

به نام خدا

مراحل محاسبه ضریب زلزله (C) در روش تحلیل استاتیکی معادل

مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش پنجم



تهیه و ارائه: مهدی ثمین فر

محاسبه ضریب زلزله (C) در روش تحلیل استاتیکی معادل

۳-۹-۱ نیروهای جانبی ناشی از زلزله

در روش تحلیل استاتیکی معادل، نیروهای جانبی ناشی از زلزله، مطابق ضوابط این بند تعیین و به صورت استاتیکی در امتدادها و جهات مختلف به سازه اعمال می گردند و سازه با فرض رفتار خطی تحلیل می شود. همچنین لازم است ضوابط بند ۳-۶-۲ در خصوص اثر همزمان نیروهای زلزله در دو امتداد افقی متعامد نیز در نظر گرفته شود.

۳-۹-۱-۱ برش پایه؛ V_u

در هر یک از امتدادهای ساختمان، مقدار برش پایه با استفاده از رابطه (۳-۱) تعیین می شود.

$$V_u = C.W \quad (3-1)$$

در رابطه فوق:

V_u : برش پایه ساختمان در امتداد موردنظر؛

W : وزن مؤثر لرزه ای ساختمان در بالای تراز پایه که مطابق بند ۳-۷-۴ محاسبه می شود؛
 C : ضریب زلزله امتداد موردنظر که از رابطه (۳-۲) تعیین می شود.

$$C = \frac{S_a}{\left(\frac{R_u}{I_e}\right)} \quad (3-2)$$

در رابطه فوق:

S_a : شتاب طیفی که مطابق بند ۲-۵ بر مبنای طیف طرح استاندارد و زمان تناوب اصلی نوسان جانبی سازه تعیین می شود؛

I_e : ضریب اهمیت ساختمان، مطابق بند ۳-۹-۱-۴؛

R_u : ضریب رفتار سیستم مقاوم لرزه ای امتداد موردنظر، مطابق بند ۳-۴-۲-۱.

$$V_u = C.W$$

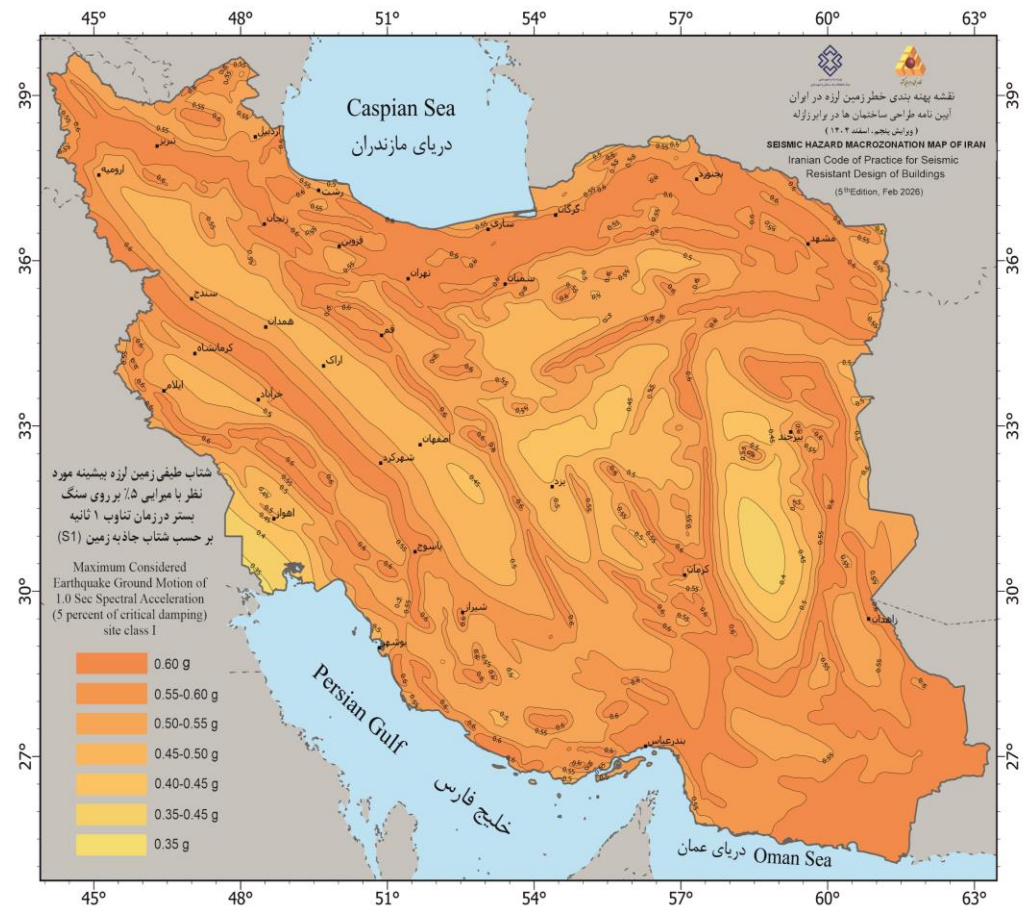
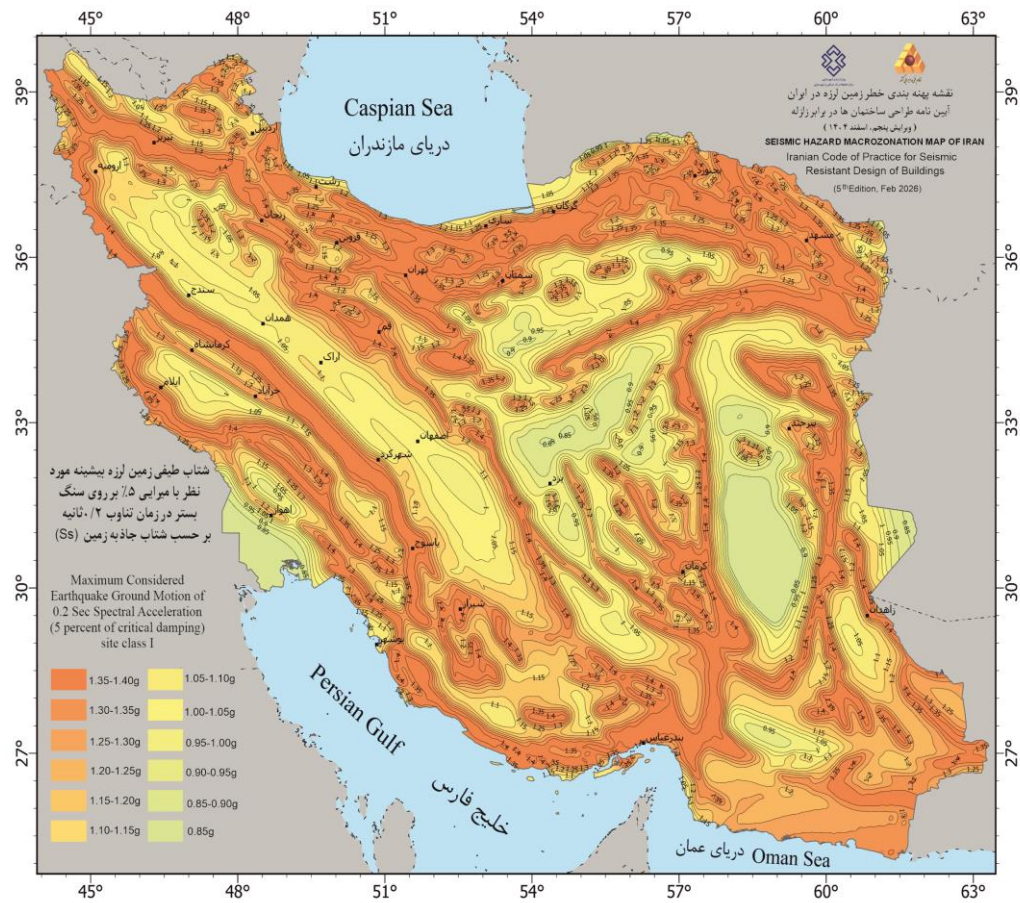
$$C = \frac{S_a}{\left(\frac{R_u}{I_e}\right)}$$



گام اول: محاسبه مقادیر شتاب طیفی زلزله پیشینه مورد نظر Ss و S1

۲-۲ مقادیر شتاب طیفی زلزله پیشینه مورد نظر Ss و S1

مقادیر شتاب طیفی زلزله پیشینه مورد نظر با میرایی ۰.۵٪ بر روی سنگ بستر، در زمان تناوب ۰.۲ و یک ثانیه (Ss و S1) از نقشه های شتاب طیفی تعیین می شود. نقشه مقادیر شتاب های طیفی بر حسب شتاب ثقل، در شکل های پیوست (۱) این آیین نامه برای Ss و S1 نشان داده شده است. همچنین مقادیر شتاب های طیفی لرزه ای مناطق مختلف، در پایگاه اختصاصی آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی (BHRC) به نشانی <http://www.std2800.ir> قابل دریافت می باشد^۱.



گام دوم: محاسبه مقادیر شتاب طیفی زلزله پیشینه مورد نظر در سطح زمین S_{ms} و S_{m1}

۳-۲ مقادیر شتاب طیفی زلزله پیشینه مورد نظر در سطح زمین، S_{MS} ، S_{M1}

مقادیر شتاب طیفی زلزله پیشینه مورد نظر با میرایی ۵٪ روی زمین ساختگاه در زمان تناوب کوتاه (S_{MS}) و در زمان تناوب یک ثانیه (S_{M1})، با استفاده از مقادیر شتاب طیفی بند ۲-۲ که روی بستر سنگی برآورد شده، به کمک روابط (۱-۲-الف) و (۱-۲-ب) بدست می‌آیند.

$$S_{MS} = F_s S_s \quad (۱-۲-الف)$$

$$S_{M1} = F_1 S_1 \quad (۱-۲-ب)$$

در این روابط:

S_s = شتاب طیفی (بر حسب شتاب ثقل) زلزله پیشینه مورد نظر با میرایی ۵٪ بر روی سنگ بستر در زمان تناوب‌های کوتاه و S_1 = شتاب طیفی (بر حسب شتاب ثقل) زلزله پیشینه مورد نظر با میرایی ۵٪ بر روی سنگ بستر برای زمان تناوب یک ثانیه هستند که مطابق با بند ۲-۲ تعیین می‌شوند.

ضرایب تاثیر نوع زمین ساختگاه در بازه شتاب ثابت یا بازه زمان تناوب کوتاه طیف (F_s)، و بازه سرعت ثابت (F_1)، با توجه به نوع زمین به ترتیب از جدول (۱-۲) و جدول (۲-۲) بدست می‌آیند. طبقه‌بندی نوع زمین در جدول (۵-۲) آورده شده است.

جدول ۲-۲ ضریب تاثیر نوع ساختگاه در زمان تناوب یک ثانیه (F_1)

نوع زمین	مقادیر شتاب طیفی زلزله بیشینه مورد نظر برای زمان تناوب ۱ ثانیه*				
	$S_1 \geq 0.6$	$S_1 = 0.5$	$S_1 = 0.4$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.2$
I**	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۰
II	۱٫۳	۱٫۳	۱٫۳	۱٫۳	۱٫۵
III	۲٫۱	۲٫۱	۲٫۱	۲٫۱	۲٫۲
IV	۲٫۸	۲٫۸	۳٫۲	۳٫۳	۳٫۳
V	۲٫۱	۲٫۱	۲٫۱	۲٫۱	۲٫۲
VI	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه

* برای مقادیر میانی S_1 از درون یابی خطی استفاده شود.

** برای زمین نوع یک، در صورتی که سرعت موج برشی با استفاده از آزمایش‌های ژئوفیزیکی درون چاهی مطمئن (حداقل ۳ اندازه‌گیری) تعیین شده است، می‌توان ضریب ۰٫۹ را جایگزین کرد.

جدول ۱-۲ ضریب تاثیر نوع ساختگاه در بازه زمان تناوب کوتاه (F_s)

نوع زمین	مقادیر شتاب طیفی زلزله بیشینه مورد نظر برای زمان تناوب های کوتاه*				
	$S_s \geq 1.5$	$S_s = 1.25$	$S_s = 1.0$	$S_s = 0.75$	$S_s = 0.5$
I**	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۰
II	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۱	۱٫۲	۱٫۲
III	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۱	۱٫۲	۱٫۳
IV	۱٫۱	۱٫۱	۱٫۳	۱٫۳	۱٫۶
V	۱٫۲	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۴	۱٫۶
VI	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه

* برای مقادیر میانی S_s از درون یابی خطی استفاده شود.

** برای زمین نوع یک، در صورتی که سرعت موج برشی با استفاده از آزمایش‌های ژئوفیزیکی درون چاهی مطمئن (حداقل ۳ اندازه‌گیری) تعیین شده است، می‌توان ضرایب ۰٫۹ را جایگزین کرد.

گام سوم: محاسبه مقادیر شتاب طیفی زلزله طرح، S_{Ds} و S_{D1}

۴-۲ مقادیر شتاب طیفی زلزله طرح، S_{Ds} و S_{D1}

مقادیر شتاب طیفی زلزله طرح در زمان تناوب‌های کوتاه، S_{Ds} ، و در زمان تناوب یک ثانیه، S_{D1} ، به ترتیب با استفاده از روابط (۲-۲-الف) و (۲-۲-ب) بدست می‌آیند.

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (۲-۲-الف)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (۲-۲-ب)$$

گام چهارم: محاسبه زمان تناوب ساختمان

۳-۹-۲-۱ روابط تجربی تعیین زمان تناوب نوسان جانبی در ساختمان‌های متعارف

ساختمان‌های متعارف به ساختمان‌هایی اطلاق می‌شود که توزیع جرم و سختی در ارتفاع آن‌ها عمدتاً به صورت متناسب تغییر نماید. در این ساختمان‌ها، زمان تناوب اصلی نوسان جانبی سازه در هر امتداد را می‌توان از طریق روابط تجربی به شرح زیر تعیین نمود:

الف- سیستم قاب خمشی

۱- در مواردی که میانقاب‌ها مانعی در برابر حرکت جانبی قاب‌ها ایجاد ننمایند:

۱-۱- قاب‌های خمشی فولادی و مختلط

$$T = 0.072H^{0.8} \quad (۳-۶)$$

۱-۲- قاب‌های خمشی بتن‌آرمه

$$T = 0.047H^{0.9} \quad (۳-۷)$$

۲- در مواردی که میانقاب‌ها مانعی در برابر حرکت جانبی قاب‌ها ایجاد نمایند، مقدار T باید از رابطه ۳-۹ تعیین شود.

ب- قاب‌های مهاربندی شده با مهاربندهای واگرا یا مهاربندهای کمانش‌تاب، در سیستم قاب ساختمانی و سیستم دوگانه

۱- در مواردی که میانقاب‌ها مانعی در برابر حرکت جانبی قاب‌ها ایجاد نمایند:

$$T = 0.073H^{0.75} \quad (۳-۸)$$

۲- در مواردی که میانقاب‌ها مانعی در برابر حرکت جانبی قاب‌ها ایجاد نمایند، مقدار T باید از رابطه ۳-۹ تعیین شود.

پ- سایر سیستم‌های مندرج در جدول (۳-۱)، با یا بدون وجود میانقاب‌ها

$$T = 0.049H^{0.75} \quad (۳-۹)$$

در روابط فوق، H ، ارتفاع ساختمان برحسب متر است که مطابق تعریفی که در بخش تعاریف ارائه شده است، تعیین می‌شود.

تبصره ۱: در تعیین زمان تناوب اصلی نوسان جانبی ساختمان‌هایی که سیستم مقاوم لرزه‌ای آنها از نوع سیستم کنسولی است، در صورتی که ساختمان متعارف محسوب گردد،

۲-۵ طیف طرح استاندارد، S_a

طیف طرح استاندارد آیین‌نامه، بیانگر نحوه پاسخ سازه به حرکت زمین با توجه به نوع زمین ساختگاه آن است. این طیف مطابق با شکل (۲-۱) و با استفاده از روابط زیر تعیین می‌شود:

$$S_a = S_{DS} \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_o} \right) \quad 0 \leq T < T_o \quad (2-3-الف)$$

$$S_a = S_{DS} \quad T_o \leq T \leq T_s \quad (2-3-ب)$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad T_L \geq T > T_s \quad (2-3-پ)$$

$$S_a = S_{D1} \left(\frac{T_L}{T^2} \right) \quad T > T_L \quad (2-3-ت)$$

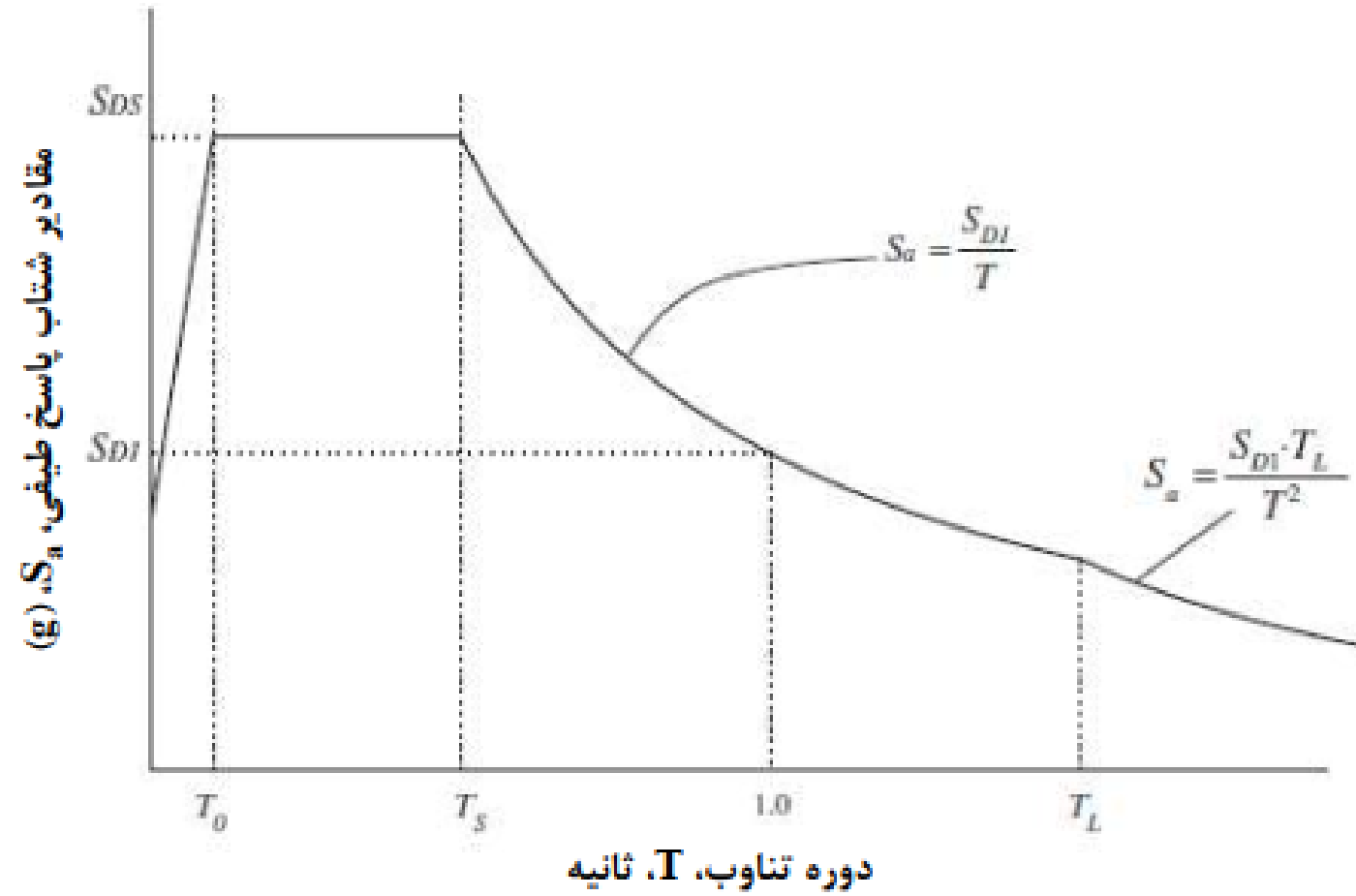
در این روابط:

T : زمان تناوب اصلی نوسان جانبی سازه به ثانیه است. این زمان طبق بند ۳-۹-۲ تعیین می‌شود.

T_o : برابر است با $0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$

T_s : برابر است با $\frac{S_{D1}}{S_{DS}}$

S_{DS} و S_{D1} به ترتیب مقادیر شتاب طیف طرح (بر حسب شتاب ثقل) با نسبت میرایی ۵٪ در زمان تناوب کوتاه (۰٫۲ ثانیه) و در زمان تناوب ۱ ثانیه، روی زمین ساختگاه می‌باشند. T_L معرف زمان تناوب گوشه طیف در تناوبهای بلند و مقدار آن مستقل از شرایط ساختگاهی یا مقادیر S_{DS} و S_{D1} برابر ۶٫۰ ثانیه است.



شکل ۲-۱ طیف طرح استاندارد

گام ششم: انتخاب نوع زمین

جدول ۲-۵ طبقه‌بندی نوع زمین

نوع زمین	توصیف لایه‌بندی زمین	پارامترها		
		$\bar{C}_u$ (kPa)	$\bar{N}_{1(60)}$	$\bar{V}_s$ (m/s)
I	سنگ و شبه سنگ، با حداکثر ۵ متر مصالح ضعیف‌تر تا تراز پایه	-	-	>750
II	خاک خیلی متراکم یا سنگ سست، شامل شن و ماسه خیلی متراکم، رس بسیار سخت	>250	>50	$375-750$
III	خاک متراکم یا نسبتاً متراکم، شامل شن و ماسه متراکم تا نسبتاً متراکم یا رس سخت	$70-250$	$15-50$	$175-375$
IV	خاک متوسط تا نرم، شامل خاک غیرچسبنده یا تراکم متوسط تا سست، یا خاک چسبنده سفت تا نرم	$20-70$	<15	$100-175$
V	پروفیل خاک متشکل از لایه‌های آبرفتی با سرعت موج برشی $\bar{V}_s$ در محدوده خاک‌های گروه III و IV و ضخامت بین ۵ متر تا ۲۰ متر، بر روی لایه سخت با سرعت موج برشی بزرگتر از ۷۵۰ متر بر ثانیه با حداقل ۳ برابر میانگین سرعت موج برشی لایه فوقانی	---	---	---
VI	نهشته‌های متشکل از حداقل ۱۰ متر خاک‌های رسی همراه با لای نرم و دارای اندیس خمیری بیش از ۴۰ و رطوبت زیاد	$10-20$	-	<100

* اعداد فوق برای راهنمایی کلی است و در عمل ممکن است مرز دو طبقه IV و VI کمی متفاوت باشد.

گام هفتم: انتخاب ضریب اهمیت ساختمان

گروه ۱- ساختمان‌های «با اهمیت خیلی زیاد»

این گروه شامل دو دسته زیر است:

الف- ساختمان‌های ضروری:

این گروه شامل ساختمان‌هایی است که قابل استفاده بودن آنها پس از وقوع زلزله اهمیت خاص دارد و وقفه در بهره‌برداری از آنها به طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می‌شود؛ مانند بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها، مراکز آتش‌نشانی، مراکز و تأسیسات آبرسانی، ساختمان‌های نیروگاه‌ها و تأسیسات برق‌رسانی که نقش مستقیم در تولید برق داشته یا خرابی آنها موجب اختلال یا توقف تولید برق می‌شود، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تأسیسات نظامی و انتظامی، مراکز کمک‌رسانی و به‌طور کلی تمام ساختمان‌هایی که استفاده از آنها در نجات و امداد مؤثر می‌باشد.

ب- ساختمان‌های خطرزا:

این گروه شامل ساختمان‌ها و تأسیساتی است که خرابی آنها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر در کوتاه‌مدت و درازمدت برای محیط زیست می‌شود، مانند کارخانه‌های تولیدکننده مواد شیمیایی خاص و مراکز گازرسانی.

گروه ۲- ساختمان‌های «با اهمیت زیاد»

این گروه شامل سه دسته زیر است:

الف- ساختمان‌هایی که خرابی آنها موجب تلفات زیاد می‌شود، مانند مدارس، مساجد، استادیوم‌ها، سینما و تئاترها، سالن‌های اجتماعات، فروشگاه‌های بزرگ، ترمینال‌های مسافری، ساختمان‌های با ارتفاع بیش از ۵۰ متر یا تعداد طبقات بیش از ۱۵ طبقه از تراز پایه و یا هر فضای سرپوشیده یکپارچه‌ای که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر در زیر یک سقف باشد.

ب- ساختمان‌هایی که خرابی آنها سبب از دست رفتن ثروت ملی می‌گردد، مانند موزه‌ها، کتابخانه‌ها، و به‌طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پر ارزش دیگری نگهداری می‌شود.

پ- ساختمان‌ها و تأسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش‌سوزی وسیع می‌شود مانند پالایشگاه‌ها و انبارهای سوخت.



گروه ۳- ساختمان‌های «با اهمیت متوسط»

این گروه ساختمان‌ها شامل کلیه ساختمان‌های مشمول این آیین‌نامه، بجز ساختمان‌های عنوان شده در سه گروه دیگر می‌باشند، مانند ساختمان‌های مسکونی و اداری و تجاری، هتل‌ها، پارکینگ‌های چندطبقه، انبارها، کارگاه‌ها و ساختمان‌های صنعتی.

گروه ۴- ساختمان‌های «با اهمیت کم»

این گروه شامل دو دسته زیر است:

الف- ساختمان‌هایی که خسارت نسبتاً کمی از خرابی آنها حادث می‌شود و احتمال بروز تلفات جانی انسانی در آنها بسیار کم است، مانند انبارهای کشاورزی و سالن‌های نگهداری دام.

ب- ساختمان‌های موقتی که مدت بهره‌برداری از آنها کمتر از ۲ سال است.

۱-۴-۱ ضریب اهمیت ساختمان

در طراحی سازه های مشمول این آیین نامه، ضریب اهمیت ساختمان، I_e ، با توجه به گروه بندی آنها از جدول (۱-۱) تعیین می شود.

جدول ۱-۱ ضریب اهمیت ساختمان

طبقه بندی ساختمان	ضریب اهمیت
گروه ۱	۱٫۴
گروه ۲	۱٫۲
گروه ۳	۱٫۰
گروه ۴	۰٫۸

اهمیت متوسط و کم	اهمیت زیاد	اهمیت خیلی زیاد	شرایط
SDC-1	SDC-2	SDC-3	$I_e \cdot S_{D1} \leq 0.40$ و $I_e \cdot S_{DS} \leq 0.75$
SDC-2	SDC-2	SDC-3	$I_e \cdot S_{D1} > 0.40$ یا $I_e \cdot S_{DS} > 0.75$ و $I_e \cdot S_1 \leq 0.6$
SDC-3	SDC-3	SDC-3	$I_e \cdot S_1 > 0.6$

گام نهم: تعیین مقادیر پارامترهای لرزه ای

جدول ۱-۳ مقادیر پارامترهای لرزه ای (R_u , Ω_o و C_d) سیستم های مختلف مقاوم در برابر نیروی زلزله و حداکثر ارتفاع مجاز آن ها (H_m)

سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروی جانبی زلزله	R_u	Ω_o	C_d	H_m (برحسب متر)		
					SDC-1	SDC-2	SDC-3
الف - سیستم دیوارهای باربر	۱- دیوار برشی بتن آرمه همبند شکل پذیر [۱]	۶/۵	۲/۵	۶/۵	۵۰	۵۰	۵۰
	۲- دیوار برشی بتن آرمه ویژه	۵	۲/۵	۵	۵۰	۵۰	۵۰
	۳- دیوار برشی بتن آرمه معمولی [۲]	۴	۲/۵	۴	۱۵	۱۰/۵	غیرمجاز
	۴- دیوار برشی بتایی مسلح	۴	۲/۵	۳	۱۵	۱۰/۵	۱۰/۵
	۵- دیوار متشکل از قاب سبک فولادی سردنورد و مهارهای تسمه ای فولادی	۴	۲	۳/۵	۲۰	۱۵	۱۰/۵
	۶- دیوار متشکل از قاب سبک فولادی سردنورد و صفحات پوشش فولادی یا چوبی سازه ای	۵/۵	۳	۴	۲۰	۱۵	۱۰/۵
	۷- دیوار بتن پاششی سه بعدی	۳	۲	۳	۱۵	۱۰/۵	غیرمجاز
ب - سیستم قاب ساختمانی	۱- دیوار برشی بتن آرمه همبند شکل پذیر [۱] و [۲]	۶/۵	۲/۵	۶/۵	۵۰	۵۰	۵۰
	۲- دیوار برشی بتن آرمه ویژه [۳]	۶	۲/۵	۵	۵۰	۵۰	۵۰
	۳- دیوار برشی بتن آرمه معمولی [۲]	۴/۵	۲/۵	۴	۱۵	۱۰/۵	غیرمجاز
	۴- دیوار برشی بتایی مسلح	۴	۲/۵	۳	۱۵	۱۰/۵	۱۰/۵
	۵- قاب مهاربندی شده همگرای فولادی ویژه [۳]	۶	۲	۵	۵۰	۵۰	۵۰
	۶- قاب مهاربندی شده همگرای فولادی معمولی	۳/۵	۲	۳/۵	۱۵	۱۰/۵	غیرمجاز
	۷- قاب مهاربندی شده واگرای فولادی با تیر پیوند برشی [۳]	۶/۵	۲	۴	۵۰	۵۰	۵۰
	۸- قاب مهاربندی شده واگرای فولادی با تیر پیوند خمشی یا خمشی-برشی	۶	۲	۴	۵۰	۵۰	۴۰

جدول ۳-۱ مقادیر پارامترهای لرزه‌ای (R_u , Ω_o و C_d) سیستم‌های مختلف مقاوم در برابر نیروی زلزله و حداکثر ارتفاع مجاز آن‌ها (H_m)

سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروی جانبی زلزله	R_u	Ω_o	C_d	H_m (برحسب متر)		
					SDC-1	SDC-2	SDC-3
ادامه سیستم قاب ساختمانی	۹- قاب مهاربندی شده کمانش تاب [۳]	۶/۵	۲/۵	۵	۵۰	۵۰	۵۰
	۱۰- دیوار برشی فولادی ویژه	۶	۲	۵/۵	۵۰	۵۰	۵۰
	۱۱- قاب مهاربندی شده همگرای مختلط ویژه	۵	۲	۴/۵	۵۰	۵۰	۵۰
	۱۲- قاب مهاربندی شده واگرای مختلط	۶/۵	۲/۵	۴	۵۰	۵۰	۵۰
	۱۳- دیوار برشی مختلط ویژه	۵/۵	۲/۵	۵	۵۰	۵۰	۵۰
پ- سیستم قاب خمشی	۱- قاب خمشی بتن آرمه ویژه	۶/۵	۳	۵/۵	۱۰۰	۷۰	۵۰
	۲- قاب خمشی بتن آرمه متوسط [۴] و [۵]	۴/۵	۳	۴/۵	۲۱	۱۸	غیرمجاز
	۳- قاب خمشی بتن آرمه معمولی [۵]	۳	۳	۲/۵	۱۰/۵	غیرمجاز	غیرمجاز
	۴- قاب خمشی فولادی ویژه	۶/۵	۳	۵/۵	۱۲۰	۱۰۰	۸۰
	۵- قاب خمشی فولادی متوسط [۶]	۴/۵	۳	۴/۵	۲۸	۲۱	غیرمجاز
	۶- قاب خمشی فولادی معمولی [۷]	۳/۵	۳	۳	۱۰/۵	غیرمجاز	غیرمجاز
	۷- قاب خمشی خربایی فولادی ویژه	۶	۳	۵	۵۰	۳۵	۳۵
	۸- قاب خمشی مختلط ویژه	۶/۵	۳	۵/۵	۱۲۰	۱۰۰	۷۰
ت- سیستم دوگانه	۱- قاب خمشی ویژه (فولادی یا بتنی) + دیوار برشی بتن آرمه همبند شکل‌پذیر [۱]	۷/۵	۳	۷/۵	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
	۲- قاب خمشی ویژه (فولادی یا بتنی) + دیوار برشی بتن آرمه ویژه	۷	۲/۵	۵/۵	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰

جدول ۳-۱ مقادیر پارامترهای لرزه‌ای (R_u , Ω_o و C_d) سیستم‌های مختلف مقاوم در برابر نیروی زلزله و حداکثر ارتفاع مجاز آن‌ها (H_m)

سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروی جانبی زلزله	R_u	Ω_o	C_d	H_m (برحسب متر)		
					SDC-1	SDC-2	SDC-3
ادامه سیستم دوگانه	۳- قاب خمشی فولادی ویژه + قاب مهاربندی شده همگرای فولادی ویژه	۷	۲٫۵	۵٫۵	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
	۴- قاب خمشی فولادی ویژه + قاب مهاربندی شده واگرای فولادی با تیر پیوند برشی	۷٫۵	۲٫۵	۴	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
	۵- قاب خمشی فولادی ویژه + قاب مهاربندی شده واگرای فولادی با تیر پیوند خمشی یا خمشی برشی	۷	۲٫۵	۴	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
	۶- قاب خمشی فولادی ویژه + قاب مهاربندی شده کمانش تاب	۷	۲٫۵	۵	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
	۷- قاب خمشی فولادی ویژه + دیوار برشی فولادی ویژه	۷	۲٫۵	۶	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
	۸- قاب خمشی متوسط (فولادی یا بتنی) + دیوار برشی بتن آرمه ویژه	۶	۲٫۵	۵	۵۰	۳۵	۲۱
	۹- قاب خمشی فولادی متوسط + قاب مهاربندی شده همگرای فولادی ویژه	۶	۲٫۵	۵	۵۰	۳۵	۲۱
	۱۰- قاب خمشی ویژه (فولادی یا بتنی) + قاب مهاربندی شده همگرای مختلط ویژه	۶	۲٫۵	۵	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
	۱۱- قاب خمشی ویژه (فولادی یا بتنی) + قاب مهاربندی شده واگرای مختلط	۷	۲٫۵	۴	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
	۱۲- قاب خمشی ویژه (فولادی یا بتنی) + دیوار برشی مختلط ویژه	۷	۲٫۵	۶	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
	۱۳- قاب خمشی متوسط (فولادی یا بتنی) + قاب مهاربندی شده همگرای مختلط ویژه	۵	۲٫۵	۴٫۵	۳۵	۲۸	۱۵
ث- سیستم ستون کنسولی	سازه فولادی یا بتن آرمه ویژه	۲	۱٫۵	۲	۱۰٫۵	۱۰٫۵	۱۰٫۵

مقدار ضریب زلزله (C) محاسبه شده را باید با مقدار (Cmin) طبق بند زیر مقایسه کنیم

۳-۹-۱-۲ برش پایه حداقل: $V_{u\min}$

مقدار برش پایه، V_u ، نباید کمتر از برش پایه حداقل، مطابق ضوابط این بند در نظر گرفته شود. برش پایه حداقل، مطابق رابطه (۳-۳) تعیین می‌شود.

$$V_{u\min} = C_{\min} \cdot W \quad (3-3)$$

در رابطه فوق، $C_{\min}$ ، ضریب زلزله حداقل است که از رابطه (۳-۴) محاسبه می‌شود.

$$C_{\min} = 0.044 S_{DS} \cdot I_e \geq 0.01 \quad (4-3)$$

همچنین، در صورتی که $S_1 \geq 0.6$ باشد، $C_{\min}$ نباید از مقدار حاصل از رابطه (۳-۵) نیز کمتر در نظر گرفته شود.

$$C_{\min} = 0.5 S_1 / (R_u / I_e) \quad (5-3)$$

در روابط فوق، S_1 و S_{DS} ، پارامترهای شتاب طیفی زلزله هستند که به ترتیب بر مبنای بندهای ۲-۲ و ۴-۲ تعیین می‌شوند.

تبصره: در حالتی که در امتدادی از سازه، برش پایه بر مبنای رابطه (۳-۱)، کوچکتر از برش پایه حداقل، مطابق رابطه (۳-۳) باشد و آن امتداد مشمول اعمال ضریب نامعینی، p ، شده باشد، اگر حاصل ضرب ضریب p در برش پایه، بیش از برش پایه حداقل باشد نیازی به رعایت برش پایه حداقل نخواهد بود و اگر این حاصل ضرب کمتر از برش پایه حداقل باشد باید برش پایه حداقل رعایت شود؛ لیکن در این حالت، در نظر گرفتن ضریب p برای آن امتداد ضرورت ندارد. اعضا و اجزائی که مطابق بند ۳-۵-۳، نیروی زلزله آن‌ها معاف از اعمال ضریب p است مشمول استفاده از این تبصره نمی‌شوند.

