فلوچارت ویژه آزمون محاسبات

تهیه و تدوین مهندس پیام عباسی

مناسب برای دانشجویان و طراحان

کانال ایرادات چاپی وجزوات است

آدرس کانال:

http://t.me/payam_Abbasy

مفاهیم اولیه
مرکز سختی.....7
مرکز جرم.....7
زمان تناوب
زمان تناوب سازه در ساختمان های غیر متعارف 7
زمان تناوب تحلیلی برای ساختمانهای متعارف و غیر متعارف.....7
زمان تناوب تجربی در ساختمان های متعارف (از فرمول).....8
سرعت متوسط موج برشی در خاک V_s.....8
به دست آوردن T و R_u در سیستم های باربر جانبی ترکیبی.....8
نامنظمی در پلان.....9-10
نامنظمی در ارتفاع.....11-12
نیروی افقی زلزله روش استاتیکی معادل.....13
اثر پیچش و برون مرکزی اتفاقی.....14
توزیع نیروی زلزله
نیروی ایجاد شده در عنصر باربرجانبی i اُم در طبقه j اُم در اثر برش طبقه و پیچش(دیافراگم صلب).....14
نیروی ایجاد شده در عنصر باربرجانبی i اُم در طبقه j اُم در اثر برش طبقه و پیچش(دیافراگم انعطاف پذیر).....15
نیروی جانبی زلزلهٔ مؤثر ، برای طراحی دیافراگم.....15
نیروی قائم زلزله در روش استاتیکی معادل.....15
محاسبه زمان تناوب ساختمان‌های متعارف با **استفاده از نمودار**.....16-17
ضریب شکل طیف طرح B_1 برای مناطق با خطر نسبی کم و متوسط با **استفاده از نمودار**.....18
ضریب شکل طیف طرح B_1 برای مناطق با خطر نسبی زیاد وخیلی زیاد با **استفاده از نمودار**.....19
ضریب اصلاح طیف N با **استفاده از نمودار**.....20
ضریب بازتاب ساختمان $B=B_1N$ برای مناطق با خطر نسبی کم و متوسط با **استفاده از نمودار**.....21
ضریب بازتاب ساختمان $B=B_1N$ برای مناطق با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد با **استفاده از نمودار**...22

زلزله بهربرداری.....23
سایر روش های تحلیلی (به غیر از استاتیکی معادل).....23
مسائل متفرقه
شاخص پایداری.....24
محدودیت تغییر مکان.....24
درز انقطلاع.....24
اجزاء غیر سازه ای
محاسبه نیروی جانبی اجزاء غیر سازه ای.....25
مؤلفه قائم نیروی زلزله اجزاء غیر سازه ای.....25
کنترل تغییر مکان جانبی اجزاء غیر سازه ای.....26
سازه های غیرساختمانی.....27
ارزیابی پایداری شیب ها خاکی (زمین لغزش خاکی).....28
منابع.....29

به نام هستی بخش

این نوشتار را بندهٔ حقیر، پیام عباسی، تهیه و تنظیم کرده ام که حاصل بیش از چند صد ساعت مطالعه‌ی تخصصی آیین‌نامه‌ها ، کتاب ها و آزمون های ادوار گذشته‌ی ورود به حرفه ی نظام مهندسی رشته عمران ـ محاسبات می باشد که به رایگان در اختیار شما مخاطبان قرار گرفته و نشر آن با ذکر منبع بلامانع می باشد. احتمالاً زیاد شنیده‌اید که آزمون نظام مهندسی کتاب باز است (*open book*) و همراه داشتن ماشین حساب نیز مجاز است زمانی که خود برای این آزمون مطالعه می‌کردم به این نتیجه رسیدم که قبولی در این آزمون بدون یادداشت برداری‌های مرتب و دقیق شاید غیر ممکن باشد (البته اکثر قریب به اتفاق موسسات معتبر، اساتید و همچین قبول شدگان نیز چنین نظری دارند) چون داوطلبین با حجم بسیاری بالایی از فرمولهای منابع مختلف مواجه هستند همچنین همراه داشتن کتاب‌ها و جزوات کمک آموزشی سر جلسه آزمون هم نمی تواند راهگشا باشد زیرا این کتاب‌ها به طوری تخصصی به تفسیر و ارائه مطلب پرداخته‌اند و یک موضوع را در چندین و چند صفحه ارائه دادنده که همین امر باعث شده همراه داشتن چنین کتاب‌های در سرجلسه آزمون بسیار بسیار کم تأثیر باشد. *لازم به ذکر است این نوشتار به قدری جامع است که می‌تواند برای طراحان و دانشجویان مقاطع مختلف نیز می تواند مفید باشد.*

فلوچارت چه کمکی به شما می کند؟

"اولا" در ذخیره‌ی زمان در حین مطالعه و سرجلسه آزمون کمک بسیار بزرگی به شما کرده به طوری که شما به جای صرف زمان زیادی جهت نوشتن چنین خلاصه‌ای ، زمان مذکور را صرف مطالعه مطالب و تست زنی می کنید. حداقل *3.5* تا *4* ماه به مدت روزی 4.5 تا 5 ساعت به شما کمک خواهد کرد و سرجلسه آزمون حداقل برای هر سوال 1.5 دقیقه زمان ذخیره می کنید.

"دوماً" به شما این اطمینان خاطر را می دهد که یک منبع مطمئن و منسجم را همراه خود دارید که بیش از ٪90 مطالب آزمون را پوشش میدهد و خود این امر باعث کاهش استرس شما در قبل و حین آزمون می شود.

"سوماً" اگر شرایط شما به شکلی است که مطالب تئوری و دانشگاهی همیشه ارتباط داشته‌اید (مدرس مدعو دانشگاه، مطالعه برای آزمون ارشد و... باشید) خوب این فلوچارت به تنهای کمک کننده خواهد بود و شما را از خرید کتاب و شرکت در کلاس ها بی نیاز می کند. اما اگر مدتی است که از مطالب و دانشگاه دور بوده‌اید باید ابتدا با مطالعه کتاب‌های تخصصی یا شرکت در کلاس‌های مؤسسات معتبری همچون سری عمران برای آزمون آماده شده سپس از این فلوچارت کمک بگیرید.

"چهارماً" فلوچارت بیش از ٪90 مطالب را پوشش می‌دهد اگر هم در حل آزمون‌های سالهای گذشته و جلسه آزمون با سوالاتی

مواجه شده که نتوانستید با استفاده از فلوچارت حل کنید نگران نشوید از سوالات جدید بیش از 4_5 سوال در هر آزمون نداشته و به به راحتی می توانید حدود 55 سوال را با این فلوچارت ها پاسخ بدهید.

چه طور از فلوچارتها استفاده کنیم؟

اجازه بدهید این سوال را در قالب تشریح یکی از فلوچارت‌های درس استاندارد 2800 در قالب حل سوال خدمتان عرض کنم.

فرض کنید تعیین درز انقطاع درصورت سوال آمده شما باید ابتدا با توجه به فهرست فلوجارت یا **لیبل‌های** که خودتان تهیه کرده‌اید به صفحه مورد نظر رفته سپس بار دیگر با توجه به خواسته‌های که مد نظر طراح است حالت‌های مختلف رخ میدهد که به صورت زیر شاخه آورده شده،***ترتیب اهمیت زیر شاخه‌های معمولاً از چپ به راست است***، باردیگر با توجه به اطلاعات مطرح شده در صورت سؤال زیر شاخه یا زیر شاخه‌های مرتبط را انتخاب کرده و از فرمولهای آن استفاده می کنید توجه داشته باشید یک زیر شاخه خود ممکن است چند زیر شاخه دیگر داشته باشد که شما با توجه به خواسته‌های مسئله مسیر خودتان را انتخاب کرده هر شاخه نیز به یک فرمول نهایی ختم شده که قبل از رسیدن به فرمول نهایی گام به گام پارامترهای آن فرمول محاسبه می‌شود و درانتهای شاخه مورد نظر در فرمول نهایی جای گذاری شده و به جواب نهایی خواهید رسید.

نکته که وجود دارد این است که ممکن است طراح سؤالی مطرح کند که به قسمت های میانی یا انتهایی یک شاخه از یک فلوچارت مرتبط باشد که طبیعاً شما باید از مرحله و قسمت مورد نظر استفاده کنید و دیگری نیازی به استفاده از قسمت‌های دیگر آن شاخه از فلوچارت نیست .

نکته بسیار مهم:

شما اگر جزء افرادی هستید که در مباحث تئوری پایه‌ای قوی دارید و ارتباط شما با مطالب دانشگاهی قطع نشده (مثلاً مدرس مدعو دانشگاه، مطالعه آزمون ارشد و... هستید) صرفاً این نوشتار را چند باز روزنامه مطالعه بفرماید که با ساختار شکلی آن آشما شوید سپس از آزمون های سالهای 91 به بعد شروع کنید به حل کردن (بانک تست سوی عمران پیشنهادی گردد) با استفاده از فلوچارتها تا کاملاً به مطالب مطرح شده درآزمون مسلط شوید.

**یک اصطلاح اشتباه وجود دارد که می گویند اگر شما تستی را یک بار حل کنید آن تست سوخته محسوب شده باید عرض کنم که در آزمون محاسبات و دیگر آزمون های ورود به حرفه نظام مهندسی این عبارت محلی از اعراب ندارد زیرا سوالات هرآزمون بیش از ٪50 مشابهت بسیار زیادی با سؤالات سنوات گذشته داشته لذا اگر شما تست های 10 سال اخیر را 2_3 بار

هم بزنید نه تنها چیزی را از دست نداده‌اید بلکه تسلط شما را افزایش خواهد داد ***فقط تنها نکته ای که باید رعایت کنید*** این است که سؤال را خودتان از اول تا آخر بدون نگاه کردن به پاسخ نامه حل کنید و به جواب برسانید و سعی کنید هر بار زمان انجام این فرآیند پاسخ گویی کم و کمتر کنید که به زیر 3 دقیقه برسانید.

اما اگر جزء افرادی هستید که رابطه شما با مطالب درسی قطع شده حتماً باید با توجه به زمانی که می توانید به مطالعه آزمون اختصاص بدهید از منابع کمک آموزشی تخصصی مانند کلاس ها (برای افرادی که زمان کمی دارند 5 ماه روزی 4 ساعت) یا کتاب‌ها (برای افرادی که زمان بیشتری دارند 8 _7 ماه روزی 7_6 ساعت) موسسات معتبری همچون سری عمران استفاده کنید. حال این افراد فلوچارت را چگونه استفاده کنند؟ خوب این افراد باید پس از اتمام مطالعه کتاب یا اتمام کلاس نگاه گذرا به سر فصل مربوطه‌ی فلوچارت با مطالعه‌ای که کرده‌اند داشته باشند تا نحوی فرمول بندی و ساختار شکلی فلوچارت آشنا شوند سپس تمرین‌ها وتست‌های کتاب و کلاس را با کمک فلوچارت حل کنند.

در پایان این نوشتار را تقدیم می کنم به تنها عشق زندگیم، خانواده‌ی عزیزم.

همیشه "شاد و پیروز" باشید.

ارادتمند شما پیام عباسی

1400/09/27

مفاهیم اولیه

مرکز جرم

$$W_i = \sum W_D + W_D + n\%\,(L_o) + n\%\,S$$

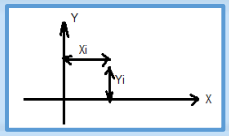
w_i: وزن مؤثر لرزه‌ای (kg)

$\sum W_D$: وزن سقف+نصف وزن ستون ها از بالا و پایین +نصف وزن دیوارها از بالا و پایین(تیغه ها هم حساب شود)

W_D : تاسیسات ثابت

L_o : بارزندهٔ تخفیف نیافته کف از جدول 6-5-1 صفحه 33-31 مبحث 6

s : بار برف



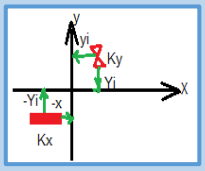
اگر زلزله در جهت y → $x_m = \frac{\sum w_i x_i A_i}{\sum w_i A_i}$

برای هر پانل بطور جدا: $\sum w_i$

اگر زلزله در جهت x → $y_m = \frac{\sum w_i x_i y_i}{\sum w_i}$

نکته: اگر توزیع بار در سطح پلان یکنواخت باشد ⇐ مرکز سطح برابر مرکز جرم

مرکز سختی



اگر زلزله در جهت y → $x_s = \frac{\sum k_{yi} x_i}{\sum k_{yi}}$

$\sum k_{yi}$: مجموعه سختی جانبی در امتداد محور y

اگر زلزله در جهت x → $y_s = \frac{\sum k_{xi} y_i}{\sum k_{xi}}$

$\sum k_i$: مجموعه سختی جانبی در امتداد محور X

درصد میزان مشارکت بار زنده و برف در محاسبه نیروی جانبی زلزله (n)		
	محل بار زنده	درصد بار زنده
نحوی مشارت بار برف	بام ساختمان ها در مناطق با برف زیاد سنگین و فوق سنگین	20%
	بام ساختمان در سایر مناطق	—
نحوی مشارکت بار زنده	ساختمان های مسکونی ، اداری ، هتل ها و پارکینگ ها	20%
	بیمارستان ها، مدارس، فروشگاه ها، ساختمان های محل از دحام واجتماع	20%
	کتابخانه ها وانبارها(با توجه به نوع کاربری)	حداقل40%
	مخازن آب و یا سایر مایعات	100%

زمان تناوب

زمان تناوب سازه در ساختمان های غیر متعارف

- جداگر میانقابی در تحلیلی لحاظ نشده → $T = 0.8T_D$
- جداگر میانقابی در تحلیل لحاظ شده → $T = T_D$

T_D: زمان تناوب اصلی انتقال در تحلیل دینامیکی

ساختمان های غیر متعارف توزیع جرم و سختی در ارتفاع آنها عمدتاً به صورت مناسب تغییر نکرده مانند: مساجد، آمفی تئاتر ها ، سالن های ورزشی، گنبدها و...

زمان تناوب تحلیلی برای ساختمانهای متعارف و غیر متعارف

- اگر جرم و سختی جانبی داشته باشیم.
  - $m = \frac{w}{g} = \rho . v$
  - رابطه کلی سختی : $K = \frac{F}{X}$
  - سختی سازه طره ای : $K = \frac{3EI}{L^3}$
  - m : جرم kg
  - g : شتاب ثقل $9.81 \frac{m}{s^2}$ ، w : وزن N
  - ρ : جرم مخصوص $\frac{kg}{m^3}$
  - v : حجم m^3
  - F : نیرو N ، X : جابه جای m
  - E : مدوا الاسیسته ، I : ممان اینرسی،
  - L : طول عضو
  - $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
- اگر ماتریس جرم و سختی داشته باشیم.
  - $|[K] - [M]\omega^2| = 0$
  - ω : از حل معادله حاصل می شود و فقط مقادیر مثبت قابل قبول است.
  - | | : دترمینان
  - [K] : ماتریس سختی
  - [M] : ماتریس جرم
  - $T = \frac{2\pi}{\omega}$
  - $T = \max\{T_1 , T_2\}$

1) $T_{\text{محاسباتی}} = \min\{1.25\ T_a, T_D\}$

T_D: دینامیکی تحلیلی تناوب ، T_a : تجربی تناوب زمان

2) در سازه بتن آرمه برای محاسبه زمان تناوب تحلیلی :

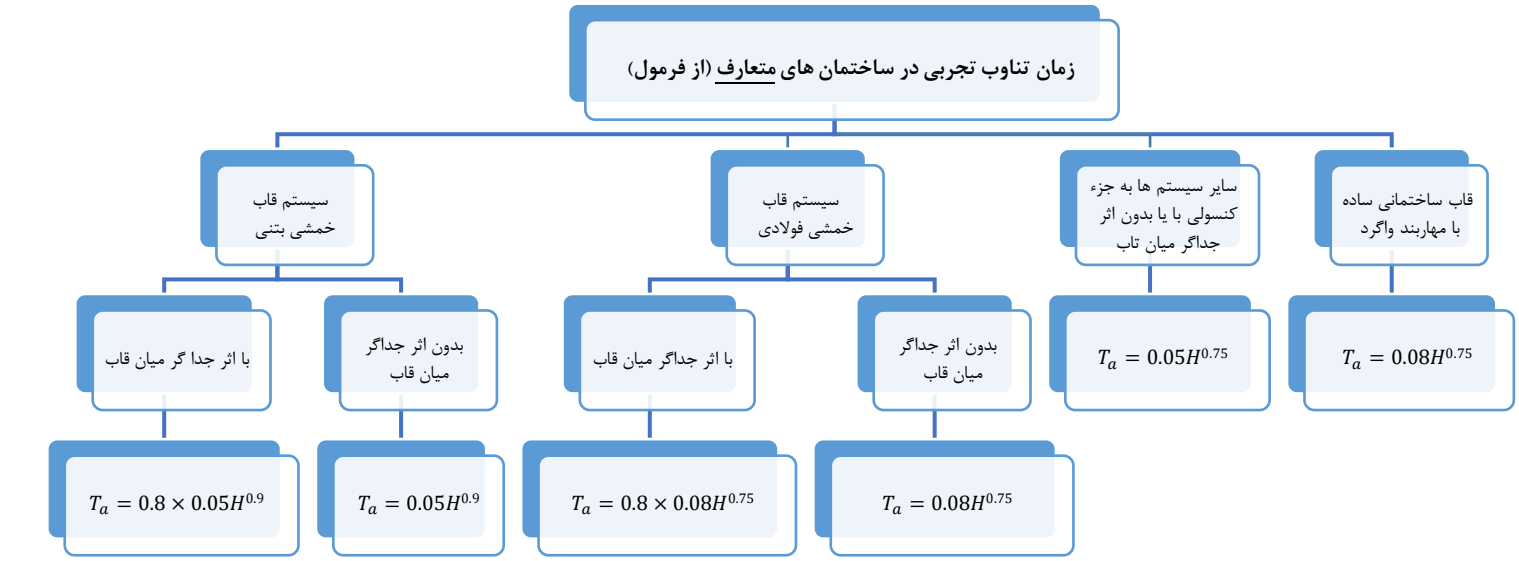
- تیر : $I_e = 0.5 I_g$ ، I_e : ممان اینرسی مؤثر
- ستون و دیوار : $I_e = I_g$ ، I_g: ممان اینرسی کل مقطع

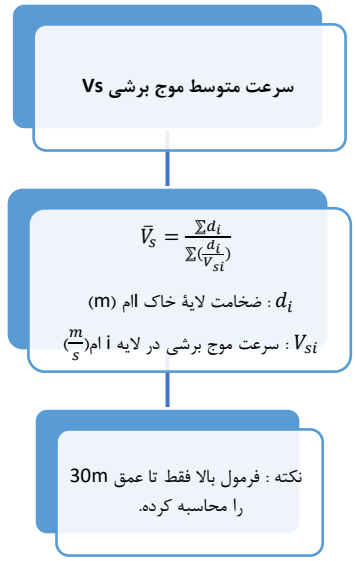
3) برای کنترل تغییر مکان جانبی نسبی طرح (دریفت) :

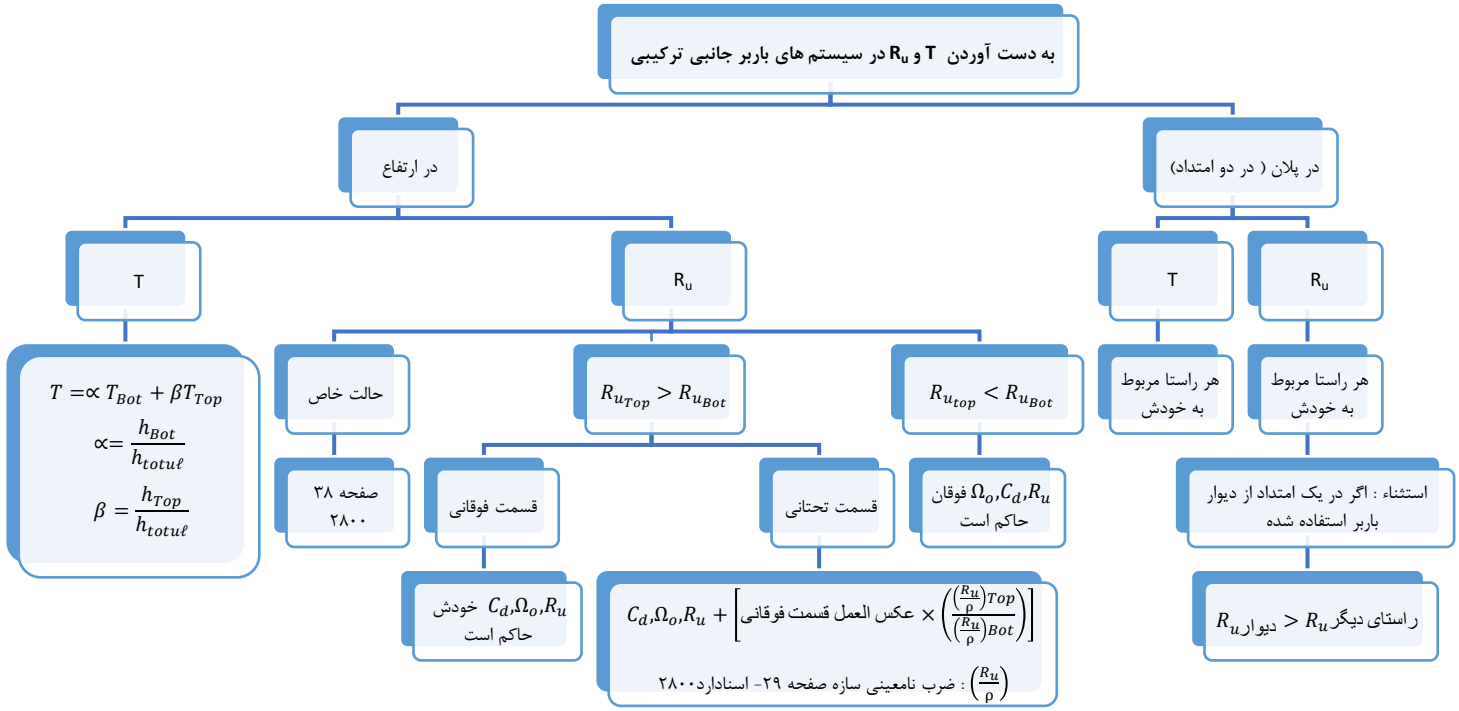
- در ساختمان با اهمیت کم متوسط و زیاد : $T_{\text{محاسباتی}} = T_D$
- در ساختمان با اهمیت خیلی زیاد : $T_{\text{محاسباتی}} = \min\{1.25T_a, T_D\}$

4) H :

- از تراز پایه محاسبه شده ←
- اگر وزن خرپشه بزرگتر مساوی 0.25 وزن بام بود ← ارتفاع خرپشه در محاسبه H لحاظ شده
- اگر وزن خرپشه کوچکتر مساوی 0.25 وزن بام بود ← ارتفاع خرپشه در محاسبه H لحاظ نشد
- در بام شیب دار متوسط ارتفاع لحاظ شده ←


زمان تناوب تجربی در ساختمان های متعارف (از فرمول)
قاب ساختمانی ساده با مهاربند واگرد
$T_a = 0.08H^{0.75}$
سایر سیستم ها به جزء کنسولی با یا بدون اثر جداگر میان تاب
$T_a = 0.05H^{0.75}$
سیستم قاب خمشی فولادی
بدون اثر جداگر میان قاب
$T_a = 0.08H^{0.75}$
با اثر جداگر میان قاب
$T_a = 0.8 \times 0.08H^{0.75}$
سیستم قاب خمشی بتنی
بدون اثر جداگر میان قاب
$T_a = 0.05H^{0.9}$
با اثر جدا گر میان قاب
$T_a = 0.8 \times 0.05H^{0.9}$


سرعت متوسط موج برشی Vs
$\bar{V}_s = \frac{\sum d_i}{\sum(\frac{d_i}{V_{si}})}$
d_i : ضخامت لایهٔ خاک ام (m)
V_{si} : سرعت موج برشی در لایه i ام $(\frac{m}{s})$
نکته : فرمول بالا فقط تا عمق 30m را محاسبه کرده.


به دست آوردن T و R_u در سیستم های باربر جانبی ترکیبی
در پلان (در دو امتداد)
T
هر راستا مربوط به خودش
R_u
هر راستا مربوط به خودش
استثناء : اگر در یک امتداد از دیوار باربر استفاده شده
راستای دیگر R_u دیوار R_u
در ارتفاع
T
$T = \propto T_{Bot} + \beta T_{Top}$
$\propto = \frac{h_{Bot}}{h_{totul}}$
$\beta = \frac{h_{Top}}{h_{totul}}$
R_u
$R_{u_{top}} < R_{u_{Bot}}$
C_d, Ω_o, R_u فوقان حاکم است
$R_{u_{Top}} > R_{u_{Bot}}$
قسمت تحتانی
$C_d, \Omega_o, R_u + \left[\text{عکس العمل قسمت فوقانی} \times \left(\frac{(\frac{R_u}{\rho})_{Top}}{(\frac{R_u}{\rho})_{Bot}}\right)\right]$
$(\frac{R_u}{\rho})$: ضرب نامعینی سازه صفحه ۲۹- استاندارد۲۸۰۰
قسمت فوقانی
C_d, Ω_o, R_u خودش حاکم است
حالت خاص
صفحه ۳۸ ۲۸۰۰

نامنظمی در پلان

نامنظمی دیافراگرام

محدودیت ها

۱) (استاندارد ۲۸۰۰، بند۳-۱-۴-الف، صفحه ۲۵) قاعده ۳۰ -۱۰۰یا زلزله با بیشترین اثر

۲) (استاندار ۲۸۰۰ ، ۳-۴-۱-۳ ، صفحه ۴۳) تحلیل طیفی ترکیب مربع کامل

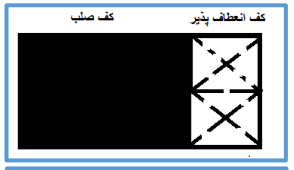
۳) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۴-۱-۴- الف، صفحه ۴۳) اصلاح مقادیر بازیافت تحلیل طیف

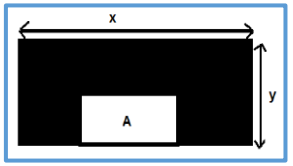
۴) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۱-ب صفحه ۴۹) دیافراگرام صلب

۵) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۷ صفحه ۵۱) نیروی طراحی اتصالات دیافراگم

از لحاظ مساحت

$A > 0.5\ x.y$





از لحاظ سختی

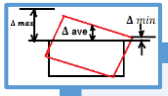
$|k1 - k2| > 50\%$

k_1 : کف صلب

k_2 : کف انعطاف پذیر

| |: قدر مطلق

نامنظمی پیچشی



$$\Delta_{ave} = \frac{\Delta_{max} + \Delta_{min}}{2}$$

Δ_{max} و Δ_{min} ← تغییر مکان نسبی هر طبقه نسبت به طبقه پایین 1 –

2 – مبدا سنجش تغییر مکان ها لبه های خارجی طبقه است نه مرکز سطح آنها

$A_j = 1 - 3$

محدودیت ها

۱) (استاندارد ۲۸۰۰، ۱-۳-۷-ب، صفحه ۱۱) (فقط نامنظمی پیچشی شدید) محدویت احداث سازه

۲) (استاندارد ۲۸۰۰، بند۳-۱-۴-الف، صفحه ۲۵) قاعده ۳۰ - ۱۰۰یا زلزله با بیشترین اثر

۳) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۲-۲- ب، صفحه ۲۷) محدودیت تحلیل استاتیکی معادل

۴) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۳-۲-پ، صفحه ۳۰) (فقط نامنظمی پیچشی شدید) تعیینρ

۵) (استاندارد ۲۸۰۰، [2] ب ، صفحه ۳۵) (فقط نامنظمی پیچشی شدید) ارتفاع سیستم برابر جانبی

۶) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۳-۷-۳، صفحه ۴۰) افزایش برون مرکزی اتفاقی با Aj

۷) (استاندار ۲۸۰۰ ، ۳-۴-۱-۳ ، صفحه ۴۳) تحلیل طیفی ترکیب مربع کامل

۸) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۴-۱-۴- الف، صفحه ۴۳) اصلاح مقادیر بازیافت تحلیل طیف

۹) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۵-۴ ، صفحه۴۶) نحوی محاسبه Δ_{eu}

۱۰) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۱-ب، صفحه ۴۹) دیافراگرام صلب

نامنظمی پیچشی شدید

$1.4 < \frac{\Delta_{max}}{\Delta_{are}}$

نامنظمی پیچشی زیاد

$1.2 < \frac{\Delta_{max}}{\Delta_{are}} \leq 1.4$

نامنظمی هندسی

محدودیت ها

۱) (استاندارد ۲۸۰۰، بند۳-۱-۴-الف، صفحه ۲۵) قاعده ۳۰ -۱۰۰یا زلزله با بیشترین اثر

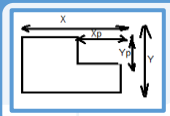
۲) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۴-۱-۳ صفحه ۴۳) تحلیل طیفی ترکیب مربع کامل

۳) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۴-۱-۴ - الف صفحه ۴۳) اصلاح مقادیر بازتاب تحلیل طیفی

۴) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۱-ب صفحه ۴۹) دیافراگرام صلب

۵) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۷ صفحه ۵۱) نیروی طراحی اتصالات دیافراگم

پس رفتگی هم زمان در دو راستای از گوشه ی ساختمان



$\frac{X_p}{X} > 20\%$ → نا منظم

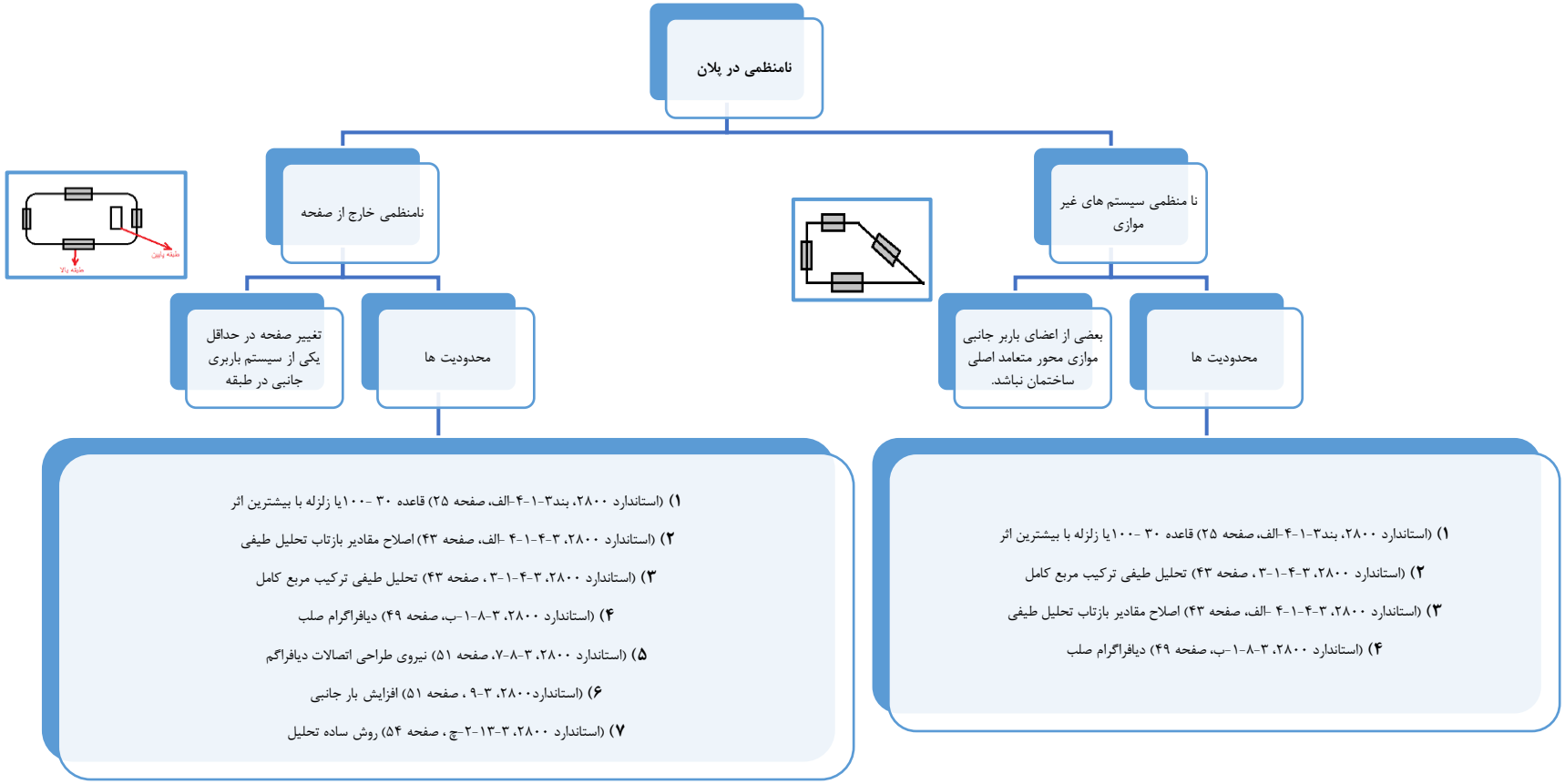
$\frac{X_p}{X} < 20\%$ → منظم

$\frac{Y_p}{Y} > 20\%$ → نا منظم

$\frac{Y_p}{Y} < 20\%$ → منظم

تهیه و تدوین: پیام عباسی

(نشر با ذکر منبع بلا مانع است)


نامنظمی در پلان
نا منظمی سیستم های غیر موازی
نامنظمی خارج از صفحه
محدودیت ها
بعضی از اعضای باربر جانبی موازی محور متعامد اصلی ساختمان نباشد.
محدودیت ها
تغییر صفحه در حداقل یکی از سیستم باربری جانبی در طبقه
۱) (استاندارد ۲۸۰۰، بند۳-۱-۴-الف، صفحه ۲۵) قاعده ۳۰ -۱۰۰ یا زلزله با بیشترین اثر
۲) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۴-۱-۳ ، صفحه ۴۳) تحلیل طیفی ترکیب مربع کامل
۳) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۴-۱-۴ -الف، صفحه ۴۳) اصلاح مقادیر بازتاب تحلیل طیفی
۴) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۱-ب، صفحه ۴۹) دیافراگرام صلب
۱) (استاندارد ۲۸۰۰، بند۳-۱-۴-الف، صفحه ۲۵) قاعده ۳۰ -۱۰۰ یا زلزله با بیشترین اثر
۲) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۴-۱-۴ -الف، صفحه ۴۳) اصلاح مقادیر بازتاب تحلیل طیفی
۳) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۴-۱-۳ ، صفحه ۴۳) تحلیل طیفی ترکیب مربع کامل
۴) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۱-ب، صفحه ۴۹) دیافراگرام صلب
۵) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۷، صفحه ۵۱) نیروی طراحی اتصالات دیافراگم
۶) (استاندارد۲۸۰۰، ۳-۹ ، صفحه ۵۱) افزایش بار جانبی
۷) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۱۳-۲-ج ، صفحه ۵۴) روش ساده تحلیل

نامنظمی در ارتفاع

نامنظمی قطع سیستم باربری جانبی

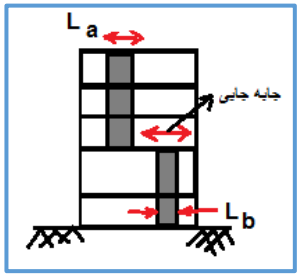
محدودیت ها

۱) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۴-۱-۴ -الف، صفحه ۴۳) اصلاح مقادیر بازتاب تحلیل طیفی

۲) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۱-ب، صفحه ۴۹) یافراگرام صلب

۳) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۷، صفحه ۵۱) نیروی طراحی اتصالات دیافراگم

۴) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۱۳-۲-چ ، صفحه ۵۴) روش ساده تحلیل



تعریف

جزئی از سیستم باربر جانبی درارتفاع قطع شده به طوری که آثار واژگونی روی تیر، ستون، دال و دیوارهای تکیه گاهی تغییراتی ایجاد کند.

$\ell_a >$ جا به جا یی یا ← نا منظم
$\ell_b >$ جا به جا یی

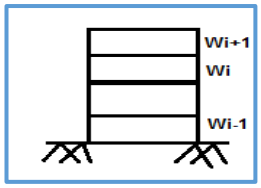
نامنظمی جرمی

محدودیت ها

۱) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۲-۲- ب، صفحه ۲۷) محدودیت تحلیل استاتیکی معادل

۲) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۱-ب، صفحه ۴۹) یافراگرام صلب

۳) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۱۳-۲-چ ، صفحه ۵۴) روش ساده تحلیل



تعریف

جرم هر طبقه بیش از 50% با جرم طبقه مجاور تفاوت داشته باشد.

استثناء: به جزء بام و خرپشته.

(۱) و (۲) هر طبقه برقرارنبود نامنظمی جرمی است.

$$0.5\,W_{i-1} < W_i < 1.5W_{i-1} \quad (1)$$
$$0.5W_{i+1} < W_i < 1.5W_{i+1} \quad (2)$$

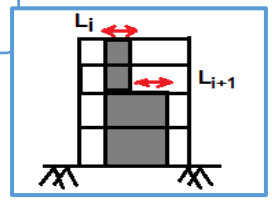
نامنظمی هندسی

محدودیت

۱) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۴-۱-۴ -الف، صفحه ۴۳) اصلاح مقادیر بازتاب تحلیل طیفی

۲) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۱-ب، صفحه ۴۹) یافراگرام صلب

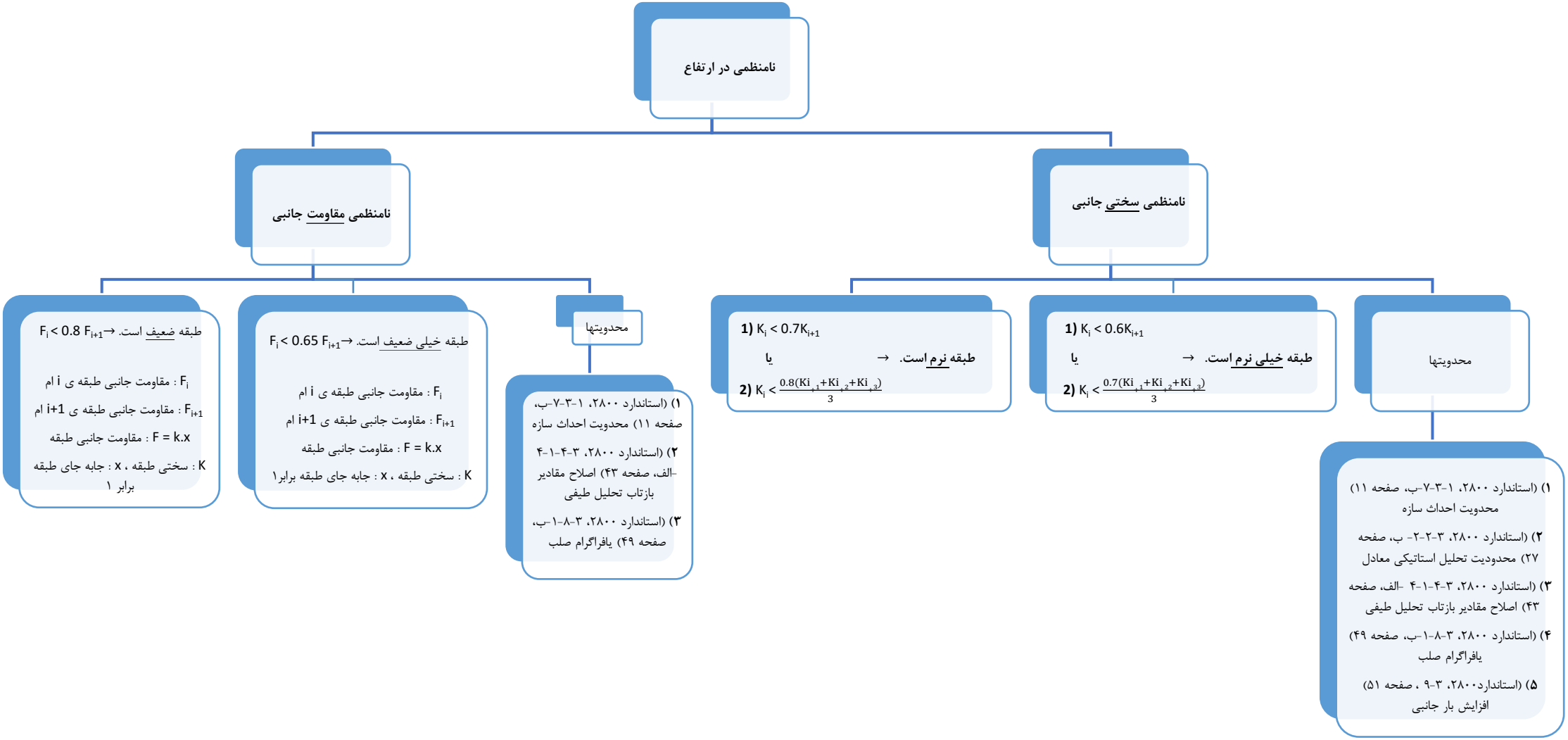
۳) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۱۳-۲-چ ، صفحه ۵۴) روش ساده تحلیل



تعریف

ابعاد افقی سیستم باربر جانبی در هر طبقه بیشتر از 130% آن در طبقه مجاور شود

$\ell_{i+1} > 1.3\ell_i \rightarrow$ نا منظم
$\ell_{i+1} \leq 1.3\ell_i \rightarrow$ منظم


نامنظمی در ارتفاع
نامنظمی سختی جانبی
نامنظمی مقاومت جانبی
محدودیتها
۱) (استاندارد ۲۸۰۰، ۱-۳-۷-ب، صفحه ۱۱) محدویت احداث سازه
۲) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۲-۲- ب، صفحه ۲۷) محدودیت تحلیل استاتیکی معادل
۳) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۴-۱-۴ -الف، صفحه ۴۳) اصلاح مقادیر بازتاب تحلیل طیفی
۴) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۱-ب، صفحه ۴۹) یافراگرام صلب
۵) (استاندارد۲۸۰۰، ۳-۹ ، صفحه ۵۱) افزایش بار جانبی
1) $K_i < 0.6K_{i+1}$
طبقه خیلی نرم است. → یا
2) $K_i < \frac{0.7(Ki_{+1}+Ki_{+2}+Ki_{+3})}{3}$
1) $K_i < 0.7K_{i+1}$
طبقه نرم است. → یا
2) $K_i < \frac{0.8(Ki_{+1}+Ki_{+2}+Ki_{+3})}{3}$
محدودیتها
۱) (استاندارد ۲۸۰۰، ۱-۳-۷-ب، صفحه ۱۱) محدویت احداث سازه
۲) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۴-۱-۴ -الف، صفحه ۴۳) اصلاح مقادیر بازتاب تحلیل طیفی
۳) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۱-ب، صفحه ۴۹) یافراگرام صلب
طبقه خیلی ضعیف است. → $F_i < 0.65\ F_{i+1}$
F_i : مقاومت جانبی طبقه ی i ام
F_{i+1} : مقاومت جانبی طبقه ی i+1 ام
F = k.x : مقاومت جانبی طبقه
K : سختی طبقه ، x : جابه جای طبقه برابر۱
طبقه ضعیف است. → $F_i < 0.8\ F_{i+1}$
F_i : مقاومت جانبی طبقه ی i ام
F_{i+1} : مقاومت جانبی طبقه ی i+1 ام
F = k.x : مقاومت جانبی طبقه
K : سختی طبقه ، x : جابه جای طبقه برابر ۱

نیروی افقی زلزله روش استاتیکی معادل

توزیع نیروی زلزله در ارتفاع

$k = 1.00 \quad T < 0.5_{sec}$

$K = 0.5T + 0.75 \quad 0.5_{sec} \le T \le 2.5_{sec}$

$k = 2 \quad T > 2.5_{sec}$

$$F_{ui} = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{j=1}^{n_1} w_j h_j^k} V_u$$

F_{ui} : نیروی جانبی طبقه i ام (نه برش طبقه iام)

i : از تراز پایه

h : ارتفاع طبقه i ام و j ام از قرار پایه

نکات: $V_m = \sum_{i=m}^{n} F_{ui}$-1

V_m : برش طبقه mام

برش پایه

$$V_u = C \sum_{i=1}^{n_1} w_i \le 0.12AI \sum_{i=1}^{n_1} w_i$$

i: از قرار پایه

وزن لرزه ای هر طبقه

$$W_i = \sum W_D + W_D + n\%\,(L_o) + n\%\,S$$

w_i : وزن لرزه ای طبقه i ام

$\sum W_D$: وزن سقف+ نصف وزن ستون ها از بالا و پایین+ نصف وزن دیوارها از بالا و پایین (چه پیرامونی چه تیغه ای)

S : بار برف

L_o : بار زندهٔ تخفیف نیافته صفحه ۳۰ مبحث۶

	درصد میزان مشارکت بار زنده و برف در محاسبه نیروی جانبی زلزله(n)	
	محل بار زنده	درصد بار زنده
نحوی مشارکت بار برف	بام ساختمان ها در مناطق با برف سنگین و فوق سنگین	%20
	بام ساختمان در سایر مناطق	ـــــ
نحوی مشارکت بار زنده	ساختمان های مسکونی ، اداری ، هتل ها و پارکینگ ها	%20
	بیمارستان ها، مدارس، فروشگاه ها، ساختمان های محل از دحام واجتماع	%20
	کتابخانه ها وانبارها(با توجه به نوع کاربری)	حداقل%40
	مخازن آب و یا سایر مایعات	%100

ضریب زلزله C

از فرمول

از نمودار صفحه

T

زمان تناوب سازه صفحه ۱ چ

N : ضریب اصلاح طیف

(در نظر گرفتن حوزه دور یا نزدیک گسل)

B_1

ضریب شکل طیف (در نظر گرفتن بزرگ نمایی خاک و میزان لرزخیزی)

$B = B_1 N$

ضریب بازتاب ساختمان (نحوی پاسخ ساختمان به حرکت زمین با توجه به نوع آن)

A

شتاب مبنای طرح

I

ضریب اهمیت ساختمان

Ru

ضریب رفتار ساختمان صفحه 34, استاندارد 2800

$R_{u\,\text{دیوار}} \ge R_{u\,\text{دیگر طرف}}$

$$C = \frac{ABI}{R_U} \ge C_{min} = 0.12AI$$

سرعت متوسط موج برشی V_s

$$\bar{V}_s = \frac{\sum d_i}{\sum (\frac{d_i}{V_{si}})}$$

d_i : ضخامت لایهٔ خاک iام (m)

V_{si} : سرعت موج برشی در لایه i ام $(\frac{m}{s})$

نکته : فرمول بالا فقط تا عمق $30m$ را محاسبه کرده

نوع زمین	توصیف لایه بندی زمینی	پارامترها		
		$\bar{v}_S$	$n_{1(60)}$	$C_u(kpa)$
I	سنگ و تیپه سنگ ، شامل سنگ های آذرین ، درگونی و رسوبی و خاک های سیمانته بسیار محکم با حداکثر ۵ متر مصالح ضعیف تر تا سطح زمین	> 750	–	—
II	خاک های خیلی متراکم یا سنگ سمت ، شامل تن وماسه خیلی متراکم، رس بسیار سخت با ضخامت بیشتر ۳۰ متر که مشخصات مکانیکی آن با افزایش عمق به تدریج بهبود یابد.	*375-750*	> 50	> 250
III	خاک متراکم تا متوسط ، شامل تن و ماسه متراکم تا متوسط یا رس های سخت با ضخامت بیشتر از ۳۰ متر	*175-375*	*15-50*	*70-250*
IV	خاک متوسط تا نرم ، لایه های خاک غیر چسبنده یا با کمی خاک چسبنده یا تراکم متوسط تا کم، لایه های خاک کاملا چسبنده نرم تا محکم	*<175*	*<15*	*<70*

نوع زمین	T_o	T_o	خطر نسبی متوسط و کم		خطر نسبی زیاد وخیلی زیاد	
			S	S_o	S	S_o
I	*0.1*	*0.4*	1.5	1.0	1.5	1.0
II	0.1	0.5	1.5	1.0	1.5	1.0
III	0.15	0.7	1.75	1.1	1.75	1.1
IV	0.15	1.0	2.25	1.3	1.75	1.1

پهنه با خطر نسبی متوسط و کم	پهنه با خطر نسبی زیاد وخیلی زیاد
$N = 1 \quad T \le T_S$	$N = 1 \quad T \le T_S$
$N = \left(\frac{0.4}{4 - T_S}(T - T_S)\right) + 1 \quad T_S < T < 4_S$	$N = \left(\frac{0.7}{4 - T_S}(T - T_S)\right) + 1 \quad T_S < T < 4_S$
$N = 1.4 \quad T \ge 4_S$	$N = 1.7 \quad T \ge 4_S$

$$B_1 = S_o\left((s - S_o + 1)\left(\frac{T}{r_o}\right)\right) \quad 0 \le T \le T_o$$

$$B_1 = S + 1 \quad T_o < T \le T_S$$

$$B_1 = (s + 1)\left(\frac{r_S}{r}\right) \quad T > T_S$$

ضریب همت ساختمان I	
گروه ۱	1.4
گروه۲	1.3
گروه۳	1.0
گروه۴	0.8

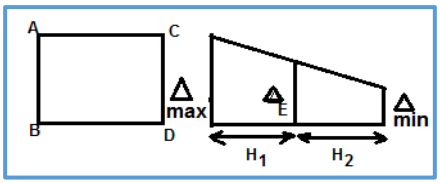
نسبت شتاب مبنای طرح در منطقه (A)		
منطقه	خطر لرزه خیزی	نسبت شتاب مبنای طرح (A)
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	0.35
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	0.30
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	0.25
۴	پهنه با خطر نسبی کم	0.20

تهیه و تدوین: پیام عباسی
(نشر با ذکر منبع بلا مانع است)

http://t.m/payam_Abbasy

نکات

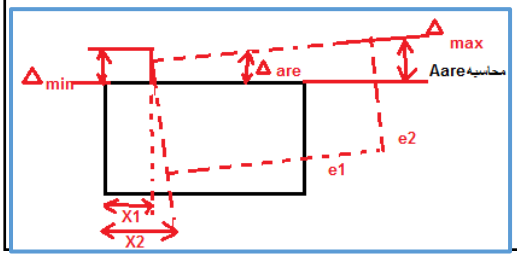
1- اگر Δ_{min} مجهول باشد: تغییر مکان یکی از نقاط (A,B,C,D) را به عنوان max داده و تغییر مکان نقطه دلخواه E را هم داده⇐



$$\frac{\Delta_{max}-\Delta_{min}}{H_1+H_2}=\frac{\Delta_E-\Delta_{min}}{H_2}$$

2- اگر Δ_{max} مجهول باشد

$$(1)\ \propto=\frac{x_1+x_2}{L_2} \qquad (2)\Delta_{max}=\Delta_{min}+\propto.\ell_1$$



$$A_{are}=(\frac{\Delta_{max}+\Delta_{min}}{2})$$

- اثر پیچش و برون مرکزی اتفاقی
  - محاسبه مرکز سختی و مرکز جرم از صفحه ۱
    - اگر زلزله در جهت y بود → x_s
    - اگر زلزله در جهت x بود → y_s
  - $M_i=\sum_{j=i}^{n}F_{uj}(e_{ij}+e_{aj})$
    - M_i : لنگر پیچش طبقه i اُم
    - n : طبقه آخر
    - F_{uj} : نیروی جانبی طبقه
    - e_{ij} : برون مرکز ذاتی
    - e_{aj} : برون مرکز اتفاقی
  - اثر برون مرکزی بر سازه نامنظم پیچشی
    - $1\le A_j=(\frac{A_{max}}{1.2A_{are}})^2\le 3$
    - A_{max} : حداکثر تغییر مکان طبقه i ام (نه نسبی)
    - A_{are} : میانگین تغییر مکان و انتهای سازه در طبقهٔ jام (نه نسبی)
    - بعد ساختمان ×Aj×5% = بعد از سازه در راستای عمود بر F_{uj}
  - اثر برون مرکزی بر سازه منظم از نظر پیچش
    - بعد ساختمان ×5% = بعد از سازه در راستای عمود بر F_{uj}

توزیع نیروی زلزله

نیروی ایجاد شده در عنصر باربرجانبی i اُم در طبقه j اُم در اثر برش طبقه و پیچش(دیافراگم صلب)

- راستای x
  - $F_{xi}=\frac{k_{xi}}{\sum k_{xi}}V_{xj}\pm(\frac{k_{xi}.y_i}{\sum k_{xi}.y_i^2+\sum k_{yi}.x_i^2})M_j$
    - F_{xi} : نیروی راستای x در عضو i اُم
    - k_{xi} : سختی عضوi در راستای x
    - V_{xj} : نیروی برش طبقه j اُم در راستای x
    - y_i : فاصلهٔ عضو باربرجانبی نسبت به مرکز سختی در راستایy
    - x_i : فاصلهٔ عضو باربرجانبی نسبت به " مرکز سختی" در راستای x
    - M_j : لنگر پیچی طبقه j اُم صفحه قبل
- محاسبه مرکز سختی
  - صفحه ۱
- راستای y
  - $F_{yi}=\frac{k_{yi}}{\sum k_{yi}}V_{yi}\pm(\frac{k_{yi}.y_i}{\sum k_{xi}.y_i^2+\sum k_{yi}.x_i^2})M_j$
  - نکته: توزیع نیرو در عناصر باربر جانبی که به دیافراگم صلب متصل اند با توجه به سختی نبشی و فاصلهٔآنها را از مرکز سختی است.

توزیع نیروی زلزله

نیروی جانبی زلزلهٔ مؤثر ، برای طراحی دیافراگم

$$F_{ui} = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{m=1}^{n} w_m h_m^k} V_u$$

F_{ui} : نیروی جانبی طبقه j

n : طبقه آخر

$m = 1$: تراز پایه

h_m و h_i : از تراز پایه تا سقف مورد نظر

$$0.5AIw_i \le F_{pui} = \left(\frac{\sum_{j=i}^{n} F_{uj}}{\sum_{j=i}^{n} w_j}\right) w_i + F \le AIw_i$$

i: طبقه i اُم

F : در صورت وجود اعضای باربر جانبی که برروی هم واقع نشده اند دیافراگم انتقال دهندهٔ این نیرو است با اثر ρ

نیروی ایجاد شده در عنصر باربرجانبی i اُم در طبقه jاُم در اثر برش طبقه و پیچش(دیافراگم انعطاف پذیر)

$$F_{x\,\text{یا}\,y} = \frac{\text{عرض بارگیر عضو در آن راستا(مانند بار ثقلی)}}{\text{کل عرض بارگیر در ان راستا}} \times V_{u\,x\,\text{یا}\,y}$$

نکته: ۱) توزیع نیرو درعناصر باربرجانبی که به دیافراگم انعطاف پذیر متصل اند با توجه به عرض بارگیر عضو است

۲) پیچش در آن اثر ندارد

نیروی قائم زلزله در روش استاتیکی معادل

A : شتاب مبنای طرح

I : ضریب اهمیت سازه

$$w_p \begin{cases} \text{برای کل سازه} \Rightarrow w_p = w_{p_D} \\ \text{برای تیر و بالکن} \Rightarrow w_p = w_{p_D} + w_{p_\ell} + w_{p_s} \\ \text{برای تیر بلندتر } 15m \text{ یا تیر با بار متمرکز قابل توجه تجمل میکند.} \Rightarrow w_p = w_{p_D} + w_{p_\ell} + w_{p_s} \end{cases}$$

$$F_r = 0.6AIW_p$$

نسبت شتاب مبنای طرح در منطقه (A)		
منطقه	خطر لرزه خیزی	نسبت شتاب مبنای طرح (A)
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	0.35
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	0.30
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	0.25
۴	پهنه با خطر نسبی کم	0.20

گروه خطر پذیری	نوع کاربری
۱	ساختمان ها و سایر سازهایی که به عنوان تاسیسات ضروری طراحی می گردند و وقفه در بهربرداری از آنها به طور غیر مستقیم موجب افزایش تلفات و خسارت می شود مانند بیمارستان ها و در مانگاه های مراکز مخابرات رادیو و تاسیسات انتظامی مراکز کمک رسانی و به طور کلی تمامی ساختمان هایی که استفاده از آنها درامداد ونجات مؤثر باشند. ساختمانها وسایر سازه ها و تاسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه مدت یا دراز مدت خواهد گردید. هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که محل ساخت و نگهداری مقادیری از مواد شیمیایی یا زباله های بسیار خطرناک باشند که انتشار این مواد منجر به خطری برای عموم شود. مشمول این گروه خطر پذیری می باشد. سایر ساختمان ها و سیستم های سازه های که برای حفظ عملکرد ساختمان های گروه خطر پذیری ۱ مورد نیاز می باشند
۲	ساختمان ها و سایر سازه هایی که خرابی آن ها منجر به تلفات جانی قابل توجه شود مانندمدارس مساجد استادیوم ها، سینما و تئاتر ها، سالنهایی اجتماعات، فروشگاه های بزرگ، ترمینالهای مسافری؛ یا هر فضای سرپوشیدهای که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر زیر یک سقف باشد. ساختمان ها و سایر سازه هایی که جزو موارد گروه خطر پذیری ۱ نمی باشند لکن خرابی آن ها خسارت اقتصادی قابل توجهی داشته یا باعث از دست رفتن ثروت ملی می گردد مانند موزه ها، کتابخانه ها و به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد ومدارک ملی و یا آثار پر ارزش نگهداری می شود. ساختمان ها: سایر سازه ا و تاسیسات صنعتی که جزو موارد گروه خطر پذیری ۱ نمی باشند لیکن خرابی آنها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع می شود مانند پالایشگاه ها ، مراکز گاز رسانی؛ انبارهای سوخت ویا هر گونه ساختمان یا تاسیساتی که محل ساخت یا نگهداری مقادیری از مواد مانند سوخت های خطر ناک یا مواد شیمیای یا زباله خطر ناک یا مواد منفجره باشند.
۳	کلیه ساختمانها و سازه های مشمول این مبحث که جزو ساختمانهای عنوان شده در سه گروه خطر پذیری دیگر نباشند، مانند ساختمانهای مسکونی، اداری وتجاری، هتلها ، پارکینگ های طبقاتی، انبارها، کارگاهها، ساختمان های صنعتی و غیره
۴	ساختمان ها و سایر سازه هایی که خرابی آنها منجر به تلفات جانی و خسارات مالی نسبتاً کم خواهد شد مانند انبارهای کشاورزی و سالنهای مرغداری. ساختمانها و سایر سازه های موقتی که مدت بهره برداری از آن ها کمتر از دو سال است.

نکته : 1- بار زنده ضریب n% (جدول 3-1) را ندارد.

بار زندهٔ بالکن را 1.5 برابر بار زندهٔ پلان مجاور در نظر گرفته که $5KN \ge$

طول بارگیر× عرض بارگیر× (بارگسترده سطحی)P+ = (kn) W_p

نکته : **مواردی که بار قائم زلزله باید لحاظ شود.**

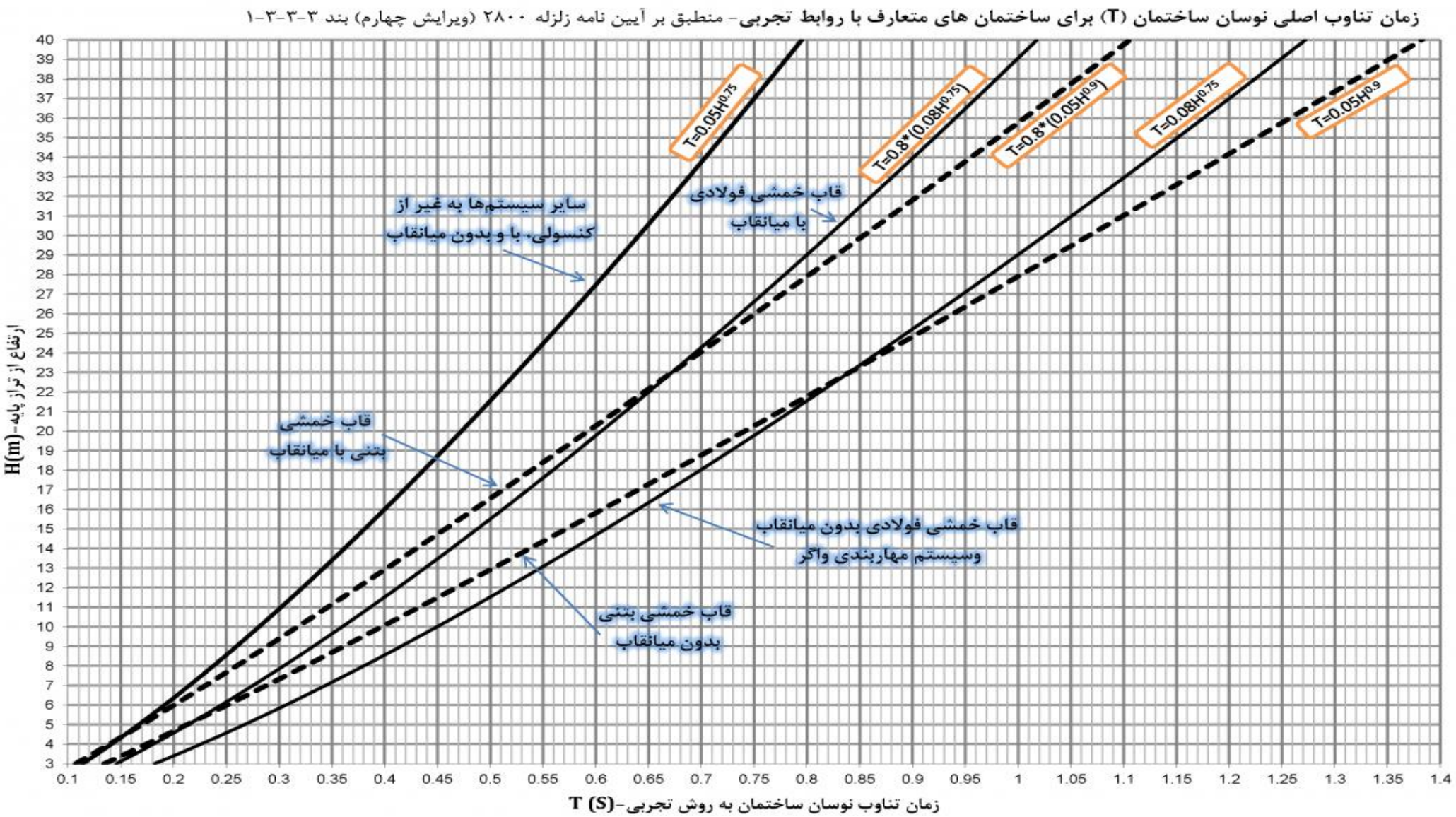
1- سازه در منطقه ای با خطر لرزه های خیلی زیاد← در کل سازه

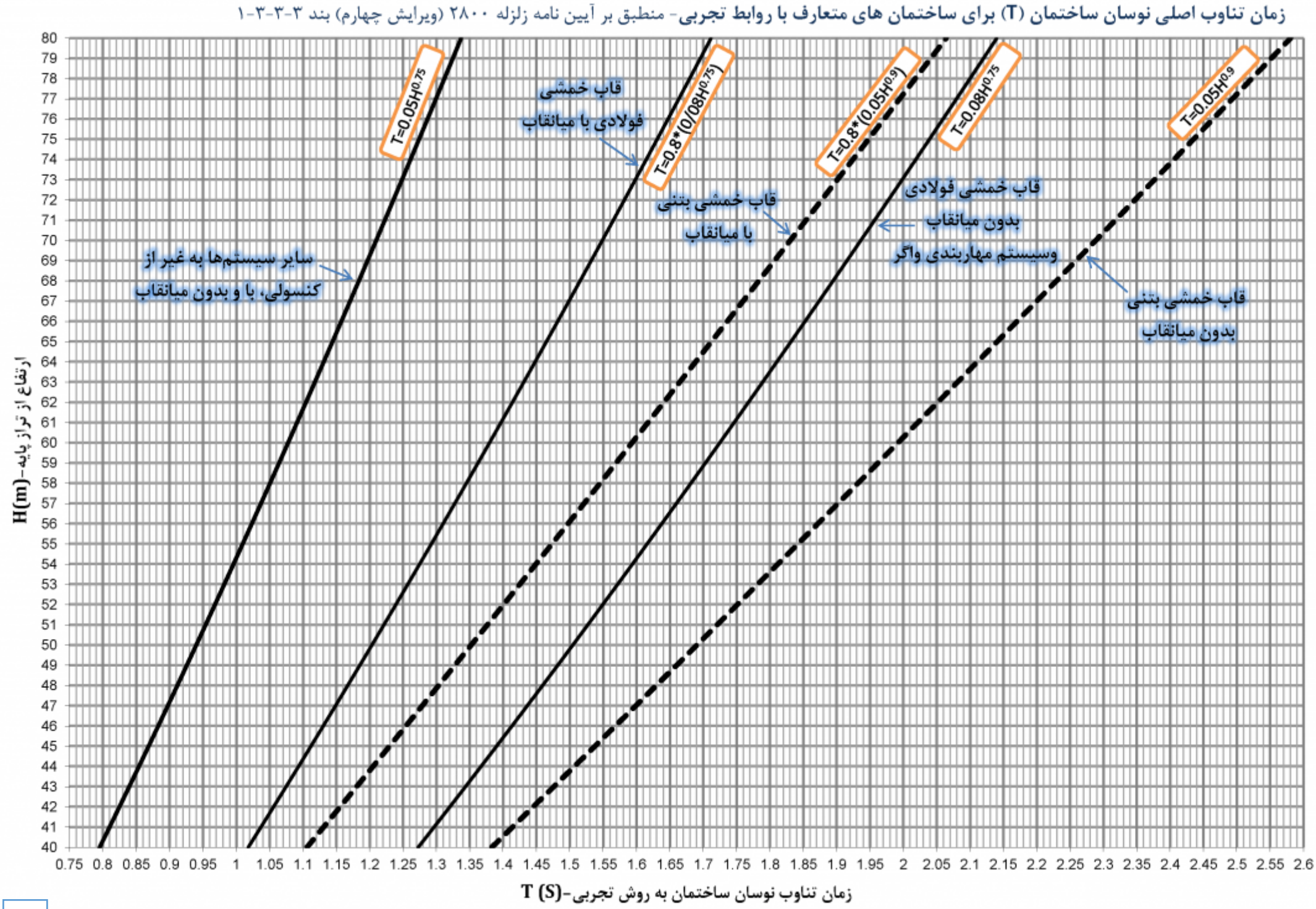
2- طول تیر>15m ← تیر به همراه ستون ها و دیوار تکیه گاهی عرض بارگیری طول بارگیر× (بار زنده گسترده+ بار مرده گسترده)

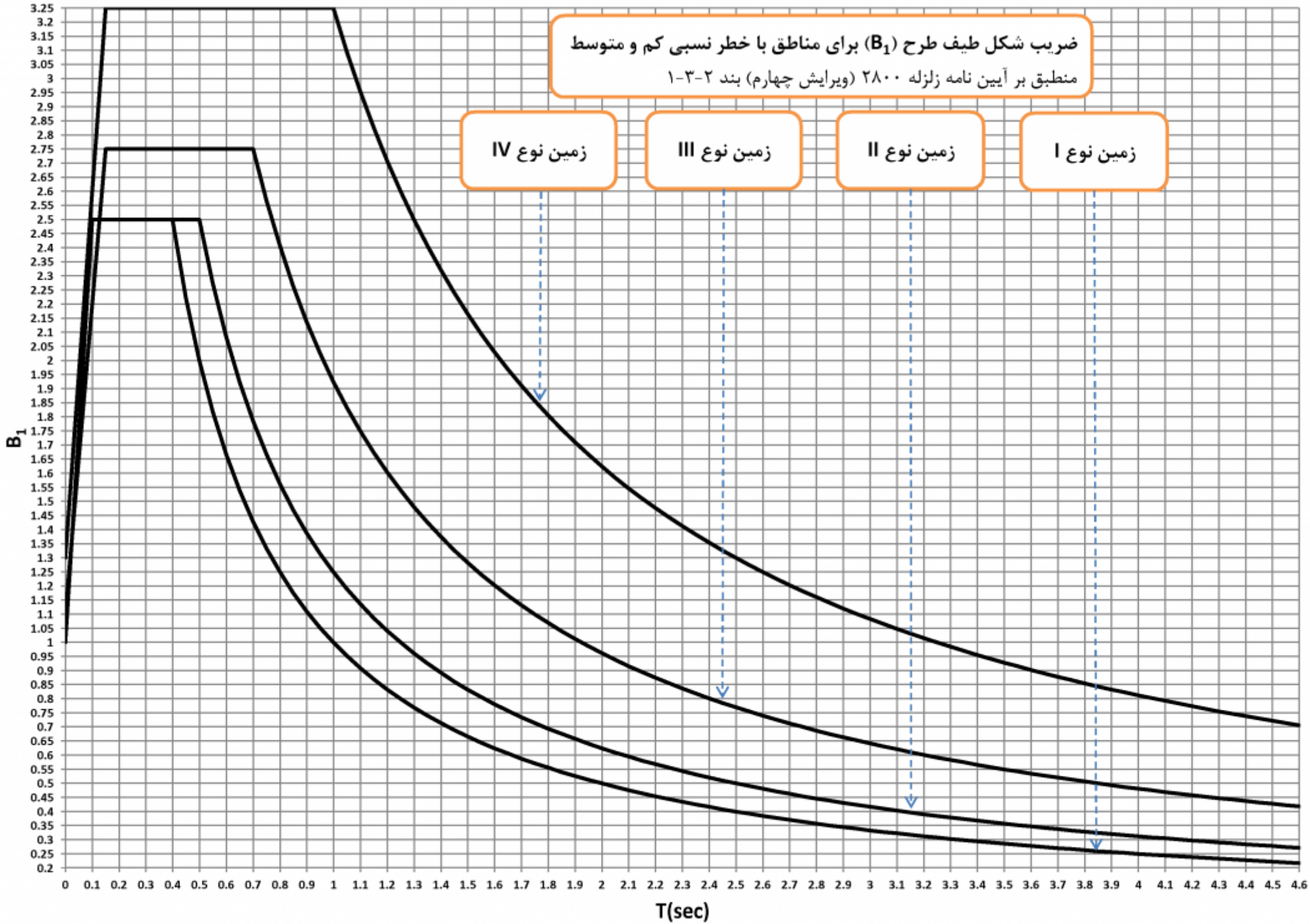
3- تیر با بار قائم توجه $p \ge \frac{p+\text{بار}}{2}$ ←تیر به همراه ستون هایی و دیوار تکه گاهی متصل است

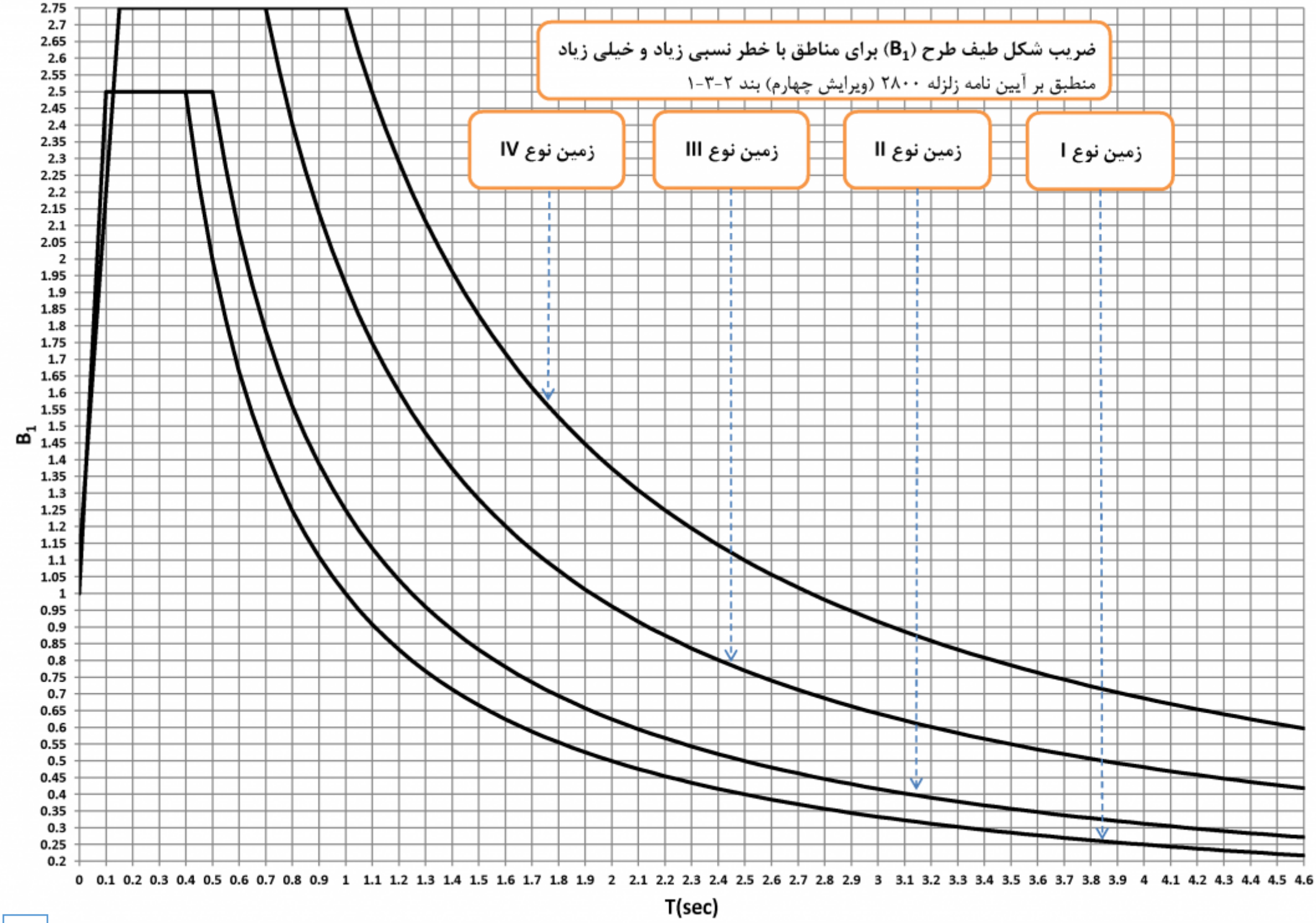
4- بالکن و پیش آمدگی هایی که به صورت طره است.

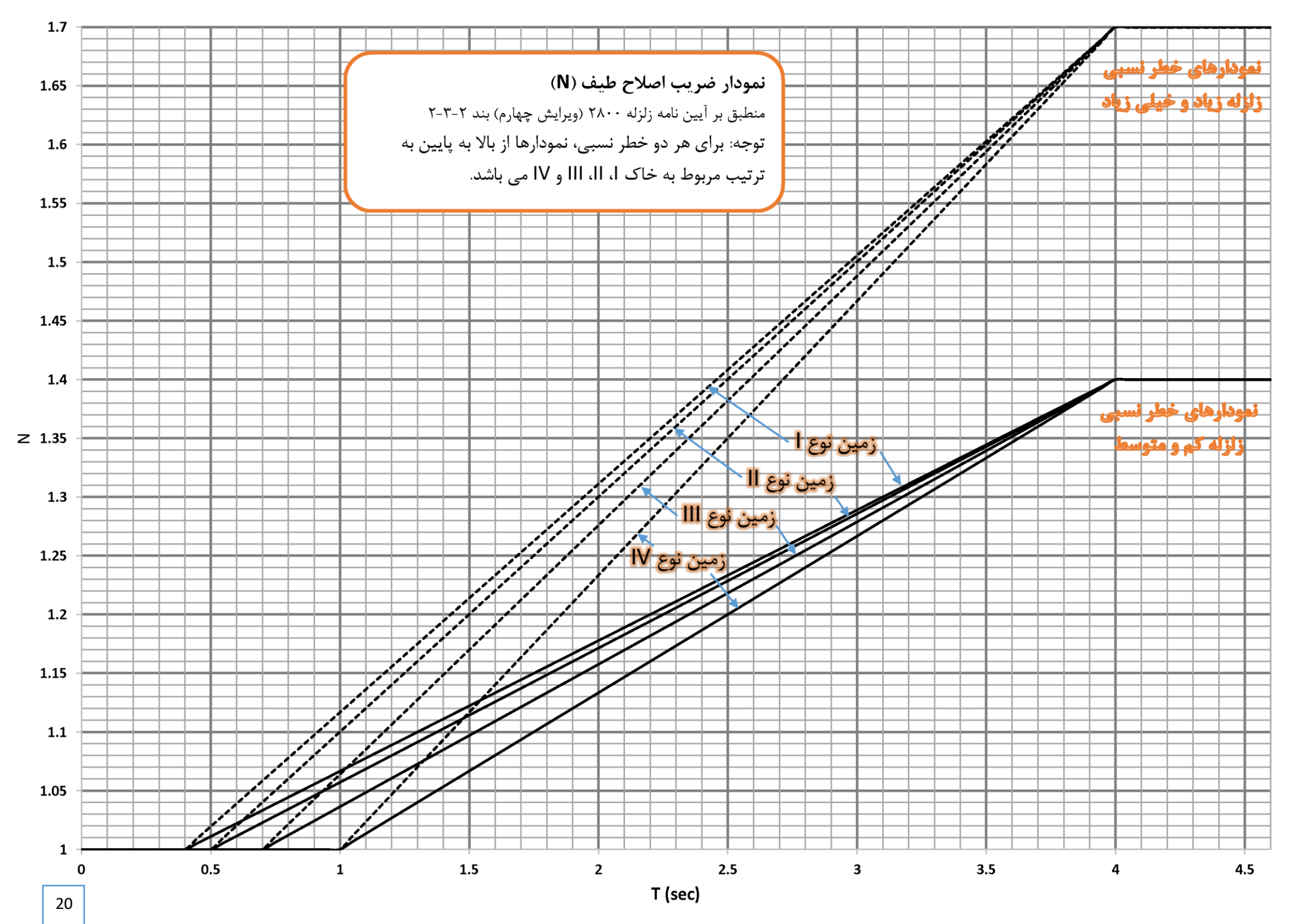
ضریب اهمیت ساختمان I	
گروه ۱	1.4
گروه۲	1.3
گروه۳	1.0
گروه۴	0.8

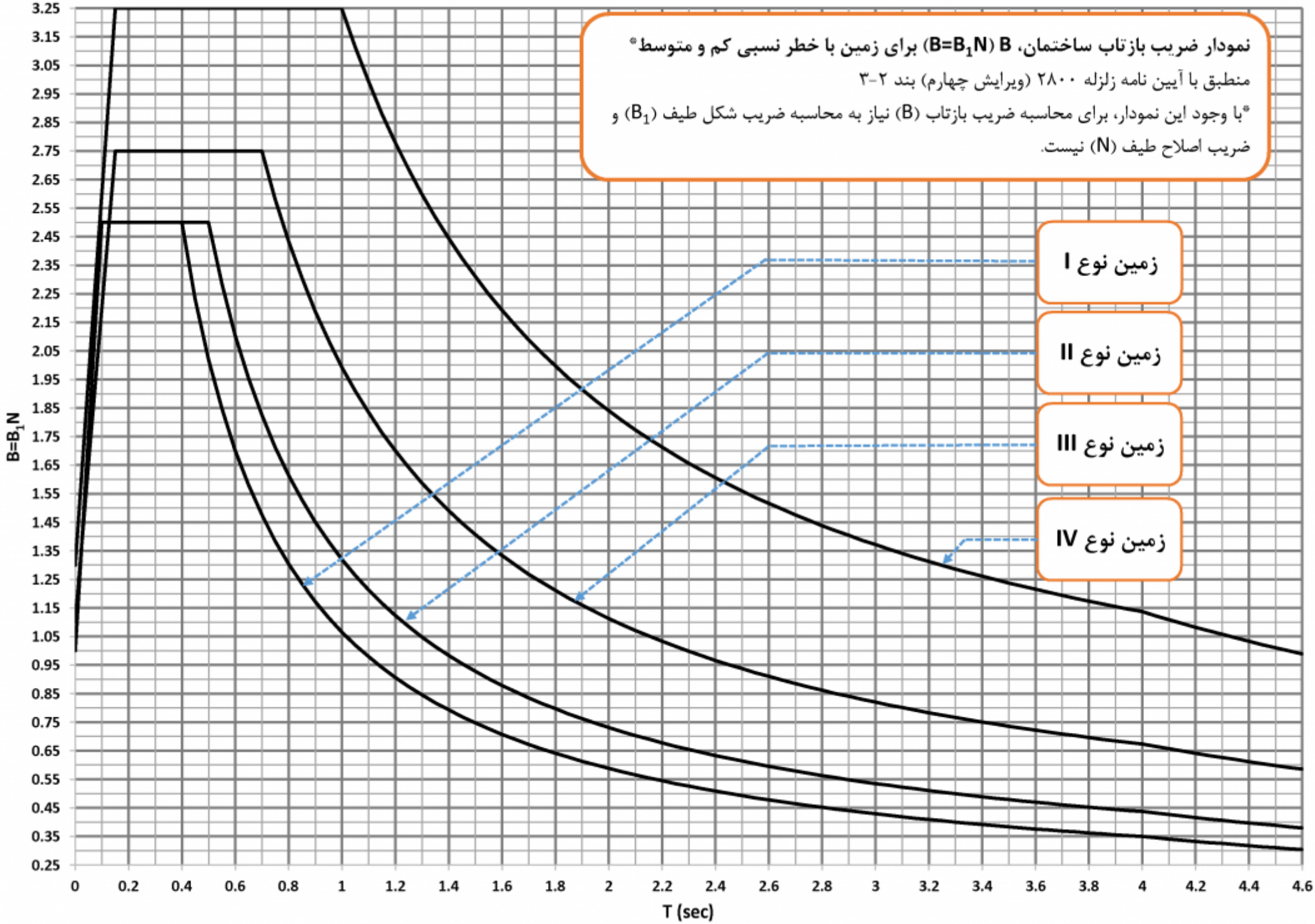

زمان تناوب اصلی نوسان ساختمان (T) برای ساختمان های متعارف با روابط تجربی- منطبق بر آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) بند ۳-۳-۳-۱
T=0.05H^0.75
T=0.8*(0.08H^0.75)
T=0.8*(0.05H^0.9)
T=0.08H^0.75
T=0.05H^0.9
سایر سیستم‌ها به غیر از کنسولی، با و بدون میانقاب
قاب خمشی فولادی با میانقاب
قاب خمشی بتنی با میانقاب
قاب خمشی فولادی بدون میانقاب وسیستم مهاربندی واگر
قاب خمشی بتنی بدون میانقاب
ارتفاع از تراز پایه-H(m)
زمان تناوب نوسان ساختمان به روش تجربی-T (S)

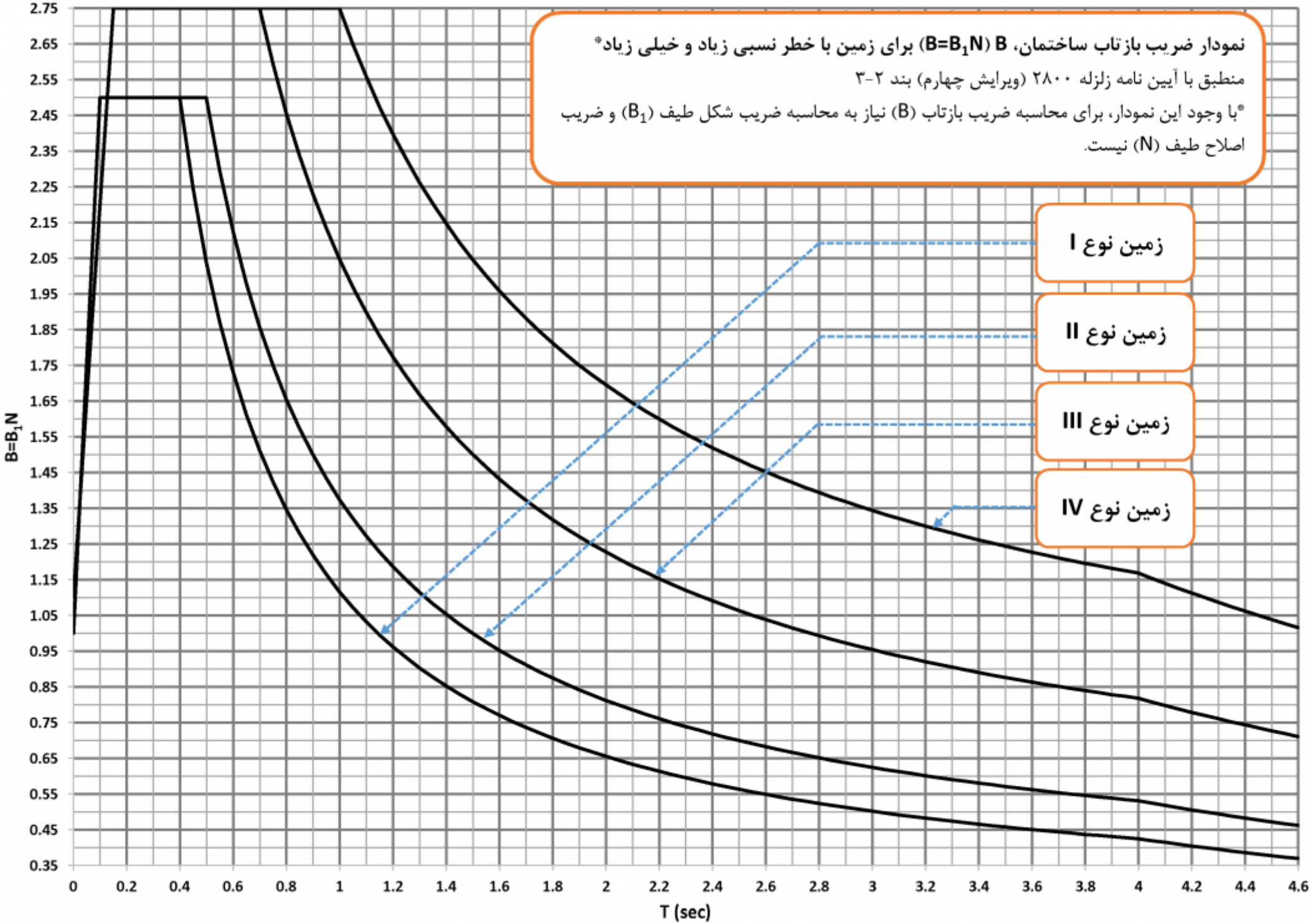

زمان تناوب اصلی نوسان ساختمان (T) برای ساختمان های متعارف با روابط تجربی- منطبق بر آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) بند ۳-۳-۳-۱
T=0.05H^0.75
قاب خمشی فولادی با میانقاب
T=0.8*(0/08H^0.75)
T=0.8*(0.05H^0.9)
T=0.08H^0.75
T=0.05H^0.9
قاب خمشی بتنی با میانقاب
قاب خمشی فولادی بدون میانقاب وسیستم مهاربندی واگر
سایر سیستم‌ها به غیر از کنسولی، با و بدون میانقاب
قاب خمشی بتنی بدون میانقاب
ارتفاع از تراز پایه-H(m)
زمان تناوب نوسان ساختمان به روش تجربی-T (S)


ضریب شکل طیف طرح (B_1) برای مناطق با خطر نسبی کم و متوسط
منطبق بر آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) بند ۲-۳-۱
زمین نوع IV
زمین نوع III
زمین نوع II
زمین نوع I
B_1
T(sec)


ضریب شکل طیف طرح (B_1) برای مناطق با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد
منطبق بر آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) بند ۲-۳-۱
زمین نوع IV
زمین نوع III
زمین نوع II
زمین نوع I
B_1
T(sec)


نمودار ضریب اصلاح طیف (N)
منطبق بر آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) بند ۲-۳-۲
توجه: برای هر دو خطر نسبی، نمودارها از بالا به پایین به ترتیب مربوط به خاک I، II، III و IV می باشد.
نمودارهای خطر نسبی
زلزله زیاد و خیلی زیاد
نمودارهای خطر نسبی
زلزله کم و متوسط
زمین نوع I
زمین نوع II
زمین نوع III
زمین نوع IV
N
T (sec)
1.7
1.65
1.6
1.55
1.5
1.45
1.4
1.35
1.3
1.25
1.2
1.15
1.1
1.05
1
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5


نمودار ضریب بازتاب ساختمان، B (B=B1N) برای زمین با خطر نسبی کم و متوسط*
منطبق با آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) بند ۲-۳
*با وجود این نمودار، برای محاسبه ضریب بازتاب (B) نیاز به محاسبه ضریب شکل طیف (B1) و ضریب اصلاح طیف (N) نیست.
زمین نوع I
زمین نوع II
زمین نوع III
زمین نوع IV
B=B1N
T (sec)
3.25
3.15
3.05
2.95
2.85
2.75
2.65
2.55
2.45
2.35
2.25
2.15
2.05
1.95
1.85
1.75
1.65
1.55
1.45
1.35
1.25
1.15
1.05
0.95
0.85
0.75
0.65
0.55
0.45
0.35
0.25
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
1.6
1.8
2
2.2
2.4
2.6
2.8
3
3.2
3.4
3.6
3.8
4
4.2
4.4
4.6


نمودار ضریب بازتاب ساختمان، B (B=B1N) برای زمین با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد*
منطبق با آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) بند ۲-۳
*با وجود این نمودار، برای محاسبه ضریب بازتاب (B) نیاز به محاسبه ضریب شکل طیف (B1) و ضریب اصلاح طیف (N) نیست.
زمین نوع I
زمین نوع II
زمین نوع III
زمین نوع IV
B=B1N
T (sec)
2.75
2.65
2.55
2.45
2.35
2.25
2.15
2.05
1.95
1.85
1.75
1.65
1.55
1.45
1.35
1.25
1.15
1.05
0.95
0.85
0.75
0.65
0.55
0.45
0.35
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
1.6
1.8
2
2.2
2.4
2.6
2.8
3
3.2
3.4
3.6
3.8
4
4.2
4.4
4.6

زلزله بهربرداری

- کنترل تغییر مکان
  - $\Delta_e \leq 0.005h$
  - Δ_e : تغییر مکان جانبی بین طبقه
  - h : ارتفاع طبقه
  - تبصره : اگراجزاء غیر سازه ای بتواند تغییر بیشتر را تحمل کنند ⇐ $\Delta_e \leq 0.008h$
- برش پایه
  - $V_{serrice} = \frac{A}{6} B\ I\ W$
  - A,B,I,W : صفحه 13
  - چون محدودهٔ خطی است R_U=1

محاسبات متفرقه

سایر روش های تحلیلی (به غیر از استاتیکی معادل)

- استاتیکی ساده شده
  - توزیع نیرو کل
    - $F_i = \frac{w_i}{w_r} V$
  - برش پایه
    - $V = \frac{ABI\ F_w}{A_u}$
    - S+1 =B
    - F = 1 یک طبقه:
    - F = 1.1 دو طبقه:
    - F= 1.2 سه طبقه:
- تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی
  - صفحه 22 ، 2800 و صفحه 44، 2800
- روش تحلیل دینامیکی طیفی
  - ترکیب آثار مرد یا حداکثر آثار بازتاب های دینامیکی (برش، تنش، تغییر مکان و...)
    - روش ترکیب مربعی کامل، CQC
      - شرط استفاده
        - $r = \frac{T_m}{T_n} \quad T_m < T_n$
        - $r = \frac{T_m}{T_n} > 0.67$
      - مناسب برای ارتعاشات به هم وابسته
        - سازه نامنظم و منظم
    - روش مجذور مربعات SRSS
      - شرط استفاده
        - $r = \frac{T_m}{T_n} \leq 0.67 \quad T_m < T_n$
        - T_m و T_n : زمان تناوب طبیعی نوسان برای مودها n و m
      - مناسب برای تناوب های مدهای مختلف که از هم فاصلهٔ کافی داشته
        - سازه منظم
      - $u = \sqrt{\sum_{n=1}^{N} u_n^2}$
        - U : بازتاب کلی (برش، تغییر مکان و...) در امتداد هر دریچهٔ آزادی
        - u_n^2: بازتاب درجه آزادی موردنظر برای موردهای h ام (مثلا برش پایه مودها مورد نظر یا تغییر مکان مودها مورد نظر یا....)
        - N: جمع تعداد مودها
  - $(1)\ r = \frac{T_m}{T_n} \quad T_m < T_n$
  - $(2)\ \varphi_{nm} = \frac{8\,\xi^2 r^{1.5}(1+r)}{(1-r^2)^2 + 4\xi^2 r\,(1+r)^2}$
  - φ_{nm}: ضریب مرد
  - ξ: میرای 0.05
  - $(3)\ u = \sqrt{\sum_{n=1}^{N} u_n^2 + 2\sum_{n=1}^{N-1}\sum_{m=n+1}^{N} P_{nm} u_n u_m}$
- تعداد مودهای تأثیر گذاری
  - $\sum_{i=1}^{n} m_i > \%90 m_{کل}$
  - $i = 1$: تعداد مود
  - m_i: جرم هر مود
  - n= تعداد مود مؤثر
  - سازه منظم
    - بازتاب $\times \left(\frac{V_{استاتیکی}}{V_{طیفی}}\right) \times 0.85$
    - مقادیر باز تاب بر پایه طیفی > مقادیر
    - نکته مهم:
      اثر هر مُد را در طبقات مختلف ساختمان با هم جمع جبری کرده سپس از رابطه $u = \sqrt{\sum u_n^2}$ استفاده کرده
  - سازه نامنظم
    - سایر نامنظمی ها غیر ازطبقه خیلی ضعیف یا طبقه خیلی نرم یا پیچشی شدید
      - مقادیر تاب باز برش پایه طیفی > مقادیر باز تاب $\times\ 0.9 \left(\frac{V_{استاتیکی}}{V_{طیفی}}\right)$
      - مقادیر بازتاب: (برش پایه، نیروها، تغییر مکان ، تنش و...)
    - طبقه خیلی ضعیف یا طبقه خیلی نرم یا پیچشی شدید
      - مقادیر تاب باز برش پایه طیفی > مقادیر باز تاب $\times \left(\frac{V_{استاتیکی}}{V_{طیفی}}\right)$
- اصلاح مقادیر بازتاب (هم پایه کردن)
  - $V_{استاتیکی} < V_{طیفی}$
  - $V_{استاتیکی} > V_{طیفی}$
  - O.K نیازی به هم پایه کردن نیست.
- انواع طیف مورد استفاده
  - طیف طرح ویژه ساختگاه
    - از روی نمودار $T \xrightarrow{} AB = S_a$
    - T : زمان تناوب هایی سازه از روابط تجربی صفحه 1مگر خودش زمان داده
    - A : شتاب نسبی
    - B : ضریب بازتاب ساختمان
    - طیف طرح استاندارد صفحه : AB
      - $AB = \max\{0.8AB_{استاندارد}\ ،\ AB_{ساختگاه}\}$
      - $V = \frac{ABI}{R_u} w$
  - طیف طرح استاندارد
    - زلزله بهربرداری
      - $S_a = \frac{AI}{6} \times B$
      - B: از نمودار طیف
    - زلزله طرح
      - $S_a = \frac{AI}{R_u} \times B$
      - B: از نمودار طیف
      - $V_{min} = 0.12AIW$

نکته مهم:

اثر هر مُد را در طبقات مختلف ساختمان با هم جمع جبری کرده سپس از رابطه $u = \sqrt{\sum u_n^2}$ استفاده کرده

مسائل متفرقه

محدودیت تغییر مکان

$$\Delta_m = C_d.\Delta_{eu} \rightarrow \bar{\Delta}_m = \frac{1}{1-\theta_i} \times C_d \times \Delta_{eu} \leq \Delta_a \begin{cases} = 0.025h \rightarrow & \text{برای ساختمان تا 5 طبقه} \\ = 0.02h \rightarrow & \text{برای ساختمانهای بیش از طبقه 5} \end{cases}$$

Δ_m : تغییر مکان جانبی نسبی غیر خطی یا تغییر مکان واقعی طبقه

$\bar{\Delta}_m$: تغییر مکان جانبی نسبی غیر خطی با اثر $P-\Delta$

Δ_{eu} : تغییر مکان جانبی نسبی طبقه (خطی)

$\frac{1}{1-\theta_i}$: اثر $P-\Delta$

C_d : اثر رفتار غیر خطی صفحه ۳۴، ۲۸۰۰

محاسبه Δ_{eu} :

۱- مشخص کردن مبدأ سنجش تغییر مکان نسبی هر طبقه (Δ_{eu}) با توجه به نا منظمی پیچشی پشت صفحه9

۲- محاسبه Δ_{eu} برای $T_{(محاسباتی)}$

۳- اگر Δ_{eu} از لبهٔ حساب شود:

$$\Delta_{eu} = \Delta_{eu_{max\,\text{بالا طبقه}}} - \Delta_{eu_{\text{پایین طبقه}}}$$

نکته:

1- مبدأ سنجش تغییر مکان نسبی هر طبقه

ساختمان دارای نا منظمی پیچشی یا شدید پیچشی ⇐ محورهای کناری

سایر ساختمان ها ⇐ مرکز طبقه

2- برای محاسبه Δ_{eu}

$$T_{\text{محاسباتی}} = \begin{cases} T_m \text{ زیاد ، متوسط} & \text{در ساختمان ها اهمیت کم} \\ \min(1{,}25T_a, T_m) & \text{در ساختمان با اهمیت خیلی زیاد} \end{cases}$$

شاخص پایداری

$$\theta_i = \left[\frac{P\Delta_{eu}}{V_h}\right]_i \leq \theta_{max} \quad \begin{matrix} < \\ > \end{matrix} \quad \begin{matrix} p-\Delta \Leftarrow \%10 & \text{در نظر میگیریم} \\ p-\Delta \Leftarrow \%10 & \text{صرف نظر کرده} \end{matrix}$$

$$\theta_{max} = \min\left(\frac{0.65}{c_d}, 0.25\right)$$

V_h : لنگر اولیه ناشی از برش طبقه

$\sum_{m=1}^{n}$ طبقه آخر $(P_D + P_\ell)_i$: P_i

V_i : برش طبقه i ام

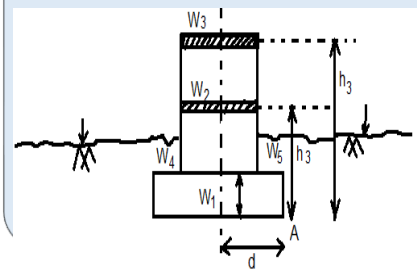
h_i : ارتفاع طبقه i ام

Δ_{eui} : تغییر مکان جانبی نسبی اولیه طبقه i ام

کنترل واژگونی کلی سازه

$$F_s = \frac{\sum M_{\text{مقاوم}}}{\sum M_{\text{محرک}}} = \frac{\sum w_i d_i}{\sum F_i h_i} \geq 1$$

w_i : وزن مؤثر لرزه ای صفحه 2



درز انقطاع

- ساختمان کمتراز ۸ طبقه با اهمیت متوسط و کم
  - عرض درز انقطاع $= 0.005 \times h$
    h : ارتفاع طیفه از تراز پایه
- ساختمان با بیشتر از ۸ طبقه
- کلیه ساختمان ها با اهمیت زیاد و خیلی زیاد
  - اگر اطلاعات سازهٔ مجاور در دسترسی نبود
    عرض درز انقطاع $= 0.7\,\bar{\Delta}_m$
  - اگر اطلاعات سازهٔ مجاور در دسترس بود
    عرض درز انقطاع $= \sqrt{\bar{\Delta}_{m_1}^2 + \bar{\Delta}_{m_2}^2}$
    $\bar{\Delta}_{m_1}$: ساختمان(۱)
    $\bar{\Delta}_{m_2}$: ساختمان (۲)

محاسبه نیروی جانبی اجزاء غیر سازه ای

با روش تحلیل استاتیکی

برش جزء

شتاب پهنای طرح : A

از جدول پایین : S

وزن مؤثر لرزه ای : $W_p = w_D + W$ محتویات بهره برداری

ضریب اهمیت جزء : I_p

ضریب رفتار جزء صفحه ۶۲ و ۶۵ ، ۲۸۰۰ : R_{pu}

ضریب بزرگنمایی جزء صفحه ۶۲ و ۶۵ ، ۲۸۰۰ : a_p

ارتفاع بام از تراز پایه (برای شیروانی ارتفاع متوسط) : H

ارتفاع مرکز جرم جزء از تراز پایه : Z

نکته مهم : $\left(\frac{Z}{H}\right) \le 1$

$$V_{pu_{min}} = 0.3A(S+1) \le V_{pu} = \frac{0.4\ a_p A(S+1) w_p I_p}{R_{pu}}\left(1+2\frac{Z}{H}\right) \le V_{pu_{max}} = 1.6A(S+1)I_p w_p$$

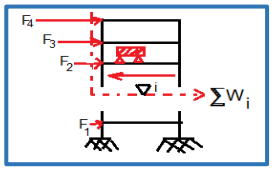
روش تنش مجاز = $\frac{V_{pu}}{1.4}$

محل اثر برش جزء

مرکز جرم جزء

توزیع برش جزء

توزیع به نسبت جرم اجزاء جزء



یا روش تحلیل طیفی

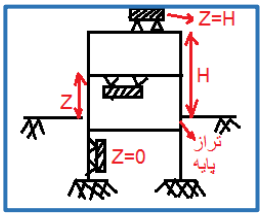
I_p
w_p
a_u
R_{pu}
} مشابه تحلیل استاتیکی

$$1 \le A_j = \left(\frac{\Delta_{max}}{1.2\Delta_{are}}\right)^2 \le 3$$

$$a_i = \frac{V_i}{\sum_{j=i}^{n} w_j}$$

a_i : شتاب تراز i اُم سازه که جزء غیر سازه ای در آن است (در روش تحلیل طیفی که (1=(I,R$_u$))

$$V_{p_{min}} = 0.3ACS(S+1)I_p w_p \le V_{pu} = \frac{a_{jap} w_p I_p}{R_{pu}}.A_j \le V_{pu_{min}} = 1.6A(S+1)I_p w_p$$



نسبت شتاب مبنای طرح در منطقه (A)		
منطقه	خطر لرزه خیزی	نسبت شتاب مبنای طرح (A)
1	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	0.35
2	پهنه با خطر نسبی زیاد	0.30
3	پهنه با خطر نسبی متوسط	0.25
4	پهنه با خطر نسبی کم	0.20

نوع زمین	T_o	T_o	خطر نسبی متوسط و کم		خطر نسبی زیاد وخیلی زیاد	
			S	S_o	S	S_o
I	0.1	0.4	1.5	1.0	1.5	1.0
II	0.1	0.5	1.5	1.0	1.5	1.0
III	0.15	0.7	1.75	1.1	1.75	1.1
IV	0.15	1.0	2.25	1.3	1.75	1.1

مؤلفه قائم نیروی زلزله اجزاء غیر سازه ای

شتاب مبنای طرح : A

از جدول روبه رو: S

ضریب اهمیت جزء: I_p

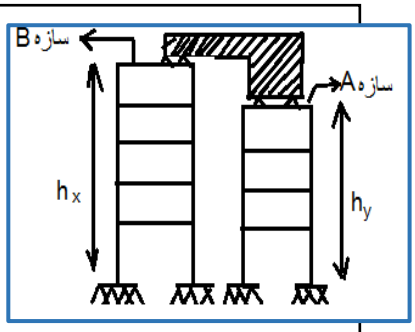
وزن مؤثر لرزه ای : $W_D = W_p + W$ محتویات بهره برداری

$$F_{pu} = 0.2A(S+1)I_p w_p$$

ضریب اهمیت جزء(I_p)	
جزء در داخل یا متکی به سازه با اهمیت خیلی زیاد که حفظ آن برای خدمت رسانی بی وقفه سازه لازم است	1.4
محتوای جزء مواد خطرزا با امکان ایجاد مسمومیت زیاد و یا انفجار باشد.	1.4
خدمت رسانی جزء برای تامین عملکرد ایمنی جانبی جانبی پس از زلزله لازم باشد، مانند سیستم اطفاء حریق و پلکان فرار	1.4
سایر موارد	1.0

کنترل تغییر مکان جانبی اجزاء غیر سازه ای

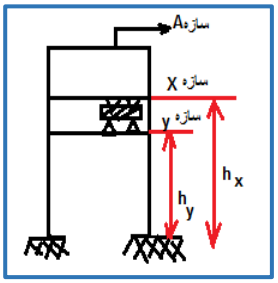
- جزء غیر سازه ای برروی دو سازه مجزا
  - $D_p = |S_{xA}| + |S_{yB}| \leq \frac{h_x \Delta_{xA}}{h_{sx}} + \frac{h_y \Delta_{aB}}{h_{sx}}$
- جزء غیر سازه ای برروی یک سازه
  - $D_p = \delta_{xA} - \delta_{yA} \leq \frac{(h_x - h_y)\Delta_{aA}}{h_{sx}}$



Δ_{aA} : تغییرمکان جانبی نسبی مجاز طبقه برابر سازه A

Δ_{aB} : تغییرمکان جانبی نسبی مجاز طبقه برابر سازه B

$$\Delta_a \begin{cases} = 0.025h \rightarrow & \text{تا ساختان برای } 5 \text{ طبقه} \\ = 0.02h \rightarrow & \text{طبقه از بیش ساختمانهای برای } 5 \end{cases}$$



h_{sa} : ارتفاع طبقه مورد نظر در تعریف تغییر مکان جانبی نسبی طبقه

$$D_{p_{\text{موجود}}} \leq D_{p_{\text{مجاز در کاتالوگ دستگاه یا آزمایش}}}$$

S_{xA} : تغییر مکان جانبی غیر خطی طرح ساختمان در تراز x از سازه A

S_{yA} : تغییر مکان جانبی غیر خطی طرح ساختمان در تراز y از سازه A

S_{xB} : تغییر مکان جانبی غیر خطی طرح ساختمان در تراز x از سازه B

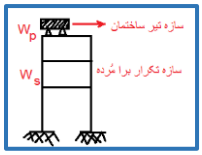
S_{yB} : تغییر مکان جانبی غیر خطی طرح ساختمان در تراز y از سازه B

h_x : ارتفاع تراز x (اتصال بالایی جزء ذخیره سازه ای)

h_y : ارتفاع تراز y (اتصال پایین جزء ذخیره سازه ای)

سازه های غیر ساختمانی

غیر مشابه ساختمان



متکی به سازه دیگر

$W_p \geq 0.25(w_p + w_s)$

- $T \geq 0.06S$ (سازه غیر ساختمانی غیر صلب)
  - سازه متکی همراه سازهٔ نگهدارنده تحلیل شده
- $T < 0.06S$ (سازه غیر ساختمانی صلب)

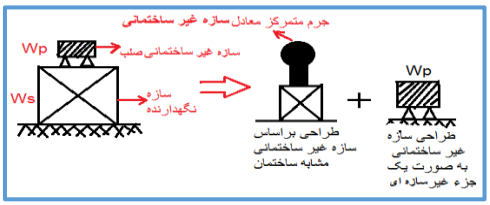
$W_p < 0.25(W_p + W_s)$

- سازه متکی در گروه اجزاء غیر سازه ای
  - سازنده نگهدارنده به صورت مجاز تحلیل شده فقط از W_p لحاظ شده

متکی بر زمین

دقیقاً مشابه حالت سازههای غیر ساختمانی مشابه ساختمان فقط در R_u و $V_{u_{min}}$ متفاوت

- در مناطق با خط نسبی زیاد و خیلی زیاد و زمین های نوع III و IV
  - $V_{u_{min}} = 1.6\frac{AIW}{R_u}$ ، R_u : صفحه ۷۳، استاندارد ۲۸۰۰
- سایر موارد
  - $V_{u_{min}} = 0.09w$



مشابه ساختمان

محاسبه T
(زمان اصلی تناوب سازه حتماً از روش تحلیلی)(۱)

- جرم متمرکز در انتهای طره لاغری در صورتی که از جرم طره صرف نظر کرده.
  - $T = 2\pi\sqrt{\frac{P}{gk}}$
  - P : وزن جرم نوسان کننده
  - g : شتاب ثقل
  - K : سختی جانبی طره
  - $F = kx$
  - F : نیروی واحد
  - X : تغییر مکان انتهای طره
- جرم متمرکز در انتهای طره لاغری با مقطع یکنواخت ، از جرم طره صرف نظر **نشده**.
  - $T = 2\pi\sqrt{\frac{\acute{p}L^3}{3gEI}}$
  - $\acute{p} = p + \frac{33}{140}qL$
  - E : مدول ارتجاعی طره
  - I : ممان اینرسی طره
  - p : وزن جرم متمرکز
  - q : وزن واحد طول طره
  - g : شتاب ثقل
  - L : طول طره
- دودکش ها
  - $T = 0.018L^2\sqrt{\frac{q}{gEI}}$
  - L : ارتفاع دودکش
  - q : وزن واحد طول دود کش
  - g : شتاب مشعل
  - E : مدول ارتجاعی
  - I : ممان اینرسی حول محور مرکزی دودکش

برش پایه (۲)

- $T < 0.06S$ (سازه غیر ساختمانی صلب)
  - $V_{u_{min}} = 0.12AIW \leq V_u = 0.3AI(S+1)w$
- $0.065s \leq T \leq 0.5s$
  - سازه منظم
    - استاتیکی معادل
      - A :→
      - B :→
      - I :→
      - R_u : 2800 ، صفحه 71 استاندار
      - $W = W_D + 40\%\, W_\ell + W_m$
      - Wm : محتویات در زمان بهره برداری(سیلو مواد دانه ای محتویات در زمان بهره برداری w 80%)
      - W_ℓ : بارزنده کف
      - $V_{u_{min}} = 0.12AIW \leq V_u = \frac{ABI}{R_u}w$
      - نحوی توزیع مانند صفحه ۱۳ چارت زلزله استاتیکی معادل
  - سازه نامنظم
    - دینامیکی صفحه ۲۳
- $T > 0.5s$ (سازه با ارتفاع نسبتاً زیاد و یا سختی نسبتاً کم)
  - روش تحلیل دینامیکی صفحه ۲۳

نسبت شتاب مبنای طرح در منطقه (A)		
منطقه	خطر لرزه خیزی	نسبت شتاب مبنای طرح (A)
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	0.35
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	0.30
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	0.25
۴	پهنه با خطر نسبی کم	0.20

نوع زمین	T_o	T_s	خطر نسبی متوسط و کم		خطر نسبی زیاد وخیلی زیاد	
			S	S_o	S	S_o
I	0.1	0.4	1.5	1.0	1.5	1.0
II	0.1	0.5	1.5	1.0	1.5	1.0
III	0.15	0.7	1.75	1.1	1.75	1.1
IV	0.15	1.0	2.25	1.3	1.75	1.1

پهنه با خطر نسبی متوسط و کم		پهنه با خطر نسبی زیاد وخیلی زیاد	
$N = 1$	$T \leq T_S$	$N = 1$	$T \leq T_S$
$N = \left(\frac{0.4}{4-T_S}(T-T_S)\right)+1$	$T_S < T < 4_S$	$N = \left(\frac{0.7}{4-T_S}(T-T_S)\right)+1$	$T_S < T < 4_S$
$N = 1.4$	$T \geq 4_S$	$N = 1.7$	$T \geq 4_S$

$$B_1 = S_o\left((s - S_o + 1)\left(\frac{T}{r_o}\right)\right) \qquad 0 \leq T \leq T_o$$

$$B_1 = S + 1 \qquad T_o < T \leq T_S$$

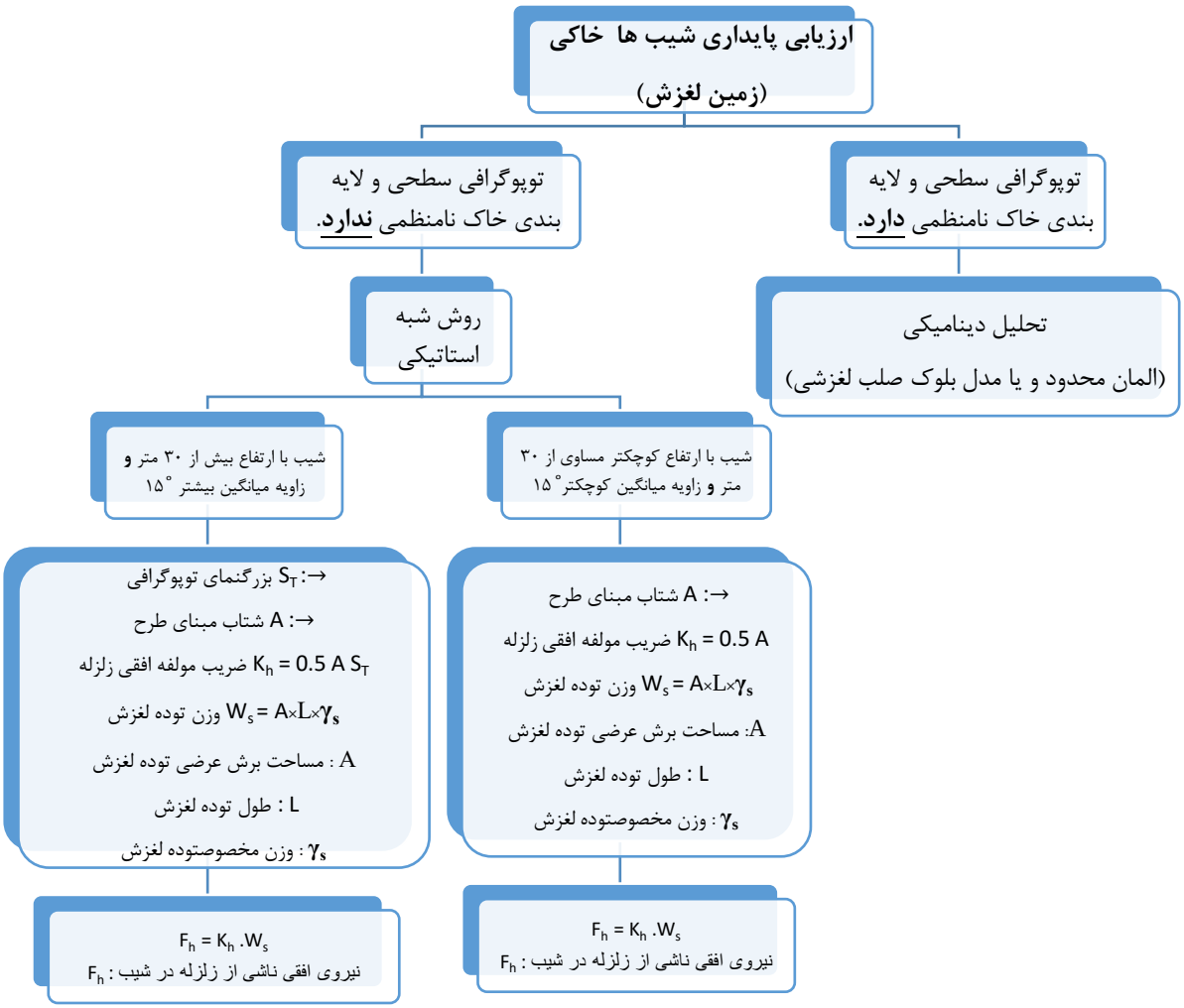
$$B_1 = (s+1)\left(\frac{r_S}{r}\right) \qquad T > T_S$$

$$B = B_1 N$$

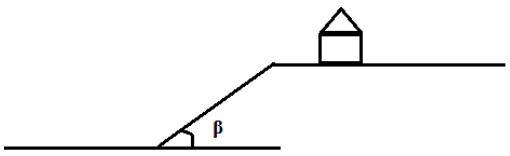
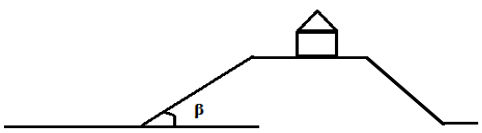
ضریب اهمیت I	
طبقه بندی ساختمان	ضریب اهمیت i
گروه۱	1.4
گروه۲	1.3
گروه۳	1.0
گروه۴	0.8

http://t.m/payam_Abbasy

ا ذکر منبع بلا مانع است)



نسبت شتاب مبنای طرح در منطقه (A)		
منطقه	خطر لرزه خیزی	نسبت شتاب مبنای طرح (A)
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	0.35
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	0.30
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	0.25
۴	پهنه با خطر نسبی کم	0.20

ضریب بزرگنمای ناشی از توپوگرافی		
S_T	میانگین زاویه شیب β	شکل شیب
≥ 1.2	> 15°	
≥ 1.2	15° تا 30°	
≥ 1.4	> 30°	

منابع

[1] ک. د. ب. آ. ن. ط. س. ه. د. ب. زلزله, آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله استاندارد 2800, مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی, 1398.

[2] ر. ک. راد, بارگذاری سازه ها, سری عمران.