

جزوه راه سازی



دکتر مؤیدی فر

دانشگاه اراک

فصل اول	3
کلیات	3
راه:	3
طبقه بندی راه:	3
درجه بندی راه:	5
فصل دوم	8
مطالعه مسیر	8
-عوامل تعیین کننده ی مسیر راه:	8
-مراحل طراحی مسیر راه:	9
ترسیم پروفیل طولی :	9
فصل سوم	14
نقشه راه	14
نحوه ترسیم پلان مسیر:	14
طول مبنا یا خط صفر:	15
نکات لازم جهت ترسیم خط پروژه:	21
انواع نقشه های مقطع عرضی:	23
-پارامتر های مربوط به مقطع عرضی:	23
خط ویژه کمکی (خط کوکی):	24
شیب عرضی سواره رو:	25
-انواع شیب بندی عرض راه:	25
میانه راه(rufuge):	27
حریم راه:	28
-شیروانی های خاکبرداری و خاکریزی:	29
فصل چهارم	32
برآورد حجم عملیات خاکی و منحنی بروکتر	32
محاسبه ی سطح نیم رخ های عرضی:	32
-ترسیم منحنی برکنر با توجه به حجم عملیات خاکی:	37
منحنی بروکتر :	38
نکات منحنی بروکتر:	39

39	تعیین خط پخش بهینه:.....
41	تعیین خط پخش بهینه با توجه به محل قرضه و دیو:.....
44	فصل پنجم
44	
51	فصل شش

فصل اول

کلیات

راه:

اقتصادی: یک مسیر جهت انتقال کالا از محل تولید به مصرف.

تطامی: مسیری جهت انتقال نیرو و مهمات از یک محل به محل دیگر

حمل و نقل: راه مسیری است جهت جابه جایی کالا و مسافر از یک مبدا مشخص به یک مقصد مشخص

طبقه بندی راه:

منظور از طبقه بندی راه، تفکیک نوع راه موزد نظر از لحاظ وضعیت جغرافیایی و توپوگرافیست.

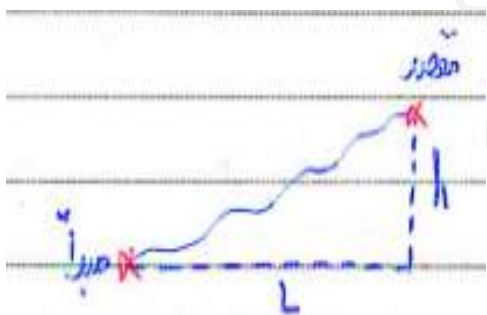
1) دشت هموار (level terrain)

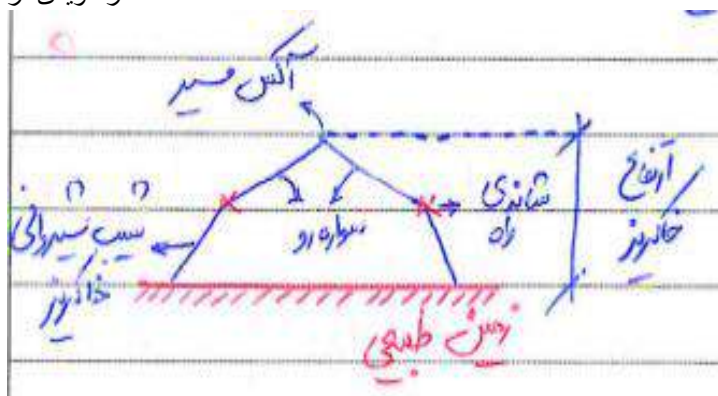
اگر شیب طولی طبیعی، کمتر از 3٪ باشد؛

راه در یک منطقه ی دشت هموار قرار گرفته است.

-ارتفاع خاکریز کمتر از 2.5 متر باشد، ارتفاع **تراز نشد کمتر از 3 متر**.

-ارتفاع خاکریز عبارت است از اختلاف ارتفاع بین آکس مسیر و تراز زمین طبیعی.





(Rolling Terrain) تپه ماهور

-شیب طبیعی زمین بین 3٪ تا 7٪ می باشد.

-ارتفاع خاکریز بیش از 2.5 متر و کمتر از 5 متر.

-منطقه دارای پستی و بلندی ملایم و دائمی است.

(Mountainous Terrain) منطقه کوهستانی

-شیب طبیعی زمین بیش از 7٪

-ارتفاع خاکریز از 5 متر تا 15 متر. **عمق تراز نشد بیش از 9 متر.**

-زمانی که ارتفاع خاکریز از 15 متر بیشتر باشد، به جای خاکریز نیاز به احداث پل می باشد.

-زمانی که ارتفاع خاکبرداری بیش از 25 متر باشد، نیاز به احداث تونل میباشد.

وجود موانع در مسیر (جنگل، شالیزار....)

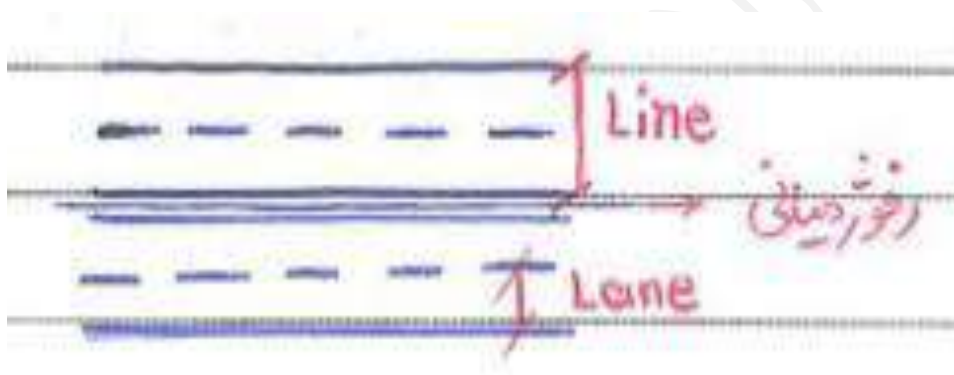
درجه بندی راه:

(1) آزادراه (free way): مسیر رفت و برگشت کاملاً مجزا است.

در هر جهت باید حداقل دو خط عبور داشته باشیم.

هر line شامل چند lane است.

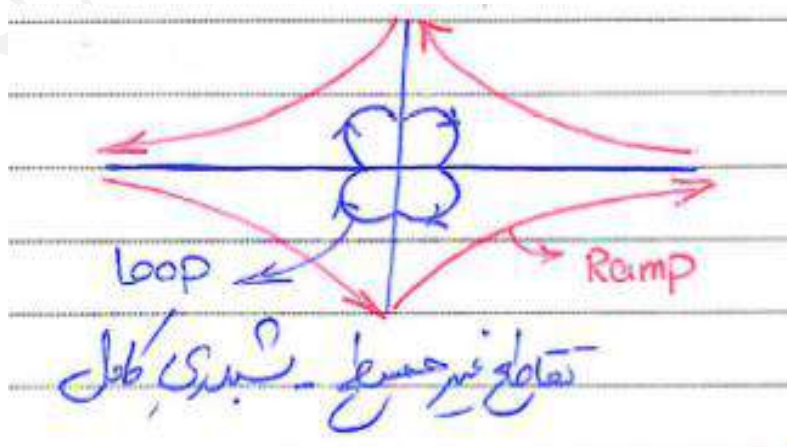
(line) جهت راه، (lane) خط عبور برای آزاد راه، 3.65 متر ایده آل است.



- دسترسی در آزاد راه کاملاً غیر هم سطح است (تبادل یا interchange).

- سرعت در آزاد راه، حداکثر است.

(2) بزرگراه (Express way): فاصله تقاطع های هم سطح در بزرگراه باید بیش از 2 تا 3 کیلومتر باشد. (چون حاشیه و چهدور

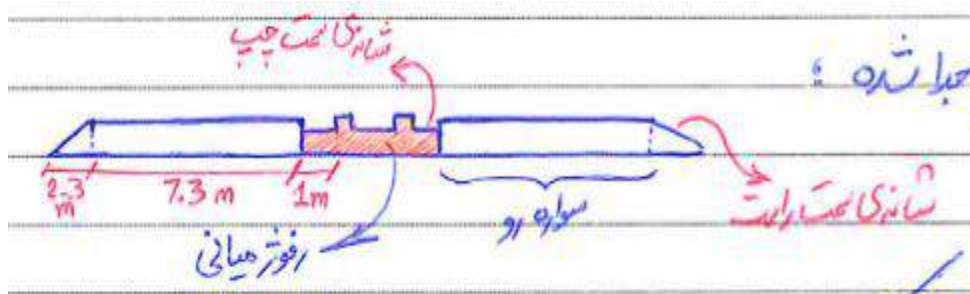


برگردان)

- در بزرگراه امکان عبور وسایل نقلیه ی موتوری اعم از دوچرخه، عابر پیاده و موتورسیکلت وجود ندارد)

3) راه اصلی (Main Road):

چهار جهت اتصال مراکز استانی به یکدیگر.



(a) راه اصلی جدا شده:

(b) راه اصلی درجه یک:

- عرض سواره رو 7.3 متر

- عرض شانه 1.85 متر

- رفوژ میانی وجود ندارد، اما خط کشی وسط داریم.



(c) راه اصلی درجه دو:

- عرض سواره 7 متر

- عرض شانه ی راه 1 متر.

4) راه فرعی (Secondary Road): اتصال مراکز جمعیتی در یک استان.

(a) راه فرعی درجه یک

- عرض سواره 6.5 متر

← کل عرض مسیر 8 متر

- عرض شانه 7.5 متر

(b) راه فرعی درجه دو

- عرض سواره 5.5 متر

← کل عرض مسیر 7 متر

-عرض شانه 0.75 متر

5) راه روستایی (Rural Road): اتصال روستا به یکدیگر و یا اتصال روستا ها به جاده های فرعی . این نوع راه ها شنی هستند.

(a): راه روستایی درجه یک

-عرض سواره 5.5 متر

← 7 متر

-عرض شانه 0.75 متر

(b): راه روستایی درجه دو

-عرض سواره 5 متر

← 6 متر

-عرض شانه 0.5 متر

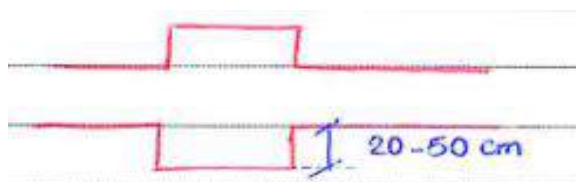
(c): راه روستایی درجه سه

-عرض سواره 4 متر

← 4 متر

-عرض شانه -

در این نوع راه به منظور عبور در دو وسیله نقلیه از کنار هم، در فاصله 1KM، پیشرفت هایی در عرض سواره رو ایجاد می گردد.



فصل دوم

مطالعه مسیر

-عوامل تعیین کننده ی مسیر راه:

(1) دسترسی : باید از نقاطی مانند مراکز استان، عبور کنیم (تقاطع مهم)

(2) مقاومت زمین: باید زمین را تقویت کنیم و تا

حد امکان از مناطق ضعیف عبور نکنیم.

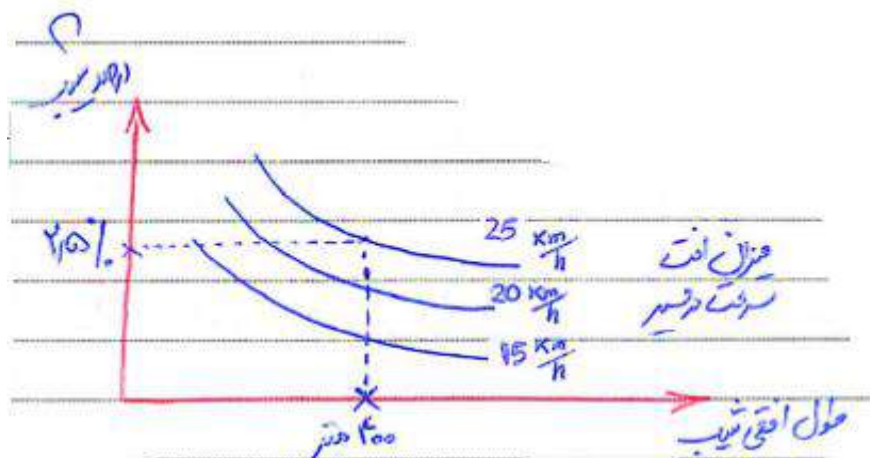
(3) ضوابط طرح هندسی :

- حداکثر شعاع قوس افقی

- حداقل طول قوس قائم

- حداکثر شیب قوس

- حداکثر طول بحرانی شیب



اگر پیش از 400 متر به شیب نیاز داشته باشیم، باید یک پاگرد با شیب صفر با طول 50 تا 100 متر ایجاد کنیم. می توان آنرا در وسط مسیر یا در پایان 400 متر ایجاد کرد

(4) مطالعات زمین شناختی: رانش و نشست - لغزشو ریزش - سطح آب های زیر زمینی

(5) هزینه نگهداری: مثلاً در مسیر باد بهتر است مسیر راه موازی جهت باد باشد تا مسیر تخریب نشود، یادار صورت لزوم شن و ماسه با مالچ پاشی تثبیت شود.

همچنین بهتر است در این نوع مسیر خاکریز داشته باشیم و نه خاکبرداری.

(6) زیبایی راه: مسیر یکنواخت نباشد (جاده ساوه نباشد!)

(7) حفظ محیط زیست (8) حفظ محیط انسانی (9) کاهش مخارج مسیر

- مراحل طراحی مسیر راه:

3- مرحله اول فاز مقدماتی

- مرحله چهارم و پنجم فاز یک یا اصولی

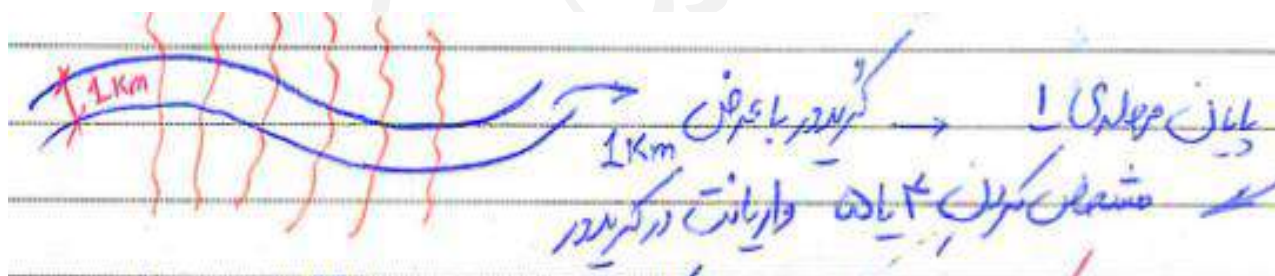
مرحله ی ششم فاز دوم یا اجرایی

(1) کشف مسیر های کلی بین مبدا و مقصد: جمع آوری اطلاعات اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و موقعیت منابع و معادن. نقشه های 1/50000 یا 1/20000 سازمان نقشه برداری ستاد جغرافیایی ارتش

- تعیین نقاط اجباری یا نقاط اضطراری (فنی): مثلاً کمترین عرض در رودخانه، (اقتصادی)

- اجبار فنی: عبور از عرض کمتر رودخانه، عبور از دامنه ی کوه

- اجبار اقتصادی: مراکز اقتصادی و صنعتی و مراکز شهری.



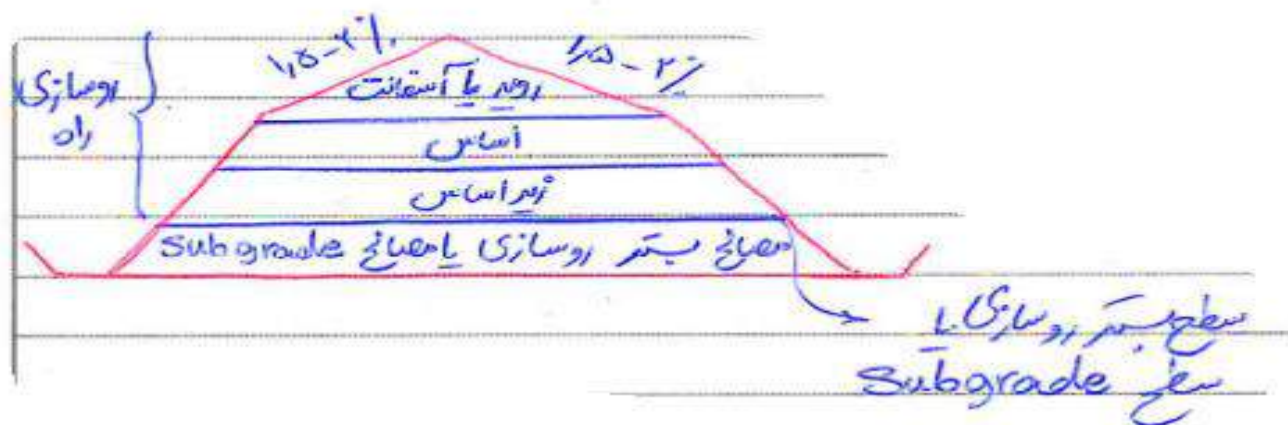
(2) شناسایی مسیر های کلی بین مبدا و مقصد: کلیه مراحل برای همهی واریانت ها به صورت تقریبی انجام می شود.

بالیزاژ یا کپه گذاری هر واریانت اگر در دشت هموار قرار داریم؛ فاصله کپه ها 700 متر، تپه ماهر 500 متر، کوهستان 200 متر

انعکاس نفاص کپه گذاری شده به نقشه های 1/50000 و ترسیم پلان های قابل اجرا برای هر واریانت

ترسیم پروفیل طولی :

- ترسیم نقشه ی تیپ مقطع عرصی با مقیاس 1/50



-برآورد تقریبی طول وابنه مورد نیاز

-مطالعات ترافیک و تعیین نرخ رشد ترافیک

-تامین منابع انسانی و آذوقه و ماشین آلات.

-تامین معادن برای قرضه و تعیین محل دپو. (دپو: مخزن یا انبار نگهداری)

-دفترچه مشخصات عمومی پیمان را تدوین می کنیم

-کنترل پروژه

-چیدمان و تجهیز کارگاه

-برنامه ریزی و زمان بندی اجرای کار

برآورد و تعیین هزینه های تقریبی راه.

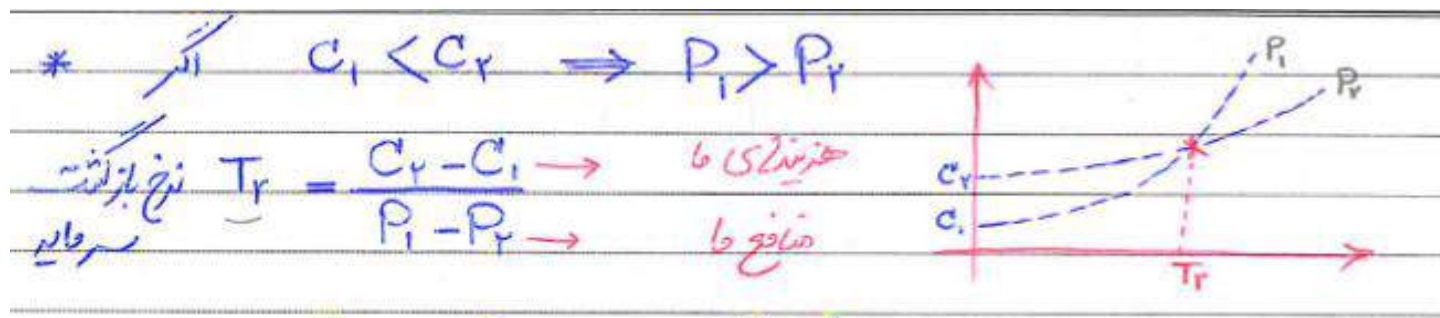
3) انتخاب واریانت برتر: روش ارزیابی اقتصادی و روش ارزیابی فنی

ارزیابی اقتصادی واریانت ارزاتر، هزینه ساخت و اجرا C1

روکش کردن، ترمیم خرابی ها هزینه های سالیانه نگهداری P1 بهد از احداث

واریانت گرانتر هزینه ی ساخت و اجرای C2

هزینه سالیانه نگهداری P2



T_n عمر مفید پروژه در ایران برای راه 25 تا 30 سال است

اگر $T_n > T_2$ واریانت گرانتر بهتر است (اگر قبل از اتمام عمر مفید سودمون رو کردیم خب واریانت گرانتر بهتر)

اگر $T_n = T_r$ استفاده از هر دو واریانت یکسان است

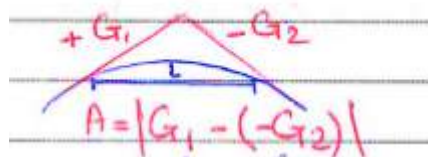
اگر $T_n < T_r$ واریانت ارزانتر بهتر است.

-در روش ارزیابی فنی روش امتیاز دهی بر اساس معیار های مربوط به راه .

-شاخص طول کل مسیر مسیر کوتاه تر نمره ی بیشتر دارد.

-شاخص شیب طولی زمین مقدار کمتر نمره بیشتر (مثلا شیب 3٪ ، 3×100)

-شاخص یکدست بودن مسیر طول قوس های افقی و قائم مورد بررسی قرار می گیرد و هر چه کمتر باشد امتیاز بیشتر است.



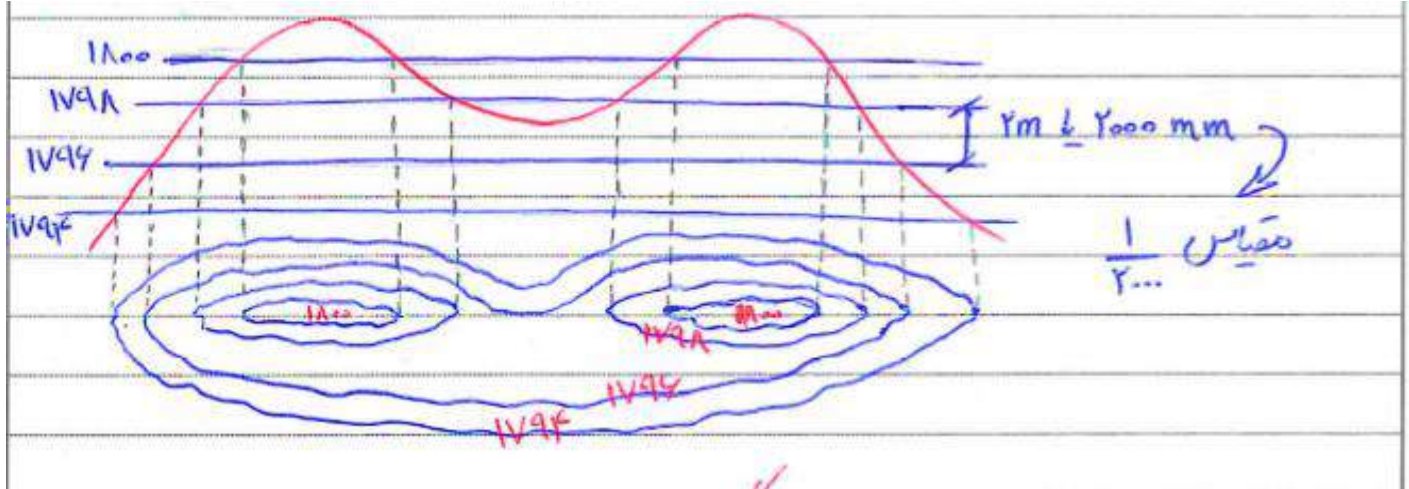
-شاخص دشواری عملیات خاک (طول مسیر * خاکبرداری ترانشده یا خاکریزی)

هرچه کمتر باشد نمره بیشتر است.

4) برداشت مقدماتی مسیر و تهیه ی نقشه ی فوئوگرافی 1/2000: در کردور به عرض 100 تا 500 متر

-نقشه برداری زمینی (تاکنومتری)

-نقشه برداری هوایی (فتوگرامتری)



5) تعیین محور راه بر روی نقشه های اوپوگرافی (1/200) و تهیه ی نقشه های مقدماتی:

نقشه های مقدماتی شامل، پلان مسیر، پروفیل طولی، مقطع عرضی، موقعیت کلی راه

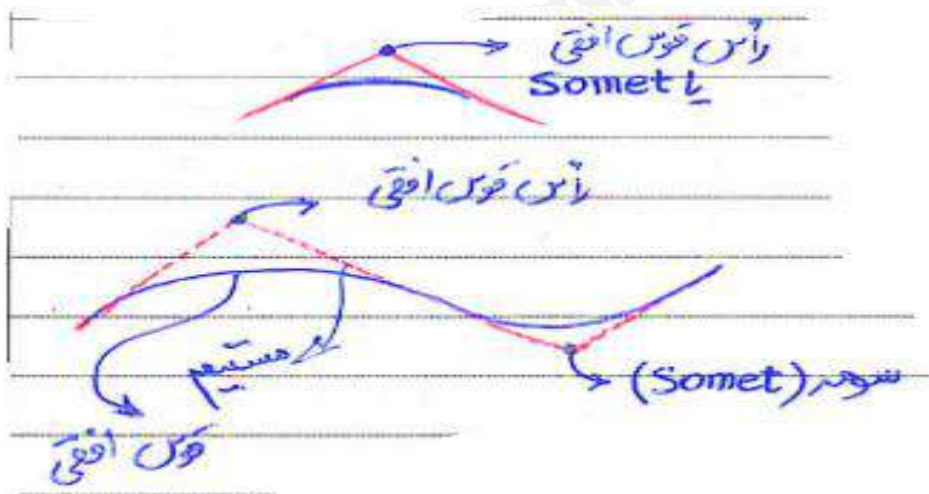
6) پیاده کردن محور راه بر روی زمین و تهیه ینقشه های قطعی و اجرایی:

الف) پیاده کردن مسیر از روی نقشه بر روی زمین یا اصطلاحا پیکتاژیا میخ کوبی مسیر.

- پیاده کردن سومهی مسیر

- پیاده مردن قسمت های مستقیم

- پیاده کردن قوس ها



ب) برداشت رقوم ارتفاعی محور و مقاطع عرضی

ج) تهیهی پروفیل طولی و عرضی

د) محاسبه ی حجم عملیات خاکی و تعیین محل های قرضه ، و دپو و فاصله متوسط حمل (حنجی بروکنی)

ه) تعیین محل نقشه برداری و تهیه نقشه های اجرایی ابنیه ی فنی

و) انجام مطالعات و آزمایشات مکانیک خاک، زمین شناسی و آب شناسی.

ز) تدوین برنامه ی زمان بندی اجرای راه (MSP یا Primeovera)

ح) برآورد ریالی هزینه ها طبق فهرست بهای را و ابنیه

ط) تدوین دفترچه ی پیمان و شرایط عمومی پیمان مطابق با آخرین مصوبات معاونت برنامه و بودجه

ی) تعیین دفترچه مشخصات فنی - عمومی (نشریه 101) و مشخصات فنی - خصوصی.

مجموعه کامل از نقشه های زراه را در اختیار پیمانکار قرار دهید

-نقشه ی موقعیت کلی راه

-پلان یا نقشه مسطح به مقیاس 1/2000

-پروفیل طولی راه به مقیاس 1/2000 در طول و 1/200 در ارتفاع

-مقطع عرض راه به مقیاس 1/200

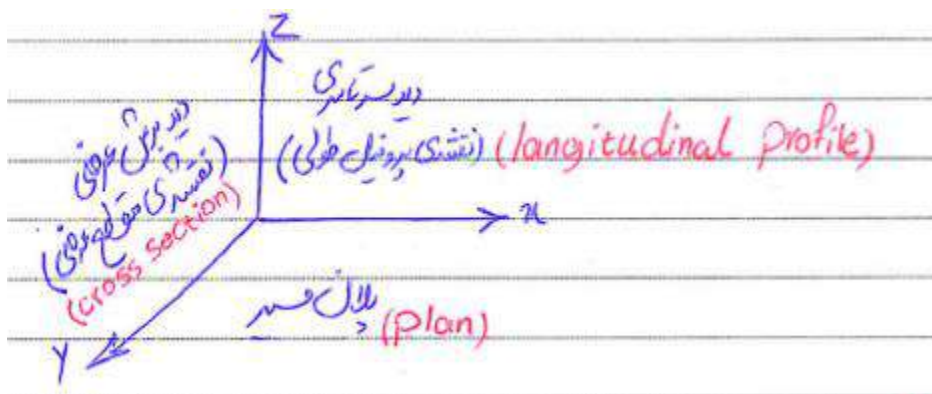
-نقشه های اجرایی مربوط به پل های بزرگ و تونل ها و نقشه های خط کشی، علائم و تجهیزات ایمنی.

-نقشه های اجرایی مربوط به تقاطع های هم سطح و غیر هم سطح، شامل پلان و پروفیل طولی.

فصل سوم

نقشه راه

نحوه ترسیم پلان مسیر:

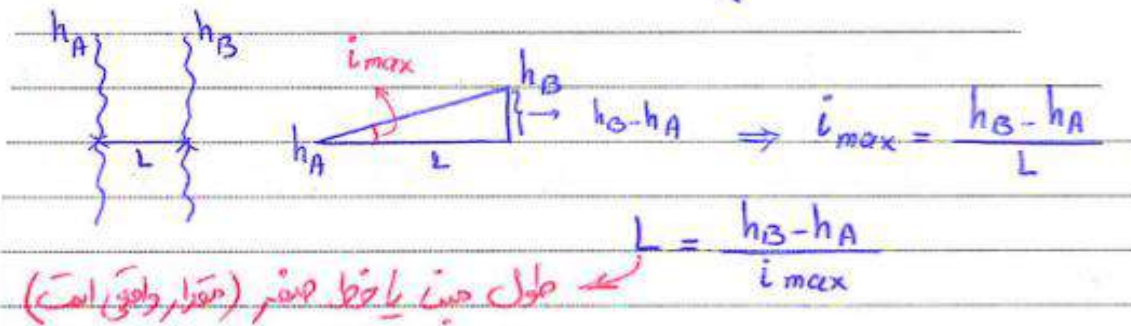


مرحله اول : با توجه به طبقه و درجه ی راه

سرعت طرح جدول 2-2 و 3-4 (صفحه ی 37)

- تعیین حداکثر شیب طولی مجاز (i_{max})، جدول 21-5 و 22-5 و 23-5 و 24-5 (صفحه 89)

طول مبنا یا خط صفر:

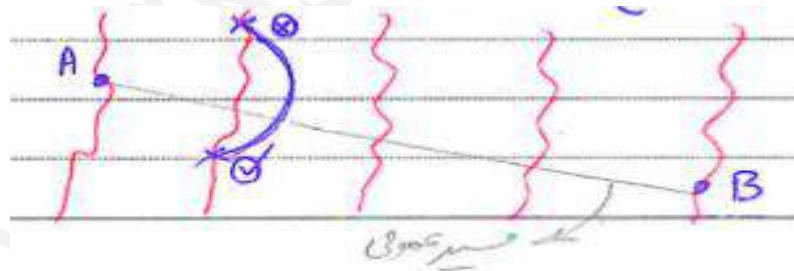


مقیاس نقشه
 $L' = L \alpha$
 مقیاس نقشه
 طول جنب برابر است

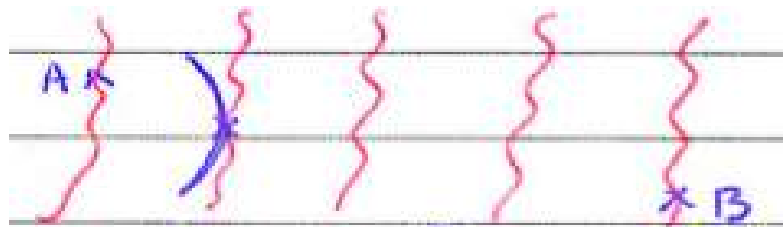
- ترسیم پلان: (مرحله اول) ترسیم یک دایره به شعاع طول جنب و مرکز A

- ترسیم پلان: مرحله اول (ترسیم نیم دایره به شعاع طول مبنا و مرکز A

حالت اول دایره ی رسم شده، خط تراز بعدی را در دو نقطه قطع می کند در این حالت نقطه ی انتخاب می شود که به سمت مسیر عمومی نزدیک تر باشد



حالت دوم دایره ی رسم شده مماس بر خط تراز بعدی باشد:

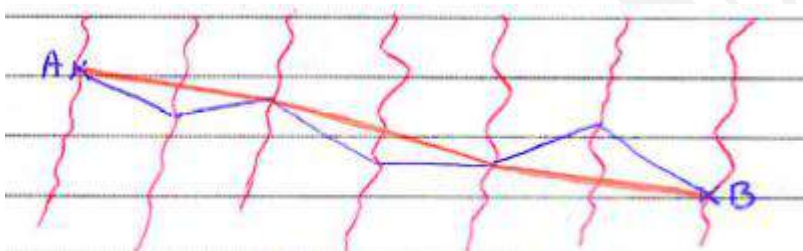


حالت سوم دایره ی رسم شده خط تراز بعدی را در هیچ نقطه ای قطع نکند شیب زمین طبیعی از i_{max} کمتر است (در این حالت از خطی مطابق با مسیر عمومی تا خط تراز بعدی رسم میکنیم)



مرحله دوم: هر چند خط شکسته به یک خط تانژانت یا مستقیم تبدیل می شود

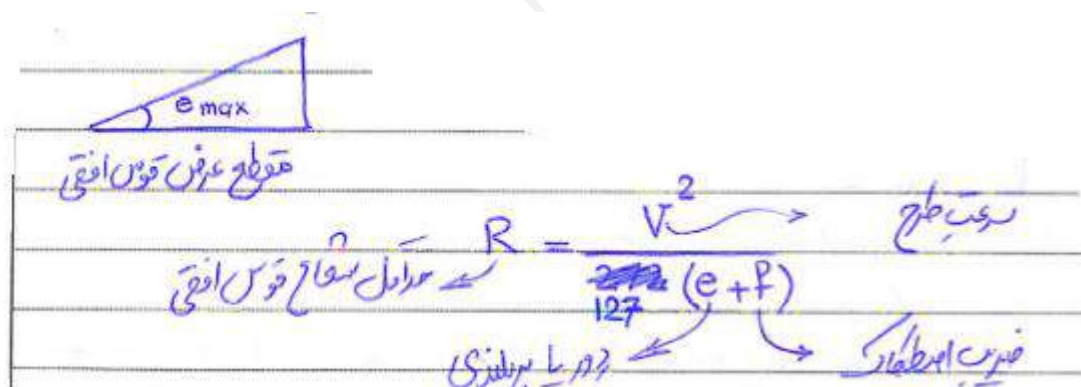
مرحله سوم: ترسیم قوس افقی (دستور Auto cad, fillet)



تعیین حداقل شعاع قوس های افقی جدول 5-5 صفحه 59

هرچه کمتر باشد بهتر است تا دور یا بر بلندی e_{max}

خودرو ه در شرایط لغزنده لیز نخورند



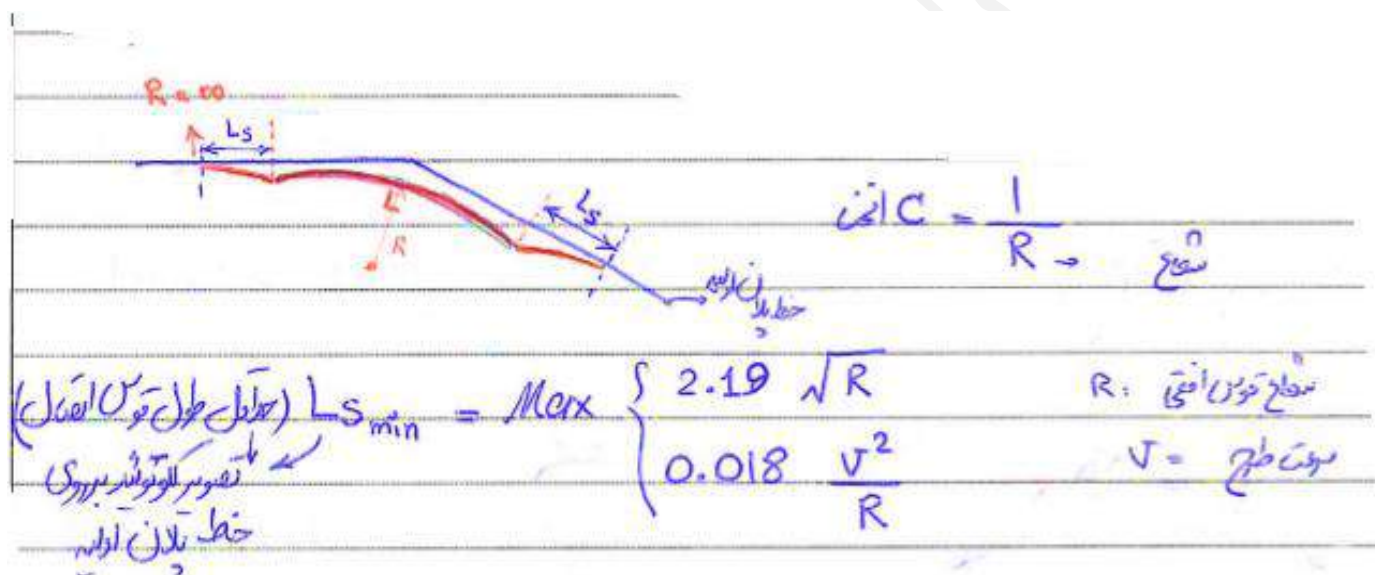
مرحله چهارم : کلوتوئید یا قوس اتصال جدول 5-7، صفحه 61

مثال $V=110$ و $R=700m$ در نتیجه $716 > 700$ در نتیجه کل. توئید نیاز دارد.

اگر $R=800$ بود، با این سرعت نیاز به کلوتوئید نداشت

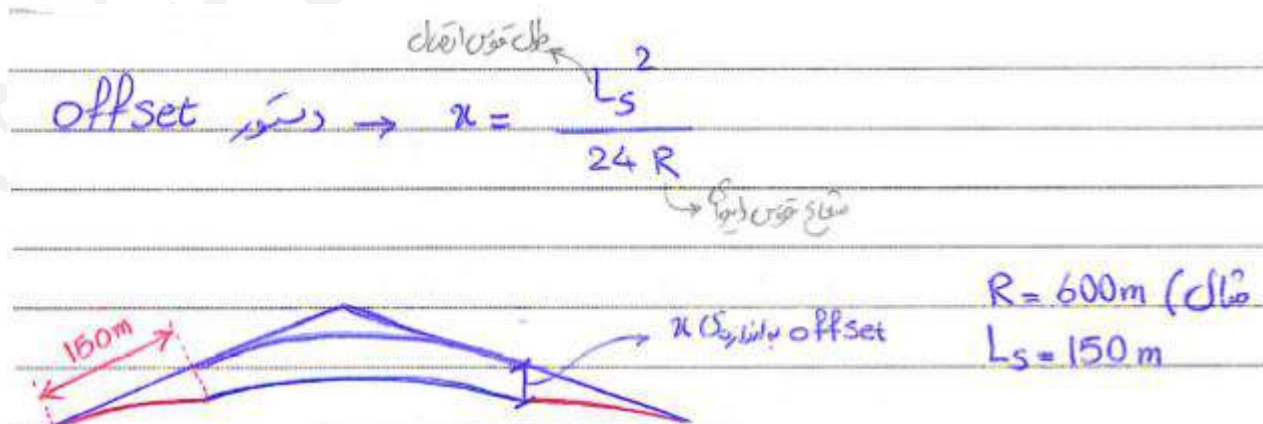
- به منظور تامین ایمنی و راحتی کافی در طرح بهتر است برای اتصال دو قوس افقی با اختلاف شعاع نسبتاً زیاد و یا اتصال یک مسیر مستقیم به یک قوس افقی دایره ای با شعاع کوچکتر از مقادیر داده شده در جدول (5-7)، از قوس اتصال تدریجی یا کلوتوئید استفاده می شود

- تعیین طول قوس اتصال (کلوتوئید)



$$L_{s_{min}} < L_s < L_{s_{max}}$$

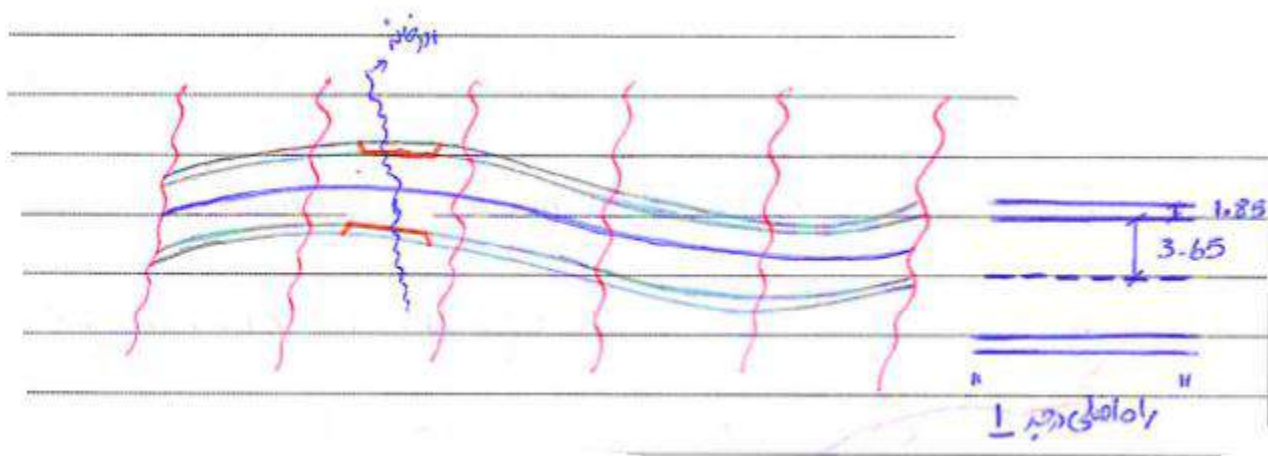
مرحله پنجم: پیاده کردن قوس اتصال با استفاده از نرم افزار Auto cad



- همیشه به سمت داخل offset می کنیم

$$X = \frac{150^2}{24 \times 600}$$

قوس اتصال را در محل مسیر مستقیم پیاده می کنیم . این قوس را با دستور Autocad spline ایجاد می کنیم

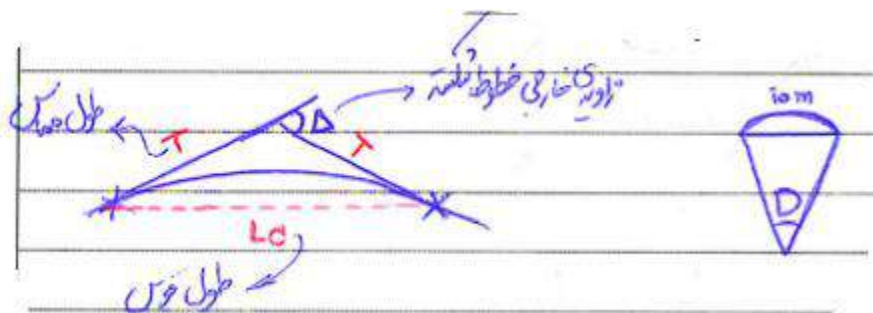


pc.o+260.31

طول از مبدا مسیر (فاصله از ابتدا مسیر)

در اینجا فاصله از مبدا، صفر کیلومتر و 260 متر می باشد

D: در جه قوس



زاویه ی مرکزی رو به روی قوس یا وتر 10 متر

نحوه نمایش پل روی پلان مسیر: روی شکل با نشان داده شده :

-پیل دالی همسطح S.B

-پیل دالہ، زیر خاکہ، S.C

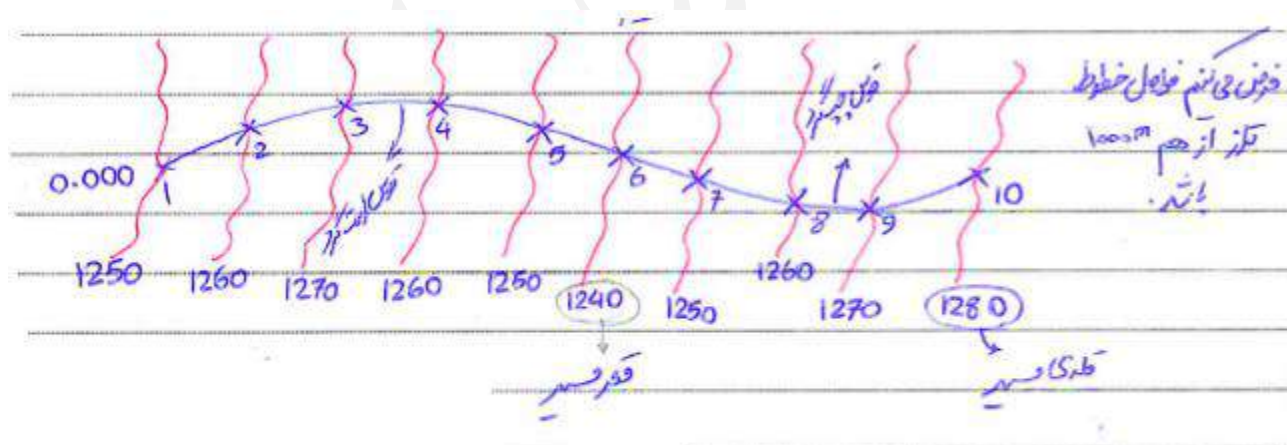
پیل طاقی یا قوسی BOX CULVERT

– یل دره ای VIOLUCT

ترسیم پروفیل طولی (LONGITUDINAL PROFILE)

صفحه 90-آیین نامه 415.

-نحوه ترسیم پروفیل: پروفیل طولی برای محور وسط و خطوط کناری ترسیم میشود یعنی پروفیل محور یا آکس مسیر، پروفیل طولی لبه ی آسفالت سمت چپ و سمت راست شروع میکنیم روی پلان مسیر کد گذاری می کنیم (ایستگاه نمرخ عرضی)



$$A = |G_1 - G_2| = |2.5 - 2| = 0.5\%$$

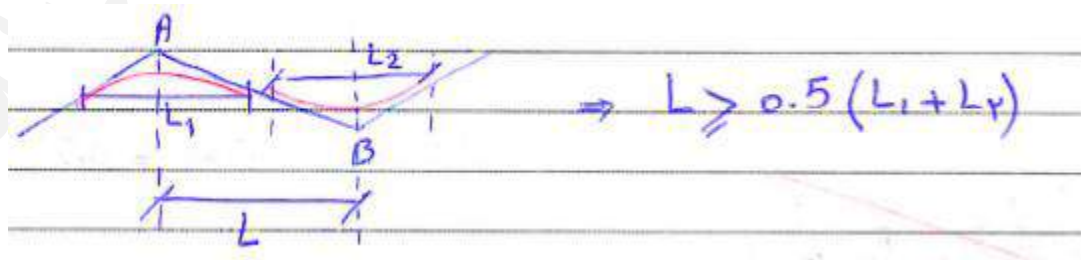
فرض می کنیم فواصل خطوط تراز از هم 1000MM باشد

میزان چپگرد یا راست گرد بودن متناسب با شعاع قوس و طول قوس است هدف از رسم این قسمت، تشخیص محل تلاقی قوس قائم و افقی (قوس قائم و افقی نباید تلاقی باشند) آکس محور همیشه ثابت است

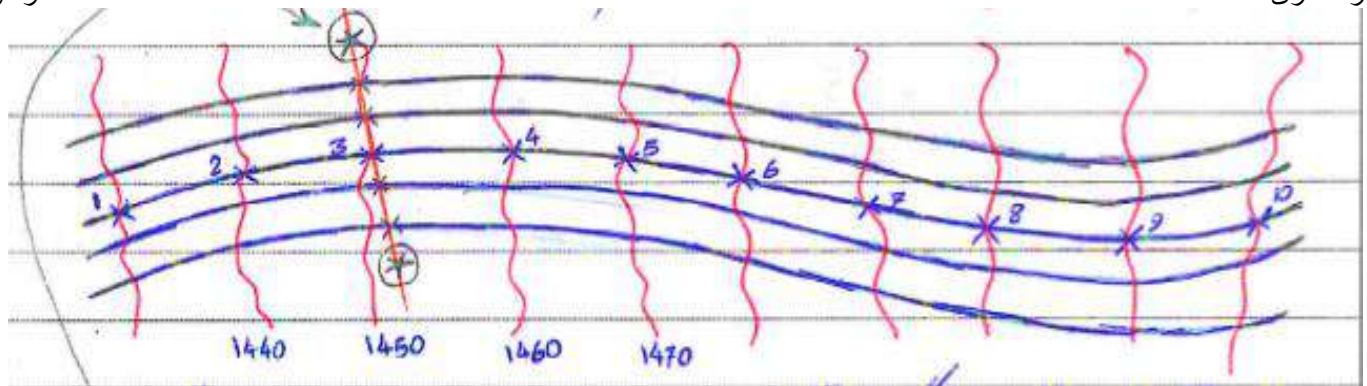


نکات لازم جهت ترسیم خط پروژه:

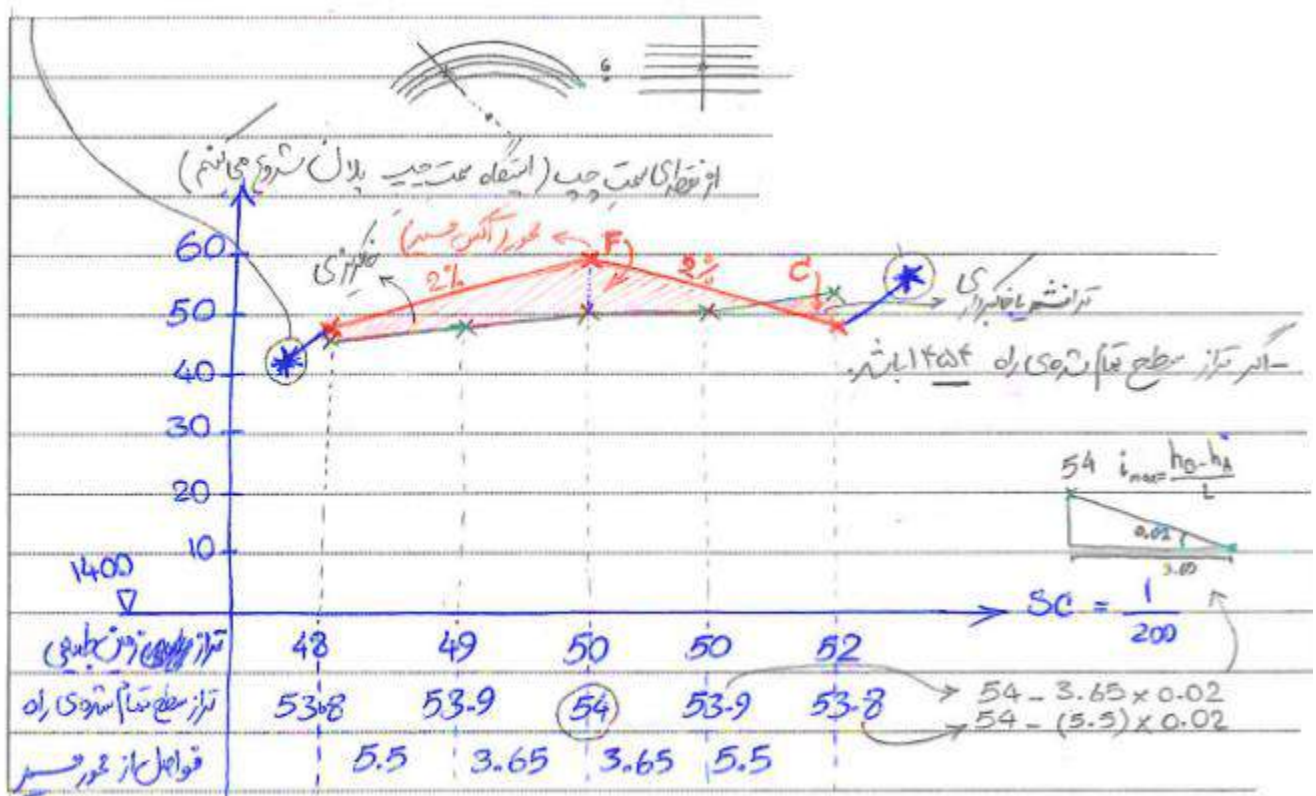
- 1) عدم تجاوز شیب طولی از حد مجاز
- 2) اجتناب از شیب های طولانی
- 3) ایجاد تعادل بین عملیات خاکریزی و خاکبرداری
- 4) رعایت حداقل ارتفاع پایه پل ها در تعیین ارتفاع خاکریز
- 5) در زمین های مسطح و هموار سعی شود که خط پروژه بالا تر از سطح زمین طبیعی قرار گیرد (حداقل 50CM که گرد خاک وارد جاده نشود)
- 6) قوس قائم و افقی روی هم قرار نگیرد.
- 7) شیب طولی در تونل ها بهتر است بین 1 تا 3 درصد باشد و قوس در تونل محدب باشد
- 8) شیب طولی بهتر است صفر در نظر گرفته شود همچنین شیب طولی بعد از پل گذاشته شود چرا؟ چون بخشی از قوس قائم روی پل قرار خواهد گرفت که مجاز نیستیم.
- 9) حداقل طول هر قطعه از خط پروژ باید از $0.5(L_1 + L_2)$ بیشتر باشد.



ترسیم نقشه مقطع عرضی : برشی جانبی راه در هر ایستگاه



برای رسم مقطع عرضی، اگر ایستگاه مورد نظر بر روی خطوط مستقیم پلان قرار گرفته باشد خطی بر آن نقطه عمود می کنیم
اگر نقطه ی مورد نظر بر روی قوس افقی قرار گرفته باشد، خط را طوری رسم می کنیم که از مرکز قوس بگذرد.



-نیمرخ عرضی برای ایستگاه شماره 3: از نقطه ی سمت چپ (ایستگاه پلان شروع می کنیم)

* $SC = \frac{1}{200}$ * No of Section: "3" * $F = 42 m^2$

* $C = 12 m^2$ * $D.L = 1454 m$

* " " " " * $G.L = 1450 m$

مشخصات زیر نقشه مقطع
عرضی

- برای ترسیم تراز سطح تمام شده ی راه رجوع می کنیم به نقشه پروفیل طولی در ایستگاه مورد نظر...

- برای تک به تک ایستگاه ها باید پروفیل عرضی داشته باشیم.

- شیب عرضی سواره رو 2.5 تا 1.5 در صد (معمولاً 2٪)

- شیروانی در نشریه ی 415 ص 127 و ص 128

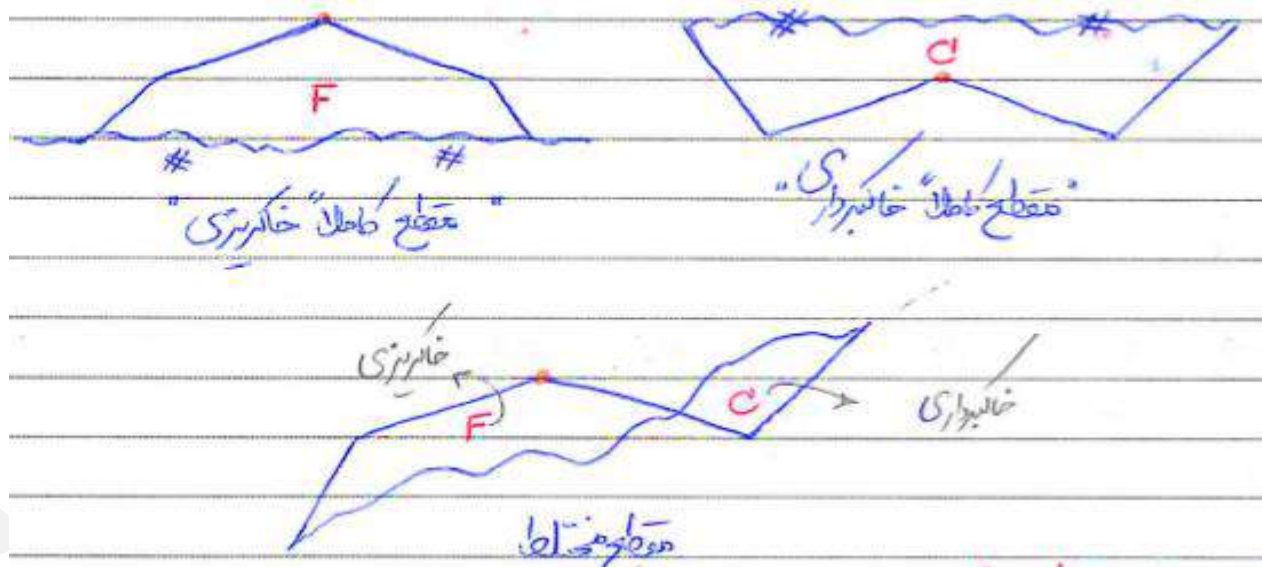
برای تکمیل نقشه ی نیم رخ عرضی از منتهی الیه شانه ی شیروانی خاکبرداری یا شیروانی خاکریزی یا شیب مورد نظر ترسیم می می شود. جهت امتداد تراز زمین طبیعی تاملل شیروانی مورد نظر، به نقشه ی پلان مسیر مراجعه می کنیم.

- مقطع رسم شده برای سطح subgrade است.

- اگر دور داشته باشیم، با توگه به شیب دور، ارتفاع لبه ی آسفالت را مشخص می کنیم.

- برای به دست آوردن مساحت محصور در cad از دستور area استفاده می کنیم.

انواع نقشه های مقطع عرضی:



- پارامتر های مربوط به مقطع عرضی:

عرض سواره رو (carriage way): سواره رو آن قسمت از سطح تمام شده راه است که عبور و مرور وسایل نقلیه از رو آن انجام

می گیرد. (نشریه 415 ص 1148 جدول 1-6)

عرض سواره رو در راه های اصلی درجه 2 دوخط و آزاد راه و بزرگراه

نشریه ی 415-صفحه 119-جدول 2-6 عرض سواره رو در راه های فرعی درجه یک و دو ص 119-جدول 3-6 عرض سواره رو ها در راه های فرعی درجه سه.

-هر خط عبور آزادراه (هر lane): ظرفیت 2000 وسیله در ساعت است.

الف) عرض هر خط عبور (lane): در آزادراه بزرگراه و راه های اصلی درجه یک برابر است با 3.65 متر.

ب) عرض هر خط عبور در راه اصلی درجه 2 برابر 3.5m

ج) عرض هر خط عبور در راه فرعی درجه 1 برابر 3.25m

د) عرض هر خط عبور در راه فرعی درجه 2 و درجه 3 برابر 2.75m

ه) عرض خط ویژه وسایل نقلیه ی سنگین در سربالایی برای آزاد راه و بزرگراه 3.65m

و) عرض خط ویژه وسایل نقلیه ی سنگین در سربالایی برای اصلی 3.25m

خط ویژه کمکی (خط کوکی):

عبارت است از یک خط عبور اضافه جهت جبران کمبود ظرفیت در مسیر سربالایی (که کامیون ها برن بغل صف تشکیل نشه)

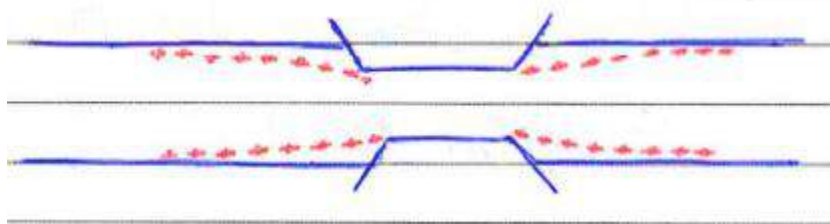
-نکاتی مربوط به عرض سواره رو ها:

-طبق توصیه ی آیین نامه باید سعی شود مقادیر عرض های اشاره شده در محل پل ها بزرگ و تونل ها نیز رعایت شود

-عرض های اشاره شده، پهنای نوار کشی را نیز در بر می گیرد، اما تعریض یا اضافه عرض در تونل باید به عرض های فوق اضافه شود.

-هر گونه تغییر در عرض در سواره رو ها به صورت تدریجی و با نصب علائم مشخص می شود.

استفاده از چشم گربه ای یا گل **دصنند برای اطلاع رسانی باریک شدن راه است**



شیب عرضی سواره رو:

الف) برای رویه های آسفالتی، بتنی و روکش های جدید، روسازی 1.5 تا 2.5 درصد

ب) برای رویه های شنی 3 تا 5 درصد

ج) در تونل ها شیب عرضی بین 1 تا 15 درصد است

-انواع شیب بندی عرض راه:

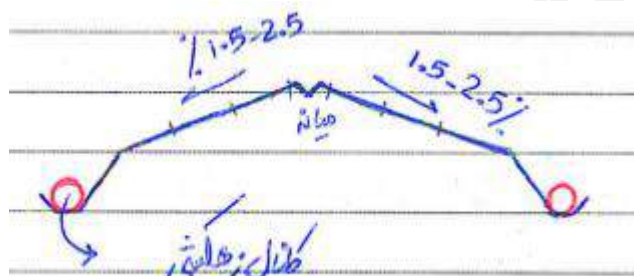
الف) شیب عرضی یکطرفه به سمت خارج

-خط سرعت وضعیت زهکشی بهتری دارد.

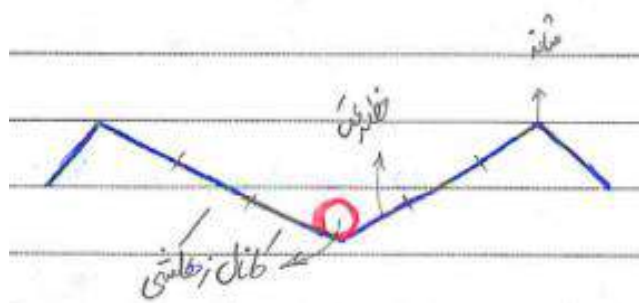
-نهر و کانال باید در هر دو طرف قرار گیرد.

-خط سمتراست باید تمام آب های سطحی را عبور دهد (خرابی بیشتر به دلیل عبور کامیون آب وارد ترک شده و یخزدگی و

خرابی بیشتر)



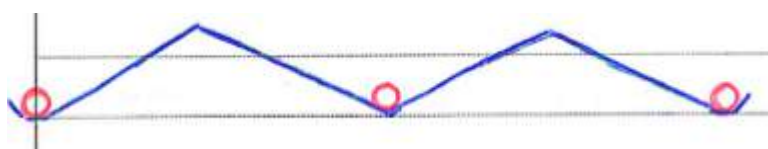
(ب) شیب بندی یک طرفه به سمت داخل:



-خط سمت راست هر جهت زهکشی بهتری دارد.

-نهر و کانال آب در وسط است -خط سرعت باید تمام آب های سطحی را عبور دهد (از لحاظ زهکشی ارزون شده)

(ج) شیب بندی دو طرفه در هر جهت:



-تخلیه ی سریع آب و زهکشی بهتر (گران تر)

-حداقل شدن اختلافات ارتفاع بین روسازی

-وجود نهر و کانال در هر طرف و در وسط

-عرض شانه :د رجایی که قوس داریم

-برای شانه های روسازی شده آسفالتی یا بتنی 3-5%

-برای شانه های پوشیده با مصالح شنی یا سنگ شنی 4-5%

-برای شانه های چمن کاری شده 8%.

-وظایف و **** شانه ی راه:

(1) ایجاد نوعی فرصت و راه در رو برای خودرو هایی که به بر دلیل از سواره رو منحرف شده اند.

(2) ایجاد احساس پهن بودن نوار راه

(3) افزایش فاصله دید ،در قوس هایی که در داخل **** نشده قرار گرفته است (اگر نباشد از آینه محدب استفاده می کنیم)
این باعث ایمنی می شود

(4) فراهم آوردن محلی برای انباشتن برف حاصل از برف روبی...

(5) فراهم آوردن فاصله ی آزاد جانبی علائم راه از لبه ی سواره رو

(6) فراهم کردن محل عبور پیاده رو و دوچرخه

$$8\% \Rightarrow |i_2 - i_1|$$



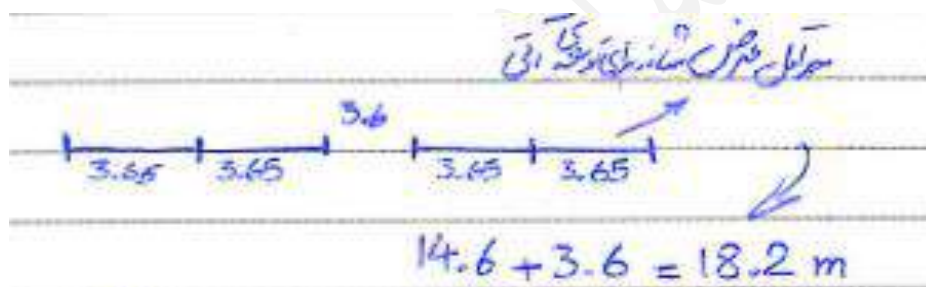
میانۀ راه (rufuge):

حد فاصل داخلی لبه های سواره روی رفت و برگشت (شانه های سمت چپ هم حساب می شود)

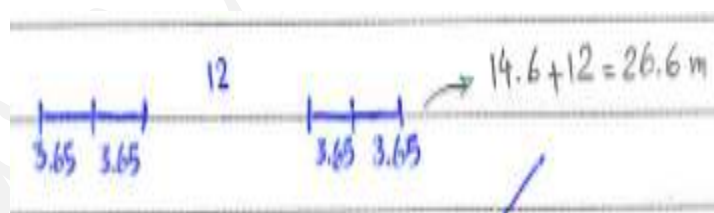
-وظایف میانۀ:

1) جلوگیری از تداخل ترافیک (تصادف رو بهرو یا شاخ به شاخ)

2) جلوگیری از پدیده ی glare (خیرگی چشم) برای این کار، حداقل عرض میانۀ 3.6 m و در توسعه ی آتی 2 خط عبور به هر طرف اضافه می کنیم.

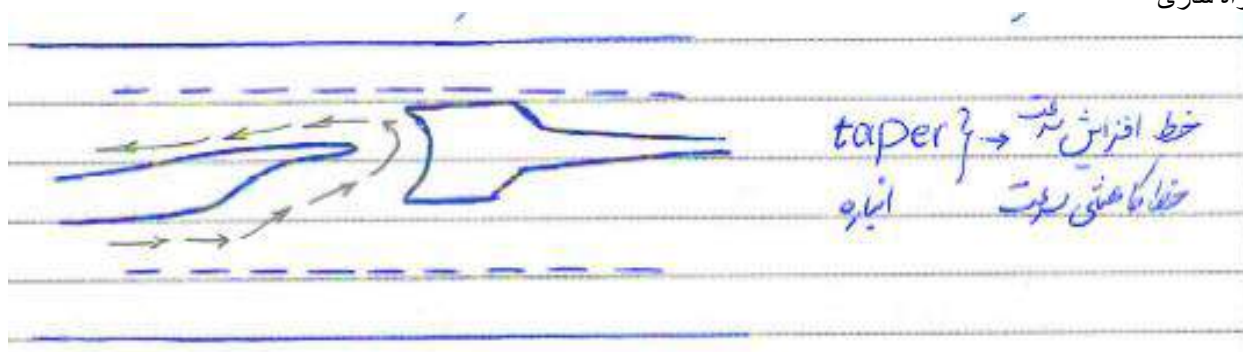


در نشریه ی 161، حداقل عرض میانۀ 3.6 متر و در نشریه ی 415، حداقل عرض میانۀ 12 متر است.



3) عبور عابر پیاده با تمرکز

4) خط انتظار گردش به چپ



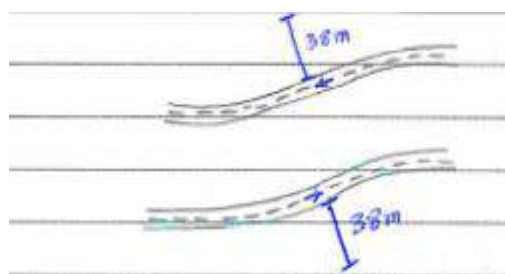
خط افزایش سرعت

خط کاهش سرعت انبساط

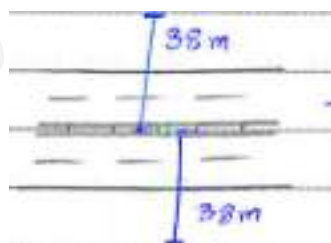
حریم راه:

آن قسمت از زمین بستر راه است که در مالکیت اداره ی راه و ترابری قرار دارد انجام عملیات راه سازی و راهداری و ایجاد هر گونه تاسیسات مورد نیاز راه در آن فاصله بلا مانع است

-نشریه ی 415

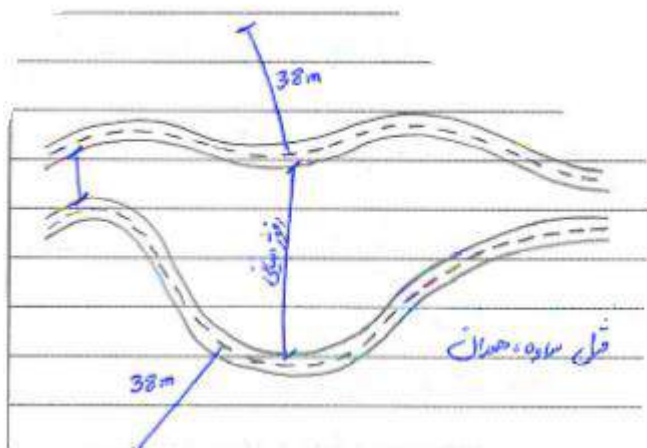


1) حریم آزاد راه یا بزرگراه:



اگر عرض میانه ثابت باشد 38 m از وسط میانه

اگر عرض میانه ثابت نباشد 38m از محور راه (رفت و برگشت جدا)



2) حریم اصلی (راه اصلی) 22.5 متر

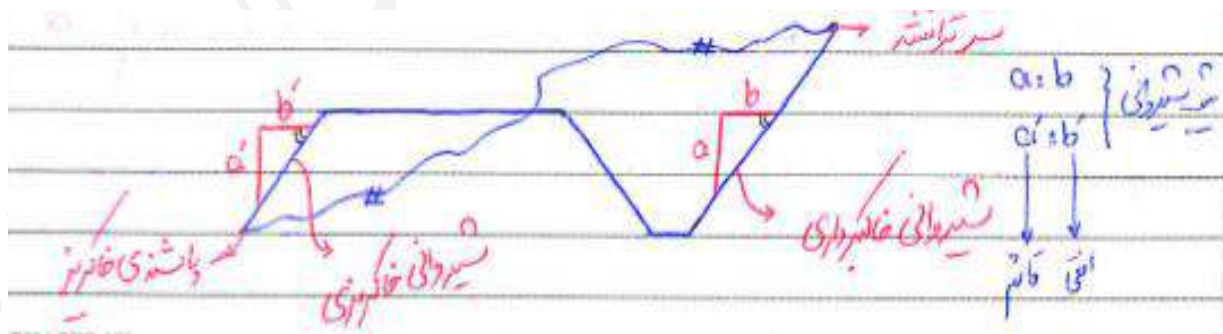
3) حریم درجه 3 (راه فرعی) 17.5 متر

4) حریم درجه 4 (راه روستایی) 12.5 متر

شیروانی های خاکبرداری و خاکریزی:

به محل تلاقی شیروانی خاکبرداری و زمین طبیعی (سرترانشه) گفته می شود.

به محل تلاقی شیروانی خاکریزی و زمین طبیعی (پاشنه خاکریز) گفته می شود.



شیروانی خاکریز :

1) شیب شیروانی خاکریز در زمین های معمولی با خاک های شن . ماسه دار 1.5 افقی ; 1 عمودی

2) شیب شیروانی خاکریز در زمین های معمولی با خاک نرم ; 1; 2

(3) شیب شیروانی های خاکریز در زمین های با ماسه بادی یا خاک رس 1:2 یا 1:4 یا کمتر

(4) شیب لبه های مصالح زیر اساس برابر 1:1.5 تا 1:2

(5) شیب لبه های مصالح اساس شکسته و آسفالت 1:1

(6) شیب خاکریز های سنگی (R) حداکثر 1:1

-شیروانی خاکبرداری:

(1) شیب شیروانی خاکبرداری در زمین های خاکی و ریزی 1:1

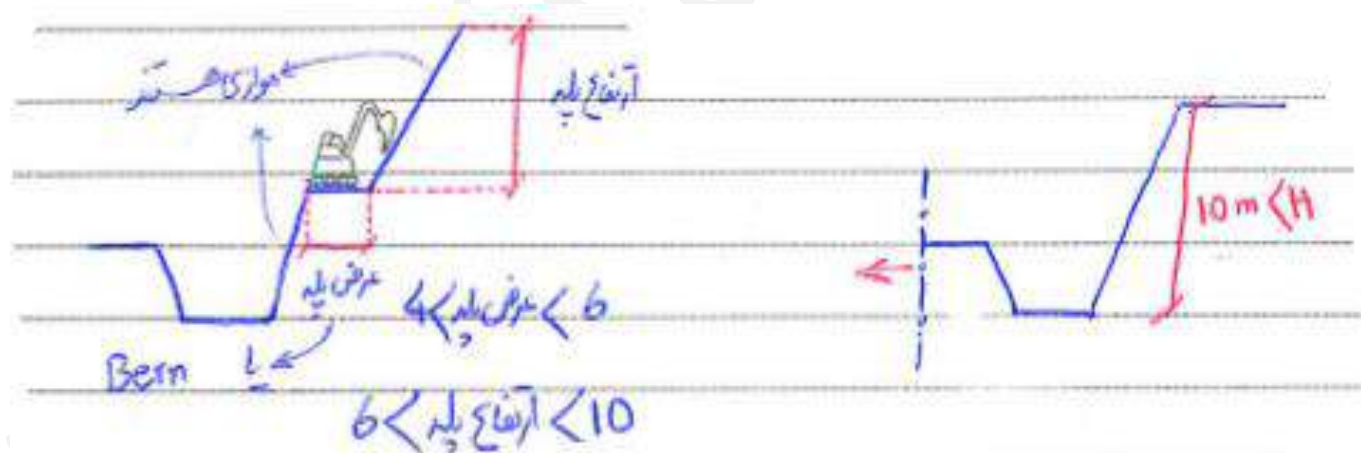
مثل شیبست یا هارن (سبز رنگ)

(2) شیب شیروانی خاکبرداری در زمین های دج و محکم 2:1 تا 4:1

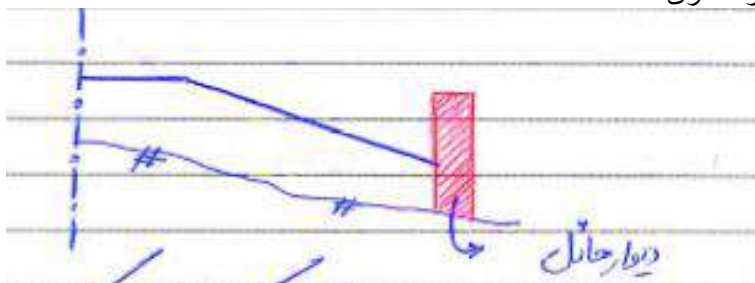
(3) شیب شیروانی خاکبرداری در زمین های سنگی و یا جوش 5:1 یا بیشتر

کنگلومرات رسوباتی که با سیمان به هم چسبیده اند

-برای خاکبرداری وقتی $H > 10m$ باشد



برای شیروانی خاکریز، اگر شیب خاکریز به گونه ذی باشد که به زمین طبیعی نرسد، دیوار حائل درست می کنیم

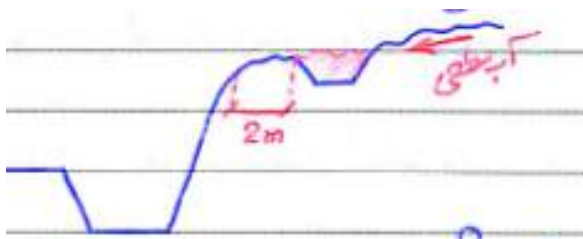


- برای مهار آب های سطحی، دوزنقه ای برای زهکشی ایجاد می کنیم

- اگر سطح آب زیر زمینی بالاتر از سطح تمام شده راه باشد

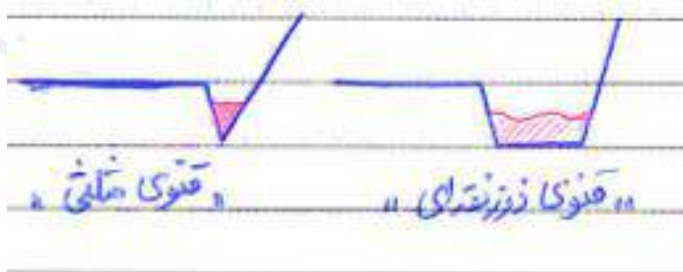
H:80-120cm

B:50-80cm



قنوه ها یا زهکش های حاشیه ی راه (قنوه از قنات می آید)

قنوی دوزنقه ای زهکش بهتری دارد.



فصل چهارم

برآورد حجم عملیات خاکی و منحنی بروکنر

چند اصطلاح:

-دکو پاژ: عبارت است از پاکسازی یا تمیز کردن بستر راه از خاک های نباتی، **رشید**، و ساقه درختان و مواد آلی به ضخامت $cm30_{10}$

-خاکبرداری (Cut): سطح تمام شده ی راه، پایین تر از زمین طبیعی

-خاکریزی (Fill): سطح تمام شده راه، بالاتر از زمین طبیعی

-دپو (Deposite): محل انتقال خاک های اضافی حاصل از خاکبرداری (دپو به معنای انبار)

-قرصه (Borrow): محل تامین نمبود خاک مورد نیاز جهت انتقال به خاکریزها

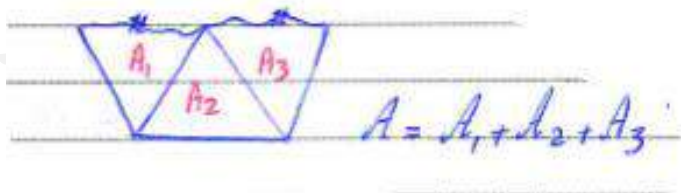
-انقباض (shrinkage): در خاک های ریز دانه.

-تورم (swell): در خاک های درشت دانه.

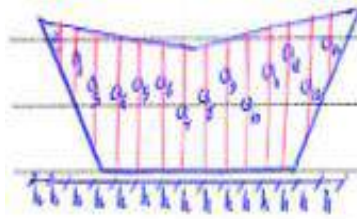
محاسبه ی سطح نیم رخ های عرضی:

1) تقسیم سطح مورد نظر به قطعات کوچکتر

$$A = A_1 + A_2 + A_3$$



2) شبه انتگرال:



$$\frac{a_1 x h}{2} + \frac{a_1 + a_2}{2} x h + \frac{a_2 + a_3}{2} x h + \dots =$$

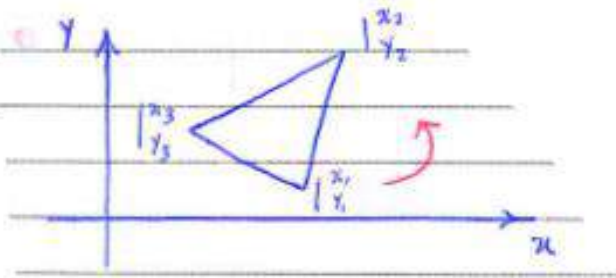
$$\sum_{i=1}^n a_i x h$$

3) روش دترمینان:

از یک نقطه شروع می کنیم ، پادساعتگرد مسیر را طی می کنیم تا برسیم به همان نقطه ی اول

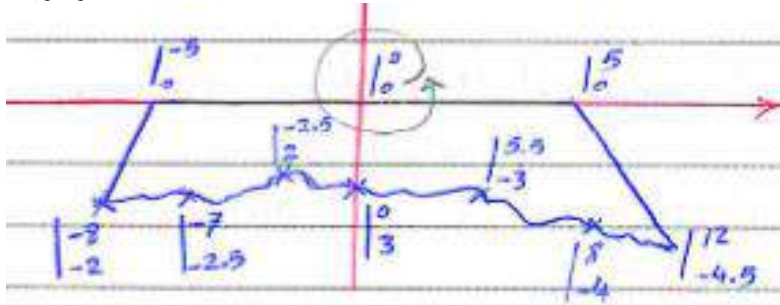
- سطح تمام شده ی راه به عنوان محور x ها

- محور راه یا آکس مسیر به عنوان محور y ها



$$\text{مساحت} = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 \\ y_1 & y_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} x_2 & x_3 \\ y_2 & y_3 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} x_3 & x_1 \\ y_3 & y_1 \end{vmatrix}$$

مثال) مباحث شکل زیر را حساب کنید



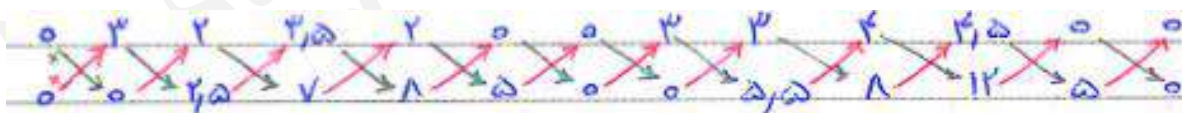
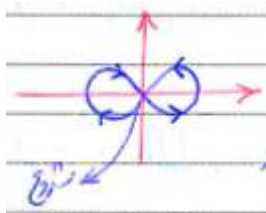
$$A = \begin{vmatrix} 0 & -5 \\ 0 & 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -5 & -8 \\ 0 & -2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -8 & -7 \\ -2 & -2.5 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -7 & -2.5 \\ -2.5 & -2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -2.5 & 0 \\ -2 & -3 \end{vmatrix} +$$

$$\begin{vmatrix} 0 & 5.5 \\ -3 & -3 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 5.5 & 8 \\ -3 & -4 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 8 & 12 \\ -4 & 4.5 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 12 & 5 \\ -4.5 & 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 5 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix} = 42.125 \text{ m}^2$$

4) روش خلاصه: که کوتاه تر است اما دقت زیادی لازم دارد

- در این روش علاما جبری مهم نیستند و y بالا نوشته می شوند و x ها پایین

نحوهی استفاده از این روش را با اعمال روی مثال بالا بررسی می کنیم



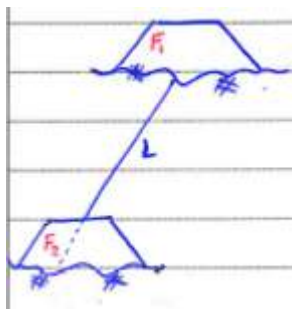
$$\underline{2A} = \begin{matrix} \searrow & \nearrow \end{matrix} \Rightarrow 2A = \left| \begin{matrix} 0 & 7.5 & 12 & 2 & 10 & 0 & 0 & 12.5 & 2 \\ 4 & 22.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 22 & 36 \end{matrix} \right| =$$

$$12.25 \text{ m}^2 \Rightarrow A = 42.125 \text{ m}^2$$

نحوه ی محاسبه ی عملیات خاکی بین دو نیم رخ عرضی متوالی:

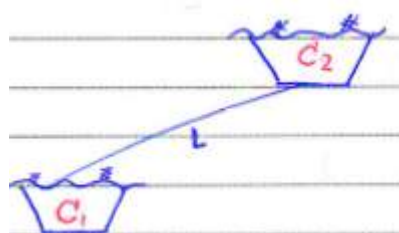
1) هر دو نیم رخ متوالی، یا خاکبرداری باشند، یا

خاکریزی



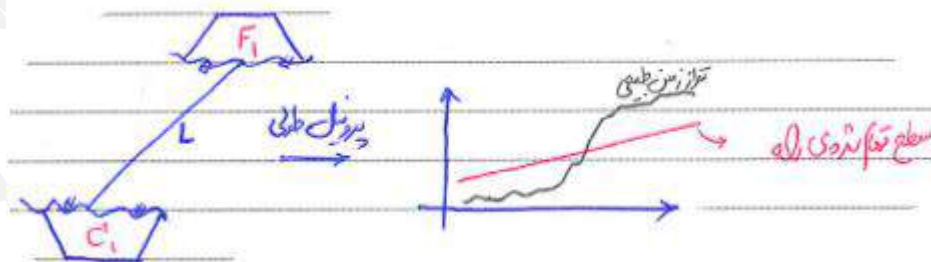
$$V_F = \frac{F_1 + F_2}{2} \times L$$

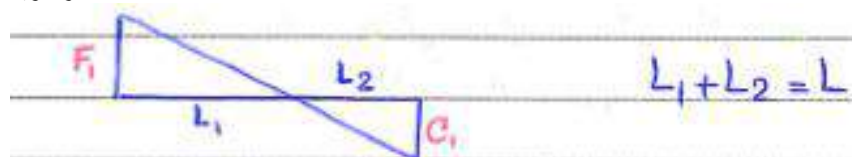
مسیر راه با تراز زمین طبیعی برخورد نداشته است



$$V_C = \frac{C_1 + C_2}{2} \times L$$

2) یک نیم رخ به صورت خاکبرداری و نیم رخ دیگر به صورت خاکریزی



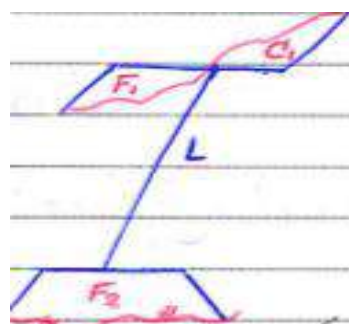


$$\frac{F_1}{C_1} = \frac{L_1}{L_2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_1 + C_1} = \frac{L_1}{L_1 + L_2} \Rightarrow L_1 = \frac{F_1 \times L}{F_1 + C_1}$$

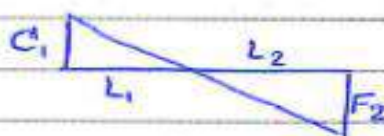
مجموع خاکیزی $V_F = \frac{F_1 + 0}{2} \times L_1$

مجموع خاکبرداری $V_G = \frac{C_1 + 0}{2} \times L_2$

(3) یک نیم رخ خاکبرداری یا خاکریزی کامل و یک نیم رخ مختلط باشد:



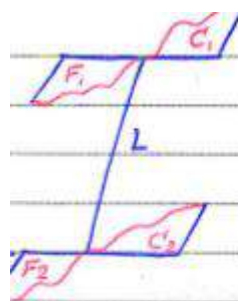
$$V_F = \frac{F_1 + F_2}{2} \times L$$



$$L_1 = \frac{C_1 \times L}{C_1 + F_2}$$

مجموع خاکبرداری $V_{C_1} = \frac{C_1}{2} \times L_1$

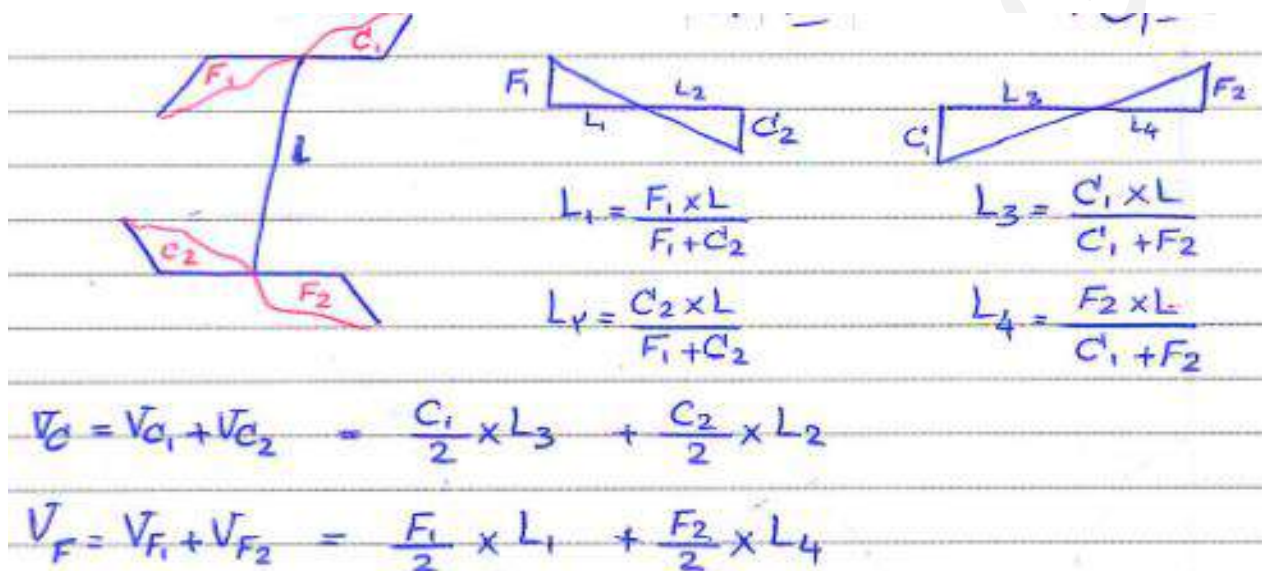
(4) هر دو نیم به صورت مختلط و متقابل



$$V_C = \frac{C_1 + C_2}{2} \times L$$

$$V_F = \frac{F_1 + F_2}{2} \times L$$

5) هر دو نیم رخ به صورت مختلط و غیر متقابل:



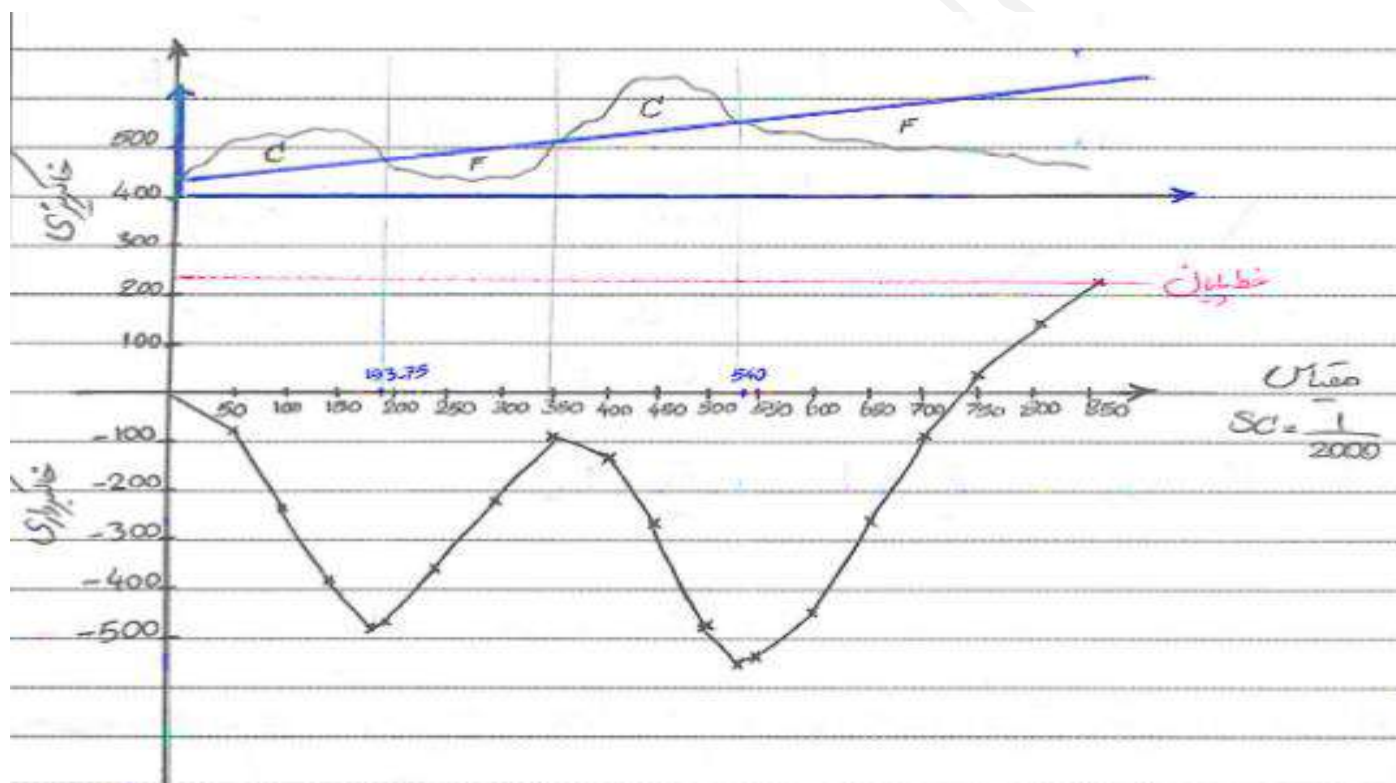
-ترسیم منحنی بروکنر با توجه به حجم عملیات خاکی:

-همواره در ترسیم منحنی بروکنر، حجم عملیات خاکی خاکریز با ضریب مثبت و حجم عملیات، خاکبرداری با ضریب منفی اعمال می شود.

-اضافه عملیات خاکی در فواصل بین هر دو مقطع عرضی متوالی در طول مسیر پخش می شود و به عنوان مبنای منحنی بروکنر در نظر قرار میگیرد

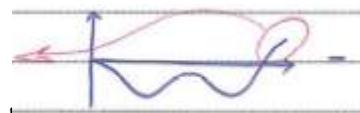
منحنی بروکنر :

عبارت است از جمع جبری اضافه عملیات خاکی در طول مسیر.



$$\text{حجم خاکبرداری} = -478.565 + (-564.071 - (-98.591)) = -944.046$$

$$\text{حجم خاکریزی} = (-98.591 + 478.565) + (564.071 + 206.429) = 1150.475$$



این یعنی اضافه حجم عملیات خاکی؛ خاکریزی است و نیاز به قرضه خواهیم داشت. اگر این خط

پایین بود؛ اضافه عملیات خاکی؛ خاکبرداری است (دپو)

نکات منحنی بروکنر:

- 1) به محور افقی منحنی بروکنر، خط پایه یا خط اساس گفته می شود.
 - 2) جهت مثبت محور عمودی، بیانگر عملیات خاکریزی و جهت منفی آن بیانگر عملیات خاکبرداری است
 - 3) مجموع ارتفاع شاخه های صعودی منحنی بروکنر حجم کل عملیات خاکریزی و مجموع کل ارتفاع شاخه های نزولی آن حجم کل عملیات خاکبرداریست.
 - 4) نقاط ماکزیمم و می نیمم (max,min) منحنی بروکنر نقاطی هستند که عملیات خاکبرداری به خاکریزی و یا بالعکس تبدیل می شود. لذا این نقاط در واقع معدن مقاطع عرضی صفر می باشند
 - 5) خطی که از انتهای منحنی بروکنر به موازات خط اساس ترسیم می شود اصطلاحاً خط پایان نام دارد.
- اگر خط پایان در بالای خط اساس قرار بگیرد اضافه حجم عملیات خاکی از نوع خاکریز ست و پروژه نیاز به قرضه دارد.
- اگر خط پایان در زیر خط اساس قرار گیرد پروژه نیازمند دیو خواهد بود

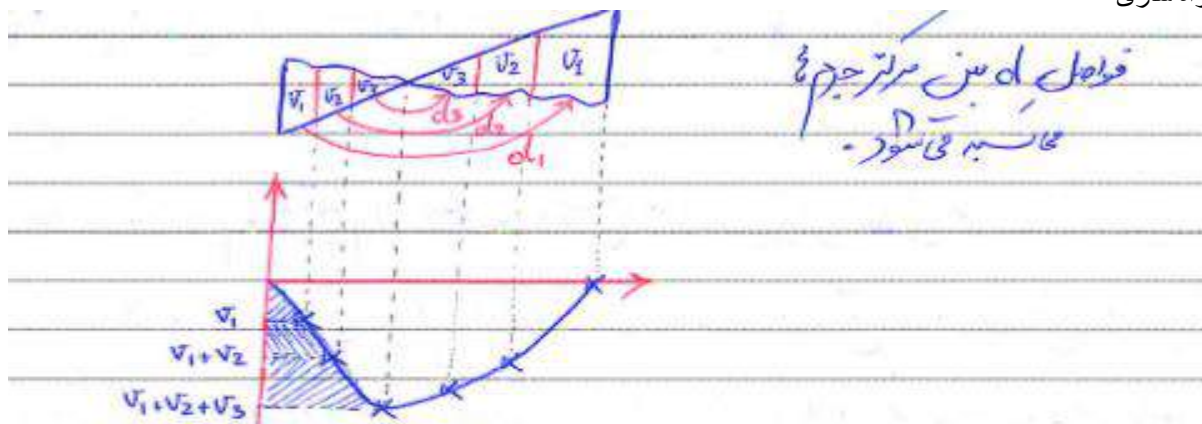
تعیین خط پخش بهینه:

خط بهینه عبارت است از هر خطی که به موازات خط اساس ترسیم می شود و منحنی بروکنر را حداقل در یک قطع می کند

بار جانبی یا بیشترین بار = مجموع عملیات خاکی × فاصله حمل یا اُم

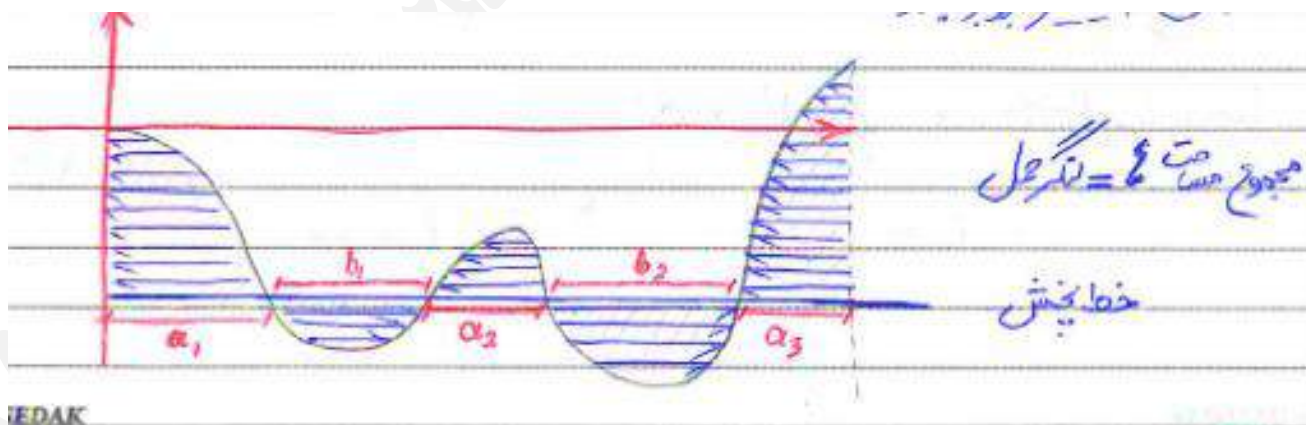
$$\text{بار جانبی یا بیشترین بار} = \sum_{i=1}^n V_i \times d_i$$

خط پخش بهینه



$$\text{عزم حمل} = \sum_{i=1}^3 V_i \times d_i = V_1 \times d_1 + V_2 \times d_2 + V_3 \times d_3$$

- سطح زیر منحنی بروکتر و خط پخش مفروض میزان عزم حمل یا لنگر حمل را برای ما مشخص می کند
- خط پخش بهینه عبارت است از خط پخشی که در آن میزان لنگر حمل یا عزم حمل به حداقل قطر برسد
- در زمانی که محل قرضه و دیو در طول مسیر به صورت نا محدود وجود داشته باشد، خط پخش بهینه خواهد بود که مجموع قاعده ی سطح تحتانی و سطوح فوقانی بین منحنی بروکتر و خط پخش مفروض را با یکدیگر برابر باشد



خط پخش بهینه است $a_1 + a_2 + a_3 = b_1 + b_2$ اگر

- همواره خاک

1) از محل خاکبرداری به خاکریزی

2) از محل خاکبرداری به دیو

3) از محل قرضه به محل خاکبرداری

حمل می شود

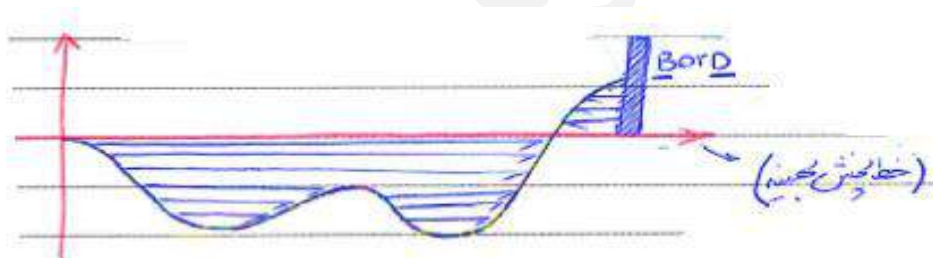
- در سطح فوقانی خط پخش مفروض همواره خاک از سمت راست به چپ هول داده می شود.

- دو سطح تحتانی از سمت چپ به راست هول داده می شود...

تعیین خط پخش بهینه با توجه به محل قرضه و دپو:

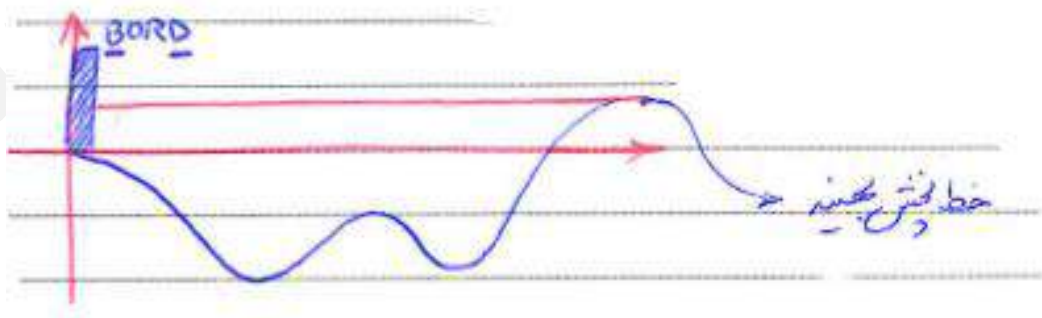
1- در طول کل مسیر تنها یک محل برای تامین قرضه یا دپو وجود داشته باشد و آن محل در انتهای مسیر باشد.

در این حالت خط پخش بهینه خط پخشی است که در ابتدای مشسیر میزان نیاز به قرضه و یا دپو برابر صفر باشد پس خط پخش بهینه همان خط اساس خواهد بود.

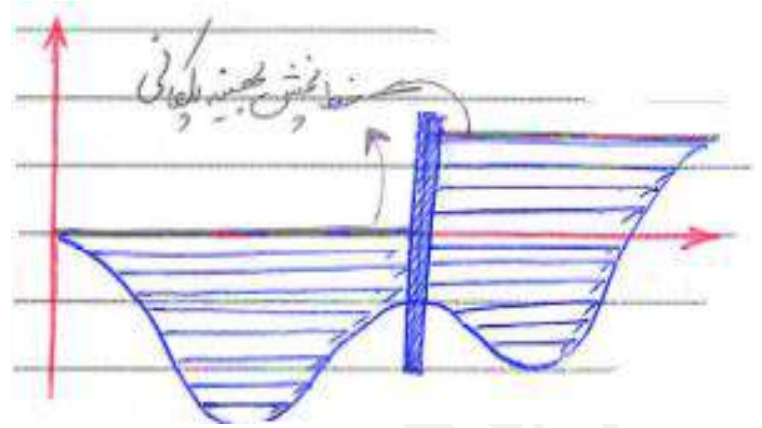


منظور از BORD قرضه یا دپو است

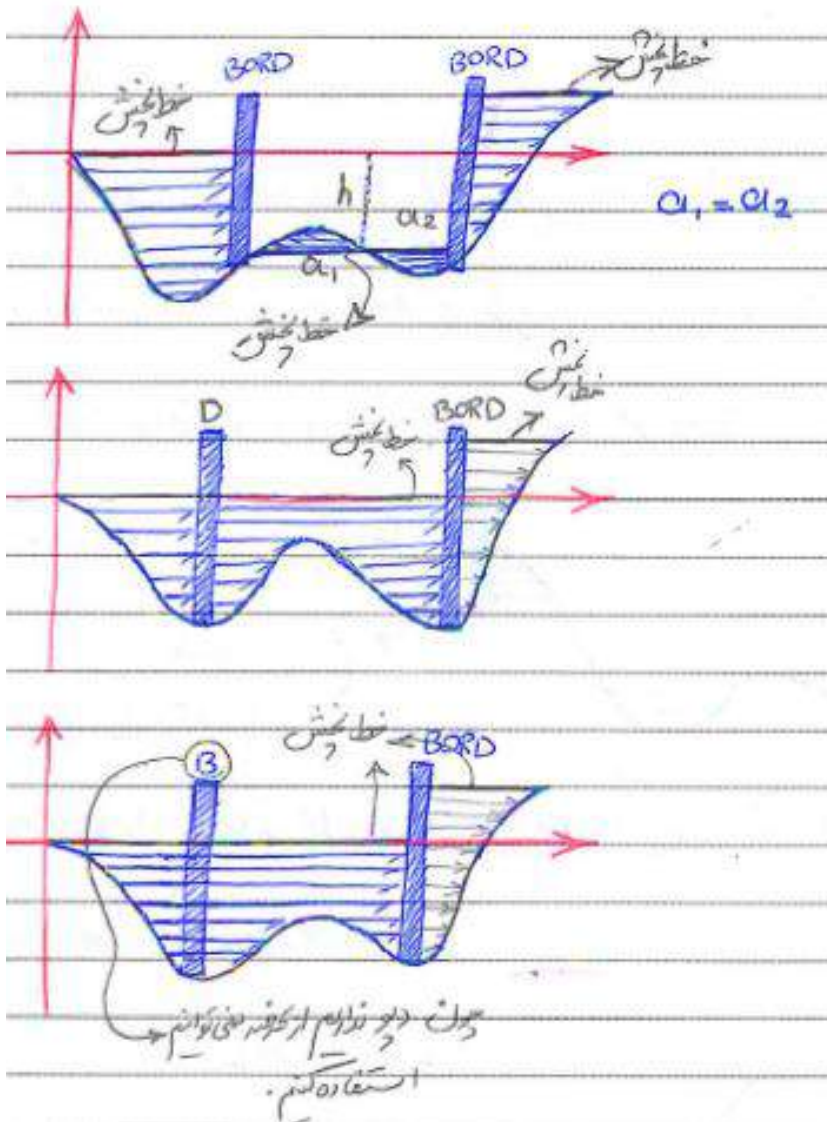
2- در طول کل مسیر تنها یک محل برای تامین قرضه و یا دپو باشد و آن محل در ابتدای مسیر باشد خط پخش بهینه در این حالت خط پایان است



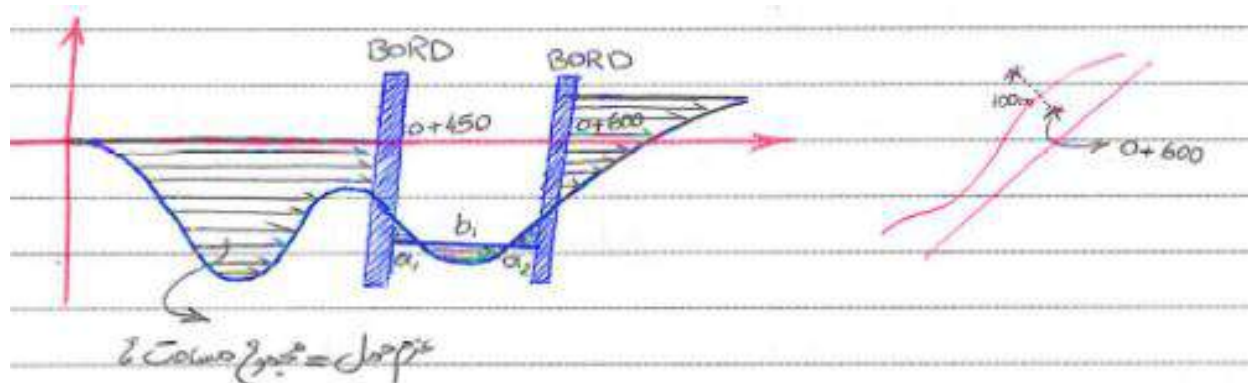
3- در طول مسیر یک محل قرضه و دپو وجود داشته باشد



4- در طول مسیر دو محل برای قرضه و دیو داشته باشیم تنها در زمانی می توان از اصل برابری مجموع قاعده ی سطوح تحتانی و فوقانی استفاده کرد که محل تامین قرضه و دیو هم در ابتدا و انتها وجود داشته باشد

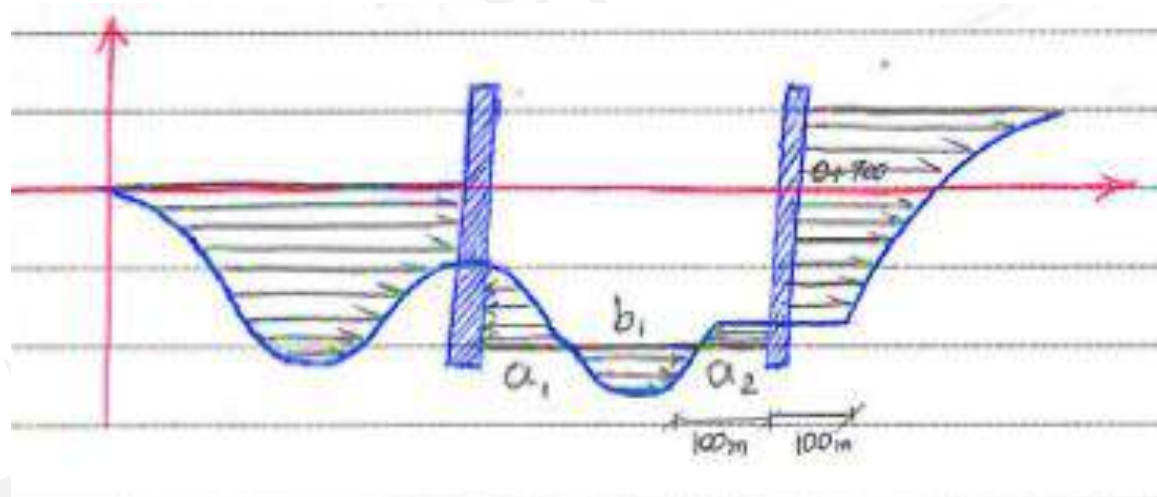


5- محل تامین قرضه و یا دپو از مسیر فاصله داشته باشد



فرض: محل قرضه و دپو دوم در فاصله ی 100M از عرض معبر مورد نظر باشد .

چون عزم حمل تغییر می کند به اندازه ی دو برابر 100M برای رفت و برگشت اضافه می کنیم تا مجموع مساحت ها افزایش یابد



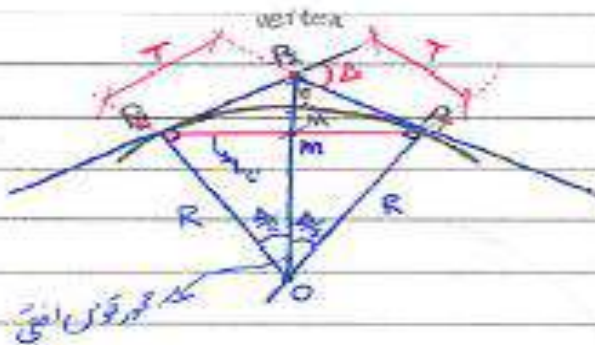
فصل پنجم

فصل پنجم

قوس های افقی

در مکرک های پلان مسیر که دارای خط شکسته یا شکسته خط باشد، جهت تأمین عبور و مرور در پلان تقسیم، نیاز به پیاده کردن قوس های افقی در پلان شکسته است.

انواع قوس های افقی: ۱) قوس های دایره ای ساده ۲) قوس های دایره ای مرکب که در مکرک های ۳) قوس های S شکل یا هتوکس ۴) قوس های شمیری ۵) قوس های مرکب



اجزای قوس های دایره ای ساده:

- PI: محل شکستگی لیس قوس
- PT: نقطه پایان قوس افقی
- PC: نقطه شروع قوس افقی
- T: طول تکمیل
- M: فاصله داخلی یا بیرونی
- E: فاصله بیرونی یا خارجی به سمت مرکز

محور قوس افقی عبارت است از خطی که محل لیس شکستگی قوس افقی را به مرکز آن متصل می کند. زاویه Δ زاویه خارجی عبارت است از زاویه که بین دو خط شکسته در پلان مسیر

مسیر

$$\triangle \quad O \quad PC \quad PI \rightarrow \tan \frac{\Delta}{2} = \frac{T}{R} \Rightarrow T = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$\triangle \quad O \quad PC \quad PI \rightarrow \cos \frac{\Delta}{2} = \frac{R}{R+E} \Rightarrow R+E = R \sec \frac{\Delta}{2} \quad \left(\frac{1}{\cos} = \sec \right)$$

$$\Rightarrow E = R \left(\sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$$

$$\triangle OFM \Rightarrow \cos \frac{\Delta}{2} = \frac{R-M}{R} \Rightarrow R-M = R \cos \frac{\Delta}{2}$$

$$\Rightarrow M = R(1 - \cos \frac{\Delta}{2})$$

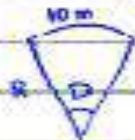
$$\triangle OFM \Rightarrow \sin \frac{\Delta}{2} = \frac{\frac{L_c}{2}}{R} \Rightarrow L_c = 2R \sin \frac{\Delta}{2}$$

$$L = R\Delta \Rightarrow L = R\Delta \times \frac{\pi}{180}$$

↓ ↓
رادیان درجه

L: طول قوس

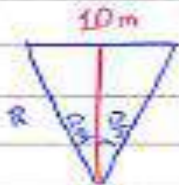
- درجهی قوس: عبارت است از زاویه مرکزی دایره قوس یا وتر 10 متر.
- اگر درجهی قوس معلوم و طولی دایره قوس 10 متر باشد:



$$R \times D = 10 \Rightarrow R = \frac{10}{D} \quad \text{و} \quad R = \frac{573}{D}$$

↓ ↓
کمان رادیان کمان درجه

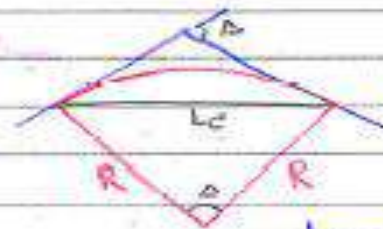
اگر درجهی قوس زاویه مرکزی دایره قوس 10m باشد:



$$\sin \frac{D}{2} = \frac{5}{R} \Rightarrow D = 2 \text{Arc Sin } \frac{5}{R}$$

تعیین اجزای نامعلوم قوس افقی با تعیین قسمت های معلوم

الف) تعیین طول قوس (L) با فرض معلوم بودن درجهی قوس (D) و طول وتر (C)



$$D = \frac{10}{R} \text{ کمان رادیان}$$

$$L = R\Delta = 10 \frac{\Delta}{D}$$

$$L_c = 2R \sin \frac{\Delta}{2} = 2 \times \frac{10}{D} \sin \frac{LD}{20}$$

$$\Rightarrow L_c = \frac{20}{D} \sin \frac{LD}{20} \Rightarrow \frac{LD}{20} = \text{Arc Sin } \frac{L_c \times D}{20} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{20}{D} \text{ Arc Sin } \frac{10 \times D}{20} \Rightarrow$$

لایان

$$L = \frac{20}{D} \text{ Arc Sin } \frac{L \times D}{2 \times 573}$$

با فرض اینکه قوس
زاویه مرکزی دایره
قوس 10 متر باشد.

- با فرض اینکه دایره قوس، قطری مرکزی دایره 10 متر باشد:

$$L = R\Delta \quad , \quad R = \frac{5}{\sin \frac{D}{2}} \Rightarrow \Delta = \frac{L \sin \frac{D}{2}}{5}$$

$$5 = R \sin \frac{D}{2}$$

$$\frac{10 = 2R \sin \frac{D}{2}}{L = 2R \sin \frac{\Delta}{2}} \left\{ \rightarrow \frac{10}{L} = \frac{\sin \frac{D}{2}}{\sin \frac{\Delta}{2}} \rightarrow \frac{10}{L} = \frac{\sin \frac{D}{2}}{\sin \left(\frac{L \sin \frac{D}{2}}{2 \times 5} \right)} \right.$$

$$\Rightarrow \sin \left(\frac{L \sin \frac{D}{2}}{10} \right) = \left(\frac{L \sin \frac{D}{2}}{10} \right) \Rightarrow$$

$$\frac{L \sin \frac{D}{2}}{10} = \text{Arc Sin} \left(\frac{L \sin \frac{D}{2}}{10} \right) \Rightarrow$$

$$L = \frac{10 \text{ Arc Sin} \left(\frac{L \sin \frac{D}{2}}{10} \right)}{\sin \frac{D}{2}}$$

• قوس دایره دایره 10 متر.

(ب) تعیین طول قوس (L) با فرض معلوم بودن دایره قوس (D) و زاویه



$$1 + \frac{40}{60}$$

$$\Delta = 20^\circ 24' , D = 1^\circ 40'$$

تقاطع (Delta) :

- فرض کنیم

$$L = R\Delta = \frac{10\Delta}{D} = \frac{10 \times 20.4}{1.666} = 122.4 \text{ m}$$

$$20 + \frac{24}{60}$$

(ج) تعیین فاصله‌ی خارجی (E) و طول کمان‌شمارت (T) با فرض سطح مقطع بیرونی شعاع (R)

و نام‌های تقاطع (Δ) ؛

$$E = R \left(\sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$$

$$E = T \tan \frac{\Delta}{4}$$

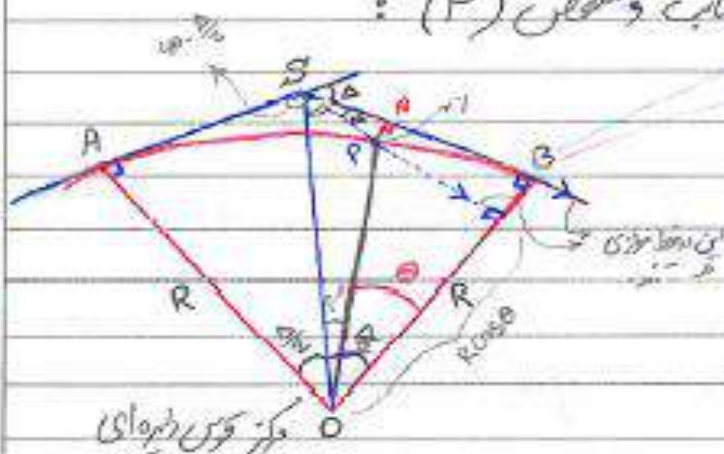
- فرض کنیم ؛ $K = 1000 \text{ m}$ و $\Delta = 40.12' = 40.2^\circ$

$$E = R \left(\sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right) = 1000 \left(\sec \left(\frac{40.2}{2} \right) - 1 \right) = 64.85 \text{ m}$$

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2} = 1000 \times \tan \frac{40.2}{2} = 365.95 \text{ m}$$

$$E = 365.95 \tan \frac{40.2}{4} = 64.85 \text{ m}$$

• طراحی قوس برای عبور از نقطه‌ای ثابت و شیب (P) ؛



- زاویه α و طول SP معلوم است.
- زاویه Δ نیز معلوم است.

رابطه مذکور R را محاسبه می‌کنیم و به دست می‌آوریم
کنیم قوس از نقطه‌ای P عبور کند

$$\angle SPO \rightarrow \angle OSP = 180 - \alpha - \Delta - \left(90 - \frac{\Delta}{2} \right) = 90 - \left(\alpha + \frac{\Delta}{2} \right)$$

$$\angle SPO \Rightarrow \angle OP = \frac{\Delta}{2} - \theta$$

$$\angle SPO \Rightarrow \angle P = 180 - \angle OSP - \angle OP =$$

$$180 - 90 + \left(\alpha + \frac{\Delta}{2} \right) - \frac{\Delta}{2} + \theta = 90 + \alpha + \theta = 90 + (\alpha + \theta)$$

پہ اسکی تفہیمی سائنس کے نام سے

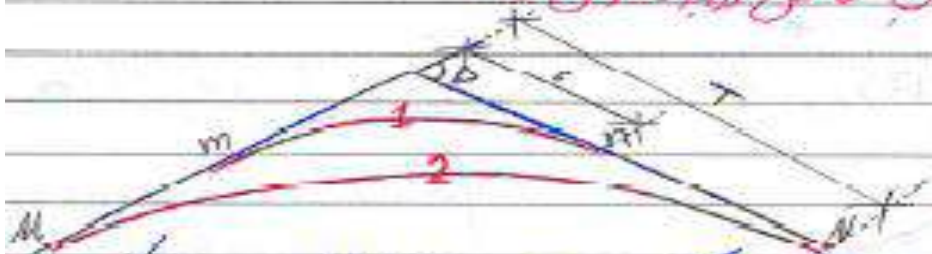
$$\frac{\sin(\hat{SPO})}{\sin(\hat{OSP})} = \frac{OS}{OP} \Rightarrow \frac{\sin(90 + (\alpha + \theta))}{\sin(90 - (\alpha + \frac{\theta}{2}))} = \frac{R}{\cos \theta}$$

$$\Rightarrow \frac{\cos(\alpha + \theta)}{\cos(\alpha + \frac{\Delta}{2})} = \frac{1}{\cos \frac{\Delta}{2}} \rightarrow \text{مربع } \theta$$

2. $PN = 7$ و $SN = 26$ مفروضات

$$y = R - R \cos \theta \Rightarrow y = R(1 - \cos \theta) \Rightarrow R = \frac{y}{1 - \cos \theta}$$

● کاشت طول مسیر بر اساس کاشت (معمولی) قوس



ویر MN - دانه پلاستی درج. ثبت می کنیم با استفاده از آن کال و سیرینز به ش

عبدالرحمن بن عوف

$$\text{مسیرات} = Mm + mn + nN \quad ; \quad \text{مسیرت} = \widehat{MN}$$

• > طول مسیر دوم - طول مسیر اول = فاصله طالعش طول مسیر

تجزیاتی کوس $mm \leftarrow \Delta$ و a و m و c و l و T و M و D و Δ و HN و E و h و T

$$c \frac{dh}{dt} = 2(T-t) + 1 \quad \text{فاز ١ - ١}$$

ارامہ برہنہ کی بعد

$$\text{میان خطی طول} = 2(T-t) + l - L -$$

$$2(R \tan \frac{\Delta}{2} - r \tan \frac{\Delta}{2}) + r\Delta - R\Delta =$$

$$2\left(\frac{573}{D} \tan \frac{\Delta}{2} - \frac{573}{d} \tan \frac{\Delta}{2}\right) + \frac{10}{d} \Delta - \frac{10}{D} \Delta =$$

$$2 \times 573 \tan \frac{\Delta}{2} \left(\frac{1}{D} - \frac{1}{d}\right) - 10 \times \Delta \left(-\frac{1}{d} + \frac{1}{D}\right) =$$

$$\left(\frac{1}{D} - \frac{1}{d}\right) (2 \times 573 \tan \frac{\Delta}{2} - 10 \times \Delta) > 0$$

حالت بحرانی $\rightarrow \Delta = 90^\circ \rightarrow 2 \times 573 \times 1 - 10 \times 90 > 0$

در زمانی که تلاطمی ناشی از دوقوس مختلف با یکدیگر برابر باشند، فرجه هم داشته :

$$\frac{r}{R} = \frac{t}{T} = \frac{l}{L} = \frac{e}{E} = \frac{m}{M} = \frac{d_c}{L_c} = \frac{D}{d}$$

• دور L برابری (Super elevation) :



$$\tan \beta = e$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow W \cos \beta + \frac{Wv^2}{Rg} \sin \beta = N \quad \text{Since } \sin \beta = 0 \quad \rightarrow N = W \cos \beta$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow W \cos \beta + W \sin \beta = \frac{Wv^2}{Rg} \cos \beta$$

$$\frac{W \cos \beta}{\tan \beta} \xrightarrow{\text{مضرب}} F + e = \frac{v^2}{Rg} \rightarrow R = \frac{v^2}{g \times (e + F)} \quad \text{مضرب به } g \times (e + F)$$

$$R = \frac{v^2}{127 (e + F)}$$

مقادیر ضریب در انواع لکه های بیرون شهری :

منطقه توسعه راه	کوهستانی	تپه‌ها و دشت	دره عمیق
آوارگاه	90	110	130
بزرگراه و راه های اصلی عبایه	90	110	110
راه های اصلی	70	90	110
راه های فرعی	40	70	90

محدوده پیرامونی :

۱) لکه های در خط و راه های که در محوطه بزرگ و پهن هستند : $e_{max} = 12\%$

۲) آوارگاه و بزرگراه : $e_{max} = 10\%$

۳) مناطق با ارتفاع بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا و شیب های تند و پهن : $e_{max} = 8\%$

۴) در مناطق حوضی و نواحی : $e_{max} = 6\%$

مقادیر ضریب اصطکاک سطحی :

در سطح : ۳۰-۴۰ ، ۵۰ ، ۶۰ ، ۷۰-۸۰ ، ۹۰ ، ۱۰۰ ، ۱۱۰ ، ۱۲۰ ، ۱۳۰

ضریب اصطکاک : ۰.۰۸ ، ۰.۰۹ ، ۰.۱۱ ، ۰.۱۲ ، ۰.۱۳ ، ۰.۱۴ ، ۰.۱۵ ، ۰.۱۶ ، ۰.۱۷

فصل شش

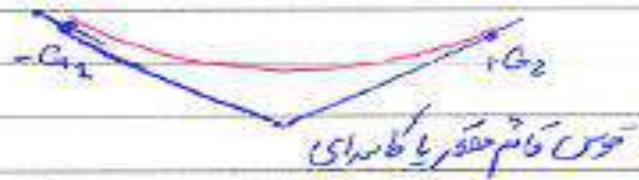
فصل ۶) قوس های قائم :



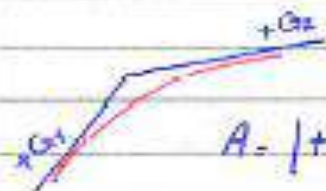
$$A = |-G_2 - (+G_1)| = G_2 + G_1$$

$$c = \frac{Al}{800}$$

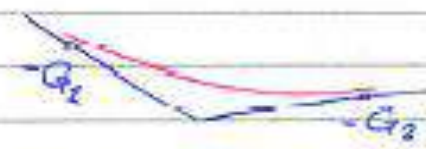
که c شعاع منحنی



$$A = |+G_2 - (-G_1)| = G_2 + G_1$$



$$A = |+G_2 - (+G_1)| = G_2 - G_1$$



$$A = |-G_2 - (-G_1)| = -G_2 + G_1$$

تغییر طول قوس قائم :

K : عبارت است از حداقل طول لازم برای ختم کارهای ایمن گنبدی یا آبی یک در هر تغییرات

سبب طولی

پیرت سطح منحنی

طول قوس قائم

$$L \geq KA$$

که K در صورتی که طول قوس قائم

سرعت طرح (km/h)

حاصل K به متر

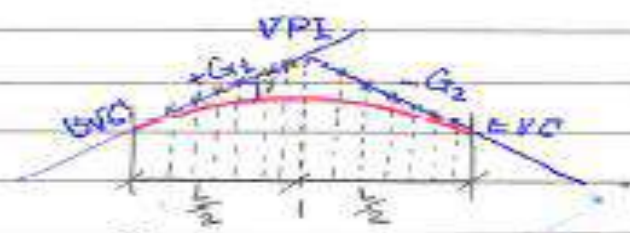
130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30
208	161	120	89	63	42	27	18	11	7	3

• محاسبه عرض بستر و عمق کانال

$$L_{min} \geq KA$$

سرعت طرح $(\frac{km}{h})$	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
K بر حسب متر	4	8	12	17	22	29	38	46	54	64	74

• اجزای عرض کانال



• در مقطع کمترین نقطه ابتدا و انتهای عرض کانال

تعداد ایستگاه در طول کانال

S: فاصله ایستگاه

$$L = n \times S$$

• $K_m(VPI)$ و $H(VPI)$ معلوم

• محاسبه عرض کانال در هر نقطه
(نقطه ای که مشخصات آن معلوم است):
• علامت مثبت (+) و منفی
• علامت آن علامت کانال است

$$K_m(VPI)$$

$$H(VPI)$$

$$H(BVC) = H(VPI) - G_1 \times \frac{L}{2}$$

$$H(EVC) = H(VPI) + (-G_2) \times \frac{L}{2}$$

$$K_m(BVC) = K_m(VPI) - \frac{L}{2}$$

$$K_m(EVC) = K_m(VPI) + \frac{L}{2}$$

• فاصله ایستگاه مورد نظر از ابتدا و انتهای کانال

$$y = \left(\frac{x}{L}\right)^2 \times 4e$$

• اختلاف ارتفاع (دری) مشخصه

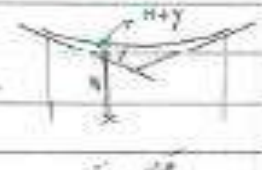
• فاصله ایستگاه

$$e = \frac{AL}{800}$$

• ارتفاع عرض کانال

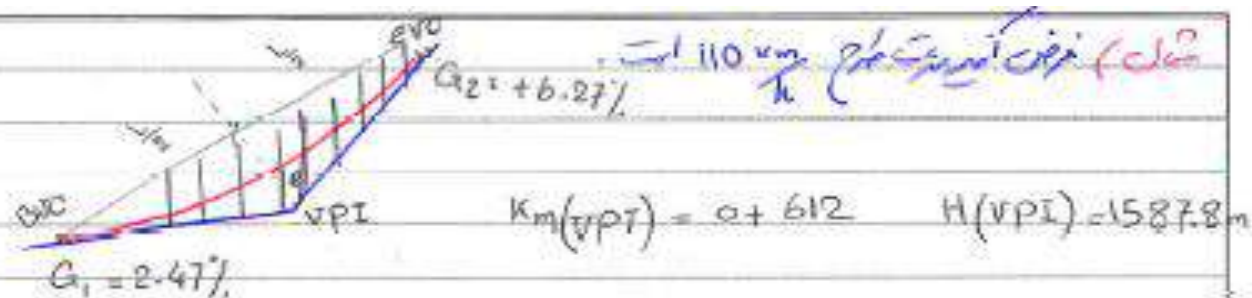
$$y = H(n.v.c) + y$$

• عرض کانال در هر نقطه



• عرض کانال

• عرض کانال



$$A = |G_2 - G_1| = |6.27 - 2.47| = 3.8 > 0.5$$

$L_{\min} = K A$ $V = 110 \frac{\text{mm}}{h}$ $K = 54$ $L_{\min} = 54 \times 3.8 = 205 \text{ m}$

مساحت L برابر 270 متر

$$K_m(BVC) = 612 - \frac{270}{2} = 0 + 477$$

$$K_m(EVC) = 612 + \frac{270}{2} = +747$$

$$H(BVC) = H(VPI) - G_1 \times \frac{L}{2} = 1587.8 - \frac{2.47}{100} \times \frac{270}{2} = 1584.46 \text{ m}$$

$$H(EVC) = 1587.8 + \frac{6.27 \times 270}{100 \times 2} = 1586.26 \text{ m}$$

$$e = \frac{AL}{800} = \frac{3.8 \times 270}{800} = 1.28 \text{ m}$$

$$n = \frac{270}{30} = 9$$

با فواصل 30 متر

$$y = \left(\frac{x}{L}\right)^2 \times 4e = \frac{x^2}{270^2} \times 4 \times 1.28 = 7.02 \times 10^{-5} x^2$$

- جدول درستی جدول است

50m	30m	10m	نقطه استقامت
(نقطه شروع)	نقطه وسط	نقطه پایان	

● فصل هفتم : قوس های انتقال transition curve

Diagram illustrating the forces on a particle moving in a circular path. The forces shown are the centripetal force $F_c = \frac{mv^2}{R}$ and the gravitational force $F_g = \frac{GMm}{R^2}$. The net force is $F_{net} = F_c - F_g$. The diagram also shows the radius R and the distance r from the center of mass to the particle.

۵۔ مٹی کی استعاروں از خوش گنجی اہل ۵

الف) اعدای دروغی دور بین صفت نمی هستند مگر در ابتدا و انتهای خود (در ابتدای و آخر)

ب) ولتاژ اعمالی تقریبی نسبت عرفی (از جنبه مرکز) از ضریب $\frac{V^2}{R}$ در یک نقطه‌ای مناسب و
اجتناب از اعمال ناگهانی نسبت جانبی ناشی از نیروی گریز از مرکز به وسیله‌ای ترکیبی که نامناسبی
سرعتین و خطر واژگونی وسیله‌ای ترکیبی را خواهد داشت.

ج) ایجاد دیر محسوس برای مانده جهت ورود به مسیر مستقیم به طول دایره‌ای.

حالت طایف لازم برای توجس انتقال:

الف) اعمال تدریجی دور و در نتیجه اعمال تدریجی نسبت گریز از مرکز:

$$L_{S_{min}} = \frac{V^2}{2gR}$$

(م) شعاع

ب) اعمال تدریجی دور و در نتیجه اعمال تدریجی چرخش وسیله‌ای ترکیبی در نقطه‌ای نامناسب:

(دور محدود به نسبت طایف شتاب)

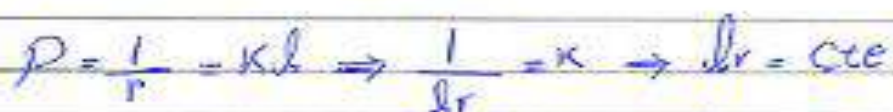
$$L_{S_{min}} = \frac{V^2}{gR}$$

(م) شعاع

ج) فراهم شدن امکان دیر محسوس برای مانده‌ی وسیله‌ای ترکیبی:

$$L_{S_{min}} = \sqrt{12R}$$

$L_{S_{min}} = \text{Max}$ (الف و ب و ج)



قوس افضل ملو توئید یا اسپیرال :

$$d\ell = r d\theta, \quad r = \frac{A^2}{\ell}$$

$$A^2 = \frac{l^2}{20} \Rightarrow A = \frac{l}{\sqrt{20}}$$

$$\frac{\frac{l^2}{l_s^2}}{\frac{l^2}{l_s^2}} = \frac{A}{\theta_s} \rightarrow \theta = \frac{l^2}{l_s^2} \theta_s$$

تقریب فرمات قوس انحنای



$x =$ فاصله ی تقریبی قوس از ابتدا

$y =$ فاصله ی قائم قوس

$$dx = dl \cos \theta = dl \left(1 - \frac{\theta^2}{2!} + \frac{\theta^4}{4!} - \dots \right) \quad \text{I}$$

$$dy = dl \sin \theta = dl \left(\theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} - \dots \right) \quad \text{II}$$

$$dl = \frac{A^2}{l} d\theta \quad \text{III}$$

$$\begin{cases} dx = \frac{A^2}{l} \left(1 - \frac{\theta^2}{2!} + \frac{\theta^4}{4!} - \dots \right) d\theta \\ dy = \frac{A^2}{l} \left(\theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} - \dots \right) d\theta \end{cases}$$

$$\begin{cases} dx = \frac{A}{\sqrt{2\theta}} \left(1 - \frac{\theta^2}{2!} + \frac{\theta^4}{4!} - \dots \right) d\theta \\ dy = \frac{A}{\sqrt{2\theta}} \left(\theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} - \dots \right) d\theta \end{cases}$$

$$\begin{cases} dx = \frac{A}{\sqrt{2\theta}} \left(1 - \frac{\theta^2}{2!} + \frac{\theta^4}{4!} - \dots \right) d\theta \\ dy = \frac{A}{\sqrt{2\theta}} \left(\theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} - \dots \right) d\theta \end{cases}$$

$$\begin{cases} dx = \frac{A}{\sqrt{2\theta}} \left(1 - \frac{\theta^2}{2!} + \frac{\theta^4}{4!} - \dots \right) d\theta \\ dy = \frac{A}{\sqrt{2\theta}} \left(\theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} - \dots \right) d\theta \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = A\sqrt{2\theta} \left(1 - \frac{\theta^2}{10} + \frac{\theta^4}{216} - \frac{\theta^6}{9360} + \dots \right) \\ y = A\sqrt{2\theta} \left(\frac{\theta}{3} - \frac{\theta^3}{42} + \frac{\theta^5}{1320} - \dots \right) \end{cases}$$

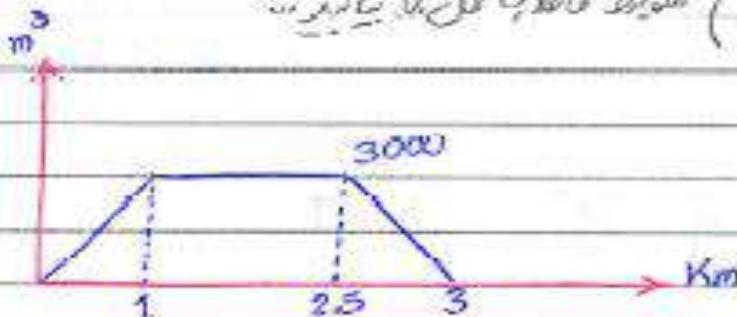
$$\begin{cases} x = A\sqrt{2\theta} \left(1 - \frac{\theta^2}{10} + \frac{\theta^4}{216} - \frac{\theta^6}{9360} + \dots \right) \\ y = A\sqrt{2\theta} \left(\frac{\theta}{3} - \frac{\theta^3}{42} + \frac{\theta^5}{1320} - \dots \right) \end{cases}$$

$$\begin{cases} l = A\sqrt{2\theta} \\ \theta = \frac{l^2}{2A^2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = l - \frac{l^5}{40A^4} + \frac{l^9}{3456A^6} - \dots \\ y = \frac{l^3}{6A^2} - \frac{l^7}{336A^4} + \frac{l^{11}}{42240A^{10}} - \dots \end{cases}$$

– حل چند مثال !

* مثال ۱: یک مقطع عرضی (مثال ۲۲) را در فاصله ۱ کیلومتری از یک نقطه

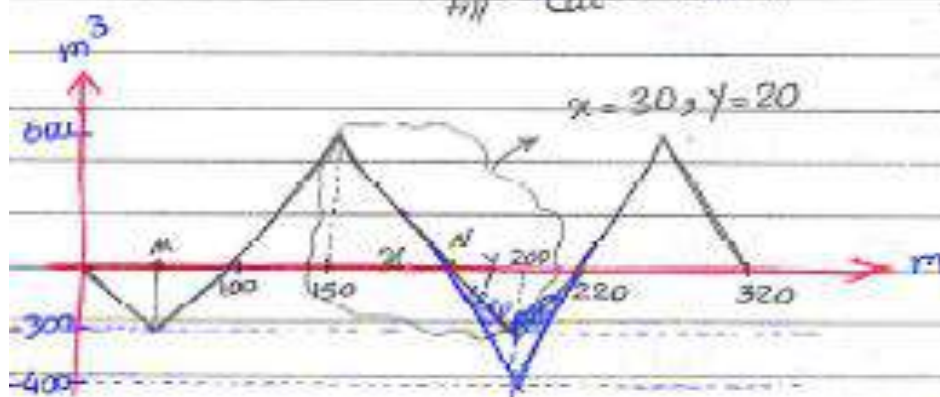


$$\bar{A} = \frac{\frac{1 \times 3000}{2} + 1.5 \times 3000 + \frac{0.5 \times 3000}{2}}{3000} = 2.25 \text{ m}$$

مجموعه سطح مقطع

$$V_{fill} = V_{cut} = 3000 \text{ m}^3$$

← خاکبرداری و خاکریزی



* مثال ۲

$$\begin{aligned} \text{مجموعه سطح مقطع} &= 300 + 600 + 400 = 1900 \text{ m}^3 \quad \text{خاکریزی} \\ 300 + 1000 + 600 &= 1900 \text{ m}^3 \quad \text{خاکبرداری} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{مجموعه سطح مقطع} \\ \text{مجموعه سطح مقطع} \end{array} \right\} = 1900 \text{ m}^3$$

$$\bar{A} = \frac{100 \times 300}{2} + \frac{80 \times 600}{2} + \frac{40 \times 400}{2} + \frac{100 \times 600}{2} = 77,000$$

$$\Rightarrow \bar{A} = \frac{77000}{1900} = 40.5 \text{ m}$$

• مثال (مسئله ۷۴ - مثال ۱۰) اگر $R = 382 \text{ m}$ ، $\Delta = 35^\circ 22' 19''$ طول قوس

طول تناوبیت ، فاصله خارجی و فاصله داخلی را بیابید ...

حل

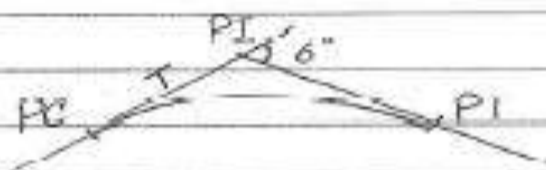
$$\Delta = 35^\circ 22' 19'' = 35 + \frac{22}{60} + \frac{19}{3600} = 35.372$$

$$l = R\Delta \Rightarrow 382 \times 35.372 \times \frac{\pi}{180} = 235.81 \text{ m}$$

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2} = 382 \tan (17.686) = 121.81 \text{ m}$$

$$F = R \left(\tan \frac{\Delta}{2} - 1 \right) = 18.95 \text{ m} \quad M = R (1 - \cos \frac{\Delta}{2}) = 18.055 \text{ m}$$

• مثال (مسئله ۷۵ - مثال ۱۱) طول L و مختصات PI را بیابید ...



$$\Delta = 6^\circ \quad D = 3^\circ 12'$$

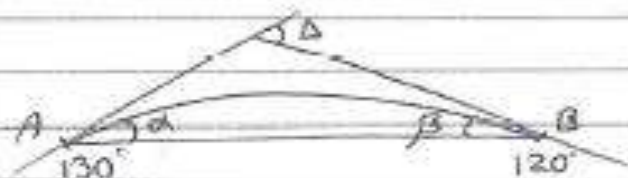
$$PC = 62 + 0.10 \text{ m}$$

$$L = R\Delta = \frac{10}{D} \times \Delta = 10 \times \frac{6}{3.2} = 18.75 \text{ m} \quad \text{حل}$$

$$R = \frac{10}{D} = \frac{10 \times 180}{3.6 \pi} = 179 \text{ m}$$

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2} = 179 \tan 3 = 9.3 \text{ m} \Rightarrow PI = 62 + 0.9.3 \text{ m}$$

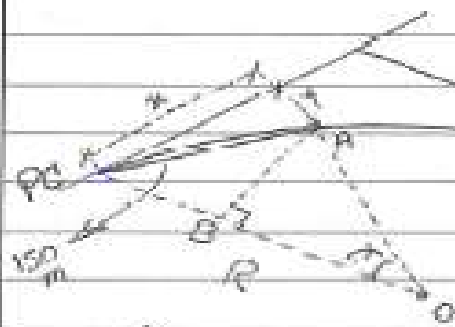
• مثال (مسئله ۷۶ - مثال ۱۲) اگر $R = 700 \text{ m}$ باشد ، Δ را بیابید :



$$\Delta = 50 + 60 = 110^\circ \quad \text{حل}$$

$$l = R\Delta = 700 \times 110 \times \frac{\pi}{180} = 1330 \text{ m}$$

• مثال (مثال ۷۴ - شکل ۱۳) اگر $D = 4^\circ$ و فاصله PC از نقطه A به 150 متر باشد.



$$R = \frac{573}{4} = 143 \quad (\text{حل})$$

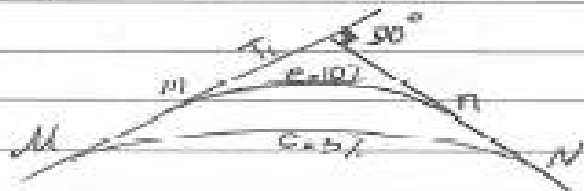
$$l = R\Delta \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{\Delta_1}{\Delta_2}$$

$$\frac{10}{150} = \frac{4}{\alpha} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

$$\sin 60 = \frac{x}{R} \Rightarrow x = R \sin 60 = 143 \sin 60 = 123 \text{ m}$$

$$\cos 60 = \frac{R-y}{R} \Rightarrow y = R(1 - \cos 60) = 71.5 \text{ m}$$

• مثال (مثال ۱۰۴ - شکل ۹) اگر دو مجاز از ۱۰٪ به ۵٪ کاهش ریسک، و طول مسیر جدید کاهش یابد؟



$$f = 0.15, \Delta = 90^\circ$$

$$V = 100 \text{ km/hr}$$

$$R_1 = \frac{V^2}{127(e+f)} \Rightarrow R_1 = \frac{100^2}{127 \times (0.1 + 0.15)} = 314.5 \text{ m}$$

$$T_1 = R_1 \tan \frac{\Delta}{2} \Rightarrow T_1 = 314.5 \tan 45 = 314.5 \text{ m}$$

$$R_2 = \frac{V^2}{127(e+f)} = \frac{100^2}{127(0.05 + 0.15)} = 393 \text{ m} \Rightarrow T_2 = 393 \text{ m}$$

$$L_1 = R_1 \Delta = 314.5 \times 90 \times \frac{\pi}{180} = 494 \text{ m}$$

$$l_2 = R_2 \Delta = 393 \times 90 \times \frac{\pi}{180} = 617 \text{ m}$$

$$\Delta \text{ کاهش} = [2(393 - 314.5) + 494] - 617 = 34 \text{ m}$$

ری عیان صفه ۵۳ (شماره ۲۲) چاپ ۹۰

d_i و d_i را خواسته ؟

از نقطه ۳ عمودی است

$$y_i = \text{وتر} \times \sin 15^\circ$$

$$\text{وتر} = 2R \sin 15^\circ = 2 \times 1000 \times \sin 15^\circ = 517$$

$$y_i = 1300 \times \sin 15^\circ = 133$$

$$x_i = T - R \times \cos 15^\circ = 1000 \times \tan 60^\circ - 517 \times \cos 15^\circ = 1232 \text{ m}$$

$$d_i = \sqrt{(1232)^2 + 133^2} = 1240 \text{ m}$$

$$\tan (60^\circ - \alpha_i) = \frac{133}{1232}$$

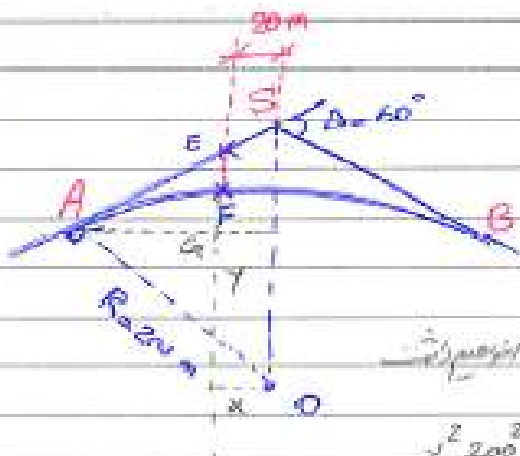
$$60^\circ - \alpha_i = \arctan \frac{133}{1232} = 6^\circ$$

$$\alpha_i = 54^\circ$$

ری عیان - صفه ۵۵ (شماره ۲۴) ...

لازمه مستقیم گیری ... (میانگین)

فاصله EF را خواسته ...



$$x^2 + y^2 = 400^2$$

$$y^2 - 200^2 - 20^2 \Rightarrow y - 400m - 400 = 39600 \text{ m}$$

$$y = 200 \text{ m} \approx 199 \text{ m}$$

$$OD = R \cos 30^\circ = 200 \times \cos 30^\circ = 173$$

$$FG = 200 - 173 = 27 \text{ m}$$

$$AD = 200 \sin 30^\circ = 100$$

$$AG = 80 \text{ m} \Rightarrow \tan 30^\circ = \frac{FG}{AG} \Rightarrow FG = 46$$

$$EF = 46 - 27 = 19 \text{ m}$$

$$LR = A^2 \rightarrow l \times 500 = 100^2 \rightarrow l = \frac{10000}{500} = 20 \text{ m}$$

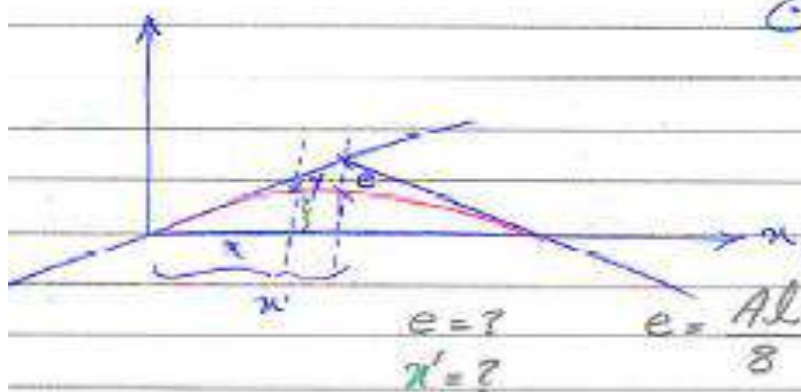
$$BB' = R\Delta = 500 \times 90 \times \frac{\pi}{180} = 500 \times \frac{\pi}{2} = 750$$

$$O' \text{ ارتفاع} = 15230 + 40 + 785 = 15270 + 785 = 16055 \text{ m}$$

16 + 055 km

مسؤال ۲۱ - صفحہ ۱۲۱ - ریاضی عمران

$$y = \frac{1}{15000}x^2 + \frac{3}{100}x$$



$$y' = 0 \Rightarrow \frac{2}{13000} \times x + \frac{3}{100} = 0 \Rightarrow x = \frac{3 \times 130}{3} = 3 \times 65 = 195 \text{ m}$$

توضیح: در محاسبه سیم، در هر دو طرف ضرب 2 ، شیب خط 1 در اینجا نقیصه 43 است.

$$t_{ind} = \frac{1}{13000}$$

$$x=0 \rightarrow y' = 0.03$$

$$\tan \alpha = 0.03$$

$$y' = \frac{2}{13000} x + \frac{3}{100} \Rightarrow x=0 \rightarrow y' = 0.03$$

$$\tan \alpha = 0.03$$

$$y' = 0 \Rightarrow \frac{2}{13000} x + \frac{3}{100} = 0 \rightarrow x = \frac{3 \times 130}{2} =$$

$$3 \times 65 = 195 \text{ m}$$

$$y_1 = \frac{1}{13000} \times 195 + \frac{3}{100} \times 195 = 2.93 \text{ m}$$

$$C = 5.85 - 2.93 = 2.92 \approx 3 \text{ m}$$

$$0.03 = \frac{0.1\%}{195}$$