



فلوچارت ویژه آزمون محاسبات

تهیه و تدوین مهندس پیام عباسی

مناسب برای دانشجویان و طراحان

کانال ایرادات چاپی و جزوات است

آدرس کانال:

http://t.me/payam_Abbasy

http://t.m/payam_Abbasy

(نشر با ذکر منبع بلا مانع است)

تهیه و تدوین: پیام عباسی

مفاهیم اولیه

7..... مرکز سختی

7..... مرکز جرم

زمان تناوب

7..... زمان تناوب سازه در ساختمان های غیر متعارف7..... زمان تناوب تحلیلی برای ساختمانهای متعارف و غیر متعارف8..... 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

9-10..... نامنظمی در پلان

11-12..... نامنظمی در ارتفاع

13..... نیروی افقی زلزله روش استاتیکی معادل

14..... اثر پیچش و برون مرکزی اتفاقی

توزیع نیروی زلزله

14..... نیروی ایجاد شده در عنصر باربرجانبی i Δ در طبقه j Δ در اثر برش طبقه و پیچش (دیافراگم صلب)15..... نیروی ایجاد شده در عنصر باربرجانبی i Δ در طبقه j Δ در اثر برش طبقه و پیچش (دیافراگم انعطاف پذیر)

15..... نیروی جانبی زلزله مؤثر ، برای طراحی دیافراگم

15..... نیروی قائم زلزله در روش استاتیکی معادل

16-17..... محاسبه زمان تناوب ساختمان های متعارف با استفاده از نمودار18..... ضریب شکل طیف طرح B_1 برای مناطق با خطر نسبی کم و متوسط با استفاده از نمودار19..... ضریب شکل طیف طرح B_1 برای مناطق با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد با استفاده از نمودار20..... ضریب اصلاح طیف N با استفاده از نمودار21..... ضریب بازتاب ساختمان $B=B_1N$ برای مناطق با خطر نسبی کم و متوسط با استفاده از نمودار22..... ضریب بازتاب ساختمان $B=B_1N$ برای مناطق با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد با استفاده از نمودار

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

این نوشتار را بنده حقیر، پیام عباسی، تهیه و تنظیم کرده ام که حاصل بیش از چند صد ساعت مطالعه‌ی تخصصی آیین‌نامه‌ها، کتاب‌ها و آزمون‌های ادوار گذشته‌ی ورود به حرفه‌ی نظام مهندسی رشته عمران - 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 همچنین قبول شدگان نیز چنین نظری دارند) چون داوطلبین با حجم بسیاری بالای 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 داده که همین امر باعث شده همراه داشتن چنین کتاب‌های در سر جلسه 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 می‌تواند مفید باشد.

فلوچارت چه کمکی به شما می‌کند؟

"اولاً" در ذخیره‌ی زمان در حین مطالعه و سر جلسه 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 می‌کنید. حداقل 3.5 تا 4 ماه به مدت روزی 4.5 تا 5 ساعت به شما کمک خواهد کرد و سر جلسه آزمون حداقل برای هر سوال 1.5 دقیقه زمان ذخیره می‌کنید. "دوماً" به شما این اطمینان خاطر را می‌دهد 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 می‌شود.

"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 کلاس‌ها بی‌نیاز می‌کند. 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

مواجهه شده که نتوانستید با استفاده از فلوجارت 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 فلوجارت ها پاسخ بدهید.

چه طور از فلوجارتها استفاده کنیم؟

اجازه بدهید این سوال را در قالب تشریح یکی از فلوجارتهای درس استاندارد 2800 در قالب حل سوال خدمتان عرض کنم. فرض کنید تعیین درز انقطاع در صورت سوال آمده شما باید ابتدا با توجه به فهرست فلوجارت یا لیبلهای که خودتان تهیه کرده اید به صفحه مورد نظر رفته سپس بار دیگر با توجه به خواستههای که مد نظر طراح است حالت های مختلف رخ میدهد که به صورت زیر شاخه آورده شده، ترتیب اهمیت زیر شاخه های معمولاً از چپ به راست است، بار دیگر با توجه به اطلاعات مطرح شده در صورت سؤال زیر شاخه یا زیر شاخه های 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 خواسته های 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 می شود و در انتهای 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 فلوجارت مرتبط باشد که طبیعاً شما باید از مرحله و قسمت مورد نظر استفاده کنید و دیگری نیازی به استفاده از قسمت های دیگر آن شاخه از فلوجارت نیست .

نکته بسیار مهم:

شما اگر جزء افرادی هستید که در مباحث تئوری پایه ای 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 آشنا شوید سپس از آزمون های سالهای 91 به بعد شروع کنید به حل کردن (بانک تست سوی عمران پیشنهادی گردد) با استفاده از فلوجارتهای تا کاملاً به مطالب مطرح شده در آزمون 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 هر آزمون بیش از 50٪ مشابهت بسیار زیادی با سؤالات سنوات گذشته داشته لذا اگر شما تست های 10 سال اخیر را 2_3 بار**

هم بزنیید نه تنها چیزی را از دست نداده‌اید بلکه تسلط شما را افزایش خواهد داد فقط تنها نکته‌ای 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 برسائید و سعی کنید هر بار زمان انجام این فرآیند پاسخ گویی کم و کمتر کنید که به زیر 3 دقیقه برسائید.

اما اگر جزء افرادی هستیید 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 6_7 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 و تست‌های 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 سختی

مرکز جرم

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

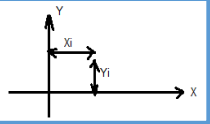
W_i : وزن مؤثر لرزه‌ای (kg)

$\sum W_D$: وزن سقف+نصف وزن ستون‌ها از بالا و پایین+نصف وزن دیوارها از بالا و پایین (تیغه‌ها هم حساب شود)

W_D : تاسیسات ثابت

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

S : بار برف

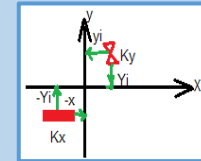


$$x_m = \frac{\sum W_i x_i A_i}{\sum W_i A_i} \rightarrow \text{اگر زلزله در جهت } y$$

$\sum W_i$: برای هر پائل بطور جدا

$$y_m = \frac{\sum W_i x_i y_i}{\sum W_i} \rightarrow \text{اگر زلزله در جهت } x$$

نکته: اگر توزیع بار در سطح پلان یکنواخت باشد $\leftarrow$ مرکز سطح برابر مرکز جرم



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

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

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

$\sum k_{xi}$: مجموعه سختی جانبی در امتداد محور x

درصد میزان مشارکت بار زنده و برف در محاسبه نیروی جانبی زلزله (n)

درصد بار زنده	محل بار زنده	
20%	بام ساختمان‌ها در مناطق با برف زیاد سنگین و فوق سنگین	نحوی مشارکت
—	بام ساختمان در سایر مناطق	بار برف
20%	ساختمان‌های مسکونی، اداری، هتل‌ها و پارکینگ‌ها	نحوی مشارکت
20%	بیمارستان‌ها، مدارس، فروشگاه‌ها، ساختمان‌های محل ازدحام واجتماع	بار زنده
حداقل 40%	کتابخانه‌ها و انبارها (با توجه به نوع کاربری)	
100%	مخازن آب و یا سایر مایعات	

زمان تناوب

زمان تناوب تحلیلی برای ساختمانهای متعارف و غیر متعارف

اگر ماتریس جرم و سختی داشته باشیم.

$$|[K] - [M]\omega^2| = 0$$

ω : از حل معادله حاصل می‌شود و فقط مقادیر مثبت قابل قبول است.

$|$: دترمینان

$[K]$: ماتریس سختی

$[M]$: ماتریس جرم

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = \max\{T_1, T_2\}$$

اگر جرم و سختی جانبی داشته باشیم.

$$m = \frac{w}{g} = \rho \cdot v$$

رابطه کلی سختی: $K = \frac{F}{X}$

$$K = \frac{3EI}{L^3}$$

m : جرم kg

w : وزن N، g : شتاب ثقل $9.81 \frac{m}{s^2}$

ρ : جرم مخصوص $\frac{kg}{m^3}$

v : حجم m^3

F : نیرو N، X : جابه‌جایی

E : مدول الاستیسیته، I : ممان اینرسی،

L : طول عضو

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

زمان تناوب سازه در ساختمان‌های غیر متعارف

جداگر میانقابی در تحلیل لحاظ شده

$$T = T_D$$

جداگر میانقابی در تحلیل لحاظ نشده

$$T = 0.8T_D$$

T_D : زمان تناوب اصلی انتقال در تحلیل دینامیکی

ساختمان‌های غیر متعارف توزیع جرم و سختی در

ارتفاع آنها عمدتاً به صورت مناسب تغییر نکرده مانند:

مساجد، آمفی‌تئاترها، سالن‌های ورزشی، گنبدها و...

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

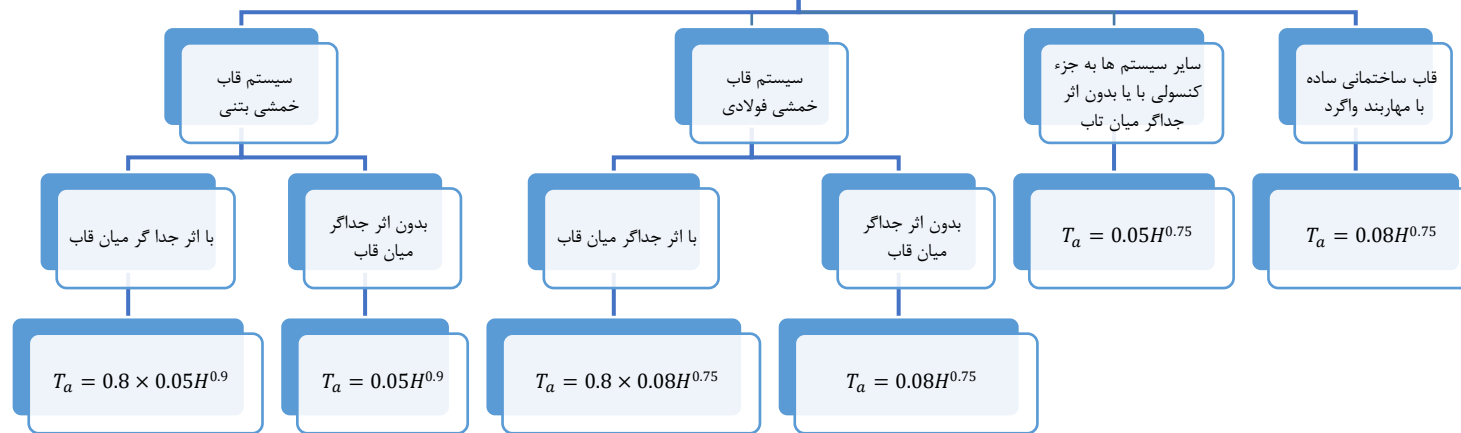
دینامیکی تحلیلی تناوب: T_D ، تجربی تناوب زمان: T_a

$$2) \left\{ \begin{array}{l} \text{تیر: } I_e = 0.5I_g, \quad I_e: \text{ممان اینرسی مؤثر} \\ \text{ستون و دیوار: } I_e = I_g, \quad I_g: \text{ممان اینرسی کل مقطع} \end{array} \right\} \text{ در سازه بتن آرمه برای محاسبه زمان تناوب تحلیلی}$$

$$3) \left\{ \begin{array}{l} \text{در ساختمان با اهمیت کم متوسط و زیاد: } T_{محاسباتی} = T_D \\ \text{در ساختمان با اهمیت خیلی زیاد: } T_{محاسباتی} = \min\{1.25 T_a, T_D\} \end{array} \right\} \text{ برای کنترل تغییر مکان جانبی نسبی طرح (دریافت)}$$

$$4) H: \left\{ \begin{array}{l} \leftarrow \text{از تراز پایه محاسبه شده} \\ \leftarrow \text{اگر وزن خرپشه بزرگتر مساوی 0.25 وزن بام بود} \leftarrow \text{ارتفاع خرپشه در محاسبه } H \text{ لحاظ شده} \\ \leftarrow \text{اگر وزن خرپشه کوچکتر مساوی 0.25 وزن بام بود} \leftarrow \text{ارتفاع خرپشه در محاسبه } H \text{ لحاظ نشد} \\ \leftarrow \text{در بام شیب دار متوسط ارتفاع لحاظ شده} \end{array} \right.$$

زمان تناوب تجربی در ساختمان های متعارف (از فرمول)



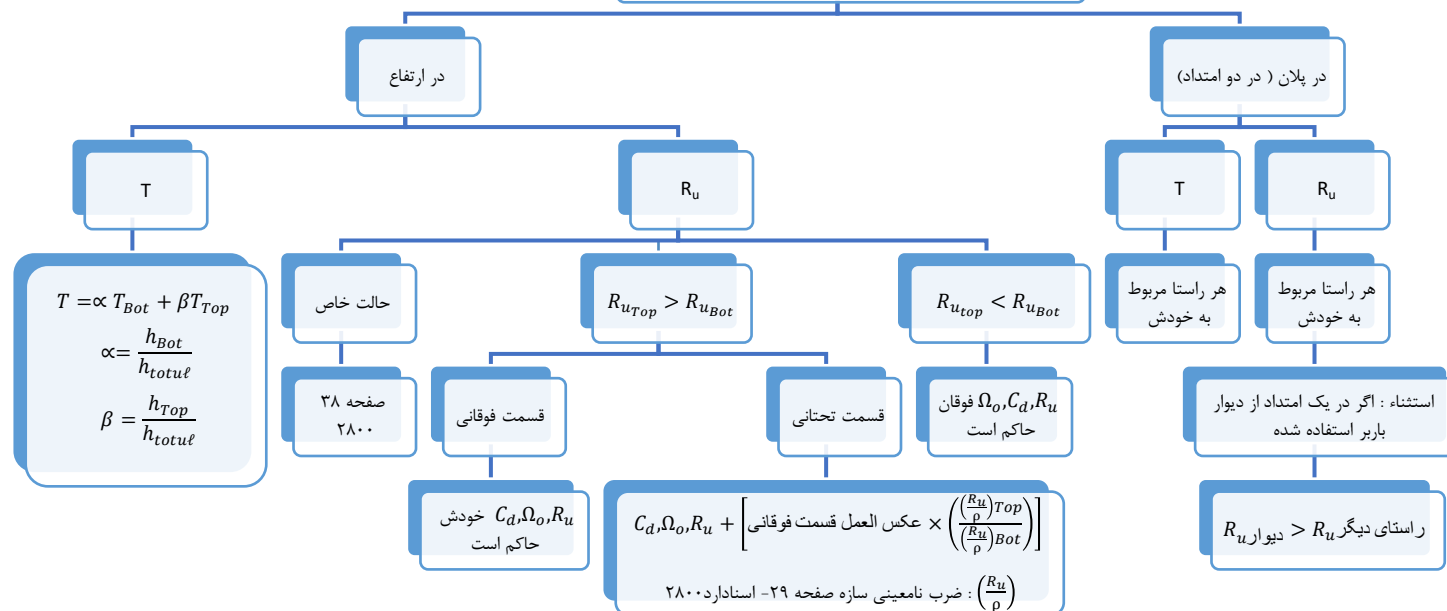
سرعت متوسط موج برشی Vs

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

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

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

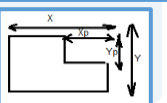
به دست آوردن T و R_u در سیستم های باربر جانبی ترکیبی



نامنظمی در پلان

نامنظمی هندسی

پس رفتگی هم زمان در دو راستای از گوشه ی ساختمان

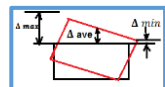


$\frac{X_p}{X} > 20\% \rightarrow$ نامنظم
 $\frac{X_p}{X} < 20\% \rightarrow$ منظم
 $\frac{Y_p}{Y} > 20\% \rightarrow$ نامنظم
 $\frac{Y_p}{Y} < 20\% \rightarrow$ منظم

محدودیت ها

- (۱) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۱-۴-الف، صفحه ۲۵) قاعده ۳۰-۱۰۰ یا زلزله با بیشترین اثر
- (۲) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۱-۴-الف، صفحه ۴۳) تحلیل طیفی ترکیب مربع کامل
- (۳) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۱-۴-الف، صفحه ۴۳) اصلاح مقادیر بازتاب تحلیل طیفی
- (۴) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۱-۸-ب، صفحه ۴۹) دیافراگم صلب
- (۵) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۸-۷، صفحه ۵۱) نیروی طراحی اتصالات دیافراگم

نامنظمی پیچشی



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

Δ_{min} و $\Delta_{max} - 1 \leftarrow$ تغییر مکان نسبی هر طبقه نسبت به طبقه پایین
 ۲ - مبدا سنجش تغییر مکان ها لبه های خارجی طبقه است نه مرکز سطح آنها
 $A_j = 1 - 3$

نامنظمی پیچشی زیاد

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

نامنظمی پیچشی شدید

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

محدودیت ها

- (۱) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۲-۷-ب، صفحه ۱۱) فقط نامنظمی پیچشی شدید) محدودیت احداث سازه
- (۲) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۱-۴-الف، صفحه ۲۵) قاعده ۳۰-۱۰۰ یا زلزله با بیشترین اثر
- (۳) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۲-۲-ب، صفحه ۲۷) محدودیت تحلیل استاتیکی معادل
- (۴) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۲-۲-ب، صفحه ۳۰) فقط نامنظمی پیچشی شدید) تعیین ρ
- (۵) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۲ [2]، ب، صفحه ۳۵) فقط نامنظمی پیچشی شدید) ارتفاع سیستم برابر جانی
- (۶) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۳-۷-۳، صفحه ۴۰) افزایش برون مرکزی اتفاقی با A_j
- (۷) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۱-۴-الف، صفحه ۴۳) تحلیل طیفی ترکیب مربع کامل
- (۸) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۱-۴-الف، صفحه ۴۳) اصلاح مقادیر باز یافت تحلیل طیف
- (۹) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۵-۴، صفحه ۴۶) نحوی محاسبه Δ_{eu}
- (۱۰) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۱-۸-ب، صفحه ۴۹) دیافراگم صلب

نامنظمی دیافراگم

از لحاظ سختی

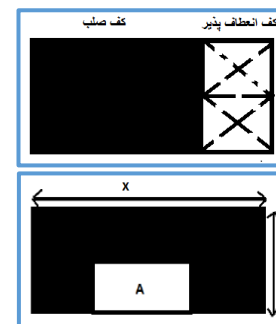
$|k_1 - k_2| > 50\%$
 k_1 : کف صلب
 k_2 : کف انعطاف پذیر
 $|$: قدر مطلق

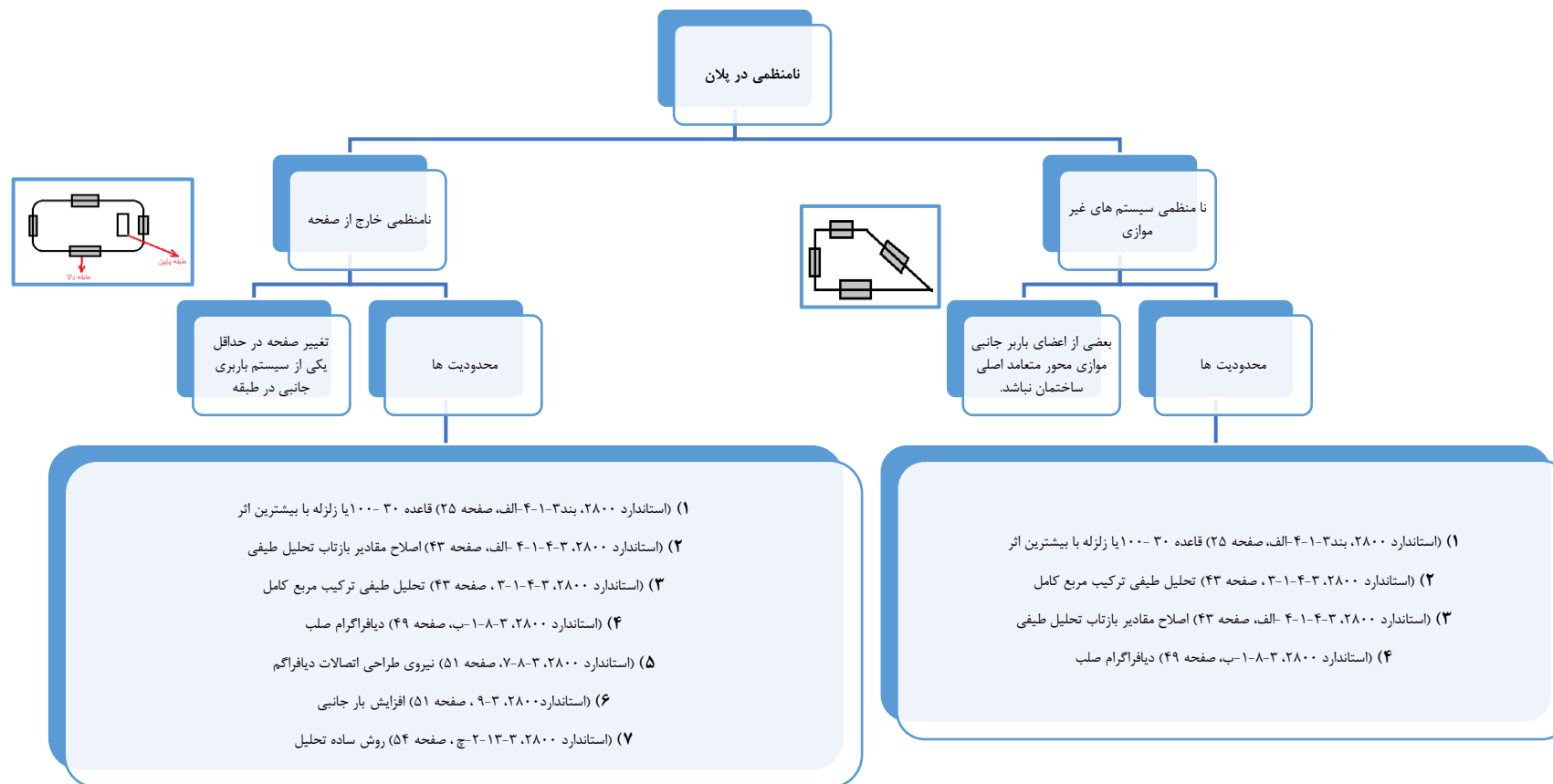
از لحاظ مساحت

$$A > 0.5 x.y$$

محدودیت ها

- (۱) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۱-۴-الف، صفحه ۲۵) قاعده ۳۰-۱۰۰ یا زلزله با بیشترین اثر
- (۲) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۱-۴-الف، صفحه ۴۳) تحلیل طیفی ترکیب مربع کامل
- (۳) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۱-۴-الف، صفحه ۴۳) اصلاح مقادیر باز یافت تحلیل طیف
- (۴) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۱-۸-ب، صفحه ۴۹) دیافراگم صلب
- (۵) (استاندارد ۲۸۰۰، بند ۳-۸-۷، صفحه ۵۱) نیروی طراحی اتصالات دیافراگم





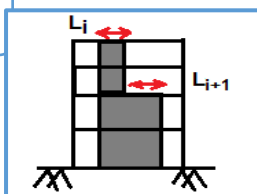
نامنظمی در ارتفاع

نامنظمی هندسی

تعریف

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

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



محدودیت

(۱) (استاندارد ۲۸۰۰، ۴-۱-۴-۳-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-ج، صفحه ۵۴) روش ساده تحلیل

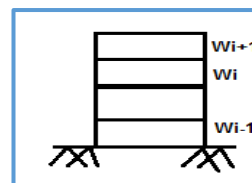
نامنظمی جرمی

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.

$$\left. \begin{aligned} 0.5 W_{i-1} < W_i < 1.5 W_{i-1} & (1) \\ 0.5 W_{i+1} < W_i < 1.5 W_{i+1} & (2) \end{aligned} \right\}$$



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

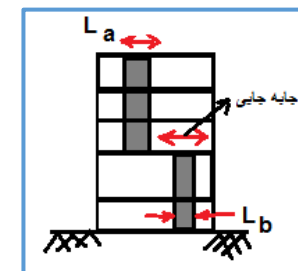
(۳) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۱۳-۲-ج، صفحه ۵۴) روش ساده تحلیل

نامنظمی قطع سیستم باربری جانبی

تعریف

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

$\ell_a >$ جا به جایی یا $\rightarrow$ نا منظم
 $\ell_b >$ جا به جایی

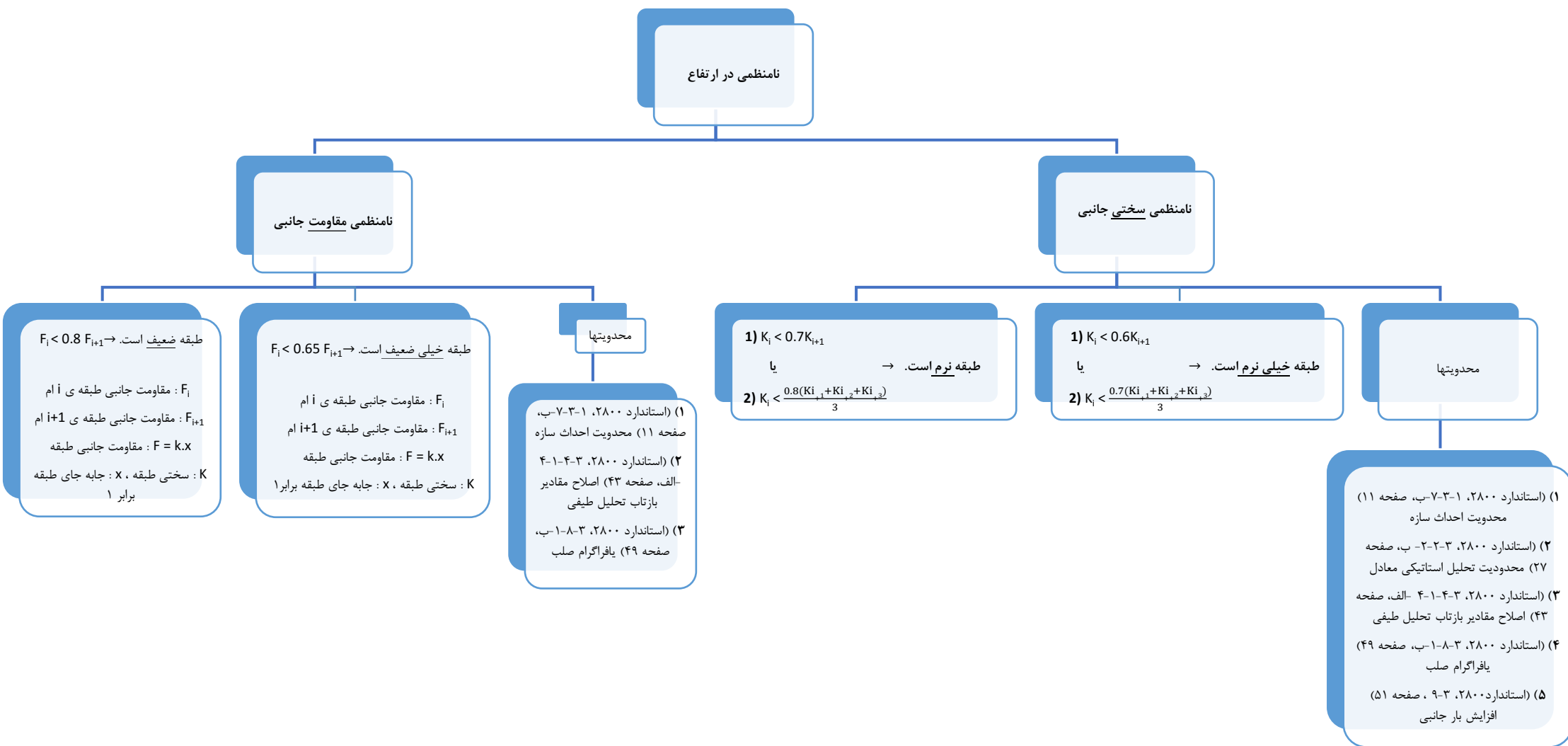


(۱) (استاندارد ۲۸۰۰، ۴-۱-۴-۳-الف، صفحه ۴۳)
اصلاح مقادیر بازتاب تحلیل طیفی

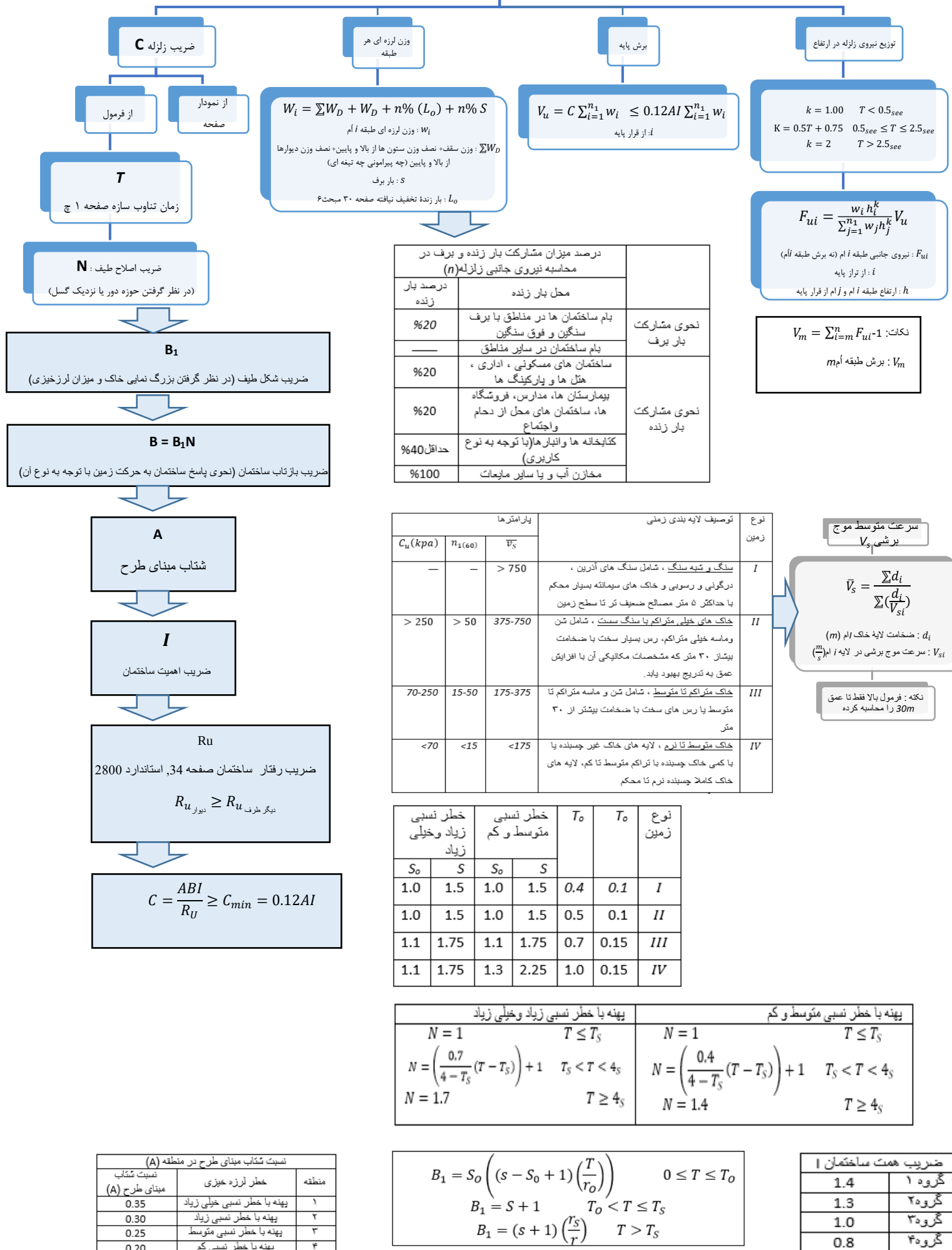
(۲) (استاندارد ۲۸۰۰، ۳-۸-۱-ب، صفحه ۴۹) یافراگرام صلب

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

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



نیروی افقی زلزله روش استاتیکی معادل



اثر پیچش و برون مرکزی اتفاقی

محاسبه مرکز
سختی و مرکز
جرم از صفحه ۱

$X_s \rightarrow$ اگر زلزله در جهت Y بود
 $Y_s \rightarrow$ اگر زلزله در جهت X بود

$$M_i = \sum_{j=1}^n F_{uj}(e_{ij} + e_{aj})$$

M_i : لنگر پیچش طبقه i ام
 n : طبقه آخر
 F_{uj} : نیروی جانبی طبقه
 e_{ij} : برون مرکز ذاتی
 e_{aj} : برون مرکزی اتفاقی

اثر برون مرکزی
بر سازه منظم از
نظر پیچش

بعد ساختمان $\times 5\%$
بعد از سازه در راستای عمود
بر F_{uj}

اثر برون مرکزی بر سازه نامنظم پیچشی

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

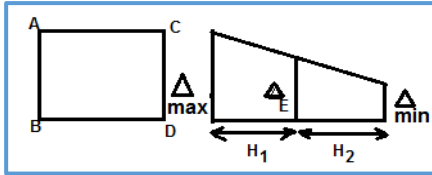
A_{max} : حداکثر تغییر مکان طبقه i ام (نه نسبی)
 A_{are} : میانگین تغییر مکان و انتهای سازه در طبقه j ام (نه نسبی)

بعد ساختمان $\times A_j \times 5\%$
بعد از سازه در راستای عمود بر F_{uj}

نکات

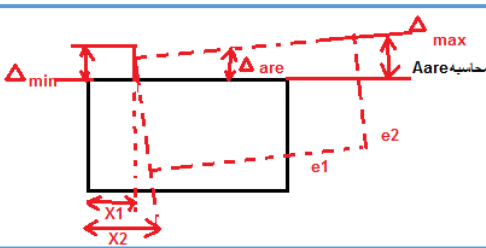
1- اگر Δ_{min} مجهول باشد: تغییر مکان یکی از نقاط (A,B,C,D) را به عنوان max داده و تغییر مکان نقطه دلخواه E را هم داده

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



2- اگر Δ_{max} مجهول باشد

$$(1) \alpha = \frac{x_1 + x_2}{L_2} \quad (2) \Delta_{max} = \Delta_{min} + \alpha \cdot l_1$$



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

توزیع نیروی زلزله

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

راستای X

$$F_{xi} = \frac{k_{xi}}{\sum k_{xi}} V_{xj} \pm \left(\frac{k_{xi} \cdot y_i}{\sum k_{xi} \cdot y_i^2 + \sum k_{yi} \cdot x_i^2} \right) M_j$$

F_{xi} : نیروی راستای X در عضو i ام

k_{xi} : سختی عضو i در راستای X

V_{xj} : نیروی برش طبقه j ام در راستای X

y_i : فاصله عضو باربرجانبی نسبت به مرکز سختی در راستای Y

x_i : فاصله عضو باربرجانبی نسبت به "مرکز سختی" در راستای X

M_j : لنگر پیچی طبقه j ام صفحه قبل

محاسبه مرکز
سختی

صفحه ۱

راستای Y

$$F_{yi} = \frac{k_{yi}}{\sum k_{yi}} V_{yi} \pm \left(\frac{k_{yi} \cdot y_i}{\sum k_{xi} \cdot y_i^2 + \sum k_{yi} \cdot x_i^2} \right) M_j$$

نکته: توزیع نیرو در عناصر باربر جانبی که به دیافراگم صلب متصل اند با توجه به سختی نبشی و فاصله آنها را از مرکز سختی است.

توزیع نیروی زلزله

نیروی جانبی زلزله 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 i

n : طبقه آخر

$m = 1$: تراز پایه

h_i و h_m : از تراز پایه تا سقف مورد نظر

$$0.5 A I w_i \leq F_{pui} = \left(\frac{\sum_{j=1}^n F_{uj}}{\sum_{j=1}^n w_j} \right) w_i + F \leq A I w_i$$

i : طبقه i آرم

F : در صورت وجود اعضای باربر جانبی که بر روی هم واقع نشده اند دیافراگم انتقال دهنده این نیرو است با اثر p

نیروی ایجاد شده در عنصر باربر جانبی i آرم در طبقه i آرم در اثر
برش طبقه و پیچش (دیافراگم انعطاف پذیر)

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

نکته: (۱) توزیع نیرو در عناصر باربر جانبی 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

$$w_p \begin{cases} \Rightarrow w_p = w_{pD} & \text{برای کل سازه} \\ \Rightarrow w_p = w_{pD} + w_{p\ell} + w_{ps} & \text{برای تیر و بالکن} \end{cases}$$

$\Rightarrow w_p = w_{pD} + w_{p\ell} + w_{ps}$ برای تیر بلندتر 15m یا تیر با بار متمرکز قابل توجه تجمیل میکند.

$$F_r = 0.6 A I W_p$$

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 ساختمان ها و سایر سازه ها برای بارهای باد برف: زلزله و یخ	
گروه خطر پذیری	نوع کاربری
۱	ساختمان ها و سایر سازه هایی که به عنوان <u>تأسیسات ضروری</u> 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 <u>تأسیسات انتظامی</u> مراکز کمک رسانی و به طور کلی تمامی ساختمان هایی که استفاده از آنها درامداد و نجات مؤثر باشند
۲	ساختمانها وسایر سازه ها و تأسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه مدت یا دراز مدت خواهد گردید. هرگونه خرابی یا تاسیساتی که محل ساخت و نگهداری مقادیری از مواد <u>شیمیایی</u> یا <u>زیرباز</u> 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
۳	ساختمان ها و سایر سازه هایی که خرابی آن ها منجر به تلفات جانی قابل توجه شود مانند مدارس مساجد استادیوم ها، سینما و تئاتر ها، سالنهای اجتماعات، فروشگاه های بزرگ، ترمینالهای مسافری؛ یا هر فضای سرپوشیده ای که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر زیر یک سقف باشد.
۴	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 و مدارک ملی و یا آثار پر ارزش نگهداری می شود. ساختمان ها: سایر سازه ها و تأسیسات 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 و یا هر گونه ساختمان یا تأسیساتی که محل ساخت یا نگهداری مقادیری از مواد مانند سوخت، های خطرناک یا مواد شیمیایی یا زیاده خطرناک 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 <u>ساختمانهای مسکونی</u> ، <u>اداری و تجاری</u> ، <u>هتلها</u> ، <u>پارکینگ های طبقاتی</u> ، <u>انبار ها</u> ، <u>کارگاهها</u> ، <u>ساختمان های صنعتی</u> و غیره
۴	ساختمان ها و سایر سازه هایی که خرابی آنها منجر به تلفات جانی و خسارت مالی نسبتاً کم خواهد شد مانند <u>انبارهای کشاورزی</u> و <u>سالنهای مرغداری</u> . ساختمانها و سایر سازه های <u>موقتی</u> که مدت بهره برداری از آن ها کمتر از دو سال است.

نکته: ۱- بار زنده ضریب $n\%$ (جدول 1-3) را ندارد.

بار زنده بالکن را 1.5 برابر بار زنده پلان مجاور در نظر گرفته که $5KN \geq$

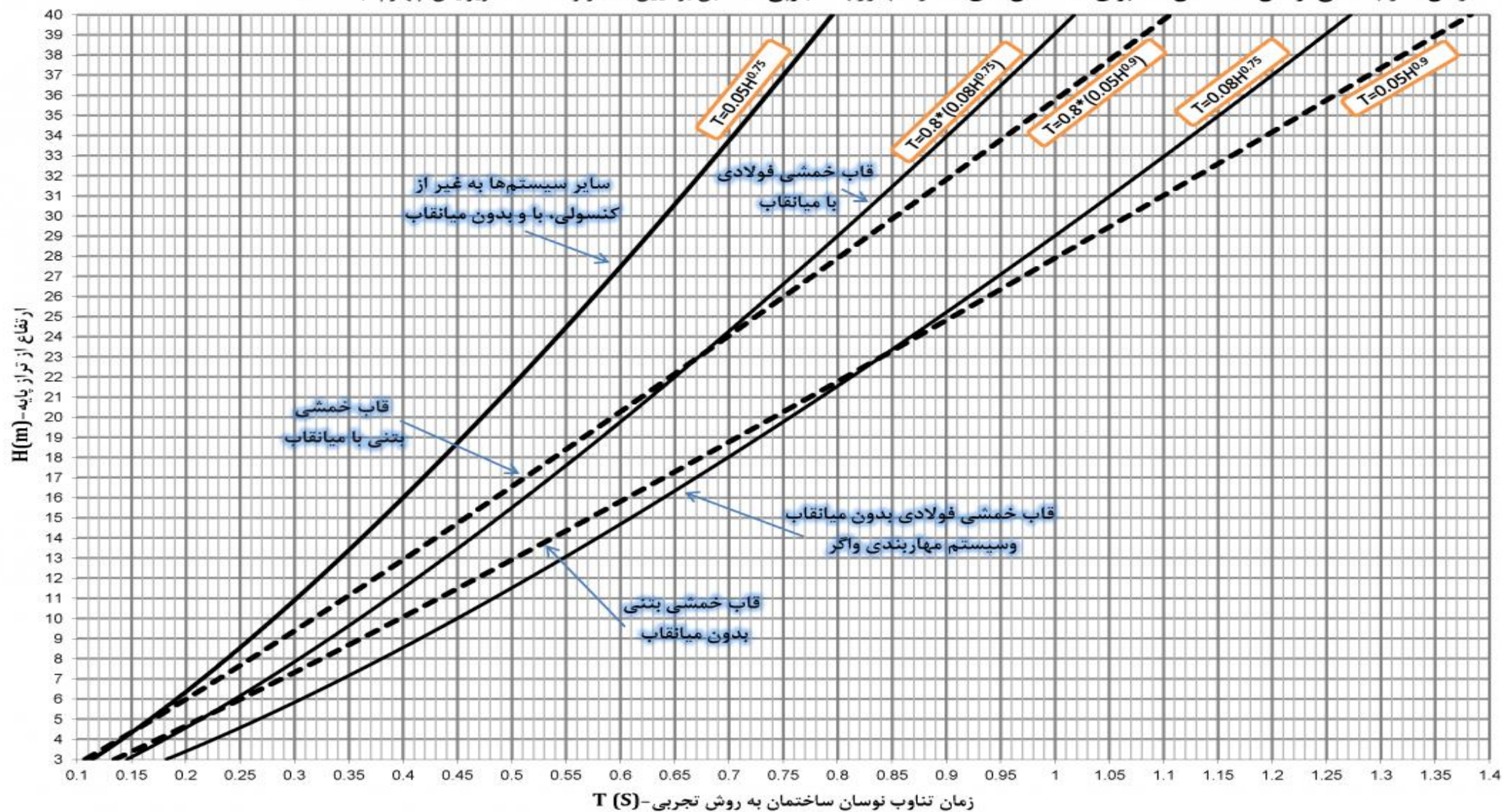
طول بارگیر × عرض بارگیر × (بارگسترده سطحی) $W_p = P + (kn)$

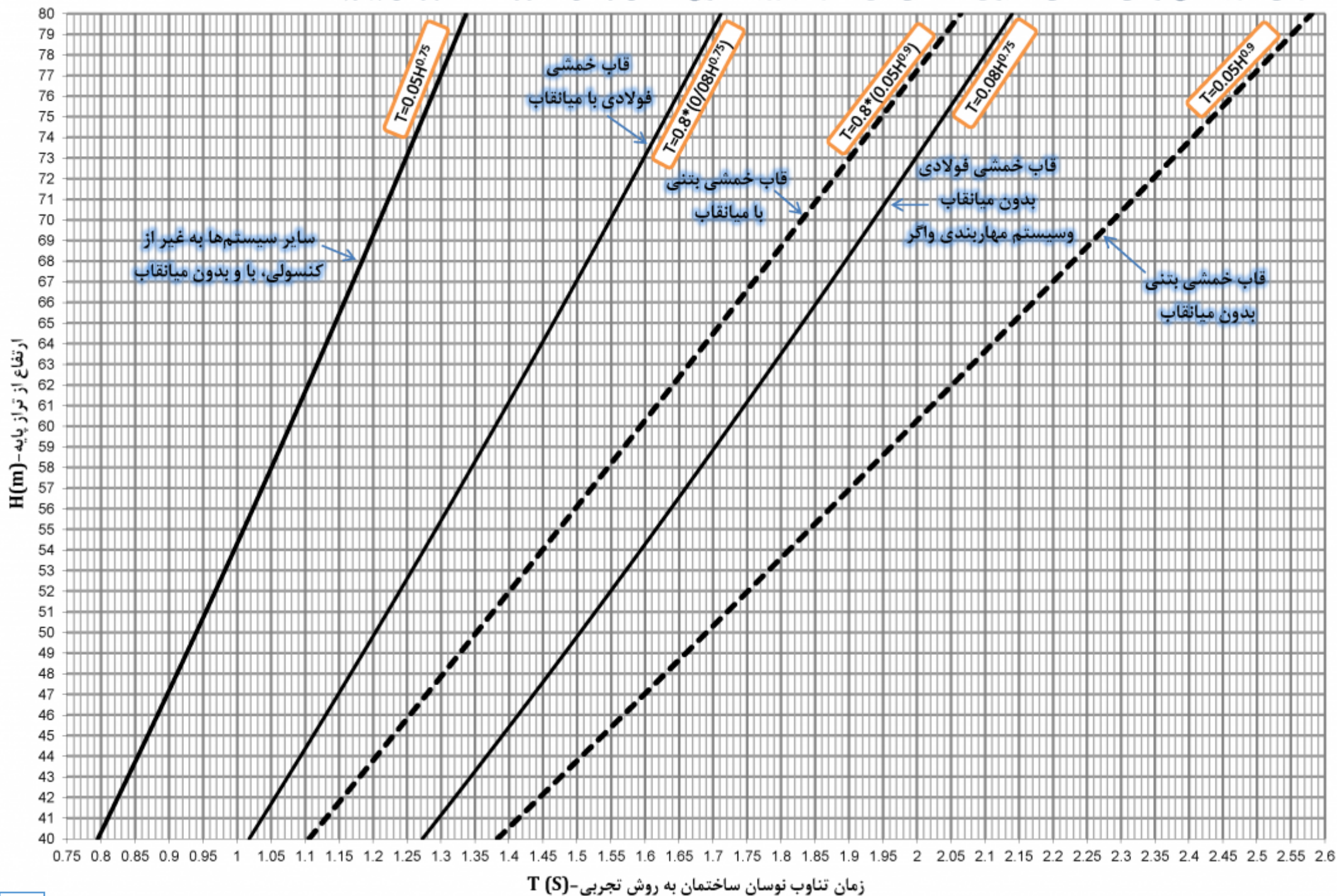
نکته: مواردی که بار قائم زلزله باید لحاظ شود.

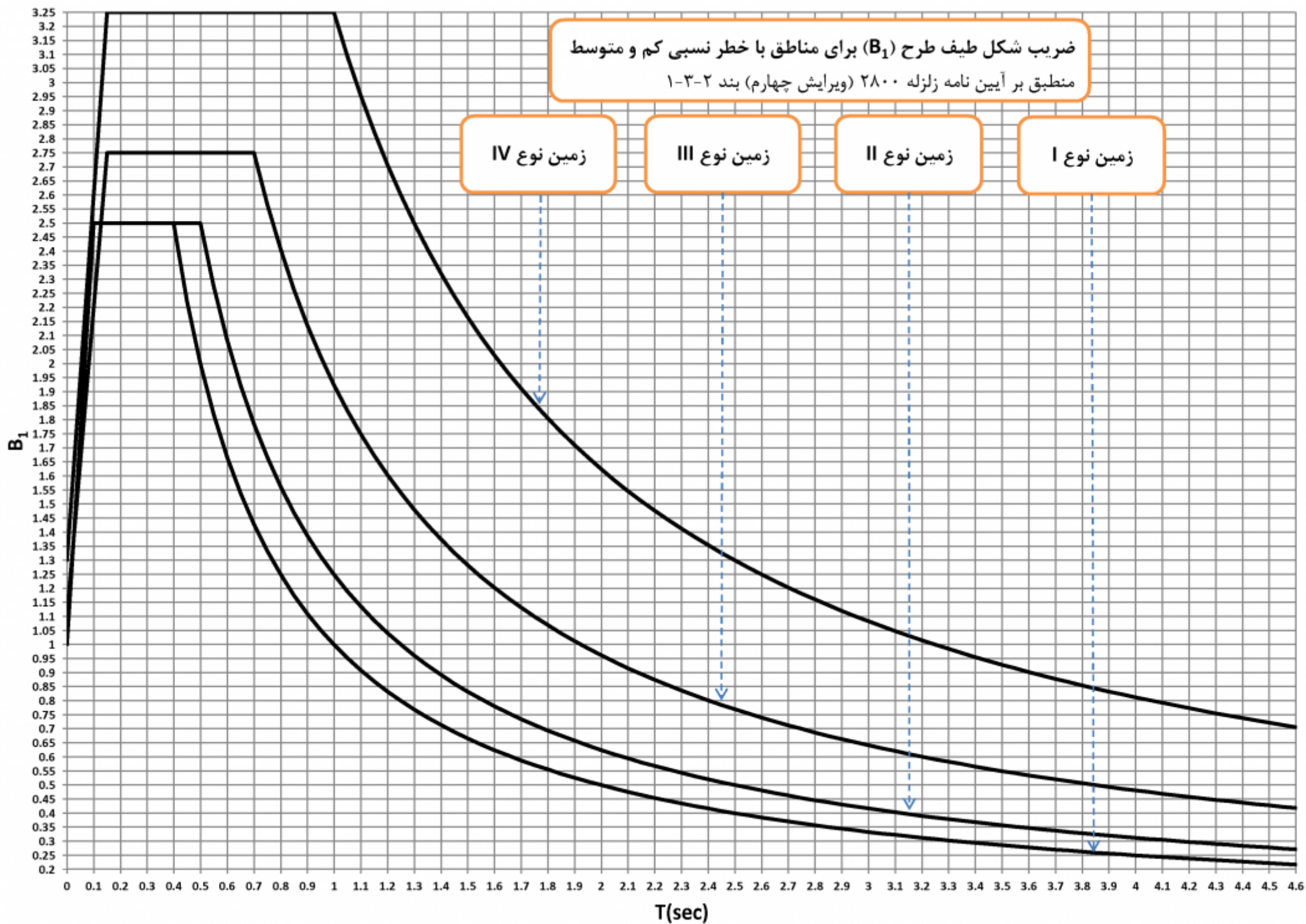
- سازه در منطقه ای با خطر لرزه های خیلی زیاد ← در کل سازه
- طول تیر $15m <$ ← تیر به همراه ستون ها و دیوار تکیه گاهی عرض بارگیری طول بارگیر × (بار زنده گسترده + بار مرده گسترده)
- تیر با بار قائم توجه $p \geq \frac{p+bar}{2}$ ← تیر به همراه ستون هایی و دیوار تکه گاهی متصل است
- بالکن و پیش آمدگی هایی که به صورت طره است.

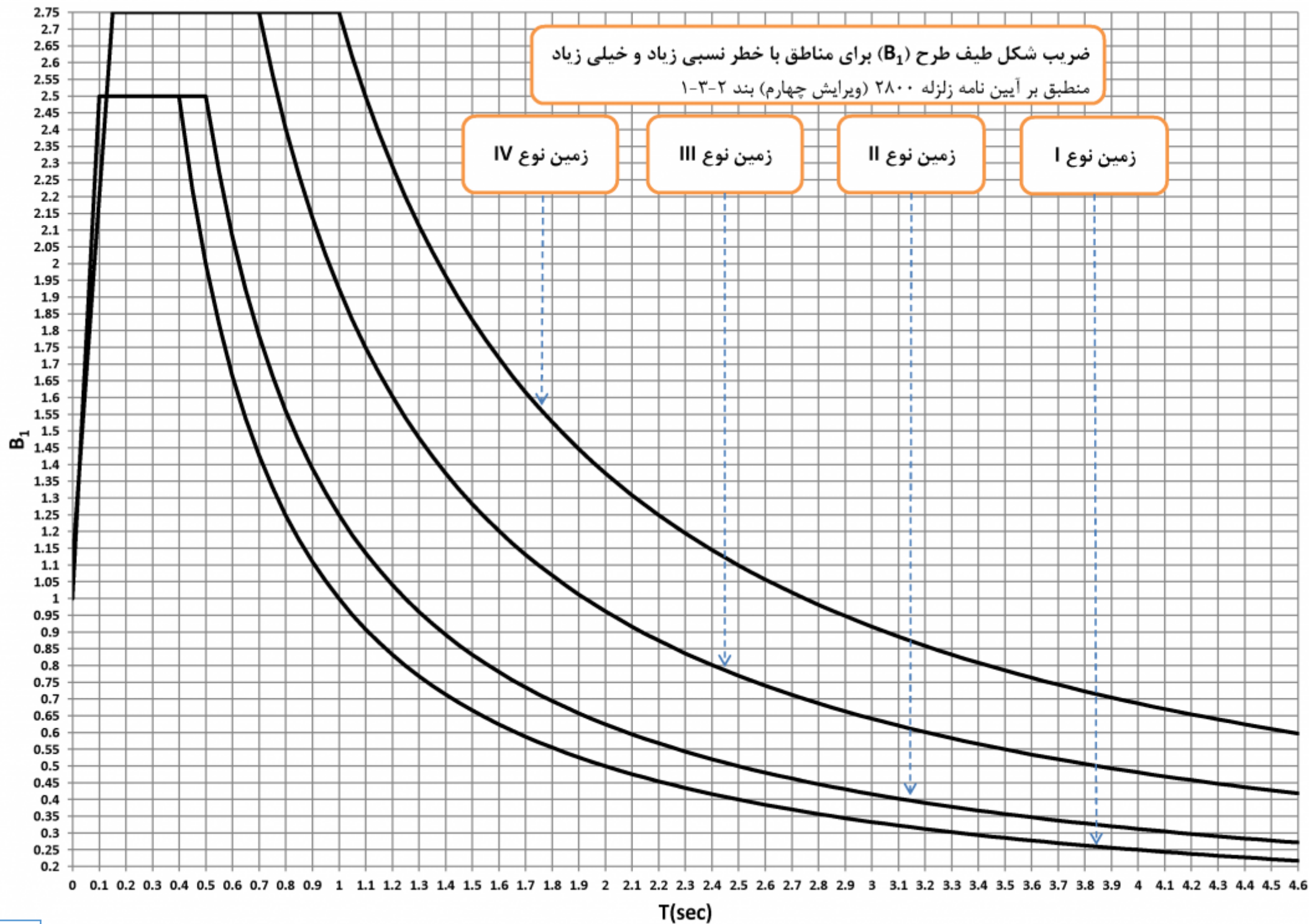
ضریب همت ساختمان	
گروه ۱	1.4
گروه ۲	1.3
گروه ۳	1.0
گروه ۴	0.8

زمان تناوب اصلی نوسان ساختمان (T) برای ساختمان های متعارف با روابط تجربی- منطبق بر آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) بند ۳-۳-۱





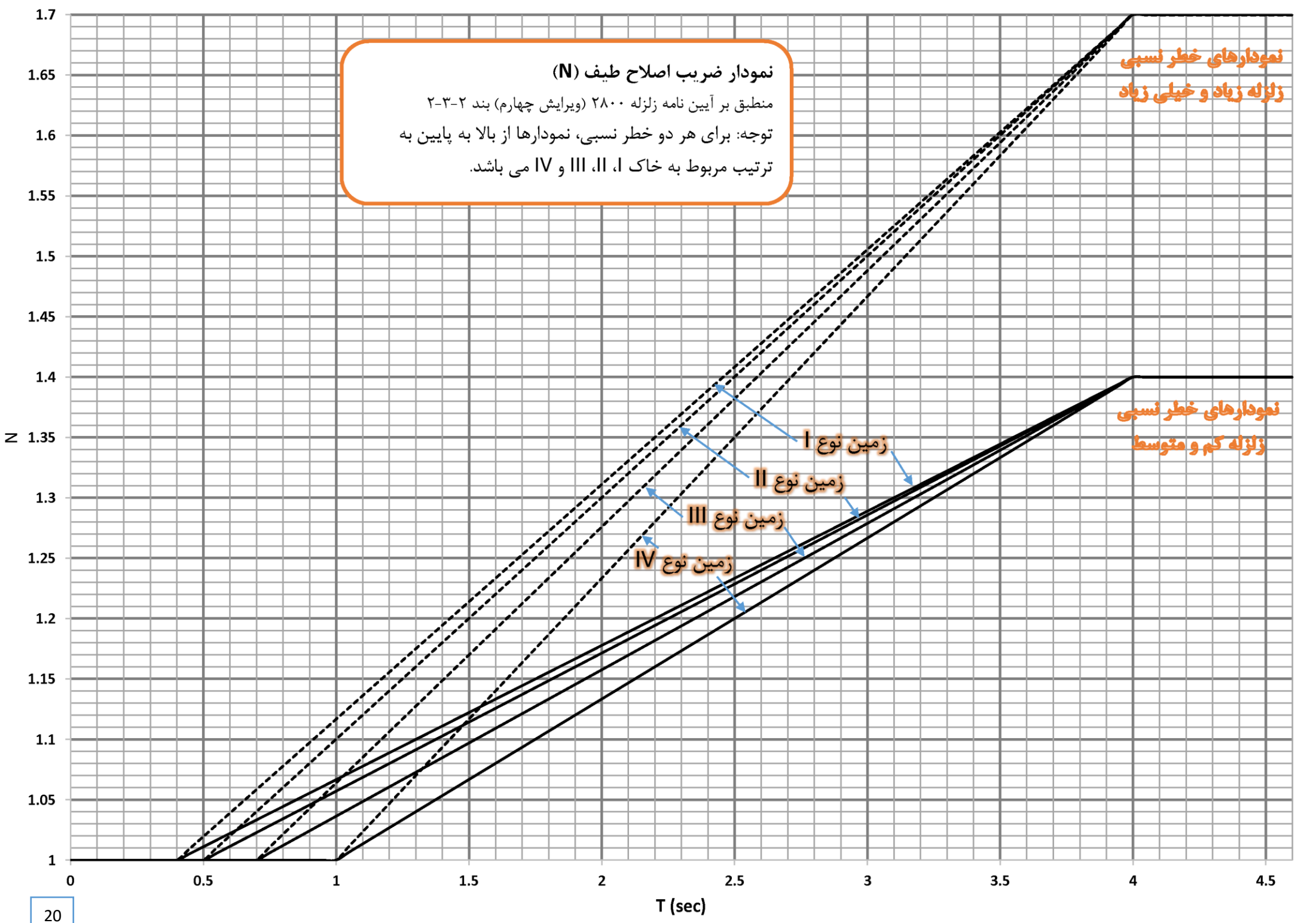




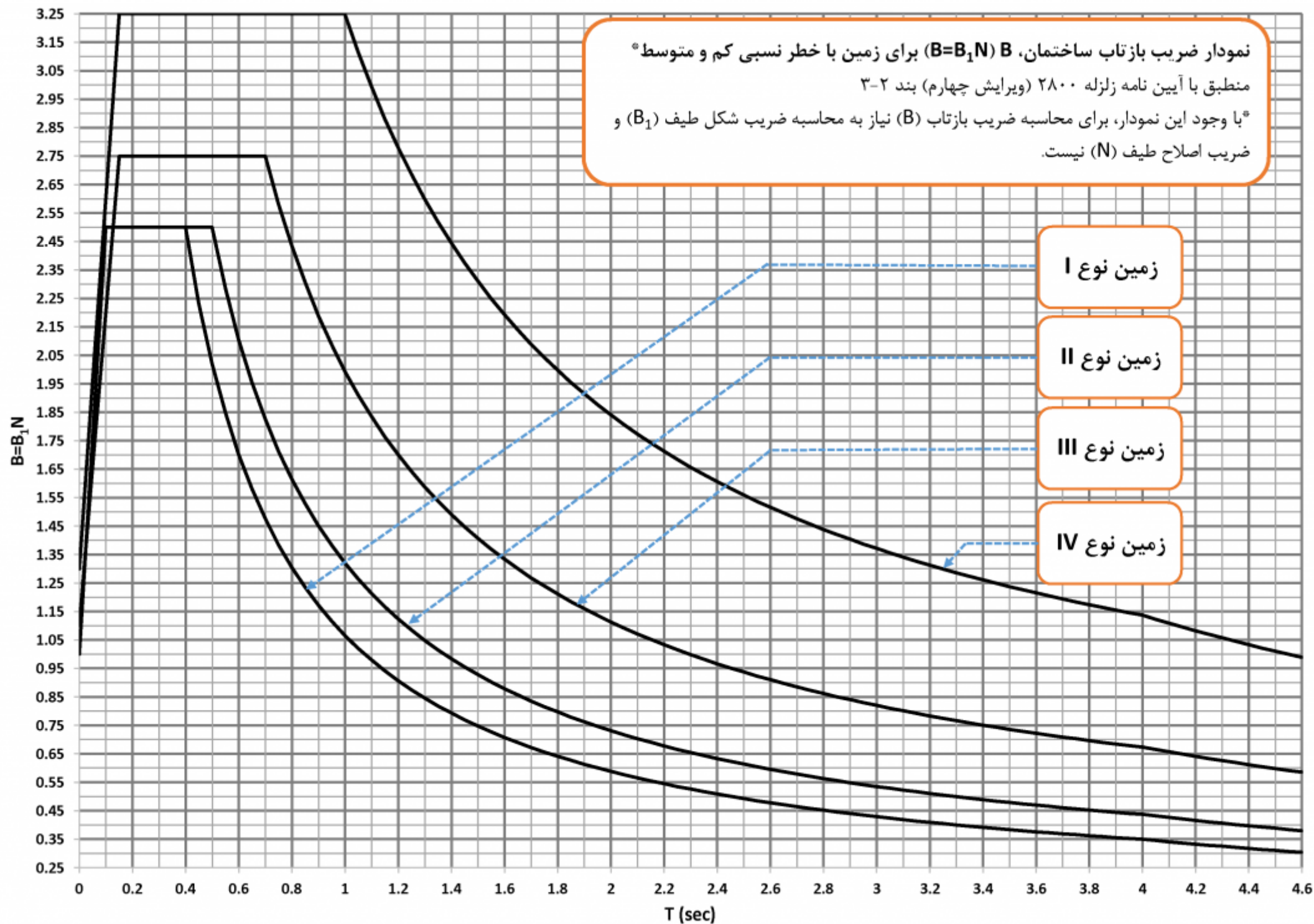
نمودار ضریب اصلاح طیف (N)
 منطبق بر آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) بند ۲-۳-۲
 توجه: برای هر دو خطر نسبی، نمودارها از بالا به پایین به
 ترتیب مربوط به خاک ا، II، III و IV می باشد.

نمودارهای خطر نسبی
 زلزله زیاد و خیلی زیاد

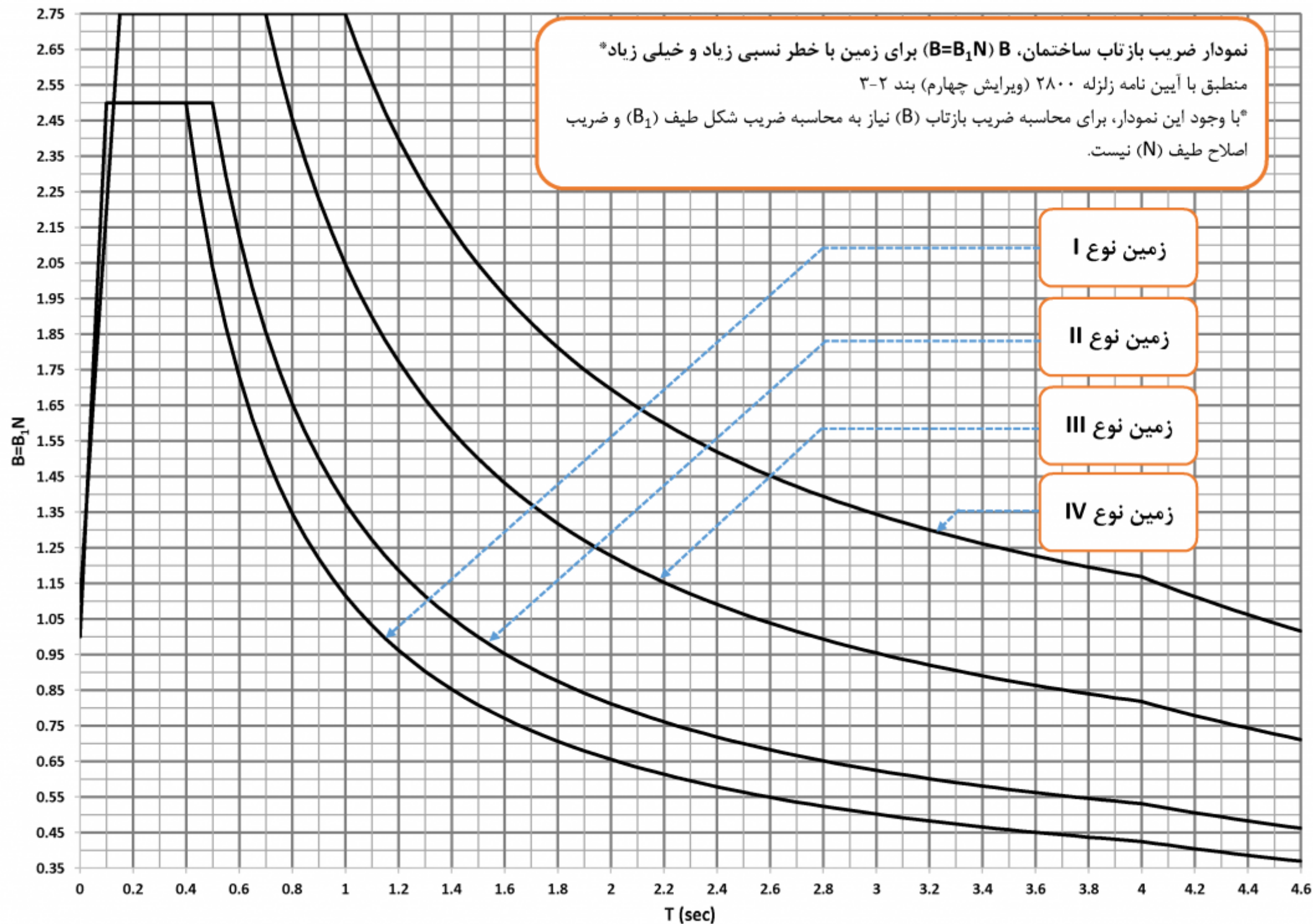
نمودارهای خطر نسبی
 زلزله کم و متوسط



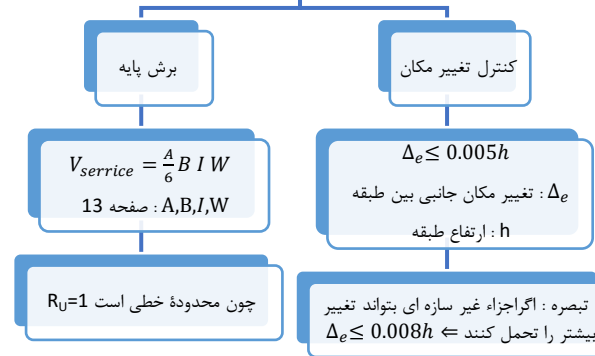
نمودار ضریب بازتاب ساختمان، B ($B=B_1N$) برای زمین با خطر نسبی کم و متوسط*
 منطبق با آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) بند ۳-۲
 * با وجود این نمودار، برای محاسبه ضریب بازتاب (B) نیاز به محاسبه ضریب شکل طیف (B_1) و ضریب اصلاح طیف (N) نیست.



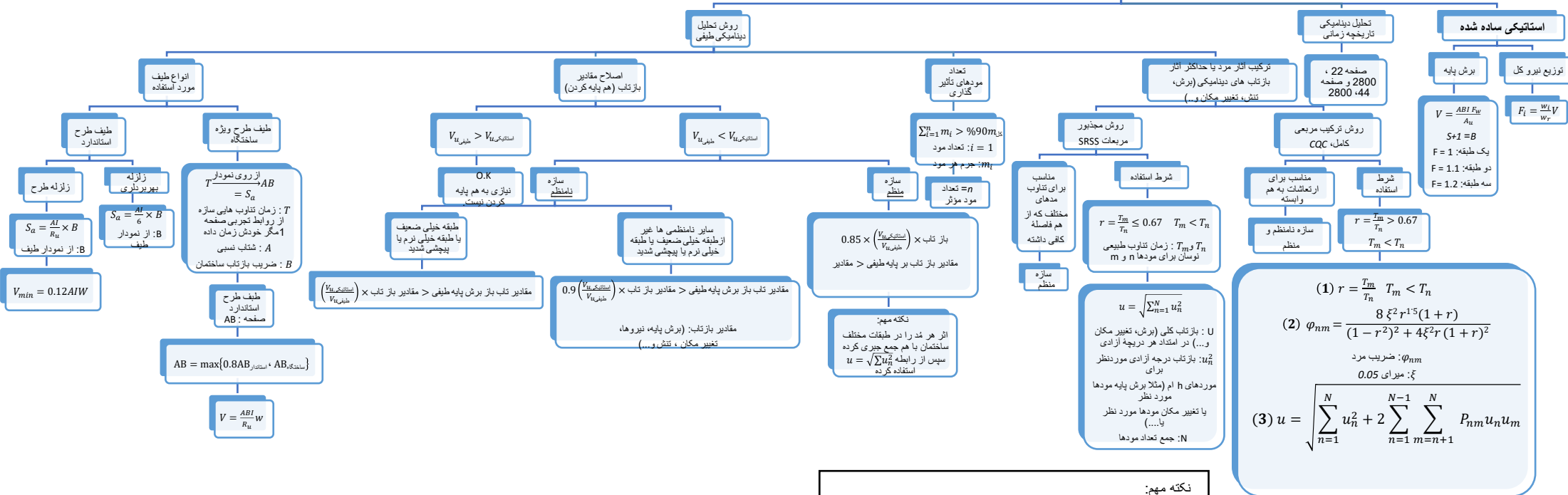
نمودار ضریب بازتاب ساختمان، $B(B=B_1N)$ برای زمین با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد*
 منطبق با آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) بند ۲-۳
 *با وجود این نمودار، برای محاسبه ضریب بازتاب (B) نیاز به محاسبه ضریب شکل طیف (B_1) و ضریب
 اصلاح طیف (N) نیست.



زلزله بهربرداری



سایر روش های تحلیلی (به غیر از استاتیکی معادل)



شاخص پایداری

$$\theta_i = \left[\frac{P \Delta_{eu}}{V_h} \right]_i \leq \theta_{max}$$

در نظر میگیریم $p - \Delta \leq 10\%$ و $p - \Delta \leq 10\%$ صرف نظر کرده

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

V_h : لنگر اولیه ناشی از برش طبقه

$$\sum_{m=1}^n (P_D + P_L)_i : P_i$$

V_i : برش طبقه i ام

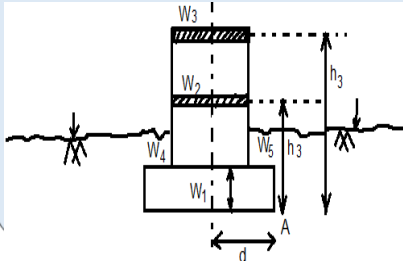
h_i : ارتفاع طبقه i ام

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

کنترل واژگونی کلی سازه

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

w_i : وزن مؤثر لرزه ای صفحه i



محدودیت تغییر مکان

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

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

$\bar{\Delta}_m$: تغییر مکان جانبی نسبی غیر خطی یا 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 ۲۸۰۰، ۳۴

محاسبه Δ_{eu} :

۱- مشخص کردن مبدأ سنجش تغییر مکان نسبی هر طبقه (Δ_{eu}) با توجه به نا منظمی پیچشی پشت صفحه 9

۲- محاسبه Δ_{eu} برای (محاسباتی) T_i

۳- اگر Δ_{eu} از لبه حساب شود:

$$\Delta_{eu} = \Delta_{eu_{max}} - \Delta_{eu_{min}}$$

نکته:

۱- مبدأ سنجش تغییر مکان نسبی هر طبقه

ساختمان دارای نا منظمی پیچشی یا شدید پیچشی $\Leftarrow$ محورهای کناری
سایر ساختمان ها $\Leftarrow$ مرکز طبقه

۲- برای محاسبه Δ_{eu}

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

درز انقطاع

ساختمان کمتر از ۸ طبقه با
اهمیت متوسط و کم

کلیه ساختمان ها با
اهمیت زیاد و خیلی زیاد

ساختمان با بیشتر از ۸
طبقه

$$0.005 \times h = \text{عرض درز انقطاع}$$

h : ارتفاع طبقه از تراز پایه

اگر اطلاعات سازه
مجاور در دسترس بود

اگر اطلاعات سازه
مجاور در دسترس نبود

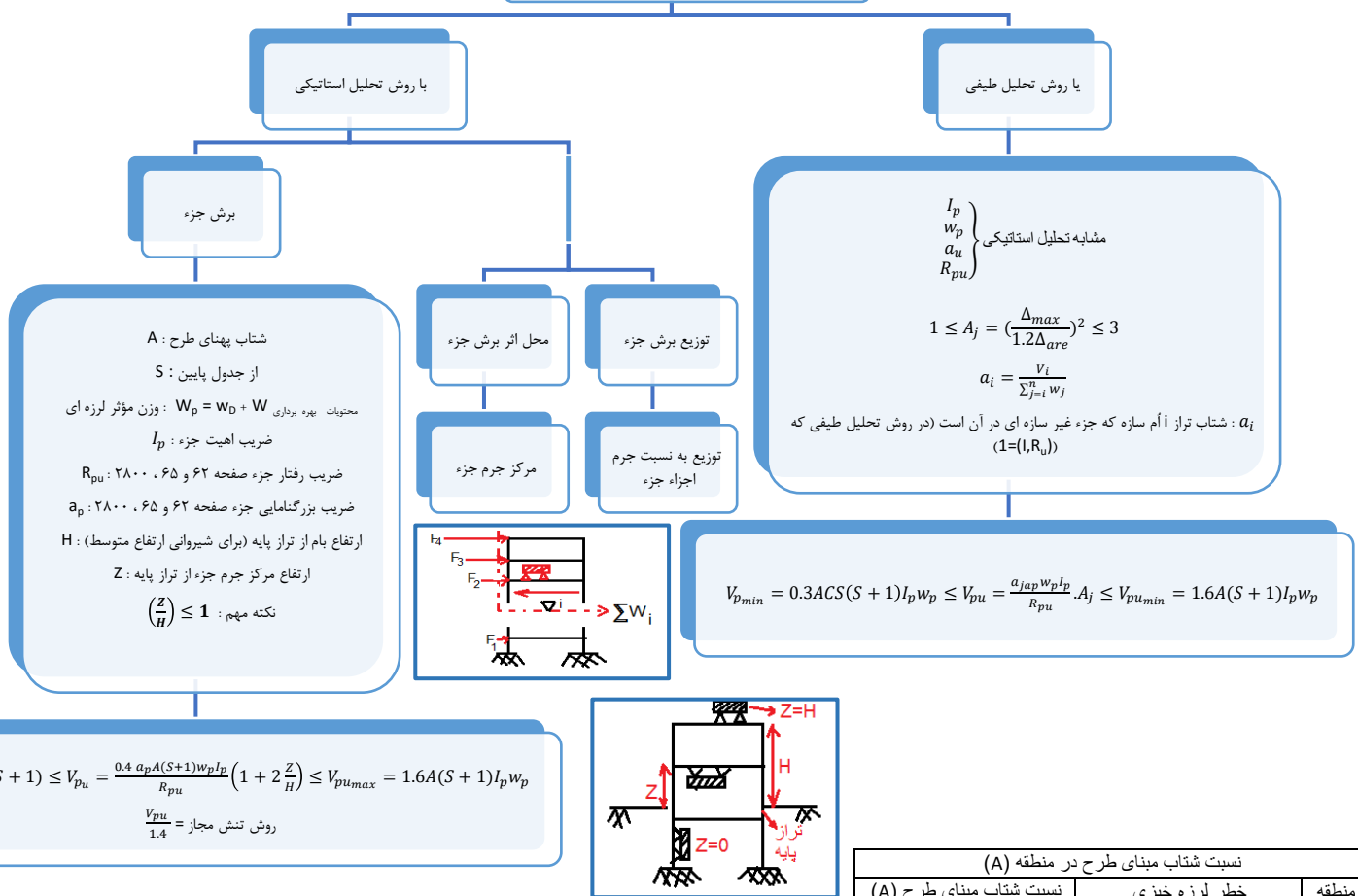
$$\text{عرض درز انقطاع} = \sqrt{\bar{\Delta}_{m1}^2 + \bar{\Delta}_{m2}^2}$$

$\bar{\Delta}_{m1}$: ساختمان (۱)

$\bar{\Delta}_{m2}$: ساختمان (۲)

$$\text{عرض درز انقطاع} = 0.7 \bar{\Delta}_m$$

محاسبه نیروی جانبی اجزاء غیر سازه ای



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		خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد
			S_o	S	
I	0.1	0.4	1.0	1.5	1.0
II	0.1	0.5	1.0	1.5	1.0
III	0.15	0.7	1.1	1.75	1.1
IV	0.15	1.0	1.3	2.25	1.1

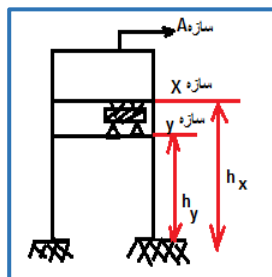
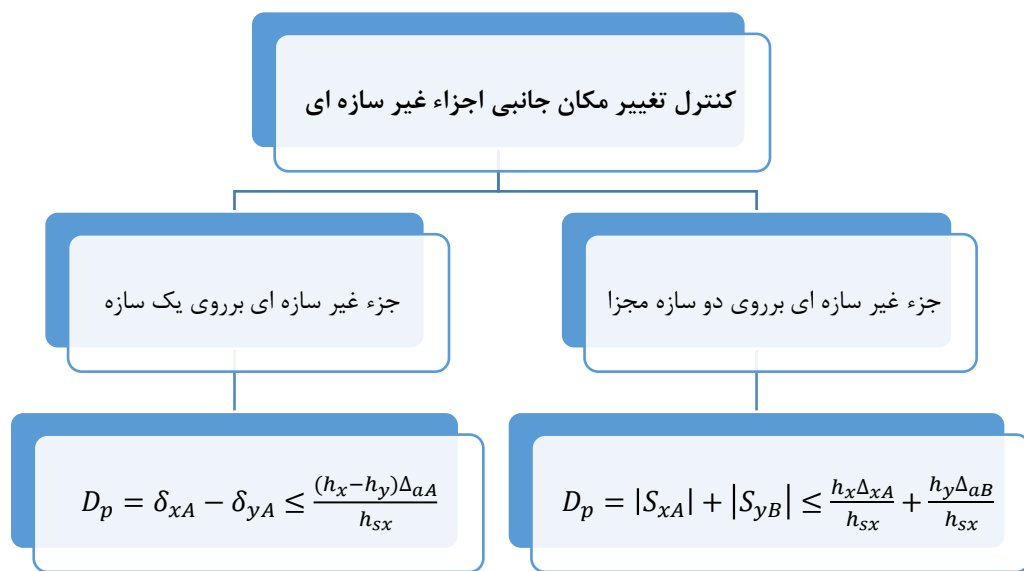
مؤلفه قائم نیروی زلزله اجزاء غیر سازه ای

شتاب مبنای طرح: A
از جدول روبه رو: S
ضریب اهمیت جزء: I_p

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

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

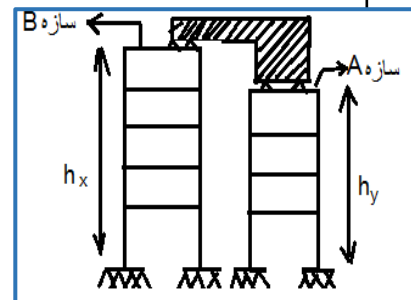
ضریب اهمیت جزء (I_p)	
1.4	جزء در داخل یا متکی به سازه با اهمیت خیلی زیاد که حفظ آن برای خدمت رسانی بی وقفه سازه لازم است
1.4	محتوای جزء مواد خطرناک با امکان ایجاد مسمومیت زیاد و یا انفجار باشد.
1.4	خدمت رسانی جزء برای تامین عملکرد ایمنی جانبی جانبی پس از زلزله لازم باشد، مانند سیستم اطفاء حریق و یلکان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



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

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

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



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

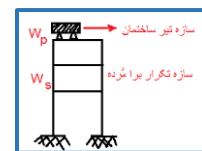
h_x : ارتفاع تراز X (اتصال بالایی جزء ذخیره سازه ای)

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

سازه های غیر ساختمانی

مشابه ساختمان

غیر 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.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{pL^3}{3gEI}}$$

$$\dot{p} = p + \frac{33}{140} qL$$

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

g : شتاب مشعل

E : مدول ارتجاعی

I : ممان اینرسی حول

محور مرکزی دودکش

متکی بر زمین

دقیقاً مشابه حالت سازه های
غیر ساختمانی مشابه ساختمان
فقط در $V_{u\min}$ و R_u متفاوت

در مناطق با خط نسیبی
زیاد و خیلی زیاد و زمین
های نوع IV و III

$$V_{u\min} = 1.6 \frac{AIW}{R_u}$$

R_u : صفحه ۷۳، استاندارد ۲۸۰۰

سایر موارد

$$V_{u\min} = 0.09w$$

$W_p < 0.25(W_p + W_s)$

سازه متکی در گروه
اجزاء غیر سازه ای

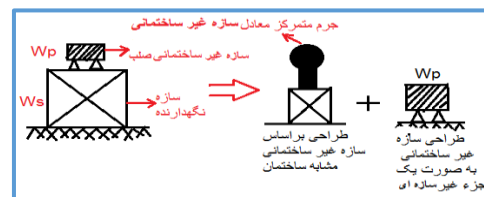
سازنده نگهدارنده به
صورت مجاز تحلیل شده
فقط از W_p لحاظ شده

$W_p \geq 0.25(W_p + W_s)$

$T < 0.06S$
(سازه غیر ساختمانی صلب)

سازه متکی همراه
سازه نگهدارنده تحلیل
شده

$T \geq 0.06S$
(سازه غیر ساختمانی غیر صلب)



برش پایه (۲)

$T > 0.5s$
(سازه با ارتفاع نسبتاً زیاد و یا سختی
نسبتاً کم)

روش تحلیل
دینامیکی صفحه ۲۳

$0.065s \leq T \leq 0.5s$

سازه نامنظم

دینامیکی
صفحه ۲۳

سازه منظم

استاتیکی
معادل

$T < 0.06S$
(سازه غیر ساختمانی صلب)

$$V_{u\min} = 0.12AIW \leq V_u = 0.3AI(S+1)w$$

$A \rightarrow$

$B \rightarrow$

$I \rightarrow$

صفحه ۷۱ استاندارد، R_u

$$W = W_D + 40\% W_\ell + W_m$$

W_m : محتویات در زمان بهره برداری (سیلو مواد دانه
ای محتویات در زمان بهره برداری $0.80W$)

W_ℓ : بارزنده کف

$$V_{u\min} = 0.12AIW \leq V_u = \frac{AB}{R_u} W$$

نحوی توزیع مانند صفحه ۱۳ چارت زلزله استاتیکی معادل

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 و خیلی زیاد
I	0.1	0.4	1.0, 1.5	1.0, 1.5
II	0.1	0.5	1.0, 1.5	1.0, 1.5
III	0.15	0.7	1.1, 1.75	1.1, 1.75
IV	0.15	1.0	1.3, 2.25	1.1, 1.75

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

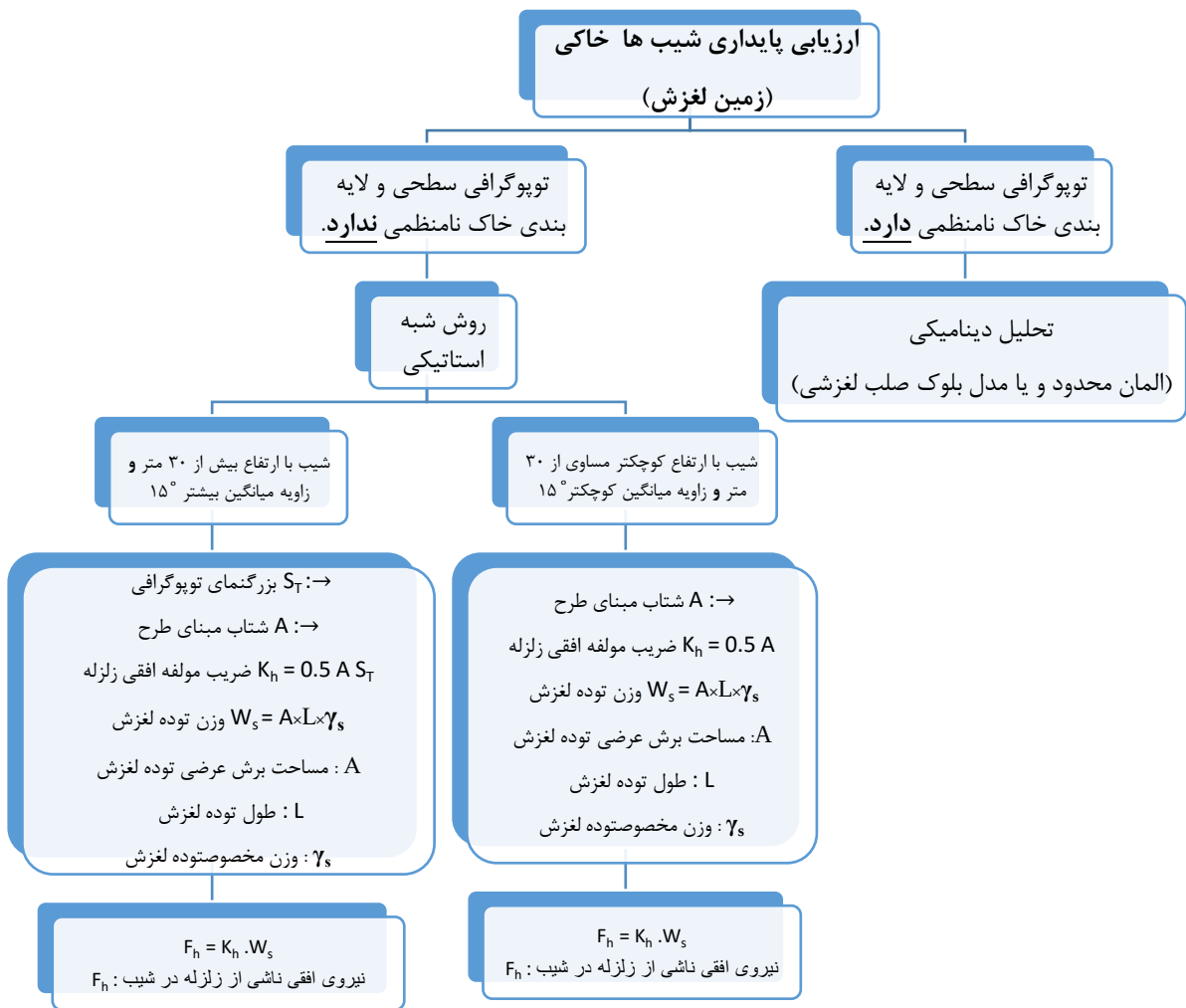
$$B_1 = S_o \left((s - S_o + 1) \left(\frac{T}{r_o} \right) \right) \quad 0 \leq T \leq T_o$$

$$B_1 = S + 1 \quad T_o < T \leq T_s$$

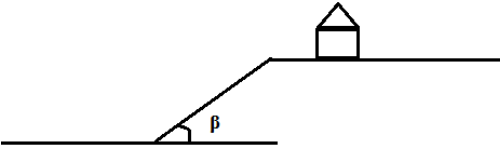
$$B_1 = (s + 1) \left(\frac{r_s}{r} \right) \quad T > T_s$$

$$B = B_1 N$$

ضریب اهمیت I	طبقه بندی ساختمان
1.4	گروه ۱
1.3	گروه ۲
1.0	گروه ۳
0.8	گروه ۴



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		
شکل شیب	میانگین زاویه شیب β	S_T
	$> 15^\circ$	≥ 1.2
	30° تا 15°	≥ 1.2
	$> 30^\circ$	≥ 1.4

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 [1]

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