} = S_{OMC} + S_{OMD}$$

$$\begin{cases} S_{OMC} = \dfrac{OM \cdot CH}{2} = \left(y + \dfrac{ib}{2}\right) \cdot \dfrac{CH}{2} \\ S_{OMD} = \left(y + \dfrac{ib}{2}\right) \cdot \dfrac{DH}{2} \end{cases} \qquad \begin{cases} i = \dfrac{y + i\frac{b}{2} - a}{CH} \\ t = \dfrac{a}{CH} \end{cases} \quad a = t.CH$$

$$CH = \frac{\left(y + \frac{ib}{2}\right)^2}{i + t}$$

$$i = \frac{y + \frac{ib}{2} + a'}{DH'}$$

$$t = \frac{a'}{DH}$$

$$DH' = \frac{y + \frac{ib}{2}}{i - t}$$

$$S_{OMC} = \frac{1}{2} \frac{\left(y + \frac{ib}{2}\right)^2}{i + t}$$

$$S_{OMD} = \frac{\left(y + \frac{ib}{2}\right)^2}{i - t}$$

$$S_{ABC} = \left(y + \frac{ib}{2}\right)^2 \times \frac{1}{2}\left[\frac{1}{i+t} + \frac{1}{i-t}\right] - \frac{1}{4} ib^2$$

$$\boxed{S_{ABC} = \frac{i\left(y + \frac{ib}{2}\right)^2}{i^2 - t^2} - \frac{1}{4} ib^2 = f(i, b, y, t)}$$

$t = 0$ اگر بگذاریم $\Rightarrow S = by + \dfrac{y^2}{i}$

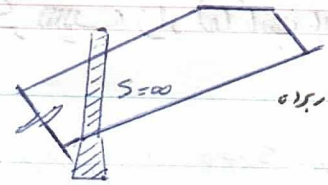
یک مثال عددی:

ارتفاع حاکریزی در نقطه‌ای از جاده برابر است با $y = 2m$ می‌باشد شیب دیواره حاکریز $\frac{1}{2}$ و عرض جاده ۱۰ متر می‌باشد. اگر شیب عرضی زمین به ترتیب ۰، ۵٪، ۱۰٪، ۱۵٪، ... ۵۰٪ باشد یک از مقادیر مساحت نیمرخ عرضی را به دست آورید.

t	$S = \dfrac{i\left(y + \frac{ib}{2}\right)^2}{i^2 - t^2} - \frac{1}{4} ib^2$
0	$28 m^2$
0.05	28.4
0.10	26.4
⋮	⋮
0.50	∞

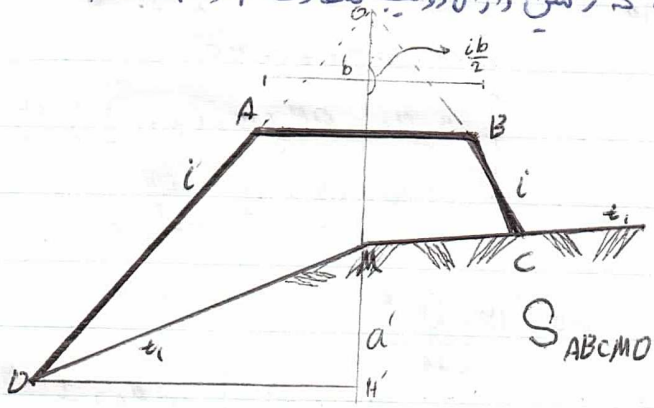
$$S = \frac{\frac{1}{2}\left(2 + \frac{1}{2} \times 10\right)^2}{\left(\frac{1}{2}\right)^2 - t^2} - \frac{1}{4}\left(\frac{1}{2}\right)(10)^2$$

$$S = \frac{10.125}{0.25 - t^2} - 12.5$$



دیوار گرانشی در شیب $S = \infty$ به سمت دلیل آن نیز احجام شود به شکل زیر و در این حالت قسم دیوار حائل می گوئیم که از برای جلوگیری از خزش خاکریز به کار برده می شود (در شیبهای ۱ به ۱)

حالت دیگر از نیمرخ این است که زمین دارای دو شیب متفاوت t_1 و t_2 باشد



$$S_{ABCMO} = S_{OCMO} - S_{OAB}$$
$$= S_{OMC} - S_{OMAB}$$
$$\downarrow \frac{1}{4} ib'$$

$$i = \frac{\frac{ib}{2} + y - a}{t_1 = \frac{a}{CH}} \rightarrow CH = \frac{y + \frac{ib}{2}}{i + t_1}$$

$$i = \frac{y + \frac{ib}{2} + a'}{DH'} \rightarrow t_2 \cdot DH'$$

$$\Rightarrow DH' = \frac{y + \frac{ib}{2}}{i - t_2}$$

$$t_2 = \frac{a'}{DH'}$$

$$OM = y + \frac{ib}{2}$$

$$S_{ABMH} = \frac{(y + \frac{ib}{2})^2}{2(i + t_1)} + \frac{(y + \frac{ib}{2})^2}{2(i - t_2)} - \frac{1}{4} ib^2$$

مثال: عرض جاده ای ۱۲ متر و شیب شیروانیهای خاکریز ۲:۳ فرض می شود ارتفاع خاکریز در نقطه ای از جاده ۱۸ متر و شیب عرضی جاده در نیمرخ نیمه راست ۵٪ و در نیمه چپ ۴٪ فرض شود نیمرخ عرضی را با مقیاس $\frac{1}{100}$ در روی صفحه کاغذ میلی متر رسم کرده و مساحت نیمرخ عرضی را به روش محاسبه با استفاده از تقریبی خانه هایت آورده و مقایسه کنید.

محاسبه سطح نیمرخ عرضی:

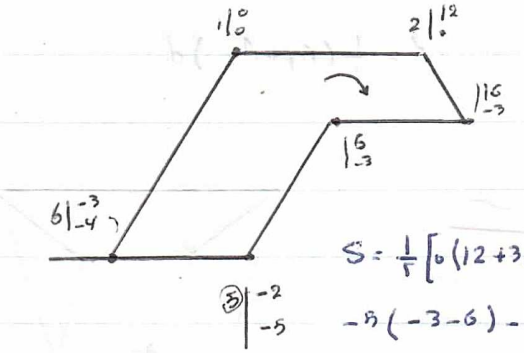
- استفاده از مختصات
- استفاده از پرگار
- پلانیمتر

محاسبه حجم عملیات خاکی:

۱- هر دو نیمرخ خاکبرداری یا خاکریزی
۲- یک نیمرخ در خاکبرداری و دیگری در خاکریزی
۳- یکی از نیمرخ‌های عرضی مختلط
۴- هر دو نیمرخ عرضی مختلط

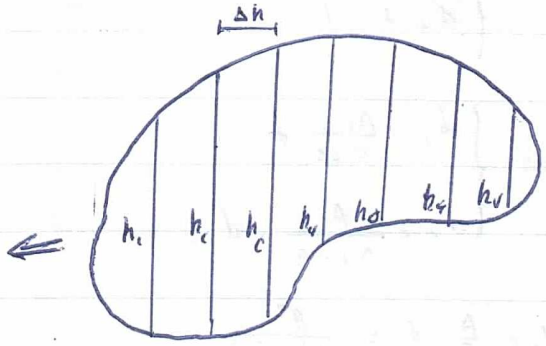
$$S = \frac{1}{2}\left[y_1(x_1 - x_2) + y_2(x_2 - x_3) + \cdots + y_n(x_n - x_1)\right]$$

به عنوان مثال:



$$S = \frac{1}{2}\left[5(12+3) + 5(16-0) - 3(6-12) - 3(-2-16) - 5(-3-6) - 4(0+2)\right] = \frac{1}{2}(109) = 54.5\ m^2$$

روش پرگار: نیمرخ را که رسم شده باشد (هر شکل نامنظم را می‌توانیم روی کاغذ میلی‌متری رسم کنیم و حفاظ پررنگ کنار و اگر با توجه به شکل $\Delta h = 1$ باشد داریم)



$$S = \sum l \cdot \Delta h \quad \text{اگر } \Delta h = 1$$

$$\boxed{S = \sum l}$$

می‌توان از روی پرگار، کل ارقام را جمع زد که لازم نباشد صفر شروع می‌شود مثلاً h_1 را اندازه می‌گیریم و کانتر را برداشته بدانند طول h_1 می‌شود و دهانه را باز کرده تا به نقطه انتهای h_2 نیز برسد و به همین ترتیب ادامه داده و مجموع ارقام ساعت خواهد شد.

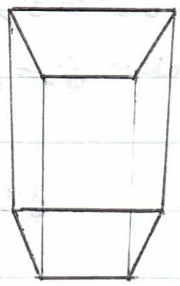
روش پلانیمتر: پلانیستر دستگاهی است که روی نقشه ترسیم شده. که اشکال هندسی و یا محدوده آن را روی خطوط تیز فرخانه و بلافاصله مساحت شکل به راحتی حساب می‌کند (شماره‌ی ثابت روی کاغذ یا سطح کار می‌لغزند و سپس عددی به ما می‌دهد که در ضریب هندسی ضرب خواهد شد.

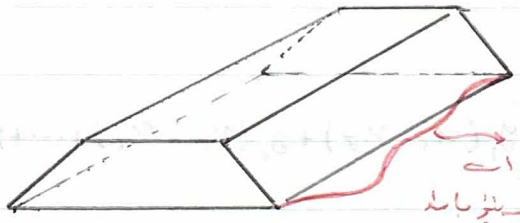
$S = N \times a$ $\quad N$: عدد شمارنده $\quad a$: ضریب هندسی

ضریب هندسی a = مقدار هر $\frac{1}{100}$

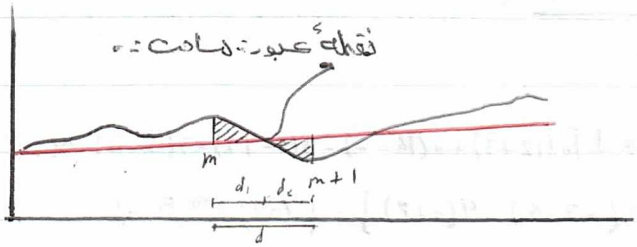
ضریب هندسی = 4a برای 1:2000

هدف از محاسبه حجم ساخت‌ها برآورد حجم خاکبرداری بود.

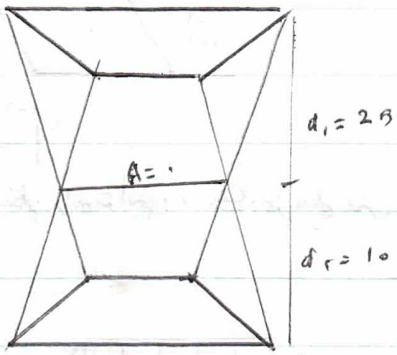




$d = \frac{1}{2}(A_1 + A_2)\, d$



$$\begin{cases} \frac{d_1}{d_2} = \frac{A_1}{A_2} \\ d_1 + d_2 = d \end{cases}$$



$$\begin{cases} \frac{d_1}{d_2} = \frac{50}{20} = \frac{5}{2} = 2.5 \\ d_1 + d_2 = 35 \\ \begin{cases} d_1 = 25 \\ d_2 = 10 \end{cases} \end{cases}$$

نقطه عبور

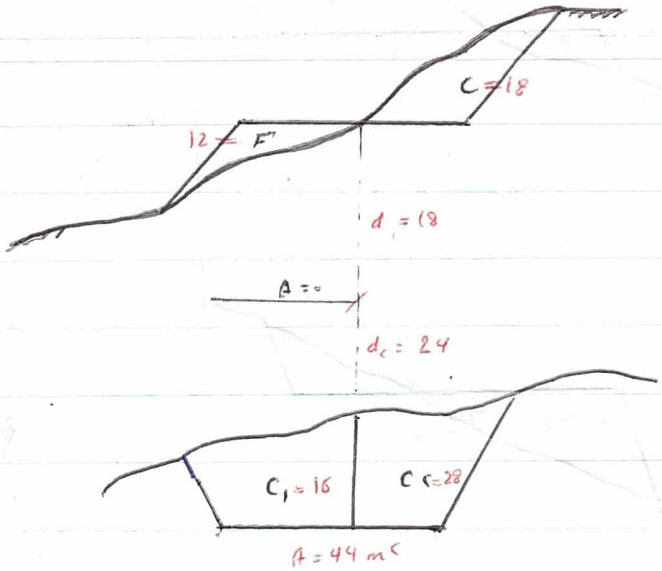
$$\begin{cases} d_1 = \frac{A_1}{A_1 + A_2} \cdot d \\ d_2 = \frac{A_2}{A_1 + A_2} \cdot d \end{cases}$$

خاکبرداری $\quad V_C = \frac{A_1}{2} \cdot d_1 = \frac{A^2}{(A_1 + A_2)}$

خاکریز $\quad V_F = \frac{A_2}{2} \cdot d_2 = \frac{A_2^2}{2(A_1 + A_2)}\, d$

$V_C = \frac{1}{2} A_1 d_1 = \frac{1}{2} \times 50 \times 25 = 625\ m^3$

$V_F = \frac{1}{2} A_2 d_2 = \frac{1}{2} \times 20 \times 10 = 100\ m^3$



نیمه راست | $V_c = \frac{C + C_c}{2} \cdot d$

نیمه چپ | $d_1 = \frac{F}{F+C} \cdot d \rightarrow V_F = \frac{1}{2} \frac{F^2}{F+C_1} \cdot d$

$d_c = \frac{C_1}{F+C_1} \cdot d \rightarrow V_c = \frac{C_1^2}{F+C_1} \cdot d$

$\frac{d_1}{d_c} = \frac{F}{C_1}$ +

$d_1 + d_c = d$

به عنوان مثال فرض است ذیلا را در نظر می گیریم و اعداد کتاب قرمز را در نظر می گیریم.

راست | $V_c = \frac{1}{2}(18 \times 28) \times 42 = 966\ m^3$

چپ | $\frac{d_1}{d_c} = \frac{18}{16} = \frac{3}{4}$ $\quad d_1 = 18$

$d_1 + d_c = 42$ $\quad d_c = 24$

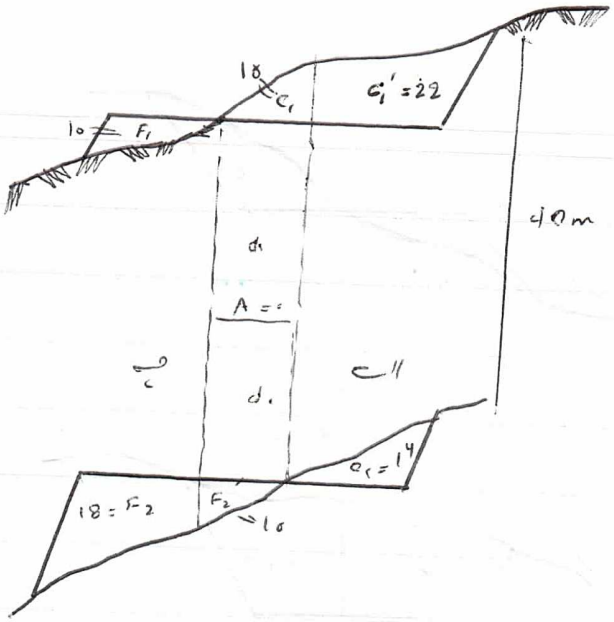
$V_F = \frac{1}{2} \times 12 \times 18$

$V_c = \frac{1}{2} \times 16 \times 24 = 192\ m^3$

کل خاکبرداری = 108 m³

کل خاکبرداری = 966 + 192 = 1158 m³

~~$V_c = \frac{1}{2} \times 15 \times 24 = 180\ m^3$~~ $\quad$ ~~$V_c = \frac{1}{2} \times 10 \times 16 = 80\ m^3$~~



ب | فقط ماسه $V_F = \frac{10+18}{2} \times 40 = 560 m^2$

وسط | $\frac{d_1}{d_2} = \frac{15}{10} = \frac{3}{2}$ | $d_1 = 24$ | $V_C = \frac{1}{2} \times 15 \times 24$ | $V_C = \frac{1}{2} \times 15 \times 24 = 180 m^2$

$d_1 + d_2 = 40$ | $d_2 = 16$ | $V_F = \frac{1}{2} \times 10 \times 16$ | $V_F = \frac{1}{2} \times 10 \times 16 = 80 m^2$

$d_1 = 40 - d_2$

ا | $V_C = \frac{22+14}{2} \times 40 = 720 m^2$

کل ماسه $= 50 + 80 = 640 m^2$

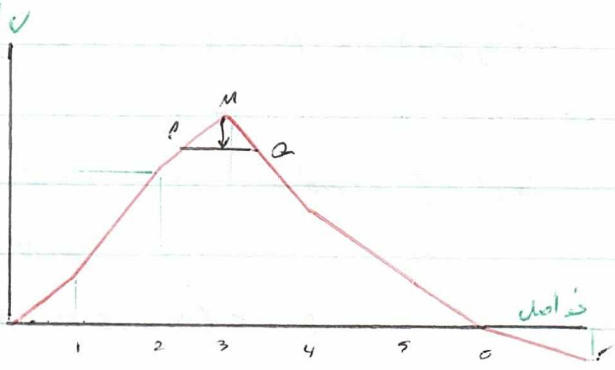
کل رس $= 720 \times 180 = 900 m^2$

شماره لایه	فاصله جزء	سطح تماس از عرض	γ_{sat}	C	F	V_C	V_F	$\sum V$
						(-)	(+)	جمع جبری
۱	40	—	18	—	19	-	760	00
۲	24	—	20	—	27	—	648	-760
۳	35	—	34	—	29.5	—	1032.5	-14.8
۴	42	—	25	7.5 $\times 15.75 \times 20.25$	12.5	315 118.13	525 328.12	-249.5
۵	20	15	—	23.5	—	470	-	-2550.5
۶	.	32	—	38	—			
۷	.	44	—	.				
۸		12	18					
.		.	.	.				

راهسازی ۲ مطالعه حمل - منحنی جرم‌ها (بروکنر)

- خواص منحنی جرم‌ها
- خط توزیع اقتصادی - مناسب‌ترین خط توزیع
- فاصله متوسط حمل
- محاسبه ظرفیت حمل خاک
- فاصله حمل اقتصادی

شماره نقطه	حجم خاکبرداری (+)	حجم خاکریزی (−)	ΣV حجم در حجم
1			0 0
2	100.00	—	+100
3	150.00	—	+ 250
4	120.0	—	370
5	—	180	190
6	—	190.0	0 0
7	—	120	−120



فرض کنیم که بین دو نیم‌خ متوالی حجم‌ها را محاسبه کرده‌ایم و جدول عملیات خاکی را برای آن تشکیل داده‌ایم که به راحتی متحان خاکبرداری و خاکریزی برای مطالعه مشخص است. و با توجه به علامت حجم‌ها (با توجه به جدول بالا) و همچنین منحنی را رسم می‌کنیم که به صورت تغییر حجم‌ها و محل تقاطع خط حمل را نشان خواهد داد. و مشخص که از منحنی به دست آید به آن منحنی جرم‌ها یا آن گفته شود

از نقطه به نقطه خاکبرداری و خاکریزی هدیگر را قطع کرده‌اند

خواص منحنی: ۱. وقتی که منحنی صعودی می‌شود دهنده خاکبرداری و نزولی شانه‌دهنده خاکریزی است

۲. نقطه‌ها که نیم‌ها میانگین مرز خاکبرداری و خاکریزی بین نقطه عبور را نشان می‌دهد

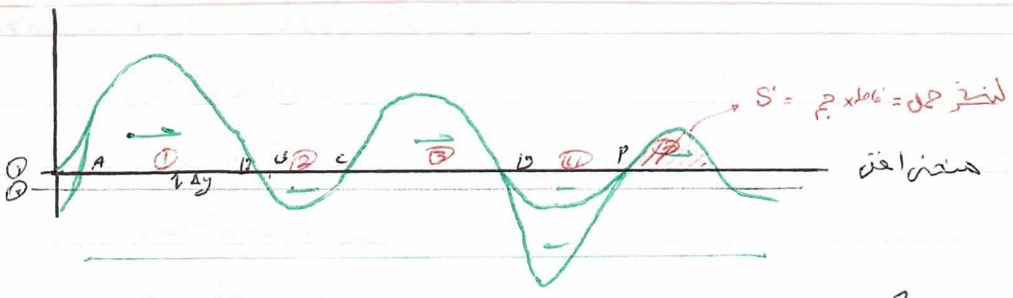
۳. حجم عملیات بین دو نقطه برابر اختلاف عرض‌های آن است

۴. دو نقطه هم‌ارز (اگر خط افقی منحنی جرم را قطع می‌کند) تشکیل یک سطح میرا می‌دهد خواص

۵. در هر سطح میرا حجم عملیات خاکی (خاکبرداری و خاکریزی) برابر و ارتفاع آن

۶. بالای خط افقی هر جا که برای و پایین خط افقی عکس آن برای حمل خواهد بود

۷. هر خط افقی که منحنی جرم‌ها را قطع کند یک خط توزیع تأمین می‌شود



۱- مساحت هر سطح محدود بین این منحنی و محور طول‌ها $S = \sum V.D$

۲- مساحت سطح محدود بین این منحنی و محور طول‌ها متوسط حسابی آن‌ها $\frac{S}{n}$

برای با صرفه بودن کار، بجای رسم همه منحنی‌ها و به دست آوردن مساحت هر یک، منحنی را رسم می‌کنیم

۱۱- خط توزیع اقتصادی: خط منحنی است که مجموع مساحت‌ها را نمایش می‌دهد

قیمت حاصل از عرضه اولیه $P_1 = C(S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + \dots)$

هیچ‌یک

اولین خط (شماره ۱) را رسم می‌کنیم و بعد آخر خط ۱ را به نقطه‌ای در بالا یا پایین وصل می‌کنیم و خطوط ۲ و ۳ و ... خواهد بود و آخرین خط برای هر خط قیمت حاصل را به دست می‌آوریم که هر دو سطر بالا با هم برابر شده و حالا داریم

$P_2 = C(S_1 + AB.\Delta y + S_2 - BC.\Delta y + S_3 + CD.\Delta y + S_4 - DE.\Delta y + \dots)$

$P_2 - P_1 = \Delta P = C.\Delta y(AB - BC + CD - DE + \dots)$

$\frac{\Delta P}{\Delta y} = C(AB - BC + CD - DE + \dots)$

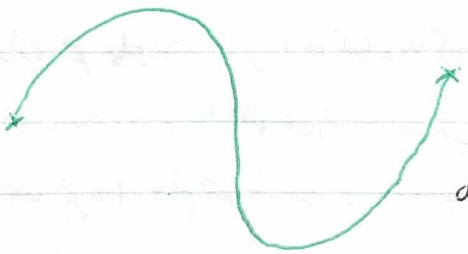
حد وقتی $\Delta y \to 0$

$\frac{dP}{dy} = C(AB + BC + CD + DE + \dots)$

$AB + CD + \dots = BC + DE + \dots$

شرط اقتصادی بودن $\boxed{\bar{1} + \bar{3} + \bar{5} + \dots = \bar{2} + \bar{4} + \bar{6} + \dots}$

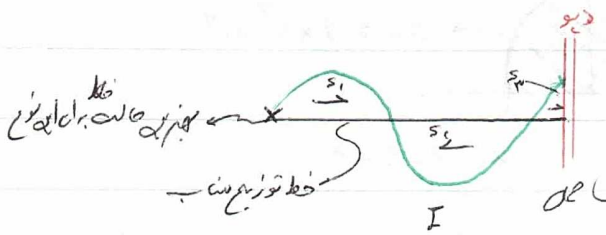
بدلایل شرایط مختلف راه‌ها احتمال کم خرج‌ترین حالت فنی که کمترین مساحت را ایجاد می‌کند همیشه خوب نیست



در این شکل راه بیشتر مساحت
بین شکل اضافی را در بر می‌گیرد
که هزینه

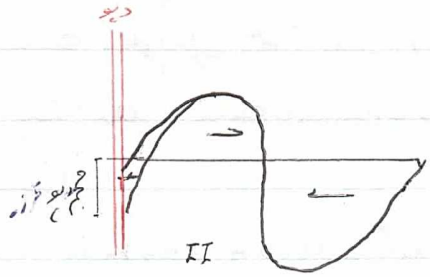
اما برعکس حالت قبل باید با بررسی نوع مصالح و فکر و ... فکر را در چه جا قرضه می‌کنیم

اصل قرضه یا دیو در انتهای مسیر ① ← خط اصلی که از ابتدا رسم می‌شد

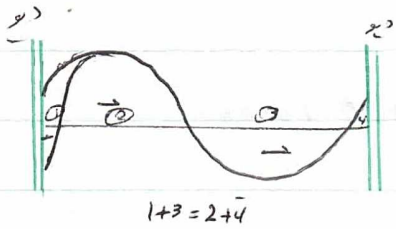


قسمتی که $P = c(s_1 + s_2 + s_3)$

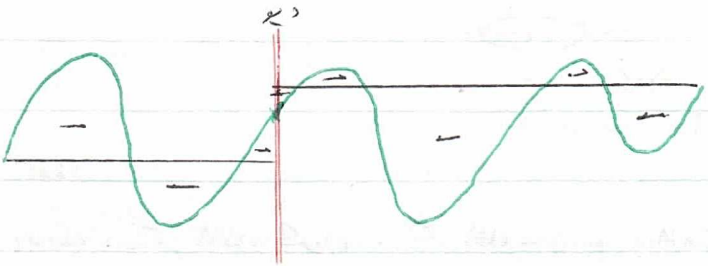
۱- اگر قرضه یا دیو را به ابتدای مسیر ② ← خط اصلی که از انتها رسم می‌شد.



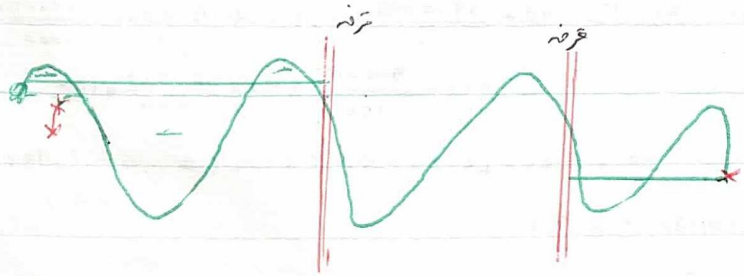
" " هم را به ابتدا و هم انتها ③



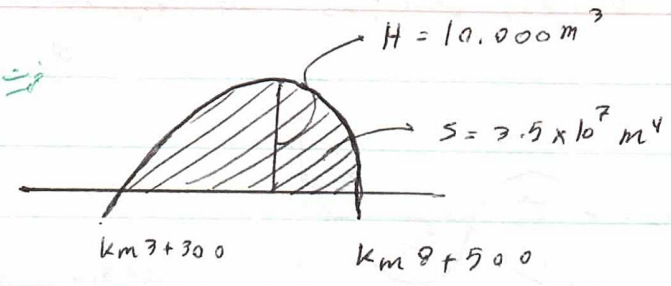
۲- " " " در طول مسیر باشد



۳- قرضه یا دیو در نقاط شکست :



یک مثال عددی:



شکل بالا قسمتی از منحنی حجم‌ها و خط‌قرمز را که تشکیل یک سطح‌ذوزنقه داده است را نشان می‌دهد. حجم عملیات خاکی $10000\ m^3$ و مساحت سطح‌ذوزنقه $3.5 \times 10^7\ m^4$ از روی کاغذ میلیمتری تعیین شده است. اولاً فاصله متوسط حمل را تعیین کنید. ثانیاً قیمت عملیات خاکی را شامل خاکبرداری، حمل و خاکریزی به‌دست آورید. در صورتیکه قیمت‌ها، مطابق جدول فوق مبنای محاسبه باشد.

$$D_m = \frac{S}{H} = \frac{3.5 \times 10^7}{10,000} = 3500\ m \quad (3.5\ km)$$

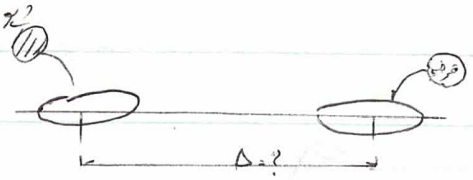
قیمت خاکبرداری، حمل و خاکریزی متر مکعب $= 200 + \frac{500-100}{100} \times 50 + \frac{3500-500}{1000} \times 180$

$= 200 + 200 + 540$

$= 940$ ریال/m^3

$DP = 10.000\,(300 + 940 + 500) = 18.400000$

فاصله حمل اقتصادی



فاصله حمل اقتصادی = Δ

حمل دیو: 1800 متر

اگر در یک فاصله (نقل) فاصله مرکز ثقل خاکبرداری تا مرکز ثقل محل دپو 1800 متر و فاصله مرکز ثقل ذوزنقه تا مرکز ثقل خاکریزی 1200 متر باشد فاصله حمل اقتصادی را در این جاده تعیین کنید.

$$P = 200 + \frac{500-100}{100} \times 50 + \frac{1800-500}{1000} \times 180 + 300 + 200 + \frac{500-100}{1000} \times \frac{50}{180} + \frac{1200-500}{1000} \times 180 =$$

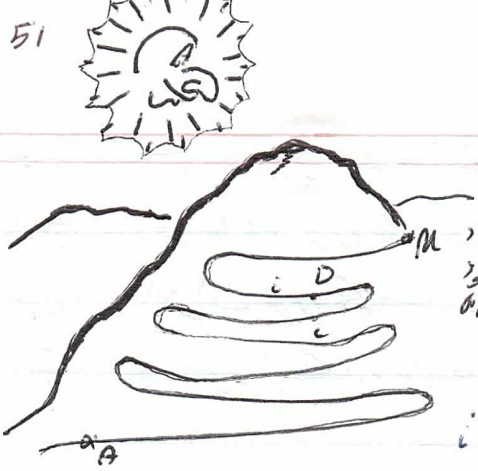
$$= 200 + \frac{500-100}{100} \times 50 + \frac{\Delta - 500}{1000} \times 180$$

$$200 + 200 + 234 + 300 + 200 + 2000 + 126 = 200 + 200 + (\Delta - 0.5) \times 180$$

$$1460 = 400 + 180\,\Delta - 90$$

$$\Delta = \frac{1150}{180} = \frac{115}{18} = 6.4\ km$$

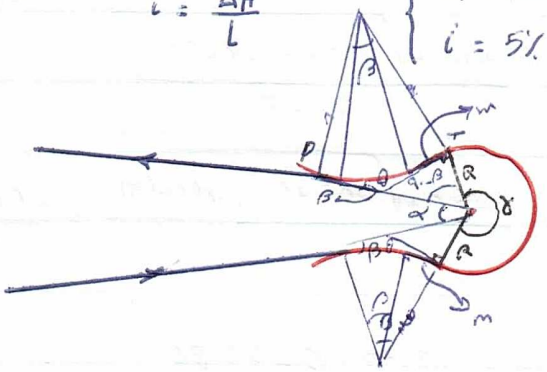
فاصله حمل خاکبرداری:



سربالایی

به جاده های مارپیچ کوهستانی سربالایی گفته می شود
برای طی کردن اختلاف ارتفاع A و M جاده به صورت مارپیچ ساخته می شود

$i = \frac{\Delta H}{L}$ $\quad \begin{cases} \Delta H = 100 \\ i = 5\% \end{cases} \quad \longrightarrow \quad L = \frac{\Delta H}{i} = \frac{100}{0.05} = 2000\,m$



★ این شکل خلاصه می باشد

$PT = r\,tg\,\frac{\beta}{2}$

$tg\beta = \frac{R}{r\,tg\frac{\beta}{2} + m}$

$\frac{2\,tg\frac{\beta}{2}}{1 - tg^2\frac{\beta}{2}} = \frac{R}{r\,tg\frac{\beta}{2} + m}$

R = شعاع قوس اصلی
r = شعاع قوس کمکی
m = فاصله مستقیم بین دو قوس
α = زاویه رأس دو امتداد
β = زاویه انحراف کمکی

R, r, m را انتخاب می کنیم
α را نیز داریم
$?= i, l, \gamma, \beta$

$$(2r + R)\,tg^2\frac{\beta}{2} + 2m\,tg\frac{\beta}{2} - R = 0$$

$$tg\frac{\beta}{2} = \frac{-m \pm \sqrt{m^2 + R(2r+R)}}{2r+R}$$

$$\gamma + 2(90 - \beta) - \alpha = 360^\circ \qquad \gamma = 180^\circ + 2\beta - \alpha$$

$$l = 2r\beta + 2m + R\gamma \quad (\beta \text{ in rad})$$

$$\Delta H = L \cdot i \Rightarrow i = \frac{\Delta H}{L}$$

همان طور که خواهیم دانست که در این حالت با توجه به شکل $i_1 < i_0$ خواهد بود زیرا که یک عرض به طرف داخل خواهد بود. M نیز یک طول تدریجی است که باعث می شود این قوس تند انجام شود.

مثال: دو امتداد از یک سربالایی زاویه رأس ۲۰ تشکیل می دهند. شعاع قوس اصلی و کمکی همچنین طول قسمت مستقیم در یک 60 m اختیار شده. اختلاف ارتفاع بین شروع قوس کمکی اول و انتهای

قوس کمکی دوم برابر 25m یا بیشتر. اگر عرض جاده با در نظر گرفتن مقدار اضافه عرض 14m و دور لازم برای هر یک از قوسها 6٪ فرض شود و هریک از دورها را به طور تدریجی و در نصف طول خط مستقیم اجرا کنیم مقدار نقطه زاویه انحراف قوس کمکی، زاویه مرکزی قوس اصلی، طول مماس، طول متوسط هر یک و اختلاف بین دو قوس هر یک با کناره های جاده در وسط مستقیم بین دو قوس

$R = 60m$

$r = 60m$

$m = 60m$

$$tg\frac{\beta}{2} = \frac{+m + \sqrt{m^2 + R(2r+R)}}{2r+R}$$

$$= \frac{-60 + \sqrt{60^2 + 60(2\times60+60)}}{3\times60} = \frac{-60+2\times60}{3\times60} = \frac{1}{3}$$

$\alpha = 20^\circ$

$\Delta H_{c.p} = 25^m$

$\beta, \gamma, L, i = ?$

$\Delta i = ?$

$\frac{\beta}{2} = 18.43 \Rightarrow \beta = 36.86$

$\gamma = 180 + 2\beta - \alpha$

$= 180 + 2\times36.86 - 20^\circ \Rightarrow \gamma = 233.72^\circ$

$L = 2r\beta + 2m + R\gamma$

$= 2\times60\times\frac{36.86}{180}\pi + 2\times60 + 60\times\frac{233.72}{180}\pi$

$L = 441.95\ m$

شیب متوسط هر قسمت $i = \frac{\Delta H}{L} = \frac{25}{441.95}\times100 = 5.66\%$

دور $= 6\%$

عرض $= 14\ m$ ؛ اختلاف بین شعاع های خارجی و داخلی $= ?$

$\frac{14}{2}\times\frac{6}{100} = 0.42m$

$\Delta i = \frac{0.42}{30}\times100 = 1.4\%$

$\frac{60}{2} = 30$ ← در نصف به تدریج اجرا خواهد شد

$i = 5.66\%$

$i_1 = 4.26\%$

$i_2 = 7.06\%$

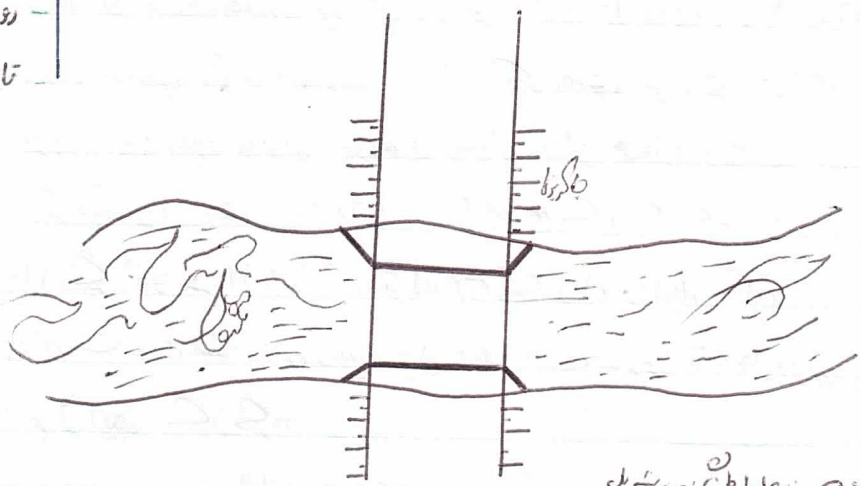
تذکر: اگر در مثال قبل $\alpha = 24^\circ$ ، $R = 40\,m$ ، $P = 80\,m$ ، $m = 80\,m$ باشد و در قوس اصلی 8% و قوس کمکی 4% فرض شود و طول m را به نسبت دورها تقسیم کنیم، مقدار θ و L و شیب متوسط مسیر را برای $\Delta H = 25\,m$ و همچنین اختلاف شیب کناره‌های جاده و محور جاده را برای اجرای تدریجی دور تعیین کنید.

ساختمانهای فنی راه

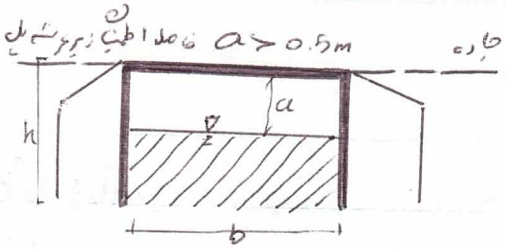
- انواع پلها
- تونل
- دالو (آبروهای نسبتاً کوچک)
- سیفون
- دیوار حائل
- گالری بهمن گیر
- دیادوک
- اگزادوک
- آبنما

قیمت تمام شده هر جاده:

۱- عملیات خاکی
۲- رو سازی راه
۳- ساختمانها (ابنیه‌های) فنی
۴- کارهای فرعی
- روشنائی جاده
- تابلوها



$Q\ m^3/sec$ ← دبی پل ← سطح مقطع
$v = m/sec$ ⟹ $A = \frac{Q}{v}$

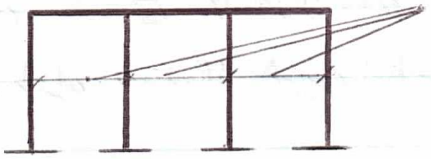


$b \times (h - a) = A$

$b = \frac{A}{h-a}$ ← کار اصلی هیدرولیک راه تعیین دهانه پل است

البته بدون Q و v نیز می‌توان A را حساب کرد. از روی سطح داغ آب نیز می‌توان A را پیدا کرد.

- A را از اداره هواشناسی نیز می توان تعیین کرد، سپس Q و v از اداره هواشناسی



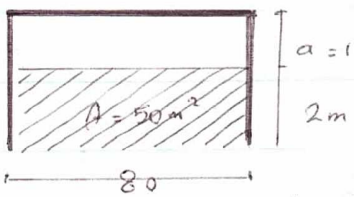
$$\Sigma = \frac{A}{h-a}$$

تفاوت پل با سد: دهنه چند دهم

هزینه پی سازی و پایه سازی کمتر است

ضخامت بتن دهنه بیشتر از ضخامت (یا) جنس دهنه است

مثال:



دبی طغیان $\begin{cases} Q = 200\ m^3/sec \\ V = 4\ m/sec \end{cases}$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{200}{4} = 50\ m^2$$

ارتفاع آب در سرریز $H-a = 2\ m$ ← $\begin{cases} -H = 3m \\ a = 1m \end{cases}$ = (ارتفاع پایه)

تعداد دهنه $3 \times 8\ m$ ⟵ $3 \times 10\ m$ (با توجه به شکل) عرض دهنه $b = \frac{50}{2} = 25\ m$

تونل: در مناطق کوهستانی به جای سرپانتین می توان از تونل استفاده کرد. در راههای اصلی سرپانتین توصیه نمی شود. چون باعث کاهش سرعت خواهد بود در نتیجه تونل بهتر خواهد بود. جنس زمین ها برای حفر تونل بسیار حائز اهمیت است.

ارتفاع اگر کمتر از 20 یا 30 متر شد صلاح می کند که کوه را ببریم یعنی اقتصادی تر خواهد شد. اما اگر $H > 30^m$ باشد بهتر است که تونل را ایجاد کنیم

- قبل از احداث تونل شناسایی زمین خیلی مهم است - زیرا لایه های ریزشی یا آبگون زیاد ممکن است مانع از ایجاد کار گردد.

- عملیات حفاری برای تونل از دو جبهه صورت می گیرد.

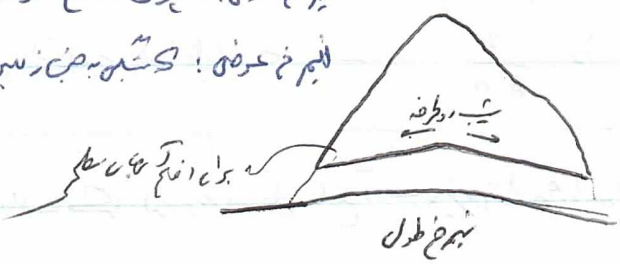
- تهویه تونل بسیار مهم است.

مشخصات هندسی تونل

بدان: ترجیحاً خط مستقیم و با رقومی $i_{max} = 3\%$ ⟵ 0.3%

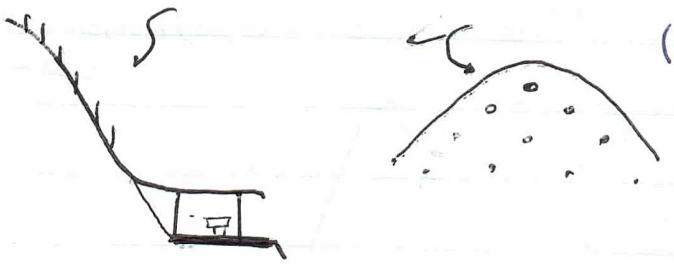
شیب طولی: چون سطح تونل به علت ریزش آب، رویه های کف تونل لغزنده

شیب عرضی: کشیدن آب از سینه کار | سطح



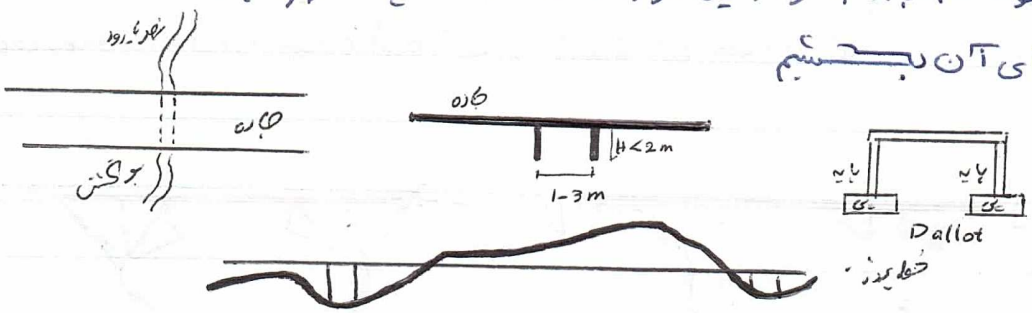
گالری بهمن گیر و مراتع بهمن گیر:

مراتع بهمن گیر در مواری که گالری بهمن گیر میتوان زد و یا پر هزینه باشد از ماتحهای ستونی و (یا تونل به شکل می توان استفاده کرد)



دالو (آبروهای نسبتاً کوچک)

برای عبور آب نهرها و آبهای کشاورزی باید دالو پیش بینی کنیم در جایی که دالو ساخته می شود لذا جاده بالاتر از زمین قرار خواهد گرفت پس در نقشه پروژه طولی عرضی باید خط پروژه را بالای آن بکشیم



دالو می تواند هم سطح با بستر باشد یا زیر خاکی (اگر در ارتفاع زیاد باشد) سر و ته آن خاکریزی تا به جاده برسیم

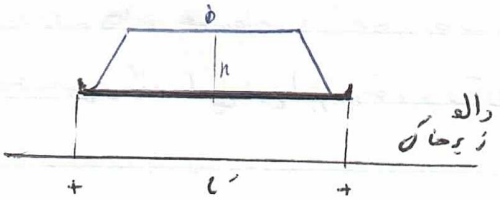
- Bom به جای دالو در برخی موارد انجام می شود زیرا انجام آن کار نسبتاً راحتی است که به صورت تردهای کی در روی هم چیده شده و اطراف آن خاکریزی می کنیم

اگر نهر عایل باشد، طول دالو افزایش پیدا می کند. یعنی هنگامی که بیه داریم طول دالو بیشتر خواهد شد. بهترین حالت زمانی است که بیه نداریم

- دالو بیشترین ابنیه ای است که در راه ایجاد می گردد

$l' = l \cos\alpha$

$l'' = \frac{b + 2\frac{h}{i} + 2e}{\cos\alpha}$



$\alpha = 30$

$b = 10\,m$

$i = 1/2$

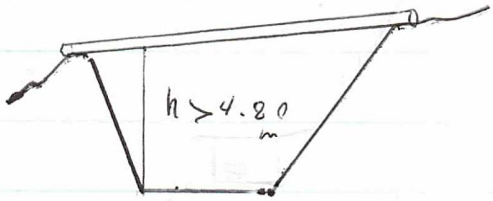
$h = 4\,m$

$e = 0.20\,m$

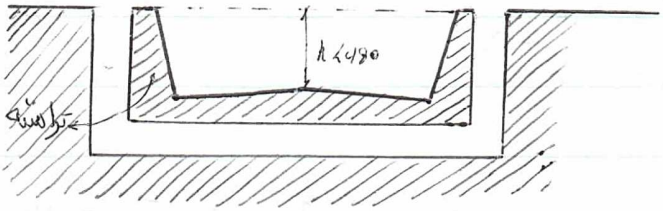
$l'' = \frac{10 + \frac{2\times 4}{1/2} + 2\times 0.2}{\cos 30}$

$= \frac{26.40}{\sqrt{3}/2} = 30.48\,m$

لیفون: اگر برجسته در بالاتر از جاده قرار گرفته باشد دیگر نمی توان دالو ایجاد کرد و از سیفون استفاده می کنیم. اگر $h \geq 4.80$ باشد آن توان آب را از روی جاده رد کرد زیرا سیفون از نظر هیدرولیکی و هزینه مشکلاتی خواهد داشت

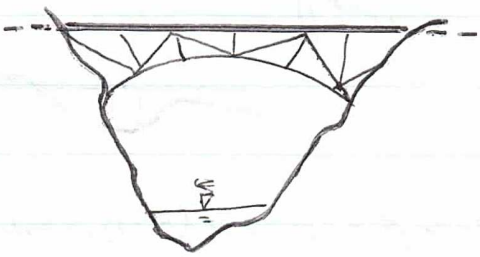


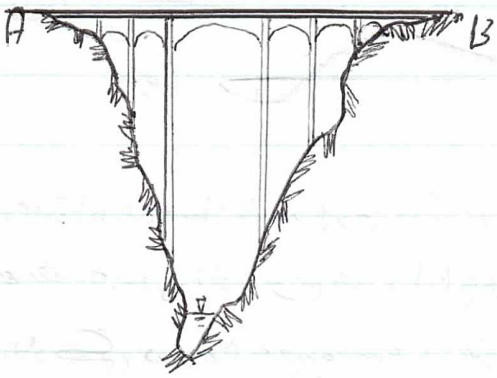
لوله روگذر



سیفون

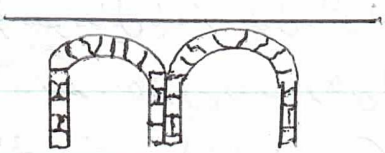
ویادوک (پل درگاه) در این حالت دیگر دهانه پل را عمق آب تعیین می کند زیرا دگر حتی سیل جاری شود چون دره عمیق است آب از همان تجاوز خواهد شد.





اکوادوک:

زیر دالها کاملاً بصورت سنگ ساخته شود.



آبنما (آب نما)

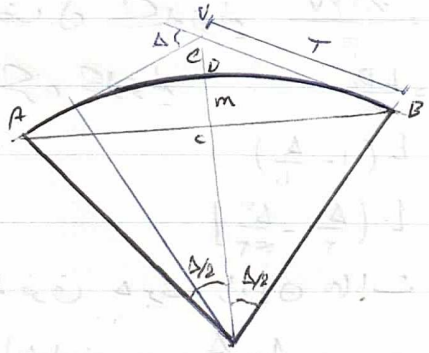
در ورودی شهرهای بزرگ یا راههای پرجمعیت در محل رسیدن به رودخانه و نیز جریان رود خانه کم باشد و نیز معمولاً منحصر شد این نوع اجرا می شود و در آن لوله های بتنی نیز بسیج می شود

چکیدهٔ راهسازی:

جهت راهسازی را می‌توان به دو بخش کلی طرح هندسی و محاسبهٔ حجم عملیات خاکی تقسیم کرد. در این مختصر ابتدا به بحث طرح هندسی پرداخته می‌شود و سپس به بخش محاسبهٔ حجم عملیات خاکی خواهیم پرداخت

۱) طرح هندسی راه

آنچه در این بخش می‌آید با توجه به آیین نامه جدید طرح هندسی راهها (منتشره توسط سازمان برنامه و بودجه) می‌باشد. در طرح پلان مسیر، برای تأمین شیب مجاز به ناچار با توجه به شکل عوارض، ابتدا مسیر دچار شکستگی می‌گردد که این شکستگی امتداد را با یک یا چند قوس افقی (پیچ ها) قابل عبور کرده. روابط حاکم بر قوسهای افقی دایره‌ای مطابق زیر است



طول مماس	$T = R \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2}$
طول وتر	$l_c = 2R \sin \frac{\Delta}{2}$
فاصلهٔ خارجی	$e = \overline{CD} = T \operatorname{tg} \frac{\Delta}{4}$
فاصله میانی	$m = R\left(1 - \cos \frac{\Delta}{2}\right)$
درجه قوس	$D = \frac{0V2/96}{R}$
طول کمان (Δ: rad)	$L = R\Delta$

تابعی (ت درصد دو قوس با Δ مشترک خواهیم داشت:

$$\frac{R}{R} = \frac{t}{T} = \frac{e}{E} = \frac{l}{L} = \frac{l_c}{L_c} = \frac{D}{d}$$

عبارت دیگر تمام اجزاء قوس با یکدیگر نسبت عکس دارند. حل روابط قوسهای افقی مستلزم داشتن Δ و یکی از اجزاء دیگر قوس است، با توجه به اینکه عبور ضوابط زیر را خواهیم داشت

الف) شرط تعادل وسیله نقلیه در برابر لغزش بطرف خارج $\frac{V^2}{Rg} - f < e$

ب) شرط تعادل وسیله نقلیه در برابر لغزش بطرف داخل $\frac{V^2}{Rg} + f > e$

ج) شرط تعادل وسیله نقلیه در برابر لغزش بطرف داخل وا گون وسیله نقلیه $\frac{V^2}{Rg} - e < \frac{T}{2H}$

در روابط فوق V سرعت وسیله نقلیه ($\frac{m}{sec}$) و g دور (بر ثانیه)، f ضریب اصطکاک جانبی، R شعاع انحنای (m) و T فاصله دو چرخ (m)، H ارتفاع مرکز ثقل وسیله (m) می‌باشد

روابط فوق ۵ حالت قابل تبدیل بر یکدیگر را به صورت زیر می‌دهد:

$$\frac{d}{g} + f > e < \frac{a}{g} - f$$

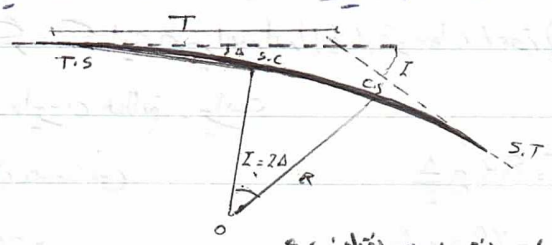
بررسی تعادل وسیله نقلیه در برابر لغزش بطرف خارج نتیجه می‌دهد که

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

مقدار e_{max} بستگی به شرایط جوی منطقه، نوع راه، درصد خودروهای سنگین و کند رو و همچنین محدودیتهای طراحی از لحاظ تأمین حضانت کافی جهت اعمال بر یکدیگر و شرایط تخلیه آبهای سطح راه دارد. در

در راههای دوخطه که در معرض بارش برف و یخبندان نیست، برای ۱٪، در آزادراهها و بزرگراهها ۲٪؛ در مناطق با ارتفاع بیش از هزار متر از سطح دریا و در شرایط برف و یخبندان ۴٪ و در مناطق کوهستانی ۶٪ می‌باشد. حداکثر زاویه مرکزی قوس که بیشتر از ۳۰ دقیقه باشد نباید به منظور کردن قوس ساخت و حداکثر زاویه مرکزی بیش از ۲۵ دقیقه تا ۱۰ درجه باشد، حداقل طول قوس افقی لازم ۴۰ متر است و در زوایای بیشتر از ۱۰ درجه آیین‌نامه حداقل طول ۱۵۰ متر را توصیه می‌کند.

تأمین دید، به منظور ایمنی کافی در طرح هندسی راه، بهتر است از قوس انتقال تدریجی (کلوتوئید) استفاده شود. روابط زیر را برای این قوس‌ها داریم:



طول انتقال کلوتوئید $L = \frac{V^3}{R}$

زاویه مرکزی کلوتوئید $\Delta = \frac{L.D_c}{20}$

مختصات نقطه S.C نسبت به نقطه T.S $\begin{cases} x_c = L\left(1 - \frac{\Delta}{10}\right) \\ y = L\left(\frac{\Delta}{3} - \frac{\Delta^3}{42}\right) \end{cases}$

در روابط فوق Δ برحسب رادیان می‌باشد

زاویه انحراف $A = \frac{\Delta}{3}$ ، طول مماس $T_s = x_c - R\sin\Delta + (y + R\cos\Delta)\tan\frac{I}{2}$

مماس‌له قوس کلوتوئید $Y = \frac{x_c^2}{4LR}$

فاصله دید:

تأمین فاصله دید کافی برای احتساب از بروز حوادث با موانع غیرمنتظره در راه از اهمیت بسیار برخوردار است. فاصله دید به سه دسته تقسیم می‌شود.

الف) فاصله دید توقف: مجموع مسافتهایی است که وسیله در حال حرکت در زمان واکنش طی می‌کند. در زمان واکنش، تصمیم‌گیری، حرکت وسیله بدون شتاب می‌باشد و رابطه $S = 0.7t$ بیانگر آن است. در زمان واکنش (زمان تصمیم‌گیری) حرکت از نوع شتابدار کاهنده است. فاصله دید توقف بصورت رابطه (۱۲-۱۵) محاسبه می‌شود.

$$S = 0.278Vt + \frac{V^2}{254(F \pm 0)}$$

در رابطه فوق $V(km/hr)$ سرعت در لحظه شروع حرکت، $t(sec)$ زمان شروع حرکت و عکس‌العمل که طبق توصیه آیین‌نامه ۲/۵ ثانیه است، F ضریب اصطکاک طولی و ± 0 مثبت یا منفی می‌باشد.

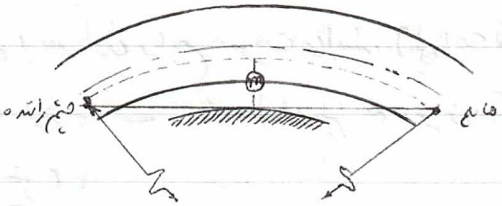
در محاسبه فاصله دید توقف، ارتفاع چشم راننده از سطح راه، ۱۰۵ سانتیمتر و ارتفاع مانع ۱۵ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود.

ب) فاصله دید سبقت: این فاصله فقط برای راههای دوخطه دوطرفه مدنظر است و کمترین فاصله‌ای است که راننده‌گان می‌توانند با سرعت مناسب و در شرایط ایمن و بدون برخورد با خودروی مقابل از خودروی جلویی سبقت بگیرند. در محاسبه این فاصله، ارتفاع چشم راننده از سطح راه، ۱۰۵ سانتیمتر و ارتفاع مانع، ۱۵ cm در نظر گرفته می‌شود.

ج) فاصله دید انتخاب: این فاصله دید را بهتر (الت در قطعاتی خاصی از راه حوالی تقاطع ها، تبادل ها و ایست گاه مسیرو در سایر راطها به منظور اجتناب و روا کنن آن راننده بکار برد.

تعیین فاصله مانع کناری در قوسهای افقی (پیچها)

برای تأمین فاصله دید در قوسهای افقی، مانع کناری باید حداقل فاصله ای از محور طولی خط عبور داخلی داشته باشد که با ضوابط زیر تعیین می گردد. اگر $L > S$ باشد.



$$m = R\left(1 - \cos\frac{28.65 \cdot S}{R}\right)$$

اگر $L < S$ باشد: $m = \frac{L(2S-L)}{8R}$

در روابط فوق، S فاصله دید توقف (m)، R شعاع پیچ (m) و m فاصله مانع تا محور طولی خط عبور داخلی (m) می باشد.

قوسهای قائم (خم)

تغییر شیب طولی بصورت تدریجی و به وسیله خم صورت می پذیرد. قوسهای قائم (خم ها) باید تأمین کننده مسافت دید کافی، تخلیه مناسب آب سطحی، ایمنی، آسایش راننده و زیبایی ظاهر راه باشند.

هنگامی تغییر شیب طولی کمتر از 1.5٪ باشد، استفاده از خم لازم نیست. خم ها، g_1 شیب اولیه (شیب سمت چپ)، g_2 شیب طولی ثانویه است. غیر شیب طولی

اگر $A > 0$ ($g_1 > g_2$) خم، کاسه ای (مقعر) و درصورتیکه $A < 0$ باشد خم، گنبدی (محدب) خواهد بود.

روابط خمهای سهمی بصورت زیر است:

تزخ تغییرات شیب $r = \frac{A}{100}$

فاصله قائم از رأس قوس تا روی قوس $e = \frac{AL}{800}$

$$y = \frac{r}{2}x^2$$

رابطه معادله قوس سهمی را در دستگاه مختصات گذرنده از نقطه شروع قوس نشان می دهد. طول خمها یا گنبدی بر اساس حداقل فاصله دید توقف تعیین می گردد. شکل (12-6) خمهای سهمی محدب (بالا)

اگر $L > S$ — $L = \frac{AS^2}{200(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2})^2} = \frac{AS^2}{404}$

اگر $L < S$ — $L = 2S - \frac{200(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2})^2}{A} = 2S - \frac{404}{A}$

در روابط بالا، L طول قوس قائم (طول تصویر افقی قوس) (m)، S فاصله دید توقف (m)، h_1 ارتفاع چشم راننده (1.10 m)، h_2 ارتفاع مانع (0.15 متر)، A اختلاف دو شیب بصورت درصد می باشد.

طول خمهای کاسه ای:

در خمهای کاسه ای، فاصله دید با نور چراغ روشنایی بررسی می گردد. در این حالت ارتفاع چراغ جلو خودرو از سطح راه

۶ سانتیمتر و پرتو نور چراغ را با زاویه‌ای نسبت به محور طولی در نظر گرفته می‌شود.

$$L = \frac{As^2}{122 + 3/05S} \quad \text{اگر } L > S$$

$$L = 2S - \frac{122 + 3/05}{A} \quad \text{اگر } L > S$$

از آنجا که S تابع سرعت است می‌توان طول قوس‌های قائم را بصورت $L = kA$ محاسبه کرد که k ضریبی با بعد طول و تابع سرعت می‌باشد. آئین‌نامه توصیه می‌کند که بهتر است علاوه بر ضوابط فوق L از $\frac{V}{3}$ سرعت طرح برحسب (km/hr) و نیز به متر بزرگتر باشد.

تعریض:

بدلیل آنکه خودرو در قوس‌های افقی عرض بیشتری اشغال می‌کند و نیز به علت شعاع گردش متفاوت چرخ‌های جلو و عقب، تعریض صورت می‌گیرد. روابط تعریض در زیر ارائه می‌گردد.

$$W = W_c - W_n$$

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

$$U = U_0 + R - \sqrt{R^2 - L^2}$$

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

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

در روابط فوق، W اضافه عرض روسازی در قوس‌های افقی (m)، W_c عرض روسازی راه در قوس (m)، W_n عرض روسازی راه در مسیر مستقیم (m)، U عرضی که توسط وسیله نقلیه (ناشی به طول چرخ‌ها) در قوس‌ها اشغال می‌شود (m)، U_0 عرض آزاد جانبی وسیله نقلیه، A فاصله پیش‌آمدگی جلو وسیله نقلیه و محور جلو، F_A عرض پیش‌آمدگی جلو وسیله نقلیه، Z عرض اضافی مجاز بدلیل دشواری رانندگی در قوس‌ها، L عرض خارجی چرخ‌ها در مسیر مستقیم، L فاصله محور جلو و عقب، R شعاع محور راه (m)، V سرعت طرح (km/hr) می‌باشد.

محاسبه حجم عملیات خاکی:

برای محاسبه حجم عملیات خاکی ابتدا باید سطح مقاطع عرضی را محاسبه نمود، این سطح را می‌توان با استفاده از روشهای هندسی (تبدیل مقطع به اشکال تعریف شده هندسی) روشهای تقریبی و یا روشهای مختصاتی بدست آورد. در زیر روش مختصاتی توضیح داده خواهد شد.

ابتدا مختصات نقاط

قطعه‌ای از یک مسیر کوهستانی به صورت یک قوس معکوس بین دو کوه هموار و بدون انحراف برای سرعت ۶۰ کیلومتر بر ساعت طراحی گردیده است منطقه مورد طرح دارای هوای گرم بوده، تعیین بربلندی یا دور برابر ۱۲٪ و زاویه $\Delta = 42°$ و اصطکاک برابر با $f = 0/16$ می‌باشد. مقدار R کدام یک از ارقام زیر می‌باشد.

۱) $R = 104/1$ ۲) $R = 101/1$ ۳) $R = 101/1$ ۴) $R = 91/1$

جواب) -۲)

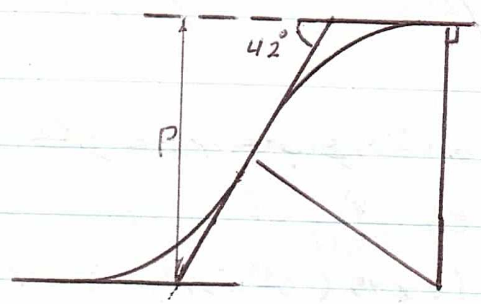
$V = 60\ km/h$

منطقه با هوای گرم $\Rightarrow e = 12\%$

$\Delta = 42°$ زاویه انحراف قوس

$f = 0/16$

$$R = \frac{V^2}{127/2\,(e + f)}$$



$$R = \frac{60^2}{127/2\,(0.12 + 0.16)} = 101.1\ m$$ پس بعضی اطلاعات اضافه است

۲- در مسئله فوق فاصله بین دو محور موازی P چقدر می‌باشد

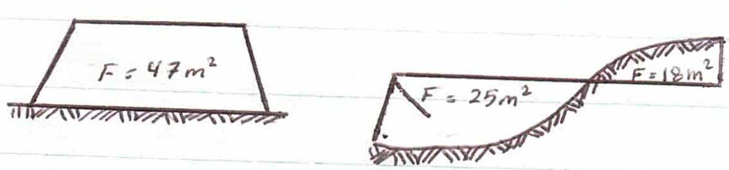
۱) ۵۴/۹۴ ۲) ۵۳/۹۴ ۳) ۵۲/۹۴ ۴) ۵۱/۹۴

جواب ۴) $R_1 = R_2 = 101/1$ داریم

فاصله بین دو محور موازی = $P = (R_1 + R_2)\ vers\ \Delta$

$\Delta = 42° \Rightarrow P = 2 \times 101/1 \times (1 - \cos 42) = 51/94\ m$

۳) در نیم‌رخ‌های عرضی زیر سطوح خاکبرداری و خاکریزی اندازه گیری و بر روی آن‌ها نتایج حاصله نوشته شده است. حتی اگر فاصله دو نیم‌رخ برابر ۲۴ متر باشد میزان حجم خاکبرداری بین دو نیم‌رخ چقدر است



۱) $75\ m^3$ ۲) $60\ m^3$ ۳) $64\ m^3$ ۴) $72\ m^3$

حل) ۴- چون در ریل از دو شیرخ و آهن در قسمتی از شیرخ خاکبرداه داریم از فرمول زیر استفاده می‌کنیم

$$\text{حجم خاکبرداه} = V = L \times \frac{A_c}{6}$$

$$\text{" " } = V = 24 \times \frac{18}{6} = 72 \ m^3$$

۴) در یک راه اصلی دوخطه دوطرفه با سرعت طرح $100 \frac{km}{h}$ قرار است قوسی افقی با زاویه انحنا ۰/۷ درجه طرح شود. ۴۵٪ نیروی گریز از مرکز توسط اصطکاک خنثی می‌شود. میزان ژرفی در قوس چند درصد باید منظور شود.

۱) ٪۴/۱۷ ~~75m~~ ۲) ٪۶ ۳) ٪۵/۳ ۴) ٪۶/۵

حل-۳) رجوع کنید به صفحه ۲۱۰ کتاب - راهسازی دکتر بهبهانی چاپ نشر دانشگاهی

$$e = \frac{V^2}{127,2R} - f$$

$$f = \%45 \text{ (نیروی گریز از مرکز)} = 0/65 \times \frac{V^2}{127,2R}$$

$$\Delta = 0/7^\circ \Rightarrow R = \frac{5729,6}{D} = \frac{5729,6}{0/7} \cong 8180 \ m$$

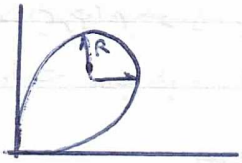
$$e = \frac{V^2}{127,2R}(1 - 0/65)$$

$$e = \frac{100^2}{127,2 \times 8180} \times 7/85 = 5/4\%$$

۵) در یک گذرگاه جهت اتصال مسیر روگذر به مسیر زیرگذر از یک شیب راهه استفاده شده است که در آن قوس اتصال به طول L از نوع کلوتوئید به قوس دایره به شعاع R وصل شده است. مقدار انحنا در $\frac{1}{2}$ طول قوس اتصال حقیقت است

۱) $\frac{1}{3R}$ ۲) $\frac{1}{3L}$ ۳) $3R$ ۴) $3L$

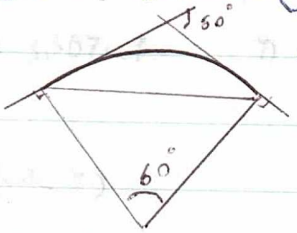
حل-۳) با کمی دقت متوجه می‌شویم که انحنای قوس کلوتوئید که در شروع آن بینهایت بینهایت است در اتصال به دایره R می‌باشد و در $\frac{1}{3}$ طول قوس $3R$ است چرا که میدانیم $L \times R = A = \text{ثابت}$



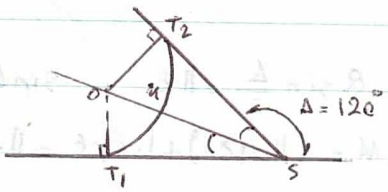
۶) شعاع قوس افقی برای یک جاده ۵۰۰ متر و زاویه تغییر مسیر ۶۰° می‌باشد کوتاهترین فاصله بین نقطه شروع و انتهای قوس برای این جاده چقدر می‌باشد.

۱) ۵۰۰ متر ۲) ۱۰۰۰ متر ۳) ۵۷۷/۳۵ متر ۴) ۱۱۵۴/۷۴ متر

حل ـ ۱) کوتاهترین طول بین نقطه شروع و پایان یک قوس عبارت از وتر قوس می‌باشد و چون زاویه تغییر مسیر (Δ برای قوس) برابر ۶۰° می‌باشد مثلثی متساوی الاضلاع از شعاعهای ابتدا و انتهای قوس و وتر آن ایجاد می‌شود و لذا اندازه وتر برابر اندازه شعاع می‌باشد



۷) در پیان مسیر شکل زیر از قوس دایره به شعاع ۱۲۵m استفاده شده است. اندازه فاصله MS چه مقدار است؟



۱) ۱۲۵m ۲) ۱۴۵m ۳) ۱۲۵m ۴) ۱۱۵m

حل ـ ۱) با استفاده از هندسه و با توجه به زاویه‌های ۱۲۰ و ۶۰ درجه، مقدار MS برابر با ۱۲۰ متر است (مثلث قائم‌الزاویه که ضلع مقابل به زاویه ۳۰° در آن ۱۲۰ متر است و وتر ۲۴۰ متر است و وتر برابر است با طول شعاع که ۱۲۰ متر است به اضافه طول MS و در نتیجه این طول نیز ۱۲۰ متر)

۸) برای محاسبه شعاع حداقل در قوس با پارامترهای زیر باید در نظر گرفته شود

۱) فاصله ترمز، ضریب اصطکاک، دیدبرد ۲) ضریب اصطکاک، درصد شیب، سرعت

۳) فاصله دید، دیدبرد، سرعت ۴) سرعت، درصد شیب، طول

حل ۲) با توجه به فرمول مشهور مقابل پارامترها عبارتند از ضریب اصطکاک، دو برابر سرعت

$$R = \frac{V^2}{127(f+e)}$$

۹) فاصله ایمنی بین دو وسیله نقلیه متوالی در حال حرکت

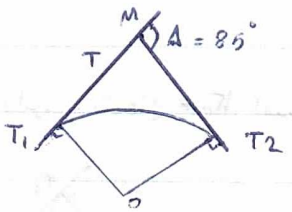
۱) مساوی فاصله ترمزگیری ۲) یکی از فاصله ترمزگیری ۳) مساوی فاصله ترمزگیری ارتفاع ساختمان ۴) کمتر از فاصله ترمزگیری

حل ۹- ۲) چون باید قبل از برخورد به هم، وقتی اتومبیل جلویی ترمز می‌گیرد، وی آیسته، وسیله عقبی بتواند متوقف شود.

۱۰) یک دستر افقی راه‌آهن است که زاویه تماس این قوس $\Delta = 85^\circ$ و درجه قوس $D = 5/04$ درجه‌ای درصورتیکه منطقه مورد نظر کوهستانی و دور آن $e = 12\%$ و نقطه شروع قوس P.C. در کیلومتر ۱۱+۱۵۰ قرار گرفته باشد. PT نقطه تلاقی دو مماس قوس در کدام کیلومتری باشد.

۱) ۱۰+۲۵۴/۴ ۲) ۱۱+۱۵۴/۴ ۳) ۱۱+۲۶۳/۴ ۴) ۱۱+۲۴۴/۴

حل ۱۰- ۲)



$D = 5/04 \Rightarrow R = \frac{5VC}{5/04} = 114$

$e = 12\%$ منطقه کوهستانی

$KM(T_1) = 11 + 150$

$KM(M) = ?$ $\quad MT_1 = R \sin\frac{\Delta}{2} = 114$ $\quad \sin\frac{\Delta}{2} = 104/4$

$KM(M) = KM(T_1) + T_1M = (11+150) + 104/4 = 11 + 254/5$

۱۱) در یک شیب راه به عرض ۵/۵ متر مقدار دور ۷٪ و شیب عرضی در قسمت مستقیم مسیر ۲٪ می‌باشد. اگر شیب سنی لبه داخلی به داخل در این شیب راه ۷٪ باشد طول قوس انتقال در این شیب راه چند متر است؟

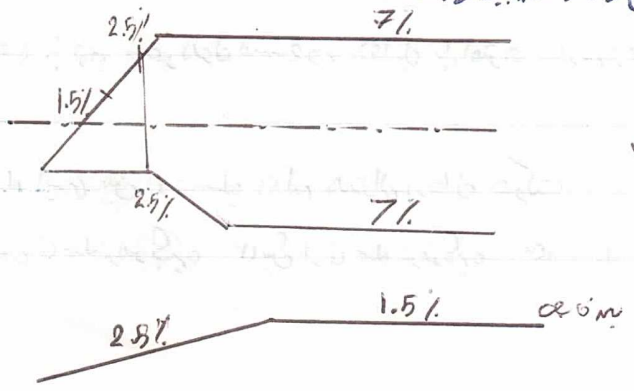
۱) ۲۴/۷۵ ۲) ۳۲/۶۳ ۳) ۱۸/۲۴ ۴) ۴۵/۵۰۴

حل ۱۱- ۴) یعنی ما خواهیم بیابیم در چه فاصله‌ای از شروع قوس شیب لبه خارجی به لبه داخل ۱٪ است. البته طول قوس مانند به همین اندازه خواهد بود داریم:

$B = 5/5$ ، $P = 2/5\%$ و $e = 7\%$

$$L_s \geq \frac{B(e+P)}{0/005} = \frac{5/5(0/07 - 0/025)}{0/005} \Rightarrow L_s \geq 44m$$

با توجه به دوستن شیب لبه خارجی می‌تواند از ۱٪ بیشتر باشد.



۱۲) راننده یک وسیله نقلیه درحال حرکت با دیدن مانع ترمز می کند. وسیله نقلیه بعد از طی مسافتی بر روی آسفالت با ضریب اصطکاک $f=0.50$ به حالت توقف در می آید. درصورتیکه طول مسافت ترمز 60 متر باشد کدام یک از سرعتهای زیر متعلق به این وسیله نقلیه بوده است.

۱) ۷۷٫۷ ۲) ۸۸٫۷ ۳) ۹۷٫۷ ۴) ۱۰۷٫۷

حل ۱۲ـ ۲)

d = مسافت ترمزگیری = 60m

$f = 0/5$

$V = ?$

$$V = \frac{v}{3.6} = \sqrt{2gf.d} = \sqrt{2 \times 9,81 \times 0/5 \times 60} = 24,3 \ \frac{m}{s}$$

$$V = 87/7 \ km/h$$

۱۳) در قطعی از یک راه با سرعت طرح $110 \frac{km}{h}$ در هنگام عبور قوس $0/7^\circ$ است اگر 55٪ نیروی گریز از مرکز توسط اصطکاک خنثی شده، میزان کسر در این قوس چند درصد است؟

۱) ۵ ۲) ۶٫۴ ۳) ۵٫۲ ۴) ۷

حل ۱۳ـ ۳)

$V = 110 \ \frac{km}{h}$

$D = 0/7^\circ \Rightarrow R = \frac{\partial V^2}{D} = \frac{\partial V^2}{0/7} = 1250 \ m$

نیروی اصطکاک = 55٪ نیروی گریز از مرکز

$e = ?$

$$e = \frac{V^2}{127,2R} - f = \frac{V^2}{127,2R}(1 - 0/55)$$

$$= \frac{110^2}{127,2 \times 1250} \times 0/45 = 5,2\%$$

(نیروی گریز از مرکز $= \frac{w}{g} = \frac{V^2}{R}\cos\alpha$)

$tg\alpha = e$

۱۴) در یک راه اصلی دوخطه دوطرفه با سرعت طرح $90 \frac{km}{h}$ قوس افقی با شعاع 190 متر طرح گردیده است اگر نرخ شتاب شعاعی در قوس $0/6 \frac{m}{sec}$ باشد. طول قوس انتقال مورد نیاز در این قوس حداقل

۱) ۸۵ ۲) ۱۴۰ ۳) ۱۲۲ ۴) ۱۴۷

حل ۱۴-ع) طبق فرمول زیر داریم

$V = 90 \frac{km}{h}$

$R = 190m$

$a_r = 0/6 \frac{m}{s^2} = \frac{V^2}{R} = C_1 \qquad L_s \geq \frac{0/0214 V^3}{C_1 R} = \frac{0/0214 \times 90^3}{0/6 \times 190} = 137m$

$L_s = ?$

۱۵) شیب طرفین یک قوس قائم هلالی سهمی برابر با $g_1 = +4\%$ و $g_2 = -5\%$ سرعت طراحی برابر $V = 90 \frac{km}{h}$ ، ضرایب لازم قوس قائم هلالی سهمی درجدول زیر داده شده است. کدام مجموعه‌ی داده‌ی زیر برای این مورد صحیح است؟

ب) $X = 27$ ، $Y = 11$ را انتخاب می‌کنیم.

ا) $Y = 2/189$ ، $Y = 0.243$

ج) $Y = 2.189$ ، $y = 0/578$

د) $Y = 2/189$ ، $Y = 0/243$

ه) $Y = 2/243$ ، $y = 1/032$

حل ۱۵-ه

$A = (g_1 \times g_2) \times 100$

$L = kA$

$A = 4 + 5 = 9$

از جدول و میزان $V = 90 \frac{km}{h} \Rightarrow k = 15$

$L = 15 \times 9 = 135m$

$y = \frac{x^2}{L^2} \times \frac{4 \times AL}{800} = \frac{A}{200L} x^2$

$y_1 = \frac{9}{200 \times 150} \times 27^2 = 0/243$

$y_2 = \frac{9}{200 \times 150} \times 11^2 = 2/189$

۱۶) فاصله‌ی امنی بین دو وسیله نقلیه در حال حرکت در یک مسیر، رابطه‌ای با فاصله توقف دارد؟

ا) مساوی فاصله‌ی توقف است

ب) کمتر از فاصله توقف است.

ج) فاصله توقف بستگی ندارد

د) دو برابر فاصله توقف است

حل ۱۶-۳)

۱۷) راننده یک وسیله نقلیه در حال حرکت با این سامانه ترمز می کند. وسایل نقلیه پس از طی مسافتی بر روی آسفالت با ضریب اصطکاک $f=0.50$ وارد شانه سنگی راه با ضریب اصطکاک $f=0.40$ شده و سرانجام به حالت توقف در می آید. طول خط ترمز بر روی آسفالت برابر ۴۰ متر و بر روی شانه راه برابر ۱۳ متر است حساب کنید راننده با چه سرعتی با سامانه ترمز برخورد می کرده است.

۱) ۸۵ کیلومتر بر ساعت ۲) ۷۰ " "

۳) ۷۵ " " ۴) ۸۰ " "

حل ۱۷-۱)

$$\Delta V^2 = 254.4 (f+i) \times S$$

$$V_2 = ? \longrightarrow \Delta V = V_2 = \sqrt{254.4 (0.5+0) \times 40} = 84 \ \frac{km}{h}$$

$$V_1 = ?$$

۱۸) قوسی افقی با شعاع ۳۰۰ متر با سرعت طرح $85 \frac{km}{h}$ طوری طرح شده است که ۵۵٪ نیروی گریز از مرکز توسط اصطکاک خنثی می شود مقدار e در این قوس چند درصد باشد؟

۱) ۷/۵٪ ۲) ۷٪ ۳) ۸/۵٪ ۴) ۸٪

حل ۱۸-۳)

$$R = 300$$

$$V = 85 \frac{km}{h}$$

(نیروی گریز از مرکز) = ۰/۵۵ = نیروی اصطکاک

$$(\text{یعنی } f = 0.55 \frac{V^2}{Rg})$$

$$e = \frac{85^2}{127 \times 300} (1 - 0.55) = 0.085 = 8.5\%$$

۱۹) پروفیل طولی مسیری با یک قوس سهمی محدب طراحی شده و درصد شیب های طرفین این قوس $g_1 = 5\%$ و $g_2 = -4\%$ سرعت طراحی ۶۰ کیلومتر بر ساعت و ضریب سهمی محدب $K=15$ باشد حداقل طول سهمی، ۱) ۱۲۵ متر ۲) ۱۴۰ متر ۳) ۱۵۰ متر ۴) ۱۶۵ متر

حل ۱۹-۴)

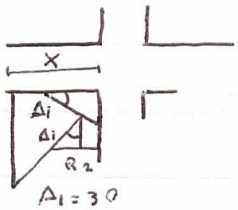
$$L = KA = 15 \times (5 - (-4)) = 135 \ m$$

$$V = 60$$

$$K = 15$$

۲۰) در تقاطع دو خیابان برای حرکت گردشی راست از یک قوس دوسرکزی استفاده شده است منطقه گرمسیر $e=0.12$، سرعت طرح خیابان اصلی ۶۰ کیلومتر بر ساعت، ضریب اصطکاک آن ۰/۱۶ = f سرعت طرح خیابان دیگر ۴۰ کیلومتر بر ساعت و ضریب اصطکاک آن ۰/۲۵ = f بوده و قوس بزرگتر متصل به خیابان اصلی و با زوایای $\Delta_1=30^\circ$ و $\Delta_2=60^\circ$ باشد مطلوب است محاسبه q_1

۱) ۷۱٫۵۴ متر ۲) ۶۹٫۲۵ متر ۳) ۶۷٫۵۴ متر ۴) ۶۵٫۵۴



حل ۲۰-۳) داریم $e=0.12$ و $f_1=0.16$

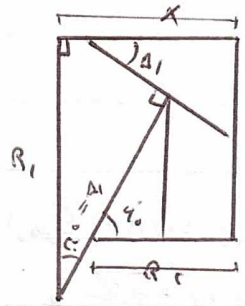
$\Delta_1=30^\circ$ $\quad v_1=60\ \frac{km}{h}$ $\quad v_2=40\ \frac{km}{h}$

$$R=\frac{v^2}{127(e+f)}=\frac{60^2}{127(0.12+0.16)}=101.08$$

$$R_c=\frac{v^2}{127(e+f)}=\frac{40^2}{127(0.12+0.25)}=34$$

$$q_1=(R-R_c)\sin\Delta_1+R_c\sin(\Delta_1+\Delta_c)=\frac{R+R_c}{2}$$

$$q_1=\frac{101.08+34}{2}=67.54$$



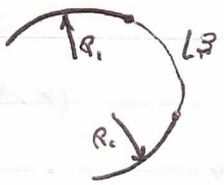
۲۱) مطابق شکل رفت‌وآمد از مسیری با سرعت طرح ۹۰ $\frac{km}{h}$ دو قوس دایره‌ای با شعاع $R_1=85m$ و $R_2=140m$ توسط قوس انتقال به یکدیگر متصل شده‌اند. اگر نرخ شتاب شعاعی قوس $0.6\ \frac{m}{sec^3}$ باشد طول لازم برای این قوس انتقال چند متر است؟

۱) ۹۲ متر

۲) ۱۰۲ متر

۳) ۸۵ متر

۴) ۱۱۰٫۴ متر



حل ۲۱-۲) $L_s=\frac{0.021V^3}{C}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)=\frac{0.021}{0.6}\times 90^3\left(\frac{1}{85}-\frac{1}{140}\right)=102m$

۲۲) راننده وسیله نقلیه ای که دارای زمان عکس العمل ۲ ثانیه، در مسیری با سرعت ۴۰ $\frac{km}{h}$ در حال رانندگی می‌باشد. اگر بخواهد در یک سربالایی با ترمز کردن در فاصله ۴۰ متری کاملاً متوقف گردد و ضریب اصطکاک برابر ۰/۳ باشد، شیب مسیر کدام است؟ (از اثر دنبالات صرف نظر شود)

۱) ۰/۷۸ ۲) ۰/۳۲ ۳) ۰/۰۸۲ ۴) ۰/۰۴۲

حل ۲۲ـ۴)

$T_{PRT} = 2s$

$V = 40 \frac{km}{h} = \frac{40}{3.6} = 18 \frac{m}{s}$ ترمز $D = d_s - d_{PRT} = 40 - 2\times 18 = 40\,m$

$D = \frac{V^2}{2g(f+i)} = \frac{18^2}{19.62(g+0.4)} = 40\,m$ ؟ = g و سربالایی

$d_{stop} = 40\,m$

$f = 0.4$ $g = 0.082 = 8.2\%$

۲۳) رابطه پیشنهادی برای هر خط بزرگراه محاسبه شده و عبارت است از (وسیله در کیلومتر خط) حداکثر ۱۲۵ـ۱۰۰ (کیلومتر در ساعت) ظرفیت برای هر خط این بزرگراه چند وسیله نقلیه در ساعت می‌باشد.

۱) ۲۴۰۰ ۲) ۳۶۰۰ ۳) ۱۸۰۰ ۴) ۱۰۰۰

حل ۲۳ـ۲)

$\bar{V}_s = \bar{V}_f - \left(\frac{\bar{V}_f}{D_j}\right) D$

$\bar{V}_f = 100$ $\frac{\bar{V}_f}{D_j} = 1.25$ $D_j = \frac{\bar{V}_f}{1.25} = 80$

$Q_{max} = \frac{D_j \times \bar{V}_f}{4} = \frac{80 \times 100}{4} = 2000$

$V = \frac{\sum V_i}{n} = \frac{\sum \left(\frac{1}{t_i}\right)}{n} = \frac{n \sum \frac{1}{t_i}}{n} = \frac{5 \times \left(\frac{1}{2.4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2.4} + \frac{1}{2.32}\right)}{4} = 44\%$

۲۴) طول ۶۰ متری از جاده ای توسط خودرو با سرعت‌های ۲/۴۰، ۲/۴۰، ۲/۴۲، ۲/۳۲ ثانیه عبور نموده است. میانگین مکانی سرعت برای این چهار وسیله نقلیه چند متر بر ثانیه باشد؟

۱) ۲۱ ۲) ۲۵/۶ ۳) ۲۲٪ ۴) ۲۲/۵۶

حل ۲۴ـ۳)

$V_s = \frac{\sum V_i}{n} = \frac{\sum \left(\frac{1}{t_i}\right)}{n} = \frac{n \sum \frac{1}{t_i}}{n} = \frac{5 \times \left(\frac{1}{2.4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2.4} + \frac{1}{2.32}\right)}{4} = 22\%$

۲۵) راننده با زمان واکنش و عکس العمل ۰/۷ ثانیه در یک وسیله نقلیه سواری ۴ سرنشینه با سرعت ۴۵ Km/hr در حال حرکت است که ناگهان عابری از پشت وسیله نقلیه پارک شده از حاشیه جاده در مسیر حرکت آمد. در فاصله ۵۰ متری از وسیله نقلیه او قرار می‌گیرد. آیا راننده می‌تواند به موقع و قبل از برخورد با عابر پیاده، توقف کند؟ ضریب اصطکاک لاستیک وسیله نقلیه در مقابل سطح جاده ۰/۷ می‌باشد.

$$d = \frac{0/0026 V^2}{(f \pm g)} \qquad d = 0/27876$$

۱) وسیله نقلیه قبل از رسیدن به عابر پیاده و در فاصله ۱۳ متری او توقف می‌شود.

۲) وسیله نقلیه از رسیدن به عابر پیاده و در فاصله ۲۸/۶۵ متری از او متوقف می‌شود.

۳) وسیله نقلیه با عابر پیاده تصادف خواهد کرد.

۴) وسیله نقلیه قبل از رسیدن به عابر پیاده و در فاصله ۱۴/۲ متری او متوقف می‌شود.

حل ۲۵-۱)

$$d = 0/2788 \times 60 \times 2 \times \frac{0/0026 \times 60^2}{0/7 - \sin 4g^{-1} 0/6} = 27 \qquad 50 - 27 = 14$$

$$b = \frac{5V}{R} = \frac{5V}{60} = 12/72$$

$$m = R\left(1 - \cos \frac{5D}{20}\right) \qquad 20 + 1/2 = 60\left(1 - \cos \frac{5 \times 12/72}{20}\right) \qquad 5 = 24/15$$

۲۶) فاصله ماشین تا گوشه داخلی ساختمان قوس افقی که شعاع آن ۶۰ متر است، ۲۰ متری باشد عرض این دو نه ۱۲ متر و عرض باند داخلی این قوس ۳/۶ متری باشد. فاصله دید توقف در قوس فاقد میانه است؟

$$m = R\left(1 - \cos \frac{S}{20} D\right)$$

۱) ۲۴/۱۵ ۲) ۶۹/۹۸ ۳) ۶۸/۴۰ ۴) ۶۸/۹۲۱۴

حل ۲۶-۱)

$$D = \frac{5V}{R} = \frac{5V}{60} = 12/72$$

$$m = R\left(1 - \cos \frac{SD}{20}\right) \qquad 20 + 1/2 = 60\left(1 - \cos \frac{5 \times 12/72}{20}\right) \qquad S = 24/15$$

۲۷) سرعت قوسی از مسیر افقی که از دایره استفاده شده و درجه قوس این منحنی برابر با $D = 6^\circ$ در نظر گرفته شده و ۶۰ درصد تیغه دور $e = 0/07$ و ضریب اصطکاک جانبی $f = 0/18$ باشد چه $\frac{km}{h}$ است؟

۱) ۵۰/۱ ۲) ۵۵/۱ ۳) ۶۰/۱ ۴) ۷۰/۱

حل ۲۷-۲)

$$D = 6 \Rightarrow R = \frac{5V}{2} = 955 \qquad V = \sqrt{127/2 (0/07 + 0/18) \times 955} = 55/12$$

راهسازی ۱/۲

۲۸) یک قوس قائم سهمی مقعر در طراحی یک پروفیل طولی برای خط پیوسته مورد استفاده قرار گرفته است درصورتیکه سرعت طراحی راه ۶۰ کیلومتر بر ساعت و شیب طرفین قوس راه $g_1 = +۴$ درصد و $g_2 = -۶$ درصد و ضریب سهمی محدب $k = ۱۵$ باشد، طول قوس سهمی محدب به کار رفته چند متر است.

۱) ۱۴۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۱۷۰

حل ۲۸ـ ۲)

$A = ۴ + ۶ = ۱۰$

$L = kA = ۱۵ \times ۱۰ = ۱۵۰$

$R = \frac{V^2}{۲۵ \varepsilon_1 \varepsilon (e+f)} = \frac{۲۵۰۰}{۱۲۹۶ (۰/۰۷ + ۰/۰۷)} = ۷۲/۱۸$

$L_s = \frac{۰/۰۲۶ V^3}{R} = \frac{۰/۰۲۶ \times ۶۰^3}{۷۲/۱۸} = ۶۱/۸۲ m$

۲۹) در طراحی یک مسیر افقی از سیستم قوس اتصال به طور کلوتوئید - دایره - کلوتوئید استفاده شده است. سرعت طراحی مسیر ۵۰ کیلومتر بر ساعت و دور به چپ رفته در راه $e = ۰/۰۷$ در نظر گرفته شده است. طول کلوتوئید بازدید اتصال چند متر است؟ درصورتی که ضریب اصطکاک جانبی $f = ۰/۱۲$ باشد.

۱) $L_s = ۶۱/۸۲$ ۲) $L_s = ۷۰/۳۲$ ۳) $L_s = ۷۰/۵۷$ ۴) $L_s = ۷۹/۵۰$

حل ۲۹ـ ۱

$R = \frac{V^2}{۱۲۹۶ (e+f)} = \frac{۲۵۰۰}{۱۲۹۶ (۰/۱۲ + ۰/۰۷)} = ۷۲/۱۸$

$L_s = \frac{۰/۰۲۶ V^3}{R} = \frac{۰/۰۲۶ \times ۶۰^3}{۷۲/۱۸} = ۶۱/۸۲ m$

۳۰) در قوسهای قائم سهمی مقعر در دو حالت $L > S$ و $L < S$ که در آن S فاصله دید توقف و L طول قوس قائم می باشد، با افزایش ارتفاع چشم راننده از سطح جاده مقدار L برای

۱) حالت $L > S$ کاهش و برای حالت $L < S$ افزایش می یابد

۲) حالت $L < S$ کاهش و برای حالت $L > S$ افزایش می یابد

۳) هر دو حالت $L > S$ و $L < S$ کاهش می یابد

۴) هر دو حالت $L > S$ و $L < S$ افزایش می یابد

حل ۳۰ - ۳) با توجه به صفحه ۲۴۴ و ۲۴۶ کتاب راهسازی دکتر صباغ - شروانیک ها

۳۱) برای هر امتداد خط پروژه در پروفیل طولی یک مسیر راه با شیب طرفین g_1 درصد = ۴+ و g_2 = ۵- درصد از یک قوس قائم محدب قائم استفاده شده است. در صورتیکه ضریب ثابت سهمی $k=15$ باشد طول قوس سهمی قائم محدب و طول ظرفی e متعلق به این قوس چند متر است؟

۱) $l=150$ و $e=1.4$ ۲) $l=150$ و $e=1.52$ ۳) $l=160$ و $e=1.6$ ۴) $l=140$ و $e=1.52$

حل ۳۱ - ۳

$$A=\epsilon+\delta=9 \qquad L=kA=9\times15=135 \qquad e=\frac{AL}{800}=\frac{9\times135}{800}=1.518$$

۳۲) اگر F نیروی حاصل از موتور روی چرخهای یک وسیله نقلیه، ϕ ضریب اصطکاک تایر با سطح زیر (بین پنجه محور آن)، μ ضریب اصطکاک بین چرخهای وسیله راه و با کامیون P وزن وسیله نقلیه را تامین دهند کدام یک از عبارات زیر وسیله نقلیه به طور عادی و بدون ایجاد لغزش از اصطکاک با سطح راه به حرکت درمی‌آید؟

۱) $\phi P<F<\mu P$ ۲) $F<\phi P<\mu P$ ۳) $\mu P<\phi P<F$ ۴) $\phi P<\mu P<F$

حل ۳۲ - ۱) اگر F بیشتر از μP باشد چرخ جا می‌خورد. اگر F کمتر از ϕP باشد نیروی موتور توانایی چرخاندن محور را ندارد.

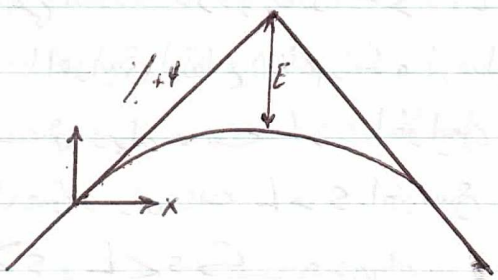
۳۳) معادله قوسی قائم به صورت $y=\frac{1}{1400}x^2+0.02x$ بدست آمده است. اگر طول قوس ۶۰ متر باشد مقدار E مطابق شکل چند متر است؟

۱) ۱٫۲۵

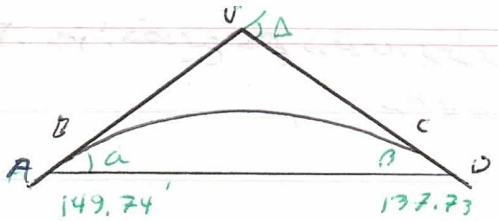
۲) ۵

۳) ۶٫۵

۴) ۱۰



حل ۳۳ - ۳)



۳۴- می خواهیم با اطلاعات ارائه شده قوس دایره‌ای به شعاع ۸۵۰ متر مماس بر AV و DV رسم نماییم. طول قوس برابر کدام است؟ ($L = R\Delta$ ، $BC = 1023.3$)

($\angle ABC = 149.74^\circ$ ، $\angle BCD = 137.73^\circ$)

۱) ۶۲۴ متر ۲) ۱۰۰۵ متر ۳) ۱۰۷۲ متر ۴) ۱۱۵۰ متر

ج) گزینه ۳

$R = 850\,m$ $\alpha = 30.14^\circ$ $\Delta = \alpha + \beta = 75.05^\circ$ $L = R\Delta(rad) = 1072.3\,m$

$\beta = 45.27^\circ$

۳۵- نقطه A بر روی یک قوس ساده و به فاصله ۱۲۰ متری از شروع این قوس (ابتدای P.C.) قرار دارد. در صورتی که در مبدأ این قوس ساده (D) با شد، مختصات (x, y) نقطه A برحسب کدام است؟ ($\alpha = \frac{LD}{2}$)

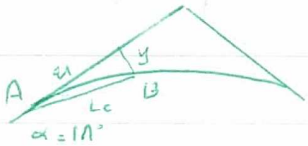
۱) متر $x = 9.5$ ، متر $y = 59.1$ ۲) متر $x = 9.5$ ، متر $y = 59.1$

۳) متر $x = 11.3$ ، متر $y = 59.0$ ۴) متر $x = 18.1$ ، متر $y = 59.1$

ج) گزینه ۴

$D = 6^\circ$ $L = 120\,m$ $R = \frac{57.92}{D} = 19.99$

$\alpha = 18$ $\delta = 36$



طول وتر $L_c = 2R\sin\frac{\delta}{2} = 118.9$

$x = L_c\cos 18 = 113.2$ ، $y = L_c\sin 18 = 36.5$

۳۶- بررسی محل وقوع تصادفی در یک خیابان با متوسط شیب طولی ۴٪ خط ترمزی به طول ۴۵ متر را نشان می دهد. سرعت راننده در لحظه اقدام به ترمز برابر است با ($t = 0.5$ ثانیه ، $f = 0.61$ و $d = 0.278\,Vt + \frac{0.0039\,V^2}{f \pm g}$)

۱) $52.6\ \frac{km}{hr}$ ۲) $60.0\ \frac{km}{hr}$ ۳) $70\ \frac{km}{hr}$ ۴) $89.4\ \frac{km}{hr}$

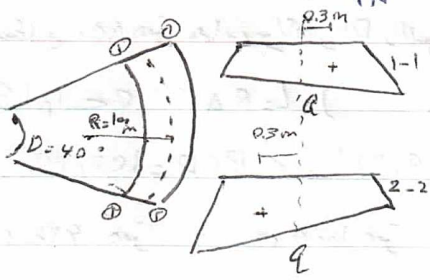
ج) گزینه ۱ طول ۴۵ متر مسافت ترمزگیری است در سرعت

$G = -0.04$ $L = 45\,m$

$t = 2.5\,sec$ $f = 0.61$ $d = 0.278Vt + \frac{0.0039(V^2)}{f \pm g}$

$S = \frac{0.0039(V^2)}{F \pm G} \Rightarrow 45 = \frac{0.0039(V^2)}{0.61 - 0.04} \Rightarrow V = 52.6$

۳۷- مقدار تصحیح حجم در قوس زیر برابر است با: $C_c = \frac{l}{2R}(A_1 e_1 + A_2 e_2)$



$A = 1.0\ m^2$, $e = 2.5\ m$

$A = 1.8\ m^2$, $e = 2\ m$

۱) $0\ m^3$ ۲) $0.12\ m^3$ ۳) $2.50\ m^3$ ۴) $1.9\ m^3$

گزینه (۲)

$L = \Delta R = 100 \times \frac{40 \times \pi}{180} = 69.81$

$Cc = \frac{69.81}{2 \times 100} \times (1.0 \times 0.5 - 1.8 \times 0.2) = 0.12$

۳۸- معادله قوس قائم مطابق رابطه $y = \frac{1}{12000}x^2 + \frac{3}{100}x$ به ازای x برحسب متر صادق است. اگر طول قوس ۳۲۵ متر باشد، بالاترین نقطه قوس در چه فاصله‌ای از ابتدای قوس و با ارتفاع چند متر قرار دارد؟

۱) $192\ m$ ۲) $192.5\ m$ ۳) $195\ m$ ۴) $195.5\ m$

گزینه (۳)

$\frac{dy}{dx} = -\frac{1}{12000}x^2 + \frac{3}{100} \times \frac{dy}{dx} = -\frac{2}{1500}x + \frac{3}{100} = 0 \Rightarrow x = 195$

E

۳۹- در یک قوس قائم محدب، درجه $+2.4\%$ و -2.2% به یکدیگر رسیده‌اند. PVI (Station P.V.I $4+000$) قطع می‌کنند درصورتی‌که ارتفاع ایستگاه P.V.I ۱۹ متر و طول قوس ۲۵۰ متر باشد ایستگاه و ارتفاع نقطه شروع قوس محدب PVC برابر کدام است؟

۱) ایستگاه $4+275$ ارتفاع ۱۹۰ متر ۲) ایستگاه $4+150$ ارتفاع ۱۹۳/۷۵ متر ۳) ایستگاه $4+100$ ارتفاع ۱۹۰ متر ۴) ایستگاه $4+275$ ارتفاع ۱۸۶/۲۵ متر

گزینه

$Sta.PVI = 4+500$ $Ele.PVI = 190$

$g_1 = +2\%$ $g_2 = -2\%$ $L = 250\ m$

$Ele.PVC = 190 - 125 \times 2\% = 187.25$, $Sta.PVC = 4+500 - \frac{250}{2} = 4+275$

۴۰- فاصله دید توقف در یک قسمت هذلولی که از تلاقی به ترتیب دو شیب ۵+٪ و ۴-٪ تشکیل شده است ۲۵۰ متر باشد. در صورتیکه سرعت طرح در این قوس $80 \frac{km}{hr}$ باشد طول این قوس برابر است با:

h_1 = ارتفاع چشم راننده از سطح جاده ۱٫۰۷ متر

h_2 = ارتفاع سر از سطح جاده ۰٫۱۵ متر

h_0 = ارتفاع سقف رسید نقلیه از جاده ۱٫۴۲ متر

$$l = 2S - \frac{200(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2})^2}{A} \qquad S \le l \text{ حالت}$$

۴۶۰٫۸ m ج ۴۶۹٫۳ m د

$$l = \frac{AS^2}{200(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2})^2} \qquad S > l \text{ حالت}$$

۱۰۵۵٫۱۸ m ب ۱۲۴۲٫۴ m د

حل تشریحی:

$g_1 = +5\%$ $g_2 = -5\%$ $L = 250m$ $h_1 = 1.07$ $h_2 = 0.15$, $|A| = |-5-5| = 10$

در نامساوی جواب $S > L$ است پس فاصله دید از حالت اول کار است $S = 250m$

$$l = \frac{AS^2}{200(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2})^2} = \frac{10(250)^2}{200(\sqrt{1.07}+\sqrt{0.15})^2} = 1234$$

۴۱- در ترکیب کلوتئید - قوس دایره - کلوتئید در صورتیکه شعاع قوس دایروی مرکزی ۲۰۰ متر و طول قوس کلوتئید ۱۲۰ متر باشد زاویه هر کدام از کلوتئیدها طول ۶۰ متر از نقطه شروع کلوتئید برابر است با ($\Delta = \frac{Dl_s}{20}$, $\theta = (\frac{l_s}{L_s})^2 \Delta$, $D = \frac{5729.6}{R_c}$)

الف ۴۳۰° ب ۵٫۷۵° ج ۸٫۶۰° د ۱۷٫۱۹°

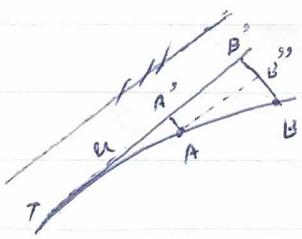
حل تشریحی:

$R_c = 200m$, $L_s = 120m$ $l_s = 60m$

$$R_c = \frac{5729.6}{D} \Rightarrow D = \frac{5729.6}{200} = 2.865°$$

$$\Delta = \frac{Dl_s}{20} = \frac{2.865 \times 120}{20} = 17.189 \Rightarrow \theta = (\frac{60}{120})^2 \Delta = 4.30°$$

۴۲- یک قوس مسیر به صورت یک قوس ساده طراحی شده است که بایستی از دو نقطه A و B به فاصله مستقیم $AB = 69.97$ متر بگذرد. در صورتیکه فاصله A و B از خط مماس به ترتیب برابر ۱۲ متر و ۴۸ متر باشد شعاع قوس برابر کدام است؟



الف ۱۵۰ متر ب ۱۷۵ متر ج ۱۸۰ متر د ۱۹۵ متر

ج: (گزینه ۱)

۴۴ - قرار است برلبه‌ی (دور) ۶٪ درطول قوس کلوتوئیدی پیاده شود، شیب عرضی در مسیر مستقیم به کناره دوطرفه با ۲٫۵٪ درنظر گرفته شده است، درصورتیکه طول قوس کلوتوئید ۸۰ متر باشد طول لازم برای رسیدن به شیب یکطرفه ۲٫۵٪ برابر است با

۱) ۳۰ متر ۲) ۳۲ متر ۳) ۴۰ متر ۴) ۴۸ متر