



تحلیل سازه های چوبی

کارشناسی سازه های چوبی

تهیه و تدوین: دکتر عبدالله نجفی

اتصال به هم بسته

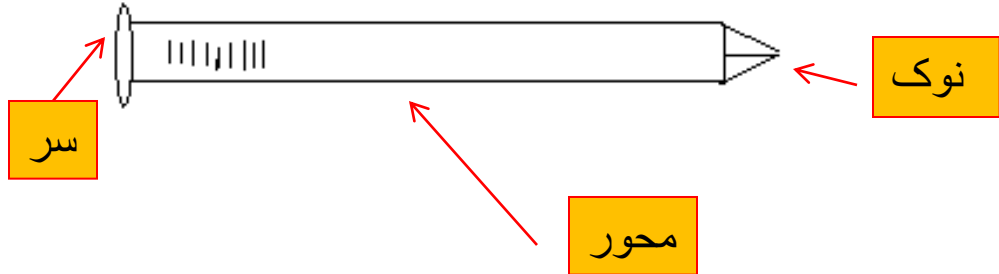
البته در برگیرنده تمام ادواتی است که برای این منظور به کار می رود. وصله اتصال تخته چند لا، دویل چوبی (پین)، بلوک گوشه و مهار بند نیز جزو اتصال دهنده نام برده می شود. ولی در ادبیات امروزی نوع فلزی بیشتر به عنوان اتصال دهنده به شمار می رود.

استفاده از چکش های پنوماتیکی و پیچ گوشتی برقی بر وسعت استفاده از اتصال دهنده های فلزی افزود.

میخ



میداول ترین اتصال دهنده مکانیکی

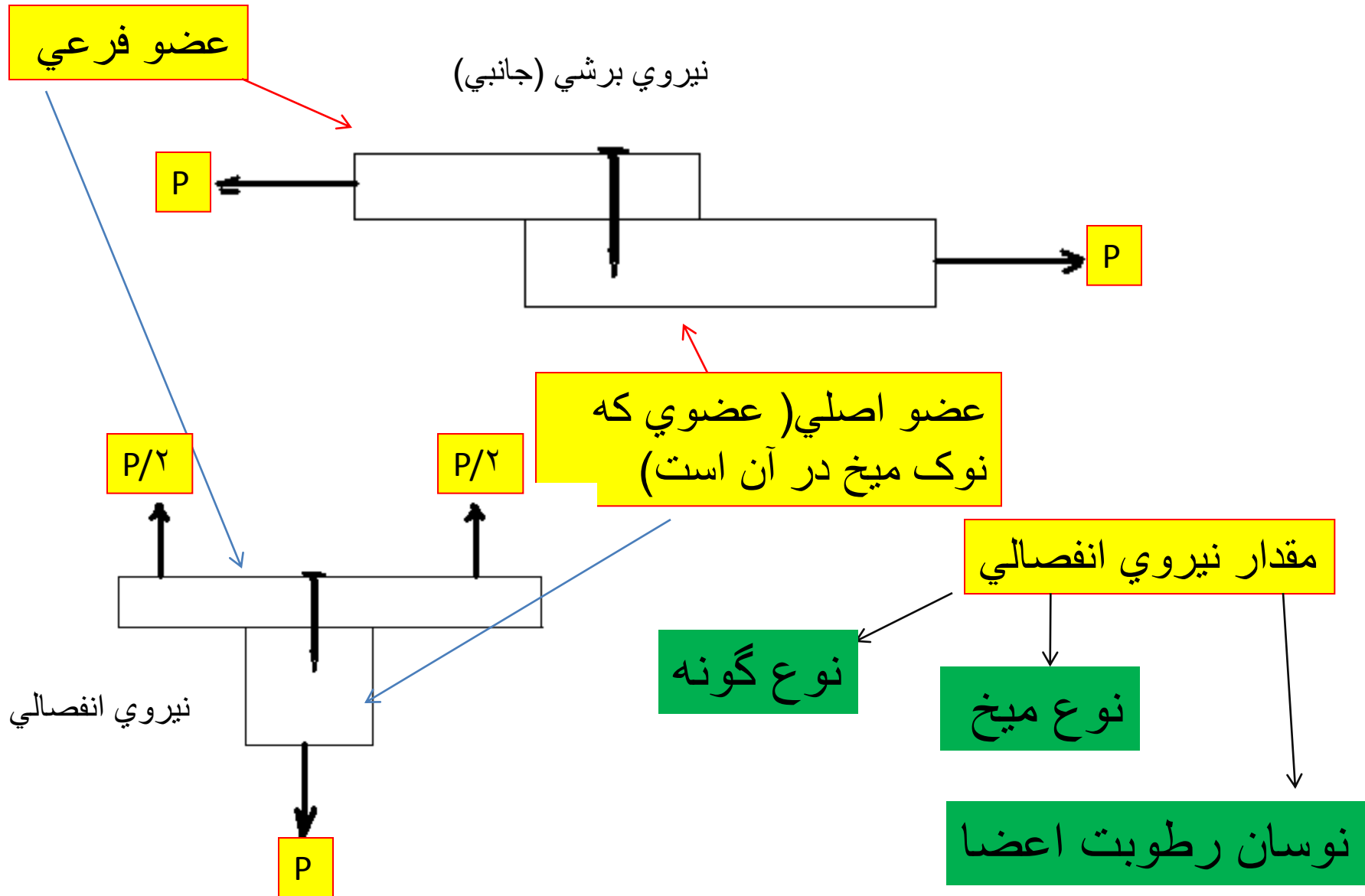


عوامل موثر در استحکام اتصال با میخ



- ۱- تعداد، اندازه و نوع میخ ۲- گونه چوب
- ۳- نوع بار وارده بر اتصال (انفصالي و جانبي)
- ۴- جهت کوبیدن میخ (عمود یا موازي الياف یا پاشنه اي)
- ۵- رطوبت اعضاي اتصال در هنگام و بعد از ساخت
- ۶- مدت اعمال بار
- ۷- فاصله بين میخ ها

به میخ در محل اتصال دو نیرو فوق
یا ترکیبی از هر دو وارد می شود



نیروی انفصالی

موازي با محور میخ وارد می شود

تابع

دانشیته چوب، قطر میخ، طول نفوذ میخ در عضو اصلی و تا اندازه ای وضعیت سطح میخ (صاف، شیار دار یا رزوه دار)

$$W=98 (G^{2.5}) \times D$$

قطر میخ

دانشیته چوب

نیروی انفصالی بر حسب کیلوگرم به ازای هر سانتیمتر نفوذ در عضو اصلی

فرمول برای : میخ معمولی عمود بر الیاف چوب خشک یا چوب تری که بعد از اتصال تر بماند کوبیده شود.

میخ در گونه سنگین نیروی انفصال بیشتری در مقایسه با گونه سبک دارد.
قاعده عام: گونه با دانسیته بالا با نفوذ میخ مستعد ترک خوردن هستند گونه
سبک به سهولت ترک نمی خورد.

برای افزایش استحکام اتصال در گونه سبک
می توان قطر و طول میخ بزرگتر و تعداد میخ بیشتر کرد.

اثر رطوبت چوب

در چوب تر تمام گونه ها نیروی انفصال میخ به شرطی که رطوبت چوب در
آن کاهش نیابد تقریباً برابر همین استحکام در چوب خشک است.
نیروی انفصال در چوبی که رطوبت نوسان کند ممکن است تا ۲۵ درصد
کاهش یابد.

خوردگی میخ در نتیجه تغییر رطوبت و گذشت زمان نیز نیروی انفصال را
کاهش می دهد.

در چوب خشک با رطوبت ثابت نیروی انفصال با گذشت زمان در اثر وا رفتن
الیاف چوب در اطراف محور آن، نزول می کند.

سطح میخ را شیاردار، رزوه دار، اندود داده می کنند تا نیروی انفصال را افزایش دهند. لایه نازک روغن روی میخ (در هنگام تولید می ماند) اثر منفی بر نیروی انفصال دارد.

۱-تغییر سطح محور میخ

سطح محور میخ را با ترکیبی از رزین اندود می کنند تا نیروی انفصال زیاد شود. در چوب سخت و متراکم این اندود در هنگام کوبیدن از سطح میخ جدا می شود.

۲-تغییر شکل

برای افزایش نیروی انفصال روی میخ شیار یا رزوه مارپیچی می دهند تا ۴۰ درصد نسبت به حالت معمولی افزایش می دهد. در چوبی که پس از کوبیدن میخ رطوبت نوسان کند مقدار نیروی انفصال ۴ برابر بیش از میخ معمولی است.

محور صاف میخ منتهی به نوک تیز و بلند در چوب نرم نیروی انفصال بیشتر از میخ سیمی معمولی با نوک ۵ پهلوی است. اثر منفی نوک تیز میخ در برخی از گونه های چوب تشدید ترک در محل اتصال

است. نوک پخ و بدون باریک شونده میخ، چوب را زخمی می سازد و نیروی انفصال آن هم چندان زیاد نیست. نوک باریک شونده و پخ میخ، ترک چوب را در محل اتصال کاهش می دهد و در چوب سنگین همان نیروی انفصال معمول را دارد ولی در چوب های سبک ضعیف عمل می کند.

شکل های گرد، مسطح، بیضوی، خزینه دار و پهن دارد. همه گونه سر میخ، غیر از پهن باریک و خزینه دار استحکام کافی بیرون کشیدن از چوب دارند. سر خزینه دار و پهن میخ پس از کوبیدن، پایین تر از سطح چوب واقع می شوند. در این حالت نیروی انفصالی کاهش می یابد. در میخ های نوع سیمی، ضخامت و قطر سر میخ با ازدیاد اندازه میخ افزایش می یابد. کاربرد چکش پنوماتیک شکل سر میخ را عوض کرده است، مثل نوع T



قلب شکل



شیپوري



مسطح



پرداخت شده

چند نمونه سر میخ

۵- خوردگی و باختگی

محیط مرطوب فلز میخ استعداد خوردگی پیدا می کند، در تماس با مواد اشیاعی چوب نیز این اتفاق می افتد.

میخ را از آلیاژ مناسب می سازند. میخ مسی و سیلیکون برنز یا فولاد ۳۰۴ و ۳۱۶ در چوب تیمار شده آرسنات آمونیاکی مس، آرسنات کروماتی مس و مواد کند سوز کننده نتیجه خوبی دارد.

میخ با مواد استخراجی بعضی گونه ها واکنش می دهد و رنگش تغییر میکند.

اگر باختگی میخ مهم است باید از فولاد یا آلومینیوم و یا گالوانیزه انتخاب شود. مطالعه نشان داد نیروی انفصالی میخ مسی و آلیاژی از میخ سیمی بیشتر است.

جهت کوبیدن میخ نسبت به الیاف



نیروی انفصال میخ وقتی عمود بر الیاف چوب کوبیده شود

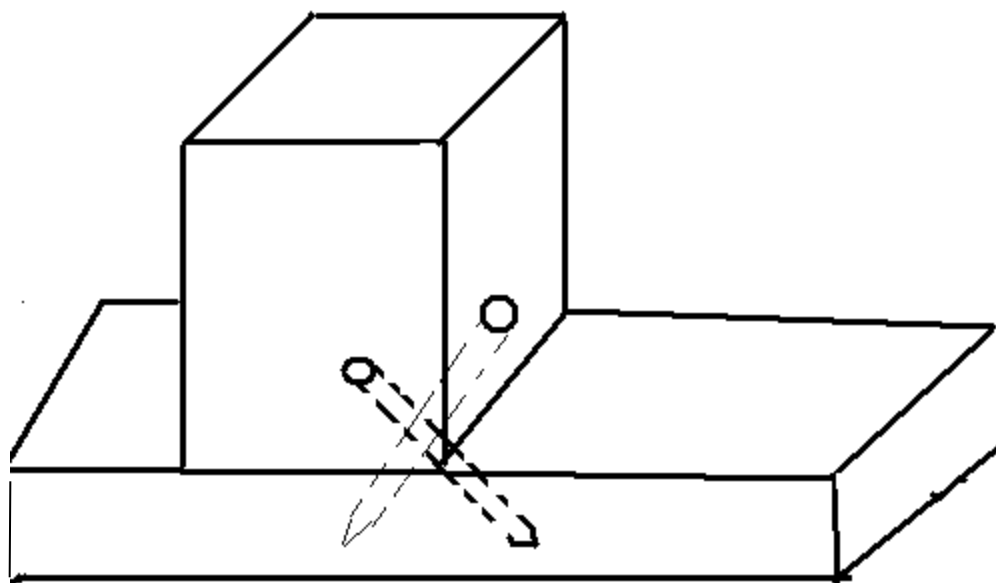


در جهت موازی الیاف چوب نیروی انفصالی در چوب نرم ۰/۷۵ و ۰/۵ مقاومت در راستای عمود بر الیاف

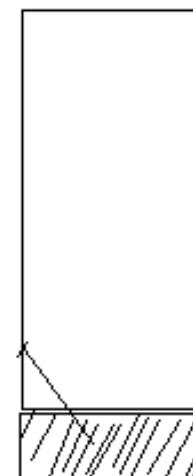
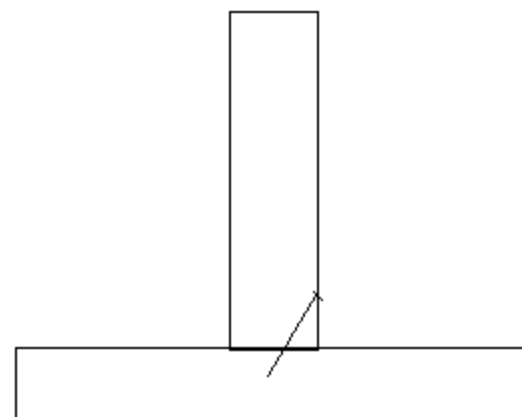


در چوب **سنگین** تفاوت دو جهت عمود و موازی کم تر است

تفاوت دو جهت در آزمونی که بلافاصله بعد از کوبیدن و یا با گذشت زمان متفاوت است



میخ کوبی پاشنه ای (مقاطع)

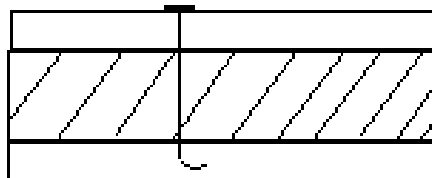


میخ کوبی پاشنه ای (یک طرفه)

کوبیدن میخ در حالت پاشنه ای نسبت به حالت موازی مقاومت بیشتری دارد ایجاد می کند.
این ترتیب کوبیدن را درودگران مجرب خوب می دانند.

در چه صورت کوبیدن پاشنه ای مقاومت بیشتری دارد؟
اندازه بزرگتر میخ (به شرطی که اعضای اتصال را نترکند)
رعایت فاصله تا انتهای عضو اصلی (تا ۰/۳۳ طول میخ)
کوبیدن میخ با زاویه ۳۰ درجه (نسبت به محور عضو اصلی)
نفوذ تمام طول میخ (بدون زخمی کردن چوب)

کوبیدن میخ در سوراخ از پیش مته شده در جلوگیری از ترک خوردن چوب مفید است
و سبب کاهش نیروی انفصال میخ نمی شود



تعریف : مقدار اضافي طول میخ پس از عبور از عضو اصلي به طرف همین عضو خم می شود(در جهت موازي یا عمود بر الیاف) در صورت ممکن در خود چوب نفوذ داده می شود.
نیروي انفصال میخ با محور صاف در صورت پرچ شدن بیش از میخ پرچ نشده است

نسبت مقاومت پرچ شده و نشده به گونه، رطوبت چوب، اندازه میخ، جهت پرچ (موازي یا عمود الیاف) متغیر است.

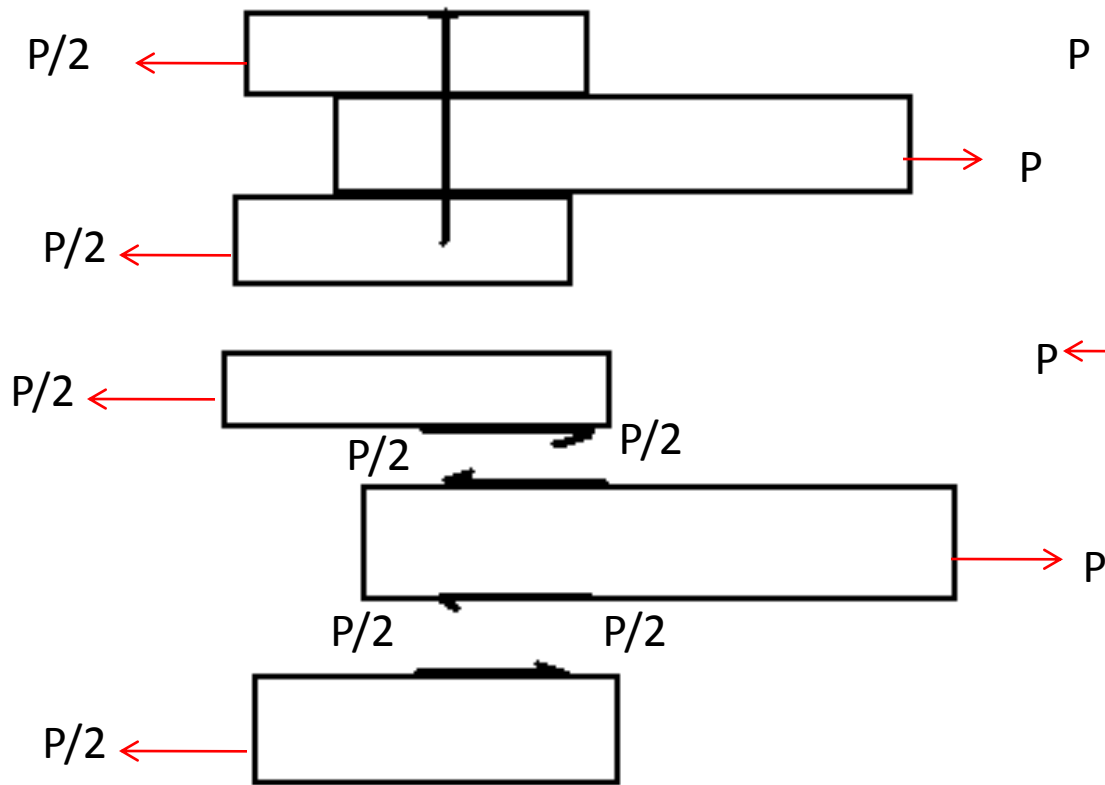
رطوبت چوب : در چوب تر یا خشک ۴۵ تا ۱۷۰٪ بر نیروي انفصال می افزاید.
اگر اندازه گيري بلافاصله صورت گیرد.
چوب تر بعد از پرچ کردن خشک شود تا ۲۵۰٪ افزایش
ولي مخاطرات ترک وتابیدن نتیجه را عکس میکند

پرچ کردن در جهت عمود بر الیاف ۲۰٪ نسبت به موازي الیاف افزایش می دهد.

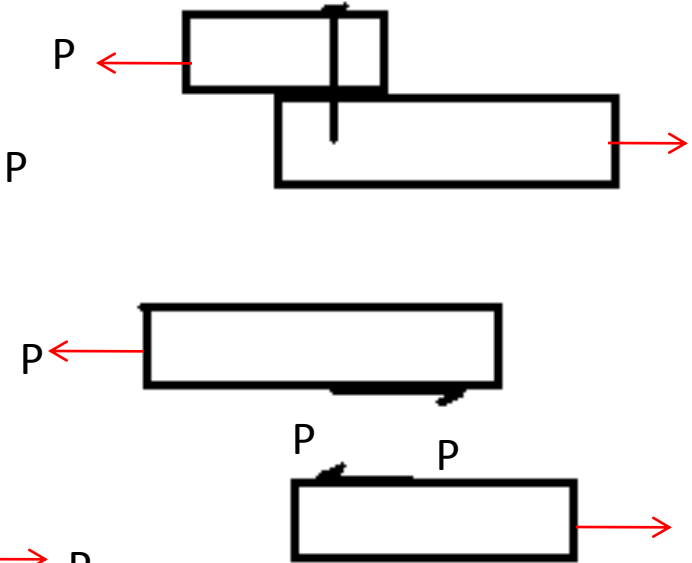
خصوصیات تخته چند لا نسبت به چوب ماسیو در مورد نیروی انفصال تفاوت چندانی ندارد، اگر از یک گونه باشد.

تخته چند لا در ترک خوردن در لبه نسبت به چوب ماسیو مقاوم تر است. جهت الیاف لایه رویی تاثیر مشهودی در نیروی انفصال میخ معمولی ندارد ولی با میخ منگنه و میخ سر T شکل این تفاوت قابل ملاحظه است.

در اتصال مشابه با ضخامت یکسان تفاوت تخته چند لا و چوب ماسیو ۱۵ تا ۳۰ درصد کمتر است. (علت؟ در هم آمیختگی نا یکنواخت تر الیاف در تخته لایه نسبت به چوب ماسیو است) در تخته لایه کمتر از ۵/۱۲ میلیمتر پتانسیل ترک خوردن در هنگام نفوذ میخ جبران ضعف نیروی انفصال را در مقایسه با چوب ماسیو می نماید. نیروی انفصال میخ در تخته چند لا به ازای واحد طول نفوذ، با افزایش تعداد لایه ها به ازای واحد طول تقلیل می یابد



اتصال با دو صفحه برش



اتصال با یک صفحه برش

فرمل بندی تجربی تعیین ظرفیت نگهداری اتصال دهنده تحت بار برشی
از نتایج آزمایش های ۱۹۳۰ در آزمایشگاه FPL بر حسب مقاومت حد تناسب تدوین شده بودند.

در این فورمولها قطر و طول اتصال دهنده متغیر اصلی بودند و عوامل فرعی
موثر بر حسب مورد وجود داشت.
در ۱۹۴۰ در اروپا تحلیل اتصال بر حسب حد تسلیم اجزا یا عناصر اتصال
توسعه یافت.
در ۱۹۸۰ تئوری حد تسلیم مورد قبول واقع شد. تئوری حد جاری شدن یا
تسلیم شدن مناسب تحلیل اتصالات چوبی می باشد.
بر اساس این تئوری اتفاق مد های مختلف تسلیم تحلیل می شود و کوچک
ترین مقدار نیرو یا ظرفیت نگهداری، حد تسلیم شدن لحاظ می گردد.

تحلیل بر حسب حد تسلیم داراي معایب و محاسني است:

تحلیل رياضي اتصال با هر شکل فیزیکی، امتیاز عمده است.

چون طراح محدود به شکل های فیزیکی و کاربرد مقادیر جدول تدوین شده نیست.

در این مدل استحکام اتصال دهنده هاي مختلف را مي توان لحاظ کرد

در حالي که در فورمول تجريبي فقط مربوط به اتصال دهنده خاصي است. امکان به کاربردن ظرفیت تسلیم اتصال دهنده

در تحلیل اتصال امتیاز دیگر آن است. بنابراین امکان ارزیابی اتصال از چوب گونه هاي مختلف یا اتصال بین چوب و

دیگر مصالح ممکن است.

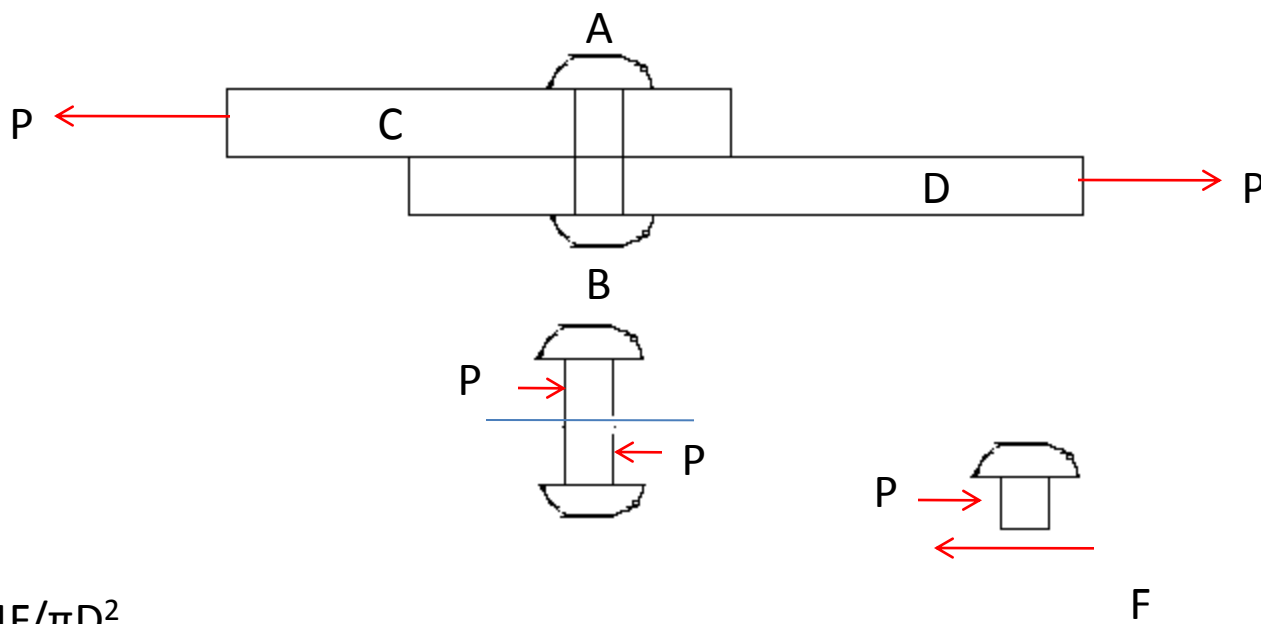
اما به کاربردن تئوری حد تسلیم به معادلات دست و پاگیر ایجاد مي شود و تعداد معادلات بر حسب نوع اتصال دهنده (میخ یا پیچ)

و تعداد صفحه برش متغیر خواهد بود.

کاربرد مدل مستلزم لحاظ کردن چند مد ممکن مي باشد. حل دستی معادلات وقت گیر است ولی قابل تبدیل به برنامه محاسباتی است.

تنش تکیه گاهی یا Bearing Stress

پین و پیچ و پرچ در محل اتصال در سطح تماسشان (تکیه گاه) با اعضاي اتصال تنش ایجاد می کنند. اتصال از C و D با پین پرچ AB درست شده است. دارای یک سطح برش است. نیروی F برآیند نیروهای وارد بر سطح داخل نیم استوانه ایست به قطر D و طول t یا سطح تصویر پین روی عضو E

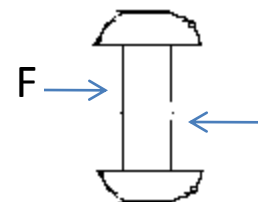
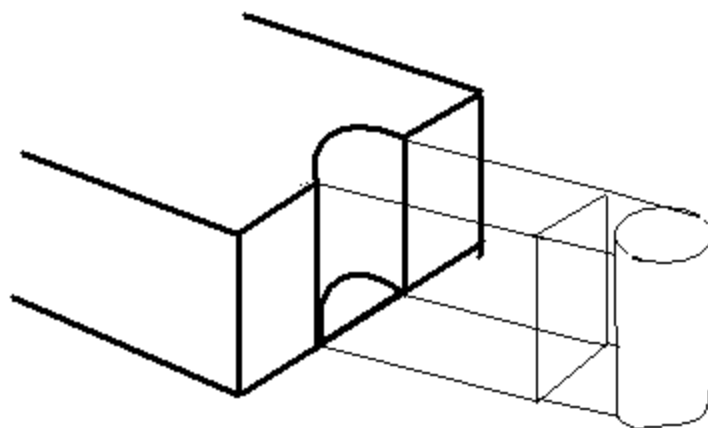
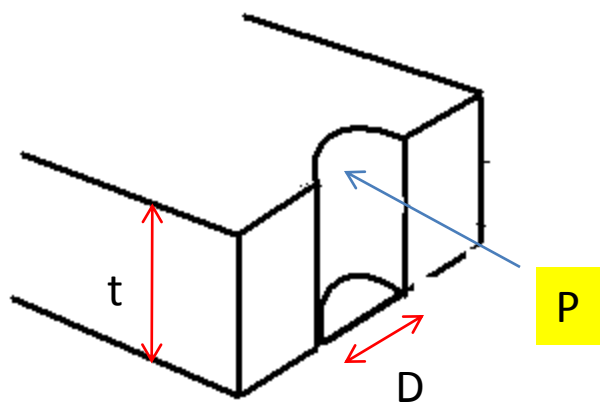


$$T_{av} = 4F/\pi D^2$$

تنش برشی متوسط بر پین

$$F_e = F/tD$$

تنش تکیه گاهی

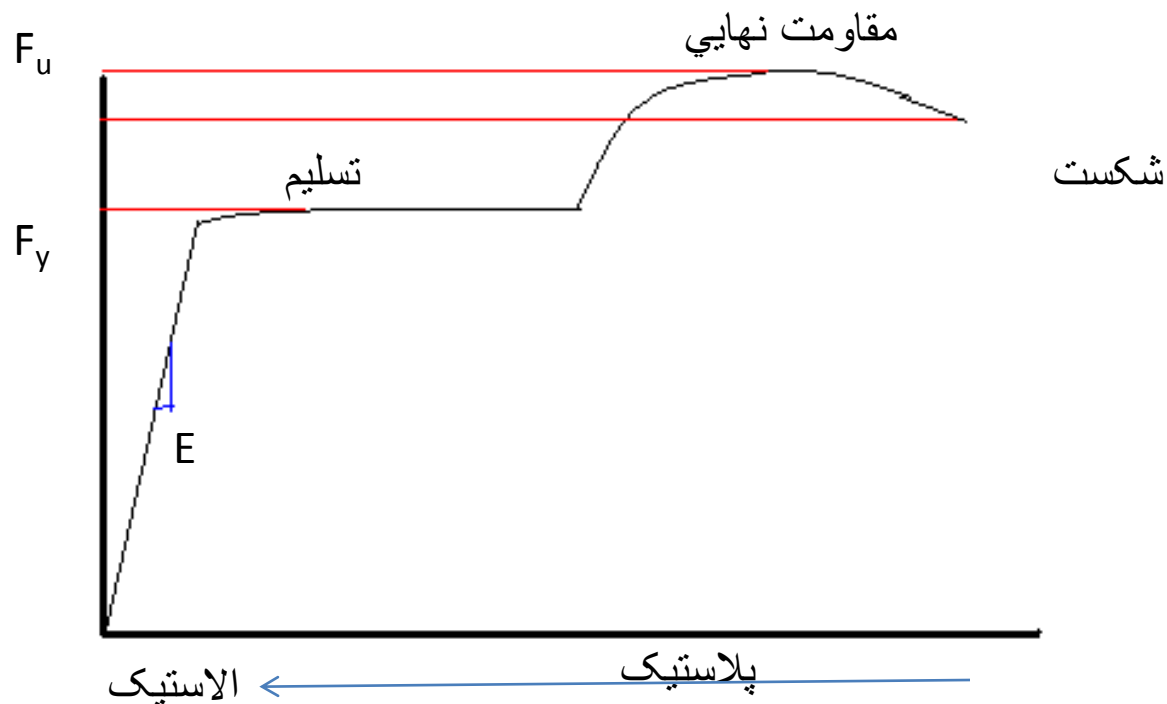


مقاومت تکیه گاه پین یا Dowel Bearing strenght در ادبیات مدل حد تسلیم به کار می رود.

اتصال دهنده هایی مثل میخ و پیچ چوب و پیچ سرمهرهای در اتصالات
روی اعضای چوبی وضع کاملاً منطبق برپین پرچ ندارند ولی از واژگان
مربوطه استفاده می شود.

تغییر شکل خمیری در اتصال دهنده

مقاومت تکیه گاه پینی شاخص مقاومت عضو چوبی در اتصال است. علاوه بر این مقاومت اتصال دهنده فلزی می تواند روی مکانیزم حد تسلیم اتصال تاثیر گذار باشد.



مد تسلیم در اتصال دهنده

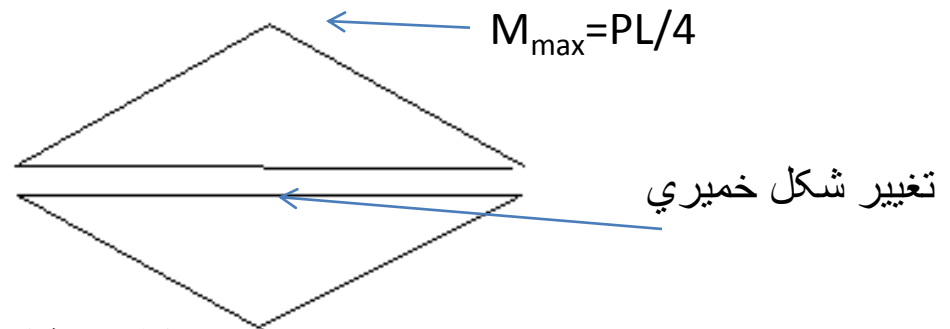
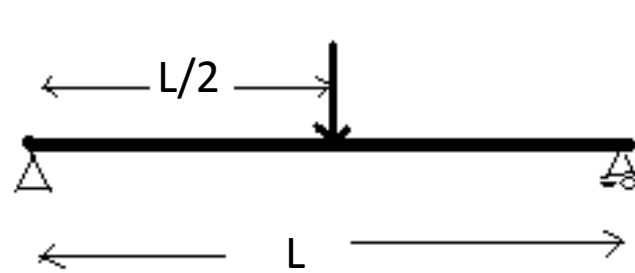
به تشکیل یک یا چند تغییر شکل خمیری موضعی که به اصطلاح plastic hinge معروف است مربوط می باشد. در دمایی معمولی فولاد ساختمانی رفتار تغییر شکل پذیر دارد (Ductile) یعنی قبل از شکست مقدار زیاد تغییر شکل دارد. تغییر شکل خمیری در بررسی دیاگرام تنش خمشی ماده زیر بار مشخص است. قسمت مایل به افقی به نوع فولاد وابسته است. توان فولاد در تحمل تغییر شکل بدون شکست برای تشکیل تغییر مکان موضعی خمیری لازم است.

اگر خمش تیر ساده ای را زیر بار متمرکز در وسط دهانه در نظر بگیریم. با این فرض که حایل جانبی مانع کمانش تیر می شود.

با افزایش بار تنش خمشی در تیر رو به فزونی می گیرد و به F_y یا حد تسلیم نزدیک می شود.

پوسته لبه بالا و پایین تیر زودتر به F_y میرسد. مسلماً تیر نمی شکند چون در بیشتر نقاط هنوز به F_y نرسید

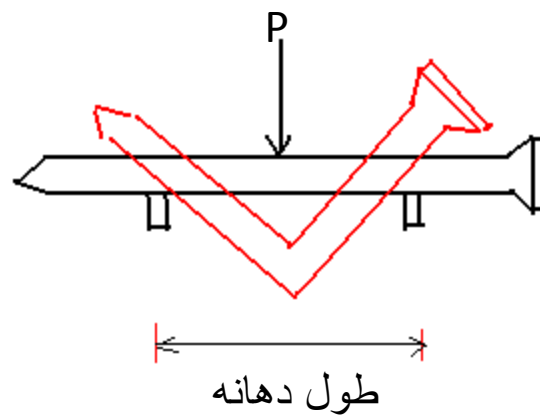
پس تیر می تواند همچنان بار را تحمل کند. تا همه نقاط به حد تسلیم برسند. یعنی تیر به رفتار تغییر شکل پذیر خود ادامه می دهد تا تنش در تمام نقاط به حد تسلیم برسد. تغییر شکل پوسته لبه بالا و پایین تیر در فاصله کوتاهی از طول آن رخ می دهد و در دو طرف این محل تیر نسبتاً مستقیم باقی می ماند. این رفتار تیر تفکر تغییر شکل موضعی را مطرح می سازد. تغییر شکل خمیری به توزیع این شکل تنش در تیر مربوط می شود. که در تمام قسمت های مقطع عرضی تیر به تنش تسلیم برسد.



مکانیزم شکست تیر

برای تغییر شکل خمیری که حالت لولا را دارد، تعریفی بیان شده است“جا یا جزیی که لنگر را انتقال نمی دهد اما لنگر مربوط به خود دارد “. اما تغییر شکل خمیری لنگر مربوط به خود را در مقطع تیر دارد یا بوجود می آورد (M_p).
وقتی لنگر به M_p در محل حداکثر لنگر برسد عضو دیگر قادر به تحمل لنگر بیشتر نیست پس تغییر شکل خمیری موضعی مانند لولا عمل می کند.
متغیری از مقطع که تعیین کننده ظرفیت لنگر خمیری عضو سازه است به مدول اینرسی خمیری یا Z معروف است $M_p = Z f_y$ این رابطه مشابه $M_y = S F_y$ در نقطه تسلیم است.
مکانیزم شکست در یک تیر فلزی حالتی از آن است که دیگر قادر به تحمل بار نیست و در آن تغییر مکان زیادی اتفاق افتاده است. مکانیزم شکست در یک عضو باربر سازه ای به بار فرو ریزاننده یا شکننده مربوط است.

مکانیزم شکست در یک تیر فلزي حالي است که ديگر قادر به ادامه تحمل بار نيست و در آن تغيير مکان زياد اتفاق افتاده است. روش تحليل سازه که به تعيين مکانيزم شکست مي پردازد به تحليل خميري سازه معروف است. در اين روش به سازه داراي ايستايي چند تغيير شکل خميري (لولا) اضافه مي شود تا شکست فورم بگيرد. فورم ابتدائي مکانيزم شکست تيري فولادي است با سه لولا روي یک خط. وقتي اين حالت اتفاق افتد سازه بدون ثبات است. يکي از اهداف اين تحليل تعيين بار شکست يا P_u که کم تري مقدار بار عامل توسعه شکست است. تشکيل تغيير شکل موضعي (لولا) که منجر به شکست عضو تيري می شود به وضعيت تکیه گاهی تيروابسته است و بر حسب مورد تشکيل بيش از یک لولا برای شروع و توسعه شکست لازم خواهد بود. البته بين رفتار تير فلزي و اتصال دهنده پيني در روي اتصال چوب تفاوت است. یک تفاوت اينست که مکانيزم شکست اتصال روي چوب با اتصال روي تير فلزي يکسان نيست. رفتار اتصال دهنده پيني پيچيده تر است. به علاوه اتصال چوب ظرفيت ذخيره ای دارد و بنا بر اين اصطلاح حد تسليم در مورد اتصالات روي چوب کاربرد دارد و به بار شکست ربطی ندارد.



تغيير شکل خميري در ميخ

اتصال دهنده های پینی مثل میخ و پیچ از فلزي تغییر شکل پذیر که استعداد یک یا چند تغییر شکل خمیری موضعي (لولا)

را در اتصال روي چوب دارند و اگر شرایط مهیا شود استعداد خود را بروز می دهند. تعدادی فورمول مدل تسلیم در منابع برای تعیین ظرفیت بار مکانیزم تسلیم است. بعضی مکانیزم ها به له شدن الیاف چوبی

(تنش از مقاومت تکیه گاهی پینی بالاتر است) مربوط می شود و برخی دیگر نتایج تغییر شکل خمیری اتصال دهنده و توام با له شدن الیاف چوب ارتباط دارد.

طراح نیاز به اشتقاق فرمول های تسلیم ندارد ولی شناخت از مد های شکست برای وی مهم است.

خصوصا مدهای تسلیم تغییر شکل پذیری که از تشکیل تغییر شکل های خمیری در اتصال دهنده ها ناشی می شود (مانند مد III و IV) برای مقاومت در مقابل زلزله و بار های دینامیکی دیگر ترجیح دارد.

بعضي از مدل تسليم به له شدن الياف چوب (تنش از مقاومت تكيه گاه پيني بيشتري است) مربوط است يا نتيجه تغيير خميري اتصال دهنده و توام با له شدن الياف ارتباط دارد.

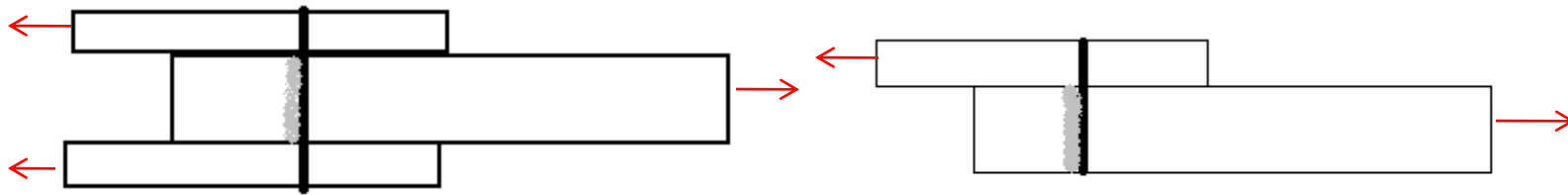
مدهاي حد تسليم

مد ۱- شكست پيني زير تنش تكيه گاهي يكنواخت

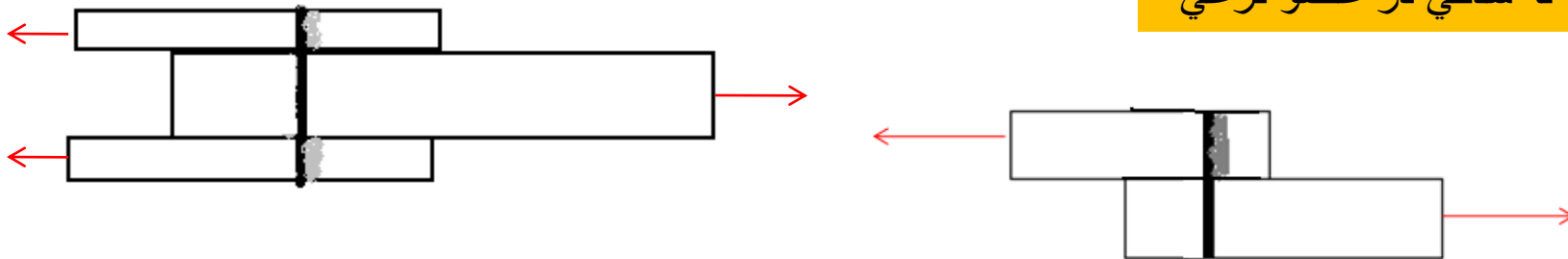
تنش تسليم در اين مدل يكنواخت است چون اتصال دهنده نمي چرخد و يا خم نمي گردد.
اين تنش از حد مقاومت تكيه گاه پيني چوب عضو اتصال بيشتري است. پس مدل ۱ به دو دسته تقسيم ميگردد

مد I_m تنش از مقاومت تكيه گاه پيني عضو اصلي اتصال تجاوز نمايد. مدل ۲ كه اين اتفاق در عضو فرعي مي افتد.

مد I_m له شدگی در عضو اصلی



مد I_s - له شدگی در عضو فرعی



نیاز به جستجو برای I_m و I_s از آنجا ناشی می گردد که ضخامت و مقاومت تکیه گاهی پینی اعضای اصلی و فرعی با هم فرق می کند. بنا بر این می تواند مقدار $t_m F_{em}$ و $t_s F_{es}$ با هم مساوی نباشند. چون در هر اتصال می تواند از گونه ها و نیز زاویه جهت بار و الیاف متفاوت استفاده کرد. اگر در اتصالی عضو فرعی فلزی باشد مد I_s اعمال نمی شود.

مد II چرخش اتصال دهنده



مد II- شکست پینی زیر تنش تکیه گاهی نایکنواخت

در این حالت نیز تنش از مقاومت تکیه گاهی پینی متجاوز است. اتصال دهنده مستقیم می ماند اما چرخش صلب به آن است می دهد. این چرخش تنش تکیه پینی را غیر یکنواخت می سازد و نایکنواختی الیاف چوب را در سطوح بیرونی عضای اتصال می تواند له کند. این اتفاق در اتصال سه عضوی روی نمی دهد.

در این حالت اتصال دهنده (پین) خم مي شود و یک تغییر شکل خميري موضعي در آن بوجود مي آید
در اتصال دو عضوي تغییر شکل خميري نزدیک صفحه برش در عضو فرعي يا عضو اصلي اتفاق
مي افتد. دو معادله وجود دارد و به صورت III_m و III_s طبقه بندي مي شود.

اگر تغییر شکل خميري در اتصال دهنده در یک عضو اتفاق افتد له شدن چوب در عضو دیگر اتفاق مي افتد.

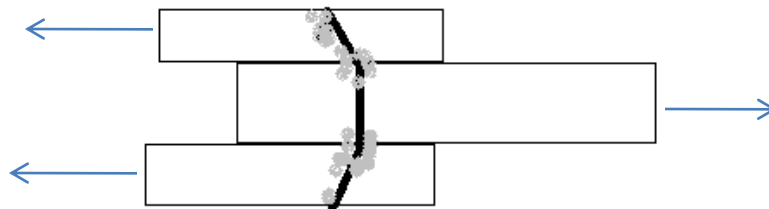
III_m مربوط به حالي است که تنش تکیه گاهي از مقاومت تکیه گاه پيني عضو اصلي بیشتر و III_s له شدن الياف چوب در
عضو فرعي است. در اتصال سه عضوي دو تغییر شکل خميري در اتصال دهنده بوجود مي آید يکي نزدیک هر صفحه
برش و با له شدن الياف در عضو فرعي که مکانيزم III_s را دارد و III_m در اتصال سه عضوی اتفاق نمي افتد.



تغییر شکل خميري و له شدگی در عضو اصلي

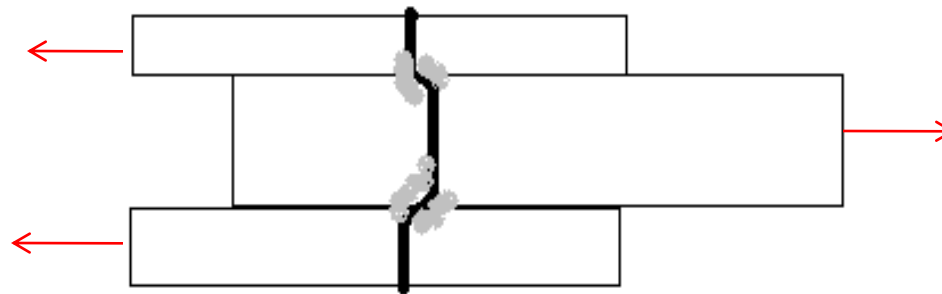
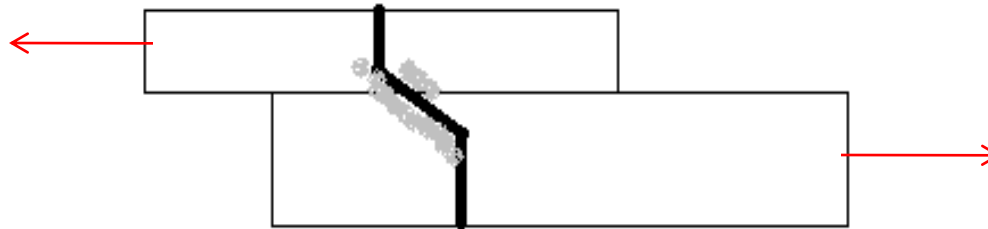


تغییر شکل خميري و له شدگی در عضو فرعي



تغییر شکل خميري و له شدگی در عضو فرعي

تشکیل تغییر شکل خمیری در هر یک از صفحات برش که در اتصال دو عضوی و سه عضوی روی می دهد



طراح مقدار اسمی Z را اندازه می گیرد کمترین مقدار ظرفیت اتصال است مقدار آن مشمول مدت اعمال بار نوسان رطوبت و... است

عوامل موثر بر مقاومت در مدل حد تسلیم

- ۱- قطر اتصال دهنده
- ۲- ضخامت عضو اتصال
- ۳- مقاومت جاری شدن فلز اتصال دهنده در خمش F_{yb}
- ۴- مقاومت تکیه گاهی پینی عضو چوبی اتصال F_e
- ۵- چنانچه عضو فرعی اتصال فلز باشد مقاومت تکیه گاهی پینی فلز F_e

۴-۱- جرم ویژه خشک چوب (G)

۴-۲- زاویه با جهت الیاف

۴-۳- اندازه نسبی اتصال دهنده (بزرگ یا کوچک)

در بکارگیری عوامل فوق استفاده از اندیس ها برای تفکیک عوامل مربوط به عضو اصلی و عضو فرعی شناسایی نقش عضو تعیین کننده و کار محاسبه را آسان تر میکند.

main member

side member

G_m

t_m

F_{em}

G_s

t_s

F_{es}

L

D

P

جرم ویژه عضو اصلی

ضخامت عضو اصلی

مقاومت تکیه گاهی عضو اصلی

جرم ویژه عضو فرعی

ضخامت عضو فرعی

مقاومت تکیه گاه پینی عضو فرعی

طول میخ

قطر میخ

طول نفوذ در عضو اصلی

$$Z = \frac{Dt_s F_{es}}{K_D}$$

مد I

$$Z = \frac{K_2 DPF_{em}}{K_D (1 + 2R_e)}$$

مد II

$$Z = \frac{K_1 DPF_{em}}{K_D (1 + 2R_e)}$$

مد III_m

$$Z = \frac{K_2 Dt_s F_{em}}{K_D (2 + R_e)}$$

مد III_s

$$Z = \frac{D_2}{K_D} \left[\frac{2F_{em} F_{yb}}{3(1 + R_e)} \right]^{0.5}$$

مد IV

$$K_1 = -1 + \left[2(1 + R_e) + \frac{2F_{yb}(1 + 2R_e)}{3F_{em}p^2} D^2 \right]^{0.5}$$

$$K_2 = -1 + \left[\frac{2(1 + R_e)}{R_e} + \frac{2F_{yb}(2 + R_e)}{3F_{em}ts^2} D^2 \right]^{0.5}$$

$$R_e = \frac{F_{em}}{F_{es}}$$

مقادیر بر حسب psi و in می باشد

ضریب قطر اتصال با میخ

$$K_D = 2.2, D \leq 0.17in$$

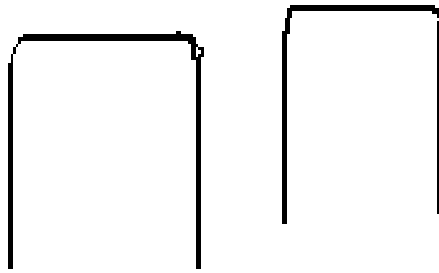
$$K_D = 10D + 0.5$$

$$K_D = 0.17 < D < 0.25in$$

$$K_D = 3, D \geq 0.25in$$

L_p طول میخ
D قطر میخ

$$P = L_p - t_s \leq t_m$$



صنعت مبلمان

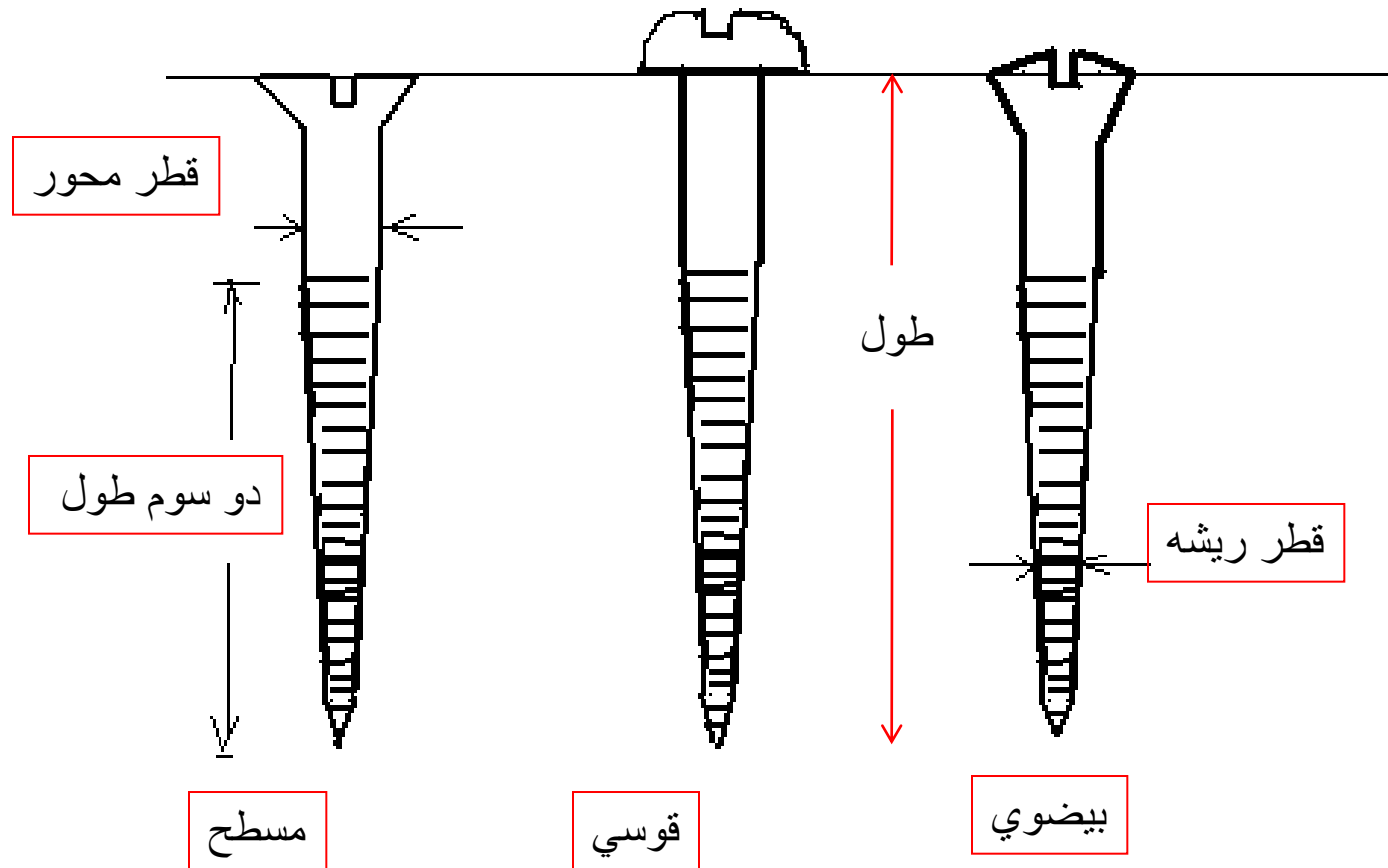
نوک، پهنای تاج، محور های اندود شده، طول آن تنوع زیاد دارد

به صورت خشاب شده در بازار یافت می شوند
و با چکش پنوماتیکی کاربرد دارند.

میخ کوب پنوماتیکی قابل حمل می باشند (حسن تسهیل کار)
نیروی انفصال میخ منگنه با سطح مقطع و طول نفوذ و حالت نوک رابطه
دارد. (مثل میخ)

ظرفیت بار برشی میخ منگنه مثل میخ با طول نفوذ، قطر محور، جنس فلز
بستگی دارد.

پیچ چوب



روش طراحی اتصال پیچ شبیه میخ است
جز تفاوت در اجرا، با پیچاندن نصب می شود.
برای اجرا احتیاج به سوراخ هادی دارد
سر مسطح، بیضوی، قوسی دارد

نمادار کردن سطوح

سطوح پرداخت صاف

قسمت های مهم پیچ چوب

سر

محور

رزوه

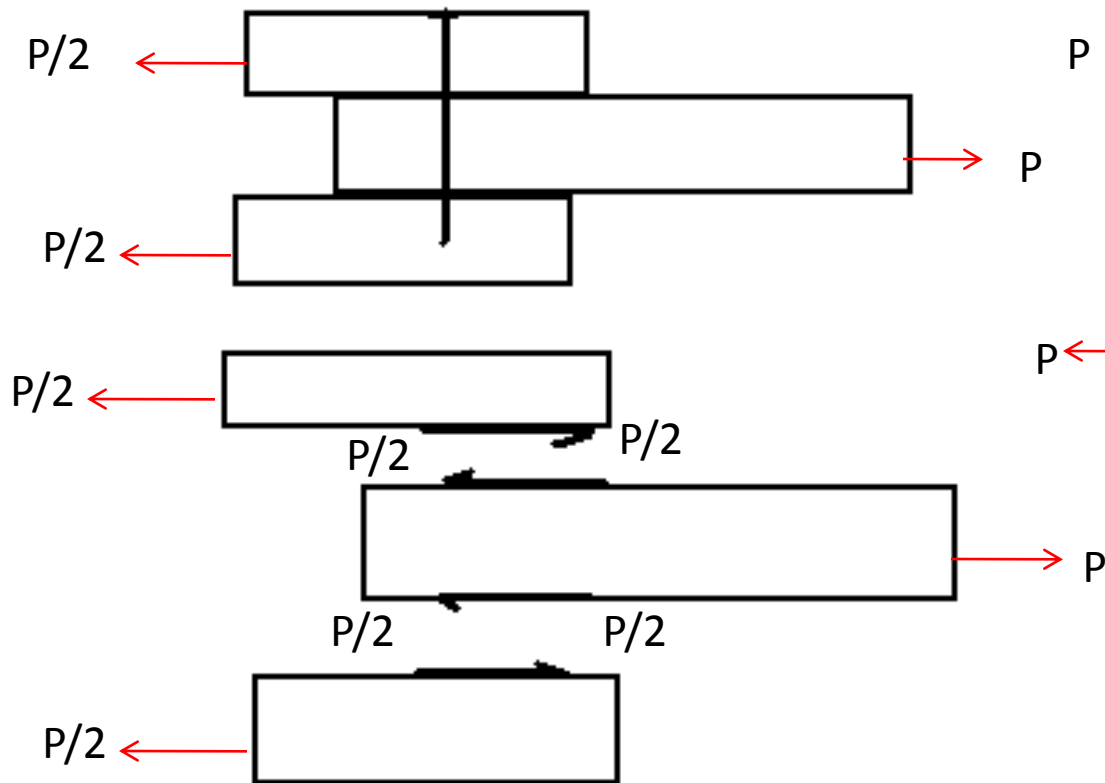
قطر ریشه رزوه

قطر ریشه رزوه در اندازه های متفاوت پیچ به طور متوسط دوسوم قطر محور آن است
پیچ از جنس فولاد، برنج یا آلایژ که ممکن است آبکاری، گالوانیزه شده باشد.
بر مبنای جنس فلز، فاقد یا دارای پرداخت، شکل سر، قطر در بازار یافت می شوند.

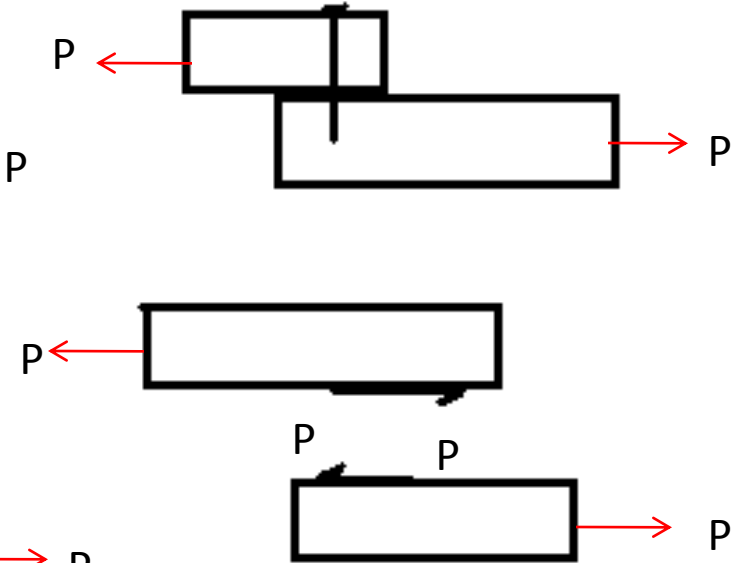
ظرفیت نیروی انفصال محور پیچ در جهت عمود بر الیاف برحسب جرم ویژه چوب، طول نفوذ قسمت رزوه دار و قطر آن متغیر است اگر نیروی انفصال وارد بر پیچ از ظرفیت تحمل چوب اعضای اتصال بیشتر باشد اتصال می شکند.

صابون زدن پیچ در هنگام نصب تاثیر زیادی بر ظرفیت پیچ ندارد. نیروی انفصال پیچ در مقطع عرضی چوب اگر ترک نخورده باشد، ۷۵٪ حالت عمود بر الیاف برآورد می شود.

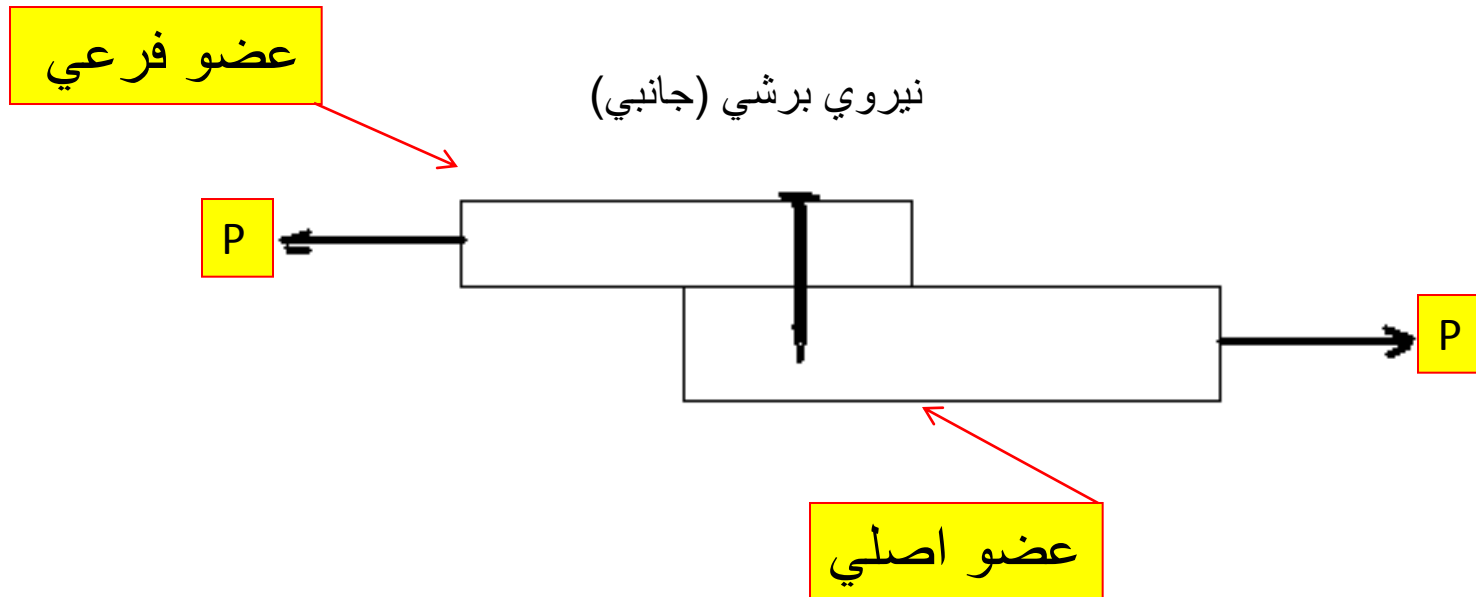
نیروی برشی



اتصال با دو صفحه برش



اتصال با یک صفحه برش



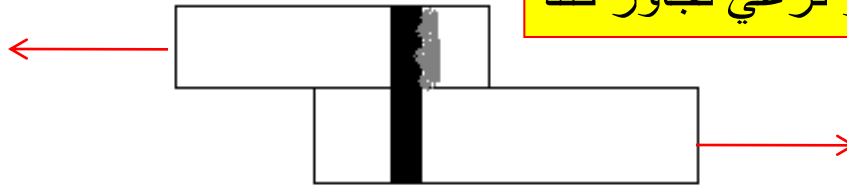
تا سال ۱۹۹۱ ظرفیت نگهداری میخ، پیچ، پیچ سر مهره ای از جداولی که با فورمول تجربی در کد ساختمانی و در جداولی که در NDS منتشر می شدند محاسبه می شد.

عوامل موثر در مقاومت برشي اتصال پين دوعضوي (داراي يك صفحه برش)
ضخامت عضو اتصال ، قطراتصال دهنده مقاومت تکیه گاه پيني چوب و
مقاومت حد تسلیم فلز پیچ

مدل تئوري تسليم سه مد دارد فرض بر اين است که يا چوب زیر پیچ له شود يا
در پیچ تغيير شکل خميري بوجود آید.

ظرفيت اسمي اتصال را بدست مي آورند

اگر تنش از از مقاومت تکیه گاه پيني عضو فرعي تجاوز کند



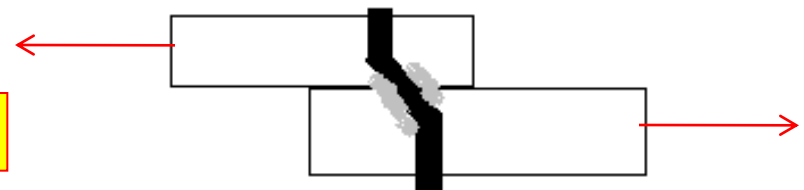
مد I_s

اگر له شدن الياف چوب عضو فرعي و اتصال دهنده (پين) خم مي شود



مد III_s

مد IV



دو تغيير شکل خميري در اتصال دهنده

۱. قطر اتصال دهنده
۲. ضخامت عضو اتصال
۳. مقاومت جاري شدن فلز اتصال دهنده در خمش F_{yb}
۴. مقاومت تکیه گاه پیني عضو چوبي اتصال F_e

۱. جرم ویژه چوب (خشک)
۲. زاویه یا جهت الیاف
۳. اندازه نسبي اتصال دهنده (بزرگ یا کوچک)
۴. چنانچه عضو فرعي فلز باشد مقاومت تکیه گاه پیني فلز F_e



	G_m	جرم ویژه عضو اصلي
	t_m	ضخامت عضو اصلي
	F_{em}	مقاومت تکیه گاهي عضو اصلي
main member	G_s	جرم ویژه عضو فرعي
side member	t_s	ضخامت عضو فرعي
	F_{es}	مقاومت تکیه گاه پیني عضو فرعي
	L	طول میخ
	D	قطر میخ
	P	طول نفوذ در عضو اصلي

مقادیر بر حسب psi و in می باشد

در چوب مقدار F_e به چند عامل بستگی داشت پس معلوم است می توان مقاومت را با انتخاب چوب متفاوت از گونه متفاوت بهبود بخشید.

زاویه الیاف متفاوت نسبت به جهت بار نیز موجب F_e باشد پس می توان الیاف اعضاي چوبي در محل اتصال نسبت به خط اثر بار متفاوت باشد.

بار وارد بر اتصال دهنده گاهی در یک اتصال دهنده تکیه گاه موازي الیاف و یا عمود بر الیاف باشد. زاویه جهت بار با الیاف اعضا بین صفر و نود درجه باشد.

مقاومت تکیه گاه پینی برای بار موازي الیاف حداکثر و عمود بر الیاف حداقل است.

برای زاویه بینابین با فورمول هینکینسون تعیین می شود.

یک تجربه: مساوي بودن تکیه گاه پینی برای اتصال دهنده با قطر کوچک و مستقل از زاویه انحراف خط اثر نیرو نسبت به الیاف اعضاي اتصال.

طراحی اتصال و ضرایب تنظیم

علامت اختصاری ضریب تنظیم						حالت اعمال بار	نوع اتصال دهنده
کوبیدن پاشنه ای	مقطع عرضی	طول نفوذ	دما	نوسان رطوبت	مدت اعمال بار		
C_m C_m	- C_{eg}	- C_d	C_t C_t	C_M C_M	C_D C_D	$W'=W$ $Z'=Z$	میخ و منگنه
- -	- C_{eg}	- C_d	C_t C_t	C_M C_M	C_D C_D	$W'=W$ $Z'=Z$	پیچ چوب
- -	C_{eg} C_{eg}	- C_d	C_t C_t	C_M C_M	C_D C_D	$W'=W$ $Z'=Z$	پیچ سر مهره ای

W برای بار انفصالی و Z برای بار برشی است
ضریب مدت اعمال بار برای اتصال بیش از ۱/۶ نخواهد بود

C_D مدت اعمال بار

مقاومت های چوب وابسته به زمان زیر بارند. بنابر این این ضریب برای همه آنها قابل اعمالند.

اما در اتصالات اعمال ضریب ۲ در نظر گرفته نمی شود. در اتصالاتی که ماده چوبی اصلی نمی باشد ضریب مدت اعمال بار به کار نمی رود.

C_M نوسان رطوبت

رطوبت چوب در زمان ساخت و در هنگام مصرف مسئله است.

در صنعت مبلمان چوب مورد مصرف باید خوب خشک شده و عاری از تنش های داخلی باید باشد.

بخار ناشی از آشپزی در محیط خانه کارکردن کولر های آبی و افزایش رطوبت نسبی در محیط خانه و یا اداره

درد سر ساز است. فر آیند پرداخت چوب نیز مسئله جذب و دفع رطوبت را به حداقل می رساند.

در مبلمان شهری چوب در معرض هوای آزاد قرار دارند و استفاده از ضریب موضوعیت دارد.

این ضریب مقدار واحد دارد چون مشرف شدن مصالح چوبی در دمای ۳۸ درجه سانتیگراد به ندرت اتفاق می افتد.

ضریب طول نفوذ

وقتی از این ضریب استفاده می شود که طول نفوذ اتصال دهنده در عضو اصلی از حد نصاب لازم کمتر باشد. اگر طول نفوذ بیش از حد نصاب باشد ضریب ۱ خواهد بود. این ضریب برای اتصال زیر بار برشی کاربرد دارد. t ضخامت عضو فرعی و L طول میخ

$$L_p = L - t$$

D = قطر میخ

$$C_d = 0 \quad L_p < 6D$$

$$C_d = 1 \quad L_p \geq 12D$$

$$C_d = L_p / 12D \quad 6D < L_p < 12D$$

برای حالتی است که نفوذ اتصال دهنده در عضو اصلی موازی جهت الیاف آن باشد استفاده از اتصال دهنده در مقطع عرضی چوب قابل توصیه نیست. مگر اجباری در کار باشد. اگر محور اتصال دهنده میخ عمود بر جهت الیاف چوب عضو اصلی باشد برابر ۱ و در جهت موازی الیاف ۰/۶۷ می باشد.

ضربیب پاشنه ای

برای حالتی است که میخ کردن مستقیم عضو فرعی به اصلی ممکن نیست مواردی پیش می آید که باید پاشنه ای میخ کوبید. محور اتصال دهنده با عضو فرعی زاویه ۳۰ درجه دارند.

در حالت پاشنه ای برای طول نفوذ میخ دو تعریف وجود دارد. تصویر طول میخ در عضو اصلی در بار برشی

$$L_p = L \cos 30 - t_s = L \cos 30 - L/3 = L(\cos 30 - 1/3)$$

طول نفوذ میخ پاشنه ای L_w برای اتصال زیر بار انفصالی برای تمامی طول میخ در عضو اصلی لحاظ می شود

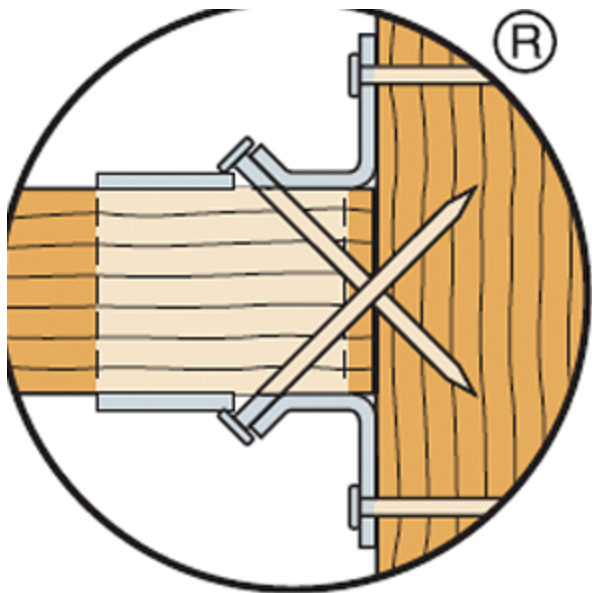
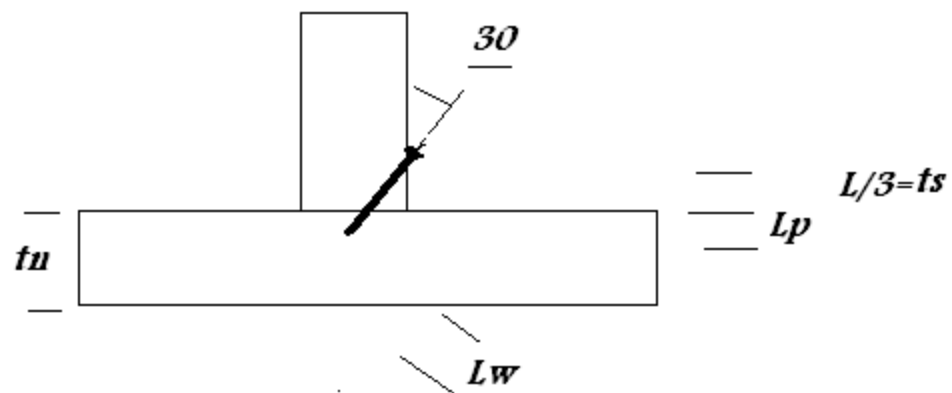
$$L_w = L - L/3 / \cos 30 \leq t_n / \cos 30$$

در حالت بار انفصالی

$$C_m = 0/67$$

در حالت بار برشی

$$C_m = 0/83$$



طراحی اتصالات در سازه مبلمان (میخ)

پیش فرض های شرایط مورد مصرف

زمان بارگذاری نرمال ۱۰ سال)، حالت خشک محیط مصرف، دمای محیط معمولی ، تکیه گاه اتصال دهنده عمود بر محور طولی الیاف چوب، نفوذ کافی در چوب

بار		% رطوبت سرویس	نوع اتصال دهنده
برشی	انفصالی		
۱	۱	≤ 12	میخ و منگنه
۰/۷	۰/۲۵	> 12	
۱	۱	≤ 12	پیچ چوب
۱	۱	> 12	

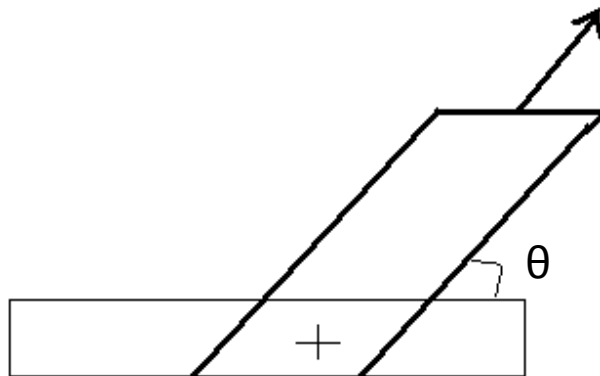
ضریب نوسان رطوبت

ضریب تنظیم دما

Ct			رطوبت در سرویس
$52 < T \leq 65^{\circ}\text{C}$	$38 < T \leq 52^{\circ}\text{C}$	$T \leq 38^{\circ}\text{C}$	
۰/۷	۰/۸	۱	خشک (۱۲٪)
۰/۵	۰/۷	۱	تر

زاویه جهت بار: در جهت موازي چوب قوي تر از عمود است و اگر زاویه بينابین باشد از فورمول هینکینسون استفاده مي شود

$$N = PQ / P \sin^2 \theta + Q \cos^2 \theta$$



میخ ها عمدتا برای اتصالاتی مناسب هستند که بر آنها بار کمی وارد شود.

پیچ چوب در اتصالات زیر بار برشی خوب عمل می کنند چون تمایل به شل شدن کمتری دارند و به نیروی انفصالی نیز مقاوم ترند. این اتصال در سازه مبلمان از اهمیت خاصی برخوردار است زیرا در این سازه عمدتا در معرض بار تکراری با طبیعت ارتعاشی هستند.

پیچ سرمهره ای بر حسب ضرورت به لحاظ اندازه اسکلت مبل کاربرد دارند ولی از ظرافت کار می کاهد.

طراحی اتصال دهنده ها

میخ معمول ترین اتصال دهنده در ساخت وساز چوبی است. قدمت کاربرد آن در مقایسه با بقیه بیشتر است. جدول صفحه بعد اندازه قطر و طول میخ های معمول را نشان می دهد.

اندازه اسمي چند ميخ

نوع ميخ	قطر (mm) D=قطر محور H=قطر سر			طول (cm)	قطر (mm)			طول (cm)	قطر (mm)			طول (cm)
	L	H	D		L	H	D		L	H	D	
معمولي	۱۱/۴	۱۱	۵/۲		۸/۳	۸	۳/۷		۵	۶/۷	۲/۸	
	۱۲/۷	۱۲	۵/۷		۸/۹	۸/۷	۴/۱		۶/۴	۷	۳/۳	
	۱۴	۱۳	۶/۲		۱۱/۲	۱۰	۴/۸		۷/۵	۸	۳/۷	
	۱۵	۱۳/۵	۶/۶		-	-	-		-	-	-	
جعبه	۱۱/۴	۹/۵	۳/۷		۸/۲	۷/۹	۳/۲		۵	۴/۷	۲/۵	
	۱۲/۷	۱۰/۳	۴		۸/۹	۸/۹	۳/۴		۶/۴	۷/۵	۲/۸	
	-	-	-		۱۰/۸	۹/۵	۳/۷		۷/۵	۷/۹	۳/۲	
سر شپوري	۱۰/۸	۱۰/۳	۴/۸		۷/۹	۷/۹	۳/۴		۴/۷	۵/۹	۲/۳	
	۱۲	۱۱	۵/۲		۸/۲	۸/۷	۳/۷		۶	۶/۷	۲/۶	
	۱۴/۶	۱۲/۷	۶/۲		۹/۵	۹/۵	۴/۵		۷/۳	۷	۳	

جرم ویژه چوب عضو اصلی

$$W=98G^{2.5}D$$

قطر میخ (cm)

نیروی انفصال کیلو گرم به ازای
هر سانتیمتر نفوذ میخ در عضو اصلی
به شرطی که

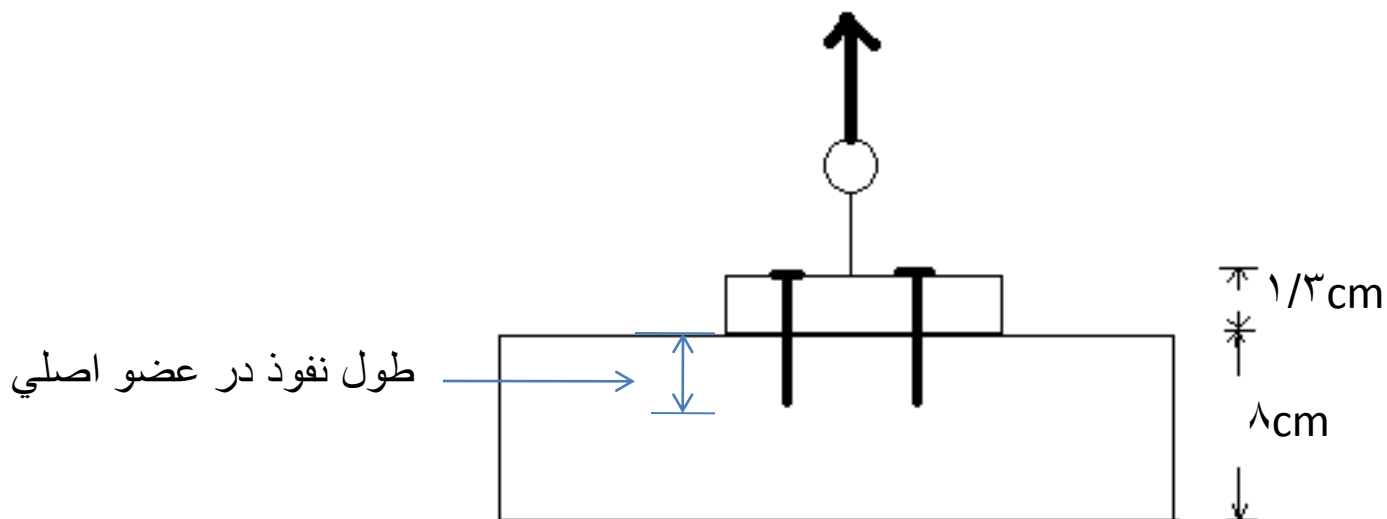
- ۱- نفوذ میخ ترک ایجاد نکند
- ۲- چوب خشک باشد و بعد از مصرف خشک باشد
- ۳- بارگذاری نرمال یا ده ساله بارگذاری
- ۴- میخ عمود بر الیاف چوب کوبیده شود
- ۵- دمای محیط متعارف باشد

جدول صفحه بعد مقادیر بار انفصالی وارد بر میخ را نشان می دهد.
این مقادیر برای سهولت کاربرد تدوین شدند.

مقادیر بار انفصالی اسمی طراحی و نرمال چند نوع میخ به ازای هر سانتیمتر نفوذ آن در عضو اصلی

جرم ویژه چوب G	میخ‌های : معمولی														مفتولی	
	قطر میخ (mm)															
	۲/۵	۲/۸	۳/۲	۳/۳	۳/۴	۳/۸	۴/۱	۴/۸	۵/۲	۵/۷	۶/۲	۶/۷	۷/۲	۷/۹	۹/۵	
۰/۴۲	۲/۸	۳	۳/۶	۳/۷	۳/۸	۴/۲	۴/۶	۵/۲	۵/۸	۶/۴	۷	۷/۵	۸	۹	۱۰/۶	
۰/۴۳	۳	۳/۳	۳/۸	۳/۹	۴	۴/۵	۴/۹	۵/۷	۶/۲	۶/۸	۷/۴	۸	۸/۵	۹/۴	۱۱/۳	
۰/۵	۴/۳	۴/۸	۵/۵	۵/۷	۶/۵	۶/۶	۷	۸/۳	۹	۱۰	۱۰/۱	۱۱/۶	۱۲/۵	۱۳/۱	۱۶/۵	
۰/۵۵	۵/۵	۶/۲	۷	۷/۲	۷/۵	۸/۴	۹	۱۰/۵	۱۱/۴	۱۲/۵	۱۳/۶	۱۴/۷	۱۵/۸	۱۷/۴	۲۱	

در محاسبه اعداد این جدول نزدیک ترین عدد به معادله لحاظ گردید



مثال : در ساخت اتصالي از دو ميخ به طول ۵ سانتيمتر و قطر ۲/۸ ميليمتر استفاده شده است.
 ظرفيت اسمي نرمال اتصال را تعيين كنيد. اگر رطوبت کمتر از ۱۲% و دانسيته هر دو عضو ۰/۵ باشد.
 ظرفيت مجاز دائم را بگوييد.
 اگر رطوبت ساخت بيش از ۲۰% باشد. ظرفيت مجاز اتصال را تعيين كنيد.

$$L=5\text{cm}$$

$$L_p=L-t_s$$

$$5-1/3=3/7\text{ cm}$$

از جدول نيز بدست مي آيد

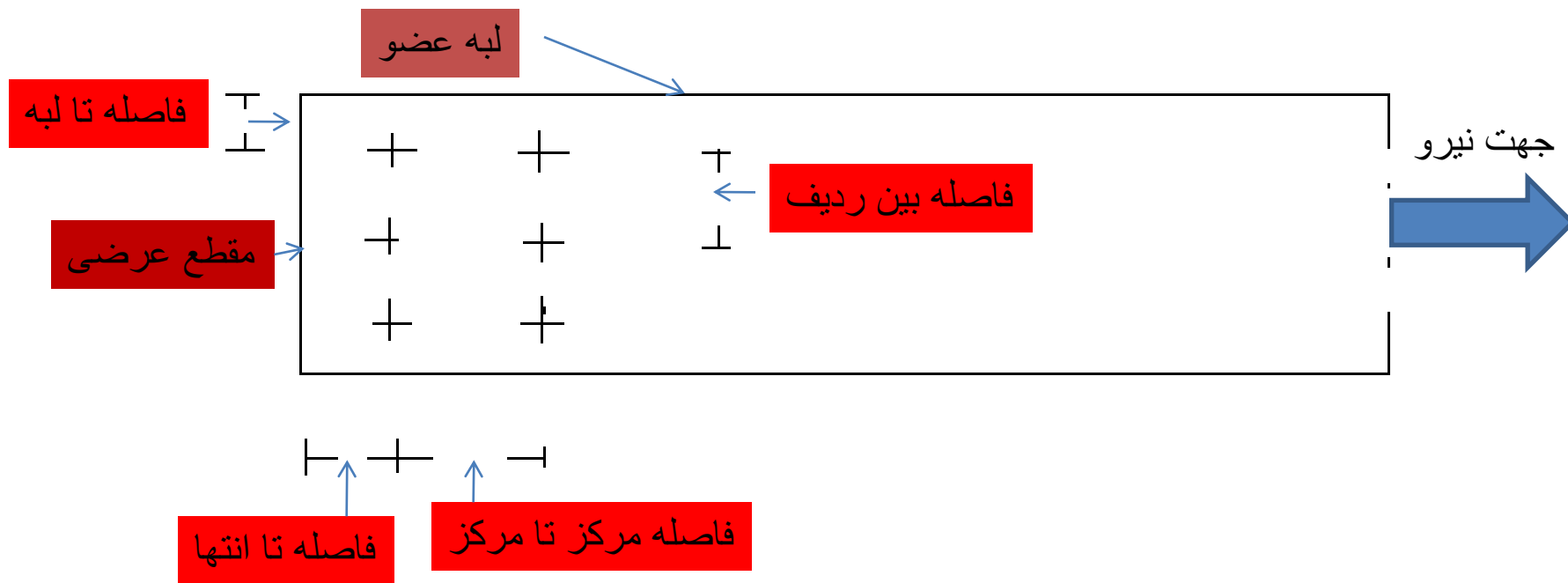
$$W=98(0/5)^{2/5}(0/28)=4/8\text{kg/cm}$$

$$W=4/8(3/7)(2)=35/5\text{kg}$$

$$35/5(0/9)=32\text{kg}$$

در رطوبت ۲۰% $35/5(0/25)=8/8\text{kg}$ بر اساس جدول تنظيم رطوبت

فاصله گذاری



فاصله تا انتها: در امتداد الیاف عضو از نزدیک ترین میخ تا انتهای آن عضو
 فاصله تا لبه: در جهت عمود بر الیاف از مرکز نزدیک ترین میخ تا لبه آن
 فاصله بین میخ در هر ردیف: در جهت الیاف فاصله مرکز یک میخ تا مرکز میخ مجاور
 ردیف میخ: تعداد دو میخ یا بیشتر روی یک خط در امتداد جهت نیرو

در اغلب موارد میخ مستقیماً در چوب کوبیده می شود. اما مواردی وجود دارد که در آنها با به مستعد بودن گونه به ترک خوردن برای پیشگیری از ترک احتمالی در محل کوبیدن میخ سوراخ هادی تعبیه می شود.

توصیه می شود که قطر سوراخ هادی در چوب با جرم ویژه بیش از ۰.۶ حداکثر ۹۰ درصد قطر میخ باشد. با جرم ویژه کمتر از ۰.۶ حدود ۷۵ درصد قطر میخ باشد. نیروی برشی و انفصالی در میخ با سوراخ هادی تغییر محسوسی میکند.

فاصله	عضو فرعی بدون سوراخ هادی	عضو فرعی چوب با سوراخ هادی	عضو فرعی وصله فلزی بدون سوراخ هادی	عضو فرعی وصله فلزی با سوراخ هادی
بین میخ مرکز تا مرکز				
موازی الیاف	۱۵D	10D	10D	5D
عمود بر الیاف	10D	5D	5D	2.5D
فاصله تا انتها موازی الیاف				
نبروکشی	15D	10D	10D	5D
نیرو فشاری	10D	5D	5D	3D
فاصله تالبه	2.5D	2.5D	2.5D	2.5D
فاصله ردیف (کوبیدن)				
زیگزاگی	2.5D	2.5D	2.5D	2.5D
روی خط مستقیم	۵D	۳D	۳D	2.5D

با تحلیل سازه ای از یک نوع صندلی بار انفصالی وارد بر اتصال نشیمنگاه با ستونک پشتی و پایه عقبی آن ۶۰ کیلوگرم تعیین شده است. جرم ویژه چوب پایه و ستونک $G=0.43$ و ضخامت قید ۳.۴ سانتیمتر است.

الف- تعداد لازم میخ معمولی ۶ برای این اتصال زیر بار نرمال چند عدد است.

طول میخ ۶.۴ و قطر آن ۰.۳۳ سانتیمتر است. مطابق جدول ۱۰۱

$L_p = L - t = 6.4 - 3.4 = 3 \text{ cm}$ طول نفوذ در عضو اصلی

ظرفیت هر سانتیمتر نفوذ این میخ $W = 98(0.43)^{2.5}(0.33) = 3.9 \text{ kg/cm}$

ظرفیت هر میخ شماره ۶ در این اتصال

$$W' = W(\text{طول نفوذ}) = 3.9 * (3) = 11.7 \text{ kg}$$

$n = 60 \text{ kg} / 11.7 \text{ kg}$ تعداد لازم میخ برابر است با بار وارد بر اتصال بر ظرفیت یک عدد

فاصله تا لبه و بین میخ های هر ردیف را تعیین کنید. فرض این است که میخ ها بدون سوراخ هادی کوبیده شود.

مطابق جدول صفحه ۱۰۷

$$e=2.5(D) \quad 2.5*(0.33)=0.82 \text{ cm}$$

۴ میخ از این ۵ عدد محاسبه شده در دو ردیف قرار می گیرند و ترجیحا میخ پنجم در فاصله بین دو ردیف



$$\begin{aligned} & \top e=0.82cm \\ & \perp \\ & d=1.65cm \\ & \top e=0.82cm \\ & \perp \end{aligned}$$

$$d=5D=5(0.33)=1.65cm$$

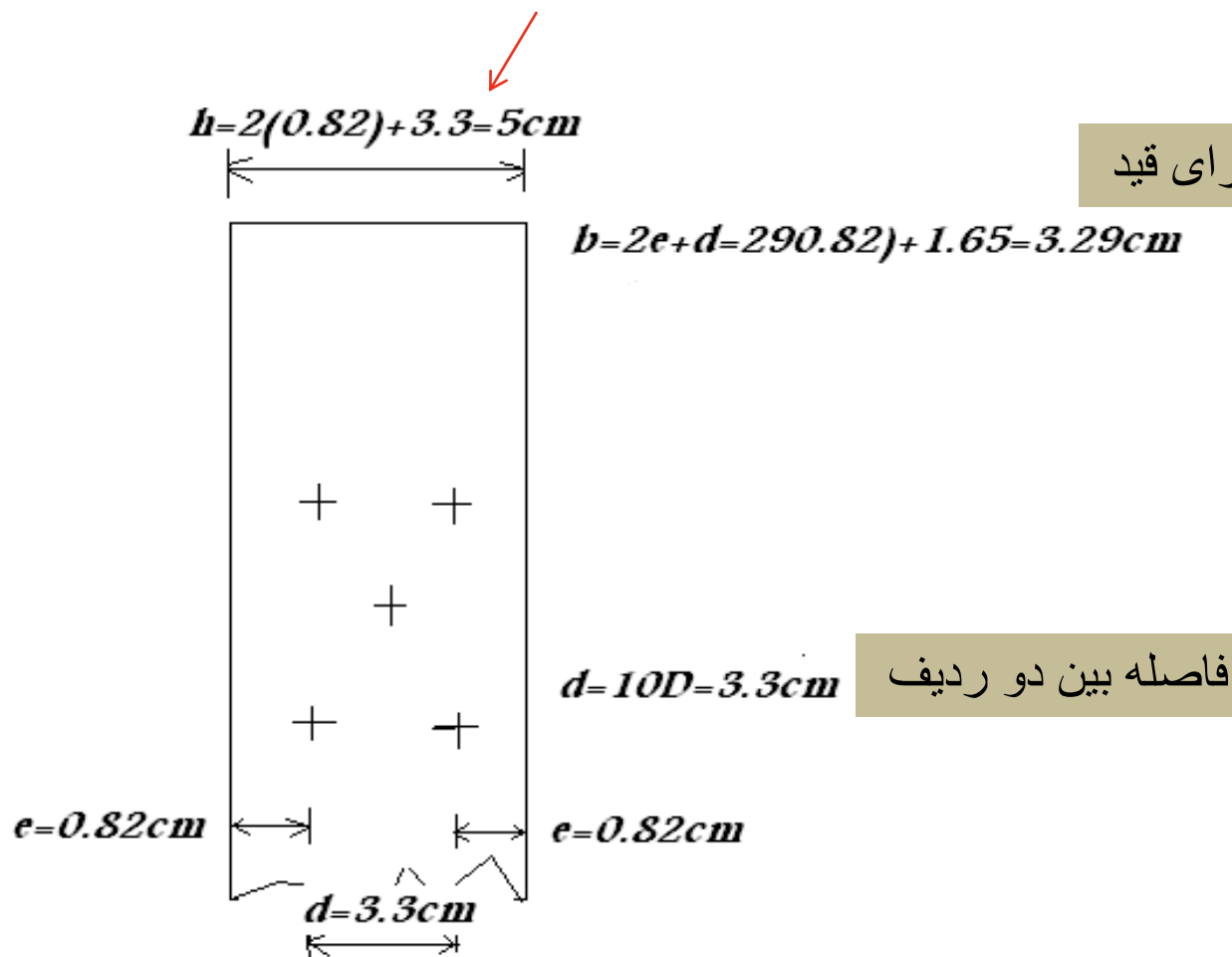
$$f=15D=15(0.33)=5cm$$

فاصله بین ردیف ها

فاصله بین دو میخ متوالی

با توجه به فواصل محاسبه شده پهنای لازم قید و ضخامت پایه و ستونک صندلی را محاسبه کنید.

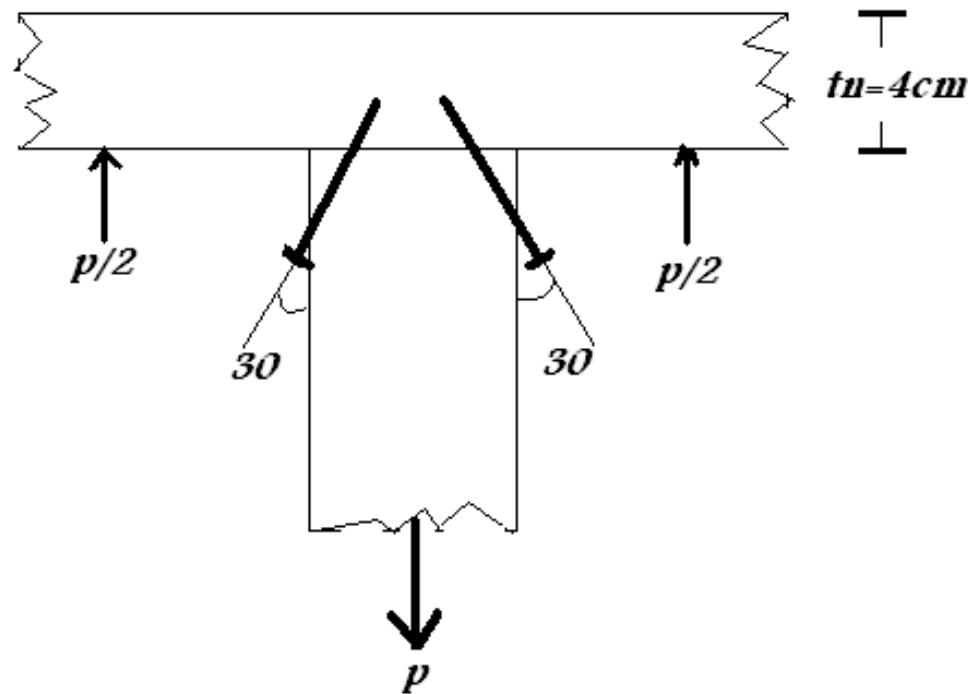
ضخامت یا پهنای پایه و ستونک در محل اتصال



حداقل لازم پهنای قید

فاصله بین دو ردیف

اتصال شکل زیر با کوبیدن میخ به حالت پاشنه ای درست شده است و از دو میخ ۶ معمولی (به طول ۶.۴ سانتیمتر) استفاده گردید. جرم ویژه چوب هر دو عضو از یک گونه و به مقدار ۰.۵ گرم بر سانتیمتر مکعب و چوب در هنگام نصب خشک است و در سرویس نیز خشک خواهد ماند. دما محیط اتصال عادی است. ظرفیت مجاز شوک وارد بر اتصال را محاسبه کنید.



$$L=6.4 \text{ cm} , \quad D=0.33 \text{ cm} , \quad C_t=1 , \quad C_M=1 , \quad C_D=1.6$$

$$L_w=L-(L/3)/\cos 30^\circ \leq t_n/\cos 30^\circ$$

$$L_w=6.4-(6.4/3)/\cos 30^\circ \leq 4/\cos 30^\circ$$

$$L_w=3.94 < 4.62 \text{ cm}$$

در جدول صفحه ظرفیت نرمال انفصالی میخ ۶ معمولی به قطر ۰.۳۳ سانتیمتر در چوبی با جرم ویژه ۰.۵ برابر ۵.۷ کیلوگرم بر سانتیمتر نفوذ میخ در عضو اصلی است

$$W=L_w(5.7)=3.94(5.7)=22.5 \text{ kg}$$

به ازای هر میخ

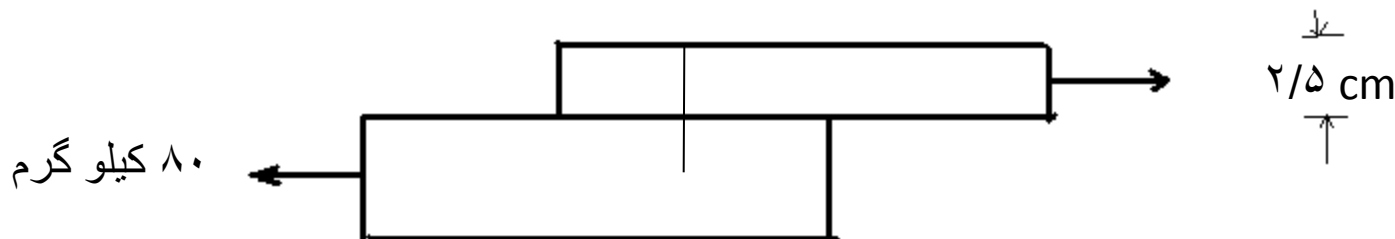
$$W'=W(C_D)(C_M)(C_t)(C_m)=22.5(1.6)(1)(1)(0.67)=24 \text{ kg}$$

$$W'=2(24)=48 \text{ kg}$$

از موارد باروارد به اتصال، نیروی برشی است، ظرفیت اتصال با میخ زیر بار برشی به عوامل: ضخامت دو عضو اتصال، مقدار مقاومت تکیه گاه پینی چوب، قطر و مقاومت حد تسلیم فلز میخ بستگی دارد.

ظرفیت اسمی طراحی اندازه های مختلف چند نوع میخ که با معادلات تئوری حد تسلیم محاسبه شدند در جداول آمده اند. اعداد جدول برای مقادیر اسمی طراحی شده اند و مشمول ضرایب تنظیم می باشند. در وضعیتی که این میخ ها عمود بر الیاف چوب نصب شده باشند، حداقل طول نفوذ میخ در عضو اصلی اتصال L_p ده برابر قطر میخ $10D$ می باشد. اگر طول نفوذ میخ در عضو اصلی $6D < L_p \leq 10D$ باشد مقدار اسمی طراحی را باید در $L_p/10D$ ضرب نمود. در صورتی که طول نفوذ میخ برای تامین طول نفوذ حد نصاب ($L_p = 10D$) کافی نباشد، اصلاح مقدار ظرفیت اسمی با $L_p/10D$ لازم خواهد بود.

مثال: در اتصالی که حامل ۸۰ کیلو گرم نیرو است چند عدد میخ ۵ جعبه لازم است. جرم ویژه چوب عضو اصلی ۰/۴۳ و ضخامت عضو فرعی ۲/۵ سانتیمتر است. بار وارده نرمال، چوب خشک و خشک در سرویس می ماند.



$$10D=10(0.25)=2.5$$

از تمام ظرفیت میخ استفاده می گردد  $L_p=L-t_s=5-2.5=2.5=10D$ طول نفوذ در عضو اصلی

بر اساس جدول قبلی که جرم ویژه چوب را لحاظ کرده است. (۰/۴۳) بار برشی ۲۲ کیلوگرم است.

چون سایر ضرایب رطوبت و زمان بارگذاری نرمال همه (۱) هستند در نتیجه توان تحمل آن ۲۲ کیلوگرم می باشد

$$\text{تعداد میخ لازم} = ۸۰ \div ۲۲ = ۴ \text{ عدد}$$

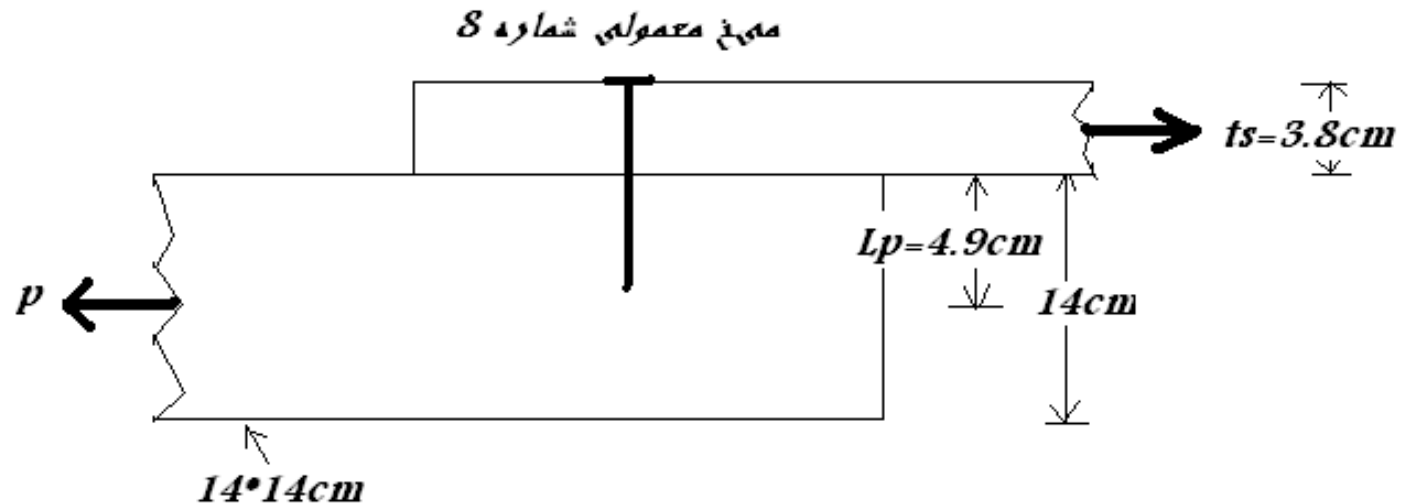
مقاومت تکیه گاه پینی اتصالات با میخ و پیچ چوب

Gجرم ویژه چوب	F_e (kg/cm ²)مقاومت تکیه گاه پینی
0.42	234
0.43	245
0.5	325
0.55	388

مقاومت حد تسلیم چند نوع میخ

میخ معمولی، جعبه، مفتولی	قطر میخ mm
$F_{yb}(\text{kg/cm}^2)$	
7600	2.5
7400	2.87
7200	3.25
7100	3.32
6900	3.42
6700	3.75
6300	4.1

مقدار اسمی طراحی اتصال شکل زیر را با میخ معمولی شماره ۸ روی اعضای اتصال از یک گونه با دانسیته ۰.۵ گرم بر سانتیمتر مکعب تعیین نمایید. زاویه جهت بار نسبت به الیاف بر ظرفیت اتصال تاثیرگذار نیست.



۸ مطابق جدول مشخصات میخ معمولی
L=8.7cm, D=4.1mm

$$L_p = L - t_s \leq t_m$$
$$= 8.7 - 3.8 = 4.9 \text{ cm} < t_m = 14 \text{ cm}$$

حداقل طول نفوذ لازم
 $12D = 12(0.41) = 4.9 \text{ ok}$

مقاومت حد تسلیم میخ مطابق جدول
 $F_{yb} = 6300 \text{ kg/cm}^2$

جرم ویژه هر دو چوب
 $G_s = G_m = 0.5$

مقاومت تکیه گاه پینی هر دو عضو مساوی است برابر جدول
 $F_{em} = F_{es} = 325 \text{ kg/cm}^2$

ضریب قطر در معادلات تسلیم
 $K_D = 2.2$

$$R_e = F_{em} / F_{es} = 325 / 325 = 1$$

در معادله
 $L_p = 4.9 = p$
 $1 + R_e = 1 + 1 = 2 \qquad 1 + 2R_e = 1 + 2 = 3 \qquad 2 + R_e = 2 + 1 = 3$

$$K_1 = -1 + \left[2(1 + R_e) + \frac{2F_{yb}(1 + 2R_e)}{3F_{em}p^2} D^2 \right]^{0.5}$$

$$K_1 = -1 + \left[2(2) + \frac{2(6300)(3)}{3(325)(0.49)^2} (0.41)^2 \right]^{0.5} = 1.066$$

$$K_2 = -1 + \left[\frac{2(1 + R_e)}{R_e} + \frac{2F_{yb}(2 + R_e)}{3F_{em}ts^2} D^2 \right]^{0.5}$$

$$K_2 = -1 + \left[\frac{2(2)}{1} + \frac{2(6300)(3)}{3(325)(3.8)^2} (0.41)^2 \right]^{0.5} = 1.1098$$

$$Z = \frac{Dt_s F_{es}}{K_D}$$

مد I_s

$$Z = \frac{(0.41)(0.38)(325)}{2.2} = 230kg$$

$$Z = \frac{K_2 Dt_s F_{em}}{K_D (2 + R_e)}$$

مد III_s

$$Z = \frac{1.1098(0.41)(3.8)(325)}{2.2(2+1)} = 85kg$$

$$Z = \frac{K_1 DPF_{em}}{K_D (1 + 2R_e)}$$

مد III_m

$$Z = \frac{1.0667(0.41)(4.9)9325)}{2.2(1 + 2(1))} = 105kg$$

$$Z = \frac{D_2}{K_D} \left[\frac{2F_{em} F_{yb}}{3(1 + R_e)} \right]^{0.5}$$

مد IV

$$Z = \frac{041}{2.2} \left[\frac{2(325)(6300)}{3(1 + 1)} \right]^{0.5} = 63kg$$

مقدار اسمی ظرفیت طراحی اتصال ۶۳ کیلوگرم است.

مقادیر بار برشی اسمی طراحی و نرمال (kg) چند نوع میخ در اتصال
با یک صفحه برش - هر دو عضو اتصال از یک گونه

بار برشی بر حسب جرم ویژه چوب، G				نوع میخ و طول آن (cm)			قطر میخ mm	ضخامت عضو فرعی cm
۰/۵۵	۰/۵۰	۰/۴۳	۰/۴۲	سرشیپوری	جمعیه	معمولی		
۲۵	۲۲	۱۸	۱۷	-	۵	۵	۲۵	۱/۳
۳۰	۲۷	۲۲	۲۱	۶/۴	۶/۴	۵	۲۸۷	
۳۳	۲۹	۲۴	۲۴	۷/۶	-	-	۳	
۳۷	۳۳	۲۸	۲۷	-	۷/۶	-	۳۲۵	
۳۸	۳۴	۲۹	۲۸	-	-	۶/۴	۳۳۲	
۴۰	۳۶	۳۰	۲۹	-	-	-	۳۴۲	
۴۶	۴۱	۳۴	۳۳	-	-	۷/۶	۳۷۵	
۲۸	۲۵	۲۲	۲۱	-	۵	۵	۲۵۰	۱/۹
۳۶	۳۳	۲۶	۲۶	۶/۴	۶/۴	۶/۴	۲۸۷	
۴۰	۳۶	۲۹	۲۸	۷/۶	-	-	۳	
۴۶	۳۹	۳۲	۳۱	-	۷/۶	-	۳۲۵	
۴۷	۴۱	۳۳	۳۲	-	-	۶/۴	۳۳۲	
۴۹	۴۳	۳۴	۳۴	-	-	-	۳۴۲	
۵۵	۴۸	۳۸	۳۸	-	-	۷/۶	۳۷۵	
۲۸	۲۵	۲۲	۲۱	-	۵	-	۲۵	۲/۵
۳۶	۳۳	۲۹	۲۸	۶/۴	۶/۴	۵	۲۸۷	
۴۰	۳۷	۳۲	۳۱	۷/۶	-	-	۳	
۴۶	۴۲	۳۶	۳۶	-	۷/۶	-	۳۲۵	
۴۸	۴۴	۳۸	۳۷	-	-	۶/۴	۳۳۲	
۵۱	۴۴	۴۰	۳۹	-	-	-	۳۴۲	
۵۸	۴۷	۴۵	۴۳	-	-	۷/۶	۳۷۵	
۲۸	۲۵	۲۲	۲۱	-	۵	-	۲۵	۳/۲
۳۶	۳۳	۲۹	۲۳	۶/۴	۶/۴	۵	۲۸۷	
۴۰	۳۷	۳۲	۳۱	۷/۶	-	-	۳	
۴۶	۴۲	۳۶	۳۶	-	۷/۶	-	۳۲۵	
۴۸	۴۴	۳۸	۳۷	-	-	۶/۴	۳۳۲	
۵۱	۴۷	۴۰	۴۰	-	-	-	۳۴۲	
۵۸	۵۳	۴۶	۴۵	-	-	۷/۶	۳۷۵	