



جلسه دوازدهم

✓ محاسبه نیروی زلزله و اعمال در ETABS

✓ مفهوم تراز پایه

✓ مفهوم وزن لرزه‌ای و اعمال در ETABS

محاسبه نیروی زلزله در پروژه



اطلاعات پروژه: ☒

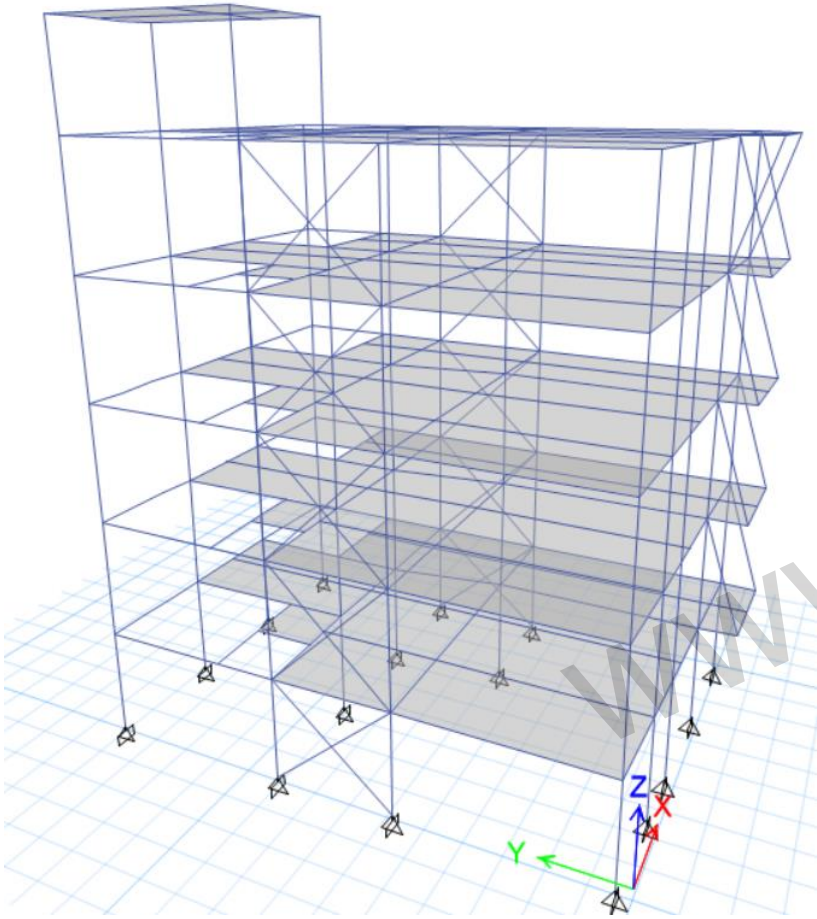
کاربری: مسکونی ✓

محل ساخت: شهر تهران ✓

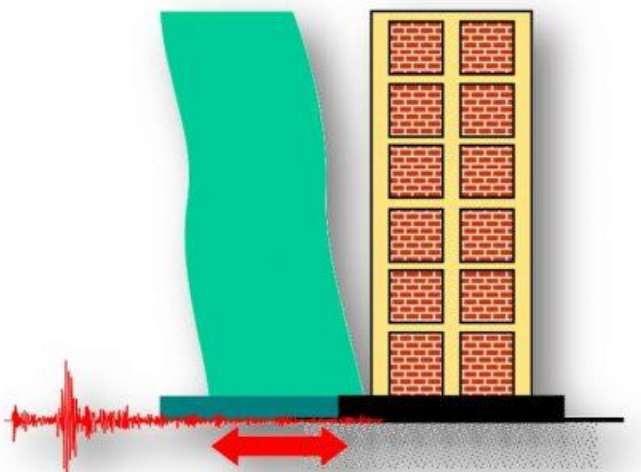
نوع خاک: تیپ ۲ ✓

سیستم باربرجانبی: ✓

قاب خمشی فولادی و مهاربند همگرا



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

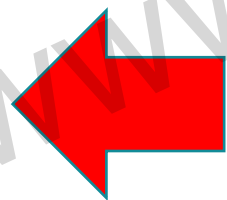
✓ ساختمان‌های نامنظم تا ارتفاع ۵۰ متر از تراز پایه که :

۱- دارای نامنظمی زیاد و شدید پیچشی نباشد.

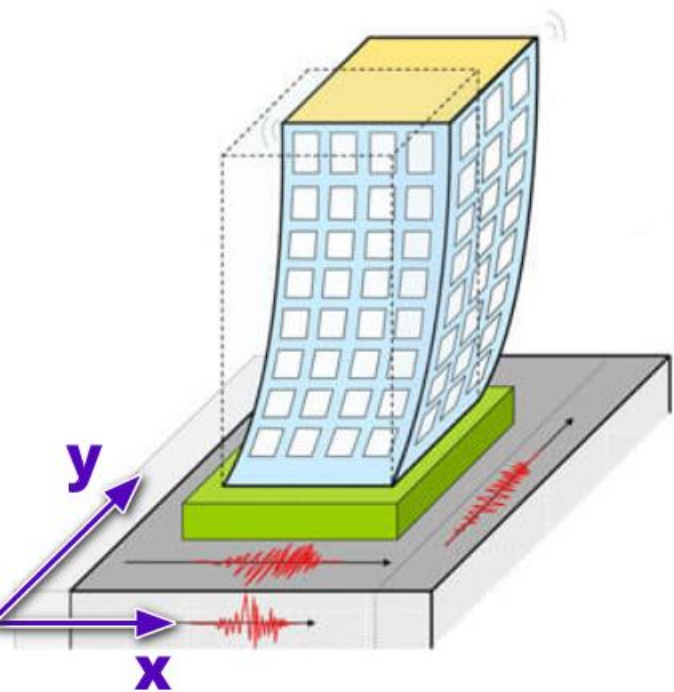
۲- دارای نامنظمی جرمی، ترم و خیلی ترم نباشد.

در غیراینصورت

تحلیل طیفی



تحلیل استاتیکی معادل



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

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

جدول ۱-۲ نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق با لرزه خیزی 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



محاسبه پارامترهای ضریب زلزله



$$C = \frac{ABI}{R} \left\{ \begin{array}{ll} A = 0.35 & \text{تهران} \\ B = ? & \text{خاک تیپ ۲} \\ I = 1 & \text{مسکونی} \\ Rx = 5 & \text{قاب خمشی فولادی متوسط} \\ Ry = 5.5 & \text{مهاربند همگرای ویژه} \end{array} \right.$$

$$T_{ex} = 0.08H^{0.75} = 0.08(15.65)^{0.75} = 0.63$$

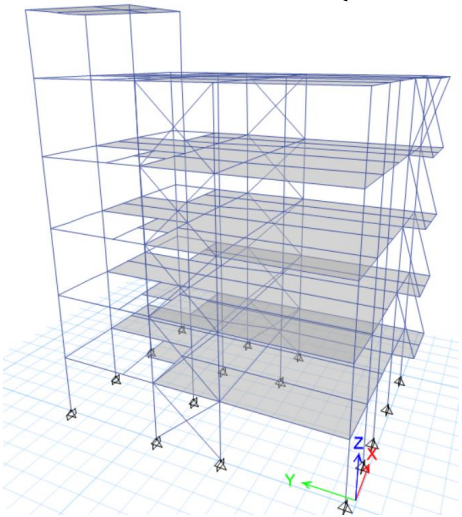
$$T_x = \min(1.25T_e, T_A) = 1.25 \times 0.63 = 0.78$$

جدول ۲-۲ پارامترهای مربوط به روابط (۲-۲)

نوع زمین	T_0	T_s	خطر نسبی کم و متوسط		خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد	
			S_0	S	S_0	S
I	۰/۱	۰/۴	۱	۱/۵	۱	۱/۵
II	۰/۱	۰/۵	۱	۱/۵	۱	۱/۵
III	۰/۱۵	۰/۷	۱/۱	۱/۷۵	۱/۱	۱/۷۵
IV	۰/۱۵	۱/۰	۱/۳	۲/۲۵	۱/۱	۱/۷۵

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

$$B_1 = (1.5 + 1) \times \frac{0.5}{0.78} = 1.6$$



محاسبه پارامترهای ضریب زلزله



$$C = \frac{ABI}{R} \left\{ \begin{array}{ll} A = 0.35 & \text{تهران} \\ B = ? & \text{خاک تیپ ۲} \\ I = 1 & \text{مسکونی} \\ Rx = 5 & \text{قاب خمشی فولادی متوسط} \\ Ry = 5.5 & \text{مهاربند همگرای ویژه} \end{array} \right.$$

$$T_{ey} = 0.05H^{0.75} = 0.05(15.65)^{0.75} = 0.39$$

$$T_y = \min(1.25T_e, T_A) = 1.25 \times 0.63 = 0.49$$

جدول ۲-۲ پارامترهای مربوط به روابط (۲-۲)

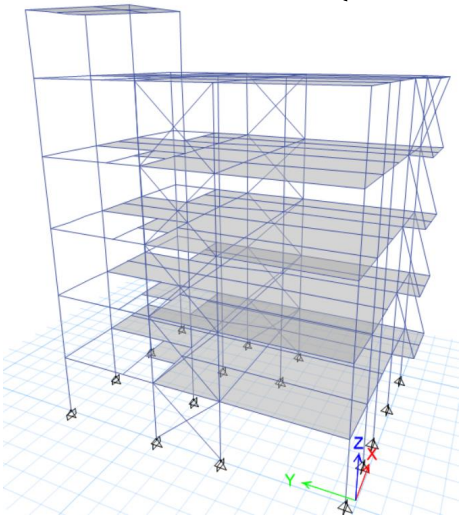
نوع زمین	T_0	T_s	خطر نسبی کم و متوسط		خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد	
			S_0	S	S_0	S
I	۰/۱	۰/۴	۱	۱/۵	۱	۱/۵
II	۰/۱	۰/۵	۱	۱/۵	۱	۱/۵
III	۰/۱۵	۰/۷	۱/۱	۱/۷۵	۱/۱	۱/۷۵
IV	۰/۱۵	۱/۰	۱/۳	۲/۲۵	۱/۱	۱/۷۵

$$B_1 = S_0 + (S - S_0 + 1)(T/T_0) \quad 0 < T < T_0$$

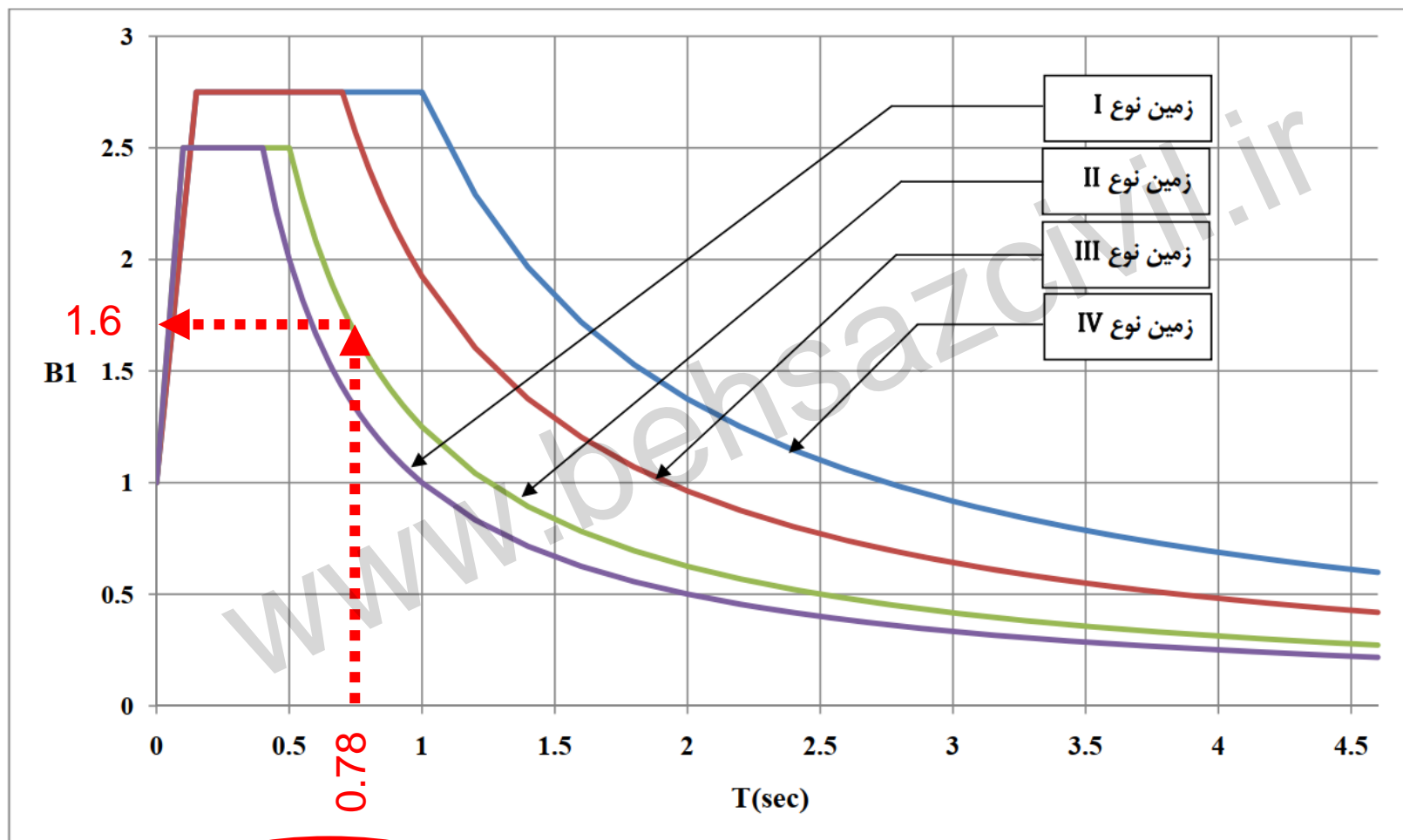
$$B_1 = S + 1 \quad T_0 < T < T_s$$

$$B_1 = (S + 1)(T_s/T) \quad T > T_s$$

$$B1 = (1.5 + 1) = 2.5$$



صحت سنجی محاسبه ضریب B_1



شکل ۲-۱-ب- ضریب شکل طیف طرح برای انواع زمین‌های مندرج در بند (۲-۴) با خطر زیاد و خیلی زیاد



ضریب اصلاح طیف و محاسبه ضریب B



محاسبه ضریب N

۲-۳-۲ ضریب اصلاح طیف، N ، به شرح زیر تعیین می شود:
الف- برای پهنه های با خطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$$N = 1$$

$$T < T_s$$

$$N = \frac{0.7}{4 - T_s} (T - T_s) + 1$$

$$T_s < T < 4 \text{ sec}$$

(۳-۲)

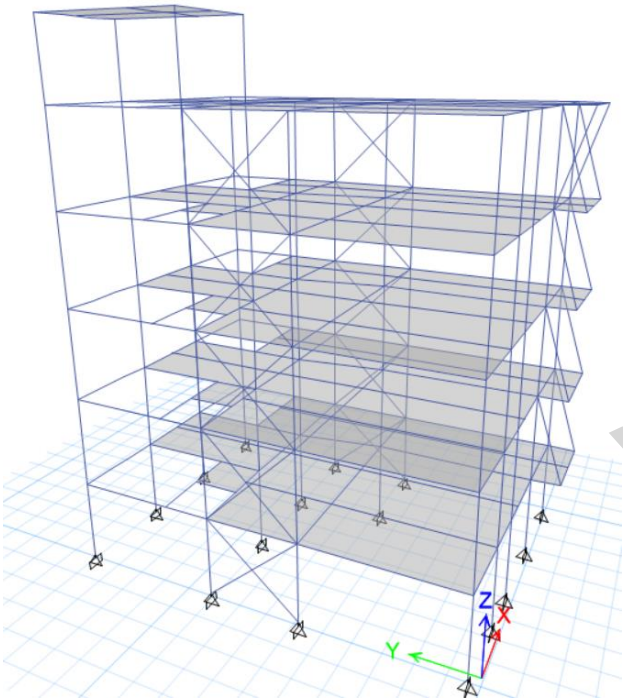
$$N = 1.7$$

$$T > 4 \text{ sec}$$

$$N = \frac{0.7}{4 - 0.5} \times (0.78 - 0.5) + 1 = 1.056$$

$$B_x = B_1 N = 1.6 \times 1.056 = 1.68 \quad \text{قاب خمشی متوسط}$$

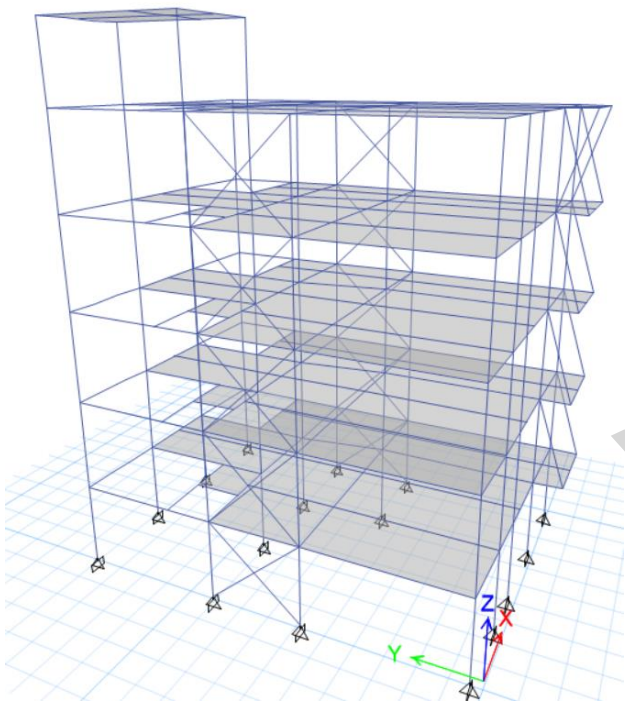
$$B_y = B_1 N = 2.5 \times 1 = 2.5 \quad \text{مهاربند همگرای ویژه}$$



محاسبه ضریب زلزله در سازه



$$C = \frac{ABI}{R} \begin{cases} A = 0.35 & \text{تهران} \\ B = 1.68 & \text{خاک تیپ ۲} \\ I = 1 & \text{مسکونی} \\ R = 5 & \text{قاب خمشی بتنی} \end{cases}$$



ورودی در نرم افزار

$$C_x = \frac{0.35 \times 1.68 \times 1}{5} = 0.1176 \rightarrow C_x$$

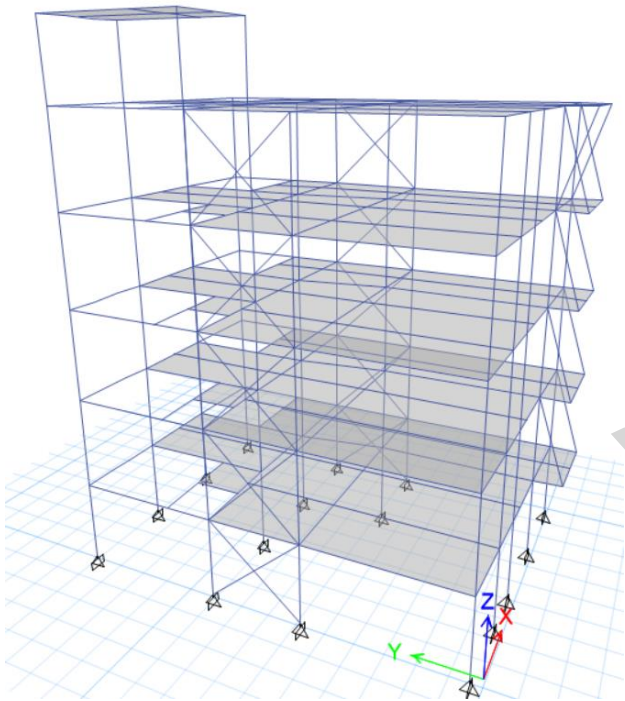
$$C_{min} = 0.12AI = 0.12 \times 0.35 \times 1 = 0.042$$



محاسبه ضریب زلزله در سازه



$$C = \frac{ABI}{R} \begin{cases} A = 0.35 & \text{تهران} \\ B = 2.5 & \text{خاک تیپ ۲} \\ I = 1 & \text{مسکونی} \\ R = 5.5 & \text{مهاربند همگرای ویژه} \end{cases}$$



$$C_y = \frac{0.35 \times 2.5 \times 1}{5.5} = 0.1591 \rightarrow C_y$$

ورودی در نرم افزار

$$C_{min} = 0.12AI = 0.12 \times 0.35 \times 1 = 0.042$$



توزیع نیروی جانبی در ارتفاع سازه



توان ارتفاع ساختمان: K ✓

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

k: ضریبی است که با توجه به زمان تناوب نوسان اصلی سازه T از رابطه زیر به دست آورده می شود:

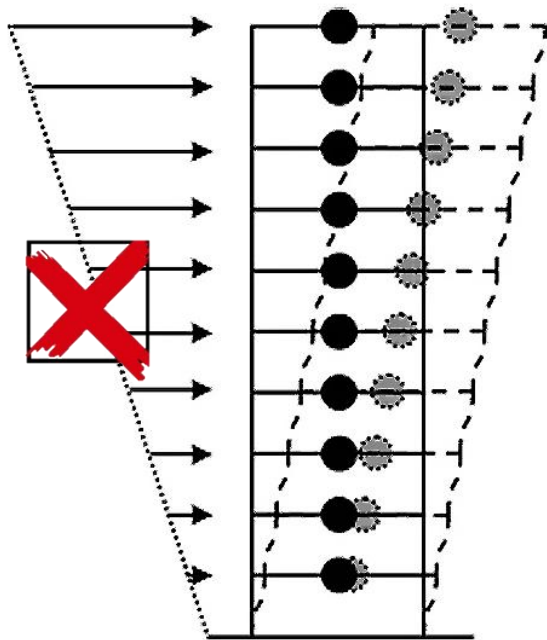
$$kx = 0.5 \times 0.78 + 0.75 = 1.14$$

$$ky = 0.5 \times 0.49 + 0.75 = 1$$

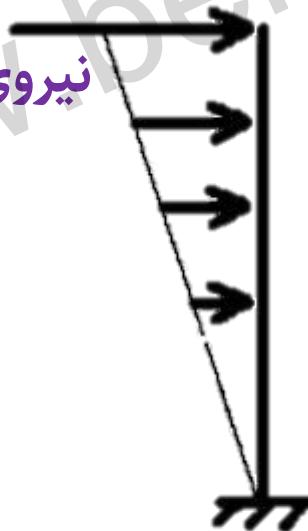
$$K = 0.5T + 0.75$$

$$0.5 \leq T \leq 2.5 \text{ Sec}$$

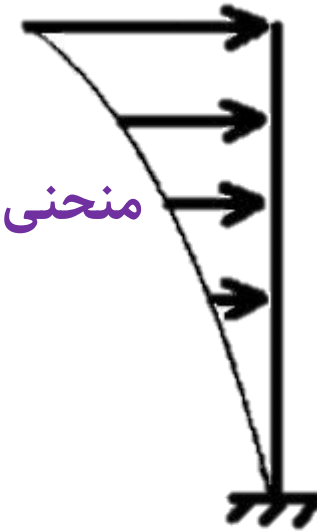
(۷-۳)



نیروی شلاقی



منحنی



ویرایش قدیم (۳)

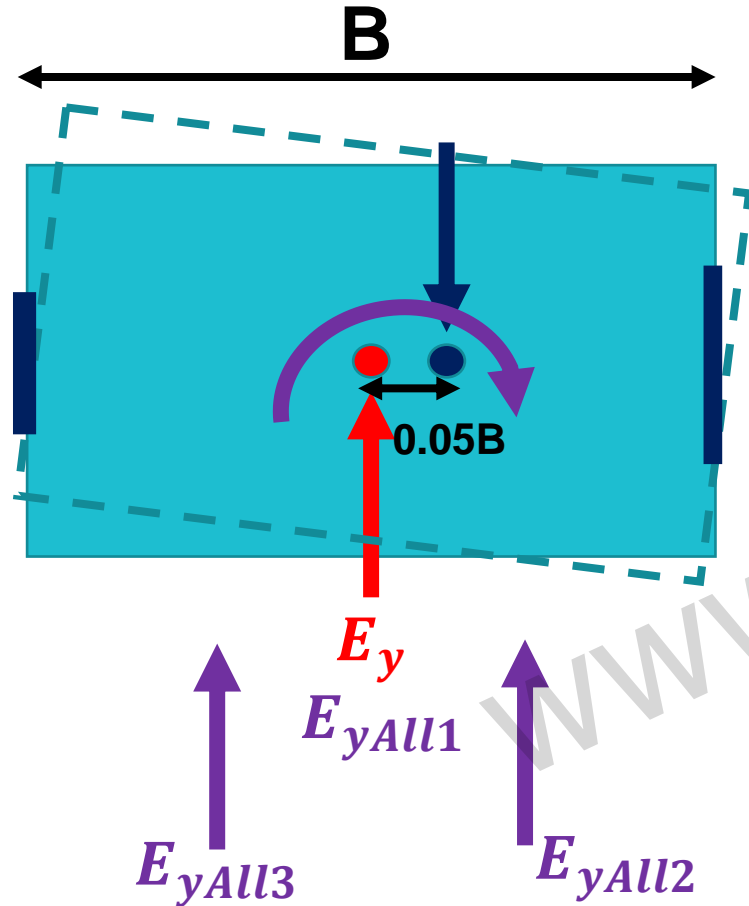
ویرایش جدید (۴)



پیچش تصادفی نیروی زلزله



پیچش در سازه ☒



اعمال نیروی زلزله ← مرکز جرم پلان CM

مقاومت در برابر زلزله ← مرکز سختی پلان CR

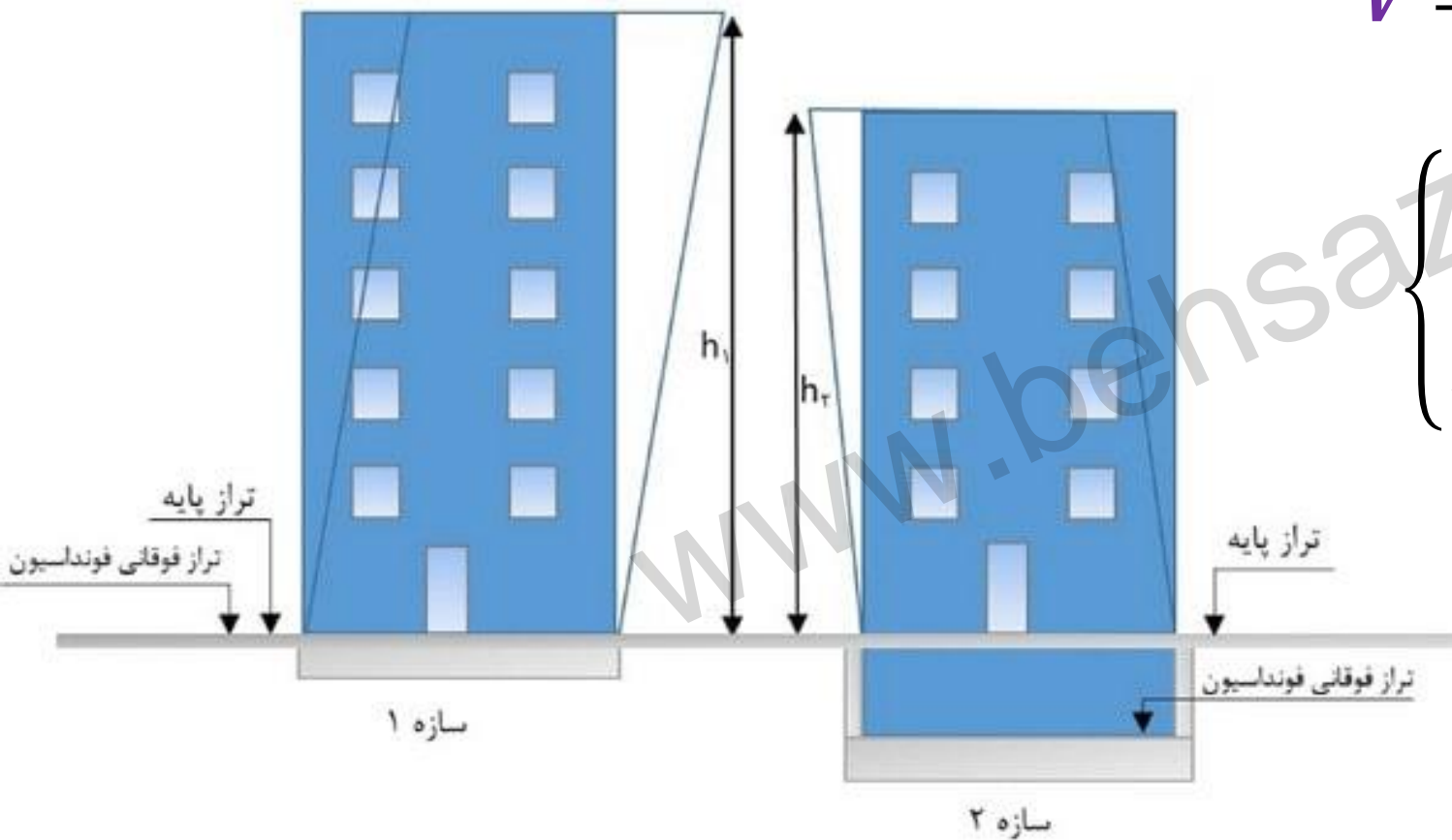
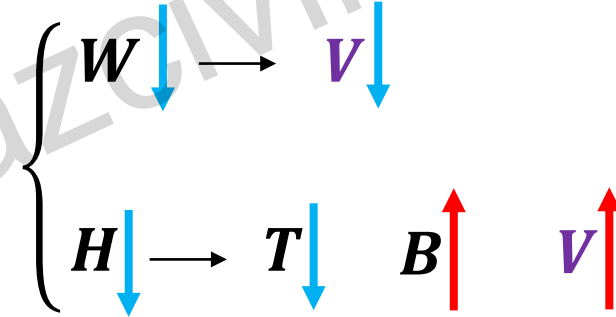
اعمال در نرم افزار e_{aj} ← پیچش اتفاقی



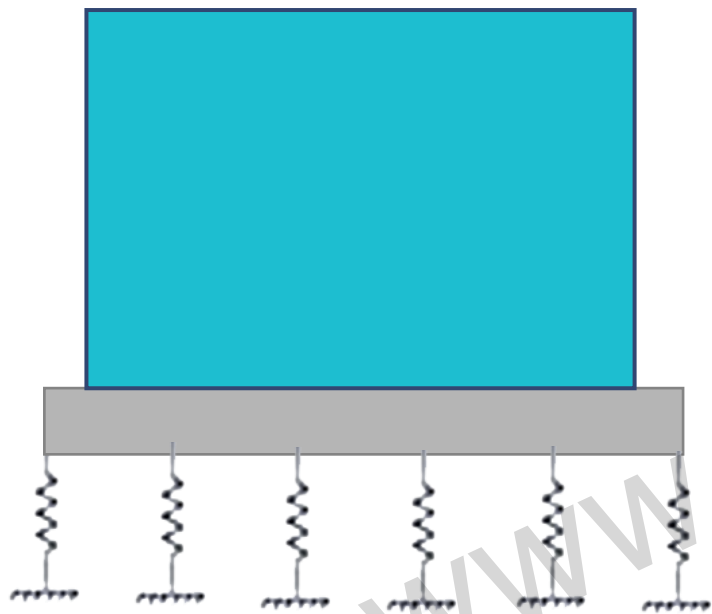
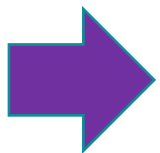
مفهوم ترازپایه و تأثیر آن در سازه



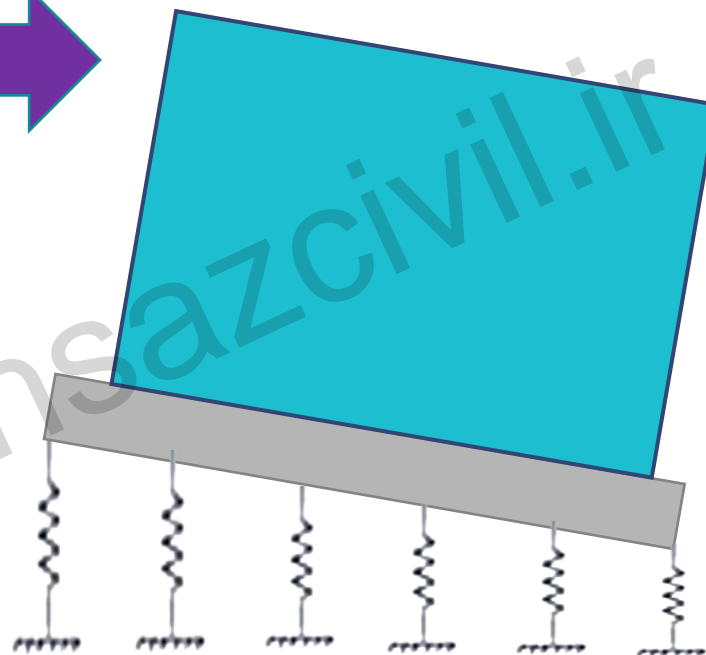
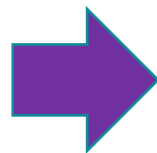
$$V = CW = \frac{ABI}{R} W$$



سخت کننده عرضی در جان تیورورق



اگر خاک متراکم اطراف
زیرزمین داشته باشیم



اگر خاک متراکم اطراف
زیرزمین نداشته باشیم



وزن مؤثر لرزه‌ای



وزن مؤثر لرزه‌ای (Mass Source) ✓

وزنی از سازه که در هنگام زلزله مشارکت می‌کند

$$V = CW$$

W: وزن مؤثر لرزه‌ای، شامل مجموع بارهای مرده و وزن تأسیسات ثابت و وزن دیوارهای تقسیم‌کننده به اضافه درصدی از بار زنده و بار برف، مطابق جدول (۱-۳). بار زنده باید به صورت تخفیف‌نیافته، مطابق ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان در نظر گرفته شود.

$$\text{Dead} + 0.2(\text{Live} + \text{Lred} + \text{Live} - 0.5) + \text{Lpartition} + 0.2\text{Snow} + \text{Mass}$$

جدول ۱-۳ درصد میزان مشارکت بار زنده و بار برف در محاسبه نیروی جانبی زلزله

محل بار زنده	درصد میزان بار زنده
بام‌های ساختمان‌ها در مناطق با برف زیاد، سنگین و فوق سنگین	۲۰
بام‌های ساختمان‌ها در سایر مناطق	-
ساختمان‌های مسکونی، اداری، هتل‌ها و پارکینگ‌ها	۲۰
بیمارستان‌ها، مدارس، فروشگاه‌ها، ساختمان‌های محل اجتماع یا ازدحام	۲۰
کتابخانه‌ها و انبارها (با توجه به نوع کاربری)	حداقل ۴۰
مخازن آب و یا سایر مایعات	۱۰۰



مفهوم وزن مؤثر لرزه‌ای

