

www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران

ارائه كتابها و جزوات رايجان مهندسي عمران

بهترين و برترين مقالات روز عمران

انجمن هاي تفصلي مهندسي عمران

خوشگاه تفصلي مهندسي عمران

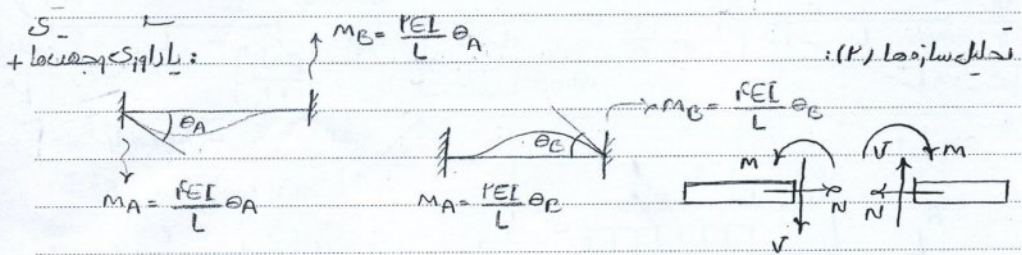
جزوه دست نویس تحلیل سازه ۲

مدرس :

مهندس مسعود سلیمانان

اسکن شده توسط آقای مسعود باغبان زادگان

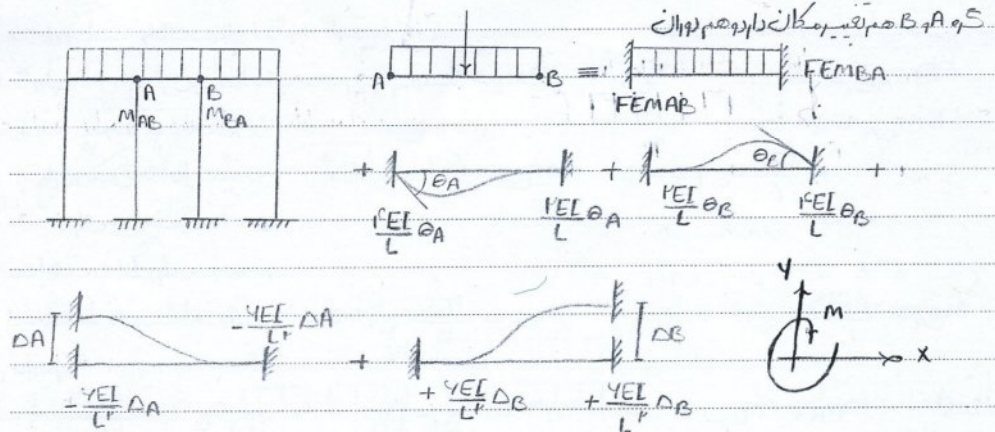
Subject: _____
 Year. _____ Month. _____ Date. _____ (1)



(نسبت گشتاورهای FEM)

نسبت در A و B داریم چون به معنای یک مسئله است.

و A و B هم تغییر مکان دارند و هم دوران

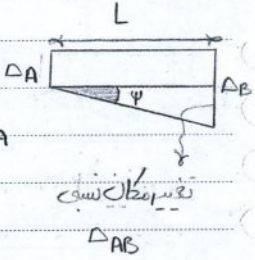


معادلات استاتیکی: نسبت تغییر مکان نسبی B و A

$$M_{AB} = \frac{EI}{L} \theta_A + \frac{EI}{L} \theta_B - \frac{4EI}{L^2} (\Delta_B - \Delta_A) + FEM_{AB}$$

$$M_{BA} = \frac{EI}{L} \theta_B + \frac{EI}{L} \theta_A - \frac{4EI}{L^2} (\Delta_B - \Delta_A) + FEM_{BA}$$

$tg \psi = \psi = \frac{\Delta_{AB}}{L}$ (چون زاویه کوچک است با $tg \psi$ برابر است)



می توان در معادلات نسبت یافتی و توان بجای Δ_{AB} ، $\Delta_{AB} > 0 \rightarrow \psi > 0$ یا $\Delta_{AB} < 0 \rightarrow \psi < 0$ یا در سازه در L قرار داد.

Subject: _____
 Year: _____ Month: _____ Date: _____

$$M_{BC} = \frac{4EI}{1.2} \theta_B + \frac{2EI(1.2)}{1.2} \theta_C - 9.12k$$

$$M_{CB} = \frac{2EI(1.2)}{1.2} \theta_C + \frac{4EI}{1.2} \theta_B + 9.12k$$

$$\begin{cases} M_{BA} + M_{BC} = 0 \\ M_{CB} = 4.12k = 0 \end{cases} \rightarrow \theta_B = \frac{1.17}{EI}, \theta_C = \frac{-2.189}{EI}$$

$M_{AB} = -1.17, M_{BA} = 1.17, M_{BC} = -1.17, M_{CB} = 4.12k$

کلید پرسش نسبت افت در تیرهای سراسری در نسبت تکیه گاهی:

0.1 rad = θ_A

0.1 rad در جهت عقربه‌ها

های ساعت رو، ان گند و تکیه گاه B با اندازه 2cm نسبت

مایل نسبت گند و تکیه گاه A با اندازه 0.1 rad در جهت عقربه‌ها

$$M_{AB} = \frac{4EI}{2} \theta_A + \frac{2EI}{2} \theta_B - \frac{4EI}{2} (0.1) = 0$$

$$M_{BA} = \frac{2EI}{2} \theta_B + \frac{4EI}{2} \theta_A - \frac{4EI}{2} (0.1) = 0$$

$$M_{BC} = \frac{4EI}{4} \theta_B + \frac{2EI}{4} \theta_C - \frac{4EI}{4} (0.1) = 0$$

$$M_{CB} = \frac{2EI}{4} \theta_C + \frac{4EI}{4} \theta_B - \frac{4EI}{4} (0.1) = 0$$

معادلات تیرهای سراسری

در نسبت تکیه گاهی در سازه‌های معین هیچگونه نیروی داخلی اجباری نیست!

$M_{BA} + M_{BC} = 0$

$$\frac{2EI}{2} \theta_B + \frac{4EI}{2} \theta_A - \frac{4EI}{2} (0.1) = -\left(\frac{4EI}{4} \theta_B + \frac{2EI}{4} \theta_C - \frac{4EI}{4} (0.1) \right)$$

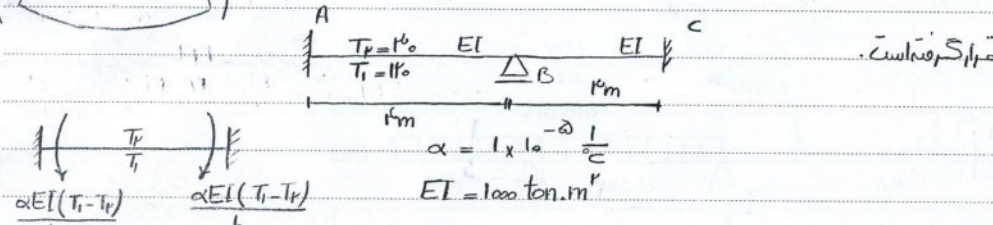
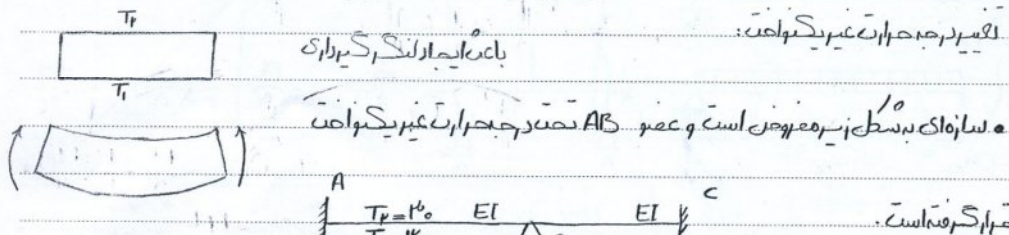
$$EI(\theta_B + 0.1) = -EI(\theta_B + 0.1)$$

PAPCO $\theta_B = -0.1$

subject: _____
 Year. _____ Month. _____ Date. _____

۳

(درجه حرارت یک نواخت اندر ایما می کند)



$$M_{AB} = \frac{1}{r} EI \theta_B - \frac{1 \times 10^{-5} \times 1000 \times (110 - 10)}{0.1 r}$$

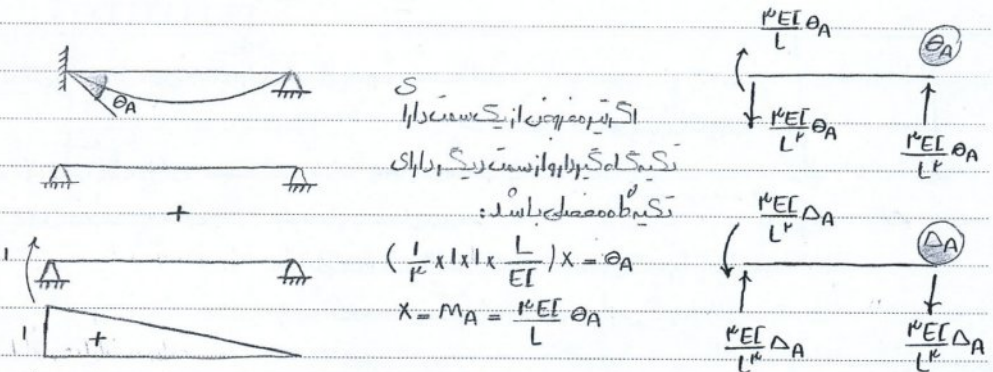
$$M_{BC} = \frac{1}{r} EI \theta_B$$

$$M_{BA} = \frac{1}{r} EI \theta_B + \frac{1 \times 10^{-5} \times 1000 \times (110 - 10)}{0.1 r}$$

$$M_{CB} = \frac{1}{r} EI \theta_B$$

→ در اینجا از آنجا که $M_{BA} + M_{BC} = 0 \rightarrow \theta_B = 1.9 \times 10^{-4}$

$M_{AB} = -170.2, M_{BA} = -214, M_{BC} = 214, M_{CB} = 114$



ماتریس سختی

$$M_{AB} = \frac{1}{L} EI \theta_A - \frac{1}{L} EI \Delta_{AB} + FEM_{AB}^*$$

$$M_{BA} = 0$$

ماتریس سختی سازه را می توان به صورت زیر نوشت:

سوال امتحان ترم قبل

Subject: _____
 Year: _____ Month: _____ Date: _____

یک سازه مفصل
 دو سر گیردار +

مفصل
 دو سر گیردار - است. $FEM^* = FEM_{AB} = \frac{1}{2} FEM_{BA}$

$\frac{qL^2}{12}$ $\frac{qL^2}{12}$

$FEM_{AB}^* = -\frac{qL^2}{12}$ $FEM_{BA}^* = \frac{qL^2}{12}$

$FEM^* = -\frac{PL}{8}$ $FEM_{BA}^* = \frac{PL}{8}$

سازه را به دو سبب امتحان تحلیل نمایم. (جهت راسته) $\theta_B = \frac{1}{EI} \int_0^L q(x) x dx = \frac{1}{EI} \cdot \frac{qL^2}{2}$ و $\theta_C = \frac{1}{EI} \int_0^L q(x) x dx = \frac{1}{EI} \cdot \frac{qL^2}{2}$

اگر درجه های مفصل را با دو سبب امتحان
 حل کنیم، θ_B و θ_C را از دو جهت
 می توانیم سازه را به دو جز تقسیم کنیم: دو سر گیردار
 و یک سر گیردار و یک سر مفصل. تمام مکتوبات
 معادله های اول را رسم و سرعت حل مستقیم را بالا ببریم.
 θ_B و θ_C را با استفاده از قانون گیبس می توانیم
 مکتوبات درجه های را بر روی این سازه بنویسیم و آنرا حل کنیم.

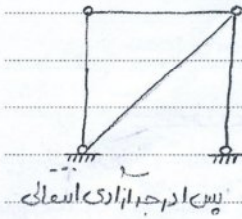
$M_{AB} = M_{BA}$
 $M_{BC} = \frac{1}{2} E \frac{qL^2}{8} \theta_B - \frac{qL^2}{8}$
 $M_{CB} = 41 \text{ kN} = 0 \Rightarrow M_{CB} = 41 \text{ kN}$

تحلیل سازه های بدون درجه آزادی انتقالی بیرونی سبب است:
 (۱) درجه آزادی دورانی θ در تکیه ها و مهارهای سازه
 (۲) درجه آزادی انتقالی Δ در سازه را مفصل می شود.

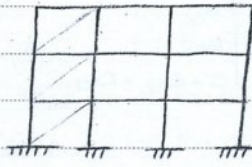
در این روش دراد اعتبار است. به سازه اضافه می کنیم یا درجه آزادی
 را سازه درجه آزادی انتقالی در نظر می گیریم.

PAPCO

Subject: _____
 Year: _____ Month: _____ Date: _____ (f)



پس درجه آزادی اشکال

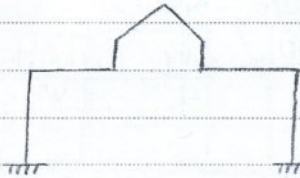


درجه آزادی اشکال

$$x = 21 - 2x(12) = -3$$

در شکل ها درجه آزادی داریم

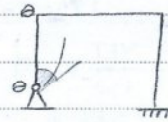
برای این ماتبه آنکه اتصال گیردار دارند:
 درجه نامعینی سازه را محاسبه می کنیم:
 $x = 5 - 12$
 تعداد اعضا ← تعداد اعضا
 اما از تکیه گاه
 صورت نظر می شود



$$x = 8 - 2x(7) = -6$$

درجه آزادی اشکال

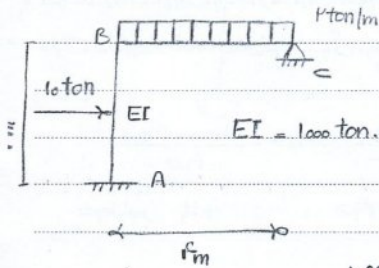
تعداد اعضا $v = 10$
 درجه آزادی درهای $v = 10$
 درجه آزادی کل $= 11$



درجه آزادی اشکال

$$x = 4$$

این روش مثل حل نیروهای سراسری است.



درجه آزادی اشکال

M_{AB}	M_{BC}
M_{BA}	M_{CB}

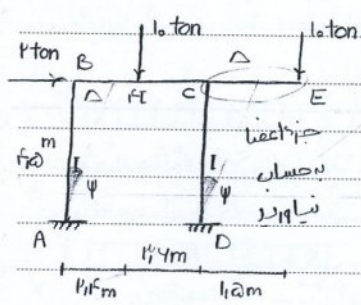
مقایسه کردن اشکال
 درجه آزادی اشکال
 $M_{BA} + M_{CB} = 0$
 $M_{CB} = 0$
 $\theta_B = ?$
 $\theta_C = ?$

درجه آزادی اشکال

M_{AB}	M_{BC}
M_{BA}	M_{CB}

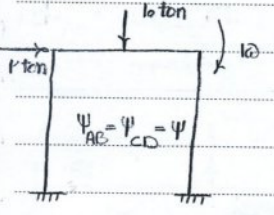
تعداد معادلات تعادل را بنویسید
 $M_{BA} + M_{CB} = 0 \Rightarrow \theta_B = ?$
 خواص دربار

Subject: _____
 Year: _____ Month: _____ Date: _____



تحلیل مابینها برپوش نسبت به افت بار در جهات راستی است.
 مطلق است تحلیل سازه زیر برپوش نسبت به افت:

$\Delta = \Delta_{AB} = \Delta_{CD}$
 در تمام در ستون های که با هم می شوند حرکت
 کنند و درجه ای اند.
 در بارهای ستون لنگ گیرداری نوشته شده است.



$$\begin{aligned} M_{AB} &= \frac{PEI}{h_1} \theta_B - \frac{4EI}{h_1} \psi_{AB} \\ M_{BA} &= \frac{PEI}{h_1} \theta_B - \frac{4EI}{h_1} \psi_{AB} \\ M_{BC} &= \frac{PE(FI)}{4} \theta_B + \frac{PE(FI)}{4} \theta_C - 1174 \\ M_{CB} &= \frac{PE(FI)}{4} \theta_C + \frac{PE(FI)}{4} \theta_B + 2174 \end{aligned}$$

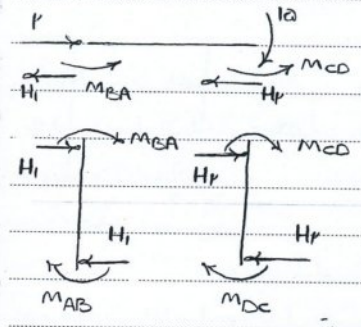
$10 \times (11.4)^2 \times 11.4$
 4^2

$$\begin{aligned} M_{CD} &= \frac{PEI}{h_2} \theta_C - \frac{4EI}{h_2} \psi_{CD} \\ M_{DC} &= \frac{PEI}{h_2} \theta_C - \frac{4EI}{h_2} \psi_{CD} \end{aligned}$$

مجموع لنگ ها در هر ستون باید برابر صفر باشد.
 $M_{EA} + M_{EC} = 0$ (1)
 $M_{CB} + M_{CD} = 0$ (2)

از این معادلات می توان نسبت (نسبت لنگ ها) میان

برای هر ستون آورده را با هم (مقارنه) می کنیم از این رابطه نسبت لنگ ها می شود.
 برای لنگ های انتهای می توان برپوش در ستون ها را بدست آورد.



$$\begin{aligned} H_1 &= -\frac{M_{AB} + M_{BA}}{h_1} & H_2 &= -\frac{M_{CD} + M_{DC}}{h_2} \\ M_{AB} + M_{BA} + H_1 \times h_1 &= 0 & H_1 &= H_2 \\ H_1 + H_2 &= P & M_{AB} + M_{BA} + M_{CD} + M_{DC} + P &= 0 \end{aligned}$$

PAPCO

از این معادلات می توان نسبت لنگ ها را بدست آورد.

Subject:

Year. Month. Date. (۵)

۵

$$\theta_B = \frac{0.229 \times 17.5}{EI}$$

$$M_{AB} = -1.71 \text{ ton.m}$$

$$\theta_C = \frac{0.411 \times 17.5}{EI}$$

$$M_{CA} = -1.79 \text{ ton.m}$$

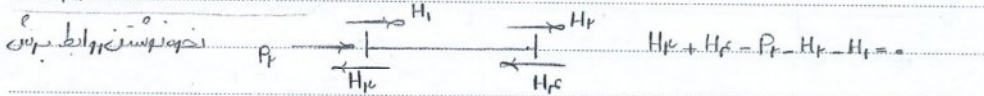
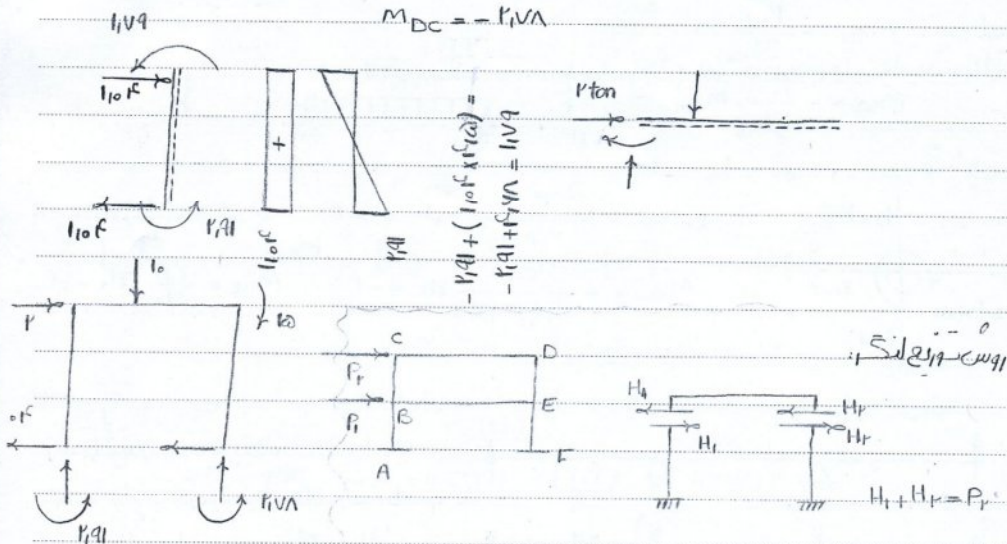
$$M_{BC} = +1.79 \text{ ton.m} \quad \left. \vphantom{M_{BC}} \right\} = 0$$

$$\psi = \frac{0.470 \times 17.5}{EI}$$

$$M_{CB} = 1.71 \text{ ton.m}$$

$$M_{CD} = -1.71 \text{ ton.m} \quad \left. \vphantom{M_{CD}} \right\} = 1.71 \text{ ton.m} \text{ نسجی}$$

$$M_{DC} = -1.71 \text{ ton.m}$$



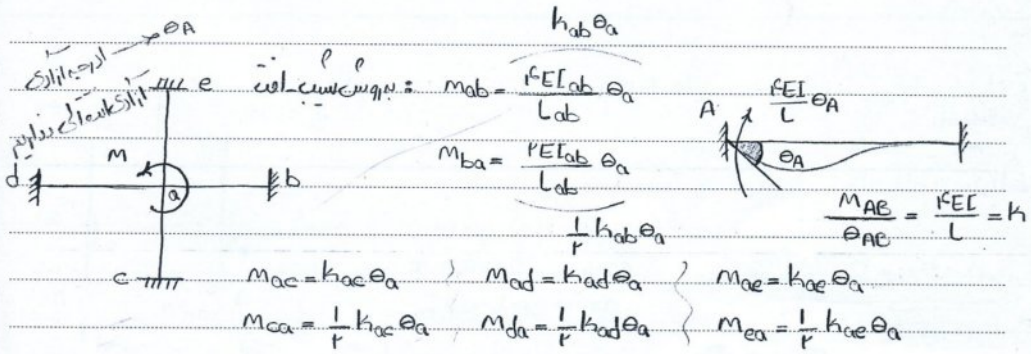
$$x = 1, y = 1, z = 1$$

$$\begin{aligned} Kx - Ky + Kz &= 2 & x &= \frac{2 + Ky - Kz}{K} \\ Kx + Ky - Kz &= 4 & y &= \frac{4 - Kx + Kz}{K} \\ Kx - Ky + Kz &= 7 & z &= \frac{7 - Kx + Ky}{K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_n - x_{n-1} &< 0.001 \\ y_n - y_{n-1} &< 0.001 \\ z_n - z_{n-1} &< 0.001 \end{aligned}$$

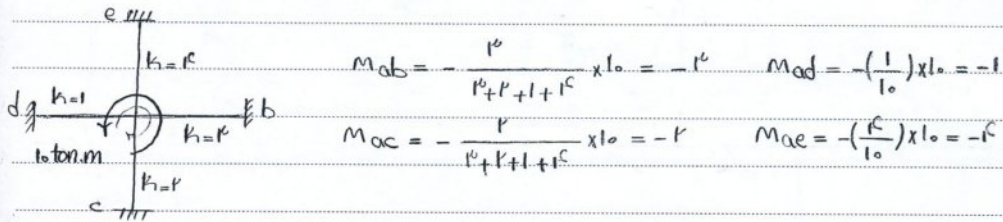
روش تدریجی نسجی معادلات تعادل را بصورت یک معادله یک مجهول حل کنید (حالتی برای معادلات تعادل نسجی افقی)

Subject: _____
 Year: _____ Month: _____ Date: _____ ()

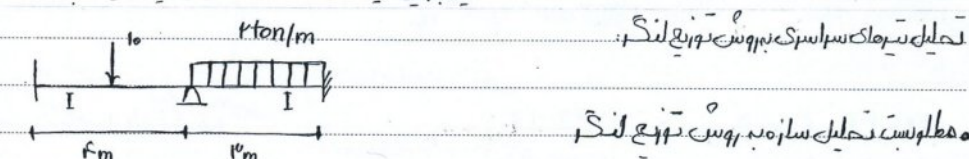


موازنه گزافه: $\sum_{i=1}^e M_{ai} + M = 0 \Rightarrow M = - \sum_{i=1}^e M_{ai} \Rightarrow M = - \sum_{i=1}^e k_{ai} \theta_a$

پس بنابراین: $M_{ab} = - \frac{k_{ab} M}{\sum k_{ai}}$
 $M_{ac} = - \frac{k_{ac} M}{\sum k_{ai}}$ (پس نسبت به نسبت سازه بین اعضا توزیع می شود)



سازه را در نظر بگیرید. هر چه از دست راست است، دست چپ را در نظر بگیرید. M_{ab} و M_{ba} را با هم مقایسه کنید. M_{ab} و M_{ba} را با هم مقایسه کنید. M_{ac} و M_{ca} را با هم مقایسه کنید. M_{ad} و M_{da} را با هم مقایسه کنید. M_{ae} و M_{ea} را با هم مقایسه کنید.

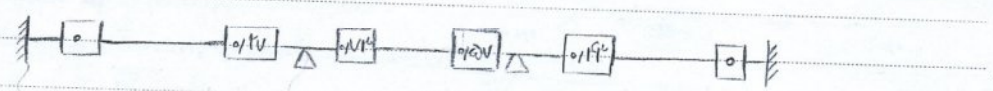
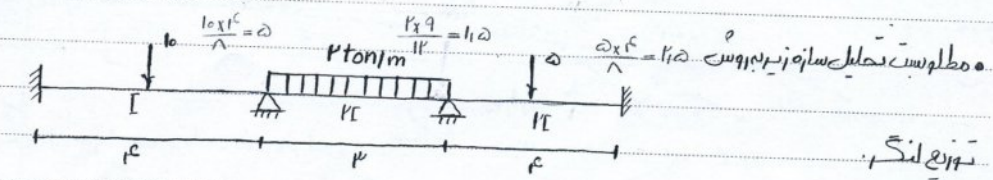
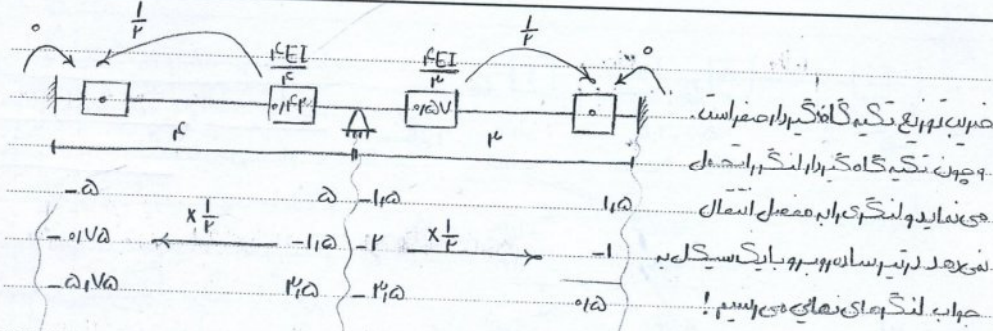


R4PCO

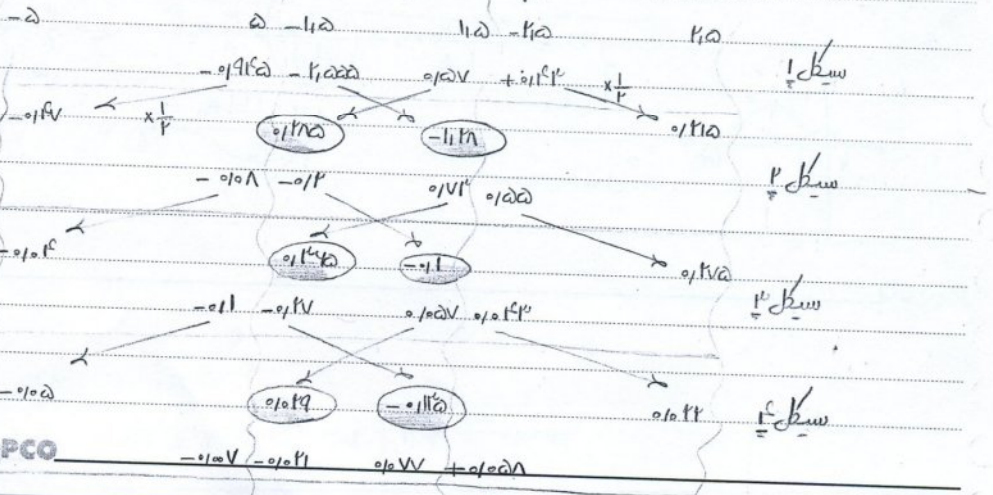
$\frac{k_{ab}}{\sum k_{ai}}$ و $\frac{1}{r}$

Subject:

Year. Month. Date. ۹

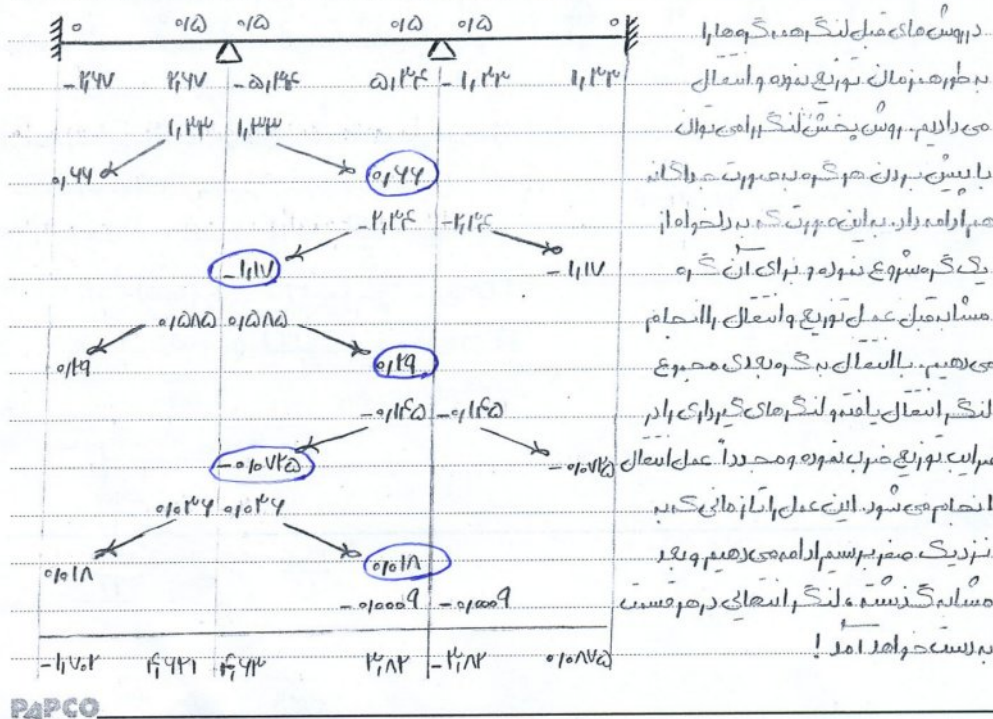
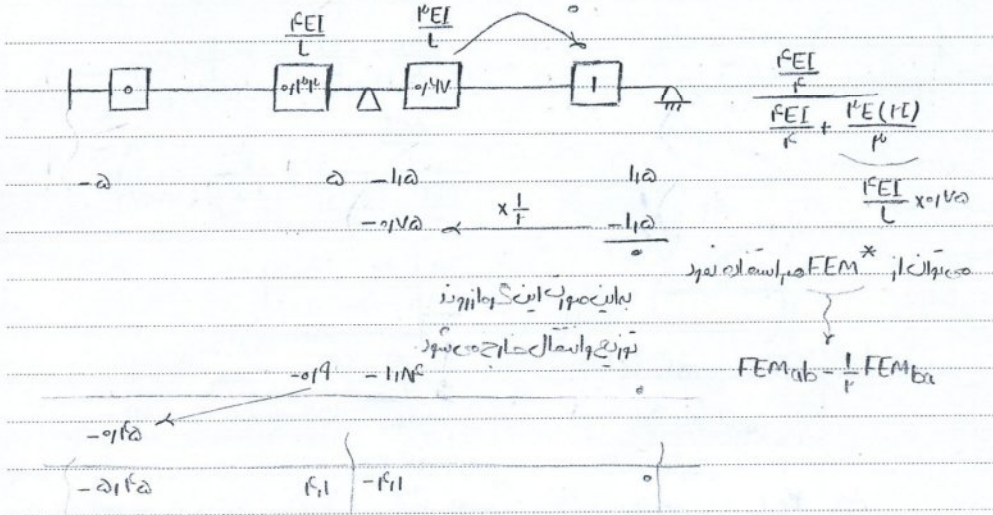


اول باید ضرایب تدریج تکمیل گاه های برابر را محاسبه کنیم!
 $\frac{fEI}{f} = 1 = 0.14V$
 $\frac{fEI}{f} + \frac{fE(\Delta)}{f} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta}{f}} = 0.14V$
 $1 - 0.14V = 0.14V$
 $\frac{fE(\Delta)}{f} = \frac{K \times f^3}{12} = 1.5$
 $\frac{fE(\Delta)}{f} + \frac{fE(\Delta)}{f} = \frac{K \times f^3}{12} + f = 1.5 + f = 0.14V$



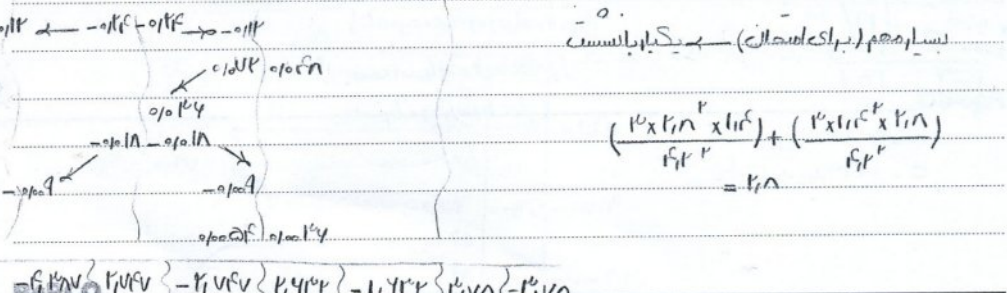
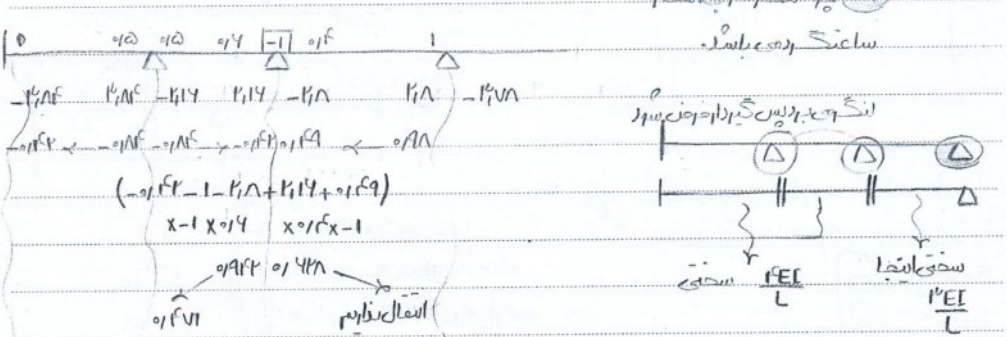
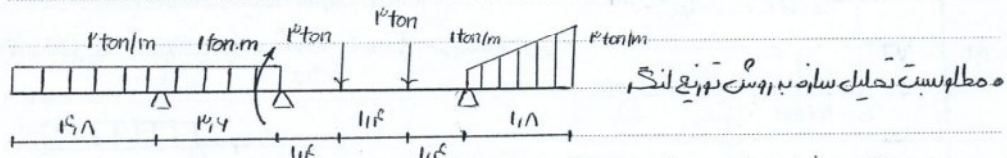
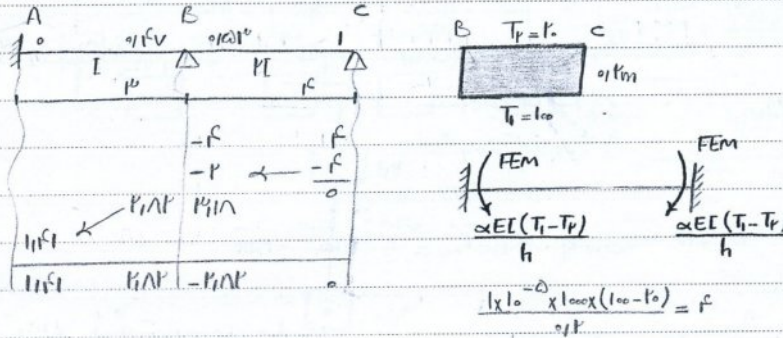
PAPCO

subject: _____
 Year. _____ Month. _____ Date. _____ N)



subject:
Year. Month. Date. (A)

$\frac{fEI}{L} = 0.14V$
 سازه زیر را با تغییر دمای حرارت غیر یکنواخت در تحلیل نمایید. $\frac{fEI}{L} + \frac{1^2 EI (TE)}{L^2} = 0.14V$

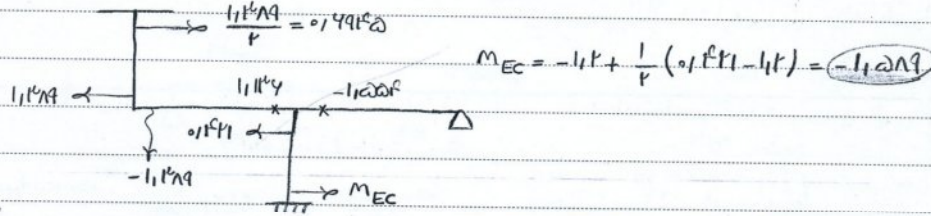


Subject: _____
 Year. _____ Month. _____ Date. _____ (1)

$C_{\phi} \delta_{\phi} \text{ سازه} = 2 + 0.1\omega + 1.1\mu$
 $\frac{1.1\mu}{f} \times 0.1\omega + \frac{1.1\mu}{f} + \frac{1}{f_{18}} = 0.115$
 $\frac{1.1\mu}{f_{12}} + \frac{1.1\mu}{f} = 0.25$
 $0.1\mu^2 - 1.1\mu = b$
 $M_{EC} = FEM_{EC} + \frac{1}{f}(M_{CE} - FEM_{CE})$
 تحلیل سازه بالاستفاده از روش پهنش سازه (روش اجزای محدود)

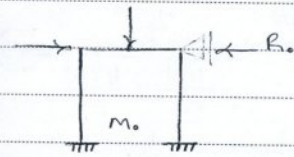
BA	BC	CB	CE	CD
0.1\omega	0.1\omega	0.1\mu	0.1\mu	0.1\mu
	-2	2	1.1\mu	
1		0.1\omega		
	-0.1\mu^2	-1.1\mu	-0.1\mu^2	-1.1\mu
0.1\mu^2	0.1\mu^2	0.11\omega		
	-0.1\mu^2	-0.1\mu^2	-0.1\mu^2	-0.1\mu^2
0.1\mu^2	0.1\mu^2	0.009\omega		
	-1.1\mu^2	-0.004\mu	-0.004\mu	-0.004\mu
		1.1\mu^2	0.1\mu^2	-1.1\mu^2

Subject: _____
 Year. _____ Month. _____ Date. () _____



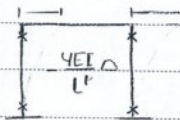
تحلیل ماب های بار جدا از ایستایی به روش توزیع انگی:

۱) تحلیل ماب های بایک در جدا از ای:

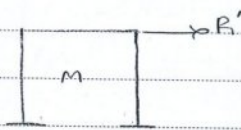


۱) ماب ای بار عرض جابولری از حرکت جانبی تحلیل می کنیم.

۲) نیروی افقی R_0 از تحلیل ماب در مرحله اول به دست می آوریم.



۳) تغییر مکان های رهم و از تغییر مکان هالنگ های گیراری ایافته و ماب تحلیل می کنیم.



۴) نیروی افقی R'_0 از مرحله سوم به دست می آوریم.

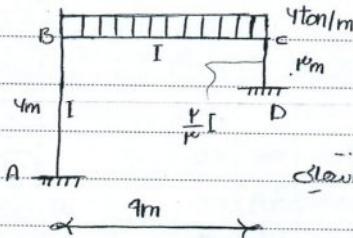
۵) چون نیروی افقی در ماب اصلی صفر است پس $R_0 - R'_0 = 0$

$$M = M_0 + aR'$$

$$a = \frac{R_0}{R'}$$

نسبت ایستایی

در ایستایی



مطلوبست تحلیل ماب به روش توزیع انگی

بر اساس نکته های گفته شده در قبل انگی موجود

در B معادل 1/10 انگی موجود در A و همیشه انگی راستای

در C معادل 1/10 انگی موجود در D است!

Subject: _____
 Year: _____ Month: _____ Date: _____ (to)

B

EA	BC
0.4	0.1
0	-15.2
15.1	14.1
-11.1	
15.8	14.2
-0.1	
0.14	0.10
19.1	-19.1
11.4	

M

C

CB	CD
1/10	1/10
0	0
14.1	-14.1
-14.1	
14.2	
-0.2	
0.10	0.10
19.1	-19.1
14.1	

M

درجه حرارتی $P_0 = 9.1$

$M_1 = FEM_{AB} = FEM_{BA} = -\frac{4EI}{L^2} \Delta$

$M_2 = FEM_{CD} = FEM_{DC} = -\frac{4E(\frac{L}{2}I)}{L^2} \Delta$

$\frac{M_1}{M_2} = \frac{16}{8} \rightarrow M_1 = 4, M_2 = 14$

EA	BC	CB	CD
0.4	0.1	1/10	1/10
4	0	0	14
-1.4	-1.1	-1.1	-14
	-1.2	-1.2	-9.1
1.1	0.1	0.1	0.1
	-0.1	-0.1	-0.1
0.1	0.1	0.1	0.1
19.1	-19.1	-19.1	-19.1

$M_{AB} = 4 + \frac{1}{10}(19.1 - 4) = 1.94$

$M_{DC} = 14 + \frac{1}{10}(19.1 - 14) = 1.9$

تعارف مستقیم در قاب ها بار را در همان عدد: در این حالت می توان سازه را به این شکل نمایش داد که در شکل زیر

Subject: _____
 Year: _____ Month: _____ Date: _____

$P_1' = 710.5$
 11.48
 17.914
 21.57
 21.57
 101.9
 17.914
 11.48

$91.14 - a_x(710.5) = 0$
 $\rightarrow a = 1.1144$
 $M_{AB} = 11.48 + 1.1144(17.914)$
 $M_{BA} = 17.914 + 1.1144(11.48)$
 $M_{BC} = -17.914 + 1.1144(-21.57)$

تحلیل قاب ها با روش اجزای سیستم:

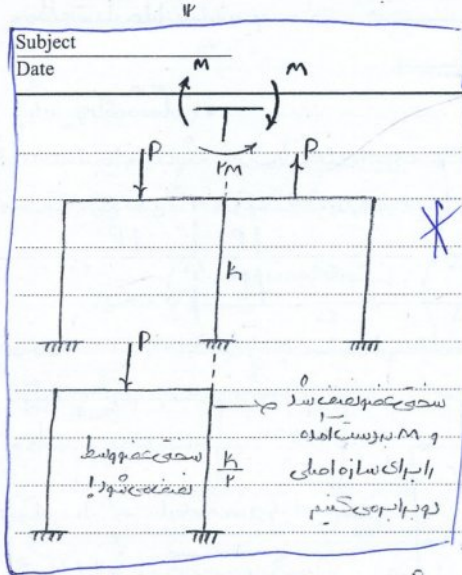
$P_B + a_1 P_{B'} + a_2 P_{B''} = 0$
 $P_D + a_1 P_{D'} + a_2 P_{D''} = 0 \rightarrow a_1 \neq a_2$

تحلیل سازه های مستقیم و یا از متعارف به روش توزیع گشت:

$M = M_0 + a_1 M' + a_2 M''$

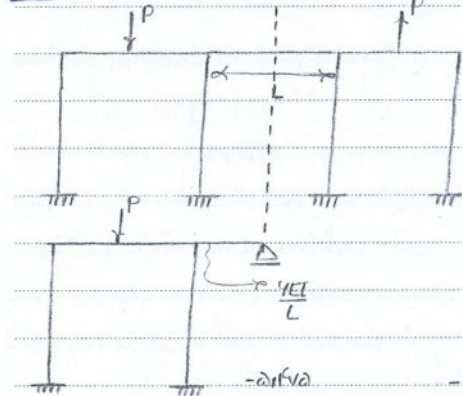
$\theta_A = \frac{1}{L} \int_0^L x \cdot q \cdot x \cdot \frac{L}{EI} \rightarrow \theta_A = \frac{Lq}{6EI}$
 $\frac{M}{\theta_A} = k = \frac{6EI}{L}$

$\theta_B = \frac{Lq}{6EI}$

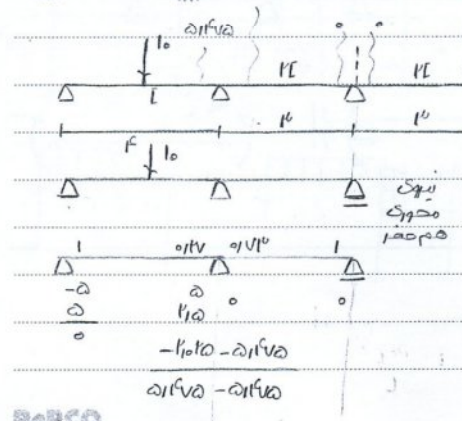


بیمای قاب‌های پارچه‌ها:

تعداد را مشخص کنید:
 در این حالت می‌توان سازه جایگزین را تحلیل نمود.
 لنگ‌های غیر باربری و سختی‌ها از سازه جایگزین بررسی
 می‌آیند. فقط سختی ستون محل قرار آن بررسی می‌شود.
 لنگ‌های دوارهای ستون وسط در سازه اصلی بر روی بار
 لنگ‌های بررسی شده از سازه جایگزین خواهد بود.



تعداد را مشخص کنید:
 در این حالت می‌توان سازه جایگزین را تحلیل نمود.
 لنگ‌های غیر باربری از سازه اصلی محاسبه می‌شوند و سختی
 عضوهای دوارهای ستون وسط بررسی می‌شود. عضوهای در
 سازه اصلی چهار روزه می‌شوند.



سازه‌ها را تحلیل کنید

$$\frac{1}{\frac{l}{3} + \frac{l}{3}}$$

Subject _____
Date _____

• مطلوب است تحلیل سازه زیر:

پارامترهای معادله:

اگر بارها در همان موارد باشند در این حالت معادله ایجاب می کند
محل تکیه گاه مقطع شروع و تکیه گاه دیگر را هم رعایت کنیم!

• تحلیل سازه و جایگزین را با جای سازه اصلی تحلیل نمودگی در تعیین
نگرش های گیردار و سختی از مشخصات سازه اصلی

• مطلوب است تحلیل سازه زیر:

نگرش های تکیه گاه سازه اصلی و سازه را با هم مقایسه
نگرش ها با حالت مخالف نسبت به سازه

• سازه زیر را تحلیل نمایید. انتقال می دهیم!

اگر بارها در همان موارد باشند در این حالت می توان سازه ای
تیم را تحلیل نمود یا در وقت شروع گنجهای گیرداری
عضو میانی از سازه اصلی محاسبه می شود و سختی
عضو میانی در سازه تیم معادل سختی هر دو عضو سازه
اصل در حالت معادله مستقیم قرار داده می شود

$V=0$
 $\theta=0$

$k = \frac{4EI}{L}$

PAPCO

Subject _____ ۱۴
Date _____

لنگه‌ها را با جهت هم لنگه‌ها را با جهت معکوس

توازن مستقیم و معکوس سازه متعارف با
مقطر برای سازه‌های تحت لنگه متعادل
با ریمت کردن می‌توان سازه را متعارف
برای لنگه هم تعادل داریم! بالنگه متعادل

سازه متعارف با سازه متعارف با
بار محوری بار محوری

و مطلوب است تحلیل سازه زیر:

سازه نامتعارف است. می‌توان سازه را
متعارف را به دو سازه متعارف مستقیم و
متعارف معکوس تبدیل کنیم. به طوری
که محور و نیروها در دو سازه معکوس قرار
در سازه نامتعارف را به ما بدهد.

سازه متعارف مستقیم سازه متعارف معکوس

با این سازه نامتعارف در دو سازه
متعارف مستقیم و متعارف معکوس
بررسی می‌توان هر سازه را جداگانه تحلیل
نموده و بدین ترتیب سازه اصلی هم
تحلیل می‌شود.

سازه متعارف مستقیم سازه متعارف معکوس

PAPCO

Subject _____
Date _____

• مطلوب است تحلیل سازه زیر:

این سازه یک درجه آزادی انتقالی دارد پس یک بار اضافی
برای های خارجی تعادل می شود و بار دیگر بار اضافی تعادل

$P_{10} + \Delta R' = 0$
 $M = M_0 + \Delta M'$

$M_1 = \Delta$
 $M_2 = \Delta \rightarrow M_1 = M_2$

چون بار روی عضو نیست تا در آنجا نیاید
و با حفظ شیب است پس $\theta = 0$

بهرین روش برای ماتریس های بارها آزادی انتقالی

نسبت انتقالی از a به b

$$m_{ab} = P \left(\frac{PEL}{L} \right) \theta_a + \frac{PEL}{L} \theta_b - \frac{4EI}{L^2} \Delta_{ab} + FEM_{ab}$$

$$m_{ba} = \frac{PEL}{L} \theta_a + P \left(\frac{PEL}{L} \right) \theta_b - \frac{4EI}{L^2} \Delta_{ab} + FEM_{ba}$$

نسبت انتقالی از b به a

$$I_{ij} = k_{ij} \frac{L_{ij}}{L}$$

$$\left. \begin{aligned} m'_{ij} &= \frac{PEL}{L} \theta_j \\ m'_{ji} &= \frac{PEL}{L} \theta_i \end{aligned} \right\} \text{نسبت انتقالی از i به j}$$

$$FEM_{ij} = \bar{m}'_{ij}$$

$$FEM_{ji} = \bar{m}'_{ji}$$

$$-\frac{4EI}{L^2} \Delta_{ij} = m''_{ji} = \bar{m}''_{ji}$$

$$\left. \begin{aligned} m_{ij} &= P m'_{ij} + m'_{ji} + m''_{ij} + \bar{m}'_{ij} \\ m_{ji} &= P m'_{ji} + m'_{ij} + m''_{ji} + \bar{m}'_{ji} \end{aligned} \right\} FEM$$

APCO

Subject IC
Date

این ارباب سازه

$$M_{ia} = kM'_{ia} + M'_{ai} + M''_{ia} + \bar{M}'_{ia}$$

$$M_{ib} = kM'_{ib} + M'_{bi} + M''_{ib} + \bar{M}'_{ib}$$

$$M_{ic} = kM'_{ic} + M'_{ci} + M''_{ic} + \bar{M}'_{ic}$$

$$M_{jd} = kM'_{jd} + M'_{dj} + M''_{jd} + \bar{M}'_{jd}$$

$$k \sum_{k=a}^d m'_{ik} + \sum_{k=a}^d m'_{ki} + \sum_{k=a}^d m''_{ik} + \sum_{k=a}^d \bar{m}'_{ik} = 0$$

$$\rightarrow \sum_{k=a}^d m'_{ik} = -\frac{1}{k} \sum_{k=a}^d (m'_{ki} + m''_{ik} + \bar{m}'_{ik})$$

$$m'_{ia} = \frac{PEI}{L_i} \theta_i \quad m'_{ib} = PEk_{ib} \theta_i \quad m'_{ic} = PEk_{ic} \theta_i$$

$$m'_{jd} = PEk_{jd} \theta_i$$

$$\rightarrow \sum_{k=a}^d m'_{ik} = PE \left(\sum_{k=a}^d k_{ik} \theta_i \right)$$

$$\theta_i = \frac{M_{ia}}{PEk_{ia}} = \frac{M_{ib}}{PEk_{ib}} = \frac{M_{ic}}{PEk_{ic}} = \frac{M_{jd}}{PEk_{jd}} = \frac{\sum m'_{ik}}{PE \sum k_{ik}}$$

$$M_{ia} = \frac{k_{ia}}{\sum k_{ik}} \sum m'_{ik} \quad M'_{ia} = -\frac{1}{k} \frac{k_{ia}}{\sum k_{ik}} (\sum m'_{ki} + \sum m''_{ik} + \sum \bar{m}'_{ik})$$

$$\sum_{k=a}^d \bar{m}'_{ik} = \bar{m}_i$$

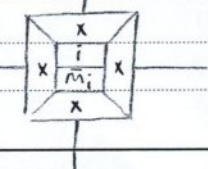
$$\rightarrow M'_{ia} = -\frac{1}{k} \frac{k_{ia}}{\sum k_{ik}} \left(\bar{m}_i + \sum_{k=a}^d (m'_{ki} + m''_{ik}) \right)$$

$$M_{ia} = kM'_{ia} + M'_{ai} + M''_{ia} + \bar{M}'_{ia}$$

$$M_{ia} = -\frac{1}{k} \frac{k_{ia}}{\sum k_{ik}} (\bar{m}_i + \sum m'_{ki})$$

توجه: در این سازه سازه ای که در آن $M'_{ia} = 0$ است، این سازه ای که در آن $M'_{ia} = 0$ است، این سازه ای که در آن $M'_{ia} = 0$ است.

$h = \frac{L}{L}$
 $\frac{PEI}{L} = \frac{L}{L}$
 $\frac{PEI}{L} = \frac{L}{L}$



$$k_{ia} = -\frac{1}{k} \left(\frac{k_{ia}}{\sum k_{ik}} \right)$$

Subject _____
Date _____

عبارت معادله $-\frac{1}{r} \times \frac{r}{\omega} = \dots$
 $-\frac{1}{r} \times \frac{r}{\omega}$

$-\frac{\omega \Delta L}{EA} = -110$ $\frac{\omega \Delta L}{EA} = 110$

Diagram details:
 - Support 1: $k=2$, 4.1 cm
 - Support 2: $k=1$, 1 cm
 - Support 3: $k=1$, 1 cm
 - Support 4: $k=1$, 11 m
 - Distributed load: 11 ton/m
 - Triangular load: 94 ton

10	10	10	10	10
$12,142$	$11,194$	$12,142$	$11,194$	$12,142$
$14,192$	$12,194$	$14,192$	$12,194$	$14,192$
$17,191$	$12,194$	$17,191$	$12,194$	$17,191$
$17,114$	$12,191$	$17,114$	$12,191$	$17,114$

$\frac{PEI \theta_p}{L_p}$ $\frac{PEI \theta_r}{L_r}$ $\frac{PEI \theta_p}{L_p}$ $\frac{PEI \theta_r}{L_r}$ $\frac{PEI \theta_p}{L_p}$ $\frac{PEI \theta_r}{L_r}$

$10 \Delta \theta_p = -20 + M'_{1p} + M'_{2p}$
 $10 \Delta \theta_r = 40 + M'_{1r} + M'_{2r}$
 $10 \Delta \theta_p = 10 + M'_{1p} + M'_{2p}$

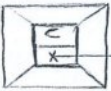
(1) $-20 \times (-0.12) = 10$ ✓
 $-20 \times (-0.114) = 10$ ✓
 $(-20 - 12,142) \times -0.12 = 12,142$ ✓
 $(-20 - 12,142) \times -0.114 = 11,194$ ✓
 $(-20 + 0 - 12,142) \times -0.12 = 14,192$ ✓
 $(-20 + 0 - 12,142) \times -0.114 = 12,194$ ✓

(2) $40 + 10 = 50$ ✓
 $50 \times (-0.114) = -12,142$ ✓
 $50 \times (-0.12) = -9,142$ ✓
 $40 + 11,194 + 11,194$
 $11,194$ ✓
 $11,194$ ✓

(3) $-10 - 9,142 = -19,142$ ✓
 $-19,142 \times (-0.1) = 1,914$ ✓
 $-19,142 \times (-0.12) = 2,297$ ✓
 $-10 - 11,194 + 0 = -21,194$
 $-21,194 \times (-0.1) = 2,119$ ✓
 $-21,194 \times (-0.12) = 2,543$ ✓

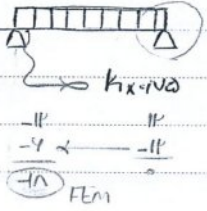
P4PCO

Subject 10
Date _____

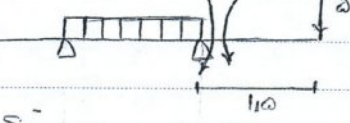


دو سازه هم‌بند در کنار هم
سازه‌های جابجایی

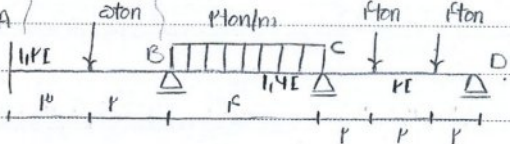
$M_{11} = 0 + 17,111f + 0 + (-1f) = -17,111f$ ✓
 $M_{12} = P(17,111f) + 2f_0 = 17f, 22f$
 $M_{21} = P(2f_0, 171) - 2f_0, 171 - 100 = -17f, 22f$
 $M_{22} = P(-2f_0, 171) + 2f_0, 171 + 100 = 2f, 22f$ $\theta_p = ? \quad \frac{PEI}{L} \theta_p = 17,111f$
 $M_{31} = P(-11, 171) + 9, 171 - f_0 = -2f, 22f$
 $M_{32} = P(9, 171) - 11, 171 + f_0 = 2f, 22f$
 $M_{41} = P(14, 171) - 1f_0 = -14, 22f$
 $M_{42} = 14, 171f + 1f_0 = 14, 171f$ $P \times 1 \times 10^4 \times P \theta_p = 17,111f \times 10^5 \text{ Kg}\cdot\text{cm}$
 $\theta_p = (\text{rad})$



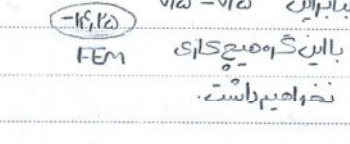
سازه هم‌بند
سازه هم‌بند



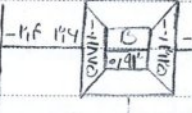
$\frac{\partial f}{\partial x} = kx$ $\frac{\partial f}{\partial x} = 1, 14$ سازه هم‌بند
 -11 11 -11
 -11 -11
 -11 FEM

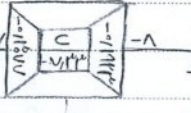


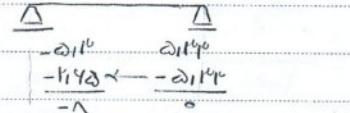
سازه هم‌بند
سازه هم‌بند



$\frac{\partial f}{\partial x} = kx$ $\frac{\partial f}{\partial x} = 1, 14$ سازه هم‌بند
 -11 11 -11
 -11 -11
 -11 FEM







$-11f$	$14f$	$-11f$	$14f$	-11	14
$-11f$	$-11f$	$14f$	$14f$	-11	14
$-11f$	$-11f$	$14f$	$14f$	-11	14
$-11f$	$-11f$	$14f$	$14f$	-11	14

$\frac{1}{P} \times \frac{14}{f}$
 $\frac{14}{f} + \frac{P}{4} \times 175$
 $\frac{11}{2}$
 $\frac{11}{2} + \frac{14}{f}$

PAPCO

Subject _____
Date _____

در این فصل به روش کالی

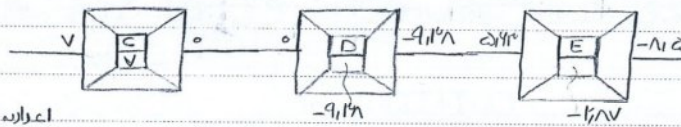
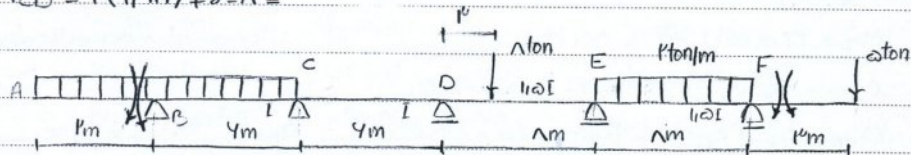
$$M_{AB} = 0 - 0.44 - 1.15 = -1.59$$

$$M_{BA} = 1(-0.44) + 0 + 1.15 = 0.71$$

$$M_{BC} = 1(-1.1) + 1.0945 - 1.15 = -1.1555$$

$$M_{CB} = 1(1.0945) - 1.1 + 1.15 = 1.1445$$

$$M_{CD} = 1(1.421) + 0 - 1 = 0.421$$



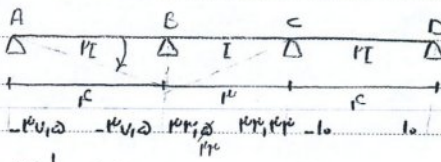
در این روش به روش کالی

$$M_{ia} = 1 \left(\frac{4EI\theta_a}{L} \right) + \frac{4EI}{L} \theta_a + FEM_{ia}$$

نسبت تغییرات طولی و تغییر در جبران غیر یکسان است: $FEM_{AB} = \frac{4EI}{L} \theta_A + \frac{4EI}{L} \theta_B - \frac{4EI}{L^2} \Delta_{AB}$

$$FEM_{BA} = \frac{4EI}{L} \theta_B + \frac{4EI}{L} \theta_A - \frac{4EI}{L^2} \Delta_{AB}$$

در این حالت انتهای گیرداری نسبت تغییرات سبب باعث و انتهای گیرداری تغییر در جبران



غیر یکسان است از جمله گفت سازه به نسبت می آید

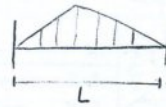
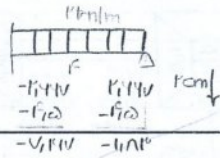
مطابق نسبت تحلیل سازه به روش کالی: $\Delta_{DB} = 2 \text{ cm}$

$$FEM_{AB} = FEM_{BA} = -\frac{4EI}{L^2} \Delta = -\frac{1 \times 1 \times 1000}{(10)^2} (0.02) = -1.4 \text{ ton.m}$$

$$FEM_{BC} = FEM_{CB} = -\frac{4EI}{L^2} \Delta = -\frac{1 \times 1 \times 1000}{(10)^2} (0.02) = -1.4 \text{ ton.m}$$

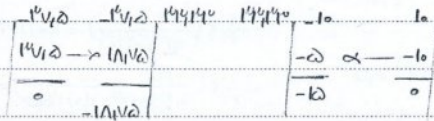
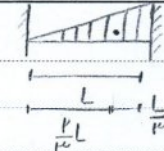
$$EI = 1000 \text{ ton.m}^2$$

Subject 14
Date

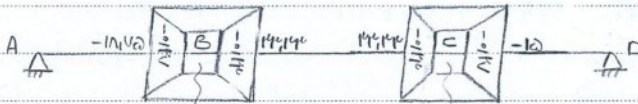


$w = \frac{qL}{2}$
وزن بار
موزن

$$FEM_{CD} = -FEM_{DC} = -\frac{\alpha \Delta TEI}{h} = -\frac{1 \times 10^{-2} \times (110 - 10) \times 1 \times 1000}{0.2} = -10$$



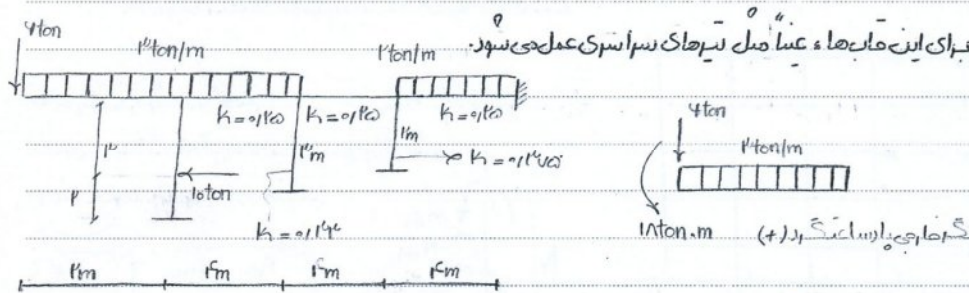
$$-\frac{1}{L} \times \frac{\frac{q}{2} \times L \times \frac{L}{3}}{\frac{q}{2} \times L + \frac{1}{L}}$$



119.2	-119.2	119.2	-119.2
-119.2	119.2	-119.2	119.2
-119.2	119.2	-119.2	119.2
-119.2	119.2	-119.2	119.2

$\theta_B = ?$
 $\frac{1 \times 1000 \times L^2}{F} \theta_B = -119.2$

تحلیل مابهای بدون درجه آزادی اضافی با روش کانی



$$-\frac{1}{L} \left(\frac{0.1k}{0.1k + 0.1k + 0.1k} \right) = -1/12$$

$$-\frac{1}{L} \left(\frac{0.1k}{0.1k + 0.1k + 0.1k} \right) = -1/12$$

$$-\frac{1}{L} \left(\frac{0.1k}{0.1k + 0.1k + 0.1k} \right) = -1/12$$

PAPCO

Subject _____
Date _____

$1A-C-\delta A$

$-\frac{1}{r} \times \left(\frac{0.12}{0.12 + 0.12} \right) = -0.12$

$-\frac{1}{r} \times \left(\frac{0.12}{0.12 + 0.12 + 0.12} \right) = -0.12$

$-\frac{1}{r} \times \left(\frac{0.12}{0.12 + 0.12 + 0.12} \right) = -0.12$

$M_{CB} = k(-0.12) - k(0.12) + k = 1.24$ $\bar{M}_{iB} = 1A - 1^2 - 1^2 A = 9.12$

$M_{CD} = k(-0.12) + 0 + 0 = -0.12$ $\bar{M}_{iD} = 1A - 1^2 - 1^2 A = 9.12$

$M_{CE} = k(-0.12) + 0.12 + 0 = -0.12$

تغییرات مابین بارهای بارهای از این بارهای بارهای

درجه آزادی
بارهای بارهای
عدد بارهای

$M'_{ia} = -\frac{1}{r} \frac{k_{ia}}{\sum k_{ik}} (\bar{M}_i + \sum M''_{ik} + \sum M'_{ki})$

$M_{ia} = kM'_{ia} + M''_{ai} + M''_{ia} + \bar{M}'_{ia}$

$\sum P + \sum H_{ik} = 0$

$H_{ik} = P_{ik} + H''_{ik}$

$H_{ik} = P_{ik} + H''_{ik}$

Subject IV
Date _____

← R_{ik} ← H_{ik}

$$H_{ik}'' = \frac{M_{ik} + M_{ki}}{h_r} \quad \sum_r H_{ik} = \sum_r R_{ik} + \frac{\sum_r (m_{ik} + m_{ki})}{h_r}$$

① نیروی الاستیسیته
② نیروی جاذبه

$$\sum_r P + \sum_r R_{ik} + \frac{\sum_r (m_{ik} + m_{ki})}{h_r} = 0$$

! در صورتی که $\sum_r R_{ik} + \frac{\sum_r (m_{ik} + m_{ki})}{h_r} = 0$ باشد

$$h_r \sum_r P + h_r \sum_r R_{ik} + \sum_r (m_{ik} + m_{ki}) = 0$$

در این معادله m_{ki} و m_{ik} را می توانیم جابجایی کنیم

$$h_r \sum_r P + h_r \sum_r R_{ik} + \sum_r (m'_{ik} + m'_{ki}) + \sum_r (\bar{m}'_{ik} + \bar{m}'_{ki}) + \nu \sum_r m''_{ik} = 0$$

- $\frac{4EI\Delta}{L^3}$

$$FES_{ik} = R_{ik} + \frac{\bar{m}_{ik} + \bar{m}_{ki}}{h_r}$$

نیروی جاذبه

$$\sum_r m''_{ik} = \left(\frac{\nu}{\mu} \right) \left(\frac{h_r}{\mu} (\sum_r P + \sum_r FES_{ik}) + \sum_r (m'_{ik} + m'_{ki}) \right)$$

نیروی جاذبه

a	b	c	d	e
M^a	M^b	M^c	M^d	M^e
A	B	C	D	E

! مثل $\frac{4EI\Delta}{L^3}$ است

$$\bar{m}_r = \frac{h_r}{\mu} (\sum_r P + \sum_r FES_{ik})$$

همه M^a, M^b, M^c, M^d, M^e

$$\sum_r FES_{ik} = \sum_r \left(R_{ik} + \frac{m'_{ik} + m'_{ki}}{h_r} \right)$$

$$M^a_{AA} = -4EK_{AA} \psi \quad \psi = \frac{M^a_{AA}}{-4EK_{AA}}$$

$$M^b_{BB} = -4EK_{BB} \psi \quad \psi = \frac{M^b_{BB}}{-4EK_{BB}}$$

$$\sum_r m''_{ik} = \sum_r -4EK_{ik} \psi \quad \psi = \frac{\sum_r m''_{ik}}{\sum_r -4EK_{ik}}$$

$$\frac{M^a_{AA}}{4EK_{AA}} = \frac{M^b_{BB}}{4EK_{BB}} = \dots = \frac{\sum_r m''_{ik}}{\sum_r -4EK_{ik}} = \psi \quad \rightarrow M^a_{AA} = \frac{K_{AA}}{\sum_r K_{ik}} \sum_r m''_{ik}$$

نیروی جاذبه $M^a_{AA} = \left(\frac{\nu}{\mu} \right) \left(\frac{K_{AA}}{\sum_r K_{ik}} \right) \left(\bar{m}_r + \sum_r (m'_{ik} + m'_{ki}) \right)$

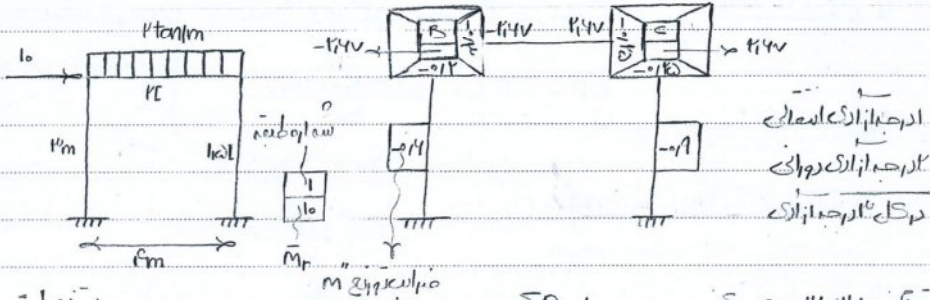
Subject _____

Date _____

$$M'_{ia} = -\frac{1}{r} \frac{k_{ia}}{\sum k_{ikh}} (\bar{m}_i + \sum (M'_{ki} + M''_{ik})) \rightarrow \text{لایه ۳}$$

$$M''_{ia} = -\frac{r}{r} \frac{k_{ia} A}{\sum k_{ikh}} (\bar{m}_i + \sum (M'_{ik} + M'_{ki})) \rightarrow \text{اعتقاد نسبی سازه}$$

$$M_{ik} = r M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} + \bar{m}'_{ik} \rightarrow \text{معادلات سیبانت}$$

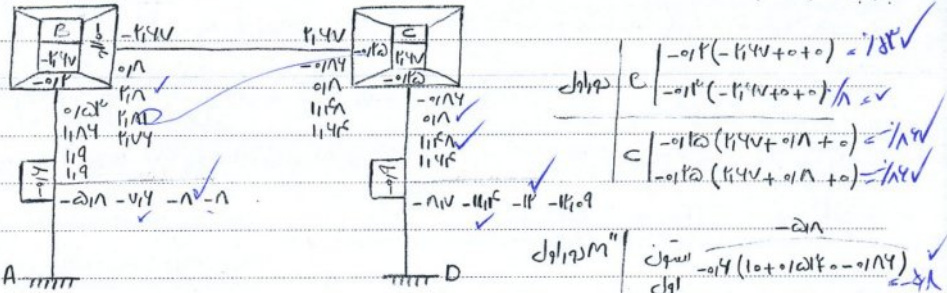


اعتقاد نسبی

$$\bar{m}_r = \frac{P}{r} (\sum P) = \frac{10}{10} \times 10 = 10$$

$$-\frac{r}{r} \left(\frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}} \right) = -0.4$$

نمایند که با توجه به این $\sum P = 10$ و با توجه به این M و با توجه به این FES است! با توجه به این!



$$\begin{aligned} B \left\{ \begin{aligned} -0.4(-11.84 - 1.19 - 11.45 - 1.19) &= 11.84 \\ -0.1(-11.84 - 1.19 - 11.45 - 1.19) &= 1.19 \end{aligned} \right. \\ C \left\{ \begin{aligned} -0.4(11.84 + 1.19 + 0 - 1.19) &= 1.19 \\ -0.4(11.84 + 1.19 + 0 - 1.19) &= 1.19 \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

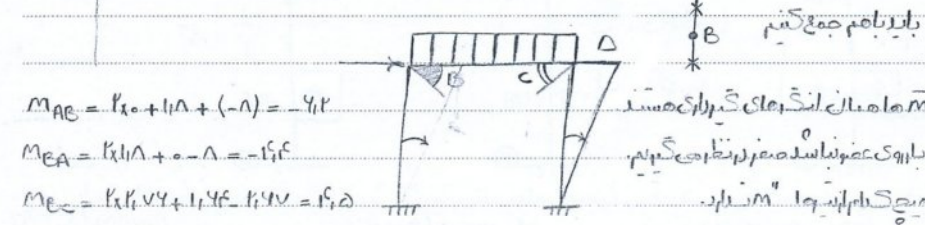
$$\begin{aligned} M'' \left\{ \begin{aligned} -0.4(10 + 11.84 + 0 + 1.19 + 0) &= -11.84 \\ -0.4(10 + 11.84 + 0 + 1.19 + 0) &= -11.84 \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

Subject IN
Date

B	$-0.12(-12.47 + 0.18 + 0 - 7.12) = 1.9 \checkmark$	M	$-0.12(10 + 1.9 + 0 + 11.28 + 0) = -1.8$
	$-0.12(-12.47 + 0.18 + 0 - 7.12) = 1.8 \checkmark$		$-0.12(10 + 1.9 + 0 + 11.28 + 0) = -1.8$
C	$-0.12(12.47 + 11.28 + 0 - 11.28) = 1.28 \checkmark$	M	$-0.12(10 + 1.9 + 0 + 11.28 + 0) = -1.8$
	$-0.12(12.47 + 11.28 + 0 - 11.28) = 1.28 \checkmark$		

در ستون B هم بالا و هم پایین منفی بود
هم "M" ستون بالا هم "M" ستون پایین را
با این نام جمع کنیم

در ستون C
 $-0.12(-12.47 + 11.28 - 0)$
 $-0.12(-12.47$



در ستون B هم بالا و هم پایین منفی بود
هم "M" ستون بالا هم "M" ستون پایین را
با این نام جمع کنیم

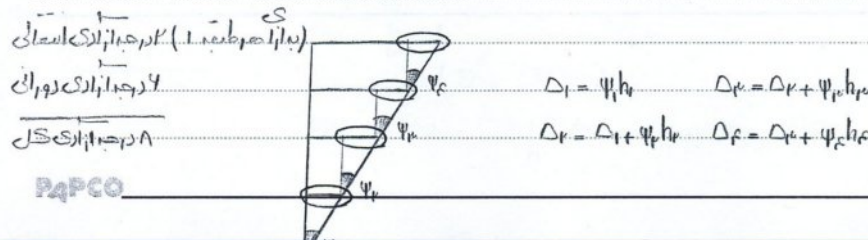
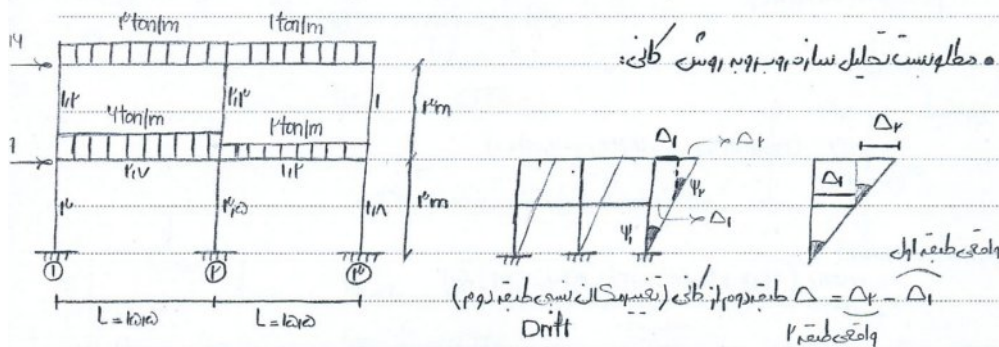
$M_{AB} = 1 \times 10 + 1.8 + (-1.8) = -4.2$
 $M_{BA} = 1 \times 1.8 + 0 - 1.8 = -1.2$
 $M_{BC} = 1 \times 12.47 + 1.28 - 12.47 = 1.28$
 $M_{CB} = 1 \times 1.28 + 12.47 + 12.47 = 25.22$
 $M_{CD} = 1 \times 1.28 + 0 - 11.28 = -10$
 $M_{DC} = 1 \times 1.28 + 0 - 11.28 = -10$

در ستون C
 $-0.12(-12.47 + 11.28 - 0)$
 $-0.12(-12.47$

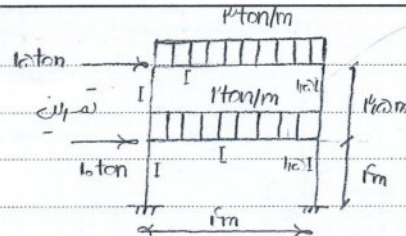
در ستون B هم بالا و هم پایین منفی بود
هم "M" ستون بالا هم "M" ستون پایین را
با این نام جمع کنیم

در ستون C
 $-0.12(-12.47 + 11.28 - 0)$
 $-0.12(-12.47$

در ستون B هم بالا و هم پایین منفی بود
هم "M" ستون بالا هم "M" ستون پایین را
با این نام جمع کنیم



Subject _____
Date _____



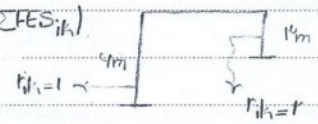
تأثیرات درجه اول اعمال شده. ارتفاع ستون‌ها برابر و اتصال ستون‌ها در پایین همدست بردارند.

۱) ارتفاع ستون‌ها صاف کند. M_{ia}''

$$M_{ia}'' = -\frac{\mu}{r} \frac{r_{ik} k_{ia}}{\sum r_{ik}^2 k_{ik}} (\bar{M}_r + \sum r_{ik} (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

$r_{ik} = \frac{h_o}{h_i}$ ارتفاع نسبت h_i ارتفاع ستون هم‌عرض

$$\bar{M}_r = \frac{h_o}{r} (\sum P + \sum FES_{ik})$$



۲) ارتفاع ستون‌ها صاف کند. هر چقدر از ستون‌ها بجای یک‌گانه گیرار، تغییر کمتری را ستون با ستون!

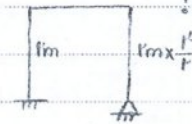
باید ستون‌های با ارتفاع مختلف اول $k_{ia} = k_{ia} \times \frac{\mu}{r}$ یا ستون‌های با ارتفاع مختلف است

$$M_{ia}'' = -\frac{\mu}{r} \frac{r_{ik} k_{ia}}{\sum r_{ik}^2 k_{ik}} (\bar{M}_r + \sum r_{ik} (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

ارتفاع ستون در $\frac{\mu}{r}$ هم‌عرض ستون‌ها

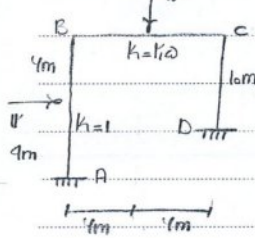
$\frac{h_o}{h_i} = \frac{\mu}{r}$
 $\mu = 1$

$r_{ik} = \frac{h_o}{h_i}$ ستون لوله‌ای
 $k_{ik} = \frac{\mu}{r} k_{ik}$ ستون
 $h_{ik} = h$ ستون



$$\bar{M}_r = \frac{h_o}{r} (\sum P + \sum FES_{ik})$$

مطلوبه است تحلیل سازه زیر به روش ستونی:



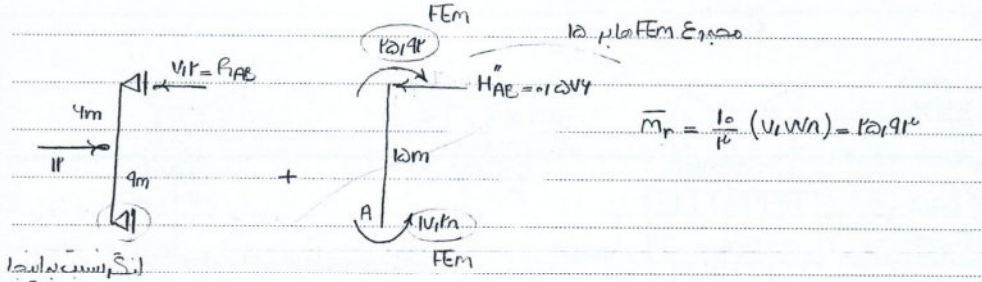
$h_o = 10$
 $r_{AB} = \frac{10}{10} = 1$
 $r_{CD} = \frac{10}{10} = 1$

$$\bar{M}_r = \frac{h_o}{r} (\sum P + \sum FES_{ik})$$

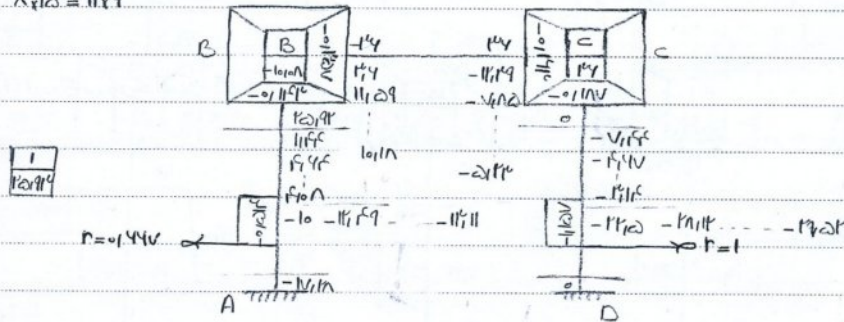
$$FES_{ik} = P_{ik} + \frac{\bar{M}_{ik} + M'_{ik}}{h}$$

! FES_{ik} صاف نمی‌باشد!
h درجه اول FES_{ik} درجه اول است

Subject _____
Date _____



$\lambda_x \lambda_y = 11 \times 12$



$-\frac{k}{F} \left(\frac{P_{12} h_{12}}{\sum r_{12}^2 h_{12}} \right) = -\frac{k}{F} \left(\frac{0.144 \times 1}{0.144 \times 1 + 1 \times 12} \right) = -0.21^k$! در راستی

$-\frac{k}{F} \left(\frac{1 \times 12}{0.144 \times 1 + 1 \times 12} \right) = -1.12^k$

$B_{qS} \begin{bmatrix} -0.11^k \\ -0.12^k \end{bmatrix} (-1010N + 0 + 0 + 0) \quad (11.29)$
 $B_{qS} \begin{bmatrix} -0.11^k \\ -0.12^k \end{bmatrix} (-1010N - 11.29 - 10) \quad (12.91)$

$C_{qS} \begin{bmatrix} -0.11^k \\ -0.11^k \end{bmatrix} (11.29 + 11.29)$
 $C_{qS} \begin{bmatrix} -0.11^k \\ -0.11^k \end{bmatrix} (11.29 + 11.29 + 0 - 11.29)$

$10m^2 \begin{bmatrix} -0.21^k \\ -1.12^k \end{bmatrix} \left(0.144 \times (1.12^k + 0) + 1(-0.11^k + 0) + 12.91^k \right) \quad \left(0.144 \times (1.12^k + 0) + 1(-1.12^k + 0) + 12.91^k \right)$

$M_{AB} = k(0) + 1.12 \times 11 - 1.12 \times 11 = -1.12^k$

$M_{BA} = k \times 1.12 \times 11 + 0 - 1.12 \times 11 + 12.91^k = 12.91^k$

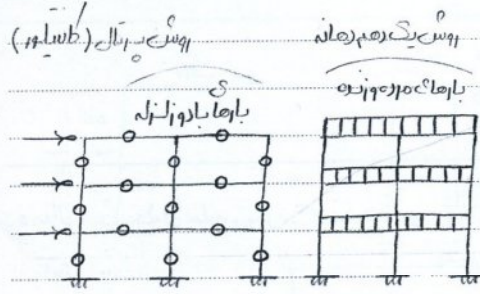
$M_{CD} = k(-1.12^k) + 0 - 1.12 \times 11 + 0 = -1.12^k$

RAFCO $M_{BC} = k \times 1010N - 2.11^k - 1.12^k = -10.1N$

$M_{DC} = k \times 0 - 1.12^k - 1.12 \times 11 + 0 = -1.12^k$

$M_{CB} = k(-2.11^k) + 1010N + 1.12^k = 12.91^k$

Subject _____
Date _____



تحلیل تقریبی سازه‌ها:

۱. پوش پرتال برای بازه‌های جانبی
۲. پوش یک رده هم‌رسان برای بازه‌های قائم

پوش پرتال و مراحل انجام تحلیل:

۱. وسط تیرها و ستون‌ها را مفصلی می‌کنیم.

۲. توزیع نیروی تیرهای بین ستون‌ها: برش طبقه را بر نسبت دهانه‌ها بین ستون‌ها توزیع می‌کنیم.
نسبت دهانه‌ها: $\frac{4}{12} = \frac{1}{3}$

مجموع دهانه‌ها: $9 + 12 + 4 = 18m$

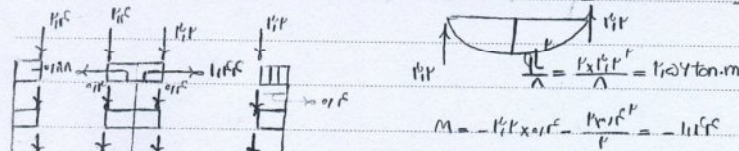
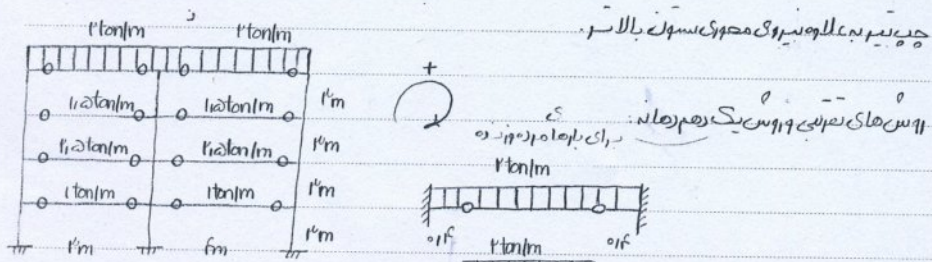
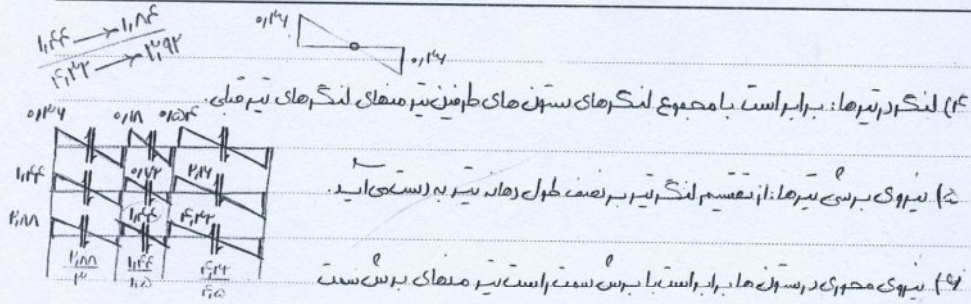
طبقه اول	طبقه دوم	طبقه سوم	سهم بار ستون
4×12	4×12	4×12	$\frac{4}{18}$
4×12	4×12	4×12	$\frac{12}{18}$
4×12	4×12	4×12	$\frac{4}{18}$
4×12	4×12	4×12	$\frac{12}{18}$

۳. لنگ در ستون‌ها: برش در ستون‌ها را در ارتفاع ستون ضرب می‌کنیم.

$$\begin{aligned}
 1 \times 12 &= 12 & 0.4 \times 12 &= 4.8 & 0.2 \times 12 &= 2.4 \\
 1.2 \times 12 &= 14.4 & 0.9 \times 12 &= 10.8 & 0.2 \times 12 &= 2.4 \\
 2 \times 12 &= 24 & 1.2 \times 12 &= 14.4 & 0.2 \times 12 &= 2.4 \\
 1.2 \times 12 &= 14.4 & 0.9 \times 12 &= 10.8 & 0.2 \times 12 &= 2.4
 \end{aligned}$$

P4PCO

Subject ۲۱
Date



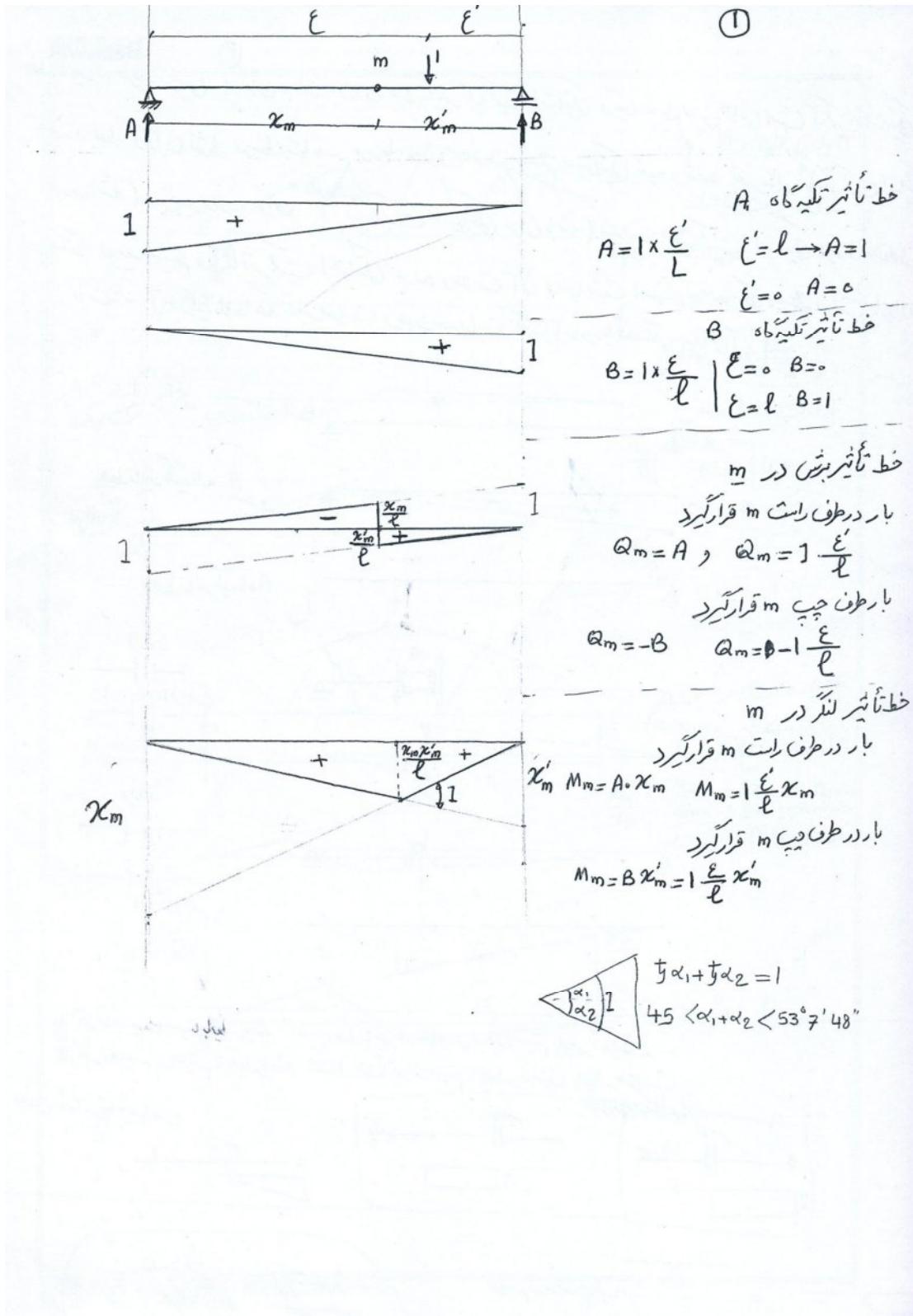
۱۱) در فاصله یک هم زمان تمام تیرها متصل قرار می‌دهیم تیرهای وسط راست

مثل یک تیر ساده عمل می‌کنند.

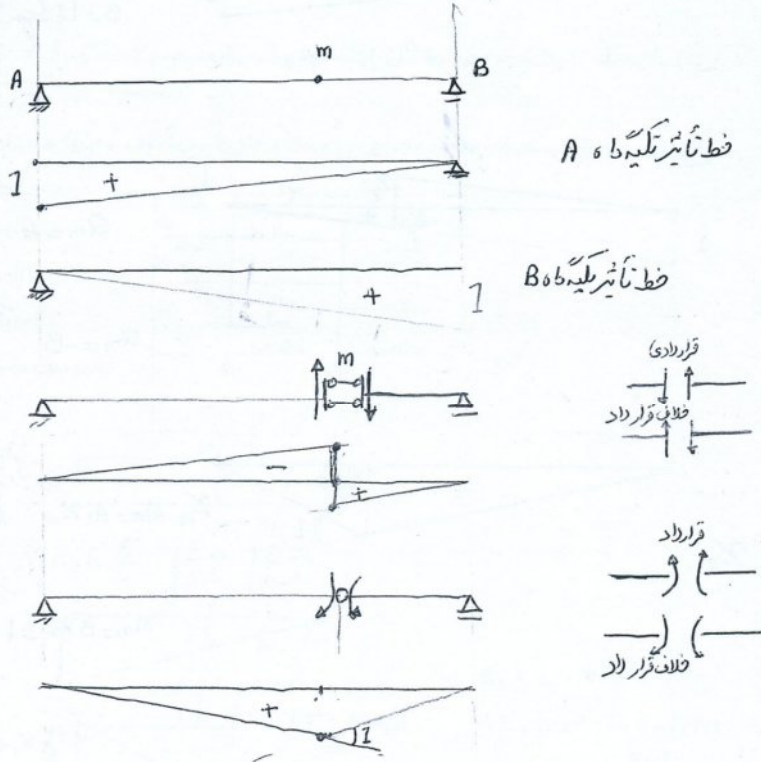
۲) برای یافتن لنگر وسط تیرها از استفاده می‌کنیم. (لنگر منفی)

۱۲) برای یافتن لنگر منفی تیرها عکس العمل تکنیک‌های تیرهای وسط را روی قسمت باقی‌مانده تیر در فاصله یک هم زمان

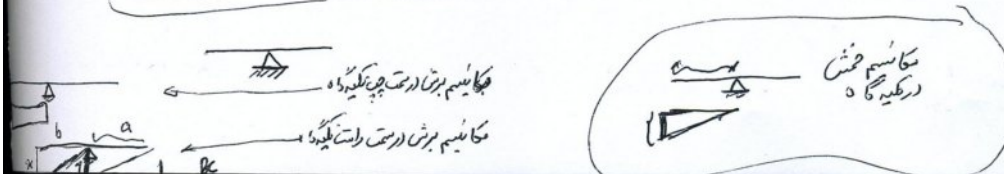
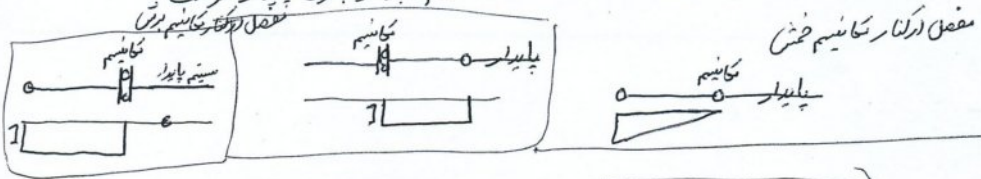
PCD



خط تأثیر به طریق ترسیمی: برای بدست آوردن خط تأثیر یک کمیت استاتیکی درین نقطه معین کافی است که کمیت استاتیکی مورد نظر در آن نقطه توسط مکانیسم مربوطه حذف و در سیستم سیگنالیکی نتیجه شده تغییر مکان δ (اگر کمیت استاتیکی نیرو باشد) و تغییر زاویه واحد 1 (اگر کمیت استاتیکی ممان باشد) در جهت منفی کمیت استاتیکی مربوطه باشد. شکل جدید سیستم خط تأثیر کمیت استاتیکی بوده و علامت آن وقتی مثبت است که تغییر شکل سیستم در جهت بار وارد باشد. [در نتیجه ما خط تأثیر صرفاً در مفاصل خط تأثیر یا زاویه باشد سیگنالیکی پیدا می کند]



* اگر مکانیسم در سیستم پایدار باشد، انتقال خط تأثیر از مکانیسم به طرف سیستم پایدار صرفاًست
 * اگر مکانیسم در سیستم ناپایدار باشد، انتقال خط تأثیر از سیستم ناپایدار به طرف پایدار صرفاًست



ETABS

۳) سله‌ی قطری سرپالا

بار در قسمت راست خرابی اثر کنند

$\sum M_m = 0$

$+ A_m x_m - D_m r_m = 0$

$D_m = -A \frac{x_m}{r_m}$

بار در قسمت چپ خرابی اثر کنند

$\sum M_m = 0$

$- B x'_m + D_m r'_m = 0$

$D_m = B \frac{x'_m}{r'_m}$

بار در پال پایین حرکت می‌کنند

۴) سله‌ی قطری سرپالا

بار در قسمت راست

$\sum M_m = 0 \quad -A x_m + D_m r_m = 0$

$D_m = A \frac{x_m}{r_m}$

بار در قسمت چپ

$\sum M_m = 0 \quad -B x'_m - D_m r'_m = 0$

$D_m = -B \frac{x'_m}{r'_m}$

بار در پال پایین حرکت می‌کنند

ETABS

۱) خط تأثیر بال پایین

بار واحد در سمت راست m باشد
 $\sum M_m = 0$
 $A x_m - u_m h_m = 0$
 $u_m = A \cdot \frac{x_m}{h_m}$

بار در سمت چپ m حرکت کند
 $\sum M_m = 0$
 $-B x'_m + u_m h_m = 0$
 $u_m = B \cdot \frac{x'_m}{h_m}$

۲) خط تأثیر عمودی بال بالا

بار در سمت راست
 $\sum M_m = 0$
 $A x_m + Q_m r_m = 0$
 $Q_m = -A \cdot \frac{x_m}{r_m}$

بار در سمت چپ
 $\sum M_m = 0$
 $-B x'_m + Q_m r_m = 0$
 $Q_m = -B \cdot \frac{x'_m}{r_m}$

بار در بال پایین حرکت کند $\frac{x_m}{h_m}$

بار در بال بالا حرکت کند $\frac{x_m}{h_m}$

بار در بال پایین حرکت کند $\frac{x_m}{r_m}$

بار در بال بالا حرکت کند $\frac{x_m}{r_m}$

ETABS
ETABS

(۵) سله‌ی قطری سر بالا

باردست راست قرار دارد

$$\sum F_y = 0$$

$$A + D_m \sin \varphi = 0$$

$$\sin \varphi = \frac{d}{h}$$

$$D_m = -A \frac{d}{h}$$

باردست چپ قرار دارد

$$\sum F_y = 0$$

$$B - D_m \sin \varphi = 0$$

$$D_m = B \cdot \frac{d}{h}$$

باردست چپ قرار دارد

(۶) سله‌ی قطری سر پایین

باردست راست قرار گرفته باشد

$$\sum F_y = 0$$

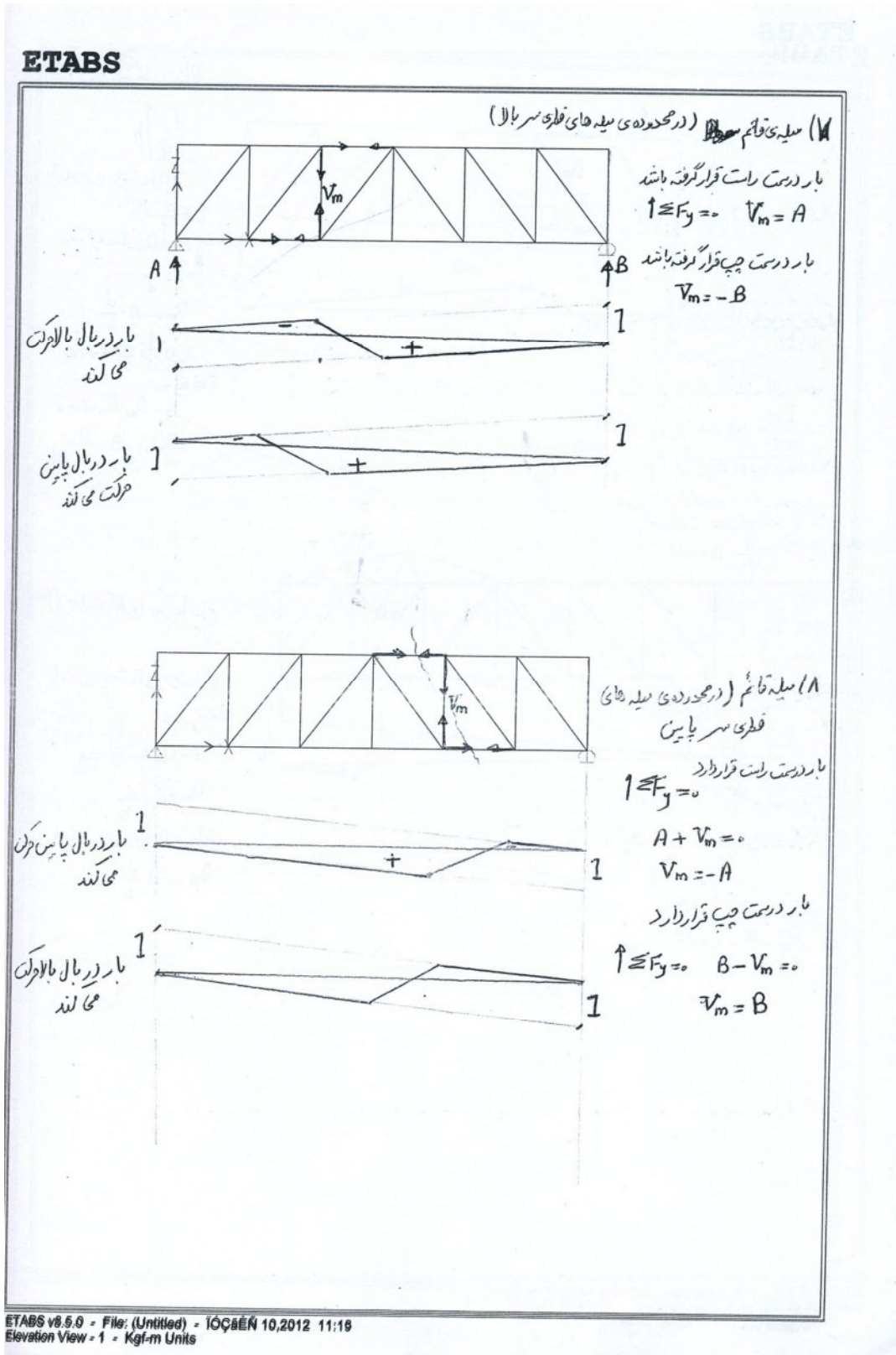
$$A - D_m \sin \varphi = 0$$

$$D_m = A \cdot \frac{d}{h}$$

باردست چپ قرار گرفته باشد

$$D_m = -B \frac{d}{h}$$

ETABS v8.5.0 - File: (Untitled) - IOÇaEN 10,2012 11:20
Elevation View - 1 - Kgf-m Units
ETABS v8.5.0 Kgf-m (Untitled) - IOÇaEN 10,2012 11:19
Elevation View - 1 - Kgf-m Units



Subject ۲۲
Date _____

خطای بر سر در m :
از L یا برابر A است.

۱) اگر بار سمت راست m باشد
 $Q_m = A = 1x \frac{\Sigma'}{L}$

۲) اگر بار سمت چپ m باشد
 $Q_m = -B = -1x \frac{\Sigma'}{L}$

خطای بر سر در m :
 $Q_m = \left(\frac{1-c}{4}\right) \left(\frac{1}{4}\right) x l_0 = \frac{-l_0}{16}$
 (از l_0 خط)

$Bx' = l_0 x' \rightarrow B = \frac{l_0}{4}$

خطای بر سر در m :
 ۱) اگر بار سمت راست m باشد
 $1x \frac{\Sigma'}{L} x x_m = M_m = Ax x_m$

۲) اگر بار سمت چپ m باشد
 $1x \frac{\Sigma'}{L} x x_m = -Bx x_m$

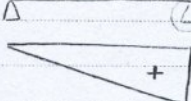
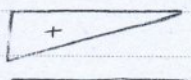
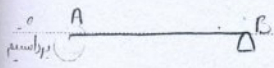
خطای بر سر در m :
 ۱) اگر بار سمت راست m باشد
 $\frac{x_m}{L} \left(\frac{1-c}{4}\right) = \frac{1}{4} = \frac{1-c}{4}$

$\frac{1}{4} x \frac{1-c}{4} = \frac{1-c}{16} \rightarrow \frac{1-c}{16} x l_0 = \frac{1-c}{16} = 4,444$

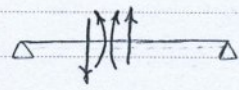
PAPCO

Subject _____
Date _____

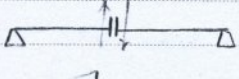
برای رسم خط تأثیر بطریقه زیری:



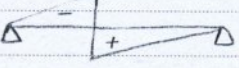
برای رسم خط تأثیر یک بار P در نقطه A و B از A تا B و برعکس می‌سازیم و سازه را حرکت می‌دهیم تا سازه را در تمام طول آن حرکت می‌دهیم و خط تأثیر هر رسم می‌شود.



جهت A + برای رسم
نیوارا برین ولنگ

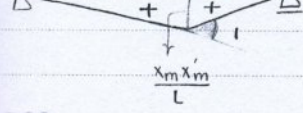
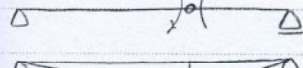


در جهت مخالف از راسته را
تغییر شکل می‌دهیم



در خلاف جهت با او از \ominus
و در جهت با او از \oplus در نظریه می‌گیریم!

خلاف جهت قرار دادی (در واقع واحد \times می‌دهیم)



خط تأثیر در هر حال (محل سکون) سازه می‌شود

در یک طرفه است. اگر خط تأثیر یک قسمت یا در آن رسد، خط تأثیر در آن جا صفر است!

84PCO

Subject ۲۳
Date

$\sum \omega = 0$ یا $\sum \omega = -2V_1 \omega$ در معادله C

در بار و خط ثابت کوچک

مکانیسم در سمت راست A

در سمت راست A

در سمت راست A

مکانیسم در سمت راست A

حرکت در پال بالا و پالین حرکت را در

در پالها مساوی و برابر در سمت راست m

$\sum M_m = 0 \quad U_m = A \frac{x_m}{h_m}$

ال برابر در سمت چپ m بود

$\sum M_m = 0 \quad U_m = B \frac{x'_m}{h_m}$

خط A

خط B

حرکت در پال

چون بار در این حالت حرکت

(پال پالین) نمی کند خط ثابت در این صورت

اصلاح شد!

Subject _____
Date _____

خطایار در این جا است

اگر بار متحرک به میزان P تون بر عین مرکز قرار کند

عکس العمل یکسره F چه مقدار است؟

$22 (1^2)$	$44 (1^2)$
$44 (1^2)$	$44 (1^2)$

$$\frac{1^2}{1} = \frac{2 \times 2}{x}$$

$$x = 11.75$$

$$\frac{11.75^2}{11.25} = \frac{x^2}{1^2}$$

$$x = 11.75$$

$$\frac{11.75 \times 2}{1} = \frac{x^2}{1}$$

$$x = 11.75$$

$$2F \times 11.75 = 44$$

عکس العمل یکسره F چه مقدار است؟

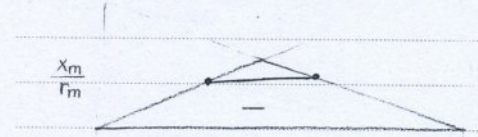
حرف P تون : $11.75 \times \frac{1}{1} \times 1^2 = 11.75$

واحد تون بار یکسره

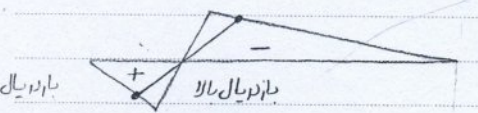
BL A به 11.75 m

Subject ۲۴
Date

سیستم، نیروی گسسته، معادله، در آنجا با خط راست
 بارها ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
 آموختن حدیث، آموختن

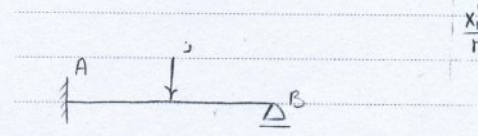


$\frac{x_m}{r_m}$ $\frac{x_m}{r_m}$



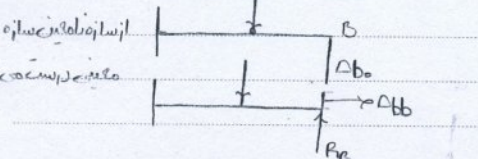
بار در حال بارین
 بار در حال بالا
 $\Delta_m = -A \frac{x_m}{r_m}$

خط راست، نیروهای نامعین:

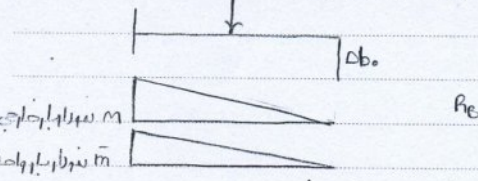


$\frac{x_m}{r_m}$

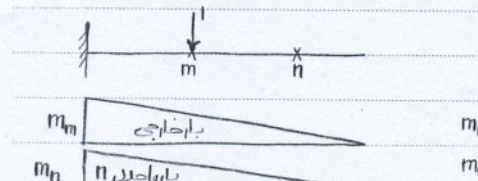
از سازه‌های سازه
 از سازه‌های سازه



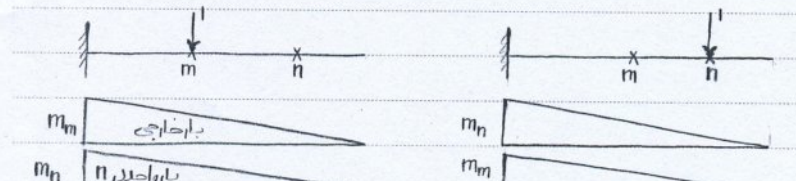
$\Delta_{b0} + \Delta_{bb} = 0$



$P_E x$ بار در حال بار
 بار در حال بار

$$\int \frac{m \bar{m}}{EI} dx + P_E \int \frac{\bar{m}^2}{EI} dx = 0$$


m_m بار در حال بار
 m_n بار در حال بار



m_n بار در حال بار
 m_m بار در حال بار

$$\Delta_n = \int \frac{m_m m_n}{EI} dx$$

$$\Delta_m = \int \frac{m_n m_m}{EI} dx$$

$\Delta_n = \Delta_m$

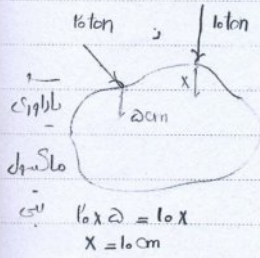
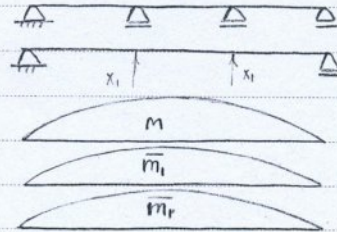
P4PCO

Subject
Date

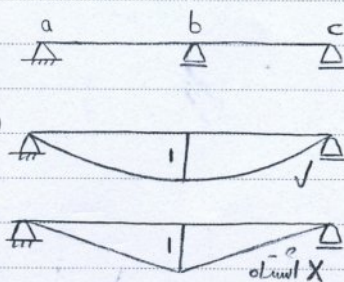
$$x_r \int \frac{\bar{m}_1^r}{EI} dx + x_r \int \frac{\bar{m}_r \bar{m}_1}{EI} dx = - \int \frac{m \bar{m}_1}{EI} dx$$

$$x_r \int \frac{\bar{m}_r \bar{m}_1}{EI} dx + x_r \int \frac{\bar{m}_1^r}{EI} dx = - \int \frac{m \bar{m}_r}{EI} dx$$

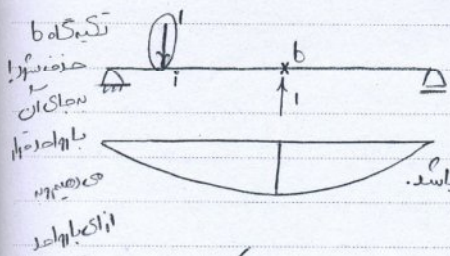
$$\begin{bmatrix} \dots & \dots \\ \dots & \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots \\ \dots \end{bmatrix}$$



تقسیم خطی با سیم
تیر نامعین
(اول به اول به سلاط)
خط ثابت و واکنش
تکیه گاه b



منحنی ثابت
معمود برای
سازه نامعین



فونکشن منحنی الاستیک
مکانیسم محور نظر را اعمال می کنیم.

۱) با واحد بار در آن واحد را به سازه وارد می کنیم و سازه را تحلیل می کنیم (کتاب ای مکتونیم تحلیل می شود) منحنی الاستیک

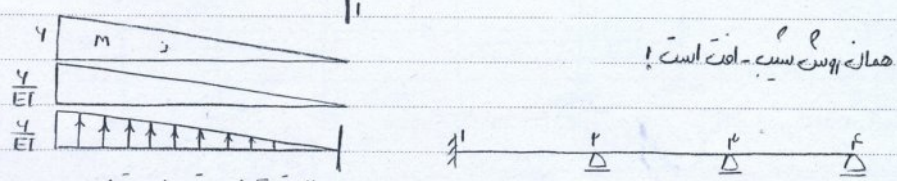
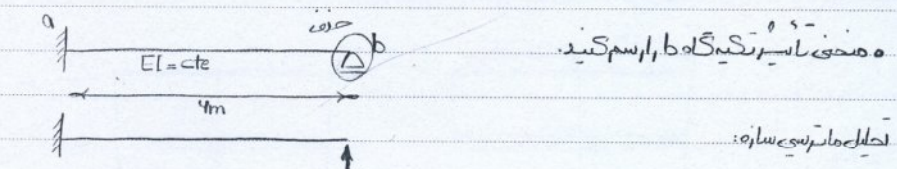
۲) منحنی الاستیک سازه را بر رسته می آوریم. یکی از راه های یافتن این منحنی روش تیر مزوج است! در این روش نمودار

$$\frac{M}{EI}$$

۳) عرض های منحنی الاستیک را ب: الف) خط نقطه محور نظر تقسیم می کنیم اگر مکانیسم عکس العمل یا نیروی

Subject ۲۵ Power Point , cad, etabs, safe, word, excel
 Date _____
 نکات خارج از کتاب و جزوه ها ۲۰۰۷

بررسی باشد. (ب) دوران فقط در نظر تقسیم می کنیم اگر مکان تقسیم نکنیم باشد!



بالا الیست یا اولی و دومی و سومی و چهارم

$$M_{11} = \frac{fEI}{L} \theta_1 + \frac{fEI}{L} \theta_r - \frac{fEI}{L^2} \Delta_{11} + FEM_{11}$$

$$M_{r1} = \frac{fEI}{L} \theta_1 + \frac{fEI}{L} \theta_r - \frac{fEI}{L^2} \Delta_{r1} + FEM_{r1}$$

$$k_{11} \begin{bmatrix} \frac{fEI}{L} & \frac{fEI}{L} \\ \frac{fEI}{L} & \frac{fEI}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_r \end{bmatrix}$$

بالا الیست یا اولی و دومی و سومی و چهارم

نوبت دوم و سوم و اولی و دومی

$$M = \frac{x^2(4-x)}{4EI}$$

$$F_{11} = \frac{x^2(4-x)}{4EI}$$

مکان تقسیم

$$M_{11} + M_{r1} = 0$$

$$M_{r1} + M_{r2} = 0$$

$$M_{r2} = 0$$

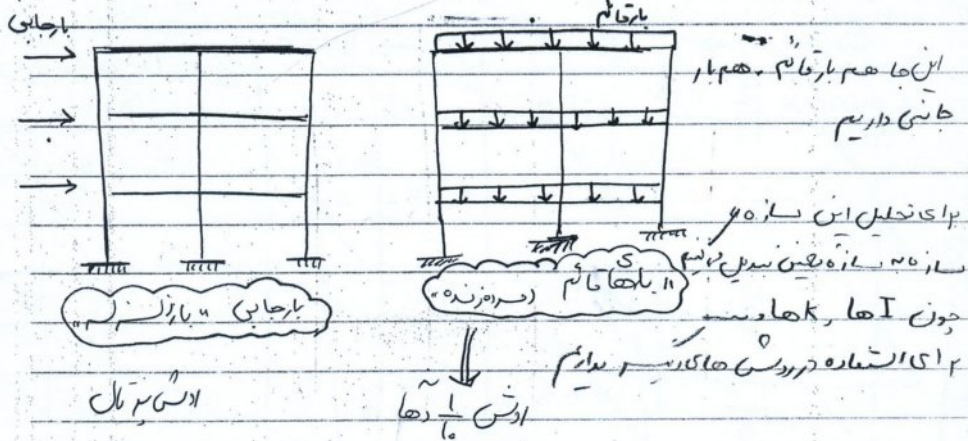
$$\frac{fEI}{L} \theta_1 + \left(\frac{fEI}{L} + \frac{fEI}{L} \right) \theta_r + \frac{fEI}{L} \theta_r + FEM_{r1} + FEM_{r2} = 0$$

	1	r	r	f	
1	$\frac{fEI}{L}$	$\frac{fEI}{L}$	0	0	θ_1
r	$\frac{fEI}{L}$	$\frac{fEI}{L}$	0	0	θ_r
r	0	$\frac{fEI}{L}$	$\frac{fEI}{L}$	$\frac{fEI}{L}$	θ_r
f	0	0	$\frac{fEI}{L}$	$\frac{fEI}{L}$	θ_r

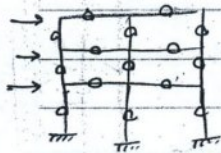
$\frac{fEI}{L} + \frac{fEI}{L}$
 $\frac{fEI}{L} + \frac{fEI}{L}$

SUBJECT: _____
 Year () Month () Date ()

تحلیل تقریبی سازه ها
 ۱. روش پرتال برای بارهای جانبی *
 ۲. روش یک دهانه برای بارها قائم



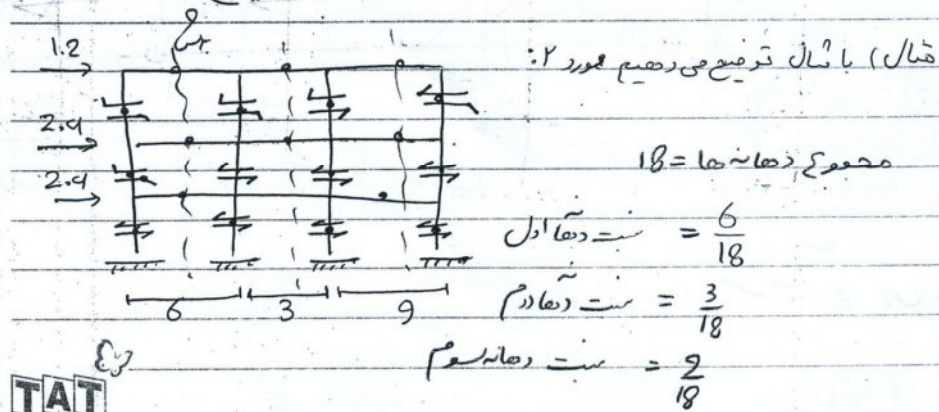
روش پرتال : مدل انجام تحلیل :



۱. دستگیرها و ستون ها را مفصل می کنیم.

۲. توزیع نیروی برشی بین ستون ها :

برش طبقه را به نسبت دهانه ها بین ستون ها توزیع می کنیم.



TAT

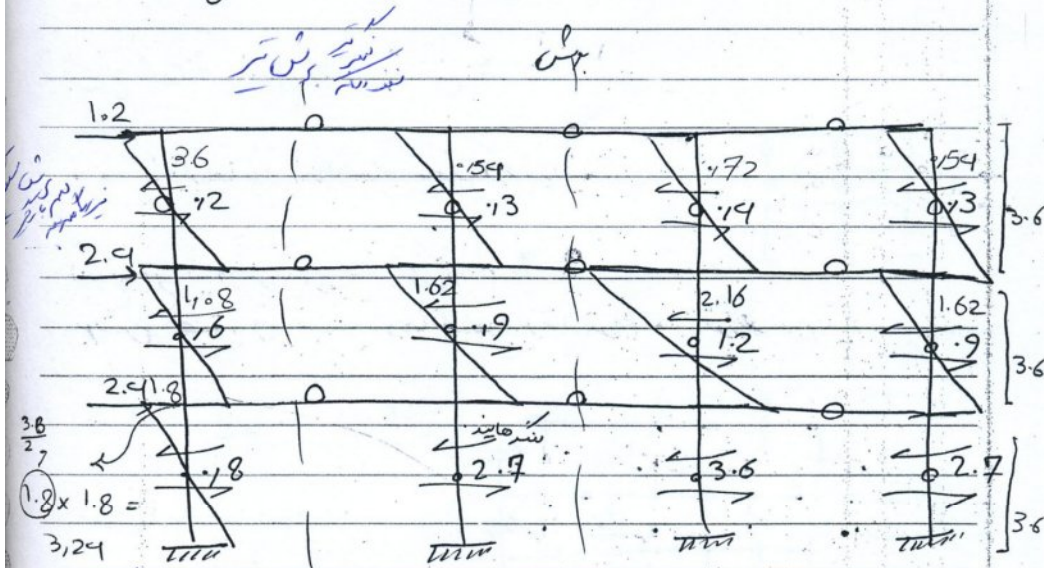
SUBJECT:

Year () Month () Date ()

برش طبقه را به نسبت طول هر یک از اعضا توزیع می‌کنیم:

برش طبقه: برش آن طبقه + برش طبقه قبلی

معم باربری هر طبقه	طبقه دوم	طبقه اول	معم باربری هر طبقه:
$1.8 = 1.6 \times \frac{3}{18}$	$\times 1.2$	$\times 3.6$	$\times 6$
$\frac{9.5}{18}$	$\times 1.2$	$\times 3.6$	$\times 6$
$\frac{6}{18}$	$\times 1.2$	$\times 3.6$	$\times 6$
$\frac{4.5}{18}$	$\times 1.2$	$\times 3.6$	$\times 6$



TAT

تندر تکرار (تندر تکرار + تندر تکرار) تندر تکرار

SUBJECT:

Year () Month () Date ()

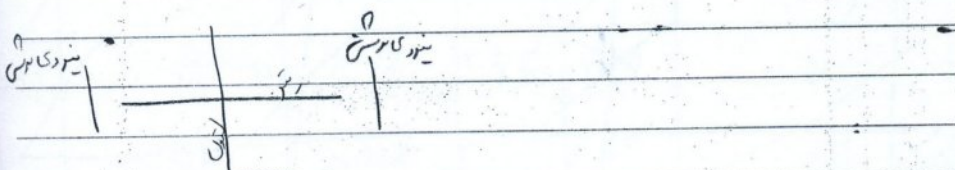
۵ نیروی برشی در تیرها:

از تقسیم شکر نیز به نصف دهانه تیرها و برش و برش در دست می آید:

شکر تیرها را تقسیم بر دهانه تیرسیم:

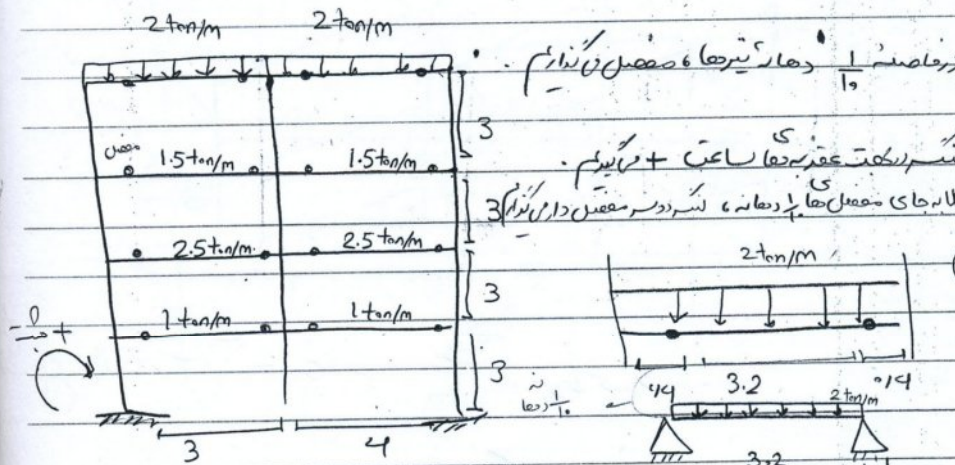
۶ نیروی محوری در ستون ها:

برای راست با برش سمت راست تیر منهای برش سمت چپ تیر + نیروی محوری ستون بالاتر:



نیروی برش ها جمع می شود
مجموع نیروی محوری برای
این ستون

۸ روش بدست دهانه ۸ برای بارها در هر دو زیند استفاده می شود.



در فاصله ۱ دهانه تیرها و مفصل می نازیم

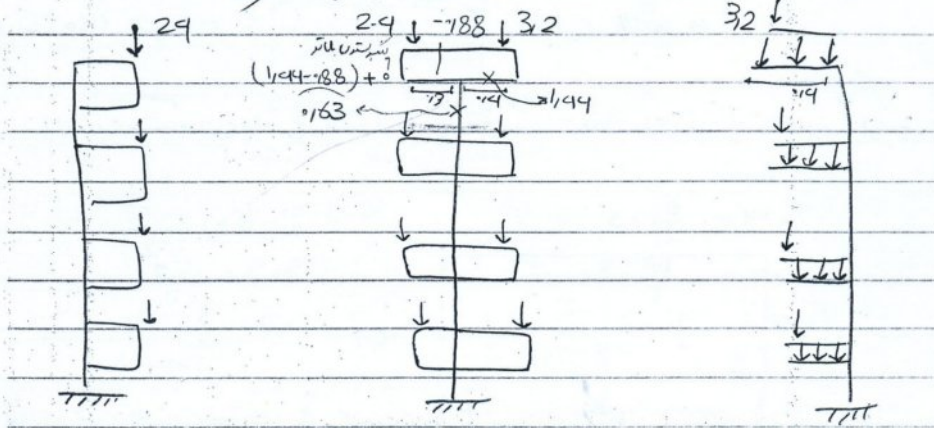
شکر بکفت عقرب دهانه ساعت + می تیرسیم

حاله های مفصل ها در دهانه، شکر در مفصل داریم

$$\frac{9L^2}{8} = \frac{2 \times 3.2^2}{8} = 5.156 \text{ ton.m}$$

TAT

SUBJECT: _____
 Year () Month () Date () * - تقارن نیروها بر دین من قبل محاسب میگردند.



نمودار تنش منصف نیروها بر دین منصف میگردند

$$(2 \times 1.4) \times 0.12 = \frac{qL^2}{2} \times 2x$$

$$M = -3.2 \times 0.14 - \frac{2 \times 1.4^2}{2} = -1.14$$

در فاصله $\frac{1}{10}$ دهانه نیروها، منصف میگردند

- ۱- نیروها بر دین منصف میگردند.
- ۲- ای به دست آوردن تنش نیروها مقدار qL^2 تقارن نیروها را حساب می کنیم. (+)
- ۳- ای به دست آوردن تنش منصف نیروها $\frac{1}{8}$ عکس العمل تکیه گاه های نیروها و کانون در می قسمت باقی مانده تیر در فاصله $\frac{1}{10}$ دهانه میگردند. تنش منصف تقارن نیروها از عکس العمل $\times \frac{1}{10}$ دهانه $+$ $\frac{qL^2}{2}$ بار استرده روی $\frac{1}{10}$ دهانه

TAT

SUBJECT:

Year () Month () Date ()

۴. برای به دست آوردن شکر در بتن مصالح (جمع خبثی + ر -) جمع شکرهای تیرهای طرفین بتن + شکر بتن بالابر *

۵. برای به دست آوردن برش در تیرها، کل بار کمره روی تیر را تقسیم بر ۲ می‌کنیم.

$$1.5 \times \frac{6}{2} = 3$$

$$1.5 \times 3 = \frac{4.5}{2}$$

$$2.5 \times \frac{6}{2} = 5$$

$$2.5 \times 3 = \frac{7.5}{2}$$

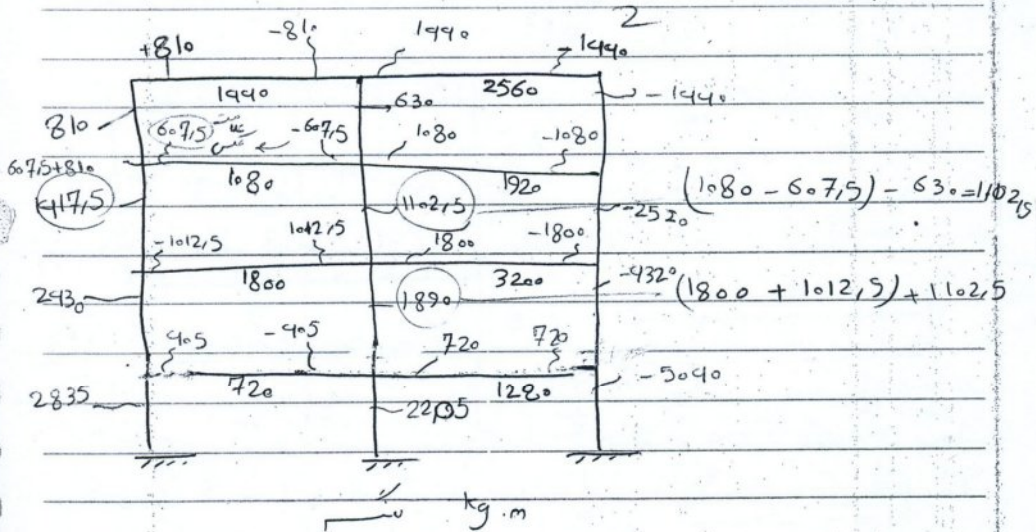
$$1 \times \frac{6}{2} = 2$$

$$1 \times 3 = \frac{3}{2}$$

۶- نیروی محوری در بتن ها = مجموع برش ها طرفین تیرها + نیروی محوری بتن بالابر
چون برش بتن های تیر تبدیل به نیروی محوری در بتن

فرمول مورد ۲

$$M = R \times (L/2) + q(L/2)^2$$



TAT

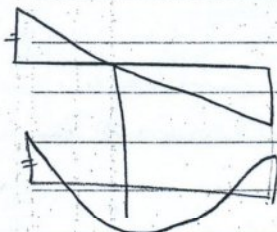
SUBJECT:

Year () Month () Date ()

	3000	4000
	2250	3000
	3750	5000
	1500	2000

برسازیه (kg)

	4000+3000	7000	4000
3000			
5250	3000+4000+2250	12250	7000
3000+2250+3750			
9000		21000	12000
1500			
		24500	14000



بندی جبری در شکل صا .

TAT

SUBJECT:

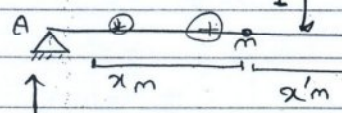
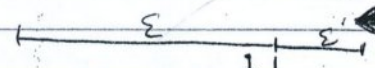
Year () Month () Date ()

خط-تایپر

اگر بار متمرکز روی پل حرکت کند و دو جایی به هم برسد شیب در آن نقطه چندان است.



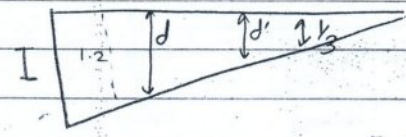
حداکثر شیب برای سازه پل:



حداکثر شیب در A:

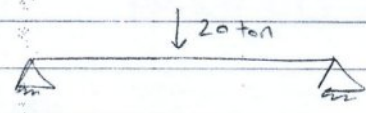
$$A = \frac{1}{L} \sum x$$

$\sum x = 0$	$\sum x = L$
$A = 0$	$A = 1$



نقطه در آن به بیشترین اعراض می‌دهد و در نقطه است.

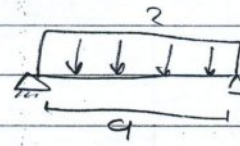
مثلاً اگر بار ۲۰ با اندازه آن d. اگر بار روی + فاصله یکی اعراض می‌دهد آن d است.



مثلاً $20 \times 1.2 = 24$

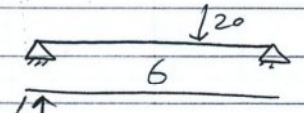
بار متمرکز داریم در فاصله ۱.۲ از تکیه چپ

و اگر بار متمرکز داریم در مسافت بیشتر از آن نقطه ضربه می‌دهد.



$2 \times 2 = 4$

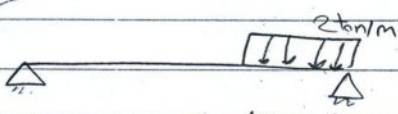
مثلاً $2 \times 2 = 4$
تعداد بار



$20 \times \frac{1}{3}$

مثلاً

این اعراض است
مقدار بار ۲۰



مثلاً

ساعت مسافت $= 2 \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{3}$

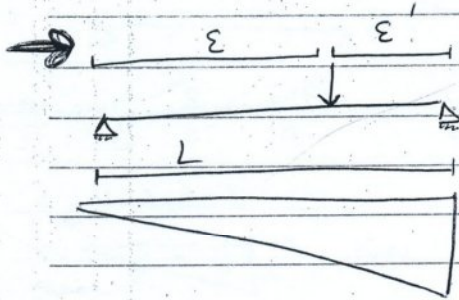
TAT

مثلاً $= \frac{1}{3} \times 2 = \frac{2}{3}$

SUBJECT:

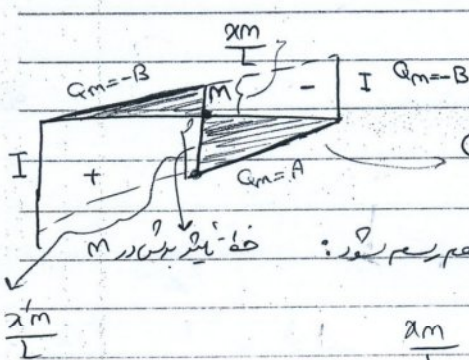
Year () Month () Date ()

حالا این دفعه فرض میکنیم بار از یک سمت وارد شود



$$B = 1 \times \frac{\epsilon}{L}$$

در هر نقطه از آن هر دو یکسایه یعنی بیجا
B جقدر است



* مرحله بعد: خط تا برش در M ε

زمانی که است راست M باشد
چون با است راست + منفی شود

با این رسم نمودار: خط تا برش در M

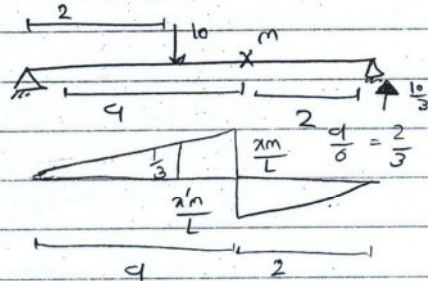
الگوی فاصله را داریم که مساوی ۱

است نسبت کوچه به شیب نمودار

که مجموع

$$1 = \frac{\frac{\epsilon m}{L}}{\epsilon} + \frac{\epsilon m}{L}$$

مثال یک بار ۱۰ تن داریم در وسط به سمت چپ در M جقدر است



$$Q_m = \frac{10}{3}$$

$$B \times 6 = 6 \times 2$$

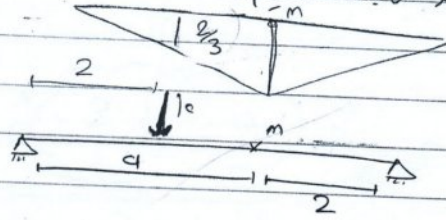
$$B = \frac{2 \times 6}{6} = \frac{12}{6} = 2$$

TAT

SUBJECT:

Year () Month () Date ()

مثال) یک تیر در ۳ رابالتی به ارتفاع ۱۰ متر عرضی بر روی تیر قرار دارد



$$\frac{4 \times 2}{6} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3} = \frac{2 \times 2}{L}$$

$$\frac{2}{3} \times 10 = 6,667$$

$$\frac{4}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{3}$$

چون رفت

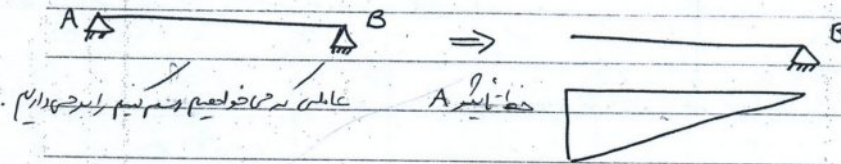
بسطه

TAT

SUBJECT:

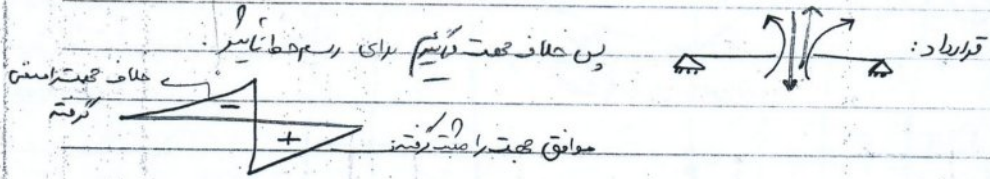
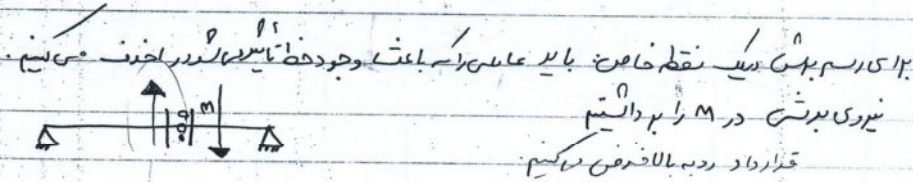
Year () Month () Date ()

تکیه گاه A را از ۲ می گاه AB برداریم و نیز باید سرعت

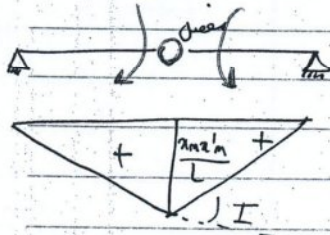


حالا در نقطه B رسم می کنیم گاه B را حذف کرده:
 - عامل را که برداریم در آن نقطه معین می شود و معادلش را باید برای بار داریم
 که کنیم و آن خط تأثیر می شود.

- اگر در آن مکان نیرو بود ← تغییر در خط می دهیم.
 - اگر نیرو بود ← در آن می دهیم.



مثلاً برای شغل معاین اگر فرض کنیم در حالتش شغل خط تأثیر ما به سمت زیر باشد



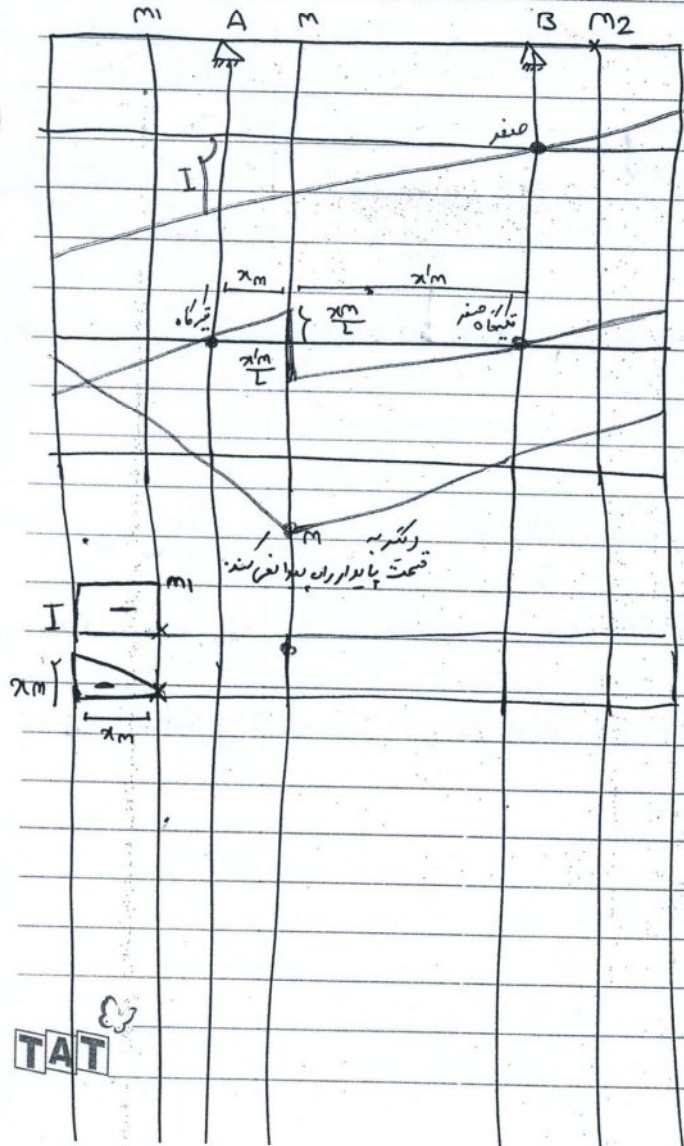
TAT

SUBJECT:
Year () Month () Date ()

خط تأثیر در تیرگاه ← صفر
خط تأثیر در مفاصل ها به سمت هر طرف.

در خط تا به یک قسمت یا دو برابر در آن نقطه - فقط تأثیر منفی می باشد

تیر در هر دو طرف منفرجه باشد.



حون در آن نقطه منفی
برای آن بدون شکست
امتداد پیدا کند

برای حالتی که در B
عقد بیشترین

حالا در خط تأثیر در M:
خط تأثیر به سمت ایوار
مستقل نفس را در

و نکته به
صحت یا دو برابر در آن نقطه است

TAT

SUBJECT: _____
 Year () Month () Date ()

* اگر مکانیم لغت چپ کنیم
 خط تأثیر آن بارنگ چپ

* اگر مکانیم لغت راست بگذاریم
 خط تأثیر آن بارنگ راست

* برای رسم مکانیم کشیم
 در A مفصل بگذاریم

درست چپ
 درست راست
 MA

حرکت

* در فضا خط تأثیر تمط و A خط تأثیر تمط B مثل تیر میباشند

* اگر بار از لغت راست حرکت
 $U_m = A \cdot x_m$
 $\sum M_m = 0$

* اگر درست
 $\sum M_m = 0$
 $U_m = + B \frac{x_m}{h}$

① فزون مرتبه در حالت
 این یال با یوبه یائینی
 باشد یعنی به روی یال یائینی
 بارگذاری شده باشد
 نقص است

② حالایال بالا اگر خلاف جهت
 بکشیم مفصل ما را به بالا برود

TAT

SUBJECT:

Year () Month () Date ()

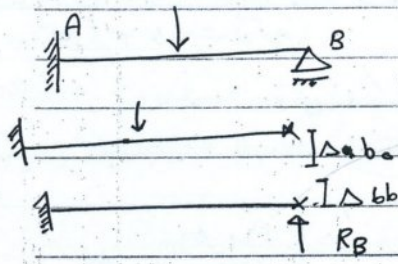
خط تاثیر صیغها نامعین :

یک نره نامعین رسم کرده ،

از این سازه ، یک نره نامعین می سازیم .

تغییر شکل در نقطه B را با آزادی آن نره تعیین

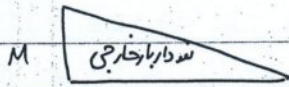
رسم می کنیم *



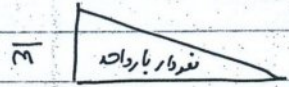
$$\Delta b_0 + \Delta b_1 = 0$$

در روش کار مجاری اگر دو تا محیل بود ، ۳ محیل ۳ محیل و ۳ محیل

نمودار را با آزادی بار خارجی رسم می کنیم :



دوین نمودار به ازای بار واحد بار رسم می کنیم :



نمودار R_B با برابر است با ۱



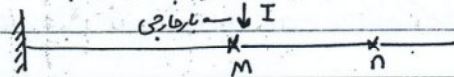
چون بار واحد بار خارجی مادی است پس

حالا اگر بار خارجی را در بار واحد ضرب کنیم رابطه ما :

$$\int \frac{M \bar{m}}{EI} dx + R_B \int \frac{\bar{m}^2}{EI} dx = 0$$

سوال :

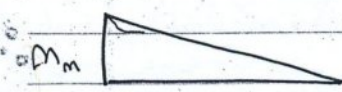
اگر بار واحد در قسمت * بندهایم و بخواهیم تغییر شکل در n را بدست بیاوریم باید چه کنیم



یک بار به ازای بار خارجی ، نمودار کشم را رسم کرده

یک بار دیگر بار واحد را در قسمت n گذاشته و نمودار (۲)

را رسم کرده و حالا این دو تا را در هم ضرب می کنیم .

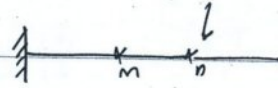


TAT

$$\Delta n = \int \frac{m_m m_n}{EI} dx$$

SUBJECT:

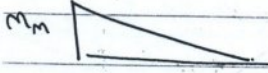
Year () Month () Date ()



چنانچه بار واحد م در سمت راست قرار دارد. تغییر شکل در م را بدست خواهیم آورد.



حال یک بار دیگر از ای بار خردی شکل برابر کرده و یک بار دیگر به ازای بار واحد در نقطه



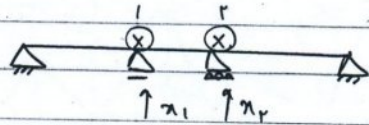
$$\Delta m = \int \frac{m_n m_m}{EI} dx$$

تغییر شیب ماکزول $\Delta n = \Delta m$

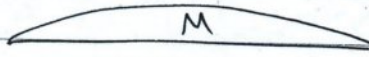
مجموع تغییر شکل ها

$$X_1 \int \frac{\bar{m}_1^2}{EI} dx + X_2 \int \frac{\bar{m}_1 \bar{m}_2}{EI} dx = - \int \frac{M \bar{m}_1}{EI} dx$$

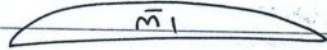
$$X_1 \int \frac{\bar{m}_2 \bar{m}_1}{EI} dx + X_2 \int \frac{\bar{m}_2^2}{EI} dx = - \int \frac{M \bar{m}_2}{EI} dx$$



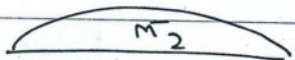
شکل زیر را در نظر گرفته:



یک بار واحد را در قسمت ① گذاشته



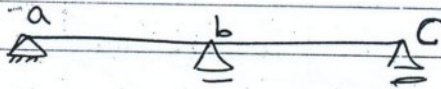
و تغییر شکل در ② را بدست خواهیم آورد.



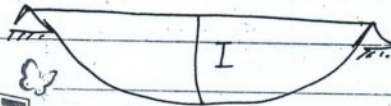
بار دیگر بار واحد را در قسمت ② گذاشته

و تغییر شکل در ① را بدست خواهیم آورد.

و باید مجموع تمام تغییر شکل ها در قسمت شکل کنفرانس.



خط انحراف در نقطه B:



خط انحراف را در نقطه B بدست خواهیم آورد.

TAT

SUBJECT:

Year () Month () Date ()

در مرحله اول آسبه طاه را حذف کرده و در این یک درجه نامعینی

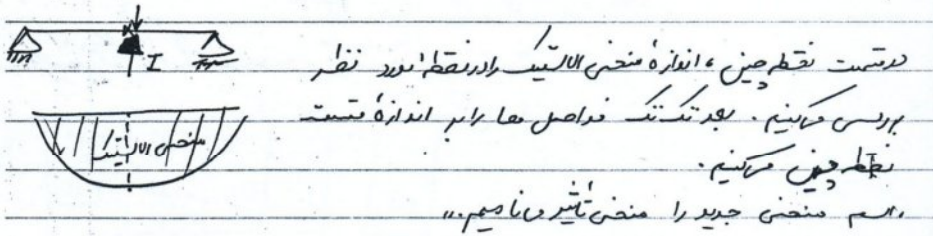
نظر به اینکه ماسک نقطه در نقطه است
رسم خطوط تاثیر برای سازه های نامعین است

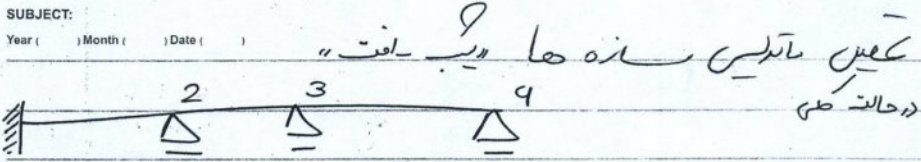
- ۱- مکانیم مورد نظر را اعمال کنیم و بفرضها به اشتباه طاه
- ۲- بار واحد یا دوران واحد را به سازه وارد می کنیم، سازه را تحلیل می کنیم. « کلاً برای بار واحد یا دوران واحد را تحلیل می کنیم »
- ۳- منحنی الاستیک سازه را به دست می آوریم. « سازه تغییر شکل یافته را منحنی الاستیک گویند »
- ۴- یکین از راه های به دست آوردن منحنی الاستیک روش تیر مزدوج است. یعنی $\frac{M}{EI}$ را به سازه وارد کرده و کشور در نقطه و غیره را به نامی رهد و به منحنی شکل غیره را رسم کرده

۵- در روش تیر مزدوج نمودار $\frac{M}{EI}$ را به سازه مزدوج وارد می کنیم، کشور در نقطه و غیره را به نامی رهد

- ۶- منحنی های منحنی الاستیک را به الف) غیر نقطه مورد نظر تقسیم کنیم، اگر مکانیم عکس العمل یا نیروی به روش باشد.
- ب) دوران نقطه مورد نظر تقسیم می کنیم اگر مکانیم کسر باشد.

★ به جای تیره طاه و بار واحد وارد کرده ۶ بار برای بار واحد، منحنی الاستیک را رسم کرده





$$M_{12} = \frac{4EI}{L} \theta_1 + \frac{2EI}{L} \theta_2 - \frac{6EI}{L^2} \Delta_{12} + FEM_{12}$$

$$M_{21} = \frac{4EI_{12}}{L_{12}} \theta_2 + \frac{2EI_{12}}{L_{12}} \theta_1 - \frac{6EI_{12}}{L_{12}^2} \Delta_{12} + FEM_{21}$$

بیب-افت :

$$\begin{bmatrix} \frac{4EI}{L} & \frac{2EI}{L} \\ \frac{2EI}{L} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{bmatrix}$$

k₁₁ k₁₂
k₂₁ k₂₂

k₁₂ : طول در ۲!

ماتریس سختی عضو

معادله تعادل

$$M_{21} + M_{23} = 0 \qquad M_{32} + M_{34} = 0$$

$$M_{43} = 0$$

در تعادل \Rightarrow

$$\frac{2EI_{12}}{L_{12}} \theta_1 + \left(\frac{4EI_{12}}{L_{12}} + \frac{4EI_{23}}{L_{23}} \right) \theta_2 + \frac{2EI_{23}}{L_{23}} \theta_3 + FEM_{21} + FEM_{23} = 0$$

قراردادیم برای سازه یک ماتریس سختی بعضی مکانسیم.

به تعداد درجه ها

K

	1	2	3	4	
1	$\frac{4EI_{12}}{L_{12}}$	$\frac{2EI}{L}$			θ_1
2	$\frac{2EI_{12}}{L_{12}}$	$\frac{4EI}{L}$			θ_2
3					θ_3
4					θ_4

=

TAT

SUBJECT:

Year () Month () Date ()

	۱	۲	۳	۴
۱	$\frac{4EI}{L_{12}}$	$\frac{2EI}{L_{12}}$	گره ۱ با گره ۲ هیچ ارتباط ندارند.	گره ۱ با گره ۲ هیچ ارتباط ندارند.
۲	$\frac{2EI}{L}$	$\frac{4EI}{L} +$ $\frac{4EI_{23}}{L_{23}}$	$\frac{2EI_{23}}{L_{23}}$	۰
۳	۰	$\frac{2EI_{23}}{L_{23}}$	$\frac{4EI_{23}}{L_{23}} +$ $\frac{4EI_{34}}{L_{34}}$	$\frac{2EI_{34}}{L_{34}}$
۴	۰	۰	$\frac{2EI_{34}}{L_{34}}$	$\frac{4EI_{34}}{L_{34}}$

θ_1	=	F_{EM}
θ_2		F_{EM}
θ_3		F_{EM}
θ_4		F_{EM}

