**مقایسه میزان ایمنی لرزه‌ای در ویرایش‌های اخیر آیین‌نامه ACI براساس روش ارزیابی FEMA P695**

**چکیده**

وقوع زلزله‌های اواخر قرن بیستم مخصوصاً زلزله شدید Northridgeدر سال 1994 مهندسان طراح را برآن داشت که روش طراحی خود را به سمت روش طراحی بر اساس عملکرد سوق دهند، چرا که این روش میزان خسارات وارد بر سازه را مدنظر قرار داده و بسته به نوع عملکرد ساختمان میزان ایمنی لرزه‌ای سازه را تأمین می‌کند. سازه‌ها دارای سطوح مختلف عملکردی می‌باشند که یکی از مهم‌ترین این سطوح عملکردی در سازه‌ها سطح فروریزش سازه است و با استفاده از آن می‌توان سطح ایمنی سازه را سنجید. برای بیان میزان ایمنی لرزه‌ای سازه به صورت عددی، کمیتی تحت عنوان نسبت حاشیه فروریزش (CMR) وجود دارد که در آیین‌نامه FEMA P695 از این کمیت برای بیان میزان ایمنی لرزه‌ای سازه استفاده شده است.

در این پایان‌نامه، مقایسه‌ی سطح ایمنی سازه‌های بتنی طراحی شده با سه ویرایش اخیر آیین‌نامهACI براساس روش تحلیلی FEMA P695 انجام می‌گیرد. برای این منظور تعداد 5 قاب بتنی ویژه سه دهانه با تعداد طبقات 3، 5، 10، 15 و 20 و با دهانه‌های 5 متر انتخاب شده است. طراحی این قاب‌ها با آیین‌نامه‌های ACI 318-99، ACI 318-05 و ACI 318-11 که با اختلاف 6 سال منتشر شده‌اند انجام گرفته و با انتخاب 10 رکورد مناسب تحت تحلیل دینامیکی غیرخطی افزایشی (IDA) قرار گرفته است.

پس از انجام تحلیل‌های خطی و بدست آوردن ابعاد و میلگردهای اجزای سازه‌ای (تیر و ستون)، به تحلیل دینامیکی غیرخطی مدل‌ها پرداخته و با بدست آوردن منحنی‌های IDA به بررسی عملکرد سازه‌ها به کمک منحنی‌های شکنندگی پرداخته می‌شود. برای انجام آنالیزهای خطی از نرم‌افزار ETABS V9.7.1 وETABS 2013 و برای انجام آنالیزهای دینامیکی غیرخطی افزایشی (IDA) از نرم‌افزار SeismoStruct V6.5 استفاده شده است.

نتایج حاصل از ترسیم منحنی‌های شکنندگی و همچنین بدست آوردن طیف حداکثر زلزله در نظر گرفته شده (MCE) با توجه به آیین‌نامه‌ی مورد نظر، منجر به تعیین سطح ایمنی سازه می‌شود. در واقع اختلاف بین سطوح فروریزش و MCE نمایانگر میزان ایمنی سازه می‌باشد، به نحوی که هر چه این اختلاف سطح بیش‌تر باشد سازه از درجه ایمنی بالاتری برخوردار است.

با توجه به نتایج بدست آمده، می‌توان گفت میزان ایمنی سازه‌های طراحی شده با ویرایش‌های جدید نسبت به ویرایش‌های قبلی افزایش پیدا کرده است. این میزان افزایش ایمنی از سال 1999 تا 2005 بیشتر از سال 2005 تا 2011 می‌باشد. همچنین در مورد ساختمان‌های بلندمرتبه می‌توان گفت این میزان افزایش ایمنی بسیار ناچیز می‌باشد.

کلمات کلیدی: طراحی براساس عملکرد، سطح فروریزش، نسبت حاشیه فروریزش، روش تحلیلی FEMA P695، قاب خمشی بتنی ویژه، تحلیل دینامیکی افزاینده.

**Comparison of Seismic Safety in Recent Editions of ACI Regulations Based on FEMA P695 Evaluation Method**

**Abstract**

Occurrence of earthquakes of the late 20th century, e.g., the Northbridge earthquake in 1994, has persuaded structural engineers to design structures based on performance. This method considers extent of damage and provides for structure performance and seismic safety level. Structures have several performance levels with the last one being the collapse level. By evaluating the collapse level of performance, seismic safety of a structure can be estimated. To assign a scalar quantity to the seismic safety of a structure, the concept of Collapse Margin Ratio (CMR) was introduced by FEMA P695 to illustrate the seismic safety level.

In this study, safety level of concrete structures designed based on the last three revisions of ACI design code is evaluated and compared based on the analytical method of FEMA P695. For this purpose, five special moment resisting concrete buildings having 3, 5, 10, 15 and 20 stories and three bays spanning 5 meters both ways are selected and designed based on ACI 318-99, 05, and 11 and analyzed by 10 proper earthquake records. The method of analysis is the Incremental Dynamic Analysis (IDA). Linear analysis for design and nonlinear IDA analysis for evaluation are performed by ETABS and SeismoStruct, respectively.

The results demonstrate that the safety level of structures designed based on the newer editions of the design code has been considerably improved, especially from ACI318-99 to ACI318-05.

**Key words:** performance, collapse level ,collapse margin ratio, FEMA P695, concrete special moment frame, Incremental Dynamic Analysis.