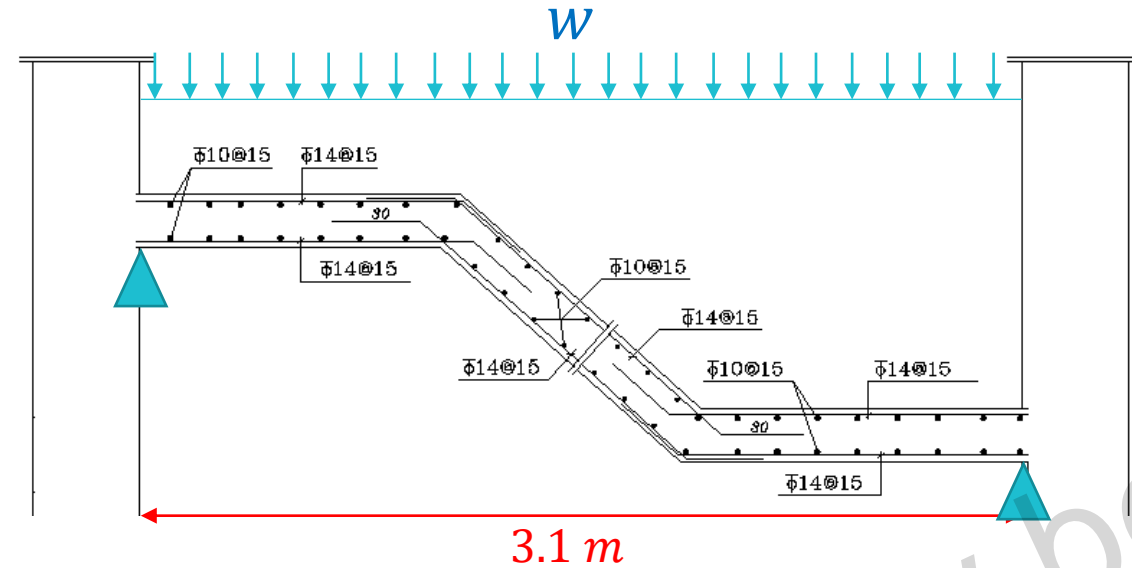




جلسه یازدهم

- ✓ طراحی ثقلی و لرزه‌ای راه پله
- ✓ خطای ساخت اعضا (بار Notional در سازه فولادی)
- ✓ مقدمه‌ای از نیروی زلزله و تحلیل اون

طراحی دستی میلگردهای پله (تحت بار ثقلی)



$$w = 1.2D + 1.6L = 1.2(700) + 1.6(500) = 1.64 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$D = 700 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad L = 500 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{1.64 \times 3.1^2}{8} = 2 \text{ t.m}$$

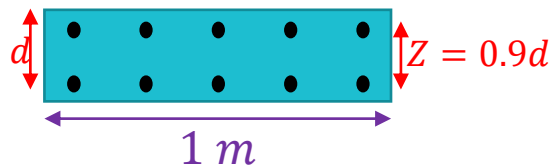
$$M = 2 \text{ t.m} \leq \phi M_n = 0.9 \times A_s f_y \times Z$$

$$M = 2 \times 10^5 \leq 0.9 \times 5A_s \times 4000 \times 0.9 \times 17$$

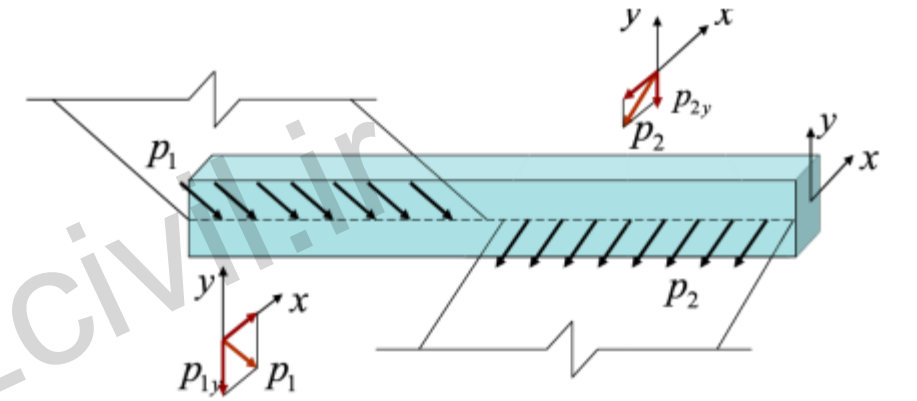
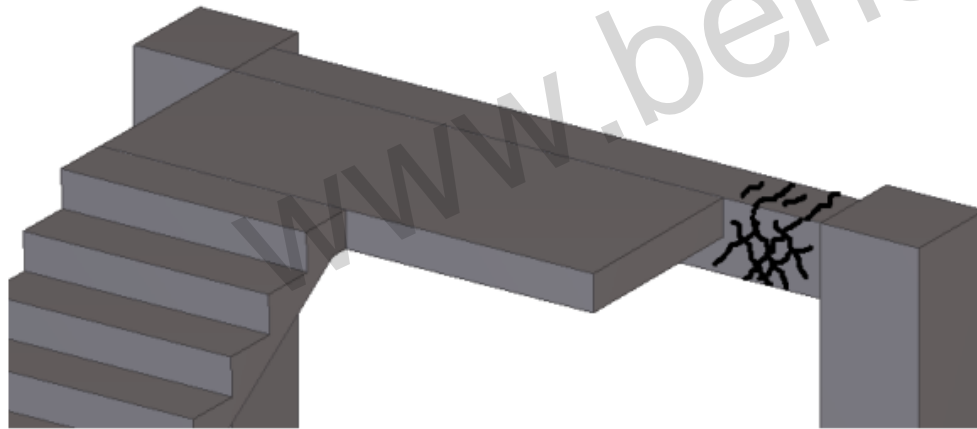
$$A_s = 0.72 \text{ cm}^2$$

$$\phi 10 (0.785 \text{ cm}^2)$$

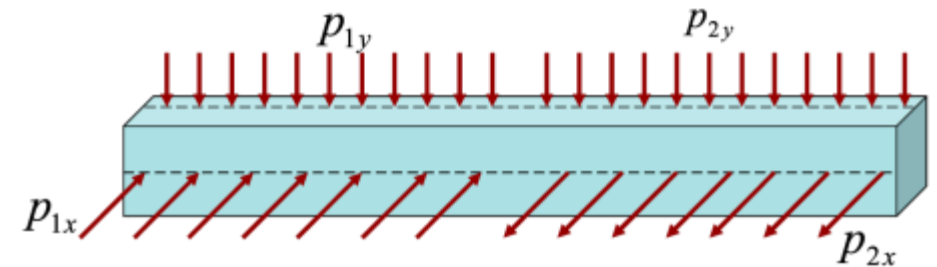
$$\phi 10 @ 20 \text{ cm}$$



طراحی لرزه‌ای میلگردهای پله



(a) Forces from flights



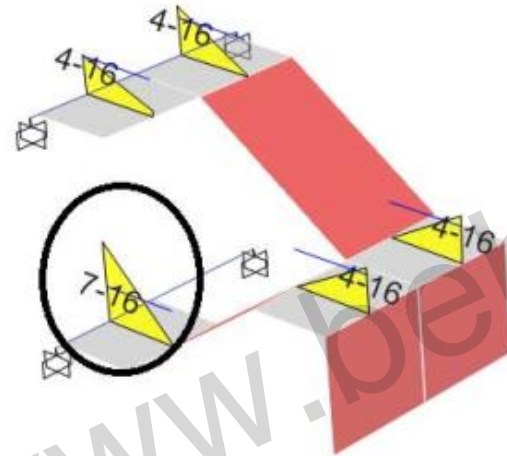
(b) Out-of-plane and in-plane force components



طراحی لرزه‌ای میلگردهای پله

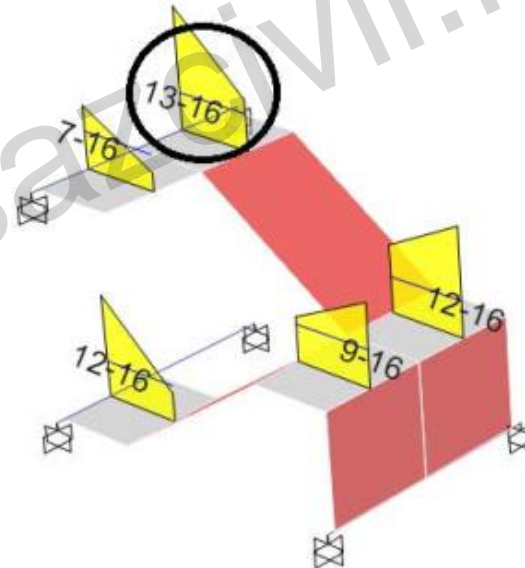


$$1.2D+1.6L$$



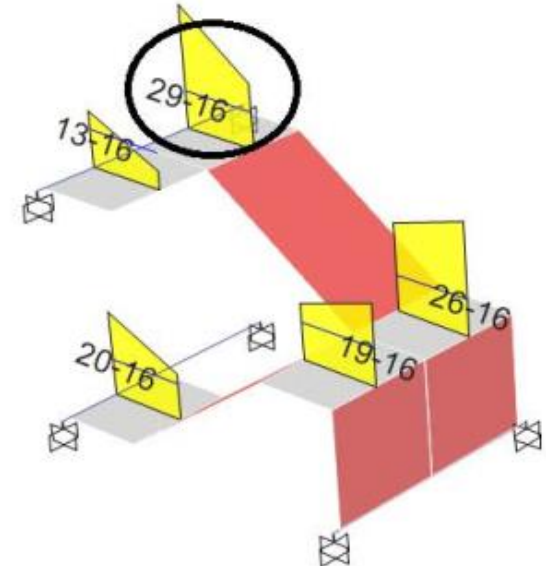
f16@21

$$1.41D+L+E$$



f16@11

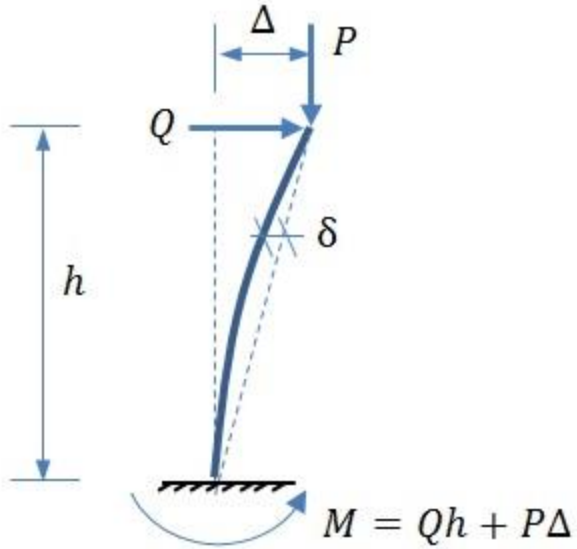
$$1.41D+L+2.5E$$



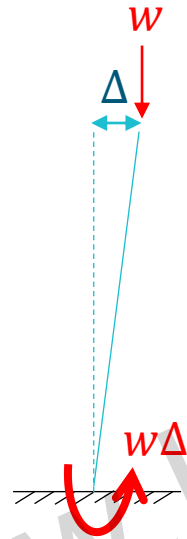
f16@5cm



بار Notional در سازه فولادی



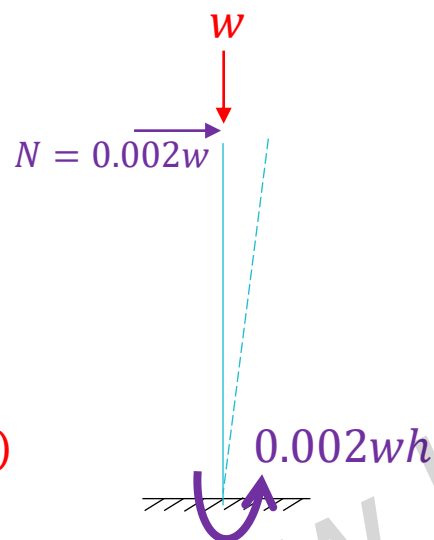
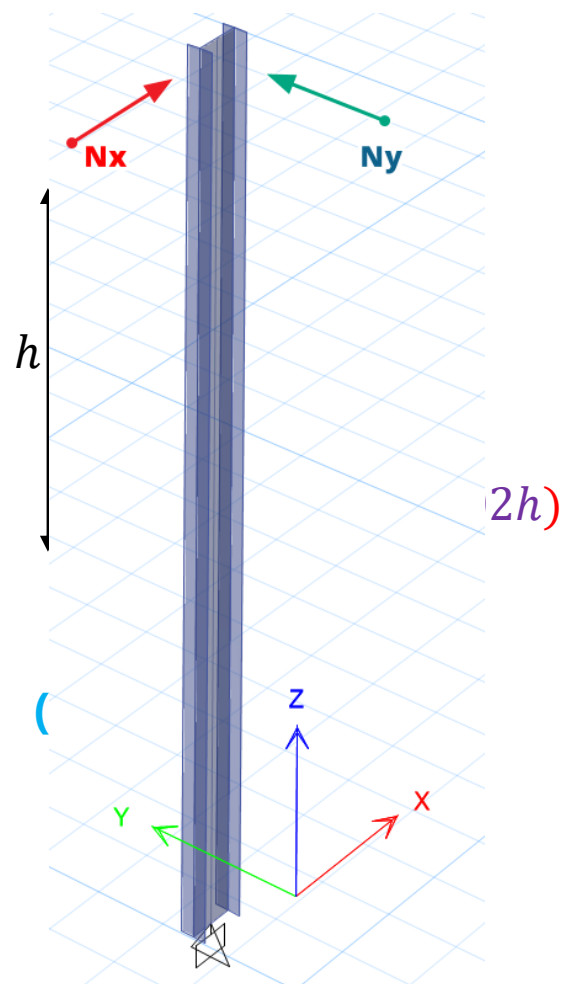
اثر P-Delta
در اثر نیروی جانبی



اثر ناشاقولی (خطای ساخت)
تحت بار ثقلی (دائمی)



بار Notional در سازه فولادی



روش بار جانبی فرضی
در مبحث دهم ۱۴۰۱

۱۰-۲-۱-۵-۱-۱ ملاحظات نواقص هندسی اولیه

در روش تحلیل مستقیم، آثار نواقص هندسی اولیه (شامل کجی و ناشاقولی اعضا) باید از طریق مدل کردن این نواقص در تحلیل مرتبه دوم سازه انجام پذیرد. در سازه‌هایی که بارهای ثقلی عمدتاً توسط ستون‌ها، دیوارها یا قاب‌های قائم تحمل می‌شوند، به جای در نظر گرفتن نواقص هندسی اولیه در مدل‌سازی، می‌توان به شرح زیر یک بار جانبی فرضی در طبقات ساختمان اعمال نمود:

$$N_i = 0.002Y_i$$

(۱۰-۲-۱-۱)

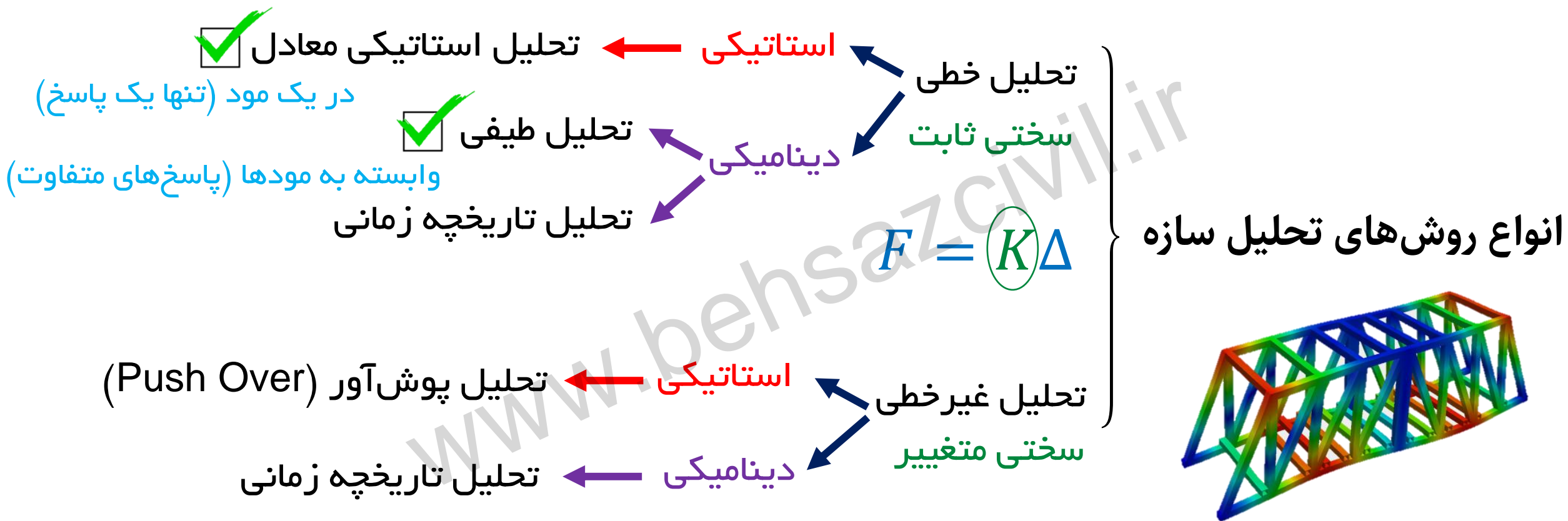
که در آن:

N_i = بار جانبی فرضی در طبقه i ام

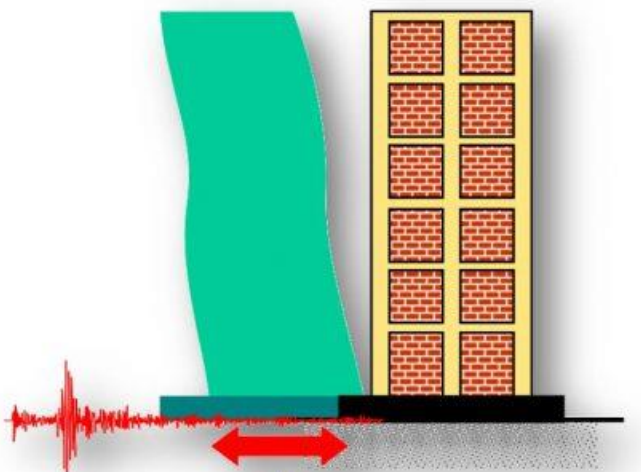
Y_i = بار ثقلی در طبقه i ام متناسب با ضرایب بار به کاررفته در ترکیبات مختلف بارگذاری



انواع روش‌های تحلیل سازه



شرایط استفاده از تحلیل استاتیکی معادل (بار زلزله)



✓ تحلیل استاتیکی معادل

✓ تحلیل دینامیکی طیفی

در چه مواردی مجاز به تحلیل استاتیکی معادل هستیم؟

✓ ساختمان‌های ۳ طبقه و کوتاه‌تر

✓ ساختمان‌های منظم تا ارتفاع ۵۰ متر از تراز پایه

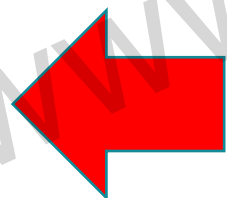
✓ ساختمان‌های نامنظم تا ارتفاع ۵۰ متر از تراز پایه که :

۱- دارای نامنظمی زیاد و شدید پیچشی نباشد.

۲- دارای نامنظمی جرمی، نرم و خفلی نرم نباشد.

در غیراینصورت

تحلیل طیفی



تحلیل استاتیکی معادل

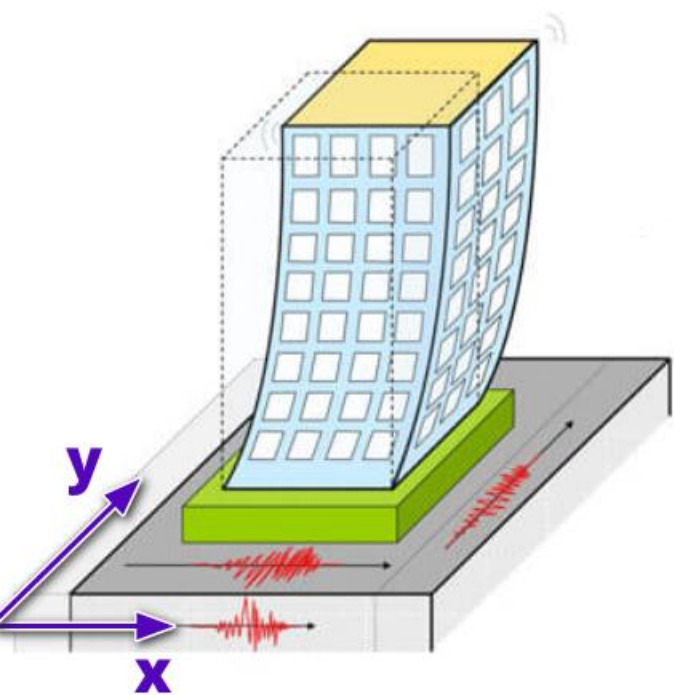


تحلیل استاتیکی معادل



راستای X و Y

E_x , E_y



در این رابطه:

A: نسبت شتاب مبنای طرح مطابق بند (۲-۲)

B: ضریب بازتاب ساختمان مطابق بند (۳-۲)

I: ضریب اهمیت ساختمان مطابق بند (۴-۳-۳)

R_u : ضریب رفتار ساختمان مطابق بند (۵-۳-۳)

برش پایه استاتیکی $V = CW = \frac{ABI}{R} \times W$

$$V_{u \min} = 0.12 A I W$$

C_{\min}



نسبت شتاب مبنای طرح (A)



✓ تحلیل استاتیکی معادل

$$V = \frac{ABI}{R}$$

وابسته به مناطق کشور

جدول ۱-۲ نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق با لرزه‌خیزی مختلف

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح به شتاب ثقل
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	۰/۳۵
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	۰/۳۰
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	۰/۲۵
۴	پهنه با خطر نسبی کم	۰/۲۰

تهران = ۰.۳۵

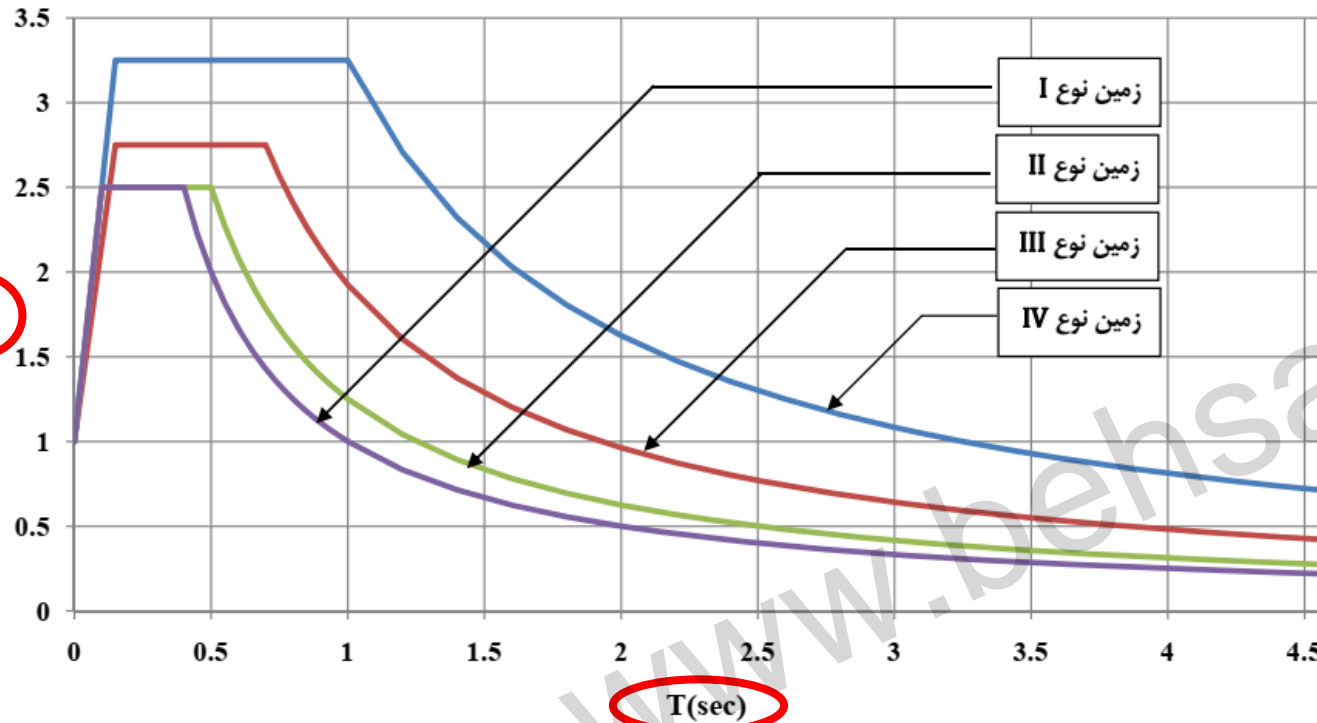
قم = ۰.۳۰

اصفهان = ۰.۲۵

خوزستان = ۰.۲۰



ضریب بازتاب ساختمان (B)



تحلیل استاتیکی معادل ✓

بر اساس نوع خاک
زمان تناوب

$$V = \frac{ABI}{R}$$

$$B = B_1 N$$

$$\begin{aligned} B_1 &= S_0 + (S - S_0 + 1)(T/T_0) & 0 < T < T_0 \\ B_1 &= S + 1 & T_0 < T < T_s \\ B_1 &= (S + 1)(T_s/T) & T > T_s \end{aligned}$$



ضریب اهمیت ساختمان (I)



$$V = \frac{ABI}{R}$$

تحلیل استاتیکی معادل ✓

براساس میزان اهمیت آن
(عواقب ناشی از تخریب)

جدول ۳-۳ ضریب اهمیت ساختمان

ضریب اهمیت	طبقه بندی ساختمان
۱/۴	گروه ۱
۱/۲	گروه ۲
۱/۰	گروه ۳
۰/۸	گروه ۴

بیمارستان

مدارس

مسکونی

سالن مرغداری



ضریب رفتار سازه (R)



جدول ۳-۴ مقادیر ضریب رفتار ساختمان، R_u ، همراه با حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان H_m

سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی	R_u	Ω_0	C_d	H_m (متر)
الف- سیستم دیوارهای باربر	۱- دیوارهای برشی بتن آرمه ویژه	۵	۲/۵	۵	۵۰
	۲- دیوارهای برشی بتن آرمه متوسط	۴	۲/۵	۴	۵۰
	۳- دیوارهای برشی بتن آرمه معمولی [۱]	۳/۵	۲/۵	۳/۵	-
	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح	۳	۲/۵	۳	۱۵
	۵- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و مهارهای تسمه‌ای فولادی	۴	۲	۳/۵	۱۵
	۶- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و صفحات پوشش فولادی	۵/۵	۳	۴	۱۵
	۷- دیوارهای بتن پاششی سه‌بعدی	۳	۲	۳	۱۰
ب- سیستم قاب ساختمانی	۱- دیوارهای برشی بتن آرمه ویژه [۲]	۶	۲/۵	۵	۵۰
	۲- دیوارهای برشی بتن آرمه متوسط	۵	۲/۵	۴	۳۵
	۳- دیوارهای برشی بتن آرمه معمولی [۱]	۴	۲/۵	۳	-
	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح	۳	۲/۵	۲/۵	۱۵
	۵- مهاربندی واگرای ویژه فولادی [۲] و [۳]	۷	۲	۴	۵۰

تحلیل استاتیکی معادل

$$V = \frac{ABI}{R}$$

بر اساس نوع
سیستم باربر جانبی
و میزان شکل پذیری



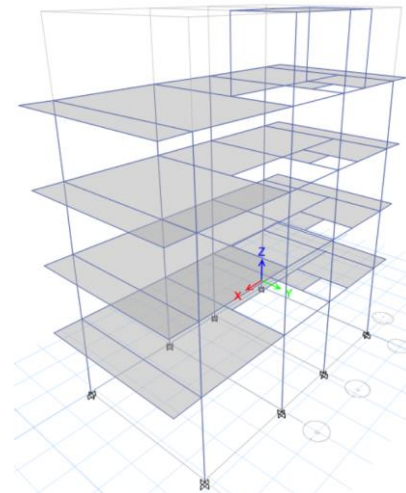
محاسبه زمان تناوب (T)

✓ زمان تناوب T مدت زمان یک رفت و برگشت کامل

✓ زمان تناوب تجربی (T_e) ←

✓ زمان تناوب تحلیلی (T_A)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$



زمان تناوب محاسباتی ۲۸۰۰

$$T = \min(1.25T_e, T_A)$$

