

## Accuracy investigation of estimation structural parameters of irregular steel frames with novel pushover method

رضا عباسنیا<sup>1</sup>، مهرداد بنافی<sup>2</sup>، علیرضا تاجیک داودی<sup>3</sup>

1- دانشیار دانشگاه علم و صنعت، [abbasnia@iust.ac.ir](mailto:abbasnia@iust.ac.ir)

2- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه دانشگاه علم و صنعت،  
[mehرداد\\_banafi@civileng.iust.ac.ir](mailto:mehرداد_banafi@civileng.iust.ac.ir)

3- دانشجوی دکتری مهندسی زلزله دانشگاه علم و صنعت، [a\\_tajik@civileng.iust.ac.ir](mailto:a_tajik@civileng.iust.ac.ir)

### Abstract

In recent years common nonlinear static analysis (Pushover) is one of the most important parts in the performance based-design of structure. Therefore, providing a reliable Push over method has been paid attention significantly in recent years. Adaptive Pushover methods are the latest techniques that are presented in recent years, in which unlike the conventional Pushover methods, higher modes effects and changes in the stiffness of different structural elements are considered. However, some problems such neglecting the sign inversed of modes during the analysis and considering a mandatory controlling point for estimating of capacity curve, affect accuracy of these methods. In this paper an innovative adaptive pushover method is presented for estimation of important local parameters. In this method an innovative modal combination rule is utilized which consider the sign of modes and also uses concept of energy for calculation of target displacement. Results show this method has an excellent accuracy in estimation of drift and stories shear profile.

**Key Words:** Adaptive pushover, Steel structure, Modal combination rule, Energy method

### 1. مقدمه

در طول دهه گذشته تحلیل پوش‌آور به عنوان یک ابزار کاربردی مناسب نقش موثری در توسعه مهندسی زلزله بر مبنای عملکرد ایفا کرده و به طور گسترده‌ای در آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های ارزیابی لرزه‌ای سازه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. با رواج یافتن تحلیل پوش‌آور به صورت حرفه‌ای در بین مهندسان، مطالعات گسترده‌ای در خصوص مزایا و معایب این روش صورت گرفته است. مشکل اصلی روش‌های پوش‌آور سنتی موجود در آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های جاری از قبیل FEMA-356 [2,1] در این نکته نهفته است که این روش‌ها عموماً محدود به پاسخ یک‌مود تنه‌ای بوده و توانایی لحاظ کردن اثرات مودهای بالاتر همچنین اثر تغییر مشخصات مودال سازه ناشی از تسلیم اعضاء را ندارند.

### 2. روش‌های تحلیل پوش‌آور پیشرفته

یکی از معروف‌ترین روش‌هایی که به منظور لحاظ کردن اثرات مودهای بالاتر در سال‌های اخیر ارائه گردیده روش MPA (Modal Pushover Analysis) می‌باشد که توسط چوپرا و گوئل پیشنهاد شده است. در این روش تحلیل پوش‌آور با الگوی بار متناسب با اشکال مودی الاستیک چند مود اول انجام گرفته سپس پاسخ لرزه‌ای کلی سازه از ترکیب پاسخ‌های حاصل از هر مود با استفاده روش ترکیب جذر مجموع مربعات (SRSS) به دست می‌آید [3]. از آنجا که استفاده از جایجایی بام به عنوان نقطه کنترل جایجایی در مودهای بالاتر با ابهاماتی روبرو است، ویرایش اصلاح شده‌ای از روش پوش‌آور مودال MMPA (Modified Modal Pushover Analysis) را بر اساس طیف پاسخ الاستیک در مودهای بالاتر توسط این دو محقق پیشنهاد داده شد [4]. علاوه بر این به منظور لحاظ کردن اثرات تغییر در مشخصات مودال سازه ناشی از تسلیم اعضاء، روش‌های پوش‌آور چند بار اجرا با الگوی بار به هنگام شونده پیشنهاد شده است [6,5]. با این حال در الاستیک را ندارند همچنین

<sup>1</sup> دانشیار دانشگاه علم و صنعت

<sup>2</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد سازه دانشگاه علم و صنعت

<sup>3</sup> دانشجوی دکتری مهندسی زلزله دانشگاه علم و صنعت