

## سازه های بنایی

### - فصول :

- ۱- مقدمه و کلیات
- ۲- روابط طراحی ساختمان های بنایی کلاف دار
- ۳- روابط طراحی ساختمان های بنایی مسلح
- ۴- مقاوم سازی سازه های بنایی موجود

### - منابع :

- ۱- آیین نامه 2800 فصل هفتم ویرایش چهارم
- ۲- مبحث هشتم مقررات ملی (ساختمان های با مصالح بنایی - ویرایش ۹۸)

### مقدمه و کلیات :

انواع اسناد و مدارک :

- ۱- مقررات ملی ساختمان ← رعایت آن برای تمام پروژه ها و در تمام کشور الزامی است.
  - ۲- آیین نامه ها و نشریات سازمان برنامه و بودجه ← رعایت آن برای پروژه های عمرانی الزامی است. پروژه عمرانی - پروژه ای که با بودجه مصوب دولتی ساخته شود.
  - ۳- استاندارد های ملی ایران
- استاندارد ← اجباری ← رعایت آن الزامی است
- ← تشویقی ← اجبار به رعایت نیست اما در صورت رعایت سازمان استاندارد به آن تاییدیه میدهد
- استاندارد ساختمان ← مواد و مصالح
- ← روش های آزمونی و تجربه
- ← روش های محاسبه و اجرای استاندارد (۵۱۹ - ۲۸۰۰)
- ۴- سایر اسناد

## masonry structure

## تعریف کلی از ساختمان های بنایی:

ساختمانی که اعضا و قطعات سازه ای آن (باربر افقی یا قائم) متشکل از یک سری قطعه و چسب می باشند.

Unit	}	آجر رسی	}	mortar	}	ملات
قطعات		آجر آهکی		چسب		

بلوک

سنگ

خشت

Reinforced masonry structure = RM

Unreinforced masonry structure = URM

ساختمان های بنایی ← مسلح

← غیر مسلح

ساختمان ها از نظر طراحی به دو دسته تقسیم می شوند :

Engineered

۱- ساختمان های محاسباتی (مهندسی) → بنایی مسلح

non - Engineered

۲- ساختمان های تجویزی (غیر مهندسی) → بنایی غیرمسلح

### مراحل طراحی کلی ساختمان :

۱- مطالعات اولیه و امکان سنجی (مطالعات فاز صفر)

۲- مطالعات مکانیک خاک و ژئوتکنیک منطقه

۳- طراحی معماری سازه و تاسیسات به صورت همزمان و رفت و برگشتی

۴- تعیین سیستم سازه ای (نوع سازه : بتن - فولاد - بنایی) با توجه به آیتم های تاثیرگذار مانند :

(۱) سرعت اجرا

(۲) ملاحظات معماری

(۳) مسائل اقلیمی

(۴) مسائل مالی

(۵) مسائل حریق

### ساختمان های بنایی غیر مسلح

۱- با کلاف (شناژ دار)

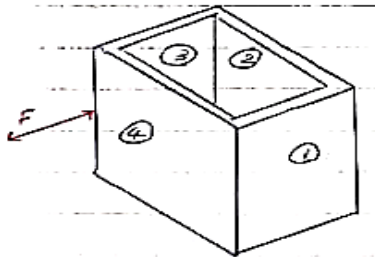
۲- بدون کلاف

کلاف برای ایجاد یکپارچگی در سازه در برابر بارهای جانبی است

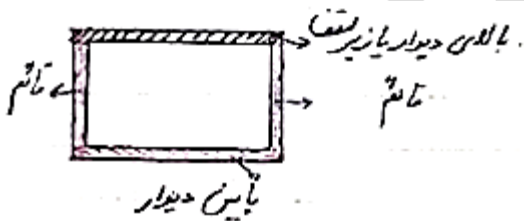
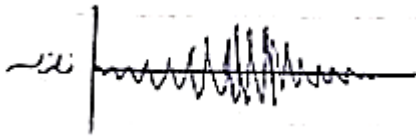
الف) در حالت الف دیوار ۲ بدترین وضعیت را دارد ( $+F$ )

ب)  $\pm F$  و ۲ و ۴

ج)  $\pm F$  و در دو جهت  $\leftarrow$  هر چهار دیوار می ریزد



سازه با کلاف و بی کلاف در برابر بار ثقلی فرقی ندارند و کلاف در هنگام وقوع زلزله نقش ایفا می کند.



### انواع کلاف

۱- کلاف افقی بالای دیوار

۲- کلاف های قائم

۳- کلاف افقی پایین دیوار

## انواع اعضای سازه ای :

۱- اعضای سازه ای یک بعدی (یک بعد در مقایسه با دو بعد دیگر قابل توجه است)

۲- اعضای سازه ای دو بعدی

۳- اعضای سازه ای سه بعدی

### اعضای سازه ای یک بعدی

۱- خمشی ← تیر (beam) ← بار در راستای عمود بر محور است و وظیفه اصلی آن تحمل لنگر خمشی است و برش هم تحمل می کند. Girder شاه تیر (تیر اصلی) - joist (تیرچه)

تیر عمیق با تیر تیغه (deep beam) وظیفه اصلی تحمل برش

۲- محوری ← میله (bar)

محوری ← کشش ← کش tie ← معمولاً در خرپا رخ می دهد

← فشاری ← بست strut

(خرپا با اتصالات صلب و مستطیلی ← ویرندل)

← قائم ستون column ستون

هم نیرو محوری تحمل می کند و هم لنگر خمشی ← تیر - ستون beam - column

تیر در قاب خمشی تیر-ستونی است که بیشتر تیر است.

### ۲- اعضای دو بعدی :

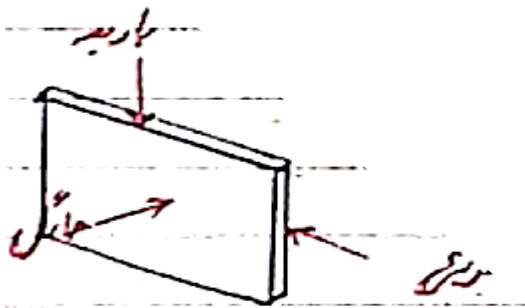
۱- مسطح : (صفحه) ← Plate ← قائم ← دیوار wall

← افقی ← سقف یا کف floor

۲- خمیده : (پوسته) ← shell ← گسترش پذیر developable مخروط - استوانه

← گسترش ناپذیر undevelopable کره

## انواع دیوار :



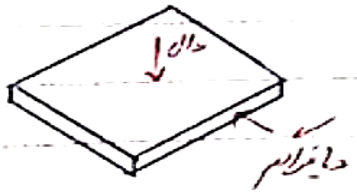
۱- باربر bearing wall بار ثقیلی و مماس بر سطح

۲- برشی shear wall بار افقی و مماس بر سطح

۳- حائل retaining wall بار افقی و عمود بر سطح

دیوار دور زیرزمین در سازه بنایی هر سه می شود.

## انواع کف :



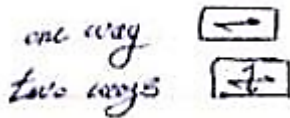
۱- دال slab بار ثقیلی و عمود بر سطح

۲- دیافراگم diaphragm بار افقی و مماس بر سطح

## انواع دال : slab

۱- یک طرفه: طاق ضربی، تیرچه بلوک، عرشه فولادی، کامپوزیت

۲- دو طرفه: دال بتنی، وافل، کوبیاس، بابل دک و ...



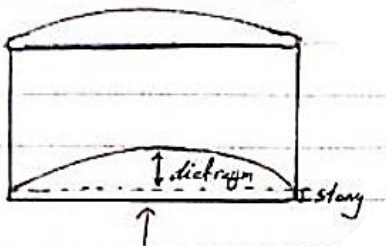
## انواع دیافراگم :

۱- صلب rigid  $\frac{\Delta_{dia}}{\Delta_{story}} < 0.5$

۲- نیمه صلب semi rigid  $0.5 < \sim < 2$

۳- انعطاف پذیر flexible  $\sim > 2$

$$\frac{\Delta_{diaphragm}}{\Delta_{stay}} = \frac{\Delta \text{نسبت به هم}}{\Delta \text{کلی}}$$



دیافراگم صلب  $\leftarrow$  تقسیم بار بین اعضای باربر جانبی به نسبت سختی  $\frac{EI}{L}$

دیافراگم انعطاف پذیر  $\leftarrow$  تقسیم بار بین اعضای باربر جانبی نسبت سطح بارگیر

## تعریف مدل :

آنچه جهت تسهیل در محاسبات فرض می شود.

مدل سازه ای 

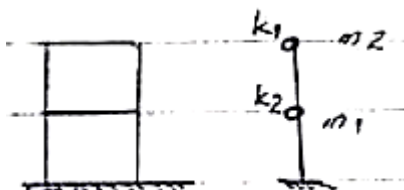
مدل بارگذاری 

$$E = 2G(1 + \nu)$$

مدل رفتاری

مدل تازمانی معتبر است که دقت آن نسبت به واقعیت از حدود آیین نامه کمتر نشود.

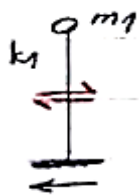
انواع سازه هایی که در برابر زلزله راحت تر محاسبه می شوند؟



۱- سازه با جرم متمرکز در ارتفاع

۲- سازه با جرم ثابت (یا تغییرات تدریجی جرم)

مانند سیلو، دودکش



واقعی تر

زلزله جابجایی شتابدار زمین است .

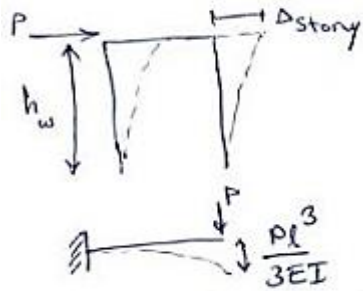
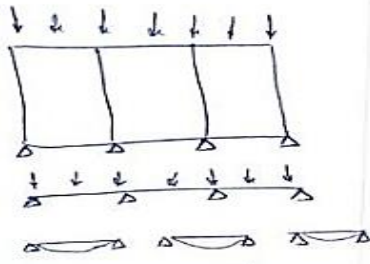
آنچه برای ما در زلزله اهمیت دارد برش طبقه است. دینامیکی  $F \neq 0$  مجموع

مدل



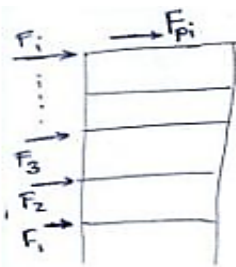
تحلیل استاتیکی  $F = 0$  مجموع

$$\Delta_{diaph} \begin{cases} \text{خمشی} & \Delta_f = \frac{5ql^4}{384EI} \\ \text{برشی} & \Delta_s = 1.5ql^2/8AG \end{cases}$$



$$\Delta_{story} \begin{cases} \delta_f = \frac{Phw^3}{3EI} \\ \delta_s = 1.2Phw/AG \end{cases}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 0.4E \quad (\nu = 0.15 \sim 0.2G)$$



محاسبه نیروی دیافراگم طبقه

$$F_{pi} = \frac{\sum_{j=1}^n F_j}{\sum_{j=i}^n W_j} W_i$$

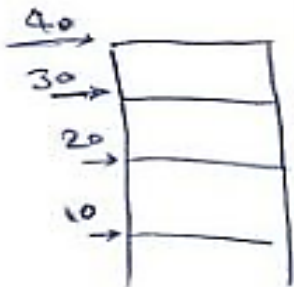
مثال

$$F_{p4} = 40$$

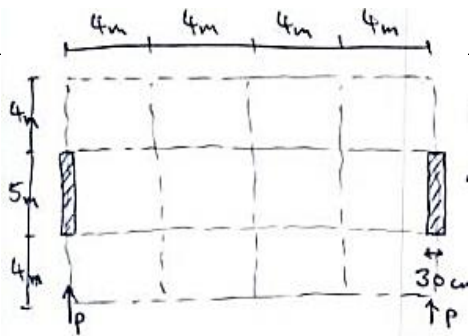
$$F_{p3} = \frac{40 + 30}{2} = 35$$

$$F_{p2} = \frac{40 + 30 + 20}{3} = 30$$

$$F_{p1} = \frac{40 + 30 + 20 + 10}{4} = 25$$



مثال :



20 C رده بتن

$$q_L = 200 \text{ kg/m}^2$$

$t_s = 15 \text{ cm}$  ضخامت سقف

$$q_D = 650 \text{ kg/m}^2$$

$h_w = 4.5 \text{ m}$  ارتفاع دیوار

20% = سهم بار زنده

C = 0/12

یک طبقه

بررسی صلبیت سقف

$$E_c = (4700 \sqrt{f'_c}) = 23085 \text{ MPa}$$

20

$$q = q_D + 0.2q_L = 690 \text{ kg/m}^2$$

$$w = q \times 16 \times 13 = 143520 \text{ kg} \quad V = C.W = 17222 \text{ kg}$$

$$P = \frac{V}{2} = \frac{17222}{2} \approx 8611 \text{ kg} = 8.611 \times 10^4 \text{ N} \quad \text{سهم هر دیوار}$$

$$\Delta_{story} \begin{cases} \delta_f = \frac{Ph_w^3}{3EI} = \frac{8.611 \times 10^4 \times 4500^3}{3 \times 23085 \times \frac{300 \times 5000^3}{12}} = 0.036 \text{ mm} \\ \delta_s = \frac{1.2Ph_w}{AG} = \frac{1.2 \times 8.611 \times 10^4 \times 4500}{300 \times 500 \times 0.4 \times 23085} = 0.034 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\Delta_{story} = 0.036 + 0.034 = 0.07 \text{ mm}$$

$$q = \frac{v}{l} = \frac{17222 \times 10}{16000} = 10.76 \text{ N/mm}$$

$$\Delta_{diaph} \begin{cases} \Delta_f = \frac{5ql^4}{384EI} = \frac{5 \times 10.76 \times 16000^4}{384 \times 23085 \times \frac{150 \times 13000^3}{12}} = 0.014 \text{ mm} \Rightarrow \Delta_{diaph} = 0.014 + 0.024 = 0.043 \text{ mm} \\ \Delta_s = 1.5ql^2 / 8AG = 1.5 \times 10.76 \times 16000^2 / 8 \times 150 \times 13000 \times 0.4 \times 23085 = 0.024 \text{ mm} \end{cases}$$

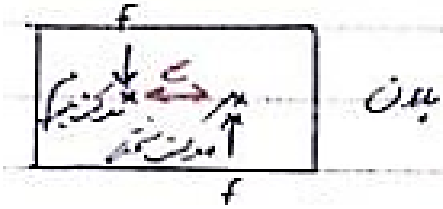
$$\frac{\Delta_{diaph}}{\Delta_{story}} = \frac{0.043}{0.07} = 0.61 \quad 0.5 < 0.61 < 2 \Rightarrow \text{نیمه صلب}$$

## تعاریف

مقاومت : توان یا ظرفیت باربری strength

سختی : ایستادگی در برابر تغییر شکل stiffness

مرکز جرم : نقطه اثر بر آینده نیروهای وارد شده بر تراز طبقه

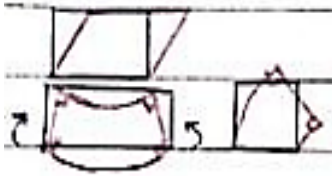


مرکز سختی : نقطه اثر بر آینده نیروهای ایجاد شده در سیستم مقاوم جانبی طبقه مورد نظر

برای اینکه پیچش ایجاد نشود سعی می کنیم مرکز جرم و مرکز سختی منطبق شوند.  $T = F * e$  پیچش

بنابر این سعی می کنیم تفارن سازه را حفظ کنیم.

### انواع تغییر شکل :



۱- تغییر شکل برشی ← برش خالص ← تغییر زاویه بدون تغییر طول

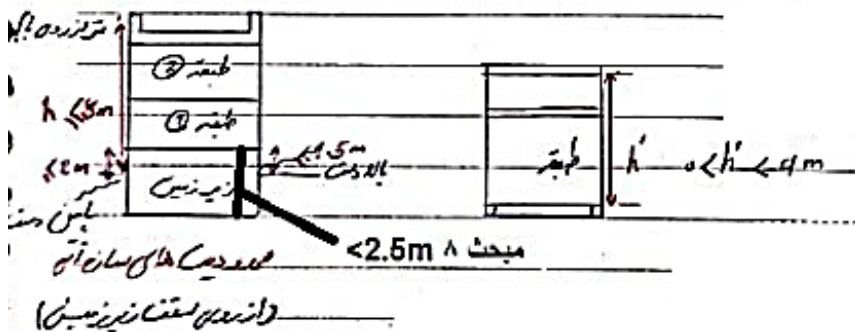
۲- تغییر شکل خمشی ← خمش خالص ← تغییر طول بدون تغییر زاویه

معمولا تلفیق آنها را داریم نه خالص

مثال مورد اول: قاب خمشی مثال مورد دوم: دیوار برشی

آیین نامه 2800 صفحه 87

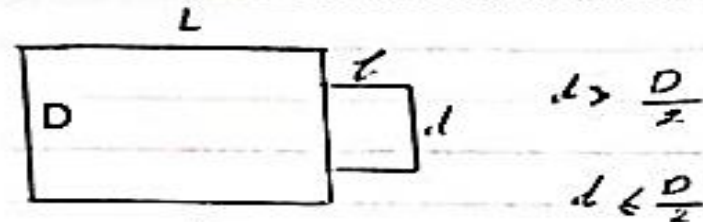
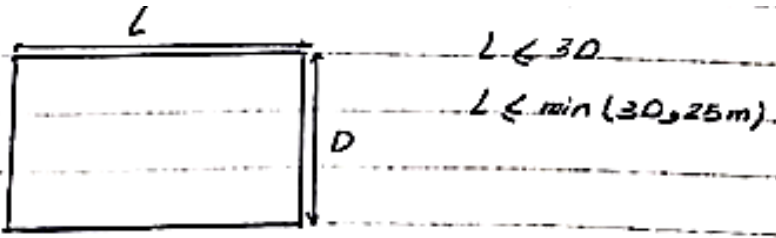
صفحه ۸۸ (ارتفاع و طبقات مجاز)



$4 < h' < 6m$  کلاف میانی (کمر کش) هم الزامی است.

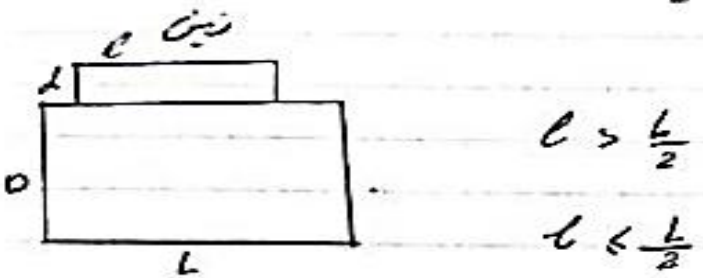
حداکثر ارتفاع طبقه تا زیر سقف 6m می باشد

فاصله کلاف های افقی از ۴ متر نباید بیشتر شود.



⇒ محدودیت ندارد l

⇒  $l \leq \min\left(\frac{L}{5}, d\right)$



⇒ محدودیتی ندارد d

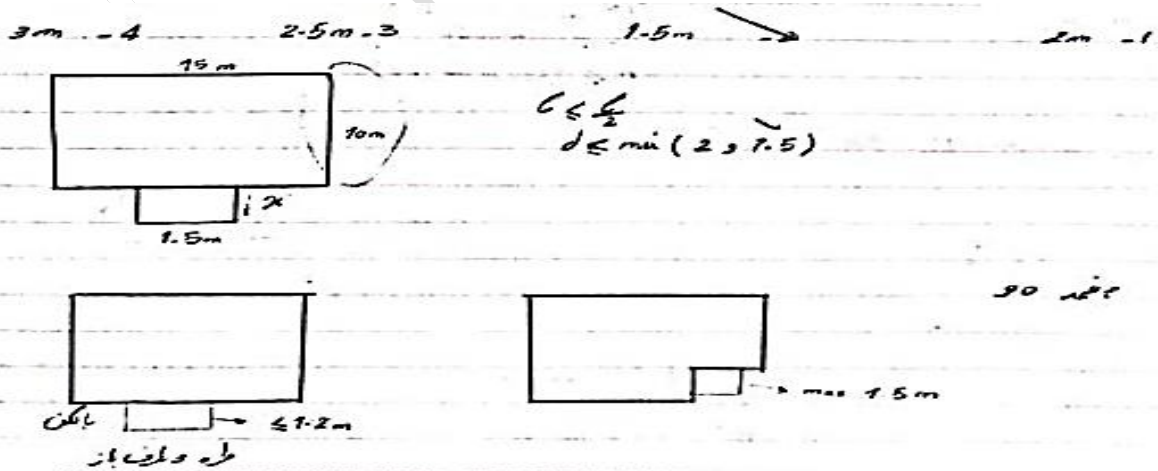
⇒  $d \leq \min\left(\frac{D}{5}, L\right)$



صفحه ۸۹ درز انقطاع :

شامل فونداسیون نمی شود

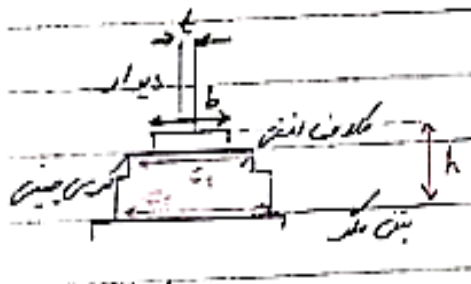
مثال : پلان یک ساختمان بنایی محصور شد، با کلاف مطابق شکل است. حداکثر طول قسمت پیشامدگی پلان چقدر باشد :



طره دو طرف باز



## شالوده :



۱- دیوار + کلاف افقی + کرسی چینی

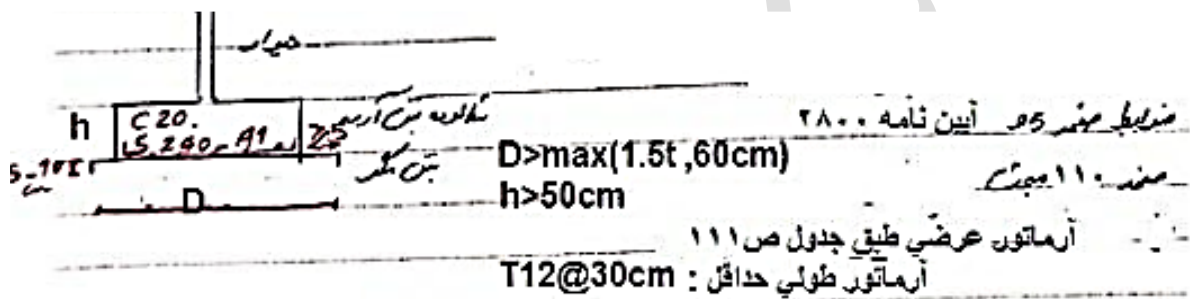
ضوابط پایین صفحه ۹۲

$$C_1 \geq \overbrace{b} + 10cm$$

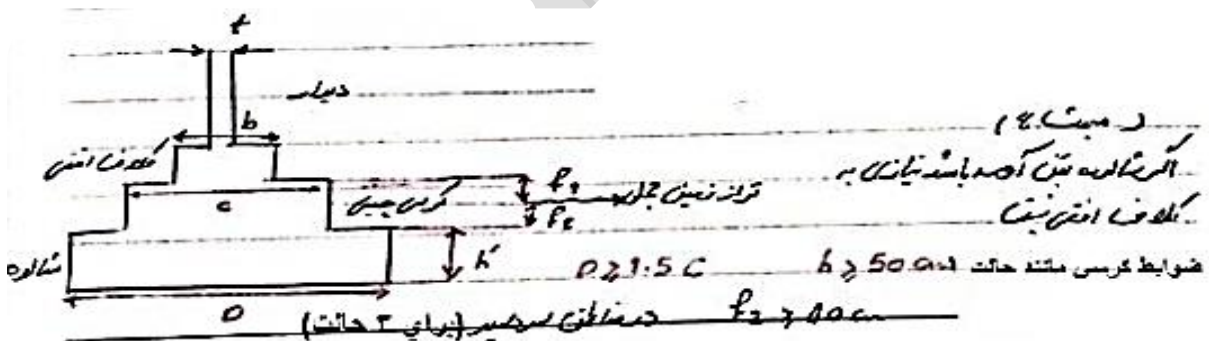
نصف ارتفاع کرسی طبق 2800 و مقادیر جدول  $C_2 \geq$

$h \geq$  طبق 2800 - مقادیر جدول

۲- دیوار + شالوده بتن آرمه



۳- دیوار + کلاف افقی + کرسی چینی + شالوده

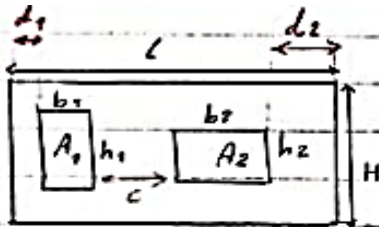


**مثال:** در منطقه ای در شهر سنندج که مقاومت مجاز خاک آن  $95 \frac{KN}{m^2}$  می باشد قرار است یک ساختمان بنای 2 طبقه ساخته شود اگر بخواهیم برای این ساختمان از کلاف های افقی به ابعاد  $350 \times 350$  میلیمتر به عنوان شالوده استفاده کنیم حداقل ارتفاع و عرض شالوده برای این ساختمان به ترتیب چند سانتی متر هستند.

الف - ۷۰ و ۱۰۰      ب - ۱۰۵ و ۱۲۰      ج - ۵۵ و ۸۰      د - ۶۵ و ۱۰۰

در کرسی چینی قیر گونی نباید باشد و ۲۰ میلیمتر ملات باید اجرا شود.

**بازشوها**



نمای دیوار سازه‌ای

از شرط: الف)  $A_1 + A_2 \leq \frac{1}{3} HL$

ب)  $b_1 + b_2 \leq \frac{L}{2}$

یا جدول نامتوازن لوزین  
ب)  $d_1 \geq \max(\frac{L}{3} h_1, 75 \text{ cm})$

$d_2 \geq \max(\frac{L}{3} h_2, 75 \text{ cm})$

ج)  $C \geq \max\left[\left[\frac{2}{3} \min(h_1, h_2)\right], \left[\frac{L}{3} (b_1 + b_2)\right]\right]$

و گرنه باز شو به ابعاد  $C \left(\frac{1.1 \times 1.2}{2}\right)$  هم به باز شوها اضافه می شود و نعل درگاه به طول

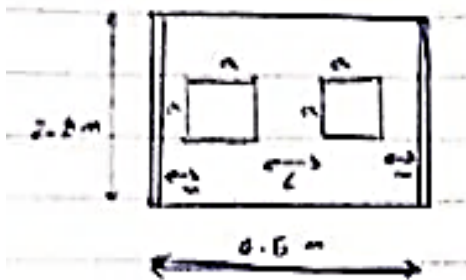
$b_1 + C + b_2 + 2 \times 20$  سانتی متر نیاز است.

ج)  $mx(b_1, h_1) \leq 2.5 \text{ m}$

$mx(b_2, h_2) \leq 2.5 \text{ m}$

(مبحث ۸ به جای ۲.۵ متر ۲ متر اعلام کرده)

مثال: در دیوار باربر نشان داده شده در شکل که در یک ساختمان بنایی محصور شده با کلاف و بین دو کلاف قائمی باشد کدام یک درباره ابعاد و موقعیت باز شوها بر حسب متر مجاز می باشد.



$x = 0/5 \quad L = 1/1 \quad a = 1/2$

$x = 0/75 \quad L = 1 \quad a = 1 \checkmark$

$x = 0/8 \quad L = 0/9 \quad a = 1/1$

$x = 0/95 \quad L = 0/6 \quad a = 1$

$$2a^2 \leq 4.5 \times 2.8/3 = 4.2$$

$$a^2 \leq 2.1$$

$$a \leq \underline{1.45 \text{ m}} \checkmark$$

$$\underbrace{2a < 4.5/2, 2a < 2.25 \checkmark}_{\text{الف}} \quad a \leq 1.125 \quad \times$$

$$x \geq \max\left(\frac{2}{3}a, 0.75\right)$$

$$L \geq \max\left[\left(\frac{2}{3}a, \frac{1}{3}a\right)\right] \quad L \geq \frac{2}{3}a \checkmark \quad \times \text{د}$$

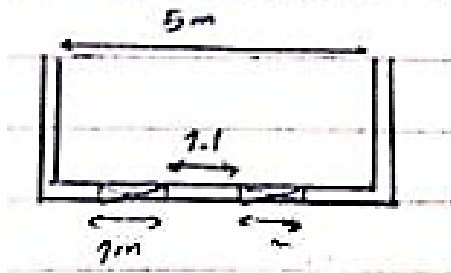
$$2x + 2a + L = 4.5$$

$$1 + 2.4 + 1.1 = 4.5 \checkmark$$

$$1.5 + 2 + 1 = 4.5 \checkmark$$

$$0.8 \times 2 + 2.2 + 0.9 = 4.7 \quad \times \text{ج}$$

**مثال:** در دیوار بار بر آجری مطابق شکل زیر حداکثر طول پنجره سمت راست چقدر می تواند باشد، ارتفاع پنجره ها 1/5 m و ارتفاع طبقه 3m است .



$$1.5 \times 1 + 1.5x \leq \frac{1}{3} \times 3 \times 5 = 5 \quad x \leq 2.3m$$

$$1 + x \leq 2.5 \Rightarrow x \leq 1.5m$$

$$\frac{5 - 1.1 - 1 - x}{2} \geq \max\left(\frac{2}{3} \times 1.5, 0.75\right) = 1$$

$$2.9 - x \geq 2 \Rightarrow x \leq 0.9 \checkmark$$

$$1.1 \geq \max\left[1, \frac{1}{6}(1+x)\right] \quad x \leq 5.6$$

**مثال:** در دیواری به طول 4m و ارتفاع 3.6m دو عدد باز شو هر یک به طول 2m و ارتفاع 1.8m

و به فاصله 1.2m از یکدیگر در وسط دیوار تعبیه گردیده است. آیا این دیوار همچنان به عنوان دیوار سازه ای قابل حساب خواهد بود؟

$$1.2 + 2 \times 1 + 2d = 4 \Rightarrow d = 0.4m$$

$$2 \times 1.8 = 3.6 \leq \frac{1}{3} \times 3.6 \times 4 \checkmark$$

$$2 \leq \frac{4}{2} m \checkmark$$

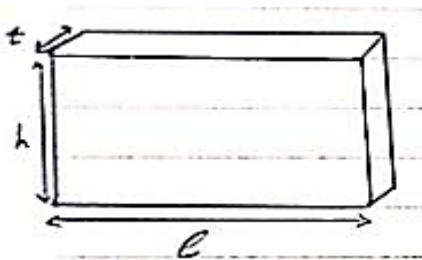
$$0.4 \geq \max(1.2, 0.75) \times$$

دیوار سازه ای نیست

**دیوارها:**

تعیین کننده 5m است.

$$L \leq \min(30t, 5m) \checkmark$$

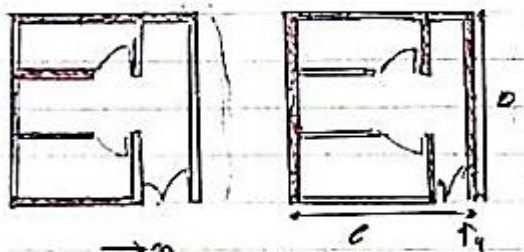
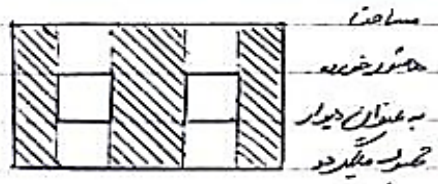


سه کلاف بالا، کمرکش، پایین الزامی  $4 \leq h \leq 6m \Rightarrow$

دو کلاف بالا و پایین الزامی  $0 \leq h < 4m \Rightarrow$

ممنوع  $h > 6m \Rightarrow$

$$\frac{t}{h} \geq \frac{1}{15}$$



مساحت بتن در ضلع =  $l \times D$  (مساحت زیرین) =  $l \times D$   
 دیوار سازه ای  $\rightarrow$

دیوارهای زیر زمین :  $t \geq 350mm$

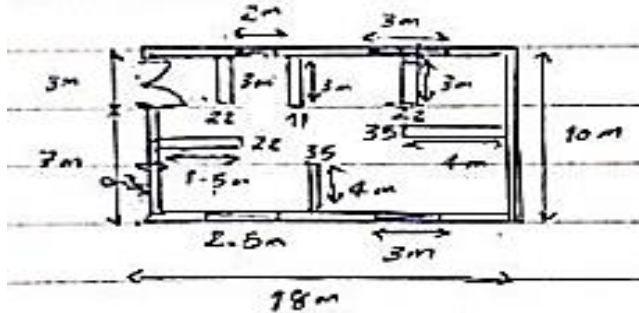
دیوارهای طبقات 1,2 :  $t \geq 220mm$

(مبحث ۸)

۲۰ و ۳۲ سانتی متر عنوان شده

به جای ۳۵۰ و ۲۲۰ میلیمتر

**تمرین:** پلان طبقه اول یک ساختمان آجری ۲ طبقه بر روی زیر زمین مطابق شکل زیر است. روی کفایت دیوار نسبی اظهار نظر نمایید (ضخامت کلیه دیوارهای پیرامون 35cm و محل پروژه تهران است)



$$x: \frac{\text{total } x \text{ walls}}{L \cdot D} : ((18 - 5) + 4 + 0.35 + (18 - 5.5)) \times 0.35 + 1.85 \times 0.22$$

$$L \times D = 180$$

$$\geq \%6 = 0.063 \checkmark$$

$$y: \frac{0.35 \times [10 + 7 + 4.35] + 0.22[3.35 + 3]}{180}$$

$$= 4.92 \% < \%6 \quad \times \text{ جواب نمی دهد}$$

**مثال:** نقشه معماری ساختمان مدرسه ای یک طبقه با مصالح بنایی محصور شده با کلاف واقع در کرمانشاه دارای 4 ردیف دیوار سازه ای به ضخامت 350mm در راستای شرقی - غربی بوده و هر ردیف دیوار در کل طول ساختمان ادامه دارد. چنانچه ابعاد بیرونی در راستای شرقی - غربی 27.4m و در راستای شمالی جنوبی 14.5m بوده مجموع طول درب ها و پنجره های واقع در این 4 ردیف دیوار 70.5m باشد در صد دیوار نسبی در امتداد شرقی - غربی به کدام یک از گزینه ها نزدیک تر خواهد بود:

الف) ۱.۴٪      ب) ۲.۴٪      ج) ۳.۴٪      د) ۴.۴٪

$$\frac{((4 \times 27.4) - 70.5) \times 0.35}{(27.4 \times 14.5)} = 0.0344$$

## اجرای دیوار سازه ای :

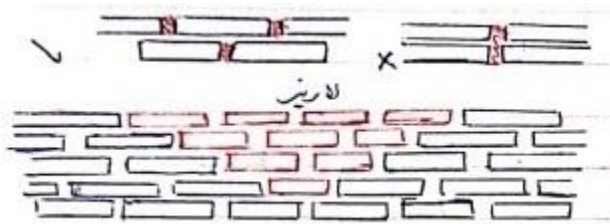
ملات گل و گل - آهک کلاً ممنوع

دیوار سنگی و بلوک سیمانی: صرفاً ملات ماسه سیمان

دیوار آجری: هم ملات سیمان - هم ملات ماسه - سیمان - آهک (باتارد)

جان پناه و بالکن و دودکش: صرفاً ملات ماسه سیمان

چیدن دیوار

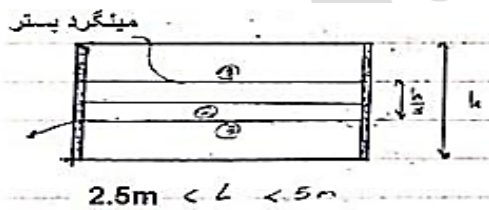


هرز ملات چیست؟ درز قائم بین آجرها

لا ریز: (سازه ای) و (غیر سازه ای)

هشت گیر یا لابند: (غیر سازه ای) در سازه ای به دلیل اینکه هرز ملات خوب پر نمی شود ممنوع است

مگر اینکه به عنوان قالب کلاف استفاده شود.



در یک سوم میانی میلگرد بستر قرار می گیرد

مطابق ضوابط بند ۱۰ ص ۱۱۵

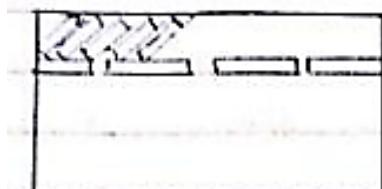
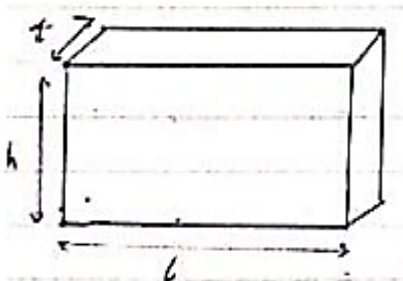
## دیوار غیر سازه ای :

2800 و ص ۵۴ مبحث ۸

$$L \leq \min(40t, 6m)$$

$$\frac{t}{h} \geq \frac{1}{30} \quad t \geq 11cm \quad (\text{مبحث 10 سانتی متر})$$

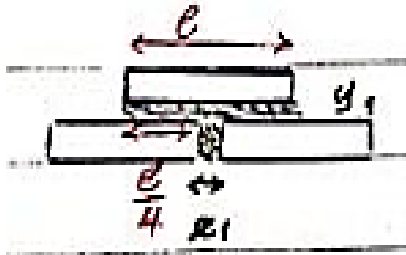
$h \leq 3.5m$  و گر نه تقویت دیوار با اجزا افقی و قائم مناسب



۲۸۰۰: اجرای آجر مورب جهت مهار شدگی زیر سقف

البته طبق پیوست ۶ آیین نامه ۲۸۰۰ ضوابط اجرای تیغه تغییر کرده

اگر میلگرد بستر باشد ۱۵ به ۲۰ میلیمتر می تواند تبدیل شود.

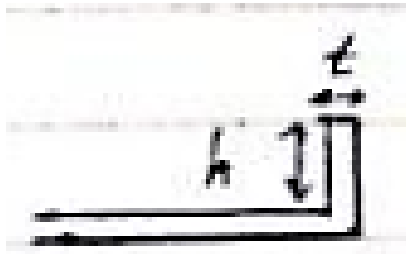


$$10mm \leq z_1 \text{ و } y_1 \leq 15 mm$$

جان پناه ۲۸۰۰ :

$$t = 10cm \Rightarrow h \leq 50cm$$

$$t = 20cm \Rightarrow h \leq 70cm$$

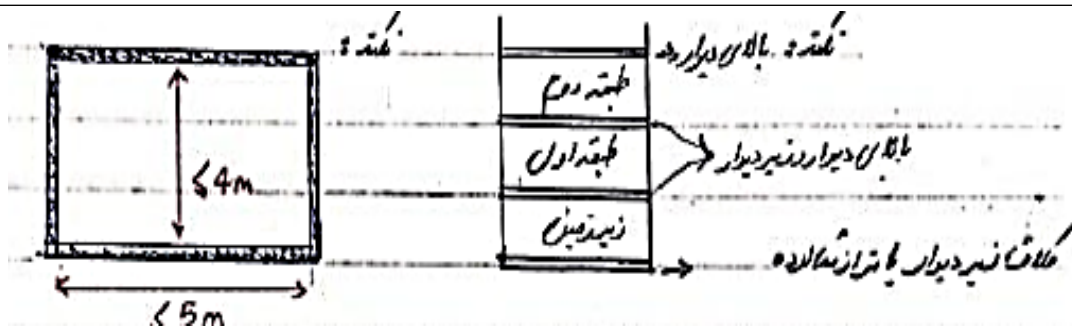


مبحث ۸ :

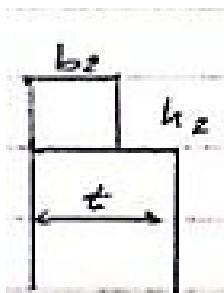
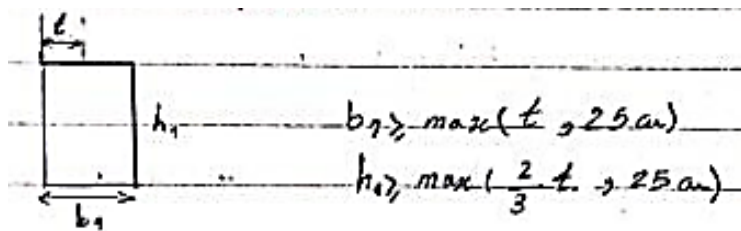
$$t = 20cm \Rightarrow h \leq 50cm \quad \text{بنایی با کلاف}$$

$$t = 20cm \Rightarrow h \leq 70cm \quad \text{بنایی مسلح}$$

## کلاف بندی :



- مقطع کلاف تراز شالوده :



- مقطع کلاف روی دیواره  $b_2 = t$  غیر نما سازی

سنگ نما هم حساب شده  $b_2 \geq \max(t - 12 \text{ و } 20\text{cm})$  ← نما سازی

$$h_2 \geq 20\text{cm}$$

حداقل ابعاد 20x20 در مبحث ۸ به جای ۱۲ شده ۵ سانتی متر

تاوه تخت بتن آرمه در جا = دال بتنی

کلاف افقی بتن آرمه :

مبحث هشتم  $db = 12$  ← زیاد و بسیار زیاد و متوسط و کم (کلاه آجدار)

آیین نامه  $db = 10$  ← زیاد و بسیار زیاد (آجدار)

2800  $db = 10$  متوسط و کم (بدون آج)

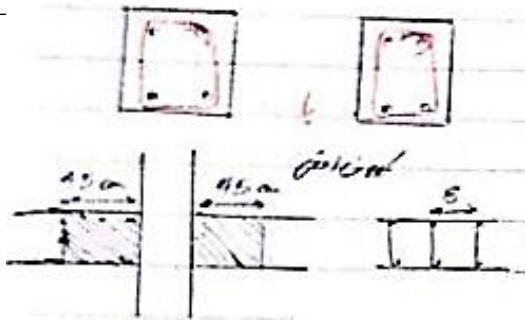
$$b \leq 35 \text{ cm} \quad \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$b \geq 35 \text{ cm} \quad \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\overline{C.C} \leq 25 \text{ cm}$$

حداقل میگرد معرفی با خاموت ۸ ---- ولی طبق ۲۸۰۰ حداقل خاموت ۶

در تقاطع کلاف قائم را ادامه می دهیم نه افقی



(مبحث ۸ : ۱۰ سانتی متر)

محدوده هاشور خورده :  $S \leq 15cm$

(مبحث ۸ : ۲۰ سانتی متر)

محدوده هاشور نخورده :  $S \leq \min(h, 25cm)$

اور لپ میلگردها نباید در ناحیه هاشور خورده باشد

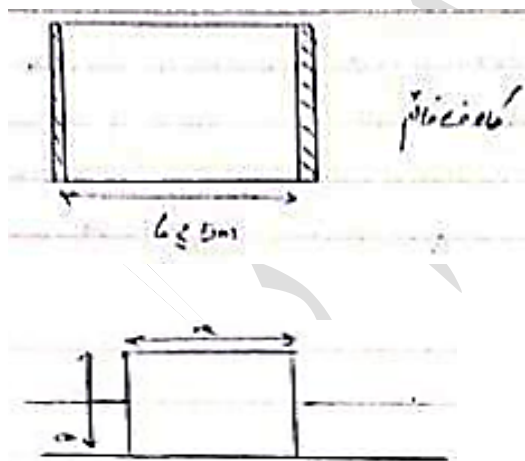
مبحث ۸ : ۳ سانتی متر به جای ۲.۵ سانتی متر

لبه قائم	⇒ Cover ≥ 2.5 cm
لبه افقی	⇒ Cover ≥ 5 cm
زیربند	⇒ Cover ≥ 5 cm

اتصال کلاف افقی :

آیین نامه  $\frac{1}{2}$  حفره ← بند ۴

مبحث ۸  $\frac{1}{6}$  حفره عایق حرارتی باید باشد و ترجیحاً از کلاف افقی رد نشود



کلاف قائم :

کلاف قائم تک مبحث ۸

غیر نما  $\min(a_1, a_2) > \max(t, 20cm)$

نما  $\min(a_1 \text{ و } a_2) \geq \max(t - 5, 20cm)$

آیین نامه ۲۸۰۰ فقط ۲۰ سانتیمتر را اعلام کرده

آیین نامه ۲۸۰۰ : T10

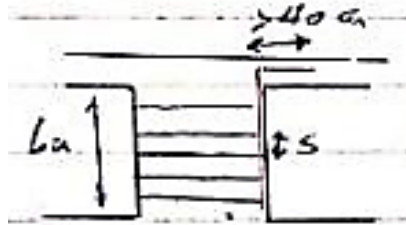
حدافل میلگرد های طولی : مبحث ۸ : T12

کاور :

۲۸۰۰ : ۲.۵ سانتی متر

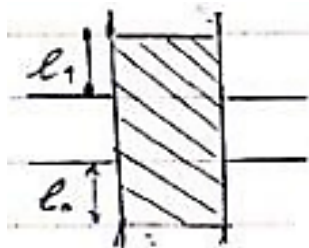
$$a_1 < 35 cm \quad \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$a_1 \geq 35 \text{ cm} \quad \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \leq \overrightarrow{25 \text{ cm}}$$



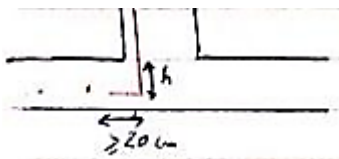
فاصله مرکز تا مرکز

$$L_0 \geq \max\left(\frac{1}{5} Lu, 2a_2\right)$$



(مبحث ۸ : ۱۰ سانتی متر)  $S \leq 15 \text{ cm}$  : محدوده هاشور خورده

(مبحث ۸ : ۲۰ سانتی متر)  $S \leq \min(25 \text{ cm}, L_0)$  : محدوده هاشور نخورده

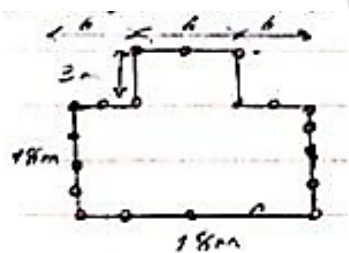


$$h = 5 \text{ cm} - \text{ارتفاع شالوده}$$

مبحث ۸ : ۲۵ سانتی متر

کلاف گوشه (دوبل) و کلاف باز شو در ص ۱۲۰ و ۱۲۱

حداقل تعداد کلاف قائم در یک ساختمان مسکونی ۲ طبقه واقع در شهر ارومیه با پلان شکل زیر بدون



دیوار داخلی چند عدد می باشد.

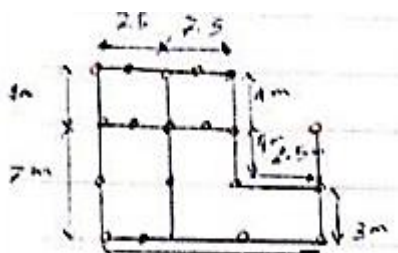
الف) ۱۷ (ب) ۱۸

ج) ۱۹ (د) ۲۰ ✓

کلاف قائم گوشه ها و تقاطع ها و در فاصله بیشتر از 5m و انتهای دیوار آزاد

پلان یک ساختمان بنایی محصور شده با کلاف مطابق شکل است حداقل تعداد کلاف های قائم آن چند

عدد می باشد؟



الف) ۱۷ (ب) ۱۸

ج) ۱۹ (د) ۲۰ ✓

**نکته ۲۸۰۰:** کلاف قائم: بتن آرمه - کلاف فولادی (IPE 100) - کلاف چوبی

حداقل IPE 100

پروفیل معادل IPE 100 ( $10.6cm^2$ )

پروفیل درب و پنجره معادل IPE 100

فولاد

حداقل مقطع  $50cm^2$   $a + a_2 \leq$

چوب (یک طبقه با خط نسبی متوسط و کم)

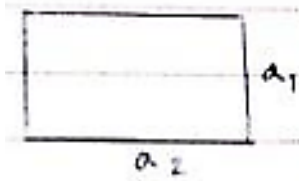
$50cm^2$

$\min a \geq 5cm (a_2)$

(مناطق جنوبی و قسمتی از کویر لوت)

عاری از ترک، شکاف، اعوجاج

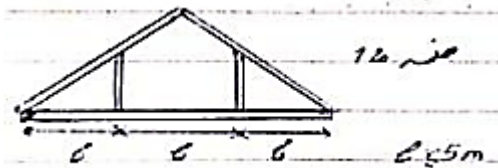
مهاری داخل تراز سقف و شالوده



$a_2$

$a_1$

برای مجاری و دودکش ترجیح بر این است که از کلاف قائم عبور نکند یا اگر عبور کرد قطر آن نباید از نصف عرض کلاف بیشتر باشد.



سقف اگر خرپا بود خرپا در انتها ادامه داده شود

اگر می خواهیم آجر کار کنیم باید ضوابط رعایت شود

## سقف

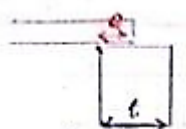
معروف ترین سقف های سازه بنایی ← طاق ضربی  
 ← تیرچه و بلوک

تیر آهن طاق ضربی



$$e \geq \max(h, 20\text{cm})$$

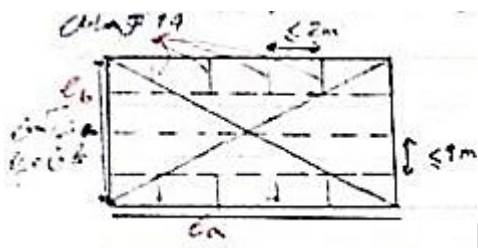
برای دال بتنی :



$$t = 20\text{ cm} \Rightarrow e \geq 15\text{ cm}$$

$$t > 20\text{ cm} \Rightarrow e > \max(t - 12, 15\text{ cm})$$

سقف طاق ضربی :

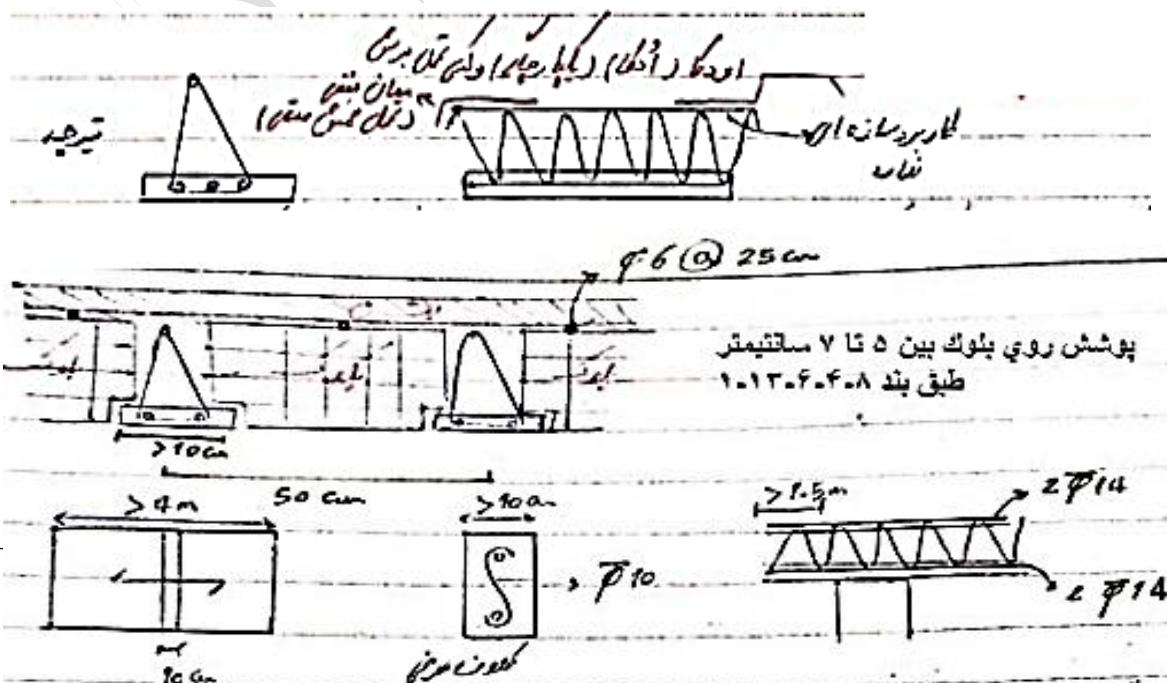


$$L_a \times L_b \leq 25\text{m}^2$$

$$L_a \leq 1.5 L_b$$

مبحث ۸ به جای آرماتور ۱۴ گفته تسمه به عرض ۵۰ و ضخامت ۵ میلی متر و خیز حداقل ۵ سانتیمتر هم داده

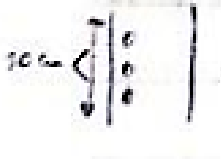
سقف تیرچه بلوک :



میلگرد سازه ای : میلگردی که نیروی محوری، برش، خمش، پیچش یا یکی از آنها تحمل کند بجز حالت خاموت اسپیرال همواره باید آجدار باشند.

### انواع میلگرد غیر سازه ای :

- ۱- حرارتی ← تحمل تنش های ناشی از تغییر دما
- ۲- جمع بندگی یا افت و حرارت ← برای تحمل تنش های ناشی از جمع شدگی مفید بکار می رود.
- ۳- جلدی یا آرماتور گونه ← میلگردی که برای تیر های با ارتفاع زیاد در جداره ها بکار می رود.



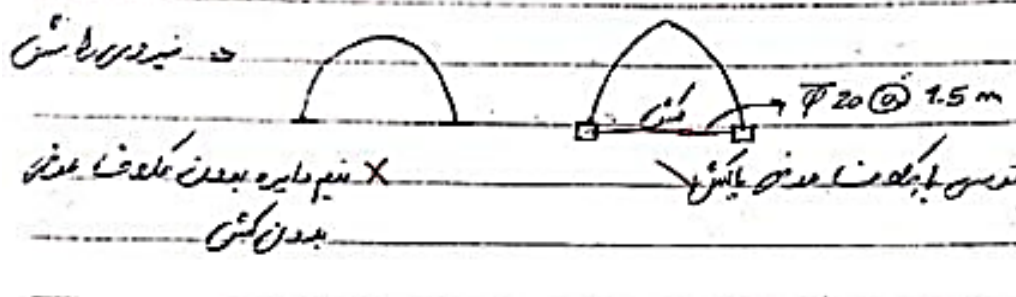
در میلگرد تیرچه کدام باید بی آج باشد و کدام آجدار ؟

میلگرد بالا ← بدون آج ← (غیر سازه ای)

میلگرد پایین ← آجدار ← تحمل خمش (سازه ای)

زیگزاگ ← آجدار ← تحمل برش (سازه ای) مگر اینکه محاسب برای برش روی آن حساب نکند.

### سقف قوسی :



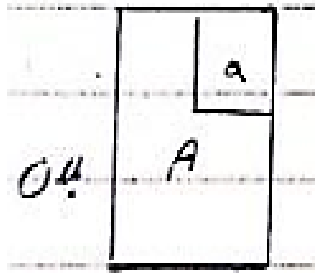
### نما :

- نمای آجری ← یا همزمان با آجر اصلی اجرا شود یا با مفتول متصل شود.
- نمای سنگی ← به طور قائم اجرا شوند و با اسکوپ و با مهاربندی مناسب با ملات به دیوار متصل شود یا با چسب رول پلاک

سنگ پلاک ← ابعاد منظم

سنگ غیر پلاک ← غیر منظم

### خر پشته :



مساحت طبقه زیر بنا A

مساحت خر پشته a

اگر نبود طبقه محسوب می شود  $a \leq 25\% A$

حداکثر h خر پشته 3m است .

## سازه های بنایی مسلح

(مهندسی و محاسباتی)

تحلیل و طراحی سازه های مهندسی :

۱- بار گذاری  $\Leftarrow$  مرده ، زنده ، باد ، زلزله

- مرده  $\Leftarrow$  مصالح مورد استفاده

- زنده  $\Leftarrow$  آیین نامه  $\Leftarrow$  کار های آماری

- زلزله و باد  $\Leftarrow$  آیین نامه

- زلزله طرح  $\Leftarrow$  امکان وقوع آن در ۵۰ سال ۱۰٪ یا دوره بازگشت ۴۷۵ سال  $\Leftarrow$

ساختمان مسکونی  $\Leftarrow$  ایمنی جانی

اهمیت بسیار زیاد  $\Leftarrow$  خدمات رسانی بی وقفه

۲- ترکیب بارها با توجه به همزمانی آنها

- مرده و زنده

- مرده و زنده و باد (یا زلزله)

- مرده و زلزله (یا باد)

۳- تحلیل و طراحی

- تحلیل  $\Leftarrow$  پاسخ های سازه (نیاز سازه) را بدست می آوریم

- طراحی  $\Leftarrow$  مقطع را جوری تعیین میکنیم که پاسخگوی نیازها باشد [  $\Leftarrow$  رفت و برگشت

پاسخ های سازه  $\Leftarrow$  لنگر نهایی، برش نهایی، پیچش نهایی، نیروی محوری نهایی

(Nu, Vu, Mu, Tu)

تحلیل  $\leftarrow$  تغییر شکل اعضا

$\leftarrow$  تغییر مکان گره ها

طراحی  $(Mr \geq Mu), (Vr \geq Vu), (Tr \geq Tu), (Nr \geq Nu)$

شکل کلی ← شکل و ابعاد مقطع ، مقدار و آرایش میلگردها

طراحی

مصالح مورد استفاده ← بتن ، میلگرد، آجر

مقاومت سازه  $\leq$  اثر بارها

$$Q \leq R \quad \text{ضریب اطمینان}$$

روش ضریب بار :  $R \geq \gamma Q$  ← دیدی بر عدم قطعیت مقاومت مصالح ندارد  $\gamma \geq 1$

روش تنش مجاز :  $\phi R \geq Q$  ← دیدی بر عدم قطعیت بار های وارده ندارد  $\phi < 1$

روش مقاومت نهایی :  $\phi R \geq \gamma Q$  &  $\phi \leq 1$  &  $\gamma \geq 1$

LRFD

روش حالت حدی : ۱- نهایی ← با گذر از آن ایمنی سازه دچار خطر شود.

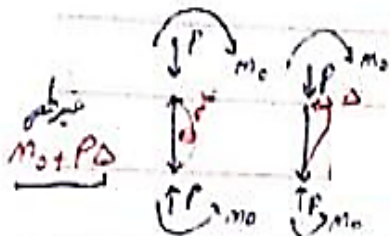
کنترلهای اصلی : گسیختگی (مقاومت)، واژگونی (تعادل)، کمانش (پایداری)

۲- بهره برداری ← با گذر از آنسازه قابلیت خدمت رسانی مناسب خود را از دست می دهد. (کنترل ، دوام، لرزش، افتادگی)



تحلیل :

۱- خطی ← عدم در نظر گرفتن غیر خطی هندسی و غیر خطی مصالح (تغییر شکل در نظر نمی گیریم)



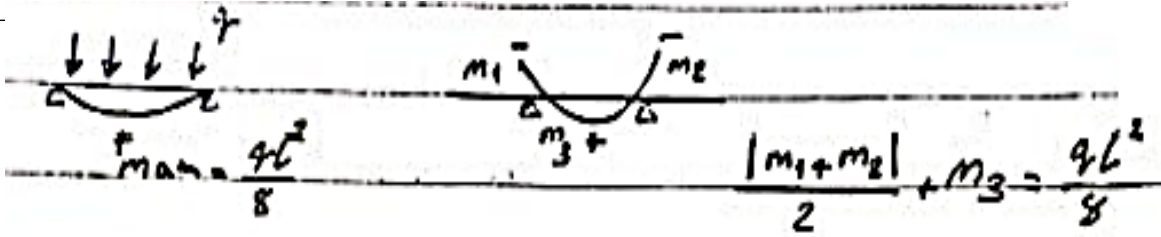
$$M_0 \neq 0$$

۲- غیر خطی ← در نظر گرفتن اثر  $P\delta$  و  $P\Delta$

۳- خطی با باز پخش محدود ← لنگر استاتیک کل پس از کم و زیاد کردن لنگر خمشی ثابت می باشد

خطی یا باز بخش محدود:

لنگر استاتیک کل :



مثال :

بیشتر در مقاوم سازی استفاد می شود

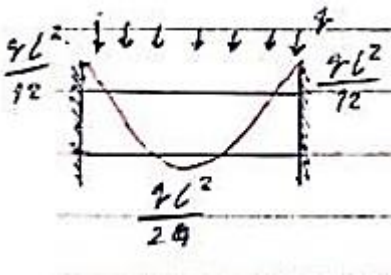


$$R = \%10 \Rightarrow \frac{15 + 10}{2} + 8 = \frac{13.5 + 10}{2} + 8.75 = \frac{qL^2}{8}$$

$$R < \%20 \quad M_1 - \%10M_1 = 13.5$$

$$M_3 + \frac{\%10M_1}{2} = 8.75$$

۴- تحلیل پلاستیک ( نامعین ) :



$$\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{M}{S} \leq F_b = 0.6F_y$$

$$M_{max} = \frac{qL^2}{12}$$

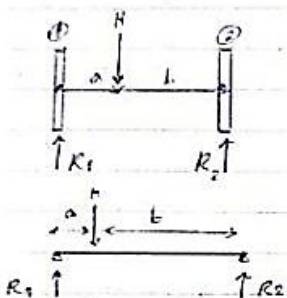


صلب : تقسیم بار جانبی بین اعضای باربر جانبی به نسبت سختی

دیافراگم ← نیمه صلب

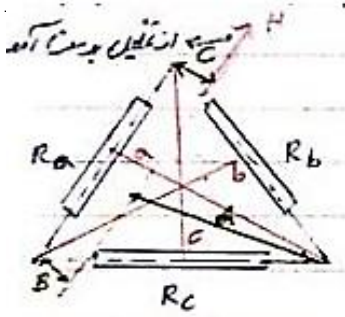
انعطاف پذیر : تقسیم بار جانبی به نسبت سطح بارگیر

دیافراگم انعطاف پذیر :



$$R_1 = H \frac{b}{a + b}$$

$$R_2 = H \frac{a}{a + b}$$



$$R_a = H \frac{A}{a}$$

a : فاصله محل تقاطع دیوارهای b و c با دیوار a

b : فاصله محل تقاطع دیوارهای c و a با دیوار b

$$R_b = H \frac{B}{b}$$

c : فاصله محل تقاطع دیوارهای a و b با دیوار c

A : فاصله محل تقاطع دیوارهای b و c تا امتداد H

B : فاصله محل تقاطع دیوارهای a و c تا امتداد H

C : فاصله محل تقاطع دیوارهای a و b تا امتداد H

$$R_c = HC/c$$

دیافراگم صلب :

M : مرکز جرم

$$R_i = HI_i \left( \frac{1}{\sum I_i} + \frac{ex_i}{\sum I_i x_i^2} \right)$$

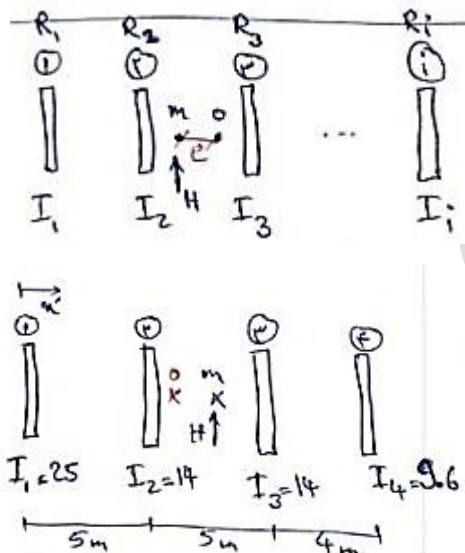
O : مرکز سختی

X : فاصله هر دیوار تا مرکز سختی

مثال :

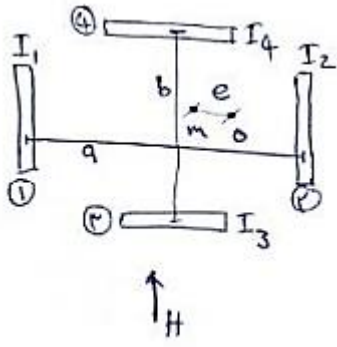
$$H = 300 \text{ kN}$$

$$X'_m = \frac{5 + 5 + 4}{2} = 7 \text{ m}$$



$$X'_0 = \frac{25 \times 0 + 14 \times 5 + 14 \times 10 + 9.6 \times 14}{25 + 14 + 14 + 9.6} = 5.5 \text{ m} \Rightarrow e = 1.5 \text{ m}$$

NO	$I_i$	$x_i$	$I_i x_i^2$	$R_i$
1	25	-5.5	756.25	$300 \times 25 \times \left( \frac{1}{62.6} + \frac{1.5 \times -5.5}{1736.85} \right) = 84.18$
2	14	-0.5	3.5	65.28
3	14	4.5	283.5	83.42
4	9.6	8.5	693.3	67.14
$\Sigma$	62.6		1736.85	300



$$\alpha = \frac{I_1 I_2}{I_1 + I_2} \quad \beta = \frac{I_3 I_4}{I_3 + I_4} \quad k = \frac{He}{a^2 \alpha + b^2 \beta}$$

$$R_1 = H \underbrace{\frac{I_1}{I_1 + I_2}}_{\text{برش}} + \underbrace{k a \alpha}_{\text{پیچش}} \quad R_3 = k b \beta$$

$$R_2 = H \frac{I_2}{I_1 + I_2} - k a \alpha \quad R_4 = -k b \beta$$

دکتر مقدم

## • الزامات عمومی

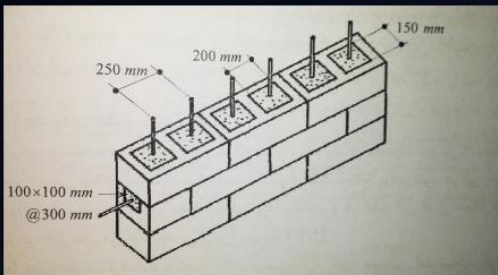
- محدودیت قطر و مقدار میلگرد
- میلگرد مورد استفاده در ساختمان‌های مصالح بنایی مسلح باید در محدوده مناسبی از مقدار و قطر باشد تا ضمن عملکرد مناسب، مقطع بهینه بوده و از اتلاف مصالح پرهیز شود.
- الف) اندازه قطر میلگرد طولی نباید از ۲۸ میلی‌متر بیشتر باشد. همچنین قطر میلگرد طولی نباید بیشتر از یک هشتم ضخامت اسمی (t) دیوار یا یک چهارم هر یک از موارد زیر بیشتر باشد:

$$D_{\phi} = \text{Min} \begin{cases} 1) \frac{t}{8} \\ 2) \frac{b}{4} \text{ or } \frac{t_c}{4} \\ 3) 28 \text{ mm} \end{cases}$$

- (۱) بعد کوچک حفره (b)
- (۲) ضخامت هسته مسلح (t<sub>c</sub>)

بند ۸-۴-۱

- ب) درصد نسبی میلگردهای طولی در حفره یا در ردیف‌های واحد بنایی توخالی نباید بیش از ۴ درصد در محل‌های بدون وصله و ۸ درصد در محل وصله میلگردها باشد. همچنین در یک حفره دیوار نباید بیش از ۲ میلگرد جایگذاری شود.
- مثال: دیوار مسلحی با عرض ۲۵ سانتی‌متر و دیگر مشخصات زیر مفروض است، تعیین کنید حداکثر قطر میلگرد (افقی و عمودی) چیست؟ همچنین در صورتیکه در هر حفره یک عدد میلگرد استفاده شود آیا در حد مجاز خواهد بود؟



$$D_{\phi} = \text{Min} \begin{cases} 1) \frac{t}{8} \Rightarrow \frac{250}{8} \cong 32 \text{ mm} \\ 2) \frac{b}{4} \text{ or } \frac{t_c}{4} \Rightarrow \frac{b}{4} = \frac{150}{4} \cong 38 \text{ mm} \\ 3) 28 \text{ mm} \end{cases} \quad \Rightarrow 28 \text{ mm} \text{ حداکثر قطر میلگرد طولی عمودی}$$

$$D_{\phi} = \text{Min} \begin{cases} 1) \frac{t}{8} \Rightarrow \frac{250}{8} \cong 32 \text{ mm} \\ 2) \frac{b}{4} \text{ or } \frac{t_c}{4} \Rightarrow \frac{b}{4} = \frac{100}{4} \cong 25 \text{ mm} \\ 3) 28 \text{ mm} \end{cases} \quad \Rightarrow 25 \text{ mm} \quad \text{حداکثر قطر میلگرد طولی عمودی}$$

کنترل درصد میلگرد عمودی :

$$p = \frac{A_s}{a \times b} \Rightarrow \frac{\frac{28^2 \pi}{4}}{200 \times 150} \times 100 = 2.05\% < 4\% \quad \text{Ok}$$

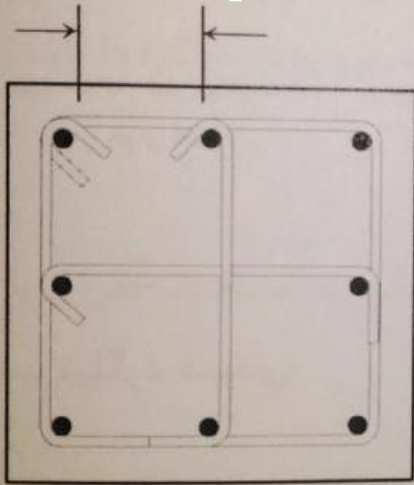
کنترل درصد میلگرد افقی :

$$p = \frac{A_s}{a \times b} \Rightarrow \frac{\frac{25^2 \pi}{4}}{100 \times 100} \times 100 = 4.9\% > 4\% \quad \text{not good}$$

به عبارتی حداکثر قطر میلگرد مجاز به صورت افقی طبق رابطه زیر خواهد بود

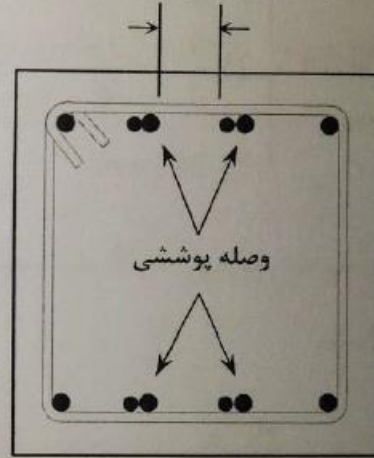
$$p = \frac{A_s}{a \times b} \Rightarrow \frac{\frac{2D^2 \pi}{4}}{100 \times 100} \times 100 = 4\% \Rightarrow D \cong 22 \text{ mm}$$

حداقل  $> \text{Max}(1.5 d_b, \text{max}, 40 \text{ mm})$



ب) مقطع ستون یا ستونک

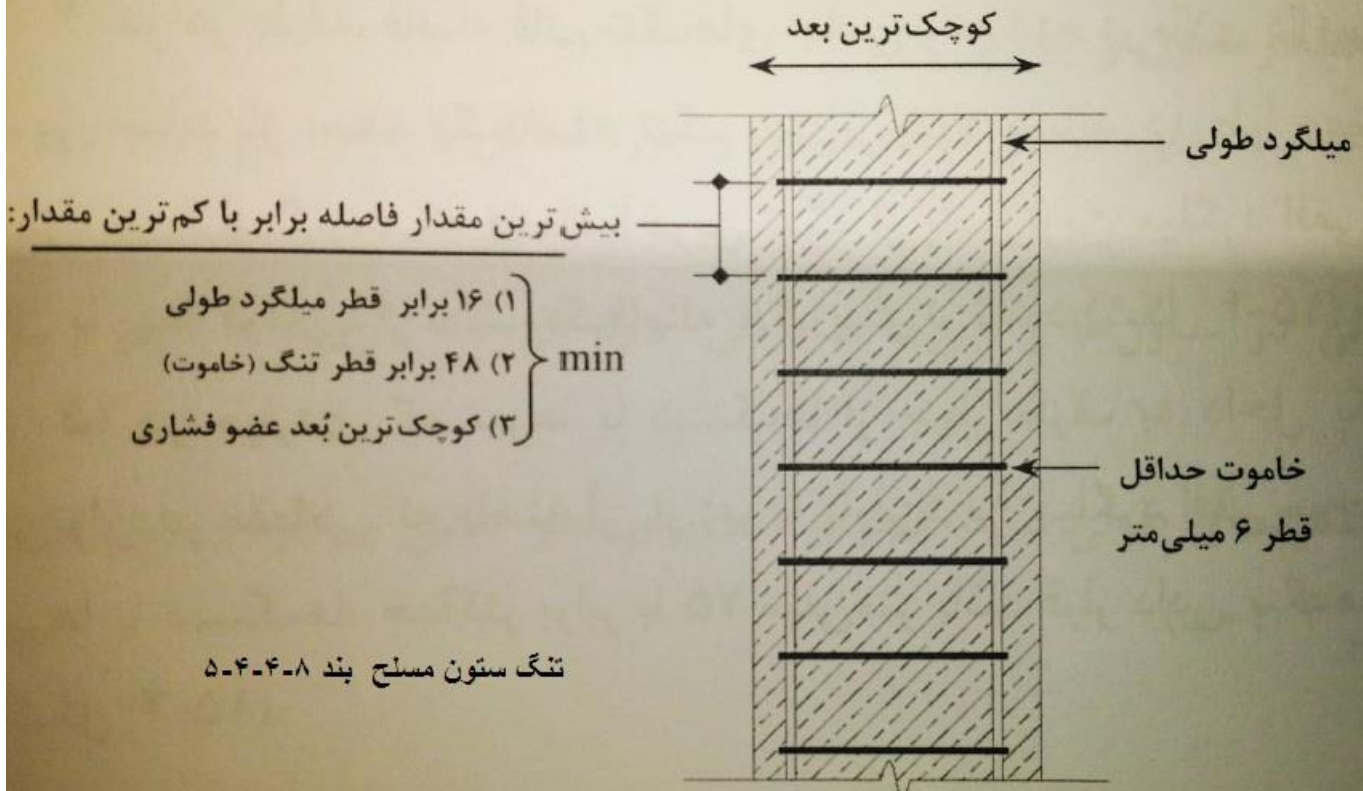
حداقل  $> \text{Max}(d_b, \text{max}, 25 \text{ mm})$



الف) مقطع تیر یا دیوار

بند ۸-۴-۴-۲

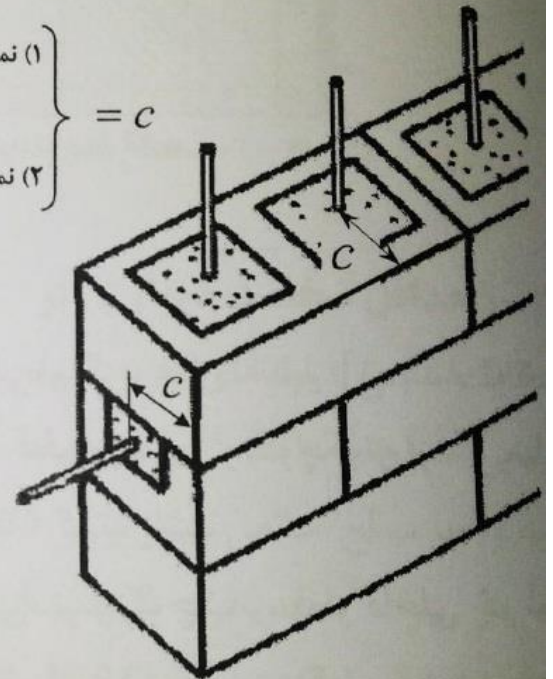
حداقل فاصله آزاد میلگردهای طولی



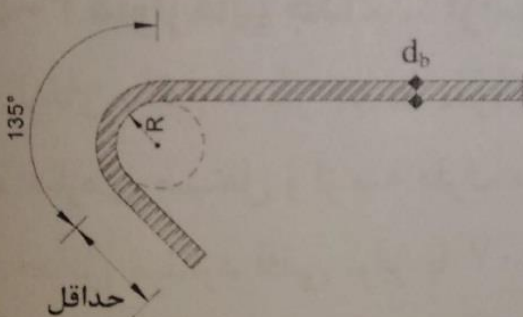
$$\left. \begin{array}{l} \text{if } \Phi > 16 \Rightarrow 50 \text{ mm} \\ \text{if } \Phi \leq 16 \Rightarrow 40 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

(۱) نمای بنایی در معرض خاک یا هوا است

$$40 \text{ mm} \leftarrow \text{(۲) نمای بنایی در معرض خاک یا زمین نیست}$$



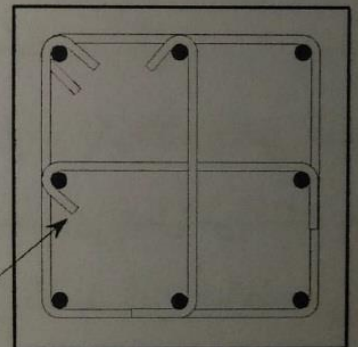
بند ۴-۴-۴-۸



$$\text{Max } (6d_b, 100 \text{ mm})$$



قلاب ویژه

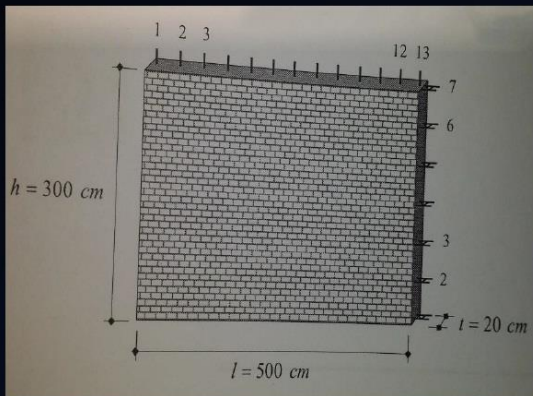


اشکال (۳-۱۹): شکل خم میلگرد عرضی (تنگ)

بند ۴-۷-۴-۴-۸

ضوابط اضافه شده:  
فاصله حداکثر ۲۰ سانتیمتر  
قطر حداقل ۱۰ میلیمتر

مثال: دیوار بنایی مسلحی با عرض، ارتفاع و طول  $۵۰۰ * ۳۰۰ * ۲۰$  سانتی متر مفروض است، در صورتیکه شبکه میلگرد بستر از خرابایی با ۲ عدد نمره ۸ پیوسته در فواصل ۵۰ سانتی متری ارتفاع دیوار تشکیل شده باشد و میلگردهای قائم در فواصل ۴۰ سانتی متری به قطر ۱۲ میلی متر از داخل حفرات بلوک سیمانی عبور کرده باشد، تعیین نمایید آیا تسلیح دیوار فوق در حد مجاز است؟



مثال بند ۸-۴-۶-۹-۲

$$A_{s-x} + A_{s-y} > 0.002 * t * L \rightarrow 7 * \left( 2 * \frac{8^2 \pi}{4} \right) + 13 * \left( \frac{12^2 \pi}{4} \right) > 0.002 * t * L$$

$$\rightarrow 7 * (100.5) + 13 * (113) > 0.002 * 200 * 5000$$

$$\rightarrow 2172.5 \text{ mm}^2 > 2000 \text{ mm}^2 \quad \text{ok}$$

$$A_{s-x} > 0.007 * t * I \rightarrow 7 * \left( 2 * \frac{8^2 \pi}{4} \right) > 0.0007 * 200 * 3000$$

$$\rightarrow 703.5 \text{ mm}^2 > 420 \text{ ok}$$

$$A_{s-y} > 0.007 * t * I \rightarrow 13 * \left( \frac{12^2 \pi}{4} \right) > 0.0007 * 200 * 5000$$

$$\rightarrow 1469 \text{ mm}^2 > 700 \text{ ok}$$