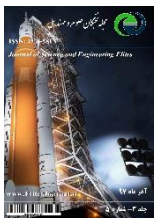
Archive of SID

مجله نخبگان علوم و مهندسی

Journal of Science and Engineering Elites

جلد ۳- شماره ۵- سال ۱۳۹۷

www.ElitesJournal.ir



بررسی تاثیر ارزش ماسه‌ای (SE) بر روی مقاومت فشاری بتن

رسول احمدی[1*]، مجید دارایی[2]، نوید همت‌پورفرخی[3]، حامدابراهیمی کیا[4]

۱-کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه، دانشگاه گیلان

۳- کارشناسی مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد

۴- کارشناسی مهندسی عمران، دانشگاه لرستان

* rasool123166@yahoo.com

ارسال: شهریور ۹۷ پذیرش: آبان ۹۷

چکیده

کاربرد فراوان بتن در صنعت عمران ضرورت نیاز بررسی تمامی عوامل تاثیرگذار بر روی خصوصیات مکانیکی آن را ایجاب می‌کند. در این تحقیق هدف بررسی تاثیر ارزش ماسه در بتن می‌باشد که برای این منظور اقدام به تهیه ۸ نوع ماسه با ارزش ماسه مختلف در بازه ۴۲ تا ۸۰ درصد شد که در گام بعد اقدام به تولید ۸ نمونه بتن که برای هر نمونه بتن یک آزمونه مکعبی به منظور بررسی مقاومت فشاری تهیه شد. نمونه‌های مکعبی به مدت ۷ روز در آب با دمای ۲±۲۰ درجه سانتیگراد عمل‌آوری و با سرعت بارگذاری ۳.۳۵ مگاپاسگال بر ثانیه تست شد که حداکثر افت مقاومت فشاری و اسلامپ ایجاد شده در بتن به ترتیب برابر ۳۸ و ۳۶ در صد نسبت به نمونه اول می‌باشد. همچنین ارتباط بین مقاومت فشاری و میزان اسلامپ یک رابطه مستقیم بوده به گونه که با کاهش میزان اسلامپ مقاومت فشاری بتن نیز کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: ارزش ماسه‌ای، مقاومت فشاری، بتن.

۱- مقدمه

فراوانی مصالح، در دسترس بودن، روش اجرای ساده و کسب مقاومت مطلوب فشاری، شکل‌پذیری و هزینه پایین از بارزترین مشخصات محصول تولید شده است. مقاومت فشاری بتن عبارت است از حداکثر مقاومت اندازه‌گیری شده بتن در برابر بارهای محوری می‌باشد که معمولاً این پارامتر در نمونه‌های ۲۸ روزه اندازه‌گیری می‌شود[۱]. در کنار این اهم معایبی نظیر مقاومت کششی و خمشی پایین بخشی از معایب این محصول می‌باشد، که به منظور برطرف کردن این ضعف و نیز ارتقاء این کمیت اقدام به مسلح کردن این اجزاء توسط میلگردها، کامپوزیت‌ها، الیاف‌ها و پلیمرها [۲-۴]می شود. ایده‌ال مد نظر افزایش مقاومت متوسط

www.SID.ir

Archive of SID

فشاری و دوام بتن‌های بکار برده شده در سازه‌های بتنی می‌باشد که تاکنون مطالعات فراوانی به منظور ارتقای خصوصیات مکانیکی بتن و شناخت دقیق رفتار آن انجام شده است، چرا که تمامی مشخصات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مصالح بکار برده شده، طرح اختلاط و نحوه‌ی اختلاط، مدت زمان و نحوه‌ی عمل‌آوری، شرایط محیطی در عملکرد بتن تاثیر بسزایی دارد. افزایش نسبت آب به سیمان به دلیل افزایش حجم منافذ مویینگی بتن منجر به کاهش مقاومت بتن می‌شود[۵- ۷] ، وجود این حفرات باعث انجام واکنش هیدراتاسیون در سطح ذرات سیمان می‌شود، فرآورده‌های ژل مانند هیدراتاسیون در آب به دور از سطح ذرات سیمان رسوب می کنند که با وجود یک فضای بزرگ برای فرآورده‌های خارجی هیدراتاسیون، فرآورده‌های خارجی هیدراتاسیون ابعاد بزرگی دارند[۸]. از قانون اثر اندازه میدانیم که ذرات بزرگتر مقاومت پایین‌تری در مقایسه با ذرات با اندازه کوچکتر دارند. به طور کلی روند اختلال در پرو سه هیدراتا سیون در بتن‌های که رطوبت نسبی آنها کمتر از ۸۰ در صد و یا دمای بتن به زیر نقطه‌ی انجماد می‌رسد کسب مقاومت بتن به طور کامل متوقف می‌شود [۱].گیرش و سخت‌شدگی بتن به دلیل هیدراتاسیون ناشی از ترکیب سیمان و آب بوده که [۹] سیمان‌های مختلف دارای سرعت واکنش‌زایی مختلفی هستند که این امر منجر به کسب روند مقاومتی بتن می شود به گونه که روند کسب مقاومت سیمان تیپIII نسبت به سایر سیمان‌ها بیشتر است[۱۰]. استفاده از سرعت امواج التراسونیک روش دیگری به منظور بررسی نوع سیمان مصرفی در تعیین زمان گیرش بتن می‌باشد به گونه‌ای که سرعت عبور امواج در بتن‌های حاوی سیمان تیپII بیشتر از سیمان‌های پوزولانی بوده که این افزایش سرعت امواج به دلیل تراکم بیشتر بتن می‌با شد. همچنین در بتن‌های با نسبت آب به سیمان بالا سرعت امواج کمتر از بتن‌های با نسبت آب به سیمان پایین می‌با شد، که نشان از اختلاف مقاومت بتن می‌باشد[۱۱] در طرح اختلاط‌های یکسان بتن‌های که دارای قطر بیشتر و درشت‌دانه تیزگوشه می‌با شند مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند[۷]. امروزه در بتن‌های جدید از مواد افزودنی به منظور ارتقای خا صیت مکانیکی بتن استفاده می‌شود، استفاده از مواد افزودنی بر پایه روان‌ساز منجر به کاهش نسبت آب به سیمان با حفظ کارایی بتن تازه و افزایش مقاومت فشاری بتن می‌شود[۱۲و۱۳]. الیاف‌ها به دو دسته ماکرو و میکرو تقسیم می‌شوند[۱۴].که تاثیر بسزایی در بهبود خصوصیات مکانیکی بتن دارد[۱۲-۱۳ و ۱۵-۱۶]. از دیگر عوامل تعیین کننده در میزان مقاومت فشاری بتن، پارامتر ارزش ماسه‌ی (SE) می‌باشد که در این مقاله به بررسی کمیت عددی این پارامتر پرداخته می‌شود.

۲- مواد و روش

۲-۱-آزمایش ارزش ماسه‌ای (SE)

هدف از این تحقیق ساخت نمونه‌های بتنی برا ساس طرح اختلاط یکسان با ارزش ما سه‌ای مختلف می‌با شد، برای این منظور ابتدا مطابق شکل (۱) اقدام به تعیین میزان ارزش ماسه‌ای در محل آزمایشگاه شد که مقدار عددی ارزش ماسه‌ای این آزمایش برابر ۸۰٪ بود. حداقل مقدار ارزش ماسه‌ای برای ساخت بتن بایستی کمتر از ۷۵٪ نباشد[۱۷]. در این آزمایش هدف تهیه‌ی ۷ نوع ماسه دیگر با ارزش ماسه مختلف و کمتر از مقدار ۸۰٪ بود، از آنجا که ماسه با رنج مدنظر برای این آزمایش وجود نداشت ناگزیر مجبور به ساخت ما سه‌های با ارزش ما سه از پیش تعیین شده کردیم. برای این منظور در آزمایش ارزش ما سه‌ای (SE) با فرض یکسان بودن وزن خاک و ماسه اقدام به اضافه کردن درصدهای مختلفی خاک رس به ماسه شد که نتایج این بررسی در جدول (۱) آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- آزمایش ارزش ماسه‌ای (SE)

جدول ۱- حدود ارزش ماسه‌ی

	وزن کل نمونه (gr)		ارزش ماسه‌ای (SE)	صحت نتایج
	وزن ماسه خالص	وزن خاک		
ماسه نمونه (۱)	۱۰۲	۲۵	٪ ۸۰	براساس آزمایش
ماسه نمونه (۲)	۹۵	۳۲	٪۷۴.۵	براساس تناسب
ماسه نمونه (۳)	۸۷	۳۹	٪۶۹	براساس تناسب
ماسه نمونه (۴)	۸۱	۴۶	٪۶۳.۵	براساس تناسب
ماسه نمونه (۵)	۷۴	۵۳	٪۵۸	براساس تناسب
ماسه نمونه (۶)	۶۷	۶۰	٪۵۲.۵	براساس تناسب
ماسه نمونه (۷)	۶۰	۶۷	٪۴۷	براساس تناسب
ماسه نمونه (۸)	۵۳	۷۰	٪۴۲.۵	براساس تناسب

در ادامه اقدام به اضـافه کردن خاک رس به ماسـه و تهیه نمونه‌ها مطابق جدول (۱) شـد. پس از تهیه نمونه‌ها اقدام به انجام آزمایش ارزش ماسه‌ای برای ماسه نمونه‌های دم تا هشتم شد که تمامی نتایج مربوط به آن در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲- نتایج مربوط به ارزش ماسه‌ای

	ماسه نمونه (۲)	ماسه نمونه (۳)	ماسه نمونه (۴)	ماسه نمونه (۵)	ماسه نمونه (۶)	ماسه نمونه (۷)	ماسه نمونه (۸)
ارزش ماسه‌ای (SE)	٪۷۵	٪۶۷	٪۶۱	٪۵۹	٪۵۳	٪۴۸	٪۴۲

همانطور که از جدول (۲) م شاهده می شود ماکزیمم مقدار اختلاف ارزش ما سه نمونه‌های محا سبه شده و آزمای شگاهی برابر ۲٪ بوده که نشان از تقریب قابل قبول برای تمامی نمونه‌ها دارد.

۲-۲-ساخت نمونه‌ها

برای بررسی تاثیر ارزش ماسه بر روی مقاومت فشاری مطابق با استاندارد ASTM C39 [۱۸] اقدام به تهیه ۸ نمونه بتنی شد، مقادیر ضریب هم ارز ماسه‌ای(SE) برابر جدول (۲) و مطابق استاندارد ASTM D2419-95 [۱۹] و درصد شکستگی مطابق با استاندارد ASTM D5821 [۲۰] برای مصالح با سایز ۸-۱۶ و ۱۶-۳۲ میلی‌متر به ترتیب برابر ۸۵٪ و ۸۴٪ می‌باشد. در جدول (۳) طرح اختلاط نمونه‌ها و سایر مشخصات مصالح آورده شده است. کلیه مصالح بکار برده شده از نوع شکسته بوده که قبل از استفاده کاملاً شسته و در هنگام تهیه بتن کلیه سنگدانه‌ها دارای وضعیت اشباع با سطح خشک (S.S.D) می‌باشند. سیمان مصرفی، سیمان تیپ II کارخانه

www.SID.ir

Archive of SID

سیمان همدان و مطابق با استاندارد ASTM C150 [۲۱] می‌باشد که در جدول (۴) برخی از ویژگی‌های فیزیکی این مصالح آورده شده است. در ادامه به منظور تعیین میزان کارایی بتن از آزمایش اسلامپ مطابق با استاندارد ASTM C143 [۲۲] استفاده می‌شود.

جدول ۳- طرح اختلاط و مشخصات مصالح مصرفی

طرح اختلاط	سیمان	ماسه	شن mm (۸-۱۶)	شن mm (۱۶-۳۲)	آب مصرفی
وزن مصالح (KG)	۳۵۰	۷۱۰	۳۲۰	۷۹۰	۱۹۳

مشخصات مصالح مصرفی

نمونه‌ی	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
ارزش ماسه‌ی(SE)	٪۸۰	٪۷۵	٪۶۷	٪۶۱	٪۵۹	٪۵۳	٪۴۸	٪۴۲

جدول ۴- مشخصات فیزیکی سیمان تیپII

سطح مخصوص($\frac{cm^2}{gr}$)	حداکثر انبساط آزمایش اتوکلا	زمان گیرش با آزمایش ویکات (دقیقه)	
		حداقل	حداکثر
۲۸۰۰	٪۶	۶	۴۵

۲-۳- عمل‌آوری نمونه‌ها

در این بررسی ۸ نمونه مکعبی به ابعاد ۱۵*۱۵*۱۵ سانتی‌متر به مدت ۷ روز در آب عمل‌آوری شدند. بهترین درجه حرارت جهت عمل‌آوری بتن دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد [۲۳] که برای کنترل دمای آب هر روز اقدام به ثبت دمای آب در سطح نمونه‌های بتنی شده است که در کلیه موارد دمای سطح آب همواره در رنج ۲±۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داشته است.

۲-۴- تست نمونه‌های بتنی

سرعت بارگذاری بتن ارتباط مستقیمی با مقاومت فشاری دارد به گونه که با افزایش سرعت بارگذاری کمیت عددی مربوط به مقاومت فشاری نیز افزایش می‌یابد[۲۴]. بهترین سرعت بارگذاری برای تست نمونه‌ها از رنج بارگذاری ۰.۱ تا ۴.۳ مگاپاسکال بر ثانیه، ۳.۳۵ مگاپاسکال بر ثانیه می‌باشد[۹] که در این بررسی مطابق شکل (۲) کلیه نمونه‌ها با این سرعت بارگذاری تست شدند.

شکل ۲- تست نمونه‌های مکعبی

۳- نتایج

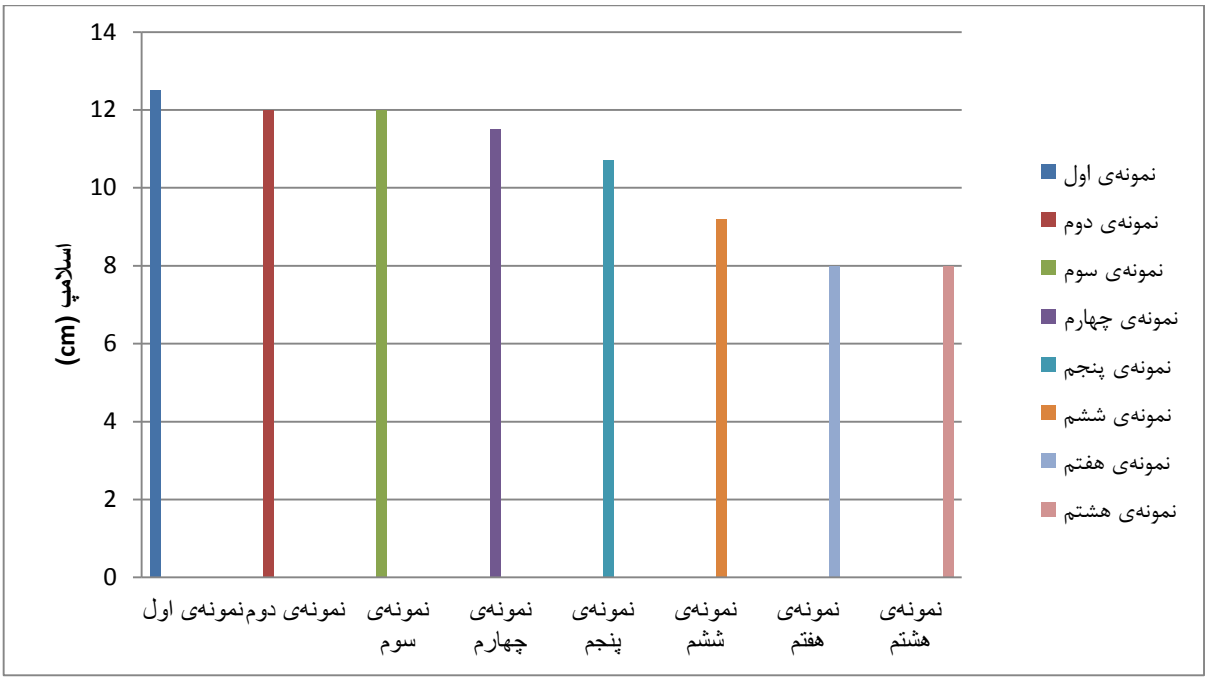
۳-۱- اسلامپ

همانطور که در شکل (۳) مشاهده می شود با کاهش ارزش ما سه میزان اسلامپ بتن نیز کاهش پیدا می کند، علت این پدیده وجود افزایش خاک در بتن می با شد چرا که در هر نمونه میزان خاک موجود در ما سه نسبت به نمونه متناظر قبل خود افزایشی برابر ۶۸ درصدی را دارد که با توجه به خاصیت جذب بالای رطوبت توسط خاک حجم آب آزاد در بتن کاهش می‌یابد از سوی دیگر

www.SID.ir

Archive of SID

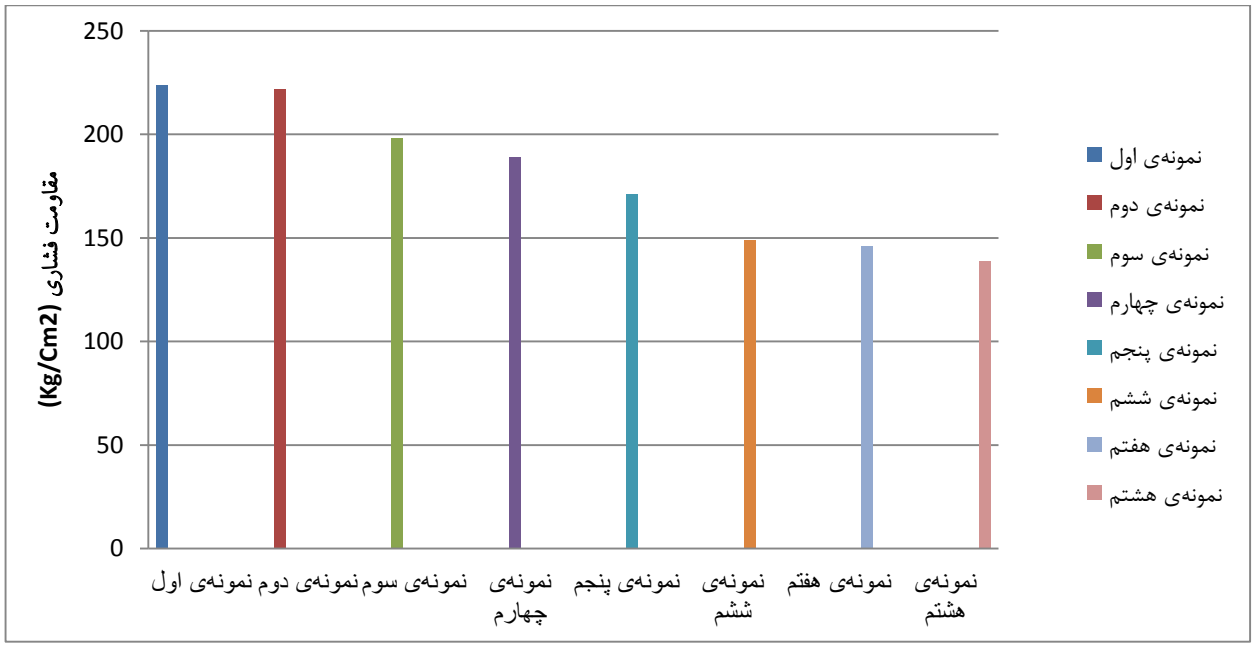
افزایش خاک در ماسه منجر به افزایش چسبندگی در بتن تازه و کاهش میزان اسلامپ بتن می‌شود. میزان افت اسلامپ در نمونه‌های دوم تا هشتم نسبت به نمونه اول به ترتیب برابر ۴٪، ۴٪، ۸٪، ۱۴.۴٪، ۲۶.۴٪، ۳۶٪ و ۳۶٪ می‌باشد.



شکل ۳- نتایج مربوط به اسلامپ

۳-۲- مقاومت فشاری نمونه‌های ۷ روزه

مقاومت فشاری بتن به عوامل متعددی بستگی دارد که یکی از این عوامل ارزش ماسه استفاده شده در بتن می‌باشد که تاثیر آن در شکل (۴) مشاهده می شود. همانطور که مشاهده می شود در یک طرح اختلاط ثابت با کاهش میزان ارزش ماسه مقاومت فشاری بتن کاهش می‌یابد. مقاومت فشاری نمونه‌های نمونه اول و دوم تقریبا برابر بوده این درحالی است که میزان افت مقاومت فشاری در نمونه‌های سوم تا هفتم به ترتیب برابر با ۱۱.۶، ۱۵.۶، ۲۳.۶۶، ۳۳.۴۸، ۳۴.۸۲ و ۳۸ درصد می‌باشد.



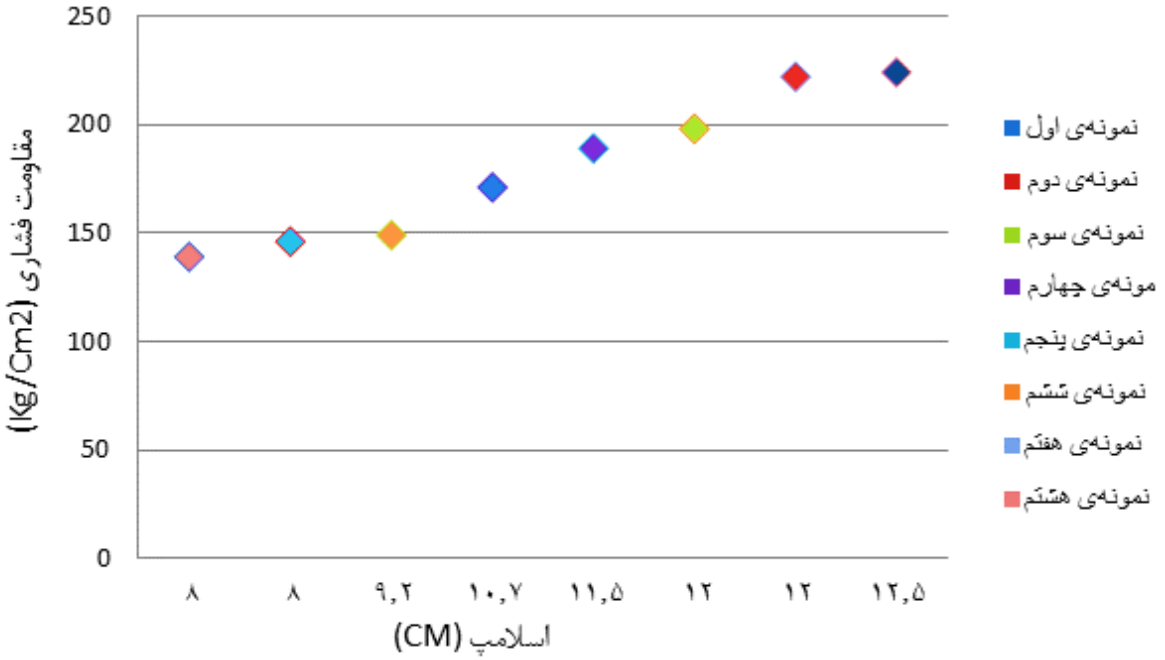
شکل ۴- مقاومت فشاری نمونه‌های مکعبی ۷ روزه

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۳- ارتباط مقاومت فشاری و اسلامپ

همواره با کاهش میزان اسلامپ مقاومت فشاری بتن به دلیل کاهش نسبت آب به سیمان، افزایش می‌یابد. بر اساس طرح اختلاط ارائه شده در جدول (۱) تمامی نمونه‌ها دارای نسبت آب به سیمان یکسانی هستند که با کاهش ارزش ماسه در مخلوط بتن میزان اسلامپ نیز کاهش می‌یابد. همانطور که در شکل (۵) مشاهده می‌شود با کاهش میزان اسلامپ مقاومت فشاری بتن کاهش می‌یابد، چرا که کاهش میزان اسلامپ در بتن بدلیل کاهش نسبت آب به سیمان نبوده، بلکه کاهش مقاومت بتن به دلیل ارزش ماسه نمونه‌های بتنی می‌باشد.



شکل ۵- ارتباط بین مقاومت فشاری و اسلامپ بتن

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش هدف بررسی تاثیر ارزش ماسه‌ای بر روی میزان اسلامپ و مقاومت فشاری بتن و نیز ارتباط بین این دو پارمتر می‌باشد. در یک طرح اختلاط ثابت ارتباط بین اسلامپ و ارزش ماسه‌ای (SE) یک ارتباط مستقیم می‌باشد به گونه که استفاده از ماسه با ارزش ماسه‌ای پایین، بدلیل خاصیت جذب بالای رطوبت توسط مصالح خاکی، افزایش چسبندگی در بتن به دلیل چسبندگی مصالح خاکی و کاهش حجم آب آزاد در بتن میزان اسلامپ نیز حداکثر ۳۶ درصد نسبت به نمونه اول کاهش می‌یابد. همچنین مقاومت فشاری در بتن‌ها همواره با کاهش ارزش ماسه‌ای کاهش می‌یابد به گونه که حداکثر میزان افت مقاومت فشاری برابر با ۳۷.۹۴ درصد نسبت به نمونه اول می‌باشد. در بتن همواره با کاهش میزان اسلامپ مقاومت فشاری افزایش می‌یابد (۱۳) ولی در این تحقیق با کاهش اسلامپ مقدار کمیت عددی بتن نیز کاهش می‌یابد چرا که کاهش اسلامپ در صورتی منجر به افزایش مقاومت فشاری می شود که دلیل کاهش اسلامپ، نسبت آب به سیمان باشد ولی در این تحقیق کاهش اسلامپ به دلیل افزایش مصالح خاکی و کاهش آب آزاد در بتن می‌باشد.

۵- مراجع

۱. انجمن سیمان پرتلند، انجمن سیمان کانادا، (طراحی و کنترل مخلوط‌های بتنی)، مترجم اردشیر اطیابی، انتشارات جویبار، ۱۳۸۹.

www.SID.ir

Archive of SID

2. Pei Meishan, Wang Dujin, Hu Xianbo, Ying Zhao, Xu Yizhung, Wu Jingguang, et al. Performance characteristics of subdenier.

3. A.A. Ramezanianpour, M. Esmaeili , S.A. Ghahari , M.H. Najafi. Laboratory study on the effect of polypropylene fiber on durability,and physical and mechanical characteristic of concrete for applicationin sleepers(2013). Construction and Building Materials 44 ,no 411–418

4. Fallah, S., & Nematzadeh, M. (2017). Mechanical properties and durability of high-strength concrete containing macro-polymeric and polypropylene fibers with nano-silica and silica fume. *Construction and Building Materials*, *132*, 170-187.

5. H.A Toutanji, T El-Korchi, "The Influence Of Silica Fume On The Compressive Strength Of Cement Paste And Mortar", Cement and Concrete Research, Vol. 25, No. 7, pp. 1591-1602.1995.

6. Bungey. J. H., Millard. S. G., (1996), " Testing Of concrete in structures, ", Third Ed. Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall.

۷. بررسی تاثیر جداگانه ی اجزای تشکیل دهنده ی بتن بر مقاومت فشاری ۲۸ روزه ی آن. فائزه السادات خادمی، محمود اکبری، سیّد سروش.

۸. رسول احمدی، نوید همت‌پور فرخی، حامد ابراهیمی کیا. بررسی تاثیر سرعت بارگذاری بر روی مقاومت فشاری بتن. مجله نخبگان علوم مهندسی. جلد دوم شماره ششم، ص ۱۲۷-۱۳۳.بهمن ۱۳۹۶.

9. "Concrete Construction", October 1994. [Online]. Available: http://www.concreteconstruction.net/howto/ relationship-between-seven-and-28-day-strengths_o.

۱۰. تکنولوژی بتن پیشرفته، مترجمین :دکتر رمضانیانپور و همکاران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران،۱۳۸۴.

۱۱. ارزیابی مقاومت بتن در سنین اولیه با استفاده از روش التراسونیک.فاطمه شهابی. دانشگاه گیلان، دانشکده فنی و مهندسی.پایان‌نامه،۱۳۸۹.

۱۲. بررسی اثر الیاف A-glass و مکمل بتنی ACP در بهبود مدول طاقت و مقاومت خمشی تراورس بتنی پیش‌تنیده.رسول احمدی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.پایان نامه،۱۳۹۵.

۱۳. بررسی تاتیرالیاف پلیمری ماکرو در ترکیب با پودر میکروسیلیس و فوق روان کننده بر روی خصوصیات مکانیکی بتن. ابوذر صالح، جاوید یعقوب‌منش، رسول احمدی، وحیدسرخه. دومین کنفرانس بین المللی و سومین همایش ملی کاربرد فناوری‌های نوین در علوم مهندسی،۱۳۹۴.

14. Abbas U. Materials development of steel-and basalt fiber-reinforced concretes (Master's thesis, Institutt for konstruksjonsteknikk).

15. Ramezanianpour AA, Esmaeili M, Ghahari SA, Najafi MH. Laboratory study on the effect of polypropylene fiber on durability, and physical and mechanical characteristic of concrete for application in sleepers. Construction and Building Materials 2013; 44:411-8.

16. Fallah, S., & Nematzadeh, M. (2017). Mechanical properties and durability of high-strength concrete containing macro-polymeric and polypropylene fibers with nano-silica and silica fume. Construction and Building Materials, 132, 170-187.

۱۷. نشریه ۱۰۱،مشخصات فنی عمومی راه«تجدید نظر دوم». معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور. معاونت نظارت راهبردی امور نظام فنی، ۱۳۹۲.

18. ASTM C39/C39M, Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens, Annual Book of ASTM Standards, 2014.

19. ASTM (1998) ASTM D2419-95, Standard test method for sand equivalent value of soils and fine aggregate. 1998 Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.03, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 19103-1187.

www.SID.ir

Archive of SID

20. ASTM D. 5821 Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA. 2001.

21. Cl50, A.S.T.M., 2012. Standard Specification for Portland Cement.

22. Standard, A. S. T. M. (2010). Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete. ASTM C, 143, C143M-2010.

۲۳. ارزیابی و تحلیل تاثیر درجه حرارت آب عمل‌آوری و الیاف پلیمری MEX بر روی خصوصیات مکانیکی بتن (پیشنهادی برای روسازی صلب). رامین رضوی نصب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود. پایان‌نامه، ۱۳۹۶.

۲۴. تاثیر نرخ بارگذاری بر مقاومت فشاری بتن با مقاومت بالا. رضا لطفوی، سیدفتح اله ساجدی. سومین کنفرانس سراسری نوآوری های اخیر در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی.۱۳۹۵.

www.SID.ir