

Subject: تحلیل سازه ها ۲

Year: ۹. Month: ۱۲ Date: ۱۱

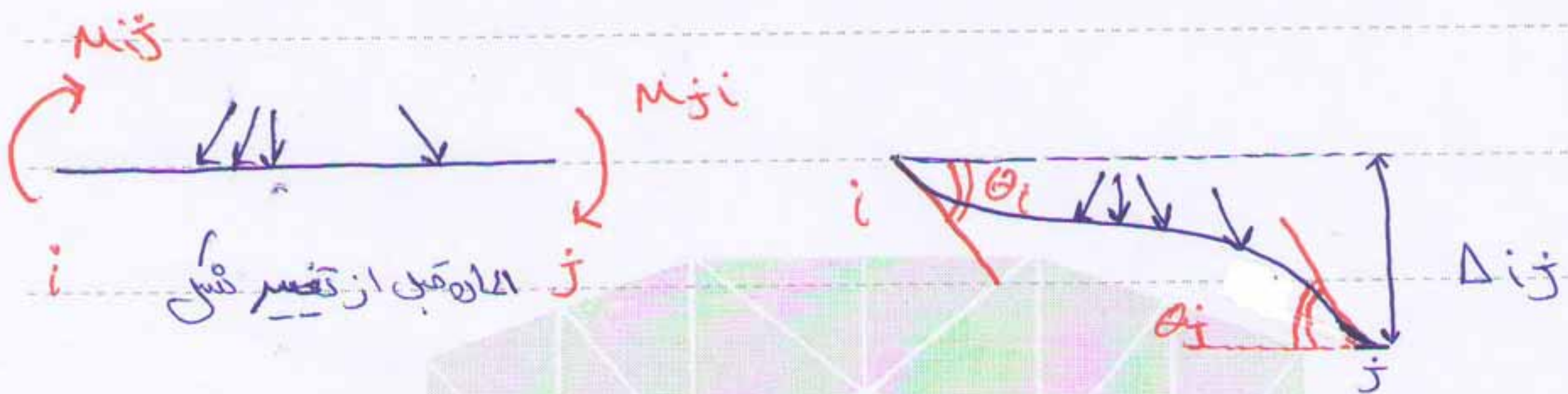


روش نسبی-افت (slope-deflection method) \*

\* قرار داد علامت: در روش نسبی-افت (و سایر روش های سختی) جهت

دوران  $\theta$  و گنگر  $M$  به صورت ساعتگرد هست. در نظر گرفته می شود. (4)

معرفی پارامترهای بکار رفته در نسبی-افت:



\* در روش نسبی-افت هدف آن است که گنگر

دوسر المان  $\theta_j$  را بدست آوریم.

گنگری که در دوسر المان  $\theta_j$  ایجاد می شود ناشی از چهار عامل می باشد:

الف - بار وارد بر بدنه المان

ب - دوران  $\theta_i$  ←

ج - دوران  $\theta_j$  ←

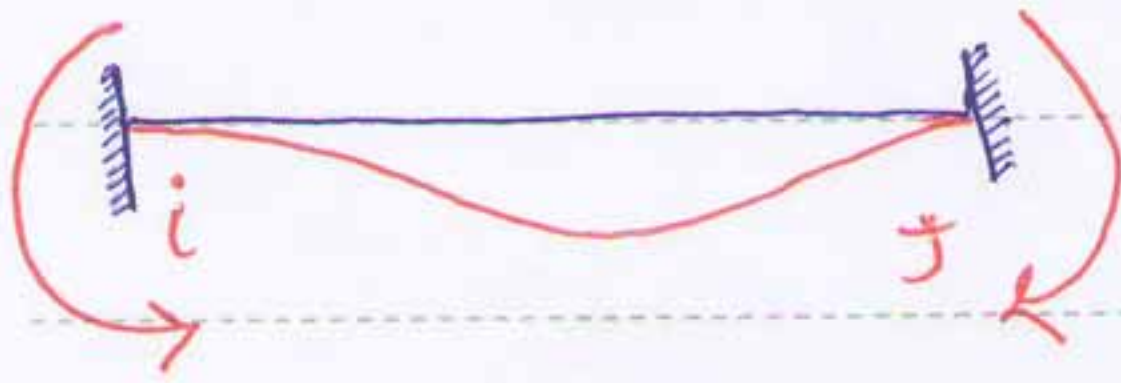
د - نسبت نامتقارن دوسر المان ←  $\theta_j \Delta_{zj}$

\* ابتدا دوسر المان را گرداری کنیم



Subject :

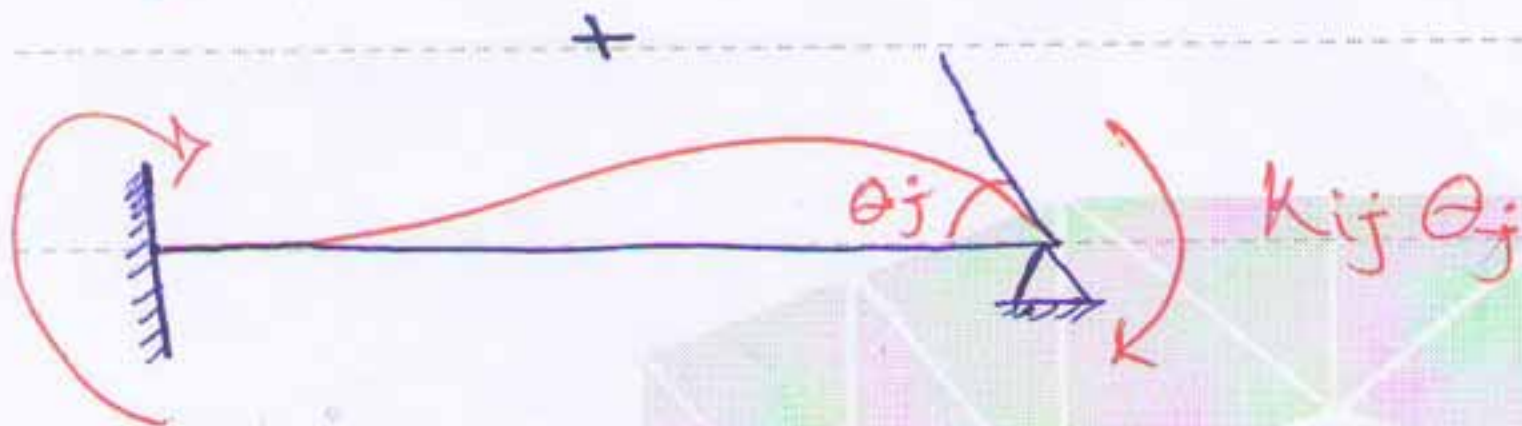
Year:      Month.      Date.



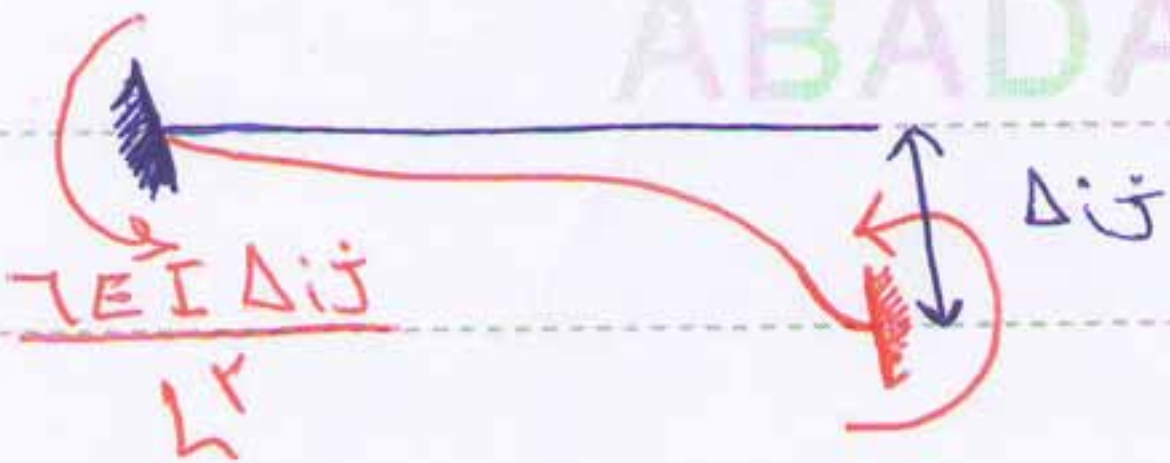
$$FEM_{ij} + FEM_{ji}$$



$$k_{ij} \theta_i$$



$$s_{ji} k_{ji} \theta_j$$



طبق اصل برهم نهی آثار قوا  $M_{ij}$  برابر است با مجموع گسرهایی  
خاسته از جابجایی، چرخش و جابجایی فوقه.

$$M_{ij} = M(FEM_{ij}) + M(\theta_i) + M(\theta_j) + M(\Delta_{ij})$$

گسرهایی از  $\Delta_{ij}$   $\theta_j$   $\theta_i$   $FEM_{ij}$

$$M_{ij} = \pm FEM_{ij} + k_{ij} \theta_i + s_{ji} k_{ji} \theta_j - \frac{4EI \Delta_{ij}}{L^2}$$



Subject :

Year:      Month.      Date.



برای المان منسوری :

$$c_{ij} k_{ij} = c_{ji} k_{ji}$$

$$c_{ji} = c_{ij} = \frac{1}{r} \quad , \quad k_{ij} = k_{ji} = \frac{4EI}{h}$$

پس از قرار دادن در روابط فوق خواصم داشت :

$$M_{ij} = \frac{2EI}{h} \left[ 2\theta_i + \theta_j - 3 \frac{\Delta_{ij}}{h} \right] + FEM_{ij}$$

مطابق مشابه

$$M_{ji} = \frac{2EI}{h} \left[ 2\theta_j + \theta_i - 3 \frac{\Delta_{ij}}{h} \right] + FEM_{ji}$$

در روابط مشابه به منظور ساده کردن محاسبات

در معادله زیر

گام به گام استفاده از معادلات مشابه را می توانیم برای تحلیل سازه های نامعلوم :

گام اول : تعیین درجات نامعینی سازه

گام دوم : تجزیه سازه به المان ها و بارها

گام سوم : به تعداد درجات نامعینی سازه معادله تعادل گروه ای می نویسیم

گام چهارم : نوشتن معادلات مشابه برای گره های دوسر المانها

گام پنجم : قرار دادن معادلات گام چهارم در روابط گام سوم و تشکیل دستگاه



Subject :

Year: Month. Date.



نام سؤال: حل دستاویز و دست آوردن مجهولات  $\theta_B$  و  $\theta_C$

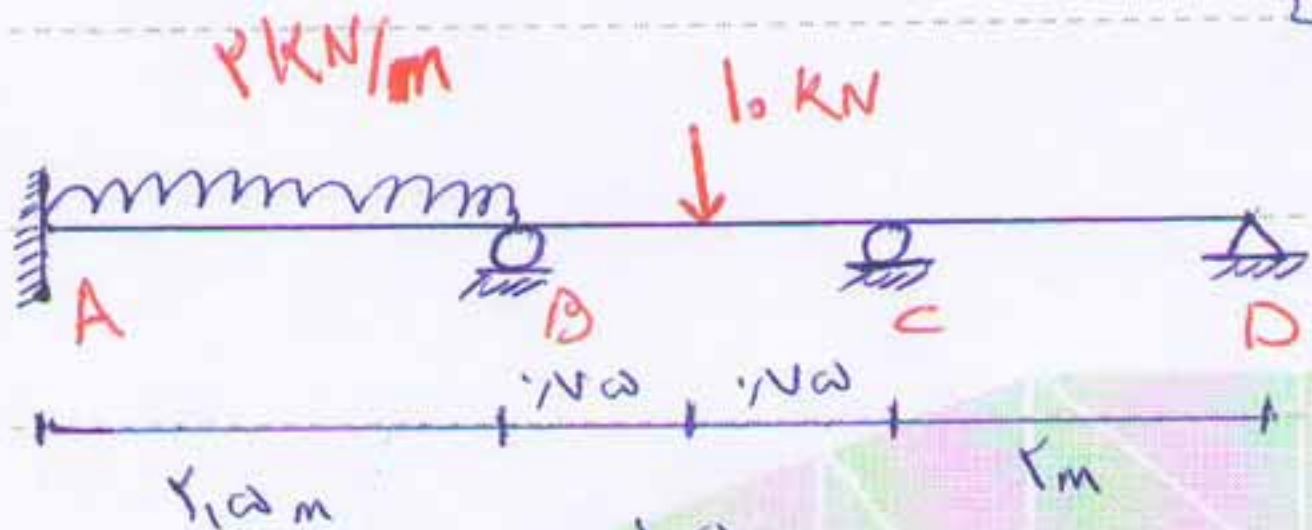
نام حقیقه: دست آوردن گنبرهای دومر المان ها با استفاده از روابط

سبب افت



مثال - تیر رویه رویه رانہ روش سبب افت

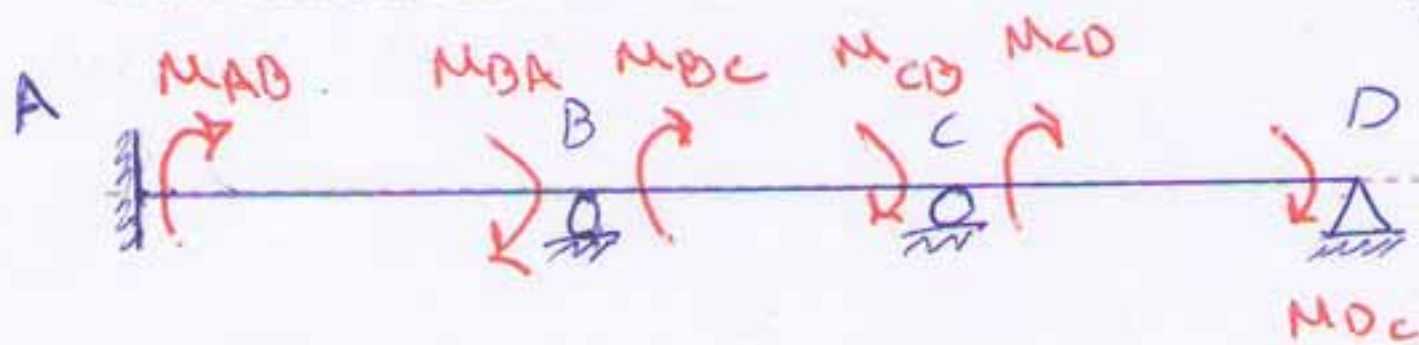
تحلیل کنید



نام اول: نام مین سبب تکی

مجهولات  $\theta_B$  و  $\theta_C$  و  $\theta_D$

نام دوم: تجزیه سازه به چند المان و گره



نام سوم: به تعداد درجه های نامین سبب تکی در گره ها معادله تعادل می نویسیم

$$\theta_D = ? \rightarrow \sum M_D = 0 \rightarrow M_{DC} = 0 \quad (1)$$

$$\theta_C = ? \rightarrow \sum M_C = 0 \rightarrow M_{CD} + M_{CB} = 0 \quad (2)$$

$$\theta_B = ? \rightarrow \sum M_B = 0 \rightarrow M_{BC} + M_{BA} = 0 \quad (3)$$



Subject :

Year:      Month:      Date:



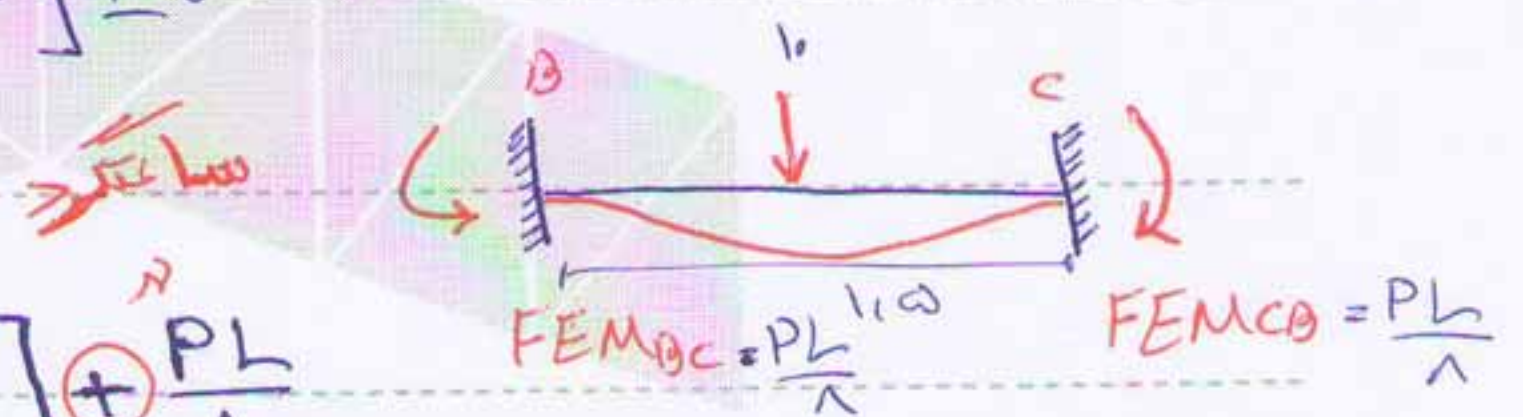
معماری: فوشن معارلات سبب - افته برای فنرهای حوسرالانها

$$M_{DC} = \frac{2EI}{h} \left[ 2\theta_D + \theta_C - \frac{2\Delta_{DC}}{h} \right] \pm FEM_{DC}$$

$$M_{DC} = \frac{2EI}{h} \left[ 2\theta_D + \theta_C - 0 \right] \pm 0$$

$$M_{CD} = \frac{2EI}{h} \left[ 2\theta_C + \theta_D - 0 \right] \pm 0$$

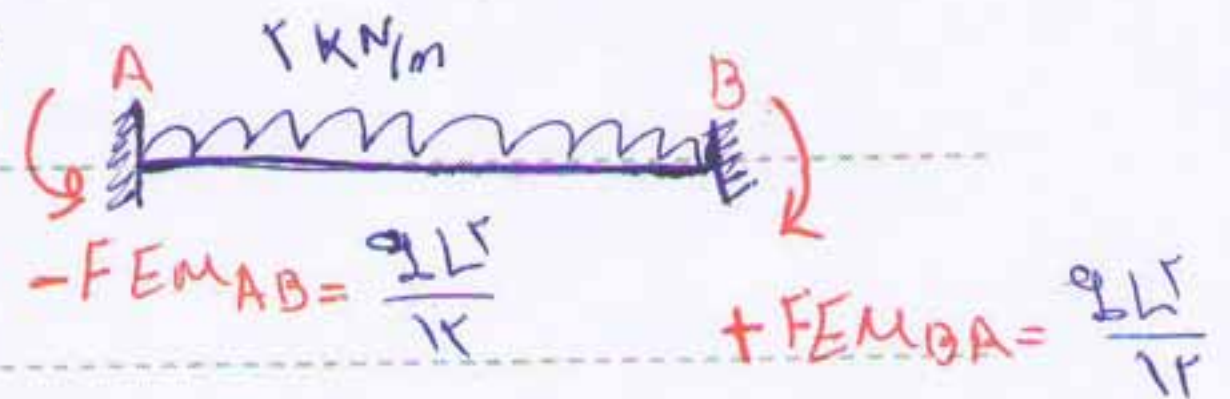
$$M_{CB} = \frac{2EI}{l_1} \left[ 2\theta_C + \theta_B - 0 \right] \pm \frac{Pl}{h}$$



$$M_{CB} = \frac{2EI}{l_1} \left[ 2\theta_C + \theta_B - 0 \right] + \frac{l_1 \times l_1}{h}$$

$$M_{BC} = \frac{2EI}{l_1} \left[ 2\theta_B + \theta_C - 0 \right] - \frac{l_1 \times l_1}{h}$$

$$M_{BA} = \frac{2EI}{l_1} \left[ 2\theta_B + \theta_A - 0 \right] + \frac{qL^2}{12}$$



$$M_{BA} = \frac{2EI}{l_1} \left[ 2\theta_B + \theta_A - 0 \right] + \frac{2 \times l_1^2}{12}$$

انتهاى A  
منه  
نوار



Subject :

Year:      Month.      Date.



کام پنجم : قرار دادن معادلات  $\theta_D = 2, \theta_C = 4$  در روابط  $\theta_D = 2\theta_C$

$$1) \rightarrow \frac{2EI}{r} [2\theta_D + \theta_C] = 0 \Rightarrow 2\theta_D + \theta_C = 0 \quad \text{I}$$

$$2) \rightarrow \left[ \frac{2EI}{r} [2\theta_C + \theta_D] \right] + \left[ \frac{2EI}{1.5} [2\theta_C + \theta_B] + \frac{1.0 \times 1.5}{1} \right] = 0$$

$M_{CD} \qquad \qquad \qquad M_{CB}$

$$1.33\theta_B + 4.77\theta_C + \theta_D = \frac{-1.17d}{EI} \quad \text{II}$$

$$3) \rightarrow \left[ \frac{2EI}{1.5} [2\theta_B + \theta_C] - \frac{1.0 \times 1.5}{1} \right] + \left[ \frac{2EI}{r} [2\theta_B] + \frac{2 \times (1.5)^2}{r} \right] = 0$$

$M_{BC} \qquad \qquad \qquad M_{BA}$

$$4.27\theta_B + 1.33\theta_C = \frac{1.833}{EI} \quad \text{III}$$

\* با راضی  $EI$  را در معادلات یک در نظر بگیرید و در نهایت جوابهای درست  
 آمده را تقسیم بر  $EI$  کنید. این عمل به منظور ساده‌سازی معادلات صورت می‌گیرد.  
 کام پنجم : تشکیل دستگاه

$$1) 2\theta_D + \theta_C = 0$$

$$2) 1.33\theta_B + 4.77\theta_C + \theta_D = -1.17d$$

$$3) 4.27\theta_B + 1.33\theta_C = 1.833$$



Subject :

Year: Month. Date.



کار هفتم: حل دستگاه و بدست آوردن مجهولات.

از حل دستگاه معادله سه مجهول جواب های زیر بدست می آید.

$$\theta_B = \frac{0.3725}{EI} \text{ rad}, \theta_C = \frac{-0.5714}{EI} \text{ rad}, \theta_D = \frac{0.2842}{EI} \text{ rad}$$

کار آخر: از قراردادن مقادیر  $\theta$  در روابط شیب افت گنبرهای دوسر

المانها محاسبه می شوند.

$$M_{BC} = \frac{2EI}{1.5} [2\theta_B + \theta_C - 0] - \frac{10 \times 1.5}{1} =$$

$$M_{BC} = \frac{2EI}{1.5} \left[ 2 \frac{0.3725}{EI} - \frac{0.5714}{EI} \right] - \frac{10 \times 1.5}{1} =$$

$$M_{BC} = -1.7395 \text{ KN.m}$$

به ترتیب مشابه به 0

$$M_{AB} = -110.417 \quad M_{CB} = +18559 \quad M_{DC} = 0$$

$$M_{BA} = +1.7377 \quad M_{CD} = -18527 \quad (\text{توجه: آخر منفی است.})$$



یک کنترل محاسبات ابرو است که گنبر با دستی در هر طرف با هم برابر بدست آید.