وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیش نویس

آیین نامه طراحی سازه های چوبی

آبان ماه۱۳۹۴

فـصـل اول

الـزام‌هـای عـام بـرای طـراحـی سـازه‌ای

۱-۱- دامنه

۱-۲- شروط عام

۱-۳- جامعیت استاندارد

۱-۴- روش‌های طراحی

۱-۵- آیین‌نامه‌ها و نقشه‌ها

۱-۶- فهرست اختصارها

۱-۱- دامنه

۱-۱-۱- روند تعریف شده اجرا

۱-۱-۱-۱- این آیین‌نامه روشی را تعریف می‌کند که باید در طراحی سازه‌ای با مصالح چوبی زیر تبعیت شود:

- چوب درجه‌بندی شده نظری
- چوب درجه‌بندی شده با ماشین
- چوب لایه‌ای
- شمع‌های چوبی
- تیرهای چوبی
- تیرچه‌های (مقطع I شکل) پیش‌ساخته چوبی
- پنل‌های (ورق‌های) چوبی

علاوه بر این آیین‌نامهٔ مذکور روشی را هم تعریف می‌کند که باید در طراحی و ساخت اتصال با اتصال‌دهنده‌های تنها و چندتایی مشروح در اینجا، تبعیت شوند.

۱-۱-۱-۲- سوار کردن قطعات سازه‌ای از مصنوعات پنلی باید طبق اصول مهندسی مکانیک طراحی شود (به منابع ۳۲، ۳۳، ۳۴ و ۵۳ رجوع شود).

۱-۱-۱-۳- سوار کردن‌های اجزای سازه با وصله‌های فلزی باید طراحی مقبول مهندسی داشته باشند (به منبع ۹ رجوع شود).

۱-۱-۱-۴- این آیین‌نامه قصد ممانعت از کاربرد مصالح، مونتاژ کردن و سازه‌ها یا طراحی‌های غیر منطبق با معیارهای مطرح در اینجا را ندارد که با هدف تئوری شناخته شده تحلیل، در مقیاس کاربردی یا آزمایشی آزمون می‌شوند، مدل مطالعاتی مشابه یا توسعه تجربه در کاربرد مصالح، مونتاژ کردن، سازه یا طراحی مناسب مورد کاربری، اجرا می‌شوند.

۱-۱-۲- نظارت مجاز

مقادیر مرجع طراحی، مقدار تنظیم‌ها و شروط طراحی سازه‌ای در این آیین‌نامه برای موارد طراحی و اجرای تحت نظارت مجاز هستند.

۱-۲- شروط عام

۱-۲-۱- مطابقت با استانداردها

کیفیت مصنوعات چوب، اتصال‌دهنده‌ها و طراحی اعضای باربر و اتصال‌ها باید با استانداردهای تعیین شده در این آیین‌نامه مطابقت داشته باشند.

۱-۲-۲- قاب و مهار کردن

تمام اعضا باید طوری قاب‌بندی (کلاف)، تثبیت، بسته و مهار شوند که بتوانند لزوم مقاومت و صلبیت را فراهم آورند. مهار کافی و پل‌بندی برای مقاومت در برابر باد و نیرهای جانبی دیگر باید تدارک دیده شوند.

۱-۳- جامعیت استاندارد

فصل‌ها، قسمت‌ها و زیرقسمت‌های مختلف و مقالات این آیین‌نامه بهم مربوط هستند. شروط مرتبط با هر فصل، قسمت و زیرقسمت و مقاله باید در ارتباط با فصل و قسمت و زیرقسمت دیگر به کار روند.

۱-۴- روش‌های طراحی

این آیین‌نامه شروطی را برای طراحی با مصنوعات چوبی تعیین شده در اینجا توسط روش‌های زیر تهیه کرده است:

الف) طراحی با تنش مجاز (ASD) "Allowabe Stress Design"

ب) طراحی با ضریب بار و مقاومت (LRFD)"Load And Resistance Factor Design"

طراحی‌ها باید طبق شروط تنش مجاز (ASD) یا ضریب بار و مقاومت (LRFD) انجام شوند.

۱-۴-۱- فرض‌های بارگذاری

سازه‌های چوبی و اعضای سازه‌ای آن‌ها باید برای تحمل ایمن بارهای پیش‌بینی شده، طراحی و ساخته شوند. این آیین‌نامه استناد به اصلی می‌شود که بارگذاری مفروض در طراحی، معرف شرایط واقعی است.

۱-۴-۲- آیین‌نامه‌های متبوع

حداقل بارهای طراحی باید با آیین‌نامه ساختمانی محل مطابقت داشته باشد یا استانداردهای سرشناس دیگر، در صورت عملی بودن.

۱-۴-۳- بارهای طراحی

بارهای طراحی شامل بارها یا نیروهای: مرده، زنده، برف، باد، زلزله، برپایی (سوار کردن) و سایر نیروهای استاتیکی و دینامیکی می‌باشد.

۱-۴-۴- توأم‌های بار

توأم‌های بارها و نیروهای طراحی و ضرایب توأم بار باید با آیین‌نامهٔ متبوع مطابقت داشته باشند یا در صورت عملی بودن با استانداردهای دیگر سرشناس بارهای طراحی. کد متبوع باید مشاوره برای ضرایب، توأم بار را مجاز بداند. توأم‌های بار و ضریب اثر زمان، λ برای کاربرد در "LRFD" در ضمیمه N ارائه شدند.

۱-۵- آیین‌نامه‌ها و نقشه‌ها

۱-۵-۱- اندازه‌ها

نقشه‌ها یا تعیین خصوصیات یا هر دو باید نشان دهند که اندازه‌های مصنوعات چوب برحسب اندازه اسمی استاندارد، استاندارد خالص یا اندازه‌های ویژه به ترتیبی که برای مصنوعات مربوط در فصل‌های ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹ تعیین شدند، بیان شده است.

۱-۶- فهرست اختصارها

علائمی که در این آیین‌نامه به کار گرفته شدند، مفاهیم زیر را دارند:

A – مقطع عرضی، (cm^2)

A_m – مقطع ناخالص اعضا یا عضو اصلی چوبی، (cm^2)

A_n – مقطع عرضی عضو چاک زده، (cm^2)

A_s – جمع مقطع ناخالص عضو یا اعضای فرعی، (cm^2)

C_D – ضریب مدت زمان

C_F – ضریب اندازه برای چوب ماسیو (برش شده)

C_I – ضریب عمل متقابل تنش برای چوب سازه‌ای لایه‌ای باریک شونده

C_L – ضریب ثبات تیر

C_M – ضریب محیط سرویس

C_P – ضریب ثبات ستون

C_T – ضریب سفتی کمانش برای چوب با ضخامت $7/5cm$ و بیشتر

C_V – ضریب حجم برای چوب لایه‌ای ساختمانی یا چوب چندسازه‌ای

C_b – ضریب تکیه‌گاهی

C_c – ضریب انحنا برای چوب لایه‌ای ساختمانی

C_{cs} – ضریب مقطع بحرانی برای شمع‌های چوبی گرد

C_{ct} – ضریب شرایط تیمار

C_d – ضریب عمق نفوذ برای اتصال‌ها

C_{di} – ضریب دیافراگم برای اتصال‌های میخ شده

C_{dt} – ثابت تجربی به دست آمده از رابطه معادلات برای تغییر مکان تیرهای باریک شونده مستقیم و تیرهای هرمی

C_{eg} – ضریب مقطع عرضی (چوب) برای اتصال‌ها

C_{fu} – ضریب کاربرد روی سطح عریض

C_g – ضریب عمل گروهی برای اتصال‌ها

C_i – ضریب شیارزنی برای چوب با ضخامت $۷/۵cm$ و بیشتر

$C_{\ell s}$ – ضریب تسهیم بار در شمع‌های چوبی

C_r – ضریب تکرار برای چوب با ضخامت $۷/۵cm$ و بیشتر، تیرچه‌های پیش‌ساخته از چوب و چوب ساختمانی چندسازه‌ای

C_{rs} – ضریب تجربی کاهش تنش شعاعی در تیرهای خم‌دار سازه‌ای لایه‌ای و باریک شونده دوطرفه

C_s – ضریب اندازه پنل‌های سازه‌ای چوب

C_{st} – ضریب وصله فلزی کمکی برای اتصال‌ها با واشر برشی ۴ اینچ

C_t – ضریب دما

C_{tn} – ضریب میخ‌کوبی پاشنه‌ای برای اتصال‌های با میخ

C_{vr} – ضریب کاهش نیروی برشی در چوب سازه‌ای لایه‌ای

C_y – ضریب تغییر مکان تیر سازه‌ای لایه‌ای باریک شونده

C_Δ – ضریب هندسی برای اتصال‌ها

COV_E – ضریب تغییرات برای مدول الاستیسیته

D – قطر اتصال‌دهنده پینی، (cm)

D_r – قطر ریشه اتصال‌دهنده پینی، (cm)

E – طول باریک شونده نوک اتصال‌دهنده کوبیدنی

E', E – مدول الاستیسیته مرجع و تنظیم شده، $(Kg/cm^۲)$

$E_{\min}, E'_{\min}$ – مدول الاستیسیته مرجع و تنظیم شده برای محاسبات ثبات تیر و ستون، (Kg/cm^2)

$(EI)_{\min}, (EI)'_{\min}$ – EI مرجع و تنظیم شده برای محاسبات ثبات تیر و ستون، $Kg\text{-}cm^2$

E_m – مدول الاستیسیته عضو اصلی، (Kg/cm^2)

E_s – مدول الاستیسیته عضو فرعی، (Kg/cm^2)

E_x – مدول الاستیسیته چوب سازه‌ای لایه‌ای برای تغییر مکان ناشی از خمش حول محور $x\text{-}x$، (Kg/cm^2)

$E_{x\min}$ – مدول الاستیسیته چوب سازه‌ای لایه‌ای برای محاسبه ثبات ستون و تیر در کمانش حول محور $x\text{-}x$، (Kg/cm^2)

E_y – مدول الاستیسیته چوب سازه‌ای لایه‌ای برای تغییر مکان ناشی از خمش حول محور $y\text{-}y$، (Kg/cm^2)

$E_{y\min}$ – مدول الاستیسیته چوب سازه‌ای لایه‌ای برای محاسبات ثبات ستون و تیر در کمانش حول محور $y\text{-}y$، (Kg/cm^2)

F_b, F'_b – مقدار مرجع و تنظیم شده مقاومت خمشی مجاز، (Kg/cm^2)

F_b^* – مقدار مرجع مقاومت خمشی ضرب شده در همه ضرایب تنظیم، غیر از C_L، (Kg/cm^2)

F'_{b1} – مقاومت تنظیم شدهٔ مجاز خمش عضو روی لبه، (Kg/cm^2)

F'_{b2} – مقاومت تنظیم شده مجاز خمش عضو روی پهنا، (Kg/cm^2)

F_{BE} – مقاومت بحرانی طراحی در خمش، (Kg/cm^2)

F_{bx}^+ – مقاومت خمشی مرجع زیر لنگر خمشی مثبت چوب سازه‌ای لایه‌ای، (Kg/cm^2)

F_{bx}^{-} – مقاومت خمشی مرجع زیر لنگر خمشی منفی چوب سازه‌ای لایه‌ای، (Kg/cm^2)

F_{by} – مقاومت خمشی مرجع چوب سازه‌ای لایه‌ای زیر لنگر حول محور y-y، (Kg/cm^2)

F_C, F'_C – مقدار مرجع و تنظیم شدهٔ مقاومت مجاز فشار موازی الیاف، (Kg/cm^2)

F_C^* – مقدار مرجع مقاومت مجاز فشار موازی الیاف ضرب در همه ضرایب تنظیم، غیر از C_P، (Kg/cm^2)

F_{CE} – مقدار مجاز مقاومت بحرانی کمانش در فشار موازی الیاف عضو فشاری، (Kg/cm^2)

F_{CE1}, F_{CE2} – مقدار مجاز مقاومت بحرانی کمانش در فشار موازی الیاف عضو فشاری در صفحه‌های تکیه‌گاه جانبی، (Kg/cm^2)

$F_{C\perp}, F'_{C\perp}$ – مقاومت مرجع و تنظیم شده مقاومت مجاز فشار عمود بر الیاف، (Kg/cm^2)

$F_{C\perp x}$ – مقاومت مرجع فشار تکیه‌گاهی روی سطح پهن چوب سازه‌ای لایه‌ای، (Kg/cm^2)

$F_{C\perp y}$ – مقاومت مرجع فشار تکیه‌گاهی روی لبهٔ چوب سازه‌ای لایه‌ای، (Kg/cm^2)

F_e – مقاومت تکیه‌گاهی پین، (Kg/cm^2)

F_{em} – مقاومت تکیه‌گاهی پین عضو اصلی، (Kg/cm^2)

F_{es} – مقاومت تکیه‌گاهی عضو فرعی، (Kg/cm^2)

$F_{e\parallel}$ – مقاومت تکیه‌گاهی موازی الیاف، (Kg/cm^2)

$F_{e\perp}$ – مقاومت تکیه‌گاهی عمود بر الیاف، (Kg/cm^2)

$F_{e\theta}$ – مقاومت تکیه‌گاهی پین تحت زاویه‌ای نسبت به الیاف، (Kg/cm^2)

F_{rc} – مقاومت طراحی مرجع فشار شعاعی در چوب سازه‌ای لایه‌ای، (Kg/cm^2)

F'_{rt}, F_{rt} – کشش شعاعی مجاز و تنظیم شده در راستای عمود بر الیاف، (Kg/cm^2)

F'_s, F_s – مقدار مرجع طراحی و تنظیم شده تنش برشی در صفحه (برشی پیچشی) پنل‌های سازه-ای چوب، (Kg/cm^2)

F'_t, F_t – مقدار مرجع و تنظیم شده مجاز کشش موازی الیاف، (Kg/cm^2)

F'_v, F_v – مقدار مرجع و تنظیم شده مجاز برش موازی الیاف، (Kg/cm^2)

F_{vx} – مقاومت مرجع طراحی تنش برشی در چوب سازه‌ای لایه‌ای زیر لنگر حول محور x-x ، (Kg/cm^2)

F_{vy} – مقاومت مرجع طراحی تنش برشی در چوب سازه‌ای لایه‌ای زیر لنگر حول محور y-y، (Kg/cm^2)

F_{yb} – مقاومت خمشی تسلیم اتصال‌دهنده، (Kg/cm^2)

F'_θ – مقاومت خمشی مجاز تنظیم شده تحت زاویه‌ای نسبت به الیاف، (Kg/cm^2)

G – جرم ویژه

G_v – مقدار مرجع مدول صلبیت پنل‌های سازه‌ای چوب، (Kg/cm^2)

I – ممان اینرسی، cm^4

K', K – ضریب سفتی برشی تیرچه‌های I (مقطع)

K_D – ضریب قطر در اتصال‌های با پین با $D < ۶/۴mm$

K_F – ضریب تبدیل فرمت

K_M – ضریب رطوبت برای وتر فشاری خرپا از چوب ماسیو

K_T – ضریب وتر فشاری خرپا از چوب ماسیو

K_{bE} – ضریب کمانش اولر برای تیرها

K_{CE} – ضریب کمانش اولر برای ستون‌ها

K_{cr} – ضریب وابسته به زمان تغییر مکان (کریپ)

K_e – ضریب طول کمانش برای اعضای فشاری

K_f – ضریب ثبات برای ستون‌های پیش‌ساخته با پیچ و میخ

K_{rs} – ضریب تجربی تنش شعاعی برای چوب سازه‌ای لایه‌ای خم‌دار باریک شونده دوطرفه

K_t – ضریب دما

K_x – ضریب تثبیت ستون دو لنگه‌ای

K_θ – ضریب زاویه نسبت به الیاف برای اتصال‌های با پین با $D > ۶/۴\ mm$

K_ϕ – ضریب تجربی شکل تنش خمشی برای چوب سازه‌ای لایه‌ای خم‌دار باریک شونده دوطرفه

L – طول دهانه عضو خمشی، m

L – فاصلهٔ بین نقاط تکیه‌گاه جانبی عضو فشاری، m

L_C – طول از نوک شمع تا مقطع بحرانی

M – حداکثر لنگر خمشی، $Kg-cm$

M_r', M_r – مقدار مرجع و تنظیم شده لنگر مجاز، $Kg-cm$

N', N – مقدار مرجع و تنظیم شده ظرفیت جانبی مجاز تحت زاویه‌ای نسبت به الیاف برای یک حلقه شکاف‌دار یا واشر برشی، Kg

P – جمع بار متمرکز یا جمع بار محوری، Kg

P', P – مقدار مرجع و تنظیم شده ظرفیت جانبی مجاز موازی الیاف برای یک حلقه شکاف‌دار یا واشر برشی، Kg

P_r – ظرفیت مرجع موازی الیاف پیچ پرچ، Kg

P_w – ظرفیت مرجع موازی الیاف چوب برای پیچ پرچ چوب، Kg

Q – لنگر استاتیکی سطح حول محور خنثی، cm^3

Q', Q – مقدار مرجع و تنظیم شده ظرفیت تحمل جانبی مجاز عمود بر الیاف برای یک حلقه شکاف‌دار یا واشر برشی، Kg

Q_r – ظرفیت مرجع عمود بر الیاف پیچ پرچ، Kg

Q_w – ظرفیت مرجع عمود بر الیاف چوب برای پیچ پرچ چوب، Kg

R – شعاع انحنا سطح داخلی عضو سازه‌ای لایه‌ای، cm

R_B – ضریب لاغری عضو خمشی

R_d – اصلاح کاهش برای اتصال‌های با پین

R_m – شعاع انحنای خط میانی عضو سازه‌ای لایه، cm

R_r', R_r – مقدار مرجع و تنظیم شده مجاز واکنش، Kg

S – مدول اینرسی مقطع، cm^3

T – دما، $^\circ C$

V – نیروی برشی، Kg

V_r', V_r – مقدار مرجع و تنظیم شده مجاز نیروی برشی، Kg

W', W – مقدار مرجع و تنظیم شده مجاز ظرفیت کشش اتصال‌دهنده، کیلوگرم در هر سانتی‌متر نفوذ (Kg/cm)

Z', Z – مقدار مرجع و تنظیم شده توان جانبی مجاز اتصال با یک اتصال‌دهنده، Kg

Z'_{GT} – ظرفیت پاره شدن گروهی یک گروه از اتصال‌دهنده، Kg

Z'_{NT} – ظرفیت کششی مقطع خالص، Kg

Z'_{RT} – ظرفیت تنظیم شده پاره شدن چند ردیف اتصال‌دهنده، Kg

Z'_{RTi} – ظرفیت تنظیم شده پاره شدن یک ردیف اتصال‌دهنده، Kg

$Z_{\parallel}$ – مقدار مرجع مجاز توان جانبی اتصال با یک اتصال دهنده پینی با اعضا از چوب تحت بار موازی الیاف، Kg

$Z_{m\perp}$ – بار برشی (جانبی) مرجع برای یک اتصال‌دهنده پینی اتصال چوب به چوب، عضو اصلی زیر بار عمود بر الیاف، عضو فرعی زیر بار موازی الیاف

$Z_{s\perp}$ – بار جانبی (برشی) مرجع برای یک اتصال‌دهنده پینی اتصال چوب به چوب، عضو اصلی زیر بار موازی الیاف، عضو فرعی زیر بار عمود بر الیاف

$Z_{\perp}$ – مقدار مرجع توان جانبی اتصال چوب به چوب با یک اتصال دهنده پینی و عضو اصلی تحت بار موازی الیاف و عضو (اعضا) فرعی زیر بار عمود بر الیاف، Kg

$Z_{\theta'}$ – مقدار تنظیم شده طراحی اتصال‌دهنده‌های پینی زیر بار توأم برشی و کششی (جانبی و انفصال)، Kg

a – ضریب وضعیت تکیه‌گاه برای ستون باریک شونده

a_P – حداقل فاصله تا انتها وقتی بار موازی الیاف باشد، cm

a_q – حداقل فاصله تا انتها وقتی بار عمود بر الیاف باشد، cm

b – پهنای عضو خمشی (تیر) با مقطع مستطیلی، cm

c – فاصله محور خنثی تا لبه، cm

d – ارتفاع مقطع تیر، cm

d – بعد کوچک مقطع عضو فشاری (ستون)، cm

d – بعد معرف برای ستون باریک شونده، cm

d_e – ارتفاع مقطع در نقطهٔ اوج چوب سازه‌ای لایه‌ای خم‌دار باریک شونده دوطرفه، cm

d_e – ارتفاع مؤثر مقطع عضو در محل اتصال، cm

d_e – ارتفاع مقطع چوب سازه‌ای لایه‌ای خم‌دار باریک شونده دوطرفه خمشی در دوسر، cm

d_e – ارتفاع مقطع کوچک تیر سازه‌ای لایه‌ای باریک شوندهٔ مستقیم، cm

d_{equiv} – ارتفاع مقطع معادل تیر هرمی عضو سازه‌ای لایه‌ای، cm

$d_{\max}$ – بعد حداکثر مقطع باریک شونده (ستون باریک شونده)، cm

$d_{\min}$ – بعد حداقل مقطع باریک شونده (ستون باریک شونده)، cm

d_n – ارتفاع مانده مقطع عضو پس از تعبیه چاک

d_y – ارتفاع مقطع چوب سازه‌ای لایه‌ای در جهت موازی سطح پهن لایه‌ها وقتی عضو زیر لنگر حول محور y-y باشد، cm

$d_۱, d_۲$ – ابعاد مقطع عضو فشاری (ستون) در صفحه‌های تکیه‌گاه جانبی، cm

e – برون مرکزی، cm

e – فاصله‌ای که چاک از لبه داخل تکیه‌گاه ادامه دارد، cm

e_P – حداقل فاصله تا لبه، لبه بدون بار برای اتصال با پیچ پرچ چوب، cm

e_q – حداقل فاصله تا لبه، لبه تحت بار برای اتصال با پیچ پرچ چوب، cm

f_b – تنش خمشی واقعی، (Kg/cm^2)

f_{b1} – تنش واقعی خمش روی لبه، (Kg/cm^2)

f_{b2} – تنش واقعی خمش روی پهنا، (Kg/cm^2)

f_c – تنش فشاری واقعی موازی الیاف، (Kg/cm^2)

f'_c – مقاومت فشاری بتن، (Kg/cm^2)

$f_{c\perp}$ – تنش فشاری واقعی عمود بر الیاف، (Kg/cm^2)

f_r – تنش واقعی شعاعی در عضو خمشی خم‌دار (با انحنا)، (Kg/cm^2)

f_t – تنش کششی واقعی موازی الیاف، (Kg/cm^2)

f_v – تنش برشی واقعی موازی الیاف، (Kg/cm^2)

g – نمره‌ی پیچ

h – فاصلهٔ عمودی از انتهای تیر، سازه‌ای لایه‌ای خم‌دار باریک شونده دوطرفه تا وسط دهانه، cm

h_a – فاصلهٔ عمودی از روی تکیه‌گاه تیر سازه‌ای لایه‌ای خم‌دار باریک شونده دوطرفه تا کله، cm

ℓ – طول دهانه عضو خمشی، cm

ℓ – فاصلهٔ بین نقاط تکیه‌گاه جانبی عضو فشاری، cm

ℓ_b – طول تکیه‌گاه، cm

ℓ_c – طول خالص دهانه، cm

ℓ_c – طول بین نقاط مماس در عضو لایه‌ای خم‌دار باریک شونده دوطرفه، cm

ℓ_e – طول دهانه مؤثر عضو خمشی، cm

ℓ_e – طول مؤثر عضو فشاری، cm

ℓ_{e1}, ℓ_{e2} – طول مؤثر عضو فشاری در صفحه‌های تکیه‌گاه جانبی، cm

$\ell_{e/d}$ – ضریب لاغری عضو فشاری

ℓ_m – طول تکیه‌گاهی پین در عضو اصلی، cm

ℓ_n – طول چاک‌زدگی، cm

ℓ_s – طول تکیه‌گاهی پین در عضو فرعی، cm

ℓ_u – طول دهانه بدون حائل جانبی عضو خمشی، cm

ℓ_1, ℓ_2 – فاصلهٔ بین نقاط تکیه‌گاه جانبی عضو فشاری در صفحه‌های ۱ و ۲، cm

ℓ_3 – فاصلهٔ بین بلوک فاصله‌گذار تا سنترویید گروه اتصال دهنده‌ها (حلقه شکاف‌دار یا واشر برشی) در بلوک انتهایی ستون دو لنگه، cm

$m.c.$ – رطوبت بر مبنای درصد وزن (جرم) چوب خشک شده در اُون

n – تعداد اتصال‌دهنده در یک ردیف

n_C – تعداد پیچ پرچ در یک ردیف

n_R – تعداد پیچ پرچ در ردیف

n_{row} – تعداد ردیف اتصال‌دهنده‌ها

P – عمق نفوذ اتصال‌دهنده در عضو چوبی، cm

$P_{\min}$ – حداقل طول نفوذ اتصال‌دهنده در چوب، cm

P_t – طول نفوذ اتصال‌دهنده در چوب برای محاسبات کشش (انفصالی)، cm

r – شعاع ژراسیون، cm

S – فاصله مرکز تا مرکز اتصال‌دهنده‌های مجاور در یک ردیف، cm

$S_{critical}$ – حداقل فاصله از کوچک‌ترین فاصله تا انتها یا فاصلهٔ بین اتصال‌دهنده‌ها در یک ردیـف، cm

S_p – فاصله بین پیچ‌های پرچ، موازی الیاف، cm

S_q – فاصله بین پیچ‌های پرچ، عمود بر الیاف، cm

t – ضخامت، cm

t – مدت اشراف، ساعت

t_m – ضخامت عضو اصلی، cm

t_s – ضخامت عضو فرعی، cm

X – فاصله بین روی تکیه‌گاه تیر تا بار، cm

Δ_H – تغییر مکان افقی در تکیه‌گاه عضو لایه‌ای متقارن خم‌دار باریک شونده دوطرفه، cm

Δ_{LT} – تغییر مکان لحظه‌ای ناشی از مؤلفه درازمدت بار طراحی، cm

Δ_{ST} – تغییر مکان ناشی از مؤلفه بار نرمال یا کوتاه‌مدت طراحی، cm

Δ_T – مجموع تغییر مکان از بار کوتاه و درازمدت طراحی، cm

Δ_C – تغییر مکان عمودی در وسط دهانه عضو لایه‌ای خم‌دار باریک شونده دوطرفه، cm

α – زاویهٔ بین سطح چوب و راستای بار وارده در اتصال‌دهنده‌های پینی زیر بار توأم بار کششی و برشی، درجه

β_{eff} – نرخ مؤثر زغال شدن (سانتی‌متر در ساعت) تنظیم شده برای مدت اشراف، t

β_n – نرخ اسمی زغال شدن (سانتی‌متر در ساعت)، زغال شدن خطی بر مبنای یک ساعت اشراف

θ – زاویهٔ باریک شوندگی سمت کشش یا فشار اعضای سازه‌ای لایه‌ای، درجه

θ – زاویهٔ بین راستای بار و جهت الیاف (محور طولی عضو) برای طراحی اتصال با حلقه شکافدار یا واشر برشی، درجه

γ – مدول بار به جابه‌جایی اتصال، (Kg/cm)

λ – ضریب اثر زمان

ϕ – ضریب مقاومت

ϕ_B – زاویه شیب طاق در دوسر عضو لایه‌ای خم‌دار باریک شونده دوطرفه، درجه

ϕ_T – زاویه شیب بام عضو لایه‌ای خم‌دار باریک شونده دوطرفه، درجه

فصل دوم
مقاومت‌های مجاز
اعضای سازه‌ای

۲-۱- عام

۲-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع

۲-۳- تنظیم مقاومت‌های مجاز

جدول(۲-۳-۲). ضرایب پرکاربرد مدت اعمال بار، C_D

جدول(۲-۳-۳). ضریب دما، C_t

جدول (۲-۳-۵). ضریب تبدیل فرمت، K_F (فقط LRFD)

جدول (۲-۳-۶). ضریب مقاومت، ϕ (فقط LRFD)

۲-۱- عام

۲-۱-۱- شرط عام

هر عضو سازه‌ای چوب یا اتصال باید اندازه کافی و ظرفیت برای تحمل بارهای وارده را داشته باشد، بدون این که مقاومت‌ها از حدود مجاز تنظیم و تعیین شده در اینجا تجاوز نماید.

۲-۱-۱-۱- در طراحی با تنش مجاز (ASD)، محاسبهٔ مقادیر مجاز تنظیم شده باید با استفاده از ضرایب تنظیم برای طراحی با تنش مجاز تعیین شده در اینجا انجام شود.

۲-۱-۱-۲- در طراحی با ضریب بار و مقاومت (LRFD)، محاسبه مقادیر مجاز تنظیم شده باید با استفاده از ضرایب تنظیم برای طراحی با (LRFD) تعیین شده در اینجا انجام شود.

۲-۱-۲- مسئولیت طراح در تنظیم برحسب شرایط کاربرد

مقاومت‌های مجاز تنظیم شده اعضای چوبی و اتصال‌ها، به ویژه برای موارد کاربری، باید مناسب برحسب شرایطی باشد که چوب تحت آن به کار برده می‌شود. این تنظیم با احتساب تفاوت‌های مقاومت چوب برحسب رطوبت، مدت اعمال بار و نوع تیمار صورت می‌گیرد. شرایط متعارف کاربری در این آیین‌نامه بیان می‌شوند. طراح باید پیش‌فرض‌های طراحی و مقاومت‌های مجاز مرجع را بهم مربوط کند و تنظیم‌های مناسب را برحسب مورد کاربری انجام دهد.

۲-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع

مقاومت‌های مجاز مرجع و تنظیم‌های مقاومت مجاز مصالح چوبی در (۱-۱-۱-۱) بر مبنای روش‌های تعیین شده در فصل‌های مربوط به هر مادهٔ چوبی می‌باشند. فصل‌های ۴ تا ۹ به ترتیب حاوی شروط طراحی برای چوب ماسیو، چوب لایه‌ای، تیرها، شمع‌ها و تیرچه‌های پیش‌ساخته

(مقطع I یا تیر آهنی)، چوب چندسازه‌ای و پنل‌های ساختمانی چوب هستند. در فصل ۱۰ تا ۱۳ شروط اتصال‌ها ارائه شدند. مقاومت‌های مجاز برای بارگذاری نرمال (۱۰ سال) تحت شرایط رطوبت محیط نصب (سرویس) تعیین شده، می‌باشند.

۲-۳- تنظیم مقاومت‌های مجاز مرجع

۲-۳-۱- ضرایب مناسب تنظیم

مقاومت‌های مجاز مرجع باید در ضرایب مناسب ضرب شوند تا مقدار تنظیم شده آن‌ها تعیین شود.

ضرایب مناسب تنظیم به ترتیب بین مقاومت‌های چوب ماسیو، چوب لایه‌ای، تیرها و شمع‌ها یا تیرچه‌های پیش‌ساخته، چوب‌های چندسازه‌ای ساختمانی، پنل‌های چوبی و اتصال، در (۴-۳)، (۵-۳)، (۶-۳)، (۷-۳)، (۸-۳)، (۹-۳) و (۱۰-۳) تعریف شدند.

۲-۳-۲- ضریب مدت اعمال بار، C_D (فقط ASD)

۲-۳-۲-۱- چوب خاصیتی دارد که در کوتاه‌مدت بار بیشتری تحمل می‌کند تا در درازمدت. مقاومت‌های مجاز مرجع به بارگذاری مدت نرمال تعلق دارند. بارگذاری مدت نرمال معرف باریست که بر عضو تا حد مجازش با مدت جمع شونده حدود ۱۰ سال تنش وارد می‌کند. وقتی مدت جمع شونده اعمال بار حداکثر از دورهٔ زمانی تعیین شده تجاوز نکند، همهٔ مقاومت‌های مجاز مرجع، غیر از مدول الاستیسیته، E برای تیر $E_{\min}$ برای ثبات ستون و فشار عمود بر الیاف، $F_{C\perp}$، بر اساس حد تغییر شکل (به ۴-۲-۶ رجوع شود)، باید در ضریب مناسب مدت اعمال بار، C_D (جدول ۲-۳-۲ یا شکل B۱ ، ضمیمه B) ضرب شوند تا تغییر در مقاومت چوب برحسب تغییر در مدت اعمال بار به حساب آید.

۲-۳-۲-۲- ضریب مدت اعمال بار، C_D از کوتاه‌ترین مدت اعمال بار در توأم بارها، باید برای توأم آن بار به کار رود. تمام توأم‌های مناسب بار، باید برای تعیین توأم بحرانی بار ارزیابی شوند. طراحی اعضا و اتصال‌ها، باید بر مبنای توأم بحرانی بار (به ضمیمه B-۲ مراجعه شود) باشد.

۲-۳-۲-۳- ضرایب مدت اعمال بار، C_D در جدول (۲-۳-۲) و ضمیمه B مستقل از ضرایب توأم بار هستند، و کاربرد هر دو باید در محاسبات طراحی مجاز باشد (به ۱-۴-۴ و ضمیمه $B_۴$ رجوع شود).

جدول(۲-۳-۲). ضرایب پرکاربرد مدت اعمال بار، C_D[۱]

مدت اعمال بار	نمونه بار طراحی	C_D
دائم	بار مرده	۰/۹
ده سال	بار زنده کاربری	۱
دو ماه	بار برف	۱/۱۵
۷ روز	بار احداث	۱/۲۵
ده دقیقه	باد و زلزله	۱/۶
بار شوک[۲]	شوک	۲

[۱]. ضرایب مدت اعمال بار برای تنظیم مقدار مرجع مدول الاستیسیته، E، مدول الاستیسیته مرجع برای تیر و ثبات ستون، $E_{\min}$ و فشار عمود بر الیاف، $E_{C\perp}$ (بر مبنای حد تغییر شکل)، کاربرد ندارد.

[۲]. ضریب مدت اعمال بار بیش از ۱/۶ برای اعضای سازه‌ای تیمار شده تحت فشار با مواد حفاظتی محلول در آب یا آغشته شده با مواد شیمیایی کاهندهٔ سرعت انتشار شعله، به کار نمی‌رود. به کار بردن ضریب مدت اعمال بار شوک برای تنظیم اتصال‌ها، مجاز نیست.

۲-۳-۳- ضریب دما، C_t

مقاومت‌های مجاز مرجع اعضای سازه‌ای مشرف به دمای بالا (تا $۶۵^{\circ}C$) باید در ضرایب دما (جدول ۲-۳-۳) ضرب شوند (به ضمیمه C رجوع شود).

جدول(۲-۳-۳). ضریب تنظیم دما

مقاومت‌های مرجع	رطوبت در شرایط سرویس	C_t		
		$T < ۳۷^\circ C$	$۳۷^\circ C < T \le ۵۱^\circ C$	$۵۱^\circ C < T \le ۶۵^\circ C$
$E_{\min}, E, E_۱$	تر یا خشک	۱	۰/۹	۰/۹
$F_{C\perp}, F_c, F_v, F_b$	خشک	۱	۰/۸	۰/۷
	تر	۱	۰/۷	۰/۵

(۱). شرایط تر و خشک محل نصب (سرویس) چوب ماسیو، لایه‌ای، تیرچه پیش ساخته، چوب چندسازه و پنل‌های ساختمانی در (۴-۱-۴)، (۵-۱-۵)، (۷-۱-۴)، (۸-۱-۴) و (۹-۱-۳) تعیین شدند.

۲-۳-۴- تیمار کاهنده سرعت اشتعال

اثرات تیمار شیمیایی کاهنده سرعت اشتعال باید در طراحی لحاظ شود. مقاومت‌های مجاز تنظیم شده و همین طور مقاومت تنظیم شده طراحی اتصال برای چوب ماسیو و چوب لایه تیمار شده تحت فشار با مادهٔ شیمیایی کاهنده سرعت اشتعال باید از شرکت عامل تیمار و خشک‌کنی پس از تیمار، گرفته شود. از ضرایب مدت اعمال بار بزرگ‌تر از ۱/۶ نباید در مورد اعضای سازه‌ای تیمار شده تحت فشار با موارد کاهنده سرعت اشتعال استفاده شود (جدول ۲-۳-۲).

۲-۳-۵- ضریب تبدیل فرمت، K_F (فقط LRFD)

در LFRD مقاومت‌های مجاز باید در ضریب تبدیل فرمت، K_F که در جدول ۲-۳-۵ تعیین شده، ضرب شوند. ضریب تبدیل فرمت، K_F در روش طراحی (ASD) کاربرد ندارد.

۲-۳-۶- ضریب مقاومت، ϕ (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مجاز مرجع باید در ضریب، ϕ ضرب شوند که در جدول ۲-۳-۶ تعیین شده است. در روش‌های طراحی با ASD از ضریب مقاومت، ϕ استفاده نمی‌شود.

۲-۳-۷- ضریب اثر زمان، λ (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مجاز مرجع باید در ضریب اثر زمان، λ ضرب شوند. این ضریب در ضمیمه N-۳-۳ تعیین شده است. از این ضریب در ASD استفاده نمی‌شود.

جدول (۲-۳-۵). ضریب تبدیل فرمت، K_F (فقط LRFD)

کاربرد	خاصیت	K_F
عضو	F_b	2.54
	F_t	2.70
	F_v, F_{rt}, F_s	2.88
	F_C	2.40
	$F_{C\perp}$	1.67
	$E_{\min}$	1.76
تمام اتصال‌ها	تمام مقادیر طراحی	3.32

جدول(۲-۳-۶). ضریب مقاومت، ϕ (فقط LRFD)

کاربرد	خاصیت	علامت	مقدار
عضو	F_b	ϕ_b	0.85
	F_t	ϕ_t	0.80
	F_v, F_{rt}, F_s	ϕ_v	0.75
	$F_C, F_{C\perp}$	ϕ_c	0.90
	$E_{\min}$	ϕ_s	0.85
تمام اتصال‌ها	تمام مقادیر طراحی	ϕ_z	0.65

فـصـل سـوم
شـروط طـراحـی و مـعـادلات

۳-۱- عام

۳-۲- اعضای خمشی- عام

۳-۳- اعضای خمشی- خمش

۳-۴- اعضای خمشی- برش

۳-۵- اعضای خمشی- تغییر مکان

۳-۶- اعضای فشاری- کلیات

۳-۷- ستون‌های ماسیو

۳-۸- اعضای کششی

۳-۹- توأم خمش و بارگذاری محوری

۳-۱۰- طراحی برای تکیه‌گاهی

جدول(۳-۳-۳). طول مؤثر، ℓ_e برای اعضای خمشی

جدول(۳-۱۰-۴). ضرایب سطح تکیه‌گاه، C_b

۳-۱- عام

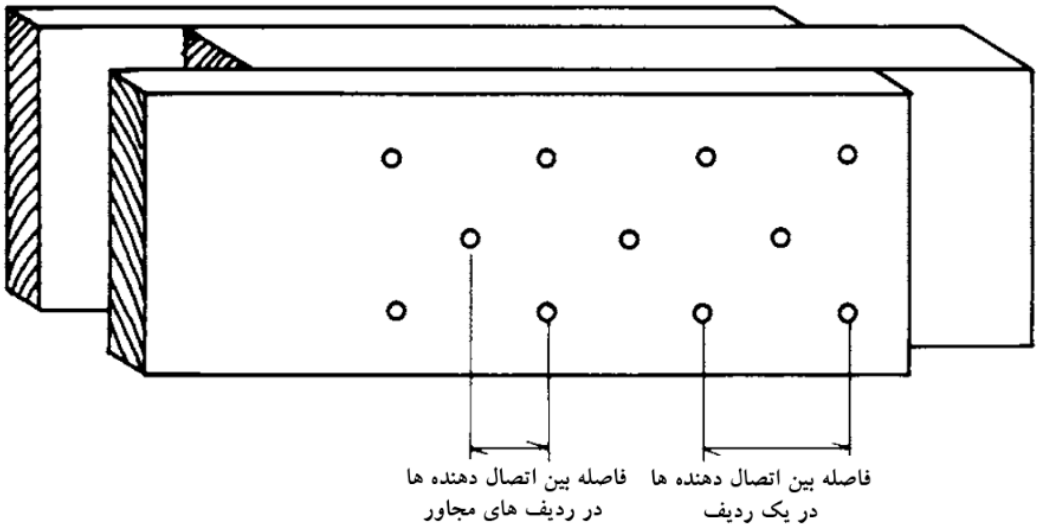
۳-۱-۱- دامنه

فصل ۳ کلیات شروط طراحی شامل تمام اعضای سازه‌ای و اتصال تحت پوشش این آیین‌نامه را تدوین می‌کند. هر عضو سازه‌ای چوب باید اندازه و ظرفیت کافی تحمل بارهای وارده را داشته باشد و تنش‌های اعمال شده از حدود مجاز تنظیم شده در اینجا تجاوز نکند. مقاومت‌های مجاز مرجع و شروط ویژه طراحی قابل اعمال در مورد مصالح ویژه‌ای از چوب یا اتصال، در فصل‌های دیگر این آیین‌نامه ارائه شدند.

۳-۱-۲- مقطع خالص

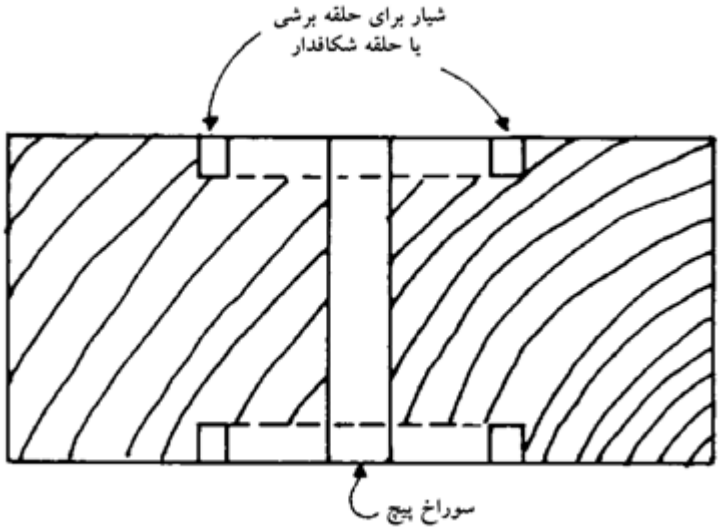
۳-۱-۲-۱- مقطع خالص با کسر کردن مقدار برداشته شده از ماده در نتیجه تعبیه سوراخ، شیار زدن، گوشه‌بری و چاک زدن از کل مقطع، به دست می‌آید. مقطع خالص باید در محاسبه ظرفیت تحمل بار عضو به کار گرفته شود، مگر در مورد ستون‌ها که در (۳-۶-۳) تصریح شده است. اثرات هر برون‌مرکزی بار وارد بر عضو در مقطع بحرانی خالص باید لحاظ شود.

۳-۱-۲-۲- در بارگذاری موازی الیاف با پیچ‌های متناوب، پیچ پرچ، بین پرچ یا پیچ سر مهره‌ای، اگر فاصله بین ردیف‌های مجاور اتصال‌دهنده در جهت الیاف کم‌تر از ۴ برابر قطر اتصال دهنده باشد، باید اتفاق اتصال دهنده‌های مجاور را در یک مقطع بحرانی لحاظ کرد (شکل۳A).



شکل(۳A). فاصله‌گذاری اتصال‌دهنده‌های متناوب

۳-۱-۲-۳- مقطع خالص در محل اتصال با حلقه شکاف‌دار یا واشر برشی باید از کسر مقدار سطح سوراخ پیچ و شیار حلقه شکاف‌دار یا واشر برشی از سطح ناخالص به دست آید (رجوع شود به شکل۳B و ضمیمه K).



شکل(۳B). مقطع خالص در محل اتصال با حلقه شکافدار یا واشر برشی

۳-۱-۳- اتصال‌ها

اعضای سازه‌ای و اتصال‌دهنده در محل اتصال‌ها باید آرایش متقارن داشته باشند، مگر این که لنگر وارده در آرایش غیر متقارن طراحی به حساب آمده باشد (نظیر اتصال‌های همپوشانی). اتصال‌ها باید طوری طراحی و ساخته شوند که هر عضو اتصال متناسب سهم خود تنش تحمل نماید.

۳-۱-۴- تغییر شکل‌های وابسته به زمان

وقتی اعضای قاب سازه‌ای متشکل از ۲ یا بیشتر لایه یا قسمت باشند، اثر وابستگی به زمان تغییر شکل‌ها باید در طراحی لحاظ شود (به قسمت ۳-۵-۲ و ضمیمه F رجوع شود).

۳-۱-۵- ساخت توأم

ساخت توأم مانند بتن- چوب، چوب- فلز و چوب با چوب باید با اصول مهندسی مکانیک و مقاومت‌های مجاز تنظیم شده اعضا و اتصال‌ها که در اینجا تعیین شده است، طراحی شود.

۳-۲- اعضای خمشی- عام

۳-۲-۱- طول دهانه اعضای خمشی

برای تیر ساده، سراسری (چند دهانه) و گیردار، طول دهانه باید فاصله بین سطوح مقابل دو تکیه-گاه به اضافه $\frac{۱}{۲}$ طول لازم تکیه‌گاه به حساب آید.

۳-۲-۲- توزیع جانبی بار متمرکز

توزیع بارهای جانبی از یک تیر زیر بار بحرانی به تیر موازی مجاور توسط کف‌پوش یا اعضای دیگر عرضی در محاسبه و تعیین لنگر طراحی و نیروی برشی قائم، باید مجاز باشد (به ۱۵-۱ رجوع شود).

۳-۲-۳- چاک‌زدگی‌ها

۳-۲-۳-۱- اعضای خمشی را نباید چاک زد، مگر در موردی که در (۴-۴-۳)، (۵-۴-۴)، (۷-۴-۴) و (۸-۴-۱) مجاز شده است. برش تدریجی و باریک شونده چاک از ارتفاع کاهش داده شده مقطع به ارتفاع کامل مقطع آن با گوشه قائمه چاک، تراکم‌های تنش را کاهش می‌دهد.

۳-۲-۳-۲- سفتی عضو خمشی که با سطح مقطع آن تعیین می‌شود با اندازه‌های زیر چاک تغییری ندارد:

$$\text{ارتفاع چاک} \leq \frac{۱}{۶} \text{ ارتفاع مقطع تیر}$$

$$\text{طول چاک} \leq \frac{۱}{۳} \text{ ارتفاع مقطع تیر}$$

۳-۲-۳-۳- به (۳-۴-۳) برای اثر چاک‌زدگی‌ها روی مقاومت برشی مراجعه شود.

۳-۳- اعضای خمشی- خمش

۳-۳-۱- مقاومت در خمش

مقدار واقعی تنش خمشی یا لنگر نباید از مقدار مجاز تنظیم شده مقاومت خمشی بیشتر باشد.

۳-۳-۲- معادلات طراحی خمشی

۳-۳-۲-۱- تنش واقعی وارده توسط لنگر خمشی M به ترتیب زیر محاسبه می‌شود:

$$f_b = \frac{MC}{I} = \frac{M}{S} \qquad (۱-۳-۳)$$

برای تیری با پهنای b و ارتفاع مقطع d، این رابطه خواهد شد:

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{۶M}{bd^۲} \qquad (۲-۳-۳)$$

۳-۳-۲-۲- برای تیرهای با مقطع مستطیل شکل و محور خمشی عمود بر ارتفاع مقطع در مرکز آن:

$$I = \frac{۱}{۱۲} b d^۳ \text{ ممان اینرسی} \qquad (۳-۳-۳)$$

$$S = \frac{۱}{۶} b d^۳ \text{ مدول اینرسی مقطع} \qquad (۴-۳-۳)$$

۳-۳-۳- ضریب ثبات تیر، C_L

۳-۳-۳-۱- وقتی ارتفاع مقطع تیر بیش از پهنای آن نباشد، $d \le b$، حائل جانبی ضرورت ندارد و $C_L = ۱$ است.

۳-۳-۳-۲- وقتی تیرهای ماسیو با مقطع مستطیل شکل طبق (۴-۴-۱) حائل جانبی داشته باشند، $C_L = ۱$ است.

۳-۳-۳-۳- در صورتی که لبهٔ فشاری تیر در سرتاسر طول آن مانع تغییر مکان جانبی داشته باشد و دو انتهای تیر در تکیه‌گاه مانع چرخش، $C_L = ۱$ می‌باشد.

۳-۳-۳-۴- اگر ارتفاع مقطع تیر از پهنای آن بیشتر باشد، $d > b$، تأمین مانع جانبی در نقاط تکیه‌گاه برای چرخش و جابه‌جایی لازم است. در صورتی که چنین مانعی در نقاط تکیه‌گاه تعبیه شده باشد، ولی در سرتاسر طول تیر حائل جانبی دیگری وجود نداشته باشد، طول بدون حائل تیر، ℓ_u، فاصلهٔ بین نقاط تکیه‌گاه دو سر آن یا گیردار خواهد بود. چنانچه تیر علاوه بر تکیه‌گاه دو سر، در نقاط دیگری در طول خود حائل جانبی مانع چرخش و جابه‌جایی داشته باشد، طول بدون حائل آن، ℓ_u فاصلهٔ بین حائل‌های جانبی است.

۳-۳-۳-۵- طول مؤثر دهانه، l_e برای تیرهای تک‌دهانه یا گیردار، طبق جـدول (۳-۳-۳) تعیـین می‌شود.

جدول(۳-۳-۳) طول مؤثر تیرها، ℓ_e

تیر گیردار[۲]	وقتی $\frac{\ell_u}{d} < ۷$	وقتی $\frac{\ell_u}{d} \geq ۷$
بار گسترده یکنواخت	$\ell_e = ۱/۳۳\ell_u$	$\ell_e = ۰/۹\ell_u + ۳d$
بار متمرکز در انتهای آزاد	$\ell_e = ۱/۸۷\ell_u$	$\ell_e = ۱/۴۴\ell_u + ۳d$
تیر تک دهانه [۱] و [۲]	وقتی $\frac{\ell_e}{d} \leq ۷$	$\frac{\ell_u}{d} \geq ۷$
بار گسترده یکنواخت	$\ell_e = ۲/۰۶\ell_u$	$\ell_e = ۱/۶۳\ell_u + ۳d$
بار متمرکز در وسط دهانه بدون حائل جانبی میانی	$\ell_e = ۱/۸\ell_u$	$\ell_e = ۱/۳۷\ell_u + ۳d$
بار متمرکز در وسط دهانه با حائل جانبی میانی	$\ell_e = ۱/۱۱\ell_u$	
دو بار مساوی متمرکز در $\frac{۱}{۳}$ طول دهانه با حائل جانبی در نقاط $\frac{۱}{۳}$ طول دهانه	$\ell_e = ۱/۶۸\ell_u$	
سه بار مساوی متمرکز در $\frac{۱}{۴}$ طول دهانه با حائل جانبی در نقاط $\frac{۱}{۴}$ طول دهانه	$\ell_e = ۱/۵۴\ell_u$	
۴ بار مساوی متمرکز در $\frac{۱}{۵}$ طول دهانه با حائل جانبی در نقاط $\frac{۱}{۵}$ طول دهانه	$\ell_e = ۱/۶۸\ell_e$	
۵ بار متمرکز مساوی در $\frac{۱}{۶}$ طول دهانه با حائل جانبی در $\frac{۱}{۶}$ طول دهانه	$\ell_e = ۱/۷۳\ell_u$	
۶ بار متمرکز مساوی در $\frac{۱}{۷}$ طول دهانه با حائل جانبی در نقاط $\frac{۱}{۷}$ طول دهانه	$\ell_e = ۱/۷۸\ell_u$	
۷ یا بیشتر بار متمرکز مساوی با فاصله‌های یکنواخت و حائل جانبی در نقاط بار	$\ell_e = ۱/۸۴\ell_u$	
دو لنگر انتهایی مساوی	$\ell_e = ۱/۸۴\ell_u$	

[۱]. برای تیرهای تک دهانه یا گیردار با وضعیت بارگذاری نیامده در جدول (۳-۳-۳):

وقتی $\frac{\ell_u}{d} < ۷$	$\ell_e = ۲/۰۶\ell_u$
$۷ \leq \frac{\ell_e}{d} \leq ۱۴/۳$	$\ell_e = ۱/۶۳\ell_u + ۳d$
$\frac{\ell_e}{d} < ۱۴/۳$	$\ell_e = ۱/۸۴\ell_u$

[۲]. کاربرد برای تیر چند دهانه باید بر مبنای مقادیر جدول باشد یا تحلیل مهندسی.

۳-۳-۳-۶- ضریب لاغری، R_B برای اعضای خمشی باید با رابطه

$$R_B = \sqrt{\frac{\ell_e \times d}{b^2}} \qquad (۵-۳-۳)$$

محاسبه شود.

۳-۳-۳-۷- ضریب لاغری اعضای خمشی (تیرها)، R_B نباید از ۵۰ بیشتر شود.

۳-۳-۳-۸- ضریب ثبات تیر با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$C_L = \frac{۱+(F_{bE}/F_b^*)}{۱/۹} - \left[\frac{۱+(F_{bE}/F_b^*)}{۱/۹} - \frac{F_{bE}/F_b^*}{۰/۹۵}\right]^{\frac{۱}{۲}} \qquad (۶-۳-۳)$$

F_b^* - مقاومت خمشی مجاز تنظیم شده با تمام ضرایب غیر از C_{fu}، C_V و C_L (رجوع شود به ۳-۲).

و

$$F_{bE} = \frac{1/2\, F_{E\min}}{R_B^2}$$

۳-۳-۳-۹- برای اطلاعات پیشینه مربوط به محاسبه ثبات تیر به ضمیمه D رجوع شود و برای ضریب تغییرات مدول الاستیسیته، (COV_E) به ضمیمه F مراجعه شود.

۳-۳-۳-۱۰- تیرهای زیر لنگر حول هر دو محور (خمشی دو محوری) باید طبق بند (۳-۹-۲) طراحی شوند.

۳-۴- اعضای خمشی- برش

۳-۴-۱- مقاومت برشی موازی الیاف (برش افقی)

۳-۴-۱-۱- تنش برشی واقعی موازی الیاف یا نیروی برشی در هر مقطعی از تیر نباید از تنش برشی مجاز تنظیم شده بیشتر باشد. کنترل مقاومت برشی عمود بر الیاف تیر چوبی الزامی نیست.

۳-۴-۱-۲- روش‌های تعیین شده محاسبه تنش برشی طراحی، f_V در اینجا در نقاط یا نزدیک تکیه‌گاه (عمودی)، محدود به تیرهای توپُر یا ماسیو است، مثل چوب ماسیو، چوب لایه‌ای، چوب سازه‌ای چندسازه یا تیرهای لایه‌ای با اتصال‌دهنده مکانیکی لایه‌ها. برش طراحی در تکیه‌گاه‌ها برای اجزای پیش‌ساخته دارای اتصال تکیه‌گاه بار در یا نزدیک تکیه‌گاه، نظیر بین جان و وتر خرپا، باید بر مبنای آزمون باشد.

۳-۴-۲- معادلات طراحی برش

تنش برشی واقعی موازی الیاف وارد بر تیرهای ماسیو، لایه‌ای، چوب چندسازه‌ای یا تیر و شمع‌های چوبی باید با رابطهٔ زیر محاسبه شود:

$$f_V = \frac{VQ}{Ib} \qquad (۱-۴-۳)$$

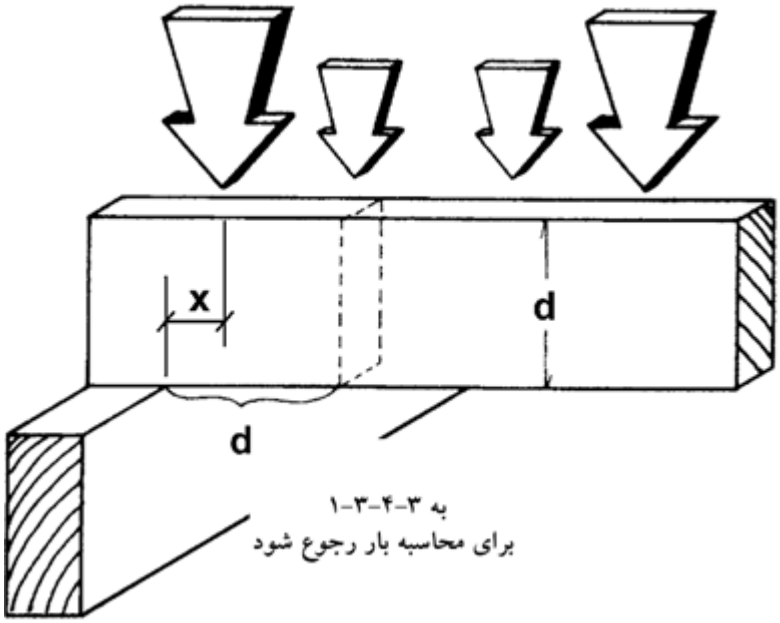
برای تیری با مقطع مستطیل شکل با پهنای b و ارتفاع مقطع d این رابطه عبارت خواهد بود از:

$$f_V = \frac{۳V}{۲bd} \qquad (۲-۴-۳)$$

۳-۴-۳- نیروی برشی طراحی

۳-۴-۳-۱- محاسبهٔ نیروی برشی، V در تیرها

(a). در تیرهایی که روی یک سطح، تکیه‌گاه کاملی داشته و در سطح مقابل زیر بار گسترده یکنواختی قرار گیرند، در فاصله‌ای به اندازهٔ ارتفاع مقطع تیر، d از تکیه‌گاه‌ها صرفنظر کردن از بار مجاز است. در تیرهایی که در یک سطح تکیه‌گاه کاملی داشته و در سطح مقابل زیر بار متمرکز باشد، صرفنظر از بار در فاصله d تا تکیه‌گاه‌ها، ضرب در $\frac{x}{d}$ مجاز است و x فاصلهٔ سطح تکیه‌گاه تا بار می‌باشد (به شکل۳C مراجعه شود).



شکل(۳C). نیروی برشی در تکیه‌گاه‌ها

(b). بزرگ‌ترین بار تنها و متحرک باید در فاصله‌ای برابر ارتفاع مقطع تیر تا تکیه‌گاه قرار داده شود و سایر بارها در روابط عادی خود حفظ شوند و از هر بار واقع در فاصله‌ای به اندازه ارتفاع مقطع تیر تا تکیه‌گاه صرفنظر شود. این شرط در هر تکیه‌گاه باید کنترل شود.

(c). وقتی بار متحرک دو یا بیشتر باشند و به تقریب هم‌وزن، بارها باید در وضعیتی قرار داده شوند که بیشترین نیروی برشی، V را تولید می‌کنند و از هر بار واقع در فاصله‌ای به اندازهٔ ارتفاع مقطع تیر تا تکیه‌گاه صرفنظر می‌شود.

۳-۴-۳-۲- در تیرهای دارای چاک‌زدگی، نیروی برشی باید با اصول مهندسی مکانیک تعیین شود (غیر از موارد ارائه شده در ۳-۴-۳-۱).

(a). برای تیرهای با مقطع مستطیل شکل و دارای چاک‌خوردگی در سمت کشش (به ۳-۲-۳ رجوع شود)، مقدار نیروی برشی تنظیم شده، V_r' باید با رابطه

$$V_r' = \left[\frac{۲}{۳} F_V' b d_n\right]\left[\frac{d_n}{d}\right] \qquad (۳-۴-۳)$$

محاسبه شود.

d - ارتفاع مقطع تیر چاک خورده

d_n - ارتفاع باقی‌مانده مقطع تیر در محل چاک

F_V' - تنش برشی موازی الیاف مجاز تنظیم شده

(b). برای تیرهای با مقطع گرد و دارای چاک‌خوردگی در سمت کشش (رجوع ۳-۲-۳)، نیروی برشی طراحی تنظیم شده، V_r' باید با

$$V_r' = \left[\frac{۲}{۳} F_V' A_n\right]\left[\frac{d_n}{d}\right]^۲ \qquad (۴-۴-۳)$$

تعیین شود.

A_n - سطح مقطع تیر چاک خورده

(c). برای تیرهای دارای مقطع غیر مستطیلی یا گرد و چاک خوردگی در سمت کشش (رجوع به ۳-۲-۳)، نیروی برشی تنظیم شده، V_r' باید بر مبنای تحلیل مهندسی از تراکم تنش در محل چاک خوردگی باشد.

(d). تغییر تدریجی مقطع در مقایسه با چاک مربع (شکل)، تنش برشی موازی الیاف واقعی را به سمت نزدیک به مقدار محاسبه شده در تیر بدون چاک با ارتفاع مقطع d_n کاهش می‌دهد.

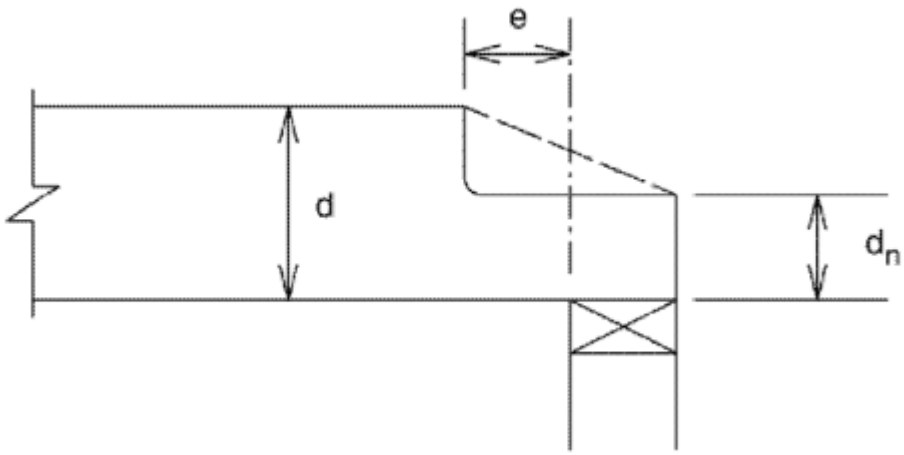
(e). وقتی تیر در سمت فشاری و در انتها چاک خورده باشد (مانند شکل۳D)، نیروی برشی تنظیم شده در آن، V_r' باید با رابطهٔ

$$V_r' = \frac{۲}{۳} F_V' b \left[d - \frac{d - d_n}{d_n} e \right] \qquad (۵-۴-۳)$$

تعیین شود.

e- فاصلهٔ سمت داخل تکیه‌گاه تا ادامهٔ چاک که باید کوچک‌تر یا مساوی ارتفاع باقی‌مانده مقطع در محل چاک باشد $e \le d_n$. اگر $e > d_n$ باشد، از d_n برای محاسبهٔ f_V با فرمول (۳-۴-۲) استفاده می‌شود.

d_n - ارتفاع باقی‌مانده مقطع در محل چاک که باید با شروط (۳-۲-۳) مطابقت نماید. اگر انتهای تیر گونیا می‌شود (خط نقطه‌چین در شکل ۳D)، d_n از لبهٔ داخلی تکیه‌گاه اندازه‌گیری می‌شود.



شکل(۳D). انتهای چاک خورده تیر در سمت فشاری

۳-۴-۳-۳- اگر اتصال‌ها روی اعضای خمشی با حلقه شکاف‌دار، واشر برشی، پیچ یا پیچ سر مهره‌ای درست می‌شوند (به انضمام تیرهایی که تکیه‌گاهی با این نوع اتصال دارند یا مواردی که در شکل‌های (۳E) و (۳I) نشان داده شده)، نیروی برشی، V باید با اصول مهندسی مکانیک تعیین شود (غیر از مواردی که در ۳-۴-۳-۱ آمدند):

(a). وقتی اتصال تا انتهای تیر فاصلهٔ کم‌تر از ۵ برابر (۵d) ارتفاع مقطع تیر داشته باشد، مقدار V_r' تنظیم شده برای طراحی باید با

$$V_r' = \left[\frac{۲}{۳} F_V' b d_e\right]\left[\frac{d_e}{d}\right]^۲ \qquad (۶-۴-۳)$$

محاسبه شود.

برای اتصال‌های با واشر برشی یا حلقه شکاف‌دار:

d_e - ارتفاع مقطع تیر، کمتر از فاصله لبهٔ بدون بار عضو تا نزدیک‌ترین لبهٔ واشر برشی یا حلقه شکاف‌دار (شکل ۳E).

برای اتصال‌های با پیچ یا پیچ سرمهره‌ای:

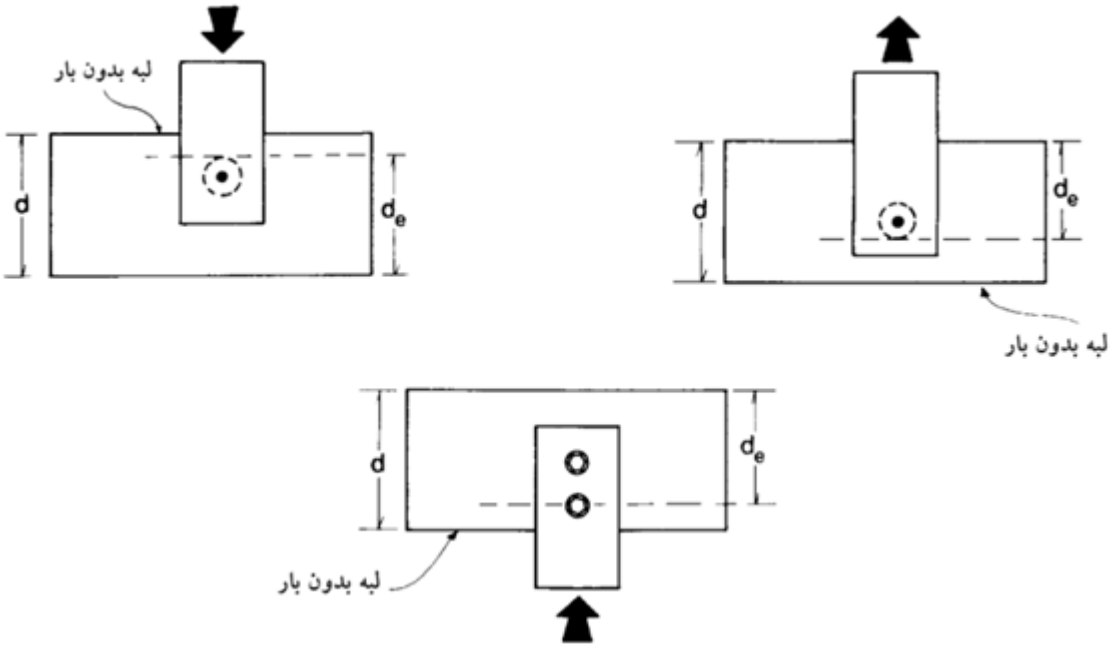
d_e – ارتفاع مقطع عضو، کم‌تر از فاصله لبهٔ بدون بار عضو تا مرکز نزدیک‌ترین پیچ یا پیچ سر مهره‌ای (به شکل ۳E رجوع شود).

(b). اگر فاصله اتصال تا انتهای عضو حداقل ۵ برابر (۵d) ارتفاع مقطع آن باشد، نیروی برشی تنظیم شده برای طراحی، V_r' باید با

$$V_r' = \frac{۲}{۳} F_V' b\, d_e \qquad (۷-۴-۳)$$

محاسبه می‌شود.

(c). در مواردی که از آویز مخفی استفاده می‌شود، نیروی برشی تنظیم شده، V_r' باید بر مبنای شروط در (۳-۴-۳-۲) برای تیرهای چاک خورده محاسبه شود.



شکل(۳E). ارتفاع مؤثر مقطع، d_e اعضا در محل اتصال‌ها

۳-۵- اعضای خمشی- تغییر مکان

۳-۵-۱- محاسبات تغییر مکان

اگر تغییر مکان عاملی در طراحی باشد، باید با روش‌های استاندارد مهندسی مکانیک مبنی بر تغییر مکان خمشی و چنانچه عملی باشد، تغییر مکان برشی، محاسبه شود. لحاظ کردن تغییر مکان برشی، اگر مدول الاستیسیته مرجع برای به حساب آوردن اثرات تغییر مکان برشی تنظیم نشده باشد، ضرورت دارد (به ضمیمه F رجوع شود).

۳-۵-۲- بارگذاری درازمدت

اگر مجموع تغییر مکان زیر بار درازمدت باید محدود باشد، افزودن بر اندازه عضو یک راه تأمین سفتی برای کنترل این تغییر شکل وابسته به زمان است (رجوع به ضمیمه F). جمع تغییر مکان، Δ_T با

$$\Delta_T = K_{cr}\Delta_{LT} + \Delta_{ST} \qquad (۱-۵-۳)$$

K_{cr} - ضریب تغییر مکان وابسته به زمان (کریپ)

۱/۵= برای چوب خشک، چوب لایه‌ای، تیرچه‌های پیش‌ساخته (I شکل) یا چوب چندسازه‌ای که در محل خشک به کار روند (در ۴-۱-۴، ۵-۱-۵ ، ۷-۱-۴ و ۸-۱-۴ تعریف شده است).

۲= برای چوب یا اعضای لایه‌ای که در محل دارای شرایط مرطوب (تعریف شده در ۵-۱-۵) مصرف شوند.

۲= برای پنل‌های سازه‌ای چوب که در محل دارای شرایط خشک (در ۹-۱-۴ تعریف شده است) مصرف شوند.

۲= برای چوب ماسیو تر یا خشکی که در محیط دارای شرایط تر (در ۴-۱-۴ تعریف شده است) نصب شود.

Δ_{LT} - تغییر مکان لحظه‌ای مربوط به بار طراحی درازمدت.

Δ_{ST} - تغییر مکان برشی مربوط به بار کوتاه‌مدت یا نرمال طراحی.

۳-۶- اعضای فشاری- عام

۳-۶-۱- واژگان

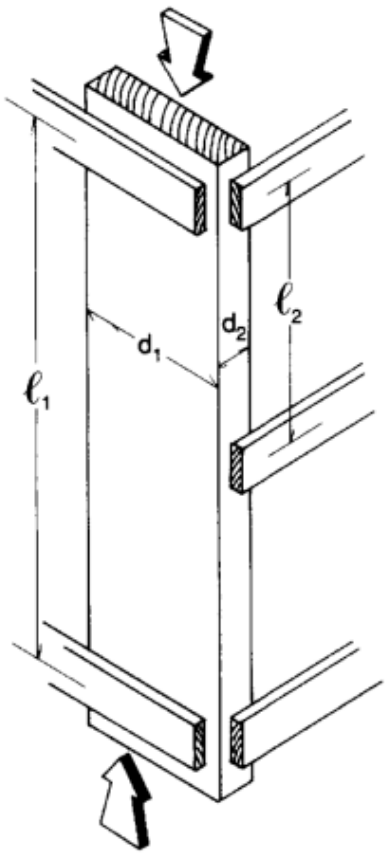
در این آیین‌نامه واژهٔ «ستون» رجوع به همهٔ انواع اعضای فشاری دارد، به انضمام قطعات در خرپاها یا اجزای سازه‌ای دیگر.

۳-۶-۲- طبقه‌بندی ستون

۳-۶-۲-۱- ستون‌های ساده توپُر یا ماسیو چوب: ستون‌های شامل یک قطعه تنها یا قطعات درست بهم چسب شده که عضوی یکپارچه را تشکیل دهند (به شکل ۳F رجوع شود).

۳-۶-۲-۲- ستون‌های دولنگه: با اتصال‌دهنده وصل شده. ستون‌های دولنگه متشکل از دو یا چند جزء منفرد هستند که محورهای‌شان موازی هم بوده و در جهت طولی بین‌شان در نقاط انتهایی و میانی بلوک‌های فاصله‌گذار قرار دارند. اتصال بلوک‌های انتها با واشر برشی یا حلقه شکاف‌دار است تا بتواند مقاومت برشی لازم را تأمین کند (به ۱۵-۲ رجوع شود).

۳-۶-۲-۳- ستون‌های چندلایه: متشکل از لایه‌های بهم وصل شده با اتصال‌دهنده‌های مکانیکی. این دسته از ستون‌ها طبق بندهای (۳-۶-۳) و (۳-۷) طراحی می‌شوند. اگر اتصال لایه‌های‌شان با میخ یا پیچ باشد، طبق بند (۱۵-۲) طراحی می‌شوند.



شکل(۳F). ستون توپُر ساده

۳-۶-۳- مقاومت فشاری موازی الیاف

تنش فشاری واقعی یا بار موازی الیاف نباید از مقاومت فشاری مجاز تجاوز نماید. محاسبهٔ f_c در جایی از ستون که مقطع کاهش یافته در قسمت بحرانی طول دارای پتانسیل کمانش واقع است، باید با مقطع خالص (به ۳-۱-۲ رجوع شود)، انجام شود. اگر مقطع کاهش یافته در جایی از طول ستون واقع شود که احتمال کمانش ندارد، محاسبهٔ f_c بر مبنای مقطع ناخالص صورت می‌گیرد. افزون بر این، f_c بر اساس مقطع خالص نباید از مقاومت مجاز تنظیم شده با تمام ضرایب (غیر از ضریب ثابت ستون، C_p) بیشتر باشد.

۳-۶-۴- اعضای فشاری، تکیه انتها روی انتها

برای تکیه مقطع عرضی چوب روی چوب و روی صفحه‌های فلزی یا نوارها به(۳-۱۰) رجوع شود.

۳-۶-۵- بارگذاری برون‌مرکز یا تنش‌های توأم

برای اعضای فشاری زیر بار برون‌مرکزی یا تنش توأم محوری و خمشی به (۳-۹) و (۱۵-۴) رجوع شود.

۳-۶-۶- مهاربند ستون

مهاربند زدن ستون در موارد نیاز، برای مقاومت در برابر باد یا نیروهای جانبی دیگر، ضرورت دارد (به ضمیمه A رجوع شود).

۳-۶-۷- تکیه‌گاه جانبی قوس‌ها، ستون‌های کلاف و وترهای فشاری خرپاها

راهنمایی‌ها برای تأمین تکیه‌گاه جانبی و تعیین $\frac{\ell_e}{d}$ در تیرهای قوسی، ستون‌های کلاف و وتر فشاری خرپاها در ضمیمه A-۱۱ ارائه شدند.

۳-۷- ستون‌های توپُر

۳-۷-۱- ضریب ثبات ستون، C_P

۳-۷-۱-۱- اگر عضو فشاری در سرتاسر طولش مانع تغییر مکان جانبی در تمام جهات داشته باشد، $C_P = ۱$ است.

۳-۷-۱-۲- طول مؤثر ستون، ℓ_e برای ستون‌های توپُر (ماسیو) باید طبق اصول مهندسی مکانیک تعیین شود. یک روش برای تعیین طول مؤثر ستون، در صورت معلوم بودن شرایط تثبیت انتها، ضرب کردن طول واقعی ستون در ضرایب طول مؤثر مربوط است که در ضمیمه G، $\ell_e = (K_e)(\ell)$ ارائه شده است.

۳-۷-۱-۳- برای ستون‌های توپُر با مقطع مستطیل شکل، ضریب لاغری، $\frac{\ell_e}{d}$ باید بزرگ‌ترین از ضریب لاغری‌های $\frac{\ell_{e۱}}{d_۱}$ یا $\frac{\ell_{e۲}}{d_۲}$ (رجوع شود به شکل۳F) باشد که هر یک از این دو توسط ضریب مربوط به کمانش، K_e (از ضمیمه G) تنظیم شده است.

۳-۷-۱-۴- ضریب لاغری، $\frac{l_e}{d}$ ستون توپُر نباید بیش از ۵۰ باشد، مگر طی احداث که $\frac{\ell_e}{d}$ تا ۷۵ مجاز است.

۳-۷-۱-۵- ضریب ثبات ستون با رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$C_P = \frac{1+(F_{CE}/F_C^*)}{2C} - \left[\left(\frac{1+F_{CE}/F_C^*}{2C}\right)^2 - \frac{F_{CE}/F_C^*}{C}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۳-۷-۱)$$

F_c^* – تنش فشاری مجاز مرجع موازی الیاف، ضرب در ضرایب مربوط، غیر از C_P (به ۳-۲ رجوع شود).

$$F_{CE} = \frac{0/822E_{\min}}{(\frac{\ell_e}{d})^2}$$

C– ۰/۸۵ برای چوب‌گرد (تیرها و شمع‌ها).

C– ۰/۹ برای چوب سازه‌ای لایه‌ای یا چوب چندسازهٔ ساختمانی.

۳-۷-۱-۶– تحت شرایط شدید محیط کاربرد یا سوانح، به کار بردن مقادیر حدّ پایین مقاومت‌های مجاز ممکن است ضرورت پیدا کند. به ضمیمه H برای اطلاعات پیشینه مربوط به محاسبات ثبات ستون و به ضمیمه F برای اطلاعات مربوط به ضریب تغییرات مدول الاستیسیته (COV_E) رجوع شود.

۳-۷-۲– ستون‌های باریک شونده

برای طراحی ستون با مقطع مستطیلی شکل باریک شونده در یک یا هر دو انتها، بعد معرف d برای هر سطح ستون باید از رابطه زیر به دست آید:

$$d = d_{\min} + (d_{\max} - d_{\min})\left[a - 0/15\left(1 - \frac{d_{\min}}{d_{\max}}\right)\right] \qquad (۳-۷-۲)$$

$d_{\min}$ – بعد حداقل سطح مربوط ستون

$d_{\max}$ – بعد حداکثر سطح مربوط ستون

شرایط تکیه‌گاه:

- انتهای بزرگ دارای تکیه ثابت، انتهای کوچک آزاد یا دارای تکیه ساده $a = ۰/۷۰$
- انتهای کوچک دارای تکیه ثابت، انتهای بزرگ آزاد یا دارای تکیه ساده $a = ۰/۳۵$

هر دو انتهای دارای تکیه ساده:

- باریک شوندگی به سمت یک انتها $a = ۰/۵۰$
- باریک شوندگی به سمت هر دو انتها $a = ۰/۷۰$

برای تمام شرایط دیگر تکیه:

$$d = d_{\min} t (d_{\max} - d_{\min}) (\frac{۱}{۳}) \qquad (۳-۷-۳)$$

محاسبات f_C و C_P باید بر مبنای بعد معرف، d باشد. علاوه بر این، f_C در هر مقطعی از ستون باریک شونده نباید از تنش فشاری مجاز موازی الیاف ضرب در ضرایب تنظیم مربوط (غیر از ضریب ثبات، C_P) بیشتر باشد.

۳-۷-۳- ستون‌های گرد

طراحی ستونی با مقطع گرد باید بر مبنای محاسبات طراحی ستونی با مقطع مربع و هم اندازه و دارای باریک شوندگی همسان انجام شود. مقاومت‌های مجاز مرجع و شروط ویژه تیرهای گرد و شمع‌های چوبی در فصل ۶ ارائه شدند.

۳-۸- اعضای کششی

۳-۸-۱- کشش موازی الیاف

تنش کششی واقعی یا نیروی موازی الیاف باید بر مبنای مقطع خالص باشند (رجوع شود به ۳-۱-۲) و نباید از مقدار مجاز تنظیم شده بیشتر باشد.

۳-۸-۲- کشش عمود بر الیاف

در طراحی‌هایی که تنش عمود بر الیاف ایجاد می‌شود، در صورت امکان باید اجتناب شود و اگر اجتناب از تنش عمود بر الیاف عملی نباشد، باید مقاوم‌سازی مکانیکی را به کار گرفت تا چنین تنشی تحمل شود.

۳-۹- بارگذاری توأم خمش و محوری

۳-۹-۱- خمش و کشش محوری

اعضای تحت خمش و کشش محوری (شکل ۳G) باید متناسب باشند، طوری که در آن‌ها:

$$\frac{f_t}{F_t'} + \frac{f_b}{F_b^*} \le ۱ \qquad (۱-۹-۳)$$

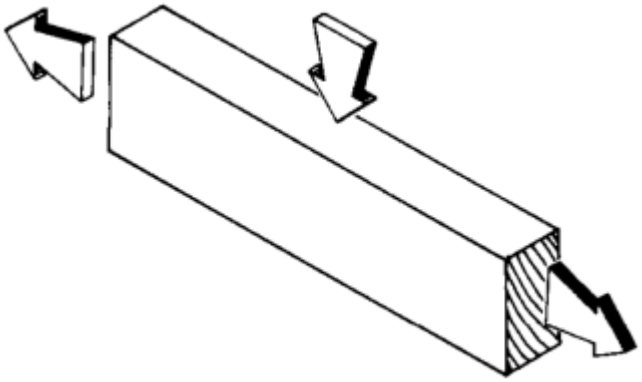
و

$$\frac{f_b - f_t}{F_b^{**}} \le ۱ \qquad (۲-۹-۳)$$

باشد.

F_b' - مقاومت مجاز مرجع ضرب در ضرایب تنظیم مربوط، غیر از C_L، $(Kg/cm^۲)$

F_b^{**} - مقاومت مجاز مرجع ضرب در ضرایب تنظیم مربوط، غیر از C_V، $(Kg/cm^۲)$



شکل(۳G). توأم خمش و کشش محوری

۳-۹-۲- خمش و فشار محوری

اعضایی که زیر لنگر خمشی حول یک یا دو محور اصلی و نیز فشار محوری (شکل ۳H) باشند، باید طوری متناسب باشند که در آن‌ها

$$\left[\frac{f_c}{F'_C}\right]^2 + \frac{f_{b1}}{F'_{b1}\left[1-(\frac{f_c}{F_{CE1}})\right]} + \frac{f_{b2}}{F'_{b2}\left[1-(\frac{f_c}{F_{CE2}})-(\frac{f_{b1}}{F_{bE}})^2\right]} \le 1 \qquad (۳-۹-۳)$$

باشد.

برای زیر بار خمشی روی لبه یا خمش حول هر دو محور و

$$\frac{f_c}{f_{CE2}} + (\frac{f_{b1}}{F_{bE}})^2 < 1 \qquad (۴-۹-۳)$$

در آن:

$$f_c < F_{CE_1} = \frac{0/822 E_{min}}{(\ell_{e1}/d_1)^2}$$

برای زیر بار خمشی روی پهنا یا خمش حول هر دو محور

$$f_c < F_{CE_2} = \frac{0/822 E_{min}}{(\ell_{e2}/d_2)^2}$$

برای خمش حول هر دو محور

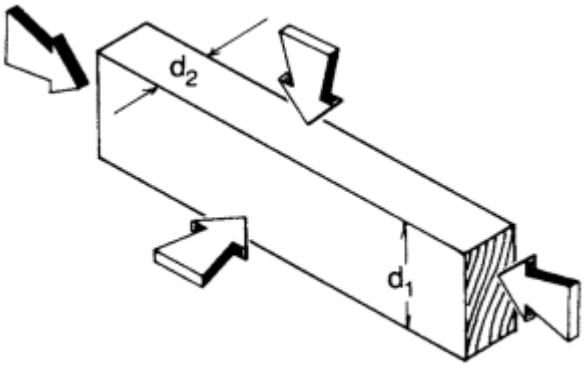
$$f_{b1} < F_{bE} = \frac{1/2 E_{min}}{(R_B)^2}$$

f_{b1} – تنش واقعی (محاسبه شده) زیر بار روی لبه (سطح باریک عضو)

f_{b2} – تنش واقعی (محاسبه شده) زیر بار روی پهنا (سطح پهن عضو)

d_1 – بعد سطح عریض (شکل ۳H)

d_2 – بعد سطح باریک (شکل ۳H)



شکل(۳H). خمش توأم با فشار محوری

طول‌های مؤثر ستونی ℓ_{e1} و ℓ_{e2} باید طبق (۳–۷–۱–۲) تعیین شوند. F'_C، F_{CE_1} و F_{CE_2} باید طبق (۲–۳) و (۳–۷) تعیین شوند. F'_{b1}، F'_{b2} و F_{bE} باید طبق (۲–۳) و (۳–۳–۳) تعیین شوند.

۳-۹-۳- بار فشاری برون‌مرکزی

به قسمت (۱۵-۴) برای اعضای زیر بار خمشی و فشار محوری ناشی از برون‌مرکزی یا بار برون-مرکزی توأم با بارهای دیگر، مراجعه شود.

۳-۱۰- طراحی تکیه‌گاه

۳-۱۰-۱- تکیه‌گاه موازی الیاف

۳-۱۰-۱-۱- تنش فشاری واقعی (محاسبه شده) تکیه‌گاهی موازی الیاف باید بر مبنای سطح تکیه‌گاهی خالص باشد و از تنش فشاری تکیه‌گاهی مجاز هوازی الیاف ضرب در ضرایب تنظیم مربوط، غیر از ضریب ثبات ستون، C_P، بیشتر نباشد.

۳-۱۰-۱-۲- F_C^*، مقاومت مجاز مرجع ضرب در ضرایب تنظیم مربوط، غیر از ضریب ثبات ستون، C_P، در تکیه سربه‌سر اعضای فشاری کاربرد دارد به شرط تکیه‌گاه جانبی کافی و برش‌های مربعی دقیق و موازی.

۳-۱۰-۱-۳- اگر $f_c > ۰/۷۵(F_C^*)$ باشد تکیه‌گاه باید روی ورق فلزی یا مادهٔ دیگر دارای دوام، صلبیت، همگنی و سفتی معادل فلز باشد تا بار وارده را توزیع نماید. اگر مغزی صلبی (تکه پرکننده) برای تکیه سربه‌سر اعضای فشاری لازم باشد، باید معادل ورق فلزی نمره ۲۰ یا بهتر باشد و به سهولت در بین دو سطحی که بهم می‌آیند قرار گیرد.

۳-۱۰-۲- تکیه عمود بر الیاف

تنش واقعی (محاسبه شده) فشاری عمود بر الیاف، باید بر مبنای سطح خالص تکیه‌گاهی بوده و بیش از تنش فشاری مجاز تنظیم شده عمود بر الیاف نباشد، $f_c \le F_{C\perp}$. در محاسبه سطح تکیه در دو

انتهای اعضای خمشی، لحاظ کردن فشار بیشتر در سمت داخل تکیه نسبت به انتهای عضو توصیه نمی‌شود.

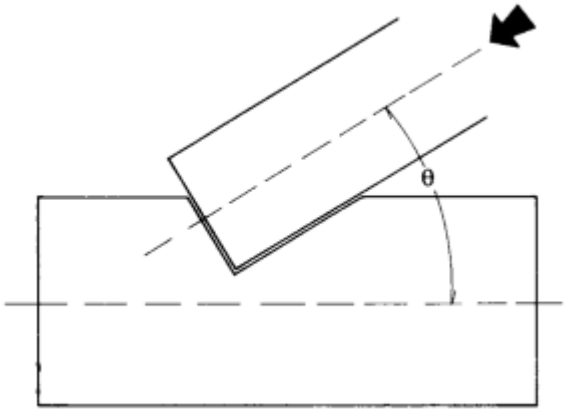
۳-۱۰-۳- تکیه تحت زاویه

مقاومت مجاز تنظیم شده تکیه‌گاهی تحت زاویه‌ای نسبت به الیاف (رجوع به شکل ۳I و ضمیمهJ) باید با رابطهٔ

$$F'_\theta = \frac{F^*_C F'_{C\perp}}{F^*_C Sin^2\theta + F'_{C\perp} Cos^2\theta} \qquad (۱-۱۰-۳)$$

محاسبه شود.

θ - زاویهٔ بین راستای بار و الیاف (محور طولی عضو)، درجه



شکل(۳I). تکیه تحت زاویه نسبت به الیاف

۳-۱۰-۴- ضریب سطح تکیه‌گاه، C_b

مقاومت مجاز فشار عمود بر الیاف مرجع، $F_{C\perp}$ برای تکیه‌گاه‌ها با هر طولی در دو سر عضوی و با تکیه‌گاه‌ها به طول ۱۵ سانتی‌متر و بیشتر در هر نقطهٔ دیگر، تعمیم دارد. بین طول تکیه‌گاه کم‌تر از

۱۵ سانتی‌متر و حداقل ۷/۵ سانتی‌متر فاصله تا انتهای عضو، مقاومت مجاز فشار عمود بر الیاف مرجع، باید در ضریب C_b ضرب شود.

$$C_b = \frac{\ell_b + ۰/۹۵۲}{\ell_b} \qquad (۲-۱۰-۳)$$

ℓ_b – طول تکیه‌گاه در راستای الیاف، cm

از معادله (۳-۱۰-۲) برای طول‌های ℓ_b (روی ورق فلز و واشر)، مقادیر C_b به دست می‌آیند که در جدول (۳-۱۰-۴) ارائه شده است.

جدول(۳-۱۰-۴). ضریب سطح تکیه‌گاه C_b

ℓ_b (cm)	۱/۲۷	۲/۵۴	۳/۸۱	۵	۷/۵	۱۰	۱۵ و بیشتر
C_b	۱/۷۴	۱/۳۷	۱/۲۴	۱/۱۹	۱/۱۳	۱/۱۰	۱

برای سطح تکیه‌گاه گرد، مثل واشرها، ℓ_b باید به اندازهٔ قطر آن باشد

فـصـل چـهـارم
چـوب مـاسـيـو

۴-۱- عام
۴-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع
۴-۳- تنظیم مقاومت‌های مجاز مرجع
۴-۴- ملاحظات طراحی ویژه
جدول(۴-۳-۱). ضرایب تنظیم برای چوب ماسیو
جدول(۴-۳-۸). ضرایب شیارزنی، C_i

۴-۱- عام

۴-۱-۱- کاربرد

فصل ۴ به طراحی مهندسی چوب ماسیو اختصاص دارد. روش‌های طراحی، مقاومت‌های مجاز مرجع و اطلاعات دیگر در اینجا فقط در مورد چوب ماسیو برش شده‌ای است که با شروط تعیین در ادامه مطابقت نماید.

۴-۱-۲- شناسایی چوب برش شده

۴-۱-۲-۱- وقتی از مقاومت مجاز مرجع تعیین شده در این آیین‌نامه استفاده می‌شود، چوب برش شده، دارای اتصال سربه‌سر یا درز شده، باید با نشان درجه کیفیت یا گواهی‌نامه صادر شده توسط تشکیلاتی ذیصلاح بازرسی، شناسایی شود. نشان رسمی درجه کیفیت که مورد بازرسی در کنترل کیفیت می‌شود، برای فرآورده‌های لایه‌ای تعمیم دارد.

۴-۱-۲-۲- چوب برش شده باید با نام تجاری گونه و درجه کیفیت تعیین شود یا مقادیر مقاومت مجاز، به ترتیبی که در ۴A، ۴B، ۴C، ۴D، ۴E و ۴F (در مکمل) آمدند.

۴-۱-۳- تعاریف

۴-۱-۳-۱- چوب‌آلات (ماسیو) ساختمانی به طور معمول رده‌بندی دارند که بر مبنای اندازه مقطع است و هر رده دارای نام مشخصی است که در دادوستد مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای مثال در آمریکای شمالی این رده‌ها نام‌های Dimension ، Beam ، Stringer ، Posts ، Timber و Deck دارند و هر رده مقاومت‌های مجاز تعیین شده‌ای دارد.

۴-۱-۳-۲- نام رده (دی‌منژن) Dimension بـه چـوب‌هـایی تعلـق دارد کـه ضـخامت اسـمی ۵ -۱۰cm و پـهنـای اسمی ۵cm و بیشتر دارند. ایـن رده از چوب برش شده بـــه دسـتجات قـاب-سازی سبک، قاب‌سازی، ستون‌های کلاف، تیرچه‌ها و دونعل تقسیم می‌شوند.

۴-۱-۳-۳- چوب‌های برش شده رده (تیرهـا) Beams و (تیرهـای فرعـی) Stringers مقطـع مستطیل شکل به اسمی ۷/۵cm یا بیشتر و پهنای ۵cm یا بیشتر از ضخامت دارند. چوب‌های این رده برای خمش روی لبه درجه‌بندی می‌شوند.

۴-۱-۳-۴- چوب‌های (چارچوب) Posts و (تیمبر) Timbers مقطع مربع دارند، ۷/۵×۷/۵cm اسمی و بزرگ‌تر. پهنای این رده از چوب‌های بـرش شـده ۵cm بیشـتر از ضـخامت نیسـت و بـرای استفاده‌های ستونی درجه‌بندی می‌شوند.

۴-۱-۳-۵- چوب‌های برش شده رده لمبه Decking ضخامت اسمی ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر دارند و فاق و زبانه شده عرضه می‌شوند، چون در پوشش‌ها (کف و سقف و دیوار) به کار می‌روند. ایـن رده از چوب‌های برش شده برای نصب روی سطح عریض درجـه‌بندی می‌شوند (سـطح پهـن‌شـان روی تکیه‌گاه قرار می‌گیرد).

۴-۱-۴- وضعیت رطوبت چوب در محیط نصب

مقاومت‌های مجاز مرجع که در این آیین‌نامه تعیین شدند، بـرای وضـعیت محـیط نصـب خشـک کاربرد دارند، یعنی جایی که رطوبت چوب حداکثر به ٪۱۹ برسد (صرفنظر از رطوبت زمان ساخت). در جایی که رطوبت چوب پس از مدتی بعد از نصب از ٪۱۹ بیشتر شود، مقاومت‌های مجـاز مرجـع باید در ضریب مربوط به وضعیت رطوبت، C_M ضرب شوند. ایـن ضـرایب در جـدول‌هـای (۴A)، (۴B)، (۴C)، (۴D) و (۴E) و (۴F) ارائه شدند.

۴-۱-۵- اندازه‌های چوب

۴-۱-۵-۱- اندازه‌های چوب‌آلات برش شده مورد اشاره در آیین‌نامه، اندازه‌های اسمی هستند. محاسبات برای تعیین اندازه‌های لازم، باید بر مبنای اندازه‌های واقعی (خالص) باشد. اندازه‌های رنده شده آمده در منبع ۳۱ حداقل اندازه‌ها هستند (به جدول A۱ مکمل رجوع شود).

۴-۱-۵-۲- برای اندازه اسمی $۱۰cm$ و نازک‌تر چوب، اندازهٔ خشک رنده شده را باید در محاسبه به کار برد، صرفنظر از رطوبت زمان تولید یا نصب.

۴-۱-۵-۳- برای اندازهٔ اسمی $۱۲/۷cm$ ($\approx$ ۱۳) و ضخیم‌تر چوب، اندازه تر رنده شده را باید در محاسبه به کار برد، صرفنظر از رطوبت زمان تولید یا نصب.

۴-۱-۵-۴- در مواردی که طراحی بر مبنای اندازه‌های ناصاف یا ویژه باشد، اندازه به کار گرفته شده در طراحی و رطوبت، باید در نقشه یا ویژگی‌ها نشان داده شوند.

۴-۱-۶- چوب درز شده یا با اتصال سربه‌سر

مقاومت مجاز مرجع چوب‌آلات سنگین را می‌توان برای چوب درز شده یا دارای اتصال انگشتی، نیمانیم و مورّب (سربه‌سر) هم اندازه به کار برد. این دسته از چوب اگر علامت «فقط ستون کلاف یا استفاده عمودی» داشته باشند، برای کاربرد درازمدت زیر بار خمشی یا کشش توصیه نمی‌شود.

۴-۱-۷- چوب دوباره برش یا تولید شده

۴-۱-۷-۱- چوب‌آلات ساختمانی که دوباره برش یا تولید شدند، باید با مقاومت‌های مجاز مرجع خودشان طراحی شوند.

۴-۱-۷-۲- چوب‌آلات ماسیوی که برای کوتاه‌تر شدن برش عرضی می‌خورند مشمول بند (۴-۱-۷-۱) نیستند، مگر برای استفاده به صورت تیر که در این صورت ضابطه درجه‌بندی تغییر دارد.

۴-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع

۴-۲-۱- مقاومت‌های مجاز مرجع

مقاومت‌های مجاز مرجع چوب‌های درجه‌بندی شده نظری و چوب رده Dimension درجه شده مکانیکی در جدول‌های (۴A)، (۴B)، (۴C)، (۴D)، (۴E) و (۴F) ارائه شدند (مکمل این آیین‌نامه). مقادیر مقاومت‌ها در این جدول‌ها از نشریات نمایندگی‌های ذیصلاح درجه‌بندی (به کار گیرنده قواعد درجه‌بندی در منابع ۴۲ تا ۴۷) گرفته شدند.

۴-۲-۲- گونه‌ها و درجات کیفیت دیگر

مقاومت‌های مجاز مرجع گونه‌ها و درجات کیفیت چوب‌آلاتی که در این آیین‌نامه نیامدند، باید با آیین‌نامه‌های مربوط در استاندارد ASTM و معیارهای صایب دیگر تدوین شوند (به منابع ۱۶، ۱۸، ۱۹ و ۳۱ رجوع شود).

۴-۲-۳- مبنای مقاومت‌های مجاز مرجع

۴-۲-۳-۱- مقاومت‌های مجاز مرجع در جدول‌های (۴A)، (۴B)، (۴C)، (۴D)، (۴E) و (۴F) برای طراحی سازه‌هایی هستند که در آن هر عضوی مثل تیر، تیر حمال، ستون، ... مشمول تحمل بار کامل طراحی است. برای اعضای تکراری به بند (۴-۳-۹) رجوع شود.

۴-۲-۳-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع چوب‌آلات درجه‌بندی شده نظری در جدول‌های (۴A)، (۴B)، (۴C)، (۴D)، (۴E) و (۴F) بر مبنای شروط آیین‌نامه‌های D۲۴۵ و D۱۹۹۰ استاندارد ASTM هستند.

۴-۲-۳-۳- مقاومت‌های مجاز مرجع چوب‌آلات رده‌بندی شده با ماشین "MSR" و ارزیابی شده با ماشین "MEL" در جدول (۴C) با درجه‌بندی نظری و آزمون غیر مخرب تعیین شدند.

۴-۲-۴- مدول الاستیسیته، *E*

۴-۲-۴-۱- متوسط مدول الاستیسیته. مقادیر مرجع مدول الاستیسیته تعیین شده برای چوب‌آلات درجه‌بندی شده نظری و گونه‌ها در جدول‌های (۴A)، (۴B)، (۴C)، (۴D)، (۴E) و (۴F)، میانگین هستند و با روند تعیین در آیین‌نامه‌های D۲۴۵ و D۱۹۹۰ استاندارد ASTM مطابقت دارند. در تدوین مقدار مدول الاستیسیته افزایش در اثر خشک شدن، افزایش دانسیته و کاهش به علت درجه کیفیت و سختی، لحاظ شدند. مقادیر مرجع مدول الاستیسیته بر مبنای گروه گونه‌ها (طبق آیین‌نامه-های ۲۵۵۵ و D۱۹۹۰ استاندارد ASTM) می‌باشند.

۴-۲-۴-۲- کاربردهای ویژه. میانگین مدول الاستیسیته مجاز مرجع در جدول‌های (۴A)، (۴B)، (۴C)، (۴D)، (۴E) و (۴F) برای طراحی اعضای تکراری و محاسبه تغییر مکان لحظه‌ای اعضای

منفرد زیر بار کامل طراحی به کار می‌رود. در کاربردهای ویژه که تغییر مکان عاملی بحرانی است یا مقدار تغییر شکل زیر بار درازمدت باید محدود باشد، لازم می‌شود مقدار مدول الاستیسیته کاهش داده شود. به ضمیمه F برای شروط کاهش مدول الاستیسیته برحسب مورد کاربرد، مراجعه شود.

۴-۲-۵- خمش، F_b

۴-۲-۵-۱- درجات چوب رده (دی‌منژن) "Dimension". مقاومت‌های مجاز خمشی تنظیم شده چوب ردهٔ Dimension برای طراحی اعضایی که در لبه و یا در سطح پهن‌شان زیر بار قرار می‌گیرند، تعمیم دارند.

۴-۲-۵-۲- چوب درجات لمبه "Decking". مقاومت‌های مجاز خمشی تنظیم شده چوب لمبه برای طراحی موردی هستند که لمبه روی سطح پهن خود زیر بار قرار گیرد.

۴-۲-۵-۳- درجات "Timbers" و "Posts". مقاومت خمشی مجاز تنظیم شده این رده از چوب‌آلات برای طراحی آن‌ها زیر بار در لبه یا سطح است.

۴-۲-۵-۴- درجات "Beam" و "Stringer". مقاومت‌های خمشی مجاز تنظیم شده این رده از چوب، برای طراحی موردی از کاربرد آن است که در لبهٔ باریک زیر بار قرار گیرند. اگر چوب‌آلات رده "Timber" و "Post" با شروط "Stringer" و "Beam" درجه‌بندی شوند، همین مقاومت‌های خمشی مجاز را خواهند داشت. در این حالت چوب باید طبق بند (۴-۱-۲-۱) شناسایی شود.

۴-۲-۵-۵- تیرهای چند دهانه (سراسری) و گیردار. اگر چوب رده "Stringer" و "Beam" به صورت تیرهای چند دهانه یا گیردار استفاده می‌شوند، طراحی باید پیش نیازی را شامل شود که

شروط درجه‌بندی نیمه $\frac{۱}{۳}$ طول ایجاب می‌کند و باید در نیمه $\frac{۲}{۳}$ طول قطعات دو دهانه و کل طـول قطعات با سه دهانه و بیشتر یا گیردار، به کار رود.

۴-۲-۶- فشار عمود بر الیاف، $F_{C\perp}$

برای مقاومت فشاری مجاز عمود بر الیاف مرجع، مبنا تغییر شکل محدودی اسـت کـه بـه تجربـه نشان داده شده که برای تحمل بار وارده در قاب سازه‌ای چوبی کفایت اسـت. مقاومـت‌هـای مرجـع مربوط به فشار عمود بر الیاف در جدول‌های (۴A)، (۴B)، (۴C)، (۴D)، (۴E) و (۴F) به میـانگین گروه گونه تعلق دارد و مربوط به مقدار یک میلی‌متـر تغییـر شـکل بـرای ورقـی فلـزی در وضـعیت بارگذاری روی عضوی چوبی است. یک روش در کاربرد ویـژه‌ای کـه تغییـر شـکل بحرانـی اسـت، استفاده از مقاومت مجاز عمود بر الیاف بر مبنای تغییر شکل کاهش یافته اسـت. از رابطـهٔ زیـر بـرای محاسبه مقاومت فشاری مجاز عمود بر الیاف با تغییر شکل کاهش یافته تا نیم میلی‌متر، استفاده مـی-شود.

$$F_{C\perp ۰/۵} = ۰/۷۳\, F_{C\perp} \qquad (۱-۲-۴)$$

$F_{C\perp ۰/۵}$ – مقاومت فشاری مجاز عمود بر الیاف برای ۰/۵ میلی‌متر تغییر شکل، $(Kg/cm^۲)$

$F_{C\perp}$ – مقاومت فشاری مجاز مرجع برای یک میلی‌متر تغییر شکل (ارائه شـده در جـدول ۴A تـا ۴F).

۴-۳- تنظیم مقاومت‌های مجاز مرجع

۴-۳-۱- عام

مقادیر مرجع F_b، F_t، F_v، $F_{C\perp}$، F_c، E و $E_{\min}$ در جدول‌های (۴A) تا (۴F) باید در ضرایب تنظیم در جدول (۴-۳-۱)، ضرب شوند تا مقدار تنظیم شده‌شان به دست آید (F'_b، F'_t، F'_v، $F'_{C\perp}$، F'_c، E'، $E'_{\min}$).

۴-۳-۲- ضریب مدت اعمل بار، C_D (فقط ASD)

تمام مقاومت‌های مرجع غیر از مدول الاستیسیته، E، مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون، $E_{\min}$ و فشار عمود بر الیاف، $F_{C\perp}$ باید در C_D ضرب شوند که در (۲-۳-۲) تعیین شده است.

۴-۳-۳- ضریب وضعیت رطوبت محل نصب (سرویس)، C_M

مقاومت‌های مجاز مرجع چوب ساختمانی برش شده، بر مبنای وضعیت رطوبتی هستند که در (۴-۱-۴) تعیین شده است. هر جا که رطوبت اعضای سازه‌ای از حدود تعیین شده در محل نصب (سرویس) تغییر کند، مقاومت‌های مجاز مرجع (جدول‌های ۴A تا ۴F) باید در ضریب C_M ضرب شوند.

۴-۳-۴- ضریب دما، C_t

در جایی که اعضای سازه‌ای چوب طولانی مدت مشرف به دمای تا ۶۵°C شوند (به ضمیمه C رجوع شود)، مقاومت‌های مجاز مرجع باید در ضریب دما، C_t ضرب شود که در (۲-۳-۳) تعیین شده است.

۴-۳-۵- ضریب ثبات تیر، C_L

مقادیر مقاومت خمشی مجاز مرجع، F_b باید در ضریب ثبات تیر، C_L ضرب شوند (تعیین شده در ۳-۳-۳).

۴-۳-۶- ضریب اندازه، C_F

۴-۳-۶-۱- مقادیر مجاز مرجع خمش و کشش موازی الیاف چوب‌آلات درجه‌بندی شده نظری رده (دی‌منژن) "Dimension" (به ضخامت ۵ تا $۱۰cm$) باید در ضریب اندازه تعیین شده در جدول‌های (۴A) و (۴B)، ضرب شوند.

۴-۳-۶-۲- اگر ارتفاع مقطع مستطیل شکل عضوی تیری با پهنای $۷/۵cm$ یا بیشتر، بیش از $۳۰cm$ باشد، مقاومت مجاز مرجع خمشی در جدول (۴D) باید در ضریب اندازه ضرب شود که عبارتست از:

$$C_F = (\frac{d}{۳۰})^{\frac{۱}{۹}} \leq ۱ \qquad (۱-۳-۴)$$

۴-۳-۶-۳- اگر تیر دارای مقطع گرد به قطر بیش از $۳۴cm$ باشد، ضریب اندازهٔ طبق بند (۴-۳-۶-۲) بر مبنای مقطع مربع شکل هم اندازه تعیین می‌شود. برای تیری با مقطع مربع $۳۰\times۳۰cm$ یا بزرگ‌تر که در صفحهٔ قطر زیر بار قرار گیرد، ضریب اندازه، C_F با مقطع معادل تعیین می‌شود.

۴-۳-۶-۴- مقاومت خمشی مجاز مرجع چوب لمبه تمام گونه‌ها، غیر از سرخ چوب، که ضخامت ۵ یا $۷/۵cm$ داشته باشد، باید در ضریب اندازه که در جدول (۴E) تعیین شدند، ضرب شود.

۴-۳-۷- ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

اگر چوب ماسیو به ضخامت ۵ تا ۱۰cm در سطح پهن زیر بار قرار گیرد، مقاومت‌های مجاز مرجع گونه چوب مجاز است در ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu} که در جدول‌های (۴A)، (۴B)، (۴C) و (۴F) تعیین شدند، ضرب شود.

۴-۳-۸- ضریب شیارزنی، C_i

مقاومت مجاز مرجع چوب شیار زده موازی الیاف به عمق یک سانتی‌متر و طول حداکثر یک سانتی‌متر و به تعداد ۱۲ هزار در مترمربع، باید در ضریب C_i ضرب شود. C_i با آزمون یا محاسبه متغیرهای کاهش یافته مقطع (با احتساب اثر شیار در صورت بیشتر بودن از الگوی ذکر شده) تعیین می‌شود.

جدول(۴-۳-۸). ضرایب شیارزنی

مقادیر طراحی	C_i
E , $E_{\min}$	۰/۹۵
F_b , F_t , F_c , F_v	۰/۸۰
$F_{C\perp}$	۱

۴-۳-۹- ضریب عضو تکراری، C_r

مقاومت خمشی مجاز مرجع، F_b در جدول‌های (۴A)، (۴B)، (۴C) و (۴F) برای چوب‌آلات طبقه یا رده (دی‌منژن) "Dimension" (به ضخامت ۵ تا ۱۰cm)، باید در ضریب عضو تکراری، C_r =۱/۱۵ ضرب شود. وقتی چنین اعضایی به صورت تیرچه، وتر خرپا، تیر زیر شیروانی، ستون کلاف، دونعل، لمبه و امثالهم به کار روند و کنار هم باشند یا ۶۰cm محور تا محور از هم فاصله

داشته باشند و تعدادشان کم‌تر از ۳ نباشد و با هم پوشش کف یا بام (اجزای توزیع بار) مربوط باشند، مشمول ضریب عضو تکراری خواهند بود. پوشش کف، بام یا دیوار مجموعه اجزای توزیع بار هستند که با میخ، چسب یا فاق و زبانه بهم اتصال دارند و معیار لازم را احراز می‌کنند. روی مقاومت خمشی مجاز مرجع در جدول (۴E) ضریب C_r =۱/۱۵ اعمال شده است.

۴-۳-۱۰- ضریب ثبات ستون، C_p

مقاومت فشار موازی الیاف مجاز مرجع، F_c باید در ضریب ثبات ستون، C_p که در (۳-۷) مشخص شده است، ضرب شود.

۴-۳-۱۱- ضریب سفتی کمانش، C_T

مدول الاستیسیته مرجع برای ثبات تیر و ستون، $E_{\min}$ مجاز است که در ضریب سفتی کمانش، C_T که در (۴-۴-۲) مشخص شده است، ضرب شود.

۴-۳-۱۲- ضریب سطح تکیه‌گاه، C_b

مقاومت فشار مجاز عمود بر الیاف مرجع، $F_{C\perp}$ باید در ضریب سطح تکیه‌گاه، C_b مشخص شده در (۳-۱۰-۴)، ضرب شود.

۴-۳-۱۳- تیمار حفاظتی تحت فشار

مقاومت‌های مجاز مرجع در مورد چوب دارای تیمار حفاظتی تحت فشار، تعمیم دارد (به منبع ۳۰ رجوع شود). ضریب مدت اعمال بار بیش از ۱/۶ را نباید روی چوب تیمار شده تحت فشار با مواد حفاظتی محلول در آب، اعمال کرد.

۴-۳-۱۴- ضریب فرمت تبدیل، K_r (فقط LRDF)

در LRFD مقاومت‌های مجاز مرجع باید در ضریب فرمت تبدیل، K_r که در جدول ۴-۳-۱ مشخص شده است، ضرب شوند.

۴-۳-۱۵- ضریب مقاومت، ϕ (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مجاز مرجع باید ضریب مقاومت، ϕ که در جدول ۴-۳-۱ مشخص شده، ضرب شوند.

۴-۳-۱۶- ضریب اثر زمان، λ (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مجاز مرجع در ضریب اثر زمان، λ مشخص شده در ضمیمه N-۳-۳، ضرب شوند.

جدول(۴-۳-۱). موارد کاربرد ضرایب تنظیم برای مقاومت‌های چوب ماسیو

فقط LRFD			ASD و LRFD										فقط ASD	
ضریب														
اثر زمان	مقاومت	فرمت تبدیل	سطح تکیه‌گاه	سفتی کمانش	ثبات ستون	عضو تکراری	شیارزنی	کاربرد روی سطح پهن	اندازه	ثبات تیر	دما	وضعیت تر	مدت اعمال بار	
λ	ϕ_b	K_F	-	-	-	C_r	C_i	C_{fu}	C_F	C_L	C_t	C_M	C_D	$\times F_b = F'_b$
λ	ϕ_t	K_F	-	-	-	-	C_i	-	C_F	-	C_t	C_M	C_D	$\times F_t = F'_t$
λ	ϕ_v	K_F	-	-	-	-	C_i	-	-	-	C_t	C_M	C_D	$\times F_v = F'_v$
λ	ϕ_c	K_F	C_b	-	-	-	C_i	-	-	-	C_t	C_M	-	$\times F_{C\perp} = F'_{C\perp}$
λ	ϕ_c	K_F	-	-	C_p	-	C_i	-	C_F	-	C_t	C_M	C_D	$\times F_c = F'_c$
-	-	-	-	-	-	-	C_i	-	-	-	C_t	C_M	-	$\times E = E'$
-	ϕ_s	K_F	-	C_T	-	-	C_i	-	-	-	C_t	C_M	-	$\times E_{\min} = E'_{\min}$

۴-۴- ملاحظات طراحی ویژه

۴-۴-۱- ثبات اعضای خمشی

۴-۴-۱-۱- طراحی اعضای خمشی از چوب ماسیو باید با محاسبات اتکای جانبی (بنـد ۳-۳-۳) یا احراز شرط اتکای جانبی در بندهای (۴-۴-۱-۲) و (۴-۴-۱-۳)، انجام شود.

۴-۴-۱-۲- شق دیگر (۴-۴-۱-۱)، تیرهای ماسیو با مقطع مستطیل شکل، تیرهای زیر شیروانی، تیرچه‌ها یا اعضای دیگر خمشی باید با شروط زیر طراحی شوند تا به چرخش یا تغییر مکان جانبی مقاوم باشند. اگر نسبت ارتفاع مقطع به پهنا، $\frac{d}{b}$ (اندازه‌های اسمی) عبارت باشد از:

(a). $\frac{d}{b} \leq ۲$، اتکای جانبی لازم نیست.

(b). $۲ < \frac{d}{b} \leq ۴$، هر دو انتها باید تثبیت شوند، وسیله بلوک با ارتفاع مقطع تیر، اتصال پل، آویزه‌ها، میخ کردن یا پیچ کردن به وسیله‌ای دیگر مقبول.

(c). $۴ < \frac{d}{b} \leq ۵$ لبهٔ فشاری عضو باید در سرتاسر طول مستقیم (راست) مانع تغییر مکان جانبی داشته باشد (با کف کاذب یا پوشش دهانه) و دو انتهای‌شان باید مهار چرخش و تغییر مکان جانبی داشته باشند.

(d). $۵ < \frac{d}{b} \leq ۶$ باشد با اتصال پل، بلوک با ارتفاع مقطع، نصب مهاربند ضربدری در فواصل تا ۲/۴ متر باید عضو مانع تغییر مکان جانبی داشته باشد. لبهٔ فشاری عضو فشاری عضو با پوشش محکم دهانه یا کف کاذب باید تثبیت باشد و دو سر آن مانع چرخش یا تغییر مکان جانبی داشته باشد.

(e). $۶ < \frac{d}{b} \leq ۷$ باشد. باید هر دو لبهٔ عضو تثبیت باشند و دو سر آن مانع چرخش و تغییر مکان جانبی داشته باشند.

۴-۴-۱-۳- اگر عضوی خمشی زیر خمش و فشار محوری باشد و یک لبهٔ آن مهار داشته باشد، باید در آن $\frac{d}{b}$ از ۱ تا ۵ باشد. اگر عضو زیر تمام توأم‌های بار باشد و لبهٔ بدون بار آن، تحت کشش، باید در آن $\frac{d}{b}$ از ۱ تا ۶ باشد.

۴-۴-۲- خرپاهای چوبی

۴-۴-۲-۱- افزایش سفتی وتر خرپا با ابعاد مقطع $۵\times۱۰cm$ یا کوچک‌تر از چوب ماسیو زیر تنش توأم خمشی و فشار محوری، در وضعیت خشک محیط مصرف و پوشش بام با تخته چند لایه ضخامت $۱۰mm$ و ضخیم‌تر (نصب با میخ روی لبه باریک خرپا) (منابع ۳۲ تا ۳۴) مجاز است و $E_{\min}$ مرجع مربوط در ضریب سفتی کمانش، C_T (رجوع شود به ۳-۷ و ضمیمه H) ضرب می‌شود.

اگر $\ell_e < ۲/۴m$ باشد، C_T با رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$C_T = ۱ + \frac{K_M \ell_e}{K_T E} \qquad (۱-۴-۴)$$

ℓ_e – طول مؤثر ستونی وتر فشاری خرپا (رجوع شود به ۳-۷).

$K_M = ۲۳۰۰$ برای چوب خشک شده تا ٪۱۹ یا کم‌تر در زمان نصب تخته چندلا (پوشش بام).

$K_M = ۱۲۰۰$ برای چوب تر یا نیمه خشک در زمان نصب پوشش بام (تخته چندلا).

$K_T = ۱ - ۱/۶۴۵\ (\mathrm{COV})$

$K_T = ۰/۵۹$ برای چوب درجه‌بندی شده نظری.

$K_T = ۰/۷۵$ برای چوب درجه‌بندی شده با ماشین (MEL).

$K_T = ۰/۸۲$ برای محصول با $COV_E < ۰/۱۱$ (به ضمیمه F-۲ رجوع شود).

اگر $\ell_e > ۲/۴m$ باشد، C_T بر مبنای $\ell_e = ۲/۴m$ محاسبه می‌شود.

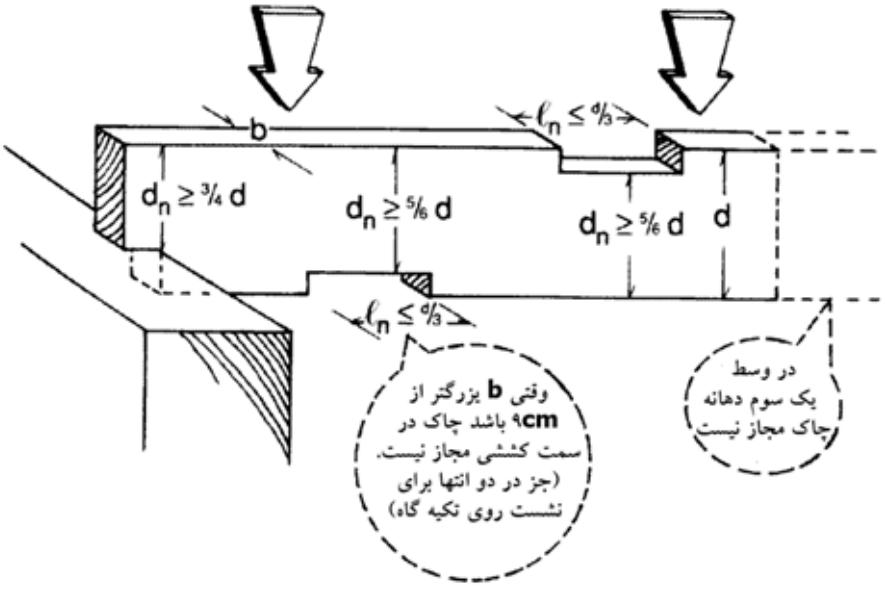
۴-۴-۲-۲- برای اطلاعات بیشتر در مورد خرپاها با وصله اتصال فلزی می‌توان به منابع مربوط [۹] رجوع کرد.

۴-۴-۳- چاک خوردگی

۴-۴-۳-۱- چاک دو انتها. تعبیه چاک در دو سر تیرهای ماسیو چوب برای تکیه‌گاه مجاز است و نباید بیش از $\frac{۱}{۴}$ ارتفاع مقطع تیر باشد (به شکل ۴A رجوع شود).

۴-۴-۳-۲- چاک‌های درونی، واقع در $\frac{۱}{۳}$ بیرونی طول دهانهٔ تیر تک دهانه مجاز است و نباید بیش از $\frac{۱}{۶}$ ارتفاع مقطع عضو باشد. تعبیه چاک درونی در سمت کشش عضوی به ضخامت $۹cm$ و بیشتر ($۱۰cm$ اسمی ضخامت)، مجاز نیست (شکل۴A).

۴-۴-۳-۳- به بندهای (۳-۱-۲) و (۳-۴-۳) برای اثر چاک روی مقاومت رجوع شود.



شکل(۴A). محدودیت‌های تعبیه چاک در تیرهای ماسیو چوب

فـصـل پـنـجـم
چـوب سـازه‌ای لایـه‌ای

۵-۱- عام

۵-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع

۵-۳- تنظیم مقاومت‌های مجاز

۵-۴- ملاحظات طراحی ویژه

جدول(۵-۱-۳). پهناهای خالص چوب‌های سازه‌ای لایه‌ای

جدول(۵-۲-۸). ضرایب طراحی کشش شعاعی، F_{rt} برای اعضای خم‌دار

جدول(۵-۳-۱). کاربرد ضرایب تنظیم برای چوب‌های سازه‌ای لایه‌ای

۵-۱- عام

۵-۱-۱- کاربرد

۵-۱-۱-۱- فصل پنجم به طراحی مهندسی چوب سازه‌ای لایه‌ای اختصاص دارد. پیش نیازهای مقدماتی در آیین‌نامه آمدند. برای اطلاعات بیشتر باید به منابع مربوط رجوع کرد [۵۲].

۵-۱-۱-۲- روش‌های طراحی، مقاومت‌های مرجع و سایر اطلاعات در این آیین‌نامه فقط به چوب سازه‌ای لایه‌ای دارای شروط مربوط در منابع زیرنویس شده همراه جدول‌های (۵A)، (۵B)، (۵C) و (۵D) و تولید شده طبق ANSI / AITC A۱۹۰۰۱ ، تعلق دارد.

۵-۱-۲- تعریف

اصطلاح «**چوب سازه‌ای لایه‌ای**» اشاره دارد به محصول مهندسی شده، رده‌بندی شده تنش از کارخانه‌ای که ابزار سوار کردن لایه‌های منتخب و تهیه شده چوب را با چسب، در اختیار دارد. الیاف تمام لایه‌ها موازی محور طولی قرار دارند. ضخامت خالص یا واقعی هر لایه نباید بیش از $5cm$ باشد و باید:

- یک قطعه باشد یا
- شامل قطعات اتصال یافته سربه‌سر برای هر طولی
- درز شده از قطعات برای پهنای بیشتر یا
- قطعات خمیده برای تعبیه انحنا در جریان سوار کردن باشد.

۵-۱-۳- اندازه‌های استاندارد

۵-۱-۳-۱- پهنای معمولی چوب سازه‌ای لایه‌ای باید به شرح در جدول (۵-۱-۳) باشد.

جدول(۵-۱-۳). پهنای خالص چوب لایه‌ای سازه‌ای

پهنای اسمی لایه‌ها (*cm*)	۷/۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
حداقل پهنای خالص (*cm*)	**گونه‌های غرب**							
	۶	۸	۱۳	۱۷	۲۲	۲۷	۳۱	۳۶
	کاج جنوب							
	۶	۷/۶	۱۳	۱۷	۲۲	۲۷	۳۱	۳۶

در اینجا منع اندازه‌های دیگر پهنا که برای احراز پیش نیاز اندازه طراحی یا ویژه لازم است، هدف نیست.

۵-۱-۳-۲- طول و ابعاد خالص تمام اعضا، باید معلوم باشد. ابعاد اضافی لازم برای تعریف اعضای غیر هرمی باید تعیین شود.

۵-۱-۴- وضعیت رطوبت چوب در محیط نصب

۵-۱-۴-۱- از مقاومت‌های مجاز مرجع برای وضعیت خشک محیط نصب، وقتی استفاده می‌شود که رطوبت چوب کم‌تر از ٪ ۱۶ باشد، مثل اغلب فضای مسقف.

۵-۱-۴-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع چوب سازه‌ای لایه‌ای، باید در ضریب رطوبت، C_M (تعیین شده در جدول‌های ۵A، ۵B، ۵C و ۵D) وقتی رطوبت چوب در محیط نصب ٪ ۱۶ و بیشتر باشد، ضرب شود.

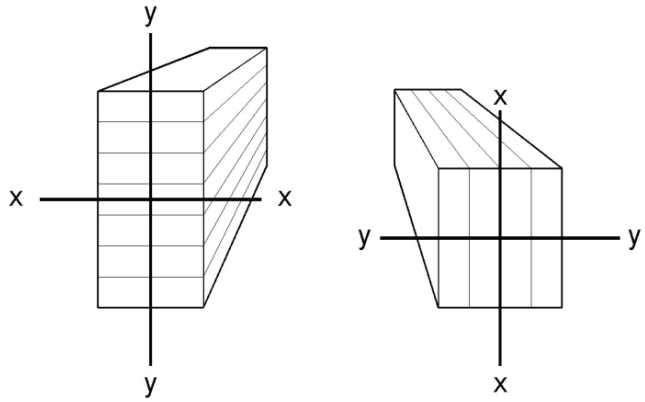
۵-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع

۵-۲-۱- مقاومت‌های مجاز مرجع

مقاومت‌های مجاز مرجع برای چوب سازه‌ای لایه‌ای از چوب‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ در جدول‌های (۵A)، (۵B)، (۵C) و (۵D) ارائه شدند (در مکمل جدا از این آیین‌نامه منتشر شدند). مقاومت‌های مجاز مرجع در جدول‌های (۵A) تا (۵D) از منابعی هستند که در زیرنویس این جدول‌ها معرفی شدند.

۵-۲-۲- توجیه عضو

مقاومت‌های مرجع طراحی چوب سازه‌ای لایه‌ای به توجیه لایه‌ها نسبت به بارهای وارده بستگی دارند. از اندیس برای ارتباط مقاومت‌های طراحی با توجیه مربوط استفاده شده است. توجیه محورهای مقطع چوب سازه‌ای لایه‌ای در شکل ۵A نشان داده شده است. محور x-x موازی سطح پهن لایه‌ها است. محور y-y عمود بر سطح پهن لایه‌ها است.



شکل(۵A). توجیه‌های محور

۵-۲-۳- چیدمان متقارن و غیر متقارن

چوب‌های سازه‌ای لایه‌ای مجازند از چیدمان متقارن یا غیر متقارن لایه‌های هم کیفیت نسبت به محور خنثی باشند. چیدمان‌های متقارن را «متوازن» می‌گویند و مقاومت‌های مجازشان در خمش مثبت و منفی یکی است. چیدمان نامتقارن را «نامتوازن» می‌گویند و مقاومت‌های مجاز طراحی‌شان در خمش منفی کم‌تر از مقاومت‌های مجازشان در خمش مثبت است. سمت بالای اعضای نامتوازن را تولیدکنندگان باید مشخص کنند. "Top"

۵-۲-۴- خمش، F_{bx}^{+}، F_{bx}^{-}، F_{by}

مقاومت‌های مرجع طراحی خمشی، F_{bx}^{+} و F_{bx}^{-} مربوط به بارهایی هستند که در اعضای زیر آن‌ها حول محور x-x لنگر ایجاد می‌کنند. مقاومت مرجع خمشی برای لنگر مثبت، F_{bx}^{+} مربوط به تنش‌های خمشی است که در لبهٔ پایین تیر کشش ایجاد می‌کند. مقاومت مرجع خمشی برای خمش منفی، F_{bx}^{-} مربوط به تنش‌های خمشی است که در لبه بالای تیر کشش ایجاد می‌کند.

مقاومت مرجع طراحی خمشی، F_{by} مربوط به اعضایی است که بار وارده در آن‌ها حول محور y-y لنگر ایجاد می‌کند.

۵-۲-۵- فشار عمود بر الیاف، $F_{C\perp x}$، $F_{C\perp y}$

مقاومت مرجع طراحی فشار عمود بر الیاف، $F_{C\perp x}$ متعلق به اعضایی است که بار وارده عمود بر سطح عریض لایه‌ها است.

مقاومت مرجع طراحی فشار عمود بر الیاف، $F_{C\perp y}$ مربوط به اعضایی است که بار وارد به آن‌ها عمود بر لبه لایه‌ها است.

مقاومت‌های مرجع طراحی فشار عمود بر الیاف بر مبنای حد $1mm$ تغییر شکل هستند که از آزمون طبق ASTM D۱۴۳ به دست آمده است. تنش فشاری عمود بر الیاف متناظر حد $0/5mm$ تغییر شکل، مجاز است ٪ ۷۳ مقدار مرجع محسوب شود (به ۴-۲-۶ هم رجوع شود).

۵-۲-۶- برش موازی الیاف، F_{vx}، F_{vy}

مقاومت مرجع برش موازی الیاف، F_{vx} مربوط به اعضایی است که بار وارد بر آن‌ها لنگر حول محور x-x شان ایجاد می‌کند. مقاومت مرجع برش موازی الیاف، F_{vy} به اعضایی مربوط می‌شود که بار وارد بر آن‌ها حور محور y-y شان لنگر ایجاد می‌کند.

مقاومت‌های مرجع برش موازی الیاف برای اعضای هرمی هستند غیر از آن‌هایی که زیر بار شوک یا بارهای تکراری قرار می‌گیرند. برای اعضای غیر هرمی یا زیر بار شوک یا تکراری، مقادیر مرجع مقاومت برش موازی الیاف باید در ضریب کاهش برش تعیین شده در ۵-۳-۱۰، ضرب شوند. این ضریب در طراحی اتصال‌هایی که بارها را با اتصال‌دهنده‌های مکانیکی انتقال می‌دهند، اعمال می‌شود (به ۳-۴-۳-۳، ۱۰-۱-۲ و ۱۰-۲-۲ رجوع شود).

اعضای هرمی اعضای راست یا دارای قوس تعریف می‌شوند که مقطع ثابت دارند. اعضای غیر هرمی شامل آرک‌ها، تیرهای باریک شونده، تیرهای خم‌دار و اعضای دارای چاک‌خوردگی است ولی محدود به این‌ها هم نیست.

مقاومت مرجع طراحی برش موازی الیاف، F_{vy} برای اعضا با ۴ لایه یا بیشتر در جدول آمدند. برای اعضا با ۲ لایه یا ۳ لایه مقاومت مرجع طراحی برش موازی الیاف به ترتیب در ۰/۸۴ یا ۰/۹۵ ضرب می‌شود.

۵-۲-۷- مدول الاستیسیته، E_x، $E_{x\min}$، E_y، $E_{y\min}$

از مدول الاستیسیته مرجع، E_x در تعیین تغییر مکان ناشی از خمش حول محور x-x استفاده می‌شود.

از مدول الاستیسیته مرجع $E_{x\min}$ در محاسبات ثبات اعضای تیر و ستونی استفاده می‌شود که حول محور x-x کمانه می‌کنند.

مدول الاستیسیته مرجع E_y برای تعیین تغییر مکان ناشی از خمش حول محور y-y به کار می‌رود.

از مدول الاستیسیته مرجع $E_{y\min}$ در محاسبات ثبات اعضای تیر و ستونی استفاده می‌شود که حول محور y-y کمانه می‌کنند.

در محاسبه تغییر شکل‌های کششی، مقدار مدول الاستیسیته محوری مجاز است با $E_{axial}=۱/۰۵E_y$ برآورده شود.

۵-۲-۸- کشش شعاعی، F_{rt}

در تیرهای خم‌دار، مقادیر مرجع طراحی کشش شعاعی عمود بر الیاف، F_{rt} زیر کاربرد دارند:

جدول مقادیر طراحی کشش شعاعی، F_{rt} در اعضای خم‌دار

کاج جنوب	تمام شرایط بارگذاری	$F_{rt}=\frac{۱}{۳}F_{vx}C_{vr}$
دوگلاس- لاریکس دوگلاس جنوب	بار باد یا زلزله	$F_{rt}=\frac{۱}{۳}F_{vx}C_{vr}$
هملاک- نراد غرب سوزنی‌برگان کانادا	انواع دیگر بار	$F_{rt}=۱\ Kg/cm^۲$

۵-۲-۹- فشار شعاعی، F_{rc}

در تیرهای خم‌دار مقدار مرجع طراحی فشار شعاعی، F_{rc}، برابر فشار مجاز عمود بر الیاف در سطح پهلو، $F_{C\perp y}$ است.

۵-۲-۱۰- سایر گونه‌ها و درجات کیفیت

مقادیر مرجع طراحی بر اساس گونه‌ها و درجات کیفیت چوب سازه‌ای لایه‌ای که در اینجا ارائه نشدند، باید طبق منبع ۲۲ تدوین شوند یا با اطلاعات از منبع مورد تأیید.

۵-۳- ضرایب مقاومت‌های مجاز مرجع

۵-۳-۱- عام

مقاومت‌های مجاز مرجع (F_b، F_t، F_v، $F_{C\perp}$، F_c، F_{rt}، E و $E_{\min}$) ارائه شده در ۵-۲ و جدول‌های (۵A) تا (۵D)، باید در ضرایب تنظیم تعیین شده در جدول (۵-۳-۱)، ضرب شوند تا (F_b'، F_t'، F_v'، $F_{C\perp}'$، F_c'، F_{rt}'، E'، $E_{\min}'$). به دست آیند.

۵-۳-۲- ضریب مدت اعمال بار (فقط **ASD**)، C_D

تمام مقاومت‌های مجاز مرجع، غیر از مدول الاستیسیته، E و مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون، $E_{\min}$ و فشار عمود بر الیاف، $F_{C\perp}$، باید در ضریب مدت اعمال بار، C_D که در (۲-۳-۲) تعیین شده، ضرب شوند.

۵-۳-۳- وضعیت رطوبت چوب در محیط نصب

مقاومت‌های مجاز مرجع برای چوب سازه‌ای لایه‌ای بر مبنای وضعیت مشخص شده در (۵-۱-۴) هستند. اگر رطوبت چوب بیشتر از حدّ تعیین شده باشد، مقاومت‌های مرجع باید در C_M ضرب شوند (در جدول‌های ۵A تا ۵D تعیین شدند).

۵-۳-۴- ضریب دما، C_t

وقتی اعضای سازه‌ای چوب طولانی مدت مشرف به دمای تا ۶۵°C باشند (به ضمیمه C رجوع شود) مقاومت‌های مرجع‌شان در C_t (تعیین شده در ۲-۳-۳) ضرب می‌شود.

۵-۳-۵- ضریب ثبات تیر، C_L

مقاومت خمشی مجاز مرجع، F_b باید در ضریب ثبات تیر، C_L (تعیین شده در ۳-۳-۳) ضرب شود. ضریب ثبات تیر، C_L همزمان با ضریب حجم، C_V در مورد تیر سازه‌ای لایه‌ای به کار نمی‌رود (به ۵-۳-۶ رجوع شود). بنابراین از هر کدام از این دو ضریب که کوچک‌تر باشد استفاده می‌شود.

۵-۳-۶- ضریب حجم، C_V

وقتی به اعضای چوب سازه‌ای لایه‌ای زیر بار حول محور x-x لنگر وارد می‌شود، مقاومت‌های خمشی مجاز مرجع مربوط، F_{bx}^{+} و F_{bx}^{-} باید در ضریب C_V از رابطه زیر، ضرب شود:

$$C_V = \left(\frac{۶/۴}{L}\right)^{\frac{۱}{x}} \left(\frac{۳۰}{d}\right)^{\frac{۱}{x}} \left(\frac{۱۳}{b}\right)^{\frac{۱}{x}} \leq ۱ \qquad (۵-۳-۱)$$

L- طول عضو بین دو نقطهٔ لنگر صفر، m

d- ارتفاع مقطع عضو خمشی، cm

b- پهنای (عرض) عضو خمشی. اگر پهنا از آرایش چیدمان چند تکه باشد، b برابر پهنای عریض‌ترین تکه می‌باشد. بنابراین $b \leq ۲۷ cm$ خواهد بود.

x= ۲۰ برای چوب کاج

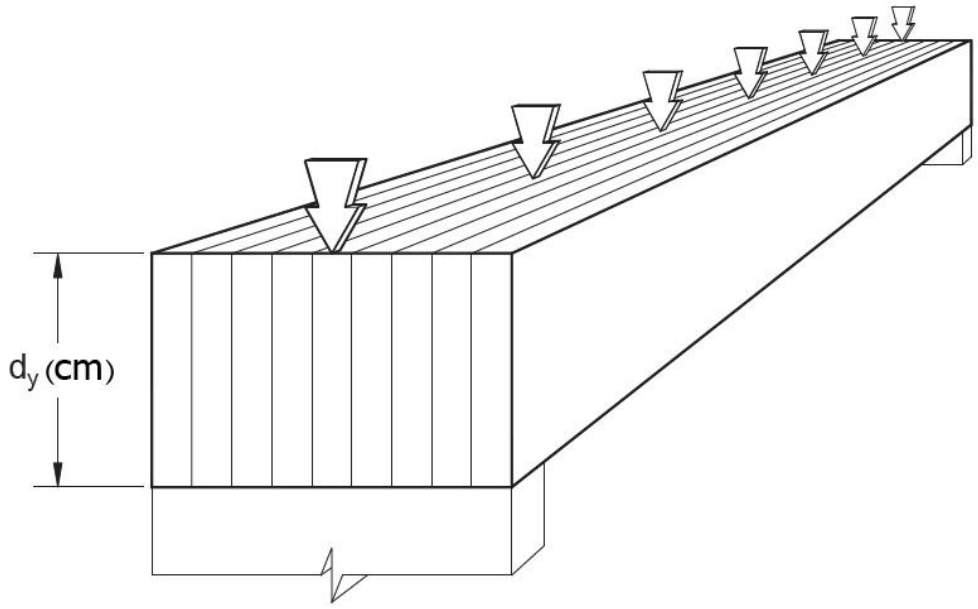
x= ۱۰ برای چوب سایر گونه‌ها

از ضریب حجم، C_V همزمان با ضریب ثبات تیر، C_L استفاده نمی‌شود (به ۳-۳-۳ رجوع شود). هر کدام که کوچک‌تر باشد در تنظیم به کار می‌رود.

۵-۳-۷- ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

اگر عضو سازه‌ای لایه‌ای زیر بار موازی سطح عریض لایه‌های خود قرار گیرد (لنگر حول محور y-y) و بعد عضو در راستای موازی سطح عریض لایه‌ها (d_y در شکل ۵B) کم‌تر از $۳۰ cm$ باشد، مقاومت‌های مجاز مرجع عضو، F_{by} در ضریب C_{fu} (تعیین شده در جدول‌های ۵A تا ۵D) یا رابطهٔ زیر ضرب می‌شود.

$$C_{fu} = \left(\frac{۳۰}{d_y}\right)^{\frac{۱}{۹}} \qquad (۲-۳-۵)$$



شکل (۵B). ارتفاع مقطع، d_y برای ضریب C_{fu}

۵-۳-۸- ضریب انحنا، C_c

برای قسمت‌های خم‌دار اعضای خمشی، مقاومت خمشی مجاز مرجع در ضریب انحنا، C_c که با رابطهٔ زیر به دست می‌آید، ضرب می‌شود:

$$C_c = ۱ - (۲۰۰۰)(\frac{t}{R})^۲ \qquad (۵-۳-۲)$$

t- ضخامت لایه، cm

R- شعاع انحنای داخل لایه، cm

$\frac{t}{R} \le \frac{۱}{۱۰۰}$ برای پهن‌برگان و کاج جنوب

$\frac{t}{R} \le \frac{۱}{۱۲۵}$ برای سایر چوب‌های سوزنی‌برگ

ضریب انحنا به مقاومت مجاز مرجع قسمت مستقیم عضو اعمال نمی‌شود، صرفنظر از انحنا در جای دیگر.

۵-۳-۹- ضریب اثر متقابل تنش، C_I

در قسمت باریک شونده اعضای باریک شده در سطح فشاری، مقاومت خمشی مرجع، F_{bx} در ضریبی که از رابطه زیر به دست می‌آید ضرب می‌شود:

$$C_I = \frac{1}{\sqrt{1 + (\frac{F_b \tan\theta}{F_v C_{vr}})^2 + (\frac{F_b \tan\theta}{F_{C\perp}})^2}} \qquad (۵-۳-۴)$$

θ - زاویه باریک شوندگی، درجه

در اعضای باریک شده در سطح فشاری، ضریب اثر متقابل تنش، C_I همزمان با ضریب حجم، C_v اعمال نمی‌شود. هر کدام از این دو ضریب که کوچک‌تر باشد، اعمال می‌شود.

در قسمت باریک شده اعضای باریک شونده در سطح کششی، مقاومت خمشی مرجع، F_{bx} باید در ضریب حاصل از رابطه زیر ضرب شود:

$$C_I = \frac{1}{\sqrt{1 + (\frac{F_b \tan\theta}{F_v C_{vr}})^2 + (\frac{F_b \tan\theta}{F_{rt}})^2}} \qquad (۵-۳-۵)$$

θ - زاویه باریک شوندگی- درجه

در قسمت باریک شده اعضای باریک شونده در سطح کششی، ضریب اثر متقابل تنش، C_I همزمان با ضریب حجم C_v اعمال نمی‌شود. هر کدام از این دو ضریب که کوچک‌تر باشد اعمال می‌شود.

برش باریک‌کننده در سمت یا سطح کششی تیرهای لایه‌ای توصیه نمی‌شود.

۵-۳-۱۰- ضریب کاهش برش، C_{vr}

مقادیر مرجع طراحی تنش برشی، F_{vx} و F_{vy}، هر جا که یکی از شرایط زیر ایجاب کند، باید در ضریب کاهش برش C_{vr} = ۰/۷۲ ضرب شوند.

۱. طراحی اعضای غیر هرمی.

۲. طراحی اعضایی که زیر بار شوک یا تکراری واقع می‌شوند.

۳. طراحی اعضا در قسمت دارای چاک (۳-۴-۳-۲).

۴. طراحی اعضا در اتصال‌ها (۳-۴-۳-۳، ۱۰-۱-۲ و ۱۰-۲-۲).

۵-۳-۱۱- ضریب ثبات ستون، C_P

مقاومت مجاز مرجع فشار موازی الیاف، F_C در ضریب ثبات ستون، C_P (تعیین شده در ۳-۷) ضرب می‌شود.

۵-۳-۱۲- ضریب سطح تکیه‌گاه، C_b

مقاومت فشار عمود بر الیاف مرجع، $F_{C\perp}$ مجاز است در ضریب سطح تکیه‌گاه، C_b که در (۳-۱۰-۴) تعیین شده است، ضرب شود.

۵-۳-۱۳- تیمار حفاظتی تحت فشار

مقاومت‌های مرجع برای چوب سازه‌ای لایه‌ای تیمار شده با روندی مقبول (به منبع ۳۰ رجوع شود) کاربرد دارند. کاربرد ضریب مدت اعمال بار بیش از ۱/۶ برای تنظیم مقاومت چوب تیمار شده با مادهٔ حفاظتی محلول در آب مجاز نیست.

۵-۳-۱۴- ضریب فرمت تبدیل، K_F (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مرجع باید در ضریب فرمت تبدیل، K_F که در جدول ۵-۳-۱ تعیین شده است، ضرب شوند.

۵-۳-۱۵- ضریب مقاومت، ϕ (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مرجع باید در ضریب مقاومت، ϕ که در جدول ۵-۳-۱ تعیین شده است، ضرب شوند.

۵-۳-۱۶- ضریب اثر زمان، λ (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مرجع باید در ضریب اثر زمان، λ که در ضمیمه N-۳-۳ تعیین شده است، ضرب شوند.

جدول(۵-۳-۱). ضرایب تنظیم برای مقاومت‌های چوب سازه‌ای لایه‌ای

فقط LRFD			ASD و LRFD									فقط ASD
ضریب												
اثر زمان	مقاومت ϕ	فرمت تبدیل K_F	سطح تکیه‌گاه	ثبات ستون	انحنا	سطح پهن	حجم	ثبات تیر [1]	دما	رطوبت	مدت اعمال بار	
λ	0.85	2.54	–	–	C_c	C_{fu}	C_v	C_L	C_t	C_M	C_D	$\times F_b = F'_b$
λ	0.80	2.70	–	–	–	–	–	–	C_t	C_M	C_D	$\times F_t = F'_t$
λ	0.75	2.88	–	–	–	–	–	–	C_t	C_M	C_D	$\times F_v = F'_v$
λ	0.75	2.88	C_b	–	–	–	–	–	C_t	C_M	–	$\times F_{C\perp} = F'_{C\perp}$
λ	0.90	2.40	–	C_p	–	–	–	–	C_t	C_M	C_D	$\times F_c = F'_c$
λ	0.90	1.67	–	–	–	–	–	–	C_t	C_M	C_D	$\times F_{rt} = F'_{rt}$
–	–	–	–	–	–	–	–	–	C_t	C_M	–	$\times E = E'$
–	0.85	1.67	–	–	–	–	–	–	C_t	C_M	–	$\times E_{\min} = E'_{\min}$

[1]. ضریب ثبات تیر C_L همزمان با ضریب حجم C_V برای چوب سازه‌ای لایه‌ای اعمال نمی‌شود (بـه ۵-۳-۶ رجـوع شود). بنابراین هر کدام از دو ضریب که کوچک‌تر باشد، به کار می‌رود.

۵-۴- ملاحظات طراحی ویژه

۵-۴-۱- اعضای خمشی خم‌دار با مقطع ثابت

۵-۴-۱-۱- اعضای خمشی خم‌دار با مقطع مستطیل شکل ثابت باید طبق مفاد ۳-۳ برای مقاومت خمشی طراحی شوند.

۵-۴-۱-۲- اعضای خمشی خم‌دار با مقطع مستطیل شکل ثابت باید طبق مفاد ۳-۴ برای مقاومت برشی طراحی شوند، غیر از شروط ۳-۴-۳-۱ که اعمال نمی‌شود. ضریب کاهش بـرش از ۵-۴-۱-۳ اعمال می‌شود.

۵-۴-۱-۳- تنش شعاعی وارد از لنگر به عضو خمشی خـم‌دار بـا مقطـع مسـتطیل شـکل ثابـت، عبارتست از:

$$f_r = \frac{3M}{2Rbd} \qquad (۱-۴-۵)$$

M – لنگر خمشی، $Kg\text{-}cm$

R – شعاع انحنای خط میانی عضو، cm

اگر لنگر در جهتی باشد که تمایل به کاهش انحنا داشته باشد (افزایش شعاع)، تنش شعاعی نبایـد از مقدار تنظیم شده کشش شعاعی طراحی عمود بر الیاف بیشـتر باشـد، $f_r \le F'_{rt}$ ، مگـر ایـن کـه از مقاوم‌سازی مکانیکی کافی برای تحمل تمام تنش‌های شعاعی استفاده شود (به منبع ۵۲ رجوع شـود). تحت هیچ شرایطی f_r نباید بیشتر از $\frac{۱}{۳}F'_v$ باشد.

اگر لنگر در جهتی باشد که تمایل به افزایش انحنا داشته باشد (کاهش شعاع)، تنش شعاعی نبایـد از مقدار تنظیم شده تنش فشاری طراحی بیشتر شود $f_r \le F'_{rc}$.

۵-۴-۱-۴- تغییر مکان اعضای خمشی خم‌دار بـا مقطع مستطیل شکل ثابت بایـد طبق مفاد ۳-۵ تعیین شود. جابه‌جایی‌های افقی در تکیه‌گاه‌ها هم باید لحاظ شوند.

۵-۴-۲- اعضای خمشی خم‌دار باریک شونده دوطرفه

۵-۴-۲-۱- تنش خمشی وارده از لنگر M به مقادیر اوج (نوک) عضو خمشی خم‌دار باریک شونده دوطرفه (شکل ۵C) باید با رابطه زیر محاسبه شود:

$$f_b = K_\phi \frac{۶M}{b d_c^۲} \qquad (۵-۴-۲)$$

K_ϕ - ضریب تجربی شکل تنش خمشی $= ۱+۲/۷\tan\phi_T$

ϕ_T - زاویهٔ شیب بام، درجه

M- لنگر خمشی، $Kg\text{-}cm$

d_c - ارتفاع مقطع در نقطهٔ اوج عضو، cm

ضریب عمل متقابل تنش از ۵-۳-۹ باید در طراحی خمشی قسمت‌های راست اعضای خمشی خم‌دار باریک شونده دوطرفه، اعمال شود.

۵-۴-۲-۲- اعضای خم‌دار باریک شونده دوطرفه باید طبق مفاد ۳-۴ برای مقاومت برشی طراحی شوند، جز این که شروط بند ۳-۴-۳-۱ اعمال نمی‌شوند. ضریب کاهش برش از ۵-۳-۱۰ اعمال می‌شود.

۵-۴-۲-۳- تنش شعاعی ناشی از لنگر خمشی در عضو خم‌دار باریک شونده دوطرفه باید با رابطهٔ زیر محاسبه شود:

$$f_r = K_{rs} C_{rs} \frac{۶M}{b d_c^۲} \qquad (۵-۴-۳)$$

K_{rs} - ضریب تجربی تنش شعاعی $= ۰/۲۹(\frac{d_c}{R_m}) + ۰/۳۲\tan^{۱/۲}\varphi_T$

C_{rs} – ضریب تجربی شکل کاهش تنش شعاعی = $۱ - ۰/۸\frac{d_c}{R_m} - ۰/۲۸\ln(\frac{l}{l_c}) + ۰/۲۷\ln(\tan\varphi_T)$

در اعضا زیر بار گسترده یکنواخت، وقتی $\frac{d_c}{R_m} \le ۰/۳$ باشد $C_{rs} \le ۱$

در اعضای تحت لنگر ثابت $C_{rs} = ۱$

ℓ – طول دهانه، cm

ℓ_c – طول بین نقاط مماس، cm

M– لنگر خمشی، $Kg\text{-}cm$

d_c – ارتفاع مقطع در نقطهٔ اوج، cm

R_m – شعاع انحنای خط میانی عضو، cm

$$R_m = R + \frac{d_c}{۲}$$

R – شعاع انحنای سطح داخل عضو، cm

اگر لنگر در جهتی باشد که تمایل به کاهش انحنا داشته باشد (افزایش شعاع)، تنش شعاعی نباید از مقدار تنظیم شدهٔ کشش شعاعی عمود بر الیاف بیشتر باشد، $f_r \le F'_{rt}$ ، مگر این که از مقاوم‌سازی مکانیکی کافی برای تحمل تمام تنش‌های شعاعی استفاده شود (به منبع ۵۲ رجوع شود). تحت هیچ شرایطی f_r نباید از $\frac{۱}{۳}F'_{vx}$ بیشتر باشد.

اگر لنگر در جهتی باشد که تمایل به افزایش انحنا داشته باشد (کاهش شعاع)، تنش شعاعی نباید از مقدار تنظیم شدهٔ فشار طراحی شعاعی بیشتر شود، $f_r \le F'_{rc}$.

۵-۴-۲-۴- تغییر مکان اعضای خم‌دار باریک شونده دوطرفه باید طبق مفاد ۳-۵ تعیین شود غیر از تغییر مکان وسط دهانه تیر خم‌دار متقارن باریک شونده دوطرفه زیر بارهای یکنواخت که مجاز است با رابطهٔ تجربی زیر محاسبه شود:

$$\Delta_c = \frac{۵W\,l^{۴}}{۳۲E'_x b(d_{equiv})} \qquad (۴-۴-۵)$$

Δ_c - تغییر مکان عمودی در وسط دهانه، cm

W - بار گسترده یکنواخت، Kg/cm

$$d_{equiv} = (d_e + d_c)(۰/۵ + ۰/۷۳۵\tan\phi_T) - ۱/۴۱ d_c \tan\phi_B$$

d_e - ارتفاع مقطع عضو در دوسر (انتها)، cm

d_c - ارتفاع مقطع عضو در نقطهٔ اوج، cm

ϕ_T - زاویه شیب بام، درجه

ϕ_B - زاویهٔ طاق در دوسر (انتها) عضو، درجه

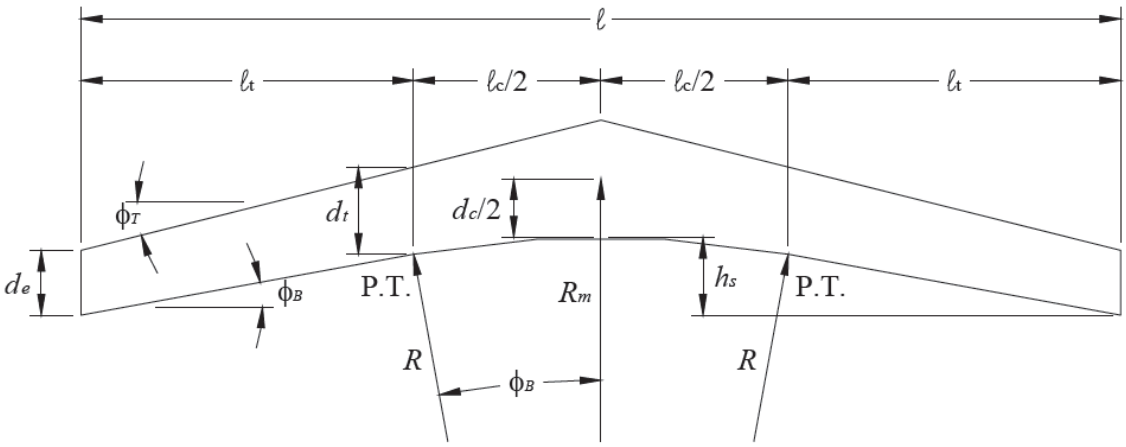
تغییر مکان افقی در تکیه‌گاه‌های تیرهای خم‌دار باریک شده متقارن مجاز است با رابطه زیر برآورد شود:

$$\Delta_H = \frac{۲h\Delta_c}{\ell} \qquad (۵-۴-۵)$$

Δ_H - تغییر مکان افقی در هر یک از تکیه‌گاه، cm

$$h = h_a - \frac{d_c}{۲} - \frac{d_e}{۲}$$

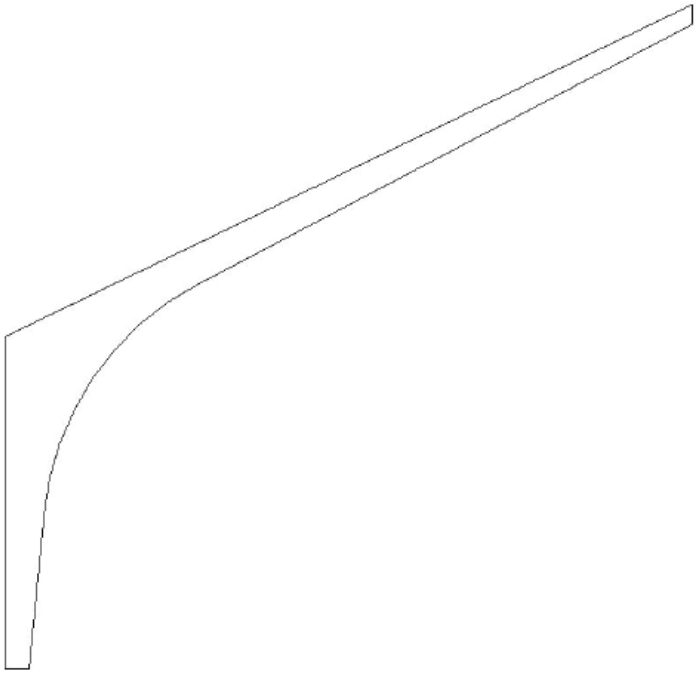
$$h_a = \frac{\ell}{۲}\tan\phi_T + d_e$$



شکل (۵C). عضو خمشی خم‌دار باریک شده (شونده) دوطرفه

۵-۴-۳- ثبات جانبی برای قوس‌های Tudor

نسبت ارتفاع مقطع در نقطه مماس به پهنا $(\frac{d}{b})$ قوس‌های Tudor (شکل ۵D)، بر مبنای ابعـاد و واقعی، وقتی یک لبه قوس به علت اتصال مستقیم لمبه به آن مهار باشد یا در فواصل تکراری توسـط کش‌بندهای بام مهار باشد، نباید بیش از ۶ شود. اگر چنین تکیه جانبی وجود نداشته باشد، $\frac{d}{b}$ باید از ۵ بیشتر نشود. قوس‌ها باید طبق شروط در ۳-۷ و ۳-۹-۲ با ثبات جانبی طراحی شوند.



شکل (۵D). قوس Tudor

۵-۴-۴- اعضای باریک شونده راست

۵-۴-۴-۱- تیرهای باریک شونده راست (شکل ۵E) باید طبق مفاد ۳-۳ برای مقاومت خمشی طراحی شوند. ضریب عمل متقابل تنش از ۵-۳-۹ باید اعمال شود. برای اعضایی که در میدان (پای کار) باریک می‌شوند (برش باریک‌کننده انجام می‌شود)، تنش خمشی مرجع طراحی، F_{bx} و مدول الاستیسیته E_x باید طبق توصیه تولیدکننده کاهش داده شود تا حذف قسمت‌های با کیفیت اعضا در اثر برش، به حساب آمده باشد.

۵-۴-۴-۲- تیرهای راست باریک شونده باید طبق مفاد ۳-۴ برای تنش برشی طراحی شوند، جز این که شروط ۳-۴-۳-۱ اعمال نمی‌شود. ضریب کاهش برش از ۵-۳-۱۰ باید اعمال شود.

۵-۴-۴-۳- تغییر مکان تیرهای باریک شونده راست طبق ۳-۵ تعیین می‌شود، جز این که حداکثر تغییر مکان تیر باریک شونده راست زیر بار گسترده یکنواخت مجاز است با ارتفاع مقطع معادل d_{equiv} ارتفاع مقطع عضو هرمی هم پهنا محاسبه شود.

$$d_{equiv} = C_{dt} d_e \qquad (۶-۴-۵)$$

d_e - ارتفاع مقطع در انتهای کوچک عضو، cm

C_{dt} - ضریب ثابت مشتق از رابطه معادلات تغییر مکان برای تیرهای باریک شونده راست و تیرهای هرمی.

در تیرهای متقارن باریک شونده دوطرفه:

وقتی $0 < C_y \leq 1$ باشد، $C_{dt} = 1 + 0/66 C_y$

وقتی $1 < C_y \leq 3$ باشد، $C_{dt} = 1 + 0/62 C_y$

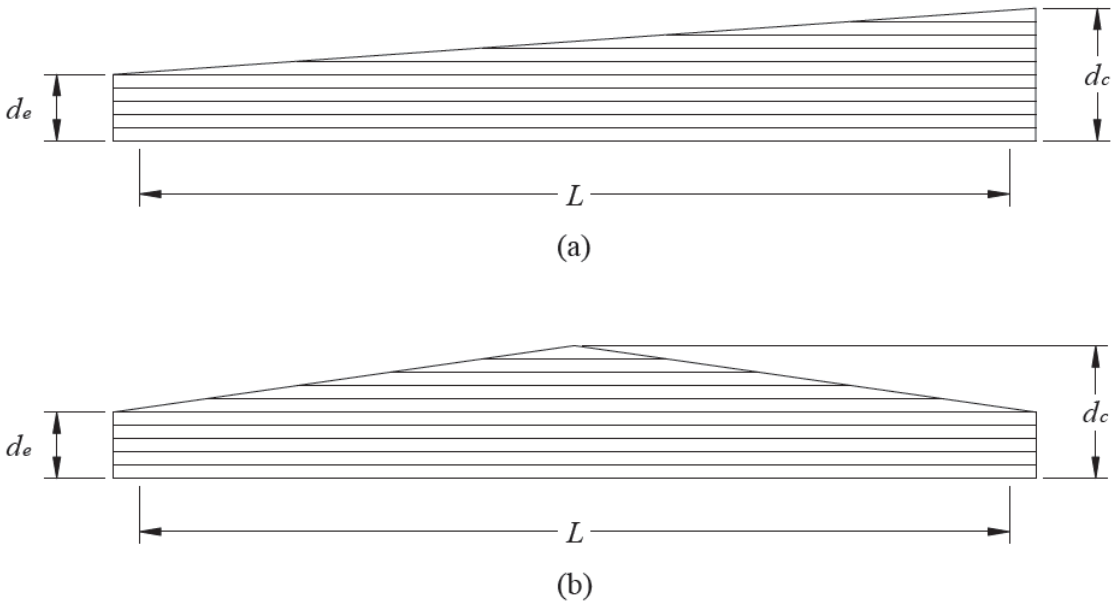
در تیرهای باریک شونده یک‌طرفه:

وقتی $0 < C_y \leq 1/1$ باشد، $C_{dt} = 1 + 0/46 C_y$

وقتی $1/1 < C_y \leq 2$ باشد، $C_{dt} = 1 + 0/43 C_y$

برای هر دو تیر باریک شونده یک و دوطرفه:

$$C_y = \frac{d_c - d_e}{d_e}$$



شکل (۵E). تیرهای باریک شونده راسته

۵-۴-۵- چاک‌خوردگی‌ها

۵-۴-۵-۱- در سمت کششی اعضای لایه‌ای خمشی تعبیه چاک مجاز نیست، مگر در دوسر اعضا برای تکیه‌گاه که ارتفاع چاک نباید بیش از $\frac{۱}{۱۰}$ ارتفاع مقطع عضو یا ۷/۵cm باشد.

۵-۴-۵-۲- در سمت فشاری اعضای لایه‌ای خمشی تعبیه چاک مجاز نیست، مگر در دوسر و ارتفاع چاک در سمت فشاری نباید بیش از $\frac{۲}{۵}$ ارتفاع مقطع عضو باشد. چاک در سمت فشاری نباید تا وسط یک‌سوم $(\frac{۱}{۳})$ طول دهانه ادامه پیدا کند.

استثناء: برش باریک‌کننده در لبه فشاری انتهای تیر لایه‌ای نباید بیش از $\frac{۲}{۳}$ ارتفاع مقطع عضو و به طول بیش از ۳ برابر ارتفاع مقطع عضو ۳d باشد. برای تیرهای باریک شونده‌ای که باریک شوندگی به وسط $\frac{۱}{۳}$ طول دهانه می‌رسد، طراحی باید وفق مفاد ۵-۴-۴ انجام شود.

۵-۴-۵-۳- در یک مقطع تعبیه چاک در هر دو طرف کششی و فشاری مجاز نیست.

۵-۴-۵-۴- برای اثر چاک‌خوردگی‌ها روی مقاومت، به ۳-۱-۲ و ۳-۴-۳ رجوع شود. ضریب کاهش برش از ۵-۳-۱۰ برای ارزیابی عضو در محل چاک‌خوردگی‌ها اعمال می‌شود.

فـصـل شـشـم
چـوب گـرد
تـیـرهـا و شـمـع‌هـا

۶-۱- عام

۶-۲- مقاومت‌های مرجع

۶-۳- تنظیم مقاومت‌های مرجع

جدول(۶-۳-۱). کاربرد ضرایب تنظیم برای تیرها و شمع‌های چوبی

جدول(۶-۳-۵). ضریب شرایط تیمار، C_t

جدول(۶-۳-۱۱). ضریب تسهیم بار، C_{ts} طبق **ASTM D۲۸۹۹**

۶-۱- عام

۶-۱-۱- کاربرد

۶-۱-۱-۱- فصل ۶ به طراحی مهندسی تیرها و شمع‌های گرد چوبی، اختصاص دارد. روش‌های طراحی و مقاومت‌های مرجع در اینجا مربوط به ظرفیت تحمل بار تیرها و شمع‌ها به عنوان اعضای سازه‌ای می‌باشند.

۶-۱-۱-۲- این آیین‌نامه در مورد ظرفیت تحمل بار خاک کاربرد ندارد.

۶-۱-۲- ویژگی‌ها

۶-۱-۲-۱- روش‌ها و مقاومت‌های مجاز مرجع در اینجا به شمع‌های چوبی‌ای اختصاص دارد که شروط آیین‌نامهٔ D۲۵ استاندارد ASTM را احراز کنند و همین طور تیرهای چوبی دارای شروط آیین‌نامه ۳۲۰۰ استاندارد ASTM.

۶-۱-۲-۲- ویژگی‌ها برای تیرها و شمع‌های گرد باید استاندارد تیمار حفاظتی، طول شمع و پیرامون اسمی نوک یا محیط اسمی $۹۰cm$ از قاعده (انتهای قطور) را شامل شود. ویژگی‌ها برای شمع‌های چوبی باید تصریح داشته باشد که شمع مورد مصرف در پی‌سازی، زمین خشک، آب شیرین یا آب دریا را دارد.

۶-۱-۳- اندازه‌های استاندارد

۶-۱-۳-۱- اندازه‌های استاندارد شمع‌های چوبی در D۲۵ ، استاندارد ASTM ارائه شده است.

۶-۱-۳-۲- اندازه‌های استاندارد تیرهای چوبی در D۳۲۰۰ استاندارد ASTM ارائه شده است.

۶-۱-۴- تیمار حفاظتی

۶-۱-۴-۱- مقاومت‌های مجاز مرجع به تیرها و شمع‌هایی تعلق دارد که با فرایندی تایید شده تیمار حفاظتی داشته باشند (به منبع ۳۰ رجوع شود). ضریب مدت اعمال بار بزرگ‌تر از ۱/۶ بر مقاومت‌های مرجع تیرها و شمع اشباع شده تحت فشار با مواد حفاظتی محلول در آب، اعمال نمی‌شود.

۶-۱-۴-۲- از تیرها و شمع‌های خام (فاقد تیمار حفاظتی) نباید استفاده کرد، مگر در مواردی که قاعده تیر زیر پایین‌ترین سطح منتظره آب زیرزمینی طی عمر مفید سازهٔ مربوط واقع باشد، امّا در هیچ موردی کم‌تر از $۹۰cm$ زیر سطح موجود آب زیرزمینی مجاز نیست، مگر با تایید کارشناس خبره.

۶-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع

۶-۲-۱- مقاومت‌های مجاز مرجع

۶-۲-۱-۱- مقاومت‌های مجاز مرجع شمع‌های چوبی در جدول (۶A در مکمل) تعیین شدند. مقاومت‌های مجاز مرجع در جدول (۶A) بر مبنای شروط آیین‌نامه D۲۸۹۹ استاندارد ASTM هستند.

۶-۲-۱-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع تیرهای گرد چوبی در جدول (۶B در مکمل) تعیین شدند. مقاومت‌های مجاز مرجع در جدول (۶B) بر مبنای شروط آیین‌نامه D۳۲۰۰ استاندارد ASTM می‌باشند.

۶-۲- گونه‌ها یا درجات کیفیت دیگر

مقاومت‌های مجاز مرجع برای شمع‌ها از گونه‌ها یا درجات کیفیت دیگر باید طبق آیین‌نامه D۲۸۹۹ استاندارد ASTM تعیین شوند.

۶-۳- تنظیم مقاومت‌های مجاز مرجع

۶-۳-۱- کاربرد ضرایب تنظیم

مقاومت‌های مجاز مرجع (F_c، F_b، F_v، $F_{C\perp}$، E، $E_{\min}$) در جدول (۶A) و (۶B) باید در ضرایب تنظیم مربوط ضرب شوند تا مقدار تنظیم شدهٔ آن‌ها (F_c'، F_b'، F_v'، $F_{C\perp}'$، E'، $E_{\min}'$) به دست آیند. جدول (۶-۳-۱) ضرایب تنظیم مقاومت‌های مجاز مرجع تیرها و شمع‌های گرد چوبی را در بردارد.

۶-۳-۲- ضریب مدت اعمال بار، C_D (فقط ASD)

تمام مقاومت‌های مجاز مرجع برای تیرها و شمع‌ها، غیر از مدول الاستیسیته E و مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون، $E_{\min}$ باید در ضریب مدت اعمال بار، C_D به ترتیبی که در (۲-۳-۲) تعیین شده، ضرب شوند. فشار عمود بر الیاف، $F_{C\perp}$ برای تیرها برحسب مدت اعمال بار تنظیم می‌شود. ضریب مدت اعمال بار بیشتر از ۱/۶ برای تیرها و شمع‌های تیمار شده تحت فشار با مواد حفاظتی محلول در آب، استفاده نمی‌شود. (به منبع ۳۰ رجوع شود) و همین طور برای اعضای سازه‌ای تیمار شده تحت فشار با مواد شیمیایی کاهنده سرعت انتشار شعله.

۶-۳-۳- ضریب وضعیت محیط تر نصب، C_M

مقاومت‌های مجاز مرجع برای وضعیت محیط خشک و تر نصب کاربرد دارند (C_M=۱).

۶-۳-۴- ضریب دما، C_t

مقاومت‌های مجاز مرجع را باید در ضریب دما، C_t (تعیین شده در ۲-۳-۳) ضرب کرد.

۶-۳-۵- ضریب شرایط تیمار، C_{ct}

مقاومت‌های مرجع مشمول تنظیم است تا جبران کاهش مقاومت ناشی از بخاردهی یا مشروط‌سازی قبل از تیمار بشود (به منبع ۲۰ رجوع شود). وقتی که تیرها یا شمع‌ها در هوای آزاد یا در کوره قبل از تیمار تحت فشار، خشک شده باشند یا شمع و تیرهای تیمار نشده به کار گرفته شوند، تمام مقاومت‌های مجاز، غیر از مدول الاستیسیته، E و مدول الاستیسیته ثبات تیر و ستون، $E_{\min}$ مجازند که در ضریب C_u (در جدول ۶-۳-۵) ضرب شوند.

جدول(۶-۳-۵). ضریب تیمار نشدگی، C_{ct}

هوا خشک	کوره خشک	خشک‌کن Boulton	بخاردهی عادی	بخاردهی خشک
1	0.90	0.95	0.80	0.74

۶-۳-۶- ضریب ثبات تیر، C_L

مقاومت مجاز مرجع F_b برای تیرها و شمع‌های چوبی نباید برای ثبات تیر تنظیم شود.

۶-۳-۷- ضریب اندازه، C_F

وقتی پیرامون تیر یا شمع در مقطع بحرانی خمش بیش از ۱۰۹cm (قطر بیش از ۳۴cm) باشد، مقاومت مجاز F_b مرجع باید در ضریب اندازه، C_F (تعیین شده در ۴-۳-۶-۲ و ۴-۳-۶-۳) ضرب شود.

۶-۳-۸- ضریب ثبات ستون، C_p

مقاومت فشار موازی الیاف مرجع، F_C برای آن قسمت از تیر یا شمع که بدون حائل (جـانبی) در هوا، آب یا ماده‌ای قرار می‌گیرد، باید در ضریب ثبات، C_p (تعیین شده در ۳-۷) ضرب شود.

۶-۳-۹- ضریب مقطع بحرانی، C_{cs}

مقاومت فشار موازی الیاف مرجع، F_c بر مبنای نوک شمع است. افزایش این مقاومت برای گونـه دوگلاس‌فر ساحلی و کاج جنوب در جدول (۶A) به اندازه ٪ ۰/۲ به ازای هر $۳۰cm$ از نوک شمع تا مقطع بحرانی، مجاز است. ضریب C_{cs} با رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$C_{cs} = ۱ + (L_C)(۰/۰۰۲) \qquad (۱-۳-۶)$$

L_C – طول از نوک شمع تا مقطع بحرانی، cm

این افزایش برای محل مقطع بحرانی نباید از ٪ ۱۰ بیشتر باشد ($C_{cs} \leq ۱/۱۰$). ضرایب C_{cs} مستقل از شروط باریک شوندگی ستون در (۳-۷-۲) هستند و هر دو باید در محاسبات طراحی مورد استفاده قرار گیرند.

۶-۳-۱۰- ضریب سطح تکیه‌گاه، C_b

مقاومت فشاری مجاز عمود بر الیاف مرجع، $F_{C\perp}$ برای تیرها و شمع‌های چوبی مجـاز اسـت. در ضریب سطح تکیه‌گاه، C_b، تعیین شده در (۳-۱۰-۴)، ضرب شود.

۶-۳-۱۱- ضریب تسهیم بار (ضریب گروه شمع)، $C_{\ell s}$

مقاومت‌های مرجع طراحی بر مبنای شمع‌های تنها هستند. اگر چند شمع با سربند بتنی یـا وسـیلهٔ دیگر توزیع بار بهم وصل شوند، طوری که گروه شمع زیر بار مانند یک شمع تنها تغییر شکل حاصل

کند، مقادیر مرجع طراحی خمشی، F_b و مقادیر مرجع طراحی فشاری موازی الیاف، F_c باید در ضریب تسهیم بار، $C_{\ell s}$ در جدول (۶-۳-۱۱) ضرب شوند.

جدول(۶-۳-۱۱). ضریب تسهیم بار، $C_{\ell s}$ (طبق ASTM D ۲۸۹۹)

مقاومت مرجع طراحی	تعداد شمع در گروه	$C_{\ell s}$
F_c	2	1.06
	3	1.09
	4 یا بیشتر	1.11
F_b	2	1.05
	3	1.07
	4 یا بیشتر	1.08

۶-۳-۱۲- ضریب فرمت تبدیل، K_F (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مجاز مرجع باید در ضریب فرمت تبدیل، K_F (تعیین شده در جدول ۶-۳-۱) ضرب شوند.

۶-۳-۱۳- ضریب مقاومت، ϕ (فقط LFRD)

در LRFD مقاومت‌های مجاز مرجع باید در ضریب مقاومت، ϕ (جدول ۶-۳-۱) ضرب شوند.

۶-۳-۱۴- ضریب اثر زمان، λ

در LRFD مقاومت‌های مجاز مرجع باید در ضریب اثر زمان، λ (ضمیمه N-۳-۳) ضرب شوند.

جدول(۶-۳-۱). موارد کاربرد ضرایب تنظیم برای تیرها و شمع‌های گرد چوبی

فقط LRFD			ASD و LRFD							فقط ASD	
ضریب											
اثر زمان	مقاومت ϕ	فرمت تبدیل K_F	تک شمع	سطح تکیه‌گاه	مقطع بحرانی	ثبات ستون	اندازه	تیمار نشدگی	دما	مدت اعمال بار	
λ	0.90	2.40	C_{sp}	–	C_{cs}	C_p	–	C_u	C_t	C_D	$X \quad F_c = F'_c$
λ	0.85	2.54	C_{sp}	–	–	–	C_F	C_u	C_t	C_D	$X \quad F_b = F'_b$
λ	0.75	2.88	–	–	–	–	–	C_u	C_t	C_D	$X \quad F_v = F'_v$
λ	0.90	1.67	–	C_b	–	–	–	C_u	C_t	C_D	$X \quad F_{C\perp} = F'_{C\perp}$
–	–	–	–	–	–	–	–	–	C_t	–	$X \quad E = E'$
–	0.85	1.76	–	–	–	–	–	–	C_t	–	$X \quad E_{\min} = E'_{\min}$

فصل هفتم

تیرچه‌های پیش ساخته چوب

۷-۱- عام

۷-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع

۷-۳- تنظیم مقاومت‌های مجاز مرجع

۷-۴- ملاحظات طراحی ویژه

جدول(۷-۳-۱). موارد کاربرد ضرایب تنظیم برای تیرچه‌های پیش‌ساخته چوبI

۷-۱- عام

۷-۱-۱- کاربرد

فصل ۷ به طراحی مهندسی تیرچه‌های پیش ساخته چوبی با مقطع I شکل اختصاص دارد. روش‌های طراحی و سایر اطلاعات در این آیین‌نامه فقط کاربرد روی تیرچه‌هایی دارد که شروط مربوط در آیین‌نامه D۵۰۵۵ استاندارد ASTM را احراز نمایند.

۷-۱-۲- تعریف

اصطلاح «تیرچه پیش ساخته چوب با مقطع I شکل» اشاره به عضو سازه‌ای متشکل از چوب ماسیو یا چند سازه‌ای در بال‌ها و جان (ها) از پنل سازه‌ای چوب، بهم چسب شده با چسبی مقاوم به رطوبت، دارد. مقطع این تیرچه‌ها I شکل است.

۷-۱-۳- شناسایی

وقتی که از روش‌های طراحی و اطلاعات دیگر در این آیین‌نامه استفاده می‌شود، تیرچه پیش ساخته باید با نام تولیدکننده و نام عامل کنترل کیفیت شناسایی شود.

۷-۱-۴- وضعیت رطوبت در محیط نصب

مقاومت‌های مجاز مرجع مربوط به وضعیت رطوبت در محیط خشک نصب، یعنی کم‌تر از ٪ ۱۶ (مثل اغلب فضای مسقف) می‌باشند. تیرچه‌های پیش ساخته چوب را در رطوبت‌های بالاتر نباید به کار برد، مگر به تائید تولیدکننده آن‌ها.

۷-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع

مقاومت‌های مجاز مرجع تیرچه‌های پیش ساخته چوب را باید از نشریات تولیدکنندگان‌شان به دست آورد یا از گزارش ارزیابی کد.

۷-۳- تنظیم مقاومت‌های مجاز مرجع

۷-۳-۱- عام

مقاومت‌های مجاز مرجع (M_r، V_r، R_r، EI، $(EI)_{\min}$، K) باید در ضرایب تنظیم تعیین شده در جدول (۷-۳-۱)، ضرب شوند تا مقدار تنظیم شده آن‌ها (M'_r، V'_r، R'_r، EI'، $(EI)'_{\min}$، K') به دست آیند.

۷-۳-۲- ضریب مدت اعمال بار، C_D (فقط ASD)

تمام مقاومت‌های مرجع غیر از سفتی، EI، $(EI)_{\min}$ و K، باید در ضریب مدت اعمال بار، C_D مشخص شده در (۲-۳-۲)، ضرب شوند.

۷-۳-۳- ضریب وضعیت رطوبت در محیط نصب، C_M

مقاومت‌های مجاز مرجع تیرچه‌های چوب بر مبنای وضعیت رطوبت در محیط خشک نصب هستند، که در (۷-۱-۴) تعیین شده است، یعنی $C_M = ۱$. چنانچه وضعیت رطوبت در محیط نصب متفاوت باشد، تنظیم لازم باید طبق اطلاعات ارائه شده توسط تولیدکننده انجام شود.

۷-۳-۴- ضریب دما، C_t

در مواردی که اعضای سازه‌ای طولانی مدت به دمای تا $65^{o}C$ مشرف شوند (به ضمیمه C رجوع شود)، مقاومت‌های مرجع‌شان باید در ضریب دما، C_t (تعیین شده در ۲-۳-۲) ضرب شوند. برای M_r، V_r، R_r، EI، $(EI)_{\min}$، K، C_t به ترتیب بر F_b، F_v، F_v، E، $E_{\min}$ و F_v اعمال می‌شود.

۷-۳-۵- ضریب ثبات تیر، C_L

۷-۳-۵-۱- ثبات جانبی تیرچه‌های پیش‌ساخته I باید لحاظ شود.

۷-۳-۵-۲- وقتی بال فشاری تیرچه پیش‌ساخته I در سراسر طول تکیه مانع جابه‌جایی جانبی داشته باشد و دو سر تیرچه در نقاط تکیه‌گاه تکیه مانع چرخش داشته باشد، $C_L = ۱$ است.

۷-۳-۵-۳- اگر بال فشاری تیرچه پیش‌ساخته I در سراسر طول تکیه مانع جابه‌جایی جانبی نداشته باشد، یک روش مقبول طراحی بال فشاری تیرچه به صورت ستون و طبق روش ۳-۷-۱ با به کار بردن فقط متغیرهای مقطع بال فشاری است. بال فشاری باید به صورت ستون سراسری با قید کمانش در صفحهٔ جان ارزیابی شود. C_P بال فشاری باید مثل C_L تیرچه پیش‌ساخته I به کار رود. تیرچه پیش‌ساخته I در نقاط تکیه‌گاه باید مانع چرخش داشته باشد.

۷-۳-۶- ضریب عضو تکراری، C_r

برای تیرچه‌های پیش ساخته I چوب با بال‌ها از چوب چند سازهٔ سازه‌ای یا چوب ماسیو، لنگر مقاومت مرجع باید در ضریب عضو تکراری، $C_r = ۱$ ضرب شود.

۷-۳-۷- ضریب تیمار تحت فشار

تنظیم مقاومت‌های مرجع تیرچه‌های پیش ساخته I برحسب تیمار تحت فشار، باید طبق اطلاعات تولیدکننده‌شان انجام شود.

۷-۳-۸- ضریب فرمت تبدیل، K_F (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مرجع در ضریب فرمت تبدیل ارائه شده توسط تولیدکننده ضرب می‌شوند.

۷-۳-۹- ضریب مقاومت، ϕ (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مرجع باید در ضریب مقاومت، ϕ تعیین شده در جدول ۷-۳-۱، ضرب شوند.

۷-۳-۱۰- ضریب اثر زمان، λ (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مرجع باید در ضریب اثر زمان، λ (تعیین شده در ضمیمه N-۳-۳) ضرب شوند.

جدول(۷-۳-۱). موارد کاربرد ضرایب تنظیم برای تیرچه‌های پیش ساخته با مقطع I

فقط LRFD			ASD و LRFD				فقط ASD	
ضریب								
اثر زمان	مقاومت	فرمت تبدیل K_F	عضو تکراری	ثبات تیر	دما	رطوبت	مدت اعمال بار	
λ	0.85	K_F	C_r	C_L	C_t	C_M	C_D	$X \quad M_r = M_r'$
λ	0.75	K_F	-	-	C_t	C_M	C_D	$X \quad V_r = V_r'$
λ	0.75	K_F	-	-	C_t	C_M	C_D	$X \quad R_r = R_r'$
-	-	-	-	-	C_t	C_M	-	$X \quad EI = EI'$
-	0.85	K_F	-	-	C_t	C_M	-	$X \ (EI)_{\min} = (EI)'_{\min}$
-	-	-	-	-	C_t	C_M	-	$X \quad K = K'$

۷-۴- ملاحظات طراحی ویژه

۷-۴-۱- تکیه‌گاه

مقاومت‌های مجاز مرجع تیرچه‌های پیش ساختهٔ I چوب به صورت تابع طول تکیه‌گاه‌شان را با و بدون سفت کننده جان، باید از نشریات تولیدکننده یا گزارش ارزیابی کد به دست آورد.

۷-۴-۲- اعمال بار

تیرچه‌های پیش ساخته چوب به طور عمده برای تحمل بار وارد بر بال بالایی عمل می‌کنند. ضرورت سفت کننده جان در نقاط اعمال بار متمرکز به بال بالایی و مقاومت‌های مجاز مربوط به بار متمرکز وارد بر جان یا بال پایینی را باید، در نشریات تولیدکنندگان یا گزارش ارزیابی کد به دست آورد.

۷-۴-۳- سوراخ در جان

اثرات سوراخ‌ها در جان تیرچه‌های پیش ساخته در مقاومت‌شان باید لحاظ شود. تعیین برش بحرانی در محل سوراخ جان، باید توأم بار در (۱-۴-۴) و بارگذاری جزئی دهانه طبق تعریف بار زنده یا برف از هر تکیه‌گاه مجاور به لبه مخالف سوراخ مستطیل شکل (خط میانی سوراخ گرد) لحاظ شوند. اثر سوراخ جان در تغییر مکان به شرطی که تعدادشان به ۳ عدد یا کم‌تر در هر دهانه محدود باشد، ناچیز است. مقاومت‌های مجاز مرجع مرتبط با سوراخ‌های گرد یا مستطیل شکل را باید از نشریات تولیدکنندگان تیرچه‌های پیش ساخته چوب و یا از گزارش ارزیابی کد به دست آورد.

۷-۴-۴- چاک خوردگی

بال‌های چاک زده در محل تکیه‌گاه‌ها یا بین‌شان، ظرفیت تیرچه را کـاهش مـی‌دهنـد و فراتـر از هدف آیین‌نامه است و باید برای اطلاعات مربوط به انتشارات تولیدکنندگان رجوع کرد.

۷-۴-۵- تغییر مکان

تغییر مکان برشی و خمشی هر دو را باید در محاسبات طراحـی لحـاظ کـرد، بنـابر آنچـه کـه در نشریات تولیدکنندگان تیرچه‌های پیش ساخته یا در گزارش‌های ارزیابی کد آمده است.

۷-۴-۶- انتقال بار عمودی

تیرچه‌های پیش ساخته چوب، I که زیر دیوار روی خود قرار می‌گیرند، در تکیه‌گاه‌شان به تیرچـه طوقه، پنل‌های پرکننده یا وسیلهٔ دیگری نیاز دارند تا بارهای عمودی از دیوار بالا را به قسمت زیرین سازه انتقال دهند.

۷-۴-۷- برش

شروط (۳-۴-۳-۱) را برای محاسبه نیروی برشی، V در طراحی تیرچه‌های پیش ساخته I چـوب زیر بار خمشی نباید به کار برد.

فصل هشتم
چوب‌آلات چندسازه‌ای

۸-۱- عام

۸-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع

۸-۳- تنظیم مقاومت‌های مجاز مرجع

۸-۴- ملاحظات طراحی ویژه

جدول(۸-۳-۱). موارد کاربرد ضرایب تنظیم برای چوب‌آلات چندسازه

۸-۱- عام

۸-۱-۱- کاربرد

فصل ۸ به طراحی مهندسی با چوب‌آلات چندسازه‌ای اختصاص دارد. مقدمات موضوع در این آیین‌نامه ارائه می‌شود. روش‌های طراحی و اطلاعات دیگر در اینجا برای چوب‌آلات چندسازه‌ای است که شروط D۵۴۵۶ استاندارد ASTM را احراز می‌کنند.

۸-۱-۲- تعاریف

۸-۱-۲-۱- اصطلاح یا نام "LVL" مربوط است به چوب چندسازه لایه‌ای متشکل از اجزای ورقی لایه چوب با الیاف موازی راستای طولی آن. ضخامت لایه در این محصول به $۶mm$ محدود است.

۸-۱-۲-۲- نام چوب چندسازه «**رشته‌های موازی**» (PSL) اختصاص دارد به محصول یا عضوی متشکل از اجزای رشته‌ای چوب با الیاف موازی با طول آن. بعد حداقل رشته‌ها محدود به $۶mm$ می‌باشد و طول رشته باید حداقل ۱۵۰ برابر بعد حداقل رشته باشد.

۸-۱-۲-۳- نام «**چوب چندسازه‌ای ساختمانی**» هم به «چوب چندسازه لایه‌ای» و هم به «چوب چندسازه رشته‌های موازی» تعلق دارد. این محصول‌ها کاربرد سازه‌ای دارند که با چسب‌های مقاوم به رطوبت تولید شدند.

۸-۱-۳- شناسایی

وقتی از روش‌های طراحی و اطلاعات دیگر در این آیین‌نامه استفاده می‌شود، چوب چندسازه‌ای باید با نام تولیدکننده یا عامل کنترل کیفیت، شناسایی شود.

۸-۱-۴- وضعیت رطوبت در محیط نصب

مقاومت‌های مجاز مرجع مربوط به وضعیت خشک محیط نصب هستند، که در آن رطوبت چوب کم‌تر از ٪ ۱۶ می‌باشد، مانند اغلب فضای مسقف. چوب‌آلات چندسازه‌ای را نباید در رطوبت‌های بالاتر استفاده کرد، مگر این که تولیدکننده آن مجاز بداند.

۸-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع

مقاومت‌های مجاز مرجع چوب‌آلات چندسازه‌ای را باید از نشریات تولیدکنندگان‌شان به دست آورد یا از گزارش ارزیابی کد. در موارد ویژه کاربرد که تغییر مکان عامل بحرانی است یا تغییر شکل زیر بار درازمدت باید محدود باشد، نیاز به کاهش مقدار مدول الاستیسیته باید تعیین شود. به ضمیمه F برای شروط تنظیم مقادیر برحسب مورد کاربرد، رجوع شود.

۸-۳- تنظیم مقاومت‌های مجاز مرجع

۸-۳-۱- عام

مقاومت‌های مجاز مرجع (F_b ، F_t ، F_v ، $F_{C\perp}$ ، F_c ، E ، $E_{\min}$) باید در ضرایب تعیین شده در جدول(۸-۳-۱) ضرب شوند تا مقدار تنظیم شده‌شان (F_b' ، F_t' ، F_v' ، $F_{C\perp}'$ ، F_c' ، E' ، $E_{\min}'$) به دست آید.

۸-۳-۲- ضریب مدت اعمال بار، C_D (فقط ASD)

تمام مقاومت‌های مجاز مرجع، غیر از مدول الاستیسیته، E و مدول الاستیسیته ثبات تیر و ستون، $E_{\min}$ و فشار عمود بر الیاف، $F_{C\perp}$ باید در ضریب مدت اعمال بار، C_D (تعیین شده در ۲-۳-۲) ضرب شوند.

۸-۳-۳- ضریب وضعیت رطوبت در محیط نصب، C_M

مقاومت‌های مجاز مرجع چوب‌آلات چندسازه‌ای برای وضعیت خشک محیط نصب هستند (رجوع شود به ۸-۱-۴) و بنابراین $C_M = ۱$ خواهد بود. اگر وضعیت رطوبت بیش از حد تعیین شده باشد، مقاومت‌های مرجع باید تنظیم شوند و این کار هم با اطلاعات منتشره از تولیدکنندگان صورت می‌گیرد.

۸-۳-۴- ضریب دما، C_t

اگر عناصر چوبی سازه به طور دائم به دمای تا ۶۵°C و درازمدت مشرف باشند (ضمیمه C)، مقاومت‌های مربوط باید در C_t ضرب شوند (بند ۲-۳-۳).

۸-۳-۵- ضریب ثبات تیر، C_L

اعضای خمشی از چوب چندسازه‌ای باید طبق بند (۳-۳-۳)، حائل یا تکیه‌گاه جانبی داشته باشند.

۸-۳-۶- ضریب حجم، C_v

مقاومت خمشی مجاز، F_b چوب چندسازه‌ای باید در ضریب حجم، C_v ضرب شود. این ضریب را باید از نشریات تولیدکننده یا از گزارش ارزیابی کد به دست آورد. وقتی $C_v \le ۱$ باشد، همزمان با ضریب ثبات، C_L به کار نمی‌رود، هر کدام از این دو ضریب که کوچک‌تر باشد، اعمال می‌شود. اگر $C_v > ۱$ باشد، همزمان با C_L اعمال خواهد شد (به ۳-۳-۳ رجوع شود).

۸-۳-۷- ضریب عضو تکراری، C_r

چوب چندسازه‌ای وقتی به صورت تیرچه، ستون کلاف یا عضوی مشابه به کار رود که در آن اعضا کنار هم باشند یا فاصله‌شان بیش از $۶۰cm$ و یا تعدادشان کم‌تر از ۳ عدد نباشد، بهم با پوشش کف، بام یا سایر اجزای توزیع مربوط باشند، مقاومت خمشی مرجع مربوط در C_r =۱/۰۴ ضرب می‌شود.

اجزای توزیع بار هر مجموعه‌ایست که با توان انتقال بار طراحی بین اعضای مجاور طراحی شده و یا کفایت آن در انتقال بار طراحی به اعضای مجاور با فاصله‌های ذکر شده در بالا، به تجربه ثابت شده است و ضعف سازه‌ای یا تغییر مکان غیر مقبول ندارد. کف کاذب، کف و اجزای دیگر پوشش با اتصال چسب پیچ یا فاق و زبانه این معیار را احراز می‌کنند.

۸-۳-۸- ضریب ثبات ستون، C_p

مقاومت مجاز موازی الیاف، F_c باید در ضریب ثبات ستون، C_p ضرب شود (تعیین شده در ۳-۷).

۸-۳-۹- ضریب تکیه‌گاه، C_b

مقاومت مجاز مرجع عمود بر الیاف، $F_{C\perp}$ باید در ضریب تکیه‌گاه، C_b (۳-۱۰-۴) ضرب شود.

۸-۳-۱۰- تیمار حفاظتی

تنظیم مقاومت‌های مرجع برای لحاظ کردن اثر تیمار حفاظتی تحت فشار باید طبق اطلاعات تولیدکنندگان چوب‌آلات چندسازه‌ای، انجام شود.

۸-۳-۱۱- ضریب فرمت تبدیل، K_F (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مجاز مرجع در ضریب فرمت تبدیل، K_F در جدول (۸-۳-۱) ضرب می‌شوند.

۸-۳-۱۲- ضریب مقاومت، ϕ (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مرجع در ضریب مقاومت، ϕ در جدول (۸-۳-۱) ضرب می‌شوند.

۸-۳-۱۳- ضریب اثر زمان، λ (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مرجع باید در ضریب اثر زمان (ضمیمه N-۳-۳) ضرب شوند.

جدول(۸-۳-۱). موارد کاربرد ضرایب تنظیم برای مقاومت چوب‌آلات چندسازه‌ای

فقط LRFD			ASD و LRFD							فقط ASD	
ضریب											
اثر زمان	مقاومت ϕ	فرمت تبدیل K_F	سطح تکیه‌گاه	ثبات ستون	تکراری	حجم	ثبات تیر	دما	رطوبت	مدت اعمال بار	
λ	0.85	2.54	-	-	C_r	C_v	C_L	C_t	C_M	C_D	$X\ F_b = F_b'$
λ	0.80	2.70	-	-	-	-	-	C_t	C_M	C_D	$X\ F_t = F_t'$
λ	0.75	2.88	-	-	-	-	-	C_t	C_M	C_D	$X\ F_v = F_v'$
λ	0.90	2.40	C_b	-	-	-	-	C_t	C_M	-	$X\ \ F_{C\perp} = F_{C\perp}'$
λ	0.90	1.67	-	C_p	-	-	-	C_t	C_M	C_D	$X\ \ F_c = F_c'$
-	-	-	-	-	-	-	-	C_t	C_M	-	$X\ \ E = E'$
-	0.85	1.76	-	-	-	-	-	C_t	C_M	-	$X\ E_{\min} = E_{\min}'$

۸-۴- ملاحظات طراحی ویژه

۸-۴-۱- چاک خوردگی

۸-۴-۱-۱- در سمت کشش تیرها از چوب چندسازه‌ای تعبیه چاک مجاز نیست، مگر در دو انتها برای تکیه روی تکیه‌گاه و در این حالت ارتفاع چاک نباید بیش از $\frac{۱}{۱۰}$ ارتفاع مقطع تیر باشد. در سمت فشاری تیرها از چوب چندسازه‌ای تعبیه چاک مجاز نیست، مگر در دو سر تیر و ارتفاع چاک نباید بیش از $\frac{۲}{۵}$ ارتفاع مقطع تیر باشد. چاک انتها در سمت فشاری تیر می‌تواند فقط تا وسط یک سوم طول دهانه ادامه داشته باشد.

۸-۴-۱-۲- به بندهای (۳-۱-۲) و (۳-۴-۳) برای اثر چاک روی مقاومت مراجعه شود.

فـصـل نـهـم
پـنـل‌هـای سـازه‌ای چـوب

۹-۱- عام

۹-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع

۹-۳- تنظیم مقاومت‌های مجاز مرجع

۹-۴- ملاحظات طراحی

جدول(۹-۳-۱). موارد کاربرد ضرایب تنظیم برای پنل‌های سازه‌ای چوب

۹-۱- عام

۹-۱-۱- کاربرد

فصل ۹ به طراحی مهندسی پنل‌های سازه‌ای چوب شامل تخته چندلا، OSB و پنل‌های چندسازه‌ای اختصاص دارد. الزام‌های مقدماتی در این آیین‌نامه ارائه شدند. روش‌های طراحی و اطلاعات دیگر ارائه شده در اینجا وفق الزام‌های تعیین شده در فصل حاضر می‌باشند.

۹-۱-۲- شناسایی

۹-۱-۲-۱- وقتی از روش‌های طراحی و اطلاعات دیگر در اینجا استفاده می‌شود، پنل سازه‌ای چوب باید از نظر درجهٔ کیفیت و نوع چسب با علامت تجاری در بردارنده مؤسسه آزمون و درجه‌بندی، قابل شناسایی باشد.

۹-۱-۲-۲- پنل‌های سازه‌ای چوب باید بر حسب رده‌بندی دهانه، ضخامت اسمی، رده‌بندی نما و درجه کیفیت مشخص باشند.

۹-۱-۳- تعاریف

۹-۱-۳-۱- نام «**پنل سازه‌ای چوب**» اختصاص دارد به محصول پنلی چوب پایه با چسبی مقاوم به آب. پنل‌ها تحت این نام و نشان شامل تخته چندلا، OSB و چندسازه‌ها است. محصول‌های پنلی شروط UDOC PS۱ یا PS۲ را احراز می‌کنند و در سازه‌های مسکونی، تجاری و صنعتی کاربرد دارند.

۹-۱-۳-۲- نام «**پنل چندسازه‌ای**» رجوع دارد به پنل سازه‌ای چوب متشکل از لایه و ماده بازسازی شدهٔ چوب پایهٔ اتصال یافته با چسبی مقاوم به آب.

۹-۱-۳-۳- نام OSB یا «**تخته رشته‌های توجیه‌دار**» رجوع دارد به پنل سازه‌ای فرم یافته با کیک، متشکل از رشته‌های مستطیل شکل با آرایش لایه‌های متقاطع، با لایه‌های رو موازی بعد طولی پنل و اتصال یافته با چسب مقاوم به آب.

۹-۱-۳-۴- نام «**تخته چندلا**» مربوط است به پنل سازه‌ای چوب، تشکیل شده از لایه‌های متقاطع آن. لایه‌ها با چسبی بهم اتصال یافته‌اند که با حرارت و تحت فشار عمل کرده است.

۹-۱-۴- وضعیت رطوبت در محیط نصب

۹-۱-۴-۱- مقاومت‌های مجاز مرجع متعلق به شرایط خشک محیط نصب هستند، یعنی محیطی که رطوبت چوب در آن کم‌تر از ٪ ۱۶ است (اغلب فضای مسقف).

۹-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع

۹-۲-۱- سفتی و مقاومت پنل

۹-۲-۱-۱- سفتی و مقاومت‌های مرجع (ماده محصول و متغیرهای مقطع) را باید از منبع معتبر به دست آورد.

۹-۲-۱-۲- به علت طبیعت ارتوتروپیکی پنل‌ها مقاومت‌های مرجع باید مربوط به محورهای اصلی و فرعی باشند. مقاومت‌های مربوط متناسب با توجیه هر پنل در کاربرد در طراحی به کار می‌روند. اگر نیروها تحت زاویه‌ای نسبت به محورهای عمده پنل وارد شوند، ظرفیت تحت زاویه پنل باید با تنظیم مقاومت‌های مرجع مربوط به محورهای عمده با استفاده از اصول مهندسی مکانیک، محاسبه شوند.

۹-۲-۲- مقاومت و خواص الاستیک

هر جا که لازم باشد خواص مکانیکی و الاستیک باید بر مبنای مقادیر مرجع متغیرهای مقطع و با مقاومت و سفتی مرجع محاسبه شوند.

۹-۲-۳- ضخامت طراحی

از ضخامت اسمی باید در محاسبات طراحی استفاده شود، روابط بین رده‌بندی دهانه و ضخامت‌های اسمی برحسب مقاومت‌های مجاز مرجع تدوین شدند.

۹-۲-۴- متغیرهای مقطع برای طراحی

متغیرهای مقطع برای طراحی باید بر مبنای رده‌بندی دهانه تعیین شوند یا ضخامت طراحی که بر اساس هر سانتی‌متر پهنای پنل تدوین شده باشند.

۹-۳- تنظیم مقاومت‌های مجاز مرجع

۹-۳-۱- عام

مقاومت‌های مجاز مرجع باید در ضرایب تنظیم (تعیین شده در جدول ۹-۳-۱) ضرب شوند تا مقادیر تنظیم شده آن‌ها به دست آید.

۹-۳-۲- ضریب مدت اعمال بار، C_D (فقط ASD)

تمام مقاومت‌های مجاز مرجع (F_bS، F_tA، F_vt_v، $F_s(\frac{Ib}{Q})$، F_cA) باید در ضریب مدت اعمال بار، C_D (تعیین شده در ۲-۳-۲) ضرب شوند.

۹-۳-۳- ضرایب وضعیت رطوبت در محیط نصب، C_M و دما، C_t

مقاومت‌های مجاز مرجع پنل‌های سازه‌ای چوب برای وضعیت خشک محیط نصب (تعیین شده در ۹-۱-۴) می‌باشند، $C_M = ۱$ و $C_t = ۱$. وقتی وضعیت رطوبت پنل در محیط نصب متفاوت با محیط خشک باشد، تنظیم برحسب رطوبت یا دمای بیشتر باید بر مبنای اطلاعات معتبر، اعمال شود.

۹-۳-۴- ضریب اندازه پنل، C_S

مقادیر مرجع طراحی (F_bS و F_tA) برای پنل‌های سازه‌ای با پهنای $۶۰cm$ و بیشتر کاربرد دارند. برای پنل‌هایی که پهنای کم‌تر از $۶۰cm$ دارند، مقاومت‌های مرجع خمشی و کششی در ضرایب اندازه ضرب می‌شوند که در جدول ۹-۳-۴ ارائه شده است.

جدول (۹-۳-۴). ضریب اندازه پنل، C_s

پهنای باریکه پنل، W (cm)	C_s
$W \le 20$	0.50
$20 < W < 60$	$\frac{20+W}{32}$
$W \ge 20$	1

۹-۳-۵- ضریب فرمت تبدیل، K_F (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مجاز مرجع باید در ضریب فرمت تبدیل، K_F (تعیین شده در جدول ۹-۳-۱) ضرب شوند.

۹-۳-۶- ضریب مقاومت، ϕ (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مجاز باید در ضریب مقاومت، ϕ (تعیین شده در جدول ۹-۳-۱) ضرب شوند.

۹-۳-۷- ضریب اثر زمان، λ (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مجاز باید در ضریب اثـر زمـان، λ (تعیـین شـده در ضـمیمه N-۳-۳) ضرب شوند

جدول(۹-۳-۱). موارد کاربرد ضرایب تنظیم برای مقاومت‌های مجاز پنل‌های سازه‌ای چوب

فقط LRFD			ASD و LRFD				فقط ASD	
ضریب								
اثر زمان	مقاومت ϕ	فرمت تبدیل K_F	اندازه	درجه و ساخت	دما	رطوبت	مدت اعمال بار	
λ	0.85	2.54	C_S	C_G	C_t	C_M	C_D	$X\ F_bS = F_bS'$
λ	0.80	2.70	C_S	C_G	C_t	C_M	C_D	$X\ F_tA = F_tA'$
λ	0.75	2.88	-	C_G	C_t	C_M	C_D	$X\ F_vt_v = F_vt_v'$
λ	0.75	2.88	-	C_G	C_t	C_M	C_D	$X\ F_S(\frac{IB}{Q}) = F_S(\frac{IB}{Q})'$
λ	0.90	2.40	-	C_G	C_t	C_M	C_D	$X\ F_cA = F_cA'$
-	-	-	-	C_G	C_t	C_M	-	$X\ EI = EI'$
-	-	-	-	C_G	C_t	C_M	-	$X\ EA = EA'$
-	-	-	-	C_G	C_t	C_M	-	$X\ G_vt_v = G_vt_v'$
λ	0.90	1.67	-	C_G	C_t	C_M	-	$X\ F_{CL} = F_{CL}'$

۹-۴- ملاحظات طراحی

۹-۴-۱- خمش صفحه‌ای

پنل‌های سازه‌ای چوب برای خمش باید با کنترل لنگر، برش و تغییر مکان طراحی شوند. در کنترل برش صفحه در خمش صفحه‌ای باید از برش صفحه‌ای تنظیم شده به عنوان مقاومت برشی استفاده شود. معادلات درست تیر برای طراحی دهانه‌های تعریف شده در زیر، به کار می‌روند:

(a). فاصلهٔ لنگر خمشی بین خط مرکزی تکیه‌گاه‌ها

(b). طول دهانهٔ خالص ورق

(c). طول تغییر مکان پذیر دهانه به اضافهٔ ضریب پهنای تکیه‌گاه. برای $۵cm$ اسمی تکیه‌گاه این ضریب $۰/۶cm$ و پهنای اسمی $۱۰cm$ این ضریب $۱/۶cm$ می‌باشد.

۹-۴-۲- کشش در صفحهٔ پنل

وقتی پنل‌های سازه‌ای چوب تحت کشش محوری قرار گیرند، توجیه محور عمدهٔ مقاومت پنل برحسب راستای بار باید در تعیین ظرفیت کششی تنظیم شده پنل لحاظ شود.

۹-۴-۳- فشار در صفحهٔ پنل

وقتی پنل‌های سازه‌ای چوب تحت فشار محوری قرار می‌گیرند، توجیه محور عمدهٔ مقاومت پنل برحسب راستای بار باید در تعیین ظرفیت فشار تنظیم شدهٔ پنل لحاظ شود. افزون بر این، پنل باید بدون خطر کمانش طراحی شود.

۹-۴-۴- برش پیچشی (برش در صفحه)

وقتی به پنل نیروی برشی در صفحهٔ آن وارد شود، از برش پیچشی تنظیم شده باید استفاده کرد.

۹-۴-۵- برش در ضخامت

وقتی نیروی برشی وارد بر ضخامت پنل باشد، باید از ضخامت تنظیم شدهٔ برشی استفاده کرد.

۹-۴-۶- تکیه‌گاه

وقتی نیروی وارده عمود بر سطح پنل باشد، باید از مقاومت تنظیم شده مربوط در طراحی استفاده کرد.

فـصـل دهـم
اتـصـالات مـکـانـیـکـی

۱۰-۱- عام

۱۰-۲- مقاومت‌های مرجع

۱۰-۳- مقاومت‌های مرجع تنظیم شده

جدول(۱۰-۳-۱). موارد کاربرد ضرایب تنظیم برای اتصالات

جدول(۱۰-۳-۳). ضرایب وضعیت رطوبت در محیط نصب، C_M برای اتصالات

جدول(۱۰-۳-۴). ضرایب دما، C_t برای اتصالات

جدول(۱۰-۳-۶A). ضرایب اثـر گـروهی، C_g برای اتصالات بـا پـیچ‌هـای ماشینی یا سر مهره‌ای با اعضای فرعی از چوب

جدول(۱۰-۳-۶B). ضرایب اثـر گـروهی، C_g بـرای اتصـالات بـا حلـقه شکافدار ۱۰*cm* یا واشر برشی با اعضای فرعی از چوب

جدول(۱۰-۳-۶C). ضرایب اثـر گروهی، C_g بـرای اتصالات بـا پـیچ‌هـای ماشینی یا سر مهره‌ای با اعضای فرعی از ورق‌های فلزی

جدول(۱۰-۳-۶D). ضرایب اثر گروهی، C_g برای اتصالات بـا واشـر برشـی ۱۰*cm* با اعضای فرعی از ورق‌های فلزی

۱۰-۱- عام

۱۰-۱-۱- دامنه

۱۰-۱-۱-۱- فصل ۱۰ به طراحی مهندسی اتصالات با پیچ‌های ماشینی، پیچ‌های سرمهره‌ای، حلقه شکاف‌دار یا واشر برشی، پین‌های پرچ، پین‌های درفشی، پیچ‌های چوب، میخ‌ها، میخ‌های مفتولی، پیچ پرچ چوب، ورق فلزی اتصال دهنده و شبکه‌های مفتولی روی چوب ماسیو، چوب سازه‌ای لایه‌ای، تیرهای چوبی، شمع‌های چوبی، چوب‌آلات چندسازه‌ای، تیرچه‌های پیش ساخته و پنل‌های سازه‌ای چوب، اختصاص دارد غیر از مواردی که به طور مشخص محدود می‌شود، شروط فصل ۱۰ برای تمام اتصال‌دهنده‌ها در فصل‌های ۱۱، ۱۲ و ۱۳ تعمیم دارد.

۱۰-۱-۱-۲- الزام‌های (۳-۱-۳)، (۳-۱-۴) و (۳-۱-۵) باید در طراحی اتصال‌ها لحاظ شوند.

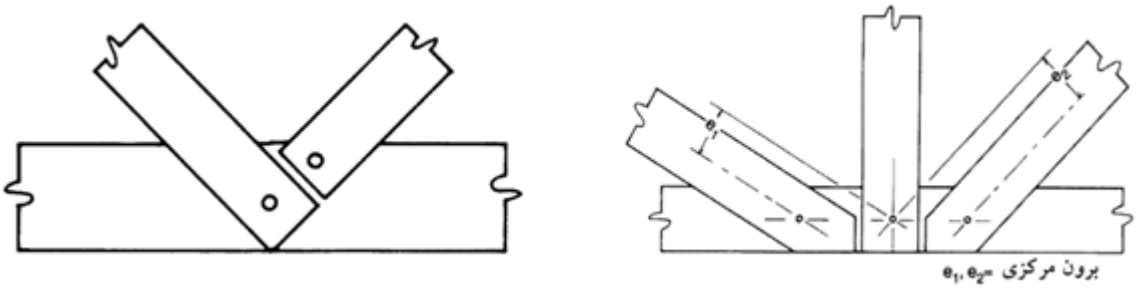
۱۰-۱-۱-۳- شروط طراحی اتصال در فصل‌های ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ مانع استفاده از اتصال‌های آزمایشی، مطالعاتی، تحلیلی بر مبنای تئوری شناخته شده و مدل در مقیاس کاربردی یا آزمایشگاهی نیستند (به ۱-۱-۱-۳ رجوع شود).

۱۰-۱-۲- تنش‌های وارد بر اعضا در محل اتصال

اعضای سازه‌ای باید برای ظرفیت تحمل بارشان در محل اتصال طبق شروط کاربردی این استاندارد از جمله (۳-۱-۲)، (۳-۱-۳) و (۳-۴-۳-۳)، کنترل شوند. تنش‌های موضعی در اتصال‌های دارای چند اتصال دهنده باید طبق اصول مهندسی مکانیک بررسی شوند. یک روش تعیین این تنش‌ها در ضمیمه E ارائه شده است.

۱۰-۱-۳- اتصال‌های برون‌مرکزی

از اتصال‌های برون‌مرکزی واردکننده کشش عمود بر الیاف در چوب نباید استفاده کرد، مگـر ایـن که روش‌های مهندسی مناسب یا آزمون در طراحی این قبیل اتصال‌ها برای حصول اطمینان از ظرفیت تحمل اعضای اتصال، به کار گرفته شود. اتصال‌های مشابه شـکل ۱۰A مثـال‌هـایی از مـوارد اتصـال هستند که به روش مهندسی مناسب یا آزمون نیاز دارند.



شکل(۱۰A). اتصال‌های برون‌مرکزی

۱۰-۱-۴- اتصال‌ها با اتصال‌دهنده‌های مختلط

روش‌های تحلیل داده‌های آزمایشی برای تدوین مقاومت‌های مرجع اتصال‌ها با بیش از یـک نـوع اتصال‌دهنده، هنوز توسعه پیدا نکرده است. مقاومت‌های مرجع و تنظیم‌های مقاومت برای اتصال‌ها با اتصال‌دهنده‌های مختلط، باید بر مبنای آزمون یا تحلیل دیگر باشد (به ۱-۱-۱-۳ رجوع شود).

۱۰-۱-۵- ساخت اتصال

مقاومت‌های جانبی مرجع برای اتصال‌ها در فصول ۱۱، ۱۲ و ۱۳ بر مبنای:

(a). فرض بر اینست کـه سطوح مقابل اعضای اتصال با نصب اتصال‌دهنده‌ها بهـم تمـاس پیـدا می‌کنند.

(b). جای همکشیدگی برای نوسان فصلی رطوبت پیش‌بینی شده است (به ۱۰-۳-۳ رجوع شود).

۱۰-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع

۱۰-۲-۱- اتصال‌ها با یک اتصال‌دهنده

۱۰-۲-۱-۱- فصل‌های ۱۱، ۱۲ و ۱۳ جدول مقاومت‌های مجاز مرجع و شروط محاسبه مقاومت‌های مرجع انواع اتصال با یک اتصال‌دهنده را در بردارند. مقاومت‌های مجاز اتصال‌های یک گونه معین چوب برای تمام درجات کیفیت چوب آن گونه تعمیم دارند. مقاومت‌های مرجع اتصال با اتصال‌دهنده تیپ پینی از یک گونه برای گونه‌های دیگر، دارای مقاومت تکیه‌گاهی، F_e مساوی یا بیشتر با این گونه، تعمیم دارد.

۱۰-۲-۱-۲- شروط طراحی و مقاومت‌های مرجع اتصال‌ها با اتصال‌دهنده‌های تیپ پینی مانند پیچ‌های ماشینی، پیچ‌های سرمهره‌ای، پیچ‌های چوب، میخ‌ها و میخ‌های معمولی، پین‌های پرچی و درفشی، در فصل ۱۱ ارائه شدند.

۱۰-۲-۱-۳- شروط طراحی و مقاومت‌های مرجع اتصال‌ها با حلقه شکاف‌دار و واشر برشی در فصل ۱۲ ارائه شدند.

۱۰-۲-۱-۴- شروط طراحی و مقاومت‌های مرجع اتصال‌ها با پیچ پرچ چوب در فصل ۱۳ ارائه شدند.

۱۰-۲-۱-۵- اتصال‌های چوب به چوب با شبکه مفتولی برای انتقال بار، باید طبق اصول مهندسی مکانیک طراحی شوند (به منبع ۵۰ رجوع شود).

۱۰-۲-۲- اتصال‌ها با چند اتصال‌دهنده

وقتی اتصال با دو یا چند اتصال‌دهنده از یک نوع و هم اندازه که یک مُد تسلیم (به ضمیمه I رجوع شود) دارند، درست شود، مقاومت مجاز تنظیم شده اتصال برابر مجموع مقاومت مجاز تنظیم شده هر یک از اتصال‌دهنده‌ها است. تنش‌های موضعی در اتصال‌های با چند اتصال دهنده هم‌نوع باید با اصول مهندسی مکانیک ارزیابی شوند (به ۱۰-۱-۲ رجوع شود).

۱۰-۲-۳- طراحی قطعات فلزی

ورق‌های فلزی، آویزه‌ها، اتصال‌دهنده‌ها و سایر قطعات فلزی باید طبق روش‌های مربوط به طراحی فلز، طراحی شوند تا به شکست در کشش، برش، تکیه‌گاه (فلز روی فلز)، خمش و کمانش مقاومت نمایند (به منابع ۳۹، ۴۰ و ۴۱ رجوع شود). اگر ظرفیت اتصال توسط مقاومت فلز کنترل شود (مقاومت فلز حاکم است)، نه مقاومت چوب، مقاومت فلز در این آیین‌نامه نباید در ضرایب تنظیم ضرب شود. افزون بر این، اگر بارهای طراحی قبلاً توسط ضرایب توأم بار کاهش پیدا کرده‌اند، افزایش مقاومت چوب با ضرایب باد و زلزله مجاز نیست (به منبع ۵ برای اطلاعات بیشتر مراجعه شود).

۱۰-۲-۴- طراحی قطعات بتنی یا بنایی

پی بتنی، دیوارها و سایر قسمت‌های بنایی باید با اجرای مقبول طراحی شوند (به منابع ۱ و ۲ رجوع شود). هر جا که مقاومت بتن یا مواد بنایی تعیین کننده باشد، نه چوب، ضرب کردن مقاومت بتن یا مواد بنایی در ضرایب این آیین‌نامه، مجاز نیست. افزون بر این اگر بارهای طراحی با ضرایب

توأم بار کاهش پیدا کرده‌اند، افزایش مقاومت بتن یا مواد بنایی با ضرایب باد و زلزله مجاز نیست (به منبع ۵ برای اطلاعات بیشتر رجوع شود).

۱۰-۳- تنظیم مقاومت‌های مجاز مرجع

۱۰-۳-۱- موارد کاربرد ضرایب تنظیم

مقاومت‌های مرجع (W ، Z) باید در تمام ضرایب تنظیم ضرب شوند تا مقدار تنظیم شدهٔ آن‌ها (W'، Z') تعیین شود. جدول (۱۰-۳-۱) ضرایب تنظیم برای مقاومت جانبی یا برشی (Z) و انفصالی یا کششی (W) مرجع برای هر تیپی از اتصال‌دهنده را در بردارد. بار واقعی وارد بر اتصال نباید بیش از مقدار تنظیم شده (W'، Z') برای اتصال باشد.

جدول(۱۰-۳-۱). موارد کاربرد ضرایب تنظیم برای اتصال‌دهنده‌ها

	فقط ASD	ASD و LRFD										فقط LRFD							
	ضریب بارهای برشی یا جانبی																		
	مدت اعمال بار [۱]	رطوبت [۲]	دما	اثر گروهی	اثر هندسی [۳]	طول نفوذ [۳]	مقطع	وصله فلزی [۳]	دیافراگم	پاشنه‌ای [۳]	تا ما فرمت K_F	مقاومت	اثر زمان
اتصال‌دهنده نوع پینی، پیچ‌ها، میخ‌ها، پین و پیچ پرچ	C_D	C_M	C_t	C_g	C_Δ	–	C_{eg}	–	C_{di}	C_{tn}	3.32	0.65	λ
واشر برشی و حلقه شکافدار													
$X \quad P = P'$	C_D	C_M	C_t	C_g	C_Δ	C_d	–	C_{st}	–	–	3.32	0.65	λ
$X \quad Q = Q'$	C_D	C_M	C_t	C_g	C_Δ	C_d	–	–	–	–	3.32	0.65	λ
پیچ پرچ چوب													
$X \quad P = P'$	[۴] C_D	C_M	C_t	–		–	–	[۵] C_{st}	–	–	3.32	0.65	λ
$X \quad Q = Q'$	C_D [۴]	C_M	C_t	–	[۶] C_Δ	–	–	[۵] C_{st}	–	–	3.32	0.65	λ
ورق فلزی اتصال‌دهنده													
$X \quad Z = Z'$	C_D	C_M	C_t	–	–	–	–	–	–	–	3.32	0.65	λ
شبکه مفتولی													
$X \quad Z = Z'$	C_D	C_M	C_t	–	C_Δ	–	–	–	–	–	3.32	0.65	λ
	بارهای کششی (انفصالی)												
میخ، میخ مفتولی، پیچ سرمهره‌ای، پیچ چوب، پین چوب													
$X \quad W = W'$	C_D	C_M	C_t	–	–	–	C_{eg}	–	–	–	3.32	0.65	λ

[۱]. C_D نباید بیش از ۱/۶ برای اتصال باشد (بند ۱۰-۳-۲).

[۲]. C_M برای میخ پاشنه‌ای تحت کشش اعمال نمی‌شود (بند ۱۱-۵-۴-۱).

[۳]. اطلاعات مربوط به C_D، C_d، C_{eg}، C_{di} و C_{tn} در فصل‌های ۱۱، ۱۲ و ۱۳ ارائه شدند.

[۴]. C_D وقتی اعمال می‌شود که ظرفیت چوب (P_W، Q_W) حاکم باشد (فصل ۱۳).

[۵]. ضریب وصله C_{st} وقتی اعمال می‌شود که ظرفیت پیچ پرچ (P_r، Q_r) حاکم باشد (فصل ۱۳).

[۶]. C_D وقتی اعمال می‌شود که ظرفیت چوب (Q_W) حاکم باشد (فصل ۱۳).

۱۰-۳-۲- ضریب مدت اعمال بار، C_D (فقط ASD)

مقاومت‌های مجاز مرجع باید در ضریب مدت زمان اعمال بار، $C_D \leq ۱/۶$ ضرب شوند (بند ۲-۳-۲ و ضمیمه B)، غیر از مواردی که مقاومت فلز یا بتن یا مواد بنایی، تعیین کننده ظرفیت اتصال باشد (بندهای ۱۰-۲-۳ و ۱۰-۲-۴ و ضمیمه B-۳). ضریب بار شوک به اتصال‌ها اعمال نمی‌شود.

۱۰-۳-۳- ضریب وضعیت رطوبت در محیط نصب، C_M

مقاومت‌های مرجع اتصال‌ها برای چوب خشک شده تا ٪ ۱۹ و نصب در محیط پیوسته خشک (فضای مسقف) هستند. اتصال‌هایی که در آن‌ها چوب تر یا نیمه خشک باشد، یا اتصال مشرف به وضعیت تر محیط نصب باشد، مقاومت‌های مرجع‌شان باید در C_M تعیین شده در جدول (۱۰-۳-۳) ضرب شوند.

۱۰-۳-۴- ضریب دما، C_t

مقاومت‌های مرجع اتصال‌های در معرض مداوم دما تا ۶۵°C باید در ضریب C_t (جدول ۱۰-۳-۴) ضرب شوند (به ضمیمه C رجوع شود).

جدول(۱۰-۳-۳). ضرایب وضعیت رطوبت در محیط نصب برای اتصال‌ها

نوع اتصال‌دهنده	درصد رطوبت چوب		C_M
	در زمان ساخت	در محیط نصب	
بارها برشی (جانبی)			
واشر برشی و حلقه شکافدار[۱]	٪ ۱۹ ≤	٪ ۱۹ ≤	۱
	٪ ۱۹ <	٪ ۱۹ ≤	۰/۸
	هر مقدار	٪ ۱۹ <	۰/۷
وصله‌های فلزی[۲]	٪ ۱۹ ≤	٪ ۱۹ ≤	۱
	٪ ۱۹ <	٪ ۱۹ ≤	۰/۸
	هر مقدار	٪ ۱۹ <	۰/۸
پینی	٪ ۱۹ ≤	٪ ۱۹ ≤	۱
	٪ ۱۹ <	٪ ۱۹ ≤	۰/۴ [۳]
	هر مقدار	٪ ۱۹ <	۰/۷
پیچ پرچ چوب	٪ ۱۹ ≤	٪ ۱۹ ≤	۱
	٪ ۱۹ ≤	٪ ۱۹ <	۰/۸
بارها انفصالی (کششی)			
پیچ سرمهره‌ای	هر مقدار	٪ ۱۹ ≤	۱
پیچ چوب	هر مقدار	٪ ۱۹ <	۰/۷
میخ معمولی	٪ ۱۹ ≤	٪ ۱۹ ≤	۱
و میخ مفتولی	٪ ۱۹ <	٪ ۱۹ ≤	۰/۲۵
	٪ ۱۹ ≤	٪ ۱۹ <	۰/۲۵
	٪ ۱۹ <	٪ ۱۹ <	۱
میخ رزوه دار آبکاری شده	هر مقدار	هر مقدار	۱

[۱]. برای واشر برشی و حلقه شکافدار محدودیت رطوبت تا عمق mm ۱۹ از سطح چوب است.

[۲]. برای اطلاعات بیشتر در مورد وصله‌های فلزی اتصال‌دهنده به منبع ۹ رجوع شود.

[۳]. C_M = ۰/۷ برای اتصال دهنده‌های پینی با قطر کم‌تر از $۶mm$ و C_M =۱ برای اتصال دهنده‌های پینی در اتصال‌ها با:

۱. فقط یک اتصال‌دهنده یا

۲. دو اتصال‌دهنده در یک ردیف موازی الیاف یا

۳. اتصال‌دهنده‌ها در دو یا چند ردیف موازی الیاف و هر ردیف با وصلهٔ مجزا.

جدول(۱۰-۳-۴). ضرایب دما، C_t برای اتصال‌ها

رطوبت در محیط نصب[1]	C_t		
	$T \le ۳۸^\circ C$	$۳۸^\circ C < T \le ۵۲^\circ C$	$۵۲^\circ C < T \le ۶۵^\circ C$
خشک	۱	۰/۸	۰/۷
تر	۱	۰/۷	۰/۵

[1]. وضعیت خشک و تر محیط نصب در (۱۰-۳-۳) تعیین شدند.

۱۰-۳-۵- تیمار کاهنده سرعت انتشار شعله

مقاومت‌های تنظیم شده اتصال‌ها در چوب ماسیو و لایه‌ای تیمار شده تحت فشار با مواد شیمیایی کاهنده سرعت انتشار شعله را باید از شرکت عامل این قبیل تیمار به دست آورد (بند ۲-۳-۴). ضریب مدت اعمال بار شوک به اتصال‌ها در چوب تیمار شده با مواد کاهنده سرعت انتشار شعله اعمال نمی‌شود (جدول۲-۳-۲).

۱۰-۳-۶- ضریب اثر گروهی، C_g

۱۰-۳-۶-۱- مقاومت‌های مرجع اتصال‌ها با واشر برشی، حلقه شکاف‌دار یا اتصال‌دهنده‌های نوع پینی با $D < ۲/۵cm$ در ردیف باید در ضریب اثر گروهی، C_g ضرب شود. C_g با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$C_g = \left[\frac{m(۱-m^{۲n})}{n\left[(۱+R_{EA}m^{n})(۱+m)-۱+m^{۲n}\right]}\right]\left[\frac{۱+R_{EA}}{۱-m}\right] \qquad (۱۰-۳-۱)$$

C_g = ۱ برای اتصال‌دهنده‌های پینی با $D < ۶mm$. در مقاومت‌های مرجع اتصال‌ها با پیچ پرچ چوب اثر گروهی لحاظ شده و نیاز به اعمال C_g نیست.

n – تعداد اتصال دهنده در ردیف

R_{EA} – کم‌ترین مقدار از $\frac{E_s A_s}{E_m A_m}$ یا $\frac{E_m A_m}{E_s A_s}$

E_m – مدول الاستیسیته عضو اصلی، (Kg/cm^2)

E_s – مدول الاستیسیته عضو فرعی، (Kg/cm^2)

A_m – مقطع ناخالص عرضی عضو اصلی، cm^2

A_s – جمع مقطع ناخالص عرضی اعضای فرعی، cm^2

$$m = u - \sqrt{u^2 - 1}$$

$$u = 1 + \gamma \frac{S}{2}\left[\frac{1}{E_m A_m} + \frac{1}{E_s A_s}\right]$$

S– فاصلهٔ مرکز تا مرکز بین اتصال‌دهنده‌های مجاور در ردیف

γ – مدول بار به لغزش اتصال، Kg/cm

= ۸۹۲۰۰ Kg/cm برای حلقه شکافدار ۱۰cm یا واشر برشی

= ۷۱۴۰۰ Kg/cm برای حلقه شکافدار ۶/۴cm یا واشر برشی ۶/۷cm

= $(D^{1/5})$ ۱۸۰/۰۰۰ برای اتصال دهنده‌های پینی در اتصال چوب به چوب

= $(D^{1/5})$ ۲۷۰/۰۰۰ برای اتصال‌دهنده‌های پینی در اتصال چوب به فلز

D– قطر پیچ یا پیچ سرمهره‌ای، cm

ضریب اثر گروهی برای شکل‌های هندسی مختلف اتصال در جدول‌های (۱۰-۳-۶A)، (۱۰-۳-۶B)، (۱۰-۳-۶C) و (۱۰-۳-۶D) ارائه شدند.

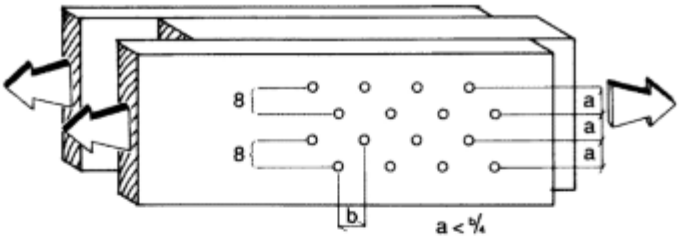
۱۰-۳-۶-۲- برای تعیین ضرایب اثر گروهی، هر ردیف اتصال‌دهنده‌ها به ترتیب زیر تعریف می‌شود:

(a). دو واحد یا بیشتر حلقهٔ شکافدار یا واشر برشی، طبق تعریف در (۱۲-۱-۱) هم‌ردیف با راستای بار.

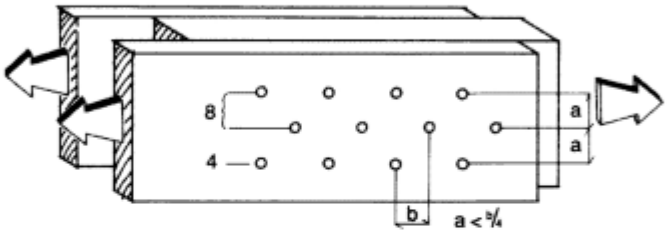
(b). دو یا بیشتر اتصال‌دهنده پینی هم قطر زیر بار با یک یا چند صفحهٔ برشی، هم‌ردیف با راستای بار.

وقتی اتصال‌دهنده‌ها در ردیف‌های مجاور متناوب قرار داشته باشند و فاصلهٔ بین ردیف‌های مجاور $۶mm$ کم‌تر از فاصله بین نزدیک‌ترین اتصال‌دهنده‌ها در ردیف‌ها در راستای ردیف باشد، ردیف‌های مجاور یک ردیف برای تعیین ضریب اثر گروهی لحاظ می‌شود. برای گروه‌هایی از اتصال‌دهنده‌ها که تعداد ردیف‌شان زوج باشد، این اصل روی هر جفت ردیف اعمال می‌شود. برای گروه‌هایی از اتصال‌دهنده‌ها که تعداد ردیف‌شان فرد باشد، محتاط‌ترین تفسیر اعمال می‌شود، به شکل (B۱۰) رجوع شود.

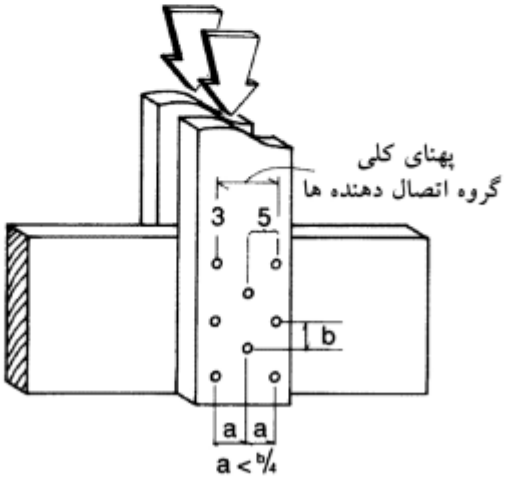
۱۰-۳-۶-۳- در محاسبه مقطع عرضی ناخالص A_m و A_s، کاهش مربوط به مقطع خالص، برای تعیین ضریب اثر گروهی، مجاز نمی‌باشد. وقتی عضو زیر بار عمود بر الیاف خود قرار گیرد، مقطع عرضی معادل آن حاصلضرب ضخامت عضو در پهنای گروه اتصال‌دهنده‌ها است (به شکل B۱۰ رجوع شود). وقتی فقط یک ردیف اتصال‌دهنده به کار رود، پهنای گروه اتصال‌دهنده‌ها، حداقل فاصلهٔ بین اتصال‌دهنده‌ها در راستای الیاف است.



۲ ردیف از ۸ اتصال دهنده لحاظ شود



۱ ردیف از ۸ اتصال دهنده و ۱ ردیف از ۴ اتصال دهنده لحاظ شود



۱ ردیف از ۵ اتصال دهنده و ۱ ردیف از ۳ اتصال دهنده لحاظ شود

شکل(B۱۰). اثر گروهی برای اتصال‌دهنده‌های متناوب

۱۰-۳-۷- ضریب فرمت تبدیل، K_F (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مرجع باید در ضریب فرمت تبدیل، K_F از جدول (۱۰-۳-۱) ضرب شود.

۱۰-۳-۸- ضریب مقاومت، ϕ (فقط در LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مرجع باید در ضریب مقاومت، ϕ از جدول (۱۰-۳-۱) ضرب شوند.

۱۰-۳-۹- ضریب اثر زمان، λ (فقط LRFD)

در LRFD مقاومت‌های مرجع باید در ضریب اثر زمان (ضمیمه N-۳-۳) ضرب شوند.

جدول(۱۰-۳-۶A). ضریب اثر گروهی، C_g برای اتصال با پیچ ماشینی و پیچ سرمهره‌ای با عضو فرعی از چوب[۲]

برای D=۲/۵*cm* ، S =۱۰*cm* ، E = ۹۸۰۰۰ (Kg/cm^2)

A_s/A_m[۱]	A_s[۱]	تعداد اتصال‌دهنده در ردیف										
	cm^2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.5	32	0.98	0.92	0.84	0.75	0.68	0.61	0.55	0.50	0.45	0.41	0.38
	77	0.99	0.96	0.92	0.87	0.81	0.76	0.70	0.65	0.61	0.57	0.53
	129	0.99	0.98	0.95	0.91	0.87	0.83	0.78	0.74	0.70	0.66	0.62
	181	1.00	0.98	0.96	0.93	0.90	0.87	0.83	0.79	0.76	0.72	0.69
	258	1.00	0.99	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75
	413	1.00	0.99	0.98	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87	0.84	0.82
1	32	1.00	0.97	0.91	0.85	0.78	0.71	0.64	0.59	0.54	0.49	0.45
	77	1.00	0.99	0.96	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.70	0.65	0.61
	129	1.00	0.99	0.98	0.95	0.92	0.89	0.86	0.82	0.78	0.75	0.71
	181	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.92	0.89	0.86	0.83	0.80	0.77
	258	1.00	1.00	0.99	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	0.87	0.85	0.82
	413	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.91	0.90	0.88

[۱]. اگر $A_s/A_m > 1$ باشد از A_m/A_s و A_m جای A_s استفاده می‌شود.

[۲]. مقادیر C_g در جدول محتاطانه بوده و برای D<۲/۵*cm* ، S =۱۰*cm* ، E = ۹۸۰۰۰ (Kg/cm^2) هستند.

جدول(۱۰-۳-۶B). ضریب اثر گروهی، C_g برای حلقه شکافدار یا واشر برشی ۱۰*cm* با عضو فرعی از چوب[۲]

برای E = ۹۸۰۰۰ (Kg/cm^2) و S =۲۳*cm*

A_s/A_m[۱]	A_s[۱]	تعداد اتصال‌دهنده در ردیف										
	cm^2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.5	32	0.90	0.73	0.59	0.48	0.41	0.35	0.31	0.27	0.25	0.22	0.20
	77	0.95	0.83	0.71	0.60	0.52	0.45	0.40	0.36	0.32	0.29	0.27
	129	0.97	0.88	0.78	0.69	0.60	0.53	0.47	0.43	0.39	0.35	0.32
	181	0.97	0.91	0.82	0.74	0.66	0.59	0.53	0.48	0.44	0.40	0.37
	258	0.98	0.93	0.86	0.79	0.72	0.65	0.59	0.54	0.49	0.45	0.42
	413	0.99	0.95	0.91	0.85	0.79	0.73	0.67	0.62	0.58	0.54	0.50
1	32	1.00	0.87	0.72	0.59	0.50	0.43	0.38	0.34	0.30	0.28	0.25
	77	1.00	0.93	0.83	0.72	0.63	0.55	0.48	0.43	0.39	0.36	0.33
	129	1.00	0.95	0.88	0.79	0.71	0.63	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39
	181	1.00	0.97	0.91	0.83	0.76	0.69	0.62	0.57	0.52	0.47	0.44
	258	1.00	0.98	0.93	0.87	0.81	0.75	0.69	0.63	0.58	0.54	0.50
	413	1.00	0.98	0.95	0.91	0.87	0.82	0.77	0.72	0.67	0.62	0.58

[۱]. وقتی $A_s/A_m > ۱$ باشد از A_m/A_s استفاده می‌شود و A_m به جای A_s به کار می‌رود.

[۲]. مقادیر C_g در جدول محتاطانه بوده و برای حلقه شکافدار ۶/۴*cm* و واشر برشی ۶/۷*cm* می‌باشد، S=۲۳*cm* و E = ۹۸۰۰۰ (Kg/cm^2) هستند.

جدول(۱۰-۳-۶C). ضریب اثر گروهی، C_g برای اتصال با پیچ ماشینی و پیچ سرمهره‌ای با وصله فلزی[۱]

برای $D = ۲/۵cm$, $S = ۱۰cm$, $E_W = ۹۸۰۰۰ \, Kg/cm^۲$, $E_{st} = ۲۱۰۰/۰۰۰ \, Kg/cm^۲$

A_s/A_m	A_s cm^2	تعداد اتصال‌دهنده در ردیف										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	32	0.97	0.89	0.80	0.70	0.62	0.55	0.49	0.44	0.40	0.37	0.34
	52	0.98	0.93	0.85	0.77	0.70	0.63	0.57	0.52	0.47	0.43	0.40
	103	0.99	0.96	0.92	0.86	0.80	0.75	0.69	0.64	0.60	0.55	0.52
	155	0.99	0.97	0.94	0.90	0.85	0.81	0.76	0.71	0.67	0.63	0.59
	258	1.00	0.98	0.96	0.94	0.90	0.87	0.83	0.79	0.76	0.72	0.69
	413	1.00	0.99	0.98	0.96	0.94	0.91	0.88	0.86	0.83	0.80	0.77
	774	1.00	0.99	0.99	0.98	0.96	0.95	0.93	0.91	0.90	0.87	0.85
	1290	1.00	1.00	0.99	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.92	0.90
18	32	0.99	0.93	0.85	0.76	0.68	0.61	0.54	0.49	0.44	0.41	0.37
	52	0.99	0.95	0.90	0.83	0.75	0.69	0.62	0.57	0.52	0.48	0.44
	103	1.00	0.98	0.94	0.90	0.85	0.79	0.74	0.69	0.65	0.60	0.56
	155	1.00	0.98	0.96	0.93	0.89	0.85	0.80	0.76	0.72	0.68	0.64
	258	1.00	0.99	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.83	0.80	0.77	0.73
	413	1.00	0.99	0.98	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89	0.86	0.83	0.81
	774	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.92	0.90	0.88
	1290	1.00	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.92
24	258	1.00	0.99	0.97	0.95	0.93	0.89	0.86	0.83	0.79	0.76	0.72
	413	1.00	0.99	0.98	0.97	0.95	0.93	0.91	0.88	0.85	0.83	0.80
	774	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.91	0.90	0.88
	1290	1.00	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.92
30	258	1.00	0.98	0.96	0.93	0.89	0.85	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65
	413	1.00	0.99	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.83	0.80	0.77	0.73
	774	1.00	0.99	0.99	0.97	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.85	0.83
	1290	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.92	0.90	0.89
35	258	0.99	0.97	0.94	0.91	0.86	0.82	0.77	0.73	0.68	0.64	0.60
	413	1.00	0.98	0.96	0.94	0.91	0.87	0.84	0.80	0.76	0.73	0.69
	774	1.00	0.99	0.98	0.97	0.95	0.92	0.90	0.88	0.85	0.82	0.79
	1290	1.00	0.99	0.999	0.98	0.97	0.95	0.94	0.92	0.90	0.88	0.86
42	258	0.99	0.97	0.93	0.88	0.83	0.78	0.73	0.68	0.63	0.59	0.55
	413	0.99	0.98	0.95	0.92	0.88	0.84	0.80	0.76	0.72	0.68	0.64
	774	1.00	0.99	0.97	0.95	0.93	0.90	0.88	0.85	0.81	0.78	0.75
	1290	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.85	0.83
50	258	0.99	0.96	0.91	0.85	0.79	0.74	0.68	0.63	0.58	0.54	0.51
	413	0.99	0.97	0.94	0.90	0.85	0.81	0.76	0.72	0.67	0.63	0.59
	774	1.00	0.98	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85	0.81	0.78	0.74	0.71
	1290	1.00	0.99	0.98	0.96	0.95	0.92	0.90	0.87	0.85	0.82	0.79

[۱]. مقادیر C_g در جدول برای D = ۲/۵cm یا $S \geq ۲۳ \, cm$ محتاطانه هستند.

جدول(۱۰-۳-۶D). ضریب اثر گروهی، C_g برای اتصال با واشر برشی ۱۰cm و وصلهٔ فلزی[۱]

برای $S = ۲۳\,cm$ ، $E_N = ۹۸۰۰۰\,Kg/cm^۲$ ، $E_{st} = ۲۱۰۰/۰۰۰\,Kg/cm^۲$

A_s/A_m	A_s cm^2	تعداد اتصال‌دهنده در ردیف										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	32	0.91	0.75	0.60	0.50	0.42	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21
	52	0.94	0.80	0.67	0.56	0.47	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24
	103	0.96	0.87	0.76	0.66	0.58	0.51	0.45	0.40	0.37	0.33	0.31
	155	0.97	0.90	0.82	0.73	0.64	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.35
	258	0.98	0.94	0.87	0.80	0.73	0.66	0.60	0.55	0.50	0.46	0.43
	413	0.99	0.96	0.91	0.86	0.80	0.74	0.69	0.63	0.59	0.55	0.51
	774	0.99	0.98	0.95	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70	0.66	0.63
	1290	1.00	0.99	0.97	0.95	0.92	0.89	0.85	0.82	0.79	0.75	0.72
18	32	0.97	0.83	0.68	0.56	0.47	0.41	0.36	0.32	0.28	0.26	0.24
	52	0.98	0.87	0.74	0.62	0.53	0.46	0.40	0.36	0.32	0.30	0.27
	103	0.99	0.92	0.82	0.73	0.64	0.56	0.50	0.45	0.41	0.37	0.34
	155	0.99	0.94	0.87	0.78	0.70	0.63	0.57	0.51	0.47	0.43	0.39
	258	0.99	0.96	0.91	0.85	0.78	0.72	0.66	0.60	0.55	0.51	0.47
	413	1.00	0.97	0.94	0.89	0.84	0.79	0.74	0.69	0.64	0.60	0.56
	774	1.00	0.99	0.97	0.94	0.90	0.87	0.83	0.79	0.75	0.71	0.67
	1290	1.00	0.99	0.98	0.96	0.94	0.91	0.89	0.86	0.82	0.79	0.76
24	258	1.00	0.96	0.91	0.84	0.77	0.71	0.65	0.59	0.54	0.50	0.46
	413	1.00	0.98	0.94	0.89	0.84	0.78	0.73	0.68	0.63	0.58	0.54
	774	1.00	0.99	0.96	0.94	0.90	0.86	0.82	0.78	0.74	0.70	0.66
	1290	1.00	0.99	0.98	0.96	0.94	0.91	0.88	0.85	0.82	0.78	0.75
30	258	0.99	0.93	0.86	0.78	0.70	0.63	0.57	0.52	0.47	0.43	0.40
	413	0.99	0.96	0.90	0.84	0.78	0.71	0.66	0.60	0.56	0.51	0.48
	774	0.99	0.98	0.94	0.90	0.86	0.81	0.76	0.71	0.67	0.63	0.59
	1290	1.00	0.98	0.96	0.94	0.91	0.87	0.83	0.79	0.76	0.72	0.68
35	258	0.98	0.91	0.83	0.74	0.66	0.59	0.53	0.48	0.43	0.40	0.36
	413	0.99	0.94	0.88	0.81	0.73	0.67	0.61	0.56	0.51	0.47	0.43
	774	0.99	0.997	0.93	0.88	0.82	0.77	0.72	0.67	0.62	0.58	0.54
	1290	1.00	0.98	0.95	0.92	0.88	0.84	0.80	0.76	0.71	0.68	0.64
42	258	0.97	0.88	0.79	0.69	0.61	0.54	0.48	0.43	0.39	0.36	0.33
	413	0.98	0.92	0.84	0.76	0.69	0.62	0.56	0.51	0.46	0.42	0.39
	774	0.99	0.95	0.90	0.85	0.78	0.72	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49
	1290	0.99	0.97	0.94	0.90	0.85	0.80	0.76	0.71	0.67	0.62	0.59
50	258	0.95	0.86	0.75	0.65	0.56	0.49	0.44	0.39	0.35	0.32	0.30
	413	0.97	0.90	0.81	0.72	0.64	0.57	0.51	0.46	0.42	0.38	0.35
	774	0.98	0.94	0.88	0.81	0.74	0.68	0.62	0.57	0.52	0.48	0.45
	1290	0.99	0.96	0.92	0.87	0.82	0.77	0.71	0.66	0.62	0.58	0.54

[۱]. مقادیر C_g در جدول برای اتصال با واشر برشی ۶/۷ cm محتاطانه هستند، $S \geq ۲۳\,cm$

فصل یازدهم
اتصال‌دهنده‌های پینی

۱۱-۱- عام

۱۱-۲- مقاومت‌های مجاز مرجع کششی یا انفصالی

۱۱-۳- مقاومت‌های مجاز مرجع برشی (جانبی)

۱۱-۴- بارهای توأم برشی و کششی

۱۱-۵- تنظیم مقاومت‌های مجاز مرجع

۱۱-۶- اتصال‌دهنده‌های چندتایی

جدول(۱۱-۲A). مقادیر مرجع کشش پیچ سرمهره‌ای

جدول(۱۱-۲B). مقادیر مرجع کشش پیچ چوب

جدول(۱۱-۲C). مقادیر مرجع کشش میخ و میخ مفتولی

جدول(۱۱-۲D). مقاومت مرجع کشش میخ با محور زه‌دار حلقوی

جدول(۱۱-۳-۱A). معادلات حد تسلیم

جدول(۱۱-۳-۱B). جمله کاهش، R_d

جدول(۱۱-۳-۳). مقاومت‌های تکیه‌گاهی

جدول(۱۱-۳-۳A). جرم ویژه‌ها

جدول(۱۱-۳-۳B). مقاومت تکیه‌گاهی برای پنل‌های سازه‌ای چوب

جدول(۱۱-۵-۱A). الزام‌های فاصله تا انتها

جدول(۱۱-۵-۱B). الزام‌های فاصله برای اتصال‌دهنده‌ها در ردیف

جدول(۱۱-۵-۱C). الزام‌های فاصله تا لبه

جدول(۱۱-۵-۱D). الزام‌های فاصله‌گذاری بین ردیف‌ها

جدول(۱۱-۵-۱E). الزام‌های فاصله تا لبه و تا انتها و فاصله‌گذاری

جدول(۱۱-۵-۱F). الزام‌های فاصله عمود بر الیاف

جدول‌های(A۱۱) تا (I۱۱). پیچ‌های ماشینی. مقادیر مرجع برشی

جدول‌های(J۱۱) تا (K۱۱). پیچ‌های سرمهره‌ای. مقادیر مرجع برشی

جدول‌های(L۱۱) تا (M۱۱). پیچ‌های چوب. مقادیر مرجع برشی

جدول‌های (N۱۱) تا (T۱۱). میخ‌ها. مقادیر مرجع برشی

۱۱-۱- عام

۱۱-۱-۱- دامنه

فصل ۱۱ به طراحی مهندسی اتصال‌ها با استفاده از پیچ ماشینی، پیچ سرمهره‌ای، پیچ چوب، میخ، میخ مفتولی، پین پرچ، پین درفشی یا سایر اتصال‌دهنده‌های پینی در چوب ماسیو، چوب سازه‌ای لایه‌ای، تیر چوبی، شمع، چوب چندسازه‌ای، تیرچه‌های I و پنل‌های سازه‌ای چوب، اختصاص دارد.

۱۱-۱-۲- واژگان

۱۱-۱-۲-۱- «فاصله تا لبه». فاصلهٔ لبهٔ عضو تا مرکز نزدیک‌ترین اتصال‌دهنده، که عمود بر الیاف اندازه‌گیری می‌شود. وقتی عضوی عمود بر الیاف زیر بار قرار می‌گیرد، لبهٔ زیر بار لبه‌ای تعریف می‌شود که در آن سمت اتصال‌دهنده عمل می‌کنند. لبهٔ بدون بار لبه‌ای تعریف می‌شود که مقابل لبهٔ زیر بار واقع است(شکل G۱۱).

۱۱-۱-۲-۲- «فاصله تا انتها». فاصلهٔ مقطع عرضی عضو تا مرکز نزدیک پیچ در راستای الیاف تعریف شده است(شکل G۱۱).

۱۱-۱-۲-۳- «فاصله‌گذاری». فاصلهٔ بین مراکز اتصال‌دهنده‌ها روی خط واصل مراکز آن‌ها است(شکل G۱۱).

۱۱-۱-۲-۴- «ردیف اتصال‌دهنده‌ها». دو یا چند اتصال‌دهندهٔ واقع در راستای بار تعریف می‌شود(به شکل G۱۱) رجوع شود.

۱۱-۱-۲-۵- فاصله تا انتها، فاصله تا لبه و فاصله‌گذاری در اینجا الزام‌های بر مبنای خواص چوب هستند. اتصال‌های چوب به فلز و چوب به بتن و شروط مربوط موضوع بند (۱۱-۵-۱)

هستند، ولی الزام‌های فاصله تا لبه و تا انتها و فاصله‌گذاری برای بتن و فلز تعمیم دارند (بـه ۱۰-۲-۳ و ۱۰-۲-۴ رجوع شود).

۱۱-۱-۳- پیچ‌های ماشینی

۱۱-۱-۳-۱- الزام‌های نصب در مـورد پـیچ‌هـای ماشـینی، احـراز الـزام‌هـای ANSI/ASME استاندارد (B۱۸-۲-۱) است.

۱۱-۱-۳-۲- سوراخ پیچ باید حداقل ۰/۸mm یا حداکثر ۱/۶mm بزرگ‌تـر از قطـر پـیچ باشـد. سوراخ‌ها باید در عضو اصلی و صفحات کناری دقیق برهم منطبـق باشـند. پـیچ‌هـا نبایـد بـه زور در سوراخ مربوط قرار داده شوند.

۱۱-۱-۳-۳- وصلهٔ فلزی، نوار فلزی یا واشر بین سرپیچ و چـوب و بـین چـوب و مهـره، نبایـد کوچک‌تر از اندازهٔ استاندارد باشد.

۱۱-۱-۳-۴- فاصله تا انتها، فاصله تا لبه و فاصله‌گذاری بین اتصال‌دهنده‌ها نباید کم‌تر از الزام‌هـا در جدول‌های (A-۱-۱-۵) تا (D) باشند.

۱۱-۱-۴- پیچ‌های سرمهره‌ای

۱۱-۱-۴-۱- الزام‌های نصب پیچ سرمهره‌ای احراز الزام‌های ANSI/ASME اسـتاندارد (B۱۸-۲-۱) را دارد. برای اندازه‌های پیچ سرمهره‌ای به ضمیمه L رجوع شود.

۱۱-۱-۴-۲- سوراخ‌های هادی برای پیچ‌های سرمهره‌ای زیر بار برشی و کششی باید بـا رعایـت موارد زیر تعبیه شوند تا از شکاف برداشتن چوب عضو در جریان ساخت اتصال پیشگیری شود.

(a). گشادی سوراخ برای قسمت بدون رزوه پیچ باید هم قطر پیچ بوده و عمق آن برابر طول محور بدون رزوه پیچ باشد.

(b). قطر سوراخ هادی برای قسمت رزوه شده پیچ باید در:

- چوب با جرم ویژه $G \geq ۰/۶$، ۶۵ تا ٪ ۸۵ قطر محور پیچ باشد.
- چوب با جرم ویژه $۰/۵ < G \leq ۰/۶$، ۶۰ تا ٪ ۷۵ قطر محور پیچ باشد.
- چوب با جرم ویژه $G \leq ۰/۵$، ۴۰ تا ٪ ۷۰ قطر محور پیچ باشد (به جدول ۱۱-۳-۲A رجوع شود) و طول آن برابر طول قسمت رزوه شده پیچ باشد. درصدهای بالا در هر یک از دامنه‌های فوق به پیچ سرمهره‌ای قطورتر مربوط می‌شود.

۱۱-۱-۴-۳- تعبیه قسمت گشاد سوراخ برای پیچ‌های سرمهره‌ای به قطر ۹/۵mm و کوچک‌تر که زیر بار کششی در چوبی با جرم ویژه $G \leq ۰/۵$ (به جدول ۱۱-۳-۲A رجوع شود) و به شرطی که فاصله تا لبه، فاصله تا انتها و فاصله‌گذاری بین پیچ برای پیشگیری از شکافتن غیر عادی چوب، کافی باشند، الزامی نیست.

۱۱-۱-۴-۴- قسمت رزوه شده پیچ سرمهره‌ای باید با پیچاندن توسط آچار جا شود، نه با چکش.

۱۱-۱-۴-۵- کاهش مقاومت‌های مرجع پیچ سرمهره‌ای در صورت استفاده از ماده‌ای نرم‌کننده برای سهولت جا کردن پیچ، پیش‌بینی نشده است.

۱۱-۱-۴-۶- حداقل طول نفوذ پیچ سرمهره‌ای (بدون احتساب قسمت باریک شونده نوک) در عضو اصلی اتصال در اتصالی با یک صفحهٔ برش یا در عضو فرعی در اتصالی با دو صفحهٔ برش، باید ۴ برابر قطر پیچ باشد، $P_m = ۴D$.

۱۱-۱-۴-۷- فاصله تا لبه، فاصله تا انتها و فاصله‌گذاری بین اتصال‌دهنده‌ها نباید کم‌تر از مقدار الزامی در جدول (۱۱-۵-۱A) باشد.

۱۱-۱-۵- پیچ‌های چوب

۱۱-۱-۵-۱- الزام‌های نصب پیچ چوب احراز الزام‌های ANSI/ASME استاندارد (۱-۶-B۱۸) را دارد.

۱۱-۱-۵-۲- سوراخ‌های هادی برای پیچ‌های چوب زیر بار کششی (انفصالی) در چوب با جرم ویژه $G > ۰/۶$ باید حدود ٪ ۹۰ قطر ریشه رزوه باشد و در چوب با جرم ویژه $۰/۵ < G \leq ۰/۶$ حدود ٪ ۷۰ قطر ریشه رزوه، امّا در چوب با جرم ویژه $G \leq ۰/۵$ به سوراخ هادی برای نصب (رجوع شود به جدول ۱۱-۳-۲A) پیچ چوب نیاز نیست.

۱۱-۱-۵-۳- سوراخ‌های هادی برای پیچ‌های چوب زیر بار برشی (جانبی) باید طبق ضوابط زیر تعبیه شوند:

(a). در چوب با جرم ویژه $G > ۰/۶$ (جدول ۱۱-۳-۲A) سوراخ هادی برای قسمت محور باید هم قطر پیچ باشد و برای قسمت رزوه شده، هم قطر ریشهٔ رزوه (منبع ۸).

(b). در چوب با جرم ویژه $G \leq ۰/۶$ (جدول ۱۱-۳-۲A) قطر سوراخ هادی باید ٪ ۸۷ قطر محور پیچ و برای قسمت رزوه هم ٪۸۷ قطر ریشه رزوه را داشته باشد (منبع۸).

۱۱-۱-۵-۴- پیچ چوب باید با پیچ‌گوشتی یا وسیله دیگری با پیچاندن در سوراخ هادی نصب شود، نه با چکش.

۱۱-۱-۵-۵- در صورت استفاده از نرم‌کننده‌ای برای سهولت نصب پیچ چوب، کاهش مقاومت‌های مرجع مجاز نیست.

۱۱-۱-۵-۶- حداقل نفوذ پیچ چوب در عضو اصلی اتصال با یک صفحه برش یا در عضو فرعی اتصال با دو صفحه برش، باید شش برابر قطر آن باشد، $P_{\min} = ۶D$.

۱۱-۱-۵-۷- فاصله تا لبه، فاصله تا انتها و فاصله‌گذاری بین پیچ‌ها باید کافی باشد تا نشکافد.

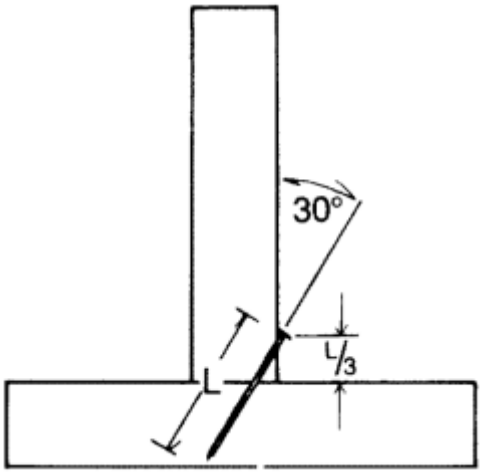
۱۱-۱-۶- میخ و میخ مفتولی

۱۱-۱-۶-۱- الزام‌های نصب میخ‌های سیمی معمولی و مفتولی، میخ‌های جعبه و میخ‌های رزوه‌دار آبکاری شده برابر الزام‌های مربوط در آیین‌نامه F۱۶۶۷ استاندارد ASTM است. ویژگی‌های میخ برای سازه‌های مهندسی شده باید حداقل طول و قطر میخ معمولی و مفتولی را شامل باشد.

۱۱-۱-۶-۲- میخ‌ها و میخ‌های مفتولی رزوه‌دار آبکاری شده یا از سیم فولادی (فولاد کربن) و دارای سر، نوک و رزوه گرد یا مارپیچ باشند و تیمار حرارتی داشته و آبدیده باشند، مقاومت حد تسلیم‌شان بیش از میخ‌های معمولی سیمی هم اندازه باشد.

۱۱-۱-۶-۳- مقاومت‌های مرجع در این آیین‌نامه برای اتصال‌های با میخ معمولی و مفتولی، با و بدون سوراخ هادی کاربرد دارند. در صورت استفاده از سوراخ هادی یا پیش ساخته، قطر سوراخ در چوب با جرم ویژه $G > ۰/۶$ نباید بیش از ٪ ۹۰ قطر میخ معمولی یا مفتولی باشد و در چوب با جرم ویژه $G \le ۰/۶$، قطر سوراخ هادی نباید بیش از ٪ ۷۵ قطر میخ معمولی یا مفتولی باشد (به جدول ۱۱-۳-۳A رجوع شود).

۱۱-۱-۶-۴- میخ به صورت پاشنه‌ای باید تحت زاویهٔ ۳۰ درجه نسبت به محور عضوی که سر میخ در آن قرار دارد، کوبیده شود، در نقطه‌ای که تا تماس دو عضو اتصال به اندازه $\frac{۱}{۳}$ طول میخ فاصله داشته باشد (شکل A۱۱).



شکل(A۱۱). ساخت اتصال با کوبیدن میخ به حالت پاشنه‌ای

۱۱-۱-۶-۵- حداقل طول نفوذ میخ یا میخ مفتولی در عضو اصلی در اتصال با یک صفحهٔ برش و در عضو فرعی در اتصال با دو صفحهٔ برش، باید ۶ برابر قطر باشد $P_{\min} = ۶D$.

استثناء: در اتصال‌های با دو صفحهٔ برش متفارن وقتی میخ‌های $۸cm$ یا کوچک‌تر به اندازه ۳ برابر قطر از عضو فرعی بیرون زده و پرچ شود، و عضو فرعی حداقل $۹/۵mm$ ضخامت داشته باشند، حداقل طول نفوذ، $P_{\min}$ ضرورت ندارد برابر $۶D$ باشد.

۱۱-۱-۶-۶- فاصله تا لبه، فاصله تا انتها و فاصله‌گذاری بین اتصال‌دهنده‌ها باید کافی باشد تا از شکاف خوردن چوب جلوگیری شود.

۱۱-۱-۷- پین پرچ و پین درفشی

۱۱-۱-۷-۱- سوراخ هادی باید صفر تا $۰/۸mm$ کوچک‌تر از قطر پین باشد.

۱۱-۱-۷-۲- نفوذ اضافه‌تر پین در اعضای اتصال لازم است تا مانند پیچ‌های معمولی، جا برای واشر و سر پین معمولی وجود داشته باشد (منبع ۵۳).

۱۱-۱-۷-۳- فاصله تا لبه، فاصله تا انتها و فاصله‌گذاری بین اتصال‌دهنده نباید کم‌تر از الزام‌ها در جدول (۱۱-۵-۱A) باشد.

۱۱-۱-۸- اتصال‌دهنده‌های پینی دیگر

وقتی نوع اتصال‌دهنده یا ساخت اتصال و الزام‌های سوار کردن متفاوت با آنچه که در بندهای (۱۱-۱-۲) تا (۱۱-۱-۶) تعیین شده باشند، به کار بردن شروط (۱۱-۳) در محاسبات تعیین مقاومت‌های مرجع، در صورت لحاظ کردن تغییرات، مجاز است. فاصله‌های تا لبه و انتها و بین اتصال‌دهنده‌ها، برای پیشگیری از شکاف خوردن چوب، باید کافی باشند.

۱۱-۲- مقاومت‌های مرجع کشش (انفصال)

۱۱-۲-۱- پیچ‌های سرمهره‌ای

۱۱-۲-۱-۱- مقاومت‌های مرجع کششی، به Kg/cm طول نفوذ هر پیچ سرمهره‌ای نفوذ کرده در راستای عمود بر الیاف عضو اصلی اتصال (محور پیچ عمود بر الیاف) باید از جدول (۱۱-۲A) یا معادله ۱۱-۲-۱) برحسب جرم ویژه و قطر پیچ، D تعیین شود. مقاومت مرجع کششی W باید در ضرایب تنظیم (رجوع شود به جدول ۱۰-۳-۱) تا مقدار تنظیم شدهٔ آن، W' به دست آید.

$$W = ۱۵۸/۶(G)^{۱/۵}(D)^{۰/۷۵} \qquad (۱-۲-۱۱)$$

۱۱-۲-۱-۲- برای محاسبه مقاومت مرجع طراحی اتصال‌دهنده به کیلوگرم، مقاومت مرجع طراحی به Kg/cm نفوذ رزوه از ۱۱-۲-۱-۱ باید در طول نفوذ رزوه، P_t در چوب، ضرب شود.

۱۱-۲-۱-۳- وقتی پیچ‌های سرمهره‌ای در مقطع عرضی (عضو اصلی) چوب زیر بار کششی (انفصالی) قرار گیرد، مقاومت مرجع آن‌ها، W در ضریب مقطع عرضی، $C_{eg} = ۰/۷۵$ ضرب می‌شود.

۱۱-۲-۱-۴- وقتی پیچ‌های سرمهره‌ای زیر بار کششی (انفصالی) قرار می‌گیرند، تنش کششی وارد بر پیچ در مقطع خالص آن (قسمت رزوه شده D_r) نباید از مقدار مجاز مربوط بیشتر شود (رجوع شود به ۱۰-۲-۳ و جدول ضمیمه L۲).

جدول(۱۱-A۲). مقاومت‌های مجاز مرجع کششی (انفصالی) پیچ سرمهره‌ای، W[1]

مقادیر در جدول به کیلوگرم بر سانتی متر نفوذ قسمت رزوه شده پیچ در عضو اصلی اتصال هستند. طول قسمت باریک شونده نوک پیچ (ضمیمه L) جزء طول نفوذ قسمت رزوه شده محسوب نمی شود.											
جرم ویژه	قطر محور رزوه نشدهٔ پیچ سرمهره ای، D (cm)										
G	**0.64**	**0.79**	**0.95**	**1**	**1.27**	**1.6**	**1.9**	**2.2**	**2.5**	**2.8**	**3.2**
0.73	71	84	96	108	119	141	161	181	200	219	237
0.71	68	80	92	103	114	135	155	174	192	210	227
0.68	64	75	86	97	107	126	145	163	180	197	213
0.67	62	74	84	95	105	124	142	159	176	192	208
0.58	50	59	68	76	84	100	114	128	142	155	168
0.55	46	55	63	70	78	92	106	118	131	143	155
0.51	41	49	56	63	70	82	94	106	117	128	138
0.5	40	47	54	61	67	80	91	103	113	124	134
0.49	39	46	53	59	65	77	89	100	110	120	130
0.47	37	43	50	56	62	73	83	94	103	113	122
0.46	35	42	48	54	60	70	81	91	100	109	118
0.44	33	39	45	50	56	66	75	85	94	102	111
0.43	32	38	43	49	54	64	73	82	91	99	107
0.42	31	37	42	47	52	61	70	79	87	95	103
0.41	30	35	40	45	50	59	68	76	84	92	100
0.4	29	34	39	44	48	57	65	73	81	89	96
0.39	28	33	37	42	47	55	63	71	78	85	92
0.38	27	31	36	40	45	53	61	68	75	82	89
0.37	26	30	35	39	43	51	58	65	72	79	85
0.36	24	29	33	37	41	49	56	63	69	76	82
0.35	24	28	32	36	40	47	54	60	67	73	79
0.31	20	23	27	30	33	39	45	50	55	60	65

(۱). مقادیر W در جدول باید در تمام ضرایب تنظیم (جدول ۱۰-۳-۱) ضرب شود.

۱۱-۲-۲- پیچ چوب

۱۱-۲-۲-۱- مقاومت مرجع کششی، به Kg/cm طول نفوذ هر پیچ چوب (رزوه شده با تراش یا نورد) نفوذ کرده در راستای عمود بر الیاف چوب (محور پیچ عمود بر الیاف) باید از جدول (۱۱-۲B) یا معادله (۱۱-۲-۲) برحسب جرم ویژه چوب، G و قطر پیچ، D (جدول ۱۱-۲B) به دست آید. مقاومت کششی (انفصالی) مرجع پیچ چوب، W باید در تمام ضرایب تنظیم (جدول ۱۰-۳-۱) ضرب شود تا مقدار تنظیم شدهٔ آن، W' به دست آید.

$$W = ۲۰۰G^{۲}D \qquad (۲-۲-۱۱)$$

۱۱-۲-۲-۲- برای محاسبه مقاومت مرجع طراحی اتصال‌دهنده به کیلوگرم، مقاومت طراحی مرجع به Kg/cm نفوذ رزوه از ۱۱-۲-۲-۱ باید در طول نفوذ رزوه، P_t در چوب، ضرب شود.

۱۱-۲-۲-۳- پیچ چوب در مقطع عرضی چوب نباید زیر بار کششی (انفصالی) قرار گیرد.

۱۱-۲-۲-۴- تنش کششی وارد بر پیچ چوب در اتصال تحت بار کششی نباید از مقاومت کششی تنظیم شده مجار فلز پیچ در مقطع خالص بیشتر شود (به ۱۰-۳-۳ رجوع شود و جدول ضمیمه L۳).

جدول(۱۱- ۲B). مقادیر مرجع کششی (انفصالی) پیچ چوب، W[1] با رزوه برشی یا نورد

مقادیر در جدول به کیلوگرم بر سانتی متر نفوذ قسمت رزوه شده پیچ در عضو اصلی اتصال هستند. طول قسمت رزوه حدود $\frac{2}{3}$ مجموع طول پیچ چوب است (ضمیمه L)											
جرم ویژه	قطر پیچ، D (cm)										
G	0.35	0.38	0.42	0.44	0.48	0.54	0.61	0.68	0.75	0.81	0.94
0.73	37	41	44	48	51	58	65	72	80	86	101
0.71	35	39	42	45	49	55	62	68	75	82	95
0.68	33	35	39	42	45	51	57	63	69	75	87
0.67	31	34	37	40	43	49	55	61	67	73	85
0.58	24	26	28	30	32	37	41	46	50	55	63
0.55	21	23	25	27	29	33	37	41	45	49	57
0.51	18	20	22	23	25	29	32	35	39	42	49
0.5	17	19	21	22	24	27	31	34	37	41	47
0.49	17	18	20	22	23	26	29	33	36	39	45
0.47	16	17	18	20	21	24	27	30	33	36	42
0.46	15	16	18	19	20	23	26	29	21	34	40
0.44	14	15	16	17	19	21	24	26	29	31	37
0.43	13	14	15	17	18	20	23	25	28	30	35
0.42	12	14	15	16	17	19	22	24	26	29	33
0.41	12	13	14	15	16	18	21	23	25	27	32
0.4	11	12	13	14	15	17	20	22	24	26	30
0.39	11	12	13	14	15	17	19	21	23	25	29
0.38	10	11	12	13	14	16	18	20	22	23	27
0.37	10	11	11	12	13	15	17	19	20	22	26
0.36	9	10	11	12	12	14	16	18	19	21	24
0.35	9	9	10	11	12	13	15	17	18	20	23
0.31	7	7	8	9	9	11	12	13	14	16	18

(۱). مقادیر W در جدول باید در تمام ضرایب تنظیم (جدول ۱۰-۳-۱) ضرب شود.

۱۱-۲-۳- میخ و میخ مفتولی

۱۱-۲-۳-۱- مقاومت مرجع کششی (انفصال)، W به Kg/cm طول نفوذ هر میخ یا میخ مفتولی نفوذ کرده در راستای عمود بر الیاف چوب (محور میخ عمود بر الیاف) باید از جدول (۱۱-۲C) یا با معادله (۱۱-۲-۳) برحسب جرم ویژه، G و قطر میخ، D از جدول ۱۱-۲C تعیین شود. مقدار مرجع کششی، W باید در ضرایب تنظیم (جدول ۱۰-۳-۱) ضرب شود تا مقدار تنظیم شده آن، W' به دست آید.

$$W = ۹۷G^{۲/۵}D \qquad (۱۱-۲-۳)$$

۱۱-۲-۳-۲- برای محاسبه کشش مرجع طراحی اتصال‌دهنده به کیلوگرم، کشش مرجع طراحی به Kg/cm نفوذ رزوه از ۱۱-۲-۳-۱ باید در طول نفوذ اتصال‌دهنده، P_t در چوب، ضرب شود.

جدول(۱۱-۲C). مقاومت کششی مرجع میخ و میخ مفتولی، W[۱]

جرم ویژه چوب	مقادیر در جدول به کیلوگرم بر سانتی متر نفوذ در راستای عمود بر الیاف عضو اصلی می باشند (ضمیمه L)																			
	قطر محور میخ و میخ مفتولی متعارف ، D (cm)															قطر میخ های سیمی رزوه شده، D (cm)				
G	0.25	0.29	0.32	0.33	0.34	0.38	0.41	0.49	0.52	0.57	0.62	0.69	0.72	0.79	0.95	0.3	0.34	0.37	0.45	0.52
0.73	11	13	14	15	15	17	18	22	23	25	27	29	32	35	42	15	17	18	22	25
0.71	10	12	13	14	14	16	17	20	22	24	26	27	30	33	39	14	16	17	20	24
0.68	9	11	12	12	13	14	15	18	19	21	23	25	27	29	35	12	14	15	18	21
0.67	9	10	12	12	12	13	15	17	19	20	22	24	26	28	34	12	13	15	17	20
0.58	6	7	8	8	9	9	10	12	13	14	15	17	18	20	24	8	9	10	12	14
0.55	6	6	7	7	7	8	9	11	11	12	14	14	16	17	21	7	8	9	11	12
0.51	4	5	6	6	6	7	7	9	9	10	11	12	13	14	17	6	7	7	9	10
0.5	4	5	6	6	6	6	7	8	9	10	11	11	12	14	16	6	6	7	8	10
0.49	4	5	5	5	6	6	7	8	9	9	10	11	12	13	16	5	6	7	8	9
0.47	4	4	5	5	5	6	6	7	8	8	9	10	11	12	14	5	6	6	7	8
0.46	4	4	4	5	5	5	6	7	7	8	9	9	10	11	13	5	5	6	7	8
0.44	3	4	4	4	4	5	5	6	7	7	8	8	9	10	12	4	5	5	6	7
0.43	3	3	4	4	4	4	5	6	6	7	7	8	8	9	11	4	4	5	6	7
0.42	3	3	4	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	11	4	4	5	5	6
0.41	3	3	3	3	4	4	4	5	6	6	6	7	7	8	10	3	4	4	5	6
0.4	2	3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	3	4	4	5	6
0.39	2	3	3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	9	3	3	4	4	5
0.38	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	8	3	3	4	4	5
0.37	2	2	3	3	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6	8	3	3	3	4	5
0.36	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	5	5	5	6	7	2	3	3	4	4
0.35	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	6	7	2	3	3	3	4
0.31	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	5	2	2	2	2	3

۱۱-۲-۳-۳- کشش مرجع طراحی هر میخ با محور رزوه‌دار حلقوی به Kg/cm در راستای عمود بر الیاف چوب (محور میخ عمود بر الیاف) را باید از جدول ۱۱-۲D یا معادله (۱۱-۲-۴) برحسب جرم ویژه چوب، G و قطر میخ از جدول (۱۱-۲D) تعیین کرد.

کشش مرجع، W باید در تمام ضرایب تنظیم (جدول ۱۰-۳-۱) ضرب شود تا مقدار تنظیم شده آن، W' به دست آید.

جدول(۱۱-۲D). کشش (انفصال) مرجع طراحی میخ با محور رزوه‌دار حلقوی، W [۱]

مقادیر کشش طراحی W به Kg/cm نفوذ در جهت عمود بر الیاف چوب (به جدول ضمیمه L۵ رجوع شود)					
جرم ویژه	قطر، D (cm)				
G [۱]	0.34	0.38	0.45	0.50	0.53
0.73	23	25	30	34	35
0.71	22	24	29	32	33
0.68	20	22	26	30	31
0.67	19	21	25	29	30
0.58	15	16	19	22	22
0.55	13	14	17	19	20
0.51	11	12	15	17	17
0.5	11	12	14	16	17
0.49	10	11	13	15	16
0.47	10	10	12	14	15
0.46	9	9	12	13	14
0.44	8	9	11	12	13
0.43	8	8	10	12	12
0.42	8	8	10	11	12
0.41	7	8	10	11	11
0.4	7	8	9	10	11
0.39	7	7	9	9	10
0.38	6	7	8	9	10
0.37	6	6	8	9	9
0.36	6	6	7	8	9
0.35	5	6	7	8	8
0.31	4	5	6	6	6

[۱]. کشش مرجع طراحی، W برای میخ با محور زه‌دار حلقوی باید در تمام ضرایب تنظیم (جدول ۱۰-۳-۱) ضرب شود.

[۲]. جرم ویژه از جدول (۱۱-۳-۳A) به دست می‌آید.

۱۱-۲-۳-۴- برای محاسبه کشش مرجع طراحی اتصال‌دهنده به کیلوگرم، کشش مرجع طراحی به Kg/cm نفوذ این میخ از ۱۱-۲-۳-۳ باید در طول نفوذ میخ، P_t در چوب، ضرب شود.

۱۱-۲-۳-۵- میخ‌ها و میخ‌های مفتولی نباید در مقطع عرضی چوب تحت بار قرار گیرند.

۱۱-۲-۴- پین پرچ و پین درفشی

مقادیر کشش مرجع طراحی پین پرچ و پین درفشی باید طبق مفاد ۱۰-۱-۱-۳ تعیین شوند.

۱۱-۳- مقاومت‌های برشی مرجع

۱۱-۳-۱- معادلات حدّ تسلیم

مقادیر برش مرجع طراحی، Z برای اتصال‌های با یک صفحهٔ برش و متقارن دو صفحهٔ برش با اتصال‌دهنده‌های پینی، حداقل محاسبه شده با معادلات مُد تسلیم در جدول‌های ۱۱-۳-۱A و ۱۱-۳-۱B می‌باشند (به شکل‌های ۱۱B و ۱۱C و ضمیمه I رجوع شود) با شروط زیر:

(a). سطوح اعضای اتصال با هم تماس دارند.

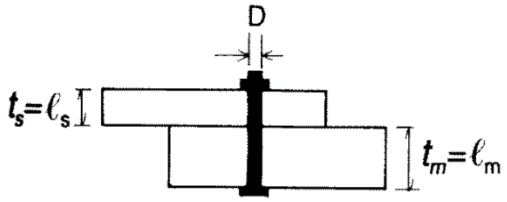
(b). بار عمود بر محور اتصال‌دهنده وارد می‌شود.

(c). فاصله تا لبه، فاصله تا انتها و فاصله‌گذاری بین اتصال‌دهنده‌ها کم‌تر از الزامی‌ها در بند (۱۱-۵) نیست.

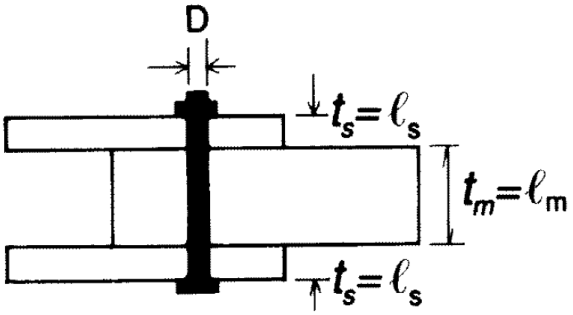
(d). طول نفوذ اتصال‌دهنده پیچ سرمهره‌ای، پیچ چوب، میخ و میخ مفتولی، P در عضو اصلی اتصالی با یک صفحهٔ برش یا در عضو فرعی اتصال با دو صفحه برش، بیشتر یا مساوی حداقل طول نفوذ الزامی، P_m است (رجوع به ۱۱-۱).

۱۱-۳-۲- شرایط اتصال معمول

مقادیر مرجع برشی (جانبی) طراحی، Z در اتصال‌های با پیچ ماشینی (به جدول‌های ۱۱A تا ۱۱I رجوع شود)، پیچ سرمهره‌ای (به جدول‌های ۱۱J تا ۱۱K) رجوع شود)، پیچ چوب (به جدول‌های ۱۱L تـا ۱۱M رجوع شود)، میخ و میخ مفتولی (به جدول‌های ۱۱N تا ۱۱R) رجوع شود و میخ با محور رزوه‌دار حلقـوی (به جدول ۱۱S تا ۱۱T رجوع شود) برای شرایط اتصال معمول، طبق معادلات مد تسلیم در جدول ۱۱-۳-۱A و ۱۱-۳-۱B محاسبه می‌شوند. مقادیر Z در جدول باید در ضرایب زیرنویس جدول ضرب شـوند تـا مقدار تنظیم شده، Z' به دست آید.



شکل(۱۱B). اتصال با یک صفحهٔ برش



شکل(۱۱C). اتصال با دو صفحهٔ برش

جدول(۱۱-۳-A۱). معادلات حد تسلیم

حد تسلیم	یک صفحه برش		دو صفحه برش	
I_m	$Z=\frac{D\ell_m F_{em}}{R_d}$	(۱-۳-۱۱)	$Z=\frac{D\ell_m F_{em}}{R_d}$	(۷-۳-۱۱)
I_s	$Z=\frac{D\ell_s F_{es}}{R_d}$	(۲-۳-۱۱)	$Z=\frac{۲D\ell_s F_{es}}{R_d}$	(۸-۳-۱۱)
II	$Z=\frac{K_۱ D\ell_s F_{es}}{R_d}$	(۳-۳-۱۱)		
III_m	$Z=\frac{K_۲ D\ell_m F_{em}}{(۱+۲R_e)R_d}$	(۴-۳-۱۱)		
III_s	$Z=\frac{K_۳ D\ell_s F_{em}}{(۲+R_e)R_d}$	(۵-۳-۱۱)	$Z=\frac{۲K_۳ D\ell_s F_{em}}{(۲+R_e)R_d}$	(۹-۳-۱۱)
IV	$Z=\frac{D^2}{R_d}\sqrt{\frac{2F_{em}F_{yb}}{3(1+R_e)}}$	(۶-۳-۱۱)	$Z=\frac{2D^2}{R_d}\sqrt{\frac{2F_{em}F_{yb}}{3(1+R_e)}}$	(۱۰-۳-۱۱)

توجه:

$$K_1=\frac{\sqrt{R_e+2R_e^2(1+R_t+R_t^2+R_t^2R_e^3-R_e(1+R_t)}}{(1+R_e)}$$

D- قطر، cm

$$K_2=-1+\sqrt{2(1+R_e)+\frac{2F_{yb}(1+2R_e)D^2}{3F_{em}l_m^2}}$$

F_{yb} - مقاومت تسلیم پین، Kg/cm^2

$$K_3=-1+\sqrt{\frac{2(1+R_e)}{R_e}+\frac{2F_{yb}(2+R_e)D^2}{3F_{em}l_m^2}}$$

R_d - جمله کاهش (جدول۱۱-۳-B۱)

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

$$\frac{\ell_m}{\ell_s}=R_t$$

ℓ_m - طول تکیه‌گاه پینی عضو اصلی، cm

ℓ_s - طول تکیه‌گاه پینی عضو اصلی، cm

F_{em} - مقاومت تکیه‌گاه پینی عضو اصلی، Kg/cm^2 (جدول ۱۱-۳-۲)

F_{es} - مقاومت تکیه‌گاه پینی عضو فرعی، Kg/cm^2 (جدول ۱۱-۳-۲)

جدول(۱۱-۳-**B**۱). جمله کاهش، R_d

اندازه اتصال دهنده	مُد تسلیم	جمله کاهش
$0.6cm < D < 2.5cm$	I_m, I_s	$4K_\theta$
	II	$3.6K_\theta$
	III_m, III_s, IV	$3.2K_\theta$
$D<0.6cm$	$I_m, I_s, III_m, III_s, IV$	$^{(1)}K_D$
توجه:		$K_\theta = 1+0.25(\frac{\theta}{90})$

θ- حداکثر زاویه نسبت به الیاف $0 < \theta \le 90^\circ$ در هر عضوی از اتصال

D- قطر، cm (رجوع شود به ۱۱-۳-۶)

K_D = برای $0 < D \le 0.43cm$

$K_D = 0.5+10D$ برای $0.43cm < D < 0.64cm$

(۱). برای اتصال‌دهنده رزوه شده با قطر اسمی مساوی یا بـزرگ‌تـر از $0.64cm$ و قطـر ریشـه حـداقل $0.64cm$ (بـه ضمیمه L رجوع شود)، $R_d = K_D K_\theta$

۱۱-۳-۳- مقاومت تکیه‌گاه پینی

۱۱-۳-۳-۱- مقاومت‌تکیه‌گاه پینی، F_e برای اعضای چوبی، غیر از پنل‌های سازه‌ای و چوب چندسـازه باید از جدول (۱۱-۳-۳) تعیین شود.

جدول(۱۱-۳-۳). مقاومت‌های تکیه‌گاه پینی، F_e برای اتصال‌دهنده‌های پینی در اعضای چوبی

(۱)	(۲) مقاومت تکیه گاه پینی، Kg/cm^2										
جرم ویژه	F_e	$F_{e\parallel}$	$F_{c\perp}$								
چوب			D (cm)								
G	**< 0.64**	**0.64≤D≤2.5**	**0.64**	**0.8**	**0.95**	**1.1**	**1.27**	**1.6**	**1.9**	**2.2**	**2.5**
0.73	651	574	543	483	441	410	382	343	312	291	270
0.72	634	564	532	476	434	403	375	336	305	284	266
0.71	620	557	518	466	424	392	368	329	301	277	259
0.7	602	550	508	455	417	385	361	322	294	273	256
0.69	588	543	497	445	406	378	354	315	287	266	249
0.68	571	532	487	438	399	368	347	308	284	263	245
0.67	557	525	480	427	389	361	340	301	277	256	238
0.66	543	518	469	417	382	354	329	294	270	249	235
0.65	525	511	459	410	375	347	322	291	263	245	228
0.64	511	501	448	399	364	340	315	284	259	238	224
0.63	497	494	438	392	357	329	308	277	252	235	217
0.62	483	487	427	382	350	322	301	270	245	228	214
0.61	469	480	417	375	340	315	294	263	242	224	210
0.6	455	469	406	364	333	308	287	259	235	217	203
0.59	441	462	399	357	326	301	280	252	231	214	200
0.58	427	455	389	347	315	294	273	245	224	207	193
0.57	413	448	378	340	308	287	266	238	217	203	189
0.56	399	438	368	329	301	280	259	235	214	196	186
0.55	389	431	361	322	294	273	256	228	207	193	179
0.54	375	424	350	312	287	263	249	221	203	186	175
0.53	361	417	340	305	277	256	242	214	196	182	172
0.52	350	406	333	298	270	249	235	210	193	179	165
0.51	336	399	322	287	263	242	228	203	186	172	161
0.5	326	392	312	280	256	238	221	196	182	168	158
0.49	312	385	305	273	249	231	214	193	175	161	151
0.48	301	378	294	263	242	224	210	186	172	158	147
0.47	291	368	287	256	235	217	203	182	165	154	144
0.46	280	361	277	249	228	210	196	175	161	147	140
0.45	266	354	270	242	221	203	189	168	154	144	133
0.44	256	347	259	231	214	196	182	165	151	140	130
0.43	245	336	252	224	207	189	179	158	144	133	126
0.42	235	329	242	217	200	182	172	154	140	130	123
0.41	224	322	235	210	193	179	165	147	137	126	116
0.4	217	315	228	203	186	172	161	144	130	123	112
0.39	207	305	217	196	179	165	154	137	126	116	109
0.38	196	298	210	189	172	158	147	133	123	112	105
0.37	186	291	203	182	165	154	144	130	116	109	102
0.36	179	284	193	175	158	147	137	123	112	105	98
0.35	168	273	186	168	151	140	133	119	109	98	95
0.34	161	266	179	161	147	137	126	112	102	95	91
0.33	151	259	172	154	140	130	123	109	98	91	84
0.32	144	252	165	147	133	123	116	105	95	88	81
0.31	133	242	158	140	126	119	112	98	91	84	77

(۱). جرم ویژه بر مبنای جرم و حجم خشک شده در اُون (به جدول ۱۱-۳-A۲ رجوع شود). جرم ویژه های (G) متفاوت برای درجات کیفیت مختلف MSR و MEL ممکن هستند. به جدول C۴ و زیرنویس شماره ۲ رجوع شود.

(۲). $F_{e\parallel}=784G$ ، $F_{e\perp}=1162(G)^{1.84}$ ، $F_{C\perp}=\frac{427(G)^{1.45}}{\sqrt{D}}$ برای $D<0.64cm$. ارقام جدول به نزدیک ترین $3.5\ Kg/cm^2$ گرد شدند.

۱۱-۳-۳-۲- مقاومت تکیه‌گاه پینی، F_e برای اتصال‌دهنده‌های پینی با $D \leq 6$ در پنل‌های سازه‌ای باید از جدول (۱۱-۳-۳-۳B) تعیین شود.

۱۱-۳-۳-۳- مقاومت تکیه‌گاه پینی، F_e برای چوب‌آلات چند سازه‌ای را باید از نشریات تولیدکنندگان یا گزارش ارزیابی کد به دست آورد.

۱۱-۳-۳-۴- هر جا که اتصال‌دهنده پینی با $D \geq ۰/۶۴$ در مقطع عرضی عضو اصلی نفوذ کند (محور اتصال‌دهنده موازی الیاف)، باید از $F_{e\perp}$ برای تعیین مقاومت تکیه‌گاه پینی عضو اصلی، F_{em} استفاده شود.

۱۱-۳-۴- مقاومت تکیه‌گاه پینی تحت زاویه

اگر عضوی در اتصال تحت زاویه‌ای نسبت به الیاف خود زیر بار قرار گیرد، مقاومت تکیه‌گاه پینی آن عضو، $F_{e\theta}$ باید با رابطه زیر تعیین شود (به ضمیمه J رجوع شود).

$$F_{e\theta} = \frac{F_{e\parallel} F_{e\perp}}{F_{e\parallel} Sin^2\theta + F_{e\perp} Cos^2\theta} \qquad (۱۱-۳-۱۱)$$

در آن:

θ - زاویهٔ بین راستای بار و جهت الیاف (محور طولی) عضو.

۱۱-۳-۵- طول تکیه‌گاه پینی

۱۱-۳-۵-۱- طول تکیه‌گاه پینی در عضو یا اعضای فرعی و عضو اصلی، ℓ_s و ℓ_m باید بر مبنای طول تکیه‌گاهی عمود بر بار وارده تعیین شود.

۱۱-۳-۵-۲- برای پیچ‌های سرمهره‌ای، پیچ‌های چوب، میخ‌ها و میخ‌های مفتولی و اتصال‌دهنده‌های پینی مشابه، طول تکیه‌گاهی، ℓ_s یا ℓ_m نباید از طول نفوذ اتصال‌دهنده، P در چوب بیشتر باشد، وقتی P طول باریک شونده نوک، E را شامل شود، طول تکیه‌گاهی، ℓ_s یا ℓ_m نباید بیش از $P - \frac{E}{۲}$ باشد.

(a). برای پیچ‌های سرمهره‌ای، E مجاز است از ضمیمه L، جدول ۲L به دست آید.

(b). برای پیچ‌های چوب، میخ‌ها و میخ‌های مفتولی، E مجاز است ۲D محسوب شود.

۱۱-۳-۶- مقاومت تسلیم پین در خمش

۱۱-۳-۶-۱- مقاومت‌های مرجع، Z برای پیچ ماشینی، پیچ سرمهره‌ای، پیچ چوب، میخ و میخ مفتولی بر مبنای مقاومت تسلیم در خمش هستند و در جدول‌های (۱۱A) تا (۱۱T) ارائه شدند.

۱۱-۳-۶-۲- مقاومت تسلیم پینی در خمش، F_{yb} که در محاسبه مقاومت مرجع به کار می‌رود، باید بر مبنای مقاومت تسلیمی باشد که با روش‌های ASTM F۱۵۷۵ تعیین می‌شود یا مقاومت تسلیم کشش تعیین شده با روش‌های ASTM F۶۰۶ باشد.

۱۱-۳-۷- قطر پین

۱۱-۳-۷-۱- در استفاده از جدول‌های (۱۱-۳-۱A) یا (۱۱-۳-۱B) باید D را قطر محور اتصال‌دهنده‌ها (رزوه نشده) و D_r را قطر قسمت کاهش یافته با رزوه شدهٔ آن‌ها لحاظ کرد، غیر از آنچه که در (۱۱-۳-۶-۲) آمده است. برای پیچ‌هایی که الزام‌های ANSI/ASME استاندارد (۱-۲-B۱۸) را احراز می‌کنند، قطر اتصال‌دهنده همان D است (رجوع شود به ضمیمه L).

۱۱-۳-۷-۲- برای اتصال‌دهنده‌هایی که تمام طول‌شان رزوه دارد (به ضمیمه L رجوع شود)، به کار بردن D به جای D_r وقتی مجاز است که طول تکیه رزوه‌ها از $\frac{۱}{۴}$ کل طول تکیه در عضو در بردارنده رزوه‌ها بیشتر نباشد، از طرفی، تحلیل مبسوط‌تر برای به حساب آوردن لنگر و مقاومت تکیه‌گاهی قسمت رزوه شده اتصال‌دهنده مجاز است (به ضمیمه I رجوع شود).

جدول(۱۱-۳-۳A). جرم ویژه (تعیین شده)

توأم گونه ها	جرم ویژه (۱) G
Aspen	0.39
Alaska Cedar	0.47
Alaska Hemlock	0.46
Alaska Spruce	0.41
Alaska Yellow Cedar	0.46
Balsam Fir	0.36
Beech-Birch-Hickory	0.71
Coast Sitka Spruce	0.39
Cottonwood	0.41
Douglas Fir-Larch	0.50
Douglas Fir-Larch (North)	0.49
Douglas Fir-South	0.46
Eastern Hemlock	0.41
Eastern Hemlock-Balsam Fir	0.36
Eastern Hemlock-Tamarack	0.41
Eastern Hemlock-Tamarack (North)	0.47
Eastern Softwoods	0.36
Eastern Spruce	0.41
Eastern White Pine	0.36
Engelmann Spruce-Lodgepole Pine	0.38
Hem-Fir	0.43
Hem-Fir (North)	0.46
Mixed Maple	0.55
Mixed Oak	0.68
Mixed Southern Pine	0.51
Mountain Hemlock	0.47
Northern Pine	0.42
Northern Red Oak	0.68
Northern Species	0.35
Northern White Cedar	0.31
Ponderosa Pine	0.43
Red Maple	0.58
Red Oak	0.67
Red Pine	0.44
Redwood, close grain	0.44
Redwood, open grain	0.37
Sitka Spruce	0.43
Southern Pine	0.55
Spruce-Pine-Fire	0.42
Spruce-Pine-Fire (South)	0.36
Western Cedars	0.36
Western Cedars (North)	0.35
Western Hemlock	0.47
Western Hemlock (North)	0.46
Western White Pine	0.40
Western Woods	0.36
White Oak	0.73
Yellow Poplar	0.43

توأم گونه ها از چوب MSR و MEL	جرم ویژه (۱) G
Douglas Fir-Larch	
E= 1,900,000 psi and lower grades of MSR	0.50
E= 2,000,000 psi grades of MSR	0.51
E= 2,100,000 psi grades of MSR	0.52
E= 2,200,000 psi grades of MSR	0.53
E= 2,300,000 psi grades of MSR	0.54
E= 2,400,000 psi grades of MSR	0.55
Douglas Fir- Larch (North)	
E= 1,900,000 psi and lower grades of MSR and MEL	0.49
E=2,000,000 psi to 2,200,000 psi grades of MSR and MEL	0.53
E= 2,300,000 psi and higher grades of MSR and MEL	0.57
Douglas Fir-Larch (South)	
E= 1,000,000 psi and higher grades of MSR	0.46
Engelmann Spruce-Lodgepole Pine	
E= 1,400,000 psi and lower grades of MSR	0.38
E= 1,500,000 psi and higher grades of MSR	0.46
Hem-Fire	
E= 1,500,000 psi and lower grades of MSR	0.43
E= 1,600,000 psi grades of MSR	0.44
E= 1,700,000 psi grades of MSR	0.45
E= 1,800,000 psi grades of MSR	0.46
E= 1,900,000 psi grades of MSR	0.47
E= 2,000,000 psi grades of MSR	0.48
E= 2,100,000 psi grades of MSR	0.49
E= 2,200,000 psi grades of MSR	0.50
E= 2,300,000 psi grades of MSR	0.51
E= 2,400,000 psi grades of MSR	0.52
Hem-Fire (North)	
E=1,000,000 psi and higher grades of MSR and MEL	0.46
Southern Pine	
E= 1,700,000 psi and lower grades of MSR and MEL	0.55
E= 1,800,000 psi and higher grades of MSR and MEL	0.57
Spruce-Pine-Fir	
E= 1,700,000 psi and lower grades of MSR and MEL	0.42
E= 1,800,000 psi and 1,900,000 grades of MSR and MEL	0.46
E= 2,000,000 psi and higher grades of MSR and MEL	0.50
Spruce-Pine-Fir (South)	
E= 1,100,000 psi and lower grades of MSR	0.36
E= 1,200,000 psi to 1,900,000 psi grades of MSR	0.42
E= 2,000,000 psi and higher grades of MSR	0.50
Western Cedars	
E= 1,000,000 psi and higher grades of MSR	0.36
Western Woods	
E= 1,000,000 psi and higher grades of MSR	0.36

(۱). جرم ویژه بر مبنای جرم و حجم خشک شده در اُون. جرم ویژه های (G) متفاوت برای درجات کیفیت مختلف MSR و MEL ممکن هستند. به جدول ۴C و زیرنویس شماره ۲ رجوع شود.

جدول(۱۱-۳-۳B). مقاومت تکیه‌گاه پینی پنل‌های سازه‌ای چوب

پنل سازه ای چوب	جرم ویژه **G** [۱]	مقاومت تکیه گاه پینی، F_e برای $D \le ۶\,mm$ Kg/cm^2
تخته چند لا		
ساختمانی ۱، دریایی	۰/۵	۳۲۵
درجات دیگر	۰/۴۲	۲۳۴
OSB		
تمام درجات	۰/۵	۳۲۵

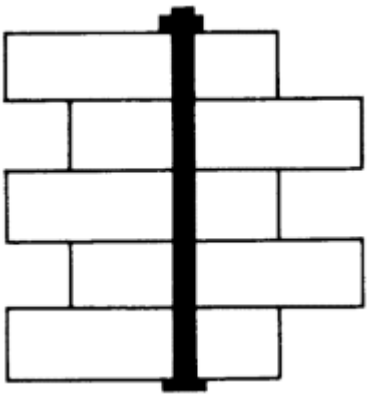
[۱]. در مواردی که گونه لایه‌ها معلوم نباشد از $G = 0.42$ استفاده می‌شود. اگر گونه لایه‌ها معلوم باشد، از جرم ویژه ارائه شده در جدول استفاده می‌شود.

۱۱-۳-۸- اتصال نامتقارن سه عضوی (دو صفحه برش)

مقدار مرجع Z برای اتصال نامتقارن سه عضوی، مقدار حداقل محاسبه شده حد تسلیم برای اتصال سه عضوی متقارن است که با طول تکیه پینی در عضو فرعی، ℓ_s و قطر حداقل پین، D (واقع در هر صفحه برش) به دست می‌آید.

۱۱-۳-۹- اتصال با چند صفحهٔ برش

در اتصال با چهار صفحهٔ برش یا بیشتر (شکل۱۱D)، هر صفحه برش باید به صورت اتصال با یک صفحهٔ برش ارزیابی شود. مقاومت مرجع، Z چنین اتصالی باید کم‌ترین مقاومت مرجع یک صفحهٔ برش ضرب در تعداد صفحات برش تعیین شود.

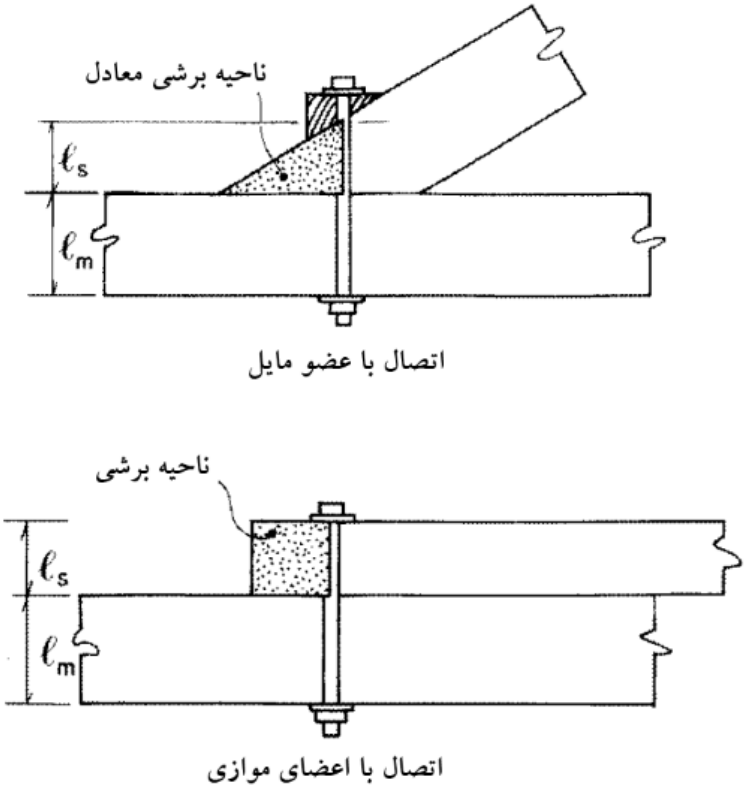


شکل(D۱۱). اتصال با چهار صفحه برش

۱۱-۳-۱۰- بار تحت زاویه با محور اتصال‌دهنده

۱۱-۳-۱۰-۱- وقتی بار وارد بر اتصالی با یک صفحه برش (اتصال دو عضوی) تحت زاویه‌ای (غیر از ۹۰) با محور اتصال‌دهنده باشد، طول‌های اتصال‌دهنده در دو عضو باید با ℓ_s و ℓ_m (شکلE۱۱) نشان داده شود. مؤلفه‌ای از بار که تحت زاویه ۹۰ درجه با محور اتصال‌دهنده وارد می‌شود، نباید بیش از مقدار مقاومت تنظیم شده، Z' اتصالی باشد که در آن دو عضو عمود (۹۰ درجه) بر محور اتصال‌دهنده ضخامت-های $t_s = \ell_s$ و $t_m = \ell_m$ دارند. سطح تکیه‌گاه کافی برای تحمل مؤلفهٔ بار موازی محور اتصال‌دهنده باید تأمین شود.

۱۱-۳-۱۰-۲- در اتصال با میخ پاشنه‌ای برای ℓ_s از حداقل t_s یا $\frac{۱}{۳}L$ استفاده شود (رجوع شود به شکلA۱۱).



شکل(۱۱E). ناحیه برشی در اتصال‌های با پیچ ماشینی

۱۱-۳-۱۱- پین پرچ و پین درفشی

مقاومت‌های برشی تنظیم شده، Z' برای پین‌های پرچ و پین‌های درفشی عمود بر الیاف چوب نباید از ۷۵ درصد مقدار مقاومت تنظیم شده برای پیچ‌های ماشینی هم قطر و طول در عضو اصلی، بیشتر باشد.

۱۱-۴- توأم بارهای برشی و کششی

۱۱-۴-۱- پیچ سرمهره‌ای و پیچ چوب

وقتی پیچ سرمهره‌ای یا پیچ چوب زیر بار توأم برشی و کششی واقع شود، مثل حالتی که اتصال‌دهنده عمود بر الیاف چوب است و بار تحت زاویه‌ای نسبت به سطح چوب وارد می‌شود (شکل۱۱F)، مقاومت تنظیم شده Z' باید با رابطهٔ زیر تعیین شود (رجوع شود به ضمیمه J):

$$Z'_{\alpha} = \frac{(W'_p)\,Z'}{(W'_p)\,Cos^2\alpha + Z'Sin^2\alpha} \qquad (۱-۴-۱۱)$$

در آن:

α- زاویهٔ بین سطح چوب و راستای بار

p- طول نفوذ قسمت رزوه شده در عضو اصلی، cm

۱۱-۴-۲- میخ و میخ مفتولی

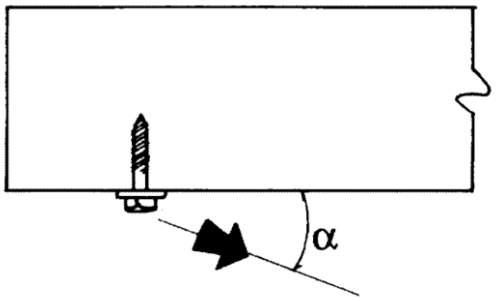
وقتی میخ یا میخ مفتولی زیر توأم بار برشی (جانبی) و کششی (انفصالی) واقع شود، مانند حالتی که اتصال‌دهنده عمود بر الیاف چوب کوبیده شود و راستای بار با سطح چوب زاویه α داشته باشد، مقدار تنظیم شده مقاومت باید با رابطهٔ زیر تعیین شود:

$$Z'_{\alpha} = \frac{(W'_p)\,Z'}{(W'_p)\,Cos^2\alpha + Z'\,Sin^2\alpha} \qquad (۲-۴-۱۱)$$

در آن:

α- زاویهٔ بین راستای بار و سطح چوب

p- طول نفوذ اتصال‌دهنده در عضو اصلی، cm



شکل(F۱۱). بارگذاری توأم برشی (جانبی) و کششی (انفصالی)

۱۱-۵- تنظیم مقاومت‌های مرجع

۱۱-۵-۱- ضریب هندسی، C_Δ

۱۱-۵-۱-۱- وقتی $D < ۰/۶۴cm$ باشد، $C_\Delta = ۱$ است.

۱۱-۵-۱-۲- وقتی $D \geq ۰/۶۴cn$ باشد و فاصله تا انتها یا فاصله‌گذاری تأمین شده برای بین اتصال-دهنده‌های پینی کم‌تر از حداقل لازم برای $C_\Delta = ۱$ در هر وضعیتی از (a)، (b) یا (c) باشد، مقاومت مرجع، Z باید در کم‌ترین مقدار C_Δ تعیین شده در (a)، (b) یا (c) ضرب شود. کوچک‌ترین مقدار ضریب هندسی هر یک از اتصال‌دهنده‌ها در گروه برای تمام اتصال‌دهنده‌ها در گروه تعمیم دارد. در اتصال‌های با چند صفحه برش یا اتصال‌های نامتقارن سه عضوی، کوچک‌ترین مقدار C_Δ برای هر صفحه به تمام اتصال‌دهنده در اتصال کاربرد دارد.

(a). وقتی از اتصال‌دهنده‌های پینی استفاده می‌شود و فاصله واقعی تا انتها در بار موازی یا عمود بر الیاف بیشتر یا مساوی حداقل فاصله تا انتها (به جدول ۱۱-۵-۱A رجوع شود) برای $C_\Delta = ۰/۵$ باشد ولی کم‌تر از فاصله تا انتها برای $C_\Delta = ۱$، ضریب هندسی، C_Δ باید با رابطهٔ زیر تعیین شود:

$$C_\Delta = \frac{\text{فاصلهٔ واقعی تا انتها}}{\text{حداقل فاصله تا انتها برای } C_\Delta = ۱}$$

(b). وقتی از اتصال‌دهنده پینی استفاده می‌شود و راستای بار با اتصال‌دهنده زاویه دارد، حداقل ناحیه برشی برای $C_\Delta = ۱$ باید معادل ناحیهٔ برشی اتصال با اعضای موازی با حداقل فاصله تا انتها برای $C_\Delta = ۱$ باشد (به جدول ۱۱-۵-۱A و شکل ۱۱E رجوع شود). حداقل ناحیه برشی برای $C_\Delta = ۰/۵$ باید معادل $\frac{۱}{۲}$ ناحیه برشی برای $C_\Delta = ۱$ باشد. وقتی ناحیه برشی واقعی بیشتر یا مساوی حداقل ناحیه برشی برای

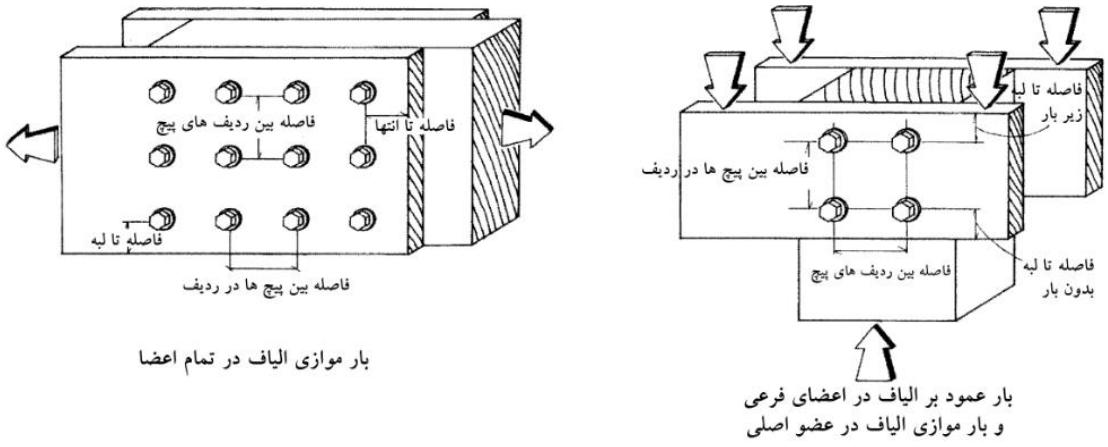
C_Δ = ۰/۵ باشد، ولی کم از حداقل ناحیه برشی برای C_Δ = ۱، ضریب هندسی، C_Δ باید با رابطه زیر تعیین شود.

$$C_\Delta = \frac{\text{ناحیه برشی واقعی}}{\text{حداقل ناحیه برشی برای } C_\Delta = ۱}$$

(c). وقتی فاصلهٔ واقعی بین اتصال‌دهنده‌های پینی در هر ردیف با بار موازی یا عمود بر الیاف بیشتر یا مساوی حداقل فاصله (به جدول ۱۱-۵-۱B رجوع شود) باشد، اما کم‌تر از حداقل فاصله برای C_Δ = ۱، ضریب هندسی، C_Δ با رابطهٔ زیر تعیین می‌شود:

$$C_\Delta = \frac{\text{فاصله گذاری واقعی}}{\text{حداقل فاصله گذاری برای } C_\Delta = ۱}$$

۱۱-۵-۱-۳- وقتی $D \geq ۶mm$ باشد، فاصله تا لبه و فاصله بین ردیف‌های اتصال‌دهنده‌ها باید طبق جدول ۱۱-۵-۱C و جدول ۱۱-۵-۱D و شروط کاربردی ۱۱-۱ باشد. فاصلهٔ عمود بر الیاف بین بیرونی‌ترین ردیف‌های اتصال‌دهنده (به شکل ۱۱H رجوع شود) نباید بیش از $۱۳cm$ باشد، مگر این که مهار همکشیدگی عرضی چوبی تأمین شده باشد. در اعضای لایه‌ای سازه‌ای فاصلهٔ عمود بر الیاف بین بیرونی‌ترین اتصال‌دهنده نباید بیش از حدود در جدول (۱۱-۵-۱F) باشد، مگر این که جبران همکشیدگی عرضی عضو تأمینی داشته باشد.



شکل(۱۱G). وضعیت هندسی اتصال با پیچ ماشینی

جدول(۱۱-۵-۱A). الزام‌های فاصله تا انتها

راستای بار	فاصله‌های تا انتها	
	حداقل فاصله تا انتها برای $C_{\Delta} = ۰/۵$	حداقل فاصله تا انتها برای $C_{\Delta} = ۱$
عمود بر الیاف	۲D	۴D
موازی الیاف،		
فشار:		
تکیه گاه اتصال دهنده دور از انتهای عضو	۲D	۴D
موازی الیاف،		
کشش:		
تکیه‌گاه اتصال دهنده به طرف انتهای عضو		
سوزنی برگ	۳/۵D	۷D
پهن برگ	۲/۵D	۵D

جدول(۱۱-۵-۱B). الزام‌های فاصله‌گذاری برای اتصال‌دهنده‌ها در هر ردیف

راستای بار	فاصله‌گذاری	
	حداقل فاصله گذاری	حداقل فاصله گذاری برای $C_{\Delta} = ۱$
موازی الیاف	۳D	۴D
عمود بر الیاف	۳D	لازم برای اعضای وصل شده

جدول(۱۱-۵-۱C). الزام‌های فاصله تا لبه[۱و۲]

راستای بار	حداقل فاصله تا لبه
موازی الیاف	
$\ell/D \le ۶$	$۱/۵D$
$\ell/D > ۶$	$۱/۵D$ یا $\frac{۱}{۲}$ فاصلهٔ بین ردیف‌ها هر کدام که کوچک‌تر باشد
عمود بر الیاف[۲]	
لبهٔ زیر بار	$۴D$
لبهٔ بدون بار	$۱/۵D$

[۱]. نسبت ℓ/D که برای تعیین حداقل فاصله تا لبه باید کوچک‌تر از:

(a). $\frac{\text{طول اتصال‌دهنده در عضو اصلی}}{D} = \ell_m/D$

(b). $\frac{\text{جمع طول اتصال‌دهنده در عضو یا اعضای فرعی}}{D} = \ell_s/D$

[۲]. بار متمرکز سنگین یا متوسط نباید زیر محور خنثی چوب ماسیو تنها یا چوب سازه‌ای لایه‌ای آویز شود، مگر این که مقاوم‌سازی مکانیکی تعبیه شده باشد تا تنش کششی عمود بر الیاف را تحمل کند (به ۳-۸-۲ و ۱۰-۱-۳ رجوع شود).

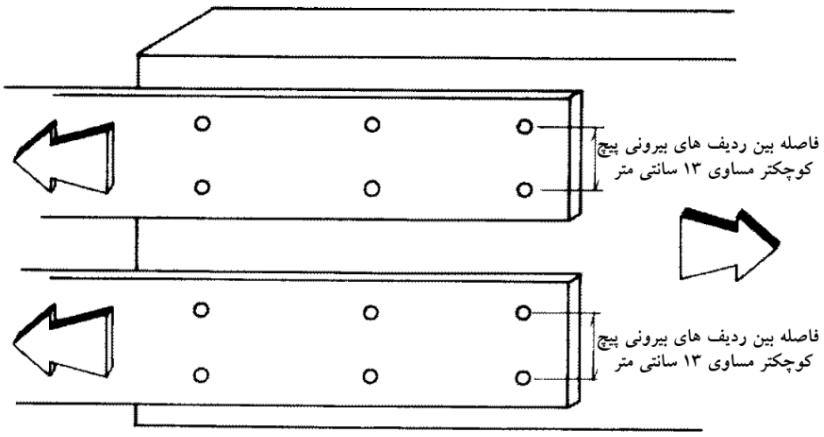
جدول(۱۱-۵-۱D). الزام‌های فاصله‌گذاری بین ردیف‌ها[۱]

راستای بار	فاصله‌گذاری حداقل
موازی الیاف	$۱/۵$ D
عمود بر الیاف:	
$\ell/D \le ۲$	$۲/۵D$
$۲ < \ell/D < ۶$	$(۵\ell + ۱۰D)/۸$
$\ell/D \ge ۶$	$۵D$

[۱]. نسبت ℓ/D مورد استفاده در تعیین فاصله تا لبه باید مقدار کم‌تر:

(a). طول اتصال دهنده در عضو اصلی تقسیم بر D= ℓ_m/D

(b). جمع طول اتصال دهنده در عضو (اعضا) فرعی تقسیم بر D= ℓ_s/D



شکل(۱۱H). فاصله‌گذاری بین ردیف‌های بیرونی پیچ‌های ماشینی

جدول(۱۱-۵-۱E). الزام‌های فاصله تا لبه و فاصله تا انتها و فاصله‌گذاری برای پیچ‌های سرمهره‌ای زیر بار کشش

توجیه	حداقل فاصله- فاصله‌گذاری
فاصله تا لبه	۱/۵ D
فاصله تا انتها	۴ D
فاصله‌گذاری	۴ D

جدول(۱۱-۵-۱F). الزام‌های فاصلهٔ عمود بر الیاف برای بیرونی‌ترین اتصال‌دهنده‌ها در اعضای لایه‌ای

نوع اتصال‌دهنده	رطوبت		حداکثر فاصله بین بیرونی‌ترین ردیف‌ها (*cm*)
	در زمان ساخت	در سرویس	
تمام انواع	> 16 %	< 16 %	13
	هر	> 16 %	13
پیچ‌های ماشینی	< 16 %	< 16 %	25
پیچ سرمهره‌ای	< 16 %	< 16 %	15
پین درفشی	< 16 %	< 16 %	15

۱۱-۵-۲- ضریب مقطع عرضی، C_{eg}

۱۱-۵-۲-۱- پیچ‌های سرمهره‌ای وقتی در مقطع عرضی چوب واقع شده و زیر بار کششی (انفصالی) قرار گیرند، مقاومت کششی مرجع‌شان باید در ضریب مقطع عرضی $C_{eg} = ۰/۷۵$ ضرب شود.

۱۱-۵-۲-۲- اتصال‌دهنده‌های پینی وقتی در مقطع عرضی عضو اصلی نفوذ داده شوند (محور اتصال-دهنده موازی الیاف چوب) مقاومت برشی (جانبی) شان، Z باید در ضریب مقطع عرضی $C_{eg} = ۰/۶۷$ ضرب شود.

۱۱-۵-۳- ضریب دیافراگم، C_{di}

وقتی میخ یا میخ مفتولی در ساخت دیافراگم به کار می‌روند، مقاومت برشی مربوط، Z باید در ضریب دیافراگم، $C_{di} = ۱/۱$ ضرب شود.

۱۱-۵-۴- ضریب پاشنه‌ای میخ، C_{tn}

۱۱-۵-۴-۱- اتصالی که با پاشنه‌ای کوبیدن میخ درست می‌شود، مقاومت کششی آن، W باید در ضریب پاشنه‌ای $C_{tn} = ۰/۶۷$ ضرب شود. ضریب رطوبت در محیط نصب، C_M در مقاومت اتصال با میخ‌کوبی پاشنه‌ای ضرب نمی‌شود.

۱۱-۵-۴-۲- وقتی اتصال با میخ‌کوبی پاشنه‌ای درست شده و زیر بار برشی قرار گیرد، مقاومت آن، Z باید در ضریب پاشنه‌ای $C_{tn} = ۰/۸۳$ ضرب شود.

۱۱-۶- اتصال‌دهنده‌های چند تایی

۱۱-۶-۱- آرایش متناوب متقارن

در اتصال‌هایی که چند اتصال‌دهنده دارند، اتصال‌دهنده‌ها در اعضای زیر بار عمود بر الیاف باید آرایش متناوب متقارن داشته باشند (به ۳-۱-۲-۲ و ۱۰-۳-۶-۲ برای شروط طراحی ویژه وقتی پیچ‌ها، پیچ‌های سرمهره‌ای یا پین درفشی ترتیب متناوب پیدا می‌کنند، رجوع شود).

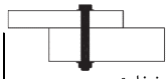
۱۱-۶-۲- اتصال‌دهنده‌ها زیر بار تحت زاویه با الیاف

در اتصال‌های دارای چند اتصال‌دهنده که زیر بار تحت زاویه با الیاف باشند، محور سنترویید هر عضو باید از مرکز مقاومت گروه اتصال‌دهنده بگذرد تا تنش در عضو اصلی یکنواخت شده و بار هم در اتصال-دهنده‌ها توزیع یکنواخت داشته باشد.

۱۱-۶-۳- تنش‌های موضعی در اتصال‌ها

تنش‌های موضعی در اتصال‌ها با اتصال‌دهنده‌های چند تایی، باید با اصول مهندسی مکانیک ارزیابی شوند (به ۱۰-۱-۲ رجوع شود).

جدول (۱۱A). پیچ ها: مقاومت های برشی مرجع (Z) برای اتصال دو عضوی (یک صفحه برش)،(۱و۲) Kg

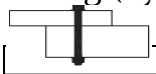


ضخامت، cm		قطر پیچ	برای چوب ماسیو و چند سازه ای– هر دو عضو با جرم ویژه مساوی																			
			G = 0.67				G= 0.55				G=0.5				G=0.49				G= 0.46			
			بلوط				افرا- کاج (جنوبی)				دوگلاس- لاریکی				دوگلاس- لاریکی (شمالی)				دوگلاس- همفر			
عضو اصلی t_m	عضو فرعی t_s	cm D	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$
		1.3	294	190	190	149	240	149	149	113	217	136	136	100	213	131	131	95	199	113	149	86
		1.6	367	227	227	168	299	181	181	127	272	163	163	109	267	159	159	109	254	127	168	100
3.8	3.8	1.9	439	263	263	186	362	208	208	140	326	190	190	122	322	181	181	118	304	140	186	109
		2.2	512	299	299	199	421	236	236	149	385	213	213	131	376	208	208	127	353	149	199	113
		2.5	584	335	335	213	480	263	263	159	439	240	240	140	430	231	231	136	403	159	213	127
		1.3	344	222	222	177	281	177	177	131	254	159	159	113	249	154	154	113	236	131	177	104
		1.6	426	267	267	195	349	213	213	149	317	190	190	127	313	186	186	127	294	149	195	113
4.4	4.4	1.9	512	308	308	217	421	245	245	163	385	217	217	140	376	213	213	136	353	163	217	127
		2.2	598	349	349	231	489	276	276	177	448	249	249	154	439	240	240	145	412	177	231	136
		2.5	684	390	390	249	562	308	308	186	512	276	276	163	503	272	272	159	471	186	249	145
		1.3	349	217	245	199	299	181	190	159	276	168	168	140	276	163	163	136	263	159	199	122
		1.6	485	299	285	236	421	254	222	177	385	236	195	154	172	236	190	149	353	177	236	136
6.4	3.8	1.9	616	403	326	258	507	299	254	195	462	267	227	172	453	254	217	163	426	195	258	149
		2.2	720	435	362	281	589	326	281	213	539	285	249	200	530	272	245	177	494	213	281	163
		2.5	824	462	394	299	675	349	308	222	616	308	276	199	602	294	267	190	566	222	299	177
		1.3	349	217	254	199	299	181	213	163	276	168	195	149	276	163	190	145	263	163	199	140
		1.6	485	299	344	267	426	254	281	227	399	236	245	208	394	236	240	204	376	227	267	186
	3.8	1.9	657	403	408	349	575	299	313	263	544	267	276	231	539	254	267	222	516	263	349	204
		2.2	856	435	448	376	761	326	349	285	720	285	308	249	711	272	294	240	666	285	376	217
		2.5	1092	462	489	403	911	349	376	304	829	308	335	267	811	294	322	254	761	304	403	236
		1.3	376	231	267	217	326	190	231	177	304	172	213	159	299	172	208	154	281	177	217	145
		1.6	525	308	371	281	453	263	290	236	421	240	254	208	417	240	249	204	399	236	281	186
8.9	4.4	1.9	693	408	426	353	602	349	326	263	566	308	290	236	562	299	281	227	539	263	353	208
		2.2	892	507	471	381	784	381	367	276	734	335	322	249	720	317	313	240	675	276	381	222
		2.5	1123	539	512	408	920	403	399	304	838	358	353	267	824	340	344	258	770	304	408	240
		1.3	376	267	267	240	340	236	236	208	326	222	222	195	322	217	217	190	313	208	240	186
		1.6	584	399	399	353	530	353	353	294	507	317	317	254	503	313	313	249	485	294	353	227
	8.9	1.9	843	539	539	430	766	435	435	322	729	394	394	285	725	385	385	272	698	322	430	254
		2.2	1151	639	639	467	983	525	525	353	892	480	480	308	879	471	471	294	820	353	467	267
		2.5	1368	757	757	498	1123	616	616	371	1024	557	557	326	1001	539	539	313	938	371	498	290
		1.6	485	299	344	267	426	254	290	227	399	236	267	208	394	236	267	204	376	227	267	195
		1.9	657	403	448	353	575	299	385	299	544	267	358	267	539	254	353	254	516	299	353	236
	3.8	2.2	856	435	571	435	761	326	480	326	720	285	426	285	711	272	408	272	689	326	435	249
		2.5	1092	462	680	462	974	349	516	349	929	308	458	308	920	294	439	294	874	349	462	272
		1.6	525	308	371	281	453	263	313	236	421	240	285	213	417	240	285	213	399	236	281	199
		1.9	693	408	476	362	602	349	403	308	566	308	376	285	562	299	367	281	539	308	362	267
13.3	4.4	2.2	892	507	598	462	784	381	494	381	743	335	435	335	734	317	417	317	702	381	462	290
		2.5	1123	539	693	539	997	403	530	403	942	358	471	358	933	340	453	340	901	403	539	317
		1.6	584	399	399	344	530	353	353	308	507	317	331	285	503	313	326	281	485	308	344	263
		1.9	843	539	562	489	766	435	494	385	729	394	467	353	725	385	458	340	698	385	489	322
	8.9	2.2	1151	639	743	571	1042	525	625	453	992	480	557	394	983	471	539	381	933	453	571	349
		2.5	1499	757	879	643	1300	630	689	480	1205	584	616	426	1191	571	598	408	1133	480	643	376
		1.6	485	299	344	267	426	254	290	227	399	236	267	208	394	236	267	204	376	227	267	195
		1.9	657	403	448	353	575	299	385	299	544	267	358	267	539	254	353	254	516	299	353	236
	3.8	2.2	856	435	571	435	852	326	494	326	720	285	444	285	711	272	426	272	689	326	435	249
14.0		2.5	1092	462	707	462	974	349	539	349	929	308	480	308	920	294	458	294	874	349	462	272
		1.6	584	399	399	353	530	353	353	308	507	317	331	285	503	313	326	281	485	308	353	263
		1.9	843	539	562	489	766	435	494	385	729	394	467	353	725	385	458	340	698	385	489	322
	8.9	2.2	1151	639	743	571	1042	525	639	462	992	480	571	412	983	471	553	394	933	462	571	358
		2.5	1499	757	897	666	1300	630	702	498	1205	584	630	439	1191	571	607	421	1133	498	666	390
		1.6	485	299	344	267	426	254	290	227	399	236	267	208	394	236	267	204	376	227	267	195
		1.9	657	403	448	353	575	299	385	299	544	267	358	267	539	254	353	254	516	299	353	236
	3.8	2.2	856	435	571	435	761	326	494	326	720	285	458	285	711	272	448	272	689	326	435	249
19.1		2.5	1092	462	707	462	974	349	612	349	929	308	575	308	920	294	562	294	874	349	462	272
		1.6	584	399	399	353	530	353	353	308	507	317	331	285	503	313	326	281	485	308	353	263
		1.9	843	539	562	489	766	435	494	385	729	394	467	353	725	385	458	340	698	385	489	322
	8.9	2.2	1151	639	743	571	1042	525	657	462	992	480	616	421	983	471	607	408	933	462	571	385
		2.5	1499	757	947	666	1300	630	829	548	1205	584	738	503	1191	571	711	489	1133	548	666	467

(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای قطر کامل پیچ هستند (به ضمیمه L رجوع شود) با مقاومت تسلیم $F_{yb} = 3150 Kg/cm^2$

ادامه جدول (۱۱A). پیچ ها: مقاومت های برشی مرجع (Z) برای اتصال دو عضوی (یک صفحه برش)،(۱و۲) Kg



برای چوب ماسیو و چند سازه ای– هر دو عضو با جرم ویژه مساوی																							
ضخامت cm		قطر پیچ	G = 0.43				G=0.42				G=0.37				سوزنی برگان غرب، G=0.36				G= 0.35			
			هملاک- نراد				نوئل- کاج- نراد				سرخ چوب (درشت بافت)				نوئل- کاج- نراد- سروها				گونه های شمالی آمریکا			
عضو اصلی t_m	عضو فرعی t_s	cm D	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$
		1.3	186	113	113	82	186	109	109	77	163	95	95	63	159	91	91	59	154	77	91	59
		1.6	236	136	136	86	231	131	131	86	204	113	113	72	199	109	109	68	190	86	109	68
3.8	3.8	1.9	281	159	159	95	276	154	154	95	245	131	131	77	236	127	127	77	227	95	122	72
		2.2	326	177	177	104	322	172	172	100	285	149	149	86	276	145	145	82	267	100	140	77
		2.5	376	199	199	113	367	195	195	109	326	168	168	91	317	163	163	86	304	109	159	86
		1.3	217	131	131	95	213	127	127	91	190	113	113	77	186	109	109	72	177	91	104	68
		1.6	272	159	159	104	267	154	154	100	236	131	131	86	231	127	127	82	222	100	122	77
4.4	4.4	1.9	326	181	181	113	322	177	177	109	285	154	154	91	276	149	149	86	267	109	145	86
		2.2	385	208	208	326	376	204	204	118	331	177	177	100	322	172	172	95	313	118	163	91
		2.5	439	231	231	131	430	227	227	127	381	195	195	104	371	190	190	104	358	127	186	100
		1.3	249	145	140	113	245	145	136	109	227	131	113	91	222	127	109	86	213	109	109	82
		1.6	331	190	163	122	322	186	159	122	285	159	136	100	276	149	131	95	267	122	127	95
6.4	3.8	1.9	394	208	186	136	385	204	181	131	340	168	154	109	335	163	149	104	322	131	145	104
		2.2	462	227	204	145	453	222	199	140	399	186	172	118	390	177	168	113	376	140	159	109
		2.5	525	245	227	159	516	240	222	154	458	199	190	127	444	190	186	122	426	154	177	118
		1.3	249	145	172	131	245	145	168	127	227	131	145	113	222	127	136	113	217	127	131	109
		1.6	358	190	199	168	353	186	195	163	326	159	168	136	322	149	159	131	317	163	154	127
	3.8	1.9	498	208	227	181	489	204	217	177	458	168	186	145	448	163	181	140	430	177	172	136
		2.2	621	227	249	195	607	222	245	190	535	186	208	159	525	177	199	154	503	190	190	145
		2.5	711	245	272	213	693	240	267	208	612	199	227	172	598	190	217	168	575	208	213	159
		1.3	267	154	181	136	263	149	177	131	240	136	149	118	236	131	145	113	231	131	140	113
		1.6	381	217	208	168	371	213	204	163	344	181	177	140	335	172	168	131	331	163	163	127
8.9	4.4	1.9	512	245	236	186	507	240	231	181	467	195	195	149	453	190	190	145	439	181	186	140
		2.2	630	263	263	199	616	258	258	195	544	213	217	163	530	208	213	159	512	195	199	145
		2.5	720	285	290	217	702	276	285	208	621	231	240	172	607	222	236	168	584	208	227	163
		1.3	299	199	199	177	299	195	195	172	281	181	181	149	276	177	177	140	272	172	172	140
		1.6	471	272	272	204	462	267	267	199	435	236	236	168	430	227	227	159	421	199	222	154
	8.9	1.9	657	335	335	227	643	331	331	217	566	294	294	181	553	285	285	177	535	217	281	168
		2.2	766	412	412	245	752	403	403	236	661	349	349	199	648	340	340	190	621	236	326	177
		2.5	874	467	467	263	856	453	453	254	757	394	394	213	738	381	381	204	711	254	367	195
		1.6	358	190	240	186	353	186	236	181	326	159	213	159	322	149	208	149	317	181	204	145
		1.9	498	208	403	208	489	204	304	204	458	168	254	168	448	163	245	163	439	204	240	159
	3.8	2.2	661	227	340	227	652	222	331	222	612	186	281	186	602	177	272	177	580	222	254	168
		2.5	815	245	371	245	797	240	362	240	707	199	304	199	689	190	294	190	661	240	285	186
		1.6	381	217	254	186	371	213	249	186	344	181	227	168	335	172	217	163	331	186	213	159
		1.9	512	245	317	245	507	240	308	240	471	195	258	195	462	190	254	190	453	240	245	186
13.3	4.4	2.2	675	263	349	263	666	258	340	258	621	213	290	213	612	208	281	208	598	258	263	195
		2.5	865	285	385	285	856	276	371	276	797	231	313	231	788	222	304	222	770	276	294	213
		1.6	471	272	299	240	462	267	294	236	435	236	276	208	430	227	267	199	421	236	263	195
		1.9	675	335	408	290	670	331	399	281	630	294	340	236	621	285	331	227	602	281	322	217
	8.9	2.2	883	417	458	313	870	412	448	304	788	371	385	254	775	362	376	249	752	304	353	231
		2.5	1074	516	512	340	1055	507	498	331	960	462	426	272	942	444	412	263	920	331	399	254
		1.6	358	190	240	186	353	186	236	181	326	159	213	159	322	149	208	149	317	181	204	145
		1.9	498	208	317	208	489	204	313	204	458	168	263	168	448	163	258	163	439	204	249	159
	3.8	2.2	661	227	353	227	652	222	344	222	612	186	294	186	602	177	285	177	580	222	267	168
14.0		2.5	815	245	390	245	797	240	376	240	707	199	317	199	689	190	308	190	661	240	294	186
		1.6	471	272	299	240	462	267	294	236	435	236	276	208	430	227	267	199	421	236	263	195
		1.9	675	335	417	294	670	331	408	290	630	294	349	240	621	285	340	236	602	290	326	227
	8.9	2.2	883	417	467	326	870	412	458	317	788	371	394	267	775	36	381	258	752	317	362	240
		2.5	1074	516	521	353	1055	507	507	344	960	462	435	285	942	444	421	272	920	344	403	263
		1.6	358	190	240	186	353	186	236	181	326	159	213	159	322	149	208	149	317	181	204	145
		1.9	498	208	317	208	489	204	313	204	458	168	285	168	448	163	281	163	439	204	272	159
	3.8	2.2	661	227	408	227	652	222	403	222	612	186	367	186	602	177	362	177	580	222	349	168
19.1		2.5	815	245	512	245	797	240	503	240	707	199	417	199	689	190	403	190	661	240	390	186
		1.6	471	272	299	240	462	267	294	236	435	236	276	208	430	227	267	199	421	236	308	195
		1.9	675	335	417	294	670	331	412	290	630	294	381	254	621	285	371	249	602	290	367	245
	8.9	2.2	883	417	548	358	870	412	535	353	788	371	458	317	775	362	444	308	752	353	417	294
		2.5	1074	516	607	439	1055	507	589	430	960	462	498	371	942	444	485	358	920	430	467	344

(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای قطر کامل پیچ هستند (به ضمیمه L رجوع شود) با مقاومت تسلیم $F_{yb} = 3150 Kg/cm^2$

جدول (B۱۱). پیچ ها: مقاومت های برشی مرجع (Z) برای اتصال دوعضوی (یک صفحه برش)،Kg [۱،۲]

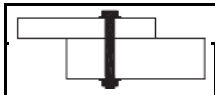
برای چوب ماسیو یا چند سازه ی با وصله فلزی، 0.64cm ضخامت، فولاد ASTM A36

ضخامت، cm		قطر پیچ D cm	G=0.67 بلوط		G=0.55 افرا- کاج جنوب		G=0.50 دوگلاس - لاریکس		G=0.49 دوگلاس- لاریکس (شمال)		G=0.46 دوگلاس - هملاک - نزاد(شمال)		G=0.43 هملاک - نزاد		G=0.42 توئل - کاج - نزاد		G=0.37 سرخ چوب (درشت بافت)		G=0.36 توئل - کاج - نزاد - سروها		G=0.35 گونه های شمال	
عضو اصلی t_m	عضو فرعی t_s		$Z_\parallel$	$Z_\perp$	$Z_\parallel$	$Z_\perp$	$Z_\parallel$	$Z_\perp$	$Z_\parallel$	$Z_\perp$	$Z_\parallel$	$Z_\perp$	$Z_\parallel$	$Z_\perp$	$Z_\parallel$	$Z_\perp$	$Z_\parallel$	$Z_\perp$	$Z_\parallel$	$Z_\perp$	$Z_\parallel$	$Z_\perp$
3.8	0.6	1.3	331	190	281	159	263	140	263	140	249	131	236	127	231	122	213	109	208	109	204	104
		1.6	412	217	353	181	331	163	326	163	313	154	294	145	290	145	267	131	263	127	254	122
		1.9	494	249	426	204	394	190	390	186	371	177	353	163	349	163	322	145	313	145	308	140
		2.2	575	272	494	231	462	213	458	204	435	195	412	186	408	181	371	168	367	163	358	159
		2.5	661	299	566	249	530	231	521	227	498	217	471	204	467	204	426	181	421	181	408	177
4.4	0.6	1.3	367	208	313	168	290	154	285	149	272	140	258	131	254	127	231	113	227	113	222	109
		1.6	462	236	394	195	362	177	358	172	340	163	322	154	317	149	290	136	285	131	276	127
		1.9	553	267	471	217	435	199	430	195	408	186	390	172	381	168	349	149	340	149	331	145
		2.2	643	294	548	245	512	222	503	217	476	204	453	190	444	190	403	172	399	172	385	163
		2.5	738	322	625	263	584	245	575	236	544	227	516	213	507	208	462	186	453	186	444	181
6.4	0.6	1.3	421	272	390	213	376	186	371	181	353	172	335	159	326	154	294	136	290	131	281	127
		1.6	621	304	521	240	476	213	471	213	444	195	417	181	412	177	367	154	362	149	349	145
		1.9	743	340	621	267	575	240	566	236	535	222	503	204	494	199	444	172	435	168	421	163
		2.2	865	371	725	294	670	267	657	258	621	240	584	222	575	217	516	190	507	186	489	181
		2.5	992	399	829	317	766	290	752	281	711	263	670	245	657	240	589	208	580	204	562	199
8.9	0.6	1.3	421	281	390	249	376	231	371	231	362	217	349	204	349	195	326	168	326	163	322	159
		1.6	621	390	571	313	548	276	544	272	525	249	512	227	507	222	480	190	476	186	462	181
		1.9	861	448	788	344	757	308	752	299	716	276	670	254	657	245	584	208	571	204	553	199
		2.2	1146	485	983	381	901	335	883	322	834	299	779	276	766	267	684	231	670	227	648	213
		2.5	1350	521	1123	403	1028	362	1010	349	951	331	892	299	874	294	779	254	766	245	738	240
13.3	0.6	1.6	621	390	571	344	548	322	544	317	525	304	512	290	507	285	480	263	476	254	467	245
		1.9	861	516	666	453	757	426	752	421	729	390	707	349	702	344	661	290	657	281	643	272
		2.2	1146	661	1051	539	1006	476	997	458	969	417	938	381	929	371	879	317	870	308	856	290
		2.5	1477	752	1350	575	1296	512	1287	489	1246	458	1210	417	1196	403	1128	340	1110	331	1069	322
14.0	0.6	1.6	621	390	571	344	548	322	544	317	525	304	512	290	507	285	480	263	476	258	467	254
		1.9	861	516	788	453	757	426	752	421	729	403	707	367	702	358	661	299	657	290	643	281
		2.2	1146	661	1051	562	1006	494	997	476	969	435	938	399	929	390	879	331	870	322	856	299
		2.5	1477	784	1350	598	1296	530	1287	512	1246	476	1210	430	1196	421	1128	353	1119	344	1096	335
19.1	0.6	1.6	621	390	571	344	548	322	544	317	525	304	512	290	507	285	480	263	476	258	467	254
		1.9	861	516	788	453	757	426	752	421	729	403	707	385	702	381	661	344	657	340	643	335
		2.2	1146	661	1051	580	1006	548	997	535	969	512	938	489	929	484	879	435	870	421	856	394
		2.5	1477	824	1350	720	1296	680	1287	666	1246	634	1210	575	1196	557	1128	467	1119	453	1096	435
24.1	0.6	1.9	861	516	788	453	757	426	752	421	729	403	707	385	702	381	661	344	657	340	643	335
		2.2	1146	661	1051	580	1006	548	997	535	969	512	938	489	929	485	879	444	870	439	856	421
		2.5	1477	824	1350	720	1296	680	1287	666	1246	643	1210	612	1196	602	1128	553	1119	544	1096	535
29.2	0.6	2.2	1146	661	1051	580	1006	548	997	535	969	512	938	489	929	485	879	444	870	439	856	421
		2.5	1477	824	1350	720	1296	680	1287	666	1246	643	1210	612	1196	602	1128	553	1119	544	1096	535
34.3	0.6	2.5	1477	824	1350	720	1296	680	1287	666	1246	643	1210	612	1196	602	1128	553	1119	544	1096	535

(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای قطر کامل پیچ هستند (به ضمیمه L رجوع شود). پیچ با مقاومت خمشی $F_e = 6090^{Kg}/_{cm^2}$ و مقاومت تکیه گاه پینی فولاد $F_{yb} = 3150^{Kg}/_{cm^2}$

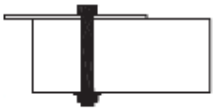
جدول (C۱۱) . پیچ ها: مقاومت های برشی مرجع (Z) برای اتصال دو عضوی (با یک صفحه برش)، Kg (۱،۲)

 ضخامت، cm			عضو اصلی چوب سازه ای لایه ای و عضو فرعی از چوب ماسیو با جرم ویژه معادل																					
عضو اصلی t_m	عضو فرعی t_s	قطر پیچ D cm	G = 0.55 کاج های جنوب				G = 0.50 دوگلاس- لاریکی				G = 0.46 دوگلاس، جنوب				G = 0.43 هملاک- نراد				G = 0.42 نوئل- کاج- نراد				G = 0.36 نوئل- کاج- نراد (شمال)			
			$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$
6.4	3.8	1.3	-	-	-	-	276	168	168	140	263	154	149	122	249	145	140	113	245	145	136	109	222	127	109	86
		1.6	-	-	-	-	385	236	195	154	353	213	177	136	331	190	163	122	322	186	159	122	276	149	131	95
		1.9	-	-	-	-	462	267	227	172	426	236	204	149	394	208	186	136	385	204	181	131	335	163	149	104
		2.2	-	-	-	-	539	285	249	186	494	249	227	163	462	227	204	145	453	222	199	140	390	177	168	113
		2.5	-	-	-	-	616	308	276	199	566	272	249	177	525	245	227	159	516	240	222	154	444	190	186	122
7.6	3.8	1.3	299	181	213	163	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.6	426	254	249	208	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.9	575	299	281	227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.2	689	326	313	245	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.5	788	349	340	263	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.9	3.8	1.3	-	-	-	-	276	168	195	149	263	154	177	140	249	145	163	131	245	145	154	127	222	127	127	104
		1.6	-	-	-	-	399	236	227	186	376	213	204	168	358	190	186	149	353	186	181	145	322	149	149	118
		1.9	-	-	-	-	544	267	258	208	512	236	231	186	480	208	208	163	471	204	204	159	403	163	168	127
		2.2	-	-	-	-	652	285	285	222	598	249	254	195	557	227	231	177	548	222	227	172	471	177	186	140
		2.5	-	-	-	-	743	308	313	240	684	272	281	213	639	245	254	190	625	240	249	186	539	190	204	149
12.7	3.8	1.6	426	254	290	227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.9	575	299	385	299	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.2	761	326	462	326	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.5	974	349	498	349	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.0	3.8	1.6	-	-	-	-	399	236	267	208	376	213	254	195	358	190	240	186	353	186	236	181	322	149	208	149
		1.9	-	-	-	-	544	267	358	267	516	236	335	236	498	208	304	208	489	204	299	204	448	163	240	163
		2.2	-	-	-	-	720	285	417	285	689	249	367	249	661	227	335	227	652	222	326	222	602	177	267	177
		2.5	-	-	-	-	929	308	448	308	874	272	403	272	815	245	367	245	797	240	353	240	689	190	290	190
17.1	3.8	1.6	426	254	290	227	399	236	267	208	376	213	254	195	358	190	240	186	353	186	236	181	322	149	208	149
		1.9	575	299	385	299	544	267	358	267	516	236	335	236	498	208	317	208	489	204	313	204	448	163	281	163
		2.2	761	326	494	326	720	285	458	285	689	249	430	249	661	227	408	227	652	222	403	222	602	177	340	177
		2.5	974	349	612	349	929	308	575	308	874	272	516	272	815	245	467	245	797	240	453	240	689	190	367	190

(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند.

(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای قطر کامل پیچ هستند (به ضمیمه L رجوع شود). پیچ با مقاومت تسلیم در خمش $F_{yb} = 3150 \, Kg/cm^2$

جدول (۱۱D). پیچ ها: مقاومت های برشی مرجع (Z) برای اتصال دو عضوی (با یک صفحه برش)، Kg[۱،۲]

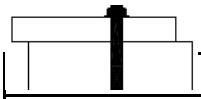


ضخامت، cm			برای عضو اصلی از لایه ای و عضو فرعی وصله فلزی، 0.64 cm ضخامت، فولاد ASTM A36											
			G = 0.55	کاج های جنوب	G = 0.50	دوگلاس - لاریکی	G = 0.46	دوگلاس (جنوب) همملاک - نزاد(شمال)	G =0.43	همملاک - نزاد	G = 0.42	نوئل - کاج - نزاد	G =0.36	نوئل - کاج - نزاد
عضو اصلی t_m	عضو فرعی t_s	قطر پیچ D												
cm	cm	cm	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$
6.4	0.6	1.3			376	186	353	172	335	159	326	154	290	131
		1.6			476	213	444	195	417	181	412	177	362	149
		1.9			575	240	535	222	503	204	494	199	435	168
		2.2			670	267	621	240	584	222	575	217	507	186
		2.5			766	290	711	263	670	245	657	240	580	204
7.6	0.6	1.3	390	245										
		1.6	571	276										
		1.9	729	304										
		2.2	852	335										
		2.5	974	358										
7.9	0.6	1.3			376	222	362	199	349	186	349	181	326	149
		1.6			548	249	525	227	503	208	494	204	435	172
		1.9			698	281	643	254	607	231	593	227	521	190
		2.2			811	308	752	276	707	254	693	249	607	335
		2.5			929	335	861	304	806	276	793	272	693	231
12.7	0.6	1.6	571	344										
		1.9	788	453										
		2.2	1051	516										
		2.5	1350	548										
13.0	0.6	1.6			548	322	525	304	512	290	507	285	476	249
		1.9			757	426	729	381	707	344	702	335	657	276
		2.2			1006	462	969	408	938	376	929	367	870	304
		2.5			1296	498	1246	448	1210	408	1196	399	1083	326
17.1	0.6	1.6	571	344	548	322	525	304	512	290	507	285	476	258
		1.9	788	453	757	426	729	403	707	385	702	381	657	340
		2.2	1051	580	1006	548	969	512	938	480	929	467	870	385
		2.5	1350	720	1296	643	1246	575	1210	521	1196	507	1119	412
21.6	0.6	1.9	788	453										
		2.2	1051	580										
		2.5	1350	720										
22.2	0.6	1.9			757	426	729	403	707	385	702	381	657	340
		2.2			1006	548	969	512	938	489	929	485	870	439
		2.5			1296	680	1246	643	1210	612	1196	602	1119	521
26.7	0.6	2.2	1051	580										
		2.5	1350	720										
27.3	0.6	2.2			1006	548	969	512	938	489	929	485	870	439
		2.5			1296	680	1246	643	1210	612	1196	602	1119	544
31.1	0.6	2.2			1006	548	969	512	938	489	929	485	870	439
		2.5			1296	680	1246	643	1210	612	1196	602	1119	544
36.2	0.6	2.5			1296	680	1246	643	1210	612	1196	602	1119	544

(۱). مقادیر مقاومت برشی (Z) برای اتصال با پیچ باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر مقاومت برشی (Z) برای قطر کامل پیچ هستند (رجوع شود به ضمیمه L) با مقاومت تسلیم خمشی $F_{yb} = 3150 Kg/cm^2$ و مقاومت تکیه گاه پینی $F_e = 6090 Kg/cm^2$ برای فولاد ASTM A36

جدول (11E). پیچ ها: مقاومت برشی مرجع (Z)برای اتصال دو عضوی (یک صفحه برش)، Kg [1,2,3,4]



برای چوب ماسیو یا چند سازه ای به بتن												
ضخامت، cm			G = 0.67		G = 0.55		G = 0.50		G = 0.49		G = 0.46	
عضو نفوذ در بتن	عضو فرعی	قطر پیچ D	بلوط		افرا - کاج جنوب		دوگلاس- لاریکی		دوگلاس- لاریکی		دوگلاس جنوب همالاک- نراد	
t_m	t_s	cm	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$
		1.3	349	217	308	186	294	172	290	172	281	163
		1.6	485	299	439	263	421	240	417	236	403	213
	3.8	1.9	657	403	602	299	575	267	571	254	557	236
		2.2	856	435	793	326	766	285	761	272	743	249
		2.5	1092	462	1019	349	951	308	933	294	874	272
		1.3	376	231	335	195	317	181	403	177	304	168
		1.6	525	308	467	272	444	249	439	249	426	240
	4.4	1.9	693	408	630	349	602	308	593	299	575	272
		2.2	892	507	815	381	784	335	779	317	761	290
6بزرگتر و		2.5	1123	539	1037	403	1001	358	997	340	974	317
		1.3	376	267	358	236	349	213	344	208	340	199
		1.6	584	362	557	304	535	276	530	276	507	258
	6.4	1.9	834	453	738	385	698	362	689	353	661	340
		2.2	1037	562	929	489	879	462	870	453	843	417
		2.5	1268	689	1146	580	1092	512	1083	489	1046	453
		1.3	376	267	358	245	349	231	344	227	340	222
		1.6	584	399	557	367	544	331	539	326	530	304
	8.9	1.9	843	539	802	444	779	408	779	399	761	376
		2.2	1151	639	1092	539	1051	498	1037	485	997	462
		2.5	1499	757	1345	643	1268	602	1255	589	1205	571
ضخامت، cm			G = 0.43		G = 0.42		G = 0.37		G = 0.36		G = 0.35	
عضو نفوذ در بتن	عضو فرعی	قطر پیچ D	همالاک- نراد		نوئل- کاج- نراد		سرخ چوب (درشت بافت)		سوزنی برگان شرق نوئل- کاج- نراد		گونه های شمالی	
t_m	t_s	cm	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$
		1.3	267	154	267	154	249	140	245	131	240	131
		1.6	390	190	385	186	367	159	362	149	353	145
	3.8	1.9	544	208	539	204	512	168	507	163	498	159
		2.2	716	227	698	222	616	186	602	177	580	168
		2.5	815	245	797	240	707	199	689	190	661	186
		1.3	290	163	285	159	263	145	263	140	254	140
		1.6	412	222	408	217	381	181	376	172	367	168
	4.4	1.9	557	245	553	240	525	195	516	190	507	186
		2.2	738	263	729	258	698	213	689	208	675	195
6بزرگتر و		2.5	947	285	933	276	824	231	802	222	775	213
		1.3	331	186	331	181	317	163	313	154	308	154
		1.6	485	245	480	240	444	217	435	213	426	208
	6.4	1.9	634	322	625	317	584	281	485	272	562	263
		2.2	811	376	802	367	752	308	743	299	725	276
		2.5	1010	41	1001	399	942	331	933	317	920	308
		1.3	331	213	331	213	317	195	313	186	313	181
		1.6	516	281	516	276	494	249	489	240	485	236
	8.9	1.9	747	353	743	349	698	308	684	304	666	299
		2.2	951	435	938	430	865	304	852	385	834	371
		2.5	1155	539	1142	535	1060	462	1046	444	1024	430

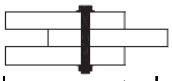
(۱). مقادیر مقاومت برشی (Z) در جدول برای اتصال با پیچ در ضرایب تنظیم ضرب شوند (رجوع شود به جدول ۱۰-۳-۱).

(۲). مقادیر مقاومت برشی در جدول (Z) برای قطر کامل پیچ هستند (رجوع شود به ضمیمهL). با مقاومت تسلیم خمشی $F_{yb} = 3150 Kg/cm^2$

(۳). مقادیر مقاومت برشی (Z) بر مبنای مقاومت تکیه گاه پینی $F_e = 525 Kg/cm^2$ برای بتن با حداقل $F_c' = 175 Kg/cm^2$ می باشند.

(۴). نفوذ پیچ اتصال۱۵cm فرض شده است.

جدول(11F). پیچ ها: مقاومت برشی مرجع(Z) برای اتصال سه عضوی (دو صفحه برش)،Kg [1,2]



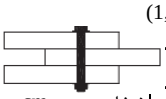
برای چوب ماسیو یا چند سازه ای- تمام اعضا دارای جرم ویژه معادل

ضخامت، cm			G = 0.67			G = 0.55			G = 0.50			G = 0.49			G = 0.46		
عضو اصلی	عضو فرعی	قطر پیچ	بلوط			افرا - کاج جنوب			دوگلاس- لاریکی			دوگلاس- لاریکی (شمال)			دوگلاس (جنوب) همملاک- نراد (شمال)		
t_m	t_s	D cm	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$
3.8	3.8	1.3	639	435	331	521	362	249	476	331	213	467	326	208	439	308	190
		1.6	797	593	367	652	512	276	593	471	240	584	467	236	548	426	213
		1.9	956	766	403	784	602	299	716	530	267	702	512	254	657	471	236
		2.2	1114	870	435	915	652	326	834	571	285	815	548	272	766	498	249
		2.5	1273	924	462	1046	693	349	951	612	308	933	584	294	874	544	272
4.4	4.4	1.3	743	467	385	612	385	290	557	349	249	544	340	240	512	322	222
		1.6	929	621	426	761	525	322	693	485	276	680	480	272	639	453	249
		1.9	1114	820	471	915	702	349	834	621	308	815	593	299	766	548	272
		2.2	1300	1015	507	1065	761	381	969	666	335	956	639	317	892	584	290
		2.5	1486	1078	539	1219	811	403	1110	716	358	1092	684	340	1019	634	317
6.4	3.8	1.3	693	435	507	598	362	412	557	331	358	548	326	344	525	308	317
		1.6	974	593	607	847	512	462	797	471	399	788	467	390	752	426	353
		1.9	1309	802	670	1155	602	503	1087	530	444	1078	512	426	1033	471	390
		2.2	1712	870	725	1522	652	544	1386	571	476	1364	548	458	1277	498	417
		2.5	2183	924	770	1952	693	580	1586	612	512	1558	584	489	1459	544	453
8.9	3.8	1.3	693	435	507	598	362	426	557	331	390	548	326	385	525	308	367
		1.6	974	593	684	847	512	584	797	471	539	788	467	530	752	426	494
		1.9	1309	802	897	1155	602	702	1087	530	621	1078	512	593	1033	471	548
		2.2	1712	870	1015	1522	652	761	1441	571	666	1427	548	639	1373	498	584
		2.5	2183	924	1069	1952	693	811	1853	612	716	1835	584	684	1749	544	634
	4.4	1.3	752	467	535	648	385	467	602	349	426	593	340	417	566	322	394
		1.6	1046	621	738	901	525	625	843	485	557	834	480	544	797	453	494
		1.9	1386	820	938	1210	702	702	1137	621	621	1123	593	593	1074	548	548
		2.2	1785	1015	1015	1572	852	761	1481	666	666	1468	639	639	1409	584	584
		2.5	2247	1078	1069	1993	811	811	1889	716	716	1866	684	684	1798	634	634
	8.9	1.3	752	535	535	680	471	471	648	439	439	643	435	435	621	417	417
		1.6	1173	802	802	1060	707	643	1015	639	557	1006	630	544	974	584	494
		1.9	1690	1078	938	1531	865	702	1459	793	621	1445	770	593	1400	729	548
		2.2	2709	1277	1241	2084	1055	761	1943	965	666	1907	938	639	1785	888	584
		2.5	2972	1513	1078	2437	1259	811	2220	1169	716	2179	1142	684	2043	1092	634
13.3	8.9	1.6	974	593	684	847	512	584	797	471	539	788	467	530	752	426	503
		1.9	1309	802	897	1155	602	766	1087	530	716	1078	512	702	1033	471	670
		2.2	1712	870	1142	1522	652	983	1441	571	920	1427	548	901	1373	498	861
		2.5	2183	924	1413	1952	693	1214	1853	612	1069	1835	584	1024	1749	544	951
		1.6	1046	621	738	901	525	625	843	485	575	834	480	566	797	453	535
		1.9	1386	820	956	1210	702	811	1137	621	752	1123	593	738	1074	548	702
		2.2	1785	1015	1196	1572	761	1024	1481	666	951	1468	639	933	1409	584	874
		2.5	2247	1078	1468	1993	811	1214	1889	716	1069	1866	684	1024	1798	634	951
	3.8	1.6	1173	802	802	1060	707	707	1015	639	661	1006	630	657	974	584	630
		1.9	1690	1078	1123	1531	865	988	1459	793	929	1445	770	892	1400	729	820
		2.2	2301	1277	1490	2174	1055	1146	1989	965	1001	1971	938	956	1871	888	874
		2.5	3003	1513	1617	2600	1259	1214	2414	1169	1069	2378	1142	1024	2260	1092	951
14.0	3.8	1.6	974	593	684	847	512	584	797	471	539	788	467	530	752	426	503
		1.9	1309	802	897	1155	602	766	1087	530	716	1078	512	702	1033	471	670
		2.2	1712	870	1142	1522	652	983	1441	571	920	1427	548	901	1373	498	861
		2.5	2183	924	1413	1952	693	1223	1853	612	1123	1835	584	1074	1749	544	997
	8.9	1.6	1173	802	802	1060	707	707	1015	639	661	1006	630	657	974	584	630
		1.9	1690	1078	1123	1531	865	988	1459	793	929	1445	770	915	1400	729	861
		2.2	2301	1277	1490	2174	1055	1200	1989	965	1046	1971	938	1001	1871	888	915
		2.5	3003	1513	1694	2600	1259	1273	2414	1169	1123	2378	1142	1074	2260	1092	997
19.1	3.8	1.6	974	593	684	847	512	584	797	471	539	788	467	530	752	426	503
		1.9	1309	802	897	1155	602	766	1087	530	716	1078	512	702	1033	471	670
		2.2	1712	870	1142	1522	652	983	1441	571	920	1427	548	901	1373	498	861
		2.5	2183	924	1413	1952	693	1223	1853	612	1146	1835	584	1123	1749	544	1083
	8.9	1.6	1173	802	802	1060	707	707	1015	639	661	1006	630	657	974	584	630
		1.9	1690	1078	1123	1531	865	988	1459	793	929	1445	770	915	1400	729	879
		2.2	2301	1277	1490	2084	1055	1309	1989	965	1232	1971	938	1210	1871	888	1160
		2.5	3003	1513	1898	2600	1259	1667	2414	1169	1531	2378	1142	1463	2260	1092	1359

(۱). مقادیر مقاومت برشی (Z) در جدول برای اتصال با پیچ باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲).مقادیر مقاومت برشی (Z) برای قطر کامل پیچ هستند (به ضمیمه L رجوع شود) با مقاومت تسلیم خمش $F_{yb} = 3150 \, Kg/cm^2$

ادامه جدول(11F). پیچ ها: مقاومت برشی مرجع(Z) برای اتصال سه عضوی (دو صفحه برش)،Kg [1,2]

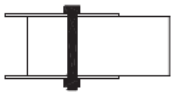


ضخامت، cm			برای چوب ماسیو یا چند سازه ای- تمام اعضا دارای جرم ویژه معادل														
			G = 0.43			G = 0.42			G = 0.37			G = 0.36			G = 0.35		
			هملاک- نراد			نوئل- کاج- نراد			سرخ چوب (درشت بافت)			سوزنی برگان شرق نوئل- کاج- نراد- سروها			گونه های شمال		
عضو اصلی	عضو فرعی	قطر پیچ															
t_m	t_s	D	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$
		cm															
3.8	3.8	1.3	408	294	172	399	290	168	353	263	140	344	254	131	331	249	131
		1.6	512	381	190	498	376	186	439	313	159	430	299	149	412	290	145
		1.9	612	417	208	598	408	204	530	335	168	516	326	163	498	317	159
		2.2	716	453	227	698	439	222	616	367	186	602	358	177	580	335	168
		2.5	815	489	245	797	476	240	707	394	199	689	381	190	661	367	186
4.4	4.4	1.3	476	304	204	467	299	195	412	267	163	403	263	154	385	258	149
		1.6	593	430	222	584	426	217	512	367	181	503	349	172	485	335	168
		1.9	716	489	245	698	476	240	616	394	195	602	381	190	580	367	186
		2.2	834	525	263	815	512	258	720	430	213	702	417	208	675	390	195
		2.5	951	571	285	933	557	276	824	462	231	802	444	222	775	430	213
6.4	3.8	1.3	498	294	290	489	290	276	448	263	231	444	254	222	430	249	217
		1.6	720	381	317	711	376	313	657	313	263	648	299	249	630	290	240
		1.9	992	417	349	978	408	340	883	335	281	861	326	272	829	317	263
		2.2	1191	453	376	1164	439	367	1028	367	308	1001	358	299	965	335	276
		2.5	1359	489	408	1332	476	399	1173	394	331	1146	381	317	109	367	308
8.9	3.8	1.3	498	294	344	489	290	335	448	263	304	444	254	299	430	249	290
		1.6	720	381	444	711	376	435	657	313	367	648	299	349	630	290	335
		1.9	992	417	489	978	408	476	911	335	349	901	326	381	879	317	367
		2.2	1323	453	525	1305	439	512	1219	367	430	1205	358	417	1160	335	390
		2.5	1631	489	571	1599	476	557	1409	394	462	1377	381	444	1327	367	430
	4.4	1.3	535	304	371	525	299	362	480	267	326	471	263	308	458	258	304
		1.6	757	430	444	747	426	435	684	367	367	675	349	349	657	335	335
		1.9	1028	489	489	1015	476	476	938	394	394	924	38	381	901	367	367
		2.2	1350	525	525	1336	512	512	1241	430	430	1223	417	417	1196	390	390
		2.5	1730	571	571	1708	557	557	1595	462	462	1576	444	444	1545	430	430
	8.9	1.3	602	399	399	593	394	254	557	362	326	553	353	308	544	344	304
		1.6	938	539	444	929	530	435	874	467	367	861	453	349	847	439	335
		1.9	1350	675	489	1336	661	476	1232	584	394	1205	575	381	1160	562	367
		2.2	1667	834	525	1631	820	512	1441	743	430	1404	729	417	1354	702	390
		2.5	1903	1033	571	1862	1015	557	1644	920	462	1604	888	444	1545	856	430
13.3	8.9	1.6	720	381	476	711	376	471	657	313	426	648	299	417	630	290	408
		1.9	992	417	634	978	408	625	911	335	566	901	326	557	879	317	548
		2.2	1323	453	793	1305	443	770	1219	367	643	1205	358	625	1160	335	584
		2.5	1631	489	856	1599	476	834	1409	394	689	1377	381	666	1327	367	643
		1.6	757	430	503	747	426	498	684	367	448	675	349	439	657	335	426
		1.9	1028	489	661	1015	476	652	938	394	589	924	381	571	901	367	553
		2.2	1350	525	793	1336	512	770	1241	430	643	1223	417	625	1196	390	584
		2.5	1730	571	856	1708	557	834	1595	462	689	1576	444	666	1545	430	643
	3.8	1.6	938	539	54	929	530	593	874	467	548	861	453	521	847	439	507
		1.9	1350	675	729	1336	661	716	802	584	589	1241	575	571	1205	562	553
		2.2	1767	834	793	1740	820	770	670	743	643	1545	729	625	1504	702	584
		2.5	2143	1033	856	2111	1015	834	1105	920	68	1889	888	666	1835	856	643
14.0	3.8	1.6	720	381	476	711	376	471	657	313	426	648	299	417	630	290	408
		1.9	992	417	634	978	408	625	911	335	566	901	326	557	879	317	548
		2.2	1323	453	815	1305	439	806	766	367	675	1205	358	652	1160	335	612
		2.5	1631	489	897	1608	476	874	1409	394	725	1377	381	698	1327	367	675
	8.9	1.6	938	539	598	929	530	593	874	467	548	861	453	535	847	439	525
		1.9	1350	675	766	1336	661	747	1255	584	616	1241	575	598	1205	562	580
		2.2	1767	834	829	1740	820	806	1576	743	675	1545	729	652	1504	702	612
		2.5	2143	1033	897	2111	1015	874	1921	920	725	1889	888	698	1835	856	675
19.1	3.8	1.6	720	381	476	711	376	471	657	313	426	648	299	417	630	290	408
		1.9	992	417	634	978	408	625	911	335	566	901	326	557	879	317	548
		2.2	1323	453	815	1305	439	806	1219	367	738	1205	358	725	1160	335	702
		2.5	1631	489	1028	1599	476	1015	1409	394	924	1377	381	911	1327	367	892
	8.9	1.6	938	539	598	929	530	593	874	467	548	861	453	535	847	439	525
		1.9	1350	675	838	1336	661	824	1255	584	757	1241	575	747	1205	109	734
		2.2	1767	834	1110	1740	820	1096	1576	743	920	1545	729	892	1504	702	834
		2.5	2143	1033	1223	2111	1015	1191	1105	920	988	1889	888	951	1835	856	920

(۱). مقادیر مقاومت برشی (Z) در جدول برای اتصال با پیچ باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲).مقادیر مقاومت برشی (Z) برای قطر کامل پیچ هستند (به ضمیمه L رجوع شود) با مقاومت تسلیم خمش $F_{yb} = 3150 \, Kg/cm^2$

جدول (G۱۱). پیچ ها: مقاومت های برشی مرجع (Z) برای اتصال سه عضوی (دو صفحه برش)، Kg[۱،۲]

برای چوب ماسیو یا چند سازه ای با وصله 0.64cm ضخامت، فولاد ASTM A36																							
 ضخامت، cm		قطر پیچ D cm	G = 0.67 بلوط		G=0.55 افرا- دوگلاس- لاریک		G=0.50 دوگلاس- لاریکس		G=0.49 دوگلاس- لاریکس (شمال)		G=0.46 دوگلاس (جنوب)- هملاک- نراد شمال		G=0.43 هملاک- نراد		G=0.42 نوئل- کاج- نراد		G=0.37 سرخ چوب (درشت بافت)		G=0.36 سوزنی برگان شرق		G=0.35 گونه های شمال	
عضو اصلی t_m	عضو فرعی t_s		$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$
3.8	0.6	1.3	639	331	521	249	476	213	467	208	439	190	408	172	399	168	353	140	344	131	330.7	131
		1.6	797	367	652	276	593	240	584	236	548	213	512	190	498	186	439	159	430	149	412.2	145
		1.9	956	403	784	299	716	267	702	254	657	236	612	208	598	204	530	168	516	163	49.83	159
		2.2	1114	435	915	326	834	285	815	27	766	249	716	227	698	222	616	186	602	177	579.8	168
		2.5	1273	462	1046	349	951	308	933	294	874	272	815	245	797	240	707	199	689	190	661.4	186
4.4	0.6	1.3	743	385	612	290	557	249	544	240	512	222	476	204	467	195	412	163	403	154	385.1	149
		1.6	929	426	761	322	693	276	680	272	639	249	593	222	584	217	512	181	503	172	460.7	168
		1.9	1114	471	915	349	834	308	815	299	766	272	716	245	698	240	616	195	602	190	579.8	186
		2.2	1300	507	1065	381	969	335	956	317	892	290	834	263	815	258	720	213	702	208	675	195
		2.5	1486	539	1219	403	1110	358	1092	340	1019	317	951	285	933	276	824	231	802	222	774.6	213
6.4	0.6	1.3	847	548	779	412	747	358	743	344	720	317	680	290	666	276	589	231	575	222	552.7	217
		1.6	1241	607	1087	462	992	399	974	390	911	353	852	317	834	313	734	263	716	249	688.6	240
		1.9	1595	670	1305	503	1191	444	1169	426	1092	390	1019	349	997	340	883	281	861	272	829	263
		2.2	1857	725	1522	544	1386	476	1364	458	1277	417	1191	376	1164	367	1028	308	1001	299	964.9	276
		2.5	2125	770	1740	580	1586	512	1558	489	1459	453	1359	408	1332	399	1173	331	1146	317	1105	308
8.9	0.6	1.3	847	562	779	498	747	467	743	458	720	439	698	403	693	390	657	326	648	308	638.7	304
		1.6	1241	779	1137	643	1092	557	1083	544	1055	494	1024	444	1010	435	956	367	947	349	933.2	335
		1.9	1721	938	1576	702	1513	621	1504	593	1459	548	1413	489	1395	476	1232	394	1205	381	1160	367
		2.2	2292	1015	2097	761	1943	666	1907	639	1785	584	1667	525	1631	512	1441	430	1404	417	1354	390
		2.5	2954	1078	2437	811	2220	716	2179	684	2043	634	1903	571	1862	557	1644	462	1604	444	1545	430
13.3	0.6	1.6	1241	779	1137	684	1092	643	1083	634	1055	607	1024	580	1010	575	956	530	947	516	933.2	507
		1.9	1721	1037	1576	906	1513	856	1504	838	1459	806	1413	729	1400	716	1323	589	1309	571	1287	553
		2.2	2292	1327	2097	1146	2011	1001	1998	956	1939	874	1880	793	1862	770	1758	643	1740	625	1708	584
		2.5	2954	1617	2700	1214	2591	1069	2569	1024	2496	951	2414	856	2392	834	2260	689	2233	666	2197	643
14.0	0.6	1.6	1241	779	1137	684	1092	643	1083	634	1055	607	1024	580	1010	575	956	530	947	516	933.2	507
		1.9	1721	1037	1576	906	1513	856	1504	838	1459	806	1413	766	1400	747	1323	616	1309	598	1287	580
		2.2	2292	1327	2097	1164	2011	10106	1998	1001	1939	915	1880	829	1862	806	1758	675	1740	652	1708	612
		2.5	2954	1649	2700	1273	2591	1123	2569	1074	2496	997	2414	897	2392	874	2260	725	2233	698	2197	675
19.1	0.6	1.6	1241	779	1137	684	1092	643	1083	634	1055	607	1024	580	1010	575	956	530	947	516	933.2	507
		1.9	1721	1037	1576	906	1513	856	1504	856	1459	806	1413	766	1400	757	1323	693	1309	680	1287	670
		2.2	2292	1327	2097	1164	2011	1092	1998	1069	1939	1024	1880	978	1862	965	1758	888	1740	874	1708	834
		2.5	2954	1649	2700	1441	2591	1359	2569	1332	2496	1287	2414	1223	2392	1205	2260	988	2233	951	2197	920
24.1	0.6	1.9	1721	1037	1576	906	1513	856	1504	856	1459	806	1413	766	1400	757	1323	693	1309	680	1287	670
		2.2	2292	1327	2097	1164	2011	1092	1998	1069	1939	1024	1880	978	1862	965	1758	888	1740	874	1708	847
		2.5	2954	1649	2700	1441	2591	1359	2569	1332	2496	1287	2414	1223	2392	1205	2260	1105	2233	1087	2197	1065
29.2	0.6	2.2	2292	1327	2097	1164	2011	1092	1998	1069	1939	1024	1880	978	1862	965	1758	888	1740	874	1708	847
		2.5	2954	1649	2700	1441	2591	1359	2569	1332	2496	1287	2414	1223	2392	1205	2260	1105	2233	1087	2197	1065
34.3	0.6	2.5	2954	1649	2700	1441	2591	1359	2569	1332	2496	1287	2414	1223	2392	1205	2260	1105	2233	1087	2197	1065

(۱). مقادیر مقاومت برشی (Z) برای اتصال با پیچ باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر مقاومت برشی (Z) برای قطر کامل پیچ هستند (رجوع شود به ضمیمه L) با مقاومت تسلیم خمشی $F_{yb} = 3150 Kg/cm^2$ و مقاومت تکیه گاه پینی $F_e = 6090 Kg/cm^2$ برای فولاد ASTM A36

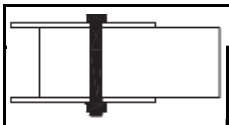
جدول (۱۱H). پیچ ها: مقاومت های برشی مرجع (Z) برای اتصال سه عضوی (با دو صفحه برش)، Kg[۱،۲]

ضخامت، cm		عضو اصلی چوب سازه ای لایه ای، عضو فرعی چوب، گونه چوب اعضا معادل																	
عضو اصلی t_m	عضو فرعی t_s	قطر پیچ D cm	G = 0.55 کاج های جنوب			G = 0.50 دوگلاس- لاریکس			G = 0.46 دوگلاس جنوب هملاک- نراد شمال			G = 0.43 هملاک- نراد			G = 0.42 نوئل- کاج- نراد			G = 0.36 نوئل- کاج- نراد گونه های غرب		
			$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$
6.4	3.8	1.3	-	-	-	557	331	358	525	308	317	498	294	290	489	290	276	444	254	222
		1.6	-	-	-	797	471	399	752	426	353	720	381	317	711	376	313	648	299	249
		1.9	-	-	-	1087	530	444	1033	471	390	992	417	349	978	408	340	861	326	272
		2.2	-	-	-	1386	571	476	1277	498	417	1191	453	376	1164	439	367	1001	358	299
		2.5	-	-	-	1586	612	512	1459	544	453	1359	489	408	1332	476	399	1146	381	317
7.6	3.8	1.3	598	362	426	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.6	847	512	553	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.9	1155	602	602	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.2	1658	652	652	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.5	1952	693	693	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.9	3.8	1.3	-	-	-	557	331	390	525	308	367	498	294	344	489	290	335	444	254	276
		1.6	-	-	-	797	471	494	752	426	444	720	381	399	711	376	390	648	299	308
		1.9	-	-	-	1087	530	553	1033	471	489	992	417	435	978	408	426	901	326	340
		2.2	-	-	-	1441	571	593	1373	498	521	1323	453	471	1305	439	458	1205	358	371
		2.5	-	-	-	1853	612	639	1749	544	566	1631	489	512	1599	476	494	1377	381	399
12.7	3.8	1.6	847	512	584	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.9	1155	602	766	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.2	1522	652	983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.5	1952	693	1155	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.0	3.8	1.6	-	-	-	797	471	539	752	426	503	720	381	476	711	376	471	648	299	417
		1.9	-	-	-	1087	530	716	1033	471	670	992	417	634	978	408	625	901	326	557
		2.2	-	-	-	1441	571	920	1373	498	852	1323	453	770	1305	439	752	1205	358	612
		2.5	-	-	-	1853	612	1046	1749	544	929	1631	489	838	1599	476	811	1377	381	652
17.1	3.8	1.6	847	512	584	797	471	539	752	426	503	720	381	476	711	376	471	648	30	417
		1.9	1155	602	766	1087	530	716	1033	471	670	992	417	634	978	408	625	901	326	557
		2.2	1522	652	983	1441	571	920	1373	498	861	1323	453	815	1305	439	806	1205	358	725
		2.5	1952	693	1223	1853	612	1146	1749	544	1083	1631	489	1028	1599	476	1015	1377	381	856

(۱). مقادیر مقاومت برشی (Z) در جدول برای اتصال با پیچ باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲).مقادیر مقاومت برشی (Z) برای قطر کامل پیچ هستند (به ضمیمه L رجوع شود) با مقاومت تسلیم خمش $F_{yb} = 3150 \, Kg/cm^2$

جدول (I۱۱). پیچ ها: مقاومت های برشی مرجع (Z) برای اتصال سه عضوی (با دو صفحه برش)، Kg[۱،۲]



برای عضو اصلی از لایه ای و عضو فرعی وصله فلزی، 0.64 cm ضخامت، فولاد ASTM A36

ضخامت، cm		قطر پیچ	G = 0.55	کاج های جنوب	G = 0.50	دوگلاس- لاریکی	G = 0.46	دوگلاس (جنوب) همملاک- نزاد(شمال)	G = .43	همملاک- نزاد	G = 0.42	نوئل- کاج- نزاد	G = .36	نوئل- کاج- نزاد
عضو اصلی t_m	عضو فرعی t_s	D cm	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$
6.4	0.6	1.3	-	-	747	358	720	317	680	290	666	276	575	222
		1.6	-	-	992	399	911	353	852	317	834	313	716	249
		1.9	-	-	1191	444	1092	390	1019	349	997	340	861	272
		2.2	-	-	1386	476	1277	417	1191	376	1164	367	1001	299
		2.5	-	-	1586	512	1459	453	1359	408	1332	399	1146	317
7.6	0.6	1.3	779	498	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.6	1137	553	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.9	1567	602	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.2	1830	652	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.5	2088	693	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.9	0.6	1.3	-	-	747	444	720	399	698	362	693	349	648	276
		1.6	-	-	1092	494	1055	444	1024	399	1010	390	897	308
		1.9	-	-	1486	553	1368	489	1273	435	1246	426	1074	340
		2.2	-	-	1735	593	1595	521	1486	471	1454	458	1255	371
		2.5	-	-	1984	639	1821	566	1699	512	1663	494	1431	399
12.7	0.6	1.6	1137	684	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.9	1576	906	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.2	2097	1092	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.5	2700	1155	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.0	0.6	1.6	-	-	1092	643	1055	607	1024	580	1010	575	947	507
		1.9	-	-	1513	856	1459	802	1413	716	1400	698	1309	557
		2.2	-	-	2011	974	1939	852	1880	770	1862	752	1740	612
		2.5	-	-	2591	1046	2496	929	2414	838	2392	811	2233	652
17.1	0.6	1.6	1137	684	1092	643	1055	607	1024	580	1010	575	947	516
		1.9	1576	906	1513	856	1459	806	1413	766	1400	757	1309	680
		2.2	2097	1164	2011	1092	1939	1024	1880	978	1862	965	1740	802
		2.5	2700	1441	2591	1359	2496	1223	2414	1101	2392	1069	2233	856
21.6	0.6	1.9	1576	906	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.2	2097	1164	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.5	2700	1441	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22.2	0.6	1.9	-	-	1513	856	1459	806	1413	766	1400	757	1309	680
		2.2	-	-	2011	1092	1939	1024	1880	978	1862	965	1740	874
		2.5	-	-	2591	1359	2496	1287	2414	1223	2392	1205	2233	1087
26.7	0.6	2.2	2097	1164	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.5	2700	1441	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27.3	0.6	2.2	-	-	2011	1092	1939	1024	1880	978	1862	965	1740	874
		2.5	-	-	2591	1359	2496	1287	2414	1223	2392	1205	2233	1087
31.1	0.6	2.2	-	-	2011	1092	1939	1024	1880	978	1862	965	1740	874
		2.5	-	-	2591	1359	2496	1287	2414	1223	2392	1205	2233	1087
36.2	0.6	2.5	-	-	2591	1359	2496	1287	2414	1223	2392	1205	2233	1087

(۱). مقادیر مقاومت برشی (Z) برای اتصال با پیچ باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر مقاومت برشی (Z) برای قطر کامل پیچ هستند (رجوع شود به ضمیمه L) با مقاومت تسلیم خمشی $F_{yb} = 3150 Kg/cm^2$ و مقاومت تکیه گاه پینی $F_e = 6090 Kg/cm^2$ برای فولاد ASTM A36

جدول (11J). پیچ های سرمهره ای: مقاومت های برشی مرجع (Z) برای اتصال دو عضوی (با یک صفحه برش)، Kg (1,2,3)

برای چوب ماسیو یا چند سازه ای با جرم ویژه معادل

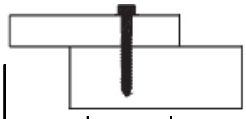
ضخامت عضو فرعی t_s	قطر پیچ سرمهره ای D cm	G = 0.67 بلوط				G = 0.55 افرا- کاج های جنوب				G = 0.50 دوگلاس- لاریکس				G = 0.49 دوگلاس- لاریکس شمال				G = 0.46 دوگلاس جنوب- هملاک- نراد			
		$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$
1.3	0.6	68	50	50	50	59	41	45	41	54	41	41	36	54	41	41	36	50	36	41	36
	0.8	77	59	59	54	68	50	54	45	68	45	50	45	63	45	50	41	63	45	45	41
	1.0	82	59	59	54	72	50	50	45	68	45	50	41	68	41	50	41	63	41	45	41
1.6	0.6	72	54	59	54	63	45	50	45	59	41	45	41	59	41	45	41	54	41	41	36
	0.8	86	63	63	59	72	50	54	50	68	50	50	45	68	45	50	45	68	45	50	41
	1.0	86	59	63	54	77	50	54	45	72	45	50	45	72	45	50	41	68	45	50	41
1.9	0.6	82	63	63	59	68	50	54	50	63	45	50	45	63	45	50	41	59	41	45	41
	0.8	95	68	72	63	82	54	59	54	77	50	54	45	72	50	54	45	525	45	50	45
	1.0	95	63	72	59	82	54	59	50	77	50	54	45	77	50	54	45	72	45	50	41
2.5	0.6	82	63	63	63	72	54	54	54	68	54	54	50	68	50	50	50	68	50	50	45
	0.8	104	77	77	72	95	63	68	59	86	59	63	54	86	54	63	54	82	54	59	50
	1.0	104	72	77	72	95	59	68	54	91	54	63	50	86	54	63	50	82	50	59	45
3.2	0.6	82	63	63	63	72	54	54	54	68	54	54	50	68	50	50	50	68	50	50	45
	0.8	104	77	77	72	95	68	68	63	91	63	63	59	91	63	63	59	86	59	63	54
	1.0	104	77	77	72	95	68	68	63	91	63	63	59	91	59	63	54	86	54	63	54
3.8	0.6	82	63	63	63	72	54	54	54	68	54	54	50	68	50	50	50	68	50	50	45
	0.8	104	77	77	72	95	68	68	63	91	63	63	59	91	63	63	59	86	63	63	59
	1.0	104	77	77	72	95	68	68	63	91	63	63	59	91	63	63	59	86	63	63	54
	1.1	163	118	118	109	145	100	104	91	140	91	95	82	140	86	95	82	136	82	91	72
	1.3	208	140	145	127	186	113	131	104	177	100	122	91	177	100	118	91	168	95	113	86
	1.6	317	186	227	168	272	154	190	140	254	140	172	127	249	140	172	122	240	131	163	118
	1.9	430	249	299	222	376	213	254	186	349	199	231	172	344	195	231	168	331	181	217	163
	2.2	562	326	376	285	489	254	322	245	462	222	299	222	458	213	294	213	439	195	276	195
	2.5	702	362	458	353	616	272	394	272	584	240	367	240	580	227	358	227	557	213	344	213
4.4	0.6	82	63	63	63	72	54	54	54	68	54	54	50	68	50	50	50	68	50	50	45
	0.8	104	77	77	72	95	68	68	63	91	63	63	59	91	63	63	59	86	63	63	59
	1.0	104	77	77	72	95	68	68	63	91	63	63	59	91	63	63	59	86	63	63	54
	1.1	163	118	118	109	145	104	104	95	140	95	95	86	140	95	95	86	136	91	91	82
	1.3	208	145	145	131	186	122	131	113	177	109	122	100	177	109	118	100	172	100	113	91
	1.6	335	199	227	181	299	163	199	145	276	149	190	131	272	145	186	131	258	136	177	122
	1.9	467	263	326	236	403	217	272	195	376	204	249	177	371	199	245	172	353	190	231	163
	2.2	598	335	403	294	521	285	340	249	485	258	317	231	480	249	308	222	458	227	294	213
	2.5	738	412	485	358	643	317	412	304	607	276	385	276	598	267	376	267	575	249	358	249
6.4	0.6	82	63	63	63	72	54	54	54	68	54	54	50	68	50	50	50	68	50	50	45
	0.8	104	77	77	72	95	68	68	63	91	63	63	59	91	63	63	59	86	63	63	59
	1.0	104	77	77	72	95	68	68	63	91	63	63	59	91	63	63	59	86	63	63	54
	1.1	163	118	118	109	145	104	104	95	140	95	95	86	140	95	95	86	136	91	91	82
	1.3	208	145	145	131	186	122	131	113	177	122	122	109	177	118	118	104	172	113	113	100
	1.6	335	227	227	204	304	195	199	177	290	177	190	159	285	172	186	154	276	163	177	145
	1.9	50	308	335	276	458	249	294	222	435	227	276	204	430	222	272	195	417	208	263	186
	2.2	702	376	453	335	621	313	399	272	580	285	376	249	571	281	367	240	539	267	349	227
	2.5	879	444	575	390	752	376	489	326	702	349	448	299	689	340	439	290	657	326	417	281
8.9	0.6	82	63	63	63	72	54	54	54	68	54	54	50	68	50	50	50	68	50	50	45
	0.8	104	77	77	72	95	68	68	63	91	63	63	59	91	63	63	59	86	63	63	59
	1.0	104	77	77	72	95	68	68	63	91	63	63	59	91	63	63	59	86	63	63	54
	1.1	163	118	118	109	145	104	104	95	140	95	95	86	140	95	95	86	136	91	91	82
	1.3	208	145	145	131	186	122	131	113	177	122	122	109	177	118	118	104	172	113	113	100
	1.6	335	227	227	204	304	199	199	177	290	190	190	163	285	186	186	163	276	177	177	154
	1.9	503	335	335	294	458	294	294	294	435	272	276	236	430	263	272	231	417	249	263	222
	2.2	702	448	453	390	634	362	399	322	607	326	376	290	598	317	367	281	580	299	353	258
	2.5	915	516	575	458	829	421	507	367	788	385	480	335	784	376	471	326	757	358	453	308

(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای قطر کاهش یافته پیچ سرمهره ای هستند (به ضمیمه L رجوع شود) که در عضو فرعی جا شده. محور پیچ عمود بر الیاف چوب- حداقل نفوذ در عضو اصلی DP ۸- مقاومت تسلیم فولاد پیچ $4900 Kg/cm^2$ برای $D = 0.64$ ، $4200 Kg/cm^2$ برای $D = 0.8$ و $F_{yb} = 3150 Kg/cm^2$ برای $D \geq 0.95\,cm$.

(۳). وقتی $4D \leq 0.95cm$ باشد، مقاومت برشی جدول باید در $\frac{P}{8D}$ ضرب شود.

ادامه جدول (11J). پیچ‌های سرمهره‌ای: مقاومت های برشی مرجع (Z) برای اتصال دو عضوی (با یک صفحه برش)، Kg [1,2,3]



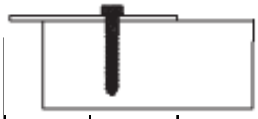
ضخامت عضو فرعی t_s	قطر پیچ سرمهره ای D cm	برای چوب ماسیو یا چند سازه ای با جرم ویژه معادل																			
		G = 0.43 هملاک- نراد				G = 0.42 نوئل- کاج- نراد				G = 0.37 سرخ چوب (درشت بافت)				G = 0.36 سوزنی برگان شرق نوئل- نراد- کاج- سروها				G = 0.35 گونه های شمال			
		$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{s\perp}$	$Z_{m\perp}$	$Z_{\perp}$
1.3	0.6	50	36	36	32	50	36	36	32	45	32	32	27	45	32	32	27	41	32	32	27
	0.8	59	41	45	36	59	41	41	36	54	36	41	36	54	36	41	32	54	36	36	32
	1.0	63	36	45	36	59	36	41	36	54	27	41	27	54	27	36	27	54	27	36	27
1.6	0.6	54	36	41	36	50	36	41	32	50	32	36	32	45	32	36	27	45	32	32	27
	0.8	63	41	45	41	63	41	45	41	59	36	41	36	59	36	41	36	54	36	41	32
	1.0	63	41	45	36	63	41	45	36	59	36	41	32	59	32	41	32	54	32	41	32
1.9	0.6	59	41	45	36	54	36	41	36	50	36	36	32	50	32	36	32	50	32	36	32
	0.8	68	45	50	41	68	45	50	41	59	41	45	36	59	41	41	36	59	36	41	36
	1.0	68	45	50	41	68	41	50	41	63	41	45	36	59	36	41	32	59	36	41	32
2.5	0.6	63	45	50	41	63	45	45	41	59	41	45	36	59	36	41	36	59	36	41	32
	0.8	77	50	59	45	77	50	54	45	68	41	50	41	68	41	50	36	68	41	45	36
	1.0	77	45	54	45	77	45	54	41	68	41	50	36	68	41	50	36	68	41	45	36
3.2	0.6	63	50	50	45	63	45	45	45	59	45	45	41	59	41	41	41	59	41	41	36
	0.8	82	54	59	50	82	54	59	50	77	45	54	45	77	45	54	41	72	45	50	41
	1.0	86	54	59	50	82	50	59	45	77	45	54	41	77	45	54	41	77	41	50	36
3.8	0.6	63	50	50	45	63	45	45	45	59	45	45	41	59	41	41	41	59	41	41	36
	0.8	82	59	59	54	82	59	59	54	77	50	54	50	77	50	54	45	72	50	50	45
	1.0	86	59	59	54	82	59	59	50	77	50	54	45	77	50	54	45	77	45	50	41
	1.1	131	77	86	68	127	72	86	68	118	63	82	59	118	63	77	59	113	63	77	54
	1.3	159	86	109	82	159	86	109	77	140	77	95	68	140	72	95	68	136	72	91	63
	1.6	227	127	154	109	222	122	149	109	204	113	136	95	199	109	131	95	195	109	127	91
	1.9	317	163	204	149	313	159	199	149	285	131	181	131	281	127	177	127	276	122	172	122
	2.2	421	177	263	177	412	172	258	172	385	145	236	145	381	140	231	140	371	131	222	131
	2.5	535	190	326	190	525	186	322	186	489	154	290	154	485	149	285	149	476	145	281	145
4.4	0.6	63	50	50	45	63	45	45	45	59	45	45	41	59	41	41	41	59	41	41	36
	0.8	82	59	59	54	82	59	59	54	77	54	54	50	77	54	54	50	72	50	50	45
	1.0	86	59	59	54	82	59	59	50	77	54	54	45	77	54	54	45	77	50	50	45
	1.1	131	82	86	72	127	82	86	72	122	72	82	63	118	68	77	63	118	63	77	59
	1.3	163	95	109	86	163	91	109	82	154	82	100	72	154	77	122	68	149	77	95	68
	1.6	245	131	163	113	240	127	163	113	217	113	145	100	217	113	140	95	208	109	136	95
	1.9	335	181	217	154	331	177	213	154	304	149	190	136	299	145	190	136	290	140	186	131
	2.2	439	204	276	199	430	199	272	199	399	168	245	168	394	163	240	163	385	149	236	149
	2.5	548	222	340	222	544	217	335	217	503	181	304	181	494	172	294	172	485	168	290	168
6.4	0.6	63	50	50	45	63	45	45	45	59	45	45	41	59	41	41	41	59	41	41	36
	0.8	82	59	59	54	82	59	59	54	77	54	54	50	77	54	54	50	72	50	50	45
	1.0	86	59	59	54	82	59	59	50	77	54	54	45	77	54	54	45	77	50	50	45
	1.1	131	86	86	77	127	86	86	77	122	82	82	68	118	77	77	68	118	77	77	68
	1.3	163	109	109	95	163	109	109	95	154	100	100	86	154	95	100	86	149	91	95	82
	1.6	267	149	172	131	263	145	168	131	249	131	154	113	245	127	154	109	240	122	149	109
	1.9	403	195	249	172	399	190	245	168	362	172	227	145	353	168	222	145	344	163	217	140
	2.2	512	249	331	213	503	245	322	208	458	222	290	190	448	217	281	186	439	213	272	177
	2.5	625	308	394	263	616	304	385	258	562	258	344	231	553	249	340	227	539	240	331	222
8.9	0.6	63	50	50	45	63	45	45	45	59	45	45	41	59	41	41	41	59	41	41	36
	0.8	82	59	59	54	82	59	59	54	77	54	54	50	77	54	54	50	72	50	50	45
	1.0	86	59	59	54	82	59	59	50	77	54	54	45	77	54	54	45	77	50	50	45
	1.1	131	86	86	77	127	86	86	77	122	82	82	68	118	77	77	68	118	77	77	68
	1.3	163	109	109	95	163	109	109	95	154	100	100	86	154	100	100	86	149	95	95	82
	1.6	267	172	172	145	263	168	168	145	249	154	154	131	245	149	154	127	240	145	149	127
	1.9	403	227	249	199	399	222	245	195	376	195	227	168	371	190	222	168	362	186	217	163
	2.2	562	276	340	240	553	272	335	236	521	240	308	208	516	236	304	204	503	227	294	195
	2.5	729	335	430	285	725	326	426	281	670	294	390	249	657	285	385	245	639	281	376	236

(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای قطر کاهش یافته پیچ سرمهره ای هستند (به ضمیمه L رجوع شود) که در عضو فرعی جا شده. محور پیچ عمود بر الیاف چوب- حداقل نفوذ در عضو اصلیDP ۸- مقاومت تسلیم فولاد پیچ $4900^{Kg}/_{cm^2}$ برای $D = 0.64$ ، $4200^{Kg}/_{cm^2}$ برای $D = 0.8$ و $F_{yb} = 3150^{Kg}/_{cm^2}$ برای $D \geq 0.95\,cm$.

(۳). وقتی $4D \leq 0.95cm$ باشد، مقاومت برشی جدول باید در $\frac{P}{8D}$ ضرب شود.

جدول (11K). پیچ های سرمهره ای: مقاومت های برشی مرجع (Z) برای اتصال دو عضوی (با یک صفحه برش)، Kg [1,2,3]



با عضو فرعی از فولاد ASTM A36 بـه ضخامت 0.64cm یا ASTM A653 ($t_s < 0.64cm$)

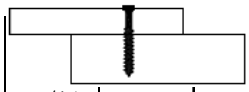
ضخامت cm	قطر پیچ سرمهره ای D cm	بلوط G = 0.67		افرا- کاج های جنوب G = 0.55		دوگلاس- لاریکس G = 0.50		دوگلاس- لاریکس شمال G = 0.49		دوگلاس جنوب- هملاک- نراد G = 0.46		هملاک- نراد G = 0.43		نوئل- کاج- نراد G = 0.42		سرخ چوب (درشت بافت) G = 0.37		نوئل- نراد- کاج- سروها G = 0.36		گونه های شمال G = 0.35	
عضو فرعی t_s		$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$
0.2	0.6	77	59	72	54	68	50	68	50	68	45	63	45	63	45	59	41	59	41	59	41
(14 gage)	0.8	100	72	91	63	86	59	86	59	86	59	82	54	82	54	77	50	77	50	72	45
	1.0	100	72	91	63	91	59	86	59	86	54	82	54	82	54	77	50	77	45	77	45
0.3	0.6	82	63	77	59	72	54	72	54	72	50	68	50	68	50	63	45	63	45	63	41
(12 gage)	0.8	104	77	95	68	91	63	91	63	86	59	86	59	86	54	82	50	77	50	77	50
	1.0	104	72	95	63	91	63	91	59	91	59	86	54	86	54	82	50	82	45	77	50
0.3	0.6	86	68	82	59	77	54	77	54	72	54	72	50	72	50	68	45	68	45	63	45
(11 gage)	0.8	104	77	95	68	95	63	91	63	91	63	86	59	86	59	82	54	82	54	82	50
	1.0	109	77	100	68	95	63	95	63	91	59	91	59	86	54	82	50	82	50	82	50
0.3	0.6	91	68	82	63	82	59	77	59	77	54	72	54	72	50	68	50	68	45	68	45
(10 gage)	0.8	109	82	100	72	95	68	95	63	91	63	91	59	91	59	86	54	82	54	82	54
	1.0	109	77	100	68	100	63	95	63	95	63	91	59	91	59	86	54	86	54	82	50
0.5	0.6	100	77	95	68	91	68	91	63	86	63	86	59	86	59	82	54	77	54	77	54
(7 gage)	0.8	118	86	109	77	104	72	104	72	104	68	100	68	100	68	95	59	91	59	91	59
	1.0	122	86	113	77	109	72	109	72	104	68	100	63	100	63	95	59	95	59	91	59
0.6	0.6	109	82	100	72	95	68	95	68	91	63	86	63	86	59	82	54	82	54	82	54
(3 gage)	0.8	136	100	127	86	122	82	118	82	118	77	113	72	113	72	104	68	104	68	104	63
	1.0	140	100	127	86	122	82	122	82	118	77	113	72	113	72	109	63	104	63	104	63
	1.1	190	131	177	118	172	109	168	109	163	104	159	100	159	100	149	91	149	91	145	86
	1.3	231	154	213	136	208	131	204	127	199	122	195	118	190	118	181	109	181	104	177	104
	1.6	349	222	322	195	308	181	308	181	299	172	290	168	285	163	272	136	267	149	263	145
	1.9	503	304	462	267	444	254	439	249	430	240	417	227	412	227	390	204	385	204	381	199
	2.2	684	399	630	353	602	331	598	322	580	313	566	294	557	294	530	267	525	267	516	258
	2.5	879	498	806	435	775	412	77	403	747	390	725	371	720	367	680	335	670	331	661	322
0.6	0.6	109	82	100	72	95	68	95	68	91	63	91	63	86	59	82	54	82	54	82	54
	0.8	140	100	127	91	122	82	122	82	118	77	113	77	113	72	104	68	104	68	104	63
	1.0	145	100	131	86	127	82	122	82	122	77	118	72	113	72	109	68	109	63	104	63
	1.1	217	145	199	127	190	122	190	118	186	113	177	109	177	104	168	100	163	95	163	95
	1.3	263	177	245	154	236	145	231	145	227	140	217	131	217	131	208	122	204	118	199	118
	1.6	385	240	353	213	340	199	335	199	326	190	317	181	313	181	299	168	294	163	290	159
	1.9	544	331	498	290	480	272	476	267	462	258	448	245	444	240	421	222	417	217	408	213
	2.2	725	421	666	371	639	349	634	340	616	326	598	313	593	308	562	285	553	281	544	272
	2.5	924	521	847	453	815	430	806	421	784	408	761	385	752	381	711	349	702	344	693	335

(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای قطر کاهش یافته پیچ سرمهره ای هستند (به ضمیمه L رجوع شود) که در عضو فرعی جا شده. محور پیچ عمود بر الیاف چوب- حداقل نفوذ در عضو اصلی DP ۸- مقاومت تکیه گاه پینی $F_e = 6090^{Kg}/_{cm^2}$ برای فولاد ASTM A36، مقاومت تسلیم خمش پیچ $4900^{Kg}/_{cm^2}$ برای $D = 0.64$، $4200^{Kg}/_{cm^2}$ برای $D = 0.8$ و $F_{yb} = 3150^{Kg}/_{cm^2}$ برای $D \geq 0.95\,cm$.

(۳). وقتی $4D \leq P < 8D$ باشد، مقاومت برشی جدول باید در $\frac{P}{8D}$ ضرب شود.

جدول (11L). پیچ های چوب: مقاومت های برشی مرجع (Z) برای اتصال دو عضوی (با یک صفحه برش)، Kg (1,2,3)



ضخامت عضو فرعی t_s cm	قطر پیچ چوب D cm	نمره فلز پیچ	با اعضا از چوب ماسیو یا چند سازه ای- هر دو عضو دارای جرم ویژه معادل									
			G = 0.67 بلوط	G = 0.55 افرا- کاج های جنوب	G = 0.50 دوگلاس- لاریکس	G = 0.49 دوگلاس- لاریکس شمال	G = 0.46 دوگلاس- نزاد	G = 0.43 دوگلاس (جنوب) هملاک- نزاد (شمال)	G = 0.42 نوئل- کاج- نزاد	G = 0.37 سرخ چوب (درشت بافت)	G = 0.36 سوزنی برگان شرق نوئل- نزاد- کاج- سروها	G = 0.35 گونه های شمال
1.3	0.4	6	40	30	27	26	24	22	21	19	18	17
	2.9	7	43	34	29	29	27	24	24	20	20	19
	0.4	8	48	37	33	32	30	28	27	23	23	22
	0.4	9	55	43	38	37	34	32	31	27	26	25
	0.5	10	59	46	41	39	37	34	33	29	29	27
	0.5	12	71	56	50	48	45	42	41	36	35	34
	0.6	14	76	60	54	53	50	46	45	39	39	38
1.6	0.4	6	43	34	30	29	27	24	24	20	19	19
	2.9	7	47	38	33	32	29	26	25	22	21	20
	0.4	8	54	42	36	35	33	29	29	24	24	23
	0.4	9	62	47	41	40	37	34	33	28	28	26
	0.5	10	66	50	44	43	40	36	35	30	29	29
	0.5	12	78	60	53	52	48	44	43	37	36	35
	0.6	14	83	64	57	56	52	48	47	40	39	38
1.9	0.4	6	43	36	33	32	29	26	26	21	21	20
	2.9	7	47	39	36	35	32	29	28	24	23	22
	0.4	8	54	46	40	39	35	32	31	26	25	24
	0.4	9	64	52	45	43	40	36	35	30	29	28
	0.5	10	69	55	48	47	43	39	38	32	31	30
	0.5	12	87	65	57	55	51	47	45	39	38	36
	0.6	14	92	70	61	59	55	50	49	42	41	39
2.5	0.4	6	43	36	33	32	30	29	28	25	24	23
	2.9	7	47	39	36	35	34	31	31	27	27	25
	0.4	8	54	46	42	41	39	36	35	30	29	28
	0.4	9	64	53	49	48	45	43	41	34	33	32
	0.5	10	69	58	53	52	49	46	44	37	35	34
	0.5	12	87	73	67	65	59	53	52	43	42	40
	0.6	14	96	81	71	69	63	57	55	46	45	43
3.2	0.4	6	43	36	33	32	30	29	28	25	24	24
	2.9	7	47	39	36	35	34	31	31	27	27	26
	0.4	8	54	46	42	41	39	36	35	32	31	30
	0.4	9	64	53	49	48	45	43	42	37	36	35
	0.5	10	69	58	53	52	49	46	45	40	39	38
	0.5	12	87	73	67	65	62	58	57	49	48	45
	0.6	14	96	81	74	72	68	64	63	52	50	48
3.8	0.4	6	43	36	33	32	30	29	28	25	24	24
	2.9	7	47	39	36	35	34	31	31	27	27	26
	0.4	8	54	46	42	41	39	36	35	32	31	30
	0.4	9	64	53	49	48	45	43	42	37	36	35
	0.5	10	69	58	53	52	49	46	45	40	39	38
	0.5	12	87	73	67	65	62	58	57	50	49	48
	0.6	14	96	81	74	72	68	64	63	56	54	53
4.4	0.4	6	43	36	33	32	30	29	28	25	24	24
	2.9	7	47	39	36	35	34	31	31	27	27	26
	0.4	8	54	46	42	41	39	36	35	32	31	30
	0.4	9	64	53	49	48	45	43	42	37	36	35
	0.5	10	69	58	53	52	49	46	45	40	39	38
	0.5	12	87	73	67	65	62	58	57	50	49	48
	0.6	14	96	81	74	72	68	64	63	56	54	53

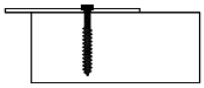
(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای پیچ چوب با رزوه نورد شده هستند (به ضمیمه L رجوع شود) که در عضو فرعی نفوذ کرده. عمود بر الیاف چوب- حداقل نفوذ در عضو اصلی DP ۱۰- مقاومت تسلیم خمش پیچ $F_{yb} = 6300 Kg/cm^2$ برای $0.25cm \le D \le 0.36cm$ ، $7000 Kg/cm^2$ برای $0.36cm < D \le 0.45cm$ و

$F_{yb} = 5600 Kg/cm^2$ برای $0.45cm < D \le 0.60cm$ ، $F_{yb} = 4900 Kg/cm^2$ برای $0.45cm < D \le 0.70cm$.

(۳). وقتی $6D \le P < 10D$ باشد، مقاومت برشی جدول باید در $\frac{P}{10D}$ ضرب شود.

جدول (11M). پیچ های چوب: مقاومت های برشی مرجع (Z) برای اتصال دو عضوی (با یک صفحه برش)،



Kg (1,2,3)

ضخامت cm عضو فرعی t_s	قطر پیچ چوب D cm	نمره فلز پیچ	اتصال با فلز A653 (درجه ۳۳) ASTM									
			G = 0.67 بلوط	G = 0.55 افرا- کاج های جنوب	G = 0.50 دوگلاس- لاریکس	G = 0.49 دوگلاس- لاریکس شمال	G = 0.46 دوگلاس (جنوب) هملاک- نزاد	G = 0.43 هملاک- نزاد	G = 0.42 نوئل- کاج- نزاد	G = 0.37 سرخ چوب (دوشت یافت)	G = 0.36 سوزنی برگان شرق نوئل- نزاد- کاج- سروها	G = 0.35 گونه های شمال
0.09	0.35	6	40	34	32	31	30	28	27	24	24	24
(20 gage)	0.38	7	45	38	35	34	33	31	30	27	27	26
	0.42	8	51	44	40	39	38	35	35	31	30	30
0.12	0.35	6	41	35	32	32	30	29	28	25	24	24
(18 gage)	0.38	7	45	39	36	35	34	31	31	28	27	26
	0.42	8	52	44	41	40	38	36	35	32	31	30
1.52	0.35	6	42	36	33	33	31	29	29	26	25	24
(18 gage)	0.38	7	46	39	37	36	34	32	32	29	28	27
	0.42	8	53	45	42	41	39	37	36	32	32	31
	0.45	9	62	53	48	48	45	43	42	38	37	36
	0.48	10	66	57	53	52	49	46	45	41	40	39
0.19	0.35	6	43	37	34	34	32	30	30	27	26	26
(14 gage)	0.38	7	48	41	38	37	35	34	33	29	29	28
	0.42	8	54	47	43	42	40	38	37	34	33	32
	0.45	9	63	54	50	49	47	44	43	39	38	37
	0.48	10	68	58	54	53	50	48	47	42	41	40
	0.55	12	84	72	67	66	63	59	58	52	51	49
	0.61	14	92	79	73	72	68	64	63	57	56	54
0.27	0.35	6	47	41	38	37	36	34	33	30	29	29
(12 gage)	0.38	7	52	45	42	41	39	37	36	33	32	31
	0.42	8	58	50	47	46	44	42	41	37	36	35
	0.45	9	67	58	54	53	50	48	47	42	41	40
	0.48	10	72	63	58	57	54	51	50	45	44	43
	0.55	12	89	76	71	69	66	63	61	55	54	53
	0.61	14	96	83	77	76	72	68	67	60	59	57
0.30	0.35	6	50	43	40	39	38	36	35	32	31	30
(11 gage)	0.38	7	54	47	44	43	41	39	38	34	34	33
	0.42	8	61	53	49	48	46	43	43	39	38	37
	0.45	9	70	60	56	55	53	50	48	44	43	42
	0.48	10	75	65	60	59	57	53	53	47	47	45
	0.55	12	92	79	73	72	69	65	63	57	56	55
	0.61	14	99	86	79	78	74	70	69	62	61	59
0.34	0.35	6	53	45	42	42	40	38	37	33	33	32
(10 gage)	0.38	7	57	50	46	45	43	41	40	36	36	35
	0.42	8	64	55	52	51	48	46	45	40	40	39
	0.45	9	72	63	58	58	55	52	51	46	45	44
	0.48	10	78	67	63	62	59	56	55	49	48	47
	0.55	12	95	82	76	74	71	67	66	59	58	57
	0.61	14	102	88	82	80	77	72	71	64	63	61
0.45	0.35	6	57	48	45	44	42	39	38	34	34	33
(7 gage)	0.38	7	63	53	49	48	46	43	42	38	37	36
	0.42	8	72	62	57	56	53	50	49	43	43	42
	0.45	9	83	72	67	66	63	58	58	51	50	49
	0.48	10	90	78	72	71	67	63	62	55	54	53
	0.55	12	106	92	86	84	81	76	75	67	66	65
	0.61	14	114	98	92	90	86	81	80	72	71	69
0.61	0.35	6	57	48	45	44	42	39	38	34	34	33
(3 gage)	0.38	7	63	53	49	48	46	43	42	38	37	36
	0.42	8	72	62	57	56	53	50	49	43	43	42
	0.45	9	85	72	67	66	63	58	58	51	50	49
	0.48	10	92	78	72	71	67	63	62	55	54	53
	0.55	12	116	99	91	89	85	80	78	70	68	67
	0.61	14	128	109	101	98	94	88	86	77	76	73

(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای پیچ چوب با رزوه نورد شده هستند (به ضمیمه L رجوع شود) که در عضو فرعی نفوذ کرده. عمود بر الیاف چوب- حداقل نفوذ در عضو اصلیDP ۱۰- مقاومت تکیه گاه پینی $F_e = 6090 Kg/cm^2$ برای فولاد ASTM A653، مقاومت تسلیم خمش پیچ $F_{yb} = 7000 Kg/cm^2$ برای $0.25cm \le D \le 0.36cm$، $F_{yb} = 6300 Kg/cm^2$ برای $0.36cm < D \le 0.45cm$ و $F_{yb} = 5600 Kg/cm^2$ برای $0.45cm < D \le 0.60cm$، $F_{yb} = 4900 Kg/cm^2$ برای $0.6cm < D \le 0.70cm$.

(۳). وقتی $6D \le P < 10D$ باشد، مقاومت برشی جدول باید در $\frac{P}{10D}$ ضرب شود.

جدول (11N). میخ های سیمی معمولی، جعبه یا سرشیپوری: مقاومت برشی مرجع (Z) برای اتصال دوعضوی (یک صفحه برش)، Kg [1,2,3]

ضخامت cm / عضو فرعی t_s	قطر میخ D cm	میخ سیمی معمولی	میخ جعبه	میخ سرشیپوری	G = 0.67 بلوط	G = 0.55 افرا- کاج های جنوب	G = 0.50 دوگلاس- لاریکس	G = 0.49 دوگلاس- لاریکس شمال	G = 0.46 دوگلاس (جنوب) هملاک- نزاد (شمال)	G = 0.43 هملاک- نزاد	G = 0.42 نوئل- کاج- نزاد	G = 0.37 سرخ چوب (درشت بافت)	G = 0.36 سوزنی برگان شرق نوئل- نزاد- کاج- سروها	G = 0.35 گونه های شمال
		پنی ویت (5)												
1.9	0.25		6d	7d	33	28	25	24	23	22	21	18	17	16
	0.29	6d	8d	8d	43	36	33	32	29	26	26	21	21	20
	0.30			10d	48	40	36	35	32	29	28	24	23	22
	0.33		10d		55	46	39	38	35	32	31	26	25	24
	0.33	8d			58	47	41	39	36	33	32	27	26	25
	0.34		16d	12d	61	49	43	41	38	34	34	29	28	26
	0.38	10d	20d	16d	70	55	48	46	43	39	38	32	31	30
	0.41	16d	40d		83	63	55	53	49	45	43	37	36	35
	0.45			20d	91	69	61	59	55	50	48	42	41	39
	0.49	20d		30d	93	71	63	61	57	52	50	43	42	41
	0.53	30d		40d	98	75	67	65	60	55	54	47	46	44
	0.57	40d			104	81	72	70	65	60	58	51	50	48
	0.62	50d		60d	106	82	73	72	67	62	60	52	51	49
2.5	0.25		6d	7d	33	28	25	24	23	22	21	19	19	18
	0.29	6d	8d	8d	43	36	33	32	30	29	28	25	24	23
	0.30			10d	48	40	37	36	34	32	31	27	27	25
	0.33		10d		55	46	42	41	39	36	36	30	29	28
	0.33	8d			58	48	44	43	41	38	37	31	30	29
	0.34		16d	12d	61	51	47	46	43	40	39	32	31	30
	0.38	10d	20d	16d	70	58	53	52	49	45	43	36	35	34
	0.41	16d	40d		83	70	64	62	57	51	49	41	40	39
	0.45			20d	96	81	70	68	63	57	55	46	45	43
	0.49	20d		30d	55	83	72	70	64	58	56	48	46	44
	0.53	30d		40d	110	87	76	73	67	61	59	50	49	47
	0.57	40d			121	92	80	77	72	65	63	54	53	51
	0.62	50d		60d	124	94	82	79	73	67	65	56	54	52
3.2	2.51		6d	7d	33	28	25	24	23	22	21	19	19	18
	0.29	6d	8d	8d	43	36	33	32	30	29	28	25	24	24
	0.30			10d	48	40	37	36	34	32	31	28	27	27
	0.33		10d		55	46	42	41	39	36	36	32	31	30
	0.33	8d			58	48	44	43	41	38	37	33	33	32
	0.34		16d	12d	61	51	47	46	43	40	40	35	34	34
	0.38	10d	20d	16d	70	58	53	52	49	46	45	40	39	38
	0.41	16d	40d		83	70	64	63	59	55	54	47	45	43
	0.45			20d	96	81	74	72	68	64	62	51	50	48
	0.49	20d		30d	101	84	77	75	71	66	63	53	51	49
	0.53	30d		40d	110	92	84	82	77	69	67	56	54	52
	0.57	40d			121	101	91	87	80	72	70	59	58	55
	0.62	50d		60d	125	104	92	89	82	74	72	60	58	56
3.8	2.51		6d	7d	33	28	25	24	23	22	21	19	19	18
	0.29	6d	8d	8d	43	36	33	32	30	29	28	25	24	24
	0.30			10d	48	40	37	36	34	32	31	28	27	27
	0.33		10d		55	46	42	41	39	36	36	32	31	30
	0.33	8d			58	48	44	43	41	38	37	33	33	32
	0.34		16d	12d	61	51	47	46	43	40	40	35	34	34
	0.38	10d	20d	16d	70	58	53	52	49	46	45	40	39	38
	0.41	16d	40d		83	70	64	63	59	55	54	48	47	46
	0.45			20d	96	81	74	72	68	64	63	56	55	53
	0.49	20d		30d	101	84	77	75	71	67	65	58	57	54
	0.53	30d		40d	110	92	84	82	78	73	72	61	59	57
	0.57	40d			121	101	93	91	86	81	78	65	63	60
	0.62	50d		60d	125	104	96	93	89	82	79	66	64	61
4.4	0.29		8d		43	36	33	32	30	29	28	25	24	24
	0.30			10d	48	40	37	36	34	32	31	28	27	27
	0.33		10d		55	46	42	41	39	36	36	32	31	30
	0.34		16d	12d	61	51	47	46	43	40	40	35	34	34
	0.38	10d	20d	16d	70	58	53	52	49	46	45	40	39	38
	0.41	16d	40d		83	70	64	63	59	55	54	48	47	46
	0.45			20d	96	81	74	72	68	64	63	56	55	53
	0.49	20d		30d	101	84	77	75	71	67	65	58	57	55
	0.53	30d		40d	110	92	84	82	78	73	72	63	62	60
	0.57	40d			121	101	93	91	86	81	79	70	68	65
	0.62	50d		60d	125	104	96	93	89	83	81	72	70	67

(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

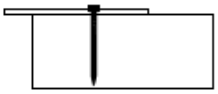
(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای برای میخ سیمی معمولی، جعبه و سرشیپوری هستند (به ضمیمه L رجوع شود) که در عضو فرعی نفوذ کرده. عمود بر الیاف چوب- حداقل نفوذ در عضو اصلیDP ۱۰- مقاومت تسلیم خمش میخ $7000^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.25cm \le D \le 0.36cm$، $F_{yb} = 6300^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.36cm < D \le 0.45cm$ و $F_{yb} = 5600^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.45cm < D \le 0.60cm$، $F_{yb} = 4900^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.6cm < D \le 0.70cm$.

(۳). وقتی $6D \le P < 10D$ باشد، مقاومت برشی جدول باید در $\frac{P}{10D}$ ضرب شود.

(۴). طول میخ برای احراز D۱۰ کافی نباشد، مقدار (Z) باید طبق زیرنویس (۳) تنظیم شود.

(۵). معادل ۱/۵۵ گرم- اندازه های فیزیکی میخ ها در ضمیمه L ارائه شده است.

جدول (11P). میخ های سیمی معمولی، جعبه یا سرشیپوری: مقاومت برشی مرجع (Z) برای اتصال دوعضوی (یک صفحه برش) Kg [1,2,3]



ضخامت cm عضو فرعی t_s	قطر میخ D cm	میخ سیمی معمولی (4) پنی ویت	میخ جعبه (4) پنی ویت	میخ سرشیپوری (4) پنی ویت	با وصله های فولاد ASTM A653 (۳۳درجه) G = 0.67 بلوط	G = 0.55 افرا- کاج های جنوب	G = 0.50 دوگلاس- لاریکس	G = 0.49 دوگلاس- لاریکس شمال	G = 0.46 دوگلاس (جنوب) همیلاک- نزاد (شمال)	G = 0.43 همیلاک- نزاد	G = 0.42 نوئل- کاج- نزاد	G = 0.37 سرخ چوب (درشت بافت)	G = 0.36 سوزنی برگان شرق نوئل- نزاد- کاج- سروها	G = 0.35 گونه های شمال
0.64 (20 gage)	0.25		6d	7d	31	27	24	24	23	22	21	19	19	18
	0.29	6d	8d	8d	40	34	32	31	30	28	27	24	24	24
	0.30			10d	45	39	36	35	34	31	31	28	27	26
	0.33		10d		52	44	41	40	38	36	35	31	31	30
	0.33	8d			54	46	43	42	40	37	37	33	32	31
	0.34		16d	12d	58	49	45	44	42	39	39	35	34	33
	0.38	10d	20d	16d	66	56	52	50	48	45	44	39	39	38
0.64 (18 gage)	0.25		6d	7d	32	27	25	24	24	22	22	19	19	19
	0.29	6d	8d	8d	41	35	32	32	30	29	28	25	24	24
	0.30			10d	46	39	36	35	34	32	31	28	28	27
	0.33		10d		52	44	41	40	39	36	35	32	31	30
	0.33	8d			54	47	43	42	40	38	37	33	33	32
	0.34		16d	12d	58	49	46	45	43	40	39	35	34	34
	0.38	10d	20d	16d	66	56	52	51	48	46	45	40	39	38
	0.41	16d	40d		79	67	62	61	58	54	53	48	47	46
	0.45			20d	91	77	72	70	67	63	62	55	54	53
	0.49	20d		30d	95	81	74	73	69	65	64	57	56	55
	0.53	30d		40d	104	88	81	80	76	71	70	63	62	60
0.64 (16 gage)	0.25		6d	7d	33	28	26	25	24	23	23	20	20	19
	0.29	6d	8d	8d	42	36	33	33	31	29	29	26	25	24
	0.30			10d	47	40	37	36	34	33	32	29	28	28
	0.33		10d		53	45	42	41	39	37	36	33	32	31
	0.33	8d			55	47	44	43	41	39	38	34	33	32
	0.34		16d	12d	58	50	46	45	43	41	40	36	35	34
	0.38	10d	20d	16d	67	57	53	52	49	46	45	41	40	39
	0.41	16d	40d		79	68	63	61	58	55	54	48	48	46
	0.45			20d	92	78	72	71	67	63	62	56	55	53
	0.49	20d		30d	95	81	75	73	70	66	64	58	57	55
	0.53	30d		40d	104	88	82	80	76	72	70	63	62	60
	0.57	40d			115	97	90	88	84	79	77	69	68	66
	0.62	50d		60d	118	100	92	91	87	81	80	71	70	68
0.64 (14 gage)	0.25		6d	7d	34	29	27	27	25	24	24	21	21	20
	0.29	6d	8d	8d	43	37	34	34	32	30	30	27	26	26
	0.30			10d	48	41	39	38	36	34	33	30	29	29
	0.33		10d		54	47	43	42	40	38	37	34	33	32
	0.33	8d			57	48	45	44	42	40	39	35	34	34
	0.34		16d	12d	60	51	48	47	44	42	41	37	36	35
	0.38	10d	20d	16d	68	58	54	53	50	48	47	42	41	40
	0.41	16d	40d		81	69	64	63	60	56	55	49	48	47
	0.45			20d	92	79	73	72	68	64	63	57	56	54
	0.49	20d		30d	96	82	76	75	71	67	66	59	58	56
	0.53	30d		40d	105	90	83	81	77	73	71	64	63	61
	0.57	40d			115	98	91	89	85	80	78	70	69	67
	0.62	50d		60d	118	101	93	92	87	82	81	72	71	69
0.64 (12 gage)	0.25		6d	7d	38	33	31	30	29	27	27	24	24	23
	0.29	6d	8d	8d	47	41	38	37	36	34	33	30	29	29
	0.30			10d	52	45	42	41	39	37	36	33	32	31
	0.33		10d		58	50	47	46	44	41	41	37	36	35
	0.33	8d			61	53	48	48	46	43	42	38	37	36
	0.34		16d	12d	64	55	51	50	48	45	44	40	39	38
	0.38	10d	20d	16d	72	62	58	57	54	51	50	45	44	43
	0.41	16d	40d		85	73	67	66	63	60	58	53	52	50
	0.45			20d	96	83	77	75	72	67	67	60	59	57
	0.49	20d		30d	100	86	79	78	74	70	69	62	61	59
	0.53	30d		40d	108	93	86	84	80	76	74	67	66	64
	0.57	40d			118	101	94	92	87	82	81	73	72	69
	0.62	50d		60d	121	104	96	94	90	85	83	75	73	72

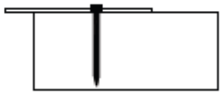
(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای برای میخ سیمی معمولی، جعبه و سرشیپوری هستند (به ضمیمه L رجوع شود) که در عضو فرعی نفوذ کرده. عمود بر الیاف چوب- حداقل نفوذ در عضو اصلیDP ۱۰- مقاومت تسلیم خمش میخ $7000^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.25cm \le D \le 0.36cm$، $F_{yb} = 6300^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.36cm < D \le 0.45cm$ و $5600^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.45cm < D \le 0.60cm$، $F_{yb} = 4900^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.6cm < D \le 0.70cm$.

(۳). وقتی $6D \le P < 10D$ باشد، مقاومت برشی جدول باید در $\frac{P}{10D}$ ضرب شود.

(۴). معادل ۱/۵۵ گرم- اندازه های فیزیکی میخ ها در ضمیمه L ارائه شده است.

ادامه جدول (11P). میخ های سیمی معمولی، جعبه یا سرشیپوری: مقاومت برشی مرجع (Z) برای اتصال دوعضوی (یک صفحه برش) Kg [1,2,3]



ضخامت cm / عضو فرعی t_s	قطر میخ D cm	میخ سیمی معمولی	میخ جعبه	میخ سرشیپوری	G = 0.67 بلوط	G = 0.55 افرا- کاج های جنوب	G = 0.50 دوگلاس- لاریکس	G = 0.49 دوگلاس- لاریکس شمال	G = 0.46 دوگلاس (جنوب) هملاک- نزاد	G = 0.43 هملاک- نزاد	G = 0.42 نوئل- کاج- نزاد	G = 0.37 سرخ چوب (درشت بافت)	G = 0.36 سوزنی برگان شرق نوئل- نزاد- کاج- سروها	G = 0.35 گونه های شمال
		پنی ویت (4)												
0.12 (11 gage)	0.251		6d	7d	41	35	33	32	31	29	29	26	25	24
	0.287	6d	8d	8d	50	43	40	39	38	36	35	32	31	30
	0.305			10d	55	48	44	43	41	39	39	34	34	33
	0.325		10d		61	53	49	48	46	43	43	39	38	37
	0.333	8d			63	55	51	50	48	45	44	40	39	38
	0.343		16d	12d	67	58	53	53	50	47	46	42	41	40
	0.376	10d	20d	16d	75	65	60	59	56	53	52	47	46	45
	0.411	16d	40d		87	75	70	69	66	62	61	55	54	52
	0.45			20d	99	85	79	77	74	70	68	62	61	59
	0.488	20d		30d	102	88	82	80	77	72	71	64	63	61
	0.526	30d		40d	111	95	88	87	82	78	76	68	67	66
	0.572	40d			120	103	96	94	90	84	83	74	73	71
	0.62	50d		60d	123	106	98	96	92	87	85	77	75	73
0.340 (10 gage)	0.251		6d	7d	43	37	34	34	32	30	29	26	25	24
	0.287	6d	8d	8d	53	45	42	42	40	38	37	33	33	31
	0.305			10d	58	50	46	45	43	41	40	36	36	34
	0.325		10d		63	55	51	50	48	45	44	40	39	39
	0.333	8d			66	57	53	52	50	47	46	42	41	40
	0.343		16d	12d	69	60	56	55	52	49	48	43	43	42
	0.376	10d	20d	16d	78	64	63	61	58	55	54	49	48	47
	0.411	16d	40d		90	79	72	71	68	64	63	57	56	54
	0.45			20d	101	88	82	80	77	72	71	64	63	61
	0.488	20d		30d	105	91	84	82	79	74	73	66	65	63
	0.526	30d		40d	113	97	90	89	85	80	78	71	69	67
	0.572	40d			122	106	98	96	92	87	85	76	75	73
	0.62	50d		60d	125	108	100	98	94	88	87	78	77	75
0.455 (7 gage)	0.251		6d	7d	44	37	34	34	32	30	29	26	25	24
	0.287	6d	8d	8d	57	48	45	43	42	39	38	34	34	32
	0.305			10d	64	55	50	49	47	44	43	39	38	36
	0.325		10d		73	62	57	56	53	50	49	44	43	41
	0.333	8d			76	65	60	59	56	53	52	46	45	43
	0.343		16d	12d	79	69	64	63	59	56	55	49	48	45
	0.376	10d	20d	16d	88	77	72	70	67	63	62	56	55	53
	0.411	16d	40d		101	88	82	80	77	72	71	64	63	62
	0.45			20d	113	97	91	89	85	81	79	71	70	68
	0.488	20d		30d	116	101	93	92	88	83	81	73	72	70
	0.526	30d		40d	123	107	99	97	93	88	86	78	77	74
	0.572	40d			132	114	106	104	100	94	92	83	82	80
	0.62	50d		60d	135	117	109	106	102	96	94	85	84	82
0.607 (3 gage)	0.251		6d	7d	44	37	34	34	32	30	29	26	25	24
	0.287	6d	8d	8d	57	48	45	44	42	39	38	34	34	32
	0.305			10d	64	55	50	49	47	44	43	39	38	36
	0.325		10d		73	62	57	56	53	50	49	44	43	41
	0.333	8d			77	65	60	59	56	53	52	46	45	43
	0.343		16d	12d	82	69	64	63	59	56	55	49	48	45
	0.376	10d	20d	16d	93	79	72	71	67	63	62	56	55	53
	0.411	16d	40d		111	95	87	85	81	76	75	67	66	63
	0.45			20d	129	109	101	99	94	88	87	77	76	73
	0.488	20d		30d	134	114	105	103	98	92	90	80	79	77
	0.526	30d		40d	140	122	114	111	107	101	98	88	87	84
	0.572	40d			149	129	120	118	113	106	105	95	93	91
	0.62	50d		60d	152	132	123	120	115	109	107	96	95	92

(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای برای میخ سیمی معمولی، جعبه و سرشیپوری هستند (به ضمیمه L رجوع شود) که در عضو فرعی نفوذ کرده. عمود بر الیاف چوب- حداقل نفوذ در عضو اصلیDP ۱۰- مقاومت تسلیم خمش میخ $7000^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.25cm \le D \le 0.36cm$، $F_{yb} = 6300^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.36cm < D \le 0.45cm$ و $F_{yb} = 5600^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.45cm < D \le 0.60cm$، $F_{yb} = 4900^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.6cm < D \le 0.70cm$.

(۳). وقتی $6D \le P < 10D$ باشد، مقاومت برشی جدول باید در $\frac{P}{10D}$ ضرب شود.

(۴). معادل ۱/۵۵ گرم- اندازه های فیزیکی میخ ها در ضمیمه L ارائه شده است.

جدول(Q۱۱). میخ های سیمی معمولی، جعبه یا سرشیپوری: مقاومت برشی مرجع (Z) برای اتصال دوعضوی (یک صفحه برش)، Kg

ضخامت cm / عضو فرعی t_s	قطر میخ D cm	میخ سیمی معمولی	میخ جعبه	میخ سرشیپوری	G = 0.67 بلوط	G = 0.55 افرا- کاج های جنوب	G = 0.50 دوگلاس- لارچ کوهی	G = 0.49 دوگلاس- لارچ کوهی شمال	G = 0.46 دوگلاس (جنوب) هملاک- نزاد	G = 0.43 هملاک- نزاد	G = 0.42 نوئل- کاج- نزاد	G = 0.37 سرخ چوب (درشت بافت)	G = 0.36 سوزنی برگان شرق نوئل- نزاد- کاج- سروها	G = 0.35 گونه های شمال
		پنی ویت #												
0.95	0.25		6d	7d	21	20	19	19	19	18	18	17	17	17
	0.29	6d	8d	8d	27	25	24	24	24	23	23	21	21	21
	0.30			10d	30	28	27	27	26	25	25	24	24	23
	0.33		10d		34	32	31	30	29	29	29	27	26	26
	0.33	8d			35	33	32	32	31	30	29	28	28	27
	0.34		16d	12d	38	35	34	34	33	32	31	29	29	29
	0.38	10d	20d	16d	43	40	39	38	37	36	35	33	33	32
1.11	0.25		6d	7d	23	21	20	20	20	19	19	18	18	18
	0.29	6d	8d	8d	28	26	25	25	25	24	24	22	22	22
	0.30			10d	31	29	29	28	27	27	26	25	24	24
	0.33		10d		35	33	32	31	31	30	29	28	27	27
	0.33	8d			36	34	33	33	32	31	30	29	29	28
	0.34		16d	12d	39	36	35	34	34	33	32	30	30	29
	0.38	10d	20d	16d	43	41	39	39	38	37	36	34	34	33
	0.41	16d	40d		52	48	46	46	45	43	43	40	40	39
1.19	0.25		6d	7d	23	22	21	21	20	20	20	19	19	18
	0.29	6d	8d	8d	29	27	26	26	25	24	24	23	23	22
	0.30			10d	32	30	29	29	28	27	27	25	25	24
	0.33		10d		35	34	32	32	31	30	30	28	28	28
	0.33	8d			37	35	34	33	33	32	31	29	29	29
	0.34		16d	12d	39	37	35	35	34	33	33	31	30	30
	0.38	10d	20d	16d	44	41	40	39	39	38	37	35	34	34
	0.41	16d	40d		52	49	47	47	45	44	43	41	40	40
1.51	0.25		6d	7d	26	25	24	24	23	23	23	21	21	21
	0.29	6d	8d	8d	32	30	29	29	28	28	27	26	25	25
	0.30			10d	35	33	32	32	31	30	30	28	28	27
	0.33		10d		39	36	35	35	34	33	33	31	31	30
	0.33	8d			40	38	36	36	35	34	34	32	32	31
	0.34		16d	12d	42	39	38	38	37	36	36	34	33	33
	0.38	10d	20d	16d	47	44	43	43	42	40	40	38	37	37
	0.41	16d	40d		55	52	50	49	48	47	46	43	43	43
	0.45			20d	62	58	56	56	54	53	52	49	48	48
	0.49	20d		30d	64	60	58	58	56	54	54	51	50	49
1.83	0.25		6d	7d	28	26	25	25	24	23	23	21	21	21
	0.29	6d	8d	8d	35	34	33	32	31	30	30	28	28	27
	0.30			10d	39	36	35	35	34	33	33	31	31	30
	0.33		10d		42	40	39	39	38	36	36	34	34	34
	0.33	8d			43	41	40	39	39	38	37	35	35	34
	0.34		16d	12d	46	43	42	41	40	39	39	37	37	36
	0.38	10d	20d	16d	51	48	47	46	45	44	43	41	41	40
	0.41	16d	40d		59	55	53	53	52	50	50	47	47	46
	0.45			20d	66	62	60	59	58	56	56	53	52	51
	0.49	20d		30d	68	64	62	61	60	58	58	54	53	53
2.54	0.25		6d	7d	28	26	25	25	24	23	23	21	21	21
	0.29	6d	8d	8d	37	34	33	32	31	30	30	28	28	27
	0.30			10d	42	39	37	37	35	34	34	31	31	30
	0.33		10d		47	44	42	42	40	39	39	36	35	35
	0.33	8d			49	46	44	43	42	41	40	38	37	36
	0.34		16d	12d	53	49	47	46	45	43	43	40	39	39
	0.38	10d	20d	16d	60	56	53	53	51	49	49	45	45	44
	0.41	16d	40d		70	66	64	63	61	59	58	54	54	53
	0.45			20d	77	72	70	70	68	66	66	62	62	61
	0.49	20d		30d	79	74	72	72	70	68	67	64	63	63
2.86	0.33		10d		47	44	42	42	40	39	39	36	35	35
	0.33	8d			49	46	44	43	42	41	40	38	37	36
	0.34		16d	12d	53	49	47	46	45	43	43	40	39	39
	0.38	10d	20d	16d	60	56	53	53	51	49	49	45	45	44
	0.41	16d	40d		72	67	64	63	61	59	58	54	54	53
	0.45			20d	82	77	74	73	71	68	67	63	62	61
	0.49	20d		30d	84	80	77	76	74	71	70	66	65	63
3.18	0.38	10d	20d	16d	60	56	53	53	51	49	49	45	45	44
	0.41	16d	40d		72	67	64	63	61	59	58	54	54	53
	0.45			20d	83	77	74	73	71	68	67	63	62	61
	0.49	20d		30d	87	80	77	76	74	71	70	66	65	63

(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای برای میخ سیمی معمولی، جعبه و سرشیپوری هستند (به ضمیمه L رجوع شود) که در عضو فرعی نفوذ کرده. عمود بر الیاف چوب- حداقل نفوذ در عضو اصلیDP ۱۰- مقاومت تسلیم خمش میخ $7000^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.25cm \le D \le 0.36cm$، $F_{yb} = 6300^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.36cm < D \le 0.45cm$ و $F_{yb} = 5600^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.45cm < D \le 0.60cm$، $F_{yb} = 4900^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.6cm < D \le 0.70cm$.

(۳). وقتی $6D \le P < 10D$ باشد، مقاومت برشی جدول باید در $\frac{P}{10D}$ ضرب شود.

(۴). طول میخ برای احراز D۱۰ کافی نباشد، مقدار (Z) باید طبق زیرنویس (۳) تنظیم شود.

(۵). مقادیر (Z) در جدول برای ضخامت بیشتر عضو فرعی مشمول تنظیم طبق زیرنویس (۳) می باشند.

جدول(R۱۱). میخ های سیمی معمولی، جعبه یا سرشیپوری: مقاومت برشی مرجع (Z) برای اتصال دوعضوی (یک صفحه برش)، Kg

ضخامت عضو فرعی t_s cm	قطر میخ D cm	میخ سیمی معمولی	میخ جعبه	میخ سرشیپوری	G = 0.67 بلوط	G = 0.55 افرا- کاج های جنوب	G = 0.50 دوگلاس- لاریکس	G = 0.49 دوگلاس- لاریکس شمال	G = 0.46 دوگلاس (جنوب) هملاک- نزاد	G = 0.43 هملاک- نزاد	G = 0.42 نوئل- کاج- نزاد	G = 0.37 سرخ چوب (دوشت پلانت)	G = 0.36 سوزنی برگان شرق نوئل- نزاد- کاج- سروها	G = 0.35 گونه های شمال
		پنی ویت (5)												
0.95	0.25		6d	7d	19	18	17	17	16	16	16	15	15	14
	0.29	6d	8d	8d	24	22	22	21	21	20	20	19	19	19
	0.30			10d	26	25	24	24	24	23	23	21	21	21
	0.33		10d		30	28	27	27	27	26	25	24	24	24
	0.33	8d			31	29	29	29	28	27	27	25	25	24
	0.34		16d	12d	33	31	30	30	29	29	28	27	26	26
	0.38	10d	20d	16d	38	36	34	34	34	33	32	30	30	29
1.11	0.25		6d	7d	19	18	18	17	17	17	16	16	15	15
	0.29	6d	8d	8d	24	23	22	22	22	21	21	19	19	19
	0.30			10d	27	25	24	24	24	23	23	22	22	21
	0.33		10d		30	29	28	28	27	26	26	24	24	24
	0.33	8d			32	30	29	29	28	27	27	26	25	25
	0.34		16d	12d	34	32	31	30	30	29	29	27	27	26
	0.38	10d	20d	16d	38	36	35	34	34	33	33	31	30	30
	0.41	16d	40d		45	43	42	41	40	39	39	37	36	35
1.19	0.25		6d	7d	19	19	18	18	18	17	17	16	16	16
	0.29	6d	8d	8d	24	23	23	27	22	21	21	20	20	19
	0.30			10d	27	26	25	25	24	24	24	22	22	22
	0.33		10d		31	29	28	28	27	27	26	25	25	24
	0.33	8d			32	30	29	29	29	28	28	26	26	25
	0.34		16d	12d	34	32	31	31	30	29	29	28	27	27
	0.38	10d	20d	16d	39	36	35	35	34	33	33	31	31	30
	0.41	16d	40d		46	43	42	41	40	39	39	37	36	36
1.51	0.25		6d	7d	21	20	20	19	19	19	19	18	18	17
	0.29	6d	8d	8d	26	25	24	24	24	23	23	22	22	21
	0.30			10d	29	28	27	27	26	25	25	24	24	24
	0.33		10d		32	31	30	29	29	28	28	27	26	26
	0.33	8d			34	32	31	31	30	29	29	28	28	27
	0.34		16d	12d	35	34	33	32	32	31	31	29	29	29
	0.38	10d	20d	16d	40	38	37	37	36	35	34	33	33	32
	0.41	16d	40d		47	44	43	43	42	41	40	39	38	38
	0.45			20d	53	51	49	49	48	46	46	43	43	43
	0.49	20d		30d	56	53	51	51	49	48	48	45	45	44
1.83	0.25		6d	7d	24	23	22	22	21	21	21	20	19	19
	0.29	6d	8d	8d	29	27	26	26	26	25	25	24	24	24
	0.30			10d	31	30	29	29	28	28	27	26	26	25
	0.33		10d		34	33	32	32	31	30	30	29	29	28
	0.33	8d			36	34	33	33	32	32	31	30	29	29
	0.34		16d	12d	38	36	35	34	34	33	33	31	31	30
	0.38	10d	20d	16d	42	40	39	39	38	37	37	35	35	34
	0.41	16d	40d		49	47	45	45	44	43	43	41	40	39
	0.45			20d	55	53	51	51	50	48	48	46	45	44
	0.49	20d		30d	58	54	53	53	52	50	50	47	47	46
2.54	0.25		6d	7d	25	24	23	23	22	22	21	20	20	19
	0.29	6d	8d	8d	33	31	30	30	29	28	28	26	26	25
	0.30			10d	37	35	34	34	33	32	31	29	29	29
	0.33		10d		41	39	39	38	37	36	36	34	33	33
	0.33	8d			42	40	39	39	39	38	37	35	35	34
	0.34		16d	12d	44	42	41	41	40	39	39	37	37	36
	0.38	10d	20d	16d	49	47	46	46	45	44	43	41	41	41
	0.41	16d	40d		56	53	52	52	51	50	49	47	47	46
	0.45			20d	62	59	58	58	57	55	55	52	52	51
	0.49	20d		30d	64	61	59	59	58	57	56	53	53	53
2.86	0.33		10d		42	40	39	38	37	36	36	34	33	33
	0.33	8d			44	42	40	40	39	38	37	35	35	34
	0.34		16d	12d	47	44	43	43	41	40	40	37	37	36
	0.38	10d	20d	16d	53	50	49	48	47	46	45	43	42	41
	0.41	16d	40d		60	58	56	56	54	53	53	50	50	49
	0.45			20d	66	63	62	61	60	58	58	55	55	54
	0.49	20d		30d	68	65	63	63	62	60	60	57	57	56
3.18	0.38	10d	20d	16d	53	50	49	48	47	46	45	43	42	41
	0.41	16d	40d		64	61	58	58	57	55	54	51	50	49
	0.45			20d	70	67	65	65	64	63	62	59	58	57
	0.49	20d		30d	72	69	67	67	65	64	63	61	60	59

(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

(۲). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (Z) برای برای میخ سیمی معمولی، جعبه و سرشیپوری هستند (به ضمیمه L رجوع شود) که در عضو فرعی نفوذ کرده. عمود بر الیاف چوب- حداقل نفوذ در عضو اصلیDP ۱۰- مقاومت تسلیم خمش میخ

$7000^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.25cm \le D \le 0.36cm$ ، $F_{yb} = 6300^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.36cm < D \le 0.45cm$ و

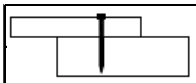
$F_{yb} = 5600^{Kg}/_{cm^2}$ برای $0.45cm < D \le 0.60cm$

(۳). وقتی $6D \le P < 10D$ باشد، مقاومت برشی جدول باید در $\frac{P}{10D}$ ضرب شود.

(۴). طول میخ برای احراز D۱۰ کافی نباشد، مقدار (Z) باید طبق زیرنویس (۳) تنظیم شود.

(۵). مقادیر (Z) در جدول برای ضخامت بیشتر عضو فرعی مشمول تنظیم طبق زیرنویس (۳) می باشند

جدول (S۱۱). مقاومت های برشی (جانبی) مرجع طراحی میخ های با محور رزوه حلقوی، Z در اتصال دوعضوی (یک صفحهٔ برش)[۱، ۲، ۳] Kg



در چوب ماسیو یا چندسازه ای و اعضای اتصال با جرم ویژه مساوی

(مقادیر در جدول بر مبنای طول نفوذ میخ، P در عضو اصلی تا ۱۰D محاسبه می شوند)

ضخامت عضو فرعی t_s cm	قطر میخ D cm	طول میخ cm	G = 0.67 سرخ پلوط	G = 0.55 مخلوط افرا کاج جنوب	G=0.5 دوگلاس - لاریکس	G=0.49 دوگلاس لاریکس (شمال)	G=0.46 دوگلاس (جنوب) هملاک - نراد (شمال)	G=0.43 هملاک - نراد	G=0.42 نوئل - کاج - نراد	G=0.37 سرخ چوب (درشت بافت)	G=0.36 سوزنی برگان شرق نوئل - نراد - کاج سروهای غرب	G=0.35 گونه های شمال
	0.34	7.6-8.9	52	40	36	35	33	30	29	26	25	24
	0.38	7.6-11.4	58	45	40	39	37	34	33	29	29	28
1.3	0.45	7.6-20.3	78	63	57	55	52	48	48	42	41	40
	0.51	8.9-20.3	85	68	62	61	57	53	52	46	45	43
	0.53	10.2-20.3	87	71	64	63	59	55	54	48	46	43
	0.34	7.6-8.9	63	48	42	41	38	34	33	28	28	26
	0.38	7.6-11.4	71	53	47	45	42	38	37	32	31	29
1.9	0.45	7.6-20.3	92	71	63	61	57	52	51	44	43	41
	0.51	8.9-20.3	99	76	67	66	61	56	55	48	47	45
	0.53	10.2-20.3	101	78	69	67	63	58	57	49	48	47
	0.34	7.6-8.9	63	52	48	47	44	39	38	32	31	29
	0.38	7.6-11.4	71	59	54	53	48	43	42	35	34	33
2.5	0.45	7.6-20.3	103	82	72	69	64	58	56	48	46	44
	0.51	8.9-20.3	113	87	76	74	68	62	60	51	53	48
	0.53	10.2-20.3	117	89	78	75	70	63	62	53	51	49
	0.34	7.6-8.9	63	52	48	47	44	42	41	36	35	34
	0.38	7.6-11.4	71	59	54	53	50	47	46	40	39	37
3.2	0.45	7.6-20.3	103	86	78	77	72	65	63	53	51	48
	0.51	8.9-20.3	113	94	87	83	77	69	67	56	54	52
	0.53	10.2-20.3	117	98	88	85	78	70	68	57	56	53
	0.34	7.6-8.9	63	52	48	47	44	42	41	36	35	34
	0.38	7.6-11.4	71	59	54	53	50	47	46	41	40	39
3.8	0.45	7.6-20.3	103	86	78	77	73	68	67	58	56	53
	0.51	8.9-20.3	113	94	87	85	80	75	73	62	60	57
	0.53	10.2-20.3	117	98	90	88	83	78	76	63	61	58
	0.34	7.6-8.9	63	52	48	47	44	42	41	36	35	34
	0.38	7.6-11.4	71	59	54	53	50	47	46	41	40	39
4.4	0.45	7.6, 8.89,10.16- 20.3	103	86	78	77	73	68	67	59	58	57
	0.51	8.89,10.16- 20.3	113	94	87	85	80	75	73	65	64	62
	0.53	10.2-20.3	117	98	90	88	83	78	76	67	67	63
	0.34	8.89	63	52	48	47	44	42	41	36	35	34
	0.38	8.89, 10.16, 11.43	71	59	54	53	50	47	46	41	40	39
6.4	0.45	6, 11.43, 12.7, 15.24,	103	86	78	77	73	68	67	59	58	57
	0.51	6, 11.43, 12.7, 15.24,	113	94	87	85	80	75	73	65	64	62
	0.53	6, 11.43, 12.7, 15.24,	117	98	90	88	83	78	76	67	67	64
	0.38	11.43	71	59	54	53	50	47	46	41	40	39
8.9	0.45	12.7, 15.24, 20.3	103	86	78	77	73	68	67	59	58	57
	0.51	12.7, 15.24, 20.3	113	94	87	85	80	75	73	65	64	62
	0.53	12.7, 15.24, 20.3	117	98	90	88	83	78	76	67	67	64

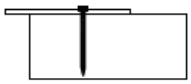
۱. مقادیر در جدول، Z باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

۲. مقادیر در جدول، Z برای میخ با محور رزوه دار حلقوی (به جدول ضمیمه L5 رجوع شود) هستند که عمود بر الیاف چوب کوبیده می شود. نفوذ میخ در عضو اصلی، P =۱۰ D و مقاومت خمشی تسلیم میخ $F_{by} = 9100 Kg/cm^2$ برای $0.3cm < D \le 0.4cm$ و $8100 Kg/cm^2$ برای $0.4cm < D \le 0.5\,cm$ و $7000 Kg/cm^2$ برای $0.5cm < D \le 0.53\,cm$

۳. اگر نفوذ میخ با محور رزوه دار حلقوی، P کم تر از ۱۰D ولی کم تر از۶D نباشد مقادیر Z در جدول باید در $\frac{P}{10D}$ ضرب شود یا با شروط ۱۱-۳ برای نفوذ کم محاسبه شود.

۴. طول میخ کوتاه تر از احراز ۱۰D باشد، مقادیر Z در جدول باید طبق زیرنویس ۳ تنظیم شوند.

جدول (۱۱T). مقاومت های برشی (جانبی) مرجع طراحی میخ های با محور رزوه دار حلقوی، Z در اتصال دوعضوی (یک صفحهٔ برش)[۱، ۲، ۳] Kg



در چوب ماسیو یا چندسازه ای- عضو فرعی (وصله) فولاد ۶۵۳ ASTM A نمره ۳۳

(مقادیر در جدول بر مبنای طول نفوذ میخ، P در عضو اصلی تا ۱۰D محاسبه می شوند)

ضخامت عضو فرعی t_s	قطر میخ D	طول میخ	G= 0.67 سرخ بلوط	G= 0.55 مخلط افرا کاج جنوب	G=0.5 دوگلاس- لاریکس	G=0.49 دوگلاس لاریکس (شمال)	G=0.46 دوگلاس (جنوب) هملاک- زاد (شمال)	G=0.43 هملاک- زاد	G=0.42 نوئل- کاج- زاد	G=0.37 سرخ چوب (درشت بافت)	G=0.36 سوزنی برگان شرق نوئل- زاد- کاج سروهای غرب چوب های غرب	G=0.35 گونه های شمال
mm	cm	cm										
	0.34	7.6-8.9	59	50	46	45	43	40	40	35	35	34.1
1	0.38	7.6-11.4	64	57	52	51	48	46	45	40	39	38.1
20 gage	0.45	7.6-20.3	77	77	76	74	71	66	65	58	57	55.4
	0.51	8.9-20.3	80	80	80	80	78	73	72	64	63	61.3
	0.53	10.2-20.3	81	81	81	81	81	76	74	66	65	63.6
	0.34	7.6-8.9	59	50	47	46	43	41	40	36	35	34.5
	0.38	7.6-11.4	67	57	53	51	49	46	45	40	39	38.6
1.2	0.45	7.6-20.3	96	82	76	74	71	67	65	58	58	55.8
18 gage	0.51	8.9-20.3	106	91	83	82	78	73	72	64	63	61.3
	0.53	10.2-20.3	107	94	87	85	81	76	74	67	65	63.6
	0.34	7.6-8.9	60	51	47	46	44	42	41	37	36	35
	0.38	7.6-11.4	67	57	53	52	49	47	46	41	40	39
1.5	0.45	7.6-20.3	97	83	77	75	71	67	66	59	58	56.3
16 gage	0.51	8.9-20.3	106	91	84	82	78	74	72	65	63	61.7
	0.53	10.2-20.3	111	94	87	85	81	76	75	67	66	64
	0.34	7.6-8.9	61	52	48	47	45	43	42	38	37	35.9
	0.38	7.6-11.4	68	58	54	53	51	48	47	42	41	40
1.9	0.45	7.6-20.3	98	84	77	76	72	68	67	60	59	57.2
14 gage	0.51	8.9-20.3	107	92	85	83	79	74	73	66	64	62.7
	0.53	10.2-20.3	111	95	88	86	82	77	76	68	67	64.9
	0.34	7.6-8.9	64	55	51	50	48	45	44	40	39	37.7
	0.38	7.6-11.4	72	62	58	56	54	51	50	45	44	42.7
2.6	0.45	7.6-20.3	101	87	81	79	75	71	70	63	62	59.9
12 gage	0.51	8.9-20.3	111	95	88	86	82	77	76	68	67	65.4
	0.53	10.2-20.3	114	98	91	89	85	80	78	70	69	67.2
	0.34	7.6-8.9	67	58	53	52	50	47	46	42	41	39
	0.38	7.6-11.4	74	64	59	58	56	53	52	47	46	44.5
3	0.45	7.6-20.3	103	89	82	81	77	73	72	64	63	61.7
11 gage	0.51	8.9-20.3	113	97	90	88	84	79	77	70	69	66.7
	0.53	10.2-20.3	116	100	92	91	87	82	80	72	71	69
	0.34	7.6-8.9	69	60	55	54	52	49	48	43	42	40
	0.38	7.6-11.4	77	67	62	61	58	54	53	48	48	46.3
3.4	0.45	7.6-20.3	106	92	85	83	79	75	73	66	65	63.6
10 gage	0.51	8.9-20.3	115	99	92	90	86	81	80	72	71	68.6
	0.53	10.2-20.3	119	102	95	93	89	84	82	74	72	70.8
	0.34	7.6-8.9	78	67	63	62	59	56	55	48	46	44.5
	0.38	7.6-11.4	87	75	70	68	66	62	61	55	53	51.3
4.5	0.45	7.6-20.3	116	101	93	92	87	83	81	73	72	69.5
7 gage	0.51	8.9-20.3	125	108	100	98	94	89	87	79	77	75.4
	0.53	10.2-20.3	128	111	103	101	96	91	89	81	79	77.2
	0.34	7.6-8.9	83	71	65	64	61	57	56	48	46	44.5
	0.38	7.6-11.4	94	80	73	72	68	64	63	56	54	51.8
6	0.45	7.6-20.3	133	116	107	105	100	94	92	81	79	74.9
3 gage	0.51	8.9-20.3	141	123	114	112	107	101	100	90	88	85.8
	0.53	10.2-20.3	145	125	117	115	110	104	101	92	90	88.1

۱. مقادیر در جدول، Z باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود).

۲. مقادیر در جدول، Z برای میخ با محور رزوه دار حلقوی (به جدول ضمیمه L5 رجوع شود) هستند که عمود بر الیاف چوب کوبیده می شود. نفوذ میخ در عضو اصلی، P =۱۰ D و مقاومت خمشی تسلیم میخ $F_{by} = 9100 Kg/cm^2$ برای $0.3cm < D \le 0.4cm$ و $8100 Kg/cm^2$ برای $0.4cm < D \le 0.5\,cm$ و $7000 Kg/cm^2$ برای $0.5cm < D \le 0.53\,cm$

۳. اگر نفوذ میخ با محور رزوه دار حلقوی، P کم تر از ۱۰D ولی کم تر از۶D نباشد مقادیر Z در جدول باید در $\frac{P}{10D}$ ضرب شود یا با شروط ۱۱-۳ برای نفوذ کم محاسبه شود.

۴. طول میخ کوتاه تر از احراز ۱۰D باشد، مقادیر Z در جدول باید طبق زیرنویس ۳ تنظیم شوند.

فصل دوازدهم

اتصال‌دهنده‌های واشر برشی و حلقه شکافدار

۱۲-۱- عام

۱۲-۲- مقاومت‌های مرجع

۱۲-۳- نصب واشر برشی و حلقه شکافدار

جدول(۱۲A). گروه گونه‌ها برای واشر برشی و حلقه شکافدار

جدول(۱۲-۲A). مقاومت‌های مرجع واحد حلقه شکافدار

جدول(۱۲-۲B). مقاومت‌های مرجع واحد واشر برشی

جدول(۱۲-۲-۳). ضریب عمق نفوذ، C_d برای اتصال‌دهنده‌های واشر برشی و حلقه شکافدار با پیچ‌های سرمهره‌ای

جدول(۱۲-۲-۴). ضریب وصله‌های فلزی (عضو فرعی)، C_{st} برای واشر برشی $10cm$ زیر بار موازی الیاف

جدول(۱۲-۳-۲-۲). ضرایب تعیین حداقل فاصله در راستای محور اتصال‌دهنده برای $C_{\Delta} = 1$

جدول(۱۲-۳-۳-۱-۱). ضرایب تعیین حداقل فاصله در راستای محور برش سطوح شیب‌دار

جدول(۱۲-۳-۳-۱-۲). ضرایب تعیین حداقل فاصله تا لبهٔ زیر بار برای اتصال‌دهنده‌ها در مقطع عرضی

جدول(۱۲-۳-۳-۱-۳). ضرایب تعیین حداقل فاصله تا لبهٔ بدون بار موازی محور برشی

جدول(۱۲-۳-۳-۱-۴). ضرایب تعیین حداقل فاصله تا انتها، موازی محور برش

جدول(۱۲-۳). ضریب هندسی، C_{Δ} برای واشر برشی و حلقه شکافدار

۱۲-۱- عام

۱۲-۱-۱- فصل ۱۲ به طراحی مهندسی اتصال‌ها با واشر برشی یا حلقه شکافدار در چوب ماسیو، سازه‌ای لایه‌ای چندسازه‌ای و چوب اختصاص دارد.

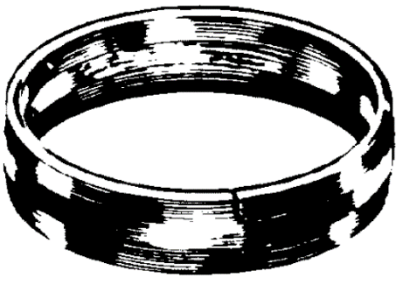
۱۲-۱-۲- واژگان

واحد اتصال‌دهنده باید به یکی از صورت‌های زیر تعریف شود:

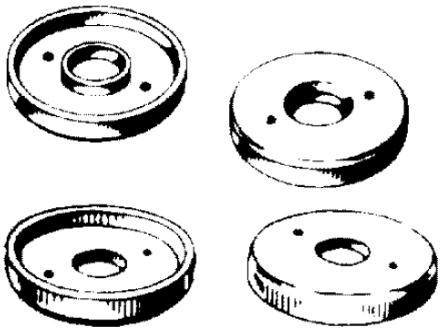
(a). یک حلقه شکافدار با پیچ ماشینی یا سرمهره‌ای آن، در یک صفحه برش (به شکل۱۲A رجوع شود).

(b). دو واشر برشی که پشت به پشت در محل تماس اتصال چوب به چوب به کار می‌رود با پیچ ماشینی یا سرمهره‌ای‌شان، در یک صفحهٔ برش (به شکل‌های ۱۲B و ۱۲C رجوع شود).

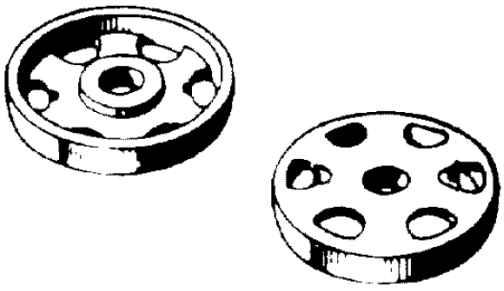
(c). یک واشر برشی با پیچ ماشینی یا سرمهره‌ای آن مرتبط با تسمه یا قطعه (شکل‌دار) فلزی در اتصال چوب به فلز (به شکل‌های ۱۲B و ۱۲C رجوع شود).



شکل(۱۲A). حلقه شکافدار اتصال‌دهنده



شکل(۱۲B). واشر برشی اتصال‌دهنده از فولاد پرسی



شکل(۱۲C). واشر برشی اتصال‌دهنده از آهن نرم

۱۲-۱-۳- کیفیت واشر برشی و حلقه شکافدار اتصال‌دهنده

۱۲-۱-۳-۱- شروط طراحی و مقاومت‌های مرجع متعلق به واشر برشی و حلقه شکافدار نیست که کیفیت زیر را دارند:

(a). حلقه‌های شکافدار تولید شده از SAE۱۰۱۰ فولاد کربن‌دار گرم نورد شده (منبع ۳۷). هر حلقه باید دایره کامل بسته را تشکیل دهد با محور اصلی مقطع عرضی فلز حلقه موازی محور هندسی حلقه. حلقه باید در شیار پیش ساخته کیپ جا شود. این عمل با حلقه‌ای صورت می‌گیرد که از قسمت مرکزی به طرف لبه‌ها حالت نبشی باریک شونده داشته باشد. حلقه باید در یک نقطه از پیرامون چاک (برش خوردگی) کام‌روزبانه‌ای داشته باشد (شکلA۱۲).

(b). واشر برشی اتصال‌دهنده.

۱. نوع ۶/۷cm فولاد پرسی. واشرهای برشی فولاد پرسی تولید شده از SAE۱۰۱۰ فولاد کربن‌دار گرم نورد شده (منبع ۳۷). هر واشر باید قرص کامل لبه‌داری را تشکیل دهد و لبه بر یک طرف آن قائم است. قسمت قرص آن دارای یک سوراخ مرکزی پیچ با توپی مکمل هم مرکز یا بدون توپی مکمل و دو شکاف کوچک در طرفین سوراخ مرکزی و نیمه راه مرکز تا پیرامون (شکلB۱۲).

۲. نوع ۱۰cm از آهن نرم. نوع آهن نرم واشرهای برشی تولید شده طبق درجه ۳۲۵۱۰ از A۴۷ استاندارد ASTM (منبع ۱۱). هر واشر ریخته‌گری شامل قرصی سوراخ‌دار است با لبه قائم در یک طرف پیرامون، قسمت قرص واشر دارای سوراخ مرکزی پیچ با توپی مکمل هم مرکز در سمت لبه است (شکلC۱۲).

۱۲-۱-۳-۲- ابعاد نمونه‌های واشر برشی و حلقه شکافدار اتصال‌دهنده در ضمیمه K ارائه شدند. رواداری ابعاد واشر برشی و حلقه شکافدار نباید از حدود متعارف رواداری ماشین‌کاری تولید این دو اتصال‌دهنده، بیشتر باشد.

۱۲-۱-۳-۳- پیچ‌هایی که با واشر برشی و حلقه شکافدار اتصال‌دهنده به کار می‌روند، باید با شروط بند (۱۱-۱-۲) مطابقت نمایند. پیچ باید قطر اسمی محور مطابق با ANSI/ASME استاندارد (B۱۸-۲-۱) (منبع ۷) را داشته باشد.

۱۲-۱-۳-۴- وقتی به جای پیچ ماشینی از پیچ سرمهره‌ای استفاده می‌شود، پیچ سرمهره‌ای باید با بند (۱۱-۱-۳) مطابقت نماید و محور پیچ سرمهره‌ای باید هم قطر پیچ ماشینی تعیین شده برای واشر برشی و حلقه شکافدار باشد (به جدول ۱۲-۲A و ۱۲-۲B رجوع شود). پیچ سرمهره‌ای باید قطر محور و رزوه‌های وفق ANSI/ASME استاندارد (B۱۸-۲-۱) (منبع ۷) داشته باشد.

۱۲-۱-۴- ساخت و نصب

۱۲-۱-۴-۱- شیارها، برجستگی‌ها و سوراخ‌های پیچ، تعیین شده در ضمیمه K باید به دقت اجرا شوند و باید توجیه سطوح تماس را داشته باشند. چون واشر برشی و حلقه شکافدار از تولیدکنندگان متفاوت در ابعادشان اندکی تفاوت دارند، برش شیارها و برجستگی‌ها باید با سر مته مناسب هر واشر و حلقه انجام شود.

۱۲-۱-۴-۲- وقتی از پیچ سرمهره‌ای به جای پیچ ماشینی استفاده می‌شود، سوراخ پیچ برای قسمت بدون رزوه پیچ باید هم قطر محور پیچ باشد. قطر سوراخ پیچ برای قسمت رزوه شدهٔ پیچ باید حدود ٪ ۷۰ قطر محور پیچ باشد یا وفق بند (۱۱-۱-۴-۲).

۱۲-۱-۴-۳- در نصب واشر برشی یا حلقه شکافدار و پیچ ماشینی یا سرمهره‌ای، بین مهره و سطح چوب واشری با اندازهٔ تعیین شده در ضمیمه K قرار می‌گیرد. در موردی که عضو بیرونی اتصال وصله یا تسمه فلزی باشد، به واشر نیازی نیست، مگر در صورت طویل بودن پیچ که احتیاج به ازدیاد سطح تکیه‌گاه را ایجاب کند.

۱۲-۱-۴-۴- مقاومت‌های مرجع برای واشر برشی و حلقه شکافدار بر مبنای این فرض هستند که با نصب واحدهای اتصال‌دهنده، اعضای اتصال بهم می‌رسند و برای تغییرات فصلی عادی ناشی از رطوبت چوب، جایی باقی است. وقتی واشر برشی یا حلقه شکافدار روی چوب مرطوب نصب می‌شوند، اتصال باید به طور دوره‌ای آچارکشی شود تا رطوبت چوب به تعادل با محیط برسد.

۱۲-۲- مقاومت‌های مرجع

۱۲-۲-۱- مقاومت‌های مرجع

۱۲-۲-۱-۱- جدول(۱۲-۲A) و جدول (۱۲-۲B) مقاومت‌های مرجع واحد واشر برشی یا حلقه شکافدار با پیچ را در اتصالی با یک صفحهٔ برشی در بردارند. این اتصال‌دهنده‌ها روی سطح جانبی اعضای چوبی اتصال (جدول۱۲A) با کفایت ضخامت، فاصله تا لبه، فاصله تا انتها و بین اتصال‌دهنده‌ها نصب می‌شوند. مقاومت‌های مرجع (Q و P) باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (جدول ۱۰-۳-۱) تا مقدار تنظیم شدهٔ آن‌ها (P', Q') به دست آیند.

۱۲-۲-۱-۲- مقدار تنظیم شده مقاومت مرجع (P', Q') واشر برشی نباید بیش از حد تعیین شده در زیرنویس ۲ جدول (۱۲-۲B) باشد. حد تعیین شده مقاومت مرجع در زیرنویس ۲ جدول (۱۲-۲B) نباید در ضرایب تنظیم در این آیین‌نامه ضرب شود، چون این حد بر مبنای مقاومت فلز است نه مقاومت چوب (به ۱۰-۲-۳ رجوع شود).

جدول(۱۲A). گروه‌بندی گونه‌ها برای واشر برشی و حلقه شکافدار اتصال‌دهنده

گروه گونه	جرم ویژه
A	$G \geq ۰/۶$
B	$۰/۴۹ \leq G < ۰/۶$
C	$۰/۴۲ \leq G < ۴۹/۰$
D	$G < ۰/۴۲$

جدول(۱۲-۲A). مقاومت مرجع واحد حلقه شکافدار اتصال دهنده

مقادیر مقاومت مرجع (۱) برای یک حلقه شکافدار و پیچ با یک صفحه برش می باشند										
قطر حلقه شکافدار *cm*	قطر پیچ *cm*	تعداد سطح عضو با حلقه روی یک پیچ	ضخامت خالص عضو *cm*	بار موازی الیاف (صفر درجه)				بار عمود بر الیاف (۹۰ درجه)			
				مقدار مقاومت، *P* به ازای واحد اتصال دهنده و پیچ، *Kg*				مقدار مقاومت Q به ازای واحد اتصال دهنده و پیچ، *Kg*			
				گروه A گونه ها	گروه B گونه ها	گروه C گونه ها	گروه D گونه ها	گروه A گونه ها	گروه B گونه ها	گروه C گونه ها	گروه D گونه ها
6.4	1.27	1	حداقل 2.5	1191	1028	861	743	861	734	611	525
			3.8 یا ضخیم تر	1431	1237	1037	888	1033	879	566	630
		2	حداقل 3.8	1100	951	797	684	793	679	734	485
			پنج یا ضخیم تر	1431	1237	1037	888	1033	879	566	630
10	1.9	1	حداقل 2.5	1853	1590	1323	1142	1286	1105	924	797
			3.8	2727	2337	1939	1681	1893	1626	1354	1169
			4.12 یا ضخیم تر	2781	2383	1984	1717	1943	1658	1382	1191
		2	حداقل 3.8	1862	1595	1332	1151	1350	1110	924	797
			5	2242	1925	1604	1382	1558	1341	1114	960
			6.4	2641	2265	1884	1631	1835	1576	1309	1132
			7.5 یا ضخیم تر	2781	2383	1984	1717	1934	1658	1382	1191

(۱). مقادیر مقاومت مرجع در جدول (P,Q) برای واحدهای حلقه شکافدار باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (رجوع شود به جدول ۱۰-۳-۱).

جدول(۱۲-۲B). مقاومت مرجع واحد واشر برشی اتصال دهنده

مقادیر مقاومت مرجع (۱و۲و۳) برای یک واشر برشی و پیچ با یک صفحهٔ برش می باشند.										
قطر واشر برشی *cm*	قطر پیچ *cm*	تعداد سطح عضو با واشر روی یک پیچ	ضخامت خالص عضو *cm*	بار موازی الیاف (صفر درجه)				بار عمود بر الیاف (۹۰ درجه)			
				مقدار مقاومت، *P* به ازای واحد اتصال دهنده و پیچ، *Kg*				مقدار مقاومت Q به ازای واحد اتصال دهنده و پیچ، *Kg*			
				گروه A گونه ها	گروه B گونه ها	گروه C گونه ها	گروه D گونه ها	گروه A گونه ها	گروه B گونه ها	گروه C گونه ها	گروه D گونه ها
6.7	1.9	1	حداقل 3.80	1409*	1209	1006	910	938	843	702	602
		2	حداقل 3.80	1096	942	784	680	766	657	548	471
			5	1445*	1237	1028	888	1006	865	716	621
			6.4 یا ضخیم تر	1508*	1296	1078	933	1051	901	747	652
10	1.9 یا 2.2	1	حداقل 3.80	1980	1699	1418	1223	1377	1187	983	843
			4.4 یا ضخیم تر	2306*	1975	1649	1422	1604	1377	1146	997
		2	حداقل 4.4	1536	1318	1096	947	1069	915	761	639
			5	1717	1468	1223	1055	1196	1024	852	738
			6.4	1952	1672	1395	1205	1359	1155	969	838
			7.5	2188*	1875	1563	1350	1522	1305	1087	933
			8.9 یا ضخیم تر	2278*	1957	1631	1409	1585	1359	1137	978

(۱). مقادیر در جدول برای مقاومت برشی (P,Q) واشر برشی باید در ضرایب تنظیم ضرب شوند (به جدول ۱۰-۳-۱ رجوع شود)

(۲). مقاومت مجاز واشر برشی نباید از مقادیر زیر بیشتر شود:

(a). واشر برشی ۶/۷ cm ..... ۱۳۱۴ kg

(b). واشر برشی ۱/۹ cm ..... ۱۹۹۳ kg

(c). واشر برشی ۲/۲ cm ..... ۲۷۱۸ kg

مقادیر طراحی در بند ۲ زیرنویس مجاز است. طبق راهنمای AITC قسمت ۵A-۲ "تنش های باد و زلزله" افزایش یابد، غیر از مواردی که بارهای طراحی قبلا با ضریب توام (قسمت ۱۰-۲-۳)کاهش یافته باشند.

(۳). بارهای مشخص شده با * بیش از مقدار مجاز زیرنویس ۲ هستند، اما برای تعیین بارهای طراحی زاویه دیگر بار با الیاف مورد نیازند. محدودیت های زیرنویس ۲ در تمام موراد کاربرد دارند.

۱۲-۲-۲- ضخامت اعضای چوبی

۱۲-۲-۲-۱- مقاومت‌های مرجع برای واشر برشی و یا حلقه شکافدار نصب شده در هر عضو چوبی با ضخامت خالص کم‌تر از حداقل تعیین شده در جدول (۱۲-۲A) و جدول (۱۲-۲B)، به کار نمی‌روند.

۱۲-۲-۲-۲- مقاومت‌های مرجع برای حلقه شکافدار یا واشر برشی نصب شده در هر عضو چوبی با ضخامت خالص بین حداقل ضخامت و مقدار لازم برای حداکثر مقاومت مرجع در جدول (۱۲-۲A) و جدول(۱۲-۲B)، باید با درون یا بی‌خطی تعیین شود.

۱۲-۲-۳- ضریب عمق نفوذ، C_d

وقتی پیچ‌های سرمهره‌ای به جای پیچ ماشینی با حلقه شکافدار یا واشر برشی به کار روند، مقاومت‌های مرجع مربوط باید در ضریب مناسب عمق نفوذ، C_d ضرب شوند. این ضرایب در جدول (۱۲-۲-۳) ارائه شدند. نفوذ پیچ سرمهره‌ای در عضوی که نوک پیچ در آن قرار می‌گیرد، نباید از حداقل نفوذ تعیین شده در جدول (۱۲-۲-۳) کم‌تر باشد. وقتی عمق نفوذ پیچ سرمهره‌ای در عضوی که نوک پیچ در آن واقع می‌شود بیشتر از حداقل عمق نفوذ باشد، ولی کم‌تر از حداقل نفوذ برای $C_d = ۱$، ضریب عمق نفوذ، C_d باید با درون‌یابی خطی تعیین شود. ضریب عمق نفوذ نباید بیش از واحد باشد ($C_d \leq ۱$).

۱۲-۲-۴- ضریب وصله فلزی، C_{st}

وقتی اعضای فرعی اتصال فلز باشند به جای چوب، مقاومت مرجع موازی الیاف، P برای واشر برشی $۱۰cm$ باید در ضریب مناسب وصله فلزی تعیین شده در جدول (۱۲-۲-۴)، ضرب شود.

مقاومت مرجع تنظیم شده موازی الیاف، P' نباید بیش از مقدار ارائه شـده در زیرنـویس جـدول (۱۲-۲B) باشد (به ۱۲-۲-۱-۲ رجوع شود).

جدول(۱۲-۲-۳). ضریب عمق نفوذ، C_d برای واشر برشی و حلقهٔ شکافدار نصب شده با پیچ سرمهره‌ای

اتصال دهنده	عضو فرعی	عمق نفوذ	عمق نفوذ پیچ سرمهره‌ای در عضو اصلی (ضریب قطر محور پیچ)				ضریب عمق نفوذ، C_d
			گروه گونه‌ها (جدول ۱۲A)				
			گروه A	گروه B	گروه C	گروه D	
حلقه شکافدار: 6.4 *cm* و 10 *cm* واشر برشی 10 *cm*	چوب یا فلز	حداقل برای $C_d = 1$	7	8	10	11	1
		حداقل برای $C_d = 0.75$	3	3.5	4	4.5	0.75
واشر برشی 6.7 *cm*	چوب	حداقل برای $C_d = 1$	4	5	7	8	1
		حداقل برای $C_d = 0.75$	3	3.5	4	4.5	0.75
	فلز	حداقل برای $C_d = 1$	3	3.5	4	4.5	1

جدول(۱۲-۲-۴). ضریب وصله فلزی، C_{st} برای واشر برشی ۱۰*cm* تحت بار موازی الیاف

گروه گونه‌ها	C_{st}
A	1.18
B	1.11
C	1.05
D	1

۱۲-۲-۵- بار تحت زاویه

۱۲-۲-۵-۱- وقتی بار در صفحهٔ سطح چوب تحت زاویه‌ای نسبت به الیاف غیر از صفر یا ۹۰ درجه وارد شود، مقدار تنظیم شده مقاومت مرجع، N' برای واحد واشر برشی یا حلقه شکافدار باید با رابطهٔ زیر تعیین شود (به ضمیمه J رجوع شود).

$$N' = \frac{P'Q'}{P'Sin^2\theta + Q'Cos^2\theta} \qquad (۱-۲-۱۲)$$

در آن:

θ- زاویهٔ بین راستای بار و الیاف (محور طولی عضو)

۱۲-۲-۵-۲- مقاومت تنظیم شده برای بار تحت زاویه نسبت به الیاف، N' مربوط به واشر برشی، نباید از مقدار مرجع تعیین شده در زیرنویس ۲ (جدول۱۲-۲B) بیشتر باشد (به ۱۲-۲-۱-۲ رجوع شود).

۱۲-۲-۶- واشر برشی و حلقه شکافدار در مقطع عرضی

۱۲-۲-۶-۱- وقتی واشر برشی یا حلقه شکافدار در سطحی نصب شود که موازی راستای کلی الیاف عضو نباشد، مانند مقطع یک چهارتراش یا سطح برش خورده شیب‌داری نسبت به محور عضو یا سطح چوب سازه‌ای لایه‌ای که با جهت لایه‌ها زاویه داشته باشد، واژگان زیر کاربرد دارند:

- **سطح پهلوی الیاف**. یعنی سطح موازی راستای کلی الیاف چوب ($\alpha = 0$)، مثل زیر، رو و پهلوهای تیر مستقیم چوبی.
- **سطح شیب‌دار**. یعنی سطح برش خورده تحت زاویه‌ای (α غیر از صفر و ۹۰ درجه) نسبت به راستای کلی الیاف چوب.

- **سطح برش قائمه.** یعنی سطح عمود بر راستای کلی الیاف چوب ($\alpha = ۹۰^\circ$) که به مقطع عرضی هم معروف است.
- **محور برش.** جهت سطح شیب‌دار را نسبت به راستای کلی الیاف چوب تعریف می‌کند. برای سطح شیب‌دار متقارن نسبت به یکی از محورهای اصلی عضو، مثل شکل‌های (۱۲D)، (۱۲G)، (۱۲H) و (۱۲I)، محور برش موازی یکی از محورهای اصلی است.

برای سطح شیب‌دار غیر متقارن (شیب‌ها نسبت به دو محور اصلی عضو)، محور برش راستای خطی است که تقاطع سطح شیب‌دار با هر صفحه عمود بر سطح شیب‌دار و همچنین هم راستا با جهت کلی الیاف چوب را تعریف می‌کند (شکل۱۲E).

α – کوچک‌ترین زاویه بین سطح شیب‌دار و راستای کلی الیاف چوب (به شکل‌های ۱۲G تا ۱۲I رجوع شود).

ϕ – زاویه بین راستای بار وارده و محور برش سطح شیب‌دار. در صفحهٔ سطح شیب‌دار اندازه-گیری می‌شود (شکل۱۲I).

P' – مقاومت تنظیم شده یک واحد واشر برشی یا حلقه شکافدار روی سطح پهلویی الیاف، زیر بار موازی الیاف ($\phi = ۰^\circ , \alpha = ۰^\circ$).

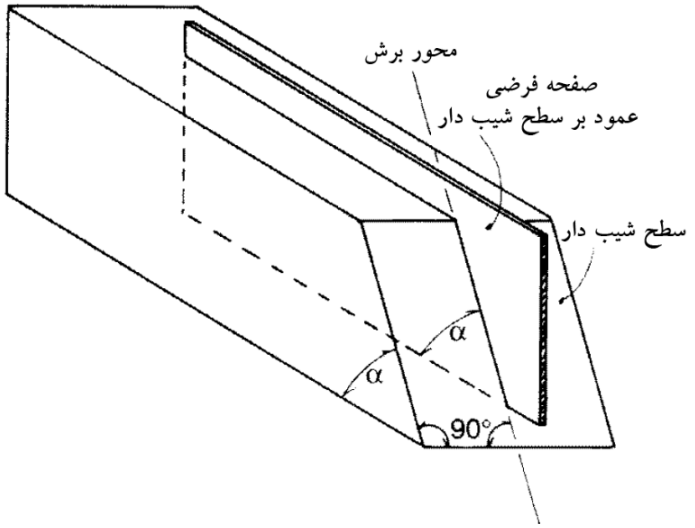
Q' – مقاومت تنظیم شده یک واحد واشر برشی یا حلقه شکافدار روی سطح پهلویی الیاف، زیر بار عمود بر الیاف ($\phi = ۹۰^\circ , \alpha = ۰^\circ$).

$Q'_{۹۰}$ – مقاومت تنظیم شده یک واحد واشر برشی یا حلقه شکافدار در مقطع عرضی (سطح برش قائمه) زیر بار هر راستایی در صفحه برش ($\alpha = ۹۰^\circ$).

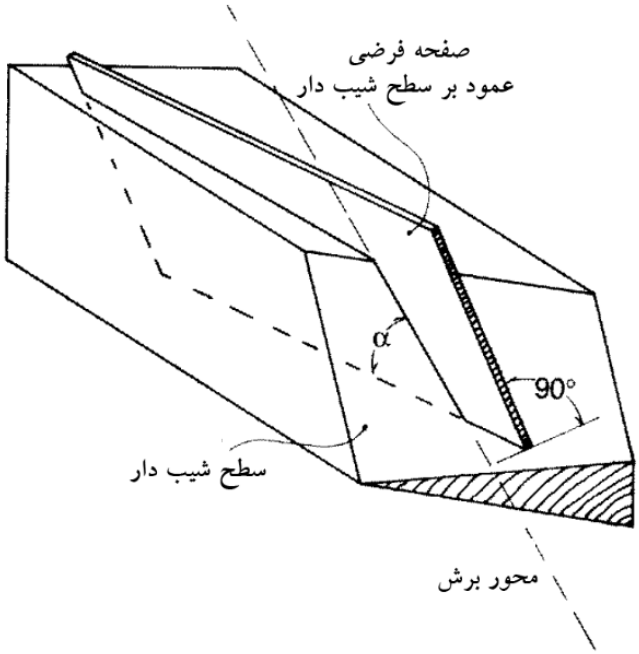
P'_α – مقاومت تنظیم شدهٔ یک واحد واشر برشی یا حلقه شکافدار در سطح شیب‌دار زیر بار موازی محور برش ($\phi = ۰^\circ$, $۰ < \alpha < ۹۰^\circ$).

Q'_α – مقاومت تنظیم شده یک واحد حلقهٔ شکافدار یا واشر برشی در سطح شیب‌دار، زیر بار در راستای عمود بر محور برش ($\phi = ۹۰^\circ$, $۰^\circ < \alpha < ۹۰^\circ$).

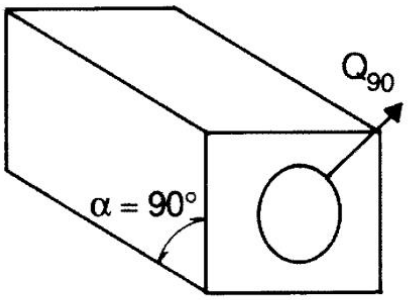
N'_α – مقاومت تنظیم شده یک واحد واشر برشی یا حلقه شکافدار در سطح شیب‌دار زیر بار تحت زاویه نسبت به محور برش.



شکل(۱۲D). محور برش سطح شیب‌دار متقارن انتها



شکل(۱۲E). محور برش سطح شیب‌دار نامتقارن انتها

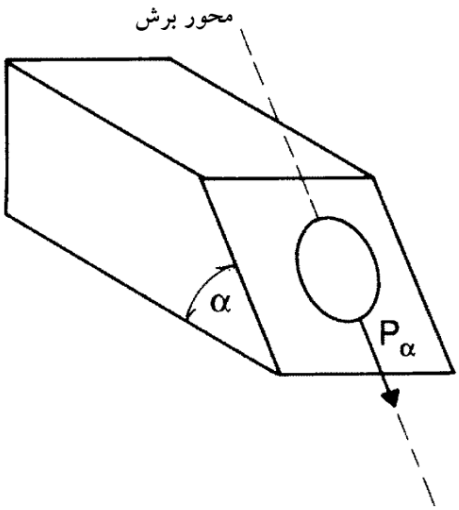


b) سطح شیب دار، بار موازی محور برش،

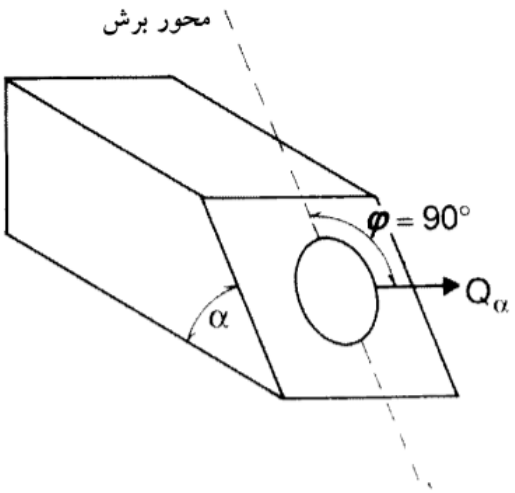
(به شکل ۱۲G مراجعه شود، $0° < \alpha < 90°, \varphi = 0°$)

$$P'_{\alpha} = \frac{P'Q_{90}'}{P' \sin^2 \alpha + Q_{90}' \cos^2 \alpha} \qquad (12.2\text{-}3)$$

شکل(۱۲F). سطح برش قائمه



شکل(۱۲G). سطح شیب‌دار برش انتها با بار موازی محور برش ($\phi = 0^\circ$)



b) سطح شیب دار، با بار محور برش،

($0° < \alpha < 90°, 0° < \varphi > 90°$ به شکل ۱۲I مراجعه شود،

$$N'_\alpha = \frac{P_\alpha' Q_\alpha'}{P_\alpha' \sin^2 \varphi + Q_\alpha' \cos^2 \varphi} \qquad (12.2\text{-}5)$$

شکل(۱۲H). سطح شیب‌دار برش انتها با بار عمود بر محور برش ($\phi = 90^\circ$)

۱۲-۲-۶-۲- وقتی واشر برشی یا حلقه شکاف‌دار در سطح برش قائمه یا سطح شیب‌دار نصب می‌شوند، مقاومت‌های تنظیم شده باید به ترتیب زیر تعیین شوند (رجوع شود به ۱۰-۲-۲).

(a). سطح برش قائمه، زیر بار در هر راستایی ($\alpha = ۹۰^\circ$، شکل۱۲F).

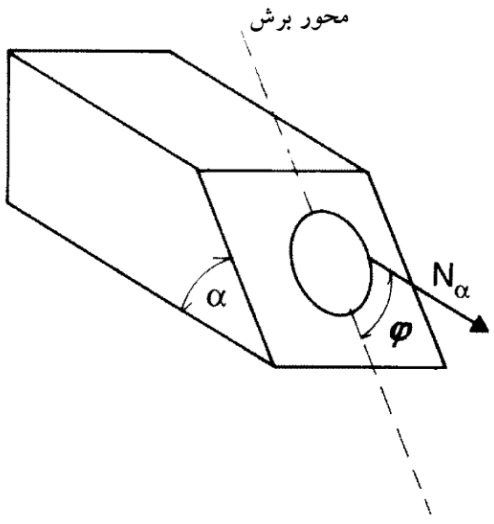
$$Q'_{۹۰} = ۰/۶۰\, Q' \qquad (۲-۲-۱۲)$$

(b). سطح شیب‌دار، زیر بار موازی محور برش ($\phi = ۰^\circ$, $۰ < \alpha < ۹۰^\circ$، شکل۱۲G).

$$P'_\alpha = \frac{P' Q'_{90}}{P' Sin^2\alpha + Q'_{90} Cos^2\alpha} \qquad (۳-۲-۱۲)$$

(c). سطح شیب‌دار، زیر بار عمود بر محور برش ($\phi = ۹۰^\circ$, $۰^\circ < \alpha < ۹۰^\circ$، شکل۱۲H).

$$Q'_\alpha = \frac{Q' Q'_{۹۰}}{Q' Sin^۲\alpha + Q'_{۹۰} Cos^۲\alpha} \qquad (۴-۲-۱۲)$$



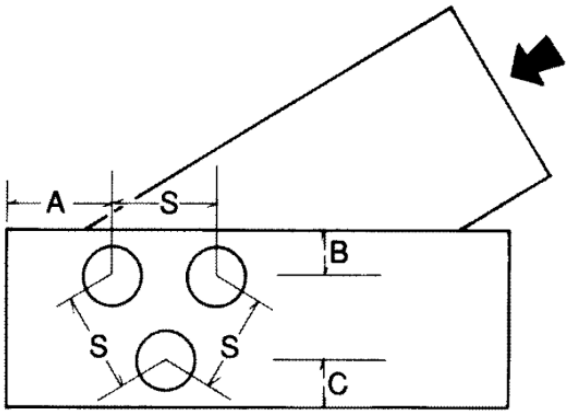
شکل(۱۲I). سطح شیب‌دار برش انتها با بار عمود بر محور برش

۱۲-۳- استقرار واشر برشی و حلقه شکافدار

۱۲-۳-۱- واژگان

۱۲-۳-۱-۱- فاصله تا لبه. فاصله‌ایست از لبه عضو تا مرکز نزدیک‌ترین حلقه شکافدار یا واشر برشی و در جهت عمود بر الیاف اندازه‌گیری می‌شود. وقتی عضوی در راستای عمود بر الیاف زیر بار قرار می‌گیرد، لبهٔ زیر بار، لبه‌ایست که بار به سمت آن وارد می‌شود. لبهٔ بدون بار، لبهٔ مقابل لبهٔ زیر بار تعریف می‌شود (شکل J۱۲).

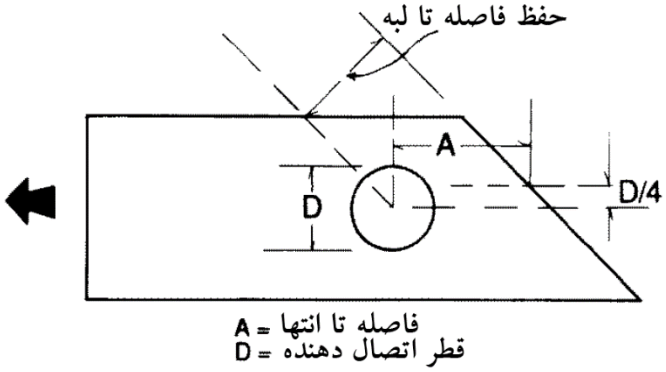
۱۲-۳-۱-۲- فاصله تا انتها. فاصله مقطع عرضی انتهای عضو تا مرکز واشر برشی یا حلقه شکافدار که در امتداد الیاف اندازه‌گیری می‌شود (شکل J۱۲). اگر برش انتهای عضو عمود بر محور طولی نباشد، فاصله تا انتهای موازی محور عضو از هر نقطه روی نیمه قطر اتصال‌دهنده نباید کم‌تر از فاصله تا انتهای لازم مقطع عرضی عمود بر محور طولی عضو باشد. تحت هیچ شرایطی فاصلهٔ عمودی بین سطح برش مورب تا مرکز اتصال‌دهنده نباید کم‌تر از فاصلهٔ لازم تا انتها باشد (شکل K۱۲).



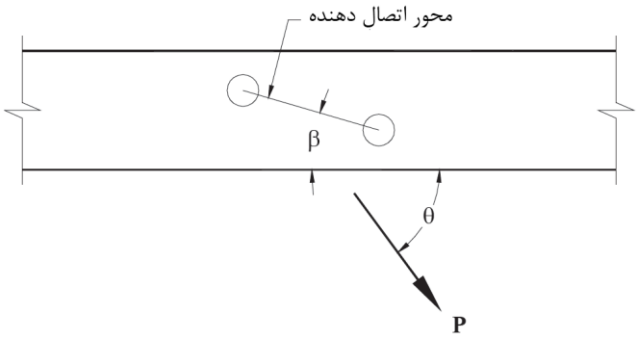
شکل(۱۲J). شکل هندسی اتصال با واشر برشی و حلقه شکافدار.(A- فاصله تا انتها، B- لبهٔ بدون بار، C- لبهٔ زیر بار، S- فاصله‌گذاری بین اتصال‌دهنده‌ها)

۱۲-۳-۱-۳- محور اتصال‌دهنده خط واصل مراکز هر دو اتصال‌دهنده مجاور واقع در یک سطح عضو است (شکل ۱۲L).

۱۲-۳-۱-۴- فاصله‌گذاری. فاصلهٔ بین مراکز واشرهای برشی یا حلقه‌های شکافدار است که در امتداد خط واصل مراکز آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود (شکل۱۲J).



شکل(۱۲K). فاصله تا انتها در عضو با برش مورب در انتها (A- فاصله تا انتها، B- قطر اتصال‌دهنده)



شکل(۱۲L). محور اتصال‌دهنده و زاویه بار

۱۲-۳-۲- ضریب هندسی، C_Δ

مقاومت‌های مرجع برای واشر برشی و حلقه شکافدار نصب شده در سطح جانبی چوب در موردی هستند که فاصله تا انتها، فاصله تا لبه و فاصله‌گذاری بین این اتصال‌دهنده‌ها بیشتر یا مساوی حداقل لازم برای $C_\Delta = ۱$ باشد. اگر در مواردی این فاصله‌ها کم‌تر از حداقل لازم برای $C_\Delta = ۱$ باشند، مقاومت‌های مرجع باید در کم‌ترین مقدار C_Δ که با فاصله‌های مذکور تعیین می‌شود، ضرب شوند. فاصله تا لبه، فاصله تا انتها و فاصله‌گذاری نباید کم‌تر از حداقل مقادیر در ۱۲-۳-۲-۱ و ۱۲-۳-۲-۲ باشند. کم‌ترین C_Δ برای واشر برشی یا حلقه شکافدار در هر گروه باید روی همهٔ حلقه‌ها و واشرها در گروه اعمال شود.

۱۲-۳-۲-۱- اتصال‌دهنده‌ها تحت بار موازی یا عمود بر الیاف. برای اتصال‌دهنده‌های واشر برشی و حلقه شکافدار زیر بار موازی یا عمود بر الیاف، حداقل فاصله تا لبه، فاصله تا انتها و فاصله-گذاری بین‌شان در جدول (۱۲-۳) با ضریب هندسی مربوط، C_Δ ارائه شدند.

اگر مقدار واقعی بیشتر یا مساوی مقدار حداقل باشد، ولی کم‌تر از حداقل برای $C_\Delta = ۱$، ضریب هندسی، C_Δ باید با درون‌یابی خطی تعیین شود.

۱۲-۳-۲-۲- اتصال‌دهنده‌ها زیر بار تحت زاویه. برای اتصال‌دهنده‌های واشر برشی و حلقه شکافدار وقتی زاویهٔ بین راستای بار و الیاف غیر از صفر و ۹۰ باشد، ضرایب هندسی جداگانه برای فاصله تا لبه و فاصله تا انتها باید برای مؤلفه‌ها، مقاومت موازی و عمود بر الیاف تعیین شوند.

برای اتصال‌دهنده‌های واشر برشی و حلقهٔ شکافدار زیر بار تحت زاویه θ غیر از صفر و ۹۰ درجه، حداقل فاصله‌گذاری برای $C_{\Delta}=۱$ باید با رابطه زیر (۱۲-۳-۱) تعیین شود.

$$S_{\beta}=\frac{S_A S_B}{\sqrt{S_A^{۲}Sin_{\beta}^{۲}+S_B^{۲}Cos_{\beta}^{۲}}} \qquad (۱-۳-۱۲)$$

S_{β} - حداقل فاصله‌گذاری در امتداد محور اتصال‌دهنده

S_A - ضریب از جدول ۱۲-۳-۲-۲.

S_B - ضریب از جدول ۱۲-۳-۲-۲.

β - زاویهٔ محور اتصال‌دهنده تا جهت الیاف

جدول(۱۲-۳-۲-۲). ضرایب برای تعیین حداقل فاصله‌گذاری در امتداد محور اتصال‌دهنده برای $C_{\Delta}=۱$

اتصال‌دهنده	زاویه بین راستای بار و الیاف[۱]، درجه	S_A *cm*	S_B *cm*
حلقه شکافدار 6.4*cm* یا واشر برشی 6.7 *cm*	0	17	9
	15	15	9.5
	30	13	10
	45	11	10.5
	60-90	9	11
حلقه شکافدار 10*cm* یا واشر برشی 10 *cm*	0	23	13
	15	20	13
	30	18	14
	45	15	15
	60-90	13	15

[۱]. درون‌یابی برای زوایای دیگر مجاز است.

حداقل فاصله‌گذاری برای حلقه شکافدار $۶/۴cm$ و واشر برشی $۶/۷cm$، $۹cm$ و برای واشر و حلقه شکافدار $۱۰cm$، $۱۳cm$ می‌باشد. برای این حداقل فاصله‌گذاری، $C_{\Delta}=۰/۵$ است.

اگر فاصله‌گذاری واقعی بین واشرهای برشی یا حلقه‌های شکافدار بیش از مقدار حداقل باشد، اما کم‌تر از حداقل مربوط به $C_{\Delta}=۱$، ضریب هندسی، C_{Δ} باید با درون‌یابی خطی تعیین شود. ضریب هندسی محاسبه شده باید روی مقادیر مرجع طراحی برای مؤلفه‌های موازی و عمود بر الیاف مقاومت اعمال شود.

۱۲-۳-۳- ضریب هندسی، C_{Δ} برای واشر برشی و حلقه شکافدار در مقطع عرضی چوب

برای واشرهای برشی و حلقه‌های شکافداری که در مقطع عرضی چوب نصب شده باشند، باید ضریب هندسی تک مقداری تعیین شود و بر مقادیر مرجع طراحی برای هر دو مؤلفه مقاومت موازی و عمود بر الیاف، اعمال شود. فاصله تا لبه، فاصله تا انتها و فاصله‌گذاری نباید کم‌تر از حداقل مقادیری باشند که در ۱۲-۳-۳-۱ و ۱۲-۳-۳-۲، تعیین شدند.

۱۲-۳-۳-۱- شروط ضرایب هندسی، C_{Δ} برای واشر برشی و حلقه شکافدار نصب شده در سطوح قائم و سطوح شیب‌دار به شرح زیر است (به ۱۲-۲-۶ برای تعاریف و واژگان رجوع شود).

(a). سطح قائمه زیر بار در هر راستایی (به شکل ۱۲F رجوع شود). شروط مربوط بار عمود بر الیاف برای اتصال‌دهنده‌های نصب شده در سطح طولی چوب اعمال می‌شود، غیر از شروط مربوط فاصله تا انتها.

(b). سطح شیب‌دار زیر بار موازی محور برش (به شکل ۱۲G) رجوع شود.

(b.۱). فاصله‌گذاری بین اتصال‌دهنده‌ها. حداقل فاصله‌گذاری موازی محور برش برای $C_{\Delta}=۱$ باید طبق معادله (۱۲-۳-۲) تعیین شود.

حداقل فاصلهٔ موازی محور برش برای واشر برشی $۶/۷cm$ و حلقه شکافدار $۶/۴cm$ باید $۹cm$ باشد. برای واشر برشی و حلقه شکافدار $۱۰cm$ باید $۱۳cm$ باشد. برای این فاصله‌گذاری حداقل $C_{\Delta}=۰/۵$ است.

در مواردی که فاصله‌گذاری واقعی در راستای موازی محور برش بین حلقه‌های شکافدار یا واشرهای برشی بیش از حداقل فاصله‌گذاری برای $C_{\Delta}=۰/۵$ باشد، اما کم‌تر از حداقل فاصله‌گذاری برای $C_{\Delta}=۱$، ضریب هندسی، C_{Δ} باید با درون‌یابی خطی تعیین شود.

$$S_{\alpha}=\frac{S_{\parallel}S_{\perp}}{\sqrt{S_{\parallel}^{2}Sin^{2}\alpha+S_{\perp}^{2}Cos^{2}\alpha}} \qquad (۲-۳-۱۲)$$

S_{α} – حداقل فاصله‌گذاری موازی محور برش

$S_{\parallel}$ – ضریب از جدول ۱۲-۳-۳-۱-۱.

$S_{\perp}$ – ضریب از جدول ۱۲-۳-۳-۱-۱.

α – زاویه شیب برش سطح شیب‌دار (به شکل ۱۲G رجوع شود).

جدول(۱۲-۳-۳-۱-۱). ضرایب برای تعیین حداقل فاصله‌گذاری در جهت محور برش سطح شیب‌دار

اتصال‌دهنده	ضریب هندسی	$S_{\parallel}$ (cm)	$S_{\perp}$ (cm)
حلقه شکافدار 6.4 cm یا واشر برشی 6.7 cm	$C_{\Delta}=۱$	17	11
حلقه شکافدار 10 cm واشر برشی 10 cm	$C_{\Delta}=۱$	23	15

(b.۲). فاصلهٔ تا لبه برای لبه، زیر بار. حداقل فاصله تا لبه برای لبهٔ زیر بار موازی محور برش، برای $C_{\Delta}=۱$ باید طبق معادله (۱۲-۳-۳) تعیین شود.

برای حلقه‌های شکافدار، حداقل فاصله تا لبه برای لبهٔ زیر بار، موازی محور برش در حالت C_{Δ} =۰/۷ باید طبق معادله (۱۲-۳-۳) تعیین شود. برای واشرهای برشی، حداقل فاصله تا لبه برای لبهٔ زیر بار، محور برش در حالت C_{Δ} =۰/۸۳، باید طبق معادله (۱۲-۳-۳) تعیین شود.

وقتی فاصله تا لبه برای لبهٔ زیر بار واقعی موازی محور برش بیش از حداقل فاصله تا لبه برای لبهٔ زیر بار در حالت C_{Δ} =۰/۷۰ برای حلقه شکافدار یا برای واشر برشی در حالت C_{Δ} =۰/۸۳ باشد، اما کم‌تر از حداقل فاصله تا لبه برای لبهٔ زیر بار در حالت C_{Δ} =۱، ضریب هندسی باید با درون‌یابی خطی تعیین شود.

$$E_{\alpha} = \frac{E_{\parallel} E_{\perp}}{\sqrt{E_{\parallel}^{2} Sin^{2}\alpha + E_{\perp}^{2} Cos^{2}\alpha}} \qquad (۱۲-۳-۳)$$

E_{α} – حداقل فاصله تا لبه برای لبهٔ زیر بار موازی محور برش

$E_{\parallel}$ – ضریب از جدول (۱۲-۳-۳-۱-۲)

$E_{\perp}$ – ضریب از جدول (۱۲-۳-۳-۱-۲)

α – زاویه شیب برش سطح شیب‌دار (به شکل ۱۲G رجوع شود).

جدول(۱۲-۳-۳-۱-۲). ضرایب برای تعیین حداقل فاصله تا لبه برای لبهٔ زیر بار برای اتصال‌دهنده‌ها در مقطع عرضی

اتصال‌دهنده	ضریب هندسی	$E_{\parallel}$ *cm*	$E_{\perp}$ *cm*
حلقه شکافدار 6.4 *cm*	$C_{\Delta}=1$	14	7
	$C_{\Delta}=0.70$	8.4	3.8
واشر برشی 6.7 *cm*	$C_{\Delta}=1$	14	7
	$C_{\Delta}=0.83$	11	3.8
حلقه شکافدار 10 *cm*	$C_{\Delta}=1$	18	9.5
	$C_{\Delta}=0.70$	11	6.4
واشر برشی 10 *cm*	$C_{\Delta}=1$	18	9.5
	$C_{\Delta}=0.83$	11	6.4

(b.۳). فاصله تا لبه برای لبهٔ بدون. حداقل فاصله تا لبه برای لبهٔ بدون در حالت $C_{\Delta}=$ ۱ باید طبق معادله (۱۲-۳-۴) تعیین شود.

حداقل فاصله تا لبه برای لبهٔ بدون بار در حالت $C_{\Delta}=$ ۰/۶۳ باید طبق معادله (۱۲-۳-۴) تعیین شود.

وقتی فاصله واقعی تا لبهٔ بدون بار در جهت موازی محور برش بیش از حداقل فاصله تا لبه برای لبهٔ بدون بار در حالت $C_{\Delta}=$ ۰/۶۳ باشد، اما کم‌تر از حداقل فاصله تا لبه برای لبهٔ بدون بار در حالت $C_{\Delta}=$ ۱، ضریب هندسی، C_{Δ} باید با درون‌یابی خطی تعیین شود.

$$U_{\alpha}=\frac{U_{\parallel}U_{\perp}}{\sqrt{U_{\parallel}^{2}Sin^{2}\alpha+U_{\perp}^{2}Cos^{2}\alpha}} \qquad (۱۲-۳-۴)$$

U_{α}- حداقل فاصله تا لبه برای لبهٔ بدون بار، موازی محور برش

$U_{\parallel}$- ضریب از جدول (۱۲-۳-۳-۱-۳)

$U_{\perp}$- ضریب از جدول (۱۲-۳-۳-۱-۳)

α- زاویه شیب برش سطح شیب‌دار (به شکل ۱۲G رجوع شود)

جدول(۱۲-۳-۳-۱-۳). ضرایب برای تعیین حداقل فاصله تا لبه برای لبهٔ بدون بار موازی محور برش

اتصال‌دهنده	ضریب هندسی	$U_{\parallel}$ (cm)	$U_{\perp}$ (cm)
حلقه شکافدار 6.4 *cm*	$C_{\Delta}=1$	10	4.4
یا واشر برشی 6.7 *cm*	$C_{\Delta}=0.63$	6.4	3.8
حلقه شکافدار 10 *cm*	$C_{\Delta}=1$	14	7
واشر برشی 10 *cm*	$C_{\Delta}=0.63$	8	6.4

(b.۴). ضرایب هندسی برای فاصله تا لبه برای لبهٔ بدون بار، عمود بر محور برش و فاصله‌گذاری در جهت عمود بر محور برش باید با تبعیت از شروط مربوط به فاصله تا لبه برای لبهٔ بدون بار و فاصله‌گذاری عمود بر الیاف برای اتصال‌دهنده‌های نصب شده در مقطع عرضی چوب و بار موازی الیاف، تعیین شود.

(c). سطح شیب‌دار زیر بار در راستای عمود بر محور برش (به شکل ۱۲H رجوع شود). از شروط بار عمود بر الیاف برای اتصال‌دهنده‌های نصب شده در مقطع عرضی، تبعیت می‌شود، به جز این که:

۱. حداقل فاصله تا انتها موازی محور برش برای $C_{\Delta}=$ ۱ باید طبق معادله (۱۲-۳-۵) تعیین شود.

۲. حداقل فاصله تا انتها موازی محور برش برای $C_{\Delta}=$ ۰/۶۳ باید طبق معادله (۱۲-۳-۵) تعیین شود.

۳. وقتی فاصله واقعی تا انتها، موازی محور برش بیش از حداقل فاصله تا انتها در حالت $C_\Delta = ۱$ باشد، کم‌تر از حداقل فاصله تا انتها در حالت $C_\Delta = ۰/۶۳$، ضریب هندسی، C_Δ باید با درون‌یابی خطی تعیین شود.

$$e_\alpha = \frac{E_{\parallel} U_{\perp}}{\sqrt{E_{\parallel}^2 Sin^2\alpha + U_{\perp}^2 Cos^2\alpha}} \qquad (۵-۳-۱۲)$$

e_α – حداقل فاصله تا لبه موازی محور برش

$E_{\parallel}$ – ضریب از جدول (۱۲-۳-۳-۱-۴)

$U_{\perp}$ – ضریب از جدول (۱۲-۳-۳-۱-۴)

α – زاویه شیب برش سطح شیب‌دار (به شکل ۱۲G رجوع شود)

جدول(۱۲-۳-۳-۱-۴). ضرایب برای تعیین حداقل فاصله تا انتها

اتصال‌دهنده	ضریب هندسی	$E_{\parallel}$ (cm)	$U_{\perp}$ (cm)
حلقه شکافدار **6.4 *cm***	$C_\Delta = 1$	14	4.4
یا واشر برشی **6.7 *cm***	$C_\Delta = 0.63$	7	3.8
حلقه شکافدار **10 *cm***	$C_\Delta = 1$	18	7
واشر برشی **10 *cm***	$C_\Delta = 0.63$	9	6.4

(d). سطح شیب‌دار زیر بار تحت زاویه ϕ (به شکل ۱۲I رجوع شود). ضریب هندسی جداگانه‌ای، C_Δ باید برای مؤلفه‌های مقاومت موازی و عمود بر محور برش، قبل از به کار بردن معادله (۱۲-۲-۵)، تعیین شود.

۱۲-۳-۳-۲- اگر حلقه شکافدار یا واشر برشی در مقطع عرضی چوب نصب می‌شوند، اعضای اتصال باید برای برش موازی الیاف، طبق مفاد ۳-۴-۳-۳ طراحی شوند.

۱۲-۳-۴- اتصال‌دهنده‌های چندتایی واشر برشی یا حلقه شکافدار

۱۲-۳-۴-۱- اگر اتصالی دو واحد یا بیشتر واشر برشی یا حلقه شکافدار، داشته باشد که در یک صفحه برش قرار داشته باشد و هم ردیف با راستای بار باشند و روی پیچ‌های ماشینی یا سرمهره‌ای جدا، ضریب گروهی، C_g مقداری دارد که در (۱۰-۳-۶) تعیین شده است و جمع مقدار تنظیم شده مقاومت اتصال اندازه‌ایست که در (۱۰-۲-۲) تعیین شده است.

۱۲-۳-۴-۲- اگر شیارهای نصب دو اندازه حلقه شکافدار متحدالمرکز روی یک سطح چوب تعبیه شوند، باید در هر دو شیار حلقه شکافدار نصب شود و مقاومت اتصال مربوط مقدار مرجع حلقه شکافدار بزرگ‌تر را دارد.

۱۲-۳-۴-۳- تنش‌های موضعی در اتصال با اتصال‌دهنده‌های چندتایی، باید با اصول مهندسی مکانیک ارزیابی شوند (به ۱۰-۱-۲ رجوع شود).

جدول (۱۲-۳). ضرایب هندسی، C_Δبرای واشر برشی و حلقه شکافدار

		حلقه شکافدار **6.4 *cm*** واشر برشی **6.7 *cm***				حلقه شکافدار **10 *cm*** واشر برشی **10 *cm***			
		بار موازی الیاف		بار عمود بر الیاف		بار موازی الیاف		بار عمود بر الیاف	
		حداقل مقدار	حداقل برای $C_\Delta=1$	حداقل مقدار	حداقل برای $C_\Delta=1$	حداقل مقدار	حداقل برای $C_\Delta=1$	حداقل مقدار	حداقل برای $C_\Delta=1$
فاصله تا لبه	لبهٔ بدون بار	3. 8 cm	4.4 cm	3.8 cm	4.4 cm	6.4 cm	7 cm	6.4 cm	7
	C_Δ	0.88	1	0.88	1	0.93	1	0.93 cm	1
	لبه زیر بار	-	-	3.8 cm	7 cm	-	-	6.4 cm	9.5 cm
	C_Δبرای حلقه شکافدار	-	-	0.70	1	-	-	0.70	1
	C_Δبرای واشر برشی	-	-	0.83	1	-	-	0.83	1
فاصله تا انتها	عضو کششی	7 cm	14 cm	7 cm	14 cm	9 cm	18 cm	9 cm	18 cm
	C_Δ	0.63	1	0.63	1	0.63	1	0.63	1
	عضو فشاری	6.4 cm	10 cm	7 cm	14 cm	8 cm	14 cm	9 cm	18 cm
	C_Δ	0.63	1	0.63	1	0.63	1	0.63	1
فاصله گذاری (بین اتصال دهنده ها)	فاصله موازی الیاف	9 cm	17 cm	9 cm	9 cm	13 cm	23 cm	13 cm	13 cm
	C_Δ	0.50	1	1	1	0.5	1	1	1
	فاصله عمود بر الیاف	9 cm	9 cm	9 cm	11 cm	13 cm	13 cm	13 cm	15 cm
	C_Δ	1	1	0.50	1	1	1	0.50	1

فصل سیزدهم

پیچ‌های پرچ چوب

۱۳-۱- عام

۱۳-۲- مقاومت‌های مرجع

۱۳-۳- نصب پیچ‌های پرچ چوب

جدول(۱۳-۲-۳). ضریب وصله فلزی، C_{st} برای اتصال‌ها با پیچ پرچ چوب

جدول(۱۳-۳-۲). حداقل فواصل تا لبه و تا انتها برای اتصال‌ها با پیچ پرچ چوب

جدول(۱۳-۲-۱A-F). ظرفیت مرجع موازی الیاف چوب، P_w برای پیچ‌های پرچ چوب

A-طول پیچ پرچ= ۳/۸cm، S_p =۲/۵cm، S_q=۲/۵cm

B-طول پیچ پرچ= ۳/۸cm، S_p =۳/۸cm، S_q =۲/۵cm

C-طول پیچ پرچ= ۶/۴cm، S_p=۲/۵cm، S_q =۲/۵cm

D-طول پیچ پرچ= ۶/۴cm، S_p =۳/۸cm، S_q=۲/۵cm

E-طول پیچ پرچ= ۹cm، S_p =۲/۵cm، S_q =۲/۵cm

F- طول پیچ پرچ= ۹cm، S_p =۳/۸cm، S_q =۲/۵cm

جدول(۱۳-۲-۲A). مقادیر q_w (Kg) عمود بر الیاف برای پیچ پرچ چوب

جدول(۱۳-۲-۲B). ضریب هندسی، C_Δ برای اتصال‌ها با پیچ پرچ چوب زیر بار عمود بر الیاف

۱۳-۱- عام

۱۳-۱-۱- دامنه

فصل ۱۳ به طراحی مهندسی اتصال‌های پیچ پرچ با وصله فلزی روی دوگلاس- لاریکس یا چوب سازه‌ای لایه‌ای کاج جنوب (تئدا، الیوتی، اکیناتا، پالوس‌تریس)، مطابق با فصل ۵ و زیر بار با یک صفحه برش، مربوط است.

۱۳-۱-۲- کیفیت وصله‌های فلزی و پیچ پرچ

۱۳-۱-۲-۱- شروط طراحی و مقاومت‌های مرجع مربوط به پیچ‌های پرچ گالوانیزه شده گرم، طبق ASTM A۱۵۳ و از فولاد AISI۱۰۳۵ تولید شده و دارای خواص زیر برابر ASTM A۳۷۰ باشند:

سختی	تنش کشش نهایی F_u
Rockwell C32-29	حداقل $۱۰۱۵۰ \, Kg/cm^۲$

برای ابعاد پیچ پرچ به ضمیمه M رجوع شود.

۱۳-۱-۲-۲- وصله‌های فلزی باید استاندارد ASTM A۳۶ را احراز نمایند و حداقل $۳/۲mm$ ضخامت داشته باشند. برای ابعاد پیچ پرچ به ضمیمه M رجوع شود.

۱۳-۱-۲-۳- برای محیط نصب مرطوب وصله‌های فلزی باید طبق ASTM A۱۵۳ گرم گالوانیزه شده باشند.

۱۳-۱-۳- تولید و مونتاژ

۱۳-۱-۳-۱- در تمام موارد هر پیچ پرچ باید با بعد اصلی مقطع خود هم‌راستا با الیاف چوب جاگذاری شود. معیار طراحی بر مبنای پیچ پرچ کوبیده در سوراخ گرد وصلهٔ فلزی هستند، طوری که قسمت مخروطی سر آن در سوراخ وصله کیپ قرار گیرد و شل بودن پیچ مجاز نیست. پیچ‌های پرچ در پیرامون گروه آن‌ها، اول نصب می‌شوند. پیچ‌های پرچ متوالی به صورت مارپیچ از بیرون به طرف مرکز گروه نصب می‌شوند.

۱۳-۱-۳-۲- حداکثر نفوذ هر پیچ پرچ چوب باید ۷۰ درصد ضخامت عضو چوبی اتصال باشد. غیر از مورد مجاز طبق بند (۱۳-۱-۳-۳)، در اتصال‌های با پیچ پرچ که پیچ‌ها در سطوح متقابل عضوی چوبی کوبیده می‌شوند، طول پیچ باید طوری باشد که نوک‌شان همپوشانی نداشته باشد.

۱۳-۱-۳-۳- در اتصال‌ها، جایی که پیچ‌های پرچ از سطوح متقابل عضوی چوبی کوبیده می‌شوند، طوری که نوک‌شان همپوشانی دارد، الزام‌های حداقل فاصله‌گذاری در (۱۳-۳-۱) برای فاصلهٔ بین نوک پیچ‌ها اعمال می‌شود و الزام حداکثر طول نفوذ در (۱۳-۱-۳-۲) باید احراز شود. مقاومت برشی مرجع اتصال باید طبق بند (۱۳-۲) با لحاظ کردن اتصال با پیچ پرچ یک طرفه با:

(a) تعداد پیچ پرچ روی یک وصله برابر مجموع پیچ پرچ اتصال است و

(b) S_p و S_q تعیین شده، فاصلهٔ بین نوک‌های پیچ‌ها است.

۱۳-۲- مقاومت‌های مرجع

۱۳-۲-۱- بارگذاری موازی الیاف

در اتصال‌های با پیچ پرچ چوب (یک وصله و پیچ‌ها مربوط به آن)، جایی که:

(a) بار وارده عمود بر محور پیچ پرچ است.

(b). ضخامت عضو، فاصله تا لبه، فاصله تا انتها و فاصلهٔ بین پیچ‌ها برای تحمل مقاومت مجاز تنظیم شده کافی باشد (به بند ۱۳-۳ رجوع شود).

(c). پیچ‌های پرچ چوب عمود بر الیاف اعضای چوبی نصب می‌شوند، مقدار مرجع مقاومت موازی الیاف به ازای هر پیچ اتصال، P باید کم‌تر از ظرفیت مرجع پیچ، P_r و ظرفیت مرجع چوب، P_w محاسبه شود:

$$P_r = ۲۸۰ P^{۰/۳۳} n_R n_c \qquad (۱-۲-۱۳)$$

P_r - ظرفیت مرجع موازی الیاف چوب جدول‌های (۱۳-۲-۱A) تا (۱۳-۲-۱F)با احتساب ضخامت عضو چوبی برای بعد عضو در جدول‌های (۱۳-۲-۱A) تا (۱۳-۲-۱F)، برای اتصال‌ها با وصلهٔ فلزی در سطوح متقابل و دو برابر ضخامت عضو چوبی برای بعد عضو در جدول‌های (۱۳-۲-۱A) تا (۱۳-۲-۱F) در اتصال‌ها با وصله فلزی در یک طرف، Kg

P- عمق نفوذ پیچ پرچ در عضو چوبی (به ضمیمه M رجوع شود)، cm

= طول پیچ پرچ- (ضخامت وصله + ۰/۳ سانتی‌متر)

n_R - تعداد ردیف پیچ پرچ موازی راستای بار

n_c - تعداد پیچ در هر ردیف

مقاومت‌های مرجع، P برای اتصال‌ها با پیچ پرچ چوب در جهت الیاف باید در ضرایب تنظیم مربوط (جدول ۱۰-۳-۱) ضرب شوند تا مقدار تنظیم شدهٔ آن‌ها، P' به دست آید.

۱۳-۲-۲- بارگذاری عمود بر الیاف

در اتصال‌های با پیچ پرچ چوب (یک وصله و پیچ‌های مربوط به آن) جایی که:

(a). بار عمود بر محور پیچ‌های پرچ وارد می‌شود.

(b). ضخامت عضو، فاصله تا انتها، فاصله تا لبه و فاصله بین پیچ‌ها برای تحمل مقاومت مجاز تنظیم شده کافی باشد (به بند ۱۳-۳ رجوع شود).

(c). پیچ‌های پرچ چوب عمود بر الیاف عضو نصب می‌شوند، مقاومت مرجع عمود بر الیاف هر پیچ اتصال، Q باید کم‌تر از ظرفیت مرجع پیچ، Q_r و ظرفیت مرجع چوب، Q_w محاسبه شود.

$$Q_r = ۱۶۰ P^{۰/۳۲} n_R n_c \qquad (۱۳-۲-۲)$$

$$Q_w = q_w P^{۰/۸} C_\Delta \qquad (۱۳-۲-۳)$$

P- عمق نفوذ پیچ پرچ در عضو چوبی (به ضمیمه M رجوع شود)، cm

= طول پیچ پرچ- (ضخامت وصله + ۰/۳ سانتی‌متر)

n_R - تعداد ردیف پیچ پرچ موازی راستای بار

n_c - تعداد پیچ در هر ردیف

q_w- مقدار تعیین شده از جدول (۱۳-۲-۲A)، Kg

C_Δ- ضریب هندسی، از جدول (۱۳-۲-۲B)

مقاومت مرجع عمود بر الیاف اتصال‌های با پیچ چوب، Q باید در ضرایب تنظیم مربوط ضرب شود (جدول ۱۰-۳-۱) تا مقدار تنظیم شده، Q' به دست آید.

۱۳-۲-۳- ضریب وصله فلزی، C_{st}

مقاومت مرجع موازی الیاف، P یا عمود بر الیاف، Q اتصال‌های با پیچ پرچ چوب، وقتی ظرفیت پیچ پرچ (Q_r, P_r) تعیین کننده باشد، باید در ضریب مناسب وصله فلزی، C_Δ (از جدول ۱۳-۲-۳) ضرب شود.

جدول(۱۳-۲-۳). ضریب وصلهٔ فلزی، C_{st} برای اتصال با پیچ پرچ چوب

ضخامت وصلهٔ فلزی، t_s	C_{st}
$t_s \geq 0.64cm$	1
$0.5\ cm \leq t_s < 0.64cm$	0.90
$0.3cm \leq t_s < 0.5cm$	0.80

۱۳-۲-۴- بار تحت زاویه‌ای نسبت به الیاف

اگر باری که در صفحهٔ سطح چوب عمل می‌کند با راستای الیاف زاویه θ غیر از صفر یا ۹۰ درجه داشته باشد، مقاومت تنظیم شدهٔ اتصال N' باید با فرمول زیر تعیین شود (به ضمیمه J رجوع شود).

$$N' = \frac{P'Q'}{P'Sin^2\theta + Q'Cos^2\theta} \qquad (۱۳-۲-۴)$$

۱۳-۲-۵- پیچ پرچ چوب در مقطع عرضی

اگر پیچ‌های پرچ چوب در مقطع عرضی به کار روند، مقاومت اصلاح شده برش اتصال باید ۵۰ درصد حالت قرار گرفتن پیچ به طور عمود بر الیاف باشد (شیب برش ۹۰ درجه نسبت به الیاف). در سطح برش‌های شیب‌دار انتها، این مقدار می‌تواند تا ٪ ۱۰۰ مقدار مربوط به موازی یا عمود بر الیاف افزایش داد.

۱۳-۲-۶- طراحی قطعات فلزی

قطعات فلزی باید طبق روش طراحی خودشان (۱۰-۲-۳) طراحی شوند.

۱۳-۳- نصب پیچ‌های پرچ چوب

۱۳-۱-۳- فاصله‌گذاری بین پیچ‌ها

حداقل فاصله بین پیچ‌های پرچ چوب در جهت عمود بر الیـاف، s_q بایـد ۱/۳cm و در راسـتای الیاف، s_p هم ۲/۵ cm باشد.

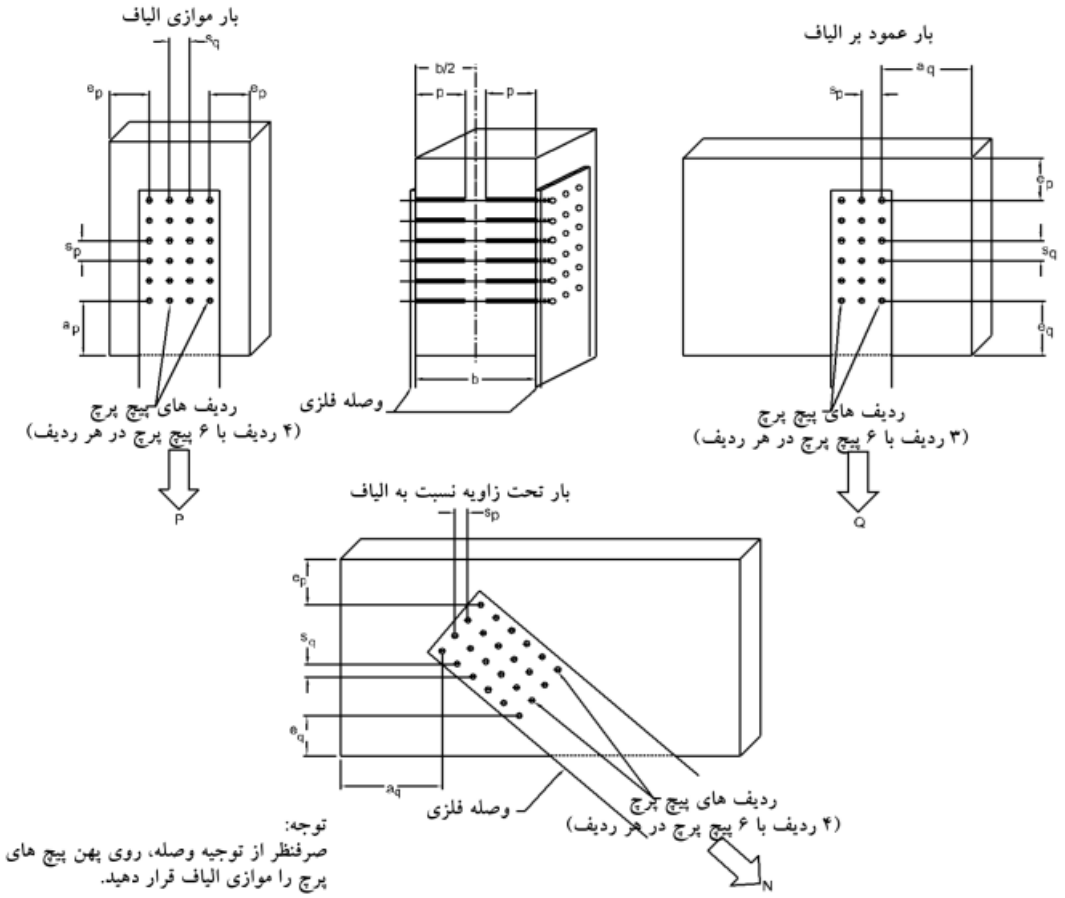
۱۳-۳-۲- فاصله تا انتها و تا لبه

حداقل فاصله تا انتها (a_p, a_q) و تا انتها (e_p, e_q) به ترتیبی که در شکل (۱۳A) نشان داده شده، در جدول (۱۳-۳-۲) ارائه شده است.

جدول(۱۳-۳-۲). حداقل فاصله تا انتها و تا لبه در اتصال‌های با پیچ پرچ چوب

تعداد پیچ پرچ n_R	حداقل فاصله تا انتها a , cm		حداقل فاصله تا لبه e, cm	
	بار موازی الیاف a_p	بار عمود بر الیاف a_q	لبهٔ بدون بار e_p	لبهٔ زیر بار e_q
1 و 2	7.5	5	2.5	5
3 تا 8	7.5	7.5	2.5	5
9 و 10	10	7.9	2.5	5
11 و 12	13	10	2.5	5
13 و 14	15	12	2.5	5
15 و 16	18	14	2.5	5
17 و بیشتر	20	16	2.5	5

توجه: الزام‌های فاصله تا لبه و فاصله تا انتها در شکل (۱۳A) نشان داده شدند.-



شکل(۱۳A). الزام‌های فاصله تا انتها و تا لبه در اتصال‌های با پیچ پرچ چوب

جدول(۱۳-۲-۱A). ظرفیت مرجع چوب در جهت الیاف، P_W برای پیچ های پرچ چوب

طول پیچ پرچ = $S_q = 2.5cm,\ S_p = 2.5cm, 3.8cm$											
ضخامت عضو cm	تعداد پیچ پرچ در ردیف	$P_w\ (Kg)$ تعداد ردیف در هر طرف									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
7.5	2	929	2220	3465	4879	6387	7724	8951	10238	11638	13132
	4	1364	2926	4394	6129	7905	9441	10813	12240	13830	15610
	6	1830	3629	5332	7393	9454	11221	12661	14247	16177	18256
	8	2315	4294	6328	8535	10831	12788	14491	16199	18179	20516
	10	2673	4951	7194	9690	12204	14505	16154	18156	20308	22917
	12	3022	5481	8045	10863	13581	15860	18020	20149	22455	25341
	14	3311	6134	8788	11950	14831	17490	19520	22034	24788	27973
	16	3475	6777	9685	12802	16068	18877	20978	23950	26886	30337
	18	3860	7361	10550	13789	17219	20159	22673	25422	28920	32149
	20	4091	8050	11302	14632	18192	21237	23823	27089	30297	33658
12.7	2	1214	2337	2709	3284	4204	4920	5649	6863	8793	10990
	4	1780	2994	3447	4100	5191	6066	6845	8104	10007	11905
	6	2392	3710	4208	4933	6238	7189	8190	9567	11615	13531
	8	3031	4394	4956	5771	7225	8258	9323	10772	12888	14754
	10	3497	5055	5685	6591	8208	9332	10482	12027	14270	16693
	12	3955	5744	6419	7357	9105	10464	11511	13413	15855	18451
	14	4331	6414	7121	8145	10061	11533	12657	14700	17314	20045
	16	4544	7071	7850	8901	10963	12539	13735	15900	19130	22156
	18	5051	7710	8503	9717	11828	13490	15012	17382	20910	23511
	20	5345	8340	9200	10419	12806	14614	16263	18831	22664	25486
17	2	1327	2179	2514	3053	3909	4580	5259	6396	8190	10251
	4	1948	2795	3207	3814	4838	5658	6387	7565	9345	11130
	6	2618	3465	3914	4598	5817	6713	7651	8942	10863	12666
	8	3316	4104	4616	5382	6745	7719	8720	10075	12063	13821
	10	3823	4720	5296	6152	7665	8725	9803	11257	13364	15647
	12	4322	5368	5984	6863	8507	9789	10772	12562	14858	17305
	14	4734	5993	6636	7606	9404	10790	11855	13776	16231	18809
	16	4969	6609	7320	8313	10251	11737	12870	14904	17943	20797
	18	5522	7207	7932	9078	11062	12634	14066	16299	19619	22079
	20	5848	7796	8584	9735	11982	13685	15243	17662	21268	23946
22 و بیشتر	2	1327	2147	2473	3003	3851	4507	5182	6297	8068	10097
	4	1948	2754	3157	3755	4766	5572	6292	7452	9209	10967
	6	2618	3411	3855	4530	5730	6614	7538	8815	10704	12485
	8	3316	4041	4544	5300	6646	7606	8593	9934	11891	13626
	10	3823	4652	5219	6057	7556	8598	9662	11099	13178	15429
	12	4322	5287	5894	6763	8385	9649	10623	12385	14650	17065
	14	4734	5907	6537	7493	9268	10636	11687	13581	16009	18555
	16	4969	6510	7212	8190	10106	11570	12689	14700	17694	20516
	18	5522	7099	7814	8947	10904	12453	13871	16072	19352	21785
	20	5848	7678	8458	9595	11810	13495	15035	17422	20978	23624

توجه: بعد عضو طبق تعریف در شکل A 13 "b" است، برای اتصال ها با وصله فلزی در پهلوهای متقابل. در اتصالی که فقط در یک پهلو وصله فلزی وجود دارد، بعد عضو دو برابر ضخامت عضو چوبی است. برای مقادیر میانی درون خطی مجاز است.

جدول(۱۳-۲-۱B). ظرفیت مرجع چوب در جهت الیاف، PW برای پیچ های پرچ چوب

طول پیچ پرچ = $S_q = 2.5cm,\ S_p = 3.8cm, 3.8cm$

ضخامت عضو cm	تعداد پیچ پرچ در ردیف	$P_W\ (Kg)$ تعداد ردیف در هر طرف									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
7.5	2	1051	2559	3982	5558	7248	8969	10510	11823	13300	15031
	4	1549	3375	521	6985	8974	10963	12693	14102	15810	17862
	6	2075	4181	6129	8426	10732	13028	14863	16412	18487	20892
	8	2632	4947	7275	9730	12299	14849	17010	18664	20775	23479
	10	3035	5708	8267	11044	13857	16843	18967	20920	23207	26224
	12	3429	6315	9250	12385	15420	18414	21155	23216	25662	29001
	14	3755	7067	10106	13622	16843	20313	22917	25386	28331	34460
	16	3946	7814	11135	14596	18247	21925	24625	27592	30722	34722
	18	4385	8480	12127	15719	19547	23411	26614	29291	33051	36793
	20	4643	9277	12992	16679	20657	24666	27968	31212	34627	38519
12.7	2	1377	2428	3053	3896	5404	6736	8294	10623	14541	19411
	4	2025	3470	4331	5422	7443	9264	11207	13984	18455	23366
	6	2713	4489	5518	6818	9336	11470	14002	17246	22378	27325
	8	3438	5436	6650	8163	11071	13481	16317	19873	25418	30709
	10	3968	6347	7742	9459	12761	15456	18609	22514	28553	34301
	12	4485	7284	8824	10659	14301	17508	20643	25363	32045	37934
	14	4915	8190	9862	11887	15909	19429	22867	28000	35252	41875
	16	5160	9078	10935	13060	17436	21246	24951	30455	39162	45413
	18	5735	9943	11891	14324	18886	22958	27384	33431	42994	48122
	20	6070	10786	12911	15407	20525	24956	29771	36353	45286	50378
17	2	1504	2265	2836	3624	5033	6274	7728	9907	13563	18115
	4	2215	3239	4032	5051	6944	8648	10469	13069	17255	21943
	6	2972	4190	5137	6360	8716	10718	13092	16136	20947	26079
	8	3764	5078	6197	7615	10347	12612	15271	18609	23814	29137
	10	4340	5930	7216	8834	11927	14464	17427	21096	26772	33477
	12	4906	6804	8231	9957	13373	16390	19343	23778	30061	37395
	14	5373	7656	9200	11108	14886	18202	21436	26265	33083	40951
	16	5644	8485	10202	12208	16322	19905	23397	28580	36770	45531
	18	6270	9296	11099	13391	17685	21518	25690	31388	40385	48553
	20	6641	10088	12054	14410	19225	23397	27941	34138	43932	52838
22 و بیشتر	2	1504	2233	2790	3570	4951	6179	7615	9758	13359	17848
	4	2215	3194	3968	4978	6840	8516	10315	12879	17006	21631
	6	2972	4127	5060	6265	8589	10559	12906	15905	20652	25717
	8	3764	5001	6106	7502	10197	12430	15053	18351	23484	28734
	10	4340	5839	7108	8702	11760	14260	17182	20802	26401	33024
	12	4906	6704	8109	9812	13182	16159	19076	23452	29649	36892
	14	5373	7542	9060	10949	14673	17943	21142	25907	32634	40403
	16	5644	8358	10052	12032	16091	19628	23076	28195	36276	44933
	18	6270	9160	10935	13200	17436	21223	25341	30963	39846	47918
	20	6641	9939	11878	14206	18954	23076	27561	33681	43348	52149

توجه: بعد عضو طبق تعریف در شکل 13 A "b" است، برای اتصال ها با وصله فلزی در پهلوهای متقابل. در اتصالی که فقط در یک پهلو وصله فلزی وجود دارد، بعد عضو دو برابر ضخامت عضو چوبی است. برای مقادیر میانی درون خطی مجاز است.

جدول(۱۳-۲-۱C). ظرفیت مرجع چوب در جهت الیاف، P_W برای پیچ های پرچ چوب

طول پیچ پرچ = $S_q = 2.5cm,\ S_p = 2.5cm, 6.4cm$											
ضخامت عضو cm	تعداد پیچ پرچ در ردیف	$P_W\ (Kg)$ تعداد ردیف در هر طرف									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
12.7	2	1060	2541	3964	5576	7302	8834	10238	11737	13309	15021
	4	1558	3348	5028	7008	9037	10795	12362	13998	15819	17848
	6	2093	4149	6097	8453	10809	12829	14482	16290	18292	20874
	8	2650	4911	7239	9762	12390	14623	16571	18528	20788	23461
	10	3058	5663	8226	11080	13957	16584	18473	20766	23221	26206
	12	3456	6265	9200	12421	15529	18134	20607	23044	25681	28978
	14	3787	7012	10052	13667	16965	20000	22324	25196	28349	31991
	16	3973	7751	11076	14641	18378	21590	23991	27384	30745	34695
	18	4417	8417	12063	15769	19687	23053	25925	29069	33074	36765
	20	4675	9205	12924	16734	20802	24285	27243	30976	34645	38487
17	2	1228	2940	4589	6460	8453	10224	11855	13590	15411	17391
	4	1803	3873	5821	8113	10229	11832	13223	15502	18310	20666
	6	2424	4802	7062	9237	11556	13151	14840	17105	20566	23705
	8	3067	5685	8381	10365	12802	14424	16068	18347	21735	24602
	10	3538	6559	9522	11452	14034	15710	17395	19724	23162	26790
	12	4000	7257	10650	12426	15112	17087	18528	21323	24938	28688
	14	4381	8118	11638	13427	16276	18347	19846	22759	26519	30351
	16	4602	8974	12824	14360	17350	19497	21046	24059	28630	32779
	18	5114	9744	13662	15379	18342	20562	22537	25762	30655	34084
	20	5413	10659	14559	16204	19511	21871	23973	27407	32616	36276
22	2	1391	3330	4793	5916	7529	8743	9961	12018	15293	18981
	4	2043	4390	5617	6664	8340	9622	10745	12598	15429	18202
	6	2745	5436	6519	7565	9418	10709	12054	13943	16779	19366
	8	3475	6306	7393	8480	10442	11764	13119	14994	17780	20163
	10	4009	7126	8222	9368	11456	12833	14233	16154	18994	22016
	12	4535	7968	9046	10161	12353	13984	15185	17499	20494	23638
	14	4965	8770	9812	10985	13318	15035	16290	18713	21835	25060
	16	5214	9536	10605	11755	14211	16000	17305	19814	23615	27117
	18	5794	10270	11280	12598	15040	16892	18555	21255	25332	28245
	20	6134	10972	12009	13277	16014	17993	19769	22645	26990	30115
27	2	1540	3502	4453	5427	6890	7995	9110	10990	13984	17368
	4	2265	4299	5191	6111	7638	8815	9848	11552	14147	16707
	6	3040	5164	6002	6935	8634	9826	11067	12806	15416	17812
	8	3846	5957	6804	7778	9581	10804	12054	13789	16358	18573
	10	4439	6709	7565	8598	10523	11796	13092	14877	17499	20308
	12	5019	7484	8317	9332	11352	12865	13984	16131	18904	21830
	14	5495	8217	9019	10093	12249	13844	15017	17264	20159	23166
	16	5771	8915	9749	10804	13078	14745	15964	18297	21821	25092
	18	6414	9585	10374	11583	13848	15579	17132	19638	23425	26161
	20	6790	10229	11044	12217	14754	16598	18260	20938	24978	27914
32 و بیشتر	2	1563	3447	4322	5250	6664	7728	8806	10623	13518	16788
	4	2360	4213	5028	5907	7384	8525	9527	11176	13694	16172
	6	3166	5046	5817	6709	8353	9508	10713	12399	14931	17259
	8	4014	5817	6587	7529	9273	10460	11678	13359	15855	18007
	10	4630	6541	7320	8322	10188	11429	12689	14419	16965	19701
	12	5232	7289	8050	9033	10994	12467	13554	15642	18333	21182
	14	5730	7995	8729	9776	11864	13418	14564	16747	19561	22491
	16	6020	8670	9441	10464	12670	14297	15484	17753	21182	24371
	18	6686	9318	10043	11221	13422	15108	16621	19062	22745	25418
	20	7080	9939	10691	11837	14301	16104	17721	20331	24263	27126

توجه: بعد عضو طبق تعریف در شکل A 13 "b" است، برای اتصال ها با وصله فلزی در پهلوهای متقابل. در اتصالی که فقط در یک پهلو وصله فلزی وجود دارد، بعد عضو دو برابر ضخامت عضو چوبی است. برای مقادیر میانی درون خطی مجاز است.

جدول(۱۳-۲-۱D). ظرفیت مرجع چوب در جهت الیاف، P_W برای پیچ های پرچ چوب

طول پیچ پرچ = $S_q = 2.5cm,\ S_p = 3.8cm,\ 6.4cm$											
ضخامت عضو cm	تعداد پیچ پرچ در ردیف	$P_W\ (Kg)$ تعداد ردیف در هر طرف									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
12.7	2	1205	2926	4553	6360	8290	10256	12018	13522	15212	17191
	4	1771	3860	5776	7991	10260	12535	14514	16127	18075	20426
	6	2374	4784	7012	9635	12272	14899	17001	18768	21142	23891
	8	3008	5658	8322	11126	14066	16983	19452	21345	23760	26849
	10	3470	6528	9454	12630	15846	19262	21690	23923	26537	29989
	12	3923	7225	10578	14161	17631	21060	24190	26550	29350	33164
	14	4294	8082	11556	15579	19262	23225	26206	29028	32399	36611
	16	4512	8933	12734	16693	20865	25069	28163	31551	35135	39705
	18	5015	9699	13866	17975	22356	26768	30433	33495	37798	42075
	20	5309	10609	14858	19076	23619	28204	31982	35692	39597	44045
17	2	1391	3388	5273	7361	9599	11873	13916	15656	17613	19900
	4	2048	4467	6691	9250	11882	14514	16806	18673	20929	23651
	6	2750	5536	8118	11157	14211	17250	19683	21730	24476	27660
	8	3484	6550	9631	12883	16285	19479	22523	24711	27506	31085
	10	4018	7561	10944	14623	18347	22301	25110	27701	30722	34722
	12	4544	8362	12245	16399	20412	24380	28009	30741	33980	38396
	14	4974	9359	13377	18038	22297	26890	30342	33608	37508	42387
	16	5223	10342	14745	19325	24154	29024	32607	36530	40679	45970
	18	5803	11230	16054	20811	25880	30994	35234	38777	43760	48711
	20	6143	12281	17200	22084	28571	32652	37028	41323	45844	50994
22	2	1576	3728	5259	6790	9332	11524	14057	17744	19959	22555
	4	2319	5060	6786	8421	11388	13984	16725	20661	23719	26804
	6	3117	6274	8163	9930	13364	16177	19506	23778	27737	31343
	8	3946	7425	9431	11352	15121	18134	21672	26111	31171	35225
	10	4553	8566	10614	12693	16797	20036	23814	28498	34818	39348
	12	5146	9477	11760	13880	18265	22020	25635	31153	38505	43515
	14	5635	10605	12820	15094	19814	23828	27683	33536	41821	48036
	16	5921	11715	13912	16222	21237	25481	29554	35687	45463	52095
	18	6578	12639	14845	17445	22564	27008	31814	38433	48969	55203
	20	6963	13527	15841	18437	24095	28852	34002	41083	51955	57794
27	2	1749	3592	4874	6224	8544	10546	12865	16349	22093	24965
	4	2569	4865	6256	7724	10442	12824	15348	18967	24824	29667
	6	3447	6052	7511	9110	12267	14858	17934	21875	28136	34695
	8	4367	7112	8670	10424	13894	16684	19955	24059	30505	37001
	10	5042	8095	9758	11660	15452	18455	21957	26301	33064	41010
	12	5699	9083	10809	12761	16820	20303	23660	28784	36050	44494
	14	6238	10016	11787	13889	18256	21989	25576	31017	38709	47556
	16	6550	10899	12793	14795	19588	23533	27329	33037	42124	51787
	18	7280	11742	13653	14935	20820	24965	29450	35610	45418	54229
	20	7710	12553	14573	16068	22251	26691	31497	38102	48602	58075
32 و بیشتر	2	1821	3533	4729	16997	8258	10193	12435	15805	21486	26034
	4	2682	4757	6057	6020	10102	12408	14854	18365	24036	30315
	6	3597	5907	7271	7470	11873	14392	17373	21191	27271	33667
	8	4557	6931	8394	8815	13459	16163	19339	23330	29581	35905
	10	5255	7878	9445	10088	14972	17889	21291	25513	32086	39819
	12	5943	8829	10469	11293	16299	19687	22958	27937	35003	43225
	14	6510	9730	11416	12362	17703	21332	24824	30115	37599	46220
	16	6831	10587	12390	13454	18994	22840	26537	32095	40933	50355
	18	7592	11402	13228	14473	20199	24236	28602	34605	44149	52752
	20	8041	12186	14120	15574	21590	25921	30600	37037	47261	56507

توجه: بعد عضو طبق تعریف در شکل A 13 "b"ضخامت عضو چوبی است. برای مقادیر میانی درون خطی مجاز است.

جدول(۱۳-۲-۱E).ظرفیت مرجع چوب در جهت الیاف، Pw برای پیچ های پرچ چوب

طول پیچ پرچ = $S_q = 2.5cm,\ S_p = 2.5cm,\ 9cm$											
ضخامت عضو cm	تعداد پیچ پرچ در ردیف	$P_W\ (Kg)$ تعداد ردیف در هر طرف									
		2	4	6	8	10	12	14		18	20
17	2	1105	2650	4136	5821	7619	9219	10686	12249	13894	15678
	4	1626	3493	5246	7316	9431	11266	12906	14609	16512	18632
	6	2183	4331	6365	8824	11284	13391	15117	17006	19307	21789
	8	2763	5123	7556	10188	12933	15266	17296	19339	21699	24489
	10	3189	5912	8584	11565	14568	17314	19284	21676	24240	27352
	12	3606	6541	9604	12969	16208	18926	21508	24054	26804	30247
	14	3950	7320	10491	14265	17708	20879	23302	26297	29590	33391
	16	4149	8091	11565	15284	19180	22532	25042	28584	32091	36213
	18	4607	8784	12589	16457	20553	24063	27062	30346	34523	38374
	20	4879	9608	13490	17468	21712	25350	28435	32335	36163	40172
22	2	1228	2940	4589	6455	8453	10224	11850	13585	15407	1739
	4	1803	3873	5817	8113	10460	12494	14315	16204	18310	20661
	6	2424	4802	7062	9785	12512	14854	16761	18858	21413	24168
	8	3067	5685	8381	11298	14342	16929	19185	21445	24063	27157
	10	3538	6559	9522	12829	16159	19203	21386	24036	26881	30337
	12	4000	7257	10650	14383	17975	20992	23855	26677	29726	33549
	14	4381	8118	11638	15819	19638	23153	25844	29169	32815	37033
	16	4602	8974	12824	16951	21282	24992	27773	31701	35588	40163
	18	5110	9744	13966	18256	22790	26686	30011	33653	38283	42559
	20	5413	10655	14963	19370	24081	28113	31538	35859	40109	44557
27	2	1368	3280	5119	7203	9431	11407	13223	15157	17187	19397
	4	2011	4322	6491	9051	11669	13939	15968	18075	20426	23053
	6	2700	5359	7878	10917	13961	16571	18700	21037	23891	26958
	8	3420	6342	9345	12607	16000	18378	20140	22641	26442	29549
	10	3950	7316	10623	14233	17214	18917	20589	22985	26623	30423
	12	4462	8095	11882	14881	17767	19692	20987	23796	27474	31252
	14	4888	9055	12983	15570	18469	20408	21708	24548	28254	32009
	16	5132	10011	14306	16186	19112	21069	22378	25237	29690	33671
	18	5703	10867	15289	16915	19710	21676	23397	26410	31089	34265
	20	6038	11887	16009	17436	20516	22582	24394	27556	32457	35810
32	2	1504	3606	5626	7923	10369	12544	14537	16666	18899	21332
	4	2215	4752	7139	9952	12833	15330	17558	19878	22464	25350
	6	2972	5894	8661	11429	14211	15900	17567	19964	23638	26881
	8	3764	6972	10125	12041	14573	16072	17567	19733	23044	25767
	10	4340	8045	10985	12616	15076	16512	17957	20050	23239	26587
	12	4906	8901	11755	13101	15529	17187	18319	20788	24023	27375
	14	5377	9961	12412	13658	16131	17821	18976	21481	24752	28095
	16	5644	11008	13087	14174	16607	18419	19588	22125	26057	29617
	18	6270	11941	13608	14800	17228	18972	20512	23189	27334	30197
	20	6641	12693	14188	15253	17948	19787	21413	24231	28584	31615
37 و بیشتر	2	1622	3887	6066	8539	11176	13518	15669	17961	20371	22990
	4	2387	4992	7674	10342	13268	15239	16779	19357	23330	27117
	6	3203	6156	8852	10867	13373	14904	16439	18668	22106	25137
	8	4054	7216	9758	11352	13662	15040	16435	18464	21567	24127
	10	4679	8195	10487	11846	14115	15452	16811	18777	21771	24933
	12	5291	9164	11153	12285	14537	16095	17164	19488	22532	25703
	14	5794	10043	11728	12797	15108	16702	17794	20159	23243	26410
	16	6084	10849	12331	13277	15647	17268	18383	20779	24494	27873
	18	6759	11588	12797	13866	16149	17803	19266	21798	25717	28448
	20	7157	12263	13332	14292	16833	18582	20131	22799	26917	29812

توجه: بعد عضو طبق تعریف در شکل "b" 13 A است، برای اتصال ها با وصله فلزی در پهلوهای متقابل. در اتصالی که فقط در یک پهلو وصله فلزی وجود دارد، بعد عضو دو برابر ضخامت عضو چوبی است. برای مقادیر میانی درون خطی مجاز است.

جدول(۱۳-۲-۱F).ظرفیت مرجع چوب در جهت الیاف، P_W برای پیچ های پرچ چوب

$S_q = 2.5cm, S_p = 3.8cm, 9cm$ طول پیچ پرچ =											
ضخامت عضو cm	تعداد پیچ پرچ در ردیف	$P_W\ (Kg)$ تعداد ردیف در هر طرف									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
17	2	1255	3053	4752	6636	8652	10704	12544	14115	15878	17943
	4	1848	4027	6029	8340	10709	13083	15148	16833	18867	21323
	6	2478	4992	7320	10057	12811	15551	17744	19592	22066	24938
	8	3139	5907	8684	11615	14682	17726	20303	22279	24797	28023
	10	3624	6813	9866	13187	16539	20104	22636	24974	27701	31302
	12	4095	7538	11040	14781	18405	21980	25250	27715	30632	34618
	14	4485	8439	12063	16263	20104	24245	27357	30301	33816	38215
	16	4707	9327	13291	17422	21780	26170	29395	32938	36675	41445
	18	5232	10125	14473	18763	23334	27941	31769	34963	39452	43918
	20	5540	11076	15506	19914	24657	29440	33382	37255	41332	45975
22	2	1391	3388	5273	7361	9599	11873	13912	15656	17608	19900
	4	2048	4476	6686	9250	11878	14510	16802	18668	20924	23647
	6	2750	5536	8118	11157	14206	17250	19678	21726	24471	27656
	8	3484	6550	9631	12883	16285	19660	22519	24711	27502	31080
	10	4018	7556	10944	14623	18347	22297	25105	27696	30722	34718
	12	4539	8362	12245	16394	20412	24380	28004	30736	33975	38392
	14	4974	9359	13377	18034	22297	26890	30337	33604	37504	42383
	16	5223	10342	14741	19325	24154	29024	32602	36525	40675	45961
	18	5803	11230	16054	20811	25880	30990	35230	38777	43755	48707
	20	6143	12281	17200	22084	27343	32648	37024	41318	45839	50990
27	2	1101	3778	5880	8213	10709	13246	15520	17463	19642	22197
	4	2283	4983	7461	10319	13250	16190	18745	20829	23343	26383
	6	3067	6174	9055	12444	15850	19243	21952	24240	27302	30854
	8	3882	7307	10745	14369	18165	21934	25123	27565	30682	34673
	10	4480	8430	12208	16313	20467	24874	28009	30899	34274	38732
	12	5065	9327	13658	18292	22772	27198	31243	34288	37903	42831
	14	5549	10437	14922	19719	24874	29758	33844	37490	41839	47280
	16	5826	11538	16444	20607	26328	30972	35348	40747	45377	51275
	18	6473	12525	17907	21631	27320	32091	37237	43257	48811	54337
	20	6854	13703	19189	22401	28598	33631	39062	46093	51135	56883
32	2	1708	4050	6469	9028	11773	14564	17069	19203	21599	24412
	4	2514	5477	8204	11348	14573	17803	20612	22904	25672	29010
	6	3370	6790	9957	13685	17431	21160	24140	26655	30020	33925
	8	4272	8036	11814	14786	19207	22523	26410	30310	33739	38129
	10	4929	9273	13341	15651	20186	23570	27529	32471	37685	42591
	12	5572	10256	14260	16408	21051	24874	28494	34174	41676	47098
	14	6102	11479	15071	17250	22097	26079	29853	35724	44100	51991
	16	6405	12689	15923	18029	23067	27194	31103	37141	46872	56385
	18	7117	13776	16598	18940	23968	28226	32824	39239	49567	58704
	20	7538	15067	17350	19624	25119	29626	34496	41282	52195	61898
37 و بیشتر	2	1839	4050	6963	9730	12689	15696	18396	20698	23280	26310
	4	2709	5767	8843	12226	15706	19185	22215	24684	27669	31266
	6	3633	7320	10686	13087	17196	20340	24036	28725	32358	36566
	8	4602	8661	11724	13866	17980	21087	24738	29354	36362	41092
	10	5309	9884	12593	14664	18908	22088	25816	30478	37848	45902
	12	6002	10999	13418	15370	19733	23339	26759	32118	39782	48625
	14	6578	11982	14156	16163	20729	24494	28068	33622	41536	50587
	16	6904	12861	14940	16901	21653	25563	29277	34994	44199	53930
	18	7674	13662	15570	17767	22519	26559	30926	37010	46790	55502
	20	8122	14392	16272	18424	23619	27900	32534	38976	49323	58582

توجه: بعد عضو طبق تعریف در شکل "b" 13 A است، برای اتصال ها با وصله فلزی در پهلوهای متقابل. در اتصالی که فقط در یک پهلو وصله فلزی وجود دارد، بعد عضو دو برابر ضخامت عضو چوبی است. برای مقادیر میانی درون خطی مجاز است.

جدول(۱۳-۲-۲A) مـقـادیـر q_w (Kg) عمود بر الیاف برای پیچ های پرچ چوب

S_q cm	تعداد پیچ پرچ در ردیف	$S_p = 2.5cm$ تعداد ردیف 2	4	6	8	10
2.5	2	352	366	420	493	569
	3	348	365	412	478	545
	4	372	394	436	497	558
	5	396	418	459	520	582
	6	434	456	496	556	621
	7	475	490	527	588	651
	8	531	536	569	630	691
	9	560	578	609	665	736
	10	597	633	661	708	794
	11	643	673	696	753	838
	12	701	723	737	809	892
	13	775	766	789	853	934
	14	872	816	851	905	983
	15	925	877	889	910	1041
	16	988	952	935	1005	1109
	17	1065	1007	987	1048	1151
	18	1147	1071	1048	1097	1198
	19	1143	1102	1090	1154	1251
	20	1131	1135	1139	1219	1312
3.8	2	515	497	553	641	738
	3	509	495	543	621	707
	4	545	535	574	646	725
	5	580	567	604	675	756
	6	636	619	653	723	806
	7	695	665	694	763	845
	8	778	728	749	818	897
	9	820	784	803	863	956
	10	874	858	871	920	1031
	11	941	913	916	978	1089
	12	1026	981	972	1051	1159
	13	1134	1038	1039	1107	1213
	14	1276	1107	1120	1175	1277
	15	1354	1190	1171	1234	1352
	16	1446	1291	1231	1305	1441
	17	1558	1365	1300	1361	1495
	18	1693	1453	1380	1425	1556
	19	1674	1494	1436	1499	1625
	20	1656	1539	1500	1584	1704

جدول(۱۳-۲-۲B). ضریب هندسی، C_{Δ}برای اتصال ها پیچ پرچ چوب زیر بار عمود بر الیاف

$\frac{e_P}{(n_C-1)S_q}$	C_{Δ}	$\frac{e_P}{(n_C-1)S_q}$	C_{Δ}
0.1	5.76	3.2	0.79
0.2	3.19	3.6	0.77
0.3	2.36	4	0.76
0.4	2	5	0.72
0.5	1.77	6	0.7
0.6	1.61	7	0.68
0.7	1.47	8	0.66
0.8	1.36	9	0.64
0.9	1.28	10	0.63
1	1.2	12	0.61
1.2	1.1	14	0.59
1.4	1.02	16	0.57
1.6	0.96	18	0.56
1.8	0.92	20	0.55
2	0.89	25	0.53
2.4	0.85	30	0.51
2.8	0.81		

فصل چهاردهم
دیوارهای برشی و دیافراگم‌ها

۱۴-۱- عام

۱۴-۱- عام

دیوارهای برشی و دیاگرام‌ها باید طبق «شروط ویژه طراحی برای باد و زلزله» طراحی شوند (به منبع ۵۶ رجوع شود).

فصل پانزدهم
شرایط بارگذاری ویژه

۱۵-۱- توزیع جانبی باری متمرکز

۱۵-۲- ستون‌های دولنگه

۱۵-۳- ستون‌های پیش‌ساخته

۱۵-۴- ستون‌های چوبی و بار جانبی و برون‌مرکزی

جدول(۱۵-۱-۱). ضرایب توزیع جانبی لنگر

جدول(۱۵-۱-۲). توزیع جانبی برحسب تناسب مجموع بار

۱۵-۱- توزیع جانبی باری متمرکز

۱۵-۱-۱- توزیع جانبی باری متمرکز برای لنگر

وقتی باری متمرکز در وسط دهانه تیر به تیرهای مجاور موازی توسط چوب یا دال بتنی کف، توزیع می‌شود، بار روی نزدیک‌ترین تیر به نقطه اثر بار وارده، باید با ضرب ضرایب زیر (جدول ۱۵-۱-۱) در مقدار بار، تعیین شود.

جدول(۱۵-۱-۱). ضرایب توزیع جانبی برای لنگر

نوع کف	بار روی تیر بحرانی (برای یک خط عبور[۲])
دو نعل $5\ cm$	$S/1.22$[۱]
$10\ cm$ لایه‌ای میخ شده	$S/1.37$
$15\ cm$ لایه‌ای میخ شده	$S/1.52$
بتن، با طراحی سازه ای	$S/1.82$

[۱]. S- فاصلهٔ بین تیرها، m . اگر S مقدار بیش از مخرج کسر داشته باشد، بار روی دو تیر مجاور باید به صورت عکس‌العمل تعیین شود، یعنی دال بین تیرها تیر ساده لحاظ می‌شود.

[۲]. برای اطلاعات بیشتر در مورد خطوط عبور ۲ یا بیشتر به منبع ۴۸ رجوع شود.

۱۵-۱-۲- توزیع جانبی بار متمرکز برای نیروی برشی

در موردی که توزیع بار برای لنگر در وسط دهانه معلوم باشد یا فرض شود که به مقادیر معینی در دو ستون اول جدول (۱۵-۱-۲) مرتبط است، توزیع به تیرهای مجاور اگر زیر بار یا نزدیک به یک‌چهارم دهانه (به تقریب در نقطهٔ حداکثر نیروی برشی) باشند باید فرض شود که مرتبط با مقادیر در دو ستون آخر جدول (۱۵-۱-۲) می‌باشد.

جدول(۱۵-۱-۲). توزیع جانبی بار برحسب تناسب مجموع بار

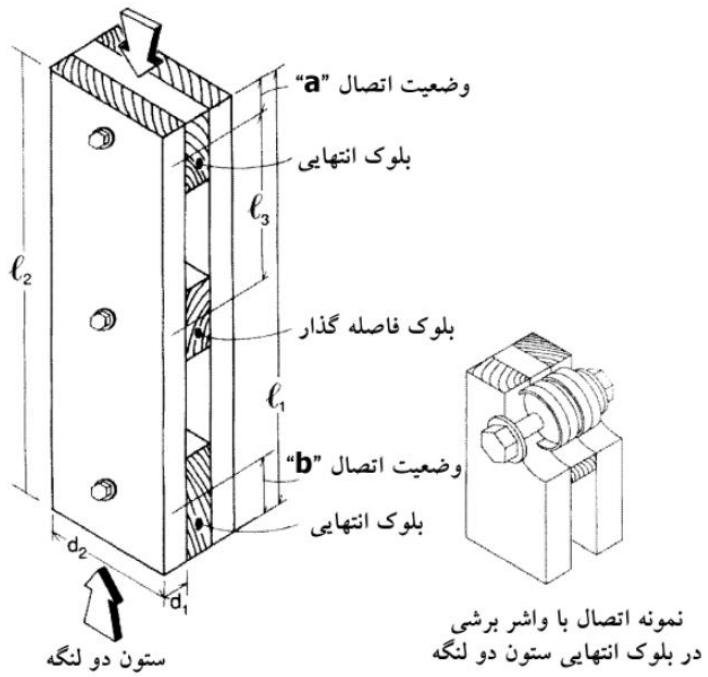
بار در وسط دهانه		بار در یک‌چهارم طول دهانه	
تیر مرکزی	توزیع به تیرهای پهلویی	تیر مرکزی	توزیع به تیرهای پهلویی
1	0	1	0
0.90	0.1	0.94	0.06
0.80	0.2	0.87	0.13
0.70	0.3	0.79	0.21
0.60	0.4	0.69	0.31
0.50	0.5	0.58	0.42
0.40	0.6	0.44	0.56
0.33	0.67	0.33	0.67

۱۵-۲- ستون‌های دولنگه

۱۵-۲-۱- عام

۱۵-۲-۱-۱- بار طراحی ستونی دولنگه باید جمع بار طراحی هر یک از اجزای آن باشد.

۱۵-۲-۱-۲- ظرفیت بار افزایش یافته ستونی دولنگه، ناشی از تثبیت انتها توسط اتصال‌دهنده‌ها (حلقه شکافدار یا واشر برشی) و بلوک‌های انتها، فقط در جهت عمود بر سطوح عریض اجزای ستون مؤثر است. (جهت موازی بعد d_1 در شکل ۱۵A). ظرفیت ستون دولنگه در جهت موازی سطوح عریض اجزای آن در راستای بعد d_2 در شکل ۱۵A) باید مشمول شروط ستون توپر باشد، به ترتیبی که در (۱۵-۲-۳) آمده است.



شکل(۱۵A). ستون دولنگه اتصال یافته با حلقه شکافدار یا واشر برشی

وضعیت "a" فاصله تا انتها $\geq \frac{\ell}{۲۰}$

$\ell_۱, \ell_۲$ – فاصلـه‌های بین نقاط تکیه‌گـاه جانبی در صفحه‌های ۱ و ۲، مرکز تـا مرکز تکیه‌گاه‌های جانبی، در ستون-های پیوسته (سراسری) و فاصلهٔ بین دو انتها در ستون‌های سادهٔ دولنگه، cm.

$\ell_۳$ – فاصلهٔ مرکز بلوک فاصله‌گذار تا سنترویید گروه اتصال‌دهنده‌ها (حلقه شکافدار یا واشر برشی) در بلوک‌هـای انتهایی، cm.

$d_۱, d_۲$ – ابعاد مقطع اجزای ستون دولنگه در صفحه‌های تکیه‌جانبی، cm .

وضعیت «b».

۱۵-۲-۲- شروط بلوک فاصله‌گذار و انتهایی

۱۵-۲-۲-۱- ستون‌های دولنگه باید برحسب وضعیت تثبیت انتها (رجوع شود به شکل۱۵A) بـه شرح زیر طبقه‌بندی شدند (وضعیت a و b):

(a). در وضعیت «*a*» سنترویید اتصال‌دهنده (حلقه شکافدار یا واشر برشی) یا گروه اتصال‌دهنده‌ها در بلوک انتهایی باید در فاصله $\ell_1/20$ از انتهای ستون باشد.

(b). در وضعیت «*b*» سنترویید اتصال‌دهنده (حلقه شکافدار یا واشر برشی) یا گروه اتصال‌دهنده‌ها در بلوک انتهایی باید در فاصله بین $\ell_1/20$ و $\ell_1/10$ از انتهای ستون باشد.

۱۵-۲-۲-۲- اگر بلوکی فاصله‌گذار تنها در فاصله $\frac{1}{10}$ طول ستون، ℓ_1 واقع باشد، حلقه شکافدار یا واشر برشی برای این بلوک الزامی نیست. اگر تعداد بلوک فاصله‌گذار ۲ یا بیشتر باشد، اتصال‌دهندهٔ واشر برشی یا حلقه شکافدار الزامی است و فاصلهٔ بین دو بلوک مجاور نباید بیش از $\frac{1}{2}$ فاصلهٔ بین مراکز اتصال‌دهنده‌های‌شان (حلقه شکافدار یا واشر برشی) و در بلوک‌های انتهایی باشد.

۱۵-۲-۲-۳- از اعضای دولنگه وقتی به صورت عضو فشاری خرپا استفاده می‌شود، سر هر دهانه انتهای عضو دولنگه لحاظ می‌شود و سر عضو جان در بین دولنگه، بلوک انتهایی به حساب می‌آید.

۱۵-۲-۲-۴- ضخامت بلوک‌های فاصله‌گذار و انتهایی نباید بیش از ضخامت هر یک از اجزای ستون دولنگه باشد. ضخامت، پهنا و طول بلوک‌های انتهایی نباید کم‌تر از حد لازم برای اندازه و تعداد حلقه شکافدار یا واشر برشی جهت تحمل باری که در (۱۵-۲-۲-۵) محاسبه می‌شود، باشد.

۱۵-۲-۲-۵- برای تعیین کنش اتصال‌دهنده‌ها (واشر برشی یا حلقه شکافدار) در هر سطح تماس بلوک انتهایی و اجزا در انتهای ستون دولنگه، اندازه و تعدادشان برای تحمل بار باید کافی باشد که برابر است با سطح مقطع یک جزء ستون ضرب در ثابت بلوک فاصله‌گذار تا انتها، K_s. مقدار K_s با روابط زیر تعیین می‌شود:

گروه گونه ها	ثابت بلوک فاصله‌گذار انتها
A	$K_s = 9.55\ (\ell_1/d_1 - 11) \le 468$
B	$K_s = 8.14(\ell_1/d_1 - 11) \le 399$
C	$K_s = 6.73(\ell_1/d_1 - 11) \le 330$
D	$K_s = 5.32(\ell_1/d_1 - 11) \le 261$

اگر ستون‌های دولنگه قسمتی از خرپا یا قاب مشابه باشند، حلقه شکافدار یا واشر برشی لازم طبق شروط اتصال در فصل ۱۲ این آیین‌نامه، باید برای ثابت بلوک فاصله‌گذار انتهایی، K_s کنترل شود که در بالا تعیین شده است.

۱۵-۲-۳- ضریب ثبات ستون، C_p

۱۵-۲-۳-۱- طول مؤثر ستون دولنگه، ℓ_e باید طبق اصول مهندسی مکانیک تعیین شود. یک روش برای تعیین طول مؤثر ستون، وقتی وضعیت تثبیت انتها معلوم باشد، ضرب کردن طول واقعی ستون در ضریب طول مؤثر است که در ضمیمه G مشخص شده است، $\ell_e = K_e(\ell)$.

۱۵-۲-۳-۲- برای هر یک از اجزای ستون دولنگه (شکل ۱۵A):

(a) ℓ_1/d_1 **نباید بیش از ۸۰ باشد.** ℓ_1 فاصلهٔ بین تکیه‌گاه‌های جانبی که در جهت عمود بر سطوح عریض هر یک از اجزا عامل قید می‌باشند.

(b) ℓ_2/d_2 **نباید از ۵۰ بیشتر باشد.** ℓ_2 فاصلهٔ بین تکیه‌گاه‌های جانبی است که راستای موازی سطوح عریض اجزا عامل قید هستند.

(c) ℓ_3/d_1 **نباید بیش از ۴۰ باشد.** ℓ_3 فاصلهٔ بین مرکز بلوک فاصله‌گذار و سنترویید گروه اتصال‌دهنده‌ها (حلقه شکافدار یا واشر برشی) در بلوک انتهایی است.

۱۵-۲-۳-۳- ضریب ثبات ستون، C_p با رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$C_p = \frac{1+(\frac{F_{CE}}{F'_C})}{2C} - \sqrt{\left(\frac{1+\frac{F_{CE}}{F'_C}}{2C}\right)^2 - \frac{\frac{F_{CE}}{F'_C}}{C}} \qquad (۱-۲-۱۵)$$

F'_C – مقاومت فشاری مرجع ضرب در ضرایب تنظیم معمول غیر از C_p (به بند ۲-۳ رجوع شود).

$$F_{CE} = \frac{۰/۸۲۲ K_x E'_{\min}}{(\ell_e / d)^۲}$$

K_x = ۲/۵ برای وضعیت تثبیت "a"

K_x = ۳ برای وضعیت تثبیت "b"

C= ۰/۸ برای چوب ماسیو

C= ۰/۹ برای چوب سازه‌ای لایه‌ای یا چوب چندسازه

۱۵-۲-۳-۴- اگر گونهٔ چوب اجزای ستون دولنگه، درجه کیفیت یا ضخامت آن‌ها متفاوت باشد، مقدار مقاومت فشاری موازی الیاف تنظیم شده، F'_C جزء ضعیف برای هر دو جزء اعمال می‌شود.

۱۵-۲-۳-۵- مقاومت فشاری تنظیم شده موازی الیاف، F'_C برای ستونی دولنگه نباید از مقاومت فشاری تنظیم شده، F'_C هر یک از اجزای آن که مانند ستون ماسیو و بدون لحاظ کردن وضعیت تثبیت انتها ارزیابی می‌شود (بند ۳-۷ و اعمال ضریب لاغری $\ell_۲ / d_۲$ به شکل ۱۵A رجوع شود)، بیشتر باشد.

۱۵-۲-۳-۶- برای شرایط سخت مورد کاربرد و یا آسیب‌پذیر، از مقدار کم‌تر مقاومت مرجع تنظیم شده باید استفاده کرد. به ضمیمه H برای اطلاعات پیشینه محاسبه ضریب ثبات ستون و به ضمیمه F برای اطلاعات مربوط به ضریب تغییرات مدول الاستیسیته، (COV_E) رجوع شود.

۱۵-۲-۳-۷- معادلات در بند (۳-۹) برای بار توأم محوری و خمشی در مورد ستون‌های دولنگه فقط برای خمش حول محور موازی سطح عریض هر جزء ستون (بعد $d_۲$ در شکل ۱۵A) کاربرد دارد.

۱۵-۳- ستون‌های پیش‌ساخته با میخ یا پیچ

۱۵-۳-۱- عام

شروط زیر به ستون‌های پیش‌ساخته با میخ یا پیچ تعلق دارد. ستون با ۲ یا ۵ لایه که در آن:

(a). هر لایه مقطع مستطیل شکل دارد و ضخامت آن حداقل ۳/۸cm ($t \geq ۳.۸cm$).

(b). ارتفاع مقطع همه لایه‌ها (پهنای رو)، d یکسان است.

(c). سطوح لایه‌های مجاور با هم تماس دارند.

(d). همهٔ لایه‌ها طول کامل ستون را دارند.

(e). اتصال الزام‌های (۱۵-۳-۳) یا (۱۵-۳-۴) را احراز می‌کند.

ستون‌های پیش‌ساخته با میخ یا پیچ که محدودیت‌های بالا را احراز نمی‌کنند باید لایه‌هایی را داشته باشند که طبق (۳-۶-۳) و (۳-۷) طراحی شده باشند. اگر گونه لایه‌ها، درجه کیفیت یا ضخامت آن‌ها متفاوت باشد، مقاومت فشاری موازی الیاف تنظیم شدهٔ کم‌تر، F'_C و مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون، $E'_{\min}$ ضعیف‌ترین لایه اعمال می‌شود.

۱۵-۳-۲- ضریب ثبات ستون، C_p

۱۵-۳-۲-۱- طول مؤثر ستون پیش‌ساخته با میخ یا پیچ، ℓ_e باید طبق اصول مهندسی مکانیک تعیین شود. یک روش برای تعیین طول مؤثر ستون، اگر وضعیت‌های تثبیت انتها معلوم باشند، ضرب کردن طول واقعی ستون در ضریب طول مؤثر است که در ضمیمه G تعیین شده است،

$$\ell_e = (k_e)(\ell)$$

۱۵-۳-۲-۲- ضریب لاغری‌ها، $\ell_{۱}/d_{۱}$ و $\ell_{۲}/d_{۲}$ (به شکل ۱۵B رجوع شود) که هر یک توسط ضریب طول کمانش، K_e تنظیم شده‌اند (از ضمیمه G) باید تعیین شوند. هر ضریب لاغری باید در محاسبه ضریب ثبات ستون، C_p طبق بند (۱۵-۳-۲-۴) به کار گرفته شوند، طبق (۱۵-۳-۲-۴) و کوچک‌ترین C_p را باید در تعیین مقاومت فشاری موازی الیاف، F'_C اعمال کرد. F'_C ستون پیش‌ساخته ضرورت ندارد کم‌تر از F'_C هر یک از لایه‌ها با طراحی طبق بند (۳-۷) باشد.

۱۵-۳-۲-۳- ضریب لاغری، ℓ_e/d ستون پیش‌ساخته با میخ یا پیچ نباید از ۵۰ بیشتر باشد. طی احداث مقدار این ضریب لاغری تا ۷۵ مجاز رسد.

۱۵-۳-۲-۴- ضریب ثبات این ستون‌ها با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$C_p = K_f \frac{1+(\frac{F_{CE}}{F_C^*})}{2C} - \left[\left(\frac{1+\frac{F_{CE}}{F_C^*}}{2C}\right)^2 - \frac{\frac{F_{CE}}{F_C^*}}{C}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۱-۳-۱۵)$$

F_C^* – مقاومت فشاری مرجع موازی الیاف ضرب در کلیه ضرایب تغییر غیر از C_p (بند ۲-۳).

$$F_{CE} = \frac{۰/۸۲۲\, E'_{\min}}{(\ell_e/d)^۲}$$

K_f = ۰/۶ برای ستون‌های پیش‌ساخته که $\ell_{e۲}/d_{۲}$ آن‌ها برای محاسبه F_{CE} کاربرد دارد و ستون پیش‌ساخته با میخ طبق بند (۱۵-۳-۳) درست می‌شود.

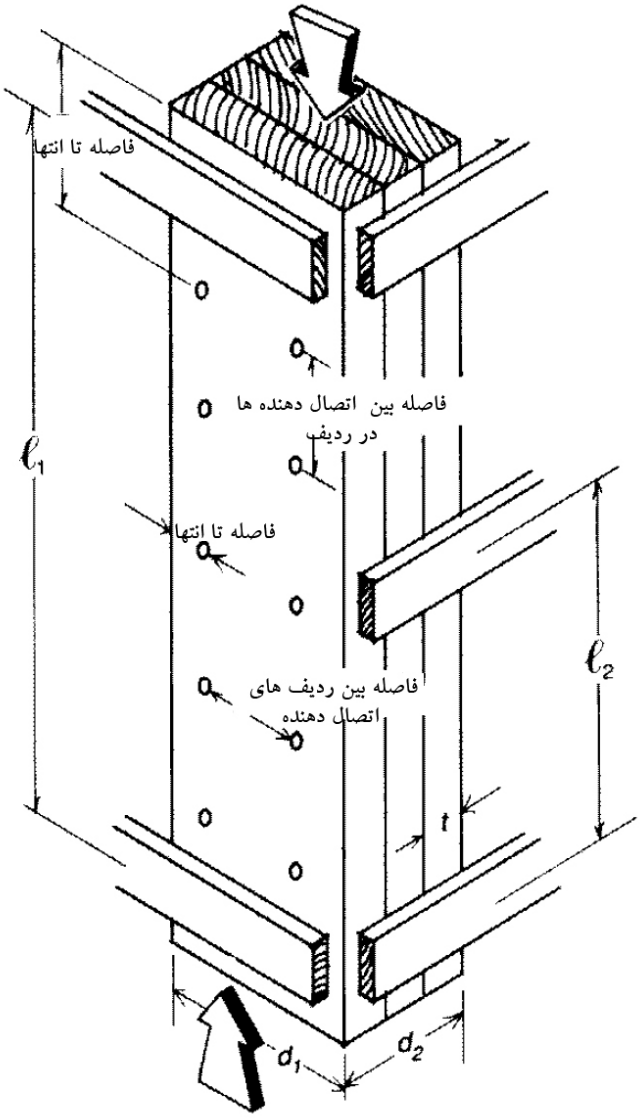
K_f = ۰/۷۵ برای ستون‌های پیش‌ساخته که $\ell_{e۲}/d_{۲}$ آن‌ها برای محاسبه F_{CE} به کار می‌رود و ستون پیش‌ساخته با پیچ ماشینی درست می‌شود (طبق بند ۱۵-۳-۴).

K_f = ۱ برای ستون‌های پیش‌ساخته ک ℓ_{ev}/d_1 ه آن‌ها برای محاسبه F_{CE} به کار می‌رود و ستون پیش‌ساخته با میخ (طبق بند ۱۵-۳-۳) یا با پیچ (طبق بند ۱۵-۳-۴) درست می‌شود.

C= ۰/۸ برای چوب ماسیو

C= ۰/۹ برای چوب سازه‌ای لایه‌ای یا چوب چندسازه.

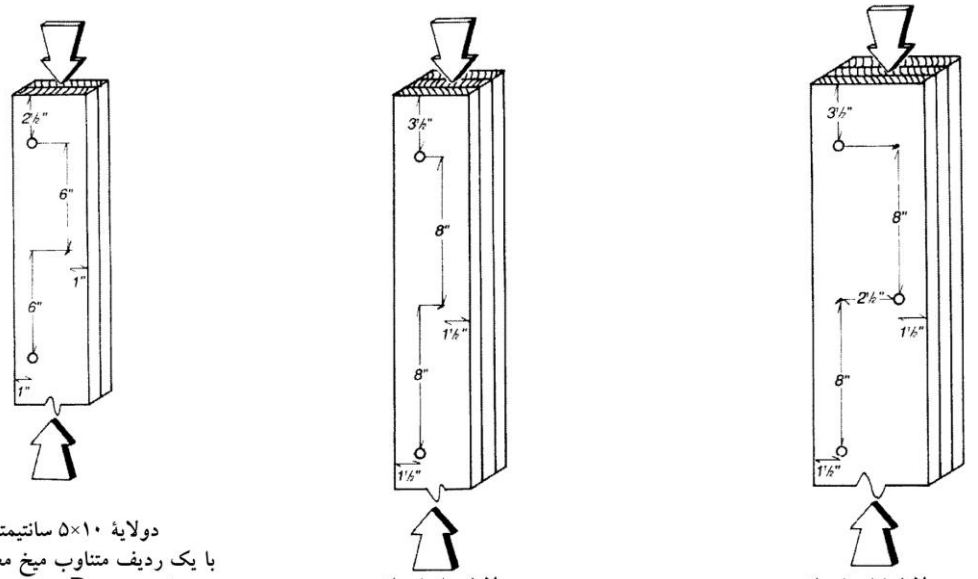
۱۵-۳-۲-۵- تحت شرایط شدید محیط نصب یا تهدیدهای فوق‌العاده، به کار بردن مقاومت مرجع تنظیم شدهٔ کم‌تر، مجاز است. به ضمیمه H برای اطلاعات پیشینه بیشتر در مورد محاسبه ضریب ثبات ستون و ضمیمه F برای ضریب تغییرات مدول الاستیسیته، (COV_E) رجوع شود.



شکل(۱۵B). ستون پیش‌ساخته با اتصال‌دهنده‌های مکانیکی

۱۵-۳-۳- ستون‌های پیش‌ساخته با میخ

۱۵-۳-۳-۱- شروط در بندهای (۱۵-۳-۱) و (۱۵-۳-۲) در مورد ستون‌های پیش‌ساخته با میخ تعمیم دارند (به شکل ۱۵C رجوع شود) که در آن‌ها:



شکل(۱۵C). نمونهٔ ترتیب میخ کردن در ساخت ستون پیش‌ساخته

(a). میخ‌های مجاور در پهلوهای مقابل هم ستون کوبیده می‌شوند.

(b). همهٔ میخ‌ها حداقل تا $\frac{۳}{۴}$ **ضخامت آخرین لایه نفوذ می‌کنند.**

(c). $۱۸D \leq$ **فاصله تا انتها** $\leq ۱۵D$.

(D). $۶t_{min} \leq$ **فاصلهٔ بین میخ‌های مجاور در هر ردیف** $\leq ۲۰D$.

(e). $۲۰D \leq$ **فاصلهٔ بین ردیف‌های میخ** $\leq ۱۰D$.

(f). $۲۰D \leq$ **فاصله تا لبه** $\leq ۵D$.

(g). دو ردیف بیشتر برای میخ‌ها لازم است وقتی $d > ۳t_{min}$ **باشد.**

***D*- قطر میخ ، *d* – ارتفاع (پهنای رو) مقطع هر لایه ،** t_{min} **- ضخامت نازک‌ترین لایه**

اگر فقط به یک ردیف طولی میخ نیاز باشد، میخ‌های مجاور باید متناوب باشند (شکل ۱۵C). اگر به سه ردیف طولی میخ یا بیشتر نیاز باشد، ردیف‌های مجاور باید متناوب باشند.

۱۵-۳-۴- ستون‌های پیش‌ساخته با پیچ

۱۵-۳-۴-۱- شروط در (۱۵-۳-۱) و (۱۵-۳-۲) در مورد ستون‌های پیش‌ساخته با پیچ تعمیم دارند که در آن:

(a) وصله فلزی یا واشر بین چوب و سر پیچ و بین چوب و مهره قرار دارد.

(b) مهره‌ها محکم می‌شوند تا سطوح لایه‌های مجاور با هم تماس پیدا کنند.

(c) برای سوزنی‌برگان $۷D \geq$ فاصله تا انتها $\geq ۸/۴D$ و برای پهن‌برگان $۵D \geq$ فاصله تا انتها $\geq ۶D$.

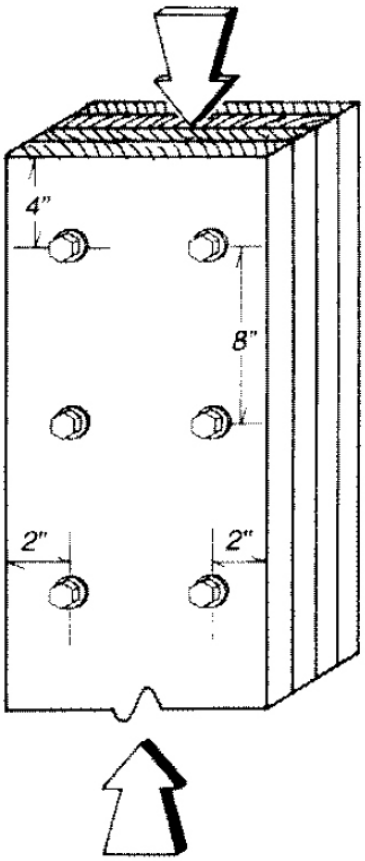
(d) $۴D \geq$ فاصلهٔ بین پیچ‌های مجاور در ردیف $\geq ۶t_{min}$.

(e) $۱/۵D \geq$ فاصلهٔ بین ردیف‌های پیچ $\geq ۱۰D$.

(f) $۱/۵D \geq$ فاصله تا لبه $\geq ۱۰D$.

(g) وقتی $d > ۳t_{min}$ باشد، به دو ردیف طولی پیچ یا بیشتر نیاز است.

۱۵-۳-۴-۲- شکل (۱۵D) مثالی است از ستون پیش‌ساخته با پیچ که الزام‌های اتصال را احراز می‌کند.



۴ لایه (سوزنی برگ)۲۰×۵ سانتیمتر
با دو ردیف پیچ به قطر ۱۳میلیمتر

شکل(۱۵D). نمونه ستون پیش‌ساخته با نقشهٔ پیچ اتصال

۱۵-۴- ستون‌های چوبی با بار جانبی و برون‌مرکزی

۱۵-۴-۱- معادلات کلی

یک روش طراحی مجاز در محاسبهٔ مستقیم بار فشاری که ستون زیر بار برون‌مرکزی یا بار جانبی می‌تواند تحمل کند، به شرح زیر است:

(a). اعضایی کـه زیر بار توأم خمش حول یـک یا هر دو محور اصـلی و فشـار محـوری از بـار برون‌مرکزی یا جانبی قرار دارند، باید در آن‌ها:

(۱-۴-۱۵)

$$(\frac{f_C}{F'_C})^{۲}+\frac{f_{b۱}+f_C(۶e_۱/d_۱)\left[۱+۰/۲۳۴(f_C/F_{CE۱})\right]}{F'_{b۱}\left[۱-(f_C/F_{CE۱})\right]}+$$

$$\frac{f_{b۲}+f_C(۶e_۲/d_۲)\left\{۱+۰/۲۳۴(f_C/F_{CE۲})+۰/۲۳۴\left[\frac{f_{b۱}+(۶e_۱/d_۱)}{F_{bE}}\right]^{۲}\right\}}{F'_{b۲}\left\{۱-(f_C/F_{CE۲})-\left[\frac{f_{b۱}+f_C(۶e_۱/d_۱)}{F_{bE}}\right]^{۲}\right\}}\le ۱$$

باشد و

$$\frac{f_c}{F_{CE۲}}+(\frac{f_{b۱}+f_C(۶e_۱/d_۱)}{F_{bE}})<۱ \qquad (۲-۴-۱۵)$$

(b). اعضایی که زیر بار توأم خمش حول یک یا هـر دو محـور اصـلی و فشـار محـوری از بـار محوری برون‌مرکزی قرار دارند، باید در آن‌ها:

(۳-۴-۱۵)

$$(\frac{f_C}{F'_C})^{۲}+\frac{f_C(۶e_۱/d_۱)\left[۱+۰/۲۳۴(f_C/F_{CE۱})\right]}{F'_{b۱}\left[۱-(f_C/F_{CE۱})\right]}+$$

$$\frac{f_C(۶e_۲/d_۲)\left\{۱+۰/۲۳۴(f_C/F_{CE۲})+۰/۲۳۴\left[\frac{f_C(۶e_۱/d_۱)}{F_{CE}}\right]^{۲}\right\}}{F'_{b۲}\left\{۱-(f_C/F_{CE۲})-\left[f_C(۶e_۱/d_۱)\right]^{۲}\right\}}\le ۱$$

باشد و

$$\frac{f_c}{F_{CE۲}} + (\frac{f_C(۶ e_۱ / d_۱)}{F_{bE}})^۲ < ۱ \qquad (۴-۴-۱۵)$$

در روابط بالا

برای خمش حول محور عمود بر بعد بزرگ مقطع یا هر دو محور

$$f_C < F_{CE۱} = \frac{۰/۸۲۲\ E'_{\min}}{(\ell_{e۱} / d_۱)^۲}$$

و

برای خمش حول محور عمود بر بعد کوچک مقطع یا حول هر دو محور

$$f_C < F_{CE۲} = \frac{۰/۸۲۲ E'_{\min}}{(\ell_{e۲} / d_۲)^۲}$$

f_C – تنش فشاری موازی الیاف از بار محوری

$f_{b۱}$ – تنش خمشی لنگر حول محور عمود بر بعد بزرگ مقطع، از بار جانبی روی سطح باریک (لبه)

$f_{b۲}$ – تنش خمشی لنگر حول محور عمود بر بعد کوچک مقطع، از بار جانبی روی سطح پهن

F'_C – مقاومت فشاری موازی الیاف مرجع تنظیم شده که مجاز است اگر فقط تنش محوری فشاری وجود داشته باشد. این تنش طبق بندهای (۲-۳) و (۳-۷) تعیین می‌شود.

$F'_{b۱}$ – تنش خمشی تنظیم شده لنگر حول محور عمود بر بعد بزرگ مقطع که مجاز است اگر فقط همین نوع تنش وجود داشته باشد، طبق بندهای (۲-۳) و (۳-۳-۳) تعیین می‌شود.

R_B – ضریب لاغری عضو خمشی (به ۳-۳-۳ رجوع شود)

d_1 – بعد بزرگ مقطع

d_2 – بعد کوچک (باریک) مقطع

e_1 – برون‌مرکزی، موازی بعد بزرگ، از مرکز سطح مقطع ستون تا خط اثر بار اندازه‌گیری می‌شود.

e_2 – برون‌مرکزی، موازی بعد کوچک، از مرکز سطح مقطع ستون‌ها خط اثر بار اندازه‌گیری می‌شود.

طول‌های مؤثر ℓ_{e1} و ℓ_{e2} باید طبق (۳-۷-۱-۲) تعیین شوند. F_{CE1} و F_{CE2} باید طبق (۳-۷) تعیین شوند. F_{bE} باید طبق (۳-۳-۳) تعیین شود.

۱۵-۴-۲- ستون با طاقچه پهلو

۱۵-۴-۲-۱- فرمول‌ها در (۱۵-۴-۱) به بار برون‌مرکزی وارد به انتهای ستون مربوط می‌باشند. یک روش طراحی محاسبه تنش خمش واقعی، f_b برای بار برون‌مرکزی روی طاقچه واقع در فاصله $\frac{1}{4}$ طول ستون در قسمت انتهایی را به شرح زیر مجاز می‌داند.

۱۵-۴-۲-۲- فرض می‌شود روی طاقچه بار P به فاصلهٔ a تا مرکز ستون وارد می‌شود (شکل ۱۵E). این بار توسط بار محوری P در مرکز مقطع ستون و بار جانبی P_s وارد بر میانه ارتفاع ستون، جایگزین می‌شود. P_s با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$P_s = \frac{3P(a)\ell_p}{\ell^2} \qquad (۵-۴-۱۵)$$

در آن:

P – بار واقعی روی طاقچه، Kg

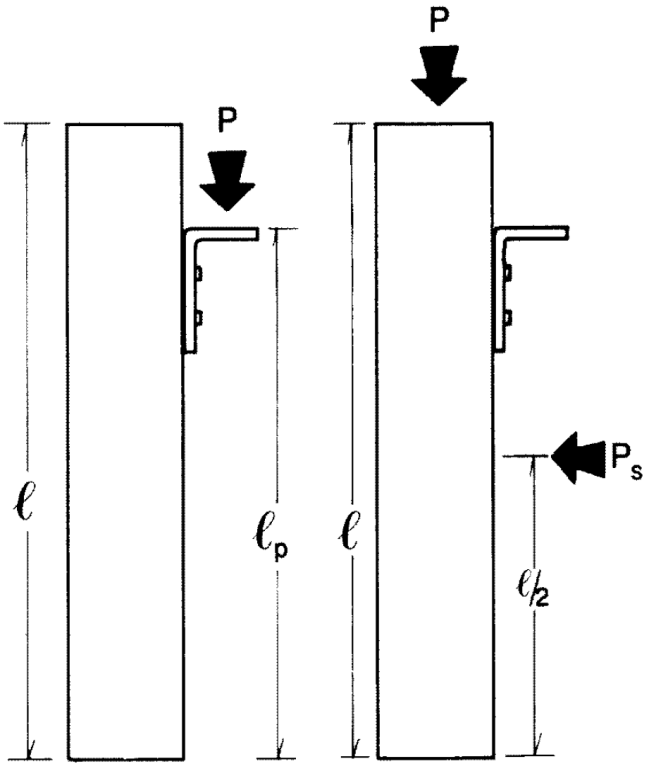
P_s – بار افقی (جانبی) مفروض در وسط ارتفاع ستون، Kg

a– فاصلهٔ افقی نقطه اثر بار روی طاقچه تا محور مرکزی ستون، cm

ℓ – مجموع طول ستون، cm

ℓ_p – فاصلهٔ عمودی نقطه اثر بار روی طاقچه تا دورترین انتهای ستون، cm

بار محوری مفروض P به سایر بار محوری ستون، اگر وجود دارند اضافه می‌شود. بار محاسبه شده P_s برای تعیین خمش، F_b به کار می‌رود که در فرمول‌های مربوط به بار محوری و بار جانبی مورد استفاده است.



شکل۱۵E ستون زیر بار برون مرکزی

فصل شانزدهم

طراحی حریق اعضای چوبی

۱۶-۱- عام

۱۶-۲- روش‌های طراحی برای اعضای چوبی در معرض حریق

۱۶-۳- اتصال‌های چوب

جدول(۱۶-۲-۱). نرخ‌های مؤثر زغال شدن و ضخامت‌های لایه زغال برای β_n = ۳/۸ سانتی‌متر در ساعت

جدول(۱۶-۲-۲). ضرایب تنظیم در طراحی حریق

۱۶-۱- عام

فصل ۱۶ شروط کلی طراحی را برای حریق تدوین می‌کند که در مورد تمام اعضای سازه‌ای چوب و اتصالات تحت پوشش این آیین‌نامه تعمیم دارند. هر عضو چوبی یا اتصال باید اندازه و ظرفیت کافی برای تحمل بارهای وارده را برابر شروط تعیین شده در این آیین‌نامه داشته باشد. مقاومت‌های مرجع و شروط ویژه طراحی دارای تعمیم به مصالح چوبی یا اتصال‌های مورد استفاده با شروط فصل حاضر در فصل‌های دیگر این آیین‌نامه ارائه شدند.

۱۶-۲- روش‌های طراحی برای اعضای چوبی در معرض حریق

تنش اعمال شده نباید بیش مقاومتی باشد که برای واقع شدن در معرض حریق تنظیم شده است. شروط طراحی عضوی چوبی در اینجا محدود به محاسبه مقاومت در برابر حریق تا دو ساعت (۱۲۰ دقیقه) است.

۱۶-۲-۱- نرخ زغال شدن

نرخ مؤثر زغال شدن مورد استفاده در این روش می‌تواند از داده‌های اسمی نرخ زغال شدن در ساعت با معادله زیر برآورد شود:

$$\beta_{eff} = \frac{۱/۲\beta_n}{t^{۰/۱۸۷}} \qquad (۱-۲-۱۶)$$

در آن

β_{eff} - نرخ مؤثر زغال شدن (سانتی‌متر در ساعت)، تنظیم شده برای زمان (مدت) اشراف t

β_n - نرخ اسمی زغال شدن (سانتی‌متر در ساعت)، نرخ خطی زغال شدن بر مبنای یک ساعت اشراف

t – مدت (زمان) اشراف، ساعت

فرض نرخ اسمی زغال شدن، β_n ۳/۸ سانتی‌متر در ساعت برای اعضا از چوب ماسیو و چوب سازه‌ای لایه‌ای (از سوزنی‌برگان)، معمول است. برای β_n مساوی ۳/۸ سانتی‌متر در ساعت، نرخ‌های مؤثر زغال شدن، β_{eff}، ضخامت‌های لایه زغال، a_{char} برای هر سطح مشرف در جدول (۱۶-۲-۱) ارائه شدند.

جدول(۱۶-۲-۱). نرخ‌های مؤثر زغال شدن و ضخامت‌های لایه زغال به ازای β_n = ۳/۸cm در ساعت

دوام لازم آتش (حریق) (ساعت)	نرخ مؤثر زغال شدن β_n cm/h	ضخامت مؤثر لایه زغال a_{char} **cm**
۱	۴/۶	۴/۶
۱:۳۰	۴/۲۴	۶/۴
۲	۴	۸

متغیرهای مقطع برای استفاده در معادلات استاندارد برای سطح مقطع، مدول اینرسی و ممان اینرسی با احتساب کاهش ابعاد، باید محاسبه شوند. ابعاد توسط ضخامت لایه زغال، a_{char} کاهش پیدا می‌کنند (از هر سطح مشرف به حریق).

۱۶-۲-۲- مقاومت عضو

برای اعضا از چوب ماسیو، سازه‌ای لایه‌ای، چوب چندسازه، متوسط مقاومت با ضرب مقاومت‌های مرجع (F_b، F_t، F_c، F_{bE}، F_{CE}) در ضرایب تنظیم تعیین شده در جدول (۱۶-۲-۲)، برآورد می‌شود.

مقاومت‌های F_b، F_c، F_{bE}، F_{CE} و متغیرهای مقطع باید قبل از کاربرد در معادلات (۳-۳-۶)، (۳-۷-۱)، (۳-۹-۱)، (۳-۹-۲)، (۳-۹-۳)، (۳-۹-۴)، (۱۵-۲-۱)، (۱۵-۳-۱)، (۱۵-۴-۱)، (۱۵-۴-۲)، (۱۵-۴-۳) یا (۱۵-۴-۴) باید تنظیم شوند.

۱۶-۲-۳- طراحی اعضا

تنش اعمالی محاسبه شده با به کارگیری متغیرهای کاهش یافته (تعیین شده در ۱۶-۲-۱) نباید بیش از مقاومت عضو طبق (۱۶-۲-۲) باشد.

۱۶-۲-۴- شروط ویژه برای تیرهای لایه‌ای

برای تیرهای لایه‌ای داده شده در جدول ۵A و رده‌بندی شده برای یکساعت دوام در حریق، اگر تیر مقطع نامتقارن باشد، لایه کششی بیرونی باید جایگزین لایهٔ مغزی (میانی) در سمت کشش لحاظ شود و اگر مقطع متقارن باشد، برای هر دو سطح زیر و رو. برای تیرهای لایه‌ای در جدول ۵A و رده‌بندی برای ۱:۳۰ تا ۲ ساعت دوام در حریق، دو لایه کششی بیرونی، در صورت نامتقارن بودن مقطع و دو لایه کششی برای زیروروی مقطع متقارن باید لحاظ شود.

جدول(۱۶-۲-۲). ضرایب تنظیم برای طراحی حریق[۱]

ASD

	ضریب مقاومت مجاز به مقاومت عضو	ضریب[۲] اندازه	ضریب[۲] حجم	ضریب[۲] کاربرد روی سطح پهن	ضریب[۲] ثبات تیر	ضریب[۳] ثبات ستون
مقاومت خمشی $\times F_b$	2.85	C_F	C_V	C_{fu}	C_L	–
مقاومت کششی $\times F_t$	2.85	C_F	–	–	–	–
مقاومت فشاری $\times F_c$	2.85	C_F	–	–	–	–
مقاومت کمانش تیر $\times F_{bE}$	2.03	–	–	–	–	–
مقاومت کمانش ستون $\times F_{CE}$	2.03	–	–	–	–	–

[۱]. به (۴-۳)، (۵-۳) و (۸-۳) برای کاربرد ضرایب تنظیم اقلام مصنوع رجوع شود.

[۲]. ضریب باید بر مبنای ابعاد اولیه مقطع باشد.

[۳]. ضریب باید بر مبنای ابعاد کاهش یافته مقطع باشد.

۱۶-۳- اتصال‌های چوب

اگر دوام در حریق الزامی باشد، اتصال‌ها و اتصال‌دهنده‌ها باید توسط چوب، تخته گچ رده‌بندی شده برای حریق یا هر اندود لازم، محافظت شود.

ضـمـائـم

A- عملیات طراحی و احداث

B- مدت اعمال بار (فقط ASD)

C- اثرات دما

D- ثبات جانبی تیره

E- تنش‌های موضعی در گروه‌های اتصال‌دهنده‌ها

F- طراحی برای خزش و کاربردهای تغییر مکان بحرانی

G- طول مؤثر ستون

H- ثبات جانبی ستون‌ها

I- معادلات تسلیم برای اتصال‌ها

J- حل فرمول Hankinson

K- نمونه ابعاد و اثر برشی و حلقه شکافدار

L- نمونه ابعاد اتصال‌دهنده‌های پینی و واشرها

M- رواداری در تولید پیچ‌های پرچ و وصله‌های فلزی مربوط

N- طراحی بار و ضریب مقاومت (LRFD)

ضمیمه (A) (غیر اجباری) عملیات طراحی و احداث

A-۱- مراقبت از مصالح

چوب باید طوری حمل و پوشیده نگه‌داری شود که با باران یا برف خیس نشود.

A-۲- زیربناها

A-۲-۱- زیربناها باید برای تحمل سازه و هر بر الزامی، بدون نشست اضافی یا نامساوی کافی باشد.

A-۲-۲- عملیات خوب احداث به طور معمول، پیامد پوسیدگی یا خسارت موریانه ندارد. چنین عملیاتی طوری اجرا می‌شود که از به وجود شرایط برای پوسیدگی و هجوم حشرات، جلوگیری می‌شود. مکان ساختمان طوری آماده می‌شود که آب در آن جمع نشود و به دور از ساختمان جریان پیدا کند. تمام ریشه گیاهان و خرده‌ریزهای چوب باید از حواشی ساختمان قبل تسطیح نهایی جمع‌آوری شوند.

A-۳- طراحی سازه‌ای

در طراحی باید توجه داشت که تغییر ابعاد ناشی از الیاف مورب احتمال اتفاق طی تولید یا پس از نصب وجود دارد (برای طراحی باید شروطی گذاشت تا تغییر ابعاد در نتیجه تر و خشک شدن، سازه حرکت نامتوازن نداشته باشد).

A-۴- تخلیه

برای سازه‌های توی هوای آزاد، طراحی باید بدون جاگذاشتن «گودی‌ای» بـرای جمـع شـدن آب انجام شود.

A-۵- تغییر مکان منفی

در خرپاها ایجاد تغییر مکان منفی کافی برای نمای مناسب و مقابله با تغییر مکان زیر بار، باید اجرا شود. برآورد مقدار این تغییر مکان منفی با فرمول زیر مجاز است:

$$\Delta = \frac{K_1 L^3 + K_2 L^2}{H} \qquad (A-1)$$

در آن:

Δ - تغییر مکان منفی در وسط خرپا، cm

L- طول دهانه خرپا، m

H- ارتفاع خرپا در وسط، m

K_1 = ۳۲×۱۰$^{-۶}$ برای هر نوع خرپا

K_2 = ۲۸×۱۰$^{-۴}$ برای خرپای کم‌شیب و شیب‌دار

K_3 = ۶۳×۱۰$^{-۵}$ برای خرپای کمانی (قوسی) (خرپا وتر بدون وصله)

A-۶- افراشتن

A-۶-۱- شرطی را باید تدارک دید و به کاربرد تا طی افراشتن از وارد شدن تنش‌های بیش از اندازه به اعضا یا اتصال پیشگیری شود.

A-۶-۲- اتصال‌ها یا پیچ را باید محکم کرد، نه بیش از حدی که چوب زیر واشر له شود.

A-۶-۳- مهاربندی‌های موقت باید تعبیه شود تا مهاربندی دائم یا دیافراگم‌ها نصب شوند.

A-۷- بازرسی

شرطی برای بازرسی مناسب روی مصالح و صحت اجرا باید بنا گذاشته شود.

A-۸- نگه‌داری

باید کنترل مناسب وجود داشته باشد و اتصال‌های پیچ خرپاها و قاب‌های سازه‌ای آچارکشی شوند.

A-۹- مهار ستون چوبی

در سازه‌ها، برای نیروهای وارد در راستای موازی خرپا یا تیر، ستون باید توسط زانو مهار شود یا در مورد خرپاها ادامهٔ ستون (با واسطهٔ موقت) تا وتر بالا برای جداسازی وترها تا تأمین مهار دائم. در راستای عمود بر خرپا یا تیر، تأمین مهار با احداث دیوار صورت می‌گیرد. این مهار بین ستون‌ها باید در دهانه‌های قاب و خرپا نصب شود.

A-۱۰- مهار خرپا

در سازه‌ها، مهار خرپا برای مقاومت در قبال نیروهای جانبی باید به ترتیب زیر مجاز باشد:

(a). حذف مهار قطری وترهای بالایی خرپاها در صورت احراز شروط ضمیمه A-۱۱، مجاز است یا وقتی تیرچه‌های بام نصب و توسط پوشش چوبی پوشانده شدند، اگر پوشش غیر از چوب باشد، نصب مهاربندی قطری وتر بالایی لازم است.

(b). در تمام حالات، نصب مهاربندهای کششی یا مورب عمودی در هر دهانه سوم یا چهارم در فواصل ۱۰ متر (موازی خرپا) لازم است. در جهت جانبی وتر پایینی باید مهاربند (مثل مهاربند عمودی) در صورت لزوم نصب شود و از دیوار جانبی به دیوار جانبی ادامه پیدا کند. اگر سازهٔ بام مهار درست وتر بالای خرپا را تأمین نمی‌کند، باید از نگه‌دارنده اضافی استفاده شود.

A-۱۱- حائل جانبی قوس‌ها، وتر فشاری خرپا و ستون‌های کلاف

A-۱۱-۱- اگر از تیرچه‌های بام یا کش‌بندها در بتن قوس‌ها یا وتر فشاری استفاده می‌شود، یا اگر تیرچه‌های بام یا کش‌بندها روی قوس‌ها یا وتر فشاری قرار می‌گیرند و اتصال محکم دارند، باید از بزرگ‌ترین مقدار محاسبه شدهٔ ℓ_e/d با ارتفاع مقطع قوس یا وتر فشاری یا محاسبه شده با پهنای (بعد کوچک) قوس یا وتر فشاری خرپا بین نقاط حائل جانبی، استفاده شود. نصب تیرچه‌های بام یا کش‌بند، اگر چوب‌شان تر باشد، باید با در نظر گرفتن همکشیدگی صورت گیرد.

A-۱۱-۲- اگر دو نعل‌ها روی قوس یا وتر فشاری خرپا نصب می‌شوند یا وقتی پوشش بام به تیرهای نبش شیروانی میخ می‌شود، باید از ارتفاع مقطع قوس یا وتر یا تیر نبش شیروانی در محاسبه ℓ_e/d استفاده شود.

A-۱۱-۳- اگر پوشش حداقل طرف ستون‌های کلاف دیوار محکم باشد، از ارتفاع مقطع ستون (نه پهنای آن) باید در محاسبه ℓ_e/d استفاده شود. پوشش مورد اشاره باید به تجربه نشان داده باشد که حائل کافی جانبی است.

ضمیمه (B) (غیر اجباری) مدت اعمال بار (فقط ASD)

B-۱- تنظیم مقاومت‌های مجاز (مرجع) برحسب مدت اعمال بار

B-۱-۱- مدت نرمال اعمال بار. مقاومت‌های مرجع در این آیین‌نامه برای مدت نرمال اعمال بار هستند. مدت نرمال اعمال بار سازوکار استفاده از تمام ظرفیت تحمل بار عضو سازه‌ای تا حد مجاز به مدت جمع شونده ۱۰ سال و تحمل ٪۹۰ بار مجاز طی باقیمانده عمر عضو، بدون کاربرد ضریب اطمینان.

B-۱-۲- مدت‌های دیگر اعمال بار. آزمون‌ها نشان دادند که چوب حداکثر بارهای کوتاه‌مدت بیشتری را در مقایسه با بارهای بلندمدت تحمل می‌کند. بنابراین مقاومت‌های مرجع مدت نرمال را باید در ضریب C_D برای مدت‌های دیگر اعمال بار، ضرب کرد. (به شکل B۱ رجوع شود). ضریب مدت اعمال بار، C_D به مدول الاستیسیته، E و مقاومت مرجع فشار عمود بر الیاف، $F_{c\perp}$ بر مبنای حد تغییر مکان، اعمال نمی‌شود.

(a) اگر عضو زیر ظرفیت تمام تنش تنظیم شده با اعمال دائم بار مرجع قرار می‌گیرد، یا برای مدت جمع شونده ۱۰ سال، مقاومت‌های مرجع نرمال آن (غیر از E و $F_{c\perp}$ بر مبنای حد تغییر مکان) باید در $C_D =$ ۰/۹۰ ضرب شوند.

(b) به همین ترتیب، اگر مدت اعمال بار کامل مرجع، بیش از حدود زیر نیست، مقاومت‌های مرجع مدت نرمال (غیر از E و $F_{c\perp}$ بر مبنای حد تغییر مکان) باید در ضرایب مربوط ضرب شوند:

مدت اعمال بار	C_D
دو ماه	۱/۱۵
۷ روز	۱/۲۵
۱۰ دقیقه	۱/۶۰
شوک (آنی)	۲

(c). ضریب دو ماه، $C_D = ۱/۱۵$ به بار برف بر مبنای ASCE7 مربوط است. به کار بردن ضرایب برحسب مورد مجاز است.

(d). ضریب مربوط به ده دقیقه، $C_D = ۱/۶۰$ برای بارهای طراحی زلزله و باد کاربرد دارد (بر مبنای ASCE7).

(e). ضریب مدت اعمال بار بزرگ‌تر از $C_D = ۱/۶۰$ برای اعضای سازه‌ای اشباع شده تحت فشار با مواد حفاظتی محلول در آب (منبع ۳۰) یا کاهنده سرعت اشتعال، استفاده نمی‌شود. کاربرد ضریب شوک در مورد اتصال‌ها مجاز نیست.

B-۲- توأم‌های مدت‌های متفاوت اعمال بار

وقتی که بارها با مدت اعمال متفاوت و به طور همزمان به اعضای سازه‌ای وارد می‌شوند که تکیه‌گاه جانبی کافی برای منع کمانش دارند، طراحی این اعضا باید بر مبنای بار بحرانی صورت گیرد و بار بحرانی به روش‌های زیر تعیین می‌شود:

(a). مقدار هر یک از بارها و سپس مجموع توأم بارها تعیین می‌شود. بار طراحی طبق کد ساختمانی و استانداردهای متبوع که ممکن است اعمال ضرایبی را از بابت احتمال همزمانی اتفاق توأم بارهای مختلف را توصیه نمایند، تدوین می‌شود (به ضمیمه B-۴ رجوع شود). این ضرایب باید در توأم مجموع بار لحاظ شود.

(b). هر مجموع (ز مدت اعمال مطرح) بار به ضریب مدت اعمال مربوط، C_D تقسیم می‌شود.

مدت اعمال بار	ضریب مدت اعمال بار، C_D
دائم	0.90
نرمال	1
دو ماه	1.15
7 روز	1.25
10 دقیقه	1.60
شوک	2

(c). بزرگ‌ترین مقدار (حاصل تقسیم) بـه دست آمده بار بحـــرانی تـوأم اسـت و بـا آن اعضـای سازه‌ای و اتصال‌ها طراحی می‌شوند.

مثال- بار بحرانی توأم عضوی سازه‌ای زیر بارهای:

D- بار مرده تدوین شده توسط کد یا استاندارد متبوع

L- بار زنده تدوین شده توسط کد یا استاندارد متبوع

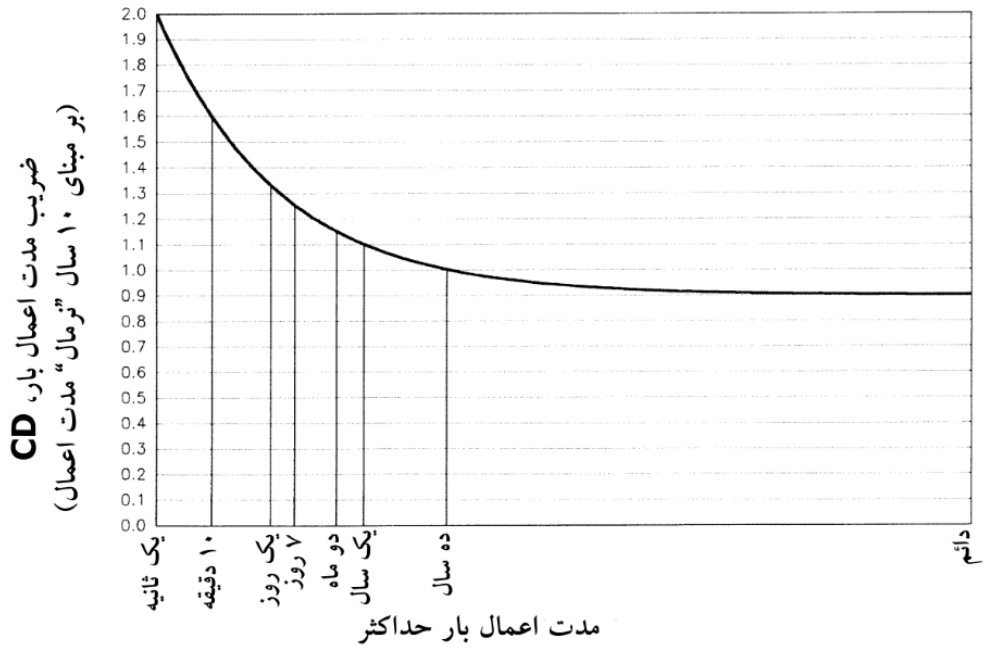
S- بار برف تدوین شده توسط کد یا استاندارد متبوع

W- بار باد تدوین شده توسط کد یا استاندارد متبوع

تنش واقعی ناشی از هر توأم بارهای بالا باید کم‌تر یا مساوی تنش مجاز تنظیم شده و تغییر یافتـه با C_D در مدت اعمال مربوط باشد.

تنش واقعی ناشی از:	C_D	× (تنش مجاز یا مرجع)
D	≤ 0.90	× (تنش مجاز)
$D+L$	≤ 1	× (تنش مجاز)
$D+W$	≤ 1.60	× (تنش مجاز)
$D+L+S$	≤ 1.15	× (تنش مجاز)
$D+L+W$	≤ 1.60	× (تنش مجاز)
$D+S+W$	≤ 1.60	× (تنش مجاز)
$D+L+S+W$	≤ 1.60	× (تنش مجاز)

روابط بالا ممکن است توسط کد ساختمانی متبوع تعیین شود و برحسب لزوم بایـد کنتـرل شـود. ضرایب تعیین شده توأم بار توسط کد یا استاندارد متبوع باید در روابط بالا به کار گرفته شود، همـان طور که در B-۲ (a) گفته شده است.



شکل(B۱). ضرایب مدت اعمال بار، C_D برای مدت‌های مختلف اعمال بار

B-۳- اتصال‌های مکانیکی

ضریب مدت اعمال $C_D \leq ۱/۶۰$ برای اتصال‌ها به کار می‌رود، مگر این که ظرفیت اتصال بر اساس ظرفیت قطعات فلز طراحی شده باشد (به بند ۱۰-۲-۳ رجوع شود).

B-۴- ضرایب کاهش توأم بار

کاهش مجموع بار طراحی برای توأم‌های معینی از بار به کاهش احتمال همزمانی اتفاق بارهای مختلف طراحی ربط دارد. ضرایب مدت اعمال بار، C_D به رابطهٔ بین مقاومت‌های چوب و مدت زیر بار مربوط است. ضرایب مدت اعمال بار، C_D مستقل از ضرایب کاهش توأم بار هستند و ممکن است از هر دو ضریب در محاسبات طراحی استفاده شود (به ۱-۴-۴ رجوع شود).

ضمیمه (C) (غیر اجباری) اثرات دما

۱-C

با خنک شدن چوب زیر دمای نرمال (متعارف)، مقاومت آن افزایش پیدا می‌کند. وقتی چوب حرارت ببیند مقاومت آن کاهش می‌یابد. این اثر دما فوری است و مقدار آن برحسب رطوبت چوب متغیر است. تا ۶۵°C اثر فوری قابل برگشت است. وقتی دما کاهش پیدا می‌کند، عضو حرارت دیده به مقاومت‌های اول خود برمی‌گردد. حرارت‌دهی بلندمدت بیش از ۶۵°C می‌تواند سبب کاهش دائمی مقاومت شود.

۲-C

در بعضی مناطق اعضای سازه‌ای به طور دوره‌ای در معرض دمای به نسبت قرار می‌گیرند، اما رطوبت محیط به طور معمول کم است و بنابراین رطوبت چوب هم پایین است. اثر فوری دمای بالای دوره‌ای به علت رطوبت کم چوب، چندان قابل ملاحظه نیست. صرفنظر از تغییرات مربوط به دما، مقاومت چوب با کاهش رطوبت آن، افزایش پیدا می‌کند. ضمن اطلاع از این موارد، به طور معمول از مقادیر مقاومت مجاز در این آیین‌نامه برای نوسان عادی دما استفاده می‌شود و گاهی دمای کوتاه‌مدت بالای ۶۵°C هم اتفاق می‌افتد.

۳-C

وقتی اعضای سازه‌ای چوب بلندمدت بیش از ۶۵°C حرارت ببیند، تنظیم مقاومت‌های مرجع ممکن است ضروری داشته باشد (به بندهای ۲-۳-۳ و ۱۰-۳-۴ رجوع شود)، برای اطلاع بیشتر در مورد اثر دما روی مقاومت چوب به منبع ۵۳ رجوع شود.

ضمیمه (D) (غیر اجباری) ثبات جانبی تیر

D-۱

ضریب لاغری و معادلات مرتبط برای تنظیم مقاومت خمشی مرجع برحسب کمانش جانبی در (۳-۳-۳) بر مبنای تحلیل‌های تئوری و آزمون‌های پژوهشی تیر هستند.

D-۲

پیشگیری کمانش تیرها مانند ستون‌ها است که در (۳-۷-۱) و در ضمیمه H ارائه شدند. محاسبات ثبات تیر بر مبنای ضریب لاغری، R_B هستند که با

$$R_B = \sqrt{\frac{\ell_e d}{b^2}} \qquad \text{(D-۱)}$$

تعریف می‌شود. ℓ_e در (۳-۳-۳) تعیین شده است.

D-۳

برای تیرها با مقطع مستطیل شکل که R_B آن بیش از ۵۰ نیست، مقاومت مجاز تنظیم شده آن با رابطهٔ زیر (وقتی $C_L \le C_V$ باشد) به دست می‌آید.

$$F_b' = F_b^* \left[\frac{1 + (F_{bE} / F_b^*)}{1/9} - \sqrt{\left[\frac{1 + (F_{bE} / F_b^*)}{1/9} \right]^2 - \frac{F_{bE} / F_b^*}{0/95}} \right] \qquad \text{(D -۲)}$$

در آن

$$F_{bE} = \frac{1/2 E'_{\min}}{R_B^2} \qquad \text{(D -۳)}$$

F_b^* – مقاومت خمشی مرجع ضرب در ضرایب تنظیم مربوط، غیر از C_{fu}، C_V و C_L (به ۲-۳ رجوع شود).

۴-D

مدول الاستیسیته مرجع برای ثبات تیر و ستون، $E_{\min}$ در معادله (۳- D) بر مبنای معادله زیر است:

$$E_{\min} = \frac{E\left[۱ - ۱/۶۴۵\,COV_E\right](۱/۰۳)}{۱/۶۶} \qquad (D - ۴)$$

E- مقدار مرجع مدول الاستیسیته

۱/۰۳- ضریب تنظیم تبدیل مقادیر E به مبنای خمش خالص

این ضرایب برای اعضای سازه‌ای لایه‌ای ۱/۰۵ می‌باشد.

۱/۶۶- ضریب اطمینان

COV_E – ضریب تغییرات مدول الاستیسیته (به ضمیمه F رجوع شود).

$E_{\min}$ – معرف مقدار تقریب استثنای ۵ درصد پایین مدول الاستیسیته خمش خالص است، به اضافه ضریب اطمینانی برابر ۱/۶۶.

۵-D

برای اقلامی از مصالح چوبی که تغییرات E کم‌تر از چوب درجه‌بندی شده نظری دارند، محاسبهٔ مقاومت بحرانی کمانش (F_{bE})شان شاید ضروری باشد. برای نوعی از مواد چوبی که ضریب تغییرات کم‌تری در مدول الاستیسیته دارد، به کار بردن معادلات ۳- D و ۴- D ضریب اطمینانی از ۱/۶۶ را برای مقدار ۵ درصد استثنای پایین را تأمین می‌کند.

ضمیمه (E) تنش‌های موضعی در گروه‌های اتصال‌دهنده (غیر اجباری)

E-۱- عام

در جایی که گروهی از اتصال‌دهنده شامل اتصال‌دهنده‌های نزدیک به هم، زیر بار موازی الیاف واقع باشد، ظرفیت گروه اتصال‌دهنده ممکن است محدود به شکست چوب در مقطع خالص یا پاره شدن حول اتصال‌دهنده‌ها به علت تنش‌های موضعی، باشد.

یک روش ارزیابی مقاومت عضو برای تنش‌های موضعی در اطراف گروه‌های اتصال‌دهنده به ترتیب‌های زیر خلاصه شده است.

E-۱-۱- مقاومت‌های مرجع اتصال‌های با پیچ پرچ در فصل ۱۳ عامل اثرات تنش موضعی است و به تغییری با ترتیب‌های آمده در این ضمیمه نیازی ندارد.

E-۱-۲- ظرفیت اتصال‌های با پیچ‌های ماشینی درشت، ثابت شده است که محدود به ظرفیت چوب محل اتصال است. اتصال‌های با گروه‌های اتصال‌دهنده‌های نازک‌تر، مانند اتصال با میخ در قاب سازهٔ چوبی، ظرفیت محدود به ظرفیت چوب ندارند.

E-۲- ظرفیت کششی مقطع خالص

ظرفیت کششی تنظیم شده طبق شروط در (۳-۱-۲) و (۳-۸-۱) با رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$Z'_{Nt} = F'_t A_{net} \qquad \text{(E-۲-۱)}$$

Z'_{Nt} - تنش کششی تنظیم شده مقطع خالص

F'_t - تنش کششی مجاز موازی الیاف تنظیم شده

A_{net} - مقطع خالص طبق (۳-۱-۲)

E-۳- ظرفیت پاره شدن ردیف

ظرفیت تنظیم شده پاره شدن ردیفی از اتصال‌دهنده‌ها به روش زیر می‌تواند برآورد شود:

$$Z'_{RTi} = n_i \frac{F'_t A_{critical}}{۲} \qquad (E-۳-۱)$$

Z'_{RTi} – ظرفیت پاره شدن ردیف i

F'_v – برش تنظیم شده موازی الیاف

$A_{critical}$ – حداقل ناحیه برشی هر اتصال‌دهنده در ردیف i

n_i – تعداد اتصال‌دهنده در ردیف i

E-۳-۱- فرض می‌شود یک خط برش در هر طرف پیچ‌ها در ردیف وجود دارد (در آزمون‌های اتصال‌های با پیچ مشاهده شده است). معادله (E-۳-۱) به صورت

$$Z'_{RTi} = \frac{F'_v t}{۲}\left[n_i S_{critical}\right]\left[\text{برشی} \quad \text{خط}\ ۲\right] \qquad (E-۳-۲)$$

$$= n_i F'_v t\, S_{critical}$$

$S_{critical}$ – حداقل فاصله در ردیف i، کوچک‌تر از فاصله تا انتها یا فاصلهٔ بین اتصال‌دهنده‌ها در ردیف

t- ضخامت عضو

جمع ظرفیت تنظیم شده پاره شدن چند ردیف از اتصال‌دهنده را می‌توان با رابطهٔ زیر برآورد کرد:

$$Z'_{RT} = \sum_{i=۱}^{n_{raw}} Z'_{RTi} \qquad (E-۳-۳)$$

Z'_{RT} – ظرفیت تنظیم شده پاره شدن چند ردیفی

n ردیف- تعداد ردیف

E-۳-۲- در معادله (E -۳-۱) فرض می‌شود که تنش برشی وارده از حداکثر $f_v = F_v'$ تا حداقل $f_v = ۰$ در طول خط برش بین اتصال‌دهنده‌ها در هر ردیف متغیر است و تغییر در تنش یا کرنش برشی در طول هر خط برش، خطی است. توزیع مثلثی تنش برشی روی هر خط برش بین اتصال‌دهنده‌ها در ردیف، تنش برشی ظاهری مساوی نصف مقدار تنظیم شده تنش برشی، $\frac{F_v'}{۲}$ همان‌طور که معادله (E -۳-۱) نشان می‌دهد، بنا می‌کند. این فرض با اندیشه سطح بحرانی در ارزیابی تنش‌ها در گروه‌های اتصال‌دهنده‌ها توأم می‌شود و سازگاری خوبی با نتایج آزمون‌ها روی اتصال‌های با پیچ به دست می‌دهد.

E-۳-۳- به کارگیری حداقل سطح برش هر اتصال‌دهنده در هر ردیف برای محاسبه ظرفیت پاره شدن ردیف، بر مبنای فرضی است که سطح برش بین اتصال‌دهنده‌ها در هر ردیف، ظرفیت ردیف اتصال‌دهنده‌ها را محدود خواهد کرد. جستجوی محدود این ره‌یافت از آزمون اتصال‌های با پیچ به دست می‌آید.

E-۴- ظرفیت پاره شدن گروه

ظرفیت تنظیم شده پاره شدن گروهی با "n" ردیف از اتصال‌دهنده‌ها، با رابطهٔ زیر برآورد می‌شود:

$$Z'_{GT} = \frac{Z_{GT-۱}}{۲} + \frac{Z_{GT-n'}}{۲} + F_t' A_{group-net} \qquad (E -۴-۱)$$

Z'_{GT} – ظرفیت تنظیم شده پاره شدن گروه

$Z'_{GT۱}$ – ظرفیت تنظیم شده پاره شدن ردیف ۱ اتصال‌دهنده‌ها که سطح بحرانی گروه را محصور می‌کند.

$Z'_{GT\,n}$ – ظرفیت تنظیم شده پاره شدن ردیف n اتصال‌دهنده‌ها که سطح بحرانی گروه را محصور می‌کند.

$A_{group\text{-}net}$ – سطح بحرانی خالص بین ردیف ۱ و ردیف n

E–۴–۱– برای گروه‌های اتصال‌دهنده با فاصله‌های نامنظم بین ردیف‌های اتصال‌دهنده‌ها، تعاریف متنوع سطح بحرانی گروه را می‌توان برای کنترل پاره شدن گروه توأم با پاره شدن ردیف به کار برد و ظرفیت تنظیم شده مقطع بحرانی را تعیین کرد.

E–۵– اثرات استقرار اتصال‌دهنده

E–۵–۱– اصلاح استقرار اتصال‌دهنده در گروه اتصال‌دهنده را می‌توان برای افزایش پاره شدن ردیف و ظرفیت پاره شدن گروه محدود به تنش‌های موضعی حوالی گروه اتصال‌دهنده، به کار برد. زیاد کردن فاصلهٔ بین اتصال‌دهنده‌ها در ردیف، یک روش اضافه کردن بر ظرفیت پاره شدن ردیف است. افزودن بر فاصلهٔ بین ردیف، یک راه افزایش ظرفیت پاره شدن گروه است.

E–۵–۲– زیرنویس ۲ جدول (۱۱–۵–۱D) فاصلهٔ بین ردیف‌های بیرونی اتصال‌دهنده‌های موازی عضو را روی وصله مستقل به ۱۳cm محدود می‌کند. این الزام برای محدود کردن تنش‌های موضعی ناشی از همکشیدگی اعضای چوبی، اعمال می‌شود. هر جا که تحلیل ویژه برای لحاظ کردن همکشیدگی مطرح باشد، مثل استفاده از سوراخ‌های چاک مانند (غیر گرد)، محدودیت ۱۳cm تعدیل کردنی است.

E–۶– حل نمونه پیچ‌های متناوب

مقطع خالص کششی، ظرفیت‌های تنظیم شده طراحی ASD برای پاره شدن ردیف و گروه را برای اتصالی با پیچ و دو صفحهٔ برش (شکل E۱) محاسبه کنید.

عضو اصلی:

لایه‌ای دوگلاس (۳ لایه) ۳۰×۷/۹۴cm

$$F_t' = ۱۰۲ \, kg/cm^۲$$

$$F_v' = ۱۶/۸ \, kg/cm^۲$$

ضخامت عضو اصلی ۷/۹۴cm

پهنای عضو اصلی ۳۰cm

عضو فرعی:

وصلهٔ فلزی A۳۶ در هر طرف

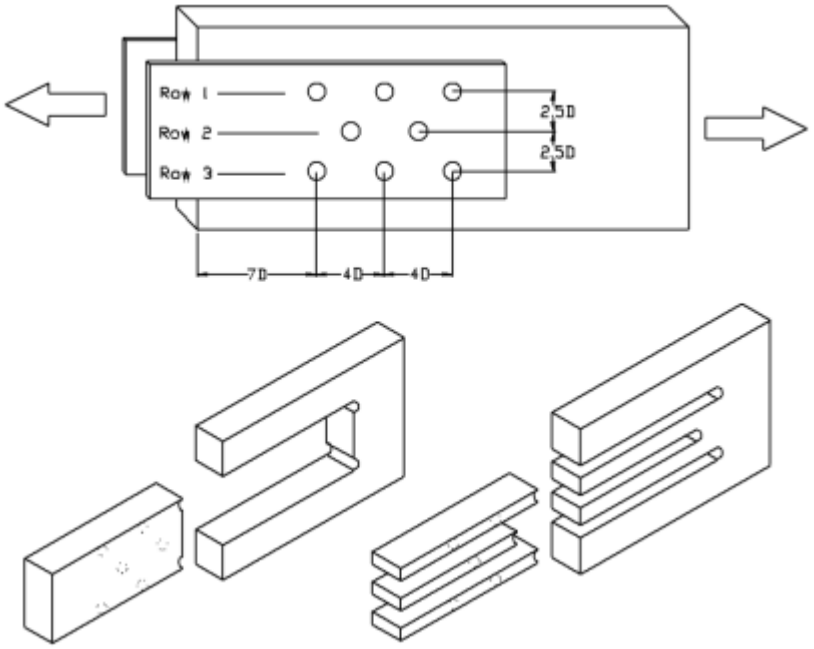
ضخامت هر وصله t_s=۶/۴mm

تفصیل اتصال:

قطر پیچ D ۲/۵cm

قطر سوراخ پیچ D_h ۲/۷cm

مقاومت تنظیم شده ASD پیچ ۱۹۸۴kg



شکل(E۱). ردیف‌های متناوب پیچ‌ها

جدول(I۱۱). برای این مثال طراحی، ضریب عمل گروهی، C_g برابر ۱ لحاظ می‌شود.

فاصلهٔ بین ردیف‌ها: $S_{row} = ۲/۵D$

ظرفیت تنظیم شده ASD اتصال، $nZ'_{\parallel}$:

$$nZ'_{\parallel} = (\text{۸ پیچ}\quad)(۱۹۸۴\,kg) = ۱۵۸۷۲\,kg$$

ظرفیت تنظیم شده ASD مقطع خالص کششی، Z'_{NT}:

$$Z'_{NT} = F'_t t\left[W - n_{row} D_h\right]$$

$$Z'_{NT} = ۱۰۲(۷/۹۴)\left[۳۰ - ۳(۲/۷)\right] = ۱۷۷۳۶/۴\,kg$$

ظرفیت تنظیم شده ASD پاره شدن ردیف، Z'_{RT}:

$$Z'_{RT} = n_i F'_v t\, S_{critical} \qquad , \qquad S_{critical} = ۱۰\,cm$$

$$Z'_{RT-۱} = ۳(۱۶/۸)(۷/۹۴)۱۰ = ۴۰۰۲\,kg$$

$$Z'_{RT-۲} = ۲(۱۶/۸)(۷/۹۴)۱۰ = ۲۶۶۸\,kg$$

$$Z'_{RT-۳} = ۳(۱۶/۸)(۷/۹۴)۱۰ = ۴۰۰۲\,kg$$

$$Z'_{RT} = \sum_{i=1}^{n_{row}} Z'_{RTi} = ۴۰۰۲ + ۲۶۶۸ + ۴۰۰۲ = ۱۰۶۷۲\, kg$$

ظرفیت تنظیم شده ASD پاره شدن گروه، Z'_{GT}:

$$Z'_{GT} = \frac{Z'_{RT-1}}{۲} + \frac{Z'_{RT-۳}}{۲} + F'_t t\left[(n_{row}-۱)(s_{row}-D_h\right]$$

$$Z'_{GT} = \frac{۴۰۰۲}{۲} + \frac{۴۰۰۲}{۲} + ۱۰۲(۷/۹۴)\left[(۳-۱)(۶/۲۵-۲/۷)\right] = ۹۷۵۲\, kg$$

در این مثال محاسباتی ظرفیت تنظیم شده ASD اتصال به $۹۷۵۲kg$ پاره شدن گروه Z'_{GT} محدود است.

E-۷- محاسبه نمونهٔ ردیف پیچ‌ها

مقطع خالص کششی و ظرفیت‌های تنظیم شده ASD اتصال با یک صفحه برش و یک ردیف پیچ در شکل E۲ را محاسبه کنید.

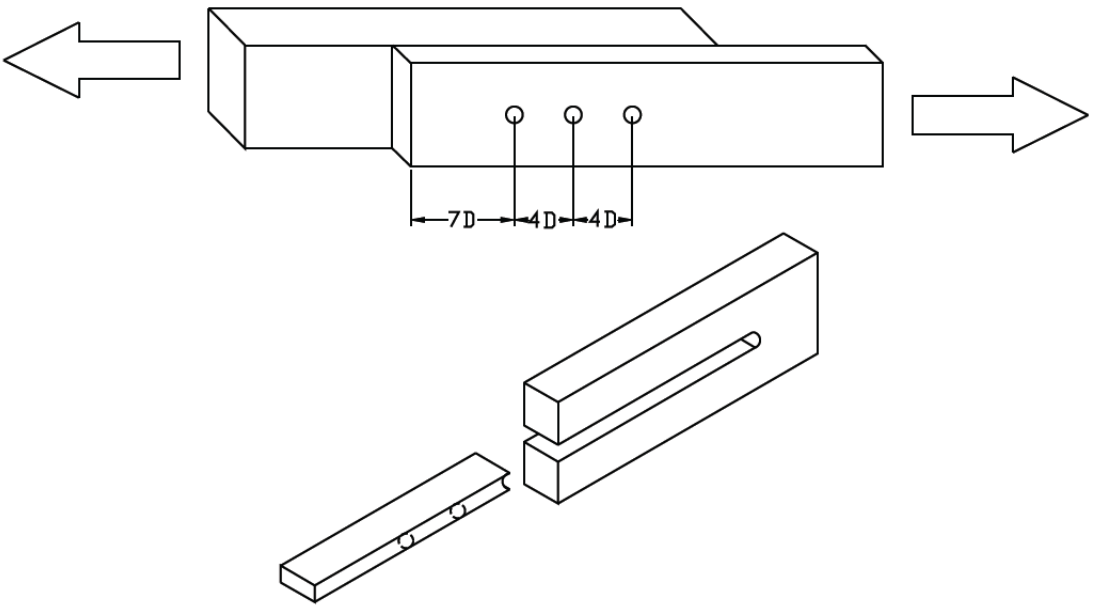
شکل(E۲). یک ردیف پیچ‌ها

اعضای اصلی و فرعی:

چوب درجه ۲ هملاک- نراد $۵\times۱۰cm$

$$F'_t = ۵۵\, kg/cm^۲$$

$$F'_v = ۱۰\, kg/cm^۲$$



شکل(E۲). یک ردیف پیچ‌ها

ضخامت عضو اصلی $t_m = ۹cm$

ضخامت عضو فرعی $t_s = ۳/۸cm$

تفصیل اتصال:

قطر پیچ $D = ۱/۳cm$

قطر سوراخ پیچ $D_h = ۱/۴cm$

ظرفیت تنظیم شده ASD پیچ، $Z'_{\parallel} = ۲۴۹\,kg$ (به جدول A۱۱ رجوع شود).

برای این اتصال نمونه ضریب عمل گروهی $C_g = ۱$ لحاظ می‌شود.

ظرفیت تنظیم شده ASD اتصال، $n\,Z'_{\parallel}$:

$$n\,Z'_{\parallel} = (\text{پیچ } ۳)\,(۲۴۹) = ۷۴۷\ kg$$

ظرفیت تنظیم شده ASD مقطع خالص کشش، Z'_{NT}:

$$Z'_{NT} = F'_t t\left[W - n_{row} D_h\right]$$

$$Z'_{NT} = ۵۵(۳/۸)\left[۹-(۱)(۱/۴)\right] = ۱۵۸۸\,kg$$

ظرفیت تنظیم شده ASD پاره شدن ردیف، Z'_{RT}:

$$Z'_{RT} = n F'_v t S_{critical}$$

$$Z'_{RT} = ۳(۱۰)(۳/۸)(۵) = ۵۷۰\,kg$$

در این نمونه مثال محاسباتی، ظرفیت تنظیم شده ASD اتصال محدود بـه $۵۷۰kg$ از پـاره شـدن ردیف است.

E-۸- نمونه محاسبه ردیف حلقه‌های شکافدار

مقطع خالص کشش و ظرفیت‌های تنظیم شده ASD پاره شدن اتصالی با یک صفحه برش و یک ردیف حلقه شکافدار در شکل (E۳) را محاسبه کنید.

اعضای اصلی و فرعی:

چوب درجه ۲ کاج جنوب $۵\times۱۰cm$ (اسمی)

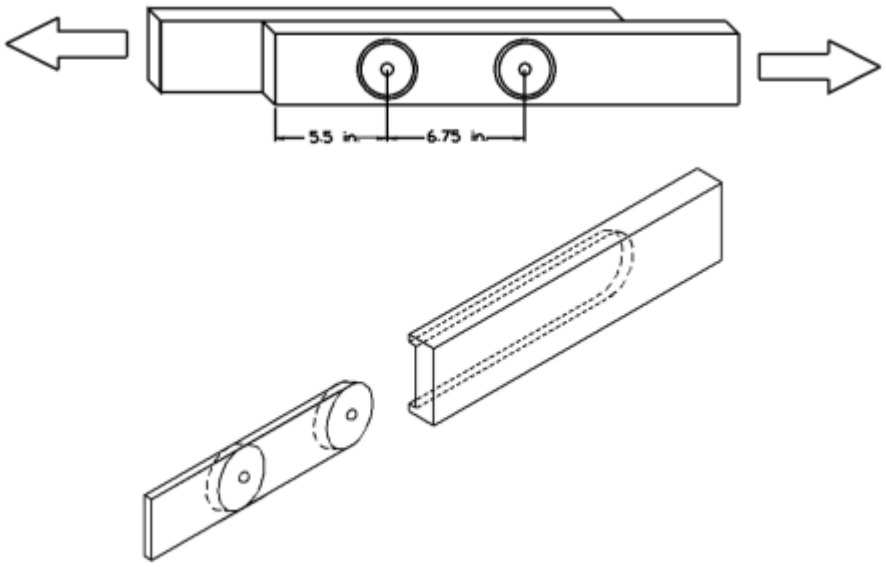
$$F'_t = ۵۸\,kg/cm^۲$$

$$F'_v = ۱۲\,kg/cm^۲$$

ضخامت عضو اصلی $t_m = ۳/۸cm$

ضخامت عضو فرعی $t_s = ۳/۸cm$

پهنای عضو اصلی و عضو فرعی $w = ۹cm$



شکل(E۳). اتصال با یک حلقه شکافدار

تفصیل اتصال:

قطر حلقه شکافدار D =۶/۲۵cm (به ضمیمه K برای ابعاد اتصال‌دهنده رجوع شود).

مقاومت تنظیم شده ASD حلقه شکافدار، P' = ۱۲۳۷ kg (جدول ۱۲-۲A).

برای این اتصال نمونه ضریب عمل گروه C_g = ۱ لحاظ می‌شود.

ظرفیت تنظیم شده ASD اتصال، np':

np' = (حلقه ۲) (۱۲۳۷) = ۲۴۷۴ kg

ظرفیت تنظیم شده ASD مقطع خالص کشش، Z'_{NT}:

$$Z'_{NT} = F'_t A_{net}$$

$$Z'_{NT} = F'_t \left[A_{۵\times۱۰} - A_{\text{سوراخ پیچ}} - A_{\text{سطح تصویر حلقه}}\right]$$

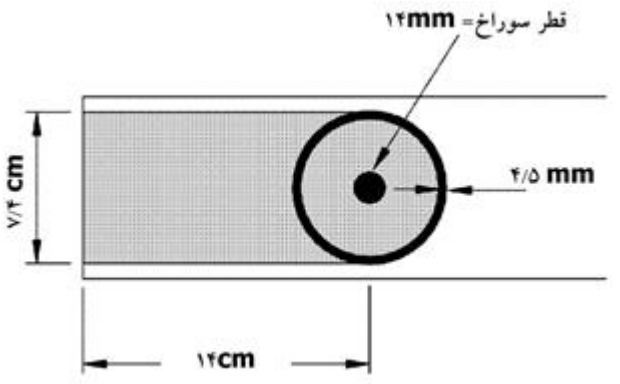
$$Z'_{NT} = ۵۸\left[۳/۸\times۹ - ۳/۸\times۱/۴ - ۷/۱ cm^۲\right] = ۱۲۶۳\ kg$$

ظرفیت تنظیم شده ASD پاره شدن ردیف، Z'_{RT}:

$$Z'_{RT} = n_i \frac{F'_v A_{critical}}{۲}$$

$$Z'_{RT۱} = \left[(\text{حلقه } ۲)(۱۲)(۱۴۰/۴۳\, cm^۲)\right] = ۱۶۸۵\, kg$$

در آن $A_{critical} = ۱۴۰/۴۳\, cm^۲$ (به شکل E۴ رجوع شود).



شکل(E۴). $A_{critical}$ **برای اتصال با حلقه شکافدار**

$$A_{critical} = A_{\text{صفحه لبه}} + A_{\text{صفحهٔ خالص پایین}}$$

$$A_{\text{صفحه لبه}} = (\text{۲ حلقه})\ (\text{عمق شیار})\ (S_{critical})$$

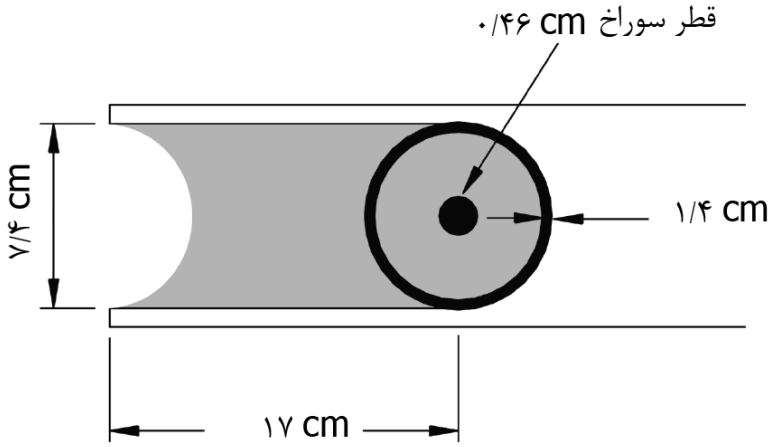
$$= (۲)\ (۰/۹۵)\ (۱۳/۹۷) = ۲۶/۵۴\ cm^۲$$

$$A_{\text{صفحه خالص پایین}} = A_{\text{صفحه پایین}} - A_{\text{شیار حلقه}} - A_{\text{سوراخ پیچ}}$$

$$= \left[(۱۳/۹۷)(۷/۴۲) + \pi(۷/۴۲)^۲\right] - \frac{\pi}{۴}\left[(۷/۴۲)^۲ - (۷/۴۲ - ۰/۴۵ - ۰/۴۵)^۲\right] - \frac{\pi}{۴}(۱/۴)^۲ =$$

$$۱۱۳/۸۹ cm^۲$$

در این مثال محاسباتی ظرفیت تنظیم شده ASD اتصال به $۱۲۶۳kg$ از مقطع خالص کشش محدود است.



شکل(E۵). $A_{critical}$ **برای اتصال با حلقه شکافدار (بر مبنای فاصله بین حلقه شکافدار اول و دوم)**

ضمیمه (F) (غیر اجباری) طراحی برای خزش تدریجی و کاربردهای تغییر مکان بحرانی

F-۱- خزش تدریجی (کریپ)

F-۱-۱- مدول الاستیسیته مرجع، E در این آیین‌نامه برای محاسبهٔ تغییر شکل لحظه‌ای زیر بار منظور شده است. زیر بار درازمدت اعضای چوبی تغییر شکل اضافی وابسته به زمان دارند (کریپ) که به طور معمول با نرخ کند اما پیوسته در طی زمان رخ می‌دهد. نرخ‌های کریپ (خزش تدریجی) در اعضای تری که زیر بار خشک شوند یا در معرض تغییر دما و رطوبت نسبی قرار داشته باشند، بیشتر از موردی است که اعضای چوبی رطوبت ثابت داشته و در محیطی با ثبات از نظر رطوبت نسبی، قرار داشته باشند.

F-۱-۲- در موارد معینی از کاربردهای خمشی، ضرورت دارد که تغییر مکان زیر بار بلندمدت، به حد تعیین شده‌ای محدود شود. این عمل را می‌توان با اعمال ضریب افزایشی بر تغییر مکان زیر بار درازمدت انجام داد. بنابراین جمع تغییر مکان با مؤلفه تغییر مکان لحظه‌ای ناشی از بار طراحی بلندمدت ضرب در ضریب افزایش مناسب به اضافهٔ مؤلفه تغییر مکان کوتاه‌مدت یا عادی از بار طراحی محاسبه می‌شود.

F-۲- تغییر در مدول الاستیسیته

F-۲-۱- مقادیر مرجع مدول الاستیسیته، E در جدول‌های (۴A)، (۴B)، (۴C)، (۴D)، (۴E)، (۴F)، (۵A)، (۵B)، (۵C) و (۵D) (در مکمل این آیین‌نامه)، مقادیری متوسط هستند و قطعات دارای مقادیر بیش و کم‌تر مدول الاستیسیته در تمام درجات کیفیت وجود دارند. به کار بردن مقدار متوسط مدول الاستیسیته در طراحی و سوار کردن اعضای سازه‌ای چوب متداول است. تجربه‌های

میدانی و آزمون‌ها نشان دادند که متوسط مقدار مدول الاستیسیته احتیاط کافی را برای تغییر مکان لحظه‌ای یا تغییر شکل این عناصر چوبی در بردارد.

F-۲-۲- در کاربردهای معینی که تغییر مکان مهم باشد، طراح ممکن است از مقدار کاهش یافته مدول الاستیسیته استفاده کند. ضریب تغییرات در جدول (F۱) را می‌توان مبنای تغییر مقدار مرجع مدول الاستیسیته در جدول‌های (۴A) تا (۴F) و (۵A) تا (۵D)، به کار برد.

F-۲-۳- کاهش مقدار متوسط مرجع مدول الاستیسیته در این آیین‌نامه توسط حاصل‌ضرب مقدار متوسط و ۱ و ۱/۶۵ در ضریب تغییرات متناسب در جدول (F۱)، برآوردی از مدول الاستیسیته را به دست می‌دهد که بیش از ٪۸۴ و ۹۵ درصد قطعات را بنابر رابطهٔ زیر شامل می‌شود:

$$E_{.16} = E(1-1\times COV_E) \qquad (F-1)$$

$$E_{.05} = E(1-1/645\,COV_E) \qquad (F-2)$$

جدول(F۱). ضرایب تغییرات مدول الاستیسیته (COV_E) برای چوب برش شده و سازه‌ای لایه‌ای

	(COV_E)
چوب برش شده و دارای درجه‌بندی نظری (جدول‌های ۴A، ۴B، ۴D، ۴E و ۴F)	۰/۲۵
چوب درجه‌بندی (ارزیابی) شده با ماشین (MEL) (جدول۴C)	۰/۱۵
چوب رده‌بندی دار تنش با ماشین (MSR) (جدول۴C)	۰/۱۱
چوب سازه‌ای لایه‌ای (جدول‌های ۵A تا ۵D)	۰/۱۰[1]

[1]. ضریب تغییرات، COV_E سازه‌ای لایه‌ای با افزایش تعداد لایه، کاهش پیدا می‌کند و با کاهش تعداد لایه افزایش پیدا می‌کند. COV_E = ۰/۱۰ مقدار تقریبی برای شش لایه یا بیشتر است.

F-۳- تغییر مکان برشی

F-۳-۱- مقادیر مرجع مدول الاستیسیته، E در جدول‌های (۴A) تا (۴F) و (۵A) تا (۵D)، متعلق به مدول الاستیسیته ظاهری هستند و مؤلفه تغییر مکان برشی در آن‌ها هست. برای چوب‌آلات برش شده نسبت E بدون نیروی برشی به E مرجع ۱/۰۳ و برای چوب سازه‌ای لایه‌ای این نسبت ۱/۰۵ می‌باشد.

F-۳-۲- در بعضی از کاربردهای معین، استفاده از مدول الاستیسیته تنظیم شده برای دقت بیشتر در لحاظ کردن تغییر مکان برشی، ممکن است به نظر طراح مطلوب باشد. روش‌های استاندارد تنظیم مدول الاستیسیته برحسب بار و طول دهانه فراهم شده است (به منبع ۵۴ رجوع شود). اگر برای محصولی مثل تیرچه‌های پیش‌ساخته (I شکل)، مدول الاستیسیته مرجع برای لحاظ کردن اثرات تغییر مکان برشی تنظیم نشده باشد، در نظر گرفتن مؤلفه برشی جمع تغییر مکان لازم است.

F-۳-۳- مؤلفه برشی جمع تغییر مکان تیری تابعی از وضعیت هندسی تیر، مدول الاستیسیته، مدول برشی، بار وارده و شرایط تکیه‌گاه آنست. نسبت E بدون نیروی برشی به E ظاهری در تیرهای ساده با نسبت طول دهانه به ارتفاع مقطع ۲۱ و نسبت مدول الاستیسیته به مدول برشی ۱۶، زیر بار گسترده یکنواخت، ۱/۰۳ است. همین نسبت در تیری با نسبت طول دهانه به ارتفاع مقطع ۱۷، ۱/۰۵ است. به منبع ۵۳ برای اطلاعات بیشتر در این زمینه رجوع شود.

ضمیمه (G) (غیر اجباری) طول مؤثر ستون

G-۱.

طول مؤثر ستون برای عضوی فشاری فاصلهٔ بین دو نقطه در طول آنست که با آن فرض می‌شود عضو به صورت موج سینوسی کمانش کند.

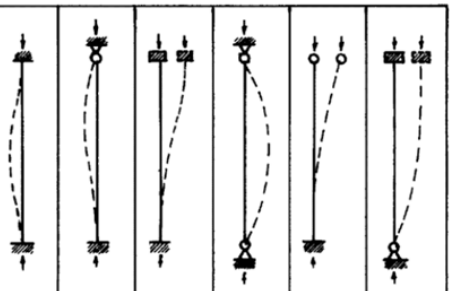
G-۲.

طول مؤثر ستون به مقادیر تثبیت انتها و جابه‌جایی جانبی (تغییر مکان) مرتبط با دو سر ستون‌ها و نقاط تکیه جانبی بین دو سر ستون‌ها، بستگی دارد. توصیه می‌شود که طول مؤثر ستون‌ها با فرایند خوب مهندسی تعیین شود. مقادیر کم طول مؤثر با تثبیت بیشتر انتها و جابه‌جایی جانبی کم‌تر مربوط است، در حالی که مقادیر بالای آن مرتبط است با تثبیت کم‌تر انتها و جابه‌جایی جانبی بیشتر.

G-۳.

به جای محاسبه طول مؤثر ستون با تجربه‌های موجود مهندسی، استفاده از ضرایب طول کمانش در جدول (G۱)، K_e برای ضرب در طول واقعی ستون، ℓ یا طول ستون بین تکیه‌گاه‌های جانبی، برای تعیین طول مؤثر، ℓ_e مجاز است.

جدول(G۱). ضرایب طول کمانش، K_e

مدهای کمانش						
مقدار تئوری Ke	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
مقدار توصیه شده Ke اگر وضعیت های مطلوب ارائه شود	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.4
کد وضعیت انتها	چرخش و جابجایی مهار چرخش آزاد، جابجای مهار چرخش مهار، جابجایی آزاد چرخش و جابجایی آزاد					

در جایی که سفتی خمش خود قاب مانع کمانش باشد، ضریب طول کمانش، K_e برای طول بدون حائل ستون، ℓ به سفتی خمشی حاصل از اعضای دیگر در صفحه که به چفتو بست هر انتهای قسمت بدون حائل ربط دارند، بستگی دارد. اگر سفتی توأم این اعضا نسبت به قطعات بدون حائل ستون کم باشد، K_e ممکن است مقدار بیشتر از مقادیر ارائه شده در جدول (G۱) پیدا کند.

ضمیمه (H) (غیر اجباری) ثبات جانبی ستون‌ها

H-۱.

ستون‌های ماسیو چوب را می‌توان بر مبنای مُد شکست زیر حداکثر بار، به سه دسته طولی تقسیم کرد. ستون‌های کوتاه با مقطع مستطیل شکل و نسبت طولی به حداقل بعد مقطع، ℓ_e/d کم که با له شدن می‌شکنند. با مقدار میانه ℓ_e/d شکست ستون توأمی از له شدن و کمانش است. با مقدار بالایی ℓ_e/d ستون‌ها بلند هستند و رفتاری چون رفتار ستون اولر دارند و با تغییر مکان جانبی یا کمانش می‌شکنند. طراحی این سه دسته طولی ستون با فرمول ستون تنها، معادله (H-۱) ارائه می‌شود.

H-۲.

برای ستون‌های ماسیو (توپر) با مقطع مستطیل شکل که ضریب لاغری، ℓ_e/d تا ۵۰ دارند، مقاومت فشاری مجاز تنظیم شده موازی الیاف توسط معادله زیر به دست می‌آید:

$$F'_C = F^*_C \left[\frac{1 + F_{CE}/F^*_C}{2C} - \sqrt{\left(\frac{1 + \frac{F_{CE}}{F^*_C}}{2C} \right)^2 - \frac{F_{CE}/F^*_C}{C}} \right] \qquad \text{(H-1)}$$

در آن:

$$F_{CE} = \frac{0/822\, E'_{\min}}{(\ell_e/d)^2} \qquad \text{(H-2)}$$

F^*_C - تنش فشاری مرجع موازی الیاف ضرب در ضرایب تنظیم، غیر از C_p (به ۲-۳ رجوع شود).

C= ۰/۸۰ ، برای چوب ماسیو

C= ۰/۸۵ ، برای تیرها و شمع‌های گرد

C= ۰/۹۰ ، برای چوب سازه‌ای لایه‌ای

H-۳.

معادله (H -۲) از معادله استاندارد اولر با شعاع ژراسیون r تبدیل شده به حداقل بعد مقطع، d ستون با مقطع مستطیل شکل، مشتق می‌شود.

معادله تنظیم تنش فشاری طراحی، F'_C در این آیین‌نامه برای ستون‌های با مقطع مستطیل است. از این معادله برای شکل‌های دیگر مقطع هم می‌توان استفاده کرد، منتهی باید d را در آن با $r\sqrt{۱۲}$ جایگزین نمود. r شعاع ژراسیون مقطع ستون است.

H-۴.

ضریب ۰/۸۲۲ در معادله (H -۲) معرف ضریب کمانش اولر (Euler) برای ستون‌های با مقطع مستطیل شکل است با $\frac{\pi^۲}{۱۲}$ محاسبه می‌شود. مدول الاستیسیته ثبات تیر و ستون، $E_{\min}$ در معادله (H -۲)، معرف ٪ ۵ استثناء مقدار در مدول الاستیسیته خمش خالص به اضافه ۱/۶۶ ضریب ایمنی است (به ضمیمه D-۴ رجوع شود).

H-۵.

مقادیر تنظیم شده مقاومت‌ها در معادلات (H -۱ و H -۲) به طور معمول برای طراحی ستون ماسیو (توپر) چوبی به کار می‌روند. اگر خطر غیر عادی وجود داشته باشد، باید از ضریب کاهش بزرگ‌تر استفاده کرد. در مواردی که بحرانی پیش‌بینی نمی‌شود، طراح می‌تواند ضریب کاهش کوچک‌تری انتخاب کند.

H-۶.

برای مصنوعاتی که E متغیرتر از چوب درجه‌بندی شده نظری دارنـد، لازم مـی‌شـود کـه مقـادیر بحرانی‌تر کمانش محاسبه شود. اما برای مصنوعاتی که ضریب تغییرات (COV_E) کوچک‌تری دارند، به کار بردن معادله (H -۲) ضریب اطمینان ۱/۶۶ مقدار ٪ ۵ استثناء را در بردارد.

ضمیمه (I) (غیر اجباری) معادلات حد تسلیم برای اتصال‌ها

I-۱.

معادلات حد تسلیم در (۱۱-۳-۱) برای اتصال‌دهنده‌های پینی مثل پیچ‌های ماشینی، سرمهره‌ای، پیچ چوب، میخ‌ها و میخ‌های مفتولی، معرف چهار مُد عمده تسلیم اتصال هستند (به شکل I۱ رجوع شود). مُدهای I_m و I_s معرف تسلیم غالب تکیه‌گاهی الیاف چوب در تماس با اتصال‌دهنده به ترتیب در عضو اصلی یا عضو فرعی هستند. مُد II معرف چرخش اتصال‌دهنده در صفحهٔ برش اتصالی با یک صفحه برش با له شدن موضعی الیاف چوب نزدیک سطوح عضو یا اعضای چوبی است. مُدهای III_m و III_s به ترتیب حکایت از تسلیم خمشی اتصال‌دهنده در نقطه‌ای خمیری (تغییر شکل خمیری) در هر صفحه برش و تسلیم غالب تکیه‌گاهی الیاف چوب در تماس با اتصال‌دهنده، در عضو یا اعضای اصلی یا فرعی، دارد. مُد IV معرف تسلیم خمشی اتصال‌دهنده در دو نقطه‌ای خمیری (تغییر شکل خمیری) در هر صفحهٔ برش، با له شدگی محدود موضعی الیاف چوب، در نزدیکی صفحه یا صفحه‌های برش، می‌باشد.

I-۲- مقاومت تکیه‌گاهی اعضای فلزی

مقاومت تکیه‌گاهی، F_e اعضای فلزی باید بر مبنای روند مقبول طراحی فلز باشد (به منابع ۳۹، ۴۰ و ۴۱ رجوع شود). مقادیر مقاومت در جدول‌های (۱۱B)، (۱۱D)، (۱۱G)، (۱۱I)، (۱۱J)، (۱۱M) و (۱۱N) برای ورق ۶/۴mm، A۳۶ ، ASTM یا نمره ۳ نازک‌تر A۶۵۳ ، ASTM ، ورق درجه ۳۳ با مقاومت تکیه‌گاهی متناسب با مقاومت کششی حداکثر هستند. مقاومت تکیه‌گاهی مورد استفاده در محاسبه بار تسلیم اتصال، معرف مقاومت‌های اسمی تکیه‌گاهی به ترتیب از $۲/۴F_u$ و $۲/۲F_u$ هستند

(بر اساس شروط در منابع ۳۹ تا ۴۱ برای مقاومت تکیه‌گاهی اعضای فلزی در اتصال‌ها). برای کاربرد درست ضریب مدت اعمال بار در مورد این اتصال‌ها، مقاومت‌های تکیه‌گاهی به ۱/۶ تقسیم شدند.

I-۳- مقاومت تکیه‌گاهی اعضای چوبی

مقاومت تکیه‌گاهی، F_e اعضای چوبی را می‌توان با ASTM D۵۷۶۴ تعیین کرد.

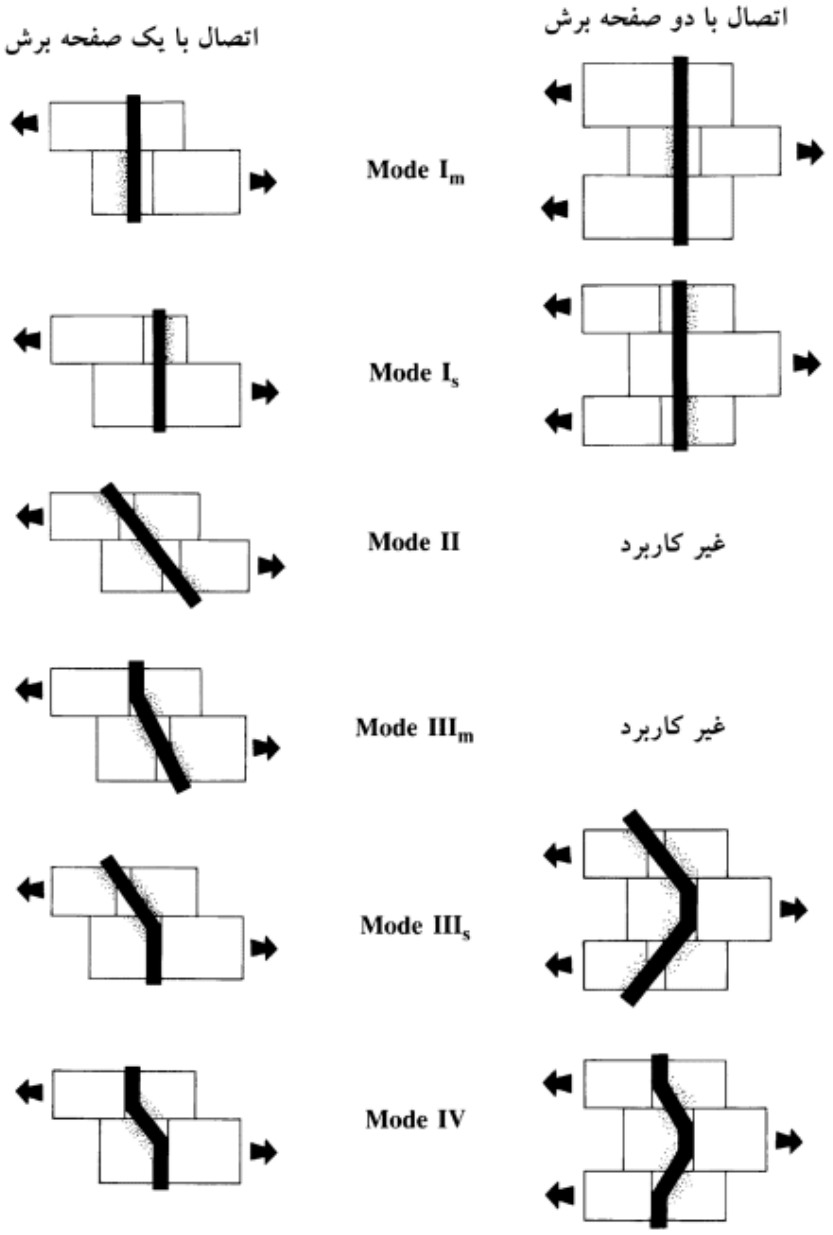
I-۴- مقاومت تسلیم اتصال‌دهنده در خمش، F_{yb}

چنانچه به نشریات استاندارد حاوی خواص اتصال‌دهنده دسترسی نباشد، طراح اتصال باید مقاومت تسلیم خمشی اتصال‌دهنده را از سازنده آن بپرسد. آیین‌نامه F۱۵۷۵ استاندارد ASTM روش استاندارد آزمون مقاومت تسلیم خمشی میخ‌ها است.

مقاومت تسلیم خمشی اتصال‌دهنده (F_{yb}) باید با روش ٪ ۵ افت قطر (D ۰/۰۵) تحلیل دیاگرام بار و تغییر مکان حاصل از آزمون‌های خمشی تعیین شود. اما برای اتصال‌دهنده‌های با قطر کوچک و زیاد که انجام مستقیم آزمون خمشی عملی نیست، مشاهدات حاصل از آزمون‌های کششی، مثل آنچه که در ASTM F۶۰۶ آمده، باید برای برآورد F_{yb} مورد ارزیابی قرار گیرد.

پژوهش نشان می‌دهد که F_{yb} پیچ‌ها به تقریب معادل متوسط مقاومت تسلیم آن در کشش و مقاومت نهایی آن در کشش، $F_{yb} = \frac{F_y}{۲} + \frac{F_u}{۲}$ است. بر مبنای این تقریب $۳۳۶۰ \frac{kg}{cm^۲} \le F_{yb} \le ۹۸۰۰ \frac{kg}{cm^۲}$ برای درجات کیفیت مختلف پیچ از SAE J۴۲۹ است. پژوهش پیشین نشان می‌دهد که $F_{yb} = ۳۱۵۰ \frac{kg}{cm^۲}$ برای بسیاری از پیچ‌های قابل تهیه (موجود در بازار) معقول است. آزمون‌ها روی تعداد محدود آزموده از پیچ‌های سرمهره‌ای نشان می‌دهند که $F_{yb} = ۳۱۵۰ \frac{kg}{cm^۲}$ برای این پیچ‌ها با $D \ge ۱cm$ هم معقول می‌باشد.

مدهای تسلیم اتصالات



آزمون آزمونه‌های محدود میخ‌های جعبه و میخ‌های سیمی معمولی از ۱۲ تولیدکننده در ایالات متحده آمریکا، نشان می‌دهد که F_{yb} با کاهش قطر میخ، افزایش پیدا می‌کند و ممکن است در میخ‌های با قطر خیلی کوچک از $۷۰۰۰ kg/cm^۲$ بیشتر شود. این آزمون‌ها نشان می‌دهند که مقادیر F_{yb} در جدول‌های (۱۱N) تا (۱۱R) برای بسیاری از میخ‌های جعبه متعارف و میخ سیمی معمولی کم

قطر ($D<۰/۵cm$) معقولند. مقادیر طراحی برای میخ‌های سیمی معمولی بزرگ‌تر ($D>۰/۵cm$) بر اساس برآورد با برون‌یابی F_{yb} از آزمون‌های مورد مشاهده هستند. در میخ‌های سخت شده (آب داده)، F_{yb} فرض می‌شود که به تقریب ٪۳۰ بیشتر از F_{yb} میخ‌های سیمی معمولی هم قطر باشد. مقادیر طراحی در جدول‌های (J۱۱) تا (M۱۱) برای پیچ‌های چوب و پیچ‌های سرمهره‌ای کم قطر ($D<۱cm$) بر مبنای برآورد از F_{yb} برای میخ‌های معمولی سیمی معمولی هم قطرند. جدول (I۱) مقادیر F_{yb} را بر مبنای نوع اتصال‌دهنده و قطر ارائه می‌کند.

I-۵- اتصال‌دهنده‌های رزوه‌دار

کاهش مقاومت به لنگر قسمت رزوه شده اتصال‌دهنده‌های پینی را می‌توان با به کار بردن قطر ریشه آن‌ها، D_r در محاسبه مقاومت‌های جانبی مرجع، به حساب آورد. استفاده از قطر، D وقتی مجاز است که قسمت رزوه شده اتصال‌دهنده به اندازهٔ کافی از صفحهٔ برش اتصال دور باشد. برای مثال، قطر D را وقتی می‌شود استفاده کرد که طول تکیه رزوه در عضو اصلی اتصالی دو عضوی بیش از $\frac{۱}{۴}$ کل طول تکیه در عضو اصلی (عضوی که رزوه اتصال‌دهنده در آن قرار دارد) نباشد. در اتصالی با سه عضو یا بیشتر، قطر D را وقتی می‌توان به کار برد که طول تکیه رزوه در بیرونی‌ترین عضو اتصال، از $\frac{۱}{۴}$ کل طول تکیه در همین بیرونی‌ترین عضو (عضوی که رزوه اتصال‌دهنده در آن واقع است) بیشتر نباشد.

جدول(I۱). مقاومت تسلیم خمشی اتصال‌دهنده، F_{yb}

نوع اتصال دهنده	$F_{yb}(kg/cm^2)$
پیچ ماشینی، سرمهره‌ای (با $D \geq 1$)، پین درفشی (SAE J429 درجه 1) $F_y = 2520\, kg/cm^2$ و $F_u = 4200\, kg/cm^2$	3150
میخ‌های معمولی، جعبه یا سرشیپوری، مفتولی، پیچ سرمهره‌ای، پیچ چوب (از فولاد با کربن کم تا متوسط)	
$0.25\,cm \leq D \leq 0.36\,cm$	7000
$0.36cm \leq D \leq 0.45\,cm$	6300
$0.45cm \leq D \leq 0.60\,cm$	5600
$0.60\,cm \leq D \leq 0.70\,cm$	4900
$0.70\,cm \leq D \leq 0.90\,cm$	4200
$0.90\,cm \leq D \leq 1cm$	3150
میخ فولادی سخت شده (فولاد با کربن متوسط)	
$0.30\,cm \leq D \leq 0.40\ cm$	9100
$0.40\,cm \leq D \leq 0.50\,cm$	8050
$0.50\,cm \leq D \leq 0.52cm$	7000

مقاومت‌های جانبی (برشی) مرجع اتصال‌ها با قطر کاهش یافته محور پیچ سرمهره‌ای و پیچ چوب با رزوه نورد، بر مبنای قطر ریشه، D_r هستند تا کاهش یافتگی قطر این اتصال‌دهنده‌ها به حساب آمده باشد. از این مقادیر می‌توان برای قطر کامل محور پیچ سرمهره‌ای و پیچ چوب با رزوه تراشیده شده استفاده کرد، چون طول‌های رزوه در این اتصال‌دهنده‌ها، چندان معلوم نیست یا طول تکیه رزوه بر مبنای ابعاد معمولی بیش از $\frac{۱}{۴}$ طول تکیه کل یا مجموع در عضو در بردارندهٔ رزوه‌ها است. برای اتصال‌های با پیچ ماشینی، مقاومت‌های جانبی (برشی) مرجع بر مبنای قطر D هستند.

ضمیمه (J) (غیر اجباری) حل فرمول "Hankinson"

J-۱.

در مواردی که اعضا در حالت تکیه زیر بار تحت زاویهٔ بین صفر و ۹۰ درجه نسبت به الیاف قرار گیرند، یا اتصال‌دهنده‌های واشر برشی و حلقه شکافدار، پیچ‌ها یا پیچ‌های سرمهره‌ای زیر بار مایل (بین صفر و ۹۰ درجه) واقع می‌شوند، مقاومت‌های تحت زاویه باید با فرمول "Hankinson" تعیین شوند.

J-۲.

فرمول "Hankinson" برای وضعیتی است که سطح زیر بار عمود بر راستای بار وارده می‌باشد.

J-۳.

اگر نیروی برایند عمود بر سطح مورد نظر نباشد، زاویه θ زاویهٔ بین راستای الیاف و جهت مؤلفه‌ای از نیرو است که به سطح عمود می‌باشد.

J-۴.

سطح تکیه برای حلقه شکافدار یا واشر برشی، پیچ یا پیچ سرمهره‌ای، عمود بر بار جانبی وارده فرض می‌شود.

J-۵.

مقاومت تکیه‌گاهی چوب به جهت الیاف نسبت به راستای بار وارده بستگی دارد. چوب در فشار موازی الیاف قوی‌تر است تا در فشار عمود بر الیاف. تغییر مقاومت تحت زوایای مختلف نسبت به الیاف، بین صفر و ۹۰ درجه، باید توسط فرمول "Hankinson" به ترتیب زیر، تعیین شود:

$$F'_{\theta} = \frac{F^{*}_{C} F'_{C\perp}}{F^{*}_{C} \sin^{2}\theta + F'_{C\perp} \cos^{2}\theta} \qquad (J-1)$$

در آن:

F^{*}_{C} – مقاومت فشاری موازی الیاف مجاز تنظیم شده، ضرب در تمام ضرایب تنظیم غیر از ضریب ثبات ستون

$F'_{C\perp}$ – مقاومت فشاری عمود بر الیاف مجاز تنظیم شده

F''_{θ} – مقاومت تکیه‌گاهی تنظیم شدهٔ تحت زاویه‌ای نسبت به الیاف

θ – زاویهٔ بین راستای بار و جهت الیاف (محور طولی عضو)

در تعیین مقاومت تکیه‌گاهی تحت زاویه نسبت به الیاف برای اتصال‌ها با پیچ ماشینی یا سرمهره‌ای، فرمول "Hankinson" صورت زیر را پیدا می‌کند:

$$F_{e\theta} = \frac{F_{e\parallel} F_{C\perp}}{F_{e\parallel} \sin^{2}\theta + F_{e\perp} \cos^{2}\theta} \qquad (J-2)$$

در آن:

$F_{e\parallel}$ – مقاومت تکیه‌گاهی موازی الیاف

$F_{e\perp}$ – مقاومت تکیه‌گاهی عمود بر الیاف

$F_{e\theta}$ – مقاومت تکیه‌گاهی تحت زاویه‌ای به الیاف

در تعیین مقاومت مجاز تنظیم شده برای اتصال‌های چوب به فلز با پیچ ماشینی یا سرمهره‌ای یا اتصال‌های چوب به چوب با عضو اصلی یا اعضای فرعی زیر بار موازی الیاف، صورت زیر فرمول "Hankinson" حل دیگری را ارائه می‌کند:

$$Z'_{\theta} = \frac{Z'_{\parallel} Z'_{\perp}}{Z'_{\parallel} \sin^{2} \theta + Z'_{\perp} \cos^{2} \theta} \qquad (J-۳)$$

در اتصال‌های چوب به چوب با اعضای فرعی زیر بار موازی الیاف:

$Z'_{\parallel}$ – مقاومت جانبی (برشی) مجاز تنظیم شدهٔ اتصال با یک پیچ ماشینی یا سرمهره‌ای با عضو اصلی و اعضای فرعی زیر بار موازی الیاف، $Z_{\parallel}$

$Z'_{\perp}$ – مقاومت جانبی (برشی) مجاز تنظیم شدهٔ اتصال با یک پیچ ماشینی یا سرمهره‌ای با اعضای فرعی زیر بار موازی الیاف و عضو اصلی زیر بار عمود بر الیاف، $Z_{m\perp}$

در اتصال‌های چوب به چوب با عضو اصلی زیر بار موازی:

$Z'_{\parallel}$ – مقاومت جانبی (برشی) مجاز تنظیم شدهٔ اتصال با یک پیچ ماشینی یا سرمهره‌ای یا عضو اصلی و اعضای فرعی زیر بار موازی الیاف، $Z_{\parallel}$

$Z'_{\perp}$ – مقاومت جانبی (برشی) مجاز تنظیم شدهٔ اتصال با یک پیچ ماشینی یا سرمهره‌ای با عضو اصلی زیر بار موازی الیاف و اعضا یا عضو فرعی زیر بار عمود بر الیاف، $Z_{s\perp}$

در اتصال چوب به فلز:

$Z'_{\parallel}$ – مقاومت جانبی (برشی) مجاز تنظیم شده اتصال با یک پیچ ماشینی یا سرمهره‌ای، با عضو چوبی زیر بار موازی الیاف، $Z_{\parallel}$

$Z'_{\perp}$ – مقاومت جانبی (برشی) مجاز تنظیم شدهٔ اتصال با یک پیچ ماشینی یا سرمهره‌ای، با عضو چوبی زیر بار عمود بر الیاف، $Z_{\perp}$

در تعیین مقاومت مجاز تنظیم شده برای اتصال‌ها با واشر برشی یا حلقه شکافدار یا پیچ پرچ چوب، فرمول "Hankinson" صورت زیر را پیدا می‌کند:

$$N' = \frac{P'Q'}{P'\sin^2\theta + Q'\cos^2\theta} \qquad (J-۴)$$

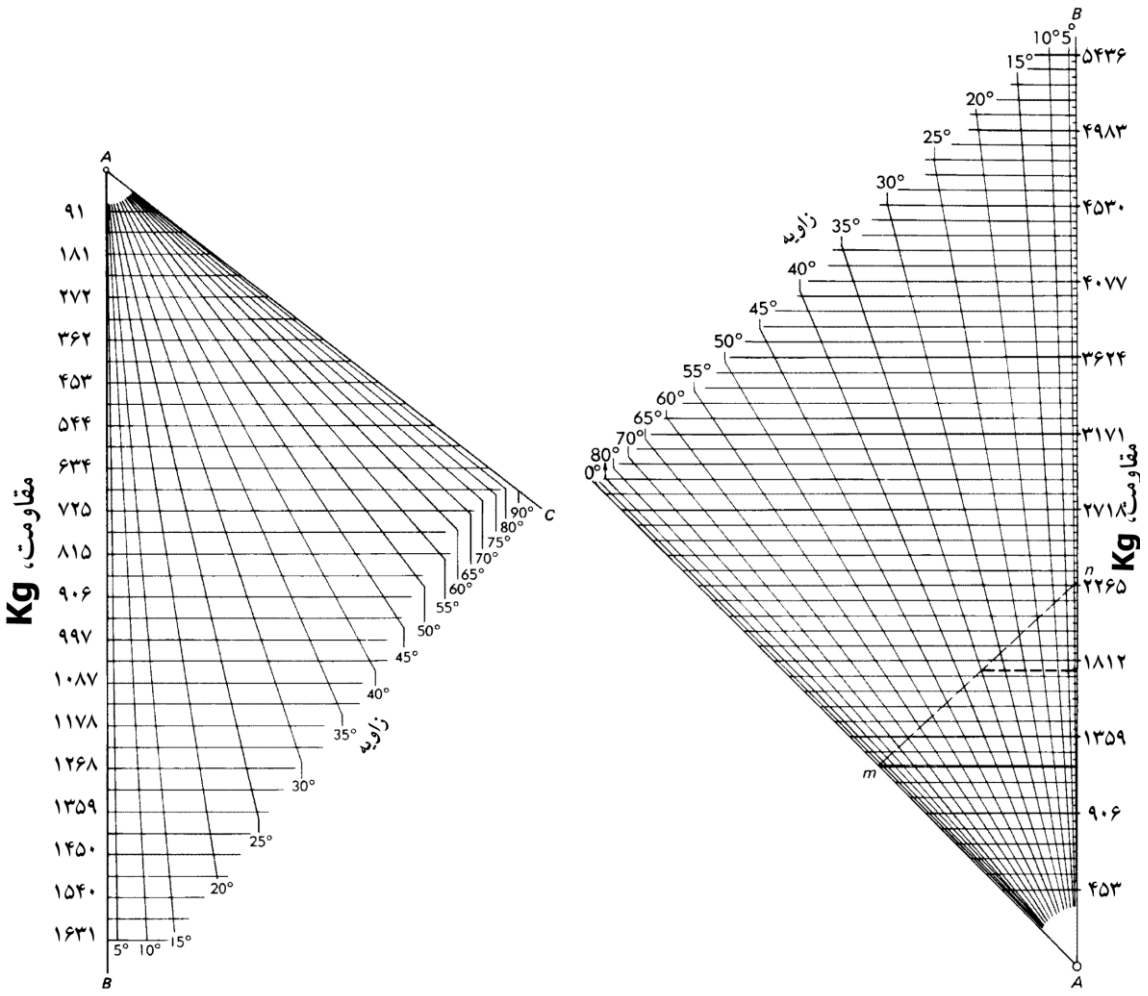
در آن:

P' – مقاومت جانبی (برشی) مجاز تنظیم شدهٔ موازی الیاف یک واحد حلقه شکافدار یا یک واحد واشر برشی

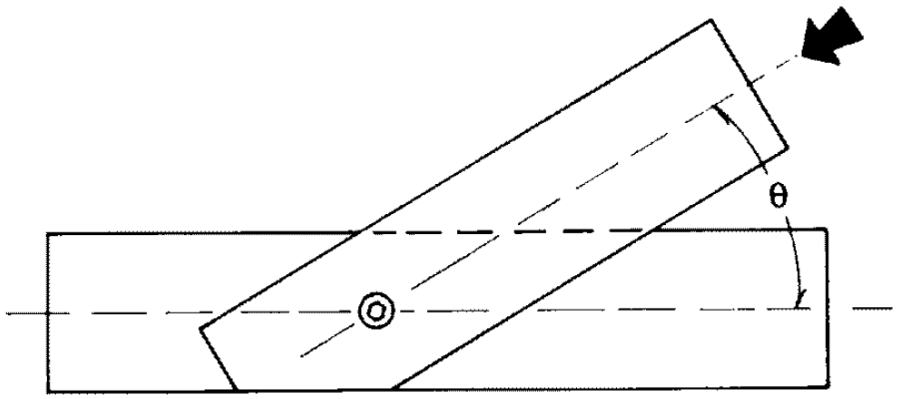
Q' – مقاومت جانبی (برشی) مجاز تنظیم شدهٔ عمود بر الیاف یک واحد حلقه شکافدار یا یک واحد واشر برشی

N' – مقاومت جانبی (برشی) مجاز تنظیم شدهٔ تحت زاویهٔ θ نسبت به الیاف یک واحد حلقه شکافدار یا یک واحد واشر برشی

نوموگراف‌ها در شکل (J۱) حل گرافیکی فرمول "Hankinson" را ارائه می‌کنند.



شکل J1 حل گرافیکی فرمول "Hankinson"



شکل J2 اتصال بارگذاری شده تحت زاویهٔ θ نسبت به الیاف

ضمیمه (K) (غیر اجباری) نمونه ابعاد اتصال‌دهنده‌های واشر برشی و حلقه شکافدار

حلقه‌های شکافدار	**6.4 *cm***	**10 *cm***
حلقه شکافدار		
قطر داخل در مرکز در حالت بسته	6.4 *cm*	10 *cm*
ضخامت فلز در مرکز	0.41 *cm*	0.48 *cm*
عمق فلز (پهنا یا حلقه)	1.90 *cm*	2.5 *cm*
شیار		
قطر داخل	6.5 *cm*	10.4 *cm*
پهنا	0.46 *cm*	0.53 *cm*
عمق	0.95 *cm*	1.3 *cm*
قطر سوراخ پیچ در اعضای چوبی	**1.43 *cm***	**2.1 *cm***
واشرهای استاندارد		
گرد، ریخته‌گری یا آهن نرم، قطر	5.40 *cm*	7.5 *cm*
گرد، آهن چکش‌خور (حداقل)		
قطر	3.5 *cm*	5 *cm*
ضخامت	0.24 *cm*	0.40 *cm*
ورق چهارگوش	5 *cm*	7.50 *cm*
طول پهلو	0.32 *cm*	0.50 *cm*
ضخامت		
سطح تصویر: قسمت یک حلقه در عضو	7.10 cm^2	14.45 cm^2

واشرهای برشی	6.7 *cm*	6.7 *cm*	10 *cm*	10 *cm*
واشر برشی[۱]	فولاد	نرم	نرم	نرم
ماده	پرس شده	ریخته‌گری	ریخته‌گری	ریخته‌گری
قطر	6.65 *cm*	6.65 *cm*	10.2 *cm*	10.2 *cm*
قطر سوراخ پیچ	2 *cm*	2 *cm*	2 *cm*	2.4 *cm*
ضخامت	0.44 *cm*	0.44 *cm*	0.5 *cm*	0.5 *cm*
عمق واشر برشی	1.1 *cm*	1.1 *cm*	1.6 *cm*	1.6 *cm*
قطر سوراخ پیچ در چوب و وصله	2.1 *cm*	2.1 *cm*	2.1 *cm*	2.1 *cm*
واشرهای استاندارد				
گرد، ریخته‌گری یا آهن نرم، قطر	7.5 *cm*	7.5 *cm*	7.5 *cm*	9 *cm*
گرد، آهن چکش‌خور، قطر	5 *cm*	5 *cm*	5 *cm*	5.7 *cm*
ضخامت	0.4 *cm*	0.4 *cm*	0.4 *cm*	0.44 *cm*
ورق چهارگوش				
طول پهلو	7.5 *cm*	7.5 *cm*	7.5 *cm*	7.5 *cm*
ضخامت	0.64 *cm*	0.64 *cm*	0.64 *cm*	0.64 *cm*
سطح تصویر: یک واشر برشی در عضو	7.6 cm^2	6.45 cm^2	16.6 cm^2	16.6 cm^2 [۲]

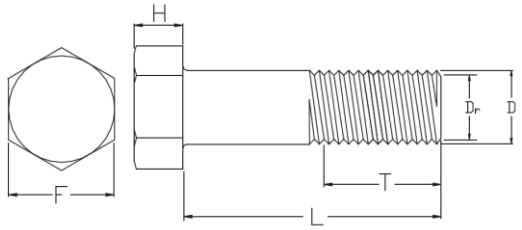
[۱]. ASTM D۵۹۳۳.

[۲]. تسمه فلزی و مانند آن برای کاربرد باید با خواص مقبول طراحی شود (۱۰-۲-۳)

ضمیمه (L) (غیر اجباری) نمونه ابعاد اتصال‌دهنده‌های پینی[1]

جدول (L_1) پیچ‌های ماشینی استاندارد با سر شش پهلو

D- قطر
Dr- قطر ریشه
T- طول رزوه شده
L- طول پیچ
F- پهنای سر
H- ارتفاع



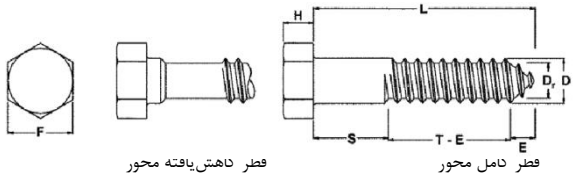
		قطر D (mm)							
		6.4	8	9.5	13	16	19	22	25
Dr (mm)		4.8	6.2	7.6	10.3	13	16	19	21.5
F (mm)		11	13	14	19	24	28.6	33	38
H (mm)		4.4	5.5	6.4	8.7	10.7	13	15	17
T (cm)	**L < 15**	1.9	2.2	2.5	3.2	3.8	4.4	5	5.7
	L > 15	2.5	2.8	3.2	3.8	4.4	5	5.7	6.4

(۱) رواداری در ۱-۲-۱۸ ANDI B تعیین شده است. قطر محور پیچ نشان داده شده. قطر ریشه بر مبنای UNC سری‌های رزوه (۱-۱ ANSI B)

جدول(L2). پیچ های سرمهره ای استاندارد با سر شش پهلو(۱)

E- طول باریک‌شونده نوک، mm
L- طول پیچ، cm
N- تعداد رزوه در cm
F- پهنای سر، mm
H- ارتفاع سر، mm

D- قطر
D_r - قطر ریشه
S- طول محور بدون رزوه
T- حداقل طول رزوه شده (۲)

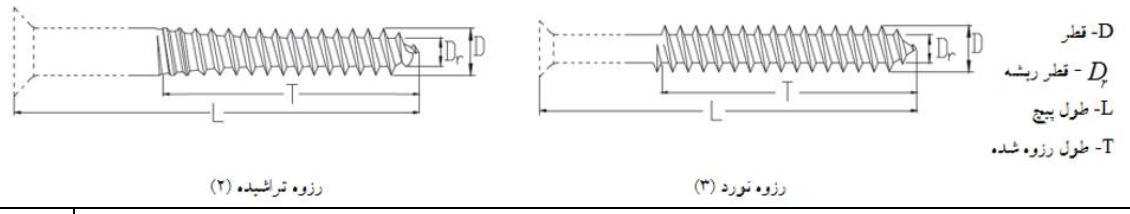


طول L (cm)		قطر، D (mm)										
		6.4	8	9.5	11	13	16	19	22	25	28.6	32
	Dr	4.4	5.8	6.7	8.3	9.4	12	14.7	17	20		
	E	4	4.7	5.5	7	8	10	13	15	17		
	H	4.4	5.5	6.4	7.5	8.7	11	13	14.7			
	F	11	13	14	16	19	24	28	33			
	N	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1
2.5	S	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4						
	T	19	19	19	19	19						
	T-E	15	14	13.5	12	11						
3.8	S	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4						
	T	32	32	32	32	32						
	T-E	28	27	26	25	8						
5	S	13	13	13	13	13	13					
	T	38	38	38	38	38	38					
	T-E	34	33	32.5	31	30	28					
6.4	S	19	19	19	19	19	19					
	T	44.4	44.4	44.4	44.4	44.4	44.4					
	T-E	40.5	40	39	37	36.5	34					
7.5	S	25	25	25	25	25	25	25	25	25		
	T	51	51	51	51	51	51	51	51	51		
	T-E	47	46	45	44	43	40.5	38	36	33		
10	S	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
	T	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5
	T-E	60	59	58	56	55	53	51	48	46	44	41
13	S	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	T	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
	T-E	72	71	71	69	68	66	64	61	59	56	54
15	S	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5
	T	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
	T-E	85	84	83	82	81	78	76	74	71	69	67
18	S	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
	T	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102
	T-E	98	97	96	94	94	91	89	86	84	82	82
20	S	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
	T	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
	T-E	110	109	108	107	106	104	102	99	97	94	92
23	S	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102
	T	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127
	T-E	123	122	121	120	119	117	114	112	109	107	105
25	S	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
	T	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
	T-E	136	135	134	132	131	129	127	125	122	102	117
28	S	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127
	T	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
	T-E	148	147	146	145	144	142	140	137	135	132	130
30	S	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
	T	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
	T-E	148	147	146	145	144	142	140	137	135	132	130

(۱). رواداری در ANSI B-۲-۱ تعیین شده است. قطر کامل محور و قطر کاهش یافته پیچ های سرمهره ای نشان داده شده اند. برای قطر کاهش یافته محور پیچ سرمهره ای، از قطر رزوه نشده محور باید کاست تا تقریب قطر ریشه،Dr به دست آید.

(۲). حداقل طول رزوه شده (T) برای طول پیچ سرمهره ای ۱۵ سانتی متر است یا نصف طول پیچ + ۱/۳ cm، هر کدام که کوچک تر است. تمام طول پیچ ممکن است رزوه شده باشد.

جدول (L_3) پیچ‌های استاندارد چوب (۱)، (۵)



	شماره پیچ چوب										
	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24
D	3.5	3.8	4.2	4.5	4.8	5.5	6.4	6.8	7.5	8	9.5
Dr(4)	2.8	3	3.3	3.6	3.8	4.3	5	5.3	6	6.5	7.5

(۱) رواداری در ۱-۶-۱۸ ANSI/ ASME B تعیین شده است.

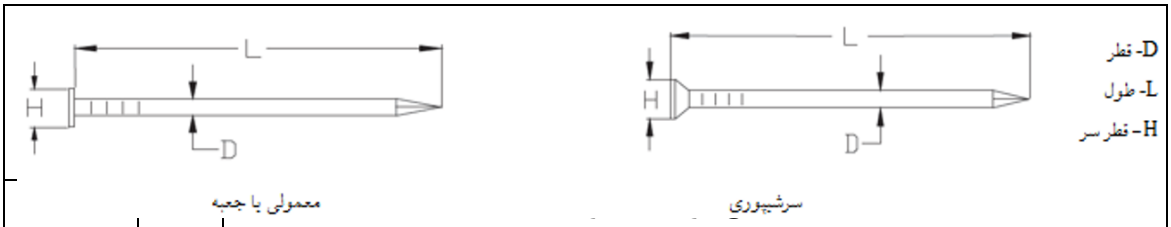
(۲) طول رزوه شده روی پیچ چوب با رزوه تراشیده به تقریب $\frac{۲}{۳}$ طول پیچ است.

(۳) رزوه تک لبه نشان داده شده شد. طول رزوه شده حداقل برابر قطر پیچ است یا $\frac{۲}{۳}$ طول پیچ، هر کدام که بزرگ‌تر باشد. پیچ‌ها در تمام طول رزوه دارند.

(۴) متوسط حدود حداکثر و حداقلی تعیین شده قطر محور پیچ با رزوه نورد.

(۵) فرض طولی باریک‌شونده نوک مساوی ۲D مجاز است.

جدول (L_4) میخ‌های استاندارد معمولی، جعبه و سرشیپوری (۱ و ۲)

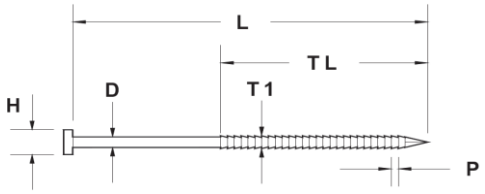


		5	5.7	6.4	7.5	8	9	10	11	12.7	14	15
معمولی	L	5	5.7	6.4	7.5	8	9	10	11	12.7	14	15
	D	2.8	2.8	3.3	3.7	3.7	4	4.8	5.2	5.7	6.2	6.7
	H	6.7	6.7	7	7.9	7.9	8.7	10	11	12	13	13.5
جعبه	L	5	5.7	6.4	7.5	8	9	10	11	12.7		
	D	2.5	2.5	2.8	3.2	3.2	3.4	3.7	3.7	4		
	H	6.7	6.7	7.5	7.9	7.9	8.7	9.5	9.5	10.3		
سرشیپوری	L	5	5.4	6	7.3	7.9	8.2	9.5	10.8	12		146
	D	2.3	2.5	2.8	3	3.4	3.7	4.5	4.8	5.2		6.2
	H	5.9	6.4	6.7	7	8	8.7	9.5	10.3	11		12.7

(۱) رواداری در ASTM F ۱۶۶۷ تعیین شده است. نمونه شکل میخ معمولی، جعبه و سرشیپوری نشان داده شده. برای انواع دیگر میخ به ASTM ۱۶۶۷ رجوع شده.

(۲) فرض طول باریک‌شونده نوک میخ مساوی ۲D مجاز است.

جدول(L۵). میخ ها با محور رزوه دار حلقوی (۱)



قطر – D

طول– L

سر– H

حداقل طول رزوه شده محور– TL

قطر نوک رزوه– $T1$

$$D+0.1mm\leq T1\leq D+0.25mm$$

فاصله گام رزوه– P

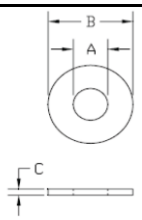
$$1.3mm\leq P\leq 2mm$$

D	L	TL	H	قطر ریشه D_r (۲)
mm	*cm*	*cm*	*cm*	*mm*
3.4	7.5, 9	5.7	0.8	3.2
3.7	7.5, 9, 10 11	5.7 7.5	0.8	3.5
4.5	7.5, 9, 10 11, 13, 15, 20	5.7 7.5	1	4.5
5	7.5, 10 11, 13, 15, 20	5.7 7.5	1.2	4.9
5.25	10 11, 13, 15, 20	5.7 7.5	1.2	5

(۱). رواداری ها در ASTM F۱۶۶۷ ارائه شدند.

(۲). قطر ریشه مقدار محاسبه شده ایست و برای اندازه گیری تعیین نشده است.

جدول(L۶). واشرهای برش شده استاندارد (۱)



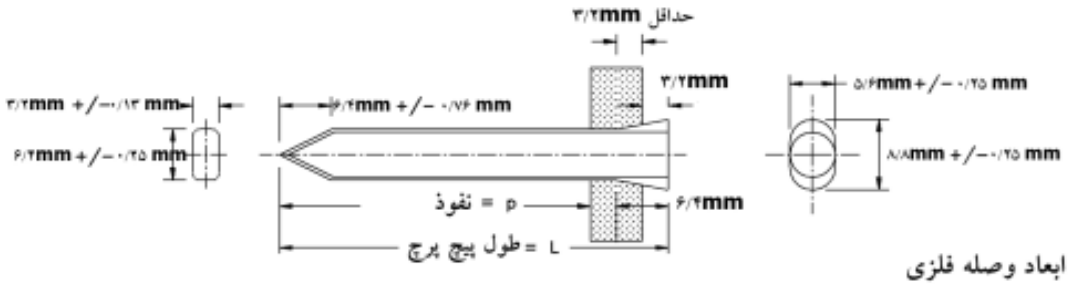
قطر داخلی- A
قطر بیرون- B
ضخامت- C

اندازه اسمی واشر *mm*	قطر داخل A *mm*	قطر بیرون B *mm*	ضخامت C *mm*
9.5	11	25	2
13	14	35	2.8
16	17	44	3.4
19	21	51	3.7
22	24	57	4.2
25	27	64	4.2

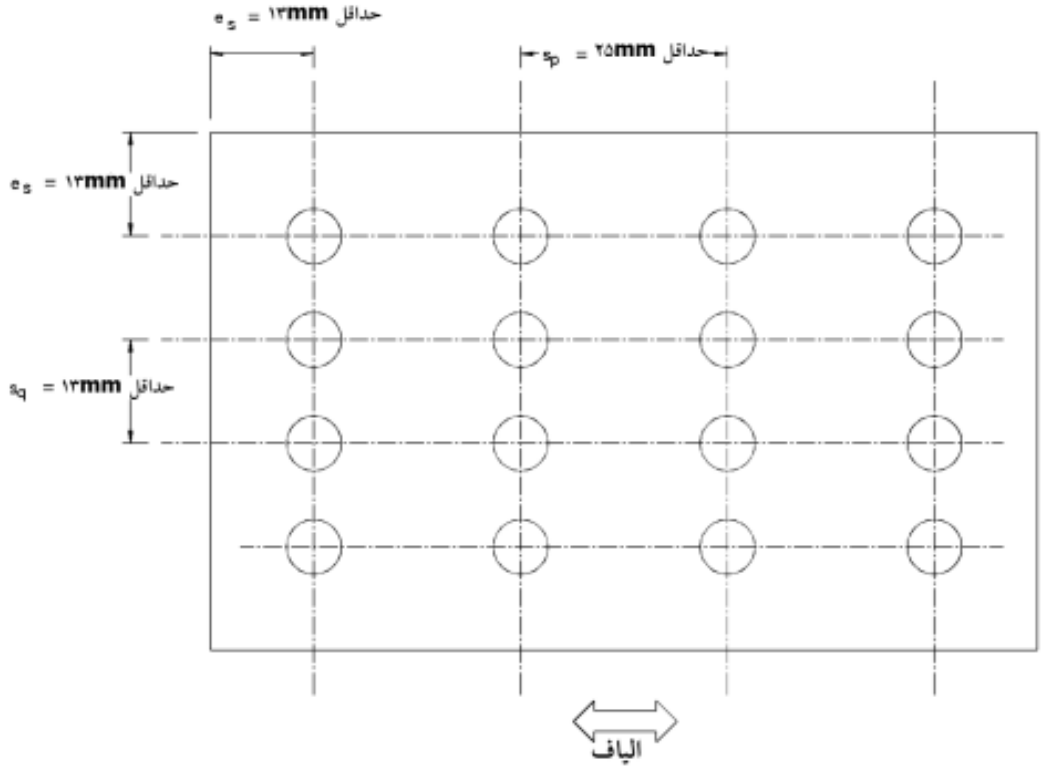
(۱). رواداری ها در ۱-۲-۱۸ ASTM B ارائه شدند. برای واشرهای برش شده دیگر استاندارد به ۱-۲۲-۱۸ ANSI/ASME B رجوع شود.

ضمیمه (M) (غیر اجباری) رواداری‌های تولید پیچ پرچ چوب و وصله‌های فولادی برای اتصال‌ها با پیچ پرچ چوب

ابعاد پیچ پرچ چوب از ASTM F1667



ابعاد وصله فلزی



توجه:

۱. قطر سوراخ، حداقل ۶/۷ mm تا حداکثر ۷ mm.

۲. رواداری محل سوراخ حداکثر ۳ mm در هر راستا.

۳. تمام ابعاد به میلی‌متر، قبل از گالوانیزه.

۴. S_p و S_q در (۱۳-۳) تعریف شده‌اند.

۵. e_s فاصله تا انتها و فاصله تا لبه، بنا به تعریف فولاد.

۶. سطح عریض پیچ پرچ چوب موازی الیاف قرار می‌گیرد، صرفنظر از توجیه وصله.

ضمیمه (N) (اجباری) طراحی با بار و ضریب مقاومت "LRFD"

N-۱- عام

N-۱-۱- کاربرد

طراحی‌های "LRFD" باید طبق ضمیمه N و با کاربست تمام شروط این آیین‌نامه صورت گیرد. بارها و توأم‌های بار و تنظیم مقادیر مقاومت منحصر به "LRFD"، در اینجا تعیین شدند.

N-۱-۲- بارها و توأم‌های بار

بارهای رسمی و توأم‌های بار باید الزامی کد ساختمانی متبوع باشند. در صورت عدم وجود کد حاکم، بارهای اسمی و توأم‌های مربوط آن‌هایی هستند که در ASCE7 تعیین شدند.

N-۲- مقاومت‌های طراحی

N-۲-۱- مقاومت‌های طراحی (مجاز)

مقاومت‌های تنظیم "LRFD" برای اعضا و اتصال‌ها، باید طبق آیین‌نامه D۵۴۵۷ استاندارد ASTM و شروط در این آیین‌نامه یا طبق (N-۲-۲) و (N-۲-۳) تعیین شوند. اگر مقاومت‌های طراحی "LRFD" با روش ضریب نرمال‌سازی قابلیت اطمینان در ASTM D۵۴۵۷ تعیین می‌شوند، در ضریب فرمت تبدیل استفاده نمی‌شود (به N-۳-۱ رجوع شود).

N-۲-۲- مقاومت‌های طراحی عضو

مقاومت‌های مرجع در این آیین‌نامه برای چوب ماسیو، چوب سازه‌ای لایه‌ای، تیرها و شمع‌ها، تیرچه‌های پیش‌ساخته (I)، چوب‌آلات چندسازه‌ای و مصنوعات پنلی، باید به ترتیب طبق (۴-۳)، (۵-۳)، (۶-۳)، (۷-۳)، (۸-۳) و (۹-۳) تنظیم شوند تا مقادیر طراحی "LRFD" به دست آیند.

N-۲-۳- مقاومت‌های طراحی اتصال

مقاومت‌های طراحی مرجع اتصال در این آیین‌نامه باید طبق جدول (۱۰-۳) تنظیم شوند تا مقاومت‌های تنظیم شده "LRFD" به دست آیند.

N-۳- تنظیم مقاومت‌های طراحی مرجع

N-۳-۱- ضریب فرمت تبدیل، K_F (فقط LRFD)

مقاومت‌های طراحی مرجع باید در ضریب فرمت تبدیل، K_F ضرب شوند، که در جدول (N۱) تعیین شده است.

ضرایب فرمت تبدیل در جدول (N۱) مقاومت‌های طراحی مرجع ASD (بر مبنای مدت نرمال اعمال بار) را به مقاومت‌های مرجع "LRFD" (به منبع ۵۵ رجوع شود)، تنظیم می‌کند. ضرایب فرمت تبدیل وقتی مقاومت‌های مرجع "LRFD"، طبق روش ضریب نرمال‌سازی در ASTM D۵۴۵۷ تعیین می‌شوند، اعمال نمی‌شوند.

جدول(N۱). ضریب فرمت تبدیل، K_F (فقط LRFD)

کاربرد	خاصیت	K_F
عضو	F_b	2.54
	F_t	2.70
	F_v, F_{rt}, F_s	2.88
	F_C	2.40
	$F_{C\perp}$	1.67
	$E_{\min}$	1.76
تمام اتصال‌ها	تمام مقادیر طراحی	3.32

N-۳-۲- ضریب مقاومت، ϕ (فقط LRFD)

مقاومت‌های مرجع طراحی باید در ضریب مقاومت، ϕ به ترتیبی که در جدول (N۲) تعیین شده است، ضرب شوند (به منبع ۵۵ رجوع شود).

جدول(N۲). ضریب مقاومت، ϕ (فقط LRFD)

کاربرد	خاصیت	علامت	مقدار
عضو	F_b	ϕ_b	0.85
	F_t	ϕ_t	0.80
	F_v, F_{rt}, F_s	ϕ_v	0.75
	$F_C, F_{C\perp}$	ϕ_c	0.90
	$E_{\min}$	ϕ_s	0.85
اتصال‌ها	تمام	ϕ_z	0.65

N-۳-۳- ضریب اثر زمان، λ (فقط LRFD)

مقاومت‌های طراحی مرجع باید در ضریب اثر زمان، λ به ترتیبی که در جدول (N۳) تعیین شده است، ضرب شوند.

جدول(N۳). ضریب اثر زمان، λ (فقط LRFD)[۱]

توأم بار[۲]	λ
$1.4(D+F)$	0.6
$1.2(D+F)+1.6(H)+0.5(L_r$ یا S یا $R)$	0.6
	0.7 وقتی L از انباری باشد
$1.2(D+F)+1.6(L+H)+0.5(L_r$ یا S یا $R)$	0.8 وقتی L از ساکنان باشد
	1.25 وقتی L از شوک باشد
$1.2D+1.6(L_r$ یا S یا $R)+(L$ یا $0.8W)$	0.8
$1.2D+1.6W+L+0.5(L_r$ یا S یا $R)$	1
$1.2D+E+L+0.25$	1
$0.9D+1.6W+1.6H$	1
$0.9D+E+1.6H$	1

[۱]. ضریب اثر زمان بیش از ۱ به اتصال‌ها یا اعضای سازه‌ای اشباع شده با ماده حفاظتی محلول در آب (به منبع ۳۰ رجوع شود) یا آغشته به مواد کاهنده سرعت اشتعال، اعمال نمی‌شود.

[۲]. توأم‌های بار و ضرایب بار سازگار با ASCE7-02 برای سهولت منبع صورت می‌شوند. بارهای سمی باید وفق (N–۱–۲) باشند.

فهرست منابع

1. ACI 318-11 Building Code Requirements for Structural Concrete, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2011.
2. ACI 530-11/ASCE 5-11/TMS 402-11 Building Code Requirements for Masonry Structures, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2011.
3. AISI 1035 Standard Steels, American Iron and Steel Institute, Washington, DC, 1985.
4. ANSI/AITC Standard A190.1-2007, Structural Glued Laminated Timber, American Institute of Timber Construction, Centennial, CO, 2007.
5. ASCE/SEI Standard 7-10, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 2010.
6. ANSI/ASME Standard B1.1-2003, Unified Inch Screw Threads UN and UNR Thread Form, American Society of Mechanical Engineers, New York, NY, 2003.
7. ANSI/ASME Standard B18.2.1-2010, Square, Hex, Heavy Hex, and Askew Head Bolts and Hex, Heavy Hex, Hex Flange, Lobed Head, and Lag Screws (Inch Series), American Society of Mechanical Engineers, New York, NY, 2010.
8. ANSI/ASME Standard B18.6.1-1981 (Reaffirmed 1997), Wood Screws (Inch Series), American Society of Mechanical Engineers, New York, NY, 1982.
9. ANSI/TPI 1-2007 National Design Standard for Metal Plate Connected Wood Truss Construction, Truss Plate Institute, 2007.
10. ASTM Standard A 36-08, Standard Specification for Carbon Structural Steel, ASTM, West Conshohocken, PA, 2008.
11. ASTM Standard A 47-99 (2009), Standard Specification for Ferritic Malleable Iron Castings, ASTM, West Conshohocken, PA, 2009.
12. ASTM A 153-09, Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware, ASTM, West Conshohocken, PA, 2009.
13. ASTM A 370-11, Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products, ASTM, West Conshohocken, PA, 2011.
14. ASTM Standard A653-10, Standard Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated (Galvanized) or Zinc-Iron Alloy-Coated (Galvannealed) by the Hot-Dip Process, ASTM, West Conshohocken, PA, 2010.
15. ASTM Standard D 25-99 (2005), Standard Specification for Round Timber Piles, ASTM, West Conshohocken, PA, 2005.
16. ASTM Standard D 245-06 (2011), Standard Practice for Establishing Structural Grades and Related Allowable Properties for Visually Graded Lumber, ASTM, West Conshohocken, PA, 2006.
17. ASTM Standard D 1760-01, Pressure Treatment of Timber Products, ASTM, West Conshohocken, PA, 2001.
18. ASTM Standard D 1990-07, Standard Practice for Establishing Allowable Properties for Visually Graded Dimension Lumber from In-Grade Tests of Full-Size Specimens, ASTM, West Conshohocken, PA, 2007.
19. ASTM Standard D 2555-06, Standard Practice for Establishing Clear Wood Strength Values, ASTM, West Conshohocken, PA, 2006.
20. ASTM Standard D 2899-03, Standard Practice for Establishing Allowable Stresses for Round Timber Piles, ASTM, West Conshohocken, PA, 2003.
21. ASTM Standard D 3200-74 (2005), Standard Specification and Test Method for Establishing Recommended Design Stresses for Round Timber Construction Poles, ASTM, West Conshohocken, PA, 2005.
22. ASTM Standard D 3737-09, Standard Practice for Establishing Stresses for Structural Glued Laminated Timber (Glulam), ASTM, West Conshohocken, PA, 2009.
23. ASTM Standard D 5055-11, Standard Specification for Establishing and Monitoring Structural Capacities of Prefabricated Wood I-Joists, ASTM, West Conshohocken, PA, 2011.
24. ASTM Standard D 5456-11, Standard Specification for Evaluation of Structural Composite Lumber Products, ASTM, West Conshohocken, PA, 2011.
25. ASTM Standard D 5764-97a (2007), Standard Test Method for Evaluating Dowel Bearing Strength of Wood and Wood Based Products, ASTM, West Conshohocken, PA, 2007.

26. ASTM Standard D 5933-96 (2007), Standard Specification for 2-5/8 in. and 4 in. Diameter Metal Shear Plates for Use in Wood Construction, ASTM, West Conshohocken, PA, 2007.
27. ASTM Standard F 606-11, Standard Test Methods for Determining the Mechanical Properties of Externally and Internally Threaded Fasteners, Washers, Direct Tension Indicators, and Rivets, ASTM, West Conshohocken, PA, 2011.
28. ASTM Standard F 1575-03 (2008), Standard Test Method for Determining Bending Yield Moment of Nails, ASTM, West Conshohocken, PA, 2008.
29. ASTM Standard F 1667-11, Standard Specification for Driven Fasteners: Nails, Spikes, and Staples, ASTM, West Conshohocken, PA, 2011.
30. AWPA Book of Standards, American Wood Preservers' Association, Selma, AL, 2011.
31. American Softwood Lumber Standard, Voluntary Product Standard PS 20-10, National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, 2010.
32. Design/Construction Guide-Diaphragms and Shear Walls, Form L350, APA-The Engineered Wood Association, Tacoma, WA, 2007.
33. Engineered Wood Construction Guide, Form E30, APA-The Engineered Wood Association, Tacoma, WA, 2007.
34. Plywood Design Specification and Supplements, Form Y510, APA-The Engineered Wood Association, Tacoma, WA, 1998.
35. PS1-09, Structural Plywood, United States Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 2009.
36. PS2-10, Performance Standard for Wood-Based Structural-Use Panels, U.S. Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 2011.
37. SAE J412, General Characteristics and Heat Treatment of Steels, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA, 1995.
38. SAE J429, Mechanical and Material Requirements for Externally Threaded Fasteners, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA, 1999.
39. Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts, Research Council on Structural Connections, Chicago, IL, 2009.
40. Specification for Structural Steel Buildings (ANSI/AISC 360-10), American Institute of Steel Construction (AISC), Chicago, IL, 2010.
41. North American Standard for Cold-Formed Steel Framing, American Iron and Steel Institute (AISI), Washington, DC, 2007.
42. Standard Grading Rules for Canadian Lumber, National Lumber Grades Authority (NLGA), Surrey, BC, Canada, 2010.
43. Standard Grading Rules for Northeastern Lumber, Northeastern Lumber Manufacturers Association (NELMA), Cumberland Center, ME, 2006.
44. Standard Grading Rules, Northern Softwood Lumber Bureau (NSLB), Cumberland Center, ME, 2007.
45. Standard Grading Rules for Southern Pine Lumber, Southern Pine Inspection Bureau (SPIB), Pensacola, FL, 2002
46. Standard Grading Rules for West Coast Lumber, West Coast Lumber Inspection Bureau (WCLIB), Portland, OR, 2004.
47. Standard Specifications for Grades of California Redwood Lumber, Redwood Inspection Service (RIS), Novato, CA, 2000.
48. Standard Specifications for Highway Bridges, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, DC, 2002.
49. Western Lumber Grading Rules, Western Wood Products Association (WWPA), Portland, OR, 2011.
50. Design Manual for TECO Timber Connectors Construction, TECO/Lumberlok, Colliers, WV, 1973.
51. Technical Report 12 General Dowel Equations for Calculating Lateral Connection Values, American Wood Council (AWC), Washington, DC, 1999.
52. Timber Construction Manual, American Institute of Timber Construction (AITC), John Wiley & Sons, 2004.

53. Wood Handbook: Wood as an Engineering Material, General Technical Report FPL-GTR-190, Forest Products Laboratory, U.S. Department of Agriculture, 2010.

54. ASTM Standard D 2915-10, Practice for Sampling and Data Analysis for Structural Wood and Wood Based Products, ASTM West Conshohocken, PA, 2010.

55. ASTM Standard D 5457-10, Standard Specification for Computing the Reference Resistance of Wood-Based Materials and Structural Connections for Load and Resistance Factor Design, ASTM, West Conshohocken, PA, 2010.

56. ANSI/AWC Standard SDPWS-08 (approved as ANSI/AF&PA SDPWS-08), Special Design Provisions for Wind and Seismic, American Wood Council, Leesburg, VA, 2008.

مکمل

آیین‌نامه ملّی طراحی

سازه‌های چوبی

مقدمه

این مکمل خلاصه‌ای از مقادیر مرجع طراحی برای چوب‌آلات ماسیو (برش‌شده)، چوب سازه‌ای لایه‌ای و تیرهای گرد و شمع است. این منابع مقادیر مرجع طراحی از سازمان‌های مسئول تدوین مقادیر طراحی در ایالات متحده برای فرآورده‌های مورد اشاره به دست آمدند. به کار بردن مقادیر طراحی مرجع در این مکمل همراه با شروط طراحی در آیین‌نامه ملّی کشورهای آمریکای شمالی چاپ سال ۲۰۱۲ مجاز است.

چوب‌آلات ماسیو

مقاومت‌های مرجع طراحی در این مکمل از قواعد درجه‌بندی منتشر شده توسط هفت عامل رسمی درجه‌بندی چوب در کشورهای کانادا و ایالات متحده آمریکا به دست آمدند. قواعد درجه‌بندی منتشر شده توسط عامل‌های رسمی و مقاومت‌های مرجع در اینجا به تصویب هیأت مرور کمیسیون استانداردهای چوب‌آلات ایالات متحده رسیده و در مطابقت با استاندارد محصول وزارت بازرگانی ایالات متحده آمریکا (PS۲۰-۹۹) تأیید شده است.

مقادیر مقاومت‌های مرجع اغلب گونه‌های چوب و درجات کیفیت نظری چوب‌های برش‌شده به ضخامت ۵ تا cm ۱۰ براساس شروط آیین‌نامه D۱۹۹۰-۰۷ «تدوین مقاومت‌های مجاز برای چوب-های برش‌شده به ضخامت ۵ تا cm ۱۰ با درجه‌بندی نظری از آزمون درون‌گروهی اعضاء در اندازهٔ کاربردی» استاندارد ASTM می‌باشند. مقادیر مقاومت مرجع طراحی چوب درجه‌بندی شدهٔ نظری، لمبه و بعضی از گونه‌ها و درجات کیفیت چوب برش‌شده به ضخامت ۵ تا cm ۱۰ براساس شروط آیین‌نامه (۲۰۱۱) D۲۴۵-۰۶ «تدوین درجات کیفیت ساختمانی و مقاومت‌های مجاز چوب‌آلات برش‌شده با درجه‌بندی نظری» استاندارد ASTM می‌باشند. روش‌ها در آیین‌نامه D۲۴۵ استاندارد

ASTM شامل تنظیم مقاومت‌های آزمونه‌های کوچک و سالم چوب است که در آیین‌نامهٔ ۰۶-D۲۵۵۵ استاندارد ASTM ارائه شده است (تدوین مقادیر مقاومت چوب سالم و بی‌نقص) برای اثرات گره‌ها، شیب الیاف، شکاف‌ها، ترک‌ها، مدت اعمال بار، رطوبت و سایر عوامل تأثیرگذار، برای به دست آوردن مقاومت‌های مرجع طراحی با شرایط عادی کاربری. چوب‌آلات سازه‌ای طراحی شده بر مبنای تنش‌های مجاز و با روش‌های آیین‌نامهٔ D۲۴۵ استاندارد ASTM و معیارهای استاندارد طراحی، سابقه عملکرد رضایت‌بخشی دارند.

مقادیر مرجع طراحی چوب‌های برش‌شده با درجه‌بندی ماشینی برحسب تنش (MSR) و ارزیابی شده با ماشین (MEL) براساس آزمون غیرمخرب صددرصد قطعات هستند. روی این چوب‌آلات درجه‌بندی نظری معینی هم اعمال می‌شود. روند رده‌بندی چوب برحسب تنش در MSR و MEL توسط مؤسسه مسئول درجه‌بندی چوب برای مطابقت گواهی صادره و کنترل کیفیت، کنترل می‌شود.

چوب‌سازه‌ای لایه‌ای

مقادیر مقاومت‌های مرجع چوب سازه‌ای لایه‌ای در این مکمل، توسط AITC "The American Institute of Timber Construction" و APA "The Engineered Wood Association"، طبق اصول اولیه تدوین شده وسیله آزمایشگاه فرآورده-های جنگل ایالات متحده در سال ۱۹۵۰، توسعه یافته و منتشر می‌شوند. این اصول شامل تنظیم مقاومت‌های چوب سالم راست‌تار برای لحاظ کردن گره‌ها، شیب الیاف، دانسیته، اندازهٔ عضو، تعداد لایه و سایر عوامل خاص چوب سازه‌ای لایه‌ای، می‌باشند.

روش‌های ویژه به کار رفته در تدوین مقاومت‌های مرجع، به طور دوره‌ای تجدید نظر و بهینه شدند تا نتایج آزمون‌های اعضای بزرگ سازه‌ای لایه‌ای توسط آزمایشگاه فرآورده‌های جنگل ایالات متحده و

مؤسسات ذیصلاح، اعمال شوند. سابقه عملکرد سازه‌های ساخته شده با چوب سازه‌ای لایه‌ای، مطابق آیین‌نامه AITC و تولید شده وفق استاندارد ملّی ANSI/AITC A190.1-2002 (چوب سازه‌ای لایه‌ای)، اعتبار روش‌های به کار رفته در تدوین مقادیر مرجع طراحی چوب سازه‌ای لایه‌ای را ثابت کرده است.

A- تیرها و شمع‌های چوبی

مقادیر مرجع طراحی در این مکمل برای تیرها و شمع‌های چوبی توسط شورای انجمن اشباع‌کنندگان شمع چوبی با تبعیت از اصول اولیه تدوین شده توسط آزمایشگاه چوب ایالات متحده در اوایل سال ۱۹۵۲ و مفاد آیین‌نامهٔ ASTM D۲۸۹۹-۰۳ (استاندارد تدوین مقاومت‌های مجاز برای شمع‌های گرد چوبی) و آیین‌نامهٔ ASTM D۳۲۰۰-۷۴ (۲۰۰۵) (استاندارد تدوین مقاومت‌های مجاز برای تیرهای گرد سازه‌ای چوب)، توسعه یافته است. این اصول تنظیم مقاومت تیرهای راست‌تار سالم را برحسب گره‌ها، شیب الیاف، دانسیته، اندازه عضو و سایر عوامل در مورد تیرهای چوبی، در بردارند. روش‌های به کار رفته در تدوین مقادیر مرجع طراحی در آیین‌نامه‌های D۲۸۹۹ و D۳۲۰۰ آمدند. این روش‌ها برای به‌کارگیری نتایج حاصل از آزمون شمع‌ها در اندازه کاربردی، تجدید نظر شدند.

شرایط کاربرد:

مقادیر مرجع طراحی در این مکمل مربوط به مدت نرمال اعمال بار در شرایط خشک کاربردی هستند. چون مقاومت چوب بر حسب شرایط کاربرد تغییر می‌کند، این مقادیر مقاومت را فقط باید در طراحی متناسب و وفق آیین نامه های ملی به کار برد. افزون بر این، اعمال مقادیر مرجع مقاومت در این مکمل روی چوبی مجاز است که مهر تایید درجه کیفیت یا بازرسی موسسه ذیصلاح را داشته باشد.

فهرست مطالب

۱- مؤسسات درجه‌بندی چوب برش‌شده

۱-۱- صورت موسسات درجه بندی چوب برش شده

۲- توأم‌های گونه‌ها

۲-۱- صورت توأم گونه‌ها

۲-۲- صورت توأم گونه‌های غیر آمریکای شمالی

۲-۳- صورت توأم گونه‌ها در چوب سازه‌ای لایه‌ای

۳- متغیرهای مقطع

۳-۱- متغیرهای مقطع چوب‌های برش‌شده و سازه‌ای لایه‌ای

۴- مقادیر مرجع طراحی

صورت جدول‌ها

A۱. اندازه‌های اسمی و حداقل رنده شده چوب‌های برش‌شده

B۱. متغیرهای مقطع چوب‌های برش و رنده شده استاندارد (S۴S)

C۱. متغیرهای مقطع چوب سازه‌ای لایه‌ای از گونه‌های غرب ایالات متحده

D۱. متغیرهای مقطع چوب سازه‌ای لایه‌ای از کاج‌های جنوب

A۴. مقادیر مرجع طراحی چوب‌آلات به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* با درجه‌بندی نظری (همهٔ گونه‌ها غیر از کاج‌های جنوب)

B۴. مقادیر مرجع طراحی چوب کاج‌های جنوب به ضخامت ۵ تا ۱۰ *cm* با درجه‌بندی نظری

C۴. مقادیر مرجع طراحی چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰ *cm* با درجه‌بندی مکانیکی

D۴. مقادیر مرجع طراحی چوب با مقطع ۱۳×۱۳*cm* و بزرگ‌تر با درجه‌بندی نظری

E۴. مقادیر مرجع طراحی چوب لمبه با درجه‌بندی نظری

F۴. مقادیر مرجع طراحی چوب غیر از آمریکای شمالی به ضخامت ۵ تا ۱۰ *cm* با درجه‌بندی نظری

A۵. مقادیر مرجع طراحی چوب سازه‌ای لایه‌ای از گونه‌های سوزنی‌برگ (اعضا به طور اساسی تحت تنش خمشی قرار می‌گیرند)

B۵. مقادیر مرجع طراحی چوب سازه‌ای لایه‌ای از گونه‌های سوزنی‌برگ (اعضا به طور عمده تحت تنش محوری کششی یا فشاری قرار می‌گیرند)

C۵. مقادیر مرجع طراحی چوب سازه‌ای لایه‌ای از گونه‌های پهن‌برگ (اعضا به طور اساسی تحت تنش خمشی قرار می‌گیرند)

D۵. مقادیر مرجع طراحی چوب سازه‌ای لایه‌ای از گونه‌های پهن‌برگ (اعضا به طور عمده تحت تنش محوری کششی یا فشاری قرار می‌گیرند)

A۶. مقادیر مرجع طراحی شمع‌های گرد اشباع‌شده چوب با درجه‌بندی طبق آیین‌نامه ASTM D۲۵

B۶. مقادیر مرجع طراحی تیرهای گرد برای تیرهای گرد سازه‌ای چوب با درجه‌بندی طبق آیین‌نامه ASTM D۳۲۰۰

۱- مؤسسات درجه‌بندی چوب برش‌شده

در آمریکای شمالی (کانادا و ایالات متحده) تعدادی از مؤسسات یا نمایندگی‌ها زیر نظر کمیته استاندارد چوب آمریکا، صاحب صلاحیت نگارش قواعد درجه‌بندی چوب و تعدادی هم دارای صلاحیت اعمال قواعد درجه‌بندی چوب فعالیت دارند. فلسفه وجودی این مؤسسات مرتبط به استفاده بهینه و پیشگیری از هدررفت چوب است تا شدت بهره‌برداری از منابع تولید چوب که از نظر زیست‌محیطی نقش حیاتی برای جوامع انسانی دارند، به تخریب‌شان نیانجامد.

در ایران هنوز به این موضوع توجه کافی نمی‌شود. موضوع کیفیت چوب که برای مصارف درودگری و ساخت‌وسازه‌های متعارف (اعم از پهن‌برگ و سوزنی‌برگ) به کشور وارد می‌شود، تعریف و شناخته شده نیست و امور مربوط به روال سنتی صورت می‌گیرد که زیان ملّی قابل توجهی را در پی دارد. درجه کیفیت چوب در اینجا برای شناخت مقدماتی مطرح شده تا سازمان‌های مسئول و کاربران ذیربط به این مهم توجه کنند، شاید در آینده کاربرد قانونمند چوب در ایران رایج شود.

۱-۱- صورت مؤسسات درجه‌بندی چوب برش‌شده

موسسات در صورت زیر موسسات (نمایندگی) مورد تایید کمیسیون (آمریکایی) تجدید نظر استاندارد چوب (از ۲۰۱۱) برای بازرسی و درجه بندی چوب برش شده و تیمار نشده وفق قواعد نشان داده شده می باشند.

مؤسسات با صلاحیت نگارش قواعد درجه‌بندی	قواعد برای درجه‌بندی مجاز
انجمن چوب‌بری‌های شمال شرق "NELMA"	NELMA, NLGA, NSLB, SPIB, WCLIB, WWPA
ادارهٔ چوب‌آلات سوزنی‌برگ شمالی "NSLB"	NLGA, NSLB, WCLIB, WWPA
سازمان بازرسی سرخ چوب "RIS"	RIS, WCLIB, WWPA
اداره بازرسی کاج جنوب "SPIB"	NELMA, NLGA, NSLB, SPIB, WCLIB, WWPA
اداره بازرسی چوب‌های ساحل غرب "WCLIB"	NLGA, RIS, SPIB, WCLIB, WWPA
انجمن فرآورده‌های چوب غرب "WWPA"	NLGA, RIS, SPIB, WCLIB, WWPA
اولیای ملی درجات کیفیت چوب "NLGA"	

مؤسسات غیرمجاز نگارش قواعد درجه‌بندی	قواعد برای درجه‌بندی مجاز
موسسه آمریکایی سازه چوبی	NLGA, SPIB, WCLIB, WWPA
ادارهٔ بازرسی چوب "Inc"	RIS, WCLIB, WWPA, NLGA
انجمن‌های منابع تجدیدشونده "Inc"	NELMA, NLGA, NSLB, SPIB, WCLIB, WWPA
بازرسی و مشاوره استافورد "LLC"	SPIB
بازرسی فرآورده‌های چوب	NELMA, NLGA, NSLB, RIS, SPIB, WCLIB, WWPA
انجمن فرآورده‌های جنگل آلبرتا	NLGA
انجمن چوب‌بری‌های کانادا	NELMA, NLGA
انجمن خدمات چوب‌بری کانادا	NLGA, WWPA
آژانس بازرسی سوزنی‌برگان کانادا "Inc."	NLGA, WCLIB, WWPA
انجمن مرکزی فرآورده‌های جنگل	NELMA, NLGA
شورای صنایع جنگل	NLGA, WWPA
بازرسی مکدونالد	NLGA, WCLIB, WWPA

ادارهٔ چوب مارتیم	NELMA, NLGA
انجمن فرآورده چوب نیوفونلند و لابرادُر	NLGA
انجمن تولیدکنندگان چوب آنتاریو	NELMA, NLGA
اداره بازرسی چوب پاسیفیک	NLGA, RIS, WCLIB, WWPA
شورای صنعت جنگل کبک	NELMA, NLGA

۲- توأم‌های گونه‌ها

۲-۱- صورت توأم گونه‌ها

۲-۲- صورت توأم گونه‌های غیر آمریکای شمالی

۲-۳- صورت توأم گونه‌ها در چوب سازه‌ای لایه‌ای

۲-۱- صورت توأم‌های چوب‌آلات برش‌شده گونه‌ها

گونه یا توأم گونه‌ها	گونه‌هایی که ممکن است در توأم باشند	مؤسسه درجه‌بندی	مقادیر مرجع طراحی در جدول‌ها
سرو آلاسکا Alaska Cedar		WCLIB	۴A
هملاک آلاسکا Alaska Hemlock		WWPA	۴A
نوئل آلاسکا Alaska Spruce	نوئل سیتکای آلاسکا نوئل سفید آلاسکا	WWPA	۴A
سرو زرد آلاسکا Alaska Yellow Cedar		WCLIB	۴A
سپیدار Aspen	سپیدار برگ درشت سپیدار لرزان	NELMA NSLB WWPA	۴A
سرو باتلاقی Bald Cypress		SPIB	۴ A , ۴D
نراد بالسام Balsam Fir		NELMA NSLB	۴ D , ۴E
راش، توس، داغداغان Beech- Birch-Hickory	راش آمریکایی داغداغان (۸ واریته) شیرین توس- زرد توس	NELMA	۴ A , ۴D
نوئل سیتکای ساحلی Coast Sitka Spruce		NLGA	۴D , ۴E
گونه‌های ساحلی Coast Species	نراد- نوئل سیتکا- دوگلاس- هملاک غرب- لاریکس غرب	NLGA	۴E
صنوبرها Cotton wood		NSLB	۴A
دوگلاس- لاریکس Douglas Fir- Larch	دوگلاس لاریکس غرب	WCLIB WWPA	۴A, ۴C, ۴D, ۴E
دوگلاس- لاریکس (شمال) Douglas Fir-Larch (North)	دوگلاس لاریکس غرب	NLGA	۴A, ۴C, ۴D, ۴E
دوگلاس جنوب Douglas Fir- South		WWPA	۴A, ۴C, ۴D, ۴E

ادامهٔ ۲-۱- صورت توأم‌های چوب‌آلات برش‌شده گونه‌ها

گونه یا توأم گونه‌ها	گونه‌هایی که ممکن است در توأم باشند	مؤسسه درجه‌بندی	مقادیر مرجع طراحی در جدول‌ها
هملاک شرق Eastern Hemlock		NELMA NSLB	۴D
هملاک شرق- نراد بالسام Eastern Hemlock- Balsam Fir	نراد هملاک غرب تامارک	NELMA	۴A
هملاک شرق- تامارک Eastern Hemlock- Tamarack	هملاک غرب تامارک	NELMA NSLB	۴A, ۴D, ۴E
هملاک شرق- تامارک (شمال) Eastern Hemlock- Tamarack (North)	هملاک شرق تامارک	NLGA	۴D, ۴E
سوزنی‌برگان شرق Eastern Softwoods	نراد- نوئل سیاه هملاک شرق کاج سفید شرق کاج ینکسیانا سرخ کاج نروژی کاج صمغی- نوئل سرخ تامارک - نوئل سفید	NELMA NSLB	۴A
نوئل شرق Eastern Spruce	نوئل سیاه نوئل سرخ نوئل سفید	NELMA NSLB	۴D, ۴E
کاج سفید شرق Eastern White Pine		NELMA	۴A, ۴D, ۴E
کاج سفید شرق (شمال) Eastern White Pine (North)		NLGA	۴E
هملاک- نراد Hem- Fir	نراد سرخ کالیفرنیا نراد گراندیس- نراد پورسرا نراد نقره‌ای- هملاک غرب نراد سفید	WCLIB WWPA	۴A, ۴C, ۴D, ۴E

ادامهٔ ۲-۱- صورت توأم‌های چوب‌آلات برش‌شده گونه‌ها

گونه یا توأم گونه‌ها	گونه‌هایی که ممکن است در توأم باشند	مؤسسه درجه‌بندی	مقادیر مرجع طراحی در جدول‌ها
هملاک- نراد (شمال) Hem- Fir (North)	نراد نقره‌ای- هملاک غرب	NLGA	۴A, ۴C, ۴D, ۴E
مختلط افرا Mixed Maple	افرای سیاه افرای سرخ افرای نقره‌ای- افرای قندی	NELGA	۴A, ۴D
مختلط بلوط Mixed Oak	تمام گونه‌های بلوط درجه‌بندی شده با قواعد NELMA	NELMA	۴A, ۴D
مختلط کاج جنوب Mixed Souther Pine	هر گونه‌ای از کاج جنوب توأم گونه‌های کاج با پوندروزا، ویرجنیا	SPIB	۴B, ۴C, ۴D
هملاک کوهستانی Mountain Hemlock		WWPA WCLIB	۴D
کاج شمال Norther Pine	کاج بنکسیانا سرخ کاج نروژی کاج صمغی	NELMA NSLB	۴D, ۴E
سرخ بلوط شمال Northern Red Oak	سیاه بلوط سرخ بلوط شمال بلوط پالوستریس بلوط کوکسیانه آ	NELMA	۴A, ۴D
گونه‌های شمال Northern Species	هرگونه درجه‌بندی شده با قواعد NLGA، غیر از توسکای قرمز، توس سفید، نوئل نروژ	NLGA	۴ A, ۴C, ۴E
سرو سفید شمال Northern White Cedar		NELMA	۴A, ۴D, ۴E
کاج پوندروزا Pondrosa Pine		NLGA	۴D, ۴E
سرخ افرا Red Maple		NELMA	۴A, ۴D

ادامهٔ ۲-۱- صورت توأم‌های چوب‌آلات برش‌شده گونه‌ها

گونه یا توأم گونه‌ها	گونه‌هایی که ممکن است در توأم باشند	مؤسسه درجه‌بندی	مقادیر مرجع طراحی در جدول‌ها
سرخ بلوط Red Oak	سیاه بلوط بلوط پوست‌گیلاسی بلوط لورل سرخ بلوط شمالی بلوط پالوستریس بلوط کوکسیانه آ سرخ بلوط جنوب بلوط نیگرا بلوط فیلوس	NELGA	۴A, ۴D
سرخ کاج Red Pine		NELGA	۴D, ۴E
سرخ چوب Red Wood		RIS	۴A, ۴D, ۴E
نوئل سیتکا Sitka Spruce		WWPA,WCLIB	۴D, ۴E
کاج جنوب Southern Pine	کاج تئدا کاج پالوستریس کاج اکیناتا کاج الیوتی	SPIB	۴B, ۴C, ۴D, ۴E
نوئل- کاج- نراد Spruce- Pine- Fir	نراد آلپاین- نراد بالسام نوئل سیاه- نوئل انجلمن کاج بنکسیانا- کاج کونتاراتا سرخ نوئل- نوئل سفید	NLGA	۴A, ۴C, ۴D, ۴E
نوئل- کاج- نراد (جنوب) Spruce- Pine- Fir (South)	نراد بالسام - نوئل سیاه نوئل انجلمن- کاج بنکسیانا کاج کونتاراتا سرخ کاج نروژ سرخ نوئل- نوئل سیتکا نوئل سفید	NELMA NSLB WCLIB WWPA	۴A, ۴C, ۴D, ۴E

ادامهٔ ۲-۱- صورت توأم‌های چوب‌آلات برش‌شده گونه‌ها

گونه یا توأم گونه‌ها	گونه‌هایی که ممکن است در توأم باشند	مؤسسه درجه‌بندی	مقادیر مرجع طراحی در جدول‌ها
سروهای غرب Western Cedar	سرو آلاسکا سرو لیبوسدر سرو کامسی پاریس سرو سرخ غرب	WCLIB WWPA	
سروهای غرب (شمال) Western Cedars (North)	سرو زرد ساحلی سرو پلیکاتا	NLGA	۴D, ۴E
هملاک غرب Western Hemlock		WWPA,WCLIB	۴D, ۴E
هملاک غرب (شمال) Western Hemlock (North)		NLGA	۴D, ۴E
کاج سفید غرب Western White Pine			۴D, ۴E
چوب‌های غرب Western Woods	هرگونه‌ای در توأم‌های دوگلاس- لاریکس، دوگلاس جنوب، هملاک- نراد و نوئل- نراد- کاج جنوب، به اضافه هر گونهٔ زیر: نراد آلپاین-کاج سفید ایداهو هملاک کوهستان کاج پوندروزا- کاج قندی	WCLIB WWPA	۴D, ۴E
بلوط سفید White Oak	بلوط ماکروکارپا بلوط پرینوس بلوط ویرجینیا- بلوط لیراتا بلوط استلاتا بلوط میکا اکسی بلوط بی کولور- بلوط آلبا	NELMA	۴A, ۴D
لاله Yellow Poplar		NSLB	۴A

۲-۲- صورت توأم‌های چوب‌آلات برش شدهٔ گونه‌های غیر آمریکای شمالی

گونه یا توأم گونه‌ها	گونه‌هایی که ممکن است در توأم باشند	مؤسسه درجه‌بندی	مقادیر مرجع طراحی در جدول‌ها
نوئل اطریش (اطریش و جمهوری چک)		WCLIB	۴F
دوگلاس اروپا- لاریکس اطریش- چک و آلمان	دوگلاس لاریکس اروپا	WCLIB	۴F
کاج کوهستانی- افریقای جنوبی		WCLIB	۴F
نوئل نروژی- استونی و لیتوانی		WCLIB	۴F
نوئل نروژی- فنلاند		WCLIB	۴F
نوئل نروژی- آلمان و فرانسه و سوئیس		WCLIB	۴F
نوئل نروژی- رومانی و اکراین		WCLIB	۴F
نوئل نروژی- سوئد		WCLIB	۴F
کاج نقره‌ای- اطریش، جمهوری چک، رومانی و اکراین		WCLIB	۴F
کاج نقره‌ای- استونی و لیتوانی		WCLIB	۴F
کاج نقره‌ای- فنلاند		WCLIB	۴F
کاج نقره‌ای- آلمان*		WCLIB	۴F
کاج نقره‌ای- سوئد		WCLIB	۴F
نراد سفید- آلمان و فرانسه و سوئیس		WCLIB	۴F
کاج جنوب- آرژانتین		SPIB	۴F
کاج جنوب- آرژانتین بدون آبخور با دانسیته متوسط		SPIB	۴F

* غیر از ایالت‌های Baden -Wurttemburg و Saarland.

۲-۳- صورت توأم گونه‌ها در چوب سازه‌ای لایه‌ای

گونه یا گروه گونه‌ها	علامت	گونه‌هایی که ممکن است در گروه باشند	جدول مقادیر طراحی
سرو آلاسکا	AC	سرو آلاسکا	۵A, ۵B
دوگلاس- لاریکس	DF	دوگلاس- لاریکس غرب	۵A, ۵B
نوئل شرق	ES	نوئل سیاه نوئل سرخ نوئل سفید	۵A
هملاک- نراد	HF	نراد سرخ کالیفرنیا نراد گراندیس نراد پورسرا نراد نقره‌ای هملاک غرب نراد سفید	۵A, ۵B
گونه‌های سوزنی‌برگ	SW	نراد آلپاین نراد بالسام نوئل سیاه دوگلاس دوگلاس جنوب نوئل انجلمن کاج سفید ایداهو کاج بنکسیانا کاج کنتوراتا هملاک کوهستانی نوئل سرخ کاج قندی لاریکس غرب سرو سرخ غرب نوئل سفید	۵A, ۵B

ادامه ۲-۳- صورت توأم گونه‌ها در چوب سازه‌ای لایه‌ای

گونه یا گروه گونه‌ها	علامت	گونه‌هایی که ممکن است در گروه باشند	جدول مقادیر طراحی
کاج جنوب	SP	کاج تئدا کاج پالتوستریس کاج اکیناتا کاج الیوتی	۵A, ۵B
نوئل- کاج- نراد	SPF	نراد آلپ نراد بالسام نوئل سیاه نوئل انجلمن کاج بنکسیانا کاج پالوستریس کاج نروژ نوئل سرخ نوئل سیتکا نوئل سفید	
گروه A پهن‌برگان	A	ون سفید راش آمریکایی توس شیرین زرد توس داغداغان (۸ واریته) سرخ بلوط شمال بلوط آلبا	۵C, ۵D
گروه B پهن‌برگان	B	ون صخره‌ای افرای سیاه افرای سرخ مختلط بلوط: سیاه ماکروکارپا	۵C, ۵D

ادامه ۲-۳- صورت توأم گونه‌ها در چوب سازه‌ای لایه‌ای

گونه یا گروه گونه‌ها	علامت	گونه‌هایی که ممکن است در گروه باشند	جدول مقادیر طراحی
ادامه گروه B پهن‌برگان		پوست گیلاسی پرینوس لورل ویرجینیا شمال (سرخ) لیراتا پالوستریس میکا اکسی بی کولور نیگرا فیلوس عنبر سائل	
گروه C پهن‌برگان	C	ون سیاه نارون آمریکایی نیسا (آکوتیکا) لاله	۵C, ۵D
گروه D پهن‌برگان	D	سپیدار برگ درشت سپیدار لرزان صنوبرها (شرق) مختلط افرا: سیاه سرخ نقره‌ای قندی	۵C, ۵D

متغیرهای مقطع

۳-۱- متغیرهای مقطع چوب‌آلات برش‌شده و چوب سازه‌ای لایه‌ای

جدول A۱. اندازه‌های اسمی و حداقل رنده شده چوب‌آلات برش‌شده

جدول B۱. متغیرهای مقطع چوب‌آلات برش و رنده شده استاندارد (S۴S)

جدول C۱. متغیرهای مقطع چوب سازه‌ای لایه‌ای از گونه‌های غرب

جدول D۱. متغیرهای مقطع چوب سازه‌ای لایه‌ای از کاج‌های جنوب

۳-۱- متغیرهای مقطع چوب‌آلات برش‌شده و چوب سازه‌ای لایه‌ای

۳-۱-۱- اندازه‌های استاندارد چوب‌آلات برش‌شده

جزییات اندازه‌های استاندارد رنده شده چوب‌آلات برش‌شده گونه‌های مختلف را مؤسسات تدوین قواعد درجه‌بندی فرموله و حفظ می‌کنند. اندازه‌های رنده شده در جدول ۱A طبق اندازه‌های تدوینی استاندارد وزارت بازرگانی ایالات متحده، PS۲۰-۹۹ (استاندارد آمریکایی چوب سوزنی‌برگ) است. چوب با این اندازه‌ها به طور معمول تجاری قابل تهیه هستند، ولی گرفتن مشاوره از چوب‌فروشان محلی در مورد اندازه‌ها، اقدام خوبی است.

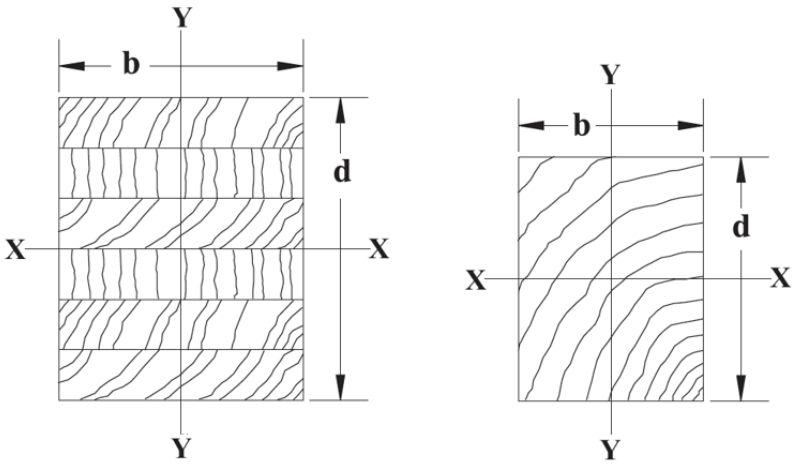
چوب خشک چوبی تعریف می‌شود که تا رطوبت ٪۱۹ یا کم‌تر خشک شده باشد. چوب تر (سبز) چوبی تعریف می‌شود که رطوبت آن بیش از ٪۱۹ باشد.

۳-۱-۲- متغیرهای اندازه‌های رنده شده استاندارد

روابط ریاضی معینی از متغیرهای مقطع در محاسبات طراحی برای شکل‌های متنوع عضو و شرایط بارگذاری، به کار می‌روند. متغیرهای مقطع اندازه‌های منتخب استاندارد تخته‌ها، چوب به ضخامت ۵ تا $۱۰cm$ و ضخیم‌تر، در جدول ۱B ارائه شدند. متغیرهای مقطع اندازه‌های منتخب چوب سازه‌ای لایه‌ای در جدول‌های ۱C و ۱D ارائه شدند.

۳-۱-۳- تعاریف

محور خنثی، در مقطع تیر خطی است که روی آن تنش فشاری یا کششی وجود ندارد.



شکل A۱. ابعاد مقطع مستطیل‌شکل

ممان اینرسی، I مقطع عرضی تیر جمع حاصل‌ضرب سطوح جز آن در مجذور فاصله‌شان تا محور خنثی است.

مدول اینرسی مقطع، S ممان اینرسی مقطع تقسیم بر فاصلهٔ محور خنثی تا لبه (نقطه نهایی) آنست.

مقطع عرضی، سطح عمود بر محور طولی عضو است.

علائم و فرمول‌های زیر برای مقاطع مستطیل‌شکل به کار می‌روند:

- X-X ، محور خنثی در خمش روی لبه (بار به سطح باریک وارد می‌شود).
- Y-Y، محور خنثی در خمش روی سطح پهن (بار به سطح پهن وارد می‌شود).
- b- پهنای عضوی خمشی با مقطع مستطیلی، *cm*.
- d- ارتفاع مقطع عضو خمشی با مقطع مستطیلی، *cm*.
- A= bd سطح مقطع، cm^2.
- C= فاصله محور خنثی تا لبه (نقطه نهایی) مقطع عرضی، *cm*.
- $I_x = \frac{1bd^3}{12}$، ممان اینرسی حول محور X-X ، cm^4.
- $I_y = \frac{1db^3}{12}$، ، ممان اینرسی حول محور Y-Y، cm^4.
- $r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \frac{d}{\sqrt{12}}$، شعاع ژراسیون حول محور X-X ، *cm*.

- $r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \frac{b}{\sqrt{12}}$، شعاع ژراسیون حول محور Y-Y، cm.
- $S_x = \frac{I_x}{C}$، مدول اینرسی مقطع حول محور X-X ، cm^3.
- $S_y = \frac{I_y}{C}$، مدول اینرسی مقطع حول محور Y-Y، cm^3.

جدول A۱. اندازه‌های اسمی و حداقل رنده شده چوب‌آلات برش‌شده

اقلام	ضخامت (*cm*)			پهنا (*cm*)		
	اسمی	حداقل رنده شده		اسمی	حداقل رنده شده	
		خشک	تر (سبز)		خشک	تر (سبز)
تخته‌ها "Boards"	1.90 2.50 3.20 3.80	1.60 1.90 2.50 3.20	1.75 2 2.60 3.25	5 7.60 10.20 12.70 15.25 17.80 20.3 22.80 25.40 28 30.50 35.50 40.60	3.80 6.4 8.90 11.40 14 16.5 18.40 21 23.50 26 28.60 33.60 38.70	4 6.50 9 11.75 14.30 16.80 19 21.60 24 26.70 29.20 34.30 39.40
چوب‌آلات دی منژن "Dimension"	5 6.4 7.6 9 10.20 11.40	3.8 5 6.4 7.6 9 10.2	4 5.2 6.5 7.8 9.10 10.30	5 7.6 10 12.70 15.20 20.30 25.4 30.50 35.50 40.60	3.8 6.4 9 11.40 14 18.40 23.50 28.60 33.60 38.70	4 6.5 9.10 11.74 14.30 19.10 24 29.20 34.30 39.40
تیمبرها "Timbers"	13 و 15 17-38 ≥ 41	1.3 کم‌تر 1.9 کم‌تر 2.5 کم‌تر	1.3 کم‌تر 1.3 کم‌تر 1.3 کم‌تر	13 و 15 17-38 ≥ 41	1.3 کم‌تر 1.9 کم‌تر 2.5 کم‌تر	1.3 کم‌تر 1.3 کم‌تر 1.3 کم‌تر

جدول B۱. متغیرهای مقطع چوب-آلات رنده شده استاندارد (S۴S)

اندازه اسمی b×d cm×cm	اندازه رنده شده استاندارد S4S b×d cm×cm	سطح مقطع A cm^2	محور X-X		محور Y-Y		وزن تقریبی هر متر طول وقتی دانسیته چوب $(\frac{Kg}{m^3})$					
			مدول اینرسی مقطع S_{xx} cm^3	ممان اینرسی I_{xx} cm^4	مدول اینرسی مقطع S_{yy} cm^3	ممان اینرسی I_{yy} cm^4	400	480	560	640	720	800
تخته ها [1]												
2.5 × 7.6	1.9 × 6.4	12.1	12.8	40.6	3.8	3.7	8.0	9.6	11.2	12.8	14.4	15.9
2.5 × 10.2	1.9 × 9	16.9	25.1	111.5	5.4	5.1	11.2	13.4	15.6	17.9	20.1	22.3
2.5 × 15.2	1.9 × 14	26.6	62.0	432.6	8.5	8.0	17.5	21.0	24.6	28.1	31.6	35.1
2.5 × 20.3	1.9 × 18.4	35.1	107.7	990.9	11.2	10.6	23.1	27.8	32.4	37.0	41.6	46.3
2.5 × 25.4	1.9 × 23.5	44.8	175.5	2058.0	14.2	13.5	29.5	35.4	41.3	47.2	53.1	59.0
2.5 × 30.5	1.9 × 28.6	54.4	259.4	3702.0	17.3	16.5	35.9	43.1	50.2	57.4	64.6	71.8
چوب آلات دی مئژن (به ۴-۱-۳-۲ آیین نامه رجوع شود) و لمبه (به ۴-۱-۳-۵ آیین نامه رجوع شود)												
5 × 7.6	3.8 × 6.4	24.2	25.6	81.2	15.4	29.2	15.9	19.1	22.3	25.5	28.7	31.9
5 × 10.2	3.8 × 9	33.9	50.2	222.9	21.5	40.9	22.3	26.8	31.3	35.7	40.2	44.7
5 × 12.7	3.8 × 11.4	43.5	83.0	473.8	27.7	52.7	28.7	34.4	40.2	45.9	51.7	57.4
5 × 15.2	3.8 × 14	53.2	124.0	865.3	33.8	64.4	35.1	42.1	49.1	56.2	63.2	70.2
5 × 20.3	3.8 × 18.4	70.2	215.5	1981.4	44.6	84.8	46.3	55.5	64.8	74.0	83.3	92.5
5 × 25.4	3.8 × 23.5	89.5	350.8	4115.5	56.9	108.2	59.0	70.8	82.6	94.4	106.2	118.0
5 × 30.5	3.8 × 28.6	108.9	518.9	7404.8	69.2	131.6	71.8	86.1	100.5	114.9	129.2	143.5
5 × 35.6	3.8 × 33.6	128.2	719.8	12097.3	81.5	155.0	84.5	101.5	118.4	135.3	152.2	169.1
7.6 × 10.2	6.4 × 9	56.4	83.6	371.6	59.8	189.6	37.2	44.7	52.1	59.6	67.0	75.5
7.6 × 12.7	6.4 × 11.4	72.6	138.4	789.6	76.9	243.7	47.8	57.4	67.0	76.6	86.1	95.7
7.6 × 15.2	6.4 × 14	88.7	206.6	1441.9	94.0	297.9	58.5	70.2	81.9	93.6	105.3	117.0
7.6 × 20.3	6.4 × 18.4	116.9	359.2	3302.6	123.9	392.7	77.1	92.5	107.9	123.4	138.8	154.2
7.6 × 25.4	6.4 × 23.5	149.2	584.7	6859.8	158.0	500.9	98.4	118.0	137.7	157.4	177.1	196.7
7.6 × 30.5	6.4 × 28.6	181.4	864.8	12338.6	192.2	609.4	119.6	143.5	167.5	191.4	215.3	239.3
7.6 × 35.6	6.4 × 33.6	213.7	1199.7	20159.4	226.3	717.6	140.9	169.1	197.2	225.4	253.6	281.8
7.6 × 40.6	6.4 × 39.4	245.9	1589.2	30738.2	260.6	826.2	162.2	194.6	227.0	259.5	291.8	324.4
10.2 × 10.2	9 × 9	79.0	117.3	520.4	117.2	520.4	52.1	62.5	72.9	83.4	93.8	104.2
10.2 × 12.7	9 × 11.4	101.6	193.7	1105.7	150.7	668.9	67.0	80.4	93.8	107.2	120.6	134.0
10.2 × 15.2	9 × 14	124.2	289.5	2018.8	184.2	817.4	81.9	98.2	114.6	131.0	147.4	163.9
10.2 × 20.3	9 × 18.4	163.7	502.8	4621.8	242.7	1077.4	107.9	129.5	151.1	172.7	194.3	215.9
10.2 × 25.4	9 × 23.5	208.9	818.5	9601.3	309.8	1374.9	137.7	165.3	192.8	220.3	247.9	275.4
10.2 × 30.5	9 × 28.6	254.0	1210.8	17276.5	376.7	1672.3	167.5	201.0	234.5	268.0	301.4	334.9
10.2 × 35.6	9 × 33.6	299.2	1679.5	28225.6	443.6	1969.3	197.2	236.7	276.1	315.6	355.0	394.5
10.2 × 40.6	9 × 39.4	344.3	2224.8	43014.4	510.7	2266.8	227.0	272.4	317.8	363.3	408.7	454.0
تیمبرز (۱۳×۱۳ و بزرگ تر)۲، چارچوب و تیمبرز (به ۴-۱-۳-۴ و ۴-۱-۵-۳ آیین نامه رجوع شود)												
13 × 13	11.4 × 11.4	130.6	249.1	1421.5	249.1	1421.5	86.1	103.4	120.6	137.8	155.0	172.3
15.2 × 15.2	14 × 14	195.1	454.8	3172.4	454.8	3172.4	128.7	154.4	180.1	205.9	231.6	257.3
15.2 × 20.3	14 × 19	266.1	845.6	8045.4	620.1	4326.4	175.4	210.6	245.7	280.8	315.8	350.8
20.3 × 20.3	19 × 19	362.8	1153.1	10969.9	1153.1	10969.9	239.3	287.1	334.9	382.9	430.7	478.5
20.3 × 25.4	19 × 24	459.6	1849.9	22293.4	1460.6	13894.4	303.1	363.6	424.3	484.9	545.6	606.1
25.4 × 25.4	24 × 24	582.1	2343.6	28238.1	2343.6	28238.1	383.9	460.6	537.5	614.2	690.9	767.8
25.4 × 30.5	24 × 29	705.0	3434.2	50086.4	2837.2	34182.7	464.8	557.6	650.5	743.6	836.4	929.3
30.5 × 30.5	29 × 29	853.3	4157.4	60652.8	4157.4	60652.8	562.5	675.0	787.4	900.1	1012.6	1125.0
30.5 × 35.5	29 × 34	1001.7	5728.5	98092.8	4880.6	71177.6	660.3	792.3	924.4	1056.7	1188.7	1320.8
35.5 × 35.5	34 × 34	1175.8	6725.6	115148.8	6725.6	115148.8	775.2	930.3	1085.4	1240.4	1395.3	1550.4
35.5 × 40.6	34 × 39.4	1350.0	8865.8	174262.4	7721.1	132204.8	890.1	1068.0	1246.1	1424.2	1602.1	1780.2

ادامهٔ جدول B۱. متغیرهای مقطع چوب-آلات رنده شده استاندارد (S۴S)

اندازه اسمی b×d cm×cm	اندازه رنده شده استاندارد S4S b×d cm×cm	سطح مقطع A cm^2	محور X-X		محور Y-Y		وزن تقریبی هر متر طول وقتی دانسیته چوب $(\frac{Kg}{m^3})$:					
			مدول اینرسی مقطع S_{xx} cm^3	ممان اینرسی I_{xx} cm^4	مدول اینرسی مقطع S_{yy} cm^3	ممان اینرسی I_{yy} cm^4	400	480	560	640	720	800
40.6 × 40.6	39.4 × 39.4	1549.9	10177.8	200096.0	10177.8	200096.0	1021.9	1226.2	1430.6	1635.1	1839.5	2043.8
40.6 × 45.7	39.4 × 44.5	1749.9	12974.0	287996.8	11491.5	225929.6	1153.7	1384.5	1615.3	1846.1	2076.9	2307.4
45.7 × 45.7	41.5 × 44.5	1975.6	14648.5	325145.6	14648.5	325145.6	1302.7	1563.1	1823.8	2084.2	2344.7	2604.4
45.7 × 51	44.5 × 50	2201.4	18187.6	449820.8	16322.9	362294.4	1451.4	1741.7	2032.0	2322.4	2611.7	2903.3
51 × 51	50 × 50	2452.9	20270.4	501238.4	20270.4	501238.4	1617.5	1940.9	2255.0	2587.2	2910.6	3234.0
51 × 56	50 × 55	2704.5	24632.8	671840.0	22353.2	552656.0	1783.4	2139.8	2496.6	2854.3	3209.5	3567.2
56 × 56	55 × 55	2981.8	27158.4	740729.6	27158.4	740729.6	1966.1	2359.4	2753.8	3145.8	3540.3	3932.3
56 × 61	55 × 60	3259.2	32455.6	967283.2	29684.0	809660.8	2149.1	2579.9	3008.6	3437.4	3868.6	4297.3
61 × 61	60 × 60	3562.3	35473.2	1057264.0	35473.2	1057264.0	2349.1	2820.0	3287.9	3758.3	4228.7	4699.1
تیرها و تیرهای فرعی (به ۴-۱-۳-۳ و ۴-۱-۵-۳ آیین نامه رجوع شود)												
15.2 × 25.4	14 × 24	337.0	1356.8	16348.8	785.6	5478.7	222.2	266.8	311.2	355.5	400.1	444.4
15.2 × 30.3	14 × 29.2	408.0	1987.7	28999.4	950.9	6631.0	269.0	322.9	376.6	430.5	484.4	538.0
15.2 × 35.5	14 × 34.3	478.9	2740.4	46924.8	1116.2	7787.5	315.8	379.0	442.2	505.4	568.4	631.6
15.2 × 40.6	14 × 39.3	549.9	3611.3	71011.2	1281.7	8939.8	362.6	435.1	507.6	580.2	652.7	725.2
15.2 × 45.7	14 × 44.4	620.8	4603.5	102169.6	1447.0	10092.2	409.4	491.2	573.1	655.1	737.0	818.8
15.2 × 51	14 × 49.5	692.1	5717.0	141356.8	1612.3	11248.6	456.2	547.3	638.7	729.9	821.2	912.4
15.2 × 56	14 × 54.6	763.0	6948.7	189488.0	1777.8	12401.0	503.0	603.7	704.1	804.8	905.3	1006.0
15.2 × 61	14 × 59.7	834.0	8301.7	247436.8	1943.4	13553.3	549.8	659.8	769.5	879.6	989.6	1099.6
20.3 × 30.5	19 × 29.2	556.6	2710.9	39540.8	1767.9	16818.9	366.8	440.3	513.5	587.0	660.3	733.8
20.3 × 35.5	19 × 34.3	653.4	4555.9	63980.8	2076.2	19743.4	430.7	516.7	602.9	689.2	775.2	861.4
20.3 × 40.6	19 × 39.4	750.1	4924.9	96803.2	2382.9	22667.8	494.4	593.4	692.4	791.1	890.1	988.8
20.3 × 45.7	19 × 44.4	846.9	6277.9	139360.0	2691.2	25592.3	558.4	669.8	781.6	893.3	1005.0	1116.5
20.3 × 51	19 × 49.5	943.6	7794.9	192774.4	2997.9	28516.8	622.1	746.5	871.0	995.4	1119.7	1244.1
20.3 × 56	19 × 54.6	1040.4	9475.9	258377.6	3306.2	31445.4	685.8	823.0	960.2	1097.4	1234.6	1371.8
20.3 × 61	19 × 59.7	1137.1	11320.9	337417.6	3612.9	34369.9	749.7	899.6	1049.6	1199.5	1349.5	1499.4
25.4 × 35.5	24 × 34.3	827.5	4733.0	81036.8	3330.8	40123.2	545.6	654.6	763.7	872.9	982.0	1091.0
25.4 × 40.6	24 × 39.4	950.1	6238.6	122636.8	3822.8	46051.2	626.2	751.7	876.9	1002.1	1127.5	1252.7
25.4 × 54.7	24 × 44.4	1072.6	7952.4	176508.8	4316.5	52000.0	707.1	848.7	990.0	1131.4	1272.8	1414.4
25.4 × 51	24 × 49.5	1195.2	9874.4	244192.0	4810.1	57948.8	787.9	945.5	1103.2	1260.8	1418.3	1575.8
25.4 × 56	24 × 54.6	1317.7	12003.2	318988.8	5303.8	63897.6	868.8	1042.5	1216.2	1390.1	1563.8	1737.5
25.4 × 61	24 × 60	1440.3	14340.2	427398.4	5797.4	69846.4	949.6	1139.5	1329.4	1519.2	1709.4	1899.2
30.5 × 40.6	29.2 × 39.4	1150.0	7552.2	148470.4	5602.2	81702.4	758.3	909.9	1061.3	1213.0	1364.7	1516.3
30.5 × 45.7	29.2 × 44.4	1298.4	9626.8	213657.6	6325.5	92268.8	856.0	1027.3	1198.3	1369.6	1540.8	1712.1
30.5 × 51	29.2 × 49.5	1446.7	11952.3	295609.6	7048.7	102793.6	953.8	1144.6	1335.5	1526.1	1717.0	1907.6
30.5 × 56	29.2 × 54.6	1595.1	14530.4	396198.4	7772.0	113360.0	1051.8	1262.0	1472.5	1682.7	1893.1	2103.3
30.5 × 61	29.2 × 60	1743.4	17351.2	517379.2	8495.2	123884.8	1149.5	1379.4	1609.4	1839.2	2069.0	2299.1

ادامهٔ جدول 1B. متغیرهای مقطع چوب-آلات رنده شده استاندارد (S4S)

اندازه اسمی b×d cm×cm	اندازه رنده شده استاندارد S4S b×d cm×cm	سطح مقطع A cm^2	محور X-X		محور Y-Y		وزن تقریبی هر متر طول وقتی دانسیته چوب $(\frac{Kg}{m^3})$:					
			مدول اینرسی مقطع S_{xx} cm^3	ممان اینرسی I_{xx} cm^4	مدول اینرسی مقطع S_{yy} cm^3	ممان اینرسی I_{yy} cm^4	400	480	560	640	720	800
35.5 × 45.7	34.3 × 44.4	1524.1	11301.2	250806.4	8718.2	149260.8	1005.0	1205.9	1406.8	1607.9	1808.8	2009.7
35.5 × 51	34.3 × 49.5	1698.3	14031.8	347027.2	9713.7	166316.8	1119.7	1343.6	1567.5	1791.7	2015.6	2239.5
35.5 × 56	34.3 × 54.6	1872.4	17056.0	465129.6	10710.8	183372.8	1234.6	1481.5	1728.5	1975.4	2222.2	2469.6
35.5 × 61	34.3 × 60	2046.6	203.9	607360.0	11706.3	200428.8	1349.5	1619.2	1889.2	2159.2	2428.9	2699.9
40.6 × 51	39.4 × 49.5	1949.8	16109.7	398444.8	12805.1	251721.6	1285.5	1542.8	1799.8	2057.0	2314.0	2570.1
40.6 × 56	39.4 × 54.6	2149.8	19581.6	534019.2	14118.8	277555.2	1417.6	1701.0	1984.5	2268.0	2550.5	2834.7
40.6 × 61	39.4 × 60	2349.7	23402.8	697340.8	15432.4	303388.8	1549.4	1859.3	2169.0	2479.4	2788.1	3099.3
45.7 × 56	44.4 × 54.6	2427.1	22107.2	602908.8	17990.8	399443.2	1600.3	1920.6	2240.5	2560.3	2881.2	3199.7
45.7 × 61	44.4 × 60	2652.9	26420.4	787321.6	19663.6	436592.0	1749.3	2099.2	2449.0	2797.9	3148.3	3498.6
51 × 61	49.5 × 60	2956.0	29438.0	877302.4	24419.6	604073.6	1949.2	2339.0	2729.3	3118.9	3508.4	3898.0

۱. طبق قواعد استاندارد درجه بندی چوب کاج جنوب از اداره بازرسی کاج جنوب، قسمت ۲۶۵ رده بندی تخته ها برحسب تنش:

* صنعتی ۵۵ درجه ۱
* صنعتی ۴۵ درجه ۲
* صنعتی ۲۶ درجه ۳

به جدول 4B برای مقادیر طراحی چوب دی مژن کاج جنوب رجوع شود.

۲. سرخ چوب و کاج جنوب دسته بندی تیر و تیر فرعی یا چارچوب و تیمبرز ندارند.

جدول C۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از گونه های غرب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
پهنا **6.4 *cm***					(r_y =1.834 *cm*)	
15.24	96.75	1872.0	246.0	4.4	325.0	102.5
19.05	120.9375	3656.2	384.4	5.5	406.3	128.1
22.86	145.125	6319.0	553.5	6.6	487.6	153.8
26.67	169.3125	10033.9	753.4	7.7	568.7	179.4
30.48	193.5	14976.0	984.0	8.8	650.2	205.0
34.29	217.6875	21324.2	1245.4	9.9	731.3	230.6
38.1	241.875	29249.0	1537.5	11.0	812.4	256.3
41.91	266.0625	38933.4	1859.8	12.1	893.6	281.9
45.72	290.25	50544.0	2214.0	13.2	975.1	307.5
49.53	314.4375	64272.0	2597.8	14.3	1056.2	333.1
53.34	338.625	80246.4	3014.3	15.4	1137.3	358.8
پهنا **7.94 *cm***					(r_y =2.29 *cm*)	
15.24	120.9375	2340.0	307.5	4.4	634.8	160.2
19.05	151.188	4571.8	480.5	5.5	793.3	200.2
22.86	181.4385	7895.7	691.9	6.6	952.2	240.3
26.67	211.6245	12542.4	941.7	7.7	1110.7	280.3
30.48	241.875	18720.0	1230.0	8.8	1269.6	320.3
34.29	272.1255	26653.1	1556.7	9.9	1428.1	360.3
38.1	302.376	36562.2	1922.1	11.0	1587.0	400.3
41.91	332.562	48672.0	2325.5	12.1	1745.5	440.5
45.72	362.8125	63190.4	2768.3	13.2	1904.4	480.5
49.53	393.063	80329.6	3247.2	14.3	2062.9	520.5
53.34	423.3135	100339.2	3767.1	15.4	2221.9	560.6
57.15	453.4995	123385.6	4324.7	16.5	2380.4	600.6
60.96	483.75	149760.0	4920.0	17.6	2539.3	640.6
پهنا **9 *cm***					(r_y =2.56 *cm*)	
15.24	135.45	2620.8	344.4	4.4	891.9	200.9
19.05	169.3125	5116.8	538.1	5.5	1114.9	251.1
22.86	203.175	8844.2	774.9	6.6	1337.9	301.4
26.67	237.0375	14044.2	1054.7	7.7	1560.8	351.6
30.48	270.9	20966.4	1377.6	8.8	1783.8	401.8
34.29	304.7625	29852.2	1743.3	9.9	2006.4	452.0
38.1	338.625	40951.0	2153.3	11.0	2229.3	502.3

ادامهٔ جدول C۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از گونه های غرب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
41.91	372.4875	54496.0	2604.3	12.1	2452.3	552.5
45.72	406.35	70761.6	3099.6	13.2	2675.3	602.7
49.53	440.2125	89980.8	3637.5	14.3	2898.3	652.9
53.34	474.075	112361.6	4219.7	15.4	3121.2	703.2
57.15	507.9375	138195.2	4842.9	16.5	3344.2	753.4
60.96	541.8	167731.2	5510.4	17.6	3567.2	803.6
پهنا 13 *cm*					**(r_y =3.76 *cm*)**	
15.24	198.3375	3837.6	504.3	4.4	2800.1	430.8
19.05	247.938	7496.3	788.0	5.5	3499.8	538.4
22.86	297.5385	12950.1	1118.3	6.6	4201.6	646.2
26.67	347.0745	20567.0	1544.4	7.7	4900.5	753.7
30.48	396.675	30700.8	2017.2	8.8	5599.4	861.5
34.29	446.2755	43721.6	2553.5	9.9	6298.2	969.2
38.1	495.876	59945.6	3152.1	11.0	7001.3	1076.8
41.91	545.412	79830.4	3813.0	12.1	7700.2	1184.6
45.72	595.0125	103625.6	4539.5	13.2	8399.0	1292.3
49.53	644.613	131747.2	5326.7	14.3	9097.9	1399.9
53.34	694.02	164528.0	6177.9	15.4	9801.0	1507.7
57.15	743.685	202384.0	7091.4	16.5	10499.8	1615.4
60.96	793.35	245606.4	8068.8	17.6	12321.9	1723.6
64.77	843.015	294611.2	9108.6	18.7	11897.6	1830.2
68.58	892.68	349689.6	10212.3	19.8	12600.6	1938.5
72.39	942.345	411299.2	11378.3	20.9	13299.5	2046.7
76.2	992.01	479648.0	12608.3	22.0	13998.4	2153.3
80.01	1041.03	555360.0	13899.0	23.1	14701.4	2261.6
83.82	1090.695	638560.0	15255.3	24.2	15400.3	2369.8
87.63	1140.36	729664.0	16678.8	25.3	16099.2	2476.4
91.44	1190.025	829088.0	18154.8	26.4	16798.1	2584.6
پهنا 14 *cm*					**(r_y =4.03 *cm*)**	
15.24	212.85	4118.4	541.2	4.4	3460.7	496.1
19.05	266.0625	8045.4	845.6	5.5	4326.4	620.1
22.86	319.275	13898.6	1217.7	6.6	5191.7	744.2
26.67	372.4875	22073.0	1658.0	7.7	6057.0	868.2
30.48	425.7	32947.2	2164.8	8.8	6922.2	992.2
34.29	478.9125	46924.8	2740.4	9.9	7787.5	1116.2
38.1	532.125	64355.2	3383.3	11.0	8652.8	1240.3

ادامهٔ جدول C۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از گونه های غرب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
106.68	1828.575	1733472.0	32554.0	30.8	44761.6	5230.0
110.49	1893.72	1926080.0	34915.6	31.9	46384.0	5416.9
114.3	1959.51	2132416.0	37359.2	33.0	47964.8	5603.9
118.11	2024.655	2352896.0	39901.2	34.1	49587.2	5790.8
121.92	2089.8	2587936.0	42508.8	35.2	51168.0	5977.8
125.73	2154.945	2837952.0	45214.8	36.3	52790.4	6164.8
129.54	2220.735	3104192.0	47986.4	37.4	54371.2	6351.7
133.35	2285.88	3386240.0	50856.4	38.5	55993.6	6538.7
137.16	2351.025	3684512.0	53808.4	39.6	57574.4	6725.6
140.97	2416.17	4000256.0	56826.0	40.7	59155.2	6912.6
144.78	2481.96	4334720.0	59942.0	41.8	60777.6	7097.9
148.59	2547.105	4684160.0	63140.0	42.9	62358.4	7284.9
152.4	2612.25	5054400.0	66420.0	44.0	63980.8	7471.8
پهنا **22.23** *cm*					**(r_y =6.42 *cm*)**	
22.86	507.9375	22114.6	1936.8	6.6	20899.8	1882.7
26.67	592.626	35114.6	2637.1	7.7	24385.9	2197.6
30.48	677.25	52416.0	3444.0	8.8	27867.8	2510.8
34.29	761.745	74630.4	4359.1	9.9	31353.9	2825.7
38.1	846.885	102377.6	5380.8	11.0	34835.8	3139.0
41.91	931.38	136281.6	6510.8	12.1	38317.8	3452.2
45.72	1015.875	176924.8	7749.0	13.2	41808.0	3767.1
49.53	1100.37	224931.2	9093.8	14.3	45302.4	4080.3
53.34	1185.51	280924.8	10546.8	15.4	48755.2	4395.2
57.15	1270.005	345529.6	12108.1	16.5	52249.6	4708.4
60.96	1354.5	419328.0	13776.0	17.6	55744.0	5023.3
64.77	1438.995	502944.0	15552.1	18.7	59238.4	5336.6
68.58	1524.135	596960.0	17433.2	19.8	62691.2	5649.8
72.39	1608.63	702208.0	19434.0	20.9	66185.6	5964.7
76.2	1693.125	819104.0	21533.2	22.0	69680.0	6277.9
80.01	1777.62	948064.0	23730.8	23.1	73174.4	6592.8
83.82	1862.76	1089920.0	26043.2	24.2	76627.2	6906.0
87.63	1947.255	1245504.0	28470.4	25.3	80121.6	7219.3
91.44	2031.75	1415232.0	30996.0	26.4	83616.0	7534.2
95.25	2116.245	1599520.0	33636.4	2750.8	87110.4	7847.4
99.06	2201.385	1799200.0	36375.2	28.6	90563.2	8162.3

ادامهٔ جدول C۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از گونه های غرب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
102.87	2285.88	2015104.0	39228.8	29.7	94057.6	8475.5
106.68	2370.375	2247232.0	42197.2	30.8	97552.0	8788.8
110.49	2454.87	2496832.0	45264.0	31.9	101004.8	9103.6
114.3	2540.01	2764320.0	48429.2	33.0	104499.2	9416.9
118.11	2624.505	3049696.0	51709.2	34.1	107993.6	9731.8
121.92	2709	3354624.0	55104.0	35.2	111488.0	10045.0
125.73	2793.495	3679104.0	58597.2	36.3	114940.8	10358.2
129.54	2878.635	4023552.0	62205.2	37.4	118435.2	10673.1
133.35	2963.13	4388800.0	65928.0	38.5	121929.6	10986.4
137.16	3047.625	4775680.0	69749.2	39.6	125424.0	11301.2
140.97	3132.12	5187520.0	73668.8	40.7	128876.8	11614.5
144.78	3217.26	5616000.0	77703.2	41.8	132371.2	11927.7
148.59	3301.755	6073600.0	81852.4	42.9	135865.6	12242.6
152.4	3386.25	6552000.0	86100.0	44.0	139360.0	12555.8
پهنا **27.3 *cm***					**(r_y =7.88 *cm*)**	
30.48	832.05	64396.8	4231.2	8.8	51667.2	3790.0
34.29	935.895	91686.4	5354.6	9.9	58156.8	4264.0
38.1	1040.385	125756.8	6610.8	11.0	64604.8	4738.0
41.91	1144.23	167398.4	7999.9	12.1	71052.8	5211.9
45.72	1248.075	217360.0	9520.2	13.2	77500.8	5685.9
49.53	1351.92	276307.2	11173.3	14.3	83990.4	6159.8
53.34	1456.41	345113.6	12957.6	15.4	90438.4	6633.8
57.15	1560.255	424320.0	14874.8	16.5	96886.4	7107.8
60.96	1664.1	515008.0	16924.8	17.6	103376.0	7581.7
64.77	1767.945	617760.0	19106.0	18.7	109824.0	8054.0
68.58	1872.435	733408.0	21418.4	19.8	116272.0	8528.0
72.39	1976.28	862784.0	23862.0	20.9	122720.0	9002.0
76.2	2080.125	1006304.0	26453.2	22.0	129209.6	9475.9
80.01	2183.97	1164800.0	29159.2	23.1	135657.6	9949.9
83.82	2288.46	1339104.0	31996.4	24.2	142105.6	10423.8
87.63	2392.305	1530464.0	34981.2	25.3	148595.2	10897.8
91.44	2496.15	1738880.0	38080.8	26.4	155043.2	11371.8
95.25	2599.995	1965184.0	41328.0	27.5	161491.2	11845.7
99.06	2704.485	2210624.0	44690.0	28.6	167939.2	12319.7

ادامهٔ جدول C۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از گونه های غرب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
102.87	2808.33	2475616.0	48199.6	29.7	174428.8	12792.0
106.68	2912.175	2760992.0	51840.4	30.8	180876.8	13266.0
110.49	3016.02	3067584.0	55596.0	31.9	187324.8	13739.9
114.3	3120.51	3395808.0	59499.2	33.0	193814.4	14213.9
118.11	3224.355	3746912.0	63533.6	34.1	200262.4	14687.8
121.92	3328.2	4121312.0	67699.2	35.2	206710.4	15161.8
125.73	3432.045	4521920.0	71996.0	36.3	213158.4	15635.8
129.54	3536.535	4942080.0	76424.0	37.4	219648.0	16109.7
133.35	3640.38	5391360.0	80983.2	38.5	226096.0	16580.4
137.16	3744.225	5869760.0	85690.0	39.6	232544.0	17056.0
140.97	3848.07	6368960.0	90511.6	40.7	239033.6	17531.6
144.78	3952.56	6901440.0	95464.4	41.8	245481.6	18007.2
148.59	4056.405	7458880.0	100564.8	42.9	251929.6	18482.8
152.4	4160.25	8049600.0	105780.0	44.0	258377.6	18958.4
	پهنا **31** *cm*				(r_y =**8.98** *cm*)	
34.29	1066.83	104499.2	6102.4	9.9	85820.8	5536.6
38.1	1185.51	143312.0	7534.2	11.0	95596.8	6153.3
41.91	1303.545	190777.6	9115.1	12.1	105164.8	6768.3
45.72	1422.225	247686.4	10848.6	13.2	114691.2	7383.3
49.53	1540.905	314870.4	12731.3	14.3	124259.2	7998.3
53.34	1659.585	393286.4	14766.6	15.4	133827.2	8613.3
57.15	1777.62	483808.0	16957.6	16.5	143395.2	9228.3
60.96	1896.3	586976.0	19286.4	17.6	152963.2	9844.9
64.77	2014.98	704288.0	21779.2	18.7	162489.6	10459.9
68.58	2133.66	835744.0	24403.2	19.8	172057.6	11074.9
72.39	2251.695	983008.0	27191.2	20.9	181625.6	11689.9
76.2	2370.375	1146496.0	30143.2	22.0	191193.6	12304.9
80.01	2489.055	1327456.0	33226.4	23.1	200720.0	12919.9
83.82	2607.735	1526304.0	36457.2	24.2	210288.0	13534.9
87.63	2725.77	1743872.0	39852.0	25.3	219856.0	14151.6
91.44	2844.45	1981408.0	43394.4	26.4	229424.0	14766.6

ادامهٔ جدول C۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از گونه های غرب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
$d\ (cm)$	$A\ (cm^2)$	$I_x\ (cm^4)$	$S_x\ (cm^3)$	$r_x\ (cm)$	$I_y\ (cm^4)$	$S_y\ (cm^3)$
95.25	2963.13	2239328.0	47084.4	27.5	238992.0	15381.6
99.06	3081.81	2518880.0	50922.0	28.6	248518.4	15996.6
102.87	3199.845	2820896.0	54923.6	29.7	258086.4	16613.2
106.68	3318.525	3146208.0	59072.8	30.8	267654.4	17220.0
110.49	3437.205	3495648.0	63353.2	31.9	277222.4	17843.2
114.3	3555.885	3869632.0	67797.6	33.0	286748.8	18450.0
118.11	3673.92	4268160.0	72406.0	34.1	296316.8	19073.2
121.92	3792.6	4696640.0	77145.6	35.2	305884.8	19696.4
125.73	3911.28	5150080.0	82049.2	36.3	315452.8	20303.2
129.54	4029.96	5632640.0	87084.0	37.4	325020.8	20926.4
133.35	4147.995	6144320.0	92282.8	38.5	334547.2	21533.2
137.16	4266.675	6685120.0	97645.6	39.6	344115.2	22156.4
140.97	4385.355	7259200.0	103139.6	40.7	353683.2	22763.2
144.78	4504.035	7866560.0	108781.2	41.8	363251.2	23386.4
148.59	4622.07	8503040.0	114586.8	42.9	372819.2	23993.2
152.4	4740.75	9172800.0	120540.0	44.0	382345.6	24616.4

جدول D۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از کاج جنوب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
پهنا **6.4 *cm***					**(r_y =1.834 *cm*)**	
13.97	88.7	1441.9	206.6	4.0	297.9	94.0
17.4625	110.9	2816.3	322.9	5.0	372.4	117.4
20.955	133.1	4867.2	465.1	6.1	446.8	140.9
24.4475	155.2	7729.3	633.0	7.1	521.2	164.5
27.94	177.4	11535.7	826.9	8.1	595.7	187.9
31.4325	199.6	16423.7	1046.5	9.1	670.2	211.4
34.925	221.8	22530.6	1292.0	10.1	744.6	234.8
38.4175	243.9	29989.4	1563.2	11.1	819.1	258.5
41.91	266.1	38933.4	1859.8	12.1	893.6	281.9
45.40504	288.3	49504.0	2182.8	13.1	968.0	305.4
48.895	310.4	61817.6	2532.2	14.1	1042.9	328.8
52.3875	332.6	76044.8	2906.1	15.1	1117.4	352.3
55.88	354.8	92268.8	3307.9	16.1	1191.8	375.9
59.3725	376.9	110697.6	3734.3	17.1	1266.3	399.3
پهنا **7.6 *cm***					**(r_y =2.2 *cm*)**	
13.97	106.4	1730.1	248.1	4.0	515.0	135.3
17.4625	133.1	3379.6	387.5	5.0	643.6	169.1
20.955	159.6	5840.6	558.1	6.1	772.1	203.0
24.4475	186.3	9272.6	759.6	7.1	901.1	236.8
27.94	212.9	13844.5	992.2	8.1	1029.6	270.6
31.4325	239.5	19710.1	1255.7	9.1	1158.1	304.4
34.925	266.1	27035.8	1550.3	10.1	1287.1	338.3
38.4175	292.7	35984.0	1876.2	11.1	1415.6	372.1
41.91	319.3	46716.8	2232.0	12.1	1544.6	405.9
45.40504	345.9	59404.8	2620.7	13.1	1673.2	439.7
48.895	372.5	74172.8	3038.9	14.1	1801.7	473.6
52.3875	399.1	91228.8	3488.3	15.1	1930.7	507.4
55.88	425.7	110739.2	3968.8	16.1	2059.2	541.2
59.3725	452.3	1328.3	4480.5	17.1	2187.7	575.0

ادامهٔ جدول D۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از کاج جنوب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
پهنا **7.94 *cm***					**(r_y =2.29 *cm*)**	
13.97	110.9	1802.5	258.5	4.0	582.0	146.8
17.4625	138.5	3520.2	403.8	5.0	727.2	183.5
20.955	166.3	6081.9	581.4	6.1	872.8	220.3
24.4475	194.0	9659.5	791.3	7.1	1018.4	257.0
27.94	221.8	14418.6	1033.5	8.1	1163.6	293.6
31.4325	249.4	20529.6	1308.1	9.1	1309.2	330.3
34.925	277.2	28163.2	1614.9	10.1	1454.8	367.0
38.4175	304.9	37485.8	1953.2	11.1	1599.9	403.8
41.91	332.6	48672.0	2325.5	12.1	1745.5	440.5
45.40504	360.3	61859.2	2729.0	13.1	1891.1	477.1
48.895	388.0	77292.8	3165.2	14.1	2036.7	513.8
52.3875	415.7	95056.0	3634.2	15.1	2181.9	550.5
55.88	443.4	115356.8	4134.4	16.1	2327.5	587.3
59.3725	471.2	138361.6	4667.4	17.1	2473.1	624.0
پهنا **8.90 *cm***					**(r_y =2.56 *cm*)**	
13.97	124.2	2018.8	289.5	4.0	817.4	184.2
17.4625	155.2	3942.8	452.1	5.0	1021.7	230.3
20.955	186.3	6814.1	651.1	6.1	1226.4	276.2
24.4475	217.3	10820.2	886.3	7.1	1430.6	322.3
27.94	248.3	16149.1	1157.5	8.1	1634.9	368.3
31.4325	279.3	22992.3	1465.0	9.1	1839.1	414.4
34.925	310.4	31541.1	1808.9	10.1	2043.8	460.3
38.4175	341.5	41974.4	2187.8	11.1	2248.1	506.4
41.91	372.5	54496.0	2604.3	12.1	2452.3	552.5
45.40504	403.5	69305.6	3057.0	13.1	2657.0	598.4
48.895	434.6	86569.6	3545.7	14.1	2861.2	644.5
52.3875	465.6	106454.4	4068.8	15.1	3065.5	690.6
55.88	496.7	129209.6	4629.7	16.1	3269.8	736.7
59.3725	527.7	154960.0	5226.7	17.1	3474.4	782.6

ادامهٔ جدول D۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از کاج جنوب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
پهنا **12.7 *cm***					**(r_y =3.66 *cm*)**	
17.4625	221.8	5632.6	646.0	5.0	2979.0	469.9
20.955	266.1	9734.4	930.2	6.1	3575.1	563.8
24.4475	310.4	15454.4	1266.1	7.1	4172.5	657.6
27.94	354.8	23071.4	1653.1	8.1	4767.4	751.6
31.4325	399.1	32847.4	2092.6	9.1	5362.2	845.6
34.925	443.4	45052.8	2584.6	10.1	5957.1	939.6
38.4175	487.8	59987.2	3125.8	11.1	6556.2	1033.5
41.91	532.1	77875.2	3721.2	12.1	7151.0	1127.5
45.4025	576.5	99008.0	4367.3	13.1	7745.9	1221.5
48.895	620.8	123635.2	5064.3	14.1	8340.8	1315.4
52.3875	665.0	152089.6	5813.8	15.1	8935.7	1409.4
55.88	709.5	184579.2	6614.1	16.1	9534.7	1503.4
59.3725	754.0	221395.2	7466.9	17.1	10129.6	1597.4
62.865	798.5	262787.2	8372.2	18.1	10724.5	1690.8
66.3575	842.4	309046.4	9328.3	19.2	11319.4	1786.0
69.85	886.9	360464.0	10335.3	20.2	11918.4	1879.4
73.3425	931.4	417248.0	11394.7	21.2	12513.3	1972.9
76.835	975.9	479648.0	12506.6	22.2	13108.2	2066.4
80.3275	1019.7	548288.0	13669.4	23.2	13703.0	2161.5
83.82	1064.3	622752.0	14883.0	24.2	14302.1	2255.0
87.3125	1108.8	703872.0	16149.1	25.2	14897.0	2348.5
90.805	1153.3	792064.0	17466.0	26.2	15491.8	2443.6
پهنا **13 *cm***					**(r_y = 3.76 *cm*)**	
17.4625	227.2	5774.1	662.1	5.0	3208.2	493.6
20.955	272.7	9975.7	953.5	6.1	3850.1	592.4
24.4475	318.2	15841.3	1297.7	7.1	4492.8	690.9
27.94	363.7	23645.4	1695.8	8.1	5133.4	789.7
31.4325	409.1	33671.0	2145.1	9.1	5774.1	888.4

ادامهٔ جدول D۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از کاج جنوب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
34.925	454.5	46176.0	2648.6	10.1	6414.7	987.1
38.4175	500.0	61484.8	3204.6	11.1	7059.5	1085.8
41.91	545.4	79830.4	3813.0	12.1	7700.2	1184.6
45.4025	590.9	101462.4	4475.6	13.1	8340.8	1283.3
48.895	636.4	126755.2	5190.6	14.1	8981.4	1382.0
52.3875	681.8	155875.2	5959.8	15.1	9626.2	1480.8
55.88	727.6	189196.8	6779.8	16.1	10266.9	1579.5
59.3725	772.7	226928.0	7653.9	17.1	10907.5	1677.7
62.865	817.9	269360.0	8580.5	18.1	11548.2	1776.1
66.3575	863.7	316784.0	9561.2	19.2	12193.0	1876.2
69.85	908.8	369491.2	10594.4	20.2	12833.6	1974.6
73.3425	954.6	427648.0	11680.1	21.2	13474.2	2073.0
76.835	999.8	491712.0	12818.2	22.2	14114.9	2171.4
80.3275	1045.5	562016.0	14010.5	23.2	14759.7	2269.8
83.82	1090.7	638560.0	15255.3	24.2	15400.3	2369.8
87.3125	1136.5	721760.0	16547.6	25.2	16041.0	2468.2
90.805	1181.6	811616.0	17908.8	26.2	16681.6	2566.6
پهنا **14 *cm***					**(r_y =4 *cm*)**	
17.4625	243.9	6194.2	710.6	5.0	3965.3	568.4
20.955	292.7	10707.8	1023.2	6.1	4759.0	682.1
24.4475	341.5	17001.9	1392.7	7.1	5549.4	795.9
27.94	390.2	25376.0	1818.8	8.1	6344.0	909.5
31.4325	439.0	36133.8	2302.6	9.1	7138.6	1023.2
34.925	487.8	49545.6	2842.1	10.1	7929.0	1136.8
38.4175	536.6	65977.6	3439.1	11.1	8723.5	1250.7
41.91	585.3	85654.4	4093.4	12.1	9518.1	1364.3
45.4025	634.1	108908.8	4803.6	13.1	10308.5	1478.0
48.895	683.1	135990.4	5571.1	14.1	11103.0	1591.6
52.3875	731.4	167273.6	6394.4	15.1	11897.6	1705.6
55.88	780.5	203008.0	7276.7	16.1	12688.0	1818.8

ادامهٔ جدول D۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از کاج جنوب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
59.3725	829.5	243526.4	8214.8	17.1	13482.6	1931.9
62.865	877.8	289078.4	9208.6	18.1	14273.0	2046.7
66.3575	926.9	339955.2	10259.8	19.2	15067.5	2159.9
69.85	975.9	396531.2	11368.5	20.2	15862.1	2273.0
73.3425	1024.3	458848.0	12534.5	21.2	16652.5	2387.8
76.835	1073.3	527904.0	13756.3	22.2	17447.0	2501.0
80.3275	1121.7	603200.0	15035.5	23.2	18241.6	2614.2
83.82	1170.7	685152.0	16372.1	24.2	19032.0	2729.0
87.3125	1219.7	774592.0	17761.2	25.2	19826.6	2842.1
90.805	1268.1	871104.0	19220.8	26.2	20621.1	2955.3
پهنا **17.15** *cm*					(r_y = **4.95** *cm*)	
17.4625	299.3	7604.5	872.0	5.0	7329.9	856.2
20.955	359.2	13141.4	1255.7	6.1	8794.2	1027.5
24.4475	419.1	20866.6	1708.9	7.1	10262.7	1198.7
27.94	478.9	31145.9	2232.0	8.1	11727.0	1369.9
31.4325	538.8	44345.6	2825.7	9.1	13195.5	1541.1
34.925	598.6	60819.2	3488.3	10.1	13536.6	1712.2
38.4175	658.5	80953.6	4221.4	11.1	16124.2	1884.4
41.91	718.5	105123.2	5023.3	12.1	17592.6	2054.9
45.4025	778.5	133660.8	5895.8	13.1	19057.0	2225.5
48.895	837.9	166899.2	6837.2	14.1	20525.4	2397.7
52.3875	897.8	205296.0	7849.0	15.1	21989.8	2568.2
55.88	957.8	249184.0	8929.8	16.1	23454.1	2740.4
59.3725	1017.8	298854.4	10081.1	17.1	24922.6	2911.0
62.865	1077.8	354764.8	11301.2	18.1	26386.9	3081.6
66.3575	1137.1	417248.0	12591.9	19.2	27855.4	3253.8
69.85	1197.1	486720.0	13953.1	20.2	29319.7	3424.3
73.3425	1257.1	563264.0	15383.2	21.2	30784.0	3596.5
76.835	1317.1	647712.0	16875.6	22.2	32252.5	3767.1
80.3275	1377.1	740064.0	18450.0	23.2	33716.8	3939.3

ادامهٔ جدول D۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از کاج جنوب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
83.82	1437.1	840736.0	20090.0	24.2	35185.3	4109.8
87.3125	1496.4	950560.0	21795.6	25.2	36649.6	4280.4
90.805	1556.4	1069120.0	23583.2	26.2	38113.9	4452.6
94.615	1616.4	1197248.0	25436.4	2722.9	39582.4	4623.2
97.79	1676.4	1335360.0	27355.2	28.2	41046.7	4795.4
101.2825	1736.3	1483456.0	29339.6	29.2	42515.2	4965.9
104.775	1795.7	1642368.0	31389.6	30.3	43971.2	5136.5
108.2675	1855.7	1812096.0	33521.6	31.2	45427.2	5308.7
111.76	1915.7	1993472.0	35719.2	32.3	46924.8	5479.2
115.2525	1975.6	2186080.0	37982.4	33.3	48380.8	5651.4
118.745	2035.6	2390752.0	40327.6	34.3	49836.8	5822.0
122.2375	2095.0	2608320.0	42738.4	35.3	51292.8	5992.6
125.73	2154.9	2837952.0	45214.8	36.3	52790.4	6164.8
129.2225	2214.9	3081312.0	47756.8	37.3	54246.4	6335.3
132.715	2274.9	3337984.0	50364.4	38.3	55702.4	6507.5
136.2075	2334.9	3608384.0	53054.0	39.3	57158.4	6678.1
139.7	2394.9	3893344.0	55809.2	40.3	58656.0	6850.3
143.1925	2454.2	4193280.0	58630.0	41.3	60112.0	7020.8
146.685	2514.2	4505280.0	61532.8	42.3	61568.0	7191.4
150.1775	2574.2	4838080.0	64501.2	43.4	63024.0	7363.6
153.67	2634.2	5183360.0	67535.2	44.3	64521.6	7534.2
پهنا 21.6 *cm*					**(r_y = 6.23 *cm*)**	
24.4475	527.7	26274.6	2151.7	7.1	20492.2	1900.8
27.94	603.1	39220.5	2811.0	8.1	23416.6	2173.0
31.4325	678.5	55827.2	3557.2	9.1	26345.3	2443.6
34.925	754.0	76585.6	4391.9	10.1	29273.9	2715.8
38.4175	829.5	101961.6	5315.2	11.1	32202.6	2986.4
41.91	904.9	132371.2	6325.5	12.1	35127.0	3258.7
45.4025	979.8	168313.6	7422.6	13.1	38055.7	3529.3

ادامهٔ جدول D۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از کاج جنوب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
48.895	1055.2	210204.8	8610.0	14.1	40984.3	3801.5
52.3875	1130.7	258544.0	9882.6	15.1	43929.6	4073.8
55.88	1206.2	313747.2	11245.5	16.1	46841.6	4344.4
59.3725	1281.6	376355.2	12695.2	17.1	49753.6	4616.6
62.865	1357.1	446784.0	14231.9	18.1	52707.2	4887.2
66.3575	1432.5	525408.0	15857.2	19.2	55619.2	5159.4
69.85	1508.0	612768.0	17564.4	20.2	58531.2	5430.0
73.3425	1582.8	709280.0	19368.4	21.2	61484.8	5702.3
76.835	1658.3	815776.0	21254.4	22.2	64396.8	5974.5
80.3275	1733.8	931840.0	23238.8	23.2	67308.8	6245.1
83.82	1809.2	1059136.0	25305.2	24.2	70262.4	6517.4
87.3125	1884.7	1196832.0	27453.6	25.2	73174.4	6788.0
90.805	1960.2	1346176.0	29700.4	26.2	76128.0	7060.2
94.615	2035.6	1507584.0	32029.2	27.2	79040.0	7330.8
97.79	2111.1	1681472.0	34440.0	28.2	81952.0	7603.0
101.2825	2185.9	1868256.0	36949.2	29.2	84905.6	7875.3
104.775	2261.4	2068352.0	39540.4	30.3	87817.6	8145.9
108.2675	2336.8	2282176.0	42213.6	31.2	90729.6	8418.1
111.76	2412.3	2510144.0	44985.2	32.3	93683.2	8688.7
115.2525	2487.8	2752672.0	47838.8	33.3	96595.2	8961.0
118.745	2563.2	3010592.0	50774.4	34.3	99548.8	9231.6
122.2375	2638.7	3284320.0	53808.4	35.3	102460.8	9503.8
125.73	2714.2	3573856.0	56924.4	36.3	105372.8	9776.0
129.2225	2789.0	3880032.0	60138.8	37.3	108326.4	10046.6
132.715	2864.4	4201600.0	63435.2	38.3	111238.4	10318.9
136.2075	2939.9	4542720.0	66813.6	39.3	114150.4	10589.5
139.7	3015.4	4900480.0	70274.0	40.3	117104.0	10861.7
143.1925	3090.8	5279040.0	73832.8	41.3	120016.0	11132.3
146.685	3166.3	5674240.0	77490.0	42.3	122928.0	11404.6
150.1775	3241.8	6090240.0	81212.8	43.4	125881.6	11676.8
153.67	3317.2	6527040.0	85034.0	44.3	128793.6	11947.4

ادامهٔ جدول D۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از کاج جنوب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
پهنا **26.67** *cm*					(r_y =**7.70** *cm*)	
27.94	745.0	48464.0	3473.5	8.1	44137.6	3314.4
31.4325	837.9	68972.8	4395.2	9.1	49670.4	3729.4
34.925	931.4	94640.0	5426.8	10.1	55161.6	4144.3
38.4175	1024.3	125964.8	6564.9	11.1	60694.4	4557.6
41.91	1117.8	163529.6	7813.0	12.1	66227.2	4972.5
45.40504	1210.7	207875.2	9170.9	13.1	71718.4	5387.4
48.895	1303.5	259875.2	10635.4	14.1	77251.2	5800.7
52.3875	1397.1	319363.2	12208.2	15.1	82784.0	6215.6
55.88	1490.0	387587.2	13890.8	16.1	88275.2	6630.5
59.3725	1582.8	465088.0	15681.7	17.1	93808.0	7043.8
62.865	1676.4	552032.0	17580.8	18.1	99340.8	7458.7
66.3575	1769.2	648960.0	19581.6	19.2	104832.0	7872.0
69.85	1862.8	757120.0	21697.2	20.2	110364.8	8286.9
73.3425	1955.6	876512.0	23927.6	21.2	115897.6	8701.8
76.835	2048.5	1007552.0	26256.4	22.2	121388.8	9115.1
80.3275	2142.0	1151488.0	28700.0	23.2	126921.6	9530.0
83.82	2234.9	1307904.0	31258.4	24.2	132412.8	9945.0
87.3125	2327.8	1478464.0	33915.2	25.2	137945.6	10358.2
90.805	2421.3	1663168.0	36686.8	26.2	143478.4	10773.2
94.615	2514.2	1862432.0	39556.8	27.2	148969.6	11188.1
97.79	2607.7	20797088.0	42541.6	28.2	154502.4	11601.4
101.2825	2700.6	2307968.0	45641.2	29.2	160035.2	12016.3
104.775	2793.5	2555072.0	48839.2	30.3	165526.4	12431.2
108.2675	2887.0	2818816.0	52152.0	31.2	171059.2	12844.5
111.76	2979.9	3100864.0	55563.2	32.3	176592.0	13259.4
115.2525	3072.8	3400384.0	59089.2	33.3	182083.2	13674.3
118.745	3166.3	3719040.0	62730.0	34.3	187616.0	14087.6
122.2375	3259.2	4057248.0	66469.2	35.3	193148.8	14502.5
125.73	3352.7	4413760.0	70323.2	36.3	198640.0	14917.4
129.2225	3445.6	4792320.0	74275.6	37.3	204172.8	15330.7

ادامهٔ جدول D۱. متغیرهای مقطع چوب های سازه ای لایه ای از کاج جنوب

ارتفاع مقطع	سطح مقطع	محور X-X			محور Y-Y	
d (*cm*)	A (cm^2)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (*cm*)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)
132.715	3538.5	5191680.0	78359.2	38.3	209664.0	15745.6
136.2075	3632.0	5611840.0	82524.8	39.3	215196.8	16160.6
139.7	3724.9	6056960.0	86821.6	40.3	220729.6	16580.4
143.1925	3817.8	6522880.0	91216.8	41.3	226220.8	16990.4
146.685	3911.3	7009600.0	95710.4	42.3	231753.6	17400.4
150.1775	4004.2	7525440.0	100335.2	43.4	237286.4	17810.4
153.67	4097.7	8062080.0	105042.0	44.3	242777.6	18236.8

مقادیر مرجع طراحی

جدول۴A. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰ *cm* (دی‌منژن)، درجه‌بندی شده نظری

جدول۴B. مقادیر مرجع طراحی برای چوب کاج جنوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* (دی‌منژن) با درجه‌بندی نظری

جدول۴C. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* (دی‌منژن) با درجه‌بندی مکانیکی

جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چوب چهارتراش (تیمبرز) (۱۲/۷×۱۲/۷*cm* و بزرگ‌تر)

جدول۴E. مقادیر مرجع طراحی برای چوب لمبه با درجه‌بندی نظری

جدول۴F. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* (دی‌منژن) با درجه‌بندی نظری غیر از آمریکای شمالی

جدول۵A. مقادیر مرجع طراحی برای چوب سازه‌ای لایه‌ای از سوزنی‌برگان (اعضا به طور عمده زیر تنش خمشی)

جدول۵B. مقادیر مرجع طراحی برای چوب سازه‌ای لایه‌ای از سوزنی‌برگان (اعضا اغلب زیر تنش محوری کششی یا فشاری)

جدول۵C. مقادیر مرجع طراحی برای چوب سازه‌ای لایه‌ای از پهن‌برگان (اعضا به طور عمده زیر تنش خمشی)

جدول۵D. مقادیر مرجع طراحی برای چوب سازه‌ای لایه‌ای از پهن‌برگان (اعضا اغلب زیر تنش محوری کششی یا فشاری)

جدول۶A. مقادیر مرجع طراحی شمع‌های گرد اشباع‌شده چوب با درجه‌بندی طبق آیین‌نامه ASTM D۲۵

جدول۶B. مقادیر مرجع طراحی تیرهای گرد برای تیرهای گرد سازه‌ای چوب با درجه‌بندی طبق آیین‌نامهٔ ASTM D۳۲۰۰

جدول**A**۴. ضرایب تنظیم

ضریب اعضای تکراری، C_r

مقاومت خمشی طراحی چوب به ضخامت ۵ تا cm ۱۰ (دی‌منژن) وقتی به صورت تیرچه، وترهای خرپا، تیر زیرشیرونی (جرزی)، کلاف دیوار، دونعل، لمبه یا عضوی مشابه متصل بهم به کار روند یا که فاصلهٔ بین‌شان بیش از $۶۰cm$ یا تعدادشان کم‌تر از ۳ عدد در این فاصله نباشد، و با کف، بام یا اعضای دیگر توزیع بار اتصال مقاوم به بار طراحی داشته باشند، در ضریب اعضای تکراری C_F =۱/۱۵ ضرب می‌شود.

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

چوب به ضخامت ۵ تا $۱۰cm$ (دی‌منژن) وقتی در جایی مصرف شود که طی مدتی به نسبت طولانی رطوبت آن از ٪۱۹ بیشتر شود، مقاومت‌های مرجع طراحی آن در ضرایب مناسب، طبق جدول زیر، ضرب می‌شوند.

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

$E_{\min}, E$	F_C	$F_{C\perp}$	F_v	F_t	F_b
0.90	0.80^{**}	0.67	0.97	1	0.85^{*}

* وقتی $(F_b)(C_F) \le 80 \, kg/cm^2$ باشد، $C_M = 1$

**وقتی $(F_C)(C_F) \le 52 \, kg/cm^2$ باشد، $C_M = 1$

ضریب اندازه، C_F

مقادیر مقاومت‌های خمشی، کشش و فشار موازی الیاف در جدول برای چوب به ضخامت ۵ تا $۱۰cm$ (دی‌منژن) باید در ضریب اندازه طبق جدول زیر ضرب شوند.

ضریب اندازه، C_F

درجه کیفیت	پهنا (ارتفاع مقطع) *cm*	F_b ضخامت (عرض) *cm*		F_t	F_C
		5 و 7.6	**10.20**		
منتخب ساختمانی درجه ۱ و بهتر درجه ۱ و ۲ درجه ۳	10.2 , 7.6 , 5	1.50	1.50	1.50	1.15
	12.70	1.40	1.40	1.40	1.10
	15.20	1.30	1.30	1.30	1.10
	20.30	1.20	1.30	1.20	1.05
	25.40	1.10	1.20	1.10	1
	30.50	1	1.10	1	1
	35.6 و پهن‌تر	0.90	1	0.90	0.90
ستون کلاف	10.2 , 7.6, 5	1.10	1.10	1.10	1.05
	20.3 و پهن‌تر	از مقاومت‌های مرجع درجه۳ در جدول و ضرایب اندازه استفاده شده			
کنستراکشن، استاندارد	10.2, 7.6, 5	1	1	1	1
یوتیلتی	10.20	1	1	1	1
	7.6 , 5	0.40	1	0.40	0.6

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

مقاومت‌های خمشی مورد تنظیم با ضرایب اندازه بر مبنای کاربرد روی لبه (بار به سطح باریک وارد می‌شود) هستند. اگر چوب‌های به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* (دی‌منژن) روی سطح پهن به کار روند (بار به سطح پهن عضو وارد می‌شود)، مقاومت‌های خمشی طراحی مربوط باید طبق جدول زیر در ضرایب کاربرد روی سطح پهن ضرب شوند.

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

پهنا (ارتفاع مقطع) *cm*	ضخامت (عرض) *cm*	
	7.6 , 5	**10.20**
7.6 , 5	1	-
10.20	1.10	1
12.70	1.10	1.05
15.20	1.15	1.05
20.30	1.15	1.05
25.4 و پهن‌تر	1.20	1.10

توجه:

برای سهولت استفاده از جدول ۴A مقاومت‌های طراحی بر مبنای پهنای اسمی ۱۰/۲cm (درجات کنستراکشن، استاندارد و یوتیلتی) یا پهنای اسمی ۱۵/۲cm (درجه ستون کلاف) با سایه مشخص شدند تا از مقاومت‌های طراحی بر مبنای پهنای ۳۰/۵cm (درجات منتخب ساختمانی، ۱ و بهتر، ۱و۲و ۳) تفکیک شده باشند.

جدول۴A. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳

(تمام گونه‌ها غیر از کاج جنوب- به جدول ۴B رجوع شود)

مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۴-۳ آیین برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود.

با ضرایب تنظیم جدول ۴A استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه *cm*	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی	فشار عمود بر	برش موازی	کشش موازی	خمش		
		E_{min}	E	الیاف F_C	الیاف $F_{C\perp}$	الیاف F_v	الیاف F_t	F_b		
										سرو آلاسکا
WCLB	0.47	35700	98000	70	37	12	44	81		منتخب ساختمانی
		32900	91000	63	37	12	37	68	5و پهن تر	درجه ۱
		30800	84000	53	37	12	30	56		درجه ۲
		28000	77000	30	37	12	18	32		درجه ۳
		28000	77000	33	37	12	25	44	5و پهن تر	ستون کلاف
		30800	84000	67	37	12	35	63		کنستراکشن
		28000	77000	54	37	12	19	35	پهنا 5-10	استاندارد
		25900	70000	35	37	12	9	18		یوتیلتی
										هملاک آلاسکا
WWPA	0.46	43400	119000	84	31	13	58	91		منتخب ساختمانی
		40600	112000	77	31	13	39	63	5و پهن تر	درجه ۱
		38500	105000	74	31	13	33	58		درجه ۲
		35700	98000	42	31	13	19	33		درجه ۳
		35700	98000	46	31	13	26	46	5و پهن تر	ستون کلاف
		35700	98000	88	31	13	39	67		کنستراکشن
		32900	91000	74	31	13	21	37	پهنا 5-10	استاندارد
		30800	84000	49	31	13	11	18		یوتیلتی
										نوئل آلاسکا
WWPA	0.41	40600	112000	84	23	11	63	98		منتخب ساختمانی
		38500	105000	77	23	11	42	67	5و پهن تر	درجه ۱
		35700	98000	74	23	11	35	61		درجه ۲
		32900	91000	42	23	11	21	35		درجه ۳
		32900	91000	47	23	11	28	47	5و پهن تر	ستون کلاف
		32900	91000	88	23	11	40	0		کنستراکشن
		30800	84000	74	23	11	23	39	پهنا 5-10	استاندارد
		30800	77000	49	23	11	11	19		یوتیلتی
										سرو زرد آلاسکا
WCLIB		38500	105000	84	36	16	56	95		منتخب ساختمانی
		35700	98000	74	36	16	36	63	5و پهن تر	درجه ۱
		32900	91000	70	36	16	32	56		درجه ۲
		30800	84000	40	36	16	18	33		درجه ۳

ادامه جدول۴A. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳

(تمام گونه‌ها غیر از کاج جنوب- به جدول ۴B رجوع شود)

مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۴-۳ آیین برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود.

گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه *cm*	مقادیر طراحی به kg/cm^2							جرم[4] ویژه G	مؤسسه قواعد درجه بندی
		خمش F_b	کشش موازی الیاف F_t	برش موازی الیاف F_v	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	فشار موازی الیاف F_C	مدول الاستیسیته E	E_{min}		
ستون کلاف	5و پهن تر	44	25	16	36	44	84000	30800	0.46	WWPA
کنستراکشن	پهنا 5-10	65	35	16	36	88	91000	32900		
استاندارد		35	19	16	36	74	77000	28000		
یوتیلتی		18	9	16	36	47	77000	28000		
سپیدار										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	61	35	8	19	51	77000	28000	0.39	NELMA NSLB WWPA
درجه ۱		44	26	8	19	42	77000	28000		
درجه ۲		42	25	8	19	32	70000	25900		
درجه ۳		25	14	8	19	19	63000	23100		
ستون کلاف	5و پهن تر	33	19	8	19	21	63000	23100		
کنستراکشن	پهنا 5-10	49	28	8	19	44	63000	23100		
استاندارد		26	16	8	19	33	63000	23100		
یوتیلتی		12	7	8	19	21	56000	20300		
سرو باتلاقی										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	84	46	11	43	84	98000	35700	0.47	SPIB
درجه ۱		0	39	11	43	74	98000	35700		
درجه ۲		58	32	11	43	63	91000	32900		
درجه ۳		33	18	11	43	37	84000	30800		
ستون کلاف	5و پهن تر	46	25	11	43	40	84000	30800		
کنستراکشن	پهنا 5-10	65	35	11	43	77	84000	30800		
استاندارد		37	19	11	43	65	77000	28000		
یوتیلتی		18	9	11	43	42	70000	25900		
راش- توس- داغداغان										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	102	60	14	50	84	119000	43400	0.71	NELMA
درجه ۱		74	42	14	50	67	112000	40600		
درجه ۲		70	42	14	50	53	105000	38500		
درجه ۳		40	25	14	50	30	91000	32900		

ادامه جدول۴A. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳

(تمام گونه‌ها غیر از کاج جنوب- به جدول ۴B رجوع شود)

مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۴-۳ آیین برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود.

با ضرایب تنظیم جدول ۴A استفاده شود										
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه *cm*	مقادیر طراحی به kg/cm^2							جرم[4] ویژه G	مؤسسه قواعد درجه بندی
		خمش F_b	کشش موازی الیاف F_t	برش موازی الیاف F_v	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	فشار موازی الیاف F_C	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته E_{min}		
ستون کلاف	5و پهن تر	54	32	14	50	33	91000	32900		
کنستراکشن	پهنا 5-10	81	47	14	50	70	98000	35700		
استاندارد		46	26	14	50	54	91000	32900		
یوتیلتی		21	12	14	50	35	84000	30800		
نوئل سیتکا ساحلی										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	91	67	9	32	84	119000	43400	0.43	NLGA
درجه ۱ یا ۲		65	39	9	32	77	105000	38500		
درجه ۳		37	23	9	32	44	98000	35700		
ستون کلاف	5و پهن تر	51	32	9	32	47	98000	35700		
کنستراکشن	پهنا 5-10	74	46	9	32	91	98000	35700		
استاندارد		42	25	9	32	77	91000	32900		
یوتیلتی		19	12	9	32	51	84000	30800		
صنوبرها										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	61	37	9	22	54	84000	30800	0.41	NSLB
درجه ۱		44	26	9	22	44	84000	30800		
درجه ۲		44	25	9	22	33	77000	28000		
درجه ۳		25	14	9	22	19	70000	25900		
ستون کلاف	5و پهن تر	33	19	9	22	21	70000	25900		
کنستراکشن	پهنا 5-10	49	28	9	22	46	70000	25900		
استاندارد		28	16	9	22	35	63000	23100		
یوتیلتی		12	7	9	22	23	63000	23100		
دوگلاس- لاریکس										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	105	70	13	44	119	133000	48300	0.5	WCLIB WWPA
درجه ۱ و بهتر		84	56	13	44	109	126000	46200		
درجه ۱		70	47	13	44	105	119000	43400		
درجه ۲		63	40	13	44	95	112000	40600		
درجه ۳		37	23	13	44	54	98000	35700		
ستون کلاف	5و پهن تر	49	32	13	44	60	98000	35700		
کنستراکشن	پهنا 5-10	70	46	13	44	116	105000	38500		
استاندارد		40	26	13	44	98	98000	35700		
یوتیلتی		19	12	13	44	63	91000	32900		
دوگلاس- لاریکس (شمال)										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	95	58	13	44	133	133000	48300	0.49	NLGA
درجه ۱ و بهتر		81	53	13	44	126	126000	46200		
درجه ۱ و۲		60	35	13	44	98	112000	40600		
درجه ۳		33	21	13	44	58	98000	35700		
ستون کلاف	5و پهن تر	46	28	13	44	63	98000	35700		
کنستراکشن	پهنا 5-10	67	40	13	44	126	105000	38500		
استاندارد		37	23	13	44	102	98000	35700		
یوتیلتی		18	11	13	44	67	91000	32900		

ادامه جدول۴A. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳ (تمام گونه‌ها غیر از کاج جنوب- به جدول ۴B رجوع شود)

مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۴-۳ آیین برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود.

با ضرایب تنظیم جدول ۴A استفاده شود										
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه *cm*	مقادیر طراحی به kg/cm^2							جرم[4] ویژه G	مؤسسه قواعد درجه بندی
		خمش F_b	کشش موازی الیاف F_t	برش موازی الیاف F_v	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	فشار موازی الیاف F_C	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته E_{min}		
دوگلاس (جنوب)										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	95	63	13	36	112	98000	35700	0.46	WWPA
درجه ۱		65	42	13	36	102	91000	32900		
درجه ۲		60	37	13	36	95	84000	30800		
درجه ۳		35	21	13	36	54	77000	28000		
ستون کلاف	5و پهن تر	47	30	13	36	60	77000	28000		
کنستراکشن	پهنا 5-10	68	42	13	36	116	84000	30800		
استاندارد		39	25	13	36	98	77000	28000		
یوتیلتی		18	11	13	36	63	70000	25900		
هملاک شرق- نراد بالسام										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	88	40	10	23	84	84000	30800	0.36	NELMA NSLB
درجه ۱		54	25	10	23	70	77000	28000		
درجه ۲		40	19	10	23	58	77000	28000		
درجه ۳		25	11	10	23	33	63000	23100		
ستون کلاف	5و پهن تر	32	14	10	23	37	63000	23100		
کنستراکشن	پهنا 5-10	47	21	10	23	0	70000	25900		
استاندارد		26	12	10	23	60	63000	23100		
یوتیلتی		12	5	10	23	39	56000	20300		
هملاک شرق- تامارک										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	88	40	12	39	84	84000	30800	0.41	NELMA NSLB
درجه ۱		54	25	12	39	70	77000	28000		
درجه ۲		40	19	12	39	58	77000	28000		
درجه ۳		25	11	12	39	33	63000	23100		
ستون کلاف	5و پهن تر	32	14	12	39	37	63000	23100		
کنستراکشن	پهنا 5-10	47	21	12	39	74	70000	25900		
استاندارد		26	12	12	39	60	63000	23100		
یوتیلتی		12	5	12	39	39	56000	20300		

ادامه جدول۴A. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳

(تمام گونه‌ها غیر از کاج جنوب- به جدول ۴B رجوع شود)

مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۴-۳ آیین برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود.

با ضرایب تنظیم جدول ۴A استفاده شود										
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه *cm*	مقادیر طراحی به kg/cm^2							جرم[4] ویژه G	مؤسسه قواعد درجه بندی
		خمش F_b	کشش موازی الیاف F_t	برش موازی الیاف F_v	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	فشار موازی الیاف F_C	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته E_{min}		
سوزنی برگان شرق										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	88	40	10	23	84	84000	30800	0.36	NELMA NSLB
درجه ۱		54	25	10	23	0	77000	28000		
درجه ۲		40	19	10	23	58	77000	28000		
درجه ۳		25	11	10	23	33	63000	23100		
ستون کلاف	5و پهن تر	32	14	10	23	37	63000	23100		
کنستراکشن	پهنا 5-10	47	21	10	23	74	70000	25900		
استاندارد		26	12	10	23	60	63000	23100		
یوتیلتی		12	5	10	23	39	56000	20300		
کاج سفید شرق										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	88	40	9	25	84	84000	30800	0.36	NELMA NSLB
درجه ۱		54	25	9	25	70	77000	28000		
درجه ۲		40	19	9	25	58	77000	28000		
درجه ۳		25	11	9	25	33	63000	23100		
ستون کلاف	5و پهن تر	32	14	9	25	37	63000	23100		
کنستراکشن	پهنا 5-10	47	21	9	25	74	70000	25900		
استاندارد		26	12	9	25	60	63000	23100		
یوتیلتی		12	5	9	25	39	56000	20300		
هملاک- نراد										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	98	65	11	28	105	112000	40600	0.43	WCLIB WWPA
درجه ۱ و بهتر		77	51	11	28	95	105000	38500		
درجه ۱		68	44	11	28	95	105000	38500		
درجه ۲		60	37	11	28	91	91000	32900		
درجه ۳		35	21	11	28	51	84000	30800		
ستون کلاف	5و پهن تر	47	28	11	28	56	84000	30800		
کنستراکشن	پهنا 5-10	68	42	11	28	109	91000	32900		
استاندارد		39	23	11	28	91	84000	30800		
یوتیلتی		18	11	11	28	60	77000	28000		

ادامه جدول۴A. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳

(تمام گونه‌ها غیر از کاج جنوب- به جدول ۴B رجوع شود)

مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۴-۳ آیین برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود.

با ضرایب تنظیم جدول ۴A استفاده شود										
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه *cm*	مقادیر طراحی به kg/cm^2							جرم[4] ویژه **G**	مؤسسه قواعد درجه بندی
		خمش F_b	کشش موازی الیاف F_t	برش موازی الیاف F_v	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	فشار موازی الیاف F_C	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته $E_{\min}$		
هملاک- نراد (شمال)										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	91	54	10	28	119	119000	43400	0.46	NLGA
درجه ۱		84	51	10	28	109	119000	43400		
درجه ۲		70	40	10	28	102	112000	40600		
درجه ۳		40	23	10	28	60	98000	35700		
ستون کلاف	5و پهن تر	54	32	10	28	65	98000	35700		
کنستراکشن	پهنا 5-10	81	46	10	28	123	105000	38500		
استاندارد		46	25	10	28	105	98000	35700		
یوتیلتی		21	12	10	28	68	91000	32900		
مختلط افرا										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	70	42	14	43	61	91000	32900	0.55	NELMA
درجه ۱		51	30	14	43	49	84000	30800		
درجه ۲		49	30	14	43	39	77000	28000		
درجه ۳		28	18	14	43	23	70000	25900		
ستون کلاف	5و پهن تر	39	23	14	43	25	70000	25900		
کنستراکشن	پهنا 5-10	56	33	14	43	51	77000	28000		
استاندارد		32	19	14	43	40	70000	25900		
یوتیلتی		16	9	14	43	26	63000	23100		
مختلط بلوط										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	81	47	12	56	77	77000	28000	0.68	NELMA
درجه ۱		58	35	12	56	58	70000	25900		
درجه ۲		56	33	12	56	44	63000	23100		
درجه ۳		33	19	12	56	26	56000	20300		
ستون کلاف	5و پهن تر	44	26	12	56	28	56000	20300		
کنستراکشن	پهنا 5-10	65	39	12	56	60	63000	23100		
استاندارد		37	21	12	56	46	56000	20300		
یوتیلتی		18	11	12	56	30	56000	20300		

ادامه جدول۴A. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳

(تمام گونه‌ها غیر از کاج جنوب- به جدول ۴B رجوع شود)

مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۴-۳ آیین برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود.

با ضرایب تنظیم جدول ۴A استفاده شود										
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه *cm*	مقادیر طراحی به kg/cm^2 خمش F_b	کشش موازی الیاف F_t	برش موازی الیاف F_v	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	فشار موازی الیاف F_C	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته E_{min}	جرم[4] ویژه G	مؤسسه قواعد درجه بندی
سرخ بلوط شمال										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	98	56	15	62	81	98000	35700	0.68	NELMA
درجه ۱		70	40	15	62	65	98000	35700		
درجه ۲		68	40	15	62	51	91000	32900		
درجه ۳		39	23	15	62	30	84000	30800		
ستون کلاف	5و پهن تر	53	32	15	62	32	84000	30800		
کنستراکشن	پهنا 5-10	77	46	15	62	68	84000	30800		
استاندارد		44	25	15	62	53	77000	28000		
یوتیلتی		21	12	15	62	35	70000	25900		
گونه های شمال										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	68	30	8	25	77	77000	28000	0.35	NLGA
درجه ۱ یا ۲		44	19	8	25	60	77000	28000		
درجه ۳		25	11	8	25	35	70000	25900		
ستون کلاف	5و پهن تر	33	16	8	25	39	70000	25900		
کنستراکشن	پهنا 5-10	49	23	8	25	74	70000	25900		
استاندارد		28	12	8	25	61	63000	23100		
یوتیلتی		12	5	8	25	40	63000	23100		
سرو سفید شمال										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	54	32	8	26	53	56000	20300	0.31	NELMA
درجه ۱		40	23	8	26	42	49000	18200		
درجه ۲		39	23	8	26	33	49000	18200		
درجه ۳		23	12	8	26	19	42000	15400		
ستون کلاف	5و پهن تر	30	18	8	26	21	42000	15400		
کنستراکشن	پهنا 5-10	44	26	8	26	44	49000	18200		
استاندارد		25	14	8	26	33	42000	15400		
یوتیلتی		12	7	8	26	23	42000	15400		
سرخ افرا										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	91	53	15	43	77	119000	43400	0.58	NELMA
درجه ۱		65	39	15	43	63	112000	40600		
درجه ۲		63	37	15	43	49	105000	38500		
درجه ۳		37	21	15	43	28	91000	32900		
ستون کلاف	5و پهن تر	49	30	15	43	32	91000	32900		
کنستراکشن	پهنا 5-10	74	42	15	43	65	98000	35700		
استاندارد		40	23	15	43	51	91000	32900		
یوتیلتی		19	11	15	43	33	84000	30800		

ادامه جدول۴A. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳

(تمام گونه‌ها غیر از کاج جنوب- به جدول ۴B رجوع شود)

مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۴-۳ آیین برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود.

با ضرایب تنظیم جدول ۴A استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه *cm*	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
سرخ بلوط										
NELMA	0.67	35700	98000	70	57	12	47	81		منتخب ساختمانی
		32900	91000	58	57	12	35	58	5و پهن تر	درجه ۱
		30800	84000	44	57	12	33	56		درجه ۲
		28000	77000	26	57	12	19	33		درجه ۳
		28000	77000	28	57	12	26	44	5و پهن تر	ستون کلاف
		30800	84000	60	57	12	39	65		کنستراکشن
		28000	77000	46	57	12	21	37	پهنا 10-5	استاندارد
		25900	70000	30	57	12	11	18		یوتیلتی
سرخ چوب										
RIS	0.44	35700	98000	130	46	11	70	123		بدون گره ساختمانی
	0.44	35700	98000	105	46	11	56	95		منتخب ساختمانی
	0.37	28000	77000	77	30	11	44	77		منتخب ساختمانی درشت بافت
	0.44	32900	91000	84	46	11	40	68	5و پهن تر	درجه ۱
	0.37	28000	77000	63	30	11	32	54		درجه ۱ درشت بافت
	0.44	30800	84000	67	46	11	37	65		درجه ۲
	0.37	25900	70000	49	30	11	30	51		درجه ۲ درشت بافت
	0.44	28000	77000	39	46	11	21	37		درجه ۳
	0.37	23100	63000	28	30	11	18	30		درجه ۳ درشت بافت
	0.44	23100	63000	32	30	11	23	40	5و پهن تر	ستون کلاف
	0.44	23100	63000	65	30	11	33	58		کنستراکشن
	0.44	23100	63000	51	30	11	19	32	پهنا 10-5	استاندارد
	0.44	20300	56000	33	30	11	9	16		یوتیلتی
نوئل- کاج- نراد										
NLGA	0.42	38500	105000	98	30	9	49	88		منتخب ساختمانی
		35700	98000	81	30	9	32	61	5و پهن تر	درجه ۱ یا ۲
		30800	84000	46	30	9	18	35		درجه ۳
		30800	84000	51	30	9	25	47	5و پهن تر	ستون کلاف
		32900	91000	98	30	9	35	70		کنستراکشن
		30800	84000	81	30	9	19	39	پهنا 10-5	استاندارد
		28000	77000	53	30	9	9	19		یوتیلتی

ادامه جدول۴A. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳

(تمام گونه‌ها غیر از کاج جنوب- به جدول ۴B رجوع شود)

مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۴-۳ آیین برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود.

با ضرایب تنظیم جدول ۴A استفاده شود										
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه *cm*	مقادیر طراحی به kg/cm^2							جرم[4] ویژه G	مؤسسه قواعد درجه بندی
		خمش F_b	کشش موازی الیاف F_t	برش موازی الیاف F_v	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	فشار موازی الیاف F_C	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته E_{min}		
نوئل- کاج- نراد (جنوب)										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	91	40	9	23	84	91000	32900	0.36	NELMA NSLB WCLIB WWPA
درجه ۱		61	28	9	23	74	84000	30800		
درجه ۲		54	25	9	23	70	77000	28000		
درجه ۳		32	14	9	23	40	70000	25900		
ستون کلاف	5و پهن تر	42	19	9	23	44	70000	25900		
کنستراکشن	پهنا 5-10	61	28	9	23	84	70000	25900		
استاندارد		35	16	9	23	70	63000	23100		
یوتیلتی		16	7	9	23	47	63000	23100		
سروهای غرب										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	70	42	11	30	70	77000	28000	0.36	WCLIB WWPA
درجه ۱		51	30	11	30	58	70000	25900		
درجه ۲		49	30	11	30	46	70000	25900		
درجه ۳		28	18	11	30	26	63000	23100		
ستون کلاف	5و پهن تر	39	23	11	30	28	63000	23100		
کنستراکشن	پهنا 5-10	56	33	11	30	60	63000	23100		
استاندارد		32	19	11	30	46	56000	20300		
یوتیلتی		16	9	11	30	30	56000	20300		
چوب های غرب										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	63	28	9	23	74	84000	30800	0.36	WCLIB WWPA
درجه ۱		47	21	9	23	67	77000	28000		
درجه ۲		47	21	9	23	63	77000	25900		
درجه ۳		26	12	9	23	37	63000	23100		
ستون کلاف	5و پهن تر	37	16	9	23	40	63000	23100		
کنستراکشن	پهنا 5-10	54	25	9	23	77	70000	25900		
استاندارد		30	14	9	23	65	63000	23100		
یوتیلتی		14	7	9	23	42	56000	20300		
بلوط سفید										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	84	49	15	56	77	77000	28000	0.73	NELMA
درجه ۱		61	35	15	56	63	70000	25900		
درجه ۲		60	35	15	56	49	63000	23100		
درجه ۳		33	19	15	56	28	56000	20300		
ستون کلاف	5و پهن تر	46	26	15	56	32	56000	20300		
کنستراکشن	پهنا 5-10	67	39	15	56	65	63000	23100		
استاندارد		37	23	15	56	51	56000	20300		
یوتیلتی		18	11	15	56	33	56000	20300		

ادامه جدول۴A. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳

(تمام گونه‌ها غیر از کاج جنوب- به جدول ۴B رجوع شود)

مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۴-۳ آیین برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود.

با ضرایب تنظیم جدول ۴A استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه cm	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
										سرو زرد
NLGA	0.46	40600	112000	84	38	12	51	84	5و پهن تر	منتخب ساختمانی
		35700	98000	70	38	12	33	56		درجه ۱ و ۲
		30800	84000	40	38	12	19	33		درجه ۳
		30800	84000	46	38	12	26	44	5و پهن تر	ستون کلاف
		32900	91000	84	38	12	39	65	پهنا 5-10	کنستراکشن
		30800	84000	74	38	12	21	37		استاندارد
		28000	77000	47	38	12	11	18		یوتیلتی
										لاله
NSLB	0.43	38500	105000	63	29	10	40	70	5و پهن تر	منتخب ساختمانی
		35700	98000	51	29	10	30	51		درجه ۱
		32900	91000	40	29	10	28	49		درجه ۲
		30800	84000	23	29	10	16	28		درجه ۳
		30800	84000	25	29	10	23	39	5و پهن تر	ستون کلاف
		32900	91000	53	29	10	33	56	پهنا 5-10	کنستراکشن
		28000	77000	40	29	10	18	32		استاندارد
		28000	77000	26	29	10	9	14		یوتیلتی

۱. چوب آلات دی منژن (۵ تا ۱۰cm ضخامت). مقادیر طراحی در جدول در مورد چوب آلاتی کاربرد دارند که در محیط نصب خشک مثل اغلب سازه های مسقف مصرف خواهند شد. برای چوب های به ضخامت ۵ تا ۱۰ cm، باید از اندازه های خشک رنده شده استفاده شود (به جدول A۱ رجوع شود)، صرفنظر از رطوبت زمان تولید یا مصرف. در محاسبه مقادیر طراحی، افزایش مقاومت و سفتی که به علت خشک شدن چوب اتفاق می افتد، لحاظ شده است و همین طور کاهش بعد وقتی چوب همکشیده می شود.

۲. تخته های رده بندی شده برحسب تنش. برای تخته های رده بندی شده برحسب تنش به ضخامت های اسمی ۵/۲، ۲/۳ و ۸/۳cm و پهنای ۵cm و پهن تر اغلب گونه ها، به کار بردن مقادیر طراحی نشان داده شده برای درجات منتخب ساختمانی، درجه ۱ و بهتر، درجه ۱، درجه ۲، ستون کلاف، کنستراکشن، استاندارد، یوتیلتی و بدون گره ساختمانی نشان داده شده در طبقه‌بندی۵ تا ۱۰cm ضخامت، وقتی با مشروط رده بندی برحسب تنش درجه بندی شده باشند، مجاز است. اطلاعات مربوط به درجات کیفیت تخته های رده بندی شده برحسب تنش از گونه های مختلف در قواعد درجه بندی مؤسسات تدوین قواعد درجه ارائه می شود.

۳. وقتی یک گونه یا گروه های گونه توأم می شوند، مقادیر طراحی حداقل هر خاصیت برای هر گونه یا توأم گونه به کار برده می شود.

۴. جرم ویژه بر مبنای وزن و حجم خشک شده در اُون.

ضرایب تنظیم جدول ۴B

ضریب اندازه، C_F

ضرایب مناسب اندازه به مقادیر طراحی در جدول اغلب ضخامت‌های چوب کاج جنوب و مختلط چوب کاج جنوب به ضخامت ۵ تا ۱۰ cm (دی‌منژن) اعمال شده است. ضرب مقاومت‌های خمشی چوب به ضخامت ۱۰cm و پهنای ۲۰cm و بیشتر (همهٔ درجات غیر از ریزبافت (سنگین) ساختمانی‌های ۸۶ ، ۷۲ و ۶۵)، در ضریب اندازه $C_F =$ ۱/۱ مجاز است. مقاومت‌های خمشی، کشش و فشار موازی الیاف در جدول برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰cm و پهنای ۳۰cm و بیشتر (همه درجات غیر از ریربافت (سنگین) ساختمانی‌های ۸۶ ، ۷۲ و ۶۵) باید در ضریب اندازه $C_F =$ ۰/۹ ضرب شوند. وقتی ارتفاع مقطع، d چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰ cm از نوع ریزبافت ساختمانی‌های ۸۶ ، ۷۲ و ۶۵، از ۳۰cm تجاوز کند، مقاومت خمشی آن در جدول باید در C_F که با رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود، ضرب شود:

$$C_F = (\frac{۳۰}{d})^{\frac{۱}{۹}}$$

ضریب اعضای تکراری، C_r

مقاومت خمشی طراحی چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰cm (دی‌منژن) وقتی به صورت تیرچه، وترهای خرپا، تیر زیرشیروانی، کلاف دیوار، دونعل، لمبه یا عضوی مشابه متصل بهم یا که فاصلهٔ بین‌شان بیش از ۶۰cm یا تعدادشان کم‌تر از ۳ عدد در این فاصله نباشد و با کف، بام یا اعضای دیگر توزیع بار اتصال مقاوم به بار طراحی داشته باشند، در ضریب اعضای تکراری $C_r =$ ۱/۱۵ ضرب می‌شود.

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

مقاومت‌های خمشی تنظیمی با ضرایب اندازه بر مبنای کاربرد روی لبه (بار به سطح باریک عضو وارد می‌شود) هستند. اگر چوب‌های به ضخامت ۵ تا ۱۰cm (دی‌منژن) روی سطح پهن به کار روند (بار به سطح

پهن عضو وارد می‌شود)، مقاومت‌های خمشی طراحی مربوط، F_b باید طبق جدول زیر در ضرایب کاربرد روی سطح پهن ضرب شوند.

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

پهنا (ارتفاع مقطع) *cm*	ضخامت (عرض) *cm*	
	7.6 , 5	**10.20**
7.6 , 5	1	-
10.20	1.10	1
12.70	1.10	1.05
15.20	1.15	1.05
20.30	1.15	1.05
25.4 و پهن‌تر	1.20	1.10

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

چوب به ضخامت ۵ تا $10cm$ (دی‌منژن) وقتی در جایی مصرف شود که طی مدتی به نسبت طولانی رطوبت آن از ٪۱۹ بیشتر شود، مقاومت‌های مرجع طراحی آن در ضرایب مناسب، طبق جدول زیر، ضرب می‌شوند (برای ریزبافت ساختمانی‌های ۸۶ ، ۷۲ و ۶۵ خشک رنده شده، از مقاومت‌های طراحی تر رنده شده در محیط مرطوب استفاده می‌شود و به تنظیم نیاز ندارد).

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

$E_{\min}, E$	F_C	$F_{C\perp}$	F_v	F_t	F_b
0.90	0.80^{**}	0.67	0.97	1	0.85^{*}

* وقتی $(F_b)(C_F) \le 80 \, kg/cm^2$ باشد، $C_M = 1$

**وقتی $(F_C)(C_F) \le 52 \, kg/cm^2$ باشد، $C_M = 1$

جدول**B**۴. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول **B**۴ استفاده شود											
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[6] ویژه **G**	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه *cm*	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
										کاج جنوب
SPIB	0.55	48300	133000	158	46	12	116	214	پهنا 5-10	منتخب ساختمانی ریزبافت
		46200	126000	147	40	12	112	200		منتخب ساختمانی
		43400	119000	137	34	12	95	186		منتخب ساختمانی غیر ریزبافت
		46200	126000	140	46	12	77	140		درجه ۱ ریزبافت
		43400	119000	130	40	12	74	130		درجه ۱
		40600	112000	119	34	12	63	119		درجه ۱ غیر ریزبافت
		43400	119000	130	46	12	61	119		درجه ۲ ریزبافت
		40600	112000	116	40	12	58	105		درجه ۲
		35700	98000	112	34	12	54	95		درجه ۲ غیر ریزبافت
		35700	98000	68	40	12	33	60		درجه ۳ و ستون کلاف
	0.55	38500	105000	126	40	12	44	77	پهنا 10	کنستراکشن
		32900	91000	105	40	12	25	44		استاندارد
		32900	91000	68	40	12	12	21		یوتیلتی
	0.55	48300	133000	151	46	12	105	189	پهنا 13-15	منتخب ساختمانی ریزبافت
		46200	126000	140	40	12	98	179		منتخب ساختمانی
		43400	119000	130	34	12	84	165		منتخب ساختمانی غیر ریزبافت
		46200	126000	133	46	12	67	123		درجه ۱ ریزبافت
		43400	119000	123	40	12	63	116		درجه ۱
		40600	112000	112	34	12	56	105		درجه ۱ غیر ریزبافت
		43400	119000	123	46	12	54	102		درجه ۲ ریزبافت
		40600	112000	112	40	12	51	88		درجه ۲
		35700	98000	105	34	12	47	81		درجه ۲ غیر ریزبافت
		35700	98000	65	40	12	30	53		درجه ۳ و ستون کلاف

ادامه جدول۴B. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳ (مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول **۴B** استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[6] ویژه **G**	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه ***cm***	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی	فشار عمود بر	برش موازی	کشش موازی	خمش		
		E_{min}	E	الیاف F_C	الیاف $F_{C\perp}$	الیاف F_v	الیاف F_t	F_b		
SPIB	0.55	48300	133000	144	46	12	95	172	پهنا 20	منتخب ساختمانی ریزبافت
		46200	126000	133	40	12	91	161		منتخب ساختمانی
		43400	119000	123	34	12	77	147		منتخب ساختمانی غیر ریزبافت
		46200	126000	126	46	12	61	116		درجه ۱ ریزبافت
		43400	119000	116	40	12	58	105		درجه ۱
		40600	112000	109	34	12	51	95		درجه ۱ غیر ریزبافت
		43400	119000	119	46	12	47	98		درجه ۲ ریزبافت
		40600	112000	109	40	12	46	84		درجه ۲
		35700	98000	102	34	12	42	77		درجه ۲ غیر ریزبافت
		35700	98000	61	40	12	28	49		درجه ۳ و ستون کلاف
	0.55	48300	133000	140	46	12	84	151	پهنا 25	منتخب ساختمانی ریزبافت
		46200	126000	130	40	12	77	144		منتخب ساختمانی
		43400	119000	123	34	12	67	130		منتخب ساختمانی غیر ریزبافت
		46200	126000	123	46	12	54	102		درجه ۱ ریزبافت
		43400	119000	112	40	12	51	91		درجه ۱
		40600	112000	105	34	12	46	84		درجه ۱ غیر ریزبافت
		43400	119000	116	46	12	44	84		درجه ۲ ریزبافت
		40600	112000	105	40	12	40	74		درجه ۲
		35700	98000	98	34	12	39	67		درجه ۲ غیر ریزبافت
		35700	98000	60	40	12	23	42		درجه ۳ و ستون کلاف
	0.55	48300	133000	137	46	12	77	144	پهنا 30	منتخب ساختمانی ریزبافت
		46200	126000	126	40	12	74	133		منتخب ساختمانی
		43400	119000	119	34	12	63	123		منتخب ساختمانی غیر ریزبافت
		46200	126000	119	46	12	51	95		درجه ۱ ریزبافت
		43400	119000	112	40	12	47	88		درجه ۱
		40600	112000	105	34	12	42	81		درجه ۱ غیر ریزبافت
		43400	119000	112	46	12	40	81		درجه ۲ ریزبافت

ادامه جدول۴B. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰cm با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳ (مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴B استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[6] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه cm	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
SPIB	0.55	40600	112000	102	40	12	39	68	پهنا 30	درجه ۲
		35700	98000	95	34	12	37	63		درجه ۲ غیر ریزبافت
		35700	98000	58	40	12	23	40		درجه ۳ و ستون کلاف
کاج جنوب										
SPIB	0.55	46200	126000	140	46	12	123	182	5و پهن تر	ساختمانی ریزبافت-86
		46200	126000	116	46	12	102	154		ساختمانی ریزبافت-72
		46200	126000	105	46	12	91	140		ساختمانی ریزبافت-65
کاج جنوب										
SPIB		40600	112000	91	31	12	98	147	پهنا 6.4 وپهن تر	ساختمانی ریزبافت-86
		40600	112000	77	31	12	84	123		ساختمانی ریزبافت-72
		40600	112000	70	31	12	74	112	ضخامت 10 – 6.4	ساختمانی ریزبافت-65
مخلط کاج جنوب										
SPIB	0.51	40600	112000	126	40	12	84	144	پهنا 5 – 10	منتخب ساختمانی
		38500	105000	116	40	12	61	102		درجه ۱
		35700	98000	116	40	12	54	91		درجه ۲
		30800	84000	67	40	12	32	53		درجه ۳ و ستون کلاف
	0.51	32900	91000	119	40	12	42	70	پهنا 10	کنستراکشن
		30800	84000	102	40	12	23	39		استاندارد
		28000	77000	67	40	12	11	19		یوتیلتی
	0.51	40600	112000	12	40	12	77	13	پهنا 13 – 15	منتخب ساختمانی
		38500	105000	109	40	12	53	91		درجه ۱
		35700	98000	109	40	12	47	81		درجه ۲
		30800	84000	61	40	12	28	47		درجه ۳ و ستون کلاف

ادامه جدول۴B. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰cm با درجه‌بندی نظری ۱، ۲، ۳

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۳-۴ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴B استفاده شود											
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[6] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه cm		گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b			
		E_{min}	E								
SPIB	0.51	40600	112000	112	40	12	70	123	پهنا	20	منتخب ساختمانی
		38500	105000	102	40	12	49	84			درجه ۱
		35700	98000	102	40	12	44	74			درجه ۲
		30800	84000	60	40	12	26	44			درجه ۳ و ستون کلاف
	0.51	40600	112000	112	40	12	61	105	پهنا	25	منتخب ساختمانی
		38500	105000	102	40	12	42	74			درجه ۱
		35700	98000	102	40	12	39	65			درجه ۲
		30800	84000	58	40	12	23	37			درجه ۳ و ستون کلاف
	0.51	40600	112000	109	40	12	58	98	پهنا	30	منتخب ساختمانی
		38500	105000	98	40	12	40	68			درجه ۱
		35700	98000	98	40	12	37	61			درجه ۲
		30800	84000	56	40	12	21	35			درجه ۳ و ستون کلاف

۱. چوب آلات دی منژن (۵ تا ۱۰ cm ضخامت). مقادیر طراحی در جدول در مورد چوب آلاتی کاربرد دارند که در محیط نصب خشک مثل اغلب سازه های مسقف مصرف خواهند شد. برای چوب های به ضخامت ۵ تا ۱۰cm، باید از اندازه های خشک رنده شده استفاده شود (به جدول A۱ رجوع شود)، صرفنظر از رطوبت زمان تولید یا مصرف. در محاسبه مقادیر طراحی، افزایش مقاومت و سفتی که به علت خشک شدن چوب اتفاق می افتد، لحاظ شده است و همین طور کاهش بعد وقتی چوب همکشیده می شود.

۲. تخته های رده بندی شده برحسب تنش. اطلاعات مربوط به درجات کیفیت مختلف تخته های کاج جنوب به ضخامت های اسمی ۵/۲، ۲/۳ و ۸/۳ cm و پهنای ۵ cm و پهن تر در ادارهٔ بازرسی کاج جنوب (SPIB) در بخش قواعد درجه بندی چوب آلات کاج جنوب موجود است.

۳. نوئل -کاج. برای به دست آوردن مقادیر طراحی توصیه شده برای نوئل- کاج درجه بندی شده با قواعد SPIB ، مقادیر متناظر طراحی کاج جنوب در ضریب تبدیل نشان داده شده در جدول زیر ضرب و نتیجه تا نزدیک ترین ۷۰۰۰ kg/cm^2 برای E و ۷۰۰۰ kg/cm^2 برای E_{min} گرد می شود. برای F_v و $F_{C\perp}$ مقدار ۰/۴ kg/cm^2 کم تر بعدی و برای F_b و F_t ۳/۵ kg/cm^2 کم تر بعدی و برای مقدار ۷۰ kg/cm^2 بیشتر بعدی در ضریب مربوط ضرب می شود.

ضرایب تبدیل برای تعیین مقادیر طراحی نوئل کاج

خمش	کشش موازی	برش موازی	فشار عمود بر	فشار موازی	مدول الاستیسیته
F_b	F_t	الیاف F_v	الیاف $F_{C\perp}$	الیاف F_C	E , E_{min}
0.78	0.78	0.98	0.73	0.78	0.82

۴. ضریب اندازه. برای پهنای بیشتر از ۳۰ cm از ضریب اندازه ۳۰ cm پهنا برای F_b، F_t و F_C استفاده شود. از ٪۱۰۰ مقدار F_v، $F_{C\perp}$، E و E_{min} تعیین شده برای پهنای ۳۰ cm استفاده شود.

۵. وقتی یک گونه یا گروه های گونه توأم می شوند، مقادیر طراحی حداقل هر خاصیت برای هر گونه یا توأم گونه به کار برده می شود.

۶. جرم ویژه بر مبنای وزن و حجم خشک شده در اُون.

ضرایب تنظیم جدول ۴C

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

مقاومت‌های خمشی تنظیمی با ضرایب اندازه بر مبنای کاربرد روی لبه (بار به سطح باریک عضو وارد می‌شود) هستند. اگر چوب‌های به ضخامت ۵ تا ۱۰cm (دی‌منژن) روی سطح پهن به کار روند (بار به سطح پهن عضو وارد می‌شود)، مقاومت‌های خمشی طراحی مربوط، F_b باید طبق جدول زیر در ضرایب کاربرد روی سطح پهن ضرب شوند.

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

پهنا (ارتفاع مقطع)	ضخامت (عرض)
cm	**5 *cm***
7.6 , 5	1
10.20	1.10
12.70	1.10
15.2	1.15
20.3	1.15
25.4 و پهن‌تر	1.20

ضریب اعضای تکراری، C_r

مقاومت‌های خمشی طراحی چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰cm (دی‌منژن) وقتی به صورت تیرچه، وترهای خرپا، تیر زیرشیروانی، کلاف دیوار، دونعل، لمبه یا عضوی مشابه متصل بهم یا که فاصلهٔ بین‌شان بیش از ۶۰cm یا تعدادشان کم‌تر از ۳ عدد در این فاصله نباشد و با کف، بام یا اعضای دیگر توزیع بار اتصال مقاوم به بار طراحی داشته باشند، در ضریب اعضای تکراری C_r =۱/۱۵ ضرب می‌شود.

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

چوب به ضخامت ۵ تا $۱۰cm$ (دی‌منژن) وقتی در جایی مصرف شود کـه طـی مـدتی بـه نسـبت طـولانی رطوبت آن از ٪۱۹ بیشتر شود، مقاومت‌های مرجع طراحی آن در ضرایب مناسب، طبق جدول زیر، ضـرب می‌شوند.

ضرایب وضعیت محیط تر، C_M

$E_{\min}, E$	F_C	$F_{C\perp}$	F_v	F_t	F_b
0.90	0.80^{**}	0.67	0.97	1	0.85^{*}

* وقتی $(F_b)\leq 80 {kg}/{cm^2}$ باشد، $C_M = 1$

**وقتی $(F_C)\leq 52 {kg}/{cm^2}$ باشد، $C_M = 1$

جدول۴C. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* (دی‌منژن) با درجه‌بندی مکانیکی ۱، ۲، ۳

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴C استفاده شود							
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه *cm*	مقادیر طراحی به kg/cm^2					مؤسسه قواعد درجه بندی
		خمش F_b	کشش موازی الیاف F_t	فشار موازی الیاف F_C	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته E_{min}	
چوب درجه بندی شده با ماشین برحسب تنش							
53f-98000		53	30	65	98000	49700	SPIB
60f-98000		60	33	68	98000	49700	SPIB
63f-70000		63	25	74	70000	35700	WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB
68f-112000		68	39	102	112000	56700	SPIB
74f-84000		74	32	86	84000	42700	SPIB
74f-112000		74	40	105	112000	56700	SPIB
84f-84000		84	42	98	84000	42700	NLGA, WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB
84f-91000	ضخامت	84	42	98	91000	46200	SPIB
84f-112000	5و کم تر	84	46	109	112000	56700	SPIB
88f-98000	پهنا	88	56	103	98000	49700	WCLIB
88f-112000	5و بیشتر	88	51	112	112000	56700	SPIB
95f-91000 F_t		95	53	112	91000	46200	NLGA, WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB
95f-98000		95	53	112	98000	49700	SPIB
98f-84000		98	56	112	84000	42700	NLGA
102f-91000		102	56	114	91000	46200	NLGA, WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB
102f-91000		102	58	112	91000	46200	SPIB
102f-105000		102	61	114	105000	53200	WCLIB
105f-98000		105	63	116	98000	49700	NLGA, WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB
105f-105000		105	63	116	105000	53200	SPIB
105f-112000		105	63	116	112000	56700	SPIB
105f-119000		105	63	116	119000	60200	SPIB
112f-98000		112	67	117	98000	49700	NLGA
116f-91000		116	71	119	91000	46200	NLGA
116f-105000		116	71	119	105000	53200	NLGA, SPIB, WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB
116f-112000		116	82	119	112000	56700	WCLIB
116f-119000		116	71	123	119000	60200	SPIB
119f-112000		119	82	121	112000	56700	WCLIB
126f-105000		126	91	123	105000	53200	NLGA
126f-112000		126	82	123	112000	56700	NLGA, SPIB, WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB
126f-126000		126	84	123	126000	63700	WCLIB
126f-140000		126	82	123	140000	71400	WCLIB
130f-119000		130	82	130	119000	60200	SPIB
137f-105000		137	96	126	105000	53200	SPIB
137f-119000		137	96	126	119000	60200	NLGA, SPIB, WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB
140f-12000		140	91	128	112000	56700	NLGA
147f-126000		147	110	131	126000	63700	NLGA, SPIB, WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB
158f-119000		158	123	135	119000	60200	NLGA
158f-126000		158	123	135	126000	63700	NLGA, WCLIB
158f-133000		158	123	135	133000	67900	NLGA, SPIB, WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB

ادامه جدول۴C. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* (دی‌منژن) با درجه‌بندی مکانیکی ۱، ۲، ۳

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴C استفاده شود							
گونه	طبقه بندی	مقادیر طراحی به kg/cm^2					مؤسسه
و درجات	اندازه	خمش	کشش موازی	فشار موازی	مدول الاستیسیته		قواعد
کیفیت تجاری	*cm*	F_b	F_t الیاف	F_C الیاف	E	E_{min}	درجه بندی
چوب درجه بندی شده با ماشین برحسب تنش							
168f-126000		168	135	138	126000	63700	NLGA
1168f-140000		168	135	138	140000	71400	NLGA, SPIB, WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB
175f-154000		175	123	140	154000	78400	WCLIB
179f-126000		179	98	140	126000	63700	SPIB
179f-147000		179	144	142	147000	74900	NLGA, SPIB, WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB
189f-140000		189	126	147	140000	71400	WCLIB
189f-154000		189	151	147	154000	78400	NLGA, SPIB, WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB
200f-126000		200	112	147	126000	63700	SPIB
200f-161000		200	161	151	161000	81900	NLGA, SPIB, WCLIB, WWPA, NELMA, NSLB
210f-168000		210	168	154	168000	85400	NLGA, SPIB
چوب ارزیابی شده با ماشین (**MEL**)							
M-5		63	35	74	77000	35700	SPIB
M-6		77	42	91	70000	32900	SPIB
M-7		84	46	98	77000	35700	SPIB
M-8		91	49	105	91000	42700	SPIB
M-9		98	56	112	98000	45500	SPIB
M-10	ضخامت	98	56	112	84000	39200	NLGA, SPIB
M-11	5و کم تر	109	60	117	105000	49000	NLGA, SPIB
M-12		112	60	117	112000	52500	NLGA, SPIB
M-13	پهنا	112	67	117	98000	45500	NLGA, SPIB
M-14	5و بیشتر	126	70	123	119000	55300	NLGA, SPIB
M-15		126	77	123	105000	49000	NLGA, SPIB
M-16		126	91	123	105000	49000	SPIB
M- 17[4]		137	91	144	119000	55300	SPIB
M-18		140	84	128	126000	58800	NLGA, SPIB
M-19		140	91	128	112000	52500	NLGA, SPIB
M-20[4]		140	112	147	133000	62300	SPIB
M-21		161	98	137	133000	62300	NLGA, SPIB
M-22		165	105	137	119000	55300	NLGA, SPIB

ادامه جدول۴C. مقادیر مرجع طراحی برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm* (دی‌منژن) با درجه‌بندی مکانیکی ۱، ۲، ۳

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴C استفاده شود							
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه *cm*	مقادیر طراحی به kg/cm^2					مؤسسه قواعد درجه بندی
		خمش F_b	کشش موازی الیاف F_t	فشار موازی الیاف F_C	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته E_{min}	
M-23		168	133	138	126000	58800	NLGA, SPIB
M-24		189	126	147	133000	62300	NLGA, SPIB
M-25		193	140	147	154000	9100	NLGA, SPIB
M-26		196	126	151	140000	65100	NLGA, SPIB
M- 27[4]		210	140	168	147000	68600	SPIB
M-28		154	112	133	119000	55300	SPIB
M-29		109	60	116	119000	55300	SPIB
M-30		144	74	130	119000	55300	SPIB
M-31		200	112	151	133000	62300	SPIB
M-32		53	30	65	98000	45500	SPIB
M-33		60	33	68	98000	45500	SPIB
M-34		68	39	102	112000	52500	SPIB
M-35		74	40	105	112000	52500	SPIB
M-36		84	46	109	112000	52500	SPIB
M-37		88	51	112	112000	52500	SPIB
M-38		105	63	116	112000	52500	SPIB
M-39		116	71	123	119000	55300	SPIB
M-40		130	82	130	119000	55300	SPIB

جدول C۴. زیر نویس‌ها

۱. چوب دی منژن (به ضخامت ۵ تا $۱۰cm$. مقادیر طراحی در جدول در مورد چوب آلاتی کاربرد دارند که در محیط نصب خشک مثل اغلب سازه های مسقف مصرف خواهند شد. برای چوب های به ضخامت ۵ تا $۱۰cm$، باید از اندازه های خشک رنده شده استفاده شود (به جدول A۱ رجوع شود)، صرفنظر از رطوبت زمان تولید یا مصرف. در محاسبه مقادیر طراحی، افزایش مقاومت و سفتی که به علت خشک شدن چوب اتفاق می افتد، لحاظ شده است و همین طور کاهش بُعد وقتی چوب همکشیده می شود.

۲. جرم ویژه، G، برش موازی الیاف، F_v و فشار عمود برالیاف، $F_{c\perp}$. مقادیر جرم ویژه، G، تنش برشی موازی الیاف، F_v و فشار عمود بر الیاف، $F_{c\perp}$ در جـــدول زیر برای چوب درجه بندی شده با ماشین برحسب تنش (MSR) و چوب ارزیابی شده با ماشین (MEL)، ارائه شدند. برای گـونه یا گروه گونه هایی که در جدول زیر نشان داده نشدند، از مقادیر G، F_v و$F_{c\perp}$ چوب آلات درجه بندی شده نظری می توان استفاده کرد. مقادیر بیشتر G ممکـن است بـا (a). تدوین شده توسط مؤسسه تحریر قواعد درجه بندی یا (b) تأیید شده توسط کنترل کیفیت (روی مهر درجه کیفیت)، به دست آورد. اگر روی مهر کیفیت مقدار متفاوت G داده شده باشد. F_v و $F_{c\perp}$ را می توان طبق الزام های درجه بندی محاسبه کرد.

گونه	مدول الاستیسیته E $10^3\ kg/cm^2$	مقادیر طراحی: جرم ویژه G	برش موازی الیاف F_v	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	مؤسسه قواعد
	70و بیشتر	0.50	13	44	WCLIB , WWPA
دوگلاس- لاریکس	140	0.51	13	47	
	147	0.52	13	48	
	154	0.53	13	50	WWPA
	161	0.54	13	51	
	168	0.55	13	53	
	70و بیشتر	0.50	12	44	WCLIB
دوگلاس-لاریکس	140	0.51	12	47	
	147	0.52	12	48	
	154	0.53	12	50	WCLIB
	161	0.54	12	51	
	168	0.55	12	53	
دوگلاس- لاریکس(شمال)	84-133	0.49	13	44	NLGA
	140-154	0.53	13	50	
	161و بیشتر	0.57	13	50	NLGA
دوگلاس (جنوب)	70و بیشتر	0.46	13	37	WWPA
نوئل انجمن- کاج کنتاراتا	70و بیشتر	0.38	9	23	WWPA
	105و بیشتر	0.46	11	39	WWPA
هملاک- نراد	70و بیشتر	0.43	10	35	WCLIB
	116	0.43	11	28	WWPA
	119	0.44	11	36	
	126	0.45	11	37	
	133	0.46	11	39	WCLIB, WWPA
	140	0.47	12	41	
	147	0.48	12	42	
	154	0.49	12	44	

گونه	مدول الاستیسیته E $10^3\ kg/cm^2$	مقادیر طراحی			مؤسسه قواعد
		جرم ویژه G	برش موازی الیاف F_v	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	
	161	0.50	12	45	
	168	0.51	12	47	
	168	0.52	13	48	
هملاک- نراد (شمال)	70و بیشتر	0.46	10	28	NLGA
کاج جنوب	70و بیشتر	0.55	12	40	SPIB
	105	0.57	13	56	SPIB
	133و بیشتر	0.57	13	56	SPIB
نوئل- کاج- نراد	84و بیشتر	0.42	9	30	NLGA
	126-133	0.46	11	37	NLGA
	140و بیشتر	0.50	12	43	NLGA
نوئل- کاج- نراد (جنوب)	70و بیشتر	0.36	9	23	NELMA, NSLB, WCLIB, WWPA
	84-133	0.42	11	33	NELMA, NSLB, WCLIB, WWPA
	84-119	0.42	11	33	WWPA
	126-133	0.46	11	39	
	140و بیشتر	0.50	12	45	NELMA, NSLB, WWPA
سروهای غرب	70و بیشتر	0.36	11	30	WCLIB, WWPA
چوب های غرب	70و بیشتر	0.36	9	23	WCLIB, WWPA

۳. مدول الاستیسیته، E و کشش موازی الیاف، F_t . با مقادیر داده شده برای طراحی خمش، F_b مقدار مدول الاستیسیته، E و کشش موازی الیاف، F_t ممکن است برحسب گونه، رویشگاه یا سایر متغیرها، تغییر داشته باشد. مقادیر E و F_t ارائه شده در رده F_b در جدول C۴، مقادیری هستند که به هر سطح F_b مربوط می باشند. مهرهای درجه کیفیت ممکن است مقادیر بالاتر یا پایین تری را نشان دهند، به ویژه اگر رده بندی درجه کیفیت با ماشین انجام شده باشد. اگر مقادیر E و F_t روی مهر درجه با مقدار مرتبط با F_b در جدول C۴ متفاوت باشد، مقادیر روی مهر را باید در طراحی استفاده کرد و مقدار F_C مرتبط با F_b جدول C۴ را به کار برد.

۴. فشار موازی الیاف، F_C. این درجه کیفیت به توصیف F_C و کنترل کیفیت نیاز دارد.

ضرایب تنظیم جدول 4D

ضریب اندازه، C_F

اگر ارتفاع مقطع، d در تیر، تیر فرعی و چهارتراش از $30cm$ بیشتر باشد مقدار F_b در جدول باید در ضریب اندازه که با رابطه زیر به دست می‌آید، ضرب شود.

$$C_F = (\frac{30}{d})^{\frac{1}{9}}$$

در صورتی که تیرها و تیرهای فرعی در سطح پهن خود زیر بار قرار گیرند، مقادیر طراحی مربوط در جدول باید در ضرایب اندازه طبق جدول زیر ضرب شوند.

ضریب اندازه، C_F

درجه کیفیت	F_b	$E_{\min}$, E	سایر خواص
منتخب ساختمانی	0.86	1	1
درجه 1	0.74	0.90	1
درجه 2	1	1	1

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

چوب وقتی در جایی مصرف شود که رطوبت آن طی مدتی به نسبت طولانی بیش از ۱۹٪ شود، مقادیر طراحی باید در ضریب وضعیت محیط تر طبق جدول زیر (کاج جنوب و مختلط کاج جنوب)، ضرب شوند.

ضرایب وضعیت محیط تر، C_M

$E_{\min}$, E	F_C	$F_{C\perp}$	F_v	F_t	F_b
1	0.91	0.67	1	1	1

جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳*cm*×۱۳*cm* و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه *cm*	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
سرو آلاسکا										
WCLIB	0.47	30800	84000	65	37	11	47	98	تخته و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		30800	84000	54	37	11	33	81		درجه ۱
		25900	70000	35	37	11	21	53		درجه ۲
		30800	84000	68	37	11	49	91	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		30800	84000	60	37	11	40	74		درجه ۱
		25900	70000	42	37	11	25	44		درجه ۲
سرو باتلاقی										
SPIB	0.43	32900	91000	74	43	14	53	81	13*13	منتخب ساختمانی
		32900	91000	65	43	14	47	70		درجه ۱
		25900	70000	42	43	12	30	44		درجه ۲
نراد بالسام										
NELMA NSLB	0.36	35700	98000	67	21	9	63	95	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		35700	98000	56	21	9	53	77		درجه ۱
		28000	77000	35	21	9	25	51		درجه ۲
		35700	98000	70	21	9	58	88	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		35700	98000	61	21	9	47	70		درجه ۱
		28000	77000	28	21	9	26	40		درجه ۲
راش- توس- داغداغان										
NELMA NSLB	0.71	38500	105000	68	50	13	68	116	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		38500	105000	58	50	13	49	98		درجه ۱
		28000	84000	37	50	13	32	63		درجه ۲
		38500	105000	74	50	13	74	109	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		38500	105000	63	50	13	60	88		درجه ۱
		28000	84000	30	50	13	33	51		درجه ۲

ادامه جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳cm×۱۳cm و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه cm	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
										نوئل سیتکا ساحلی
NLGA	0.43	38500	105000	54	32	8	47	81	تخته و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		38500	105000	46	32	8	33	67		درجه ۱
		30800	84000	30	32	8	23	44		درجه ۲
		38500	10500	58	32	8	51	77	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		38500	105000	51	32	8	40	61		درجه ۱
		30800	84000	35	32	8	25	37		درجه ۲
										دوگلاس- لاریکس
WCLIB	0.5	43400	119000	91	51	12	77	133	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی ریزبافت
		40600	112000	77	44	12	67	112		منتخب ساختمانی
		43400	119000	77	51	12	54	109		درجه ۱ ریزبافت
		40600	112000	65	44	12	47	95		درجه ۱
		32900	91000	42	44	12	30	61		درجه ۲
		43400	119000	95	51	12	81	123	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی ریزبافت
		40600	112000	81	44	12	0	105		منتخب ساختمانی
		43400	119000	84	51	12	67	98		درجه ۱ ریزبافت
		40600	112000	70	44	12	58	84		درجه ۱
		32900	91000	49	44	12	33	53		درجه ۲
WWPA	0.5	43400	119000	91	51	12	77	133	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی ریزبافت
		40600	112000	77	44	12	67	112		منتخب ساختمانی
		43400	119000	77	51	12	54	109		درجه ۱ ریزبافت
		40600	112000	65	44	12	47	95		درجه ۱
		35700	98000	49	51	12	35	70		درجه ۲ ریزبافت
		32900	91000	42	44	12	30	61		درجه ۲

ادامه جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳cm×۱۳cm و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه cm	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
WWPA	0.5	43400	119000	95	51	12	81	123	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی ریزبافت
		40600	112000	81	44	12	70	105		منتخب ساختمانی
		43400	119000	84	51	12	67	98		درجه ۱ ریزبافت
		40600	112000	70	44	12	58	84		درجه ۱
		35700	98000	58	51	12	39	60		درجه ۲ ریزبافت
		32900	91000	49	44	12	33	53		درجه ۲
دوگلاس- لاریکس (شمال)										
NLGA	0.49	40600	112000	77	44	12	67	112	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		40600	112000	65	44	12	47	91		درجه ۱
		32900	91000	42	44	12	30	61		درجه ۲
		40600	112000	81	44	12	70	105	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		40600	112000	70	44	12	58	84		درجه ۱
		32900	91000	49	44	12	33	51		درجه ۲
دوگلاس (جنوب)										
WWPA	0.46	30800	84000	70	36	12	63	109	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		30800	84000	60	36	12	44	91		درجه ۱
		25900	70000	39	36	12	30	58		درجه ۲
		30800	84000	74	36	12	67	102	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		30800	84000	65	36	12	54	81		درجه ۱
		25900	70000	46	36	12	32	47		درجه ۲

ادامه جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳cm×۱۳cm و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه cm	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
هملاک (شرق)										
NELMA NSLB	0.41	30800	84000	67	39	11	65	95	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی درجه ۱
		30800	84000	56	39	11	54	81		
		25900	63000	39	39	11	26	53		درجه ۲
		30800	84000	70	39	11	60	0	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی درجه ۱
		30800	84000	61	39	11	49	74		
		25900	63000	28	39	11	28	42		درجه ۲
هملاک شرق- تامارک										
NELMA NSLB	0.41	30800	84000	67	39	11	65	98	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی درجه ۱
		30800	84000	56	39	11	54	81		
		25900	63000	35	39	11	26	53		درجه ۲
		30800	84000	70	39	11	61	91	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی درجه ۱
		30800	84000	61	39	11	49	74		
		25900	63000	28	39	11	28	42		درجه ۲
هملاک شرق- تامارک (شمال)										
NLGA	0.47	32900	91000	67	39	12	60	102	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی درجه ۱
		32900	91000	56	39	12	42	84		
		28000	77000	35	39	12	28	54		درجه ۲
		32900	91000	70	39	12	63	0	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی درجه ۱
		32900	91000	61	39	12	51	77		
		28000	77000	42	39	12	30	46		درجه ۲

ادامه جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳cm×۱۳cm و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه cm	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
										نوئل شرق
NELMA NSLB	0.41	35700	98000	53	27	9	51	74	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی درجه ۱
		35700	98000	44	27	9	42	63		
		25900	70000	26	27	9	19	40		درجه ۲
		35700	98000	54	27	9	47	70	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی درجه ۱
		35700	98000	47	27	9	39	56		
		25900	70000	21	27	9	21	32		درجه ۲
										کاج سفید شرق
NELMA NSLB	0.36	28000	77000	47	25	9	49	74	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی درجه ۱
		28000	77000	40	25	9	42	61		
		23100	63000	28	25	9	19	40		درجه ۲
		28000	77000	51	25	9	46	68	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی درجه ۱
		28000	77000	44	25	9	37	56		
		23100	63000	23	25	9	21	32		درجه ۲
										هملاک- نراد
WCLIB WWPA	0.43	32900	91000	65	28	10	53	91	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی درجه ۱
		32900	91000	53	28	10	37	74		
		28000	77000	35	28	10	25	47		درجه ۲
		32900	91000	68	28	10	56	84	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی درجه ۱
		32900	91000	60	28	10	46	68		
		28000	77000	40	28	10	26	40		درجه ۲

ادامه جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳*cm*×۱۳*cm* و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه *cm*	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
هملاک- نراد (شمال)										
NLGA	0.46	32900	91000	63	28	9	51	88	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		32900	91000	53	28	9	35	70		درجه ۱
		28000	77000	33	28	9	23	47		درجه ۲
		32900	91000	67	28	9	54	81	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		32900	91000	60	28	9	44	65		درجه ۱
		28000	77000	40	28	9	26	39		درجه ۲
مختلط افرا										
NELMA	0.55	28000	77000	51	43	13	49	81	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		28000	77000	42	43	13	35	68		درجه ۱
		23100	63000	26	43	13	23	44		درجه ۲
		28000	77000	53	43	13	51	77	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		28000	77000	46	43	13	42	61		درجه ۱
		23100	63000	21	43	13	25	35		درجه ۲
مختلط بلوط										
NELMA	0.68	25900	70000	58	56	11	56	95	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		25900	70000	49	56	11	39	81		درجه ۱
		20300	56000	32	56	11	26	51		درجه ۲
		25900	70000	61	56	11	60	88	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		25900	70000	54	56	11	47	70		درجه ۱
		20300	56000	25	56	11	28	40		درجه ۲

ادامه جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳cm×۱۳cm و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه cm	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
مختلط کاج جنوب										
SPIB	0.51	32900	91000	63	26	12	0	105	13*13	منتخب ساختمانی
		32900	91000	56	26	12	63	95	و	درجه ۱
		25900	70000	37	26	12	39	60	بزرگ نر	درجه ۲
هملاک کوهستانی										
WCLIB WWPA	0.47	28000	77000	61	40	12	54	95	تیر و	منتخب ساختمانی
		28000	77000	51	40	12	39	77	تیر فرعی	درجه ۱
		23100	63000	33	40	12	26	51		درجه ۲
		28000	77000	65	40	12	58	88	چهارچوب	منتخب ساختمانی
		28000	77000	56	40	12	47	70	و	درجه ۱
		23100	63000	39	40	12	28	44	چهارتراش	درجه ۲
کاج شمال										
NELMA NSLB	0.42	32900	91000	60	30	9	60	88	تیر و	منتخب ساختمانی
		32900	91000	51	30	9	49	74	تیر فرعی	درجه ۱
		25900	70000	32	30	9	25	47		درجه ۲
		32900	91000	63	30	9	56	81	چهارچوب	منتخب ساختمانی
		32900	91000	56	30	9	46	67	و	درجه ۱
		25900	70000	26	30	9	26	39	چهارتراش	درجه ۲

ادامه جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳cm×۱۳cm و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه cm	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
سرخ بلوط شمال										
NELMA	0.68	32900	91000	67	62	14	67	112	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		32900	91000	56	62	14	47	95		درجه ۱
		25900	70000	35	62	14	30	61		درجه ۲
		32900	91000	70	62	14	70	105	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		32900	91000	61	62	14	56	84		درجه ۱
		25900	70000	28	62	14	33	49		درجه ۲
سرو سفید شمال										
NELMA	0.31	18200	49000	42	26	8	42	63	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		18200	49000	35	26	8	35	53		درجه ۱
		15400	42000	23	26	8	18	35		درجه ۲
		18200	49000	46	26	8	40	60	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		18200	49000	39	26	8	32	47		درجه ۱
		15400	42000	18	26	8	18	28		درجه ۲
کاج پوندروزا										
NLGA	0.43	28000	77000	53	37	9	51	77	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		28000	77000	44	37	9	35	65		درجه ۱
		23100	63000	28	37	9	21	42		درجه ۲
		28000	77000	56	37	9	47	70	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		28000	77000	49	37	9	39	58		درجه ۱
		23100	63000	23	37	9	23	33		درجه ۲

ادامه جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳cm×۱۳cm و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه cm	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
										سرخ افرا
NELMA	0.58	38500	105000	63	43	14	61	105	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		38500	105000	53	43	14	44	88		درجه ۱
		30800	84000	33	43	14	28	56		درجه ۲
		38500	105000	67	43	14	65	98	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		38500	105000	58	43	14	53	81		درجه ۱
		30800	84000	26	43	14	30	46		درجه ۲
										سرخ بلوط
NELMA	0.67	30800	84000	58	57	11	56	95	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		30800	84000	49	57	11	39	81		درجه ۱
		25900	70000	32	57	11	26	51		درجه ۲
		30800	84000	61	57	11	60	88	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		30800	84000	54	57	11	47	70		درجه ۱
		25900	70000	25	57	11	28	40		درجه ۲
										سرخ کاج
NLGA	0.44	28000	77000	51	31	9	44	74	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		28000	77000	42	31	9	32	61		درجه ۱
		23100	63000	26	31	9	21	40		درجه ۲
		28000	77000	54	31	9	47	70	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		28000	77000	47	31	9	39	56		درجه ۱
		23100	63000	33	31	9	23	33		درجه ۲

ادامه جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳*cm*×۱۳*cm* و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه *cm*	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
										سرخ چوب
RIS	0.44	32900	91000	116	46	10	88	130	13*13 و بزرگ نر	ساختمانی بدون گره
	0.44	32900	91000	84	46	10	67	98		منتخب ساختمانی
	0.37	25900	70000	63	29	10	53	77		منتخب ساختمانی درشت بافت
	0.44	32900	91000	74	46	10	56	84		درجه ۱
	0.37	25900	70000	56	29	10	46	67		درجه ۱ درشت بافت
	0.44	28000	77000	63	46	10	37	70		درجه ۲
	0.37	23100	63000	46	29	10	28	53		درجه ۲ درشت بافت
										نوئل سیتکا
WCLIB	0.43	32900	91000	58	30	10	47	84	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		32900	91000	47	30	10	35	70		درجه ۱
		25900	70000	32	30	10	23	46		درجه ۲
		32900	91000	61	30	10	53	81	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		32900	91000	53	30	10	42	65		درجه ۱
		25900	70000	37	30	10	25	39		درجه ۲
WWPA	0.43	32900	91000	58	30	10	47	84	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		32900	91000	47	30	10	35	70		درجه ۱
		28000	77000	32	30	10	23	46		درجه ۲
		32900	91000	61	30	10	53	81	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		32900	91000	53	30	10	42	65		درجه ۱
		28000	77000	37	30	10	25	39		درجه ۲

ادامه جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳*cm*×۱۳*cm* و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه *cm*	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
										کاج جنوب
SPIB	0.55	40600	112000	77	31	12	84	123	13*13 و بزرگ نر	منتخب ساختمانی ریزبافت
		38500	105000	67	26	12	70	105		منتخب ساختمانی
		40600	112000	68	31	12	74	109		درجه ۱ ریزبافت
		38500	105000	58	26	12	63	95		درجه ۱
		32900	91000	44	31	12	46	68		درجه ۲ ریزبافت
		30800	84000	37	26	12	39	60		درجه ۲
		40600	112000	91	31	12	98	147		منتخب ساختمانی ریزبافت ۸۶
		40600	112000	77	31	12	84	123		منتخب ساختمانی ریزبافت ۷۲
		40600	112000	70	31	12	74	112		منتخب ساختمانی ریزبافت ۶۵
										نوئل- کاج- نراد
NLGA	0.42	32900	91000	54	30	9	46	77	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		32900	91000	44	30	9	32	63		درجه ۱
		25900	70000	30	30	9	21	42		درجه ۲
		32900	91000	56	30	9	49	74	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		32900	91000	49	30	9	39	60		درجه ۱
		25900	70000	35	30	9	23	35		درجه ۲
										نوئل- کاج- نراد (جنوب)
NELMA NSLB WWPA WCLIB	0.36	30800	84000	47	23	9	44	74	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		30800	84000	39	23	9	32	63		درجه ۱
		25900	70000	26	23	9	21	40		درجه ۲
		30800	84000	49	23	9	47	70	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		30800	84000	44	23	9	39	56		درجه ۱
		25900	70000	30	23	9	23	33		درجه ۲

ادامه جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳cm×۱۳cm و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه cm	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
										سروهای غرب
WCLIB WWPA	0.36	25900	70000	61	30	10	47	81	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		25900	70000	51	30	10	33	68		درجه ۱
		20300	56000	33	30	10	23	44		درجه ۲
		25900	70000	65	30	10	51	77	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		25900	70000	56	30	10	42	61		درجه ۱
		20300	56000	39	30	10	25	39		درجه ۲
										سروهای غرب (شمال)
NLGA	0.35	25900	70000	60	30	9	47	81	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		25900	70000	49	30	9	33	65		درجه ۱
		20300	56000	32	30	9	21	44		درجه ۲
		25900	70000	63	30	9	49	74	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		25900	70000	56	30	9	40	61		درجه ۱
		20300	56000	39	30	9	25	35		درجه ۲
										هملاک غرب
WCLIB WWPA	0.47	35700	98000	0	29	12	58	98	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		35700	98000	60	29	12	40	81		درجه ۱
		28000	77000	39	29	12	26	53		درجه ۲
		35700	98000	0	29	12	61	91	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		35700	98000	67	29	12	49	74		درجه ۱
		28000	77000	46	29	12	30	46		درجه ۲

ادامه جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳*cm*×۱۳*cm* و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه *cm*	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
هملاک غرب (شمال)										
NLGA	0.46	35700	98000	70	29	9	58	98	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		35700	98000	60	29	9	40	81		درجه ۱
		28000	77000	39	29	9	26	53		درجه ۲
		35700	98000	77	29	9	61	91	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		35700	98000	67	29	9	49	74		درجه ۱
		28000	77000	46	29	9	30	46		درجه ۲
کاج سفید غرب										
NLGA	0.40	32900	91000	54	26	8	42	74	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		32900	91000	44	26	8	30	60		درجه ۱
		25900	70000	28	26	8	19	39		درجه ۲
		32900	91000	56	26	8	46	68	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		32900	91000	49	26	8	37	54		درجه ۱
		25900	70000	35	26	8	21	32		درجه ۲
چوب های غرب										
WCLIB WWPA	0.36	28000	77000	53	24	9	44	74	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی
		28000	77000	44	24	9	32	63		درجه ۱
		23100	63000	30	24	9	21	40		درجه ۲
		28000	77000	56	24	9	47	70	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی
		28000	77000	49	24	9	37	56		درجه ۱
		23100	63000	33	24	9	23	33		درجه ۲

ادامه جدول۴D. مقادیر مرجع طراحی برای چهارتراش با مقطع ۱۳*cm*×۱۳*cm* و بزرگ تر (تیمبرز) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴D استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[4] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه *cm*	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
بلوط سفید										
NELMA	0.73	25900	70000	63	56	14	58	98	تیر و تیر فرعی	منتخب ساختمانی درجه ۱
		25900	70000	54	56	14	40	84		درجه ۲
		20300	56000	33	56	14	26	53		
		25900	70000	67	56	14	61	91	چهارچوب و چهارتراش	منتخب ساختمانی درجه ۱
		25900	70000	58	56	14	49	74		درجه ۲
		20300	56000	28	56	14	28	42		

زیرنویس جدول ۴D:

۱. **چوب دی منژن (به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm*)**. مقادیر طراحی در جدول در مورد چوب‌آلاتی کاربرد دارند که در محیط نصب خشک مثل اغلب سازه‌های مسقف مصرف خواهند شد. برای چوب به ضخامت ۱۳*cm* و ضخیم‌تر، استفاده از اندازه-های تر رنده شده مجاز است (به جدول ۱A رجوع شود)، چون مقادیر طراحی برای کاهش بعد در اثر اتفاق همکشیدگی تنظیم شدند.

۲. **نوئل کاج**. برای به دست آوردن مقادیر طراحی توصیه شده برای نوئل- کاج درجه‌بندی شده با قواعد SPIB، مقادیر متناظر طراحی کاج جنوب در ضریب تبدیل نشان داده شده در جدول زیر ضرب و نتیجه تا نزدیک‌ترین ۷۰۰۰ Kg/cm^2 برای E و ۷۰۰ Kg/cm^2 برای E_{min} گرد می‌شود. برای F_v و $F_{C\perp}$ مقدار ۰/۴ Kg/cm^2 کم‌تر بعدی و برای F_b و F_t ۳/۵ Kg/cm^2 کم‌تر بعدی و برای F_C مقدار ۷۰ Kg/cm^2 بیشتر بعدی در ضریب مربوط ضرب می‌شود.

ضرایب تبدیل برای تعیین مقادیر طراحی نوئل کاج					
خمش F_b	کشش موازی F_t	برش موازی الیاف F_v	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	فشار موازی الیاف F_C	مدول الاستیسیته E_{min} , E
0.78	0.78	0.98	0.73	0.78	0.82

۳. وقتی یک گونه یا گروه های گونه توأم می شوند، مقادیر طراحی حداقل هر خاصیت برای هر گونه یا توأم گونه به کار می رود.

ضرایب تنظیم جدول ۴E

ضریب اندازه، C_F

مقادیر طراحی خمشی چوب لمبه همهٔ گونه‌ها غیر از سرخ‌چوب، بر مبنای $۱۰cm$ ضخامت لمبه است. اگر چوب لمبه به ضخامت $۵\ cm$ یا $۷/۶\ cm$ باشد، مقاومت خمشی مربوط به همهٔ گونه‌ها غیر از سرخ‌چوب باید در ضریب اندازه، طبق جدول زیر ضرب شود.

ضریب اندازه، C_F

ضخامت cm	C_F
5	1.10
7.6	1.04

ضریب اعضای تکراری، C_r

در مقادیر طراحی خمشی اعضای تکراری لمبه ضریب اعضای تکراری $(F_b)(C_r)$ لحاظ شده است.

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

مقادیر طراحی F_b چوب لمبه برای کاربرد روی سطح پهن (بار عمود بر سطح عریض عضو) تنظیم شدند.

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

رطوبت چوب لمبه در محل نصب اگر پس از طی مدتی بیش از ٪۱۹ شود، مقادیر طراحی مربوط باید در ضرایب متناسب، طبق جدول ضرب شوند (برای چوب لمبه خشک از گونه کاج جنوب، مقادیر طراحی چوب تر رنده شده به کار می‌رود و برای محیط تر تنظیمی لازم نیست).

C_Mضرایب وضعیت محیط تر،

$E_{\min}, E$	$F_{C\perp}$	F_b
0.90	0.67	0.85*

* وقتی $(F_b)(C_F) \le 80 \, kg/cm^2$ باشد، $C_M = 1$

جدول۴E. مقادیر مرجع طراحی برای چوب لمبه با درجه بندی نظری[۱و۲]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴E استفاده شود								
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه cm	مقادیر طراحی به kg/cm^2					جرم[3] ویژه G	مؤسسه قواعد درجه بندی
		عضو تنها F_b	عضو تکراری $(F_b)(C_r)$	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	مدول الاستیسیته			
					E	$E_{\min}$		
نراد بالسام								
منتخب	ضخامت-10-5	—	116	—	105000	38500	0.36	NELMA
تجاری	پهنا-30-10	—	98	—	91000	32900		
نوئل سیتکا (ساحلی)								
منتخب	ضخامت-10-5	9	102	455	119000	43400	0.43	NLGA
تجاری	پهنا-30-10	74	84	455	105000	38500		
گونه های ساحلی								
منتخب	ضخامت-10-5	88	102	26	105000	38500	0.43	NLGA
تجاری	10و پهن تر	74	84	26	98000	35700		
دوگلاس- لاریکس								
منتخب × De	ضخامت-10-5	123	140	44	126000	46200	0.50	WCLIB
تجاری × De	پهنا-20-15	102	116	44	119000	43400		
منتخب	ضخامت-10-5	123	140	44	126000	46200	0.50	WWPA
تجاری	10و پهن تر	102	116	44	119000	43400		
دوگلاس- لاریکس (شمال)								
منتخب	ضخامت-10-5	123	140	44	126000	42000	0.49	NLGA
تجاری	10و پهن تر	102	116	44	119000	43400		
دوگلاس (جنوب)								
منتخب	ضخامت-10-5	116	133	36	98000	35700	0.46	WWPA
تجاری	پهنا-30-10	98	112	36	91000	32900		

ادامه جدول E۴. مقادیر مرجع طراحی برای چوب لمبه با درجه بندی نظری[۱و۲]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول E۴ استفاده شود								
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه cm	مقادیر طراحی به kg/cm^2					جرم[3] ویژه G	مؤسسه قواعد درجه بندی
		عضو تنها F_b	عضو تکراری $(F_b)(C_r)$	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	مدول الاستیسیته			
					E	E_{min}		
همالک شرق- تامارک								
منتخب	ضخامت 5-10	—	119	—	91000	32900	0.41	NELMA
تجاری	پهنا 10-30	—	102	—	77000	28000		
همالک شرق- تامارک (شمال)								
منتخب	ضخامت 5-10	105	119	39	91000	32900	0.47	NLGA
تجاری	10و پهن تر	98	102	39	77000	28000		
نوئل شرق								
منتخب	ضخامت 5-10	—	91	—	105000	38500	0.41	NELMA
تجاری	پهنا 10-30	—	77	—	98000	35700		
کاج سفید شرق								
منتخب	ضخامت 5-10	—	91	—	84000	30800	0.36	NELMA
تجاری	پهنا 10-30	—	77	—	77000	28000		
کاج سفید شرق (شمال)								
منتخب	ضخامت 5-10	63	74	25	84000	30800	0.38	NLGA
تجاری	10و پهن تر	54	61	25	77000	28000		
همالک- نراد								
منتخب	ضخامت 5-10	98	112	28	105000	38500	0.43	WCLIB
تجاری	پهنا 15-20	81	95	28	98000	35700		
منتخب	ضخامت 5-10	98	112	28	105000	38500	0.43	WWPA
تجاری	10و پهن تر	81	95	28	98000	35700		

ادامه جدول۴E. مقادیر مرجع طراحی برای چوب لمبه با درجه بندی نظری[۱و۲]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴E استفاده شود								
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه *cm*	مقادیر طراحی به kg/cm^2					جرم[3] ویژه G	مؤسسه قواعد درجه بندی
		عضو تنها F_b	عضو تکراری $(F_b)(C_r)$	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته E_{min}		
هملاک- نراد (شمال)								
منتخب	ضخامت-5-10	95	105	28	105000	38500	0.46	NLGA
تجاری	10و پهن تر	77	91	28	98000	35700		
کاج شمال								
منتخب	ضخامت-5-10	—	109	—	98000	35700	0.42	NELMA
تجاری	پهنا-30-10	—	91	—	91000	32900		
گونه های شمال								
منتخب	ضخامت-5-10	63	74	25	77000	28000	0.35	NLGA
تجاری	10و پهن تر	54	61	25	70000	25900		
سرو سفید شمال								
منتخب	ضخامت-5-10	—	77	—	56000	20300	0.31	NELMA
تجاری	پهنا-30-10	—	67	—	49000	18200		
کاج پوندروزا								
منتخب	ضخامت-5-10	84	98	37	91000	32900	0.43	NLGA
تجاری	10و پهن تر	70	81	37	77000	28000		
سرخ کاج								
منتخب	ضخامت-5-10	81	95	31	91000	32900	0.44	NLGA
تجاری	10و پهن تر	68	77	31	84000	30800		

ادامه جدول۴E. مقادیر مرجع طراحی برای چوب لمبه با درجه بندی نظری[۱و۲]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴E استفاده شود								
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[3] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2 مدول الاستیسیته E_{min}	مدول الاستیسیته E	فشار عمود بر الیاف $F_{c\perp}$	عضو تکراری	عضو تنها F_b	طبقه بندی اندازه cm	گونه و درجات کیفیت تجاری
سرخ چوب								
RIS	0.44	35700	98000	—	151	130	5ضخامت 15پهنا	منتخب ریزبافت
	0.46	28000	77000	—	119	102		منتخب
	0.37	25900	70000	—	95	84		تجاری
	0.37	23100	63000	29	32	32	5ضخامت 10پهنا	لمبه مرغوب
	0.37	23100	63000	29	56	56	5ضخامت 15پهنا	لمبه معمولی
نوئل سیتکا								
WCLIB	0.43	38500	105000	30	105	91	ضخامت-10-5	لمبه منتخب
		32900	91000	30	88	77	پهنا-20-15	لمبه تجاری
کاج جنوب	رنده شده خشک در محیط نصب خشک استفاده شود، رطوبت کم تر از ۱۹٪							
SPIB	0.55	46200	126000	40	161	140	ضخامت-10-5 و پهن تر 5	استاندارد ریزبافت
		40600	112000	40	133	116		منتخب ریزبافت
		40600	112000	40	116	98		منتخب
		40600	112000	40	133	116		تجاری ریزبافت
		40600	112000	40	116	98		تجاری
کاج جنوب	رنده شده تر در هر شرایط محیط نصب استفاده شود							
SPIB	0.55	40600	112000	31	126	112	ضخامت-10-3.8 و پهن تر 10	استاندارد ریزبافت
		35700	98000	31	105	95		منتخب ریزبافت
		35700	98000	26	91	81		منتخب
		35700	98000	31	105	95		تجاری ریزبافت
		35700	98000	26	91	81		تجاری

ادامه جدول۴E. مقادیر مرجع طراحی برای چوب لمبه با درجه بندی نظری[۱و۲]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۴E استفاده شود								
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه *cm*	مقادیر طراحی به kg/cm^2 عضو تنها F_b	عضو تکراری $(F_b)(C_r)$	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته E_{min}	جرم[3] ویژه G	مؤسسه قواعد درجه بندی
نوئل- کاج- نراد								
منتخب	ضخامت-5-10	84	98	30	105000	38500	0.42	NLGA
تجاری	10و پهن تر	0	81	30	91000	32900		
نوئل- کاج- نراد (جنوب)								
منتخب	ضخامت-5-10	81	95	23	98000	35700	0.36	NLMA
تجاری	پهنا-30-10	67	77	23	84000	30800		WWPA
سروهای غرب								
لمبه منتخب	ضخامت-5-10	88	102	30	77000	28000	0.36	
لمبه تجاری	10و پهن تر	74	84	30	70000	25900		WCLIB
منتخب	ضخامت-5-10	88	102	30	77000	28000	0.36	WWPA
تجاری	10و پهن تر	74	84	30	70000	25900		
سروهای غرب (شمال)								
منتخب	ضخامت-5-10	84	98	30	77000	28000	0.35	NLGA
تجاری	پهنا-30-10	74	84	30	70000	25900		
هملاک غرب								
منتخب	ضخامت-5-10	105	123	29	112000	40600	0.47	WCLIB
تجاری	10و پهن تر	91	102	29	98000	35700		

ادامه جدول**E**۴. مقادیر مرجع طراحی برای چوب لمبه با درجه بندی نظری[۲و۱]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول **E**۴ استفاده شود								
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه *cm*	مقادیر طراحی به kg/cm^2					جرم[3] ویژه **G**	مؤسسه قواعد درجه بندی
		عضو تنها F_b	عضو تکراری $(F_b)(C_r)$	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته E_{min}		
هملاک غرب (شمال)								
منتخب	ضخامت 5-10	105	123	29	112000	40600	0.46	NLGA
تجاری	10و پهن تر	91	102	29	98000	35700		
کاج سفید غرب								
منتخب	ضخامت 5-10	77	91	26	98000	35700	0.40	NLGA
تجاری	پهنا 10-30	65	74	26	91000	32900		
چوب های غرب								
منتخب	ضخامت 5-10	81	91	23	84000	30800	0.36	WWPA
تجاری	10و پهن تر	67	77	23	77000	28000		

۱. چوب دی منژن (به ضخامت ۵ تا ۱۰*cm*). مقادیر طراحی در جدول در مورد چوب آلاتی کاربرد دارند که ۱۰*cm* باید از اندازه های خشک رنده شده استفاده شود (به جدول A۱ رجوع شود)، صرفنظر از رطوبت زمان تولید یا مصرف. در محاسبه مقادیر طراحی، افزایش مقاومت و سفتی که به علت خشک شدن چوب اتفاق می افتد، لحاظ شده است و همین طور کاهش بعد وقتی چوب همکشیده می شود.

۲. وقتی یک گونه یا گروه های گونه توأم می شوند، مقادیر طراحی حداقل هر خاصیت برای هر گونه یا توأم گونه به کار برده می شود.

۳. جرم ویژه بر مبنای وزن و حجم خشک شده در اُون.

ضرایب تنظیم جدول ۴F

ضریب اعضای تکراری، C_r

مقاومت خمشی طراحی چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰ cm (دی‌منژن) وقتی به صورت تیرچه، وترهای خرپا، تیر زیرشیرونی (جرزی)، کلاف دیوار، دونعل، لمبه یا عضوی مشابه متصل بهم به کار روند یا که فاصلهٔ بین‌شان بیش از ۶۰cm یا تعدادشان کم‌تر از ۳ عدد در این فاصله نباشد، و با کف، بام یا اعضای دیگر توزیع بار اتصال مقاوم به بار طراحی داشته باشند، در ضریب اعضای تکراری C_F =۱/۱۵ ضرب می‌شود.

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰cm (دی‌منژن) وقتی در جایی مصرف شود که طی مدتی به نسبت طولانی رطوبت آن از ٪۱۹ بیشتر شود، مقاومت‌های مرجع طراحی آن در ضرایب مناسب، طبق جدول زیر، ضرب می‌شوند.

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

$E_{\min}, E$	F_C	$F_{C\perp}$	F_v	F_t	F_b
0.90	0.80**	0.67	0.97	1	0.85*

* وقتی $(F_b)(C_F) \le 80\ kg/cm^2$ باشد، $C_M = 1$

**وقتی $(F_C)(C_F) \le ۵۲\ kg/cm^۲$ باشد، $C_M = 1$

ضریب اندازه، C_F

مقادیر مقاومت‌های خمشی، کشش و فشار موازی الیاف در جدول برای چوب به ضخامت ۵ تا ۱۰cm (دی‌منژن) باید در ضریب اندازه طبق جدول زیر ضرب شوند.

ضریب اندازه، C_F

درجه کیفیت	پهنا (ارتفاع مقطع) cm	F_b ضخامت (عرض) cm		F_t	F_C
		5 و 7.6	10.20		
منتخب ساختمانی درجه ۱ و بهتر درجه ۱ و ۲ درجه ۳	10.2 , 7.6 , 5	1.50	1.50	1.50	1.15
	12.70	1.40	1.40	1.40	1.10
	15.20	1.30	1.30	1.30	1.10
	20.30	1.20	1.30	1.20	1.05
	25.40	1.10	1.20	1.10	1
	30.5	1	1.10	1	1
	35.6 و پهن‌تر	0.90	1	0.90	0.90
ستون کلاف	10, 7.6, 5	1.10	1.10	1.10	1.05
	15.20, 12.70	1	1	1	1
	20.3 و پهن‌تر	از مقاومت‌های مرجع درجه۳ در جدول و ضرایب اندازه استفاده شده			
کنستراکشن	10.2, 7.6, 5	1	1	1	1
یوتیلتی	10	1	1	1	1
	7.6 , 5	0.40	-	0.40	0.6

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

مقاومت‌های خمشی مورد تنظیم با ضرایب اندازه بر مبنای کاربرد روی لبه (بار به سطح باریک وارد می‌شود) هستند. اگر چوب به ضخامت ۵ تا $10cm$ (دی‌منژن) روی سطح پهن به کار روند (بار به سطح پهن عضو وارد می‌شود)، مقاومت‌های خمشی طراحی مربوط باید طبق جدول زیر در ضرایب کاربرد روی سطح پهن ضرب شوند.

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

پهنا (ارتفاع مقطع) cm	ضخامت (عرض) cm	
	7.6 , 5	10.20
7.6 , 5	1	-
10.20	1.10	1
12.70	1.10	1.05
15.20	1.15	1.05
20.30	1.15	1.05
25.4 و پهن‌تر	1.2	1.10

توجه:

برای سهولت استفاده از جـدول ۴F مقاومـت‌هـای طراحـی بـر مبنـای پهنـای اسـمی ۱۰/۲cm (درجـات کنستراکشن، استاندارد و یوتیلتی) یا پهنای اسمی ۱۵/۲cm (درجه ستون کلاف) با سایه مشخص شـدند تـا از مقاومت‌های طراحی بر مبنای پهنای ۳۰/۵cm (درجات منتخب ساختمانی، ۱ و بهتـر، ۱و۲و ۳) تفکیـک شده باشند.

جدول F۴. مقادیر مرجع طراحی چوب غیر از آمریکای شمالی به ضخامت ۵ تا ۱۰cm (دی‌منژن) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول A۴ استفاده شود										
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه cm	مقادیر طراحی به kg/cm^2							جرم[5] ویژه G	مؤسسه قواعد درجه بندی
		خمش F_b	کشش موازی الیاف F_t	برش موازی الیاف F_v	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	فشار موازی الیاف F_C	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته E_{min}		
نوئل اطریشی (اطریش و چک)										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	105	47	12	18	88	119000	43400	0.43	WCLIB
درجه ۱		70	32	12	18	77	112000	40600		
درجه ۲		65	28	12	18	81	105000	38500		
درجه ۳		37	16	12	18	44	91000	32900		
ستون کلاف	5و پهن تر	51	23	12	18	47	91000	32900		
کنستراکشن		74	33	12	18	91	98000	35700		
استاندارد	پهنا 5-10	40	18	12	18	77	91000	32900		
یوتیلتی		19	9	12	18	51	84000	30800		
دوگلاس (فرانسه- آلمان)										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	105	47	14	38	88	133000	48300	0.48	WCLIB
درجه ۱		68	32	14	38	77	119000	43400		
درجه ۲		58	26	14	38	0	105000	38500		
درجه ۳		33	16	14	38	42	91000	32900		
ستون کلاف	5و پهن تر	46	21	14	38	46	91000	32900		
کنستراکشن		65	30	14	38	88	98000	35700		
استاندارد	پهنا 5-10	37	16	14	38	0	91000	32900		
یوتیلتی		18	7	14	38	47	84000	30800		
دوگلاس- لاریکس اروپا (اطریش، چک، آلمان)										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	133	60	14	31	98	126000	46200	0.48	WCLIB
درجه ۱		98	44	14	31	88	119000	43400		
درجه ۲		95	42	14	31	88	112000	40600		
درجه ۳		54	25	14	31	49	98000	35700		
ستون کلاف	5و پهن تر	56	25	14	31	49	98000	35700		
کنستراکشن		70	32	14	31	88	105000	38500		
استاندارد	پهنا 5-10	40	18	14	31	77	91000	32900		
یوتیلتی		19	9	14	31	49	91000	32900		
کاج کوهی (آفریقای جنوبی)										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	68	30	9	23	77	91000	32900	0.45	WCLIB
درجه ۱		46	21	9	23	67	77000	28000		
درجه ۲		42	19	9	23	60	70000	25900		
درجه ۳		25	11	9	23	33	63000	23100		

ادامه جدول **F۴**. مقادیر مرجع طراحی چوب غیر از آمریکای شمالی به ضخامت ۵ تا ***cm*** ۱۰ (دی‌منژن) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول **A۴** استفاده شود										
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه *cm*	مقادیر طراحی به kg/cm^2 خمش F_b	کشش موازی الیاف F_t	برش موازی الیاف F_v	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	فشار موازی الیاف F_C	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته E_{min}	جرم[(5)] ویژه **G**	مؤسسه قواعد درجه بندی
ستون کلاف	5و پهن تر	33	14	9	23	37	63000	23100		
کنستراکشن		47	21	9	23	74	63000	23100	0.45	
استاندارد	پهنا 10-5	26	12	9	23	61	56000	20300		
یوتیلتی		12	5	9	23	40	56000	20300		
نوئل نروژی (لاتویا، استونی و لیتوانی)										
منتخب ساختمانی		84	39	11	30	84	112000	40600		
درجه ۱	5و پهن تر	60	26	11	30	74	98000	35700		
درجه ۲		56	25	11	30	70	91000	32900		
درجه ۳		32	14	11	30	40	77000	28000	0.42	WCLIB
ستون کلاف	5و پهن تر	44	19	11	30	44	77000	28000		
کنستراکشن		63	28	11	30	84	84000	30800		
استاندارد	پهنا 10-5	35	16	11	30	74	77000	28000		
یوتیلتی		18	7	11	30	47	70000	25900		
نوئل نروژی (فنلاند)										
منتخب ساختمانی		95	42	9	15	84	105000	38500		
درجه ۱	5و پهن تر	58	26	9	15	70	98000	35700		
درجه ۲		44	19	9	15	61	84000	30800		
درجه ۳		26	12	9	15	35	77000	28000	0.42	WCLIB
ستون کلاف	5و پهن تر	40	18	9	15	42	77000	28000		
کنستراکشن		51	23	9	15	77	77000	28000		
استاندارد	پهنا 10-5	28	12	9	15	63	70000	25900		
یوتیلتی		14	5	9	15	42	70000	25900		

ادامه جدول **۴F**. مقادیر مرجع طراحی چوب غیر از آمریکای شمالی به ضخامت ۵ تا ۱۰ *cm* (دی‌منژن) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول **۴A** استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[5] ویژه **G**	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه *cm*	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
نوئل نروژی (آلمان، فرانسه و سوئیس)										
WCLIB	0.42	40600	112000	84	25	12	39	84	5و پهن تر	منتخب ساختمانی
		35700	98000	74	25	12	26	58		درجه ۱
		30800	84000	67	25	12	23	51		درجه ۲
		28000	77000	39	25	12	14	30		درجه ۳
		28000	77000	42	25	12	18	40	5و پهن تر	ستون کلاف
		28000	77000	84	25	12	26	58		کنستراکشن
		25900	70000	68	25	12	14	33	پهنا 5-10	استاندارد
		23100	63000	46	25	12	7	16		یوتیلتی
نوئل نروژی (رومانی و اکراین)										
WCLIB	0.38	38500	105000	84	19	7	40	88		منتخب ساختمانی
		35700	98000	74	19	7	26	60	5و پهن تر	درجه ۱
		30800	84000	67	19	7	23	51		درجه ۲
		28000	77000	39	19	7	14	30		درجه ۳
		28000	77000	42	19	7	18	40	5و پهن تر	ستون کلاف
		28000	77000	84	19	7	26	60		کنستراکشن
		25900	70000	70	19	7	14	33	پهنا 5-10	استاندارد
		25900	70000	46	19	7	7	16		یوتیلتی
نوئل نروژی (سوئد)										
WCLIB	0.42	40600	112000	84	20	12	39	88		منتخب ساختمانی
		35700	98000	74	20	12	26	60	5و پهن تر	درجه ۱
		30800	84000	65	20	12	21	47		درجه ۲
		28000	77000	37	20	12	12	28		درجه ۳
		28000	77000	40	20	12	18	39		ستون کلاف

ادامه جدول F۴. مقادیر مرجع طراحی چوب غیر از آمریکای شمالی به ضخامت ۵ تا ۱۰cm (دی‌منژن) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول A۴ استفاده شود										
گونه و درجات کیفیت تجاری	طبقه بندی اندازه cm	مقادیر طراحی به kg/cm^2							جرم[5] ویژه G	مؤسسه قواعد درجه بندی
		خمش F_b	کشش موازی الیاف F_t	برش موازی الیاف F_v	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	فشار موازی الیاف F_C	مدول الاستیسیته E	مدول الاستیسیته E_{min}		
کنستراکشن	پهنا 5-10	54	25	12	20	81	84000	30800	0.42	
استاندارد		30	14	12	20	67	77000	28000		
یوتیلتی		14	7	12	20	44	70000	25900		
کاج نقره ای (اطریش، چک، رومانی و اکراین)										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	91	42	9	19	84	119000	43400	0.50	WCLIB
درجه ۱		63	28	9	19	74	112000	40600		
درجه ۲		54	25	9	19	70	98000	35700		
درجه ۳		32	14	9	19	40	91000	32900		
ستون کلاف	5و پهن تر	42	19	9	19	44	91000	32900		
کنستراکشن		61	28	9	19	84	91000	32900		
استاندارد	پهنا 5-10	35	16	9	19	70	84000	30800		
یوتیلتی		16	7	9	19	47	77000	28000		
کاج نقره ای(لاتویا، استونی و لیتوانی)										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	81	37	9	30	81	105000	38500	0.45	WCLIB
درجه ۱		56	25	9	30	74	98000	35700		
درجه ۲		53	23	9	30	68	84000	30800		
درجه ۳		30	14	9	30	39	77000	28000		
ستون کلاف	5و پهن تر	40	19	9	30	44	77000	28000		
کنستراکشن		60	26	9	30	84	77000	28000		
استاندارد	پهنا 5-10	33	16	9	30	70	70000	25900		
یوتیلتی		16	7	9	30	46	70000	25900		
کاج نقره ای (فنلاند)										
منتخب ساختمانی	5و پهن تر	91	42	11	15	84	105000	38500	0.48	WCLIB
درجه ۱		67	30	11	15	77	98000	35700		
درجه ۲		65	30	11	15	77	91000	32900		
درجه ۳		37	18	11	15	44	84000	30800		
ستون کلاف	5و پهن تر	51	23	11	15	47	84000	30800		
کنستراکشن		74	33	11	15	91	84000	30800		
استاندارد	پهنا 5-10	42	19	11	15	77	77000	28000		
یوتیلتی		19	9	11	15	51	70000	25900		

ادامه جدول F۴. مقادیر مرجع طراحی چوب غیر از آمریکای شمالی به ضخامت ۵ تا ۱۰cm (دی‌منژن) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول A۴ استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[5] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه cm	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی الیاف F_C	فشار عمود بر الیاف $F_{C\perp}$	برش موازی الیاف F_v	کشش موازی الیاف F_t	خمش F_b		
		E_{min}	E							
کاج نقره ای (آلمان) (۴)										
WCLIB	0.53	40600	112000	84	28	11	39	84		منتخب ساختمانی
		35700	98000	74	28	11	26	56	5و پهن تر	درجه ۱
		28000	77000	67	28	11	23	49		درجه ۲
		25900	70000	39	28	11	12	28		درجه ۳
		25900	70000	42	28	11	18	39	5و پهن تر	ستون کلاف
		28000	77000	81	28	11	26	56		کنستراکشن
		25900	70000	68	28	11	14	32	پهنا 5-10	استاندارد
		23100	63000	44	28	11	7	16		یوتیلتی
کاج نقره ای (سوئد)										
WCLIB	0.47	43400	119000	84	29	8	42	95		منتخب ساختمانی
		38500	105000	70	29	8	26	58	5و پهن تر	درجه ۱
		30800	84000	58	29	8	18	40		درجه ۲
		28000	77000	33	29	8	11	23		درجه ۳
		28000	77000	37	29	8	14	32	5و پهن تر	ستون کلاف
		30800	84000	74	29	8	21	46		کنستراکشن
		28000	77000	60	29	8	12	26	پهنا 5-10	استاندارد
		25900	70000	39	29	8	5	12		یوتیلتی
نراد نقره ای (آلمان، فرانسه، سوئیس)										
WCLIB	0.43	38500	105000	77	28	9	30	67		منتخب ساختمانی
		35700	98000	68	28	9	23	51	5و پهن تر	درجه ۱
		32900	91000	67	28	9	23	51		درجه ۲
		28000	77000	39	28	9	14	30		درجه ۳
		28000	77000	42	28	9	18	40		ستون کلاف

ادامه جدول F۴. مقادیر مرجع طراحی چوب غیر از آمریکای شمالی به ضخامت ۵ تا ۱۰cm (دی‌منژن) با درجه بندی نظری[۱و۳]

(مقادیر مرجع طراحی برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند، مگر غیر از این اعلام شود. به ۴-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول A۴ استفاده شود										
مؤسسه قواعد درجه بندی	جرم[5] ویژه G	مقادیر طراحی به kg/cm^2							طبقه بندی اندازه cm	گونه و درجات کیفیت تجاری
		مدول الاستیسیته		فشار موازی	فشار عمود بر	برش موازی	کشش موازی	خمش		
		E_{min}	E	الیاف F_C	الیاف $F_{C\perp}$	الیاف F_v	الیاف F_t	F_b		
		30800	84000	81	28	9	26	58		کنستراکشن
		28000	77000	68	28	9	14	33	پهنا 5–10	استاندارد
		25900	70000	46	28	9	7	16		یوتیلتی
کاج جنوب- می سیون (آرژانتین)										
		30800	84000	81	31	11	35	77		منتخب ساختمانی
		28000	77000	70	31	11	25	54	5و پهن تر	درجه ۱
		28000	77000	67	31	11	23	51		درجه ۲
WCLIB	0.45	23100	63000	39	31	11	14	30		درجه ۳
		23100	63000	42	31	11	18	40	5و پهن تر	ستون کلاف
		25900	70000	81	31	11	26	58		کنستراکشن
		23100	63000	68	31	11	14	33	پهنا 5–10	استاندارد
		20300	56000	46	31	11	7	16		یوتیلتی
کاج جنوب- می سیون (آرژانتین) بدون آبخور متوسط بافت										
		38500	105000	88	50	15	54	119		منتخب ساختمانی
		38500	105000	81	50	15	37	81	5و پهن تر	درجه ۱
		38500	105000	77	50	15	32	70		درجه ۲
WCLIB	0.54	35700	98000	46	50	15	18	40		درجه ۳
		35700	98000	49	50	15	25	56	5و پهن تر	ستون کلاف
		35700	98000	95	50	15	37	81		کنستراکشن
		32900	91000	81	50	15	21	46	پهنا 5–10	استاندارد
		30800	84000	53	50	15	9	21		یوتیلتی

۱. چوب آلات دی منژن (۵ تا ۱۰ cm ضخامت). مقادیر طراحی در جدول در مورد چوب آلاتی کاربرد دارند که در محیط نصب خشک، مثل اغلب سازه های مسقف مصرف خواهند شد.

برای چوب های به ضخامت ۵ تا ۱۰cm، باید از اندازه های خشک رنده شده استفاده شود (به جدول A۱ رجوع شود)، صرفنظر از رطوبت زمان تولید یا مصرف. در محاسبه مقادیر طراحی، افزایش مقاومت و سفتی که به علت خشک شدن چوب اتفاق می افتد، لحاظ شده است و همین طور کاهش بعد وقتی چوب همکشیده می شود.

۲. مقادیر طراحی فقط برای چوب با مقطع ۵× ۱۰ cm کاربرد دارند و نباید در ضریب اندازه ضرب شوند.

۳. وقتی یک گونه یا گروه های گونه توأم می شوند، مقادیر طراحی حداقل هر خاصیت برای هر گونه یا توأم گونه به کار برده می شود.

۴. شامل ایالت های Saarland و Baden-Wurttemburg نیست.

۵. جرم ویژه بر مبنای وزن و حجم خشک شده در اُون.

ضرایب تنظیم جدول ۵A

ضریب حجم، C_V

مقادیر طراحی در جدول برای بار عمود بر سطوح عریض لایه‌ها، F_{bx} در اعضای خمشی سازه‌ای لایه‌ای، باید در ضریب حجم حاصل از رابطه زیر ضرب شوند:

$$C_V = (\frac{6.4}{L})^{\frac{1}{x}} (\frac{30}{d})^{\frac{1}{x}} (\frac{13}{b})^{\frac{1}{x}} \leq 1$$

در آن:

L– طول عضو خمشی بین نقاط با لنگر صفر، m

d– ارتفاع مقطع عضو خمشی، cm

b– پهنای (عرض) عضو خمشی، cm. اگر لایه‌ها چند جزیی باشند، b برابر پهنای عریض‌ترین جز در چیدمان است، و بنابراین $cm\, b \leq ۲۷/۳$

x = ۲۰ برای کاج جنوب

x = ۱۰ برای بقیه گونه‌ها

از ضریب حجم همزمان با ضریب ثبات تیر استفاده نمی‌شود (به ۵–۳–۶ رجوع شود). بنابراین هر کدام از این دو ضریب که کوچک‌تر باشد، به کار می‌رود.

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

مقادیر مقاومت خمشی طراحی برای حالت موازی بار با سطوح پهن لایه‌ها، F_{by} در جدول، وقتی بعد موازی سطوح پهن لایه‌ها کم‌تر از $۳۰cm$ باشد، باید در ضرایب کاربرد روی سطح پهن، طبق جدول زیر ضرب شوند.

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

C_{fu}	**بعد عضو در جهت موازی سطح عریض لایه‌ها، *cm***
1.01	27.30 یا 26.70
1.04	22.20 یا 21.60
1.07	17.20
1.10	13 یا 12.70
1.16	7.94 یا 7.60
1.19	6.40

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

هر جا که از چوب سازه‌ای لایه استفاده می‌شود، اگر رطوبت چوب ٪۱۶ یـا بیشـتر شـود، مقـادیر طراحـی مربوط باید در ضریب مناسب طبق جدول زیر ضرب شوند.

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

$E_{\min}, E$	F_C	$F_{C\perp}$	F_v	F_t	F_b
0.833	0.73	0.53	0.875	0.80	0.80

جدول ۵A. مقادیر مرجع طراحی چوب سازه ای لایه ای سوزنی برگ

(اعضا به طور عمده تحت تنش خمشی قرار می گیرند) (مقادیر طراحی در جدول برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۵-۳ آیین نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول ۵A استفاده شود																
	خمش حول محور X-X بار عمود بر سطح عریض لایه ها						خمش حول محور Y-Y بار موازی سطح عریض لایه ها					زیر بار محوری			اتصال دهنده ها
ردهٔ تنش	الیاف لبه زیر تنش خمشی		فشار عمود بر الیاف	برش موازی الیاف	مدول الاستیسیته	مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون	الیاف لبه زیر تنش خمشی	فشار عمود بر الیاف	برش موازی الیاف	مدول الاستیسیته	مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون	کشش موازی الیاف	فشار موازی الیاف	مدول الاستیسیته	جرم ویژه برای طراحی اتصال
	ناحیه کششی در کشش لنگر مثبت	ناحیه فشاری در کشش لنگر منفی													
	kg/cm^2 :														G
	F_{bx}^{+}	F_{bx}^{-} (1)	$F_{C\perp x}$	F_{vx} (4)	E_x 10^3	$E_{x\min}$ 10^3	F_{by}	$F_{C\perp y}$	F_{vy} (4) (5)	E_y 10^3	$E_{y\min}$ 10^3	F_t	F_c	E_{axial}	
112F-91E	112	65	22	14	9	5	56	22	12	8	4	47	65	0.084	0.41
140F-105E	140	77	30	15	11	5	56	22	13	8	4	51	65	0.091	0.41
168F-119E	168	102	35	15	12	6	74	22	13	9	5	54	70	0.098	0.42
168F-126E	168	101**(2)**	46	19**(3)**	13	7	102	39	16**(3)**	11	6	77	112	0.119	0.50 (10)
182F-133E (7)	182	137	46	19	13	7	112	39	16	11	6	81	112	0.119	0.50 (10)
196F-147E SP (7)	196	161	52	21	15	8	112	46	18	12	6	88	123	0.119	0.55
210F-147E SP (7) (8)	210	168	52	21	15	8	123	46	18	12	6	88	123	0.119	0.55

۱. در چیدمان متوازن $\mathbf{F^{+}_{bx}}$ هر رده تنش باید مساوی $\mathbf{F^{-}_{bx}}$ باشد. وقتی چیدمان متوازن لازم باشد، طراح باید تعیین کند.

۲. افزایش خمشی منفی، F^{-}_{bx} تا ۱۳۰ kg/cm^2 برای دوگلاس مجاز است و برای توأم معین کاج جنوب تا ۱۳۶ kg/cm^2 مجاز می باشد. طراح باید لزوم این افزایش تنش را تعیین کند.

۳. برای چوب سازه ای لایه ای از کاج جنوب تنش برشی موازی الیاف پایه F_{vx} و F_{vy} به ترتیب تا ۲۱ و ۱۸ kg/cm^2 قابل افزایش هستند.

۴. مقادیر طراحی F_{vx} و F_{vy} برای اعضای غیر هرمی، دارای چاک خوردگی و همین طور اعضای در معرض بار شوک و یا دوره ای، با ضریب ۷۲/۰ کاهش داده می شود. مقدار کاهش یافته طراحی باید در طراحی عضو در محل اتصالی به کار رود که در آن انتقال نیروی بر شی توسط اتصال دهنده مکانیکی صورت می گیرد (آیین نامه ۳-۴-۳-۳). از مقدار کاهش یافته طراحی برای تعیین مقدار طراحی مجاز کشش شعاعی هم استفاده می شود (آیین نامه ۵-۲-۲).

۵. مقادیر طراحی برای چوب سازه ای لایه ای با لایه های یکپارچه یا درز شده می باشند. اگر لایه ها چند جزئی (چند تکه ای) بدون درز باشند، مقادیر طراحی برای چوب سازه ای لایه ای ۵، ۷ یا ۹ لایه باید در ضریب ۴/۰ ضرب شوند و از آن اعضای دیگر در ۵/۰. این کاهش با تنظیم زیرنویس ۴، جمع شونده است.

۶. توأم یعنی از چوب کاج جنوب ممکن است حاوی گرد پهلویی باشد. اگر چوب در هر دو سمت گـــرد پهلویی مجاز داشتـه باشد، مقدار طراحی F_{vx} باید در ۶۷/۰ ضرب شود. اگر گـــرد پهلویی محدود به یک طرف باشد، F_{vx} در ۸۳/۰ ضرب می شود. این کاهش با تنظیم زیرنویس ۴، جمع شونده است.

۷. تیرهای F, 182F-133E۲۱۰ را همهٔ تولیدکنندگان، تولید نمی کنند. بنابراین از نظر موجودی شان محدودیت وجود دارد و باید از سازندگان اطلاع کسب کنند.

۸. پهنای تیرهای توأم F۲۱۰ به ۱۵ cm محدود است.

۹. اعضای F۱۹۶ و F۲۱۰ با بیش از ۱۵ لایه $E_x = ۱۴۰۰۰۰\ kg/cm^2$ و $E_{x\min} = ۷۳۰۰۰\ kg/cm^2$ دارند.

۱۰. برای چوب سازه ای لایه ای از کاج جنوب، افزایش جرم ویژه برای طراحی اتصال دهنده تا ۵۵/۰ مجاز است.

جدول ۵A. توسعه داده شده. مقادیر مرجع طراحی برای چوب سازه ای لایه ای از توأم های سوزنی برگان[1]

(اعضا به طور عمده زیر تنش خمشی قرار می گیرند). (مقادیر در جدول برای مدت نرمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند). جدول توسعه داده شده ۵A توسعه صورتی از چوب سازه ای لایه ای توأم ها از AITC -۱۱۷ و APA-EWSY۱۱۷ هستند که با الزام های هر ردهٔ تنش در سیستم رده جدید تنش چوب سازه‌ای لایه مطابقت دارند. جدول ۵A برای سهولت تبدیل از علائم توأم قدیمی به سیستم جدید رده تنش، تهیه شده است.

با ضرایب تنظیم جدول ۵A استفاده شود																		
		خمش حول محور X-X بار عمود بر سطح پهن لایه ها							خمش حول محور Y-Y بار موازی سطح پهن لایه ها					زیر بار محوری			اتصال دهنده ها	
		الیاف لبه زیر تنش خمشی		فشار عمود بر الیاف		برش موازی الیاف(۳)	مدول الاستیسیته	مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون	الیاف لبه زیر تنش خمشی	فشار عمود بر الیاف	برش موازی الیاف(۴)	مدول الاستیسیته	مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون	کشش موازی الیاف	فشار موازی الیاف	مدول الاستیسیته	جرم ویژه برای طراحی اتصال	
علامت توأم	گونه مغزی/ بیرون	ناحیه کششی زیر تنش کششی(۲)	ناحیه فشاری زیر تنش کششی	سمت کشش	سمت فشار												سطح رو یا زیر	سطح پهلو
		kg/cm^2 :																
		F_{bx}^{+}	F_{bx}^{-}	$F_{C\perp x}$		F_{vx}	E_x 10^3	$E_{x\min}$ 10^3	F_{by}	$F_{C\perp y}$	F_{vy}	E_y 10^3	$E_{y\min}$ 10^3	F_t	F_c	E_{axial}	G	
112F- 91000E		**112**	**65**	**22**		**14**	91	47	**56**	**22**	**12**	77	40	**47**	**65**	**0.084**	**0.42**	
112F-V6	DF/DF	112	112	39	39	19	105	55	102	39	16	105	55	63	109	0.112	0.5	0.5
112F-E2	DF/DF	112	74	26	26	15	91	47	84	26	13	91	47	58	84	0.098	0.43	0.43
112F-E3	DF/DF	112	84	39	39	15	112	58	102	39	13	105	55	65	112	0.112	0.5	0.5
112F-E6	DF/DF	112	112	39	39	19	112	58	109	0	16	105	55	68	112	0.112	0.5	0.5
112F-E7	DF/DF	112	112	26	26	15	98	51	102	26	13	98	51	0	102	0.105	0.43	0.43
112F-V2	SP/SP	112	95	46	46	21	98	51	102	46	18	98	51	68	95	0.105	0.55	0.55
112F-V3	SP/SP	112	102	52	52	21	98	51	102	46	18	98	51	65	98	0.098	0.55	0.55
112F-V5	SP/SP	112	112	46	46	21	98	51	123	46	18	98	51	70	105	0.105	0.55	0.55
112F-E1	SP/SP	112	88	46	46	21	112	58	123	46	18	105	55	74	0	0.112	0.55	0.55
112F-E3	SP/SP	112	112	46	46	21	112	58	123	46	18	105	55	7	0	0.112	0.55	0.55
140F- 105000E		**140**	**77**	**140**		**15**	105	55	**56**	**22**	**13**	84	43	**51**	**65**	**0.091**	**0.42**	
140F-V3	DF/DF	140	102	46	39	19	112	58	102	39	16	105	55	68	0	0.112	0.5	0.5
140F-V7	DF/DF	140	140	46	46	19	112	58	102	39	16	112	58	70	0	0.112	0.5	0.5
140F-V9	HF/HF	140	140	35	35	15	105	55	95	26	13	98	51	68	0	0.105	0.43	0.43
140F-V12	AC/AC	140	98	39	39	19	105	55	88	33	16	98	51	63	0	0.098	0.46	0.46
140F-V13	AC/AC	140	140	39	39	19	105	55	88	33	16	98	51	65	0	0.105	0.46	0.46
140F-E2	HF/HF	140	98	35	35	15	112	58	84	26	13	98	51	65	0	0.105	0.43	0.43

ادامه جدول ۵A. توسعه داده شده. مقادیر مرجع طراحی برای چوب سازه ای لایه ای از توأم های سوزنی برگان[1]

(اعضا به طور عمده زیر تنش خمشی قرار می گیرند). (مقادیر در جدول برای مدت نرمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند). جدول توسعه داده شده ۵A توسعه صورتی از چوب سازه ای لایه ای توأم ها از AITC -۱۱۷ و APA-EWSY۱۱۷ هستند که با الزام های هر ردهٔ تنش در سیستم رده جدید تنش چوب سازه‌ای لایه مطابقت دارند. جدول ۵A برای سهولت تبدیل از علائم توأم قدیمی به سیستم جدید رده تنش، تهیه شده است.

با ضرایب تنظیم جدول ۵A استفاده شود																		
		خمش حول محور X-X بار عمود بر سطح پهن لایه ها							خمش حول محور Y-Y بار موازی سطح پهن لایه ها					زیر بار محوری			اتصال دهنده ها	
علامت توأم	گونه مغزی/ بیرون	الیاف لبه زیر تنش خمشی		فشار عمود بر الیاف		برش موازی الیاف(۳)	مدول الاستیسیته	مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون	الیاف لبه زیر تنش خمشی	فشار عمود بر الیاف	برش موازی الیاف(۴)	مدول الاستیسیته	مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون	کشش موازی الیاف	فشار موازی الیاف	مدول الاستیسیته	جرم ویژه برای طراحی اتصال	
		ناحیه کششی زیر تنش کششی(۲)	ناحیه فشاری زیر تنش کششی	سمت کشش	سمت فشار												سطح رو یا زیر	سطح پهلو
		kg/cm^2 :															G	
		F_{bx}^{+}	F_{bx}^{-}	$F_{C\perp x}$		F_{vx}	E_x 10^3	$E_{x\min}$ 10^3	F_{by}	$F_{C\perp y}$	F_{vy}	E_y 10^3	$E_{y\min}$ 10^3	F_t	F_c	E_{axial}		
140F-E3	DF/DF	140	84	39	39	19	119	62	102	39	16	112	58	70	112	0.119	0.5	0.5
140F-E6	DF/DF	140	140	39	39	19	119	62	109	39	16	112	58	77	116	0.119	0.5	0.5
140F-E7	HF	140	140	35	35	15	112	58	102	26	13	98	51	74	102	0.105	0.43	0.43
							0	0										
140F-V2	SP/SP	140	109	52	46	21	105	55	102	46	18	98	51	68	95	0.105	0.55	0.55
140F-V3	SP/SP	140	102	46	46	21	105	55	123	46	18	98	51	74	98	0.105	0.55	0.55
140F-V5	SP/SP	140	140	52	52	21	112	58	102	46	18	98	51	74	105	0.105	0.55	0.55
140F-E1	SP/SP	140	88	46	46	21	119	58	123	46	18	105	55	74	1089	0.112	0.55	0.55
140F-E3	SP/SP	140	140	46	46	21	119	58	133	46	18	105	55	81	116	0.112	0.55	0.55
168F-119000E		**168**	**102**	**15**		**15**	119	62	**74**	**22**	**13**	91	47	**54**	**70**	**0.098**	**0.42**	
168F-V5	DF/DF	168	112	46	46	15	119	62	84	26	13	105	55	81	102	0.112	0.5	0.43
168F-V10	DF/DF	1680	168	46	46	15	126	65	102	26	13	105	55	77	109	0.112	0.5	0.43
168F-E11	HF/HF	168	168	35	35	15	126	65	109	26	13	105	55	81	109	0.112	0.43	0.43
168F-E15	HF/HF	168	112	35	35	15	126	65	84	26.25	13.3	105	55	68	105	0.112	0.43	0.43

ادامه جدول ۵A. توسعه داده شده. مقادیر مرجع طراحی برای چوب سازه ای لایه ای از توأم های سوزنی برگان[1]

(اعضا به طور عمده زیر تنش خمشی قرار می گیرند). (مقادیر در جدول برای مدت نرمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند). جدول توسعه داده شده ۵A توسعه صورتی از چوب سازه ای لایه ای توأم ها از AITC -۱۱۷ و APA-EWSY۱۱۷ هستند که با الزام های هر ردهٔ تنش در سیستم رده جدید تنش چوب سازه‌ای لایه مطابقت دارند. جدول ۵A برای سهولت تبدیل از علائم توأم قدیمی به سیستم جدید رده تنش، تهیه شده است.

با ضرایب تنظیم جدول ۵A استفاده شود																			
		خمش حول محور X-X بار عمود بر سطح پهن لایه ها							خمش حول محور Y-Y بار موازی سطح پهن لایه ها					زیر بار محوری			اتصال دهنده ها	
علامت توأم	گونه مغزی/ بیرون	الیاف لبه زیر تنش خمشی		فشار عمود بر الیاف		برش موازی الیاف(۳)	مدول الاستیسیته	مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون	الیاف لبه زیر تنش خمشی	فشار عمود بر الیاف	برش موازی الیاف(۴)	مدول الاستیسیته	مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون	کشش موازی الیاف	فشار موازی الیاف	مدول الاستیسیته	جرم ویژه برای طراحی اتصال	
		ناحیه کششی زیر تنش کششی(۲)	ناحیه فشاری زیر تنش کششی	سمت کشش	سمت فشار												سطح رو یا زیر	سطح پهلو
		kg/cm^2 :															G	
		F_{bx}^{+}	F_{bx}^{-}	$F_{C\perp x}$		F_{vx}	E_x 10^3	$E_{x\min}$ 10^3	F_{by}	$F_{C\perp y}$	F_{vy}	E_y 10^3	$E_{y\min}$ 10^3	F_t	F_c	E_{axial}		
168F-V1	SP/SP	168	123	52	46	21	119	62	102	46	18	105	55	77	109	0.112	0.55	0.55
168F-V4 [5]	SP/SP	168	102	52	46	15	119	62	74	33	13	91	47	61	70	0.105	0.55	0.43
168F-V5	SP/SP	168	168	52	52	21	119	62	123	46	18	105	55	81	116	0.112	0.55	0.55
168F-126000E		**168**	**102**	**168**		**19**	126	65	**102**	**39**	**16**	112	58	**77**	**112**	**0.119**	**0.5**	
168F-V4	DF/DF	168	130	46	46	19	126	65	102	39	16	112	58	77	116	0.119	0.5	0.5
168F-V8	DF/DF	168	168	46	46	19	126	65	102	39	16	112	58	77	116	0.119	0.5	0.5
168F-E4	DF/DF	168	102	46	46	19	126	65	102	39	16	119	62	77	119	0.126	0.5	0.5
168F-E13	DF/DF	168	168	46	46	19	126	65	123	39	16	119	62	77	119	0.126	0.5	0.5
168F-E18	DF/DF	168	168	46	46	19	126	65	109	39	16	119	62	77	119	0.126	0.5	0.5
												0	0					
168F-V3	SP/SP	168	137	52	52	21	126	65	123	46	18	112	58	81	116	0.119	0.55	0.55
168F-E1	SP/SP	168	102	52	46	21	126	65	123	46	18	112	58	77	112	0.119	0.55	0.55
168F-E4	SP/SP	168	168	52	52	21	126	65	154	46	18	119	62	102	130	0.126	0.55	0.55
182F-133000 [6]		**182**	**137**	**19**		**19**	133	69	**112**	**39**	**16**	112	58	**81**	**112**	**0.119**	**0.5**	

ادامه جدول ۵A. توسعه داده شده. مقادیر مرجع طراحی برای چوب سازه ای لایه ای از توأم های سوزنی برگان[1]

(اعضا به طور عمده زیر تنش خمشی قرار می گیرند). (مقادیر در جدول برای مدت نرمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند). جدول توسعه داده شده ۵A توسعه صورتی از چوب سازه ای لایه ای توأم ها از AITC -۱۱۷ و APA-EWSY۱۱۷ هستند که با الزام های هر ردهٔ تنش در سیستم رده جدید تنش چوب سازه‌ای لایه مطابقت دارند. جدول ۵A برای سهولت تبدیل از علائم توأم قدیمی به سیستم جدید رده تنش، تهیه شده است.

با ضرایب تنظیم جدول ۵A استفاده شود																		
		خمش حول محور X-X بار عمود بر سطح پهن لایه ها							خمش حول محور Y-Y بار موازی سطح پهن لایه ها					زیر بار محوری			اتصال دهنده ها	
علامت توأم	گونه مغزی/ بیرون	الیاف لبه زیر تنش خمشی		فشار عمود بر الیاف		برش موازی الیاف(۳)	مدول الاستیسیته	مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون	الیاف لبه زیر تنش خمشی	فشار عمود بر الیاف	برش موازی الیاف(۴)	مدول الاستیسیته	مدول الاستیسیته برای ثبات تیر و ستون	کشش موازی الیاف	فشار موازی الیاف	مدول الاستیسیته	جرم ویژه برای طراحی اتصال	
		ناحیه کششی زیر تنش کششی(۲)	ناحیه فشاری زیر تنش کششی	سمت کشش	سمت فشار												سطح رو یا زیر	سطح پهلو
		kg/cm^2 :															G	
		F_{bx}^{+}	F_{bx}^{-}	$F_{C\perp x}$		F_{vx}	E_x 10^3	$E_{x\min}$ 10^3	F_{by}	$F_{C\perp y}$	F_{vy}	E_y 10^3	$E_{y\min}$ 10^3	F_t	F_c	E_{axial}		
182F-V1	DF/DF	182	137	46	46	19	140	73	123	39	16	126	65	91	130	0.133	0.5	0.5
182F-V2	DF/DF	182	182	46	46	19	140	73	123	39	16	126	65	91	130	0.133	0.5	0.5
182F-V1	SP/SP	182	137	52	52	21	126	65	133	46	18	112	58	81	112	0.119	0.55	0.55
182F-V2	SP/SP	182	147	52	52	21	133	65	154	52	18	126	65	88	116	0.133	0.55	0.55
182F-V3	SP/SP	182	147	52	52	21	133	65	147	46	18	126	65	84	112	0.133	0.55	0.55
182F-V4	SP/SP	182	182	52	52	21	133	65	147	46	18	126	65	84	112	0.133	0.55	0.55
196F-147000E [6]		**196**	**161**	**161**		**21**	147	76	**112**	**46**	**18**	119	62	**88**	**123**	**0.119**	**0.55**	
196F-E1	SP/SP	196	161	52	52	21	147	76	112	46	18	119	62	91	130	0.119	0.55	0.55
196F-E2	SP/SP	196	196	52	52	21	147	76	140	46	18	119	62	91	130	0.119	0.55	0.55
210F-147000E [6] [7]		**210**	**168**	**168**		**21**	147	76	**123**	**46**	**18**	119	62	**88**	**123**	**0.119**	**0.55**	
210F-E1	SP/SP	210	168	52	52	21	147	76	123	46	18	119	62	88	123	0.119	0.55	0.55
210F-E2	SP/SP	210	210	52	52	21	147	76	123	46	18	119	62	95	123	0.119	0.55	0.55

زیر نویس‌های جدول ۵A توسعه یافته

۱. توأم‌ها در این جدول برای اعضایی کاربرد دارند که شامل ۴ لایه یا بیشتر هستند و برای تحمل تنش خمشی زیر بار عمود بر سطح پهن لایه‌ها به کار می‌روند، اما مقادیر طراحی در جدول برای هر دو حالت بار عمود و موازی سطح عریض لایه‌ها، ارائه شدند. برای توأم‌ها و مقادیر طراحی اعضا زیر بار محوری یا بار موازی سطح پهن لایه‌ها باید به جدول ۵B رجوع شود. برای اعضای شامل ۲ یا ۳ لایه به جدول ۵B رجوع شود.

۲. مقادیر طراحی در این ستون، برای خمش حول محور X-X (F_{bx}) مستلزم به کارگیری لایه‌های ویژه کششی است. اگر این لایه‌های کششی حذف شوند، مقادیر طراحی را باید برای ارتفاع مقطع بیش از ۳۸ cm در ۰/۷۵ ضرب کرد و برای ارتفاع مقطع کم‌تر از ۳۸ cm در ۰/۸۵.

۳. مقادیر طراحی تنش برشی F_{vx} و F_{vy} را برای اعضای غیر هرمی، دارای چاک‌خوردگی و اعضای زیر بار شوک یا دوره‌ای باید با ضرب در ۰/۷۲ کاهش داد. از مقدار کاهش یافته تنش برشی مجاز در طراحی عضو در محل اتصال‌هایی به کار برد (۳-۴-۳-۳ آیین‌نامه) که در آنها انتقال نیروی برشی توسط اتصال‌دهنده‌های مکانیکی صورت می‌گیرد. از مقدار کاهش یافته تنش برشی برای تعیین مقدار مجاز کشش شعاعی استفاده می‌شود (۵-۲-۲ آیین‌نامه).

۴. مقادیر طراحی برای اعضایی هستند که از لایه‌های یکپارچه درست شدند یا لایه‌های چند جزئی درز شده. اگر لایه‌های چند جزیی درز شده نباشند، مقادیر طراحی برای اعضای شامل ۵، ۷ یا ۹ لایه در ۰/۴ ضرب می‌شوند و برای سایر اعضا در ۰/۵. این کاهش باید با تنظیم در بند ۳ زیرنویس جمع شونده عمل شود.

۵. این توأم ممکن است حاوی چوب دارای گرد پهلویی باشد. اگر گرد پهلویی در هر دو طرف وجود داشته باشد، تنش برشی موازی الیاف، F_{vx} در ۰/۶۷ ضرب می‌شود و اگر گرد پهلویی محدود به یک طرف باشد، مقدار مجاز این تنش را باید در ۰/۸۳ ضرب کرد. این کاهش با تنظیم در بند ۳ زیرنویس جمع شونده است.

۶. تیرها ۱۸۲F، ۱۹۶F و ۲۱۰F توسط همه تولیدکننده‌ها تولید نمی‌شود، بنابراین در موجود بودن محدودیت دارد باید از تولیدکنندگان خبر گرفت.

۷. تیرهای ۲۱۰F به پهنای اسمی ۱۵cm محدودند.

۸. تیرهای ۱۹۶F و ۲۱۰F با بیش از ۱۵ لایه $E_x = ۱۴۰/۰۰۰ \ kg/cm^۲$ و $E_{x\min} = ۷۳۰۰۰ \ kg/cm^۲$ را دارند.

مقادیر طراحی در این جدول برای گروه‌های مشابه چوب سازه‌ای لایه‌ای تعمیم دارنـد. مقـادیر بـالاتر بعضی از خواص را می‌توان با تعیین توأم معینی در صورت جدول **۵A** توسـعه داده شـده بـه دسـت آورد. مقادیر طراحی برای اعضا با ۴ لایه و بیشتر هستند. برای اعضا با ۲ و ۳ لایه به جدول **۵B** رجوع شود. بعضی از رده های تنش از همه گونه ها موجود نیستند و باید اطلاعات لازم را از تولیدکننـده‌هـا کسب کرد.

ضرایب تنظیم جدول 5B

ضریب حجم، C_V

مقادیر طراحی در جدول برای بار عمود بر سطوح پهن لایه‌ها، F_{bx} در اعضای خمشی سازه‌ای لایه‌ای، باید در ضریب حجم حاصل از رابطه زیر، ضرب شوند:

$$C_V = (\frac{6.4}{L})^{\frac{1}{x}} (\frac{30}{d})^{\frac{1}{x}} (\frac{13}{b})^{\frac{1}{x}} \leq 1$$

در آن:

L- طول عضو خمشی بین نقاط با لنگر صفر، m

d- ارتفاع مقطع عضو خمشی، cm

b- پهنای (عرض) عضو خمشی، cm. اگر لایه‌ها چند جزیی باشند، b برابر پهنای عریض‌ترین جز در چیدمان است و بنابراین $cm\, b \leq ۲۷/۳$.

x = ۲۰ برای کاج جنوب

x = ۱۰ برای سایر گونه‌ها

از ضریب حجم همزمان با ضریب ثبات تیر استفاده نمی‌شود (به ۵-۳-۶ آیین‌نامه رجوع شود). بنابراین هر کدام از این دو ضریب که کوچک‌تر باشد، به کار می‌رود.

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

هر جا که از چوب سازه‌ای لایه استفاده می‌شود، اگر رطوبت چوب ٪۱۶ یا بیشتر شود، مقادیر طراحی مربوط باید در ضریب مناسب طبق جدول زیر ضرب شوند.

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

$E_{\min}, E$	F_C	$F_{C\perp}$	F_v	F_t	F_b
0.833	0.73	0.53	0.875	0.80	0.80

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

مقادیر مقاومت خمشی طراحی برای حالت موازی بار با سطوح پهن لایه‌ها، F_{by} در جدول، وقتی بعد موازی سطوح پهن لایه‌ها کم‌تر از $۳۰cm$ باشد، باید در ضرایب کاربرد روی سطح پهن، طبق جدول زیر ضرب شوند.

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

بعد عضو در جهت موازی سطح عریض لایه‌ها، *cm*	C_{fu}
27.30 یا 26.70	1.01
22.20 یا 21.60	1.04
17.20	1.07
13 یا 12.70	1.10
7.94 یا 7.60	1.16
6.40	1.19

جدول **B**۵. مقادیر مرجع طراحی چوب سازه ای لایه ای سوزنی برگ

(اعضا عمدتاً زیر تنش محوری کششی یا فشاری)[۱و۲]

(مقادیر در جدول برای مدت نرمال اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۵-۳ آیین نامه برای شرح تنظیم مقادیر طراحی رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول **B**۵ استفاده شود															
			تمام حالت بارگذاری			زیر بار محوری			خمش حول محور **Y-Y** بار موازی سطح پهن لایه ها				خمش حول محور **X-X** بار عمود بر سطح پهن لایه ها		اتصال دهنده ها
			مدول الاستیسیته		فشار	کشش	فشار موازی الیاف		خمش			برش موازی	خمش	برش موازی	
شماره شناس	گونه	درجه کیفیت	برای محاسبه تغیر مکان	برای محاسبه ثابت	عمود بر الیاف	موازی الیاف	۴لایه یا بیشتر	۲یا۳ لایه	۴لایه یا بیشتر	۳لایه	۲لایه	الیاف (1) (2) (3)	۳۸cm تا ۲لایه ارتفاع	الیاف	جرم ویژه برای طراحی
						۲لایه یا بیشتر									اتصال دهنده ها
			E_{10^3}	$E_{\min 10^3}$	$F_{C\perp}$	F_t	F_C	F_C	F_{by}	F_{by}	F_{by}	F_{vy}	F_{bx}	F_{vx}	**G**
گونه های غرب- درجه بندی نظری															
1	DF	L3	105	55	39	67	109	88	102	88	70	16	88	19	0.50
2	DF	L2	112	60	39	88	137	112	126	112	91	16	119	19	0.50
3	DF	L2D	133	70	46	102	161	133	147	130	109	16	140	19	0.50
4	DF	L1CL	133	70	41	98	147	137	154	140	116	16	147	19	0.50
5	DF	L1	140	74	46	116	168	147	168	147	126	16	154	19	0.50
14	HF	L3	91	48	26	56	77	74	84	74	60	13	77	15	0.43
15	HF	L2	98	52	26	74	95	95	105	95	77	13	102	15	0.43
16	HF	L1	112	60	26	84	105	105	123	109	91	13	112	15	0.43
17	HF	L1D	119	63	35	98	123	123	140	130	109	13	133	15	0.43
22 (5)	SW	L3	70	37	22	37	60	51	56	49	40	12	51	14	0.35
69	AC	L3	84	44	33	51	81	77	77	68	54	16	70	19	0.46
70	AC	L2	91	48	33	68	102	102	981	88	70	16	95	19	0.46
71	AC	L1D	112	60	39	88	133	133	130	116	98	16	123	19	0.46
72	AC	L1S	112	60	39	88	133	133	130	116	98	16	133	19	0.46
73	POC	L3	91	48	33	54	105	84	84	74	58	16	74	19	0.46
74	POC	L2	98	52	33	74	133	109	102	91	77	16	98	19	0.46
75	POC	L1D	119	63	39	95	161	144	137	123	105	16	130	19	0.46
کاج جنوب- درجه بندی نظری															
47	SP	N2M12	98	52	46	84	133	81	123	109	91	18	98	21	0.55
47 1:10	SP	N2M10	98	52	46	81	119	81	123	109	91	18	98	21	0.55
47 1:8	SP	N2M	98	52	46	70	105	81	112	109	91	18	98	21	0.55
48	SP	N2D 12	119	63	52	98	154	95	140	126	105	18	112	21	0.55
48 1:10	SP	N2D10	119	63	52	95	140	95	140	126	105	18	112	21	0.55
48 1:8	SP	N2D	119	63	52	81	123	95	130	126	105	18	112	21	0.55
49	SP	N1M16	119	63	46	95	147	102	137	123	105	18	126	21	0.55
49 1:14	SP	N1M14	119	63	46	95	140	102	137	123	105	18	126	21	0.55
49 1:12	SP	N1M12	119	63	46	91	133	102	137	123	105	18	126	21	0.55
49 1:10	SP	N1M	119	63	46	81	119	102	130	123	105	18	126	21	0.55
50	SP	N1D14	133	70	52	109	161	119	161	147	123	18	147	21	0.55
50 1:12	SP	N1D12	133	70	52	105	154	119	161	147	123	18	147	21	0.55
50 1:10	SP	N1D	133	70	52	95	140	119	147	147	123	18	147	21	0.55

۱. برای اعضای با ۲ یا ۳ لایه، تنش برشی مجاز، F_{vy} بنابر موازی بودن بارهای جانبی با سطح پهن لایه‌ها، با ضرب شدن در ضرایب ۰/۸۴ و ۰/۹۵ (به ترتیب) کاهش داده می‌شود.

۲. تنش برشی مجاز در اعضای با ۵، ۷ یا ۹ لایه، اگر لایه‌ها چند جزیی درز نشده باشند و بار وارد بر آن‌ها موازی سطح پهن لایه‌ها باشد، در ۰/۴۰ ضرب می‌شود. برای سایر اعضا با لایه‌های چند جزیی درز نشده، این تنش در ۰/۵ ضرب می‌شود. کاهش اعمال شده با تنظیم در زیرنویس (۳) و (۱) جمع شونده است.

۳. تنش‌های برشی مجاز F_{vx} و F_{vy} برای اعضای غیر هرمی، دارای چاک‌خوردگی و تمام اعضای زیر بـار شـوک یـا دوره‌ای، در ۰/۷۲ ضرب می‌شود. تنش کاهش یافته برای طراحی اعضا در محل اتصال‌های عامل انتقال مکانیکی نیـروی برشـی (۳-۴-۳-۳ آیین‌نامه) به کار می‌رود. از تنش برشی کاهش یافته برای تعیین کشش مجاز شعاعی هم استفاده می‌شـود (۵-۲-۲ آیـین-نامه).

۴. برای اعضا با ارتفاع مقطع بیش از $۳۸cm$ و بدون لایه‌های کششی ویژه، مقدار طراحی F_{bx} با ضرب در ۰/۸۸ کـاهش داده می‌شود. اعمال این ضریب با تنظیم در زیرنویس (۴) جمع شونده نیست.

۵. وقتی در توأم‌ها از سروهای غرب، سروهای غرب (شمال)، چوب‌های غرب و سرخ چوب (درشت بافت) برای گونه‌هـای سوزنی‌برگ (SW) استفاده می‌شود، باید مدول الاستیسیته E را ۷۰۰۰kg/cm^2 و E_{min} ۳۵۰۰kg/cm^2 کاهش داد. در تـوأم-های مورد استفاده از نوئل سیتکای ساحلی، گونه‌های ساحلی، کاج سفید غرب و کـاج سـفید شـرق (SW)، مقـادیر طراحـی برش موازی الیاف، F_{vx} و F_{vy} باید قبل از اعمال هر تنظیمی $۰/۷۰\text{kg/cm}^2$ کاهش یابند.

ضرایب تنظیم جدول ۵C

ضریب حجم، C_V

مقادیر طراحی در جدول برای بار عمود بر سطوح پهن لایه‌ها، F_{bx} در اعضای خمشی سازه‌ای لایه‌ای، باید در ضریب حجم حاصل از رابطه زیر ضرب شوند:

$$C_V = (\frac{6.4}{L})^{\frac{1}{x}} (\frac{30}{d})^{\frac{1}{x}} (\frac{13}{b})^{\frac{1}{x}} \leq 1$$

در آن:

L- طول عضو خمشی بین نقاط با لنگر صفر، m

d- ارتفاع مقطع عضو خمشی، cm

b- پهنای (عرض) عضو خمشی، cm. اگر لایه‌ها چند جزیی باشند، b برابر پهنای عریض‌ترین جز در چیدمان است و بنابراین $cm\, b \leq ۲۷/۳$

x = ۲۰ برای کاج جنوب

x = ۱۰ برای بقیه گونه‌ها

از ضریب حجم همزمان با ضریب ثبات تیر استفاده نمی‌شود (به ۵-۳-۶ رجوع شود). بنابراین هر کدام از این دو ضریب که کوچک‌تر باشد، به کار می‌رود.

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

مقادیر مقاومت خمشی در طراحی برای حالت موازی بار با سطوح پهن لایه‌ها، F_{by} در جدول، وقتی بعد موازی سطوح پهن لایه‌ها کم‌تر از $۳۰cm$ باشد، باید در ضرایب کاربرد روی سطح پهن، طبق جدول زیر ضرب شوند.

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

C_{fu}	**بعد عضو در جهت موازی سطح عریض لایه‌ها، *cm***
1.01	26.70 یا 27.30
1.04	21.60 یا 22.20
1.07	17.20
1.10	12.70 یا 13
1.16	7.60 یا 7.94
1.19	6.40

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

هر جا که از چوب سازه‌ای لایه استفاده می‌شود، اگر رطوبت چوب ٪۱۶ یـا بیشـتر شـود، مقـادیر طراحـی مربوط باید در ضریب مناسب طبق جدول زیر ضرب شوند.

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

$E_{\min}, E$	F_C	$F_{C\perp}$	F_v	F_t	F_b
0.833	0.73	0.53	0.875	0.80	0.80

جدول C۵. مقادیر مرجع طراحی چوب سازه ای لایه ای پهن برگ [1]

(اعضا عمدتاً زیر تنش خمشی)[1, 2] (مقادیر در جدول برای مدت اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۵-۳ آیین نامه برای شرح تنظیم مقادیر طراحی رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول C۵ استفاده شود														
علامت توأم	خمش حول محور X-X بار عمود بر سطح پهن لایه ها						خمش حول محور Y-Y بار موازی سطح پهن لایه ها					زیر بار محوری		اتصال دهنده ها
	خمش		فشار عمود	برش	مدول الاستیسیته		خمش	فشار	برش	مدول الاستیسیته		کشش	فشار	جرم ویژه
	لبه پایین تیر زیر تنش کششی (لنگر مثبت)	لبه بالای تیر زیر تنش کششی (لنگر منفی)	بر الیاف	موازی الیاف	برای محاسبه تغییر مکان	برای محاسبه ثبات		عمود بر الیاف	موازی الیاف	برای محاسبه تغییر مکان	برای محاسبه ثبات	موازی الیاف	موازی الیاف	برای طراحی اتصال دهنده
	kg/cm^2 :													G
	F_{bx}^{+}	F_{bx}^{-}	$F_{C\perp}$	F_{vx}	$E_{x\ 10^3}$	$E_{x\min\ 10^3}$	F_{by}	$F_{C\perp y}$	F_{vy} (2)	$E_{y\ 10^3}$	$E_{y\min\ 10^3}$	F_t	F_C	
پهن برگان- درجه بندی نظری														
84F-V1	84	42	20	9	8750	84	74	20	8	7700	70	42	56	0.39
84F-V2	84	84	20	9	8750	84	74	20	8	7700	77	44	60	0.39
98F-V1	98	49	28	11	10850	91	88	28	9	9450	77	49	67	0.45
98F-V2	98	49	41	13	12600	91	102	41	11	11200	77	53	84	0.53
98F-V3	98	98	28	11	10850	91	88	28	9	9450	77	51	67	0.45
98F-V4	98	98	41	13	12600	91	102	41	11	11200	77	54	84	0.53
112F-V1	112	56	41	13	12600	98	98	41	11	11200	84	56	84	0.53
112F-V2	112	56	58	14	14000	105	119	58	12	12250	91	61	88	0.63
112F-V3	112	112	41	13	12600	98	98	41	11	11200	84	60	84	0.53
112F-V4	112	112	58	14	14000	112	119	58	12	12250	91	63	91	0.63
140F-V1	140	70	58	14	14000	119	119	58	12	12250	98	68	98	0.63
140F-V2	140	140	58	14	14000	119	119	58	12	12250	98	70	98	0.63

جدول C۵. مقادیر مرجع طراحی چوب سازه ای لایه ای پهن برگ [1]

(اعضا عمدتاً زیر تنش خمشی)[1, 2] (مقادیر در جدول برای مدت اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۵-۳ آیین نامه برای شرح تنظیم مقادیر طراحی رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول C۵ استفاده شود														
علامت توأم	خمش حول محور X-X بار عمود بر سطح پهن لایه ها						خمش حول محور Y-Y بار موازی سطح پهن لایه ها					زیر بار محوری		اتصال دهنده ها
	خمش		فشار عمود بر الیاف	برش موازی الیاف	مدول الاستیسیته		خمش	فشار عمود بر الیاف	برش موازی الیاف	مدول الاستیسیته		کشش موازی الیاف	فشار موازی الیاف	جرم ویژه برای طراحی اتصال دهنده
	لبه پایین تیر زیر تنش کششی (لنگر مثبت)	لبه بالای تیر زیر تنش کششی (لنگر منفی)			برای محاسبه تغییر مکان	برای محاسبه ثبات				برای محاسبه تغییر مکان	برای محاسبه ثبات			
	kg/cm^2 :													G
	F_{bx}^{+}	F_{bx}^{-}	$F_{C\perp}$	F_{vx}	E_x 10^3	$E_{x\min}$ 10^3	F_{by}	$F_{C\perp y}$	F_{vy} [2]	E_y 10^3	$E_{y\min}$ 10^3	F_t	F_C	
پهن برگان- رده بندی برحسب *E*														
112F-E1	112	56	30.8	9	8750	98	88	20	8	7700	84	58	68	0.39
112F-E2	112	112	30.8	9	8750	98	98	20	8	7700	84	63	70	0.39
140F-E1	140	70	41.3	11	10850	112	95	28	9	9450	91	67	74	0.45
140F-E2	140	140	41.3	11	10850	112	112	28	9	9450	91	74	77	0.45
168F-E1	168	84	53.9	13	12600	126	109	41	11	11200	105	74	98	0.53
168F-E2	168	168	53.9	13	12600	126	116	41	11	11200	105	74	98	0.53
168F-E3 YP	168	84	41.3	11	10850	126	102	28	9	9450	105	68	84	0.45
168F-E4 RM	168	84	62.65	15	15400	126	116	50	14	13650	112	74	95	0.53
168F-E5 RO	168	84	75.25	16	16450	126	119	63	14	14350	105	77	102	0.63

۱. توأم ها در این جدول به اعضایی تعلق دارند که ۴ لایه یا بیشتر داشته باشند و به طور عمده زیر تنش خمشی بار عمود بر سطح پهن لایه ها قرار می گیرند. اما مقادیر مرجع طراحی برای بار عمود و موازی سطح پهن لایه ها هستند. برای توأم ها و مقادیر مرجع طراحی اعضا زیر بار محور یا موازی سطح پهن لایه ها به جدول D۵ رجوع شود. برای اعضا با ۲ یا ۳ لایه به جدول D۵ رجوع شود.

۲. مقادیر طراحی برای چوب سازه ای لایه ای با لایه های یکپارچه یا لایه های چندجزیی درز شده هستند. اگر لایه های چندجزیی درز نشده باشند، مقادیر طراحی برای چوب سازه ای لایه ای با ۵، ۷ یا ۹ لایه در ۴/۰ ضرب می شوند و برای سایر اعضا در ۵۰/۰.

۳. مقادیر مربوط به اتصال دهنده ها برای گروه های پهن برگ در هر توأم گونه های مجاز هستند. اگر گونه چوب معلوم باشد، کاربرد مقادیر مربوط به آن مجاز است.

ضرایب تنظیم جدول 5D

ضریب حجم، C_V

مقادیر طراحی در جدول برای بار عمود بر سطوح پهن لایه‌ها، F_{bx} در اعضای خمشی سازه‌ای لایه‌ای، باید در ضریب حجم حاصل از رابطه زیر ضرب شوند:

$$C_V = (\frac{6.4}{L})^{\frac{1}{x}} (\frac{30}{d})^{\frac{1}{x}} (\frac{13}{b})^{\frac{1}{x}} \leq 1$$

در آن:

L- طول عضو خمشی بین نقاط با لنگر صفر، m

d- ارتفاع مقطع عضو خمشی، cm

b- پهنای (عرض) عضو خمشی، cm. اگر لایه‌ها چند جزیی باشند، b برابر پهنای عریض‌ترین جز در چیدمان است و بنابراین $cm\, b \leq ۲۷/۳$

x = ۲۰ برای کاج جنوب

x = ۱۰ برای بقیه گونه‌ها

از ضریب حجم همزمان با ضریب ثبات تیر استفاده نمی‌شود (به ۵-۳-۶ رجوع شود). بنابراین هر کدام از این دو ضریب که کوچک‌تر باشد، به کار می‌رود.

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

مقادیر مقاومت خمشی طراحی برای حالت موازی بار با سطوح پهن لایه‌ها، F_{by} در جدول، وقتی بُعد موازی سطوح پهن لایه‌ها کم‌تر از $۳۰cm$ باشد، باید در ضرایب کاربرد روی سطح پهن، طبق جدول زیر ضرب شوند.

ضریب کاربرد روی سطح پهن، C_{fu}

بُعد عضو در جهت موازی سطح عریض لایه‌ها، ***cm***	C_{fu}
27.30 یا 26.70	1.01
22.20 یا 21.60	1.04
17.20	1.07
13 یا 12.70	1.10
7.94 یا 7.60	1.16
6.40	1.19

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

هر جا که از چوب سازه‌ای لایه استفاده می‌شود، اگر رطوبت چوب ٪۱۶ یـا بیشـتر شـود، مقـادیر طراحـی مربوط باید در ضریب مناسب طبق جدول زیر ضرب شوند.

ضریب وضعیت محیط تر، C_M

$E_{\min}, E$	F_C	$F_{C\perp}$	F_v	F_t	F_b
0.833	0.73	0.53	0.875	0.80	0.80

جدول 5D. مقادیر مرجع طراحی چوب سازه ای لایه ای پهن برگ [1]

(اعضا عمدتاً زیر تنش محوری کششی یا فشاری)[1, 2] (مقادیر در جدول برای مدت اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۵-۳ آیین نامه برای شرح تنظیم مقادیر طراحی رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول 5D استفاده شود															
علامت توأم	گروه گونه	درجه کیفیت	تمام حالت بارگذاری			زیر بار محوری			خمش حول محور Y-Y بار موازی سطح پهن لایه ها				خمش حول محور X-X بار عمود بر سطح پهن لایه ها		اتصال دهنده ها
			مدول الاستیسیته		فشار عمود بر الیاف	کشش موازی الیاف	فشار موازی الیاف		خمش			برش موازی الیاف (۱) (۲)	خمش ۲لایه تا ۳۸cm ارتفاع	برش موازی الیاف	جرم ویژه برای طراحی اتصال دهنده ها
			برای محاسبه تغییر مکان	برای محاسبه ثبات		۲لایه یا بیشتر	۴لایه یا بیشتر	۲یا۳ لایه	۴لایه یا بیشتر	۳لایه	۲لایه	۴لایه یا بیشتر			
			kg/cm^2 :												
			E_{10^3}	$E_{\min\ 10^3}$	$F_{C\perp}$	F_t	F_C	F_C	F_{by}	F_{by}	F_{by}	F_{vy}	F_{bx}	F_{vx}	G
پهن برگان- درجه بندی نظری															
H1	A	N3	91	47	58	30	63	63	88	77	61	12	65	14	0.63
H2	A	N2	105	55	58	61	91	91	119	109	91	12	84	14	0.63
H3	A	N1	119	62	58	70	102	102	140	126	109	12	112	14	0.63
H4	A	SS	119	62	58	81	112	112	140	130	112	12	119	14	0.63
H5	B	N3	84	43	41	25	56	56	74	63	53	11	53	13	0.53
H6	B	N2	91	47	41	53	81	81	102	91	74	11	70	13	0.53
H7	B	N1	105	55	41	60	91	91	116	105	91	11	95	13	0.53
H8	B	SS	105	55	41	67	102	102	119	109	95	11	98	13	0.53
H9	C	N3	70	36	28	21	44	44	63	56	44	9	47	11	0.45
H10	C	N2	84	43	28	44	63	63	84	77	65	9	61	11	0.45
H11	C	N1	91	47	28	51	70	70	98	91	77	9	81	11	0.45
H12	C	SS	91	47	28	58	77	77	102	95	81	9	84	11	0.45
H13	D	N3	63	33	20	18	40	40	54	47	39	8	40	9	0.39
H14	D	N2	77	40	20	39	58	58	74	67	56	8	53	9	0.39
H15	D	N1	84	43	20	44	65	65	84	77	67	8	70	9	0.39
H16	D	SS	84	43	20	49	74	74	88	81	70	8	74	9	0.39

ادامه جدول 5D. مقادیر مرجع طراحی چوب سازه ای لایه ای پهن برگ [1]

(اعضا عمدتاً زیر تنش محوری کششی یا فشاری)[1, 2] (مقادیر در جدول برای مدت اعمال بار و وضعیت خشک محیط نصب هستند. به ۵-۳ آیین نامه برای شرح تنظیم مقادیر طراحی رجوع شود)

با ضرایب تنظیم جدول 5D استفاده شود															
علامت توأم	گروه گونه	درجه کیفیت	تمام حالت بارگذاری			زیر بار محوری			خمش حول محور Y-Y بار موازی سطح پهن لایه ها				خمش حول محور X-X بار عمود بر سطح پهن لایه ها		اتصال دهنده ها
			مدول الاستیسیته		فشار عمود بر الیاف	کشش موازی الیاف	فشار موازی الیاف		خمش			برش موازی الیاف (۱) (۲)	خمش ۲لایه تا ۳۸cm ارتفاع	برش موازی الیاف	جرم ویژه برای طراحی اتصال دهنده ها
			برای محاسبه تغییر مکان	برای محاسبه ثبات		۲لایه یا بیشتر	۴لایه یا بیشتر	۲یا۳ لایه	۴لایه یا بیشتر	۳لایه	۲لایه	۴لایه یا بیشتر			
			kg/cm^2 :												
			E_{10^3}	$E_{\min\ 10^3}$	$F_{C\perp}$	F_t	F_C	F_C	F_{by}	F_{by}	F_{by}	F_{vy}	F_{bx}	F_{vx}	G
پهن برگان- رده بندی برحسب E															
H17	A	1.5E 3	98	51	71	70	105	95	130	123	109	12	84	14	0.63
H18	A	1.8E 3	119	62	71	81	137	130	147	140	123	12	102	14	0.63
H19	A	1.8E 6	119	62	71	102	140	133	161	154	137	12	116	14	0.63
H20	A	2.0 E 3	133	69	71	95	182	154	168	161	147	12	119	14	0.63
H21	A	2.0E 6	133	69	71	119	170	161	168	168	161	12	147	14	0.63
H22	B	1.5E 3	98	51	54	70	105	95	130	123	109	11	84	13	0.53
H23	B	1.8E 3	119	62	54	81	137	130	147	140	123	11	102	13	0.53
H24	B	1.8E 6	119	62	54	102	140	133	161	154	137	11	116	13	0.53
H25	B	2.0 E 3	133	69	54	95	1610	154	168	161	147	11	119	13	0.53
H26	B	2.0E 6	133	69	54	119	168	161	168	168	161	11	147	13	0.53
H27	C	1.5E 3	98	51	41	70	105	95	130	123	109	9	84	11	0.45
H28	C	1.8E 3	119	62	41	81	137	130	147	140	123	9	102	11	0.45
H29	C	1.8E 6	119	62	41	102	140	133	161	154	137	9	116	11	0.45
H30	C	2.0 E 3	133	69	41	95	161	154	168	161	147	9	119	11	0.45
H31	C	2.0E 6	133	69	41	119	168	161	168	168	161	9	147	11	0.45
H32	D	1.5E 3	98	51	31	70	105	95	130	123	109	8	84	9	0.39
H33	D	1.5E 6	98	51	31	88	105	98	140	133	119	8	88	9	0.39
H34	D	1.8E 3	119	62	31	81	137	130	147	140	123	8	102	9	0.39
H35	D	1.8E 6	119	62	31	102	140	133	161	154	137	8	116	9	0.39
H36	D	2.0 E 3	133	69	31	95	161	154	168	161	147	8	119	9	0.39
H37	D	2.0E 6	133	69	31	119	168	161	168	168	161	8	147	9	0.39

۱. برای اعضا با ۲ یا ۳ لایه، مقادیر مرجع تنش برش موازی الیاف، $F_{v\,y}$ (بار موازی با سطح پهن لایه) با ضرب شدن به ترتیب در ۸۴/۰ و ۹۵/۰ کاهش داده می شود.

۲. برای اعضا با ۵، ۷ یا ۹ لایه با لایه چند جزیی درز نشده، مقدار $F_{v\,y}$ در ۴/۰ ضرب می شود. برای سایر اعضا با لایه های چند جزیی درز نشده، $F_{v\,y}$ در ۵/۰ ضرب می شود.

۳. برای اعضا با ارتفاع مقطع بیش از ۳۸cm مقاومت خمشی، $F_{b\,x}$ در ۸۸/۰ ضرب می شود تا کاهش داده شود.

ضرایب تنظیم جدول‌های ۶A و ۶B

ضریب وضعیت اشباع، C_{ct}

مقادیر مرجع طراحی بر اساس وضعیت خشک شده در هوای آزاد هستند. اگر در کوره خشک شود، بخاردهی شده باشد یا خشک سوزن‌زنی، قبل از اشباع صورت گیرد، مقادیر مرجع طراحی باید در ضریب وضعیت اشباع ضرب شوند.

ضریب وضعیت اشباع، C_{ct}

هوا خشک	کوره خشک	خشک با سوزن‌زنی	بخاردهی عادی	بخاردهی ----
1	0.9	0.95	0.80	0.74

ضریب مقطع بحرانی، C_{cs}

مقاومت فشار موازی الیاف مرجع طراحی، F_C برای شمع‌ها و تیرهای گرد چوبی بر اساس مقاومت نوک آن‌ها است. مقاومت‌های فشار موازی الیاف مرجع در جدول‌های ۶A و ۶B باید در ضریب مقطع بحرانی ضرب شوند. ضریب مقطع بحرانی، C_{cs} با رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$C_{cs} = 1 + 0.004 L_C$$

در آن:

L_C – فاصله نوک شمع یا تیر تا مقطع بحرانی

افزایش محل مقطع بحرانی نباید بیش از ۱۰٪ هر شمع یا تیر باشد ($C_{cs} \leq ۱/۱۰$). ضرایب مقطع بحرانی، C_{cs} مستقل از باریک‌شوندگی در شروط قسمت ۳-۷-۲ هستند و هر دو باید در محاسبات طراحی لحاظ شوند.

ضریب گروه شمع (ضریب مشارکت در بار)، $C_{\ell S}$

مقاومت‌های مرجع طراحی شمع‌ها بر اساس یک شمع هستند. اگر چند شمع بهم بسته می‌شوند (با کلاهک بتونی یا هر وسیله دیگر توزیع بار) و گروه آن‌ها زیر بار واحد عمل می‌کند (تغییر شکل باهم دارند)، مقاومت‌های مرجع خمشی، F_b و فشار موازی الیاف، F_C باید در ضریب گروه، $C_{\ell s}$ ضرب شوند.

ضریب گروه شمع (ضریب مشارکت در بار)، $C_{\ell S}$

مقاومت مرجع	تعداد شمع در گروه	$C_{\ell s}$
F_C	2	1.06
	3	1.09
	4 یا بیشتر	1.11
F_b	2	1.05
	3	1.07
	4 یا بیشتر	1.08

ضریب اندازه، C_V

مقاومت‌های مرجع طراحی شمع‌ها و تیرها، قطر بیش از ۲۳ cm باید در ضریب اندازه که با رابطه زیر تعیین می‌شود، ضریب شوند. این ضریب بر مبنای تیر با مقطع چهارپهلو و هم اندازه سطح مقطع زیر بار متعارف است.

$$C_F = (\frac{30}{d})^{\frac{1}{9}}$$

جدول**A**۶. مقادیر مرجع طراحی شمع‌های گرد چوبی اشباع شده با درجه‌بندی طبق آیین‌نامه **ASTM D25**

(مقادیر طراحی در جدول برای مدت نرمال اعمال باز و وضعیت تر محیط نصب هستند. به ۶-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

	مقادیر طراحی به kg/cm^2						جرم ویژه[4]
	خمشی	برش موازی الیاف	فشار عمود بر الیاف	فشار موازی الیاف	مدول الاستیسیته		
	F_b	F_V	$F_{C\perp}$	F_C	E	E_{min}	**G**
دوگلاس ساحل اقیانوس[1]	144	11	34	91	119000	48000	0.50
سرخ کاج [2]	95	9	19	60	91000	36000	0.42
کاج جنوب (گروه) [3]	136	11	31	88	105000	42000	0.55

[1]. مقاومت‌های مرجع طراحی دوگلاس ساحل اقیانوس آرام به این گونه طبق تعریف در ASTM D 1760 تعلق دارند.

[2]. مقاومت‌های مرجع طراحی سرخ کاج (کاج رزینوزا) به این گونه از جنگل‌های ایالات متحده تعلق دارند.

[3]. مقاومت‌های مرجع طراحی کاج جنوب به چهارگونه (تئدا، پالوستریس، اکیناتا و الیوتی) تعلق دارند.

[4]. جرم ویژه بر مبنای وزن و حجم خشک شده در اُون.

جدول6B. مقاومت‌های مرجع طراحی تیرها برای سازه با تیرهای گرد با درجه‌بندی طبق آیین‌نامه ASTM D3200

(مقادیر طراحی در جدول برای مدت نرمال اعمال باز و وضعیت تر محیط نصب هستند. به ۶-۳ آیین‌نامه برای شرح ضرایب تنظیم رجوع شود)

	مقادیر طراحی به kg/cm^2						جرم ویژه[4]
	خمشی	برش موازی الیاف	فشار عمود بر الیاف	فشار موازی الیاف	مدول الاستیسیته		
	F_b	F_V	$F_{C\perp}$	F_C	E	E_{min}	G
دوگلاس ساحل اقیانوس[1]	144	11	34	91	119000	48000	0.50
کاج پالوستریس	89	9	19	58	77000	30000	0.42
کاج پوندروزا	84	12	21	54	70000	28000	0.43
سرخ کاج [2]	95	9	19	60	91000	36000	0.42
کاج جنوب (گروه) [3]	136	11	31	88	105000	42000	0.55
هملاک غرب	108	12	19	74	91000	39000	0.47
لاریکس غرب	133	12	28	88	105000	46000	0.49
سرو سرخ غرب	88	10	18	61	70000	25000	0.34

[1]. مقاومت‌های مرجع طراحی دوگلاس ساحل اقیانوس آرام به این گونه طبق تعریف در ASTM D 1760 تعلق دارند.

[2]. مقاومت‌های مرجع طراحی سرخ کاج (کاج رزینوزا) به این گونه از جنگل‌های ایالات متحده تعلق دارند.

[3]. مقاومت‌های مرجع طراحی کاج جنوب به چهارگونه (تئدا، پالوستریس، اکیناتا و الیوتی) تعلق دارند.

[4]. جرم ویژه بر مبنای وزن و حجم خشک شده در اُون.