

جزوه راه سازی



دکتر مؤیدی فر

دانشگاه اراک

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

39 تعیین خط پخش بهینه:

41 تعیین خط پخش بهینه با توجه به محل قرضه و دیو:

44 فصل پنجم

44 فصل شش

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 مورد نظر از لحاظ وضعیت جغرافیایی و توپوگرافیست.

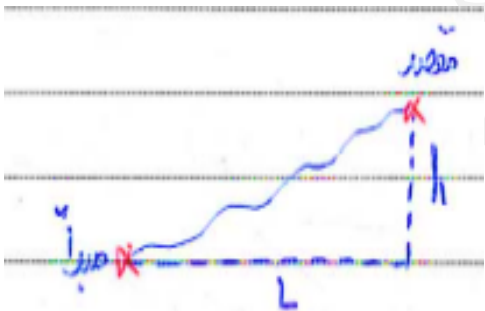
1) دشت هموار (level terrain)

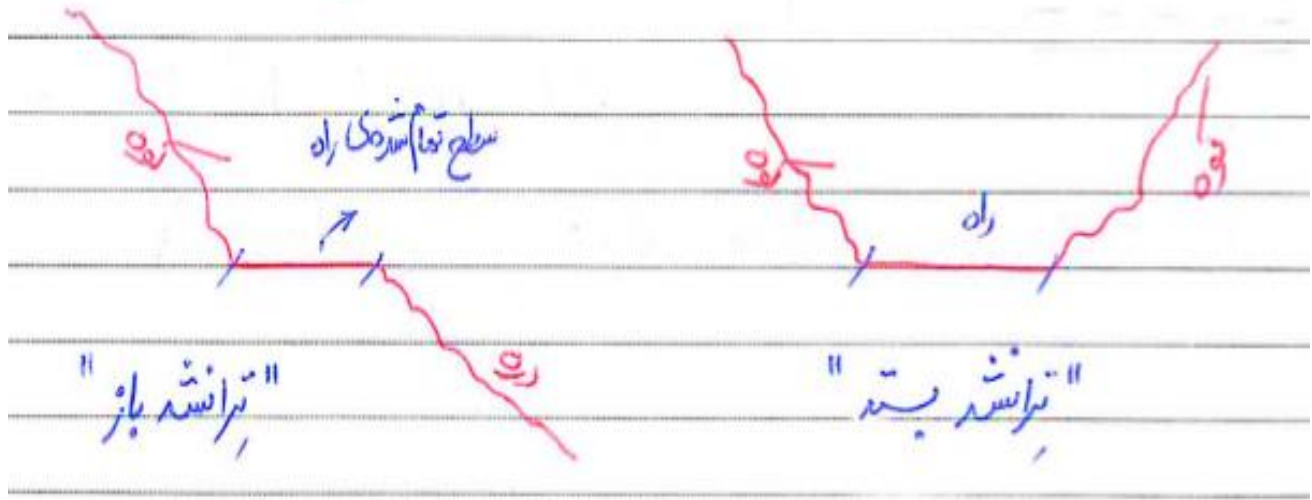
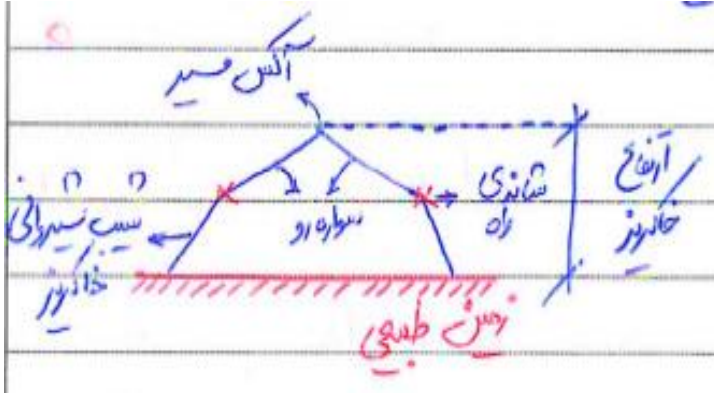
اگر شیب طولی طبیعی، کمتر از 3٪ باشد؛

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.





2) تپه ماهور (Rolling Terrain)

- 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.

3) منطقه کوهستانی (Mountainous Terrain)

- 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.

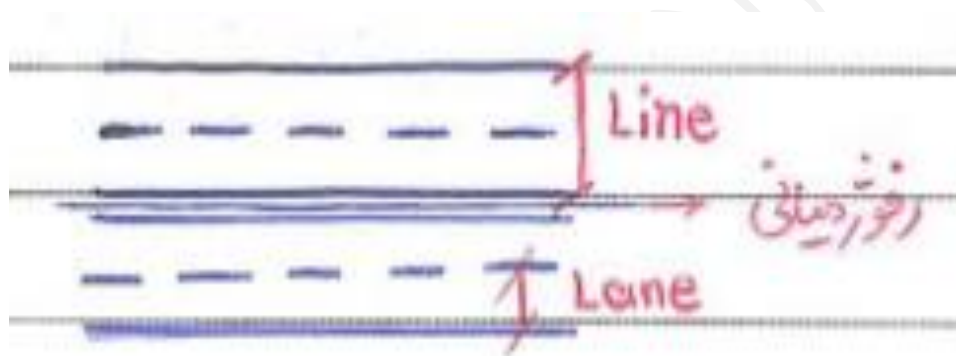
درجه بندی راه:

(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.

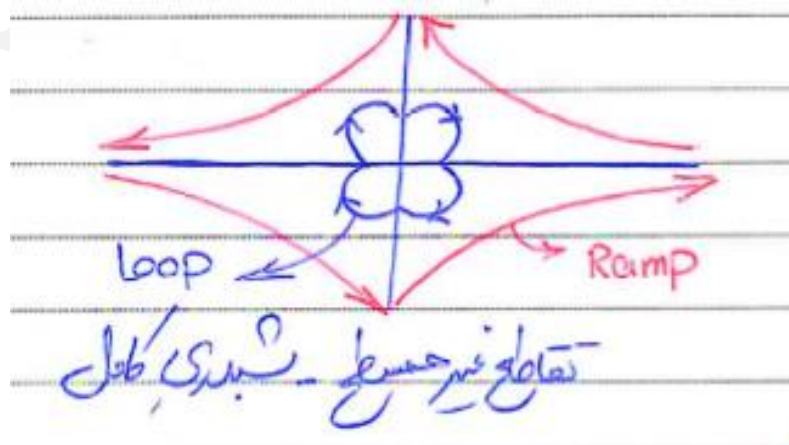
(line) جهت راه، (lane) خط عبور برای آزاد راه، 3.65 متر ایده آل است.



- 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.

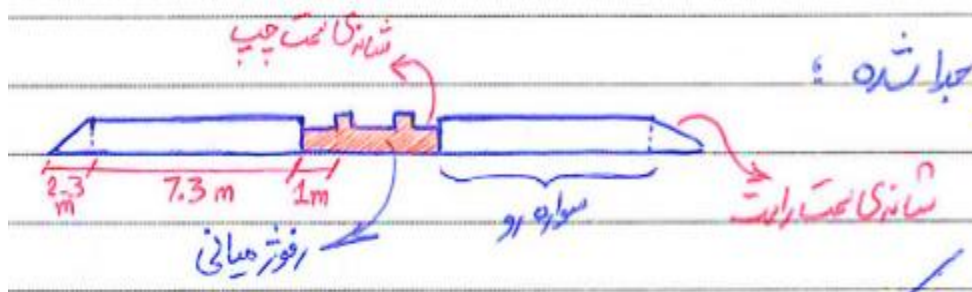
(a) راه اصلی جدا شده:

(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

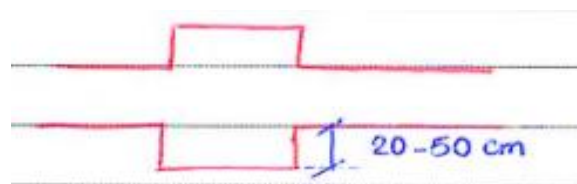
(c): راه روستایی درجه سه

-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.

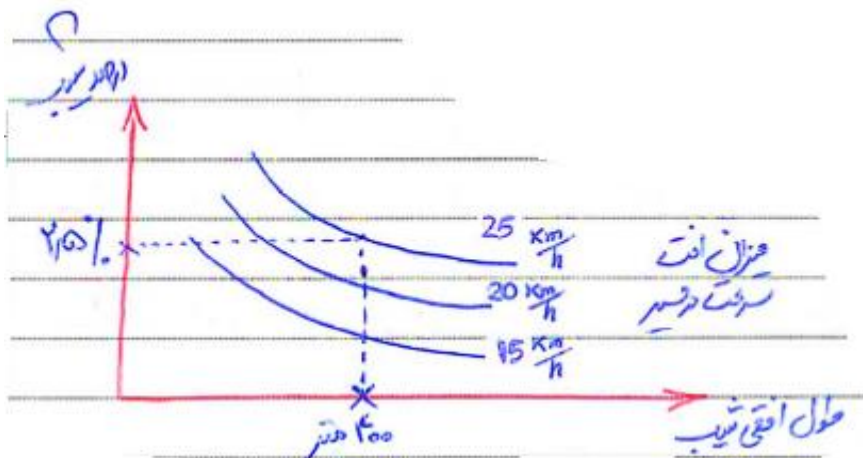
3) ضوابط طرح هندسی:

- حداکثر شعاع قوس افقی

- حداقل طول قوس قائم

- حداثر 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- لغزش و ریزش- سطح آب های زیر زمینی

5) هزینه نگهداری: مثلا 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

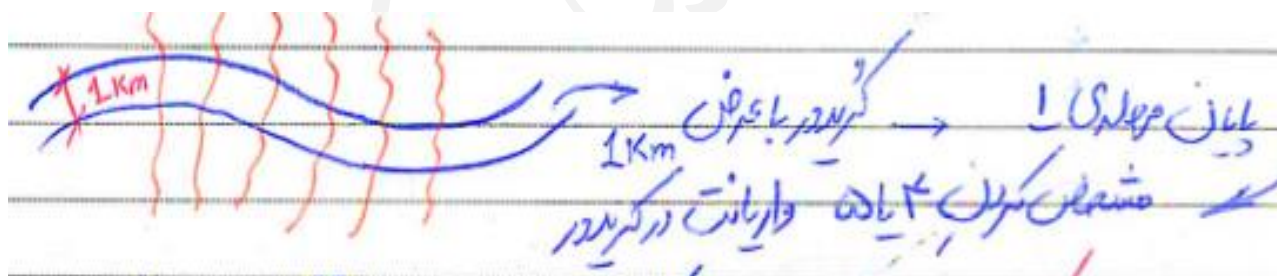
1) کشف مسیر های کلی بین مبدا و مقصد: جمع آوری اطلاعات اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و موقعیت منابع و معادن

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.



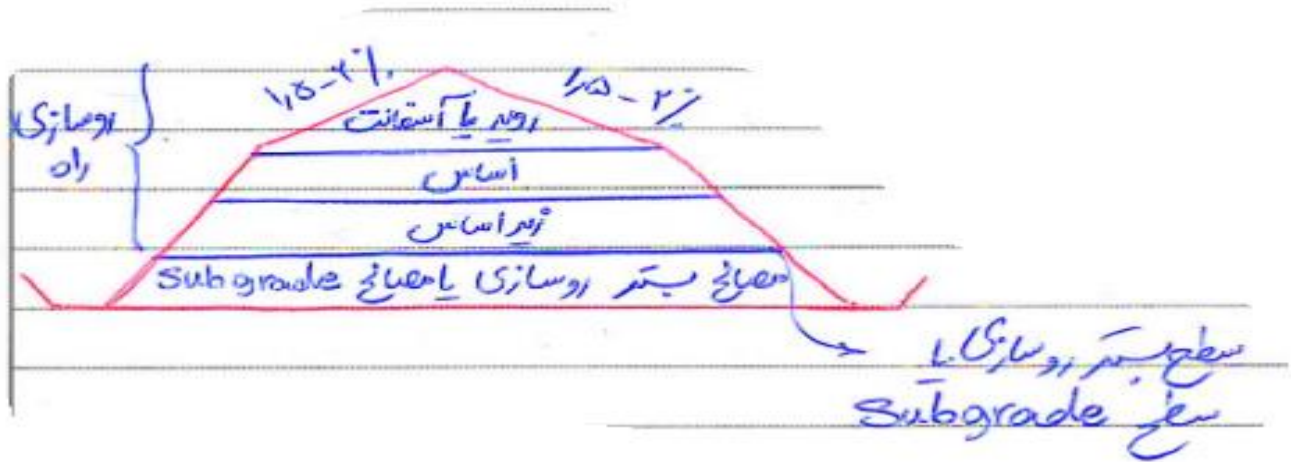
2) شناسایی مسیر های کلی بین مبدا و مقصد: کلیه مراحل برای همهی واریانت ها به صورت تقریبی انجام می شود.

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 نقشه‌ی تیپ مقطع عرضی با مقیاس 1/50



-برآورد تقریبی طول وابنيه 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.

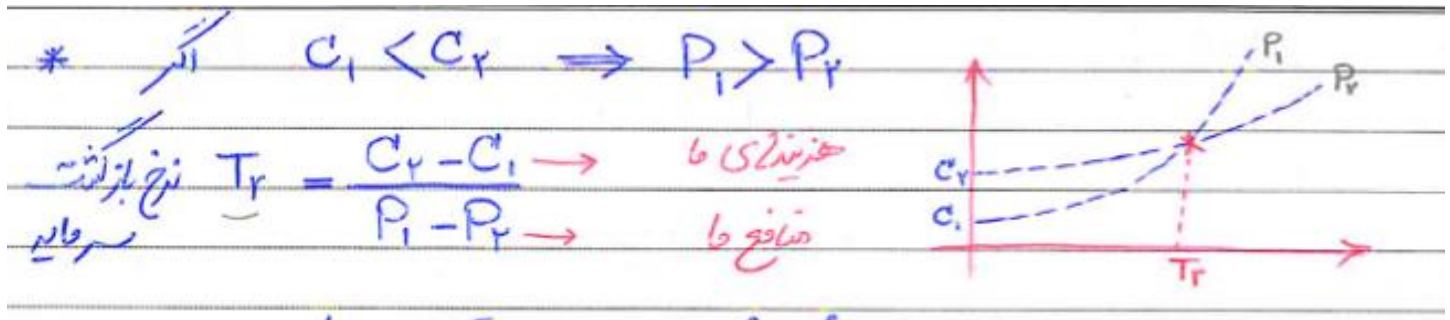
3) انتخاب واریانت برتر: روش ارزیابی اقتصادی و روش ارزیابی فنی

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

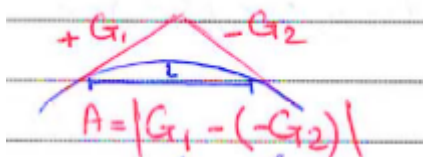
اگر $T_n < T_r$ واریانت ارزانتر بهتر است.

- 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.



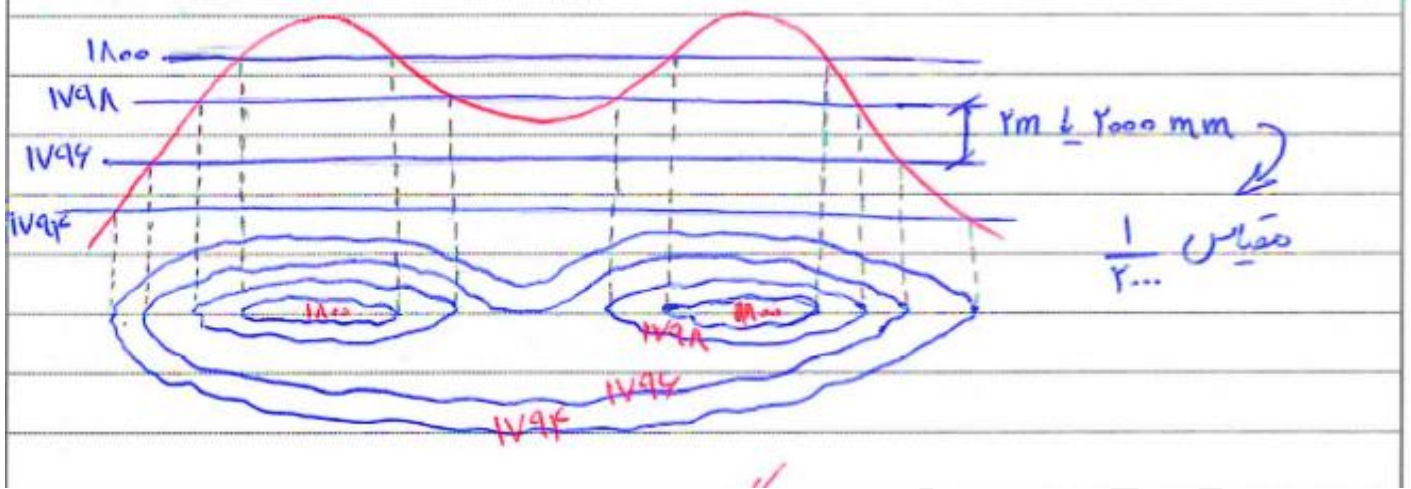
- شاخص دشواری عملیات خاک (طول مسیر * خاکبرداری ترانشده یا خاکریزی)

هرچه کمتر باشد نمره بیشتر است.

4) برداشت مقدماتی مسیر و تهیه ی نقشه ی فوئوگرافی 1/2000: در کریدور 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 نقشه های مقدماتی:

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

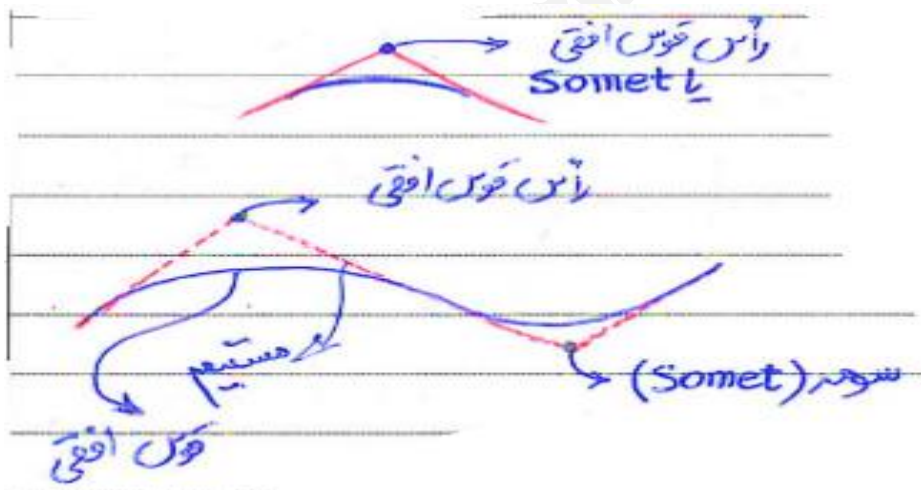
6) پیاده کردن محور راه بر روی زمین و تهیه نقشه های قطعی و اجرایی:

الف) پیاده کردن مسیر از روی نقشه بر روی زمین یا اصطلاحاً پیکتاژ یا 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 (حنجنی 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

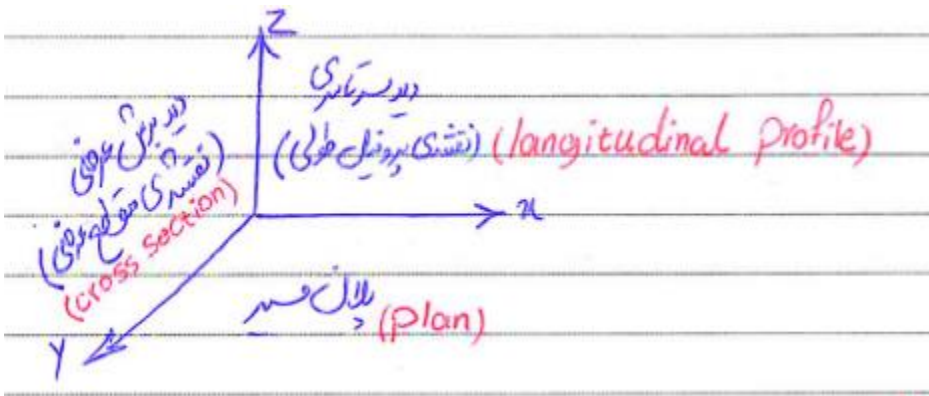
-نقشه های اجرایی مربوط به پل های بزرگ و تونل ها و نقشه های خط کشی، علائم و تجهیزات ایمنی.

-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:

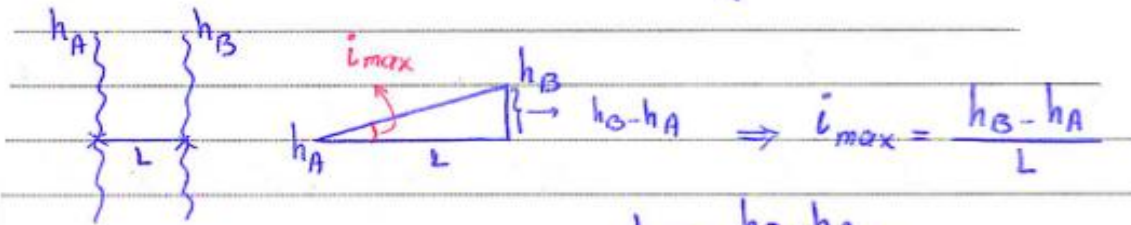


مرحله اول : با توجه به طبقه و درجه ی راه

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:



$L = \frac{h_B - h_A}{i_{max}}$

طول مبنا یا خط صفر (مقدار واقعی است)

$L' = L \alpha$

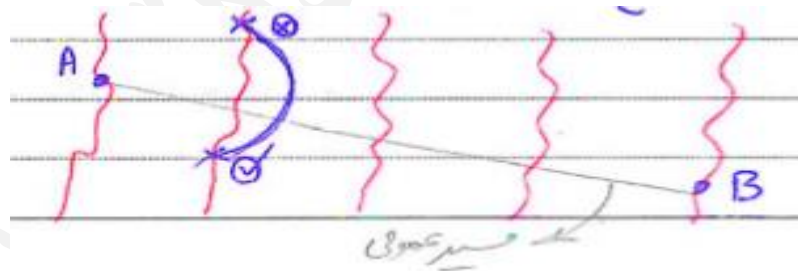
مقیاس نقشه

مقیاس نقشه

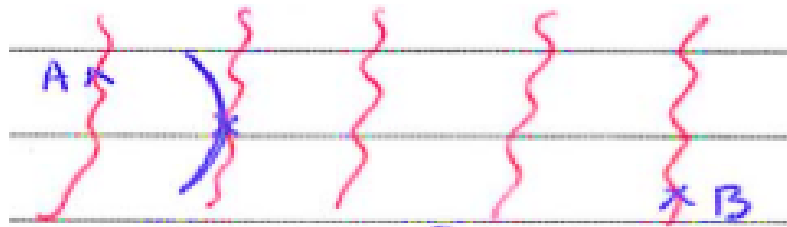
- ترسیم پلان: هر طبری اول) ترسیم یک دایره به شعاع طول مبنا و مرکز A

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

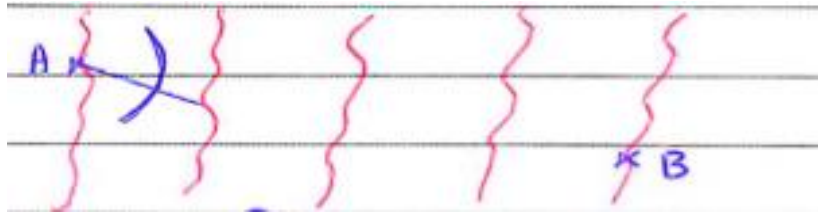
حالت اول دایره ی رسم شده، خط تراز بعدی را در دو نقطه قطع می کند در این حالت نقطه ی انتخاب می شود که به سمت مسیر عمومی نزدیک تر باشد



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

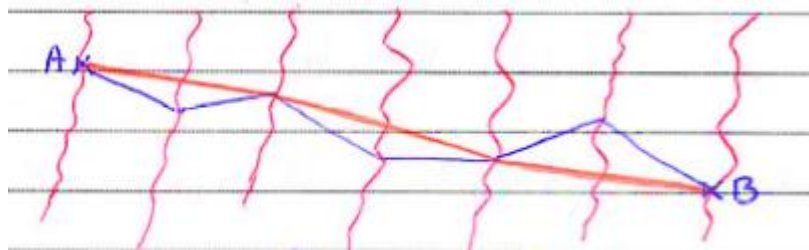


حالت سوم دایره ی رسم شده خط تراز بعدی را در هیچ نقطه ای قطع نکند شیب زمین طبیعی از i_{max} کمتر است (در این حالت از خطی مطابق با مسیر عمومی تا خط تراز بعدی رسم میکنیم)



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}

خودروه در شرایط لغزنده لیز نخورند

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

- V : سرعت طرح (Design Speed)
- R : حداقل شعاع قوس افقی (Minimum radius of horizontal curve)
- e : دور یا بر بلندی (Superelevation)
- f : ضریب اصطکاک (Friction coefficient)

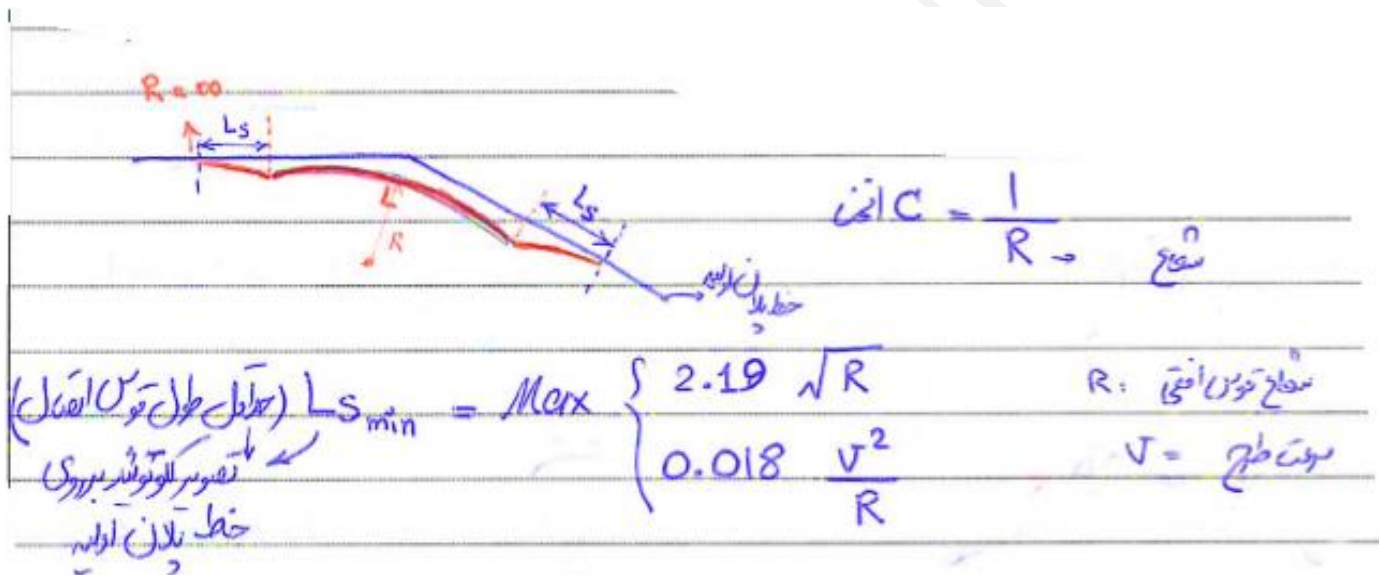
قطع عرض قوس افقی (Cross-section of horizontal curve)

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.

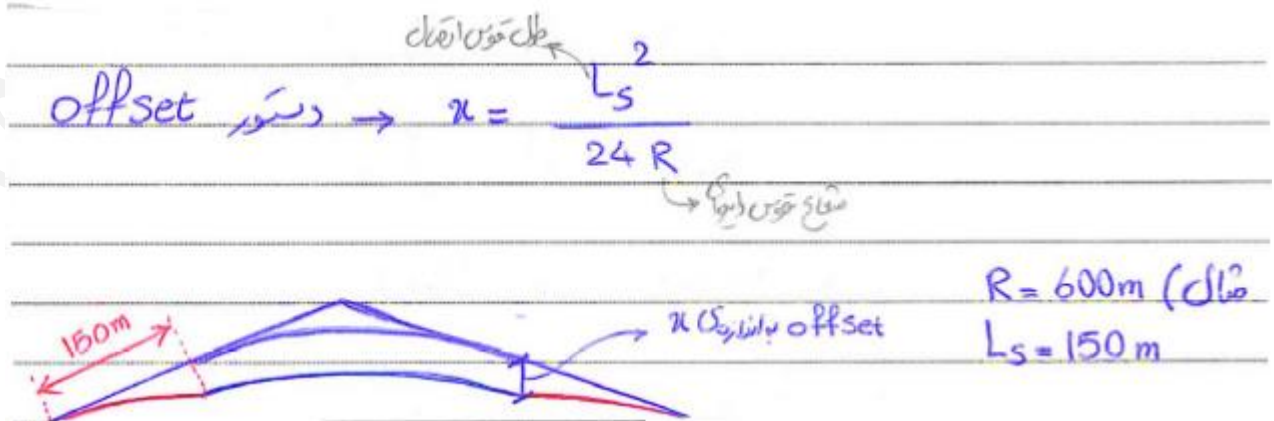
اگر $R=800$ بود، با این سرعت نیاز به کلوتوئید نداشت

- 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 کلوئید استفاده می شود
- تعیین طول قوس اتصال (کلوئید)



$L_{s\min} < L_s < L_{s\max}$

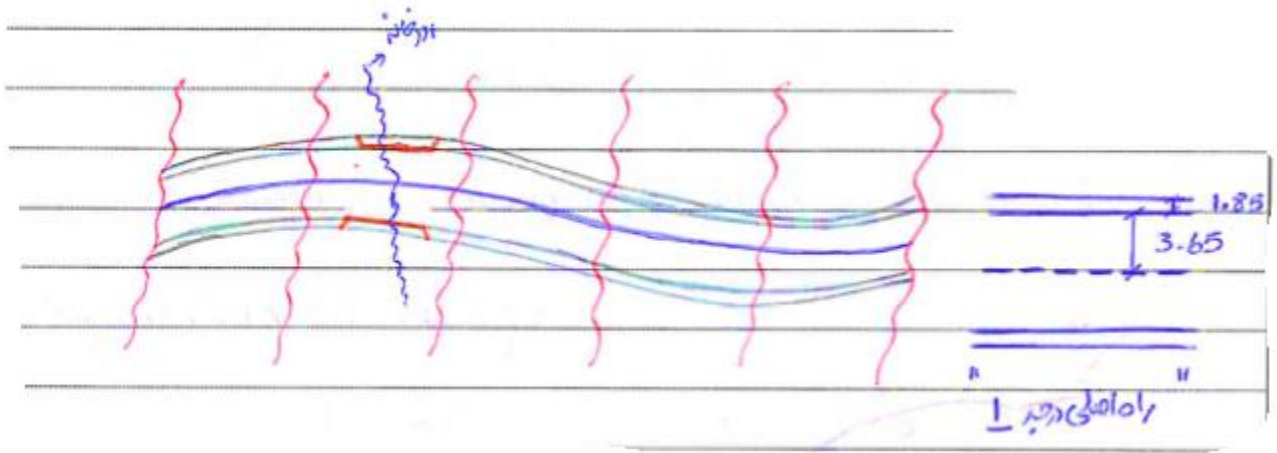
مرحله پنجم: پیاده کردن قوس اتصال با استفاده از نرم افزار Auto cad



- همیشه به سمت داخل offset می کنیم

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

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

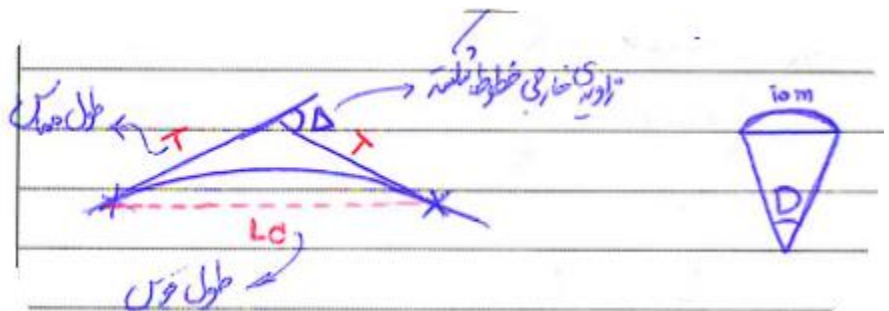


pc.o+260.31

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 :

-پل دالی همسطح S.B

-پل دالی زیر خاکی S.C

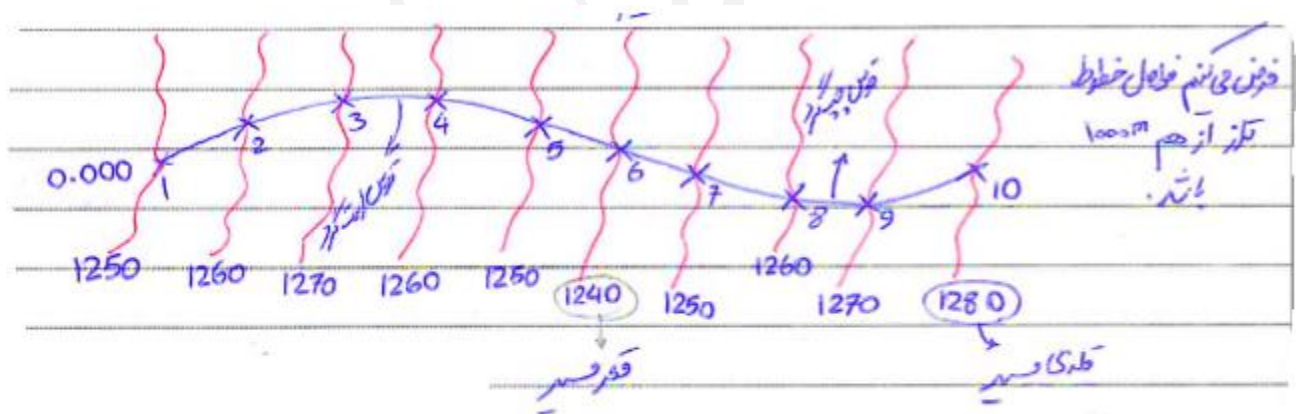
-پل طاقی یا قوسی BOX CULVERT

-پل دره ای VIOLUCT

ترسیم پروفیل طولی (LONGITUDINAL PROFILE)

صفحه 90-آیین نامه 415.

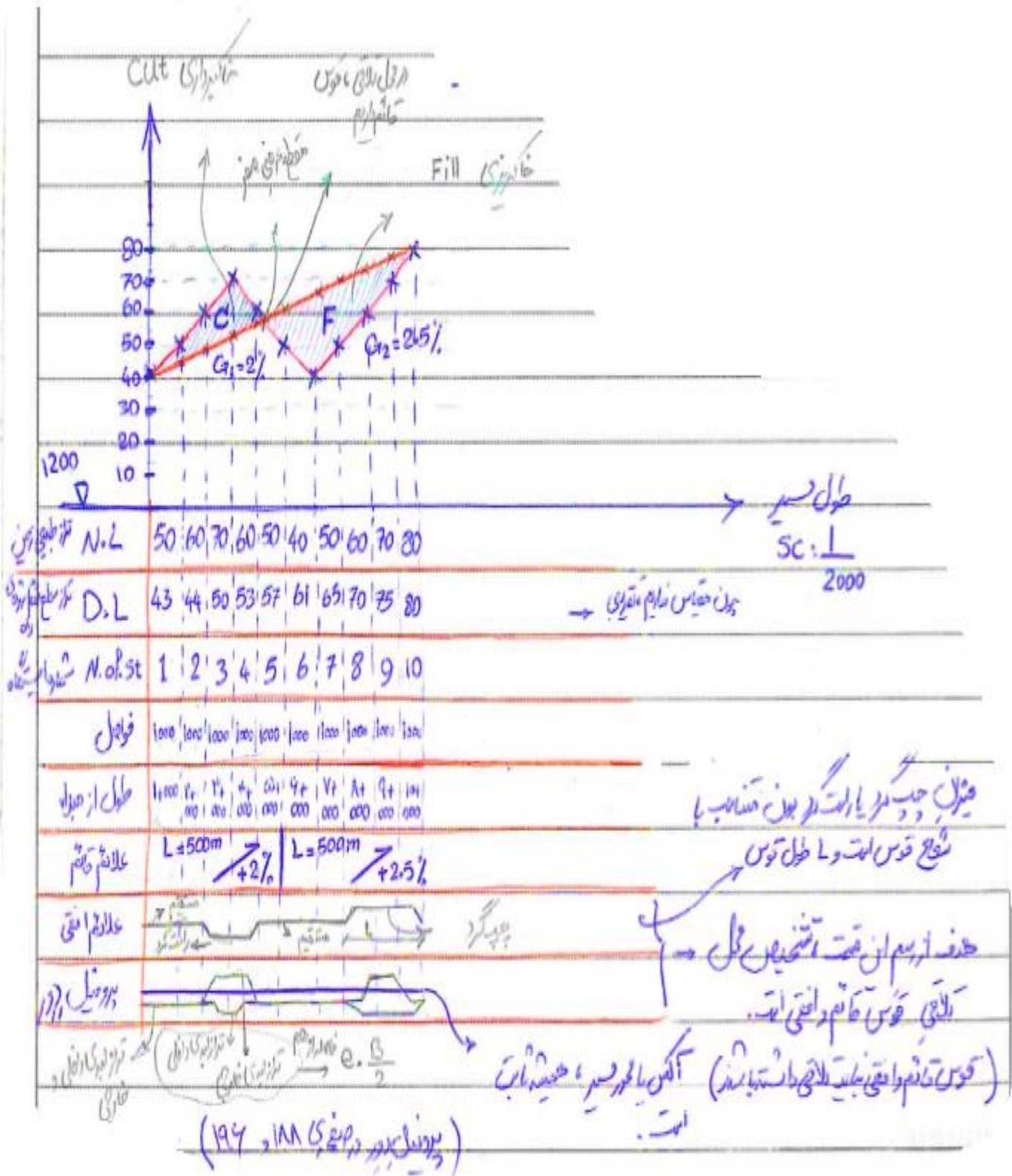
-نحوه ترسیم پروفیل: پروفیل طولی برای محور وسط و خطوط کناری ترسیم میشود یعنی پروفیل محور یا آکس مسیر، پروفیل طولی لبه ی آسفالت سمت چپ و سمت راست شروع میکنیم روی پلان مسیر کد گذاری می کنیم (ایستگاه نمرخ عرضی)



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

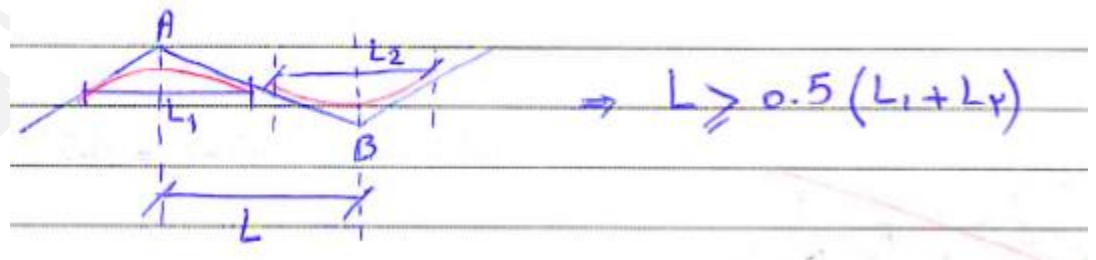
فرض می کنیم فواصل خطوط تراز از هم 1000MM باشد

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

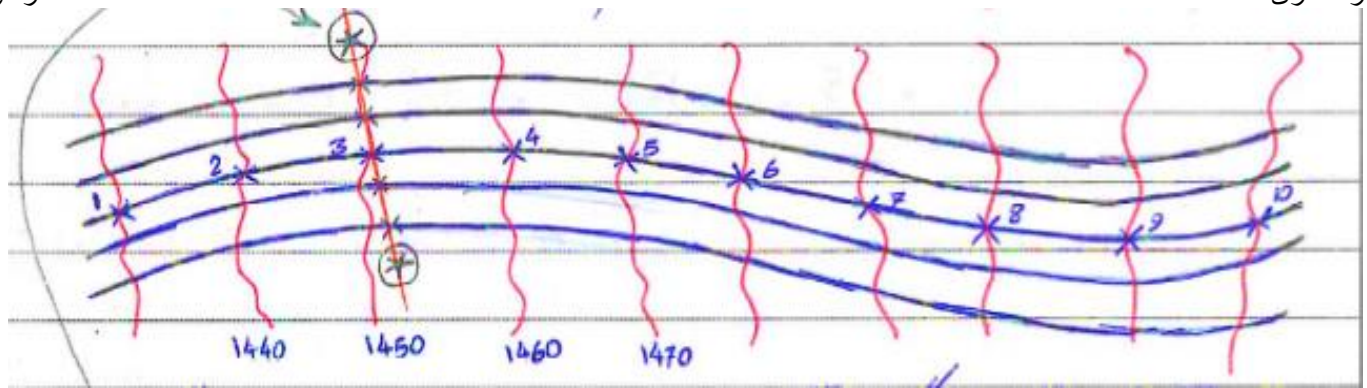


نکات لازم جهت ترسیم خط پروژه:

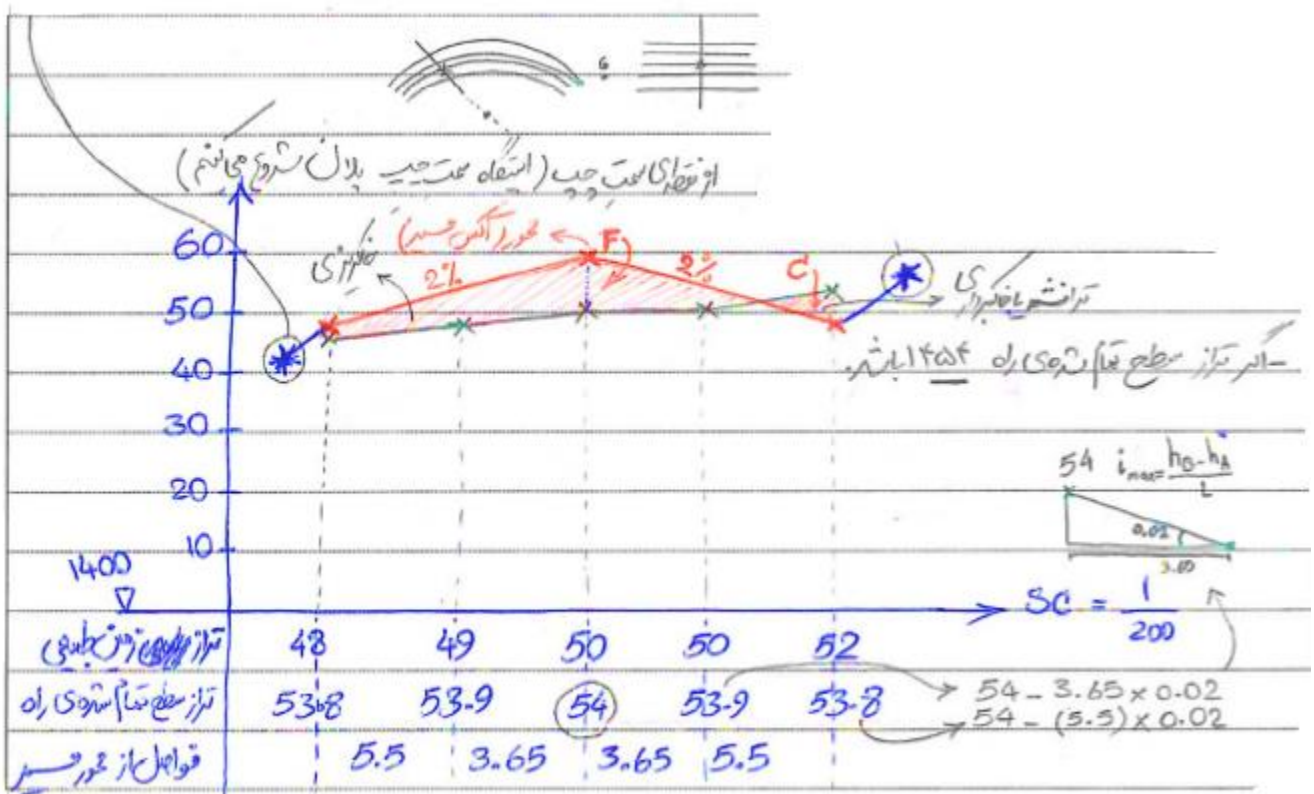
- 1) عدم تجاوز شیب طولی از حد مجاز
- 2) اجتناب از شیب های طولانی
- 3) ایجاد تعادل بین عملیات خاکریزی و خاکبرداری
- 4) رعایت حداقل ارتفاع پایه پل ها در تعیین ارتفاع خاکریز
- 5) در زمین های مسطح و هموار سعی شود که خط پروژه بالا تر از سطح زمین طبیعی قرار گیرد (حداقل 50CM که گرد خاک وارد جاده نشود)
- 6) 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 پروژه 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" * $F = 42 m^2$ } مشخصات زیر نقشه مقطع عرضی
 * $C = 12 m^2$ * $D.L = 1454 m$
 * $G.L = 1450 m$

- 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

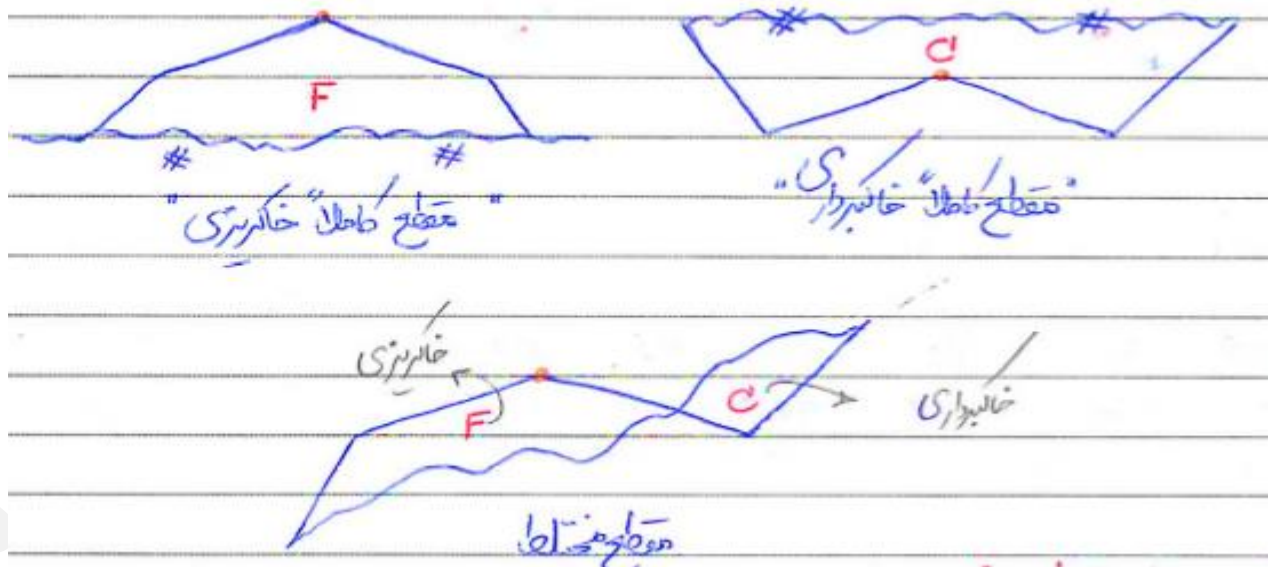
برای تکمیل نقشه ی نیم رخ عرضی از منتهی الیه شانیه ی شیروانی خاکبرداری یا شیروانی خاکبریزی یا شیب مورد نظر ترسیم می می شود. جهت امتداد تراز زمین طبیعی تا محل شیروانی مورد نظر، به نقشه ی پلان مسیر مراجعه می کنیم.

- 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)

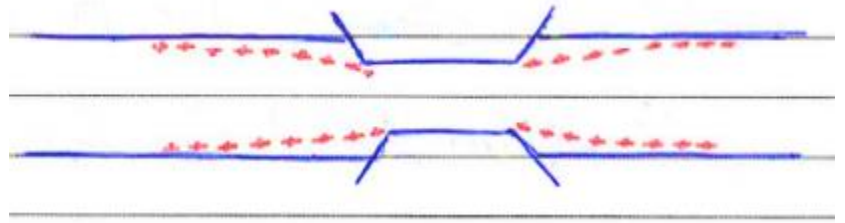
-نکاتی مربوط به عرض سواره رو ها:

-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 **دستند 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

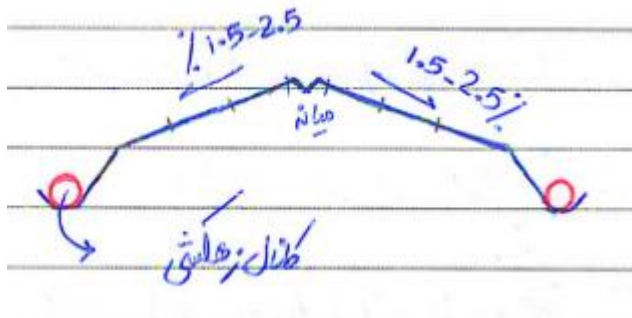
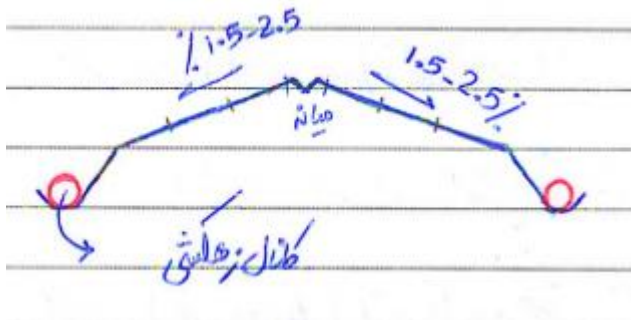
-انواع شیب بندی عرض راه:

الف) شیب عرضی یکطرفه به سمت خارج

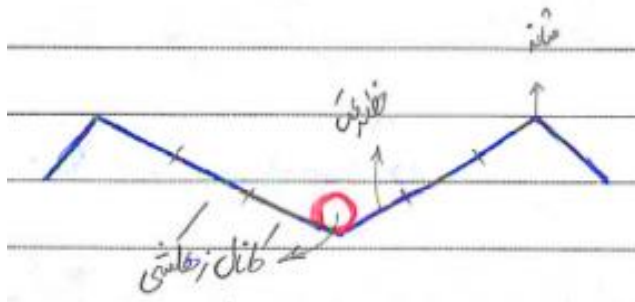
-خط سرعت وضعیت زهکشی بهتری دارد.

-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)



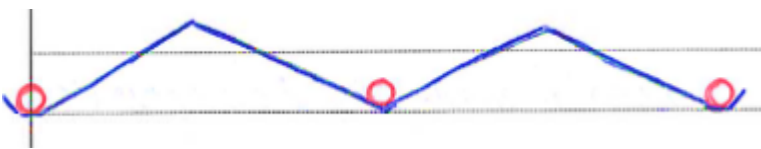
(ب) شیب بندی یک طرفه به سمت داخل:



-خط سمت راست هر جهت زهکشی بهتری دارد.

-نهر و کانال آب در وسط است -خط سرعت باید تمام آب هی 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 هی 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

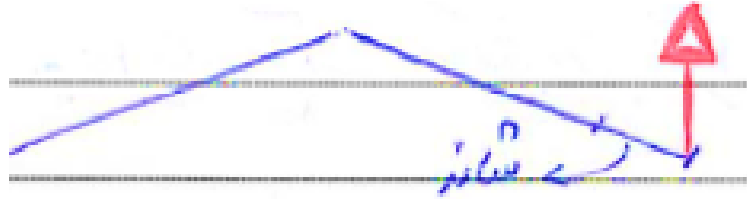
3) افزایش فاصله دید، در قوس هایی که در داخل **** نشده قرار گرفته است (اگر نباشد از آینه محدب استفاده می کنیم) این باعث ایمنی می شود

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

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



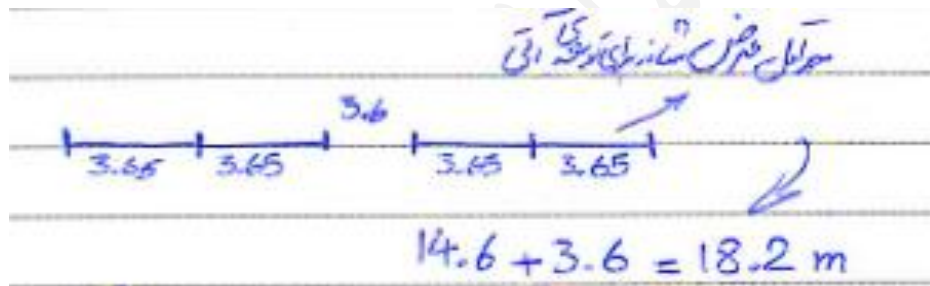
میانۀ راه (rufuge):

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

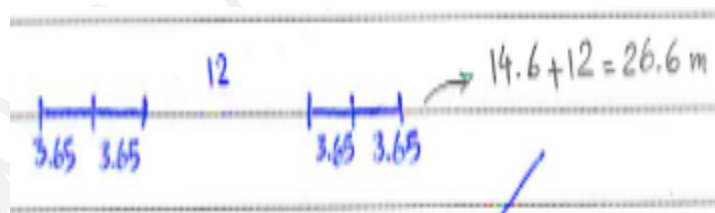
-وظایف میانۀ:

1) جلوگیری از تداخل ترافیک (تصادف رو به رو 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.

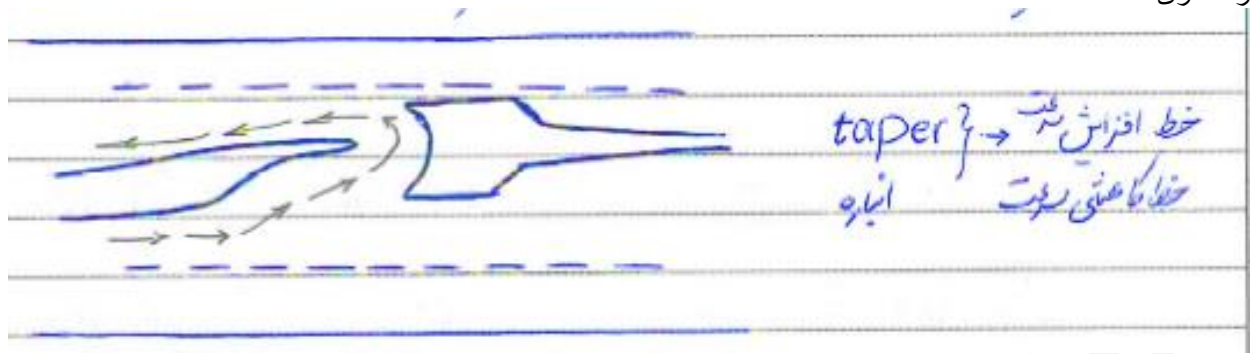


در نشریه ی 161، حداقل عرض میانۀ 3.6 متر و در نشریه ی 415، حداقل عرض میانۀ 12 متر است.



3) عبور عابر پیاده با تمرکز

4) خط انتظار گردش به چپ



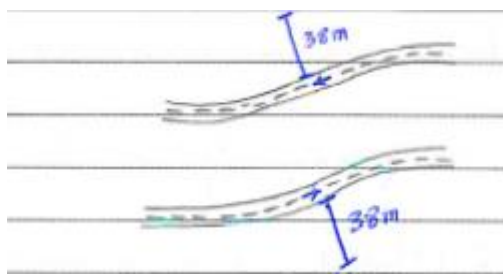
خط افزایش سرعت

خط کاهش سرعت انبساط

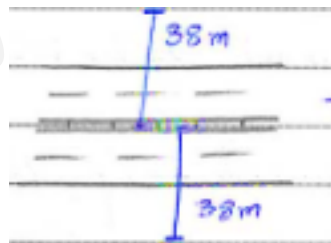
حریم راه:

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

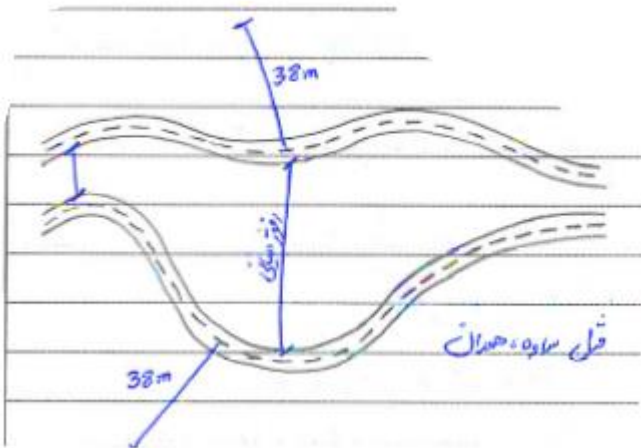


1) حریم آزاد راه یا بزرگراه:



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

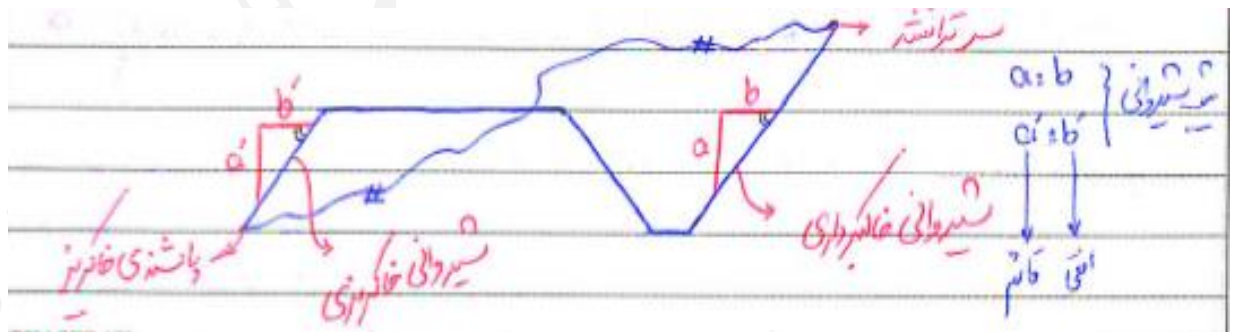
3) حریم درجه 3 (راه فرعی) 17.5 متر

4) حریم درجه 4 (راه روستایی) 12.5 متر

شیروانی های خاکبرداری و خاکریزی:

به محل تلاقی شیروانی خاکبرداری و زمین طبیعی; (سرتراشه) 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 ریزشی 1:1

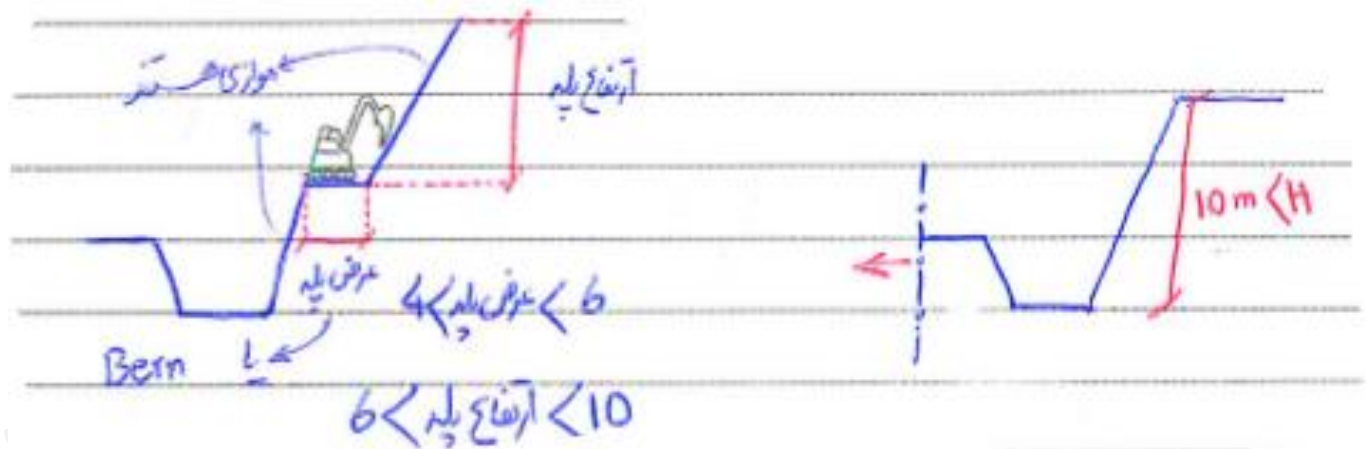
مثل شیست یا هارن (سبز رنگ)

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

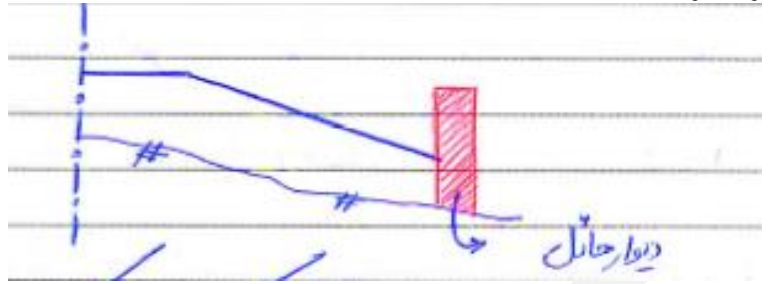
3) شیب شیروانی خاکبرداری در زمین های سنگی و یا جوش 5:1 یا بیشتر

کنگلومرات رسوباتی که با سیمان به هم چسبیده اند

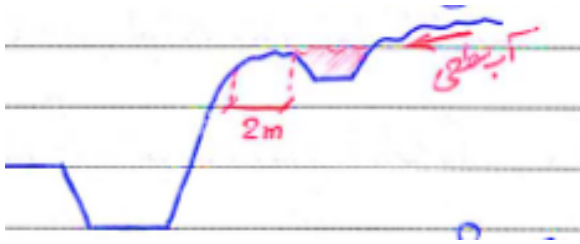
-برای خاکبرداری بوقتی $H > 10m$ باشد



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

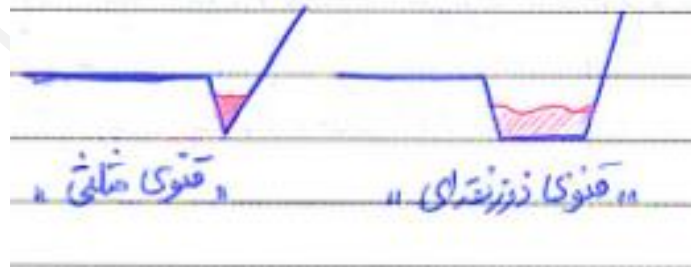


H:80-120cm

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

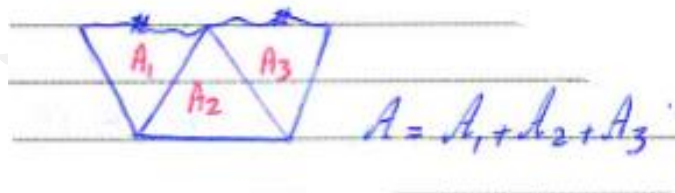
-قرصه (Borrow): محل تامین نمبود خاک مورد نیاز جهت انتقال به خاکریزها

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

-تورم (swell): در خاک های درشت دانه.

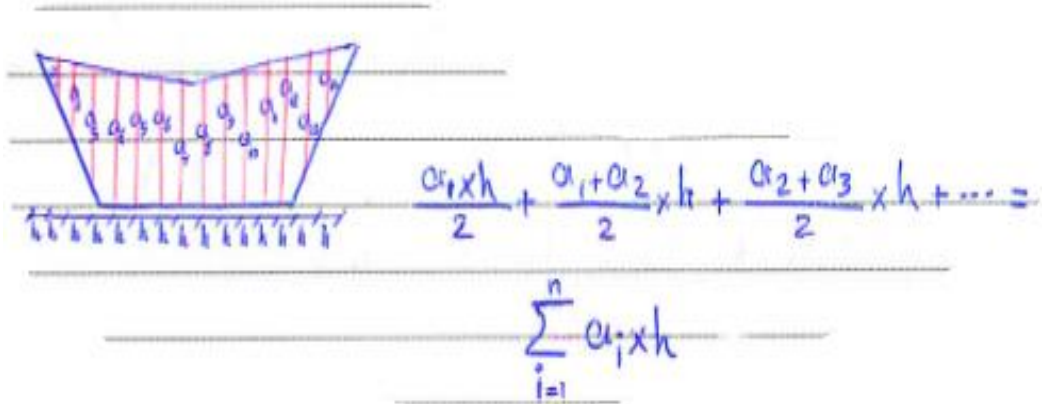
محاسبه ی سطح نیم رخ های عرضی:

1) تقسیم سطح مورد نظر به قطعات کوچکتر



$$A = A_1 + A_2 + A_3$$

2) شبه انتگرال:

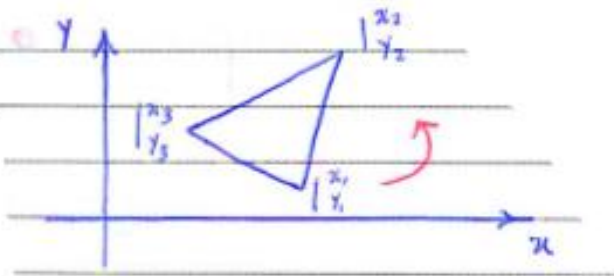


3) روش دترمینان:

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

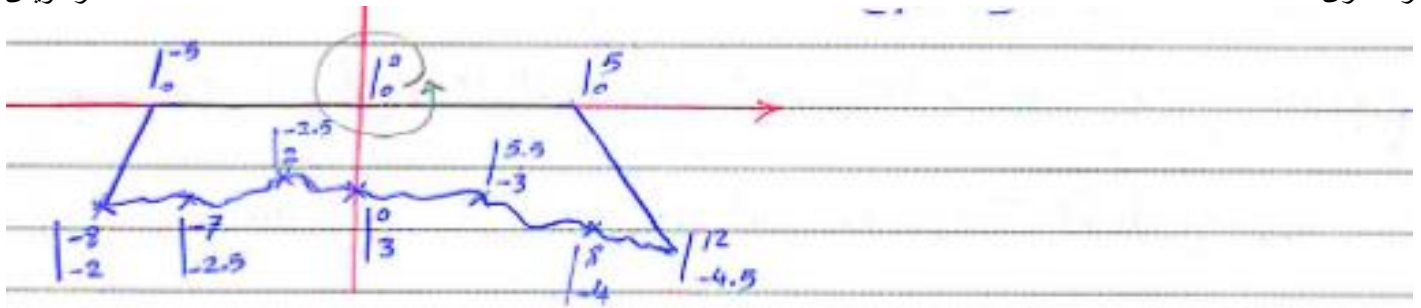
- سطح تمام شده ی راه به عنوان محور Xها

- محور راه یا آکس مسیر به عنوان محور Yها



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

مثال) مباحث شکل زیر را حساب کنید

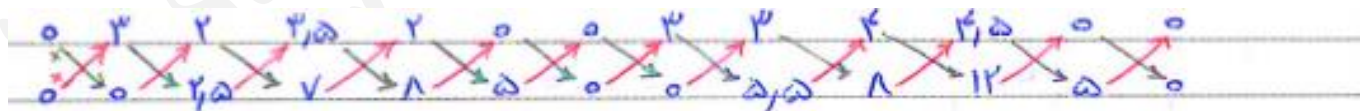
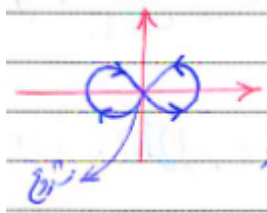


$$A = \begin{vmatrix} 0 & -5 \\ 0 & 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -5 & -8 \\ 0 & -2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -8 & -7 \\ -2 & -2.5 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -7 & -2.5 \\ -2.5 & -2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -2.5 & 0 \\ -2 & -3 \end{vmatrix} +$$

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

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 xها پایین نحوه استفاده از این روش را با اعمال روی مثال بالا بررسی می کنیم

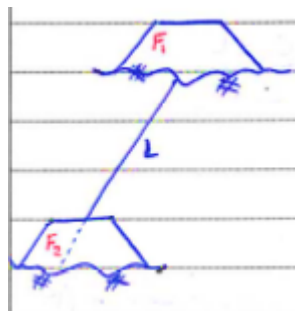


$$\underline{2A} = \begin{matrix} \searrow & \nearrow \end{matrix} \Rightarrow 2A = (0 + 7.5 + 12 + 20 + 10 + 0 + 0 + 12.5 + 24$$

$$+ 48 + 22.5 + 0) - (0 + 0 + 7.5 + 12 + 0 + 0 + 0 + 0 + 22 + 36 + 0 + 0) =$$

$$147.5 \text{ m}^2 \Rightarrow A = 73.75 \text{ m}^2$$

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

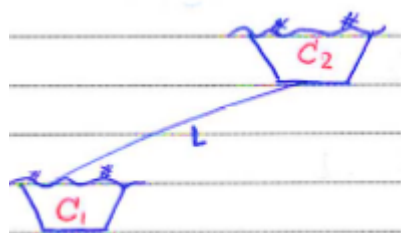


$$V_F = \frac{F_1 + F_2}{2} \times L$$

m³

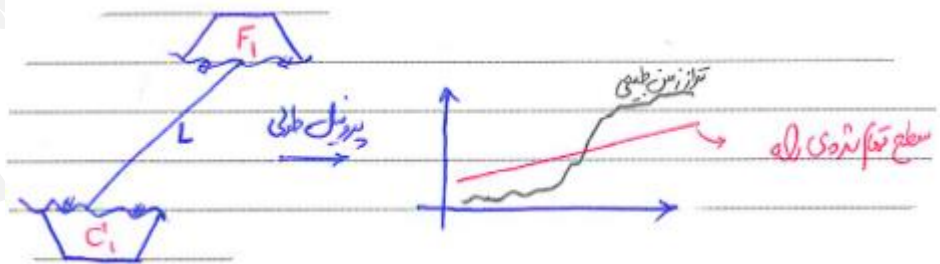
1) هر دو نیم رخ متوالی، یا خاکبرداری باشند، یا خاکریزی

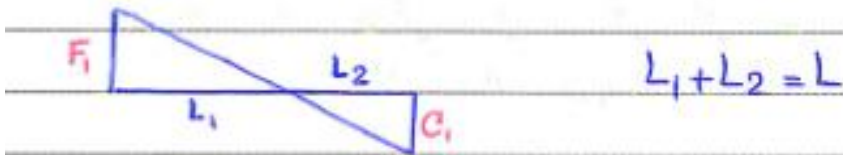
مسیر راه با تراز زمین طبیعی برخورد نداشته است



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

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





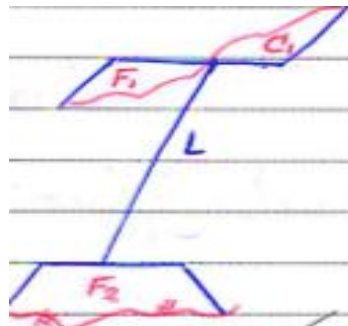
$$L_1 + L_2 = L$$

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

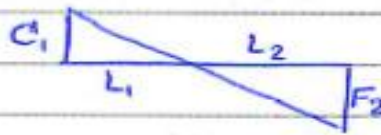
حجم خاکریزی $V_F = \frac{F_1 + 0}{2} \times L_1$

حجم خاکبرداری $V_C = \frac{C_1 + 0}{2} \times L_2$

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



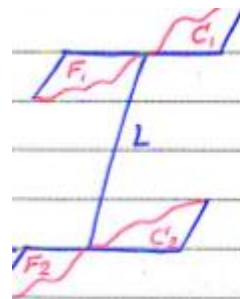
$$V_F = \frac{F_1 + F_2}{2} \times L$$



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

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

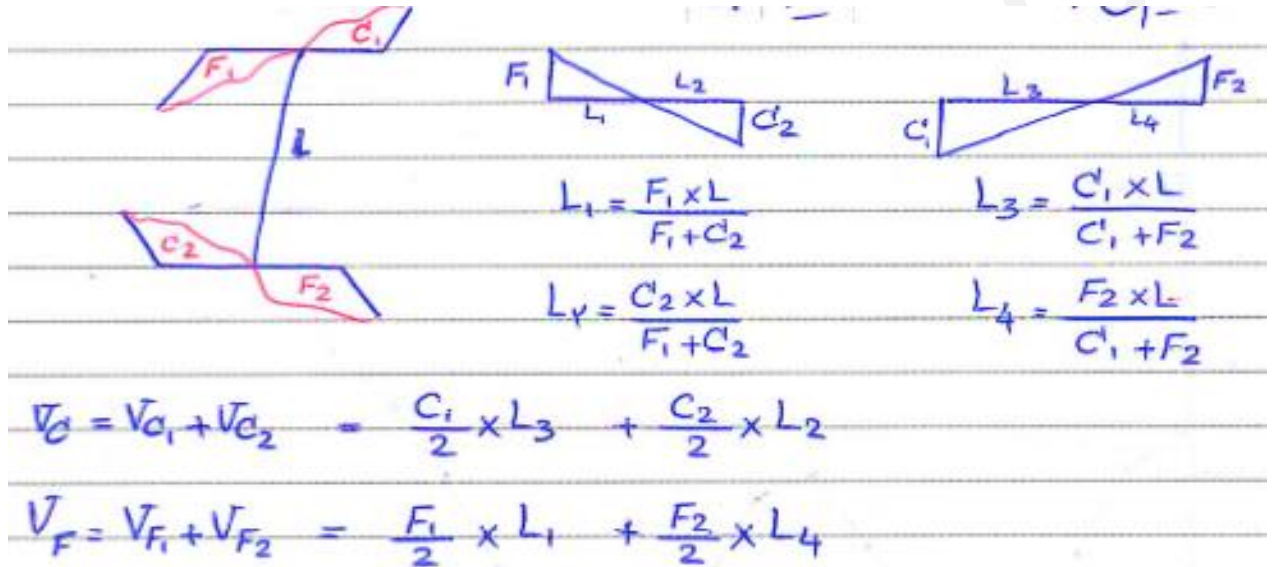
4) هر دو نیم به صورت مختلط و متقابل



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

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

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



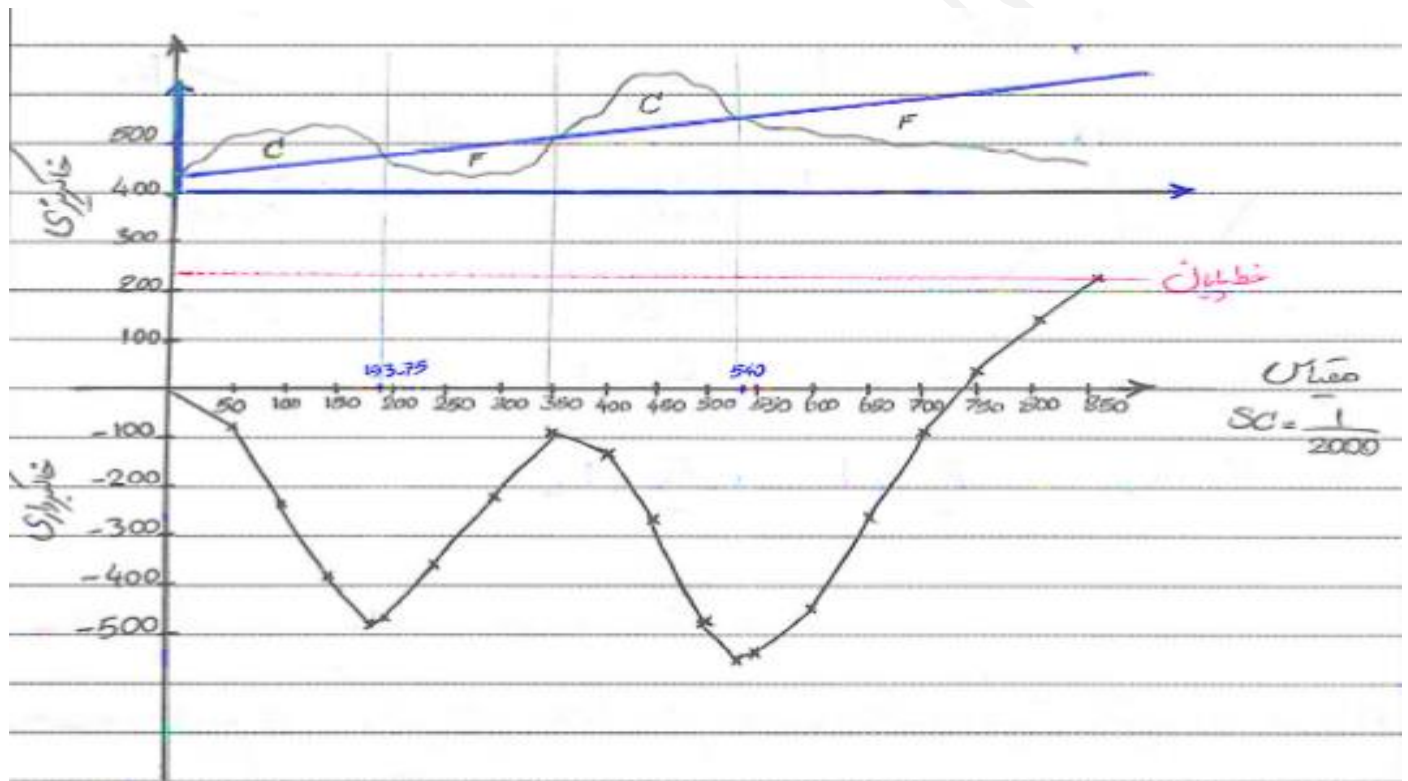
-ترسیم منحنی بروکنر با توجه به حجم عملیات خاکی:

-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

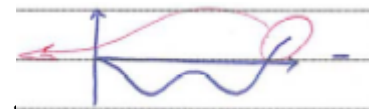
منحنی بروکنر :

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



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

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



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

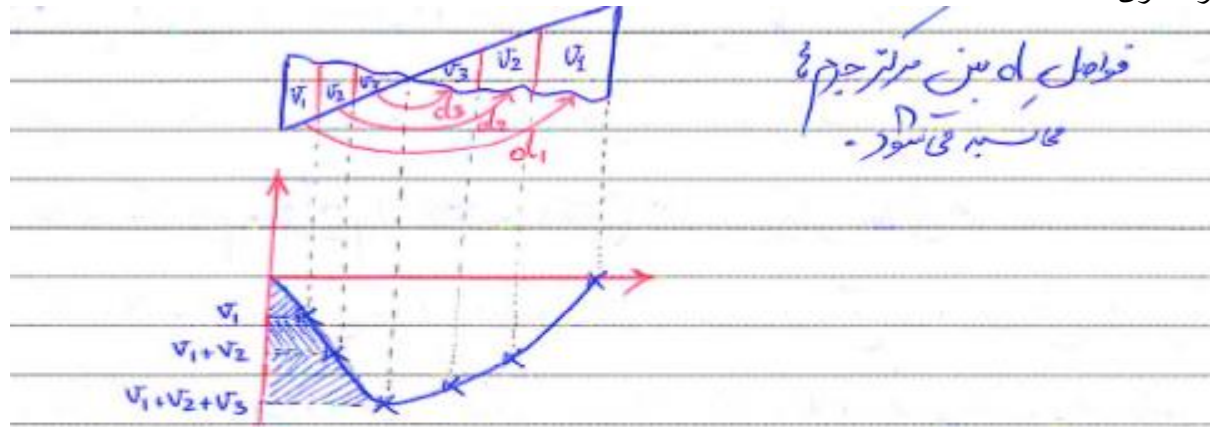
$$\text{لنگر حمل یا عزم حمل} = \frac{\text{موتور یا فاصلہ کی حمل}}{\text{حجم عملیات خاکی}}$$

$\sum_{i=1}^n V_i \times d_i$

عزم حمل یا لنگر حمل = $\sum_{i=1}^n V_i \times d_i$

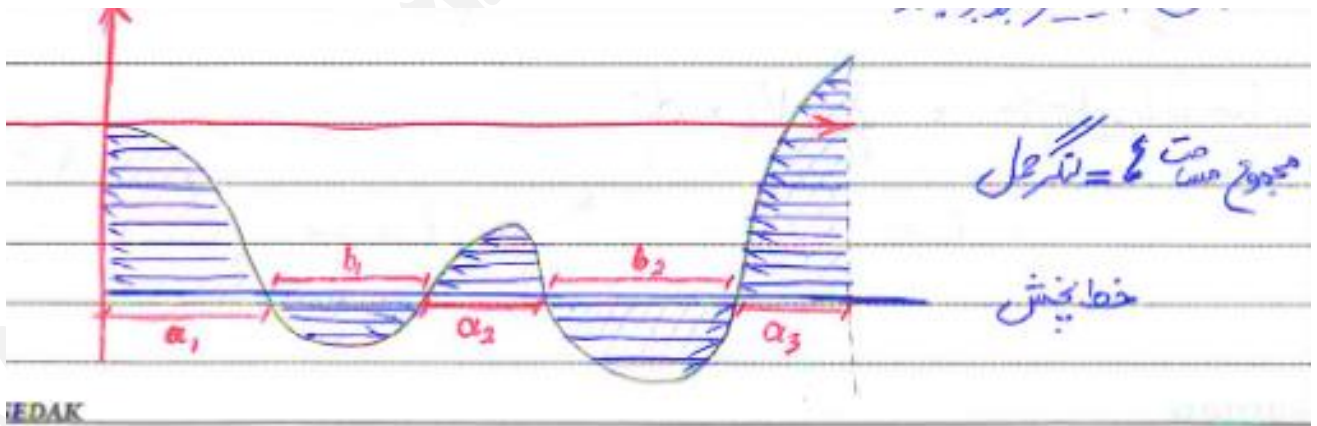
فاصلہ کی حمل یا d_i حجم عملیات خاکی یا V_i

خاکبرداری یا خاکریزی (معمولاً بیشتر بود)



$$\text{عزم حمل} = \sum_{i=1}^3 v_i \times d_i = v_1 \times d_1 + v_2 \times d_2 + v_3 \times d_3$$

- سطح زیر منحنی بروکنر 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 قرصه و دپو در طول مسیر به صورت نامحدود وجود داشته باشد، خط پخش بهینه خواهد بود که مجموع قاعده ی سطح تحتانی و سطوح فوقانی بین منحنی بروکنر 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 دپو

3) از محل قرضه به محل خاکبریزی

حمل می شود

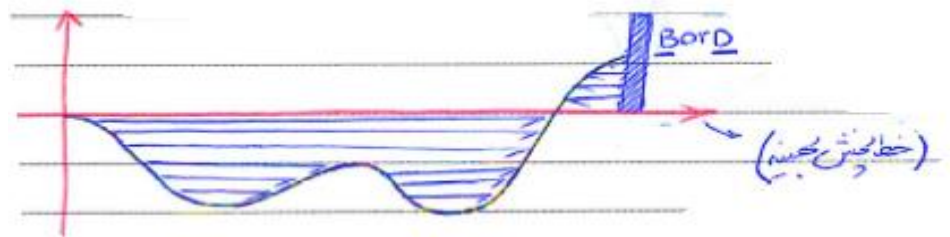
- در سطح فوقانی خط پخش مفروض همواره خاک از سمت راست به چپ هول داده می شود.

- 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.

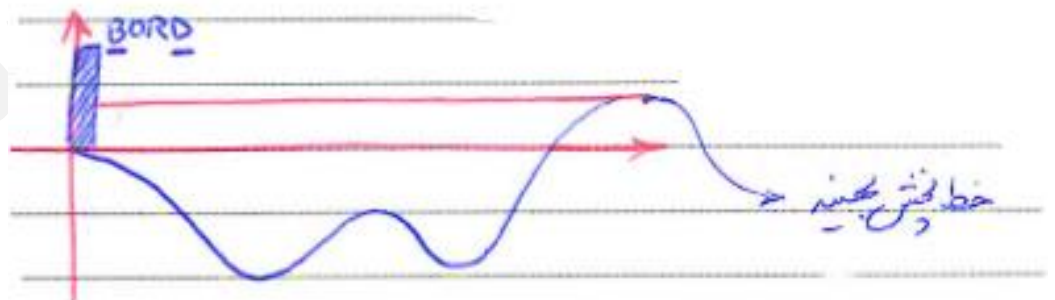
در این حالت خط پخش بهینه خط پخش است که در ابتدای مشسیر میزان نیاز به قرضه و یا دپو برابر صفر باشد پس خط پخش بهینه همان خط اساس خواهد بود.



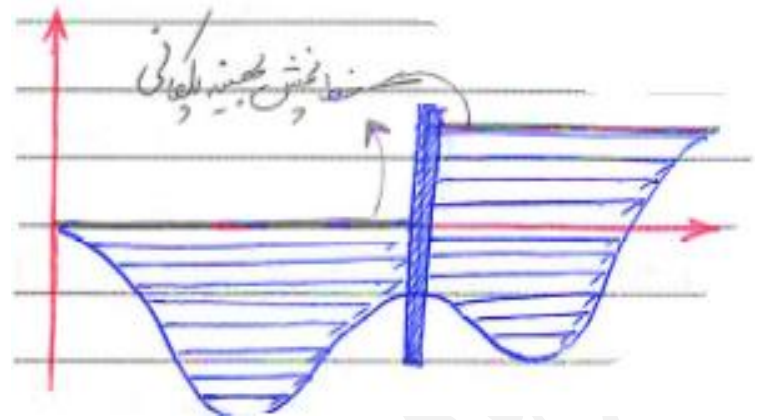
منظور از BORD قرضه یا دپو است

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

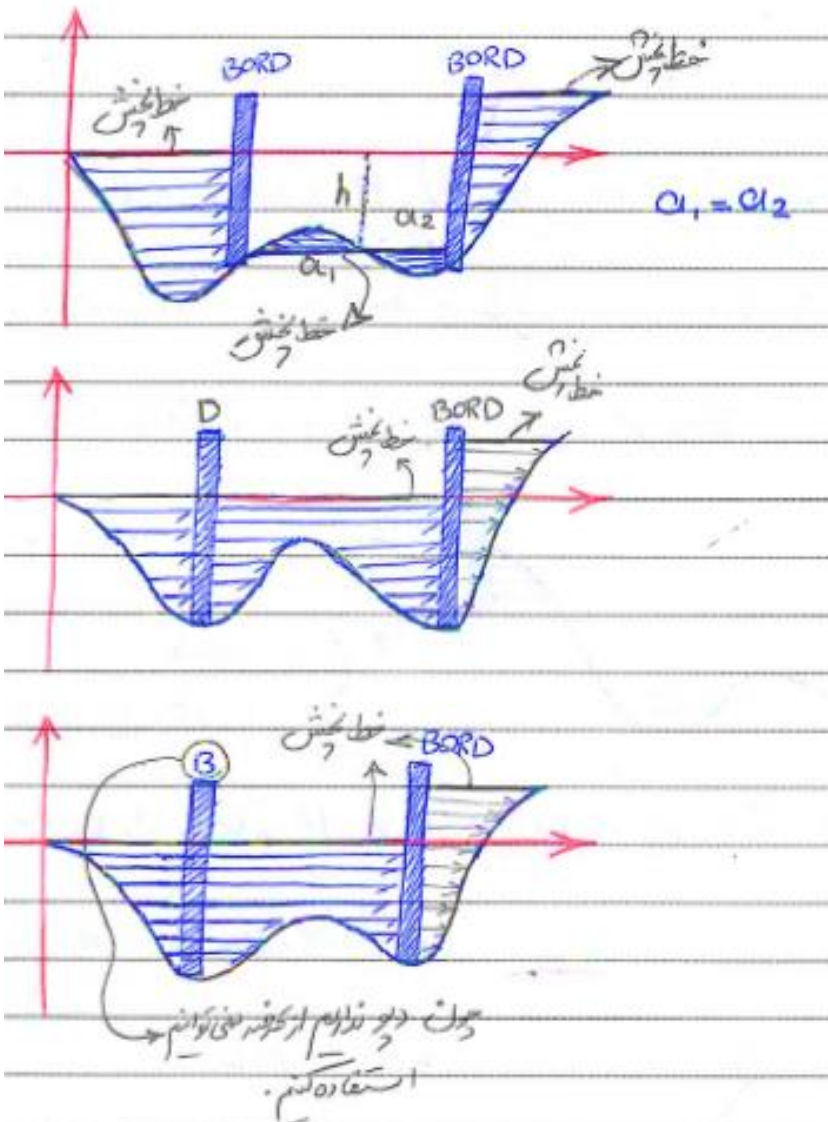
حالت خط پایان است



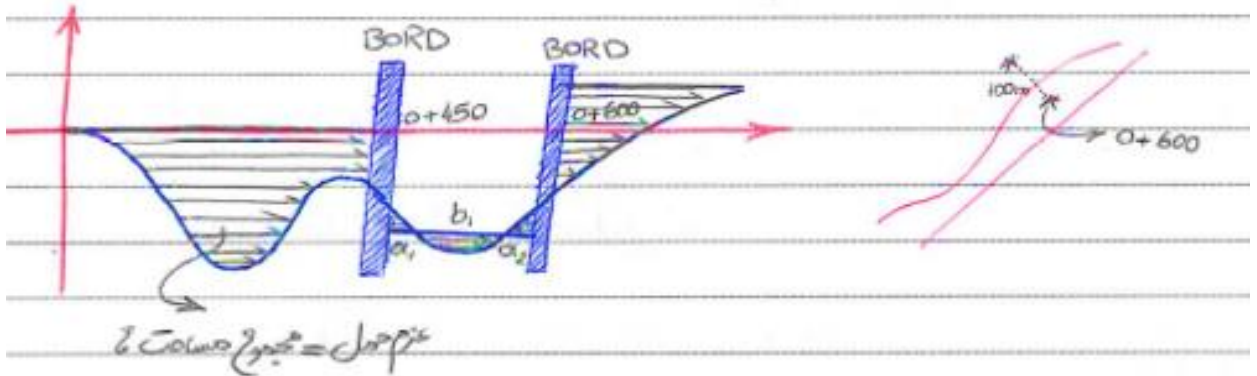
3- در طول مسیر یک محل قرضه و دپو وجود داشته باشد



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

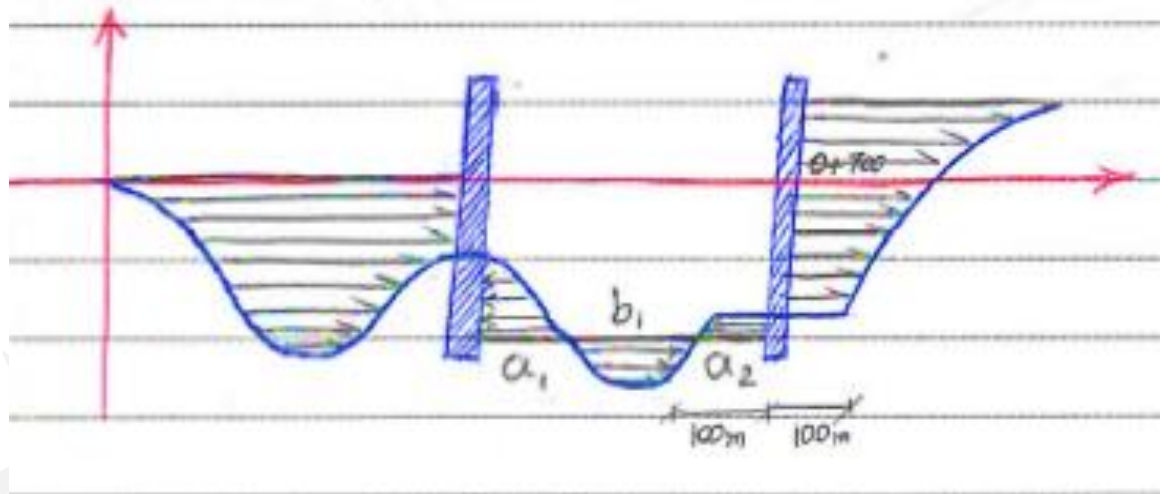


5- محل تامین قرضه و با دپو از مسیر فاصله داشته باشد



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

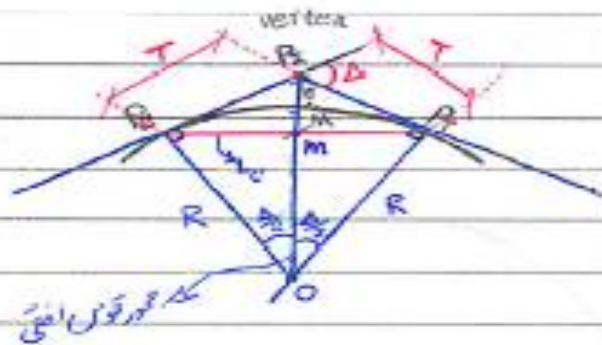
فصل پنجم

قوس های افقی

در هر یک از بلاک مسیر، دایره ای خط تکیه یا تکیه خط باشد، جهت آفرین عبور و مرور در بلاک
تعمیر، نیاز به پیاده کردن قوس های افقی در بلوک است.

انواع قوس های افقی: ۱) قوس های دایره ای ساده ۲) قوس های دایره ای مرکب که در مرکز یا در مرکزهای

۳) قوس های S شکل یا سه قوس ۴) قوس های زنجیری ۵) قوس های سر پاشین



اجزای قوس های دایره ای ساده:

- PI = محل تلاقی دو قوس
- PT = نقطه میانه قوس افقی
- PC = نقطه شروع قوس افقی
- T = طول تانژانت
- M = فاصله از داخلی یا بیرونی
- E = فاصله بیرونی یا خارجی به بیس لاین

محو قوس افقی عبارت است از خطی که محل تلاقی قوس افقی را در مرکز آن متصل می کند
زاویه Δ زاویه خارجی عبارت است از تلاقی زاویه شکل شده بین دو خط تکیه در بلاک

مسیر

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

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

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

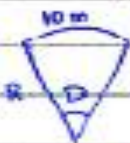
$$OFCM \rightarrow \cos \frac{\Delta}{2} = \frac{R-M}{R} \rightarrow R-M = R \cos \frac{\Delta}{2}$$

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

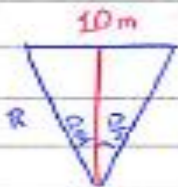
$$OFCM \rightarrow \sin \frac{\Delta}{2} = \frac{\frac{L_c}{2}}{R} \Rightarrow L_c = 2R \sin \frac{\Delta}{2}$$

$$L = R\Delta \Rightarrow L = R\Delta \times \frac{\pi}{180} \quad L = \text{طول قوس}$$

- درجهی قوس: عبارت است از زاویه مرکزی دایره‌ای قوس یا وتر 10 متر.
 - اگر درجه قوس معلومی دایره‌ای قوس 10 متر باشد:



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

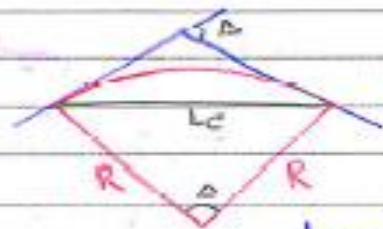


- اگر درجه قوس نامعلوم دایره‌ای قوس 10 متر باشد:

$$\sin \frac{D}{2} = \frac{5}{R} \Rightarrow D = 2 \text{ARC SIN } \frac{5}{R}$$

تعیین اجزای نامعلوم قوس افقی با تعیین قسمت‌های معلوم.

الف) تعیین طول قوس (L) با فرض معلوم بودن درجه قوس (Δ) و طول وتر (D)



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

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

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

$$\Rightarrow L_c = \frac{20}{D} \sin \frac{\Delta}{2} \Rightarrow \frac{\Delta}{2} = \text{ARC SIN } \frac{L_c \times D}{20}$$

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

L: لایتن
D: دایامتر

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

با فرض اینکه دایامتر قوس 10 متر باشد
و لایتن مرکزی به مرکزی 2x573

- با فرض اینکه دایامتر قوس، لایتن مرکزی به مرکزی قطر 10 متر باشد:

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

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

$$\frac{10 = 2R \sin \frac{D}{2}}{L_c = 2R \sin \frac{\Delta}{2}} \rightarrow \frac{10}{L_c} = \frac{\sin \frac{D}{2}}{\sin \frac{\Delta}{2}} \rightarrow \frac{10}{L_c} = \frac{\sin \frac{D}{2}}{\sin \left(\frac{L \sin \frac{\Delta}{2}}{2 \times 573} \right)}$$

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

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

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

* قوس 10 متر و قطر 10 متر.

(ب) تعیین طول قوس (L) با فرض معلوم بودن دایامتر قوس (D) و لایتن



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

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

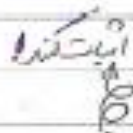
تقاطع (Delta) :

- فرض کنیم

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

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

3) تعیین فاصله ی خارجی (E) و طول کمانزاد (T) با فرض شعاع (R) و زاویه تقاطع (Δ) و ثابت کمان



و زاویه تقاطع (Δ) و ثابت کمان

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

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

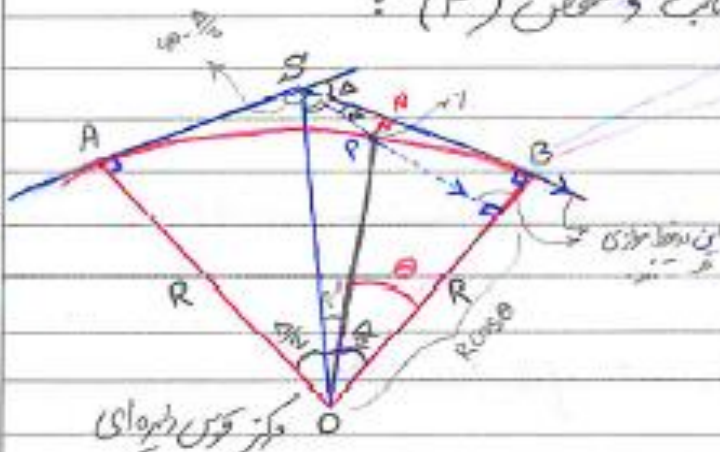
- فرض کنیم : $\Delta = 40' 12'' = 40.2^\circ$ و $R = 1000 \text{ m}$

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

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

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

• طراحی قوس برای عبور از نقطه ای ثابت و شیب (P) :



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

رد قطع ضلع R را هستیم به دست
گنر قوس از نقطه ای P عبور

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

$$\hat{SPO} \Rightarrow \hat{SOP} = \frac{\Delta}{2} - \theta$$

$$\hat{SPO} \rightarrow \hat{SPO} = 180 - \hat{OSP} - \hat{SOP} =$$

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

برای تغییر سینوس داریم:

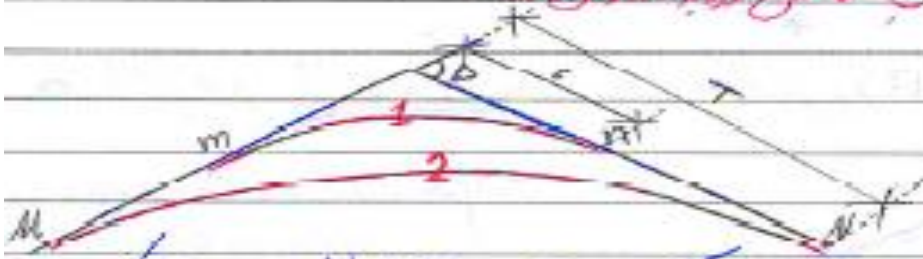
$$\frac{\sin(\widehat{SPO})}{\sin(\widehat{OSP})} = \frac{OS}{OP} \Rightarrow \frac{\sin(90 + (\alpha + \theta))}{\sin(90 - (\alpha + \frac{\Delta}{2}))} = \frac{R}{R \cos \theta}$$

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

نیز داریم: $PN = y$ و $SN = x$

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

• کاهش طول مسیر برای کاهش دبی خون:



و نیز MN - و در حالتی دیگر ثابت می کنیم با استفاده از آن طول مسیر نیز کاهش

میابد...

$$\widehat{MN} = \text{مسیر مستقیم} \quad ; \quad \widehat{Mm} + \widehat{mn} + \widehat{nN} = \text{مسیر اول}$$

$$0 > \text{طول مسیر دوم} - \text{طول مسیر اول} = \text{میزان کاهش طول مسیر}$$

مختصات کوسین m, n, Δ و c و l و T + MN و D و M و E و K و T

$$1 = \text{طول مسیر دوم} \quad ; \quad \text{طول مسیر اول} = 2(T - t) + l$$

از این روش تغییر می دهد...

$$\text{میزان کشش طناب} = 2(T-t) + l \quad L =$$

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

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

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

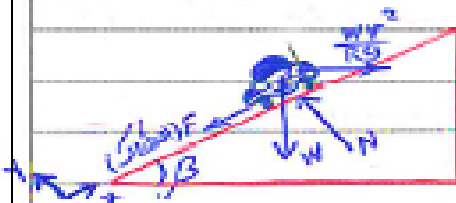
$$\left(\frac{1}{D} - \frac{1}{d}\right) \left(2 \times 573 \tan \frac{\Delta}{2} - 10 \times \Delta\right) > 0$$

حداقل کشش طناب $\rightarrow \Delta = 90^\circ \rightarrow 2 \times 573 \times 1 - 10 \times 90 > 0$

در زمانی که تانگنسی داخلی، دوقوس قوس با یکدیگر برابر باشند، خود عمق است:

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

• درجه L برابری (Super elevation)



$$\tan \beta = e$$

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

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

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

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

مقادیر سرعت طرح در انواع گاه های پیروز و شبی :

منطقه توجه راه	کوهستانی	تپه ها و دشت	درخت - عمود
انگاره	90	110	130
بزرگراه و راه های اصلی عباشده	90	110	110
راه های اصلی	70	90	110
راه های فرعی	40	70	90

حد اکثر میراژ (e) =

1) گاه های درخت و راه های کوهستانی که در بعضی بزرگ و بعضی درختان نیستند $e_{max} = 12\%$

2) انبار گاه و بزرگراه : $e_{max} = 10\%$

3) مناطق با ارتفاع بیش از 1000 متر از سطح دریا و شیب های بزرگ و بعضی درختان $e_{max} = 8\%$

4) در مناطق عریض و صاف $e_{max} = 6\%$

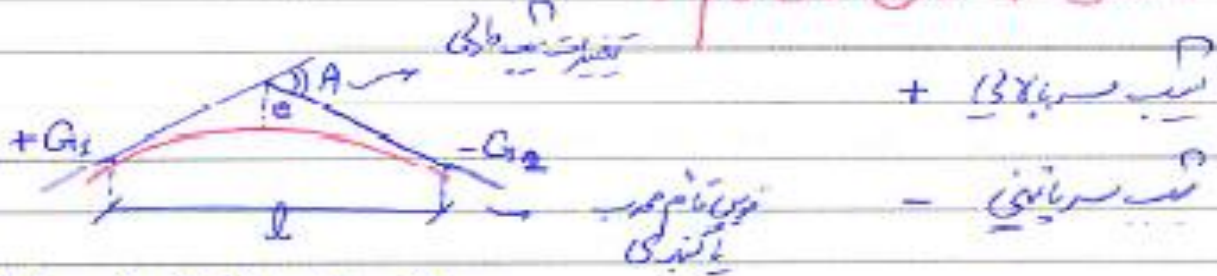
مقادیر ضریب اصطکاک جانبی :

سرعت طرح : 130 ، 120 ، 110 ، 100 ، 90 ، 80-70 ، 60 ، 50 ، 40-30 $\frac{km}{h}$

ضریب اصطکاک : 0.08 ، 0.09 ، 0.11 ، 0.12 ، 0.13 ، 0.14 ، 0.15 ، 0.16 ، 0.17 (f)

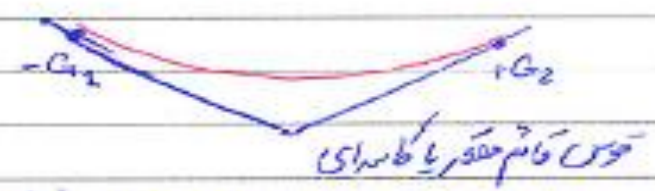
فصل شش

فصل ۶) قوس های قائم =

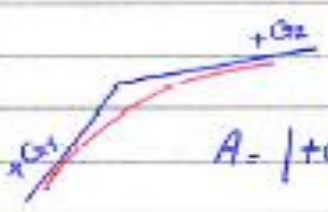


$$A = |-G_2 - (+G_1)| = G_2 + G_1$$

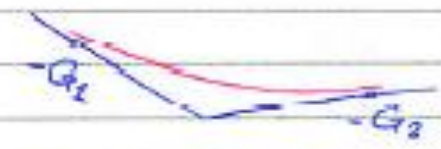
$C = \frac{Al}{800}$
 لکه نمودن خارجی



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

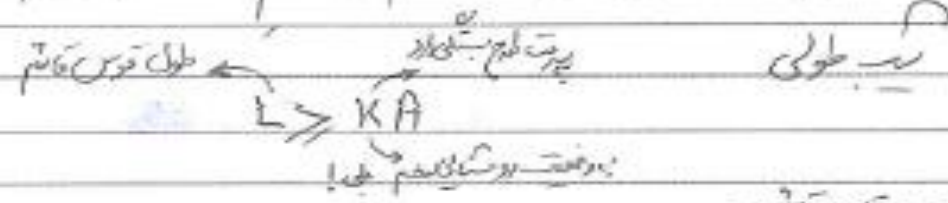


$$A = |+G_2 - (+G_1)| = G_2 - G_1$$



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

K: عبارت است از حداقل طول لازم برای ختم کارهای انجام گنبدی به (الای) یک در صد تغییر ارتفاعی و طول قوس قائم =



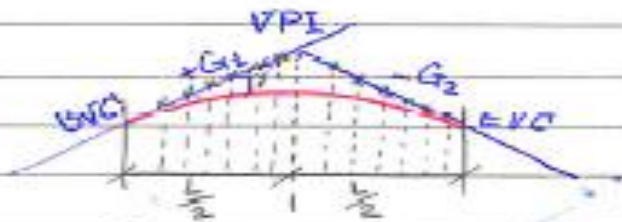
در قوس قائم ۰.۲۰۰ =

130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	سرعت طرح (km/h)
208	161	120	89	63	42	27	18	11	7	3	حاصل K به متر

معمولاً مقدار $L_{min} > KA$

$$L_{min} > KA$$

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



• اجزای قوس قائم:

بی شیب همگرا که در زیر نقطه ابتدا و انتهای قوس ثابت است.

n : تعداد ایستگاه‌های در طول قوس قائم

S : فاصله ایستگاه

$$L = n \times S$$

$Km(VPI)$ و $H(VPI)$ با نام:

معمولاً خطای که به ازای خطای هر دو قطر (خطای که مسافت آن معلوم است) قوس قائم را علامت $(+)$ و نقصانی که به ازای آن خطای هر دو قطر علامت $(-)$ است.

$$Km(VPI)$$

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

$$H(VPI)$$

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

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

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

فاصله ایستگاه مورد نظر از ابتدای قوس قائم

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

تغییرات ارتفاع (دری) مسافت هر دو قطر

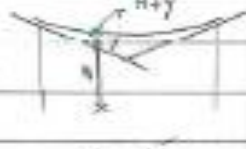
فاصله ایستگاهی

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

ارتفاع قوس قائم

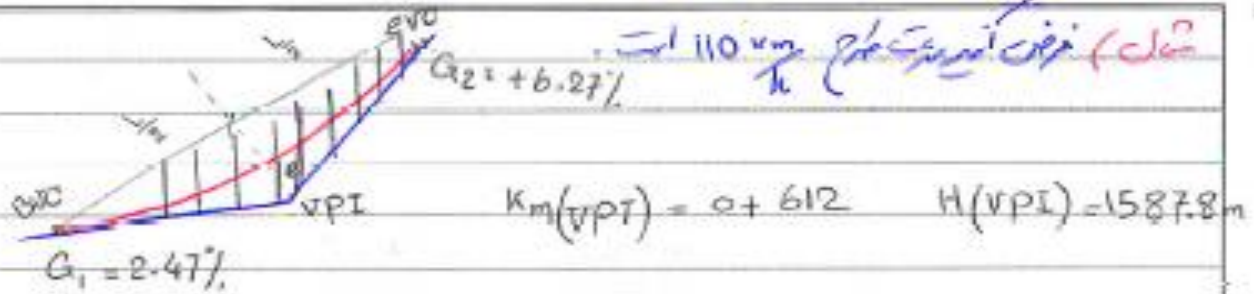
$$y = H(n.v.c) + y$$

فاصله ایستگاه n ام (دری) مسافت قوس



قوس قائم

قوس معکوس



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

$$L_{min} = K \cdot A \quad \begin{matrix} v = 110 \frac{\text{km}}{\text{h}} \\ K = 54 \end{matrix} \quad L_{min} = 54 \times 3.8 = 205 \text{ m}$$

معمولاً L برابر 270 متر انتخاب می شود

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

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

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

$$H(EVC) = 1587.8 + \frac{6.27 \times 270}{100 \times 2} = 1596.26 \text{ m}$$

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

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

با فرض ارتفاع آینه 30 متر باشد:

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

- جدول ارتفاعی جدول زیر است:

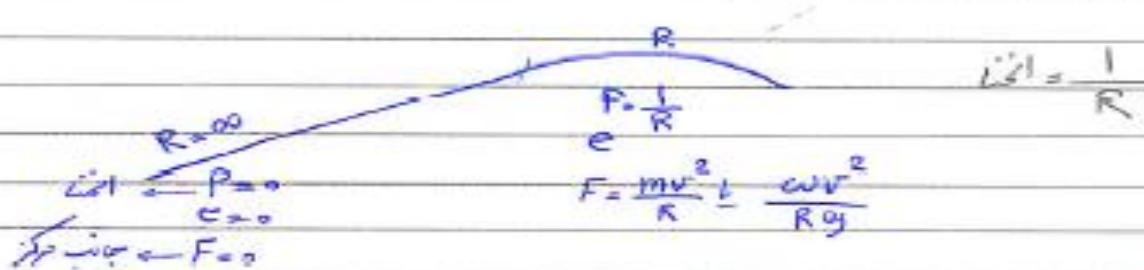
50m	30m	10m	← جدولی است
(شماره جدول)	تعداد	کوتاه	←

Year.	Month.	Date.	()	Subject: H+y (مقعر)
			1584.46	2.02 x 10 ⁻⁵ a ²
			1584.46	
0+477	0		1584.46	0
0+507	30		1585.2	0.06318
0+537	60		1585.24	0.2527
0+567	90		1586.68	0.5686
0+597	120		1587.42	1.011
0+627	150		1588.16	1.5795
0+657	180		1588.9	2.2745
0+687	210		1589.64	3.0958
0+717	240		1590.39	4.043
0+747	270		1591.13	5.117

• فصل هفتم: کوس های انتقال transition curve

سرعت طبع (km/hr) $R = \frac{v^2}{127(e+f)}$ سطح مقطع کوس انتقال

فشار افکار \rightarrow f



• عملی استخوان از کوس های انتقال

الف) ابعاد هندسی در بین قسمت های مستقیم مسیر و ابتدا و انتهای کوس (دریولای و اجتناب از ایجاد مسیر بیگانه)

ب) ولتاژ اعمال تقریبی نسبت عرفی (رابطه مرکز) از صفحه $\frac{V^2}{R}$ در یک نقطه مناسب و
 اجتناب از اعمال ناگهانی نسبت جانبی ناشی از نیروی گریز از مرکز به وسیله تاکید بر ناهمبندی
 سرشتان و خطر واژگونی وسیله تاکید بر ناهمبندی داشته باشد.

ج) افتاد در محاسبه برای پلانده جهت ورود در مسیر مستقیم به طول خود دایره ای.

حداقل طول لازم برای قوس انتقال:

الف) اعمال تقریبی دور و در نتیجه اعمال تقریبی نسبت گریز از مرکز =

$$L_{S_{min}} = \frac{V^2}{2eR}$$
 (تعداد (m) $\frac{2\pi R}{h}$)

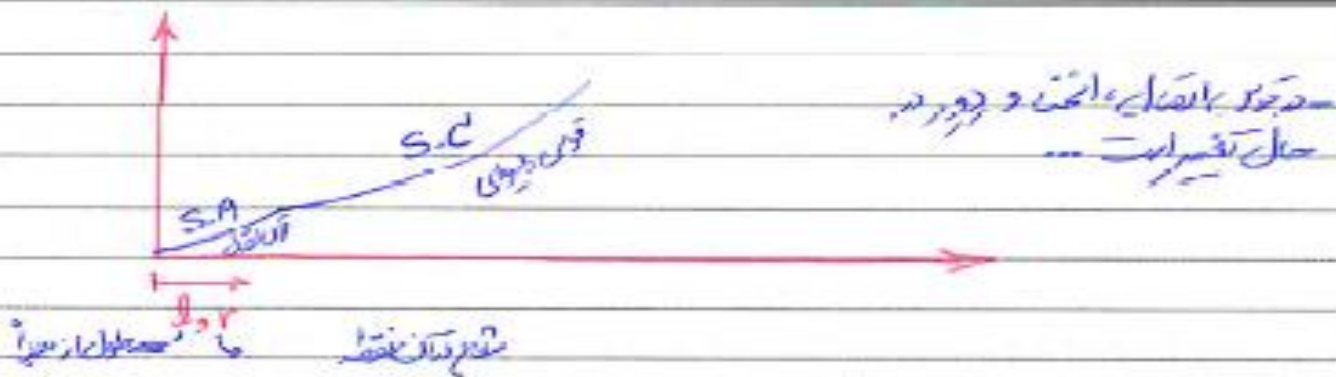
ب) اعمال تقریبی دور و در نتیجه اعمال تقریبی چرخش وسیله تاکید بر ناهمبندی قائم:

$$L_{S_{mix}} = \frac{K_4 V_e}{h}$$
 (دور حدود بر حسب طول متر است) $\frac{K_4}{h} \rightarrow nm$

ج) فراهم شدن امکان در محاسبه برای پلانده وسیله تاکید بر ناهمبندی:

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

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



$$P = \frac{1}{r} = K \cdot l \Rightarrow \frac{1}{lr} = K \Rightarrow lr = cte$$

$$\text{در انحصار قوس افقی} \Rightarrow P = \frac{1}{r} = K \cdot l_s \Rightarrow lr = l_s \times R$$

- قوس افقی کلو توئید یا اسپیرال :

$$lr = A^2 \Rightarrow \text{نسبت ادور یا ثابت اسپیرال}$$



اگر از قوس افقی، حسی رسم کنیم، زاویه تشکیل شده با افق با زاویه مرکزی قوس برابر است.

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

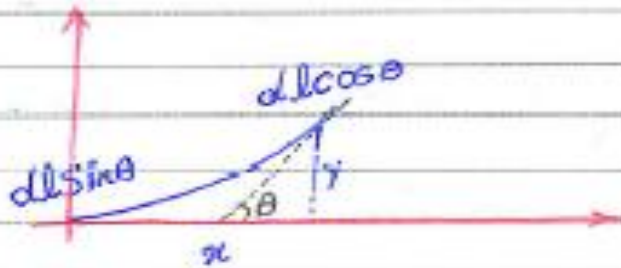
$$\Rightarrow dl = \frac{A^2}{l} d\theta \Rightarrow \int l dl = \int A^2 d\theta \Rightarrow \frac{l^2}{2} = A^2 \theta$$

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

$$L = A \sqrt{2\theta} \Rightarrow l_s = A \sqrt{2\theta_s}$$

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

تقریب فرمات قوس اقل :



$x =$ فاصله ی تقریب قوس از ابتدا -
 $y =$ فاصله ی قائم قوس

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

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

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

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

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

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

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

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

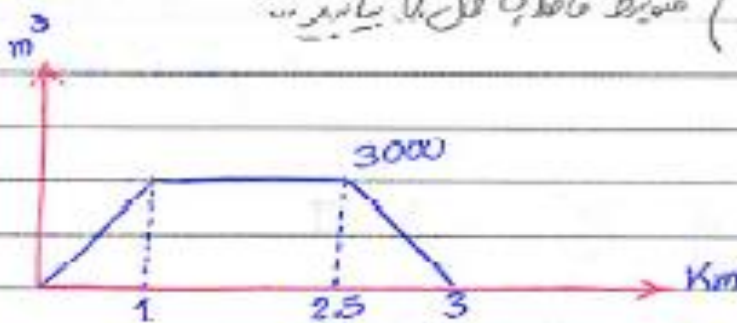
$$\left\{ \begin{aligned} x &= A \sqrt{2A} \left(1 - \frac{\theta^2}{10} + \frac{\theta^4}{216} - \frac{\theta^6}{9360} + \dots \right) \\ y &= A \sqrt{2A} \left(\frac{\theta}{3} - \frac{\theta^3}{42} + \frac{\theta^5}{1320} - \dots \right) \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} l &= A \sqrt{2\theta} \\ \theta &= \frac{l^2}{2A^2} \end{aligned} \right.$$

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

حل چند مثال !

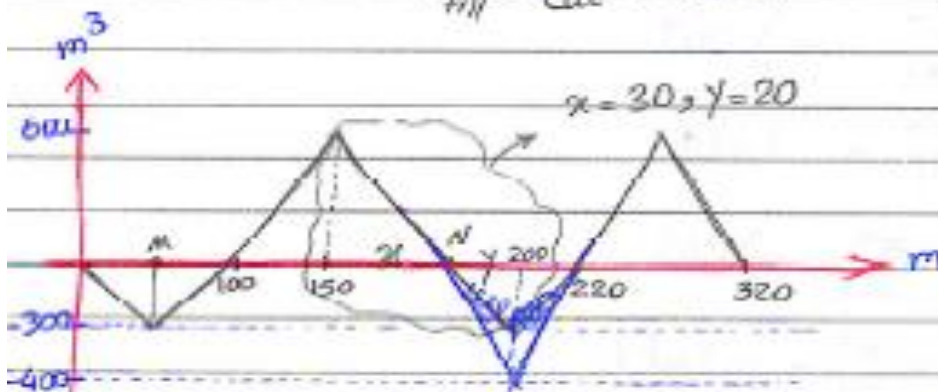
* مسئله ۱: (مسئله ۲۲، مثال A) متوسط فاصله‌ی محل را بیابید.



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

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

← خاکبرداری و خاکریزی



$$V_{\text{cut}} = 200 + 600 + 400 = 1900 \text{ m}^3$$

$$300 + 1000 + 600 = 1900 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{fill}} = 1900 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{cut}} = \frac{100 \times 300}{2} + \frac{80 \times 600}{2} + \frac{40 \times 400}{2} + \frac{100 \times 600}{2} = 77,000$$

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

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

طول تنازلیت ، فاصلہ کا خارجہ اور ذمہ کی داخلی l بیابید ...

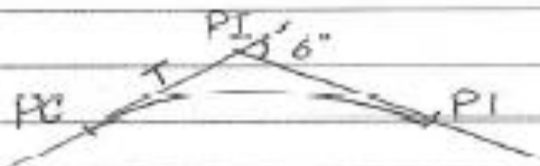
$$\Delta = 35^\circ 22' 19'' = 35 + \frac{22}{60} + \frac{19}{3600} = 35.372$$

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

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

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

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



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

$$PC = 62 + 010 \text{ m}$$

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

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

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2} = 179 \tan 3 = 9.3 \text{ m} \Rightarrow PI = 62 + 019.3 \text{ m}$$

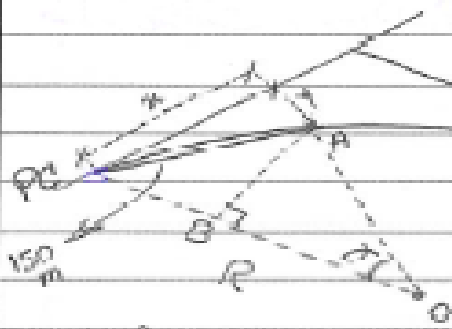
• مثال (مسئله ۷۶ - مثال ۱۲) اگر $R = 700 \text{ m}$ باشد l بیابید:



$$\Delta = 50 + 60 = 110^\circ \quad (ج)$$

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

• مثال (۷۴ - شکل ۱۳) اگر $D = 4^\circ$ و تقاطع PC عمود بر AB باشد.



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

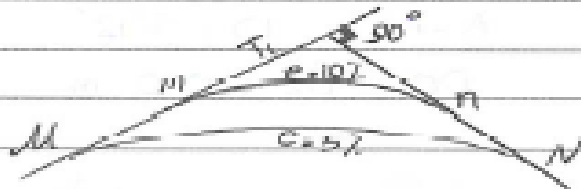
$$l = R\Delta \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{\Delta_1}{\Delta_2}$$

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

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

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

• مثال (۱۰۴ - شکل ۹) اگر دو مجاز f_1 از ۱۰٪ به ۵٪ کاهش در هم وصل شود، مسیر جدید کاهش میابد؟



Subst

$$f_1 = 0.15, \Delta = 90^\circ$$

$$f_2 = 0.05, V = 100 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

$$\text{مسیر جدید} = (Mm + mn + nN) - (MN)$$

(حل)

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

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

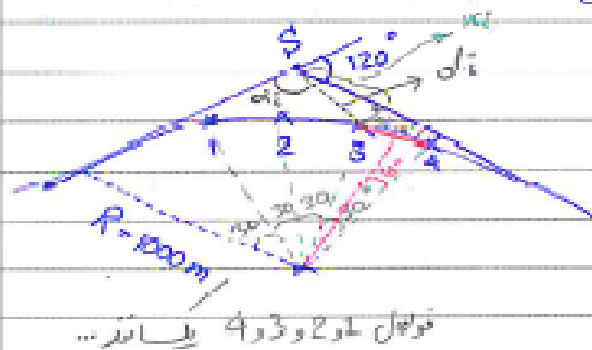
$$R_2 = \frac{V^2}{127(e+f)} = \frac{100^2}{127(0.05 + 0.15)} = 393 \text{ m} \Rightarrow T_2 = 393 \text{ m}$$

$$L_1 = R_1 \Delta_1 = 314.5 \times 90 \times \frac{\pi}{180} = 494 \text{ m}$$

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

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

ری عرض صف ۵۳ (شکل ۲۲) چاب، ده



d_i و α_i را خواسته

از نقطه 3 عمود کنیم

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

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

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

$$x_i = T - \bar{r} \times \cos 15 = 1000 \times \tan 60 - 517 \times \cos 15 = 1232 \text{ m}$$

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

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

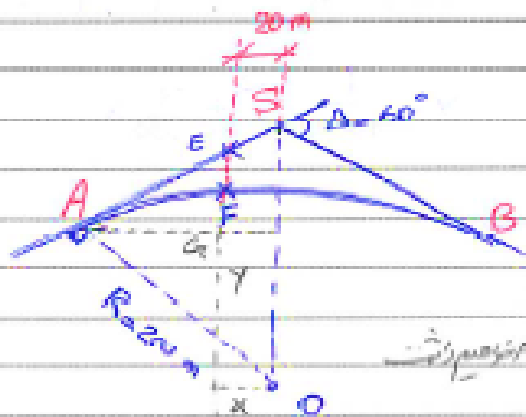
$$60 - \alpha_i = \arctan \frac{133}{1232} = 6^\circ$$

$$\alpha_i = 54^\circ$$

ری عرض - صف ۵۴ (شکل ۲۳) ...

لازمه مستقیم گیری ... (نیاز نیست)

فاصله EF را خواسته ...



$$x^2 + y^2 = 200^2$$

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

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

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

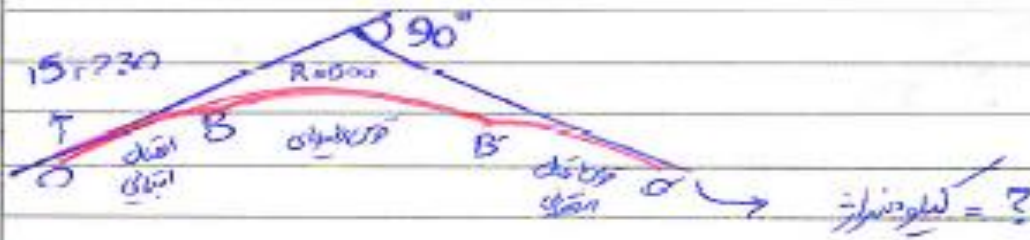
$$FG = 200 - 173 = 27 \text{ m}$$

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

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

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

مسئله ۱۵۲ صفحه ۱۳۱ سوال ۱۱ - مساحت از قبل = ۷۰۰۰۰ متر مربع



$R = 500 \text{ m}$ $A = 100$

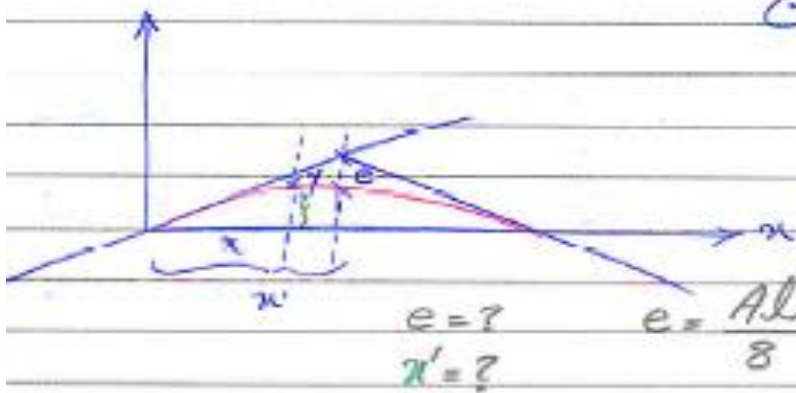
$$lR = A^2 \Rightarrow l \times 500 = 100^2 \Rightarrow l = \frac{10000}{500} = 20 \text{ m}$$

$$BB' = R\Delta = 500 \times 90 \times \frac{\pi}{180} = 500 \times \frac{\pi}{2} = 785$$

$$\text{طول دایره} = 15230 + 40 + 785 = 15270 + 785 = 16055 \text{ m}$$

16 + 055 Km

سوال ۲۱ - صفحه ۱۳۱ - ری عمران



$$y = \frac{1}{13000}x^2 + \frac{3}{100}x$$

$e = ?$ $e = \frac{Ax}{8}$
 $x' = ?$

$$y' = 0 \Rightarrow \frac{2}{13000}x + \frac{3}{100} = 0 \Rightarrow x = \frac{3 \times 1300}{3} = 3 \times 65 = 195 \text{ m}$$

مسئله ۱۵۲، صفحه ۱۳۱، سوال ۱۱ - مساحت از قبل = ۷۰۰۰۰ متر مربع

$$\tan \alpha = \frac{1}{13000}$$

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

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

$$\tan \alpha = 0.03$$

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

$$y_1 = \frac{1}{13000} \times 195^2 + \frac{3}{100} \times 195 = 2.93 \text{ m}$$

$$C = 5.85 - 2.93 = 2.92 \approx 3 \text{ m} \quad \text{و } 0.03 = \frac{0.1\%}{195}$$