

ب) اقلام مدفون

سازه بتنی باید طوری طراحی شود که به طور ایمن نیروهای حاصل از اقلام مدفون را با ضریب اطمینان کافی تحمل نماید؛ به نحوی که اطمینان حاصل گردد که مقاومت اقلام مدفون در اثر گسیختگی موضعی یا عمومی سازه بتنی کاهش پیدا نکند. مقاومت طراحی عناصر فولادی اقلام مدفون باید مطابق ضوابط این مبحث تعیین شود. ارجح است انتقال نیروهای برشی توسط اقلام مدفون به بتن از طریق مفهوم برش- اصطکاک صورت پذیرد، که در این خصوص الزامات مبحث نهم مقررات ملی ساختمان تعیین کننده خواهد بود.

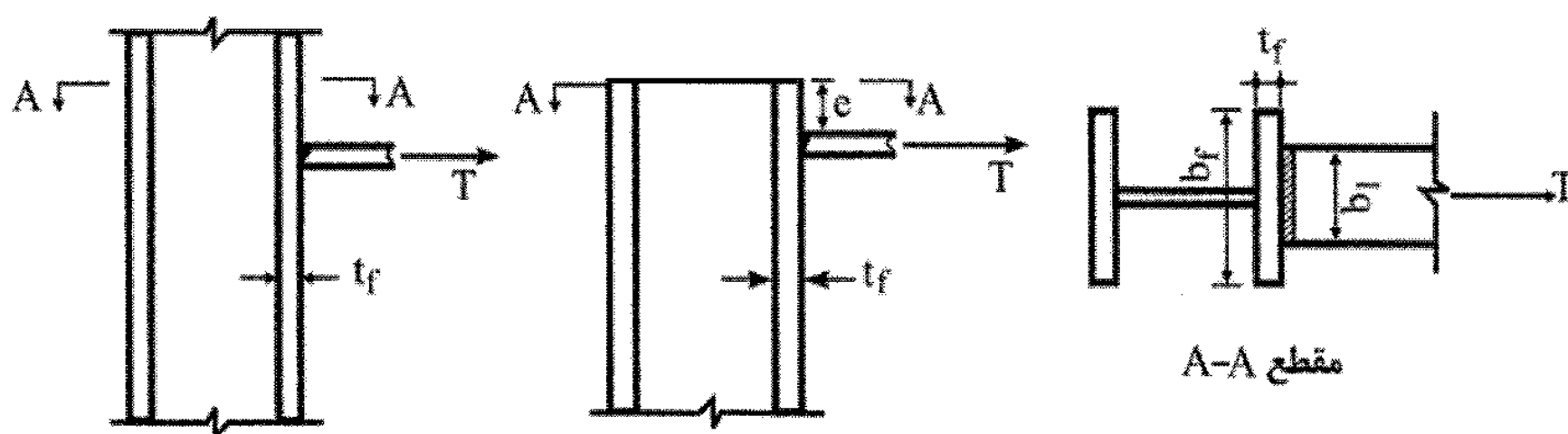
۱۰-۲-۹-۱۰ الزامات ویژه بال‌ها و جان مقاطع اعضای تحت اثر بارهای متمرکز

الزامات این بند مربوط است به بررسی جان و بال (یا بال‌های) مقاطع اعضای که به یک یا هر دو بال آنها نیروهای متمرکز در امتداد عمود بر صفحه بال و به طور متقارن نسبت به جان اثر می‌کند. نیروهای متمرکز می‌توانند به صورت تک یا زوج نیرو باشند. نیروی متمرکز تکی به صورت فشاری یا کششی، و زوج نیرو یکی کششی و دیگری فشاری بوده و ایجاد لنگر در عضو می‌نماید. بال (یا بال‌ها) و جان اعضای که تحت اثر بار متمرکز بر بال قرار می‌گیرند، باید دارای مقاومت طراحی کافی جهت اقناع معیارهای زیر باشند.

- ۱- خمش موضعی بال در مقابل نیروی متمرکز کششی (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰)
 - ۲- تسلیم موضعی جان در مقابل نیروی متمرکز کششی و فشاری (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰)
 - ۳- لهیدگی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰)
 - ۴- کمانش جانبی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰)
 - ۵- کمانش فشاری جان در مقابل یک جفت نیروی متمرکز متقابل فشاری، که به هر دو بال عضو اثر می‌کند (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰)
 - ۶- برش در چشمه اتصال (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰)
- علاوه بر معیارهای فوق، رعایت مقررات تکمیلی برای سخت‌کننده‌ها در مقابل نیروهای متمرکز (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰)، مقررات تکمیلی برای ورق‌های تقویتی جان (ورق مضاعف) در مقابل نیروهای متمرکز (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰) و الزامات پایداری ورق‌های چشمه اتصال (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰) الزامی است.

۱۰-۲-۹-۱-۱۰ خمش موضعی بال در مقابل نیروی متمرکز کششی

الزامات این بند برای هر دو حالت نیروی کششی متمرکز تکی و مولفه کششی زوج نیروی متمرکز کاربرد دارد (شکل ۱۰-۲-۹-۱۶).



شکل ۱۰-۲-۹-۱۶ خمش موضعی بال در مقابل نیروی متمرکز کششی

مقاومت طراحی خمش موضعی بال در مقابل نیروی متمرکز کششی مساوی ϕR_n می باشد که در آن ϕ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و R_n مقاومت اسمی طبق رابطه زیر می باشد.

$$R_n = 6/25 F_{yf} t_f^2 \quad (10-2-9-23)$$

که در آن:

t_f = ضخامت بال تحت نیروی کششی

F_{yf} = تنش تسلیم بال

R_n = مقاومت اسمی با اعمال محدودیت های زیر:

۱- در صورتی که طول بارگذاری شده در امتداد پهنای بال (b_1)، کوچکتر از $0/15 b_f$ باشد، بررسی رابطه ۱۰-۲-۹-۲۳ الزامی نیست.

۲- در صورتی که نیروی کششی در فاصله ای کمتر از $10 t_f$ از انتهای عضو اثر نماید ($e < 10 t_f$)، مقدار R_n حاصل از رابطه ۱۰-۲-۹-۲۳ باید ۵۰ درصد کاهش یابد.

تبصره: در صورتی که مقاومت مورد نیاز (T_u) از مقاومت طراحی (ϕR_n) بیشتر باشد، تعبیه یک جفت سخت‌کننده دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت موردنیاز و مقاومت طراحی در محل بارهای متمرکز ضروری می‌باشد. سخت‌کننده‌های موردنیاز باید الزامات بند ۷-۱۰-۹-۲-۱۰ را تأمین نمایند.

۷-۱۰-۹-۲-۱۰ تسلیم موضعی جان در مقابل نیروی متمرکز کششی و فشاری
الزامات این بند برای نیروی کششی متمرکز تکی، نیروی فشاری متمرکز تکی و هر دو مولفه فشاری و کششی زوج نیروی متمرکز کاربرد دارد (شکل ۱۷-۹-۲-۱۰).
مقاومت طراحی تسلیم موضعی جان در مقابل نیروی متمرکز کششی و فشاری مساوی ϕR_n می‌باشد که در آن ϕ ضریب کاهش مقاومت مساوی ۱ و R_n مقاومت اسمی می‌باشد که براساس حالت حدی تسلیم موضعی جان به شرح زیر تعیین می‌شود.

۱- در حالتی که بار متمرکز، در فاصله‌ای بزرگتر از d از انتهای عضو وارد می‌شود:

$$R_n = F_{yw} t_w (\Delta k + l_b) \quad (۷-۱۰-۹-۲-۱۰)$$

۲- در حالتی که بار متمرکز، در فاصله‌ای مساوی یا کوچکتر از d از انتهای عضو وارد می‌شود:

$$R_n = F_{yw} t_w (2/\Delta k + l_b) \quad (۷-۱۰-۹-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

F_{yw} = تنش تسلیم فولاد جان

t_w = ضخامت جان

d = ارتفاع کلی مقطع تیر

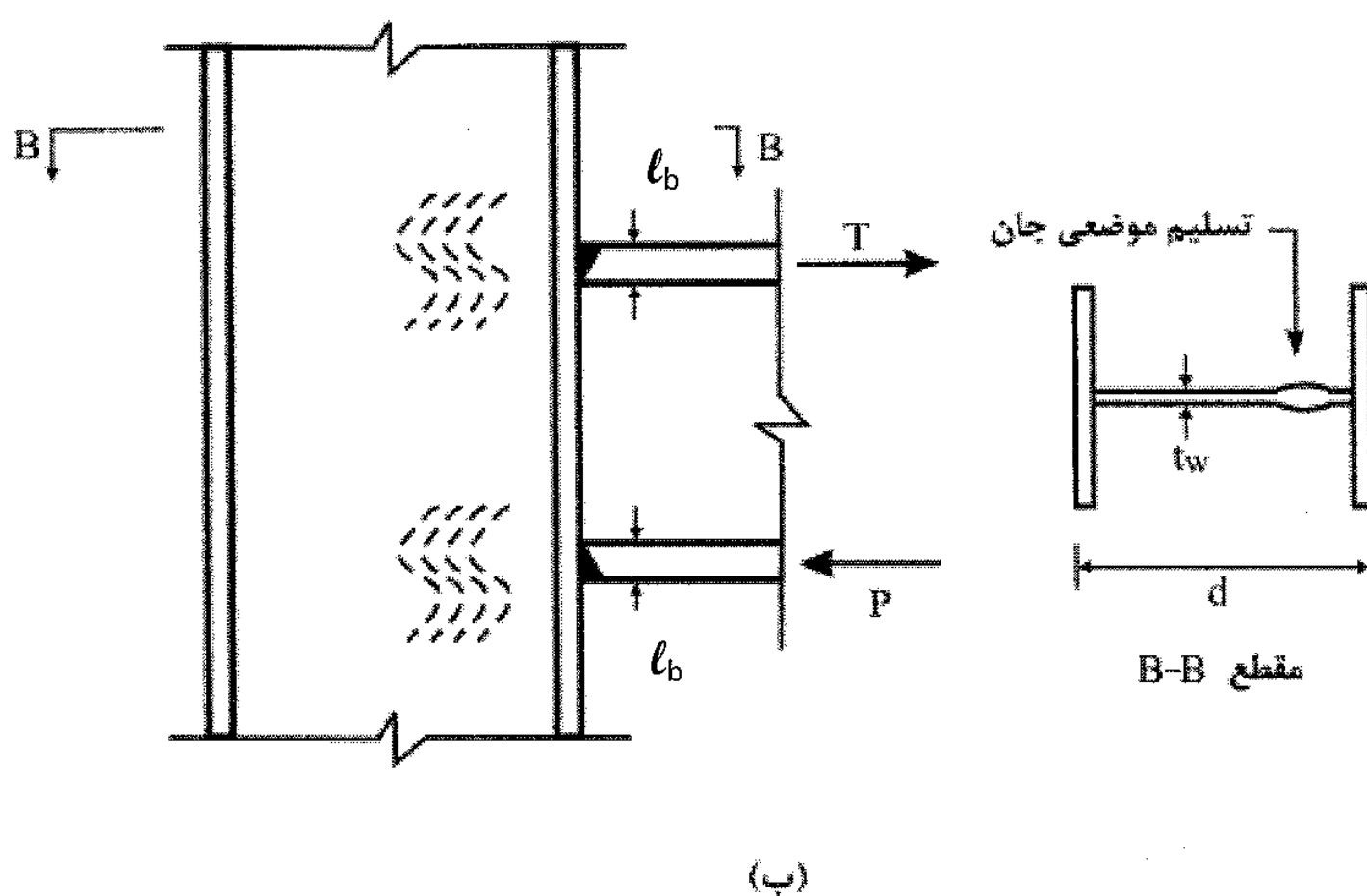
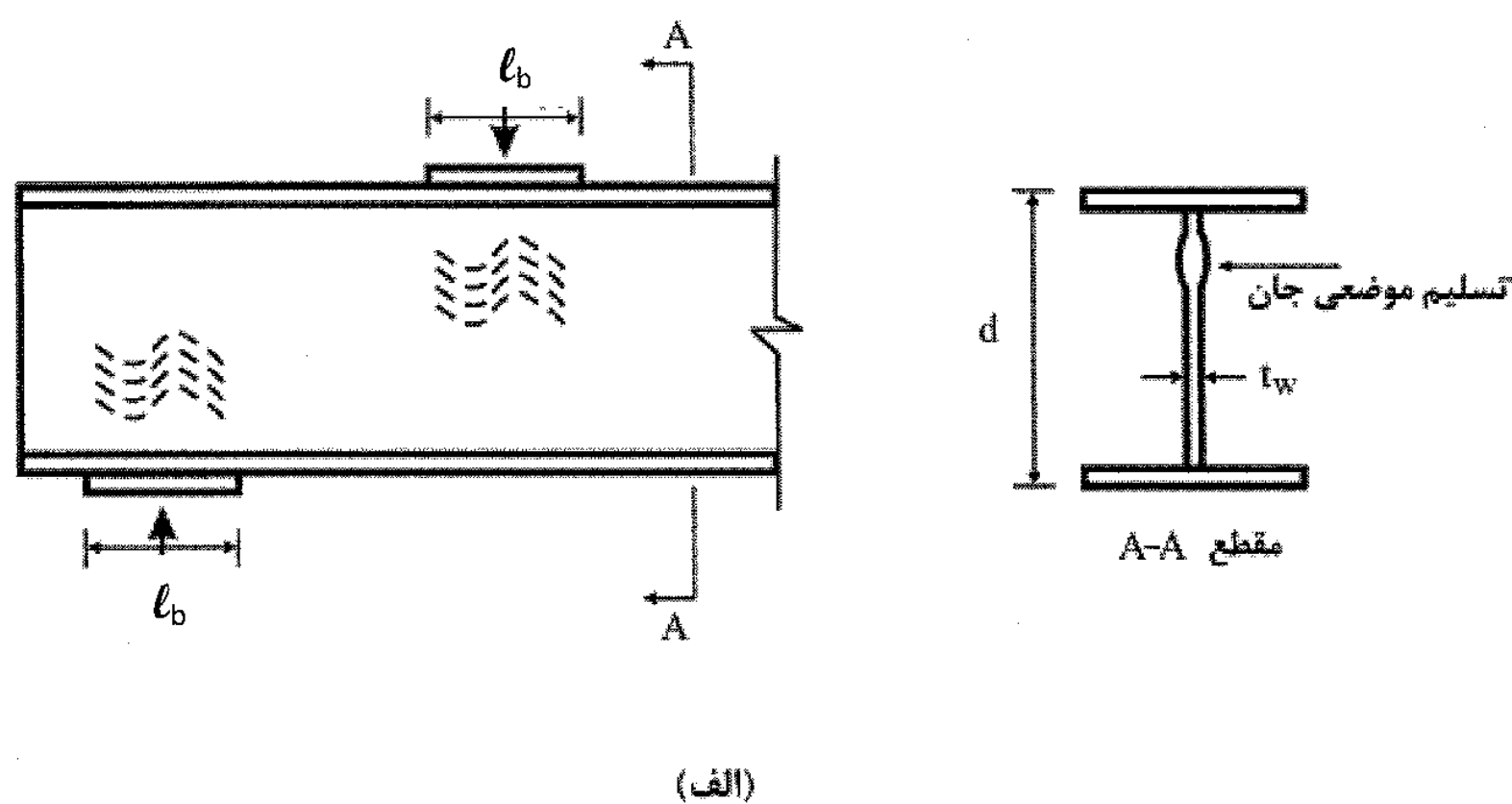
k = فاصله از وجه بیرونی بال تا انتهای دو ماهیچه جان و بال در مقاطع نوردشده و فاصله از وجه

بیرونی بال تا انتهای جوش گوشه اتصال بال و جان در مقاطع ساخته‌شده از ورق.

l_b = طول اتکای بار متمرکز (برای عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی مقدار l_b نباید کمتر از k در

نظرگرفته شود)

تبصره: در صورتی که مقاومت مورد نیاز از مقاومت طراحی بیشتر باشد، تعبیه یک جفت سخت کننده دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت موجود در محل بارهای متمرکز ضروری است. سخت کننده‌های تعبیه شده باید الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷ را تأمین نمایند.



شکل ۱۰-۲-۹-۱۷ تسلیم موضعی جان در مقابل نیروی متمرکز کششی و فشاری

۱۰-۲-۹-۱۰-۳ لهیدگی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری

الزامات این بند برای نیروی فشاری متمرکز تکی و مولفه فشاری زوج نیروی متمرکز کاربرد دارد (شکل ۱۰-۲-۹-۱۰).

مقاومت طراحی لهیدگی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری مساوی ϕR_n می‌باشد که در آن ϕ ضریب کاهش مقاومت مساوی ۰/۷۵ و R_n مقاومت اسمی می‌باشد که بر اساس حالت حدی لهیدگی موضعی جان به شرح زیر تعیین می‌شود.

۱- در حالتی که بار متمرکز، در فاصله‌ای مساوی یا بزرگتر از $d/2$ از انتهای عضو وارد می‌شود:

$$R_n = 0.18 \cdot t_w^2 \left[1 + 3 \left(\frac{l_b}{d} \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1/5} \right] \sqrt{\frac{E F_{yw} t_f}{t_w}} \quad (10-2-9-26)$$

۲- در حالتی که بار متمرکز، در فاصله‌ای کوچکتر از $d/2$ از انتهای عضو وارد می‌شود:

- در صورتی که $l_b/d \leq 0.2$ باشد:

$$R_n = 0.40 \cdot t_w^2 \left[1 + 3 \left(\frac{l_b}{d} \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1/5} \right] \sqrt{\frac{E F_{yw} t_f}{t_w}} \quad (10-2-9-27)$$

- در صورتی که $l_b/d > 0.2$ باشد:

$$R_n = 0.40 \cdot t_w^2 \left[1 + \left(\frac{l_b}{d} - 0.2 \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1/5} \right] \sqrt{\frac{E F_{yw} t_f}{t_w}} \quad (10-2-9-28)$$

در روابط فوق:

d = ارتفاع کلی مقطع

t_w = ضخامت جان

t_f = ضخامت بال تحت بار

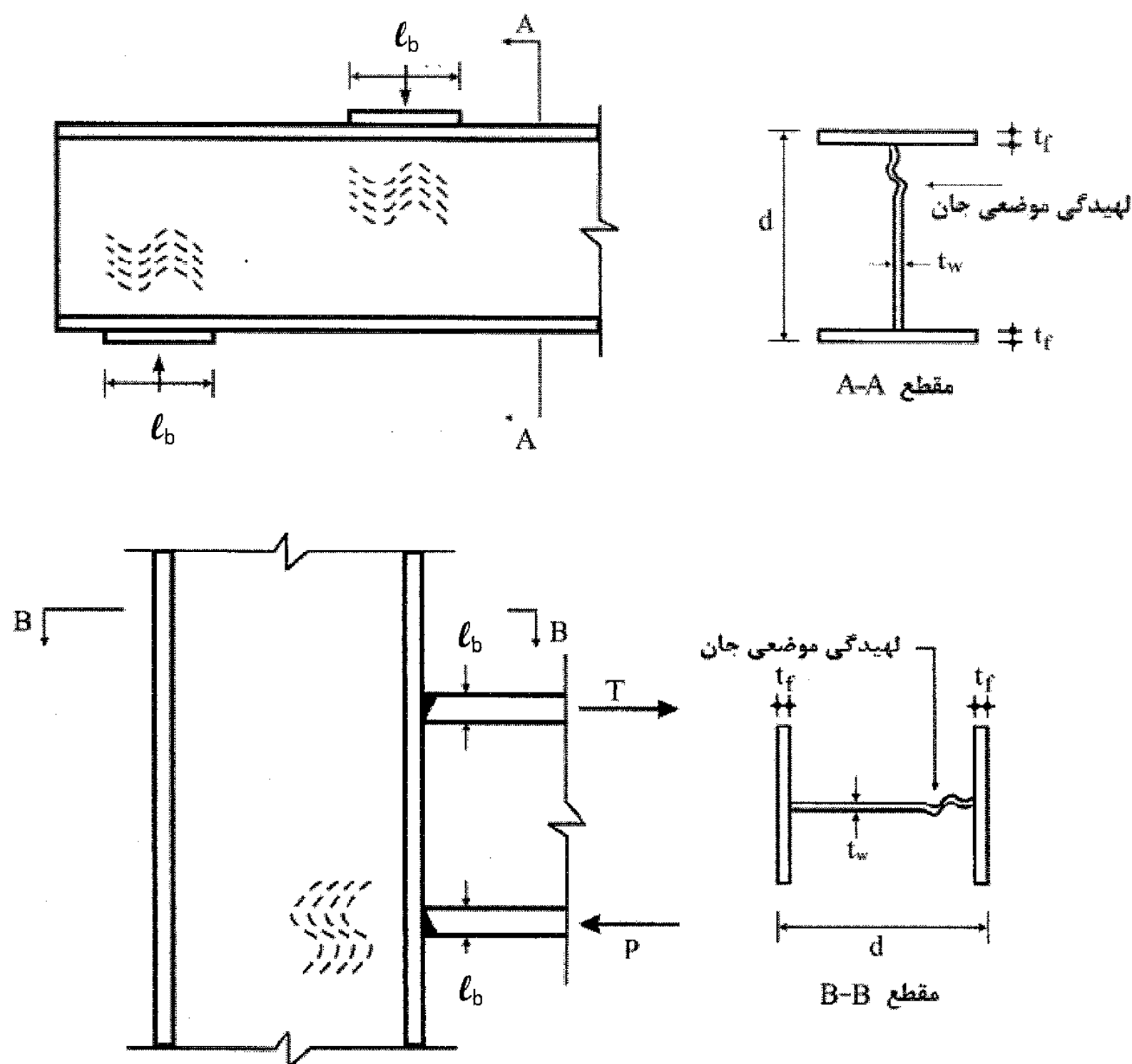
l_b = طول اتکایی بار متمرکز (برای عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی مقدار l_b نباید کمتر از k در نظر

گرفته شود)

F_{yw} = تنش تسلیم فولاد جان

E = مدول الاستیسیته فولاد

تبصره: در صورتی که مقاومت مورد نیاز از مقاومت طراحی بیشتر باشد، تعبیه یک جفت سخت کننده دارای مقاومتی برابر با اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت طراحی در محل بارهای متمرکز ضروری است. سخت کننده‌های تعبیه شده باید الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷ را تأمین نمایند.



شکل ۱۰-۲-۹-۱۸ لهیدگی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری

۱۰-۲-۹-۴-۱۰ کمانش جانبی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری

الزامات این بند مربوط است به حالتی که یک نیروی فشاری متمرکز تکی، به عضوی اعمال می‌شود که از حرکت جانبی بین بال فشاری تحت بار و بال کششی، در محل تأثیر نیروی متمرکز توسط مهار جانبی جلوگیری نشده است (شکل ۱۰-۲-۹-۱۹).