

!" #%\$'

روش پوش آور مودال متوالی برای تحلیل استاتیک غیر خطی ساختمان های بلند

نامتقارن با پلان یک سویه

چکیده :

پاسخ های لرزه ای ساختمان های بلند با پلان نامتقارن به شدت تحت تاثیر اثرات پیچش قرار می گیرد. با در نظر گرفتن این اثرات، در این مقاله، روش پوش آور مودال متوالی (CMP) برای برآورد تقاضای لرزه ای ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن یک سویه استفاده شده است. این روش از تحلیل پوش آور نک مرحله ای کلاسیک و چند مرحله ای استفاده کرده و از خواص مودال الاستیک (کشسان) سازه استفاده می کند. هر دو گشتاور های پیچشی و نیرو های جانبی بدست آمده از تحلیل مودال در تحلیل پوش آور چند مرحله ای استفاده می شوند. تقاضای لرزه ای با تحلیل پوش پاسخ های غیر الاستیک پیک ناشی از تحلیل های پوش آور تک مرحله ای و چند مرحله ای بدست می آید. به منظور تایید و ارزیابی روش، این روش در ساختمان های با پلان غیر متقارن یک سویه 10، 15 و 20 طبقه از جمله سیستم های با درجات متفاوت جفت شدگی بین جا به جایی های جانبی و چرخش های پیچشی استفاده شد یعنی سیستم های سیستم های سخت از نظر پیچش، شبه سخت از نظر پیچش و نرم از نظر پیچش. تحلیل پوش آور مودال برای مقایسه نیز انجام شد. نتایج حاصل از روش های پوش آور تقریبی با نتایج بدست آمده با تحلیل های تاریخچه زمانی غیرخطی مقایسه می شود. اثبات شده است که روش بار افزون مودال متوالی (یا پوش آور متوالی) می تواند اثرات مود بالاتر و نیز تشدید جا به جایی های لرزه ای را در لبه های انعطاف پذیر و سفت ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن در نظر بگیرد. این روش قادر به پیش بینی صحت منطقی پاسخ های غیر الاستیک پیک نظیر جا به جایی ها و رانش های طبقات می باشد. روش CMP بیانگر یک پیشرفت مهم در برآورد چرخش های پلاستیک لولاها در هر دو طرف انعطاف پذیر و سفت ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن در مقایسه با روش MPA می باشد.

کلمات کلیدی : روش پوش آور مودال متوالی، ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن، اثرات مود بالاتر، پاسخ های لرزه ای، قاب های مقاوم خمشی فولادی

1- مقدمه

روش استاتیک غیر خطی یا تحلیل پوش آور به طور روز افزونی برای برآورد تقاضای لرزه ای برای ساختمان ها استفاده می شوند. با این حال، تحلیل پوش آور محدود به یک پاسخ تک حالتی است. سپس، استفاده از این روش برای ساختمان های بلند یا پلان نا متقارن منجر به نتایج خطا می شود. به منظور حل این محدودیت، تلاش هایی برای توسعه روش های پوش آور صورت گرفته است. در طی سال های اخیر، روش پوش آور چند مودال (MMP)(1)، تحلیل پوش آور مودال (MPA)(2)، ترکیب نتایج پوش آور (PRC)(3)، تحلیل طیف پاسخ فزاینده (IRSA)(4)، تحلیل پوش آور کران بالا (5)، تحلیل پوش آور مودال اصلاح شده (MMPA)(6)، روش ترکیب مودال تطبیقی (AMC) و تحلیل پوش آور مودال اصلاح شده (8) برای بررسی اثرات مد های بالاتر ارایه شده اند. در نهایت، روش پوش آور مودال متوالی (9) نیز ارایه شده است که در آن پاسخ های سازه ای با ترکیب نتایج تحلیل های پوش آور تک مرحله ای سنتی و چند مرحله ای بدست می آید. روش CMP در پیش بینی تقاضای لرزه ای سازه های بزرگ موثر است.

روش های فوق الذکر محدود به قاب های صفحه ای و ساختمان های متقارن هستند. چندین تلاش تحقیقاتی از تحلیل پوشاور در ساختمان های با پلان غیر متقارن استفاده کرده اند که پاسخ های لرزه ای غیر الاستیک آن ها، پیچیده می باشد. کیلار و فجافر (10، 11)، دی استفانو و راتمبرگ (12)، فائلا و کیلار (13)، مقدم و تسو (14)، ایلا و همکاران (16)، فیوجا و همکاران (17) و باروس و الیدا (18)، به بررسی کاربرد تحلیل پوش آور برای ارزیابی لرزه ای ساختمان های با پلان غیر متقارن پرداخته اند. اخیراً، تحلیل پوش آور مودال (MPA)(19)، روش N2 و تحلیل لرزه ای ساده شده برای ساختمان های با پلان غیر متقارن توسعه داده شده اند. در روش MPA، گشتاور های پیچشی علاوه بر نیرو های جانبی در هر طبقه اعمال شده اند. تقاضای لرزه ای برای هر یک از تحلیل های پوش آور مودال محاسبه شده و با طرح ترکیب مودال CQC ترکیب شدند. روش MPA، قادر به پیش بینی صحیح پرخش پلاستیک لولا ها نیست. در روش N2 تعمیم یافته، نتایج بدست آمده با تحلیل پوش آور، با نتایج بدست آمده از تحلیل طیفی الاستیک با استفاده از ضریب تصحیح ترکیب شد. نتایج روش اول، جا به جایی های هدف و توزیع دفورماسیون ها را در امتداد ارتفاع ساختمان کنترل می کند در حالی که نتایج روش دوم، برای پوشش دادن تقویت پیچشی استفاده می شود. ضریب تصحیح به صورت نسبت بین جا به جایی سقف نرمال بر گرفته از تحلیل طیفی الاستیک و نتایج حاصل از تحلیل پوش آور تعریف شد. این

روش محدود به ساختمان های کوتاه است که در آن ها اثرات مود بالاتر معنی دار نیست. هم چنین روش های تحلیل الاستیک غیر خطی از جمله روش های N2 و MPA برای ساختمان های با ارتفاع کوتاه پلان غیر متقارن ارزیابی شده است (23). اخیراً، توجه کمی به ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن برای توسعه روش تحلیل پوش اور معطوف شده است که برآورد های رضایت بخشی را از چرخش های پلاستیک لولا ارایه کرده است. هدف اصلی این مقاله استفاده از روش پوش آور مودال متوالی در ساختمان های بلند با پلان نامتقارن یک سویه است که در آن اثرات حالت پیچشی و بالاتر نقش مهمی در برآورد پاسخ های لرزه ای ایفا می کنند. اهداف و رئوس کلی این مقاله را می توان به صورت زیر بیان کرد. اولاً، خواص مودال لازم ساختمان های چند طبقه با پلان نامتقارن یک سویه ارایه می شود. سپس سه نوع ساختمان با پلان نامتقارن از دیدگاه درجات اتصال بین جا به جایی های هایانتقالی و چرخش های پیچشی توصیف می شوند. در مرحله بعد، اصول اساسی و جزئیات روش CMP استفاده شده در ساختمان های بلند با پلان نامتقارن ارایه می شوند. سپس توصیف مختصری از مدل های سازه ای، فرضیات و حرکات زمینی ارایه می شوند. در پایان، پیش بینی های حاصل از روش CMP با نتایج یک راه حل معیار و الگو یعنی تحلیل تاریخچه های پاسخ غیر خطی مقایسه می شود. به علاوه، مقایسه برآورد ها از روش پیشنهادی با روش MAP، انجام می شود. ارزیابی نتایج و بحث به طور مفصل سپس ارایه می شود. در عین حال تاکید ویژه ای بر پیشرفت های انجام شده از طریق روش CMP در پیش بینی چرخش های لولایی پلاستیک ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن برای قاب های با کناره های سفت و انعطاف پذیر می شود.

2- خواص مودال ساختمان های چند طبقه با پلان غیر متقارن یک سویه

معادلات دیفرانسیل حاکم بر پاسخ ساختمان های چند طبقه با پلان دلخواه به ازای افقی حرکت زمینی یعنی $\ddot{u}_{gx}(t)$ و $\ddot{u}_{gy}(t)$ در جهات ایکس و ایگرک به ترتیب به صورت زیر هستند

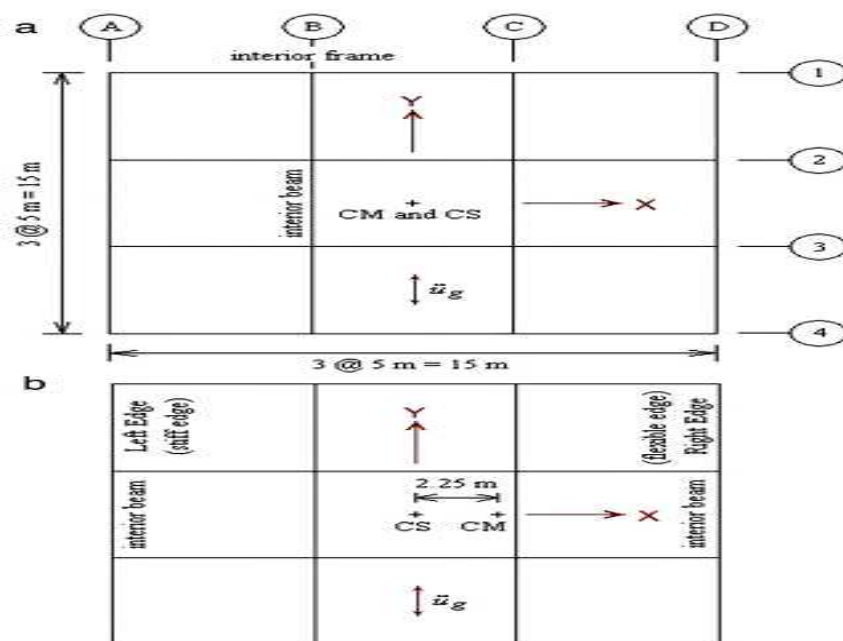
$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{u}} + \mathbf{f}_s = -\mathbf{M}\mathbf{i}_x\ddot{u}_{gx}(t) - \mathbf{M}\mathbf{i}_y\ddot{u}_{gy}(t) \quad (1)$$

در این جا M ماتریس وزنی متعامد درجه 3N است. ماتریس M شامل سه زیر ماتریس متعامد m ، m و \mathbf{I}_0 با درجه N می باشد، m یک ماتریس متعامد با $m_{jj} = m_{jj}$ است. گشتاور قطبی اینرسی جی امین دیافراگم کف

حول محور همودی تا مرکز ون می باشد. بردار های تاثیر \mathbf{i}_x و \mathbf{i}_y که مربوط به مولفه های حرکات زیمی در جهات ایکس و ایگرک هستند به صورت زیر می باشد

$$\mathbf{i}_x = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad \mathbf{i}_y = \begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (2)$$

که هر عنصر بردار $1 \times N$ برابر با واحد بوده و مولفه بردار $0 \times N$ برابر با صفر است. بردار جا به جایی، u ، با اندازه $3N \times 1$ شامل سه زیر بردار فرعی $1 \times N$ ، u_x ، u_y و u_θ می باشد که درایه ها و مولفه های آن به ترتیب بیانگر جا به جایی های کف پیچشی و جانبی ایکس و ایگرک است. معادله 1 برای ساختمان های با پلان غیر متقارن یک طرفه می باشد که در معرض حرکات زمینی زلزله در جهت Y قرار دارد. و می توان آن را به صورت زیر بیان کرد



شکل 1: پلان ساختمان های بلند تحلیل شده الف: ساختمان های با پلان متقارن اصلی ب: ساختمان های با

پلان غیر متقارن یک سوپه

$$\begin{bmatrix} \mathbf{m} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{I}_\theta \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_y \\ \ddot{u}_\theta \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{k}_{yy} & \mathbf{k}_{y\theta} \\ \mathbf{k}_{\theta y} & \mathbf{k}_{\theta\theta} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_y \\ u_\theta \end{Bmatrix} = - \begin{bmatrix} \mathbf{m} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{I}_\theta \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \end{Bmatrix} \ddot{u}_{gy}(t) \quad (3)$$

که در آن $k_{\theta\theta}$ و $k_{yy}, k_{y\theta}, k_{\theta y}$ ماتریس های سفتی هستند. وقتی که دیافراگم ها دارای شعاع یکسان می باشند، $(I_{oj} = m_j r^2)$ ماتریس فرعی I_o را می توان با ماتریس $I_n = r^2 \mathbf{m}$ جایگزین کرد.

نیرو های موثر زلزله، $\mathbf{P}^{eff}(t)$ ، با سمت راست معادله 3 تعریف می شود

$$\mathbf{P}^{eff}(t) = - \begin{Bmatrix} \mathbf{m} \mathbf{1} \\ \mathbf{0} \end{Bmatrix} \ddot{u}_{gy}(t) = -\mathbf{s} \ddot{u}_{gy}(t). \quad (4)$$

توزیع مکانی S از نیرو های زلزله موثر را می توان به صورت مجموع توزیعات نیروی اینرسی مودال \mathbf{s}_n به صورت زیر توسعه داد

$$\mathbf{s} = \begin{Bmatrix} \mathbf{m} \mathbf{1} \\ \mathbf{0} \end{Bmatrix} = \sum_{n=1}^{2N} \mathbf{s}_n = \sum_{n=1}^{2N} \Gamma_n \begin{Bmatrix} \mathbf{m} \Phi_{yn} \\ r^2 \mathbf{m} \Phi_{\theta n} \end{Bmatrix} \quad (5)$$

که در آن Φ_{yn} و $\Phi_{\theta n}$ شامل تبدیلات و چرخش های N کف حول محور عمودی برای n امین حالت است. ضریب مودال Γ_n به صورت زیر تعریف می شود $(\Phi_n = \{\Phi_{yn}^T, \Phi_{\theta n}^T\})$

$$\Gamma_n = \frac{L_n}{M_n} \quad (6)$$

که

$$L_n = \{\Phi_{yn}^T, \Phi_{\theta n}^T\} \begin{Bmatrix} \mathbf{m} \mathbf{1} \\ \mathbf{0} \end{Bmatrix} = \Phi_{yn}^T \mathbf{m} \mathbf{1} = \sum_{j=1}^N m_j \phi_{jyn} \quad (7)$$

$$M_n = \{\Phi_{yn}^T, \Phi_{\theta n}^T\} \begin{bmatrix} \mathbf{m} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & r^2 \mathbf{m} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Phi_{yn} \\ \Phi_{\theta n} \end{Bmatrix} \quad (8)$$

و M_n را می توان به صورت زیر نوشت

$$\begin{aligned} M_n &= \Phi_{yn}^T \mathbf{m} \Phi_{yn} + r^2 \Phi_{\theta n}^T \mathbf{m} \Phi_{\theta n} \\ &= \sum_{j=1}^N m_j \phi_{jyn}^2 + r^2 \sum_{j=1}^N m_j \phi_{j\theta n}^2. \end{aligned} \quad (9)$$

دو نتیجه مشهود با ضرب هر معادله ماتریس در مقدار $\mathbf{1}^T$ بدست می آید

$$\sum_{n=1}^{2N} M_n^* = \sum_{j=1}^N m_j \quad \sum_{n=1}^{2N} I_{on}^* = 0 \quad (10)$$

که در آن

$$M_n^* = \frac{(L_n)^2}{M_n} \quad I_{on}^* = r^2 \Gamma_n \mathbf{1}^T \mathbf{m} \Phi_{\theta n} \quad (11)$$

می باشد.

در این جا M_n^* و I_{on}^* پاسخ استاتیک مودال و وزن مودال موثر برای گشتاور پایه است. معادله 10 الف، نشان می دهد که مجموع اوزان مودال موثر، M_n^* در همه مود ها برابر با وزن کل ساختمان است. نسبت وزن مودال α_n را می توان به صورت زیر تعریف کرد

$$\alpha_n = \frac{M_n^*}{\sum_{j=1}^N m_j} \quad (12)$$

معادلات 10 و 12 نشان می دهند که مجموع نسبت های مودال موثر به کل مود ها برابر با واحد است

3- انواع ساختمان های با پلان غیر متقارن

از دیدگاه درجات اتصال بین حرکات جانبی و پیچشی، ساختمان های با پلان نامتقارن را می توان به سه نوع بر اساس نسبتی که به صورت نسبت دوره تبدیلی به دوره پیچشی تعریف می شود طبقه بندی کرد. نسبت دوره ای با Ω_y نشان داده می شوند. سه نوع سیستم با پلان غیر متقارن شامل سیستم های سفت پیچشی، سفت شبه پیچشی و سیستم های انعطاف پذیر پیچشی می باشند. در سیستم های سفت پیچشی، جا به جایی خای جانبی، بر حرکت در مود اول غالب می شوند و چرخش های جانبی بر حرکت در مود دوم غالب می شوند در حالی که در سیستم های انعطاف پذیر پیچشی، چرخش های پیچشی در مود اول و جا به جایی های جانبی در مود دوم غالب می شوند. یک اتصال ضعیف بین جا به جایی ها و چرخش های پیچشی در سیستم های انعطاف پذیر پیچشی و سفت پیچشی وجود دارد. در سیستم های سفت شبه پیچشی، که دارای دوره های مودال بسیار نزدیک می باشند، یک اتصال قوی بین حرکات پیچشی و جانبی وجود دارد. در نتیجه، ساختمان های سفت پیچشی را می توان با نسبت های دوره ای بزرگ تر از یک و ساختمان های انعطاف پذیر پیچشی را

می توان با نسبت های دوره ای کم تر از یک شناسایی کرد. نسبت دوره ای نزدیک به واحد برای سیستم های سفت شبه پیچشی نسبت به دو سیستم دیگر هستند.

4- روش پوش آور مودال متوالی

روش پوش آور مودال متوالی برای برآورد تقاضای لرزه ای ساختمان های بلند متقارن پیشنهاد شده است. این روش در این جا برای ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن یک سویه ارایه شده است. تحلیل های پوش اور تک و چند مرحله ای همگی با این روش انجام می شوند. در نوع چند مرحله ای، تحلیل های پوش اور مودال به طور پیوسته انجام می شوند به طوری که وقتی یک مرحله به طور کامل انجام شد، مرحله بعدی با یک حالت ساختاری اولیه شروع م شود که مشابه با شرایط مربوط به انتهای مرحله قبلی است. نیرو های جانبی معمولاً به طور فزاینده در تحلیل پوش اور چند مرحله ای اعمال می شوند یعنی نیرو های موجود در انتهای هر مرحله در سازه حفظ شده و نیرو های جانبی در مرحله بعدی، به نیرو ها در انتهای مرحله قبلی افزوده می شوند. هم چنین تحلیل پوش اور چند مرحله ای طوری انجام می شود که نقطه کنترل شده در سقف، در یک جهت در طی مراحل مختلف تحلیل خمیده شود. تعداد مراحل در تحلیل پوش اور چند مرحله ای بستگی به دوره سازه و نوع ساختمان دارد. جا به جایی در سقف و در هر مرحله از تحلیل پوش اور، به صورت حاصل یک ضریب β_i و جا به جایی هدف کل δ_t در سقف تعیین می شود. ضریب β_i به صورت خواص مودال اولیه از سازه محاسبه می شود. مقدار جا به جایی u_{ri} در مرکز در سقف و در i مین مرحله از تحلیل پوش اور صورت می گیرد

$$u_{ri} = \beta_i \delta_t \quad (13)$$

که در آن

به ازای مراحل قبل از مرحله پایانی است و $\beta_i = \alpha_i$

$$\beta_i = 1 - \sum_{j=1}^{N_s-1} \alpha_j$$

برای مرحله نهایی است

که N_s تعداد مراحل در تحلیل پوش اور چند مرحله ای است و α_i نسبت وزنی مودال موثر برای i امین حالت است که از معادله 12 گرفته شده است. جا به جایی مطلق U_{ni} در مرکز سقف قرار دارد و می تواند به صورت زیر محاسبه شود

$$U_{ni} = \gamma_i \delta_t \quad (16)$$

$$\gamma_i = \sum_{j=1}^i \alpha_j$$

که در آن $\gamma_i = 1$ می باشد

مشاهده شده است که جا به جایی هدف کل، در سقف را می توان با استفاده از روش های سنتی توصیف شده در دستور العمل ها بدست آورد یعنی روش طیف ظرفیت، روش ضریب جا به جایی، روش N2 یا با استفاده از تحلیل پویای سازه (28، 3، 29).

خواص موال الاستیک خطی برای بدست آوردن نیرو های $(\mathbf{s}_n^* = \mathbf{M}\Phi_n)$ در تحلیل پوش اور چند مرحله ای استفاده می شوند. به طور کلی، نیرو های جانبی در تحلیل پوش اور چند مرحله ای، که در طی مراحل تحلیل افزوده می شوند، شامل دو نیروی جانبی و یک گشتاور در هر طبقه از ساختمان های با پلان های غیر متقارن می باشند (19). برای ساختمان های با پلان غیر متقارن یک سویه (که تنها در جهت γ غیر متقارن هستند) و در معرض یک جزء از حرکت زمینی زلزله در جهت γ قرار دارند، نیرو های جانبی فزاینده نسبت به ارتفاع ساختمان را می توان به صورت زیر بیان کرد

$$\mathbf{s}_n^* = \mathbf{M}\Phi_n = \begin{bmatrix} \mathbf{m} & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{m} & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{I}_o \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ \Phi_{yn} \\ \Phi_{\theta n} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ \mathbf{m}\Phi_{yn} \\ \mathbf{I}_o\Phi_{\theta n} \end{Bmatrix}. \quad (19)$$

از معادله فوق می توان دریافت کرد که توزیع نیرو برای هر مود شامل یک نیروی جانبی در جهت γ و گشتاور در هر طبقه از سازه است. نیرو های جانبی در جهت X برابر با صفر است.

بدیهی است که تحلیل های پوش اور دو و سه مرحله ای در تحلیل پوش اور چند مرحله ای برای همه سیستم ها استفاده می شوند. در رابطه با سیستم های سفت شبه پیچشی، یک تحلیل پوش اور چهار مرحله ای علاوه بر

تحلیل دوو سه مرحله ای استفاده می شوند. یک تحلیل پوش اور یک مرحله ای کلاسیک به طور جدا برای همه سیستم ها انجام می شوند. در پایان، پاسخ های لرزه ای با برآورد پاسخ های پیک بدست آمده از تحلیل های پوش اور تک و چند مرحله ای بدست می آیند زیرا امکان استفاده از تحلیل های مختلف پوش اور وجود دارد. در روش CMP، تحلیل پوش اور چند مرحله ای، پاسخ ها را در طبقات میانی و فوقانی ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن کنترل می کنند در حالی که پاسخ ها در طبقات پایین توسط تحلیل پوش اور تک مرحله ای کنترل می شوند.

بر همین اساس، روش CMP را می توان به صورت توالی ای از مراحل زیر بیان کرد:

1- محاسبه فراوانی های طبیعی ω_n و اشکال حالت Φ_n . اشکال حالت طوری نرمال سازی می شوند به طوری که جزء جانبی Φ_n در سقف برابر با 1 است

2- محاسبه نیرو های جانبی $s_n^* = M\Phi_n$ در ارتفاع سازه برای چهار مرحله از تحلیل پوش اور چند مرحله با استفاده از معادله 19

3- محاسبه جا به جایی هدف کل δ_t ، در سقف. افزایش جا به جایی هدف در هر مرحله از تحلیل پوش اور چند مرحله ای با معادلات 13-15 بدست می آید

4- اعمال بار های گرانش و سپس انجام تحلیل های پوش اور چند و تک مرحله ای

4-1 انجام تحلیل پوش اور تک مرحله ای با استفاده از یک الگوی بار مثلثی برای ساختمان های با پلان غیر متقارن با اندازه متوسط و توزیع نیروی یکنواخت برای ساختمان های بلند

4-2 انجام تحلیل پوش اور دو مرحله ای. در اولین مرحله، تحلیل پوش اور با استفاده از توزیع نیرو $s_1^* = M\Phi_1$ انجام می شود تا زمانی که افزایش جا به جایی در $u_{r1} = \beta_1\delta_t$ رخ دهد که در آن $\beta_1 = \alpha_1$ می باشد.

سپس، در مرحله دوم، تحلیل با نیرو های جانبی فزاینده $s_2^* = M\Phi_2$ صورت می گیرد تا زمانی که افزایش جا به جایی در سقف برابر با $u_{r2} = \beta_2\delta_t$ است

4-3 سومین تحلیل، یک تحلیل پوش اور سه مرحله ای است. نخستین مرحله، دقیقا مشابه با اولین مرحله تحلیل پوش اور دو مرحله ای است. بعد از اولین مرحله، دومین مرحله از تحلیل با استفاده از نیرو های جانبی

$\beta_2 = \alpha_2$ (Eq. (14); $i = 2$) برسد. در این صورت $u_{r2} = \beta_2 \delta_t$ اجرا می شود مادامی که به $s_2^* = M\Phi_2$

است. سپس، آخرین مرحله از تحلیل پوش اور سه مرحله ای با استفاده از نیروی فزاینده $s_3^* = M\Phi_3$ صورت می گیرد. افزایش جا به جایی در این مرحله برابر با $u_{r3} = \beta_3 \delta_t$ می باشد که $\beta_3 = 1 - \alpha_1 - \alpha_2$ (Eq. (15); $i = 3$) است. توجه کنید که شرایط اولیه در هر مرحله از تحلیل مشابه با حالت موجود در انتهای مرحله قبلی است.

4-4 مشابه با تحلیل های پوش اور قبلی چند مرحله ای، یک تحلیل پوش اور چند مرحله ای انجام می شود. این تحلیل برای سیستم های سفت شبه پیچشی صورت می گیرد.

5- محاسبه مقادیر پیک پاسخ های لرزه ای برای تحلیل های پوش اور تک و چند مرحله ای. مقادیر پیک برای این تحلیل ها با r_i نشان داده می شوند. نمایه i نشان دهنده تعداد مراحل است

6- محاسبه پوش r ، از پاسخ های پیک به صورت زیر است

$$r = \text{Max} \{r_1, r_2\} \quad 1$$

$$r = \text{Max} \{r_1, r_2, r_3\}$$

$$r = \text{Max} \{r_1, r_2, r_3, r_4\}$$

که T دوره مد با بیشترین نسبت وزنی مودال موثر برای ساختمان با پلان غیر متقارن در جهت مورد نظر است. این حالت موسوم به حالت موثر در این تحقیق است.

همان طور که قبلا گفته شد، علاوه بر تحلیل های پوش اور دو و سه مرحله ای، یک تحلیل پوش اور چند مرحله ای از جمله چهار مرحله در حالت سیستم های سفت شبه پیچشی استفاده می شوند زیرا این سیستم ها دارای نسبت های وزنی مودال موثر کوچک تر برای مود موثر و نسبت بزرگ تر برای مود بالاتر در مقایسه با سیستم های موثر تر است. سپس مود های بیشتر باید در تحلیل پوش اور چند مرحله ای برای سیستم های ست شبه پیچشی در نظر گرفته شوند. در رابطه با سیستم های انعطاف پذیر پیچشی، پاسخ لرزه ای به صورت کمی متفاوت از مقدار بدست آمده با بار گذاری ساکن در مرکز وزنی است. خواص مودال و رفتار پویا را می توان با استفاده از این مود در تحلیل پوش اور تک مرحله ای در نظر گرفت در حالی که توزیع نیروی یکنواخت و مثلثی معکوس قادر به در نظر گرفتن رفتار سازه ای دینامیک نیست.

5- تعاریف مدل های سازه ای

مدل های پلان نا متقارن از مدل های پلان متقارن ایجاد شدند. در ابتدا، ساختمان های با پلان متقارن و فرضیات مربوطه بدست آمدند. ساختمان های پلان متقارن اولیه در تحقیق در ساختمان های 10، 15 و 20 طبقه کل دوره را پوشش می دادند. همان طور که در شکل 1 الف نشان داده شده است، همه ساختمان ها در پلان به صورت 15 در 15 متر بودند. اثرات $P-\Delta$ ناشی از بارهای کرانشی در نظر گرفته شدند با این حال، اندازه، مقاومت و دفورماسیون منطقه پانل نادیده گرفته شد. بار مرده و زنده برابر با 650 و 200 کیلوگرم بر متر مربع بر روی سطح طبقه بود. بارهای کرانشی از طریق سازه طبقه دوم در امتداد تیرها در جهت Y توزیع شدند. اثرات لرزه ای بر طبق نیازهای کد ساختمانی ایران برای طراحی مقاوم برابر بوده و متشکل از بار مرده علاوه بر 20 درصد بار زنده است. ساختمان ها بر طبق روش طراحی تنش (33) بدست می آوردند. بخش های تیرها و ستون ها شامل تیرهای صفحه ای و نوع جعبه ای بودند. برای مثال جزییات مقاطع اعضا برای ساختمان ده طبقه در پیوست موجود است.

سازه ها همه ملزومات و نیازمندی های ایین نامه ساختمانی ایران از جمله محدودیت دفورماسیون و معیار تیر ضعیف و ستون قوی را داشتند. آن ها به صورت یک سویه نا متقارن در نظر گرفته شدند. یعنی متقارن حول محور X ولی غیر متقارن حول محور Y است. برای ایجاد سیستم های جرم محور، ساختمان های با پلان متقارن اصلاح شدند. برای این منظور، خواص سفتی هر ساختمان پلان متقارن، حفظ شده و مرکز جرم نسبت به مرکز سفتی در امتداد محور X تعیین شد. گریز از مرکز بودن بین CM CS به صورت 15 درصد بعد پلان فرض شد. سه نوع ساختمان با پلان غیر متقارن با هر ساختمان با پلان متقارن با اصلاح نسبت گشتاور اینرسی نسبت به وزن کف در نظر گرفته شد.

سیستم های ایجاد شده که دارای درجات متفاوتی از اتصال بین حرکات پیچشی و انتقالی هستند، شامل سیستم های سفت پیچشی، سفت شبه پیچشی و انعطاف پذیر پیچشی هستند. نسبت گشتاور کف اینرسی به وزن کف بین ساختمان های با پلان نامتقارن و ساختمان های با پلان های نامتقارن، چهار دوره اول از سازه های خطی الاستیک و نیز ارتفاع همه ساختمان ها در جدول 1 نشان داده شده است. اشکال مود ساختمان های با پلان نا متقارن ده طبقه در شکل 2 نشان داده شده است.

6- توصیف تحلیل

به منظور بررسی اثر بخشی و کارایی روش CMP، که به ساختمان های با پلان نامتقارن بلند تعمیم داده شود، روش با NL-RHA انجام شد. روش MPA برای انجام مقایسه انجام شد. در روش MPA، پاسخ های لرزه ای برای ساختمان های نیمه بلند 10 و 15 طبقه با پلان متقارن محاسبه شد به طوری که در ساختمان های 20 طبقه بلند متقارن دارای 5 مود و ساختمان های با پلان نامتقارن همگی دارای چهار و شش مود بودند. N-RHA به صورت یک راه حل معیار در نظر گرفته شده و با استفاده از روش انتگراسیون زمانی ویلیسون عددی انجام شد. نسبت میرایی 5 درصد برای اولین و سومین مود ارتعاش در نظر گرفته شد تا ماتریس میرایی ریلی تعریف شود. هفت رکورد حرکات زمینی در NL-RHA استفاده شدند. این حرکات زمینی شامل رکورد های دور از کانون بودند و با موقعیت هایی تناظر داشتند که حداقل در فاصله 12 کیلومتری از گسل قرار داشتند. جزییات بیشتر مربوط به ثبت حرکات زمینی در جدول 2 نشان داده شده است. طیف های جا به جایی و شبه شتاب الاستیک همراه با طیف های میانگین برای نسبت میرایی 5 درصد نشان داده شده است. این رکورد ها تا 0.7 و 1 گرم برای تولید پاسخ های غیر خطی مقیاس بندی شده اند. اثرات درجه دوم درون تحلیل های پویا و غیر خطی در نظر گرفته شد. اثرات $P-\Delta$ برای همه مود ها در روش های MPA و CMP در نظر گرفته شد. پاسخ های برآورد شده با روش های پوش اور تقریبی فوق با مقادیر میانگین پاسخ های لرزه ای ماکزیمم بدست آمده از هفت تحلیل تاریخ پاسخ غیر خطی مقایسه شد. در این تحقیق، جا به جایی هدف در سقف برای روش CMP به صورت مقدار میانگین جا به جایی کف ماکزیمم حاصل از NL-RHA تعیین شد. این مقاله به بررسی اثرات حالت های بالاتر و پیشپیش برای روش پیشنهادی می پردازد. سپس برای بررسی صحت این روش با در نظر گرفتن اثرات جا به جایی هدف به طور صحیح از NLRHA مشتق شد و این لازم به ذکر است که جا به جایی هدف را می توان با روش های سنتی نیز تعیین کرد. استفاده از این روش ها منجر به بروز برخی خطا ها می شود. نسخه غیر خطی برنامه کامپیوتری SAP2000 برای تحلیل های غیر خطی استفاده شد. لازم به ذکر است که لولا های پلاستیک برای نشان دادن رفتار غیر خطی در تحلیل های استاتیک و دینامیک استفاده شدند لولا ها در انتهای اعضای قاب تعریف شدند. خواص لولا ها و پارامتر های مدل سازی نسبی بر طبق FEMA 273 تعیین شدند.

7- نتایج و بحث

پاسخ های لرزه ای از جمله جا به جایی های کف، نسبت های رانش طبقه و چرخش های پلاستیک لولا در این فصل بررسی و مورد بحث قرار می گیرند. جا به جایی های کف نرمال در شکل 4 نشان داده شده اند. همان طور که می توان دید جا به جایی ها در حاشیه انعطاف پذیر افزایش و در حاشیه سفت سیستم های سفت پیچشی کاهش می یابند که این روند برای این سیستم ها منطقی است. می توان مشاهده کرد که جا به جایی های نرمال در کناره های انعطاف پذیر کاهش می یابند و در کناره های سفت ساختمان های سفت پیچشی افزایش می یابند و این با افزایش شدت حرکات زمینی مشهود تر است. این بدین معنی است که اثرات کاهش پیچشی با افزایش شدت حرکات زمینی کاهش می یابد. نتایج با نتایج بدست آمده در مطالعات قبلی برای ساختمان های کوتاه با پلان نامتقارن هم خوانی دارد. برای ساختمان های انعطاف پذیر پیچشی، شکل 4، کاهش حقیق در جا به جایی ها را در حاشیه انعطاف پذیر و افزایش جا به جایی ها را در حاشیه سفت نشان می دهد. جا به جایی ها در حاشیه سفت بزرگ تر از مرکز می باشند و این نشان می دهد که روند پیچشی در رابطه با ساختمان های انعطاف پذیر پیچشی کاملاً متفاوت از ساختمان های سفت پیچشی است. افزایش شدت حرکات زمینی موجب کاهش اثرات پیچشی برای ساختمان های انعطاف پذیر پیچشی می شود. همین روند را می توان در سطوح کف این ساختمان ها مشاهده کرد. در رابطه با ساختمان های سفت شبه پیچشی، جا به جایی ها نه تنها در حاشیه انعطاف پذیر افزایش می یابند بلکه در حاشیه سفت نیز افزایش می یابند. این مسئله ناشی از اتصال قوی چرخش های پیچشی و جا به جایی های انتقالی است. لازم به ذکر است که بررسی روند پیچشی برای شدت های مختلف حرکات زمینی در حوزه این تحقیق نمی گنجد. همان طور که در بالا گفته شد، جا به جایی های حاصل از راه حل معیار یعنی NLRHA در حاشیه انعطاف پذیر تشدید می شوند و در حاشیه سفت سیستم های سفت پیچشی کم تر می شوند. همان طور که می توان دید در سیستم های سفت شبه پیچشی، یک خط نسبت به سیستم های دیگر خمیده تر است. افزایش انحنای معنی افزایش اثرات چندین مود ارتعاش است. این روش CMP برای سیستم های سفت شبه پیچشی در مقایسه با سیستم های دیگر مشهود است.

چندین مشاهده مهم دیگر با در نظر گرفتن تغییرات ارتفاع محور پاسخ های لرزه ای حاصل از تحلیل های فوق در حاشیه های انعطاف پذیر و سفت ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن حاصل شده است. نتایج در CM در این جا به دلیل نبود فضا آرایه نشده است. مقدار میانگین ماکزیمم از NL-RHA و مقدار میانگین به علاوه

انحراف معیار نیز نشان داده شده است. در این مقاله مطالب ارائه شده برای NL-RHA با استفاده از رکورد های حرکات زمینی بدست آمده است که تا $1g$ به ازای همه ساختمان ها مقیاس بندی شده است به جز ساختمان های بیست طبقه که تا 0.7 دیده می شود. لازم به ذکر است که روش های CMP و MPA بر طبق حرکات زمینی تبیین شدند. همان طور که در شکل های 5 و 6 نشان داده شده است جا به جایی ها و رانش های طبقه در CM و نیز چرخش های پلاستیک لولا برای تیر های قاب درونی در جهت y به ازای ساختمان های با پلان متقارن اصلی است. شکل فوق نشان می دهد که روش CMP، به طور کلی، برآورد های بهتری را از رانش های طبقه ای نسبت به روش MPA برای ساختمان های با پلان متقارن ارائه میکند. چرخش های پلاستیک لولای برآورد شده توسط روش CMP، به طور قابل ملاحظه ای صحیح تر از چرخش های بدست آمده با روش MPA است. شکل 7-9 جا به جایی ها را برای سیستم های مختلف ساختمان های با پلان های نامتقارن در سمت راست و چپ نشان می دهد. این شکل نشان می دهد که روش های MPA و CMP قادر به برآورد جا به جایی ها با صحت بیشتر در حاشیه های انعطاف پذیر و سفت ساختمان های انعطاف پذیر پیچشی و سفت پیچشی هستند. از این روی جا به جایی های بدست آمده با روش های MPA و Cmp در حاشیه انعطاف پذیر با نتایج تولید شده توسط NL-RHA هم خوانی دارد. در حاشیه سفت ساختمان های سفت پیچشی، روش CMP می تواند پیش بینی های بهتری را از جا به جایی ها نسبت به روش MPA ارائه کند. همان طور که در شکل 8 دیده می شود، جا به جایی های برآورد شده با MPA در حاشیه انعطاف پذیر و CMP در حاشیه سفت می تواند برای ساختمان های سفت شبه پیچشی کاهش پیدا کند. کاهش پیش بینی ها ناشی از اتصال قوی بین حرکات چرخشی و جانبی در هر مود از ارتعاش است. شکل 7 تا 9 نشان می دهد که جا به جایی ها در روش MPA تحت تاثیر استفاده از حالت های 5 و 6 به ازای همه ساختمان های با پلان غیر متقارن است.

مقایسه رانش های طبقه ای پیش بینی شده توسط روش های Cmp و mpa با رانش های NL-RHA نشان می دهد که برآورد های بدست آمده با این روش های تقریبی برای ساختمان های انعطاف پذیر پیچشی و سفت پیچشی ک دارای صحت کافی هستند. شکل نشان می دهد که برآورد نسبت های رانش طبقه بدست آمده از روش CMP صحیحتر از روش MPA می باشد در برخی موارد، MPA برآورد بهتری را از CMP می دهد. یک بهبود در برآورد رانش طبقه از طریق CMP در حاشیه انعطاف پذیر ساختمان های سفت شبه پیچشی وجود

دارد با این حال پیش بینی های حاصل از روش CMP می تواند تا حدودی در حاشیه سفت ساختمان های فوق در مقایسه با MPA کاهش یابد. برای مثال، نسبت های رانش طبقه تا 32 درصد CMP کم تر از حد واقعی و تا 31 درصد MPA در حاشیه سفت ساختمان های سفت شبه پیچشی بیشتر از مقدار واقعی برآورد شده است.

مود های بالاتر از رانش های طبقه ای نسبت به جا به جایی ها گزارش شده است. همان طور که شکل 11 نشان می دهد، رانش های طبقه ای حاصل از MPA در حاشیه سفت و انعطاف پذیر ساختمان های شبه پیچشی با استفاده از مود های بالاتر به خصوص در طبقات میانی و بالایی، نسبتاً بهتر بهبود می یابد. این بهبود برای سایر سیستم های ساختمان های با پلان نامتقارن ناچیز است زیرا نسبت مودال برای مود های بالاتر در سیستم های انعطاف پذیر پیچشی و سفت پیچشی کوچک تر از سیستم های سفت شبه پیچشی است. سپس، هر چه مقدار مود بالاتر باشد، در روش MPA، رانش های طبقه ای برای سیستم های سفت شبه پیچشی از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. شکل های 13-15 تغییرات ارتفاعی چرخش های پلاستیک لولا را در تیر داخلی قالب ها در سمت راست و چپ ساختمان های با پلان نامتقارن را نشان می دهد. هم چنین دیده می شود که پیش بینی های بدست آمده با روش CMP معمولاً با نتایج بدست آمده با NL-RHA هم خوانی خوبی با نتایج بدست آمده با NLRHA در طرف انعطاف پذیر و سفت، ساختمان های با پلان غیر متقارن دارد. روش MPA قادر به برآورد چرخش های پلاستیک با صحت قابل قبول برای همه ساختمان های غیر متقارن نیست. در MPA چرخش های پلاستیک مقایسه شده اند از جمله نقش شش مود مشابه با نقش چهار مود بود زیرا سازه ها برای مود های بالاتر به صورت الاستیک در نظر گرفته شدند. روش CMP یک بهبود و افزایش معنی دار را در پیش بینی چرخش های پلاستیک در کناره های انعطاف پذیر و سفت در مقایسه با روش MPA نشان داد. این بهبود به دلیل اعمال نیرو های جانبی در طی مراحل مختلف تحلیل پوش اور چند مرحله ای بود که نتایج را در طبقات میانی و بالایی ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن کنترل می کند. با استفاده از نیرو های جانبی، چرخش های لولا های پلاستیک، افزوده می شود. سپس لولا های پلاستیک، در روش CMP به حالت غیر الاستیک در طبقات میانی و فوقانی در می آیند در حالی که در روش MPA، آن ها به صورت الاستیک باقی مانده و یادر طبقات فوق به حالت غیر الاستیک باقی می ماند زیرا تحلیل های پوش اور مودال مستقل هستند. لازم به ذکر است که چرخش های تجمعی لولا های پلاستیک به دلیل رفتار چرخه ای در تحلیل پوش اور تقریبی در نظر گرفته نشده است. همان طور که در

شکل 15 می توان دید، بهبود ایجاد شده از طریق روش CMP در سمت سفت سیستم های انعطاف پذیر پیچشی مشهود تر است به طوری که پیش بینی در این سمت تا حدودی سخت تر بوده است. برآورد های جا به جایی و رانش های طبقه ای بدست آمده از روش CMP، در سمت سفت سیستم های انعطاف پذیر پیچشی، رضایت بخش بوده است. شکل 13 الف و ب نشان می دهد که چرخش های پلاستیک لولای بدست آمده با روش CMP در طبقات پایین تر در سمت سفت ساختمان های 15 و 20 طبقه کم تر از مقدار واقعی برآورد می شود. شکل 15 نشان می دهد که روش CMP چرخش های پلاستیک را در طبقات پایین تر در سمت انعطاف پذیر ساختمان انعطاف پذیر 20 طبقه کم تر از مقدار واقعی برآورد می کند.

به همین دلایل، اشکال نشان می دهند که چرخش های پلاستیک به طور معنی داری کوچک هستند. بدیهی است که انتشار چرخش های لولای پلاستیک با NL-RHA برای حرکات زمینی مختلف در کناره سفت ساختمان های سفت پیچشی متفاوت است و این مقدار بیش تر از قسمت انعطاف پذیر می باشد. این مشاهده در ساختمان های بیست طبقه پیچشی مشهود تر است. لازم به ذکر است که انتشار بستگی به شدت حرکات زمینی دارد. در رابطه با شدت پایین حرکات زمینی، عناصر در کناره سفت ساختمان های سفت پیچشی، تحت حرکات زمینی تا حدود زیادی الاستیک هستند. از سوی دیگر، در رابطه با شدت متوسط حرکات زمینی، عناصر در حاشیه سفت معمولاً تحت حرکات زمینی به صورت غیر الاستیک هستند. سپس انتشار چرخش های پلاستیک در حاشیه سفت ساختمان های سفت پیچشی، برای مورد دوم NL-RHA ناشی از همین موارد است. چرخش های پلاستیک بدست آمده با روش CMP می تواند در طبقات بالاتر محافظه کارانه باشد و در این موارد، برآورد های مشتق شده از روش CMP در دامنه بین مقادیر متوسط چرخش های ماکزیمم از NL-RHA و مقادیر میانگین به اضافه انحراف معیار بوده است. برآورد های چرخش های پلاستیک تولید شده با CMP در کناره سفت سیستم های سفت شبه پیچشی کاهش می یابد. از این روی سازه های با پلان متقارن اصلی، معیار تیر ضعیف ستون قوی را در فرایند طراحی به خوبی نشان دادند. از این روی خمش اعضا در قاب ها مشاهده شد.

منحنی های پوش اور حاصل از تحلیل پوش اور تک مرحله ای در شکل 16 برای همه سیستم های ساختمان های با پلان غیر متقارن نشان داده شده است. در این شکل دیده می شود که ساختمان های 15 و 10 نشان داده شده به حالت غیر الاستیک در می آیند زیرا این رکورد ها تا یک سطح شدت بالاتر مقیاس بندی شده اند.

از سوی دیگر، سیستم های مختلف ساختمان های بیست طبقه ای به حالت غیر الاستیک نشان داده شده اند. رفتار یک سیستم خمشی مرکب ماشبه با سیستم های سفتی و مقاومت است که در آن ها سفتی و مقاومت ارتباط خطی با هم دارند. در نتیجه، روش CMP که برای سیستم های جرمی خطی در این تحقیق تایید شده است را می توان به سیستم های مقاومتی و خمشی نسبت داد.

8- نتیجه گیری

این مقاله به بررسی روش پوش اور مودال متوالی برای ساختمان های بلند غیر متقارن با در نظر گرفتن اثرات مود بالا و پیچشی می می پردازد. در روش CMP، پاسخ های لرزه ای با برآورد پاسخ های پیک از تحلیل پوش اور تک و چند مرحله ای برآورد می شوند. پاسخ های لرزه ای ساختمان های بلند با پلان نامتقارن به شدت تحت تاثیر اثرات پیچش قرار می گیرد. با در نظر گرفتن این اثرات، در این مقاله، روش پوش اور مودال متوالی (CMP) برای برآورد تقاضای لرزه ای ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن یک سوپه استفاده شده است. این روش از تحلیل پوش اور تک مرحله ای کلاسیک و چند مرحله ای استفاده کرده و از خواص مودال الاستیک (کشسان) سازه استفاده می کند. هر دو گشتاور های پیچشی و نیرو های جانبی بدست آمده از تحلیل مودال در تحلیل پوش اور چند مرحله ای استفاده می شوند. تقاضای لرزه ای با تحلیل پوش پاسخ های غیر الاستیک پیک ناشی از تحلیل های پوش اور تک مرحله ای و چند مرحله ای بدست می آید. به منظور تایید و ارزیابی روش، این روش در ساختمان های با پلان غیر متقارن یک سوپه 10، 15 و 20 طبقه از جمله سیستم های با درجات متفاوت جفت شدگی بین جا به جایی های جانبی و چرخش های پیچشی استفاده شد یعنی سیستم های سیستم های سخت از نظر پیچش، شبه سخت از نظر پیچش و نرم از نظر پیچش. تحلیل پوش اور مودال برای مقایسه نیز انجام شد. نتایج حاصل از روش های پوش اور تقریبی با نتایج بدست آمده با تحلیل های تاریخچه زمانی غیرخطی مقایسه می شود. اثبات شده است که روش بار افزون مودال متوالی (یا پوش اور متوالی) می تواند اثرات مود بالاتر و نیز تشدید جا به جایی های لرزه ای را در لبه های انعطاف پذیر و سفت ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن در نظر بگیرد. این روش قادر به پیش بینی صحت منطقی پاسخ های غیر الاستیک پیک نظیر جا به جایی ها و رانش های طبقات می باشد. روش CMP بیانگر یک پیشرفت مهم در برآورد چرخش های

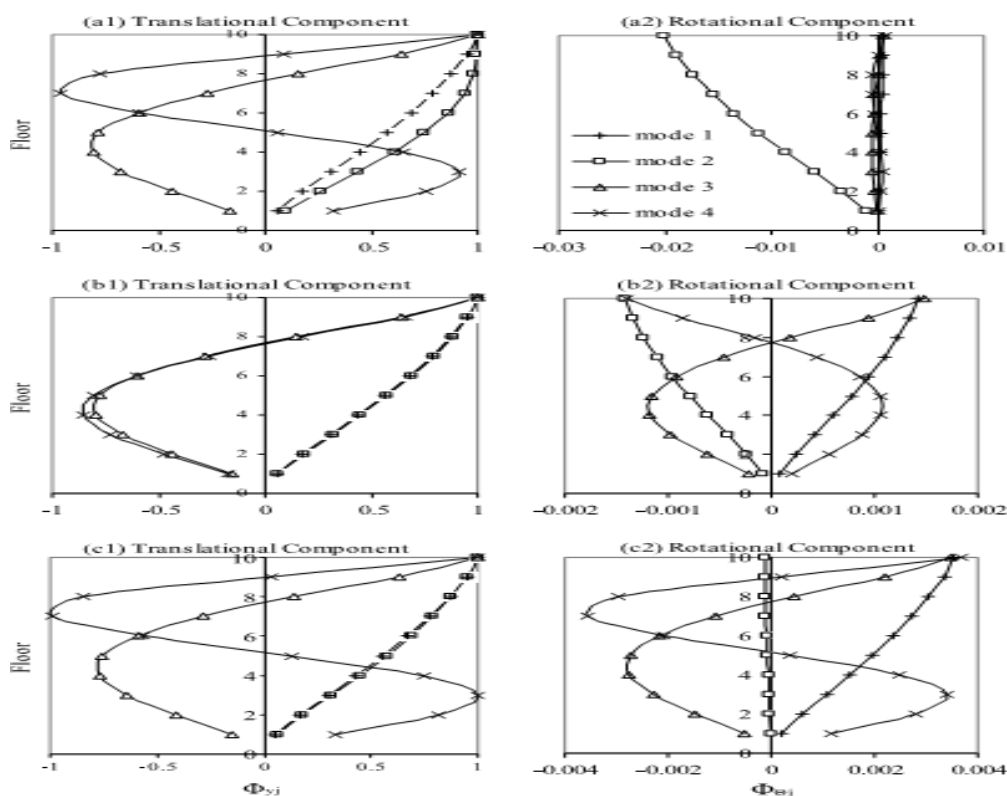
پلاستیک لولاها در هر دو طرف انعطاف پذیر و سفت ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن در مقایسه با روش MPA می باشد.

نتایج مهم:

- روش CMP به طوردقیق می تواند شدت جا به جایی ها را در حاشیه های انعطاف پذیر و سفت سیستم های پیچشی در نظر بگیرد. و در عین حال این موضوع را می توان در سیستم های سفت پیچشی و شبه پیچشی مشاهده کرد.
- به طور کلی روش CMP، برآورد های دقیقی از جا به جایی ها و رانش های طبقات در هر حاشیه های سفت و انعطاف پذیر سیستم های انعطاف پذیر، سفت شبه پیچشی و سیستم های انعطاف پذیر پیچشی به جز در حاشیه سفت سیستم های سفت شبه پیچشی ایجاد می کند که پیش بینی های آن ها به دلیل اتصال قوی حرکات پیچشی و جانبی کاهش می یابد.
- به طور کلی، تفاوتی بین جا به جایی ها و رانش های طبقات حاصل از روش های CMP و MPA وجود ندارد. برآورد های رانش های طبقات از روش CMP می تواند نسبتا بهتر از روش MPA در برخی موارد به خصوص در طبقات میانی و بالایی باشد. در موارد دیگر، MPA یک برآورد بهتر از رانش های طبقات را از CMP نسبت به MPA در حاشیه انعطاف پذیر سیستم های سفت شبه پیچشی ارائه می کند با این حال روش MPA برآورد بهتری از روش CMP در حاشیه سفت این سیستم ها ارائه می کند.
- به طور کلی یک بهبود عالی از طریق روش CMP در پیش بینی چرخش های پلاستیک از لولاها در هر دو طرف انعطاف پذیر و سفت ساختمان های بلند غیر متقارن در مقایسه با روش MPA حاصل شده است. بهبود و پیشرفت به دلیل اعمال فزاینده نیروهای جانبی در طی مراحل تحلیل پوش اور چند مرحله ای است. این مسئله منجر به انباشت پیوسته چرخش های لولای پلاستیک در طبقات میانی و فوقانی ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن بوده است. چرخش های پلاستیک بدست آمده از روش CMP می تواند در طبقات بالایی به شدت محافظه کارانه باشد. تحت این شرایط، پیش بینی های حاصل از روش CMP بین مقادیر متوسط چرخش های ماکزیمم حاصل از NLRHA و مقادیر میانگین به علاوه انحراف معیار باشد.

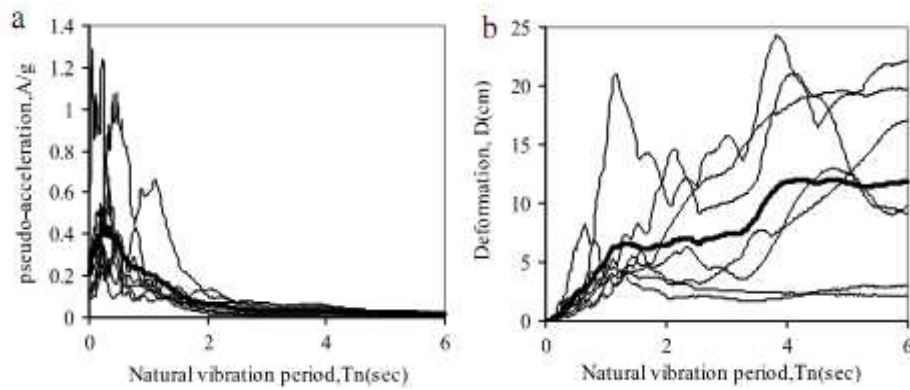
اگرچه نتایج نشان می دهد که CMP می تواند یک روش عالی برآورد تقاضای لرزه ای غیر الاستیک ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن باشد، کارایی و صحت آن بایستی برای سیستم های مقاوم به خمش جانبی تایید شود به خصوص برای مدل های سازه ای و برای طیف وسیعی از حرکات با شدت های متفاوت. ساختمان های بلند با پلان غیر متقارن دو سویه تحت حرکات زمینی دو سویه نیز بایستی مورد بررسی قرار گیرند. مقدار مرزی دوره $T=2.2$ ثانیه) که برای ساختمان های با قاب های خمشی فولادی پیشنهاد شده است بایستی برای سیستم های دیگر نیز بررسی شود. هم چنین در موارد مربوط به ساختمان های با پلان غیر متقارن که بلند تر از ساختمان های مطالعه شده در این مطالعه هستند، تعداد حالت ها و مراحل مورد نیاز در تحلیل پوش اور چند مرحله ای بایستی بررسی شود. تحقیقات در این زمینه ادامه دارد.

عناوین شکل ها:

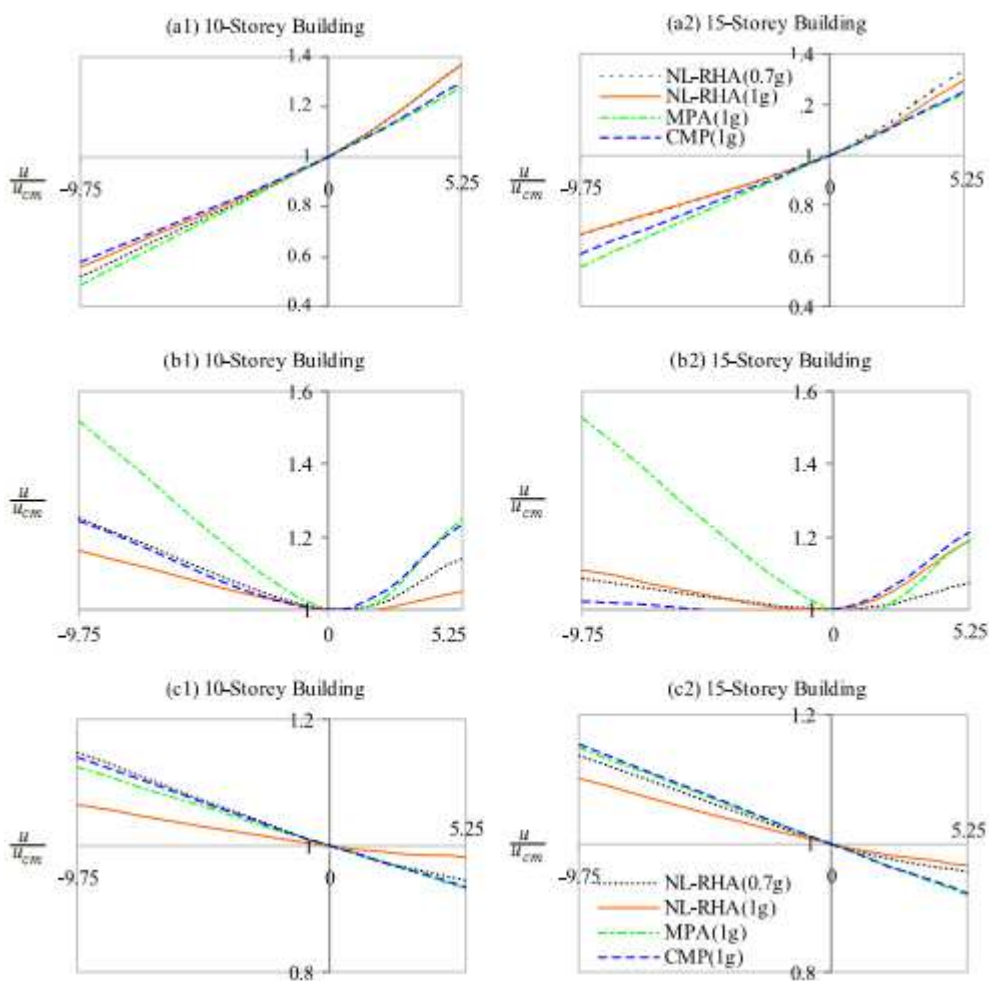


شکل 2: اشکال مود الاستیک ساختمان های با پلان های غیر متقارن یک سویه ده طبقه الف: سیستم سفت

پیچشی ب: سیستم سفت شبه پیچشی پ: سیستم انعطاف پذیر پیچشی



شکل 3: الف: طیف های شبه شتاب ب: طیف های جا به جایی مجموعه ای از رکورد های دور از کانون زلزله
حرکات زمینی ، نسبت میرایی=0.5 درصد، طیف میانگین با خط پر رنگ نشان داده شده است



شکل 4: جا به جایی های نرمال، $\frac{u}{u_{cm}}$ در صفحه افقی در طبقه بالایی ساختمان های 10 و 15 طبقه: سیستم

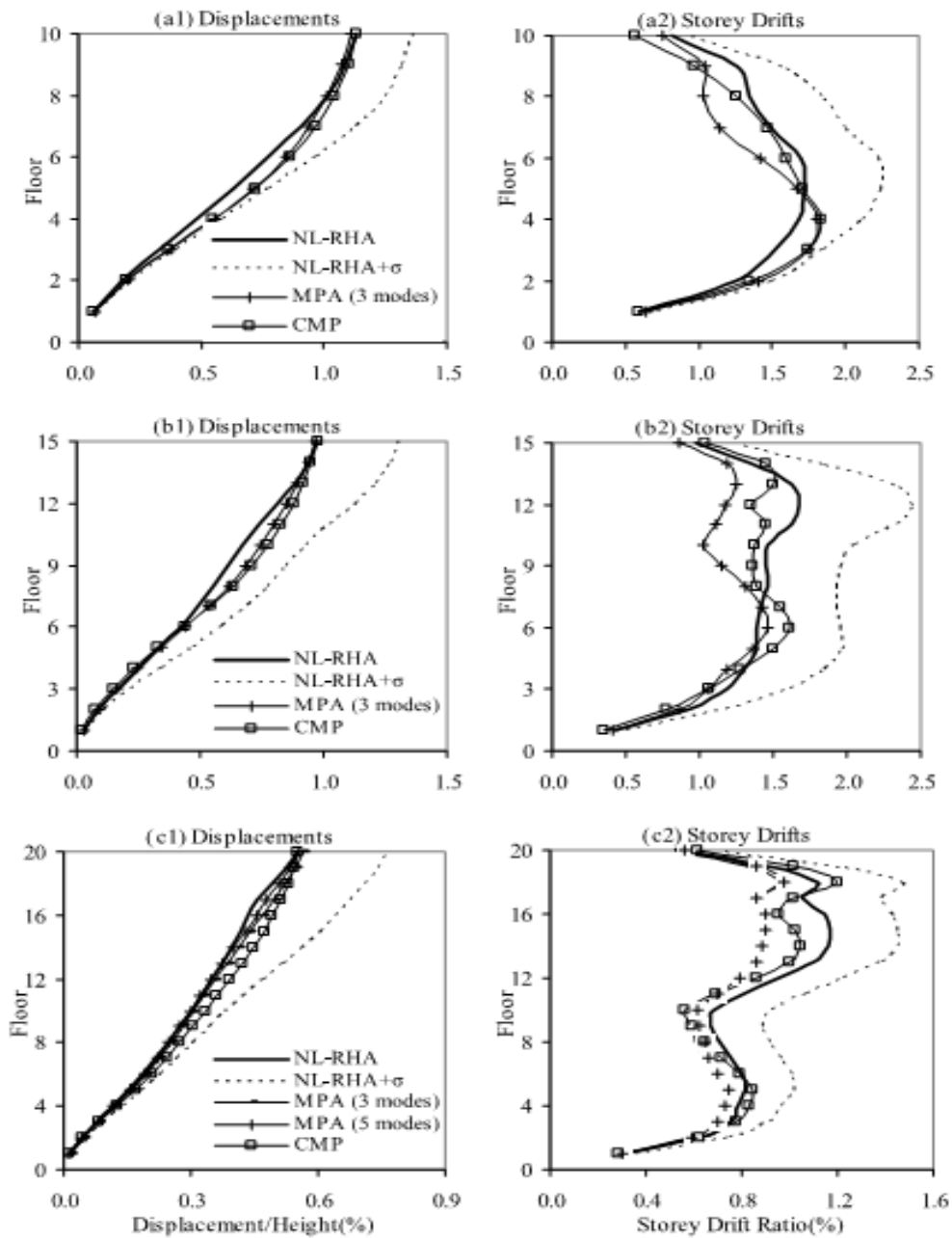
سفت پیچشی ب: سیستم سفت شبه پیچشی پ: سیستم انعطاف پذیر پیچشی

جدول 1: جزییات سازه های ساختمانی مورد بررسی

Number of storeys	Total height (m)	Type of buildings	$\frac{(I_g/m)_{\text{asymmetric}}}{(I_g/m)_{\text{symmetric}}}$	Periods (s)			
				T_1	T_2	T_3	T_4
10-storey	32	Symmetric	-	1.52	0.51	0.29	0.19
		TS	.28	1.63	0.69	0.55	0.31
		TSS	1.36	1.84	1.33	0.62	0.45
		TF	5.67	3.33	1.50	1.14	0.63
15-storey	48	Symmetric	-	2.33	0.82	0.48	0.40
		TS	.28	2.45	0.97	0.87	0.50
		TSS	1.59	2.76	2.05	0.98	0.72
		TF	5.67	4.66	2.29	1.65	0.97
20-storey	64	Symmetric	-	3.10	1.10	0.64	0.44
		TS	.28	3.24	1.21	1.16	0.67
		TSS	1.81	3.62	2.74	1.33	0.99
		TF	5.67	5.75	3.05	2.15	1.25

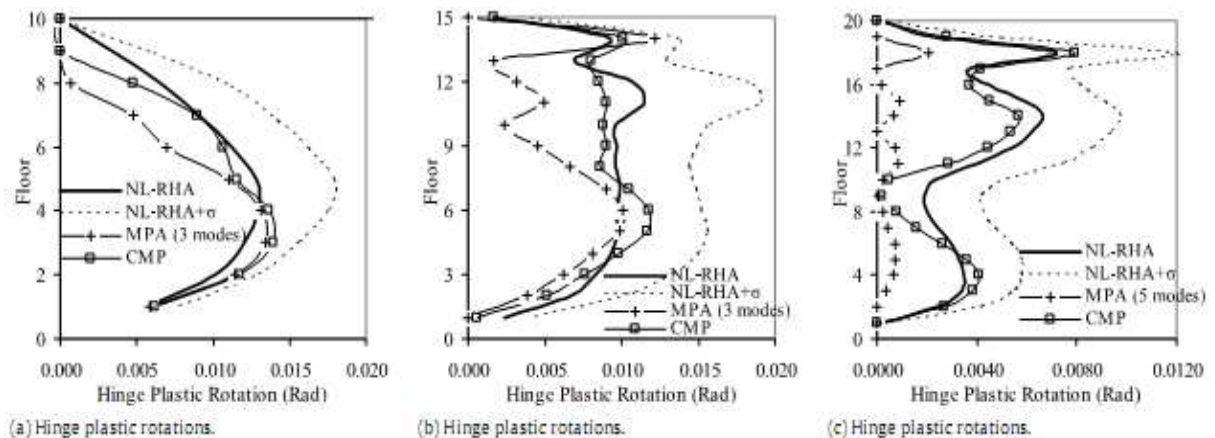
جدول 2: فهرست حرکات زمینی مورد استفاده

No.	Earthquake name	Date	Magnitude	Station name	Station number	Component (deg)	PGA (g)
1	Duzce, Turkey	1999/11/12	Ms (7.3)	Lamont	1,061	E	0.134
2	Northridge	1994/01/17	Ms (6.7)	LA - Baldwin Hills	24,157	90	0.239
3	Trinidad, California	1980/11/08	Ms (7.2)	Rio Dell Overpass, FF	1,498	270	0.147
4	Victoria, Mexico	1980/06/09	Ms (6.4)	Cerro Prieto	6,604	45	0.621
5	Hollister	1986/01/26	MI (5.5)	SAGO South - Surface	47,189	295	0.09
6	Imperial Valley	1979/10/15	Ms (6.9)	Parachute Test Site	5,051	315	0.204
7	Morgan Hill	1984/04/24	Ms (6.1)	Corralitos	57,007	310	0.109

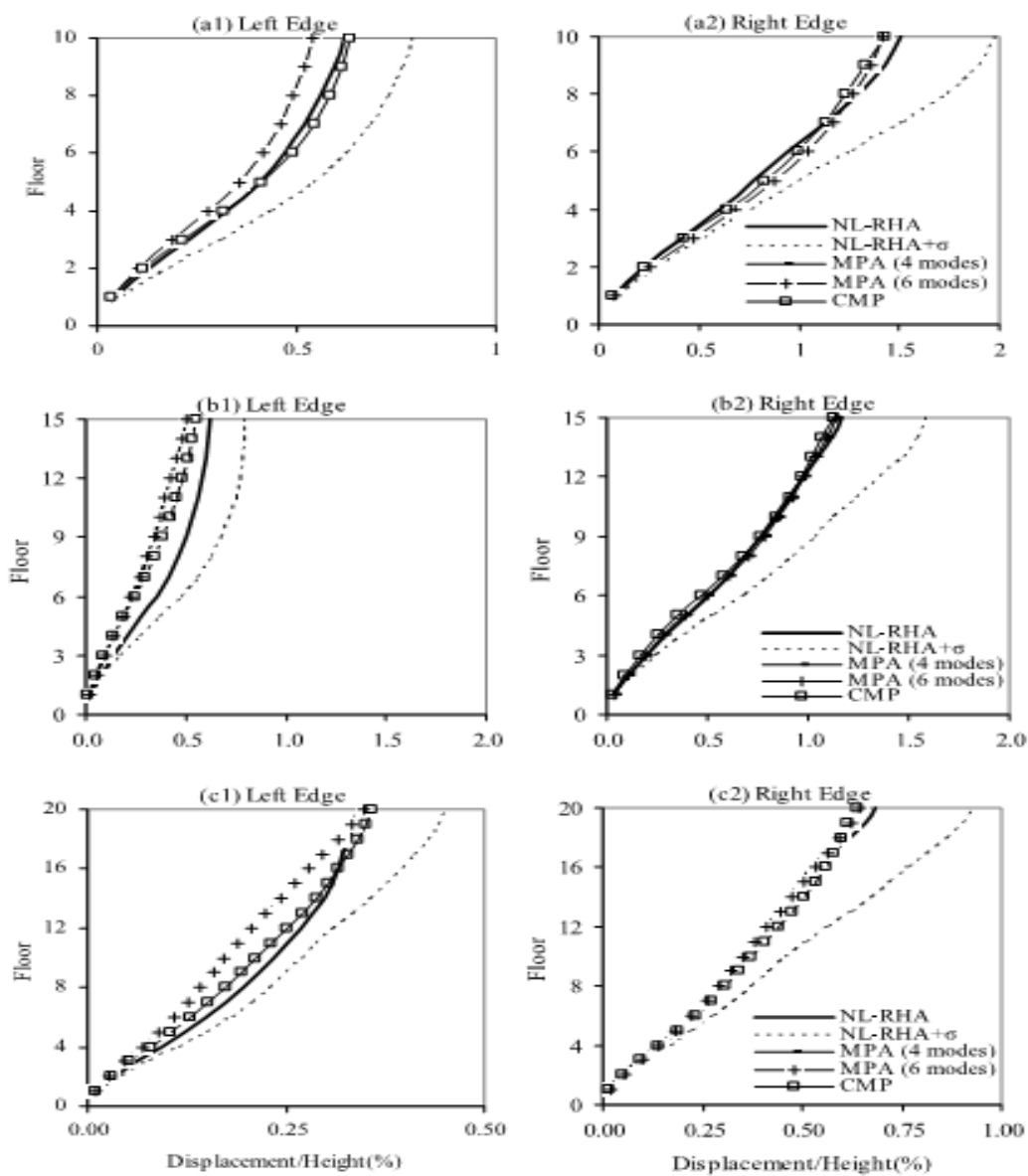


شکل 5: تغییرات ارتفاعی جا به جایی ها و رانش طبقات در CM برای ساختمان های با پلان متقارن الف:

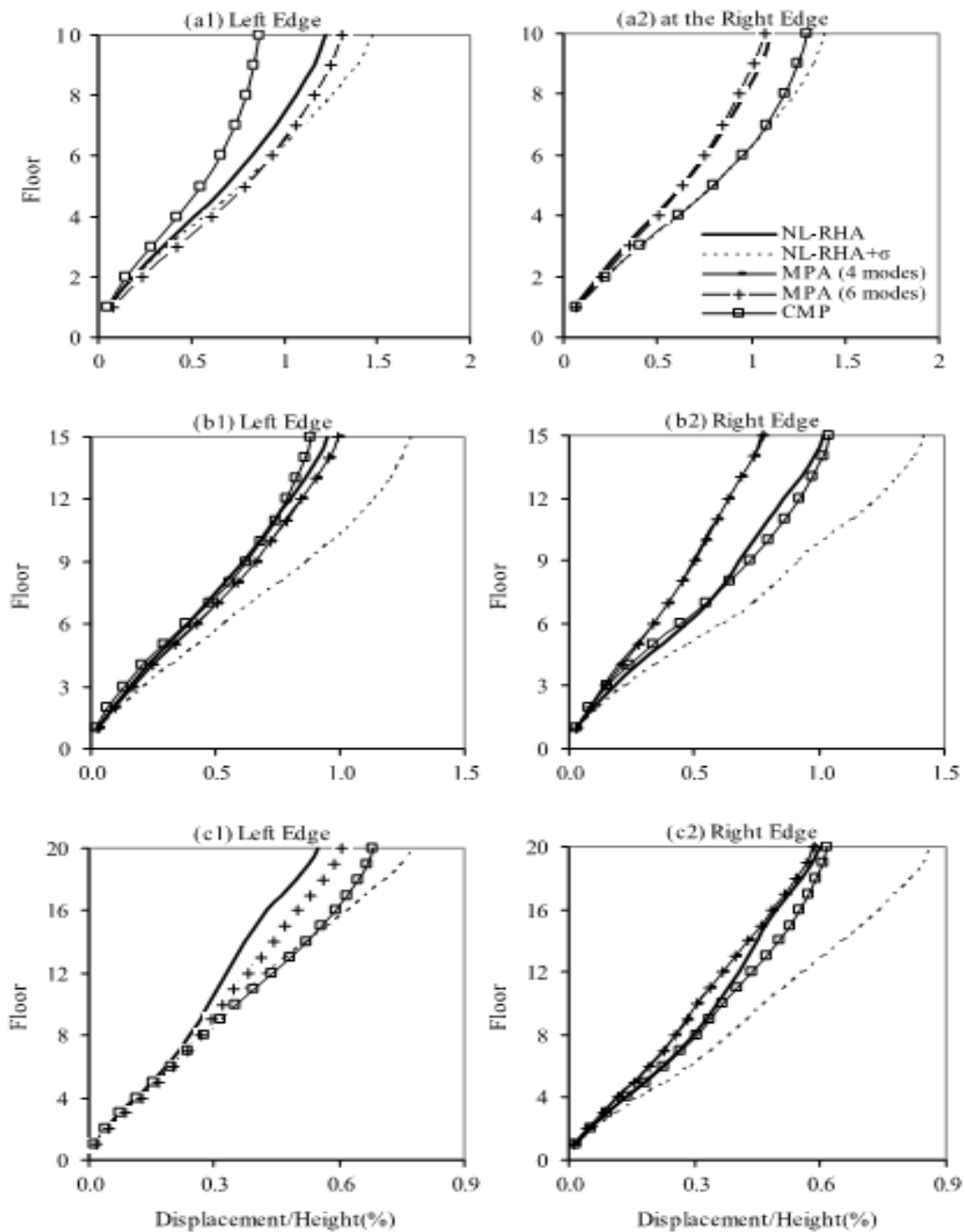
ساختمان ده طبقه ب: ساختمان 15 طبقه و پ: ساختمان 20 طبقه



شکل 6: تغییرات ارتفاعی چرخش های پلاستیک لولا برای ساختمان های با پلان متقارن اصلی الف: ساختمان ده طبقه ب: ساختمان 15 طبقه و پ: ساختمان 20 طبقه

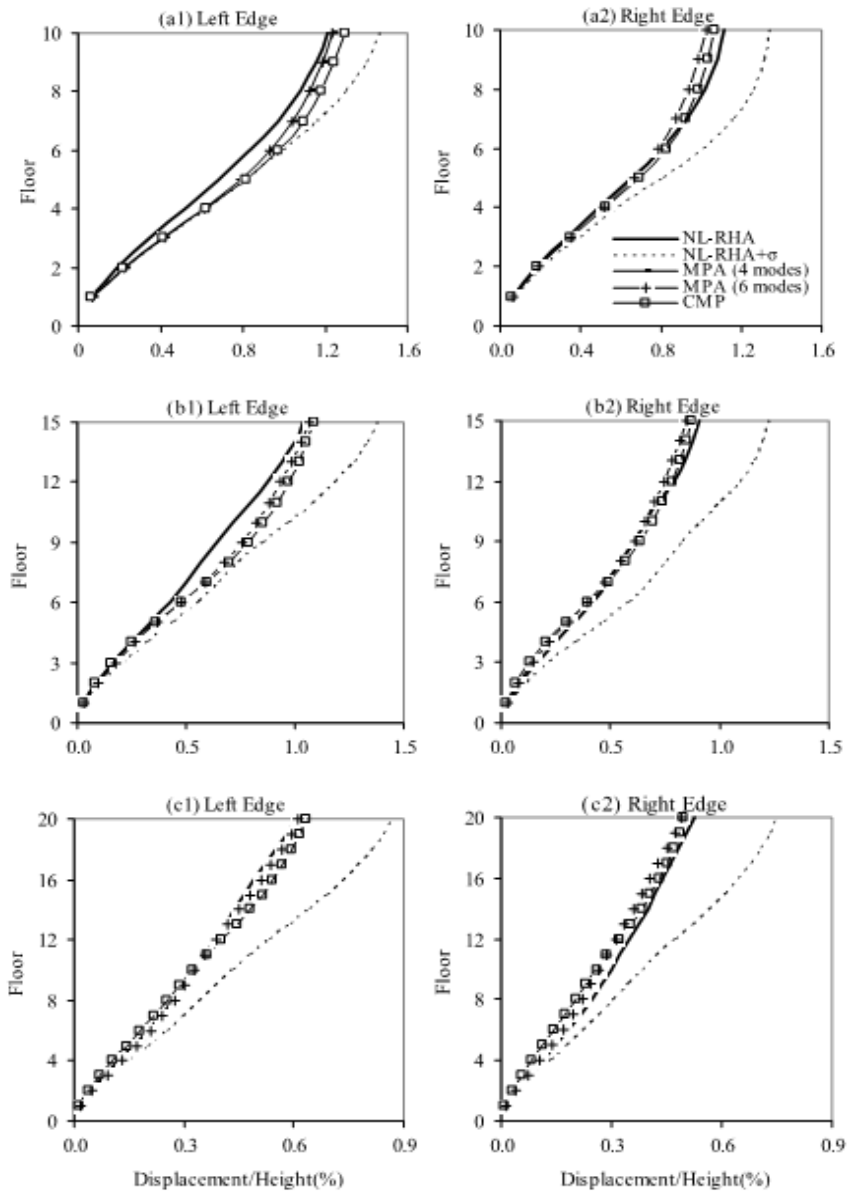


شکل 7: تغییر ارتفاعی جا به جایی ها در حاشیه چپ و راست سیستم های سفت پیچشی، الف: ساختمان ده طبقه ب: ساختمان 15 طبقه و پ: ساختمان 20 طبقه



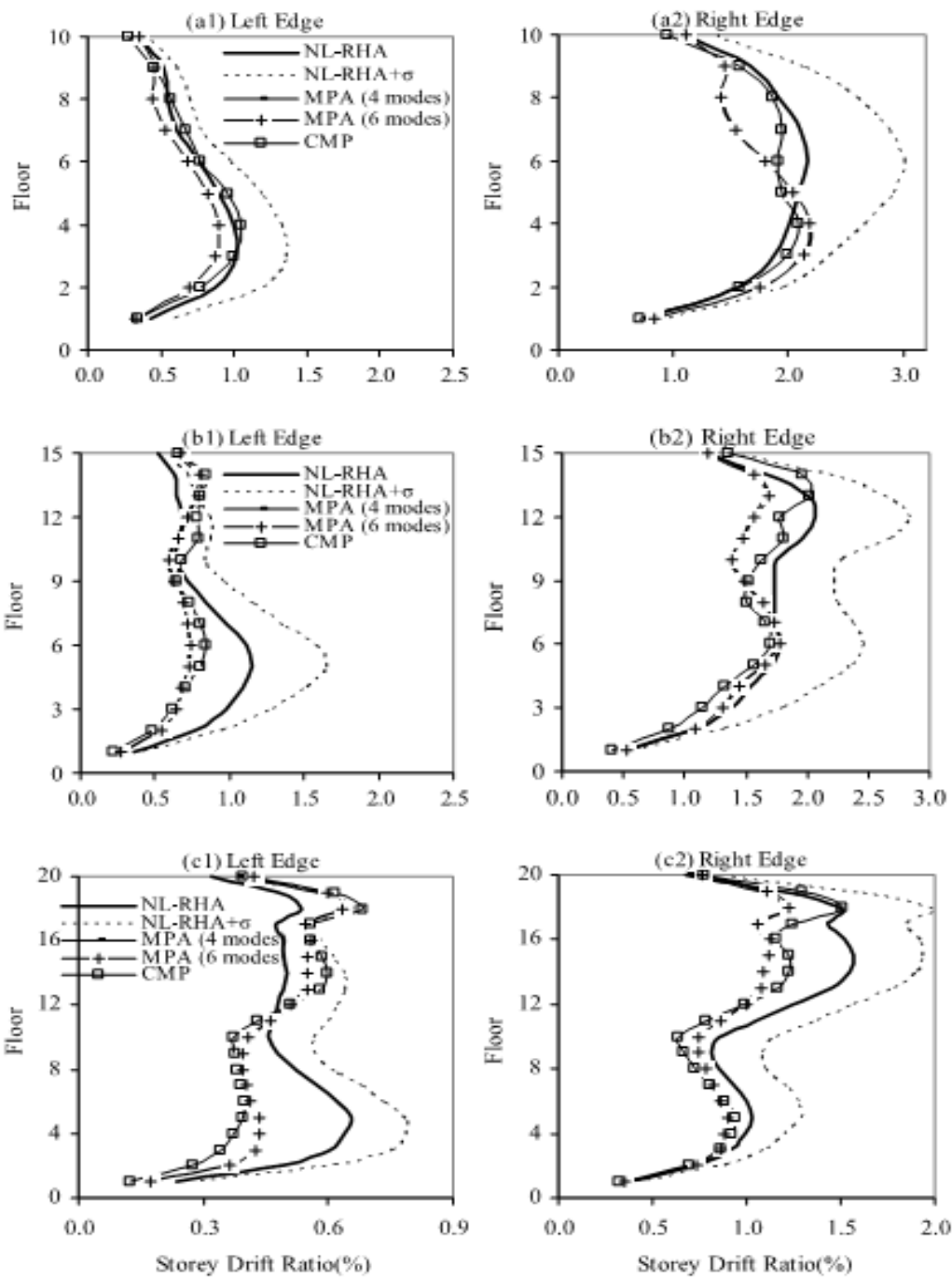
شکل 8: تغییرات ارتفاعی جا به جایی ها در حاشیه چپ و راست سیستم های سفت شبه پیچشی : الف:

ساختمان ده طبقه ب: ساختمان 15 طبقه و پ: ساختمان 20 طبقه



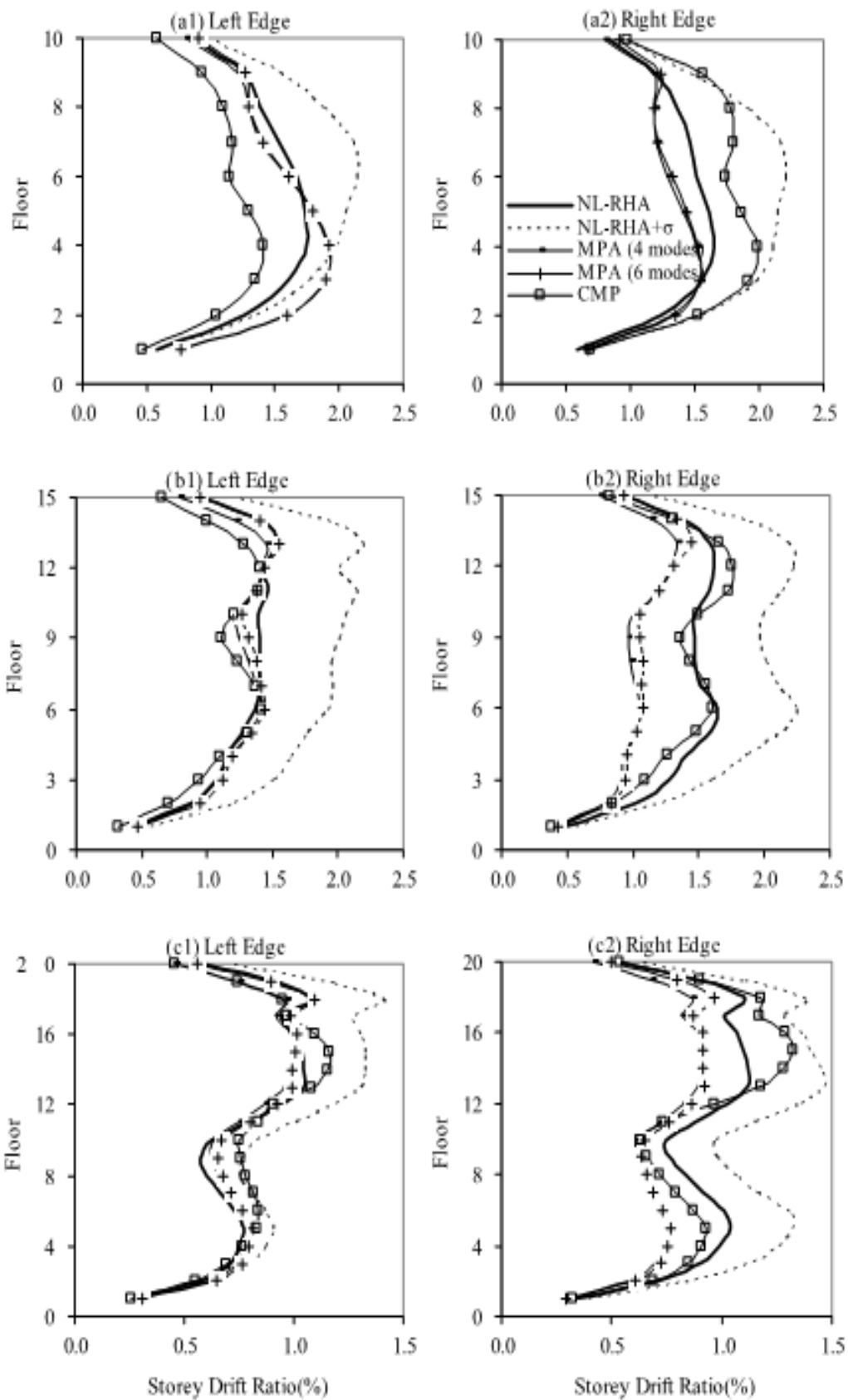
شکل 9 تغییرات ارتفاعی جا به جایی ها در حاشیه چپ و راست سیستم های انعطاف پذیر شبه پیچشی : الف:

ساختمان ده طبقه ب: ساختمان 15 طبقه و پ: ساختمان 20 طبقه



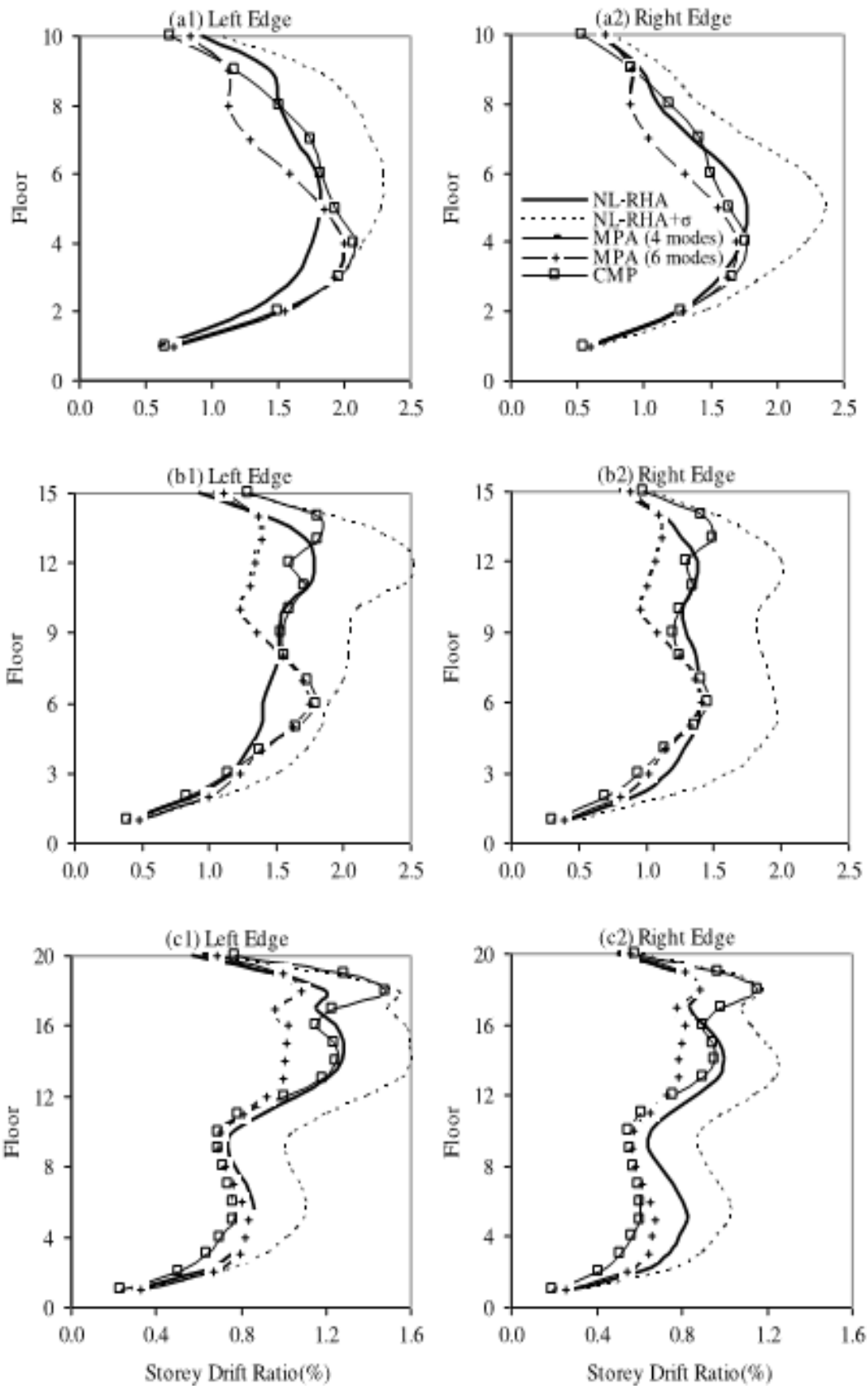
شکل 10: تغییرات ارتفاعی رانش های طبقات در حاشیه چپ و راست سیستم های سفت پیچشی الف:

ساختمان ده طبقه ب: ساختمان 15 طبقه و پ: ساختمان 20 طبقه



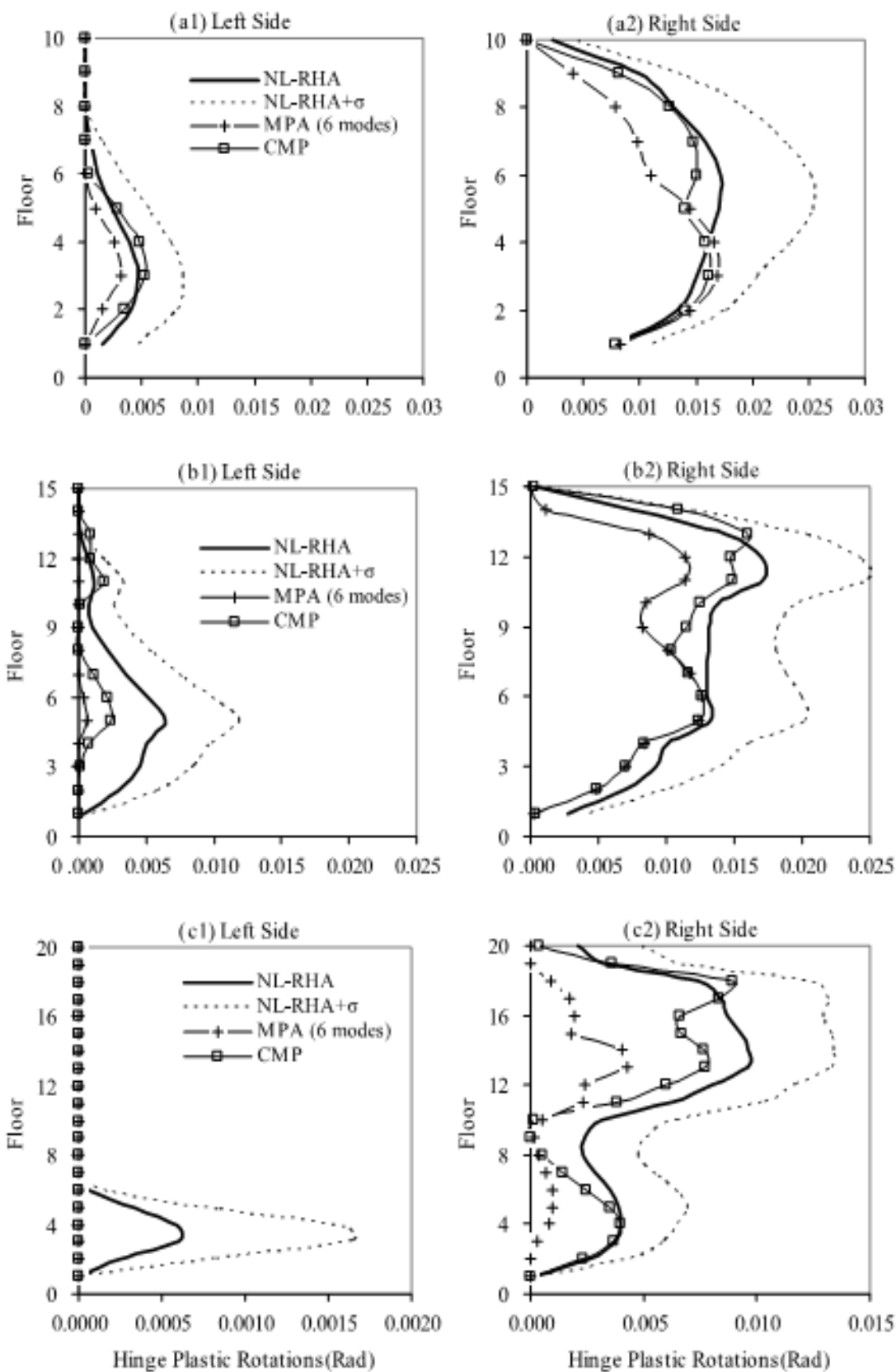
شکل 11: تغییرات ارتفاعی رانش های طبقات در حاشیه چپ و راست سیستم های سفت شبه پیچشی الف:

ساختمان ده طبقه ب: ساختمان 15 طبقه و پ: ساختمان 20 طبقه



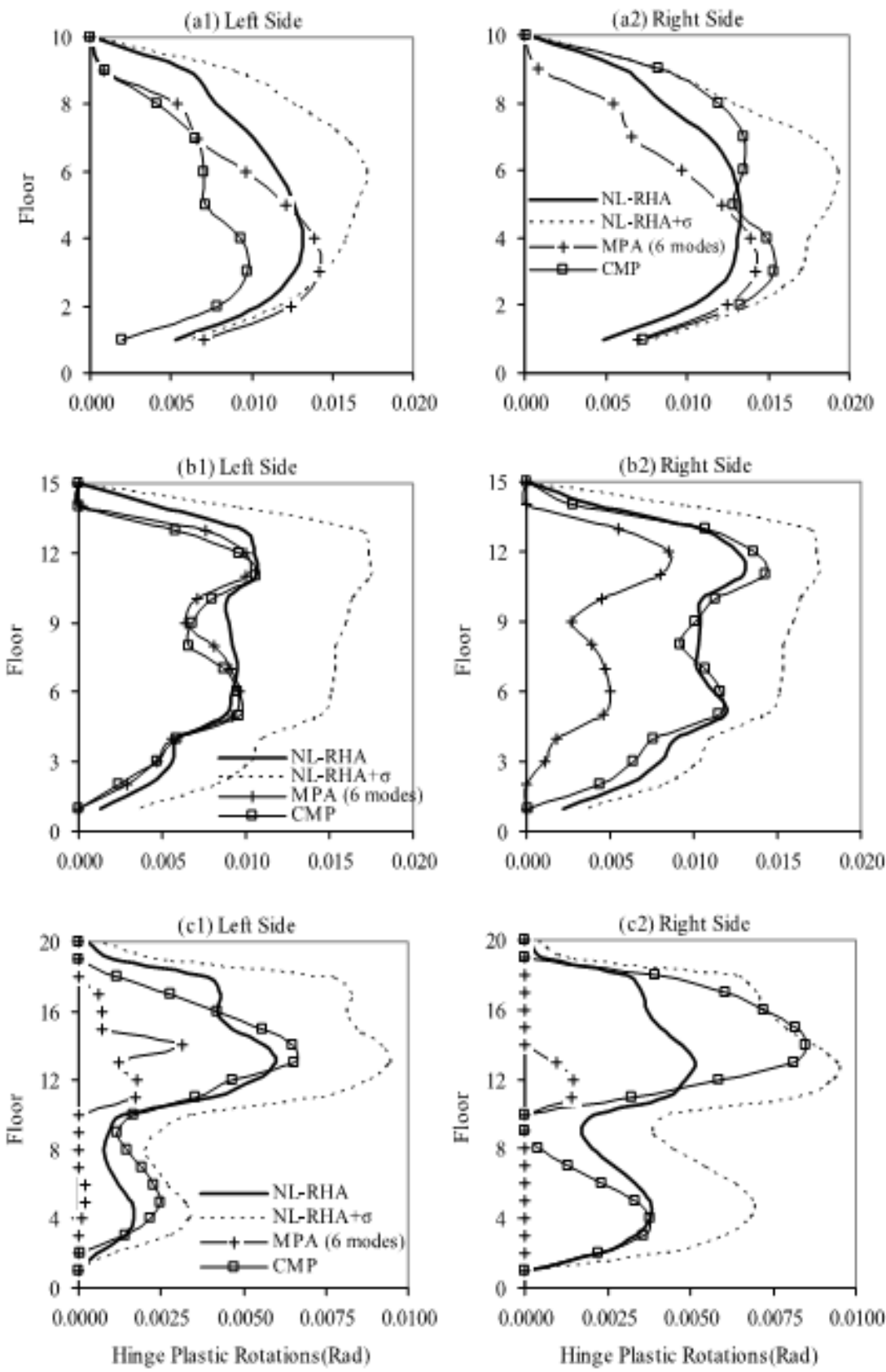
شکل 12: تغییرات ارتفاعی رانش های طبقات در حاشیه چپ و راست سیستم های انعطاف پذیر پیچشی الف:

ساختمان ده طبقه ب: ساختمان 15 طبقه و پ: ساختمان 20 طبقه



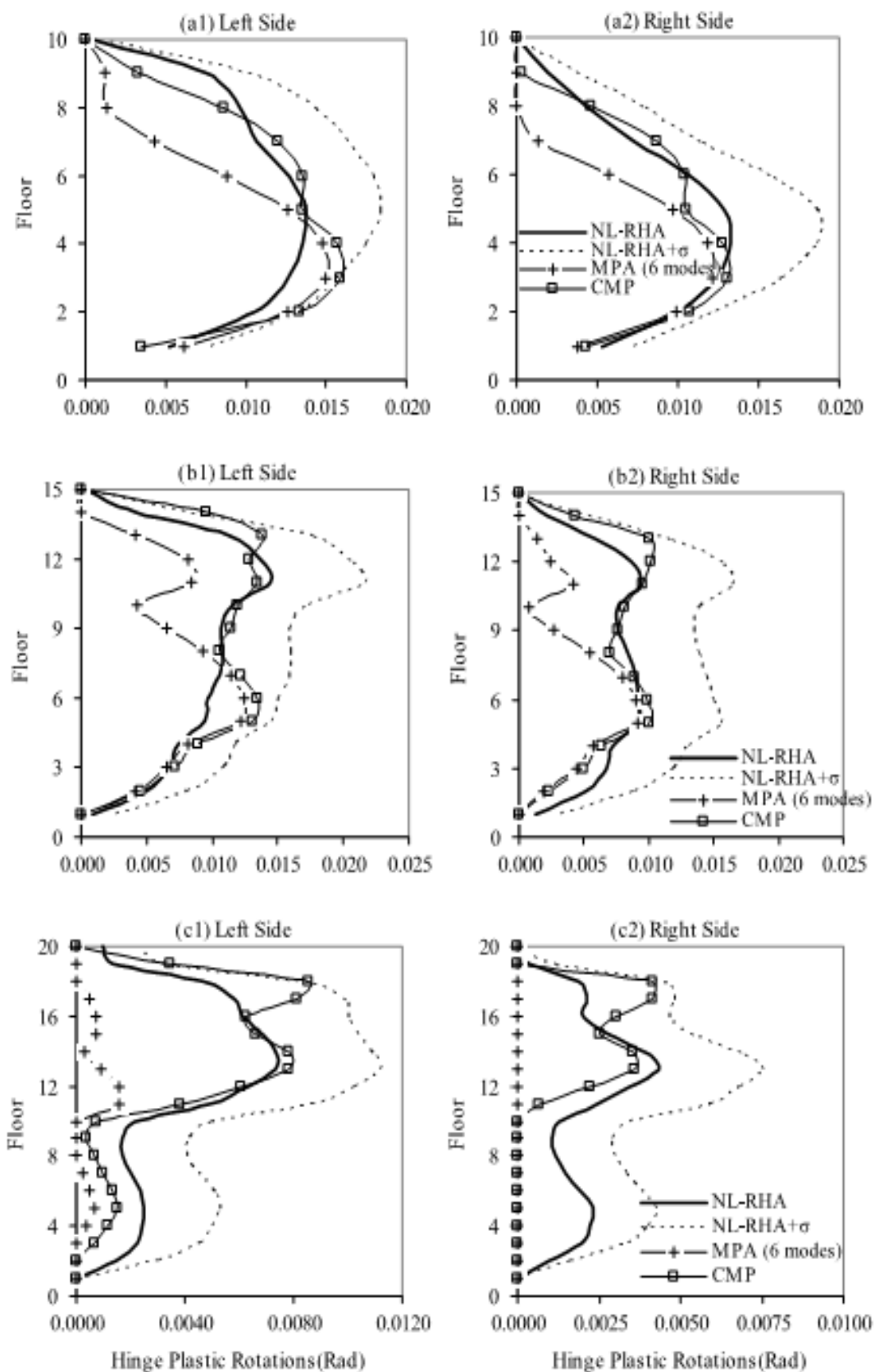
شکل 13: تغییرات ارتفاعی چرخش های پلاستیک لولا در حاشیه چپ و راست سیستم های سفت پیچشی

الف: ساختمان ده طبقه ب: ساختمان 15 طبقه و پ: ساختمان 20 طبقه



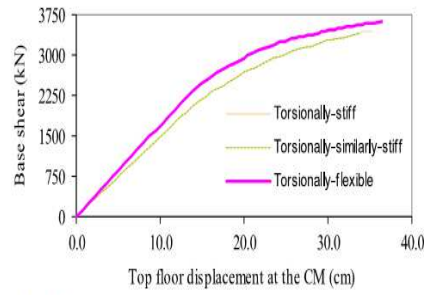
شکل 14: تغییرات ارتفاعی چرخش های پلاستیک لولا در حاشیه چپ و راست سیستم های سفت شبه

پیچشی الف: ساختمان ده طبقه ب: ساختمان 15 طبقه و پ: ساختمان 20 طبقه

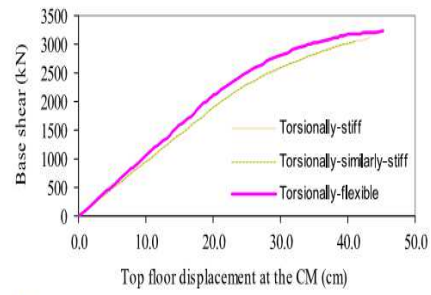


شکل 15: تغییرات ارتفاعی چرخش های پلاستیک لولا در حاشیه چپ و راست سیستم های انعطاف پذیر

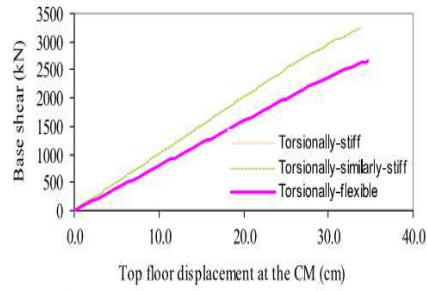
پیچشی الف: ساختمان ده طبقه ب: ساختمان 15 طبقه و پ: ساختمان 20 طبقه



(a) 10-storey.



(b) 15-storey.



(c) 20-storey.

شکل 16: منحنی های پوش اور برای همه سیستم های ساختمان های با پلان غیر متقارن با ارتفاعات متفاوت

الف: ساختمان ده طبقه ب: ساختمان 15 طبقه و پ: ساختمان 20 طبقه



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی