

ابهامات موجود در فصول مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۸۷

نویسنده: مجتبی اصغری سرخی

کارشناس ارشد سازه

مؤلف کتاب " راهنمای طراحی سازه های فلزی بر مبنای حالت حدی و تنش مجاز " ، انتشارات علم عمران ، تابستان ۸۹

نحوه تماس : شماره تلفن همراه ۰۹۱۱۳۵۴۶۶۴۲ ایمیل mojtaba808@yahoo.com

www.Saze808.com

چکیده مقاله :

گرچه فصل ۱۰-۱ مبحث دهم ویرایش سال ۱۳۸۷ همانند ویرایش قبلی این آیین نامه مطابق ضوابط مندرج در AISC-89 و فصل ۱۰-۲ مطابق ضوابط مندرج در آیین نامه AISC 360-05 می باشد اما در این اقتباس در بعضی از بند ها تغییراتی از سوی تدوین کنندگان محترم آیین نامه صورت گرفته که البته خواسته یا نا خواسته منجر به اشتباهاتی در بعضی اشکال و بند ها شده است. در این مقاله به چند مورد از این اشکالات اشاره می گردد. گرچه بعضی از اشتباهات احتمالاً به دلیل اشتباه تایپی بوده و مطمئناً نظر تدوین کنندگان در اصل این نبوده است با این وجود هدف آنست با اشاره به نمونه های اشکالات موجود، تلاش گردد تا همکاران در مواجهه با این موارد دچار سر درگمی نشوند.

مقدمه

در این مقاله اشکالات موجود در مبحث دهم ویرایش سال ۱۳۸۷ به تفکیک فصول مورد بررسی به همراه شماره بند مذکور از آیین نامه های AISC360-05 و مبحث دهم مورد بررسی قرار می گیرد.

➤ اعضای فشاری (بند ۱۰-۲-۴)

مطابق این بند مقاومت فشاری اسمی برای اعضای فشرده، غیر فشرده و غیر لاغر از روابط زیر بدست می آید :

$$P_n = F_{cr} A_g$$

(۱۰-۲-۴-۲)

$$F_{cr} = \text{تنش فشاری ناشی از کماتش خمشی} \quad A_g = \text{سطح مقطع کل}$$

تعیین F_{cr} : الف- اگر:

$$\left(\lambda \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ or } F_e \geq 0.44F_y \right) \rightarrow F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y \quad (3-4-2-10)$$

ب- اگر:

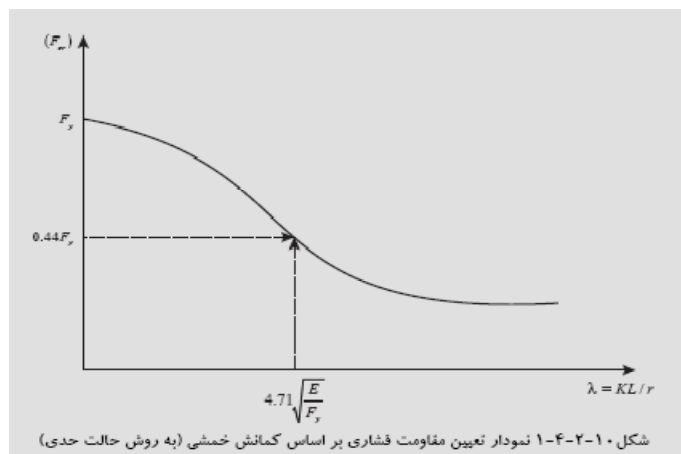
$$\left(\lambda > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ or } F_e < 0.44F_y \right) \rightarrow F_{cr} = 0.877F_e \quad (4-4-2-10)$$

مقدار F_e تنش کمناش بحرانی اولر در حالت الاستیک بسته به میزان لاغری عضو به کمک روابط زیر تعیین می گردد:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \quad (5-4-2-10)$$

در شکل ۱-۴-۲-۱۰ از مبحث دهم، نمودار تعیین مقاومت فشاری بر اساس کمناش خمشی (روش حالت حدی) مطابق شکل ۱-۱ آورده شده است.

مطابق روابط مقاومت فشاری اسمی بر اساس کمناش خمشی (بند ۱-۲-۴-۲-۱۰) مشخص است چنانچه $\lambda = 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ باشد میبایست از روابط الف استفاده نمود که با توجه به روابط موجود با بررسی ستون قائم شکل ۱-۴-۲-۱۰ مبحث دهم، مطابق روابطی که در ادامه می آید برای ستون قائم خواهیم داشت:



شکل ۱-۱- نمودار تعیین مقاومت فشاری بر اساس کمناش خمشی

$$\lambda = 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \rightarrow F_e = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 F_y}{22.18} = 0.44F_y \rightarrow F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y = 0.387F_y$$

اگر هم رابطه ب را برای حالت $\lambda = 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ بررسی کنیم خواهیم داشت:

$$F_{cr} = 0.877F_e = 0.877 \times \frac{\pi^2 F_y}{22.18} = 0.877 \times 0.44F_y = 0.387F_y$$

بررسی صحت عدد مندرج در ستون قائم شکل ۱۰-۲-۴-۱ از مبحث دهم مقررات ملی نشان می دهد که آنچه در محل ستون قائم این شکل درج شده صحیح نیست و میبایست در ستون قائم شکل، عدد $0.387F_y$ جایگزین مقدار عدد $0.44F_y$ شود.

➤ سخت کننده های عرضی (بند ۱۰-۲-۶-۲)

در این بند مطابق جملات مندرج در مبحث دهم موارد زیر بیان شده است:

"سخت کننده های عرضی ، ورق هایی هستند که به صورت تیغه قائم در فواصل a عمود بر ورق جان در حد فاصل دو بال قرار داده می شوند. در صورتی که $\frac{h}{t_w} \leq 2.46 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ بوده و یا تنش برشی متوسط جان در کلیه ترکیبات بارگذاری کوچکتر یا مساوی V_n محاسبه شده طبق بند ۱۰-۲-۶-۲-۱-ب با فرض $K_v = 5$ باشد احتیاجی به سخت کننده های عرضی نخواهیم داشت. در صورتی که $\frac{h}{t_w} \geq 260$ بوده و یا نیاز به مقاومت برشی بیشتر بدون افزایش ضخامت جان باشد، باید از سخت کننده عرضی جان با رعایت محدودیت های زیر استفاده نمود:..."

مطابق توضیحات مربوطه از بند مربوطه، مبحث دهم در قسمت اول یکی از شروط عدم احتیاج به سخت کننده عرضی را نسبت ارتفاع به ضخامت جان کمتر از ۷۲.۷ اعلام می دارد

مقادیر E, F_y برای فولاد معمولی در حالت تسلیم جایگزین شده اند:

$$\frac{h}{t_w} \leq 2.46 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \xrightarrow{E=2.1 \times 10^6, F_y=2400} \frac{h}{t_w} \leq 72.7$$

و در قسمت دوم شرط لزوم استفاده از سخت کننده را نسبت ارتفاع به ضخامت جان بیشتر از ۲۶۰ اعلام میکند.

از آنجا که در قسمت اول با عبارت "یا" خلاف یکی از دو شرط ذکر شده (نسبت ارتفاع به ضخامت جان بیشتر از ۷۲.۷ و تنش برشی متوسط جان در کلیه ترکیبات بارگذاری بزرگتر از V_n)، میتواند به منزله احتیاج به استفاده از سخت کننده عرضی تلقی شود بنابراین میبایست در مبحث دهم برای اعضای با نسبت ارتفاع به ضخامت بین ۷۲.۷ تا ۲۶۰ نیز محدودیت لازم جهت لحاظ سخت کننده عرضی نیز اضافه گردد.

از آنجا که در آیین نامه AISC 360-05 در بند مربوطه G2-2 تنها به قسمت اول این بند اشاره شده و حرفی از شرط قسمت دوم (که ناشی از تنش مجاز ویرایش قبل آیین نامه می باشد) به میان نیامده بنابراین لازم است این مورد روشن تر مورد بررسی قرار گیرد. متن مربوطه در آیین نامه AISC بند G2 نیز در ادامه قابل مشاهده میباشد.

2. Transverse Stiffeners

Transverse stiffeners are not required where $h/t_w \leq 2.46 \sqrt{E/F_y}$, or where the required shear strength is less than or equal to the available shear strength provided in accordance with Section G2.1 for $k_v = 5$.

Transverse stiffeners used to develop the available web shear strength, as provided in Section G2.1, shall have a moment of inertia about an axis in the web center for stiffener pairs or about the face in contact with the web plate for single stiffeners, which shall not be less than $at_w^3 j$, where

$$j = \frac{2.5}{(a/h)^2} - 2 \geq 0.5 \quad (G2-6)$$

➤ تنش برشی مجاز با توجه به عمل میدان کششی در روش تنش مجاز (بند ۱۰-۱-۶-۳)

رابطه (۱۰-۱-۶-۴) در مبحث دهم به صورت زیر درج گردیده است :

$$F_v = \frac{F_y}{2.89} \left[C_v + \frac{1-C_v}{1.5 \sqrt{1 + \left(\frac{a}{h}\right)^2}} \right] \leq 0.4F_y$$

در حالی که مطابق آیین نامه AISC-ASD-89 و مبحث دهم ویرایش سال ۱۳۸۴ جهت تعیین تنش برشی مجاز با توجه به عمل میدان کششی از رابطه زیر استفاده شده است.

$$F_v = \frac{F_y}{2.89} \left[C_v + \frac{1-C_v}{1.15 \sqrt{1 + \left(\frac{a}{h}\right)^2}} \right] \leq 0.4F_y$$

بنابراین به نظر می‌رسد با توجه به اینکه در قسمت مربوطه در فصل ۱۰-۲ حالت حدی مبحث دهم این رابطه با عدد ۱.۱۵ در مخرج کسر آمده است، در درج این رابطه در قسمت تنش مجاز مبحث دهم ویرایش سال ۱۳۸۷ اشتباهی رخ داده است.

➤ ترکیب نیروهای محوری و لنگر خمشی در اعضای متقارن (بند ۱۰-۲-۷-۵)

با توجه به بند H-2 از آیین نامه AISC 360-05 تیر این بند اشتباه می‌باشد و باید به اعضای نامتقارن تغییر یابد:

3.6.3 Unsymmetric Members Subjected to Flexure and Axial Force

Unlike I-Shapes, Box, Channel, Double Channel, T-Shapes, Double Angle, Pipe, Circular, and Rectangular sections, the principal axes of unsymmetric (unequal leg) Single Angle sections do not coincide with their geometric axes. For Single Angle sections, the principal properties of the section are determined. The forces are resolved in the principal directions (w and z). The iteration of flexure and axial stress is calculated as follows:

$$\left| \frac{f_x}{F_x} + \frac{f_{yw}}{F_{yw}} + \frac{f_{yz}}{F_{yz}} \right| \leq 1.0 \quad (\text{AISC H2-1})$$

منابع و مآخذ:

- مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۸۷
- آیین نامه AISC 360-05