

ارائه الگوی بار جانبی برای طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی منظم

محمدشعیبی

دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه تهران

عبدالله حسینی

استادیار دانشکده فنی دانشگاه تهران

hosseiniabdy@ut.ac.ir

چکیده:

هدف از این تحقیق، توسعه الگوی جانبی بهبود یافته برای طراحی سازه قاب‌های خمشی می باشد. این الگوی بارها براساس رفتار غیرالاستیک بوده و مؤلفه اصلی روش طراحی لرزه‌ای پیشنهادی برای محدود کردن خسارت در سیستم و توزیع یکنواخت آن در ارتفاع می باشد. انتظار می رود با استفاده از این الگوی بارها، توزیع یکنواختی از ضرایب شکل پذیری در کلیه طبقات حاصل شود به طوری که این توزیع در مقایسه با توزیع های به دست آمده از الگوهای بار جانبی و طراحی های آئین نامه ای، بسیار یکنواخت تر باشد.

واژه‌های کلیدی: الگوی بار، طراحی لرزه‌ای، قاب خمشی.

مقدمه

در آئین‌نامه‌های مرسوم فعلی، برای ساختمان‌های منظم، طراحی سیستم لرزه بر جانبی می‌تواند براساس روش نیروی جانبی معادل (ELF) انجام شود (UBC, IBC 2006, NEHRP 2003, 1997). مؤلفه اصلی این روش (ELF)، استفاده از الگوهای بار جانبی برای تعیین مقاومت‌ها و تا حدودی خصوصیات سختی سازه می‌باشد. چنین الگوهای بار جانبی، براساس رفتار دینامیکی سازه الاستیک یعنی توزیع تقاضای برشی طبقه، تثبیت شده‌اند. بنابراین، الگوی بار جانبی روش نیروی جانبی معادل (ELF) نمی‌تواند به صراحت، پاسخ غیرالاستیک سازه را در خود لحاظ کند. چنانچه از سازه‌ای انتظار رود که سطوح قابل ملاحظه‌ای از رفتار غیرالاستیک را تجربه کند، توزیع بارهای آئین‌نامه‌ای نمی‌تواند شاخص دقیقی از تقاضای برشی (طبقه) تحمیل شده به سازه را فراهم نمایند. از این رو، طراح در مرحله طراحی لرزه‌ای سازه، براساس انتخاب مناسب سختی‌ها، مقاومت‌ها و تناسبات اعضا، کنترل خاص و معینی بر مقدار خسارت عمومی که توسط سازه تجربه خواهد شد، دارد. اما با وجود این، طراح، کنترل محدودی بر روی توزیع خسارت دارد که دلیل آن عمدتاً به خاطر باز توزیع بار است که روی پاسخ غیرالاستیک سازه اثرگذار می‌باشد.

این تحقیق در ارتباط با ارائه الگوی باری برای طراحی لرزه‌ای می‌باشد که به وسیله آن بتوان توسعه خسارت در سازه را به مقادیر از پیش تعیین شده محدود نموده و توزیع خسارت نیز در ارتفاع سازه به صورت یکنواختی باشد. این روش، نه تنها توزیع خسارت در ارتفاع قاب‌ها را یکنواخت می‌کند بلکه با فراهم نمودن امکان بهره‌گیری موثرتر از ظرفیت جذب انرژی بیشتر اعضای سازه‌ای، به جلوگیری از بروز پاسخ‌های دینامیکی نامطلوب از قبیل تشکیل مکانیزم طبقه و/یا افزایش دررفت طبقه به خاطر اثرات $P-\Delta$ ، نیز کمک می‌کند.

الگوی بار جانبی پیشنهادی تابعی از پیوند اصلی سازه، سطح رفتار غیرالاستیک (یا خسارت) هدف و محتوای فرکانسی زلزله‌ها می‌باشد و هدف عملکردی مورد نظر برای طراحی براساس الگوهای بار جانبی پیشنهادی، ایمنی جانبی (LS) می‌باشد.

مدل‌های ساختمانی و زمین لرزه‌ها

مدل‌های استفاده شده در این تحقیق، مجموعه‌ای از قاب‌های خمشی تک‌دهانه با تعداد طبقات ۱۸-۶ و پیوند اصلی، T_1 ، از ۰/۶ تا ۳ ثانیه می‌باشند (شکل ۱). قاب‌های خمشی استفاده شده با پیوند برابر با ۰.۱N و ۰.۲N می‌باشند که N تعداد طبقات می‌باشد. ارتفاع طبقه و طول دهانه تیر قاب‌ها به ترتیب برابر ۳/۷ و ۷/۳ متر می‌باشد [۲].

کلید قاب‌ها براساس اصل تیر ضعیف-ستون قوی طراحی شده تا پلاستیسیته شدن تنها به دو انتهای تیر و پایین ستون طبقه اول محدود شود. از مدل peak-oriented با ۳ درصد سخت‌شدگی کرنشی در رابطه ممان-دوران، برای نمایش رفتار هیستریزس در محل مفاصل پلاستیک استفاده شده است. همچنین مقاومت اعضا به نحوی تنظیم شده است تا در هنگام انجام تحلیل استاتیکی غیرخطی (پوش‌آور) با الگوی بار جانبی طراحی، تسلیم به‌طور همزمان در تمامی مفاصل پلاستیک رخ دهد. این فرض امکان محاسبه دررفت تسلیم طبقه که خود برای تعیین ضریب شکل‌پذیری طبقه مورد نیاز می‌باشد را فراهم می‌نماید. توزیع سختی در ارتفاع قاب‌ها نیز طوری اختصاص یافته است که شکل مود اول قاب با تغییر شکل ساختمان‌های برشی سازگار باشد. همچنین به کلید طبقات جرم یکسانی اختصاص داده شده و در تحلیل‌ها اثر $P-\Delta$ کلی در نظر گرفته شده است که ناشی از بار ثقلی شامل بار مرده وزنده (۴۰ درصد بار مرده) می‌باشد. برای مود اول و مودهای دارای حداقل ۹۵ درصد مشارکت جرم، در تحلیل غیرخطی نیز ۵ درصد میرایی رایله فرض شده است [۲].

در این تحقیق جهت بررسی پاسخ دینامیکی غیرالاستیک قاب‌ها سه فرض نسبتاً مهم زیر در نظر گرفته شده‌اند:

(۱) تشکیل مفاصل پلاستیک تنها در دو انتهای تیرها و انتهای ستونهای طبقه اول

(۲) بروز تسلیم همزمان و دفعتی در مفاصل پلاستیک تحت الگوی بار جانبی از پیش تعیین شده

(۳) به کارگیری قاب‌های تک‌دهانه فرض شماره ۱، امکان تشکیل مکانیزم طبقه را مرتفع می‌نماید. فرض شماره ۲ نیز با ضعیف نمودن نسبی طبقات فوقانی، تسلیم زود هنگام این طبقات و برجسته شدن اثرات مودهای بالاتر را در

μ_T می‌باشد، اصلاح و تعدیل خواهد شد. بار دیگر تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی برای توزیع مقاومت برشی آپدیت شده انجام می‌گیرد و این فرایند تا زمانی که ضریب شکل‌پذیری طبقات، اختلافی کمتر از یک درصد با μ_T پیدا کنند، تکرار خواهد شد. ضرایب شکل‌پذیری هدف مورد نظر در این تحقیق، $5-1=\mu_T$ می‌باشند.

برای سازه‌های منظم، بار جانبی لرزه‌ای براساس مقاومت برشی پایه و توزیع آن در ارتفاع محاسبه می‌شود، بنابراین توزیع مقاومت برشی طبقه به‌دست آمده در روش تکراری فوق، به‌وسیله دو مؤلفه توصیف می‌شود: شدت نسبی و توزیع نسبی مقاومت برشی طبقه در ارتفاع. شدت نسبی به‌صورت، $S_a(T_i/g)$ ، $RI=$ ، تعریف می‌شود که $S_a(T_i/g)$ ، شتاب شبه‌طیفی با میرایی ۵ درصد در پرورد اصلی و γ ضریب برش پایه می‌باشند. بنابراین می‌توان براساس یک سطح خطر لرزه‌ای معین، $S_a(T_i/g)$ ، و نیز وزن لرزه‌ای مشخص (W)، مقاومت برش پایه را برای دستیابی به شکل‌پذیری طبقه هدف محاسبه نمود. از طرفی توزیع نسبی مقاومت برشی طبقه در طول ارتفاع نیز با نرمالیزه کردن مقاومت برشی هر طبقه، V_i ، نسبت به مقاومت برش پایه به‌دست می‌آید.

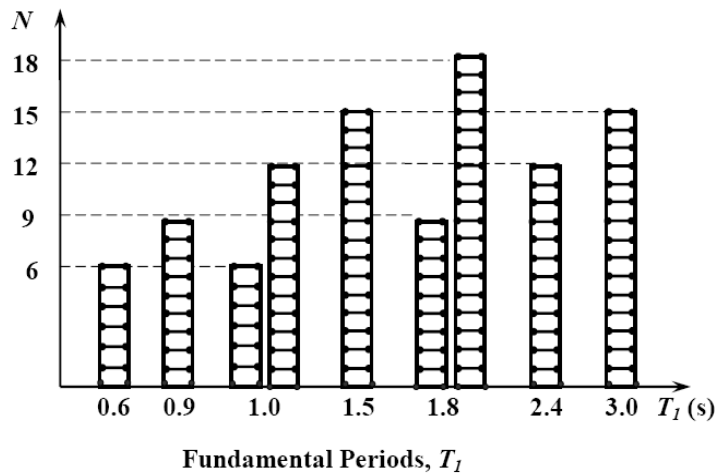
در شکل ۲-الف) نتایج به‌دست آمده از این روش تکراری برای یک قاب ۱۵ طبقه، تحت اثر زمین لرزه‌های مورد نظر نشان داده شده است.

هر نقطه در این شکل متناظر با RI لازم برای دستیابی به شکل‌پذیری هدف $\mu_T=4$ و تحت یک زمین‌لرزه مشخص می‌باشد که به‌صورت RI_p نمایش داده شده است. الگوی مقاومت برشی طبقه نیز در شکل ۲-ب) نشان داده شده است که هر خط متناظر توزیع نسبی لازم برای دستیابی به شکل‌پذیری هدف $\mu_T=4$ و برای یک زمین‌لرزه مشخص می‌باشد. همانطور که در این شکل مشخص است، الگوی مقاومت برشی طبقات برای یک سطح عملکردی غیرالاستیک مشخص ($\mu_T=4$) به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای نسبت به الگوی مقاومت برشی طبقه به‌دست آمده از روش نیروی جانبی معادل IBC 2006 متفاوت می‌باشد. این فرایند برای تمامی قاب‌ها و تمامی نسبت‌های شکل‌پذیری هدف مورد نظر انجام خواهد شد.

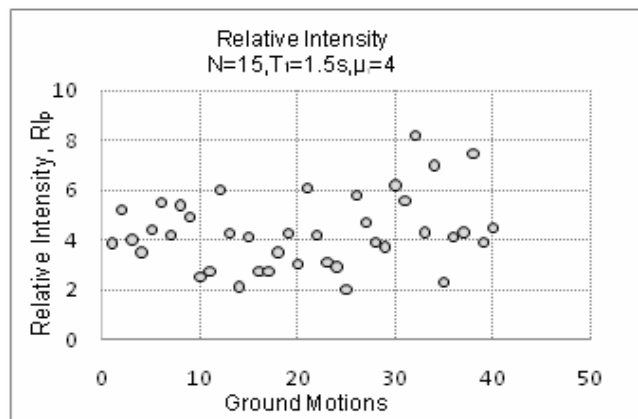
پی خواهد داشت. در ارتباط با فرض سوم نیز Krawinkler و Medina [۲] نشان دادند که قاب‌های تک‌دهانه از نوع قاب‌های به‌کارگرفته شده در این تحقیق، در مقایسه با قاب‌های چنددهانه پیچیده‌تر، به‌طور مناسب قادر به نمایش پاسخ کلی (یعنی تقاضای دررفت طبقه) قاب‌ها می‌باشند. در این تحقیق از تعدادی زمین‌لرزه معمولی متناظر با زلزله‌های کالیفرنیا [۲]، دارای بزرگی بین ۶/۵ تا ۶/۹ و ثبت شده بر روی خاک‌های متناظر با نوع D [۳] به‌همراه برخی از زمین‌لرزه‌های مهم رخ داده در ایران استفاده شده است. لازم به‌ذکر است که اثرات خاک نرم و نیز نزدیکی به گسل در نظر گرفته نشده‌اند و در تمرکز کار روی قاب‌های خمشی پیرامونی می‌باشد چراکه در آنها اثر بارهای ناشی از زلزله، تعیین اندازه اعضاء را کنترل می‌نماید. بنابراین برای سادگی، طراحی اعضاء تنها براساس بارهای جانبی بوده و از اثر بارهای ثقلی در فرایند طراحی صرف نظر شده است.

برآورد توزیع مقاومت برشی طبقه برای خسارت یکنواخت

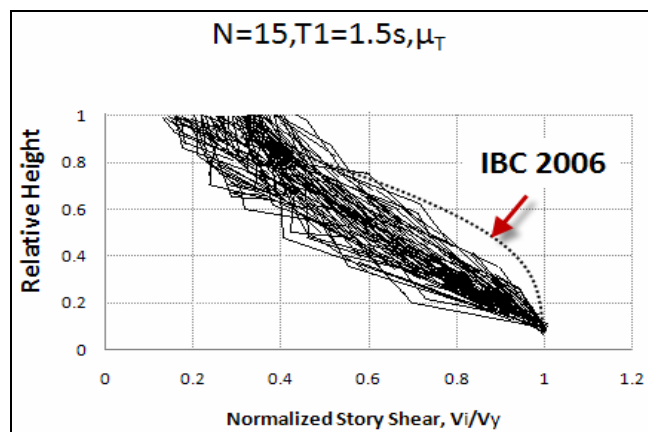
پارامتر تقاضای لرزه‌ای استفاده شده در این تحقیق جهت کمی کردن خسارت سازه‌ای، ضریب شکل‌پذیری طبقه (μ) می‌باشد. برای یک سازه مشخص (با توزیع جرم و سختی مشخص) و یک زمین‌لرزه معین، روشی تکراری برای برآورد توزیع مقاومت برشی طبقه مورد نیاز، جهت دستیابی به شکل‌پذیری طبقه هدف، μ_T ، در تمامی طبقات، بسط داده می‌شود. این روش (فرایند) با اختصاص مقاومت اعضاء براساس یک توزیع بار جانبی فرضی آغاز می‌شود. در ادامه یک تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی انجام گرفته و نسبت شکل‌پذیری طبقات (μ_i) محاسبه می‌گردند. لازم به‌ذکر است که مقاومت اعضاء به نحوی تنظیم می‌شوند که تسلیم در سازه طراحی شده براساس توزیع بار جانبی، به‌طور همزمان رخ دهد. بنابراین با این کار دررفت تسلیم طبقات که جهت محاسبه μ_i ضروری می‌باشد، به‌راحتی محاسبه خواهند شد. سپس مقادیر μ_i ، با مقدار شکل‌پذیری هدف مقایسه می‌شوند تا مشخص شود که آیا مقادیر μ_i به‌دست آمده در کل طبقات نسبت به μ_T اختلافی کمتر از یک درصد دارند یا نه. چنانچه این اختلاف بیش از یک درصد باشد، مقاومت برشی در هر طبقه با استفاده از یک ضریب تصحیح که تابعی از نسبت



شکل ۱. قاب‌های خمشی تک‌دهانه با تعداد طبقات برابر N ، از ۶ تا ۱۸ طبقه و پریود اصلی ۰٫۶ تا ۳ ثانیه [۲]



(الف)



(ب)

شکل ۲. (الف) شدت نسبی (ب) مقاومت برشی طبقه مورد نیاز برای دستیابی به شکل‌پذیری طبقه ۴، قاب ۱۵ طبقه

با محتوای فرکانسی مختلف قرار دارد، بسیار پیچیده خواهد بود. نتایج این تحقیق نشان داد که شکل توزیع مقاومت برشی طبقه در طول ارتفاع به شدت به سطح رفتار غیرالاستیک هدف وابسته می‌باشد. بنابراین در این تحقیق، یک الگوی بار جانبی پیشنهادی برای توصیف توزیع بار جانبی در طول ارتفاع، توسعه داده

توصیف توزیع مقاومت برشی طبقه برای دستیابی به خسارت یکنواخت

به‌خاطر تغییرات رکورد به رکورد اطلاعات یک زمین‌لرزه، تعیین توزیع مقاومت برشی طبقه برای فراهم نمودن توزیع یکنواخت شکل‌پذیری طبقه در ارتفاع سازه‌ای که، در معرض زمین‌لرزه‌های

RIp، به عنوان تابعی از نسبت شکل پذیری طبقه هدف توسعه داده می شود. لازم به ذکر است که این مدل امکان برآورد مقاومت برش پایه مورد نیاز برای یک سطح خطر لرزه ای معین را فراهم می سازد.

بر اساس اطلاعات به دست آمده رابطه ای بین RIp- μ_T با عنوان «ضریب کاهش مقاومت - شکل پذیری» پیشنهاد می شود که به صورت زیر می باشد [5]:

$$RI_p = 1.13 \mu_T^{0.993} T_1^{-0.160}, 0.6 \leq T_1 \leq 3 \text{ sec}, 1 \leq \mu_T \leq 5 \quad (3)$$

این رابطه با انجام تحلیل های رگرسیونی حداقل مربعات وزنی (WLS) با لگاریتم طبیعی RIp و μ_T به دست آمده است. نیاز به استفاده از روش حداقل مربعات وزنی از آنجا ناشی می شود که متغیر RIp خود نیز به μ_T وابسته می باشد. برای محدوده پریود در نظر گرفته شده، نتایج به دست آمده به صورت بسیار خفیفی به پریود اصلی ارتعاشی وابسته بوده که این با نتایج و مطالعات قبلی در مورد سازه های SDOF سازگاری دارد [6].

توزیع نسبی مقاومت برشی طبقات

برای سیستم های سازه ای معین و نیز زمین لرزه های مشخص، از رابطه (۲) برای تطبیق با الگوهای مقاومت برشی طبقات (از نوع الگوهای شکل ۲-ب)) و به طور همزمان به دست آوردن مقادیر مورد نیاز k و F_{top}/V_y جهت دستیابی به شکل پذیری طبقه هدف، استفاده می شود. برای هر سازه و ضریب شکل پذیری هدف، پارامترهای k و F_{top}/V_y با تطبیق دادن توزیع مقاومت برشی نرمالیزه شده بر اساس رابطه (۲) نسبت به میانگین توزیع مقاومت برشی طبقه تعیین خواهند شد. از نظر مفهومی این پارامترها، الگوی مقاومت برشی طبقه ای را که به طور متوسط، تولید کننده ضریب شکل پذیری ثابت در طول ارتفاع قاب می شود، فراهم خواهد نمود.

به طور دقیق تر، الگوهای بار طراحی شامل پارامترهای بالا، تنها برای این مدل از قاب های طراحی شده قابل کاربرد می باشند و بنابراین نمی توان به راحتی از این مقادیر برای طراحی قاب های داری پریود ارتعاشی (یا تعداد طبقات) مابین مقادیر موجود فرض شده استفاده نمود. برای تعمیم استفاده از پارامترهای k و F_{top}/V_y برای طراحی قاب های خمشی دارای پریود بین ۰/۶ تا

می شود. این الگوی بار پیشنهادی در شکل ۳ نشان داده شده و به صورت زیر بیان می شود:

$$F_x = \frac{(V_y - F_{top}) w_x h_x^k}{\sum w_x h_x^k}; x = 1, 2, 3, \dots, N \quad (1)$$

که در آن F_x نیروی جانبی در تراز x ، F_{top} بخشی از نیروی برش پایه که به صورت متمرکز بر بالای سازه اعمال می شود. k پارامتری که توزیع نسبی بارهای جانبی را تعریف می کند. w_i, h_x و w_x, h_x به ترتیب بخشی از بار موثر لرزه ای کل که به ترتیب در تراز x و i و ارتفاع از پایه تا تراز x و i می باشند.

رابطه (۱) با $F_{top}=0$ ، همان الگوی بار جانبی روش نیروی معادل استاتیکی IBC 2006 می باشد. همچنین اگر در این رابطه $k=1$ باشد، این رابطه با الگوی بار جانبی روش نیروی استاتیکی UBC1997 یکسان خواهد بود [4].

برای مدل های سازه ای به کار رفته در این تحقیق که دارای توزیع منظم جرم در ارتفاع خود می باشند (جرم یکسان در تمام طبقات)، شکل توزیع بار جانبی طراحی به وسیله دو پارامتر F_{top}/V_y و k کنترل خواهد شد. پارامتر F_{top}/V_y نشانگر کسری از برش پایه طراحی، V_y می باشد که به صورت یک بار اضافی در تراز بام به کار می رود (شکل ۳). علاوه بر این، با توجه به رابطه (۱)، مقاومت برش طبقات را می توان به شکل زیر نیز بیان نمود:

$$V_x = V_y \left[\left(1 - \frac{F_{top}}{V_y} \right) \sum_{i=x}^N \left(\frac{w_i h_i^k}{\sum_{z=1}^N w_z h_z^k} \right) + \frac{F_{top}}{V_y} \right]; x = 1, 2, 3, \dots, N \quad (2)$$

که V_x برش طبقه در تراز x ، V_z بخشی از وزن لرزه ای مؤثر در تراز Z و h_z ارتفاع از پایه تا تراز Z می باشد.

مقاومت برش پایه

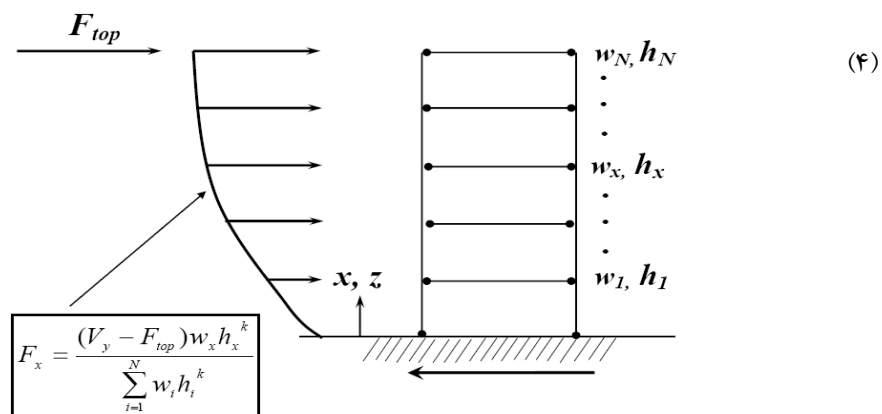
به منظور برآورد مقاومت برش پایه، ارزیابی آماری مقدار RIp که برای دستیابی به نسبت شکل پذیری طبقه هدف، مورد نیاز می باشد انجام می شود. برای هر قاب، زمین لرزه و شکل پذیری طبقه هدف، یک مقدار منحصر به فرد برای RIp، موجود می باشد که می تواند مقادیر مطلق مقاومت های برشی طبقات، V_y را فراهم کند (همانطور که در شکل ۲-الف) نشان داده شده است). به منظور تعمیم دادن این مقادیر، یک مدل آماری برای برآورد

$$k = 0.53 - 0.17 \mu_T, 1 \leq \mu_T \leq 5$$

از نقطه نظر فیزیکی، به کارگیری رابطه (۴)، نشان دهنده این مطلب می‌باشد که، توزیع نسبی بارهای لرزه‌ای در طول ارتفاع قاب، به طور صریحی به سطح هدف رفتار غیرالاستیک مورد نظر طراحی بستگی دارد که از این لحاظ آیین‌نامه‌های موجود دارای نقض می‌باشند.

ار آنجا که تحلیل‌های آماری نشان دادند، F_{top}/V_y هم به H و هم به k وابسته می‌باشد، بنابراین مدلی که بتواند مقدار F_{top}/V_y را فراهم کند به صورت زیر ارائه می‌شود [۶]:

$$\frac{F_{top}}{V_y} = 0.34 - 0.002 H - 0.11 k, 22 \leq H \leq 66 \quad (5)$$



شکل ۳. الگوی بار جانبی پیشنهادی [۵]

متوسط، طراحی‌های صورت گرفته براساس روش پیشنهادی، توزیع یکنواخت‌تری از خسارت را نشان می‌دهند. پارامتر خسارت عمومی با میانگین‌گیری ضرایب شکل‌پذیری در طول ارتفاع سازه، به صورت کمی بیان می‌شود (μ_{avg}). این مسأله بیانگر آن است که بارهای جانبی پیشنهادی را می‌توان برای طراحی سیستم‌هایی که تقاضای μ_{avg} را تجربه می‌کنند، مطابق با آنچه که توسط سیستم‌های طراحی شده براساس روش‌های موجود تجربه شده است، به کار برد.

۱/۸ ثانیه و نیز سطوح شکل‌پذیری هدف، تحلیل‌های رگرسیونی آماری انجام می‌شود. این مدل‌های آماری برای برآورد الگوی بار جانبی طراحی (k و F_{top}/V_y) به عنوان تابعی از مشخصات سازه‌ای و نسبت شکل‌پذیری هدف، توسعه پیدا می‌کنند. تحلیل‌های آماری برای ارزیابی رابطه بین پارامترهای k و F_{top}/V_y ، H و μ_T ، انجام می‌گیرد. در گام اول نیز برای کمی کردن این روابط، وابستگی موجود بین هر جفت از این متغیرهای نامبرده، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. تحلیل‌ها نشان داده‌اند که بین پارامترهای k و μ_T یک وابستگی مثبت وجود دارد. بنابراین مدل خطی زیر برای برآورد مقادیر پارامتر k در روابط (۱) و (۲)، به عنوان تابعی از سطح مورد نظر رفتار غیرالاستیک، μ_T ، پیشنهاد شده است [۶].

روش طراحی لرزه‌ای براساس خسارت یکنواخت

در این قسمت با استفاده از توزیع بارهای ارائه شده در روابط (۱) و (۲)، روش جدیدی برای طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی منظم پیشنهاد می‌گردد. روش جدید طراحی لرزه‌ای بر این نکته استوار است که کل خسارت ناشی از زلزله اجزای سازه‌ای، معادل خسارت تجربه شده توسط سیستم‌های طراحی شده براساس روش‌های طراحی مرسوم در یک سطح خطر مشخص (عمدتاً ۱۰/۵۰) می‌باشد. مزیت این روش این است که به طور

در کدهای لرزه‌ای مرسوم، ضرایب اصلاح رفتار براساس نوع سیستم‌های لرزه بر جانی می‌باشند. ضریب رفتار پیشنهاد شده برای قاب‌های ویژه فولادی و بتنی برابر ۸ می‌باشد (IBC 2006). براساس داده‌های محدود و اطلاعات ارائه شده در چند تحقیق گذشته [۷، ۱۰، ۱۱، ۹، ۸، ۱۲]، در این تحقیق برای قاب‌های خمشی با پیوند اصلی بین ۰/۶ تا ۱/۸ ثانیه، ضرایب اضافه مقاومت بین ۱،۴۵ و ۴ پذیرفته شده است.

متوسط شکل پذیری طبقات (μ_{avg})

مقدار متوسط شکل پذیری طبقه، μ_{avg} ، شاخصی برای خسارت عمومی سازه‌های قابی بدون افت مقاومت می‌باشد. در روش پیشنهادی، مقادیر μ_{avg} براساس RI_c برآورد می‌شوند. رابطه بین $\mu_{avg}-RI_c$ به گوناگونی عوامل و فاکتورهایی از قبیل محتوای فرکانسی زمین لرزه و پیوند اصلی بستگی دارد. بنابراین، کمی کردن آماری رابطه بین $\mu_{avg}-RI_c$ برای توسعه مدلی که بتواند مقادیر مرکزی μ_{avg} را (برای یک RI_c معین) پیش‌بینی کند، ضروری می‌باشد.

رابطه بین $\mu_{avg}-RI_c$ در ابتدا توسط Park و Medina [۶] برای قاب‌های خمشی با پیوند بین ۰/۶ تا ۱/۸ ثانیه به صورت زیر پیشنهاد شد:

$$\mu_{avg} = 0.908 RI_c \quad (6)$$

که برای پیوندهای محدوده ۰/۶ تا ۱/۸ ثانیه، رابطه فوق به پیوند حساس نمی‌باشد.

توزیع مقاومت برشی طبقه مورد نیاز

این تحقیق عمدتاً بر روی توزیع خسارت عمومی مورد انتظار سیستم‌های طراحی شده براساس کدهای لرزه‌ای مرسوم متمرکز می‌شود به طوری که در طول ارتفاع، توزیع یکنواخت خسارت حاصل گردد و بدین وسیله از تمرکز خسارت در تعداد کمی از طبقات اجتناب می‌شود. بر این اساس لازم است که خسارت عمومی سازه‌های طراحی شده براساس توزیع بار جانی پیشنهادی، با خسارت قاب‌های طراحی شده براساس کدهای موجود، یکسان باشد. از آنجا که نسبت شکل پذیری متوسط به عنوان

به عنوان بخشی از روش پیشنهادی، مقاومت طبقات به نحوی اختصاص داده می‌شوند که نسبت‌های شکل پذیری در طول ارتفاع تقریباً برابر μ_{avg} باشند که این یعنی توزیع خسارت در ارتفاع. شکل ۴- (الف) نمونه‌ای از متوسط شکل پذیری برای یک قاب ۱۵ طبقه در معرض زمین لرزه‌های مورد نظر، را نشان می‌دهد.

مقاومت برشی طبقات، براساس روش نیروی جانبی معادل IBC 2006 و روش پیشنهادی بیان شده توسط روابط (۱) و (۲)، تنظیم می‌شوند. خسارت عمومی براساس شکل پذیری متوسط، تقریباً برای هر دو قاب برابر ۴ می‌باشد اما با وجود این، سازه طراحی شده براساس روش پیشنهادی توزیع یکنواخت‌تری از ضرایب شکل پذیری را در ارتفاع نمایش می‌دهد. نکته قابل توجه این است که محدود کردن شکل پذیری طبقه به شکل پذیری طبقه هدف در طول ارتفاع، اغلب منجر به توزیع ملایم‌تر نسبت‌های دررفت ماکزیمم طبقات نیز می‌شود (شکل ۴- (ب)).

روش پیشنهادی برای دستیابی به توزیع یکنواخت خسارت سازه‌ای در طول ارتفاع شامل مراحل زیر می‌باشد:

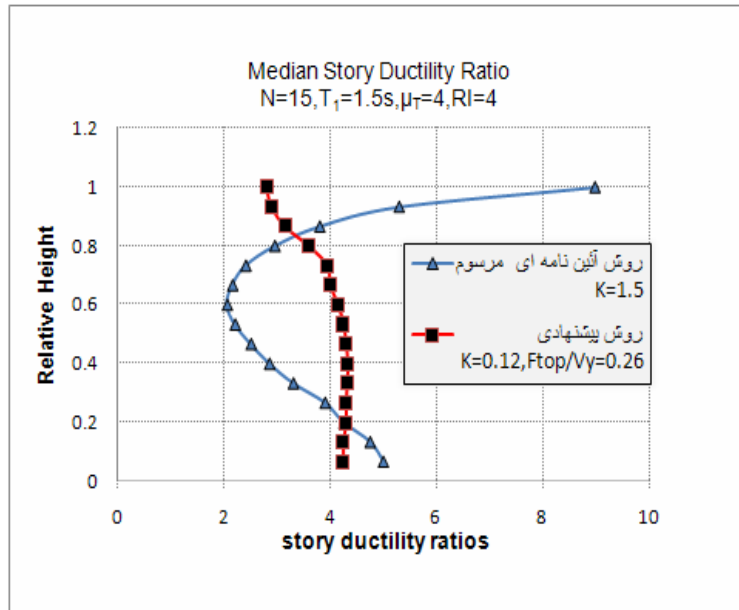
(۱) برای ارتفاع و سیستم باربر جانی معین (قاب خمشی)، انتخاب ضریب اصلاح رفتار (R)، برآورد اضافه مقاومت عمومی سیستم (Ω)، و تعیین RI_c قاب‌های طراحی شده براساس کدهای لرزه‌ای مرسوم (IBC 2006)، $RI_c = R/\Omega$ (همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده شده است).

(۲) برآورد میانگین مورد انتظار شکل پذیری در طول ارتفاع قاب‌های طراحی شده براساس روش‌های طراحی موجود یعنی μ_{avg} برای یک RI_c معین.

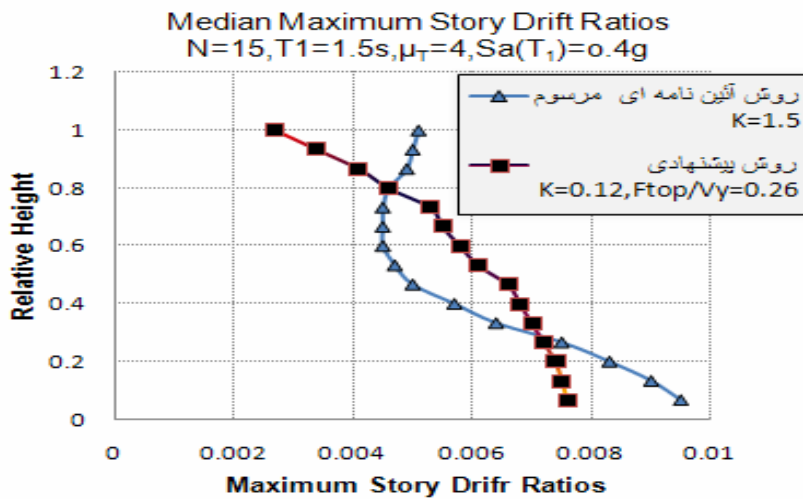
(۳) برابر قرار دادن μ_{avg} با نسبت شکل پذیری هدف، μ_T ، و برآورد مقاومت برش طبقه مورد نیاز برای دستیابی به شکل پذیری هدف.

(۴) استفاده از توزیع مقاومت برشی طبقات به دست آمده از گام ۳ برای طراحی قاب‌های خمشی براساس عملکرد لرزه‌ای.

ضریب اصلاح رفتار (R) و ضرایب اضافه مقاومت (Ω) و RI_c

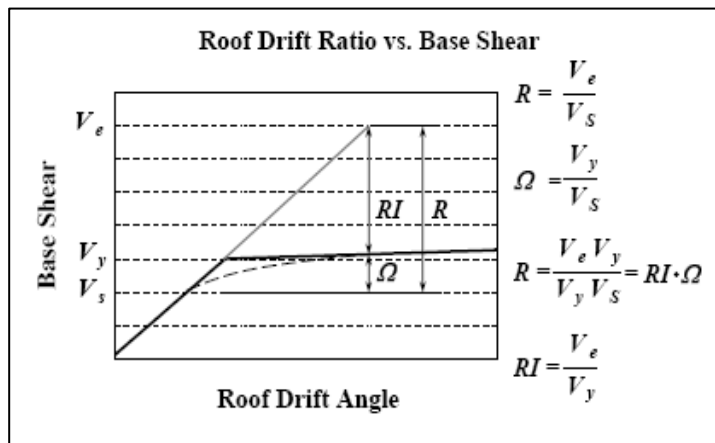


(الف)



(ب)

شکل ۴. قاب ۱۵ طبقه (الف) متوسط شکل پذیری طبقه (ب) درینت ماکزیمم طبقه



شکل ۵. رابطه بین R, Ω و RI_c [۶]

- Regular Frames." ISET J. Earthquake Technol., 41-1, 101-125, 2004.
- [2]. Medina, R. A., and Krawinkler, H. "Strength Demand Issues Relevant For The Seismic Design of Moment-Resisting Frames." Earthquake Spectra, 21-2, 415-439, 2005.
- [3]. International Code Council, ICC., International Building Code, Falls Church, 2006.
- [4]. International Conference of Building Officials, ICBO., Uniform Building Code, Whittier, Calif., 1997.
- [5]. Park, K., and Medina, R. A. "Lateral Load Patterns For The Conceptual Seismic Design of Frames Exposed To Near-Fault Ground Motions." Proc., 8th National Conf. of Earthquake Engineering, San Francisco., 2006.
- [6]. Takada, T., Hwuang, H. H. M., and Shinozuka, M. "Response Modification Factor For Multiple-Degree-of-Freedom Systems." Proc., 9th World Conf. on Earthquake Engineering, Tokyo., 1988.
- [7]. Masumi, A., Tasnimi, A. A., and Saatchoglu, M. "Prediction of Seismic Overstrength in Concrete Moment Resisting Frames Using Incremental Static and Dynamic Analysis." Proc., 13th World Conf. on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada, 2004.
- [8]. Osteraas, J. D., and Krawinkler, H. "Strength and Ductility Considerations in Seismic Design." Rep. No. 90, Stanford Univ., Stanford, Calif, 1990.
- [9]. Teran-Gilmore, A. "On The Use of Spectra To Establish Damage Control in Regular Frames During Global Predesign." Earthquake Spectra, 20_3, 995-1020, 2004.
- [10]. Uang, C. M. "Establishing R or R_w and C_d Factors for Building Seismic Provisions." J. Struct. Eng., 117-1, 19-28, 1991.
- [11]. Gupta, A., and Krawinkler, H. "Seismic Demands for Performance Evaluation of Steel Moment Resisting Frame Structures." JABEE Rep. No. 132, Stanford Univ., Stanford, Calif, 1999.
- [12]. Jain, S. K., and Navin, R. "Seismic Overstrength in Reinforced Concrete Frames." J. Struct. Eng., 121-3, 580-585, 1995.

معیار خسارت عمومی معرفی شده است، مقدار μ_{avg} برآورد شده از سازه‌های طراحی شده طبق کدهای موجود برابر با نسبت شکل‌پذیری هدف ($\mu_T = \mu_{avg}$) قرار داده می‌شود. حال از این پس این مقدار به عنوان متوسط خسارت مورد انتظار سازه‌های طراحی شده براساس روش پیشنهادی مدنظر قرار خواهد گرفت. به محض آن که شکل‌پذیری هدف تعریف گردد، می‌توان با استفاده از رابطه (۳) مقدار R_{Ip} را برآورد نمود. وقتی که مقدار R_{Ip} به دست آمد، مقاومت برش پایه مورد نیاز V_y ، را می‌توان به وسیله رابطه $\gamma_p = V_y/W$ محاسبه کرد. در نهایت با استفاده از روابط ۴ و ۵ الگوی بار پیشنهادی جهت دستیابی به خسارت یکنواخت در طول ارتفاع فراهم می‌گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد، مزیت اصلی الگوی بارهای ارائه شده این است که، برای طراحی غیرالاستیک قاب‌های خمشی (خسارت یکنواخت در ارتفاع) می‌توان اهداف عملکردی را به‌طور صریح در طراحی لرزه‌ای آن گنجانند. همچنین روش پیشنهادی در مقایسه با کدهای لرزه‌ای مرسوم (IBC 2006)، به‌طور متوسط توزیع یکنواخت‌تری از ضرایب شکل‌پذیری و دریفت طبقه را در ارتفاع سازه فراهم می‌نماید. بنابراین انتظار می‌رود که در طراحی‌های صورت گرفته براساس این روش، از تمرکز خسارت در یک یا چند طبقه اجتناب شده به‌طوری که از بروز پاسخ‌های دینامیکی نامطلوب هم جلوگیری به‌عمل آید.

۹. مراجع

- [1]. Medina, R. A. "Story Shear Strength Patterns For The Performance Based Seismic Design of