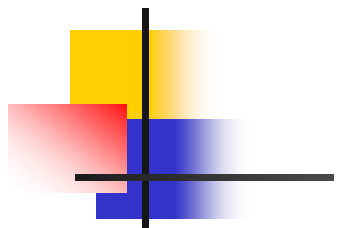




دستورالعمل طراحی سازه بیمارستانها بر اساس عملکرد

علی اکبر آقا کوچک

اسفند ۹۶



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



ضرورة تدوين دستور العمل



استاندارد ۲۸۰۰

- ویرایش چهارم آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، در مورخ ۱۳۹۳/۶/۲۳ در کمیته دائمی بازنگری آیین نامه مذکور و نیز کمیته ملی استاندارد مربوط به آن مورد تایید قرار گرفت و از سال ۱۳۹۴ به اجرا گذاشته شد.

۱-۱ هدف

هدف این آیین‌نامه تعیین حداقل ضوابط و مقررات برای طرح و اجرای ساختمان‌ها در برابر اثرهای ناشی از زلزله است، به‌طوری‌که با رعایت آن انتظار می‌رود:

- ۱- ساختمان‌های با "اهمیت متوسط" در اثر زلزله طرح، آسیب عمده سازه‌ای و غیر سازه‌ای نبینند و تلفات جانی در آنها حداقل باشد.
- ۲- ساختمان‌های با "اهمیت زیاد" در اثر زلزله طرح، آسیب عمده نبینند، به‌طوری‌که در زمان کوتاهی قابل مرمت باشند.
- ۳- ساختمان‌های با "اهمیت خیلی زیاد"، در اثر زلزله طرح، تغییر مقاومت و سختی در اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای نداشته باشند، به‌طوری‌که بهره‌برداری از آنها امکان‌پذیر باشد.
- ۴- کلیه ساختمان‌های بلندتر از ۵۰ متر و یا بیش‌تر از ۱۵ طبقه و نیز کلیه ساختمان‌های با اهمیت زیاد و خیلی زیاد در اثر زلزله بهره‌برداری آسیبی نبینند و قابلیت بهره‌برداری خود را حفظ نمایند.

۱-۶ گروه‌بندی ساختمان‌ها بر حسب اهمیت

ساختمان‌ها بر حسب نوع کاربری و میزان آسیب‌رسانی ناشی از خرابی آنها به چهار گروه اهمیت تقسیم می‌شوند:

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 غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می‌شود؛ مانند بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها، مراکز آتش‌نشانی، مراکز و تأسیسات آبرسانی، ساختمان‌های نیروگاه‌ها و تأسیسات برق‌رسانی، 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.

۱-۲ زلزله‌های مبنای طراحی

زلزله‌های مبنای طراحی در این آیین‌نامه به شرح زیر می‌باشند:

الف- "زلزله طرح" زلزله‌ای است که احتمال فرا گذشت آن در ۵۰ سال ده درصد باشد. دوره بازگشت این زلزله ۴۷۵ سال است.

ب- "زلزله بهره‌برداری" زلزله‌ای است که احتمال فراگذشت آن در ۵۰ سال ۹۹/۵ درصد باشد. دوره بازگشت این زلزله حدود ۱۰ سال است.

۴-۱ ملاحظات معماری

۴-۱-۱ برای حذف و یا کاهش خسارت و خرابی ناشی از ضربه ساختمان‌های مجاور به یکدیگر، ساختمان‌ها باید با پیش‌بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده و یا با فاصله‌ای حداقل از مرز مشترک با زمین‌های مجاور ساخته شوند. برای تأمین این منظور، در ساختمان‌های با هشت طبقه و کمتر، فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل باید برابر پنج هزارم ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه باشد. در ساختمان‌های با بیشتر از هشت طبقه و یا ساختمان‌های با اهمیت "خیلی زیاد" و "زیاد" با هر تعداد طبقه، عرض درز انقطاع باید با استفاده از ضابطه بند (۳-۵-۶) تعیین شود.

۲-۵-۲ طیف طرح ویژه ساختگاه

طیف طرح ویژه را می‌توان در کلیه ساختمان‌ها به‌کاربرد، ولی استفاده از آن در ساختگاه‌هایی که مطابق بند (۲-۴-۵) مطالعات ویژه ساختگاه برای آنها الزامی است و نیز در مورد ساختمان‌هایی که طبق بند (۲-۲-۳) مشمول استفاده از روش تحلیل دینامیکی می‌شوند و در آنها یکی از شرایط زیر موجود است، الزامی است.

ب- ساختمان‌های «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» که بر روی زمین‌های غیر از نوع I، II یا III جدول (۲-۳)، ساخته می‌شوند.

استاندارد ۲۸۰۰

۳-۳-۴ ضریب اهمیت ساختمان، ۱

ضریب اهمیت ساختمان با توجه به گروه طبقه‌بندی آنها، در بند (۱-۶)، مطابق جدول (۳-۳) تعیین می‌گردد:

جدول ۳-۳ ضریب اهمیت ساختمان

ضریب اهمیت	طبقه‌بندی ساختمان
۱/۴	گروه ۱
۱/۲	گروه ۲
۱/۰	گروه ۳
۰/۸	گروه ۴

استاندارد ۲۸۰۰

ب-سیستم قاب ساختمانی	۱- دیوارهای برشی بتن آرمه ویژه [۲]	۶	۲/۵	۵	۵۰
	۲- دیوارهای برشی بتن آرمه متوسط	۵	۲/۵	۴	۳۵
	۳- دیوارهای برشی بتن آرمه معمولی [۱]	۴	۲/۵	۳	-
	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح	۳	۲/۵	۲/۵	۱۵
	۵- مهاربندی واگرای ویژه فولادی [۲] و [۳]	۷	۲	۴	۵۰
	۶- مهاربندی کمانش تاب	۷	۲/۵	۵	۵۰
	۷- مهاربندی همگرای معمولی فولادی	۳/۵	۲	۳/۵	۱۵
	۸- مهاربندی همگرای ویژه فولادی [۲]	۵/۵	۲	۵	۵۰
پ- سیستم قاب خمشی	۱- قاب خمشی بتن آرمه ویژه [۴]	۷/۵	۳	۵/۵	۲۰۰
	۲- قاب خمشی بتن آرمه متوسط [۴]	۵	۳	۴/۵	۳۵
	۳- قاب خمشی بتن آرمه معمولی [۴] و [۱]	۳	۳	۲/۵	-
	۴- قاب خمشی فولادی ویژه	۷/۵	۳	۵/۵	۲۰۰
	۵- قاب خمشی فولادی متوسط	۵	۳	۴	۵۰
	۶- قاب خمشی فولادی معمولی [۱]	۳/۵	۳	۳	-
ت- سیستم دوگانه یا ترکیبی	۱- قاب خمشی ویژه (فولادی یا بتنی)+ دیوارهای برشی بتن آرمه ویژه	۷/۵	۲/۵	۵/۵	۲۰۰
	۲- قاب خمشی بتن آرمه متوسط+ دیوار برشی بتن آرمه ویژه	۶/۵	۲/۵	۵	۷۰
	۳- قاب خمشی بتن آرمه متوسط+ دیوار برشی بتن آرمه متوسط	۶	۲/۵	۴/۵	۵۰
	۴- قاب خمشی فولادی متوسط+ دیوار برشی بتن آرمه متوسط	۶	۲/۵	۴/۵	۵۰

یادداشت‌های مربوط به جدول (۳-۴)

[۱] استفاده از این سیستم برای ساختمان‌های «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» در تمام مناطق لرزه‌خیزی و برای ساختمان‌های «با اهمیت متوسط» در مناطق لرزه‌خیزی ۱ و ۲ مجاز نیست. ارتفاع حداکثر این سیستم برای ساختمان‌های «با اهمیت متوسط» در مناطق لرزه‌خیزی ۳ و ۴ به ۱۵ متر محدود می‌گردد.

۳-۵-۳-۳ در مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد برای ساختمان‌های با اهمیت «خیلی زیاد» فقط باید از سیستم‌هایی که عنوان «ویژه» دارند، استفاده شود.

استاندارد ۲۸۰۰

۳-۵-۳ در محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه Δ_{eu} ، برای رعایت محدودیت‌های فوق، مقدار برش پایه در رابطه (۱-۳) را می‌توان بدون منظور کردن محدودیت مربوط به زمان تناوب اصلی ساختمان T در تبصره بند (۱-۳-۳-۳) تعیین کرد. ولی در ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد محدودیت آن بند در مورد زمان تناوب اصلی باید رعایت شود. در هر حال، رعایت رابطه (۳-۳) از بند (۱-۱-۳-۳) در خصوص حداقل برش پایه در محاسبات تغییر مکان نسبی ضروری است.

۳-۵-۶ در ساختمان‌های با اهمیت "خیلی زیاد" و "زیاد" با هر تعداد طبقه و یا در ساختمان‌های بیشتر از هشت طبقه، عرض درز انقطاع بین ساختمان و ساختمان مجاور باید با استفاده از تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در طبقه (با در نظر گرفتن اثر $\Delta - P$) تعیین شود. برای این منظور پس از محاسبه این تغییر مکان برای هر دو ساختمان می‌توان از جذر مجموع مربعات دو عدد برای تعیین درز انقطاع استفاده نمود. در صورتی که مشخصات ساختمان مجاور در دسترس نباشد، حداقل فاصله هر طبقه ساختمان از زمین مجاور باید برابر ۷۰٪ مقدار تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در آن طبقه ساختمان در نظر گرفته شود.

۳-۱۱ کنترل سازه برای بار زلزله سطح بهره‌برداری

۳-۱۱-۱ ساختمان‌های «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» و یا بلندتر از ۵۰ متر و یا بیشتر از ۱۵ طبقه باید برای زلزله سطح بهره‌برداری کنترل شوند، به‌طوری که، مطابق تعریف بند (۱-۱-۲)، قابلیت بهره‌برداری خود را در زمان وقوع زلزله حفظ نمایند. برای این منظور مشخصات سازه این ساختمان‌ها باید چنان باشد که تحت اثر ترکیب بارها در سطح بهره‌برداری، بدون اعمال ضریب بار، الزامات زیر را تأمین نمایند:

۳-۱۱-۲ در زلزله سطح بهره‌برداری "تغییر مکان جانبی نسبی بهره‌برداری" که از تحلیل خطی سازه تحت اثر نیروی زلزله مذکور به دست می‌آید، نباید از $0/005$ ارتفاع آن طبقه بیشتر باشد. این محدودیت را در مواردی که نوع و نحوه به‌کارگیری مصالح و سیستم اتصال قطعات غیر سازه‌ای به گونه‌ای باشد که این قطعات بتوانند در برابر تغییر مکان جانبی بیشتر، بدون خسارات عمده، بر جا بمانند می‌توان تا $0/008$ ارتفاع طبقه افزایش داد.



استاندارد ۲۸۰۰

رعایت ضوابط طراحی لرزه ای اجزای غیر سازه ای مندرج در فصل ۴ برای ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد الزامی است

۱- اجزای معماری

۲- اجزای مکانیکی

۳- اجزای الکتریکی

استاندارد ۲۸۰۰

- اگرچه در استاندارد ۲۸۰۰ برای ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد نظیر بیمارستانها و مراکز امداد و نجات ، ضوابط خاصی ارائه شده است ، تحقیقات و بررسی های جدید نشان داده است که گرچه این ضوابط رفتار و عملکرد سازه یک بیمارستان را در مقایسه با سازه ساختمانهای معمولی ارتقا می بخشد، ولی لزوما اهداف عملکردی مورد نظر تامین نمی شود.

$$V_u = CW$$

$$C = \frac{ABI}{R_u}$$

- لذا در طراحی و اجرای این نوع ساختمانها ضوابط و روشهای ویژه تری باید به کار گرفته شود.



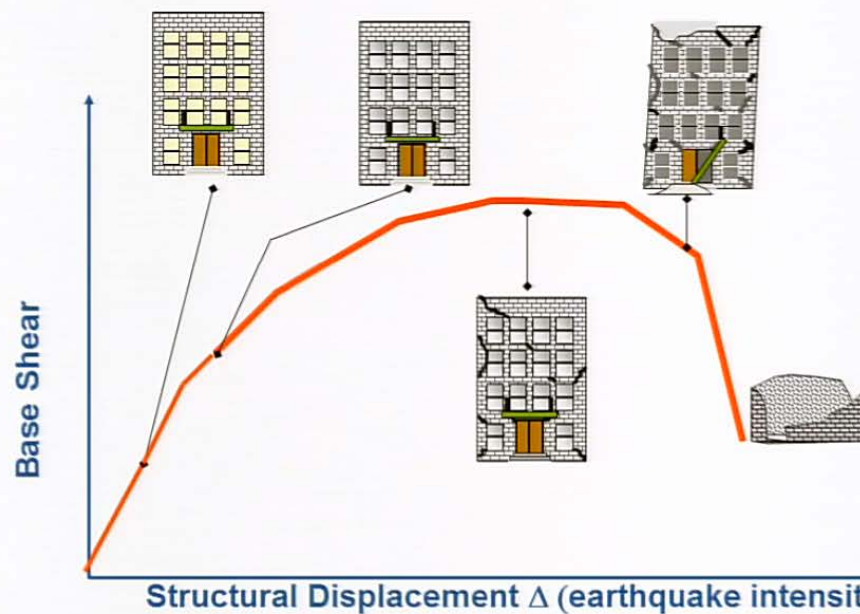
استاندارد ۲۸۰۰ ایران

در هر محل وقوع زلزله های با شدت مختلف محتمل است:

- زلزله های خفیف با دوره های بازگشت تا حدود ۴۰ سال
- زلزله های متوسط با دوره بازگشت حدود ۴۰ - ۲۰۰ سال
- زلزله های بزرگ با دوره بازگشت حدود ۲۰۰ - ۵۰۰ سال
- زلزله های خیلی بزرگ با دوره بازگشت حدود ۵۰۰ - ۲۵۰۰ سال

رفتار سازه ها در برابر سطوح مختلف حرکت زمین

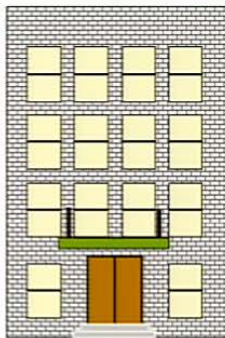
Structural Performance Evaluated Based on Nonlinear Response



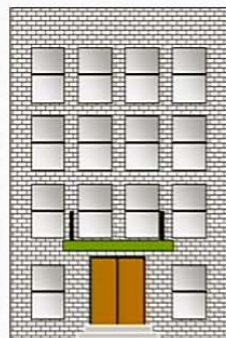
Development of Next-Generation
Performance-Based Seismic Design
Guidelines

سطوح عملکرد سازه ها

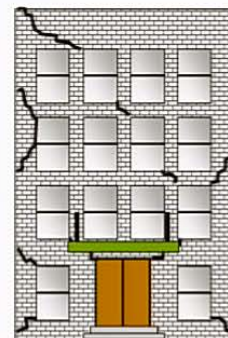
Standard Performance Levels



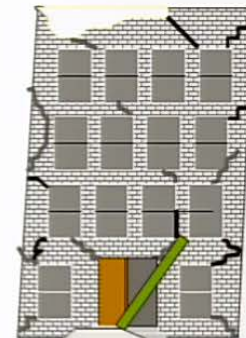
Operational



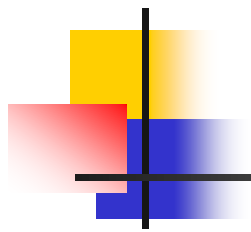
*Immediate
Occupancy*



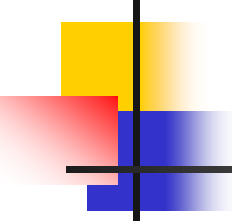
*Life
Safety*



*Collapse
Prevention*



سابقه دستورالعمل طراحی سازه بیمارستانها بر اساس عملکرد



بر اساس مصوبه یکصد و هفدهم شورای شهر تهران، مقرر شد شهرداری تهران با توجه به وضعیت نابسامان بیمارستان‌ها و مراکز درمانی و تشخیصی شهر تهران، تهیه دستورالعملی را برای ارتقا سطح ایمنی بیمارستان‌ها و مراکز درمانی در دستور کار خود قرار دهد. بر این اساس، شهرداری تهران نیز طی قراردادی مشاور را مامور تهیه و تدوین این دستورالعمل نمود.

بر اساس مفاد قرارداد مقرر شد دو دستورالعمل برای طراحی مراکز درمانی جدیدالاحداث و نیز ارزیابی و بهسازی مراکز موجود در شهر تهران تهیه شود.

	قرارداد تهیه دستور العمل طراحی بیمارستان‌ها					
صفحه ۱	شماره مدرک					دستورالعمل جامع طراحی مراکز جدیدالاحداث
	Proj.	Disc.	Doc.	Seq.	Rev.	
	114	EG	CR	103	G1	

شهرداری تهران

معاونت شهرسازی و معماری

دستور العمل جامع طراحی بیمارستان‌ها و
مراکز تشخیصی و درمانی جدید الاحداث
شهر تهران
(جلد اول)

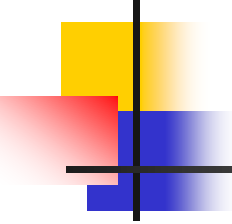
مشاور : شرکت مهندسی طرح و توسعه جم

توضیحات	تاریخ	تهیه کننده	کنترل کننده	تصویب کننده
ویرایش اول	۹۰/۵/۱	تیم کارشناسان	عسگریان	آقاچوک
ویرایش دوم	۹۰/۹/۱	تیم کارشناسان	عسگریان	آقاچوک



■ فصلهای دستورالعمل

- تحلیل خطر لرزه ای
- مطالعات ژئوتکنیک و مخاطرات ساختمانی
- معماری
- سازه
- تاسیسات مکانیکی
- تاسیسات برقی
- مهار لرزه ای تاسیسات و تجهیزات
- ضوابط محیط زیستی



از سال ۱۳۹۲ نیاز به تهیه دستورالعملی خاص برای بیمارستانها در وزارت راه و شهرسازی احساس شد و این امر به مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن محول شد.

براین اساس پس از تشکیل یک شورایعالی تدوین دستورالعملهایی برای طراحی و ساخت سازه و اجزای غیر سازه ای بیمارستانها به متخصصین مختلف واگذار شد.



دستورالعمل طراحی لرزه‌ای اجزای سازه‌ای
بیمارستان‌ها بر اساس عملکرد

صفحه ۱

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

دستورالعمل طراحی لرزه‌ای اجزای سازه‌ای
بیمارستان‌ها بر اساس عملکرد

پیش نویس غیر قابل استناد

اسفند ماه ۹۳

علی اکبر آفاکوچک
مسعود سلطانی محمدی

دستورالعمل طراحی سازه بیمارستانها بر اساس عملکرد

■ فصل ۱- کلیات

- ۱-۱- مقدمه
- ۱-۲- حدود کاربرد
- ۱-۳- تقسیم بندی مراکز درمانی
- ۱-۴- تحلیل خطر لرزه ای
- ۱-۵- گروه بندی ساختمانها و تعیین اهداف عملکردی

■ فصل ۲- طراحی سازه های متداول بر اساس عملکرد

- فصل ۳- استفاده از جداساز لرزه ای
- فصل ۴- استفاده از میراگرهای انرژی

■ پیوست: نتایج بررسی عملکرد چند نمونه سازه بیمارستان

تقسیم بندی مراکز درمانی

در تقسیم بندی نظام خدمات درمانی بستری و تخصصی کشور، بیمارستان ها به شش سطح زیر تقسیم بندی شده اند:

- سطح ۱: مراکز درمان بستر
- سطح ۲: بیمارستان شهرستان
- سطح ۳: بیمارستان ناحیه ای
- سطح ۴: بیمارستان منطقه ای
- سطح ۵: بیمارستان قطبی
- سطح ۶: بیمارستان کشوری

گروه بندی ساختمان ها و تعیین اهداف عملکردی

تمام ساختمان های موضوع بحث این دستورالعمل از دیدگاه تقسیم بندی استاندارد ۲۸۰۰ ایران در گروه ۱ یعنی "ساختمان های با اهمیت بسیار زیاد" قرار می گیرند. لذا در طرح اولیه این سازه ها بر مبنای ضوابط استاندارد ۲۸۰۰، رعایت ضوابط لرزه ای خاص این گروه الزامی است.

در اعمال ضوابط لرزه ای این دستورالعمل، ساختمان های بیمارستانی از نظر اهداف عملکردی به دو گروه زیر تقسیم می شوند:

- گروه الف: بیمارستان های قطبی و کشوری
- گروه ب: سایر بیمارستان های مشمول ضوابط این دستورالعمل.

سطوح خطر زلزله

- سطح خطر ۱: این سطح خطر به سطحی از حرکات قوی زمین اطلاق می شود که احتمال فراگذشت از آن در ۵۰ سال ۱۰٪ باشد. دوره ی بازگشت چنین زلزله ای ۴۷۵ سال است. دراستاندارد ۲۸۰۰ ایران، سطح خطر ۱ به عنوان «زلزله طرح (DBE)» نامیده می شود.
- سطح خطر ۲: این سطح خطر به سطحی از حرکات قوی زمین اطلاق می شود که احتمال فراگذشت از آن در ۵۰ سال ۲٪ باشد. دوره ی بازگشت چنین زلزله ای ۲۴۷۵ سال است. این سطح خطر به عنوان «بیشینه ی زلزله مد نظر (MCE)» نامیده می شود.

اهداف عملکردی سازه ساختمان

- بسته به نوع ساختمان های مشمول این دستورالعمل، سطوح عملکردی زیر به عنوان اهداف عملکردی ساختمانها تحت اثر زلزله منظور می شود و انتظار بر آن است با رعایت ضوابط خاص مندرج در این دستورالعمل، این اهداف تامین گردد.
- در سطح خطر ۱، اجزاء سازه ای تمام ساختمانهای مورد بحث در این دستورالعمل در محدوده عملکردی قابلیت استفاده بی وقفه قرار گیرند.
- در سطح خطر ۲، برای ساختمانهای گروه الف، مطابق با گروه بندی ذکر شده در بند فوق این دستورالعمل، اجزاء سازه در محدوده عملکردی خرابی محدود و برای ساختمانهای گروه ب، در محدوده عملکردی ایمنی جانی قرار گیرند.

تحلیل خطر لرزه ای

برآورد پارامترهای حرکت قوی زمین برای سطوح خطر مختلف به یکی ازدو روش استفاده از «طیف طرح استاندارد» و «طیف طرح ویژه ی ساختگاه» صورت می پذیرد. با توجه به اینکه ساختمانهای جدیدالاحداث بیمارستانها، از نوع ساختمانهای با اهمیت بسیار زیاد محسوب می شوند، لازم است که برای آنها «طیف طرح ویژه ی ساختگاه» تهیه شود. تنها در مورد ساختمان بیمارستانهایی که از نظر تقسیم بندی نظام خدمات درمانی و تخصصی کشور در زمره بیمارستانهای قطبی و کشوری محسوب نمی شوند و ضمناً تعداد طبقات آنها از تراز پایه حداکثر ۴ طبقه باشد، استفاده از طیف طرح استاندارد مجاز است.