مباحث:

- پلان مسیر(Dwg)
- پروفیل طولی(Dwg)
- پروفیل عرضی(Dwg)
- طرح روسازی(Dwg)
- محاسبات حجم عملیات خاکی و منحنی بروکنر(Excel)
- گزراش کار(word)

فصل ۱: پلان مسیر

ابتدا با توجه به نوع راه و منطقه ای که راه در آن قرار گرفته است باید پارامتر های زیر را از نشریه ۴۱۵-طرح هندسی راه ایران- بیابید که جداول مورد نیاز در هر بخش برای سهولت کار در این جزوه قرار گرفته است.

پارامتر طول مبنا:

برای محاسبه طول مبنا پروژه ابتدا به سرعت طرح و حداکثر شیب طولی مجاز نیاز داریم

انتخاب سرعت طرح:

سرعت طرح بر اساس نوع راه انتخاب میشود.

نکته: سرعت طرح متوسط را ملاک قرار میدهیم

جدول ۴-۲- سرعت طرح برای راه‌های شریانی و اصلی

نوع راه	راه‌های شریانی (آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها)			راه‌های اصلی درجه یک جداشده			راه‌های اصلی درجه یک جدا نشده و درجه دو		
وضع پستی و بلندی	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)			سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)			سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)		
	حداقل	متوسط	حداکثر	حداقل	متوسط	حداکثر	حداقل	متوسط	حداکثر
دشت	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۱۰	۱۱۵	۱۲۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰
تپه‌ماهور	۱۱۰	۱۱۵	۱۲۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۰۰	۱۰۵	۱۱۰
کوهستانی	۸۰	۹۵	۱۱۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۸۰	۹۰	۱۰۰

جدول ۴-۳- سرعت طرح برای راه‌های فرعی

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

تعیین حداکثر شیب طولی مجاز:

شیب طولی به شیب سطح تمام شده راه در امتداد مسیر گفته می شود .این شیب همان شیب طولی خط پروژه است.

حداکثر شیب طولی بسته به شرایط پستی و بلندی منطقه و سرعت طرح، برای هر یک از انواع راهها در جداول (۵-۲۱) الی (۵-۲۳) آورده شده است.

جدول ۵-۲۳- حداکثر شیب طولی برای راه‌های فرعی درجه ۳

نوع منطقه	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)					
	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰
	حداکثر شیب طولی					
هموار	۸	۷	۷	۷	۷	۶
تپه ماهور	۱۱	۱۱	۱۰	۱۰	۹	۸
کوهستانی	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۰
برای طول‌های کوتاه شیب‌دار در مناطق برون‌شهری (طول‌های کمتر از ۱۵۰ متر) و سرازیری‌های یک طرفه مقدار شیب را می‌توان ۲ درصد نسبت به مقادیر جدول افزایش داد.						

جدول ۵-۲۱- حداکثر شیب طولی برای آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی

نوع منطقه	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)					
	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰
	حداکثر شیب طولی					
هموار*	۴	۴	۴	۳	۳	۳
تپه ماهور*	۵	۵	۵	۴	۴	–
کوهستانی**	۶	۶	۶	۵	–	–
*چنانچه نیمرخ دو طرف مستقل از هم باشند، می‌توان در سرازیری یک درصد به حداکثرهای داده شده اضافه کرد مشروط بر اینکه در آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها و نقاط سردسیر، مقدار شیب از ۶ درصد تجاوز نکند.						
**در صورتی که راه در منطقه‌های گرمسیر و بدون احتمال یخبندان قرار گیرد، می‌توان برای سرعت ۸۰ کیلومتر در ساعت، حداکثر شیب طولی را تا ۷ درصد افزایش داد.						

جدول ۵-۲۲- حداکثر شیب طولی برای راه‌های فرعی درجه یک و دو

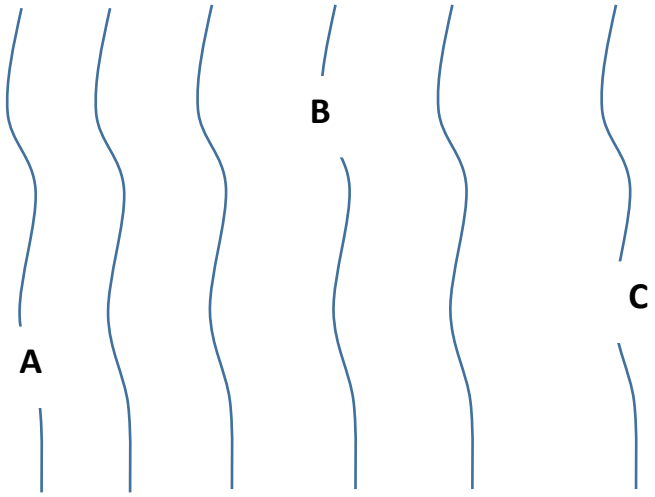
نوع منطقه	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)							
	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
	حداکثر شیب طولی							
هموار	۷	۷	۷	۷	۷	۶	۶	۵
تپه ماهور	۱۰	۱۰	۹	۸	۸	۷	۷	۶
کوهستانی	۱۲	۱۱	۱۰	۱۰	۱۰	۹	۹	۸
برای طول‌های کوتاه شیب‌دار در مناطق برون‌شهری (طول‌های کمتر از ۱۵۰ متر) و سرازیری‌های یک طرفه مقدار شیب را می‌توان ۲ درصد نسبت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

پارامتر طول مبنا:

$$\text{طول مبنا} = \frac{10}{\text{(درصد) حداکثر شیب طولی مجاز}}$$

حال پس از بدست آوردن طول مبنا شروع به رسم پلان مسیر میکنیم:

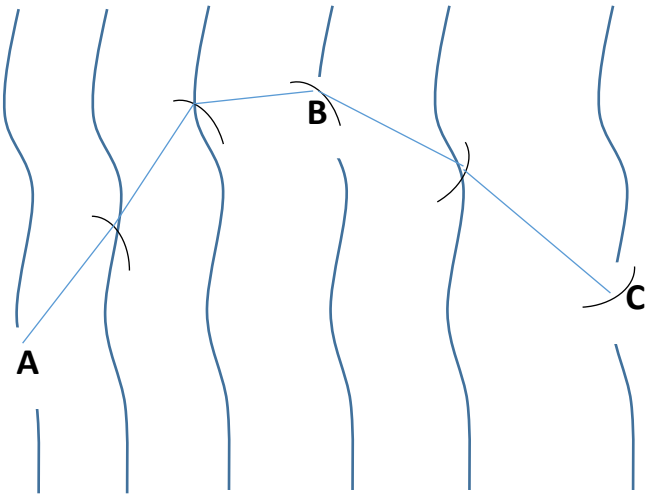
هر نقشه دارای سه نقطه اجبار ابتدایی، وسط و انتهایی است که پلان مسیر حتما باید از این سه نقطه عبور کند.



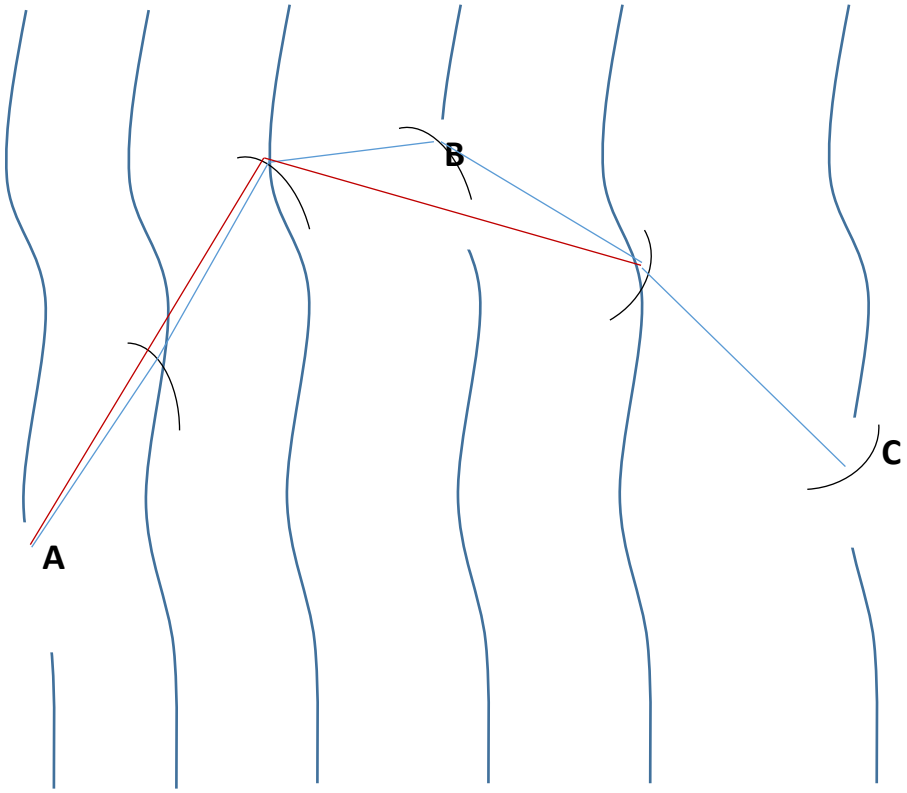
حال دایره ای به شعاع طول مبنا و مرکزیت نقطه A ترسیم میشود که با توجه به وضعیت خط توپوگرافی بعدی سه حالت امکان رخ دادن دارد:

- خط تراز بعدی را در دو نقطه قطع کند: در این حالت نقطه ای که به مسیر ما نزدیک تر است انتخاب میشود.
- خط تراز بعدی را در یک نقطه قطع کند: در این حالت همان نقطه مد نظر است.
- خط تراز بعدی قطع نکند: هر مسیری که انتخاب شود از نظر شیب طولی مناسب و مجاز است.

حال ترسیم این کمان ها و انتخاب نقاط را تا رسیدن به نقطه اجبار انتهایی ادامه میدهیم.و سپس تمام نقاط را با خط به هم وصل میکنیم.



حال باید خطوط واریانت را رسم کنیم (هر دو خط شکسته را به یک خط مستقیم تبدیل میکنیم.)



نکته: هرچه فاصله راس شکستگی تا واریانت کمتر باشد بهتر است.

حال باید شکستگی های واریانت ها ار با استفاده از دستور fillet به قوس افقی تبدیل کنیم:

ابتدا دستور را اجرا میکنیم و سپس object را انتخاب کنیم (اول و آخر دو قسمت شکستگی بین دو واریانت) ، سپس از ما شعاع قوس را می خواهد که برای شعاع قوس از جدول ۵-۵ استفاده میکنیم.

برای استفاده از این جدول سرعت طرح و حداکثر دور (بربلندی) را میخواهد که هرچه دور کمتر انتخاب شود بهتر است :۴٪-۶٪

در این جدول حداقل شعاع بدست می آید که هرچه شعاع بیشتر انتخاب شود بهتر است.(در صورتی که توپوگرافی منطقه جواب دهد.)

جدول ۵-۵- حداقل شعاع قوس افقی

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	حداکثر بربلندی e_{max}	حداکثر ضریب اصطکاک f_{max}	حداقل شعاع (متر) (مقادیر گرد شده)
۳۰		۰/۱۷۰	۳۵
۴۰		۰/۱۶۵	۶۵
۵۰		۰/۱۶۰	۱۰۰
۶۰		۰/۱۵۳	۱۵۰
۷۰	۴٪	۰/۱۴۷	۲۱۰
۸۰		۰/۱۴۰	۲۸۰
۹۰		۰/۱۳۰	۳۷۵
۱۰۰		۰/۱۲۰	۴۹۵
۳۰		۰/۱۷۰	۳۵
۴۰		۰/۱۶۵	۶۰
۵۰		۰/۱۶۰	۹۰
۶۰		۰/۱۵۳	۱۳۵
۷۰	۶٪	۰/۱۴۷	۱۹۰
۸۰		۰/۱۴۰	۲۵۵
۹۰		۰/۱۳۰	۳۴۰
۱۰۰		۰/۱۲۰	۴۴۰
۱۱۰		./۱۱۰	۵۶۵
۱۲۰		۰/۰۹	۷۵۶
۱۳۰		۰/۰۸	۹۵۱
۳۰		۰/۱۷۰	۳۰
۴۰		۰/۱۶۵	۵۵
۵۰		۰/۱۶۰	۸۵
۶۰		۰/۱۵۳	۱۲۵
۷۰	۸٪	۰/۱۴۷	۱۷۰
۸۰		۰/۱۴۰	۲۳۰
۹۰		۰/۱۳۰	۳۰۵
۱۰۰		۰/۱۲۰	۳۹۵
۱۱۰		./۱۱۰	۵۰۵
۱۲۰		۰/۰۹	۶۶۷
۱۳۰		۰/۰۸	۸۳۲
۳۰		۰/۱۷۰	۳۰
۴۰		۰/۱۶۵	۵۰
۵۰		۰/۱۶۰	۸۰
۶۰		۰/۱۵۳	۱۱۵
۷۰	۱۰٪	۰/۱۴۷	۱۶۰
۸۰		۰/۱۴۰	۲۱۰
۹۰		۰/۱۳۰	۲۸۰
۱۰۰		۰/۱۲۰	۳۶۰
۱۱۰		./۱۱۰	۴۵۵
۱۲۰		۰/۰۹	۵۹۷
۱۳۰		۰/۰۸	۷۴۰
۳۰		۰/۱۷۰	۲۵
۴۰		۰/۱۶۵	۴۵
۵۰		۰/۱۶۰	۷۰
۶۰		۰/۱۵۳	۱۰۵
۷۰	۱۲٪	۰/۱۴۷	۱۴۵
۸۰		۰/۱۴۰	۱۹۵
۹۰		۰/۱۳۰	۲۵۵
۱۰۰		۰/۱۲۰	۳۳۰
۱۱۰		./۱۱۰	۴۱۵
۱۲۰		۰/۰۹	۵۴۰
۱۳۰		۰/۰۸	۶۶۶

قوس افقی اتصال تدریجی (کلوتوئید):

به منظور تأمین ایمنی و راحتی کافی در طرح راه، بهتر است برای اتصال دو قوس افقی با اختلاف شعاع نسبتاً زیاد و یا اتصال یک مسیر مستقیم به یک قوس افقی دایره ای با شعاع کوچکتر از مقادیر داده شده در جدول (۵-۷)، از قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید یا مشابه آن)استفاده شود.

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

سرعت (کیلومتر در ساعت)	شعاع حداکثر (متر)
۲۰	۲۴
۳۰	۵۴
۴۰	۹۵
۵۰	۱۴۸
۶۰	۲۱۳
۷۰	۲۹۰
۸۰	۳۷۹
۹۰	۴۸۰
۱۰۰	۵۹۲
۱۱۰	۷۱۶
۱۲۰	۸۵۲
۱۳۰	۱۰۰۰
نکته: مزایای ایمنی استفاده از قوس اتصال تدریجی برای شعاع‌های بزرگتر، ناچیز است.	

جدول ۵-۸- طول مطلوب برای قوس اتصال تدریجی

سرعت (کیلومتر در ساعت)	طول اتصال تدریجی (متر)
۲۰	۱۱
۳۰	۱۷
۴۰	۲۲
۵۰	۲۸
۶۰	۳۳
۷۰	۳۹
۸۰	۴۴
۹۰	۵۰
۱۰۰	۵۶
۱۱۰	۶۱
۱۲۰	۶۷
۱۳۰	۷۲

طول قوس اتصال تدریجی نباید از طول بدست آمده از روابط (۵-۷) و (۵-۸) (هر کدام که بزرگتر است) کمتر باشد.

$$L_{s,min} = ۲/۱۹ \sqrt{R} \qquad (۵-۷)$$

$$L_{s,min} = ۰/۰۱۸ \frac{V^۳}{R} \qquad (۵-۸)$$

که در آن:

$L_{s,min}$ = حداقل طول منحنی اتصال تدریجی (متر)

V = سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

R = شعاع قوس دایره‌ای (متر)

طول قوس اتصال تدریجی نباید از طول بدست آمده از رابطه (۵-۹) بیشتر باشد.

$$L_{s,max} = ۴/۹۰ \sqrt{R} \qquad (۵-۹)$$

که در آن:

$L_{s,max}$= حداکثر طول منحنی اتصال تدریجی (متر)

R = شعاع قوس دایره‌ای (متر)

در پایانه رابطها در صورت در نظر گرفتن اضافه عرض می‌توان از قوس اتصال تدریجی با طول بزرگتر از رابطه (۵-۹)، برای اعمال بربلندی استفاده کرد.

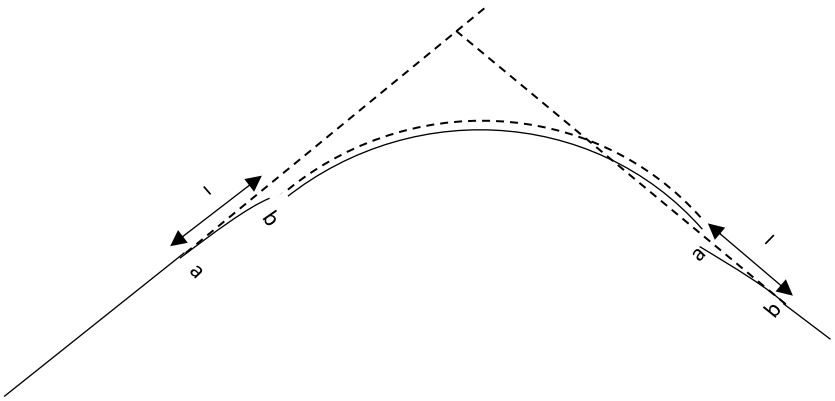
چنانچه از قوس اتصال تدریجی برای تامین شیب بربلندی استفاده می‌شود، روش عملی‌تر برای تعیین حداقل طول قوس اتصال تدریجی، به کار بردن طولی است که برای طول شیب بربلندی (طول لازم برای تغییر شیب عرضی مسیر از شیب صفر به شیب بربلندی) لازم است.

ترسیم قوس اتصال (کلوتئید) در AUTO CAD:

برای رسم قوس اتصال ابتدا لازم است که قوس افقی رسم شده را به مقدار x که در زیر ذکر شده به سمت داخل قو س offset کرد و سپس از مقدار Ls قبل از شروع قوس افقی و مقدار Ls بعد از قوس افقی با کمک دستور (spiral line) Spilne بین نقاط a ,b اجرا کنیم.

بعد از اتمام کار موارد پشت قوس افقی جدید و قوس اتصال با دستور erease پاک شود.

$$x = \frac{{l_s}^2}{24R}$$



بعد از ترسیم محور مسیر باید خطوط آسفالت سمت چپ و راست و خط شانه سمت چپ و راست با دستورoffset ترسیم شود که مقدار offset برابر با فاصله محور ها طبق جدول زیر است.

جدول ۶-۱- عرض سواره‌رو در راه‌های اصلی درجه دوی دو خطه

حداقل عرض سواره‌رو (متر)[1] برای احجام طرح مشخص شده (وسیله نقلیه در روز)				
سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	کمتر از ۴۰۰	۴۰۰ تا ۱۵۰۰	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰	بیش از ۲۰۰۰
۶۰	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۰۰	۷/۳۰
۷۰	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۰۰	۷/۳۰
۸۰	۶/۵۰	۷/۰۰	۷/۳۰	۷/۳۰
۹۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۳۰	۷/۳۰
۱۰۰	۷/۳۰	۷/۳۰	۷/۳۰	۷/۳۰
۱۱۰	۷/۳۰	۷/۳۰	۷/۳۰	۷/۳۰

۱- در بهسازی راه‌های اصلی درجه دو، چنانچه سوابق ایمنی و وضعیت مسیر رضایت‌بخش باشد، عرض سواره‌رو موجود کفایت می‌کند، به شرطی که از ۶/۵ متر کمتر نباشد.

جدول ۶-۲- عرض سواره‌رو در راه‌های فرعی درجه یک و دو

حداقل عرض سواره‌رو (متر)[1] برای احجام طرح مشخص شده (وسیله نقلیه در روز)				
سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	کمتراز ۴۰۰	۴۰۰ تا ۱۵۰۰	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰	بیش از ۲۰۰۰
۳۰	۶/۰۰[2]	۶/۰۰	۶/۵۰	۷/۳۰
۴۰	۶/۰۰[2]	۶/۰۰	۶/۵۰	۷/۳۰
۵۰	۶/۰۰[2]	۶/۰۰	۶/۵۰	۷/۳۰
۶۰	۶/۰۰[2]	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۳۰
۷۰	–	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۳۰
۸۰	–	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۳۰
۹۰	–	–	–	۷/۳۰
۱۰۰	–	–	–	۷/۳۰

۱- در بهسازی راه‌های فرعی درجه یک و دو، چنانچه سوابق ایمنی و وضعیت مسیر رضایت‌بخش باشد، عرض سواره‌رو موجود کفایت می‌کند، به شرطی که از ۶/۵ متر کمتر نباشد.

۲- برای راه‌هایی که حجم طرح آنها کمتر از ۲۵۰ وسیله نقلیه در روز باشد، می‌توان از حداقل عرض ۵/۵ متر استفاده کرد.

جدول ۶-۳- عرض سواره‌رو در راه‌های فرعی درجه سه

حداقل عرض سواره‌رو (متر)[1] برای احجام طرح مشخص شده (وسیله نقلیه در روز)				
سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	کمتر از ۴۰۰	۴۰۰ تا ۱۵۰۰	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰	بیش از ۲۰۰۰
۲۰	۵/۵۰	۶/۰۰[1]	۶/۰۰	۶/۵۰
۳۰	۵/۵۰	۶/۰۰[1]	۶/۵۰	۷/۳۰[2]
۴۰	۵/۵۰	۶/۰۰[1]	۶/۵۰	۷/۳۰[2]
۵۰	۵/۵۰	۶/۰۰[1]	۶/۵۰	۷/۳۰[2]
۶۰	۵/۵۰	۶/۰۰[1]	۶/۵۰	۷/۳۰[2]
۷۰	–	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۳۰[2]
۸۰	–	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۳۰[2]

۱- برای راه‌هایی کوهستانی با حجم طرح ۴۰۰ تا ۶۰۰ وسیله نقلیه در روز، می‌توان از سواره‌رو به عرض ۵/۴ متر و شانه به عرض ۰/۶ متر استفاده کرد.

۲- در بهسازی راه‌های فرعی درجه سه، چنانچه سوابق ایمنی و وضعیت مسیر رضایت‌بخش باشد، عرض سواره‌رو موجود کفایت می‌کند، به شرطی که از ۶/۵ متر کمتر نباشد.

کد گذاری پلام مسیر:

مسیر لازم است در محل های زیر کد گذاری شود:

- محل تلاقی با خطوط تراز
- محل آبرو ها (خط القعر پلان - مشخص شده با خطوط آبی رنگ)
- محل ابتدا و انتهای قوس افقی
- ابتدا و انتهای قوس های اتصال
- محل تلاقی با راه های موجود

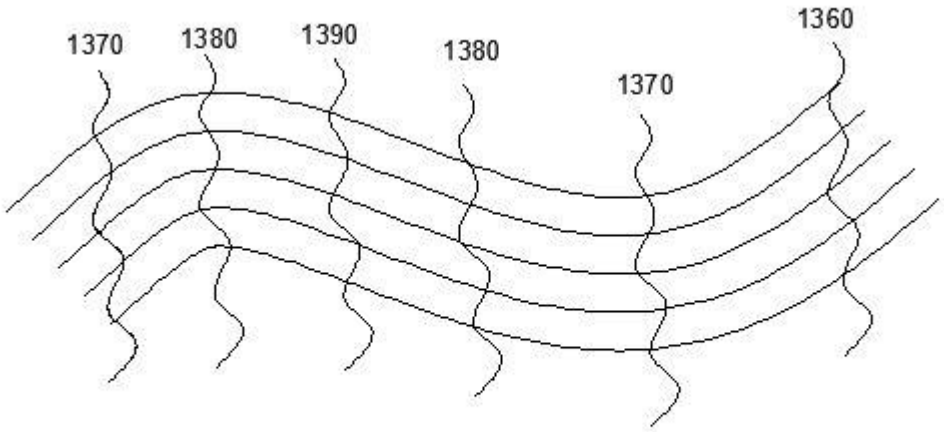
نکته: در محل های خط القعر باید آبرو های ذوزنقه ای زده شود و توسط دستور hat ch هاشور زده شود.

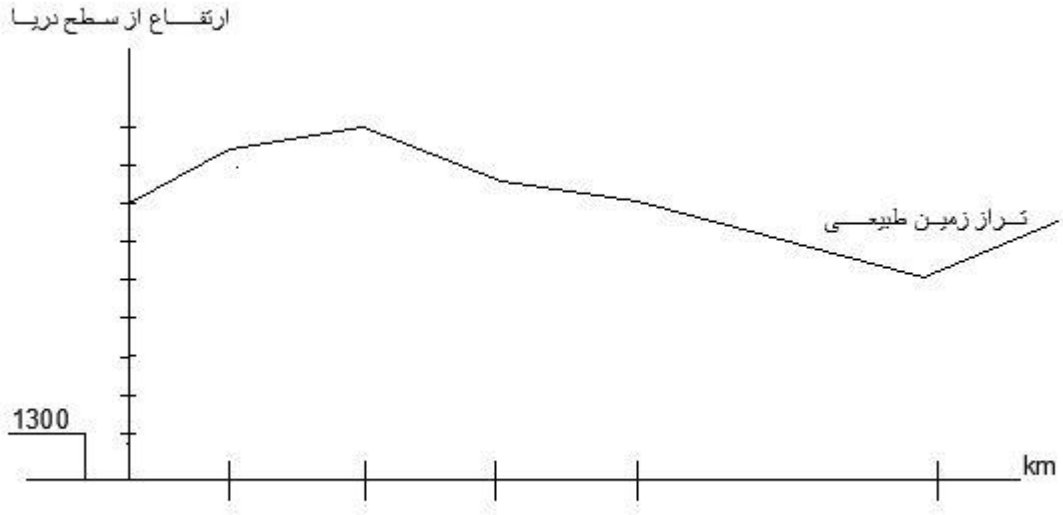
حال باید کیلومتراژ هر ایستگاه (کد) به فرم ۰+۰۰۰ مشخص شود.

نکته : در ابتدا مسیر،وسط و انتهای مسیر از دستورdi m برای مشخص کردن فاصله محور ها استفاده شود.

نکته : مشخصات هر قوس شامل شعاع ، طول قوس و زاویه خارجی (Δ) و نیز Ls برای قوس اتصال در کنار قوس آورده شود.

فصل دوم: پروفیل طولی





برای رسم تراز طبیعی زمینکافی است ارتفاع هر ایستگاه را در نمودار مشخص کرده و سپس آنها را با خط به هم دیگر وصل نمود.

نکته: برای بهتر نشان دادن تغییرات زمین طبیعی می توان اعداد محور قائم را در ۱۰ ضرب نمود.

ترسیم خط پروژه:

منظور از خط پروژه سطح تمام شده راه است.

برای ترسیم خط پروژه رعایت موارد زیر الزامی است.

الف) حداکثر شیب طولی مجاز :

ازدیاد شیب طولی راه، معمولاً مشکلات زیر را به همراه دارد:

الف) کاهش سرعت حرکت وسایل نقلیه، به ویژه وسایل نقلیه سنگین در سربالایی

ب) کاهش گنجایش راه در سربالایی

پ) افزایش آلودگی (صدا و هوا) در سربالایی

ت) لغزش حرکت وسیله نقلیه در شیب در شرایط برف و یخبندان

ث) کاهش ایمنی تقاطع های واقع در شیب

ج) افزایش احتمال تصادفات

جدول ۵-۲۱- حداکثر شیب طولی برای آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی

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

*چنانچه نیمرخ دو طرف مستقل از هم باشند، می‌توان در سرازیری یک درصد به حداکثرهای داده شده اضافه کرد مشروط بر اینکه در آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها و نقاط سردسیر، مقدار شیب از ۶ درصد تجاوز نکند.

**در صورتی که راه در منطقه‌های گرمسیر و بدون احتمال یخبندان قرار گیرد، می‌توان برای سرعت ۸۰ کیلومتر در ساعت، حداکثر شیب طولی را تا ۷ درصد افزایش داد.

جدول ۵-۲۲- حداکثر شیب طولی برای راه‌های فرعی درجه یک و دو

نوع منطقه	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)							
	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
	حداکثر شیب طولی							
هموار	۷	۷	۷	۷	۷	۶	۶	۵
تپه ماهور	۱۰	۱۰	۹	۸	۸	۷	۷	۶
کوهستانی	۱۲	۱۱	۱۰	۱۰	۱۰	۹	۹	۸

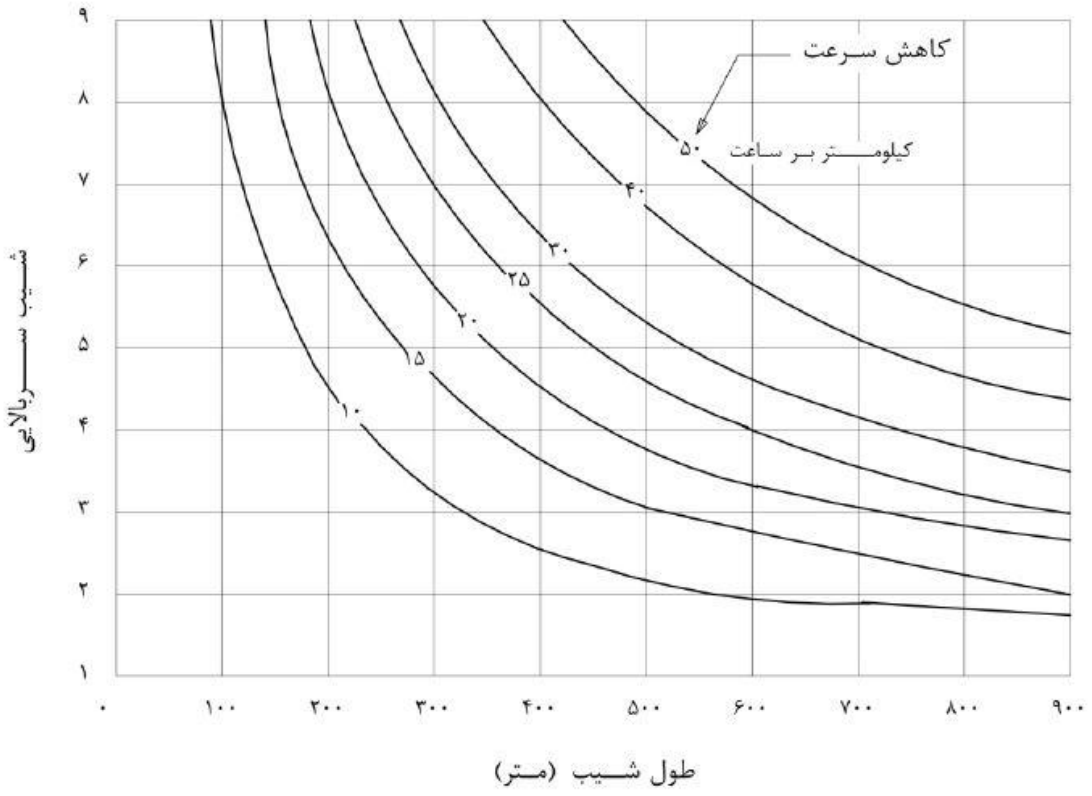
برای طول‌های کوتاه شیب‌دار در مناطق برون‌شهری (طول‌های کمتر از ۱۵۰ متر) و سرازیری‌های یک طرفه مقدار شیب را می‌توان ۲ درصد نسبت به مقادیر جدول افزایش داد.

جدول ۵-۲۳- حداکثر شیب طولی برای راه‌های فرعی درجه ۳

نوع منطقه	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)					
	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰
	حداکثر شیب طولی					
هموار	۸	۷	۷	۷	۷	۶
تپه ماهور	۱۱	۱۱	۱۰	۱۰	۹	۸
کوهستانی	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۰

برای طول‌های کوتاه شیب‌دار در مناطق برون‌شهری (طول‌های کمتر از ۱۵۰ متر) و سرازیری‌های یک طرفه مقدار شیب را می‌توان ۲ درصد نسبت به مقادیر جدول افزایش داد.

ب) حداکثر طول بحرانی شیب:



شکل ۵-۹- رابطه بین مقدار و طول بحرانی شیب برای مقادیر مختلف کاهش سرعت برای کامیون (سرعت اولیه ۱۱۰ کیلومتر در ساعت)

ج)تعادل میان عملیات خاکریزی و خاکبرداری :

خط پروژه به نحوی رسم شود که میزان مساحت ایجاد شده بالای خط پروژه و تراز زمین با مساحت ایجاد شده در زیر خط پروژه و زمین با هم برابر باشد

نکته:هر کجا که خط پروژه زدیم باید کنترل کنیم که شیب این خط از از حداکثر مقدار مجاز بیشتر نباشد.

در Autocad برای یافتن شیب طولی به صورت زیر عمل میکنیم:

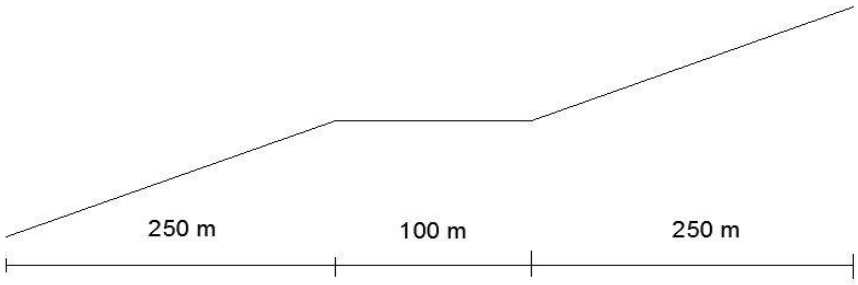
بر روی خط مذکور کلیک راست کرده و سپس بروی گزینه properties کلیک کرده و عدد angle را قرائت میکنیم حال شیب برابر است با:

$$\text{شیب} = \tan(angle) * 100$$

نکته: اگر در محور قائم اعداد را ده برابر کردیم باید شیب مرحله قبل را بر ۱۰ تقسیم کنیم.

نکته: اگر طول شیب ما از حداکثر طول شیب بحرانی بیشتر بود حتما باید از پاگرد ۱۰۰ متری در وسط مسیر استفاده کنیم.

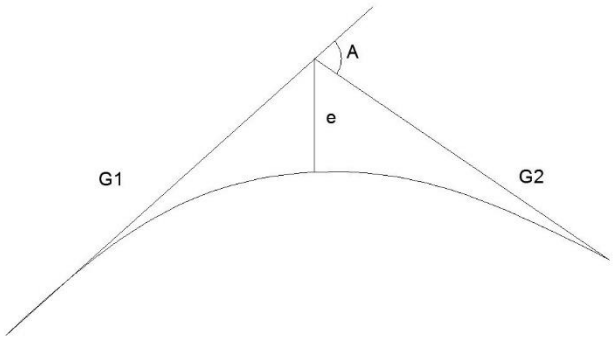
برای مثال فرض کنید حداکثر طول شیب بحرانی ۳۰۰ متر است ولی طول شیب ما ۵۰۰ متر شده است حال یک پاگرد(مسیر افقی) ۱۰۰ متری در انتهای ۲۵۰ متر اول قرار میدهیم.



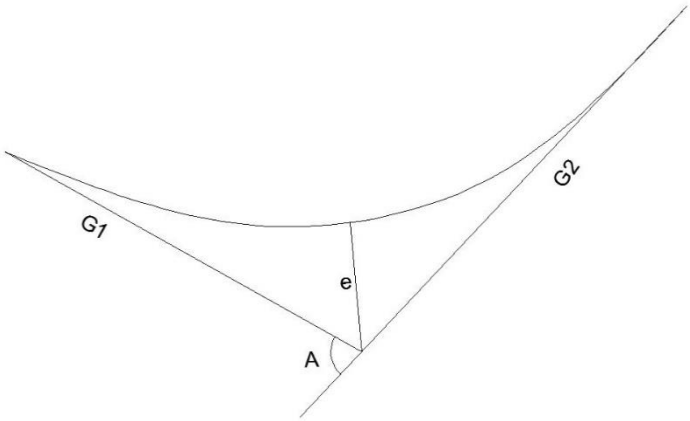
نکته: هرگاه در رسم خط پروژه ارتفاع خاکبرداری بیش از ۳۵ متر شود نیاز به احداث تونل است. و هرگاه ارتفاع خاکریزی بیش از ۲۵ متر باشد احداث پل ضروری است.

نکته : هرگاه تغییرات شیب طولی بیش از ۰,۵ درصد بود نیاز به اجرای قوس قائم است.

$$A = |G_1 - G_2|$$

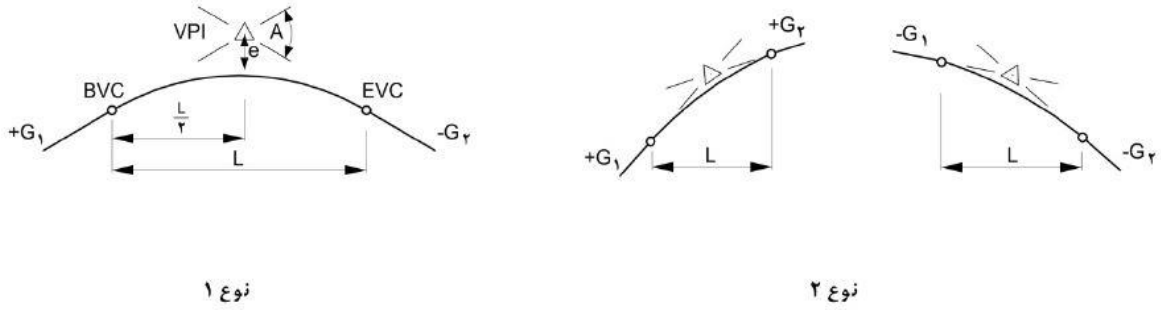


نکته : قوس قائم بالا از نوع محدب است که نوع مقعر (کاسه ای) آن به شکل زیر است.



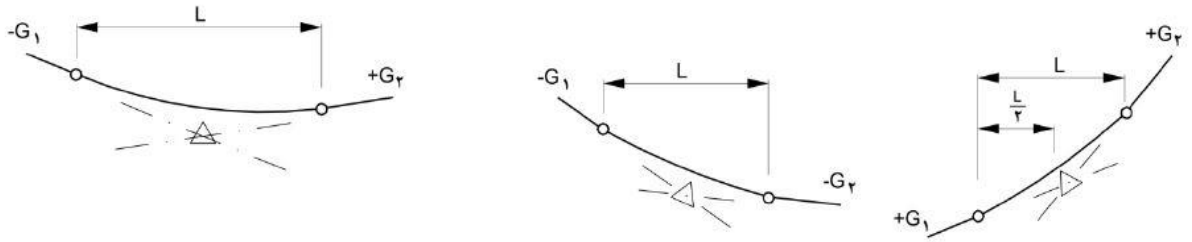
نحوه ترسیم قوس قائم:

ابتدا لازم است طبق سرعت طرح مقدار پارامتر k را یافته تا طبق رایطه زیر حداقل طول قوس را بیابیم.



نوع ۱ نوع ۲

الف - انواع قوس‌های قائم گنبدی (قوس‌های برآمده)



نوع ۳ نوع ۴

ب - انواع قوس‌های قائم کاسه‌ای (قوس‌های فرورفته)

شکل ۵-۱۳- انواع قوس‌های قائم

تعیین طول قوس قائم گنبدی (قوس برآمده):

طول قوس قائم گنبدی باید به اندازه ای باشد که حداقل فاصله دید برای راننده وسیله نقلیه فراهم شود.

تأمین فاصله دید در قوس قائم گنبدی با توجه به رابطه $L \geq KA$ انجام میشود، که در آن :

L حداقل طول قوس قائم مورد نیاز

K میزان انحناء مورد نیاز

A قدرمطلق تفاضل جبری دو شیب است.

A قدرمطلق تفاضل جبری دو شیب است.

$$L \geq KA$$

$$e = \frac{AL}{8}$$

شکل ۵-۱۴- محدودیت دید در قوس قائم گنبدی

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

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

تعیین طول قوس قائم کاسه ای:

تأمین فاصله دید در قوس قائم گنبدی با توجه به رابطه $L \geq KA$ انجام میشود، که در آن :

L حداقل طول قوس قائم مورد نیاز

K میزان انحناء مورد نیاز

A قدرمطلق تفاضل جبری دو شیب است.

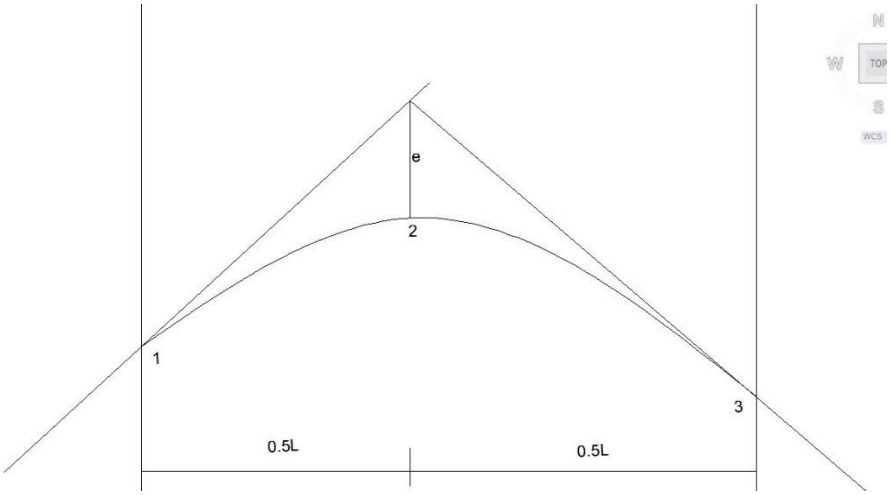
$$L \geq KA$$

$$e = \frac{AL}{8}$$

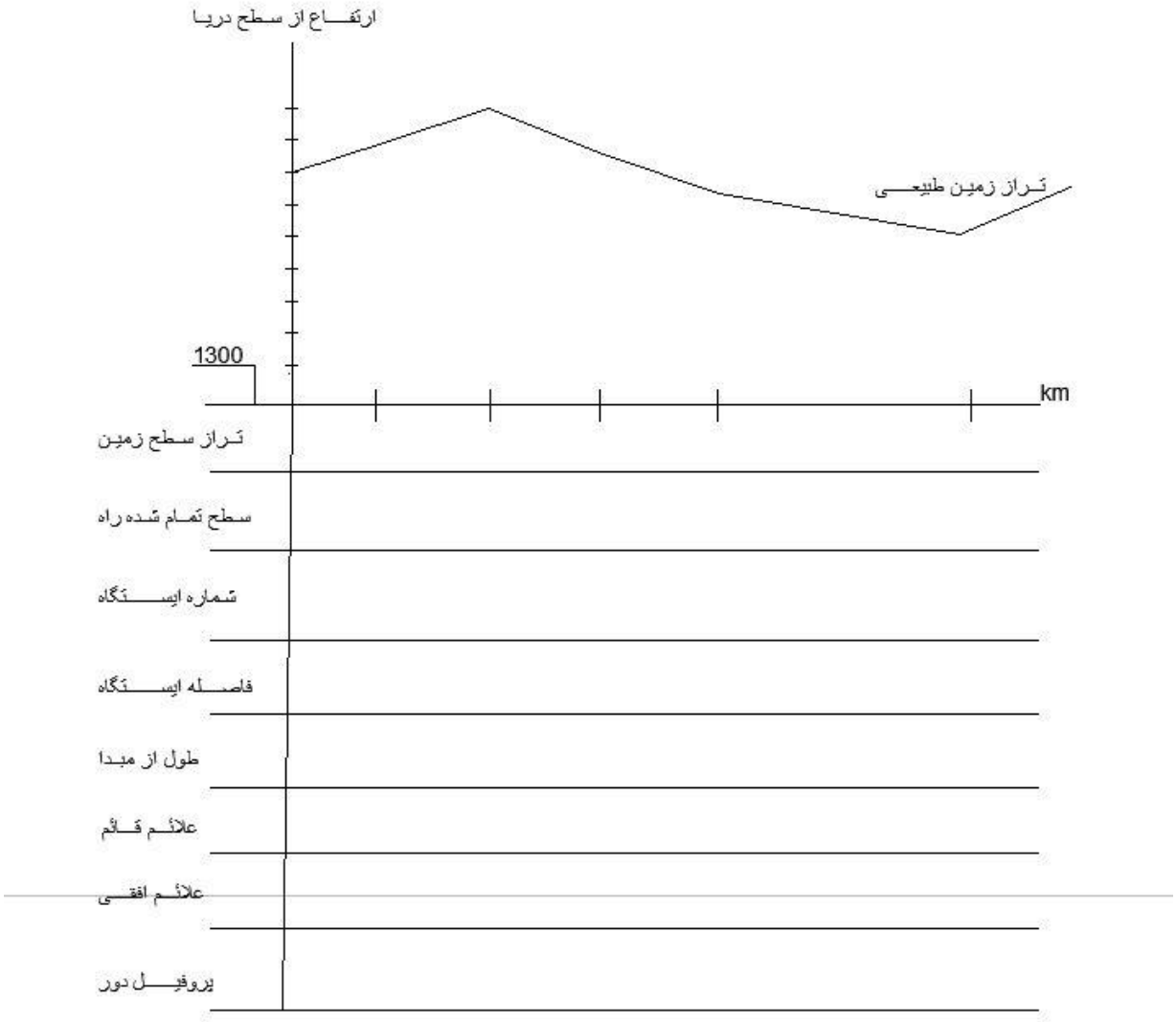
جدول ۵-۲۷- مقادیر حداقل K برای قوس قائم کاسه‌ای ($L = \frac{AS^2}{120+3.5S}$)

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

حال برای اجرا قوس قائم در اتوکد باید از دستور SPILINE با اعمال سه نقطه مانند نقاط زیر قوس را اجرا کرد .برای دقیق تر شدن قوس می توان از تعدا نقاط بیشتری استفاده کرده ولی حتما در این دستور باید از نقاط ۱و ۲ و۳ عبور کرد



پس از رسم خط پروژه لازم است تا مشخصات این پروفیل طولی را در جدولی دقیقا زیر همین پروفیل در هشت سطر به شکل زیر وارد نماییم:



نکته: در ردیف طول از مبدا بهتر است از هکتو متر (hm) استفاده کرد: 10hm=1km

مشخصات و علائم قوس قائم:

قوس مقعر

قوس محدب

شیب سربالایی +

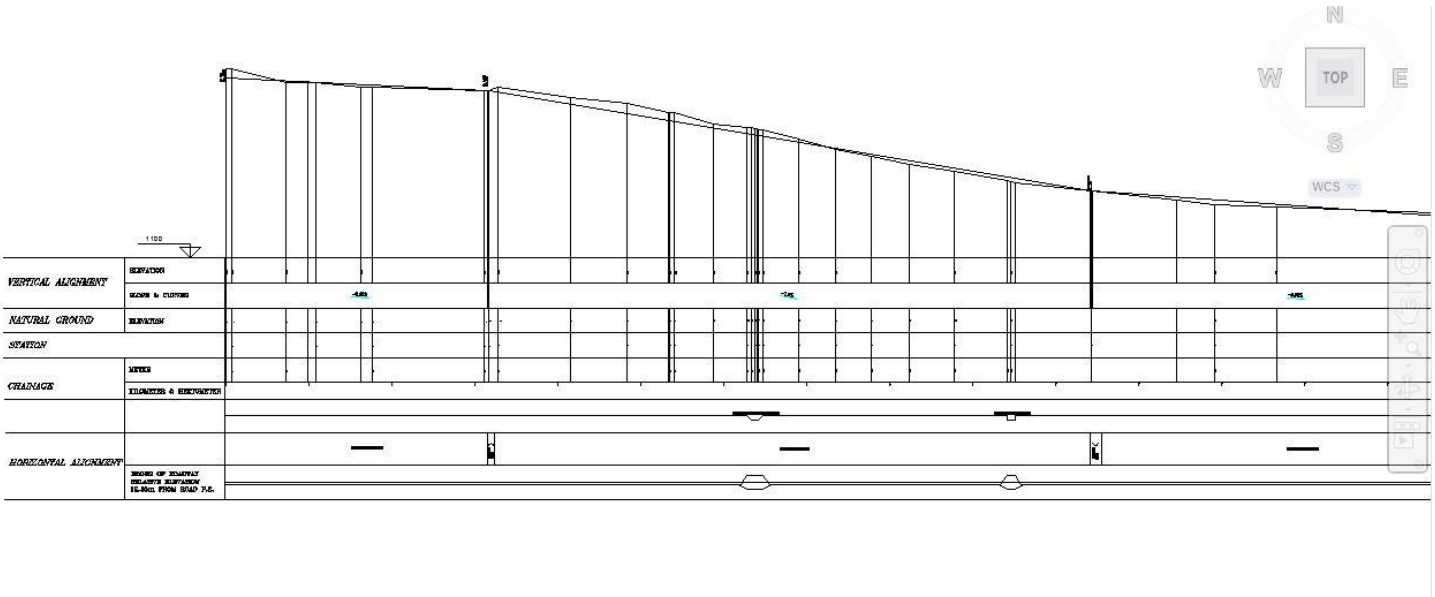
شیب سرپایینی –

مشخصات و علائم قوس افقی:

چپ گرد: اگر در هنگام حرکت از ایستگاه قبل به ایستگاه بعد فرمان را به سمت چپ بگردانیم قوس چپ گرد است.

راست گرد: اگر در هنگام حرکت از ایستگاه قبل به ایستگاه بعد فرمان را به سمت راست بگردانیم قوس راست گرد است.

نمونه ی کامل شده پروفیل طولی مانند شکل زیر است:



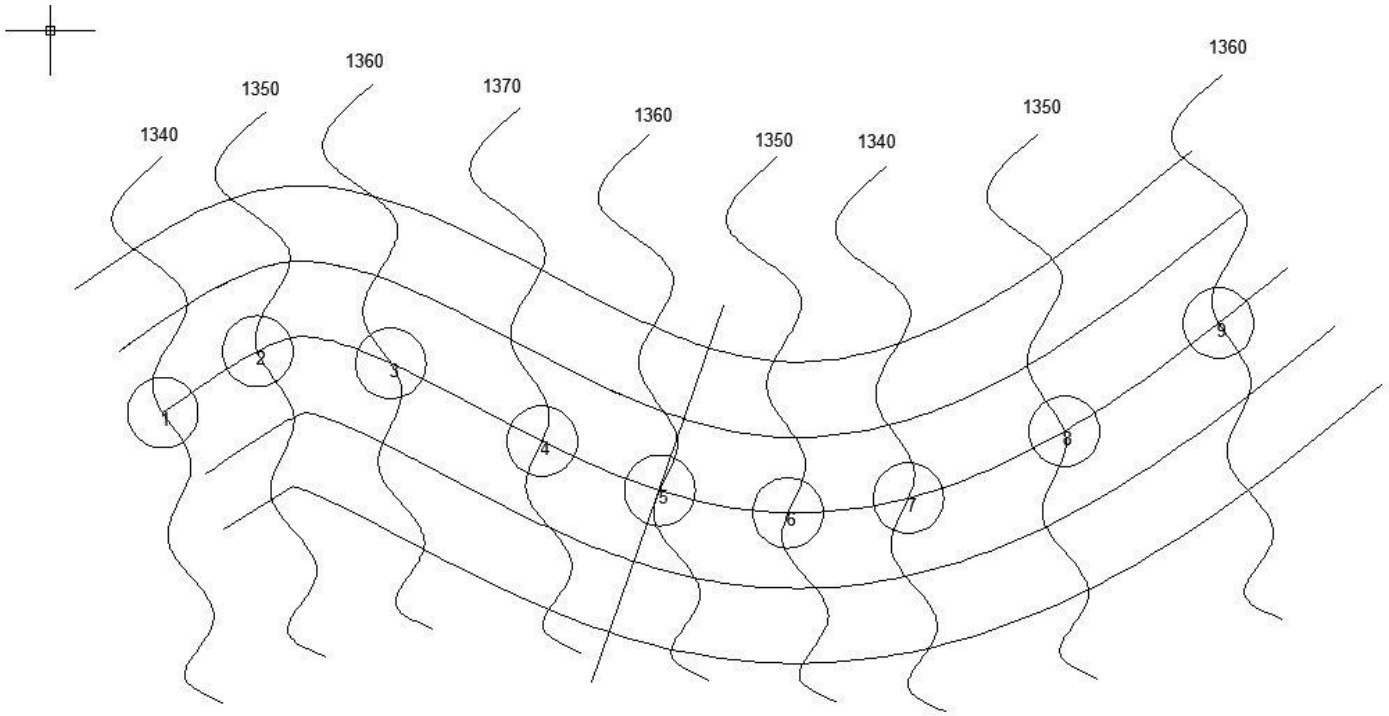
فصل سوم : مقطع عرضی

نیمرخ عرضی، نشان دهنده ابعاد و شیب عرضی سواره رو، شانه ها و میانه راه، شیب عرضی شیروانی ،خاکبرداری یا خاکریزی و موقعیت نهرهای جانبی است.

نیمرخ های عرضی، بسته به عملکرد راه، پستی و بلندی منطقه و موقعیت قرارگرفتن در مسیر (مستقیم یا قوس افقی) متفاوت است.

طبقه بندی راه در تعیین تعداد و عرض خطهای عبور، عرض شانه، شیب شیروانی، شیب و ضرورت وجود یا عدم وجود میانه تأثیر دارد و همچنین قوس افقی در تعیین میزان تعریض خط عبور و بربلندی اثر می گذارد.

اگز پلان مسیر یک راه اصلی درجه یک را در نظر بگیریم:



حال برای رسم هر مقطع عرضی نیاز به مقطع زدن در هر ایستگاه داریم.

نکته : اگر ایستگاه مورد نظر در مسیر مستقیم بود مقطع را عمود بر آکس مسیر در نظر میگیریم

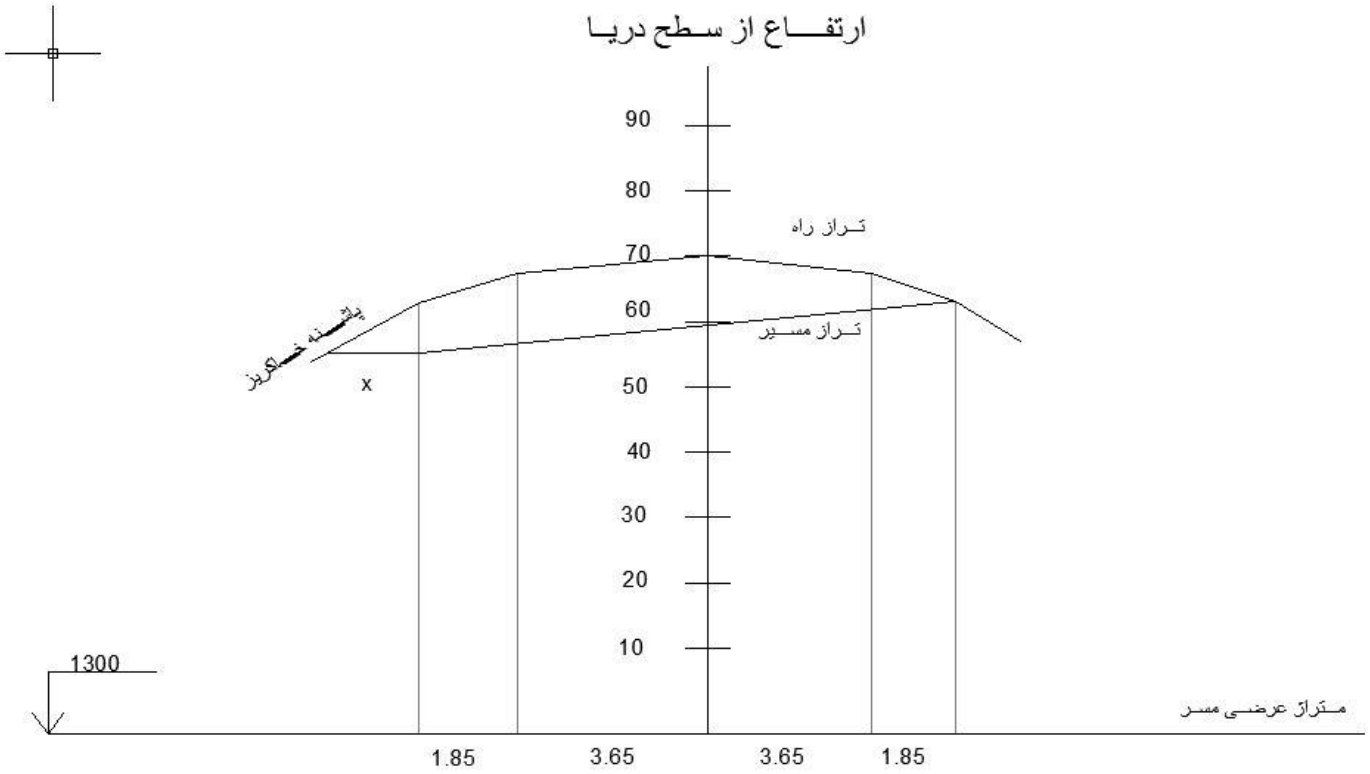
نکته : اگر ایستگاه مورد نظر در قوس افقی قرار داشت مقطع را به سمت مرکز قوس میزنیم.

در رسم مقطع عرضی استگاه مورد نظر طوری عمل میکنیم که آکس مسیر بر محور y ها منطبق باشد.

نکته : ارتفاع های اصلی رار باید با تناسب به دست آوریم.

یرای کشیدن محور راه با مراجعه به پروفیل طولی در ایستگاه مورد نظر تراز خط پروژه و تراز سطح تمام شده راه را قرائت میکنیم.

شیب عرض سواره رو ۲٪ و شیب عرض شانه ۴٪ در نظر گرفته میشود.



2%*3.65=0.073 70-0.07=69.73

69.93-1.85*4%=69.87

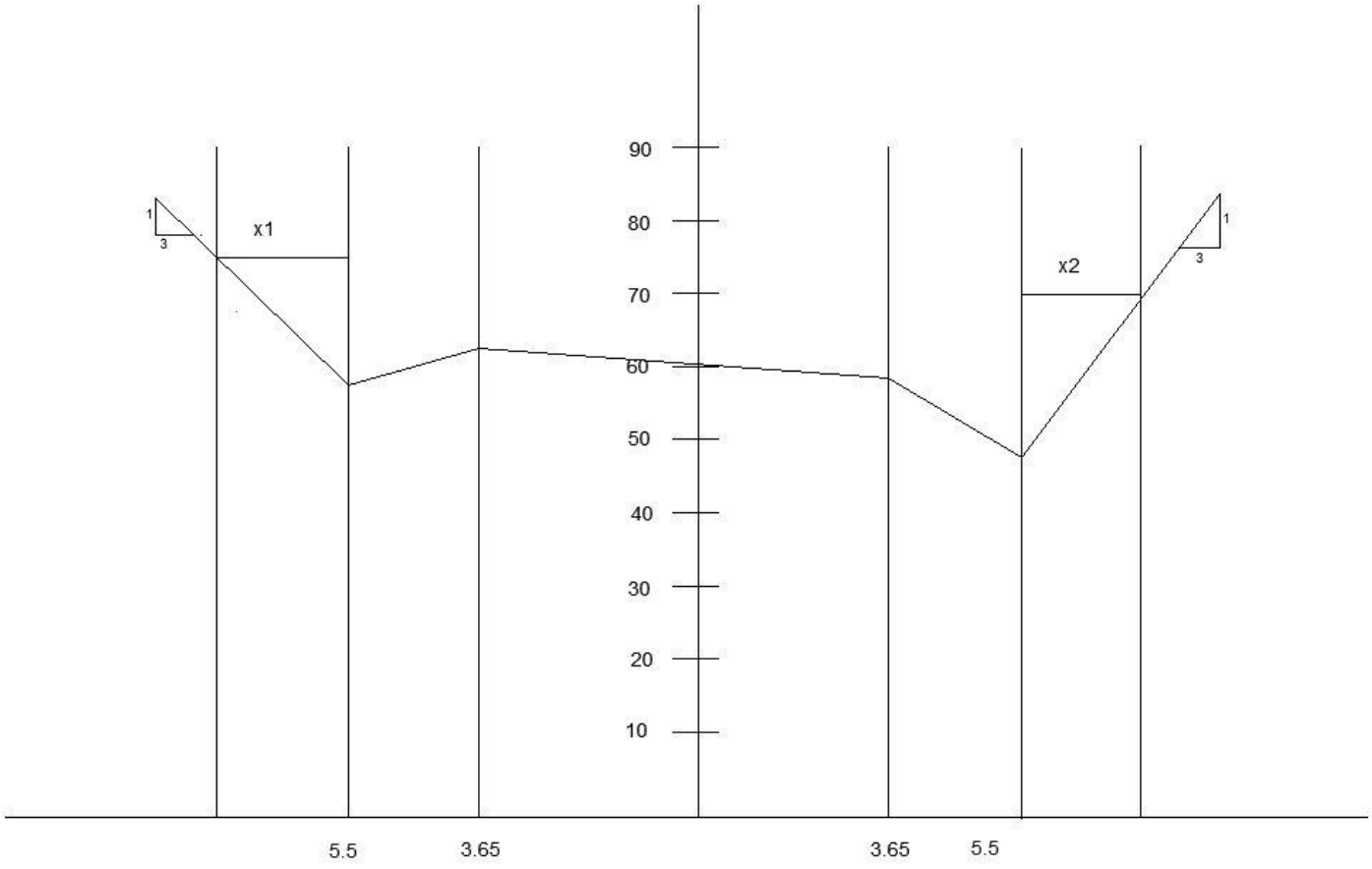
تـراز زمین طبیعـــی	56	57	58	60	62	63	64
تـراز تمـام شـده راه	55	69.87	69.93	70	96.93	69.87	64
فاصـــله از آکـس مسـیر	7.5	5.5	3.65	0	3.65	5.5	6.5

$Sc=\frac{1}{200}$ cut=0.0

no of sec : 5 fill=?

شیب در شیروانی خاکبرداری و خاکریزی (H)3:(V)1 است.

دور را برابر با ۶٪ در نظر میگیریم.



60+0.06*3.65=60.22

60-0.06*3.65=59.781

60.22-0.04*1.85=60.146

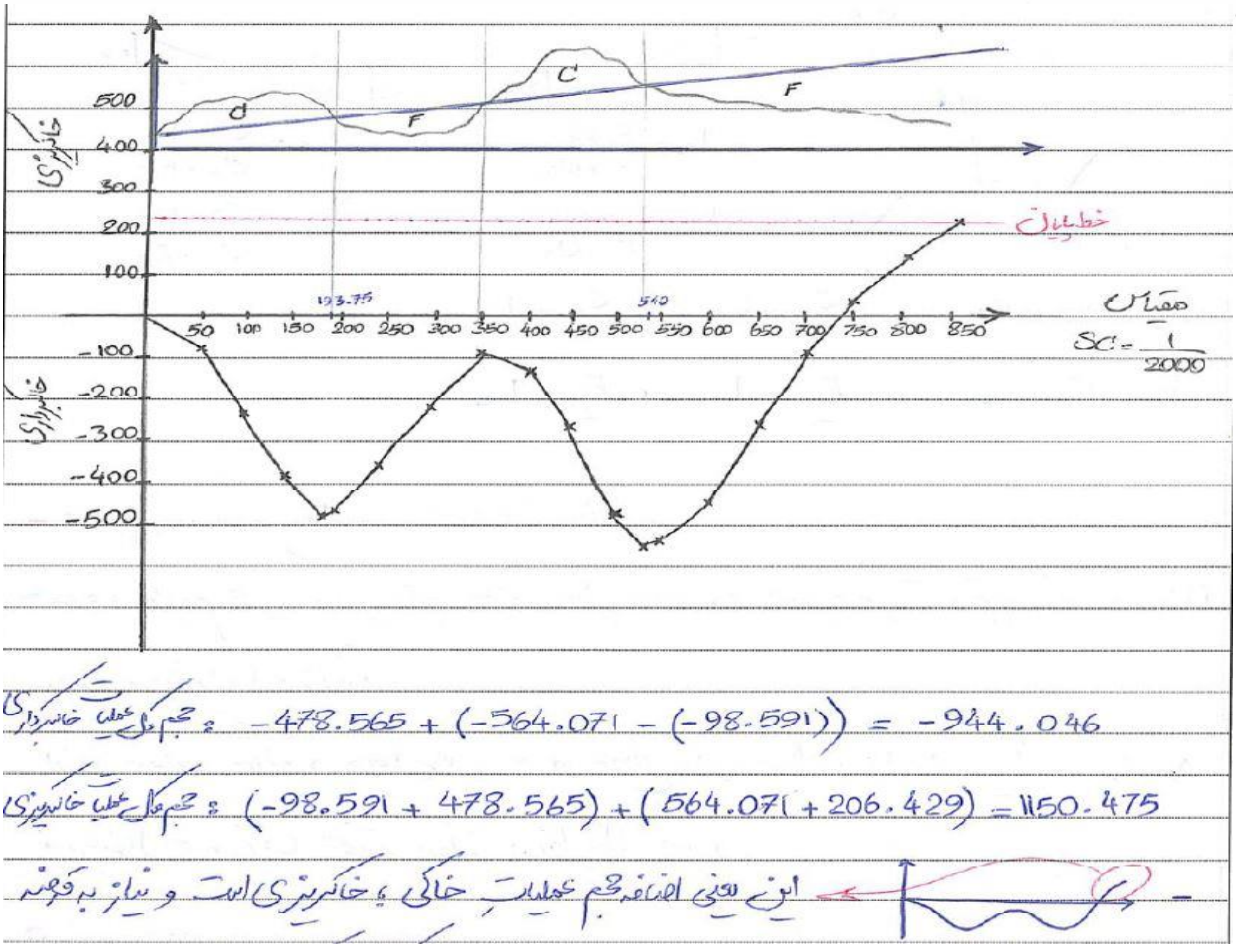
59.784-0.04*1.85=59.707

فصل چهارم :حجم عملیات خاکی و منحنی بروکنر

در این قسمت باید یه فرم مانند فرم زیر تکمیل شود.

۴۷

No of Section	Km	Area of Cross -Section		Distance	Embank	Excavate	Emb+Shr	Exc+Swe	Excess Material		Mass Diagram
									اضافه حجم در		
شماره مقطع عرضی	کیلومتر مقطع عرضی	سطح خاکریزی (m^2)	سطح خاکبرداری (m^2)	فواصل مقاطع عرضی (m)	حجم خاکریزی (m^3)	حجم خاکبرداری (m^3)	حجم خاکریزی + انقباض ٪۱۵ (m^3)	حجم خاکبرداری + تورم ٪۵ (m^3)	خاکریزی +	خاکبرداری −	جمع جبری خاکبرداری و خاکریزی از ابتدای مسیر تا محل مقطع مورد نظر
۱	۰+۰۰۰	۰/۶	۱								۰
۲	۰+۰۵۰	۰	۲/۴	۵۰	۳	۸۵	۳/۴۵	۸۹/۲۵		-۸۵/۸	-۸۵/۸
۳	۰+۱۰۰	۰	۳	۵۰	۰	۱۳۵	۰	۱۴۱/۷۵		-۱۴۱/۷۵	-۲۲۷/۵۵
۴	۰+۱۵۰	۰	۳/۵	۵۰	۰	۱۶۲/۵	۰	۱۷۰/۶۲۵		-۱۷۰/۶۲۵	-۳۹۸/۱۷۵
مقطع صفر	۰+۱۹۳/۷۵	۰	۰	۴۳/۷۵	۰	۷۶/۵۶۳	۰	۸۰/۳۹		-۸۰/۳۹	-۴۷۸/۵۶۵
۵	۰+۲۰۰	۰/۵	۰	۶/۲۵	۱/۵۶۳	۰	۱/۸	۰	+۱/۸		-۴۷۶/۷۶۵
۶	۰+۲۵۰	۲/۶	۰	۵۰	۷۷/۵	۰	۸۹/۱۲۵	۰	+۸۹/۱۲۵		-۳۸۷/۶۴
۷	۰+۳۰۰	۳/۲	۰	۵۰	۱۴۵	۰	۱۶۶/۷۵	۰	+۱۶۶/۷۵		-۲۲۰/۸۹
۸	۰+۳۵۰	۱/۲	۰/۸	۵۰	۱۱۰	۴	۱۲۶/۵	۴/۲	+۱۲۲/۳		-۹۸/۵۹
۹	۰+۴۰۰	۰/۳	۲	۵۰	۳۷/۵	۷۰	۴۳/۱۲۵	۷۳/۵		-۳۰/۳۷۵	-۱۲۸/۹۶۵
۱۰	۰+۴۵۰	۰	۳/۷	۵۰	۰/۵۶	۱۴۲/۵	۰/۶۴۴	۱۴۹/۶۲۵		-۱۴۸/۹۸۱	-۲۷۷/۹۴۶
۱۱	۰+۵۰۰	۰	۴	۵۰	۰	۱۹۲/۵	۰	۲۰۲/۱۲۵		-۲۰۲/۱۲۵	-۴۸۰/۰۷۱
مقطع صفر	۰+۵۴۰	۰	۰	۴۰	۰	۸۰	۰	۸۴		-۸۴	-۵۶۴/۰۷۱
۱۲	۰+۵۵۰	۱	۰	۱۰	۵	۰	۵/۷۵	۰	+۵/۷۵		-۵۵۸/۳۲۱
۱۳	۰+۶۰۰	۲/۳	۰	۵۰	۸۲/۵	۰	۹۴/۸۷۵	۰	+۹۴/۸۷۵		-۴۶۳/۴۴۶
۱۴	۰+۶۵۰	۴/۱	۰	۵۰	۱۶۰	۰	۱۸۴	۰	+۱۸۴		-۲۷۹/۴۴۶
۱۵	۰+۷۰۰	۲/۵	۰	۵۰	۱۶۵	۰	۱۸۹/۷۵	۰	+۱۸۹/۷۵		-۸۹/۶۹۶
۱۶.۰۰	۰+۷۵۰	۱/۹	۰	۵۰	۱۱۰	۰	۱۲۶/۵	۰	+۱۲۶/۵		+۳۶/۸۰۴
۱۷	۰+۸۰۰	۱/۵	۰	۵۰	۸۵	۰	۹۷/۷۵	۰	+۹۷/۷۵		+۱۳۴/۵۵۴
۱۸	۰+۸۵۰	۱	۰	۵۰	۶۲/۵	۰	۷۱/۸۷۵		+۷۱/۸۷۵		+۲۰۶/۴۲۹
				اضافه حجم عملیات خاکی به تفکیک خاکبرداری و خاکریزی					۱۱۵۰/۴۷۵	۹۴۴/۰۴۶	



حجم کل عملیات خاکبرداری : $-478.565 + (-564.071 - (-98.591)) = -944.046$

حجم کل عملیات خاکریزی : $(-98.591 + 478.565) + (564.071 + 206.429) = 1150.475$

این یعنی اضافه حجم عملیات خاکی خاکریزی است و نیاز به کوشه

در تکمیل این فرم به موارد زیر توجه شود:

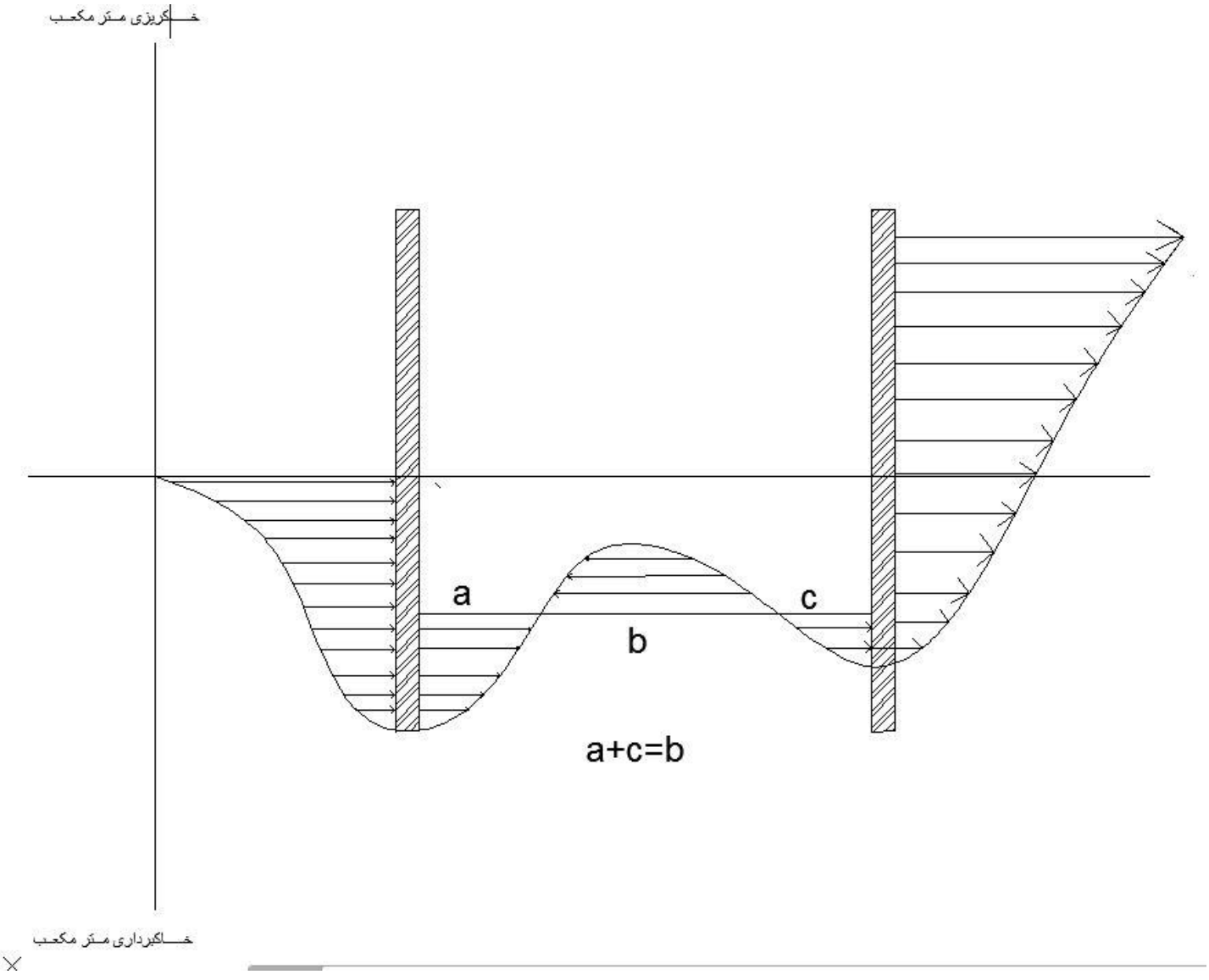
۱- در حجم خاکریزی حتما مقدار ۱۵٪ درصد انقباض و در حجم خاکبرداری ۵٪ تورم در نظر گرفته شود.

۲- در واقع ملاک کار را اضافه عملیات مانده در نظر میگیریم مثلا اگر خاک ریزی بود ملاک کار خاک ریزی است.

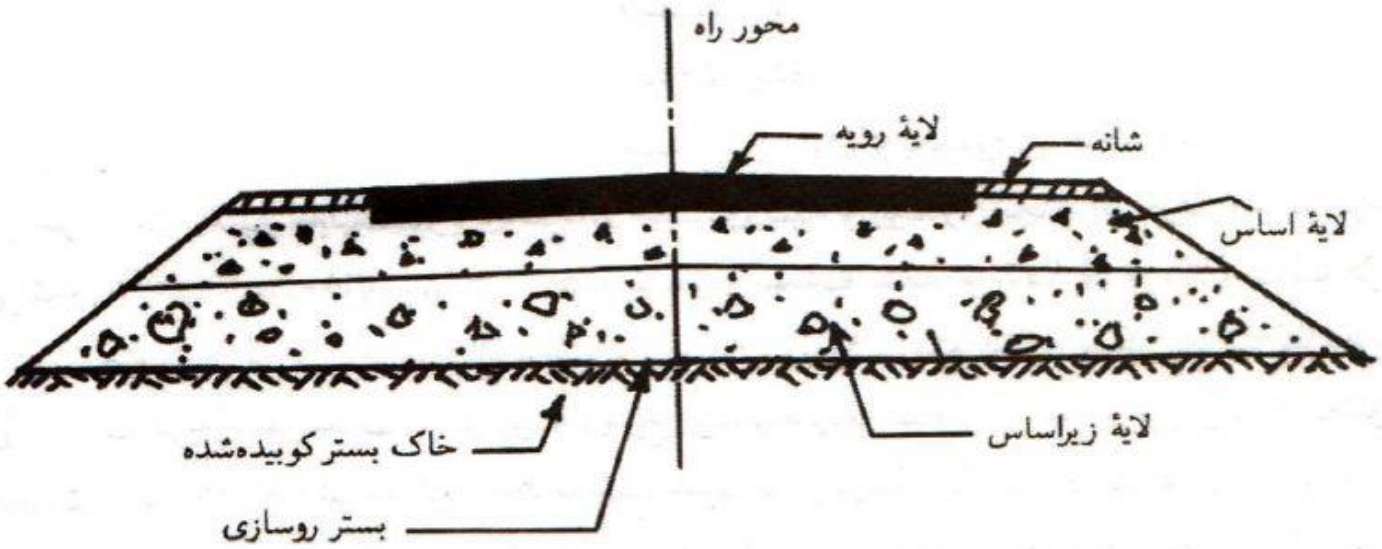
۳- حتما باید دو محل ضرقه و دپو در نمودار رسم نماییم و نیز خط پخش بهینه و نیز نحوه جابه جایی خاک را مشخص کنیم.

۴- متوسط عزم حمل بهینه نیز باید محاسبه شود. $\bar{d} = \frac{\text{لنگر حمل}}{\text{مجموع عملیات خاکی}}$

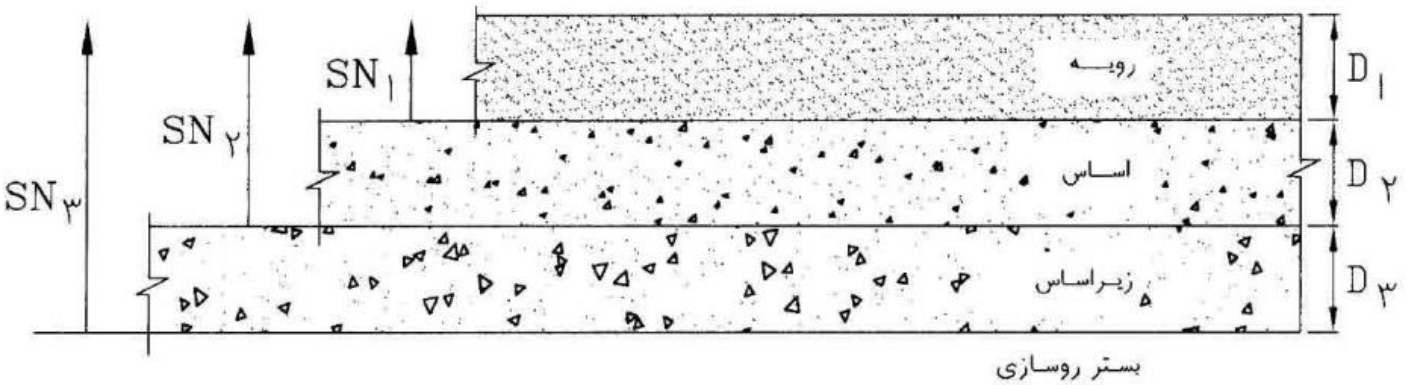
۵- مجموع عملایات خاکی در واقع مجموع عملیات خاکی غالب است.



فصل پنجم :طرح روسازی راه



$$SN = \frac{1}{2/5}\left(a_1D_1 + a_2m_2D_2 + a_3m_3D_3\right)$$



هدف از انجام این مرحله محاسبه ضخامت رویه، اساس و زیر اساس به روش آشتو است.

ابتدا یکی از محور های زیر را براساس محل سکونت خود انتخاب کنید:

جدول۸-۹ آمار $\frac{\text{روزانه}}{\text{متوسط روزانه}}$ ترافیک تفکیکی راههای حوزه استحفاظی اداره راه استان تهران در نیمهٔ دوم سال ۱۳۶۰

ردیف	نام و محل ایستگاه	شماره ایستگاه	سواری	مینی‌بوس	پیکاپ	کامیون ۲محور	کامیون ۳محور	تریلی ۲محور	تریلی ۵محور	تریلی از ۵ محور به بالا	نفتکش ۲محور	نفتکش ۳ محور به بالا	اتوبوس	جمع کل
۱	کرج چالوس	هـ۲	۱۳۶۱	۲۸۶	۳۵۲	۲۹۰	۵۵	—	۱	۱	۶	۴	۴۰	۲۳۹۶
۲	حصارک قزوین	هـ۳	۳۶۹۱	۹۰۹	۱۷۴۰	۱۶۰۳	۵۰۸	۷۴	۴۹۹	۱	۲۷	۱۱۵	۲۹۸	۹۴۶۵
۳	کرج تهران	هـ۴	۲۰۰۸	۱۲۶۸	۴۳۹۲	۳۷۸۶	۸۸۳	۱۹۴	۹۱۶	۲	۱۳۴	۴۳۹	۴۳۸	۱۴۴۶۰
۴	نیاوران شمشک	هـ۵	۱۴۵۶	۱۵۳	۳۲۰	۱۳۲	۱۸	—	۱	—	۶	۳	۲۰	۲۱۰۹
۵	ورامین ری	هـ۶	۳۰۴۴	۱۰۹۱	۱۸۰۱	۶۱۳	۷۳	۳	۱۷	۱	۲۹	۴۱	۳۱۰	۷۰۲۳
۶	حسن‌آباد قم	هـ۷	۳۱۲۶	۱۱۹	۹۸۷	۱۵۰۳	۴۱۸	۲۱	۱۵۷	۳	۱۴	۱۰۷	۱۴۳۷	۷۸۹۲
۷	رباط‌کریم ساوه	هـ۸	۱۵۲۹	۲۱۵	۷۵۸	۱۰۹۱	۵۹۵	۴۶	۱۰۴۲	۱۱	۲۴	۱۱۳	۲۳۱	۵۶۵۵
۸	رباط‌کریم علیشاه‌عوض	هـ۹	۱۴۵۲	۲۲۵	۷۳۰	۴۱۳	۱۷۸	۱۵	۱۸۲	۱	۱۰	۲۶	۹۲	۳۳۳۵
۹	ورامین شریف‌آباد	هـ۱۰	۱۲۳۹	۳۰۷	۷۳۳	۳۵۹	۴۸	—	۳	—	۹	۹	۶۴	۲۷۷۱
۱۰	شریف‌آباد تهران	هـ۱۱	۱۲۲۶	۱۹۰	۵۶۷	۱۰۵۹	۳۲۰	۱۳	۱۷۷	۲	۳۶	۲۴۳	۲۸۱	۴۱۱۴
۱۱	شریف‌آباد گرمسار	هـ۱۲	۱۱۱۴	۱۶۹	۵۱۰	۹۱۹	۳۱۷	۱۲	۱۸۴	۲	۳۹	۲۴۵	۲۵۰	۳۷۶۱
۱۲	جاجرود تهران	هـ۱۳	۲۹۴۲	۵۰۸	۱۲۰۳	۱۲۸۷	۵۲۹	۱۰	۷۷	—	۳۸	۴۰۸	۲۱۸	۷۲۲۰
۱۳	رودهن فیروزکوه	هـ۱۴	۹۵۲	۲۰۷	۴۸۷	۴۰۲	۱۳۴	۵	۱۸	۲	۱۶	۵۲	۲۷	۲۳۰۲
۱۴	رودهن آبعلی	هـ۱۵	۱۸۲۰	۳۰۷	۷۷۷	۹۷۸	۴۵۹	۴	۵۰	—	۲۷	۳۹۵	۲۱۳	۵۰۳۰
۱۵	تهران کرج اتوبان	هـ۲۳	۱۴۹۶۱	۱۶۰۶	۲۲۱	—	—	—	—	—	—	—	۴۸۹	۱۷۲۷۷
۱۶	کرج تهران ملارد اتوبان	هـ۲۴	۱۱۴۸۰	۴۰۴۵	۴۵۷۶	۲۷۶۱	۸۵۲	۱۲۰	۸۰۹	۴	۲۱۹	۳۵۶	۹۰۲	۳۴۱۲۴
۱	جاجرود سد لتیان	هـ۲۵	۳۱۶	۴۱	۱۳۰	۲۱۸	۳۹	—	—	—	۸	۱۴	۲۷	۷۹۳
۲	میدان آزادی کاروانسراسنگ	هـ۴۶	۱۴۸۸۳	۲۶۹۰	۹۱۱۸	۴۵۶۱	۶۹۱	۴۶	۲۹۰	۵	۳۸	۹۸	۱۸۳۸	۳۴۲۵۸
۳	شاهپسند کاروانسراسنگ	هـ۴۷	۸۸۳۰	۳۴۶۹	۵۴۱۰	۴۹۵۸	۱۴۲۵	۳۸۸	۱۳۰۶	۳۵	۱۳۳	۳۸۷	۱۳۳۷	۲۷۶۷۸
۴	کاروانسراسنگ آزادی	هـ۴۸	۲۲۸۵	۱۳۱۲	۲۵۹۸	۱۴۲۳	۲۳۰	۲۹	۲۵۰	۱	۶۷	۱۴۴	۴۶۵	۸۸۰۴
۵	کاروانسراسنگ شاهپسند	هـ۴۹	۲۹۰۹	۱۶۰۶	۲۲۸۱	۲۴۷۴	۹۶۴	۱۷۴	۱۰۲۹	۶	۷۳	۴۰۶	۴۸۳	۱۲۴۰۷
۶	اتوبان قم تهران	هـ۴۲	۳۲۰۰	۱۳۸	۹۴۴	۵۳۶	۱۳۷	۴	۵۸	۲	۴	۴۵	۱۳۵۸	۶۴۲۶
۷	اتوبان حسن‌آباد قم	هـ۳۲	۲۹۳۶	۱۵۶	۱۰۱۷	۵۰۸	۱۳۰	۱	۶۳	—	۴	۳۳	۱۳۶۵	۶۲۱۳
۸														

ضرایب معادل سواری را از جدول زیر انتخاب میکنیم:

نام وسیله نقلیه	وزن کل (تن)	وزن محورها	Sn=3	Sn=4	Sn=5	Sn=6	جدول۱۰-۱ آئین نامه
سواری	1	1+0	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۳۸
مینی بوس	7	3+4	۰/۰۹۷۹	۰/۰۸۰۴	۰/۰۳۷۱	۰/۰۶۰۹	۰/۰۷۴۰
اتوبوس	15	6+9	۱/۷۷۴۹	۱/۷۴۱۶	۱/۷۵۴۳	۱/۷۶۷۸	۱/۸۳۴
وانت	3	1+2	۰/۰۰۵۵	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۴۲
کامیون							
کامیون دومحور خالی	9	3+6	۰/۳۴۹۳	۰/۳۳۰۶	۰/۲۹۹۸	۰/۲۸۱۸	۰/۳۱۱۸
کامیون دو محور سبک	15	6+9	۱/۷۷۴۹۰	۱/۷۴۱۶	۱/۷۵۴۳	۹/۷۶۷۸	۱/۸۳۴۰
کامیون دو محور سنگین	19	6+13	۶/۸۴۴۹	۶/۰۱۱۶	۶/۱۶۴۳	۶/۸۰۷۸	۶/۱۱۴
کامیون ۳ محور خالی	10	3+7 *	۰/۰۸۵۴	۰/۰۶۸	۰/۰۵۶۵	۰/۰۵۱	۰/۰۵۸۸
کامیون ۳ محور پر	26	6+20*	۳/۲۹۴۹	۳/۱۷۱۶	۳/۲۶۴۳	۳/۳۹۷۸	۳/۳۲۴
تریلر							
چهار محور خالی	15	3+6*+6*	۰/۰۹۲۴	۰/۰۷۳	۰/۰۵۹۵	۰/۰۵۲	۰/۰۶۱۸
چهار محور	32	6+10+16*	۲/۷۷۴۹	۳/۶۸۱۶	۳/۷۳۴۳	۳/۸۳۷۸	۳/۷۷۴
چهار محور	38	6+16*+16*	۲/۸۴۴۹	۲/۸۳۱۶	۲/۷۸۴۳	۲/۷۶۷۸	۲/۸۵۴
متوسط تریلی			۳/۳۰۹۹	۳/۲۵۶۶	۳/۲۵۹۳	۳/۳۰۲۸	۳/۳۱۴

EAL= تعداد محور عبوری هر ماشین * ضرایب معادل سواری

توزیع جهتی $D_D = 0.5$

توزیع خطی $D_L = 1$

$$EAL_0 = AEL * L * D_D * D_L$$

$$EAL_n = EAL_0 * 365 * \frac{(1+i)^n - 1}{\ln(1+i)} \quad \text{و} \quad i = 3\% \qquad n = 25\ years$$

حال با توجه به مشخصات CBR لایه ها مقادیر مربوط به ضریب باربری خاک (S) ضریب منطقه ای (R) و عدد ضخامت لایه ای (SN) را یافته وسپس ضخامت هر لایه را پیدا میکنیم.

CBR=5% خاک بستر

CBR=20% اساس

CBR=80% زیر اساس

۱۵۰۰=استقامت مارشال

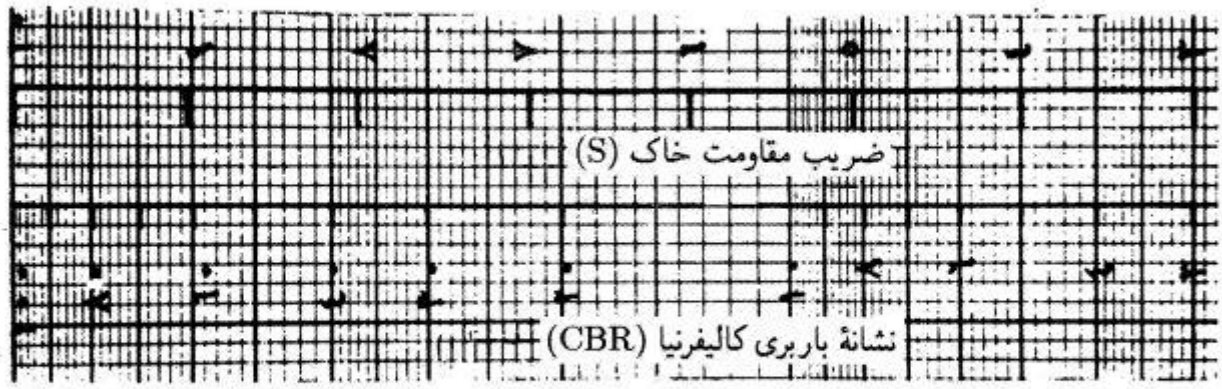
PT=2 راه فرعی

PT=2.5 راه اصلی

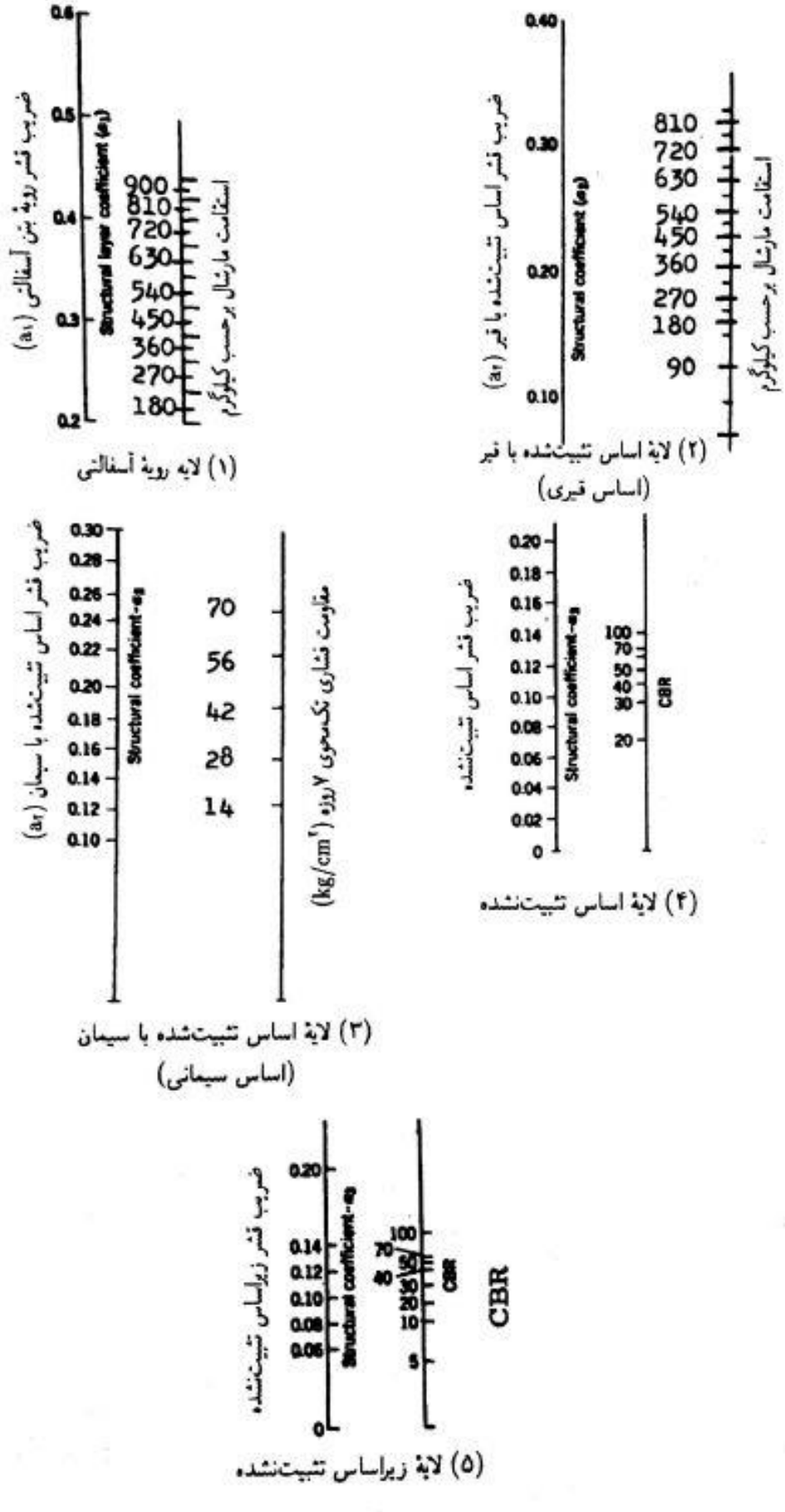
$$SN < \frac{1}{2.5}(a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3)$$

جدول ۹-۱ تأثیر شرایط خاک بر ضریب منطقه‌ای (R)

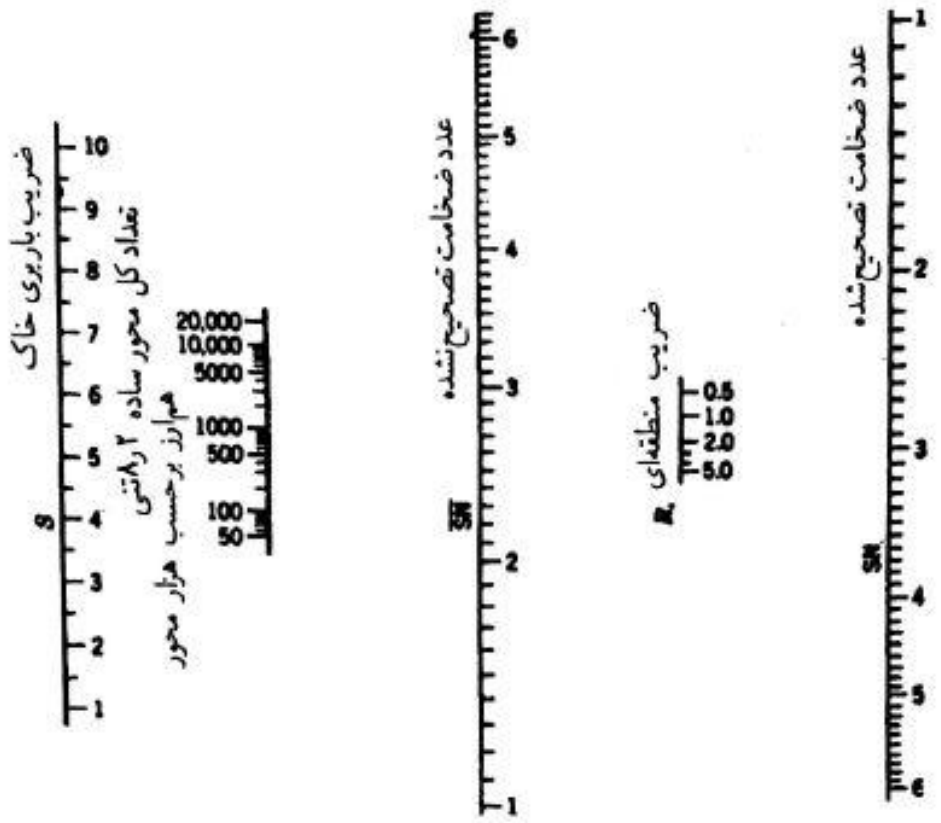
شرایط	ضریب منطقه‌ای (R)
خاک یخ‌زده به عمق بیش از ۱۲٫۵cm (زمستان)	۱-۲٫۰
خاک خشک (تابستان و پاییز)	۱٫۵-۳٫۰
خاک اشباع‌شده (ذوب یخها در بهار)	۴-۵



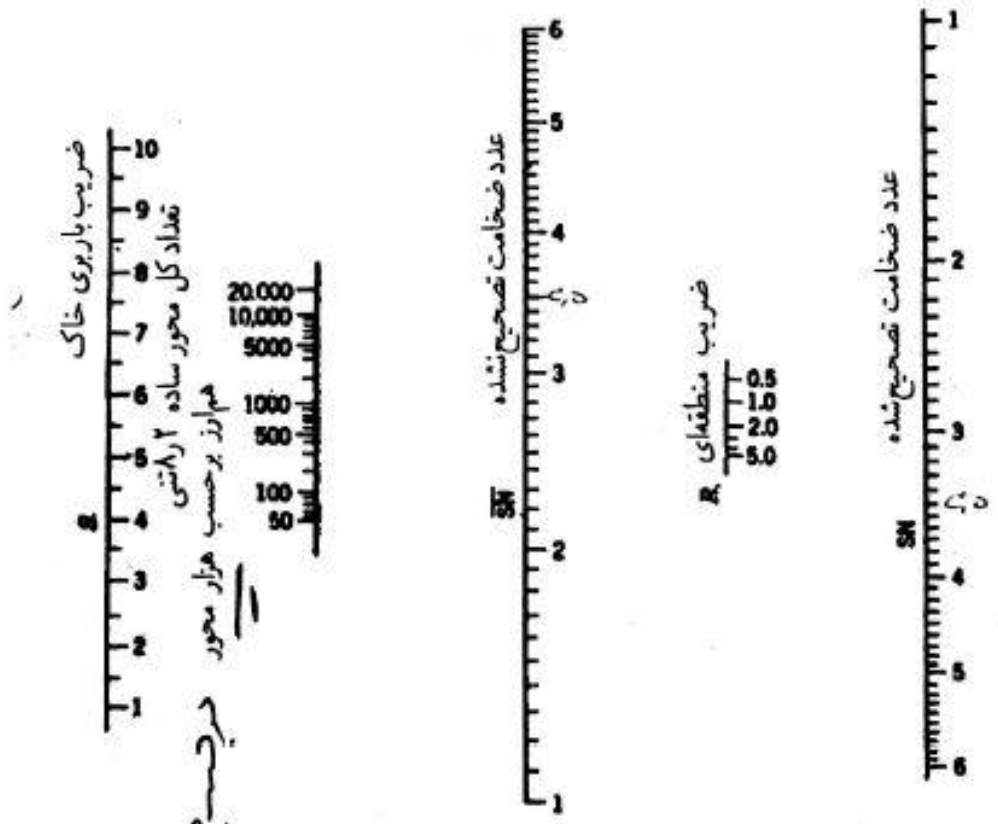
شکل ۹-۵ رابطه بین ضریب باربری خاک (S) و مقاومت (CBR).



شکل ۹-۷ نموگرامهای مربوط به تعیین ضرایب قشر مصالح مختلف (روش اشتو).



شکل ۹-۶ نموگرام اشتو برای طرح روسازی راه ($P_t = ۲٫۰$).



شکل ۹-۶ (ادامه) ($p_t = ۲٫۵$)