



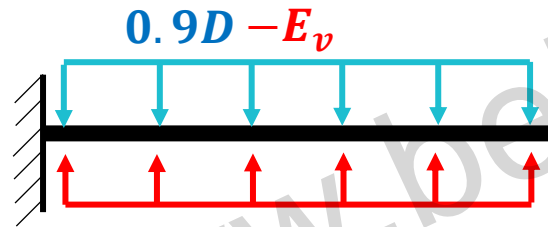
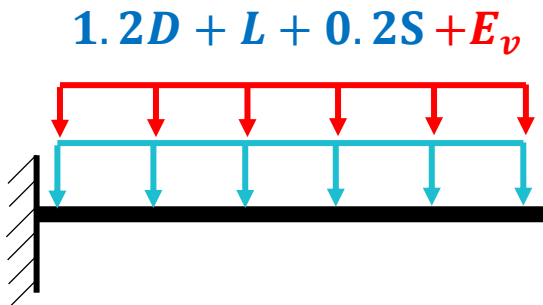
# جلسه هفدهم

- ✓ مفهوم ترکیب بارها
- ✓ بررسی ترکیب بارهای طراحی، خود کرنشی و خیز
- ✓ ساخت اتوماتیک ترکیب بارها و اصلاحات لازم

# اثر کاهنده نیروی قائم زلزله



۳-۳-۹-۲ مقدار نیروی قائم از رابطه (۳-۱۰) محاسبه می‌شود. در مورد بالکن‌ها و پیش‌آمدگی‌ها، این نیرو باید در هر دو جهت رو به بالا و رو به پایین و بدون منظور نمودن اثر کاهنده بارهای ثقیلی در نظر گرفته شود.



# اهمیت ترکیب بارها



طراحی سازه تحت ترکیب بار

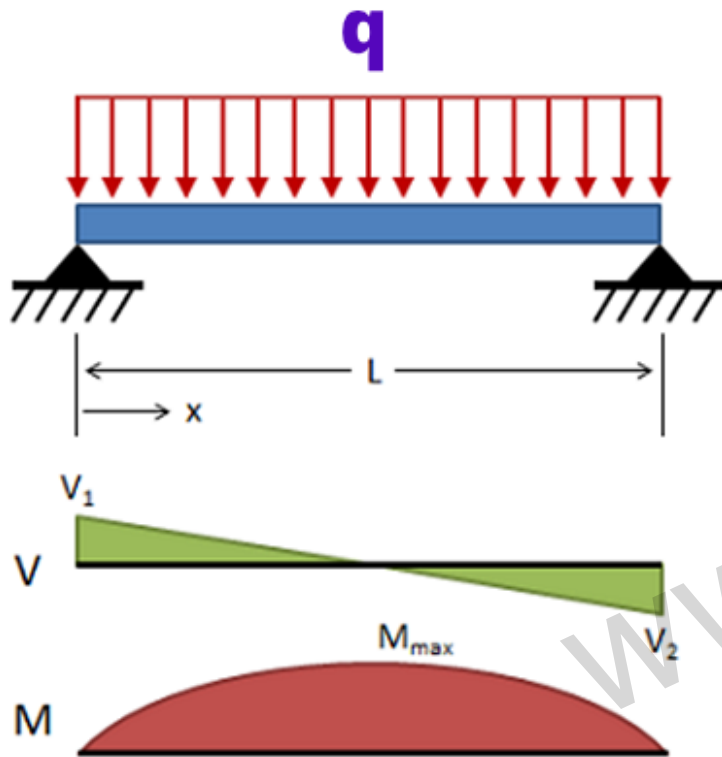


$q = \text{Dead}$   
 $q = \text{Live}$   
 $q = \text{Snow}$

or

$$q = 1.2D + 1.6L + 0.5S$$

and ...



# انواع ترکیب بارها



۲-۲-۳ ترکیب بارها در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت

در طراحی به روش ضرائب بار و مقاومت، سازه‌ها، اعضاء و شالوده‌های آنها باید به گونه‌ای طراحی شوند که مقاومت طراحی آنها، بزرگتر یا برابر با اثرات ناشی از ترکیب بارهای ضریب‌دار زیر باشد:

ترکیب بارهای  
سازه فولادی و بتنی



۱)  $1/4D$

۲)  $1/2D + 1/6L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۳)  $1/2D + 1/6(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + [L \text{ یا } 0.5(1/6W)]$

۴)  $1/2D + 1/6W + L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۵)  $1/2D + E + L + 0.2S$

۶)  $0.9D + 1/6W$

۷)  $0.9D + E$

$$L \begin{cases} Live & \text{غیر قابل کاهش} \\ Live - 0.5 & \text{قابل کاهش (ضریب ۰.۵)} \\ L_{red} & \text{قابل کاهش (فرمول)} \\ L_{part} & \text{تیغه‌بندی (تیغه‌های زیر ۱۰۰ kg/m}^2\text{)} \end{cases}$$

$$E \begin{cases} EX - EY & \text{بدون خروج از مرکزیت} \\ EX_{ALL} - EY_{ALL} & \text{با خروج از مرکزیت} \\ EV & \text{زلزله قائم} \end{cases}$$



# بارهای لرزه‌ای

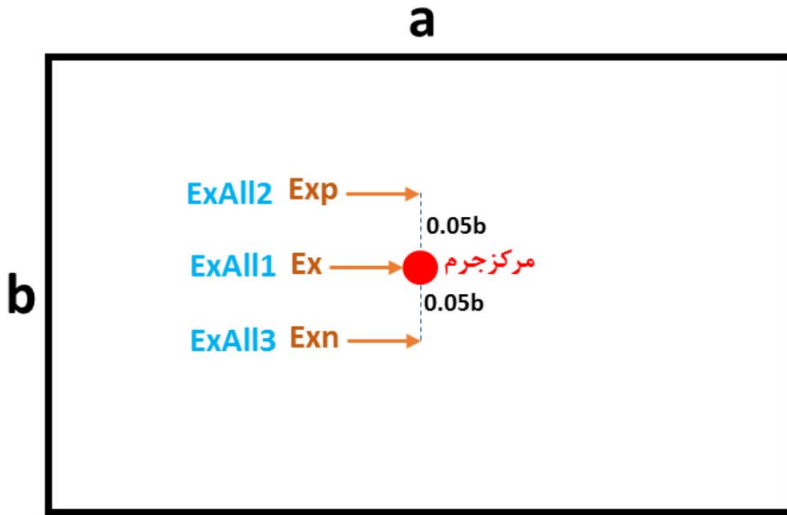


زلزله‌های با خروج از مرکزیت



زلزله ۳۰-۱۰۰

$$(EXALL + 0.3EY)$$



Story Forces

Diaphragm Max/Avg Drifts

1

of 6

Reload

Apply

Story	Load Case/Combo	Location	P kN	VX kN	VY kN	T kN-m
Story1	EXALL 1	Bottom	0	-1530.8238	0	7740.1143
Story1	EXALL 2	Bottom	0	-1530.8238	0	8681.4362
Story1	EXALL 3	Bottom	0	-1530.8238	0	6798.7923
Story1	EYALL 1	Bottom	0	0	-1530.8238	-14761.8186
Story1	EYALL 2	Bottom	0	0	-1530.8238	-16304.5817
Story1	EYALL 3	Bottom	0	0	-1530.8238	-13219.0555



# ترکیب بارهای لرزه‌ای



ترکیب بارهای زلزله (با اثر ۳۰-۱۰۰)



(زلزله‌های استاتیکی)

(۱۶ ترکیب بار)

تعریف در  
Load Case

$$\mathbf{E}_{(EXALL)} \begin{cases} (EXALL + 0.3EY) \\ (EXALL - 0.3EY) \\ -EXALL - 0.3EY \\ -EXALL + 0.3EY \end{cases}$$

$$\mathbf{E}_{(EYALL)} \begin{cases} (EYALL + 0.3EX) \\ (EYALL - 0.3EX) \\ -EYALL - 0.3EX \\ -EYALL + 0.3EX \end{cases}$$

۱)  $1/4D$

۲)  $1/2D + 1/6L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۳)  $1/2D + 1/6(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + [L \text{ یا } 0.5(1/6W)]$

۴)  $1/2D + 1/6W + L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۵)  $1/2D + E + L + 0.2S$  (8)  $+EV$

۶)  $0.9D + 1/6W$

۷)  $0.9D + E$  (8)  $-EV$



# اثر نیروی قائم زلزله در پهنه خطری $A=0.35$



## اثر قائم نیروی زلزله (Ev) ✓

۹-۳-۳ نیروی قائم ناشی از زلزله

۱-۹-۳-۳ نیروی قائم ناشی از زلزله که اثر مؤلفه قائم شتاب زلزله در ساختمان است، در موارد زیر باید در محاسبات منظور شود.

الف- کل سازه ساختمان‌هایی که در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد واقع شده‌اند.

$$F_{Vu} = 0.6 A I W_p \quad (10-3)$$

$W_p$ : در مورد بند الف بالا بار مرده و در مورد سایر بندها بار مرده به اضافه کل سربار است.

**تهران (پهنه خطر خیلی زیاد)  $A=0.35$**

$$EV = 0.6 A I D = 0.6 \times (0.35 \times 1 \times D) = 0.21D$$

$$\text{ترکیب بار سنگین لرزه‌ای} \quad 1.2D + E + L + 0.2S \Rightarrow 1.2D + 0.21D + E_h + L + 0.2S \Rightarrow 1.41D + E_h + \dots + EV$$

$$\text{ترکیب بار سبک لرزه‌ای} \quad 0.9D + E \Rightarrow 0.9D - 0.21D + E_h \Rightarrow 0.69D + E_h - EV$$

$$E = E_V + E_h$$

$$E_h = EX_{ALL} + 0.3EY, \dots$$



# ساخت خودکار ترکیب بار

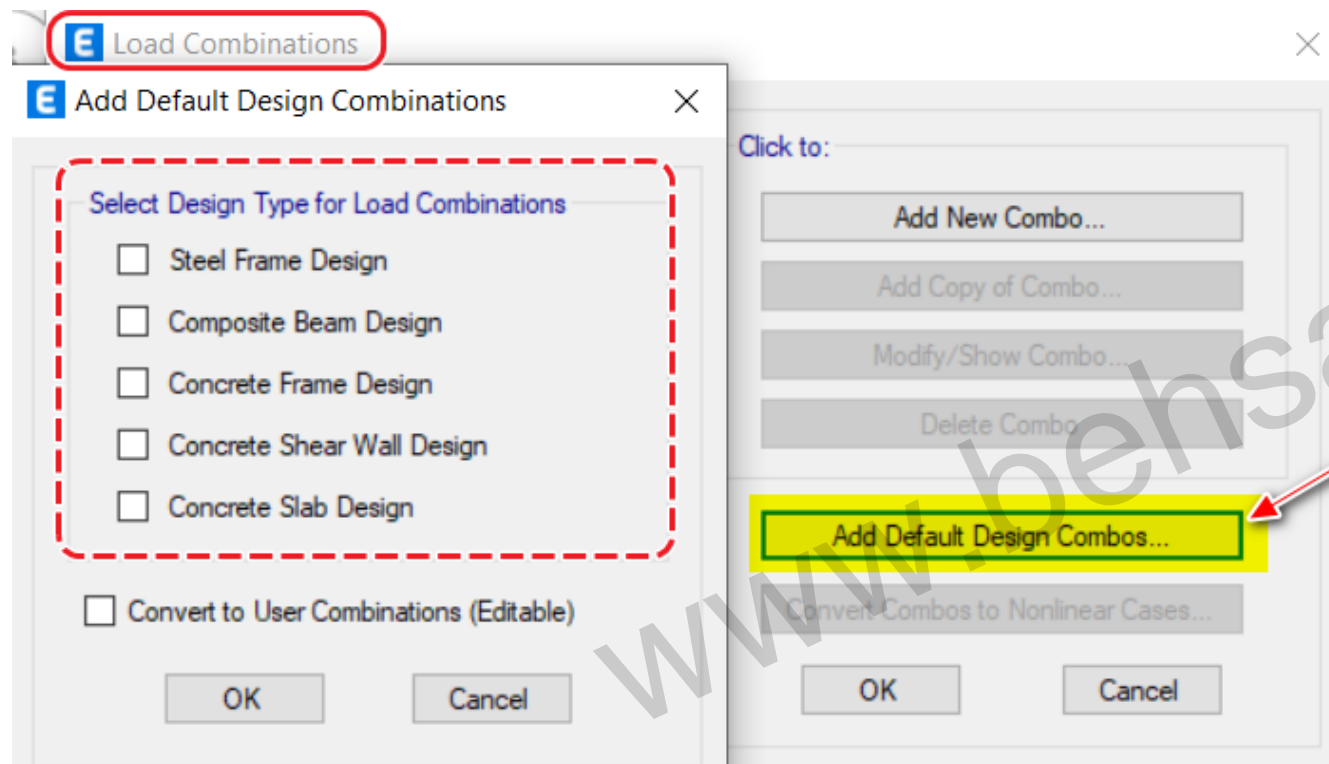


## ساخت اتوماتیک ترکیب بار



ترکیبات بار مربوط به

طراحی انواع سازه‌ها





# ساخت خودکار ترکیب بار



تنظیم برخی پارامترهای تأثیرگذار



(قبل از ساخت اتوماتیک)



۱- اثر مؤلفه قائم زلزله ( $S_{DS}$ )

۲- ضریب نامعینی سازه‌ها ( $\rho$ )

۳- ضریب اضافه مقاومت ( $\Omega_0$ )

www.behsazcivil.ir



# ساخت خودکار ترکیب بار



تنظیم برخی پارامترهای تأثیرگذار ✓

۱- اثر مؤلفه قائم زلزله ( $S_{DS}$ )

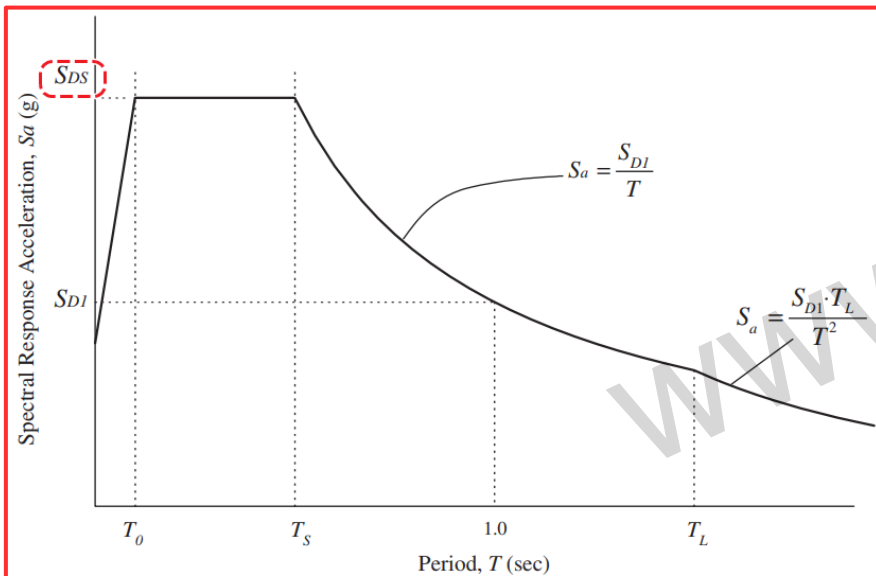
استاندارد ۲۸۰۰

بارگذاری امریکا ۱۶-ASCEV

$$EV = 0.6AID = 0.6 \times (0.35 \times 1 \times D) = 0.21D$$

ترکیب بار سنگین لرزه‌ای  $\rightarrow 1.41D + E_h + E_v + \dots$

ترکیب بار سبک لرزه‌ای  $\rightarrow 0.69D + E_h + E_v$



**12.4.2.2 Vertical Seismic Load Effect.** The vertical seismic load effect,  $E_v$ , shall be determined in accordance with Eq. (12.4-4a) as follows:

$$E_v = 0.2S_{DS}D \quad (12.4-4a)$$

$$(1.2 + 0.2S_{DS})D + \rho Q_E + L + 0.2S$$

$$(0.9 - 0.2S_{DS})D + \rho Q_E + 1.6H$$

$$0.6AID = 0.2S_{DS}D \rightarrow S_{DS} = 1.05I \begin{cases} A = 0.35 \rightarrow S_{DS} = 1.05I \\ A < 0.35 \rightarrow S_{DS} = 0 \end{cases}$$



# ساخت خودکار ترکیب بار



تنظیم برخی پارامترهای تأثیرگذار ✓

استاندارد ۲۸۰۰

۲- ضریب نامعینی سازه

$$\rho \begin{cases} 1 & \text{نامعینی کافی} \\ 1.2 & \text{نامعینی ناکافی} \end{cases}$$

۳-۳-۲ ضریب نامعینی سازه،  $\rho$

۳-۳-۲-۱ ساختمان‌هایی که سیستم مقاوم جانبی آنها در دو جهت عمود برهم دارای نامعینی کافی نیستند، باید برای بار جانبی بیشتری طراحی شوند. در این ساختمان‌ها بار جانبی باید با ضریب  $\rho$  برابر با  $1/2$  افزایش داده شود.

$$\begin{aligned} 1.2D + L + \rho E + 0.2S \\ 0.9D + \rho E \end{aligned}$$



# ساخت خودکار ترکیب بار



تنظیم برخی پارامترهای تأثیرگذار ✓

۳- ضریب اضافه مقاومت (زلزله تشدید یافته) استاندارد ۲۸۰۰

$$\Omega_0 \begin{cases} 3 & \text{قاب خمشی} \\ 2.5 & \text{دیواربرشی} \end{cases}$$

و سیستم‌های دوگانه

۳-۳-۱۰ ضریب اضافه مقاومت،  $\Omega_0$   
این ضریب، در مواردی که براساس ضوابط آیین‌نامه‌های طراحی، عضوی از سازه باید برای نیروی زلزله تشدید یافته طراحی شود، به کار برده می‌شود. در این اعضا، اثرهای ناشی از بار جانبی زلزله باید در ضریب  $\Omega_0$  ضرب گردند.

$$1.2D + L + 0.2S + E$$

ظاهر ترکیب بار

$$1.2D + L + 0.2S + \Omega_0 E$$

در باطن نرم افزار

کنترل توسط خود ETABS



# ساخت خودکار ترکیب بار



## مراحل ساخت ترکیب بار خودکار



۱- انتخاب آیین نامه طراحی (ACI318-19 , AISC360-16, ...)

۲- ساخت الگوهای بار (از قبل تعریف شده Load Pattern)

۳- ساخت و اصلاح Load Case (در صورت نیاز)

ملاک ساخت ترکیب بار خودکار از بخش Load Case

(ترکیب بارهای چندتایی مثل زلزله 30-100)

۴- انتخاب نوع سازه و ساخت (بتنی، فولادی، ...)



# ساخت خودکار ترکیب بار



اصلاحات لازم پس از ساخت ترکیب بارها ✓

۱- اضافه کردن بار EV در ترکیبات بار لرزه‌ای

ترکیب بار سنگین لرزه‌ای +EV

ترکیب بار سبک لرزه‌ای -EV

۲- جایگزینی ضریب ۰.۵ به عنوان ضریب الگوی بار ۰.۵-Live

$$\begin{aligned} ۳) & \frac{1}{2}D + \frac{1}{6}(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + [L \text{ یا } 0.5(1/6W)] \\ ۴) & \frac{1}{2}D + \frac{1}{6}W + L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) \\ ۵) & \frac{1}{2}D + E + L + 0.5S \end{aligned}$$

۳- افزودن الگوی بارها در صورت نیاز (طبق ضوابط مبحث ششم ۱۳۹۸)

H , Soil , R , ...

مبحث ششم 1398 - صفحه 11



# بار Notional ترکیب بارهای فولادی



مبحث دهم ۱۴۰۱ - صفحه ۴۳

نکات مهم بار Notional ترکیب بارها ✓

✓ ضرایب بار Notional مطابق ضریب بارثقلی مربوطه

✓ در حالات متعارف فقط در ترکیب بارهای ثقلی

✓ به صورت رفت و برگشتی در هر راستا

✓ فقط برای مقاومت و طراحی اعضا

(در کنترل دررفت، دررفت، خیز، ارتعاش و ... نیازی نیست.)

$(1.4D) \rightarrow \begin{cases} 1.4D \pm 1.4NDX \\ 1.4D \pm 1.4NDY \end{cases}$

یک عدد  $\rightarrow$  عدد ۴



# تعداد ترکیب بارهای فولادی



- ثقلی ها {
- ۱)  $\frac{1}{4}D$  (1)  $\times 4$
  - ۲)  $\frac{1}{2}D + \frac{1}{6}L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$  (2)  $\times 4$
  - ۳)  $\frac{1}{2}D + \frac{1}{6}(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + [L \text{ یا } 0.5(\frac{1}{6}W)]$  (2)  $\times 4$
  - ۴)  $\frac{1}{2}D + \frac{1}{6}W + L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
  - ۵)  $\frac{1}{2}D + E + L + 0.2S$  (8)
  - ۶)  $0.9D + \frac{1}{6}W$
  - ۷)  $0.9D + E$  (8)

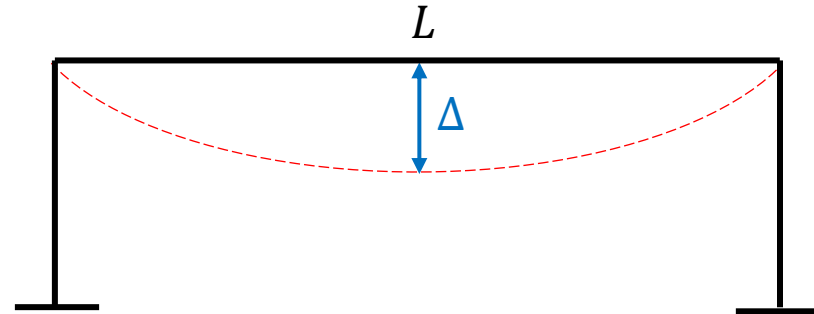
مجموع ترکیب بارهای  
استاتیکی فولادی: ۳۶ عدد  
UDStIS...

www.behsazcivil.ir





# ترکیب بارهای بهره‌برداي (خيز: تغييرشکل قائم)



## ۱-۵-۲-۶ تغییر شکل قائم (افتادگی)

تغییر شکل‌های قائم (افتادگی) اعضای کف‌ها و سقف‌ها تحت ترکیب بارهای زیر نباید از مقادیر مجاز آیین‌نامه‌های طراحی تجاوز نماید. در صورتی که در مباحث طراحی مقررات ملی ساختمان یا سایر آیین‌نامه‌های طراحی مرتبط، استفاده از ضرایب بار کمتر از واحد پیشنهاد شده باشد، می‌توان از آن ضرایب به جای واحد در ترکیب بارها استفاده نمود.

- ۱)  $D$
- ۲)  $L$
- ۳)  $D + L$
- ۴)  $D + (L_r \text{ یا } 0.5 S)$

**مبحث ششم 1398 - صفحه 15**

www.behsazcivil.ir



# ترکیب بارهای خودکرنشی (تغییرات دما)



تغییرات طول اعضا  
در اثر تغییرات دمایی

$$\Delta L = \alpha L \Delta T$$

چ) در مواردی که اثر بارهای خودکرنشی وجود داشته باشد، علاوه بر ترکیب بارهای ارائه شده، دو ترکیب بار زیر نیز باید در نظر گرفته شود:

۱)  $\frac{1}{2}D + 0.5L + 0.5(L_T \text{ یا } S) + \frac{1}{2}T$

مبحث ششم 1398 - صفحه 11

۲)  $\frac{1}{2}D + \frac{1}{6}L + \frac{1}{6}(L_T \text{ یا } S) + T$

مبحث دهم 1401 - صفحه 247

۱۰-۲-۱۰-۶ آثار تغییرات دما و خود کرنشی

برای تأمین شرایط بهره‌برداری مناسب، در محاسبه و طراحی سازه باید آثار تغییرات دما به نحو مناسبی مورد توجه قرار گیرد. خرابی پوشش‌های نمای ساختمان می‌تواند عامل نفوذ آب شده و منجر به زنگ‌زدگی شود. در محاسبات تغییر شکل‌های دمائی، ضریب انبساط و انقباض حرارتی فولاد برابر  $12 \times 10^{-6}$  به ازای هر درجه سلسیوس در نظر گرفته می‌شود.

انبساط و انقباض:

مقدار + و - بار دمایی باید لحاظ بشه.





$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d$$

q : فشار مبنای باد بر اساس بند ۶-۱۰-۳ و رابطه ۶-۱۰-۲ ✓

$C_e$  : ضریب اثر تغییر سرعت طبق بند ۶-۱۰-۶ (با توجه به تراکم منطقه)

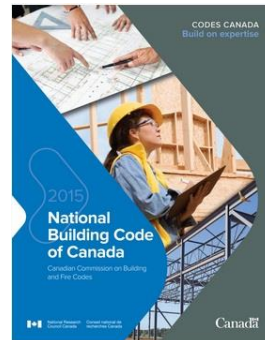
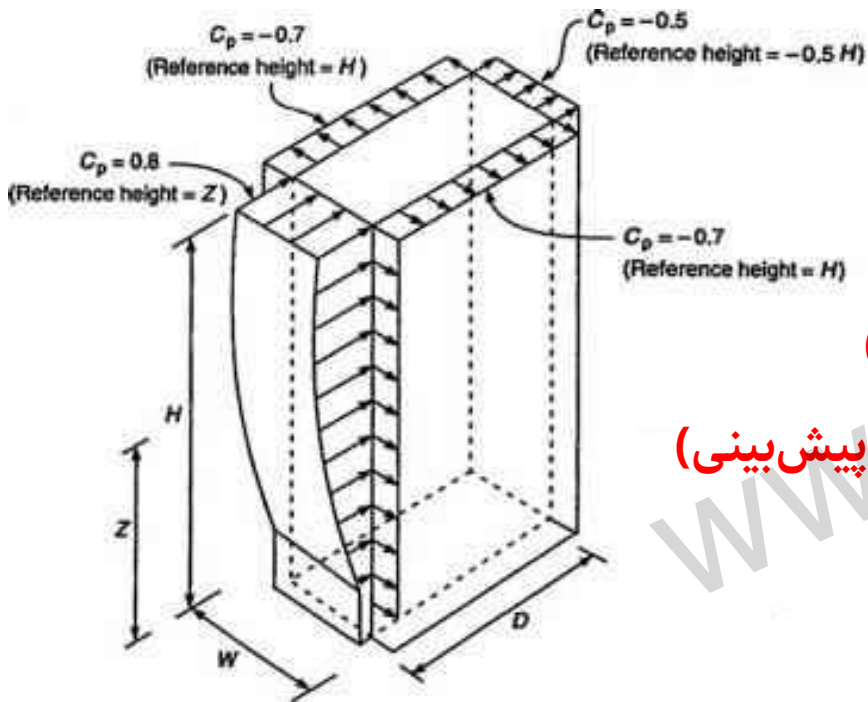
$C_t$  : ضریب پستی و بلندی زمین طبق بند ۶-۱۰-۷ (سازه‌های روی شیب یا تپه)

$C_g$  : ضریب اثر تند باد طبق بند ۶-۱۰-۸ یا ۶-۱۰-۹ (ضریب افزایش فشارمبنا)

$C_p$  : ضریب فشار طبق بند ۶-۱۰-۸ یا ۶-۱۰-۹ (عموماً با توجه به نتایج تونل باد)

$C_d$  : ضریب همراستایی باد طبق بند ۶-۱۰-۱۲ (احتمال همراستایی جهت باد با پیش‌بینی)

ضرایب



NBCC 2015



# ترکیب بارهای باد در مبحث ششم ۹۸ و ASCEV-۲۲



## مبحث ششم ۱۳۹۸ - صفحه ۱۰

۱)  $1/4D$

۲)  $1/2D + 1/6L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۳)  $1/2D + 1/6(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + [L \text{ یا } 0.5(1/6W)]$

۴)  $1/2D + 1/6W + L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۵)  $1/2D + E + L + 0.2S$

۶)  $0.9D + 1/6W$

۷)  $0.9D + E$

## بارگذاری امریکا (ASCE7-22) صفحه ۷

### 2.3 LOAD COMBINATIONS FOR STRENGTH DESIGN

1a.  $1.4D$

2a.  $1.2D + 1.6L + (0.5L_r \text{ or } 0.3S \text{ or } 0.5R)$

3a.  $1.2D + (1.6L_r \text{ or } 1.0S \text{ or } 1.6R) + (L \text{ or } 0.5W)$

4a.  $1.2D + 1.0(W \text{ or } W_T) + L + (0.5L_r \text{ or } 0.3S \text{ or } 0.5R)$

5a.  $0.9D + 1.0(W \text{ or } W_T)$

$W_{\text{امریکا}} = 1.6 W_{\text{کانادا}}$



NBCC 2015

