

## مقاومت برشی تیر بتن سبک مسلح شده با FRP

حبیب اکبرزاده بنگر<sup>۱</sup>، محسن بزرگ نسب<sup>۱</sup>، مهدی دیر<sup>۲</sup>

۱- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه مازندران بابل

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه شمال آمل

[h.akbarzadeh@umz.ac.ir](mailto:h.akbarzadeh@umz.ac.ir)

### خلاصه

سازه های بتنی در معرض شرایط شدید زیست محیطی حساس هستند و به علت خوردگی آرماتور فولادی خدمت رسانیشان کاهش می یابد. هزینه تعمیر و یا جایگزینی سازه های بتنی آسیب دیده بسیار گران است. یکی از این راهکارها، جایگزین میلگرد FRP به جای میلگرد فولادی می باشد. همچنین جهت کاهش بار مرده در سازه بتن مسلح می توان از بتن سبک سازه ای استفاده کرد. یکی از مشکلاتی که در استفاده از این نوع میله گردها وجود دارد، ضعف در مقاومت برشی آن ها می باشد. در این تحقیق به بررسی مقدار ظرفیت برشی تیر بتن آرمه سبک وزن مسلح شده با FRP پرداخته شده است. در این مقاله به بررسی سهم برشی بتن در تیر ساخته شده از بتن سبک و بتن معمولی مسلح شده با میله گرد FRP پرداخته شده است. چهار عدد تیر با نسبت های متفاوت و دو نوع بتن سبک و معمولی ساخته شده و به مقایسه مقاومت برشی، سختی و میزان تغییر شکل آن ها پرداخته شده است. همچنین نتایج تجربی، با برخی آیین نامه های معتبر و فرمول های پیشنهادی ارائه شده در مقالات گذشته مقایسه شده است. بنابر نتایج بدست آمده، مقاومت برشی تیر با بتن معمولی بیشتر از مقاومت برشی تیر با بتن سبک بوده، و همچنین نتایج آزمایشگاهی بیشترین همگرایی را با آیین نامه کانادا داشته و کمترین همگرایی با آیین نامه آمریکا بوده است.

**کلمات کلیدی:** تیر بتنی، مقاومت برشی، بتن سبک، FRP.

### ۱. مقدمه

سازه هایی که در معرض شرایط شدید زیست محیطی قرار دارند، بسیار حساس هستند و به علت خوردگی آرماتور فولادی خدمت رسانیشان کاهش می یابد. گاراژها، پارکینگ ها، پل ها، دیوارها، و سازه های دریایی چند نمونه از این نوع سازه ها می باشند. این مشکل شدیداً در مناطق سرد که در آن ها برای یخ زدایی جاده ها در فصل زمستان از نمک استفاده می شود نیز وجود دارد. یکی از روشهای محافظت در مقابل خوردگی در سالهای اخیر استفاده از میله گرد FRP می باشد [۱ و ۲].

در دهه های اخیر مطالعات چشمگیری بر روی رفتار اعضای بتنی تقویت شده با FRP و بهبود دستورالعمل های طراحی، به خصوص معادلات طراحی برشی صورت گرفته است. فرمول های کنونی طراحی برشی اعضای بتنی تقویت شده با FRP، بر اساس داده های تجربی که عمدتاً از آزمایش برشی تیرهای بتنی با مقاومت نرمال به دست آمده صورت گرفته است. این فرمول ها برای تعیین مقاومت برشی تیرهای ساخته شده با بتن سبک مسلح شده با FRP به همان اندازه قابل استفاده می باشند. بر اساس ACI 318-05 [۳]، هنگامی که از بتن سبک استفاده می شود و مقاومت کششی بتن در دسترس نباشد، مقاومت آن باید در ۰/۷۵ ضرب شود. با توجه به توصیه موسسه مشترک بتن آمریکا (ACI) - ASCE Committee 445 (1998)، پنج مکانیسم وجود دارد که حامل برشی تیرهای بتن مسلح بدون خاموت می باشد. (۱) مقاومت برشی بتنی منطقه فشاری ترک نخورده، (۲) در هم گیر کردن سنگ دانه ها، (۳) میله گرد طولی، (۴) تنش کششی در سراسر ترک های پس مانده، (۵) قوس صورت گرفته (تیر عمیق) که سهم نسبی این ساز و کارها برای بتن سبک ممکن است مشابه با بتن معمولی باشد. اصطکاک بین سنگ دانه ها بستگی به زبری و نرمی ترک دارد. برای بتن سبک، این احتمال وجود دارد که گیرنده به دلیل قدرت بالای بین دانه ها و ملات، ترک عبوری از طریق سنگدانه ها صورت گیرد، لذا به خاطر مقاومت پایین دانه های سبک، زبری سطوح ترک را کاهش داده که در نهایت مجموع نیروهای اصطکاک دانه ها را کاهش می دهد.

<sup>۱</sup> استادیار

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد