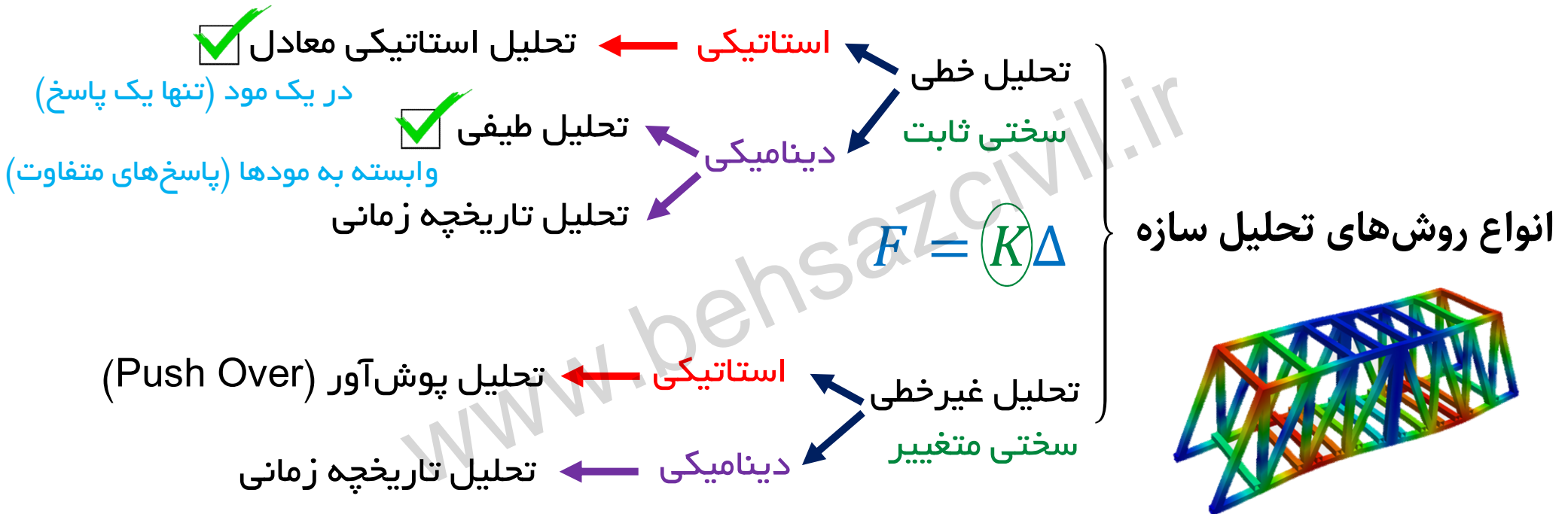
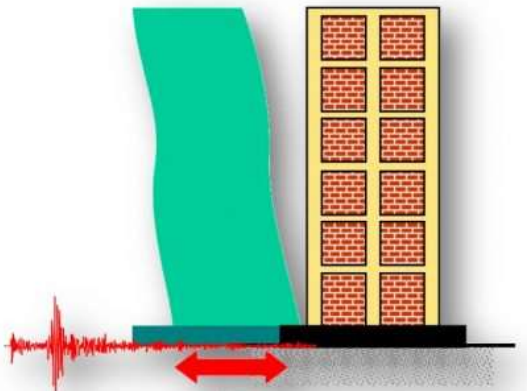


انواع روش‌های تحلیل سازه



شرایط استفاده از تحلیل استاتیکی معادل



✓ 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 پیشی نباشد.

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

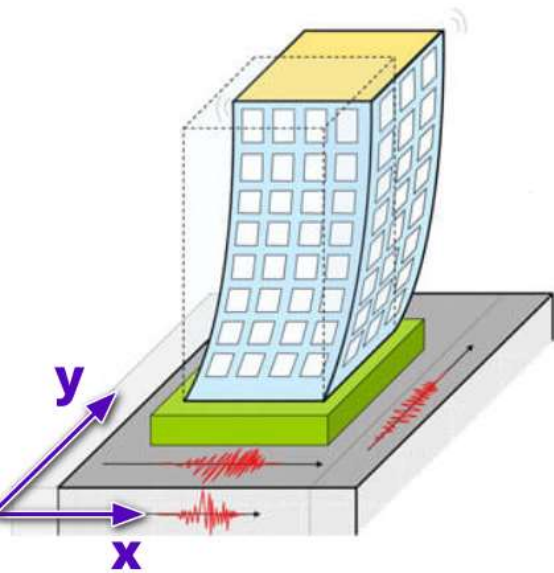
در غیر این صورت

تحلیل طیفی



تحلیل استاتیکی معادل

تحلیل استاتیکی معادل



راستای Y و X

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)



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

تحلیل استاتیکی معادل ✓

وابسته به مناطق کشور

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

تهران = ۰.۳۵

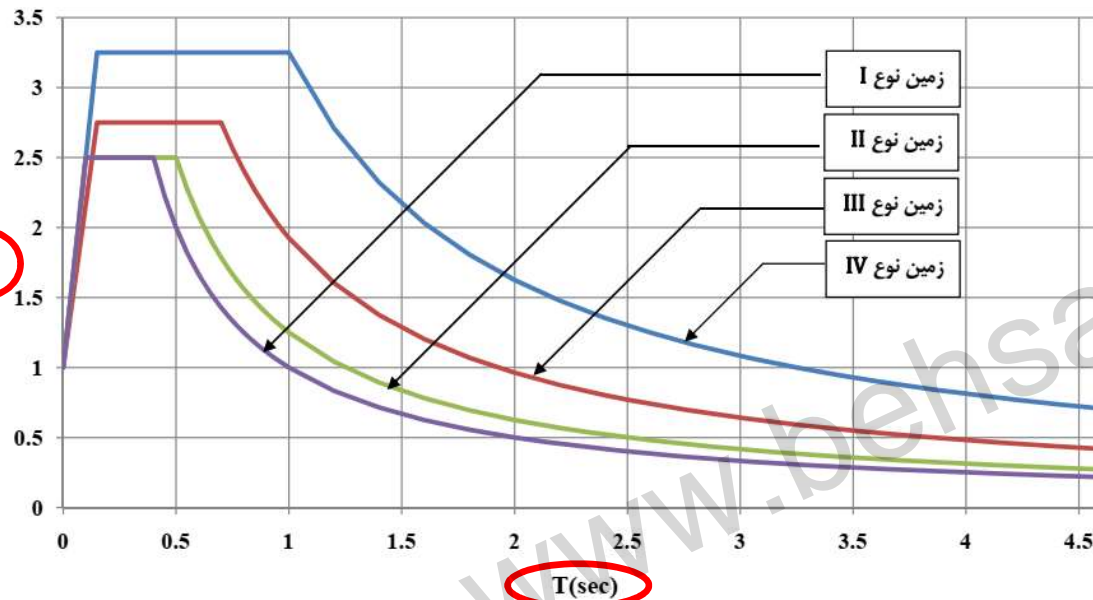
قم = ۰.۳۰

اصفهان = ۰.۲۵

خوزستان = ۰.۲۰



ضریب بازتاب ساختمان (B)



تحلیل استاتیکی معادل ✓

بر اساس نوع خاک
زمان تناوب

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

$$B = B_1 N$$

$B_1 = S_0 + (S - S_0 + 1)(T/T_0)$	$0 < T < T_0$
$B_1 = S + 1$	$T_0 < T < T_s$
$B_1 = (S + 1)(T_s/T)$	$T > T_s$



عمران به زبان ساده - مینی دوره طراحی سازه

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

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

تحلیل استاتیکی معادل

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

بر اساس نوع
سیستم باربر جانبی
و میزان شکل پذیری



عمران به زبان ساده - مینی دوره طراحی سازه

محاسبه زمان تناوب (T)

✓ زمان تناوب T مدت زمان یک رفت و برگشت کامل

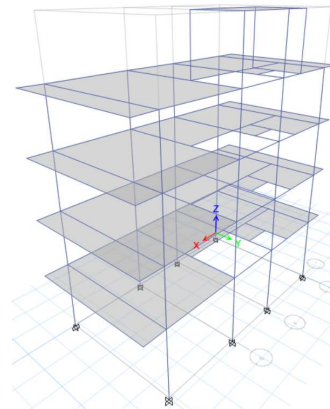
✓ زمان تناوب تجربی (T_e) ←

✓ زمان تناوب تحلیلی (T_A)

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

زمان تناوب محاسباتی ۲۸۰۰

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



محاسبه نیروی زلزله در پروژه



اطلاعات پروژه: ✓

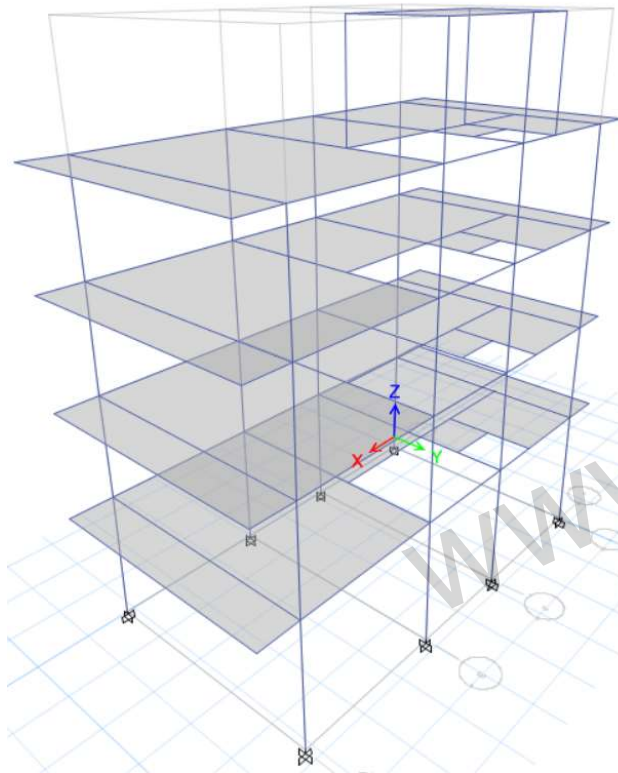
✓ کاربری: مسکونی

✓ محل ساخت: شهر تهران

✓ نوع خاک: تیپ ۲

✓ سیستم باربر جانبی:

قاب خمشی بتنی در دو راستا



عمران به زبان ساده - مینی دوره طراحی سازه

محاسبه پارامترهای ضریب زلزله



$$C = \frac{ABI}{R} \left\{ \begin{array}{ll} A = 0.35 & \text{تهران} \\ B = ? & \text{خاک تیپ ۲} \\ I = 1 & \text{مسکونی} \\ R = 5 & \text{قاب خمشی بتنی} \end{array} \right.$$

$$T_e = 0.05H^{0.9} = 0.05(15.3)^{0.9} = 0.582$$

$$T = \min(1.25T_e, T_A) = 1.25 \times 0.582 = 0.73$$

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

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

$$0 < T < T_0$$

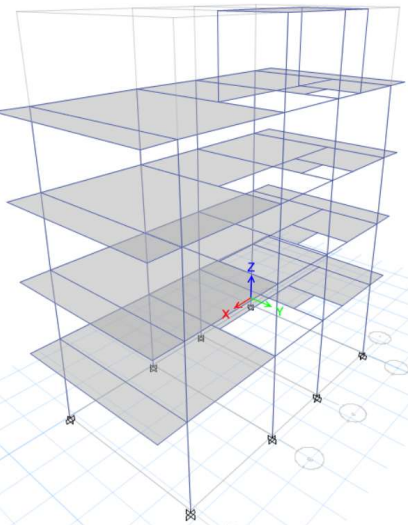
$$B_1 = S + 1 \quad T_0 < T < T_s$$

$$T_0 < T < T_s$$

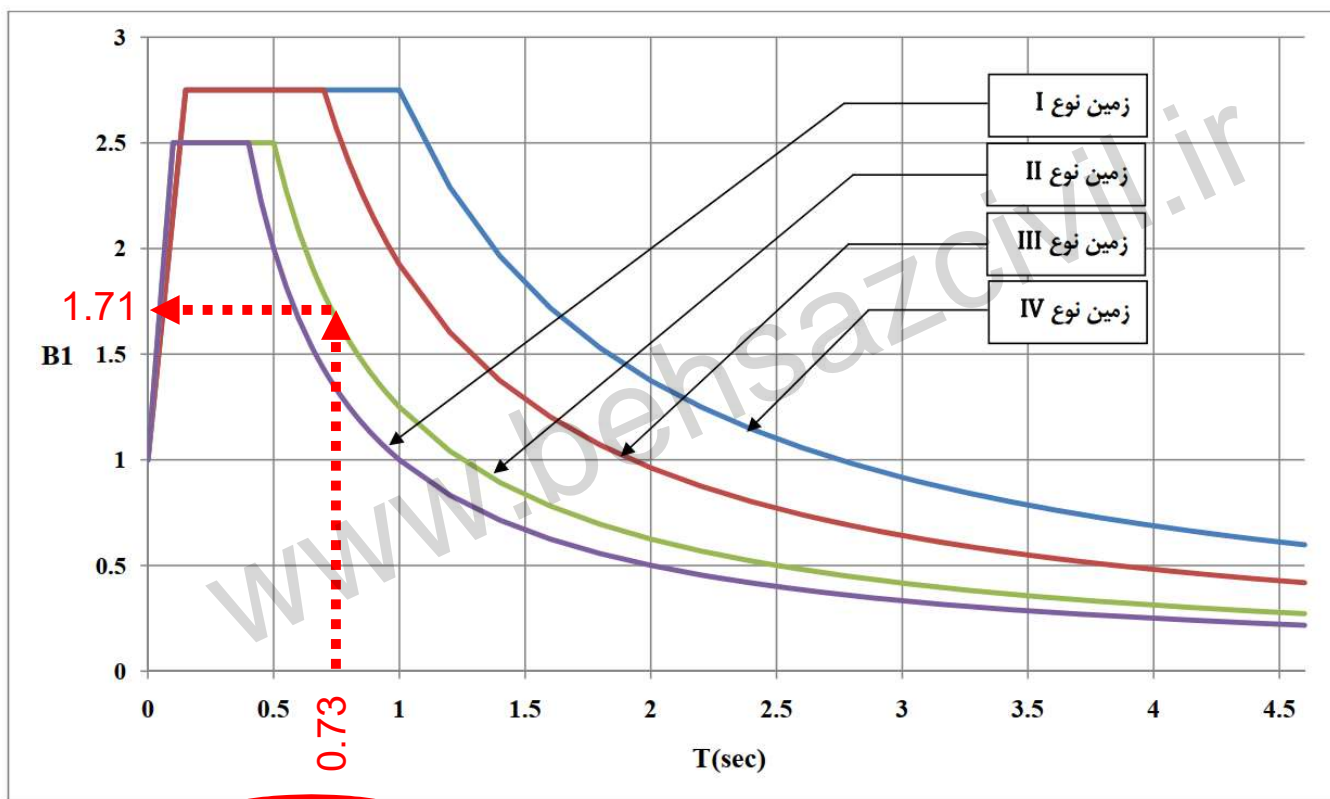
$$B_1 = (S + 1)(T_s/T) \quad T > T_s$$

$$T > T_s$$

$$B_1 = (1.5 + 1) \times \frac{0.5}{0.73} = 1.71$$



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

$$N = 1$$

$$T < T_s$$

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

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

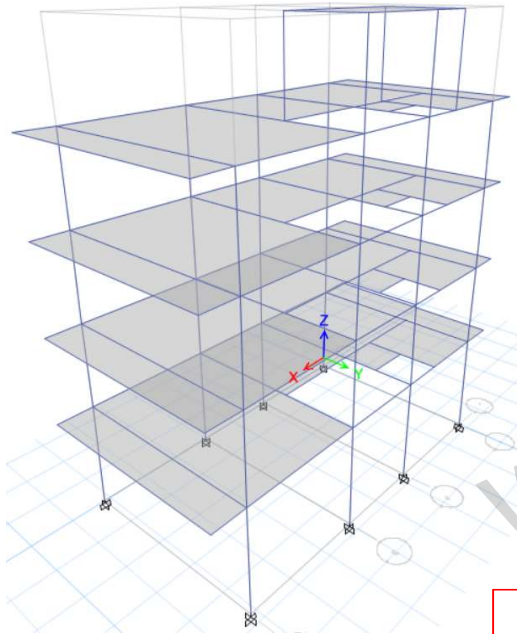
(۳-۲)

$$N = 1.7$$

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

$$N = \frac{0.7}{4 - 0.5} \times (0.73 - 0.5) + 1 = 1.046$$

$$B = B_1 N = 1.71 \times 1.046 = 1.79$$



محاسبه ضریب زلزله در سازه



$$C = \frac{ABI}{R} \begin{cases} A = 0.35 & \text{تهران} \\ B = 1.79 & \text{خاک تیپ ۲} \\ I = 1 & \text{مسکونی} \\ R = 5 & \text{قاب خمشی بتنی} \end{cases}$$

$$C = \frac{0.35 \times 1.79 \times 1}{5} = 0.125 \rightarrow C_x, C_y \quad \text{ورودی در نرم افزار}$$

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



توزیع نیروی جانبی در ارتفاع سازه

✓ توان ارتفاع ساختمان: K

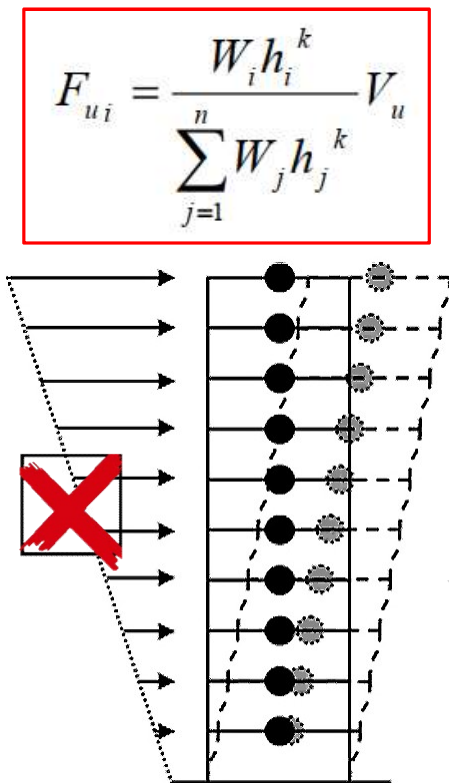
K: ضریبی است که با توجه به زمان تناوب نوسان اصلی سازه T از رابطه زیر به دست آورده می شود:

$$k = 0.5 \times 0.73 + 0.75 = 1.115$$

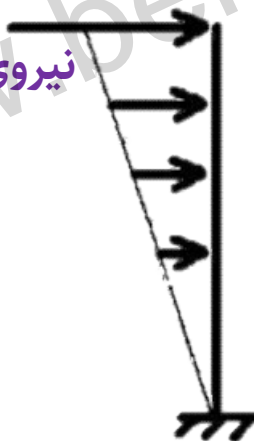
$$K = 0.5T + 0.75$$

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

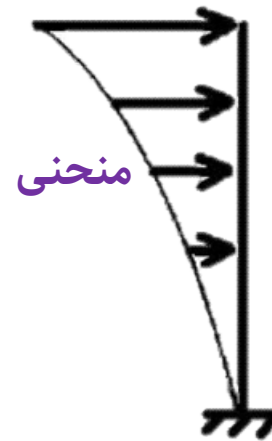
(۷-۳)



نیروی شلاقی



ویرایش قدیم (۳)



منحنی

ویرایش جدید (۴)

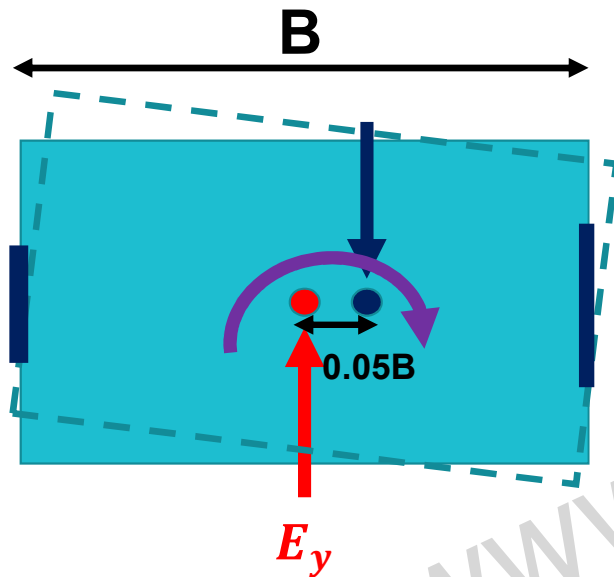


عمران به زبان ساده - مینی دوره طراحی سازه

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

