این مقاله طبق مجوز شماره ۹۳/۱۷/۸۰۵ مرکز منطقه ای اطلاع رسانی علوم و فناوری RICeST زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در آن مرکز نمایه و منتشر شده است.

# مروری بر بهسازی لرزه ای ستون های چهارگوش بتن مسلح توسط الیاف FRP کربنی همراه با میله های GFRP

**حمید صابری [۱]، شکوفه زارعی [۳]**

۱استادیار گروه عمران دانشگاه ایوانکی

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد عمران – سازه دانشگاه ایوانکی

**چکیده**

در این مقاله یک روش بهسازی جدید توسط تقویت الیافی بتن سطحی در وسط یک جنب مستقیم پیشنهاد شده است. تقویت الیافی با اضافه کردن میله های پلیمری تقویت شده الیافی (FRP) در منطقه ی مفصل پلاستیک از بتن انجام می شود. میله های FRP اضافه شده به عنوان تقویت کننده هایی افقی برای افزایش شکل پذیری بتن به شکلی مشابه با بتن الیافی تقویت شده عادی عمل می کنند. هنگامی که این تکنیک تقویت کنندگی الیافی با ژاکت گذاری مرسوم ترکیب می شود، بتن در تمامی بخش های یک مقطع عرضی ممکن است به صورت موثری محصور شود.در این مقاله، آزمایش های تجربی برای بررسی اثربخشی این تکنیک بهسازی جدید انجام گرفت.شش نیم ستون مورد آزمایش قرار گرفت.

**واژه های کلیدی**

اثرات لرزه ای ،ستون های بتنی؛ شکل پذیری؛ پلیمر های الیافی تقویت شده؛

**مقدمه**

بسیاری از سازه های بتن مسلح موجود که قبل از کاربرد آیین نامه های مدرن طراحی مقاوم در برابر زلزله طراحی و ساخته شده بودند در برابر زلزله هایی فوق مقیاس متوسط آسیب پذیر هستند. (برای مثال زلزله سن فرناندو ۱۹۷۱؛ زلزله جیجی ۱۹۹۹ در تایوان؛ و زلزله بم ۲۰۰۳ در ایران) که درصد بزرگی از سازه های آزادراه/پل و ساختمان های مرتفع که قبل از کاربرد آیین نامه های مدرن زلزله طراحی و ساخته شده بودند فروریخته (Wu و همکارانش ۲۰۰۳). ستون های بتن مسلح به دلیل استفاده از آرماتورگذاری اسمی و آرماتورهای عرضی با جزئیات نادقیق به طور خاصی آسیب پذیرند (Park ۲۰۰۱). به عنوان یک نتیجه، این ستون ها شکل پذیری کافی را ارائه نمی دهند و احتمال وقوع شکست برشی، شکست مفصل برشی یا شکست وصله ی پوششی [۱] در یک زلزله شدید وجود دارد. در نتیجه، بهسازی این ستون های RC از اهمیت زیادی در توانبخشی به سازه های موجود برخوردار است.

رایج ترین روش بهسازی سازه ای ژاکت گذاری بتنی و فولادی است. در سال های اخیر به دلیل سرعت و آسانی نصب، کاهش تعمیر و نگهداری، مقاومت بالا، وزن سبک، دوام بالا، و افزایش کمتر در سختی سازه، در عوض فولاد از مصالح پلیمری الیاف تقویت شده (FRP) در ژاکت گذاری استفاده می شود که موجب یک افزایش کمتر در نیروی اینرسی لرزه ای می شود. پارامترهایی وجود دارد که در قدرت و انعطاف پذیری بتن محصور شده با الیاف FRP اثر می گذارند شامل مقاومت بتن، انواع الیاف و رزین، کسر حجمی الیاف و جهت گیری فیبر در ژاکت، ضخامت ژاکت (یا تعداد لایه) و باند رابط بین هسته و ژاکت (به عنوان مثال، مکانیکی و یا شیمیایی) همچنین، شکل مقطع به طور مستقیم می تواند در اثر حبس از ژاکت تأثیر بگذارد(Mirmiran و همکارانش) .در ستون های دایره ای ژاکت کردن با ورق های CFRP پیش تنیده درصورتیکه درجه پیش تنیدگی تحت کنترل باشد و از ۰.۲۵ بیشتر نشود و همچنین سطح ستون ها سائیده شده و ورقه هایCFRP با چسب اپوکسی به سطح ستون چسبانده شوند بسیار موثر می باشد(Zhou و همکارانش) . در صورتیکه بهسازی خمشی ستون های RC مربعی/مستطیلی توسط ژاکت گذاری به دلیل محصور شدگی ضعیف بتن در وسط جنب های ستون، به خصوص برای ستون های بزرگ کارآمدی زیادی ندارد (Wu و همکارانش ۲۰۰۶).

تلاش های قابل توجهی برای بهبود اثربخشی ژاکت گذاری برای ستون های مربعی/مستطیلی انجام شده است. روش هایی برای غلبه بر ناکارآمدی ژاکت های مستطیلی در تاریخچه پژوهش گزارش شده اند از جمله: (۱) تغییر شکل مستطیلی به شکل دایره ای[۲] (Teng , Lam ۲۰۰۲)؛ (۲) استفاده از سخت کننده های اضافی در مفصل پلاستیک برای افزایش سختی خارج از صفحه از ژاکت (Xiao and Wu ۲۰۰۳)؛ (۳) موج دار کردن[۳] ورق فولادی برای افزایش سختی خمشی خارج از صفحه (Tomii ۱۹۹۳)؛ (۴) استفاده از بولت های مهاری برای تقویت اثر بخشی محصورشدگی (Aboutaha و همکارانش ۱۹۹۶)؛ به عنوان تلاشی برای یک راهکار جایگزین از این مسئله، در این مقاله یک طرح بهسازی که از تکنیک الیاف تقویت کننده در جهت عرضی یک ستون بهره می برد پیشنهاد و بررسی شد. در این تکنیک، میله های FRP کوچک در جنب های

[۱] lap splice

[۲]: بادامی Oval

[۳] undulating