ه از بارهای کل سازه نتوان به صورت مفید استفاده کرد که منجر به طراحی بسیار هوشمندانه خواهد شد

طراحی هوشمندانه بستگی به پارامترهای موثر بر سازه دارد 6

* عیب دیگر این روش 8 برای بارگذاری‌های احتمالی این روش مبنای آن سست خواهد شد مثلاً با زلزله

ماهیت خود بارگذاری سست هیچ دو تا زلزله‌ای در دنیا با هم یکجور نبوده‌اند چون شرایط

ایجاد زلزله یک سری اتفاقات داخل زمین است که به سادگی بررسی نمی‌شود یک پدیده کاملاً

تصادفی است و نمی‌توان باری را که بر سازه می‌رسد دقیقاً تعیین کرد ...

برای بارگذاری قطعی deterministic قابل قبول است مثلاً بارهای مرده و

* برای بارهای غیرقطعی رسیدن به مقاطع اپتیمم میسر نخواهد شد

* در مقابل این روش روش جدیدی را توسعه دادند تحت عنوان روش ضرایب بار و مقاومت

load Resistance Factored Design (LRFD)

در این روش سعی شد تمام ضعف‌های روش ASD را بپوشانند بر این مبنا که اگر رابطه زیر را داشته باشیم

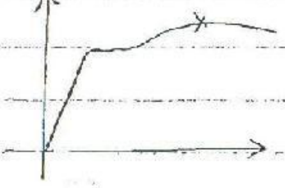
$$(\text{ضریب بار})\ L < \frac{R}{\text{ضریب کاهش}}$$

تمام بحث‌هایی که مربوط به افزایش load هاست به صورت حاصل ضرب یکسری ضریب بارها در بارها ایجاد شود

در حقیقت هم تعریف آن این است که مقاومت را کمتر از مقدار خودش در نظر گرفته باشیم

www.tnar.ir

در این جا مقاومت دیگر فقط در محدوده الاستیک نیست بلکه می توان از مقاومت کلیه اجزا استفاده کرد



مثلاً برای بار مرده ضریب بار را ① می گیرند

برای بار زنده بزرگتر از یک چون عدم قطعیت آن بیشتر است

بسته به ماهیت بار ضریب بار تغییر می کند

برای زلزله از بار زنده بزرگتر است

به عبارتی به قطعی بودن بارها بستگی دارد مثلاً

بار مرده	۱/۲
بار زنده	۱/۶
زلزله	۱/۸۷
بار باد	۱/۸

چون اطلاعات ما نسبت به بار مرده زیاد است ضریب بار را کمتر اختیار می کنیم

مثلاً برای باد بارها احتمالی هستند پس ضریب بار بزرگتر است

در روش ASD برای مقاومت و تولید یک ضریب اطمینان مطرح می شود اما در این روش ضرایب مقاومت را برای اعضا مختلف

محوری ↓ کششی و فشاری	۱/۱
برشی	۱/۲
خمشی	۱/۴

بسته به نحوه تغییرات آن در مقطع و میزان تأثیرات آن در مقاومت می تواند تغییر کند

برای بار محوری (مثلاً) تغییرات در مقطع خیلی ناچیز است در حالیکه در بار خمشی این تغییرات بیشتر است

هر چند در آزمایشگاه مواد را بیشتر چک کنیم و نمونه بیشتر بگیریم این ضریب را می توان کاهش داد

در بعضی ضریب مقاومت بیشتری قائل می شویم

www.ttmar.ir

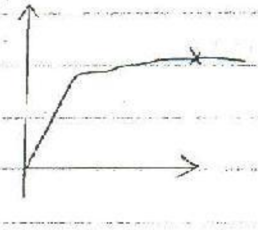
* از ویژگی‌های این روش این است که بارهای افزایش یافته با ضریب دار می‌توانند سازه را از حد خطی هم بالاتر ببرند

عمر این روش بیشتر از ۲۰ سال نیست ؛

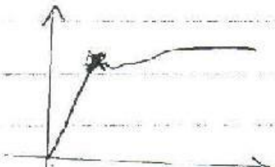
پیش‌بینی می‌شود که کم‌کم ASD از محدوده طراحی خارج شود

یکی از ویژگی‌های این روش نسبت به ASD این است که اگر یک جایی از سازه ضعیف طراحی شود آن نقطه به محدوده غیرخطی می‌رود و آن قدر تغییر شکل می‌دهد تا بقیه اعضا به آن برسند

مثال قبلی که زده شد



تنش عضو ضعیف به این نقطه می‌رسد تقریباً با خطوط تنش ثابت تغییر شکل آن زیادتر می‌شود



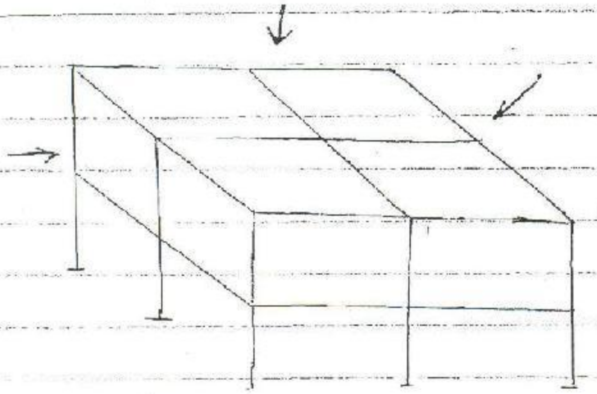
نقاط دیگر که سالم هستند به تنش مجاز می‌رسند

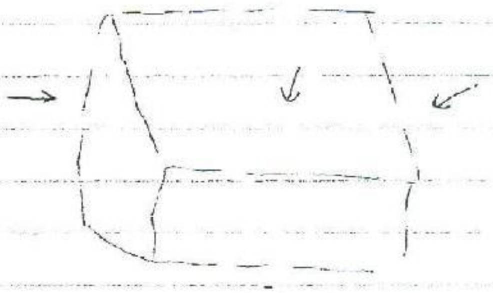
یعنی با معنی در این روش کمک می‌کند که اگر عضوی ضعیف شد بقیه عضوها ضعف آن را جبران می‌کنند

مثلاً در بارباد یک سازه با بار ASD اعضای آن خیلی کلفت می‌شوند چون اولین عضوی که به تنش مجاز برسد باید بارگذاری را متوقف کرد اما در LRFD نه این طور نیست بلکه بارگذاری را ادامه می‌دهیم تا به مقطع مطلوب برسیم

* در سازه‌های فولادی :

سیستم سازه را تبدیل می‌کنیم به زیرسازه‌هایی که بشود با یک جور آن‌ها را تعریف کرد





skeleton structure با اعضای یک بعدی

سازه واقعی

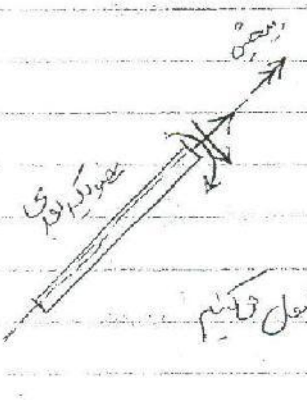
در هندسه‌ی ما سازه واقعی را تبدیل به یک سازه با اجزای تعریف شده می کنیم که آن را سازه اسکلتی می گویند

اگر دانش یا تئوری قوی‌تر باشد می توان این سازه را به یک بعدی کرد و دیوار تبدیل کرد که یک سازه دو بعدی می شوند
متشکل از دیوار و دال
two dimentional

– گاهی اوقات رفتار دو بعدی رفتار سازه را مشخص نمی کند مثلاً یک تیر یا یک توده خاک را به صورت رفتار ۳ بعدی در نظر می گیرند.

آنچه که در درس سازه های خود ذکر مرسوم است این است که یک جسم ۳ بعدی را با یک سری اعضای یک بعدی می سازیم

رفتار هر کدام را با یک محوری خود تعیین کرد اما در کل با هم دیگر به صورت ۳ بعدی عمل می کنند.



اعضای موجود در این نوع سازه تشکیل از 8 اعضای محوری
" برشی
" خمشی
" مرکب

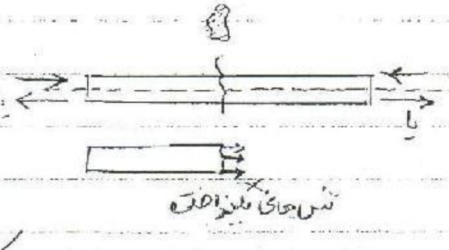
شکل برای ساختن یکی از المان های یک بعدی تیر و ستون را خواهیم کرد ما را به طرز پایین فرض متصل می کنیم

- ۲/ اعضای محوری : به صورت کششی یا فشاری ⟵ کش ها یا ستون ها «عام»

- اعضای خمشی : خمش این ویژگی را دارد که همیشه با برش همراه است. البته اگر دو سر عضو فقط دو لنگر باشد فقط خمش داریم که کم پیش می آید در خمش خالص چون اختلاف لنگر نداریم برش هم نداریم
همراه با برش
«تیرها»

- اعضای محوری - خمشی ⟵ تیر - ستون

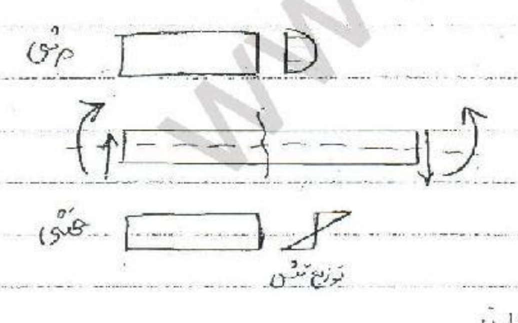
* ویژگی دسته اول :



مصالح سازه را روی محور می چینیم
در هر نقطه مقدار مصالح ثابت است
بارگذاری هم روی محور انجام می شود و انتظار داریم این سازه ها بهترین پاسخ را برای ما بیان کنند

تمام اجزای یک مقطع تحت اثر یک تنش قرار دارند و هر ذره ای به یک میزان مشارکت می کنند !

- انتظار ما این خواهد بود که سازه های با اعضای محوری، انرژی که در اثر بارهای خارجی وارد می شود تمام حجم سازه را نسبتاً انرژی یکسانی دارد یا کوچکترین مقدار مصالح می توان با بار خارجی مقابله کرد
این اعضا را اصطلاحاً In plane می گویند



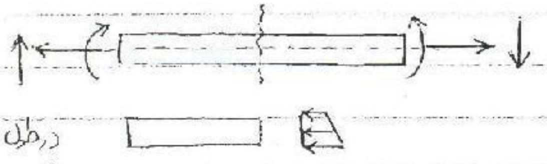
ویژگی دسته دوم :
عضو out of plane

چون این بار روی همه اجزای مقطع به طور
مساوی عمل نمی کند مصالحی که در مرکز مقطع قرار دارند
مشارکت کمی دارند نسبت به مصالحی که در بالا و پایین مقطع قرار دارند یعنی از ظرفیت مصالح وسط استفاده نمی شود

در حالت خمشی مشارکت مصالح وسط کمتر از بالا و پایین مقطع است زیرا تنش خمشی صفر است

برای جبران این نقیصه باید برای طراحی از مقاطعی استفاده کنیم که در نقاط وسطی مصالح کمتری استفاده شده باشد
یا در حالت برش بیشترین مصالح را در مرکز مقطع متمرکز کنیم
البته در همه حالات همه این کارها با هم امکان پذیر نیست باید بهترین شکل مقطع را بدست آوریم

* ویژگی دسته سوم :



در طول عضو هم این
تنش ها فرق خواهد کرد .

وظیفه این است که با توجه به تقاضاهای خارجی که به صورت نیروی داخل عضوی خودش را نشان می دهد

باید مصالح را طوری بچینیم که ضمن برآوردن نیروهای خارجی وزن آن نیز کم باشد شرایط بهره برداری آن آسان باشد

هرکدام از این ویژگی ها یک محدودیتی برای ما می گذارند که آن ها را معیارهای طراحی Design criteria
اعتباری
می گویند . از جمله اندازه و ابعاد سازه یا معیارهای مقاومت ، تعادل ، سختی ؛
نوع مصالح مثل فولاد یا [illegible] یا آلومینیوم و یا بتن

مجموعه عوامل تأثیرگذار در طرح اند که هر یک روی سازه مؤثرند . بارگذاری ها خودش criteria هستند مثلاً بار زلزله
یا در جهت این یک criteria است مثل سازه بیمارستان در هر حالت آن باید از یک مقداری کمتر باشد
یا یک سازه با عوامل جوی در ارتباط باشد و مسائل فرسایش و خوردگی مطرح باشد

کاری که ما در طراحی می کنیم این است که همه criteria هایی که در طرح وجود دارند ارضا کنیم
یک سازه که متغیرهای زیادی دارد شامل بعد مقطع ، ... و محدودیت های زیاد مثل ایمنی ، مقاومت ، تعادل ، فرسایش
باید بین این متغیرها و محدودیت ها ارتباطی برقرار کنیم با یک تابع هدف :
تابع هدف : Min : Cost $(x_1, x_2, \dots, x_n)$

قیدها → تعادل — یعنی ها با معادلات اند
مقاومت — یعنی معادله همگن تعادل یک معادله
تغییر شکل — است یا تغییر شکل باید از یک مقداری کمتر باشد که
در شعونا معادله .

www.tnar.ir

این تابع ضمن این که min مقدار خواهد شد این مقدارها را باید پیدا کند

البته همیشه این مسأله ریاضی جواب منحصر به فرد ندارد یعنی یک جوابی که نسبت به همه متغیرها مشتق صفر شود
اگر این اتفاق افتاد ما جواب اپتیمم را یافتیم اما چون () گیری شود داریم بعضی متغیرها خیلی حساس اند به [illegible]

در روش تنش مجاز ما بارها را در محدوده بارهای واقعی نگه می‌داریم و نمی‌گذاریم مقاومت از محدوده مقاومت الاستیک خارج شود به عبارتی در هیچ نقطه سازه نمی‌گذاریم این اتفاق بیفتد در نتیجه همه سازه در حالت الاستیک باقی می‌ماند

نقطه ضعف ما نزدیک اتصالات است که به صورت ریز به آن‌ها نگاه می‌کنیم یک تمرکز تنشی وجود داشته باشد که تنش از تنش مجاز بالاتر می‌رود مثلاً یک نقطه را که جوش می‌دهیم می‌تواند تنش آن کم باشد خود به خود زیاد می‌شود

در روش ASD فرض کلی ما این است که اعضای اصلی سازه از محدوده الاستیک فراتر نمی‌روند

در روش LRFD ما اجازه افزایش تنش‌ها از حد تسلیم را داریم تحت یک بارهای بزرگتر که غیر حقیقی اند در ضرایبی ضرب شده اند تحت این بارها سازه اجازه دارد از محدوده الاستیک فراتر رود .

حاشیه اطمینان ما دو قسمت می‌شود که یکی ضرایب به بار و یکی ضرایب به مقاومت می‌دهیم .

مطلوبیت روش LRFD این است که ما به یک نقطه سازه متکی نیستیم بلکه اجازه بازتوزیع در سازه وجود دارد بارها پخش می‌شوند سازه‌ای که با روش LRFD طراحی شده اعضای آن سبکتر و کوچکتر است

در آیین نامه ملی ایران روش ASD به عنوان یک روش الزامی آمده است اما برای روش دوم ضابطه خاصی ارائه نکرده است باید از مراجع دیگر کمک گرفت

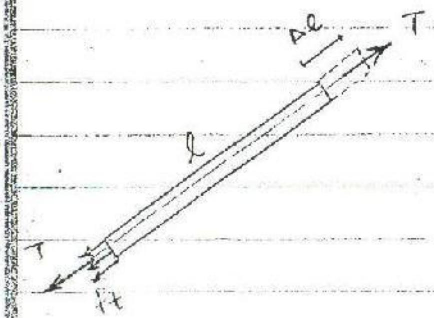
— روش LRFD روش عملکردی تر است چون برای بارهای مختلف یک ضریب را مطرح می‌کند ؟

www.tthar.ir

* اعضای کششی 8

محوری ترین عضو سازه ای است که باربری آن از طریق اعمال نیرو در راستای محورش تامین می شود که این باربری به صورت افزایش در طول عضو فراهم خواهد شد که دو نقطه از سازه را با این نیرو به هم مرتبط می کند

این نیرو باید در مرکز ثقل مقطع وارد شود و اجازه تغییر شکل داشته باشد 6



اگر اجازه تغییر شکل نداشته باشد کشش مفهومی ندارد

در چیدمان اعضای سازه ای باید دقت کنیم که عضو محوری نیاز به

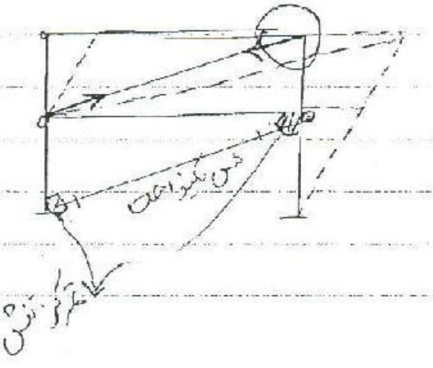
۱- اعمال بار در مرکز ثقل آن دارد

۲- امکان ایجاد تغییر شکل کششی در عضو فراهم باشد

نیروی T به لحاظ واقعی وجود خارجی ندارد این نیرو یک مجموعه تنش است به عبارتی یک عبارت ریاضی است برای این رفتار فیزیکی آنچه که قابل درک فیزیکی است تنش های روی اعضا است f_t

$$* \quad T = f_t \cdot A$$

و آنچه که به صورت واقعی باید با مشخصات مصالح کنترل کنیم T نیست بلکه f_t است



ناشی محل اعمال بار

در اثر جابه جایی دو انتهای عضو انتهای بیشتر از ابتدا عضو را با خود می کشد و نیرو در آن ایجاد می شود

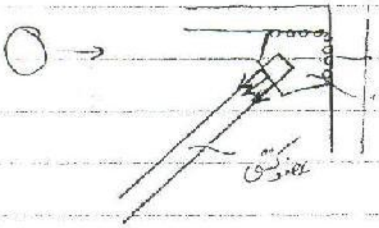
باید در محل اتصالات عناصری که عضو کششی را به گره (وصل) می کنند و ضعیف آنها انتقال نیروی کششی به عضو است

در باره معمولاً محل اتصالات ضعیف است باید اتصالات عضو توانایی انتقال بار کششی را به عضو داشته باشند

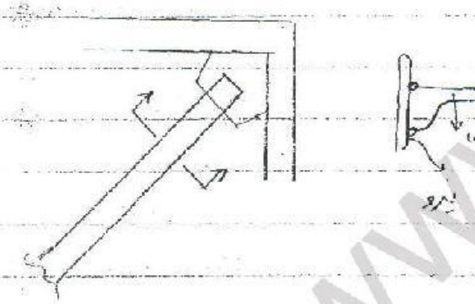
۳ - در دو انتهای عضو «در محل اتصال» « می تواند در دو انتها بریده شدگی وزن عضو » اجزای اتصال عضو کششی

به گره اتصال باید شرایط ایجاد تنش هایی را در مقطع داشته باشند که برآیند این تنش ها یک نیروی کششی در

مرکز ثقل عضو باشد 6

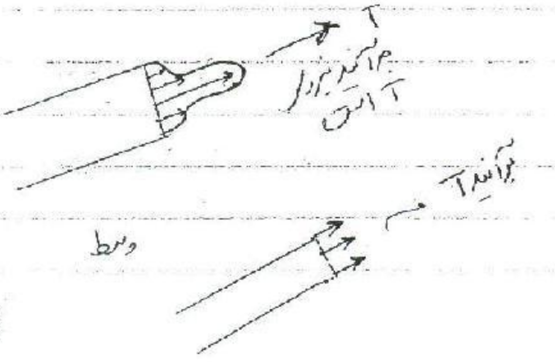


اگر اجزای اتصال یک طرف عضو
باشد بطور قطع نمی تواند تنش کششی
ایجاد کند

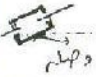


در این حالت نوع اتصال
به گونه ای است که فقط
نیروی محوری نداریم بلکه لنگر
هم داریم

در دو انتهای عضو که اتصالات با جوش داریم تمرکز تنش داریم چون پیچ یا جوش پیوسته نیستند
ولی به وسط یا مرکز سطح الحاق می رسیم توزیع تنش تقریباً یکنواخت می شود در محل اتصال یک تنش متمرکز داریم 8



۱- در محدوده پیوسته عضو یک شرایطی را داریم و در محدوده غیر پیوسته عضو یعنی در محل اتصالات شرایط به گونه دیگری است
یعنی در محل های پیوسته شرایط تنش یکنواخت ایجاد می گردد اما در اتصالات دو انتها :

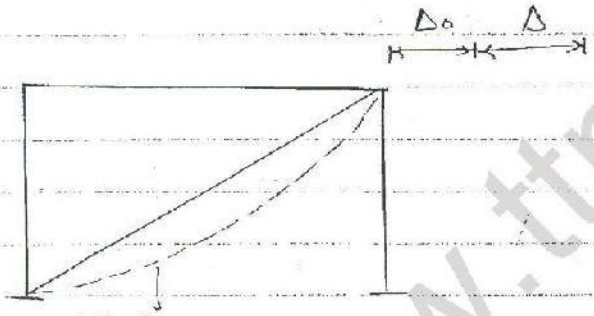


- در محل وصله : مثلاً طول عضو کم آمد یک وصله کردیم
- در محل هایی که در عضو سوراخ ها یا شکاف های (در جان تیر) ایجاد شده باشد

تنش صفر داریم چون اینجا را وصله کردیم

تنش متمرکز ایجاد می شود :

به دلیل عدم پیوستگی
شرایط تنش یکنواخت
را از دست دادیم



مثلاً این سازه قرار است
بار جانبی وارده به آن را با یک
عضو های زنجیری مهار شود

* یعنی عضوی که به صورت عضو کششی می خواهیم
بگذاریم یک خمیدگی داشته باشد «در اثر ساخت یا نصب»
طبیعتاً این سازه تا زمانی که عضو به اندازه ای جابجا شود
که عضو به صورت مستقیم درآید کشش اتفاق نمی افتد
مثلاً میله گردی که خمیر دارد تا زمانی که تخت نشود و صورتش افقی
نشود بکار نمی افتد .

پس یک Δ0 می خواهیم برای صاف کردن عضو
بعد از آن یک Δ دیگر می دهیم برای ایجاد نیروی کششی
در عضو

اگر در اعضای سازه ای این شرایط را بپذیریم
تا زمانی که عضو های زنجیری صاف نشود هیچ سختی از خود نشان نمی دهد

به عبارتی وقتی بار اعمال می کنیم این اعضا توانایی بارگیری ندارند

در این حدود سازه ها اگر بار اعمالی به تدریج شروع به اعمال کند سازه اندکی حرکت می کند تا جایی که عضو سفت شود
Δ_0 بعد از آن به بعد بار افزایش می یابد

اما اگر بار ناگهانی وارد شود در محدوده Δ_0 سختی صفر است پس حین اعمال بار مقاومتی نمی شود و در هنگام سفت شدن عضو یک قفل ایجاد می شود که شرایط ضربه ای ایجاد می شود یعنی این عضو شل که ناگهان قفل شده است ممکن است تحمل بار را نداشته باشد یعنی باید کاری بکنیم که مقدار Δ_0 در محدوده بسیار کم باشد تا در محدوده ضربه وارد نشود

۵ - تغییر شکلهای اولیه ~~عضو~~ ((سختی عضو)) به اندازه ای باشد که شرایط بارگذاری وارده را از حالت آرام به حالت ضربه تبدیل ننماید .

✓ مجموعه این عوامل را معیارهای حاکم بر طراحی عضو کششی گویند .

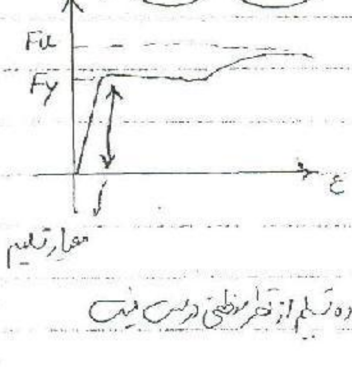
Design Criteria

اگر بتوانیم این D.C را در هر یک از اعضای طراحی شده کنیم بقیه کار محدود به مقاومت مصالح و هندسه سازه است

روش طراحی ما بر اساس ASD است

$$f_t = \frac{T}{A_g} \leqslant \frac{F_y}{S.F}$$

معیار تسلیم عضو A_{gross} مقطع ناخالص



اگر این معیار را بپذیریم در نواحی متمرکز تنش ،، در این ناحیه

- سطح مقطع که عوض شده در نتیجه یک سری تارهایی داریم که تنش آنجا از معیار تسلیم بالاتر می بود ، در نتیجه از Fy بالاتر می رود در نتیجه وارد محدوده سخت شدگی که می شوند این تارها گسیخته می شوند

محدود کردن تنش عضو در حالت های کششی به محدوده تسلیم از نظر منطقی درست نیست

در این نقاط باید تنش ها را به Fu محدود کنیم که این معیار را معیار گسیختگی می گویند

در این نقاط معیار تسلیم بی معنی است

$$\frac{T}{A_{net}} \leqslant \frac{F_u}{S.F}$$

که مقطع خالص
مقطعی که تحت اثر
تنش قرار گرفتند

ضمناً این دو ضریب اطمینان الزاماً یکی نیست

مقطع خالص یعنی: نقطه ای که تنش آنجا می افتد حتماً یک جایی سوراخ داریم.
در مقطعی که سوراخ داریم مقطع کم شده شد
پس باید Anet را در نظر بگیریم.

ج ۷ — به نام خدا — ۳۰/۱۱/۸٤

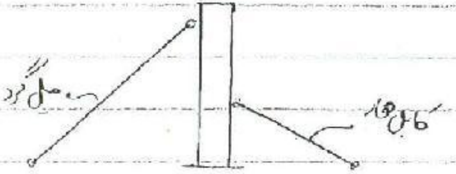
یک عضو کششی برای اینکه به بار مفید چه شرایطی را باید داشته باشد ما این موضوع را بررسی می کنیم 6

* موارد کاربرد اعضای کششی 8

۱- میله گردها و کابل ها

ویژگی این ها در این است که طول بزرگ نسبت به لاغری خیلی کوچکی دارند عمدتاً برای مهارهای جانبی سازه ها اعضا

بکار می روند

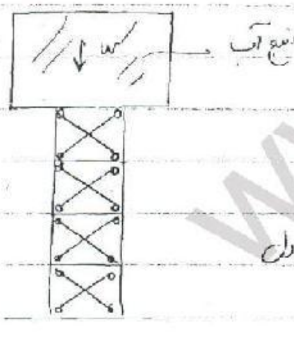


کابل یا میل گرد عناصر اصلی نیستند

بلکه عناصر ثانویه اند عملاً نیروی داخلی شان در حالت باربری صفر است

اما اگر سازه تحت کمانش قرار بگیرد یا ستون کج ساخته شده باشد این کابل ها نگه دارنده عضو می شوند و آن

را نگه می دارد



ما این منبع را یک سری میل گرد قرار داده ایم

این کابل ها برای نگه داری تعادل آن

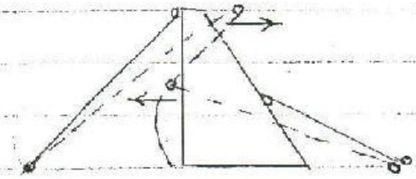
بکار می روند

— در این حالت ها اعضای کششی نقش باربری ثانویه یا به عنوان مهار جانبی را دارند

اگر تیرکی به سمت چپ منحرف شود در میل گرد نیروی فشاری و در کابل کشش ایجاد می شود یعنی فقط باربری کششی دارند

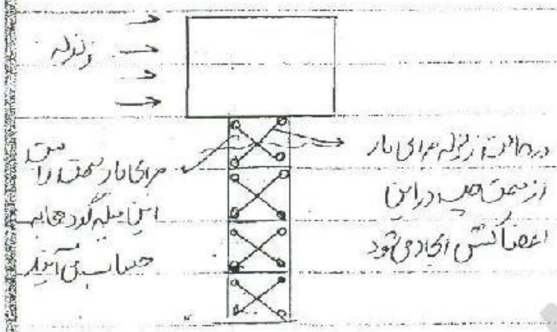
در فشار هیچ نیرویی را تحمل نمی کند .

— هم چنین برای بارهای اصلی نیز بکار می روند 8



تحت اثر بار دائمی این اعضا نقش [illegible] ندارند

یعنی در این حالت حتماً نیرو در آنها به وجود می آید ولی در حالت مهار اگر سازه حالت تعادل خود را از دست بدهد در مهار نیرو ایجاد می شود اما در اینجا برای بارهای اصلی بکار می روند

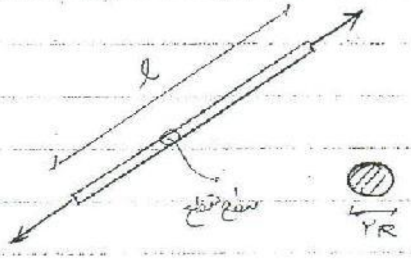

زلزله
برای بار سقف را
این میله گردها به
حساب نمی آیند
در حالت زلزله برای بار
زلزله حتماً در این
اعضا کشش ایجاد می شود

* ویژگی کابل ها و میل گردها نسبت به سایر اعضای کششی 8

— این اعضا فقط بار کششی دارند Tension Only Members

به جهت این که دو سر عضو به هم نزدیک شود حتی عضو خم می شود

[illegible]


l
سطح مقطع
۲R

شعاع ژیراسیون $= \frac{R}{۲}$

لاغری $= \frac{\text{طول عضو}}{\text{شعاع ژیراسیون}}$

شعاع ژیراسیون موقعیتی است که می توان کل مصالح را در این فاصله از مرکز چید

* لاغری عضو = $\frac{l}{r}$

طول عضو

موقعیت مصالح در مقطع

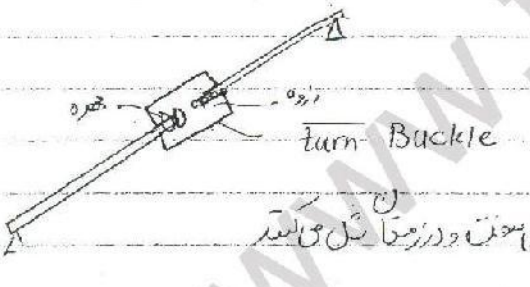
slenderness Ratio

هر چه لاغری بیشتر باشد این عضو در فشار سختی کمتری دارد

این ضریب برای یک میله گرد یا کابل عدد بسیار بزرگی خواهد بود مثلاً حدود ۸۰۰ می شود

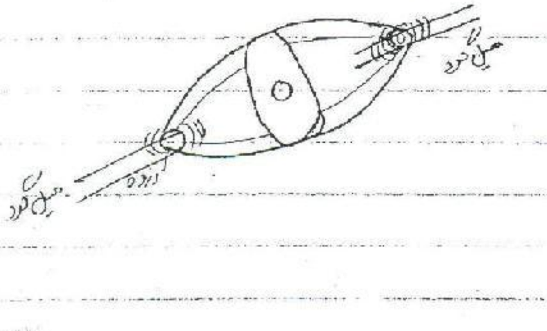
در حالیکه لاغری متعارف برای بادبری حدود ۷۵ - ۱۰۰ است

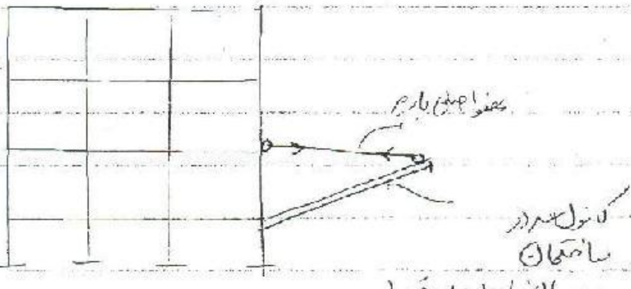
در نتیجه اگر بخواهیم قرار بگیرد تحت اثر وزن خودش را می اندازد در نتیجه در بادبری کششی یک مقدار تاخیر دارد اول باید مستقیم شود و بعد از آن به کشش می افتد.



یک پیش تنیدگی اولیه در عضو ایجاد
می کند یعنی دو قطعه عضو کششی را به هم
وصل می کند مثلاً در تابستان این ها را کمی سفت و در زمستان شل می کنند

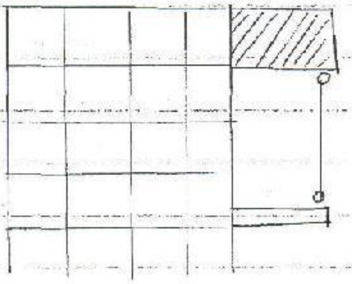
به عبارتی سختی عضو را همیشه از طریق ابزاری فراهم می کنند چون از طریق یک مکانیزم خارجی انجام می شود
دیگر نیازی نیست $\frac{l}{r}$ را چک کنیم





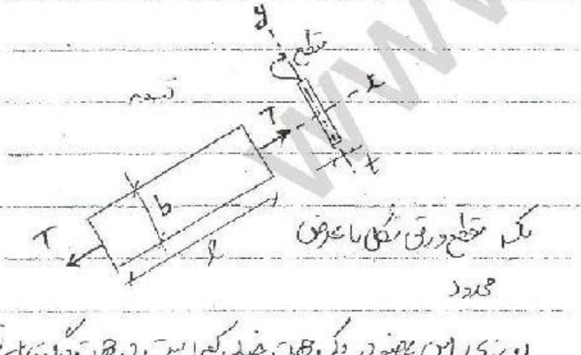
چون طول زیاد دارد باید توسط یک عضو کششی نگه داشته شود.

بدترین حالت برای این که عضو خودش را بیندازد حالت افقی است که تحت اثر وزنش خودش را می اندازد



عضو کششی در اینجا کاملاً و بصورت قائم قرار دارد
و بعبارتی به یک تار سیم میتی
تحت اثر وزنش قرار دارد

۲ - تسمه ها ، نبشی ها و سپری ها



یک مقطع ورق شکل با عرض محدود

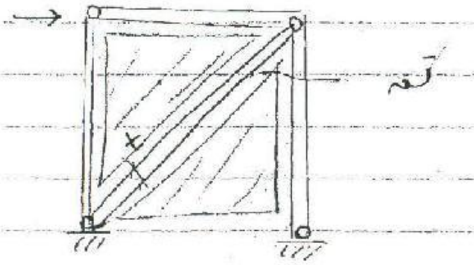
لاغری این عضو در یک جهت خیلی کم است در جهت دیگر قابل توجه

$$r_x = \frac{b}{\sqrt{12}} \quad , \quad r_y = \frac{t}{\sqrt{12}}$$

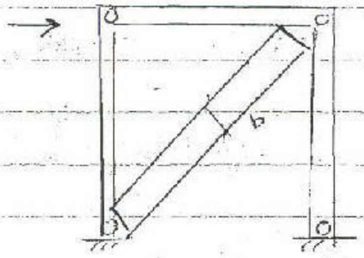
$$\begin{cases} \dfrac{l}{r_x} = \dfrac{l\sqrt{12}}{b} \\ \dfrac{l}{r_y} = \dfrac{l\sqrt{12}}{t} \end{cases}$$

پس در جهت t حول
محور y عضو لاغری است
پس برای تحمل بار در جهت y
نمیتواند بار زیادی را تحمل
کند.

۱/ یک میلگرد در همه جا آسیب پذیر است مثلاً باد که بوزد در همه جهات لاغر است اما تسمه در یک جهت خوب است



تحت اثر بار جانبی
بار مهمی ندارد چون مفصل
است و باید تسمه بکار برد



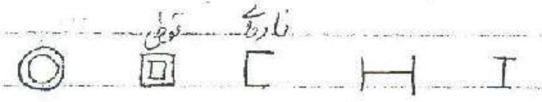
در داخل صفحه این
عضو قوی است چون
تحت بار مهمی قرار می‌گیرد
ضعیف است اما اگر بار
در جهت عمود بر صفحه داشتیم
ناودانی در جهت لوله بهتر بود

اما اگر تسمه را با این ورق با مصالح دور و برش کاملاً قفل کنیم عضو ما اینجا قوی است چون در جهت صفحه دیگر خودش را نمی‌اندازد و در جهت عمود بر صفحه نیز قوی است

بهتر است از تسمه‌ها جایی مؤثر است که در جهت صفحه و ما با استفاده از مصالح یا ... آن‌ها را قوی کنیم

تسمه نسبت به میلگرد بار مهمی می‌پذیرد دارد چون به حجم پیوسته است یعنی محدود با مقطع میلگردها هستند که منحنی انحنا در یک جهت خاص کم است

۳ - پروفیل‌ها



این پروفیل‌ها شعاع ژیراسیون حول محور بعد از آنها به ترتیب قابل کنترل است
در اینجا سطح مقطع بیشتری اعمال کردیم پس مقاومت را افزایش دادیم

www.tfnar.ir

دو بحث هم وجود دارد   مقاومت   باربری عضو و تحمل تنش
سختی   ایستادگی و پایداری برای جلوگیری از تغییر شکل

$$\text{سختی محوری} = \frac{EA}{l}$$

یک عضو کششی بیش از $A.F_y$ نمی‌تواند بار تحمل کند

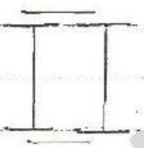
$\text{مقاومت محوری} = A.F_y$ ولی اگر تحت باربری محوری قرار گیرد $\frac{EA}{l}$ معرف مقاومت در برابر تغییر شکل عضو است

نیمرخ‌ها مقاطعی هستند که هم   سختی بیشتر $\cong \; \downarrow \; \frac{l}{r}$ *

مقاومت بالایی دارند هم سختی زیادی دارند

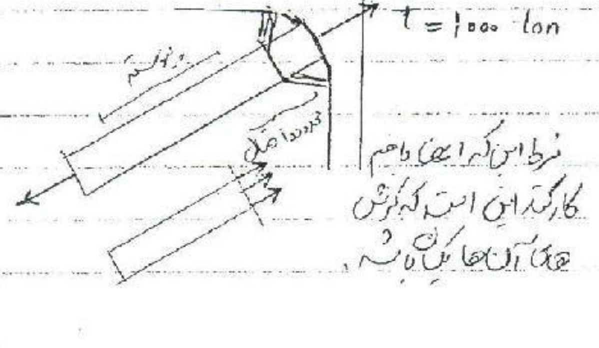
میلگردها فقط مقاومت دارند، سیم‌ها مقاومت دارند و سختی آنها در مقابل فشار صفر است ولی در نیمرخ‌ها نگرانی از بابت سختی کمتری وجود دارد

۴ - مقاطع ساخته شده از مجموعه نیمرخ و ورق build up

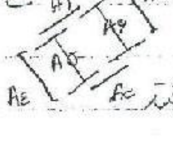


این‌ها برای تحمل یک بار بزرگ بکار می‌روند

نکته مهم این است که باید با یک تکنیک، در محل اتصال بار را به همه اجزای ورق مثلاً متصل کرد و همه اجزای ورق را درگیر باربری کرد.



شرط این که اینها با هم کار کنند این است که کرنش همه آن‌ها یکی باشد.



۶ تا جزء داریم که باید با هم مشارکت یکسان در بار کششی را تحمل کنند و تنش یکنواخت ایجاد کنند

تنش یکنواخت

$$* \quad T = \sigma\,(A_1 + A_2 + \cdots + A_6)$$

— باید $\frac{\sigma}{E} = \varepsilon$ برای کلیه اجزای تشکیل دهنده مقطع عضو یکسان باشند ؟

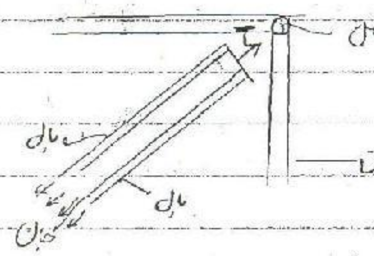
— اگر شروع یک اتصال داشته باشیم بار را باید طوری به این ۶ جزء منتقل شود که همه بار برابری یکسان داشته باشند ؟

در محدوده اتصالات اجزای مقطع باید به یکدیگر پیوسته باشند تا تأمین ε یکسان را با شرایط فیزیکی معین می کنیم ؟

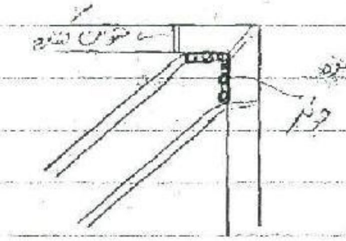
باید این موضوع را در طراحی اعضای کششی اعمال کنیم و ببینیم این طول چقدر است و انتقال بار چگونه است

نتیجه بحث این است که اعضا گفته شده به ترتیب با افزایش میزان بار از تسمه ها به پروفیل ها ... می توان میزان باربری را افزایش داد

خود پروفیل ها یک مقطع مرکب محسوب می شوند



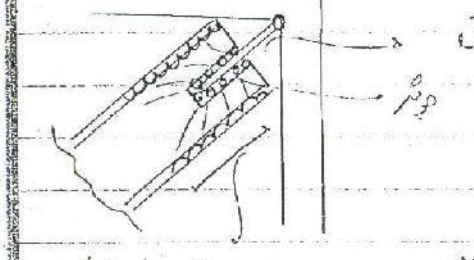
گاه‌ها بار T را در آن نقطه اعمال کنیم که در پایین یک تنش یکنواخت ایجاد شود.
برای این کار ورق های تقویتی برای انتقال بار وجود دارد ؟



— همه جزء ها را مستقیماً به ستون وصل می کنیم

اتصال مستقیم عضو کششی

این روش هیچ عیبی نیست جز اینکه هزینه های اجرایی را بسیار بالا می برد



بار را به ورق منتقل
می‌کنیم
در اینجا در محل جوش تمرکز
قابل توجهی تنش وجود دارد

بار باید یک فاصله‌ای را طی کند
تا پخش شود و به اجزای دیگر برسد
باید در یک طولی پیوستگی اجزای تشکیل دهنده
مقطع بوجود آمده باشد

اتصال با واسطه عضو کششی

نیاز است که اجزای تشکیل
دهنده مقطع اعضا
بطور تغییر شکل مقید باشند
در محدوده اتصالات همه
اعضا وقتی تحت نیروی خارجی
قرار می‌گیرند در محدوده اتصالات
باید پیوستگی بیشتری فراهم
شده باشد

* معیارهای حاکم بر طراحی اعضای کششی 8

1) معیار تسلیم

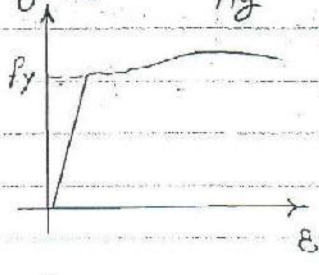
در تمام طول عضو کششی باید مقاومت عضو احراز شود

در محدوده تنش‌های یکنواخت وارده بر عضو

مثلاً ستون‌ها را هنگامی که به فونداسیون وصل
می‌کنند پای ستون در یک محدوده‌ای به هم بسته شوند
چون این محل می‌خواهد بارهای مجموعه را به یک نقطه
تبدیل کند پس شرایط پیوستگی باید فراهم شده باشد.

یا در اتصال تیر به ستون هم قطعاتی مشاهده می‌شود که
برای پیوستگی بیشتر فراهم می‌شود.

در حالت حدی $f_t = \frac{T}{A_g} \le F_y$



برای ایجاد ضریب اطمینان

$$\frac{T}{A_g} \le \frac{F_y}{F.S}$$

Ag سطح مقطع کل عضو کششی $A_g = \sum_{i=1}^{n} A_{g_i}$ برای چند عضو .

Ag سطح مقطع عمود بر نیروی کششی

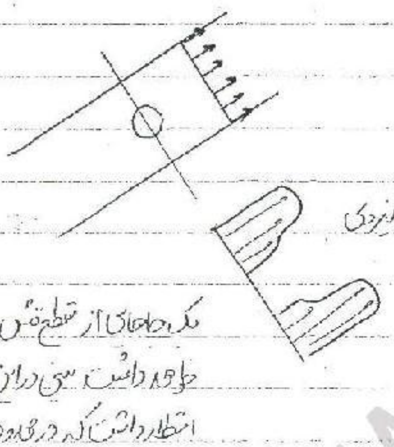
۲) معیار گسیختگی یا ترد شکنی

برای حالتی است که یک نوع ناپیوستگی در عضو وجود دارد

سوراخ در مقطع
شکاف 〃
ناپیوستگی کلی
محل وصله
〃 اتصال

در اینجا ها یک تمرکز تنش خواهیم داشت

در این مقاطع توزیع یکنواخت تنش به هیچ وجه معتبر نیست
چون متود حاکم در آنجا با جاهای دیگر سازه یکسان نیست



جاهایی که سخت تر است
نیروی بیشتر، جاهای نرم تر نیروی
کمتری می گیرد

مگر جاهایی از مقطع تنش های بیش از Fy
خواهیم داشت ببین در این حالت ها می توان
انتظار داشت که در محدوده Fy باشیم
در این صورت مقطع ما خیلی کلفت می شود

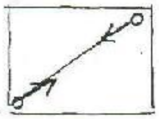
$$f_t = \frac{T}{A_n} \le \frac{F_u}{S.F}$$

S.F را ۲ می گیرند ولی در حالت تسلیم ۱/۶۷ می گیرند
در اینجا اطمینان ما کمتر است چون وارد فاز غیرخطی شده ایم !

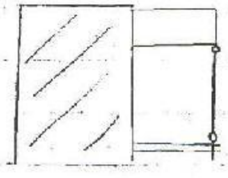
www.tinar.ir

در ساختمانها اعضای کششی دو وجه هم کاربردی دارند 8

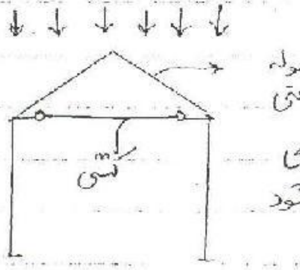
- اعضای کششی در مهاربندها



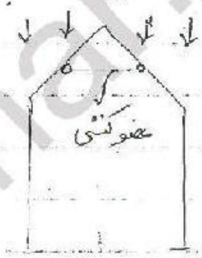
- در آویزها

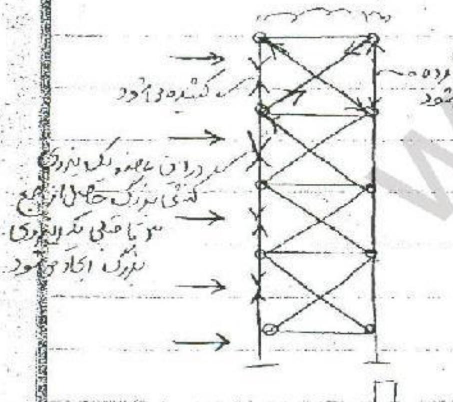


در ساختمانها چون نیروی ثقل مؤثر است کم پیش می‌آید که عضو کششی داشته باشیم

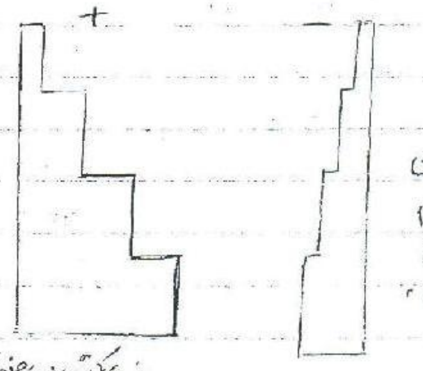

سوله
خمشی
کششی

در مقابل نیروهای وارده کششی می‌شود

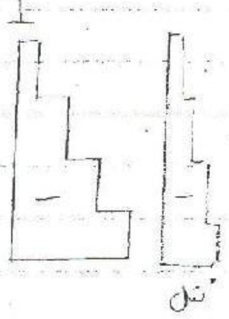



کشیده می‌شود
فشرده می‌شود
در این عضو یک نیروی کششی بزرگ حاصل از جمع دو یا چند نیروی کششی بزرگ ایجاد می‌شود

بارهای این سازه برای بارهای جانبی مؤلفه عضو فشاری را در عضو قائم ایجاد نیروی کششی می‌کند


+
−
نیروی فشاری در عضو قائم در اثر ثقل دو بار قائم

نیروی کششی در عضو قائم در سمت چپ



نیروی فشاری عضو قائم سمت راست.

از طرفی یک بار ثقلی هم روی این اعضا وجود دارد که روی اعضا فشار ایجاد می‌شود در نتیجه نیروی کششی کمی خنثی می‌شود اما برآیند این دو نیرو می‌تواند یک نیروی قوی کششی ایجاد شود.

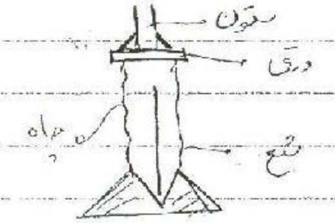
یعنی ستون سازه تحت کشش است علارغم این که ستون است باید به عنوان عضو کششی طراحی شود

مشکل این موضوع این است که سازه را می توانند بلند کنند یعنی باعث می شود که سازه واژگون شود ، اعضای کششی در

سیستم های سازه ای ما بسیار خطرناک اند .

اگر سازه ای داشته باشیم که در آن فونداسیون هم نیروی کششی داشته باشد سازه ما خطرناک است باید سازه را

به زمین بچسبانیم که این کار را از طریق کندن چاه و اتصال شمع درست می کنیم



این عملکرد را اصطلاحاً uplift گویند یعنی در برابر این نیرو باید

ارتباط را اتصال محکم برقرار کنیم .

- فرض کنیم اثر خوردگی داریم و سازه زنگ بزند و مقطع و حجم عضو در اثر خوردگی از بین برود اگر نیروها فشاری باشند این بار خود را از طریق فشار انتقال می دهد اما اگر عضو کششی باشد و تحت خوردگی قرار بگیرد سطح مقطع عضو به تدریج کم می شود و تحت تنش بیشتری قرار می گیرد و در نتیجه زودتر تحت خوردگی قرار می گیرد به عبارتی حساسیت اعضای کششی تحت اثر service ability است .

- عضو کششی از ابتدا تمایل به جدا شدن دارد اگر اتصالات آن خوب نباشد خیلی زود آسیب می بیند

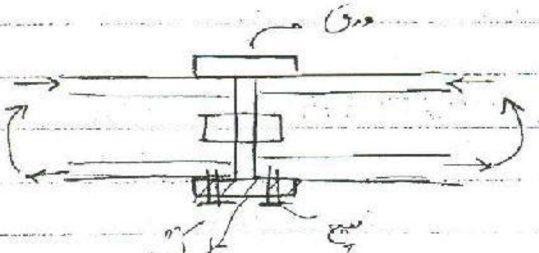
- یکی از موارد مهم این بوده که عضو کششی در برابر آتش زود خمش می کند

این مسائل باعث شده ما در کارمان اعضای کششی خیلی حساس باشیم .

اگرچه اعضای کششی خیلی خوب هستند از این نظر که تحت کمانش قرار نمی‌گیرند.

— وجود ناخالصی در اعضای کششی مثلاً هنگام ساختن فولاد نقطه ناخالصی اطرافش تنش های بیشتری اعمال می‌شود و باعث ترک برداشتن آن می‌شود اما اگر عضو تحت فشار باشد و ناخالصی مثلاً ریگ درشت باشد این ناخالصی امکان ترک و شکست خوردن را ندارد ؛

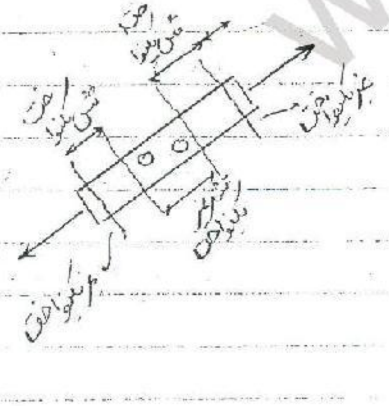
— اعضای کششی در اتصالات 8



این اگرچه به صورت یک عضو تیر عمل می‌آید در حالیکه عضو خمشی است اما اعضای آن می‌توانند فشاری یا کششی باشند.

یا مثلاً در یک خرپا یک عضو می‌تواند کششی یا فشاری باشد.

عضوها در محدوده عملکرد کششی خود تنش یکنواختی دارد که ما عضوها باید در محدوده سلیم باشیم

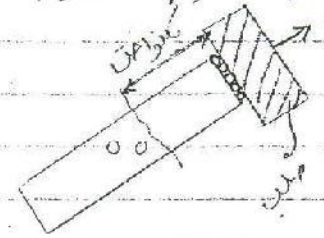


شکل برای اتصال این عضو با یک ورق دیگر با چند سوراخ در آن ایجاد کردیم

— در ناحیه اول چون محل اتصال ما است دیگر متصل است که در این ناحیه ما نتوانستیم به همه اعضای عضو کششی یکسان بار وارد کنیم

اگر بخواهیم در ناحیه اول هم یک تنش یکنواخت داشته باشیم باید کرنش یکنواخت داشته باشیم می تواند صاف حرکت کند

یکی از راه‌ها این است که این انتها را به صورت یک صلبی به یک صفحه تقریباً صلب اتصال کنیم و متصل کنیم



در محل اتصال باید تغییر شکلها باهم صورت گیرد در نتیجه تنش یکسان و یکنواخت

از ابتدای صفحه داریم

- در محدوده تنش های یکنواخت داریم :

$$f_t \text{ موجود} = \frac{T}{A_g} \le \overset{\text{مجاز}}{F_t} = \frac{F_y}{F.S}$$

- در محدوده تنش های غیر یکنواخت :

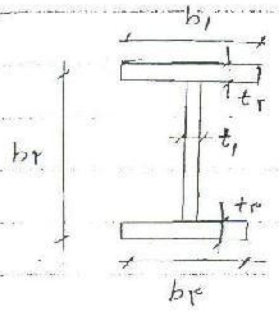
$$f_t \text{ موجود} = \frac{T}{A_n} \le F_t = \frac{F_u}{F.S}$$

اصولاً هر طراحی باید خود را به یک آیین نامه متصل کند حسن آیین نامه این است که آیین نامه مسئولیت های طراح را به عهده گرفته است یعنی اگر ساختمان خراب شد ولی از آیین نامه تبعیت شده باشد با مهندس آن کاری ندارند

- آیین نامه 8

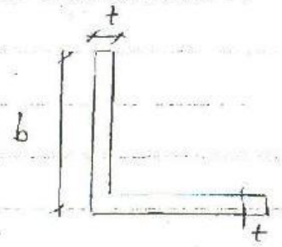
$$\text{مبحث } \overset{\text{مبحث دهم}}{10} - \overset{\text{فصل یک}}{1} - \underset{\text{بخش}}{1} - \underset{\text{زیر بخش}}{11} \quad \text{مقاطع محاسباتی} \quad 8$$

الف - سطح مقطع کلی یا Ag مجموع سطح مقطع اجزای آن و ...



b_1
t_2
t_1
b_2
t_3
b_3

$$A_g = \sum_{i=1}^{3} b_i t_i$$



$$A_g = 2bt - tt$$

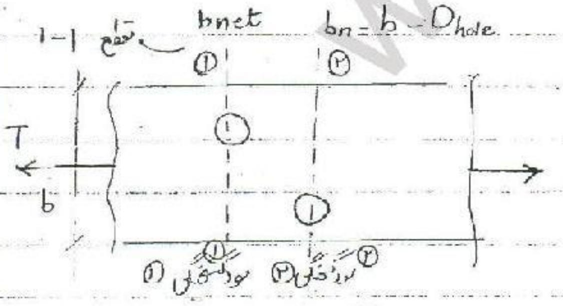
ب - سطح مقطع خالص A_{net}

$$* \quad A_n = \sum_{i=1}^{n} (b_{net})_i \cdot t_i$$

$$* \quad b_{net} = b - (n)(D)$$

قطر سوراخ

تعداد سوراخ



1-1 مقطع
bnet
$b_n = b - D_{hole}$
①
②
T
b
①
①
①
②
① مسیر مستقیم
② زیگزاگی

* خط ۱ = نوع مقطع عمود بر مسیر بار و خط مور

اگر مسیرهای سوراخ هایک یا شکل عرضی مؤثر خواهیم داشت

$$* \quad b_n = b - D_{hole}$$

* همیشه قطر سوراخ را باید به اندازه "۱/۸ از قطر اسمی سوراخ ها بیشتر تا

چون در اثر سوراخ کاری یا شکستن با قیچی کاری اطراف سوراخ ۱/۸ آزرده می شود یعنی باعث می شود که آن خیلی آسیب پذیر می شود

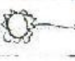
پس مقطع نازک عملاً مؤثر نیست

۱) در محاسبات هرجا که سوراخ کاری با منگنه یا پانچ صورت گرفته باشد قطر سوراخ در نظر گرفته شده در محاسبات

به اندازه $1/5^{mm}$ بزرگتر از قطر اسمی سوراخ می باشد

$$\underset{\text{فقط در محاسبات تنش}}{D_{hole}} = \underset{\text{اسمی}}{D_h} + 1/5^{mm}$$

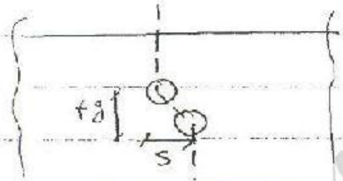
تا 12^{mm} را با منگنه یا پانچ صورت می دهند اگر بیشتر از آن با مته سوراخ می شود



۳ درجه شدن

— اضافه بر این معمولاً سوراخ های پیچ و پرچ باید یک هوا اندازه تر از خود پیچ و پرچ باشند 6

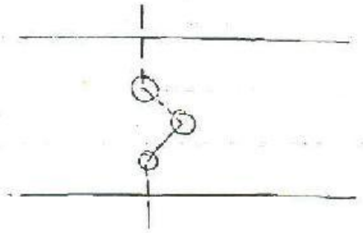
چون مثلاً قطر 20^{mm} ممکن است از سوراخ 25^{mm} نرود.



به دلیل مجاورت این دو سوراخ در کنار هم
دو تا نیرو که تنش ها روی هم می گذارند
یک مود شکستگی جدید داریم

$$b_n = b - 2D_h + \frac{s^2}{4g}$$

در این مود ۲ تا سوراخ داریم پس دو تا قطر
کم می شود ولی طول مقطع هم بلندتر می شود
یعنی اگر مسیر شکستگی شامل مسیرهای منقسم و شکسته باشد
هر چه سوراخ بیشتری بگذاریم مقطع بحرانی کمتر می شود
ولی طول مسیر کمی بزرگتر شده است که یک جمله
جدید اضافه می شود

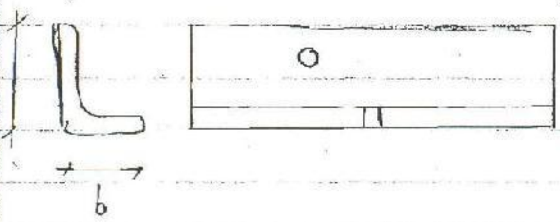


۲ تا عضو مورب داریم

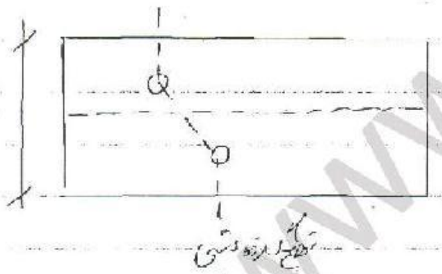
پس ۲ تا جمله $\frac{S^2}{4g}$ داریم

$$* \quad b_n = b - nD_{hole} + \sum_{i=1}^{m}\left(\frac{S^2}{4g}\right) \sim m$$ تعداد خطوط مورب شکست مسیر راه

— مقاطع نبشی را مورد تذکره 8

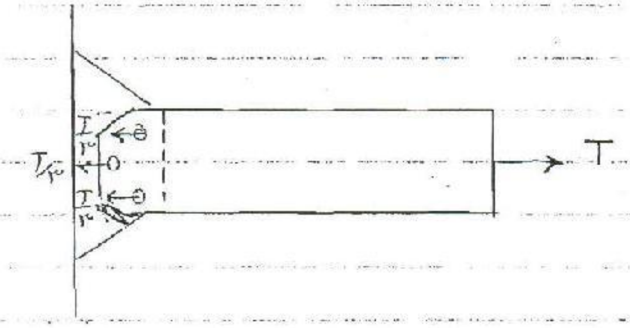


باید مقطع گسترده را رسم کنیم

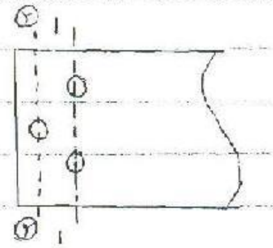


سوراخ های روی مقطع گسترده پیاده می کنیم.

معمولاً سوراخ ها نزدیک اتصالات اتفاق می افتند وسط عضو اتفاق نمی افتند



— اگر نیروی T بخواهد به اتصال منتقل شود هر پیچ نیروی $\frac{T}{3}$ می گیرد.

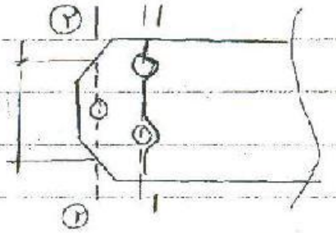


هنوز هیچ نیرویی وارد انتقال نشده است

$$* \quad (A_n)_{۱-۱} = (b - ۲D_h)\,t$$

$$* \quad \text{تنش کششی مقطع ۱-۱} \quad f_t = \frac{T}{(A_{net})_{۱-۱}}$$

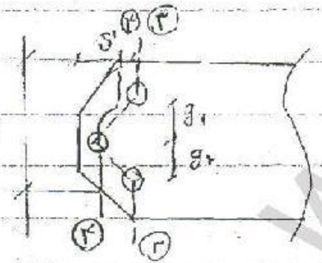
در مقطع ۱-۱ هنوز به پیچ نرسیده‌ایم ؛



$$* \quad (A_{net})_{۲-۲} = (b_۲ - D_h)\,t$$

$$* \quad f_t = \frac{T - ۲(T/۳)}{(A_{net})_{۲-۲}}$$

T/۳ به هر پیچ داده شده است پس $\frac{T}{۳}$ به مقطع ۲-۲ می‌رسد



$$* \quad (A_{net})_{۳-۳} = \left[b - ۳D_h + \frac{S^۲}{۴g_۱} + \frac{S^۲}{۴g_۲}\right]t$$

$$* \quad f_t = \frac{T}{(A_{net})_{۳-۳}}$$

$$* \quad (A_{net})_{۴-۴} = \left(b_۴ - ۲D_h + \frac{S^۲}{۴g_۱}\right)t$$

$$* \quad (f_t)_{۴-۴} = \frac{T - T/۳}{(A_{net})_{٤-٤}}$$