هاشمی

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه

اوصیکم بتقوی ا... و نظم امرکم

ضوابطی برای طرح و اجرای ساختمانهای فولادی

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی
نشریه شماره ۷۴
مهرماه ۱۳۶۲

بسمه تعالی

ایجاد روزافزون ساختمانهای فولادی درکشور ایران وفقدان ضوابط وآئین نامه های فنی برای طرح و اجرای این قبیل ساختمانها و پدیده ای که بنام ساختمانهای بساز وبفروش درشهرهای ایران پایه انداخته ، آینده تاریکی را از نظر ایمنی این قبیل ساختمانها در نظر اهل فن مجسم میسازد ، از آنجا که مهمترین نقطه ضعف ساختمانهای فولادی متداول در کشور ما اتصالات و مساله جوشکاری میباشد از طرف این دفتر در گذشته چند نشریه مربوط به ضوابط جوشکاری منتشر گردید ولی بدون وجود آئین نامه فنی این اقدام ناقص میباشد . در حال حاضر هر یک از مهندسان محاسب بنا برآنکه در کدامیک ازکشورهای جهان تحصیل کرده باشند آئین نامه آن کشور را مورد استفاده قرار میدهند و در بسیاری از موارد حتی آئین نامه های مختلف را با یکدیگر مخلوط میکنند ولی در این میان ساختمانهای بساز وبفروش خود را بی نیاز از تبعیت از هر آئین نامه و ضابطه فنی میدانند و با این ترتیب هرج و مرج و بی نظمی خاصی در طرح و اجرای ساختمانهای فولادی در کشور ایران وجود دارد .

برای اینکه تا تهیه یک آئین نامه ملی ضابطه ای برای طرح و اجرای ساختمانهای فولادی در اختیار مهندسان باشد ازچندی قبل تصمیم گرفته شد که آئین نامه ساختمانهای فولادی کشور آمریکا (A I S C)(۱) که در حال حاضر نسبتا " بیشتر مرجع کار مهندسان محاسب است با تغییرات جزئی که متناسب با نحوه ساخت و مهارت کار (Workmanship) در کشور ایران باشد بعنوان پیش نویس برای تدوین ضوابط طرح و اجرای ساختمانهای فولادی مورد استفاده قرار گیرد و برای این منظور از آقای رحمت الله ربیع زاده استادیار دانشکده سازه دانشگاه صنعتی شریف درخواست شد که آخرین چاپ آئین نامه مذکور (چاپ سال ۱۹۷۴) را ملاک عمل قرار داده و پیش نویس این ضوابط را تهیه نمایند و معزی الیه با زحمات زیاد و با صرف وقت فراوان اقدام باین مهم نموده است .

علت اینکه آئین نامه فنی یک کشور خارجی برای ساختمانهای فولادی ملاک عمل قرار میگیرد این است که در ساختمانهای فولادی بر خلاف ساختمانهای بتن آرمه چون مصالح فولادی درکارخانجات فولاد سازی تهیه میگردد نحوه ساخت مصالح جنبه محلی نداشته و از نظر مشخصات فنی تقریبا " در همه جا یکسان است . با این ترتیب مثلا " در طرح یک قاب فلزی میتوان از فرمولهای هر آئین نامه معتبر استفاده نمود و آنچه وضع ما را با سایر کشورها متفاوت میسازد کیفیت جوشکاری متداول در کشور ایران باشد بنابراین چنانچه با کاربرد آئین نامه یک کشور خارجی منتهی با تغییراتی که نوع جوشکاری متداول درایران را در نظر بگیرد آن آئین نامه را بکار بریم راه خطائی نپیموده ایم .

---

(1) — American Inistitute of Steel Construction

در اینجا لازم میداند نکاتی چند را در مورد این نشریه یادآور گردد .

۱ــ آئین نامه بطور کلی نمیتواند خود کفا باشد وبرای کسانی قابل استفاده است که دارای دانشکافی در زمینه طراحی و اجرای ساختمانهای فلزی باشند بنابراین آنچه در این نشریه ذکرشده است بصورت کلی است و چنانچه در پاره ای از موارد نیاز به توضیح بیشتر باشد لازم استکه به کتب و مراجع مربوط مراجعه گردد .

۲ــ برای اینکه این نشریه بتواند بیشتر مورد استفاده قرار گیرد بموازات تهیه آن اقدام به تهیه کتاب " راهنمای طرح ساختمانهای فولادی " بر اساس ضوابط این نشریه شده است که امید است بزودی در اختیار اهل فن قرار گیرد .

۳ــ در این نشریه کلیه فرمولها و جداول به سیستم متریک برگردانده شده است .

۴ــ در تدوین این ضوابط سعی گردیده است که کلیه ضوابط و استانداردهای وابسته بموضوع که قبلا " در ایران تهیه شده است مورد استفاده قرار گیرد (از قبیل استاندارد شماره ۵۱۹ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در باره حداقل بار وارده به ساختمانها و ابنیه فنی ویا نشریات دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی سازمان برنامه وبودجه در مورد جوش و نشریه مشخصات فنی عمومی مربوط به اجرای ساختمانهای فلزی)

۵ــ در پاره ای از موارد بعلت آنکه تاکنون استاندارد خاصی در کشور ایران تهیه نشده است ناگزیر به استانداردهای ASTM ارجاع گردیده است، که ضمن آنکه امیدوار است این قبیل استانداردها هر چه زودتر از طرف موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تدوین گردد تا تهیه استانداردهای ملی میتوان باین استانداردها مراجعه نمود .

۶ــ نسبت به بخش هائی از آئین نامه کشور آمریکا که اختصاصا " مربوط به پیچ و پرچ میباشد در این ضوابط متنی تهیه نگردیده است و گرچه در شرائط کنونی اجرای ساختمانهای فلزی در کشور ایران از پیچ و پرچ و بخصوص پرچ استفاده کمتری بعمل میآید لکن امیدوار است که در آتیه این بخش ها نیز تکمیل و به آئین نامه اضافه گردد .

۷ــ آئین نامه های فنی بمرور زمان و با تجربیاتی که در عمل عاید میشود تجدید نظروتکمیل میگردد و از آنجا که این نشریه نیز مستثنی از این اصل کلی نیست امیدوار است که با علاقه و همکاری که کارشناسان کشور در این رشته مبذول میدارند این ضوابط نیز که اینک بصورت پیش نویس تکثیر شده با وصول نظریات اهل فن بشکل نهائی درآید و شاهد استفاده ازتجربیات ودانش فنی کارشناسان ایرانی باشد .

در خاتمه لازم میداند که از زحمات و کوشش های آقای رحمت الله ربیع زاده و همکاریهائی که دانشگاه صنعتی شریف با این دفتر بعمل آورده اند قدردانی و تشکر نماید .

همچنین از خانم طیبه هدی نیا که زحمات تایپ این نشریه را متحمل شده اند سپاسگزاری مینماید .

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

فهرست مندرجات

صفحه

علائم الف الی ج
قسمت ۱ ۱
بخش ۱-۱ نقشه های کلی واجرائی ۱
بخش ۱-۲ انواع ساخت ۲
بخش ۱-۳ بارها ونیروها ۳
بخش ۱-۴ مواد ۵
بخش ۱-۵ تنش های مجاز ۶
بخش ۱-۶ ترکیب تنش ها ۱۶
بخش ۱-۷ اعضاء واتصالاتی که تحت‌اثرتنش‌های متغیر مکرر قرار میگیرند . ۱۹
بخش ۱-۸ پایداری و ضرائب لاغری ۲۰
بخش ۱-۹ نسبت های عرض به ضخامت ۲۱
بخش ۱-۱۰ تیر ورق ها و تیرهای نورد شده ۲۲
بخش ۱-۱۱ تیرها وشاه تیرهای مرکب (بتن فولادی) ۳۳
بخش ۱-۱۲ دهانه های ساده و گیردار ۳۹
بخش ۱-۱۳ تغییر مکانها ، لرزش وآب انباشتگی ۴۰
بخش ۱-۱۴ سطح مقطع خالص وناخالص ۴۱
بخش ۱-۱۵ اتصالات ۴۶
بخش ۱-۱۶ پرچ ها و پیچ ها ۵۲
بخش ۱-۱۷ جوش ها ۵۲
بخش ۱-۱۸ قطعات ساخته شده از چند نیمرخ ۵۷
بخش ۱-۱۹ خیز دادن ۶۲
بخش ۱-۲۰ انبساط وانقباض ۶۳
بخش ۱-۲۱ صفحات تقسیم فشارهای ستون ها ۶۴
بخش ۱-۲۲ میل های مهار ۶۴

صفحه

بخش ۱-۲۳ ساختن ۶۴
بخش ۱-۲۴ رنگ آمیزی کارهای فولادی در کارخانه ۶۶
بخش ۱-۲۵ برپاکردن ساختمان ۶۷
بخش ۱-۲۶ کنترل کیفیت کار ۶۸

قسمت ۲ ۷۰
بخش ۲-۱ کلیات ۷۰
بخش ۲-۲ فولادهای ساختمانی ۷۱
بخش ۲-۳ سیستم مهاربندی عمودی ۷۱
بخش ۲-۴ ستون ها ۷۲
بخش ۲-۵ برش ۷۳
بخش ۲-۶ لهیدگی جان ۷۳
بخش ۲-۷ حداقل ضخامت (نسبت عرض به ضخامت) ۷۳
بخش ۲-۸ اتصالات ۷۵
بخش ۲-۹ مهاربندی جانبی ۷۶
بخش ۲-۱۰ ساختن ۷۷

ضمیمه الف ۷۸
ضمیمه ب خستگی ۹۲
ضمیمه ج اعضای نازک تحت فشار ۱۰۲

علائم

A_b	سطح مقطع اسمی پیچ و یا پرچ
A_c	مقدار واقعی مساحت بال بتنی موثر در یک عضو مرکب بتن فولادی
A_{bc}	مساحت جان در اتصال تیر به ستون
A_f	مساحت بال تحت فشار
A_s	مساحت فولاد در عضو مرکب بتن فولادی
A_{sr}	کل مساحت آرماتور در تکیه گاههای داخلی تیر مرکب بتن فولادی پیوسته
A_{st}	مساحت سطح مقطع یک ویا زوج ورق تقویتی
A_w	مساحت سطح مقطع جان شاه تیر
C	نسبت مقاومت کششی(۱) پیچ به مقاومت کششی قطعه ای که بآن متصل است .
C_a	ضریبی که در جدول ۲ـ الف بکار برده شده است .
C_b	ضریب خمشی که از رابطه ذیل محاسبه میگردد .

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

C_c	ضریبی که بستگی به کمانش الاستیک و غیر الاستیک ستون دارد و برابر است با :

$$\sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}}$$

C_m	ضریبی که در جمله مربوط به خمش در رابطه کلی اعضاء تحت فشار و خمش بکاربرده میشودو بستگی به انحناء عضو که در اثر خمش ایجاد شده است دارد .
C_p	ضریبی سختی برای اعضاء اصلی بام های مسطح
C_s	ضریب سختی برای اعضاء فرعی بام های مسطح

۱– Tensile strength

C_v	نسبت تنش بحرانی جان (بر اساس تئوری کمانش خطی) به تنش تسلیم برشی جان که برابر است با :

$$\frac{\pi^2 E k \sqrt{3}}{12\ (1-\nu)^2\ (h/t)^2 F_y} \quad \text{یا} \quad \frac{1593}{(h/t)} \sqrt{\frac{k}{F_y}}$$

C_1	نسبت تنش تسلیم تیر به تنش تسلیم ستون
C_2	نسبت تنش تسلیم ستون به تنش تسلیم تقویت کننده ها
D	فاکتوری که بستگی به نوع تقویت کننده های عرضی در تیر ورق ها دارد .
E	مدول ارتجاعی فولاد ۲۱۰۰۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع
E_c	مدول ارتجاعی بتن
F	فاکتور نیرو در طراحی پلاستیک .
F_a	تنش فشاری مجاز در صورتیکه عضو تحت اثر لنگر خمشی نباشد .
F_{as}	تنش فشاری مجاز برای بادبندها و سایر اعضای فرعی در صورتیکه عضو تحت اثر لنگرخمشی نباشد .
F_b	تنش خمشی مجاز در صورتیکه عضو تحت اثر نیروی محوری نباشد .
F'_b	تنش خمشی مجاز در بال تحت فشار تیر ورق ها که در تیرورق های دوگانه وهمچنین بعلت زیاد بودن نسبت عمق به ضخامت تیر ورق از مقدار F_b کمتر میباشد .
F'_e	تنش اولر بخش بر ضریب اطمینان که برابر است با :

$$\frac{12\pi^2 E}{23\ (k\ l_b/r_b)^2}$$

F_p	تنش مجاز مستقیم
F_{sr}	تفاضل جبری دو حد تنش در تنش های متغییر مکرر
F_t	تنش مجاز کششی
F_v	تنش مجاز برشی
F_y	حداقل تنش تسلیم فولاد برحسب کیلوگرم بر سانتیمترمربع
F_{yr}	تنش تسلیم آرماتور در تکیه گاههای داخلی تیرهای مرکب بتن فولادی پیوسته .

I_d	ممان اینرسی عرشه فولادی در بام های مسطح
I_p	ممان اینرسی اعضای اصلی در بام های مسطح
I_s	ممان اینرسی اعضای فرعی در بام های مسطح
I_{tr}	ممان اینرسی مقطع مرکب بتن فولادی تبدیل شده به فولاد
K	ضریب طول موثر
K'	ضریب طول موثر در مقاطع ساخته شده از دو یا چند نیمرخ
L	طول دهنه بر حسب متر
L_p	طول اعضای اصلی دربام مسطح بر حسب متر
L_s	طول اعضای فرعی در بام مسطح بر حسب متر
M	لنگر
M_1	لنگر کوچکتر در انتهای طول مهار نشده تیر ستون
M_2	لنگر بزرگتر در انتهای طول مهار نشده تیر ستون
M_D	لنگر ایجاد شده در اثر نیروی مرده
M_L	لنگر ایجاد شده در اثر نیروی زنده
M_m	لنگر بحرانی که توسط عضوی که با روش طرح پلاستیک طراحی شده است میتواند تحمل گردد. درصورتیکه نیروی محوری وجود نداشته باشد .
M_p	لنگر پلاستیک
N	طولی که نیروی وارده در آن طول اثر مینماید بر حسب سانتیمتر
N_1	تعداد قطعات اتصال برشی برابر با V_h/q یا V_h'/q هر کدام که صادق باشد .
N_2	تعداد قطعات اتصال برشی لازم در نزدیکی نقطه عطف تیرها (فاصله این قطعات در این حوالی کمتر میباشد) .
P	نیروی محوری وارده
P_{cr}	$= 1.7\ A\ F_a$
P_e	$= 1.92 A\ F_e'$
P_y	نیروی محوری پلاستیک که برابر با سطح مقطع ضربدر حداقل تنش تسلیم میباشد .
Q_a	نسبت مساحت موثر به کل مساحت مقطع یک عضو تحت اثر نیروی محوری
Q_s	ضریب تعدیل تنش محوری در حالتی که نسبت عرض به ضخامت اعضای تقویت نشده از حدود مجاز داده شده در بند ۱-۹-۱-۲ زیادتر بشود .

R	عکس العمل و یا نیروی متمرکز عرضی وارده بر تیر وشاه تیرها
S	فاصله اعضای فرعی در بام های مسطح بر حسب متر
S_{eff}	مدول مقطع موثر در تیرهای بتن فولادی وقتیکه مقطع مرکب بطور کامل عمل نکند .
S_s	مدول مقطع تیر فولادی در مقطع بتن فولادی نسبت به بال پائینی تیر
S_{tr}	مدول مقطع تیر مرکب تبدیل شده به فولاد نسبت به بال پائینی
T_b	نیروی کششی موجود در پیچ اعلی پیش تنیده شده
V	نیروی برشی در تیرها
V_h	کل نیروی برشی که باید توسط قطعات اتصال برشی در صورتیکه تیر مرکب بطور کامل عمل نماید تحمل شود . V_h' مثل V_h درصورتیکه تیر مرکب بطور کامل عمل ننماید .
V_u	برش ایجاد شده توسط نیروی حداکثر(۱) در طرح پلاستیک
Y	نسبت تنش تسلیم فولاد جان به تنش تسلیم فولاد تقویت کننده ها
a	فاصله خالص بین تقویت کننده های عرضی، یا فاصله جان های نیمرخ ها در مقاطع ساخته شده از دو نیمرخ
a_1	فاصله بین دو خط اتصال در دو انتهای پیوند افقی
a'	طول ورق پوششی که باید از نقطه انقطاع تئوریک ادامه پیدا نماید .
a''	نصف طول پیوندهای افقی در مقاطع ساخته شده از چند نیمرخ
b	عرض موثر دال بتنی ، عرض واقعی اعضای فشاری تقویت شده ویا نشده ، عرض پیوندهای افقی
b_e	عرض موثر اعضای فشاری تقویت شده
b_f	عرض بال تیرهای نورد شده ویا تیر ورق ها
c	فاصله محور خنثی تا تار خارجی تیر
d	عمق تیر و یا تیر ورق ــ یاقطر غلطک یا لولا
d_c	عمق جان ستون بدون احتساب ریشه بال ها
f	نسبت نیروی محوری فشاری به سطح مقطع موثر برحسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
f_a	تنش فشاری محاسبه شده
f_b	تنش خمشی محاسبه شده

---

۱ — Ultimate load

f'_c	مقاومت فشاری مکعب ۲۸ روزه بتن برحسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع .
f_t	تنش کششی محاسبه شده
f_v	تنش برشی محاسبه شده
f_{vs}	برش بین جان تیر ورق و تقویت کننده های عرضی
g	فاصله بین خطوط پیچ ، پرچ ویا جوش
h	فاصله خالص بین بال های تیر و یا شاه تیرها
k	ضریبی که قدرت کمانش صفحه را به ابعاد و وضع تکیه گاههای صفحه ارتباط میدهد ، فاصله پشت بال تا انتهای ریشه بال در نیمرخ های نورد شده ویا فاصله پشت بال تا انتهای ریشه جوش در نیمرخ های ساخته شده .
l	طول واقعی مهار نشده
l'	فاصله مرکز به مرکز دو پیوند افقی در مقاطع ساخته شده از چند نیمرخ ، یا فاصله انتهای بست های چپ وراست در روی یک نیمرخ مقاطع ساخته شده از چند نیمرخ .
l_b	طول واقعی مهار نشده در صفحه خمش
l_{cr}	طول بحرانی مهار نشده مجاور لولای پلاستیک
n	نسبت E/E_c
q	برش مجاز که توسط یک قطعه اتصال برشی تحمل میشود .
r	شعاع ژیراسیون
r_b	شعاع ژیراسیون حول محوری که خمش حول آن ایجاد میشود .
r_y	شعاع ژیراسیون کوچکتر
r_Y	شعاع ژیراسیون حول محور Y در مقاطع ساخته شده از چند نیمرخ
S	فاصله بین سوراخ های پیچ یا پرچ در روی خطوط تنش
t	ضخامت جان ستون ، تیر ویا شاه تیرها
t_b	ضخامت بال تیر در اتصال صلب تیر به ستون
t_f	ضخامت جان
t_t	ضخامت قطعه نازکتر در اتصال دو قطعه توسط جوش لب به لب با نفوذ ناقص
w	طول ناودانی بکار برده شده بعنوان قطعه اتصال برشی
x	بعنوان اندیس مشخص کننده خمش حول محور قویتر میباشد .
y	بعنوان اندیس مشخص کننده خمش حول محور ضعیفتر میباشد .

α	نسبت تنش تسلیم جان به تنش تسلیم بال در تیر ورق های دو گانه
β	نسبت S_{tr}/S یا S_{eff}/S_s
ν	نسبت پویسن که برای فولاد 0.3 فرض میشود .

f'_c	مقاومت فشاری مکعب ۲۸ روزه بتن برحسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع .
f_t	تنش کششی محاسبه شده
f_v	تنش برشی محاسبه شده
f_{vs}	برش بین جان تیر ورق و تقویت کننده های عرضی
g	فاصله بین خطوط پیچ ، پرچ ویا جوش
h	فاصله خالص بین بال های تیر و یا شاه تیرها
k	ضریبی که قدرت کمانش صفحه را به ابعاد و وضع تکیه گاههای صفحه ارتباط میدهد ، فاصله پشت بال تا انتهای ریشه بال در نیمرخ های نورد شده ویا فاصله پشت بال تا انتهای ریشه جوش در نیمرخ های ساخته شده .
l	طول واقعی مهار نشده
l'	فاصله مرکز به مرکز دو پیوند افقی در مقاطع ساخته شده از چند نیمرخ ، یا فاصله انتهای بست های چپ وراست در روی یک نیمرخ مقاطع ساخته شده از چند نیمرخ .
l_b	طول واقعی مهار نشده در صفحه خمش
l_{cr}	طول بحرانی مهار نشده مجاور لولای پلاستیک
n	نسبت E/E_c
q	برش مجاز که توسط یک قطعه اتصال برشی تحمل میشود .
r	شعاع ژیراسیون
r_b	شعاع ژیراسیون حول محوری که خمش حول آن ایجاد میشود .
r_y	شعاع ژیراسیون کوچکتر
r_Y	شعاع ژیراسیون حول محور Y در مقاطع ساخته شده از چند نیمرخ
S	فاصله بین سوراخ های پیچ یا پرچ در روی خطوط تنش
t	ضخامت جان ستون ، تیر ویا شاه تیرها
t_b	ضخامت بال تیر در اتصال صلب تیر به ستون
t_f	ضخامت جان
t_t	ضخامت قطعه نازکتر در اتصال دو قطعه توسط جوش لب به لب با نفوذ ناقص
w	طول ناودانی بکار برده شده بعنوان قطعه اتصال برشی
x	بعنوان اندیس مشخص کننده خمش حول محور قویتر میباشد .
y	بعنوان اندیس مشخص کننده خمش حول محور ضعیفتر میباشد .

α	نسبت تنش تسلیم جان به تنش تسلیم بال در تیر ورق های دو گانه
β	نسبت S_{tr}/S یا S_{eff}/S_s
ν	نسبت پویسن که برای فولاد 0،3 فرض میشود .

ضوابطی برای طرح واجرای ساختمانهای فولادی

قسمت ۱ :

بخش ۱-۱- نقشه های کلی و اجرائی

۱-۱-۱- نقشه های کلی

نقشه های کلی باید طرح کاملی همراه با اندازه ها ، نیمرخ ها و موقعیت نسبی اعضاء مختلف را نشان دهند . ارتفاع کف ها ، و مراکز و فاصله محورهای مختلف باید اندازه گذاری شوند . این نقشه ها باید با مقیاسی نسبتا"بزرگ ترسیم گردند تا بخوبی وسادگی ، اطلاعات لازم رابه بیننده انتقال دهند .

نقشه های کلی باید نوع یا انواع ساختی را که در بخش ۱-۲ شرح داده شده است وباید بمرحله اجرا درآید مشخص نموده وباید شامل اطلاعاتی راجع به بارهای فرض شده ، برشها ، لنگرها و نیروهای محوری که باید توسط همه اعضاء و اتصالات آنها تحمل بشوند ، باشد.اینگونه اطلاعات در تهیه دقیق نقشه های اجرائی مورداستفاده قرار میگیرند .

در مواردی که در اتصالات از پیچ های پر مقاومت استفاده میشود و اتصال میباید نیروی برشی تحمل نماید باید نوع اتصالات یعنی اصطکاکی(۱) و یا غیراصطکاکی(۲)راکه باید بموردا جرادرآید مشخص نمایند .

خیز(۳) خرپاها ، تیرها و شاه تیرها در صورت نیاز باید در نقشه های کلی نشان داده شوند .

۱-۱-۲- نقشه های اجرائی

نقشه های اجرائی که اطلاعات لازم برای ساختن قسمت های ترکیبی ساختمان از قبیل موقعیت نوع و اندازه همه پرچها ، پیچ ها و جوشها را بنحو کامل در اختیار میگذارندباید تهیه گردند این نقشه ها باید به وضوح پیچ ها و پرچ هائی را که در کارخانه ویا در محل کاربابد درقطعات تعبیه شوند از هم متمایز نماید .

نقشه های اجرائی باید با توجه به بهترین و مدرنترین نوع اجرای معمولی تهیه شوند وهمواره باید سرعت دراجرا واقتصاد را درمد نظر گرفت .

---

۱ — Friction

۲ — Bearing

۳ — Camber

۱-۱-۳- توجه به جوشکاری اتصالات مخصوص

در نقشه های کلی و اجرائی اتصالات یا گروه هائی از اتصالاتی که خصوصا "ترتیب روش جوشکاری در آنها مهم میباشد باید مشخص شوند تا در اجرای کار دقت بیشتری در جوشکاری آنها بعمل آید و از ایجاد تنش ها و تغییر شکل های زیاد جلوگیری شود .

منظور از طول جوش که در نقشه های کلی و اجرائی مشخص میشود طول موثر خالص جوش میباشد .

۱-۱-۴- علائم استاندارد

علائم جوش بکار رفته در نقشه های کلی و اجرائی باید مطابق با استاندارد نشریه شماره ۳۷ دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی سازمان برنامه وبودجه باشد . سایر علائم را نیز بشرطیکه توضیح کاملی در مورد آنها ضمیمه نقشه های کلی و اجرائی باشد نیز میتوان بکار برد .

شرح کاملی از علائم بکار برده شده برای نیمرخ ها نیز باید ضمیمه نقشه ها باشد .

بخش ۱-۲ انواع ساخت

سه نوع طرح ساختمان فولادی بطریقی که در ذیل شرح داده میشود مجاز میباشد . اندازه اعضای ساختمان و نوع و قدرت اتصالات آنها بستگی به نوع طرح بکار برده شده دارد .

در نوع اول که به آن قاب صلب ویا قاب پیوسته (۱) اطلاق میشود اتصالات کاملا" صلب بوده و زاویه بین تیرها و ستونها در اتصالات در اثر نیروهای وارده به ساختمان تغییر نمی نماید .

در نوع دوم که به آن قاب ساده (۲) نیز گفته میشود اتصال تیرها به ستونها برای تحمل نیروهای برشی ناشی از نیروهای وزن طرح شده ودر نتیجه انتهای تیرها میتوانند در اثر نیروهای وارده به سادگی و آزادی دوران نمایند .

در نوع سوم که به آن قاب نیمه صلب (۳) نیز اطلاق میشود، فرض بر اینست که اتصال تیرها و ستونها میتوانند به اندازه مقدار مشخصی لنگر تحمل نمایند . در نتیجه اتصالات دارای درجه صلابتی بین صلابت نوع اول و قابلیت انعطاف پذیری نوع دوم میباشند .

طرح اتصالات باید با نوع ساختمانی که در نقشه های کلی ذکر شده است مطابقت داشته باشد .

در ساختمانهای نوع اول که بدون هیچ شرطی مجاز میباشند دو روش مختلف طرح رامیتوان بکار برد . در روش اول اعضای مختلف قاب صلب یا پیوسته را باید بر اساس حداکثرقدرت تحملشان طوری طرح نمود که بتوانند نیروی وارده ضربدرضرائب اطمینان (۴) راتحمل نمایند . در بخش

---

۱ — Rigid Frame, Continuous Frame

۲ — Simple Framing

۳ — Semi-Rigid Framing

۴ — Load Factor

۲ــ۱ این نشریه ضوابطی برای این روش طرح داده شده است .

در روش دوم ساختمانهای نوع اول باید طوری طرح شوند که بتوانندتنش های حاصله ازنیروهای وارده را که بر طبق تئوری الاستیک محاسبه میگردند تحمل نمایند در بخش ۱ــ۵ این نشریه تنش های مجاز قطعات مختلف ساختمان داده شده اند .

در ساختمانهای نوع دوم که اتصالات تیر و ستونها برای نیروهای وزن ، کاملا" قابلیت انعطاف پذیری دارند لنگرهای حاصله از نیروهای عرضی (باد یا زلزله) را میتوان بین تعداد معدودی از اتصالات که بدین منظور طرح میشوند پخش نمود . دراینحال باید توجه داشت که

۱ــ اینگونه اتصالات و اعضای متصل به آنها دارای مقاومت کافی برای تحمل نیروهای عرضی باشند .

۲ــ شاه تیرها بتوانند نیروهای وزن (دائم) را بصورت یک تیر ساده حمل نمایند .

۳ــ اتصالات به اندازه کافی دارای قابلیت چرخش غیر الاستیک باشند تا از تنیده شدن بیش از حد اعضای متصل کننده (جوش ، پرچ و پیچ ها) تحت نیروهای باد و وزن جلوگیری بعمل آید .

ساختمانهای نوع سوم به شرطی مجاز میباشند که اتصالات بتوانند حداقل مقدار معینی لنگر تحمل نمایند . اعضای اصلی که به این مفصل ها وصل میشوند باید برای این حداقل لنگرطرح شوند .

در اتصالات ساختمانهای نوع دوم و سوم ممکنست که تغییر شکل های غیر الاستیک قابل کنترل ایجاد بشود .

بخش ۱ــ۳ بارها و نیروها

۱ــ۳ــ۱ــ بار مرده

وزن اسکلت فولادی و همه موادی که بطور دائم توسط آن حمل میشوند ، بار مرده را تشکیل میدهند که باید در طرح ساختمان در نظر گرفته شوند .

۱ــ۳ــ۲ــ بار زنده

بار زنده که شامل بار برف (در صورت وجود) نیز میشود ، باید بر طبق آئین نامه ای که طرح سازه بر آن اساس انجام می گیرد (آئین نامه ۵۱۹ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران) تعیین شود . بار برف باید یا به صورت تاثیرش بر تمام سطح بام یا به صورت تاثیرش بر قسمتی از سطح بام در نظر گرفته شود و هر گونه ترکیب احتمالی از بارها که بزرگترین تنش را در اعضاء

حامل ایجاد می کند باید بهنگام طرح در نظر گرفته شود .

۱-۳-۳- ضربه

هنگامی که بارهای زنده ایجاد ضربه کنند بار زنده فرض شده را باید طوری افزایش داد که بار زنده ساکن مفروض همان اثر بار زنده متحرک را ایجاد نماید .

اگر این افزایش بنحوی مشخص نشده باشد میتوان از افزایش های زیر استفاده کرد .

برای تکیه گاه های آسانسورها		۱۰۰ درصد
برای تیرهای حامل جرثقیلهای متحرک و اتصالات آنها		۲۵ درصد
برای تکیه گاه های ماشین آلات سبک ، محوری یا موتوری	بیش از	۲۰ درصد
برای تکیه گاه های ماشین آلاتی که دارای حرکت متناوب میباشند	بیش از	۵۰ درصد
برای آویزهائی که سقف ها و بالکن ها را حمل می کنند		۳۳ درصد

۱-۳-۴- نیروهای افقی ناشی از حرکت جرثقیل

نیروی افقی وارد بر گذرگاه جرثقیل که از حرکت جرثقیل ناشی می شود ، اگر بنحوی مشخص نشده باشد باید برابر ۲۰ درصد مجموع وزن باری که برداشته شده و وزن ارابه جرثقیل درنظر گرفت . بایدفرض نمودکه این نیرو دربالای ریل اثرمیکندونیمی ازآن به هر ریل در دو جهت مختلف اثر می نماید . نیروی طولی اگر بنحوی مشخص نشده باشد باید برابر ۱۰ درصدحداکثر بار چرخهای جرثقیل که در بالای ریل اثر میکند در نظر گرفته شود.

۱-۳-۵- باد و زلزله

تنش های ناشی از اثر باد و زلزله چه در هنگام اجرای ساختمان و چه پس از پایان ساختمان باید در نظر گرفته شوند .

۱-۳-۶- نیروهای دیگر

ساختمانهائی که بعلت موقعیت جغرافیائی خاص در معرض گرد بادها و سایر شرائط فوق العاده قرار می گیرند باید با در نظر داشتن آثار ناشی از چنین شرائطی طرح گردند .

۱-۳-۷- بارهای حداقل

در غیاب هر گونه مقررات آئین نامه ساختمانی قابل کاربرد ، در هر موقعیت جغرافیائی در ایران ، بارهای مذکور در بندهای ۱-۳-۱ ، ۱-۳-۲ ، ۱-۳-۵ و ۱-۳-۶ نباید کمتر از آنچه که در آخرین چاپ نشریه شماره ۵۱۹ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران " حداقل بار وارده بر ساختمانها و ابنیه فنی " ذکر شده است باشد .

بخش ۱-۴ مواد

۱-۴-۱- فولاد ساختمانی

۱-۴-۱-۱- موادی که در لیست ذیل آورده شده است ویا مشابه آنها را میتوان در ساختمانهای فولادی بکار برد .

فولاد ساختمانی ST 37-3 ، ST 52-3 و فولاد ساختمانی مطابق بـــــا ASTM (۱)
ASTM A36 ، ASTM A53 درجـــه B ، ASTM A242 ، ASTM A375 ، ASTM A440 ،
ASTM A441 ، ASTM A500 ، ASTM A501 ، ASTM A529 ، ASTM A570
ASTM A607 درجه D ، E ، ASTM A572 ، ASTM A588 ، ASTM A514 ، ASTM A606
ASTM A618

گزارش آزمایش انجام شده توسط کارخانه ویاتوسط آزمایشگاه برروی مواد فوق براساس ASTM A6 ویا سایر روش های متداول باید صحت خواص مکانیکی مواد فوق الذکر را مطابق با آنچه که در ASTM ذکر شده است تائید نماید .

۱-۴-۱-۲- فولادهای استاندارد نشده و نامشخص را در صورت نداشتن عیوب سطحی میتوان درقسمتهائی از ساختمان ویا در جزئیاتی از ساختمان که دارای اهمیت زیاد نبوده و در محل هائی که خواص فیزیکی این فولادها و قابلیت جوشکاری آنها بر روی استحکام ساختمان تاثیرسوئی بجانمیگذارند بکار برد .

۱-۴-۲- سایر فلزات

فولاد خشکه (۲) مطابق با ASTM A27 درجه 65-35 و ASTM A148 درجه 80-50 و یا مشابه اروپائی این نوع فولاد و فولاد چلنگری (۳) مطابق با ASTM A235 نوع C ، F ، G و ASTM A237 نوع A ویا مشابه اروپائی این نوع فولاد را میتوان بکاربرد . در همه مـــوارد تائید شده گزارش آزمایش بر روی نمونه این فلزات باید با خواص مکانیکی آنها که در ASTM آمده است مطابقت داشته باشد .

---

۱ -- American Society for Testing and Materials

۲ -- Cast Steel

۳ -- Forging Steel

۱ـ۴ـ۳ـ پرچ ها

پرچ ها باید با مشخصاتی که برای پرچ های ساختمانی در ASTM A502 درجه ۱ و ۲ آمده است مطابقت داشته باشند . کارخانه سازنده پرچ باید شواهد لازم مبنی بر مطابقت خواص مکانیکی پرچ با آنچه که در ASTM آمده است ارائه دهد .

۱ـ۴ـ۴ـ پیچ ها

پیچ های پر مقاومت فولادی باید با ASTM A325 ، ASTM A449 ، ASTM A490 و یا مشخصات مشابه مطابقت داشته باشند . سایر پیچ ها باید با ASTM A307 ویا مشخصات مشابه مطابقت داشته باشند . کارخانه سازنده پیچ باید شواهد لازم مبنی بر مطابقت خواص مکانیکی پیچ با آنچه که در ASTM آمده است ارائه دهد .

۱ـ۴ـ۵ـ الکترود جوش

تا زمانی که استاندارد طبقه بندی و مشخصات الکترودهای جوش در ایران تهیه نشده است ، الکترودهای جوشکاری نرمه داخلی و خارجی را میتوان بکار برد در اینحال باید توجه داشت که حداکثر مقاومت جوش حاصل از بکار بردن کلیه الکترودها باید بر طبق بند ۱ـ۵ـ۳ این ضوابط باشد . برای اطلاع بیشتر راجع به الکترودهای جوش میتوان به بند ۱ـ۵ نشریه شماره ۱۲ دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی سازمان برنامه و بودجه "تجهیز و سازمان دادن کارگاه جوشکاری" مراجعه نمود .

۱ـ۴ـ۶ـ قطعات اتصال برشی

قطعات فولادی اتصال برشی باید با مشخصات داده شده در بندهای 429 و 430 "آئین نامه جوش در ساخت ساختمانها" AWS D1.0-69(1) ویا مشخصات مشابه مطابقت داشته باشند . کارخانه سازنده این قطعات باید شواهد لازم مبنی بر مطابقت خواص مکانیکی این قطعات را با آنچه که در مشخصات آمده است ارائه دهد .

بخش ۱ـ۵ـ تنش های مجاز

به استثنای مواردی که در بخش های ۱ـ۶ ، ۱ـ۷ ، ۱ـ۱۰ و ۱ـ۱۱ و قسمت دوم این ضوابط آمده است ، تمام قطعات یک ساختمان بایستی طوری انتخاب گردند که تنش های موجود در آنها بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع از مقادیر داده شده در بندهای ذیل کمتر باشد .

---

1 — American Welding Society

۱ـ۵ـ۱ـ تنش در فولادهای ساختمانی

۱ـ۵ـ۱ـ۱ـ کشش

تنش مجاز کششی بر روی سطح مقطع خالص(۱) (سطح باقیمانده در مقطع) بجز در محل سوراخهای منصل برابراست با : $F_t = 0.6\ F_y$

در هر صورت این مقدار نبایستی از نصف کمترین مقاومت نهایی فولاد بیشتر باشد . تنش مجاز کششی در روی سطح خالص در محل سوراخهای تسمه های سر پهن(۲) ویا قطعات ساخته شده و یا صفحات متصل شده توسط اتصال مفصلی برابر است با : $F_t = 0.45\ F_y$

برای تنش مجاز در قطعات حدیده شده(۳) به جدول ۱ـ۵ـ۲ـ۱ مراجعه شود .

۱ـ۵ـ۱ـ۲ـ برش

تنش برشی در مقطع ناخالص برابر است با : $F_t = 0.4\ F_y$

مقطع ناخالص نیمرخهای نورد شده ویا ساخته شده برای برش را میتوان معادل ارتفاع کل ضربدر ضخامت جان فرض نمود . مقدار تنش مجاز برشی در جانهای نازک از مقدار فوق کمتر میباشد و برای تعیین آن بایستی به بخش ۱ـ۱۰ این ضوابط رجوع شود .

۱ـ۵ـ۱ـ۳ـ فشار

۱ـ۵ـ۱ـ۳ـ۱ـ تنش مجاز فشاری در مقطع ناخالص(۴) نیمرخهائی که تحت فشار میباشند و نسبتهای عرض به ضخامت قسمتهای مختلف آنها با شرائط داده شده در بخش ۱ـ۹ این ضوابط وفق‌دارندوحداکثر ضریب لاغری قطعات مهار نشده آنها ($\frac{Kl}{r}$) آنطور که در بخش ۱ـ۸ تعریف شده از C_c کوچکتر باشد برابر است با :

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{\left(\frac{Kl}{r}\right)^2}{2\,C_c^2}\right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{Kl}{r}\right)}{8\,C_c} - \frac{\left(\frac{Kl}{r}\right)^3}{8\,C_c^3}} \qquad (۱ـ۵ـ۱)$$

---

۱ - Net Section

۲ - Eyebars

۳ - Threaded Parts

۴ - Gross Section

و مقدار C_c برابر است با : $C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}}$.

۱ـ۵ـ۱ـ۳ـ۲ـ تنش مجاز فشاری در مقطع ناخالص نیمرخهایی که بطور محوری تحت فشار میباشند و نسبتهای عرض به ضخامت قسمتهای مختلف آنها با شرایط داده شده در بخش ۱ـ۹ این ضوابط وفق دارند و حداکثر $\frac{Kl}{r}$ قطعات مهار نشده آنها از C_c بزرگتر میباشد برابر است با :

$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23\left(\frac{Kl}{r}\right)^3} \qquad (۱ـ۵ـ۲)$$

۱ـ۵ـ۱ـ۳ـ۳ـ تنش مجاز فشاری در مقطع ناخالص نیمرخهائی که تحت اثر نیروهای فشاری محوری قرار دارند و بعنوان اعضاء فرعی (مثل مهار بندها) بکار برده میشوند در صورتیکه l / r از ۱۲۰ بزرگتر باشد برابر است با :

$$F_{as} = \frac{F_a \ \text{محاسبه شده از روابط ۱ـ۵ـ۱ یا ۱ـ۵ـ۲}}{1.6 - \frac{l}{200\, r}}$$

۱ـ۵ـ۱ـ۳ـ۴ـ تنش مجاز فشاری بر روی مقطع ناخالص سخت کننده های(۱) تیر ورق ها (۲) برابر است با :

$$F_a = 0.6\, F_y$$

۱ـ۵ـ۱ـ۳ـ۵ـ تنش مجاز فشاری در جان تیرهای نورد شده در انتهای ریشه بال برابر است با :

$$F_a = 0.75\, F_y$$

(برای تنش لهیدگی به بند ۱ـ۱۰ـ۱۰ مراجعه شود) .

۱ـ۵ـ۱ـ۴ـ خمش

۱ـ۵ـ۱ـ۴ـ۱ـ تنش های فشاری و کششی ناشی از خمش در تارهای انتهایی نیمرخهای فشرده نورد شده یا ساخته شده (به استثنای تیر ورق های دورگانه (۳) و اعضای ساخته شده از فولادهای A514) که نسبت به صفحه محور ضعیف ترخود دارای تقارن میباشند و در همین صفحه بارگذاری شده اند برابر است با .

$$F_b = 0.66\, F_y$$

---

۱ — Stiffeners

۲ — Plate Girders

۳ — Hybrid Girders تیرورقهای دوگانه تیرورقهایی هستند که جنس فولاد بالهای آنها با جنس فولاد جانشان متفاوت است .

برای اینکه یک نیمرخ ، فشرده محسوب شود باید دارای خواص ذیل باشد .

الف ــ بالها باید در تمام طول خود بطور پیوسته به جان یا جانها متصل باشند .

ب ــ نسبت عرض به ضخامت قسمتهای سخت نشده بال فشاری (مطابق باتعریف بند ۱ــ۹ــ۱ــ۱) نباید از $\frac{437}{\sqrt{F_y}}$ بیشتر باشد .

ج ــ نسبت عرض به ضخامت قسمتهای سخت شده بال فشاری آنطور که در بخش ۱ــ۹ــ۲ــ۱ تعریف شده است نبایستی از $\frac{1593}{\sqrt{F_y}}$ بزرگتر باشد .

د ــ نسبت ارتفاع به ضخامت جان یا جانهای تیر نباید از مقدار داده شده توسط رابطه ۱ــ۵ــ۴ــ الف ویا رابطه ۱ــ۵ــ۴ــ ب بیشتر شود .

(۱ــ۵ــ۴ــ الف) اگر $\frac{f_a}{F_y} \leq 0.16$ باشد داریم $d/t = \frac{3455}{\sqrt{F_y}}\left(1-2.33\ \frac{f_a}{F_y}\right)$

(۱ــ۵ــ۴ــ ب) اگر $\frac{f_a}{F_y} > 0.16$ باشد داریم $d/t = \frac{2155}{\sqrt{F_y}}$

هـ ــ بال فشاری باید در حداقل فاصله بدست آمده از دو رابطه ذیل در جهت جانبی مهار شود .

$$\frac{637\ b_f}{\sqrt{F_y}} \text{ و } \frac{1406000}{(d/A_f)\ F_y}$$

تیرها ، تیر ورق ها وتیرهای مرکبی را که دو گانه نبوده و از فولاد A514 ساخته نشده اند و شرائط الف ــ ب ــ ج ــ د ــ و هـ مذکور در فوق در مورد آنها صادق میباشد و در روی تکیه گاه دارای پیوستگی بوده و یا دو انتهای آنها توسط پرچ ، پیچ وباجوش به ستون بصورت کاملا "صلب وصل باشندمیتوان برای $\frac{9}{10}$ لنگرخمشی منفی ناشی از نیروهای قائم (نیروی وزن) طرح کرد . این عمل را میتوان در صورتی انجام داد که لنگر خمشی مثبت تیر را به اندازه $\frac{1}{10}$ میانگین لنگرهای خمشی منفی در دو انتهای تیر افزایش داد . انجام این عمل برای تیرهای طره مجاز نیست . اگر لنگر خمشی منفی موجود در تیر به وسیله ستونی که با اتصال صلب به تیر متصل شده است تحمل شود میتوان برای حالت ترکیب تنش های محوری وخمشی کسر ده درصد لنگر خمشی را در ستون نیز منظور داشت به شرط آنکه تنش محوری فشاری f_a از $0.15\ F_a$ تجاوز

نکند . F_a تنش مجاز محوری ستون میباشد .

۱–۵–۱–۴–۲–۲– اعضایی را که (به استثنای تیر ورق های دوگانه و اعضای ساخته شده از فولاد A514) تمام شرایط بخش ۱–۵–۱–۴–۱ را دارا هستند و $\frac{b_f}{2t_f}$ آنها از $\frac{437}{\sqrt{F_y}}$ بزرگتر ولی از $\frac{796}{\sqrt{F_y}}$ کوچکتر باشد میتوان بر اساس تنش خمشی مجازی که از رابطه زیر محاسبه میشود طرح کرد .

$$F_b = \left[0.733 - 0.000167 \left(\frac{b_f}{2t_f}\right) \sqrt{F_y}\right] F_y$$

۱–۵–۱–۴–۳– تنش کششی و فشاری مجاز ناشی از لنگر خمشی در تار انتهایی نیمرخهای به شکل I که در دو جهت دارای تقارن میباشند و دارای شرایط قسمتهای (الف) و (ب) بخش ۱–۵–۱–۴–۱ باشند و در امتداد محور ضعیفتر خم شده باشند برابر است با :

$$F_b = 0.75\ F_y \qquad \text{(۱–۵–۵–الف)}$$

این مقدار را نمیتوان در مورد نیمرخهای ساخته شده از فولاد A514 بکار برد . مقدار تنش کششی و فشاری مجاز مقاطع گرد و مربع و مربع مستطیل شکل که حول محور ضعیفتر خود خم شده باشند نیز $0.75\ F_y$ میباشد . در نیمرخهای بشکل I که در دو جهت دارای تقارن باشند (به استثنای تیر ورق های دو گانه و اعضای ساخته شده از فولاد A514) و شرط الف بخش ۱–۵–۱–۴–۱ در مورد نیمرخ صادق باشد و $\frac{b_f}{2t_f}$ آن از $\frac{437}{\sqrt{F_y}}$ بزرگتر باشد ولی از $\frac{796}{\sqrt{F_y}}$ کوچکتر باشد و نیمرخ در حول محور ضعیفتر خم شده باشد تنش مجاز را میتوان از رابطه زیر بدست آورد .

$$F_b = F_y \left[0.933 - 0.0004188 \left(\frac{b_f}{2t_f}\right) \sqrt{F_y}\right]$$

۱–۵–۱–۴–۴– تنش های کششی وفشاری مجاز در تار انتهایی قوطی های مربع یا مستطیل شکل که نسبت عرض به ضخامت بال آنها ویا نسبت ارتفاع به ضخامت جان آنها با شرایط بخش ۱–۵–۱–۴–۱ مطابقت ندارد ولی با شرایط بخش ۱–۹،مطابقت دارد برابر است با :

$$F_b = 0.6\ F_y$$

مقدار فوق را در صورتي میتوان بکار برد که بال تحت فشار تیر در فواصلي کوچکتر یا مساوی $\frac{175700}{F_y}$ ضربدر فاصله پشت به پشت جانها مهار شده باشد .

۱-۵-۱-۴-۵- تنش کششي مجاز ناشي از خمش در تارهای انتهایي اجزاء خمشي که در بندهای ۱-۵-۱-۴-۱ ، ۱-۵-۱-۴-۲ ، ۱-۵-۱-۴-۳ ، ۱-۵-۱-۴-۴ ذکر نشده اند برابر است با :

$$F_b = 0.6\ F_y$$

۱-۵-۱-۴-۶-الف - تنش فشاری مجاز ناشي از خمش در تارهای انتهایي اجزاء خمشي که در بخش ۱-۵-۱-۴-۵ مشخص شده وداراى شرایط بند ۱-۹-۱-۲ میباشند و نسبت به صفحه جان خود دارای تقارن بوده ودرهمین صفحه بارگذاری شده اند و همچنین تنش فشاری مجاز درتارهای انتهائی ناوداني هایي که نسبت به محور قویتر خم شده اند برابر است با بزرگترین مقداری که از رابطه ۱-۵-۶-الف یا ۱-۵-۶-ب (هرکدام که صادق باشد) و رابطه ۱-۵-۷ بدست میآید مگر اینکه مقدار بزرگتری را بتوان از طریق آنالیز دقیق بدست آورد . در هر صورت این مقدار نبایستي از $0.6\ F_y$ بزرگتر گردد .

در صورتیکه

$$\sqrt{\frac{717\times 10^{4}\ C_b}{F_y}} \leqslant \frac{l}{r_T} \leqslant \sqrt{\frac{3585\times 10^{4}\ C_b}{F_y}}$$

باشد داریم :

(رابطه ۱-۵-۶-الف)

$$F_b = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y\left(\frac{l}{r_T}\right)^{2}}{10755\ 10^{4}\ C_b}\right] F_y ,$$

در صورتیکه

$$\frac{l}{r_T} \geqslant \sqrt{\frac{3585\times 10^{4}\ C_b}{F_y}}$$

باشد داریم :

(رابطه ۱-۵-۶-ب)

$$F_b = \frac{1195\times 10^{4}\ C_b}{\left(\frac{l}{r_T}\right)^{2}}$$

ویا در صورتیکه بال تحت فشار دارای سطح مقطع تقریبا " مربع مستطیل و توپر(۱) باشدومساحت آن از مساحت بال تحت کشش کمتر نباشد تنش مجاز خمشی فشاری از رابطه ذیل بدست میآید .

$$F_b = \frac{843600\ C_b}{ld/A_f}$$ (رابطه ۱ـ۵ـ۷)

در روابط فوق

l : عبارتست از فاصله بین سطوح مقطعی که در مقابل پیچش ویا تغییر مکانهای جانبی بال فشاری مهار شده باشند .

r_T : عبارتست از شعاع ژیراسیون مقطعی که شامل بال فشاری ویک سوم مساحت جان تحت فشار بوده و حول محوری که در صفحه جان قرار دارد محاسبه شده باشد .

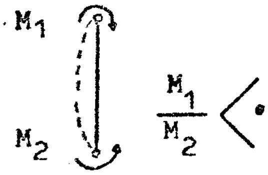
A_f : عبارتست از مساحت بال تحت فشار

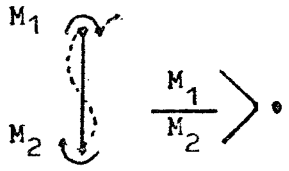
C_b : برابر است با :

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

و همواره باید کوچکتر از 2.3 باشد . (C_b را میتوان بطور محافظه کارانه برابر واحددرنظر گرفت) .

در رابطه فوق M_1 و M_2 به ترتیب کوچکترین و بزرگترین لنگر خمشی حول محور قوی مقطع در دو انتهای طول مهار نشده میباشند . نسبت $\frac{M_1}{M_2}$ مثبت میباشد اگر دو لنگر هم علامت بوده و منفی است اگر دارای علامت مختلف باشند .





در صورتیکه لنگر خمشی در بین دو انتهای فاصله مهار نشده از مقادیر لنگر در دو انتها بیشتر باشد C_b را برابر واحد در نظر بگیرید . همچنین مقدار C_b در محاسبه مقادیر F_{bx} و F_{by} بکار برده شده در فرمول ۱ـ۶ـ۱ـ الف برابر واحد میباشد .

برای محاسبه تنش فشاری مجاز F_b در تیر ورق ها به بخش ۱ـ۱۰ مراجعه نمائید . برای تیر

---

۱ — Solid

ورقهای دوگانه F_y بکار برده شده در روابط ۱ـ۵ـ۶ـ الف و ۱ـ۵ـ۶ـ ب تنش تسلیم بال فشاری میباشد . رابطه ۱ـ۵ـ۷ برای تیر ورق های دوگانه صادق نیست .

۱ـ۵ـ۱ـ۴ـ۶ـ ب تنش فشاری مجاز در تارهای انتهائی اعضای خمشی که دربندهای ۱ـ۵ـ۱ـ۴ـ۱ ، ۱ـ۵ـ۱ـ۴ـ۲ ، ۱ـ۵ـ۱ـ۴ـ۳ ، ۱ـ۵ـ۱ـ۴ـ۴ و ۱ـ۵ـ۱ـ۴ـ۶ الف آورده نشده است برابر است با :

$$F_b = 0.6\ F_y$$

به شرطی که مقطع حول محور اصلی خود خم گشته و دارای مهارهای جانبی در ناحیه تنش فشاری در فواصلی کمتر از $\dfrac{637\ b_f}{\sqrt{F_y}}$ باشد .

۱ـ۵ـ۱ـ۵ـ فشار مستقیم در سطوح تماس

۱ـ۵ـ۱ـ۵ـ۱ـ فشار مستقیم در سطوح منظم و صاف و بر روی قطعاتی که برای جلوگیری از لهیدگی جان وبال تیرها بکار برده میشوند (ورق های تقویتی) و فشار مستقیم از طرف خار مغزی ها (۱) بـه دیواره های اطراف آنها برابر است با :

$$F_p = 0.9\ F_y$$

در صورتیکه صفحات در تماس دارای تنش های تسلیم مختلف باشند F_y کوچکتر را بایددررابطه فوق بکار برد .

۱ـ۵ـ۱ـ۵ـ۲ـ تنش مستقیم فشاری در روی لولا (۲) و غلطک های (۳) درزهای انبساط بر حسب کیلوگرم بـر سانتیمتر طول برابر است با :

$$F_p = \left(\frac{F_y - 914}{20} \right) (\ 0.66\ d\ )$$

که d عبارت از قطر غلطک ویا قطر لولا بر حسب سانتیمتر میباشد .

۱ـ۵ـ۲ـ پرچ ها ، پیچ ها و میله های حدیده شده (۴)

۱ـ۵ـ۲ـ۱ـ تنش های مجاز کششی و برشی در پرچ ها ، پیچ ها و میله های حدیده شده بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع سطح مقطع پرچ قبل از بکار برده شدن ویا بر حسب کیلوگرم بر سانتیمترمربع سطح مقطع تنه پیچ ویا سطح مقطع میله های حدیده شده بدون توجه به سطح دندانه های پیچ

---

۱ ـ Pins

۲ ـ Expansion rockers

۳ ـ Expansion rollers

۴ ـ Threaded Parts

از جدول ۱ـ۵ـ۲ـ۱ بدست میآیند . پیچ های پر مقاومتی که قرار است نیروهای وارده را بـه وسیله کشش مستقیم تحمل نمایند باید طوری طرح گردند که‌متوسط تنش کششی وارد بر پیچ ها که بر اساس سطح مقطع اسمی (۱) آنها محاسبه شده است (بدون توجه به نیروی کششی اولیه موجود در پیچ در اثر محکم کردن آن) کمتر از تنش مجاز داده شده در جدول ۱ـ۵ـ۲ـ۱ باشد . نیروئی که باید در طرح پیچ منظور گردد عبارتست از نیروی وارده به اضافه هر نیروئی که توسط تغییر شکل های قطعات متصل شده بهم در اثر عمل اهرمی(۲) ایجاد میشود .

جدول ۱ـ۵ـ۲ـ۱

نوع اتصال	کشش مجاز بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع	برش کیلو گرم بر سانتیمتر مربع	
		اتصال اصطکاکی	اتصال معمولی
پرچ در پرچکاری گرم A502 درجه یک	1400		1050
پرچ در پرچکاری گرم A502 درجه دو	1890		1400
پیچ هـــای A307	1400 *		700
قطعات حدیده فولادي مطابق بـا ضوابط بخش ۱ـ۴ـ۱	$0.6\ F_y$ *		$0.3\ F_y$
پیچ A325 و A449 درصورتیکه سطح دندانه های پیچ درتحمل بـرش در نظر گرفته شده باشد .	2800 **	1050	1050
پیچ A325 و A449 درصورتیکه سطح دندانه های پیچ در تحمل بـرش در نظر گرفته نشده باشد .	2800 **	1050	1540
پیچ A490 در صورتیکه سطـح دندانه های پیچ در تحمل بـرش در نظر گرفته شده باشد .	3780 ***	1400	1575
پیچ A490 در صورتیکه سطـح دندانه های پیچ در تحمل بـرش در نظر گرفته نشده باشد .	3780 ***	1400	2240

* ـ سطح مقطع تحت اثر نیروی کششی در اینحالت برابر است با $\frac{\pi}{4}\left(D-\frac{0.9743}{n}\right)^2$ که D عبارتست از قطر بزرگتر دندانه پیچ بر حسب سانتیمتر و n عبارتست از تعداد دندانه در یـک سانتیمتر پیچ

** ـ سطح مقطع پیچ در این حالت سطح مقطع اسمی پیچ میباشد .

*** ـ سطح مقطع پیچ در اینحالت سطح مقطع اسمی پیچ بوده ونیروی وارده فقط نیروی استاتیک میباشد .

---

۱ ـ Nominal area

۲ ـ Prying action

۱-۵-۲-۲- تنش مستقیم فشاری مجاز بین پرچ ها یا پیچهای غیر اصطکاکی وقطعات متصل شونده بر روی سطحی به عرض قطر پیچ یا پرچ و طولی معادل ضخامت قطعه برابر است با :

$$F_p = 1.35\ F_y$$

که F_y تنش تسلیم قطعات متصل شونده میباشد .

برای تنش مستقیم فشاری مجازبین پیچ های اصطکاکی ساخته شده ازپیچ A325، A449 و A490 و قطعات متصل شونده حدی مشخص نشده است .

۱-۵-۳- تنش های مجاز جوش

در صورتیکه فولاد بکار برده شده از نوع ST 37-3 یا فولادهای مشابه بوده و الکترودهای مصرفی از نوع معمولی باشد وکیفیت جوش برطبق نشریه شماره ۲۳ دفترتحقیقات واستانداردهای فنی سازمان برنامه وبودجه بدون کاربرد آزمایشات غیر مخرب بازرسی وکنترل گردند تنش های مجاز جوش مطابق با ارقام ذیل که در نشریه شماره ۵۱۹ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران آمده است . باید در نظر گرفته شوند .

برش در جوش گوشه	۹۲۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع
برش در جوش لب به لب ، انگشتانه(۱) و کام توبر(۲)	۹۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع
کشش در جوش لب به لب	۱۱۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع
فشار در جوش لب به لب	۱۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع

در صورتیکه فولاد بکار برده شده از نوع ST 37-3 یا ST 52-3 ویا فولادهای پر مقاومت مشابه باشد و الکترود مصرفی E 60 بر طبق طبقه بندی ASTM باشد و کیفیت جوش با کاربرد آزمایشات غیر مخرب رادیوگرافی ویا اولتراسونیک بازرسی وکنترل گردند تنش های مجاز جوش را میتوان مطابق با ارقام ذیل در نظرگرفت .

برش در جوش گوشه	۱۲۶۵ کیلوگرم بر سانتیمترمربع
برش ، کشش و فشار در جوش لب به لب	برابر بامقاومت فولاد بکاربرده شده
برش در جوش انگشتانه و کام توپر	۱۲۶۵ کیلوگرم بر سانتیمترمربع

۱-۵-۴- فولاد خشکه (۳) و فولاد چلنگری(۴)

تنش های مجاز این نوع فلزات نیز از بخش ۱-۵-۱ بدست میآیند .

۱- Plug weld

۲- Slot weld

۳- Cast Steel

۴- Steel forgings

۱-۵-۵- تنش مجاز مستقیم بر روی مصالح ساختمانی

در صورت نبودن آئین نامه ساختمانی تنش های مجاز ذیل را برای فشار مستقیم بر روی مصالح ساختمانی میتوان بکار برد .

فشار مستقیم بر روی سنگ های آهکی وسیلیسی	28 کیلوگرم بر سانتیمترمربع
فشار مستقیم بر روی آجر با ملات ماسه سیمان	12 کیلوگرم برسانتیمتر مربع
فشار مستقیم بر روی تکیه گاههای بتنی در صورتیکه بارواردهبرتمام تکیه گاه واردشود	$0.2\ f'_c$
فشار مستقیم بر روی تکیه گاههای بتنی درصورتیکه بارواردهبرکمتراز $\frac{۱}{۳}$ تکیه گاه وارد شود .	$0.3\ f'_c$

در روابط فوق f'_c تنش فشاری مکعب ۲۸ روزه بتن میباشد .

۱-۵-۶- تنش های حاصله از باد و زلزله

تنش های مجاز داده شده در بندهای ۱-۵-۱ ، ۱-۵-۲ ، ۱-۵-۳ ، ۱-۵-۴ و۱-۵-۵ را میتوان به اندازه ۳۳/۳۳ درصد در صورتیکه تنش های حاصله در ساختمان دراثر نیروهای باد وزلزله ویا ترکیبی از نیروهای زنده، ومرده و باد و زلزله ایجاد شوند افزایش داد .

در اینحال باید توجه داشت که مقاطع محاسبه شده بر این اساس کمتر از مقاطع محاسبه شده برای نیروی زنده ومرده و نیروهای ضربه ای بدون افزایش ۳۳/۳۳ درصد در تنش های مجاز نباشند .

بخش ۱-۶- ترکیب تنش ها

۱-۶-۱- فشار محوری و خمشی

اعضایی که در آن واحد تحت تاثیر فشار محوری و تنش خمشی قرار میگیرند باید طوری طرح گردند که روابط ذیل در مورد آنها صادق باشد .

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_{mx}\ f_{bx}}{\left(1-\frac{f_a}{F'_{ex}}\right)F_{bx}} + \frac{C_{my}\ f_{by}}{\left(1-\frac{f_a}{F'_{ey}}\right)F_{by}} \leq 1.0 \qquad \text{(۱-۶-۱-الف)}$$

$$\frac{f_a}{0.6\,F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \qquad (\text{۱–۶–۱–ب})$$

در صورتیکه مقدار $\frac{f_a}{F_a} \leq 0.15$ باشد میتوان بجای دو رابطه فوق تنها صحت رابطه ذیل را تحقیق نمود .

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \qquad (\text{۱–۶–۲})$$

در روابط ۱–۶–۱–الف ، ۱–۶–۱–ب و ۱–۶–۲ اندیس های x و y نشان دهنده محورهای خمشی میباشند که تنش ها ویا خواص هندسی مقطع نسبت به آنها محاسبه شده اند .

F_a: تنش فشاری مجاز محوری است در صورتیکه فقط تنش محوری موجود باشد که از روابط ۱–۵–۱ الی ۱–۵–۳ محاسبه میشود .

F_b: نشان دهنده تنش مجاز فشاری خمشی است در صورتیکه تنها لنگر خمشی بر نیمرخ اثر نماید و مقدار آنرا میتوان مطابق بخش ۱–۵–۱–۴ حساب کرد .

F'_e: معادل $\frac{12\pi^2 E}{23\left(\frac{Kl_b}{r_b}\right)^2}$ میباشد که در این رابطه l_b طول مهار نشده واقعی در صفحه خمشی و r_b شعاع ژیراسیون مربوطه میباشد، K ضریب طول موثر در صفحه خمشی بوده و E مدول ارتجاعی فولاد است . F'_e را نیز میتوان مانند F_a و F_b برای اثر باد و زلزله به اندازه ۳۳/۳۳ درصد افزایش داد .

f_a: تنش محوری محاسبه شده میباشد .

f_b: تنش خمشی محاسبه شده در نقطه مورد نظر میباشد .

C_m: ضریبی است که مقدار آن را میتوان به طرق ذیل محاسبه نمود .

۱– برای اعضای فشاری قابهائی که از حرکت جانبی آنها جلوگیری بعمل نیآمده باشد C_m برابر ۰/۸۵ میباشد .

۲– برای اعضای فشاری قاب هائی که از حرکت جانبی مفاصل آنها جلوگیری بعمل آمده باشد وتحت اثر نیروهای عرضی در بین تکیه گاههایشان در داخل صفحه ای که خمش در آن

ایجاد میشود نباشند C_m از رابطه ذیل محاسبه میگردد .

$$C_m = \text{حداکثر} \left(0.6 - 0.4 \frac{M_1}{M_2} \quad , \quad 0.4 \right)$$

در رابطه فوق M_1 و M_2 لنگرهای موجود در دو انتهای قطعات مهار نشده میباشند .

M_1 لنگر کوچکتر و M_2 لنگر بزرگتر است . $\frac{M_1}{M_2}$ مثبت است اگر عضو مربوطه دارای انحنای دوبل (۱) باشد و منفی است در صورتیکه عضو دارای انحنای ساده(۲) باشد .

۳ـ در قاب هائی که از حرکت جانبی مفاصل اعضای فشاری آنها بوسیله مهاربندی جلوگیری بعمل آمده باشد و بارهای جانبی در بین دو نقطه مهار شده به تیرها وارد بشوند مقدار C_m را میتوان از روشهای منطقی محاسبه کرد . بجای محاسبه میتوان مقدار C_m را برای اعضایی که در انتهای آنها لنگر وجود داشته باشد برابر ۰/۸۵ و برای اعضایی که در انتهای آنها لنگر وجود نداشته باشد برابر واحد فرض نمود .

۱ـ۶ـ۲ـ کشش محوری و خمشی

ابعاد اعضایی را که درآن واحد تحت اثر کشش محوری و لنگر خمشی قرار میگیرند باید آنچنان انتخاب کرد که رابطه ۱ـ۶ـ۱ـ ب در مورد آنها صادق باشد . در این رابطه f_b تنش کششی ناشی از لنگر خمشی میباشد . در هر صورت تنش فشاری ناشی از لنگر خمشی به تنهایی نباید از تنش فشاری خمشی مجاز داده شده در بخش ۱ـ۵ـ۱ـ۴ بزرگتر باشد .

۱ـ۶ـ۳ـ برش و کشش

ابعاد پیچ ها و پرچ هائی که تحت اثر نیروهای برشی و کششی باهم قرار میگیرند باید آنچنان انتخاب شوند که تنش کششی تولید شده در آنها بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع ازحدود مشخص شده در ذیل بیشتر نشود .

برای پرچ های A502 درجه یک ویا پرچ های مشابه اروپائی .

$$F_t = 1960 - 1.6 f_v \leqq 1400$$

برای پرچ های A502 درجه دو یا پرچ های مشابه اروپائی

$$F_t = 2660 - 1.6 f_v \leqq 1890$$

---

۱ – Double or Reverse Curvature

۲ – Simple Curvature

برای پیچ های A307 ویا پیچ های مشابه اروپائی

$$F_t = 1960 - 1.6 f_v \leqq 1400$$

در اینحال باید توجه داشت که سطح مقطع موثر پیچ از رابطه داده شده در بند ۱ـ۵ـ۲ـ۱ بدست میآید .

برای پیچ های A325و A449 ویا پیچ های مشابه اروپائی در اتصالات غیر اصطکاکی

$$F_t = 3500 - 1.6 f_v \leqq 2800$$

برای پیچ های A490 ویا پیچ های مشابه اروپائی در اتصالات غیر اصطکاکی

$$F_t = 4900 - 1.6 f_v \leqq 3780$$

در روابط فوق f_v که عبارتست از تنش برشی حاصله از نیروهای وارده به اتصال نباید از مقدار مجاز داده شده در بند ۱ـ۵ـ۲ بیشتر باشد .

برای پیچ هائی که در اتصالات اصطکاکی بکار برده میشوند تنش برشی مجازی که باید f_v با آن مقایسه گردد بجای استفاده از بخش ۱ـ۵ـ۲ از روابط ذیل محاسبه میگردد .

برای پیچ های A325 و A449 ویا پیچ های اروپائی مشابه

$$F_v \leqq 1050 \left(1 - \frac{f_t A_b}{T_b} \right)$$

برای پیچ های A490 و یا پیچ های اروپائی مشابه

$$F_v \leqq 1400 \left(1 - \frac{f_t A_b}{T_b} \right)$$

که در روابط فوق f_t عبارتست ازمتوسط تنش کششی موجود در پیچ های یک اتصال در اثر نیروی وارده و T_b عبارت از تنش کششی ایجاد شده در پیچ در اثر پیش فشردن آن قبل از اعمال نیروهای وارده به اتصال میباشد .

بخش ۱ـ۷ـ اعضاء و اتصالاتی که تحت اثر تنش های متغیر مکرر قرار میگیرند (خستگی)(۱)

۱ـ۷ـ۱ـ کلیات

خستگی بصورتیکه در این نشریه آمده است به معنای خساراتی است که بر اثر تکرار تغییرات تنش ایجاد میشود و ممکن است به شکستگی (۲) یک عضو بیانجامد . منظور از دامنه تنش

---

(۱) ـ Fatigue

(۲) ـ Fracture

در تنش های متغیر مکرر عبارت از حداکثر مقدار تغییرات این تنش ها میباشد . در صورت تبدیل تنش فشاری به کششی ویا بالعکس ویا تغییر جهت نیروهای برشی در تغییرات تنش ، دامنه تنش عبارت از تفاضل جبری حداکثر تنش کششی و فشاری ویا تفاضل جبری حداکثر تنش های برشی در دوجهت مختلف یک محل مشخص عضو مورد نظر میباشد .

در ساختمانهای معمولی بندرت اتفاق میافتد که اعضائی و یا اتصالی را برای اثر خستگی طرح نمود چه در این نوع سازه ها اکثر تغییرات بارها به دفعات بسیار کم اتفاق افتاده ویا دامنه تغییرات تنش های ایجاد شده بر اثر نیروهای متغیر وارده بسیار کوچک میباشد . تعداد نوسانات بارهای زلزله وباد که بارهای متغیر مکرر میباشند به اندازه کافی زیاد نیست که لازم شود اثر خستگی در ساختمان را در نظر گرفت .

۱-۷-۲- طراحی بر اساس خستگی

اعضاء و اتصالاتی که تحت اثر خستگی به طریقی که در ضمیمه ب آمده است قرار میگیرند باید بر اساس ضوابط این ضمیمه طراحی شوند .

بخش ۱-۸- پایداری و ضرائب لاغری

۱-۸-۱- کلیات

هر ساختمانی بطور کلی وهر عضو فشاری ساختمان باید پایدار باشد .

ضریب لاغری یک عضو فشاری که در تعیین تنش های مجاز فشاری مورد استفاده دارد برابر است با $\frac{Kl}{r}$ که Kl طول موثر و r شعاع ژیراسیون مربوطه میباشد . در بعضی موارد K برابر واحد است .

۱-۸-۲- قاب های بدون حرکت جانبی

ضریب طول موثر K برای اعضای فشاری قاب هائی که توسط باد بندهای قطری ، دیوارهای برشی ، ساختمانی که خود پایداری جانبی داشته باشد ویا توسط دال های سقف ویا کف (که خود بوسیله دیوارهای برشی ویا سیستم بادبندهای موازی با صفحه قاب پایدار شده اند) پایدار شده باشند و همچنین در خرپاها برابر واحد فرض میشود مگر اینکه آنالیز دقیق نشان دهد که مقدار کمتری را بتوان بکار برد .

۱-۸-۳- قاب هائی که حرکت جانبی دارند

در قاب هائی که پایداری جانبی بستگی به سختی خمشی ناشی از اتصالات صلب تیرها و ستونها دارد و در نتیجه قاب در اثر نیروهای عرضی دارای حرکت جانبی میباشد ، طول

برای پیچ های A307 ویا پیچ های مشابه اروپائی

$$F_t = 1960 - 1.6\, f_v \leq 1400$$

در اینحال باید توجه داشت که سطح مقطع موثر پیچ از رابطه داده شده در بند ۱ـ۵ـ۲ـ۱ بدست میآید .

برای پیچ های A325 و A449 ویا پیچ های مشابه اروپائی در اتصالات غیر اصطکاکی

$$F_t = 3500 - 1.6\, f_v \leq 2800$$

برای پیچ های A490 ویا پیچ های مشابه اروپائی در اتصالات غیر اصطکاکی

$$F_t = 4900 - 1.6\, f_v \leq 3780$$

در روابط فوق f_v که عبارتست از تنش برشی حاصله از نیروهای وارده به اتصال نباید از مقدار مجاز داده شده در بند ۱ـ۵ـ۲ بیشتر باشد .

برای پیچ هائی که در اتصالات اصطکاکی بکار برده میشوند تنش برشی مجازی که باید f_v با آن مقایسه گردد بجای استفاده از بخش ۱ـ۵ـ۲ از روابط ذیل محاسبه میگردد .

برای پیچ های A325 و A449 ویا پیچ های اروپائی مشابه

$$F_v \leq 1050 \left(1 - \frac{f_t A_b}{T_b} \right)$$

برای پیچ های A490 و یا پیچ های اروپائی مشابه

$$F_v \leq 1400 \left(1 - \frac{f_t A_b}{T_b} \right)$$

که در روابط فوق f_t عبارتست ازمتوسط تنش کششی موجود در پیچ های یک اتصال در اثر نیروی وارده و T_b عبارت از تنش کششی ایجاد شده در پیچ در اثر پیش فشردن آن قبل از اعمال نیروهای وارده به اتصال میباشد .

بخش ۱ـ۷ـ اعضاء و اتصالاتی که تحت اثر تنش های متغیر مکرر قرار میگیرند (خستگی)(۱)

۱ـ۷ـ۱ـ کلیات

خستگی بصورتیکه در این نشریه آمده است به معنای خساراتی است که بر اثر تکرار تغییرات تنش ایجاد میشود و ممکن است به شکستگی (۲) یک عضو بیانجامد . منظور از دامنه تنش

۱ـ Fatigue

۲ ـ Fracture

در تنش های متغیر مکرر عبارت از حداکثر مقدار تغییرات این تنش ها میباشد . در صورت تبدیل تنش فشاری به کششی ویا بالعکس ویا تغییر جهت نیروهای برشی در تغییرات تنش ، دامنه تنش عبارت از تفاضل جبری حداکثر تنش کششی و فشاری ویا تفاضل جبری حداکثر تنش های برشی در دوجهت مختلف یک محل مشخص عضو مورد نظر میباشد .

در ساختمانهای معمولی بندرت اتفاق میافتد که اعضائی و یا اتصالی را برای اثر خستگی طرح نمود چه در این نوع سازه ها اکثر تغییرات بارها به دفعات بسیار کم اتفاق افتاده ویا دامنه تغییرات تنش های ایجاد شده بر اثر نیروهای متغییر وارده بسیار کوچک میباشد .

تعداد نوسانات بارهای زلزله وباد که بارهای متغییر مکرر میباشند به اندازه کافی زیاد نیست که لازم شود اثر خستگی در ساختمان را در نظر گرفت .

۱–۷–۲– طراحی بر اساس خستگی

اعضاء و اتصالاتی که تحت اثر خستگی به طریقی که در ضمیمه ب آمده است قرار میگیرند باید بر اساس ضوابط این ضمیمه طراحی شوند .

بخش ۱–۸– پایداری و ضرائب لاغری

۱–۸–۱– کلیات

هر ساختمانی بطور کلی وهر عضو فشاری ساختمان باید پایدار باشد .

ضریب لاغری یک عضو فشاری که در تعیین تنش های مجاز فشاری مورد استفاده دارد برابر است با $\frac{Kl}{r}$ که Kl طول موثر و r شعاع ژیراسیون مربوطه میباشد . در بعضی موارد K برابر واحد است .

۱–۸–۲– قاب های بدون حرکت جانبی

ضریب طول موثر K برای اعضای فشاری قاب هائی که توسط باد بندهای قطری ، دیوارهای برشی ، ساختمانی که خود پایداری جانبی داشته باشد ویا توسط دال های سقف ویا کف (که خود بوسیله دیوارهای برشی ویا سیستم بادبندهای موازی با صفحه قاب پایدار شده اند) پایدار شده باشند و همچنین در خرپاها برابر واحد فرض میشود مگر اینکه آنالیز دقیق نشان دهد که مقدار کمتری را میتوان بکار برد .

۱–۸–۳– قاب هائی که حرکت جانبی دارند

در قاب هائی که پایداری جانبی بستگی به سختی خمشی ناشی از اتصالات صلب تیرها و ستونها دارد و در نتیجه قاب در اثر نیروهای عرضی دارای حرکت جانبی میباشد ، طول

موثر اعضای فشاری را باید از روشی منطقی محاسبه نمود ودر هرصورت این طول نبایستی از طول مهار نشده واقعی کمتر باشد .

۱-۸-۴- حداکثر ضرائب لاغری

ضریب لاغری ($\frac{Kl}{r}$) اعضای فشاری نباید از ۲۰۰ بیشتر بشود .

ضریب لاغری ($\frac{l}{r}$) اعضای کششی به غیر از میله ها در صورت امکان نباید برای اعضای اصلی (۱) از ۲۴۰ و برای بادبندها و اعضای فرعی (۲) از ۳۰۰ بیشتر بشود .

بخش ۱-۹- نسبت های عرض به ضخامت

۱-۹-۱- اعضای فشاری تقویت نشده (۳)

عضو فشاری تقویت نشده (سخت نشده) عضوی است که دارای یک لبه آزاد به موازات تنش های فشاری باشد . عرض صفحات تقویت نشده باید برابر با فاصله لبه آزاد تا اولین خط جوش ویا پیچ و پرچ در نظر گرفت . عرض بال نبشی ها ، بال ناودانی ها ، بال نیمرخهای (Z) و ساق سپری ها را باید برابر عرض اسمی کامل این نیمرخ ها فرض نمود . عرض بال نیمرخ های I و T را باید برابر نصف عرض بال اسمی آنها فرض نمود . ضخامت اعضای تقویت نشده را که سطوح آنها شیبدار میباشند برابر ضخامت محلی است که فاصله آن از لبه آزاد وجان نیمرخ به یک اندازه باشد .

۱-۹-۱-۲- اعضای تقویت نشده ای که تحت اثر تنش های فشاری محوری ویا تنشهای فشاری ناشی از خمش قرار دارند در صورتی میتوان کاملا " موثر فرض نمود که نسبتهای عرضی به ضخامت آنها از حدود زیر تجاوز نکنند .

قطعات فشاری (۴) تشکیل شده از یک نبشی یا زوج نبشی هائی که از یک دیگر مجزا باشند .

$$637 \; / \; \sqrt{F_y}$$

قطعات فشاری تشکیل شده از دو نبشی چسبیده بهم ، نبشی ها و صفحات بیرون زده (۵) از شاه تیرها ، ستونها و سایر اعضاء فشاری ، بال تحت فشار تیرها و ورق های تقویت (۶) تیر ورقها

$$797 \; / \; \sqrt{F_y}$$

ساق نیمرخهای سپری

$$1065 \; / \; \sqrt{F_y}$$

---

۱ -Main Members

۲ -Secondary Members

۳ - Unstiffened Elements

۴ - Struts

۵ -Projecting

۶ -Stiffener

در مواردی که نسبت عرض به ضخامت اعضاء از حدود داده شده در فوق بزرگتر بشود باید به ضمیمه ج مراجعه نمود .

۱-۹-۲- اعضای تقویت شده (سخت شده) تحت (۱) فشار

۱-۹-۲-۱- اعضای فشاری تقویت شده اعضائی هستند که در امتداد هر دو لبه خود که موازی تنشهای فشاری میباشند در جهت جانبی مهار شده باشند . عرض عضو تقویت شده در مورد نیمرخهای نورد شده فاصله بین ریشه بالها میباشد . برای سایر نیمرخها عرض را باید برابر فاصله نزدیکترین خطوط جوش ویا پیچ و پرچ فرض نمود .

۱-۹-۲-۲- اعضای تقویت شده تحت اثر نیروی محوری فشاری ویا فشار ناشی از خمش در بال تیرها* را وقتی میتوان کاملا" موثر حساب کرد که نسبت عرض به ضخامت اعضاء از حدود داده شده در ذیل کمتر باشد .

برای بال قوطی های مربع و مربع مستطیل شکل با ضخامت یکنواخت $1995 / \sqrt{F_y}$

برای صفحات یکسره ای که چند نیمرخ را بهم وصل میکنند و درآنها سوراخهای متناوبی(۲) برای دسترسی بداخل نیمرخ های متصل به آنها ایجاد شده است .** $2658 / \sqrt{F_y}$

برای هر عضو تقویت شده دیگری که تحت تنش فشاری یکنواخت باشد . $2121 / \sqrt{F_y}$

به استثنای صفحات پوششی با سوراخهای متناوب(۲) در صورتیکه نسبت عرض به ضخامت اعضای تقویت شده(۱) از حدود داده شده در فوق بزرگتر بشوند برای طرح باید به ضمیمه ج مراجعه نمود .

---

* ـ ضوابط این بند شامل جان تیرها نمیشود . برای جان تیرها به بندهای ۱-۱۰-۲ و ۱-۱۰-۶ مراجعه شود .

** ـ در اینحال باید توجه داشت که عرض باقیمانده صفحه در محل سوراخ باید برای تحمل تنش های فشاری موجود کافی باشد .

۱ — Stiffened elements

۲ — Perforated Cover Plates

بخش ۱-۱۰ تیر ورق ها[1] و تیرهای نورد شده

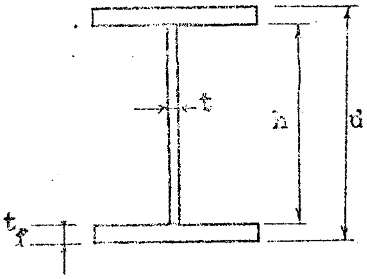
۱-۱۰-۱ طراحی

تیر ورق های پرچ یا جوش شده ، و تیرهای تقویت شده با صفحات پوششی[2] و تیرهای نورد شده یا جوش شده بطور کلی باید بر اساس ممان اینرسی مقطع ناخالص طرح شوند . سطح سوراخ پرچ های تعبیه شده در کارخانه یا در محل کارگاه یا سوراخ پیچها در هر بال نبایستد از سطح مقطع کم شود ، بجز در حالاتی که کاهش سطح هر بال توسط این سوراخها که بر اساس مقررات بخش ۱-۱۴-۳ صورت می گیرد از ۱۵ درصد سطح ناخالص بال بیشتر شود ، که در اینصورت مازاد بر ۱۵ درصد را باید از سطح مقطع کل کم کرد .

تیر ورق های دوگانه (متشکل از چند نوع فولاد) را می توان بر اساس ممان اینرسی مقطع ناخالص آنها تحت مقررات قابل کاربرد بخش ۱-۱۰ طرح نمود مشروط بر آنکه نیروی فشاری بیشتر از $0.15\ F_y$ ضربدر سطح مقطع ناخالص شان بر آنها وارد نشود (F_y تنش تسلیم ماده تشکیل دهنده بال است) . در تیر ورق های دوگانه بال ها باید در هر مقطعی دارای سطح مقطع مساوی و از یک جنس باشند . برای تنش حاصله در جان تیر ورق ها در اثر لنگرهای وارده حدی بجز آنچه در بخش ۱-۷ و ضمیمه ب آمده است مشخص نشده است .

۱-۱۰-۲ جان

نسبت فاصله خالص بین دو بال به ضخامت جان تیر باید در رابطه ذیل صدق نماید (شکل ۱) .



شکل ۱

$$\frac{h}{t} = \frac{d - 2\,t_f}{t} \leq \frac{984200}{\sqrt{F_y(F_y+1160)}}$$

در صورتیکه فاصله بین ورق های تقویتی عرضی از ۱/۵ برابر عمق تیر ورق بیشتر نباشد نسبت

---

[1] – Plate girders

[2] – Cover – Plated beams

فاصله خالص بین دو بال به ضخامت جان نباید از $\frac{16770}{\sqrt{F_y}}$ بیشتر بشود .

در فرمولهای فوق F_y تنش تسلیم بال تحت فشار میباشد .

۱-۱۰-۳- بال ها

ضخامت قسمتهای در آمده(۱) بالها باید بر طبق بند ۱-۹-۱-۲ باشد .

ضخامت یا عرض بال های تیر ورق های جوش داده شده را می توان با وصله کردن تعدادی ورق یا بکار بردن صفحات پوششی تغییر داد .

مساحت سطح مقطع کل صفحات پوششی تیر ورق های پرچ شده نباید از ۷۰ درصد کل مساحت بال بیشتر بشود .

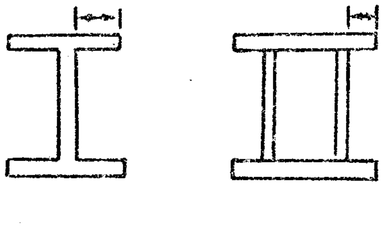
۱-۱۰-۴- تذکراتی در مورد بال های تیر ورق ها و اتصالات آنها

پرچها ، پیچ های پر مقاومت یا جوشهای پیوند دهنده بال وجان یا صفحات تقویت به بال باید بتوانندکل برش افقی حاصل از نیروهای خمشی در تیر ورق را تحمل نمایندتوزیع این پرچها ، پیچها یا جوشهای منقطع در طول تیر ورق باید متناسب با شدت برش باشد . اما فاصله طولی اعضاء فشاری یا کششی به ترتیب نباید از حد ماکزیمم مجاز داده شده در بندهای ۱-۱۸-۲-۳ یا ۱-۱۸-۳-۱ بیشتر شود . مضافا" آنکه ، پرچها یا جوشهای پیوند دهنده بال به جان باید بتوانند هر گونه باری را که مستقیما" بر بال وارد می شود به جان انتقال دهند مگر آنکه تیر ورق ها طوری طرح گردند که انتقال این گونه بارها توسط تماس مستقیم بال به جان صورت گیرد .

صفحات پوششی بال تیرها که فقط قسمتی از طول بال را می پوشانند باید پس از نقطه انقطاع تئوریک ادامه یابند و قسمت ادامه یافته باید توسط پرچها ، پیچهای پر مقاومت (اتصال از نوع اصطکاکی) یا جوشهای گوشه ای کافی به تیر متصل شوند بطوریکه این قسمت بتوانند نیروئی برشی برابر با $\frac{MQ}{I}$ تحمل نماید . در این رابطه M لنگر خمشی در محل انقطاع تئوریک ، Q ممان استاتیک صفحه تقویتی نسبت به محور خنثی کل مقطع تیر و صفحات پوششی و I ممان اینرسی مقطع میباشد . در مورد صفحات پوششی که باجوش وصل شده اند این نیرو باید توسط طول جوشی برابر با ($2a' + b$) گرفته شود که b عرض ورق پوششی

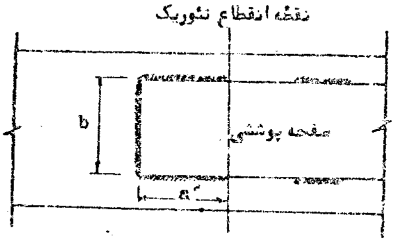
---

۱ — Outstanding parts of flanges



a' عبارتست از طول ورق پوششی که باید از نقطه انقطاع تئوریک ورق ادامه پیدا کند (شکل ۲) یعنی باید داشته باشیم :

$$\frac{MQ}{I} = (2a' + b)(D)\left(\frac{\sqrt{2}}{2} f_w\right)$$ (رابطه ۱-۱۰-۴-۱)



شکل ۲

که f_w مقاومت مجاز برشی جوش و D اندازه جوش میباشد . برای a' حدودی مشخص شده است که در ذیل شرح داده میشود .

۱- اگر ورق پوششی در دو ضلع جانبی ودر ضلع انتهائی با جوش یکسره به تیر وصل شده باشد و اندازه جوش برابر یا بزرگتر از $\frac{3}{4}$ ضخامت ورق باشد طول a' برابر با عرض ورق میباشد .

۲- اگر ورق پوششی در دو ضلع جانبی ودرضلع انتهائی با جوش یکسره به تیر وصل شده باشد و اندازه جوش کوچکتر از $\frac{3}{4}$ ضخامت ورق باشد طول a' برابر با ۱/۵ برابر عرض ورق میباشد .

۳- اگر ورق پوششی فقط در دو ضلع جانبی با جوش یکسره به تیر وصل شده باشد طول a' باید دو برابر عرض ورق باشد .

در رابطه (۱-۱۰-۴-۱) با معلوم بودن a' ، b ، f_w ، Q ، I و اندازه اختیاری D مقدار M را بدست آورده وبا مقدار آن در نقطه انقطاع مقایسه نمائید . اگر مقدار بدست آمده کمتر از مقدار لنگر در نقطه انقطاع باشد یا باید اندازه جوش را بزرگ کرد ویا باید محل نقطه انقطاع تئوریک را تغییر داد تا لنگر نقطه انقطاع کوچکتر بشود . بدیهی است که در اینحال باید ورق پوششی را از نقطه جدید انقطاع به اندازه a' ادامه داد .

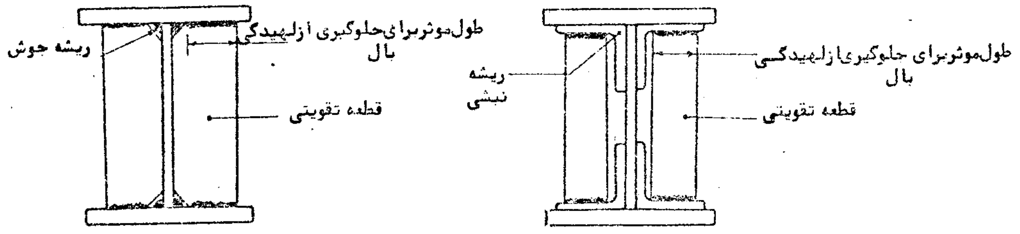
۱-۱۰-۵ قطعات تقویتی (۱)

در انتهای تیر ورق و در صورت لزوم در نقاطی که بارهای متمرکز به تیر ورق وارد میشود باید دو قطعه تقویت در طرفین جان برای جلوگیری از لهیدگی بال تیر ورق قرار داد . اینگونه

---

(۱) -Stiffeners

قطعات تقویتی باید تماس نزدیکی با بال یا بالها داشته باشند تا بتوانند بارهای متمرکز ویا عکس العمل های وارده به جان را تحمل نمایند وباید تا لبه بال که ممکنست ازصفحه ویا نبشی درست شده باشد ادامه یابند . صفحات تقویتی را باید بصورت ستونهائی فرض وبر طبق بخش ۱-۵-۱ طرح نمود . سطح مقطع این ستونها برای صفحات تقویتی بین دوانتهای تیر ورق ها (صفحات تقویتی میانی) برابر با سطح مقطع دوصفحه تقویتی ونواری ازجان تیر ورق بعرض ۲۵ برابر ضخامت جان واقع شده در بین دو صفحه تقویتی وبرای صفحات تقویتی در دو انتهای تیر ورق برابر با سطح مقطع دو صفحه تقویتی و نواری از جان تیر ورق بعرض ۱۲ برابر ضخامت جان میباشد . در محاسبه $\frac{Kl}{r}$ این ستونها طول موثر رانباید کمتر از $\frac{3}{4}$ طول صفحات تقویتی در نظر گرفت . در تحمل لهیدگی فقط آن قسمت ازسطح مقطع قطعات تقویتی را باید موثر در نظر گرفت که خارج از ریشه[1] نبشی متصل کننده بال به جان تیر ورق ویا خارج از فلز جوش متصل کننده بال به جان تیر ورق قرار گرفته باشد (شکل ۳) .


ریشه جوش
طول موثربرای جلوگیری ازلهیدگی بال
قطعه تقویتی
ریشه نبشی
طول موثربرای جلوگیری ازلهیدگی بال
قطعه تقویتی

اتصال جان به بال با جوش

اتصال جان به بال توسط نبشی

شکل ۳

۱-۱۰-۵-۲- بزرگترین برش متوسط جان بر حسب کیلوگرم بر سانتیمترمربع که برای هر حالتی از بارگذاری کامل ویا پاره ای بر روی تیر ورق محاسبه شده باشد نباید از مقدار مجاز داده شده درفرمول ۱-۱۰-۱ بیشتر شود . مگر اینکه مقدار دیگری در بندهای بعدی داده شده باشد .

فرمول (۱-۱۰-۱)

$$F_v = \frac{F_y}{2.89} C_v \leq 0.4 F_y$$

---

[1] Fillet

که در فرمول فوق :

اگر C_v کوچکتر از 0.8 باشد داریم :

$$C_v = \frac{3163800k}{F_y(h/t)^2}$$

اگر C_v بزرکتر از 0.8 باشد داریم :

$$C_v = \frac{1593}{(h/t)} \sqrt{\frac{k}{F_y}}$$

و k از روابط ذیل محاسبه میشود .

اگر $\frac{a}{h}$ از واحد کوچکتر باشد داریم :

$$k = 4.00 + \frac{5.34}{(a/h)^2}$$

اگر $\frac{a}{h}$ از واحدبزرگتر باشد داریم :

$$k = 5.34 + \frac{4.00}{(a/h)^2}$$

در روابط فوق :

t = ضخامت جان تیر ورق بر حسب سانتیمتر

a = فاصله خالص بین دو قطعه تقویتی بر حسب سانتیمتر

h = فاصله خالص بین دو بال بر حسب سانتیمتر میباشد .

بجای فرمول ۱-۱۰-۱ در تیر ورق های معمولی(بجز تیر ورق دو گانه) در صورتیکه صفحات تقویتی میانی طوری بکار برده شده باشند که فواصل آنها طبق بند ۱-۱۰-۵-۳ بوده و C_v کوچکتر از واحد باشد میتوان برای محاسبه برش مجاز از فرمول ۱-۱۰-۲ استفاده نمود .

$$F_v = \frac{F_y}{2.89}\left[C_v + \frac{1-C_v}{1.15\sqrt{1+(a/h)^2}}\right] \leq 0.4\,F_y \qquad \text{(۲-۱۰-۱)}$$

اثر عمل میدان کششی(۱) در رابطه ۱-۱۰-۲ در نظر گرفته شده است . در ضمیمه الف این نشریه مقدار F_v حاصل از این رابطه برای فولادهای مختلف و بر حسب a/h و h/t داده شده است .

۱-۱۰-۵-۳- با توجه به محدودیتهای ذکر شده در بند ۱-۱۰-۲ در صورتیکه نسبت h/t کمتر از ۲۶۰ بوده و حداکثر تنش برشی جان (f_v) از مقدار داده شده در فرمول ۱-۱۰-۱ کمتر باشد احتیاجی به ورق های تقویتی میانی نمیباشد .

درصورتیکه احتیاج به صفحات تقویتی میانی باشد فواصل این صفحات را باید طوری گرفت که تنش برشی جان از مقادیر مجاز داده شده در فرمولهای ۱-۱۰-۱ یا ۱-۱۰-۲ بیشترنشده و نسبت a/h در رابطه ذیل صادق باشد .

$$a/h < \text{حداقل} \left[3.0 \; , \; \left(\frac{260}{h/t} \right)^2 \right]$$

در تیر ورق هایی که با توجه به اثر عمل میدان کششی در چهارخانه های(۲) تیر ورق طرح شده اند فاصله بین‌قطعات تقویتی‌درچهارخانه های دو انتهای تیر ورق و در چهارخانه هائی که دارای سوراخ های بزرگ میباشند و همچنین در چهارخانه های مجاور به این چهارخانه ها باید طوری باشد که تنش برشی f_v از مقدار داده شده در فرمول ۱-۱۰-۱ تجاوز ننماید .

۱-۱۰-۵-۴- ممان اینرسی‌دو ورق تقویتی میانی در دو طرف جان ویا یک ورق تقویتی‌در یک طرف جان نسبت به محوری که در صفحه جان قرار دارد نباید از $\left(\frac{h}{50} \right)^4$ کمتر باشد .

سطح مقطع ناخالص ورق ویا دو ورق تقویتی میانی که فاصله آنها مطابق با فرمول ۱-۱۰-۲ تعیین شده است بر حسب سانتیمتر مربع نباید از مقدار محاسبه شده از فرمول ۱-۱۰-۳ کمتر باشد .

$$A_{st} = \frac{1 - C_v}{2} \left[\frac{a}{h} - \frac{\left(a/h \right)^2}{\sqrt{\left(1 + \left(\frac{a}{h} \right)^2 \right)}} \right] YDht \qquad (۱-۱۰-۳)$$

---

۱ — Tension Field Action

۲ — Panel

در فرمول فوق C_v ، a ، h و t در بند ۱-۱۰-۵-۲ تعریف شده اند و

Y = نسبت تنش تسلیم فولاد جان تیر ورق به تنش تسلیم فولاد ورق های تقویتی میباشد .

$D = 1.8$ برای ورق تقویتی بشکل نبشی که فقط در یک طرف جان بکار برده میشود .

$D = 2.4$ برای ورق تقویتی بشکل صفحه که فقط در یک طرف جان بکار برده میشود .

$D = 1.0$ برای ورق های تقویتی که بصورت زوج در دوطرف جان بکار برده میشوند .

وقتی بزرگترین مقدار تنش برشی f_v در داخل یک چهارخانه کمتر از مقدار مجازی است که در فرمول ۱-۱۰-۲ داده شده است میتوان مقدار سطح مقطع ناخالص داده شده در فرمول ۱-۱۰-۳ را در نسبت $\frac{f_v}{F_v}$ ضرب نمود .

ورق های تقویتی میانی که مطابق با فرمول ۱-۱۰-۲ تعیین میشوند باید طوری بجان تیر ورق متصل گردند که بتوانند برشی برابر یا بیشتر از مقدار داده شده در ذیل راتحمل نمایند .

$$f_{vs} = h\sqrt{\left(\frac{F_y}{1403}\right)^{3}}.$$

این برش بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر طول یک ورق ویا یک زوج ورق تقویتی بوده و F_y تنش تسلیم فولاد جان تیر ورق میباشد. f_{vs} را نیز میتوان در نسبت $\frac{f_v}{F_v}$ ضرب نمود .

در صورتیکه ورق های تقویتی مستقیما" نیروی متمرکز ویا عکس العملی را به جان تیرورق منتقل نمایند ، جوش ویا پرچی که ورق تقویتی را بجان تیر ورق وصل مینماید باید حداقل بتواند کل بار متمرکز را تحمل نماید .

ورق های تقویتی میانی(۱) را میتوان در فاصله ای کمتر از ۴ برابرضخامت جان تیر ورق از بال تحت کشش متوقف ساخت . این عمل در صورتی مجاز میباشد که احتیاجی به ورق تقویتی برای تحمل فشار مستقیم ناشی از نیروهای متمرکز یا عکس العمل نباشد . در صورتیکه فقط از یک ورق تقویتی در یک طرف جان استفاده شود آنرا باید حتما" به بال تحت فشار وصل نمود تا از بلند شدن بال در اثر پیچش در جان تیر ورق جلوگیری بعمل آید . درصورتیکه مهارهای جانبی به ورق یا زوج ورق های تقویتی وصل شده باشد ورق یا زوج ورق های تقویتی را باید به بال تحت فشار متصل نمود تا یک درصد کل تنش بال را به ورق های تقویتی انتقال دهد . در صورتیکه بال های تیر ورق فقط از نبشی ها درست شده باشند این عمل ضرورتی

---

۱ — Intermediate Stiffeners

ندارد .

پرچ هائی که ورق های تقویتی را به جان تیر ورق وصل مینمایند نباید در فواصلی بیش از ۳۰ سانتیمتر از یکدیگر قرار گیرند . اگر از جوش های گوشه ای منقطع استفاده میشودفاصله خالص بین جوش ها نباید از ۱۶ برابر ضخامت جان ویا ۲۵ سانتیمتر بیشتر بشود .

۱–۱۰–۶– کم کردن تنش مجاز بال

اگر نسبت عمق به ضخامت جان تیر ورق از $\frac{6372}{\sqrt{F_b}}$ بیشتر بشود حداکثر تنش مجاز بال تحت فشار (F_b') از رابطه ذیل بدست میآید :

$$F_b' \leqq F_b \left[1.0 - 0.0005 \frac{A_w}{A_f} \left(\frac{h}{t} - \frac{6372}{\sqrt{F_b}} \right) \right] \qquad (۱–۱۰–۵)$$

که

F_b= تنش مجاز خمشی داده شده در بند ۱–۵–۱

A_w= مساحت جان

A_f= مساحت بال تحت فشار میباشد .

حداکثر تنش مجاز در هر کدام از بال های تیر ورق های دوگانه ازمقدار داده شده در رابطه (۱–۱۰–۵) و همچنین از مقدار داده شده در رابطه ذیل نباید بیشتر بشود .

$$F_b' \leqq F_b \left[\frac{12 + \frac{A_w}{A_f} \left(3\alpha - \alpha^3 \right)}{12 + 2 \left(\frac{A_w}{A_f} \right)} \right]$$

که α نسبت تنش تسلیم جان به تنش تسلیم بال میباشد .

۱–۱۰–۷– ترکیب تنش برشی و کششی

جان تیر ورق ها که با استفاده از رابطه ۱–۱۰–۲ عمل میدان کششی درآنها در نظر گرفته شده است باید طوری طراحی گردند که تنش کششی خمشی در اثر لنگر در صفحه جان تیر ورق از $0.6\,F_y$ و همچنین از مقدار داده شده در رابطه ذیل بیشتر نشود .

$$\left(0.825 - 0.375 \frac{f_v}{F_v} \right) F_y \qquad (۱–۱۰–۷)$$

که در رابطه فوق داریم :

f_v = معدل تنش برشی محاسبه شده در جان (نیروی برشی بخش بر مساحت جان) .

F_v = تنش مجاز برشی محاسبه شده از رابطه ۱ــ۱۰ــ۲

تنش مجاز برشی در جان تیر ورق هائی که بال وجان آنها از فولاد A514 ساخته شده و تنش خمشی در بال آنها (f_b) از $0.75\ F_b$ بیشتر باشد نباید از مقدار داده شده در فرمول ۱ــ۱۰ــ۱ تجاوز نماید .

۱ــ۱۰ــ۸ــ وصله کردن

اگر در وصله دو قطعه تیر ورق ویا تیرها از جوش لب به لب استفاده شود جوش باید قدرت تحملی برابر با حداکثر قدرت تحمل قطعه ضعیفتر را داشته باشد . در صورتیکه از سایرروش‌ها برای وصله دو قطعه تیر ورق ویا تیر استفاده شده باشد وصله باید بتواند تنش های ایجادشده توسط نیروهای وارده را تحمل نماید .

۱ــ۱۰ــ۹ــ نیروهای افقی

بال های تیر ورق هائی که جرثقیل ها ویا سایر نیروهای متحرک را حمل مینمایند بایدطوری طراحی شوند که بتوانند نیروهای عرضی حاصل از حرکت را تحمل نمایند (به بند ۱ــ۳ــ۴ مراجعه شود) .

۱ــ۱۰ــ۱۰ــ لهیدگی جان

۱ــ۱۰ــ۱۰ــ۱ــ جان تیرها و تیر ورق های ساخته شده با جوش باید طوری طرح شوند که تنش های فشاری ناشی از نیروهای متمرکز (نیرو یا عکس‌العمل) در انتهای ریشه بال درصورتیکه نیروهای متمرکز توسط ورق های تقویتی تحمل نگردند از مقدار $0.75 F_y$ بیشتر نشود . در غیر اینصورت باید از ورق های تقویتی استفاده شود . مقدار تنش های فشاری برای نیروهای متمرکز داخلی از رابطه ۱ــ۱۰ــ۸ و برای عکس‌العمل های انتهائی از رابطه ۱ــ۱۰ــ۹ بدست میآید .

$$\frac{R}{t\ (N+2k)} \leqslant 0.75\ F_y \qquad (۱ــ۱۰ــ۸)$$

$$\frac{R}{t\ (N+k)} \leqslant 0.75\ F_y \qquad (۱ــ۱۰ــ۹)$$

در روابط فوق :

R = نیروی متمرکز ویا عکس العمل بر حسب کیلوگرم

t = ضخامت جان بر حسب سانتیمتر

N = طول بارمتمرکزویاطول تکیه‌گاه که‌در تکیه گاه‌باید همواره‌از k بزرگتر باشد (برحسب سانتیمتر)

k = فاصله انتهای ریشه بال تا پشت بال بر حسب سانتیمتر

F_y = تنش تسلیم جان تیر بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

۱ــ۱۰ــ۱۰ــ۲ــ جان تیر ورق ها نیز باید طوری طراحی ویا تقویت شوند که مجموع تنش های فشاری ناشی از نیروهای متمرکز و نیروهای یکنواختی که مستقیماً " به جان ویا توسط صفحات بال به جان وارد میشود و مستقیماً " توسط ورق های تقویتی تحمل نمیشوند ، در لبه تحت فشارصفحه جان از مقادیر داده شده در روابط ۱ــ۱۰ــ۱۰ یا ۱ــ۱۰ــ۱۱ تجاوز ننماید .

رابطه ۱ــ۱۰ــ۱۰ برای حالتی که بال نمیتواند دوران نماید .

$$\left[5.5 + \frac{4}{(a/h)^2}\right] \frac{703000}{(h/t)^2} \qquad \mathrm{Kg/Cm^2} \qquad (۱ــ۱۰ــ۱۰)$$

رابطه ۱ــ۱۰ــ۱۱ برای حالتی که بال میتواند دوران نماید .

$$\left[2 + \frac{4}{(a/h)^2}\right] \frac{703000}{(h/t)^2} \qquad \mathrm{Kg/Cm^2} \qquad (۱ــ۱۰ــ۱۱)$$

روش محاسبه این تنش های فشاری به قرار ذیل است .

برای محاسبه تنش فشاری ناشی از نیروهای متمرکز که بر روی قسمتی از یک چهارخانه(۱) تیر ورق وارد میشود باید نیروی متمرکز را به حاصلضرب ضخامت جان و عمق تیر ورق ویاطول چهارخانه (هرکدام که کمتر میباشد) بخش نمود . برای محاسبه تنش فشاری ناشی‌ازنیروهای یکنواخت ، باید نیروی یکنواخت بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر را بر ضخامت جان بخش کرد .

۱ــ۱۰ــ۱۱ــ مقید کردن دوران در تکیه گاهها

باید از دوران تیرها ، شاه تیرها و خرپاها حول محورشان در تکیه گاه جلوگیری بعمل آورد .

۱ــ Panel

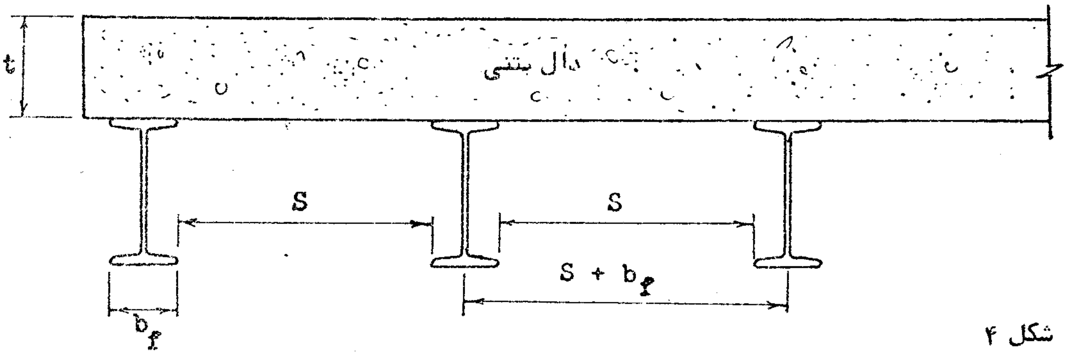
بخش ۱–۱۱– تیرها وشاه تیرهای مرکب (بتن فولادی)

۱–۱۱–۱– تعریف

در روش ساخت مرکب(۱) ، از تیرها یا شاه تیرهای فولادی که یک دال مسلح بتنی را حمل می کنند استفاده میشود اتصال تیرهای فولادی به بتن بایدبنحوی باشدکه تیرودال در تحمل خمش با یکدیگر همکاری نمایند . عرض موثر بال بتنی تیر بتن فولادی حاصله با توجه به شکل ۴ از روابط ذیل بدست میآید .

۱– دال در هردو طرف تیر امتداد دارد. $b_e =$ Min(۲)$\left(\frac{L}{4}\ ,\ S + b_f\ ,\ b_f + 16t\right)$

۲– دال فقط در یک طرف تیر وجوددارد. $b_e = \text{Min}\left(b_f + \frac{L}{12},\ b_f + 6t,\ \frac{1}{2} S + b_f\right)$



شکل ۴

در روابط فوق L طول دهانه تیر ، t ضخامت دال ، b_f عرض بال تیر فولادی و S فاصله خالص بین دو تیر فولادی میباشد .

در تیرهائی که به اندازه ۵ سانتیمتر یا بیشتر در بتن کاملا" درهر طرف پوشیده شده و با دال بطور یکپارچه و واحد بتن ریزی شده باشند میتوان فرض نمود که بدون وجود هیچگونه میل مهار(۳) بعلت چسبندگی طبیعی بتن ، اتصال کافی بین بتن و تیر فولادی وجود دارد . این فرض در صورتی صحیح میباشد که لبه بالائی تیر فولادی حداقل ۴ سانتیمتر پائین تر از لبه بالائی دال و ۵ سانتیمتر بالاتر از لبه پائینی آن باشد و نیز مشروط بر آنکه بهاندازه کافی آرماتور در داخل تیر برای جلوگیری از گسیختن بتن بکار برده شود . در صورتی که برطبق بند ۱–۱۱–۴ قطعات اتصال برشی در تیر بتن فولادی تعبیه بشود احتیاجی به پوشش تیر

---

۱ – Composite Construction

۲ – Minimum

۳ – Anchorage

فولادی توسط بتن برای اینکه تیر فولادی و بتن باهم کار کنند(۱) نمیباشد . زیراقطعات اتصال برشی باعث میشوند که تیر فولادی ودال بتنی در تحمل نیروهای وارده باهم عمل نمایند .

۱-۱۱-۲- فرضیات لازم برای طراحی

تیرهای محاط شده در بتن(۲) باید طوری طراحی شوند که بتوانند به تنهائی کلیه نیروهای مرده وارده به آنها را قبل از اینکه بتن خودش را بگیرد تحمل نمایند مگر اینکه این نیروهای مزده موقتا" توسط شمع بندی گرفته شوند . پس از اینکه بتن خودش را گرفت تیرهای محاط شده در بتن به همراهی دال های بتنی باید قادر باشند که کلیه نیروهای زنده ومرده را بدون انیکه تنش خمشی از مقدار $0.66F_y$ بیشتر بشود تحمل نمایند . F_y در این رابطه تنش تسلیم تیر فولادی میباشد . تنش های خمشی ایجاد شده توسط نیروهای وارده پس از اینکه بتن خودش را گرفت باید بر اساس خواص مقطع مرکب بتن فولادی محاسبه گردد . از تنش های کششی ایجاد شده در بتن باید صرفنظر بشود . در روش دیگر ، میتوان تیر فولادی را طوری طراحی نمود که بتواند بتنهائی لنگر مثبت ایجاد شده توسط کلیه نیروهای زنده ومرده راتحمل نماید . در این حال تنش مجاز خمشی برابر با $0.76F_y$ در نظر گرفته میشود ولزومی به شمع بندی موقت نمیباشد .

۱-۱۱-۲-۲- در صورتیکه از قطعات اتصال برشی بر طبق بند ۱-۱۱-۴ استفاده بشود مقطع مرکب را باید طوری طرح نمود که بتواند کلیه نیروهای وارده راحتی هنگامیکه در حین ساخت ، تیر فولادی را شمع بندی نکرده باشیم بدون اینکه تنش های حاصله از مقادیر داده شده در بند ۱-۵-۱-۴ تجاوز نمایند تحمل کند .

در محاسبه خواص مقطع مرکب که تحت اثر لنگر خمشی منفی قرار گرفته است میتوان اثر آرماتورهای موازی با تیر فولادی تعبیه شده در عرض موثر دال بتنی را به شرطی که بر اساس ضوابط موجود اجراء شده باشند در نظر گرفت . در اینحال باید توجه داشت که از قطعات اتصال برشي بر طبق بند ۱-۱۱-۴ استفاده شده باشد . خواص مقطع مرکب را باید بر اساس تئوری الاستیک محاسبه نموده و از تنش های کششی بتن صرفنظر نمود .

برای محاسبه تنش های حاصله از تیر مرکب بتن فولادی باید سطح در حال فشار بتن سبک ویا معمولی را با تقسیم آن بر نسبت مدول ارتجاعی فولاد به مدول ارتجاعی بتن $(n = \frac{E_s}{E_c})$

---

۱ — Composite Action

۲ — Encased Beam

به سطح مقطع معادل فولادی تبدیل نمود . در محاسبه تغییر مکانها باید از خواص مقطع تبدیل نشده استفاده نمود . مدول ارتجاعی بتن بستگی به مقاومت ۲۸ روزه بتن و وزن مخصوص آن دارد .

در مواردی که بکار بردن قطعات اتصال برشی به اندازه کافی ممکن ویا لازم نمیباشد ودرنتیجه مقطع مرکب نمیتواند بطور کامل عمل نماید ،⁽¹⁾ مدول مقطع موثر را میتوان به طریق ذیل محاسبه نمود .

$$S_{eff} = S_s + \frac{V'_h}{V_h} (S_{tr} - S_s) \qquad (۱-۱۱-۱)$$

که در رابطه فوق :

V'_h , V_h = در بند ۱-۱۱-۴ تعریف شده اند .

S_s = مدول مقطع تیر فولادی نسبت به بال پائینی خود

S_{tr} = مدول مقطع تیر مرکب تبدیل شده به فولاد نسبت به بال پائینی خود

در روش ساختی که از شمع بندی موقت استفاده نشده باشد تنش بال پائینی تیر فولادی را میتوان با در نظر گرفتن کل بار وارده به تیر مرکب و مدول مقطع مرکب تبدیل شده (S_{tr}) به شرطی که مقدار آن از آنچه که در فرمول ۱-۱۱-۲ داده شده است بیشتر نشود محاسبه نمود . تنش محاسبه شده نباید از مقدار مجاز داده شده در بند ۱-۵-۱ تجاوز نماید .

$$S_{tr} = (1.35 + 0.35 \frac{M_L}{M_D}) S_s \qquad (۱-۱۱-۲)$$

در رابطه فوق M_L عبارتست از لنگر بار زنده ای که هنگامیکه بتن به ۷۵ درصد قدرت خود رسیده باشد به تیر وارد میشود و M_D عبارتست از لنگر بار مرده ای که قبل از اینکه بتن به ۷۵ درصد قدرت خود برسد به تیر وارد میشود و S_s مدول مقطع تیر فولادی نسبت به بال پائینی خود میباشد . تیر فولادی قبل از اینکه بتن خودش را بگیرد نیروهائی را تحمل میکند و تنش هائی درآن ایجاد میشود که نباید مقدار آنها از مقادیر مجاز داده شده دربند ۱-۵-۱ تجاوز نماید .

---

۱ -- Incomplete Composite Action

در محاسبه تنش های فشاری خمشی بتن باید از مقدار واقعی مدول مقطع مرکب تبدیل شده استفاده نمود . در صورتیکه در هنگام ساختمان تیر مرکب از شمع بندی موقت استفاده نشود این تنش فشاری را باید بر اساس نیروئی حساب کرد که بعد از رسیدن بتن به ۷۵ درصدقدرت خود به تیر وارد میشود . تنش مجاز فشاری بتن $0.36f'_c$ بوده که f'_c مقاومت ۲۸روزه مکعب بتن میباشد .

۱-۱۱-۳- برش انتهائی

جان و اتصالات انتهائی تیر فولادی در تیر مرکب را باید طوری طرح نمودکه بتوانندبرشهای حاصل از نیروهای زنده و مرده را تحمل نمایند .

۱-۱۱-۴- قطعات اتصال برشی

بجز در تیرهای فلزی کاملا" محاط شده در بتن(۱) که در بند ۱-۱۱-۱ تعریف شد باید فرض نمود که نیروهای افقی برشی تیر فولادی ودال بتنی توسط قطعات اتصال برشی گرفته میشوند . این قطعات در بال بالائی تیر جوش داده شده و کاملا" در بتن پوشیده میباشند .

مقدار کل نیروی افقی برشی بین نقطه حداکثر لنگر مثبت و نقطه ای که لنگر در آن صفر است در حالتی که تیر مرکب بطور کامل عمل مینماید و بتن تحت اثر نیروی خمشی فشاری میباشد از رابطه ذیل بدست میآید :

$$V_h = \mathrm{Min}\left(\frac{0.65f'_cA_c}{2}, \frac{A_sF_y}{2}\right) \qquad (۱-۱۱-۲)$$

در رابطه فوق :

f'_c = مقاومت ۲۸ روزه مکعب بتنی
A_c = مقدار واقعی مساحت بال بتنی موثر تعریف شده در بند ۱-۱۱-۱
A_s = مساحت مقطع تیر فولادی میباشد .

در تیرهای مرکب بتن فولادی پیوسته که آرماتورها در نواحی لنگر منفی با تیر فولادی عمل مینمایند مقدار کل نیروی برشی که باید توسط قطعات اتصال برشی بین یک تکیه گاه داخلی

---

1 — Encased Beam

و نقطه ای که لنگر در آن صفر میباشد تحمل بشود از رابطه ذیل محاسبه میگردد .

$$V_h = \frac{A_{sr} F_{yr}}{2}$$

که در رابطه فوق :

A_{sr} = مقدار کل سطح مقطع آرماتورهای فولادی در تکیه گاه داخلی است که در ناحیه بال موثر بتنی تیر مرکب قرار دارد .

F_{yr} = حداقل تنش تسلیم آرماتورهای فولادی بکار برده شده میباشد .

برای اینکه تیر فولادی و دال بتنی بطور کامل باهم عمل نمایند تعداد قطعات اتصال برشی لازم در هر طرف حداکثر لنگر خمشی که بتواند نیروی برشی V_h را تحمل نماید نباید از مقدار $\frac{V_h}{q}$ کمتر باشد . در این رابطه q نیروی برشی مجاز یک قطعه اتصال برشی بوده که برای بتن های ساخته شده از شن وماسه بر طبق ASTM C33 از جدول ۱-۱۱-۴ بدست میآید .

در صورتیکه شن وماسه بتن بر طبق ASTM C33 بوده و وزن مخصوص بتن خشک شده از ۱۴۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب کمتر نباشد مقدار بار مجاز برشی داده شده در جدول ۱-۱۱-۴ را باید در ضرائب داده شده در جدول ۱-۱۱-۴-الف ضرب نمود . مقدار بار مجاز برشی قطعات اتصال برشی برای بتن هائی که شن وماسه آنها بر طبق ASTM C33 نبوده وهمچنین برای قطعات اتصال برشی که در جدول ۱-۱۱-۴ نشان داده نشده اند باید براساس آزمایشات مناسب بدست آید .

در صورتیکه تیر فولادی و دال بتنی بطور کامل با یکدیگر عمل ننمایند وبتن تحت اثر فشار خمشی باشد نیروی برشی V'_h که باید در محاسبه S_{eff} بکار برده شود از رابطه ذیل محاسبه میشود .

$$V'_h = (q)\left[\text{تعداد قطعات اتصال برشی تعبیه شده در بین نقطه ای که لنگر حداکثر دارد و نزدیکترین نقطه با لنگر صفر}\right]$$

مقدار V'_h نباید از نصف مقداری که از فرمول ۱-۱۱-۳ بدست میآید کمتر باشد .

قطعات اتصال برشی لازم در هرطرف نقطه ای که حداکثر لنگر مثبت در ناحیه خمش مثبت را دارد میتوان بطور یکنواخت بین این نقطه و نقطه ای که لنگرش صفر میباشد توزیع نمود

جدول شماره ۱-۱۱-۴

نوع قطعه اتصال	نیروی مجاز برشی بر حسب تن در صورتیکه شن وماسه بر طبق ASTM C33 باشد .			
	f'_c بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع			
	200	250	300	350
گل میخ سرپهن یا قلاب شده به قطر بیشتر از ۱/۳ سانتیمتر و طول ۵ سانتیمتر	2.1	2.3	2.5	2.6
گل میخ سرپهن یا قلاب شده بقطر بیشتر از ۱/۶ سانتیمتر و طول ۶/۵ سانتیمتر	3.3	3.6	3.9	4.1
گل میخ سرپهن یا قلاب شده بقطر بیشتر از ۲ سانتیمتر و طول ۷/۵ سانتیمتر	4.8	5.2	5.6	6.0
گل میخ سرپهن یا قلاب شده بقطر بیشتر از ۲/۳ سانتیمتر و طول ۹ سانتیمتر	6.5	7.0	7.6	8.1
ناودانی ۸۰ بوزن ۷/۰۵ کیلوگرم بر متر	0.7 l	0.76 l	0.83 l	0.89 l.
ناودانی ۱۰۰ بوزن ۸/۵۹ کیلوگرم برمتر	0.75 l	0.82 l	0.89 l	0.95 l
ناودانی ۱۴۰ بوزن ۱۲/۳ کیلوگرم برمتر	0.8 l	0.88 l	0.95 l	1.01 l

درجدول فوق l طول ناودانی بکاربرده شده بر حسب سانتیمترمیباشد .

جدول ۱-۱۱-۴-الف

1920	1840	1760	1680	1600	1520	1440	وزن مخصوص بتن برحسب کیلوگرم برمترمکعب
0.88	0.86	0.83	0.81	0.78	0.76	0.73	ضریب

در اینحال باید توجه داشت که تعداد قطعات اتصال برشی لازم (N_2) دراین ناحیه بین هر نیروی متمرکز و نزدیکترین نقطه ای که لنگرش صفر است نباید از مقدار داده شده دررابطه ذیل کمتر باشد .

$$N_2 = \frac{N_1\left[\frac{M\beta}{M_{max}} - 1\right]}{\beta - 1}$$

که در رابطه فوق :

M = مقدار لنگر در نقطه ای که نیروی متمرکز وجود دارد (کوچکتر از حداکثر لنگر)

N_1 = تعداد قطعات اتصال برشی لازم بین نقطه ای با حداکثر لنگر و نزدیکترین نقطه بالنگر صفر که از روابط $\frac{V_h}{q}$ و یا $\frac{V'_h}{q}$ بدست میآید .

$\beta = \frac{S_{tr}}{S_s}$ و یا $\frac{S_{eff}}{S_s}$ (هر کدام که صحیح باشد) .

قطعات اتصال برشی در ناحیه لنگر منفی دریک تیر پیوسته را میتوان بین نقطه حداکثر لنگر و نزدیکترین نقطه با لنگر صفر بطور یکنواخت توزیع نمود .

قطعات اتصال برشی را باید با حداقل 2.5 سانتیمتر بتن در کلیه جهات پوشانید . قطر گل میخ ها نباید از 2.5 برابر ضخامت بالی که به آن جوش داده شده است بیشتر بشودمگر آنکه گل میخ ها بر روی بال دقیقا " در بالای جان جوش داده شده باشند . طول گل میخ ها باید حداقل ۴ برابر قطرشان بوده و قطرشان نباید از 2.3 سانتیمتر بیشتر باشد . حداقل فاصله بین هردو قطعه اتصال برشی نباید از 3 برابر قطرشان کمتر باشد .

بخش ۱–۱۲– دهانه های ساده و گیردار(۱)

۱–۱۲–۱– دهانه های ساده

طول موثر تیرها ، شاه تیرها و خرپاها را که بر اساس دهانه های ساده طرح میگردندبرابر فاصله بین مراکز ثقل اعضائی است که عکس العمل های انتهائی را تحمل مینمایند .

۱–۱۲–۳– دهانه های گیردار

وقتی تیرها ، شاه تیرها و خرپاها بطور پیوسته بر روی تکیه گاهها قرارگرفته اند ویا در تکیه گاهی گیرداری کامل ویا ناقص وجود دارد باید آنها را طوری طرح نمود که نیروهای

---

۱ – Simple and Continuous Spans

برشی و لنگرهای خمشی و یا سایر نیروهای موجود در تکیه گاهها را تحمل نمایند . بدیهی است تنش های حاصله در تقاطع نباید از تنش های مجاز داده شده در بخش ۱–۵–۱ تجاوز نمایند . در اینحال مقداری تغییر مکان غیر الاستیک خود محدود(۱) در قسمت هائی از اتصالات در صورتیکه وجود آنها در جلوگیری از بیش از حد تنیده شدن پیچ و پرچ و جوش ها موثر باشد مجاز است .

بخش ۱–۱۳– تغییر مکانها ، لرزش و آب انباشتگی

۱–۱۳–۱– تغییر مکانها

تیرها و شاه تیرهائی که کف ها و سقف ها بر آنها تکیه دارند باید با در نظر گرفتن تغییر مکانهای حاصله از بارهای وارده طراحی گردند . تیرها و شاه تیرهائی که سقف های اندود شده(۲) به آنها تکیه دارند باید طوری طرح شوند که حداکثر تغییر مکان حاصله از بارهای زنده در آنها از $\frac{۱}{۳۶۰}$ دهنه کمتر باشد .

۱–۱۳–۲– لرزش

تیرها و شاه تیرهائی که کف های وسیع بدون پارتیشن و یا بدون سایر منابع مستهلک کننده لرزش را تحمل مینمایند و ارتعاشات زودگذر ناشی از رفت و آمد در آنها غیرقابل قبول باشد باید با در نظر گرفتن اثر لرزش طرح گردند .

۱–۱۳–۳– آب انباشتگی

در صورتیکه سطح بام دارای شیب کافی به سمت نقاط زهکشی آزاد و یا زهکشی منفرد برای جلوگیری از انباشتگی آب باران نباشد سیستم بام را باید با تجزیه و تحلیل معقول مورد بررسی قرار داد تا از پایداری آن در مقابل آب انباشتگی اطمینان حاصل نمود .

در صورتیکه شرائط ذیل بر قرار باشد سیستم بام را میتوان در مقابل آب انباشتگی پایدار فرض نموده و احتیاجی به بررسی بیشتر نمیباشد .

$$C_p + 0.9\,C_s \leq 0.25 \quad , \quad I_d \geq 0.396\,S^4$$

که در فرمول فوق داریم :

$$C_p = 0.0506\,L_s L_p^4 / I_p \quad , \quad C_s = 0.0506\,S L_s^4 / I_s$$

---

۱ — Non Elastic Self Limiting Deformation

۲ –Plastered Ceilings

L_p : فاصله ستونها در جهت شاه تیرها بر حسب متر (طول اعضای اصلی)

L_s : فاصله ستونها در امتداد عمود بر جهت شاه تیرها بر حسب متر (طول اعضای فرعی)

S : فاصله اعضای فرعی بر حسب متر

I_p : ممان اینرسی اعضای اصلی بر حسب Cm^4

I_s : ممان اینرسی اعضای فرعی بر حسب Cm^4

I_d : ممان اینرسی عرشه فولادی(۱) که توسط اعضای فرعی حمل میشود بر حسب Cm^4 برمتر

برای خرپاها و تیرچه های فولادی مقدار I_s را که در فرمول فوق بکار برده میشود باید به اندازه ۱۵ درصد کاهش داد .

در صورتیکه عرشه فولادی مستقیما" بدون واسط اعضای فرعی بر روی اعضای اصلی تکیه داشته باشد آنرا بعنوان عضو فرعی باید در نظر گرفت .

مقدار کل تنش خمشی حاصله از بارهای مرده و بارهای زنده قائم وآب انباشتگی در اعضای اصلی و فرعی نباید از $0.85 F_y$ بیشتر باشد . در تجزیه و تحلیل اثرآب انباشتگی نیازی به دخالت دادن نیروهای زلزله وباد نمیباشد .

بخش ۱-۱۴- سطح مقطع خالص و ناخالص

۱-۱۴-۱- تعاریف

سطح مقطع ناخالص یک عضو در هر نقطه ، حاصلضرب ضخامت در پهنای ناخالص آن عضو میباشد به شرطی که این مقطع بر محور عضو عمود باشد . اگر بجای پهنای ناخالص ، پهنای خالص را بر طبق مفاد بندهای ۱-۱۴-۳ تا ۱-۱۴-۶ بکار بریم سطح مقطع خالص بدست میآید .

۱-۱۴-۲- کاربرد

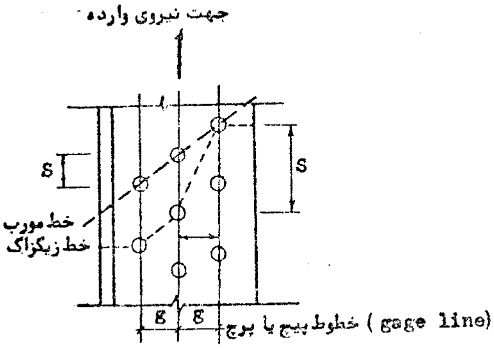
اعضای کششی بطور کلی باید بر اساس مقطع خالص طرح شوند مگر اینکه به طریق دیگر حکم بشود . اعضای فشاری باید بر اساس مقطع ناخالص طرح گردند . تیرها وشاه تیرها باید بر طبق بند ۱-۱۰-۱ طرح گردند .

۱-۱۴-۳- سطح مقطع خالص

در صورتیکه یک سری سوراخ در عضوی بطور مورب یا زیگزاگ قرار گرفته باشند (شکل ۵)

۱— Steel Deck

پهنای خالص عضو برابر است با پهنای ناخالص منهای مجموع قطر سوراخهائی که درروی خط مورب قرار دارند به اضافه مقدار $\frac{s^2}{4g}$ برای هر فاصله بین دو خط پیچ یا پرچ (۱) (خط پیچ یا پرچ عبارتست از خطی افقی یا قائم که در روی آن خط تعدادی سوراخ تعبیه شده و خط درامتداد نیروی وارده میباشد) . g عبارتست از فاصله هر دو خط پیچ یا پرچ و s عبارت از فاصله بین دو سوراخ متوالی در دو خط پیچ یا پرچ مختلف درجهت موازی با خطوط پیچ یا پرچ میباشد (شکل ۵) .



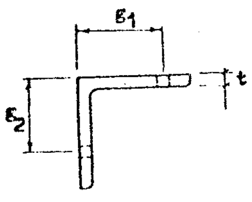
شکل ۵

سطح مقطع ناخالص بحرانی یک عضو عبارت از سطح مقطعی میباشد که از خط موربی که کمترین عرض خالص را بدست بدهد ایجاد شود . بهر حال اگر مقطعی سوراخها را قطع نماید سطح مقطع خالص آن نباید از ۸۵ درصد سطح مقطع ناخالص بیشتر بشود .

در مقطعی که یک جوش انگشتانه توپر(۲) یا کام توپر(۳) را قطع مینماید ضخامت فلز جوش را نباید در محاسبه سطح مقطع خالص منظور داشت .

۱-۱۴-۴- نبشی ها

پهنای ناخالص نبشی ها عبارت از مجموع پهنای دو ضلع نبشی منهای ضخامت نبشی میباشد فاصله بین دو خط پیچ یا پرچ که دردوضلع مختلف نبشی قرار دارند برابر با مجموع فاصله هر خط پیچ یا پرچ تا راس نبشی منهای ضخامت نبشی میباشد (شکل ۶) .



$$g = g_1 + g_2 - t$$

شکل ۶

---

۱ -- Gage Line

۲ -- Plug Weld

۳ -- Slot Weld

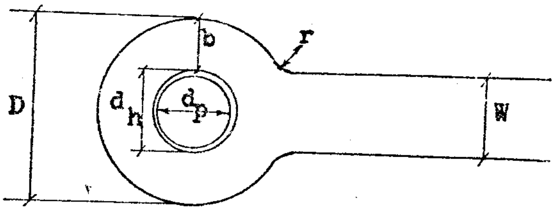
۱-۱۴-۵- اندازه سوراخ ها

در محاسبه سطح مقطع خالص باید قطر سوراخ های پیچ یا پرچ را به اندازه ۱/۶ میلیمتر بزرگتر از مقدار اسمی سوراخ ها فرض نمود .

۱-۱۴-۶- اعضای لولا شده (اعضای متصل شده با خار مغزی) (۱)

تسمه های سرپهن (۲) باید دارای ضخامت یکنواخت در طول تسمه بوده و در ناحیه سوراخ خار مغزیشان تقویت نشده باشند . انتهای تسمه های سرپهن باید دایره ای شکل بوده و این دایره با دایره سوراخ خارمغزی هم مرکز باشد .

شعاع قوسی که انتهای دایره ای شکل و تنه تسمه سرپهن را بهم می پیوندد باید برابر یا بزرگتر از قطر دایره انتهای تسمه باشد (شکل ۷) . یعنی $r \geqslant D$



تسمه سر پهن (Eye bar)

شکل ۷

پهنای تنه تسمه سرپهن نباید از ۸ برابر ضخامت آن بیشتر باشد (یعنی $W \leqslant 8t$)وضخامت تسمه نباید کمتر از ۱۲ میلیمتر باشد . مساحت مقطع خالصی که از سرپهن تسمه عبور مینماید و سوراخ خارمغزی را قطع مینماید و بر محور تسمه عمود میباشد نباید از ۱/۳۳ برابر سطح مقطع تنه تسمه سرپهن کمتر و از ۱/۵ برابر آن بیشتر باشد یعنی :

$$1.33\ W \leqslant 2b \leqslant 1.5\ W$$

قطرخار مغزی باید بزرگتر یا مساوی با $\frac{7}{8}W$ باشد که W در این رابطه عرض تنه تسمه سرپهن میباشد . قطر سوراخ خار مغزی نباید از قطر خار مغزی بعلاوه ۰/۸ میلیمتر بیشتر باشد یعنی :

$$d_h \leqslant d_p + 0.8$$

که در این رابطه d_h قطر سوراخ و d_p قطر خارمغزی بر حسب میلیمتر میباشند .

---

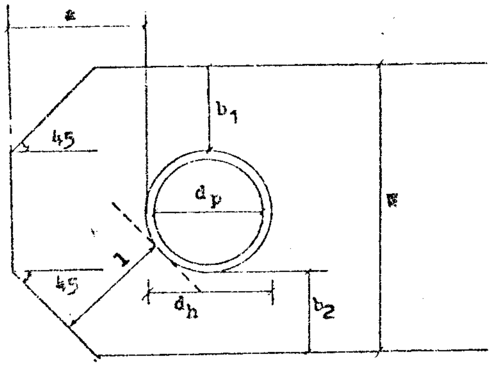
۱ — Pin Connected Members

۲ — Eyebars

برای فولادهائی که تنش تسلیم آنها بزرگتر از ۴۹۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد قطر سوراخ خارمغزی نباید از ۵ برابر ضخامت تسمه سرپهن بیشتر بشود یعنی : $d_h \leqslant 5t$

حداقل سطح مقطع خالص که از سوراخ خارمغزی عمود بر محور صفحات یا اعضائی که بـا خار مغزی به اعضای دیگر پیوند داده میشوند میگذرد باید طوری باشد که تنش های حاصله در این مقطع از تنش های مجاز داده شده در بخش ۱-۵-۱-۱ تجاوز ننمایند. باید توجه داشت که تسمه های سرپهن که در سرپهن آنها ضخامت باتنه متفاوت است جزء این گروه محسوب میشوند . سطح مقطع خالص در ماورای سوراخ خارمغزی و موازی با محور عضو نباید از ۲/۳ سطح مقطع خالص عمود بر سوراخ خار مغزی کمتر باشد یعنی با توجه به (شکل ۸) باید داشته باشیم :

$$a \geqslant \frac{2}{3}\ (b_1 + b_2)$$



صفحه با اتصال خار مغزی (Pin-Connected plates)

شکل ۸

در اینحال b_1 ویا b_2 باید از ۴ برابر ضخامت کمتر باشند .

گوشه های ماورای سوراخ خار مغزی را میتوان با زاویه ۴۵° نسبت به محورعضوقطع نمودمشروط بر اینکه مقطع خالص ماورای سوراخ خارمغزی در یک صفحه عمود بر برش از مقداری کـه در ماورای سوراخ خار مغزی و بموازات محور عضو مورد نیاز است کمتر نباشد یعنی با توجه بـه (شکل ۸) $e \geqslant a$ باشد .

اتصالات قسمت های اعضائی که به اعضاء یا صفحات دارای سوراخ خار مغزی در ناحیه سوراخ وصل میباشند باید طوری ساخته شده باشند که بتوانند تنش های حاصله از خار مغزی را تحمل نمایند .

قطر سوراخ خارمغزی نباید از قطر خارمغزی به اضافه ۸/۰ میلیمتر بیشتر بشود یعنی :

$$d_h \leqslant d_p + 0.8$$

همچنین قطر سوراخ باید دررابطه ذیل صادق باشد .

$$d_h \geqslant (1.25) \times \left[\text{حداقل}(b_1 \,, b_2 \,, a) \right]$$

در صفحه ای که دارای اتصال با خار مغزی بوده وضخامت آن یکسان و از فولادی با تنش تسلیم بیش از ۴۹۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع ساخته شده باشد قطر سوراخ خار مغزی نباید از۵برابر ضخامت صفحه بیشتر بشود .

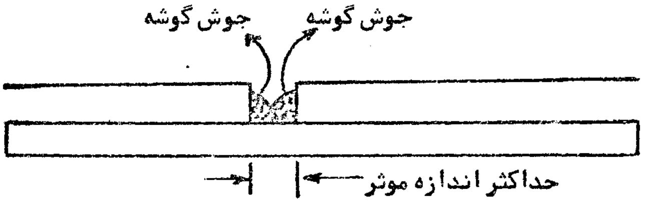
در تسمه های سرپهن ویا در صفحه هائی که دارای اتصال خارمغزی میباشند هر گاه مهره های خارجی تعبیه شوند بنحوی که تماس مناسبی بین صفحات در محل اتصال ایجاد شودمیتوان از محدودیتهای مربوط به ضخامت که در مورد تسمه های سرپهن و سایر صفحات با اتصال خار مغزی در فوق بیان شد چشم پوشی نمود . دراینحال تنش های تماسی (۱) نباید از مقادیر مجاز داده شده در بند ۱ـ۵ـ۱ـ۵ـ۱ تجاوز نمایند .

۱ـ۱۴ـ۷ـ مساحت های موثر فلز جوش

مساحت موثر جوش لب به لب و جوش گوشه برابر با طول موثر جوش ضربدر ضخامت موثرگلوی جوش میباشد .

مساحت برشی موثر جوش های انگشتانه توپر(۲) و کام توپر(۳) برابر با مساحت اسمی سوراخ و یا شیار جوش انگشتانه و کام میباشد .

مساحت موثر جوش گوشه در سوراخ ها و شکاف ها را باید همانگونه که در مورد جوش گوشه در فوق بیان شد محاسبه نمود . باین ترتیب که طول موثر جوش را برابر باطول خطی ازجوش در نظر گرفت که در مرکز صفحه ای که از گلوی جوش میگذرد واقع شده باشد . بهر حال درمورد جوش های گوشه که در داخل یک شکاف ویا سوراخ در روی هم قرار میگیرند مساحت موثر نباید از مساحت اسمی سوراخ ویا شکاف بیشتر بشود (شکل ۹ ـ الف) .



شکل ۹ ـ الف

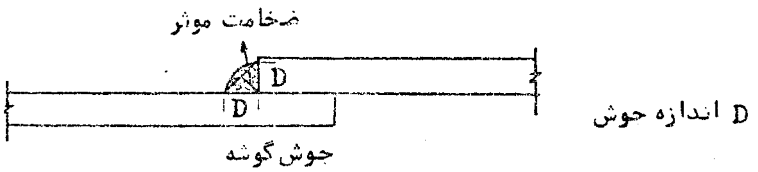
مساحت سوراخ یاشکاف = حداکثر مساحت موثر

۱ـ Bearing Stresses

۲ـ Plug weld

۳ـ Slet Weld

در محاسبه طول موثر جوش گوشه باید طول کلیه برگشت ها را نیز در نظر گرفت .طول موثر جوش لب به لب برابر عرض دو قطعه ای است که بهم جوش داده شده اند .ضخامت موثر گلوی جوش گوشه برابر با وتر مثلث قائم الزاویه متساوی الساقین است که دوضلع مساوی آن اندازه جوش میباشند (شکل ۹ـ ب) .



شکل ۹ـ ب

ضخامت موثر گلوی جوش لب به لب با نفوذ کامل(۱) برابر با ضخامت قطعه نازکتردو قطعه متصل شده بهم میباشد .

ضخامت موثر گلوی کلیه جوش های لب به لب یک رو ویا دورو با نفوذ غیر کامل(۲) برابر عمق جوش لب به لب میباشد بجز جوش لب به لب نیم جناغی(۳) یک رو یا دورو با نفوذ غیر کامل که ضخامت موثر گلوی آن برای با عمق جوش منهای ۳/۵ میلیمتر میباشد . حداقل ضخامت موثر جوش های لب به لب با نفوذ غیر کامل بر حسب میلیمتر باید برابر با $\sqrt{4.24\ t_t}$ باشد که در این رابطه t_t ضخامت صفحه نازکتر در اتصال بر حسب میلیمتر میباشد .

بخش ۱ـ۱۵ـ اتصالات

۱ـ۱۵ـ۱ـ حداقل ظرفیت اتصالات

بجز در موارد بست های چپ و راست(۴) ، مهارهای عرضی(۵) و تیرچه های افقی

---

۱ — Complete penetration groove weld

۲ — Single and double partial penetration groove weld

۳ — Bevel

۴ — Lacings

۵ — Sag bars

دیوارهای ساختمانهای صنعتی(۱) اتصالاتی که تنش های محاسبه شده را تحمل میکنندباید طوری طراحی شوند که تاب تحمل نیروئی بیش از ۳ تن را داشته باشند .

۱–۱۵–۲– اتصالات خارج از مرکز

اعضائی که تنش های محوری را تحمل مینمایند ودریک نقطه بهم پیوند داده میشوند باید در صورت امکان طوری بهم وصل شوند که محورهای آنها یکدیگر را دریک نقطه قطع نمایند . در صورت عدم امکان باید تنش های خمشی ناشی از خروج مرکز را در طرح و محاسبه اتصال دخالت داد .

۱–۱۵–۳– جایگذاری پرچ ها ، پیچ ها و جوش ها

بجز در مواردی که ذکر خواهد شد ، گروه پیچ ها ، پرچ ها و جوش ها ی انتهائی عضو تحت تاثیر نیروی محوری ، باید طوری قرار داده شوند که مراکز مساحت یا ثقل آن ها بر روی محور عضو مورد نظر قرار گیرد . در غیر اینصورت باید اثرات ناشی ازخروج مرکز را در نظر گرفت . بجز در مورد اعضائی که تحت اثر تنش های متغیر مکرر همانگونه که در بخش ۱–۷ تعریف شده است واقع میشوند قرار دادن جوش های گوشه برای متعادل کردن نیروها در اطراف محور یا محورهای خنثی در انتهای اتصالات تک نبشی ها ، دو نبشی ها ویا اعضای مشابه ضروری نمیباشد . از خارج از مرکز بین محورهای ثقل چنین عضوهائی و مرکز مساحت گروه اتصالات (جوش پیچ یا پرچ) این اعضاء میتوان صرفنظر نمود .

۱–۱۵–۴– اعضای نامقید در مقابل دوران(۲)

اتصالات انتهائی تیرها ، شاه تیرها و خرپاها را بجز هنگامی که توسط طراح بنحو دیگری مشخص شوند باید بصورت قابل انعطاف طرح گردند بطوریکه این اتصالات اجازه دوران به این اعضاء را بدهند . برای نیل باین مقصود رفتار غیر ارتجاعی در اتصالات مجاز میباشد . اتصالات انتهائی را فقط باید برای تحمل برش های عکس العمل طرح نمود .

۱–۱۵–۵– اعضای مقید در مقابل دوران (درگیر) (۳)

بست ها یا جوش های اتصالات انتهائی تیرها ، شاه تیرها و خرپاها که بابند ۱–۱۵–۴ مطابقت ندارند باید برای اثر ترکیب شده برش عکس العمل انتهائی و تنش های کششی یا

---

۱ —Girts

۲ —Unrestrained Members

۳ —Restrained Members

فشاری ناشی از لنگر ایجاد شده بعلت صلابت اتصال برای حالتی که عضو بطور کامل بارگذاری شده است طرح گردند .

اگر تیرها به بال ستونی با نیمرخ I یا W قاب شوند (تیر و ستون با اتصال صلب بهم متصل گردند) ورق های تقویتی باید در جان ستون به طریق ذیل تعبیه نمود .

در صورتیکه $t < \frac{C_1 A_f}{t_b + 5k}$ ویا $t < \frac{d_c\sqrt{F_y}}{1509}$ باشد ورق تقویتی باید در جان ستون در مقابل بال تحت فشار قرار گیرد .

در صورتیکه $t_f < 0.4\sqrt{C_1 A_f}$ باشد ورق تقویتی باید در جان ستون در مقابل بال تحت کشش قرار گیرد . در روابط فوق داریم :

t = ضخامت جان ستون که باید تقویت شود .

k = فاصله انتهای ریشه بال تا پشت بال عضو نورد شده ای که باید تقویت شود . و یا در مورد عضو ساخته شده با صفحه و جوش k برابر با ضخامت بال به اضافه اندازه جوش میباشد .

t_b = ضخامت بال تیر (عضوی که نیروی متمرکز در اتصال به آن وارد میشود) .

t_f = ضخامت بال ستون (عضوی که میخواهیم آنرا تقویت نمائیم) .

A_f = مساحت سطح مقطع بال تیر

d_c = عمق جان ستون بدون در نظر گرفتن ریشه بال ها

C_1 = نسبت تنش تسلیم بال تیر به تنش تسلیم ستون

C_2 = نسبت تنش تسلیم ستون به تنش تسلیم ورق تقویتی

F_y = تنش تسلیم ستون بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

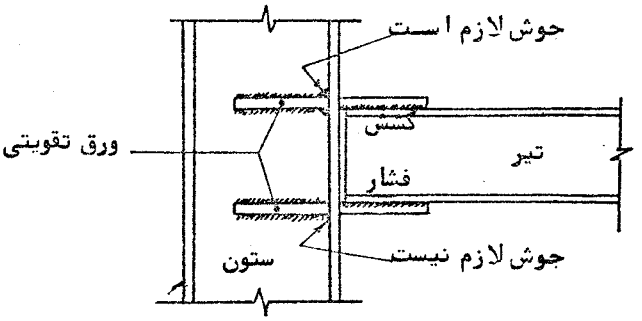
مساحت سطح مقطع ورق های تقویتی باید در رابطه ذیل صادق باشد .

$$A_{st} \geq \left[C_1 A_f - t\ (t_b + 5k)\right]\ C_2$$

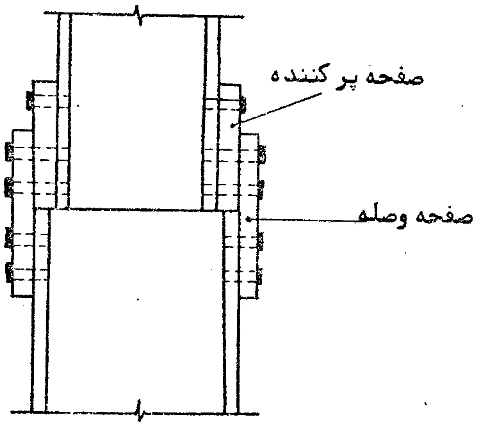
انتهای ورق تقویتی که در مقابل نیروی کششی حاصل از لنگر خمشی تیر قرار گرفته باید به دیواره داخلی بال ستون جوش داده شود تا اتصال بتواند نیرو را از بال تیر به جان ستون منتقل کند . انتهای ورق تقویتی که در مقابل نیروی فشاری حاصل از لنگرخمشی تیر قرار گرفته است باید با بال ستون تماس داشته باشد (شکل ۱۰) . در صورتیکه تیر فقط در یک طرف ستون قرار داشته باشد لزومی ندارد که ورق های تقویتی جان بیش از نصف عمق جان را در برگیرند . ولی جوشی که ورق تقویتی را به جان ستون وصل میکند باید بتواند نیروئی معادل $F_y A_{st}$ را تحمل نماید .

۶-۱۵-۱- پر کننده ها (۱) (لقمه ها)

در صورتیکه پرچ ها و پیچ ها که تنش های محاسبه شده ای را تحمل مینمایند از درون پر کننده های ضخیم تر از ۶ میلیمتر عبور نمایند صفحات پر کننده راباید به اندازه کافی ادامه داد تا لبه صفحه وصله مطابق شکل ۱۱ در روی صفحه پر کننده قرار گیرد . در این حال ادامه صفحه پر کننده راباید با پیچ ویا پرچ به قطعه ای که در زیرش قرار دارد محکم نمود تا تنش های موجوددر یک قطعه وصل شده را بطوریکنواخت به قطعه دیگر منتقل نماید . ادامه دادن صفحه پرکننده در مواردی که اتصال از نوع اصطکاکی بوده و از پیچ های پر مقاوم استفاده شده است ضروری نمیباشد .



شکل ۱۰



شکل ۱۱

---

۱ — Fillers

در اتصالات ساختمانهائی که از جوش استفاده شده است پر کننده هائی که ضخامتشان از ۶ میلیمتر بیشتر میباشد باید به اندازه کافی از لبه صفحه وصله ادامه داد و قسمت ادامه یافته را با جوش کافی به قطعه ای که در زیرش قرار دارد متصل نمود . قدرت جوش باید طوری باشد که تنش های صفحه وصله را که در روی سطح صفحه پر کننده واردمیشود تحمل نماید . جوشی که صفحه وصله را به صفحه پر کننده متصل مینماید باید طوری‌باشد که بتواند تنش های صفحه وصله را به صفحه پر کننده منتقل نموده و خط جوش باید به اندازه کافی زیاد بوده تا از بیش از حد تنیده شدن صفحه پر کننده درناحیه جوش ها جلوگیری بعمل آید . لبه هر پر کننده ای با ضخامت کمتر از ۶ میلیمتر باید با لبه صفحه وصله هم سطح شده و اندازه جوشی که بکار برده میشود بایدبرابرمجموع اندازه لازم برای انتقال تنش صفحه اتصال به صفحه پر کننده بعلاوه ضخامت صفحه پر کننده باشد .

۱-۱۵-۷- اتصالات قطعات فشاری و کششی در خرپاها

اتصالات در دو انتهای قطعات کششی ویا فشاری خرپاها باید نیروی ناشی از باری که در طراحی بکار برده شده است تحمل نمایند . ولی این اتصالات نباید قدرتی کمتراز ۵۰ درصد قدرت مقاومت قطعات را دارا باشند .

۱-۱۵-۸- قطعات فشاری با اتصالات فشار مستقیم(۱)

در محل هائیکه ستونها مستقیما " بر روی صفحاتی که فشار را تحمل مینمایندقرارداده شوند ویا به صفحات وصله ای که خود به صفحات زیر ستون اتصال دارند متصل باشند باید به اندازه کافی از پرچ ها ، پیچ ها ویا جوش استفاده کرد تا تمام قسمت های اتصال در جای خود محکم نگهداشته شوند .

در محل هائیکه انتهای سایر قطعات تحت فشار به اتصالات نیروی فشاری وارد مینمایند قطعات وصله و پرچ ها، جوش ها ویا پیچ های بکار رفته شده در اتصال بایدطوری قرار گرفته باشند که قطعات اتصال و قطعات تحت فشار را در جای خود نگه داشته و طوری طرح شوند که بتوانند ۵۰ درصد تنش های محاسبه شده را تحمل نمایند .

تمام اتصالات فوق الذکر همچنین باید طوری طرح شود که بتوانند تنش کششی حاصله از نیروی عرضی مشخصی را که در طرح بکار برده میشود همراه با ۷۵ درصد تنش حاصله

۱— Bearing Joints

از نیروی مرده را تحمل نمایند .

۱–۱۵–۹– ترکیب جوش ها

اگر دو یا بیش از دو تیپ مختلف جوش (جوش گوشه (۱) ، جوش لب به لب (۲) ، جوش انگشتانه توپر (۳) ، جوش کام توپر) (۴) در یک اتصال بکار برده شوند ، ظرفیت موثر هر تیپ جوش باید بطور جداگانه نسبت به محورشان محاسبه نموده وسپس ظرفیت تیپ ها را با یکدیگر جمع کرد تا ظرفیت کل اتصال بدست آید .

۱–۱۵–۱۰– پرچ ها ، پیچ ها در ترکیب با جوش ها

در صورتیکه در اتصالی از جوش همراه با پرچ ها ، پیچ A 307 ویا پیچ پر مقاوم بصورت غیر اصطکاکی استفاده شده باشد باید فرض نمود که جوش کلیه تنش های اتصال را تحمل مینماید . در صورتیکه پیچ پر مقاوم بصورت اصطکاکی قبل از جوش کاری در اتصال تعبیه بشود میتوان فرض کرد که پیچ قسمتی از تنش های اتصال را تحمل مینماید .

در صورت انجام تغییراتی با جوش کاری در ساختمانهای موجود میتوان فرض کرد که پرچ ها و پیچ های پر مقاوم کاملا" محکم شده در اتصالات میتوانند تنش های حاصل ازبارهای مرده موجود را تحمل نموده وجوش اضافه شده باید بتواند تنش های حاصله ازنیروهای جدید را تحمل نماید .

۱–۱۵–۱۱– پیچ های پر مقاوم در اتصالات اصطکاکی در ترکیب با پرچ ها

در ساختمانهای جدید ویا در تغییراتی که در ساختمانهای قدیمی ایجاد میشود میتوان فرض کردکه پرچ ها و پیچ های اصطکاکی مشترکا" تنش های حاصله از نیروهای مرده وزنده را تحمل مینمایند .

۱–۱۵–۱۲– اتصالات روی کار (۵)

در اتصالاتی که در ذیل آمده است باید از پرچ ، پیچ پر مقاوم ویا جوش استفاده نمود .

۱– وصله های ستون ها در کلیه ساختمانهای نوع دوم مطابق با بخش ۱–۲ (۶) که ارتفاعشان ۶۰ متر یا بیشتر میباشد .

---

۱ – Fillet Weld

۲ – Groove Weld

۳ – Plug Weld

۴ – Slot Weld

۵ – Field Connections

۶ – Tier Structures

۲ــ وصله های ستونها در ساختمانهای نوع دوم مطابق با بخش ۱ــ۲ که ارتفاعشان بین ۳۰ تا ۶۰ متر میباشد در صورتیکه کوچکترین بعد افقی آنها از ۴۰ درصدارتفاعشان‌کمتر باشد .

۳ــ وصله های ستونها در ساختمانهای نوع دوم مطابق با بخش ۱ــ۲ که ارتفاعشان از ۳۰ متر کمتر بوده و کوچکترین بعد افقی آنها از ۲۵ درصد ارتفاعشان کمتر باشد .

۴ــ اتصالات تمام تیرها و شاه تیرها به ستونها و اتصالات هر گونه تیر یاه شاه تیری که مهاربندی ستونها بدانها وابسته اند در ساختمانهائی که ارتفاعشان از ۳۸ متر بیشتر باشد .

۵ــ وصله های خرپاهای بام و اتصالات خرپاها به ستونها ، وصله های ستونها ، مهاربندی ستونها ، مهارهای زانوئی و تکیه گاه های جرثقیل ها در تمام ساختمانهائی که دارای جرثقیل هائی با بیش از ۴/۵ تن ظرفیت هستند .

۶ــ اتصالات تکیه گاههای ماشین آلات با قطعات متحرک یا سایر بارهای زنده ای‌که باعث ایجاد ضربه ویا تغییر جهت تنش ها میشوند (از فشار به کشش یا بالعکس) .

۷ــ هر گونه اتصالات دیگری‌که در نقشه های طرح قید شده باشند .

در سایر حالات در اتصالات روی کار میتوان از پیچ های A 307 استفاده کرد .

در این بند مقصود از ارتفاع ساختمان عبارتست از فاصله عمودی مابین سطح متوسط خیابان تا مرتفع ترین نقطه تیرهای بام در صورتیکه بام مسطح باشد ویا تا ارتفاع متوسط شیروانی در صورتیکه بام شیب داربوده و شیبش بیش از ۲۰ درصد باشد . در محاسبه ارتفاع ساختمان از ارتفاع قفسه پله ویا اطاقک های روی بام میتوان صرفنظر کرد .

بخش ۱ــ۱۶ــ پرچ ها و پیچ ها

چون در حال حاضر در ایران پیچ و پرچ مورد استفاده زیادی ندارد فعلا" از ذکر مطالب این بخش خودداری شده است .

بخش ۱ــ۱۷ــ جوش ها

۱ــ۱۷ــ۱ــ کارآیی کارگران جوشکار و متصدیان جوشکاری

جوشکاری بایستی توسط کارگرانی انجام شود که مهارت آنها به تائید صندوق کارآموزی‌کشور رسیده و گواهینامه مربوطه را دارا باشند . جوشکاران و متصدیان دستگاههای جوش همچنین بایستی دارای شرایط مشخص شده دربخش ۱ــ۹ نشریه شماره ۲۳ دفترتحقیقات واستانداردهای

فنی سازمان برنامه وبودجه و بخش ۲ نشریه شماره ۲۱ دفترتحقیقات واستانداردهای فنی سازمان برنامه وبودجه باشند .

۱-۱۷-۲- کیفیت جوش

جوشکاری باید بر طبق ضوابط مندرج در نشریه شماره های ۲۱ ، ۲۲، ۲۴، ۲۶و۳۴دفترتحقیقات و استانداردهای فنی سازمان برنامه وبودجه انجام گرفته و کیفیت آن بر طبق نشریه شماره ۲۳ همین دفتر بازرسی و کنترل گردد .

۱-۱۷-۳- جوشکاری فولادهای پر مقاوم (اعلی) (۱)

در جوشکاری فولادهای پر مقاوم توصیه میشود که از الکتردهائی که مقاومت فلز جوش آنها زیادتر از حد معمول میباشد استفاده نمود . کنترل و بازرسی کیفیت جوش در ساختمانهائی که از فولادهای پر مقاوم استفاده شده است باید بر طبق نشریه مذکور در بند ۱-۱۷-۲ انجام پذیرد .

۱-۱۷-۴- سایر روش های جوش کاری

جوش کاری باروش های دیگر بجز آنچه که در نشریه های مذکور در بند ۱-۱۷-۲ آمده است بشرط آنکه مطابق با ضوابط آئین نامه های معتبر آمریکا ویا اروپا انجام گیرد مجاز میباشد .

۱-۱۷-۵- حداقل اندازه جوش گوشه

هر گاه تنها از جوش گوشه در اتصالات استفاده شود ، حداقل اندازه جوش به کار برده شده را باید از جدول ۱-۱۷-۵- بدست آورد . حداقل اندازه جوش بستگی به ضخامت صفحه ضخیم تر دارد . در هر صورت این اندازه لازم نیست از ضخامت صفحه نازکتر بیشترباشد .

۱-۱۷-۶- حداکثر اندازه موثر جوش گوشه

حداکثر اندازه جوش گوشه که باید در طرح اتصالات بکار برده شود باید طوری باشدکه تنش های ناشی از انتقال نیروها توسط جوش در قطعات مختلفی که به یکدیگر متصل میشوند از مقادیر مجاز داده شده در بند ۱-۵-۱ بیشتر نشود . علاوه بر آن حداکثر اندازه جوش گوشه که میتوان در امتداد لبه قطعاتی که بهم متصل میشوندبکاربرد نباید ازحدود داده شده در ذیل تجاوز نماید .

۱- High Stregth Steel

۱ــ در امتداد لبه ورقه هایی با ضخامت ۶/۵ میلیمتر ویا کمتر به اندازه ضخامت صفحه .

۲ــ در امتداد لبه صفحات ضخیم تر از ۶/۵ میلیمتر ۱/۵ میلیمتر کمتر از ضخامت صفحه . در اینحال در صورتیکه لبه قسمتی از صفحه که با جوش پر میشود طوری ساخته شود که تمام اندازه جوش موثر واقع شود میتوان اندازه جوش را به اندازه ضخامت صفحه گرفت .

جدول ۱ــ۱۷ــ۵

ضخامت صفحه ضخیم تر بر حسب میلیمتر	حداقل اندازه جوش برحسب میلیمتر	ضخامت صفحه ضخیم تر بر حسب میلیمتر	حداقل اندازه جوش برحسب میلیمتر
کمتر ومساوی با ۶/۵	۳	بیشتر از ۳۸ تا ۵۷	۱۰
بیشتر از ۶/۵ تا ۱۲/۵	۵	بیشتر از ۵۷ تا ۱۵۲/۵	۱۳
بیشتر از ۱۲/۵ تا ۱۹	۷	بیشتر از ۱۵۲/۵	۱۶
بیشتر از ۱۹ تا ۳۸	۸		

۱ــ۱۷ــ۷ــ طول جوش های گوشه

حداقل طول موثر جوشهای گوشه نباید از چهار برابر اندازه جوش کوچکتر باشد و در غیر اینصورت در محاسبه ظرفیت جوش ، اندازه جوش را باید حداکثر معادل یک چهارم طول جوش فرض نمود .

در صورتیکه برای اتصال انتهای میله ها با تسمه های تحت کشش تنها از جوش گوشه استفاده شود ، طول این جوشها نباید از فاصله عمودی بین خطوط جوش کمتر باشد . همچنین فاصله عمودی بین خطوط جوشی که در اتصالات انتهائی به کار برده میشود نباید از بیست سانتی متر بیشتر باشد . مگر آنکه طرح به گونه ای باشد که از بوجود آمدن تنش های خمشی زیاد جلوگیری بعمل آید .

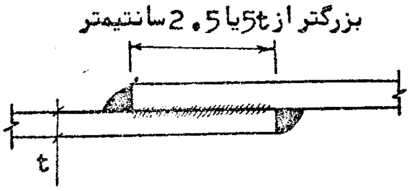
۱–۱۷–۸– جوش های گوشه ای منقطع (۱)

جوش گوشه ای منقطع را میتوان در اتصالات ویا در بهم چسبانیدن صفحات بشرطی که بکار بردن جوش ممتد با حداقل اندازه جوش مقاومتی بیش از حد لازم بدست بدهد بکار برد . همچنین از جوش گوشه ای منقطع میتوان در اتصال نیمرخ های اعضای ساخته شده از دو یا چند نیمرخ (۲) استفاده کرد . طول موثر هر قسمت جوش گوشه ای منقطع باید از ۴ برابر اندازه جوش بیشتر بوده و حداقل آن ۴ سانتیمتر باشد .

۱–۱۷–۹– اتصالات لب روی هم (۳)

در این نوع اتصالات مقدار رویهم آمده قطعات باید حداقل به اندازه پنج برابر ضخامت صفحه نازکتر بوده ودر هر صورت نباید از ۲/۵ سانتیمتر کمتر باشد (شکل ۱۲) .

در اتصالات لب روی هم ورق ها یا میله هائی که تحت اثر نیروهای محوری میباشند باید انتهای هر دو قطعه متصل شده بیکدیگر را با جوش گوشه پر نمود . در صورتیکه از تغییرمکان قسمت های رویهم آمده در اثر حداکثر نیروی وارده جلوگیری بعمل آید میتوان تنها انتهای یک قطعه از قطعات رویهم آمده را جوش داد .



شکل ۱۲

۱–۱۷–۱۰– انتهای جوش گوشه

جوشهای گوشه را در صورت امکان باید در دو انتها به اندازه دو برابراندازه جوش بطور پیوسته برگردانده و سپس متوقف نمود . این ضابطه باید در مورد جوشهای پهلویی وبالایی سگدست ها (۴) و نشمین تیرها و سایر اتصالات مشابه در روی صفحه ای که خمش در حول آن محاسبه میشود انجام گیرد . برگشت انتهایی جوش گوشه باید در نقشه های طراحی و اجرائی نشان داده شود .

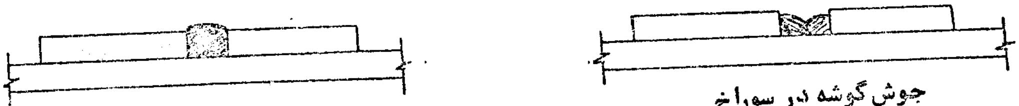
۱–۱۷–۱۱– جوش گوشه در سوراخها و چاک ها (۵)

میتوان از جوش گوشه در سوراخها و چاک ها به منظور انتقال برش ، جلوگیری از کمانش ویا

---

۱ – Intermittent fillet welds
۲ – Built-up members
۳ – Lap Joints
۴ – Brackets
۵ – Slots

جلوگیری از جداشدن قطعات رویهم در اتصالات لب روی هم(۱) ویا در اتصال اجزاء مختلف اعضاء ساخته شده از چند نیمرخ(۲) استفاده کرد . اینگونه جوشهامیتوانند با توجه به ضوابط بخش ۱-۱۴-۷ رویهم قرار گیرند . اینگونه جوشهای گوشه را نباید باجوش انگشتانه توپر ویا جوش کام توپر اشتباه نمود (شکل ۱۳) .ضوابط مربوط به جوش انگشتانه توپر و کام توپر در بند ۱-۱۷-۱۲ داده شده اند .



جوش گوشه در سوراخ

جوش انگشتانه توپر

شکل ۱۳

۱-۱۷-۱۲- جوش انگشتانه توپر(۳) و جوش کام توپر(۴)

جوش انگشتانه توپر و جوش کام توپر را میتوان در اتصالات لب روی هم به منظور انتقال نیروهای برشی ، جلوگیری از کمانش قطعات اتصال ویا در اتصال قطعات مختلف اعضای ساخته شده از چند نیمرخ بکار برد .

قطر سوراخی که برای جوش انگشتانه توپر بکار برده میشود نباید از ضخامت صفحه ای که سوراخ درآن واقع شده به اضافه یک سانتی متر کمتر بوده و از $۲\frac{۱}{۴}$ برابر ضخامت جوش بیشتر بشود .

حداقل فاصله مرکز تا مرکز سوراخهای جوش انگشتانه توپر نباید از چهار برابر قطر سوراخها بیشتر باشد . طول چاکی که برای جوش کام توپر مورد استفاده قرار میگیرد نباید از ده برابر ضخامت جوش بیشتر باشد . عرض اینگونه چاکها نباید از ضخامت صفحه ای که چاک درآن واقع شده به اضافه یک سانتی متر کمتر بوده و از $۲\frac{۱}{۴}$ برابر ضخامت جوش بیشتر بشود . انتهای چاک بایستی به شکل نیم دایره باشد و یا تمام گوشه های چاک به استثنای گوشه‌هایی که در لبه صفحه واقع شده اند باید گرد شوند . شعاع این گردشدگی ها نباید ازضخامت صفحه ای که چاک درآن واقع شده کمتر باشد . حداقل فاصله مرکز تامرکزچاک هادر امتداد عمود به طول آنها باید چهار برابر عرض چاک باشد . حداقل فاصله مرکز تا مرکز جوشهای چاک در امتداد طول آنها باید دو برابر طول چاک باشد .

---

۱ — Lap Joints ۲ — Built -up members ۳ — Plug Weld ۴ — Slot Weld

ضخامت جوشهای انگشتانه و کام توپر در صفحاتی به ضخامت ۱/۶ سانتیمتر و یا کمتر باید به اندازه ضخامت صفحه باشد . در صفحاتی با ضخامت بیشتر از ۱/۶ سانتیمترضخامت جوشهای انگشتانه یا کام توپر باید حداقل معادل نصف ضخامت صفحه باشد ولی در هر صورت ضخامت این جوشها نباید از ۱/۶ سانتیمتر کمتر بشود .

بخش ۱–۱۸– قطعات ساخته شده از چند نیمرخ (۱)

۱–۱۸–۱– تیرها

در صورتیکه دو یا چند تیر ویا ناودانی کنار یکدیگر قرار گیرند تا یک عضو خمشی بوجود آورند باید نیمرخها را در فواصلی که حداکثر ۱۵۰ سانتیمتر میباشد به یکدیگر متصل نمود . برای این منظور میتوان از قطعات مجزاکننده (مثل ناودانی ویا قطعات سایر نیمرخ ها) و همچنین از پیچ برای اتصال این قطعات بین دو نیمرخ عضو خمشی استفاده نمود و در اینصورت باید توجه داشت که در نیمرخ هائی که عمق آنها بیش از ۳۰ سانتیمترمیباشد از حداقل دو پیچ در اتصال قطعات مجزا کننده به نیمرخ ها استفاده شود . درصورتیکه نیروی متمرکزی به یکی از نیمرخ ها وارد شود که باید توسط هردو نیمرخ عضو ساخته شده تحمل گردد باید از دیافراگمی که دارای قدرت کافی برای انتقال نیرو میباشد استفاده کرد وآن را توسط پرچ ، پیچ ویاجوش بین دو نیمرخ متصل نمود . در صورتیکه نیمرخ های عضو ساخته شده پوشیده نباشند باید آنها را در مقابل زنگ زدگی محافظت نموده و فاصله کافی بین نیمرخ ها منظور نمود تا تمیز کردن و رنگ کردن سطوح داخلی نیمرخ ها به سادگی انجام پذیرد .

۱–۱۸–۲– اعضای تحت فشار

۱–۱۸–۲–۱– تمام قطعات یک عضو تحت فشار ساخته شده از چند نیمرخ و فاصله عرضی خطوط جوش یا پرچ ویا پیچ آنها باید بر طبق ضوابط بخش ۱–۸ و ۱–۹ باشند .

۱–۱۸–۲–۲– در دو انتهای اعضای فشاری ساخته شده از چند نیمرخ که بر روی صفحاتی قرار گرفته اند تمام قطعاتی که با یکدیگر تماس دارند باید توسط پرچ ها یا پیچ هائی که فاصله آنها بیش از ۴ برابر قطرشان نبوده در طولی معادل با ۱/۵ برابر بزرگترین بعد مقطع متصل نمود . بجای پیچ ویا پرچ میتوان از جوش استفاده کرد . طول این جوش باید بیشتر ویا برابر بزرگترین بعد مقطع باشد .

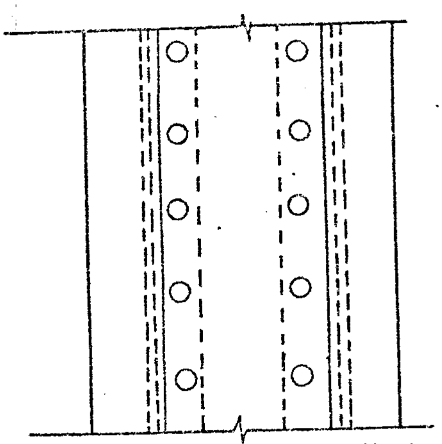
---

۱ — Built - up members

۱-۱۸-۲-۳- در فاصله بین دو انتهای عضو ساخته شده از چند نیمرخ نیز باید از پرچ ها و پیچ ها و یا جوش های منقطع با فواصلی به اندازه کافی کوتاه برای انتقال تنش ها استفاده نمود . اگر در اتصال دو نیمرخ یک عضو ساخته شده از چند نیمرخ از ورق استفاده شده باشد فاصله پرچ ها ، پیچ ها و یا جوش های منقطعی که ورق را به نیمرخ ها متصل مینمایند باید از $\frac{1065\ t}{\sqrt{F_y}}$ بیشتر بشود (در این رابطه t ضخامت نازکترین ورق بکار برده شده و F_y تنش تسلیم فولاد مصرفی بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد) . در هر صورت این فاصله نباید از ۳۰ سانتیمتر بیشتر گردد . در اینحال اگر از پرچ یا پیچ استفاده شده باشد لازمست که پیچ و پرچ ها در روی خطوطشان به محاذات یکدیگر قرار گرفته باشند (شکل ۱۴) .

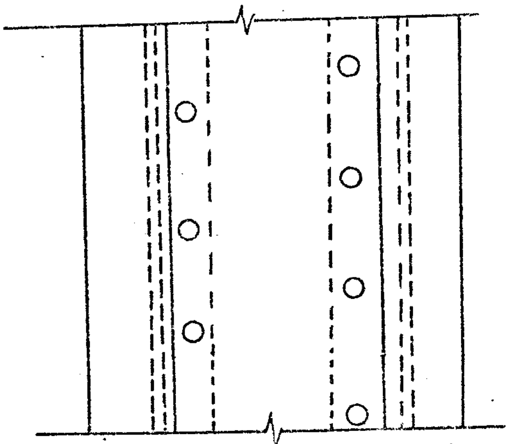
در صورتیکه پیچ ها و پرچ ها در روی خطوطشان به محاذات یکدیگر نباشند (شکل ۱۵) حداکثر فاصله آنها در روی خطوطشان نباید از $\frac{1595\ t}{\sqrt{F_y}}$ و یا ۴۵ سانتیمتر بیشتر گردد .

اگر دو نیمرخ مستقیما " در تماس با هم بوسیله جوش منقطع ، پرچ و یا پیچ متصل شده باشند حداکثر فاصله بین اتصالات نباید از ۶۰ سانتیمتر تجاوز نماید .



اتصال ورق به نیمرخ ها با پیچ یا پرچ

شکل ۱۴



اتصال ورق به نیمرخ ها با پیچ یا پرچ

شکل ۱۵

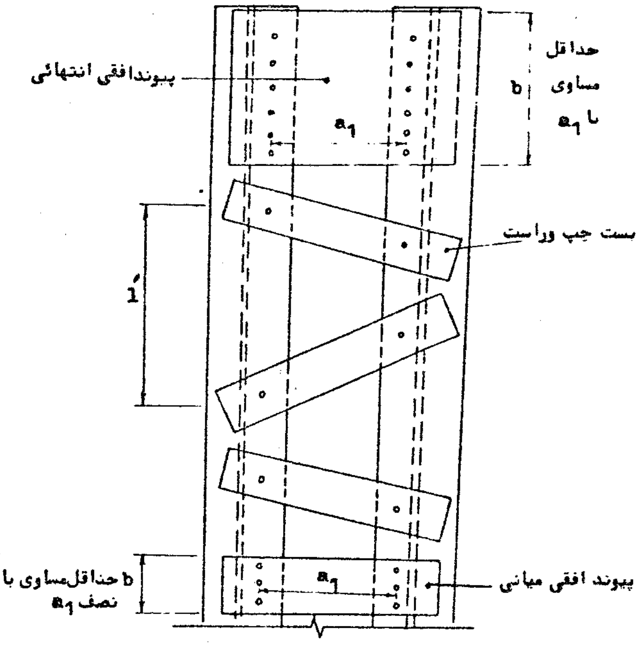
۱-۱۸-۲-۴- در صورتیکه اعضای فشاری از دو یا چند نیمرخ نورد شده که توسط لقمه های منقطعی(۱) از هم جدا شده اند تشکیل یافته باشند باید نیمرخ ها در محل این لقمه ها به یکدیگر اتصال محکمی داشته وفاصله اتصالات طوری باشد که ضریب لاغری $\frac{l}{r}$ هرکدام ازنیمرخ ها در بین نقاط اتصال از حداکثر ضریب لاغری ستون تجاوز ننماید . درمحاسبه ضریب لاغری

---

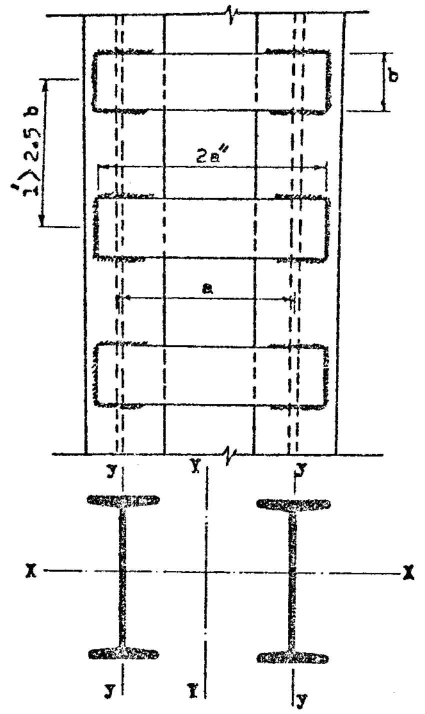
1 - Intermittent Fillers

هر کدام از نیمرخ های تشکیل دهنده عضو فشاری باید کوچکترین شعاع ژیراسیون را بکار برد .

۱-۱۸-۲-۵- در طرف های قطعات فشاری ساخته شده از چند نیمرخ که بصورت مشبک ساخته میشوند میتوان از بست های چپ و راست(۱) استفاده نمود . در دو انتهای قطعه تحت فشار و همچنین در هر محلی که نظم بست های چپ و راست بعلت برخورد به مانعی بهم بخورد باید از صفحات پیوند افقی(۲) استفاده شود (شکل ۱۶) در صورت تمایل میتوان بجای بست های چپ و راست فقط از پیوندهای افقی استفاده کرد (شکل ۱۷) .


حداقل
مساوی
با a1
b
پیوندافقی انتهائی
a1
بست چپ وراست
l′
پیوند افقی میانی
a1
b حداقل‌مساوی با
نصف a1

شکل ۱۶


b
l′ ⟨ 2.5 b
2a″
a
y
Y
y
X
X
y
Y
y

شکل ۱۷

در قطعات اصلی فشاری در صورتیکه از بست های چپ و راست استفاده شود پیوندهای افقی انتهائی باید دارای عرضی حداقل برابر فاصله خطوط اتصالات دو سر خود بوده و

---

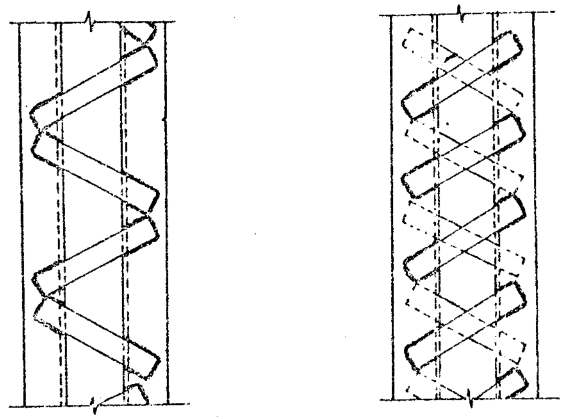
۱ – Lacing

۲ – Tie Plate

پیوندهای افقی میانی باید دارای عرضی حداقل برابر نصف فاصله خطوط اتصالات دوسر خود باشند (شکل ۱۶) . ضخامت این پیوندهای افقی نباید از $\frac{۱}{۵۰}$ فاصله مرکز بمرکز اتصالات دو سرخود کمتر باشد . در اتصالات پیچ و پرچ فاصله پرچها وپیچها در پیوندهای افقی نباید از ۶ برابر قطرشان بیشتر باشد ودر اتصال هر طرف پیوند باید از حداقل ۳ پیچ یا پرچ استفاده بشود . در اتصال پیوندهای افقی توسط جوش ، طول خط جوش درهر طرف پیوند نباید از $\frac{۱}{۳}$ طول پیوند کمتر گردد .

در صورتیکه فقط از پیوندهای افقی استفاده شود فاصله مرکز به مرکز پیوندها (l') باید از ۲/۵ برابر عرض پیوند (b) بیشتر باشد (شکل ۱۷) . همچنین فاصله جان های دو نیمرخ بکار برده شده (a) باید مساوی ویا کوچکتر از ۲۰ برابر کوچکترین شعاع ژیراسیون هر نیمرخ باشد (r_y) .

۱-۸-۱-۲-۶- در صورتیکه از بست های چپ وراست استفاده شود فاصله این بست ها که ممکنست از تسمه ، نبشی و ناودانی ویا سایر نیمرخ ها ایجاد شده باشد باید طوری انتخاب شود که ضریب لاغری (l'/r) قطعه بین نقاط اتصال آنها از ضریب لاغری کلی قطعه ساخته شده از چند نیمرخ تجاوز ننماید . (r در l'/r حداقل شعاع ژیراسیون یک نیمرخ بکار برده شده در قطعه ساخته شده میباشد) . ضریب لاغری بست های چپ وراست ساده نباید از ۱۴۰ تجاوز نماید و در صورتیکه از بست های چپ و راست بصورت دوبله استفاده شود ضریب لاغری بست ها نباید از ۲۰۰ تجاوز نماید . بست های چپ و راست دوبله باید در محل تلاقی بیکدیگر بهم متصل گردند (شکل ۱۸) . برای محاسبه سطح مقطع بست های چپ و راست



ستون با بست چپ وراست ساده

ستون با بست چپ وراست دوبله

شکل ۱۸

در فشار فرمولهای ۱-۵-۱ و ۱-۵-۲ را باید بکار برد . در این روابط l طول کمانش بست میباشد که برای بست های ساده برابر طول آزاد فاصله پرچها و یا جوشهای اتصال دوسرآن و برای بست های دوبله برابر ۷۰ درصد این فاصله باید در نظر گرفته شود . زاویه تمایل بست های چپ و راست نسبت به محور عضو فشاری درمورد بست های ساده نباید از ۶۰ درجه کمتر و برای بست های دوبله از ۴۵ درجه کمتر باشد . درصورتیکه فاصله بین خطوط جوش ویا پرچ اتصالات چپ و راست ها بر روی پایه از یکدیگر بیش از ۳۸ سانتیمتر باشد بهتر است از بست های دوبله ویا از مقطع نبشی استفاده شود .

در صورتیکه از پیوندهای افقی استفاده شود ضریب لاغری عضو فشاری ساخته شده از چند نیمرخ نسبت به محور YY (شکل ۱۷) برابر با $\frac{KK'l}{r_Y}$ میباشد که K بستگی به قیدابتدائی و انتهائی عضو فشاری ساخته شده دارد ، l طول کلی عضو r_Y شعاع ژیراسیون نسبت به محور YY میباشد . K' ضریبی است که از رابطه ذیل محاسبه میگردد .

$$K' = \sqrt{1 + \frac{(l'/r_Y)^2}{(l/r_Y)^2}}$$

که l' فاصله بین مرکز تا مرکز پیوندهای افقی بوده و r_y کوچکترین شعاع ژیراسیون یک نیمرخ میباشد . وقتیکه از پیوندهای افقی استفاده میشود بهتر است که نسبت $\frac{l'}{r_y}$ کوچکتر از حداکثر دو مقدار $\frac{l}{2\,r_x}$ و ۵۰ باشد .

بست های چپ و راست و همچنین پیوندهای افقی را باید طوری طراحی نمودکه بتوانند یک نیروی برشی برابر با ۲ درصد کل بار فشاری که به عضو ساخته شده در امتداد عمودبر محور طولی تاثیر مینماید تحمل نمایند .

۱-۱۸-۲-۷- عمل پیوندهای افقی و بست های چپ وراست را میتوان با صفحات مشبک(۱) نیز انجام داد . بدینطریق که نیمرخ های تشکیل دهنده عضو فشاری را بوسیله ورق یکسره ای که درآن سوراخهای متناوبی برای دسترسی به سطح داخلی نیمرخ تعبیه شده است به یکدیگر متصل نمود . عرض باقیمانده صفحه در محل هائی که سوراخ تعبیه شده است بایدطوری

---

۱ — Perforated Cover Plates

باشد که بتواند تنش های موجود را تحمل نماید . برای نیل باین مقصود شرائط ذیل را باید در نظر گرفت .

۱– نسبت عرض به ضخامت ورق باید بر طبق بند ۱–۹–۲ باشد .

۲– نسبت طول (در امتداد تنش) به عرض سوراخ نباید از ۲ تجاوز نماید .

۳– فاصله لب به لب سوراخها در امتداد تنش نباید از فاصله عرضی خطوط پرچها ، پیچ ها ویا جوش ها کمتر باشد .

۴– منحنی محیط سوراخها در همه جا باید دارای شعاع انحنائی بیش از ۴ سانتیمتر باشد .

۱–۱۸–۳– اعضای کششی

۱–۱۸–۳–۱– فاصله پیچ ها ، پرچ ها ویا جوش های گوشه ای منقطع که صفحات و نیمرخ های یک عضو کششی ساخته شده از چند نیمرخ رابهم اتصال میدهند نباید از ۲۴ برابر ضخامت نازکترین صفحه ویا ۳۰ سانتیمتر بیشتر باشد . در صورتیکه نیمرخ های عضو کششی ساخته شده با یکدیگر در تماس باشند فاصله پیچ‌ها ، پرچ ها یا جوشهای منقطع نباید از ۶۰ سانتیمتر تجاوز نماید . در اعضای کششی که از دو یا چند نیمرخ ویا از صفحاتی درست شده که از یکدیگر فاصله داشته باشند نیمرخهای متشکله را باید با صفحات لقمه در فواصلی معین طوری بهم متصل نمود که ضریب لاغری هر قسمت در بین اتصالات از ۲۴۰ بیشتر نشود .

۱–۱۸–۳–۲– در اعضای کششی ساخته شده از چند نیمرخ برای اتصال نیمرخها میتوان از صفحاتی که در آنها سوراخهائی تعبیه شده است (مشبک) ویا از پیوندهای افقی بدون چپ و راست‌ها استفاده نمود . پیوندهای افقی باید عرضی بیش از $\frac{۲}{۳}$ فاصله بین خطوط جوش ویا پیچ یا پرچ اتصال دوسر آنها داشته و ضخامت آنها باید بیش از $\frac{۱}{۵۰}$ فاصله این خطوط باشند . فاصله بین پرچ ها ، پیچ ها ویا جوش های منقطع در روی خط پرچ ، پیچ یا جوش در پیوندهای افقی نباید از ۱۵ سانتیمتر بیشتر بشود . فاصله مرکز به مرکز پیوندهای افقی باید طوری باشد که ضریب لاغری قطعات بین هردو پیوند از ۲۴۰ بیشتر نشود .

بخش ۱–۱۹– خیز دادن(۱)

---

۱ – Camber

۱ــ۱۹ــ۱ــ خرپاها وشاه تیرها

به خرپاهائی که طول آنها ۲۴ متر ویا بیشتر میباشد باید به اندازه افت خرپاتحت اثر بار مرده خیز داد . به شاه تیرهای جراثقالها در صورتیکه طول آنها از ۲۲ متر بیشتر باشد باید به اندازه افت شاه تیر تحت اثر بار مرده و نصف بار زنده خیز داد .

۱ــ۱۹ــ۲ــ خیز دادن سایر عضوهای ساختمانی

در صورتیکه برای بجای قرار دادن هر عضوی خیز دادن لازم باشد باید لزوم خیز را در نقشه های اجرائی متذکر شد و مقدارآنرا در جزئیات مربوطه نشان داد .

۱ــ۱۹ــ۳ــ برپایی (۱)

در برپایی تیرها وخرپاهایی که دارای هیچ گونه کوژ مشخص شده ای نیستند ، باید دقت بعمل آورد تا هرگونه خیزی که در اثر عمل نورد شدن ویا اتصال قسمتها درکارگاه بوجود آمده است رو به بالا باشد . در صورتیکه وجود خیز در یک قطعه ساختمانی باعث شودکه در نصب عضوی از قطعه نیروهائی ایجاد گردد اینگونه عضوها باید در نقشه های اجرائی مشخص شوند .

بخش ۱ــ۲۰ــ انبساط و انقباض

در طرح و اجرای هر سازه اثرات انبساط و انقباض را که در شرایط استفاده ازسازه بوجود میآید باید در نظر داشت .

بخش ۱ــ۲۱ــ صفحات تقسیم فشار پای ستونها (۲)

۱ــ۲۱ــ۱ــ بارها

در طرح اتصال ستون به پی باید پیش بینی های لازم را برای انتقال تمام نیروهای محوری و لنگرهای ستون (در صورت وجود) به شالوده و پی بعمل آورد .

۱ــ۲۱ــ۲ــ طراز کردن

صفحات تقسیم فشار پای ستونها باید دقیقا " در ارتفاع مشخص شده خود با تماس کامل بر روی مصالح بنائی طراز شوند .

۱ــ۲۱ــ۳ــ صافکاری

صفحات تقسیم فشار پای ستون ها باید طبق ضوابط ذیل صافکاری و مسطح شوند .

---

۱ — Erection

۲ — Column bases

۱ـ صفحات زیر ستون نورد شده ای که ضخامت آنها ۵ سانتیمتر یا کمتر باشد احتیاجی به مسطح شدن ندارند به شرطی که سطح تماس کافی بین صفحات وبتن زیر آن ایجاد گردد . صفحات نورد شده ای را که ضخامت آنها بین ۵ تا ۱۰ سانتیمتر باشد میتوان با پرس صاف کرد مگر اینکه پرس در دسترس نباشد که در آن صورت بایدسطوح تماس را با تراشیدن ویا روش های دیگر مسطح کرد . برای آنکه صفحات با ضخامت بیش از ۱۰ سانتیمتر به اندازه کافی صاف شود تمام سطوح تماس آنها را باید با ماشین ویا روش های دیگر مسطح نمود . صفحاتی که قسمت ۳ این بند در موردآنها صادق است احتیاجی به صافکاری ندارند .

۲ـ تمام صفحاتی که نورد شده نباشند بایستی در تمام سطوح تماس کاملا " مسطح گردند (به استثنای صفحاتی که قسمت ۳ این بند شامل آنها میشود) .

۳ـ اگر زیر صفحه زیر ستون با ملات نرم پر و کاملا " صاف شود (۱) لزومی به صاف نمودن سطح زیرین صفحه زیر ستون نمیباشد .

بخش ۱ـ۲۲ـ میل های مهار

میل های مهار را باید چنان طرح کرد که بتوانند به تنهایی تمام نیروهای برشی وکششی وارد به انتهای ستون را تحمل نمایند . این میل ها همچنین باید تمام نیروهای کششی ناشی از لنگرهای خمشی را که براثر اتصالات صلب یا نیمه صلب در انتهای ستون بوجود میآید تحمل نمایند .

بخش ۱ـ۲۳ـ ساختن (۲)

۱ـ۲۳ـ۱ـ خیز دادن (۳) ، انحناء دادن (۴) و مستقیم نمودن (۵) قطعات

اعمال موضعی حرارت یا وسائل مکانیکی برای ایجاد یا تصحیح خیز ، انحناء و دادن ویا مستقیم نمودن قطعات ساختمانی مجاز میباشد . درجه حرارت نواحی گرم شده که باید با روشهای معتبری اندازه گیری بشود نباید برای فولاد A 514 از ۵۹۰ درجه سانتیگراد و برای سایر فولادها از ۶۵۰ درجه سانتیگراد بیشتر باشد .

---

۱ — Grouting

۲ — Fabrication

۳ — Cambering

۴ — Curving

۵ — Straightening

۱-۲۳-۲- برش با شعله (۱)

برش با شعله ترجیحا " باید با ماشین انجام گیرد . لبه های قطعاتی که با شعله برش داده شده اند و قرار است که تحت اثر تنش های زیادی قرار گرفته ویا بر روی آنها فلزجوش ریخته شود بهتر است که تا حد امکان از بریدگی و خوردگیها (۲) عاری باشند. بریدگیهای اتفاقی یا بریدگیهائی که عمق آنها از ۵ میلیمتر کمتر بود مجاز میباشد. خوردگیهائی که دارای عمقی بزرگتر از ۵ میلیمتر بوده باید با تراشیدن ویا سنگ زدن صاف نمود. تمام گوشه های قطعه بریده شده را باید به شکل قوسی از دایره با شعاعی حداقل برابر با ۱۳ میلیمتر درآورد .

۱-۲۳-۳- صافکاری لبه ها

صافکاری یا پرداخت کردن لبه های برش داده شده ورق ها ویا نیمرخ هائی که به روش برش با گاز یا برش با قیچی بریده شده اند ضروری نمیباشندمگراینکه مخصوصا " درروی‌نقشه های اجرائی درخواست شده باشد .

۱-۲۳-۴- این بند در مورد جزئیات اجزاء ساختمانهائی است که در اتصالات آنها از پیچ و پرچ استفاده میشود . چون این ساختمانها در حال حاضر در ایران معمول نمیباشند فعلا " ازذکر آنها خودداری میشود . ضوابط مربوط به اجزاء اینگونه ساختمانها در خور نشریه مستقلی است . برای اطلاعات مختصری در این مورد میتوان به نشریه شماره ۳۴ دفترتحقیقات و استانداردهای فنی سازمان برنامه وبودجه مراجعه نمود .

۱-۲۳-۵- مانند بند ۱-۲۳-۴

۱-۲۳-۶- ساختمانهائی که در اتصالات آنها از جوش استفاده میشود .

برای ضوابط مربوط به اجرای اینگونه ساختمانها به نشریه شماره های ۲۳ و ۳۴ دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی سازمان برنامه وبودجه مراجعه شود .

۱-۲۳-۷- پرداخت کردن (۳)

سطح تماس قطعات در اتصالات فشاری باید بوسیله بریدن ، صاف کردن ، سنگ زدن ویا غیره طوری آماده گردند تا تماس کاملی بین قطعات ایجاد شود .

۱-۲۳-۸- رواداری ها (۴)

---

۱ — Oxygen Cutting

۲ — Gouges

۳ — Finishing

۴ — Tolerances

۱–۲۳–۸–۱– مستقیم بودن

قطعات ساختمانی ، بخصوص تک نیمرخ های نورد شده باید مستقیم بوده و خطای مجازباید بر طبق مشخصات ASTM - A 6 ویا آنچه که در پاراگراف ذیل آمده است باشد . قطعات ساختمانی ساخته شده از چند نیمرخ باید مستقیم بوده وخطای مجاز باید بر طبق مشخصات داده شده در ASTM-A6 برای شکل های بال پهن ویا آنچه که در پاراگراف ذیل آمده است باشد . در صورتیکه مستقیم بودن قطعات ساختمانی مورد نظر نباشد باید صریحاً" در نقشه های اجرائی مشخص شده باشند .

اعضای فشاری نباید در بین دو نقطه ای که از جهت جانبی مهار میشوند دارای انحرافی بیش از $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ فاصله بین دو نقطه باشند .

اعضای ساختمانی نباید دارای پیچش ، خمش ویا درزهای باز باشند . در غیراینصورت باید از قبول و بکار بردن این اعضاء خودداری نمود .

۱–۲۳–۸–۲– طول

ازدیاد یا نقصان طولی برابر با ۰/۸ میلیمتردرطول اعضای ساختمانی‌که طبق‌بند ۱–۲۳–۷ دو انتهایشان کاملا" پرداخت شده و بعنوان عضو فشاری بکار برده میشوند مجاز میباشد .

اعضای ساختمانی که انتهایشان برای تماس مستقیم پرداخت و صاف نشده باشند و قراراست که با سایر قسمت های فولادی ساختمان قاب شوند میتوانند ازدیاد یا نقصان طولی کمتر از ۱/۶ میلیمتر در طول های کمتر از ۹ متر و ازدیاد یا نقصان طولی کمتر از ۳/۲ میلیمتر در طول هائی بیشتر از ۹ متر داشته باشند .

بخش ۱–۲۴– رنگ آمیزی کارهای فولادی در کارخانه

۱–۲۴–۱– مقرارت عمومی

قطعات فولادی که توسط مصالح دیگر ساختمانی کاملا" پوشیده میشوند احتیاجی به رنگ زدن ندارند مگر اینکه به نحو دیگری مقررگردند . قطعات فولادی را که در داخل‌بتن پوشیده میشوند نباید رنگ زد . به کلیه قطعات دیگر فولادی مگر اینکه به نحو دیگری مقرر گردند باید یک لایه رنگ زده شود . قطعات مورد نظر را باید پس از آنکه سطوح آنها را کاملا" مطابق با روش ذیل پاک و خشک نمود با هر روش معمولی با یک لایه رنگ پوشانید .

قطعه ای که قراراست رنگ زده شود پس از بازرسی کامل باید با برس های سیمی دستی ویا

سایر روش های دیگری که توسط سازنده انتخاب میشود از براده های آهن و پوسته های آزاد ، زنگ زدگی ، تفاله جوش ، گردوخاک و سایر مواد خارجی پاک شود . روغن و گریس راباید در صورت وجود از روی سطح قطعه با محلولهای شیمیائی پاک نمود . قطعات فولادی‌که قرار نیست در کارخانه رنگ زده شوند نیز بایداز روغن ویاگریس توسط محلولهای پاک کننده پاک نمود . همچنین گردو خاک ، کثافات ویا سایر مواد خارجی را بایداز روی قطعات پاک کرد .

معمولا " رنگ زدن در کارخانه به منظور محافظت قطعات ساخته شده فولاد برای یک دوره کوتاه مدت میباشد . از این رنگ میتوان بعنوان زیر رنگ برای رنگ های بعدی‌که در روی‌کار باید زده شود استفاده نمود .

۱–۲۴–۲– سطوح غیر قابل دسترس

در سطوحی از قطعات فلزی که پس‌از نصب در روی کار غیر قابل دسترس میباشند باید قبل از نصب بر طبق بند ۱–۲۴–۱ رفتار نمود .

۱–۲۴–۳– سطوح تماس

سطوح تماس را باید بر طبق بند ۱–۲۴–۱ قبل از اجراء تمیز وپاک نمودولی احتیاجی به رنگ زدن آنها نمیباشد .

۱–۲۴–۴– سطوح پرداخت شده

سطوحی که توسط ماشین پرداخت شده اند باید توسط یک لایه ضد زنگ از زنگ زدگی آنها جلوگیری بعمل آورد . این لایه ضد زنگ باید طوری باشد که یا به آسانی پس‌ازبرپاکردن قطعه در روی کار بتوان آنها را پاک نمود ویا اصولا " دارای خاصیتی بوده که لزومی به پاک کردن آن نباشد .

۱–۲۴–۵– سطوح مجاور به جوش های روی کار (۱)

بجز مواردی که بنحو دیگری مقرر شوند سطوحی که به فاصله ۵ سانتیمتری محل هائی‌که قرار است در روی کار جوش داده شوند واقع شده باشند باید از هر گونه مواد خارجی که از جوشکاری صحیح جلوگیری بعمل میآورد عاری باشند .

بخش ۱–۲۵– برپاکردن ساختمان (۲)

۱–۲۵–۱– مهار بندی

---

۱ — Field weld

۲ — Erection

از مهارهای موقتی در هنگام بر پا کردن ساختمان برای تحمل نیروهائی که به اسکلت ساختمان در ضمن بر پاکردن آن توسط وسائل و تجهیزات وارد میشود باید استفاده نمود . این مهارها باید تا زمانی که لزوم آنها برای ایمنی ضروری میباشد در جای خود باقی بمانند .

در طرح سازه ها باید تنش های حاصل در قطعات سازه را درهنگام ساخت که بعلت نیروهای حاصله از نقل و انتقال وسائل و تجهیزات ویا نقل و انتقال مصالح ساختمانی در ساختمان ایجاد میشوند در نظر گرفت .

۱-۲۵-۲- کفایت اتصالات موقتی

بموازات پیشرفت کار برپاکردن ساختمان ، اتصالات ساختمان را باید برای تحمل بارهای مرده و بار باد ویا سایر بارهای حاصل از بر پا کردن را با پیچ و یا جوش محکم نمود .

۱-۲۵-۳- صحیح جاگذاری قطعات (۱)

در ضمن بر پا کردن ساختمان تا زمانیکه اطمینان کامل از صحیح جاگذاری قطعات مختلف انجام نشده است نباید از پیچ یا پرچ ویا جوش برای اتصال قطعات بیکدیگراستفاده نمود .

۱-۲۵-۴- جوش روی کار

محل هائی از قطعات که قرار است در روی کار جوش داده شوند باید توسط برسهای سیمی از رنگ های زده شده در کارخانه تا حد امکان زدود .

۱-۲۵-۵- رنگ آمیزی روی کار

ضوابط مربوط به رنگ آمیزی کلی در روی‌کار ویارنگ‌آمیزی سطوحی‌که آسیب دیده باشندویا رنگ اولیه آنها ریخته شده باشد در بند ۵-۱۱ نشریه شماره ۳۴ دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی سازمان برنامه وبودجه آمده است .

بخش ۱-۲۶- کنترل کیفیت کار

۱-۲۶-۱- کلیات

سازنده اسکلت ساختمان (۲) باید روش های کنترل کیفیت کار را تا حدلازم برای اجرای کار مطابق با ضوابط این نشریه فراهم نماید . علاوه بر کنترل کیفیت کارتوسط سازنده اسکلت ساختمان مهندس ناظر کارفرما میتواند کیفیت مواد بکار برده شده توسط سازنده را در همه حال کنترل نماید .

---

۱ — Alignment

۲ — Fabricator

۱-۲۶-۲- همکاری سازنده با نماینده کارفرما

سازنده باید با نماینده کارفرما که بعنوان ناظر انجام وظیفه مینماید همکاری نموده و به او اجازه بازرسی کلیه کارهای در حال انجام را در محل کار ویا در کارخانه ویا در هر محلی که قطعات ساختمان ساخته میشوند بدهد .

۱-۲۶-۳- عدم قبول کار

مواد ویا اجرای کار که مطابق با ضوابط این نشریه و همچنین ضوابط نشریه شماره های ۲۱ ، ۲۳ ، ۲۶ و ۳۴ دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی سازمان برنامه وبودجه نباشد موردقبول نمیباشد .

۱-۲۶-۴ بازرسی جوشکاری

بازرسی جوشکاری باید مطابق با ضوابط نشریه شماره ۲۳ دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی سازمان برنامه وبودجه باشد .

۱-۲۶-۵- شناسائی فولادهای پر مقاومت

فولادهائی که بعنوان قطعات اصلی ساختمان بکار برده شده و دارای تنش تسلیمی بیش از ۲۴۰۰ کیلو گرم بر سانتیمتر مربع میباشند باید علامت گذاری نموده وآنها را از سایر فولادها متمایز نمود .

قسمت ۲ ـ طرح پلاستیکی ساختمانها

بخش ۲ـ۱ـ کلیات

با منظور داشتن محدودیت های ذکر شده در این قسمت ، میتوان تیرهای ساده یا ممتد قاب های صلب یک طبقه ، دوطبقه ویا قابهای صلب چندطبقه بادبندی شده ویاقسمتهائی از ساختمان که بصورت صلب ساخته شده و بطور پیوسته بر روی حداقل یک تکیه گاه داخلی قرار گرفته باشند بر اساس طرح پلاستیک (بر اساس حداکثر مقاومت آنها) طراحی نمود .

قطعه طرح شده بر اساس طرح پلاستیک باید بتواند حداکثر دو مقداربارذیل را تحمل نماید

(بار مرده + بار زنده) 1.7

(بارباد یا بار زلزله) 1.3 + (بار مرده + بار زنده) 1.3

قاب های صلب باید بر طبق ضوابط ساختمانهای نوع اول مذکور در بند ۲ـ۱ این نشریه باشند . در مورد قطعاتی که در بین قاب های صلب قرار میگیرند میتوان ازضوابط مربوط به ساختمانهای نوع دوم استفاده نمود . اتصال قطعاتی که براساس طرح پلاستیک طراحی شده اند به قطعاتی که از روش دیگری طرح گردیده اند باید طوری انجام گیرد که حتی الامکان لنگری در اتصال بوجود نیاید بدین طریق که یک قطعه را بر روی نبشی که به قطعه دیگر وصل شده است نشانیدو یا جان یک قطعه را توسط نبشی به قطعه دیگر متصل کرد (اتصال ساده) .

اگر در طراحی تیرهای پیوسته و قاب های ساختمانی از طرح پلاستیک استفاده شود ضوابط مربوط به تنش مجاز که در قسمت یک این نشریه آمده است صادق نمیباشد بقیه ضوابط قسمت یک در مورد طرح پلاستیک هنوز معتبر است مگر اینکه در بخشهای ۲ـ۲ تا ۲ـ۱۰ ضوابط دیگری ذکر شده باشند .

در طرح ریل جرثقیل ها که بطور پیوسته در روی تکیه گاهها کنار ستونها قرارگرفته اند توصیه میشود که از روش پلاستیک استفاده نشود . اما میتوان قاب های صلبی که ریل های جرثقیل بر روی آنها قرار گرفته اند با روش طرح پلاستیک طراحی نمود .

بخش ۲-۲- فولادهای ساختمانی

فولادهای ساختمانی‌که در طرح پلاستیک بکار برده میشوند بایدبا یکی از فولادهای ذیل مطابقت داشته باشند .

ASTM A572، ASTM A441، ASTM A242، ASTM(1) A36، ST 37-3، ST 52-3

ASTM A588، ویا سایر فولادهای مشابه اروپائی .

بخش ۲-۳- سیستم مهار بندی عمودی

سیستم مهاربندی عمودی برای قاب های چند طبقه ای که بر اساس روش پلاستیک طرح شده اند باید چنان باشد که :

۱- ازکمانش ساختمان تحت اثر بارهای عمودی داده شده در بخش ۲-۱ جلوگیری بعمل آورد .

۲- پایداری جانبی ساختمان را در اثر بارهای عمودی و افقی داده شده در بخش ۲-۱ حفظ نماید .

در صورتیکه دیوارهای برشی خارجی و داخلی ساختمان و همچنین دال های سقف وطبقات ساختمان کاملا" به قاب ها متصل شده باشند بطوریکه در اثر حرکت جانبی با قاب ها حرکت نمایند میتوان فرض نمود که در تحمل نیروهای عرضی دیوارها ودال ها با سیستم مهاربندی عمودی کار میکنند . ستونها ، شاه تیرها و اعضای قطری که درسیستم مهاربندی عمودی شرکت دارند میتوان درآنالیز کمانش قاب و پایداری جانبی بصورت یک خرپای طره ساده که انتهایش مفصل دار میباشد فرض نمود . تغییر مکانهای محوری تمام اعضای عمودی سیستم مهاربندی عمودی را باید درآنالیز پایداری جانبی در نظر گرفت . نیروی محوری که در اثر بارهای قائم و افقی داده شده در بخش ۲-۱ در چنین اعضائی ایجاد میشود نباید از $0.85\ P_y$ بیشتر بشود . در این رابطه P_y حاصلضرب تنش تسلیم در مساحت عضو میباشد .

شاه تیرها و تیرهائی که در سیستم مهار بندی عمودی یک قاب چند طبقه قرار دارند باید برای تحمل نیروی محوری و لنگرهای حاصله از بارهای افقی وقائم داده شده دربخش ۲-۱ طبق فرمول ۲-۴-۲ طراحی نمود . در این فرمول P_{cr} حداکثر قدرت محوری تیر میباشد که بر اساس ضریب لاغری واقعی تیر بدست میآید $(K = 1)$.

۱- American Society for Testing and Materials

در صفحه خمش ستونهائی که در بارگذاری نهائی(۱) در آنها لولای پلاستیک(۲) ایجاد خواهد شد ضریب لاغری l/r نباید از C_c داده شده در بخش ۱—۵—۱—۳ تجاوز نماید .
حداکثر قدرت محوری یک عضو فشاری برابر است با

$$P_{cr} = 1.7 \; A F_a \qquad (۲—۴—۱)$$

که A مساحت مقطع عضو بوده و F_a در فرمول ۱—۵—۱ بر حسب ضریب لاغری عضو تعریف شده است .

عضوهائی که تحت اثر نیروی محوری همراه با لنگرهای خمشی میباشند باید بطریقی طراحی شوند که روابط ذیل در مورد آنها صادق باشد .

$$\frac{P}{P_{cr}} + \frac{C_m M}{\left(1 - \frac{P}{P_e}\right) M_m} \leqslant 1.0 \qquad (۲—۴—۲)$$

$$\frac{P}{P_y} + \frac{M}{1.18 M_p} \leqslant 1.0 \qquad M \leqslant M_p \qquad (۲—۴—۳)$$

در روابط فوق :

M= حداکثر لنگر خمشی وارده

P= نیروی محوری وارده

$P_e = \frac{23}{12} A F'_e$ میباشد که F'_e در بند ۱—۶—۱ تعریف شده است .

C_m= ضریبی است که در بند ۱—۶—۱ تعریف شده است .

M_m= حداکثر لنگری است که عضو میتواند تحمل نماید در صورتیکه نیروی محوری وجود نداشته باشد .

---

(۱) — Ultimate loading

(۲) — Plastic Hinge

برای ستونهائی که در جهت محور ضعیف خود مهار شده اند داریم :

$$M_m = M_p$$

و برای ستونهائی که در جهت محور ضعیف خود مهار نشده باشند داریم :

$$M_m = \left[1.07 - \frac{(l/r_y)\sqrt{F_y}}{26500} \right] M_p \leq M_p \qquad (۲-۴-۲)$$

بخش ۲-۵- برش

در صورتیکه جان ستونها ، تیرها و شاه تیرها در ناحیه اتصالات با ورق های تقویتی قطری (۱) و یا صفحات دوبله (۲) تقویت نشده باشند باید آنها را طوری طرح نمودکه رابطه ذیل در مورد آنها صادق باشد .

$$V_u \leq 0.55\, F_y \; t\, d \qquad (۲-۵-۱)$$

که در این رابطه V_u نیروی برشی بر حسب کیلوگرم میباشد که میتوان آنرا با توجه به بخش ۲-۱ محاسبه نمود . d عمق عضو بر حسب سانتیمتر ، t ضخامت جان بر حسب سانتیمتر و F_y تنش تسلیم بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد .

بخش ۲-۶- لهیدگی جان

اگر در محل اعمال بار در عضوی لولای پلاستیک ایجاد شود جان عضو را باید با ورق های تقویتی تقویت نمود .

در نقاطی از یک عضو که نیروی متمرکز توسط بال های عضو دیگری به آن وارد شود (دو عضو با اتصال صلب بهم متصل میباشند) و لهیدگی جان در ناحیه بال تحت فشار و یا تنش های کششی زیادی در جان در ناحیه بال تحت کشش بوجود آورد جان عضو را باید بر طبق مقررات بخش ۱-۱۵-۵ تقویت نمود .

بخش ۲-۷- حداقل ضخامت (نسبت عرض به ضخامت)

نسبت عرض به ضخامت بال های نیمرخ های I شکل نوردشده ویا نیمرخ های ساخته شده تک جان که تحت تاثیر نیروی فشاری قرار گرفته و در بارگذاری نهائی چرخش

---

(۱) — Diagonal Stiffeners

(۲) — Double Plates

لولای پلاستیک در آنها انجام میگیرد نباید از مقادیر داده شده در ذیل تجاوز نماید .

$b_f/2t_f$	F_y
8.5	2530
8.0	2950
7.4	3160
7.0	3515
6.6	3865
6.3	4220
6.0	4570

در نیمرخ هائی‌که دارای بال های شیب دارمیباشند ضخامت بال برابر متوسط ضخامت های نقاط مختلف بال میباشد .

نسبت عرض به ضخامت صفحات بال تحت فشار نیمرخ های قوطی شکل و یاورق های پوششی (۱) تحت فشار در نیمرخ ها نباید از $\frac{1593}{\sqrt{F_y}}$ بیشتر بشود . در اینجا مقصود از عرض ورق پوششی فاصله بین خطوط پرچ ها ، پیچ ها ویا جوشها میباشد .

نسبت عمق به ضخامت جان اعضائی که تحت خمش پلاستیک میباشند نباید ازمقادیر داده شده در روابط ۲-۷-۱-الف یا ۲-۷-۱-ب تجاوز نماید .

اگر $\frac{P}{P_y} \leq 0.27$ باشد داریم :

(۲-۷-۱-الف)

$$d/t = \frac{3455}{\sqrt{F_y}}\left(1 - 1.4\frac{P}{P_y}\right)$$

اگر $\frac{P}{P_y} > 0.27$ باشد داریم :

(۲-۷-۱-ب)

$$d/t = \frac{2155}{\sqrt{F_y}}$$

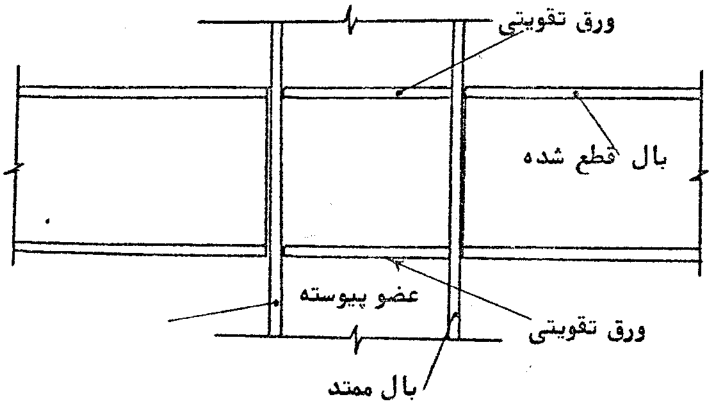
---

(۱) —Cover plates

تمام اتصالاتی که صلابت آنها برای پیوستگی قطعات مختلف ساختمان لازم میباشدباید قابلیت تحمل لنگرها ، برش ها و نیروهای محوری که از اعمال کل ویا بخشی از نیروهای داده شده در بخش ۲–۱ در آنها ایجاد میشود داشته باشند .

اتصالات گوشه ای(۱) که به دلایل معماری به صورت اریب یا قوس دار ساخته شده اند باید طوری طرح گردند که در صورت لزوم مقطع عضو مجاور به آنها بتواند به حداکثر مقاومت خمشی پلاستیکی خود برسد .

در قاب های پیوسته در محل اتصال قطعات عضوهائی که باید پیوستگی خود را حفظ نمایند باید ورق های تقویتی در طرفین جان قطعه ای که بطور پیوسته ادامه پیدا مینمایدقرار داد بطوریکه این ورق ها در امتداد بال های قطع شده قطعات قرار گرفته و پیوستگی بالها را حفظ نمایند (شکل ۱۹) .



شکل ۱۹

پیچ های پر مقاوم ، پیچ های A 307 ، پرچ ها و جوش ها را باید طوری طرح نمود که بتوانند نیروهای ایجاد شده در اتصالات را که توسط بارهای داده شده در بخش ۲–۱ ایجاد میشود تحمل نمایند . در اینحال مقاومت مجاز پیچ ، پرچ ویا جوش ها برابربا ۱/۷ ضربدر مقادیر داده شده در ضوابط قسمت اول این نشریه میباشد . بطورکلی در اتصالات ، جوش های لب به لب(۲) به جوش گوشه(۳) رجحان دارندولی بکار بردن جوش های لب به لب اجباری نمیباشد .

---

۱ – Corner Connections or haunches ۳ – fillet weld
۲ – Groove weld

پیچ های پرمقاومت غیراصطکاکی رامیتوان درمفصل هائی که دارای سطوح تماس رنگ آمیزی شده هستند بکار برد در این حال این مفصل ها باید دارای اندازه ای باشندکه لغزش لازم برای ایجاد تماس بین بدنه پیچ با دیواره های سوراخ پیچ ، در تشکیل لولاهای پلاستیک مفروض در طرح وقفه ای ایجاد ننمایند .

بخش ۲-۹- مهاربندی جانبی(۱)

اعضای ساختمان باید برای تحمل تغییر مکانهای جانبی و پیچشی در نقاط تشکیل لولاهای پلاستیک مهار شوند . فاصله بین دو نقطه ای از عضو یا قاب که مهار شده است (l_{cr}) نباید از مقادیر داده شده در فرمول های ۲-۹-۱-الف یا ۲-۹-۱-ب زیادتر بشود .

اگر $1.0 > \frac{M}{M_p} > -0.5$ باشد داریم :

(۲-۹-۱-الف)

$$\frac{l_{cr}}{r_y} = \frac{96660}{F_y} + 25$$

اگر $-0.5 \geq \frac{M}{M_p} > -1.0$ باشد داریم :

(۲-۹-۱-ب)

$$\frac{l_{cr}}{r_y} = \frac{96660}{F_y}$$

در روابط فوق داریم :

r_y = شعاع ژیراسیون عضو حول محور ضعیف تر خود

M = لنگر خمشی کوچکتر در دو نقطه عضو که در این نقاط مهاربندی شده است .

(در بین این دو نقطه مهاری وجود ندارد .)

$\frac{M}{M_p}$ = نسبت لنگر خمشی به لنگر پلاستیک که مثبت است اگر عضو دارای دو انحناء باشد و منفی است اگر عضو دارای یک انحناء باشد .

مقررات فوق در مورد نقطه ای که قرار است در مکانیزم گسیختگی(۲) بعد ازتمام نقاط دیگر تبدیل به لولای پلاستیک بشود و همچنین در مورد نقاط اعضائی که محورضعیف تر آنها عمود به صفحه خمش میباشد لازم الاجراء نیست . بهر جهت در ناحیه نقطه ای که قرار است در مکانیزم گسیختگی بعد از تمام نقاط دیگر تبدیل به لولای پلاستیک بشود و

۱- Lateral bracing

۲- Failure mechanism

همچنین در نواحی که مجاور لولاهای پلاستیک نمیباشد فاصله بین دو نقطه ای که ازجهت جانبی مهار شده است باید طوری باشد که در روابط ۱ـ۵ـ۶ـ الف ، ۱ـ۵ـ۶ـ ب یا ۱ـ۵ـ۷ و همچنین درروابط ۱ـ۶ـ۱ـ الف و ۱ـ۶ـ۱ـ ب قسمت اول این ضوابط صدق نماید .
در اینحال مقادیر f_a و f_b را باید بدون توجه به بخش ۲ـ۱ ازبارهای وارده برساختمان محاسبه نمود ویا درصورت محاسبه این مقادیر باتوجه به بخش ۲ـ۱ باید اعداد حاصله را به ضریب بار داده شده در بخش ۲ـ۱ تقسیم نمود .
در مورد اعضائی که در داخل دیوارساخته شده بامصالح بنائی قرارمیگیرند وجان آنها عمود بر صفحه دیوار میباشد میتوان فرض نمود که از جهت جانبی نسبت به محورضعیف خود مهاربندی شده اند .

بخش ۲ـ۱۰ـ ساختن (۱)

مقررات قسمت ۱ این ضوابط در مورد طرز کار و ساختن ساختمانهائی که بطریق پلاستیک طرح شده اند نیز قابل الاجراء میباشند . در اینحال باید به نکات ذیل نیز توجه نمود .
در نواحی که قرار است لولای پلاستیک ایجاد بشود و تحت تاثیربارهای داده شده دربخش ۲ـ۱ چرخش پلاستیک انجام گیرد باید از بکار بردن لبه های بریده شده (۲) اجتناب نمود . در صورت بکار بردن ، آنها را باید با سائیدن ، بریدن ویا تراشیدن کاملا "صاف نمود .

---

۱ — Fabrication

۲ — Sheared edges

ضمیمه الف

جدول شماره ۱ــ الف

تنش مجاز فشاری ستونها بر حسب ضریب لاغری برای $F_y = 2300\ Kg/Cm^2$

اعضای فرعی *				اعضای اصلی				اعضای اصلی وفرعی					
F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r
511.	161	692.	121	406.	161	689.	121	995.	81	1229.	41	1378.	1
507.	162	687.	122	401.	162	680.	122	989.	82	1224.	42	1375.	2
504.	163	682.	123	396.	163	672.	123	982.	83	1219.	43	1373.	3
502.	164	676.	124	391.	164	663.	124	975.	84	1214.	44	1370.	4
499.	169	671.	125	386.	165	654.	125	968.	85	1209.	45	1367.	5
496.	168	665.	126	382.	166	645.	126	961.	86	1204.	46	1365.	6
493.	167	659.	127	377.	167	636.	127	954.	87	1199.	47	1362.	7
491.	168	654.	128	373.	168	627.	128	947.	88	1193.	48	1359.	8
488.	169	648.	129	368.	169	618.	129	940.	89	1188.	49	1356.	9
485.	170	641.	130	364.	170	609.	130	933.	90	1183.	50	1353.	10
483.	171	635.	131	360.	171	600.	131	926.	91	1178.	51	1350.	11
481.	172	642.	132	356.	172	604.	132	918.	92	1172.	52	1347.	12
478.	173	636.	133	352.	173	595.	133	911.	93	1167.	53	1343.	13
476.	174	630.	134	348.	174	586.	134	904.	94	1161.	54	1340.	14
474.	175	624.	135	344.	175	577.	135	897.	95	1156.	55	1337.	15
472.	176	618.	136	340.	176	569.	136	889.	96	1150.	56	1333.	16
470.	177	613.	137	336.	177	561.	137	882.	97	1144.	57	1330.	17
468.	178	607.	138	332.	178	553.	138	874.	98	1139.	58	1326.	18
466.	179	602.	139	328.	179	545.	139	867.	99	1133.	59	1323.	19
464.	180	596.	140	325.	180	537.	140	859.	100	1127.	60	1319.	20
462.	181	591.	141	321.	181	529.	141	851.	101	1121.	61	1315.	21
460.	182	586.	142	318.	182	522.	142	844.	102	1115.	62	1311.	22
459.	183	581.	143	314.	183	515.	143	836.	103	1110.	63	1308.	23
457.	184	577.	144	311.	184	507.	144	828.	104	1104.	64	1304.	24
455.	185	572.	145	307.	185	500.	145	820.	105	1098.	65	1300.	25
454.	186	567.	146	304.	186	494.	146	813.	106	1092.	66	1296.	26
452.	187	563.	147	301.	187	487.	147	805.	107	1086.	67	1292.	27
451.	188	558.	148	298.	188	480.	148	797.	108	1079.	68	1288.	28
450.	189	554.	149	295.	189	474.	149	789.	109	1073.	69	1283.	29
448.	190	550.	150	291.	190	468.	150	781.	110	1067.	70	1279.	30
447.	191	546.	151	288.	191	461.	151	773.	111	1061.	71	1275.	31
446.	192	542.	152	285.	192	455.	152	765.	112	1054.	72	1270.	32
445.	193	538.	153	283.	193	449.	153	756.	113	1048.	73	1266.	33
444.	194	534.	154	280.	194	444.	154	748.	114	1042.	74	1262.	34
443.	195	531.	155	277.	195	438.	155	740.	115	1035.	75	1257.	35
442.	196	527.	156	274.	196	432.	156	732.	116	1029.	76	1252.	36
441.	197	524.	157	271.	197	427.	157	723.	117	1022.	77	1248.	37
440.	198	520.	158	268.	198	422.	158	715.	118	1015.	78	1243.	38
439.	199	517.	159	266.	199	416.	159	706.	119	1009.	79	1238.	39
438.	200	514.	160	263.	200	411.	160	698.	120	1002.	80	1234.	40

* ــ برای اعضای فرعی K برابر واحد است .

جدول شماره ۱ـ الف

تنش مجاز فشاری ستونها بر حسب ضریب لاغری برای $F_y = 2400 \ Kg/Cm^2$

اعضای فرعی *				اعضای اصلی				اعضای اصلی وفرعی					
F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r
511.	161	699.	121	406.	161	695.	121	1026.	81	1278.	41	1437.	1
507.	162	693.	122	401.	162	686.	122	1019.	82	1272.	42	1435.	2
504.	163	687.	123	396.	163	677.	123	1012.	83	1267.	43	1432.	3
502.	164	681.	124	391.	164	667.	124	1004.	84	1262.	44	1429.	4
499.	165	674.	125	386.	165	658.	125	997.	85	1256.	45	1426.	5
496.	166	668.	126	382.	166	648.	126	989.	86	1251.	46	1423.	6
493.	167	661.	127	377.	167	638.	127	982.	87	1245.	47	1420.	7
491.	168	655.	128	373.	168	629.	128	974.	88	1240.	48	1417.	8
488.	169	662.	129	368.	169	632.	129	967.	89	1234.	49	1414.	9
485.	170	655.	130	364.	170	623.	130	959.	90	1228.	50	1411.	10
483.	171	649.	131	360.	171	613.	131	951.	91	1223.	51	1408.	11
481.	172	642.	132	356.	172	604.	132	943.	92	1217.	52	1404.	12
478.	173	636.	133	352.	173	595.	133	936.	93	1211.	53	1401.	13
476.	174	630.	134	348.	174	586.	134	928.	94	1205.	54	1397.	14
474.	175	624.	135	344.	175	577.	135	920.	95	1199.	55	1394.	15
472.	176	618.	136	340.	176	569.	136	912.	96	1193.	56	1390.	16
470.	177	613.	137	336.	177	561.	137	904.	97	1187.	57	1386.	17
468.	178	607.	138	332.	178	553.	138	896.	98	1181.	58	1382.	18
466.	179	602.	139	328.	179	545.	139	887.	99	1175.	59	1379.	19
464.	180	596.	140	325.	180	537.	140	879.	100	1168.	60	1375.	20
462.	181	591.	141	321.	181	529.	141	871.	101	1162.	61	1371.	21
460.	182	586.	142	318.	182	522.	142	863.	102	1156.	62	1367.	22
459.	183	581.	143	314.	183	515.	143	855.	103	1149.	63	1362.	23
457.	184	577.	144	311.	184	507.	144	846.	104	1143.	64	1358.	24
455.	185	572.	145	307.	185	500.	145	838.	105	1137.	65	1354.	25
454.	186	567.	146	304.	186	494.	146	829.	106	1130.	66	1350.	26
452.	187	563.	147	301.	187	487.	147	821.	107	1123.	67	1345.	27
451.	188	558.	148	298.	188	480.	148	812.	108	1117.	68	1341.	28
450.	189	554.	149	295.	189	474.	149	803.	109	1110.	69	1336.	29
448.	190	550.	150	291.	190	468.	150	795.	110	1103.	70	1332.	30
447.	191	546.	151	288.	191	461.	151	786.	111	1097.	71	1327.	31
446.	192	542.	152	285.	192	455.	152	777.	112	1090.	72	1322.	32
445.	193	538.	153	283.	193	449.	153	768.	113	1083.	73	1318.	33
444.	194	534.	154	280.	194	444.	154	759.	114	1076.	74	1313.	34
443.	195	531.	155	277.	195	438.	155	750.	115	1069.	75	1308.	35
442.	196	527.	156	274.	196	432.	156	741.	116	1062.	76	1303.	36
441.	197	524.	157	271.	197	427.	157	732.	117	1055.	77	1298.	37
440.	198	520.	158	268.	198	422.	158	723.	118	1048.	78	1293.	38
439.	199	517.	159	266.	199	416.	159	714.	119	1041.	79	1288.	39
438.	200	514.	160	263.	200	411.	160	705.	120	1034.	80	1283.	40

* ـ برای اعضای فرعی K برابر واحد است .

جدول شماره ۱ــ الف

تنش مجاز فشاری ستونها بر حسب ضریب لاغری برای $F_y = 3400\ Kg/Cm^2$

اعضای فرعی *				اعضای اصلی				اعضای اصلی وفرعی					
F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r
507.	162	714.	122	401.	162	707.	122	1273.	82	1740.	42	2031.	2
504.	163	706.	123	396.	163	695.	123	1260.	83	1730.	43	2027.	3
502.	164	698.	124	391.	164	684.	124	1246.	84	1721.	44	2022.	4
499.	165	691.	125	386.	165	673.	125	1232.	85	1711.	45	2017.	5
496.	166	683.	126	382.	166	663.	126	1218.	86	1701.	46	2012.	6
493.	167	676.	127	377.	167	652.	127	1204.	87	1691.	47	2006.	7
491.	168	669.	128	373.	168	642.	128	1190.	88	1680.	48	2001.	8
488.	169	662.	129	368.	169	632.	129	1175.	89	1670.	49	1995.	9
485.	170	655.	130	364.	170	623.	130	1161.	90	1660.	50	1990.	10
483.	171	649.	131	360.	171	613.	131	1147.	91	1649.	51	1984.	11
481.	172	642.	132	356.	172	604.	132	1132.	92	1638.	52	1978.	12
478.	173	636.	133	352.	173	595.	133	1117.	93	1628.	53	1972.	13
476.	174	630.	134	348.	174	586.	134	1102.	94	1617.	54	1966.	14
474.	175	624.	135	344.	175	577.	135	1087.	95	1606.	55	1959.	15
472.	176	618.	136	340.	176	569.	136	1072.	96	1595.	56	1953.	16
470.	177	613.	137	336.	177	561.	137	1057.	97	1584.	57	1946.	17
468.	178	607.	138	332.	178	553.	138	1042.	98	1572.	58	1939.	18
456.	179	602.	139	328.	179	545.	139	1027.	99	1561.	59	1932.	19
464.	180	596.	140	325.	180	537.	140	1011.	100	1550.	60	1925.	20
462.	181	591.	141	321.	181	529.	141	995.	101	1538.	61	1918.	21
460.	182	586.	142	318.	182	522.	142	980.	102	1527.	62	1911.	22
459.	183	581.	143	314.	183	515.	143	964.	103	1515.	63	1904.	23
457.	184	577.	144	311.	184	507.	144	948.	104	1503.	64	1896.	24
455.	185	572.	145	307.	185	500.	145	932.	105	1491.	65	1888.	25
454.	186	567.	146	304.	186	494.	146	916.	106	1479.	66	1881.	26
452.	187	563.	147	301.	187	487.	147	899.	107	1467.	67	1873.	27
451.	188	558.	148	298.	188	480.	148	902.	108	1455.	68	1865.	28
450.	189	554.	149	295.	189	474.	149	886.	109	1442.	69	1856.	29
448.	190	550.	150	291.	190	468.	150	869.	110	1430.	70	1848.	30
447.	191	546.	151	288.	191	461.	151	854.	111	1417.	71	1840.	31
446.	192	542.	152	285.	192	455.	152	839.	112	1405.	72	1831.	32
445.	193	538.	153	283.	193	449.	153	824.	113	1392.	73	1823.	33
444.	194	534.	154	280.	194	444.	154	810.	114	1379.	74	1814.	34
443.	195	531.	155	277.	195	438.	155	796.	115	1366.	75	1805.	35
442.	196	527.	156	274.	196	432.	156	782.	116	1353.	76	1796.	36
441.	197	524.	157	271.	197	427.	157	769.	117	1340.	77	1787.	37
440.	198	520.	158	268.	198	422.	158	756.	118	1327.	78	1778.	38
439.	199	517.	159	266.	199	416.	159	743.	119	1314.	79	1769.	39
438.	200	514.	160	263.	200	411.	160	731.	120	1300.	80	1759.	40

* ــ برای اعضای فرعی K برابر واحد است .

جدول شماره ۱ــ الف

تنش مجاز فشاری ستونها بر حسب ضریب لاغری برای $F_y = 3500\ Kg/cm^2$

اعضای اصلی وفرعی						اعضای اصلی				اعضای فرعی *			
Kl/r	F_a (Kg/cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/cm^2)
1	2095.	41	1795.	81	1308.	121	719.	161	406.	121	722.	161	511.
2	2091.	42	1785.	82	1294.	122	707.	162	401.	122	714.	162	507.
3	2086.	43	1775.	83	1280.	123	695.	163	396.	123	706.	163	504.
4	2081.	44	1765.	84	1265.	124	684.	164	391.	124	698.	164	502.
5	2076.	45	1754.	85	1250.	125	673.	165	386.	125	691.	165	499.
6	2070.	46	1744.	86	1236.	126	663.	166	382.	126	683.	166	496.
7	2065.	47	1733.	87	1221.	127	652.	167	377.	127	676.	167	493.
8	2059.	48	1722.	88	1206.	128	642.	168	373.	128	669.	168	491.
9	2053.	49	1711.	89	1191.	129	632.	169	368.	129	662.	169	488.
10	2047.	50	1700.	90	1176.	130	623.	170	364.	130	655.	170	485.
11	2041.	51	1689.	91	1160.	131	613.	171	360.	131	649.	171	483.
12	2035.	52	1678.	92	1145.	132	604.	172	356.	132	642.	172	481.
13	2029.	53	1667.	93	1129.	133	595.	173	352.	133	636.	173	478.
14	2022.	54	1655.	94	1114.	134	586.	174	348.	134	630.	174	476.
15	2015.	55	1644.	95	1098.	135	577.	175	344.	135	624.	175	474.
16	2009.	56	1632.	96	1082.	136	569.	176	340.	136	618.	176	472.
17	2002.	57	1621.	97	1066.	137	561.	177	336.	137	613.	177	470.
18	1995.	58	1609.	98	1050.	138	553.	178	332.	138	607.	178	468.
19	1987.	59	1597.	99	1034.	139	545.	179	328.	139	602.	179	466.
20	1980.	60	1585.	100	1017.	140	537.	180	325.	140	596.	180	464.
21	1972.	61	1573.	101	1001.	141	529.	181	321.	141	591.	181	462.
22	1965.	62	1560.	102	984.	142	522.	182	318.	142	586.	182	460.
23	1957.	63	1548.	103	968.	143	515.	183	314.	143	581.	183	459.
24	1949.	64	1536.	104	951.	144	507.	184	311.	144	577.	184	457.
25	1941.	65	1523.	105	934.	145	500.	185	307.	145	572.	185	455.
26	1933.	66	1511.	106	917.	146	494.	186	304.	146	567.	186	454.
27	1924.	67	1499.	107	919.	147	487.	187	301.	147	563.	187	452.
28	1916.	68	1485.	108	902.	148	480.	188	298.	148	559.	188	451.
29	1907.	69	1472.	109	886.	149	474.	189	295.	149	554.	189	450.
30	1899.	70	1459.	110	869.	150	468.	190	291.	150	550.	190	448.
31	1890.	71	1446.	111	854.	151	461.	191	288.	151	546.	191	447.
32	1881.	72	1432.	112	839.	152	455.	192	285.	152	542.	192	446.
33	1872.	73	1419.	113	824.	153	449.	193	283.	153	538.	193	445.
34	1863.	74	1406.	114	810.	154	444.	194	280.	154	534.	194	444.
35	1854.	75	1392.	115	796.	155	438.	195	277.	155	531.	195	443.
36	1844.	76	1378.	116	782.	156	432.	196	274.	156	527.	196	442.
37	1835.	77	1365.	117	769.	157	427.	197	271.	157	524.	197	441.
38	1825.	78	1351.	118	756.	158	422.	198	268.	158	520.	198	440.
39	1815.	79	1337.	119	743.	159	416.	199	266.	159	517.	199	439.
40	1805.	80	1323.	120	731.	160	411.	200	263.	160	514.	200	438.

* ــ برای اعضای فرعی K برابر واحد است .

جدول شماره ۱ـ الف

تنش مجاز فشاری ستونها بر حسب ضریب لاغری برای $F_y = 3600\ Kg/Cm^2$

اعضای فرعی *				اعضای اصلی				اعضای اصلی وفرعی					
F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r	F_a (Kg/Cm^2)	Kl/r
511.	161	722.	121	406.	161	719.	121	1329.	81	1841.	41	2155.	1
507.	162	714.	122	401.	162	707.	122	1314.	82	1830.	42	2150.	2
504.	163	706.	123	396.	163	695.	123	1298.	83	1819.	43	2145.	3
502.	164	698.	124	391.	164	684.	124	1283.	84	1808.	44	2140.	4
499.	165	691.	125	386.	165	673.	125	1268.	85	1797.	45	2135.	5
496.	166	683.	126	382.	166	663.	126	1252.	86	1786.	46	2129.	6
493.	167	676.	127	377.	167	652.	127	1237.	87	1775.	47	2123.	7
491.	168	669.	128	373.	168	642.	128	1221.	88	1764.	48	2117.	8
488.	169	662.	129	368.	169	632.	129	1205.	89	1753.	49	2111.	9
485.	170	655.	130	364.	170	623.	130	1189.	90	1741.	50	2105.	10
483.	171	649.	131	360.	171	613.	131	1173.	91	1729.	51	2099.	11
481.	172	642.	132	356.	172	604.	132	1157.	92	1718.	52	2092.	12
478.	173	636.	133	352.	173	595.	133	1140.	93	1706.	53	2085.	13
476.	174	630.	134	348.	174	586.	134	1124.	94	1694.	54	2079.	14
474.	175	624.	135	344.	175	577.	135	1107.	95	1682.	55	2072.	15
472.	176	618.	136	340.	176	569.	136	1090.	96	1669.	56	2064.	16
470.	177	613.	137	336.	177	561.	137	1074.	97	1657.	57	2057.	17
468.	178	607.	138	332.	178	553.	138	1057.	98	1645.	58	2050.	18
466.	179	602.	139	328.	179	545.	139	1040.	99	1632.	59	2042.	19
464.	180	596.	140	325.	180	537.	140	1022.	100	1620.	60	2034.	20
462.	181	591.	141	321.	181	529.	141	1005.	101	1607.	61	2026.	21
460.	182	586.	142	318.	182	522.	142	987.	102	1594.	62	2018.	22
459.	183	581.	143	314.	183	515.	143	970.	103	1581.	63	2010.	23
457.	184	577.	144	311.	184	507.	144	952.	104	1568.	64	2002.	24
455.	185	572.	145	307.	185	500.	145	954.	105	1555.	65	1993.	25
454.	186	567.	146	304.	186	494.	146	936.	106	1541.	66	1985.	26
452.	187	563.	147	301.	187	487.	147	919.	107	1528.	67	1976.	27
451.	188	558.	148	298.	188	480.	148	902.	108	1514.	68	1967.	28
450.	189	554.	149	295.	189	474.	149	886.	109	1501.	69	1958.	29
448.	190	550.	150	291.	190	468.	150	869.	110	1487.	70	1949.	30
447.	191	546.	151	288.	191	461.	151	854.	111	1473.	71	1940.	31
446.	192	542.	152	285.	192	455.	152	839.	112	1459.	72	1931.	32
445.	193	538.	153	283.	193	449.	153	824.	113	1445.	73	1921.	33
444.	194	534.	154	280.	194	444.	154	810.	114	1431.	74	1911.	34
443.	195	531.	155	277.	195	438.	155	796.	115	1417.	75	1902.	35
442.	196	527.	156	274.	196	432.	156	782.	116	1402.	76	1892.	36
441.	197	524.	157	271.	197	427.	157	769.	117	1388.	77	1882.	37
440.	198	520.	158	268.	198	422.	158	756.	118	1373.	78	1872.	38
439.	199	517.	159	266.	199	416.	159	743.	119	1359.	79	1861.	39
438.	200	514.	160	263.	200	411.	160	731.	120	1344.	80	1851.	40

* ــ برای اعضای فرعی K برابر واحد است .

جدول ۹ ــ الف

مقادیر C_a که در رابطه $F_a= C_aF_y$ برای محاسبه F_a مورد استعمال دارد .

$\frac{Kl/r}{C_c}$ *	C_a	$\frac{Kl/r}{C_c}$	C_a	$\frac{Kl/r}{C_c}$	C_a	$\frac{Kl/r}{C_c}$	C_a
.01	.599	.26	.548	.51	.472	.76	.375
.02	.597	.27	.546	.52	.469	.77	.371
.03	.596	.28	.543	.53	.465	.78	.366
.04	.594	.29	.540	.54	.462	.79	.362
.05	.593	.30	.538	.55	.458	.80	.357
.06	.591	.31	.535	.56	.455	.81	.353
.07	.589	.32	.532	.57	.451	.82	.348
.08	.588	.33	.529	.58	.447	.83	.344
.09	.586	.34	.527	.59	.444	.84	.339
.10	.584	.35	.524	.60	.440	.85	.335
.11	.582	.36	.521	.61	.436	.86	.330
.12	.580	.37	.518	.62	.432	.87	.325
.13	.578	.38	.515	.63	.428	.88	.321
.14	.576	.39	.512	.64	.424	.89	.316
.15	.574	.40	.509	.65	.420	.90	.311
.16	.572	.41	.506	.66	.416	.91	.306
.17	.570	.42	.502	.67	.412	.92	.301
.18	.568	.43	.499	.68	.408	.93	.296
.19	.565	.44	.496	.69	.404	.94	.291
.20	.563	.45	.493	.70	.400	.95	.286
.21	.561	.46	.489	.71	.396	.96	.281
.22	.558	.47	.486	.72	.392	.97	.276
.23	.556	.48	.483	.73	.388	.98	.271
.24	.553	.49	.479	.74	.384	.99	.266
.25	.551	.50	.476	.75	.379	1.00	.261

* ــ اگر ضوابط بند ۱ــ۹ صادق نباشد $\frac{Kl/r}{C_c'}$ را باید بجای $\frac{Kl/r}{C_c}$ بکار بــرد ، C_c' در ضمیمه ج داده شده است .

در جدول فوق C_c از رابطه ذیل محاسبه میگردد .

$$C_c= \sqrt{\frac{2\pi^{2}E}{F_y}}$$

که برای $E= 2100000$ کیلوگرم بر سانتیمترمربع خواهیم داشت .

C_c	F_y کیلوگرم بر سانتیمترمربع	C_c	F_y کیلوگرم بر سانتیمترمربع
108.83	3500	134.25	2300
107.31	3600	131.42	2400
		110.42	3400

جداول شماره ۳ـالف

مقادیر F'_e (بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) *

$\frac{Kl_b}{r_b}$	F'_e Kg/Cm^2	$\frac{Kl_b}{r_b}$	F'_e Kg/Cm^2	$\frac{Kl_b}{r_b}$	F'_e Kg/Cm^2	$\frac{Kl_b}{r_b}$	F'_e Kg/Cm^2	$\frac{Kl_b}{r_b}$	F'_e Kg/Cm^2	$\frac{Kl_b}{r_b}$	F'_e Kg/Cm^2
21	24520.	51	4157.	81	1648.	111	878.	141	544.	171	370.
22	22340.	52	3999.	82	1608.	112	862.	142	536.	172	366.
23	20440.	53	3850.	83	1570.	113	847.	143	529.	173	361.
24	18770.	54	3708.	84	1533.	114	832.	144	522.	174	357.
25	17300.	55	3575.	85	1497.	115	818.	145	514.	175	353.
26	16000.	56	3448.	86	1462.	116	804.	146	507.	176	349.
27	14830.	57	3328.	87	1429.	117	790.	147	500.	177	345.
28	13798.	58	3215.	88	1396.	118	777.	148	494.	178	341.
29	12860.	59	3106.	89	1365.	119	764.	149	487.	179	338.
30	12020.	60	3004.	90	1335.	120	751.	150	481.	180	334.
31	11250.	61	2906.	91	1306.	121	739.	151	474.	181	330.
32	10560.	62	2813.	92	1278.	122	727.	152	468.	182	327.
33	9930.	63	2725.	93	1250.	123	715.	153	462.	183	323.
34	9354.	64	2640.	94	1224.	124	703.	154	456.	184	319.
35	8827.	65	2559.	95	1198.	125	692.	155	450.	185	316.
36	8344.	66	2482.	96	1173.	126	681.	156	444.	186	313.
37	7899.	67	2409.	97	1149.	127	670.	157	439.	187	309.
38	7489.	68	2339.	98	1126.	128	660.	158	433.	188	306.
39	7110.	69	2271.	99	1103.	129	650.	159	428.	189	303.
40	6759.	70	2207.	100	1081.	130	640.	160	422.	190	300.
41	6433.	71	2145.	101	1060.	131	630.	161	417.	191	296.
42	6130.	72	2086.	102	1039.	132	621.	162	412.	192	293.
43	5848.	73	2029.	103	1019.	133	611.	163	407.	193	290.
44	5586.	74	1975.	104	1000.	134	602.	164	402.	194	287.
45	5340.	75	1922.	105	981.	135	593.	165	397.	195	284.
46	5110.	76	1872.	106	962.	136	585.	166	392.	196	282.
47	4895.	77	1824.	107	944.	137	576.	167	388.	197	279.
48	4693.	78	1777.	108	927.	138	568.	168	383.	198	276.
49	4504.	79	1733.	109	910.	139	560.	169	379.	199	273.
50	4325.	80	1690.	110	894.	140	552.	170	374.	200	270.

* ـ مورد استفاده در فرمولهای ۱ـ۶ـ۱ـالف بند ۱ـ۶ـ۱ برای کلیه فولادها

$$F'_e = \frac{12\pi^2 E}{23\,(Kl_b/r_b)^2}$$

جداول شماره ۴ـ الف- F_y جان تیر ورق و ورق های تقویتی برابر 2300 کیلوگرم بر سانتیمیترمربع

تنش مجاز برشی (F_v) در تیرورق ها برحسب کیلوگرم بر سانتیمترمربع و سطح مقطع ناخالص زوج ورق های تقویتی میانی برحسب درصدی از مساحت جان تیرورق

• فاصله ورق تقویتی میانی به ارتفاع جان a/h													h/t
بیش از 3.0	3.0	2.5	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	.8	.7	.6	.5	
920.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	50.
0.0	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
920.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	60.
0.0	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
873.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	70.
0.0	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
764.	795.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	80.
0.0	.0	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
679.	731.	743.	761.	771.	783.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	90.
0.0	.9	.9	.7	.6	.4	****	****	****	****	****	****	****	
585.	678.	695.	716.	728.	741.	757.	777.	*****	*****	*****	*****	*****	100.
0.0	1.6	1.7	1.7	1.7	1.5	1.3	.7	****	****	****	****	****	
483.	598.	623.	660.	680.	703.	725.	747.	772.	*****	*****	*****	*****	110.
0.0	2.5	2.9	2.9	2.9	2.6	2.3	1.3	1.1	****	****	****	****	
406.	538.	565.	604.	625.	650.	680.	717.	749.	789.	*****	*****	*****	120.
0.0	3.4	3.8	4.2	4.2	4.1	3.8	3.1	2.3	.4	****	****	****	
346.	491.	519.	560.	582.	608.	639.	675.	722.	770.	793.	*****	*****	130.
0.0	4.1	4.6	5.1	5.3	5.3	5.2	4.7	3.5	1.5	.2	****	****	
298.	453.	483.	526.	548.	575.	606.	644.	690.	753.	777.	*****	*****	140.
0.0	4.6	5.2	5.9	6.1	6.3	6.3	6.0	5.0	2.5	1.3	****	****	
260.	423.	454.	498.	521.	548.	580.	618.	664.	733.	763.	788.	*****	150.
0.0	5.0	5.7	6.5	6.8	7.0	7.2	7.0	6.3	3.7	2.2	.6	****	
228.	*****	430.	475.	499.	526.	558.	597.	643.	710.	750.	776.	*****	160.
0.0	****	6.1	7.0	7.3	7.7	7.9	7.3	7.3	5.1	3.0	1.4	****	
202.	*****	*****	456.	480.	508.	541.	579.	626.	690.	729.	765.	793.	170.
0.0	****	****	7.4	7.8	8.2	8.5	8.5	8.1	6.2	4.3	2.2	.2	
180.	*****	*****	440.	464.	493.	526.	565.	611.	674.	712.	755.	783.	180.
0.0	****	****	7.7	8.2	8.6	9.0	9.1	8.8	7.1	5.5	2.9	1.0	
146.	*****	*****	*****	*****	469.	502.	542.	588.	649.	684.	725.	767.	200.
0.0	****	****	****	****	9.3	9.7	10.0	9.9	8.6	7.3	5.1	2.3	
121.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	524.	571.	630.	664.	702.	746.	220.
0.0	****	****	****	****	****	****	10.7	10.8	9.7	8.6	6.8	3.9	
101.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	558.	616.	648.	684.	726.	240.
0.0	****	****	****	****	****	****	****	11.4	10.6	9.6	8.0	5.5	
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	548.	605.	636.	671.	710.	260.
0.0	****	****	****	****	****	****	****	11.9	11.2	10.4	9.0	6.7	
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	596.	627.	660.	698.	280.
0.0	****	****	****	****	****	****	****	****	11.8	11.0	9.8	7.7	
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	619.	652.	688.	300.
0.0	****	****	****	****	****	****	****	****	****	11.5	10.4	8.5	
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	645.	679.	320.
0.0	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	10.9	9.1	
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	672.	340.
0.0	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	9.6	

* ــ در صورتیکه تیر ورق طوری طرح شود که برش محاسبه شده در ان از مقدار داده شده در ستون سمت راست کمترباشد احتیاجی بورق تقویتی میانی نمیباشد .

** ــ دراین جداول برای هر a/h و h/t دو عدد داده شده است . عدد اول تنش مجاز برشی و عدد دوم سطح مقطع زوج ورق تقویتی میانی برحسب درصدی از مساحت جان تیر ورق میباشد .

*** ــ برای تعیین مساحت سایر ورق های تقویتی مساحت داده شده در جدول فوق را درضرائب ذیل ضرب نمائید .

تک ورق تقویتی	تک نبشی تقویتی	زوج ورق تقویتی	نوع فولادورق تقویتی F_y برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع
2.4	1.8	1.0	2300
2.3	1.725	0.96	2400

جداول شماره ۴ـ الف ـ F_y جان تیر ورق و ورق های تقویتی برابر 2400 کیلوگرم بر سانتیمترمربع

تنش مجاز برشی (F_v) درتیرورق ها برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع وسطح مقطع ناخالص زوج ورق های تقویتی میانی برحسب درصدی ازمساحت جان تیرورق

h/t	فاصله ورق تقویتی میانی به ارتفاع جان a/h												•
	.5	.6	.7	.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	بیش از 3.0
50.	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	960. 0.0
60.	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	960. 0.0
70.	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	892. 0.0
80.	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	827. .1	817. .2	780. 0.0
90.	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	823. .2	808. .6	795. .8	785. 1.0	765. 1.0	752. 1.0	693. 0.0
100.	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	828. .1	803. 1.0	783. 1.5	765. 1.8	751. 1.9	739. 1.9	711. 1.9	687. 1.9	585. 0.0
110.	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	800. 1.4	772. 2.2	750. 2.6	719. 3.0	694. 3.2	673. 3.3	635. 3.1	608. 2.8	483. 0.0
120.	***** ****	***** ****	***** ****	818. .7	776. 2.5	736. 3.6	697. 4.2	666. 4.5	633. 4.5	617. 4.4	576. 4.0	547. 3.5	406. 0.0
130.	***** ****	***** ****	822. .5	798. 1.8	744. 4.0	695. 5.1	656. 5.5	624. 5.6	597. 5.5	574. 5.3	530. 4.8	500. 4.2	346. 0.0
140.	***** ****	***** ****	806. 1.5	781. 2.8	712. 5.4	663. 6.3	624. 6.6	591. 6.5	563. 6.3	539. 6.1	494. 5.3	453. 4.7	298. 0.0
150.	***** ****	818. .9	791. 2.4	757. 4.2	686. 6.6	637. 7.3	597. 7.4	564. 7.2	535. 7.0	511. 6.6	465. 5.8	432. 5.1	260. 0.0
160.	***** ****	806. 1.7	775. 3.5	733. 5.5	664. 7.6	616. 8.1	576. 8.1	542. 7.8	513. 7.5	489. 7.1	441. 6.2	***** ****	228. 0.0
170.	824. .5	795. 2.5	754. 4.8	714. 6.6	647. 8.4	599. 8.8	558. 8.5	524. 8.3	495. 7.9	470. 7.5	***** ****	***** ****	202. 0.0
180.	814. 1.3	781. 3.4	736. 5.9	698. 7.5	632. 9.1	584. 9.3	543. 9.1	508. 8.7	479. 8.3	454. 7.8	***** ****	***** ****	180. 0.0
200.	797. 2.5	750. 5.5	709. 7.6	672. 8.9	609. 10.1	561. 10.2	520. 9.9	485. 9.4	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	146. 0.0
220.	773. 4.3	728. 7.1	689. 8.9	654. 10.0	592. 10.9	544. 10.8	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	121. 0.0
240.	753. 5.8	710. 8.3	673. 9.8	639. 10.8	579. 11.5	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	101. 0.0
260.	737. 7.0	697. 9.2	661. 10.6	628. 11.4	569. 12.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** 0.0
280.	725. 7.9	686. 10.0	651. 11.2	619. 11.9	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** 0.0
300.	714. 8.7	677. 10.5	644. 11.7	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** 0.0
320.	706. 9.3	670. 11.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** 0.0
340.	699. 9.8	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** 0.0

• ــ در صورتیکه تیر ورق طوری طرح شود که برش محاسبه شده در ان از مقدار داده شده در ستون سمت راست کمترباشد احتیاجی بورق تقویتی میانی نمیباشد .

•• ــ دراین جداول برای هر a/h و h/t دو عدد داده شده است . عدد اول تنش مجاز برشی و عدد دوم سطح مقطع زوج ورق تقویتی میانی برحسب درصدی از مساحت جان تیر ورق میباشد .

••• ــ برای تعیین مساحت سایر ورق های تقویتی مساحت داده شده در جدول فوق را درضرائب ذیل ضرب نمائید

تک ورق تقویتی	تک نبشی تقویتی	زوج ورق تقویتی	نوع فولادورق تقویتی F_y برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع
2.4	1.8	1.0	2400

جداول شماره ۴ــ الف ــ F_y جان تیر ورق و ورق های تقویتی برابر 3400 کیلوگرم بر سانتیمترمربع

تنش مجاز برشی (F_v) در تیرورق ها برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع وسطح مقطع ناخالص زوج ورق های تقویتی میانی برحسب درصدی از مساحت جان تیرورق

فاصله ورق تقویتی میانی بهارتفاع جان a/h *													h/t
بیش از 3.0	3.0	2.5	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	.8	.7	.6	.5	
1350. 0.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	50.
1238. 0.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	60.
1061. 0.0	1124. .5	1140. .4	1164. .2	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	70.
913. 0.0	1024. 1.4	1045. 1.5	1076. 1.5	1092. 1.4	1111. 1.2	1134. .9	1162. .4	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	80.
722. 0.0	890. 2.6	927. 2.8	981. 2.9	1010. 2.8	1045. 2.5	1074. 2.3	1106. 1.9	1144. 1.1	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	90.
585. 0.0	733. 3.6	823. 4.0	882. 4.3	913. 4.4	950. 4.3	994. 4.1	1049. 3.4	1102. 2.4	1161. .6	***** ****	***** ****	***** ****	100.
483. 0.0	703. 4.3	746. 4.8	808. 5.4	840. 5.6	879. 5.7	925. 5.6	981. 5.2	1049. 4.1	1129. 1.9	1162. .6	***** ****	***** ****	110.
406. 0.0	642. 4.8	688. 5.5	752. 6.2	786. 6.5	825. 6.7	872. 6.8	929. 6.6	997. 5.8	1100. 3.0	1135. 1.8	1173. .2	***** ****	120.
346. 0.0	595. 5.2	642. 6.0	708. 6.9	743. 7.2	783. 7.5	831. 7.7	888. 7.7	956. 7.1	1056. 4.8	1113. 2.8	1150. 1.3	***** ****	130.
298. 0.0	558. 5.6	606. 6.4	674. 7.4	709. 7.8	750. 8.2	799. 8.5	856. 8.5	924. 8.2	1020. 6.2	1077. 4.4	1131. 2.2	1172. .2	140.
260. 0.0	528. 5.9	577. 6.7	645. 7.8	682. 8.2	723. 8.7	772. 9.1	830. 9.2	898. 9.0	992. 7.3	1047. 5.7	1110. 3.2	1155. 1.1	150.
228. 0.0	***** ****	553. 7.0	623. 8.1	659. 8.6	701. 9.1	751. 9.5	809. 9.8	877. 9.7	968. 8.3	1021. 6.8	1082. 4.5	1140. 1.9	160.
202. 0.0	***** ****	***** ****	604. 8.4	641. 8.9	683. 9.5	733. 9.9	791. 10.3	860. 10.2	949. 9.0	1000. 7.8	1059. 5.7	1127. 2.6	170.
180. 0.0	***** ****	***** ****	588. 8.6	625. 9.2	668. 9.7	718. 10.3	777. 10.7	845. 10.7	933. 9.7	983. 8.5	1039. 6.7	1105. 3.8	180.
146. 0.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	644. 10.2	695. 10.8	753. 11.3	822. 11.5	907. 10.7	955. 9.8	1008. 8.2	1069. 5.7	200.
121. 0.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	736. 11.7	805. 12.0	883. 11.4	935. 10.7	986. 9.3	1042. 7.1	220.
101. 0.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	792. 12.4	874. 12.0	920. 11.3	968. 10.1	1022. 8.2	240.
***** 0.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	782. 12.8	863. 12.5	907. 11.9	955. 10.8	1005. 9.0	260.
***** 0.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	854. 12.8	898. 12.3	944. 11.3	984. 9.7	280.

* ــ در صورتیکه تیر ورق طوری طرح شود که برش محاسبه شده در آن از مقدار داده شده در ستون سمت راست کمترباشد احتیاجی بورق تقویتی میانی نمیباشد .

** ــ دراین جداول برای هر a/h و h/t دو عدد داده شده است . عدد اول تنش مجاز برشی و عدد دوم سطح مقطع زوج ورق تقویتی میانی برحسب درصدی از مساحت جان تیر ورق میباشد .

*** ــ برای تعیین مساحت سایر ورق های تقویتی مساحت داده شده در جدول فوق را درضرائب ذیل ضرب نمائید .

تک ورق تقویتی	تک نبشی تقویتی	زوج ورق تقویتی	نوع فولاد ورق تقویتی F_y برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع
2.4	1.8	1.0	3400
3.4	2.55	1.42	2400

جداول شماره ۴ـ الف ـ F_y جان تیر ورق و ورق های تقویتی برابر 2400 کیلوگرم بر سانتیمترمربع

تنش مجاز برشی (F_v) درتیرورق هابرحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع وسطح مقطع ناخالص زوج ورق های تقویتی میانی برحسب درصدی ازمساحت جان تیرورق

h/t	فاصله ورق تقویتی میانی به ارتفاع جان a/h												•
	.5	.6	.7	.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	بیش از 3.0
50.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	960.
	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	0.0
60.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	960.
	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	0.0
70.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	892.
	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	0.0
80.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	827.	817.	780.
	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	.1	.2	0.0
90.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	823.	808.	795.	785.	765.	752.	693.
	****	****	****	****	****	****	.2	.6	.8	1.0	1.0	1.0	0.0
100.	*****	*****	*****	*****	828.	803.	783.	765.	751.	739.	711.	687.	585.
	****	****	****	****	.1	1.0	1.5	1.8	1.3	1.9	1.9	1.8	0.0
110.	*****	*****	*****	*****	800.	772.	750.	719.	694.	673.	635.	608.	483.
	****	****	****	****	1.4	2.2	2.6	3.0	3.2	3.3	3.1	2.8	0.0
120.	*****	*****	*****	818.	776.	736.	697.	665.	639.	617.	576.	547.	406.
	****	****	****	.7	2.5	3.6	4.2	4.5	4.5	4.4	4.0	3.5	0.0
130.	*****	*****	822.	798.	744.	695.	656.	624.	597.	574.	530.	500.	346.
	****	****	.5	1.8	4.0	5.1	5.5	5.6	5.5	5.3	4.8	4.2	0.0
140.	*****	*****	806.	781.	712.	663.	624.	591.	563.	539.	494.	453.	298.
	****	****	1.5	2.8	5.4	6.3	6.6	6.5	6.3	6.1	5.3	4.7	0.0
150.	*****	818.	791.	757.	686.	637.	597.	564.	535.	511.	465.	432.	260.
	****	.9	2.4	4.2	6.6	7.3	7.4	7.2	7.0	6.6	5.8	5.1	0.0
160.	*****	806.	775.	733.	664.	616.	576.	542.	513.	489.	441.	*****	228.
	****	1.7	3.5	5.5	7.6	8.1	8.1	7.8	7.5	7.1	6.2	****	0.0
170.	824.	795.	754.	714.	647.	599.	558.	524.	495.	470.	*****	*****	202.
	.5	2.5	4.8	6.5	8.4	8.8	8.6	8.3	7.9	7.5	****	****	0.0
180.	814.	781.	736.	698.	632.	584.	543.	508.	479.	454.	*****	*****	180.
	1.2	3.4	5.9	7.5	9.1	9.3	9.1	8.7	8.3	7.8	****	****	0.0
200.	797.	750.	709.	672.	609.	561.	520.	485.	*****	*****	*****	*****	146.
	2.5	5.5	7.6	8.9	10.1	10.2	9.9	9.4	****	****	****	****	0.0
220.	773.	728.	689.	654.	592.	544.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	121.
	4.3	7.1	8.9	10.0	10.9	10.8	****	****	****	****	****	****	0.0
240.	753.	710.	673.	639.	579.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	101.
	5.8	8.3	9.8	10.8	11.5	****	****	****	****	****	****	****	0.0
260.	737.	697.	661.	628.	569.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	7.0	9.2	10.6	11.4	12.0	****	****	****	****	****	****	****	0.0
280.	725.	686.	651.	619.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	7.9	10.0	11.2	11.9	****	****	****	****	****	****	****	****	0.0
300.	714.	677.	644.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	8.7	10.5	11.7	****	****	****	****	****	****	****	****	****	0.0
320.	706.	670.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	9.3	11.0	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	0.0
340.	698.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	9.8	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	0.0

• ـ در صورتیکه تیر ورق طوری طرح شود که برش محاسبه شده در ان از مقدار داده شده در ستون سمت راست کمتر باشد احتیاجی بورق تقویتی میانی نمیباشد .

•• ـ دراین جداول برای هر a/h و h/t دو عدد داده شده است . عدد اول تنش مجاز برشی و عدد دوم سطح مقطع زوج ورق تقویتی میانی برحسب درصدی از مساحت جان تیر ورق میباشد .

••• ـ برای تعیین مساحت سایر ورق های تقویتی مساحت داده شده در جدول فوق را درضرائب ذیل ضرب نمائید

تک ورق تقویتی	تک نبشی تقویتی	زوج ورق تقویتی	نوع فولادورق تقویتی F_y برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع
2.4	1.8	1.0	2400

جداول شماره ۴ــ الف ــ F_y جان تیر ورق و ورق های تقویتی برابر 3400 کیلوگرم بر سانتیمترمربع

تنش مجاز برشی (F_v) درتیرورق ها برحسب کیلوکرم برسانتیمترمربع وسطح مقطع ناخالص زوج ورق های تقویتی میانی برحسب درصدی ازمساحت جان تیرورق

h/t	* فاصله ورق تقویتی میانی بارتفاع جان a/h											
	.5	.6	.7	.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	بیش از 3.0
50.	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	1350. 0.0
60.	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	1238. 0.0
70.	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	1164. .2	1140. .4	1124. .5	1061. 0.0
80.	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	1162. .4	1134. .9	1111. 1.2	1092. 1.4	1076. 1.5	1045. 1.5	1024. 1.4	913. 0.0
90.	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	1144. 1.1	1106. 1.9	1074. 2.7	1045. 2.5	1010. 2.8	981. 2.9	927. 2.8	890. 2.6	722. 0.0
100.	***** ****	***** ****	***** ****	1161. .6	1102. 2.4	1049. 3.4	994. 4.1	953. 4.3	913. 4.4	882. 4.3	823. 4.0	733. 3.6	585. 0.0
110.	***** ****	***** ****	1162. .6	1129. 1.9	1049. 4.1	981. 5.2	925. 5.6	873. 5.7	840. 5.6	808. 5.4	746. 4.8	703. 4.3	483. 0.0
120.	***** ****	1173. .2	1135. 1.8	1100. 3.0	997. 5.8	929. 6.6	872. 6.8	825. 6.7	786. 6.5	752. 6.2	688. 5.5	642. 4.8	406. 0.0
130.	***** ****	1150. 1.3	1113. 2.8	1056. 4.8	956. 7.1	888. 7.7	931. 7.7	783. 7.5	743. 7.2	708. 6.9	642. 6.0	595. 5.2	346. 0.0
140.	1172. .2	1131. 2.2	1077. 4.4	1020. 6.2	924. 8.2	855. 8.5	799. 8.5	750. 8.2	709. 7.9	674. 7.4	606. 6.4	558. 5.6	298. 0.0
150.	1155. 1.1	1110. 3.2	1047. 5.7	992. 7.3	898. 9.0	830. 9.2	772. 9.1	723. 9.7	692. 9.2	545. 7.8	577. 6.7	528. 5.9	260. 0.0
160.	1140. 1.9	1082. 4.6	1021. 6.8	968. 8.3	877. 9.7	809. 9.8	751. 9.5	701. 9.1	659. 8.6	623. 8.1	553. 7.0	***** ****	228. 0.0
170.	1127. 2.6	1059. 5.7	1000. 7.8	949. 9.0	860. 10.2	791. 10.3	733. 9.9	683. 9.5	641. 8.9	504. 8.4	***** ****	***** ****	202. 0.0
180.	1105. 3.8	1039. 6.7	983. 8.5	933. 9.7	845. 10.7	777. 10.7	718. 10.3	668. 9.7	625. 9.2	588. 9.6	***** ****	***** ****	180. 0.0
200.	1069. 5.7	1008. 8.2	955. 9.8	907. 10.7	822. 11.5	753. 11.3	695. 10.8	644. 10.2	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	146. 0.0
220.	1042. 7.1	986. 9.3	935. 10.7	883. 11.4	805. 12.0	736. 11.7	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	121. 0.0
240.	1022. 8.2	968. 10.1	920. 11.3	874. 12.0	792. 12.4	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	101. 0.0
260.	1005. 9.0	955. 10.8	907. 11.9	863. 12.5	782. 12.8	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** 0.0
280.	994. 9.7	944. 11.3	898. 12.3	854. 12.8	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** 0.0

* ــ در صورتیکه تیر ورق طوری طرح شود که برش محاسبه شده در آن از مقدار داده شده در ستون سمت راست کمترباشد احتیاجی بورق تقویتی میانی نمیباشد .

** ــ دراین جداول برای هر a/h و h/t دو عدد داده شده است . عدد اول تنش مجاز برشی و عدد دوم سطح مقطع زوج ورق تقویتی میانی برحسب درصدی از مساحت جان تیر ورق میباشد .

*** ــ برای تعیین مساحت سایر ورق های تقویتی مساحت داده شده در جدول فوق را درضرائب ذیل ضرب نمائید .

تک ورق تقویتی	تک نبشی تقویتی	زوج ورق تقویتی	نوع فولادورق تقویتی F_y برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع
2.4	1.8	1.0	3400
3.4	2.55	1.42	2400

جداول شماره ۴ـ الف — F_y جان تیر ورق و ورق های تقویتی برابر 3500 کیلوگرم بر سانتیمترمربع

تنش محازبرشی (F_v) درتیرورق ها برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع وسطح مقطع ناخالص زوج ورق های تقویتی میانی برحسب درصدی ازمساحت جان تیرورق

h/t	فاصله ورق تقویتی میانی به ارتفاع جان a/h												*
	.5	.6	.7	.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	بیش از 3.0
50.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	1400.
	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	0.0
60.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	1256.
	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	0.0
70.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	1202.	1188.	1162.	1145.	1077.
	****	****	****	****	****	****	****	****	.2	.3	.5	.6	0.0
80.	*****	*****	*****	*****	*****	1189.	1160.	1136.	1115.	1098.	1066.	1044.	913.
	****	****	****	****	****	.6	1.1	1.4	1.6	1.6	1.6	1.5	0.0
90.	*****	*****	*****	*****	1171.	1132.	1099.	1061.	1025.	995.	938.	900.	722.
	****	****	****	****	1.3	2.1	2.4	2.8	3.0	3.1	3.0	2.7	0.0
100.	*****	*****	*****	1190.	1129.	1068.	1012.	966.	927.	895.	834.	792.	585.
	****	****	****	.8	2.6	3.7	4.3	4.6	4.6	4.5	4.1	3.7	0.0
110.	*****	*****	1192.	1157.	1070.	1000.	942.	895.	855.	822.	757.	712.	483.
	****	****	.8	2.1	4.4	5.5	5.8	5.9	5.8	5.6	4.9	4.4	0.0
120.	*****	1203.	1164.	1124.	1018.	948.	890.	841.	800.	766.	699.	652.	406.
	****	.4	2.0	3.4	6.1	6.8	7.0	6.9	6.7	6.4	5.5	4.9	0.0
130.	*****	1180.	1140.	1079.	978.	907.	849.	799.	757.	722.	653.	605.	346.
	****	1.5	3.1	5.1	7.3	7.9	7.9	7.7	7.3	7.0	6.1	5.3	0.0
140.	1203.	1160.	1102.	1044.	946.	875.	816.	766.	724.	687.	617.	567.	298.
	.4	2.4	4.7	6.5	8.3	8.7	8.6	8.3	7.3	7.5	6.5	5.6	0.0
150.	1185.	1136.	1071.	1015.	920.	849.	790.	739.	696.	659.	588.	537.	260.
	1.3	3.5	6.0	7.6	9.1	9.4	9.2	8.8	8.3	7.9	6.8	5.9	0.0
160.	1170.	1108.	1046.	992.	898.	828.	768.	717.	674.	637.	564.	*****	228.
	2.1	4.9	7.1	8.5	9.8	9.9	9.6	9.2	8.7	8.2	7.1	****	0.0
170.	1155.	1084.	1025.	972.	881.	811.	750.	699.	655.	618.	*****	*****	202.
	2.9	6.0	8.0	9.2	10.4	10.4	10.0	9.5	9.0	8.5	****	****	0.0
180.	1132.	1065.	1008.	956.	866.	796.	735.	684.	640.	602.	*****	*****	180.
	4.0	6.9	8.7	9.8	10.8	10.8	10.4	9.8	9.2	8.7	****	****	0.0
200.	1095.	1034.	980.	931.	843.	773.	712.	660.	*****	*****	*****	*****	146.
	5.9	8.4	9.9	10.8	11.6	11.4	10.9	10.3	****	****	****	****	0.0
220.	1053.	1011.	960.	912.	826.	756.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	121.
	7.3	9.4	10.8	11.6	12.1	11.8	****	****	****	****	****	****	0.0
240.	1049.	994.	944.	898.	813.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	101.
	8.3	10.3	11.4	12.1	12.5	****	****	****	****	****	****	****	0.0
260.	1033.	981.	932.	887.	803.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	9.1	10.9	12.0	12.5	12.8	****	****	****	****	****	****	****	0.0
280.	1021.	970.	923.	878.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	9.8	11.4	12.4	12.9	****	****	****	****	****	****	****	****	0.0

* — در صورتیکه تیر ورق طوری طرح شود که برش محاسبه شده در آن از مقدار داده شده در ستون سمت راست کمترباشد احتیاجی بورق تقویتی میانی نمیباشد .

** — دراین جداول برای هر a/h و h/t دو عدد داده شده است . عدد اول تنش مجاز برشی و عدد دوم سطح مقطع زوج ورق تقویتی میانی برحسب درصدی از مساحت جان تیر ورق میباشد .

*** — برای تعیین مساحت سایر ورق های تقویتی مساحت داده شده در جدول فوق را درضرائب ذیل ضرب نمائید .

تک ورق تقویتی	تک نبشی تقویتی	زوج ورق تقویتی	نوع فولادورق تقویتی F_y برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع
2.4	1.8	1.0	3500
3.5	2.63	1.46	2400

جداول شماره ۴ـ الف ـ F_y جان تیر ورق و ورق های تقویتی برابر 3600 کیلوگرم بر سانتیمترمربع

تنش مجاز برشی (F_v) در تیرورق ها برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع وسطح مقطع ناخالص زوج ورق های تقویتی میانی برحسب درصدی از مساحت جان تیرورق

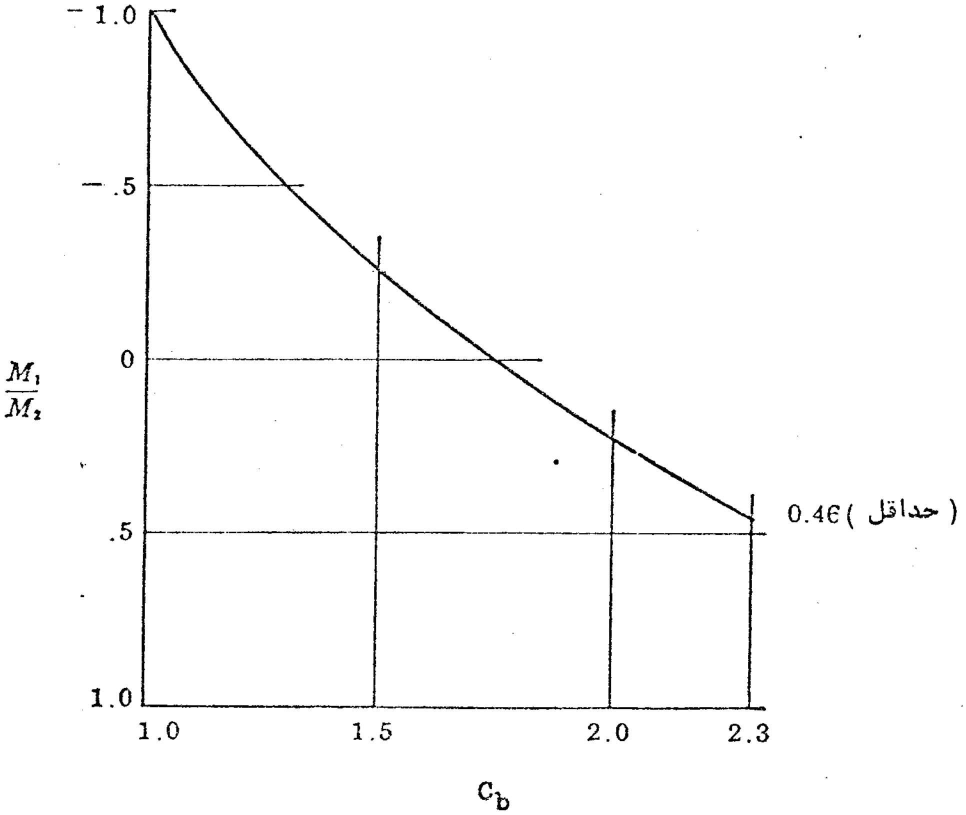
•	فاصله ورق تقویتی میانی به ارتفاع جان a/h												h/t
بیش از 3.0	3.0	2.5	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	.8	.7	.6	.5	
1440. 0.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	50.
1274. 0.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	60.
1092. 0.0	1166. .7	1185. .5	1211. .5	1226. .3	1243. .0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	70.
913. 0.0	1060. 1.5	1097. 1.7	1121. 1.7	1138. 1.7	1160. 1.6	1185. 1.3	1216. .3	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	80.
722. 0.0	909. 2.9	949. 3.1	1008. 3.3	1039. 3.2	1077. 3.1	1123. 2.6	1158. 2.2	1198. 1.4	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	90.
595. 0.0	802. 3.9	846. 4.2	909. 4.7	942. 4.8	981. 4.8	1029. 4.6	1087. 4.0	1155. 2.8	1219. 1.0	***** ****	***** ****	***** ****	100.
483. 0.0	722. 4.5	769. 5.1	835. 5.7	870. 5.9	911. 6.1	960. 6.0	1019. 5.7	1091. 4.7	1185. 2.3	1221. 1.0	***** ****	***** ****	110.
406. 0.0	661. 5.0	710. 5.7	779. 6.5	815. 5.8	857. 7.0	907. 7.2	957. 7.0	1039. 6.3	1147. 3.7	1195. 2.2	1233. .6	***** ****	120.
346. 0.0	614. 5.4	665. 6.2	735. 7.1	772. 7.5	915. 7.8	966. 8.0	327. 8.0	999. 7.5	1102. 5.4	1165. 3.4	1210. 1.7	***** ****	130.
298. 0.0	577. 5.7	628. 6.5	701. 7.6	739. 8.0	782. 8.4	833. 8.7	394. 8.9	967. 8.5	1067. 6.7	1127. 5.0	1190. 2.6	1233. .6	140.
260. 0.0	547. 5.0	599. 6.9	573. 7.9	711. 8.4	755. 8.9	807. 9.3	869. 9.5	941. 9.3	1039. 7.8	1096. 6.2	1152. 3.9	1216. 1.5	150.
228. 0.0	***** ****	575. 7.1	650. 8.3	688. 8.8	733. 9.3	786. 9.7	847. 10.0	920. 9.9	1015. 8.7	1071. 7.3	1134. 5.1	1200. 2.3	160.
202. 0.0	***** ****	***** ****	631. 8.5	670. 9.1	715. 9.6	768. 10.1	830. 10.5	903. 10.5	996. 9.4	1050. 8.2	1110. 6.2	1182. 3.2	170.
18[illegible]. 0.0	***** ****	***** ****	615. 8.7	654. 9.3	700. 9.9	753. 10.4	815. 10.8	887. 10.8	980. 10.0	1032. 8.9	1091. 7.1	1159. 4.3	180.
146. 0.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	675. 10.3	729. 10.9	792. 11.4	864. 11.6	954. 10.9	1005. 10.0	1060. 8.5	1123. 6.1	200.
121. 0.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	775. 11.9	847. 12.8	935. 11.6	984. 10.9	1037. 9.5	1096. 7.5	220.
101. 0.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	834. 12.6	921. 12.2	969. 11.5	1020. 10.4	1075. 8.5	240.
***** 0.0	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	***** ****	824. 12.9	910. 12.6	957. 12.0	1006. 11.0	1050. 9.3	260.

• ــ در صورتیکه تیر ورق طوری طرح شود که برش محاسبه شده در آن از مقدار داده شده در ستون سمت راست کمترباشد احتیاجی بورق تقویتی میانی نمیباشد .

•• ــ دراین جداول برای هر a/h و h/t دو عدد داده شده است . عدد اول تنش مجاز برشی و عدد دوم سطح مقطع زوج ورق تقویتی میانی برحسب درصدی از مساحت جان تیر ورق میباشد .

••• ــ برای تعیین مساحت سایر ورق های تقویتی مساحت داده شده در جدول فوق را درضرائب ذیل ضرب نمائید .

تک ورق تقویتی	تک نبشی تقویتی	زوج ورق تقویتی	نوع فولادورق تقویتی F_y برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع
2.4	1.8	1.0	3600
3.6	2.7	1.5	2400



C_b برحسب $\frac{M_1}{M_2}$

شکل ۱ــ الف

ضمیمه ب

خستگی

ضمیمه ب
خستگی(۱)

بخش (ب – ۱) – وضعیت بارگذاری و نوع و محل قرار گرفتن مصالح

در طراحی اعضاء و اتصالاتی که تحت تاثیر تنش متغیر متناوب حاصل از نیروی زنده واقع میشوند باید به تعداد دفعات تغییر تنش ، حدود تغییرات تنش و نوع و محل عضو ویا جزئیات مربوطه به اتصال توجه داشت .

وضعیت بارگذاری در جدول (ب –۱) دسته بندی شده است .

جدول (ب–۱)

تعداد سیکل های بارگذاری		وضعیت بارگذاری
تا	از	
100000 **	20000 *	1
500000 ***	100000	2
2000000****	500000	3
	بیش از 2000000	4

*– تقریبا" معادل ۲ دفعه در هرروز برای ۲۵ سال

**– تقریبا" معادل ۱۰ دفعه در هر روز برای ۲۵ سال

***– تقریبا" معادل ۵۰ دفعه در هر روز برای ۲۵ سال

****– تقریبا" معادل ۲۰۰ دفعه در هرروز برای ۲۵ سال

نوع و محل مصالح در جدول ب – ۲ طبقه بندی شده است .

بخش ب –۲– تنش های مجاز

حداکثر تنش نباید از مقدار تنش مجاز که در بخشهای ۱–۵ و ۱–۶ این ضوابط آمده است بیشتر شود . همچنین حداکثر تفاضل جبری دو حد تنش نباید بیشتر از مقادیر داده شده

---

۱ – Fatigue

در جدول ب ـ۳ باشد . برای آن طبقه از تنش ها که در جدول ب ـ ۲ با عـــلامت * مشخص شده و متناوبا " تحت کشش و فشار قرار میگیرند مقدار F'_{sr} که از فرمول (ب ـ۱) بدست میآید حداکثر تفاضل جبری دو حد تنش میباشد .

فرمول (ب ـ ۱)

$$F'_{sr} = \left(\frac{f_t + f_c}{f_t + 0.6 f_c} \right) F_{sr}$$

در فرمول (ب ـ ۱) f_t تنش کششی محاسبه شده و f_c تنش فشاری محاسبه شده میباشد که هر دو مثبت فرض میشوند و F_{sr} مقدار مجاز تفاضل جبری دو حد (۱) تنش میباشد که در جدول (ب ـ ۳) داده شده است .

جدول (ب ـ ۳) برای فولاد ST 37-3 یا فولادهای مشابه میباشد برای فولاد ST 52-3 ویا سایر فولادهای مشابه نیز میتوان با اطمینان بیشتر از این جدول استفاده نمود .

---

۱ — Allowable range of stress

جدول ب ــ ۲

شماره مثال نمونه (بشکل ب ــ ۱ مراجعه شود)	طبقه تنش (بجدول ب ــ۳ مراجعه شود)	نوع تنش(۱)	وضعیت عضو یا وضعیت تنش	وضع کلی
1، 2	A	Rev. یا T	فلزمبناء یا سطوح تمیز ویانوردشده	مصالح ساده
3 4 3 ، 4	B *(۲) B B	Rev . Rev . C یا T	فلز مبناء و فلز جوش هر دو در عضو تحت تنش وجود دارند . و عضو متعلقاتی از قبیل قطعات اتصال برشی و غیره ندارد . عضو از صفحات ویا نیمرخ هائی درست شده است که توسط جوش لب به لب با نفوذ کامل با خطوط جوش و پیوسته و بموازات تنش های وارده بهم وصل شده اند .	اعضای ساخته شده از دو یا چند نیمرخ
4 ، 5 ، 6	B	T ، C یا Rev	فلز مبناء و فلز جوش هر دو در عضو تحت تنش وجود دارند . عضو متعلقاتی از قبیل قطعات اتصال برشی و غیره ندارد . عضو از صفحات ویا نیمرخ هائی درست شده است‌که توسط جوش گوشه پیوسته بموازات تنش های وارده بهم‌وصل شده اند .	
 7 7	 C D	 T یا Rev T یا Rev	تنش خمشی محاسبه شده درجوش جانهای تیر ورق هاویا تنش خمشی در بال های مجاور به ورق های تقویتی جوش داده شده به‌جان تیرها مورد نظر است در اینحال : اگر $F_v/2$ f_v باشد اگر $F\ /2$ f باشد در روابط فوق F_v تنش مجاز برشی است .	
5	E	T ، C یا Rev.	فلز مبناء در انتهای یک قطعه ورق پوششی جوش داده شده قراردارد . ورق پوششی دارای انتهای اریب ویاچهارگوش میباشد که ممکنست به فلز مبناء در انتها جوش داده شده ویا نشده باشد .	

(۱) ــ T ــ تنش همواره کششی است . C ــ تنش همواره فشاری است . Rev ــ تنش متناوبا " کششی وفشاری است و S تنش برشی است که ممکنست تنش برشی منفی ویا مثبت نیز باشد .

(۲) ــ فرمول (ب ــ ۱) را باید در مورد وضعیت هائی که با * مشخص شده اند بکار برد .

(۳) ــ وقتی تنش تغییر علامت میدهد استفاده از پیچ A307 توصیه نمیشود .

دنباله جدول ب ـ ۲

شماره مثال نمونه (بشکل ب ـ۱) مراجعه شود)	طبقه تنش (بجدول ب ـ۳ مراجعه شود)	نوع تنش (۱)	وضعیت عضو ویاوضعیت تنش	وضع کلی
8	A	T یا Rev.	فلز مبناء در اتصالی قرار دارد که با پیچ پر مقاوم ساخته‌شده است . اتصالات غیراصطکاکی که تحت اثر تنش های متناوب کششی وفشاری قرار دارند و همچنین اتصالاتی که تحت اثر بارهای محوری قرار داشته ودراعضا لنگرهائی ایجاد مینمایند که درداخل‌صفحات اعضاء قرارندارندشامل این وضعیت نمیشوند .	اتصالات باپیچ و پرچ
8 ، 9	B	T یا Rev.	فلز مبناء در اتصالاتی قرار دارد که باسایر پیچ ها ویا پرچ ها ساخته شده اند . (۳)	
10	A	T یا Rev.	فلز مبناء و فلز جوش هردو درعضو تحت تنش قرار دارند . ودو قطعه عضو با سطح مقطع مشابه توسط جوش لب به لب با نفوذ کامل بهم وصل شده اند . جوش کاملا "سنگ زده شده و از بی عیب بودن جوش باراديوگرافی ویا آزمایش اولتراسونیک اطمینان حاصل‌شده است .	جوش های لب به لب
10، 11	B	T یا Rev.	فلز مبناء و فلز جوش هردو در عضوتحت تنش قرار دارند ، و دوقطعه عضو دارای سطح مقطع مشابه بوده وتوسط جوش لب به لب با نفوذ کامل بهم وصل شده اند وجوش کاملا " سنگ زده شده است .	
12، 13	B	T یا Rev.	فلز مبناء و فلز جوش در وصله ای قرار دارند که در اتصال از جوش لب به لب بانفوذ کامل استفاده شده است دو قطعه بهم‌جوش‌داده‌شده دارای‌سطح مقطع‌مشابه نبوده و عرض وضخامت آنها باهم فرق دارد و در نتیجه در اتصال دو قطعه یکی از قطعات طوری بریده شده ویا شیب دار شده است که اتصال دو قطعه ممکن شود .جوش در جهت تنش های وارده‌سنگ‌زده شده بطوریکه جوش‌درناحیه اتصال‌دارای‌شیبی بیش از ۱ به ۲/۵ نمیباشد . کیفیت جوش‌با رادیوگرافی‌ویا آزمایش اولتراسونیک کنترل شده است .	

دنباله جدول ب ـ ۲

شماره مثال نمونه (بشکل ب ـ۱) مراجعه شود)	صفحه تنش (بجدول ب ـ۳) مراجعه شود)	نوع تنش (۱)	وضعیت عضو یا وضعیت تنش	وضع کلی
10 10 11 ، 12 ، 13	C C * C	T Rev. T یا Rev.	فلز مبناء و فلز جوش در وصله ای قرار دارند که در اتصال از جوش لب به لب بانفوذ کامل استفاده شده است . دوقطعه اتصال دارای سطح مقطع مشابه ویا غیرمشابه‌میباشند شیب یک قطعه در اتصال بیش از ۱ به‌۲/۵ نمیباشد و کیفیت جوش با رادیو گرافی ویا آزمایش اولتراسونیک کنترل نشده و جوش سنگ زده نمیباشد .	جوش های لب به لب
14 14	D D *	T Rev.	فلز مبناء یا فلز جوش تحت تنش قراردارند و در اتصال از جوش لب به لب بانفوذ کامل استفاده شده است و اتصال بصورت T ویا + میباشد .	
15	E	T ، C یا Rev.	فلزمبناء تحت تاثیرتنش قراردارد . درصورت وجوداتصالاتی‌ازجوش‌لب به لب استفاده شده است . فلز مبناء تحت اثر نیروی محوری ویا نیروی عرضی است .	
16	G	T یا Rev.	فلز جوش تحت تاثیر تنش قراردارد جوش لب به لب با نفوذ ناقص بوده وخط جوش عمود برجهت نیروی وارده است . تنش در جوش بر اساس مساحت موثر جوش محاسبه شده است .	
	E	T ، C یا Rev.	فلز مبناء تحت تاثیر تنش قراردارد . دراتصال دو قطعه از جوش گوشه منقطع استفاده شده است .	اتصالات با جوش گوشه
17 ، 18 ، 19، 20	E	T ، C یا Rev.	فلز مبناء که تحت تاثیرتنش‌قراردارددراتصالی است که توسط‌جوش گوشه ایجاد شده است و نیروی وارده محوری میباشد . جوش کاری در اطراف محور عضو طوری انجام شده است که نیروی محوری از مرکز مساحت خطوط جوش‌عبور نماید .	

دنباله جدول ب ـ ۲

شماره مثال نمونه (بشکل ب ـ ۱ مراجعه شود)	طبقه تنش (بجدول ب ـ ۳ مراجعه شود)	نوع تنش(۱)	وضعیت عضو یا وضعیت تنش	وضع کلی
5، 17، 18، 19، 21،	F	S	جوش تحت تاثیر تنش قرار دارد . نوع تنش گوشه‌ای بوده وخط جوش بصورت پیوسته‌یا منقطع در امتداد ویا عمود بر نیروی‌وارده میباشد (اتصالاتی که بصورت T بوده واز جوش گوشه با خط جوشی عمود بر امتداد نیرو استفاده شده است جزء این‌دسته نمیباشد) . و جوش گوشه پیوسته که تحت اثر نیروی برشی در امتداد خط جوش و برش ناشی از خمش میباشد .	اتصالات با جوش گوشه
20	G	S	جوش گوشه با خط‌جوشی عمود بر جهت نیروی وارده در اتصالات T	
22، 23، 24، 22، 23، 24، 25	C D	C T یا Rev	فلز مبناء در مجاورت متعلقاتی کوتاه ازقبیل قطعات اتصال برشی که به آن جوش داده شده اند میباشد . (حداکثر طول متعلقات ۵ سانتی متر در امتداد تنش وارده) .	جزئیات متفرقه
26	E	T ، C یا Rev	فلز مبناء در مجاورت متعلقاتی‌ازقبیل قطعات اتصال برشی با طولی بیشتر از ۵ سانتیمتر	
27	E	T ، C یا Rev	فلز مبناء تحت تاثیر تنش قرار دارد ودر اتصالاتش از جوش کام(۱) یا انگشتانه(۲) توپر استفاده شده است .	
22	G	S	تنش برشی در سطح مقطع کل میخ های سر پهن .	
27	G	S	تنش برشی در اتصالات با جوش کام یا انگشتانه توپر	

۱ـ Slot Weld

۲ـ Plug Weld

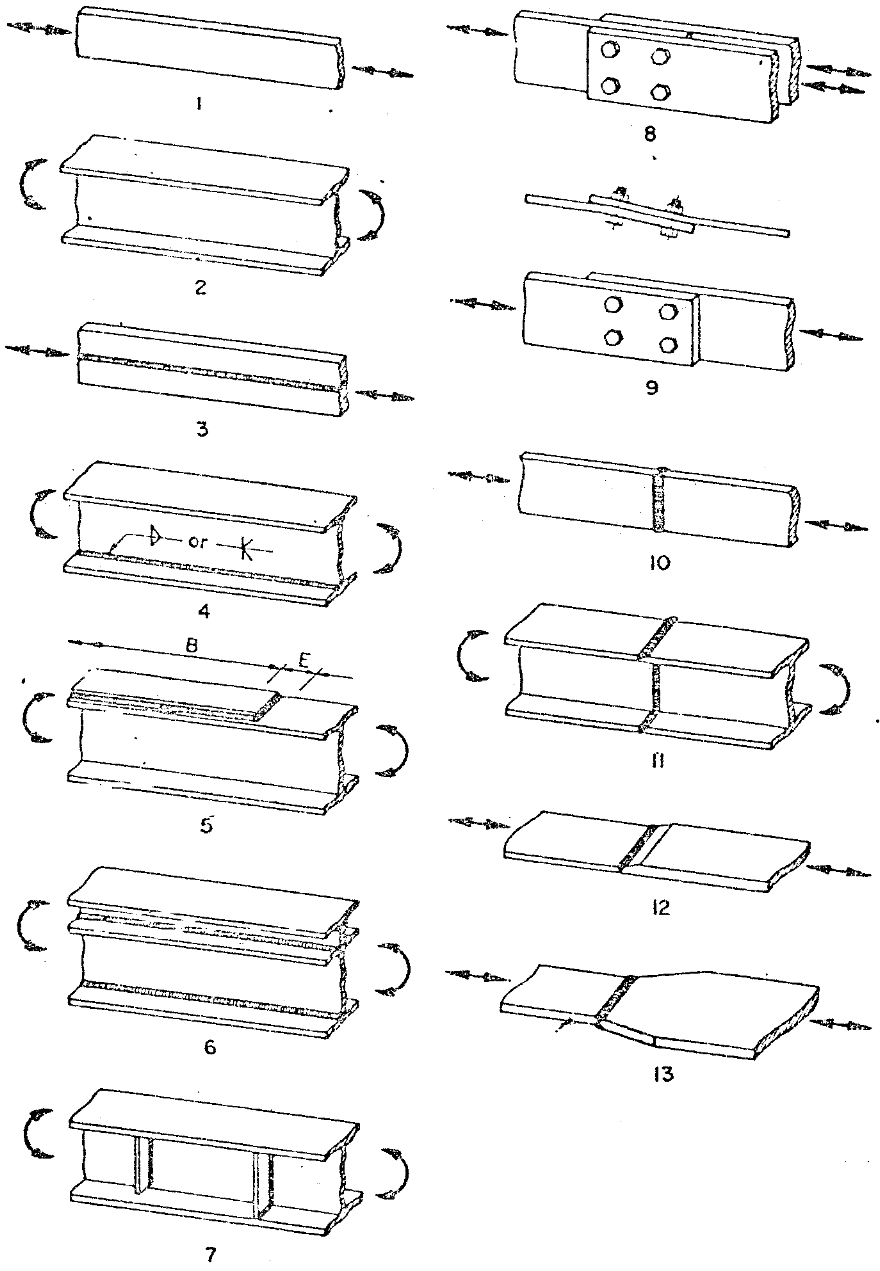
جدول ب ـ ۳

طبقه تنش (از جدول ب ـ ۲)	مقدار مجاز تفاضل جبری دو حد تنش(۱) F_{sr} (کیلوگرم برسانتیمترمربع)			
	بارگذاری نوع اول F_{sr1}	بارگذاری نوع دوم F_{sr2}	بارگذاری نوع سوم F_{sr3}	بارگذاری نوع چهارم F_{sr4}
A	2812	2250	1687	1687
B	2320	1758	1195	2250
C	1968	1476	984	844
D	1687	1195	703	633
E	1195	844	492	422
F	1195	984	773	633
G	1055	844	633	562

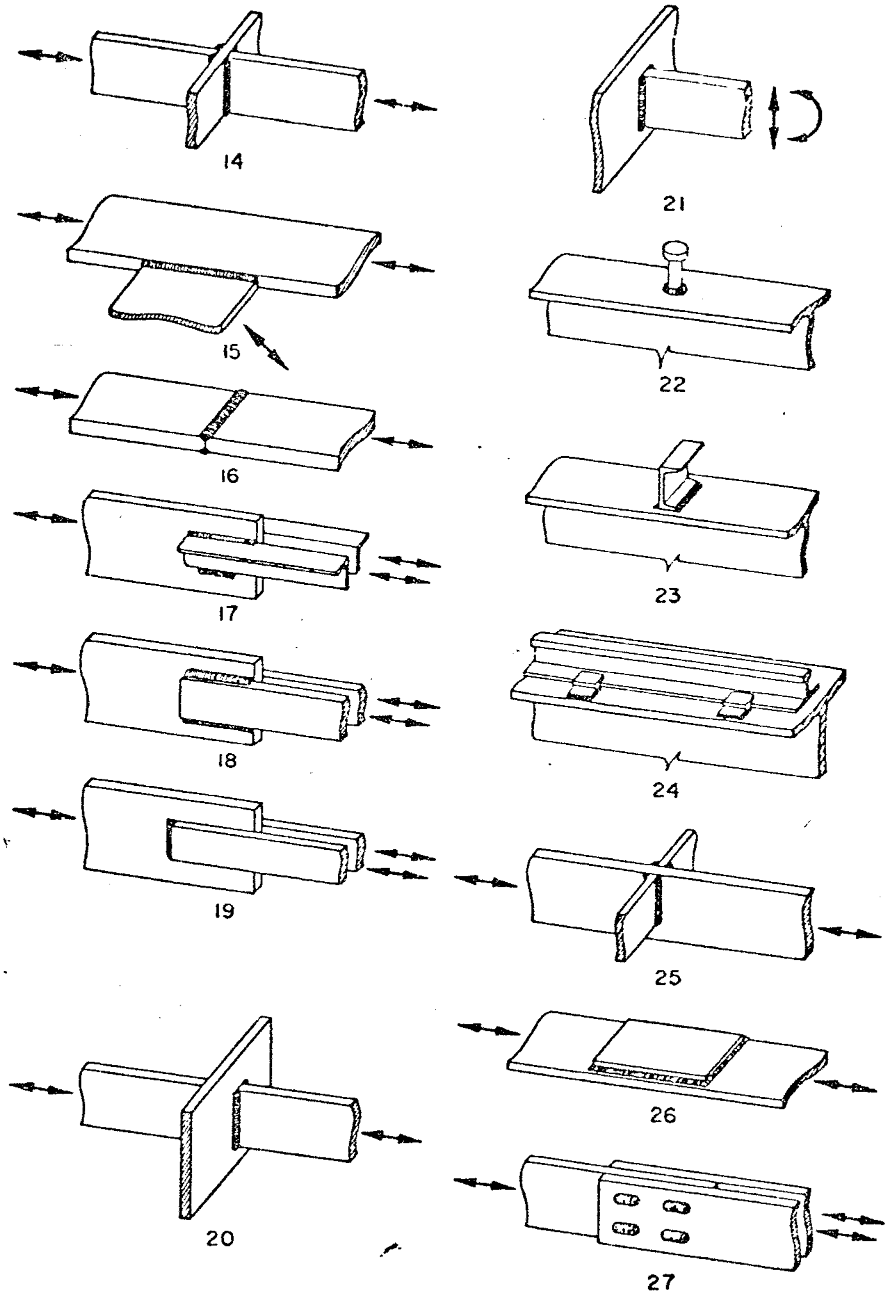
مثال . اگر عضوی تحت تاثیرتنش‌متناوب قرارگیردبطوریکه‌حداکثرتنش کششی ۱۳۰۰+کیلوگرم برسانتیمتر مربع و حداکثر تنش فشاری ۱۲۰۰ــ کیلوگرم برسانتیمترمربع باشد تفاضل جبری این‌دو ۲۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میشود که درصورتیکه طبقه تنش A و بارگذاری نوع اول باشدازمقدار مجاز ۲۸۱۲ کیلوگرم برسانتیمترمربع کمتر میباشد .

---

۱ — Allowable range of stress


1
2
3
or
4
B
E
5
6
7
8
9
10
11
12
13

شکل ب ــ ۱ مثال نمونه


14
21
15
22
16
23
17
24
18
19
25
20
26
27

شکل ب ـ ۱   مثال نمونه

ضمیمه ج

اعضای نازک تحت فشار

اعضای نازک تحت فشار(۱)

بخش ج ـ ۱ کلیات

اعضای تحت تاثیر نیروی محوری فشاری و قطعاتی از اعضای تحت خمش که تحت تاثیر تنش های فشاری قرار میگیرند و نسبت عرض به ضخامت آنها از حداکثرهای تعیین شده در بخش ۱ـ۹ این ضوابط بیشتر میباشند باید برطبق ضوابط این ضمیمه طرح گردند .

بخش ج ـ ۲ ضریب تعدیل تنش مجاز ـ قطعات فشاری سخت نشده (۲)

بغیر از مواردی که در همین ضمیمه خواهد آمد تنش مجاز فشاری در تمام اعضای سخت نشده ای که نسبت عرض به ضخامت آنها بیشتر از حدود داده شده در بند ۱ـ۹ـ۱ـ۲ میباشد باید بوسیله ضریب Q_s تعدیل شود . مقدار Q_s باید مطابق روابط ج ـ ۲ـ ۱ تا ج ـ ۲ ـ ۶ تعیین شود . در این روابط b عرض عضو سخت نشده است که مقدار آن در بند ۱ـ۹ـ۱ـ۱ تعریف شده است . در صورتیکه بال فشاری یک عضو خمشی قسمتی از یک عضو سخت نشده باشد حداکثر تنش مجاز خمشی آن نباید از $0.6\ F_s Q_s$ ویا مقدار داده شده در بند ۱ـ۵ـ۱ـ۴ـ۶ بیشتر بشود . تنش مجاز محوری اعضای تحت فشار سخت نشده همانطوریکه در بخش ج ـ ۵ آمده است باید بوسیله ضریب Q_s تعدیل شود .

برای تک نبشی ها مقدار Q_s از روابط ذیل محاسبه میگردد .

وقتیکه $\frac{637}{\sqrt{F_y}} < b/t < \frac{1300}{\sqrt{F_y}}$ باشد داریم :

(ج ـ۲ـ۱)
$$Q_s = 1.34 - 0.000533\ (b/t)\ \sqrt{F_y}$$

وقتیکه $b/t \geq \frac{1300}{\sqrt{F_y}}$ باشد داریم :

(ج ـ۲ـ۲)
$$Q_s = \frac{1089650}{F_y\ (b/t)^2}$$

---

۱ — Slender compression elements ۲ — Unstiffened compression elements

برای نبشی ها یا ورق هائی که از ستون بیرون میزنند(۱) وسایر قطعات فشاری و اعضائی که از بال تحت فشار تیرهای حمال بیرون زده شده اند مقدار Q_s از روابط ذیل محاسبه میگردد .

وقتیکه $\frac{796}{\sqrt{F_y}} < b/t < \frac{1476}{\sqrt{F_y}}$ باشد داریم :

$$Q_s = 1.415 - 0.000521\,(b/t)\,\sqrt{F_y}$$ (ج-۲-۳)

وقتیکه $b/t \geq \frac{1476}{\sqrt{F_y}}$ باشد داریم :

$$Q_s = \frac{1406000}{F_y (b/t)^2}$$ (ج-۲-۴)

برای ساق سپری ها مقدار Q_s از روابط ذیل محاسبه میگردد .

وقتیکه $\frac{1065}{\sqrt{F_y}} < b/t < \frac{1476}{\sqrt{F_y}}$ باشد داریم :

$$Q_s = 1.908 - 0.000353\,(b/t)\sqrt{F_y}$$ (ج-۲-۵)

وقتیکه $b/t \geq \frac{1476}{\sqrt{F_y}}$ باشد داریم :

$$Q_s = \frac{1406000}{F_y\,(b/t)^2}$$ (ج-۲-۶)

در هر حال قطعات سخت نشده ناودانی ها وسپری ها که ابعاد آنها از حدود داده شده دربند ۱-۹-۱-۲ تجاوز نماید باید دارای نسبت عرض به عمق و نسبت ضخامت بال به ضخامت جان داده شده در جدول (ج-۱) باشند .

---

[۱] -Projecting

جدول ج — ۱

نسبت های ابعاد ناودانی‌ها و سپری ها

نسبت ضخامت بال به ضخامت جان ویاضخامت ساق نیمرخ	نسبت عرض کل بال به عمق نیمرخ	نیمرخ
$\leqslant 3.0$	$\leqslant 0.25$	ناودانی های ساخته شده ویا نورد شده
$\leqslant 2.0$	$\leqslant 0.5$	
$\geqslant 1.25$	$\geqslant 0.5$	سپری های ساخته شده
$\geqslant 1.10$	$\geqslant 0.5$	سپری های نورد شده

بخش ج — ۳ عرض موثر — قطعات فشاری سخت شده (۱)

وقتیکه نسبت عرض به ضخامت یک قطعه سخت شده که تحت تاثیر تنش های یکنواخت فشاری میباشد (بجز صفحات پوششی سوراخ دار (۲)) بیشتر از حد داده شده در بند ۱—۹—۲—۲ بشود عرض قطعه را باید تعدیل نمود . عرض تعدیل شده که به آن عرض موثر میگوئیم وبا b_e نشان میدهیم و از روابط ج —۳—۱ ویا ج —۳—۲ بدست میآید باید در محاسبه خواص خمشی مقطع نیمرخی که این قطعه جزء آنست و همچنین در محاسبه تنش مجاز محوری بکار برده شود. باید یادآور شد که نسبت $\frac{b_e}{t}$ نباید هیچگاه کمتر از حد تعیین شده در بند ۱—۹—۲—۲ درنظرگرفت برای بال های مقاطع مستطیل و مربع شکل با ضخامت یکنواخت مقدار b_e برابر است با :

$$b_e = \frac{2121t}{\sqrt{f}} \left(1 - \frac{422}{(b/t)\sqrt{f}} \right) \leqslant b$$ (ج—۳—۱)

برای سایر قطعات که تحت تاثیر نیروی فشاری یکنواخت میباشند مقدار b_e برابر است با :

$$b_e = \frac{2121t}{\sqrt{f}} \left(1 - \frac{371}{(b/t)\sqrt{f}} \right) \leqslant b$$ (ج—۳—۲)

---

۱ — Stiffened Compression elements

۲ — Perforated Cover plates

در روابط فوق داریم :

b = عرض واقعی قطعه فشاری سخت شده که در بند ۱ـ۹ـ۲ـ۱ تعریف شده است .

t = ضخامت قطعه

f = تنش فشاری محاسبه شده بر حسب کیلوگرم بر سانتیمترمربع در قطعه سخت شده براساس خواص مقطعی که در بخش ج ـ ۴ مشخص شده است .

در صورتیکه از قطعات سخت نشده نیز درکل سطح مقطع استفاده شده باشد مقدار f برای قطعه سخت شده باید طوری باشد که حداکثر تنش فشاری در قطعه سخت نشده که برای تنش فشاری محوری برابر F_aQ_s وبرای تنش فشاری خمشی برابر F_bQ_s میباشد کمتر بشود .

وقتیکه مقادیر تنش مجاز بعلت نیروهای باد ویا زلزله بر طبق بند ۱ـ۵ـ۶ افزوده میشود عرض موثر b_e را باید براساس ۰/۷۵ تنشی که توسط باد ویا زلزله به تنهائی ویا باد وزلزله همراه با نیروی زنده ومرده ایجاد میشود محاسبه نمود .

بخش ج ـ ۴ خواص نیمرخ برای طراحی

خواص مقطع نیمرخ برای طراحی باید طبق روش های معمولی وبراساس سطح مقطع کامل نیمرخ محاسبه شود به جز در موارد ذیل :

در محاسبه ممان انرسی و مدول مقطع اعضای خمشی نسبت به محوری که خمش حول آن اتفاق میافتدعرض موثر قطعات فشاری سخت شده موازی بامحور خمش را که نسبت عرض به ضخامت آنها بیش از حد داده شده دربند ۱ـ۹ـ۲ـ۲ میباشد بجای عرض واقعی باید بکار برده شود . محل محور خمشی باید براساس عرض موثر پیدا شود . در مورد مقاطعی که دارای تقارن میباشندبرای سادگی میتوان عرض بال تحت کشش راهم برابر با b_e فرض نمود ودرنتیجه مساحت موثر رادر قسمت کشش و قسمت فشار با یکدیگر مساوی گرفت . آن قسمت از مساحتی که در قسمت کشش به علت بکار بردن عرض موثر صرفنظر شده است میتوان بطور متقارن در طرفین محور خنثی قرار داد تا محاسبات ساده تر گردد .

تنش f_a در اثر نیروی محوری وشعاع ژیراسیون r باید براساس سطح مقطع واقعی محاسبه گردند ولی مقدار مجاز تنش محوری F_a که در بخش ج ـ ۵ آمده است باید با ضریب Q_s که ضریب شکل نامیده میشود تعدیل گردد . ضریب شکل برابر است با :

$$Q_s = \frac{\text{مساحت موثر}}{\text{مساحت واقعی}}$$

که در روابط فوق مساحت موثر برابر است با مساحت واقعی منهای $\sum (b - b_e)\ t$

بخش ج – ۵ اعضای فشاری تحت اثر نیروی محوری

تنش مجاز محوری برای اعضای فشاری تحت اثر نیروی محوری که شامل قطعات سخت شده و یا سخت نشده میباشند نباید از مقدار داده شده در ذیل تجاوز نماید .

وقتیکه $\frac{Kl}{r} < C_c'$ باشد داریم :

$$F_a = \frac{Q_s Q_a \left[1 - \left(\frac{Kl}{r}\right)^2 / 2C_c'^2\right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3\,(Kl/r)}{8\,C_c'} - \frac{(Kl/r)^3}{8\,C_c'^3}} \qquad (ج – ۵ – ۱)$$

که در فرمول فوق داریم :

$$C_c' = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{Q_s Q_a F_y}}$$

و هنگامیکه $\frac{Kl}{r} > C_c'$ باشد مقدار تنش مجاز محوری نباید از مقادیر داده شده در فرمول ۱–۵–۲ تجاوز نماید . در مورد اعضای ثانویه (اعضای فرعی(۱)) اگر $l/r > 120$ باشدمقدار تنش مجاز نباید از آنچه که در فرمول ۱–۵–۳ داده شده است تجاوز نماید .

بخش ج – ۶ ترکیب تنش محوری وخمشی

در بکار بردن ضوابط بخش ۱–۶ درمورد عضوهائی که تحت تاثیر تنش محوری همراه باتنش خمشی واقع میشوند وشامل قطعات سخت شده ای هستند که نسبت عرض به ضخامت آنها ازحد داده شده در بند ۱–۹ تجاوز مینماید تنش های F_a و f_{bx} و f_{by} را باید براساس خواص مقطعی که در بخش های ج–۴ و ج–۵ آمده است محاسبه نمود . تنش خمشی مجاز F_b برای اعضائی که شامل قطعات سخت نشده ای میباشند که نسبت عرض به ضخامت آنها ازحد دادهشده در بند ۱–۹ تجاوز مینماید از رابطه ذیل تعیین میشود .

(مقدار مشخص شده در بند ۱–۵–۱–۴–۶ و $0.6\ F_y Q_s$) حداقل = تنش خمشی مجاز

---

(۱) – Secondary members

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

نشریه شماره	۱	زلزله خیزی ایران	فروردین ماه ۱۳۵۰
"	۲	زلزله هشتم مرداد ماه ۴۹ (قرناوه و گنبد کاووس)	آبان ماه ۱۳۵۰
"	۳	بررسیهای فنی	آذر ماه ۱۳۵۰
"	۴	طرح و محاسبه و اجرای رویه های بتنی در فرودگاه ها	دی ماه ۱۳۵۰
"	۵	آزمایشهای لوله‌های تحت فشار سیمان و پنبه نسوز در کارگاههای لوله‌کشی	دی ماه ۱۳۵۰
"	۶	ضمائم فنی دستورالعمل طرح و محاسبه و اجرای رویه‌های بتنی در فرودگاهها	اسفند ماه ۱۳۵۰
"	۹	مطالعه و بررسی در تعیین ضوابط مربوط به طرح مدارس ابتدائی	تیر ماه ۱۳۵۱
"	۱۰	بررسی فنی مقدماتی زلزله ۲۱ فروردین ماه ۱۳۵۱ قیروکارزین	مرداد ماه ۱۳۵۱
"	۱۱	برنامه‌ریزی فیزیکی بیمارستانهای عمومی کوچک	شهریور ماه ۱۳۵۱
"	۱۲	روسازی شنی و حفاظت رویه آن	شهریور ماه ۱۳۵۱
"	۱۳	زلزله ۱۷ آبان ماه ۱۳۵۰ بندرعباس	اردیبهشت ماه ۱۳۵۲
"	۱۴	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش کارهای آجری)	خرداد ماه ۱۳۵۲
"	۱۷	برنامه‌ریزی فیزیکی بیمارستانهای عمومی از ۱۵۰ تا ۷۲۰ تختخواب	آبان ماه ۱۳۵۲
"	۱۸	مشخصات فنی عمومی لوله‌ها و اتصالات پی وی ، سی برای مصارف آبرسانی	آبان ماه ۱۳۵۲
"	۱۹	روش و نصب کارگذاری لوله‌های پی ، وی ، سی برای مصارف آبرسانی	آذر ماه ۱۳۵۲
"	۲۰	جوشکاری در ساختمانهای فولادی	آذر ماه ۱۳۵۲
"	۲۱	تجهیز و سازمان دادن کارگاه جوشکاری	آذر ماه ۱۳۵۲
"	۲۲	جوش‌پذیری فولادهای ساختمانی	دی ماه ۱۳۵۲
"	۲۳	بازرسی و کنترل کیفیت جوش در ساختمانهای فولادی	بهمن ماه ۱۳۵۲
"	۲۴	ایمنی در جوشکاری	بهمن ماه ۱۳۵۲
"	۲۵	زلزله ۲۳ دسامبر ۱۹۷۲ ماناگوآ	بهمن ماه ۱۳۵۲
"	۲۶	جوشکاری در درجات حرارت پائین	بهمن ماه ۱۳۵۲
"	۲۷	مشخصات فنی عمومی لوله کشی آب سرد و گرم و فاضلاب ساختمان	اسفند ماه ۱۳۵۲
"	۲۸	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی بخش ملاتها	اردیبهشت ماه ۱۳۵۳
"	۲۹	بررسی نحوه توزیع منطقی تختهای بیمارستانها در کشور	خرداد ماه ۱۳۵۳
"	۳۰	مشخصات فنی عمومی برای طرح و اجرای انواع شمعها و سپرها	خرداد ماه ۱۳۵۳
"	۳۱	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی بخش اندودها ، قرنیزها و بندکشی	تیر ماه ۱۳۵۳
"	۳۳	مشخصات فنی عمومی راههای اصلی	مرداد ماه ۱۳۵۳
"	۳۷	مجموعه استاندارد نقشه کشی	آبان ماه
"	۴۳	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی بخش عایقکاری فرش کف کاشیکاری و سرامیک کاری	اسفند ماه ۱۳۵۳

نشریه شماره	۴۴	استاندارد پیشنهادی لوله‌های سخت پی، وی، سی در لوله‌کشی آب آشامیدنی	اردیبهشت	۱۳۵۴
"	۴۵	استاندارد پیشنهادی لوله‌های سخت پی، وی، سی در مصارف صنعتی	اردیبهشت	۱۳۵۴
"	۴۶	زلزله ۱۶ اسفند ۱۳۵۳ "سرخون" بندرعباس	خردادماه	۱۳۵۴
	۴۷	استاندارد پیشنهادی اتصالهای لوله‌های تحت‌فشار پی، وی، سی	تیرماه	۱۳۵۴
"	۴۸	مشخصات فنی عمومی راههای فرعی درجه یک و دو	تیرماه	۱۳۵۴
"	۴۹	بحثی پیرامون فضا در ساختمانهای اداری	تیرماه	۱۳۵۴
"	۵۰	گزارش شماره ۱ مربوط به نمودارهای شتاب‌نگار در ایران	تیرماه	۱۳۵۴
"	۵۳	زلزله‌های سال ۱۹۷۱ کشور ایران	شهریورماه	۱۳۵۴
"	۵۴	راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله‌های سخت پی، وی، سی در لوله‌کشی آب سرد	مهرماه	۱۳۵۴
"	۵۵	مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی	آذرماه	۱۳۵۴
"	۵۶	راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله‌های سخت پی، وی، سی	آبان ماه	۱۳۵۴
"	۵۷	شرایط لازم برای طرح و محاسبه ساختمانهای بتن آرمه	آذرماه	۱۳۵۴
"	۵۸	گزارش شماره ۲ مربوط به نمودارهای شتاب‌نگار در ایران	آذرماه	۱۳۵۴
"	۶۱	طرح و محاسبه قابهای شیبدار و قوسی فلزی	اردیبهشت‌ماه	۱۳۵۵
"	۶۲	نگرشی بر کارکردها و نارسائی‌های کوی نهم آبان	خردادماه	۱۳۵۵
"	۶۳	زلزله‌های سال ۱۹۶۹ کشور ایران	مردادماه	۱۳۵۵
"	۶۶	تحلیلی بر روند دگرگونیهای سکونت در شهرها	آذرماه	۱۳۵۵
"	۶۷	راهنمائی برای اجزای ساختمان بناهای اداری	بهمن ماه	۱۳۵۵
"	۶۸	ضوابط تجزیه و تحلیل قیمتهای واحد اقلام مربوط به خطوط انتقال آب	اردیبهشت‌ماه	۱۳۵۶
"	۶۹	زلزله‌های سال ۱۹۶۸ کشور ایران	خردادماه	۱۳۵۶
"	۷۰	مجموعه مقالات سمینار سنتو (پیشرفتهای اخیر در کاهش خطرات زلزله)	تیرماه	۱۳۵۶
"	۷۱	محافظت ابنیه فنی آهنی فولادی در مقابل خورندگی	مردادماه	۱۳۵۶
"	۷۲	راهنمائی برای تجزیه قیمتهای واحد کارهای تاسیساتی	مردادماه	۱۳۵۶
"	۷۳	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش عملیات خاکی وسائل مکانیکی)	شهریورماه	۱۳۵۶
"	۷۴	ضوابطی برای طرح و اجرای ساختمانهای فولادی	شهریورماه	۱۳۵۶
"	۷۵	برنامه کامپیوتری مربوط به آنالیز قیمت کارهای ساختمانی و راهسازی	مهرماه	۱۳۵۶
"	۷۷	زلزله ۴ مارس ۱۹۷۷ کشور رومانی	دی ماه	۱۳۵۶
"	۷۸	راهنمای طرح ساختمانهای فولادی	فروردین‌ماه	۱۳۵۷
"	۷۹	خدمات نقشه برداری	دیماه	۱۳۶۰
"	۸۰	راهنمای ایجاد بناهای کوچک در مناطق زلزله خیز	اسفندماه	۱۳۶۰
"	۸۱	سیستم گازهای طبی در بیمارستانها ـ محاسبات و اجراء	مهرماه	۱۳۶۱