اثر کوتاه مدت و بلند مدت زئولیت بر مقاومت فشاری و کششی بتن نیمه سبک با استفاده از مصالح محلی استان سیستان و بلوچستان

عادل رضایی، دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان
رضا رهگذر، دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر، کرمان

Microb13@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۷ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۴/۰۷/۳۰

Archive of SID

چکیده:

سبک‌سازی یکی از مباحث نوین در مهندسی عمران و ساختمان می‌باشد به گونه‌ای که موضوع کاهش وزن تمام شده سازه با استفاده از تکنیک‌های نوین ساخت، مصالح جدید و بهینه‌سازی روش‌های اجرا انجام می‌پذیرد. با توجه به استفاده گسترده از بتن و آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف سیمان، محققان درصدد پژوهش‌های بیشتر در زمینه امکان جایگزینی بخشی از سیمان بوسیله پوزولان‌های طبیعی و مصنوعی، نانوذرات و غیره و بررسی تاثیر آنها بر خواص مکانیکی و دوام بتن می‌پردازند. در این مطالعه پوزولان طبیعی زئولیت به عنوان ماده جایگزین بخشی از سیمان با درصدهای مختلف ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد مورد بررسی قرار گرفته است و اثر کوتاه‌مدت و بلندمدت آن بر مقاومت فشاری و کششی بتن نیمه سبک در سنین ۳، ۵۶ و ۹۰ روزه مورد بررسی قرار گرفته است و با نمونه شاهد مقایسه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد مقاومت فشاری در نمونه‌های بتن نیمه سبک در سنین ۳ روزه و ۹۰ روزه با افزایش تا ۱۰ درصد زئولیت مقاومت افزایش یافته سپس روند کاهشی دارد اما در نمونه‌های ۵۶ روزه این حداکثر مقاومت مربوط به نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد زئولیت می‌باشد. در مورد مقاومت کششی نتایج نشان‌دهنده این است که زئولیت حتی در بالاترین سطح جایگزینی با سیمان تاثیر محسوسی بر مقاومت کششی ندارد.

کلیدواژگان: بتن نیمه سبک، زئولیت، مقاومت فشاری، مقاومت کششی

۱- مقدمه

امروزه در سراسر جهان مهندسان دریافته‌اند سبک‌سازی یکی از بهترین راه‌های علمی، عملی و اقتصادی برای کاهش خطرات ناشی از زلزله می‌باشد. ویژگی اصلی بتن سبک چگالی کمتر آن نسبت به بتن های سنتی می‌باشد. این ویژگی بتن سبک به عنوان راه حل مناسبی برای کاهش مشکلات ناشی از وزن زیاد سازه‌های بتنی و در عین حال حفظ سایر مزیت‌های بتن توسعه یافته است. از سوی دیگر با توجه به آنکه سابقه تولید سبکدانه صنعتی در ایران به بیش از سی سال قبل باز می‌گردد و علاوه بر آن منابع عظیم سبکدانه‌های طبیعی در کشور وجود دارد، اما کاربرد بتن سبک سازه‌ای در ایران بسیار محدود بوده، این موضوع دلایل متعدد دارد که یکی از مهمترین دلایل آشنا نبودن جامعه مهندسی کشور با ویژگی‌های این نوع از بتن هاست. از سوی دیگر با وجود منابع شناخته شده زئولیت طبیعی در ایران و فواید زیست محیطی جایگزینی بخشی از سیمان بوسیله این پوزولان ضرورت تحقیق بیشتر دراین مورد احساس می‌شود. در این

www.SID.ir

تحقیق با جایگزینی زئولیت به میزان ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ درصد مقدار سیمان تاثیر آن بر مقاومت فشاری و کششی نمونه‌های بتن نیمه سبک در سنین ۳، ۵۶ و ۹۰ روزه بررسی می‌گردد.

۲-زئولیت:

زئولیت یک ماده معدنی است که عمدتا از آلومیناسیلیکات تشکیل شده است و کاربرد تجاری عمده آن در صنایع به عنوان جاذب سطحی است. واژه زئولیت در سال ۱۷۵۶ توسط کانی‌شناس سوئدی اکسل فردریک کرونستد۱ ابداع شد. نام زئولیت از ترکیب دو واژه یونانی ZEO به معنای جوش و LITHOS به معنای سنگ تشکیل شده است. زئولیت‌ها از سیلیکات‌های داربستی و آبدار هستند که پیوند آبدار در آنها سست است بطوریکه در دمای پایین آب خود را از دست می‌دهند. زئولیت‌ها دارای منشا طبیعی بوده و به روش مصنوعی نیز قابل تولید هستند. به روش طبیعی در دریاچه‌های قلیایی و نمکی، آلتراسیون توفها، سیستم باز آب‌های زیرزمینی، خاک‌های محیط قلیایی و رسوبات عمیق دریا یافت می‌شوند. [۱]

زئولیت‌ها به دو نوع طبیعی و سنتزی تقسیم می‌شوند. تقریبا ۱۱۹ نوع زئولیت طبیعی شناسایی شده که بر اساس مورفولوژی و خواص شیمیایی و فیزیکی به هفت گروه عمده طبقه‌بندی می شوند. معمولترین زئولیتهای طبیعی عبارتند از: [۲]

1-Analcime 2- Chabazite 3- Clinoptilolite 4- Ferrierite 5- Erionite 6-Heulandite 7- Laumontite 8- Mordenite 9- Philipsite 10- Natrolite

از اوایل سال ۱۹۴۰ میلادی مطالعات برای سنتز زئولیت آغاز شد و در سال ۱۹۵۴ به روش هیدرمترال زئولیت A و X سنتز شد و در حال حاضر بالغ بر ۱۸۰ نوع زئولیت سنتز شده است که از دیگر زئولیت‌های سنتزی می‌توان زئولیتهای Y, L, Z5M5 و ... را عنوان نمود. این زئولیتها بیشتر در زمینه ساخت کاتالیزور ، شوینده و ساخت غربالهای مولکولی جهت تصفیه هوا، جداسازی مخلوطهای گازی و تفکیک محلول‌های آزئروپیک و به عنوان پیش ماده برای سرامیکهای آلومینا سیلیکات کاربرد دارد. [۳]

زئولیت‌های کلینوپتیلولیت در ایران غالبا از نوع سدیک و سدیک پتاسیک کلسیک همراه با مقادیری موردنیت و بتونیت می باشند، البته تعداد محدودی ذخایر ممتاز از نوع سدیک پتاسیک عاری از کانی موردنیت و بتونیت نیز در کشور وجود دارد. این ماده در صنعت بتن کشور بر خلاف کشورهایی چون چین و کشورهای اروپایی جدید می‌باشد و به تازگی تحقیقاتی روی این پوزولان صورت گرفته است در حالیکه در کشور چین سالانه بیش از ۲۰۰ ملیون تن سیمان تولید می‌شود و بیش از ۲۰٪ وزن این سیمان تولیدی با زئولیت مخلوط می شود، در حال حاضر بیشترین مصرف زئولیت در کشور چین در صنعت تولید سیمان آمیخته می‌باشد. همچنین با توجه به گزارش موسسه تحقیقاتی ROSKI بزرگترین بازار آینده زئولیت در استفاده از آن به عنوان پوزولان به جای قسمتی یا تمام سیمان پرتلند خواهد بود که از خواص مطلوب آن در بهبود خواص مکانیکی بتن گزارش می‌کند.[۴]

۳- برنامه آزمایشگاهی

طرح اختلاط بر اساس آیین‌نامه ACI جهت ساخت نمونه‌ها تهیه و در مجموع ۶۰ نمونه بصورت نمونه‌های مکعبی ۱۵*۱۵*۱۵ برای مقاومت فشاری در سنین ۳، ۵۶ و ۹۰ روزه، نمونه‌های استوانه‌ای به قطر ۱۵ سانتی‌متر و طول ۳۰ سانتی‌متر جهت مقاومت کششی در سنین ۳، ۵۶، ۹۰ روزه ساخته شد. عیار سیمان نمونه‌ها ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و نسبت آب به سیمان ۰/۵ در نظر گرفته شد. سیمان مورد استفاده سیمان تیپ دو سیستان می‌باشد که مشخصات آن در زیر آمده است:

1-Axel F Cronstent

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۱- ترکیب شیمیایی سیمان مورد استفاده

ترکیب شیمیایی		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Mgo	So_3	C_4AF	C_3A	C_3S	C_2S
مقدار استاندارد	-	۲۰<	۶>	۶>	۶>	۳>	۹	۶/۵	۵۵	۱۷/۵
مقدار موجود در نمونه	۶۲/۷۱	۲۱/۳۸	۵/۳۷	۳/۸۴	۱/۶۹	۲/۴۸	۱۱/۷	۷/۷۳	۴۴/۱۱	۲۷/۶۶

سنگدانه طبیعی مورد استفاده در طرح اختلاط از نوع ماسه طبیعی است که با وزن مخصوص ظاهری ۲/۶۳ و وزن مخصوص واقعی ۲/۵۷ از معدن شیرآباد زاهدان و دانه‌بندی استاندارد ۰-۴/۷۵ تهیه شده است.

نمونه‌ها با آب شرب زاهدان تهیه و نگهداری شده‌اند که مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن در زیر آمده است:

جدول ۲ -ترکیب شیمیایی آب مورد استفاده

مشخصات	شوری	PH	CO_3	HCO_3	CL	SO_4	Ca	Mg	Na	سختی کل	املاح محلول	جذب سدیم	سدیم محلول
آب شرب زاهدان	۵۷۷۰	۷/۴	۰	۳۳۵	۹۸۳	۱۳۸۹	۱۸۶	۱۸۱	۸۷۴	۱۲۰۷	۳۶۹۳	۱۰/۹	۶۱/۱

سبکدانه مورد استفاده در ساخت کلیه مخلوطها لیکای ساخت کارخانه لیکا می‌باشد. چگالی سبکدانه‌ای لیکا با توجه به دانه‌بندی مطابق جدول زیر می باشد:

جدول ۳- مشخصات لیکا

دانه بندی	وزن مخصوص حقیقی خشک	وزن مخصوص حقیقی اشباع	وزن مخصوص ظاهری
ریز ۰-۲/۳میلی متر	۱۰۶۷	۱۱۹۰	۱۲۰۶
میانه ۲/۳-۴/۷۵میلیمتر	۸۵۸	۹۶۸	۹۶۴
درشت ۴/۷۵-۱۲/۵ میلیمتر	۶۵۶	۷۴۳	۷۱۶

آنالیز شیمیایی لیکا

جدول نتایج آزمایش شیمیایی دانه‌های لیکا را نشان می‌دهد.
آزمایشات انجام شده نشان داده است PH دانه‌های ۷/۲ می‌باشد و دانه‌ها از نظر شیمیایی خنثی می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۴- آنالیز شیمیایی لیکا

Sio2	۶۶/۰۵	MgO	۱/۹۹	SiO3	۰/۰۳
Al2O3	۱۶/۵۷	TiO2	۰/۷۸	Na2O	۰/۶۹
Fe2O3	۷/۱۰	P2O5	۰/۳۱	K2O	۲/۶۹
CaO	۲/۴۶	MnO	۰/۰۹	مجموع	۹۸/۶۶

زئولیت:

زئولیت مورد نظر از شرکت نگین پودر سمنان (محل کارخانه در مهدی‌شهر) تهیه شده است که مطابق با استاندارد ۳۴۳۳ مورد تایید مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن می‌باشد خواص فیزیکی و شیمیایی نمونه زئولیت به شرح زیر است.

جدول ۵- نتایج پوزولان زئولیت

آزمایش های شیمیایی	ویژگی های استاندارد ملی شماره ۳۴۳۳	نتایج آزمایش پوزولان زئولیت
$Al_2O_3+Sio_2+Fe_2O_3$(درصد)	حداقل ۷۰	۸۱/۹۳
So_3 (درصد)	حداکثر ۴	۰
درصدرطوبت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد (درصد)	حداکثر ۳	۳/۸۳
درصد کاهش وزن براثر سرخ شدن	حداکثر ۱۰	۹/۳۳
درصدقلیایی های دردسترس	–	۱۰/۵

آزمایش های فیزیکی	ویژگی های استاندارد ملی شماره۳۴۳۳	نتایج آزمایش پوزولان زئولیت
درصد اندیس هیدرولیکی	حداقل	
۷ روزه	۷۵	۱۲۶/۵
۲۸ روزه	۷۵	۱۶۹
درصد مانده روی الک ۴۵ میکرن	حداکثر ۳۴	۷/۳
درصد انبساط و انقباض (آزمایش اتوکلاو)	حداکثر ۰/۸	۰/۱

فوق روان‌کننده:

در این پژوهش اسلامپ تمامی نمونه‌ها در محدوده ۳-۵ سانتی متر حفظ شده است. با توجه به اینکه استفاده از زئولیت روانی بتن را کاهش می‌دهد استفاده از روان‌کننده اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. بدین منظور مقدار درصد فوق روان‌کننده برای طرح‌های اختلاط مختلف به شرح زیر می‌باشد:

نمونه شاهد: ٪.

نمونه حاوی ۵٪ زئولیت: ۰٫۵٪ مقدار سیمان فوق روان‌کننده

نمونه حاوی ۱۰٪ زئولیت: ۱٪ مقدار سیمان فوق روان‌کننده

نمونه حاوی ۱۵٪ زئولیت: ۱٫۵٪ مقدار سیمان فوق روان‌کننده

نمونه حاوی ۲۰٪ زئولیت: ۱٫۸٪ مقدار سیمان فوق روان‌کننده

فوق روان کننده مورد استفاده (super plasticizer 260) ساخت شرکت نامیکاران می باشد که مطابق با استاندارد ASTM C494 Type F و استاندارد ۲۹۳۰ نوع (ز) است. [۵]

مشخصات فنی : رنگ قهوه ای تیره

نوع: دیسپرسیون پلیمری وزن مخصوص:۱/۱۲ کیلوگرم بر لیتر

با جایگزینی مقدار زئولیت ۵ طرح اختلاط مختلف به شرح زیر بدست می‌آید:

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۶- طرح اختلاط مورد استفاده در تحقیق

نمونه ها	نسبت آب به سیمان	عیارسیمان (کیلوگرم بر متر مکعب)	پوزولان جایگزین (کیلوگرم بر متر مکعب)	مقدار آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	فوق روان کننده (کیلوگرم بر متر مکعب)
شاهد	۰/۵	۴۰۰	۰	۲۰۰	۰
زئولیت ۵٪	۰/۵	۳۸۰	۲۰	۲۰۰	۲
زئولیت ۱۰٪	۰/۵	۳۶۰	۴۰	۲۰۰	۴
زئولیت ۱۵٪	۰/۵	۳۴۰	۶۰	۲۰۰	۶
زئولیت ۲۰٪	۰/۵	۳۲۰	۸۰	۲۰۰	۷/۵

به منظور ساخت نمونه‌های فوق الذکر به روش زیر عمل شده است:

در ابتدا مصالح سنگی درشتدانه (لیکا) در داخل میکسر ریخته و سپس مصالح ریزدانه شامل ماسه به آن اضافه شده و به مدت ۲ دقیقه با هم مخلوط می‌شود، بعد از این زمان سیمان، زئولیت به همراه یک سوم از آب مخلوط در داخل میکسر ریخته و حدود ۲ دقیقه مخلوط میشوند. بعد از این زمان بقیه آب همراه با میزان فوق روان‌کننده در نظر گرفته شده (در حالتی که آب و فوق روان‌کننده با هم مخلوط شده‌اند) به آرامی در حالی که میکسر در خال گردش است به آن اضافه می‌شود و این روند به مدت ۳ دقیقه ادامه می‌یابد.

۴- آزمایشات

۴-۱- آزمایش مقاومت فشاری:

آزمایش مقاومت فشاری مطابق استاندارد ASTM C39 به روش مخرب بر روی نمونه‌های ۱۵*۱۵*۱۵ سانتی‌متر در سنین ۳، ۵۶، ۹۰ روزه با توجه به شرایط عمل‌آوری ۲۴ ساعت در قالب و سپس در حوضچه آب صورت گرفت.

۴-۲- آزمایش مقاومت کششی

از آنجا که اعمال کشش تک محوری به نمونه بتنی مشکل است مقاومت کششی بتن بوسیله روش‌های غیر مستقیم تعیین می‌شود. این روش مقادیر مقاومتی را نتیجه می‌دهد که بیشتر از مقدار مقاومت کشش واقعی تحت بارگذاری تک محوری می‌باشد[۶] آزمایش مقاومت کشش برزیلی بتن مطابق استاندارد ASTM C496 بر روی نمونه‌های استوانه ای ۱۵*۳۰ سانتی‌متر با شرایط عمل‌آوری ۲۴ ساعت درقالب وسپس در حوضچه آب برروی سنین ۳، ۵۶، ۹۰ روزه صورت گرفت، نمونه‌های استوانه‌ای مورد آزمایش بصورت افقی در دستگاه قرار گرفته و با استفاده از دو صفحه بارگذاری می‌شود. تا استوانه در اثر نیروی کششی به دو نیم تقسیم شود و توانایی انتقال نیرو را نداشته باشد مقدار نیروی کششی از روی صفحه دیجیتال خوانده و یادداشت می‌شود. مقاومت کششی دو نیم‌شدگی در سطح نمونه انجام می‌شود. سپس نیروی قائمی با سرعت ثابت توسط دستگاه به نمونه استوانه‌ای اعمال می‌شود. تا استوانه در اثر نیروی کششی به دو نیم تقسیم شود و توانایی انتقال نیرو را نداشته باشد مقدار نیروی کششی از روی صفحه دیجیتال خوانده و یادداشت می‌شود و Fst از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Fst=\frac{2p}{LD}$$

که در آن:

P=بار حداکثر

L= طول نمونه

D= قطر نمونه

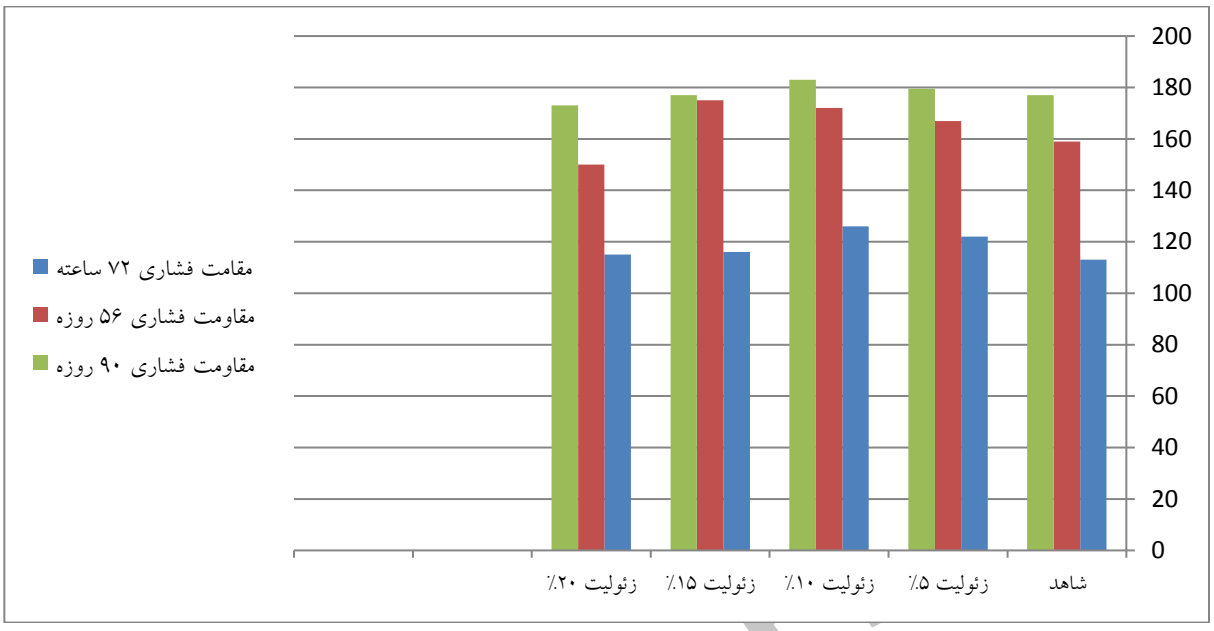
۵-ارایه نتایج و تحلیل آنها

مقاومت فشاری:

جدول۷- مقاومت فشاری نمونه ها در سنین مختلف (بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع)

نام طرح	مقاومت فشاری ۳ روزه	مقاومت فشاری ۵۶ روزه	مقاومت فشاری ۹۰ روزه
شاهد	۱۱۳	۱۵۹	۱۷۷
زئولیت ۵٪	۱۲۲	۱۶۷	۱۷۹/۵
زئولیت ۱۰٪	۱۲۶	۱۷۲	۱۸۳
زئولیت ۱۵٪	۱۱۶	۱۷۵	۱۷۷
زئولیت ۲۰٪	۱۱۵	۱۵۰	۱۷۳

Archive of SID
www.SID.ir



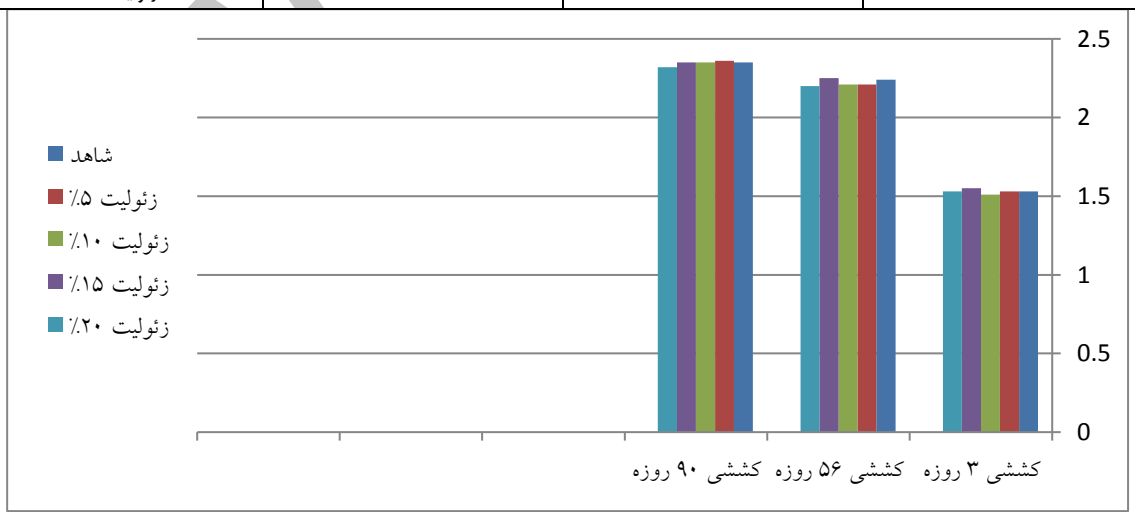
شکل۱- تغییرات مقاومت فشاری بر حسب درصدهای مختلف زئولیت در سنین مختلف (کیلوگرم بر سانتی متر مربع)

همانطور که مشاهده می‌گردد با افزایش درصد زئولیت مقاومت فشاری نمونه‌ها افزایش می‌یابد. برای نمونه‌های ۷۲ ساعته این افزایش تا افزودن ۱۰ درصد افزایش می‌یابد و سپس روند کاهشی دارد. برای نمونه‌های ۵۶ روزه روند افزایش تا ۱۵ درصد می‌باشد و سپس روند کاهشی دارد، و برای نمونه‌های ۹۰ روزه افزایش تا ۱۰ درصد می‌باشد و سپس روند کاهشی می‌باشد.

مقاومت کششی:

جدول۸- مقاومت کششی نمونه ها بر حسب مگا پاسکال

نام طرح	مقاومت کششی ۳ روزه	مقاومت کششی ۵۶ روزه	مقاومت کششی ۹۰ روزه
شاهد	۱/۵۳	۲/۲۴	۲/۳۵
زئولیت ۵٪	۱/۵۳	۲/۲۱	۲/۳۶
زئولیت ۱۰٪	۱/۵۱	۲/۲۱	۲/۳۵
زئولیت ۱۵٪	۱/۵۵	۲/۲۵	۲/۳۵
زئولیت ۲۰٪	۱/۵۳	۲/۲	۲/۳۲



شکل ۲- تغییرات مقاومت کششی بر حسب درصدهای مختلف زئولیت در سنین مختلف (مگاپاسکال)

www.SID.ir

همانطور که مشاهده می‌گردد افزایش زئولیت تغییر محسوسی در مقاومت کششی نمونه‌های بتن نیمه سبک ایجاد نمی‌کند.
در نمونه‌های استوانه‌ای بتن نیمه سبک حاوی ۵ ٪ زئولیت مقاومت کششی مقاومت کششی ۳ روزه تغییری نسبت به نمونه شاهد ندارد، در نمونه‌های ۵۶ روزه کاهش ۱ ٪ و در نمونه‌های ۹۰ روزه افزایش ۰/۰۵٪ را می‌بینیم.

۶-نتیجه‌گیری:

با توجه به مشاهدات و بررسی‌های انجام شده از آزمایشات می توان به طور خلاصه نتایج زیر را بیان کرد:
۱- با انجام آزمایش مقاومت فشاری روی نمونه‌های بتن نیمه سبک مشاهده می‌شود نمونه‌های حاوی ۱۰٪ زئولیت جایگزین بخشی از سیمان در سنین ۷۲ ساعته و ۹۰ روزه بیشترین مقاومت فشاری را دارند و در سن ۵۶ روزه بیشترین مقاومت فشاری مربوط به نمونه‌های حاوی ۱۵٪ زئولیت می‌باشد، با افزایش زئولیت بیش ازین مقادیر مقاومت کاهش می‌یابد.
۲- دلیل افزایش مقاومت فشاری رامی‌توان به تولید ژل‌های سیلیکاتی ناشی از واکنش‌های پوزولانی و بهبود ساختار حفرات نسبت داد.
۳- مقاومت فشاری نمونه‌های حاوی درصدهای مختلف جایگزینی زئولیت با درصدهای ۵، ۱۰، ۱۵ درصد زئولیت در سن ۳ روز بیشتر از نمونه شاهد می‌باشد که نشان از واکنش‌پذیری خوب پوزولان در این سن با وجود سیمان کم می‌باشد.
۴- بیشترین شیب رشد مقاومت از سن ۳ روزه تا ۵۶ روزه مربوط به نمونه‌های حاوی ۱۵٪ زئولیت می‌باشد که نشان‌دهنده افزایش مقاومت ناشی از فعالیت پوزولانی می‌باشد.
۵ – کمترین شیب رشد مقاومت از سن ۳ روزه تا ۵۶ روزه مربوط به نمونه‌های حاوی ۵ ٪ زئولیت می‌باشد.
۶ – بیشترین افزایش شیب مقاومت بین سنین ۵۶ و ۹۰ روزه مربوط به نمونه حاوی ۲۰ ٪ زئولیت و کمترین شیب مابین این بازه زمانی مربوط به نمونه‌های حاوی ۱۵ ٪ زئولیت می‌باشد که نشان‌دهنده این است نمونه‌های حاوی ۱۵ ٪ زئولیت بیشترین رشد مقاومت فشاری خود را تا قبل از سن ۹۰ روزه کسب نموده‌اند.
۷ – با انجام آزمایش مقاومت کششی روی نمونه‌های بتن نیمه سبک مشاهده می‌شود افزایش زئولیت تاثیر محسوسی در افزایش مقاومت کششی نمونه‌های ۷۲ ساعته، ۵۶ و ۹۰ روزه حتی در بالاترین میزان جایگزینی زئولیت ندارد.
۸- بررسی شیب نمودارها در سنین مختلف نشان دهنده آن است که تمامی نمونه‌های حاوی زئولیت تقریباً با شیب اندکی بیشتر از نمونه شاهد رشد مقاومتی از سن ۳ روزه به ۵۶ روزه را نشان می‌دهد اما افزایش شیب در سنین ۵۶ به ۹۰ روزه تقریباً همه نمونه‌ها شرایط یکسان دارد.

۷-منابع:

۱-- بهفرنیا، کیاچهر، ۱۳۸۸، " بررسی خصوصیات مکانیکی بتن حاوی زئولیت"، اولین کنفرانس ملی بتن.
2-Ghobarkar, H. Schaf, O. Goth, U. (1999), “Zeolite from kitchen to space”, Volume27, pp: 29-37, Progress in Soild State Chemistery.
3-Chandrasekhar, S. and Pramada, P. (2001), “Singtring Bihavior of Calcium Exchange Low Silica Zeolites synthesized from kaolin”, Volume27, Issue1, pp: 105-114, Ceramic International.
4-Sammy, Y. N. Chan and Xihuang J. (1999), “Comparative study of Initial Surface Absorption and chloride Diffusion of High Performance Zeolite”, Volume21, issue4, pp: 273-300, Cement and Concret.
۵-کاتالوگ فوق روان‌کننده شرکت نامیکاران.
۶-رمضانپور، ع، ۱۳۹۳"تکنولوژی بتن"، نگارنده دانش چاپ سوم.

Archive of SID
www.SID.ir

The effect of long term and short term of zeolite on the tensile and pressure strenght of half light weight concrete with materials of sistan and baluchestan

Adel Rezaee
Department of Civil Engineering, Islamic Azad University, Zahedan Branch, Zahedan, Iran
Reza Rahgozar
Associate Professor, Department of Civil Engineering, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

ABSTRACT

Light weight construction is one of topics in civil engineering, the topic of reducing weight of structure achieves by use of new technique stuction and optimization of procedure construction. Consideration to wide use of concrete and enviromental pollution to the reason of using cement, investigators are trying to replacement of a part of cement by natural and artifitial pozzolan and nano particle and etc.
In this study natural pozzolan zeolite as replacement admixture with different percents 0, 5, 10, 15, 20 investigated and longterm and short term effects on the compression and tensile strenght on half light weight concrete at the age 3, 56, 90 days were studied and compared with control specimen. Result shows that 5% and 10% replacement of zeolite improve compression strength at the age of 3, 90 days, and for age of 56 days most improvement is related to 15% replacement by zeolite.

Key words: half light weight concrete, natural pozzolan zeolite, compression strength, tensile strenght

Archive of SID

www.SID.ir