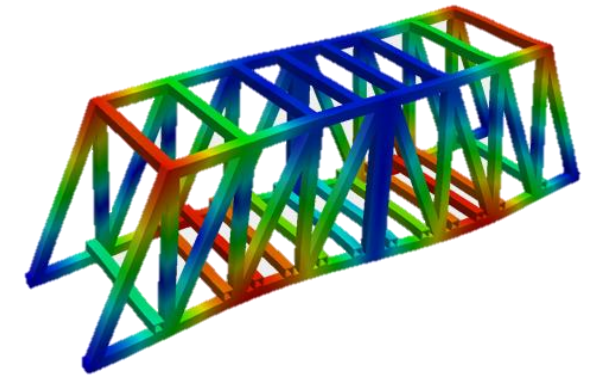
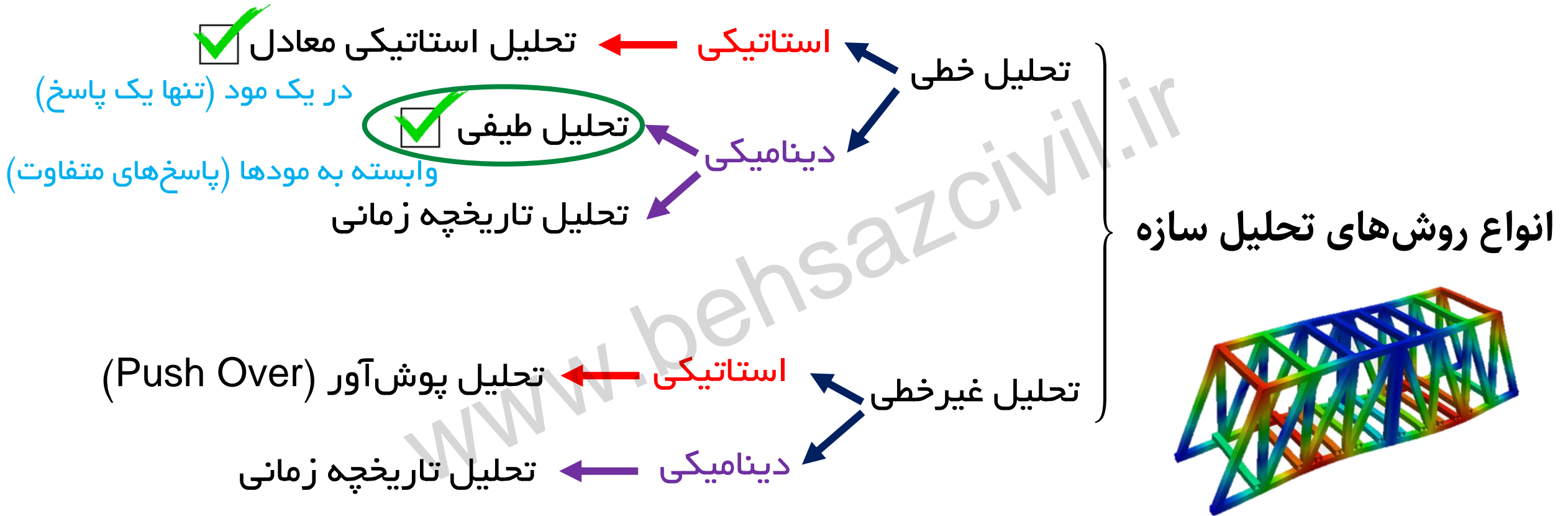




# جلسه چهارم

- ✓ مفاهیم تحلیل دینامیکی (آنالیز مودال)
- ✓ تعریف زلزله‌های طیفی
- ✓ همپایه سازی زلزله‌های طیفی

# انواع روش‌های تحلیل سازه



# استفاده از تحلیل طیفی



## شرایط الزام به تحلیل دینامیکی



### ۲-۲-۳ روش‌های تحلیل خطی

روش‌های تحلیل خطی را می‌توان در کلیه ساختمان‌ها با هر تعداد طبقه به کاربرد. تنها، روش استاتیکی معادل را می‌توان در ساختمان‌های سه طبقه و کوتاه‌تر، از تراز پایه و یا ساختمان‌های زیر به کار گرفت:

الف- ساختمان‌های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه

ب- ساختمان‌های نامنظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه که دارای:

- نامنظمی زیاد و شدید پیچشی در پلان نباشد
- نامنظمی جرمی، نرم و خیلی نرم در ارتفاع نباشد

تحلیل دینامیکی طیفی

اگر باشد

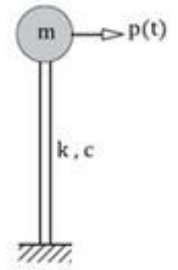


# آنالیز مودال

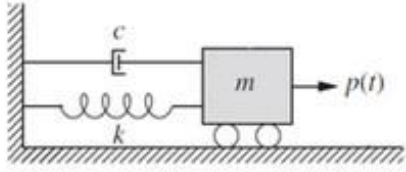


تحلیل مودال چیست؟

سیستم یک درجه آزادی



مدل گلوله و میله

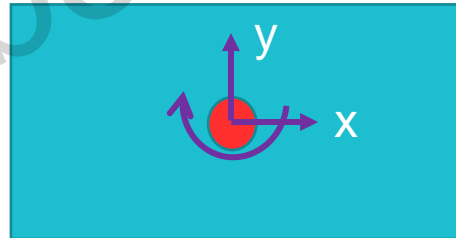
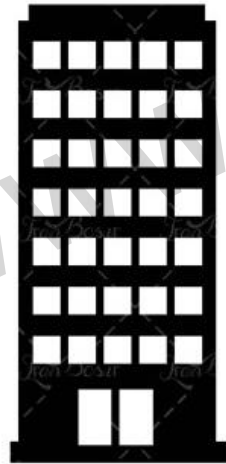
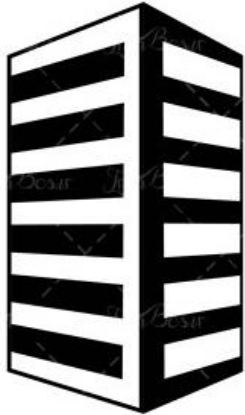
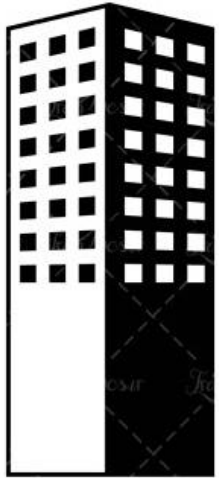


مدل ارابه

$$m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = -f$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} \rightarrow B1 \rightarrow C$$

$$V = CW$$



سیستم چند درجه آزادی  
(ساختمان)

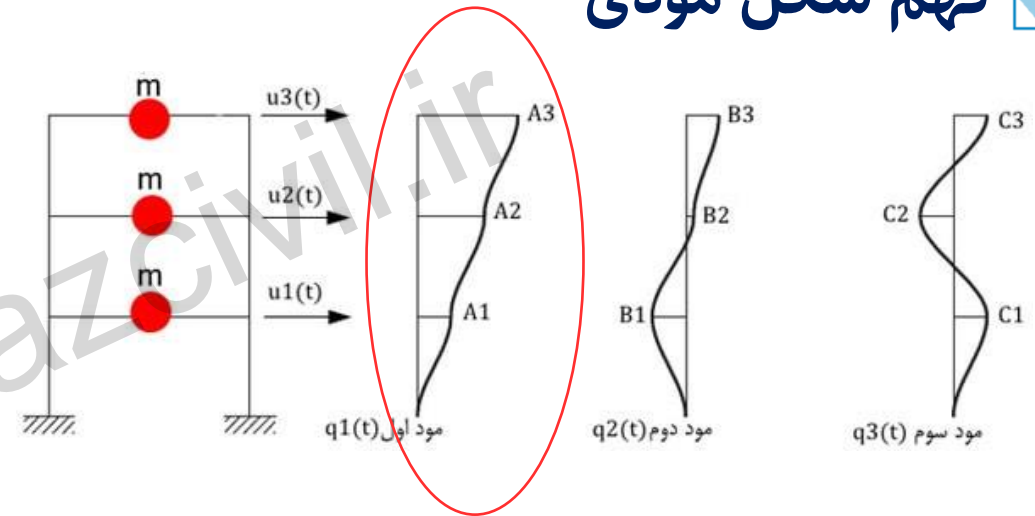
۳\*تعدادسقف = تعداد درجات آزادی  
تعداد مودهای نوسانی



# مفاهیم مودها

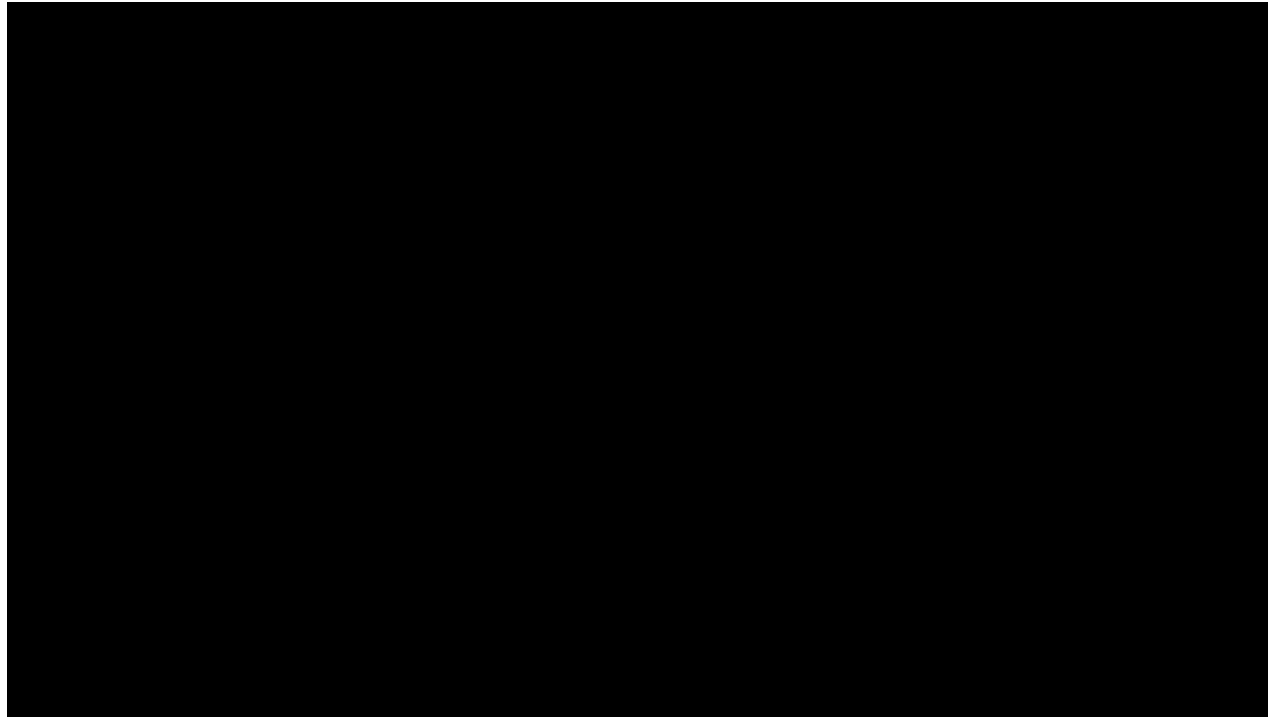


## فهم شکل مودی ✓

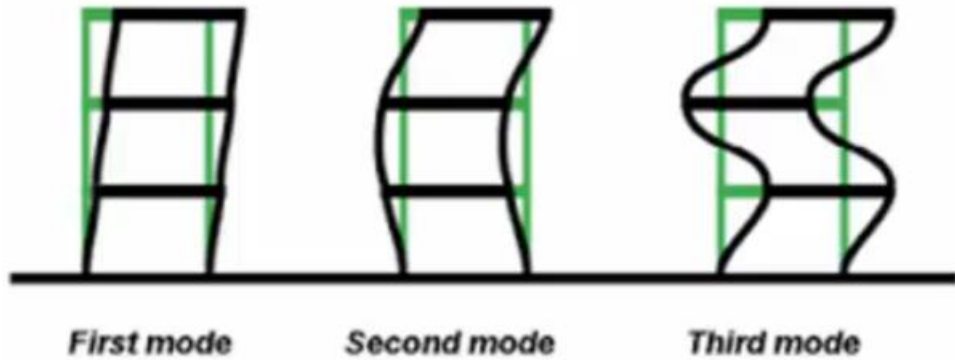


تحلیل استاتیکی معادل

$$V = CW$$



# مفاهیم تحلیل طیفی



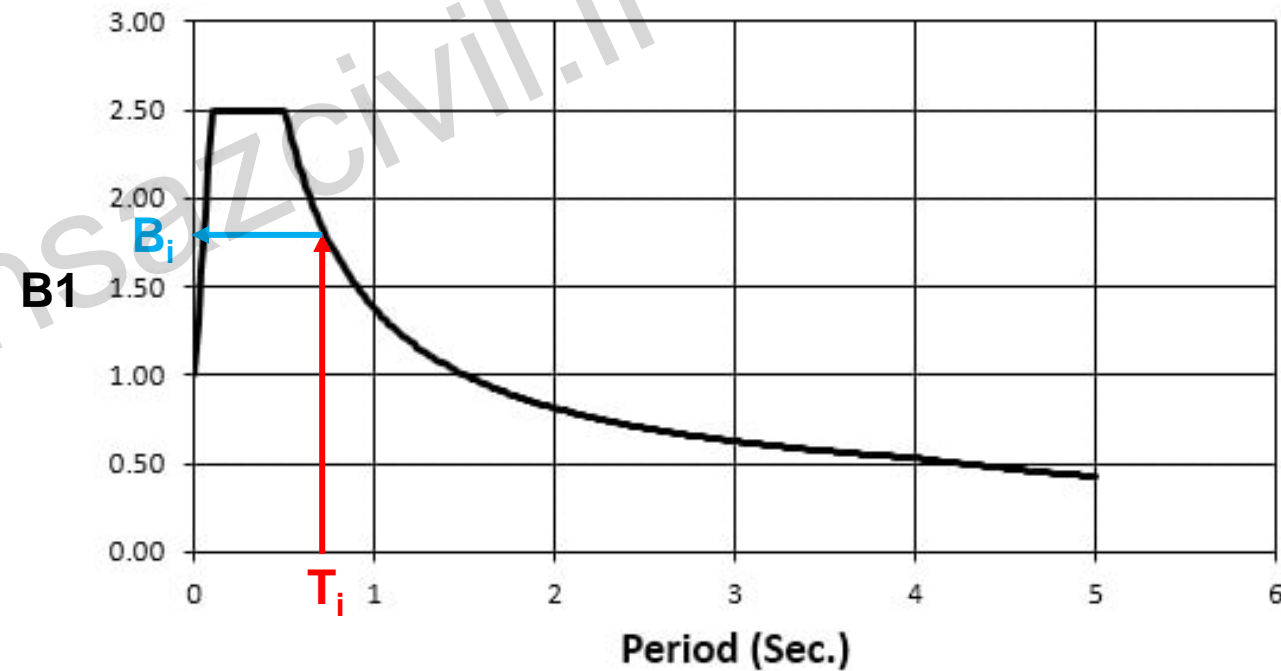
هر مود یک دوره تناوب دارد

$T_i \rightarrow B_i \rightarrow C_i$

$$C = \frac{ABI}{R} \rightarrow C = \frac{AgI}{R} \times (B)_i \rightarrow C = \frac{0.35g \times I}{R} \times (B)_i$$

مقدار ثابت  
(Scale Factor)

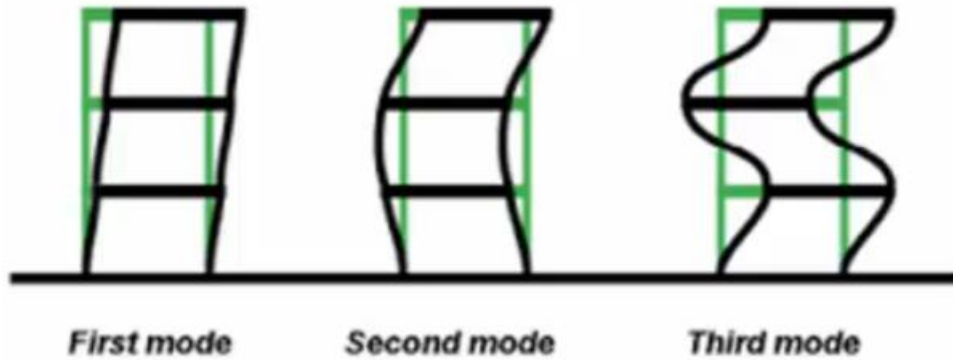
معرفی طیف پاسخ به نرم افزار (B,T)



# مفاهیم تحلیل طیفی



معرفی طیف پاسخ به نرم افزار (B,T)



First mode

Second mode

Third mode

هر مود یک دوره تناوب دارد

$$[M] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} kg$$

$$[K] = \begin{bmatrix} 2000 & -1000 & 0 & 0 \\ -1000 & 2000 & -1000 & 0 \\ 0 & -1000 & 2000 & -1000 \\ 0 & 0 & -1000 & 2000 \end{bmatrix} N/m$$

$$|([K] - \omega^2 [M])| = 0 \Rightarrow \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_n \end{bmatrix} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_n \end{bmatrix}$$



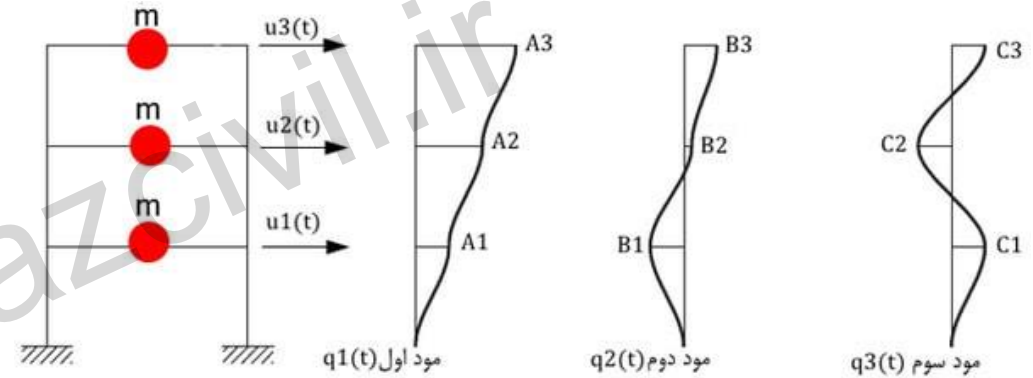
# مفاهیم محاسبه نیروی زلزله



## مفهوم نیروی زلزله

قانون دوم نیوتن  $F = ma$

$$V_{st} = CW \quad C = \frac{ABI}{R} \times (W = mg)$$



$$V_{dyn} = m \times C_i \times g$$

$$m \times \frac{Aig}{R} \times B_i$$

$$C = \frac{ABI}{R} \quad \text{زلزله استاتیکی معادل}$$

$$C_i = \frac{Aig}{R} \times B_i \quad \text{زلزله طیفی}$$





# مفاهیم تحلیل طیفی



## معرفی زلزله‌های طیفی



$$C = \frac{ABI}{R} \rightarrow C = \frac{AgI}{R} \times (B)_i \rightarrow C = \frac{0.35g \times I}{R} \times (B)_i$$

مقدار ثابت  
(Scale Factor)

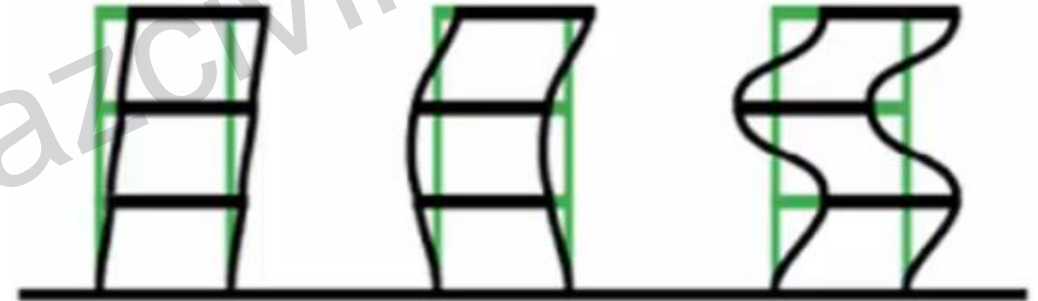
بدون خروج از مرکزیت  
با خروج از مرکزیت

**SX**

**SY**

**SXE**

**SYE**



First mode

Second mode

Third mode



$$g = 9.81 \frac{m}{sec^2}$$



# ترکیب آماری پاسخ‌ها

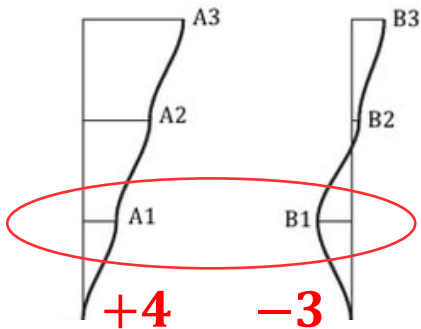


## حداکثر بازتاب‌ها



۳-۴-۱-۳ ترکیب اثر مدها

حداکثر بازتاب‌های دینامیکی سازه در هر مود، از قبیل نیروهای داخلی اعضا، تغییر مکان‌ها، نیروهای طبقات، برش‌های طبقات و عکس‌العمل پایه‌ها باید با استفاده از روش‌های آماری شناخته‌شده، مانند روش جذر مجموع مربعات و یا روش ترکیب مربعی کامل ترکیب گردد. در ساختمان‌های نامنظم در پلان و یا در ساختمان‌هایی که پیچش در آنها حائز اهمیت است، روش ترکیب مدها باید در برگیرنده اندرکنش مدهای ارتعاشی نیز باشد. در این موارد می‌توان از روش ترکیب مربعی کامل استفاده نمود.



جذر مجموع مربعات SRSS  $\sqrt{4^2 + (-3)^2} = 5$

مربع کامل CQC  $\sqrt{4^2 + (-3)^2 + 2(4 \times -3) \times \varepsilon} = 4.49$   
 $\varepsilon = 0.2$



# همپایه سازی



✓ نزدیک کردن برش دینامیکی به استاتیکی

$$F_{ui} = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{j=1}^n W_j h_j^k} V_u$$

در تحلیل استاتیکی معادل: برش پایه کلی وارده، بر اساس وزن سازه  $V_u = CW$

در تحلیل طیفی: توزیع مناسب و اثر موده‌های بالاتر

عموماً  $V_{dyn} < V_{st} \Rightarrow$

سازه منظم	0.85
سازه نامنظم	0.90
سازه نامنظم	1

(طبقه خیلی ضعیف، خیلی نرم، شدیدپیچشی)

$$V_{dyn} \times X = \alpha V_{st} \Rightarrow X = \frac{\alpha V_{st}}{V_{dyn}}$$

$$X \times C = X \times \frac{AgI}{R} \times (B)_i$$

مقدار ثابت  
(Scale Factor)

$$\begin{aligned} V_{dyn} &= 45 \text{ ton} \\ V_{st} &= 60 \text{ ton} \end{aligned} \Rightarrow X = \frac{0.85 * V_{st}}{V_{dyn}} = 1.13$$

