

## بررسی مشخصات مکانیکی بتن سبک سازه‌ای مسلح به الیاف فولادی

مهدی حاجی رفیعی<sup>1</sup>، عباسعلی تسنیمی<sup>2</sup>

[m.hajirafie@modares.ac.ir](mailto:m.hajirafie@modares.ac.ir)

[tasnimi@modares.ac.ir](mailto:tasnimi@modares.ac.ir)

### خلاصه

نظر به استقرار کشور ایران در منطقه زلزله خیز، لاجرم باید استفاده از هر نوع مصالح و کلیه تحلیل‌ها و طراحی‌ها در هر گونه سازه‌ای با توجه به آثار مستقیم و غیر مستقیم زلزله انجام شود. در این راستا توجه به این نکته که نیروی اعمالی از طرف زلزله به سازه در واقع پاسخ به اینرسی جرم سازه است، استفاده از هر روش و یا مصالحی که بتواند وزن سازه را کاهش دهد، اثر مستقیم بر تقلیل آسیب وارده به سازه در هنگام وقوع زلزله دارد. استفاده از بتن سبک‌دانه سازه‌ای در ساختمان می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای بارهای مرده سازه را کاهش دهد و در نتیجه یک ساختمان سبک، نیروی لرزه‌ای کمتری نسبت به ساختمان معمولی تحت شتاب یکسان متحمل خواهد شد. علی‌رغم فواید استفاده از بتن سبک سازه‌ای، به منظور بهبود دو مشخصه‌ی نامطلوب مقاومت کششی کم و تردی زیاد (توانایی جذبی انرژی کم) که باعث فروپاشی بتن اندکی بعد از شکل‌گیری اولین ترک می‌شود؛ اضافه کردن الیاف‌های گسسته کوتاه به طور تصادفی (فولاد، شیشه، مصنوعی و طبیعی) می‌تواند به عنوان راهکاری استفاده گردد. در تحقیق حاضر، از بتن سبک سازه‌ای ساخته شده با لیکا و وزن مخصوص 1700 کیلوگرم بر متر مکعب و مقاومت فشاری 30 مگاپاسکال استفاده شده و به منظور بهبود مشخصات مکانیکی بتن سبک، الیاف‌های فولادی قلاب‌دار به مخلوط اضافه شده است. آزمایش‌های فشاری و کششی بر روی نمونه‌های استوانه‌ای انجام شده و برای بررسی اثر الیاف بر شکل‌پذیری نمونه‌ها از تیرهای منشوری استفاده شده است. نتایج آزمایشگاهی بدست آمده نشان می‌دهد که مهمترین اثر افزودن الیاف‌های فولادی، در مقاومت کششی و جلوگیری از رشد ترک‌ها در نمونه و در نتیجه افزایش قابل ملاحظه‌ی شکل‌پذیری می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** بتن سبک سازه‌ای، الیاف فولادی، مشخصات مکانیکی، شکل‌پذیری

### 1. مقدمه

استفاده از بتن سبک سازه‌ای به مقدار قابل توجهی بارهای مرده سازه را کاهش می‌دهد که نتیجه آن کاهش بار ناشی از زلزله می‌شود. بتن سبک سازه‌ای به طور کلی از سنگدانه‌های سبک و مقاوم از جمله شیل منبسط شده، خاک رس و اسلیت منبسط شده، خاکستر، پومیس و اسکوریا ساخته می‌شود. اکثر سنگدانه‌های سبک سازه‌ای قادرند بتنی با مقاومت 34/47 مگا پاسکال تولید کنند. این نوع بتن‌ها دارای وزن مخصوص هوای - خشک 28 روزه بین 1440 تا 1850 کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشند و مقاومتی بیشتر از 17/24 مگاپاسکال دارند، لکن استفاده از بتن سبک سازه‌ای که مدول ارتجاعی کمتری نسبت به بتن معمولی دارد، در فرایند بارگذاری زودتر به مرحله ترک خوردگی می‌رسد. برای رفع این اشکال و بالا بردن ظرفیت ترک خوردگی بتن سبک از الیاف فولادی در طرح اختلاط آن استفاده می‌شود که در حد قابل توجهی گسترش ترک‌ها کنترل شده و خواص مکانیکی بتن سبک بهبود می‌یابد. با اضافه کردن الیاف‌های فولادی مشخصاتی از جمله: مقاومت کششی، مقاومت خمشی، مقاومت اولین ترک خوردگی، طاقت (سطح زیر نمودار تنش- کرنش)، سختی، دوام، مقاومت ضربه و مقاومت خستگی افزایش و تغییر شکل خمشی، عرض ترک و خزش در بتن کاهش می‌یابد [1-3]. از سوی دیگر مقاومت فشاری می‌تواند افزایش کمی [4] یا کاهش کمی [5] داشته باشد. الیاف‌های فولادی کمک می‌کنند که ویژگی تردی بتن به یک ویژگی شکل‌پذیر تبدیل شود. نمونه‌های بتن مسلح به الیاف یک الگوی خوب از توزیع ترک به جای گسیختگی مستقیم در یک ترک متمرکز را ارائه می‌دهند، این موضوع برای فراهم کردن یک حاشیه ایمنی بالا در طراحی سازه‌ای می‌تواند مفید باشد. میزان بهبود بتن توسط الیاف فولادی به عوامل مختلفی از جمله: اندازه، شکل، نسبت ظاهری (نسبت بین طول و قطر الیاف)، درصد حجمی، تراکم، جهت‌گیری و مشخصات سطحی الیاف، مقاومت کششی الیاف، مقاومت ماتریس بتن، نسبت بین طول الیاف و اندازه بزرگترین سنگدانه وابسته است [6]. این مطالعه به منظور استفاده از بتن سبک سازه‌ای دو هدف ذیل را دنبال می‌کند:

1. تولید بتن سبک سازه‌ای با حداقل وزن مخصوص خشک

<sup>1</sup> کارشناس ارشد مهندسی زلزله، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

<sup>2</sup> استاد سازه و زلزله، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس