

## بررسی تأثیر جایگزینی قسمتی از مواد افزودنی معدنی با پودر شیشه بر خواص مکانیکی و کارایی بتن خودتراکم (SCC)

کد E

جواد کاشف<sup>۱</sup>، داود قانديان رونیزی<sup>۲\*</sup>، سحر پیرآلو<sup>۳</sup>

۱- کارشناسی ارشد عمران گرایش سازه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابرکوه، eng.mr.kashef.javad@gmail.com

۲- مربی بخش مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید، ghaedian@ut.ac.ir

۳- کارشناس واحد توسعه و تحقیق، مجموعه شرکت های مهندسین مشاور سیوان سازان جنوب آزما و ساوانا بتن شیراز، کارشناسی ارشد سازه، Piraloo@clco.com

\*(ghaedian@ut.ac.ir)

### چکیده

بتن خودتراکم از جمله عوامل مهم پیشرفت در تکنولوژی بتن به شمار می‌رود و در سالهای اخیر استفاده از آن به میزان چشمگیری افزایش یافته است. روانی و کارایی بالا و همچنین عدم نیاز به هرگونه لرزاندن مکانیکی جهت تراکم، عامل اصلی محبوبیت این نوع بتن می‌باشد. از سوی دیگر در عصر حاضر، وجود مواد زاید حاصل از فرایندهای مختلف فیزیکی و شیمیایی، یکی از معضلات مهم کشورهای صنعتی و در حال توسعه می‌باشد. بطری شیشه‌ای که امروز دور انداخته می‌شود تا ۱۰۰۰ سال دیگر هم به صورت زباله در روی زمین قرار دارد. برای تولید شیشه باید مقدار زیادی شن و ماسه از زمین استخراج شود که این کار مستلزم صرف مقدار زیادی انرژی و آب است. به همین دلیل بازیافت شیشه و جایگزینی آن به عنوان یکی از مهمترین چالش های عصر حاضر می‌باشد. در این تحقیق آزمایشگاهی با جایگزینی پودر شیشه با مواد افزودنی معدنی با درصدهای ۵۰، ۳۰ و ۷۰ نمونه ی مبنا، تأثیر آن را بر روی خواص بتن تازه خود تراکم و همچنین خصوصیات مقاومت (هفت و بیست و هشت روزه) بتن خود تراکم سخت شده را مورد بررسی قرار می‌دهیم. در این پژوهش برای اندازه گیری روانی و کارایی بتن تازه، قیف V، جعبه L و آزمایشهای جریان اسلامپ در همه طرح ها مورد سنجش قرار میگیرند. برای بررسی مقاومت فشاری ۷ و ۲۸ روزه سه نمونه مکعبی به ابعاد (۱۰\*۱۰) سانتیمتر برای هر طرح ساخته و تحت آزمایش قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد که با جایگزینی پودر شیشه تا ۳۰ درصد شاهد افزایش ۸۹ درصدی مقاومت ۲۸ روزه و در نسبت های ۵۰ و ۷۰ درصد شاهد کاهش مقاومت ۲۸ روزه نمونه ها نسبت به مقاومت طرح مبنا می‌باشیم.

کلمات کلیدی: بتن خودتراکم، کارایی بتن، پودر شیشه، درصد جایگزینی، مقاومت فشاری.

## ۱. مقدمه

در سازه های بتنی برای رسیدن به مقاومت مورد نیاز و کاهش تخلخل و هوای درون بتن و حصول پایایی، بتن به روش های مختلف لرزانده می شود. با توسعه روز افزون کارهای بتنی و کمبود نسبی کارگران ماهر و یا سهل انگاری های آنان در کارگاه و یا به دلیل مزاحمت های جسمی و روحی و یا هزینه لرزاندن بتن در هنگام ریختن بتن در قالب، به ویژه در موضعی که تراکم میلگرد وجود دارد، عمل لرزاندن بطور کامل و صحیح انجام نگرفته و در نهایت مشخصات مکانیکی مطلوب بتن حاصل نمی گردد. لذا ساخت بتنی بدون نیاز به لرزاندن همواره راه حلی برای این معضل به نظر می رسد و از این رو ساختن چنین بتنی رویایی برای تکنولوژیست های بتن بوده است که بتوانند با استفاده از مواد افزودنی شیمیایی مختلف و تغییر در مقادیر مصالح طرح اختلاط، به این مهم دست یابند و بتن را از نقص اجرایی لرزاندن رها سازند [۱]. بتن خودتراکم نخست در سال ۱۹۸۶ توسط آقای اوکامورا در ژاپن [۱] پیشنهاد گردید و در سال ۱۹۸۸ این نوع بتن در کارگاه ساخته شد و نتایج قابل قبولی را از نظر خواص فیزیکی و مکانیکی بتن ارائه داد. امروزه بتن خود تراکم همزمان با کشور ژاپن در مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی کشورهای اروپایی، کانادا و آمریکا تحت عنوان بتن خود تحکیم موضوع بحث، بررسی و اجرای سازه های بتنی است. در ایران نیز استفاده از بتن خود تراکم از چند سال قبل آغاز شده و از مزایای آن بهره گرفته شده است برای مثال مصرف بتن خود تراکم در تونل تنجید و رسالت تهران، پل شهید صدر تهران، طرح توسعه حرم حضرت معصومه (س)، قطعات پیش ساخته متروی شیراز و پل کابلی ولیصر شیراز را می توان نام برد [۲]. اجزای تشکیل دهنده بتن خود تراکم شامل:

- ۱- سنگ دانه ها: حداکثر اندازه دانه های مصرفی عموماً بین ۱۲ تا ۲۰ میلیمتر است، اگرچه دانه های بزرگ تر هم استفاده می شود. فاصله میلگردها عامل مهمی در تعیین حداکثر اندازه درشت دانه ها است. میزان رطوبت، جذب آب و دانه بندی سنگدانه ها باید مطابق با تولید بتن خود تراکم برای دستیابی به کیفیت مطلوب تعیین شود [۳].
  - ۲- ریز دانه ها: میزان ریزدانه بر خواص بتن خود تراکم تازه بسیار مؤثرتر از درشت دانه ها است. ریزدانه های با اندازه کمتر از ۰/۱۲۵ میلیمتر باید در محاسبه میزان نسبت آب به پودر محاسبه شود [۳].
  - ۳- سیمان: انتخاب صحیح سیمان بستگی به نوع کاربرد مخلوط و ویژگی های مخلوط مورد نظر دارد. مقدار مناسب سیمان در بتن خود تراکم ۳۵۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است [۴].
  - ۴- مواد افزودنی معدنی و جایگزین سیمان: معمولاً در بتن خود تراکم برای دستیابی به خواص رئولوژی مور دنظر، از پودرهای خنثی یا مواد افزودنی پوزولانی (جایگزین سیمان) استفاده میشود. کاربرد این مواد در بهبود و حفظ انسجام و مقاومت در برابر جدایش مؤثر است. همچنین مواد افزودنی معدنی خنثی یا پوزولانی میتوانند در کاهش عیار سیمان و در نتیجه دمای هیدراتاسیون و ترکهای حرارتی مؤثر باشند [۵].
  - ۵- کربنات کلسیم یا همان پودر سنگ آهک که بر پایه پرکننده معدنی است به طور گسترده در بتن خود تراکم استفاده میشود که برای بهبود خواص رئولوژیکی بتن خود تراکم مناسب هستند [۳].
- یک بتن خود تراکم قابل قبول باید دارای سه خصوصیت ذیل الذکر باشد که هر کدام از این خصوصیات بوسیله آزمایشات مختلفی قابل بررسی و بحث می باشد:

- الف) قابلیت جریان و عبور: به توانایی جاری شدن بتن خود تراکم و عبور از تراکم آرماتورها تحت وزن خود را گویند.
- ب) قابلیت پرکنندگی: توانایی بتن خود تراکم در داشتن تغییر شکل عالی در هنگام عبور از میان آرماتورها که بواسطه آن می تواند تمام سطح قالب را بطور همگن و یکپارچه پر کند و سطحی هم تراز با افق بسازد.
- ج) قابلیت پایداری یا دوام: مقاومت بتن خود تراکم در برابر وقوع انواع جدایش و بروز پدیده انسداد و قفل شدگی و حفظ همگنی خود در تمام مراحل ساخت و اجرا و بتن ریزی را گویند [۶]

ملک محمد رنجبر (۱۳۹۲) به بررسی تاثیر افزودن پودر شیشه ضایعاتی بر خواص مکانیکی ملات خودتراکم حاوی پرکننده های مختلف پرداخت. در این مطالعه اختلاط های مختلف ملات خودتراکم حاوی پرکننده های متفاوتی همچون نانوسیلیس، دوده سیلیس، خاکستر بادی و متاکائولن در حضور درصد های مختلف پودر شیشه مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از بررسی خواص ملات تازه، جهت ارزیابی خواص ملات سخت شده خودتراکم آزمایشات مقاومت فشاری و خمشی بر روی نمونه های سخت شده ملات خودتراکم در سنین مختلف صورت پذیرفت. نتایج نشان می دهد که استفاده از میزان بهینه پودر شیشه ضایعاتی در حضور پوزولانهای مختلف، در جهت جریان پذیری و مقاومت ملات می تواند جایگزین مناسبی برای سیمان مصرفی لحاظ گردد [۷].

## ۲. مصالح مورد استفاده

مصالح مصرفی در این پژوهش به همراه چگالی هر کدام از مواد در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. مصالح مصرفی

ردیف	مصالح	چگالی (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱	سیمان	۳۱۵۰
۲	نخودی	۱۶۷۵
۳	ماسه	۱۷۸۰
۴	آب	۱۰۰۰
۵	روان کننده	۱۰۹۵
۶	پودر سنگ	۲۷۰۰
۷	پودر شیشه	۲۵۰۰
۸	غلظت دهنده	۲۱۰۰

## ۳. طرح اختلاط مبنا

به منظور ایجاد دیدی جامع از SCC و خواص آن، اقدام به تهیه و اجرای ۴ طرح اختلاط بتن خودتراکم (B1, B2, B3, B4) گردید. نسبت ها و درصد های هر طرح به صورت مجزا و مفصل در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲. جزئیات طرح اختلاط مبنا

نام طرح	سیمان C(kg/m <sup>3</sup> )	نخودی An(Kg/m <sup>3</sup> )	ماسه Am(kg/m <sup>3</sup> )	آب W(kg/m <sup>3</sup> )	روان کننده F(kg/m <sup>3</sup> )	پودر سنگ P(kg/m <sup>3</sup> )	غلظت دهنده VMA (kg/m <sup>3</sup> )
B1	۲۵۰	۳۵۰	۹۳۰	۱۶۰	*۱/۲۵	۸۰	۰
B2	۲۵۰	۴۵۰	۹۵۰	۱۵۰	*۱/۵۰	۹۰	۰
B3	۲۵۰	۴۵۰	۹۴۰	۱۵۰	*۲/۱۰۰	۷۰	۰/۳
B4	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۵	۱۴۰	*۲/۷۰	۹۲	۰/۵

## ۴. آزمایش های بتن تازه

آزمایشات بتن تازه شامل اسلامپ فلو، T60، T50، قیف V، جعبه ی L و رینگ J بر روی نمونه ها انجام گرفته و نتایج به صورت جدول ۳ جمع آوری گردیده است. شکل ۱، ۲ و ۳ به ترتیب آزمایش جعبه L، قیف V و حلقه ی J را نشان می دهد.

جدول ۳. خلاصه نتایج آزمایش های بتن تازه مربوط به نمونه های پایه

ردیف	نام طرح	اسلامپ فلو (mm)	T50	T60	قیف V (s)	جعبه L	رینگ J (mm)
۱	B1	۸۵۰	۰/۹۵	۲/۷۰	۶/۳	۰/۹۶	۵
۲	B2	۸۰۰	۱/۲	۳/۹	۷/۲	۰/۹۳	۸
۳	B3	۷۸۲	۲/۱	۶/۴۲	۹/۰	۰/۹۱	۱۱
۴	B4	۷۵۰	۲/۵	۶/۵۳	۱۰/۲	۰/۸۷	۱۴



شکل ۱. آزمایش جعبه L



شکل ۲. آزمایش قیف V



شکل ۳. آزمایش حلقه ی J.

با توجه به نتایج فوق، تقریباً می توان هر چهار طرح را در رنج قابل قبول برای SCC به حساب آورد. نمونه B1 دارای خواص مطلوب کمتری بوده به نحوی که در آزمایش اسلامپ فلو، به میزان کمی خارج از رنج مورد قبول واقع می گردد و بیم وقوع جدایش سگدانه و شیرابه در آن می رود که علت آن را می توان به نسبت آب به سیمان بالاتر، نوع روان کننده، عدم استفاده از غلظت دهنده و نیز میزان پودر کمتر ( که با توجه به خواص آن جذب آب بیشتری دارد) نسبت داد. B2 از لحاظ کارایی، خواص قابل قبول تری را از خود نشان می دهد که به علت نسبت آب به سیمان کمتر، میزان پودر بیشتر از B1 گرانوتر است. در نمونه های B3 و B4 شاهد تغییرات معنا داری در خواص خودتراکمی هستیم. به نحوی که در نمونه ی B4، خواص خود تراکمی ایده آل بوده و نمونه از قابلیت پر کنندگی گذر کنندگی و مقاومت در برابر جدایشگی مطلوبی برخوردار است که می توان آن را به تغییر نوع روان کننده و ترکیب مناسب خاصیت روانی و عدم جدایشگی (ناشی از VMA)، نسبت داد. نمونه B4، از لحاظ ظاهری دارای فرم ریزشی مانند عسل را دارا بود. نمونه B3، نیز خواص مطلوبی نشان داد که به دلیل دارا بودن پودر سنگ، قوام دهنده و روان کننده ی کمتر به نسبت B4، گرانوتر بود. در مجموع با توجه به بحث بالا، از میان چهار نمونه، نمونه ی B4 از حیث خواص خودتراکمی مناسب تر و نمونه ی B1، نامناسب تر تشخیص داده می شود.

## ۵. ساخت نمونه های آزمایشگاهی

از هر طرح اختلاط، پس از ساخت و انجام آزمایشات مربوط به بتن خود تراکم، ۳ نمونه برای سن ۷ روزه و ۳ نمونه برای سن ۲۸ روزه ساخته شد که میانگین ۳ نمونه در هر سن به عنوان مقاومت ۷ و ۲۸ روزه تلقی می گردد. نمونه ها پس از گیرش و خروج از قالب ها، تا رسیدن موعد شکستن در حوضچه ی مخصوص عمل آوری بتندر دمای ۲۳+ درجه سانتی گراد و به صورت غوطه ور در آب نگهداری شدند و جهت حصول نتایج دقیق، شرایط محیطی ثابت نگه داشته شد.

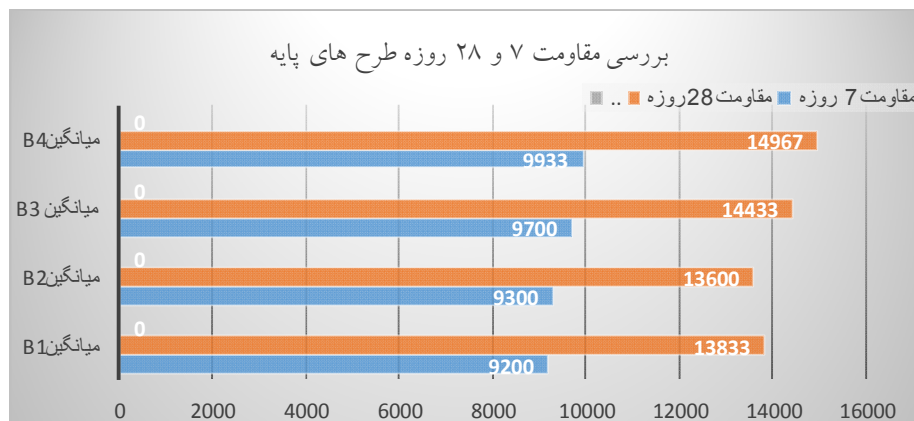
## ۶. شکست نمونه ها

شکستن نمونه ها توسط جک هیدرولیک کالیبره شده و دیجیتال صورت گرفت. قبل از اقدام برای شکستن نمونه ها، لازم به معرفی نوع نمونه (استوانه ای یا مکعبی) از منوی مربوطه می باشد که پس از معرفی نوع مکعبی به جک و تنظیم سرعت بارگذاری، نمونه را زیر جک قرار می دهیم و شروع به بارگذاری می

نماینم. بعد از ثابت شدن عدد (که با وقوع اولین ترک ها در نمونه بر اثر بارگذاری فشاری حاصل می شود) عدد را قرائت نموده و ثبت می نمایم. (بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع). نتایج حاصل از این شکست در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴- خلاصه ی نتایج آزمایش های مقاومت ۷ و ۲۸ روزه نمونه های پایه

ردیف	طرح پایه	شماره نمونه	مقاومت ۷ روزه	مقاومت ۲۸ روزه	میانگین ۷ روزه	میانگین ۲۸ روزه
1	B1	1	۹۱۰۰	۱۳۹۰۰	۹۲۰۰	۱۳۸۳۳
		2	۹۲۰۰	۱۳۶۰۰		
		3	۹۳۰۰	۱۴۰۰۰		
2	B2	1	۹۲۰۰	۱۳۸۰۰	۹۳۰۰	۱۳۶۰۰
		2	۹۴۰۰	۱۳۹۰۰		
		3	۹۳۰۰	۱۳۱۰۰		
3	B3	1	۹۶۰۰	۱۳۶۰۰	۹۷۰۰	۱۴۴۳۳
		2	۱۰۱۰۰	۱۵۶۰۰		
		3	۹۴۰۰	۱۴۱۰۰		
4	B4	1	۱۰۰۰۰	۱۵۲۰۰	۹۹۳۳	۱۴۹۶۷
		2	۱۰۱۰۰	۱۵۴۰۰		
		3	۹۷۰۰	۱۴۳۰۰		



شکل ۴- نمودار بررسی مقاومت ۷ و ۲۸ روزه طرح های پایه

## ۷. آنالیز و انتخاب طرح مینا

با بررسی نتایج فوق، ملاحظه می گردد خواص بتن خودتراکم، تابع عواملی از جمله افزودنی ها، میزان سنگدانه و نسبت آب به سیمان است. میزان آب در بتن خودتراکم بدون افزودنی های افزایش دهنده ی غلظت ممکن است باعث افزایش احتمال جداشدگی به عنوان یکی از عوامل نامطلوب گردد (نمونه

های B1 و B2). نسبت آب به سیمان در بتن خودتراکم نیز به عنوان یکی از عوامل اصلی در تعیین مقاومت مطرح است. به جهت جلوگیری از کاهش کارایی بتن خود تراکم و وقوع جداشدگی و یا گرانروی، استفاده از عامل روان کننده ی مناسب و غلظت دهنده می تواند نقش قابل توجهی در کسب خواص پر کنندگی و یکپارچگی مخلوط SCC داشته باشد. بدین نحو می توان ضمن کنترل نسبت آب به سیمان، خواص مد نظر برای بتن خود تراکم را حاصل نمود. افزایش میزان نخودی در طرح اختلاط B4 تاثیر مناسبی در بالا بردن مقاومت نمونه داشته. البته این افزایش در کنار دانه بندی فاقد گپ تاثیر مطلوب را دارا می باشد.

در مجموع با توجه به مقایسه بالا، از میان چهار نمونه پایه، نمونه ی B4 از حیث خواص خودتراکمی و همچنین مقاومت فشاری مناسب تر تشخیص داده می شود. لذا تغییرات مورد نظر در جایگزینی سنگدانه ها با خرده شیشه را بر روی نمونه B4 اعمال می نماییم و از این به بعد، این طرح را، "طرح مینا" می نامیم.

### ۸. طرح اختلاط نمونه جایگزین پودر شیشه

در این مرحله، اقدام به جایگزینی پودر سنگ طرح مینا با پودر شیشه با درصدهای جایگزینی ۳۰، ۵۰ و ۷۰ می نماییم. بدین نحو SF 30 به معنای طرحی است که در آن، ۳۰ درصد پودر سنگ طرح مینا با پودر شیشه ی جایگزین شده، SF 50 به معنی جایگزینی ۵۰ درصد و SF 70 به معنای جایگزین نمودن ۷۰ درصد پودر سنگ با پودر شیشه است. بر این اساس، طرح اختلاط رده ی SF بدین نحو معرفی می گردد:

جدول ۵- طرح های اختلاط مربوط به سری SF

نام طرح	پودر شیشه جایگزین SF(kg/m <sup>3</sup> )	سیمان C(kg/m <sup>3</sup> )	نخودی An(Kg/m <sup>3</sup> )	ماسه Am(kg/m <sup>3</sup> )	آب W(kg/m <sup>3</sup> )	روان کننده F(kg/m <sup>3</sup> )	پودر سنگ P(kg/m <sup>3</sup> )	غلظت دهنده VMA (kg/m <sup>3</sup> )
SF30	۲۷/۶	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۵	۱۴۵	۳	۶۴/۴	۰/۵
SF50	۴۶	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۵	۱۴۵	۳	۴۶	۰/۵
SF70	۶۴/۴	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۵	۱۴۵	۳	۲۷/۶	۰/۵

جدول ۶- خلاصه نتایج آزمایشات بتن تازه مربوط به نمونه های پایه

نام طرح	اسلامپ فلو(MM)	T50	T60	قیف V (S)	جمعیه L
SF30	790	2/5	5/3	6/2	0/91
SF50	815	1/7	3/8	4/8	0/95
SF70	845	1/3	2/5	4/3	1/1

### ۹. نتایج آزمایشات مربوط به بتن تازه خود تراکم نمونه جایگزین پودر شیشه

مقایسه نتایج انجام آزمایشات بتن خودتراکم نشان می دهد که با توجه به ثابت بودن نسبت آب به سیمان با افزایش درصد جایگزینی پودر شیشه میزان جذب آب مصالح کاهش می یابد. لذا آب اضافی موجود در ملات باعث شل شدن و در نهایت هنگام قالب گیری آب انداختگی ملاحظه می گردد. در نمونه های جایگزینی SF30 و SF50 رنج قابل قبولی برای بتن خودتراکم می باشد ولی در نمونه SF70 در برخی از آزمایشات اندکی خارج از حد مجاز قرار دارد.

جدول ۷- خلاصه ی نتایج مربوط به مقاومت ۷ و ۲۸ روزه سری SF

ردیف	نمونه	شماره نمونه	مقاومت ۷ روزه	مقاومت ۲۸ روزه	میانگین ۷ روزه	میانگین ۲۸ روزه
۱	SF30	۱	۱۴۸۰۰	۲۹۳۰۰	۱۴۸۳۳	۲۸۳۶۷
		۲	۱۴۲۰۰	۲۶۳۰۰		
		۳	۱۵۵۰۰	۲۹۵۰۰		
۲	SF50	۱	۱۰۱۰۰	۱۴۴۰۰	۱۰۲۰۰	۱۴۹۳۳
		۲	۱۰۷۰۰	۱۶۱۰۰		
		۳	۹۸۰۰	۱۴۳۰۰		
۳	SF70	۱	۵۸۰۰	۱۲۸۰۰	۶۲۳۳	۱۳۱۰۰
		۲	۶۳۰۰	۱۲۳۰۰		
		۳	۶۶۰۰	۱۴۲۰۰		



شکل ۵- شکست نمونه بتنی برای تعیین مقاومت فشاری

در مقایسه نتایج مقاومت مشخص می گردد که با افزایش پودر شیشه، شاهد کاهش مقاومت نمونه های ۷ روزه هستیم. که در نتایج آزمایشات بتن خود تراکم آب انداختگی نمونه جایگزین نمونه ۷۰ درصد ملاحظه گردید.

- ۱- در نمونه های جایگزین ۳۰ درصد پودر شیشه، نسبت افزایش مقاومت ۲۸ روزه به ۷ روزه ۹۱ درصد می باشد.
  - ۲- در نمونه های جایگزین ۵۰ درصد پودر شیشه، نسبت افزایش مقاومت ۲۸ روزه به ۷ روزه ۴۷ درصد می باشد.
  - ۳- در نمونه های جایگزین ۷۰ درصد پودر شیشه، نسبت افزایش مقاومت ۲۸ روزه به ۷ روزه ۱۱۰ درصد می باشد.
- نتایج نمونه ها نشان دهنده این است که با توجه به پایه سیلیکاتی بودن سیمان و ذرات پودر شیشه جایگزین پودر سنگ و همسان بودن این دو امکان ایجاد چفت و بست میان آن ها وجود داشته که باعث افزایش مقاومت نمونه ها میگردد (تا ۳۰ درصد جایگزینی).



## ۱۰. نتیجه گیری

با توجه به جایگزینی پودر شیشه ملاحظه گردید که تا ۳۰ درصد شاهد افزایش ۸۹ درصدی مقاومت ۲۸ روزه نسبت به مقاومت طرح مینا می باشیم. - در نسبت های ۵۰ و ۷۰ درصد شاهد کاهش مقاومت ۲۸ روزه نمونه ها نسبت به مقاومت طرح مینا هستیم. لذا مشخص می گردد که جایگزینی ۳۰ درصد پودر شیشه نسبت بهینه برای افزایش مقاومت بتن خودتراکم است. - در آنالیز این آزمایش حاصل می گردد که با توجه به تغییرات در نسبت های فیلر، گسیختگی در رنج اندازه و نوع مصالح فیلر ایجاد نموده ایم که هر چه این تفاوت بیشتر باشد شاهد کاهش مقاومت در نمونه ها هستیم. - در نمونه های ۷۰ درصد جایگزینی پودر شیشه در آزمایش جریان اسلامپ و قیف وی شاهد آب افتادگی در ترکیب بتن خودتراکم هستیم در نتیجه این درصد مناسب جهت استفاده نمی باشد.

## قدردانی

با سپاس فراوان از پرسنل محترم شرکت مهندسین مشاور سیوان سازان جنوب آزما و ساوانا بتن سانا در شهر شیراز که در انجام این پژوهش از راهنمایی های علمی خود دریغ ننمودند.

## مراجع

- [1] Okamura H and Ouchi M Application of self compacting concrete in Japan Proceeding of the first International RILEM self compacting concrete. Japan, (2000).
- [۲] شکرچی زاده م. علی لیبر ن. (۱۳۸۵). بتن خودتراکم. فروغی اصل ع. فامیلی هـ بررسی ویژگی های عمومی بتن خودتراکم و دلایل گسترش آن در دنیا. چاپ اول. تهران: انتشارات علم و ادب، ۱-۱۲.
- [3] EFNARC, "The European guidelines for Self-Compacting Concrete, specification, production and use", May 2005 <http://www.Efnarc.Org>
- [4] EFNARC, "Specification and Guidelines for. Self-Compacting Concrete". February 2002, Association House, 99 West Street, Farnham, Surrey GU9 7EN, UK.

- [۵] نشریه ض - ۷۰۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۳
- [۶] شکرچی زاده م. علی لیبر ن. ۱۳۸۵. بتن خود تراکم. شکرچی زاده م. علی لیبر ن. ماهوتیان م. محبی ع. بهرادی یکتا س. آزمایش بتن خود تراکم و تفسیر نتایج بدست آمده در برآورد پایداری بتن تازه. چاپ اول. تهران: انتشارات علم و ادب، ۱۰۱-۱۲۱.
- [۷] رنجبر، ملک محمد؛ مریم نامنویس؛ سید یاسین موسوی و سیمین السادات حسینی، ۱۳۹۲، بررسی تاثیر افزودن پودر شیشه ضایعاتی بر خواص مکانیکی ملات خودتراکم حاوی پرکننده های مختلف (G) -، پنجمین کنفرانس ملی بتن ایران، تهران، انجمن بتن ایران.

## Investigation of The Effect of The Part of Mineral admixture With Glass Powder On the Mechanical and efficiency of SCC

Javad Kashef<sup>1</sup>, Davod Ghaedian Rounizi<sup>2</sup>, Sahar Piraloo<sup>3</sup>

- 1- Master of Science in Structural Engineering, Islamic Azad University Abarkooh Branch
- 2- Instructor of Civil Engineering, Islamic Azad University Eghlid Branch
- 3- Expert of Development and research unit, sivan sazan Jonoub Azma & Savana Beton Sana Consulting Engineers Company, Master of Science in Structural Engineering

### Abstract

Self-compacting concrete advances is the most important factor in concrete technology, and in recent years the use of it has increased dramatically. Fluidity and high performance as well as the need for any mechanical vibration density is the main factor for popularity of this type of concrete. On the other hand, nowadays the presence of waste materials resulting from different physical and chemical process is one of the significant problems of industrial and developing countries. For the manufacture of glass have plenty of sand to be extracted from the earth that it takes much A lot of energy and water. In this laboratory research glass powder replace with 30, 50, 70 percentage mineral additives (as a base sample) and study on the effects of it on fresh concrete self- compacting properties as well as SCC resistance that is 7 and 28 days. In this study study, For Fluidity and efficiency measurement of fresh concrete, V bunker, L box and slump testing is evaluated. To search for 7 and 28 day compressive strength cube three samples are provide (10 x 10 cm) and were tested for each project. The results showed that by replacing the glass powder up to 30% the 28- days strength increased by 89% and for 50% and 70% ratios, 28-days strength of specimens decreased in comparison with basic strength.

**Keywords:** self-compacting concrete, concrete efficiency, glass powder, replacement percentage, compressive strength.