

## بررسی روش‌های مختلف تقویت برش اصطکاکی نمونه‌های بتن مسلح - کد B

میلاد خاتمی راد<sup>۱</sup>، محمد رضا توکلی زاده<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکترا دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی

۲- استادیار دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی

### چکیده

عملکرد برش اصطکاکی در انتقال برش در سطوح بتن‌ریزی شده مجزا و با تاخیر زمانی، مقاطع ترک‌خورده، درزهای انقطاع، نشیمن و قطعات پیش‌ساخته با استفاده از آرماتورهای انتظار شناخته شده و کاربرد وسیعی دارد. در تعمیر و تقویت سازه‌های بتنی انتقال برش با استفاده از برش اصطکاکی حایز اهمیت می‌باشد. می‌توان تسلیحات خارجی بصورت ورق‌ها و نوارهای FRP را جایگزین تسلیحات بصورت میلگرد داخلی بتن نمود که امکان جاگذاری آنها در یک سازه موجود عملاً امکان پذیر نمی‌باشد. در این مقاله به بررسی روش‌های مختلف تقویت برشی نمونه‌های بتنی توسط ورق‌های فولادی و الیاف FRP بصورت میله‌های نصب شده در نزدیک سطح (NSM) و یا روی سطح خارجی (EB) پرداخته شده‌است. استفاده از الیاف FRP بصورت روش NSM نسبت به روش‌های دیگر برای تقویت برشی نمونه‌های بتنی توصیه می‌شود. طبق این روش، کرنش موثر الیاف FRP، مقاومت برشی نمونه‌ها و همچنین شکل‌پذیری نمونه‌ها به میزان قابل توجهی افزایش یافته‌است. همچنین بر اساس روابط موجود در آیین‌نامه ACI و مقالات، رابطه‌ای برای ارزیابی مقاومت برش اصطکاکی ارائه شده‌است.

کلمات کلیدی: برش اصطکاکی، تقویت برشی، سازه‌های بتن آرمه، FRP، NSM، EB.

### ۱- پیشگفتار

ایده برش اصطکاکی بطور گسترده‌ای در بتن‌های مسلح مانند نشیمن، دیوار برشی کوپل، اتصال پی به دیوار و سازه پیش‌ساخته کاربرد دارد که نشان‌دهنده اهمیت این موضوع در سطح اتصالات است. بیرکلند و بیرکلند در سال ۱۹۶۶ اتصالات در مقاطع بتنی پیش‌ساخته را مورد بررسی قرار داده و رفتار برشی در اتصال بتن به بتن و بتن به فولاد را بیان کردند و لزوم انجام آزمایش‌هایی را برای بررسی نمودن این پدیده ضروری دانستند [۱]. همانطور که اچ‌سو و همکاران در سال ۱۹۸۷ بررسی کرده‌اند، بحث برش اصطکاکی به دو بخش تقسیم بندی می‌شود: انتقال برش در امتداد صفحه بدون ترک و انتقال برش در امتداد صفحه ترک‌خورده. سازنر و همکاران تحقیقات گسترده‌ای را در زمینه استفاده از نوارهای پلیمرهای مسلح با الیاف (FRP) جهت مقاوم‌سازی خارجی سازه‌های بتنی در برابر تنش‌های برشی در صفحه برش انجام دادند و نتایج آزمایشگاهی و تئوری بدست آمده را در قالب دو مقاله در سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ منتشر کردند [۲ و ۳]. منصور و همکاران در سال ۲۰۰۸ جهت بررسی اثر مقاومت بتن و پارامتر تسلیحات و همچنین اندرکنش این دو در ظرفیت انتقال برش، ۱۹ نمونه ترک‌خورده را آزمایش کردند [۴]. محمد علی و همکاران در سال ۲۰۰۸ با انجام آزمایش بر روی ۱۴ نمونه پوش‌آو به بررسی انتقال برش در امتداد ترک در مقاطع بتن مسلح تقویت شده با FRP پرداختند. یک نمونه به عنوان مرجع و تعدادی نمونه بصورت تقویت شده با نوارها و یا ورق FRP کربنی بصورت تسلیحات خارجی (EB) و نصب نزدیک به سطح (NSM) انجام شده‌است [۵].