



## تخمین تغییر مکان لرزه‌ای بام سازه‌های چند درجه آزادی با استفاده از سیستم‌های یک درجه آزادی معادل

جواد واثقی امیری<sup>۱</sup>، علی علیمردانی<sup>۲</sup>

۱- دانشیار دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، دانشکده مهندسی عمران

۲- کارشناس ارشد سازه، دانشگاه غیرانتفاعی اشراق، دانشکده مهندسی عمران

Alimardani.ms@gmail.com

### خلاصه

ارزیابی عملکرد لرزه‌ای سازه به صورت ایده آل مستلزم انجام تحلیل‌های تاریخچه زمانی غیرخطی بر روی سیستم سازه‌ای می‌باشد. لیکن انجام این تحلیل بر روی یک مدل دقیق، مستلزم صرف هزینه و زمان بسیاری بوده و استفاده از یک روش سریع در تخمین پاسخ‌ها می‌تواند بسیار مفید باشد. به همین دلیل و با توجه به نیاز برآورد دقیق تغییر مکان نقطه هدف در تحلیل Pushover، ارائه و استفاده از یک روش ساده و سریع اجتناب‌ناپذیر است. در این تحقیق تلاش شده است نیاز جابه‌جایی طیفی در مود اول نوسان سازه، با اعمال مجموعه‌ای از ضرایب به نیاز تغییر مکان بام سازه ارتباط داده شود. ارزیابی عملکرد سازه‌ها، برای مجموعه‌ای از ساختمان‌ها و زمین‌لرزه‌ها - که به نوعی نمایانگر حالات کلی ساختمان‌های موجود هستند - انجام گرفته است. بررسی رفتار این سازه‌ها، می‌تواند اطلاعات مفیدی برای به کارگیری در روش‌های طراحی و ارزیابی لرزه‌ای - به منظور عملکرد بهتر سازه‌های جدید - و نیز مرجع خوبی برای برآورد نیازهای لرزه‌ای در سازه‌های فولادی معمولی دارای قاب خمشی فراهم نماید.

کلمات کلیدی: نیاز جابه‌جایی، جابه‌جایی بام، نیاز لرزه‌ای، تحلیل دینامیکی غیرخطی، سیستم یک درجه آزادی معادل

### ۱. مقدمه

تعداد بسیاری از ساختمان‌های بلندمرتبه و میان‌مرتبه در حال حاضر، دارای قاب‌های خمشی فولادی - به عنوان بخشی از سیستم مقاوم در برابر بار جانبی - هستند. این نوع سازه‌ها، یکی از بهترین عملکردها را به لحاظ مقاومت در برابر بارهای جانبی دارند. زیرا اعضای فولادی قادر به تحمل تغییر شکل‌های غیرارتجاعی بزرگ در معرض نیروهای خمشی و برشی می‌باشند.

پیش‌بینی جابه‌جایی کلی در طراحی لرزه‌ای قاب‌های چند درجه آزادی، به دلایل مختلف حائز اهمیت می‌باشد. تخمین drift برای تعیین حداقل فاصله با ساختمان‌های مجاور (درز انقطاع) به منظور ممانعت از ضربه به یکدیگر لازم می‌باشد. هم‌چنین این پیش‌بینی‌ها، اطلاعات مهمی را برای تحلیل‌های بار افزون (Pushover) - که به عنوان معیار ساده‌ای جهت ارزیابی عملکرد سیستم‌های سازه‌ای پیشنهاد شده است - فراهم می‌آورند. drift های بین طبقه‌ای سهم قابل توجهی در ایجاد صدمه به اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای دارند. توجه روزافزون به هزینه‌های حاصل از خسارات لرزه‌ای و مشکلات ناشی از آن (در حوزه ورود سازه به رفتار غیرخطی) به ضرورت کنترل میزان خسارت و قابلیت تعمیر سازه در مرحله طراحی تأکید دارد.

از طرف دیگر، انجام تحلیل دینامیکی غیرخطی بر روی یک مدل دقیق، در بسیاری موارد مستلزم صرف هزینه و زمان بسیاری بوده و استفاده از یک روش سریع در تخمین پاسخ‌ها می‌تواند بسیار مفید باشد. هدف عمده این مقاله، ارائه یک روش ساده به منظور تخمین نیاز تغییر مکان لرزه‌ای بام سازه چند درجه آزادی با استفاده از نیازهای سیستم یک درجه آزادی معادل است. بدین منظور ابتدا جابه‌جایی طیفی ارتجاعی متناظر با مود اول نوسان سازه تعیین شده و سپس با اعمال ضرایبی، نیاز تغییر مکان لرزه‌ای بام به دست می‌آید. ضرایب مذکور شامل ضریب اثرات درجات آزادی ( $\alpha_{MDOF}$ )، ضریب اثرات رفتار غیرارتجاعی ( $\alpha_{INEL}$ ) و ضریب اثرات  $P-\Delta$  ( $\alpha_{P-\Delta}$ ) بوده که با انجام مجموعه‌ای از تحلیل‌های دینامیکی تاریخچه زمانی - با استفاده از نرم افزار Drain-2DX [1] - بر روی مدل‌های سازه‌ای تحت شتاب‌نگاشت‌های مورد نظر و اعمال نتایج در روابط ارائه شده، مقادیر ضرایب محاسبه شده‌اند. در شکل ۱، فرآیند برآورد نیاز جابه‌جایی کلی بام با استفاده از روش ساده ارائه شده نمایش داده شده است.

کنترل رفتار و پاسخ سازه و ارزیابی عملکرد آن، برای مجموعه‌ای از ساختمان‌ها (شامل تعداد طبقات و دهانه‌های متفاوت) انجام گرفته است. سیستم‌های سازه‌ای این ساختمان‌ها بر مبنای آیین‌نامه‌های موجود طراحی گردیده‌اند؛ و انتظار می‌رود نمایانگر مجموعه کلی ساختمان‌ها از نوع به کار رفته باشند. زمین‌لرزه‌های به کار رفته در تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی نیز شامل دو دسته زمین‌لرزه‌های دور و نزدیک می‌باشند.