Archive of SID

WWW.IRAN3C.COM
First International Comprehensive Competition Conference on Engineering Sciences in Iran
September 2016
Anzali - Iran
اولین مسابقه کنفرانس بین المللی جامع علوم مهندسی در ایران

تاثیر الیاف مختلف بر مقاومت فشاری و کششی بتن های با مقاومت بالا

علی خوش فطرت[1]*، سیامک انصاریپور[2]

۱- استادیار دانشکده عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
akhft@yahoo.com
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران،
ansaripour_siamak@yahoo.com

چکیده

بتن یکی از پر مصرف ترین مصالح مورد استفاده در صنعت ساختمان می باشد لذا در سال های اخیر رویکرد متخصصان صنعت ساختمان به ارتقای کیفیت این محصول معطوف شده است. از جمله مشخصات فنی بتن که در پژوهش ها مورد توجه محققان قرار گرفته است، مقاومت فشاری و کششی آن می باشد. جهت رسیدن به این هدف، در سال های اخیر، استفاده از نسبت آب به سیمان کمتر با کمک فوق روان کننده ها، و نیز استفاده از پوزولان های طبیعی و یا مصنوعی، و همچنین استفاده از الیاف از جنس ها و با مشخصات متفاوت، در ترکیب بتن، معمول شده است. در تحقیق حاضر با استفاده از مصالح بومی موجود در منطقه اصفهان، بتن معمولی تولید شده و سپس با مصرف فوق روان کننده و کاهش نسبت آب به سیمان آن، بتن دیگری تولید شده که دارای مقاومت فشاری و کششی بیشتری بوده است و در گام بعد بتن حاوی فوق روان کننده با میکروسیلیس ترکیب شده و بتن دیگری با مقاومت فشاری و کششی بالاتری تولید گردیده است. پس از یافتن مقدار بهینه کاربرد الیاف از جنس های فولاد و شیشه و پلی پروپیلن، از طریق تهیه نمونه های آزمایشگاهی، تاثیر مصرف این الیاف در هر سه بتن یاد شده مورد بررسی قرار گرفته است. از نتایج بدست آمده قابل ذکر است که در هر سه مورد بتن، در سن هفت روز، تاثیر الیاف از جنس شیشه بیشتر از الیاف پلی پروپیلن و الیاف پلی پروپیلن بیشتر از الیاف فولادی، در مقاومت فشاری و کششی دیده شده و در سن بیست و هشت روزه این تاثیر در مورد الیاف پلی پروپیلن بیشتر از شیشه و الیاف شیشه بیشتر از الیاف فولادی بوده است.

کلمات کلیدی: بتن با مقاومت بالا، الیاف فولادی، الیاف پلی پروپیلن، الیاف شیشه.

۱- مقدمه

بتن، ترکیبی از دو جزو سنگدانه ها همراه با ماتریسی از مواد سیمانی است که مواد سیمانی آن می تواند شامل پوزولان های طبیعی و یا مصنوعی باشد. بنابراین می توان گفت که خواص شکل پذیری و مقاومتی بتن ساخته شده به ناحیه انتقال میان این دو، بستگی دارد (برنت سون و همکاران، ۱۹۹۰). با استفاده از اغلب سنگدانه های طبیعی و مقادیر نسبت آب به سیمان کنترل شده و نیز استفاده از افزودنی های مناسب می توان به بتن های با مقاومت بالادست یافت (مهتا و آیتسین،

www.SID.ir

Archive of SID

۱۹۹۰). به هر حال امروزه با رشد تکنولوژی بتن و نیز استفاده از انواع پیشرفته افزودنی های شیمیایی جدید، دستیابی به بتن های با مقاومت بالاتر نسبت به بتن های معمولی امکان پذیر شده است. بتن هایی که پنجاه سال پیش به عنوان بتن های با مقاومت بالا سنجیده می شدند، امروزه به عنوان بتن های کم مقاومت شناخته می شوند. مثلاً در دهه ۱۹۵۰ میلادی بتن با مقاومت ۳۰ مگاپاسکال و بیشتر، بتن با مقاومت بالا نام برده می شد و این مقدار در دهه ۱۹۶۰ به حدود ۴۰ الی ۵۰ مگاپاسکال ارتقا یافت. در دهه ۱۹۷۰ میلادی بتن های با مقاومت ۶۰ مگاپاسکال و بیشتر، با عنوان بتن های با مقاومت بالا شناخته شدند و در دهه ۱۹۸۰ میلادی مقدار مقاومت بتن های با مقاومت بالا به ۱۰۰ مگاپاسکال و بیشتر ارتقا یافت. با پیشرفت سریع تکنولوژی بتن در این سال ها، در اکثر نقاط جهان، بتن های با مقاومت فشاری بیش از حدود ۴۰ و۶۰ مگاپاسکال را هنوز به عنوان بتن های با مقاومت بالا می شناسند. در استاندارد انستیتوی بتن آمریکا، بتن های دارای مقاومت فشاری نمونه استوانه ای بیش از ۴۰ مگاپاسکال در سن ۲۸ روزه، را بتن های با مقاومت بالا معرفی می کند (کمیته ۳۱۸ انستیتوی بتن آمریکا، ۱۹۹۹) و در بعضی از سایر استاندار ها این مقدار بیش از ۶۰ مگاپاسکال می باشد. افزودن پوزولان ها در ترکیب بتن ها علاوه بر اینکه مصرف سیمان را کاهش داده و باعث کاهش آلودگی محیط زیست می گردد، باعث بهبود خواص کارایی و مقاومتی بتن می شود.

از دیگر موادی که باعث بهبود خواص دوام و مقاومتی بتن ها می گردد و از دیر باز تا کنون در ترکیب ملات های ساخته بشر بکار گرفته شده است، الیاف از جنس های مختلف و با اشکال گوناگون می باشد. الیاف در بتن باعث کاهش رشد ترک های ریز اولیه ناشی از انقباض و خشک شدگی بتن شده و با داشتن خواص ارتجایی و مقاومت کششی بالا، موجب بهبود خواص مقاومتی بتن می گردند. همچنین افزودن الیاف در ترکیب بتن باعث کنترل آب انداختگی و کاهش نفوذپذیری در بتن می گردد. (راما و همکاران، ۲۰۱۰).

در این تحقیق پس از تولید بتن معمولی و بتن با مقاومت بالا، به بررسی تاثیر الیاف از جنس های فولاد و شیشه و پروپیلن در کارایی و مقاومت های فشاری و کششی آنها در سن ۷ و ۲۸ روزه پرداخته شده است.

۲- مروری بر پیشینه

کوبایاشی و چو در بررسی نمونه های بتن مسلح شده با الیاف پلی پروپیلنی در سال ۱۹۸۱ نشان دادند که تقویت بتن توسط الیاف به وضوح مقاومت را افزایش می دهد و نیز رفتار بعد از ترک خوردگی به شدت متأثر از سرعت بارگذاری است چون تابع مشخصات ویسکو الاستیک الیاف پلی پروپیلنی است. در سال ۱۹۹۹ میلادی در ایالات متحده، مشخصات بتن ساخته شده با میکروسیلیس و تسلیح شده با الیاف پلی پروپیلنی توسط حسام توتانجی بررسی شد و مشخص گردید که استفاده از ۵ درصد میکروسیلیس با نسبت حجمی الیاف ۰/۳ درصد، برای کارهای ترمیمی از دیدگاه مقاومت، طرح اختلاط بهینه ای می باشد. هانیزام و نوردین در سال ۲۰۰۲ میلادی تاثیر الیاف شیشه ای مقاوم در برابر قلیایی ها را بر مقاومت فشاری بتن های سبک بررسی کردند و بدین نتیجه دست یافتند که بین مقدار الیاف مصرفی و مقدار مقاومت فشاری بتن الیاف دار رابطه وجود دارد. ایشان با افزایش مصرف الیاف در ترکیب بتن ها از ۰/۲ تا ۰/۶ حجمی توانستند مقاومت بتن های تولید شده را افزایش دهند. نوس و فرناندس در سال ۲۰۰۵ میلادی با استفاده از کاربرد الیاف فولادی در ترکیب بتن های حاوی فوق روان کننده و نیز خاکستر بادی موفق به افزایش حدود ۷۷ درصد در مقاومت فشاری و افزایش حدود ۵۵ درصد در مقاومت کششی شدند. چاندرامولی و همکاران در سال ۲۰۱۰ میلادی خواص مقاومت بتن های حاوی الیاف شیشه را در رده های مقاومتی مختلف بررسی کردند و دریافتند که با مصرف ۰/۰۳ درصد حجمی از الیاف شیشه باعث افزایش فشاری و

www.SID.ir

Archive of SID

کششی و خمشی بتن ها شده است. راما و سودارسانا در سال ۲۰۱۰ میلادی در تحقیقی با عنوان تاثیر الیاف شیشه در بتن های حاوی خاکستر بادی توانستند با استفاده از خاکستر بادی و الیاف شیشه حدود ۲۰ درصد مقاومت فشاری بتن ها را در سن ۵۶ روزه افزایش دهند. دشموخ و همکاران در سال ۲۰۱۲ میلادی در پژوهشی تاثیر الیاف شیشه را بر بتن های ساخته شده با استفاده از سیمان پرتلند بررسی کردند و توانستند با مصرف ۰/۱ درصد حجمی الیاف شیشه در ترکیب بتن ها مقدار حدود ۲۳ درصد در مقاومت فشاری و ۴۲ درصد در مقاومت کششی و ۱۴ درصد در مقاومت خمشی افزایش دهند. کاویتا و همکاران در سال ۲۰۱۲ میلادی رفتار الیاف شیشه و فولاد را بر بتن بررسی کرده و دریافتند که مقاومت فشاری بتن های الیاف دار ساخته شده از الیاف فولاد و یا شیشه مقاومت یکسانی در سن ۷ و ۲۸ روزه داشته اند. شند و همکاران در سال ۲۰۱۲ با بکارگیری الیاف فولادی با مقادیر نسبت های طول به قطر مختلف به این نتیجه رسیدند که با افزایش این نسبت از ۵۰ به ۶۷، مقاومت های فشاری و کششی نمونه های تهیه شده کاهش یافته است. ایشان با استفاده مقدار بهینه ۳ درصد وزنی الیاف فولادی موفق به بهبود خواص مقاومت فشاری و کششی بتن های تولید شده در تحقیق شان شدند. تجن و بهاندری در تحقیقی در سال ۲۰۱۴ میلادی تاثیر الیاف شیشه را بر بتن های معمولی بررسی نمودند و توانستند با مصرف ۰/۴۵ درصد حجمی از الیاف شیشه در بتن ها در سن ۲۸ روزه مقدار حدود ۱۴ درصد در مقاومت فشاری و ۷۱ درصد در مقاومت کششی بتن ها افزایش دهند.

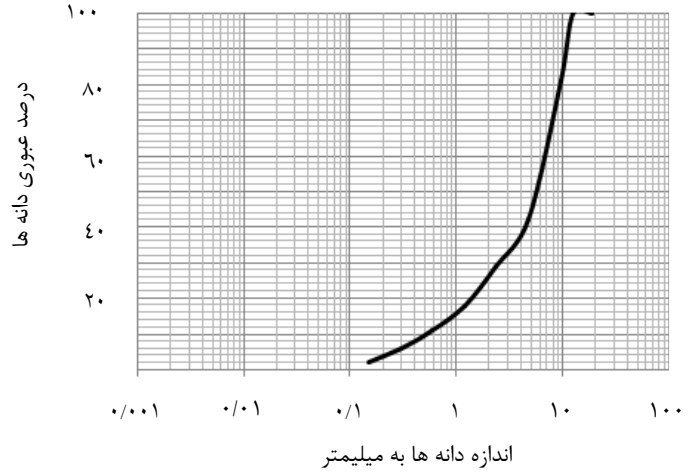
۳- مواد و روش ها

۳-۱- مواد

سیمان: سیمان مصرف شده جهت تولید بتن ها، در این پژوهش، سیمان تیپ ۲ بوده است.

میکروسیلیس: به عنوان بخشی از مواد سیمانی در طرح اختلاط های ساخته شده، از ژل میکروسیلیس که حاوی ۹۲٪ سیلیس می باشد، استفاده گردید.

مخلوط سنگ دانه های مصرفی: سنگ دانه های مصرف شده در تولید بتن در این تحقیق از جنس آهک و شکسته شده بوده اند و نمودار دانه بندی آنها مطابق با نمودار شکل ۳-۱ می باشد.



شکل شماره ۳-۱- نمودار دانه بندی مخلوط مصالح سنگی ریز دانه و درشت دانه

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج آزمایشات مکانیکی انجام شده بر روی مصالح سنگ دانه های مصرفی در جداول ۳-۱ و ۳-۲ آورده شده است.

جدول شماره ۳-۱ - نتایج آزمایشات مکانیکی انجام شده بر روی مصالح درشت دانه

نمونه	دانه های پولکی (٪)	دانه های سوزنی (٪)	میزان جذب آب (٪)	وزن واحد حجم (gr/cm^3) متراکم	وزن واحد حجم (gr/cm^3) غیر متراکم
شن	۹	۱۲	۰/۸۳	۱/۵۳	۱/۳۹

جدول شماره ۳-۲ - نتایج آزمایشات مکانیکی انجام شده بر روی مصالح ریز دانه

نمونه	ضریب نرمی	ارزش ماسه ای (٪)	میزان جذب آب (٪)	وزن واحد حجم(gr/cm^3) متراکم	وزن واحد حجم(gr/cm^3) غیر متراکم
ماسه	۳/۵۱	۷۵	۱/۰۴	۱/۸۶	۱/۷۲

فوق روان کننده مصرفی: فوق روان کننده مصرف شده از انواع ابر روان کننده های پایه پلی کربوکسیلات اتر است که میزان مصرف آن بر اساس دستور العمل آن، ۰/۸ درصد وزن سیمان مصرفی می باشد.

الیاف فولادی: طول الیاف مذکور ۵۰ میلیمتر و قطر آن ۱ میلیمتر می باشد بنابراین نسبت طول به قطر این الیاف ۵۰ است.

الیاف شیشه: الیاف شیشه مورد استفاده با ترکیب آلومینو-بوروسیلیکات بوده که در آن درصد قلیایی ها ۲٪ می باشد. به گفته شرکت تولید کننده این الیاف، طول آنها ۲۰ میلی متر و قطر آنها ۱۷ تا ۲۰ میکرون می باشد و نیز درصد جذب آب این الیاف صفر و رنگ آنها سفید است.

الیاف پلی پروپیلن: الیاف پلی پروپیلن مورد استفاده به اذعان تولید کننده، از نوع آب گریز و با درصد جذب آب صفر بوده و به طول ۲۵ میلیمتر و با قطر ۲۰ تا ۲۵ میکرون است. رنگ این الیاف هم سفید است.

۳-۲- روش اختلاط مصالح و نمونه گیری

اختلاط مصالح در چندین مرحله و به کمک میکسر برقی، ترکیب و اجرا گردید. شیوه اختلاط بدین گونه بوده که ابتدا، سنگدانه ها را در میکسر به مدت دو دقیقه و به صورت خشک مخلوط کرده سپس الیاف و مقداری از آب را به تدریج و حین اختلاط اضافه کرده و در مرحله بعد سیمان و میکروسیلیس را به همراه آب باقیمانده و فوق روان کننده، همزمان درون میکسر ریخته و حدود ۱۰ دقیقه دیگر به اختلاط مصالح ادامه داده شد. اختلاط مصالح در ساخت بتن های بدون الیاف، همانند آنچه که در مورد بتن های الیاف دار گفته شد، صورت می گیرد با این اختلاف که در این اختلاط الیاف حضور ندارند.

پس از اختلاط، قالب گیری در قالب های استوانه ای استاندارد، انجام شده و ویبره نمونه ها، هم داخلی با استفاده از میله و چکش دستی و هم خارجی با کمک میز ویبره برقی صورت گرفت. نمونه های قالب گیری شده پس از ۲۴ ساعت از قالب ها خارج شده و در حوضچه آب غوطه ور شدند و تحت شرایط استاندارد عمل آوری گردیدند.

۳-۳- طرح های اختلاط

طرح اختلاط بتن های بدون الیاف

www.SID.ir

Archive of SID

جهت بررسی تاثیر الیاف مختلف سه حالت در نظر گرفته شد که حالت اول بتن معمولی است و در حالت دوم همان بتن با استفاده از فوق روان کننده و نسبت آب به سیمان کمتر می باشد که مورد بررسی قرار خواهد گرفت و نهایتاً حالت سوم همان بتن ساخته شده در حالت دوم است با این تفاوت که در ترکیب آن از میکروسیلیس نیز استفاده شده است. طرح های اختلاط بتن های ساخته شده بدون حضور الیاف مطابق با جدول شماره ۳-۳ می باشد.

جدول شماره ۳-۳ - طرح های بتن های ساخته شده بدون حضور الیاف

طرح	نسبت آب به سیمان	سیمان (Kg/m^3)	آب (Kg/m^3)	میکروسیلیس (Kg/m^3)	سنگدانه درشت دانه (Kg/m^3)	سنگدانه ریزدانه (Kg/m^3)	فوق روان کننده (Kg/m^3)	الیاف (Kg/m^3)
C1	۰/۵	۵۴۰	۲۷۰	۰	۱۰۵۰	۸۰۰	۰	۰
C2	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۰	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۰
C3	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۰

طرح های اختلاط در فرایند بهینه یابی مصرف الیاف

طرح های اختلاط بتن های الیاف دار در بتن با مقاومت بالا، با استفاده از سه الیاف فولادی و پلی پروپیلن و شیشه، با مقادیر مختلف مصرف در جداول شماره ۳-۴ و ۳-۵ و ۳-۶ آورده شده است.

جدول شماره ۳-۴ - طرح های اختلاط بتن های با مقاومت بالا حاوی الیاف فولادی

طرح	نسبت آب به سیمان	سیمان (Kg/m^3)	آب (Kg/m^3)	میکروسیلیس (Kg/m^3)	سنگدانه درشت دانه (Kg/m^3)	سنگدانه ریزدانه (Kg/m^3)	فوق روان کننده (Kg/m^3)	الیاف فولادی (Kg/m^3)
C3-S1	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۱۵
C3-S2	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۲۰
C3-S3	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۲۵
C3-S4	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۳۰

جدول شماره ۳-۵ - طرح های اختلاط بتن های با مقاومت بالا حاوی الیاف پلی پروپیلن

طرح	نسبت آب به سیمان	سیمان (Kg/m^3)	آب (Kg/m^3)	میکروسیلیس (Kg/m^3)	سنگدانه درشت دانه (Kg/m^3)	سنگدانه ریزدانه (Kg/m^3)	فوق روان کننده (Kg/m^3)	الیاف پلی پروپیلن (Kg/m^3)
C3-P1	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۳
C3-P2	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۴
C3-P3	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۶
C3-P4	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۸

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۳-۶ - طرح های اختلاط بتن های با مقاومت بالا حاوی الیاف شیشه

طرح	نسبت آب به سیمان	سیمان (Kg/m^3)	آب (Kg/m^3)	میکروسیلیس (Kg/m^3)	سنگدانه درشت دانه (Kg/m^3)	سنگدانه ریزدانه (Kg/m^3)	فوق روان کننده (Kg/m^3)	الیاف شیشه (Kg/m^3)
C3-G1	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۲/۷۰
C3-G2	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۴/۰۵
C3-G3	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۵/۴۰
C3-G4	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۱۰/۸۰
C3-G5	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۱۶/۲۰

طرح های اختلاط مصرف بهینه الیاف در بتن های با مقاومت بالا

پس از انجام آزمایشات مقاومت فشاری و کششی بر روی نمونه های بدست آمده از بتن های الیاف دار با مقاومت بالا، از نتایج بدست آمده (که در ادامه به آنها اشاره شده است)، مقدار مصرف بهینه الیاف مشخص شد که مطابق با جدول شماره ۳-۷ می باشد.

جدول شماره ۳-۷ - طرح های اختلاط بتن های الیاف دار با مقاومت بالا

طرح	نسبت آب به سیمان	سیمان (Kg/m^3)	آب (Kg/m^3)	میکروسیلیس (Kg/m^3)	سنگدانه درشت دانه (Kg/m^3)	سنگدانه ریزدانه (Kg/m^3)	فوق روان کننده (Kg/m^3)	الیاف (Kg/m^3)
C3-S3	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۲۵
C3-G3	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۵/۴
C3-P3	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۵۴	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۶

طرح اختلاط بتن معمولی و بتن معمولی حاوی فوق روان کننده

طرح اختلاط بتن های معمولی حاوی فوق روان کننده و مقدار بهینه الیاف مختلف در جدول شماره ۳-۸ و طرح اختلاط بتن های معمولی حاوی مقدار بهینه الیاف مختلف در جدول شماره ۳-۹ دیده می شود.

جدول شماره ۳-۸ - طرح های اختلاط بتن های معمولی حاوی فوق روان کننده و الیاف مختلف

طرح	نسبت آب به سیمان	سیمان (Kg/m^3)	آب (Kg/m^3)	سنگدانه درشت دانه (Kg/m^3)	سنگدانه ریزدانه (Kg/m^3)	فوق روان کننده (Kg/m^3)	الیاف (Kg/m^3)	نوع الیاف
C2-S	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۲۵	فولادی
C2-G	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۵/۴	شیشه
C2-P	۰/۳	۵۴۰	۱۶۲	۱۰۵۰	۸۰۰	۴/۳۲	۶	پلی

www.SID.ir

Archive of SID

پروپیلن	

جدول شماره ۳-۹ - طرح های اختلاط بتن های معمولی حاوی الیاف مختلف

نوع الیاف	الیاف (Kg/m^3)	سنگدانه ریزدانه (Kg/m^3)	سنگدانه درشت دانه (Kg/m^3)	آب (Kg/m^3)	سیمان (Kg/m^3)	نسبت آب به سیمان	طرح
فولادی	۲۵	۸۰۰	۱۰۵۰	۲۷۰	۵۴۰	۰/۵	C1-S
شیشه	۵/۴	۸۰۰	۱۰۵۰	۲۷۰	۵۴۰	۰/۵	C1-G
پلی پروپیلن	۶	۸۰۰	۱۰۵۰	۲۷۰	۵۴۰	۰/۵	C1-P

۴- نتایج

نمونه های بدست آمده از بتن های ساخته شده، پس از عمل آوری در شرایط استاندارد در سنین ۷ و ۲۸ روزه در آزمایشات مقاومت فشاری و مقاومت کششی شکسته شده است. آزمایشات تعیین مقاومت نمونه ها با استفاده از دستگاه بارگذاری هیدرولیکی از نوع دیجیتال تمام اتوماتیک که با سرعت ثابت ۰/۲۴ مگاپاسکال در ثانیه بارگذاری می کرد، انجام پذیرفت.

۴-۱- نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت فشاری و کششی بتن های بدون الیاف

در جدول شماره ۴-۱، نتایج بدست آمده از آزمایشات اسلامپ و مقاومت فشاری و مقاومت کششی نمونه های بتن ساخته شده بدون الیاف را در سن ۷ روزگی و ۲۸ روزگی، مشاهده می کنیم.

جدول شماره ۴-۱ - نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت فشاری و کششی بتن های بدون الیاف

طرح	توضیحات	اسلامپ (Cm)	۷ روزه		۲۸ روزه	
			مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa	مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa
C1	فاقد میکروسیلیس و فوق روان کننده	۷	۳۷	۳/۵	۴۵	۴/۲۷
C2	دارای فوق روان کننده و فاقد میکروسیلیس	۱۲	۴۳	۴/۱۲	۶۵	۶/۸۳
C3	دارای فوق روان کننده و میکروسیلیس	۱۴/۵	۵۲/۵	۵/۱۵	۷۵	۸/۵۶

۴-۲- نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت فشاری و کششی بتن های الیاف دار با مقاومت بالا (جهت تشخیص مقدار بهینه مصرف الیاف)

نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت فشاری و کششی بتن های با مقاومت بالا حاوی الیاف فولادی، در سنین ۷ و ۲۸ روز، در جدول شماره ۴-۲ مشاهده می گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۴-۲ - نتایج آزمایشات اسلامپ ومقاومت بتن های با مقاومت بالا و حاوی مقادیر مختلف الیاف فولادی

طرح	اسلامپ (Cm)	۷ روزه		۲۸ روزه	
		مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa	مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa
C3-S1	۱۲	۵۳	۵/۴۷	۷۶	۹/۱۴
C3-S2	۱۱	۵۴	۵/۶	۷۸	۹/۳۶
C3-S3	۱۰/۵	۵۴/۶	۵/۶۵	۷۸/۷	۹/۶
C3-S4	۹/۵	۵۳/۵	۵/۵۵	۷۶/۸	۹/۲۹

نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت فشاری و کششی بتن های با مقاومت بالا حاوی الیاف پلی پروپیلن، در سنین ۷ و ۲۸ روز، در جدول شماره ۴-۳ مشاهده می گردد.

جدول شماره ۴-۳ - نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت بتن های با مقاومت بالا و حاوی مقادیر مختلف الیاف پلی پروپیلن

طرح	اسلامپ (Cm)	۷ روزه		۲۸ روزه	
		مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa	مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa
C3-P1	۱۱/۵	۵۳/۱	۵/۹	۷۷/۶	۱۰/۰۹
C3-P2	۱۱	۵۴/۴	۶/۱	۸۰	۱۰/۸
C3-P3	۹/۵	۵۶	۶/۵۶	۸۶	۱۲/۰۴
C3-P4	۷/۵	۵۵	۶/۲۵	۸۳/۵	۱۱/۶۹

نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت فشاری و کششی بتن های با مقاومت بالا و حاوی الیاف شیشه، در سنین ۷ و ۲۸ روز، در جدول شماره ۴-۴ مشاهده می گردد.

جدول شماره ۴-۴ - نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت بتن های با مقاومت بالا و حاوی مقادیر مختلف الیاف شیشه

طرح	اسلامپ (Cm)	۷ روزه		۲۸ روزه	
		مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa	مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa
C3-G1	۱۴	۵۳/۸	۶/۱	۷۶/۱	۹/۶
C3-G2	۱۲/۵	۵۶/۵	۶/۵۵	۷۹/۶	۱۰/۳
C3-G3	۱۱/۵	۵۸	۷/۱۶	۸۰/۵	۱۰/۸۷
C3-G4	۱۰	۵۵/۸	۶/۳۳	۷۸/۵	۹/۸
C3-G5	۸/۵	۵۴/۶	۶/۱۷	۷۷/۳	۹/۶

www.SID.ir

Archive of SID

۴-۳- نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت فشاری و کششی بتن های الیاف دار در حالت بهینه مصرف الیاف

نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت فشاری و کششی بتن های الیاف دار با مقاومت بالا در سنین ۷ و ۲۸ روز، در جدول شماره ۴-۵ مشاهده می گردد.

جدول شماره ۴-۵ - نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت بتن های الیاف دار با مقاومت بالا

طرح	نوع الیاف	اسلامپ (Cm)	۷ روزه		۲۸ روزه	
			مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa	مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa
C3-S3	فولادی	۱۰/۵	۵۴/۶	۵/۶۵	۷۸/۷	۹/۶
C3-P3	پلی پروپیلن	۹/۵	۵۶	۶/۵۶	۸۶	۱۲/۰۴
C3-G3	شیشه	۱۱/۵	۵۸	۷/۱۶	۸۰/۵	۱۰/۸۷

نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت فشاری و کششی بتن های معمولی الیاف دار دارای فوق روان کننده در سنین ۷ و ۲۸ روز، در جدول شماره ۴-۶ مشاهده می گردد.

جدول شماره ۴-۶ - نتایج آزمایشات اسلامپ ومقاومت بتن های معمولی الیاف دار حاوی فوق روان کننده

طرح	نوع الیاف	اسلامپ (Cm)	۷ روزه		۲۸ روزه	
			مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa	مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa
C2-S	فولادی	۱۰/۵	۴۵/۵	۴/۵۵	۶۹	۷/۶۸
C2-P	پلی پروپیلن	۸	۴۶/۸	۵/۴۲	۷۵	۹/۷۷
C2-G	شیشه	۱۰	۴۸/۵	۵/۹	۷۰/۵	۸/۹

نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت فشاری و کششی بتن های معمولی الیاف دار در سنین ۷ و ۲۸ روز، در جدول شماره ۴-۷ مشاهده می گردد.

جدول شماره ۴-۷ - نتایج آزمایشات اسلامپ و مقاومت بتن های الیاف دار معمولی

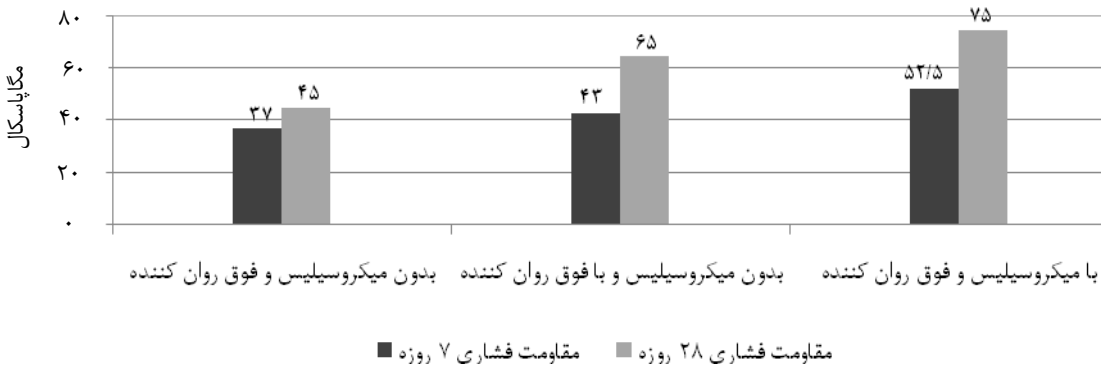
طرح	نوع الیاف	اسلامپ (Cm)	۷ روزه		۲۸ روزه	
			مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa	مقاومت فشاری MPa	مقاومت کششی MPa
C1-S	فولادی	۶	۳۹/۵	۳/۹	۴۸/۱	۴/۸۵
C1-P	پلی پروپیلن	۵	۴۰/۸	۴/۷	۵۲/۵	۶/۳
C1-G	شیشه	۷	۴۲/۵	۵/۱۸	۴۹	۵/۸

۴-۴- نمودار های مقاومت فشاری و کششی بتن ها

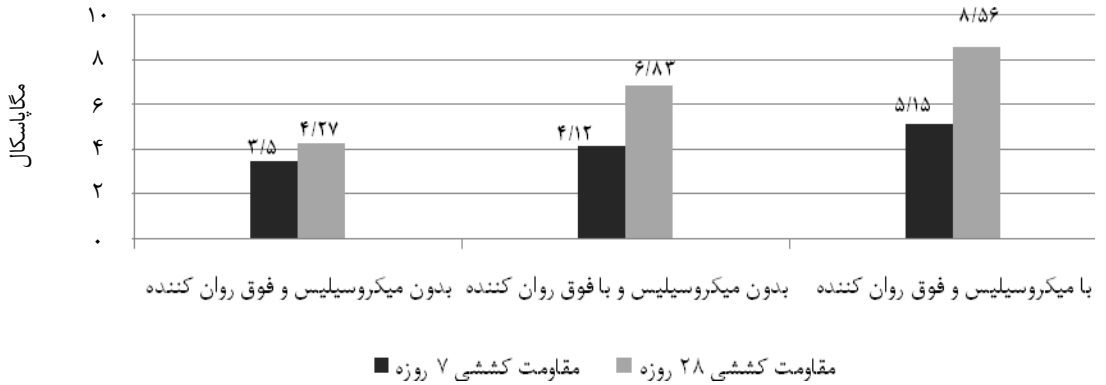
نمودار های مقاومت فشاری و کششی بتن های بدون الیاف در نمودار های شکل های شماره ۴-۱ و ۴-۲ دیده می شود.

www.SID.ir

Archive of SID

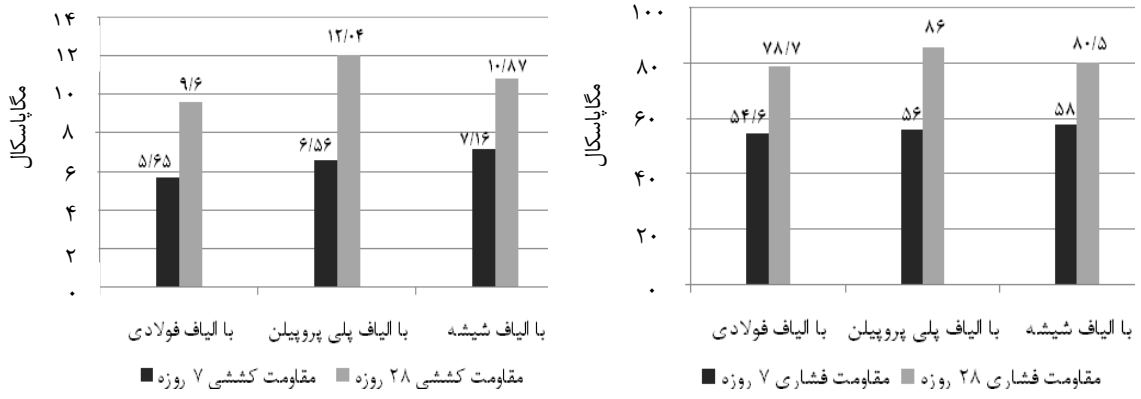


شکل شماره ۴-۱ – نمودار مقاومت فشاری بتن های بدون الیاف در سنین ۷ و ۲۸ روزه



شکل شماره ۴-۲ – نمودار مقاومت کششی بتن های بدون الیاف در سنین ۷ و ۲۸ روزه

نمودار های مقاومت فشاری و کششی بتن های الیاف دار با مقاومت بالا در نمودار های شکل شماره ۴-۳ دیده می شود.

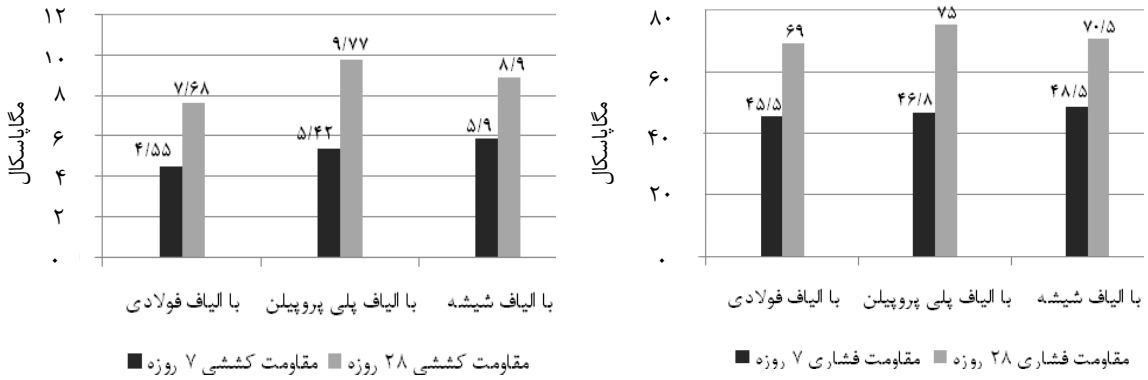


شکل شماره ۴-۳ – نمودار مقاومت فشاری و کششی بتن های الیاف دار با مقاومت بالا در سنین ۷ و ۲۸ روزه

www.SID.ir

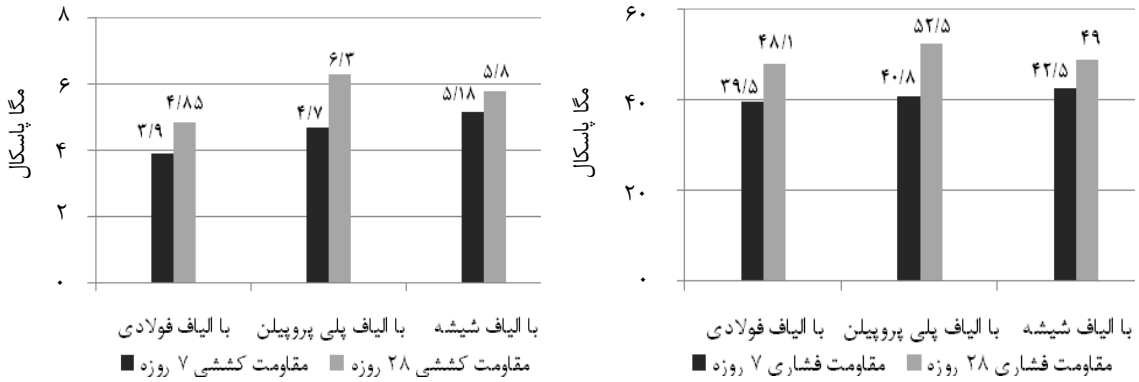
Archive of SID

نمودار های مقاومت فشاری و کششی بتن های معمولی الیاف دار حاوی فوق روان کننده در نمودار های شکل شماره ۴-۴ دیده می شود.



شکل شماره ۴-۴ – نمودار مقاومت فشاری و کششی بتن های معمولی الیاف دار حاوی فوق روان کننده در سنین ۷ و ۲۸ روزه

نمودار های مقاومت فشاری و کششی بتن های معمولی الیاف دار در نمودار های شکل شماره ۴-۵ دیده می شود.



شکل شماره ۴-۵ – نمودار مقاومت فشاری وکششی بتن های معمولی الیاف دار در سنین ۷ و ۲۸ روزه

۵- نتیجه گیری

در این تحقیق با کاهش نسبت آب به سیمان در بتن معمولی، آب مصرفی به مقدار آب مورد نیاز جهت واکنش های هیدراتاسیون سیمان نزدیک شده و حفرات تشکیل شده در بتن کاهش یافته و در نتیجه مقاومت بتن افزایش یافته است. قابل ذکر است که جهت کنترل کارایی بتن از فوق روان کننده استفاده شده است. با افزودن میکروسیلیس در ترکیب بتن آهک تولید شده در فرآیند هیدراتاسیون سیمان با سیلیس موجود در میکروسیلیس واکنش داده و تولید کلسیم سیلیکات هیدراته پایدار کرده و مقاومت بتن افزایش یافته است ضمن اینکه ذرات میکروسیلیس فضای مابین سنگدانه ها را پر کرده و مانع از قفل شدگی آنها شده و بدین ترتیب کارایی بتن افزایش یافته است. با افزودن الیاف به بتن ها پیوستگی بتن ها افزوده شده و کارایی بتن ها کاهش یافته است. همچنین با افزودن الیاف در ترکیب بتن ها مقاومت فشاری و کششی آنها افزوده شده که در

www.SID.ir

Archive of SID

بتن ها در سن ۷ روزه بیشترین مقدار افزایش مربوط به الیاف شیشه و کمترین مقدار مربوط به الیاف فولادی بوده و در مورد بتن ها در سن ۲۸ روزه بیشترین مقدار افزایش مربوط به الیاف پلی پروپیلن و کمترین مقدار مربوط به الیاف فولادی بوده است.

مراجع

1-ACI Committee 318. (1999).*Building Code Requirement for Reinforced Concrete (ACI 318-99) and Commentary (ACI 318R-99)*,American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich, 391 pp.

2-Berntsson L, Chandra S, Kutti T. (1990).*Principles and Factors Influencing High-Strength Concrete Production*,Concrete International, December, pp:59-62.

3-Chandramouli K, Srinivasa Rao P, Pannirselvam N, Sechadri Sekhar T, Sravana P. (2010). *Strength Properties of Glass Fiber concrete*,ARPN (Asian Research Publishing Network) Journal of Engineering and Applied Sience, Vol. 5,No. 4,April.

4-Deshmukh S.H, Bhusari J.P, Zende A.M. (2012).*Effect of Glass Fibers on Ordinary Portland Cement Concrete*,IOSR Journal of Engineering,Vol. 2(6), June, pp:1308-1312.

5-Hanizam W, Noordin N.M. (2002).*Effect of Alkalins-Resistant Glass Fiber on Compressive Strength of Lightweigth Foamed Concrete*,CI-Premier PTE LTD, Orchard Plaza, Singapore, pp:225-230.

6- Kavita S.K, Vikrant S.V, Satish S. (2012).*Experimental Study on Behavior of Steel and Glass Fiber Reinforced Concrete Composites*,Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Sience, Vol.2, No. 4, December.

7-Kobayashi K, Cho R. (1981).*Flexural Behavior of Polyethylene Fiber Reinforced Concrete*,the International Journal of Cement Composites and Light Weight Concrete, Vol. 3, No1.

8-Mehta P. K, Aitcin, P. C. (1990).*Principles Underlying Production of High-Performance Concrete*,Cement, Concrete, and Aggregates, ASTM, Vol. 12, No. 2, Winter, pp:70-78.

9-Neves R.D, Fernandes de Almeida J.C.O. (2005).Compressive *Behaviour of Steel Fibre Reinforced Concrete*,Structural Concrete, Vol. 6,No. 1.

10-Rama Mohan Rao P, Sundarsana Rao H, Sekar S.K. (2010).*Effect of Glass Fiber on Flash based Concrete*,International Journal of Civil and Structural Engineering, Vol. 1,No. 3. pp:606-612.

11-Shende A.M, Pande A.M, Gulfam Pathan M. (2012).*Experimental Study on Steel Fiber Reinforced Concrete for M-40 Grade*,International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES), Vol. 1, Issue 1, September, pp:430-480.

12-Tanje K.M, Bhandari P.S. (2014).*Effect of Glass Fiber on Ordinary Concrete*,Vol.3, Issue 11. November. pp:1732-1734.

13-Toutanji H. A. (1999).*Properties of Polypropylene Fiber Reinforced Silica Fume Expansive Cement Concrete*,Construction and Building Materials, Vol.13, Issue 4, 1 June, pp:171–177.

www.SID.ir

Archive of SID

First International Comprehensive Competition Conference on Engineering Sciences in Iran
September 2016
Anzali - Iran
اولین مسابقه کنفرانس بین المللی جامع علوم مهندسی در ایران
WWW.IRAN3C.COM

Effect of Different Fibers on Compressive and Tensile Strength of High Strength Concretes

Khoshfetrat Ali*, Ansaripour Siamak

1. Assistant Professor, Department of civil Engineering, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran, akhft@yahoo.com
2. Master of Construction Management Engineering, Department of civil Engineering, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran, ansaripour_siamak@yahoo.com

Abstract

Concrete is one of the widely consumed building materials in the construction industry, the experts have paid more attention to concrete quality improvement during the last years. Among the specifications of the concrete which have been paid attention by the researchers are compressive strength and tensile strength. So,to attain this goal, in the recent years, using a less ratio of water to cement with super plasticizers and natural and or synthetic pozzolans and also with fibers of different materials and specifications in the concrete mixture is a normal method. In this study, normal concrete was produced using local building materials of Isfahan region and then with super plasticizer and a less ratio of water to cement, another concrete was produced that having higher compressive strength and higher tensile strength. Afterward, micro silica was used in the concrete mixture wich has super plasticizer, with even higher compressive strength and higher tensile strength. After finding the optimum volume of steel, glass and polypropylene fibers by making laboratory samples, the effects of using these three fibers in the three kinds of concrete were studied. The findings show that for all three kinds of concrete in seven days age, the effect of glass fibers was more than polypropylene fibers and the effect of polypropylene fibers was more than steel fibers for both compressive strength and tensile strength. However, in twenty eight days age, the effect of polypropylene fibers was more than glass fibers and the effect of glass fibers was more than steel fibers.

Key words: High strength concrete, Steel fibers, Polypropylene fibers, Glass fibers.

www.SID.ir