فاصله افقی دو روستا از یکدیگر ۴ کیلومتر است اگر مقیاس نقشه $\frac{1}{20000}$ باشد فاصله این دو روستا روی این نقشه چند سانتی متر است

۱/ مقیاس $= \frac{\text{نقشه}}{\text{زمین}} = \frac{1}{20000} = \frac{x}{4km} \Rightarrow x = \frac{4km}{20000} = \frac{4 \times 1000m \times 100cm}{20000} = 20cm$

مقیاس $= \frac{\text{فاصله دو نقطه روی نقشه}}{\text{فاصله افقی همان دو نقطه در روی زمین}}$

واحد ها ی

$\frac{1}{N \times 1000}$ یعنی یک میلی متر روی نقشه معادل N کیلومتر افقی روی زمین است.

جلسه سوم ۷۴/۱۲/۱۰

"قبلی حسنوند"

مثال $\frac{1}{25000}$ یعنی $\frac{1}{25 \times 1000}$ یعنی ۱ میلی متر روی نقشه معادل ۲۵ کیلومتر افقی روی زمین است

فهرست منابع:

۱- طرح هندسی راه — دکتر بهبهانی

۱- راهسازی — دکتر حلت طباطبائی

۳- قوسهای در راهسازی - طرح، محاسبه و پیاده کردن - ترجمه و تالیف: دکتر مهندس رحیمی

فاصله دو نقطه روی نقشه ای با مقیاس $\frac{1}{20}$ برابر ۳۰ سانتی متر است این فاصله روی نقشه ای با مقیاس $\frac{1}{1000}$ چند سانتی متر است؟ مقیاس $\frac{1}{20}$ تبدیل به مقیاس $\frac{1}{1000}$ شده ($\frac{1000}{20} = 50$) یعنی مقیاس ۵۰ برابر کوچکتر شده است بنابراین طول ۳۰ سانتی متر نیز باید ۵۰ برابر کوچکتر شود

$\frac{30}{50} = 6cm \rightarrow$ طول روی نقشه با مقیاس $\frac{1}{1000}$

مجتبی حسنوند
مهندس عمران
شماره پروانه اشتغال ۱۸۹-۳۰۰-۲۵

مثال اول ٪ 30

مثال دوم ٪ 70

فهرست مطالب:

بخش اول: مسیریابی در مراحل طرح یک راه

بخش دوم: نقشه و پلان راهها

بخش سوم: عملیات خاکی

بخش چهارم: منحنی کدگذر

بخش پنجم: زیرسازی راهها

بخش ششم: خصوصیات اساسی راننده - وسایل تعلیه راه.

بخش هفتم: ضوابط مربوط به طول قوسها - تعریض، شیب

بخش هشتم: قوسهای دایره‌ای

بخش نهم: قوسهای کلوتوئیدی

بخش دهم: قوسهای سهموی و سرپانتن

بخش یازدهم: قوسهای لمنی

بخش دوازدهم: طراحی تقاطع های غیر همسطح و هم سطح

بخش سیزدهم: ایمنی راهها

طول خطی در مقیاس $\frac{1}{100}$ برای ۳۵ میلی متر ترسیم شده است طول روی زمین چند کیلومتر است

مقیاس $= \frac{35mm}{x} = \frac{1}{100}$

$x = 3500mm = 3500 \times \frac{1}{1000000} km = 0.035 km$

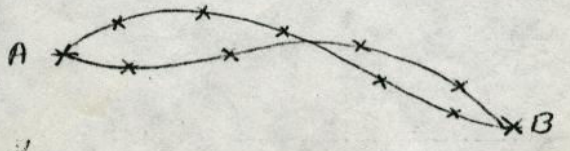
۵۹۴۱۴

بخش اول: مسیریابی و طرح یک راه:

مراحل اجرای یک راه:

الف - مطالعات مقدماتی و شناسایی ب - تهیه و طرح نقشه های اجرائی

مطالعات مقدماتی می تواند شامل مطالعات: اقتصادی، سیاسی، توپوگرافی، جوی، اجتماعی و... باشد.



(الف)

برای مطالعات اولیه طرح می توان از عکس های هوائی و نقشه های توپوگرافی استفاده نمود نقشه های توپوگرافی معمولاً با مقیاس 1/50000 و عکس های هوائی با مقیاس 1/250000 موجود می باشند. با عکس های هوائی می توان عوارض، پستی و بلندیهای منطقه را تشخیص داد.

با توجه به عکس های هوائی می توان مسیرهای مناسبی که می تواند بعنوان خط مسیر راه عبوری از دو نقطه A و B باشد، انتخاب نمود. به هریک از این مسیرها یک گزینه گویند سپس گزینه عازم منطقه خواهد شد تا مسیرها را تک تک شناسائی و ارزیابی کنند.

در بعضی نقاط که عبور راه غیر ممکن و یا مشکل باشد، مسیر اصلاح می گردد.

شناسائی کرده می تواند شامل تحقیقات زمین شناسی منطقه، آبهای سطحی و... باشد

پس مسیرهای اصلاح شده برای هر گزینه در دفتر کار رسم می گردد. در اینجا هر یک تهیه نقشه مسیر راه شروع می گردد. از مسیرهای اصلاح شده، پیکیری مقاطع طولی و عرضی انجام خواهد شد و با توجه به این پروفیل ها (مقاطع) مقدار خاکبری و خاکبرداری برای احداث راه یا برای هر گزینه محاسبه خواهد شد.

پس هزینه تقریبی ساخت برای هر گزینه محاسبه شده و مزایا و معایب هر مسیر در نظر گرفته خواهد شد. پس یک گزارش توجیهی تهیه گشته و در آن هزینه ساخت و مزایا و معایب هر گزینه بررسی می گردد.

پس با موافقت کارفرما یکی از این مسیرها انتخاب خواهد شد

M. Hassanvand

** در برخی شرایط ممکن است مسیر انتخاب شده ، پرهزینه ترین مسیر باشد ، این انتخاب بر مبنای مصالح و احتیاجات تونل انجام می گیرد . * *

(ب)

فاز دو طرح : تهیه و طرح نقشه های اجرائی

پس از انتخاب مسیر راه ، توسط کارفرما ، گروه مشاور برای تهیه نقشه های اجرائی انتخاب می گردد . پیش نقشه های توپوگرافی مسیر در یک باند ۲۰۰ متری از دو طرف مسیر تنظیم و با مقیاس 1/2000 رسم می گردد .

در محل هائی که پل وجود می کنیم از نقشه هائی با دقت 1/500 استفاده می گردد . در این نقشه محل دقیق پل ، طول دهانه و ... مشخص خواهد شد .

گام بعدی مسیر گذاری روی نقشه با مقیاس 1/2000 است . پس مشخصات قوسها و پلها و تونل ها و ... مشخص خواهد شد

در اینحالت مقاطع عرضی و مقطع طولی در مسیر راه زده خواهد شد و خط پروژه نیز مشخص شد پس هزینه پلها ، تونلها ، ... محاسبه و با هم جمع می گردد و هزینه کلی بدست خواهد آمد پس از تکمیل نقشه های فاز دو ، نقشه ها تحویل کارفرما خواهد شد که طرح مورد نظر از طرف کارفرما تصویب نهائی خواهد شد .

---

۳ ۵ ۲

استانی یا اصول مسیر گذاری روی نقشه :

انواع نقشه ها :

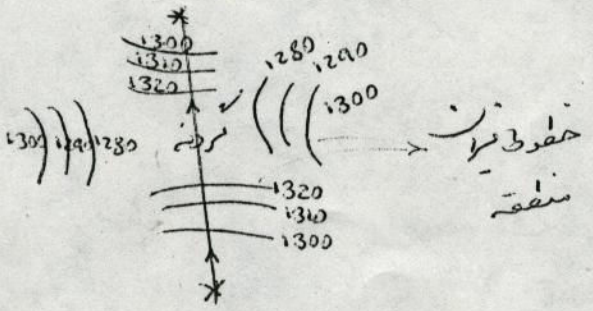
۱- نقشه منطقه یا نقشه راه : تصویر افقی راه و اطراف آن را نشان میدهد . نقشه توپوگرافی ، خطوط تراز

۲- کروکی های طولی

۳- مقاطع عرضی

گردنه :

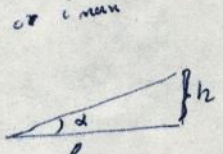
کوتاهترین یا کم ارتفاع ترین نقطه خط الرس یک رشته کوه می باشد .



$i = \frac{h_2 - h_1}{l}$

$i \leq i_{max}$

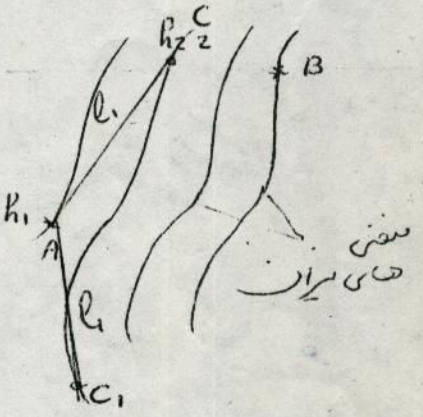
i_{max} یا i



$e = \tan\alpha = \frac{h}{L}$

شیب مجاز $i_{max} = \frac{h_2 - h_1}{l_1}$

$l \geq \frac{h_2 - h_1}{i_{max}}$



شیب مجاز برای راههای 7٪ است .

یعنی برای عبور دادن یک راه بین دو نقطه A و B باید در هر قطعه از سیر شیب مجاز رعایت گردد . با داشتن h_1 و h_2 (از روی منحنی های تراز) و I_{max} که برای 7٪ است می توان طول l_1 را تعیین نمود . که دو نقطه مشخص خواهد شد . در نهایت مسیری که کمترین طول را دارد انتخاب می گردد .

$$L \geq \frac{1070 - 1050}{0.07} = \frac{20}{0.07} = \frac{2000}{7} = 286\,m$$

در تهیه نقشه توپوگرافی راه باید مسائل زیر را در نظر گرفته شود :

۱. متوازی یا فاصله از سیلاب یا نقاط شکستگی یا در هر کیلومتر در مناطق کوهستانی و هر دو کیلومتر در مناطق دشتی مشخص باشد

۲ - مختصات رأس قوسهایی که معمولاً با (PI) نشان داده می شود باید مشخص بشود . (Z و (x,y))

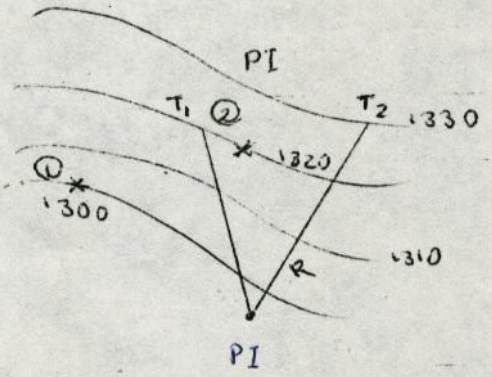
۳ - فاصله تانژانت و شروع انتهای قوسها را با T_1 و T_2 نشان بدهیم و مختصات این نقاط را بدست آوریم

۴ - مشخصات قوسهای افقی را نیز داخل کنیم که در نبوسیم

۳- آشنایی با اصول مسیر گذاری روی نقشه :

$$i_{max} = \frac{h_2 - h_1}{l}$$

$$l = \frac{h_2 - h_1}{i_{max}}$$



به مرکز ① و شعاع l یک دایره می زنیم .

پلان راه شامل :

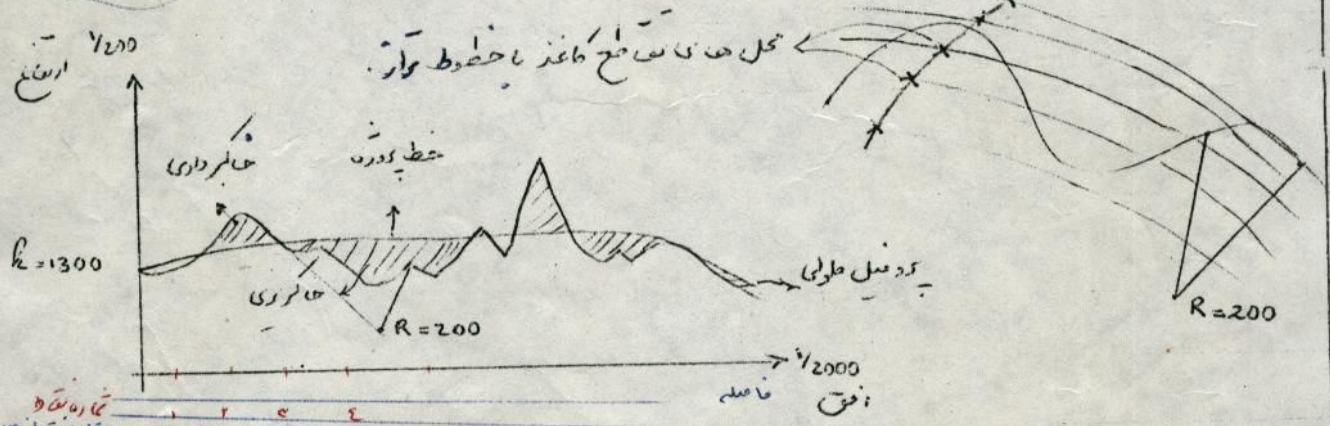
۱- مسیر ۲- مختصات نقاط شکست (PI) ۳- مشخصات قوسها ۴- نقاط شروع و انتهای قوسها

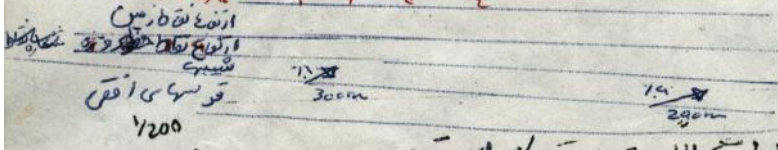
(دارای مختصات Z و Y و X)

نوع دوم نقشه های مورد استفاده در راهسازی : پروفیل طولی

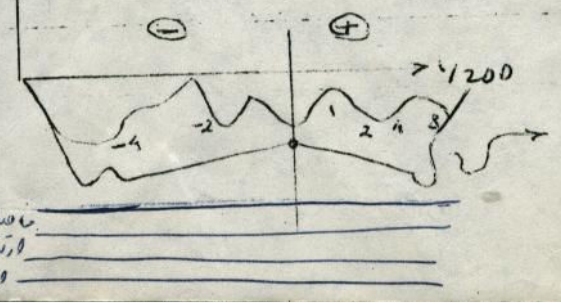
به اینصورت تهیه می شود که بعد از اینکه پلان راه مشخص شد ،

پروفیل طولی در حقیقت شکل قائم زمین است .





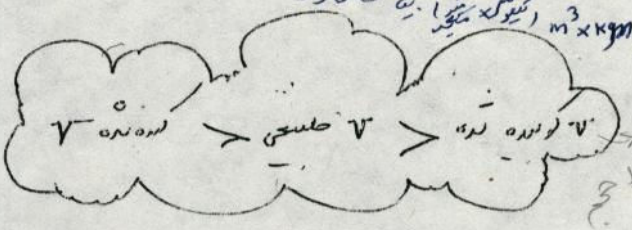
نوع سوم نقشه ها : نیمرخ عرضی :



دو حالت برای عملیات خاکی پیش می‌آید { ۱- خاکریزی / ۲- خاکبرداری

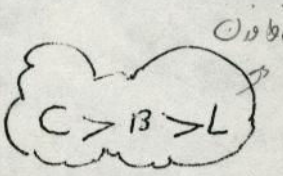
عملیات خاکی: شامل عملیات خاکی به کلیه کارهائی از قبیل خاکبرداری - خاکریزی - صلبری - کوبیدن - تسطیح عمل خاک از قرضه و غیره، عملیات خاکی می‌گوئیم.

تا رسیدن به تراکم معین تقاطع ایجاد می‌کند. هزینه عملیات خاکی برحسب $m^3 \times kg$ (کیلوگرم متر مکعب) به دست می‌آید



انواع خاک در راهسازی

۱- زمین طبیعی یا کنده نشده
۲- " کوبیده شده
۳- " کنده شده



C = خاکبرداری
f = خاکریزی

β ورف یک متر مکعب زمین طبیعی
L " " " " کنده شده
C " " " " کوبیده شده

درصد افزایش حجم خاک: عبارت است از مقداری از حجم خاک که بعد از کندن زیاد می‌شود.

نسبت حجم خاک کنده شده به خاک طبیعی

$$\text{درصد افزایش حجم خاک} = \left(\frac{\beta}{L} - 1\right) \times 100$$

درصد افت حجم خاک: عبارت است از کم شدن حجم خاک نسبت به حالت طبیعی.

نسبت حجم خاک کوبیده شده به حجم خاک طبیعی

$$\text{درصد افت خاک} = \left(1 - \frac{\beta}{C}\right) \times 100$$

معمولاً بین 10-20 % است

درصد افت خاک طبیعی

جدول درصد افزایش حجم خاک

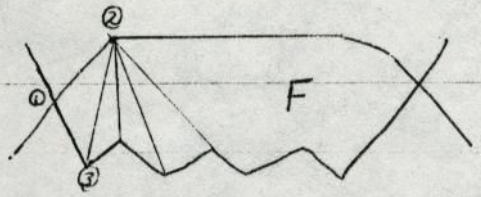
شن مرطوب	12 درصد	ماسه مرطوب	15 درصد
شن خشک	19 "	زمین رسی خشک	35 "
سنگ آهکی	60 "	خاک خشک	25 "
سنگ با انفجار قوی	60 "	خاک مرطوب	25 "
ماسه خشک	15 "	خاک رسی مرطوب	20 "

(35)

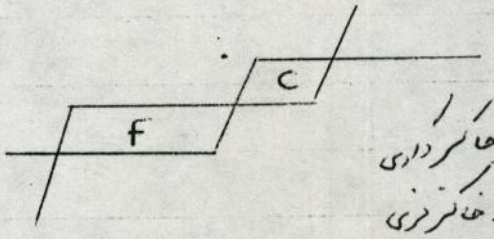
سنگ افت ندارد.

محاسبه سطح میرقهای عرضی :

خاکبرداری



خاکبرداری



خاکبرداری
و خاکریزی

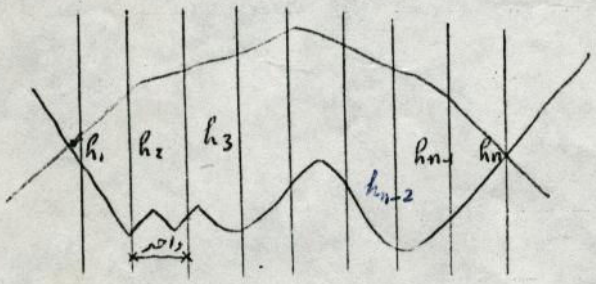
روش اول: روش هندسی - سطح را مثلث تبدیل می‌کنیم : که مختصات رئوس آن مشخص است:

$$S = \frac{1}{2}\begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix}$$

مساحت تک تک مثلث ها را بدست آورده و با هم جمع می‌کنیم.

روش دوم: شمارش خانه های شطرنجی. شمارش خانه های شطرنجی در $1mm^2$ در 200^2 با مقیاس واقعی تبدیل شود.

روش سوم: روش ذوزنقه. به فاصله های واحد



$$S = h_1 + h_2 + \dots + h_{n-1} + h_n$$

$$S = \sum_{i=1}^{n} h_i$$

$$S = \frac{h_1}{2} + \frac{h_1 + h_2}{2} + \dots + \frac{h_{n-1} + h_n}{2} + \frac{h_n}{2}$$

$S \times 200^2$ تبدیل به مقیاس واقعی

$$S_1 = \frac{1}{2} h_1 \times 1$$

$$S_2 = \frac{h_1 + h_2}{2} \times 1$$

$$S_3 = \frac{h_2 + h_3}{2} \times 1$$

$$\vdots$$

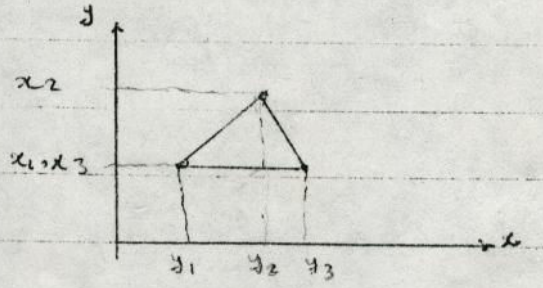
$$S_{n-2} = \frac{h_{n-2} + h_{n-1}}{2} \times 1$$

$$S_{n-1} = \frac{h_{n-1} + h_n}{2} \times 1$$

$$S_n = \frac{h_n}{2} \times 1$$

روش سوم : استفاده از پلانی متر

روش پنجم : روش مختصات که کامپیوتر نیز با این روش کار می‌کند:



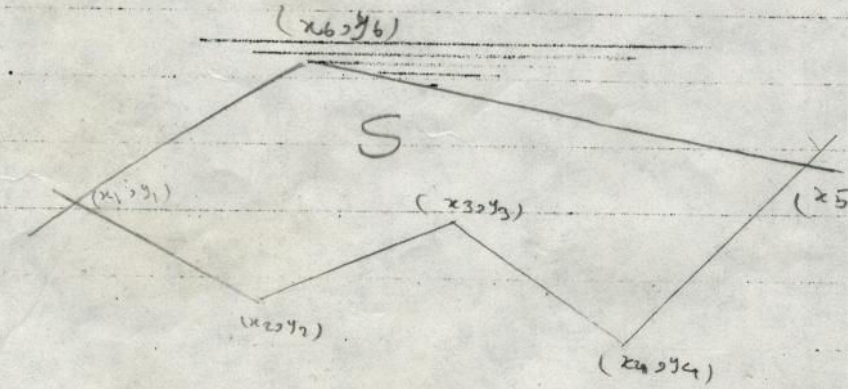
$$S = \frac{1}{2}(x_1 + x_3)(y_3 - y_1) + \frac{1}{2}(x_2 + x_3)(y_2 - y_3)$$
$$= \frac{1}{2}(x_1 + x_2)(y_2 - y_1)$$

$$S = \frac{1}{2}\left[x_1y_3 - x_1y_1 + x_3y_3 - x_3y_1 + x_2y_2 - x_2y_3 + x_3y_2 - x_3y_3 - x_1y_2 + x_1y_1 - x_2y_2 - x_2y_1 \right]$$

$$\rightarrow S = \frac{1}{2}\left|\left[(x_1y_3 + x_3y_2 + x_2y_1) - (x_3y_1 + x_2y_3 + x_1y_2) \right]\right|$$

$$\frac{y_1}{x_1} \quad \frac{y_2}{x_2} \quad \frac{y_3}{x_3} \quad \frac{y_1}{x_1}$$

$$S = \left(\text{مجموع حاصلضرب یک خط‌ها} - \text{مجموع حاصلضرب دو خط‌ها}\right) \times \frac{1}{2}$$



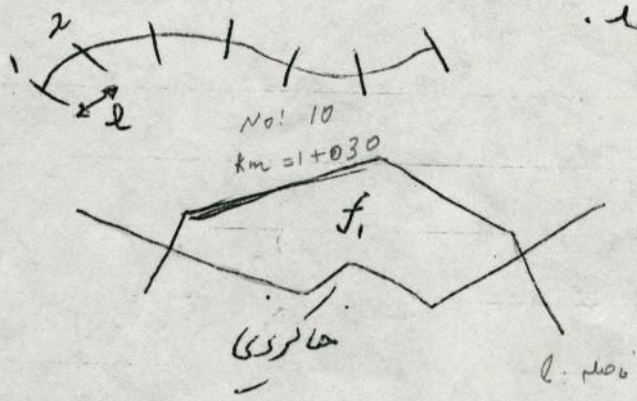
$x_i \times y_{i+1}$

$$\frac{x_1}{y_1} \quad \frac{x_2}{y_2} \quad \frac{x_3}{y_3} \quad \frac{x_4}{y_4} \quad \frac{x_5}{y_5} \quad \frac{x_6}{y_6}$$

$$S = \left(\text{مجموع حاصلضرب یک خط‌ها} - \text{مجموع حاصلضرب دو خط‌ها}\right) \times \frac{1}{2}$$

محاسبه حجم عملیات خاکی:

۱- هر دو مقطع خاکبرداری یا خاکریزی باشد.

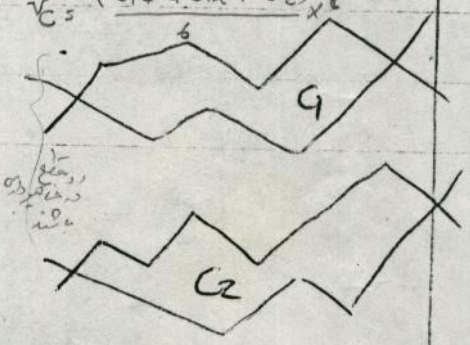


حجم خاکریزی بروات تقریبی $V_f = \frac{f_1 + f_2}{2} \times l$

$V_c = \frac{c_1 + c_2}{2} \times l$

حجم خاکریزی دقیقتر $V_f = \frac{f_1 + 4f_m + f_2}{6} \times l$

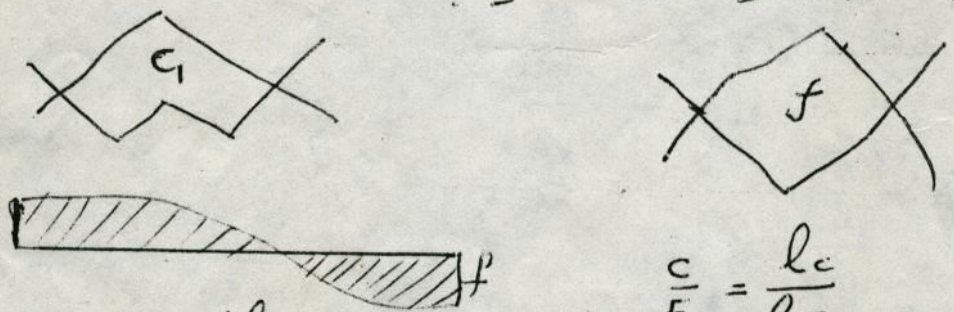
$V_c = \frac{(c_1 + 4c_m + c_2)}{6} \times l$

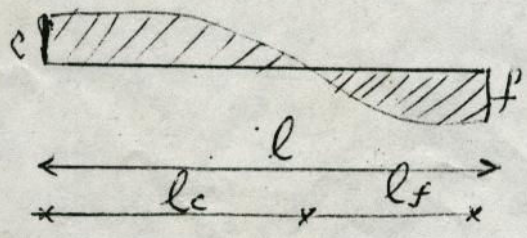


* f_m: مساحت مابین دو مقطع ① و ②

معمولاً از فرمول اول استفاده می‌شود.

۲- یک مقطع خاکبرداری و یک مقطع خاکریزی باشد:

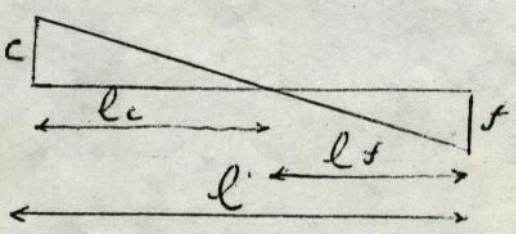




$\frac{c}{F} = \frac{l_c}{l_F}$

ترکیب نسبت در مخرج

$\frac{c}{c+f} = \frac{l_c}{l_c + l_f} = \frac{l_c}{l}$ ⟹ $l_c = \frac{c}{c+f} l$

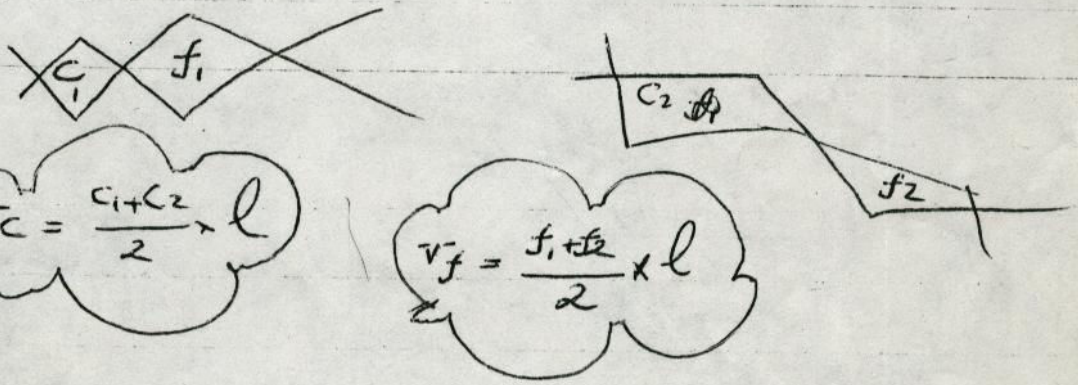


ترکیب بسته در صورت $\Rightarrow l_f = \frac{f}{C+f} l$

$V_C = \frac{1}{2} l_C \times C$ — حجم خازن داری

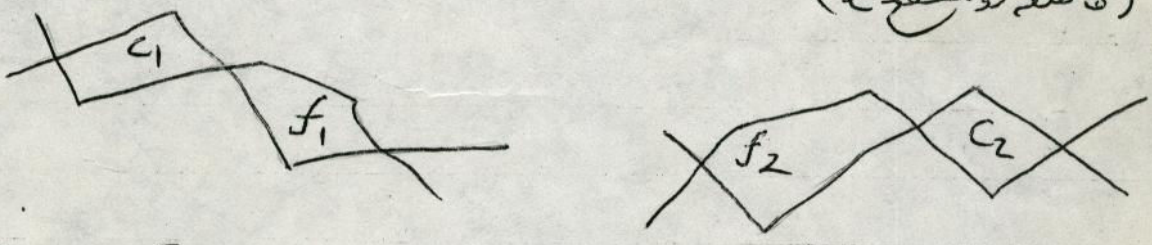
$V_f = \frac{1}{2} l_f \times f$ — حجم خازنی

۳ - هر دو سطح هم خازن داری و هم خازنی داشته باشند و مقابل هم باشند. (فاصله دو سطح l)



۴ - هر دو سطح هم خازن داری و هم خازنی داشته باشند و مقابل هم نباشند:

(فاصله دو سطح l)



$l_{C_1} = \frac{C_1}{C_1+f_2} \times l$

$l_{f_2} = \frac{f_2}{f_2+C_1} \times l$

$V_{C_1} = \frac{1}{2} C_1 \times l_{C_1}$

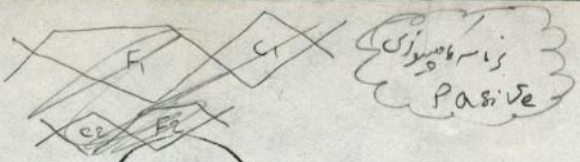
$V_{f_2} = \frac{1}{2} f_2 \times l_{f_2}$

$l_{f_1} = \frac{f_1}{f_1+C_2} \times l$

$l_{C_2} = \frac{C_2}{C_2+f_1} \times l$

$V_{f_1} = \frac{1}{2} f_1 \times l_{f_1}$

$V_{C_2} = \frac{1}{2} C_2 \times l_{C_2}$



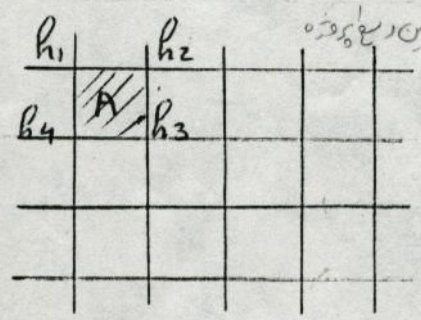
پاسیو Passive

$$V_C = V_{C1} + V_{C2}$$

$$V_f = V_{f1} + V_{f2}$$

می شود حجم عملیات محوطه:

روش شبکه بندی:



h_n = اختلاف ارتفاع بین زمین و سطح پروژه

$$V_C = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \times A$$

برای حالتی که شبکه ها مساوی و مساحت آنها نامنظم باشد:

$$V = \frac{\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4}{4} \times A$$

Σh_1 = جمع اختلاف ارتفاع که در یک مربع مشترکند

Σh_2 = جمع h های هستند که در دو مربع مشترکند

Σh_3 = جمع h های هستند که در سه مربع مشترکند

Σh_4 = جمع h های هستند که در چهار مربع مشترکند

شماره نیمرخ	کیلومتر	سطح عملیات		فاصله دو نیمرخ متوالی	حجم عملیات بین دو نیمرخ (m^3)		حاصل جمع جمع عملیات (جیبری)	
		خاکبرداری	خاکریزی		خاکبرداری	خاکریزی	خاکبرداری	خاکریزی
40	10+070	15	—					
124	10+000	14.22	0	30	510	—	13510	12000
41	10+100	19	—	30	636	—	13410	17101
125	10+030	28.18	0					

$V_C = \frac{c_1 + c_2}{2} \times l$ حجم

هدف کلی:

۱- حجم عملیات (V)

۲- حاصلکم حمل: (l) فاصله‌ای که متوسط خاکی از یک محل به محل دیگر منتقل می‌گردد

غرم حمل: (S)

$$S = V \times d$$

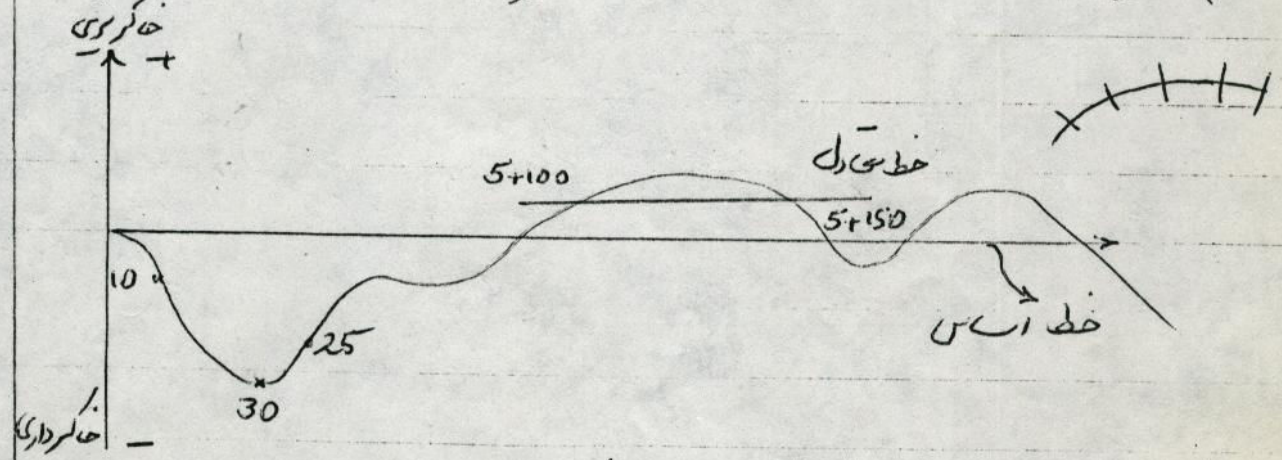
$(m^3 - Km)$

غرم حمل

قرضه : عبارتست از جاهایی که مصالح مناسبی جهت خاکریزی وجود دارد و از این مصالح استفاده می کنیم

دپو : جاهایی که خاکهای اضافی را در آنجا انباشته و دپو می کنند .

لازم به یادآوری است که در هنگام شناسائی و مسیریابی محلهای فوق تخلص می شود .



- هر خط موازی با خط اساس را خط تعادل می نامند .
- هر مقدار که در کیلومتر 5+100 خاکبرداری داشته باشیم در کیلومتر 5+150 خاکریزی داریم

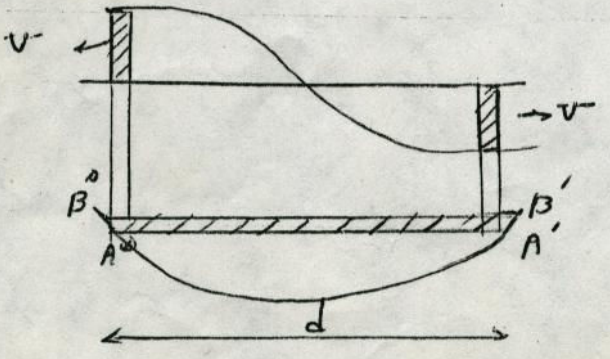
۵.
خواص منحنی دولنز :

الف - ارتفاع هر نقطه آن نشانگر حجم خاکی تا آن نقطه است

در جاهائی که منحنی از چپ به راست نزولی است و در جاهائی که صعودی است خاکریزی داریم

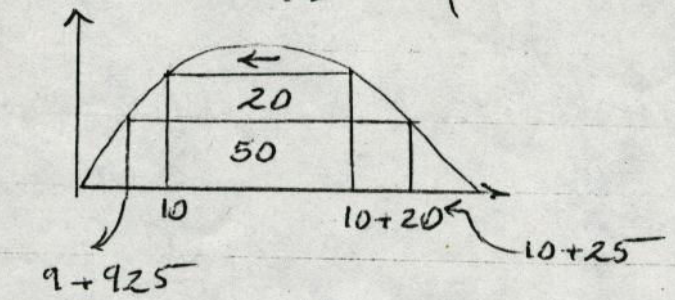
خاکرداری

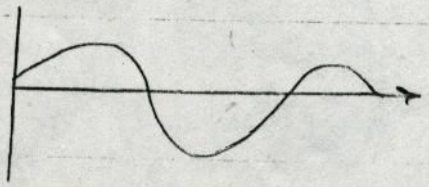
ج - نقاط min منحنی نشانگر تغییر حالت از خاکرداری به خاکریزی و نقاط max نشانگر تغییر حالت از خاکریزی به خاکبرداری است .



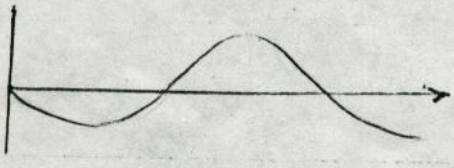
$$\rightarrow S = \frac{AA' + BB'}{2} \times V = V \times d$$

د- مساحت زیر منحنی بروکنر نشان دهنده عزم حمل کل میباشد.

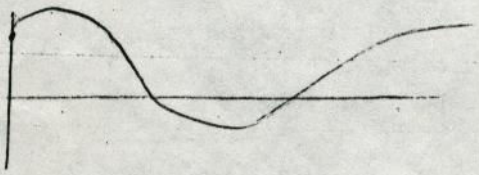




حجم خاکبرداری با خاکریزی برابر است



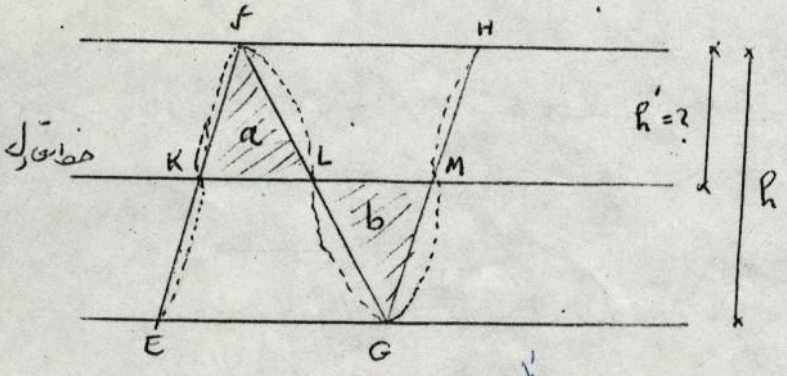
حجم خاکبرداری بیشتر از خاکریزی است و باید از قرضه استفاده کنیم



حجم خاکریزی بیشتر از خاکبرداری است و باید به دپو منتقل شود

قضیه:

خطوط حمل دو به دو موقتی اند تا عزم حمل min باشد؟



$$\triangle FEG: \frac{KL}{EG} = \frac{w}{h} \quad , \triangle FGH: \frac{LM}{FH} = \frac{h-h'}{h}$$

$A_a = \frac{1}{2} KL \times h'$

$A_b = \frac{1}{2} Lm (h - h')$

$A_a = \frac{1}{2} \left(\frac{h'}{h}\right)^2 \times EG$

$A_b = \frac{1}{2} \left(\frac{h-h'}{h}\right)^2 \times f_H$

$A = A_a + A_b = \frac{1}{2h} [h'^2 EG + (h-h')^2 f_H]$

$A = \frac{1}{2h} [h'^2 EG + h^2 f_H + h'^2 f_H - 2h h' f_H]$

$A = \frac{1}{2h} [h'^2 (EG + f_H) - 2h h' f_H + h^2 f_H]$

$\frac{\partial A}{\partial h'} = 0 \longrightarrow 2h'(EG + f_H) - 2h f_H = 0$

$\Rightarrow h' = \frac{f_H}{(EG + f_H)} \times h$

$KL = \frac{f_H \times h}{(EG + f_H) \times h} \times EG \Rightarrow KL = \frac{f_H \times EG}{EG + f_H}$ ①

$Lm = \frac{h' - \frac{f_H}{EG+f_H} \times h}{} \times f_H \Rightarrow Lm = \frac{EG + f_H - f_H}{EG + f_H} \times f_H$

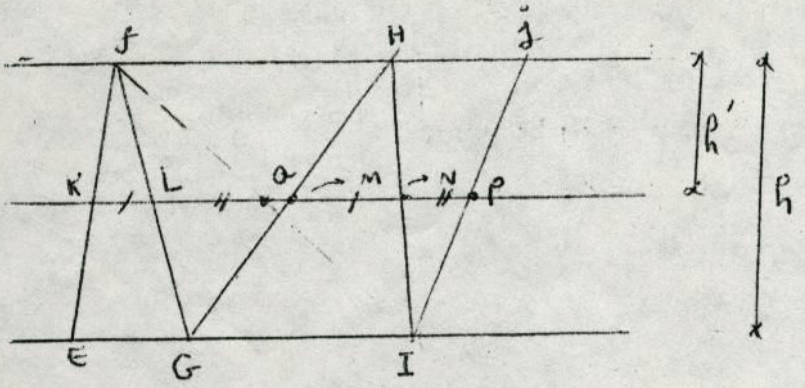
$Lm = \frac{f_H \times EG}{EG + f_H}$ ②

① ، ② $\longrightarrow$ $KL = Lm$

قضیه فوق برای حالتی است که ما فقط یک max و یک min داشته باشیم. حال قضیه را در مورد کرسی بررسی می‌کنیم که:

قضیه: (حالت تعمیم یافته): چندین max و چندین min داشته باشیم:

شکل در صفحه بعد



$$\Delta GfI: \frac{LQ}{GI} = \frac{h'}{h} \Rightarrow \frac{LQ}{GI} = \frac{MN}{GI} \Rightarrow LQ = MN$$

$$\Delta GHI: \frac{MN}{GI} = \frac{h'}{h}$$

$$KQ = KL + LQ \longrightarrow KQ = KL + MN \quad (1)$$

$$LM = LQ + QM \longrightarrow LM = QM + MN \longrightarrow LM = QN$$

$$QP = QN + NP \longrightarrow QP = LM + NP \quad (2)$$

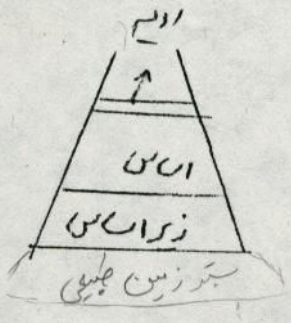
طبق حالت مدل: $KQ = QP$ (3)

(1), (2), (3) $\longrightarrow KL + MN = LM + NP$

طرح بدنهٔ راه:

۱- زیرسازی راه	وظایف مختلف	۱- مقاومت در برابر حرکت چرخها و سایل نقلیه
۲- روسازی راه	زیرسازی: عبارتست از	۲- انتقال بار وسائط نقلیه به زیرسازی راه
		۳- هدایت آب سطحی روی جاده به اطراف آن
		۴- مقاومت در برابر عوامل جوی

(این قسمت توضیح داده می‌شود)



قسمت های مختلف روسازی: | رویه
- اساس (Base)
- زیراساس (SUB Base)

جنس مصالح خاکریزی

بدیهی است که بودن سعی می شود از مصالح خاکریزی در بدنه راه استفاده به عمل آید و این مستلزم آن است که این خاک مناسب باشد

مصالح مورد استفاده در روسازی:

خاکهای مناسب مورد استفاده در روسازی | ۱- سنگ و خرده سنگ
۲- شن و ماسه
۳- رس ولای

خاکی برای زیرسازی مناسب است که اولاً به راحتی کوبیده شود، ثانیاً تحمل بارهای وارده را داشته باشد و دارای مواد شیمیایی و دراتی که مقاومت را پایین می آورند نباشد.

سنگ و خرده سنگ در صورتی که جنس مصالح آن مناسب باشد برای زیرسازی مناسب و احتیاج به کوبیدن خاصی ندارد ولی در کل کاملاً مناسب نیست. به شرطی که دربرابر عوامل جوی مقاوم باشد (گرمیدشت ساره اهم)

(مناسبترین)
مناسبترین مصالح برای زیرسازی شن و ماسه خاکدان می باشد. این مصالح به سادگی کوبیده شده و در هنگام کوبیدن وزن مخصوص بالائی پیدا می کنند.

رس و مخلوط آنها
رس ها و لای ها چون کوبیدن آنها مشکل است و احتیاج به غلتکهای قوی دارد به تنهائی مناسب نیستند
لای های ها هم تقریباً غیر قابل کوبیدن هستند
یا خاک لای با رس کم.

خاکها در راهسازی طبق طبقه بندی AASHTO طبقه بندی شده اند و آنها از A-1 تا A-8 طبقه بندی شده اند.

خاکهایی که دارای مواد آلی زیاد مانند باقی مانده گیاهان ریشه گیاهان و نباتات نامناسب ... چون این مواد وزن مخصوص خاک را پایین آورده و مقاومت را کم می کنند. مناسب نیستند.

طبقه بندی AASHTO (آشتو)

A1 خرده سنگ - شن و ماسه

A2 شن و ماسه خاکدار ولای دار

A3 ماسه ریز دانه

A4 و A5 خاکهای لایی (لای دار)

A6 و A7 خاکهای رسی

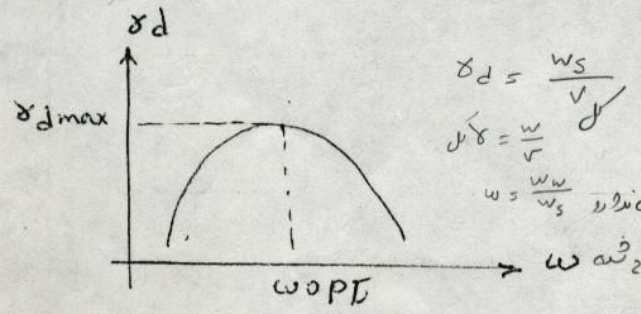
A8 خاکهای ارگانیک (آلی) (ارتفاع برف)

تراکم خاکریزی:

تراکم: مجموعه عملیاتی است که باعث افزایش وزن مخصوص خشک (γd) خواهد شد.

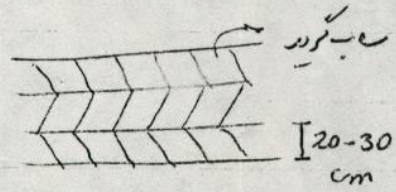
$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w}$ $\gamma_d = \frac{W_s}{V_{کل}}$ $w = \frac{W_w}{W_s}$ $w_{کل} = \frac{w}{V}$

آزمایشهای تراکم استاندارد



لایه های خاکی که کوبیده می شوند

ضخامت لایه ها بین 25-30 cm می باشد



باید تراکم در ساب گرید ۹۵٪ برسد ($\gamma_d = 95\%$)

لایه های پائین تر تراکم ۹۰٪ هم کافی است

۹۵٪ درصد همین عدد

درصد خاکهای مناسب این اعداد ۱۰۰ درصد و ۹۵ درصد در نظر گرفته می شود. یعنی γ_d بدهان γ_d آزمایشگاه برسد و برای لایه های پایین باید ۹۵ درصد باشد.

تراکم بستر راه: (تراکم زمین زیر بستر راه)

ابتدا برای آماده کردن راهسازی خاکهای مناسبی را برای داریم پس زمین طبیعی را با بولدوزر شخم زده بعد رطوبت به آن داده و شروع به کوبیدن می کنیم. درصد کوبیدگی باید بین 85 تا 95 درصد γ_{dmax} آزمایشگاه

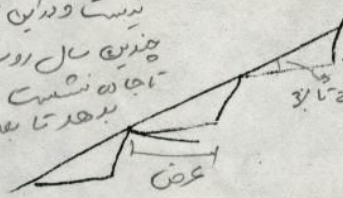
اگر ضخامت کمتر از 20 سانتی متر باشد آنرا بصورت یکپارچه با غلطک 2 تا 3 درصد

در می آوریم و بعد شروع به کوبیدن می کنیم و بعد روی آن خاکریزی را انجام میدهیم

معمولاً در زمینهای طبیعی نیست

این مسئله خیلی عادی نیست و در این زمینه ممکن است چندین سال روسازی انجام نشود تا جاده نشست خود را انجام بدهد تا بعد روسازی را انجام میدهند

وعرض این پله ها کافی باشد



برای ارتفاع خاکریزی و خاکبرداری توضیحات در جلسات بعدی خواهد آمد.

برای لایه های مختلف زیرسازی باید تا حداقل کوبیدگی برسیم به صورت لایه می کوبند هر لایه بین 25 - 35 cm است که 35 cm وقتی انتخاب می شود که اصلاً نوع خاک مناسب باشد تا با وسایل موجود بتوان به تراکم مورد نظر دست پیدا کرد. آخرین لایه زیرسازی که در روسازی در ارتباط است ساب گرید درصد کوبیدگی این لایه معمولاً بیشتر از لایه های پایینی می باشد که درصد کوبیدگی این لایه باید 95 درصد باشد ($\gamma_d = 95$)

[redacted]

[redacted] ماهـ ری ۷۴/۱/۲۰

۴ ارتفاع خاکریزی و خاکبرداری و عوامل موثر در آن :

ارتفاع خاکریزی : به عوامل زیر بستگی دارد. از روی دست بچه ها بنویسم

عوامل موثر : ۱- ارتفاع خط پروژه ۲- آبهای سطحی که روی جاده در جریان هستند

۳- وجود آبهای زیرزمینی ۴- محل [redacted] سلها . ارتفاع در این محل به اندازه ای باشد که سدادب بتواند عبور دهد. محل تونلها نیز باید از مقطعی عبور کند که ریزش و... نداشته باشد . ۵- پروفیل طولی : که براساس مشخصات طرح هندسی انجام می شود

در پر کردن گودالهای عمیق از مصالح تراکم پذیری مانند هرده سنگ استفاده می شود

ارتفاع خاکبرداری :

عوامل موثر : ۱- ارتفاع خط پروژه ۲- جنس خاک و جنس لایه های زمین

(در لایه های روئی سعی می شود که ارتفاع خاکبرداری کم باشد)

۳- تورن زمین کافی در اطراف جاده . اگر دکل های برق و خانه... در اطراف جاده باشد ، باید ارتفاع خاکبرداری کم باشد .

۴- مقایسه هزینه خاکبرداری با تونل . معمولاً تا ارتفاع 20m نیز خاکبرداری را انجام میدهند برای ارتفاعهای بیشتر از 20m باید هزینه آن با تونل مقایسه شود.

هزینه حفر تونل در زمینهای سنگی بسیار کمتر از زمینهای نرم است .

۵- آبهای زیر زمینی : که اگر ارتفاع آبهای زیر زمینی نزدیک به زمین باشد نمی توان عمق خاکبرداری زیادی در نظر گرفت

شیب شیروانی :

در حالتی که پای شیروانی در مسیل نباشد شیب آن را 1:1.5 می گیریم تا ارتفاع 6-8 m . اگر ارتفاع خاکبرداری بیشتر باشد شیب آنرا 1:1.75 در نظر می گیریم.

آبهای شیروانی در مسیل باشد ، تا ارتفاع 6 m شیب آنرا 1:2 و بیشتر از آن ، شیب شیروانی 1:2.5 می گیریم .

در بعضی مواقع در راههای کم ممکن است نیاز شیروانی را 1:4 و 1:3 بگیریم آنچه این کار زیاد است. برای کاهش هزینه انجام این کار از (Gard Rail) (نرده های فلزی) استفاده می شود.
این شیب کم برای ایمنی بیشتر اتومبیل ها در مواقع انحراف و خارج شدن از جاده ای باشد

برای حالت خاکبرداری شیب شیروانی را معمولاً 1:1.5 و در جاده های صخره ای شیب شیروانی 1:0.5 نیز ممکن است باشد

دیوارها انواع مختلف دارند: از جمله سنگی - بتنی - بتن آرمه - آجری یا از شیب پایین - فلزی
خاکریزی پشت دیوار در طراحی دیوارها باید به صورت اشباع در نظر گرفته بشود

دیوار سازی:
اگر ارتفاع خاکریزی زیاد باشد، تأمین این شیب مقدور نیست و در این گونه موارد از دیوار حائل استفاده می شود. در مناطق کوهستانی معمولاً از دیوار حائل سنگی استفاده می شود (چون سنگ فراوان یافت می شود)
برای محاسبه این دیوار ها، فرض می شود که خاک پشت دیوار کاملاً اشباع است.
زهکشی این گونه دیوارها معمولاً توسط چند لوله در محل های مناسب تأمین می گردد.

معمولاً دیوارهای سنگی را به صورت پله پله می سازند به علت صرفه جویی در مصالح.

باید به فرسایش شیروانیها در برابر باران و یخ نیز دوم حفاظت از آنها اجتناب می کند که تمهیدات لازم را انجام دهیم

حفاظت شیروانیها در مقابل عوامل جوی: معمولاً روی شیروانی های خاکریزی با خاکبرداری علف کاری می کنند تا از فرسایش خاک و ریزش آن به داخل جاده جلوگیری بکند
یکی از کارهای مفید، همین کاری روی شیروانی ها است. همین کاری باعث جلوگیری از ریزش خاک می گردد.
اگر ارتفاع شیروانی زیاد باشد آنرا بصورت پله پله اجرا می کنند و در انتهای پله روی آنرا همین کاری می کنند. - شیب کف پله حدود 2٪ و عرض آنها 2 تا 4 متر است.

بطور کلی مسائل زیر باید در رابطه با حفاظت شیروانی در نظر گرفت:

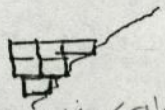
کارهائی که جهت حفاظت شیروانیها در برابر عوامل جوی انجام می گردد.

۱- سنگ چینی کردن روی شیروانی انجام داد.
۲- استفاده از شبکه هائی از الیاف گیاهان و یا شبکه های توری فلزی که داخل آنرا سنگ و قلوه سنگ می ریزند. (مانند سبد یا از سیم)
۳- استفاده از گابیون: شبکه های توری مکعبی هستند که فضای شیروانی روی هم چیده

می شوند. از این روش برای جلوگیری از روش در برای سیلاب ها استفاده می شود.

۴- روکش بتنی: این روش بخاطر هزینه زیاد در موارد خاص استفاده می شود. (روی شیروانی که روکش بتنی می کشند)

طرح بدنه راه در مقابل یخبندان: (حفاظت بدنه راه در مقابل یخ بندان) یخبندان باعث خسارات زیادی ما شده در بدنه می شود:



۱- در اثر یخبندان روی خاک اصطکاک بیشتری پیدا نموده قدری می شود.

۲- در اثر یخبندان بدنه راه ورم کرده و بعد نشست می کند بنابراین از تراکم خاکریزی کم می شود

۳- از مقاومت قشر های روسازی کاسته می شود.

مصالح در برابر یخبندان: (مصالح از نظر یخبندان به دو دسته مصالح آسیب پذیر و مصالح آسیب ناپذیر تقسیم می شوند)

۱- مصالح آسیب پذیر: مقصود کلی مصالحی که درصد دانه ریز تر از 0.02 mm آن از 3% بیشتر شود، مصالح آسیب پذیر نامیده می شود. این مصالح آب را در خود نگه داشته و ایجاد پوسته یخی می کنند

برای یخزدگی شرایط زیر لازم است. (برای اینکه مسئله یخبندان داشته باشیم باید سه شرط زیر وجود داشته باشد):

۱- مصالح آسیب پذیر باشد ۲- عمق یخبندان می این مصالح نفوذ کند (عمق نفوذ یخزدگی از نظر یخبندگی)

۳- سطح آب زیرزمینی به اندازه کافی بالا باشد. اگر سطح آب زیرزمینی تا 1.5m سطح زمین باشد مسئله یخزدگی وجود ندارد. اگر بیشتر از 3m باشد، یخزدگی وجود ندارد. بین 1.5 - 3m نیز بستگی به مصالح دارد.

سطح آب زیرزمینی در نزدیکی ساب گرید باشد

مکانیزم یخزدگی:

در ساب گرید حجم آب کم می شود در نتیجه بدلیل لوله های موئی آب داخل خاک بالا رفته

هنگامی که آب زیر بدنه راه یخ می زند، این آب باعث ایجاد مکش و جذب بیشتر آب به بالا می گردد و حجم یخزدگی زیاد می شود. در ساب گرید

در ساب گرید

در ساب گرید

وهلت دوم نیز ایجاد می شود. در دوره بالای سه

پس از گرم شدن هوا، یخ ها ذوب می گردد و در اثر این چون آب می تواند سرعت بالا آمده

به جای اولیه خود باز گردد، جای اشباع می گردد و مقاومت خاک کم شده و

بتدریج نشست کرده و باعث ایجاد ترک در جاده می گردد.

پس قشرهای روسازی در اثر هاری

احتمالاً از مصالح یخزده نباید در ~~روسازی~~ جاده ها استفاده شود. این نوع مصالح در جاهائی استفاده می شود که شیب دیواره از ۱:۱ بیشتر است چون مقاومت زیاد احتیاج ندارد

بدنه راه رس باشد بهتر است

مصالحی که در برابر باران و برف و یخ دهستند مصالح یخزده نامیده می شوند این مصالح مقاومت لازم را ندارند. بنابراین از این مصالح نباید در بدنه راه استفاده کرد.

طرح توجیه راه در مناطق پست و باتلاقی :

مناطق پست و باتلاقی به مناطقی گفته می‌شود که سطح و وجود آبهای زیرزمینی در سطح زمین خاک حالت خمیری و روانی پیدا کرده است. حتی الامکان باید سعی شود از چنین مناطقی راه احداث نشود و یا از حائلی عبور کند که ارتفاع باتلاق حداقل باشد.

قبل از احداث راه اقدام به تهیه پروفیل منطقه بشود - برای این کار از گمانه‌هایی استفاده می‌شود.
بعد سعی در ایجاد راه در نقاطی که

عوامل موثر در احداث راه در مناطق باتلاقی :

۱- هزینه احداث راه در منطقه پست و باتلاقی

۲- اهمیت راه از نظر عبور و مرور و ...

۳- هزینه نگهداری راه

۴- سرعت انجام عملیات

۵- سطح دانش فنی اجرای راه و وسایل لازم

روشهای اجرای راه در مناطق پست و باتلاقی:

۱- برداشتن لایه‌های پست و جایگزین کردن آن با مصالح مناسب.

۲- تحکیم لایه‌های پست.

۳- قرار دادن راه بر روی پل.

روش ① شامل موارد زیر است:

۱- برداشتن کل لایه‌های پست و جایگزین نمودن آن با مصالح مناسب.

این کار بیشتر در مواقعی انجام و محل جایگزاری شده با مصالح مناسب جایگزین می‌گردد.
معمولاً مصالح مناسب شن و ماسه‌ای هست که بیش از 8 تا 12 درصد دانه‌بندی از الک نمره 200 رد نشده باشد

۲- برداشتن قسمتی از لایه‌های پست و جایگزین نمودن آن با مصالح مناسب

مقداری از لایه‌های پست برداشته شده و بعد خاکریزی لازم انجام می‌شود تا بقیه لایه‌های پست زیر خاکریزی تحکیم یابند

این روش برای حالتی است که عمق باتلاق از حالت اول کمتر است

۳- کنار زدن لایه‌های پست توسط راندن مصالح مناسب به داخل باتلاق

این مصالح لایه‌های پست را کنار زده و به سمت جلو می‌رانند

۴- استفاده از انفجار. این روش احتیاج به دانش فنی بالائی دارد و اجرای آن به افراد متخصص نیاز دارد

روش ① شامل موارد زیر است :

۱- تخلیم لایه های سست با استفاده از بارگذاری یعنی روی بالاست خاکریزی شده

۲- تخلیم لایه های سست با استفاده از ضربه های ثقلی .

۳- برگرداندن آب و خشک شدن در زیر حرارت آفتاب . در این روش از نمک های ویژه ای استفاده شده و آب بالاست به بیرون کشیده می شود و در زیر حرارت آفتاب شروع به خشک شدن می کند . این روش در مناطق کویری و خشک استفاده می گردد

۴- ساختن زیرسازی و تعویض روسازی به چند سال بعد - در این روش زیرسازی ساخته شده و مدت بار ترافیکی قرار می گیرد تا نشست کند و بعد روسازی را می سازند

روش ② شامل :

۱- استفاده از پل یا تونل :

۱- اگر ارتفاع بالاست زیاد نباشد هیچ یک از روشهای قبلی استفاده ای ندارد ، در این حالت از تمع برای انحراف جاده استفاده می شود . در اندونزی زمینها ، تمع ها تا حدی کوبیده می شوند تا به زمین محکم برسند و بر روی این تمع ها جاده ساخته می شود .

در آمریکا بالاستی از تمع های فلزی استفاده می شود زیرا فلز در بالاست محدودی پیدا می کند ،

۲- روش کوبیدگی : تمع ها را کار گذاشته و سر تمع ها تمام راه را می پوشانند . بین روی آنرا خاکریزی نموده و بعد جاده ساخته می شود .

سمعها دو نوع اند : سمعهای اصطکاکی ، سمعهای استحکام (مقاومت) انتهای

طرح بدنه راه در مناطق کوهستانی :

در مناطق کوهستانی با مشکلات زیادی روبرو هستیم از جمله اینکه عملیات خاکی زیادی داریم مثلاً برای احداث 1Km راه در این مناطق با سرعت طرح 80 km حدود ۴۰ هزار m^3 خاکبرداری (بیلان) در مناطق کوهستانی ممکن است پل ها و تونل ها و دیوارهای حائل و زهکش های مختلف وجود داشته باشد . درجه حرارت پائین است و ممکن است که در بسیاری از اوقات سال یخبندان و برف باشد . در طرف روبه شمال یا شمال شرقی ممکن است که مدت طولانی برف باقی مانده و در طرف جنوب یا جنوب غربی آب شده . اختلاف درجه حرارت در طرف کوه ممکن است تا 38°C نیز برسد و به همین علت در طرف آفتابگیر سریع تر برف آب شده و سقوط بهمن و ... و در طرف دیگر نخیلات داریم . علاوه بر این در این مناطق وزش بادهای شدید نیز وجود دارد مسئله زهکشی نیز وجود دارد و باید از زهکش های مختلف استفاده شود .

ارتفاع	1000	2000	3000	4000	5000
افت قدرت موتور	11.3	21.5	30.8	39.2	46.7

سرعت باربری زیاد است. علاوه بر این قدرت موتور اتومبیل در ارتفاعات کم می شود برای مثال قدرت موتور در ارتفاع 1111 متری برابر 11.3 ، در ارتفاع 2000m برابر 21.6 - در ارتفاع 3000 برابر 30.8 ، در ارتفاع 4000m برابر 39.8 و در ارتفاع 5000m حدود 46.7 است.

در این مناطق شب های ناهموار، قسمت های لغزنده و لایه های سست دیده می شود.

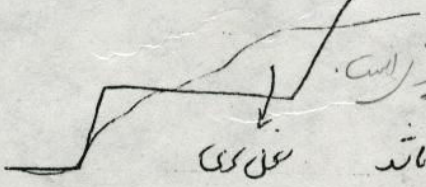
اگر بین دو لایه سنگ یک لایه رس وجود داشته باشد، مرطوب شدن لایه رس سبب لغزش لایه های سنگ می گردد.

مشکلات باربری در کوهستان:

تونل: به خط القعری که راه در موازات آن عبور می کند، تونل گویند.

در بعضی جاها تونل ها خیلی باریک شده که به این محلها تنگه گفته می شود.

کم ارتفاع ترین نقطه خط القعر تونل نامیده می شود و سعی می گردد که جاده در این مناطق از گردنه عبور کند.



نقل گری = قسمتی که هم ارتفاع خاکبرداری و هم ارتفاع خاکریزی است.

مطابق جدول ذیل درصدی که باید در خاکبرداری باشد نقل گری در نظر گرفته می شود.

بیشتر	40	35	30	25	20	شیب متوسط دامنه (درجه)	15
100	80-100	80-100	70-80	60-70	50-65	درصد مقطع در خاکبرداری	45-60

تونل: فرازهای تونل ها:

1- از سنگ و حجم جاده ها کم می کند.
2- طول راه تا اندازه تر می کند.
3- از خطر بهمن کم می کند.
4- خطر لغزش - ریزش و سقوط کم می شود.
5- از مصارف مشاورج تعمیر و نگهداری را کم می کند.

تونل = در مواقعی که ارتفاع خاکبرداری از حدی تجاوز می کند می بایست اجرای تونل را بررسی کرد بخصوص در خاکهای سنگی

مقطع تونل:
ممکن است دایره ای باشد

معایب احداث تونل:

۱- هزینه احداث سنگین است.
۲- اجرای آن به زمان زیادی نیاز دارد.
۳- وسایل مورد لزوم باید پیشرفته تر باشد.
۴- اجرای آن به افراد متخصص و ماهر نیاز دارد.

یکی از مسائل در تونلها تامین روشنائی است.
تونلهائی که طول آنها بیش از 300m به روشنائی نیاز دارد.
اگر در پیچ باشد تونل کمتر از 150m به روشنائی نیاز دارد.
روشنائی تونلها مطابق استانداردهای بوطه می تعیین می گردد.
در تونلها تهویه نیز خیلی مهم است. برای طولهای بیش از 450m به تهویه نیاز است.
از 150m کمتر احتیاج به تهویه نیست. بین 150-450 نیز بستگی به شرایط تونل و منطقه دارد. رهبت حرکت ها در دهانه تونل زیاد است.
مشکل دیگر در مورد تونل ها، هلمتی است. برای این منظور داخل تونل را شیب داری می سازند شیب باید طوری باشد که باعث افت زیاد قدرت اتومبیل ها تا سرعت کمتر از 25 Km/hr نشود. معمولا شیب داخل آنرا 2% می گیرند. اگر از طول 300m شیب خیلی دوخرفه اجرا می کنند.

مشکل مهم دیگر در اینمورد، لغزش، ریزش و سقوط می باشد. لغزش عبارت از حرکت دو توده بالایه سنگ روی هم می باشد که در اثر کم شدن اصطکاک دو لایه و سقوط یک توده عظیم خاک می باشد
ریزش عبارت است از حرکت دانه های ریز خاک بروی جاده - در دامنه ها یا روی شود که می
سقوط عبارت است از حرکت یک توده از سنگ از روی دامنه به روی جاده - در دامنه های
عواملی که باعث این ناپایداری ها می شوند شامل:

۱- وجود آب زیرزمینی و سطحی
۲- خیس لایه های خاک
۳- حرارت گیری لایه ها بر روی همدیگر

در کل دو دسته عامل باعث این ناپایداری ها می شوند:

نخستین قدم در مقابل با دامنه های ناپایداری شناسایی این دامنه ها و سپس از ازبین بردن
و ابتدا باید علل ناپایداری را جستجو کرد

الف) آلودگی از عواملی که باعث افزایش بارهای وارده به قسمت ناپایدار می شوند

ب) " " عواملی که " کاهش مقاومت داخلی " " "

روشهای مقابله با ناپایداری دامنه ها:

الف) طرق کاستن بار وارده به قسمت ناپایدار که شامل راه حل های زیر است:

۱- ملایم کردن شیب شیروانی

۲- برداشتن قسمتی از خاک ناپایدار (شیروانی)

۳- برداشتن کل قسمت ناپایدار (شیروانی)

۴- برداشتن لایه بالائی قسمت ناپایدار

۵- ساختن دیوارهای حائل

۶- استفاده از شیروانی پلکانی

۷- برداشتن قسمتی از پائین قسمت ناپایدار

ب) افزایش مقاومت داخلی قسمت ناپایدار که شامل:

۱- زهکشی که از زهکشهای عالم و افقی در قسمت ناپایدار استفاده می شود تا آب روی شیروانی هدایت شوند

برای کم کردن میزان رطوبت موجود که برای قسمت ناپایدار ترین عامل لغزیدن این لایه ناپایدار خواهد بود

۲- بوسیله دوختن لایه ها با میخ بتنی (یا فلزی بتنی یا آهنی)

۳- بوسیله انقباض. در این روش با انقباض دادن مواد سفیره بین دو لایه لغزنده باعث زبری سطح دو لایه و افزایش اصطکاک شویم که این روش به امکانات زیاد و افراد ماهر نیاز دارد

بهمن:

عبارتست از توده عظیمی از برف که از کوه جدا شده و بطرف پائین حرکت می کند و با خود سنگ و مواد مختلفی را حمل می کند. بهمن به دو دسته تقسیم می شود:

۱- بهمن خشک ۲- بهمن تر (از برف مرطوب تشکیل شده)

در بهمن خشک موقعی که برف تازه روی سطح نچسبیده برف می بارد و در اثر کوچکترین ضربه ای سقوط می کند. وزن برف تازه 40-50 Kg/m³ است در بهمن خشک وزن یک m³ برف بین 700-800 Kg/m³ است. برای تشکیل بهمن دو عامل مورد نیاز است:

۱- وجود برف کافی ۲- شیب دامنه

برای سقوط بهمن شیب دامنه اگر حداقل 18-15 درجه باشد قادر به حرکت برف می باشد، کمتر از 15 درجه قادر به حرکت برف نخواهد بود

در اثر تابش آفتاب در لایه های زیرین برف بخار آب تولید شده که باعث لغزیدن لایه های روی هم خواهد شد

گرانی این شیب 22-24 درجه است. شیب های بیشتر از 60 درجه اصلاً احتمال سقوط بهمن ندارند باید سعی شود که در طرح مسیر راه حتی الامکان از مناطق بهمن گیر عبور نکنیم یا به تعداد دفعات کمی از این مناطق عبور کنیم

راههای جلوگیری از بهمن :

۱- یکی از این راهها ایجاد مانع است که عبارتست از توته ها، درختهای کوتاه و بوته هایی که بتوانند از سقوط بهمن جلوگیری کنند ۲- راه حل دوم کم کردن و صاف کردن شیب دامنه است که شیب را به مقدار لازم کم کنند

۳- راه سوم ساختن دیوارهای هدایتی است که این دیوارها بهمن را به دره هدایت می کنند و جلوگیری می کنند که بهمن به جاده سرازیر نشود، ممکن است بصورت شکلی ساخته شود که قاعده آن تا 6 متر است و با زاویه 30° و ارتفاع آن ۵ تا ۱۰ متر ممکن است برسد. 5-10 / 30 / 4-6

۴- راه چهارم استفاده از بهمن شکنهاست دیواری است که با ارتفاع زیاد جلوی بهمن را می گیرد.

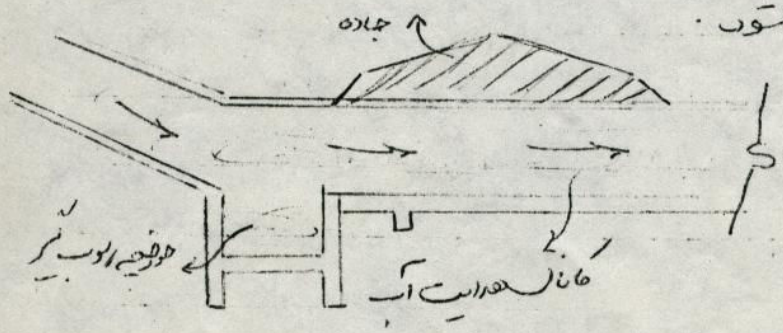
۵- استفاده از گالری های بهمن گیر است که بصورتی ساخته شده و مانند تونل عمل می کند که برف را بطرف دره هدایت کند.

تاسیسات تخلیه آب در مناطق کوهستانی :

چون شیب زیاد است پس سرعت آب نیز زیاد است. وای هدایت آب از یک سری کانالهای لوله شده استفاده می شود و داخل آنرا سنگ فرش می کنند تا از شستشه شدن جلوگیری شود.

کانالها را معمولاً روی شیروانی ها احداث می کنند تا از برش و ورود آب کناری جاده جلوگیری شود، گاهی اوقات آب توسط یک کانال یا ناودانی از روی جاده عبور میکند.

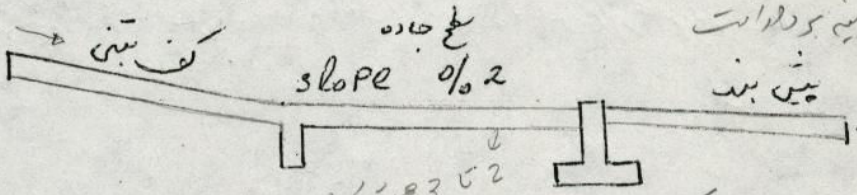
گاهی اوقات نیز آنرا از زیر جاده عبور میدهند. این امر در تونل زیر کانال است که آب از یک طرف به طرف دیگر جاده هدایت می شود.



که کانالها معمولاً جایی که شامل یک مجرای ورودی یک حوضچه رسوب گیر و مجرای خروجی آب تشکیل شده

برای جلوگیری از فرسایش شدید خاک و کم کردن سرعت آب از یک سری دیوارهای هدایتی استفاده می‌شود که فواصل آنها بین ۲ تا ۳ متر است و شیب آنها بین ۴ تا ۶٪ است

در جاده‌های کم اهمیت از سیستم سنتی آب‌گیری استفاده می‌شود که بصورت زیر است:



آب‌گیر سیستمی است که آب را از روی جاده هدایت می‌کند.
معمولاً در جاده‌های روستایی می‌توان از این روش استفاده کرد

مسئله قرارگیری راه در مناطق خشک و کویری

راهسازی: (3) احداث راه در مناطق خشک و کویری

دو مسئله مطرح می‌شود:

۱- مسئله احداث و طراحی راه در زمینهای شوره‌ای

۲- مسئله احداث و طراحی راه در مناطقی که ترکیب ماسه‌های روان دارند.

احداث راه در زمینهای شوره‌ای

بطور کلی زمینهای شوره‌ای به زمینهایی گفته می‌شود که در آن هر نوع نمکی یافت می‌شود و این نوع زمینها دو مسئله ایجاد می‌کنند:

۱- استحکام و پایداری راه را کم می‌کنند

۲- کوبیدن و متراکم کردن این زمینها مشکل است.

این مواد مقاومت و پایداری به علت وجود املاح مختلف بدنه راه را کم خواهند کرد.

زمین شوره‌ای به زمینی گفته می‌شود که در عمق یک متری از ۰.۳ تجاوز کند

زمینهای شوره‌ای به دو دسته تقسیم می‌شوند:

این خاکها به دو رنگ سیاه و سفید وجود دارند

۱- خاکهای قلیائی سیاه

۲- خاکهای قلیائی سفید

خاکهای قلیائی سیاه نفوذپذیری کمی داشته و معمولاً حین تراکم بصورت گل چسبناکی درمی‌آیند که رطوبت بالایی آن خیلی مشکل است. موقعی که با این خاکها سروکار داریم: اولاً باید وسایل کافی جهت متراکم کردن و افراد متخصص در این امر وجود داشته باشد. دوم به پایداری شیروانی‌های خاکریزی و خاکبرداری توجه شود. سوم به مسئله اختلاط و درهم کردن خاک توجه شود و روشهای مکانیکی جهت جلوگیری از این درهم داشته باشد

خواص فیزیکی و مکانیکی این خاکها مربوط به وجود یون سدیم می‌باشد که در اثر رطوبت باد می‌کند

می‌توان در بدنه راهها استفاده نمود به شرطی که ۱- کاردانی و دقت و کنترل لازم و وسایل کافی برای تراکم موجود باشد ۲- به پایداری شیروانیهای خاکریزی و خاکبرداری توجه شود که می‌توان شیب شیروانی را مطابق تجربیات روی شیروانیها با خاک مناسب پوشاند ۳- روشهای محکم و مقاوم روی بدنه تراز آبگیرها در برابر ورم احتمالی این خاک مقاومت نمایند.

راهسازی

خاکهای قلیائی نفوذپذیری کمتر از ۱٪ درصد نمک‌های محلول دارند. — از اثرات خیزی و مکانیکی این خاکها

خاکهای قلیائی شامل دارای کلرات، سولفات و کربنات سدیم، کلسیم و منیزیم هست که این مواد اولاً:

باعث می‌شوند که مقاومت داخلی خاک کاهش یابد. (وجود مقدار کمی از سدیم باعث چسبندگی می‌شود) سولفاتها بر بتن اثر نامطلوبی دارند و باعث خوردگی می‌شوند. سولفاتها در مناطق سرد و آسفالت باعث جدائی قیر یا قطران از مصالح سنگی می‌شود

خاکهای قلیائی به دو دسته خاکهای سولفاته و کلراته تقسیم می‌شوند

خاکهائی که نسبت $\frac{Cl}{SO_4}$ آنها خاک کلراته (۱/۷ < $\frac{Cl}{SO_4}$ < ۷/۲) یا خاک سولفاته نوع اول. درصورتی که این نسبت بیشتر باشد ($\frac{Cl}{SO_4}$ > ۷/۲) خاک کلراته نوع دوم

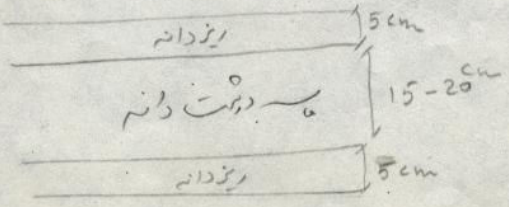
خاکها بسته به اینکه کلراته یا سولفاته باشند، درصد نمک قابل قبول آنان مطابق جدول زیر است.

درجه شوری ای	درصد نمک برای خاک		امکان مصرف در بدنه راه	
بودن خاک	کلراته	سولفاته	بدنه راه	سایر قسمتها
شوره ای کم	0.3-1	0.3-0.5	قابل مصرف	قابل مصرف
" متوسط	1-5	0.5-2	" "	با محدودیت قابل مصرف
" زیاد	5-8	2-5	با محدودیت قابل مصرف	غیر قابل مصرف
" فوق العاده	>8	>5	غیر قابل مصرف	غیر قابل مصرف

وخاک شوره ای باشد — از طرق زهکشی موثر

ناگزیر مواقعی که آب زیرزمینی بالا هست احتیاط لازم را جهت جلوگیری از تغذیه‌های زیرزمینی انجام دهیم که برای این منظور سطح جاده را (بستر با درجه شوره ای بودن خاک) (زهکشی نسبت گیرد) 0.5 — 2 متر بالاتر از سطح طبیعی بنا می‌کنیم

ماده مواقعی که هزینه بالائی دارد: یک لایه ماسه به ضخامت 15-20 cm (بستر دانه‌بندی شده) که دو طرف آن دو لایه 5 سانتی‌متری ماسه ریزتر قرار می‌دهیم که نقش صافی را برعهده دارند که ماسه وسط درشت دانه‌تر است و دو طرف آن ماسه ریزتر است.



مسئله اجرائی راه در مناطقی که حجم ماسه های روان دارد :

در این مناطق مشکلاتی را باید در نظر گرفت :

۱- مشکلات مطالعاتی : یعنی سختی شرایط منطقه از نظر مرحله مطالعات

۲- مشکلات اجرائی راه در این مناطق است

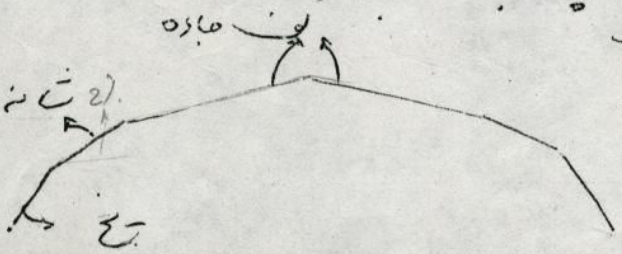
۳- مسئله نگهداری راه در این مناطق است

از جمله مشکلات موجود در این مناطق :

کم شدن سطح های شناسائی است که در زیر ماسه های روان مدفون می شود، مشکل های فنی مناطق است. مسئله تامین زندگی کارگران (دهندسن در مناطق است از نظر مسکن - آب - تغذیه ...) مسئله گیر کردن ماشین آلات سبک و سنگین است کم بودن آب در این مناطق، کم شدن حجم خاک مورد حمل توسط ماشین آلات مهندسی، مسئله کم بودن آب و مشکل کوبیدن خاک

معمولاً در این مناطق از خاکریزی های ماسه ای روان لزوم شیب شیروانی ها حتی المقدور ۲/۱ خاکریزی نا پایدار است. در صورتیکه مجبور باشیم با شیب کناره ها ملایم تر از ۱:۳ تا ۱:۵ در نظر گرفته شود

مهمترین خصوصیت شیروانی های ماسه ای روان ناپایداری آنها در مقابل فرسایش بادی است علاوه بر این ماسه های روان حرکت دارند و با وزش باد از یک طرف به طرف دیگر حرکت می کنند. در طرف شیب جاده کم فضای کافی جهت پر شدن ماسه ها باشد کم کم بعد آن تخلیه شود



علاوه بر این در تردد وسائل جاده حدود ۱۰ متر بعلت انباشته شدن ماسه ها در نظر گرفته شود شکل جاده

زهکشی و حفاظت سطوح

درخاکریزها به صورت ایرودینامیکی طرح شود. یعنی از تاج جاده حدود 50 cm در نظر گرفته شود. و شیب شانه های جاده ۲/۱ بیشتر شیب سطح جاده در نظر گرفته شود

آب باران یا فرسایش که جاده را قطع میکند به این صورت تقسیم بندی می شود.

۱- آب باران یا فرسایش که بصورت رودخانه ها جاده را قطع میکنند

۲- آب سیل یا رودخانه هایی که جاده آنها را قطع می کند

۲ - آب بارانی که همزمان بارش روی سطح جاده جاری می شود و بدون
۳ - آب باران یا برفی که روی شیروانی ها جمع شده و سپس به جاده سرازیر می شود
۴ - آبهای زیرزمینی که طبق خاصیت لوله های مویین بطرف بالا کشیده می شود و به روی جاده جاری می شود
جهت جلوگیری از این آبها بر جاده تمهیدات مختلفی انجام میدهند از جمله ساختن آبروها
پلها ، کانالها و دیوارهای هدایت آب و غیره
قسمت اعظم هدایت آب معمولا زیاد توسط آبروها و پلها انجام می شود .
فرق آبرو و پل در دهانه آنها است که دهانه پل زیادتر است .
در آبروها فقط گزینی جاده وجود دارد و نه جاده است و هیچ مشکلی پیش می آید
در پل ها شانه جاده وجود ندارد و جاده قطع می گردد .
معمولا تا دهانه بالای ۶ m را بصورت پل و پائین تر از ۶ m را بصورت آبرو می سازند
هزینه احداث پلها و آبروها در یک جاده کوهستانی حدود ۲۵٪ است که ۱۵٪ (خارج یک راه را در بر دارند)
آن مربوط به آبروها و ۱۰٪ مربوط به پل است
مسئله مهمی که در پلها است تعیین دهانه پل است . برای تعیین دهانه پل بایستی اطلاعات از بزرگترین
سیلاب را داشته باشیم که دبی max را داشته و ارتفاع پل را تعیین نمائیم . این قسمت احتیاج به مطالعات
هیدرولوژیکی دارد .

تعیین دبی سیلابها : (برای فاز یک) = تاسیساتی که معمولا ساخته میشوند با توجه به اهمیت آنها و هزینه ای که در بر دارند برای بزرگترین سیلاب ممکن طراحی می شوند

دبی سیلابی که تعیین می شود باید بزرگترین سیلابی باشد که در یک دوره بازگشت معین داده شود این دوره بازگشت
معمولا ۵ ساله ، ۱۰ ساله ، ۲۵ ساله ، ۵۰ ساله ، ۱۰۰ ساله و ... است
هرچه دوره بازگشت بزرگتر باشد دبی تعیین شده بیشتر است و ارتفاع پل بالاتر می رود .
در جاده های درجه یک و ۲ راههای پلها و آبها را بر اساس دوره بازگشت ۵۰ ساله و ۱۰۰ ساله
طراحی می کنند .

تعیین دبی سیلابها بچه اساسی صورت می گیرد ؟

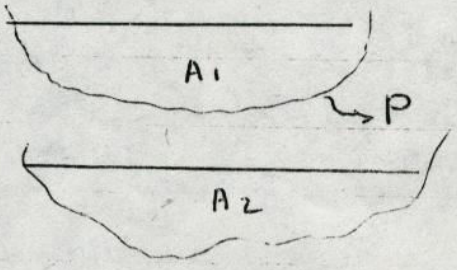
۱ - با استفاده از آمار رودخانه ها این روش مستقیم این است که آمارهای ۲۰-۵۰ ساله و ۱۰۰
ساله رودخانه ها وجود داشته باشد دیگر رودخانه ای است که این آمار برای آن موجود باشد

۲- با استفاده از مقاسه‌های موجود ۲- تعیین دبی از مقایسه با پل‌های موجود

۳- استفاده از داغ آب است (خط بجا مانده از میزان آب را داغ آب گویند)

داغ آب را داریم و پروفیل رودخانه را داریم پس A_1 بدست می‌آید. 50 متر بالاتر داغ آب را داریم و A_2 را بدست می‌آوریم

که Q از رابطه مانینگ بدست می‌آید



$Q = \frac{1}{n} A_1 R^{2/3} \times i^{1/2}$

$Q = \sqrt{A}$

$i = \Delta h / \ell_{(50)}$

n: زبری (بستگی به جنس لگ رودخانه دارد).

$R = A_1/P$ و P طول محیط تر شده

A = سطح مقطع

R = شعاع هیدرولیکی

$\Delta h = \frac{1}{2g}\left[\left(\frac{Q}{A_2}\right)^2 - \left(\frac{Q}{A_1}\right)^2\right]$ افت فشار (انرژی)

$i = \frac{\Delta h}{\ell} \xrightarrow{\text{دوباره}} Q \xrightarrow{\text{دوباره}} \Delta h \xrightarrow{\text{دوباره}} i \xrightarrow{\text{دوباره}} Q$

این قدر این عمل را انجام می‌دهیم تا Q‌ها تقریبا تفاوتی نداشته باشد یا اختلاف کم شود.

در این حالت Q دبی رودخانه است.

۴- می‌بینیم دبی حریان کوه‌ها بستگی به شدت بارندگی و حوزه‌های شرب آب

در این حالت سطح حوزه رودخانه را تقسیم می‌کنیم با توجه به نقشه‌های توپوگرافی $\frac{1}{50000}$

را هم حساب کرده و حوزه آبریز رودخانه را تقسیم می‌کنیم و بعد مساحت آن را تقسیم می‌کنیم

$Q = 0.3\, C\, I\, A$ و $C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}$

Q = دبی m^3/sec

C = ضریب حریان سطحی - دارای واحدی نباشد و بستگی به نوع پوشش دارد (ضریب رواناب)

I = شدت بارش mm/hr

A = مساحت حوزه Km^2 یا $\frac{1}{50000}$

$Q = V \cdot A_1$

ممکن است منطقه از چند زیر حوضه تشکیل شده باشد

هرکدام دارای ضریب رواناب C_i و مساحت A_i

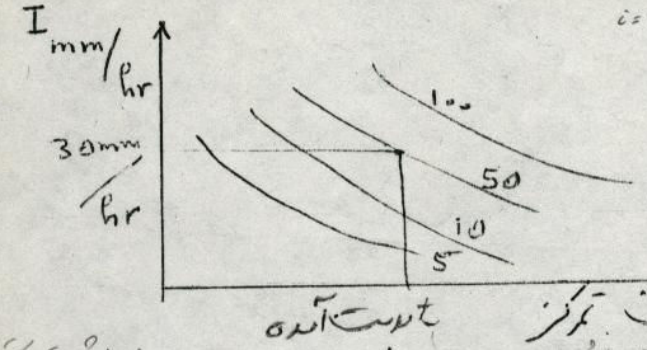
$$C = \frac{\sum_{i=0}^{n} C_i A_i}{\sum_{i=0}^{n} A_i}$$

زمان تمرکز: زمانی که طول می‌کشد تا آب از دورترین نقطه حوزه به نقطه مورد نظر برسد.

فرمول Pilcering

طول حوزه $\rightarrow$ $t = 5.3 \left(\frac{l^2}{i}\right)^{1/3}$ دقیقه $\leftarrow$ شیب متوسط حوزه

l بر حسب km



اختلاف ارتفاع بین دورترین حوزه تا محل پل

$$i = \frac{\Delta h}{l}$$

Δh: اختلاف ارتفاع بلندترین نقطه حوزه تا محل پل

l: فاصله بین دو نقطه‌ای که Δh را بدست آورده‌ایم.

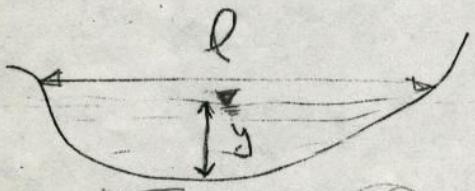
شدت متوسط

شدت بدست آمده

t را بدست آورده و از روی منحنی شدت - مدت - فراوانی I متناظر با t را بدست می‌آوریم

حال Q را بدست آورده و چون رودخانه را داریم دانسیته ماننگ و بصورت آزمون و خطا A و R را بطریقی از آن بدست می‌آوریم تا بین دهانه پل می‌شود و یک مقداری بالاتر دهانه پل را تعیین می‌کنیم.

برای محاسبه یک از دو فرمول تالبوت



فرمول تالبوت: $Q = 5.8\, c \sqrt[4]{A^3}$ $\rightarrow$ مساحت دهانه آبرو

A مساحت حوزه km^2

c ضریب بین ۰ و ۱

$c = 1$ برای ارتفاعات با شیب زیاد و سنگی

$c = 0.6$ برای مناطق تپه‌ای با شیب متوسط

$c = 0.2$ مناطق مسطح

فرمول کرینگ: $Q = K_1 K_2 K_3 \frac{32 f}{\sqrt{f}}$ دبی سیلاب طرح

f سطح حوزه آبگیر بر حسب km^2

K_1 ضریب ناهمواری حوزه برای شیبهای

1 متوسط 0.9 کم 0.8

K_2 ضریب پوشش گیاهی

بدون گیاه 1 — 50٪ گیاه 0.8 — 75٪ گیاه 0.7 — 100٪ گیاه 0.6

K_3 ضریب قابلیت نفوذ (نفوذپذیری)

غیر قابل نفوذ $\rightarrow$ 1

نافوذپذیری کم 0.9

با نفوذپذیری متوسط 0.8

با نفوذپذیری زیاد 0.75

نوع پوشش سطحی	ضریب C
کلیه سطوح بتنی و آسفالتی	0.75 – 0.95
روسازی های آسفالتی	0.8 – 0.95
" " بتنی	0.7 – 0.9
بدنه بتنی یا ماکادام	0.35 – 0.7
خاکهای غیر قابل نفوذ	0.4 – 0.65
" " " با پوشش گیاهی	0.3 – 0.55
خاکهای نفوذ ناپذیر قابل نفوذ	0.15 – 0.4
" " " با پوشش گیاهی	0.1 – 0.3
" شنهای نفوذپذیر	0.05 – 0.2
" " با پوشش گیاهی	0 – 0.1

رابطه هوف بارو

$Q = 60 \beta \sqrt{F}$ ← Km^2 سطح حوزه ، m^3/sec

β = ضریب منطقه : برای مناطق مسطح 0.25-0.35

" " تپه ماهور 0.35-0.5

" " کوهستانی 0.5-0.7

رابطه Burkli - Ziegler

$Q_f = C I A \sqrt[4]{S/A}$

Q_f دبی ft^3/sec ← C ضریب جریان سطحی

I شدت بارش in/hr

A سطح حوزه acre

S شیب متوسط حوزه $ft/1000\,ft$

$1\,acre = 4000\,m^2$

طرح هندسی راه

در راهها از نظر طرح هندسی بررسی دو جنبه مهم است :

۱ - اهمیت راه ۲ - اهمیت قطعه‌ای که راه جزئی از آن است .

راهها دو هدف اساسی را برای ما تامین می کنند :

۱ - فراهم ساختن امکان دسترسی به نقاط اطراف

۲ - تامین امکان حرکت از نقطه‌ای به نقطه دیگر با اهمیتی

راهها از نظر طبقه بندی کلی به راههای :

کشوری - استانی - منطقه‌ای و روستائی تقسیم می شوند

راههای کشوری : هدف آن برقراری ارتباط بین دو کشور مجاور است و باید کیفیت آن بالا باشد

راههای استانی : هدف آن برقراری ارتباط بین شهرهای استان است .

راههای منطقه‌ای : هدف آن برقراری ارتباط بین دو استان است .

از نقطه نظر مشخصات فنی : راهها به انواع زیر تقسیم می شوند :

آزاد راهها - راههای اصلی - راههای فرعی - راههای روستائی

آزاد راهها : برای تامین ارتباط بین شهرهای بزرگ بکار برده می شود که از نظر مشخصات هندسی دارای مشخصات هندسی بالائی هستند و معمولا بیش از دو خط در هر طرف دارند . هیچ راه فرعی آنرا قطع نمی کند و از نظر استاندارد هم در سطح بالائی قرار گرفته است .

راههای اصلی : هدف ارتباط بین شهرهای مهم است که دو خطه یا چهار خطه هستند .

راههای فرعی : برای ارتباط بین مراکز صنعتی ، معدنی ، تجاری ، کشاورزی در یک استان و یا یک ناحیه بکار می روند . این راهها سرعت طرح معمولا بسیار پائینی دارند و ممکن است تا 40 Km/h هم برسد

راههای روستائی : برای ارتباط بین مراکز روستاها بکار برده می شوند . کیفیت این راهها بسیار پائین است . از خصوصیات این راهها می توان به این موارد اشاره کرد :

۱ - تامین ارتباط بسیار محدود و محلی ۲ - میزان آمد و شد کم ۳ - سرعت طرح پائین

سرعت های طرح :

نوع راه	نوع عوارض منطقه		
	هموار	تپه ماهور	کوهستانی
آزاد راه	140 — 120	120 — 100	80
راه اصلی	120 — 100	100 — 80	80 - 60
راه فرعی عریض	100 — 80	80 — 60	60 - 40
راه فرعی معمولی	80 - 60	60	60 - 40
راه فرعی کم عرض	60	60 - 40	40
راه روستائی	50 - 40	40 - 30	30

سلسله دیلری که در راهها باید رعایت شود عوامل اقتصادی است . برخی مواقع احداث تونلهای اصلی هزینه زیادی در بر دارد مثلاً در ایجاد یک تونل راه احتیاج به زمین زیادی برای احداث دو تونل راه داریم باید قبل از احداث راه آنرا خریداری کنیم چون تقدان احداث راه زمین گران شده و یا در خود مسیر باید مسیری را انتخاب کرد که کمترین هزینه اضافی را داشته باشد .

آمدوشد .

آمدوشد به تعداد وسایلی گفته می شود که از راهی در زمان خاصی عبور کنند و یک راه را هر چه بیشتر مهم در راهسازی می باشد همانطوری که در یک سازه اطلاع بر بارهای وارده بر آن سازه مهم است در راهسازی هم اطلاع بر آمدوشد برای راه مهم است و همانطوری که می بایستی بین مقاومت اعضاء یک سازه و نیروی وارد بر آن یک تناسبی برقرار باشد می بایستی که بین هزینه یک جاده و میزان آمدوشد آن یک رابطه منطقی برقرار باشد .

انواع آمدوشدها :

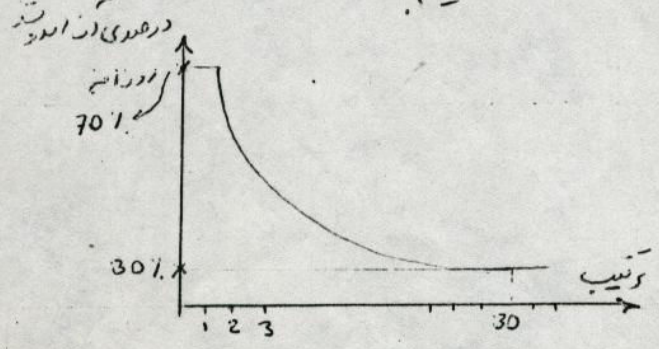
۱) آمدوشد متوسط روزانه :

عبارتست از تعداد آمدوشدی که در یک سال صورت می گیرد تقسیم بر 365 . این آمدوشد می تواند ملاکی برای تعیین تعداد خطوط راه باشد چون در بعضی از سال ممکن است که تعداد آمدوشد از این

- بیشتر باشد . بنابراین از آمدوشد ساعت طرح استفاده می‌کنیم .

۲) آمدوشد در ساعت طرح :

در تمام سال آمدوشد را در ساعات ثبت می‌کنیم . حال شلوغ‌ترین ساعت سال را بر حسب درصدی از آمدوشد سالیانه بدست می‌آوریم . این را رتبه یک می‌نامیم و به همین ترتیب رتبه ۲ و ... این نقاط را با هم وصل کرده و منحنی را رسم می‌کنیم . این منحنی را منحنی ترتیب شلوغ‌ترین سال می‌نامیم . ما معمولاً سی امین رتبه شلوغی طرح را از این می‌گیریم که درصدی از آمدوشد سالیانه بدست می‌آورد که آمدوشد ساعت طرح بدست می‌آید .



** آمدوشد ساعت طرح عبارت است از : آمدوشد سی امین شلوغ تا این ساعت طرح .

ضریب توزیع جهتی :

عبارت است از نسبت رفت و آمد در طرف شلوغ جاده ، به رفت و آمد دو طرف خلوت جاده

ترکیب آمدوشد :

آمدوشد به دو دسته کلی تقسیم می‌شود :

۱- وسایل نقلیه سبک مانند انواع سواری ، وانت ، استیشن و ...

۲- وسایل نقلیه سنگین شامل انواع کامیون ، تریلی ، اتوبوس و کلاً وسایل نقلیه‌ای که بیش از 4.5^{ton} وزن دارند

اتومبیل استاندارد یا وسیله نقلیه طرح :

با توجه به اینکه انواع و اقسام اتومبیل‌های سواری ، کامیون و غیره داریم . AASHTO : 6 وسیله نقلیه طرح پیشنهاد کرده و مطابق این آئین نامه راه‌ها را بر اساس این شش نوع باید طرح نمود :

جدول صفحه بعد

ع وسیله	سواری	کامیون	اتوبوس	تریلی متوسط	تریلی بزرگ	کامیون با یدک
محور ابتدا و انتها	3.3	6.1	7.6	12.2	15.2	18.4
آمدگی جلو	0.9	1.2	2.1	1.2	0.9	0.6
عقب	1.5	1.8	2.4	1.8	0.6	0.9
سرتاسری	5.8	9.1	12.2	15.2	16.8	19.8
ض سرتاسری	2.1	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
ع وسیله نقلیه	متغیر	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
شعاع دایره داخلی گردش	4.6	8.6	6.2	7.1	6.05	6.9
ل شعاع دایره خارجی گردش	7.3	12.8	12.8	12.2	13.7	13.7

ز ایران ۶ نوع وسیله سواری ـ کامیون ـ تریلی متوسط و تریلی بزرگ ـ ملاک طراحی قرار می گیرد.

رعت ـ دانستن :

سرعت بر دو نوع است : سرعت حرکت و سرعت طرح

رعت طرح عبارتست از حداکثر سرعتی که یک وسیله نقلیه می تواند با ایمنی کامل در یک مسیر حرکت کند و فقط به طرح هندسی جاده بستگی دارد.

توجه به اینکه یک وسیله نقلیه چون شرایط جاده ایده آل نمی باشد، نمی تواند با سرعت طرح حرکت ایمن پس بنابراین سرعت حرکت کمتر از سرعت طرح خواهد بود.

رعت حرکت به عوامل زیر بستگی دارد:

۱ـ سرعت طرح : هرچه سرعت طرح بیشتر باشد سرعت حرکت هم بیشتر است.

۲ـ شرایط محیط و اک و هوا : سرعت حرکت در شب و هوای بارانی کمتر از اوقات دیگر است.

ـ میزان آمدوشد : هرچه آمدوشد یک راه بیشتر باشد، سرعت طرح کمتر است

ـ مقررات و نحوه اجرای کنترل وسایل نقلیه

سرعت طرح Km/hr	سرعت حرکت Km/hr		
	آمدوشد کم	آمدوشد متوسط	آمدوشد زیاد
50	46	44	41
60	55	51	48
70	63	58	53
80	70	66	56
90	78	72	—
100	85	78	—
110	91	84	—
120	102	94	—

AASHTO : سرعت طرح حرکت را برای راههای شهری و برون شهری تقسیم نموده است.

۱) سرعت حرکت بین 70-80 Km/hr : برای همه راههای اصلی دو خطه تمام برون شهری و راههای چند خطه برون شهری در مناطق هموار و تپه ماهور.

۲) سرعت حرکت بین 60-70 Km/hr : برای همه راههای اصلی برون شهری و در یک شهرها، راههای چند خطه در مناطق کوهستانی و در صورت امکان راههای اصلی دو خطه برون شهری در مناطق کوهستانی

۳) سرعت حرکت بین 55-60 Km/hr : برای راههای اصلی دو خطه در مناطق کوهستانی در صورتیکه امکان تامین سرعت حرکت بیشتر نباشد و برای راههای درون شهری با کنترل دسترسی.

گنجایش :

۱- گنجایش حداکثر ۲- گنجایش طرح

گنجایش حداکثر عبارت است از: حداکثر تعداد وسیله نقلیه ای که در شرایط ایده آل می توانند با ایمنی کامل از یک مسیر عبور نمایند و با C نشان داده می شود.

گنجایش طرح : با توجه به اینکه تامین شرایط ایده آل ممکن نمی باشد، پس گنجایش طرح کمتر از گنجایش حداکثر است و با V نمایش داده می شود.

بر اساس نسبت V/C ، AASHTo ، شش کیفیت پیش بینی نموده است :

کیفیت الف : $\frac{V}{C} \leq 0.3$ کیفیت ب : $0.3 < \frac{V}{C} \leq 0.5$

کیفیت ج : $0.5 < \frac{V}{C} \leq 0.75$ کیفیت د : $0.75 < \frac{V}{C} \leq 0.9$

کیفیت هـ : $0.9 < \frac{V}{C} \leq 1$ کیفیت و : $\frac{V}{C} > 1$

کیفیت « و » نشان دهنده راه بدان است

کیفیت « الف » عاده از گنجایش حداکثر آن استفاده نمی شود و غیر اقتصادی است

کیفیت « د » و « هـ » ترافیک زیاد است .

کیفیت « ب » و « ج » معمولاً استفاده می شود .

جدول کیفیت پیشنهادی AASHTo :

نوع راه	کیفیت پیشنهادی	
	جدول شهری	جدول شهری
آزادراهها و بزرگ راهها :		
خطوط اصلی	ج	ب
شیب راهها	ج	ب
قسمتهای تغییر خط	ج	ب
راههای اصلی :		
خطوط اصلی	ج	ب
قسمتهای تغییر خط	ج	ب
تقاطع های با چراغ راهنما :		
راههای اصلی	ب	الف
راههای دیگر	ج	ب
راهها و خیابانهای محلی	ج	ج

گنجایش یک خط در جریان پیوسته آمد و شد :

جریان پیوسته یک مسیر : به جریانی گفته می شود که هیچ گونه قطعی در جریان نداشته باشیم :

جدول گنجایش هر خط در جریان پیوسته :

سرعت طرح	کاهش گنجایش در اثر	گنجایش برای سرعت حرکت		
		70-80	60-70	55-60
110 Km/hr و بیشتر	2000	1000	1300	1600
100 Km/hr	2000	400	1100	1500
80 Km/hr	2000	بسیار کم	500	1250

اعداد این جدول بفرض آنست که :

۱- عرض هر خط 3.65 متر باشد .

۲- هیچ مانعی تا فاصله 1.8 m لبه روسازی نداشته باشیم .

در غیر اینصورت بایستی اعداد جدول فوق برای این دو مسئله تصحیح شود .

درصورتیکه عرض هر خط 3.5 m باشد ، اعداد این جدول باید در عدد 0.95 ضرب شود ؛

درصورتیکه عرض هر خط 3.25 m باشد اعداد جدول فوق در عدد 0.9 ضرب می شود .

درصورتیکه فاصله مانع از کنار جاده از 1.8 m کمتر باشد بایستی که اعداد جدول فوق در ضرایب جدول زیر ضرب شود :

فاصله مانع از کنار جاده	برای مانع در یک طرف		برای مانع در دو طرف	
	راه دو طرفه	راه چهار خطه	راه دو طرفه	راه چهار خطه
1.8	1	1	1	1
1.5	0.98	1	0.96	0.97
1	0.94	0.95	0.88	0.96
0.5	0.90	0.97	0.79	0.93
0	0.85	0.90	0.70	0.81

سرعت طرح راه	درصدی از طول راه که شیب تندتر از 4.5% دیده میشود	کشش حداقل	تجاوز برای سرعت حرکت		
			70-80	60-70	55-60
100 Km/hr و بیشتر	0	2000	900	1300	1600
	20		860	1260	1600
	40		800	1200	1500
	60		720	1040	1440
	80		—	—	—
80 Km/hr	0	2000	اندک	1140	1550
	20			1020	1430
	40			870	1280
	60			700	1120
	80			500	960
60 Km/hr	0	2000	———	———	1240
	20				1100
	40				990
	60				740
	80				270

ضریب تبدیل به سواری متعادل بستگی به نوع وسیله نقلیه و منطقه دارد و نوع راه.

نوع راه	نوع وسیله	متعادل سواری در انواع تقلیه سنگین		
		تپه ماهور	کوهستانی	
راههای چند خطه	کامیون	4	8	
	اتوبوس	3	5	
راههای دو خطه دو طرفه	کامیون	5	10	
	اتوبوس	4	6	

گنجایش طرح در جریان ناپیوسته بدون توقف شهری:

در جریان ناپیوسته راههای بدون توقف شهری دو شرط داریم:

۱- وجود تقاطع هم سطح مانند چهار راهها

۲- تعداد اتو مبیل های راه اصلی در راه فرعی که راه اصلی را قطع می کنند، از جدول زیر تجاوز نکند:

حداقل جریان ساعتی کل آمدوشد دو طرفه			
راه دو خطه دو طرفه		راه چهار خطه دو طرفه	
آمدوشد مستقیم	آمدوشد متقاطع	آمدوشد مستقیم	آمدوشد متقاطع
400	250	1000	200
500	200	1500	50
650	100	2000	25

اگر جریان جاده ناپیوسته باشد، مطابق چهار راههای چراغ دار تعداد خطوط جاده محاسبه می شود

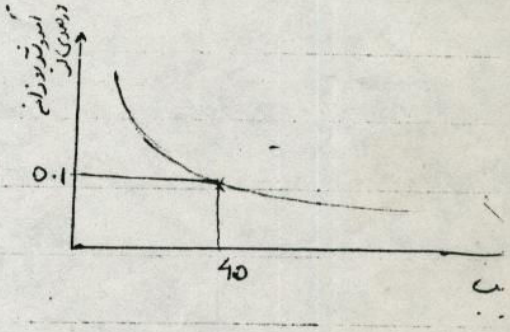
گنجایش طرح آمدوشد ناپیوسته در خیابانها و راههای آزاد شهری:

مطابق جدول زیر گنجایش طرح در تقاطع محاسبه می شود:

نوع راه	گنجایش طرح بر حسب اتو برای هر خط عرض 3.65 متر
شریانی های آزاد شهر که جریان آمدوشد راه متقاطع و جریان اصطکاک کناری کم است (کیفیت ج)	700-900
شریانی های آزاد شهر که جریان آمدوشد راه متقاطع و جریان اصطکاک کناری قابل ملاحظه است (کیفیت ج)	500-700
خیابانهای شریانی که فاصله چراغهای آن از 1.5 Km بیشتر باشد توقف در آنها ممنوع و محلهای برای توقف در پای دیوار وجود دارد (ج)	400-600
خیابانهای شریانی که فواصل چراغهای آنها از 1.5 Km کمتر است	مطابق گنجایش تقاطع

ل: میزان متوسط آمد و شد روزانه در دو طرف یک آزادراه برون شهری: 16000 خودرو سبک و 10000 کامیون و 1000 اتوبوس برای سال حد پیش بینی شده است. از روی منحنی تغییرات عوزانه، تبدیل، ساعتی، منحنی ترتیب شلوغترین ساعات برای سال حاضر بصورت زیر رسم شده است

ضریب توزیع جهتی برای 60 ٪ و درصد وسایل سنگین برابر 21 ٪ اندازه گیری شده است. میزان متوسط روزانه در حال حاضر برای 2000 وسیله سبک، 1500 کامیون و 500 اتوبوس می باشد.



تعداد خطوط لازم برای این راه را در شرایط حدود - تپه ماهور - کوهستانی، برای سرعت طرح (70-80) Km/hr (60-70) و (55-60) حساب کنید. مشخصات راه بصورت زیر است:

عرض متوسط 3.65 m

	سرعت طرح: 120 Km/hr
تپه ماهور	100
کوهستانی	80

ث نرخ راه خاص است زیرا منطقه 1.8 متری حاشیه هیچ مانعی وجود ندارد.

حل:

آمد و شد طرح (veh/hr) ساعت پر سیله $= 0.1(16000 + 10000 + 1000) = 2700$

درصد وسایل سنگین در حال حاضر $= \frac{1500+500}{4000} = 50\%$

" " " در آینده $= (10000 + 1000)/27000 = 41\%$

درصد وسایل سنگین در آینده: تصحیح

50	21
41	x

$\rightarrow x = \frac{21 \times 41}{50} = 17\%$

درصد وسایل سنگین طرح $= 0.17 \times 2700 * 0.6 = 275$ veh/hr

" " سبک $= (1 - 0.17) \times 2700 \times 0.6 = 1344$ "

تعداد اتوبوس طرح $= 275 \times \frac{1000}{11000} = 25$ "

تعداد کامیون طرح $= 275 \times \frac{10000}{11000} = 250$ "

- حال باید اتوبوس و کامیونها را به سواری تبدیل کنیم . مطابق جدول زیر :

نوع راه	نوع وسیله	معادل سواری		
		سیمبار	تنه ماشین	کوچک خاور
راههای چند خطه	کامیون	2	4	8
	اتوبوس	1.6	3	5
راههای دو خطه	کامیون	2.5	5	10
	اتوبوس	2	4	6

سرعت طرح	ظرفیت هر گذر	کاهش ظرفیت برای سرعت طرح		
		70-80	60-70	55-60
110 Km/hr و بیشتر	2000	1000	1300	1600
100 Km/hr	2000	900	1100	1500
80 Km/hr	2000	بقیه کم	500	1250

چون اندوشده تا 2700 است و از 2000 بیشتر است پس راههای ما راههای چند خطه است

منطقه دشت

تعداد سواری معادل کامیون = $2 \times 250 = 500 \frac{veh}{hr}$

" " " اتوبوس = $1.6 \times 25 = 40 \frac{veh}{hr}$

کل وسیله → سواری طرح

$= 1344 + 500 + 40$

$= 1884 \frac{veh}{hr}$

منطقه تپه ماهور

" " " کامیون = $4 \times 250 = 1000$

" " " اتوبوس = $3 \times 25 = 75$

کل وسیله → سواری طرح

$= 1344 + 1000 + 75$

$= 2419 \frac{veh}{hr}$

منطقه کوهستانی

" " " کامیون = $8 \times 250 = 2000$

" " " اتوبوس = $5 \times 25 = 125$

کل وسیله → سواری طرح

$= 1344 + 2000 + 125$

$= 3369 \frac{veh}{hr}$

دشت

70 − 80 → تعداد خطوط = $1884/1000$ = دو خطه

60 − 70 → " " = $1884/1300$ = دو خطه

55 − 60 → " " = $1884/1600$ = دو خطه

تپه ماهور

70 − 80 → تعداد خطوط = $2419/400$ = شش خطه

60 − 70 → " " = $2419/1100$ = سه خطه

55 − 60 → " " = $2419/1500$ = دو خطه

زیاد	$N =$	تعداد خطوط ←	70 – 80
هفت خطه	$= 3369/500 =$	" " ←	60 – 70
سه خطه	$= 3369/1250 =$	" " ←	55 – 60

کوهستانی

اجزاء طرح

هدف از این فصل می‌سه اجزاء طرح یک راه است.

یکی از مهم‌ترین مسایل، فاصله دیداست که در نظر می‌گیریم. فاصله دید به دو صورت بیان می‌شود

۱- فاصله دید توقف ۲- فاصله دید سبقت

فاصله دید توقف: عبارت است از فاصله‌ای که لازم است تا یک اتومبیل بتواند هدف مانعی در جلو خود دیده و قبل از این که به آن برخورد نماید متوقف شود.

فاصله دید توقف از دو قسمت تشکیل شده است:

۱- زمان واکنش و تصمیم گیری ۲- زمان ترمز تا توقف کامل

زمان واکنش معمولاً 0.5 ثانیه است ولی برای اطمینان بیشتر 1 ثانیه در نظر گرفته می‌شود.

زمان تصمیم گیری بستگی به شرایط مانع مثل دید راننده - فاصله از مانع - نوع و شرایط راه و وضعیت ظن دید دارد که معمولاً 1.5 ثانیه است. بنابراین 2.5 ثانیه لازم است.

پس مسافت ادعیه برای زمان واکنش و تصمیم گیری $2.5 \times V$ است.

مسافت ترمز گیری بستگی به سرعت اتومبیل - ضریب اصطکاک لاستیک دارد و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$d = V^2 / 256 f$$

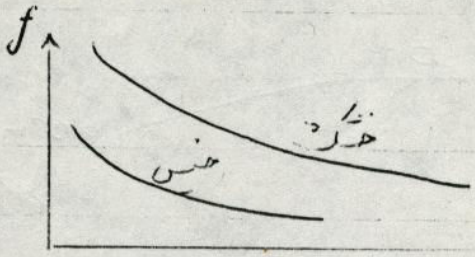
V: سرعت Km/hr

f: ضریب اصطکاک

و ضریب اصطکاک بستگی به سرعت اتومبیل و نوع شرایط راه دارد که در روسازی های جدید کمتر است.

فاصله توقف و تصمیم و واکنش

$$D = 2.5 \times 3.6 V + \frac{V^2}{256 f}$$



جدول تعیین فاصله توقف و تصمیم گیری :

سرعت طرح km/hr	سرعت حرکت km/hr	تصمیم گیری در دوراهی: زمان ثانیه	تصمیم گیری در دوراهی: مسافت d_1 متر	ضریب اصطکاک f	فاصله توقف d_2 m	فاصله دید توقف (D) m	
40	38	2.5	27	0.38	15	45	روسازی تر (مصالح طرح)
60	55	2.5	38	0.34	34	70	
80	70	2.5	49	0.31	63	110	
100	85	2.5	60	0.30	95	155	
120	97	2.5	68	0.28	133	200	
40	40	2.5	28	0.63	10	40	روسازی خشک (سنگ ۱)
60	60	2.5	42	0.61	23	65	
80	80	2.5	56	0.58	43	100	
100	100	2.5	70	0.56	70	140	
120	120	2.5	84	0.54	104	190	

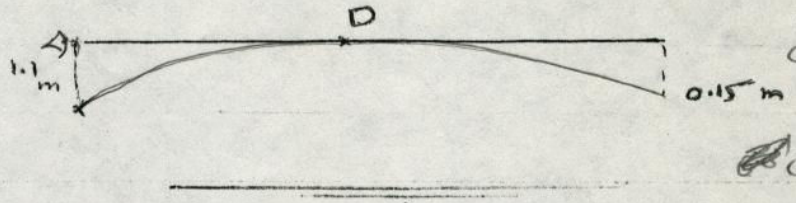
اگر روسازی شیب داری حرکت کند ↓ $d_2 = \frac{V^2}{256(f \pm G)}$

G : شیب به درصد که سرازیری را مثبت و سربالایی را منفی گرفته و در محاسبات وارد می‌شود

فاصله دید توقف :

$$D = 2.5 \times 3.67 V + \frac{V^2}{256(f \pm G)} \quad , \quad \tan\alpha$$

سرعت طرح km/hr	سرعت حرکت km/hr	تصحیح فاصله دید توقف (m)					
		کاهش در سربالایی			افزایش در سرازیری		
		3%	6%	9%	3%	6%	9%
40	38	—	—	5	5	10	15
60	55	5	5	—	10	15	—
80	70	5	10	—	15	25	—
100	85	10	15	—	25	35	—
120	97	15	25	—	35	50	—



کاربرد فاصله دید توقف
کاربرد هندسی است
در قوس‌های قائم یا افقی
استفاده می‌شود.

فاصله دید سبقت

عبارت از حداکثر فاصله‌ای که یک اتومبیل با اطمینی کامل می‌تواند از اتومبیل جلوئی سبقت گیرد و به خط اصلی خود با فاصله کافی از اتومبیلی که از آن سبقت گرفته، برگردد.

طی سه فاصله دید سبقت بر اساس اصول زیر است:

۱- خودروئی که از آن سبقت گرفته می‌شود با سرعت یکنواخت حرکت کند.

۲- همزمان با شروع حرکت خودرو قصد سبقت گرفتن دارد وارد قسمت سبقت آزاد می‌شود و عملیات کوتاهی جهت چپ راننده کرده و عمل سبقت را آغاز می‌کنند.

۳- عمل سبقت در شرایطی که به شروع تا کامل رسیدن تا بحیله موسوم است انجام شود و خودروئی که قصد سبقت گرفتن دارد، سرعت آن بطور متوسط بیش از $15\ Km/hr$ از خودرو جلوئی بیشتر است

۴- مقدار سبقت گرفتن فاصله کافی بین خود سبقت گیرنده و خودرو سبقت گرفته شده باشد

فاصله دید سبقت مرکب از ۳ فاصله زیر است:

d_1

عبارت از فاصله‌ای که در زمان تصمیم گیری و واکنش طی می‌شود

$$d_1 = 0.275\, t_1 \left(v - m + \frac{a t_1}{2}\right)$$

t_1 : زمان (ثانیه) اولیه (s)

a : شتاب متوسط $(Km/hr/sec)$

v : سرعت متوسط خودرو سبقت گیرنده (Km/hr)

m : اختلاف سرعت خودرو سبقت گیرنده و سبقت گرفته شده (Km/hr)

d_2 : فاصله‌ای که اتومبیل در زمان سبقت گیری در خلاف جاده با اتومبیل می‌کند طی می‌شود

d_2

عبارت از فاصله‌ای که بعد از سبقت گیری بین اتومبیل سبقت گیرنده و سبقت گرفته شده وجود دارد

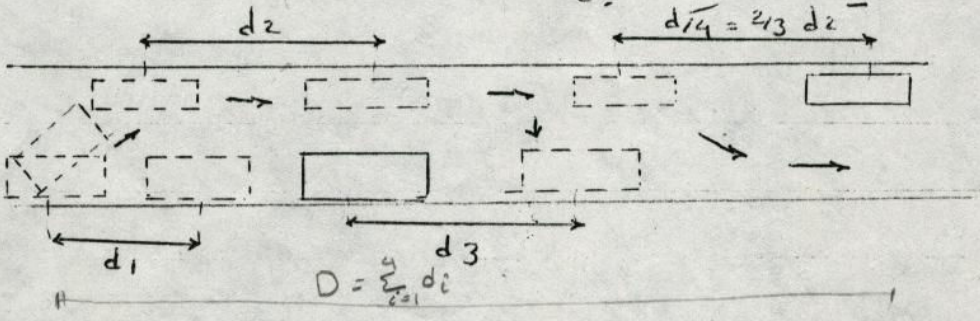
$$d_2 = 0.275\, v \times t_2$$

t_2 : زمانی که خودرو سبقت گیرنده در خلاف سبقت گیری را طی می‌کند

v : سرعت متوسط خودرو سبقت گیرنده در حال سبقت

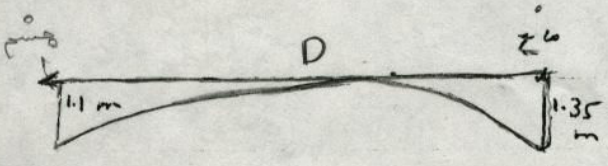
d_3 عبارت است از فاصله‌ای که بعد از سبقت گیری بین اتومبیل سبقت گیرنده و سبقت گرفته شده وجود دارد.

d_4 عبارت است از فاصله‌ای که اتومبیل مقابل در $\frac{2}{3}$ زمان طی اتومبیل سبقت گیرنده دلت چپ را اشغال میکند فرض میکنند که برابر $\frac{2}{3} d_2$ است.



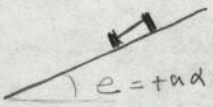
سرعت متوسط سبقت Km/hr	55	70	80	100
شاخص اولیه:				
a (Km/hr/sec)	2.24	2.29	2.35	2.4
t1 (sec)	3.6	4	4.3	4.5
d1 (m)	43.5	64.5	87	111
اشغال طرف چپ t2 (sec)	9.3	10	10.7	11.3
d2 (m)	142.5	192	247.5	309
فاصله آزاد d3 (m)	30	54	75	90
خودرو مقابل d4 (m)	94.5	127.5	165	204
D مجموع فواصل	310	438	575	714

سرعت طرح Km/hr	سرعت حرکت Km/hr: خودرو سبقت گیرنده	خودرو سبقت گرفته شده	حداقل فاصله دید سبقت (m)
40	51	36	270
60	67	52	~~420~~
80	82	67	540
100	93	78	660
120	106	91	780



در این رابطه ضریب اصطکاک f بستگی به سرعت طرح دارد معمولاً برای سرعت طرح $50\ Km/hr$ برای $\frac{16}{100}$ و برای $130\ Km/hr$ برابر $\frac{11}{100}$ در نظر گرفته می‌شود و در اعداد بین دو خارج تایک متناسب انتخاب و درونیابی می‌کنیم.

حداقل شعاع قوس‌های افقی:



$$R = \frac{V^2}{128(e+f)}$$

$$e+f = \frac{V^2}{128R}$$

منظور قوس‌های افقی است.

V: سرعت طرح

R: شعاع جاده

f: ضریب اصطکاک

e: دور (شیب عرضی)

قوس‌های افقی معمولاً به صورت دایره‌ای بوده که شعاع این دایره با توجه به نیروی گریز از مرکزی که به اتومبیل وارد می‌شود و بستگی به سرعت (اتومبیل)، شیب عرضی جاده در قوس یا دور و ضریب اصطکاک عرضی بین سطح جاده و لاستیک اتومبیل مقادیر ماکزیمم در اندازه قوس اثر پیدا می‌کنند.

برای سرعت $50\ Km/hr$ ← $f = 0.16$

" $130\ Km/hr$ ← $f = 0.11$

میزان شیب عرضی بستگی به عوامل زیر دارد:

۱- شرایط جوی منطقه ۲- شرایط پستی و بلندی ۳- میزان عبور وسایل نقلیه

۴- نوع منطقه (درون شهری یا برون شهری)

$$R_{min} = \frac{V^2}{128(e_{max}+f_{max})}$$

$R > R_{min}$

e_{max}: در مناطقی که در معرض باران و برف نیستند حداکثر 0.12 و در مناطقی که در معرض باران و برف هستند حداکثر 0.08 تا باشد و در محدوده شهرها حداکثر 0.6

α معمولاً حالات را برای شیب 0.07 در نظر می‌گیریم معمولاً 0.07 می‌گیریم

سرعت طرح Km/hr	حداکثر شیب عرضی e_{max}	حداکثر ضریب اصطکاک جانبی f_{max}	حداقل شعاع محاسباتی (m) R	حداقل شعاع استعمال شده در شیب	
				راه دو خطه	راه چهار خطه
40	0.07	0.17	50	35	55
60	0.07	0.15	135	45	65
80	0.07	0.14	250	55	75
100	0.07	0.13	425	60	85
120	0.07	0.11	700	70	100

تصحیح شیب عرضی:

$$e = e_{max}\left[2\frac{R_{min}}{R} - \left(\frac{R_{min}}{R}\right)^2\right]$$

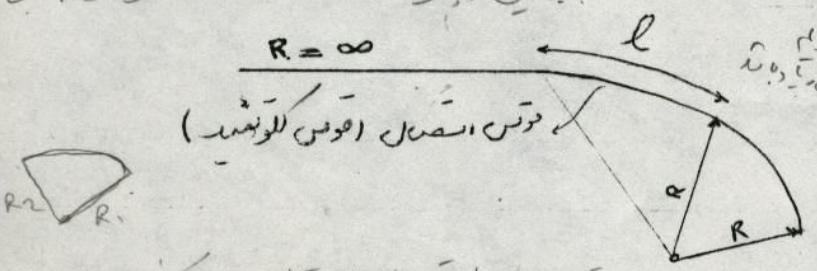
اگر شعاع جاده را بیشتر از R_{min} بگیریم باید تصحیح فوق انجام شود.

قوسهای انتقال

قوسهای انتقال :

عبارتست از قوسهای واسطه بین مسیر مستقیم و قوس با شعاع R .

قوسهای انتقال به این علت بکار می روند که هنگام ورود از مسیر مستقیم به قوس مانند این است که از قوس به شعاع بی نهایت به قوس با شعاع R می رسیم. بین این دو تیپ قوس واسطه ذکر می شود بنابراین احتمال خروج اتومبیل از جاده صفر است بنابراین از قوسی که با شعاع R_1 به قوسی به شعاع R_2 می شویم اثر اختلاف آنها کاهش می یابد



جدول زیر جهت استفاده از قوس کلوتوئید : احتمال خروج اتومبیل از جاده زیاد است که در اینگونه موارد از قوسهای انتقال استفاده می کنیم

سرعت طرح Km/hr	120	100	80	60	40
حداقل شعاع قوس (m)	2800 ~~2000~~	1700	1000	550	200

حضر مبنیات قوسهای انتقال: انحنای آنها به تدریج تغییر می کند

$\frac{1}{R}$ = انحنا

R_1 2800

مهمترین قوس انتقال قوس کلوتوئیدی است.

خواص قوس کلوتوئید :

۱- انتقال از مسیر مستقیم به یک قوس دایره ای بعلی می تواند توسط قوس کلوتوئید با تغیر شعاع انحنا یکنواخت انجام می شود و تا علت می شود که سرعت ثابت نگه داشته شود و امکان افزایش آن باید

۲- اعمال شیب عرضی از مقدار حداقل یا حداکثر آن می تواند در طول قوس کلوتوئید انجام شود.

۳- اعمال تعریض روسازی ها در قوس می تواند در طول قوس کلوتوئید انجام شود.

طول قوس کلوتوئید از این رابطه بدست می آید.

$$l = \frac{0.0214\ V^3}{RC}$$

V : سرعت طرح (Km/hr)

R : شعاع قوس دایره ای (m) که قوس انتقال به آن متصل می گردد

C : ضریب وابسته بین 0.9 - 0.3 (لغت افزایش لغت گری ایرانی) هرچه C کمتر راحتی بیشتر است

l : طول قوس (m)

۴- بکارگیری قوسهای انتقال سبب می شود از وجود شکستگی در محل اتصال قوس مستقیم به قوس اجتناب شود

۵- اعمال شیب عرضی

مطابق جدول صفحه قبل

طول انتقال توصیه شده

در راههای سه خطه 1.2 برای راههای دو خطه

پیشنهاد برای هدایت آبهای سطحی در تقاطعات .

سرعت طرح	40	60	80	100	120
شیب لازم	7.2	6	5	4.2	3.8

$e = +g\alpha$

در راههای چهار خطه جدا شده 1.5 برای راههای دو خطه.

در راههای شش خطه و جدا شده 2 برای راههای دو خطه.

در قوسهایی که کلوتوئید ندارد 80٪ — 60٪ تغییر شیب عرضی در مسیر مستقیم و مابقیان در طول قوس کلوتوئید انجام می شود.

تغییر شیب عرضی به دو صورت انجام می شود: (دو طرفه به میانه)

۱- دوران حول محور میانی (مرکزی) ۲- دوران حول لبه داخلی قوس

۳- دوران حول لبه خارجی قوس

روش اول متداولترین روش است.

روش دوم در حالتی که لبه داخلی بعلت وجود کانال و غیره باید حفظ شود برتریهایی دارد

روش سوم در موارد کلیه زیبایی مورد نظر است برتری دارد.

نحوه اعمال شیب عرضی در راههای جدا شده:

راههای جدا شده به راههایی گفته می شود که توسط زمین یا میانه دو قسمت رفت و برگشت از هم جدا شده است

نحوه اعمال شیب عرضی به دو صورت است:

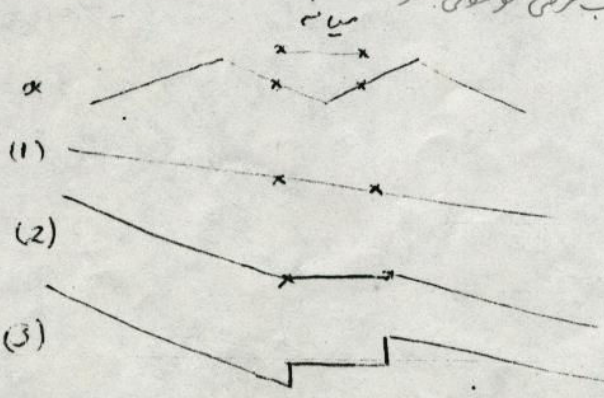
۱- حول محوری که از وسط میانه می گذرد دوران داده می شوند.

۲- هریک از قسمتهای سواره (حول) دو طرف میانه دوران داده می شوند یعنی حول دو نقطه میانه بصورت افقی می مانند هریک از قسمتهای راه بطور جداگانه خودشان دوران پیدا می کنند.

حالت اول برای میانه های با عرض کم می باشد و شیب عرضی متوسط می شود

حالت دوم برای میانه های با عرض متوسط است

حالت سوم برای میانه های با عرض بیشتر از ۹۵ متر است.



طول تامین شیب عرضی در راههای چهار و شش خطه جدا شده بترتیب برای 1.5 و 2 برای راههای دو طرفه - دو خطه است.

راههای جدا شده و هم متناسب با عرض میانه و شیب عرضی افزایش داده می شود.

تعریض در قوسها

به دو علت تعریض در قوسها انجام می شود:

۱- اتومبیل ها در قوسها عرض بیشتری اشغال می کنند.

۲- معمولاً راننده ها در قوسها به سختی می توانند از مسیر خودشان تبعیت کنند.

مقدار تعریض در قوسها از رابطه زیر بدست می آید:

$W = W_c - W_n$: اضافه عرض لازم

$W_c = 2(u + C) + f_A + Z$: عرض روسازی راه دو خطه در قوس (m)

W_n : عرض روسازی راه دو خطه در مسیر مستقیم

$\bar{V} = \bar{U} + R - \sqrt{R^2 - l^2}$

$f_A = \sqrt{R^2 + A(2l + A)} - R$

$\bar{V}$: عرض که بوسیله وسیله نقلیه از خارج تا خارج چرخها اشغال می شود (در قوسها m)

$Z = 0.1\ V/R$

C : فاصله آزاد جانبی وسیله نقلیه (برای روسازی های بالای 6 و 6.5 و 7.3 متر به ترتیب: 0.6 و 0.7 و 0.9 است)

f_A : عرض پیش آمدگی جلو وسیله نقلیه در قوس

Z : عرض اضافی لازم به منظور دشواری رانندگی در قوس (m)

U : عرض که بوسیله وسیله نقلیه از خارج تا خارج چرخها از مسیر مستقیم اشغال می شود.

(برای کامیون تک واحدی 2.55 متر است)

R : شعاع محور راه در قوس (m)

l : فاصله بین محور جلو و عقب اتومبیل برای کامیون تک واحدی 6 متر است

A : فاصله پیش آمدگی جلو وسیله نقلیه نسبت به محور جلو برای کامیون تک واحدی 1.2 m است

V : سرعت طرح Km/hr

اعداد روی سبد فوق (فرمول) برای کامیون تک واحدی است که برای سواری ها نیز حوالی است برای تریلی ها هم همگی که سرعت طرح از 50 Km/hr کمتر باشد و شعاع قوس از 170 متر بیشتر باشد حوالی است. اگر شعاع قوس بین 150-170 m باشد به اعداد W می به شده 0.15 متر اضافه می کنیم. اگر شعاع از 150 m کمتر باشد 0.3 متر اضافه می کنیم. حداقل اضافه عرض هم اگر از 0.6 متر کمتر بود در نظر نمی گیریم.

با توجه به اینکه هزینه تندرفتن زیاد می باشد توصیه می شود که اگر تعریض از 0.5 متر زیاد اعمال نشود و اگر عملیات ساختمانی در شعاع قوس از 1500 m هم بیشتر می توان از تعریض صرف نظر کرد. مقدار اضافه عرض در راههای چهار خطه جدا شده 2 برابر راههای دو خطه می باشد.

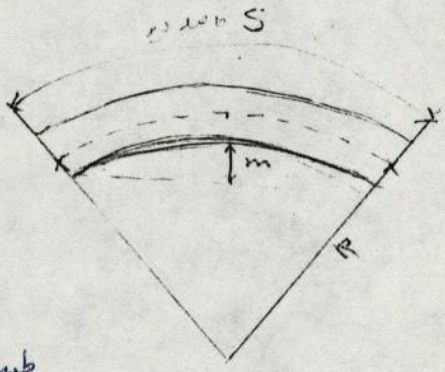
نحوه اعمال تعریض به این صورت است:

۱- در قوسهای ساده (بدون کلوتوئید) تعریض فقط در لبه داخلی قوس انجام می شود، ولی در قوسهای با کلوتوئید ممکن است که تعریض فقط در لبه داخلی قوس یا نصف آن در لبه داخلی و نصف آن در لبه خارجی انجام شود.

- تعریض در قوسها باید بتدریج و در طول کافی انجام شود تا از روسازی قابل استفاده شود. معمولاً تعریض در طول برابر 60 - 120 m انجام می شود. (بهتر است در طول اعمال کلوتوئید تعریض انجام شود)

۲- تعریض در قوسهای با کلوتوئید 1/3 - 1/2 آن در امتداد مستقیم و باقی در طول قوس انجام می شود (تعریض بدون در لبه داخلی)

فاصله دید در قوسهای افقی:



$$m = R\left(1 - \cos\frac{S}{2R}\right)$$

کنترل های کلی در امتداد افقی مسیر:

۱- امتداد افقی مسیر باید حتی الامکان طبیعی هماهنگ با پستی و بلندی و عوارض زمین باشد

۲- حتی الامکان بهتر در بکار بردن قوسهای با شعاع زیاد باشد و از قوسهای با شعاع حداقل به جز در شرایط استثنائی اجتناب شود

۳- هماهنگی بین قوسهای افقی در قسمتهای مختلف راه حفظ شود و از بکار بردن قوسهای تند در انتهای یک امتداد مستقیم طولانی یا تغییر ناگهانی از قوسهای با شعاع زیاد به یک قوس با شعاع کم اجتناب شود.

۴- طول قوس به اندازه کافی باشد تا از بوجود آمدن پیچهای ظاهراً تند پرهیز شود. مثلاً برای یک قوس با شعاع 350 m باید طول آن حداقل 150 m باشد و به ازاء هر 50 m کاهش در شعاع انحناء 30 m به طول قوس افزوده شود.

۵- از بکار بردن خاکریزهای طولانی و بلند باید امتداد مستقیم یا قوس با شعاع زیاد انتخاب شود.

۶- قوسهای مرکب با شعاع های متفاوت نباید بکار برده شود و دو قوس متوالی باید طوری باشد که شعاع قوس کوچکتر نباید از 50% از شعاع قوس کوچکتر بیشتر نباشد. در مواردی که ناچار باشیم بایدان قوس کلوتوئید استفاده کنیم

۷- از بکار بردن یک امتداد مستقیم کوتاه بین دو قوس هم جهت کوتاه اجتناب شود.

۸- از تغییر جهت ناگهانی در امتداد مسیر باید اجتناب شود.

۹- نقشه دید افقی باید با نیمرخ طولی راه هماهنگ باشد.

شیب طولی جاده ها:

معمولاً اتومبیلهای سواری تا شیب ۷٪ 7-8 را به راحتی می توانند بدون اینکه سرعتشان خیلی کم شود در یک مسیری حرکت کنند. اما در مورد اتومبیلهای سنگین و کامیونها این مشکل را دارا هم. شیب های ۷٪ 7-8 هم ممکن است باعث کاهش سرعت اتومبیل به اندازه زیاد و ایجاد ترافیک شود.
شیب طولی راه بستگی به نوع منطقه و سرعت طرح دارد که می توانیم این جدول را املاک قرار دهیم:
(در مورد حداکثر شیب)

نوع زمین دیلوری	سرعت طرح Km/hr				
	40	60	80	100	120
هموار	6	5	4	3	3
تپه ماهور	7	6	5	4	4
کوهستانی	9	8	7	6	-

جدول برای راههای اصلی است

اعداد به ازای هر ۱٪ است

حداکثر شیب طولی

برای راههای فرعی با بستر خوب ۲٪ به اعداد جدول فوق اضافه نمود. در مورد شیبهای با طول کمتر از 150m می توان شیب را ۱٪ از این اعداد بیشتر گرفت. در مورد حداقل شیب طولی که به منظور دفع آبهای سطحی انجام می شود در صورتیکه روسازی منتهی به جدول باشد حداقل ۰.۵٪ و در صورتیکه روسازی جنس مرغوبی داشته باشد و شیب عرضی کافی باشد حداقل به ۰.۲۵٪ کاهش داده شود در مواردیکه روسازی مرغوب باشد و منتهی به جدول نباشد و شیب عرضی هم کافی نباشد ممکن است که احتیاج به شیب طولی نباشد.

* *

شیب طولی یک عامل مهم است در سربالائی مقادیر آن بایستی طوری باشد که سرعت اتومبیلهای سنگین بیشتر از 24 Km/hr افت نکند که طول شیب بستگی به مقدار شیب دارد.

شیب (درصد)	3	4	5	6	7	8
طول بحرانی (متر)	500	330	230	180	150	150

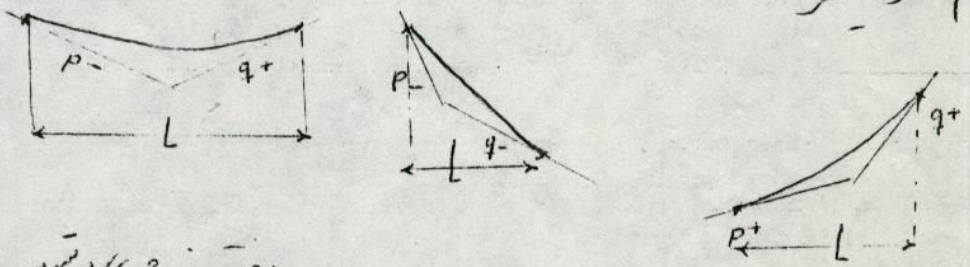
طول بحرانی راه در مواقع: عبارتست از طول شیب طول شیب هم از کم کردن سرعت اتومبیل بوجود آمده و بیشتر از طول بحرانی اندازه ای باشد که سرعت اتومبیل از 24 Km/hr بیشتر افت نکند.

M.Hassanvand

قوس‌های قائم

۱- قوس‌های قائم کوتاه یا تحدب

۲- قوس‌های قائم کاو یا مقعر



اصطلاح جبری دوتیپ

$A = P - q$

طول قوس قائم طول تصویر افقی قوس است (L)

قوس‌های کوتاه یا تحدب :

$S = d_1 + d_2$

$d_1 = \sqrt{\frac{200 L h_1}{A}}$

$d_2 = \sqrt{\frac{200 L h_2}{A}}$

$L = \frac{AS^2}{100\left(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2}\right)^2}$ $\quad S < L$

$L = \frac{25 \times 200\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)^2}{A}$ $\quad S > L$

L : طول قوس قائم

S : فاصله دید (m)

A : تفاضل جبری دوتیپ بر حسب درصد

h_1 : ارتفاع چشم از سطح راه (متر) که برای ۱.۱۲ متر است

h_2 : ارتفاع مانع از سطح راه که برای ۰.۱۵ متر است

مقدار L را می‌توان از روش زیر

$L = KA$

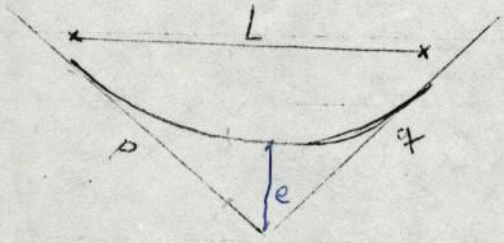
روش دیگر : (روش جدول) مقدار K از جدول زیر بدست می‌آید

سرعت طرح	حداقل فاصله دید توقف	K
40	45	5
60	70	12
80	110	29
100	155	58
120	200	97

سرعت طرح km/h	40	60	80	100	120
حداقل فاصله دید توقف	270	420	540	660	780
K	79	180	298	446	622

** حداقل طول قوس قائم رحسب قدر نسبی ان 0.56 مقدار سرعت طرح رحسب Km/hr کمتر شود. **

قوسهای قائم - مقعر (کاو):



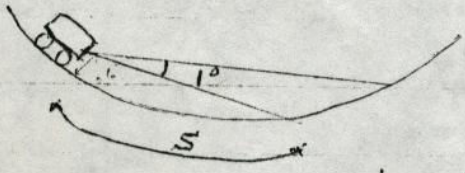
$$A = P - q$$

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.5S} \qquad S < L$$

$$L = 2S - \frac{120 + 3.5S}{A} \qquad S > L$$

S: فاصله بر حراغ (m) (فاصله دید توقف)

A: تفاوت جبری دو شیب



همچنین می توانیم مقدار L را از فرمول زیر بدست آوریم

$$L = KA$$

$$e = \frac{AL}{800} \quad \text{Km}$$

K	فاصله دید توقف (m)	سرعت حرکت Km/hr
7	45	40
13.5	70	60
24	110	80
36	155	100
49	200	120

کنترل های کلی امتداد مسیر قائم: این کنترلها عبارتند از:

۱- یک حداقل شیب یکنواخت تا تغییرات تدریجی شیب وجود هندسه با نوع راه دیتی و اندازه زمین برخط تشکیل (قوس قیر)

مشکل از قطعات کوچک با شیب های متفاوت سودی ندارد

۲- ایجاد قوس سواری کوتاه با کاربری در دره و ایجاد تک گودهای غیر منتظره با بستی نسبی

(یا پوشیده از قوسهای قائم قوس قوس)

۳- با بستی از ایجاد یک حداقل شیب مواج با طول زیاد که موجب افزایش سرعت خودروهای سنگین در شیب های شود اجتناب کنیم

(قوسهای قائم) (قوس پائین)

۴- در قوس های طولانی بهتر است شیب در تردیکی قله کاهش داده شود بویژه در مسیرهای طرح پائین

۵ - از ایجاد خط شیب طولی با تغییرات تند شیب متوالی غیر لازم تا حد امکان اجتناب شود.

۶ - در شرایطی که یک تقاطع همسطح در یک قطعه شیبدار با شیب متوسط یا زیاد قرار می‌گیرد بهتر است از تندترین شیب در حوالی تقاطع کاسته شود.

۷ - در شرایطی که طول نواحی از مقدار بحرانی به مقدار قابل توجهی بیشتر است و حجم ساعت طرح از مقدار کمترین ظرفیت در راههای دو خطه - دو طرفه تا 20% و در راههای چند خطه تا 30% بیشتر است لازم است خط ویژه سربالائی در نظر گرفته شود.

۹/ کنترل های قائم و افقی با هم (ترکیب قوسهای قائم و افقی)

۱ - باستی تعادل مناسبی بین انحناهای افقی و شیب های راه موجود باشد.

۲ - در قوس محدب نباید قوس افقی تند قرار گیرد.

۳ - در قوس مقعر نباید قوس افقی تند قرار گیرد.

۴ - در راههای دو خطه دو طرفه لزوم امکان سبقت خودروها در شرایط کامل ایمنی و در تمام قطعات قابل ملاحظه‌ای از طول مسیر راه الزامی است بنابراین ترکیب قوسهای قائم و افقی جهت زیبایی راه مورد نظر قرار گیرد. قوسهای افقی و شیب طولی راه نباید تا حد امکان در تقاطع ها و حوالی آن بصورت افقی و ملایم باشد تا در راههای جداگانه تغییرات در عرض سطح راه (تغییر فضای جداکننده یک از دو جهت باید بتدریج و توصیه قرار گیرد تا طرح راه خلاف آمد نشود. قوسهای راههای یکطرفه و تقاطعها)

۱۰/ روشنائی جاده‌ها: (روشنایی راه)

در راههای برون شهری کمتر روشنائی لازم است مگر در راههای حساس نظیر تقاطع های هم سطح و غیر هم سطح، میدانها، پلهای طولانی، تونلها، مقاطعی که تداخل آمد و شد زیاد است. ارتفاع چراغها معمولاً 7.5 - 9 m از سطح راه‌پایه های چراغ باید حتماً در خارج از شانه راه نصب شوند. فاصله پایه چراغ از کنار خط آمد و شد نباید از 3m کمتر شود. در راههایی که جاده‌هایی) که منتهی به حدود است نباید از 2m کمتر باشد. در داخل میانه راه نباید چراغ در نظر گرفت مگر اینکه عرض میانه حداقل 6m باشد و عرض میانه حداقل 9m است. (عرض مطلوب)

تأسیسات مختلف نظیر تلفن، تلگراف، برق، لوله کشی آب، گاز و غیره: سعی شود که به هیچ عنوان زیر روسازی قرار نگیرد و اجباراً راه آهن را قطع کند. در مورد خطوط شبکه هوایی (کابل برق) با پایه حداقل 4.5m از لبه روسازی فاصله داشته باشد.

محاسبه قوس‌ها :

محاسبه قوس‌ها : (۲۰۱)

زاویه اختلاف قوس

طول مماس

طول وتر

طول میان قوس

طول خارج قوس

طول قوس

شعاع R را بدست می‌آوریم

از روی سرعت طرح و ...

داریم :

$IT = IT'$

$\overset{\frown}{TT'}$ طول قوس $= T = R \tan \theta/2$

$TT' = L = \overline{AB} = 2R \sin \theta/2$

$\overset{\frown}{TT'} = \overset{\frown}{AB} = R\theta$ وجب رادیان

$IE = OI - R$

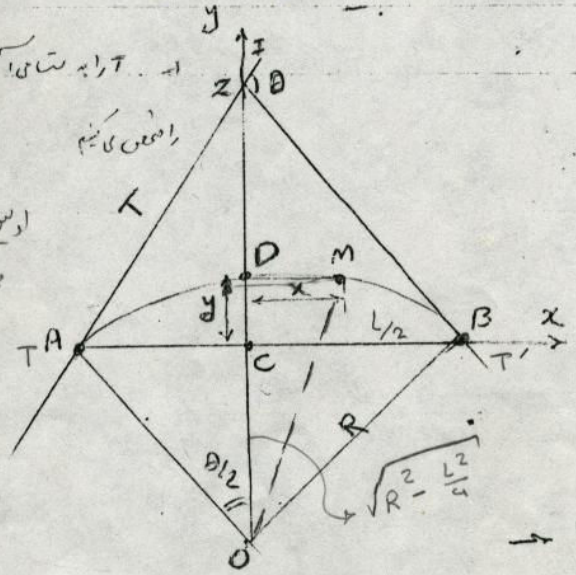
E طول خارجی $= \frac{R}{\cos \theta/2} - R = R(\sec \frac{\theta}{2} - 1)$

$M = R - R\cos \frac{\theta}{2} = R(1 - \cos \theta/2)$

درجه قوس : عبارت است از زاویه مرکزی روبروی قوس به طول 10^m

$R\theta = 10^m \rightarrow \theta = \frac{10}{R}$ وجب رادیان

پیاده کردن یک قوس دایره‌ای بدون استفاده از دوربین : (مختصات) (از روی زمین)



از T به سمتای آدریم بعد نقطا A و B را وصل می‌کنیم

اولین گام در طراحی سه قوس سه تا IT و IT' یک

$L = AB = 2R \sin \theta/2$

$T = R \tan \theta/2$

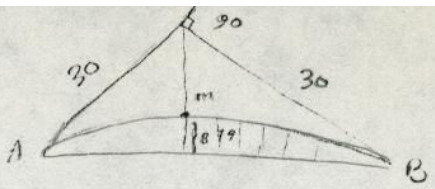
$OC = \sqrt{R^2 - \ell^2/4}$

$OD^2 + MD^2 = R^2$

$\rightarrow (\sqrt{R^2 - \ell^2/4} + y)^2 + x^2 = R^2$

$\rightarrow (\sqrt{R^2 - \ell^2/4} + y)^2 = R^2 - x^2$

$\rightarrow y = \left| \sqrt{R^2 - x^2} - \sqrt{R^2 - \frac{\ell^2}{4}} \right|$



مثال:
اتصال دو خیابان توسط قوسی با زاویه مرکزی $\theta=90^\circ$ و شعاع 30^m در نظر است عوامل لازم جهت پیاده کردن یک قوس با استفاده از سیستم قائم الزاویه را تعیین کنید. نقاط مماس قوس را $5m$ در نظر بگیرید.

حل:

$\theta = 90^\circ \qquad R = 30\,m \qquad x = 5\,m$

$IA = IB = R\,tg\,\theta/2 = 30\,tg\,\frac{90}{2} = 30\,m$

$y = |\sqrt{900-x^2} - \sqrt{900^2-(\frac{42.43}{2})^2}|$

$y = |\sqrt{900-x^2} - 21.21|$

$L = 2R\sin\theta/2 = 2\times 30\times \sin\frac{90}{2} = 42.43\,m$

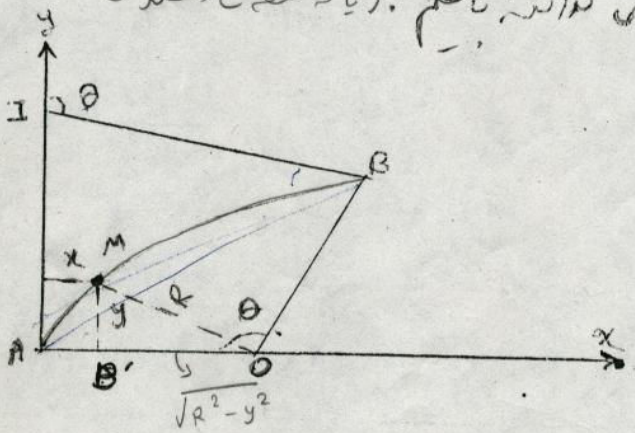
$\ell = 2R\sin\frac{\theta}{2}$

$\Rightarrow \ell = 42.43$

$AB = AO = 30\times\frac{\pi}{2} = 47.12$

x	y
0	M=8.79
±5	8.39
±10	7.07
±15	4.77
±20	1.15
±L/2 = 21.2	0

مثالی کلی با توجه به شکل زیر: (با نقطات دستگاه را رسم کنید)



$IA = IB = R\,tg\,\theta/2$

$AO = AB' + B'O$

$R = x + \sqrt{R^2-y^2}$

$R = x + R\sqrt{1-y^2/R^2}$

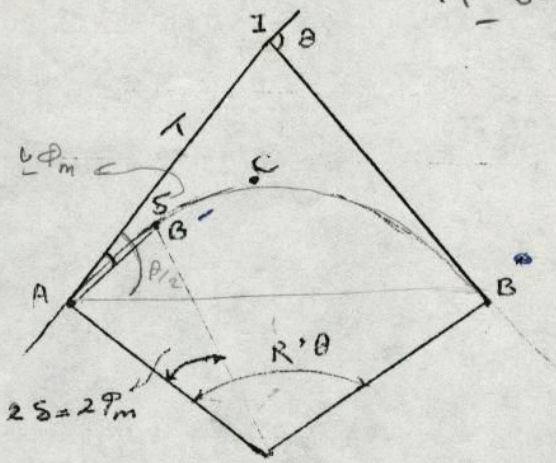
$R = x + R(1 - \frac{y^2}{2R^2} + \dots)$

$R = x + R - \frac{y^2}{2R} \rightarrow x = \frac{y^2}{2R} \Rightarrow y = \sqrt{2Rx}$

$y = \sqrt{2Rx - x^2}$

روش زاویه انحراف

از دوربین استفاده می‌کنیم.



$$\overset{\frown}{AB} = R\,2\varphi_m = R2\delta = R(2\varphi_m)$$

واحد رادیان $\varphi_m = \delta = \frac{AB}{2R} = \frac{l}{2R}$

درجه $\varphi_m = \frac{28.6479}{R}\cdot l$

دقیقه $\varphi_m = \frac{1718.87}{R}\cdot l$

گراد $\varphi_m = \frac{31.8310}{R}\cdot l$

$$T = R \times \operatorname{tg}\frac{\theta}{2} = IA = IB'$$

گامهای این روش عبارتند از:

۱- از رابطه $T = R\operatorname{tg}\frac{\theta}{2}$ طولهای مماس را محاسبه می‌کنیم تا نقاط A و B' نسبت آلینمان قوسی می‌کنیم، در این نقاط.

۲- دوربین را به نقطه A منتقل کرده و نسبت به نقطه I صفر می‌کنیم.

۳- از روابط فوق با دادن R های مختلف، φ_m های مختلف را محاسبه کرده، سپس ابتدا به اندازه φ_{1m} دوربین را منحرف کرده و به اندازه طول l_1 در این راستا جدا کرده تا نقطه B نسبت آلینمان بعد به اندازه $\varphi_{1m}+\varphi_{2m}$ جدا کرده و از نقطه B به اندازه طول l_2 جدا می‌کنیم تا نقطه C نسبت آلینمان و به همین صورت تا نقطه B' ادامه می‌دهیم.

زاویه IAB برابر $\theta/2$ است.

مثال:

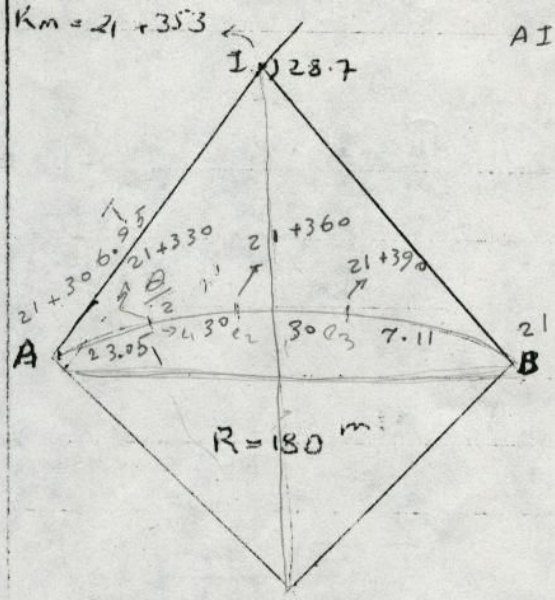
مطلوب است عوامل لازم برای پیاده کردن قوس دایره‌ای به شعاع 180 m و زاویه مرکزی $28^\circ 42'$ و کیلومتراژ رأس قوس $21+353$ است. فواصل میخ کوبی 30 m است

$R = 180$ m

$\theta = 28^\circ 42'$

$Km\ I = 21 + 353$ $= 21^{Km}\ 353^{m}$

فواصل میخ کوبی $= 30$ m



$AI = T = R\tan\frac{\theta}{2} = 180\tan\frac{28.7}{2} = 46.05^{m}$:که

$Km_A = Km_I - 46.05^{m}$

$Km_A = 21+353 - 46.05 = 21+306.95$

$\overset{\frown}{AB} = R\theta = 180\times\frac{28.7}{180}\times\pi = 90.16$

$Km_B = Km_A + 90.16 = 21+397.11$

$330 - 306.95 = 23.05 = l_1$

$\Phi = \frac{28.6479\times C}{R}$

$\rightarrow \Phi_1 = \frac{28.6479\times 23.05}{180} = 3^{\circ},40',7''$

$90.16 - 23.05 = 67.11$

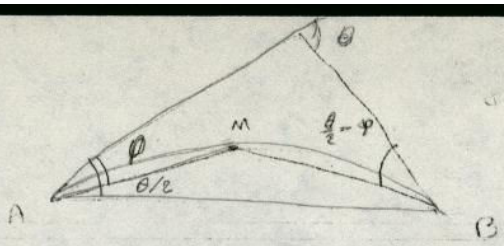
$l_2 = 30 \rightarrow \Phi_2 = \frac{28.6479\times 30}{180} = 4^{\circ},46',29''$

$l_3 = 30m \rightarrow \Phi_3 = 4^{\circ},46',29''$

$l_4 = 7.11 \rightarrow \Phi_4 = 1^{\circ},7',54''$

$\rightarrow \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4 = 14^{\circ},20',59'' = \frac{28^{\circ},42'}{2}$

شماره نقطه	کیلومتراژ نقاط	فاصله دو نقطه متوالی	فاصله از ابتدا (شروع)	زاویه انحراف بین دو نقطه متوالی	زاویه انحراف نسبت به خط مماس (ابتدا)
A	21+306.95	—	0	0	0
1	21+330	23.05	23.05	$3^{\circ},40',7''$	$3^{\circ},40',7''$
2	21+360	30	53.05	$4^{\circ},46',29''$	$8^{\circ},26',36''$
3	21+390	30	83.05	$4^{\circ},46',29''$	$13^{\circ},12',5''$
B	21+397.11	7.11	90.16	$1^{\circ},7',54''$	$14^{\circ},20',59''$
					$= \Phi_{1/2} = \frac{\theta}{2}$



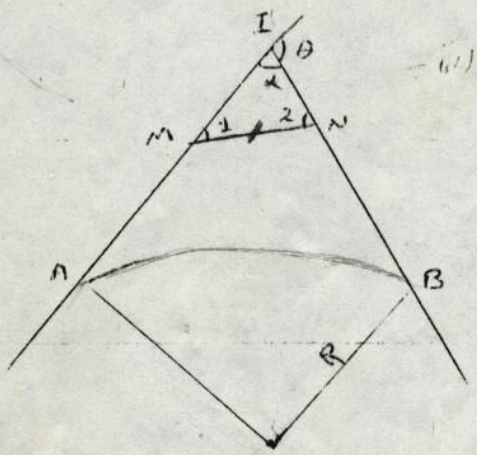
صنایع انجام کار

(موانع ایجاد کار در پیاده کردن قوسهای دایره ای):

۱- موقعی که نقطه‌ای از قوس، از نقطه A دیده نشود:

روایتی که تا نقطه‌ای که خوانده می‌شود دیده می‌شود پیاده کرده و سپس دوربین را به آن نقطه حرکت داده و از روی آن به نقطه آن منتقل می‌کنیم و از روی جدول ادامه قوس را پیاده می‌کنیم.

۲- موقعی که به I دسترسی نداریم



زوایای 1 و 2 را رویت می‌کنیم و سپس:

$$\alpha = \pi - (\hat{1} + \hat{2})$$

$$\frac{IM}{\sin\hat{2}} = \frac{MN}{\sin\alpha} = \frac{IN}{\sin\hat{1}}$$

$$\begin{cases} IM = \dfrac{\sin\hat{2}}{\sin\alpha} MN \\ IN = \dfrac{\sin\hat{1}}{\sin\alpha} MN \end{cases}$$

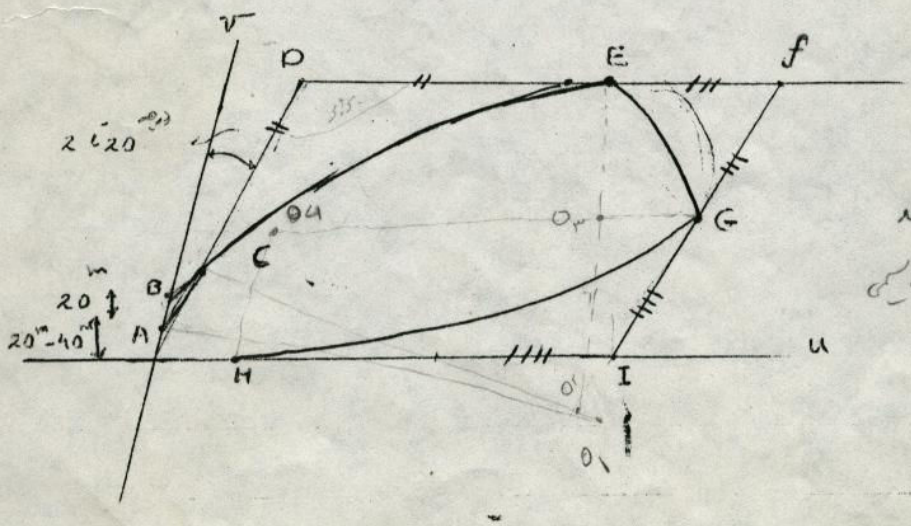
$$IA = IB = R\,\mathrm{Tg}\,\theta/2$$

سپس نقاط را پیاده می‌کنیم:

$$\begin{cases} MA = IA - IM \\ MB = IB - IN \end{cases}$$

قوس های شهری: (مسیر راه)

عبارتند از قوسهائی که در تقاطع های غیر هم سطح برای حرکت از یک ارتفاع به ارتفاع دیگر بکار برده می‌شود.



(۴ قوس)

و نباید بیش از ۵۰٪ شعاع با هم اختلاف داشته باشند

برای رسم این قوسها از روش کیمی استفاده می‌شود.

شیب راهه

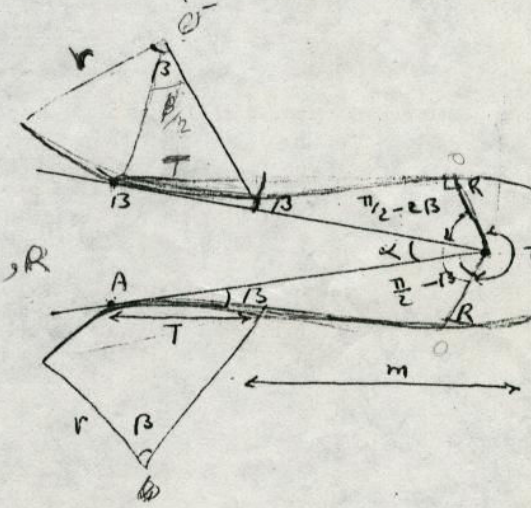
قوس بندی

40-60

نحوه رسم: ابتدا نقطه A را به فاصله 40 - 20 متر انتخاب می‌کنیم بعد نقطه B را به فاصله 20 متر از A در نظر می‌گیریم بعد خط BD را با زاویه $20^\circ - 20^\circ$ رسم نموده. نقطه C را بر امتداد این خط طوری انتخاب کرده که $AB = BC$ شود. نقطه D را به دلخواه در امتداد BD انتخاب کرده و از نقطه D خطی موازی H رسم کرده و نقطه E را روی این خط طوری انتخاب کرده که $CD = DE$ باشد.

نقطه G را به دلخواه روی این خط انتخاب کرده و از نقطه G خطی موازی محور V رسم کرده نقطه F را بر محور H طوری انتخاب کرده که $EF = FG$ شود. بعد نقطه I را بر محور H طوری انتخاب کرده که $GI = IH$ شود.

حال توسط A و C یک قوس، توسط E و G یک قوس، توسط G و H یک قوس گذرانده تا قوس مطلوب بدست آید. اگر قوس با محل هم خوانی نداشت طولها و زاویه‌ها که انتخاب کرده‌ایم تغییر داده و دوباره قوس را رسم می‌کنیم:



قوسهای پیوسته: (قوسهای برگشتی)

معمولاً ماکزیمم سرعت طرح از ۳۰ کیلومتر بیشتر نیست

استفاده از سرعت طرح r و R و m را از جدول روبرو انتخاب می‌کنیم

از یک قوس بزرگ (یا دو قوس کوچک) در مسیر مستقیم تشکیل شده است.

$$T = r \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$$

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

$$2m \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + 2r \operatorname{tg}^2 \beta/2 = R - R \operatorname{tg}^2 \beta/2$$

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

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

از این دو جواب

$$OA = OB = \frac{T + m}{\cos \beta}$$

$$OA = OB = \frac{R}{\sin \beta}$$

سرعت طرح در این قوسها معمولاً نصف سرعت طرح در راههای معمولی است.

$$\gamma = R(\pi + 2B - \alpha)$$

$$L = 2rB + 2m + R(\pi + 2B - \alpha)$$

طول کل قوس

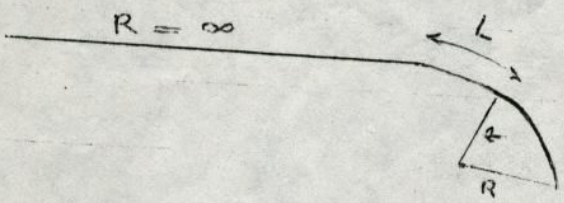
۲ گوشه راپوشیده و الزاماً زاویه اصلی بولت آکور یم

اجزاء قوس در ایستگاه مختلف	مقادیر اجزاء قوس در سرعت های مختلف km/hr		
	20	25	30
R_{min}	15	20	30
شیب عرضی (دوری) درصد	6	6	6
طول m	20	25	30
تعریض روسازی	3	2.5	2
درصد شیب طولی در قوس اصلی	4	3.5	3

قوس‌های اتصال (انتقال) :

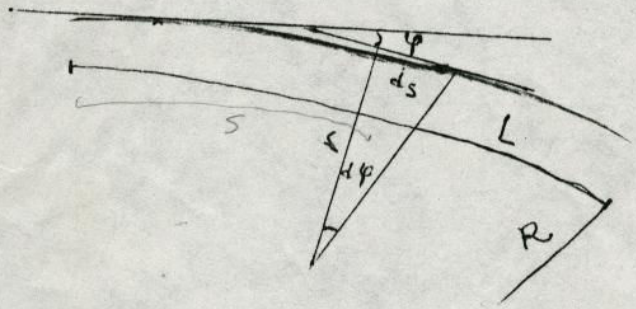
۲ـ قوس کلوتوئید

انواع قوس اتصال : ۱ـ قوس کلوتوئید (مهم‌ترین)



$ds = r\,d\varphi$ (نتیجه) $\frac{d\varphi}{ds} = \frac{1}{r}$

$\frac{ds}{d\varphi} = r \rightarrow \frac{d\varphi}{ds} = \frac{1}{r}$ انحنا



قوس کلوتوئید :

قوسی است که تغییرات انحنا نسبت به طول قوس مقداری ثابت است.

$$\frac{d}{ds}\left(\frac{d\varphi}{ds}\right) = K \rightarrow \frac{d^2\varphi}{ds^2} = K \xrightarrow{\text{انتگرال}} \frac{d\varphi}{ds} = Ks + C_1$$

$$\begin{cases} s = 0 \Rightarrow \varphi = 0 \Rightarrow r = \infty \\ \frac{1}{r} = \frac{d\varphi}{ds} \end{cases} \Rightarrow C_1 = 0$$

s: طول قوس تا آن نقطه

$$\begin{cases} \frac{d\varphi}{ds} = KS \\ \frac{d\varphi}{ds} = \frac{1}{r} \end{cases} \longrightarrow KS = \frac{1}{r} \longrightarrow Sr = \frac{1}{K} = cte$$

$$LR = \frac{1}{K} \Rightarrow K = \frac{1}{LR}$$

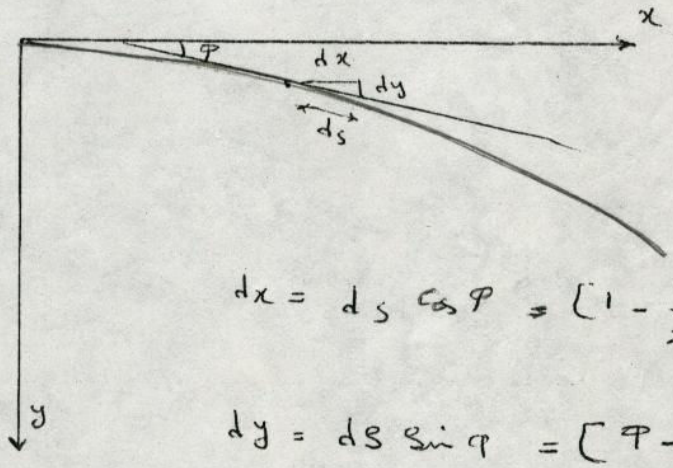
$$\frac{d\varphi}{ds} = \frac{S}{LR} \longrightarrow \varphi = \frac{S^2}{2LR} + C_2$$

$$\begin{cases} S = 0 \\ \varphi = 0 \end{cases} \longrightarrow C_2 = 0 \longrightarrow \boxed{\varphi = \frac{S^2}{2LR}} \quad \alpha$$

$$\text{برای } \varphi_f: \quad \varphi_f = \frac{L^2}{2LR} \Rightarrow \boxed{\varphi_f = \frac{L}{2R}}$$

L : طول کل قوس

R : طول شعاع دایره ای



$$dx = ds \cos\varphi = \left[1 - \frac{\varphi^2}{2!} + \frac{\varphi^4}{4!} + \cdots\right] ds$$

$$dy = ds \sin\varphi = \left[\varphi - \frac{\varphi^3}{3!} + \frac{\varphi^5}{5!} + \cdots\right] ds$$

$$dx = \left(1 - \frac{S^4}{8L^2R^2} + \frac{S^8}{4! \times 2^4 \times L^4R^4} + \cdots\right] ds$$

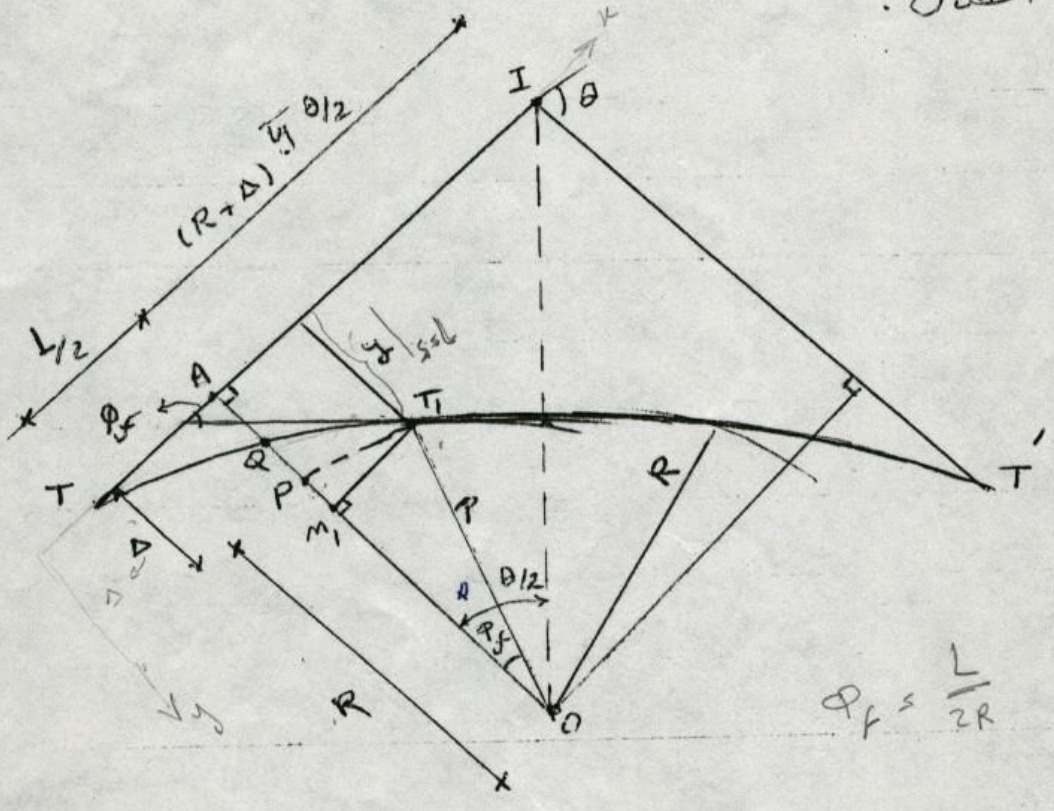
$$dy = \left[\frac{S^2}{2LR} - \frac{S^6}{8 \times 3! \times L^3R^3} + \frac{S^{10}}{2^5 \times 5! L^5R^5} + \cdots\right] ds$$

$$\begin{cases} x = S - \frac{S^5}{40L^2R^2} + \frac{S^9}{3456L^4R^4} - \cdots \\ y = \frac{S^3}{6LR}\left[1 - \frac{S^4}{56L^2R^2} + \frac{S^8}{7040L^4R^4} - \cdots\right. \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = S \\ y = \frac{S^3}{6LR} \end{cases} \Rightarrow \boxed{\begin{cases} x = S \\ y = x^3/6LR \end{cases}} \quad \alpha$$

معادله پارامتری قوس سهموی

محاسبه اجزاء قوس انتقال :



$$\Delta = AP = AM_1 - PM_1$$

$$AM = y(x=L) = \frac{x^3}{6LR}\Big|_{x=L} = \frac{\ell^3}{6LR} = \frac{\ell^2}{6R}$$

$$\alpha\varphi_{f\,s=L} = \frac{s^2}{2LR}\Big|_{s=L} = \frac{L^2}{2LR} = \frac{L}{2R}$$

$$P_M = P_O - M_O$$
$$= R - R\cos\varphi_f$$
$$= R - R\left[1 - \frac{\varphi_f^2}{2!} + \dots\right]$$

$$PM = R - R\left[1 - \frac{L^2}{8R^2} + \dots\right] = \frac{L^2}{8R}$$

$$\Delta = -\frac{L^2}{8R} + \frac{L^2}{6R} = \frac{L^2}{24R}$$

$$\overline{PT_1} = R\varphi_f = R \times \frac{L}{2R} = \frac{L}{2}$$

Q

QT_1

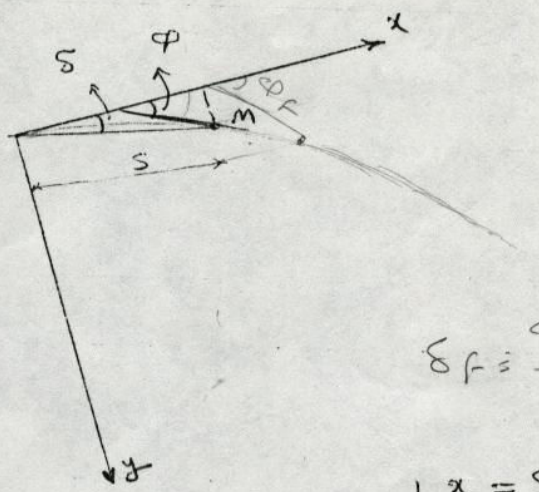
$$\left.\begin{aligned} TT_1 &= L \\ QT_1 &= L/2 \end{aligned}\right\} \rightarrow TQ = \frac{L}{2} = AT$$

$$IT = \frac{L}{2} + (R+\Delta)\,tg\,\frac{\theta}{2}$$

برای پیاده کردن از دو روش استفاده می‌شود:

۱- روش مختصات: در این روش از رابطه شعاع فوق I_T را محاسبه کرده تا نقطه شروع کوس درآید سپس از رابطه $y=\frac{x^3}{6LR}$ با دادن x های مختلف y را محاسبه کرده

نحوه پیاده کردن کوس کلوتوئید:



$\overline{xy}$ وتر کوس، نقطه M

$$\overline{xy}\ \delta = \frac{y}{x} = \frac{S^2}{6LR} \rightarrow \delta = \frac{\phi}{3}$$

$$I_A = (R+\Delta)\ \overline{xy}\ \frac{\theta}{2}$$

$$\phi = \frac{S^2}{2LR}$$

$$\phi = \delta \quad \frac{S^2}{6LR} = \frac{S^2}{2LR} \Rightarrow \delta = \frac{\phi}{3}$$

$$\delta_f = \frac{\phi_f}{3} = \frac{L}{6R}$$

۱- روش مختصات:

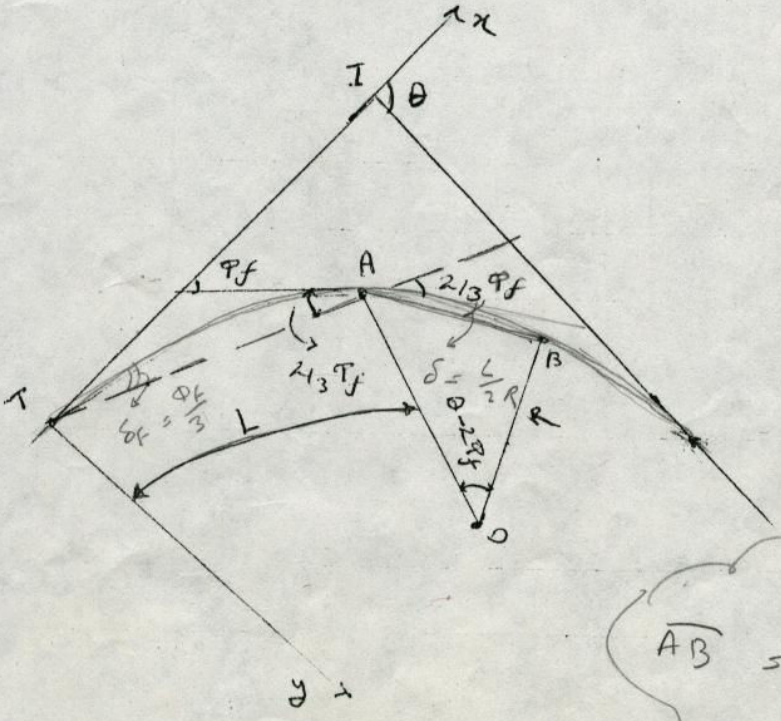
$$\begin{cases} x = S \\ y = \frac{S^3}{6LR} \end{cases} \qquad \phi = \frac{S^2}{2LR}$$

ابتدا Δ را حساب می‌کنیم سپس از رابطه I_T ، طول I_T را محاسبه می‌کنیم

از معادله $y=\frac{x^3}{6LR}$ با دادن x های مختلف مقدار y را حساب و عمود کوس وارد کرده و نقطه های روی کوس را مشخص می‌کنیم.

$$\Delta = \frac{L^2}{24R} \qquad I_T = (R+\Delta)\ \overline{xy}\ \frac{\theta}{2} + \frac{L}{2}$$

۲- روش زاویه انحراف:



$\overline{AB}$ = زاویه‌ان ↑ دایره‌ان $= R(\theta - 2\phi_f)$

Mr Hassanvand

۲۵)

$$\begin{cases} \Delta = \frac{L^2}{24R} \\ IT = \frac{L}{2} + (R+\Delta)\tan\frac{\theta}{2} \end{cases}$$

در این روش همانند روش قبلی IT را محاسبه کرده و پس از رابطه $\delta = \frac{S^2}{6LR}$ انحراف δ های مختلف Δ را حساب می‌کنیم. بعد دوربین را در نقطه T مستقر کرده و زاویه I صفر کرده و عقب باز آوریم δ منحرف و به اندازه طول S جدا می‌کنیم تا نقطه A بدست آید. برای پیاده کردن قوس دایره‌ای ابتدا دوربین را در نقطه A مستقر و زاویه T صفر و با توجه به نکته‌های قبلی در مورد زاویه انحراف قوس دایره‌ای که از رابطه $\Delta = L/2R$ بدست می‌آید، ضرب Δ های قوس دایره‌ای را در $2/3$ ضرب کرده و نقاط مختلف قوس دایره‌ای را پیاده می‌کنیم:

$$\theta_f = \frac{l}{2R}$$

مثال: مطلوب است محاسبه انشعاب قوس (δ)، طول تماس و معادله کارتزین قوس انتقالی به طول $100\ m$ و دایره‌ای به شعاع $200\ m$ و زاویه مرکزی 88.3°.

حل:

$L = 100\ m$

$R = 200\ m$ $\qquad \theta = 88.30^\circ$

$$\Delta = \frac{L^2}{24R} = \frac{100^2}{24\times 200} = 2.08\ m$$

$$IT = (R+\Delta)\tan\frac{\theta}{2} + \frac{L}{2} = (200+2.08)\tan\frac{88.3}{2} + \frac{100}{2} = 246.86\ m$$

$$\begin{cases} x = S - \frac{S^5}{40\times(200)^2(100^2)} + \cdots \\ y = \frac{S^3}{6\times 200\times 100}\left[1 - \frac{S^4}{56(100)^2(200)^2} + \cdots\right] \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} x = S - \frac{S^5}{16\times 10^9} + \cdots \\ y = \frac{S^3}{120000}\left[1 - \frac{S^4}{2.24\times 10^{10}} + \cdots\right] \end{cases}$$

42/

فواصل منحنی توسط 30 متر پیکتاژ می شود

جدول طناب متر (۱۰)
جهت پیدا کردن قوس
انتقالی و قوس بر روی جاده
پیدا کنید

راهداری

مثال: در مسیر مستقیم راهی با زاویه تقاطع $\theta = 48,27^\circ$ توسط قوس انتقالی اول 150^m و قوس دایره‌ای به شعاع 250^m مرتبط می‌شود. در هر km قوس $32+428^m$ و

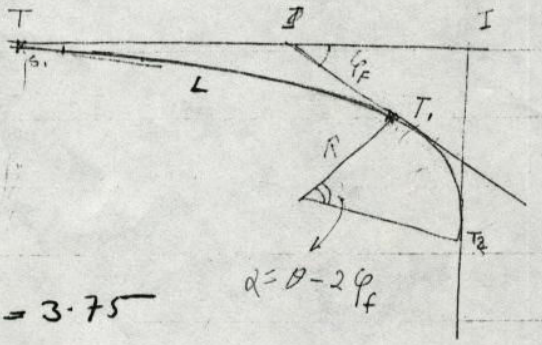
$\theta = 48,27^\circ$

$L = 150\ m$

$R = 250\ m$

$Km(I) = 32 + 428\ m$

فواصل $= 30\ m$



حل:

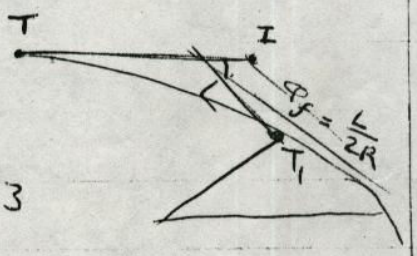
$$\Delta = \frac{l^2}{24R} = 150^2 / 24\times250 = 3.75$$

$$I_T = (R+\Delta) * tg\ \theta/2 + l/2 = (250+3.75)\times tg\ \frac{48^\circ,27'}{2} + 150/2$$

$$\rightarrow I_T = 189.17\ m$$

$$\varphi_f = L/2R = 17^\circ,11',19''$$

$\left(\frac{150}{2\times250} = .3\ Rad \rightarrow \frac{.3}{\pi}\times180\right)$



$$Km\ T = 32 + 428 - 189.17 = 32 + 238.83$$

($Km(I)$, $Km(I_T)$)

$$Km\ T_1 = Km\ T + L = 32 + 238.83 + 150 = 32 + 388.83$$

$$S_1 = 240 - 238.83 = 1.17$$

$$\delta = \frac{S^2}{6LR} \quad : \quad \delta_1 = 0^\circ,0',1'' \ , \ l_1 = 1.17$$

$S_2 = 31.17$: $\delta_2 = 0^\circ,14',51''$, $l_2 = 30\ m$

$S_3 = 61.17$: $\delta_3 = 0^\circ,57',10''$ $l_3 = 30$

$S_4 = 91.17$ $\delta_4 = 2^\circ,7',0''$ $l_4 = 30$

$S_5 = 121.17$ $\delta_5 = 3^\circ,44^\circ,20''$ $l_5 = 30$

$S_6 = 150$ $\delta_6 = 5^\circ,43',46''$ $l_6 = 28.83$

$\rightarrow = \frac{\varphi_f}{3}$

$\theta = 48^\circ, 27' = 48.45^\circ$

$2\varphi_f = 2 \times 17^\circ, 11', 19'' = 2 \times 17.1886 = 34.3772^\circ$

$\Rightarrow 250\,(14.0728) \Rightarrow 250 \times 14.0728 \times \frac{\pi}{180}$

دایره $L = R(\theta - 2\varphi f) = 61.40 \qquad = 61.4$

$Km_{T_2} = Km_{T_1} + L = 32 + 388.83 + 61.40 = 32 + 450.23$

$l_1 = 390 - 388.83 = 1.17$

$61.40 - 1.17 = 60.23$

$l_2 = 30 \quad S_2 = 31.17$

$l_3 = 30 \quad S_3 = 61.17$

$l_4 = 0.23 \quad S_4 = 0.23$

$\delta' = \frac{l_{12R}}{}$

$\delta'_1 = 0^\circ, 8', 3''$

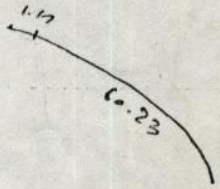
$\delta'_2 = 3^\circ, 26', 16''$

$\delta'_3 = 3^\circ, 26', 16''$

$\delta'_4 = 0^\circ, 1', 36''$

$L = R\alpha = 61.4$

$\alpha = \theta - 2\varphi_f = 14^\circ 4' 32''$



$\delta_1 = 0^\circ, 8', 3''$

$\delta_2 = 3^\circ, 34', 19''$

$\delta_3 = 7^\circ, 0', 35''$

$\delta_4 = 7^\circ, 2', 11''$

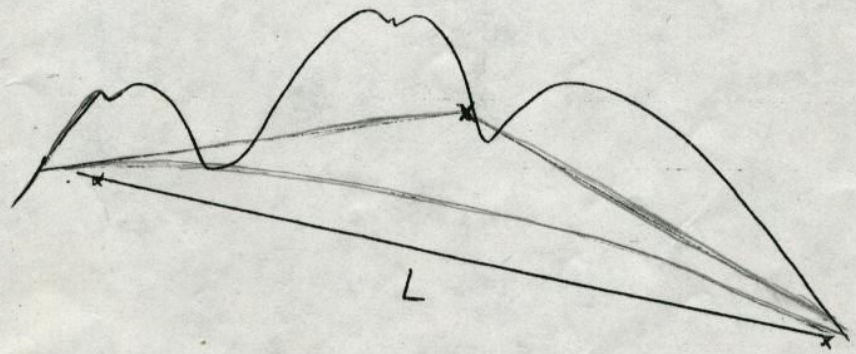
$\alpha = \theta - 2\varphi_f$

$\rightarrow \delta = \frac{\alpha}{2}$

قوس قائم :

قوس های کمکی :

کردخط طولی مسیر

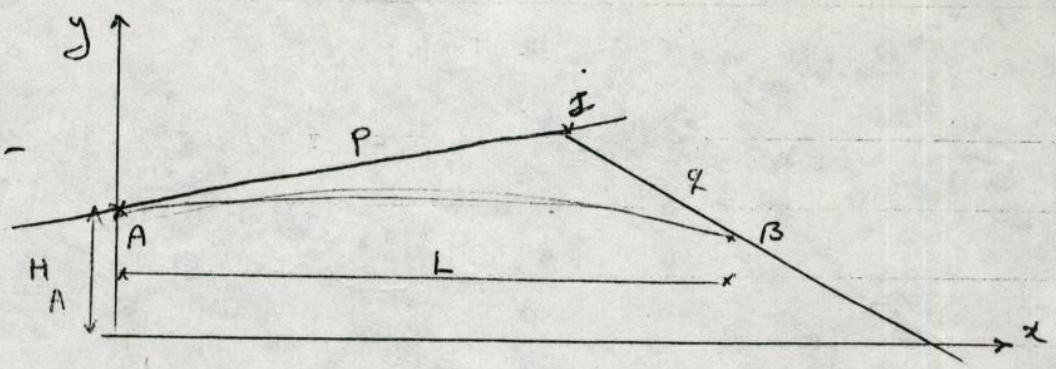


L: ن مماس سمت

وسایل تعلیمه

منظور از طول قوس ، طول تصویر افقی قوس است .

- P و q شیب ها در دو طرف هستند



یعنی: منظور این است که تغییرات شیب نسبت به طول دهانه عددی ثابتی است.

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{dy}{dx}\right) = K = \frac{q-P}{L}$$

$$\rightarrow \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{q-P}{L} \rightarrow \frac{dy}{dx} = \frac{q-P}{L}x + C_1$$

$$\begin{cases} x = 0 \\ \frac{dy}{dx} = P \end{cases} \rightarrow C_1 = P$$

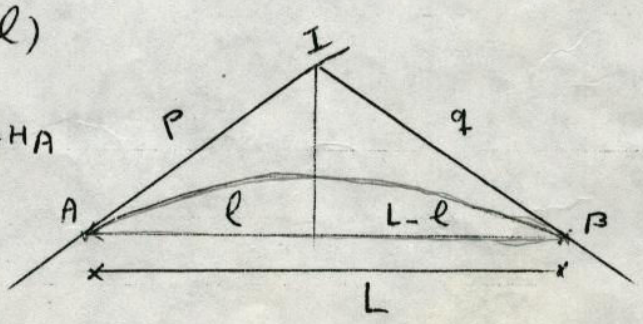
$$\frac{dy}{dx} = \frac{q-P}{L_4}x + P \rightarrow y = \frac{q-P}{2L}x^2 + Px + C_2$$

$$\begin{cases} x = 0 \\ y = H_A \end{cases} \rightarrow C_2 = H_A$$

$$\rightarrow y = \frac{q-P}{2L}x^2 + Px + H_A$$

$$H_B = H_A + P\ell + q(L-\ell)$$

$$H_B = \frac{q-P}{2L}(L^2) + PL + H_A$$



$$\rightarrow (P-q)l = \frac{q-P}{2}L + PL - qL$$

$$(P-q)l = \frac{P-q}{2}L \Rightarrow l = L/2$$

تصویر

یعنی نقطه تأثیر برابر $L/2$ یا یعنی وسط آن است.

مختصات

نقطه I $\begin{cases} x = L/2 \\ y = H_A + \frac{PL}{2} = H_B - \frac{qL}{2} \end{cases}$

برای یافتن نقطه max و یا min از رابطه $y'=0$ استفاده می‌کنیم.

مثال: قوسی قائمی به طول 300^m دو امتداد شیب دارد به شیب های $P = +5/100$ و $q = -\frac{3}{100}$ به یکدیگر وصل می‌شوند. در صورتیکه ارتفاع نقطه ابتدای قوس (H_A) برابر $1251.15\ m$ و $Km = 29+150$ باشد، عوامل لازم راجهت پیاده کردن قوس برای فواصل میخ کوبی 50^m بدست آورید.

حل:

$$y = \frac{-0.03-0.05}{2\times 300}x^2 + 0.05x + 1251.15$$

$$H = y = -\frac{0.08}{600}x^2 + 0.05x + 1251.15$$

پس جدول زیر تشکیل میدهیم:

M. Hassanvand

شماره نقطه	کیلومتراژ	x	ax^2	bx	H	d_1	d_2
A	29+150	0	0	0	1251.15	2.17	
1	29+200	50	-0.33	2.5	1253.32	1.50	0.67
2	29+250	100	-1.33	5	1254.82	0.83	0.67
3	29+300	150	-3	7.5	1255.65	0.17	0.67
4	29+350	200	-5.33	10	1255.82	-0.5	0.67
5	29+400	250	-8.33	12.5	1255.32	-0.17	0.67
6	29+450	300	-12	15	1254.1		

مثال: دو سطح شیب با شیب های $P=+0.03$ و $q=-0.04$ توسط قوس قائمی سهمی به طول $100\ m$ به هم وصل شده اند. کیلومتراژ نقطه I رأس قوس $4+80.57$ و ارتفاع آن $34.42\ m$ است.
عوامل لازم را برای پیاده کردن قوس بدست آورید. فواصل بیح قوس $15\ m$ است.

حل:

$Km = 4+80.57$

$H_I = 34.42$

$H_A = H_I - PL/2$

$Km_A = Km_I - L/2$

نقطه مثل ما مثل متقی است.

ممکن است اولین عدد روند نباشد:

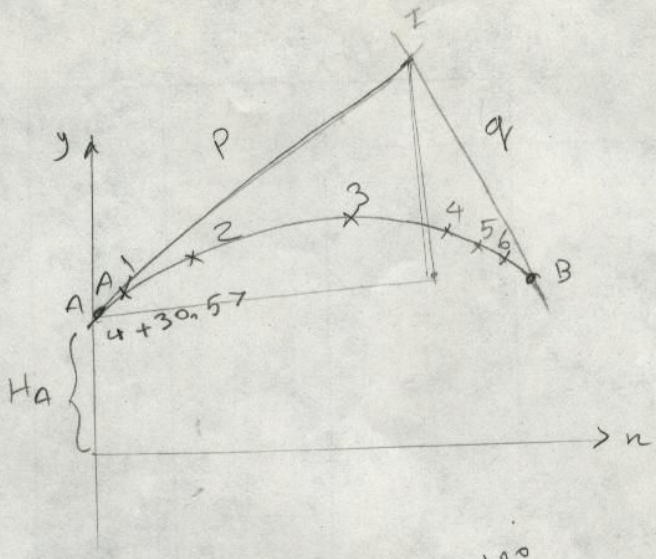
کیلومتراژ: $4+35.57$

$4+40$ ← تبدیل می شود

$4+55$

$4+60$

حل در صفحه بعد



$$H_A = H_I - P\frac{l}{2} = 34.42 - 0.03 \times \frac{100}{2}$$

$$H_A = 32.92$$

$$H_B = H_I + \frac{ql}{2} = 34.212 - 0.04 \times \frac{100}{2} \Rightarrow H_B = 32.42$$

$$Km_A = Km_I - \frac{l}{2} = 4+80,57 - \frac{100}{2} = 4+30,57$$

$$Km_B = Km_A + l = 4+30.57 + 100 = 4+130.57$$

$$y = \frac{q-p}{2l}x^2 + Px + H_A \Rightarrow y = \frac{-0.04 - 0.03}{2 \times 100}x^2 + 0.03x + 32.92$$

$$y = \frac{-0.07}{200}x^2 + 0.03x + 32.92$$

نقطة الرصد	كيلومتر	x	y	d_1	d_2
A	4+30.57	0	32.92		
				0.36	
1	4+45	14.43	33.28		0.14
				0.22	
2	4+60	29.43	33.50	-0.06	0.16
3	4+75	44.43	33.56	-0.09	0.16
4	4+90	59.43	33.46	-0.26	0.15
5	4+105	74.43	32.21	-0.41	-0.03
6	4+120	89.43	32.80	-0.3	
B	4+130.57	100	32.42		