

آیین نامه زلزله ۲۸۰۰

شرحی بر طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله

استاندارد ۲۸۰۰

(ویرایش ۴)

مهندس امیر سرمد نهری

انتشارات فرهنگ روز

۱۳۹۴

سرشناسه	سرمدنهری، امیر، ۱۳۶۲ -
عنوان و ناه پدیدآور	شرحی بر طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (آیین نامه زلزله ۲۸۰۰) / امیر سرمدنهری.
مشخصات نشر	تهران: فرهنگ روز، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	۲۴۰ ص.
شابک	978-600-6330-27-3
فهرست نویسی	فیب
موضوع	ساختمان‌های ضد زلزله -- استانداردها
موضوع	ساختمان‌های ضد زلزله -- ایران -- آیین‌نامه‌ها
موضوع	ساختمان‌های ضد زلزله -- آزمون‌ها
رده بندی کنگره	TA658 / 44 / 18723 1394
رده بندی دیویی	624/1762
شماره کتابشناسی ملی	3754620



تهران، خ انقلاب، منبری جاوید (اردیبهشت)، بن بست توحید، پلاک ۴، نشر فرهنگ روز تلفن ۶۶۴۶۹۳۳۸

نام کتاب: شرحی بر طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (آیین نامه زلزله ۲۸۰۰)

مؤلف: امیر سرمد نهری

ناشر: فرهنگ روز

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۴

لیتوگرافی: جاووش

قیمت: ۱۲۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۳۰-۲۷-۳

حق چاپ محفوظ و مخصوص ناشر است.

مراکز بخش:

تهران، خ انقلاب، منبری جاوید (اردیبهشت)، بن بست توحید، پلاک ۴، نشر فرهنگ روز

تلفن ۶۶۴۸۲۸۰۴ - ۶۶۴۶۹۳۳۸

تهران، نشر آزادیما تلفن ۶۶۹۶۱۲۵۹

تهران، کتابفروشی پرهام تلفن ۶۶۴۶۸۲۳۵

اصفهان، علم گستر سپاهان تلفن ۲۲۱۹۹۷۸ - ۲۲۱۹۹۷۹

ویرایش چهارم

برنامه بازنگری متن آیین‌نامه برای تدوین ویرایش چهارم آن از سال ۱۳۸۸ آغاز گردید. در اجرای این دوره از بازنگری آیین‌نامه، به منظور تدقیق در تصمیم‌گیری پس از برگزاری جلسات متعدد، ارکان اصلی ساختار برای تدوین ویرایش جدید در خصوص چگونگی انجام وظایف رسیدگی به مباحث آیین‌نامه به گونه زیر، مورد تصویب قرار گرفت.

الف) کمیته دائمی بازنگری متشکل از ۳۷ نفر از استادان و متخصصان

ب) کمیته اجرایی متشکل از ۲۱ نفر منتخب کمیته دائمی

پ) کمیته هماهنگی متشکل از ۳ نفر منتخب کمیته اجرایی

ت) کارگروه‌ها (شامل کارگروه‌های: ۱- پهنه‌بندی خطر زلزله، ۲- طیف و طبقه‌بندی زمین، ۳- ناپایداری‌های زمین، ۴- روش‌های تحلیل، ۵- اعضای غیر سازه‌ای، ۶- سازه‌های غیرساختمانی، ۷- ساختمان‌های با مصالح بنایی، ۸- اتصالات فولادی)

محتوای این بازنگری در زمینه‌های مختلف قابل بررسی است. از جمله می‌توان به تغییرات اساسی در اصلاح ساختار مطالب موجود به گونه‌ای رساتر و واضح‌تر، به روز نمودن مطالب علمی بر اساس نتایج تحقیقات علمی و آیین‌نامه‌های معتبر طراحی ساختمان‌ها در مقابل زلزله و رفع نارسایی‌هایی که طی سال‌ها استفاده از ویرایش سوم مشخص شده بود، اشاره نمود.

پس از برگزاری جلسات متعدد کمیته‌های دائمی، اجرایی و هماهنگی، موضوعات بازنگری در تهیه ویرایش چهارم بر اساس بازخوردهای علمی و اجرایی ویرایش سوم و همچنین آخرین دستاوردهای علمی - تحقیقاتی به شرح زیر شناسایی و مستقیم و غیرمستقیم در این ویرایش مورد استفاده قرار گرفت:

- توجه به سادگی و گویایی ضوابط استاندارد
- به روزرسانی پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله
- اصلاح طیف پاسخ طراحی
- اصلاح طبقه‌بندی نوع زمین
- اصلاح ضوابط مربوط به مسائل ناپایداری‌های زمین
- ارائه ضوابط لرزه‌ای برای طراحی شالوده‌ها
- ارائه روش‌های ساده شده تحلیل برای سازه‌های دارای هندسه ساده در کنار تدقیق روش‌های فعلی
- معرفی روش تحلیل استاتیکی غیر خطی به عنوان یکی از روش‌های تحلیل
- اصلاح و به روزرسانی جدول ضریب رفتار
- معرفی سیستم‌های جدید باربر لرزه‌ای
- اصلاح ضوابط مربوط به زمان تناوب
- اصلاح ضوابط مربوط به دیافراگم‌ها و المان‌های جمع‌کننده نیرو
- توجه به وضعیت لرزه خیزی و اهمیت ساختمان‌ها در طبقه‌بندی آنها
- ارائه ضوابط لرزه‌ای برای اعضای غیر سازه‌ای نظیر اجزای معماری، مکانیکی و الکتریکی
- ارائه ضوابط تکمیلی طرح لرزه‌ای برای سازه و خاک در طراحی لرزه‌ای

- اصلاح ضوابط مربوط به ساختمان‌های بنایی
- بررسی و اصلاح ضوابط مربوط به اتصالات گیردار تیر I شکل به ستون جعبه‌ای

به منظور دستیابی به اهداف مورد نظر و بر اساس برنامه‌های مصوب، گردش کار بازننگری ویرایش چهارم آیین‌نامه به شرح زیر تعریف گردید:

- ۱- تشکیل کارگروه‌های تخصصی با توجه به اولویت‌های بازننگری
- ۲- بررسی نتایج کارهای اجرایی در جلسات گروه‌های کاری، جمع‌بندی و ارائه پیشنهاد به کمیته هماهنگی
- ۳- بررسی نتایج اقدامات انجام گرفته توسط کارگروه‌ها در کمیته هماهنگی
- ۴- جمع‌بندی فعالیت‌های انجام شده مورد تصویب کمیته هماهنگی و ارائه آنها به کمیته اجرایی
- ۵- تهیه پیش نویس اولیه ویرایش چهارم
- ۶- نظرخواهی گسترده از استادان، محققان، متخصصان و جامعه علمی و مهندسی سراسر کشور در خصوص پیش‌نویس تهیه شده.
- ۷- اعمال اصلاحات لازم بر اساس نظریات و پیشنهادات واصله مورد تصویب در کمیته های مربوط
- ۸- تهیه پیش‌نویس نهایی و تأیید و تصویب نهایی آن توسط کمیته اجرایی
- ۹- تصویب پیش‌نویس نهایی توسط کمیته دائمی

مجموعه حاضر در طول قریب به ۵ سال تلاش مداوم و مستمر و بیش از ۲۰۰۰۰ نفر-ساعت کار کارشناسی توسط بیش از ۷۰ نفر از استادان دانشگاه‌ها، مهندسان صاحب‌نظر در این حرفه و پژوهشگران همکار در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی در قالب کمیته‌ها و کارگروه‌های تخصصی، تهیه و تدوین گردیده است.

مقدمه

بنام خداوند حکیم و دانا، قادر و توانا، عالم و آگاه

خوانندگان عزیز:

کتابی که در حال حاضر در دسترس شما عزیزان قرار دارد با عنوان (آیین نامه زلزله ۲۸۰۰) شرحی بر آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله بر اساس ویرایش چهارم این آیین نامه که مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی ارائه شده تدوین گردیده است.

در این کتاب هر فصل از آیین نامه در صورت امکان به صورت مصور و با رعایت ضوابط آن ارائه شده است که این امر، درک مفاهیم آیین نامه ای را برای شما خوانندگان محترم به مراتب آسان تر می کند.

پاسخ تشریحی به تمامی سئوالات مربوط به این آیین نامه که در آزمونهای سالهای مختلف سازمان نظام مهندسی طرح شده اند، تا آخرین آزمون (سال ۱۳۹۳) در دو صلاحیت نظارت و محاسبات داده شده است.

خوانندگان عزیز توجه داشته باشند که پاسخ به سئوالات قدیمی تر از سال چاپ ویرایش چهارم آیین نامه ۲۸۰۰، بر اساس ویرایش های قبلی این آیین نامه داده شده اند. بنابراین عدم انطباق برخی پاسخ ها با آیین نامه جدید طبیعی است. لذا در پاسخ به سئوالات اصول و روید کلی رعایت شده است.

در پایان لازم می بینم که عنوان کنم با تمام سعی و تلاشی که در تهیه مطالب این اثر به عمل آمده است، با کمال تواضع اذعان می دارم که مانند تمامی آثار منتشره فاقد نقص نمی باشد. لذا از کلیه خوانندگان و اساتید ارجمند استدعا دارم، در صورت برخورد با هر گونه نقص در بیان مطالب و یا غلط های چاپی مراتب را به اطلاع اینجانب رسانده تا در چاپهای بعدی نواقص موجود بر طرف گردد.

مهندس امیر سرمد نهري

فهرست

تعاریف	۹
علائم	۱۵
فصل اول: کلیات	۱۷
۱.۱ هدف	۱۷
۲.۱ زلزله‌های مبنای طرح	۱۷
۴.۱ ملاحظات معماری	۱۸
۵.۱ ملاحظات کلی سازه‌ای	۲۱
۶.۱ گروه بندی ساختمانها برحسب اهمیت	۲۲
۷.۱ گروه بندی ساختمان‌ها برحسب نظم کالبدی	۲۳
۱.۷.۱ نامنظمی در پلان	۲۳
۲.۷.۱ نامنظمی در ارتفاع	۲۵
۳.۷.۱ محدودیت در احداث ساختمان‌های نامنظم	۲۷
۸.۱ گروه‌بندی ساختمان‌ها برحسب سیستم سازه‌ای	۲۸
۱۸.۱ سیستم دیوارهای باربر	۲۸
۲۸.۱ سیستم قاب ساختمانی	۲۸
۳۸.۱ سیستم قاب خمشی	۲۹
۴۸.۱ سیستم دوگانه یا ترکیبی	۲۹
۵۸.۱ سیستم ستون کنسولی	۲۹
۶۸.۱ سایر سیستم‌های سازه‌ای	۲۹
فصل دوم: حرکت زمین	۳۱
۱.۲ تعریف	۳۱
۲.۲ نسبت شتاب مبنای طرح (A)	۳۱
۳.۲ ضریب بازتاب ساختمان (B)	۳۱
۴.۲ طبقه‌بندی نوع زمین	۳۵
۵.۲ حرکت زمین	۳۷
۱.۵.۲ طیف طرح استاندارد	۳۷
۲.۵.۲ طیف طرح ویژه ساختگاه	۳۷
۳.۵.۲ تاریخچه زمانی شتاب، شتاب نگاشت	۳۸
فصل سوم: ضوابط طراحی لرزه‌ای سازه‌های ساختمانی	۳۹
۱.۳ ملاحظات کلی	۳۹
۲.۳ روش‌های تحلیل سازه‌ها	۴۰
۲.۲.۳ روش‌های تحلیل خطی	۴۱
۳.۲.۳ روش‌های تحلیل غیرخطی	۴۱
۳.۳ روش تحلیل استاتیکی معادل	۴۱
۱.۳.۳ نیروهای جانبی زلزله	۴۱
۱.۱.۳.۳ نیروی برشی پایه	۴۱
۲.۱.۳.۳ تراز پایه	۴۲

۲.۳.۳ ضریب نامعینی سازه، ρ	۴۳
۳.۳.۳ زمان تناوب اصلی نوسان، T	۴۴
۱.۳.۳.۳ ساختمان‌های متعارف	۴۴
۲.۳.۳.۳ ساختمان‌های غیرمتعارف	۴۴
۳.۳.۳.۳ سختی قطعات بتن آرمه	۴۵
۴.۳.۳ ضریب اهمیت ساختمان، I	۴۵
۵.۳.۳ ضریب رفتار ساختمان، R_u	۴۵
۸.۵.۳.۳ ترکیب سیستم‌ها در پلان	۴۸
۹.۵.۳.۳ ترکیب سیستم‌ها در ارتفاع	۴۸
۱.۹.۵.۳.۳ حالت کلی	۴۸
۲.۹.۵.۳.۳ حالت خاص	۴۸
۶.۳.۳ توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان	۴۹
۷.۳.۳ توزیع نیروی برشی زلزله در پلان ساختمان	۴۹
۸.۳.۳ محاسبه ساختمان در برابر واژگونی	۵۰
۹.۳.۳ نیروی قائم ناشی از زلزله	۵۰
۱۰.۳.۳ ضریب اضافه مقاومت، Ω_o	۵۱
۱۱.۳.۳ اثر اندرکنش خاک و سازه	۵۱
۴.۳ روش‌های تحلیل دینامیکی خطی	۵۲
۱.۴.۳ روش تحلیل طیفی	۵۲
۲.۱.۴.۳ تعدادمدهای نوسان	۵۲
۳.۱.۴.۳ ترکیب آثارمدها	۵۲
۴.۱.۴.۳ اصلاح مقادیر بازتابها	۵۳
۵.۱.۴.۳ اثرات پیچش	۵۳
۶.۱.۴.۳ روش تحلیل در سیستم دوگانه و یا ترکیبی	۵۳
۲.۴.۳ روش تحلیل تاریخچه زمانی	۵۳
۵.۳ تغییر مکان جانبی نسبی طبقات	۵۴
۶.۳ اثر $\Delta - P$	۵۵
۷.۳ مشخصات سازه از تراز پایه تا روی شالوده	۵۶
۸.۳ دیافراگم‌ها و جمع‌کننده‌ها	۵۶
۹.۳ افزایش بار جانبی در اعضای خاص	۵۷
۱۰.۳ طراحی اجزای سازه‌ای که جزئی از سیستم باربر جانبی نیستند	۵۸
۱۱.۳ کنترل سازه برای بار زلزله سطح بهره‌برداری	۵۸
۱۲.۳ ترکیب نیروی زلزله با سایر بارها	۵۹
۱۳.۳ روش ساده شده تحلیل و طراحی	۵۹
۱.۳.۱۳.۳ نیروی برشی پایه	۶۰
۲.۳.۱۳.۳ توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان	۶۰
۳.۳.۱۳.۳ توزیع نیروی برشی زلزله در پلان ساختمان	۶۰

فصل چهارم: ضوابط طراحی لرزه‌ای اجزای

غیرسازه‌های ۶۳

۱.۴ کلیات ۶۳

۱.۱.۴ تعریف ۶۳

۲.۱.۴ محدوده کاربرد ۶۳

۳.۱.۴ ضریب اهمیت جزء ۶۳

۲.۴ نیروی زلزله ۶۴

۱.۲.۴ نیروی جانبی زلزله ۶۴

۱.۱.۲.۴ روش تحلیل استاتیکی معادل ۶۴

۲.۱.۲.۴ روش تحلیل طیفی ۶۵

۲.۲.۴ مولفه قائم نیروی زلزله ۶۵

۳.۴ تغییر مکان جانبی ۶۵

۴.۴ مهار اجزای غیر سازه‌ای ۶۶

۵.۴ ضوابط خاص اجزای معماری ۶۶

۱.۵.۴ کلیات ۶۶

۲.۵.۴ نیروها و تغییر مکان‌ها ۶۸

۳.۵.۴ دیوارهای خارجی ۶۸

۴.۵.۴ دیوارهای داخلی - تیغه‌ها ۶۸

۵.۵.۴ سقف کاذب ۶۸

۶.۵.۴ دیوارهای شیشه‌ای نما ۶۹

۶.۴ ضوابط خاص اجزای مکانیکی و برقی ۶۹

فصل پنجم: ضوابط طراحی لرزه‌ای سازه‌های

غیرساختمانی ۷۱

۱.۵ کلیات ۷۱

۲.۵ ضوابط تحلیل و طراحی سازه‌های غیر ساختمانی

مشابه ساختمان‌ها ۷۱

۳.۲.۵ زمان تناوب نوسان اصلی سازه T ۷۱

۴.۲.۵ وزن موثر لرزه‌ای W ۷۱

۵.۲.۵ پارامترهای نیروی جانبی ۷۲

۶.۲.۵ حداقل نیروی جانبی، برش پایه ۷۲

۷.۲.۵ نیروی جانبی در سازه‌های صلب ۷۲

۸.۲.۵ تغییر مکان‌های جانبی ۷۲

۹.۲.۵ اثر $\Delta - P$ ۷۲

۱۰.۲.۵ نیروی جانبی در موارد خاص ۷۲

۳.۵ ضوابط تحلیل و طراحی سازه‌های غیر ساختمانی

غیرمشابه ساختمان‌ها و متکی بر زمین ۷۳

۴.۵ ضوابط تحلیل و طراحی سازه‌های غیرساختمانی

غیرمشابه ساختمان‌ها و متکی بر سازه‌های دیگر ۷۳

۵.۵ ضوابط خاص طراحی سازه‌های غیر ساختمانی ۷۳

فصل ششم: الزامات ژئوتکنیکی ۷۷

۱.۶ شناسایی نوع زمین ۷۷

۲.۶ ناپایداری‌های زمین ناشی از زلزله ۷۸

۱.۲.۶ روانگرایی ۷۸

۱.۱.۲.۶ ارزیابی استعداد روانگرایی ۷۸

۲.۱.۲.۶ گسترش جانبی ۷۹

۳.۱.۲.۶ روش‌های کاهش خطرهای ناشی از روانگرایی و

گسترش جانبی ۸۰

۱.۳.۱.۲.۶ تمهیدات سازه‌ای ۸۰

۲.۳.۱.۲.۶ تمهیدات ژئوتکنیکی ۸۰

۳.۳.۱.۲.۶ تغییر محل ساختگاه ۸۰

۲.۲.۶ زمین لغزش ۸۱

۱.۲.۲.۶ ارزیابی پایداری شیب‌ها به منظور بررسی استعداد

زمین لغزش ۸۱

۳.۲.۶ فرو نشست ۸۲

۱.۳.۲.۶ شناسایی حفرات زیرسطحی ۸۲

۴.۲.۶ گسلش ۸۲

۳.۶ بزرگ‌نمایی ناشی از توپوگرافی ۸۳

۴.۶ دیوار نگهدارنده خاک ۸۴

فصل هفتم: ضوابط ساختمان‌های با مصالح

کلاف‌دار ۸۵

۱.۷ تعریف ۸۵

۲.۷ هندسه ساختمان ۸۵

۱.۲.۷ ارتفاع و تعداد طبقه‌های مجاز ۸۵

۲.۲.۷ پلان ساختمان ۸۷

۱.۲.۲.۷ محدودیت‌های پلان ۸۷

۲.۲.۲.۷ درز انقطاع ۸۷

۳.۲.۷ مقطع قائم ساختمان ۸۸

۴.۲.۷ اختلاف تراز ۹۰

۵.۲.۷ شالوده‌ها ۹۰

۳.۷ بازشوها (در - پنجره - گنجه) ۹۴

۴.۷ مصالح ۹۷

۵.۷ انواع دیوار مصالح بنایی ۹۸

۱.۵.۷ دیوارهای سازه‌ای ۹۸

۲.۵.۷ اجزای دیوار سازه‌ای ۹۹

۱.۲.۵.۷ چین دیوار ۹۹

۲.۲.۵.۷ میلگرد میانی ۱۰۰

۳.۵.۷ دیوارهای غیرسازه‌ای ۱۰۰

۴.۵.۷ جان پناه‌ها ۱۰۴

۵.۵.۷ بادگیر ۱۰۴

پیوست ۱: درجه بندی خطر نسبی زلزله در
شهرها و نقاط مهم ایران ۱۲۵
پیوست ۲: راهنمای انجام تحلیل‌های غیرخطی
۱۷۳
پیوست ۳: اثر $\Delta - P$ ۱۸۱
پیوست ۴: دیافراگم‌ها ۱۸۵
پیوست ۵: اندرکنش خاک و سازه ۱۹۱
سئوالات آزمونه‌های سازمان نظام مهندسی ۱۹۷
منابع و مأخذ ۲۴۰

۶.۵.۷ دودکش ۱۰۴
۶.۷ کلاف بندی ۱۰۵
۱۶.۷ کلاف بندی افقی ۱۰۵
الف) تراز روی شالوده یا شالوده ۱۰۵
ب) تراز روی دیوار در هر طبقه ۱۰۵
۲.۱۶.۷ میلگرد کلاف افقی بتن آرمه ۱۰۷
۳.۱۶.۷ میلگرد کلاف‌های افقی ۱۰۸
۲.۶.۷ کلاف بندی قائم ۱۱۱
۱.۲.۶.۷ موقعیت کلاف‌های قائم ۱۱۱
۲.۲.۶.۷ میلگرد کلاف قائم بتن آرمه ۱۱۱
۳.۲.۶.۷ نحوه اجرای کلاف قائم بتن آرمه ۱۱۳
۴.۲.۶.۷ کلاف‌های قائم معادل ۱۱۳
۱.۴.۲.۶.۷ کلاف‌های قائم فولادی ۱۱۳
۲.۴.۲.۶.۷ کلاف‌های قائم چوبی ۱۱۳
۵.۲.۶.۷ میلگردگذاری معادل ۱۱۳
۶.۲.۶.۷ اتصال کلاف‌های قائم ۱۱۴
۳.۶.۷ کلاف‌بندی دیوارهای مثلثی شکل ۱۱۶
۷.۷ سقف ۱۱۷
۱.۷.۷ انواع سقف ۱۱۷
۲.۷.۷ مصالح سقف ۱۱۷
۳.۷.۷ اتصال سقف و تکیه گاه ۱۱۷
۴.۷.۷ انسجام ۱۱۸
۱.۴.۷.۷ سقف‌های طاق ضربی ۱۱۸
۲.۴.۷.۷ در سقف تیرچه بلوک ۱۲۰
۳.۴.۷.۷ در خراباها ۱۲۲
۵.۷.۷ سقف کاذب ۱۲۲
۶.۷.۷ سقف‌های قوسی ۱۲۲
۸.۷ تماسازی ۱۲۳
۱.۸.۷ نمای آجری ۱۲۳
۲.۸.۷ نمای سنگی ۱۲۳
۹.۷ خرپشته ۱۲۴