



- نوع محصول: کتاب (نسخه چاپی) + فیلم آموزشی
- پیش نیاز: کتاب آموزش مبحث نهم ACE
- تعداد صفحات: ۱۰۸
- تعداد فصل‌ها: -
- زمان فیلم آموزشی: ۱۲ ساعت
- روش دریافت فیلم آموزشی: دانلودی
- تعداد تست‌های کتاب: به همراه تست‌های تالیفی و به انضمام تست‌های سال ۹۲ تا ۱۴۰۰ نظام مهندسی
- ویرایش: پاییز ۱۴۰۰
- نوع چاپ: چاپ دوم



فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱- مشخصات بتن.....	۱
۲- مشخصات فولاد.....	۲
۳- مشخصات مقاطع.....	۳
۴- ترکیب بارگذاری.....	۴
۵- تحلیل.....	۴
۶- انواع رفتار مقطع.....	۶
۷- جدول ضرایب کاهش مقاومت.....	۷
۸- طراحی خمشی تیرها.....	۸
۹- روش دقیق محاسبه y_t و ممان اینرسی (I) در مرحله ترک خوردگی.....	۹
۱۰- روش دقیق محاسبه y_t و ممان اینرسی (I) در مرحله الاستوپلاستیک.....	۱۰
۱۱- حالت رفتاری مقاومت خمشی نهایی تیر.....	۱۰
۱۲- درصد آرماتورها.....	۱۲
۱۳- طراحی تیرهای T شکل.....	۱۵
۱۴- محدودیت مساحت آرماتورها در تیرها.....	۱۶
۱۵- ضوابط شکل پذیری در طراحی خمشی.....	۱۶
۱۶- ضوابط میلگرها.....	۱۸
۱۷- طراحی برشی تیرها.....	۱۹
۱۸- نکات طراحی برشی تیرها.....	۲۱

- ۱۹- فاصله بین آرماتورهای برشی ۲۲
- ۲۰- طراحی برشی اعضاء بتنی مرکب ۲۳
- ۲۱- طراحی پیچشی تیرها ۲۵
- ۲۲- نکات طراحی پیچشی تیرهای بتن آرمه ۲۶
- ۲۳- اثرات مشترک برش و پیچش ۲۶
- ۲۴- اثرات مشترک خمش و پیچش ۲۷
- ۲۵- ضوابط طراحی لرزه‌ای آرماتورهای عرضی ۲۹
- ۲۶- مهار و وصله آرماتورهای طولی ۳۲
- ۲۷- روش تقریبی محاسبه طول گیرایی میلگرد آجدار و سیم آجدار در کشش ۳۳
- ۲۸- محاسبات مربوط به مهار و وصله آرماتورهای طولی ۳۴
- ۲۹- مهار و وصله میلگردها ۳۷
- ۳۰- وصله پوششی ۳۷
- ۳۱- وصله پوششی آرماتورهای کششی برای میلگردهای با قطر متفاوت ۳۸
- ۳۲- وصله پوششی آرماتور فشاری (l_{sc}) ۳۸
- ۳۳- الزامات بهره برداری ۳۹
- ۳۴- کنترل ترک ۴۱
- ۳۵- ضوابط آرماتور گذاری تیرها ۴۱
- ۳۶- طراحی ستون ها ۴۲
- ۳۷- ستون کوتاه ۴۲
- ۳۸- ستون تحت نیروی محوری ۴۳
- ۳۹- ستون تحت لنگر خمشی خالص ۴۳

- ۴۰- ستون تحت لنگر خمشی و نیروی محوری ۴۳
- ۴۱- منحنی اندرکنش ۴۴
- ۴۲- ستون تحت خمش دو محوره ۴۴
- ۴۳- محدودیت‌های آرماتور طولی در ستون‌های بتن آرمه ۴۵
- ۴۴- ضوابط خم آرماتور طولی ستون‌ها ۴۵
- ۴۵- ضوابط لرزه‌ای آرماتورهای طولی ستون‌ها ۴۶
- ۴۶- طراحی برشی ستون‌ها ۴۷
- ۴۷- ضوابط لرزه‌ای آرماتورهای عرضی ستون‌ها ۴۷
- ۴۸- فاصله مرکز به مرکز دورگیرها در ناحیه غیر بحرانی ستون ۴۹
- ۴۹- حداقل دورگیرها ۵۰
- ۵۰- حداقل دورپیچ‌ها ۵۰
- ۵۱- ستون لاغر ۵۱
- ۵۲- طراحی ستون لاغر ۵۲
- ۵۳- شاخص پایداری ۵۲
- ۵۴- طراحی دال‌ها ۵۴
- ۵۵- دال یکطرفه ۵۴
- ۵۶- کنترل خیز در دال‌های یکطرفه ۵۵
- ۵۷- کنترل ترک در دال‌های یکطرفه و دوطرفه ۵۶
- ۵۸- دال‌های دوطرفه ۵۶
- ۵۹- نوارهای طراحی در دال‌ها ۵۷
- ۶۰- توزیع لنگر در نوارها ۵۸

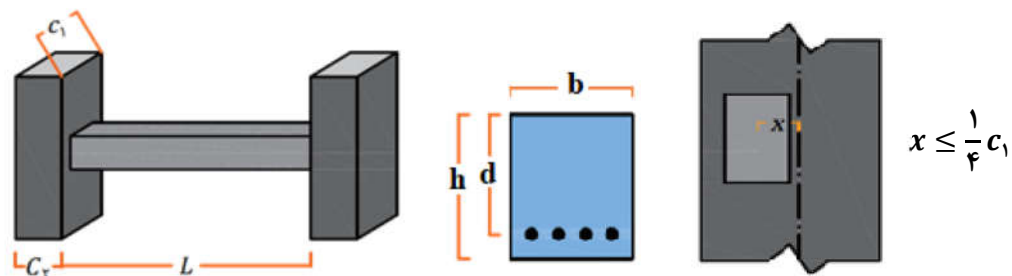
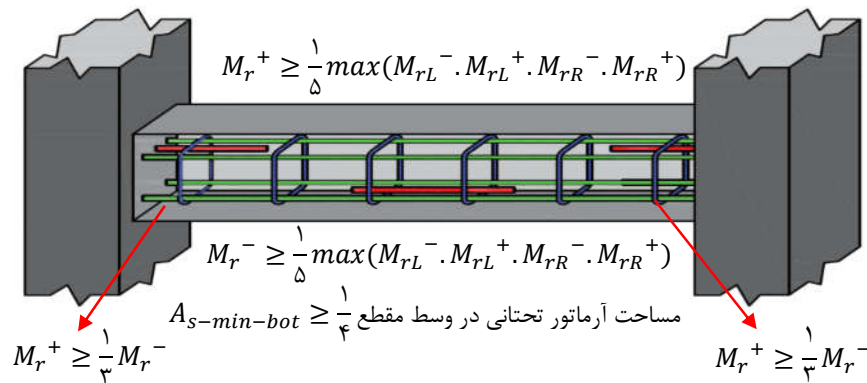
- ۶۱- سهم تیرها، ستون‌ها و دیوارها از لنگر نوار ستونی ۶۱
- ۶۲- طراحی دال‌های دوطرفه به روش قاب معادل ۶۲
- ۶۳- ممان اینرسی تیر و دال در روش قاب معادل ۶۲
- ۶۴- سختی خمشی ستون‌ها در قاب معادل ۶۳
- ۶۵- انتقال لنگر خمشی ضربیدار در اتصال دال به ستون ۶۴
- ۶۶- مقاومت برشی دال‌ها ۶۷
- ۶۷- طراحی دیوارها ۶۹
- ۶۸- محاسبه ضریب طول موثر دیوار (K) ۷۰
- ۶۹- الزامات روش ساده شده طراحی ۷۰
- ۷۰- طراحی خمشی محوری دیوارها با شکل پذیری کم (دیوار باربر) ۷۱
- ۷۱- محاسبه نیروی محوری و لنگر خمشی مقاوم دیوار ۷۱
- ۷۲- روش جایگزین برای تحلیل خارج از صفحه دیوارهای لاغر ۷۲
- ۷۳- لنگر ضربیدار ۷۳
- ۷۴- لنگر مقاوم ۷۴
- ۷۵- تغییر شکل خارج از صفحه (بارهای بهره برداری) ۷۴
- ۷۶- طراحی برای برش داخل صفحه ۷۵
- ۷۷- طراحی برای برش خارج از صفحه ۷۶
- ۷۸- ضوابط عمومی آرماتورگذاری دیوارها ۷۶
- ۷۹- حداقل درصد آرماتورهای طولی برای حالتی که $(V_u \leq 0.5\phi\alpha_c\lambda\sqrt{f_c}A_{cv})$ ۷۷
- ۸۰- حداقل درصد آرماتورهای طولی برای حالتی که $(V_u > 0.5\phi\alpha_c\lambda\sqrt{f_c}A_{cv})$ ۷۸

- ۸۱- حداکثر فاصله آرماتورهای طولی (قائم) ۷۸
- ۸۲- حداکثر فاصله آرماتورهای عرضی ۷۹
- ۸۳- طراحی دیوارها در قاب‌های با شکل پذیری زیاد (ویژه) ۸۰
- ۸۴- طراحی برشی ۸۰
- ۸۵- حداکثر نیروی برشی مقاوم ۸۱
- ۸۶- جزئیات آرماتور گذاری آرماتورهای افقی و قائم برای شکل پذیری زیاد در دیواربرشی ۸۱
- ۸۷- الزامات ۸۲
- ۸۸- مهار آرماتورهای طولی افقی ۸۲
- ۸۹- لزوم پیش بینی اجزای مرزی و ارتفاع لازم برای اجزاء مرزی (شکل پذیری زیاد) ۸۳
- ۹۰- طول لازم اجزای مرزی (شکل پذیری زیاد) ۸۴
- ۹۱- ضوابط آرماتورهای عرضی در المان مرزی ۸۴
- ۹۲- فاصله خاموت‌ها ۸۵
- ۹۳- قطر آرماتور عرضی ۸۶
- ۹۴- مقدار آرماتور عرضی ویژه ۸۶
- ۹۵- جزئیات دور گیرها ۸۶
- ۹۶- تکیه گاه جانبی ۸۷
- ۹۷- طول اضافی آرماتورهای عرض در تکیه گاه ۸۷
- ۹۸- ضوابط دیوارهایی که براساس محاسبات نیار به جزء مرزی ویژه ندارند ۸۸
- ۹۹- تیرهای همبند ۸۹
- ۱۰۰- ضوابط تیرهای دارای آرماتور قطری متقارن ۸۹
- ۱۰۱- دیوار پایه ها ۹۲

- ۱۰۲- شالوده‌ها ۹۳
- ۱۰۳- مقطع بحرانی برش ۹۴
- ۱۰۴- ضوابط کلی شالوده‌های سطحی ۹۵
- ۱۰۵- ضوابط شالوده‌های سطحی منفرد دوطرفه ۹۶
- ۱۰۶- ضوابط کلاف‌های رابط شالوده‌های سطحی در شکل پذیری کم ۹۷
- ۱۰۷- ضوابط کلاف‌های رابط شالوده‌های سطحی در شکل پذیری متوسط و زیاد ۹۸
- ۱۰۸- ضوابط در تمام حالات شکل‌پذیری ۹۸
- ۱۰۹- ضوابط کلی در شکل‌پذیری زیاد و متوسط ۹۹
- ۱۱۰- طراحی سازه‌های شمع‌ها ۹۹
- ۱۱۱- شرط برآورده شدن محصور شدگی شمع‌های درجاریز با غلاف فولادی نازک ۱۰۰
- ۱۱۲- ضوابط شمع‌های درجاریز ۱۰۱
- ۱۱۳- شمع‌های پیش ساخته ۱۰۵
- ۱۱۴- شمع‌های پیش ساخته‌ای که بارساختمان با شکل‌پذیری متوسط و زیاد را تحمل می‌کنند ۱۰۷
- ۱۱۵- حداکثر بار محوری شمع ۱۰۸
- ۱۱۶- مهار شمع‌ها ۱۰۸

۲

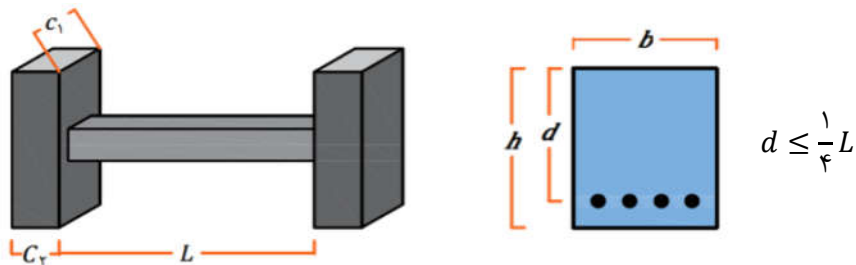
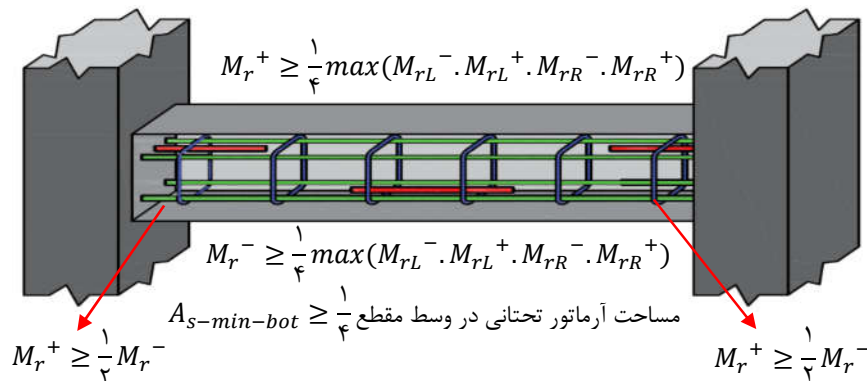
شکل پذیری متوسط



$$b \geq \max \left\{ \frac{1}{5} h, 250 \text{ mm} \right\} \quad d \leq \frac{1}{5} L \quad b \leq \min \left\{ \left(c_1 + \frac{3}{5} h + \frac{3}{5} h \right) \cdot \left(c_1 + \frac{1}{5} c_r + \frac{1}{5} c_r \right) \right\}$$

۳

شکل پذیری زیاد

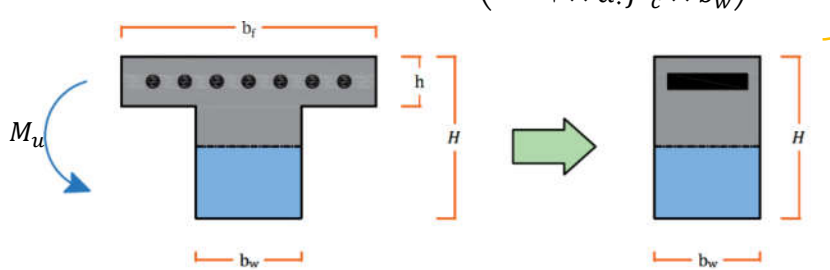


$$b \geq \max \left\{ \frac{3}{5} h, 250 \text{ mm} \right\} \quad b \leq c_1 + \min \{ c_1, \cdot / 75 c_r \}$$

طراحی تیرهای T شکل

۱ تیر T شکل تحت لنگر خمشی منفی

$$f_y \times A_s = \alpha \cdot f'_c \times \beta c \times b_w$$

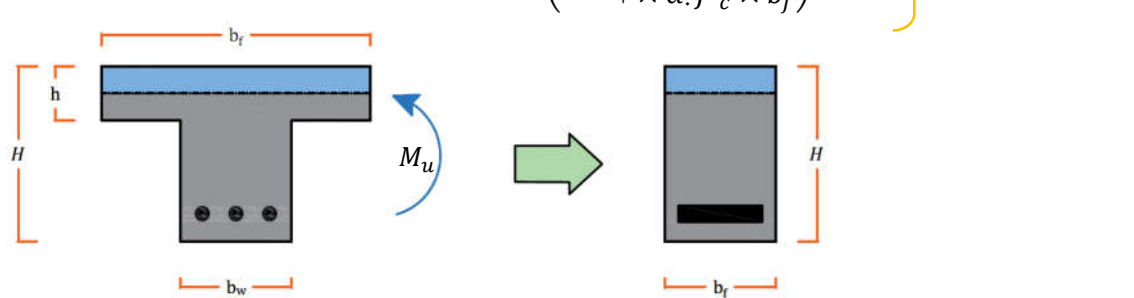
$$\phi M_n = \phi f_y \times A_s \left(d - \frac{f_y \times A_s}{\gamma \times \alpha \cdot f'_c \times b_w} \right) \geq M_u$$


۲ تیر T شکل تحت لنگر خمشی مثبت

$$f_y \times A_s = \alpha \cdot f'_c \times \beta c \times b_f$$

$$\phi M_n = \phi f_y \times A_s \left(d - \frac{f_y \times A_s}{\gamma \times \alpha \cdot f'_c \times b_f} \right) \geq M_u$$

عمق تار فشاری
مقطع کوچکتر از
ضخامت بال تیر باشد

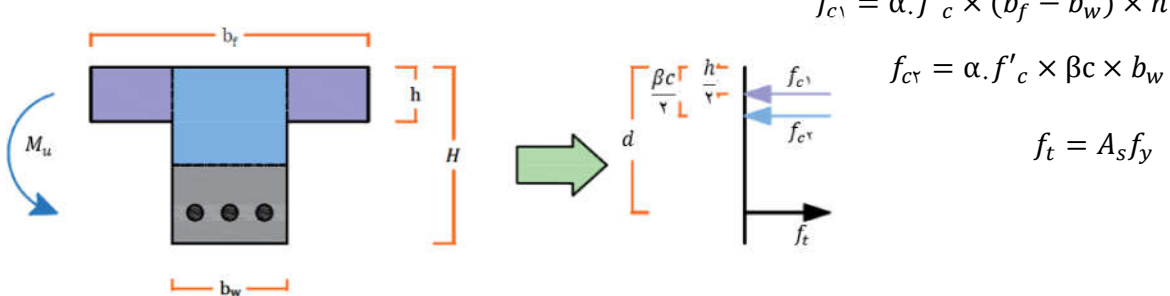


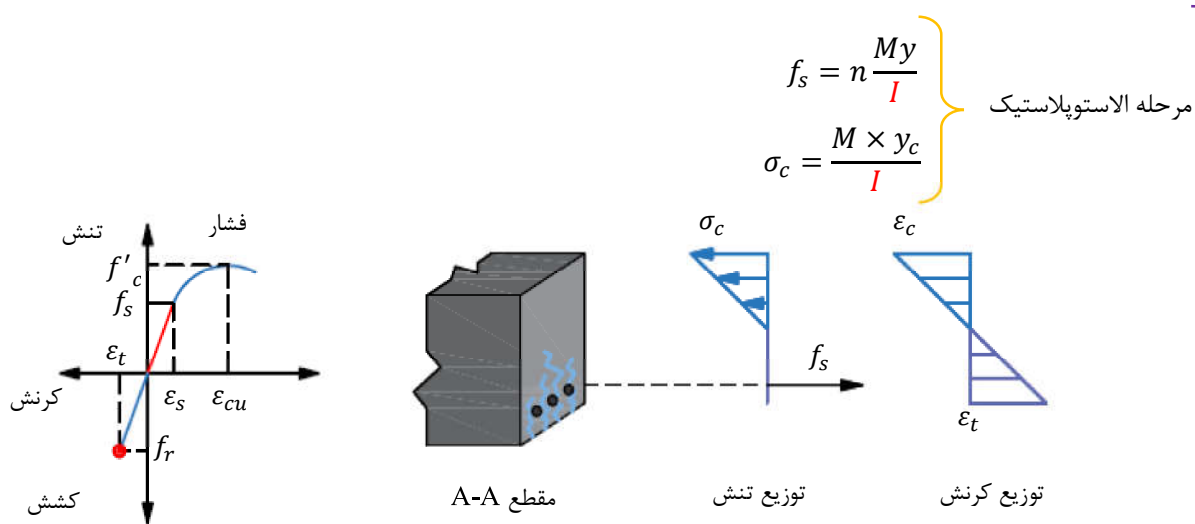
۲-ب عمق تار فشاری مقطع کوچکتر از ضخامت بال تیر باشد

$$\phi M_n = \phi \left(\alpha \cdot f'_c \times (b_f - b_w) \times h \times \left(d - \frac{h}{\gamma} \right) + \alpha \cdot f'_c \times \beta c \times b_w \times \left(d - \frac{\beta c}{\gamma} \right) \right) \geq M_u$$

$$f_{c\gamma} = \alpha \cdot f'_c \times (b_f - b_w) \times h$$

$$f_{c\gamma} = \alpha \cdot f'_c \times \beta c \times b_w$$

$$f_t = A_s f_y$$




روش دقیق محاسبه y_t و ممان اینرسی (I) در مرحله الاستوپلاستیک

$$\sum Q_{NA} = 0$$

$$b \times y_c \times \frac{y_c}{2} = n A_s \times (d - y_c) \Rightarrow y_c = \dots$$

$$I_{cr} = \sum_{i=1}^n I_i + A_i d_i^2 = \frac{b y_c^3}{12} + b y_c \times \frac{y_c^2}{4} + n A_s \times (d - y_c)^2$$

• = ممان استاتیک اول سطح

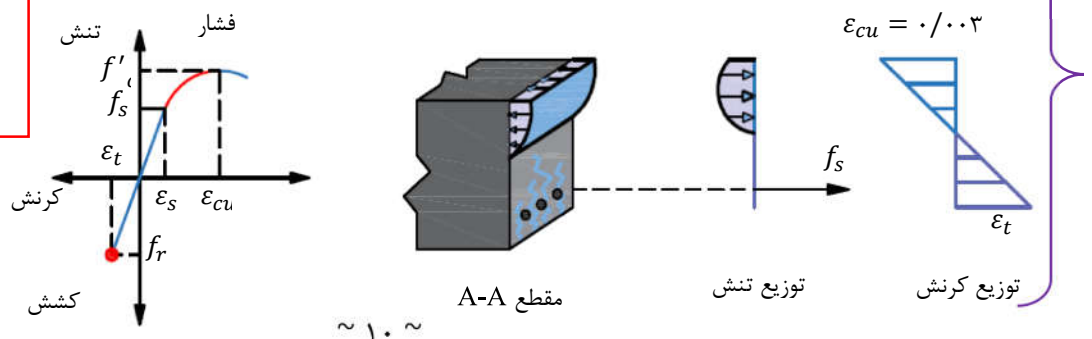
ممان اینرسی ترک خوردگی I_{cr}

حالت رفتاری مقاومت خمشی نهایی تیر

c = عمق تار فشاری
 A_s = مساحت آرماتور کششی
 f_c' = مقاومت مشخصه بتن
 f_s = تنش آرماتورهای کششی
 b = عرض مقطع تیر
 d = عمق موثر مقطع

$$\sum F = 0 \Rightarrow F_t = F_c \Rightarrow A_s f_s = \alpha f_c' \beta c b$$

رابطه تعادل





$$\frac{A_{sh}}{s b_c} \geq \max \left\{ \begin{array}{l} \cdot / 3 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}} \\ \cdot / 9 \frac{f'_c}{f_{yt}} \end{array} \right. : f'_c \leq 70 \text{ Mpa یا } P_0 \leq \cdot / 3 A_g f'_c \quad \leftarrow \text{حداقل دورگیرها}$$

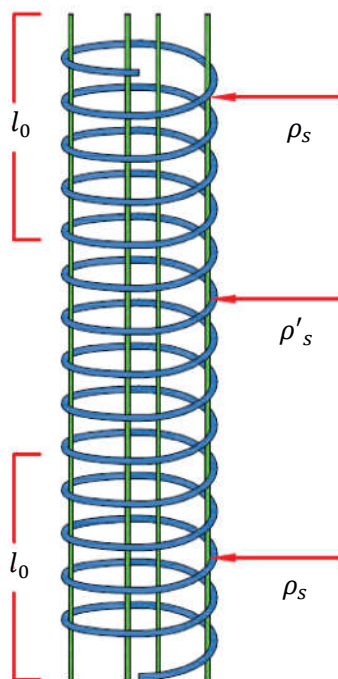
A_{sh} : سطح مقطع کل آرماتور عرضی، شامل سنجاقی‌ها، در فاصله‌ی s از یکدیگر و عمود بر ضلع b_c از مقطع عضو.
 b_c : بعد هسته مرکزی مقطع ستون که رد محاسبه‌ی مساحت A_{sh} به کار می‌رود، این عرض تا بر خارجی آرماتور عرضی اندازه‌گیری می‌شود.

$$\frac{A_{sh}}{s b_c} \geq \max \left\{ \begin{array}{l} \cdot / 3 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}} \\ \cdot / 9 \frac{f'_c}{f_{yt}} \\ \cdot / 2 k_f k_n \frac{P_u}{f_{yt} A_{ch}} \end{array} \right. : f'_c > 70 \text{ Mpa یا } P_0 > \cdot / 3 A_g f'_c$$

$$A_{sh} = 2 \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A_{sh} = 3 \frac{\pi d^2}{4}$$

n_i : تعداد آرماتورها یا گروه آرماتورهای واقع در محیط هسته‌ی ستون با دورگیرهای با خطوط مستقیم است، که از نظر عرضی به قلاب‌های لرزه‌ای و یا گوشه‌ی دورگیرها متکی هستند



$$k_n = \frac{n_i}{n_i - 2} \quad k_f = \frac{f'_c}{175} + \cdot / 6 \geq \cdot / 10$$

$$\rho_s = \frac{\pi d_s^2}{D_c s} \geq \max \left\{ \begin{array}{l} \cdot / 45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}} \\ \cdot / 12 \frac{f'_c}{f_{yt}} \end{array} \right.$$

$$\rho_s = \frac{A_{sh}}{s b_c} \geq \max \left\{ \begin{array}{l} \cdot / 45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}} \\ \cdot / 12 \frac{f'_c}{f_{yt}} \\ \cdot / 35 k_f \frac{P_u}{f_{yt} A_{ch}} \end{array} \right.$$

حداقل دورپیچ

لزوم پیش بینی اجزای مرزی و ارتفاع لازم برای اجزاء مرزی (شکل پذیری زیاد)

(۱)

اگر این شرایط
برقرار باشد

الف

در طراحی دیوار فقط از یک مقطع بحرانی برای خمش و بار محوری استفاده شده باشد.

ب

دیوار از روی شالوده تا بالا پیوسته باشد

ج

$$\frac{h_{wcs}}{L_w} \geq 2$$

چ

$$C \geq \frac{L_w}{900 \frac{\delta_u}{h_{wcs}}}, \quad \frac{\delta_u}{h_{wcs}} \geq 0.005$$

نواحی فشاری باید با
اجزای مرزی تقویت شود

ارتفاع جزء مرزی $\rightarrow \max \left(\frac{M_u}{4V_u} \right)$

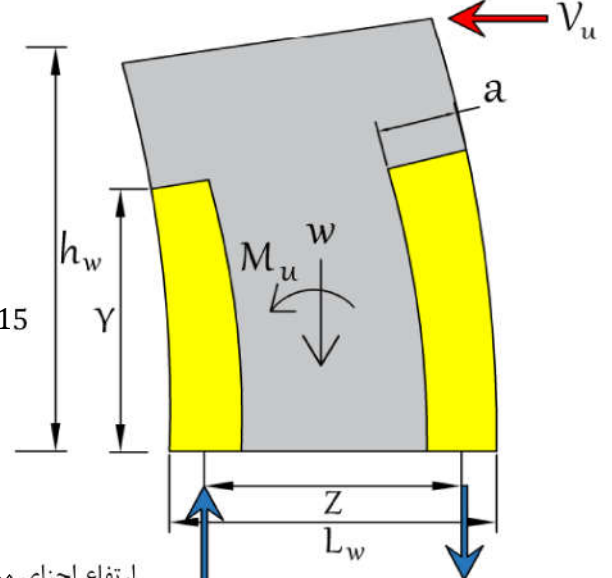
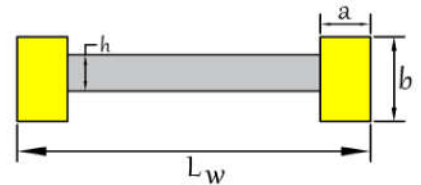
الزامات

$$b \geq 4\sqrt{cL_w}$$

یا

$$\frac{\delta_c}{h_{wcs}} \geq 1.5 \frac{\delta_u}{h_{wcs}}$$

$$\frac{\delta_c}{h_{wcs}} = \frac{1}{100} \left[4 - 1 \frac{1}{5} \left(\frac{L_w}{b} \right) \left(\frac{c}{b} \right) - \frac{V_e}{0.66\sqrt{f_c}A_{cv}} \right] \geq 0.015$$



$(\sigma_u)_{max} \geq 0.2f_c$ $\rightarrow$ جز مرزی باید پیش بینی شود

ارتفاع اجزای مرزی از پایین دیوار تا ارتفاعی از دیوار که در آن
تنش فشاری به $0.15f_c$ می‌رسد ادامه داده شود و ارتفاع از حل
معادله زیر بدست می‌آید:

ارتفاع جزء مرزی

$$\frac{P_u}{A} + \frac{[M_u + V_u(h_w - y)] \times \frac{L_w}{2}}{I} = 0.15f_c$$

$$(\sigma_u)_{max} = \frac{P_u}{A} + \frac{M_u \frac{L_w}{2}}{I}$$