

## Evaluation Seismic behaviour of reinforced concrete buildings rehabilitated with ductile bracing systems

سید مهدی هادئی<sup>1</sup>

1- فوق لیسانس مهندسی زلزله [s\\_mehdihadei@yahoo.com](mailto:s_mehdihadei@yahoo.com)

### Abstract

In this paper, seismic behavior of ordinary concrete buildings is investigated. The evaluation results indicated that these building, which were designed, based on first edition of 2800 standard and before, due to ductility and stiffness deficiency, don't satisfy the 3th edition of 2800 standard and FEMA356 requirements, then retrofit of the most old structures is recommended. Selected samples include ordinary moment resisting concrete buildings with four and ten floors. The effectiveness of three retrofit schemes: Concentric braced frames (CBF), eccentric braced frames (EBF) and buckling restrained braced frames (BRB) in buildings, seismic strengthening samples were compared. The results of investigation indicated that although CBF retrofit scheme is efficient in stiffness increases and lateral displacement reduction, but the pushover analysis indicated that, because buckling of braces in compression, strength and stiffness of structure suddenly decrease and structure has not ductile behavior In retrofit method with eccentric braces due to localize the plastic deformation in the link beams and braces remaining elastic, have more ductile behavior compare with CBF, but increasing of stiffness and strength of structure are lesser. In retrofit method with buckling restrained braces duo to no buckling of braces in compression and braces yield before reach to buckling load, strength, stiffness and ductility increasing more than two mentioned method and structure has good seismic performance. In addition, results show that BRB braces is more efficient for high-rise building retrofitting than small buildings.

کلمات کلیدی:

Seismic retrofitting, buckling restrained braces, reinforced concrete buildings, pushover analyses

### 1. مقدمه

ساختمانهایی که بر اساس ضوابط لرزه‌ای نشر اول آئین نامه 2800 ایران (مصوبه 1366) [2] و ماقبل آن طراحی شده‌اند بر اساس ضوابط جدید ویرایش سوم این آئین‌نامه ضعیف محسوب می‌شوند. بنابراین، بکارگیری روشهای مناسب تقویت لرزه‌ای برای تامین ایمنی جانی اینگونه سازه‌ها و ساکنان آنها ضرورت دارد. یکی از روشهای تقویت لرزه‌ای رایج در ایران، تقویت و افزایش شکلپذیری اعضا، گرهها و اتصالات سازه‌ای ضعیف یا آسیب دیده است. اما این روش تقویت از نظر عملی و اجرایی با مشکلات فراوانی روبروست. چرا که این عمل مستلزم جدا کردن اعضای ناسازه‌ای از اعضای سازه‌ای و بیرون کشیدن اسکلت ساختمانی از اندوهای معماری است که مسلماً نیاز به صرف هزینه اجرایی بالا و ایجاد اختلال در اسکان و بهره‌برداری ساختمان دارد.

افزودن مهاربند فلزی برای تقویت لرزه‌ای ساختمانهای بتنی به علت مزایایی از جمله افزایش سختی جانبی در کنار کمترین افزایش در وزن ساختمان، عدم ایجاد محدودیتهای معماری و امکان ایجاد بازشو در دهانه‌های مهاربندی شده، مهاربندی قابهای بیرونی و عدم ایجاد اختلال در کاربری ساختمان و ... در سالهای اخیر مورد توجه قرار گرفته است.

اگرچه شیوه تقویت با مهاربندهای فولادی معمولی تاثیر بسزایی در افزایش سختی و کاهش جابجائی‌های نسبی طبقات دارد، ولی در زلزله‌های متوسط و شدید با ورود سازه به ناحیه غیر الاستیک، مهاربندهای فشاری کماتش می‌کنند و سازه دچار افت ناگهانی سختی و مقاومت می‌شود. علاوه بر این، در این شیوه نیروهای داخلی ستونهای مهاربندی شده افزایش یافته و این ستونها نیاز به تقویت خواهند داشت.

استفاده از سیستم‌های مهاربندی برون محور به علت افزایش سختی توام با شکلپذیری، یکی از سیستم‌های متداول برای ساختمانهای فولادی محسوب می‌گردد. ولی در مورد کاربرد این سیستم مهاربندی در بهسازی لرزه‌ای ساختمانهای بتنی به علت مطالعات آزمایشگاهی و عددی اندکی که درباره آن انجام شده کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این روش با

<sup>1</sup> فوق لیسانس زلزله دانشگاه صنعتی شریف