ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

بررسی تأثیرمیکروسیلیس بر مقاومت فشاری بتن خودتراکم سبک حاوی سبکدانه اسکوریا تحت عمل آوری تسریع شده

بهادر ابراهیمی[۱]، مهدی نژاد نادری [۲]

۱- گروه مهندسی عمران و معماری ، واحد صومعه سرا ، دانشگاه آزاد اسلامی ، صومعه سرا ، ایران

۲- گروه مهندسی عمران ، واحد تنکابن ، دانشگاه آزاد آسلامی ، تنکابن ، ایران

mehdi2930@yahoo.com

چکیده

یکی از مهم ترین مسائل در مورد بتن چگالی آن است و به دلیل قرار گرفتن بخش اعظمی از کشور مان ایران در کمربند لرزه ای می بایست نگاه ویژه ای به سبک سازی سازه ها مبذول داشت. اهداف این مقاله ارائه ی راهکارهایی برای مقاوم سازی سازه ها در برابر زلزله و همچنین کاهش دادن وزن بار مرده ناشی از اسکلت و اجزای ساختمان می باشد. یکی از ابزارهای سبک سازی، استفاده از مصالح سبک دانه به نام اسکوریا که آن را به نام های قروه و یا سنگ پا هم می شناسند.در این مقاله برای ساخت و ساز از بتن سبک وزن خود متراکم که به اصطلاح SCLC نام دارد استفاده گردید و ویژگی این بتن این است که تحت تأثیر وزن خود در قالب حرکت می کند و کل قالب را پر می نماید و نیازی به عملیات تراکم و ویبره یا لرزش داخلی یا خارجی ندارد. ۱۰ ٪ درصد از سیمان آن با میکروسیلیس جایگزین شد و سیمان مصرفی تیپ ۱و همچنین فوق روان کننده نیزدر بتن استفاده شد. برای جایگزین نمودن مصالح درشت دانه ،از سنگدانه اسکوریای سبک وزن استفاده شد و برای جایگزینی مصالح ریز دانه، ماسه معمولی و همچنین پودرسنگ در مجموع مورد استفاده قرار گرفتند. نسبت آب به سیمان نیز دو مقدار ۰/۳۵ و ۰/۴۵ در نظر گرفته شد.در ابتدا ۲ طرح حاوی میکروسیلیس طراحی شد وسپس برای مقایسه نسبت به حالت معمولی ۲ طرح بدون میکروسیلیس هم طراحی گردید،که در مجموع ۴ طرح اختلاط در نظرگرفته شد. و بعد از ساختن هر یک از طرح ها آزمون های T50، قیف V، جعبه L و شاخص پایداری چشمی بر روی هر یک انجام گرفت. عمل آوری به روش تسریع شده که عنوان موضوع این مقاله می باشد، به طور خلاصه به تشریح آن می پردازیم. برای انجام آزمایش خواص مکانیکی مقاومت فشاری و همچنین اجرای عمل آوری، پس از آن که نمونه های مکعبی به ابعاد ۱۰×۱۰×۱۰سانتی متر مکعب طبق استاندارد BS از هر طرح اختلاط ساخته شدند ، تمامی طرح ها به مدت ۳، ۷، ۱۴ و ۲۸ روز تحت روش عمل آوری تسریع شده قرار گرفتند.در این مقاله آزمایش تعیین مقاومت فشاری ، بر روی نمونه های بتن انجام گرفت،که سرانجام بعد از ۲۸ روز نتایج کامل آزمایشات ۴ طرح بدست آمدند.طبق نتایج بهترین رفتار خود متراکم مربوط به طرح اختلاط با نسبت آب به سیمان آن ۰/۴۵ بوده است. با مشاهده نتایج حاصل شده، بیشترین تأثیر عمل آوری تسریع شده و همچنین بالاترین نتیجه حاصل شده از آزمون مقاومت فشاری مربوط به طرح W35S10 وکمترین تأثیرعمل آوری و پایین ترین نتیجه حاصل از آزمون مقاومت فشاری مربوط به طرح W45S0 بوده است. بر اساس نتایج نهایی تأثیرمیکروسیلیس و روش عمل آوری تسریع شده که در واقع با قرار دادن نمونه های بتن تحت حرارت آب با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد حاصل گردیده است، مشاهده می شود به طور میانگین برای مقاومت فشاری ۱۳/۲۰ درصد، می باشد.

واژه‌های کلیدی: بتن خودتراکم سبک، عمل آوری، اسکوریا، مقاومت

۱- مقدمه

در سالهای اخیر با پیشرفت سریع بشر در حوزه مسایل فنی و اجرایی در بخش ساختمان سازی و با تحقیقات صورت گرفته در زمینه مصالح ساختمانی و بکار گیری مواد طبیعی و تقویت و بهسازی مصالح ساختمانی مصنوعی، نوآوری ها و ابتکارات تازه و بسیار سودمندی صورت گرفته است. بتن خودتراکم یکی از انواع جالب بتن های توانمند است که در بدو امر برای کاربرد در قطعات بتن آرمه پر آرماتور ابداع و ساخته شد اما اماروزه کاربردهای بسیار گسترده ای پیدا کرده است. از طرف

دیگر با توجه به خطر لرزه خیزی موجود گرایش به سمت سبک سازی ساختمانها افزایش داشته است. تفاوت قابل توجه چگالی سبکدانه ها و ملات در بتن های سبکدانه خطر جداشدگی و روزدگی سبکدانه ها و در نتیجه ایجاد یا لایه ی ضعیف در سطح بتن را ا فزایش می دهد[۱ و ۲].

در زمینه استفاده از سبکدانه ها در بتن تحقیقات بسیاری انجام گرفته است. Shannag [۳] به بررسی خصوصیات بتن سبک ساخته شده با سبکدانه اسکوریا حاوی افزودنی‌های معدنی مختلف پرداخت. وی اظهار کرد که بتن سبک ساخته شده با سبکدانه اسکوریا مناسب برای کاربردهای سازه‌ای با وزن مخصوص خشک kg/m^3 ۱۹۳۵-۱۹۹۵ و مقاومت فشاری MPa ۴۳-۲۲/۵ می‌باشد. Khandaker و همکاران[۴] به بررسی پتانسیل سبکدانه اسکوریا به عنوان یک ماده پوزولانی و نیز به عنوان سنگدانه در تولید بتن سبک پرداختند. طبق تحقیقات آزمایشگاهی، آن‌ها نتایج زیر را گزارش کردند. آزمایشهای تعیین فعالیت پوزولانی که اسکوریای به خوبی آسیاب شده دارای فعالیت پوزولانی می‌باشد. همچنین جایگزینی وزنی ۲۰٪ از سیمان مصرفی با اسکوریای خوب ریز شده به نظر مقدار بهینه جایگزینی این ماده می‌باشد. همچنین با جایگزینی سبکدانه اسکوریا به جای درشت‌دانه (شن)، معیارهای مقاومتی مطابق با استاندارد ASTM C330 [۵] تامین می‌شود. بتن سبک ساخته شده با سبکدانه اسکوریا دارای هدایت حرارتی ۵ تا ۷ برابر کمتر از بتن فاقد سبکدانه می‌باشد. Alaettin Kılıc و همکارانش امکان استفاده از سبکدانه های اسکوریا در تولید بتن سبکدانه سازه ای را بررسی کردند. امکان ساخت بتن سبکدانه سازه ای با مقاومت فشاری استوانه ای ۳۰ مگاپاسکال بدون استفاده از افزودنی های پوزولانی امکان پذیر است. بنابراین آن‌ها براساس نتایج آزمایشگاهی به این نتیجه رسیدند که می‌توان بتن سبکی با سبکدانه اسکوریا تولید کرد که حتی با استفاده از پوزولانی چون دوده سیلیسی به مقاومت فشاری استوانه‌ای MPa ۴۰ نیز می‌رسد. بدین ترتیب عنوان کردند که با استفاده از سبکدانه اسکوریا و پایین آوردن وزن مرده‌ی سازه می‌توان خسارات ناشی از زلزله را کاهش داد[۶]. در تحقیق دیگری ملک محمد رنجبر بررسی تاثیر سبکدانه های پرلیت و اسکوریا در خواص حالت تازه و سخت شده بتن خودتراکم را انجام دادند. هدف از این پژوهش ساخت بتن سبک خودتراکم با استفاده از سبکدانه های پرلیت منبسط شده و اسکوریا می باشد. آنها به این نتیجه رسیدند که بتن خودتراکم حاوی سبکدانه های اسکوریا و پرلیت منبسط شده را با جریان اسلامپ ۷۳۰-۶۵۵ میلی متر توسط تنظیم فوق روان کننده میتوان تولید کرد. که بتن خود تراکم دارای این مقدار جریان اسلامپ کاربردهای فراوانی دارد. ضمناً از طریق بررسی شاخص پایداری چشمی تمامی نمونه ها دارای پایداری مناسب بوده اند و با جایگزینی اسکوریا و پرلیت منبسط شده به جای درشتدانه، بعد از گذشت۳۰ و ۶۰ دقیقه از اولین تماس آب با سیمان، رفتار حالت تازه بتن همچنان ارضاکننده شرایط بتن خودتراکم است. همچنین بتن خود تراکم حاوی سبکدانه های اسکوریا و پرلیت منبسط شده دارای مقاومت فشاری و مقاومت کششی پایینتر و جذب آب بالاتر از بتن خود تراکم شاهد بود[۷].

یکی از مهمترین پارامترهای تاثیرگذار بر دوام سازه های بتنی شرایط و نحوه عمل آوری آن ها می باشد. عمل آوری بتن بر ویژگی های بتن سخت شده از قبیل میزان نفوذپذیری و مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن اثری بسزا دارد. در مطالعه ای توسط الماسی و همکارانش تاثیر شرایط عمل آوری معمولی و یک نوع عمل آوری داخلی با استفاده از مواد افزودنی بر روی بتن های خودتراکم سبک ساخته شده از سبکدانه لیکا بررسی شد. نتایج نشان داد که بتن های عمل آوری شده در محیط آبی اشباع شده با آهک بهترین مشخصات مکانیکی و دوام را دارا می باشند. همچنین بتن های ساخته شده از مواد افزودنی (جهت عمل آوری داخلی) دارای مقادیر مقاومت فشاری،مقاومت کششی و مدول الاستیسیته بالاتری نسبت به بتن های بدون این مواد و بتن های نگه داری شده در اتاق مرطوب بوده اند[۸].

۲-برنامه آزمایشگاهی

۲-۱-ماسه

در این تحقیق از ماسه رودخانه ای استفاده شد. ماسه مورد استفاده طبق دانه‌بندی صورت گرفته در محدوده‌ی مجاز قرار نداشت. بدین ترتیب تمامی ماسه مصرفی را از الک شماره ۴ عبور داده و مجدداً آزمایش دانه‌بندی روی آن انجام گرفت. ماسه

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

مصرفی با قطر mm ۴/۷۵-۰ و وزن مخصوص ظاهری آن در حالت اشباع با سطح خشک برابر Kg/m^3 ۲۷۰۰ و جذب آب ۲۴ ساعت آن ٪۱/۵ می‌باشد. دانه‌بندی هر دو نوع ماسه مصرفی مطابق استاندارد ASTM C33 [۹] می‌باشد که دانه‌بندی آن در شکل۱ ارائه شده است.

شکل۱: دانه بندی ماسه مصرفی

۲-۲-شن

در این تحقیق شن مصرفی عبوری از الک و مانده روی الک No. 4 (4/75*mm*) می‌باشد. همچنین لازم به ذکر است که دانه بندی شن مصرفی در محدوده استاندارد ASTM C33 [۹] می‌باشد. برای شن ها از سبکدانه اسکوریا با دانسیته ۱۷۰۰ کیلو گرم بر سانتی متر مکعب استفاده گردید. در شکل ۲ سبکدانه مورد استفاده مشاهده می گردد.

شکل ۲: سبکدانه مورد استفاده

۲-۳- سیمان

در این پژوهش از سیمان خزر از نوع پرتلند تیپ ۴۲۵-۱ استفاده شد.

۲-۴-آب

آب به سه صورت در بتن به کار می‌رود: آب مصرفی برای شستشوی سنگدانه‌ها، آب به عنوان یکی از اجزای تشکیل دهنده بتن که در هنگام ساخت آن به کار می‌رود و آب مصرفی برای عمل آوری بتن[۱۰]. کیفیت آب از آن جهت حایز اهمیت است که ناخالصی‌های موجود در آن ممکن است در گیرش سیمان تاثیر گذاشته و اختلالاتی به وجود آورند. در اکثر استانداردها، آب مناسب برای ملات و بتن آبی است که برای آشامیدن مناسب باشد.

۲-۵- میکروسیلیس

در این مطالعه از میکروسیلیس که بارها در ساخت بتن خودتراکم در تحقیقات مختلف با موفقیت به کار رفته است استفاده گردید. درصد جایگزینی وزنی این پوزولان به جای سیمان در حالت بهینه حدود ۱۰ درصد می باشد که در این تحقیق از همین درصد استفاده گردید.

۲-۶- فوق روان کننده

برای تهیه SCLC از فوق روان کننده که بسیار ضروری است به میزان ۰/۵درصد و ۱ درصد استفاده گردید.وقتی دوز فوق روان کننده افزایش می یابد، تنش تسلیم بتن کاهش می یابد، ولی ویسکوزیته پلاستیک تا حدود زیادی ثابت باقی می ماند.

۳-۶- مواد اصلاح کننده ویسکوزیته

همچنین از ویسکوزیته به میزان ۰/۲ درصد و۰/۴ درصد استفاده گردید. بر اساس نتایج استفاده VMA که این نوع مواد افزودنی، منحصرا با افزایش دادن تنش تسلیم روی ویژگی های رئولوژیکی تأثیر می گذارد.به طور خلاصه VMA را می توان برای حفظ بتن از جدا شدگی ناشی از تنش تسلیم کمتر به کار برد و همچنین VMA روی قابلیت پمپ شدنSCC نیز تأثیر مثبت می گذارد.

۳-۷- روش عمل آوری

روش عمل آوری انجام شده در این مقاله شامل: عمل آوری به روش تسریع شده می باشد. سپس به طور کامل به تشریح این روش عمل آوری می پردازیم و ۲ روش عمل آوری دیگر هم برای آشنایی بیشتر به طور خلاصه به آنها اشاره می کنیم.

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

عمل آوری به روش تسریع شده: در این روش که مهمترین آزمایش در ارتباط با موضوع این مقاله می باشد برای انجام این عمل آوری از یک گاز تک شعله بزرگ و یک دیگ بزرگ پر شده از آب برای قراردادن نمونه ها در درون آن استفاده شد. سپس مننتظر مانده تا دمای آب درون دیگ به نقطه جوش۱۰۰ درجه سانتی گراد برسد . دمای آب را با ترمومتر اندازه گیری کرده وسپس کل نمونه ها را درون آب قرارداده تا به مدت زمان ۶ ساعت تحت حرارت قرار بگیرند.پس از پایان ۶ ساعت تک شعله را خاموش کرده و منتظر مانده تا نمونه های موجود در آب خنک شوند وبه دمای حدود ۳۰ درجه سانتی گراد برسند. در این مرحله نمونه های موجود در دیگ را بیرون آورده و در اتاق با دمای معمولی قرار داده تا نمونه ها خشک شوند.در مرحله بعد پس از خشک شدن نمونه ها، آنها را درون حوضچه آب با دمای معمولی قرارداده شد.پس از گذشت ۳روز نمونه ها را از بیرون آمده اند و پس از خشک شدند در محیط اتاق ،تحت آزمایشات خواص مکانیکی قرار گرفته اند.به همین ترتیب پس از فرا رسیدن هر یک از مدت زمان های ۷، ۱۴و۲۸ روز نمونه ها از آب بیرون آمده اند و تحت آزمایش خواص مکانیکی قرار گرفته اند.

۱-عمل آوری به روش خشک: در این روش پس از اینکه مراحل بتن ریزی ۴طرح اختلاط در قالب ها به اتمام رسید، پس ازگذشت مدت ۲۴ ساعت بعد از زمان بتن ریزی، نمونه های بتن را از قالب بیرون آورده و برای انجام آزمایش در ابتدا همه ی نمونه ها را در اتاق با دمای طبیعی ۲۳ درجه قرارمی دهند .سپس نمونه هایی که به مدت۳ روز در محیط اتاق قرار گرفته بودند،تحت آزمایشات خواص مکانیکی قرار می دهند و به همین ترتیب همانند آزمایش نمونه ۳ روزه، پس از گذشت مدت زمان های ۷ ،۱۴ و۲۸ روز ، هر یک از نمونه های بتن تحت آزمایشات خواص مکانیکی شامل: مقاومت فشاری ، خمشی ، کششی و مدول الاستیسیته قرارمی دهند.

۲- **عمل آوری به روش مرطوب**: در این روش هم همانند روش خشک ،پس ازگذشت ۲۴ ساعت، کل نمونه بتن ها را از قالب بیرون می آوردند و برای آزمایش نمونه ها درون حوضچه آب با دمای طبیعی قرار می دهند.همچنین مشابه روش خشک پس گذشت مدت ۳روز، نمونه های ۳روزه را از آب بیرون می آوردند و تحت آزمایش خواص مکانیکی قرار می دهند و بقیه نمونه ها به همین ترتیب پس از فرا رسیدن هر یک از مدت زمان های ۷، ۱۴و۲۸ روز نمونه ها از آب بیرون می آورند و پس از خشک شدن در محیط اتاق،تحت آزمایش خواص مکانیکی قرار می دهند.

۳-طرح اختلاط

در این مقاله برای ساخت بتن های سبک خودتراکم از پوزولان میکروسیلیس که به مقدار ۱۰ درصد وزنی سیمان به کار رفته است، سیمان تیپ ۱، و فوق روان کننده شرکت شیمی ساختمان استفاده شده است. همچنین به عنوان درشت دانه، سبکدانه اسکوریا و به عنوان ریز دانه، ماسه معمولی به کار رفته است. نسبت آب به سیمان نیز دو مقدار ۰/۳۵ و ۰/۴۵ در نظر گرفته شد. لذا در نهایت ۴ طرح اختلاط به دست آمد.

جدول ۱: طرح های ساخته شده در این مطالعه

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

ردیف	۱	۲	۳	۴
نام طرح	W35S0	W35S10	W45S0	W45S10
سیمان(Kg/m^3)	۵۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۴۵۰
نوع پوزولان	میکروسیلیس	میکروسیلیس	میکروسیلیس	میکروسیلیس
پوزولان(Kg/m^3)	۰	۵۰	۰	۵۰
شن (سبکدانه)(Kg/m^3)	۵۳۰	۵۳۰	۵۰۰	۵۰۰
ماسه(Kg/m^3)	۶۵۰	۶۵۰	۶۱۳	۶۱۳
آب(Kg/m^3)	۱۷۵	۱۷۵	۲۲۵	۲۲۵
w/c	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۴۵	۰/۴۵
فوق روان کننده(%)	۱	۱	۰/۵	۰/۵
VMA (%)	۰/۲	۰	۰/۴	۰
MS/C	۰	۱۰	۰	۱۰
پودر سنگ(Kg/m^3)	۲۵۰	۲۵۰	۲۳۶	۲۳۶

۴-آزمایشات انجام گرفته

۴-۱-انجام آزمایش های خودتراکمی بتن ها

پس از ساخت هر یک از طرح های اشاره شده در بالا آزمایش های تعیین خودتراکمی بتن شامل آزمایش جریان اسلامپ، T50، قیف V شکل، جعبه L و شاخص پایداری چشمی در حالت بتن تازه و خمیری روی تک تک طرح ها انجام شد. نتایج در جدول ۲ جمع آوری شده است.

جدول ۲: نتایج آزمایش های خودتراکمی ۴ طرح ساخته شده

ردیف	۱	۲	۳	۴
نام طرح	W35S0	W35S10	W45S0	W45S10
جریان اسلامپ(cm)	۶۹	۶۸	۷۲	۷۰
قیف V (sec)	۸/۶۳	۸/۱۱	۴/۶	۴/۱۲
جعبهL	۰/۹۵	۰/۹	۱	۱
T50	۲/۳۴	۳/۰۴	۱/۹۵	۱/۴۵
VSI	۰	۰	۱	۱
چگالی	۵/۱۹۳	۱۹۳۰	۰/۱۸۵	۱۸۴۵

از نتایج مشاهده می گردد که تمامی طرح ها دارای مقدار جریان اسلامپ در محدوده مناسب می باشند. با افزایش مقدار آب هم از مقدار روان کننده کمتری استفاده گردیده و هم اینکه با وجود مصرف کمتر روان کننده باز هم جریان اسلامپ بالاتری به دست آمده است. همچنین طرح های حاوی میکروسیلیس افت بسیار کمی در جریان اسلامپ تجربه کرده اند. طرح W35S0 که دارای نسبت آب به سیمان ۰/۳۵ و بدون میکروسیلیس است، زمان بیشتری برای خروج از قیف V نیاز دارد و در مقابل سریعترین خروج مربوط به طرح W45S10 که حاوی نسبت آب به سیمان ۰/۴۵ و ۱۰ درصد میکروسیلیس است می باشد.

همچنین ملاحظه می گردد که تمامی طرح ها دارای نسبت انسداد در محدوده مجاز می باشند (بزرگتر از ۰/۸). با این حال بهترین نتایج برای طرح های حاوی نسبت آب به سیمان ۰/۴۵ به دست آمد. بیشترین زمان رسیدن بتن به قطر ۵۰ سانتی متری مربوط به طرح W35S10 و کمترین زمان مربوط به طرح W45S10 می باشد. به طور کلی بهترین نتایج خودتراکمی را طرح های دارای نسبت آب به سیمان ۰/۴۵ از خود نشان دادند.

۲-۴-آزمون مقاومت فشاری

پس از ساخت و انجام آزمایش های تعیین ویژگی های رئولوژیکی بتن ها در حالت تازه، از تمامی طرح های ساخته شده نمونه های معکبی ۱۰×۱۰×۱۰ سانتی متر مکعب گرفته شد و به مدت ۳، ۷، ۱۴ و ۲۸ روز تحت عمل آوری تسریع شده قرار گرفتند. پس از آن نمونه ها مورد آزمایش تعیین مقاومت فشاری قرار گرفتند. با توجه به شکل ۳ که اولا مطابق انتظار با افزایش سن عمل آوری، مقاومت فشاری بتن افزایش می یابد. دوم اینکه نمونه های با نسبت آب به سیمان کمتر (۰/۳۵) نسبت به نمونه های دارای نسبت آب به سیمان بالاتر (۰/۴۵) مقاومت فشاری بیشتری دارند. همچنین افزودن ۱۰ درصد میکروسیلیس نیز باعث افزایش مقاومت شده است. لذا مشاهده می گردد که بالاترین مقاومت فشاری مربوط به طرح W35S10 و کمترین مقدار مربوط به طرح W45S0 می باشد.

همچنین نوع عمل آوری نیز تاثیر قابل توجهی در نتایج داشته است. به طوری که بهترین نتیجه در حالتی است که ابتدا نمونه ها به مدت ۶ ساعت در آب با دمای ۱۰۰ درجه قرار داده شده اند و سپس در آب با دمای معمولی قرار گرفتند.

شکل۳: مقاومت فشاری نمونه ها در حالت عمل آوری ابتدا در آب با دمای ۱۰۰ درجه و سپس در آب با دمای استاندارد و در سنین مختلف

۵-تأثیر پارامترهای مختلف بر ویژگی های مکانیکی بتن های ساخته شده

در این قسمت با توجه به نتایج ارائه شده در بالا، تاثیر دقیق هر یک از پارامترهای مورد بررسی قرار گرفته در این تحقیق یعنی نسبت آب به سیمان، وجود یا عدم وجود میکروسیلیس، نوع عمل آوری و تعداد روزهای عمل آوری بر ویژگی های مکانیکی ارزیابی شده بتن یعنی مقاومت فشاری، مقاومت کششی، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۵-۱-بررسی سن عمل آوری بر مقاومت فشاری

نسبت مقاومت فشاری بتن در سنین مختلف به سن ۲۸ روزه آورده شده است. میانگین نسبت مقاومت در شکل ۴ قابل مشاهده است.

شکل۴: میانگین نسبت مقاومت فشاری در سنین مختلف به سن ۲۸ روزه

از شکل و جدول می توان دریافت که اولا با قرار دادن نمونه ها در آب گرم در ساعات اولیه عمل آوری، مقاومت اولیه و نهایی نمونه ها افزایش می یابد. همچنین با سه روز عمل آوری ۰/۶۵، با هفت روز ۰/۷۷ درصد و با ۱۴ روز عمل آوری ۰/۸۹ درصد مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن قابل دستیابی است.

۵-۲-بررسی تاثیر نسبت آب به سیمان بر ویژگی های مکانیکی بتن

در اینجا تاثیر نسبت آب به سیمان بر ویژگی های مکانیکی بتن ارزیابی شده است. شکل های ۱۱،۱۲ و ۱۳ این تاثیر را نشان می دهند.

شکل۵: مقاومت فشاری نمونه ها با توجه به نسبت آب به سیمان

۵-۳-بررسی تاثیر میکروسیلیس بر ویژگی های مکانیکی بتن

در اینجا تاثیر میکروسیلیس بر ویژگی های مکانیکی بتن ارزیابی شده است. شکل های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ این تاثیر به نمایش گذاشته شده است.

شکل۶: مقاومت فشاری نمونه ها با توجه به مقدار میکروسیلیس

از نمودارها افزایش ویژگی های بتن با اضافه کردن میکروسیلیس به میزان ۱۰ درصد مشاهده می گردد. این افزایش به طور میانگین برای مقاومت فشاری ۱۳/۲۰ درصد است.

۶-نتیجه گیری

۱. تمامی طرح ها دارای مقدار جریان اسلامپ در محدوده مناسب می باشند. با افزایش مقدار آب هم از مقدار روان کننده کمتری استفاده گردیده و هم اینکه با وجود مصرف کمتر روان کننده باز هم جریان اسلامپ بالاتری به دست آمده است. همچنین طرح های حاوی میکروسیلیس افت بسیار کمی در جریان اسلامپ تجربه کرده اند. طرح W35S0 که دارای نسبت آب به سیمان ۰/۳۵ و بدون میکروسیلیس است، زمان بیشتری برای خروج از قیف V نیاز دارد و در مقابل سریعترین خروج مربوط به طرح W45S10 که حاوی نسبت آب به سیمان ۰/۴۵ و ۱۰ درصد میکروسیلیس است می باشد. تمامی طرح ها دارای نسبت انسداد در محدوده مجاز می باشند (بزرگتر از ۰/۸). با این حال بهترین نتایج برای طرح های حاوی نسبت آب به

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

سیمان ۰/۴۵ به دست آمد. بیشترین زمان رسیدن بتن به قطر ۵۰ سانتی متری مربوط به طرح W35S10 و کمترین زمان مربوط به طرح W45S10 می باشد. به طور کلی بهترین نتایج خودتراکمی را طرح های دارای نسبت آب به سیمان ۰/۴۵ از خود نشان دادند.

۲. با افزایش سن عمل آوری، مقاومت فشاری بتن افزایش می یابد. نمونه های با نسبت آب به سیمان کمتر (۰/۳۵) نسبت به نمونه های دارای نسبت آب به سیمان بالاتر (۰/۴۵) مقاومت فشاری بیشتری دارند. همچنین افزودن ۱۰ درصد میکروسیلیس نیز باعث افزایش مقاومت شده است. لذا مشاهده می گردد که بالاترین مقاومت فشاری مربوط به طرح W35S10 و کمترین مقدار مربوط به طرح W45S0 می باشد.

۳. همچنین نوع عمل آوری نیز تاثیر قابل توجهی در نتایج داشته است. به طوری که بهترین نتیجه در حالتی است که ابتدا نمونه ها به مدت ۶ ساعت در آب با دمای ۱۰۰ درجه قرار داده شده اند و سپس در آب با دمای معمولی قرار گرفتند. کمترین مقاومت فشاری هم در حالت عمل آوری خشک به دست آمد. با قرار دادن نمونه ها در آب گرم در ساعات اولیه عمل آوری، مقاومت اولیه و نهایی نمونه ها افزایش می یابد. همچنین با سه روز عمل آوری ۰/۶۵، با هفت روز ۰/۷۷ درصد و با ۱۴ روز عمل آوری ۰/۸۹ درصد مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن قابل دستیابی است.

۴. بر اساس نتایج بدست آمده در عمل آوری تسریع شده به طور واضح مشاهده شد که درجه حرارت در واقع توانست با اثرگذاری برروی نمونه های بتنی ساخته شده ای که حاوی ۱۰درصد میکروسیلیس بوده اند،مهمترین ویژگی میکروسلیس را فعال کند که این ویژگی در واقع حالت توانایی پیش فعالی وبه اصطلاح (Reactive) بودن آن می باشد،که این ویژگی به بهبود بخشیدن سرعت عملکرد بتن از نظر گیرش کمک کرده و همچنین دست یابی بتن به مقاومت بالا در سنین کوتاه مدت را افزایش می دهد. از بررسی تاثیر نوع عمل آوری بر ویژگی های مکانیکی بتن می توان گفت که عمل آوری مناسب بیشتر روی مقاومت فشاری تاثیر می گذارد و کمترین تاثیر افزایش را بر مدول الاستیسیته دارد. همچنین استفاده از آب با دمای ۱۰۰ درجه تأثیر قابل ملاحظه ای بر ویژگی های بتن سخت شده دارد و درصد افزایش این خصوصیات نسبت به حالت بدون عمل آوری حدود دو برابر درصد افزایش نمونه های عمل آوری شده در دمای اتاق از ابتدا است.

۵. از بررسی تاثیر نسبت آب به سیمان بر ویژگی مکانیکی بتن ها می توان دید که کاهش ویژگی مکانیکی نمونه ها با افزایش نسبت آب به سیمان می باشد.

۶. از بررسی تاثیر میکروسیلیس بر ویژگی مکانیکی بتن دیده می شود که افزایش ویژگی های بتن با اضافه کردن میکروسیلیس به میزان ۱۰ درصد می باشد.طبق نتایج بدست آمده، این افزایش به طور میانگین برای مقاومت فشاری ۱۳/۲۰ درصد، بدست آمد،که مقادیر بدست آمده علاوه بر طرح هایی که حاوی میکروسیلیس بودند،با قرار گرفتن تحت روش عمل آوری به روش تسریع شده وتاثیر گذاری این روش در نتایج حاصل از آزمایش مقاومت فشاری که در این مقاله انجام گرفت، به طور کامل مشاهده گردیدکه تمامی طرحها ساخته شده دراین مقاله با مقاومت فوق العاده بالاتر و بهتر در مقایسه با اثر گذاری روش های عمل آوری در حالت خشک در دمای اتاق و عمل آوری به روش مرطوب که قراردادن نمونه ها در آب با دمای معمولی بر نتایج آزمایش مقاومت فشاری و همچنین دیگر خواص مکانیکی که در مقالات و پایان نامه دیگر که توسط اشخاص و محققان مختلف در گذشته انجام گرفته ساخته شده است.

۷-منابع

[1] Chia KS, Kho CC, Zhang MH.(2005), "Stability of fresh lightweight aggregate concrete under vibration" ACI Mater J 2005;102(5):347–54.

[2] Madandoust.R.,M, Ranjbar,M. M, Mousavi.S. Y.(2011), "An investigation on the fresh properties of selfcompacted lightweight concrete containing expanded polystyrene " Construction and Building Materials 25 pages 3721–3731.

[3] M. J. Shannag, “Characteristics of lightweight concrete containing mineral admixtures”, Construction and Building Materials, 25(2), 658-662; (2011)

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

[4] K. M. A. Hossain, “Blended cement and lightweight concrete using scoria: mix design, strength, durability and heat insulation characteristics”, International Journal of Physical Sciences, 1(1), 005-016; (2006)
[۵] ASTM C330, “Standard specification for lightweight aggregates for structural concrete”, Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.02; (2004).
[6]Alaettin Kılıc¸ Cengiz Duran Atis, Ergul Yas¸ar, Fatih O zcan, "High-strength lightweight concrete made with scoria aggregate containing mineral admixtures", Cement and Concrete Research 33 (2003) 1595–1599.
[۷] صائری, محمد؛ ملک محمد رنجبر و سیدیاسین موسوی، ۱۳۹۲، بررسی تاثیر سبکدانه های پرلیت و اسکوریا در خواص حالت تازه و سخت شده بتن خودتراکم، پنجمین کنفرانس ملی بتن ایران، تهران، انجمن بتن ایران.
[۸] مجتبی الماسی،" تعیین اثر روش های مختلف عمل آوری روی خواص مکانیکی و دوام بتن سبک سازه ای خودتراکم به روش آزمایشگاهی"دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی،زمستان ۱۳۹۲
[۹] ASTM C33, “Standard specification for concrete aggregates”, Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.02; (2008)
[۱۰] مبحث نهم، "طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه"، دفتر امور مقررات ملی ساختمان، (۱۳۸۸)