بررسی میزان جذب نفت سفید وتأثیر آن بر مقاومت فشاری در بتن معمولی و حاوی پوزولان طبیعی زئولیت

محمدحسن برازنده[۱]، ،محمدرضا سهرابی[۲]،حمید وارسته پور[۳]، ایمان سلیمانی مقدم[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد زاهدان

۲- استادیار،دانشگاه سیستان و بلوچستان

۳- عضو هیئت علمی مؤسسه آموزش عالی صنعت آب و برق

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد زاهدان

09153113936 hasanbarazande@yahoo.com

چکیده:

از جمله پیشرفت های علمی که در چند سال اخیر صورت گرفته،تغییرمخازن فولادی به مخازن بتن مسلح برای ذخیره محصولات نفتی میباشد.هدف از تغییر فولاد به بتن به علت هزینه تعمیر و نگهداری و مقاومت در برابر آتش و انفجار در زمان جنگ بوده است.اکنون اکثر مخازن بتنی برای ذخیره نفت در زیر آب بکار میروند مانند:زمینهای نفتی ساحلی و مخازن مدفون در خاک.با وجود استفاده گسترده از بتن،محققان را به پژوهش بیشتر در خصوص تولید بتنی با مقاومت و دوام بالا سوق داد. از جمله راه حل ها،استفاده از افزودنی ها و پوزولانهای طبیعی و مصنوعی در بتن میباشد.زمانیکه پوزولانها در سیمان حضور دارند میتوانند بتدریج با آهک موجود در خمیر سیمان و آب واکنش داده و هیدرات های سیلیکاتی مناسب را به صورت ژل چسباننده تولید کنند که سبب افزایش مقاومت و بهبود سایر خواص مکانیکی خمیر سیمان میگردد.کلینوپتیلولیت رایج ترین زئولیت طبیعی به عنوان پوزولانی که از طریق جایگزینی با سیمان پورتلند در ترکیب بتن استفاده نموده تا بتوان اثر آن را بر دوام بتن تازه و سخت شده بررسی نمود.

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر نفت سفید بر بتن معمولی و حاوی پوزولان زئولیت صورت گرفته است.در مرحله نخست تأثیر جایگزینی سیمان با زئولیت(کلینوپتیلولیت)بر مقاومت۲۸ روزه ارزیابی شده و در مرحله ی بعد نمونه های شاهد و درصدهای مختلفی از این پوزولان پس از ۲۸ روز عمل آوری در سه دوره زمانی۶۰،۴۲،۷ در نفت سفید قرار میگیرد.سپس مقاومت فشاری و درصد جذب اندازه گیری و مقایسه میشود.نتایج نشان میدهد که پوزولان زئولیت باعث بهبود مقاومت فشاری۲۸روزه میگردد.همچنین با قرارگیری نمونه ها در محیط نفت سفید،شاهد کاهش مقاومت خواهیم بود.با افزایش زمان غوطه وری در نفت سفید،میزان دوام و مقاومت بتن با طرحهای مختلف کاهش می یابد ولی برای سطح جایگزینی ۱۰ درصد زئولیت،کمترین افت مقاومت و برای سطح جایگزینی ۲۰ درصد بیشترین افت،در ۶۰ روز نسبت به طرح شاهد در مدت زمان غوطه وری یکسان بدست میدهد،که نشان از بهبود دوام بتن دارد.میزان درصد جذب بتن با افزایش زمان غوطه وری افزایش می یابد.در طرح های مختلف هرچه میزان جذب نفت بیشتر باشد کاهش مقاومت نیز افزایش می یابد.

واژه های کلیدی: بتن،پوزولان زئولیت،نفت سفید،مقاومت فشاری، جذب نفت

۱. مقدمه

با توجه به توسعه صنعتی و پیشرفت هایی که در چند صد سال اخیر به وجود آمده است هر روزه تحقیقات بیشماری جهت تسریع این روند صورت می گیرد. مسلماً یکی از پیشرفت های علمی مورد توجه در جهان موضوع عمران و مطالب فراوان پیرامون آن می باشد. در صنعت عمران بیشتر توجه شامل استفاده از فولاد، بتن و مزایا و معایب آن گردید. . با توجه به گستردگی مصرف بتن در ساخت سازه های مختلف و وجود خطراتی از قبیل زلزله ، باد و ... ، از ابتدای ساخت سیمان و بتن ،بشر همیشه در زمینه تولید بتنی با خواص مطلوبتر تلاش کرده است. هدف نهایی این تلاش ها تولید بتنی با تراکم و انسجام بهتر و البته اقتصادی تر بوده است. وجود مخازن بتنی و مدفون در خاک (بتنی) که فراورده های نفتی در تماس مستقیم با آن بوده و همچنین لوله های انتقال حاوی فرآورده های نفت در پالایشگاه ها ، سکوها و ریزش محصولات نفتی بر کف های بتنی موجب انجام تحقیقات تأثیر فرآورده های نفتی بر بتن شده است.از جمله خصوصیات بتن که در طراحی سازه ها حائز اهمیت می باشد داشتن مقاومت بالاتر و کاهش هزینه های اقتصادی می باشد از جمله راه حل هایی که محققان برای این امر در نظر گرفتند، استفاده از افزودنی ها و پوزولان های طبیعی و مصنوعی در بتن بوده تا موجب بهبود خواص مکانیکی،دوام،کاهش هزینه ها گردد و اثر زیانبار آنها را خنثی نماید. حضور پوزولان ها در سیمان می تواند بتدریج،باعث شود آهک موجود در خمیر سیمان با آب واکنش فازهای آلیت و بلیت ایجاد نماید و در محیط مرطوب ترکیب شوند و هیدرات های سیلیکاتی مناسب را به صورت ژل چسباننده تولید کنند. تولید این مواد چسباننده به مرور زمان فضاهای خالی را پر می کنند زیرا حجم آن از مواد اولیه بیشتر است . همچنین کاهش فضای خالی موجب افزایش نفوذ ناپذیری خمیر شده و جذب آب خمیر سیمان کم می گردد و دوام آن در برابر حملات شیمیایی بدلیل نفوذ کمتر آب افزایش می یابد.[۱و۲]

مطمئناً وقتی پوزولان ها جایگزین سیمان شوند جهت انجام واکنشهایی تکمیلی ، پوزولان ها باید منتظر تولید هیدروکسید کلسیم بمانند و به همین دلیل گیرش اولیه و نهایی سیمانهای آمیخته پوزولانی اندکی طولانی تر می شود و مقاومت های اولیه بمیزان حدود ۵ تا ۱۵ درصد (بسته به درصد پوزولانی مصرفی) کاهش می یابد.[۳]

بر اساس تحقیقات گذشته نتایج مبین میزان بالای جذب نفت در مراحل اولیه غوطه وری و کاهش آن با گذشت زمان را نشان میدهد . جذب بالا در مراحل اولیه بدلیل خشک بودن نمونه قبل از غوطه وری و چسبندگی کم نفت خام به کار رفته مربوط است. در آزمایش مقاومت فشاری پس از ۶۰ روز غوطه وری (تحت بارگذاری کوتاه مدت) حدود ۱۲/۲۵ درصد در مقایسه با نمونه های غیرغوطه ور کاهش مقاومت داشته است.[۴]

در این مقاله از پوزولان طبیعی زئولیت از نوع کلینوپتیلولیت در معادن سمنان استفاده شده است.زئولیت در بتن سبب افزایش مقاومت،دوام و کاهش نفوذپذیری میگردد.

۲. برنامه آزمایشگاهی

در این تحقیق از پودر پوزولان زئولیت(کلینوپتیلولیت) به عنوان مواد جایگزین با سیمان در بتن مورد استفاده قرار گرفته است.این پوزولان با نسبت های ۲۰،۱۰،۵،۰ درصد وزنی سیمان استفاده و جایگزین شده است.جهت تعیین نسبت های اختلاط اجزای تشکیل دهنده بتن از روش وزنی مطابق آیین نامه ACI استفاده شده است.[۵]ابعاد قالب های مکعبی برای تعیین مقاومت فشاری نمونه های بتنی ۱۵*۱۵*۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شده است.این تحقیق شامل دو مرحله بوده،در مرحله اول تمامی نمونه ها به مدت ۲۸روز عمل آوری شده و میزان مقاومت فشاری برای هر طرح اختلاط تعیین میشود. مرحله دوم تمامی نمونه ها در سه دوره زمانی۷،۴۲و۶۰ روزه در نفت سفید غوطه ور میگردد.با تعیین میزان افت مقاومت و درصد جذب به بررسی تأثیرنفت سفید بر بتن و نقش جایگزینی این پوزولان طبیعی می پردازیم.

۳. مصالح مصرفی

دانه بندی ماسه و شن مصرفی مطابق ملزومات استاندارد ASTM و بترتیب در محدوده ی ۰-۴/۷۵ میلیمتر و ۲۵-۴/۷۵ میلیمتر می باشد.مصالح سنگی مورد استفاده از نوع شکسته انتخاب و مدول نرمی ماسه ۳/۱۴ می باشد.پودر پوزولان زئولیت موجب کاهش کارایی گردیده،که برای رسیدن به اسلامپ مورد نظر از فوق روان کننده با عنوان تجاری Econex بر پایه کربکسیلاتی استفاده شده است.در این تحقیق سیمان پرتلند نوع۲ بکار برده شده است.آنالیز شیمیایی سیمان و پوزولان در جدول ۱ و ۲، ویژگی های فیزیکی مکانیکی سنگدانه در جداول ۳ الی ۶، جدول ۷ نسبت های اختلاط ارائه گردیده است.

جدول(۱)نتایج آنالیز شیمیایی سیمان پرتلند تیپ۲[۶]

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	SO_3	LOI
٪۲۲/۴۶	٪۴/۵	٪۳/۵۱	٪۲/۸۸	٪۶۲/۵۱	٪۲	٪۱/۲۸

جدول(۲)نتایج آنالیز شیمیایی زئولیت(کلینوپتیلولیت)[۷]

SiO_2	Al_2O_3	Na_2O	K_2O	CaO	Fe_2O_3	LOI
٪۶۸/۵	٪۱۱	٪۳/۸	٪۴/۴	٪۰/۶	٪۰/۲-٪۰/۹	٪۱۰-٪۱۲

حداقل فعالیت پوزولانی بر اساس C618 که برابر با مجموع، SiO_2، Al_2O_3، Fe_2O_3 می بلاشد،۷۰ درصد بوده که برای پوزولان زئولیت این مقدار برابر با ۷۹/۵ می باشد.

جدول(۳)مشخصات فیزیکی ریزدانه

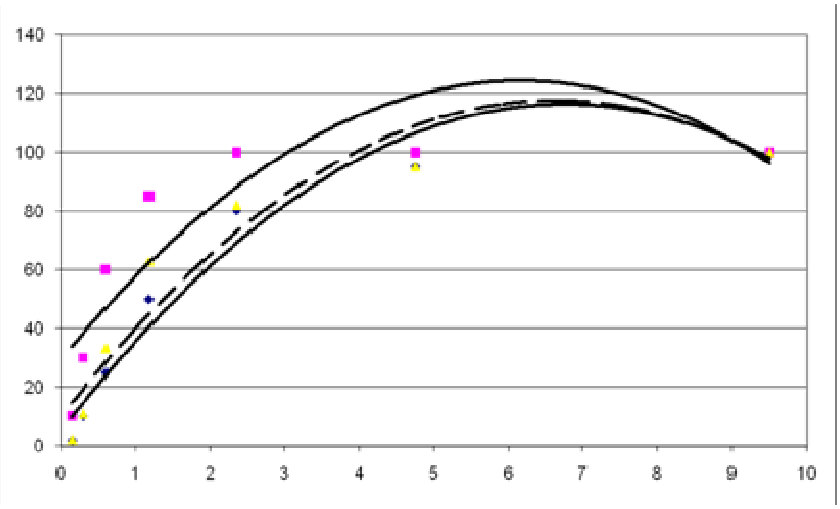
مشخصات فیزیکی	چگالی ماسه	درصد رطوبت ماسه در حالت طبیعی	درصد جذب آب ماسه در حالت اشباع	مدول نرمی ماسه اصلاح شده
شماره استاندارد ASTM	GFA	ωFA	ωSSD, FA	FM
	C128	C566	C128	C136
مقادیر حاصل	۲/۶۶	٪۱/۲۱	٪۲	۳/۱۴

جدول(۴) مشخصات فیزیکی شن

مشخصات فیزیکی	وزن مخصوص خشک میله خورده	چگالی شن	درصد رطوبت شن در حالت طبیعی	درصد جذب آب شن در حالت اشباع
شماره استاندارد ASTM	$\gamma(\frac{kg}{m^3})$	GCA	ωCA	ωSSD,CA
	C29	C127	C566	C127
مقادیرحاصل	۱۶۹۳/۳۳	۲/۷	۰	٪۰/۶۵

جدول(۵) نتایج دانه بندی ماسه

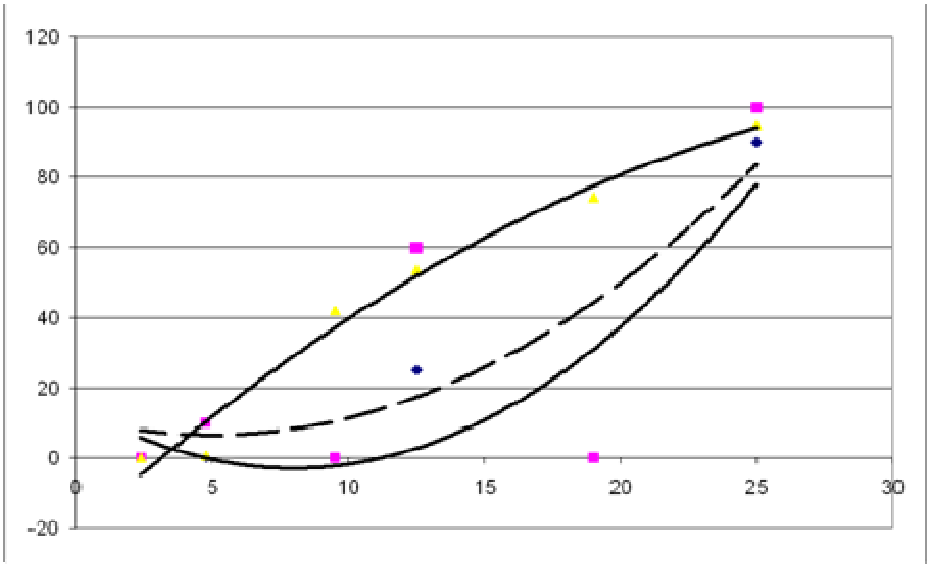
شماره الک	وزن مانده روی الک(gr)	درصد مانده روی الک	درصد تجمعی مانده روی الک	درصد تجمعی رد شده از الک	محدوده مجاز
۳/۸اینچ	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰
نمره۴	۹۱	۴/۹۸	۴/۹۸	۹۵/۰۲	۹۵-۱۰۰
نمره۸	۲۳۷	۱۲/۹۷	۱۷/۹۵	۸۲/۰۵	۸۰-۱۰۰
نمره۱۶	۳۵۲	۱۹/۲۶	۳۷/۲۱	۶۲/۷۹	۵۰-۸۵
نمره۳۰	۵۳۷	۲۹/۳۹	۶۶/۶	۳۳/۴	۲۵-۶۰
نمره۵۰	۴۱۱	۲۲/۴۹	۸۹/۰۹	۱۰/۹۷	۱۰-۳۰
نمره۱۰۰	۱۵۷	۸/۵۹	۹۷/۶۸	۲/۳۲	۲-۱۰



شکل(۱) منحنی دانه بندی ماسه مصرفی

جدول(۶) نتایج دانه بندی شن

شماره الک	وزن مانده روی الک(gr)	درصد مانده روی الک	درصد تجمعی مانده روی الک	درصد تجمعی رد شده از الک	محدوده استاندارد
۱ اینچ	۳۹۱	۵/۲۱	۰	۹۴/۷۹	۹۰-۱۰۰
$\frac{3}{4}$اینچ	۱۵۳۰	۲۰/۴	۲۵/۶۱	۷۴/۳۹	-
$\frac{1}{2}$اینچ	۱۵۵۹	۲۰/۷۸	۴۶/۳۹	۵۳/۶۱	۲۵-۶۰
$\frac{3}{8}$اینچ	۸۷۰	۱۱/۵۹	۵۷/۹۸	۴۲/۰۲	-
نمره۴	۳/۰۶	۴۱/۳۹	۹۹/۳۷	۰/۶۳	۰-۱۰
نمره۶	۴۶	۰/۶۱	۹۹/۹۸	۰/۰۲	-
نمره۸	۲	۰/۰۲۶	۱۰۰/۰۰	۰	۰



شکل (۲) منحنی دانه بندی شن مصرفی

جدول (۷) نسبتهای اختلاط بتن (Kg/m^3)

طرح	ماسه	شن	سیمان	آب	فوق روان کننده	پوزولان زئولیت
C	۹۹۰	۸۱۰	۴۰۰	۱۶۰	-	-
CZ5	۹۹۰	۸۱۰	۳۸۰	۱۶۰	۰/۷۶	۲۰
CZ10	۹۹۰	۸۱۰	۳۶۰	۱۶۰	۱/۲۲۴	۴۰
CZ20	۹۹۰	۸۱۰	۳۲۰	۱۶۰	۱/۲۸	۸۰

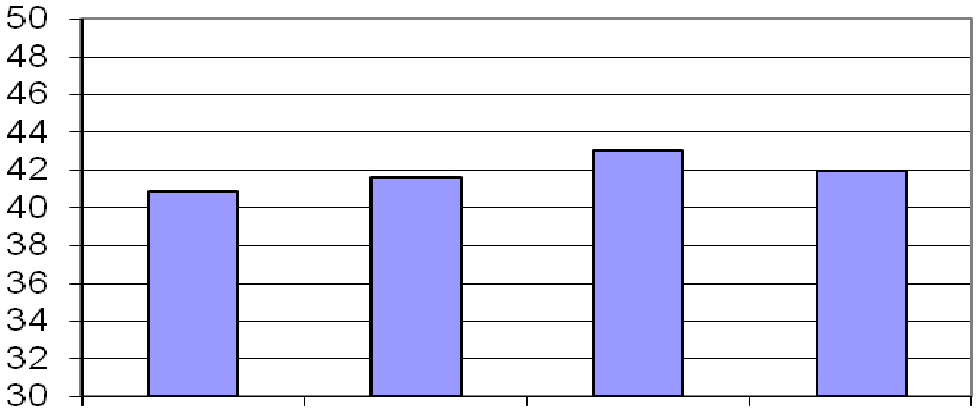
۴. نتایج آزمایش ها و بررسی آنها

در جدول (۸) نتایج مربوط به اسلامپ، میزان مصرف فوق روان کننده، مقاومت فشاری ۲۸ روزه در آب و نفت سفید مشاهده میشود. لازم به توضیح می باشد که C،نشانه بتن شاهد و Z بیانگر پوزولان زئولیت می باشد.

جدول(۸) نتایج مربوط به آزمایش اسلامپ، مقاومت فشاری ۲۸ روزه و ۷ ، ۴۲، ۶۰ روزه غوطه ور در نفت سفید

طرح	اسلامپ (cm)	فوق روان کننده	مقاومت فشاری ۲۸ روزه(Mpa) در آب	مقاومت فشاری ۷ روزه (Mpa) در نفت	مقاومت فشاری ۴۲ روزه(Mpa) در نفت	مقاومت فشاری ۶۰ روزه(Mpa) در نفت
C	۸/۵	-	۴۰/۸۵	۳۹/۹۱	۳۸/۹۹	۳۷/۷۲
CZ_5	۸/۵	٪۰/۲	۴۱/۶۱	۴۲/۵۶	۴۱/۱۴	۳۸/۸۱
CZ_{10}	۸	٪۰/۳۴	۴۳/۰۵	۴۱/۳۱	۴۲/۲۳	۴۲/۵۹
CZ_{20}	۷/۵	٪۰/۴	۴۱/۹۷	۴۰/۵۷	۴۰/۱	۳۸/۷۶

همانطور که در شکل(۳) نشان داده شده است با افزایش میزان درصد جایگزینی پوزولان زئولیت مقاومت فشاری ۲۸ روزه عمل آوری شده در آب افزایش می یابد. نتایج بیانگر اینست که استفاده از پوزولان طبیعی زئولیت (کلینوپتیلولیت)روند بهبودی در مقاومت فشاری و دوام نمونه ها داشته است. حداکثر مقاومت فشاری در ترکیب CZ_{10} با ۱۰ درصد جایگزینی زئولیت نسبت به سیمان صورت می گیرد. این مقدار سبب افزایش ۵/۳۹ درصدی مقاومت نسبت به طرح شاهد (C) گردیده است. در صورت استفاده از ۲۰ درصد جایگزینی ، کاهش متوسطی نسبت به ۱۰ درصد رخ می دهد که این کاهش به مقدار ۲/۵۱ درصد می باشد. بنابراین براساس نتایج بدست آمده می توان گفت بهترین سطح جایگزینی زئولیت بین ۱۰ تا ۱۵ درصد باشد و افزایش این مقدار از ۲۰ درصد به بالاتر با کاهش مقاومت روبرو خواهد شد.

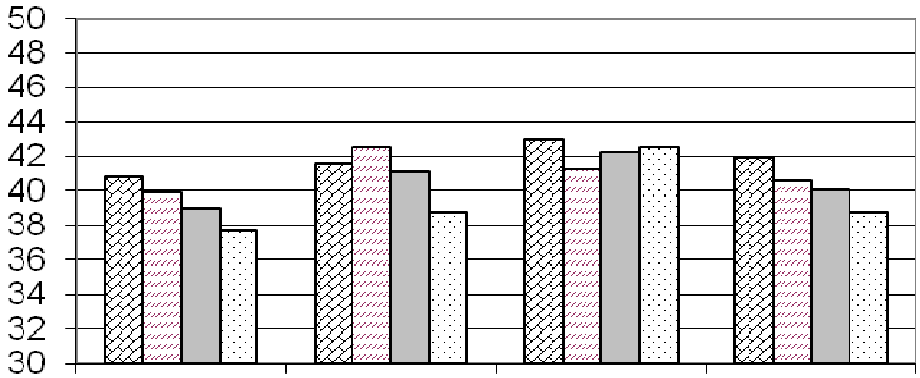


	C	CZ_5	CZ_{10}	CZ_{20}
مقاومت ۲۸ روزه	۴۰/۸۵	۴۱/۶۱	۴۳/۰۵	۴۱/۹۷

شکل (۳) مقاومت فشاری نمونه های حاوی ۵ ، ۱۰ ، ۲۰ درصد زئولیت غوطه ور در نفت سفید

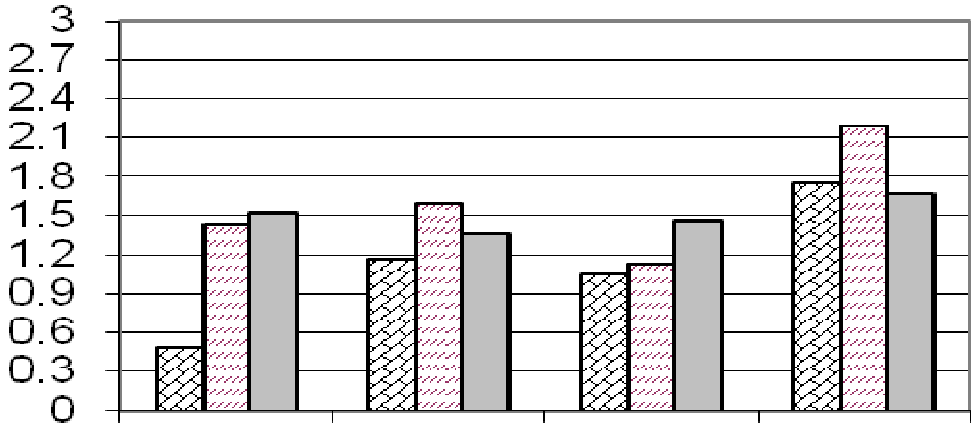
در شکل (۴) نتایج حاصل از آزمایش بر روی بتن های غوطه ور در نفت سفید در سنین ۶۰،۴۲،۷، روزه،ارائه گردیده است.با افزایش زمان غوطه وری مقاومت فشاری کاهش میابد. با توجه به شکل(۴) در سنین اولیه غوطه وری فعالیت پوزولانی کمتر بوده بطوریکه نقش مهمی را در بهبود مقاومت و دوام ایفا نمی نماید، اما با افزایش زمان غوطه وری فعالیت پوزولان افزایش یافته بطوریکه نمونه شاهد بیشترین افت مقاومت را در ۶۰ روز غوطه وری نشان می دهد.این کاهش مقاومت در نمونه شاهد برابر با ۷/۶۶ درصد می باشد.درصد افت مقاومت برای طرح های CZ_5،CZ_{10}،CZ_{20} بترتیب برابر با ۶/۷۳درصد، ۱/۱۸درصد، ۷/۶۵درصد بوده است.بنابراین می توان گفت طرح CZ_{10}، کمترین کاهش مقاومت و بهترین نقش بهبودی دوام را در سن ۶۰ روز غوطه وری دارا می باشد..

نمونه ها پس از گذشت۶۰،۴۲،۷ روز از حوضچه نفت سفید خارج شدند و با آب شستشو گردیدند.توزین نمونه ها ۲۴ ساعت پس از خشک شدن در محیط آزمایشگاه(دمای ۱۵-۲۰ درجه سانتیگراد) انجام گرفت. با استفاده از تفاوت وزن اولیه قبل از غوطه وری و مقدار وزن نمونه بعد از غوطه وری در محیط نفت سفید،درصد جذب نفت بدست آمد.نتایج حاصل در شکل(۵) نشان داده شده است.از مقایسه طرح های زئولیت دار و طرح شاهد مشاهده می شود که در ۷ روز غوطه وری میزان جذب در طرح هایCZ_5، CZ_{10}، CZ_{20} تسریع شده و در این سن نسبت به طرح شاهد افزایش قابل توجهی داشته است. در طرح CZ_5 ، CZ_{20} در ۴۲ روز درصد جذب به مقدار حداکثر خود رسیده و در ۶۰ روز کاهش یافته است ولی در طرح CZ_{10} روند صعودی جذب تا پایان دوره ۶۰ روز ادامه می یابد. حداکثر درصد جذب در سن ۴۲ روز برای طرح CZ_{20} اتفاق می افتد. تقریباً با افزایش سطح جایگزینی زئولیت در بتن ، مقدار درصد جذب نفت افزایش می یابد. از طرفی دیگر با افزایش میزان درصد جذب نفت سفید،کاهش مقاومت فشاری بیشتر می شود.در نتیجه طرح زئولیت ۱۰درصد که میزان درصد جذب کمتری داشته دارای مقاومت فشاری بیشتری می باشد در صورتیکه آن دو طرح دیگر افت مقاومت بیشتری داشتند.



	C	CZ_5	CZ_{10}	CZ_{20}
مقاومت ۲۸ روزه	۴۰/۸۵	۴۱/۶۱	۴۳/۰۵	۴۱/۹۷
مقاومت ۷ روزه درنفت سفید	۳۹/۹۱	۴۲/۵۶	۴۱/۳۱	۴۰/۵۷
مقاومت ۴۲ روزه در نفت سفید	۳۸/۹۹	۴۱/۱۴	۴۲/۲۳	۴۰/۱
مقاومت ۶۰ روزه در نفت سفید	۳۷/۷۲	۳۸/۸۱	۴۲/۵۹	۳۸/۷۶

شکل(۴) مقاومت فشاری نمونه های حاوی ۵ ، ۱۰ ، ۲۰ درصد زئولیت غوطه ور در نفت سفید



	C	CZ_5	CZ_{10}	CZ_{20}
درصد جذب ۷ روزه در نفت سفید	۰/۴۹	۱/۱۷	۱/۰۵	۱/۷۵
درصد جذب ۴۲ روزه در نفت سفید	۱/۴۳	۱/۶	۱/۱۳	۲/۱۹
درصد جذب ۶۰ روزه در نفت سفید	۱/۵۲	۱/۳۶	۱/۴۶	۱/۶۶

شکل (۵)درصد جذب نمونه های حاوی ۵ ، ۱۰ ، ۲۰ درصد زئولیت غوطه ور در نفت سفید

۵. نتیجه گیری

✓ با استفاده و افزایش پودر پوزولان زئولیت در بتن ، میزان اسلامپ کاهش می یابد و برای قرار گرفتن بتن در کارایی مورد نظر بایستی از فوق روان کننده استفاده نمود .عامل کاهش اسلامپ ، سطح مخصوص زیاد زئولیت کلینوپتیلولیت می باشد که سبب جذب آب مخلوط می شود. برای استفاده از زئولیت با سطح جایگزینی ۵ درصد ، ۱۰ درصد ، ۲۰ درصد ، میزان فوق روان کننده مصرفی بترتیب ۰/۲ درصد ، ۰/۳۴ درصد ، ۰/۴ درصد می باشد. بنابراین با افزایش زئولیت میزان فوق روان کننده مورد استفاده در طرح اختلاط افزایش می یابد.

✓ در اثر استفاده از پوزولان طبیعی زئولیت (کلینوپتیلولیت) ، مقاومت فشاری ۲۸ روزه افزایش می یابد. برای طرحهای CZ_5،CZ_{10}، CZ_{20} افزایش مقاومت نسبت به نمونه شاهد بترتیب حدود ۱/۸۶ درصد ، ۵/۳۹ درصد ، ۲/۷۴ درصد می باشد. بنابر نتایج می توان گفت که افزایش مقدار زئولیت در بتن ، افزایش مقاومت را به همراه خواهد داشت. اما بهنیه ترین سطح جایگزینی که بیشترین مقاومت را نتیجه می دهد در ۱۰ درصد بدست آمده و با ۲۰ درصد جایگزینی کاهش مقاومت را نسبت به ۱۰ درصد خواهیم داشت. بنابراین بهترین سطح جایگزینی زئولیت را میتوان بین ۱۰ تا ۱۵ درصد بیان نمود.

✓ با غوطه وری طرح ها در نفت سفید برای سه دوره زمانی ۷ ، ۴۲ ، ۶۰ روز افت مقاومت فشاری رخ می دهد. استفاده پوزولان زئولیت نقش بهبود در دوام را برای ۶۰ روز غوطه وری نسبت به طرح شاهد داشته و افت مقاومت کمتری نشان می دهد. طرح شاهد (C) برای ۶۰ روز غوطه وری در نفت سفید کاهش مقاومت ۷/۶۶ درصد نسبت به مقاومت ۲۸ روزه خود داشته که این مقدار برای طرح CZ_{10}، ۱/۱۸ درصد بوده است. طرح CZ_{10} جلوگیری چشمگیری از کاهش مقاومت داشته است.

✓ نمونه ها با غوطه وری در نفت سفید ،درصدهای متفاوتی را از این ماده جذب نموده اند.تقریباً با افزایش سطح جایگزینی زئولیت در بتن ، مقدار درصد جذب نفت افزایش می یابد. از طرفی دیگر با افزایش میزان درصد جذب نفت سفید،کاهش مقاومت فشاری بیشتر می شود. طرح CZ_{10} که میزان درصد جذب کمتری داشته دارای مقاومت فشاری بیشتری می باشد در صورتیکه آن دو طرح دیگر افت مقاومت بیشتری داشتند.

✓ با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق،اگر مقاومت زیاد در روزهای اولیه مورد نیاز نباشد یا شرایط عمل آوری طولانی تری مهیا باشد،می توان از پوزولان زئولیت(کلینوپتیلولیت) به عنوان عاملی برای افزایش مقاومت فشاری و بهبود دوام بتن در محیط نفت سفید استفاده نمود.

۶. قدردانی

با سپاس فراوان از مدیریت شرکت بنیان بتن مشهد، بویژه مسئولین محترم آزمایشگاه بتن زیرا بدون همیاری آنان،انجام این پژوهش میسر نبود.

۷. مراجع

[۱] حیدری صفر،" نگاهی به جایگاه مطالعات میدانی در تدوین نشریات فنی بتن"، دومین کنفرانس ملی بتن ایران،۱۳۸۹.

[۲] نویل آدام، ترجمه رمضانپور علی اکبر، شاه نظری محمدرضا،" تکنولوژی بتن"، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۷۹.

[۳] رمضانیانپور علی اکبر،" ارزیابی پوزولان های ایران"،مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن،۱۳۷۸.

[4]. Ramzi B.Abdul-Ahad and Azad A.Mohammed," compressive and tensile strength of concrete loaded and soaked in crude oil ", Engineering journal of the university of Qatar,vol.13,2000pp.

[۵] مستوفی نژاد داوود،" تکنولوژی بتن و طرح اختلاط بتن"، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان،۱۳۸۶.

[۶] اطلاعات دریافتی از آزمایشات انجام شده توسط شرکت سیمان شرق مشهد.

[۷] اطلاعات دریافتی از شرکت افرازند(تولید کننده زئولیت از نوع کلینوپتیلولیت)،www.afrazand.com