نگاه انتقادی به روش طراحی ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد در استاندارد ۲۸۰۰

موسی محمودی صاحبی*[۱] و عباس قبادی[۲]

[۱]استادیار گروه عمران، دانشکده عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران

[۲]دانشگاه علوم و فنون مازندران

(تاریخ دریافت ۱۳۸۸/۰۳/۲۵، تاریخ دریافت روایت اصلاح شده ۱۳۸۹/۰۱/۰۳، تاریخ تصویب ۱۳۸۹/۰۹/۲۸)

چکیده

یکی از اهداف آئین نامه طراحی لرزه‌ای ایران (استاندارد ۲۸۰۰)، تعیین حداقل ضوابط و مقررات برای طرح و اجرای ساختمانها در برابر اثرهای ناشی از زلزله است به گونه‌ای که ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد (مثل بیمارستانها)، در زمان وقوع زلزله‌های شدید (زلزله طرح)، بدون آسیب عمده سازه ای، قابلیت بهره برداری بدون وقفه خود را حفظ کنند. هدف از ارائه این مقاله، بررسی اهداف استاندارد ۲۸۰۰ در طراحی ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد و ارزیابی میزان موفقیت آن در نیل به اهداف پیشنهاد شده است. برای این منظور، چند ساختمان بتنی از نوع قاب خمشی با تعداد طبقات مختلف، با عنوان ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد انتخاب گردیده و بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ و آئین نامه ACI بارگذاری و طراحی شدند. در طراحی آنها، تمامی ضوابط مربوط به زلزله‌های طرح و بهره برداری، ضوابط تیر ضعیف - ستون قوی، ضوابط شکل پذیری زیاد اعمال گردید و ضریب اهمیت برابر ۱/۴ در نظر گرفته شد. ساختمانهای انتخابی با استفاده از ضوابط دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمانهای موجود (نشریه ۳۶۰) و به کمک تحلیل استاتیکی غیر خطی، مورد ارزیابی آسیب پذیری قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد که ساختمانهای فوق، اهداف استاندارد ۲۸۰۰ را برای قابلیت بهره برداری بی وقفه در برابر زلزله‌های شدید تامین نمی‌کنند. به طور کلی می‌توان گفت، ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد که بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ طراحی می‌شوند، بر اساس ضوابط دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمانها، آسیب پذیر محسوب می‌شوند و برای تحقق اهداف، نیاز به مقاوم سازی دارند.

کلید واژه‌ها: ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد، استاندارد ۲۸۰۰، قابلیت بهره برداری بی وقفه، نگاه انتقادی.

مقدمه

یکی از مهمترین موضوعات در آئین نامه‌های طراحی لرزه ای، بیان اهداف طراحی است که در آن عملکرد مورد انتظار سازه در برابر سطوح مختلف خطر، تشریح می‌گردد. در بخش اهداف، مشخص می‌گردد که سازه برای چه سطحی از ایمنی، طراحی می‌شود. در آئین نامه طرح ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، اهداف طراحی، در بند ۱-۱ ارائه شده است[۱]. یکی از اهداف این استاندارد، تعیین حداقل ضوابط و مقررات برای طرح و اجرای ساختمانها در برابر اثرهای ناشی از زلزله است به گونه‌ای که ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد (مثل بیمارستانها)، در زمان وقوع زلزله‌های شدید (زلزله طرح)، بدون آسیب عمده سازه ای، قابلیت بهره برداری بدون وقفه خود را حفظ کنند. تحقق اهداف بیان شده، دقیقا به ضوابط پیشنهادی بستگی دارد. هدف از این تحقیق، بررسی اهداف ارائه شده و روشهای نیل به آنها در استاندارد ۲۸۰۰ است. برای این منظور چند ساختمان از نوع قاب خمشی بتنی با تعداد طبقات مختلف (با عنوان ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد) انتخاب گردید. این ساختمانها بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ و آئین نامه ACI بارگذاری و طراحی شدند. به منظور بررسی اهداف استاندارد۲۸۰۰، ساختمانهای انتخابی با استفاده از ضوابط دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمانهای موجود (نشریه ۳۶۰) [۲] و به کمک تحلیل استاتیکی غیر خطی مورد ارزیابی قرار گرفتند، که جزئیات آنها در بخش‌های آتی این مقاله ارائه می‌گردد.

عملکرد سازه‌ها در برابر سطوح مختلف زلزله

در استاندارد ۲۸۰۰ دو سطح زلزله با نامهای زلزله سطح بهره برداری (زلزله ضعیف) و زلزله طرح (زلزله شدید) تعریف می‌گردد و عملکرد مورد انتظار سازه‌ها در برابر آنها بررسی می‌شود. ساختمانهای با اهمیت متوسط (مثل ساختمانهای مسکونی) باید قابلیت بهره برداری خود را بدون آسیب عمده سازه‌ای در برابر زلزله‌های ضعیف، حفظ کنند و در برابر زلزله‌های شدید، ایستائی خود را نگهدارند. ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد (مثل بیمارستانها) باید قابلیت بهره برداری خود را در برابر زلزله‌های شدید، بدون آسیب عمده سازه‌ای حفظ کنند. حفظ قابلیت بهره برداری در برابر سطوح مختلف زلزله طلب می‌کند تا رفتار سازه‌ها خیلی از محدوده ارتجاعی فراتر نرود. ورود قابل ملاحظه سازه‌ها از محدوده ارتجاعی، قابلیت بهره برداری آنها را در برابر زلزله‌ها، زیر سوال خواهد برد، زیرا ساختمانها پس از وقوع این زلزله‌ها

* نویسنده مسئول: تلفن ۰۲۱۲۲۹۷۰۰۲۱ فکس: ۰۲۱۲۲۹۷۰۰۲۱

Email: m.mahmoudi@srttu.edu

Archive of SID

www.SID.ir

(باربرداری) مجدداً به حالت اولیه برنگشته و امکان مجدد استفاده از آنها میسر نمی‌باشد. بنابراین انتظار می‌رود، اگر هدف از طراحی سازه‌ها، قابل استفاده بودن آنها بعد از وقوع زلزله‌ای مشخص باشد، باید به گونه‌ای طراحی شوند که در هنگام زلزله، تقریبا در مرحله ارتجاعی باقی بمانند. اگر در طراحی، استفاده مجدد از سازه مد نظر نباشد (مثل طراحی ساختمانهای مسکونی در برابر زلزله‌های شدید) می‌توان از حداکثر ظرفیت عملکرد غیر ارتجاعی آنها استفاده کرد [۳].

کاربرد ضریب رفتار در طراحی سازه‌ها

برای طراحی ساختمانهائی که قرار است وارد محدوده غیرارتجاعی شوند و رفتار غیر ارتجاعی داشته باشند، تحلیل غیر ارتجاعی ضروری است. از آنجاییکه تحلیل غیر ارتجاعی سازه‌ها، معمولا پیچیده و وقت گیر است، آیین نامه‌ها پیشنهاد می‌کنند که با تمهیداتی، به جای تحلیل غیر ارتجاعی از تحلیل ارتجاعی استفاده شود و عملکرد غیر ارتجاعی سازه‌ها، با اعمال ضریبی به نام ضریب رفتار در طراحی منظور گردد (R). ضریب رفتار به عوامل متعددی بستگی دارد که اهم آنها عبارتند از: ظرفیت شکل پذیری سازه، زمان تناوب سازه، مشخصات زلزله، مدل بار - تغییر شکل مصالح، نوع سازه مقاوم و مقاومت افزون سازه‌ها (Overstrength). چگونگی تاثیر این عوامل و روش محاسبه ضریب رفتار در مر جع [۴] توضیح داده شده است. با توجه به تعریف ضریب رفتار می‌توان گفت اگر برای سازه‌ای ضریب رفتار تقریبا برابر یک در نظر گرفته شود، بدین معنی است که برای مقابله با زلزله، صرفاً از عملکرد ارتجاعی آن استفاده خواهد شد و از سازه انتظار نمی‌رود در هنگام وقوع زلزله، وارد محدوده غیر ارتجاعی شود. ضریب رفتار بزرگتر از یک، بیانگر این است که سازه در برابر زلزله خاص، مجاز به ورود در محدوده غیر ارتجاعی است. هر چه ضریب رفتار سازه‌ای بزرگتر باشد، بدین معنی است که ظرفیت تحمل تغییرشکلهای غیر ارتجاعی آن (ظرفیت شکل پذیری) بیشتر و در نتیجه مقاومت ارتجاعی مورد نیاز آن کمتر خواهد شد. مقاومت ارتجاعی مورد نیاز، از تقسیم نیروی کلی زلزله بر ضریب رفتار به دست می‌آید. در استاندارد ۲۸۰۰، نیروی طراحی زلزله به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$V=(ABI/R)W_{eff} \quad (۱)$$

که در آن V نیروی برش پایه (یا مقاومت ارتجاعی مورد نیاز)، A شتاب مبنای طرح، B ضریب بازتاب ساختمان، I ضریب اهمیت ساختمان، W_{eff} وزن موثر و R ضریب رفتار سازه است. با توجه به اهداف بیان شده در استاندارد ۲۸۰۰ برای ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد و قابل بهره برداری بودن این گونه ساختمانها در برابر زلزله طرح، انتظار نمی‌رود خیلی از ظرفیت شکل پذیری سازه استفاده شود. لذا مقدار ضریب رفتار در این حالت، نباید عدد بزرگی باشد. در صورتیکه در استاندارد ۲۸۰۰، نه تنها این مسئله مد نظر قرار نمی‌گیرد، بلکه در آن، استفاده از سیستم‌های با عنوان ویژه، برای ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد، در مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد، اجباری اعلام می‌شود (بند ۲-۳-۸-۳) که دارای ضریب رفتارهای (R) بزرگی هستند (ضریب رفتار ۱۰ برای قاب خمشی ویژه و ضریب رفتار ۱۱ برای قاب خمشی و دیوار برشی ویژه). در صورت استفاده از این ضرائب رفتار بزرگ، مقاومت ارتجاعی مورد نیاز ساختمانها، بسیار پائین خواهد بود و لذا برای مقاومت در برابر زلزله‌های شدید، ناچار به استفاده از عملکرد غیر ارتجاعی (ظرفیت شکل پذیری) خواهند بود. در این حالت، ساختمانها بعد از وقوع این زلزله‌ها، به نقطه اولیه برنمی گردند و قابلیت بهره برداری خود را بعد از وقوع زلزله حفظ نمی‌کنند. این موضوع در تضاد با اهداف ارائه شده در استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد.

با توجه به موضوع فوق الذکر، می‌توان پیش بینی کرد که استاندارد ۲۸۰۰ در تحقق اهداف با مشکل مواجه است. برای بررسی بیشتر این موضوع، چند مطالعه موردی انجام می‌شود.

مطالعات موردی

به منظور بررسی رفتار ساختمانهای طراحی شده بر اساس استاندارد۲۸۰۰ و ارزیابی اهداف بیان شده در آن، دو ساختمان با کاربری بیمارستانی (ساختمان با اهمیت خیلی زیاد) با تعداد طبقات ۵ و ۷ انتخاب شده و بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ و همچنین آئین نامه ACI، بارگذاری و طراحی گردیدند. با توجه به بند ۲-۳-۸-۳ برای هر دو ساختمان، سیستم ویژه (قاب خمشی ویژه بعلاوه دیوار برشی مسلح ویژه) در نظر گرفته شد. تهران به عنوان محل احداث ساختمانها (منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد) در نظر گرفته شد. سیستم سقف از نوع تیر چه بلوک بوده و ارتفاع تمام طبقات، یکسان و برابر ۳ متر فرض شده است. دیوار برشی بدون باز شو و به طول ۳ متر لحاظ گردید. تحلیل و طراحی ساختمان با استفاده از نرم افزار ETABS۲۰۰۰ انجام گردید. در طراحی سازه‌ها تمامی ضوابط مربوط به سیستم‌های ویژه از جمله، شکل پذیری زیاد، تیر ضعیف - ستون قوی، ضوابط طراحی زلزله سطح بهره برداری اعمال گردید و ضریب اهمیت معادل ۱/۴ در نظر گرفته شد.

ارزیابی آسیب پذیری سازه‌های بیمارستانی بر اساس نشریه ۳۶۰

آسیب پذیری مدلهای انتخابی، بر اساس دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمانهای موجود (نشریه ۳۶۰) مورد

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی گرفت. در نشریه ۳۶۰ برای بیمارستانها، هدف بهسازی ویژه در نظر گرفته می‌شود که بر اساس آن، سازه باید در برابر زلزله سطح خطر یک (زلزله ۴۷۵ ساله) عملکرد بهره برداری بی وقفه (IO) و در برابر زلزله سطح خطر ۲ (زلزله ۲۴۷۵ ساله) عملکرد ایمنی جانی (LS) داشته باشد. عملکرد بهره برداری بی وقفه در برابر زلزله سطح خطر یک (زلزله ۴۷۵ ساله)، مشابه هدف ارائه شده در استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد، لذا ارزیابی هدف پیشنهادی در استاندارد ۲۸۰۰، بر اساس نشریه ۳۶۰، قابل قبول به نظر می‌رسد. ارزیابی آسیب پذیری به کمک آنالیز استاتیکی غیر خطی انجام شد. در تحلیل استاتیکی غیرخطی، بار جانبی ناشی از زلزله، بصورت استاتیکی و بصورت افزاینده به سازه اعمال می‌شود تا جائی که تغییر مکان یک نقطه خاص از سازه (نقطه کنترل)، به مقدار مشخص (تغییر مکان هدف) برسد. تغییر شکل‌ها و نیروهای داخلی حاصل از تحلیل استاتیکی غیر خطی، باید با معیارهای پذیرش، مطا بق بند ۳-۴-۲ نشریه ۳۶۰ [۲] مورد بررسی قرار گیرد. برای انجام تحلیل استاتیکی غیرخطی، ابتدا باید محل تشکیل مفصل پلاستیک در تیرها وستونها مشخص گردد. بار ثقلی در مرحله اول بر سازه اعمال می‌گردد، سپس نیروی جانبی زلزله، با الگوی مشخص، تا رسیدن به تغییر مکان هدف، به سازه وارد می‌شود.

یکی از مهمترین پارامترها در تحلیل استاتیکی غیرخطی، تغییرمکان هدف می‌باشد که با استفاده از رابطه ۲ محاسبه می‌شود.

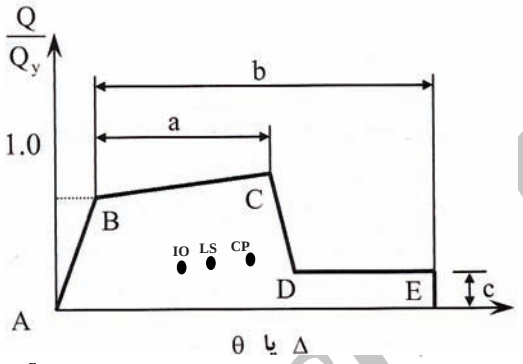
$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \quad (۲)$$

در این رابطه ضریب C_0 ضریب اصلاح برای ارتباط تغییرمکان طیفی سیستم یک درجه آزادی به تغییرمکان بام سیستم چند درجه آزادی است. ضریب C_1 ضریب تصحیح برای اعمال تغییرمکان‌های غیر ارتجاعی سیستم می‌باشد. C_2 ضریب اثرات کاهش سختی و مقاومت به شمار می‌آید. اعمال اثر p-Δ توسط ضریب C_3 انجام می‌گیرد. S_a مقدار شتاب طیفی است و از حاصلضرب مقدار A و B در استاندارد ۲۸۰۰ به دست می‌آید. در این تحقیق، زلزله ۴۷۵ ساله در استاندارد ۲۸۰۰، به عنوان زلزله متناظر با عملکرد بهره برداری بی وقفه، در نظر گرفته شد که بر اساس آن، مقدار A برابر ۰/۳۵است. به دلیل عدم وجود اطلاعات مورد نیاز برای زلزله ۲۴۷۵ ساله، مقدار یک و نیم برابر شتاب مبنای زلزله ۴۷۵ ساله، به عنوان شتاب مبنای طراحی زلزله متناظر با عملکرد ایمنی جانی انتخاب گردید[۵]. T_e و g به ترتیب مقدار زمان تناوب اصلی اصلاح شده و مقدار شتاب ثقل زمین می‌باشند. مقدار تغییرمکان هدف برای هر یک از حالتهای عملکردی بهره برداری بی وقفه و ایمنی جانی و برای دو ساختمان مورد نظر در جدول ۱، ارائه شده است[۶].

جدول ۱: مقادیر تغییرمکان هدف برای ساختمانهای ۵ و ۷ طبقه

عملکرد مورد نظر	برای ساختمان ۵ طبقه (cm)	برای ساختمان ۷ طبقه (cm)
بهره برداری بی‌وقفه (IO)	۹/۰	۱۷
ایمنی جانی (LS)	۱۳/۵	۲۵/۵

خروجیهای تحلیل استاتیکی غیرخطی به گونه‌ای است که به کمک آنها می‌توان وضعیت کلی سازه و همچنین وضعیت اعضای آن را در مراحل مختلف تحلیل استاتیکی غیرخطی، به راحتی تشخیص داد. بر اساس آئین نامه‌های ارزیابی آسیب پذیری، ساختمانی‌هائی آسیب پذیر تلقی می‌شوند که در روند انجام تحلیل و قبل رسیدن تغییرمکان بام ساختمان به تغییرمکان هدف، مشکلی برای اعضای سازه به وجود آید. در دستورالعمل بهسازی لرزه ای، حالتهای مختلف عملکردی، که ممکن است در اعضا بوجود آید به کمک شکل ۳ بیان می‌شود.



شکل ۱: منحنی بار- تغییرشکل اعضا و معیارهای پذیرش آنها

در شکل ۱ محور قائم، بیان کننده نسبت عکس العمل داخلی عضو به حالت تسلیم آن است و محور افقی، نشانگر تغییرمکان یا دوران عضو، متناسب با نوع عکس العمل عضو می‌باشد. در صورتیکه وضعیت عضو، بین دو نقطه A و B قرار گیرد، بیانگر رفتار ارتجاعی عضو و خدمات رسانی بی وقفه آن است. اگر رفتار عضو، در محدوده بین A و IO قرار گیرد، به منزله این است که عضو در محدوده قابلیت بهره برداری بی وقفه قرار دارد. وارد شدن رفتار عضو به محدوده IO تا LS به این معنی است که عضو، قابلیت بهره برداری خود را از دست داده ولی هنوز به مرحله ایمنی جانی نرسیده است. مرحله LS تا CP به معنی عبور از مرحله ایمنی جانی است. مرحله CP تا C عبور از مرحله فروریزش به شمار می‌آید. مراحل انتهائی در شکل ۳ عمدتا مربوط به شرایط بعد از فروریزش است.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج حاصل از ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان ۵ طبقه

نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیرخطی برای ساختمان ۵ طبقه، در جدول ۲ ارائه شده است[۶]. ستون اول این جدول اتفاقات مهم برای سازه را در روند تحلیل استاتیکی غیر خطی نشان می‌دهد. منظور از تشکیل اولین مفصل پلاستیک متناظر با بهره برداری بی وقفه، مرحله‌ای است که در آن اولین مفصل در سازه، مرحله عملکرد بهره برداری بی وقفه را پشت سر می‌گذارد و سازه پس از این مرحله قادر به تامین بهره برداری از سازه نیست. منظور از تشکیل اولین مفصل پلاستیک متناظر با ایمنی جانی، مرحله‌ای است که در آن اولین مفصل در سازه از مرحله عملکرد ایمنی جانی عبور می‌کند و سازه پس از این مرحله قادر نیست ایمنی جانی را برای ساکنین تامین کند. در ستون دوم جدول ۲، تغییرمکان بام، مربوط به موقعیت‌های تعریف شده در ستون اول ارائه شده است.

این سازه نباید تا رسیدن به تغییرمکان هدف ۹ سانتی از مرحله بهره برداری بی وقفه عبور کند در صورتیکه بعضی از اعضای سازه، تا قبل از رسیدن به این نقطه، از خط قرمز بهره برداری عبور می‌کنند. اولین اتفاقی که تامین بهره برداری بی وقفه را زیر سوال می‌برد در تغییرمکان بام ۶/۸ سانتی متر اتفاق می‌افتد (جدول ۲). از این موضوع می‌توان نتیجه گیری کرد که این سازه هدف بهره برداری بی وقفه را برای زلزله ۴۷۵ ساله برآورده نمی‌کند. همچنین ضروری است که اعضای این سازه، تا تغییرمکان هدف ۱۳/۵ سانتی متر، مرحله ایمنی جانی را پشت سر نگذارند. نتایج ارائه شده در جدول ۲ این موضوع را تائید می‌کند. بدین معنی که تا تغییرمکان هدف، هیچ گرهی از مرحله ایمنی جانی عبور نمی‌کند. اولین عبور از ایمنی جانی اعضا در تغییرمکان بام معادل ۱۹/۱ سانتی متر اتفاق می‌افتد که بعد از نقطه تغییرمکان هدف قرار دارد. بدین ترتیب می‌توان گفت، این سازه، اهداف ایمنی جانی را در برابر زلزله ۲۴۷۵ ساله، برآورد می‌کند.

جدول ۲: مقادیر تغییرمکان بام برای ساختمان ۵ طبقه

موقعیت سازه	تغییرمکان بام (سانتی متر)
تشکیل اولین مفصل پلاستیک متناظر با بهره برداری بی وقفه	۶/۸
تشکیل اولین مفصل پلاستیک متناظر با ایمنی جانی	۱۹/۱

نتایج حاصل از ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان ۷ طبقه

نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیرخطی برای ساختمان ۷ طبقه، در جدول ۳ ارائه شده است[۶]. در این سازه نباید تا رسیدن به تغییرمکان هدف ۱۷ سانتی متر هیچ گرهی (مفصل پلاستیک) از مرحله بهره برداری بی وقفه عبور کند. اما مشاهده می‌گردد که بعضی از اعضای سازه، تا قبل از رسیدن به این نقطه، از مرحله بهره برداری عبور می‌کنند. اولین گره در تغییرمکان بام معادل ۹ سانتی متر اتفاق می‌افتد. از این موضوع می‌توان نتیجه گیری کرد که این سازه مشابه سازه ۵ طبقه، هدف بهره برداری بی وقفه را برای زلزله ۴۷۵ ساله برآورده نمی‌کند. همچنین انتظار می‌رود که اعضای این سازه، تا تغییرمکان هدف ۲۵/۵ سانتی متر، مرحله ایمنی جانی را پشت سر بگذارند. نتایج ارائه شده در جدول ۲ این موضوع را تائید نمی‌کند. زیرا در تغییرمکان معادل ۲۵/۳ سانتی متر اولین گره از مرحله ایمنی جانی عبور می‌کند. لذا می‌توان گفت، این سازه، اهداف ایمنی جانی در برابر زلزله ۲۴۷۵ ساله، را نیز محقق نمی‌کند.

با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای ۵ و ۷ طبقه، می‌توان ادعا کرد، ضوابط پیشنهادی استاندارد ۲۸۰۰ در تحقق اهداف طراحی لرزه ای، در ارتباط با ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد، موفق نیست.

جدول ۳: مقادیر تغییرمکان بام برای ساختمان ۷ طبقه

موقعیت سازه	تغییرمکان بام (سانتی متر)
تشکیل اولین مفصل پلاستیک متناظر با بهره برداری بی وقفه	۹/۰
تشکیل اولین مفصل پلاستیک متناظر با ایمنی جانی	۲۵/۳

ضریب رفتار مناسب در طراحی ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد

یوانگ [۷] روشی پیشنهاد نمود که به کمک آن، می‌توان ضریب رفتار سازه‌ها را با توجه به عملکرد مورد انتظار آنها تعیین نمود (رابطه ۳).

$$R = R_\mu \times R_s \times Y \quad (۳)$$

که در آن R_μ ضریب رفتار ناشی از شکل پذیری، R_s ضریب مقاومت افزون و Y ضریب اطمینان طراحی است. در مرجع [۸] این روش توسط نگارنده برای تعیین مقدار ضریب رفتار قابهای خمشی بتن مسلح در سه حالت بهره برداری بی وقفه، ایمنی جانی و آستانه فروریزش، مورد استفاده قرار گرفت.

مقدار ضریب رفتار، برای هر یک از حالتهای عملکردی،

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبه گردید که مقادیر انها در جدول ۴ ارائه شده است[۸]. اعداد ارائه شده در این جدول، برای طراحی سازه‌ها با اهداف عملکردی مشخص قابل استفاده است. اگر قرار باشد سازه‌ای در برابر یک زلزله خاص، دارای عملکرد بهره برداری یی وقفه باشد، باید با اعمال ضریب رفتار ۲/۲۵ بارگذاری و طراحی شود. این ضریب برای حالتهای عملکردی ایمنی جانی و آستانه فرو ریزش، به ترتیب برابر ۴/۵ و ۵/۲۵ تعیین گردیده است.

جدول ۴ : مقادیر ضریب رفتار برای حالتهای مختلف عملکردی

بهره برداری بی وقفه	ایمنی جانی	آستانه فروریزش
۲/۲۵	۴/۵	۵/۲۵

ضرایب پیشنهادی در این جدول برای یک ساختمان با ظرفیت شکل پذیری کم (بر اساس تقسیم بندی استاندارد ۲۸۰۰) ارائه شده است. در صورتیکه ساختمانهای ویژه (ساختمانهای مورد بحث در این تحقیق) دارای ظرفیت شکل پذیری زیاد هستند. از آنجائیکه برای عملکرد بهره برداری بی وقفه، نیازی به شکل پذیری بالا نیست، لذا مقدار ضریب رفتار تفاوتی نخواهد داشت.

با توجه به مقدار ۲/۲۵ می‌توان ادعا کرد، استفاده از ضریب رفتار ۱۰ و ۱۱ (ضرایب پیشنهادی در استاندارد ۲۸۰۰) برای تحقق اهداف عملکرد بهره برداری بی وقفه، در جهت خلاف اطمینان است.

نتیجه گیری

هدف اصلی این مقاله، بررسی اهداف طراحی لرزه‌ای استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد که در آن قابل استفاده بودن ساختمانها بعد از وقوع زلزله‌های شدید مد نظر قرار می‌گیرد. برای این منظور، سه روش برای ارزیابی این موضوع مورد استفاده قرار گرفت. در روش اول، بر اساس تعریف ضریب رفتار و علت استفاده از آن در محاسبه نیروی ناشی از زلزله، مشخص گردید که استفاده از ضرایب رفتار بزرگ برای تحقق اهداف عملکردی بی وقفه، غیرقابل قبول است. در روش دوم با استفاده از مطالعات موردی اثبات شد که ساختمانهای طراحی شده بر اساس استاندارد ۲۸۰۰، اهداف پیشنهادی آن را محقق نمی‌کنند. برای این منظور دو ساختمان بتنی از نوع قاب خمشی با تعداد طبقات مختلف (با عنوان ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد) انتخاب گردید که بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ بارگذاری و براساس آئین نامه ACI طراحی شدند. به منظور بررسی اهداف استاندارد ۲۸۰۰، ساختمانهای انتخابی با استفاده از ضوابط دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمانهای موجود (نشریه ۳۶۰) و به کمک تحلیل استاتیکی غیرخطی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج، نشان داد که علی رغم انتظار، ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد، مقاومت ارتجاعی مورد نیاز قابل قبولی برای مقابله با زلزله‌های شدید ندارند و در صورت وقوع آنها قابلیت بهره برداری خود را از دست می‌دهند. ساختمانهائی که بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ طراحی می‌شوند نه تنها اهداف قابلیت بهره برداری را محقق نمی‌کنند بلکه در بر آورده نمودن اهداف ایمنی جانی نیز مشکل دارند. در روش سوم، ضرایب رفتار پیشنهادی در استاندارد ۲۸۰۰ با ضرایب رفتاری که توسط نگارنده به همین منظور تعیین شده بود مقایسه گردید و نتایج روشهای قبلی تائید شد. با توجه به توضیحات فوق می‌توان نتیجه گرفت استاندارد ۲۸۰۰ در تحقق اهداف عملکردی بهره برداری بی وقفه ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد موفق نیست. لذا پیشنهاد می‌گردد جهت نیل به اهداف طراحی لرزه‌ای در استاندارد ۲۸۰۰، مقدار R برای طراحی ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد در برابر زلزله طرح اصلاح شود.

مراجع

1-Iranian code of practice for seismic resistance design of buildings: Standard no.2800, 3rd edition, Building and Housing Research Center, 2005.

2- Instruction for Seismic Rehabilitation of Existing Buildings (No. 360), Management and Planning Organization Office of Deputy for Technical Affairs, 2005.

3- M. Mahmoudi, “Critical review on seismic design of hospital and rescuing centers by standard no. 2800 “,3th national conference on evaluation and investigation of the Iranian seismic code (standard No. 2800)”, building and housing research centre, Tehran, march 2002.

4- Mahmoudi, M., “The effect of period and overstrength on seismic – inelastic demand of R/C flexural frames”, A thesis presented for the degree of doctor of philosophy in structural engineering; Tarbiat Modarres University; Iran; 1999.

5- ATC40. 1996. Seismic evaluation and retrofit of existing concrete buildings, Redwood City: Applied Technology Council.

6- Mussa Mahmoudi, Abbas Ghobadi, “Evaluation of Seismic Design Scopes on Essential buildings in Iranian seismic design code”, Forth National Congress on civil Engineering, Tehran university, 2008.

7- Uang C.; Maarouf A. , Deflection amplification factor for seismic design provision, Journal of Structural Engineering, Vol. 120(8), p.p. 2423-2436, 1994.

8- Mussa Mahmoudi, “The Primary Evaluation of RCMRF With the Aims of Performance Based Seismic Design”, Journal of Technology & Education, Vol. 1, No. 3, Spring 2007, p. 99-106.

Archive of SID

www.SID.ir