

دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
( پلی تکنیک تهران )

# خلاصه درس سازه های فولادی

(بربنای کتاب سری عمران)

تهیه و تنظیم : مصطفی رحیمی

E-MAIL: [nce.rahimi@yahoo.com](mailto:nce.rahimi@yahoo.com)

بهار سال ۱۳۹۴

## مقدمه :

خلاصه ای که پیش روی شماست، خلاصه درس سازه های فولادی بر مبنای کتاب سری عمران چاپ ۹۲ می باشد.

دقت شود با توجه به اینکه بعضی از فصل های سازه های فولادی در کنکور کارشناسی ارشد، اهمیت چندانی ندارند، از خلاصه کردن آن ها خودداری شده است. در این جزوه سعی شده است که تمامی فصول مهمی که در کنکور کارشناسی ارشد بیشتر تست دارند، توجه بیشتری شود. لازم به ذکر است که از سال ۱۳۹۳ فصلی با عنوان **LRFD** به سر فصول دروس کارشناسی ارشد در درس سازه های فولادی اضافه شده است که چون در کنکور ۱۳۹۴ به آن اهمیت چندانی داده نشد، از خلاصه کردن آن نیز خودداری به عمل آمد.

امید است که مورد رضایت مهندسین عزیز واقع شود ...

در مورد نحوه ی خواندن درس سازه های فولادی و توضیح بیشتر در مورد این درس، پی دی افی آماده گردیده که پیشنهاد می شود قبل از مطالعه این درس آن پی دی اف نیز مطالعه شود.

لطفا هرگونه انتقاد و پیشنهاد در مورد این جزوه را از طریق ایمیل [nce.rahimi@yahoo.com](mailto:nce.rahimi@yahoo.com) با بنده در میان بگذارید.

به امید موفقیت شما مهندسین عزیز در کنکور کارشناسی ارشد

مصطفی رحیمی

رتبه ۳۴ کنکور کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران سال ۱۳۹۴

Subject:

Mostafa Rahimi

طراحی سازه های فولادی

Date:

No:

آهن خالص به ردد نمی خوره در صنعت از ترکیب آهن با عناصر غیر فلزی مانند کربن، فسفر، گوگرد و عناصر فلزی مانند منگنیز، منگنز فولاد را تولید می کنند. درصدی از آن آلیاژها در کل وزن فولاد، حداقل ۳ درصد است.

عناصر فولاد

کربن: افزودن کربن به فولاد باعث افزایش مقاومت فولاد تا یک محدوده مشخص شده ولی تریک و شکنندگی آن را افزایش داده و مقاومت آن در برابر بارها کمتری می شود و در نهایت کربن زیاد خواص تریک فولاد را نیز به شدت کاهش می دهد.

منگنز: باعث افزایش مقاومت فولاد در برابر هیدروکسیل شدن و شکل پذیری آن را افزایش می دهد.

سیلیسیم: باعث افزایش مقاومت کربانی و سختی فولاد شده و شکل پذیری آن را کاهش می دهد.

نیکیل: باعث افزایش مقاومت فولاد در برابر خوردگی می شود. (مقاومت در برابر خوردگی آلیاژها)

منگنز: باعث افزایش شکل پذیری فولاد می شود.

طبیعت مکانیک فولادها کربنی

1) فولاد کم کربن (کمتر از ۰.۱۵ درصد)

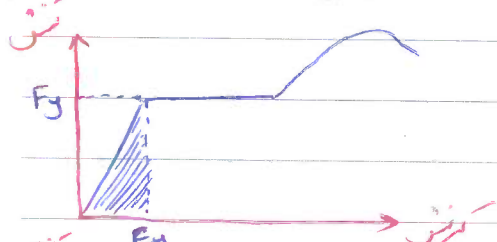
3) فولاد با کربن متوسط (۰.۳ الی ۰.۵۵ درصد)

2) فولاد با کربن متوسط (۰.۱۵ الی ۰.۲۹ درصد)

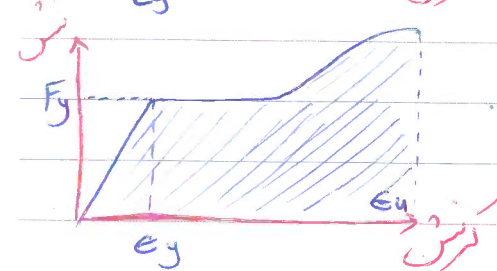
۴) فولاد پر کربن (۰.۶ الی ۰.۷۷ درصد)

فولاد کم کربن دار - کربن تا ۰.۱۷ درصد منگنز (۰.۱۶۵ درصد) سیلیکن (۰.۰۶ الی ۰.۰۸ درصد)

وجود سیلیکن کاهش موضعی به علت سطح مقطع کم و نازک بودن اجزا برقیل می باشد نه به خاطر وجود کربن!



سطح زیرین نمودار تنش کرنش در ناحیه الاستیک معادل فنریت ماره است نه به آن به جهتی نیز گویند. مدول فنریت را معمولاً به سختی فولاد مرتبط می کنند.



طاقتهای (هنگامگی): سطح زیرین نمودار تنش کرنش تا لحظه تسلیم، معادل طاقت فولاد است و به آن مدول حفره ملر گویند. این پارامتر را معمولاً به شکل پذیری فولاد مرتبط می کنند.

\*\*\* شکل پذیری فولاد \*\*\*

$$\mu = \frac{\epsilon_x}{\epsilon_y}$$

\*\*\* در فلان تصور اولیه دو بار امر مهم نمودار تنش کرنش فولاد یعنی  $F_y$  و  $E$  معادله نقطه انعطاف (نقطه تسلیم) در نمودار تنش - کرنش است.  $E$  کرنش نهایی فولاد در لحظه تسلیم را نشان داده و  $F_y$  تنش ماکزیممی است که فولاد در طی بارگذاری تحمل می کند و در بوطیه نقطه تسلیم قبل از نقطه تسلیم می باشد

\*\*\* معادله فولاد (ST 37) \*\*\*

$$E = 21 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2} \quad \nu = 0,3 \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 0,18 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}$$
$$\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ C \quad \text{ضریب انبساط حرارتی}$$

\*\*\* روش تعیین  $F_y$  در فولادها ، مقاومت ها \*\*\*

روش (1) : کرنش  $\epsilon = 0,002$  - که خطی به سواژات نامیدی الاتی رسم شود تا نمودار تنش - کرنش را قطع کند. این نقطه  $F_y$  است.

روش (2) : حفظ قائم از کرنش  $\epsilon = 0,005$  رسم شود تا نمودار را در یک نقطه قطع کند که  $F_y$  درست می آید (روش اُفست offset)

\*\*\* در همه فولادها  $F_y$  و  $F_u$  بزرگتری داشته و قویتر باشد، نسبت  $\frac{F_y}{F_u}$  در آن ها بزرگتر بوده و به عبارتی نقطه تسلیم ( $F_y$ ) به نقطه تسلیم ( $F_u$ ) نزدیکتر است. یعنی هر چه  $\frac{F_y}{F_u}$  کوچکتر شکل پذیری بیشتر

\*\*\* وادادگی یا Relaxation \*\*\* : کرنش فولاد در حالت تنش و کشش زیاد مرتباً کاهش می آید

\*\*\* در فولاد یک نیروی کششی ، قسمت هایی از مقطع که تمرکز حجم کتری دارند زودتر سرد شده و در جاهای تن ها سپاند فشاری می شوند. قسمت هایی که تمرکز حجم بیشتری دارند (مانند اتصال با و جان تیر) دیرتر سرد شده و دچار تنش ها سپاند کششی می شوند.

\*\*\* تنش ها یابی از جوشکاری در مقا به با تنش ها سپاند ناشی از فولاد ریشتر است. از طرف عملیات مانند حکش کاری فولاد ، تنش ها سپاند را آزاد می کند.

تنش سپاند بزرگ مقاومت نهایی عضو تحت کشش ماکزیمم داشته و تاثیر آن بر بزرگ مقاومت فشاری عضو است

♦♦ شبکه سازه فولادی خشکی می تواند تحت اثر بار استاتیکی در یک متغیر ایجاد شود. اگر سازه نامعین باشد در متغیر با تغییرات قابل توجه تنش ها متغیر در سازه ایجاد کرده و موجب بر خورد پذیری خشکی در سازه می شود. در سازه ها که معین، تغییر دما باعث ایجاد تنش در سازه شده و اثر ضعیف متغیر است. ♦♦ در صورتی که پس از N سیکل بارگذاری تنش نسبت به S رسیده باشد، پس از n سیکل تنش نسبت فولاد عبارت است از:

$$F_f = S \left( \frac{N}{n} \right)^k$$

k ضریب ثابت ← از 2 تا 2.5

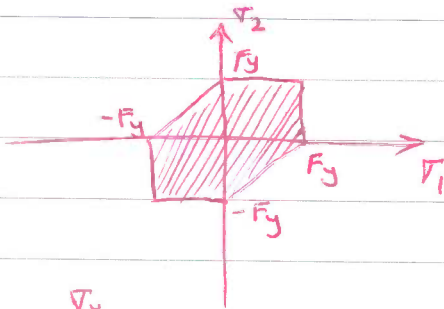
پس هر چه مقدار سیکل ها بارگذاری بیشتر شود، تنش نسبت فولاد نسبتاً کاهش می یابد.

♦♦♦ عوامل مؤثر در ترک زدن فولاد:

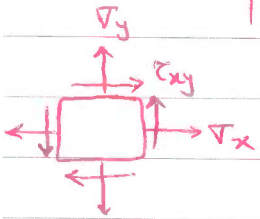
- ① درجه حرارت
- ② رطوبت بارگذاری
- ③ ترک زدن
- ④ وجود ترک های موضعی
- ⑤ صفحات درون

♦♦♦ معیارهای کمینگی

① معیار تنش بزرگ ماگزیمم (ترسقا):



$$\max \begin{cases} |\sigma_1| \\ |\sigma_2| \\ |\sigma_1 - \sigma_2| \end{cases} \leq F_y$$

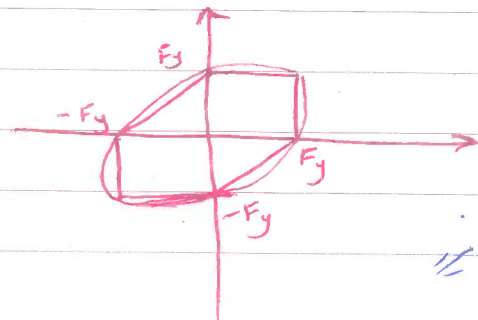


$$\sigma = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left( \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

② معیار انرژی اوجاج ماگزیمم (فون مینر):

$$|\sigma_1^2 - \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2^2| \leq F_y^2$$

مفروض معیار ترسقا معیار فون مینر به فولاد اجازه می دهد که تحت اثر بارگذاری، تنش تسلیم نسبتاً از  $F_y$  نیز داشته باشد می توان ثابت کرد که معیار فون ماگزیمم به فولاد اجازه می دهد تنش ها تا  $1.15 F_y$  باشد.



محدارهای بزرگ →  $F_y = \sqrt{3} F_{ys}$  ← محدودیت های کمینگی

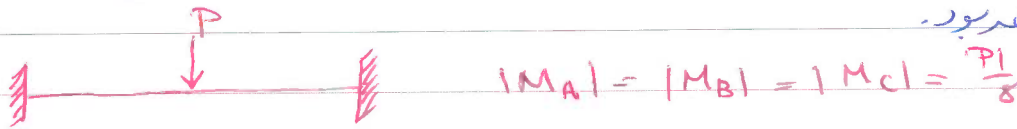
### نکات مهم

98٪ فولاد از آهن بوده و افزودن 2 درصد آلیاژ به فولاد، تأثیری روی مدول یانگ، ضریب پواسون، ضریب انبساط حرارتی و وزن مخصوص فولاد ندارد. این مقادیر برای همه نوع فولاد با تقریب بسیار خوب ثابت است.

### اقتصادی بودن طرح پلاستیک به طرح الاستیک

به وقت برداشته همه طرح پلاستیک اقتصادی تر از طرح الاستیک نمی باشد.

دلیل اصلی اقتصادی بودن طرح پلاستیک نسبت به طرح الاستیک در اغلب طراحی ها عدم تشکیل همزمان مفاصل پلاستیک است. اگر در سازه ای مانند تیر زیر بار یکسان همگی با هم را برانند، افزایش آنرا، بعضی ها پلاستیک فرسایشی شده و در طرح پلاستیک نسبت به طرح الاستیک اقتصادی تر نخواهد بود.



### میزان تغییرات

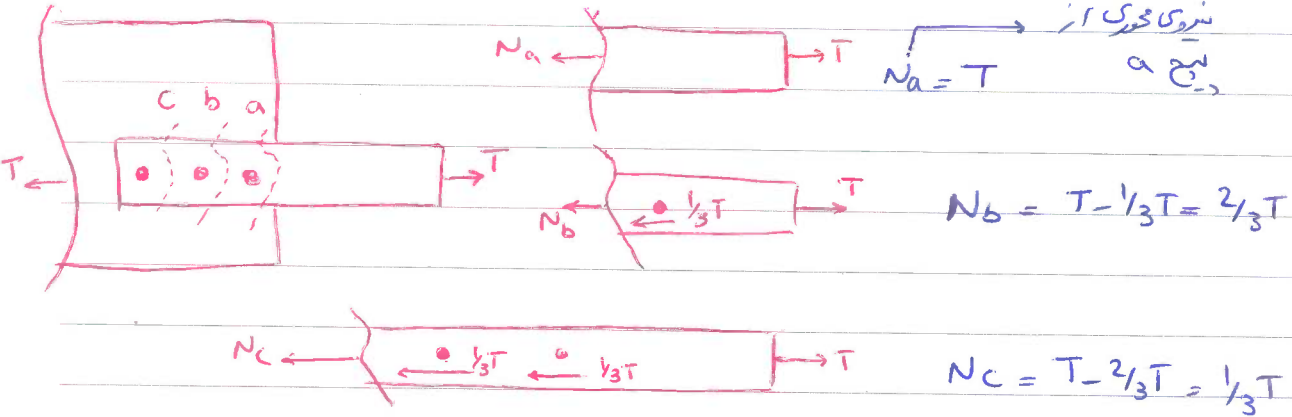
$$F.S = \frac{R}{L} = \frac{1 + \frac{\Delta L}{L}}{1 - \frac{\Delta R}{R}}$$

ΔL : میزان تغییرات بار  
ΔR : میزان تغییرات مقاومت

نکته: در فولاد نرمه اگر  $F_y$  و  $F_u$  افزایش یابند شکل پذیری فولاد کاهش می یابد.

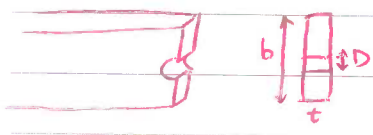
### نصل توک : اعضای لکسی :

در محل اتصال یک عضو لکسی، وسیله اتصال قسمتی از نیروی لکسی را جذب می کند.



\* \* \* سطح مقطع (ناقص) سطح مقطع عضو لکسی بدون در نظر گرفتن اثر سوراخ ها قرار گرفته در طول عضو لکسی است.  
 سطح مقطع ناقص از اتصال سطح سوراخ ها که مقطع از سطح مقطع کل بزرگتر می آید

$$A_g = bt$$



$$A_n = (b - D)t$$

برای می سببی ظرفیت لکسی مقطع و بر در دورا بطر زیر صحت کند:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{T}{A_g} \leq 0.6 F_y \\ \frac{T}{A_{nmin}} \leq 0.5 F_u \end{array} \right.$$

نسبت لکسی مقطع

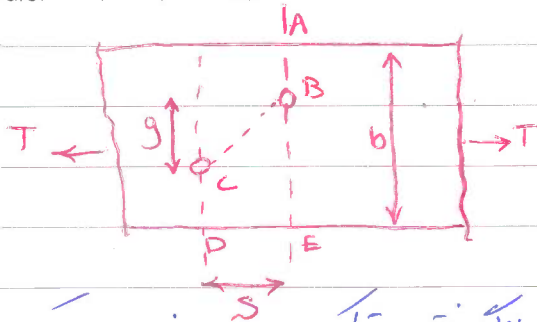
$$T = \min \{ 0.6 F_y A_g, 0.5 F_u A_{nmin} \}$$

\* \* \* در یک عضو لکسی در صورتی که نسبت  $\frac{A_n}{A_g}$  از  $\frac{0.6 F_y}{0.5 F_u}$  بیشتر باشد، جاری شدن بر سطح حاکم بوده و اثر سوراخ ها که موجود در مقطع حائز اهمیت نمی باشد.

$$\left\{ \begin{array}{l} S + 37.8 \quad \frac{A_n}{A_g} \geq 0.78 \\ S + 52.0 \quad \frac{A_n}{A_g} \geq 0.83 \end{array} \right.$$

یعنی که این نامی برابر بود  
 سوراخ اثر نمی دهیم

سوراخ های زلزله ای:



اینه ای توانیم بد میره قائم داشته باشیم:

$$A_{n1} = (b - D)t \quad \text{و میره ABE}$$

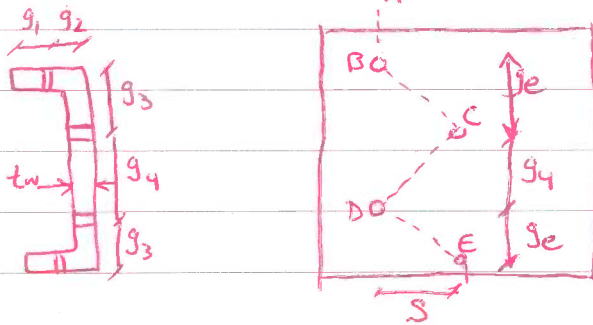
حال برای میره زلزله ای ABCD عرض عمود بر امتداد نیرو را در نظر گرفته و قطر طبری سوراخ ها را در در میره عالی وجود دارد از آن کم می کنند. در ادامه به ازاد هر خط مایل طایفه BC مقدار  $\frac{S^2}{4g}$  را بر آن اضافه می کنند.

$$A_{n2} = (b - 2D + \frac{S^2}{4g})t$$

$$A_{nmin} = \min \{ A_{n1}, A_{n2} \}$$

نکته: احتمال بعبارتی شدن میره از این می آید  $\Rightarrow A_n \downarrow \Rightarrow \frac{S^2}{4g} \downarrow \Rightarrow S \downarrow$  اثر نکات بسیار مهم:

- (1) درین میره ها قائم، میره با بقدر سوراخ شده بعبارتی تر است.
  - (2) در مقابل یک میره عالی و یک میره قائم با بقدر سوراخ تکسینک میره قائم لزوماً بعبارتی تر است.
  - (3) درین دو میره مایل با بقدر سوراخ تکسینک، میره ای که به راستی قائم بشدتری دارد بعبارتی تر است. بهر توضیح شود میره قائم تر است که مجموع  $\frac{S^2}{4g}$  در آن کمتر باشد.
- \*\*\* در یادداشت زیر فرض کنید با باز کردن نمودار منحنی حاصل برادر میره ABCDEF به دست آوریم. در این حالت، صفحات مایل و عمود با یکدیگر تداخل داشته و برای میره های مایل BC و DE که قسمتی از آن در مایل وقتی از آن رجوع می شود معمولاً به صورت تقویتی از صفحات میانگین مایل و عمود استفاده می شود.



$$g_e = g_2 + g_3 - \left( \frac{t_w + t_f}{2} \right)$$

$$A_{n2} = A_g - 2Dt_f - 2Dt_w + 2 \times \frac{S^2}{4g_e} \times \left( \frac{t_w + t_f}{2} \right) + \frac{S^2}{4g_e} \times t_w$$

سه برای سوراخ های B و E  
برای سوراخ های C و D



$A_e = U A_n$  - اتصال بیچی  
 $A_e = U A_g$  - اتصال جوشی

رابطه آیین مقرراتی عضو کشش:

$$\frac{T}{A_g} \leq 0.16 F_y \quad \text{و} \quad \frac{T}{A_e} \leq 0.5 F_u$$

ضریب U در بازه  $0.75 \leq U \leq 1$  قرار دارد. این ضریب به تعداد و آرایش بیچی ها که در اتصال شرکت دارد و همچنین طول عضو جوش در اتصال جوشی بستگی دارد.

در بین دو مسیر، وضعیت تکمیلان در محل اتصال، مسیری که به محل نیروی نزدیک تر است، تعیین کننده است.

راه میانبری:  $\frac{T}{A_e} \leq 0.5 F_u$

وقتی میخواهیم نیروی کششی در هر بیچی را با یکدیگر و پس در معادله  $\frac{T}{A_e} \leq 0.5 F_u$  بدانیم، میتوانیم با استفاده از فنون زیر یک میانبری را نیز بنویسیم و نتیجه است T وارد هر بیچی را با یکدیگر:

رابطه میانبری:  $A_n$

$$A'_n = \frac{n}{n-i} A_n \Rightarrow \frac{T}{A'_n} \leq 0.5 F_u$$

n: تعداد کل بیچی ها

i: تعداد بیچی ها که بیرون از مسیر

مقادیر U طبق آیین نامه:

(1) حداقل سه وسیله اتصال در هر دین در امتداد نیرو باشد:

$$U = 0.85$$

(2) فقط دو وسیله اتصال در هر دین در امتداد نیرو باشد:

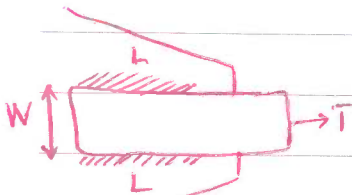
$$U = 0.75$$

(3) در اتصال سازه ورق با جوش ها طولی در دو لبه موازی، طول عضو جوش نباید از معادله  $W < L < 1.5W$  عبور کند بین آن ها:

$$W < L < 1.5W \Rightarrow U = 0.75$$

$$1.5W < L < 2W \Rightarrow U = 0.87$$

$$L > 2W \Rightarrow U = 1$$



4) در صورتی که سطحی مانند ناودان یا پشته شیب داشته باشد و نیروی کشش را منتقل کند:

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

$$\bar{x} = \text{فاصله از سطحی اتصال تا مرکز سطح مقطع در جهت درگیر}$$

$$L = \text{طول اتصال}$$

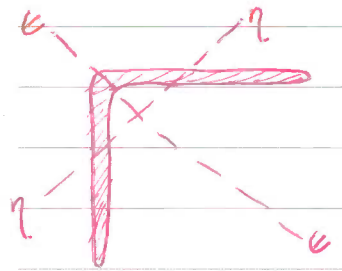
وقت شود که در پشته یا ناودان، جهت حرکت از پهنای  $A$  باشد  
 معیار ضریب لایرک در اتصال کشش

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

$$r_{min} \leftarrow \text{شعاع تریایون حداقل} \leftarrow \sqrt{\frac{I}{A}}$$

سگ اگر خروج از این حد الزامی مجاز عضو افواستند از فرمول ضریب لایرک استفاده نمی

وقت شود که در پشته یا ناودان مسواوی سطح شیب مقابل، شعاع تریایون حد الزامی محور  $E-E$  و شعاع تریایون حداقل حول محور  $\eta-\eta$  باشد.



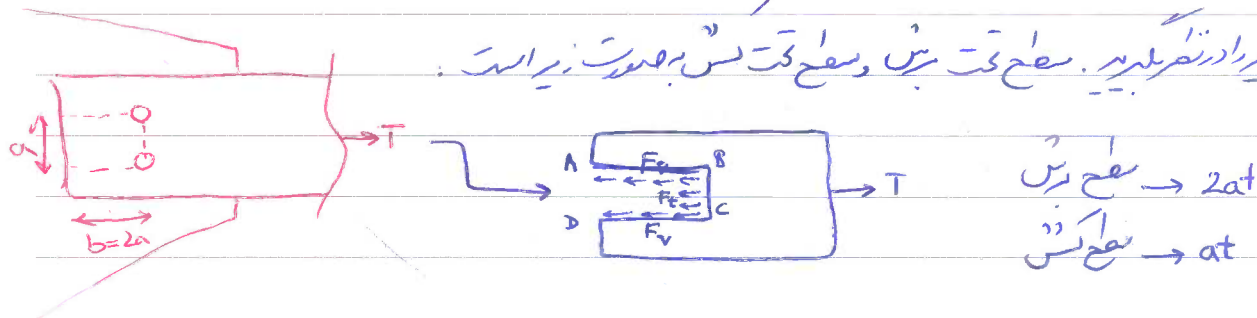
کشش برش قالی در محل اتصال اعضا کشش:

فرکس از کیفیت برشی در امتداد نیرو و مسافت کشش در راستای محور برش، گسسته طی ایجاد می کند این موضوع در محل اتصال بارندها قابل توجه است

$$T = F_v A_v + F_t A_t$$

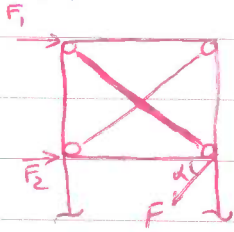
$A_v$ : سطح تحت برش  
 $F_v = 0.3 F_u$ : کشش مجاز برشی  
 $A_t$ : سطح تحت کشش  
 $F_t = 0.5 F_u$ : کشش مجاز کشش

شکل زیر را در نظر بگیرید. سطح تحت برش و سطح تحت کشش به صورت زیر است:



طراحی باربندها:

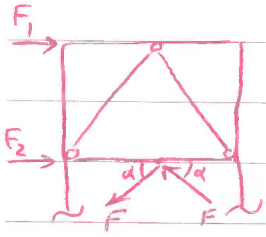
(1) باربند های ضربه ای و برای طراحی این نوع باربند فرض می کنند که باربند فشاری گانج کرده و یک نیروی جانبی را باربند گسیل تحمل می کنند.



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_1 + F_2 - F \cos \alpha = 0$$

$$\Rightarrow F = \frac{F_1 + F_2}{\cos \alpha}$$

(2) باربند های شورون خرد و شورون و الی:



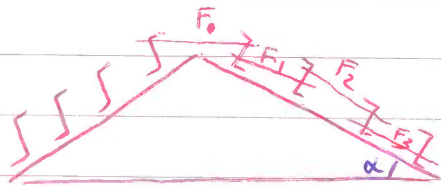
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F = \frac{F_1 + F_2}{2 \cos \alpha}$$

برای طراحی اولیه این باربند ها فرض می شود که نیروی آن ها یکدیگر برابر است.

2- مهم ترین بارها:

الایه های که معمولاً به صورت Z شکل یا نوارهای مسطح و گت جنس در محوره قرار دارند.

(2) نیروی میل مهارها از بالا به پایین کاهش می یابد.

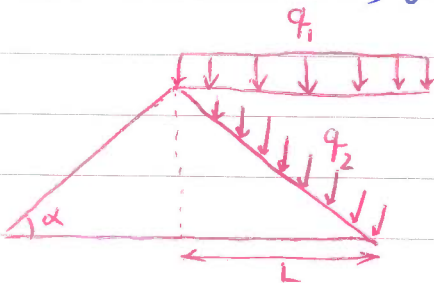


$$F_1 > F_2 > F_3$$

(3) در صورتی که نیروی این تریگنل مهار  $F_1$  باشد، نیروی میل مهار را پس برابر است:

$$F_0 = \frac{F_1}{\cos \alpha}$$

(4) برای می گسب نیروی میل مهار شماره (1) که میل مهار این است به شکل زیر عمل می شود:



$$F_1 = W \times \sin \alpha = \left( q_1 L + q_2 \frac{L}{\cos \alpha} \right) \times S \times \sin \alpha$$

S: فاصله عمود بر محور می میل مهارها

q1: بار یوز q2: بار عمودی سقف

5 مقدار تنش عادی برای میل میانه



$$\frac{T}{A} \leq 0,33 F_y \quad , \quad A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$T_{all} = 0,33 F_y A$$

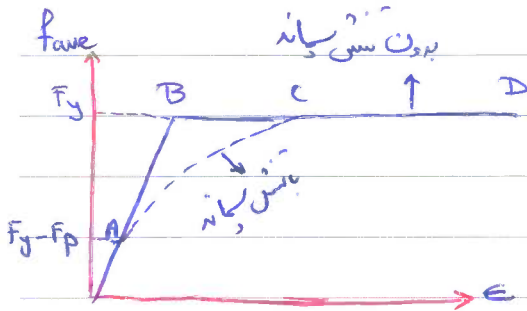


$$\frac{T}{A} \leq 0,16 F_y \quad , \quad A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\frac{T}{A_D} \leq 0,33 F_y \quad , \quad A_D = \frac{\pi D_b^2}{4}$$

$$T_{all} = \min \{ 0,33 F_y A_D \quad , \quad 0,16 F_y A \}$$

D ← قطر اصلی میلگرد در حالت دندانه نشده  
D<sub>b</sub> ← قطر اصلی قسمت جریده



بررسی تا تنش ها میباید در ظرفیت کششی مقطع:  
بار در نظر گرفتن تنش پسماند، عضو در C تسلیم شده و بدون در نظر گرفتن آن، در نقطه B تسلیم می شود.  
این موضوع بین معادلات تنش ها پسماند است.  
اگر این تغییر شکل عضو در لحظه بار کشش می شوند،  
زیرا E از E<sub>B</sub> بزرگتر است.

تنش پسماند معادلات کششی برای عضو تغییر می دهد

نکته اول: اگر در دو سوراخ که فاصله بین سوراخ ها از طولی تعیین کنید که طراحی کششی برینهاست یعنی  
با میل قبل A<sub>0</sub> و A<sub>n</sub> سوراخها تلف را حساب کنیم و با هم برابر قرار دهیم تا طراحی نهیبه که بدست آید

# مصل سونک : طراح سونک ها :

Subject:

Date:

No:

برای بدست آوردن یک سونک ایده آل، طراح است آن را اندکی از وضع تعادل منفرجه و تعادل آن را بررسی کنیم.

در یک سونک ایده آل نیروی  $P$  دقیقاً در مرکز سطح سونک وارد شده و هیچ گونه نیروی جانبی اعتراف بار از وضع قائم خطی ساخت وجود ندارد.

$P < P_{cr} \Rightarrow \Delta = 0$   
 سونک ایده آل فقط از لاش تغییر شکل جانبی داده، در حال در سونک واقعی با افزایش بار  $P$ ، تغییر شکل جانبی افزایش می یابد و در محض لاش مقدار آن برابر با صفر است.

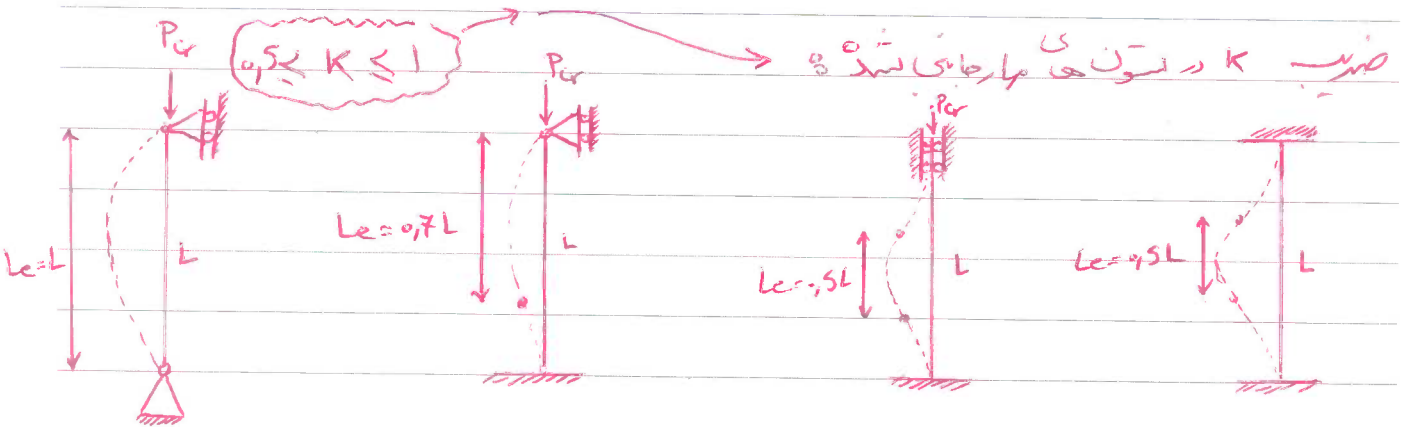
بار بحرانی :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2} = \frac{\pi^2 EI}{(L_e)^2}, \quad L_e = KL$$

طول سونک :  $L$

طول موثر سونک :  $L_e$

$K$  : ضریب طول موثر لاش سونک نام داشته و به توضیح شرایط اتکالی خاص در آن می رسد.



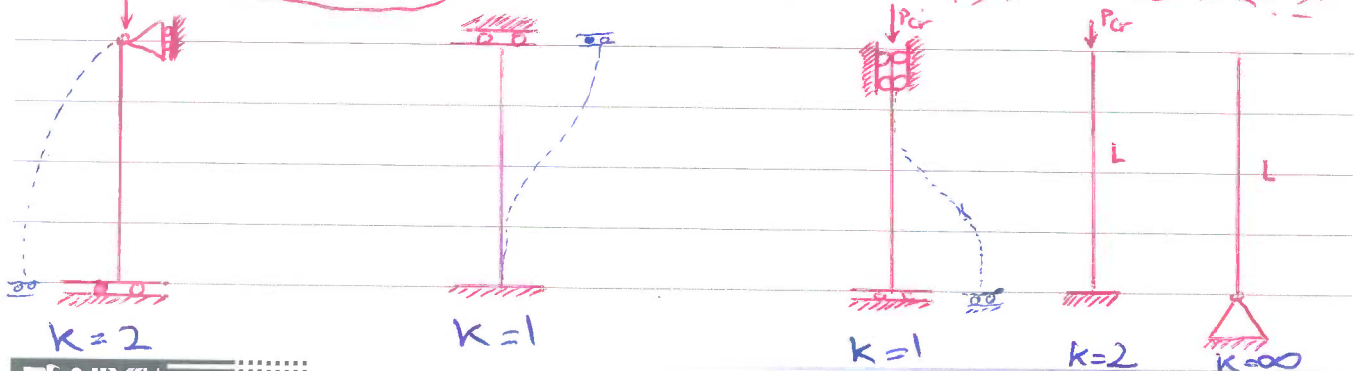
$K=1$

$K=0.7$

$K=0.5$

$K=0.5$

$1 \leq K \leq \infty$



$K=2$

$K=1$

$K=1$

$K=2$

$K=\infty$

وجود دیوار برشی یا پایداری در یک قاب، مانع از تغییر شکل جانبی آن قاب شده و ستون‌ها در این حالت به غیر در حالت جانبی، موازی جایی شده محسوب می‌شوند.

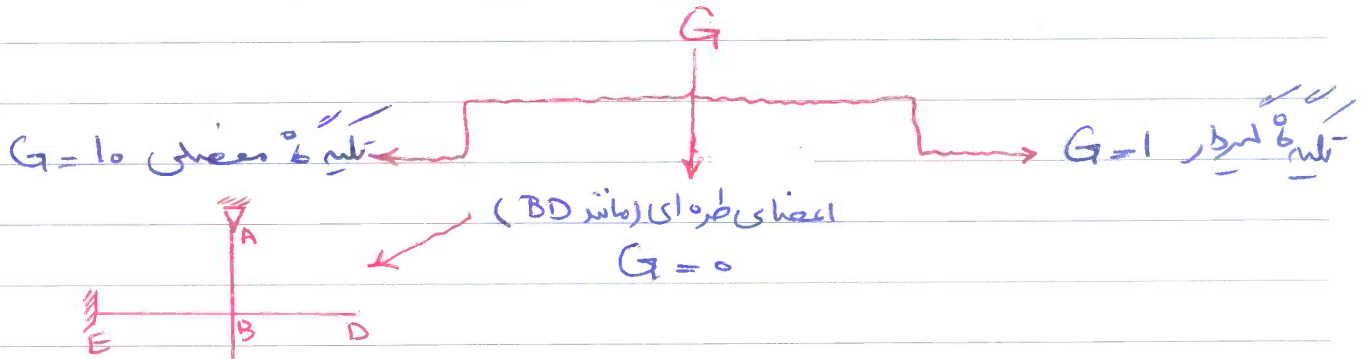
می‌گردد که در یک قاب موازی نشده در حالت کلی:

$$G_A = \frac{\sum (\frac{EI}{L})_{ستون}}{\sum (\frac{EI}{L})_{تیر}}$$

$$G_B = \frac{\sum (\frac{EI}{L})_{ستون}}{\sum (\frac{EI}{L})_{تیر}}$$

$$K = \frac{3G_A G_B + 1.4(G_A + G_B) + 0.64}{3G_A G_B + 2(G_A + G_B) + 1.28}$$

در این حالت  $G_A$  و  $G_B$  بین صفر تا 50 بوده و ضریب طول موثرترین 0.5 و 1 می‌باشد.

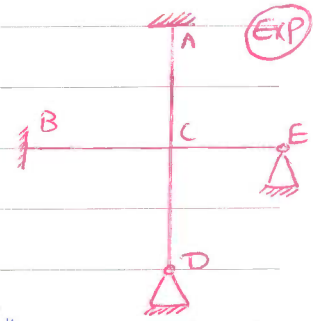


نکته 1: گاهی گشتی تیرها این که از یک طرف به ستون وصل شده و از طرف دیگر به تکیه گاه متصل شده اند باید اصلاح شود ←

شرایط انتهای تیر	ضریب اصلاح
انتها تیر متصل	$\beta = 3/2$
انتها تیر گیردار	$\beta = 2$

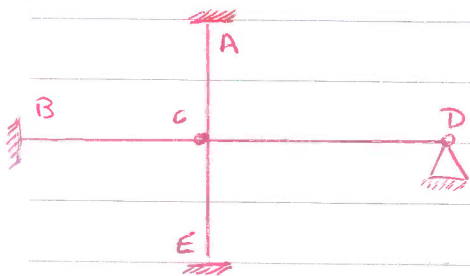
$$G_D = 10$$

$$G_C = \frac{(\frac{EI}{L})_{CA} + (\frac{EI}{L})_{CD}}{2(\frac{EI}{L})_{CB} + \frac{3}{2}(\frac{EI}{L})_{CE}}$$



دقت شود که ضرایب اصلاح تنها بزرگ گشتی تیرها اعمال می‌شود

نکته 2: اگر انتهای تیر در محلی که G را برابر آن می‌سازیم معضلی باشد طبیعتاً آن را از نظر می‌بریم  
 برای مثال:



$$G_A = 1$$

$$G_C = \frac{\left(\frac{EI}{L}\right)_{CA} + \left(\frac{EI}{L}\right)_{CE}}{\frac{3}{2} \left(\frac{EI}{L}\right)_{CD}}$$

حساب K نسبت به برابر نشده در حالت کلی:

$$G_A = \frac{\sum \left(\frac{EI}{L}\right)_{تیر}}{\sum \left(\frac{EI}{L}\right)_{تیر}}$$

$$G_B = \frac{\sum \left(\frac{EI}{L}\right)_{تیر}}{\sum \left(\frac{EI}{L}\right)_{تیر}}$$

$$K = \frac{16G_A G_B + 4(G_A + G_B) + 7.5}{G_A + G_B + 7.5} \geq 1$$

در این حالت  $G_A, G_B$  در بازه  $0 \leq G \leq 100$  بوده و ضریب طول موثر  $0 < k < \infty$  می‌باشد

شرایط انتهای تیر	ضریب اصلاح
انتهای تیر معضلی	$\beta = 1/2$
انتهای تیر گیردار	$\beta = 2/3$

\*\*\* تولید نکات ارائه شده رعایت مارجین شده، به نظر  
 ضریب اصلاح‌ها، برای ستون‌های مهار جانبی شده نیز برقرار است.

# فصل هفتم: طراحی درج:

Subject:

Date:

No:

## انواع درج:

(2) در معادلات هم انبساطی هم اصطفاي  
 $8000 \leq F_u \leq 10000$   
 A325

فقط در اتصال انبساطی  
 $4000 \leq F_u \leq 5000 \text{ kg/cm}^2$   
 (ASTM آمریکا) A307

الخواص من تيزه بلينم، با درجه بيچ در سايه است

## انواع سوراخ ها 3:

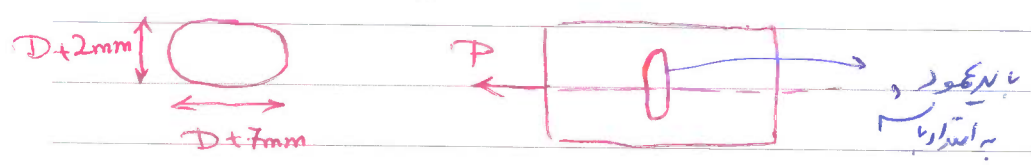
انواع سوراخ  
 $D' = D + 2 \text{ mm}$   
 قطر سوراخ

(1) استاندارد هم در انبساطی هم در اصطفاي

$D' = D + 5 \text{ mm}$

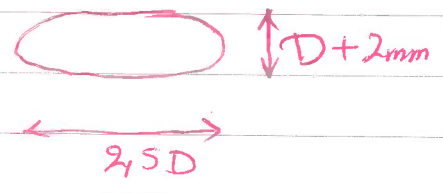
(2) سوراخ خريف: فقط در اتصال اصطفاي

(3) سوراخ لوبه لوبه: هم در اصطفاي هم در انبساطی به شرايط در اتصال انبساطی فقط در حالت عمود بر امتداد تير و سوراخ است



## 4) سوراخ لوبه بلند: در اتصال انبساطی با درجه عمود بر تير و با شرايط

در اتصال اصطفاي تنها در بلي از ورق حاي اتصال در امده در الحواه من توانه با شرايط



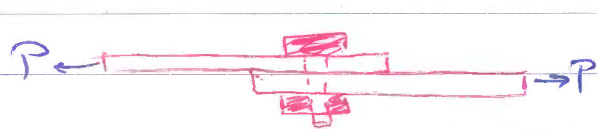


انصال نیرو در اتصال بصری:

تشن نیروی کششی ایجاد می کنند  
↳ تنش کششی  
↳ نیروی کششی

نیروی کششی  
↳ تنش بزرگ ایجاد می کنند  
↳ تنش بصری

نکته: در پیچ ها تنش فشرک نداریم چون در پیچ کشش داریم اما در سر پیچ و در سر پیچ ها تنش در پیچ ها ایجاد می کنند



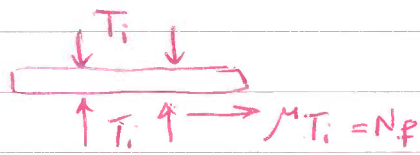
### انصال اطالی 3

در این نوع انصال به وسیله آنا بین پیچ و ورق نیروی درق بالایی به پیچ بزرگی منتقل می شود چون تنش تراش  $F_t$  در پیچ از  $F_t$  در ورق بیشتر است لذا لهیدگی در ورق به جا می آید.

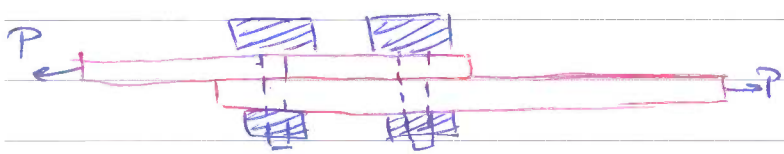


### انصال اصططالی 3

در این نوع انصال در پیچ تنش کششی ایجاد می کنند یعنی این که در پیچ رو سفت می کنند تا در ورق به هم چسبند و اصططال کشش ایجاد می کنند



فرض کن نیروی کششی کشش ایجاد شده در پیچ برابر  $T_i$  است پس اصططال برابر  $M_i T_i$  می شود.



التر تعداد پیچ ها زیاد بود داریم 3



$$P \leq n M_i T_i \Rightarrow P_{max} = n M_i T_i$$

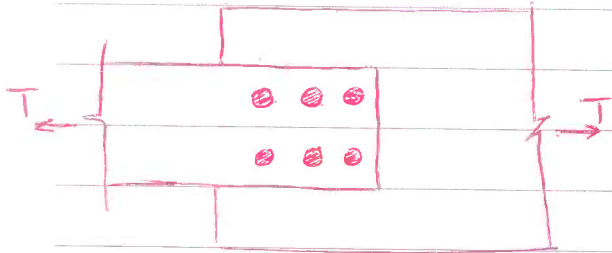
$$P_{all} = \frac{n M_i T_i}{F.S}$$

تعداد پیچ ها  
بافتن اصططال

نکته: طبقاً در اتصال اصطفايي من ليهيدن صفر است  
استفاده از اتصال اتفايي براي بارها ديناميكي مجاز است

طراحي اتصال بصي دريس:

الريج ها همگي باشند، تن بزرگي اجازت: رييج ها همگي است  
اتصال اتفايي:



$$f_v = \frac{T}{\sum A_{bi}}$$

سفع معصع بصي  
رييج

\* يادمان اول هما مرکز سفع رييج ها و جابجاست. بصي كنم اول مبدار و روي هالي

بلييم كه بيشترين سفع و دراره !!

$$\bar{x} = \frac{\sum A_{bi} x_i}{\sum A_{bi}}, \bar{y} = \frac{\sum A_{bi} y_i}{\sum A_{bi}}$$

سهم هر رييج از تيروكا بزرگي

$$T_i = \frac{A_{bi}}{\sum A_{bi}} T$$

سهم تيروكا بصي  
كه مقدار سفع ما

اتصالات اصطفايي: در اين حالت تن بزرگي استواز تقسيم تيروكا بر مجموع سفع معصع رييج ها بزرگي

نکته: در اتصال اتفايي به لنتل ها احكام دهم ۲۲۲

۱) لنتل تن لرون ها اتصاله (اصل ها)

$$\frac{P}{A_g} \leq 0.6 F_y$$

$$\frac{P}{A_e} \leq 0.5 F_u$$

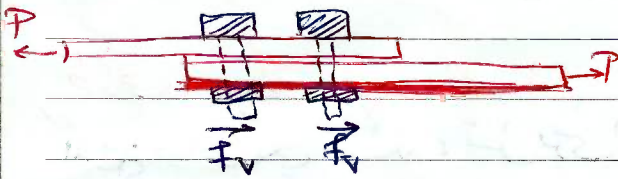
Subject:

Date:

No:

### ② کنترل تنش‌های برشی در پیچ‌ها:

در این حالت نیروی هر پیچ را به صورت آردو، با حالت مجامع می‌سازیم



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow n(f_v \times A_b) = P$$

$$\Rightarrow f_v = \frac{P}{nA_b} < F_v$$

که تعداد پیچ‌ها

$$F_v = 0,17 F_u$$

برش ← در پیچ‌ها معمولی ← در پیچ‌ها مقاومت ←

سطح برش از سمت دهانه شده بلند

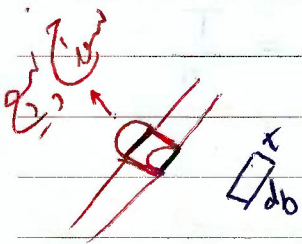
$$F_v = 0,2 F_u$$

سطح برش از سمت دهانه شده بلند

$$F_v = 0,28 F_u$$

### ③ کنترل تنش‌های کششی در دو پیچ و پیچ:

در این حالت سطح سوراخ (انضا) را به صورت تخت در نظر می‌گیریم



$$n(f_p \times d_b \times t) = P \Rightarrow f_p = \frac{P}{nd_b t} < F_p$$

که تعداد پیچ  
مقاومت در پیچ  
کشش مجامع

$$F_p = \min \{ F_{p1}, F_{p2} \} \Rightarrow \begin{cases} F_{p1} = 1,2 F_{u1} \\ F_{p2} = 1,2 F_{u2} \end{cases}$$

تنش نهایی در پیچ ←  
تنش نهایی در پیچ ←

④ کنترل کشش فولی:

$$T = F_v A_v + F_t A_t \rightarrow \text{سطح کشش}$$

$\swarrow$   $\searrow$   
 سطح کشش  $\swarrow$   $\searrow$   
 $0.13 F_u$   $0.15 F_u$

⑤ کنترل عدم لغزش ورق حاره

مقدار تنش برشی اسمی را با به اتصال آنتا می‌سازیم و آن را با مقدار تنش برشی مجاز برای نسیم مقایسه می‌کنیم:

$$F_v \leq F_v \rightarrow 0.15 F_u$$

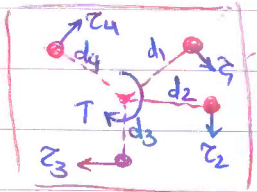
سهم به نسبت

نکته مهمی: در اتصال اصطفاکی نسبت به اتصال آنتا می‌کنیم مجاز برای نسیم کمتر بوده و برای اتصال به تعداد نسیم بیشتری امتیاج داریم

$$n_{min} = \frac{T}{F_v A_b}$$

طراحی اتصال نسیمی تحت اثر بیضی خالص:

ما را نسیم کمتر بعضی ایجاد تنش برشی می‌کند. در این حالت تنش برشی مناسب با فاصله نسیم از مرکز سطح نسیم همسانست و در نسیم دورتر تنش برشی ایجاد می‌شود.



$$z_i \propto d_i$$

نوم: تنش برشی ایجاد شده در نسیم‌ها محدود برضط واصل از مرکز نسیم نسیم‌ها به مرکز نسیم نسیم‌ها بوده و با آن نسیم‌ها هم اندازه با آن‌ها اول مرکز نسیم نسیم‌ها ایجاد شود.

براهل خاص اتصال بیعی کت بیعی خاص:  
 (1) پیدا کردن مرکز سطح بیعی ها:

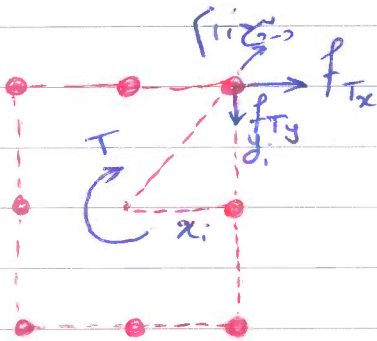
$$\bar{x} = \frac{\sum A_{bi} x_i}{\sum A_{bi}} \quad \rightarrow \quad \bar{y} = \frac{\sum A_{bi} y_i}{\sum A_{bi}}$$

(2) مکان انرسی لایسی برای اتصال را بدست می آوریم:

$$J = \sum A_{bi} (d_{x_i}^2 + d_{y_i}^2)$$

فاصله بیعی تا مرکز سطح

(3) بدست آوردن تن برشی از زاویه انرسی:



$$f_{Tx} = \frac{T \cdot y_i}{J}, \quad f_{Ty} = \frac{T \cdot x_i}{J}$$

رکت بود  
 x است  
 لا سیت

(4) بدست آوردن تن برشی نهایی در بیعی:

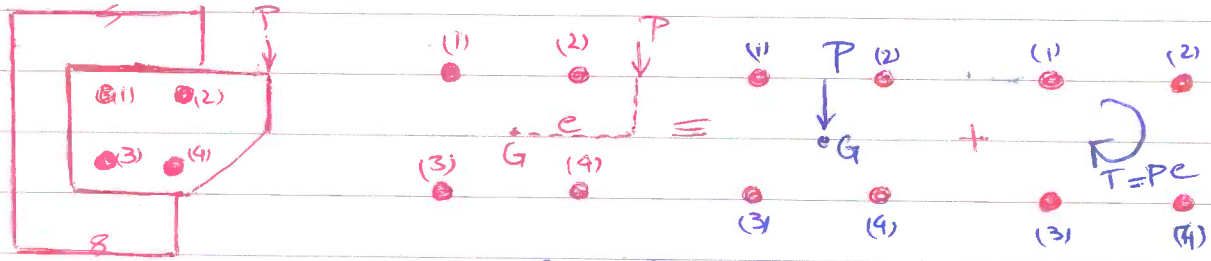
$$f_T = \sqrt{f_{Tx}^2 + f_{Ty}^2}$$

(5) برای عملی حد اکثر لایسی بیعی T:

تن برشی نهایی در بیعی بیعی

$$\leq 0.15 F_u \rightarrow T_{max} \dots$$

طراحی اتصال بومی در تیرک برش و بچسب



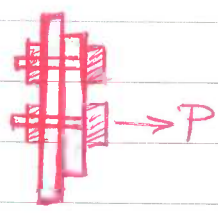
از برش و بچسب مولدهای تنش برشی ناشی از برش و ناسازگاری از بچسب را بدست می آوریم (در دورانی  $x$ )  
 تنش برشی برآیند را با تنش برشی مجاز مقایسه می کنیم.

نکته مهم: اگر در بچسب نیروی برشی و ولتر بچسبی با هم هم جهت باشند آن بچسب بحرانی است.

همچنین به تنش خاک برشی ناشی از منحنی را در دورانی  $x$  و  $y$  می سنجیم، برای برکاتی  
 تنش برشی ناشی از برش نیز از فرمول زیر تکمیل می کنیم:

$$\tau_1 = \sqrt{\tau_{x_1}^2 + (\tau_{y_1} + f_{vy})^2}$$

تنش برشی ناشی از برش

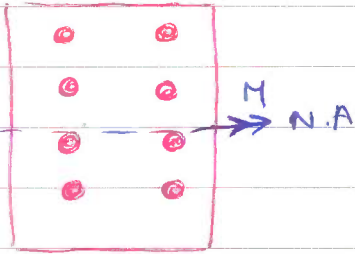


بررسی اتصال بومی تحت اثر نیروی کششی خالص:  
 در این حالت تنش کششی در بچسب ها یکدست است.

$$f_t = \frac{P}{\sum A_{b_i}} \leq (F_t) \rightarrow \begin{cases} 0,33 F_u & \text{بچسب ها معمولی} \\ 0,38 F_u & \text{" " برعکس} \end{cases}$$

نیروی محوری ایجاد شده در بچسب  $P_i = f_t \times A_{b_i} = \frac{A_{b_i}}{\sum A_{b_i}} P$

طراحی اتصال بومی تحت تنش فاصل در اتصال بین تیر

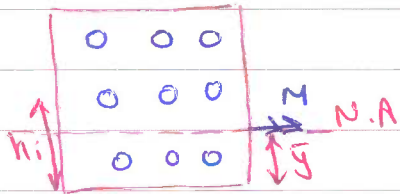


صون بین تیر است پس ورق بچ با طول  $b$  هم حسیه اند

$$I = \sum A b_i^2 \quad , \quad f_i = \frac{M d y_i}{I} \leq F_t$$

فاصله ی بچ  $a$  از محور خنثی  $0.38 F_u$

طراحی اتصال بومی تحت تنش فاصل غیر بین تیر



در این حالت عمقت با اتصال از تیر جدا شده و در بچ ها نشن لبه درم آورد. در عمقت زیر محور خنثی بچ های فضای خنثی در اتصال تیر با هم نشن و از مسئله حذف می شوند

پس در نتیجه عامل معادک در ضابطه نشن، بچ ها در ضابطه کفای ورق حذف

$h_i$ : فاصله ی بچ  $a$  از پایین صفحه

$\bar{y}$ : فاصله ی محور خنثی از پایین صفحه

مراصل اول مندر در این حالت:

(1) ابتدا محل محور خنثی را نسبت می آویزیم (از وسط استانبند)

$$\sum N.A = 0 \Rightarrow b \bar{y} \times \bar{y}_2 = \sum A b_i (h_i - \bar{y}) \Rightarrow \bar{y} = \dots$$

وقت  $a$  بچ ها کف ای را در می آویزیم و از این نشن

(2) می آویزیم آنها از تیر می مجموع حول محور خنثی

$$I_{x'} = \frac{b \bar{y}^3}{3} + \sum A b_i (h_i - \bar{y})^2$$

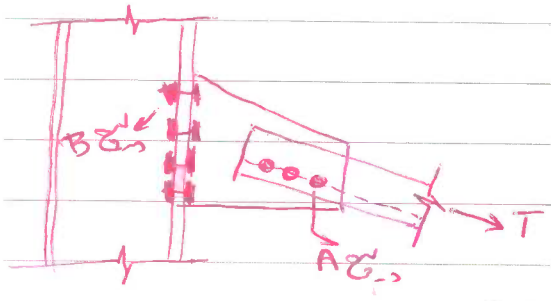
3) تنش کششی برای دورترین لبه کششی از محور خنثی می باشد و آن را با مقدار مجاز تنش  $f_{t,lim}$  می نامیم

$$f_t = \frac{M(h_i - \bar{y})}{I_{x'}} \leq (F_t) \rightarrow 0,33F_u$$

میزان دورترین لبه

### شرایط اتصال یعنی گت اثر برش و کش:

در این حالت لبه های A برای برش طراحی می شوند و لبه های B برای برش و کش طراحی می شوند



1) در پیچ معمول در اتصال آگاس که گت اثرش برشی  $f_v$  است؟

$$F_t = 0,43 F_u - 1,8 f_v \leq 0,33 F_u$$

2) در پیچ پر مقاومت در اتصال آگاس که گت اثرش برشی  $f_v$  است؟

مقطع برش از قسمت دندانه شده بلندتر  $\rightarrow F_t = \sqrt{(0,38 F_u)^2 + 4,39 f_v^2}$

مقطع برش از قسمت دندانه شده بلندتر  $\rightarrow F_t = \sqrt{(0,38 F_u)^2 + 2,15 f_v^2}$

3) در صورتی که پیچ پر مقاومت برای اتصال آگاس گت برش و کش استفاده کنیم، تنش مجاز برشی مانند حالتی است که اتصال فقط گت اثر برش خالص قرار دارد



Subject:

Date: No:

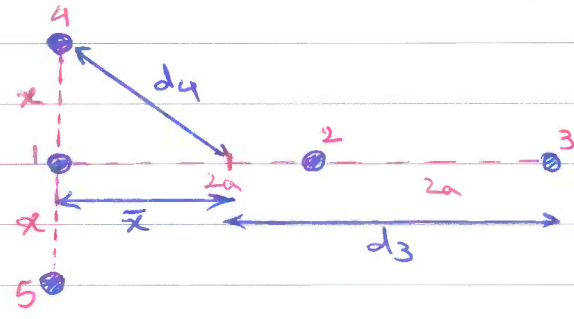


۱۹ در صورتی که هیچ بر معادلت در اتصال اصطفاك كوت انر برین ولس قرار بر د، نس مجاز بری اندكس طاس یافته و مقدار آن بر اسر فواهد بر د:

$$F_v' = F_v \left( 1 - f_t \frac{A_b}{T_b} \right)$$

- $F_v$ : نس مجاز بری بدون اعمال نیروی نسئی
- $f_t$ : نس نسئی متوسط انشی از نیروی نسئی در بیچ
- $A_b$ : سطح مقطع اسس بیچ
- $T_b$ : نیروی نسئی نسئی بیچ (مجموع بر اسر  $F_u$  و  $F_{ss}$ )

نکته: **نظون:** اگر شرط زیر از بون فواستد  $d_3 = d_4$  یا  $d_3 = d_5$  شود باید ابتدا  $\bar{x}$  بر بدالیم پس برای بهینه برن باید  $d_3 = d_4$  یا  $d_3 = d_5$  شود:



$$\bar{x} = \frac{\sum A_i \bar{x}_i}{\sum A_i}$$



# فصل هشتم: اتصال جوشی

Subject:

Date:

No: ?

\* در اتصال گریز برای اتصال کامل باید از پل تریه بگونه ای جوش بسیار با نفوذ کامل استفاده شود  
 \* در جوش بیاری، اتصال نیز عمدتاً با ایجاد تنش قائم گسیلی یافت می شود در جوش است  
 در جوش قائم و انگشته اتصال نیز از طریق تنش برشی ایجاد شده در جوش انجام می شود

## سطح موثر جوش:

رواقع سطحی است که اتصال در آن از سایر سطوح بهتر است

$$A_e = t_e \times L \times w$$

طول موثر جوش  $t_e$  ← طول کل جوش

## بعد موثر طولی جوش ( $t_e$ ):

✓ در جوش بیاری با درز نیم ضلعی توصیف:

$$t_e = t$$

✓ جوش بیاری رو به بالا:

$$t_e = \min(t_1, t_2) = t_1$$

✓ جوش گوشه باب و عمامه ای

$$t_e = \frac{\sqrt{2}}{2} D$$

✓ جوش گوشه باب با تقاطع نامساوی

$$t_e = \frac{D_1 D_2}{\sqrt{D_1^2 + D_2^2}}$$





مقاومت برشی در مقطع موثر جوش گوشه و جوش انبساطی در گام برابر است:

$$F_{vw} = \phi \times 0,3 F_{ue}$$

مقاومت برشی موثر

در جوش بسیار اگر با اعمال بار نهاری فلز مادر به تنگش بیفتد، تنگش گسسی فلز مادر نباید از  $0,6 F_y$  تجاوز کند که  $F_y$  تنگش تسلیم فلز مادر است.

$$F_t = \phi \times 0,6 F_y$$

$$R_w = F_{vw} t_e$$

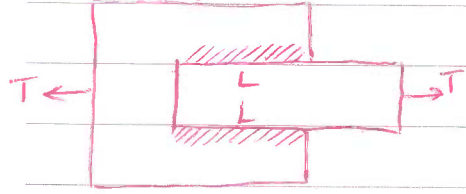
ارزش جوش  $(R_w)$  حاصل ضرب طول جوش در تنش مجاز جوش یعنی نیروی است که به سائنی متر طول جوش گوشه می تواند تحمل کند

یعنی  $F_{ue} = 60 \text{ ksi} = 60 \times 70 = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  **نکته** E60 آلترود

$$R_w = 650 D$$

آر جوش گوشه به آلترود E60

بررسی جوش گوشه تحت اثر نیروی کششی حاصل:



$$A_e = \sum L \times t_e$$
$$f_v = \frac{T}{A_e} = \frac{T}{2Lt_e}$$

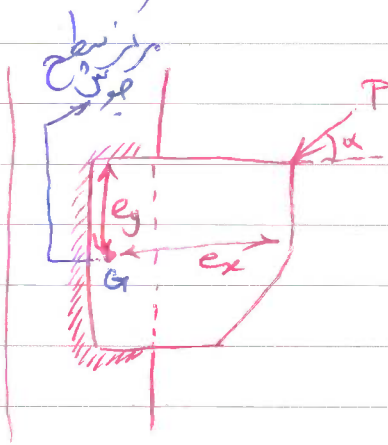
$$\Rightarrow f_v \leq F_{vw} \Rightarrow \frac{T}{2Lt_e} \leq 0,3 \phi F_{ue}$$

برای کنترل بعد جوش بر دردی مورد

$$\frac{T}{\sum L} \leq R_w = 0,3 \phi F_{ue} t_e$$

برای طراحی و تعیین بعد جوش بر دردی مورد

بررسی جوش گونه گت اثر لنر بیضی و نیروی برشی



$$P_x = P \cos \alpha, \quad P_y = P \sin \alpha$$

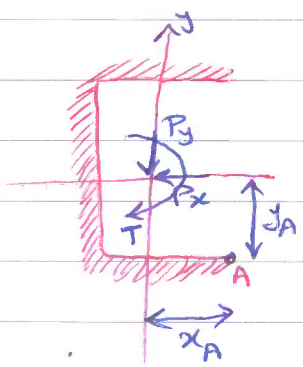
$$T = P_y e_x - P_x e_y$$

حلونه بعد جوش را می رسم ۱۸۸

- ۱) بدست آوردن مرکز سطح جوش و خروج از مرکزیت ها  $e_x$  و  $e_y$
- ۲) فرض ضماحت واحد برای طولی جوش
- ۳) بدست آوردن  $T_x$  و  $T_y$  و  $J = I_x + I_y$
- ۴) پس برشی ناشی از منبرش و تنش برشی ناشی از بیضی را محاسبه می کنیم

$$F_{Vx} = \frac{T \cdot y}{J} \quad \text{و} \quad F_{Vy} = \frac{T \cdot x}{J}$$

۱۵ محاسبه تنش برشی ط از جمع برداری تنش ها :



$$F_{Vx} = \frac{P_x}{A_e} \leftarrow, \quad F_{Vy} = \frac{P_y}{A_e} \downarrow$$

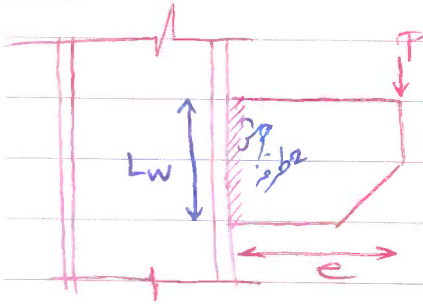
$$F_{Tx} = \frac{T y_A}{J} \leftarrow, \quad F_{Ty} = \frac{T x_A}{J} \downarrow$$

در نقطه A چون تنش ناشی از بیضی و برش هم جهت است پس نقطه A بحرانی است

$$F_A = \sqrt{(F_{Vx} + F_{Tx})^2 + (F_{Vy} + F_{Ty})^2} \leq R_w \xrightarrow{\text{نتیجه}} \text{Date}$$

محاسبه می شود

جویش گوشه کت - اثر برش و جوش :



$$f_v = \frac{V}{A} = \frac{P}{2Lwt}$$

به جوش در وسط

کنده جوش در جوش تنگ زغال در راستای z ایجاد می شود:

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{Pe}{\frac{2 \times t \times Lw^2}{6}} = \boxed{\frac{3Pe}{te Lw^2}}$$

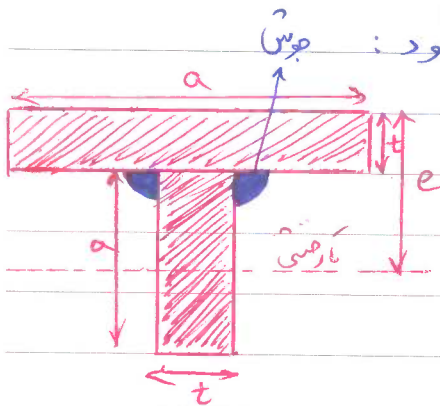
حال در نقطه مجاز مقدارش حل با تنش مجاز حساب می شود:

$$f = \sqrt{f_v^2 + f_b^2} \leq F_{all} \quad \text{مقدارش مجاز برابرش مجاز برشی در تقاطعش می شود}$$

**نکته 1:** دلیل استفاده از جوش های کت و انگشتانه (مابرد):

- 1) اتصال برش در ورق ها به روی هم قرار گرفته اند
- 2) کاهش طول گزاش ورق ها در عضوهای مرکب و یلبا جلی بین تیران ها با عضو اصلی
- 3) ترکیب با جوش گوشه در مواردی که طول جوش محدود و ناگفتنی باشد

**نکته 2:** در تیرهای چند قسمتی کت برش فرمول زیر فراموش نشود:



$$\frac{VQ}{I} \left(\frac{1}{2}\right) = R_w$$

از جوش

$$\Rightarrow \frac{(P)(at)(e)}{2I} = R_w$$

# مصلحہ چارم : طرحی اعضاء کی قسمیں

کنٹرلٹی روتھیا سے تڑنزل مٹای ویسی ای کاروں لند  
 لے منت بہ نزلوں بری بعین لندہ لندہ  
 عرند عرورہ :

$$f_b = \frac{M_c}{I} = \frac{M}{S} \quad \text{ابن } S = \frac{I}{C}$$

$$Q = A \times \bar{y} \quad \text{ن } \text{ما اسٹیب} \rightarrow F = \frac{MQ}{I}$$

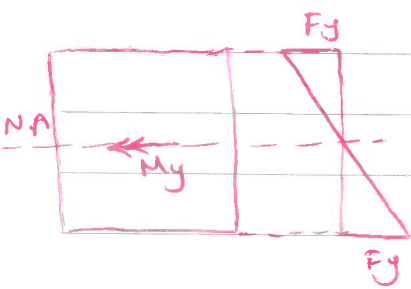
نندہ بار موم : الر مقصع حملن بشدین اعضاء لندہ نزلت مما البری لندہ لندہ

$$M_w = \frac{I_w}{I_w + I_f} M = \frac{I_w}{I_t} M \quad \text{ن } \text{سوم جال نندہ}$$

$$M_f = \frac{I_f}{I_w + I_f} M = \frac{I_f}{I_t} M \quad \text{ن } \text{سوم بال نندہ}$$

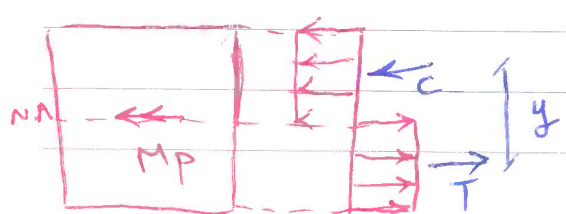
ر مقصع لندہ لندہ لندہ لندہ لندہ لندہ لندہ لندہ

انواع کنٹرل :



$$\frac{M_y}{S} = F_y$$

(1) کنٹرل کنٹرل (My) :



$$T = C = \frac{A}{2} F_y$$

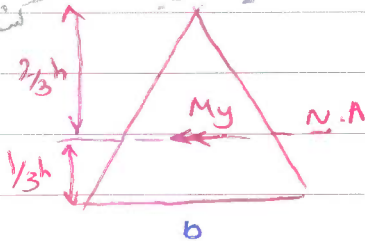
$$M_p = \text{بارو } x \text{ نندہ} = \frac{A}{2} F_y \cdot y = \boxed{\frac{Z}{3} F_y}$$

اسٹیل مقصع لندہ لندہ

اساتل مقطع }  $S = \frac{I}{c}$  الاستد  
 $Z = \frac{A}{2} y$  الاستد

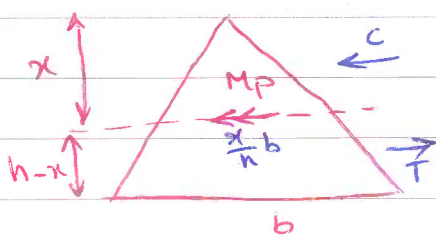
سب درل :

توی : در صورتی که مقطع متقارن باشد حول محوری جابی است - مقطع این دو نسبت مندرج یعنی تا وقتی جابی منبرج به مساحت متساوی باشد  
 در حالت الاستد داریم :



حول محوری محل مرکز ثقل  
 منطبق است

در حالت الاستد داریم :



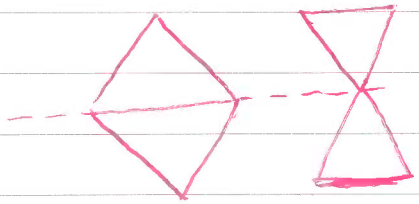
$T=C \Rightarrow A_T F_y = A_C F_y \Rightarrow A_T = A_C = \frac{1}{2} (\frac{1}{2} bh)$

$A_C = \frac{1}{2} x \times \frac{x}{h} b = \frac{1}{4} bh \Rightarrow \boxed{x = \frac{h}{\sqrt{2}}}$   
 حول محوری

ضرب شکل مقطع :

$S.F (Shape factor) = \frac{M_P}{M_y} = \frac{Z}{S} = \frac{A/2 y}{I/c}$

نکته : در صورتی که مصالح حول محوری منبرج باشد ضرب شکل منبرج است. سب ضرب شکل دایره از مربع بیشتر است.





نقص و معاملاً  $M_p$  : هر چه ضریب شکل کوچکتر ← کمتر  $M_y$  به  $M_p$  نزدیکتر شده و محدود  
 عیار نزدیکتر می شود (اقتصادی تره !!)

در مقطع آ شکل ←  $| -1.2 \leq SF \leq 1.1 |$

از نوع لگاس :

① گامش موصلی : برابر لگاس هستی ، حال حا مقطع گت عا قرار می گیرد در لگاس موصلی  
 به وجود می آید  
 ضریب شکل موصلی به شرایط مرزی عرق ، نوع بارگذاری و در بر عرق نسبت طول به عرض در  
 بستگی دارد

طول عرق  $\rightarrow$   $k = f\left(\frac{a}{b}\right)$   
 عرض عرق  $\rightarrow$   $b$   
 شکل عرق  $\rightarrow$   $F_{cr} = \frac{\pi^2 E k}{12(1-\nu) \left(\frac{b}{t}\right)^2}$   $\rightarrow$  قس عرقانی گامش

که ضعیف تر  
 \* در صورتی که لگاس موصلی بعد از جاری شدن مقطع داشته از ظرفیت قس آن رخ دهد ،  
 تأثیری در طراحی ندارد . برای این منظور  $F_{cr} > F_y$  است

شرط محدودی از لگاس موصلی  $\rightarrow$   $\frac{b}{t} < a$

تقسیم بندی مقاطع بانوم به لگاس موصلی :

① مقطع فشرده : در این مقاطع در ناحیه الاستیک و پلاستیک مقطع لگاس موصلی نمی کند

$M_y \quad M_p \quad M_{cr}$   $\rightarrow$   $M_{cr} > M_p$

② مقاطع غیر مستطوط در مباحث الاستیک مقطع لاش موصلی نمی کند



$$M_y < M_{cr} < M_p$$

③ مقاطع لانه‌ریز در مباحث الاستیک برای لاش‌ها که موصلی بال یا جان رخ ندارد



$$M_{cr} < M_y$$

کنترل فردگی

کنترل لاش موصلی بال

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq \frac{S_{45}}{\sqrt{F_y}}$$

ST37

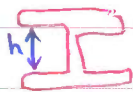
$$\frac{b}{t_f} \leq 11$$

کنترل لاش موصلی جان

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{S_{36S}}{\sqrt{F_y}}$$

ST37

$$\frac{h}{t_w} \leq 110$$



فاصله بین بال

② لاش طلی

بلکه: این لاش همان لاش بیضی جانبی است.

اقبال لاش فول محور قوی همیشه محتمل تر است (مهم) مقاطع به گونه ای رفتار می کنند که تمایل به چرخش حول محورهایی قوی انداخته و به همین دلیل به سمت محور ضعیف تمایل پیدا می کنند.

لاش طلی به ابعاد بال فشاری و طول آزاد آن بستگی دارد.

کنترل لاش بیضی جانبی حتماً کافی صادره که تیر حول محور قوی خم می شود.

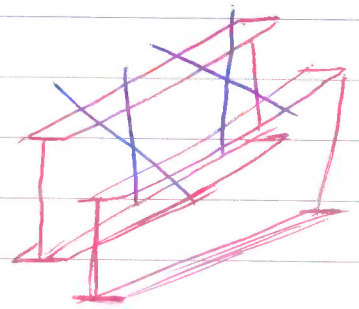
بلکه مهم: درخش حول محور ضعیف تیرها مهار جانبی شده عرض می شوند.

### سینه بندها:

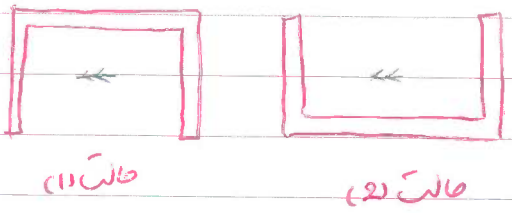
در قاب های صنعتی، در نواحی بالینر مشیت، لاینر جاتر ها اصلی امپار کرده و در نواحی بالینر صنعتی از سینه بند ها برای مهار ایال فشاری استفاده می شود. سینه بندها معمولاً نسبتی اند با زاویه  $45^\circ$



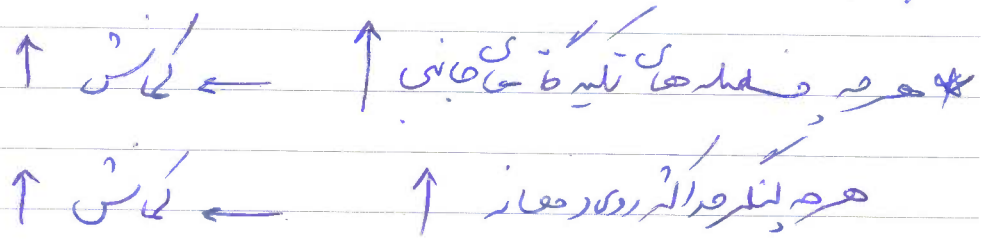
نکته: مقاصد کلی برای آن ها در سفت شدن مبنی قرار دارد. مهار جانبی شده اند به سقف کاذب میزند در سقف حلق ضربی. با استفاده از میلگرد ها که عرضی در هر دهانه. مهار جانبی بدون سینه بندها



### سوال: استفاده از کدام ناودان بهتره؟



معمولاً در حالت 1 نسبت به حالت 2 بالاتر بوده و ارتفاع نصفی در آن کمتر است پس برای گانش بهتر است (گانش نمائند !!!)  
در حالت 111 دولبه مقید است ولی حالت 2 یک لبه مقید است پس برای گانش شرایط سخت تری نسبت به حالت 2 دارد.



Subject:

Date: No:

نرخ IPB نسبت به IPE ←  $\frac{I_y}{I_x}$  نبرتری دارد ← نسبت  $\frac{I_y}{I_x}$  کمتر باشد

کنترل فول مهار جانبی ۳

$L_c \leq \min \left\{ \frac{635 b_f}{\sqrt{F_y}} \right.$  (کنترل لاش جانبی)

$\downarrow$   
فاصله ی بین مهار جانبی ها  
 $\frac{14 \times 10^5}{\frac{d}{A_f} F_y}$  (کنترل لاش خمشی)

ارتباط این نرخ

\* ریسک آن که عضو مهار لاش شود ← می تواند به ضریب  $M_p$  خمشی یا  $M_p$  برسد

\* همایش تسلیم فولاد ↑ ←  $L_c$  ↓ یعنی در STS2 فواصل مهارها نسبت به ST37 کمتر است

یعنی تنش مهار خمشی در فولاد کمتر است

مقاطع آستن شده :  $F_b = 0.75 F_y$

مقاطع غیر آستن شده :  $F_b = 0.6 F_y$

مقاطع لاغز در جان :  $F_b = \phi \times 0.6 F_y < 0.6 F_y$

۱) تنش فول محور ضعیف ۳

مقطع مهار جانبی شده محسوب می شود

۲) تنش فول محوری ۳ (ریسک آن که مهار جانبی باشد)

مقاطع آستن شده I :  $F_b = 0.66 F_y$

مقاطع غیر آستن شده :  $F_b = 0.6 F_y$

مقاطع لاغز در جان :  $F_b = \phi \times 0.6 F_y$

→ ضریب کاهش →

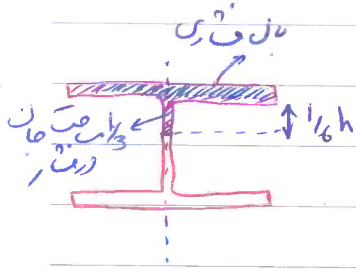
تابع  $\left( \frac{h}{t_w} > \frac{A_w}{A_f} \right)$



3) محسوس فول تھرو قوی (رہسوری نہ مہیا جانی شہہ ہئند):

مقاطع فشرده و غیر فشرده:  $F_b = \max(F_{b1}, F_{b2}) \leq 0.16 F_y$

مقاطع لاغز درجان:  $F_b = \phi \max(F_{b1}, F_{b2}) \leq 0.16 F_y$  ,  $\phi = f(\frac{h}{t_w})$



تس مجاز در برابر لاش جانبی ( $F_{b1}$ ):

$F_{b1} = 0.16 F_y$

$F_{b1} = \frac{120 \times 10^5 C_b}{(\frac{L_c}{r_t})^2} \leq 0.16 F_y$

فصلی بین تلبہ فاکا (شعاع زیر اسون بل ف ی + ج ا م ف ج ا ر ن جانبی)

$C_b = 1.75 + 1.05 \frac{M_1}{M_2} + 0.3 \left(\frac{M_1}{M_2}\right)^2 \leq 2.3$



$\frac{M_1}{M_2} > 0$  انحصاری مثبت

$\frac{M_1}{M_2} < 0$  انحصاری سارہ

$C_b = 1$

در تیر طرہ در قابہ ہا مہا شہہ الرئندہ فالر سن تلبہ جانبی رخ دہر



نکته 3: در پروبیل نورد شده  $F_{b_1} > F_{b_2}$  تعیین نشده  
 در تیر ورق ها  $F_{b_1} > F_{b_2}$  تعیین نشده

مقدار  $d$  در آن حائز اهمیت است

نکته 3: در یک مقطع  $d$  شکل و مابا جانمایی شده  
 تنش مجاز حول محور  $y$   $\rightarrow$  تنش مجاز حول محور  $x$   
 کمتر قابل تحمل حول محوری  $\rightarrow$  کمتر قابل تحمل حول محوری

نکته: خواص  $d$  در محاسبات از میانگین نیروی ورق تقویتی حول فودس  $\frac{1}{12} b_p t_p^3$  و  
 ضخامت ورق تقویتی صرف نظر کنیم.

این نیمه: مدار  $d$  مجاز ورق تقویتی  $\rightarrow 70$  / سطح مقطع کل بال

مراحل به دست آوردن طول ورق تقویتی در یک تیر:

- 1) خود را کشش تیر را رسم می کنیم
- 2) ظرفیت کششی پروبیل بدون استفاده از ورق تقویتی این به دست می آوریم:

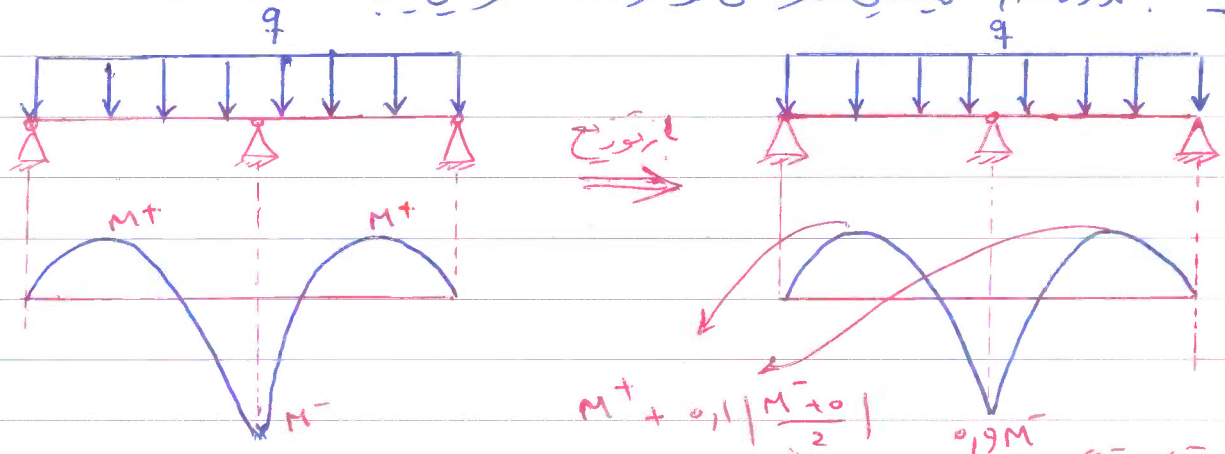
$$M_{\text{Capacity}} = F_b \times S_x$$

3) در محل  $d$  که کششش در نمودار از  $M_{\text{Capacity}}$  بزرگتر است، اصلاح به ورق تقویتی داریم

\* از محل  $d$  دیگر از این جا به بعد ورق تقویتی نیاز نداریم یا به ورق این خصوصیت مقدار  $d$  استاندارد

بار تدریجی در تیرها

اگر تیر از زمین باشد و تکیه در هر دو محل تکیه باشد و در هر دو مقطع هار جابجایی و فشرده باشد می توان سیر را برای تحمل بار تدریجی تکیه ها را مشخص کرد شرط آنکه تکیه ها مثبت و حداکثر میان دهانه به اندازه بار و میان تکیه ها منفی و سردخانه افزایش یابد.

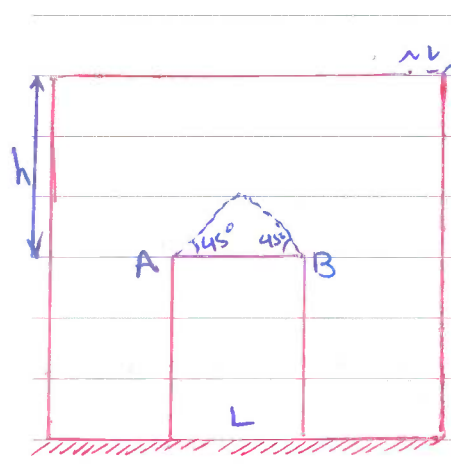


این روش برای این است که با ارضیت برای مقطع و معادل بلاستیک استفاده کنیم.

$$\Delta_{D+L} \leq \frac{L}{240}, \quad \Delta_L \leq \frac{L}{360}$$

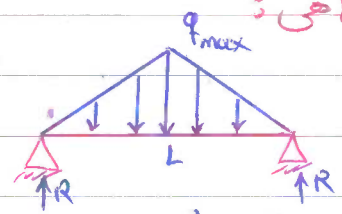
$$d \geq \frac{L}{24} \quad \leftarrow \text{AISC}$$

برای کنترل تغییرات



تغییر بار و است از طرف باید داریم

$$\text{if } h > \frac{L}{2} \Rightarrow$$



در تیرهای فعل در طاق یک مثلث با زاویه 45 درجه عنوان بار در تیرهای

$$q_{max} = \gamma t \times \frac{L}{2} \Rightarrow R = \frac{1}{2} q_{max} \times L = \frac{\gamma t L^2}{8}$$

طول تیر در طول  
ارتفاع تیر در طول  
عرض تیر در طول

اگر  $h < \frac{L}{2}$  باشد بار در تیرهای ای می شود



عصیل بنجم : تیرہ ستون ؟

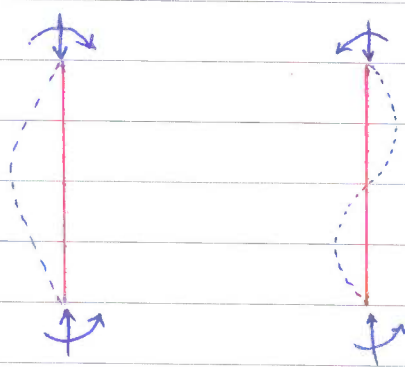
ضریب  $C_m$  یا ضریب ہم مکانی :

ہاں اگر جملہ اعضاء بالترتیب  $P-\Delta$  است کہ شرح زیر انتفاہی شود :

(الف) در تیر ستون ها کہ از حرکت جانبی آن ها جلوگیری شد وقت بار جانبی در طول عضو قرار دارد ؟

$C_m = 0.6 - 0.4 \frac{M_1}{M_2} \geq 0.4$

لنگر لوطیتر  
لنگر منفرجتر



الغای پادہ  
 $\frac{M_1}{M_2} < 0$

الغای صاف  
 $\frac{M_1}{M_2} > 0$

(ب) در تیر ستون ها کہ از حرکت جانبی آن ها جلوگیری نہ عمل آمد وقت بار جانبی در طول خود قرار دارد ؟

$C_m = 0.85$

برای اعضاء کہ در انتهای آن ها در برابر دور آمدن ن - است

حالت ۱

$C_m = 1$

برای اعضاء کہ در انتهای آن ها در برابر دور آمدن آزاد است

حالت ۲

$C_m = 0.85$

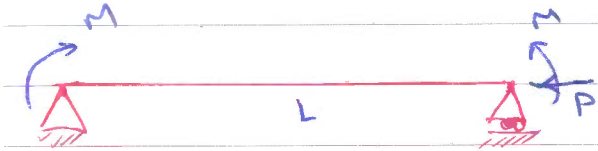
(ج) در تیر ستون ها با حرکت جانبی

Subject:

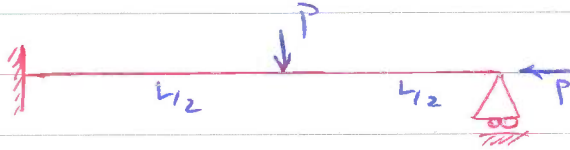
Date:

No:

EXA



$$C_m = 0,6 - 0,4 \left( \frac{-M}{M} \right) = 1$$



$$C_m = 0,85$$

طوری شده

لازم می دانم از جناب آقای مهندس غفاری بابت اسکن  
خلاصه این درس تشکر ویژه و صمیمانه داشته باشم

**اگر این جزوه نقشی در موفقیت شما در**

**کنکور کارشناسی ارشد و دکتری داشت،**

**لطفا ما را از دعای خیر خود**

**بی نصیب نگذارید.**

**با تشکر**

**مصطفی رحیمی**

**nce.rahimi@yahoo.com**