

توزیع بهینه ضریب میرایی میراگرهای ویسکوز در سازههای فولادی بر اساس شاخص عملکرد

محمد بهمنی^{ا*}، اشرف صادق مقدسی^۲، سید عبدالنبی رضوی^۱ ۱– استادیار، مهندسی عمران، واحد آبادان، دانشگاه آزاد اسلامی، آبادان ۲– دانش آموخته کارشناسی ارشد، مهندسی عمران، واحد آبادان، دانشگاه آزاد اسلامی، آبادان ^{*}آبادان، صندوق یستی ۲۳۱۷۸۳۵۳۵، bahmani@iauabadan.ac.ir

چکیدہ

میراگرهای ویسکوز یکی از سیستمهای کنترل غیر فعال است که سبب می شود تقاضای لرزهای المانهای سازهای ساختمان کاهش یابد و خرابی ساختمان به حداقل رسد. از طرفی چینش مناسب میراگرهای ویسکوز در افزایش عملکرد آن بسیار موثر است و از لحاظ اقتصادی استفاده از میراگر ویسکوز در تمامی طبقات به صرفه نمی، باشد. در این پژوهش میراگرهای ویسکوز بر اساس چهار روش توزیع شامل توزیع ضریب میرایی به صورت یکنواخت، توزیع متناسب با نیروی برشی طبقات، توزیع براساس انرژی کرنشی برشی طبقات و توزیع ضریب میرایی به صورت یکنواخت، توزیع متناسب با نیروی برشی طبقات، توزیع براساس انرژی روش توزیع بیهنه، پاسخهای لرزهای سازه شامل حداکثر نسبت دریفت، حداکثر شتاب نسبی طبقات و انرژی کرنشی، استخراج شده و نتایج حاصل از بهسازی به چهار روش ذکر شده با شاخصهای عملکرد پیشنهادی مقایسه می شود. در این تحقیق با معرفی ور شاخص عملکرد جدید که شامل وزن دهی به پارامترهای مختلف پاسخ سازه با توجه به سطوح عملکرد متفاوت می باشد ور شاخص عملکرد در این تحقیق با معرفی روش های توزیع ضریب میرایی بر شاخصهای عملکرد پیشنهادی مقایسه می شود. در این تحقیق با معرفی روشهای توزیع ضریب میرایی بر شاخصهای عملکرد پیشنهادی مقایسه می شود. در این تحقیق با معرفی روشهای توزیع ضریب میرایی بر شاخصهای عملکرد پیشنهادی مقایسه قرار می گیرد. با توجه به اثر هر یک از روشهای توزیع ضریب میرایی بر شاخصهای عملکرد پیشنهادی سازه، می توان اذعان داشت که توزیع ضریب میرایی بر اساس شاخص عملکرد سازه های متواوت توزیع ضریایی ، از عملکرد مناسب تری برخوردار است. نتایج حاصل از تحلیل مابقات موثر در مقایسه با سایر روشهای توزیع ضریب میرایی، از عملکرد مناسب تری برخوردار است. نتایج حاصل از تحلیل ماریخچه زمانی نشان داد استفاده از میراگرهای ویسکوز در ساختمان های محک به صورت میانگین باعث بهبود ۵۰ درصدی در شاخص عملکرد سازههای متواسط و بلند مرتبه و همچنین بهبود ۲۰ درصادی در شاخص نیروی سازههای متوسط و بلند مرتبه که

واژگان کلیدی

میراگرهای ویسکوز، توزیع ضریب میرایی، سازههای فولادی، شاخص عملکرد، شاخص نیرو

Optimal distribution of damping coefficient of viscous dampers in steel structures based on performance index

M. Bahmani, A. Sadegh Moghadasi, S.A. Razavi

Abstract

Viscous dampers are one of the passive control systems that reduce the seismic demand of the structural elements of a building and minimize the building damage. However, the proper arrangement of viscous dampers greatly affects their increased performance, and it is not economical to use viscous dampers in all floors. In this study, the viscous dampers are designed according to four distribution methods based on FEMA 356: uniform damping coefficient distribution, distribution proportional to shear force of floors, distribution based on shear strain energy of floors and distribution based on shear strain energy of effective floors. In order to find the optimal distribution method, the seismic responses of the structure including the maximum drift ratio, maximum relative acceleration of floors, and strain energy are extracted and the results obtained from the rehabilitation in the four methods are compared with the proposed performance indices. Considering the effect of each method of damping coefficient distribution on the structural performance indices, it can be argued that the damping coefficient distribution based on the effective floors has a more appropriate performance compared to other methods of damping coefficient distribution. The results of time history analysis show that the viscous dampers used in the benchmark buildings cause a 50% improvement in the performance index of mid- and high-rise structures and also a 40% improvement in the force index of mid- and high-rise structures and also a 40% improvement in the force index of mid- and high-rise structures and also a 40% improvement in the force index of mid- and high-rise structures and also a 40% improvement in the force index of mid- and high-rise structures and also a 40% improvement in the force index of mid- and high-rise structures and also a 40% improvement in the force index of mid- and high-rise structures and also a 40% improvement in the force index of mid- and high-rise structures and also a 40% improvement in the force index of mid- a

Keywords

Viscous dampers, Damping coefficient distribution, Steel structures, Performance index, Force index

نشریه علمی و پژوهشی سازه و فولاد /ا۶



محل قرارگیری میراگرهای ویسکوز در استهلاک انرژی ورودی زلزله به سازه و کاهش نیاز لرزهای بسیار حائز اهمیت میباشد به گونهای که در صورت قرار گرفتن میراگر ویسکوز در محل نامناسب، نمی توان کاهش تقاضای لرزمای را شاهد بود. همچنین به دلیل محدودیتهای اقتصادی، لازم است محلهای بهینه نصب میراگرهای ویسکوز بر اساس پاسخهای سازهای و غیرسازهای که بیان گر سطح عملکرد ساختمان هنگام وقوع زلزله هستند، بررسی شود تا بتوان شاهد طراحی ایمن و اقتصادی بود. لازم به ذکر است هدف از اضافه کردن سیستمهای کنترلی به ساختمانها، هدایت انرژی زلزله به عناصری است که به این منظور طراحی میشوند. بنابراین محل قرارگیری میراگرهای ویسکوز یکی از مهمترین پارامترهای مهندسی سازه میباشد که هم از لحاظ اقتصادی و هم از نظر تأثیر میراگر ویسکوز در کاهش تقاضای سازه حائز اهمیت است. از این رو هدف اصلی این تحقیق، ارائه شاخص عملکرد جدید برای ارزیابی توزیع میراگرها در ارتفاع ساختمان و دستیابی به بهترین عملکرد سازه با توجه به تعداد مشخصی میراگر ویسکوز که هم پاسخگوی محدودیتهای اقتصادی طرح باشد و هم پاسخهای لرزهای سازه شامل حداكثر نسبت دريفت طبقات، حداكثر شتاب نسبى طبقات و نیروی برش پایه سازه را کاهش دهد.

در دهه اخیر مطالعات زیادی بر روی میراگرهای ویسکوز و تأثیر مکانیابی آن بر رفتار سازههای مختلف توسط محققان انجام شدهاست [۱ و ۲]. Bahmani و Zahrai در تحقیق خود با استفاده از توزیع میرایی بر مبنای انرژی کرنشی برشی طبقات، روشی برای تعیین سطح بهینه بهسازی در سازههای فولادی ارایه دادند [۳]. آنها در پژوهشی دیگر میزان اثر بخشی افزودن میراگرهای ویسکوز به سازههای فولادی را با استفاده از منحنی های شکنندگی مورد بررسی قرار دادند [٤]. Park در تحقیق خود یک روش طراحی بهینه برای کم کردن سایز اعضای اصلی سازههای بلند ارائه داده و به محاسبه محل بهینه میراگر با استفاده از الگوریتم ژنتیک با هدف کنترل تغییر مکانهای جانبی پرداخت [٥]. Landi و همكارانش تحقيقي در جهت اثربخشي توزيع متفاوت ضريب ميرايي ميراگرهاي ويسكوز غيرخطي برای بهسازی لرزهای ساختمانهای موجود بتن مسلح انجام دادهاند [7]. Hwang و همکارانش با بررسی پارامترهایی از قبیل حداکثر نیروی میراگر در یک طبقه، مجموع کل نیروی میراگرها و کنترل دریفت طبقه، توزیع ضریب میرایی براساس طبقههای موثر را به عنوان یک گزینه مناسب برای طراحی عملی

توزيع بهينه ضريب ميرايى ميراگرماى ويسكوز در سازمهاى فولادى ...

میراگرهای ویسکوز معرفی نمودند [۷]. Whittle و همکارانش در تحقیقی تأثیر روشهای مختلف مکانیابی میراگرهای ویسکوز را در جهت بهبود طراحی لرزهای ساختمانها مورد بررسی قرار مادند [۸]. Pricopie و همکارانش تحقیقی را در زمینه بهسازی سازههای موجود با استفاده از میراگر ویسکوز انجام دادند و به بررسی محل بهینه میراگر ویسکوز با استفاده از مینیمم کردن پاسخ تغییر مکان در شرایط لرزهای رومانی پرداختند [۹]. Park پاسخ تغییر مکان در شرایط لرزهای رومانی پرداختند [۹]. Park را مورد بررسی قرار دادند [۱۰]. Aydin و همکارانش محل بهینه بعدی نامتقارن دو سازه ده طبقه و یک سازه بیست طبقه نامتقارن را مورد بررسی قرار دادند [۱۰]. Aydin و همکارانش محل بهینه میراگر را با استفاده از توابع هدف مختلف بررسی کردند وضریب میرایی میراگرهای اضافه شده را به عنوان متغیرهای طراحی در نظر گرفتند [۱۱].

علاوه بر پژوهش های اشاره شده در پاراگراف قبل در سایر تحقیقات صورت پذیرفته در زمینه توزیع بهینه ضریب میرایی در ارتفاع ساختمان [٢٢–١٢] نيز ملاحظه مىشود اكثر محققين اثر روشهای توزیع میراگر را تنها با در نظر گرفتن اثر آنها بر یکی از پارامتر های پاسخ و به طور جداگانه مورد بررسی قرار دادهاند. حال آن که می بایست در نظر داشت که هنگام وقوع زلزله خرابی ساختمان وابسته به ترکیبی از پارامترهای متفاوت میباشد، به عنوان مثال خرابیها در اجزای سازهای بیشتر تحت تاثیر تغییر مکان نسبی بین طبقات و در اجزای غیر سازهای بیشتر متأثر از شتاب میباشند. بنابراین منطقی است که توزیع میراگر ویسکوز متناسب با ترکیبی از پارامترهای پاسخ سازه و به صورت همزمان مورد بررسی قرار گیرد. به این ترتیب در این تحقیق سعی میشود با معرفی دو شاخص عملکرد جدید که شامل وزن دهی به پارامترهای مختلف پاسخ سازه با توجه به سطوح عملكرد متفاوت مىباشد، پاسخھاى ساختمان تحت روشهای متفاوت توزیع میرایی مورد بررسی و مقایسه قرارگیرد. این بررسی با هدف دستیابی به بهترین عملکرد سازه با توجه به تعداد مشخصی از دستگاههای میراگر ویسکوز انجام می شود. در این پژوهش اثر توزیع میراگرهای ویسکوز را در سه ساختمان محک که معرف سازه های کوتاه، متوسط و بلند مرتبه هستند، با به کارگیری دو شاخص عملکرد پیشنهادی که یکی ترکیبی از پاسخهای لرزهای سازه شامل حداکثر نسبت دریفت طبقات، حداکثر شتاب نسبی طبقات، انرژی ورودی زلزله به سازه و انرژی مستهلک شده توسط میراگرها بوده و شاخص دیگر ترکیبی از برش پایه قبل و بعد از بهسازی سازههای مذکور میباشد، مورد بررسی قرار داده شده است.





۲- روش های مختلف توزیع میرایی در ارتفاع ساختمان در اکثر تحقیق های انجام شده رابطه های طراحی برای میراگرهای ویسکوز الحاقی به سازه های ساختمانی از FEMA 356 اقتباس



شده است. این رابطههای طراحی روش سادهای در اختیار مهندسان طراح برای محاسبه ضریب میرایی میراگرهای ویسکوز با نسبت میرایی دلخواه قرار میدهد. نسبت ضریب میرایی موثر یک سازه ساختمانی با میراگرهای ویسکوز الحاقی متشکل از میرایی ذاتی سازه و نسبت میرایی میراگرهای ویسکوز الحاقی می باشد.

$$\xi_e = \xi_0 + \xi_d \tag{1}$$

در رابطه بالا، ع۶ نسبت میرایی موثر سازه، ۶۵ میرایی ذاتی سازه که اغلب ۵٪ فرض می شود و ۶۵ نسب میرایی اضافه شده به سازه توسط میراگر ویسکوز می باشد. با در نظر گرفتن مد اول ارتعاشات در جهت مورد نظر، رابطه ضریب میرایی الحاقی به صورت رابطه (۲) است:

$$\xi_d = \frac{T\sum_j C_j f_j^2 \phi_{rj}^2}{4\pi\sum_i m_i \phi_i^2} \tag{Y}$$

که در این رابطه، *T* پریود طبیعی اولین مد ارتعاش، *G* ضریب میرایی میراگرها در طبقه *f*ام، *ff* فاکتور بزرگی وابسته به نوع پیکره بندی میراگر در سازه، *φ*_{rj} دریفت مودال، *φ* تغییر مکان های افقی مودال طبقه *i*ام، *m*_i جرم لرزهای طبقه *i*ام میباشد. در ادامه چهار روش توزیع ضریب میرایی که در این پژوهش مورد بررسی قرار می گیرد، ارایه می شود.

۲-۱- توزیع ضریب میرایی به صورت یکنواخت برای سادگی و راحتی در طراحی، مهندسین اغلب فرض میکنند که ضریب میرایی میراگرهای ویسکوز خطی هر طبقه یکسان است. رابطه برای تعیین ضریب میرایی در هر طبقه را میتوان از رابطه (۳) به دست آورد.

$$C_j = \frac{4\pi\xi_d \sum_i m_i \varphi_1^2}{T \sum_j f_j^2 \varphi_{rj}^2} \tag{(7)}$$

۲-۲- توزیع میرایی متناسب با نیروی برشی طبقات روش دیگر توزیع میرایی بین طبقات، توزیع متناسب با نیروی برشی هر طبقه است. با توجه به تئوری دینامیک سازهها میتوان نیروی برشی هر طبقه *زV* را متناسب با *زS* که در رابطه (٤) تعریف می شود دانست:

$$V_j \propto S_j = \sum_{i=j}^{roof} m_i \phi_i \tag{(1)}$$

از آنجا که ضریب میرایی یک طبقه متناسب با نیروی برشی طبقه است، ضریب میرایی طبقه زام به صورت رابطه (۵) بیان

$$\left(\xi_{eq}\right)_{j} = \frac{\sum_{i=1}^{N} \xi_{i}\left(\phi_{j}\right)_{i}^{T} K_{i}\left(\phi_{j}\right)_{i}}{\phi_{j}^{T} K_{s} \phi_{j}} \tag{11}$$

 ξ_{eq} نسبت میرایی معادل *ز*امین مد ارتعاش، N تعداد المانهای سازه، ξ_{eq} نسبت میرایی *ن*امین المان سازه، f_{ϕ} مد ارتعاش *ز*ام، K_s مدارتعاش *ز*ام، K_i محتی کل سیستم، K_i سختی کل مد ارتعاش سختی کل مد ارتعاش ا امین المان با توجه به مد ارتعاش *ز*ام و *ز* ϕ شکل مد ارتعاش *ز*ام میباشند. از آنجا که انرژی کرنشی برشی متناسب است با بیان کرد:

$$C_j = qS_j\phi_{rj} \tag{11}$$

در رابطه (۱۳)، q مقدار ثابت میباشد. بنابراین ضریب میرایی کل سازه معادل رابطه (۱٤) است:

$$\sum_{i} C_j = q \sum_{i} \phi_{ri} S_i \tag{12}$$

با جایگذاری معادله (۱۳) در (۱٤)، ضریب میرایی هر طبقه بهدست میآید:

$$C_j = \frac{\phi_{rj}S_j}{\sum_i \phi_{ri}S_i} \sum_i C_i \tag{10}$$

با جایگذاری رابطه (۱۵) در رابطه (۲)، رابطه (۱۲) را خواهیم داشت:

$$\xi_d = \frac{T\sum_j \left[\phi_{rj}S_j(\sum_i C_i) \left(f_j \phi_{rj}\right)^2\right]}{4\pi \left(\sum_i m_i \phi_i^2\right) \left(\sum_i \phi_{ri}S_i\right)} \tag{17}$$

و در نهایت ضریب میرایی کل سازه مطابق رابطه (۱۷) عبارت است از:

$$\sum_{i} C_{i} = \frac{4\pi\xi_{d}(\sum_{i} m_{i}\phi_{i}^{2})(\sum_{i}\phi_{ri}S_{i})}{T\sum_{i}\phi_{ri}S_{i}(f_{j}\phi_{ri})^{2}}$$
(1V)

با جایگذاری معادله (۱۷) در معادله (۱۵) به توزیع ضریب میرایی براساس انرژی کرنشی برشی هر طبقه به رابطه (۱۸) میرسیم.

$$C_{i} = \frac{4\pi\xi_{d}\phi_{rj}S_{j}\sum_{i}m_{i}\phi_{i}^{2}}{T\sum_{i}\phi_{ri}S_{i}(f_{j}\phi_{ri})^{2}}$$
(1A)

شود:

$$C_j = pS_j \tag{0}$$

یک ضریب ثابت است. بنابراین ضریب میرایی کل سازه برابر است با جمع ضریب میرایی طبقات در رابطه (٦):

$$\sum_{i} C_{i} = p \sum_{i} S_{i} \tag{7}$$

با جایگذاری رابطه (٦) در رابطه (٥)، رابطه بین ضریب میرایی هر طبقه با ضریب میرایی کل ساختمان به صورت رابطه (۷) به دست می آید:

$$C_i = \frac{S_j}{\sum_i S_i} \sum_i C_i \tag{V}$$

با جایگذاری رابطه (۷) در رابطه (۲)، رابطه (۸) را خواهیم داشت:

$$\xi_d = \frac{T\sum_j \left[S_j(\sum_i C_i)(f_j \phi_{rj})^2\right]}{4\pi \left(\sum_i m_i \phi_i^2\right) \left(\sum_i S_i\right)} \tag{A}$$

نسبت میرایی کل سازه متناظر با نسبت میرایی دلخواه اضافه شده را میتوان با استفاده از ξ_a به صورت رابطه (۹) محاسبه کرد:

$$\sum_{i} C_{i} = \frac{4\pi\xi_{d}(\sum_{i} m_{i}\phi_{i}^{2})(\sum_{i} S_{i})}{T\sum_{i} S_{i}(f_{i}\phi_{ri})^{2}}$$
(9)

با تطابق رابطههای (۷) و (۹)، رابطه توزیع ضریب میرایی برای هر طبقه به صورت رابطه (۱۰) خواهد بود:

$$C_i = \frac{4\pi\xi_d S_i \sum_i m_i \phi_i^2}{T \sum_i S_i (f_i \phi_{ri})^2} \tag{(1.)}$$

۲-۳- توزیع میرایی براساس انرژی کرنشی برشی طبقات در این روش نسبت میرایی سازه مطابق رابطه (۱۱) است:

$$\xi_s = \sum_i \xi_i \frac{U_i}{U_t} \tag{11}$$

در این رابطه _کغ نسبت میرایی سازه، _أغ نسبت میرایی *ن*امین المان سازه، *U_i انرر*ژی کرنشی الاستیک *ن*امین المان سازه و *U_i* انرژی کرنشی الاستیک کل سازه متناظر با تغییر شکل سازه میباشد.



سال بیست و ذهم ـ شمارهی سی و ششم ـ تابستان ۱۳۹۱

445

$$R_d = W_d \frac{\Delta_R}{\Delta_b} \tag{(YT)}$$

 W_a ضریب وزنی حداکثر نسبت دریفت طبقات، Δ_b حداکثر نسبت دریفت سبقات، Δ_b حداکثر نسبت دریفت ساختمان قبل بهسازی و A حداکثر نسبت دریفت ساختمان بهسازی شده می باشند. R_a از تقسیم حداکثر شتاب نسبی ساختمان بهسازی شده به حداکثر شتاب نسبی ساختمان قبل از بهسازی به صورت رابطه (۲٤) تعیین می گردد:

$$R_a = W_a \frac{a_R}{a_b} \tag{71}$$

 W_a ضریب وزنی شتاب نسبی طبقات، a_R حداکثر شتاب مطلق ساختمان ساختمان بعد از بهسازی و a_b حداکثر شتاب مطلق ساختمان قبل از بهسازی میباشند. a_R از تقسیم تفاضل انرژی ورودی به سازه با انرژی مستهلک شده توسط میراگر بر انرژی ورودی به سازه به صورت رابطه (۲۵) تعیین میگردد:

$$R_e = W_e \frac{E_i - E_D}{E_i} \tag{Yo}$$

 W_e ضریب وزنی نسبت انرژی ورودی به سازه و انرژی مستهلک شده توسط میراگر، E_i انرژی ورودی به سازه و E_D انرژی مستهلک شده توسط میراگر ویسکوز میباشند. مقادیر ضرایب وزنی W_a , W_a و W_a با توجه به بحرانی ترین حالت پاسخ سازه به ترتیب ۲/۵، ۲/۵ و ۲/۰ در نظر گرفته شده است.

با تعریف شاخص عملکرد مطابق با معادله شماره (۲۲)، چنانچه %90 جال باشد نشانگر بهبود عملکرد سازه است که شامل کاهش در پارامترهای حداکثر نسبت دریفت بین طبقات، حداکثر شتاب نسبی طبقات و حداکثر انرژی مستهلک شده توسط میراگر می باشد. چنانچه %9 = PI باشد نشانگر عملکرد نامطلوب و بی اثر بودن روش توزیع میرایی بر پاسخهای سازهای و غیر سازهای می باشد.

۳–۲– شاخص نیرو

با توجه به اینکه یکی از مهمترین آثار به کارگیری میراگرهای ویسکوز در ساختمان کاهش برش پایه سازه میباشد، بنابراین جهت ارزیابی و مقایسه اثر روشهای مختلف توزیع میرایی میراگرهای ویسکوز بر کاهش برش پایه ساختمان، شاخص نیرو که ترکیبی از نیروی برش پایه قبل و بعد از بهسازی ساختمان میباشد، به صورت رابطه (۲۱) معرفی میگردد.

$$FI = \left[1 - \frac{F_R}{F_b}\right] \times 100 \tag{YT}$$

ذشریه علمی و پژوهشی سازه و فولاد /۵۶

در این روش به منظور استفاده موثر میراگرهای ویسکوز، ضریب میرایی کل تنها مابین طبقاتی که انرژی کرنشی برشی آنها بزرگتر از میانگین انرژی کرنشی برشی کل سازه باشد، بر اساس رابطه (۱۹) توزیع میشود.

$$\phi_{rj}S_j > \frac{\sum_i \phi_{ri}S_i}{N} \tag{19}$$

در این فرمول N تعداد کل طبقات ساختمان میباشد. با توجه به فرمولهای (۱۲) و (۱۱) رابطه بین ضریب میرایی توزیع شده طبقه زام و ضریب میرایی کل به صورت رابطه (۲۰) بیان میشود:

$$C_j = \frac{\phi_{rj}S_j}{\sum_{i=1}^k \phi_{ri}S_i} \sum_{i=1}^k C_i \tag{(7.)}$$

در رابطه (۲۰)، k تعداد طبقاتی است که مقدار انرژی کرنشی برشی آنها بزرگتر از مقدار انرژی کرنشی برشی میانگین کل سازه بودهاست. در نهایت ضریب میرایی طبقات موثر به صورت رابطه (۲۱) ارائه می شود:

$$C_j = \frac{4\pi\xi_d \phi_{rj} S_j \sum_i m_i \phi_i^2}{T \sum_{i=1}^k \phi_{ri} S_i \left(f_j \phi_{ri}\right)^2} \tag{(11)}$$

۳– معرفی شاخص عملکرد و شاخص نیرو پیشنهادی در این بخش از تحقیق جهت ارزیابی اثر روشهای مختلف توزیع ضریب میرایی در ارتفاع ساختمان بر پاسخهای سازهای و غیر سازهای، شاخصهایی که ترکیبی از پاسخهای سازهای و غیر سازهای قبل و بعد از بهسازی هستند، معرفی می گردد. این شاخصها شامل شاخص عملکرد و شاخص نیرو می باشند.

۳-۱- شاخص عملکرد

شاخص عملکرد پیشنهادی هر سازه ترکیبی از پارامترهای پاسخهای سازهای و غیرسازهای ساختمان با و بدون میراگر است که تحت تأثیر شتاب نگاشتهای حوزه نزدیک کوبه و نورث ریج و شتابنگاشتهای حوزه دور السنترو و هاچینوهه قرار گرفته و به روش تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی تحلیل شدهاند و به صورت رابطه (۲۲) تعریف میگردند:

$$PI = \left[1 - \sqrt[2]{R_d^2 + R_a^2 + R_e^2}\right] \times 100$$
 (YY)

R_d از تقسیم حداکثر نسبت دریفت ساختمان بهسازی شده به حداکثر نسبت دریفت ساختمان قبل از بهسازی به صورت رابطه (۲۳) تعیین می گردد:



در معادله فوق F_R نشانگر میزان نیروی برش پایه بعد از بهسازی لرزهای بوده و F_b بیانگر میزان نیروی برش پایه قبل از بهسازی لرزهای میباشد. با توجه به شاخص نیروی تعریف شده، SO</14 نشانگر عملکرد مطلوب و ایدهآل سازه بهسازی شده نسبت به سازه بدون میراگر میباشد. چنانچه SF=0% نشانگر عملکرد نامطلوب روش توزیع میرایی میباشد.

٤- معرفی سازههای محک برای ارزیابی روشهای توزیع

برای ارزیابی روشهای مختلف توزیع ضریب میرایی در ارتفاع ساختمان، از سه ساختمان شاخص ارایه شده توسط اوهتوری و همكاران استفاده مي نماييم [٢٣]. محققين حوزه كنترل سازهها با در نظر گرفتن سازههای مختلف و معیارهای متفاوت سعی در نشان دادن اثر روش یا وسیله کنترل خاصی داشتند، اما با توجه به فقدان اصول مشترک در تحقیقات امکان مقایسه روشها و یا وسایل کنترلی آنها با یکدیگر موجود نبود. کمیته کنترل سازه انجمن مهندسين امريكا با درك اهميت وجود سازههاي محك در کنترل سازهها سعی در ایجاد و توسعه آنها کرد. سازههای محک شامل مشخصات چند سازه، نحوه مدلسازی آنها و معیارهای ارزیابی میباشند که در اختیار محققین قرار گرفتند تا با در نظر گرفتن سیستمهای کنترل مورد نظرشان معیارها را برای ساختمان های شاخص ارایه شده بررسی کنند. این ساختمان های سه، نه و بیست طبقه به عنوان قسمتی از پروژه فولادی SAC برای مناطق لس آنجلس و کالیفرنیا طراحی شدهاند. هدف از انتخاب این ساختمانها برای مثال های طراحی این تحقیق، مهیا کردن یک مبنای شفاف برای ارزیابی روش های مختلف توزیع ضریب میرایی در ارتفاع ساختمان میباشد. هر سه ساختمان به صورت قابل توجهی در مشخصات دینامیکی و ظرفیت مقاومت جانبی با هم متفاوت هستند به نحوی که یک مبنای گسترده را برای مقایسهی راهبردهای مختلف کنترل سازه مهیا میسازند. سازههای این ساختمانها مطابق با الزامات آییننامههای محلی و با در نظر گرفتن بارهای ثقلی، باد و زلزله طراحی شدهاند و نشان دهنده ساختمانها كوتاه، ميان و بلند مرتبه هستند. سيستم سازهای برای هر سه ساختمان شامل قابهای مقاوم خمشی محیطی و قابهای مفصلی داخلی با استفاده از اتصال برشی می باشد. سازه سه طبقه بنچ مارک دارای ابعاد ۳٦/٥٨ متر در ٥٤/٨٧ متر در پلان و ۱۱/۸۹ متر ارتفاع است. سازه دارای شش دهانه درجهت شرق-غرب و چهار دهانه در جهت شمال-جنوب میباشد و عرض تمامی دهانهها ۹/۵ متر است. سیستم

۶۶/ نشریه علمی و پژومشی سازه و فولاد

باربر جانبی سازه از قابهای مقاوم خمشی پیرامونی هست. دهانههای میانی سازه دارای قابهای ساده است. ستونهای سازه دارای مقاومت ۳٤۵ مگاپاسکال میباشند. ستونهای قاب خمشی بال پهن هستند. ارتفاع طبقات کف به کف (مرکز به مرکز تیر) ۳/۹۲ متر میباشد. پایههای ستونها به صورت اتصال گیردار به زمین متصل شدهاند. تیرهای سازه از پروفیل بال پهن به مقاومت ۲۵۸ مگاپاسکال است. بارگذاری سازه به صورت اعمال جرم لرزه سازه درجهت جنوب به شمال میباشد. جرم لرزهای طبقات اول و دوم °۲۰×۹۵/۹ کیلوگرم و در طبقه سوم سازه ^۲۰۱×۲/۹ کیلوگرم در نظر گرفته شدهاست. جرم لرزهای کل سازه ^۲۰۱×۲/۹۵ کیلوگرم میباشد.

سازه ۹ طبقه بنچ مارک دارای ابعاد ٤٥/٧٣ متر در ٤٥/٧٣ متر در پلان و ۳۷/۱۹ متر در ارتفاع می باشد. این سازه دارای شش دهانه در جهت شمال به جنوب و شش دهانه در جهت شرق به غرب میباشد و عرض تمامی دهانهها ۹/۵ متر است. سیستم مقاوم جانبی سازه با استفاده از قابهای مقاوم خمشی پیرامونی سازه میباشد. دهانههای میانی سازه دارای قابهای ساده است. ستونهای سازه دارای مقاومت ۳٤۵ مگاپاسکال مىباشند. ستون هاى قاب خمشى بال پهن هستند. ساختمان دارای زیر زمین B1 است و سطح نهم بام سازه میباشد. فاصله سطح طبقه اول تا سطح زيرين أن ٣/٦٥ متر، فاصله طبقه اول تا طبقه هم کف ۵/٤٩ متر و فواصل سایر طبقات ۳/۹٦ متر می باشد. ستونها به صورت اتصال گیردار به زمین متصل شدهاند. تیرهای سازه از پروفیل بال پهن به مقاومت ۲٤۸ مگاپاسکال میباشند. بارگذاری سازه به صورت اعمال جرم لرزه سازه درجهت جنوب به شمال در هر طبقه می باشد. جرم لرزهای طبقه هم کف °۹/۲۵×۱۰ کیلوگرم، طبقه اول ۲۰۱×۱/۱ کیلوگرم، برای طبقات دوم تا هشتم °۱۰×۹/۸۹ کیلوگرم و طبقه نهم ۱/۰۷×۱۰ کیلوگرم می باشد. جرم لرزهای کل سازه ۹/۰۰×۹/۰۰ کیلوگرم است. سازه ۲۰ طبقه بنچ مارک دارای ابعاد ۳۰/٤۸ متر در ۳٦/٥٨ متر در پلان و ۸۰/۷۷ متر در ارتفاع می باشد. این سازه دارای پنج دهانه در جهت شمال به جنوب و شش دهانه در جهت شرق به غرب میباشد و عرض همه دهانهها ۲/۱۰ متر است. سیستم مقاوم جانبی سازه با استفاده از قابهای مقاوم خمشی پیرامونی سازه میباشد. دهانههای میانی سازه دارای قابهای ساده است. ستونهای قاب خمشی سازه از پروفیلهای بال پهن دارای مقاومت ۳٤۵ مگاپاسکال بوده و تیرهای سازه از پروفیلهای بال پهن بوده و دارای مقاومت ۲٤۸ مگاپاسکال میباشند. سازه ۲۰ طبقه با توجه به سطح هم کف شماره گذاری



شده است. سازه دارای دو زیر زمین است. تراز زیر طبقه هم کف 18 نام گذاری و تراز زیر سطح 81، دومین زیر زمین، 82 نام گذاری شده است. بارگذاری سازه به صورت اعمال جرم لرزه ای سازه درجهت جنوب به شمال در هر طبقه می باشد. جرم لرزه ای طبقه هم کف °۱۰×۵۲/۲ کیلوگرم، طبقه اول °۱۰×۵۲/۳ کیلوگرم، برای طبقات دوم تا نوزدهم °۱۰×۵/۲ کیلوگرم و طبقه بیستم ۰۱×۵۸/۵ کیلوگرم می باشد. جرم لرزه ای کل سازه '۱×۱/۱ ایران مایق ایمان ابعاد، اندازه علوگرم است. شرح کامل مشخصات سازه ها شامل ابعاد، اندازه اعضا، بارگذاری و نوع مصالح استفاده شده در مطالعه انجام شده توسط into و همکارانش موجود می باشد [۲۳]. در شکل (۱) تا (۳) قاب پیرامونی ساختمان های محک ۳، ۹ و ۲۰ طبقه نمایش داده شده است.





شکل ۲- قاب خمشی ساختمان محک ۹ طبقه [۲۳]

0- پیکره بندی های مختلف میراگر ویسکوز همان گونه که در شکل (٤) نشان داده شده است نصب میراگر ویسکوز به پنج صورت امکان پذیر است که در کارهای اجرایی استفاده از حالت مورب و شورون بسیار متداول می باشد.



	-					(
15th	(103)	(104)	(105)	(106)	(107) (108)	1.91 cm
14th	(26) (26) (26)	(98)	(99)	(100) W24x131	(101) \$1,254	<u>ポ</u> (102)
_13th	(91)	(92)	(93)	(94)	(95) (96)	1.83 m typ
12th	(85)	(86)	(87)	(88)	(89) (90)	5
11th	(62) (62) (62)	(80)	(81)	(82) W30x99	(83) ^{15x} 15	(84)
10th 3	(73)	(74)	(75)	(76)	(77)	(78)
9th	(67)	(68)	(69)	(70)	(71) (72)	2.54 cm
8th	(61)	(62)	(63)	(64)	(65) ¹²	(66)
7th	(55)	(56)	(57)	(58)	(59)	(60)
6th	(49)	(50)	(51)	(52	(53) (54)	5
5th	(43)	(44)	(45)	(46) W30x108	(47) \$1×\$1	12 12 (48)
4th	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)
3rd	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)
2nd	(25)	(26)	(27)	(28)	(29) (30)	.3.18 cm
	(19)	(20)	(21)	(22)	(23) (24)	Ť
	x335)	–	15x15	5.08 cm
Ground	(13) ⁴⁵ M	(14)	(15)	(16)	(17) (18)	√8
B-1 — — —	(7)	(8)	(9)	(10) W30x99	(11)	(12)
B-2	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

20th

19th

18th

17th

16th

(127)

(121)

(115)

(128)

(122)

(116)

L (110) (129)

(123)

(117)

÷ (111)

(119)

÷ (113)

(118) W27v84

L (112)

شکل ۳- قاب خمشی ساختمان محک ۲۰ طبقه [۲۳]

در حالت مورب و شورون تغییرمکان میراگر کمتر یا برابر تغییرمکان نسبی بین دو طبقه مجاور می باشد در حالیکه در سایر حالت میراگرها میرایی بیشتری از خود به نمایش میگذارند. Sarkisian و همکارانش در مطالعهای که برای طراحی لرزهای ساختمان دادگاه مرکزی سان دیگو انجام دادهاند به این نتیجه رسیدند که استفاده از حالت مورب و توگل به دلیل آن که میراگر و مهاربند به صورت مستقیم به گره تیر – ستون متصل میراگر و مهاربند به صورت مستقیم به گره تیر نمی نمایند از به اینکه اجرای میراگر ویسکوز در حالت توگل نسبت به حالت مورب پیچیدهتر است و در عمل استفاده از این حالت بسیار محدود می باشد از پیکره بندی مورب برای میراگرهای ویسکوز غیر خطی استفاده شده است.

یت وقوح دشریه علمی و یژوهشی سازه و فولاد //۶ آ **شکل ۱**- قاب خمشی ساختمان محک ۳ طبقه [۲۳]

۲- طراحی میراگرها با روش های توزیع مختلف میرایی در این قسمت از تحقیق با استفاده از فرمولهای ارایه شده در بخش ۲ مقاله و با فرض آن که نسبت میرایی الحاقی هدف ۲۰ درصد باشد، به تعیین پارامترهای میراگرها ویسکوز غیر خطی طبقات مختلف ساختمانهای محک می پردازیم. نتایج طراحی میراگرها برای چهار روش توزیع زیر به ترتیب در جداول (۱) تا (۱۲) ارایه شده است.

۱- توزیع ضریب میرایی به صورت یکنواخت^۱
 ۲- توزیع ضریب میرایی متناسب با نیروی برشی طبقه^۲
 ۳- توزیع ضریب میرایی براساس انرژی کرنشی برشی طبقه^۳
 ٤- توزیع ضریب میرایی براساس انرژی کرنشی برشی طبقات موثر³

۷- بررسی نتایج بهسازی با روش های مختلف توزیع
 میرایی در طبقات

۷-۱- تاثیر روشهای مختلف توزیع میرایی بر شاخص
 عملکرد

نتایج حاصل از تأثیر چهار روش توزیع ضریب میرایی میراگرهای ویسکوز در سازههای محک برای شاخص عملکرد در شکل شماره (٥) ارایه شده است. از آنجاکه هدف دستیابی به شاخص عملکرد مناسب (PI بالاتر) است، با توجه به مقادیر عددی شکل (٥) می توان مشاهده کرد هر چهار روش نتایجی تقریباً مشابه بر روی شاخص عملکرد داشتهاند. توزیع ضریب میرایی به روشهای انرژی تأثیر نسبتاً مطلوب تری بر روی شاخص عملکرد داشته است.

۷–۲– تاثیر روشهای مختلف توزیع میرایی بر شاخص نیرو نتایج حاصل از تأثیر چهار روش توزیع ضریب میرایی میراگرهای ویسکوز در سازههای محک برای شاخص نیرو در شکل شماره (٦) ارایه شده است. از آنجا که هدف دستیابی به شاخص عملکرد مطلوب (F1 بالاتر) است، با توجه به مقادیر عددی شکل (٦) مشاهده میشود تأثیر توزیع به روشهای انرژی تأثیر مطلوب تری بر روی شاخص نیرو داشتهاند. همچنین با توجه به نتایج، در خصوص تاثیر شتاب نگاشتهای حوزه دور و نزدیک میتوان مشاهده کرد، هنگامی که سازههای محک تحت شتاب نگاشت حوزه دور قرار داشته باشد نقش میراگر ویسکوز در کاهش نیروی برش پایه موثرتر است از زمانی که سازه تحت شتاب نگاشت حوزه نزدیک قرار گرفته است.



شکل ٤- پیکره بندیهای مختلف میراگر ویسکوز



نشریه علمی و پژوهشی سازه و فولاد <mark>/۶</mark>۹



C_d (MN.s/m)	C _j (MN.s/m)	ξa	T_m (s)	7.	C _i (MN.s/m)	$m_i \phi_i^2$	f_i	m_i	φ_{rj} (mm)	φ_i (mm)	طبقه
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		۱۷۰۳	۰/٧٤٣	07	•/•00	•/•00•	١
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		0192	• /٨٣٨	007	•/• ٤٢	•/•٩٧•	۲
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		1.77.	• / ۸۳۸	007	•/• ٤ •	•/1774	٣
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		17795	• /٨٣٨	007	•/• ٤ •	•/\VV•	٤
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		70998	• /٨٣٨	007	•/• ٤ •	•/71/•	٥
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		30103	• /٨٣٨	007	•/•٣٨	•/٢٥٥٠	٦
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		٤٧٣٨٩	• /٨٣٨	007	•/•٣٨	•/797•	V
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		٥٩٧٤٩	• /٨٣٨	007	•/•٣٦	•/٣٢٩•	٨
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		۲۲۷۳۶ ۰/۸۳۸ ۵۵۲۰۰۰	•/•٣٤	• /٣٦٣•	٩		
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧	. (*	~ () () (٥	ντντι ·/λτλ οοτ··· · λντ/ει		•/•٣٢	۰/۳۹٥٠	۱.		
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧	•/1	17/24	٥	XV1/21	(MN.s/m) (mm) $1V\cdot Y$ $\cdot/V\xiY$ $0TT \cdots$ 019ξ $\cdot/\Lambda T\Lambda$ $00T \cdots$ $1VT$ $\cdot/\Lambda T\Lambda$ $00T \cdots$ $TOA94T$ $\cdot/\Lambda T\Lambda$ $00T \cdots$ $VTVT$ $\cdot/\Lambda T\Lambda$ $00T \cdots$ $04V \xi 9$ $\cdot/\Lambda T\Lambda$ $00T \cdots$ $04V \xi 9$ $\cdot/\Lambda T\Lambda$ $00T \cdots$ $04V \xi 9$ $\cdot/\Lambda T\Lambda$ $00T \cdots$ $VTVT$ $\cdot/\Lambda T\Lambda$ $00T \cdots$ $VTVT$ $\cdot/\Lambda T\Lambda$ $00T \cdots$ $110T\Lambda$ $\cdot/\Lambda T\Lambda$ $00T \cdots$	•/•٣٢	•/270•	11		
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥			•/•٣•	•/20V•	١٢		
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧	εΥ/٦٧ ο σ		٥		١٣٠٣٨٠ •/٨٣٨	007	•/•۲٩	•/٤٨٦٠	۱۳	
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		120779	• / ۸۳۸	007	•/• 7V	•/013•	١٤
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		109000	• / ۸۳۸	007	•/•٢٥	•/077.•	١٥
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		1071.0	• / ۸۳۸	007	•/•77	•/07.•	١٦
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		170292	• / ۸۳۸	007	•/•٢•	•/0/	١٧
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		197777	• /٨٣٨	007	•/•1V	•/09/•	١٨
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		2.2.12	• / ۸۳۸	007	•/•12	•/٦١١٠	۱۹
۲۱/۸۳	٤٣/٦٧			٥		220212	• / ۸۳۸	٥٨٤٠٠٠	•/•١•	•/٦٢١•	۲.
٤٣٦/٧٠	٨٧٣/٤١			/) • •	٨٧٣/٤١	7			مجموع		
φ_i : Modal I	Displacement	; φ_{rj} : Moda	l drift; m _i : S	Seismic mas	S						

C _d (MN.s/m)	C _j (MN.s/m)	ξa	T_m (s)	7.	<i>C_i</i> (MN.s/m)	$m_i \phi_i^2$	f_i	m_i	φ_{rj} (mm)	φ_i (mm)	طبقه
۲٤/٥	٤٩/٣١			11/11		12922	•/A0V	1.1	•/1187	•/1177	١
٢٤/٥	٤٩/٣١			11/11		77777	•/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•٨٢١	•/1908	۲
۲٤/٥	٤٩/٣١			11/11	-	V7779	•/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•٨٢٤	•/YVVV	٣
۲٤/٥	٤٩/٣١			11/11	-	129317	•/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•/٣٩	٠/٣٦١٦	٤
۲٤/٥	٤٩/٣١	۰/۲	۲/۳٤	11/11	٤٤٣/٨٦	197908	•/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•٨•١	•/2£1V	٥
۲٤/٥	٤٩/٣١			11/11	-	222.21	•/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	٠/•٧٤٠	•/010V	٦
۲٤/٥	٤٩/٣١			11/11	-	3227VI	•/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•٧٤٣	•/09.•	V
۲٤/٥	٤٩/٣١			11/11	-	271975	•/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•V•9	•/77•9	٨
۲٤/٥	٤٩/٣١			11/11	1	001711	•/٩١٨	1	•/•0V1	۰/۷۱۸۰	٩
221/92	٤٤٣/٨٦			/) • •	٤٤٣/٨٦	7.29.		1	مجموع		

زه ۹ طبقه	یکنو اخت یا ای سا	د اساس ته زيع	مد ابر	۲ – تەزىع	حدول
	<u> </u>	() ()		()	

C _d (MN.s/m)	C _j (MN.s/m)	ξ _d	T_m (s)	7.	C _i (MN.s/m)	$m_i \phi_i^2$	f_i	m_i	$arphi_{rj}$ (mm)	φ_i (mm)	طبقه			
۲۲/٦٥	٤٥/٣٠			٣٣/٣٣		11.779	•/٩١٨	907	۰/٣٤	۰/٣٤	١			
۲۲/٦٥	٤٥/٣٠	۰/۲	۱/۰۱	۳۳/۳۳	۱۳٥/٩	097778	•/٩١٨	907	•/20	٠/٧٩	٢			
22/20	٤٥/٣٠			۳۳/۳۳		1777977	٠/٩١٨	1.5	۰/٣٤	۱/۱۳	٣			
٦٧/٩٥	۱۳٥/٩٠			/ ۱ • •	۱۳٥/٩	202019			مجموع					
φ_i : Modal E	ϕ_i : Modal Displacement; φ_{rj} : Modal drift; m_i : Seismic mass													

 C_d

Cj

 ξ_d

جدول ٤– توزیع میرایی متناسب با نیروی برشی طبقات برای سازه ۳ طبقه

C _d (MN.s/m)	C _j (MN.s/m)	ξ _d	<i>T_m</i> (s)	7.	C _i (MN.s/m)	$m_i \phi_i^2$	$S_i = m_i \times \varphi_i$	f _i	m_i	φ_{rj} (mm)	φ_i (mm)	طبقه
۲۸/۵۹	٥٧/١٨			٤٢/•٨		11.779	1107710	•/٩١٨	907	• /٣٤	• /٣٤	١
7E/EV	٤٨/٩٤	۰/۲	۱/•۱	۳٦/٠١	۱۳٥/٩	097775	1931780	•/٩١٨	901	•/20	۰/۷۹	۲
١٤/٨٩	۲٩/٧٨			21/91		1777977	11107	•/٩١٨	1.5	• /٣٤	۱/۱۳	٣
٦٧/٩٥	180/9.			/ ١ • •	۱۳٥/٩	200019	0377.5.	مجموع				
φ_i : Modal D	φ_i : Modal Displacement; φ_{rj} : Modal drift; m_i : Seismic mass											

جدول ٥– توزیع میرایی متناسب با نیروی برشی طبقات برای سازه ۹ طبقه

C _d (MN.s/m)	C _j (MN.s/m)	ξa	<i>T_m</i> (s)	7.	C _i (MN.s/m)	$m_i \phi_i^2$	$S_i = m_i \times \varphi_i$	f_i	m_i	$arphi_{rj}$ (mm)	φ_i (mm)	طبقه
۳٥/٦٥	۷۱/۳۰			17/•7		12922	3242.2.1	•/AOV	1.1	•/1177	•/1187	١
36/12	79/7.			10/09		WVV7W	WVVVJAA/1	٠/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•٨٢١	•/1908	۲
34/13	10/1V			١٤/٨٠		7779	2018021/5	٠/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•٨٢٤	•/7777	٣
۳۰/۳۱	7./7٣			1٣/٦٦		129212	۳۳•۹۸۹۱/۱	٠/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•/٣٩	•/٣٦١٦	٤
۲۷/•٤	٥٤/•٨	۰/۲	۲/۳٤	17/19	٤٤٣/٨٥	197908	190117/V	٠/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•	•/££\V	٥
۲۳/۰٤	٤٦/•٨			۱۰/۳۸		222.21	7010£7V/E	٠/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•٧٤٠	•/010V	۲
۱۸/۳۷	W7/VE			$\Lambda/\Upsilon\Lambda$		322271	۲٥٤/١	٠/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•٧٤٣	•/09	٧
13/12	۲٦/٠٤			0/AV		281975	122124./1	٠/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•V•٩	•/٦٦•٩	٨
۷/۰۳	١٤/•٧			٣/١٧		001711	V7A77./.	٠/٩١٨	۱.۸	•/• 0V1	•/V\A•	٩
221/92	٤٤٣/٨٥			/) • •	٤٤٣/٨٥	7.29.	72777777			مجموع		
φ_i : Modal I	Displacement	$\varphi_{ri}: M$	odal dri	ft; m _i : Sei	ismic mass							

جدول ٦- توزیع میرایی متناسب با نیروی برشی طبقات برای سازه ۲۰ طبقه

C _d (MN.s/m)	C _j (MN.s/m)	ξd	<i>T_m</i> (s)	7.	C _i (MN.s/m)	$m_i \phi_i^2$	$S_i = m_i \times \varphi_i$	f _i	m_i	φ_{rj} (mm)	φ_i (mm)	طبقه
۲۳۳/۲	٦٦/٣٥			٧/٦٠		12.7/.70	٤٢٧٥٢٩٣	۰/٧٤٣	07	•/•00	•/•00•	١
۳۲/۹	70/AV			٧/٥٤		0197/771	2722777	• / ۸۳۸	007	٠/•٤٢	•/•٩٧•	۲
۳۲/٥	٦٥/٠٤			V/20		1.21./29	519.785	• / ۸۳۸	007	٠/•٤٠	•/177.	٣
۳١/٩	T_{Λ}			۷/۳۱		17297/21	٤١١٥١٦٠	• /٨٣٨	007	٠/•٤٠	•/ \ \\	٤
۳١/٢	۳۵/۲۲			V/12		20992/12	5.12507	• /٨٣٨	007	٠/•٤٠	•/11/•	٥
٣•/٢	٦٠/٤٩			٦/٩٣		۳٥٨٩٣/٨٠	311114	• / ۸۳۸	007	۰/۰۳۸	•/٢٥٥٠	٦
79/7	٥٨/٣١			٦/٦٨		27274/20	3002912	• / ۸۳۸	007	۰/۰۳۸	•/۲۹۳•	V
۲٧/٩	٥٥/٨٠			٦/٣٩		09789/08	3090177	• /٨٣٨	007	•/•٣٦	•/٣٢٩•	٨
۲٦/٥	٥٢/٩٨			٦/•٧		VTVT7/E9	32137	• / ۸۳۸	007	•/•٣٤	•/٣٦٣•	٩
٢٤/٩	٤٩/٨٧	. /¥	~ (A 5 V	٥/٧١	A \ / Y (C \	۸٦١٢٥/٨٠	77177197	• / ۸۳۸	007	•/•٣٢	٠/٣٩٥٠	۱.
7377	٤٦/٤٨	•/1	1///21	٥/٣٢	/////21	1	7990107	• /٨٣٨	007	•/•٣٢	•/270•	11
21/2	٤ ٢/٨٣			٤/٩٠		110782/7	709221	• / ۸۳۸	007	•/•٣•	•/201•	١٢
۱۹/٥	۳۸/۹۱			٤/٤٦		12.24.12	70.1112	• / ۸۳۸	007	•/•79	•/٤٨٦•	١٣
۱V/٤	٣٤/٧٥			٣/٩٨		120779/8	2222412	• / ۸۳۸	007	•/•7٧	۰/٥١٣٠	١٤
۱٥/۲	۳۰/۳٥			٣/٤٨		109777/1	1900777	• / ۸۳۸	007	•/•٢٥	•/077.•	١٥
۱۲/۹	۲٥/٧٤			۲/۹٥		1271.0/7	170/17.	• / ۸۳۸	007	•/•77	•/07.•	١٦
۱۰/٥	۲•/۹٥			۲/٤۰		١٨٥٦٩٢/٨	182978.	• / ۸۳۸	007	•/•٢•	•/٥٨٠٠	١٧
٨/٠	۱٥/٩٨			۱/۸۳		19777/1	1.7927.	• / ۸۳۸	007	•/• \ V	•/09/	١٨
٥/٤	۱۰/۸٦			1/72		7.7.77/7	799977	• / ۸۳۸	007	٠/٠١٤	•/٦١١٠	١٩
۲/۸	٥/٦٣			٠/٦٤		220212/2	21112	• / ۸۳۸	٥٨٤٠٠٠	•/• \ •	•/٦٢١•	۲.
٤٣٦/٧	٤١/٨٧٣			7.1	٨٧٣/٤١	7			مجموع			



سال بیست و نهم ـ شمارهی سی و ششم ـ تابستان ۱۳۹۱

ذشریه علمی و پژوهشی سازه و فولاد /۱/

 φ_i : Modal Displacement; φ_{rj} : Modal drift; m_i : Seismic mass



			قە	سازه ۹ طبا	طبقات برای	کرنشی برشی '	اسب با انرژی ک	یع میرایی متن	ل ۸ - توز	جدو			
<i>C_d</i> (MN.s/m)	C _j (MN.s/m)	ξ _d	<i>T_m</i> (s)	7.	C _i (MN.s/m)	$m_i \phi_i^2$	$S_i \times \varphi_{rj}$	$S_i = m_i \times \varphi_i$	f _i	m _i	φ_{rj} (mm)	φ_i (mm)	طبقه
٤٧/٩٢	۹٥/٨٥			۲۱/٦٠		12982	٤٤٠٥٧٦/٦٨	3444.4.	•/AOV	1.1	•/1177	•/1177	١
٣٣/٧٣	77/27			10/7.	1	37777	31.151/19	*****	•/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•٨٢١	•/1908	۲
۳۲/۱۳	78/77			١٤/٤٨	1	V7779	790270/1.	3075022	•/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•٨٢٤	•/YVVV	٣
۳۰/۲۰	٦•/٤١			1٣/٦١	1	129317	777799.77	۳۳۰۹۸۹۱	•/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•٨٣٩	•/٣٦١٦	٤
Y0/VY	٥١/٤٤	۰/۲	۲/۳٤	11/09	٤٤٣/٨	197907	2225/1/22	1901171	•/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•٨•١	•/££1V	٥
2.125	٤•/٤٩			٩/١٢	1	222.21	171151/22	7010ETV	۰/۹۱۸	٩٨٩٠٠٠	•/•٧٤	•/010V	٦
۱٦/٢٠	3172			٧/٣٠	1	3227V1	1891/20	702	•/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•V£٣	•/09	V
۱۰/۹٦	۲۱/۹۳			٤/٩٤	1	281975	1	127179.	•/٩١٨	٩٨٩٠٠٠	•/•٧•٩	•/٦٦•٩	٨
٤/VV۲	٩/٥٤			۲/۱٥	1	001711	23777/757	V7A77.	۰/۹۱۸	۱.٨	•/•0V1	۰/۷۱۸۰	٩
٩/١٢٢	٤٤٣/٨			7.1	٤٤٣/٨	7.29.	۲۰٤۰۰۸۹			جموع	م		

1. 4 .1	el	2	1. C	• • • 1 I	1	1	A 1.1-

			لمبقه	ں سازہ ۳ م	ی طبقات برای	، کرنشی برشہ	تناسب با انرژی	وزيع ميرايي م	ندول ۷ – ت	?			
C _d (MN.s/m)	C _j (MN.s/m)	ξ _d	<i>T_m</i> (s)	7.	C _i (MN.s/m)	$m_i \phi_i^2$	$S_i \times \varphi_{rj}$	$S_i = m_i \times \varphi_i$	f _i	m _i	φ_{rj} (mm)	φ_i (mm)	طبقه
20/2.	01/71			۳٧/٦٩		11.779	V7V7EV/E	2207210	•/٩١٨	907	• /٣٤	•/٣٤	١
۲٩/۰۰	٥٨/•١	۰/۲	۱/۰۱	27/79	۱۳٥/۹۱	٥٩٧٢٦٤	۸٦٩٠٥٣/٥	1981780	•/٩١٨	901	•/20	۰/۷۹	٢
۱۳/۳۳	77/77			19/7٣		1777977	399071	11107	•/٩١٨	1.2	• /٣٤	۱/۱۳	٣
٦٧/٩٥	۱۳٥/٩٠			/ ۱ • •	180/91	۲۰۳٥٨٦٩	202019			مجموع			
φ_i : Modal	φ_i : Modal Displacement; φ_{rj} : Modal drift; m_i : Seismic mass												

مممد بهمنى، اشرف صادق مقدسى و سيد عبدالنبى رضوى



توزيع بهينه ضريب ميرايى ميرا گرهای ويسكوز در سازمهای فولادی ...

جدول ۱۰ - توزیع میرایی متناسب با انرژی کرنشی برشی طبقات موثر برای سازه ۳ طبقه

C _d (MN.s/m)	C _j (MN.s/m)	ξd	<i>T_m</i> (s)	7.	C _i (MN.s/m)	$m_i \phi_i^2$	$S_i \times \varphi_{rj}$	$S_i = m_i \times \varphi_i$	f_i	m _i	φ_{rj} (mm)	φ_i (mm)	طبقه	
31/17	73/77			٤٦/٨٩		11.779	27775	1201110	•/٩١٨	907	٠/٣٤	• /٣٤	١	
۳٦/٠٩	۷۲/۱۸	۰/۲	۱/•۱	٥٣/١١	۱۳٥/٩	097775	۸٦٩٠٥٣	19371780	۰/۹۱۸	901	•/٤٥	۰/۷۹	٢	
•/••	•/••			•/••		182241	399071	11707	۰/۹۱۸	1.5	• /٣٤	۱/۱۳	٣	
٦٧/٩٥	۱۳۵/۹			7.1	۱۳۵/۹	200029	مجموع ٩							
φ_i : Modal	v_i : Modal Displacement; φ_{rj} : Modal drift; m_i : Seismic mass													

جدول ۱۱– توزیع میرایی متناسب با انرژی کرنشی برشی طبقات موثر برای سازه ۹ طبقه

<i>C_d</i> (MN.s/m)	C _j (MN.s/m)	ξ _d	<i>T_m</i> (s)	7.	C _i (MN.s/m)	$m_i \phi_i^2$	$S_i \times \varphi_{rj}$	$S_i = m_i \times \varphi_i$	f_i	m_i	φ_{rj} (mm)	φ_i (mm)	طبقه	
1.7/1	٥١/٥٨	• / Y	٢/٣٤	۲٣/۲٤	٤٤٣/٨·	17987	٤٤٠٥٧٦	3444.4.1	•/٨٥V	1.1	•/1187	•/1187	١	
۲۲/٦٢	۳٦/٣١			17/37		WVV7W	31.121	maaa/1	۰/۹۱۸	٩٨٩٠٠٠	•/•٨٢١	•/1908	٢	
٦٩/١٦	٣٤/٥٨			10/01		7779	790370	3012031/2	۰/۹۱۸	٩٨٩٠٠٠	٠/•٨٢٤	•/YVVV	٣	
٦٥/٠٣	۳۲/۵۱			12/70		129212	777799	۳۳.۹۸۹۱/۱	۰/۹۱۸	٩٨٩٠٠٠	•/•/٣٩	•/٣٦١٦	٤	
00/WV	YV/7A			17/21		197900	22252	1901171/V	۰/۹۱۸	٩٨٩٠٠٠	٠/•٨٠١	٠/٤٤١٧	٥	
٤٣/٥٨	۲١/٧٩			٩/٨٢		222.21	171151	Y01027V/2	۰/۹۱۸	٩٨٩٠٠٠	•/•V٤	•/0\0V	٦	
٣٤/٨٩	۱۷/٤٤			٧/٨٦		322271	1891	۲٥٤/١	۰/۹۱۸	٩٨٩٠٠٠	•/•٧٤٣	•/09. •	٧	
•/••	•/••			•/••		٤٣١٩٨٤	٠	122124./1	۰/۹۱۸	٩٨٩٠٠٠	•/•V•٩	•/٦٦•٩	٨	
•/••	•/••			•/••		001711	•	٧٦٨٢٦٠/٠	۰/۹۱۸	۱	•/• OV1	•/V\A•	٩	
٤٤٣/٨	٢٢١/٩			/ \ • •	٤٤٣/٨٠	7.29.	مجموع							
φ_i : Modal Displacement: φ_r : Modal drift: m_i : Seismic mass														

جدول ۱۲– توزیع میرایی متناسب با انرژی کرنشی برشی طبقات موثر برای سازه ۲۰ طبقه

C _d (MN.s/m)	C _j (MN.s/m)	ξ _d	T_m (s)	7.	C _i (MN.s/m)	$m_i \phi_i^2$	$\stackrel{S_i}{\times} \varphi_{rj}$	$S_i = m_i \times \varphi_i$	f _i	m_i	$arphi_{rj}$ (mm)	φ_i (mm)	طبقه
77/22	۱۳۲/۸۸	· / Y	Ψ/ΛΣν	10/71	۸۷۳/٤	۱۷۰۳/۰۷۵	121077	2700798	۰/٧٤٣	07	•/•00	•/•00	١
٥٠/٣٧	۱۰۰/۷٤			11/08		٥١٩٣/٧٦٨	17771	2722777	۰/۸۳۸	007	•/• ٤٢	•/•9V	۲
٤٧/٣٦	٩٤/٧٣٢			۱۰/۸٥		1.27./29	177781	519.78	• / ۸۳۸	007	•/• ٤ •	•/137	٣
٤٦/٥١	۹۳/۰۲۳			۱۰/٦٥		17242/11	178707	٤١١٥١٦٠	۰/۸۳۸	007	•/• ٤ •	•/\VV	٤
٤٥/٤٠	٩٠/٨١٤			۱۰/٤۰		20992/12	12.24	2.12207	۰/۸۳۸	007	•/• ٤ •	•/Y \V	٥
٤١/٨٥	۸۳/۷۰۱			٩/٥٨		۳٥٨٩٣/٨٠	128111	37497777	۰/۸۳۸	007	•/•٣٨	•/700	٦
٤٠/٣٣	$\Lambda \cdot / \Im \vee \Lambda$			٩/٢٤		٤٧٣٨٨/٦٥	187777	3002912	۰/۸۳۸	007	•/•٣٨	•/۲٩٣	V
۳٦/٥٧	٧٣/١٤٢			٨/٣٧		09789/*7	179877	309117	۰/۸۳۸	007	•/•٣٦	•/٣٢٩	٨
۳۲/۷۹	70/0/9			۷/۵۱		٧٢٧٣٦/٤٩	117.71	3213071	۰/۸۳۸	007	•/•٣٤	• /٣٦٣	٩
۲٩/• ٥	٥٨/١٠٧			٦/٦٥		۸٦١٢٥/٨٠	1.1771	7717197	۰/۸۳۸	007	•/•٣٢	۰/۳۹٥	۱.
•/••	•/••			•/••		۱۰۰٦٤٥/٦	90/22	7990107	 /۸۳۸ 	007	•/•٣٢	•/£7V	11
•/••	•/••			•/••		1107/2/7	۸۲۷۸۳	2009227	۰/۸۳۸	007	•/•٣•	•/2 OV	١٢
•/••	•/••			•/••		13.44.12	۷۲۷۰۸	20.0115	 /۸۳۸ 	007	•/•۲٩	۰/٤٨٦	۱۳
•/••	•/••			•/••		120779/8	7.20.	2222412	۰/۸۳۸	007	•/•7٧	۰/٥١٣	١٤
•/••	•/••			•/••		109777/1	٤٨٨٩٣	1900/77	 /۸۳۸ 	007	•/•٢٥	•/0377	١٥
•/••	•/••			•/••		1721.0/2	27592	170/17.	۰/۸۳۸	007	•/•77	•/07•	١٦
•/••	•/••			•/••		1/0797//	77997	188928.	 /۸۳۸ 	007	•/•٢•	•/0/	١٧
•/••	•/••			•/••		197777/1	140.1	1.7921.	۰/۸۳۸	007	•/• \V	•/09V	١٨
•/••	•/••			•/••		7.7.75/7	ঀ৾৾৾৻ঀঀ	799977	۰/۸۳۸	007	•/•1٤	•/٦١١	۱۹
•/••	•/••			•/••		220212/2	2722	377775	• /٨٣٨	٥٨٤٠٠٠	•/•1•	•/٦٢١	۲.
٤٣٦/٧	٨٧٣/٤١			/ ۱ • •	٨٧٣/٤	7	مجموع						
φ_i : Modal Displacement; φ_{rj} : Modal drift; m_i : Seismic mass													





شکل ۵- شاخص عملکرد در سازههای محک





۷-۳- تاثیر روش های مختلف توزیع میرایی بر حداکثر نسبت
 دریفت سازه های محک

در این بخش از تحقیق، هدف بررسی اثر روشهای توزیع ضریب میرایی بر حداکثر نسبت دریفت سازههای کوتاه، متوسط و بلند مرتبه تحت دو شتاب نگاشت حوزه نزدیک (کوبه و

1555

نورثریج) و دو شتاب نگاشت حوزه دور (السنترو و هاچینوهه) میباشد. نتایج حاصل از تأثیر روشهای توزیع ضریب میرایی بر حداکثر نسبت دریفت هر سه نوع سازه کوتاه، متوسط و بلند مرتبه در شکلهای (۷) تا (۱۰) ارایه شدهاست.



شکل ۷– حداکثر نسبت دریفت سازههای محک تحت اثر شتاب نگاشت السنتر و



شکل ۸– حداکثر نسبت دریفت سازههای محک تحت اثر شتاب نگاشت هاچینوهه



شکل ۹- حداکثر نسبت دریفت سازههای محک تحت اثر شتاب نگاشت نورث ریچ



شکل ۱۰ – حدادتر نسبت دریفت سازههای محک نخت انر شتاب نگاشت کوبه

با توجه به شکلهای (۷) تا (۱۰) میتوان دریافت توزیع ضریب میرایی براساس انرژی کرنشی برشی طبقات موثر در کاهش حداکثر نسبت دریفت هر سه نوع سازه تحت شتاب نگاشتهای حوزه دور و نزدیک، موثرتر بوده است. بنابراین با این روش توزیع با تعداد کمتری میراگر ویسکوز سازه عملکرد بهتری خواهد داشت.

۷–٤– برررسی اثر ارتفاع سازه بر شاخص عملکرد و نیرو در این بخش از تحقیق، به بررسی نقش ارتفاع سازه اعم از کوتاه، متوسط و بلند مرتبه بر شاخص عملکرد و شاخص نیرو، تحت دو شتاب نگاشت حوزه نزدیک کوبه و نورث ریج و دو شتاب نگاشت حوزه دور السنترو و هاچینوهه می پردازیم.

با توجه به مقادیر عددی و نمودار نشان داده شده در شکل (۱۱)، می توان دریافت سازه ۹ طبقه (میان مرتبه) با توزیع ضریب میرایی بر اساس انرژی کرنشی برشی، زمانی که تحت شتاب نگاشت السنترو و هاچینوهه قرار می گیرد، عملکرد مطلوب تری نسبت به دو سازه دیگر از منظر شاخص عملکرد دارد. همچنین می توان دریافت سازه ۲۰ طبقه (بلند مرتبه) با توزیع ضریب میرایی بر اساس انرژی کرنشی برشی، زمانی که تحت شتاب نگاشت نورث ریج قرار می گیرد، عملکرد مطلوب تری نسبت به دو سازه دیگر بر شاخص عملکرد دارد.

با توجه به مقادیر عددی و نمودار نشان داده شده در شکل (۱۲)، می توان دریافت سازه ۹ طبقه (میان مرتبه) با توزیع ضریب میرایی بر اساس انرژی کرنشی برشی، زمانی که تحت شتاب نگاشت السنترو، نورث ریچ و کوبه قرار می گیرد، عملکرد مطلوب تری نسبت به دو سازه دیگر از منظر شاخص نیرو دارد.



همچنین میتوان دریافت سازه ۲۰ طبقه (بلند مرتبه) با توزیع ضریب میرایی بر اساس انرژی کرنشی برشی، زمانی که تحت شتاب نگاشت هاچینوهه قرار میگیرد، عملکرد مطلوبتری نسبت به دو سازه دیگر بر شاخص نیرو دارد. این بدان معناست

که انتخاب روش های مختلف توزیع با کوتاه، متوسط و بلند مرتبه بودن سازه و اینکه سازه تحت شتاب نگاشت حوزه دور باشد ویا نزدیک در ارتباط است.





شکل ۱۲- برررسی اثر ارتفاع سازه بر شاخص نیرو



- [1] Sarcheshmehpour, M., Estekanchi, H.E. and Ghannad, M.A. (2020), "Optimum placement of supplementary viscous dampers for seismic rehabilitation of steel frames considering soil-structure interaction", The Structural Design of Tall and Special Buildings, Vol. 29, pp. e1682.
- [2] Landi, L., Molari, A. and Diotallevi, P.P. (2020), "Comparison of different distributions of viscous damper properties in asymmetric-plan frames", Earthquakes and Structures, Vol. 18, pp. 233-248.
- [3] Bahmani, M. and Zahrai, S.M. (2019), "Application of a comprehensive seismic retrofit procedure for steel buildings using nonlinear viscous dampers", International Journal of Civil Engineering, Vol. 17, pp. 1261-1279.
- [4] Bahmani, M. and Zahrai, S. M. (2020), "Evaluation of Seismic Retrofit Effectiveness in Steel Buildings with Supplemental Viscous Dampers Using Seismic Fragility Analysis", journal of structure & steel, Vol. 1399, pp. 5-18.
- [5] Park, H.S., Lee, E., Choi, S.W., Oh, B.K., Cho, T. and Kim, Y. (2016), "Genetic-algorithm-based minimum weight design of an outrigger system for high-rise buildings", Engineering Structures, Vol. 117, pp. 496-505.
- [6] Landi, L., Lucchi, S. and Diotallevi, P.P. (2014), "A procedure for the direct determination of the required supplemental damping for the seismic retrofit with viscous dampers", Engineering Structures, Vol. 71, pp. 137-149.
- [7] Hwang, J.S., Lin, W.C. and Wu, N.J. (2013), "Comparison of distribution methods for viscous damping coefficients to buildings", Structure and Infrastructure Engineering, Vol. 9, pp. 28-41.
- [8] Whittle, J.K., Williams, M.S., Karavasilis, T.L. and Blakeborough, A. (2012), "A comparison of viscous damper placement methods for improving seismic building design", Journal of Earthquake Engineering, Vol. 16, pp. 540-560.
- [9] Pricopie, A.G. and Cretu, D. (2012), "Rehabilitation of existing structures by optimal placement of viscous dampers", In Life-Cycle and Sustainability of Civil Infrastructure Systems: Proceedings of the Third International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering (IALCCE'12), Vienna, Austria, October 3-6, CRC Press, pp. 269.
- [10] Park, H.S., Lee, E., Choi, S.W., Oh, B.K., Cho, T. and Kim, Y. (2016), "Genetic-algorithm-based minimum weight design of an outrigger system for high-rise buildings", Engineering Structures, Vol. 117, pp. 496-505.
- [11] Aydin, E., Boduroglu, M.H. and Guney, D. (2007), "Optimal damper distribution for seismic rehabilitation of planar building structures", Engineering Structures, Vol. 29, pp. 176-185.
- [12] De Domenico, D., Ricciardi, G. and Takewaki, I. (2019), "Design strategies of viscous dampers for seismic protection of building structures: a review", Soil dynamics and earthquake engineering, Vol. 118, pp. 144-165.
- [13] De Domenico, D. and Hajirasouliha, I. (2021), "Multi-level performance-based design optimisation of steel frames with nonlinear viscous dampers", Bulletin of Earthquake Engineering, Vol. 19, pp. 5015-5049.
- [14] De Domenico, D. and Ricciardi, G. (2019), "Earthquake protection of structures with nonlinear viscous dampers optimized through an energy-based stochastic approach", Engineering Structures, Vol. 179, pp. 523-539.

۸- نتیجه گیری

در سالهای اخیر بررسی کنترل پاسخ سازهها در زلزله با استفاده از تجهیزات استهلاک انرژی نظیر میراگرها از اهمیت ویژهای برخوردار بوده است. تحقیقات نشان دادهاند استفاده از میراگرهای ویسکوز میتواند نقش موثری در کنترل پاسخ سازهها در برابر باد، زلزله و انفجار داشته باشد. از طرفی چینش بهینه میراگرها در بازدهی عملکرد آنها بسیار موثر است. در این تحقیق اثر توزیع میراگرها بر اساس چهار روش توزیع ضریب میرایی میراگرهای ویسکوز در ارتفاع ساختمان، نقش حوزه دور و نزدیک بودن شتاب نگاشتها، اثر ارتفاع سازهها بر شاخص عملکرد و شاخص نیروی سازههای محک مورد بحث و بررسی قرار گرفت. با بررسی نمودارها و جدولهای ارایه شده در

۱- نتایج حاصل از چهار روش توزیع میرایی بر روی شاخص عملکرد اختلاف کمی با یکدیگر دارند و نوع توزیع میرایی تأثیر چندانی بر شاخص عملکرد نخواهد داشت.

۲- از نتایج حاصل از چهار روش توزیع میرایی بر روی شاخص نیرو میتوان دریافت توزیع میرایی بر اساس انرژی کرنشی برشی تأثیر بیشتری نسبت به سایر روش های توزیع میرایی بر روی شاخص نیرو داشته است. همچنین هنگامی که سازه تحت شتاب نگاشت حوزه دور قرار می گیرد نقش میراگر ویسکوز در کاهش نیروی برش پایه موثرتر است.

۳- نتایج حاصل از چهار روش توزیع میرایی بر روی حداکثر نسبت دریفت در سازههای ۳، ۹ و ۲۰ طبقه اختلاف بسیار کمی با یکدیگر دارند. با این حال می توان گفت روش توزیع ضریب میرایی براساس انرژی کرنشی طبقات موثر، اثر مطلوب تری بر کاهش حداکثر نسبت دریفت سازههای محک دارد.

٤- اثر ارتفاع سازه در میزان تأثیر روش توزیع میرایی بر شاخصهای عملکرد و نیرو اجتناب ناپذیر است. روش انرژی در توزیع ضریب میرایی میراگرهای ویسکوز بر بهبود شاخص عملکرد و شاخص نیروی سازههای مرتفع بیشترین اثر را نسبت به سایر روشها دارد.

٥- نتایج عددی نشان داد اگرچه بهسازی لرزهای در همه ساختمانهای محک منجر به بهبود عملکرد لرزهای شده است، ولی میزان بهبود عملکرد لرزهای سازههای میان مرتبه محسوس تر می باشد.

Downloaded from journalisss.ir on 2024-05-06

SSS and a second second

۷۶/ ذشریه علمی و پژوهشی سازه و فولاد

- [20] Pachideh, G., Kafi, M. and Gholhaki, M. (2020), "Evaluation of cyclic performance of a novel bracing system equipped with a circular energy dissipater", In Structures, Vol. 28, pp. 467-481.
- [21] Pachideh, G., Gholhaki, M. and Kafi, M. (2020), "Experimental and numerical evaluation of an innovative diamond-scheme bracing system equipped with a yielding damper", Steel and Composite Structures, Vol. 36, pp. 197-211.
- [22] Pachideh, G., Gholhaki, M. and Daryan, A.S. (2019), "Analyzing the damage index of steel plate shear walls using pushover analysis", In Structures, Vol. 20, pp. 437-451.
- [23] Ohtori, Y., Christenson, R.E., Spencer Jr, B.F. and Dyke, S.J. (2004), "Benchmark control problems for seismically excited nonlinear buildings", Journal of engineering mechanics, Vol. 130, pp. 366-385.
- [24] Sarkisian, M., Lee, P., Hu, L., Garai, R., Tsui, A. and Reis, E. (2013), "Achieving enhanced seismic design using viscous damping device technologies", In Structures Congress 2013: Bridging Your Passion with Your Profession, pp. 2729-2744.

- [15] Moradpour, S. and Dehestani, M. (2019), "Optimal DDBD procedure for designing steel structures with nonlinear fluid viscous dampers", In Structures, Vol. 22, pp. 154-174.
- [16] Scozzese, F., Gioiella, L., Dall'Asta, A., Ragni, L. and Tubaldi, E. (2021), "Influence of viscous dampers ultimate capacity on the seismic reliability of building structures", Structural Safety, Vol. 91, pp. 102096.
- [17] Sarcheshmehpour, M., Estekanchi, H.E. and Ghannad, M.A. (2020), "Optimum placement of supplementary viscous dampers for seismic rehabilitation of steel frames considering soil-structure interaction", The Structural Design of Tall and Special Buildings, Vol. 29, pp. e1682.
- [18] Del Gobbo, G.M., Williams, M.S. and Blakeborough, A. (2018), "Comparing fluid viscous damper placement methods considering total-building seismic performance", Earthquake Engineering & Structural Dynamics, Vol. 47, pp. 2864-2886.
- [19] Zhou, Y., Sebaq, M.S. and Xiao, Y. (2022), "Energy dissipation demand and distribution for multi-story buildings with fluid viscous dampers", Engineering Structures, Vol. 253, pp. 113813.

پی نوشت

¹ Uniform distribution (UD)

- ² Story shear proportional distribution (SSPD)
- ³ Distribution based on story shear strain energy (SSSE)
- ⁴ Distribution based on story shear strain energy to efficient stores (SSSEES)



