



کد مقاله: ۱-۱۳۰

بررسی ماکزیمم زاویه دررفت سراسری غیر خطی حاصل از آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم

محسن گرامی^۱، روح اله جعفری^۲

۱- عضو هیأت علمی، دانشگاه سمنان

۲- کارشناس ارشد سازه، دانشگاه سمنان، jafari.ir_1981@yahoo.com

چکیده

بسیاری از خرابی‌ها و فروریزیهای سازه در اثر زمینلرزه‌های شدید، ناشی از تغییر مکان بیش از حد بوجود آمده در طبقات، بام، المانهای سازه‌ای و غیر سازه‌ای میباشد. بنابر این یکی از اهداف بسیار مهم در طراحی مناسب لرزه‌ای سازه‌ها تعیین جابجایی‌ها و تغییر مکانهای نسبی واقعی غیر الاستیک بوجود آمده در سازه تحت اثر زمین لرزه‌های شدید میباشد. همچنین تغییر مکان ایجاد شده در سازه در اثر بارهای جانبی وارد بر سازه به عوامل مختلفی نظیر شکل پذیری، نوع طراحی سازه، دوره تناوب سازه، اضافه مقاومت، میرایی و غیره بستگی دارد لذا تخمین تغییر مکان غیر خطی سازه توسط آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم که تنها با تاثیر یک ضریب ($O.7R$) در تغییر مکان خطی حاصل میشود نمی‌تواند نمایش تغییر مکان غیر خطی واقعی سازه باشد. در این مقاله با مطالعه تغییر مکانهای غیر خطی مدلهای متعددی از قابهای خمشی فولادی با طبقات ۱۰، ۷، ۴، ۲ و ۱۵ طبقه تحت شتابنگاشتهای مختلف و مقایسه نتایج غیر خطی بدست آمده با نتایج حاصل از آئین نامه ۲۸۰۰، ضریب اصلاحی C_1 تحت عنوان ضریب اصلاح ماکزیمم دررفت سراسری غیر خطی حاصل از آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم معرفی میگردد.

کلمات کلیدی: تغییر مکان، غیر خطی، دررفت

۱- مقدمه

تغییر مکان ایجاد شده در سازه در اثر بارهای جانبی وارد بر سازه به عوامل مختلفی نظیر شکل پذیری، نوع طراحی سازه، دوره تناوب سازه، اضافه مقاومت، میرایی و غیره بستگی دارد، [۵] لذا تخمین تغییر مکان غیر خطی سازه توسط آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم که تنها با اعمال یک ضریب در تغییر مکان خطی حاصل میشود نمی‌تواند نمایش تغییر مکان غیر خطی دقیق سازه باشد. [۱] بنابراین در این مقاله با تعریف ضریب اصلاحی C_1 به عنوان ضریب اصلاح حداکثر زاویه دررفت سراسری، حاصل از آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم، سعی شده است که تخمین تغییر مکان غیر خطی حاصل از آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم به تغییر مکان حاصل از تحلیلهای دینامیکی تاریخچه زمانی نزدیکتر شود. [۲]

۲- بررسی مدل‌ها و ضوابط طراحی سازه‌های مورد استفاده

سازه‌های مورد استفاده در این تحقیق همگی از نوع فلزی می‌باشند، بنابراین جهت طراحی اجزاء این ساختمان‌ها اعم از ستونهای و تیرها از ضوابط ارائه شده در مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان استفاده شده است که مشخصات اجزاء ستونهای و تیرها در جداول ۲ و ۱ نشان داده شده

است. در این تحقیق پنج ساختمان ۱۰، ۷، ۴، ۲ و ۱۵ طبقه فولادی با سیستم قاب خمشی با ضریب رفتار ۵ مورد بررسی قرار گرفته. ارتفاع هر طبقه مساوی ۳/۲ متر در نظر گرفته شده است. پلان این ساختمان ها به صورت شکل ۱ می باشد.



قاب انتخاب شده به منظور انجام تحلیل های غیر خطی در برنامه ANSYS

شکل ۱: پلان ساختمان ها در تحلیل خطی

طراحی این ساختمان ها و تحلیل های خطی مربوطه، در برنامه SAP2000 و به صورت سه بعدی و تحلیل های غیر خطی در برنامه ANSYS تحت شتابنگاشت حاصل از زمینلرزه های السنترو، طیس، ناغان و لوما پریتا به صورت دو بعدی انجام گرفته. [۴] (قاب مورد نظر انتخاب، و در برنامه ANSYS به منظور انجام تحلیل های غیر خطی مدل شده است). سیستم سقف از نوع تیرچه بلوک بوده و بارمرده طبقات مساوی $\omega_D = 750 \frac{kg}{m^2}$ و بارزنده طبقات مساوی $\omega_L = 200 \frac{kg}{m^2}$ در نظر گرفته شده است.

جدول ۱: مشخصات مقاطع تیرها

شماره مقطع	نوع مقطع	شماره مقطع	نوع مقطع
B1	IPE300	B4	IPE400
B2	IPE330	B5	IPE450
B3	IPE360	B6	IPE500

جدول ۲: مشخصات مقاطع ستونها

شماره مقطع	مشخصات مقطع (cm)	شماره مقطع	مشخصات مقطع (cm)
C1	BOX 18x18 x 1	C7	BOX 30 x 30 x 2
C2	BOX 20 x 20 x 1.5	C8	BOX 32 x 32 x 2.5
C3	BOX 22 x 22 x 1.5	C9	BOX 34 x 34 x 2.5
C4	BOX 24 x 24 x 1.5	C10	BOX 36 x 36 x 3
C5	BOX 26 x 26 x 2	C11	BOX 38 x 38 x 3
C6	BOX 28 x 28 x 2		

۳- تعیین نیروهای زلزله

فرضیات در نظر گرفته شده برای محاسبه نیروهای جانبی زلزله به شرح زیر می باشد:

۱- زمین محل احداث سازه ها از نوع II می باشد .

۲- سازه ها در منطقه ای با خطر نسبی متوسط واقع شده اند .

۳- ضریب اهمیت سازه های مساوی یک می باشد . ($I = 1$)

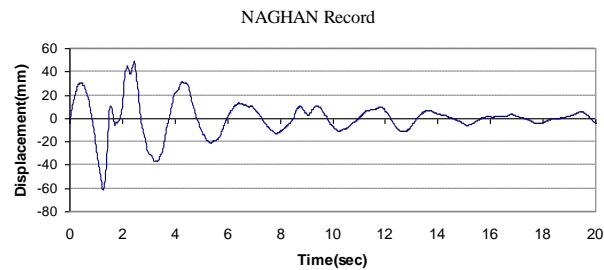
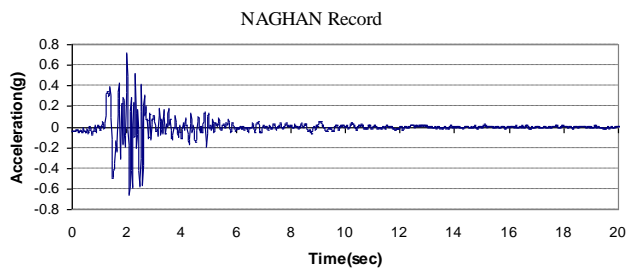
۴- با توجه به آیین نامه ، ضریب رفتار ساختمان ها با سیستم قاب خمشی معمولی، مساوی ۵ در نظر گرفته شده است . وزن کل ساختمان شامل تمام بار مرده به علاوه ۲۰ درصد از بار زنده می باشد. [۳]

۴- معرفی شتابنگاشت های انتخاب شده در این تحقیق

در این پژوهش از هفت زلزله به منظور بار گذاری دینامیکی سازه ها استفاده شده است [۲] که مشخصات این زمین لرزه ها در جدول ۳ ارائه شده است . نمودار شتابنگاشت زلزله ناقان به عنوان نمونه در شکل ۲ نشان داده شده است.

جدول ۳: مشخصات زمین لرزه های مورد استفاده در این تحقیق

ردیف	نام زلزله	شتاب بیشینه (g)	مدت زمان تکان قوی (sec)
۱	منجیل	۰/۵	۵۳/۵۲
۲	طبس	۰/۹۳	۲۵
۳	السترو	۰/۳۲	۱۲/۱۰
۴	ناقان	۰/۷۲	۲۰/۹۸
۵	بم	۰/۶۳	۲۰
۶	کوجیما	۰/۸۲	۱۰
۷	لوما پریتا	۰/۱۷۸	۶۰



شکل ۲: شتابنگاشت زلزله ناقان

۵- تخمین حداکثر زاویه دررفت سراسری با استفاده از معرفی ضریب C_1

با توجه به اهمیت تغییر مکان بام سازه از قبیل تعیین فاصله لازم سازه برای جلوگیری از ضربه زدن دو ساختمان مجاور به همدیگر [6] (pounding)، تعیین ماکزیمم تغییر مکانهای نسبی غیر الاستیک طبقات و تعیین جزئیات مناسب برای اعضای غیر سازه ای، تخمین تغییر مکان

بام سازه ضروری به نظر می‌رسد، لذا در این تحقیق ضریب C_1 برای اصلاح زاویه دریافت سراسری غیر خطی سازه حاصل از آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم و نزدیکتر کردن آن به میانگین ماکزیمم زاویه دریافت سراسری سازه حاصل از تحلیل تاریخچه زمانی تحت شتابنگاشت‌های مختلف معرفی شده است. [۲]

مراحل تعیین C_1 به اینصورت می‌باشد که ابتدا ماکزیمم تغییر مکان بام سازه، حاصل از هر شتابنگاشت را بدست آمده سپس میانگین آنها تعیین شده همچنین زاویه دریافت سراسری سازه محاسبه شده (تغییر مکان بام سازه تقسیم بر ارتفاع سازه) و این روند برای همه مدلها صورت گرفته و از طرف دیگر نیز زاویه دریافت سراسری سازه بر اساس آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم بدست آمده که در نهایت نسبت میانگین ماکزیمم زاویه دریافت سراسری سازه حاصل از تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی تحت شتابنگاشت‌های مختلف به زاویه دریافت سراسری غیر خطی سازه، حاصل از آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم $(\frac{\delta_{R.in}}{\delta_{R.2800}})$ برای مدل‌های مختلف بدست آمده و با برازش منحنیها و انجام سعی و خطا ضریب C_1 مطابق روابط ۱ و ۲ معرفی شده است.

$$C_1 = T^{0.1} \quad \text{برای } T < 1 \quad (1)$$

$$C_1 = \frac{1.2 - 0.2T}{T^{0.35}} \quad \text{برای } T > 1 \quad (2)$$

در روابط ۱ و ۲، دوره تناوب اصلی سازه می‌باشد.

مراحل گام به گام تعیین نسبت $(\frac{\delta_{R.in}}{\delta_{R.2800}})$ برای معرفی ضریب C_1 به شرح زیر می‌باشد. پارامترهای بکار رفته در نسبت $(\frac{\delta_{R.in}}{\delta_{R.2800}})$ عبارتست از:

$\delta_{R.in}$: میانگین ماکزیمم زاویه دریافت سراسری غیر خطی سازه، حاصل از تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی تحت شتابنگاشت‌های مختلف.

$\delta_{R.2800}$: ماکزیمم زاویه دریافت سراسری غیر خطی سازه، حاصل از آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم

مراحل گام به گام تعیین $\delta_{R.in}$:

۱- انتخاب سازه

۲- انتخاب شتابنگاشت

- ۳- تحلیل دینامیکی غیر خطی تاریخچه زمانی تحت شتابنگاشت انتخاب شده
- ۴- تعیین تغییر مکان بام سازه حاصل از تحلیل تاریخچه زمانی
- ۵- تعیین حداکثر زاویه دریفت سراسری
- ۶- تکرار مراحل ۲ تا ۵ برای شتابنگاشتهای مختلف
- ۷- تعیین میانگین ماکزیمم زاویه دریفت سراسری سازه تحت شتابنگاشتهای مختلف ($\delta_{R.in}$)

مراحل گام به گام تعیین $\delta_{R.2800}$:

- ۱- انتخاب سازه
- ۲- تحلیل خطی سازه بر اساس استاندارد ویرایش سوم
- ۳- تعیین تغییر مکان بام سازه بر اساس استاندارد ویرایش سوم
- ۴- تعیین زاویه دریفت سراسری خطی سازه بر اساس استاندارد ویرایش سوم
- ۵- تعیین زاویه دریفت سراسری غیر خطی سازه بر اساس استاندارد ویرایش سوم ($\delta_{R.2800}$)

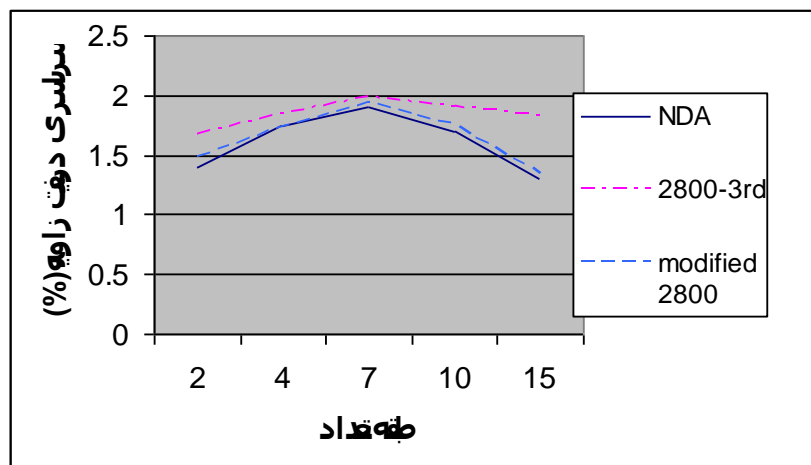
پس از انجام مراحل ذکر شده برای تعیین نسبت $(\frac{\delta_{R.in}}{\delta_{R.2800}})$ در نهایت ضریب پیشنهادی C_1 بدست آمده و این ضریب در دریفت سراسری غیر خطی سازه، حاصل از آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم اثر داده شده که نتایج آن در جدول ۴ و شکل ۳ قابل مشاهده می باشد.

علایم موجود در شکل ۳ عبارتند از:

NDA : میانگین ماکزیمم دریفت سراسری حاصل از تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی قابها تحت شتابنگاشتهای مختلف
Modified 2800: اصلاح نتایج حاصل از استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش سوم با استفاده از ضریب C_1
2800-3rd: تخمین حداکثر زاویه دریفت سراسری سازه بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش سوم

جدول ۴: اصلاح حداکثر زاویه دریفت سراسری سازه حاصل از آئین نامه ۲۸۰۰ و ویرایش سوم توسط ضریب پیشنهادی C_1

تعداد طبقه	اصلاح شده ۲۸۰۰ و ویرایش سوم		دینامیکی تاریخچه زمانی
	۲۸۰۰	ویرایش سوم	
۲	۱/۶۶	۱/۴۸	۱/۴
۴	۱/۸۴	۱/۷۳	۱/۷۵
۷	۱/۹۸	۱/۹۴	۱/۹
۱۰	۱/۹۱	۱/۷۳۹	۱/۷
۱۵	۱/۸۲	۱/۳۳	۱/۳



شکل ۳: اصلاح حداکثر زاویه دریفت سراسری سازه با استفاده از ضریب پیشنهادی C_1

۶- نتیجه گیری

ویرایش سوم آیین نامه ۲۸۰۰، تقریباً در تمامی قابهای مورد مطالعه در این تحقیق، حداکثر زاویه دررفت سراسری را دست بالا تخمین میزند و دقت این تخمینها با دور شدن از پرپود یک ثانیه کاهش می یابد به طوری که در پرپود یک ثانیه تخمین تغییر مکان توسط آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم تقریباً برابر جواب دقیق است و در سازه ۱۵ طبقه تخمین حداکثر زاویه دررفت سراسری حاصل از ویرایش سوم نزدیک به ۱/۲۵ برابر نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی میباشد.

مراجع

- [۱] آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش سوم.
- [۲] گرامی محسن، جعفری روح اله "بررسی حداکثر تغییر مکان غیر خطی قابهای خمشی فولادی در زلزله" پایان نامه کارشناسی ارشد ۱۳۸۷
- [۳] نگرشی فلسفی به ضوابط محاسباتی ساختمانها در برابر زلزله. علی اصغر طاهری بهبهانی.
- [۴] کاربرد تحلیل بلر افزون در برآورد لرزه ای ساختمانهای فولادی. دکتر فرهاد دانشجو، مجید قوامی، ۱۳۸۰.
- [۵] نوشین جهانی، "تاثیر ضریب رفتار سیستم های سازه ای مختلف و تاثیر آن بر تغییر مکان غیر خطی در برابر نیروی زلزله"، پایان نامه کارشناسی ارشد ۱۳۷۹.

[6].FEMA350.Recommended seismic design criteria for new steel moment-frame buildings. Washington, DC: Federal Emergency Management Agency, July 2000.