

بررسی تاثیر جایگزینی پودر سنگ آهک با قسمتی از سنگدانه بر خواص رئولوژی، مقاومت فشاری و جذب آب بتن خودتراکم

مرتضی شریفی^۱، امیر صادقی^۲، محمدعلی زره پوش^۳ و حسین جهاد^۴

۱- هیئت علمی دانشگاه فنی و حرفه ای، دانشکده فنی شهید باهنر شیراز

۲- همکار گروه عمران، دانشگاه فنی و حرفه ای یزد

۳ و ۴- دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران اجرایی، دانشکده فنی و حرفه ای شهید باهنر شیراز

Email: A.sadeghi.lm@gmail.com

چکیده

وفور منابع طبیعی برای تولید سیمان و نیاز به تقاضای بالای ساخت و ساز موجب گردید تا بتن سیمانی در جایگاه ویژه ای قرار گیرد. از اینرو تحقیقات گسترده ای در این زمینه صورت گرفته است، که بتن خودتراکم در این زمره قرار دارد. از منظر دیگر برای کاهش آلاینده های زیست محیطی حاصل از تولید سیمان و بهبود خواص بتن باعث نیل به استفاده از مواد جایگزین گردیده است.

در این پژوهش با ثابت قرار دادن مصالح تشکیل دهنده بتن و جایگزینی مقادیر ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد پودر سنگ آهک با مواد پودری رد شده از الک #۱۰۰ به بررسی خواص رئولوژی، مقاومت فشاری و جذب آب بتن خودتراکم پرداخته شده است. بدین منظور با انجام آزمایش های جریان اسلامپ، T₅₀، قیف V، جعبه L از هر طرح اختلاط ۳ آزمون مکعبی ۱۵ سانتی متری جهت تعیین مقاومت فشاری و ۳ آزمون مکعب ۱۰ سانتی متری جهت بررسی جذب آب بتن برداشته شده است نتایج جایگزینی پودر سنگ آهک حاکی از رشد نمودار مقاومت فشاری و افت نمودار جذب آب بوده است.

کلمات کلیدی: بتن خود تراکم، پودر سنگ آهک، جذب آب، مقاومت فشاری، خواص رئولوژی

Abstract

The plenty of natural sources for producing cement and need to demand of construction build cause cement set in special position. Thus, it accomplishes many researches in this basis that condensed include this matter. On the other hand, it uses replace materials for improving concrete properties and decreasing environment contaminations which is the result of cement production. In this study, it complies to consider compressed resistance and absorb of condensed concrete water with setting concrete component materials and replace of amount 0, 5, 10 and 15% of limestone powder with sift materials (#100). In order to test the current slump, T₅₀, V funnel, L box this, it had chosen 3 tests of cubic (15cm) to determine compressed resistance and 3 tests of cubic (10cm) to study of concrete water absorption of each plan of mixture. The result of limestone powder replacement showed that compressed resistance graph raise and water absorption graph fall.

Keywords: Self-compacting concrete, Limestone powder, Water absorption, Compressed resistance, Rheological properties

۱. مقدمه

با توسعه روز افزون ساخت و ساز های بتنی در کشور و تاکید بر مقاومت بالای آن و از سمت دیگر کمبود کارگر ماهر جهت متراکم کردن بتن و همچنین به دلیل تراکم بالای آرماتورها در سازه های بتنی و سخت بودن متراکم کردن بتن در بعضی از قسمت های سازه های بتنی، مهندسیین نوع جدیدی از بتن را تولید کردند که در چنین شرایطی نیاز به متراکم کردن بتن نباشد که این نوع بتن را، بتن خود تراکم نامیدند (۱). تفاوت اصلی بتن خود تراکم با سایر بتن ها، قابلیت جای دهی و تراکم بدون نیاز به ارتعاش است که همین خود باعث کاهش آلودگی صوتی نیز می گردد (۲). هدف از طراحی بتن خودتراکم در راستای رسیدن به خود تثبیت شدن و بهبود عملکرد درمحل بتن ریزی می باشد و توسعه موفقیت آمیز آن نیاز به یک مراقبت و نظارت بر پارامترهایی از جمله خواص رئولوژیکی و محتوای مواد سیمانی و همچنین توزیع و محتوا و اندازه ذرات درشت دانه است (۳).

استفاده از بتن خود تراکم در صنعت ساخت و ساز ثابت کرده است که مزایای مختلفی از جمله کاهش نیاز های کار و قالب بندی، زمان و از بین بردن نیاز به صاف کردن سطح بتن و بهبود محیط کار و ایمنی با کاهش قرار گرفتن در معرض سرو صدا و جلوگیری از ازدحام درمحل قالب بندی را دارد. بتن خود تراکم تقریباً از مواد مشابه بتن معمولی تشکیل شده ولی خواص آن درحالت تازه و سخت شده با بتن معمولی تفاوت دارد و این تفاوت نیز در هنگام بتن ریزی، عمل آوردن و دوام بتن به چشم میخورد. با وجود این ویژگی ها بتن خود تراکم دارای هزینه های بالاتری نسبت به بتن معمولی می باشد و از محتوای سیمانی بالاتر و استفاده از افزودنی های شیمیایی مختلف بیشتری برخوردار است (۴و۵).

برای تعیین ترکیب بهینه خمیر سیمان خودتراکم باید بدون اصطکاک سنگدانه ها و تعامل مقدار آب حفظ شده توسط سنگدانه ها منتقل گردد، و به عبارتی میتوان نتیجه گرفت که ویژگی های خودتراکمی بتن حاصل خمیر سیمانی است (۶). طبق دستور العمل اروپایی ACI¹ که برای بتن خودتراکم آمده ۳۰ الی ۴۰ درصد از حجم کل بتن را خمیر سیمان تشکیل میدهد که خمیرسیمان به عنوان یک روغن برای بتن کار میکند (۵).

علاوه بر سنگدانه ها و مواد سیمانی، مواد افزودنی و پوزولان نیز در بتن خودتراکم به کار می رود. فوق روان کننده و مواد پودری از جمله مواد افزودنی می باشد که در بتن استفاده می شود و استفاده از این دو ماده دو جنبه مرکزی از نسبت های بتن خودتراکم است (۲و۶). از مواد پودری مورد استفاده در بتن پودر سنگ آهک و دومولیت می باشد که میتوان به عنوان افزودنی مجاز بتن از آن ها استفاده کرد. در معادن سنگ آهک مقادیر قابل توجهی از پودر سنگ آهک در طول فرآیند خورد کردن سنگ آهک بدست می آید که میتوان از آن در بتن خودتراکم استفاده کرد (۳و۶). استفاده از پودر سنگ آهک در بتن میتواند راه حل مناسبی برای کاهش CO₂ و همچنین کاهش هزینه بتن باشد. و از طرفی دارای مزایای فنی و اقتصادی و زیست محیطی برای تولید کنندگان بتن می باشد (۷).

۲. روش پژوهش

پس از مطالعه و بررسی طرح مخلوط های مطابق با استانداردهای بتن خودتراکم، طرح اختلاط مینا با دارا بودن جریان اسلامپ مناسب علاوه بر نسبت آب به سیمان و فوق روان کننده بهینه، ساخته شده و تغییرات پودر سنگ آهک نسبت به این طرح صورت گرفته است.

۲-۱. مصالح مصرفی

۲-۱-۱. سیمان:

سیمان مصرفی، سیمان تیپ ۲ کارخانه فارس نو (فیروز آباد) با چگالی $(\frac{ton}{m^3})$ ۳/۱۵ می باشد و مشخصات سیمان در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- آنالیز شیمیایی سیمان

SiO _۲	Al _۲ O _۳	Fe _۲ O _۳	CaO	MgO	SO _۳	K _۲ O	Na _۲ O	L.O.I
%۲۱/۲۵	%۵/۱۵	%۳/۷۵	%۶۴/۸۱	%۱/۵۰	%۱/۷۰	%۰/۷۰	%۰/۱۳	%۱/۰۱

۲-۲-۲. پودر سنگ آهک:

پودر سنگ آهک مصرفی دارای چگالی $(\frac{ton}{m^3})$ ۲/۸۵ می باشد و از الک #۱۰۰ عبور داده شده است.

جدول ۲- آنالیز شیمیایی پودر سنگ آهک

SiO _۲	Al _۲ O _۳	Fe _۲ O _۳	CaO	MgO	SO _۳
%۰/۷۶	%۰/۶۳	%۰/۷۰	%۴۲/۰۰	%۱۲/۰۰	%۲/۲۷

۲-۲-۳. فوق روان کننده:

فوق روان کننده شرکت رزین سازان فارس بر پایه پلی کربکسیلات، تحت نام تجاری PC ۵۰۰۰ استفاده شده است.

۲-۲-۴. آب:

در تهیه اختلاط از آب شرب استفاده شده است.

۲-۲-۵. سنگدانه:

سنگدانه استفاده شده از مصالح طبیعی شکسته شده معدن بید کوه استان فارس بوده است و دارای ماکزیمم بعد ۲۵/۴ میلی متر میباشد.

۲-۲-۲. طرح اختلاط:

در این پژوهش ۴ طرح اختلاط با درصد های ۰، ۱۰، ۱۵ و ۵۰ نسبت پودر سنگ آهک به کل مصالح سنگی ساخته شد که پودر سنگ آهک جایگزین مصالح سنگی رد شده از الک #۱۰۰ گردید، به منظور کاهش خطا در طرح اختلاط ها، مقدار $(\frac{ton}{m^3})$ ۲۹/۶ آب، برای رساندن مصالح به حالت اشباع در نظر گرفته شد و پودر سنگ آهک نیز از الک #۱۰۰ عبور داده شده است و جایگزین همان میزان حجم از مصالح سنگی رد شده از الک گردیده است. در ادامه به بررسی تغییرات پودر سنگ آهک بر جذب آب و مقاومت فشاری و خواص رئولوژی بتن خودتراکم پرداخته که در جدول (۳) طرح اختلاط های ساخته شده و در جدول (۴) دانه بندی سنگدانه ها قابل مشاهده است.

جدول ۳- طرح مخلوط های نهایی بتن خود تراکم $(\frac{ton}{m^3})$

سنگدانه	فوق روان کننده	نسبت آب به سیمان	آب	درصدپودر سنگ آهک	پودر سنگ آهک	سیمان پرتلند	معرف اختلاط
۱۶۰۰	۵/۵	۰/۴۷۵	۱۹۰	۰	۰	۴۰۰	B۱
۱۵۲۰	۵/۵	۰/۴۷۵	۱۹۰	۵	۸۰	۴۰۰	B۲
۱۴۴۰	۵/۵	۰/۴۷۵	۱۹۰	۱۰	۱۶۰	۴۰۰	B۳
۱۳۶۰	۵/۵	۰/۴۷۵	۱۹۰	۱۵	۲۴۰	۴۰۰	B۴

جدول ۴- دانه بندی سنگدانه

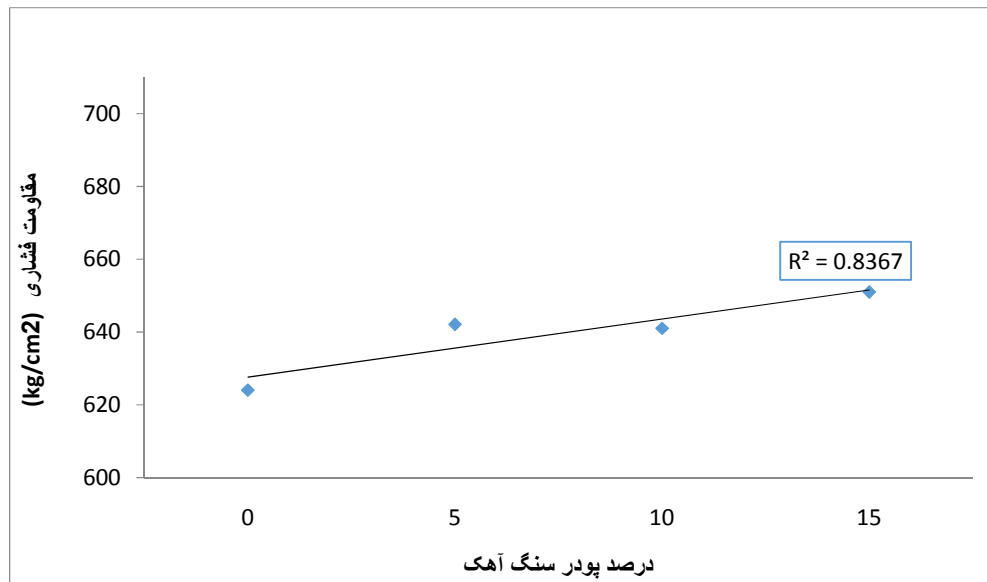
شماره الک	۱"	۸۰	۶۶	۴۶	۳۱	۱۵	pan
درصد عبوری	۱۰۰	۹۴	۸۰	۶۶	۴۶	۳۱	۱۵

در مجموع برای تعیین خواص رئولوژی از آزمایش های T50، جریان اسلامپ طبق استاندارد ملی ۱۱۲۷۰، جعبه L طبق استاندارد ملی ۱۰-۳۲۰۳، قیف V طبق استاندارد ملی ۹-۳۲۰۳ استفاده شده است که از هر طرح اختلاط ۳ قالب مکعب ۱۵×۱۵×۱۵cm جهت آزمایش مقاومت فشاری طبق استاندارد "ASTM C39" و ۳ قالب مکعب ۱۰×۱۰×۱۰cm جهت

آزمایش جذب آب طبق استاندارد نمونه برداری شده است. نمونه های گرفته شده برای عمل آوری تا سن ۲۸ روزه بر اساس استاندارد ^۱ASTM C۱۹۲ درون حوضچه قرار گرفته اند و پس از عمل آوری نمونه ها برای مدت ۱ روز بیرون از حوضچه و در هوای آزاد نگهداری شده است تا کاملا خشک شوند. در حین کار سعی گردیده تا تمامی مراحل و طرح ها شامل نمونه گیری، عمل آوری و شرایط رطوبتی دمایی ثابت نگه داشته شود.

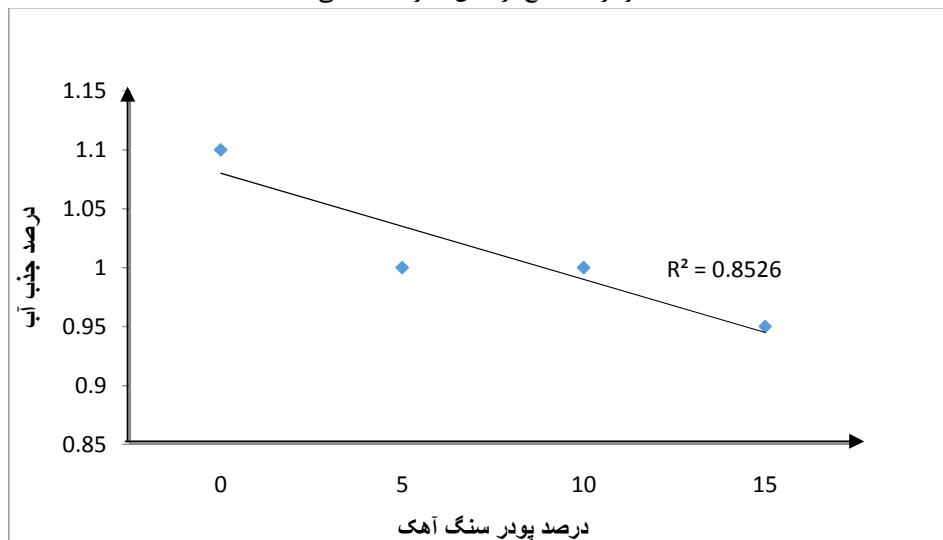
۳. نتایج آزمایش ها

نمودار ۱- نتایج آزمایش مقاومت فشاری



۱- استاندارد ساخت و عمل آوری بتن و تست نمونه در آزمایشگاه

نمودار ۲- نتایج آزمایش مقاومت کششی



جدول ۵- نتایج آزمایش های رئولوژی بتن

طرح اختلاط	جریان اسلامپ	T ₅₀	قیف V	جعبه L
B ₁	۶۷	۳/۸	۱۰/۲	۰/۸۲
B ₂	۶۹	۳/۷	۸/۶	۰/۸۵
B ₃	۷۰	۳/۲	۷/۲	۰/۹۳
B ₄	۶۹	۲/۶	۷/۵	۰/۹۲

۴. بحث و نتیجه گیری

- ❖ بر اساس نمودار (۱) جایگزینی پودر سنگ آهک با سنگدانه باعث افزایش مقاومت فشاری گردیده که این امر در سبب پر کردن منافذ بتن صورت می گیرد. لازم به ذکر است پژوهشگران تحقیقات بسیاری در زمینه کاربرد های پودر سنگ آهک انجام داده اند که نشان دهنده تقویت ناحیه انتقال بتن، بهبود خواص دوامی بتن و سرعت بخشیدن به روند کسب مقاومت بتن خود تراکم میگردد.
- ❖ بر اساس نمودار (۲) نشان داده شد جایگزینی پودر سنگ آهک موجب کاهش نفوذ پذیری بتن میگردد
- ❖ به جهت درشت بودن ماسه های موجود در کشور و عدم وجود مقدار فیلر کافی جهت ساخت بتن خودتراکم، استفاده از فیلر به خصوص پودر سنگ آهک خالص توصیه میگردد.
- ❖ در این تحقیق مشاهده گردید که با افزایش جایگزین پودر سنگ آهک در بتن خود تراکم، تغییرات جزئی و سودمندی در نتایج جریان اسلامپ رخ داد اما تغییرات قابل توجهی در آزمایش های قیف V، جعبه L، T₅₀ رخ داد بدین صورت که زمان آزمایش های قیف V، T₅₀، کاهش یافته و همچنین آزمایش جعبه L نسبتش افزایش پیدا میکند.

۵. مراجع :

- [۱] فروغی اصل، علی، فامیلی، هرمز، (۱۳۸۵)، بررسی ویژگی های عمومی بتن خودتراکم ودلائل گسترش آن در دنیا، اولین کارگاه تخصصی بتن خودتراکم، ۱:۱
- [2] Bouziani T, Bédérina M, Makhloufi Z, Hadjoudja M, (2014), Mixture design approach to evaluate fresh properties of SCC madewith various sands, J. Build. Mater. Struct, 1: 1-9.
- [3] Yahia. A , Tanimura. M, Shimoyama. Y, (2005), Rheological properties of highly flowable mortar containing limestone filler-effect of powder content and W/C ratio,ELSEVIER, 532– 539.
- [4] Panesar. D.K, Aqel. M, Rhead.D, Schell. H, (2017), Effect of cement type and limestone particle size on the durability of steam cured self-consolidating concrete, Accepted Manuscript.
- [5] Mebrouki .A, Bendani. K, Bouhamou. N , Belas. N, (2014), Excess paste method to formulate a self-compacting concrete, J. Build. Mater. Struct, 1: 23-29.
- [6].da Silva. Pedro Raposeiro , de Brito. Jorge ,(2016) , Durability performance of self-compacting concrete (SCC)with binary and ternary mixes of fly ash and limestone filler, Materials and Structures, 49:2749–2766.
- [7]. Benabed. B, Soualhi. H, Belaidi. ASE, Azzouz. L, Kadri. E , Kenai. S , (2016) , Effect of limestone powder as a partial replacement of crushed quarry sand on properties of self-compacting repair mortars , J. Build. Mater. Struct, 3:15-30