بررسی آزمایشگاهی ضرورت بهینه سازی مخلوط های پایه سیمانی به منظور نیل به اهداف چشم انداز بتن ۱۴۰۴با رویکرد توسعه پایدار

محمدرضا مداحیان
مدرس موسسه آموزش عالی دانش پژوهان پیشرو
m.r.maddahian@gmail.com

شقایق قجاوند
دانشجوی مقطع کارشناسی مهندسی عمران موسسه آموزش عالی دانش پژوهان پیشرو

مریم بهارلویی یانچشمه
دانشجوی مقطع کارشناسی مهندسی عمران موسسه آموزش عالی دانش پژوهان پیشرو

محمدرضا فتحی
دانشجوی مقطع کارشناسی مهندسی عمران موسسه آموزش عالی دانش پژوهان پیشرو

Archive of SID

چکیده

امروزه رویکرد کشورهای جهان در جهت نیل به اهداف توسعه پایدار به‌منظور کاهش مصرف انرژی و آلودگی‌های زیست‌محیطی است. در این عرصه، صنعت سیمان با توجه به مصرف بالای انرژی ازجمله صنایع آلوده‌کننده محیط‌زیست است، لذا بهینه سازی مخلوط های سیمانی ضرورتی انکارناپذیر می باشد. در این تحقیق مهمترین فاکتورهای تاثیرگذار برخواص ملات سیمان به منظوربهینه سازی خواص سخت شده مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور دریک برنامه آزمایشگاهی۱۷ مخلوط ملات ماسه سیمانی پیش بینی شد. متغییرهای مورد بررسی نسبت آب به سیمان بامقادیر۰/۶۸،۰/۵۸و ۰/۴۸؛ ارزش ماسه ای با مقادیر۶۵، ۸۰و ۹۰؛ و جایگزینی سیمان با دوده سیلیس بادرصدهای وزنی ۵، ۱۰و۱۵؛ بررسی شد. نتایج حاکی از آن است که مخلوط های حاوی ۱۰درصدجایگزینی دوده سیلیس رشدمقاومت قابل توجهی داشته و همچنین کاهش نسبت آب به سیمان تا۰/۴۸ باعث افزایش۱۷درصدی مقاومت فشاری و کاهش۶درصدی جذب آب شده است. همچنین استفاده از ما سه باارزش ماسه ای۹۰ باعث رشد مقاومت فشاری تا۱۱درصد شد.

واژه‌های کلیدی: توسعه پایدار، بتن۱۴۰۴، ملات ماسه سیمان، میکروسیلیس

www.SID.ir

۱- مقدمه :

بتن به‌عنوان پرمصرف‌ترین ماده ساختمانی شناخته‌شده است و ماده ساختمانی قرن نامیده می‌شود. هم‌اکنون در دنیا به ازای هر یک نفر بیش از دو تن بتن در هرسال تن تولید می‌شود و تخمین می‌شود که تولید و مصرف بتن حدود ۱ تا ۳ درصد در هرسال طی ۳ تا ۵ سال آینده افزایش یابد. سیمان مهم‌ترین جز این ماده ساختمانی ازلحاظ مصرف انرژی محسوب می‌شود. با توجه به آن‌که تولید سالیانه سیمان در کشور به بیش از ۷۰ میلیون تن رسیده است، سرانه سالانه مصرف سیمان در کشور نیز از ۲۲۰ کیلوگرم در سال ۱۳۵۷ به بیش از ۸۰۰ کیلوگرم در حال حاضر رسیده است و بر این اساس سرانه تولید بتن در ایران، حداقل ۲ برابر بیشتر از سرانه متوسط جهانی آن است. علیرغم آن‌که صنعت بتن نقش قابل‌توجهی در صنعت ساخت‌وساز دارد، اما بااین‌حال، هنوز حلقه مفقوده‌ای در زنجیر صنعت بتن و ساختمان احساس می‌شود که این نقصان در رابطه با بتن‌های معمول مورد مصرف در صنعت ساختمان-سازی کشور به‌خصوص ساختمان‌های دارای مالکیت شخصی و خصوصی است. در حال حاضر مقاومت بتن‌های مصرفی در سازه‌های متداول، در بسیاری از موارد حدود ۲۰ تا ۲۵ مگا پاسکال است و این مقدار مقاومت فشاری با مقدار سیمان مصرفی در ساخت بتن‌ها که حدود ۳۵۰ کیلوگرم در مترمکعب هست، نامتناسب بوده و این موضوع نشان می‌دهد ضعف‌هایی در مراحل ساخت، نظارت و اجرای این نوع بتن‌ها وجود دارد. بر این اساس، لازم است تا در جهت ارتقا کیفی ساخت‌وسازهای بتنی و توسعه پایدار در صنعت ساختمان، هرچه سریع‌تر، گام‌های بزرگی برداشته شود. در این راستا سند چشم‌انداز بتن ۱۴۰۴، توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و با همکاری انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران، تهیه گردیده است. هدف از اجرای این سند افزایش مقاومت فشاری بتن‌های مصرفی به ۵۰ مگا پاسکال و همچنین افزایش عمر مفید ساختمان‌های بتنی در پایان این برنامه (سال ۱۴۰۴) است. بتن پر مقاومت در ساخت انواع ساختمان‌ها، اسکله‌ها، پل‌ها، ابنیه فنی جاده‌ها و غیره کاربرد دارد. همچنین افزایش مقاومت در سازه‌های مانند بیمارستان‌ها که لازم است پس از وقوع حوادثی همچون زلزله قابلیت سرویس‌دهی داشته باشند، موجب ارتقا و افزایش ایمنی این سازه‌های حساس خواهد گردید(انجمن بتن ایران،۱۳۹۳).

بهینه‌سازی مصالح ساختمانی از جمله بتن یکی از پایه های توسعهٔ پایدار می‌باشد و اصول ابتدایی، آن برصرفه‌جویی در برداشت از منابع طبیعی، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، حفظ محیط زیست و به کارگیری ضایعات صنعتی و مواد مضر برای محیط زیست و ... استوار است. سیمان به عنوان یکی از اجزاء تشکیل‌دهنده بتن، جزئی که از یک‌سو انرژی فراوانی برای تولید آن مصرف می‌شود و از سوی دیگر موجب تولید حدود ۸ درصد گاز کربنیک تولید شده در جهان می‌شود. (*Mehta PK,2002*)توجه ویژه‌ای را به خود جلب می‌کند. بنابراین بهسازی ترکیب آن به گونه‌ای که کمترین

Archive of SID

www.SID.ir

میزان انرژی برای تولید آن مصرف شود و کمترین لطمه به منابع طبیعی وارد شود و در نهایت بهترین کارآیی ممکن از آن گرفته شود، به عنوان یک هدف اصلی مطرح می‌گردد.

در *ASTM C595* (*ASTM,2000*) پوزولان‌ها را به این صورت تعریف کرده است:

پوزولان یک ماده سیلیسی یا سیلیسی-آلومیناتی است که به تنهایی خاصیت چسبانندگی جزئی داشته و یا نداشته اما پودر نرم و همگن شده آن در حضور ر طوبت و درجه حرارت معمولی با هیدروکسید کلسیم وارد واکنش شیمیایی شده و ترکیباتی مشابه ترکیبات ملاتهای سیمان بوجود می‌آورد. در این تحقیق از دوده سیلیس استفاده شده است.

انگیزه ابتدایی از استفاده دوده سیلیسی، محدود کردن آلودگی هوا در کشورهای مختلف به علت انتشار این مواد در جو بود. اخیراً با ظهور افزودنی‌های فوق‌روان‌ساز امکانات جدیدی برای استفاده از دوده سیلیس به عنوان بخشی از مواد سیمانی در بتن برای ایجاد مقاومت‌های بسیار زیاد یا پایایی-های بسیار زیاد، فراهم شده است. (*ACI 234R,1996*).

از راههای بهسازی تولید سیمان، جایگزین کردن بخشی از آن با مواد افزودنی معدنی ارزان قیمت و در دسترس است که پوزولانها از جمله این مواد می باشد .به این ترتیب بخشی از سیمان با موادی جایگزین می شود که نه تنها عموما ارزان قیمت تر از مواد خام اصلی سیمان می باشند و احتیاجی به عملیات حرارتی پر هزینه ندارد بلکه موجب بهبود خواص سیمان از دیدگاههای مختلف مکانیکی و پایایی می گردند(*P.K.Mehta,1978*).

استفاده از انواع پوزولان به عنوان ماده جایگزین سیمان در بتن علاوه بر کمک به کاهش مصرف سیمان و ذخیره کردن مقدار قابل توجهی انرژی در فرآیند تولید سیمان و مشارکت در توسعه پایدار از طریق کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در فرآیند تولید کلینکر، خواص مکانیکی مانند مقاومت فشاری در سنین بالا و دوام بتن نظیر نفوذپذیری را بهبود می بخشد(رمضانیانپور و دیگران،۱۳۸۸). به همین دلیل در چند سال اخیر مطالعات در زمینه خواص برخی از پوزولانها افزایش یافته است؛ آسم حسن و همکاران در سال ۲۰۱۲ پژوهشی در زمینه تأثیر متاکائولن و میکروسیلیس بر روی دوام بتن خودتراکم انجام دادند که نتایج این تحقیق حاکی از فعالیت خوب پوزولانی آنها و تأثیر مطلوب آن بر دوام بتن می باشد(*Assem et al,2012*)

۲- برنامه آزمایشگاهی

۲-۱- مصالح مصرفی

ماسه مصرفی: ازنوع رودخانه ای بوده که مشخصات فیزیکی آن در جدول۱آورده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۱). مشخصات فیزیکی ماسه مصرفی

حداکثر قطر mm	جنس	چگالی	درصد جذب آب
۴/۷۵	رودخانه ای	۲/۵۸	۲/۳

همچنین به منظور امکان مقایسه دقیق مخلوط های ساخته شده وبررسی تاثیر فاکتورهای متغییر (نسبت آب به سیمان، ارزش ماسه ای، عیار و میکروسیلیس) برای تمامی مخلوط ها دانه بندی یکسانی پیش بینی شد؛ به این نحو که طبق محدوده استاندارد(*ASTM C33*) مصالح ماسه ای دانه بندی شد.

سیمان ودوده سیلیس: سیمان مورد استفاده، سیمان تیپ *II* اصفهان می باشد که آنالیز شیمیایی آن به همراه دوده سیلیس در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول (۲). خواص فیزیکی سیمان

مقدار مشخصه فیزیکی	مشخصات فیزیکی سیمان
۱۰۰ دقیقه	زمان گیرش اولیه
۱۸۰ دقیقه	زمان گیرش نهایی
۲۲۰ kg/cm^2	مقاومت ۳ روزه
۳۹۰ kg/cm^2	مقاومت ۷ روزه
۵۲۰ kg/cm^2	مقاومت ۲۸ روزه

جدول (۳). مشخصات شیمیایی سیمان ودوده سیلیس

مصالح	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	CaO%	MgO %	SO_3 %	Na_2O %	K_2O %	L.O.I %
سیمان	۲۱,۲	۴,۹۵	۳/۱۹	۶۴,۰	۱/۲	۲,۰	۰,۳	۰,۶	۱,۰۵
دوده سیلیس	۹۳	۱/۱۳	۰/۷۲	–	۱/۶	/۰۵	–	–	۱/۵۸

آب و مواد افزودنی : در ساخت مخلوط های بتنی از آب آشامیدنی اصفهان استفاده شده است همچنین جهت ثابت نگه داشتن اسلامپ مخلوط ها از فوق روان کننده پایه پلی کربکسیلاتی استفاده شده است.

۲-۲- طرح اختلاط

در این برنامه آزمایشگاهی به منظور بررسی اثر پوزولان دوده سیلیس بر خواص مقاومتی ملات ۱۷ طرح اختلاط با مقادیر مختلف پوزولان در نظر گرفته شد بدین منظور با ۳٪ جایگزینی ۵، ۱۰و۱۵٪ مورد استفاده قرار گرفت. همچنین مخلوط ها با ۳ نسبت آب به سیمان ۰/۶۸،۰/۵۸و ۰/۴۸؛ به ترتیب برای مخلوط های سری A، B وC ساخته شدند .همچنین عیار مخلوط های A_2 ، A_3 وA_4؛ به ترتیب ۵۵۰، ۵۰۰ و۴۵۰پیش بینی شده است . ارزش ماسه ای ماسه مورد استفاده به غیر از مخلوط های A_5 و A_6، که به ترتیب۹۰و ۸۰بودند؛ برای تمامی مخلوط ها از ماسه با ارزش ماسه ای۶۵ استفاده شد. در ساخت مخلوط های ملات، روانی

Archive of SID

www.SID.ir

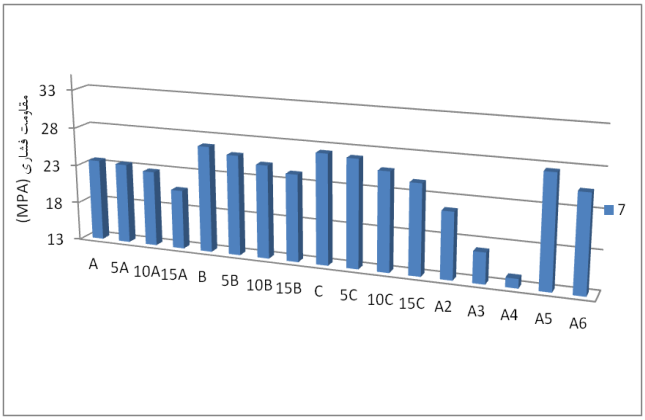
مخلوط ها به وسیله فوق روان کننده ثابت نگه داشته شده است.

جدول (۴). مشخصات مخلوط ها

کد طرح	نسبت آب به سیمان	سیمان kg/m^3	میکروسیلیس kg/m^3	آب kg/m^3	ریز دانه رودخانه kg/m^3	ارزش ماسه ٪
A	۰/۶۸	۶۰۰	۰	۴۰۸	۱۷۰۰	۶۵
5A	۰/۶۸	۵۷۰	۳۰	۳۸۸	۱۷۰۰	۶۵
10A	۰/۶۸	۵۴۰	۶۰	۳۶۷	۱۷۰۰	۶۵
15A	۰/۶۸	۵۱۰	۹۰	۳۴۷	۱۷۰۰	۶۵
B	۰/۵۸	۶۰۰	۰	۳۴۸	۱۷۰۰	۶۵
5B	۰/۵۸	۵۷۰	۳۰	۳۳۱	۱۷۰۰	۶۵
10B	۰/۵۸	۵۴۰	۶۰	۳۱۳	۱۷۰۰	۶۵
15B	۰/۵۸	۵۱۰	۹۰	۲۹۶	۱۷۰۰	۶۵
C	۰/۴۸	۶۰۰	۰	۲۸۸	۱۷۰۰	۶۵
5C	۰/۴۸	۵۷۰	۳۰	۲۷۴	۱۷۰۰	۶۵
10C	۰/۴۸	۵۴۰	۶۰	۲۵۹	۱۷۰۰	۶۵
15C	۰/۴۸	۵۱۰	۹۰	۲۴۵	۱۷۰۰	۶۵
A_2	۰/۶۸	۵۵۰	۰	۳۷۴	۱۷۰۰	۶۵
A_3	۰/۶۸	۵۰۰	۰	۳۴۰	۱۷۰۰	۶۵
A_4	۰/۶۸	۴۵۰	۰	۳۰۶	۱۷۰۰	۶۵
A_5	۰/۶۸	۶۰۰	۰	۴۰۸	۱۷۰۰	۹۰
A_6	۰/۶۸	۶۰۰	۰	۴۰۸	۱۷۰۰	۸۰

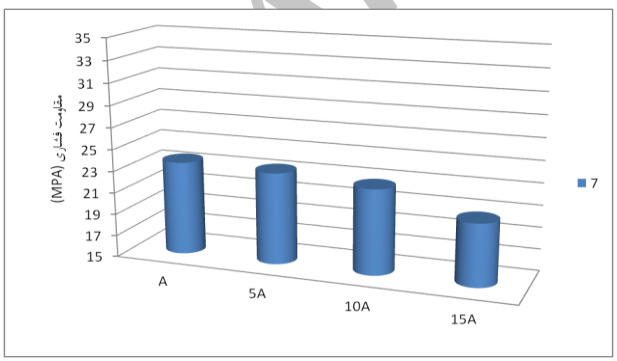
۳- نتایج و بحث

نتایج ازمایش فشاری بر روی نمونه های مکعبی ۵*۵*۵سانتی متر ملات در شکل های ۱ الی۸آورده شده است.همانطور که در شکل۱ نشان داده شده است؛با افزایش عیار سیمان از ۴۵۰ تا۶۰۰ مقاومت فشاری در سن ۷ روز افزایش داشته است به نحوی که این افزایش به ۶۵درصد رسیده است.افزایش مقاومت فشاری در نتایج یاد شده به دلیل افزایش میزان مصرف سیمان می باشد که پیشهاد میشود به منظور افزایش مقاومت فشاری به جای استفاده از مقادیر بالاتر عیار سیمان از راهکار های دیگری که در ادامه مورد بررسی قرار گرفته است استفاده شود.



شکل(۱). نتایج آزمایش مقاومت فشاری درسن ۷روز

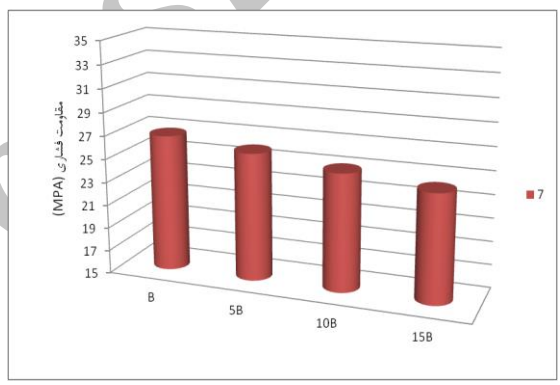
در شکل ۲ نتایج آزمایش مقاومت فشاری در سن ۷ روز بر روی نمونه حاوی دوده سیلیس در سن ۷ روز تاثیر قابل توجهی در آزمایش مقاومت فشاری نداشته و تا حدودی در مقادیر بالای جایگزینی(۱۵ درصد جایگزینی)باعث افت مقاومت نیز شده است.



شکل(۲). نتایج آزمایش مقاومت فشاری۷روزه (W/C=0.68)

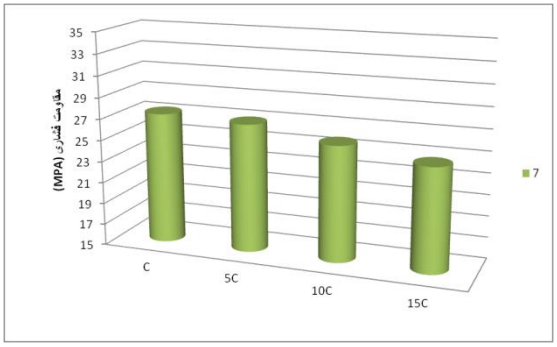
Archive of SID
www.SID.ir

کـــاهش مقاومـــت فشـــاری در مقـــادیر بـــالای جـــایگزینی میکروسیلیس به این دلیل می باشد که با توجه بـه اینکـه انجـام واکنش های پوزولانی زمانبر می باشند بنابراین در سـن ۷ روز رشد مقاومت قابل توجهی در مخلوط یـاد شـده مشـاهده نمـی شود.همچنین بر اساس نتایج ثبت شده برای آزمایش مقاومـت فشاری در سن ۷ روز ؛همانگونه که در شکل۱ نشان داده شـده اسـت؛با افـزایش نسـبت اب بـه سـیمان از ۰,۴۸ بـه ۰,۶۸افـت مقاومت فشاری به۱۳/۵درصد رسیده است.



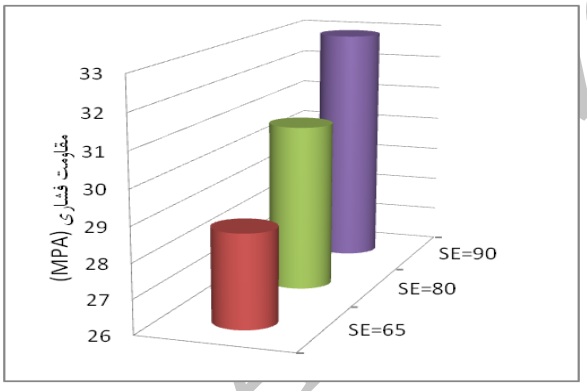
شکل(۳). نتایج آزمایش مقاومت فشاری۷روزه (W/C=0.58)

کاهش مقاومت فشاری در اثر افزایش مصرف آب در مخلوط های یاد شده می باشد زیرا تبخیـر آب پـس از گیـرش سـیمان باعث وقوع فضاهای خالی در خمیر سخت شده سیمان شـده و ایـن مـورد باعـث ایجـاد ناحیـه ضـعیف درمـاتریس خمیـر و سنگدانه شده است که نهایتا افت مقاومت فشاری را بـه همـراه داشته است.



شکل(۴). نتایج آزمایش مقاومت فشاری۷روزه (W/C=0.48)

مقایسه نتایج ازمایش مقاومت فشاری برای مخلوط های ملات بـا ارزش ماسـه ای متفـاوت در شـکل۵ آورده شـده اسـت.بر اساس نتایج امده در شکل یاد شده افزایش ارزش ماسـه ای تـا ۹۰درصد باعث افزایش۱۴/۶درصدی شده است.



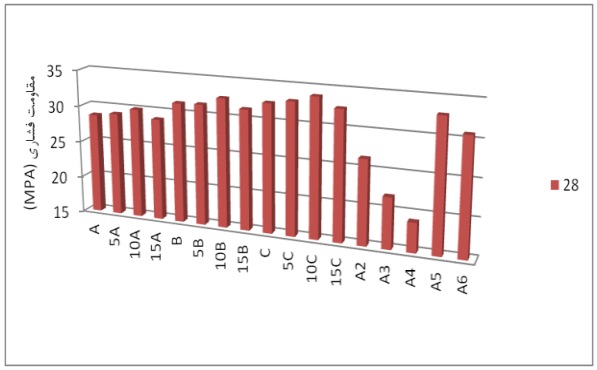
شکل(۵). نتایج آزمایش مقاومت فشاری مخلوط های با ارزش ماسه ای متفاوت

البته استفاده از مصالح ماسه با ارزش ماسه ای تا این حـد بـرای همه مقاطع بتن آرمه پیشنهاد نمیشود چرا که افزایش تا این حد به دلیل کاهش شدید فیلر موجود درماسه بوده که برای تمامی مقاطع بتن ریزی توصیه نمی شود.مع الوصف افزایش مقاومت

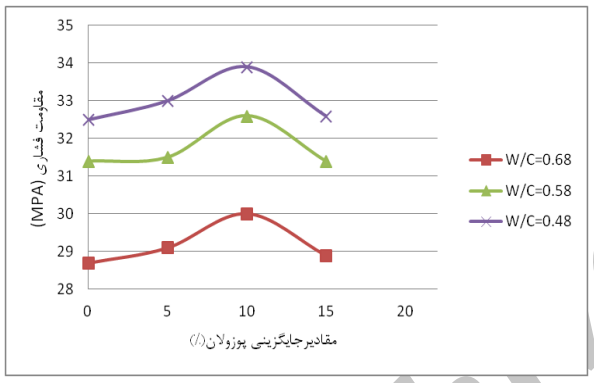
www.SID.ir

فشاری به دلیل افزایش ارزش ماسه ای به لحاظ کاهش سطح مخصوص ذرات سنگدانه می باشد. به بیان دیگر با توجه به اینکه مقادیر لای و رس در مخلوط های با ارزش ماسه ای پایین تر بیشتر می باشد و برای یک مخلوط ملات(یا بتن)با عیار ثابت سیمان موجود در ذرات ریز دانه با مقادیر بالا به دلیل افزایش سطح مخصوص ذرات و در پی ان افزایش تقاضای سیمان به منظور اتصال ذرات به یکدیگر؛با ثابت بودن مقدار سیمان افت مقاومت فشاری را به دنبال داشته است که پیشنهاد می شود به منظور جلوگیری از افزایش مصرف سیمان برای دست یابی به مقاومت فشاری مورد نیاز از مصالح با ارزش ماسه ای بالا استفاده شود با افزایش سن نمونه های مکعبی ملات ساخته شده از ۷ ب ۲۸ روز افزایش مقاومت فشاری برای تمامی مخلوط ها مشاهده شده است که این افزایش به دلیل تکمیل واکنش های هیدراتاسیون سیمان و همچنین انجام واکنش های پوزولانی ناشی از مصرف میکروسیلیس می باشد.

در شکل۶ نتایج آزمایش مقاومت فشاری در سن ۲۸ روز آورده شده است؛براساس این نتایج استفاده از دوده سیلیس تا ۱۰درصد وزنی سیمان باعث افزایش مقاومت شده و استفاده از مقدار ۵درصد تاثیر معنا داری در افزایش مقاومت فشاری در پی نداشته است.در برخی موارد کاهش مقاومت فشاری را نیز در پی داشته است.



شکل(۶). نتایج آزمایش مقاومت فشاری درسن ۲۸روز

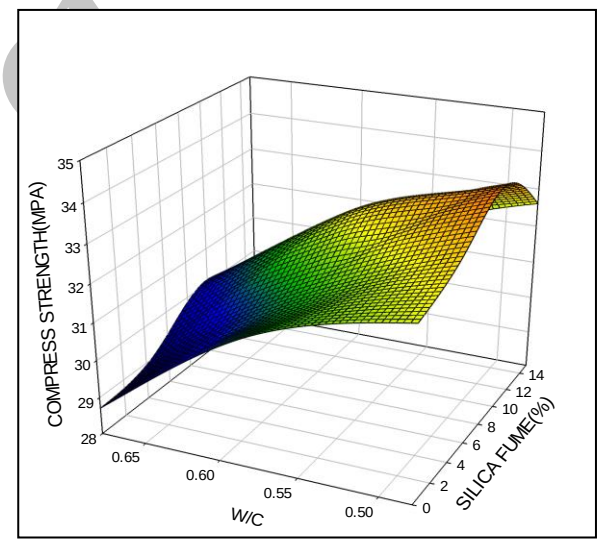


شکل(۷).مقایسه نتایج آزمایش مقاومت فشاری درسن ۲۸روز

همانطور که قبلا گفته شد انجام واکنش های پوزولانی زمانبر می باشد به عبارت دیگر تشکیل سیلیکات کلسیم هیدراته (*C-S-H*)ناشی از ترکیب پوزولان و هیدروکسید کلسیم واکنشی است که با گذشت زمان انجام می شود و در مواردی ممکن است تکمیل این واکنش ها به بیش از یکسال زمان نیاز داشته باشد ولی با توجه به فعالیت بالای دوده سیلیس ؛تکمیل واکنش های یاد شده در مورد این پوزولان زمان کمتری نیاز دارد.انجام واکنش های پوزولانی به دنبال افزایش مقاومت تا مادامی که هیدروکسید کلسیم مازاد در دسترسی ذرات

Archive of SID
www.SID.ir

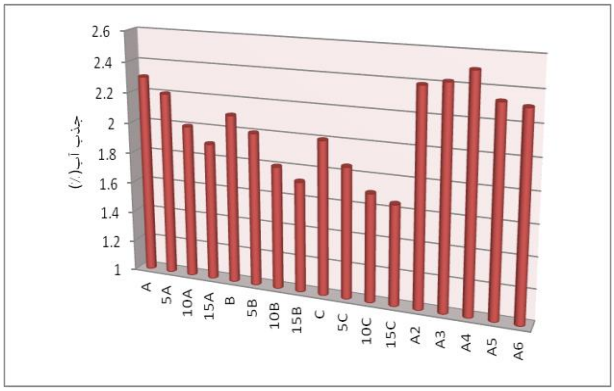
پـوزولان قـرار داشـته باشـد انجـام شـده و در غیـر اینصـورت جایگزینی مقادیر بالاتر پوزولان به جای سیمان تاثیر مثبتـی در بهبود خواص مقاومت فشاری به همراه خواد داشـت ؛بنـابراین کـاهش جزئـی مقاومـت بـه دلیـل اسـتفاده از ۱۵درصـد میکروسـیلیس بـه دلیـل عـدم در دسـترس بـودن هیدروکسـید کلسیم کافی متناسب با مقـدار یـاد شـده از میکروسـیلیس مـی باشـد کـه نهایتـا بـا توجـه بـه کـاهش عیـار سـیمان ناشـی از جایگزینی ۱۵درصدی میکروسـیلیس؛کاهش جزئـی مقاومـت فشاری بوجود آمده است.



شکل(۸). نتایج کلی آزمایش مقاومت فشاری درسن ۲۸روز

نتایج آزمایش جذب آب نمونه هـای مکعبـی در سـن ۲۸ روز در شکل۹آورده شده است.

بر اساس این نتایج در تمامی مخلوط های A,B,C؛بـا اسـتفاده از مقادیر مختلف میکروسیلیس سبب کاهش جذب آب نمونه ها شده است .



شکل(۹). نتایج آزمایش جذب آب درسن ۲۸روز

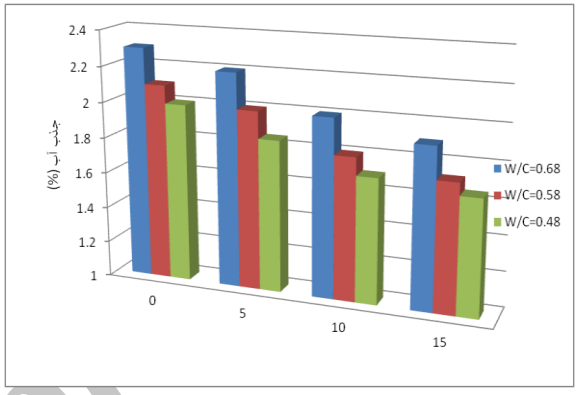
این کاهش جذب آب به دو دلیل عمـده مـی باشـد دلیـل اول مربوط به واکنش پوزولانی دوده سیلیس بـوده کـه در پـی آن سیلیکات کلسیم هیدراته تولید شده و ترکیبات یاد شده سـبب پر شدن ریز حفرات خـالی خمیـر سـیمان مـی شـود کـه نهایتـا کاهش جذب آب را به دنبال خواهد داشت.دلیل دوم خاصیت پرکنندگی بالای ذرات میکروسـیلیس مـی باشد.مقایسـه نرمـی دوده سیلیس ($۲۰۰۰۰m^2/kg$)در مقایسه با سـیمان($۴۵۰۰m^2/kg$)نشان می دهد ذرات میکروسـیلیس دارای سـطح ویـژه بسـیار بـالایی بـوده کـه ایـن مـورد باعـث توانـایی بـالای خاصـیت پرکنندگی ذرات یاد شده گردد.

کاهش جذب آب در اثر استفاده از میکروسـیلیس در مخلـوط هـای C,B,A بـه ترتیـب تـا۱۷، ۱۸ و۱۷/۵درصـد را نشـان

Archive of SID

www.SID.ir

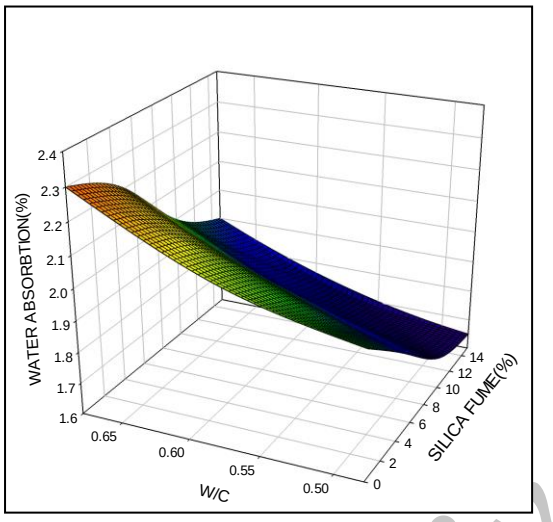
داد.بیشترین کاهش جذب اب در مخلوط های حاوی ۱۵ درصدمیکروسیلیس رخ داده که این مورد به دلیل تاثیر توام موارد مشروحه می باشد.



شکل(۱۰).مقایسه نتایج آزمایش جذب آب درسن ۲۸روز

مقایسه نتایج آزمایش جذب آب در مخلوط های A,B,C نشان دهنده این است که افزایش نسبت آب به سیمان سبب افزایش جذب آب شده است.با توجه به اینکه با افزایش نسبت آب به سیمان حجم فضای خالی و ریز حفرات فضای خمیری سیمان افزایش می یابد؛ بنابراین سبب شده است که جذب آب نیز افزایش یابد.جذب آب مخلوط با نسبت آب به سیمان ۰/۶۸در مقایسه ی مخلوط با نسبت آب به سیمان۰/۴۸افزایش ۱۵درصدی را باعث شده است.

همچنین بر اساس نتایج ازمایش جذب آب با کاهش عیار سیمان مصرفی جذب آب افزایش یافته است افزایش جذب اب در مخلوط با عیار ۴۵۰ در مقایسه با مخلوط با عیار ۶۰۰به ۸/۷ درصد رسیده است.با توجه به اینکه کاهش عیار سیمان سبب کاهش حجم سیلیکات کلسیم هیدراته شده و این مورد سبب افزایش ریز حفرات خمیر سیمان شده که به دنبال آن جذب آب مخلوط افزایش یافته است.



شکل(۱۱).مقایسه نتایج آزمایش جذب آب درسن ۲۸روز

مقایسه نتایج ازمایش جذب آب نشان می دهد استفاده از مصالح ماسه ای با ارزش ماسه ای متفاوت تاثیر معنا داری در کاهش جذب آب نداشته است و تا حدودی باعث افزایش جزئی جذب آب در مخلوط های ارزش ماسه ای ۹۰شده است.به نظر می رسد مورد یاد شده به دلیل کاهش فیلر موجود در مصالح ماسه ای می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بر اساس نتایج این بررسی استفاده از دوده سیلیس تاثیر قابل توجهی دربهبود مشخصات مقاومت فشاری و کاهش جذب آب داشته است . همچنین استفاده از مصالح ماسه ای با ارزش ماسه ای بالاتر سبب بهبود مقاومت فشاری شده است. بنابراین استفاده از عیار سیمان بالا به عنوان آخرین راه حل؛ پس از استفاده از راهکارهای بررسی شده در این تحقیق بایستی به کارگرفته شود چرا که دراکثر موارد نیاز به استفاده از مخلوط های با عیار بالای سیمان نیست.بر طبق بررسی های میدانی نگارنده؛ به منظور دستیابی به مقاومت فشاری مدنظر در اکثر پروژه های ساختمانی در ساخت مخلوط های پایه سیمانی عمده تمرکز بر استفاده از عیارسیمان بالا برای تامین مقاومت فشاری بوده که این مورد تبعات جبران ناپذیر زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت. به کارگیری بررسی های علمی ازجمله تحقیق حاضربه منظوردستیابی به اهداف چشم انداز بتن ۱۴۰۴ با تاکید بر توسعه پایدار به منظور صیانت از میراث محیط زیست ضرورتیست که لزوم اهتمام بیشتر مهندسان و سازندگان را بیش از پیش نشان می دهد.

۵- تشکرو قدردانی

درپایان از حمایت های مسولین محترم موسسه آموزش عالی دانش پژوهان پیشرو کمال تشکر را دارد چرا که بدون مدد ایشان این مهم محقق نمیشد.

Archive of SID

www.SID.ir

۱- رمضانیانپور ، علی اکبر ؛ پیرایش ، منصور ؛ میرولد ، سجاد ؛ آرامون ، احسان ؛ " اثر انواع پوزولانهای طبیعی بر دوام بتن در برابر حمله کلرایدی" اولین کنفرانس ملی بتن ایران ، تهران ، ۱۳۸۸

۲- و. ر. و. ش. م. ت. ر. مسکن و شهرسازی, سند چشم‌انداز بتن ۱۴۰۴, تهران: وزارت راه و شهرسازی، انجمن بتن ایران, ۱۳۹۳.

3- ACI 234R, “Guide for the use of silica fume in concrete”, 1996.

4- AsseM A.A.Hassan , Mohamed Lachemi , Khandaker M.A Hassain " Effect of metakaolin and silica fume on the durability of self-consolidating concrete" , cement and concrete composites 34(2012)801-807

5- ASTM C 595-00a, “Standard specification for blended hydraulic cements”. 2000.

6- Mehta PK, “*Greening of the concrete industry for sustainable development*”, Concrete international, Volume 24, Issue 7, Pages 23-29, 2002.

7- .P.K.Mehta " siliceous ashes and hydraulic cements prepared therefrom " , us patent , 4105459 , August 1978

Archive of SID

www.SID.ir

An experimental investigation of the necessity of optimization in cementitious base mixtures in order to achieve 1404 goals with sustainable development approach

Abstract

Nowadays, the world's approach to achieving sustainable development goals is to reduce energy consumption and environmental pollution. In this regard, the cement industry is a highly energy consumption that destructing the environment|, therefore optimization of cement mixtures is essential. In this research, the most important factors affecting the properties of cement mortar were investigated to optimize hardening properties. For this purpose, 17 mixtures of cement mortar were used. The studied variables were water-to-cement (0.68,0.58,0.48); sand equivalent(65,80,90) ; and replacement of cement with silica fume (5,10,15) by weight percent replaced. The results indicate that mixtures containing 10% replaceable silica fume had a significant increase in compressive strength. Also decreasing the water-to-cement ratio to 0.48,cause to increasing the compressive strength by 17% and reducing the water absorption by 6%. The use of sand equivalent 90 also increased compressive strength up to 11%.

Keywords :Sustainable development, 1404 concrete, mortar, Silica Fume

Archive of SID

www.SID.ir