



جلسه دوازدهم – بخش ۱۷

- ✓ بررسی مفاهیم و روابط مقاومت برشی دیوار
- ✓ نحوه محاسبه ضریب تشدید برش Ω_v توسط **ETABS**
- ✓ طراحی برشی دیواربرشی و محاسبه آرما تور لازم

موضوع جدید و پرحاشیه افزایش برش در دیوارهای برشی



ترس از خرابی ناشی از برش دیوارها (و افزایش نیروی طراحی)



۱-۱-۹-۷-۲۰-۹ نیروی برشی طرح V_e مطابق زیر محاسبه می شود:

$$1.5 \leq \Omega_v \omega_v \leq 3$$

$$V_e = \Omega_v \omega_v V_u \leq 3V_u$$

(۱۸-۲۰-۹)

اضافه مقاومت Ω_v
تشدید دینامیکی ω_v

ضرایب افزایشی ✓

جدول ۴-۲۰-۹ ضریب اضافه مقاومت Ω_v در مقطع بحرانی

Ω_v	هندسه ی دیوار
بیشترین مقدار M_{pr}/M_u و ۱.۵۰ در ترکیب باری که بزرگترین Ω_v را حاصل نماید.	$h_{wcs}/l_w > 1.50$ دیوار لاغر
۱.۰ نیازی به اینکه تسلیم خمشی رخ بده نداریم همون گسیختگی برشی رو هم بهش اجازه میدیم	$h_{wcs}/l_w \leq 1.50$ دیوار کوتاه

تحلیل استاتیکی خطی ✓

18.10.3.1.3 For walls with $h_{wcs}/\ell_w < 2.0$, ω_v shall be taken as 1.0. Otherwise, ω_v shall be calculated as:

برای دیوارهای کوتاه (چاق) که اصلاً این نسبت مطرح نیست
همان عدد یک رو لحاظ کن

$$\omega_v = 0.9 + \frac{n_s}{10} \quad n_s \leq 6$$

(18.10.3.1.3)

$$\omega_v = 1.3 + \frac{n_s}{30} \leq 1.8 \quad n_s > 6$$



مقاومت برشی دیوار



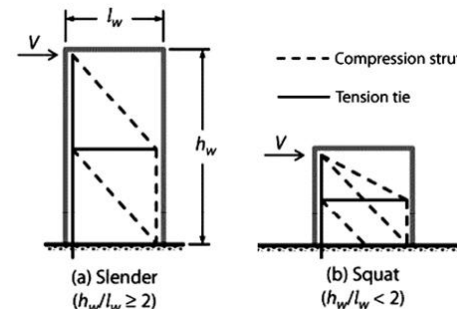
روابط مشابه در هر دو فصل

در ویرایش جدید ACI318-19

مقاومت برشی در دیوارها

دیوار چاق (کوتاه) زیاد (0.25)

دیوار لاغر (بلند) کم (0.17)



مقدار V_n از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$V_n = (\alpha_c \lambda \sqrt{f'_c} + \rho_t f_{yt}) A_{cv} \quad (2-13-9)$$

مقاومت بتن مقاومت فولاد

مقاومت برشی اسمی دیوار، V_n ، نباید از مقدار رابطه‌ی (۱۸-۲۰-۹) بیش تر در

$$V_n = A_{cv} (\alpha_c \lambda \sqrt{f'_c} + \rho_t f_y) \quad (19-20-9)$$

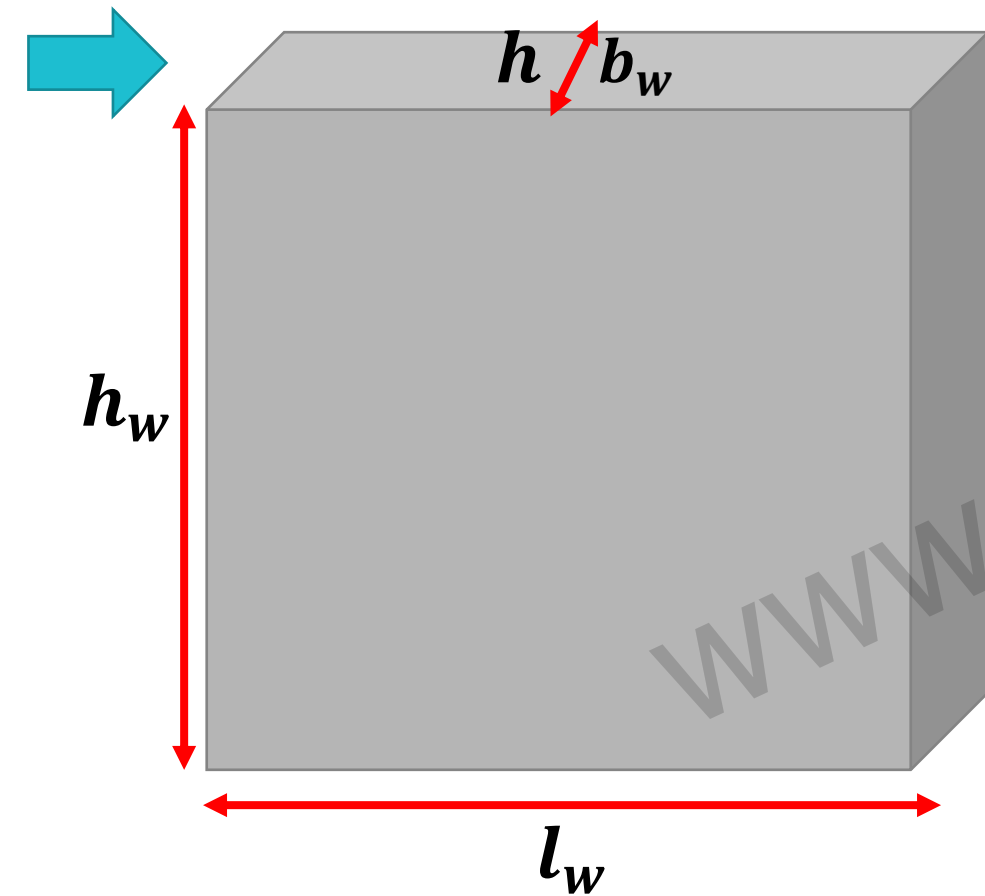
الف- در دیوارهایی که در آن‌ها نسبت $\frac{h_w}{l_w}$ بزرگ تر یا مساوی ۲ است: $\alpha_c = 0.17$ ؛ دیوار بلند

ب- در دیوارهایی که در آن‌ها نسبت $\frac{h_w}{l_w}$ کوچک تر یا مساوی ۱/۵ است: $\alpha_c = 0.25$ ؛ دیوار کوتاه

پ- در دیوارهایی که در آن‌ها نسبت $\frac{h_w}{l_w}$ بین ۱/۵ و ۲ است، ضریب α_c با درون یابی خطی بین اعداد فوق تعیین می شود.



مقدار سطح مقطع برشی دیوار



سطح مقطع ناخالص بتن احاطه شده در ضخامت جان و طول میلی متر مربع
مقطع در راستای نیروی برشی در دیوارها،

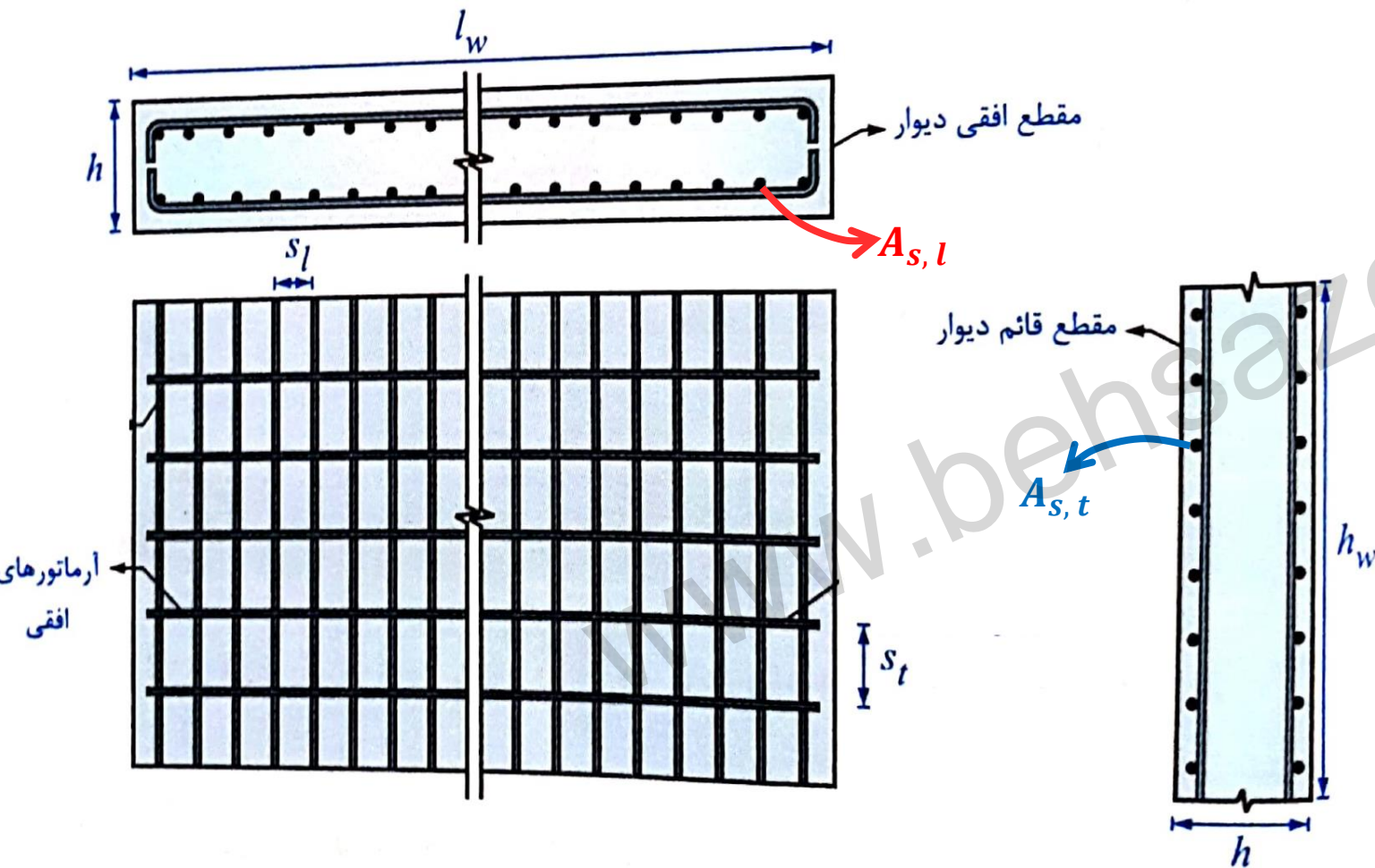
A_{cv}

$$A_{cv} = b_w l_w$$

www.behsazcivil.ir



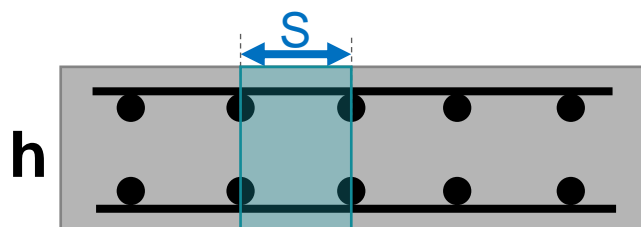
آرماتورهای دیوار



$$\rho_l = \frac{2A_{s,l}}{s_l \times h} \quad \text{درصد آرماتور قائم}$$

$$\rho_t = \frac{2A_{s,t}}{s_t \times h} \quad \text{درصد آرماتور افقی}$$

میلگردهای حداقل دیوار سازه‌ای



$$\rho_l = \frac{2A_{s,l}}{S_l \times h} \geq 0.0025$$

$$S \leq 35 \text{ cm}$$

$$\text{Ø}14 \quad (A_s = 1.53 \text{ cm}^2)$$

$$\frac{2 \times 1.53}{S \times 40} \geq 0.0025 \quad \Rightarrow \quad S \leq 30.6 \text{ cm}$$

$$\text{Ø}14 @ 30 \text{ cm}$$

هر سفره (each face)

۹-۲۰-۷-۳ آرماتورهای قائم و افقی

۹-۲۰-۷-۳-۱ در دیوارهای سازه‌ای نسبت سطح مقطع آرماتور به کل مقطع دیوار در هیچ یک از دو امتداد قائم و افقی نباید کمتر از ۰/۰۰۲۵ باشد؛ مگر آن که نیروی برشی طرح دیوار، V_u ، از $0.083A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$ تجاوز نکند. در این حالت برای حداقل میلگرد مورد نیاز افقی در دیوار، ρ_t باید ضوابط بند ۹-۱۳-۶ رعایت شوند.

۹-۲۰-۷-۳-۲ فاصله‌ی مرکز تا مرکز میلگردها از یک دیگر در هر دو امتداد قائم و افقی نباید بیش‌تر از ۳۵۰ میلی‌متر اختیار شود. میلگردهایی که از آنها برای تامین V_n استفاده می‌شود، باید به صورت ممتد بوده و در سطح صفحه‌ی برش توزیع شوند.



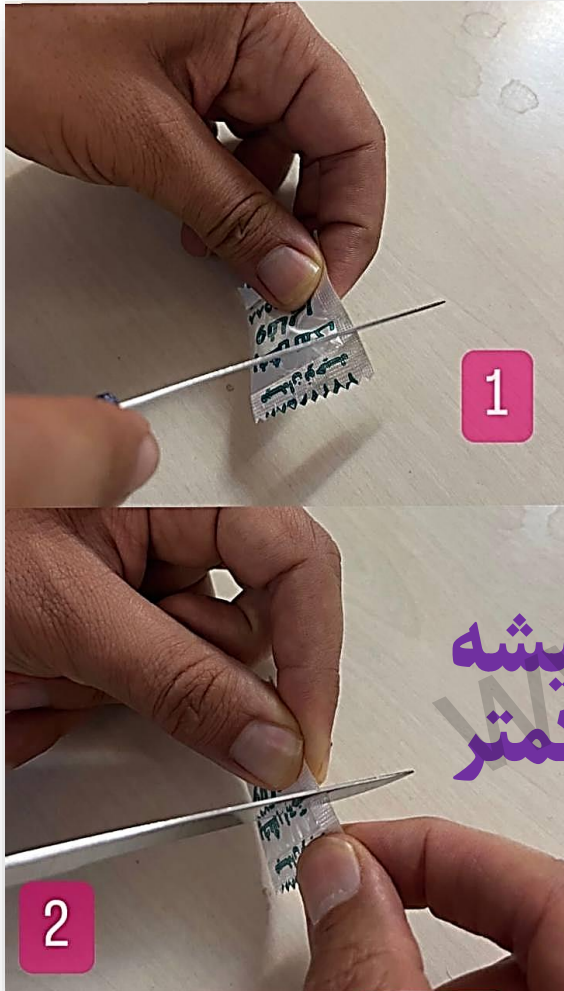
کاهش مقاومت برشی (دیوار تحت کشش خالص)



۴-۳-۵-۱۳-۹ در دیوارهای تحت اثر نیروی محوری خالص کششی، مقدار ضریب α_c در رابطه‌ی (۲-۱۳-۹) بر اساس رابطه‌ی زیر تعیین می‌شود:

$$\alpha_c = 0.17 \left(1 + 0.29 \frac{N_u}{A_g} \right) \geq 0 \quad (۳-۱۳-۹)$$

علامت N_u برای کشش، منفی در نظر گرفته می‌شود. **عملاً مقدار آلفا کمتر از ۰.۱۷ همیشه**

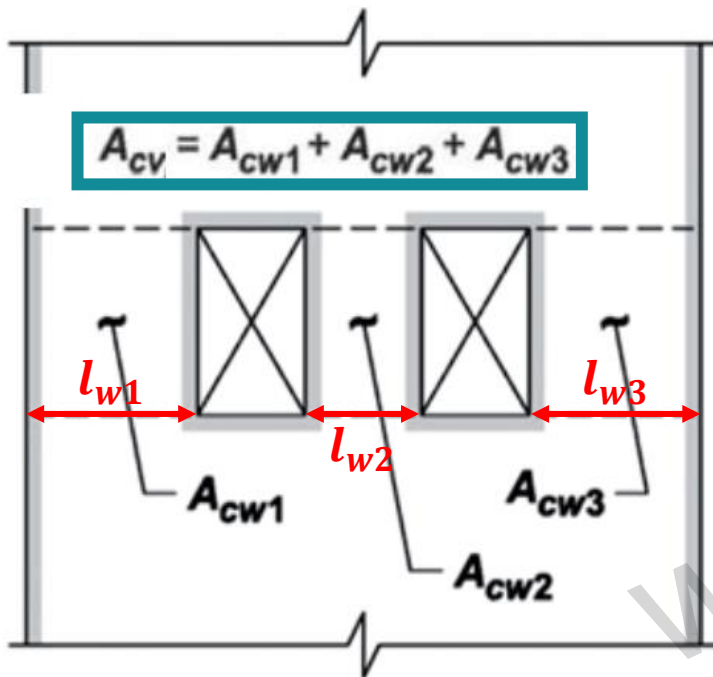


راحت‌تر بریده می‌شود
مقاومت برشی کمتر

حد بالای مقاومت برشی دیوار



۵-۹-۷-۲۰-۹ در دیوارهایی که متشکل از تعدادی قطعه دیواری قائم بوده و نیروی جانبی مشترکی را تحمل می کنند، V_n در کل نباید بیش تر از $0.66A_{cv}\sqrt{f'_c}$ و در هر یک از قطعات به تنهایی نباید بیش تر از $0.83A_{cw}\sqrt{f'_c}$ منظور گردد. A_{cv} سطح مقطع کل بتن محدود به عرض ضخامت جان و مجموع طول مقاطع دیواری، و A_{cw} ، سطح مقطع هر قطعه ی دیواری می باشد.



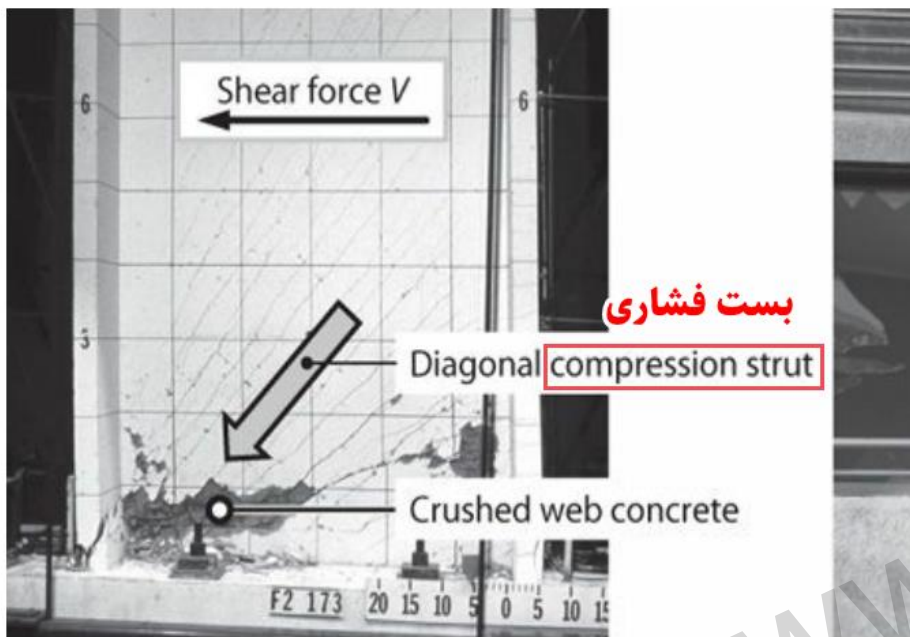
$$A_{cw1} = l_{w1} \times b_w$$

$$A_{cw2} = l_{w2} \times b_w$$

$$A_{cw3} = l_{w3} \times b_w$$

✓ محدود کردن بازتوزیع نیروی برشی
بین دیوارها به تنهایی

علت محدودیت (حد بالای) مقاومت برشی دیوار



(a) Web crushing in flanged wall. After Oesterle et al., 1984.

شکست قطری که آیین نامه دوستش نداره

FIGURE 13.16 Web crushing due to high shear force in laboratory test.

شکل پذیری مقطع در شکست (جلوگیری از شکست ترد)

✓ هر چه مقاومت برشی دیوار بیشتر

نیروی برشی وارده به دیوار بیشتر

$$\Omega_v \omega_v \uparrow V_u \leq \phi_v \uparrow V_n \quad V_n \leq \begin{cases} 0.66 A_{cv} \sqrt{f_c} \\ 0.83 A_{cv} \sqrt{f_c} \end{cases} \quad \text{(حد بالای مقاومت)}$$

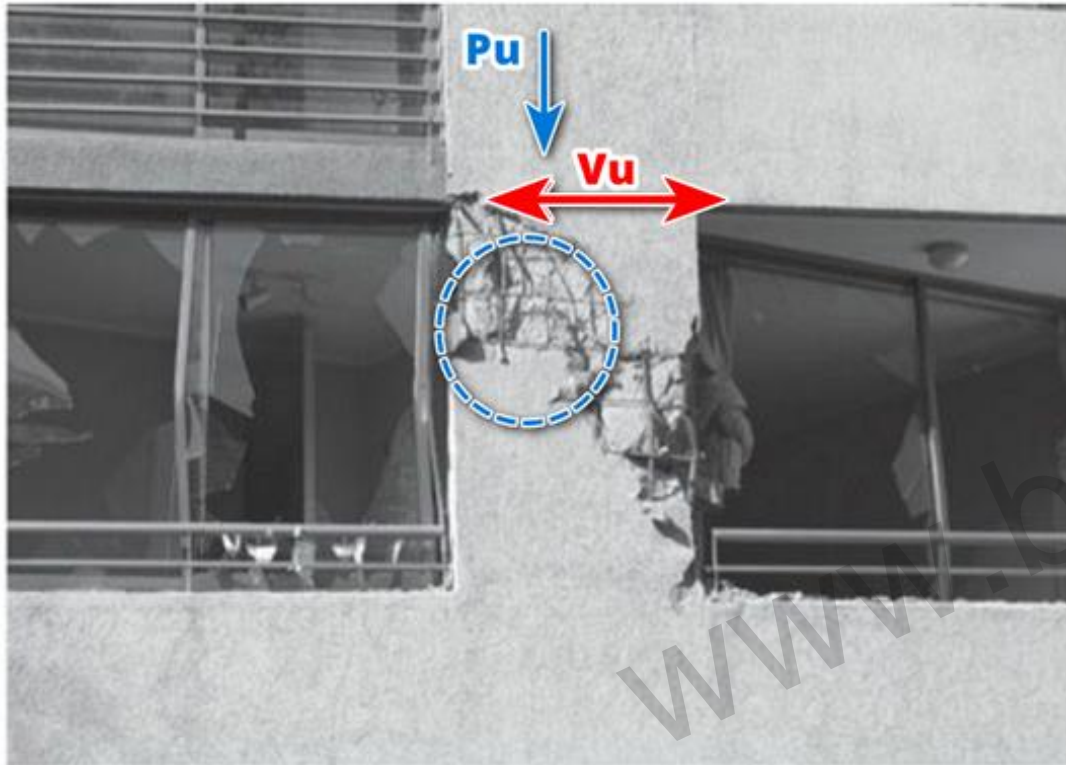


علت محدودیت (حد بالای) مقاومت برشی دیوار



✓ شکل‌پذیری مقطع در شکست

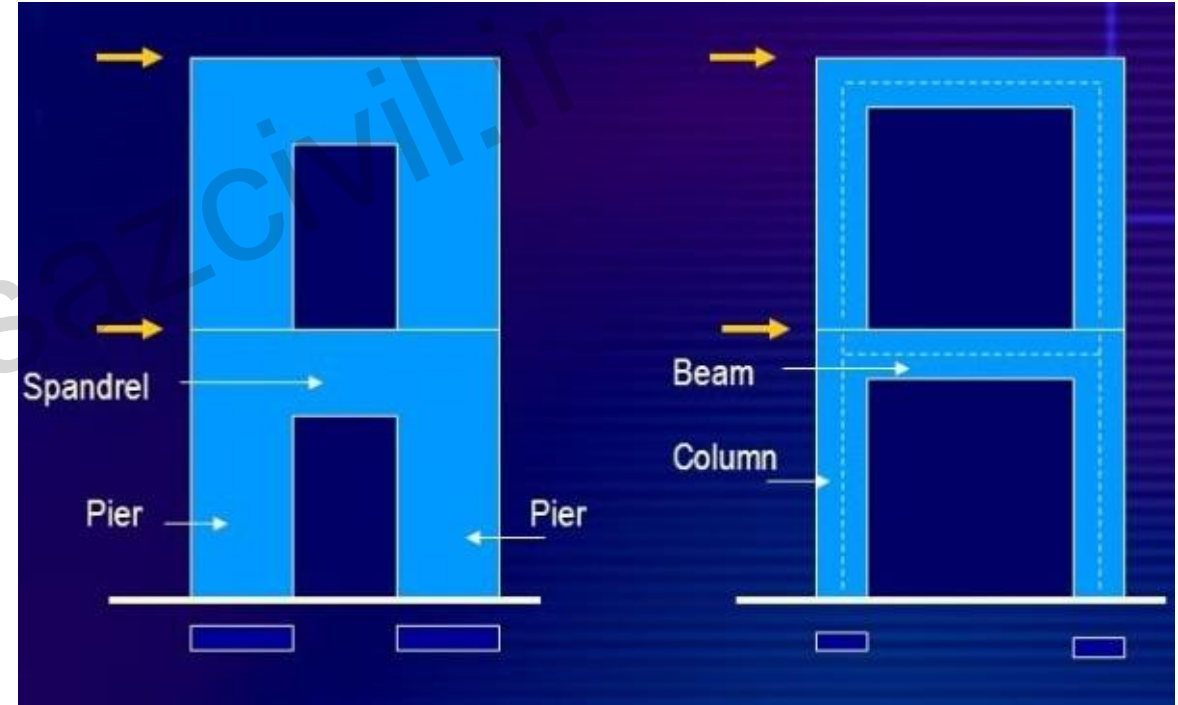
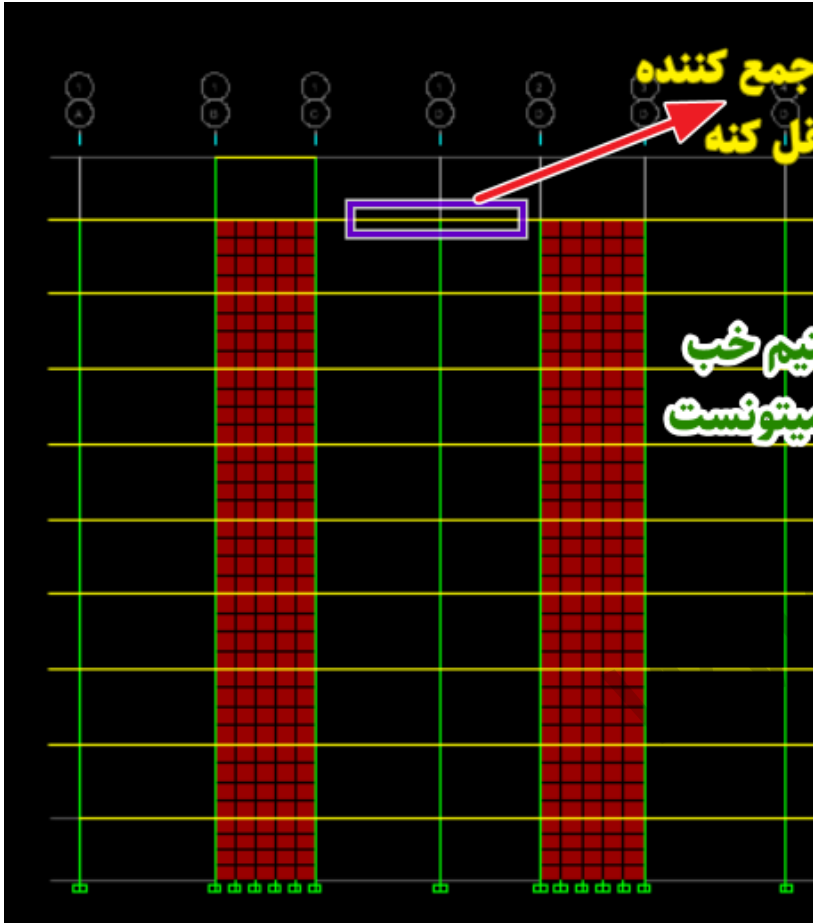
نیروی برشی زیاد وارده (شکست قطری)
نیروی محوری (کمانش آرماتورها)



(b) Shear damage and onset of axial failure
in vertical wall segment, 2010
Chile earthquake.



استفاده از ۰.۸۳ برای مقاومت دیوار عادی مجازه؟



نحوه محاسبه ضریب تشدید برش Ω_v توسط ETABS



تحلیل و طراحی اولیه دیوار در فایل اصلی Main ✓

مشخص شدن ترکیب بار بحرانی در طراحی برشی (Shear Design) ✓

ایجاد فایل جدید Omega-1 با میلگرد $1.25f_y$ و $\phi = 1$ (Mpr) ✓

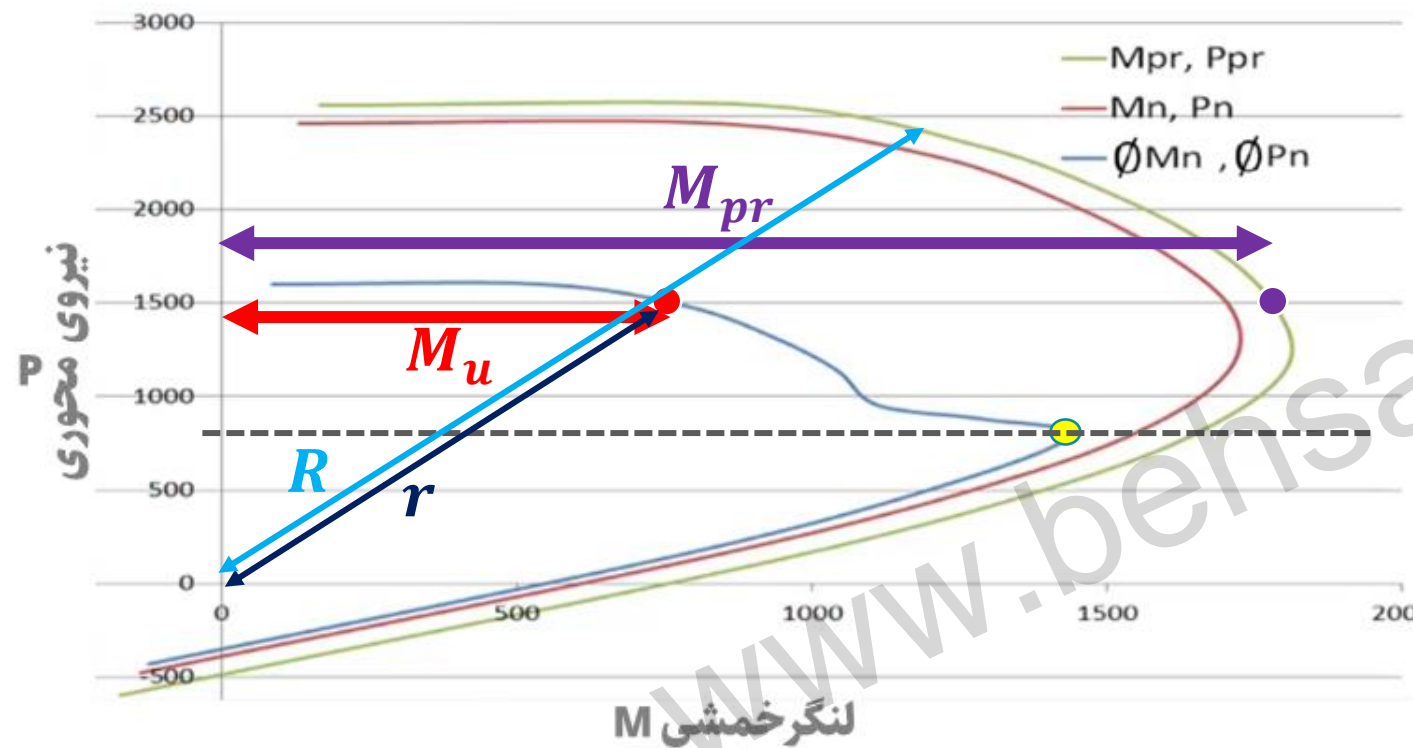
تحلیل و طراحی دیوار در فایل Omega-1 و چک کردن D/C Ratio (تحت ترکیب بار بحرانی در برش) ✓

افزایش یا کاهش ضریب بار زلزله افقی در ترکیب بار بحرانی (جهت رسیدن به $D/C = 1$) ✓

ضریب افزایشی یا کاهششی بار زلزله مرحله قبل Ω_v حاصل از ایتبس ✓



مفهوم محاسبه نسبت M_{pr}/M_u با روش دکتر حسین زاده



$$(D/c)Ratio = \frac{r}{R}$$

ETABS

$$Ratio(\Omega_v) = \frac{M_{pr}}{M_u}$$

ملاک آیین نامه Code

$$\frac{R}{r} < \frac{M_{pr}}{M_u} \Rightarrow$$

آزمون و خطا
تا منحنی‌ها نزدیک به هم بشن

$$\frac{R}{r} \approx \frac{M_{pr}}{M_u}$$



محاسبه نهایی ضرایب تشدید و طراحی برشی دیوار در ETABS



وارد کردن اطلاعات ساختمان و محاسبه ϕ_{new} ✓

اعمال ضریب کاهش مقاومت ϕ_{new} در فایل (Phi Shear Seismic) Main ✓

تحلیل و طراحی دیوار برشی تحت ترکیب بارها ✓

محاسبه نیروی برشی بحرانی توسط ETABS در مقطع بحرانی ✓

وارد کردن اطلاعات لازم در فایل اکسل (شیت دوم) ✓

محاسبه آرما تور افقی ρ_t لازم در هر سفره برای طراحی برشی $S_{max} = 35 \text{ cm}$ ✓



اشکال ایتبس در محاسبه ارتفاع طبقه (h_w)



منجر به تخمین اشتباه (کمتر) آرماتور افقی دیوار ✓

h_w کم، اشتباهاً

$$\frac{h_w}{l_w} \leq 1.5 \rightarrow \alpha_c = 0.25$$

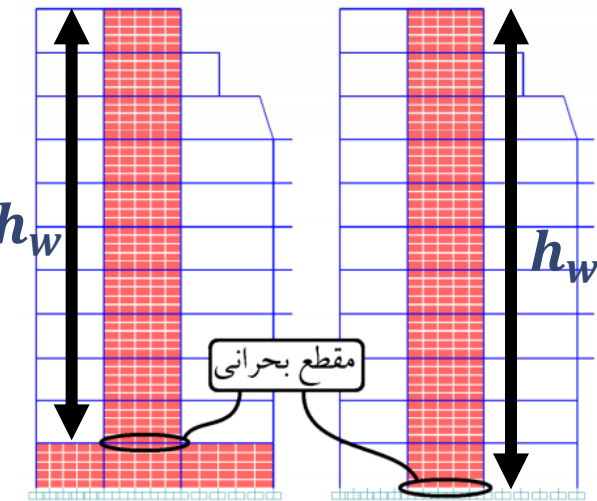
$$\frac{h_w}{l_w} \geq 2 \rightarrow \alpha_c = 0.17$$

$$V_n = A_{cv}(\alpha_c \lambda \sqrt{f'_c} + \rho_t f_y) \quad (A_{cv} = b_w l_w)$$

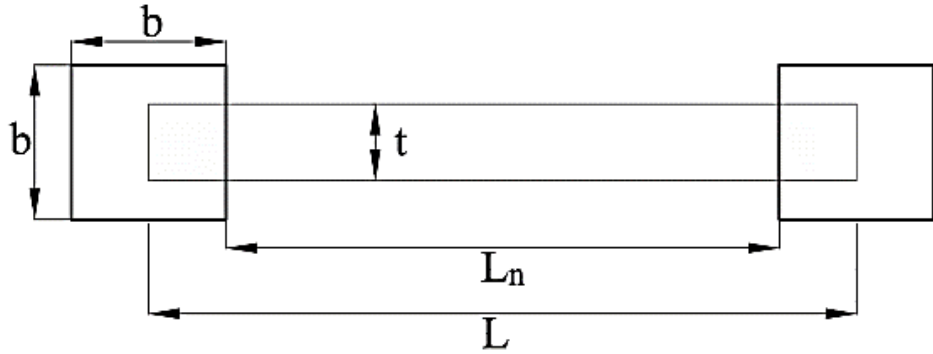
$$0.25 \sqrt{f_c} + \rho_{tE} f_y = 0.17 \sqrt{f_c} + \rho_t f_y$$

$$\rho_t = \frac{0.08 \sqrt{f_c}}{f_y} + \rho_{tE}$$

$$\left(\frac{0.08 \sqrt{30}}{400} \approx 0.001 \right)$$



کمک آیین نامه‌ای در کنترل قاعده تیرضعیف-ستون قوی



مساحت برشی واقعی $A_{cv} = t \times (L + b)$

مساحت برشی که ایتبس منظور میکند $A_{cv} = t \times (L)$

