



دانشگاه خوارزمی
دانشکده فنی و مهندسی

جزوه فولاد پیشرفته

استاد همامی

تهیه و تنظیم: سحر مهجوب

مورخ ۱۴۰۲/۱۰/۲۴



@StructuralEngineering

homami@khu.ac.ir , 9123842732

طراحی سازه های فولادی

264 ^{نسخه} tec.mporg.org سایت
324 ^{نسخه}

ویسیمی جفای فولاد به عنوان مصالح مناسب سازه های در ساختمان ها

(معاین)

* قابلیت تامین کیفیت مطلوب $\leftarrow$ مورد آغوش داخل عین نیست

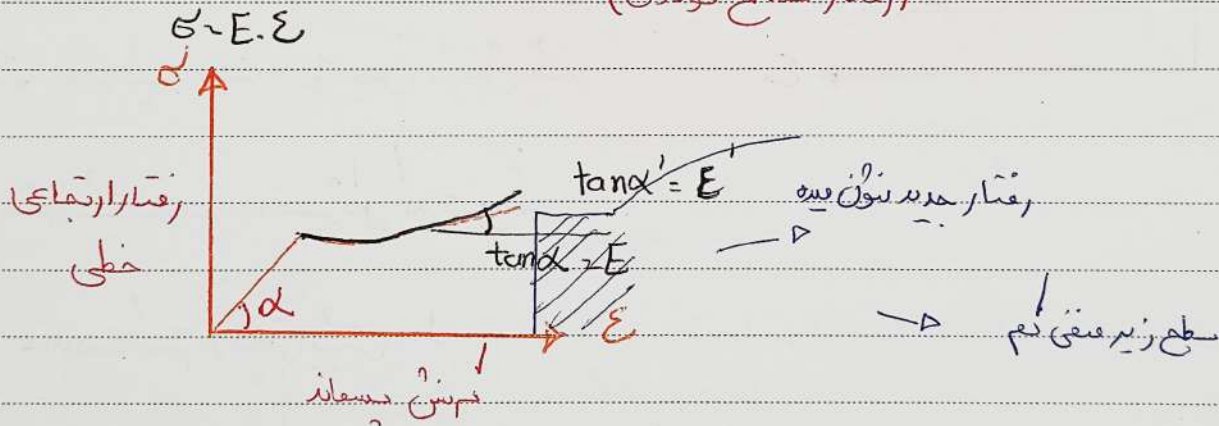
* قابلیت عین ساختی و ربع

(معاین)

* داخل

* عدم

رفتار مصالح فولادی



$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

2 تا فرمول عین $\leftarrow$

$$\sigma = E' \cdot \epsilon^n$$

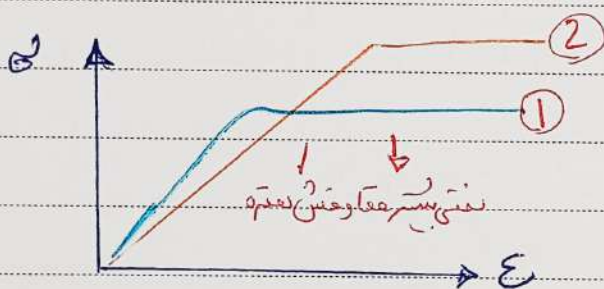
همچرا فولاد توی زاویه 45 درجه حسیفته می دود -
انرژی تلف شده + انرژی پخش می تپانل = انرژی کل جذب شده

طریقت پخش حسیفته می دود

قابلیت جذب انرژی = طاقت مصالح

پول هادر و همون حسیفنی -> دافنی اند - جمع می خستند
طریقی داریم حسیفنی هم

بدیده بویته + توقف در
توام با بختی و مقاومت زیاد



2) بخشی بیشتر نسبت به 1 چون شیب بیشتر

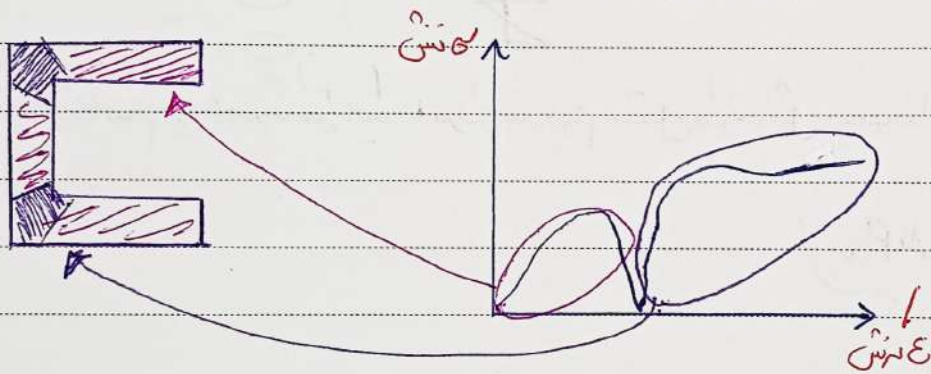
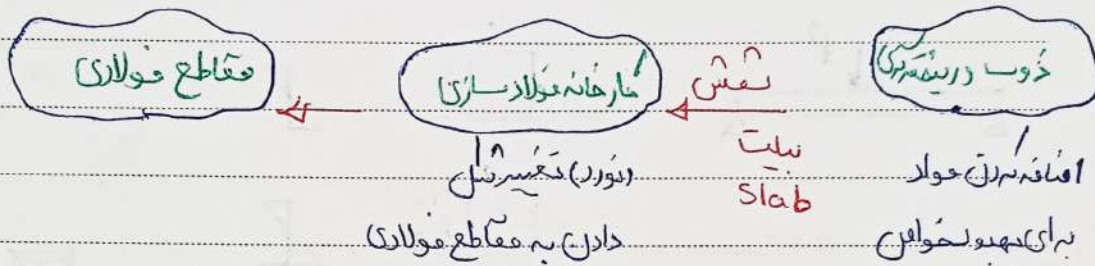
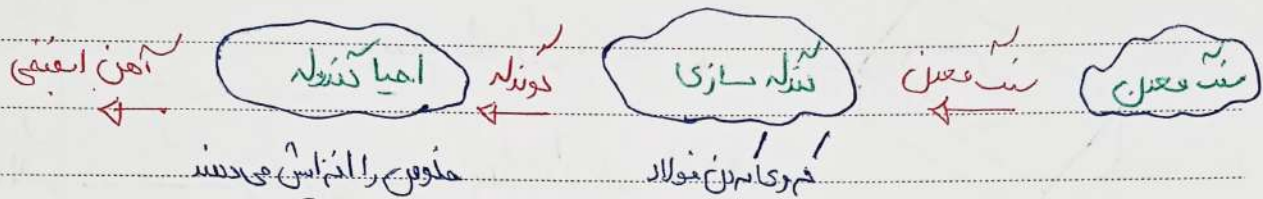
بخشی بیشتر در برابر تغییر شکل کمتر میسه

مقاومت کمتر (بخشی بیشتر) = 1

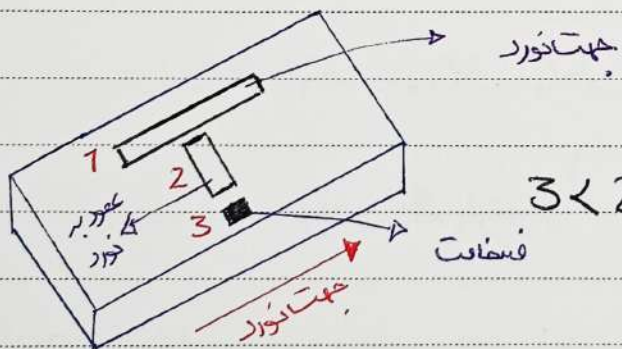
مقاومت بیشتر = بخشی کمتر = 2

بارهای کوچک = بخت اندر بارهای فوق العاده = اکت بخشی و مقاومت کم

سُؤَالِ تَحْقِيقِ

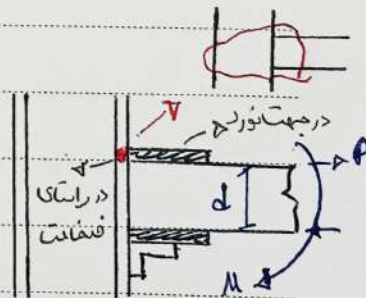


پسہ سیرت فولاد یا ageing



در جهت خوردن ① میل پذیری ② انرژی پذیری بهتر است.

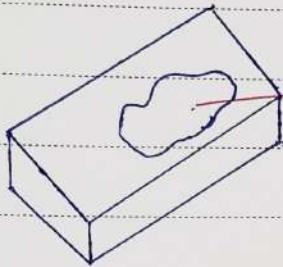
$$3 < 2 < 1$$



Subject:

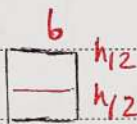
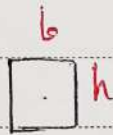
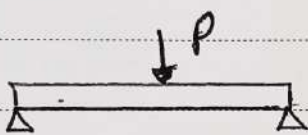
Date

فولاد آه در راستای صفات مقاومت نداشته باشد خواص استیسیته



چند لایه شدن ورق فولادی

علت چند لایه شدن ورق سازه‌ای، خوردگی است. استیسیته بارخانه

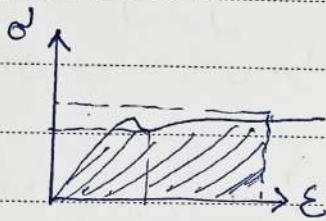


صفحه روی هم نمی‌آیند و در این بارها هم محقق شوند مثل صفحاتی دایوریت

$$KSI \times 7 = MPa$$

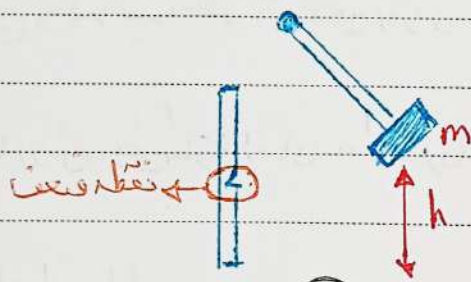
F_u = حد نهایی

انرژی حد نهایی = E_y و E_u



toughness = سطح زیر منحنی

Charpy test = انرژی جذب شده
V-notch



انرژی پتانسیل جاذب = mgh

• تست باریس در دمای مختلف صورت می گیرد

اینجا جیس انرژی جسی پذیرفته

• در دمای پایین تر طاقت میاد باریس و تدریجی بیشتر چون انرژی دفعی ذخیره می نه

29 سخت دهم + استاندارد های مصالح فولادی

الف - رده JR + دمای 20 - درجه، شرایط پذیرش این رده آسان تره

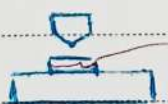
ب - رده J2 + دمای منفی درجه، شرایط پذیرش راحت تر از J2 و سخت تر از JR

ج - رده J2 + دمای 20 - درجه، شرایط پذیرش سخت تر از JR و J2

Hardness = در جایی که دو قطعه فولاد با هم تماس دارند باید
Hardness بررسی شود قبل پیچ و مهره

Viker

Brinel



دور میسره
فلز از زیر میخورد

دوری بیشتر = سختی کمتر

• مواد کوشنده بلب ورود بول هیدروژن (H₂) می شود و در نتیجه بلب تم کاهیدرژنی در مطالعه فولادها می شود

• تم کاهیدرژنی بلب حسیفنی خواهد شد

• ورق فولادی بخاطر تم کاهیدرژنی Lamination (چند لایه شدن) می شود

• پیچ وجهه نیز بخاطر تم کاهیدرژنی حسیفنی می شود این موضوع در فولادهای نام مقاومت مهم است

* جابجایی روغن کاری (برای حذف چربی) نباید کالواش نه صورت پذیرد

اهداف طراحی

① تامین ایمنی → مهم ترین هدف، تامین پایداری و مقاومت

پایداری → پیکر بندی
مقاومت → نیروهای داخلی → محوری، برشی، خمش، پیچش

② اعتقاد طرح

③ اجرایی بودن (تجهیزات لازم و نیروی کار حاضر)

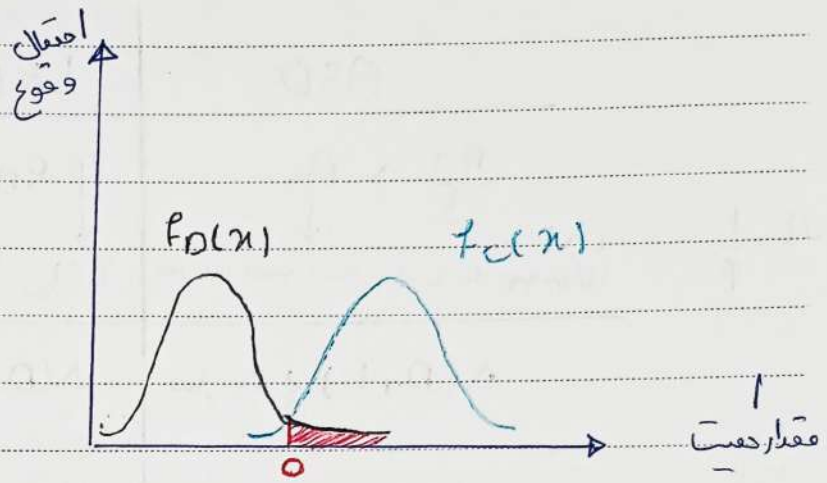
④ اهداف عملکردی (طرح معماری، کاربری، ساختمان) → تغییرات ابعاد، لرزش

معیارهای بهره برداری

uncertainty = عدم قطعیت

Randomness

بار > مقاومت
 نیاز > ظرفیت
 C > D
 C - D > 0
 معیار عملکرد
 مقاومت



همپوشانی نیاز و ظرفیت در رسم بار

حاصل ضرب C و D می‌باشد احتمال خرابی

$$P_F = \int_{-\infty}^{+\infty} f_C(x_i) \times F_D(1-x_i) dx = \text{احتمال خرابی از احتمال وقوع همزمان}$$

(خوب دیده مستقیم)

احتمال C به اندازه x_i
 سطح زیر منحنی از مقدار
 مشخص بیشتر باشد

روش تنش مجاز ASD

$$\phi C - D \geq 0$$

$\phi < 1$

ضریب Capacity را کاهش می‌دهد

ضریب ϕ با کاهش ϕ عدم قطعیت را پوشش می‌دهد

روش ضرایب بار و مقاومت LRFD

$$\phi C - \gamma D \geq 0$$

$\phi < 1$
 $\gamma > 1$
 ضریب ایمنی بار

ضریب کاهش مقاومت ، لا ضریب افزایش بار

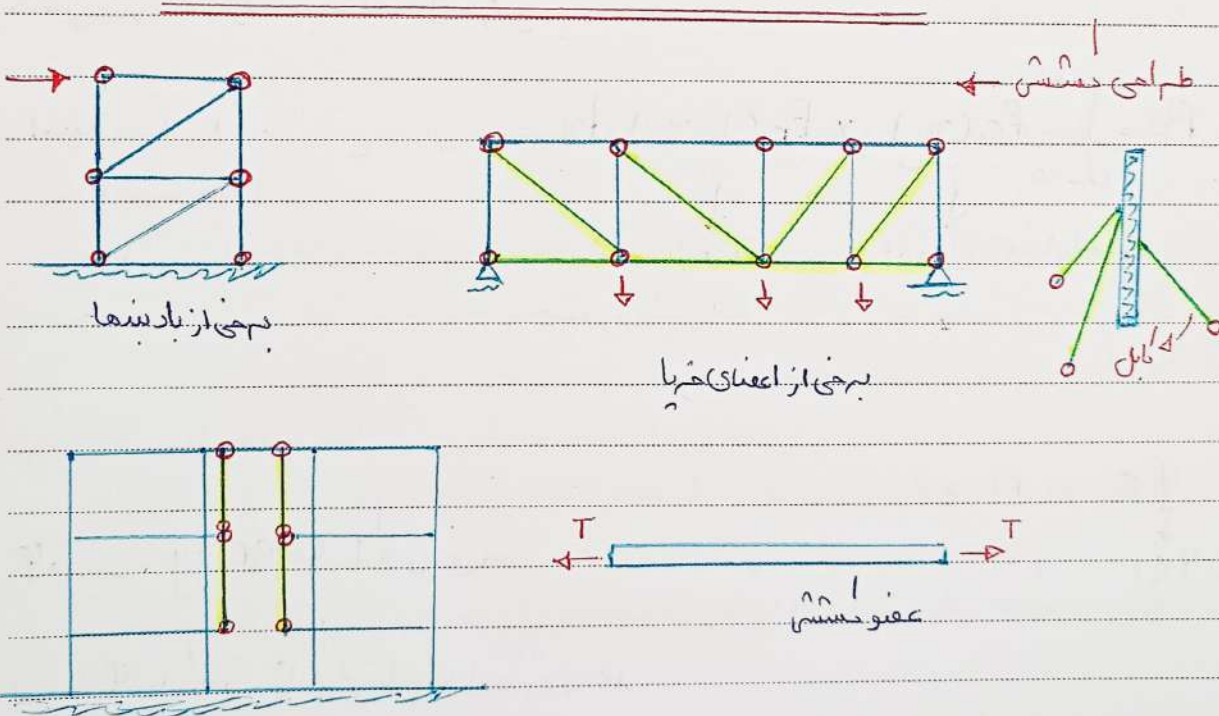
Subject: _____
Date: _____

حالت‌های حدی:

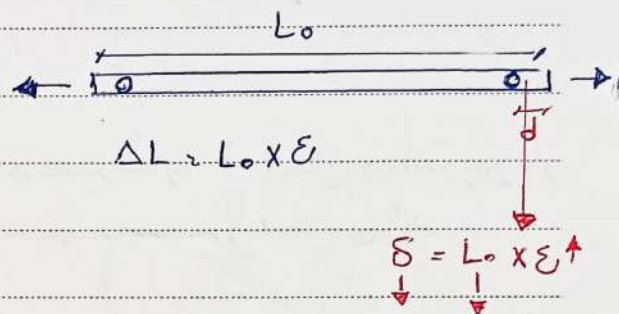
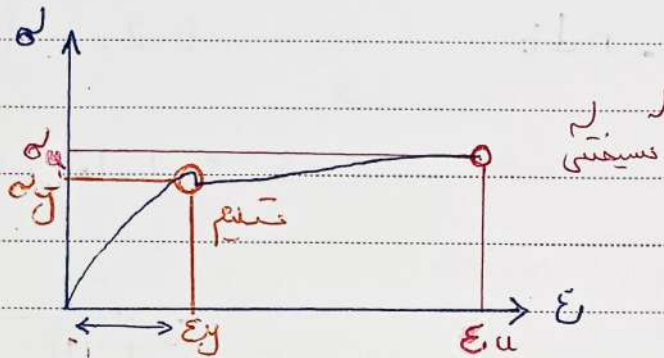
ASD	LRFD	مقاومت
$\frac{R_n}{\Omega} \geq P_u$ $\Omega > 1$ بار بدون ضربه - بار لرزه‌ای - بار بهره‌داری	$\phi R_n \geq P_u$ $\phi < 1$ بار غیربهره‌داری - بار لرزه‌ای	
$\Delta(D+L) \leq \Delta$ مجاز	$\Delta(D+L) \leq \Delta$ مجاز	بهره‌داری

دامنه مجاز تغییرات تنش (بارهای بدون ضربه)

حسی



خرابی اعلیٰ حدی $\leftarrow$ ① سیفیتی تسلیم (تغیرات پس از حد)

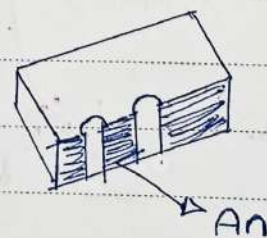
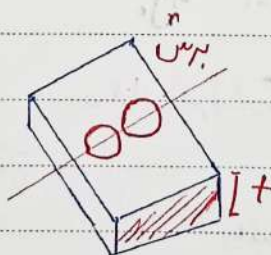
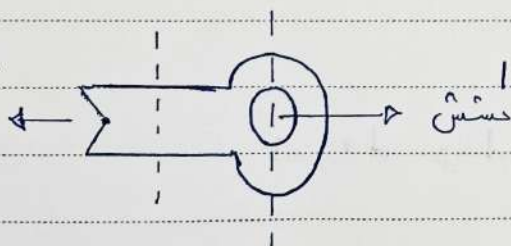


① برای جوی سیفیتی

$$\begin{cases} \frac{R_n}{\Omega} \geq P_a & \text{ASD} \\ \phi R_n \geq P_u & \text{LRFD} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} R_n = A_e \cdot f_u \\ \phi = 0.75 \\ \Omega = 2 \end{cases}$$

② تسلیم

$$\begin{cases} \frac{R_n}{\Omega} \geq P_a & \text{ASD} \\ \phi R_n \geq P_u & \text{LRFD} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} R_n = A_g \cdot f_y \\ \phi = 0.9 \\ \Omega = 1.67 \end{cases}$$

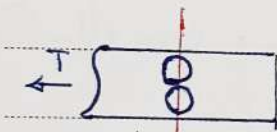
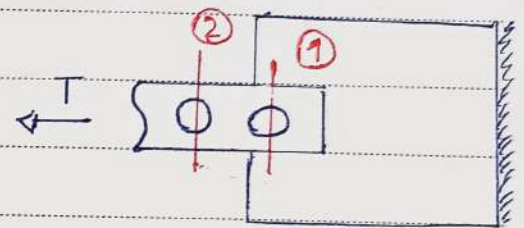


$$A_g = b \cdot t \quad \text{بنده 1-2-5} \quad \text{سطح مقطع خالص سطح مقطع ملی}$$

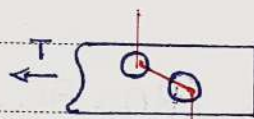
$$A_n = b \cdot t - 2d \cdot t = A_g - n d t \quad \text{بنده 1-2-2-5}$$

$$A_e = U_x A_n \quad \text{بنده 1-2-3-3}$$

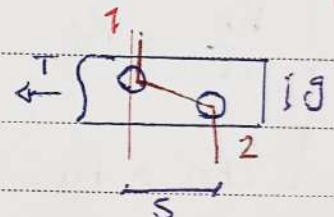
سیخشی در مسیر شماره 2 اتفاق می افتد چون از
 مسیر 2 به بعد تنها نصف نیرو اعمال می شود



مسیر مستقیم سیخشی از
 مسیر بواخها است



سیخشی باید مسیر قوس
 از هم دو بواخ است



$$A_{n1} = A_g - d t$$

$$A_{n2} = A_g - 2 d t + \frac{s^2}{4g} t$$

تنش کششی $= \frac{T}{A_n}$

$$A_n = A_g - 2 d t + \sum_{i=1}^m \frac{s_i^2}{4g_i} t$$

به ازای هم بواخ

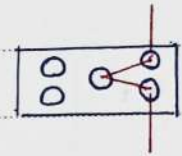
به ازای هم مسیر کششی

قطر معادلاتی $= d = d + \Delta d$
 ظاهری
 واقعی

وابسته به نوع
 دوز اختاری

ظاهری $d > d$ معادلاتی

$A_n = \min(A_{n1}, A_{n2})$ قطع میانی

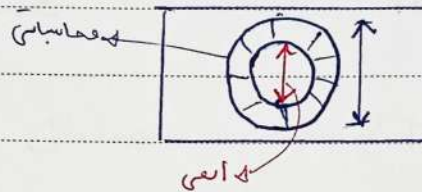
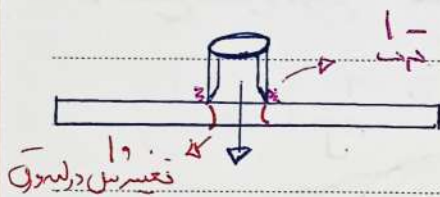


$\Delta d = 2 \text{ mm}$

روش موراحتاری آنرا با پانچ باشد ←

$\Delta d = 0.2?$

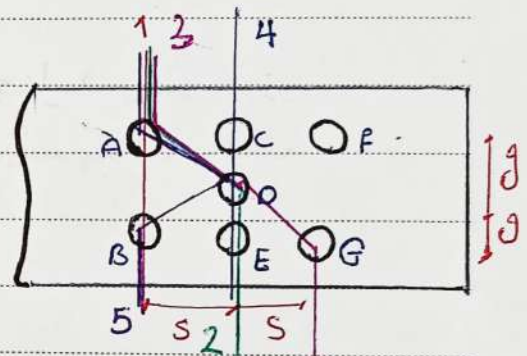
سوراخکاری باغده ←



$A_{n1} = A_g - 2dt$

$A_{n2} = A_g - 3dt + \frac{s^2}{4g} t$

$\sigma_{max} = \frac{T}{A_n}$



$A_{n3} = A_g - 3dt + 2 \frac{s^2}{4g} t$

مسیختگی جای اتقان می افتد به بیشترین تن یابد

$A_{n4} = A_g - 3dt$

$\sigma_1 = \frac{T}{A_{n1}}$

$A_{n5} = A_g - 3dt + 2 \frac{s^2}{4g} t$

$\sigma_2 = \frac{\frac{6}{7} T}{A_{n2}} = \frac{T}{\frac{7}{6} A_{n2}}$

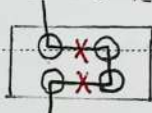
در مقاطع مسیم 3 و 5، مسیم 3 به این سبب و به احتمال زیاد مسیختگی در مسیم 5 اتفاق می افتد

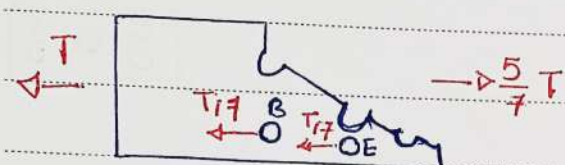
$\sigma_3 = \frac{\frac{5}{7} T}{A_{n3}} = \frac{T}{\frac{7}{5} A_{n3}}$

$\sigma_4 = \frac{\frac{5}{7} T}{A_{n4}} = \frac{T}{\frac{7}{5} A_{n4}}$

مسیم افقی در مسیم مسیختگی وجود ندارد بلکه در مسیم 5 رخ می دهد

$\sigma_5 = \frac{T}{A_{n5}}$



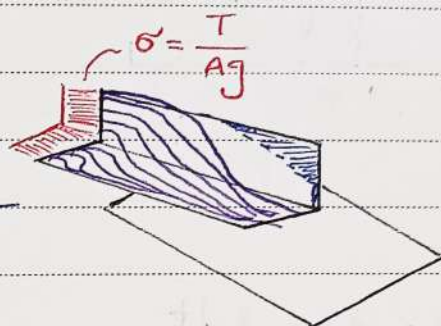


عسیر مغاره 3 ←

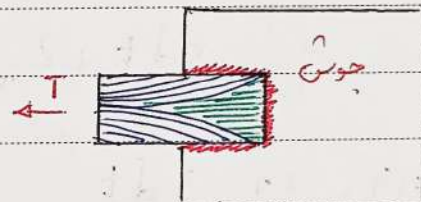
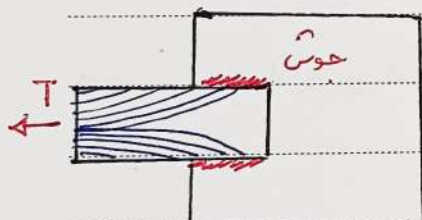
$$A_e = U \times A_n$$

• سطح مقطع موثر بند 1-2-3-3

• U ضریب تأخیر برش

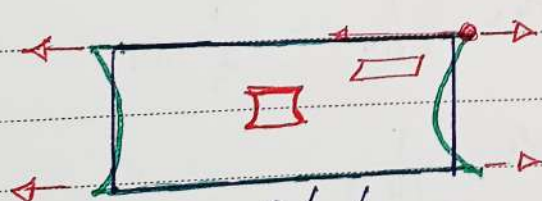


• رانه این تپه را به بیم تغییر ایستاده بود چون
عسیر تنش از سطح عبور نمی کنند و بلا استفاده است

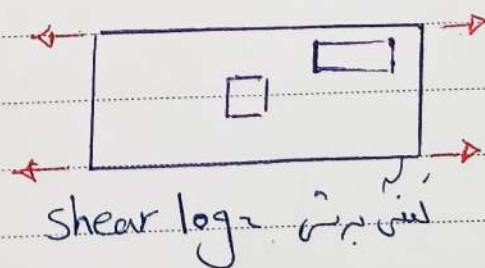


• در اتصال با دو خال جوش بخشی از مقطع بلا استفاده می شود ولی در حالتی با سه جوش تمام مقطع
تنش توزیع می شود

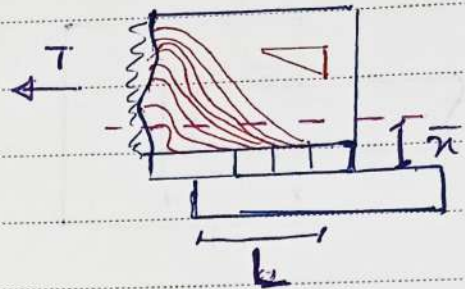
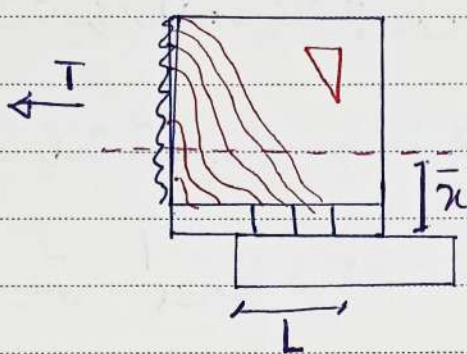
• غیر استفاده شدن (بلا استفاده شدن) قسمتی از مقطع بسبب افزایش فشار در سایر قسمت‌های مورد



تاریخچه تغییر تپه می نه پس تأخیر
برش داریم



تنش برش Shear lag



$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{L}$$

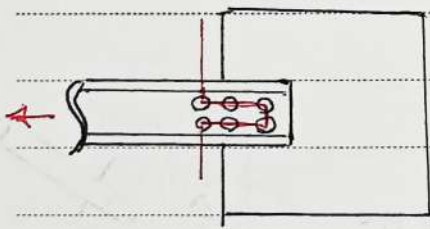
$\bar{x}$ و موافقت هم از فعل مقطع عضو است به عمق انتقال

L طول انتقال

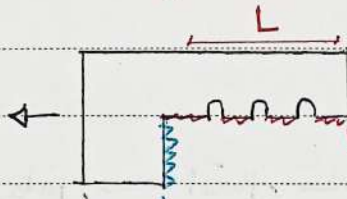
ضریب تأخیر برش جدول 1-2-3-1-6

1-2-3-4 (بیش 1-4)

۲۲ مهر



مهرابی سیفتی قالبی (1-2-3-4-9)



A_{nt} قوت برش

$$A_{nt} = Lr_t - 2.5dt$$

تقسیم برش

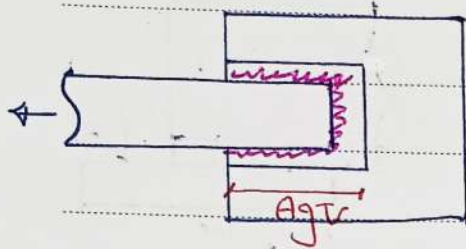
سیفتی برش

$$R_n = \min(0.6 f_y A_{gv}, 0.6 f_u A_{nt}) + U_{bs} f_u A_{nt}$$

هم مقاومت برش

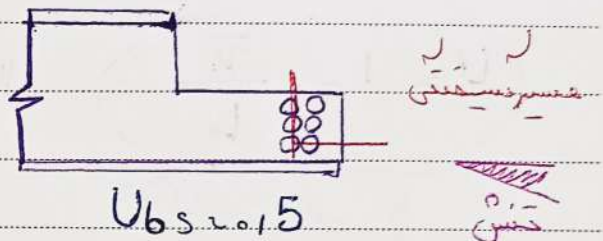
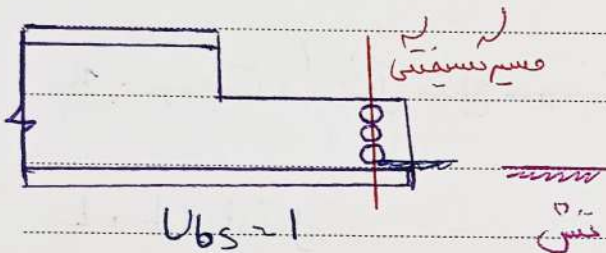
هم مقاومت کششی

جوش روی مقاومت تأثیری ندارد، شیری که از جوش بهش

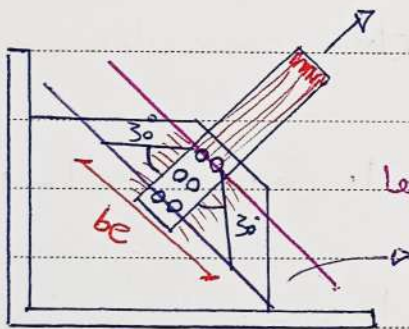


منتقل می شود معینه باعث تحسین می شود

اتصال پیچی ← تحسینی حاتم می شود



221 قیمت دوم



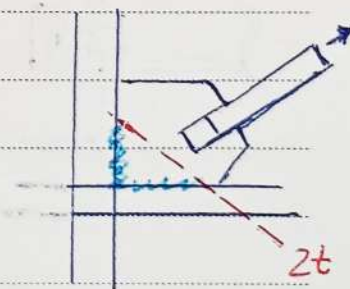
بعد اتصال اولین پیچها $Ag = be \cdot t$

عرض ویتفور

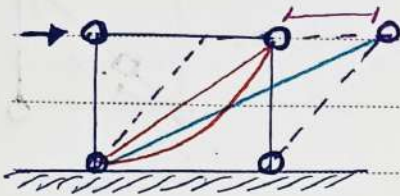
221

عرض ویتفور در داخل منفه اتصال حساب می شود و آن خارج از قطعه

اتصال جود باید نادیده گرفته شود

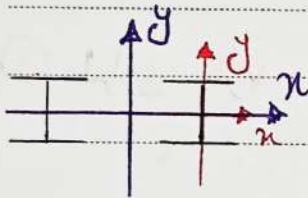
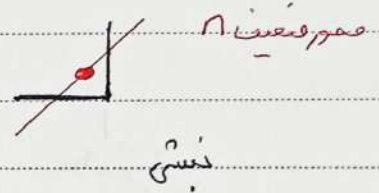
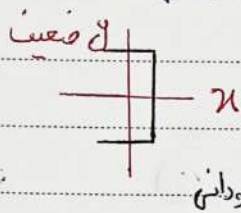
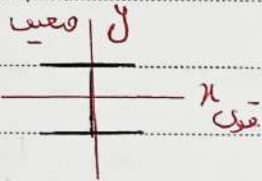


افتراق لائری اعفای حسیشی ← (حالت حرکتی بهره برداری)



$$\frac{L}{r_{min}} = \lambda \text{ ضریب لائری}$$

$$\lambda \leq 300$$

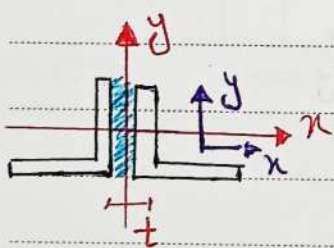


$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{x}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{I_y + A x^2}{A}} = \sqrt{\frac{I_y}{A} + x^2}$$

$$r_y = \sqrt{r_y^2 + (D/2)^2}$$

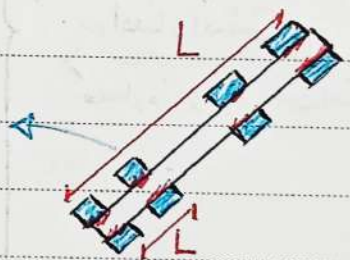
تغایر زیر ایون در حول محور
بین تقاطع و دوپروفل رقیق ندارد



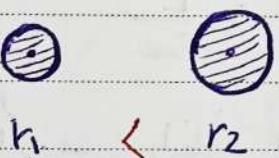
$$\frac{L}{r_{min}} \leq 300$$

$$\frac{L}{r_{min}} \leq 300$$

Filler
پر کننده لایه



Filler بار مقاومتی ندارد فقط دوپروفل را بهم دوخت می دهند تا جابجایی عمل کنند



میلگرد بهترین تغایر زیر ایون را دارد

$$h_1 < r_2$$

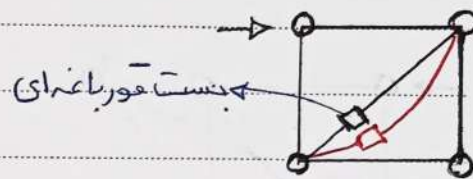
Subject: _____

Date _____

خسب پس قنطاری = 40 MPa

400 kg/cm²

$f_y = 235 \text{ MPa}$



نبره 1-2-3-5-64

S235

مسائل بارهای مولادی 8

① کنترل مقطع ✓ بار ✓
② تعیین ظرفیت مقطع ✓ عناصر بار؟

③ طراحی بار ✓ مقطع؟

$$C \geq D \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_n}{n} \geq R_a \quad \text{ASD} \\ \phi R_n \geq R_u \quad \text{LRFD} \end{array} \right.$$

جایگاه دانه با هم 8

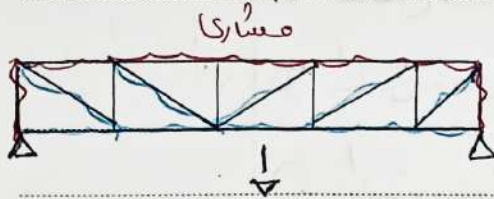
① در اعضای کششی
معیار مقاومتی - حری مقاومتی

$$\left\{ \begin{array}{l} \phi_t R_n \geq R_u \\ 0.9 f_y A_g \geq P_{ut} \\ 0.75 f_u A_e \geq P_{ut} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} A_g \geq \frac{P_{ut}}{0.9 f_y} \quad \text{لازم} \\ \text{ظرفیت مقطع min} \\ A_e \geq \frac{P_{ut}}{0.75 f_u} \quad \text{لازم} \end{array} \right.$$

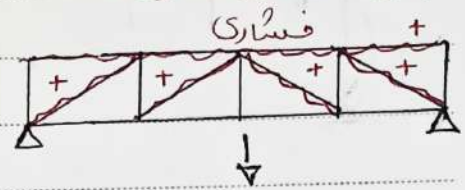
② $\Rightarrow \frac{L}{r_{min}} \leq 300$ حالت حری بهره برداری $\Rightarrow r_{min} \geq \frac{L}{300}$ لازم

اگر معیار 2 را مشاهده باشد چهار تکیه گاه می شود و اگر معیار 1 را مشاهده باشد چهار تکیه طول و تغییر شکل می شود

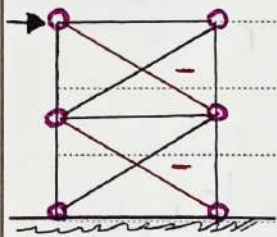




طراحی اعضای فشاری؟



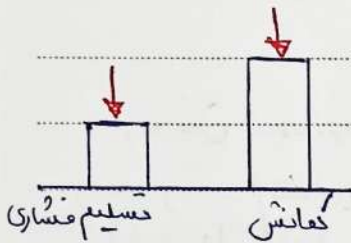
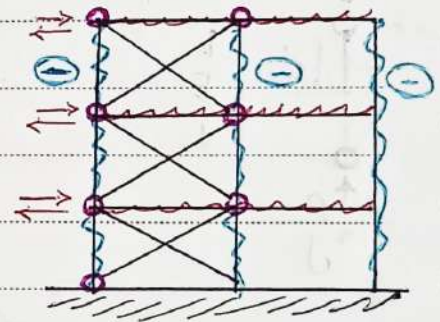
برخی از اعضای خراب



اعضای مقابل کشش مقاومت بیشتری دارند تا فشار

تمت فشار دچار کاهش می شوند

ستون ها در قاب های حاره (احتمال تیر به ستون مفصل) با احتمال حاره فشاری هستند



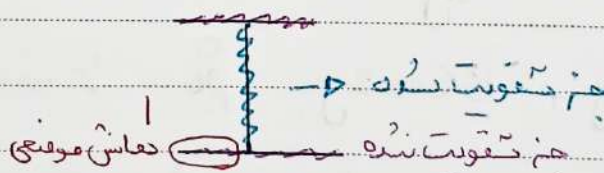
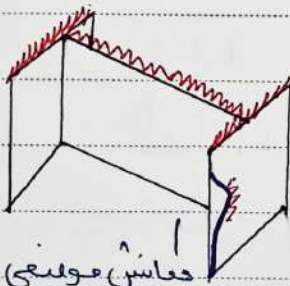
خرابی اعضای فشاری ← ستون های بلند = کاهش

ستون های کوتاه = لهیدگی یا تسلیم در فشار

① موضعی ← اجزای تشکیل دهنده مقطع بصورت موضعی کاهش دهند

کاهش خرابی

② کلی



کاهش موضعی مقده ای به کاهش کلی یا خرابی می شود



انحراف کلی

- انواع انحراف کلی:
- ① انحراف کلی
 - ② انحراف کلی - پیچشی
 - ③ انحراف کلی - پیچشی

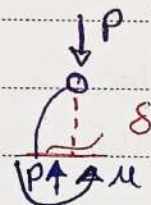
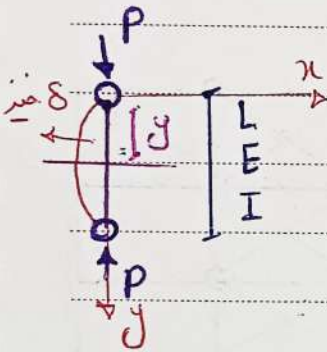
انحراف کلی = خم میسر و کوتاه میسر
پیچشی = درجه چرخش کلی میسر

بلند = انحراف کلی

مقطع I میل ← کوتاه = انحراف کلی - پیچشی

مقدار جابجایی جانبی در راستای $\delta = \chi(y)$

$P \times \delta = m$ ← گشتاور داخلی



از طرفی $\rightarrow \frac{-m}{EI} = \frac{d^2 \chi}{dy^2}$ $\rightarrow$ از حفرش ساده به عنوانی
(خطی و درجه دار جمعی) - اصل شار قوا
تغییر میل نوچها

$$\frac{-P\chi}{EI} = \frac{d^2 \chi}{dy^2} \rightarrow \frac{d^2 \chi}{dy^2} \cdot EI + P \cdot \chi = 0$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{P}{EI}} \rightarrow \frac{d^2 \chi}{dy^2} + \lambda^2 \cdot \chi = 0$$

$$A \sin \lambda y + B \cos \lambda y = \chi \rightarrow$$

میل معینی انحراف از این رابطه
بدست می آید

$\begin{cases} \int y^2 \\ x_2 \end{cases} \rightarrow A \sin x \cdot x_0 + B \cos x \cdot x_0 = 0$
 $Ax_0 + Bx_1 = 0 \rightarrow B = 0$

$$\begin{aligned} \int y_{z_0} &\rightarrow A \sin 2L + 0 \times \cos 2L = 0 \\ \int L_{z_0} &A \sin 2L_{z_0} \rightarrow \int \int A_{z_0} \end{aligned}$$

$$A \sin \alpha L = 0 \rightarrow \begin{cases} A = 0 & \text{triv. sol.} \\ \sin \alpha L = 0 \rightarrow \alpha L = n\pi \\ n = 0, 1, 2, \dots \end{cases}$$

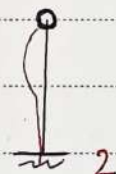
$$\lambda L = n\pi \rightarrow \sqrt{\frac{P}{EI}} L = n\pi \rightarrow \frac{P}{EI} = \frac{n^2\pi^2}{L^2} \rightarrow$$

جاری نه در سرباط خفانش مدون می نند

$$\rho = \frac{n^2 \pi^2 EI}{L^2}$$

بار چگالی اولی ← $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$ بار چگالی ۵ - به ازای این

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$



$$\textcircled{1} P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

$$(2) P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(0.17L)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2} \quad (K \sim 1, 0.7, 0.5)$$

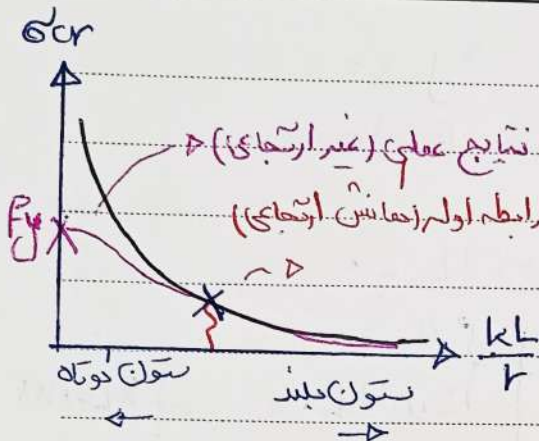
$$\textcircled{3} P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(0.15L)^2}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{P}{A} \rightarrow \sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A} = \frac{\frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}}{A}$$

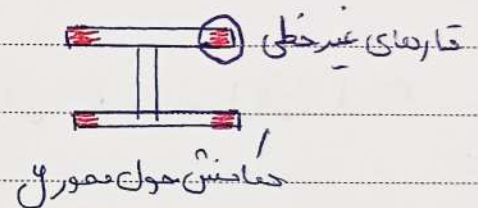
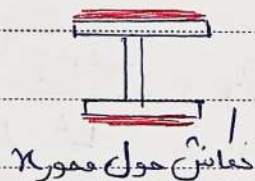
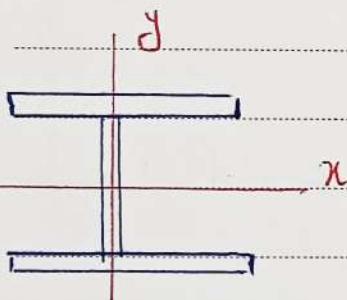
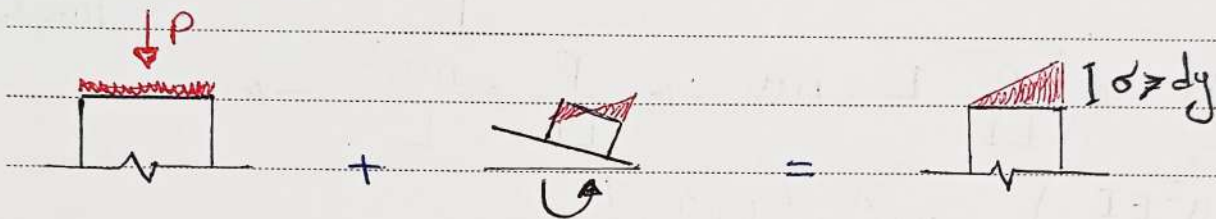
$$b_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2 \chi \theta}$$

حقیق بنیادی
اولی

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$



در ستون های کوتاه قبل از خفایش ستون وارد محدوده ی غیر ارتجاعی می شود



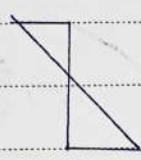
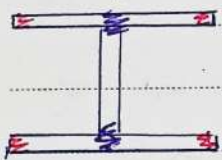
Subject:

Date

۲۹ مهر

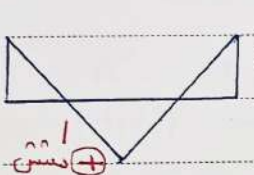
Sahar Mahjub

تنش های پسماند ←



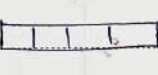
① عملیات ساخت، پرش، دورد ② عملیات حمل و نقل

برای هر جنبه می توان
حشیده معینه نقاط قعر



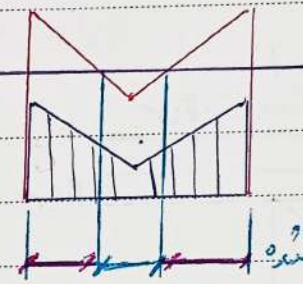
منشار

$$+ \left(\frac{P}{A} \right)$$



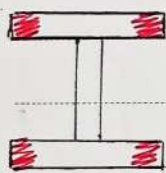
منشار

F_y

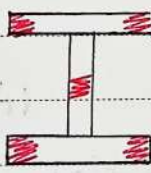


هموز تسلیم شده

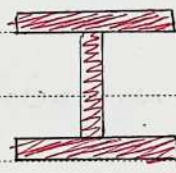
تسلیم شدن چون جالته از F_y رفتن



1

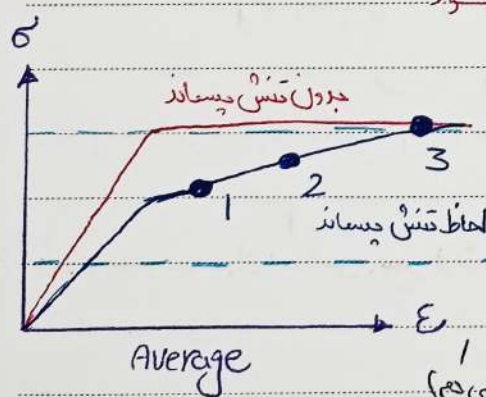


2



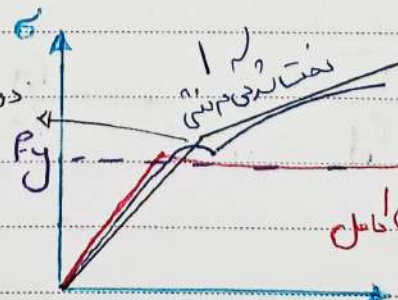
3

در این ناحیه ها تنش بیشتر از F_y می شود و مقطع تسلیم می شود



از مرحله 1 تا 3 رفته رفته بیشترین تنش - F_y است
کمتر می شود

دو خطی (با بیشترین)



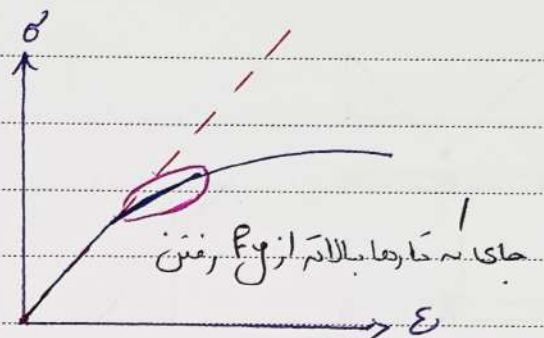
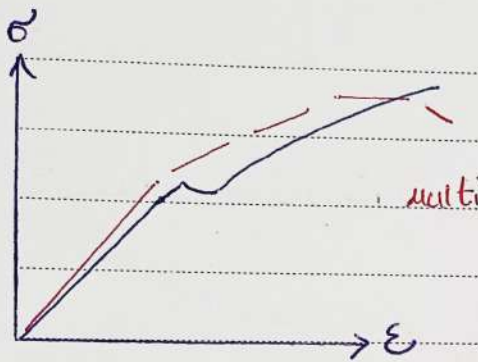
عوضی معال فولاد

مدل ارتجاعی خطی کامل

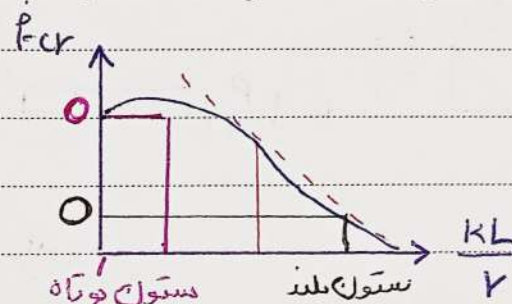
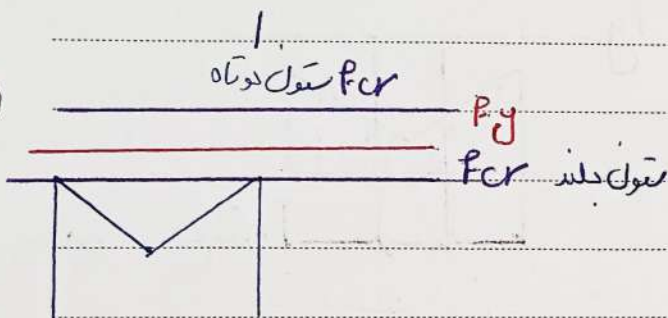
P4PCO



@StructuralEngineering



رفعه رفعت افقی میسره و سختی خودش رو از دست میده تا جایی که انقدر سنده میسره که سختی بشود



$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \quad (\text{ستون های بلند})$$

① خمشی (اولم)

② خمشی - پیچشی (مقطع ناردان)

③ پیچشی (مقطع میلسی نل +) - پیچشی - پیچشی

بدون اجرای لازم - خادیده هم قتل خمشی عوفعی

کسین نامه - برای خمشی غیر ارتجایی میادیه قسریب اطمینان در P_{cr} اعمال می کنه

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{در محدوده غیر ارتجایی}$$

$$\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$$

هم موی نه از خمشی اولم

بدست میاد

$$\lambda_c = 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{الف)}$$

$$\lambda_c < \frac{KL}{r}$$

ستون بلند

$$\lambda_c \geq \frac{KL}{r}$$

ستون کوتاه

$$\phi F_{cr} = 0.9 \left(0.877 F_e \right) F_{cr}$$

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) F_y$$

(معنی انتقالی)

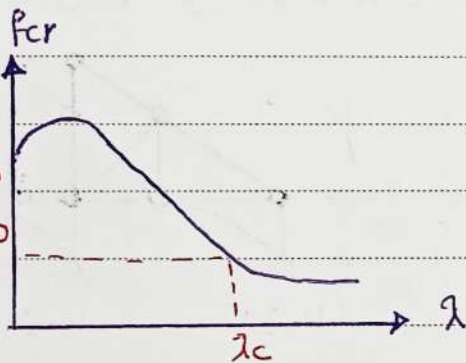
$$F_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2} \Rightarrow F_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda_c^2} = \frac{\pi^2 E}{(4.71)^2 \times \frac{E}{F_y}} = \Rightarrow$$

$$\frac{\pi^2}{(4.71)^2} F_y = 0.44 F_y$$

در ستون‌های بلند ← بیشتر از $F_{cr} = 0.44 F_y$

در ستون‌های کوتاه ← کمتر از $F_{cr} = 0.44 F_y$

به ازای $0 = \frac{KL}{r}$ $F_{cr} = F_y$

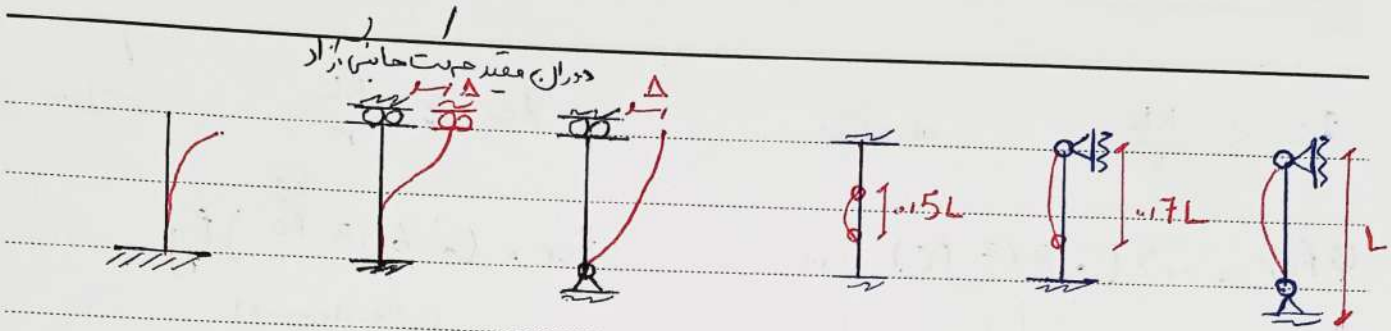


$$S235 \rightarrow E = 2 \times 10^5 \text{ MPa}$$

$$F_y = 235 \text{ MPa}$$

هر چقدر فولاد قوی‌تر باشد = مقطع غیر ارتجاعی می‌باشد

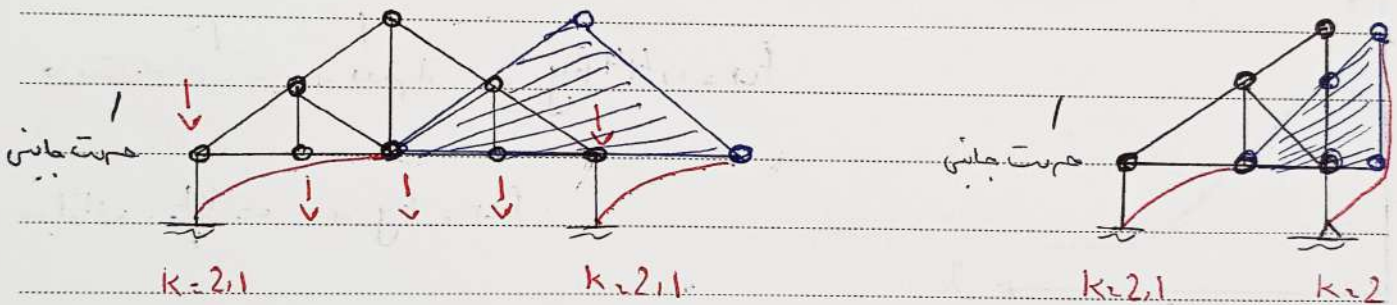
معادن به مقاومت فولاد وابستگی ندارد (و همین‌طور جنس فولاد)



قوسی	$k=2$	$k=1$	$k=2$	$k=1.5$	$k=1.7$	$k=1$
تکیه‌های	$k=2.1$	$k=1.2$	$k=2$	$k=1.65$	$k=1.8$	$k=1$

541 این فاصله (عمیق در عمق 401)

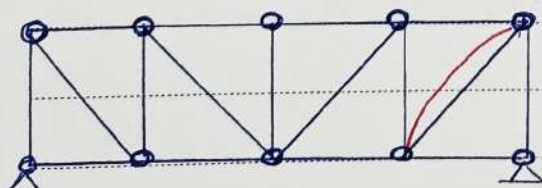
مثال ← ضریب طول موثر (k) ستون‌های هم‌بند زین را ببینید



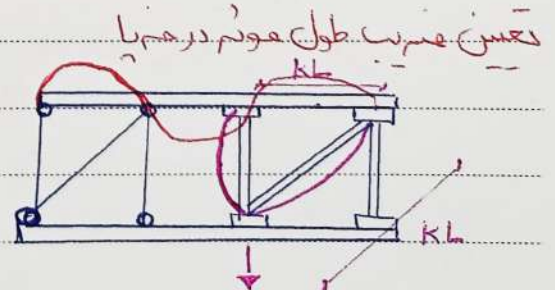
ستون با حرکت جانبی $k > 1$

ستون‌های بدون حرکت جانبی $k < 1$

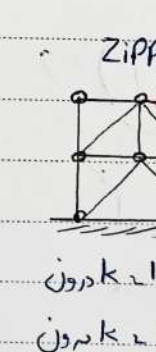
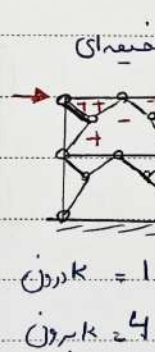
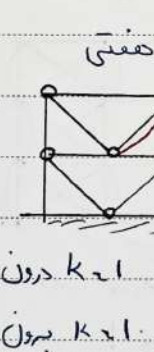
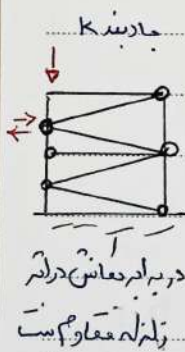
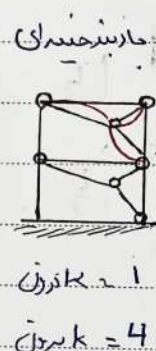
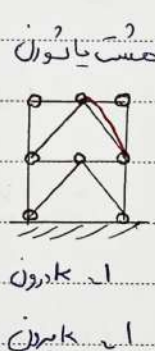
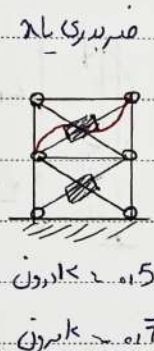
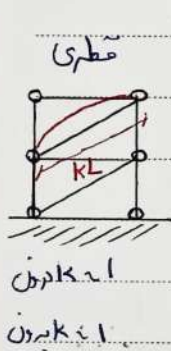
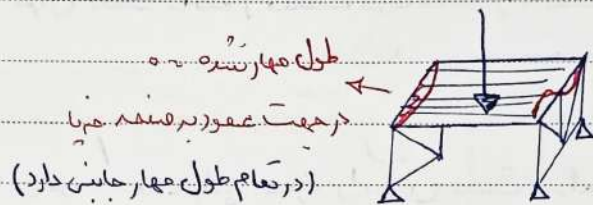
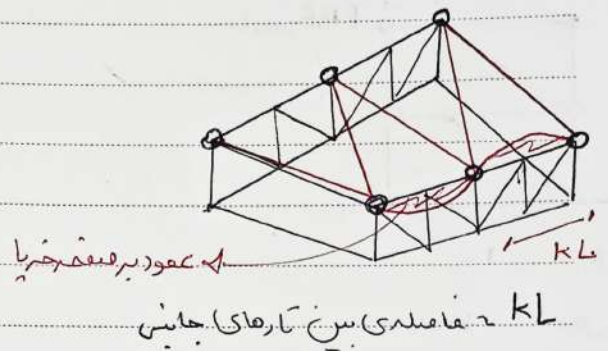
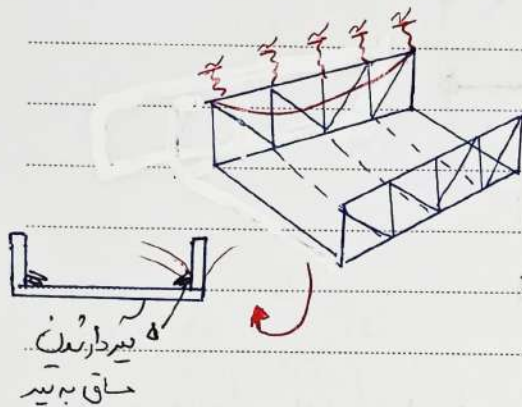
۳ مهر

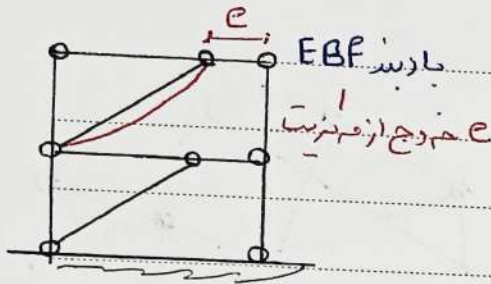


$k=2.1$ به همراه



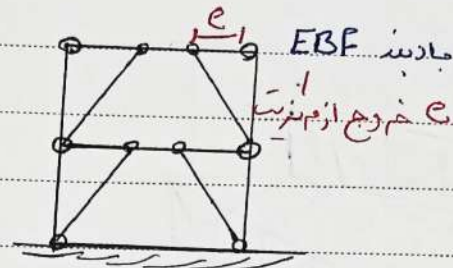
Subject: _____
Date: _____





۱ - k درون

۱ - k بیرون

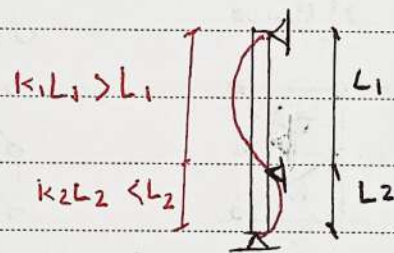
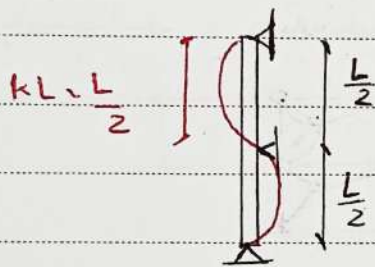


۱ - k درون

۱ - k بیرون

* در استفاده از جادبندهای خیمه ای باید حین خوردن تلفت باشد (مست قوی مقطع را به جهت بیرون قرار دهیم).

* (e) در جادبندهای EBF قبل میوزی می مونه به معانی تازه را به آن جهت هدایت می بینم

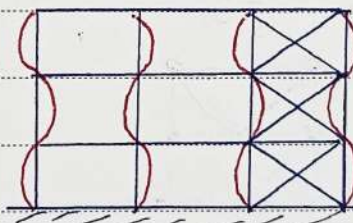


طول جانشی ستون های قاب خمشی



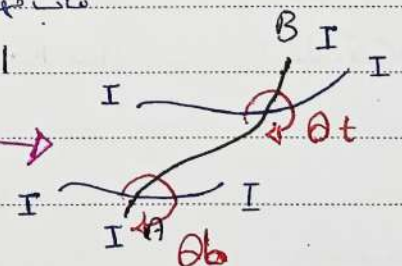
قاب مهار شده (بدون مهار جانبی)

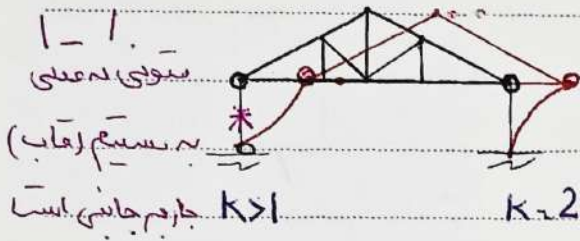
$k > 1$



قاب مهار شده (با مهار جانبی)

$k \leq 1$



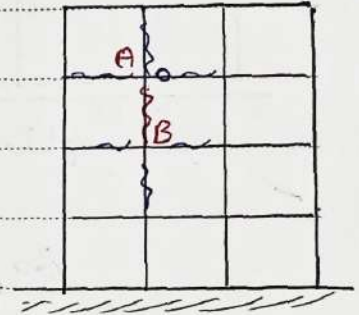


559 قیمت دوم

$$GA = \frac{\sum \left(\frac{EI}{L} \right)_c}{\sum \left(\alpha \frac{EI}{L} \right)_b}$$

α = ضریب اصلاح = قیمت دوم

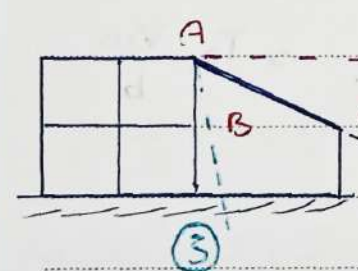
مثال: اگر تیر تحت راستی به تیر A با عطفیل متصل کرده باشد در هنگام چرخش



که A از خودش هیچ مقاومتی ننویسد، بنابر این ضریب α این تیر به

بافت می شود، اگر اتصال تیر به تیر A گیردار باشد و تیر دیگر عطفیل باشد

لختی تیر نسبت به حالت قبل کمتر می شود و ضریب $\alpha = 0.5$ می شود

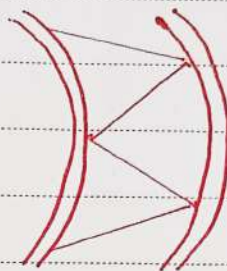
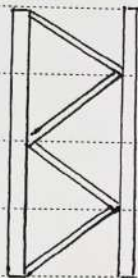
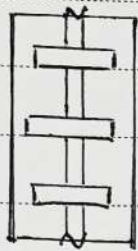


مثال: اگر تیر AC به ستون A به صورت عطفیل وصل شود هیچ تغییری

در مانع ستون ایجاد نمی کند، اگر تیر AC به صورت گیردار متصل شود به

که A در این صورت $\frac{EI}{L}$ ، بصورت تیر به ستون اعمال می شود؟
AC نه تیر است نه ستون
① تیر ② ستون
② چیه عینه؟

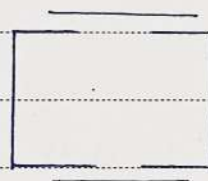
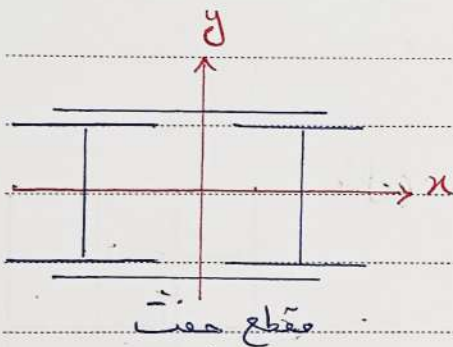
هر چقدر که عقیده باشد مقدار G کمتر می شود و هر چقدر آزادتر باشد G بیشتر می شود



اعضای فشاری مرتب ←

اعضای جاذبه ←

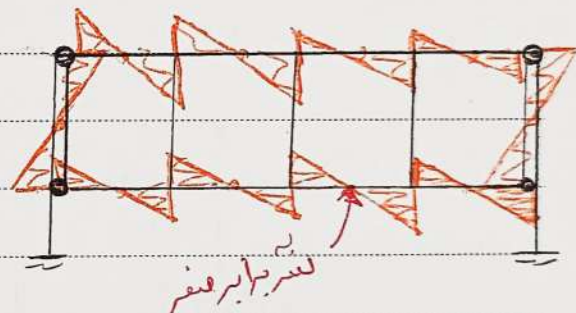
از یک نیروی بیتر به عنوان نیرو استفاده می شود 72 عیب دوم



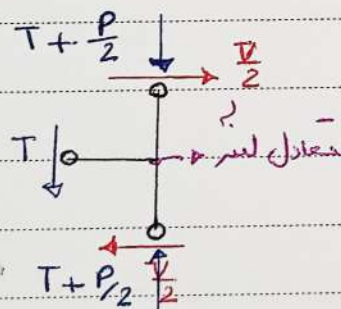
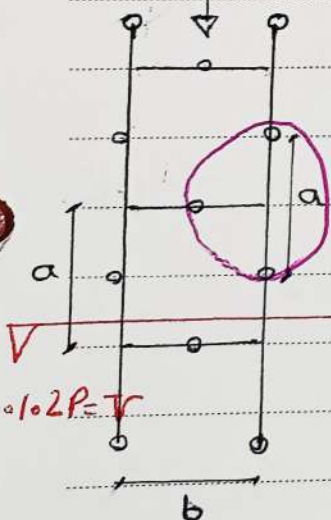
مقطع جفت

خبرهای ویرایش عیب دوم 80

یا روش تعیین نیروهای داخلی است. رابطه داریم



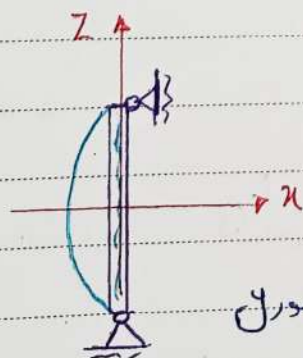
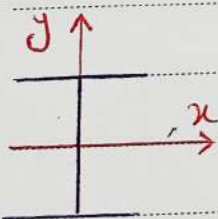
تشریح بر مبنای



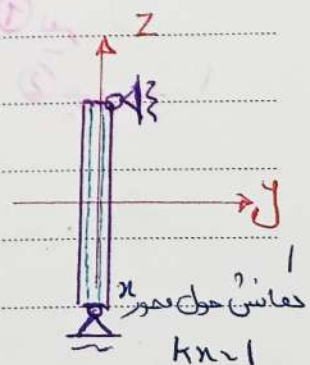
$$\frac{V}{2} \times a = T \times \frac{b}{2} \Rightarrow T = \frac{V \times a}{b}$$

نیروی برشی در جفت

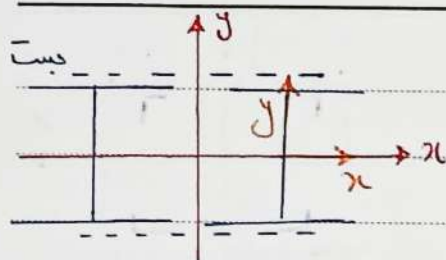
$$0.5P = T$$



عانش حول محور
 $k_y = 1$



عانش حول محور
 $k_x = 1$



نسبت $r_x = r_y$ زوج

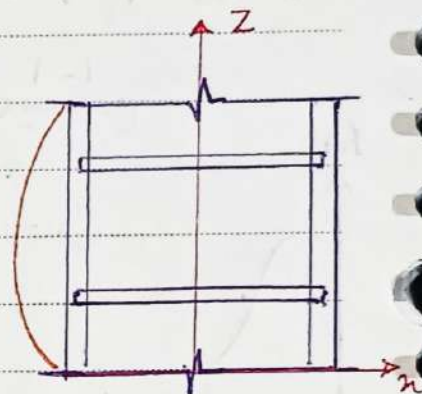
نسبت $r_x = \sqrt{r_y^2 + d^2}$ زوج

↑ d لایه‌های هم‌پوش

انعکاس حول محورین

K_y

← اثر برش و خمش باهم اتفاق می‌افتد

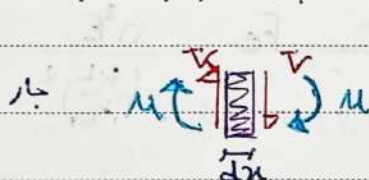
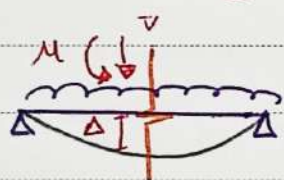


اصلاح شود $\left(\frac{KL}{r} \right)_y \rightarrow \left(\frac{KL}{r} \right)_m$

چون تو خالی باعث به برش شدن خمش مقطع،

نسبت به جان قویتر می‌شود

وقتی به برش و خمش باهم اتفاق بیفتد باید ضعیف‌ترین در برابر اثر برش اصلاح شود



در اثر برش

در اثر خمش

$\Delta_{\text{اثر خمش}} + \Delta_{\text{اثر برش}} = \Delta_{\text{کل}}$

در تحلیل سازه یک به ای ساده‌تر به دن مدل و تحلیل، با توجه به نسبت ابعاد اندازه‌گیری از اثر برش می‌توانیم.

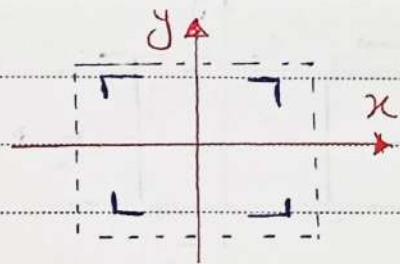
حایی که جان مقطع ضعیف‌تره (تیرهای لانه زنبوری، تیرهای عین $(\frac{L}{h} \text{ زیاد})$) باشد نمی‌توان

از اثر برش صرف نظر کرد

در دکل ها (ردیف های به هم) نیز نسبت $\frac{KL}{r}$ باید اصلاح شود

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_m = \sqrt{\left(\frac{KL}{r}\right)^2 + \left(\frac{a}{r_i}\right)^2}$$

فاصله بین محورها



تغایر دکل های به هم

f_{cr}

$$f_{cr} = \left(0.658 \frac{f_y}{F_e}\right) f_y$$

معادله غیر ارتجاعی

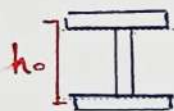
$$f_{cr} = 0.877 F_e$$

معادله ارتجاعی

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

حالتی
پیشی
حالتی - پیشی

→ 1, 2, 3

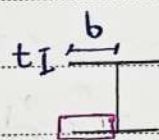
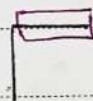
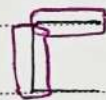
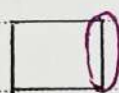


$$C_w = \frac{I_y h_o^2}{4}$$

ممان پایداری

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r_e}\right)^2}$$

اصلاح



معادله موافقی

غیر لایه

لایه

$$\frac{b}{t} \leq 2r$$

$$0.156 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

جدول 1-2-2-1 اخذ از جداول آزاد
جدول 2-2-2-1 اخذ از جدول لایه آزاد

حالت غیر لایه $f_{cr} > f_y$

حالت لایه $f_{cr} < f_y$
 $\phi R_n = 0.9 f_{cr} A_{ec} \leftarrow A_g \rightarrow A_{ec}$

تأثیر

Torsional
Buckling

کناس پیچشی

$$EI \frac{d^2 y}{dz^2} + Py = 0$$

معادله حاکم بر کماتش
ار تجاجی اولر

$$EI \frac{d^4 y}{dz^4} = -P \frac{d^2 y}{dz^2}$$

رابطه حاکم بر
خمش ساده تیر

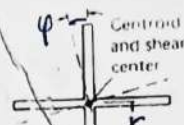
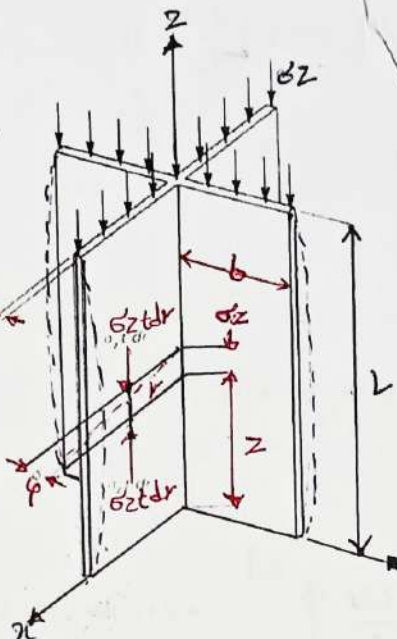
$$-(\sigma_z t dr) \frac{d^2(r\phi)}{dz^2}$$

حرکت بار جانبی مجازی که
منجر به خمش شده است

$$dm_z = -(\sigma_z t r dr) \frac{r d^2 \phi}{dz^2} dz$$



Kharazmi University



$$r\phi = \tau$$

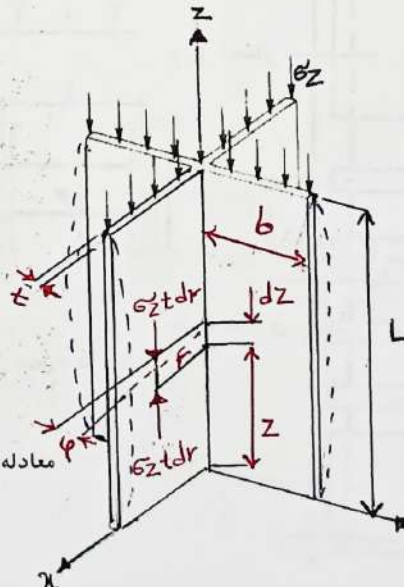
$$m_z = -\sigma_z \frac{d^2 \phi}{dz^2} dz \int_A r^2 t dr$$

$$dM_z = m_z dz$$

$$M_z = GJ \frac{d\phi}{dz} - EC_w \frac{d^3 \phi}{dz^3}$$

معادله دیفرانسیلی حاکم بر کماتش پیچشی

$$\frac{dM_z}{dz} = GJ \frac{d^2 \phi}{dz^2} - EC_w \frac{d^4 \phi}{dz^4}$$



$$r\phi$$

$$r\phi = \tau$$

C_w ثابت پیچشی تابیدگی

J ثابت پیچشی مقطع



@StructuralEngineering

$$\sigma_z \frac{d^2 \phi}{dz^2} \int_A r^2 t dr = GJ \frac{d^2 \phi}{dz^2} - EC_w \frac{d^4 \phi}{dz^4}$$

$$EC_w \frac{d^4 \phi}{dz^4} - \left(GJ - \sigma_z \int_A r^2 t dr \right) \frac{d^2 \phi}{dz^2} = 0$$

$$\frac{d^4 \phi}{dz^4} + p^2 \frac{d^2 \phi}{dz^2} = 0$$

$$p^2 = \frac{\sigma_z I_p - GJ}{EC_w}$$

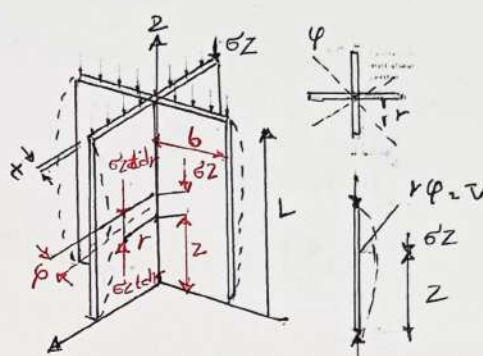
$$\phi = A_1 \sin pz + A_2 \cos pz + A_3 z + A_4$$

$$A_2 = A_3 = A_4 = 0$$

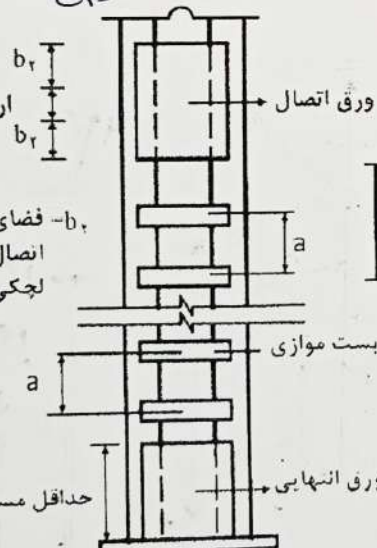
$$\frac{\pi^2}{L^2} = \frac{\sigma_z I_p - GJ}{EC_w}$$

$$\sigma_{z \text{ critical}} = \frac{EC_w \pi^2}{I_p L^2} + \frac{GJ}{I_p}$$

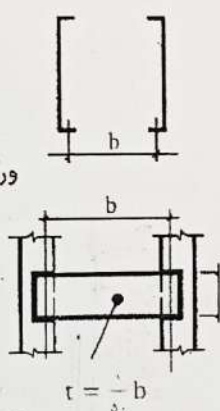
تنش بحرانی کمانشی پیچشی برای مقاطعی که دو محور تقارن دارند



فاصله بین مراکز هندسی دو
دو نیم رخ b

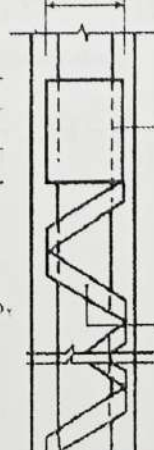
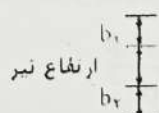


عصبه‌های ساخته شده با
جست‌های موازی



(فاصله بین مرکز سطح نیم رخ ها b/2)

عصبه‌های ساخته شده با
جست مورب



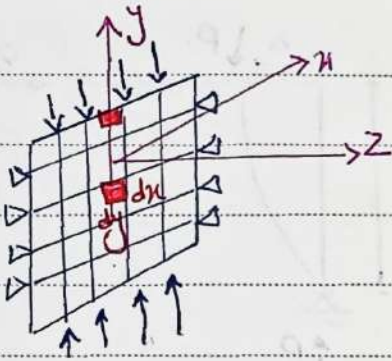
(محور با مصالح)



در عمود بر صفحه بست
(محور بدون مصالح)

b - طول کافی برای اتصال
نبشی ها و لچکی های
اتصال می باشد

۱۳ آبان

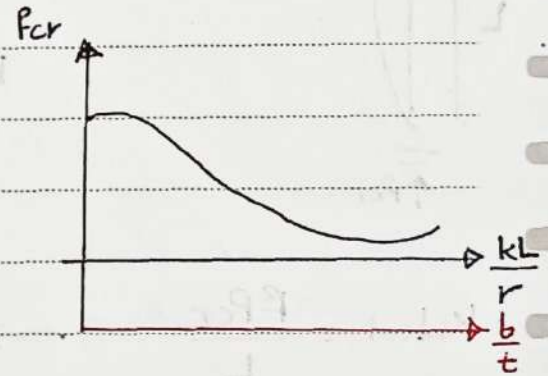


m وابسته به تعداد طول نیم موج $(\frac{1}{4} \sin)$

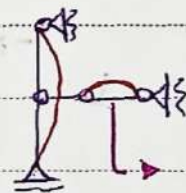
$$P_{cr} = F_y \rightarrow F_y = \frac{4\pi^2 E}{12(1-0.3^2)(\frac{b}{t})^2}$$

$$(\frac{b}{t})^2 = \frac{4\pi^2 E}{12(1-0.3^2) F_y}$$

$$\frac{b}{t} = \sqrt{3.6 \frac{E}{F_y}}$$



۱۴ آبان



میله دو سر مقفل بجای
نسبت به غلظتی



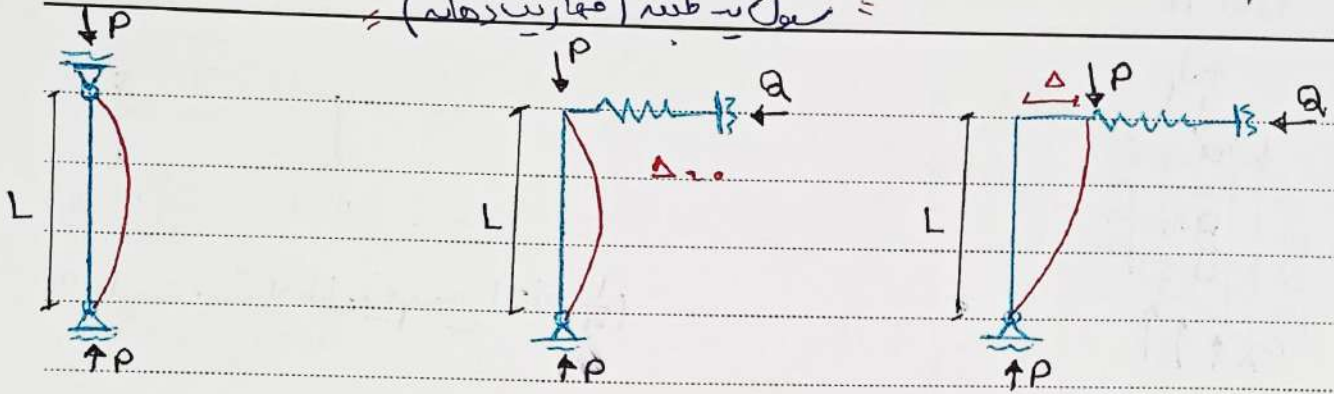
- ① مهارتول تحت فشار { مهار جانبی در مازه های مولادی
- ② مال فشاری تیرها

مال مهار جانبی باید طوری طراحی شود که خودش خمشی نبند

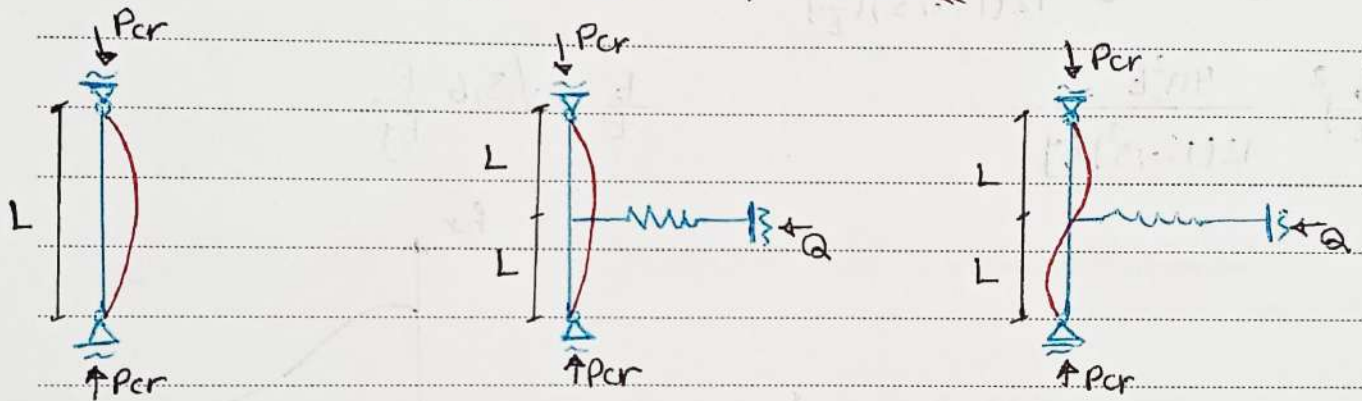


Subject: _____
Date: _____

==> ستون یک طبقه (معماری دهانه)



==> ستون دو طبقه (معماری دهانه)



$$K_{ideal} = \frac{P_{cr}}{L}$$

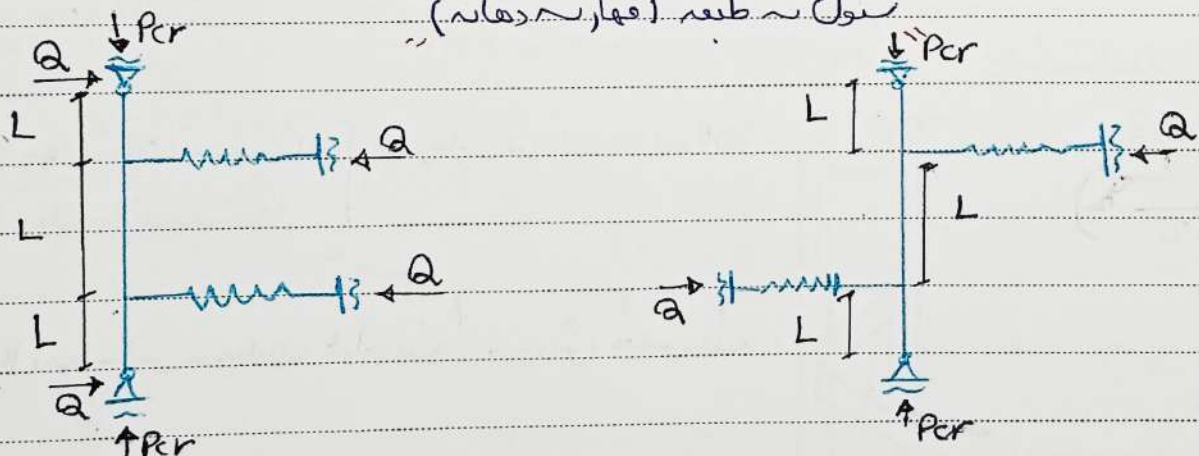
$$\beta = \frac{K_{ideal} \times L}{P_{cr}}$$

$$P \cdot \Delta = Q \cdot L$$

$$P_{cr} \cdot \Delta = (k \cdot \Delta) \cdot L$$

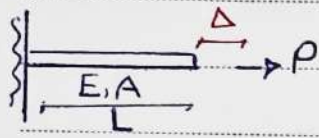
$$K_{ideal} = \frac{P_{cr}}{L}$$

==> ستون سه طبقه (معماری دهانه)



Subject :

Date

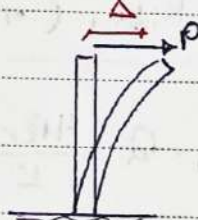
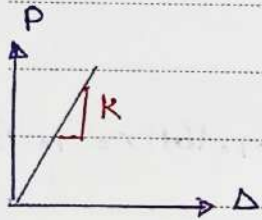


$$\Delta = \frac{PL}{AE}$$

$$P = k \cdot \Delta$$

مختی عموری

$$k_{\text{عموری}} = \frac{EA}{L}$$



$$\Delta = \frac{PL}{3EI}$$

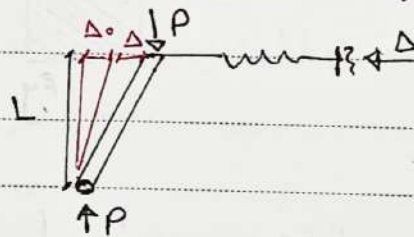
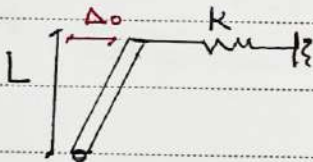
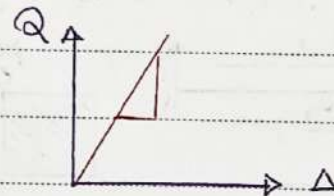
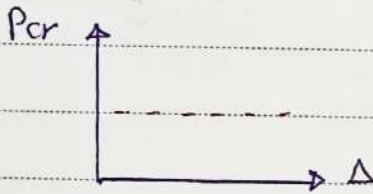
$$P = k \cdot \Delta$$

مختی مختی عموری

$$k_{\text{مختی}} = \frac{3EI}{L}, \quad I_{\text{مختی لازم}} = \frac{L}{3E} \times k_{\text{مختی لازم}}$$

$$Q = k_{\text{ideal}} \times \Delta$$

مقاومت مهاره



$$\Delta_e = 0.102 \Delta \leftarrow \frac{5.7}{100} \text{ درصد}$$

for $P = P_{cr}$ $(k\Delta)L = P(\Delta + \Delta_e)$

$$k_{\text{reqd}} = \frac{P_{cr}}{L} \left(1 + \frac{\Delta_e}{\Delta} \right)$$

$$k_{\text{reqd}} = k_{\text{ideal}} \left(1 + \frac{\Delta_e}{\Delta} \right)$$

$$Q = k_{\text{reqd}} \cdot \Delta = k_{\text{ideal}} \left(1 + \frac{\Delta_e}{\Delta} \right) \Delta$$

$$Q = k_{\text{ideal}} (\Delta + \Delta_e)$$

↓ تغییرات معیار



For stiffness

$$k_{req.d} = 2 k_{ideal}$$

For strength

$$Q_u = k_{ideal} (2 \Delta_o)$$

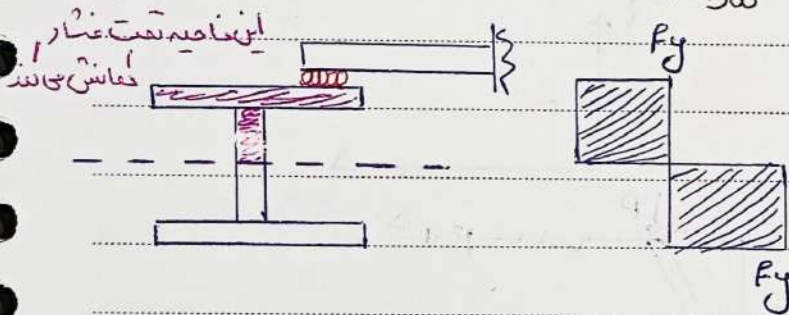
$$Q_u = k_{ideal} (0.1004 L)$$

$$Q = k_{ideal} (0.1004 L)$$

$$k_{ideal} = \frac{\beta P_{cr}}{L} = \frac{4 P_{cr}}{L} \Rightarrow Q = \frac{4 P_{cr}}{L} (0.1004 L) = 0.1016 P_{cr} \approx 0.102 P_{cr}$$

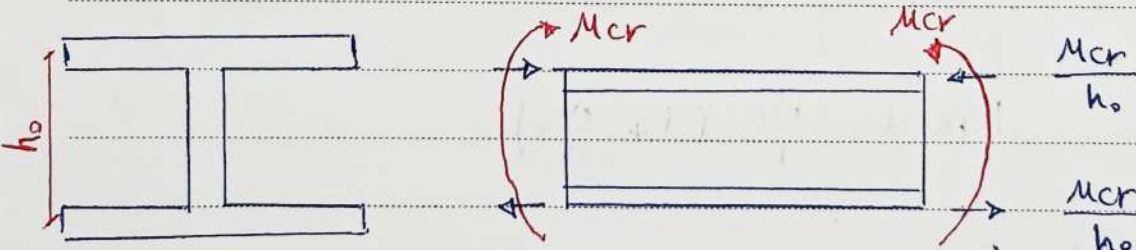
$\beta = 4$ حالت محافظه کارانه

* اگر طول ستون برابر با جابجایی و پیوستن یک $\frac{1}{500}$ باشد رواداری معیار برابر با $0.1004 L$ می باشد



محافظه کارانه
 $F_y \times \frac{A}{2}$
 دل نیروی فشاری چند است $\sim P$

266 ← معیار دوم

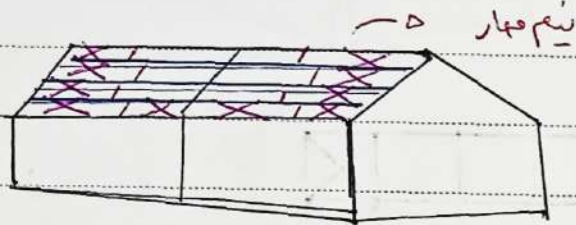


$$k_{req} = \frac{\beta P_{cr}}{L} = \frac{(1.1) M_u}{\phi L_b h_o}$$

در موارد زیر از آن تحت دوندگی بنایه صرف نظر نکرد 8

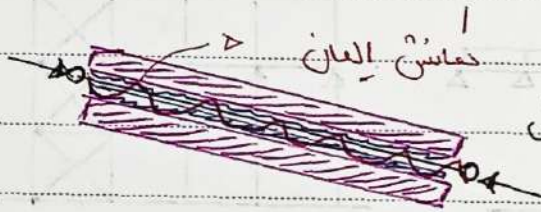
② احمالات لرزه به

① طرح مهارهای جانبی دعامتی

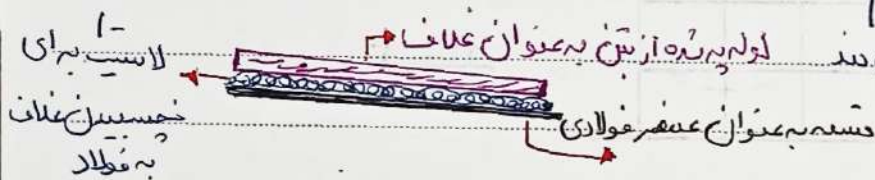


جسمه های مهار بندی دره به سقف
صلبیت می بخشند

جادیندهای دعامتی مانند

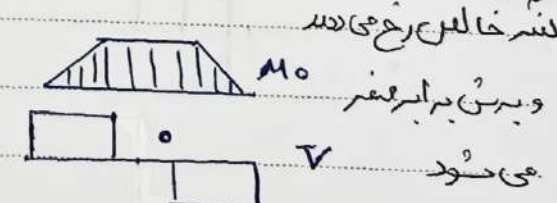
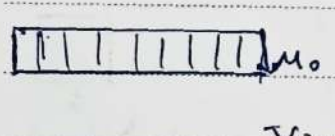
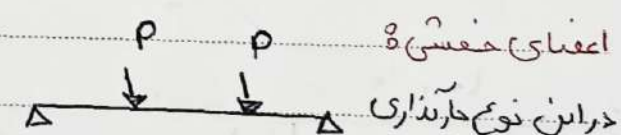
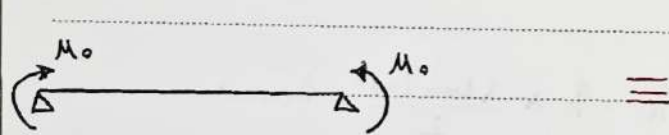


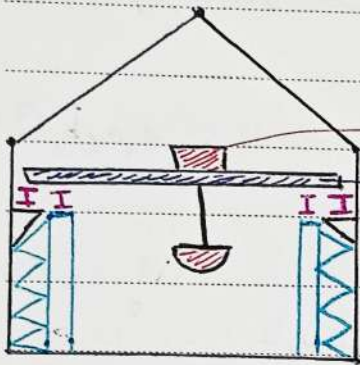
در این جادینده ایوان به خواص خم شود باید همراه خودش
علاف رو هم خم کنند



جداره ها مانند مهار جانبی در مقاوم طول عمل می کنند

مورد خرابی به جای دعامش به تسلیم تبدیل می شود





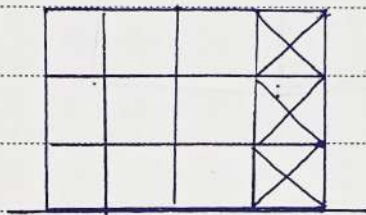
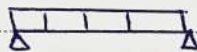
سقف
ستون
ستون

$$M = \frac{qL^2}{8}$$

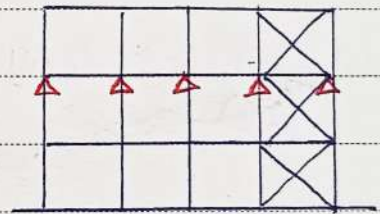
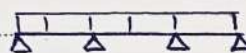
عمق باربر X وزن طبقه

الف) شرایط بارگذاری

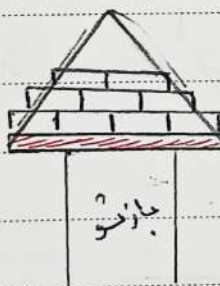
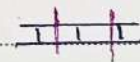
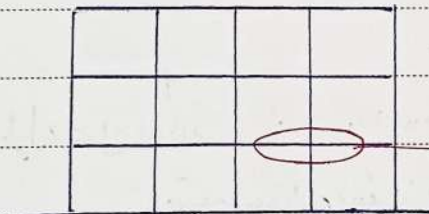
① قابهای ساده + مهاربند



② قابهای ساده + مهاربند + تیرهای چسبیده

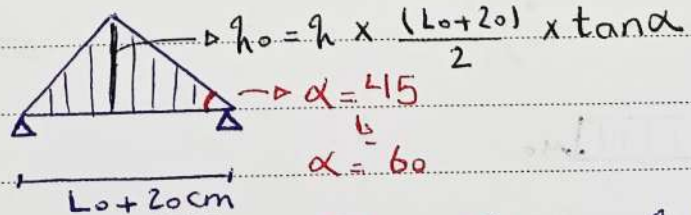
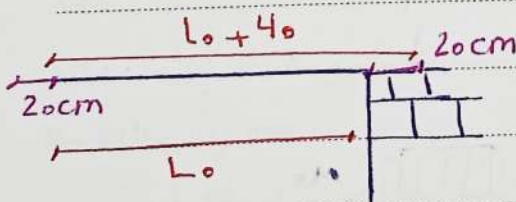


③ قابهای صلب

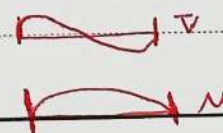


ب) محل درگاه: آنه دیوار مثل و نازک باشد باید مثلث بارگذاری را بیشتر در نظر بگیرد

بسیار چون در این حالت آنه تیر داخل گاه نباشد معادله برقی فرو می ریزد

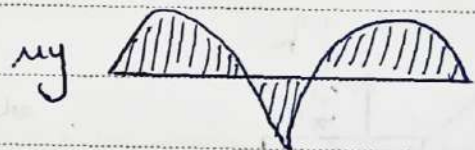
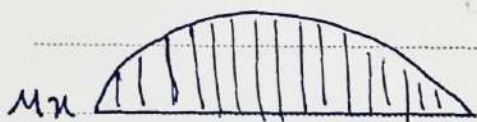
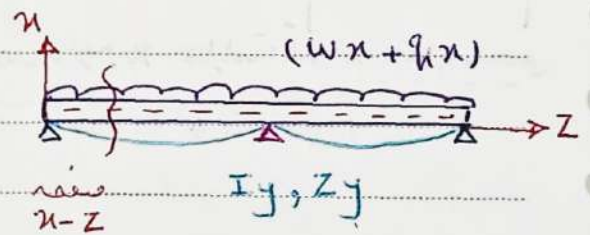
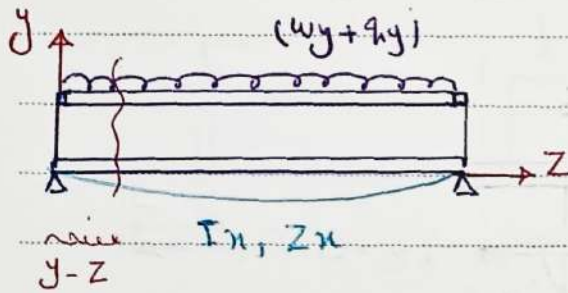
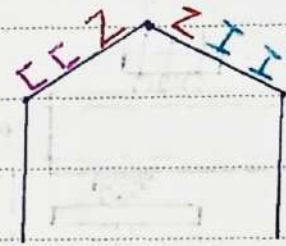
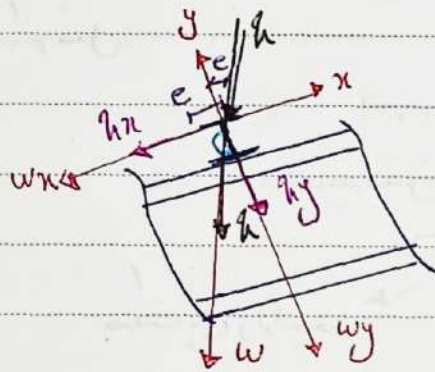
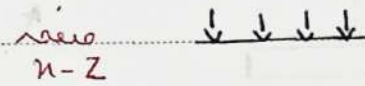
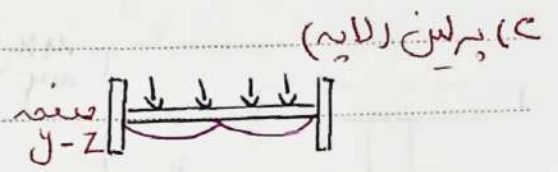
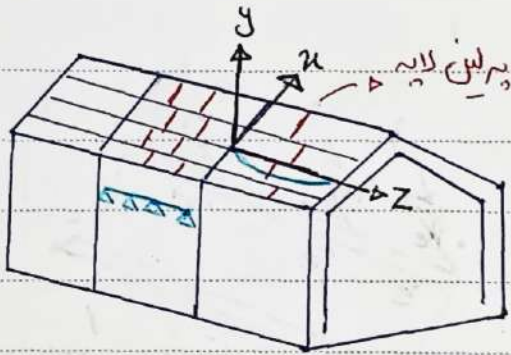


مهره قائم
10cm است



q KN/m²

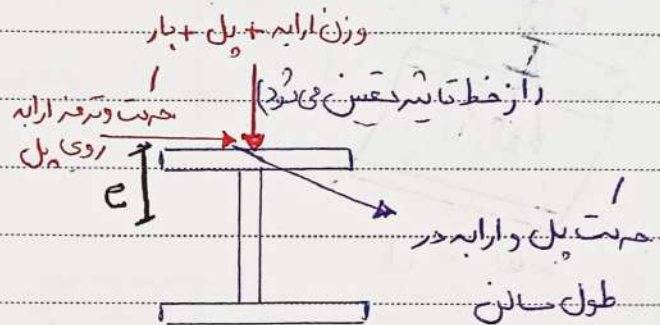
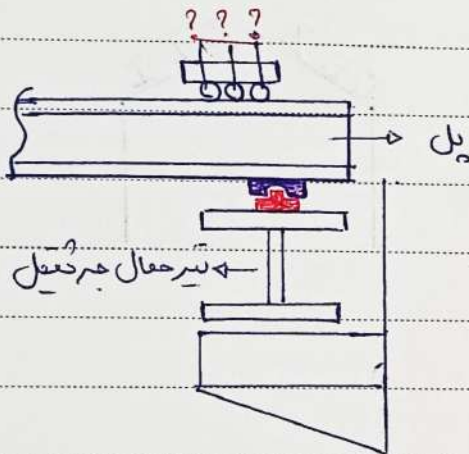
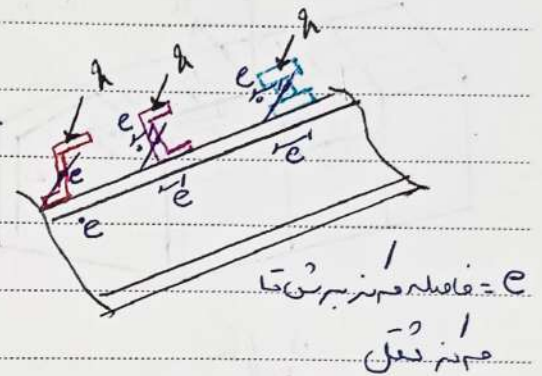
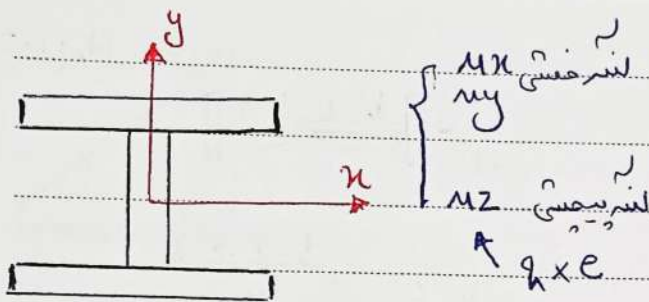
وزن یک متر مربع دیوار



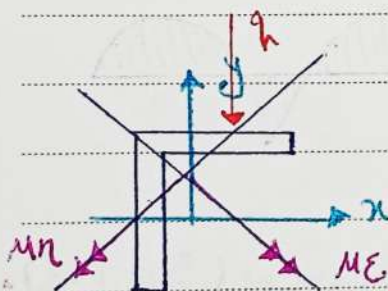
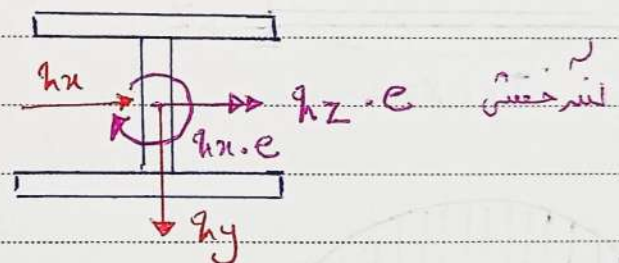
• (Sag rad) میل مهار برای خاصیت خیز در جهت y (استفاده می شود).

• مقطع Z و مقطع I و خاودانی برای پرلین رایج.

• میل مهار باید نه تنه و میل نشود نه طوری نه مانند یک عضو پیوسته عمل کنند.



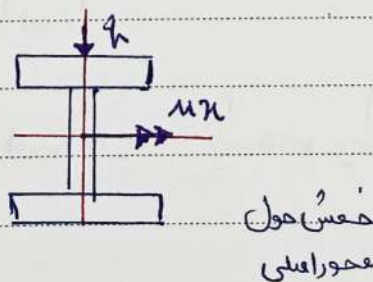
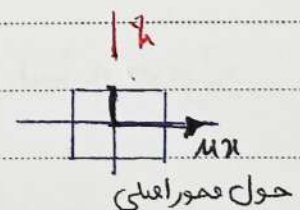
فتریب فتریب X جارا استایی = جاردینایی
 عیبت 6 مقاررت ملی



خفشی حول عموری
 محور اصلی

خفشی ساره
 M_x
 $\sigma = \frac{M_y}{I}$
 لشتر حول محور اصلی

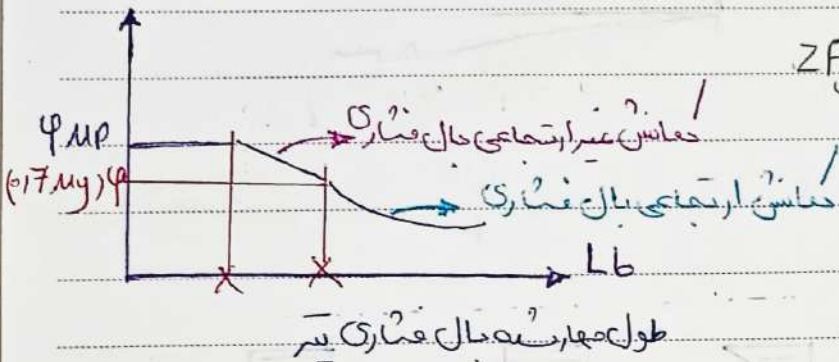
لشتر دو محور (لشتر جی) 8



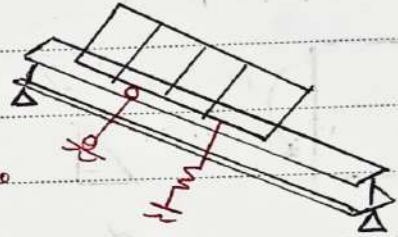
خفشی حول
 محور اصلی

الف) مهارهای جانبی (افزایش ظرفیت خماری بال، جلوگیری از خمش)

$$\varphi_{Mcr} = \varphi_{Mn}$$

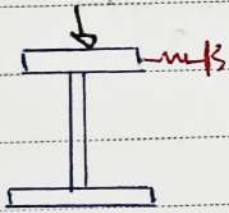


ب) خمش‌های کلی تیر لنگریلاست Z_{fy}

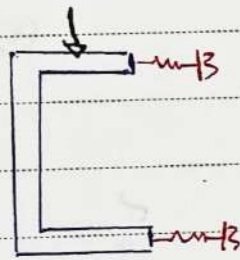


تار بست - ظرفیت

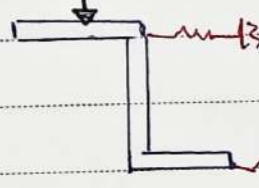
این خانه در هر دو بال تیرها باید مهار جانبی داشته باشیم



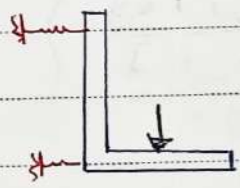
بال خماری مفید



هم دو بال مفید

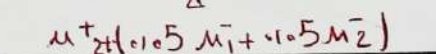
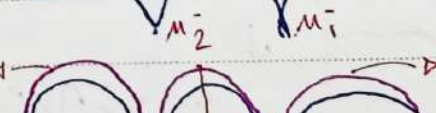
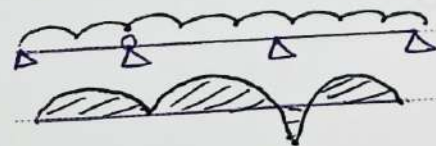
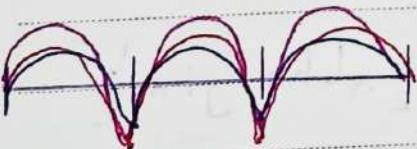
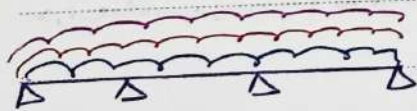


هم دو بال مفید



هم دو بال مفید

تیر استوار ثابت با مفید بودن دو بال جلوی پیچش هم می‌دود



$$(\mu_3^+ + 0.5\mu_2^-)$$

$$(\mu_1^+ + 0.5\mu_2^-)$$

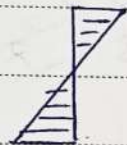
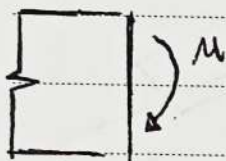
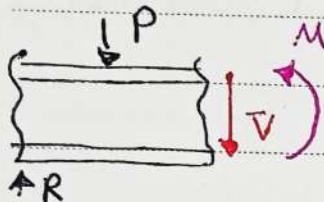
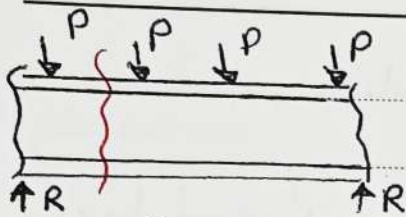
$$0.9\mu_2^-$$

$$0.9\mu_1^-$$

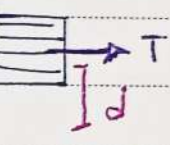
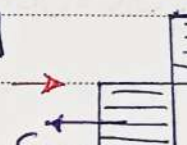
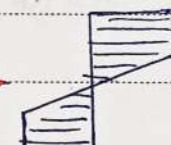
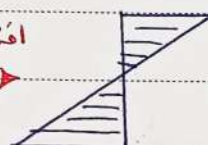
$$\mu_{2t}^+ (0.5\mu_1^- + 0.5\mu_2^-)$$

Subject :

Date



افزایش
بار



$$M_P = C \cdot d = T \cdot d$$

σ

$\sigma = F_y$

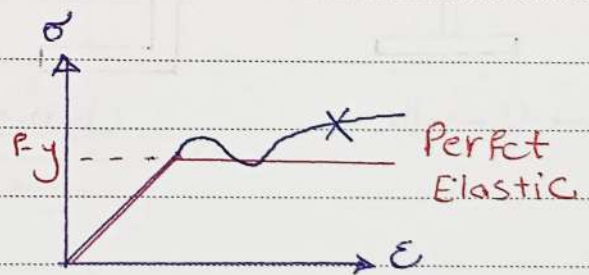
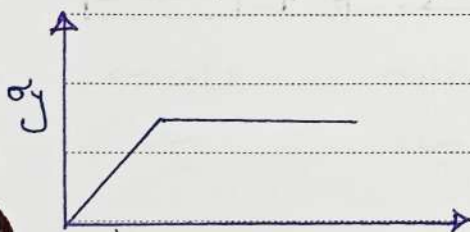
$\sigma = F_y$

$\sigma = F_y$

M_P انعطاف پذیری

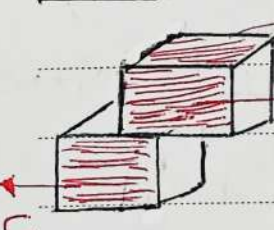
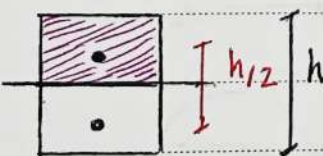
M_P انعطاف پذیری (خفیه)

$$\sigma = \frac{M_y}{I}$$



با صرف نظر از سختی

در اتمالات (چون) که می خواهیم تسلیم را منتقل کنند می توان از این سختی به صرف نظر کرد



$$T = \frac{1}{2} A \times F_y$$

$$= \frac{1}{2} b h \times F_y$$

$$M_P = T \cdot d = \left(\frac{1}{2} \times b h \times F_y \right) \times \frac{h}{2}$$

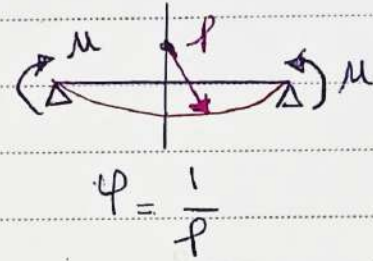
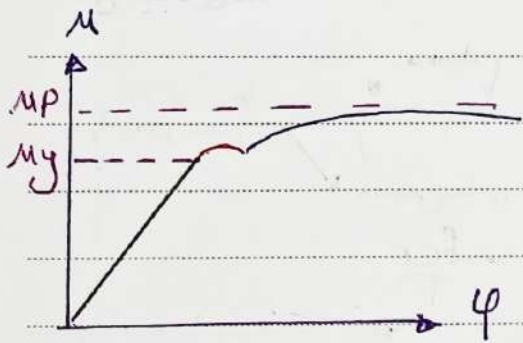
$$M_P = \frac{b h^2}{4} F_y$$

$$\sigma = \frac{My \cdot c}{I} = \frac{My}{S} = f_y$$

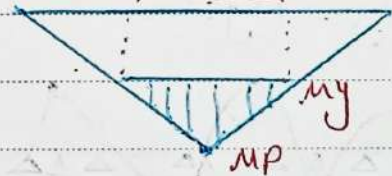
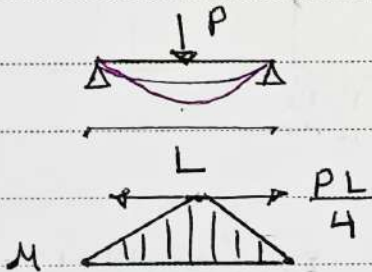
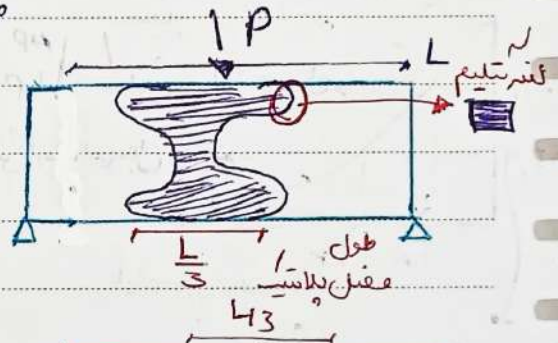
S : اسی مقطع الاستی
Z : ...

$$My = S \cdot f_y$$

$$Z = \frac{bh^2}{4}, \quad M_P = Z \cdot f_y$$

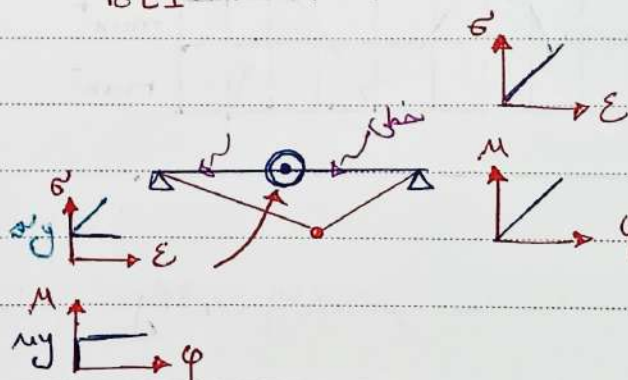
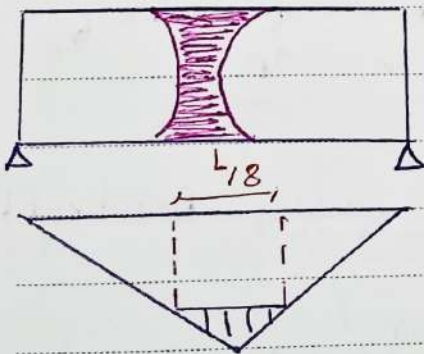


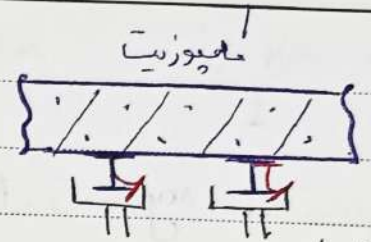
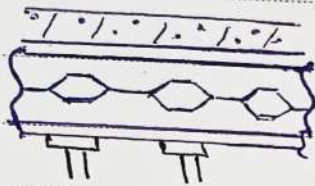
$$\frac{Z}{S} = \frac{(\frac{bh^2}{4})}{(\frac{bh^2}{6})} = \frac{6}{4} = 1.5$$



طول مفصل پلاستی

$$\delta = \frac{PL^3}{48EI}$$





جدا شده اند

اگر زیر همین تیر (لایه زینوری) یک تیردارنده بزنیم باعث وجود آمدن بار مفرط می شود و تغییر شکل ایجاد می کند

تسلیم

خرابی در حوض

حوض جانبی - پیچشی جان مناری

$$\phi M_n = 0.9 S_x \cdot f_{cr}$$

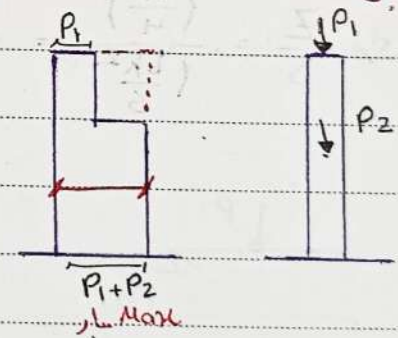
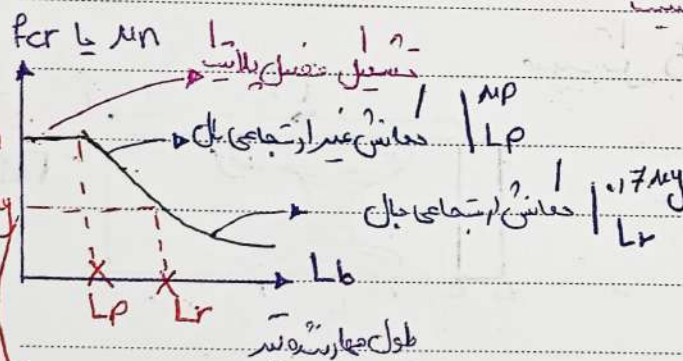
از این مقطع

ارتجاعی الاستیک

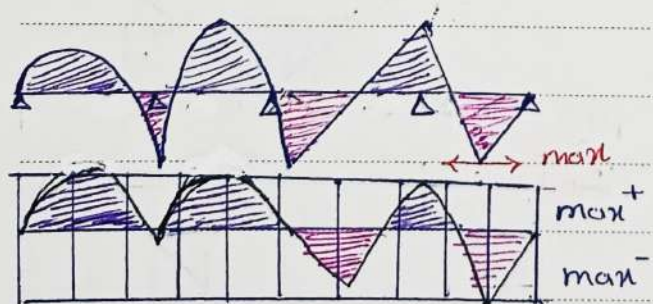
حوض جان مناری - حوض جان

$$\phi M_n = 0.9 Z F_y$$

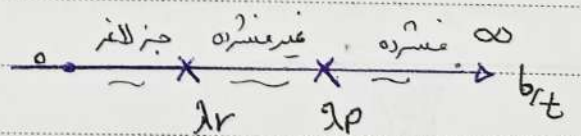
MP



$$0.7 F_y = 0.7 F_y \cdot S_x$$



اگر تیر عمل شود بالا در نظر بگیریم



Bending PDF 33

طبق این نامه منطقی $0.7 F_y S_x = 0.7 M_y$ داریم $0.3 M_y = 0.3 F_y$ منسب می شود هر ارضی داریم

Date: / ۲۷ / ۹۸

Sat Sun Mon Tue Thu Wed Fri

Subject: Sahar Mahjub

۱- برای جان بخشی و فشاری (تسلیس معاینه هم در این تسلیس مفصل نیست)

تسلیس جان بخشی

۱-۱ چهار جانی کافی برای جان فشاری نیز وجود داشته باشد

۲-۱ کاهش موقعی در جان و جان رخ ندهد

معیار
حالت
حدی
مقاومت

۲-۱ کاهش ملی جان فشاری (در صورت عدم رعایت چهار جانی جان فشاری)

۲-۲ جان برای جان فشاری

۲-۲ کاهش موقعی جان (در صورت عدم رعایت نسبت $\frac{b}{t}$)

۳-۲ کاهش موقعی جان (در صورت عدم رعایت $\frac{h}{t_w}$)

خارجی
نیر

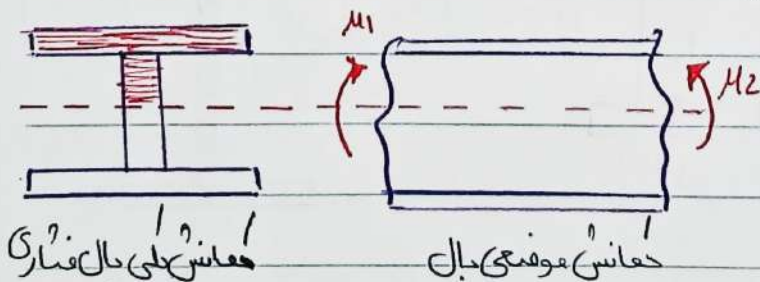
۳-۳ جان در این نیر

معیار حدی بهره برداری

۴-۴ نیز پس از خرد

۵-۵ لرنش پس از خرد

۶-۶ جان زیر بار متحرک



Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: -----

20 Bending Pdf

* بهترین است برای طررها هم بال فوقانی و هم بال تحتانی تقویت دهند *

سوال امتحانی: اگر در یک تیر بفواصم بال تیر را برای جغش حول محور X در نظر بگیریم،

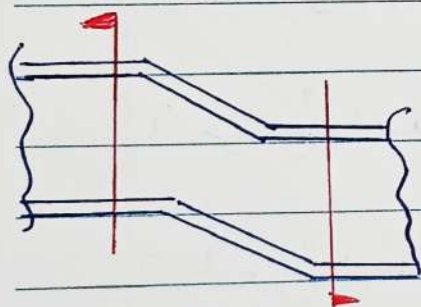
بال فوقانی را بزرگتر در نظر بگیریم یا بال تحتانی را؟ باید بال فوقانی را تقویت

کنیم یا بال تحتانی؟

پاسخ: باید آن بال که عکس منساری دارد تقویت کنیم تا به نظر فیت شش تیر حرکت کند

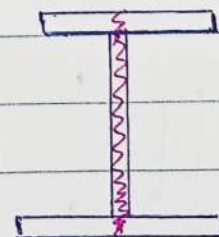
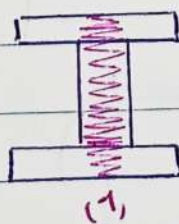
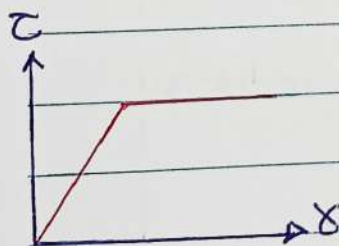
اگر طبق این نامه اگر تیر عکس منساری داشته باشد (سیستم لریز به) هم بال فوقانی و هم بال تحتانی

به علت جابجایی رفت و برگشتی به چهار جایی نیاز دارد



خارجی برش تیر ← خارجی برش در جان تیر ظاهر می شود

- 1- تقسیم جان در آن برش (جان تیر قطور یا ارتفاع کم)
- 2- کاهش جان (جان تیر جاریت و بلند)

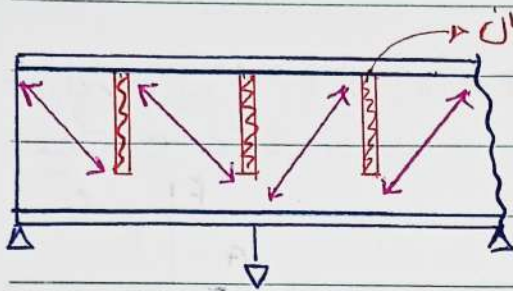


(2)

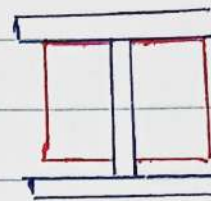
Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

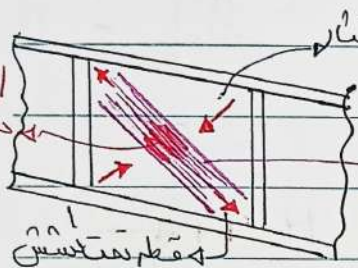
Subject: _____



سخت کننده قائم جان



فاصله فاعله
عاجال مستطی

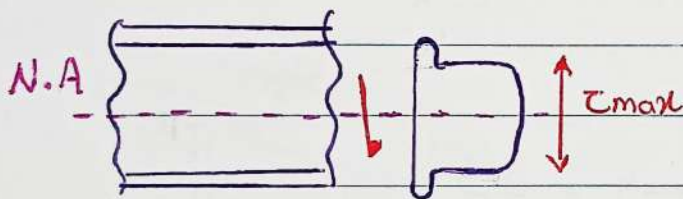


فاصله فاعله
فاصله فاعله

فاصله فاعله

مقطع قائم جان مستطی

هر چه فاعله ای سخت کننده ای قائم دور تر باشد طول مقطع مستطی مستطی بلندتر به و راحت تر جانش می بند و زودتر مقاومت بیشتری هم می دود و نزدیک درن سخت کننده ها هم می بندند و درن جانش اتفاق بی افتد

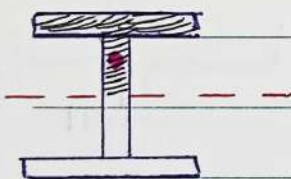


بیرونی

$$\tau = \frac{VQ}{It}$$

فاصله فاعله

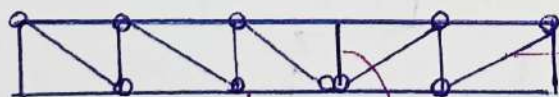
فاصله فاعله



$$Q = \frac{\text{مساحت} \times \text{فاصله مرکز ثقل تا محور خنثی}}{2}$$

$$Z = 2Q \quad \text{فاصله فاعله بیرونی (فاصله مقطع بیرونی)}$$

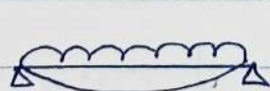
Bending



میانها

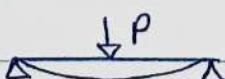
سخت کننده ها

$$\frac{5}{384} \frac{qL^4}{EI}$$



تیر دوم مفصل تحت بار خنثی

$$\frac{PL^3}{48EI} = \Delta_{max}$$



خنثی در دوم مفصل



@StructuralEngineering

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri

Subject: -----

غرابی خیزش از حد و ارتعاشی سی از حد

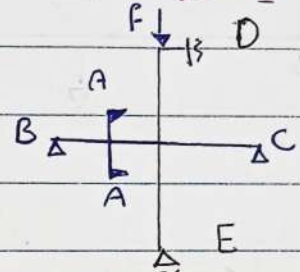
یادآوری: سختی

$$P = K \Delta$$

سختی فنر معادل

$$K_{\text{مغشی}} = \frac{P}{\Delta} = \frac{48EI}{L^3}$$

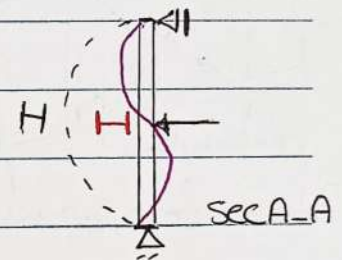
$$K_{\text{مغشی}} > \left(\frac{P_{cr}}{L} \right)_{\text{ستون}}$$



سوال: اگر تیر BC را دسته باییم و ستون DE از میان

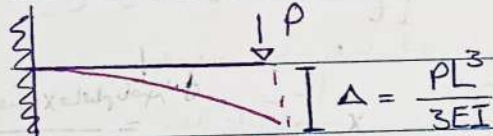
عبور کنند جایبار (P) آیا تیر می تواند به عنوان مهار جانبی مانع

مغشی ستون شود؟



پاسخ: بله، سختی تیر باید بیشتر باشد تا مانع خم شدن ستون شود.

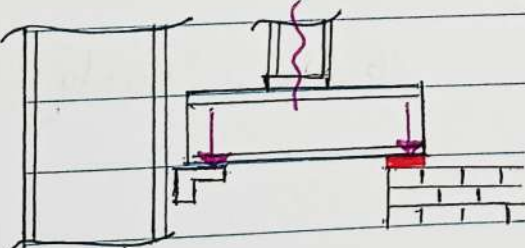
$$K_{\text{ideal}} = \frac{\beta P_{cr}}{L} > K_{\text{مغشی}}$$



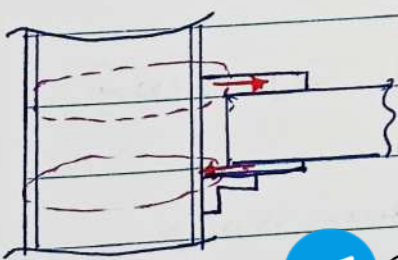
$$K_{\text{مغشی}} = \frac{3EI}{L^3}$$

$$\frac{3EI}{L^3} > \left(\frac{2P_{cr}}{L} \right)_{\text{ستون}}$$

غرابی زیر بار متغیر



بند 10-2-9-10 مغشی موضعی بال

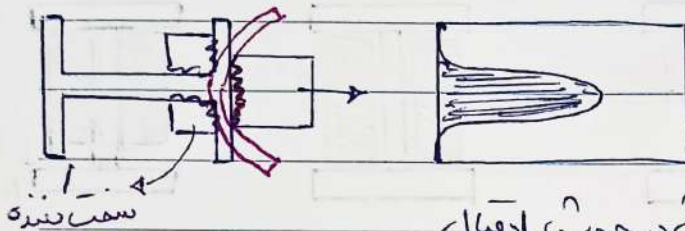


Date: / /

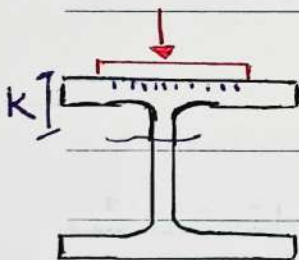
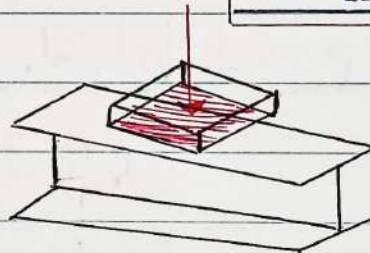
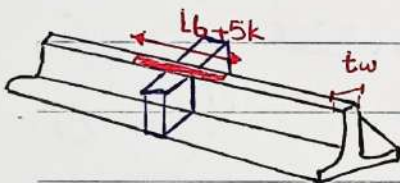
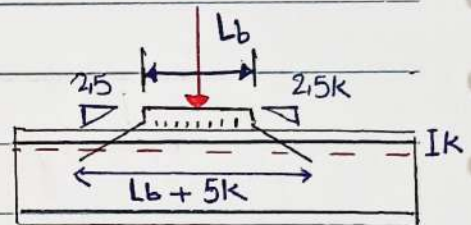
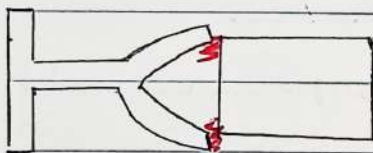
Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: -----

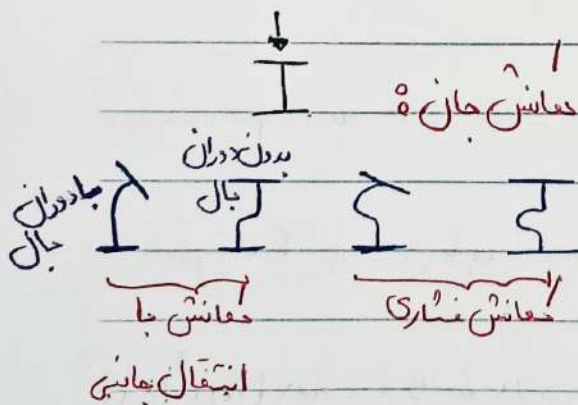
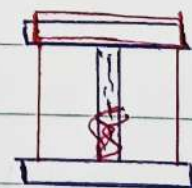
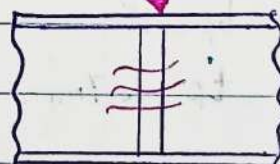
1. محاسبه مومنتی بال
2. تسلیم مومنتی جان
3. چرویدگی مومنتی جان
4. محاسبه جان
- در مقابل بار متمرکز دستگی
در مقابل بار متمرکز فشاری



توزیع تنش در جوش اتصال
در قفسه سینی به بال و مقطع

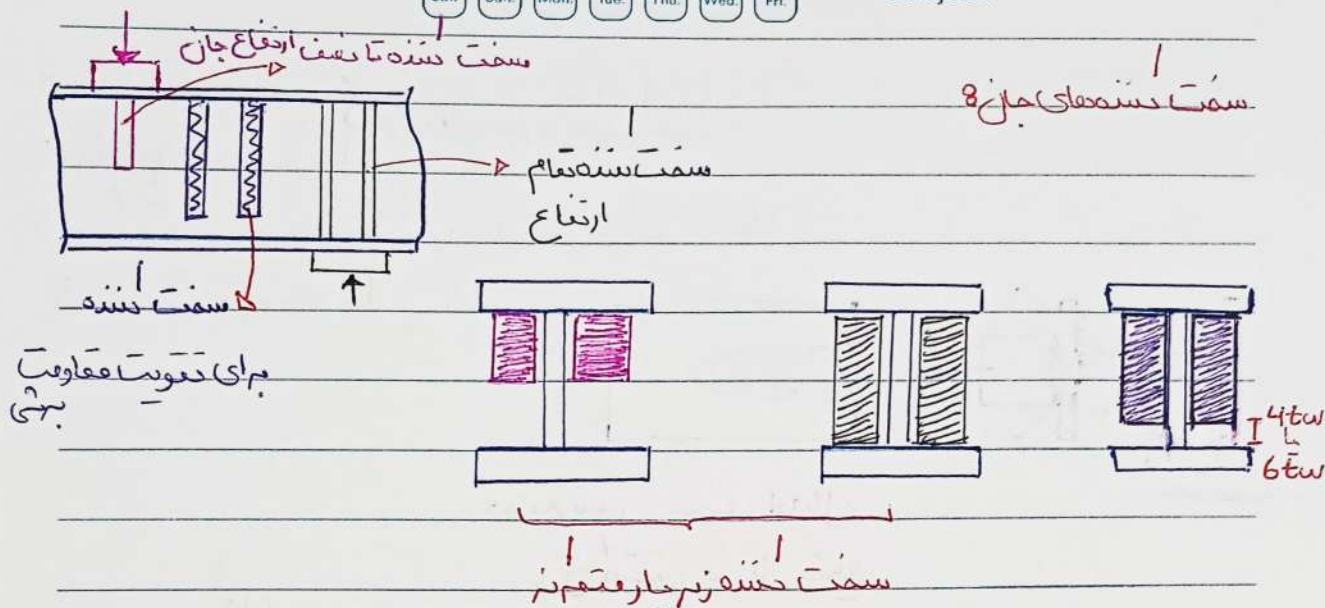


چرویدگی جان



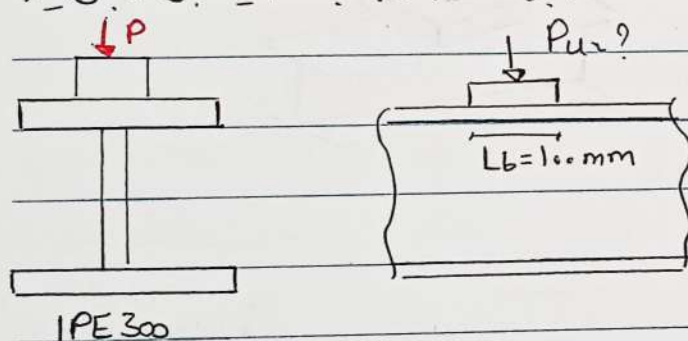
Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: - - - - -



طراحی سفت‌بسته‌ها (تقویت‌بسته‌ها) در جان‌بیر تحت بار متغیر 8

مثال: مقطع S255، مطلوب است حد الاستحارار P_u با توجه به ظرفیت بال و جان نیز
زیر بار متحرک



1 PE 300

$d = 300 \text{ mm}$ $b_f = 150 \text{ mm}$ ← مساحت مقطع I PE 300 طبق استاندارد

$$t_w = 7.1 \text{ mm}$$

$b_f = 150 \text{ mm}$

$$t_w = 7.1 \text{ mm}$$
$$t_f = 10,7 \text{ mm}$$

228 10-9-2-10 in 1000

7) تعین Pu براساس ظرفیت معجز خفشی موقعی بال $\rightarrow$ 1-10-9-2-1

$$\phi R_n = 0.9 \times (6.25 f_y t_f^2) \rightarrow \phi R_n = 0.9 \times 6.25 \times 235 \times (1.7^2) \times 10^{-3}$$

$$= 151.34 \text{ kN}$$

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: -----

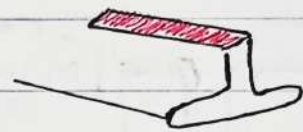
② تعیین P_u بر اساس حالت حدی تسلیم موضعی جان ← بند 2-10-9-2

$$\phi R_n = 1 \times f_{yw} t_w (5k + L_b)$$

$$= 1 \times 235 \times 7,1 \times (5 \times 25,7 + 100) \times 10^{-5} = 381,25 \text{ kN}$$



$k = 25,7 \text{ mm}$



مستطیل 250

③ تعیین P_u بر اساس حالت حدی چرویدگی موضعی جان ← بند 2-10-9-3

$$\phi R_n = 0,75 \times \left[0,8 t_w^2 \left[1 + 3 \left(\frac{L_b}{d} \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1,5} \right] \sqrt{\frac{E f_{yw} t_f}{t_w}} \right]$$

$$= 0,75 \times \left[0,8 \times (7,1)^2 \left[1 + 3 \left(\frac{100}{300} \right) \left(\frac{7,1}{10,7} \right)^{1,5} \right] \sqrt{\frac{2 \times 10^5 \times 10,7 \times 235}{7,1}} \right] \times 10^{-3}$$

$$= 392,14 \text{ kN}$$

④ تعیین P_u بر اساس حالت حدی خمش جانبی جان ← بند 2-10-9-4

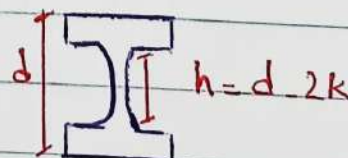
$$\phi R_n = 0,85 \times \frac{C_r t_w^3 t_f}{h^2} \times \left[0,4 \times \left(\frac{h/t_w}{L_b/b_f} \right)^3 \right] =$$

مربط C_r به 234 و 235 می باشد

$$\left(\frac{h}{t_w} \right) / \left(\frac{L_b}{L_f} \right) = 1,6$$

مرفق صورت مسئله

$$C_r = 6,6 \times 10^6 \text{ MPa}$$



$h = d - 2k$



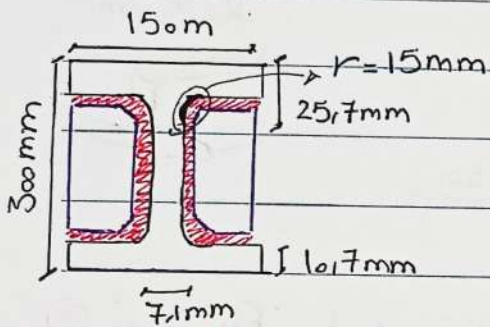
Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: -----

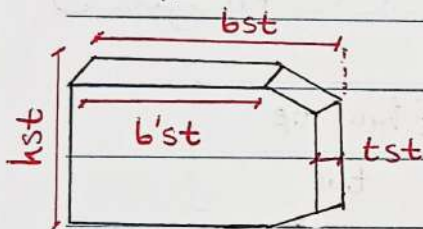
$$\phi R_n = 0.85 \times \left[\frac{6.6 \times 10^6 \times 7.1^3 \times 10.7}{(300 - 2 \times 25.7)^2} \left[0.4 \times 1.6^3 \right] \times 10^{-3} \right] = 569.5 \text{ kN}$$

مثال: فرض کنید $P_u = 700 \text{ kN}$ و تقویت لازم برای جلوگیری از خمایی زیر بار متمرکز را طرح کنید S235



بند ۱-۲-۹-۱۰-۸-۲۴۰ مورد (ب)

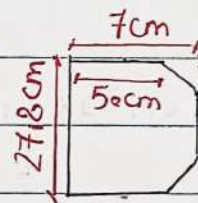
$$h_{st} = d - 2t_f = 300 - 2 \times 10.7 = 278.6 \text{ mm}$$



$$b_{st} = (b_f - t_w) \times \frac{1}{2}$$

$$\leq \frac{(150 - 7.1)}{2}$$

$$\leq 71.45 \text{ mm}$$



$$b'_{st} \leq b_{st} - r$$

$$b'_{st} \leq 56.45 \text{ mm}$$

$$b_{st} + \frac{t_w}{2} > \frac{b_f}{3}$$

$$b_{st} > \frac{b_f}{3} - \frac{t_w}{2}$$

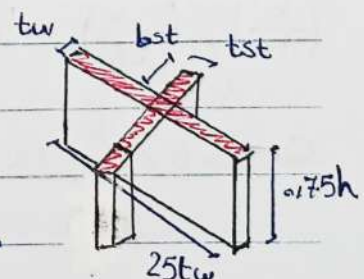
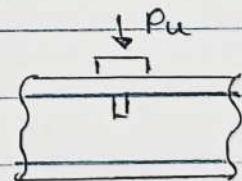
جدا ۲۴۰

$$t_{st} > \frac{L_b}{2}$$

جدا ۲۴۱

$$\frac{b_{st}}{t_{st}} \leq 0.56 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$t_{st} > \frac{b_{st}}{(0.56 \sqrt{\frac{E}{F_y}})}$$



مقطع فولادی



@StructuralEngineering

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: -----

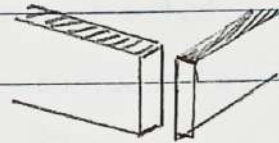
عموماً برای طراحی دقت شده مقدار t_{st} را از روابط زیر انتخاب می کنند پس با t_{st} انتخابی ظرفیت دهن فنی را کنترل می کنند

$$t_{st} > \frac{b_{st}}{0.156 \sqrt{\frac{E}{F_y}}}$$

مقاومت انشایی موجود سطوح متناهی به هم عینده 2-9-7 و 224

$$\phi R_n > P_u \quad 0.75 [1.8 F_y A_{pb}] > P_u$$

$$(A_{pb} = 2 b'_{st} \times t_{st})$$



$$t_{st} > \frac{P_u}{0.75 \times 1.8 \times F_y \times 2 b'_{st}}$$

عینده 2-9-7 و 224

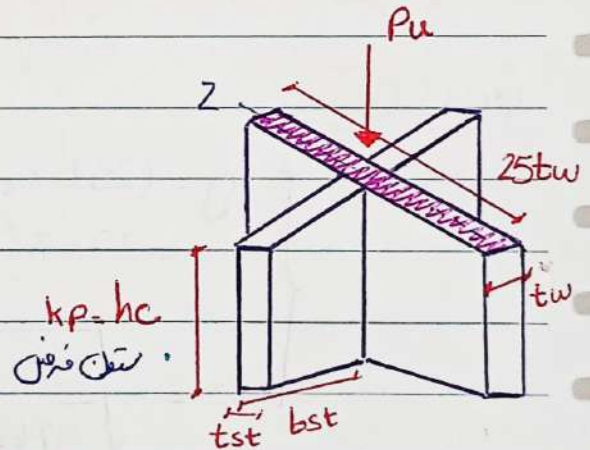
$$\phi R_n + \frac{A_p}{(2 b_{st} \times t_{st})} \times F_y > P_u$$

$$t_{st} > \frac{P_u - \phi R_n}{2 \times b_{st} \times F_y}$$

ظرفیت تسلیم موضعی جان

نور

$$\frac{700 - 1 \times 38125}{2 \times 70 \times 235} = 0.1020$$



تسلیم موضعی جان }
تنش انشایی } t_{st} ظرفیت دهن فنی از بخشی از جان بزرگتر
+ عینده 2-9-7 و 224

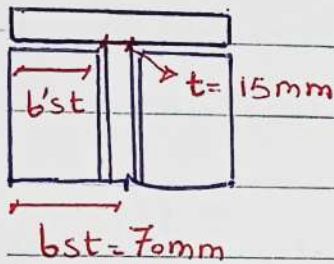


@StructuralEngineering

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: Sahar Mahjub



$$b_{st} + \frac{t_w}{2} \geq \frac{b_f}{3}$$

$$\left(\frac{b_f - t_w}{2} - 10 \text{ mm} \right) \geq b_{st} \geq \frac{b_f}{3} - \frac{t_w}{2}$$

$$h_{st} = 278.6 \text{ mm}$$

$$b_{st} = 71.45 \rightarrow b_{st} = 70 \text{ mm}$$

$$b'_{st} = 55 \text{ mm} \rightarrow b' = 50 \text{ mm}$$

$$t_{st} = 25 \text{ mm}$$

انتخاب شود

4128 mm $\rightarrow$ شعاع موفقی
22 mm $\rightarrow$ تنش استاتیکی
9.6 mm $\rightarrow$ مساحت موفقی

$$t_{st} = 25 \text{ mm}$$

$$b_{st} = 70 \text{ mm}$$

$$k = 25.7 \text{ mm}$$

$$k = 0.75 h$$

$$h_c = d - 2k = 248 \text{ mm}$$

$$h = d - t_f$$

در آیین نامه موفقی

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$A_g = (25 t_w \times t_w) + (2 b_{st} \times t_{st})$$

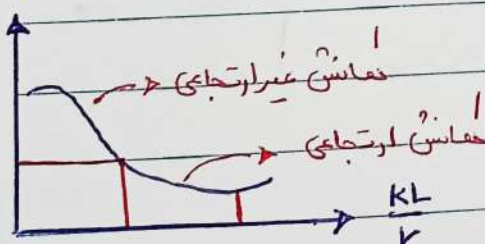
$$= 25 \times 71^2 + 2 \times 70 \times 25 = 4760125$$

$$r_z = z = \sqrt{\frac{(25 \times \frac{1471^3}{12})}{4760125}} = 37.3 \text{ mm}$$

مواضع احتمالی

$$\text{ضریب لنگری} = \frac{0.75 \times (300 - 2 \times 10.7)}{37.3} = 5.6 \rightarrow f_{cr} =$$

* پس شعاع غیر ارتجاعی است - 5 است

f_{cr}

@StructuralEngineering

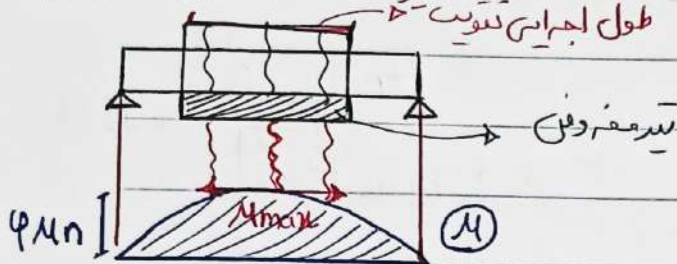
Date: / /

Sat Sun Mon Tue Thu Wed Fri

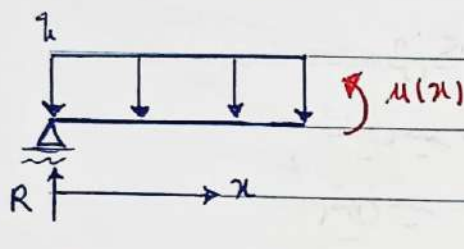
Subject: -----

طول تنویب تنویب تنی

تنویب تنی برای عمل لغز بستره



تنی عمل تنویب تنی

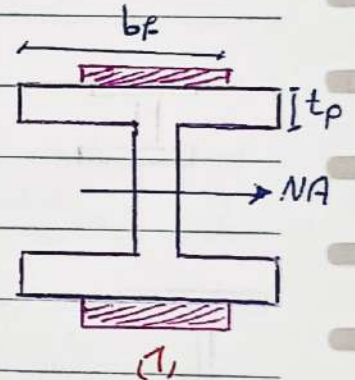
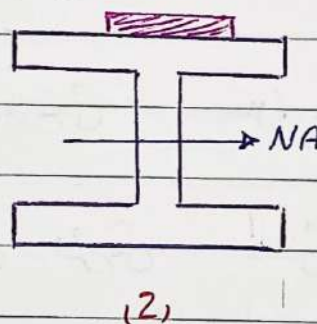
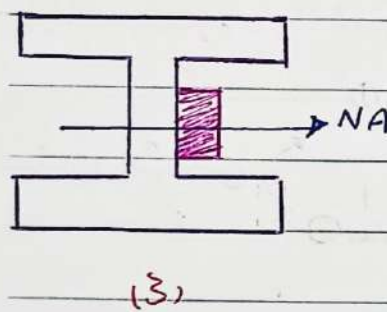


$$M(x) = Rx = \frac{-qlx^2}{2} = \phi M_n$$

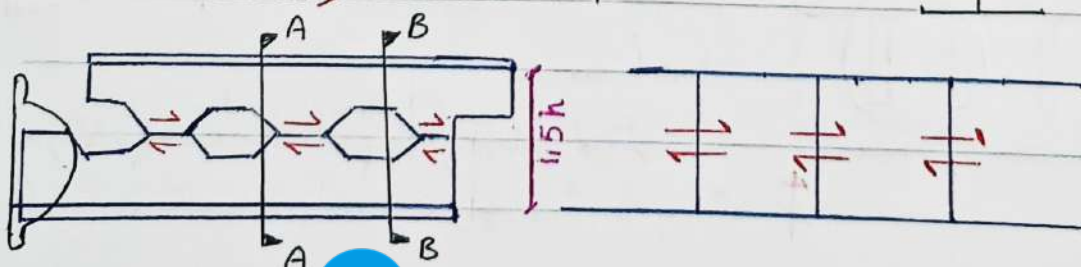
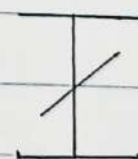
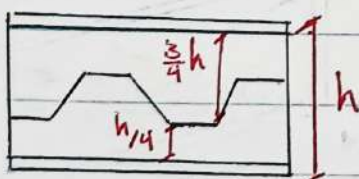
طریقه آوردن نیاز به جابجایی توسط تنویب تنی
تنی جابجایی خود

تنی مقدار تنویب تنی

$$\mu_{max} = \frac{\phi M_n}{\phi M_n}$$



$$(S + \text{تنویب تنی}) \uparrow, I \uparrow$$



@StructuralEngineering

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: -----

① $\Rightarrow A_p = b_{pm} \times t_p \geq \frac{M_u - \phi M_n}{F_y \times d}$

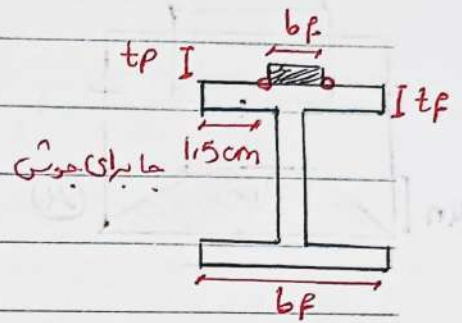
یا

$A_p \geq \frac{Z_{لازم} - Z_{موجود}}{d}$

یا

$A_p \geq \frac{S_{لازم} - S_{موجود}}{d}$

در ستاب‌های قریبی

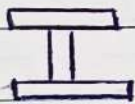


$S_{max} = S_{مغش} + S_{برش} \approx 2S_{مغش}$

(A-A) $\rightarrow$ بیشترین مغش

(B-B) $\rightarrow$ کمترین مغش

۱۲ آذر

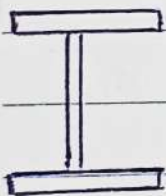


جان مغش

① تسلیم در برش

طراحی در مقابل نیروی برشی

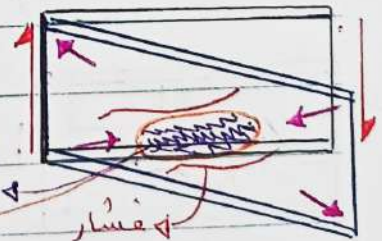
خراب در اثر برش



مغش جان لغز و بلند

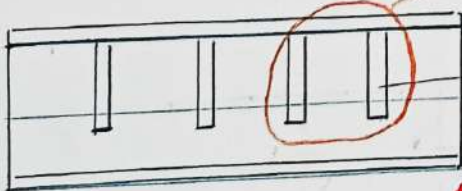
② مغش جان در اثر برش

قطعی نه کوتاه میسه چهار مغش می شود



مغش اتفاق می افتد

مغش



سفت نشده

هم چقدر سفت نشده ما بهم نزدیک تم جاسند دیرتر

مغش اتفاق می افتد و مقاومت در برابر برش بیشتر می شود

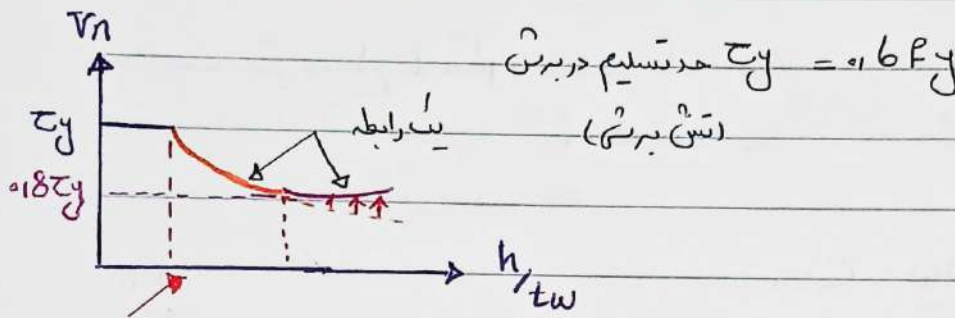


@StructuralEngineering

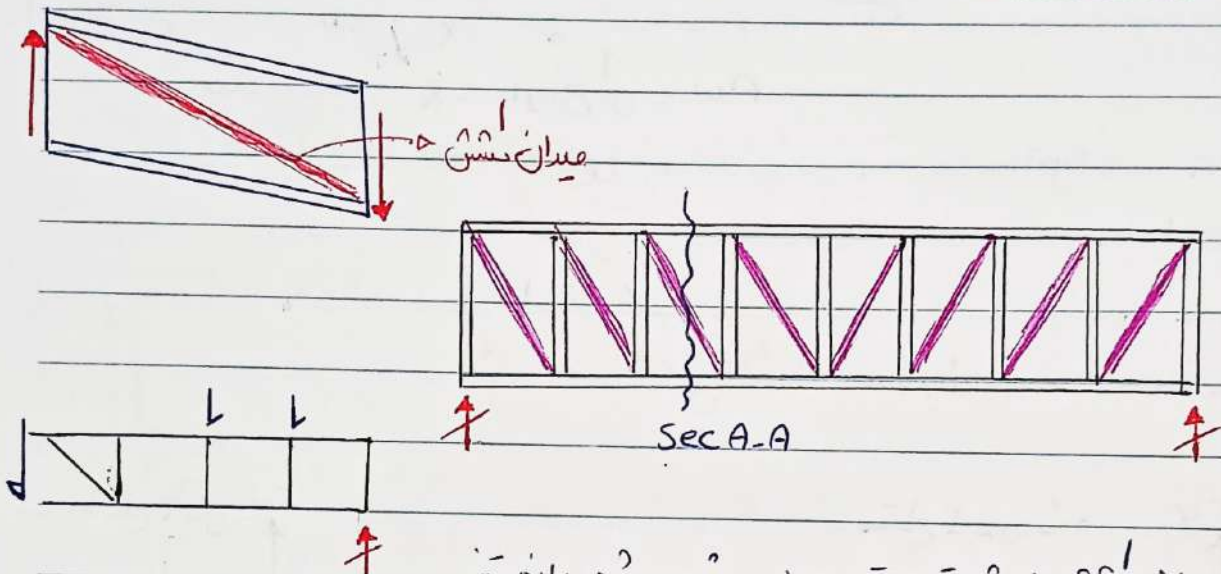
Date: / /

Sat Sun Mon Tue Thu Wed Fri

Subject: -----



سوال ۸ اثر تنش پسماند



میدان تنش باعث مقاومت در برابر برش می شود و مانع تغییر شکل و اعوجاج می گردد

تیرهای خورد شده ← فاصله فقط تسلیم

h/t_w ← فاصله فقط تسلیم

مقطع I شل ← h/t_w بزرگ و کاهش مقاومت برشی

به عنوان تیر ورق

بند ۶-۲-۱ الزامات طراحی اعضا برای نیروی برشی

LRFD $\phi = 1$ یا $\phi = 0.9$

ASD $\Omega = 1.5$ یا $\Omega = 1.67$

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: _____

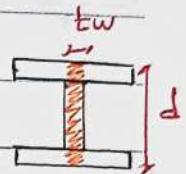
مقاومت برشی مقاطع I شکل
بند ۱-۲-۶
بند ۱-۲-۳

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

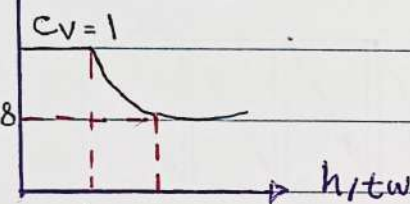
C_y - سطح مقطع

$$A_w = d \times t_w$$

ارتفاع دل $\times$ فاصله جان مقطع

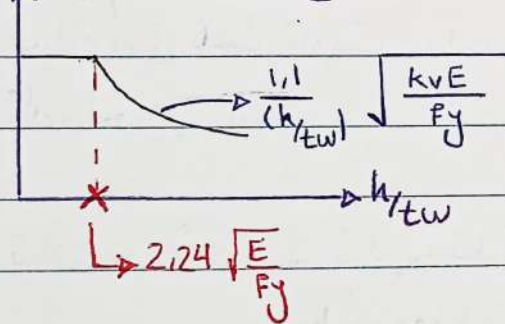


$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

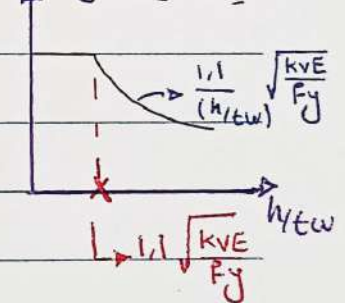


بند ۱-۲-۶

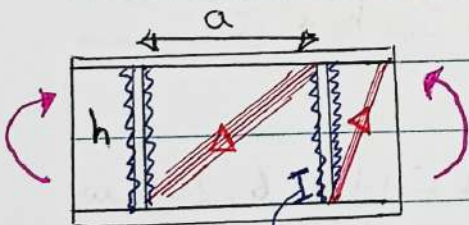
مقطع I دور دور



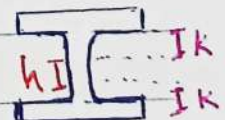
مقطع I دل



$$126 = K_v$$



$$\frac{a}{h} \rightarrow K_v$$



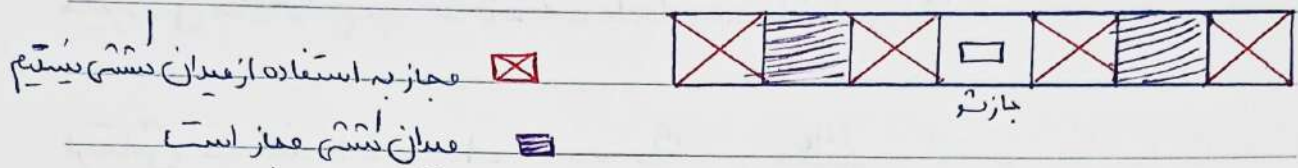
به این اندازه باید نسبت
کنند دال درون حوضی را شود

هر چه نسبت $\frac{a}{h}$ بیشتر شود (یعنی فاصله نسبت شده ها بیشتر شود) C_v بیشتر و مقاومت V_n بیشتر

Date: / /

Sat.	Sun.	Mon.	Tue.	Thu.	Wed.	Fri.
------	------	------	------	------	------	------

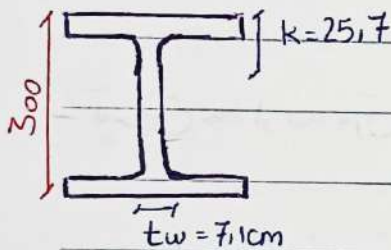
Subject: _____



بند ۱-۲-۶-۲

نیازی نمی باشد سمت تنده به جال کنشی حوش به جال فزاری حقا باید جوش به جود

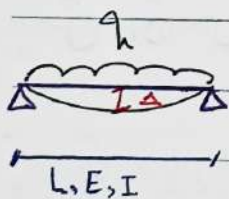
اگر سمت تنده به جال کنشی حوش به جود به جال $\min 4t_w$ و $\max 6t_w$ ها نمود
جال چهار کنشی می دود و تکه های کنشی رخ می دهد



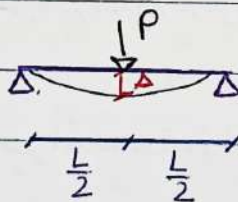
$$\frac{h}{t_w} = \frac{(300 - 2 \times 25.7)}{7.1} = 35.1 < 2.24 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$CV = 1, \varphi = 1$$

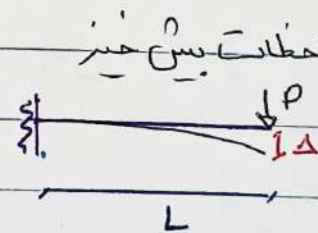
حالات جاری به پیروی 8 بند ۱-۲-۱۰



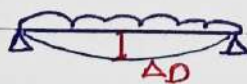
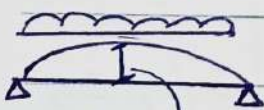
$$\Delta_{\max} = \frac{5qL^4}{384EI}$$



$$\Delta_{\max} = \frac{PL^3}{48EI}$$



$$\Delta_{\max} = \frac{PL^3}{3EI}$$



حرف مقابل بارهای میده

(مقدار و عمل اثر منفی)

اگر مجموع Δ_L و Δ_D زیاد شود معمولاً به هم چار میده

به صورت بیش خیز اعمال می گردد

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject:

تغییرات های قائم $\leftarrow$ بند ۱-۲-۱۰-۲ $\leftarrow$ 244 و 245

ارتعاش $\leftarrow$ بند ۱-۲-۱۰-۴ $\leftarrow$ 245 و 246

9, 18

تیرورق ها

- تیرورق به تیرکافه می شود نه عناصر آن به منظور تارایی بهتر از نینج ها از ورق ساخته

شده باشد.

- تیرورق ها از سه ورق و احتمالاً از دو نوع فولاد (معمولی و آلیاژ) ساخته می شود.

- زمانی استفاده از تیرورق مناسب است که دهانه های بزرگ (بین 20 تا 50 متر) در تیرخانه

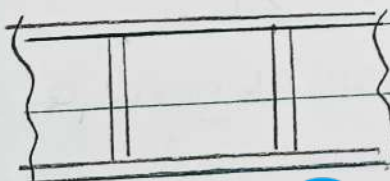
و دهانه (100 متر) دهانه های در تیر حسیه داشته باشد. (از نظر اقتصادی)

تغش ورق جان در تیرورق علاوه بر نقل بار به ع اقبال دو حال است و عبارت جان

تیرورق نباید زیاد باشد و در نه غیر اقتصادی خواهد بود

معمولاً جان تیرورق ها به عناصر افقی تیرند و لذا برای کنترل دهانش کن و تاغین

مقاومت بزرگ تیر از سمت تنه ای قائم در جان استفاده می شود



Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

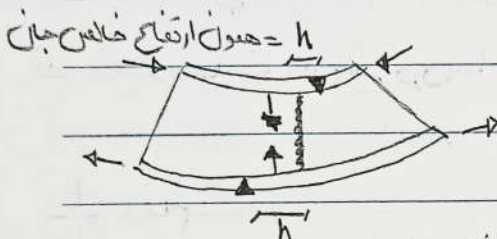
Subject: -----

باتوجه به بارهای وارد بر لب جان از تیرورق، ضخامتی های جان تقسیم می شوند

۱- انتخابی در جان

- T در انتز بر لب جان
- f_b در انتز منفس
- k در انتز مشار

در بودن بال پائین و فوقانی تیرورق



۲- بال مشاری

- در انتز منفس جان
- در انتز منفس پیچشی
- در انتز منفس قائم افافمندن نسبت به تیر و عیولی به علت جان در رفیع

طراحی تیرورق ها

اهداف کلی طراحی جانین مسافت ریم با فترین حرنیناست

S_x جانین برای تمیل لکن وارده

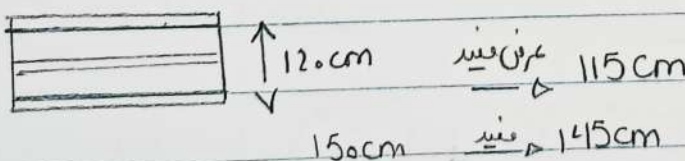
I_x جانین برای محدود بودن حرن

$\frac{L}{k_t}$ جانین برای جلوسری از جانین پیچشی

A_w جانین برای تمیل بدش

نسبت $\frac{h}{t_w}$ یا $\frac{a}{h}$ مناسب برای اخراش عقاوت تسلیم و پس از تسلیم جان

کمترین حرنینه = کمترین وزن



① در تیرورق اختصاری $\frac{h}{t} > 160$

150 cm عرض منید 145 cm

② برای خاصش پرت فولاد، ارتفاع جان و عرض بال تیرورق با ابعاد ورق های تولید شده مطبی باشد

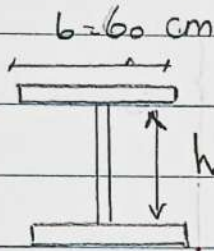
عرض های متداول: 150 cm ، 120 cm

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: -----

⑤ جانچه به طول ورق های متداول: $(b \text{ m})$ برای وصله های جلی و جانج در پیت مقطع نبشته (چون)



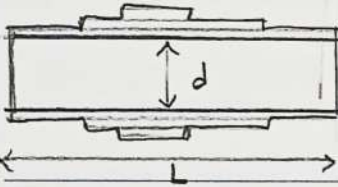
و ترجیحاً به اندازه h با هم فاصله داشته باشند

$$0.12 < \frac{b}{d} < 0.15$$

④ نسبت $\frac{b}{d}$ تیر ورق ها معمولاً بین ۰.۱۲ تا ۰.۱۵ است

که ارتفاع جلی: h + فاصله دوتا جلی

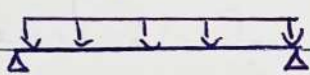
⑤ تغییر فاصله جلی تیر ورق ها در طول آن بصورت فاصله نباشد و تقریباً با جلی های



$\frac{t}{l_0}$ انعام شود

⑥ $\frac{L}{d} \sim 14 \sim 18$ تقریباً برابر با (۱۴ تا ۱۸)

مثال) تیر تقام طول دارای مهار جانبی می باشد $L = 20 \text{ m}$ $q_{ku} = 100 \text{ kN/m}$



رده (S235)

$L = 20 \text{ m}$

① تعیین d $\frac{L}{d} \sim 18 \Rightarrow \frac{20}{18} \Rightarrow d \sim 1.1 \text{ m}$ پاسخ

برای اشیاء پرت ۵ cm به هم داریم $h = 115 \text{ cm}$

② تعیین t_w $\frac{h}{t_w} > 160$

$\frac{115}{t} > 160 \Rightarrow \frac{115}{160} > t \Rightarrow t < 0.71 \text{ cm}$

برای انتقال های جوش $t = 6 \text{ mm}$

③ تعیین b $0.12 < \frac{b}{d} < 0.15$ $d = h$

$0.124 \text{ m} < b < 0.136 \text{ m}$

$b = 25 \text{ cm}$ انتخاب

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: -----

4. تعیین t_f :

برای جوشی از جنس فولاد 9 جدول 1-2-3

$$\lambda_r = \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 29,9$$

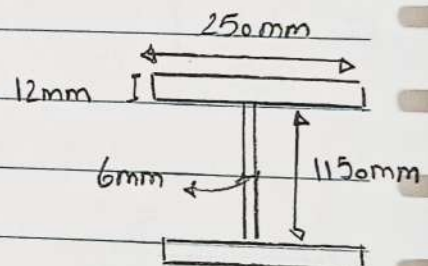
$$\lambda_p = 0,58 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0,58 \times 29,9 = 11,56$$

با فرض مشروط بودن جال:

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq 11,56 \Rightarrow t_f \geq \frac{25}{2 \times 11,56} = 1,1 \text{ cm}$$

انتخاب می شود $t_f = 12 \text{ mm}$

شکل لاری 55 و 56 و 15



$$\frac{h}{t_w} = \frac{1150}{6} = 191,6$$

معیار 84 و 1-5-2-1 و جدول 58

$$\lambda_r = 5,70 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 170,43$$

و 5-5-2-1 و جدول 58

$$\lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 112,42$$

شکل معیارهای حالت 1

$$\frac{h}{t_w} > \lambda_{rw} \text{ است جال لاری}$$

بند 1-2-5

شکل 124 و 125 بند (ب) سایر مقاطع I شکل

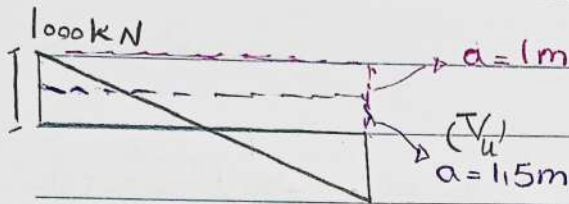
$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{t_w} \\ \frac{a}{h} \end{array} \right\} \begin{array}{l} k_v \\ C_v \end{array} \rightarrow \phi T_v$$



Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

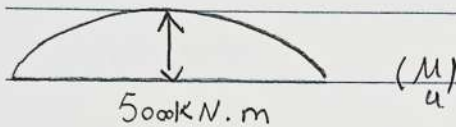
Subject: -----



$$\phi_{Vn} = 1000 \text{ kN}$$

$$0.19 \times 0.16 \times 235 \times (1150 \times b) \times C_{V1} \geq 1000 \times 10^3$$

$$C_{V1} \geq 1.245 \rightarrow$$



AW (مقطع طویل) هم است
و باید tw را زیاد کنیم

$$tw = 10 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow C_{V1} \geq 0.187$$

$$C_V = 0.187 \rightarrow \frac{k_v}{\text{لازم}}$$

$$C_{V1} = \left(\frac{1.1}{h/tw} \right) \sqrt{\frac{k_v E}{F_y}}$$

$$0.187 = \frac{1.1}{\left(\frac{1150}{10} \right)} \sqrt{\frac{k_v \times 2 \times 10^5}{235}} \Rightarrow k_v = 9.72$$

$$k_v = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h} \right)^2} = 9.72$$

$$\Rightarrow \frac{a}{h} \approx 1 \Rightarrow a \approx 100 \text{ cm}$$

انتخابی شود

$$\frac{a}{h} = \frac{1000}{1150} \rightarrow k_v \rightarrow C_V \rightarrow \phi_{Vn}$$

عملی است و می توانیم $\phi_{Vn} \rightarrow a = 1500 \text{ mm}$ انتخاب

نسبت به نیروی موجود در دیوار نیروی داخلی به نسبت معین می شود

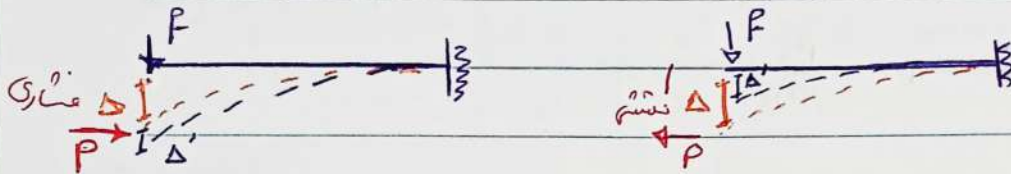


Date: ۴۲ / ۱۰ / ۲

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: _____

التم غیر خطی هندسی در باره ها (P-Δ, P-Δ')



بار فشاری بختی حسی را کم می کند و باعث زیاد شدن تغییر شکل حسی می شود $\Delta + \Delta'$

ولی بار حسی بختی حسی را زیاد می کند و باعث کمتر شدن تغییر شکل حسی می شود $\Delta - \Delta'$

Δ $\downarrow F$

$$K_{\text{حسی}} = \frac{3EI}{L^3}$$

حسی $K = \frac{3EI}{L^3} + KG$ فشاری $K = \frac{3EI}{L^3} - KG$

$$[K] \{\Delta\} = \{F\}$$

ماتریس بختی باره
↑
بهر درجهات
نیزادی
↑
بهر درجهات
خارجی

$$[K] \{\Delta\}_i = \{F\}_i$$

روال حل مرتبه اول
↑
نیروی داخلی
عنود
↑
درجهات براری
عنود
↑
ماتریس بختی
عنود

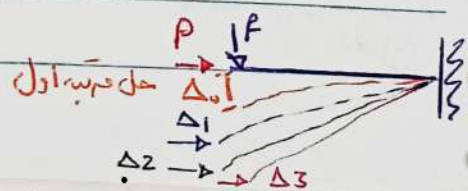
حل مرتبه دوم

$$[K] \{\Delta\} = \{F\} \Rightarrow \{\Delta\} \Rightarrow \{F\}$$

حالت غیر خطی $K = \text{متغیر}$, حالت خطی $F = K \Delta$ ثابت K

رونی implicit = روشی ضمنی $\leftarrow$ اصلاح ماتریس بختی $\leftarrow$ حل تکراری تا رسیدن به پاسخ نهایی

رونی explicit = روشی صریح $\leftarrow$ حل مرتبه اول $\leftarrow$ استفاده از ضرایب حسد



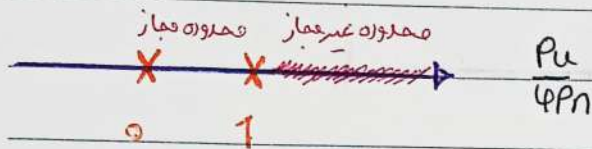
Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

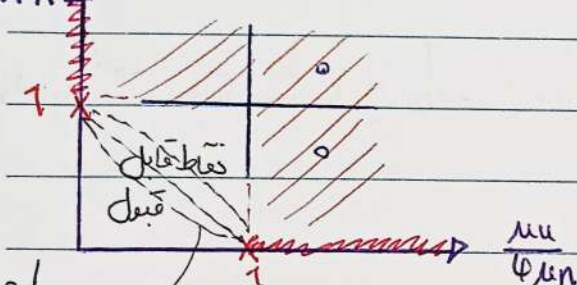
Subject: -----

عبدالرحمن + بنو 2 الزمان طراحی

Beam-column² خایل



$\frac{P_u}{\phi P_n}$



$$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1$$

$$\left(\frac{P_u}{\phi P_n} \right)^2 + \left(\frac{V_u}{\phi V_n} \right)^2 \leq 1$$

روابط انترشنی

تایم روی هم برای تیرک یا ستون
نشان محدوده قابل قبول

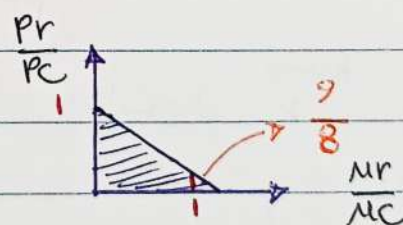
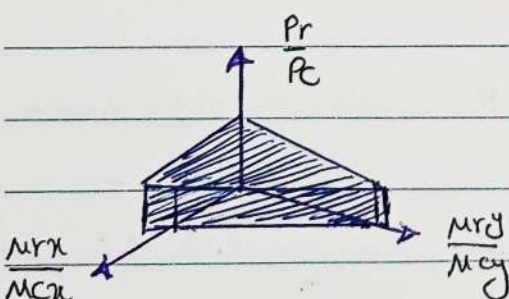
عبدالرحمن + بنو 134 تا 136

$\frac{P_r}{P_c} > 0.2$ بار عمودی اهمیت نسبی دارد

$\frac{P_r}{P_c} < 0.2$ بار عمودی اهمیت نسبی ندارد

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0$$

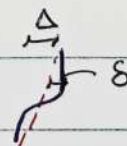
$$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0$$



عبدالرحمن + بنو 5-1-2-10

جابجایی در سطح
تغییر

خیز



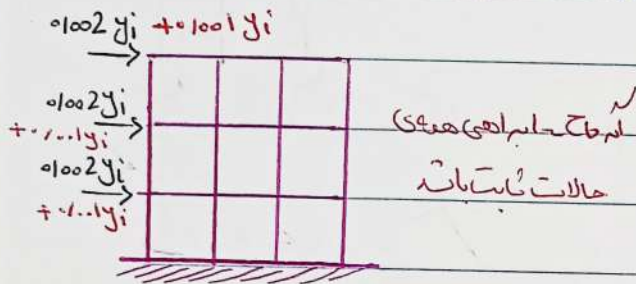
Date: / /

Sat.	Sun.	Mon.	Tue.	Thu.	Wed.	Fri.
------	------	------	------	------	------	------

Subject: -----

حوال اعتبار:

اعمال الزلزالی	مقاومت طول موتور K	اصلاح کمی	
اعمال بار جانبی ضرفی	$k=1$ X	✓	DAM
" "	✓	X	ELM



Notional Load

شرایط بار افقی:

$$1,4D + (1,4 \times 1002D) \quad (1)$$

$$1,4D + 1,6L + (1,4 \times 1002D + 1,6 \times 1002L) \quad (2)$$

1003 1003

$$1,2D + L + 1,2Ex \quad (3)$$

$$1,2D + L - 1,2Ex$$

$$\left\{ \begin{array}{l} EI^* = 0,876EI \\ EA^* = 0,8EA \end{array} \right.$$

معمولاً 3 بند جدول 1-1-2 الزامات و محدودیت‌های روش‌های طراحی

بخش 1002 و بارهای جانبی ضرفی فقط در شرایط
بارگذاری عمودی ولی بخشی 1001 ناشی از جابجایی ثابت

معمولاً 3 پیوست

تحلیل مبدل
→

P_{nt} , P_{lt}
M_{nt} , M_{lt}

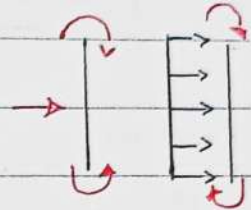
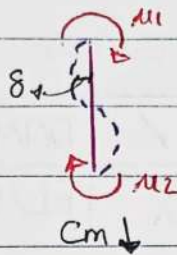
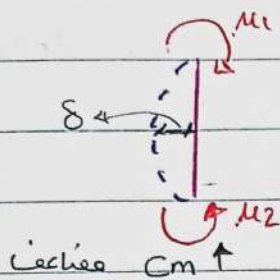


@StructuralEngineering

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: -----



$$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \right) \leq 1$$

$$\phi P_n = 0.9 F_c A_g$$

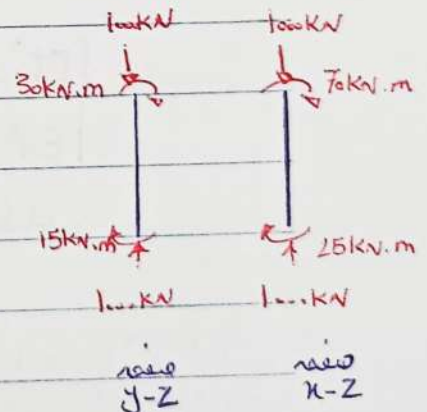
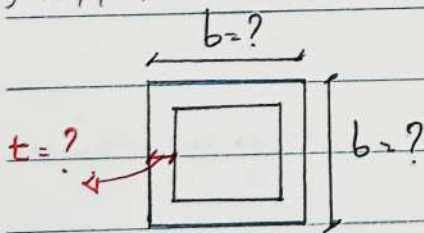
$$\phi M_{nx} = 0.9 F_y Z_x$$

$$\frac{P_u}{A_g} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{Z_x} + \frac{M_{uy}}{Z_y} \right) \leq 0.9 F_y$$

$$\phi M_{ny} = 0.9 F_y Z_y$$

مطلوب است طرح مقطع قوطی، ساخته شده از ورق برای اتصال بارهای نشان داده شده در شکل
برای این در محاسبات مقدار $K=1$
> در نظر گرفته شود

(شایع ترین D.A.M)
(S235)



Date: / /

Sat.	Sun.	Mon.	Tue.	Thu.	Wed.	Fri.
------	------	------	------	------	------	------

Subject: -----

$$S235 \rightarrow f_y = 235 \text{ MPa} \quad E = 2 \times 10^5 \text{ MPa} \quad K=1$$

$$P_u = 1000 \text{ kN} \quad L = 2 \text{ m} \quad \text{جسٹ$$

$$M_{ux} = 15 \text{ kN.m}$$

$$M_{uy} = 25 \text{ kN.m} \quad \text{① جسٹ معادلات درج ذیل$$

$$P_u \leq \phi P_n \rightarrow P_u \leq \phi \cdot 0.8 f_y A \rightarrow 1000 \times 10^3 \leq 0.9 \times 0.8 \times 235 \times A$$

$$A \geq 5.91 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Box } 60 \times 60 \times 4 \text{ mm} \rightarrow A = 8.82 \text{ cm}^2$$

$$I_x = I_y = 45.9 \quad r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = 2.78 \text{ cm} = r_y$$

$$\lambda = \frac{KL}{r} = \frac{1 \times 200}{2.78} = 71.76$$

$$4.71 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 137.40 \rightarrow \lambda <$$

$$P_{cr} \left\{ \left(0.658^{\frac{P_u}{P_e}} \right) f_y \right\}$$

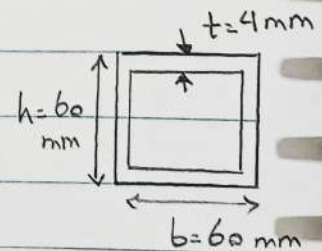
$$P_e = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = 383.109 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{cr} = \left(0.658^{\frac{2350}{383.109}} \right) \times 2350 = 180.32 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi P_n = 0.9 \times 180.32 \times 8.82 = 1431.38 > P_u = 1000$$

$$Z_x = Z_y = \frac{bh^2}{4} - (b - 2t) \left(\frac{h}{2} - t \right)^2$$

$$Z = \frac{6 \times 6^2}{4} - (6 - 2 \times 4) \left(\frac{6}{2} - 4 \right)^2 = 18.84 \text{ cm}$$



$$\frac{P_u}{A}$$



@StructuralEngineering

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

Subject: -----

$$\frac{P_u}{A_g} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{Z_x} + \frac{M_{uy}}{Z_y} \right) \leq 0.9 F_y$$

$$\frac{1000 \times 10^3}{A_g} + \frac{8}{9} \left(\frac{15 \times 10^3}{18,84} + \frac{25 \times 10^3}{18,84} \right) \leq 0.9 \times 2350$$

$$\rightarrow A_g = 43,905 \text{ cm}^2$$

Date: 4/2/10/9

Sat Sun Mon Tue Thu Wed Fri

Subject: _____

پیچش



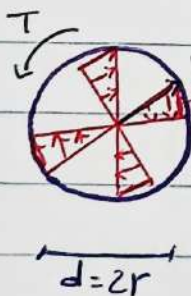
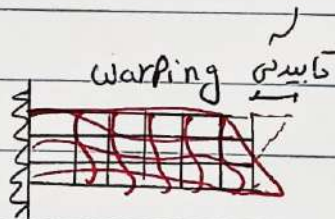
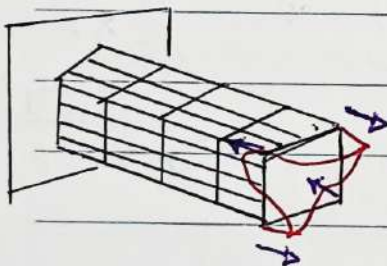
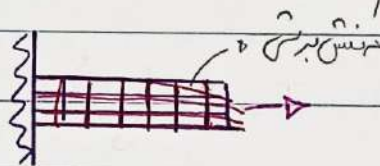
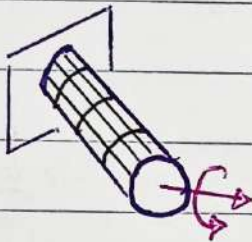
• در سازه‌های فولادی معمولاً پیچش همراه با خمش وجود دارد.

• نیم رخ‌های متداول برای اعضای خمشی (Z, C, I) برای پیچش مناسب نیستند.

• نیم رخ‌های دسته فائده قوطی و لوله برای تحمل پیچش مناسب هستند.

• طبق نظریه سن ورنان مقاطع مسطح نیم رخ‌های مدور پس از پیچش مسطح باقی می‌مانند.

ولی در مقاطع غیر مدور پس از پیچش قباب برمی‌دارند.



$$\tau_{max} = \frac{T \cdot r}{J} = \tau_s$$

تشی برشی ناشی از پیچش
مابست پیچشی مقطع

تشی برشی ناشی از τ_w تابشی
تشی غافتم ناشی از τ_w تابشی

$$J = I_p = I_x + I_y = \frac{\pi d^3}{32}$$

در مقاطع غیر مدور

$$\tau = \tau_s + \tau_w$$

تشی برشی ناشی از پیچش
تشی برشی ناشی از تابش

$$\tau = \tau_s + \tau_w$$



@StructuralEngineering

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

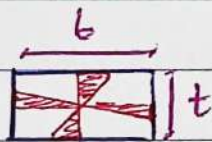
Subject: _____

لشبریمینی $\rightarrow T = \int_A r^2 \frac{d\varphi}{dz} G dA$

$$T = \frac{d\varphi}{dz} G \int_A r^2 dA = GJ \frac{d\varphi}{dz}$$

$$\tau = rG = r \frac{d\varphi}{dz} G \rightarrow \frac{d\varphi}{dz} = \frac{T}{GJ} \quad \tau = \frac{Tr}{J}$$

بیشترین تنش

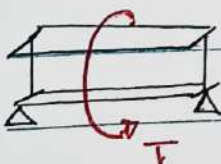
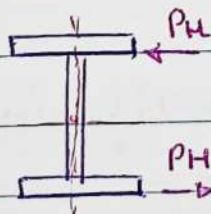
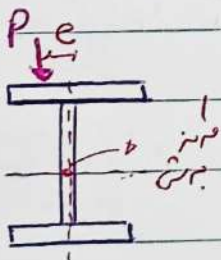
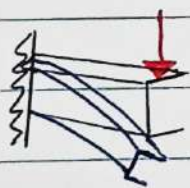
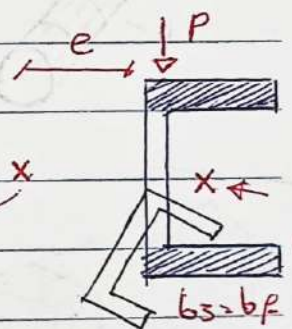


$$J = \frac{bt^3}{3}$$

مقطع مستطیل



$$J = \sum \frac{bit_i^3}{3}$$



$$V_P = \frac{T}{h} \quad h \equiv \text{height}$$

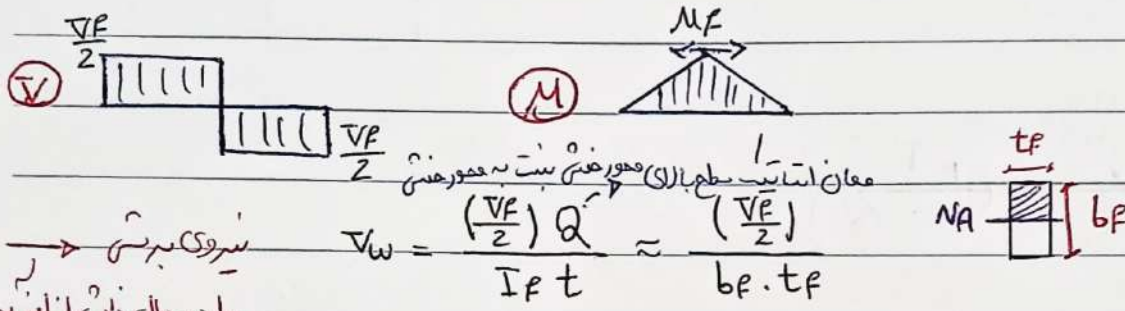
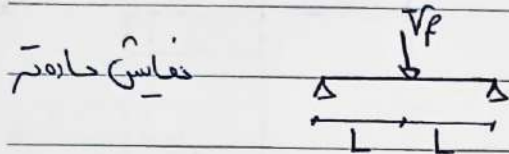
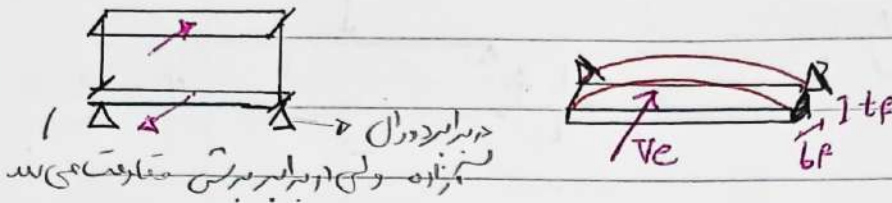


@StructuralEngineering

Date: / /

Sat Sun Mon Tue Thu Wed Fri

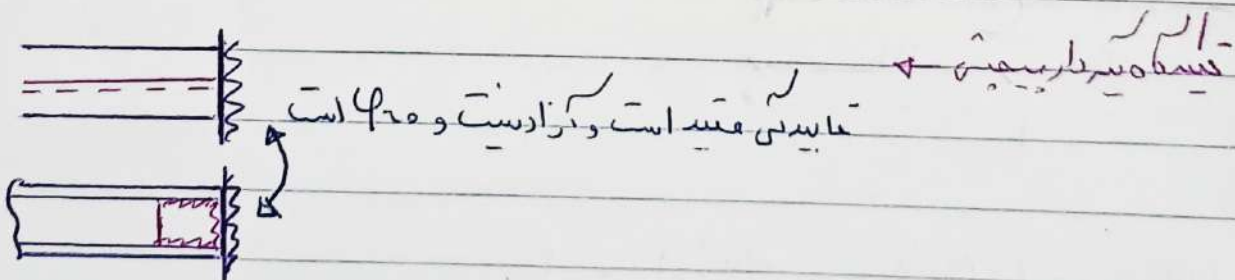
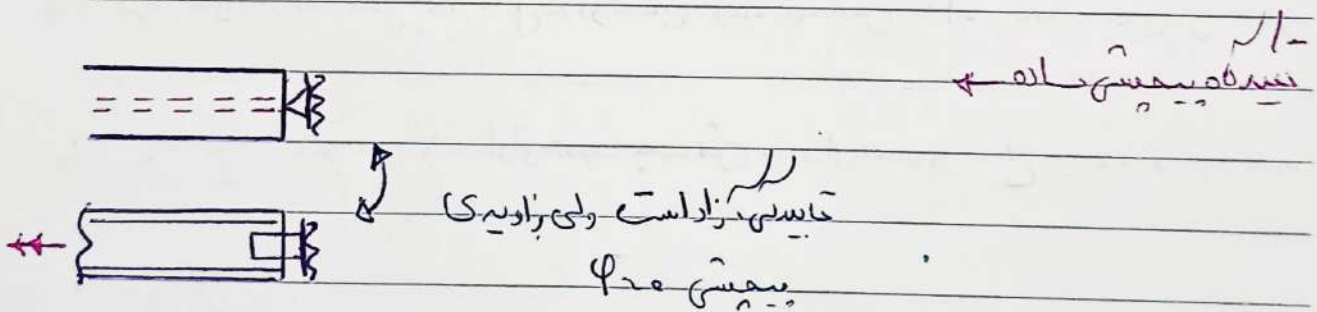
Subject: -----

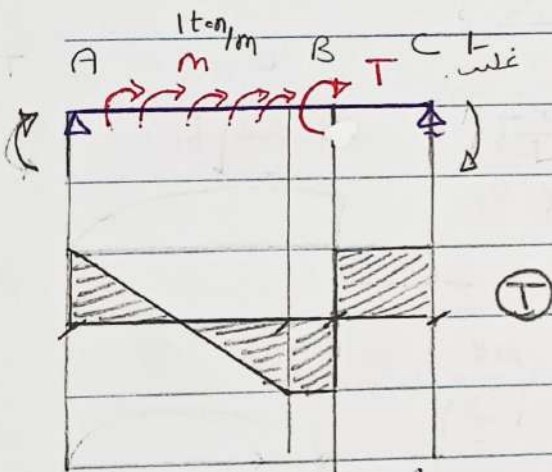


نیروی برشی
وارد به بال خالی از لنگر می خیزد

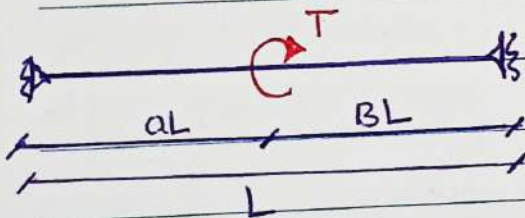
لنگر محض وارد
به بال خالی از لنگر می خیزد

$$\sigma_w = \frac{M_F}{S_F} \approx \frac{M_F}{(S_y/2)}$$





قائمه قطع و نود



$$\frac{m_{\text{из}}}{\varphi_{\text{миз}}} + \left(\frac{m_{\text{из}}}{\varphi_{\text{миз}}} + \frac{m_{\text{из}}}{\varphi_{\text{миз}}} \right) \leq 1$$

این تنش خاستگی = تنش قائم حول محور x است
این تنش به محض اینکه محور x تغییر می‌کند تغییر می‌کند
محور x همیشه است
محور x همیشه است
محور x همیشه است
محور x همیشه است

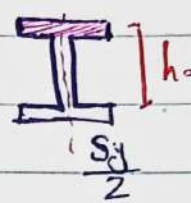
Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

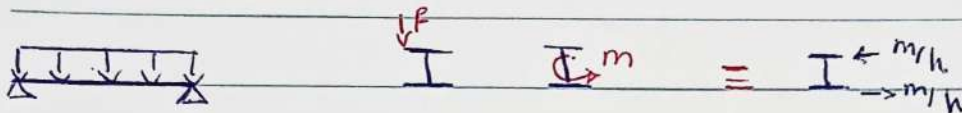
Subject: -----

$$M_F \cdot h = \beta \cdot T_a \cdot b \cdot L$$

h_o ارتفاع سازه
 β از جدول
 T_a (اطلاعات سازه و بارگذاری)



$$\lambda = \sqrt{\frac{GJ}{EC_w}}$$



$$\frac{4L^2}{8} = \left(\frac{m}{h}\right) \frac{L^2}{8}$$

$$\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \leq 1$$

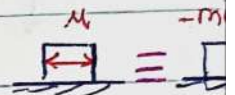
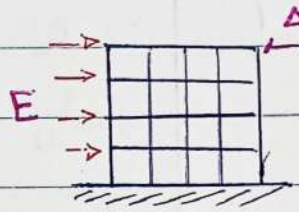
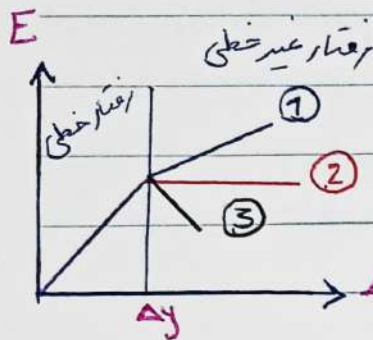
مقدار معادله دو برابر

$$\begin{cases} \phi M_{nx} = 0.9 Z_x f_y \\ \phi M_{ny} = 0.9 Z_y f_y \end{cases}$$

$$\frac{M_{ux}}{Z_x} + \frac{M_{uy}}{Z_y} \leq 0.9 f_y$$

$$\Rightarrow \left(\frac{M_{ux}}{0.9 f_y} \right) + \left(\frac{M_{uy}}{0.9 f_y} \right) \left(\frac{Z_x}{Z_y} \right) \leq Z_x$$

طرح ارزشی و ترتیب باردهی



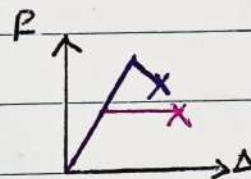
① رفتار خطی (رفتار الاستیک) و

② رفتار پلاستیک (رفتار الاستیک-پلاستیک)

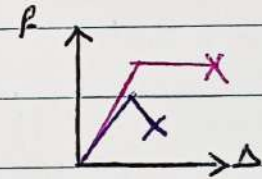
③ رفتار سفت‌تر (رفتار الاستیک-سفت‌تر)

$$m\ddot{u}_g(t) = F = ma$$

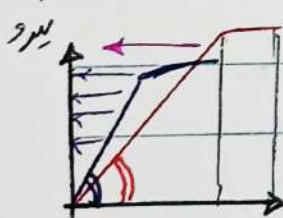
رفتار پلاستیک و رفتار سفت‌تر



(ب)



(الف)



تغییر شکل

تغییر شکل = تغییر شکل پلاستیک

(الف) افزایش بار → رسیدن به حلقه‌های ترم → سفت‌تر شدن

(ب) افزایش بار → تغییر شکل حلقه‌های ترم پلاستیک → سفت‌تر شدن حلقه‌های ترم پلاستیک

اعمال بار پلاستیک باید مقاومتش کمتر از حلقه‌های ترم باشد (قبل از وقوع عمل می‌شود)

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

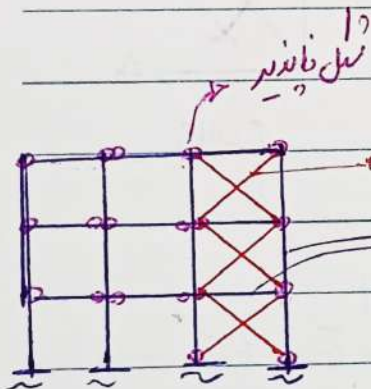
Subject: -----

افزایش تسل پذیری و عدم افت مقاومت:

عولاد	بتن
$\frac{KL}{r} \downarrow$ دلی $\frac{b}{t} \downarrow$ عروفتی	$f'_c \uparrow$ $f_y \downarrow$ میل رعایت معضوری
جزئیات مناسب ایجاد مناسب اجزاء	افزایش طول مهار جلوگیری از خرابی بتن و معضوری بتن
جوش پیچ مقاطع دوراف دار	اختصار تسخیری (تقدم مدخلی تسل پذیری) مانع حقیقی

اجزای تم دو بدول تسل پذیری

عقل دوم، قیمت هم



تغیر شکل + نرم + تسل پذیری

تسخیر اعنای تردو تسل پذیری

تبدیل + تسل پذیری

احتمالات جزئیات تسل پذیری

جادیده تسل پذیرند و تیر و ستون بنایه تسل پذیر باشند

سیستم بارزهر
سیستم بارزهای

چاره تدبیر یافته ← ستون های طرف جادیده بنایه با بار تدبیر یافته طراحی شوند

به تاخیر بنذاریم خرابی اعنای غیر تسل پذیر را

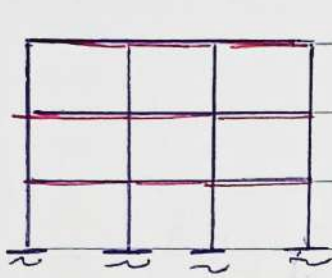


@StructuralEngineering

Date: / /

Sat. Sun. Mon. Tue. Thu. Wed. Fri.

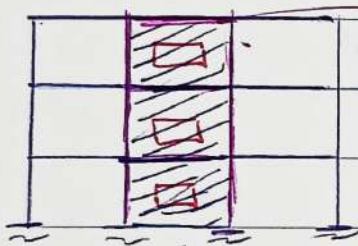
Subject: -----



تاقب خفشی

اولویت - تیر زرد در از ستون خراب به

تیر مینیمم، ستون قوی ← $M_R \leq 2C_m P_b$

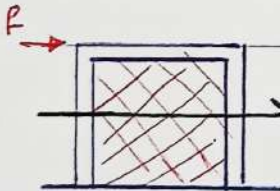


انواع های مرزی دیوار برشی
فولاری (به نسبت قوی باید باشند)

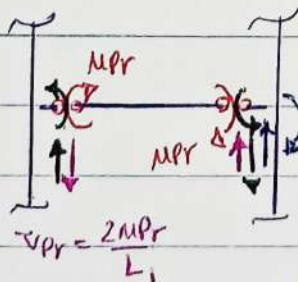
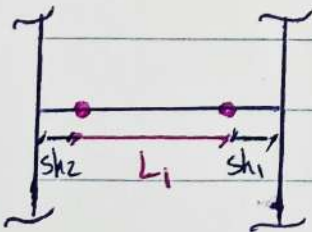
دیوار برشی

برای به تاخیر انداختن اعصاب نیرو منتقل لازم است آنها را

برای حل مسئله نیروی از تعادل ظرفیت اعصاب منتقل به گنجا منتقل می کنند طراحی نمود



$$V = 0.6 F_y \times (\text{قطع مقطع دیوار})$$



$$M_{Pr} = C_{Pr} \times R_y M_P \leftarrow \text{محدود کننده}$$

$$M_{Pr} = 1.1 R_y M_P \leftarrow \text{محدود کننده}$$

$$M_{Pr} = M_P \leftarrow \text{محدود کننده}$$

Date: / /

Sat.	Sun.	Mon.	Tue.	Thu.	Wed.	Fri.
------	------	------	------	------	------	------

Subject: -----

$$F_{ye} = R_y \cdot F_y$$

تقسیم تسلیم

مورد انتظار

↓

عبارت دهیم

300 و 253

$$1.1 \leq R_y \leq 1.25$$

$$1.1 \leq C_{pr} \leq 1.2$$

$$C_{pr} = \frac{F_y + F_u}{2F_y}$$

391 ← انواع احتمالات پیرا برسی تاییدیه

