

## لینک های مفید



عضویت  
در خبرنامه



کارگاه های  
آموزشی



سرویس  
ترجمه تخصصی  
STRS



فیلم های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی



سرویس های  
ویژه



## بررسی خواص مکانیکی بتن سبک حاوی ذرات فوم پلیمری

سید احسان سید حسنی

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز

[Ehsan\\_hassani@yahoo.com](mailto:Ehsan_hassani@yahoo.com)

سید آرش موسوی

دکتری مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز

### چکیده

بتن های سبک را به روشهای متفاوتی می توان تولید کرد. در این مقاله، به بررسی تاثیر ذرات فوم پلیمری بر روی مقاومت کششی بتن سبک پرداخته شد. بدین منظور از نمونه های  $10 \times 10 \times 10$  برای تعیین مقاومت کششی استفاده شد. در این آزمایش تغییرات در درصد الیاف پلیمر در نظر گرفته شد. میزان الیاف به مقدار ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد حجم سیمان در نظر گرفته شد. بر اساس این تحقیق، الیاف پلیمری مقاومت کششی بتن سبک را افزایش می دهد.

واژگان کلیدی: ذرات فوم پلیمری، بتن سبک و مقاومت کششی.



## مقدمه

یکی از چالش‌هایی که در رشته مصالح ساختمانی بوجود آمده است، تولید بتن‌های با عملکرد بالا، مقاومت زیاد و دوام در برابر شرایط نامناسب جوی می‌باشد. این نوع بتن‌های مقاوم، از مخلوط سیمان‌های مقاوم به همراه سایر افزودنی‌ها ساخته می‌شوند. (ممتازی و عمویی، ۱۳۹۱). استفاده از خاکستر بادی، الیاف، میکروسیلیس، پلیمرها به عنوان افزودنی باعث بهبود خواص بتن، افزایش مقاومت، دوام بیشتر و سایش کمتر و مقاومت در برابر خوردگی می‌شود بتن یکی از مصالح مناسب جهت استفاده در انواع سازه‌ها می‌باشد. با این حال ضعف کششی، تخریب بالا و تخریب در هنگام مواجهه با محیط‌های مخرب از نقاط ضعف آن می‌باشد. از این رو بالا بردن مقاومت کششی و به دنبال آن مقاومت خمشی بدون کاهش دیگر مشخصه‌های بتن و یا به عبارت دیگر ترمیم نقاط ضعف مذکور همواره یکی از اهداف مهندسیین می‌باشد. استفاده از بتن مسلح فولادی اولین روش جهت مقابله با مشکل ذکر شده است. اما مشکلاتی از قبیل خوردگی آرماتور باعث شده است تحقیقات زیادی در مورد مواد تقویت کننده مضاعف بتن در حال انجام باشد. به طور کلی استفاده از الیاف با جهت گیری‌های متفاوت که به طور تصادفی در بتن پخش شده اند می‌تواند خواص مکانیکی بتن را تقویت نماید (طالب زاده و همکاران، ۱۳۹۲).

استفاده از بتن الیافی بسته به نوع الیاف با توجه به اینکه خواص ذکر شده را ارضا نماید، به علت ایجاد چسبندگی کافی بین الیاف پلیمری و ماتریس بتن، سبب بهبود خواص سازه‌ای مانند افزایش مقاومت‌های کششی و فشاری، مقاومت در برابر ضربه، مقاومت در برابر شوک‌های حرارتی و جداسازی بعد از آن، مقاومت در برابر خستگی و بهبود شاخص‌های ترک و تغییر شکل که به افزایش دوام در ماتریس بتن نیز منجر می‌گردد، خواهد شد (Yin et al, 2013). به عبارت دیگر وجود الیاف در بتن به علت مسلح نمودن بتن در سه جهت باعث افزایش در میزان دوام بتن می‌شود. البته باید توجه نمود که توانمندی بتن الیافی رابطه مستقیمی با اختلاط و خواص بتن، مشخصات فیزیکی الیاف، جنس الیاف، پخش الیاف در بتن و در کنار هم قرار گرفتن الیاف مورد استفاده و از طرف دیگر مشخصات هندسی الیاف مانند نسبت طول الیاف به قطر، مهار مکانیکی، زبری سطح الیاف و همچنین جهت قرار گیری الیاف در بتن بستگی دارد. از بین انواع الیافی که در بتن به کار برده می‌شود، کاربرد الیاف مصنوعی مانند آرامید، پلیاتیلن، پلیاستر و بخصوص پلیپروپیلن نیز به تدریج در حال گسترش است. کاربرد مواد پلیمری در قرن حاضر به سرعت در رشته‌های مختلف صنایع و از جمله صنایع ساختمانی در حال گسترش می‌باشد، یک کاربرد جدید و موفق از این مواد، ساخت بتن‌های پلیمری است. بتن‌های پلیمری، مخلوطی از حدود ۸۰ تا ۹۵ درصد پرکننده‌های معدنی (و گاهی آلی) در ۵ تا ۲۰ درصد بایندهای پلیمری می‌باشند. این بتن‌ها نسبت به بتن‌های رایج سیمانی مزایا و خواص برتری داشته (و در برخی موارد دارای خواصی منحصر به فرد می‌باشند) و همین مزایا و خواص برتر است که علیرغم قیمت بالاتر آنها، نسبت به بتن‌های سیمانی، آنها را مورد استقبال روزافزون صنعتی قرار می‌دهد (Song et al, 2015).

در سالهای اخیر استفاده از انواع مختلف الیاف در بتن افزایش رو به رشدی داشته است و هر نوع خاص از الیاف موجب بهبود ویژگی مشخصه‌های از بتن میگردد، الیاف پلی پروپیلنی نیز نوعی الیاف پلیمری هستند که افزودن درصدی اندک آن موجب بهبودی چشمگیری در خواص بتن می‌شود. از طرفی با توجه به مشکلات زیست محیطی و همچنین معدنی تولید سیمان پرتلند، سعی بر آن است که بتن‌هایی با مواد جایگزین تولید گردند. از این رو مواد معدنی طبیعی و مصنوعی بسیاری جهت این امر مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. از جمله این مواد میکروسیلیس، خاکستر بادی و سرباره می‌باشند. با افزایش تولید فولاد در جهان، میزان سرباره کوره بلند که محصول جانبی این صنعت است نیز متعاقباً در حال افزایش می‌باشد. از آنجایی که پژوهش‌های انجام گرفته به پتانسیل بالای استفاده از سرباره فولاد در صنعت بتن با هر دو عنوان سنگدانه و یا ماده مکمل سیمانی اشاره دارند، در حال حاضر مهمترین بخش مصرف سرباره در جهان، صنعت تولید سیمان و بتن به شمار می‌رود. سرباره، محصولی جانبی و اجتناب ناپذیر در کارخانه‌های تولید فولاد می‌باشد. این ماده با فولاد خالص ترکیب نشده و به راحتی به صورت مذاب از کوره خارج می‌شود. بسته به روش سرد کردن سرباره مذاب، این ماده رفتار متفاوتی از خود در ساخت بتن



نشانی دهد. امروزه بسیاری از کشورها تمام سرباره تولیدی خود را در صنایع دیگر مصرف کرده و حتی واردات سرباره نیز دارند در حالیکه هنوز استفاده از این ماده در ایران به صورت انبوه مرسوم نمی باشد. از چهار نوع سرباره فولاد موجود، سرباره کوره بلند بیشترین مصرف به‌عنوان ماده دارای خاصیت سیمانی در بتن را دارا می باشد (Laukaitis et al, 2005). تاکنون تحقیقات زیادی راجع به بتن سبک انجام شده است. با این وجود هنوز ابهامات و مشکلات زیادی وجود دارد که می بایست برای آنها راه حل مناسب ارائه گردد. از آنجا که بتن سبک سازه ای باکم کردن بار مرده ساختمان و کاهش وزن تمام شده ساختمان، نیروی زلزله را نیز کاهش می دهد با اینکه هزینه بیشتری دارد به علت کاهش فولاد مصرفی و ابعاد تیروستون بتنی و ابعاد فونداسیون مقرون به صرفه می باشد (Song et al, 2015). اما سبک کردن بتن باعث ایجاد فضای خالی زیادی در آن می شود و در نتیجه کاهش مقاومت آن را به همراه دارد. استفاده از بتن سبک به طور روز افزونی در حال افزایش است. از جمله کاربردهای این نوع بتن استفاده از آن در ساخت و سازهای بلند مرتبه، پل های با دهانه های بزرگ، سازه های دریایی، مصالح زیرساز برای روسازی راه و نیز به عنوان جاذب انرژی در سازه های نظامی مدفون را می توان نام برد استفاده از بتن های سبک به دلیل وزن مخصوص پایینترشان نسبت به انواع دیگر بتن ها سبب کاهش در میزان بار مرده سازه و به تبع آن کاهش در ابعاد مقاطع المانها خواهد شد که به لحاظ اقتصادی باعث صرفه جویی در هزینه نهایی پروژه می شود (Song et al, 2015).

#### روش تحقیق

روش کار ما در این تحقیق به صورت آزمایشگاهی بود. که در آن مقاومت کششی بتن ساخته شده با افزودنی های الیاف پلیمری مورد بررسی قرار گرفت. این روش به دلیل اجرای آن روی سازه های مورد نظر می تواند به عنوان یکی از تکنیک های مفید کنترل کیفیت نیز به کار رود. الیاف پلیمری با درصد های استفاده خواهد شد تا تاثیر این الیاف بر بتن ساخته شده مشخص گردد. آزمایش های انجام شده در این پروژه شامل آزمایش های مقاومت خمشی در سنین ۳، ۷ و ۲۸ روزه بر روی نمونه ها خواهد بود.

برای ساخت بسیار سبک وزن و بتن حاوی پلیمر ذرات فوم، ابتدا سیمان را با آب و با یک میکسر برای ۳ دقیقه مخلوط می کنیم و سپس پلیمر به آرامی در آن ریخته و با سرعت کم به هم زده اینار را به مدت ۶ دقیقه انجام می دهیم آزمون مقاومت بر اساس استاندارد ASTM C495-07 و C39 / C39M-09 انجام شد. پس از آنکه نمونه ها با در صد های مختلف وزنی و طولی از الیاف پلی پروپیلن تهیه شد آزمایشات مربوط به مقاومت فشاری بر روی آنها صورت گرفت .

جدول (۱) طرح اختلاط

T40	T30	T20	T10	T00	مواد سازنده (kg/m <sup>3</sup> )
۴۰۵	۴۰۵	۴۰۵	۴۰۵	۴۰۵	سیمان پرتلند
۱۱۲۰	۱۱۱۴	۱۱۲۱	۱۱۱۶	۱۰۱۵	ماسه
۲۴۱	۲۴۰	۲۴۲	۲۴۰	۲۴۳	شن نخودی
۳۶۲	۳۶۰	۳۶۲	۳۶۰	۳۶۴	شن بادامی
۴۰	۳۰	۲۰	۱۰	۰	جایگزین سیمان
۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	w/c

در جدول (۱) طرح اختلاط های به عمل آمده نشان داده شده است که شامل چهار طرح و با کد های T00، T10، T20، T30 و T40 نامگذاری شدند. در شکل (۱) نمونه های مکعبی به همراه قالب گیری و شکستن آنها نشان داده شده است.





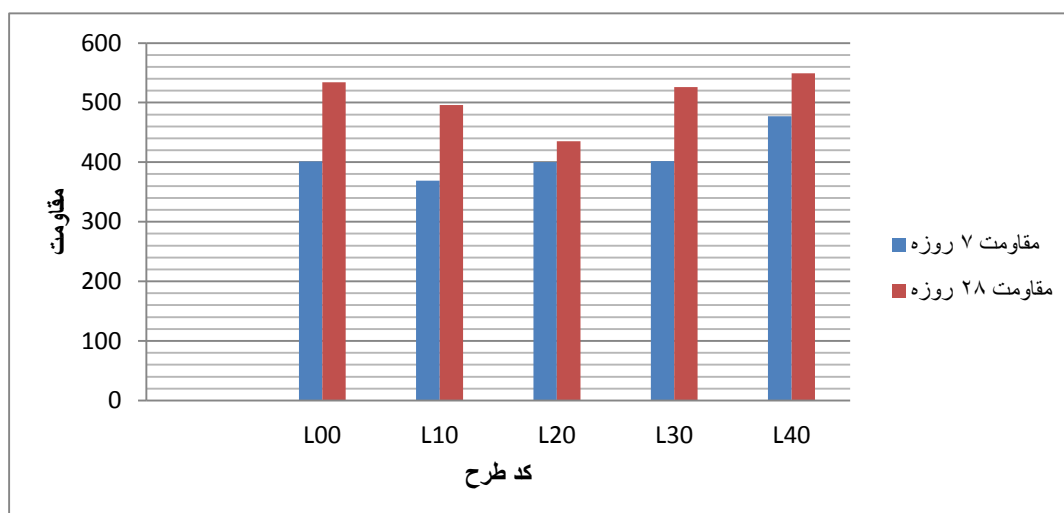
شکل (۱) نمونه های مکعبی به همراه قالب گیری و شکستن آنها

### نتایج

مقاومت فشاری ۷ و ۲۸ روزه آزمون های مکعبی ۱۰ سانتی متری برای ۱۲ مخلوط نمونه های بتن سبک و بتن معمولی بدست آمد. مقایسه بین مقاومت ۲۸ روز بتن سبک بتن معمولی همراه با نمودار در جدول (۲) و شکل (۲) آورده شده بیشترین مقاومت کششی ۲۸ روزه در بین بتن های سبک مربوط به مخلوط ۴۰ درصد است.

جدول (۲) کد طرح و نتایج مقاومت کششی

کد طرح	درصد جایگزینی (حجم بتن)	مقاومت ۷ روزه	مقاومت ۲۸ روزه
L00	۰	۴۰۱	۵۳۴
L10	۱۰	۳۶۹	۴۹۶
L20	۲۰	۴۰۰	۴۳۵
L30	۳۰	۴۰۲	۵۲۶
L40	۴۰	۳۷۷	۵۴۹



شکل (۲) مقایسه نتایج مقاومت



### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این مقاله می‌توان گفت که مقاومت کششی بتن سبک سازه را می‌توان آن را با افزایش درصد ذرات پلیمری جایگزین سیمان افزایش داد. همچنین مسلح نمودن بتن با استفاده از درصد‌های جزئی از الیاف پلیمری، موجب بهبود خواص مکانیکی و افزایش قابلیت جذب انرژی می‌شود. بالعکس به کار بردن درصد‌های بالاتر از این الیاف کاهش در مقاومت مکانیکی نمونه‌ها را به همراه خواهد داشت.

### منابع

- ممتازی، علی و عمویی احمد، ۱۳۹۰، بررسی خواص مکانیکی بتن سبک مقاومت بالا حاوی لیکا، اولین کنفرانس ملی بتن سبک، تهران، دانشگاه تهران، انستیتو مصالح دانشکده فنی.
- طالب زاده، محسن، عید، امیر، رضوی، سید داود، ۱۳۹۴، تاثیر پوزولان‌های میکروسیلیس، متاکائولن و زئولیت بر خواص مکانیکی بتن سبک سازه‌ای دهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران - دانشگاه تبریز - ۱۵ تا ۱۷.
- نجمی نیا، رضا، صالحی، محمدرضا، بررسی تاثیر سرمایه‌گذاری در ایجاد مزیت رقابتی شرکتهای بیمه استان اصفهان، چهارمین کنفرانس بین‌المللی بازاریابی خدمات بانکی در مرکز همایش‌های بین‌المللی صدا و سیما، مهر ۱۳۹۱
- G. Song, L. Wang, L. Deng, H.M. Yin, Mechanical characterization and inclusion based boundary element modeling of concrete containing foam particles, *Mechanics of Materials* 91 (2015) 208–225
- Yin, H.M., Yang, D.J., Kelly, G., Garant, J., 2013. Design and performance of a novel building integrated PV/thermal system for energy efficiency of buildings. *Sol. Energy* 87, 184–195.
- Laukaitis, A., Zurauskas, R., Kerien, J., 2005. The effect of foam polystyrene granules on cement composite properties. *Cem. Concr. Compos.* 27 (1), 41–47

## لینک های مفید



عضویت  
در خبرنامه



کارگاه های  
آموزشی



سرویس  
ترجمه تخصصی  
STRS



فیلم های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی



سرویس های  
ویژه