

محاسبه گام به گام ضریب زلزله مطابق ویرایش پنجم آیین نامه ۲۸۰۰

گام ۱. محاسبه ضریب اهمیت ساختمان (I_o) از جدول ۱-۱

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

گام ۲. تعیین ارتفاع ساختمان H

ارتفاع قائم از تراز پایه تا بالاترین تراز سیستم مقاوم لرزه‌ای ساختمان. در صورتی که سقف بالاترین تراز بصورت شیبدار باشد، این ارتفاع از تراز پایه تا متوسط ارتفاع سقف مذکور محاسبه می‌شود. همچنین، در صورتی که وزن خریشته بیش از ۲۵ درصد وزن بام باشد باید ارتفاع آن در محاسبه ارتفاع ساختمان در نظر گرفته شود.

گام ۳. محاسبه شتاب طیفی زلزله MCE در پریود کوتاه (روی سنگ بستر) از نقشه پیوست آیین نامه S_s

گام ۴. محاسبه شتاب طیفی زلزله MCE در پریود بلند (روی سنگ بستر) از نقشه پیوست آیین نامه S_1

گام ۵. تعیین نوع زمین از جدول ۲-۵

جدول ۲-۵ طبقه‌بندی نوع زمین

نوع زمین	توصیف لایه‌بندی زمین	پارامترها		
		$\bar{C}_u$ (kPa)	$\bar{N}_{60}$	$\bar{V}_z$ (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 غیر چسبنده با 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 مرز دو طبقه IV و VI ممکن است کمی متفاوت باشد.

گام ۶. محاسبه ضرایب تاثیر با توجه به نوع خاک ساختگاه اعمالی به شتاب‌های طیفی گام ۲ (F_s) و گام ۳ (F₁) از جداول ۲-۱ و ۲-۲

جدول ۲-۱ 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 ≥ 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	۱٫۳
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 ساختگاه نوع یک، در صورتی که سرعت موج برشی با استفاده از آزمایش‌های ژئوفیزیکی درون‌چاهی مطمئن (حداقل ۳ اندازه‌گیری) تعیین شده است، می‌توان ضرایب ۰٫۹ را جایگزین کرد.

9

جدول ۲-۲ ضریب تاثیر نوع ساختگاه در زمان تناوب یک ثانیه (F₁)

نوع زمین	مقادیر شتاب طیفی زلزله بیشینه مورد نظر برای زمان تناوب ۱ ثانیه				
	S ₁ ≥ 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

* از درون‌یابی خطی برای مقادیر میانی S₁ و S_s استفاده شود.

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

گام ۷. محاسبه شتاب طیفی زلزله MCE روی زمین ساختگاه:

$$S_{MS} = F_s S_s$$

$$S_{M1} = F_1 S_1$$

گام ۸. محاسبه شتاب طیفی زلزله طرح

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

گام ۹. محاسبه پریود سازه از روابط بند ۳-۹-۲ با در نظر گرفتن مقدار پریود تحلیلی T

در هر امتداد، زمان تناوب اصلی نوسان جانبی سازه باید بر مبنای مشخصات و ویژگی‌های ارتعاشی سازه و با استفاده از تحلیل مدل سازه تعیین شود؛ لیکن مقدار آن نباید از ۱٫۴ برابر مقدار محاسبه شده برای آن امتداد بر مبنای روابط تجربی، موضوع بند ۳-۹-۱، بیشتر در نظر گرفته شود. به جای استفاده از روش تحلیلی، زمان تناوب اصلی نوسان جانبی سازه در هر امتداد را می‌توان بر مبنای روابط تجربی و با رعایت تبصره ۲ بند ۳-۹-۱ تعیین نمود.

۳-۹-۱ 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

$$T = 0.072H^{0.8} \quad (۶-۳)$$

۱-۲- قاب‌های خمشی بتن‌آرمه

$$T = 0.047H^{0.9} \quad (۷-۳)$$

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 ننمایند:

$$T = 0.073H^{0.75} \quad (۸-۳)$$

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

$$T = 0.049H^{0.75} \quad (۹-۳)$$

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

$$T = \min (T_{analysis}, 1.4 \times T_{تجربی})$$

در صورتی که زمان تناوب تجربی از تحلیلی بیشتر باشد باید از زمان تناوب تحلیلی استفاده کرد.

$$T_0 = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

گام ۱۱. محاسبه T_S

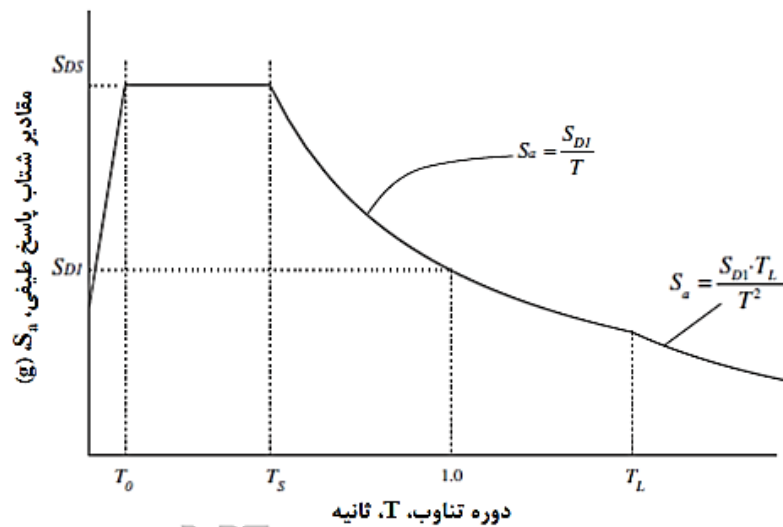
$$T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

گام ۱۲. اختصاص مقدار $T_L = 6$ (زمان تناوب گوشه طیف)

گام ۱۳. محاسبه S_a

$S_a = S_{DS} \cdot \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0}\right)$	$0 \leq T \leq T_0$	(الف-۳-۲)
$S_a = S_{DS}$	$T_0 \leq T \leq T_S$	(ب-۳-۲)
$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$	$T_L > T > T_S$	(ج-۳-۲)
$S_a = S_{D1} \cdot \frac{T_L}{T^2}$	$T \geq T_L$	(د-۳-۲)

گام ۱۴. ترسیم شکل طیف



شکل ۱-۲ طیف طرح استاندارد

گام ۱۵. تعیین گروه طراحی لرزه ای ساختمان با استفاده از جدول ۲-۶ آیین نامه ۲۸۰۰

جدول ۲-۶ گروه‌بندی طراحی لرزه‌ای ساختمان‌ها

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

گام ۱۶. محاسبه ضریب رفتار R_u از جدول ۳-۱ آیین نامه ۲۸۰۰

گام ۱۷. محاسبه ضریب زلزله از رابطه (۳-۲)

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

گام ۱۸. مقایسه C با C_{min}

اگر $S_1 \geq 0.6$ باشد:

$$C_{min} = 0.5 S_1 / (R_u / I_e)$$

در غیر اینصورت:

$$C_{min} = 0.044 S_{DS} \cdot I_e \geq 0.01$$

گام ۱۹. محاسبه C_{drift}

زمان پریود تحلیلی مورد استفاده قرار گرفته، مراحل گام ۱۳ تا گام ۱۷ تکرار شود.