اثر الیاف فلزی بر پارامترهای مقاومتی (فشاری –کششی)بلوک های بتنی سبک و ارائه طرح اختلاط بهینه آنها

محمد حسین متین پور
عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز matinpour@**iaut.ac.ir**
نوید عبدالرحیم پور حکیمی
دانشجوی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
سجاد قدیمی باویل علیائی
دانشجوی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
کیومرث جعفرپور
دانشجوی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۱۰/۲ تاریخ پذیرش مقاله:۱۳۸۹/۲/۲۷)

چکیده:

روند رو به رشد ساختمان سازی در کشور از یک سو و لزوم حرکت در راستای توسعه پایدار و نیاز به ساخت و ساز های با دوام و استفاده از مصالح بومی ،از سوی دیگر ، محققان این رشته را بر آن داشته تا دست به مطالعه ، طراحی و ساخت مصالحی بزنند که بتواند علاوه بر اقتصادی بودن آن ، با سبک کردن وزن سازه ، موجب کاهش نیروهای ناشی از زلزله شده و مقاومت در برابر زلزله را افزایش دهد . یکی از این مصالح که معمولا بصورت کارخانه ای تولید و به بازار عرضه می شود ، بلوک های ساختمانی می باشد . آجر و بلوک از پر مصرف ترین مصالح بنایی در دنیا به شمار می روند ، طوریکه بخش عمده هر ساختمان بوسیله دیوار های پیرامون ساخته شده ازهمین بلوک ها محصور شده و توسط همین بلوک ها ساختمان پارتیشن بندی می شود . با علم به این موضوع ، می توان با کاهش وزن بلوک ها ، وزن مرده ساختمان را بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش داد . بلوک های بتنی معمولی ، معمولا دارای چگالی زیادی بوده و با توجه به ساختار آنها معمولا فاقد عایق صوتی و حرارتی می باشند . در پژوهش حاضر تاثیر الیاف فلزی در بتن سبک ، جهت ساخت نوع جدید ی از بلوک های بتنی سبک ، برای دستیابی به اهداف مورد نظر محققان مطالعه شده است . این بلوک ها در عین عایق صوتی و حرارتی بودن دارای وزن سبک بوده وباعث افزایش مقاومت برشی ساختمان های با مصالح بنایی می شود. در ادامه مقاومت فشاری و کششی نمونه های ساخته شده مورد آزمایش قرار گرفته اند تا طرح اختلاط بهینه از این آزمایش ها برای ساخت بلوک های بتنی سبک حاوی الیاف فلزی بدست آیند.

کلید واژه ها: بلوک بتنی سبک ،توسعه پایدار،بتن مسلح باالیاف فلزی ،نسبت الیاف

۱- مقدمه

از بین بلایای طبیعی ،از زمین لرزه بعنوان بدترین و مخرب ترین آنها یاد می شود .البته همانطور که می دانید زلزله بلای خانمان سوز نمی باشد بلکه یک پدیده طبیعی مثل همه پدیده های دیگر می باشد .اما ساخت ساز های نامناسب باعث تبدیل این پدیده طبیعی به یک بلای خانمان سوز ،می باشد .در زمان های اخیر مطالعات زیادی برای بررسی ماهیت وقوع زمین لرزه و مقدار انرژی آزاد شده مربوطه انجام گرفته است [۱] .

تاریخچه زلزله های اخیر کشورمان نشان می دهد که از اوایل قرن بیستم تقریبا هر ده سال یک زلزله مخرب داشته ایم که منجر به تخریب گسترده ی منازل و مرگ و میر ساکنان و خسارتهای عمده ی اقتصادی شده است ،که آخرین آن در ۵ دی ۸۲ در بم بود که ده ها هزار نفر تلفات جانبی به بار آورد. بررسی عملکرد سازه های مختلف در این زلزله ی مخرب گواه آن است که آمار تلفات جانبی و تخریب کامل بنا اتفاق افتاده، در اکثر خانه های روستایی (خشتی و بنایی) بوده که فاقد مقاومت کافی در برابر نیرو های جانبی زلزله بودند.

این وضعیت عمدتا از انهدام ساختمان های آجری (خشتی و سنگی)ناشی می شود که نوع غالب در معماری شهری و روستایی است ، این تیپ سازه ای فاقد شرایط لازم برای ایستایی لرزه ای بوده و مادامی که تغییرات لازم در آن داده نشود باید هراز چند گاه شاهد حوادث دردناکی مشابه آنچه در بم ،منجیل و ... روی داد، باشیم .گرچه در سال های اخیر آئین نامه های متعدد مقاوم سازی سازه ها از جمله ساختمان های آجری در کشور ما تدوین و به مورد اجرا گذاشته شده اند ، اما لروم تحقیقات بیشتری در این زمینه احساس می گردد. بررسی تحقیقات انجام شده در گذشته در مورد رفتار لرزه ای ساختمان های آجری در سراسر دنیا نشان می دهد که این تحقیقات عمدتا در راستای بررسی اجزائ مختلف پیکره ی ساختمان های آجری نظیر دیوارها ،بازشوها و غیره انجام گرفته است [۱]

شرایط مختلف در ساخت ساختمان ها بخصوص در شهرهای کوچک و روستاها ، باعث استفاده هر چه بیشتر از سازه های آجری شده است، که اگر در این سازه ها استانداردهای لازم رعایت نشود ،در هنگام بروز زلزله شاهد فجایع و خسارتهای انسانی و مالی خواهیم شد .لذا از آنجا یی که ساختمان های با مصالح بنایی نسبت به ساختمان های اسکلتی ارزان ساخته می شوند، برای ساخت ساختمان های مسکونی کوچک ،در عین مقاومت ناکافی ساختمان ها با مصالح بنایی تمایل افراد به ساخت این گونه بناها بیشتر می شود ..

یک ساختمان مقاوم در مقابل زلزله بایستی دارای شکل پذیری مناسب در مقابل اماج طولی زلزله بوده و مقاومت برشی مناسب در زلزله شدید را داشته باشد.ساختمانهای با مصالح بنائی در مقابل زلزله دارای شکل پذیری مناسبی نیستند ، لذاوجود شناژهای عمودی وافقی این نقص را به شکل قابل توجهی بر طرف می کند ولی ضعف دیگر، عدم مقاومت برشی کافی دیوارها می باشد و در صورتی که روشهای مناسبی برای افزایش مقاومت برشی ساختمانهای با مصالح بنائی اتخاذ گردد ، میتوان این ساختمانها را درمقابل نیروی احتمالی زلزله قابل اطمینان تر کرد . تخریب ساختمان در یک زلزله بستگی به مقاومت ضعیف ترین قسمت آن دارد، که اگر قسمت ضعیف شکسته شود احتمالا بقیه ساختمان نیز فرو خواهد ریخت . بنابراین در دیواری که یک دسته آجر نرم و ضعیف وجود دارد، استفاده از آجرهای خوب ومقاوم در قسمتهای دیگر ساختمان بی فایده است ، آجرهای نامرغوب یک لایه ضعیف در دیوار تشکیل می دهند و ساختمان هنگام زلزله در محل لایه مزبور شکسته خواهد شد. همچنین استفاده از ملات نامرغوب در قسمتی از دیوار بر روی مقاومت تمام ساختمان اثر میگذارد ، در نتیجه تمام آجرها و ملات بکار رفته باید مرغوب باشند . نکته قابل ذکر این است که ضعیف ترین قسمت دیوار در برابر نیروی برشی حد فاصل بین آجر و سازه است که باید این قسمت با اتخاذ تدابیری در برابر این نیرو مقاومت شود [۲]

با توجه به مطالعات انجام گرفته و با در نظر گرفتن مقاومت در برابرنیروی افقی می توان ابعاد بلوک معمولی را با توجه به افزایش مقاو مت برشی تغییر داده و همچنین با اصلاح مصالح مورد مصرف در آن بتوان اهداف مورد نظر را از آن خواستار شد . هرچند یکی از مهمترین مسائل بشر ساخت سر پناهی مناسب بوده است ،اما با وجود پیشرفت فراوان تکنولوژی ساختمان ،بایستی طراحان مصالح مصرفی ، به فکر استفاده از مواداولیه بومی در مصالح خود باشند،چنانکه مواد اولیه بومی با دارا بودن خصوصیات آن منطقه بهتر می تواند در برابر عوامل طبیعی مقاومت داشته باشد . با توجه به وجود منابع سبکدانه مانند پومیس و لیکا در ایران استفاده از بتن سبکدانه در سازه ها به عنوان یکی از گزینه های اصلی برای سبک سازی سازه محسوب می شود [۳]

با توجه به اینکه هدف ، صنعتی کردن بخش ساختمان می باشد و تحقق چنین هدفی در راستای استفاده هر چه بهتر از آیتم های موجود و تولید مصالحی برای افزایش هدف محققین می باشد .یکی از این موارد بتن سبک است .بتن سبک به خودی خود قابل استفاده در هر بخش ساختمان نمی باشد ، اما اگر از این بتن سبک برای ساخت بلوک ها استفاده شود که چه بعنوان جدا کننده و چه بعنوان دیوار پیرامون در ساختمان مورد استفاده قرار بگیرد ،میتوان وزن مرده ساختمان را کاهش داده و ساختمان را در مقابل نیروهای زلزله مقاوم نماییم.

در این مقاله سعی بر آن شده تا به مطالعه تاثیر الیاف فلزی در بتن سبک پرداخته شود که از این بتن در ساخت نوع جدید ی از بلوک های بتنی سبک ، برای دستیابی به اهداف مورد نظر محققان استفاده شده است . این بلوک ها در عین عایق صوتی و حرارتی بودن دارای وزن سبک بوده و باعث افزایش مقاومت برشی ساختمان ها با مصالح

بنایی می شود. مقاومت کم مصالح مصرفی همچون بلوک و آجرها در برابر کشش و برش ، فقدان بهم پیوستگی کامل اجزای ساختمان و ... عواملی هستند که باعث تخریب ساختمان هـا در موقـع وقـوع زلزلـه می باشند. تمامی این عوامل را می‌توان در بررسی ساختمانهای زلزلـه زده کشورمان از جمله ساختمانهای شهرهای منجیل، اردبیل، بجنورد و .. مشاهده نمود.

۲-رفتار کششی بتن

برخلاف آنچه که سابقا فرض می شد بتن تحت فشار مانند سنگ، بسیاری از سرامیکها و فلزات سخت شده رفتاری نیمه شکننده (Quasi –Brittle) دارد. به عبارتی همانند فلزات دارای مقاومت بالا، قبل از رسیدن به نقطه اوج مقاومت کششی، سخت شدگی(Hardening Strain) نشان می دهد اما رفتار آن بعد از رسیدن به حداکثر مقاومت، با نرم شدگی کششی (Tension Softening) همراه است یعنی با بروز کاهش در ظرفیت کششی، تغییرشکل ادامه می یابد.

۳- بتن مسلح به الیاف

با رسیدن تنش به حداکثر مقاومت کششی در بتن تعداد زیادی ترک مویی در زمینه ایجاد می شود طول و ضخامت این ترکها با افزایش نیرو بیشتر شده و با پیوستن آنها به همدیگر ترکهای جدیدی شکل می گیرند تجمع این ترکها در یک ناحیه باعث شکست بتن می شود. نقش الیاف افزوده شده جلوگیری از طویل شدن ترکها و اتصال آنها به همدیگر است. وجود فیبر مناسب در مسیر باعث دوخته شدن انتهای ترک می شود در این شرایط بجای ترکهای ریز ممتد، تعدادی زیادی ترک منقطع دیده می شود این اثر تا زمان جدا شدن الیاف از زمینه یا بریده شدن آنها تشکیل ترکهای بزرگ و تجمع آنها را به تاخیر می اندازد .همانطور که بیان گردید در این پژوهش به تاثیر الیاف فلزی در بتن سبک پرداخت شده است. لازم به ذکر است که الیاف فلزی با درصد های مشخص وبه صورت درهم وکاملا اتفاقی و در جهات مختلف در مخلوط نمونه ها پراکنده شده است [۴]

٤-مشخصات نمونه ها

در نمونه ها از سیمان تیپ 2 ،شرکت سیمان صوفیان استفاده شده و نسبت آب به سیمان برای تمامی مخلوطها 0,4 می باشد. سبکدانه ها نیز پومیس که از مصالح بومی منطقه اسکندان انتخاب شده است و همچنین لیکا ، میکرو سیلیس ، الیاف فلزی با طول ۵/۴ میلیمترو قطر ۰.۵۵ میلی متر و فوق روان کننده مورد استفاده قرار گرفته است .

۵-برنامه آزمایشگاهی

در این مطالعه۲۸ نمونه مکعبی بـه ابعـاد ۱۰*۱۰*۱۰ بـا ۴ طـرح اختلاط که در جدول شماره ۱ آمده است ساخته شـده اسـت. بـا هـر کدام از این طرح های اختلاط ۷ نمونه بتن سبک بـا درصـد متفـاوت الیاف فلزی که به ترتیب صفر درصد ، ۰/۳ درصد ، ۰/۵ درصـد ، ۰/۷ درصد ، ۱/۰درصد ، ۱/۵ درصد و ۲/۰ درصد می باشند، با مشخصاتی که در جدول شماره ۲ آمده ،ساخته شده است .

جدول ۱) جزئیات طرح های اختلاط

شماره طرح اختلاط	سیمان gr	پومیس gr	لیکا gr	میکروسیلیس Gr	آب Lit/m3	w/c	فوق روان کننده gr	نسبت سیمان به پومیس	نسبت سیمان به کل سنگدانه
۱	۴۵۰	۷۵۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۵۰	۰/۴	۳۰	۱: ۱/۸	۱: ۲/۱۲
۲	۴۰۰	۷۵۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۵۰	۰/۴	۳۰	۱:۲	۱: ۲/۵
۳	۳۵۰	۷۵۰	۲۵۰	۱۵۰	۲۰۰	۰/۴	۳۰	۱: ۱/۷	۱: ۲/۲
۴	۵۰۰	۷۵۰	۲۵۰	۱۵۰	۲۰۰	۰/۴	۳۰	۱:۱/۵	۱:۲

جدول ۲) مشخصات فیزیکی الیاف

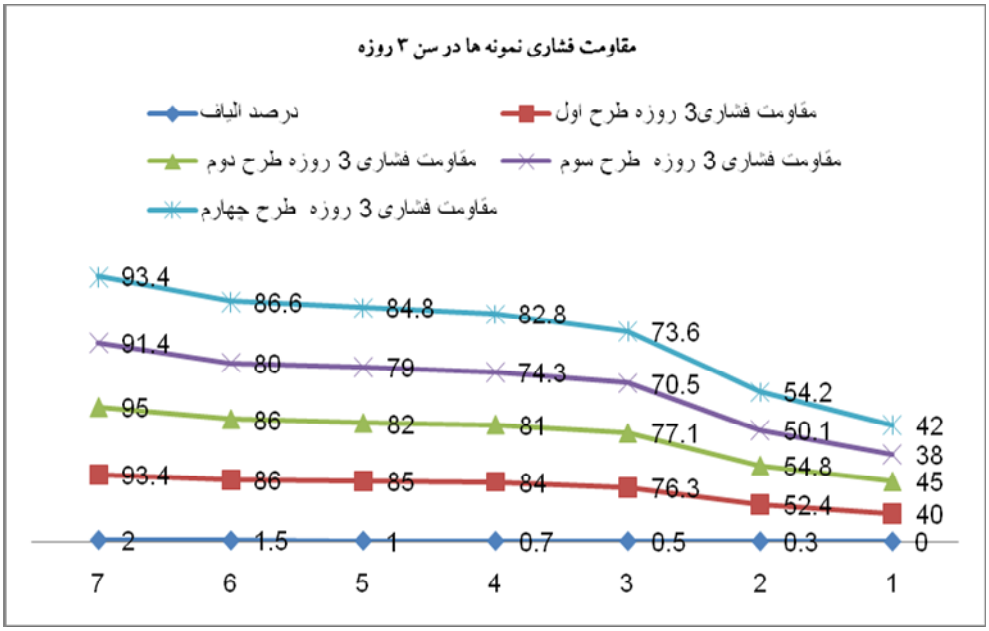
نوع الیاف	چگالی(Kg/m3)	طول(mm)	قطر(mm)	L/D	Ft(MPa)	شکل هندسی
فلزی	۸۰۰۰	۵/۴	۰/۵۵	۹/۸۲	۱۱۰۰	مستقیم

لازم به ذکر است قبل از مخلوط شدن مواد با یکدیگر، سبکدانه به حالتSSD مورد استفاده قرارگرفته است با این عمل بتنی که به دست می آید یکپارچه تر می شود و افت شدید کارایی در بتن های سبک متداول است پیش نمی آید.

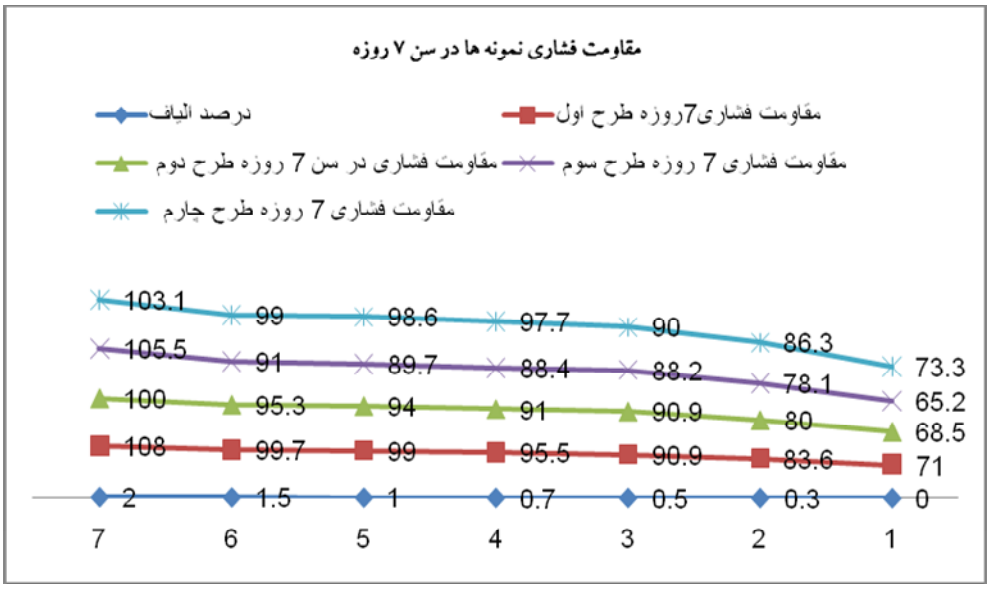
٦-نتایج آزمایشگاهی

مقاومت فشاری نمونه های مکعبی شکل با سرعت بار دادن kN/s ۳ ، در زمان های ۳ ،۷، ۲۸ روز بر اساس استاندارد ASTM C۳۹ انجام گرفته است .همچنین آزمایش تعیین مقاومت کشش برزیلی بتن مطابق استانداردASTM C ۴۹۶ برای نمونه های ۲۸ روزه انجام گرفته است. نتایج آزمایش های مقاومت فشاری، کششی، در شکل های۱،۲،۳ و۴ آورده شده است [۵] و [۶].

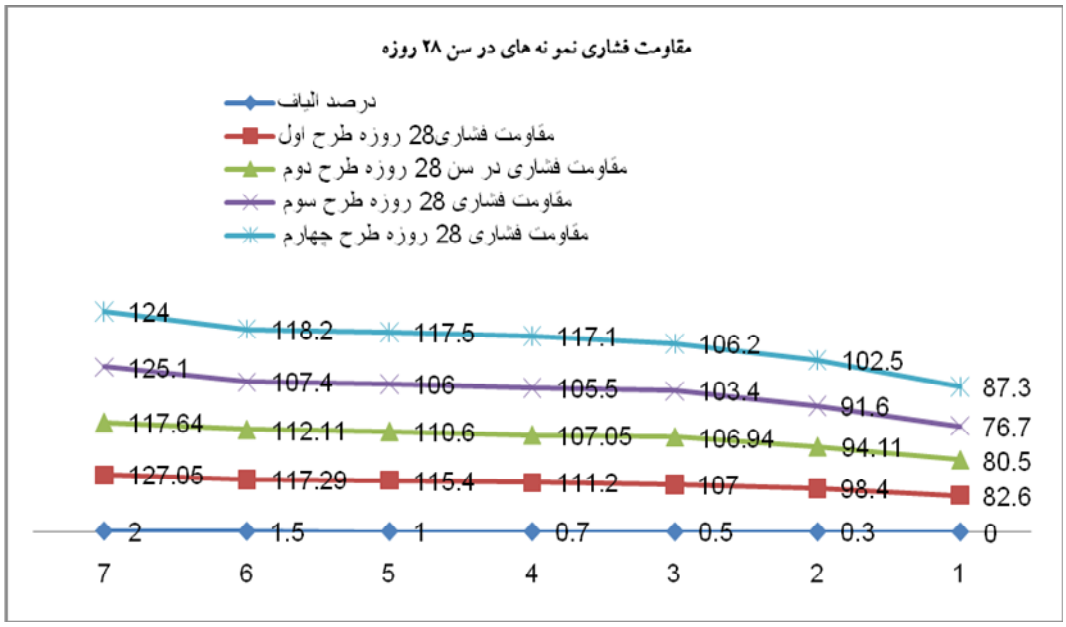
بعد از عمل آوری نمونه ها که بصورت عمل آوری در داخل آب صورت گرفته است و نمونه های بتنی در سن های ۳، ۷ و ۲۸ روزه ، ۲ ساعت قبل از آزمایش از آب خارج گردیده و در اون خشک شده و بعد مورد آزمایش قرار گرفته است [۷] و [۸].



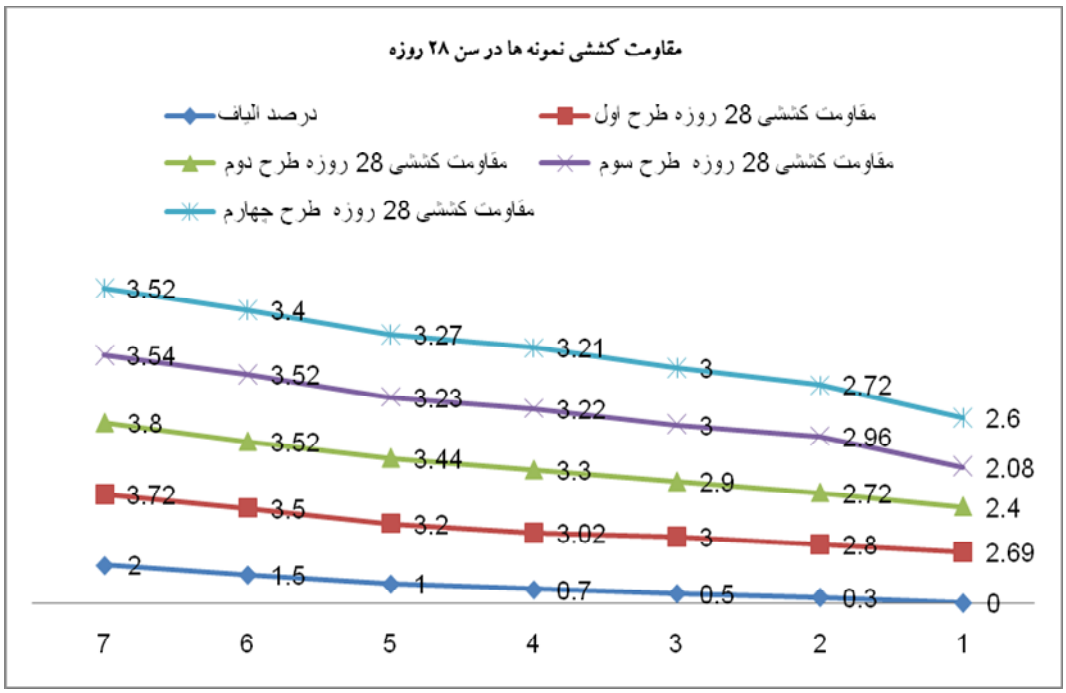
شکل ۱- مقاومت فشاری نمونه ها در سن ۳ روزه



شکل ۲- مقاومت فشاری نمونه ها در سن



شکل ۳- مقاومت فشاری نمونه ها در سن ۲۸ روزه



شکل ۴- مقاومت کششی نمونه ها در سن ۲۸ روزه

بعد از آزمایش نمونه ها و ترسیم نمودار بر روی آنها ، مطالعات بر روی نمونه ها انجام گرفت و در نتیجه طرح اختلاط ۴ بعنوان طرح اختلاط بهینه برای استفاده در بلوک ها پیشنهاد گردید. آزمایش ها نشان می دهند که طرح اختلاط ۴ در تمامی سن های ۳ ، ۷ و ۲۸ روزه مقاومت فشاری و کششی بیشتری نسبت به نمونه های مشابه دارد و می توان از آن در ساخت نسل جدید بلوک های بتنی استفاده نمود.

شکل ۵- تصاویری از نمونه های ساخته شده

۷-نتایج

بعد از آزمایش نمونه ها و ترسیم نمودار بر روی آنها ، مطالعات بر روی نمونه ها انجام گرفت و در نتیجه طرح اختلاط ۴ بعنوان طرح اختلاط بهینه برای استفاده در بلوک ها پیشنهاد گردید . لذامی توان از آن در ساخت نسل جدید بلوک های بتنی استفاده نمود .همچنین در مطالعه بر روی طرح اختلاط چهارم (مطالعه بر روی درصد الیاف های مورد استفاده در بتن) به این نتیجه رسیدیم که افزایش الیاف تا ۱ درصد باعث افزایش مقاومت کششی و فشاری در بتن می گردد و با افزایش مقدار الیاف با اینکه باز مقاومت کششی و فشاری افزایش یافته اما سرعت افزایش بسیار کم می باشد .لذا گروه کاری، مقدار استفاده از الیاف فولادی را تا ۱ درصد پیشنهاد می کند و این درصد را بعنوان مقدار درصد بهینه معرفی می نمایید.همانطور که نتایج آزمایش نشان می دهد الیاف فولادی باعث افزایش اندکی در مقاومت فشاری بلوک ها شده است همانطور که انتظار می رفت، افزایش الیاف باعث افزایش مقاومت کششی می شود و با توجه به گرانی الیاف ملاحظه می شودکه استفاده از الیاف فقط برای افزایش مقاومت فشاری روش مناسبی نیست.

آزمایشات نشان می دهد که الیاف فلزی باعث شده تا بتن در عین تحمل بار متلاشی نشود و باعث یکپارچه شدن بتن گردد .اگر از این نوع بتن در ساخت بلوک های مورد نظر استفاده گردد ، بلوک می تواند در عین تحمل با ر مورد نظر در برابر نیروی برشی مقاومت نشان داده و یکپارچگی خود را حفظ کنند وضمن انعطاف پذیری می تواند تا حدودی باعث پایداری سازه و مانع متلاشی شدن آن گردد .مقاومت کششی بتن در صورت استفاده از الیاف، بعد از ترک خوردن افزایش می یابد .افزایش الیاف باعث کاهش نفوذ پذیری نمونه های ترک خورده می شود .تاثیر این الیاف در ترکهای بزرگتر از ۱۰۰ میکرون تایید شده است.

با افزایش الیاف بر بتن با مقاومت بالا، مقاومت فشاری تغییر کمی می کند مقاومت کششی بتن در صورت استفاده از الیاف، بعد از ترک خوردن افزایش می یابد اما این افزایش نمی تواند با افزایشی که آرماتوربندی معمولی ایجاد می کند مقایسه شود.

همچنین افزودن الیاف باعث افـزایش قابـل ملاحظـه ای در انـرژی شکست و چقرمگی نمونه ها شده و رفتار بتن را بسیار نرمترمی کند.

۸-تقدیر و تشکر

این تحقیق در آزمایشگاه بتن دانشگاه آزاد واحد تبریز به انجام رسیده است .نویسندگان با کمال احترام تشکرات خود را از مسئولین آزمایشگاه بتن اعلام می دارند .در ضمن نویسندگان مراتب تشکر خود را از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز جهت پیشنهادات سازنده آنها ابراز می دارند .

۹- مراجع

۱- قهرمانی، عبدالرضا، بررسی آسیب پذیری ساختمان های آجری در زلزله با توجه به پیکربندی کامل ساختمان آجری بوسیله المان های محدود، پایان نامه ارشد، دانشگاه آزاد کرمان

۲ – شیروانی، صدیقه، افزایش مقاومت برشی ساختمانهای با مصالح بنائی با تغییر شکل آجرهای مصرفی.

۳- تدین، محسن، " بررسی و ارزیابی مقاومت کششی، مدول ارتجاعی، ضریب پواسون و شدت خوردگی بتن سبک پرمقاومت با مصالح موجود در ایران"، پایان نامه دکترا، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸

4-Shoya,M.,and Sugita, M .,''Application of Special Admixture to Reduce Shirinkage Cracking of Air Dried Concrete,''Hachinohe Institute of Technology,Hachinohe,Japan,1989,pp.1-11.

5-ASTM International, "Concrete and Aggregates,"Annual Book of ASTM Standards,V.4.02,West Conshohocken,PA,2006.

Concrete and aggregates.1988.Annual Book of ASTM Standards, part 04.02 ASTM,Philadelphia,PA,751pp.

7- ‘‘State of –the art Report on high-Strength Concrete’’ACI363R-92,Reapproved,1997.
8-Guide to Quality Control and Testing of High Strength Concrete’’Reported by ACI Committee 363.ACI 363-2R-98

Effect of Metal Fibers on the Resistance (Pressure-Tensile) Parameters of Light Concrete Blocks to Provide Optimum Mixture Design

Matinpour, M.
Lecturer of Civil Engineering of Islamic Azad University, Tabriz branch,
Email: matinpour@iaut.ac.ir
Abdolrahim Pourhakimi, N.
Student, Civil Engineering of Islamic Azad University, Tabriz branch
Gadimi Bavil Oliayee, S.
Student, Civil Engineering of Islamic Azad University, Tabriz branch
Jafarpour, K.
Student, Civil Engineering of Islamic Azad University, Tabriz branch

Abstract

A growing trend in building in the country, the necessity to move towards sustainable development and, the need for durable buildings and structures and use of indigenous materials made the researchers in this field to study, design and construct materials that, in addition to being economical, build structures with light weight to reduce forces due to earthquakes and to increase earthquake resistance. One of these materials, usually as a factory production and supply to the market, is the building block. Brick and block is the most used masonry and building material in the world so that the bulk of each building by a wall is built , surrounded by the same block and partitioned. Hence, by reducing the weight of blocks, we can significantly decrease the dead weight of the buildings. Concrete blocks usually have high density and because of their structure usually lack thermal and sound insulation. In this research, we have studied the effect of metal fibers in the light concrete to make new light blocks. In addition to thermal and sound insulation, these blocks are light, which increases the shear strength of masonry construction. Then pressure-tensile resistance was tested in order to get the optimum mix design of experiments for manufacturing light concrete blocks containing metal fibers obtained.

Keywords: Light concrete blocks, Sustainable development, Metal fibers, Fibers ratio