

بررسی کیفیت بتن سیمان سفید تهیه شده با پساب بهداشتی تصفیه خانه فاضلاب (مطالعه موردی: شرکت سیمان سفید نی ریز)

الهام اسراری
دانشیار، گروه فنی و مهندسی، دانشگاه پیام نور
فیروز شجاع پور
کارشناس ارشد، گروه محیط زیست، واحد استهبان، دانشگاه آزاد اسلامی

چکیده

پساب حاصل از تصفیه فاضلاب و استفاده مجدد از آن، به عنوان یکی از مسائل مهم در طرح های جمع آوری و تصفیه فاضلاب صنعتی می باشد. در این تحقیق از فاضلاب شهری حاصل از حوضچه های ته نشینی اول، حوضچه ته نشینی دوم، فیلتر شنی و حوضچه خروجی نهایی بعد از تصفیه (به عنوان آب اختلاط بتن) در تهیه قالب های منشوری ۱۶*۴۰*۴۰ استفاده گردید. سپس مقاومت خمشی و فشاری ۳، ۷ و ۲۸ روزه نمونه ها با بتن تهیه شده از آب آشامیدنی مقایسه گردید. در تمام آزمایش ها طرح اختلاط بتن یکسان است و تنها کیفیت آب اختلاط متغیر است. نتایج نشان می دهد که اثر ناخالصی های پساب در مقاومت خمشی و فشاری ۷ و ۲۸ روزه محسوس است. در صورتی که ناخالصی های پساب روی مقاومت خمشی ۳ روزه تاثیر چندانی ندارد. مقاومت های اندازه گیری شده، بالاتر از بتن تهیه شده با آب آشامیدنی است. با توجه به نتایج، استفاده از پساب تصفیه شده صنایع برای تهیه بتن سیمان سفید توصیه می گردد.

واژه های کلیدی: بتن، پساب تصفیه شده، سیمان سفید، مقاومت فشاری، مقاومت خمشی.

۱- مقدمه

سعی گردید جهت صرفه‌جویی در مصرف آب در صنعت، از پساب تصفیه شده برای تهیه بتن سیمان سفید استفاده گردد.

با توجه به کمبود آب در کشور ما، منابع آب غیر متعارف از جمله فاضلابهای تصفیه شده، به تدریج جایگاه مطمئنی در چرخه مصرف یافته است. یکی از منابع آب در شهرها فاضلابهای تصفیه شده است، با توجه به محدودیت منابع آبی قابل استفاده در کشور ما، استفاده از پساب می‌تواند بخشی از نیازهای آبی پروژه‌ها را برطرف می‌سازد. از طرفی عدم توجه به پارامترهای کیفی پساب و راه-سازی یا استفاده از آن‌ها در مصارف مختلف نظیر کشاورزی، مشکلات زیادی از جمله، آلودگی منابع آب و خاک، گسترش برخی از بیماری‌ها و... را به وجود خواهد آورد. از همین رو، توجه به مسأله پساب فاضلاب و مدیریت بهینه آن یکی از موضوعات مهم و کارگشا در مدیریت منابع آب کشور می‌تواند محسوب گردد

۲- مواد و روش ها**۲-۲- مواد تشکیل دهنده بتن****۲-۱-۱- آب**

برای آزمون تأییدیه، از آب مقطر یا آب یون زدایی شده استفاده شد. در سایر آزمون‌ها می‌توان از آب آشامیدنی استفاده کرد. کیفیت پساب‌های تصفیه شده را می‌توان در جدول ۱، ۲ و ۳ مشاهده کرد. در موارد حل اختلاف و داوری نیز باید از آب مقطر و یا آب یون زدایی شده استفاده نمود [۷].

۲-۱-۲- سیمان

سیمان آزمون باید در حداقل زمان ممکن در شرایط محیط قرار گیرد. وقتی فاصله زمانی بین نمونه برداری و انجام آزمون بیش از ۲۴ ساعت باشد، سیمان را باید در ظروف هوابندی شده کاملاً پرنمود. جنس ظرف نگهداری باید طوری باشد که سیمان واکنش ندهد. [۵] سیمان مورد استفاده از نوع سیمان داخلی سیمان سفید نی ریز می باشد.

۲-۱-۳- ماسه

این ماسه باید با الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ مطابقت داشته باشد.

۲-۲- روش کار

۵ نمونه آب (چهار نمونه آب فاضلاب و یک نمونه آب آشامیدنی) به عنوان آب اختلاط مصرف می‌گردد. با هر نمونه آب سه قالب جهت مقاومت ۳، ۷ و ۲۸ روزه تهیه می‌شود. در مجموع ۱۵ بلوک در ۵ بار بتن‌ریزی تهیه شده است. جهت تعیین هر کدام از مقاومت خمشی و فشاری سه روز، هفت روزه و بیست و هشت روزه، ۵ نمونه استفاده گردید. هر سری از قالب‌های تهیه شده، در همان پساب یا آب آشامیدنی که عنوان اختلاط به کار رفته است، نگهداری گردید. مقاومت فشاری و خمشی بتن به ترتیب توسط جک هیدرولیکی دیجیتال با سرعت بارگذاری ۱۵۰ کیلو نیوتن در دقیقه و دستگاه خمشی اندازه‌گیری شد.

[۱ و ۲]. به عنوان مثال استفاده مجدد از پساب در تهیه بتن سیمان سفید جهت صرفه‌جویی در مصرف آب در صنعت بسیار مناسب به نظر می‌رسد. در سال ۲۰۰۹، «چات ورا» و همکاران با مطالعه در زمینه استفاده از آب حاصل از آبگیر لجن جمع‌آوری پساب، در تهیه بتن با استفاده از افزودن فرمالدئید نفتالین در تایلند به این نتیجه رسیدند که، پایه سیمانی به دست می‌آید که دارای ۶٪ مقاومت خمشی بیشتر نسبت به نمونه ای است که با آب آشامیدنی تهیه شده و دارای دوام بالاتری می باشد [۳]. ردی بابو و همکاران در سال ۲۰۱۳ در مقاله ای به بررسی امکان سنجی استفاده از پساب تصفیه شده فاضلاب خانگی به عنوان اختلاط ملات سیمان در هند پرداختند. نتایج نشان داد، در صورتی که غلظت مواد جامد آلی پساب تصفیه شده فاضلاب خانگی در حدود ۲۰ میلی گرم بر لیتر باشد، برای اختلاط کاملاً مناسب است [۴]. ماکول و همکاران با مطالعه بر روی اثر آب حاصل از آبگیری لجن بر بتن به این نتیجه رسیدند که لجن دارای مقداری آلکالی هست که وقتی مقدار آن در آب بالایی رود، بتن انقباض پیدا می‌کند که باعث آب رفتگی بتن و کاهش وزن آن می‌شود. این بتن دارای مقاومت در برابر حمله اسیدی باشد [۵].

نتایج به دست آمده از مطالعات آزمایشگاهی روی بتن‌های مختلف نشان داده که پساب تصفیه شده، اثر معکوس روی مقاومت فشاری بتن ندارد، حتی در شرایط خاص نگهداری و محیط عمل‌آوری بتن، مقاومت فشاری آن نسبت به بتن ساخته شده با آب آشامیدنی افزایش بیشتری نشان داده است [۶]. به همین منظور در این تحقیق

مقادیر مقاومت فشاری بدست آمده، میانگین مقاومت دو قالب تراکم بتن، دما، رطوبت، نوع سیمان ودانه بندی ماسه ساخته دوبلوک بتنی است. تنها مقاومت فشاری بلوک‌های تهیه شده از شدند. ۴۶۰ گرم سیمان، ۱۳۸۰ گرم ماسه و ۲۰۰ سی سی آب پساب‌هایی که دارای کیفیت مختلفی هستند، با یکدیگر مقایسه (یک قسمت وزنی سیمان، سه قسمت وزنی ماسه استاندارد و می شود. تمام بلوک‌ها در شرایط یکسانی نظیر درجه اختلاط، نصف قسمت وزنی آب) جهت تهیه قالب‌ها استفاده گردید.

جدول ۱- اندازه گیری پارامترهای پساب خروجی کارخانه سیمان نی ریز

ردیف	واحد	پارامتر	نمونه پساب ورودی به حوضچه اول	نمونه پساب ورودی به حوضچه دوم	نمونه پساب ورودی به فیلتر	نمونه پساب خروجی نهایی	استاندارد خروجی تخلیه به چاه جاذب	استاندارد خروجی تصفیه کشاورزی و آبیاری	استاندارد خروجی مصارف
۱	mg/l	COD	۴۲۴.۸	۲۶۹.۳	۳۲۷	۲۱۹.۴	۳۰ (لحظه ای ۶۰)	۲۰۰	۲۰۰
۲	mg/l	BOD ₅	۲۰۵	۱۱۸	۱۴۵	۱۰۵	۳۰ (لحظه ای ۵۰)	۱۰۰	۱۰۰
۳	MPN/100ml	کلیرم گوارشی	>۱۱۰۰	۲۴۰	۹۳	۴۳	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
۴	MPN/100ml	کل کلیرم	۴۶۰	۱۱۰۰	۱۵۰	۷۵	۱۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰

جدول ۲- نتایج آزمایش کیفی پساب خروجی نهایی کارخانه سیمان سفید نی ریز

پارامتر	واحد	میزان اندازه گیری شده
کلراید	mg/l	۵۹۷/۳
نیترات	mg/l	۶۱/۳
نیتريت	mg/l	۰/۱۹۵
BOD ₅	mg/l	۱۰۴
COD	mg/l	۲۶۹/۳
آمونوم	mg/l	۶/۱۲
pH	-	۷/۴
دترجنت	mg/l	۰/۱۱۴
روغن	mg/l	۵/۹
کل موادمعلق	mg/l	۱۳۰
کلیرمهای گوارشی	MPN/100ml	۲۴۰
کل کلیرمها	MPN/100ml	۴۶۰

جدول ۳- نتایج آزمایش کیفی آب آشامیدنی کارخانه سیمان سفید نی ریز

ردیف	پارامتر	واحد	نتایج آزمون	حداکثر مطلوب	حداکثر مجاز
۱	هدایت الکتریکی	µs/cm	۱۲۸۸	---	---
۲	کل املاح محلول	mg/l	۹۶۹/۰۷	۱۰۰۰	۱۵۰۰
۳	pH	-	۷/۵۲	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۹
۴	بیکربنات	mg/l	۲۱۳/۵	---	---
۵	کلراید	mg/l	۱۳۳/۱۳	۲۵۰	۴۰۰
۶	سولفات	mg/l	۳۳۶	۲۵۰	۴۰۰
۷	مجموع آنیون ها	meq/l	۱۴/۲۵	---	---
۸	کلسیم	mg/l	۱۱۰	۳۰۰	---
۹	منیزیم	mg/l	۲۴	۳۰	---
۱۰	سدیم	mg/l	۱۵۰/۸۸	۲۰۰	۲۰۰
۱۱	پتاسیم	mg/l	۱۱/۵۶	---	---
۱۲	مجموع کاتیون ها	meq/l	۱۴/۱	---	---
۱۳	درصد سدیم محلول	%	۴۶/۵۲	---	---
۱۴	نسبت جذب سدیم	%	۲/۵۷	---	---
۱۵	سختی کل	mg/l	۳۷۵	۲۰۰	۵۰۰
۱۶	قلیائیت	mg/l	۱۷۵	---	---
۱۷	نترات	mg/l	۷۴/۷۹	---	۵۰
۱۸	فسفات	mg/l	۰/۰۰۷	---	---
۱۹	فلوراید	mg/l	۰/۱۵	---	---
۲۰	کدورت	JTU	۰/۸۵	کمتر یا مساوی ۱	حداکثر ۵

۳- نتایج و بحث

۳-۱-۱- مقایسه مقاومت های خمشی

۳-۱-۱-۱- مقایسه مقاومت های خمشی ۳ روزه

براساس نتایج بدست آمده از آنالیز آزمایشگاهی پساب خروجی از مراحل مختلف تصفیه فاضلاب شهری و مقایسه مشخصات اندازه-گیری شده فاضلاب شهری می تواند به عنوان آب اختلاط بتن مورد استفاده قرار گیرد. بدون این که تأثیر منفی روی خصوصیات مقاومت خمشی ۳ روزه بتن سیمان سفید داشته باشد. نتایج بدست آمده از مطالعات آزمایشگاهی روی چهار نوع بتن نشان داد که پساب تصفیه شده اثر معکوس روی مقاومت خمشی فوق ندارد. با مشاهده شکل ۱ مشخص می شود، مقاومت ۳ روزه خمشی آن نسبت به بتن ساخته شده با آب آشامیدنی افزایش بیشتری دارد. نتایج مشابهی توسط ترو و همکاران در سال ۲۰۰۳ ارائه گردیده است [۸].

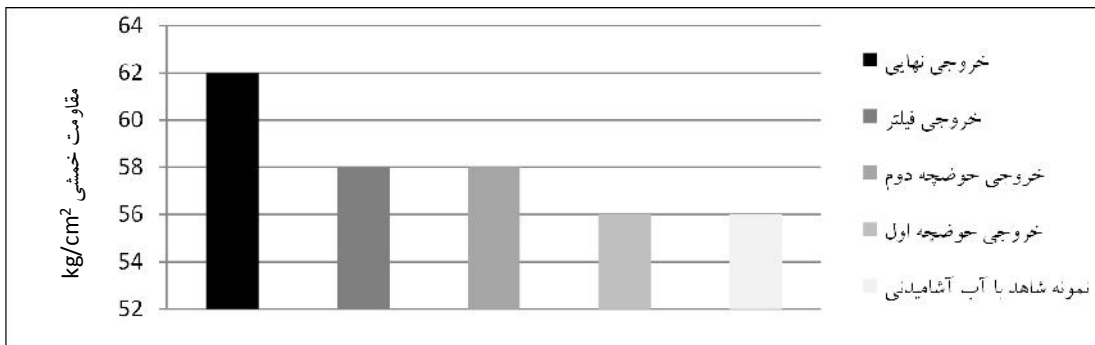
۳-۱-۲- مقایسه مقاومت های خمشی ۷ روزه

براساس نتایج به دست آمده از آنالیز آزمایشگاهی پساب خروجی از مراحل مختلف تصفیه فاضلاب شهری می توان نتیجه گرفت که ناخالصی های موجود در پساب خروجی حوضچه اول ته نشینی که به عنوان آب اختلاط و نگهداری بتن به کار رفته است، روی مقاومت خمشی ۷ روزه تأثیر محسوس تری نسبت به مقاومت خمشی ۳ روزه بتن سیمان سفید می گذارد. با توجه به شکل ۲ و این که مقاومت خروجی حوضچه اول ته نشینی در مقایسه با سایر خروجی ها و یا بتن تهیه شده از آب آشامیدنی کم تراست، احتمالاً به دلیل این که مواد آلی در این قسمت بیشتر است و برای رسیدن به حدمطلوب باید مواد آلی را حذف کرد. نتایج مشابهی توسط بابو و میسمی به دست آمده است [۸ و ۹].

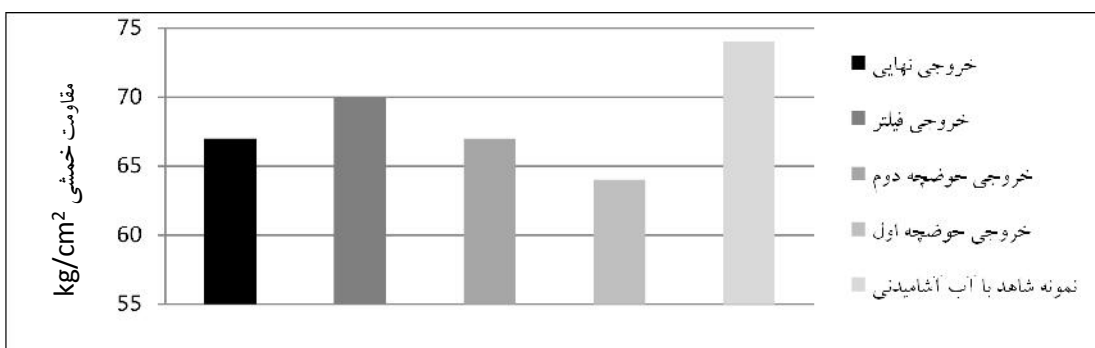
می‌گذارد. با توجه به این که اختلاف مقاومت خمشی ۲۸ روزه این بتن ها با بتن تهیه شده از آب آشامیدنی کم است، می‌توان انتظار داشت که مقاومت‌های طولانی مدت بتن (۳ ماه، ۶ ماه و یک سال) نیز اختلاف محسوسی با مقاومت بتن استاندارد نداشته باشد. [۹]

۳-۱-۳- مقایسه مقاومت های خمشی ۲۸ روزه

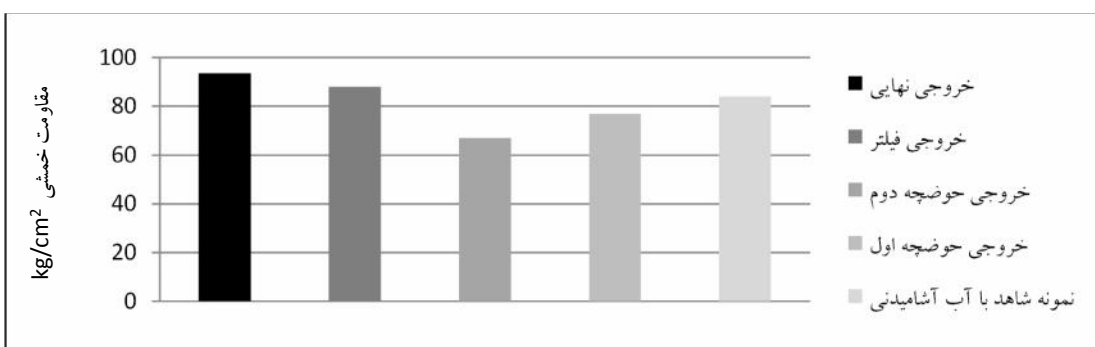
بر اساس نتایج بدست آمده و شکل ۳، می‌توان نتیجه گرفت ناخالصی های موجود در پسابی که به عنوان آب اختلاط و نگهداری بتن سیمان سفید به کار رفته است، روی مقاومت خمشی ۲۸ روزه بتن تأثیر کمتری



شکل ۱- مقایسه مقاومت خمشی ۳ روزه



شکل ۲- مقایسه مقاومت های خمشی ۷ روزه



شکل ۳- مقایسه مقاومت های خمشی ۲۸ روزه

به کار رفته است، تأثیر محسوسی روی مقاومت ۳ روزه فشاری بتن سیمان سفید ندارد. همان طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، تمام مقاومت های فشاری با پساب از نمونه شاهد با آب آشامیدنی بالاتر است. نتایج تشابه زیادی با نتایج به دست آمده بوسیله مهرداد و کاظمیان دارد [۶ و ۱۰].

۳-۲-۲- مقایسه مقاومت های فشاری

۳-۲-۱- مقایسه مقاومت های فشاری ۳ روزه

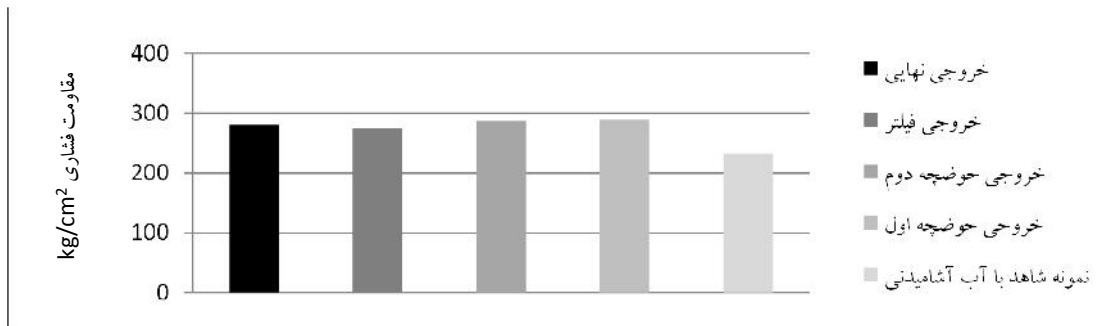
شکل ۴، مقاومت فشاری ۳ روزه بتن سیمان سفید تهیه شده با پساب را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، ناخالصی های موجود در پساب که به عنوان آب اختلاط و نگهداری بتن سیمان سفید

۳-۲-۲- مقایسه مقاومت های فشاری ۷ روزه

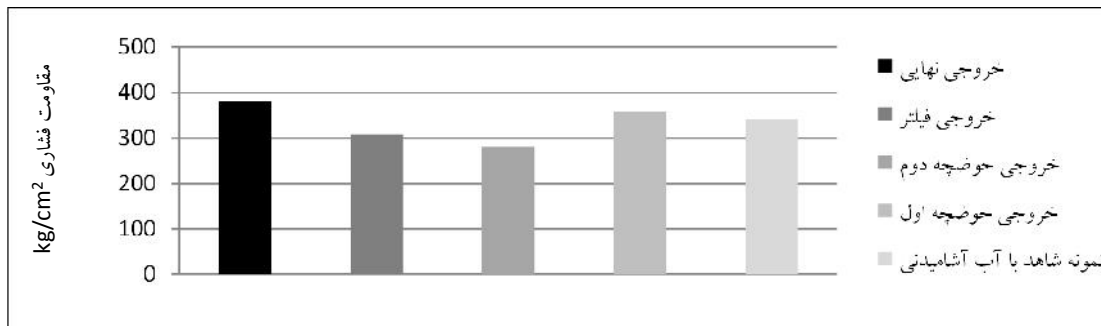
باتوجه به شکل ۵، مقاومت فشاری ۷ روزه خروجی حوضچه ته نشینی دوم و خروجی فیلترها کمتر است. مقاومت خروجی حوضچه دوم و خروجی نهایی حتی از نمونه تهیه شده با آب آشامیدنی نیز بالاتر است. نتایج مشابهی با تحقیق مهرداد دی دیده می شود [۶].

۳-۲-۳- مقایسه مقاومتهای فشاری ۲۸ روزه

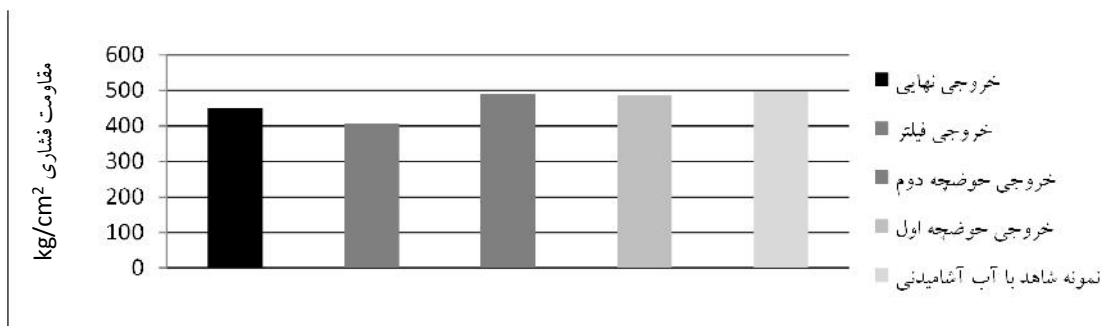
همان طور که در شکل ۶ دیده می شود، اختلاف مقاومت فشاری ۲۸ روزه این بتن ها از بتن تهیه شده از آب آشامیدنی کمتر و از استاندارد بیشتر می باشد. لذا می توان انتظار داشت که مقاومت های طولانی مدت بتن (۳ ماه، ۶ ماه و یک سال) نیز اختلاف محسوسی با مقاومت بتن استاندارد نداشته باشد [۱۰ و ۶].



شکل ۴- مقایسه مقاومت فشاری ۳ روزه



شکل ۵- مقایسه مقاومت فشاری ۷ روزه



شکل ۶- مقایسه مقاومت فشاری ۲۸ روزه

۴- نتیجه گیری

گرم بر لیتر کاهش می یابد. البته این مقدار از حد استاندارد حدود ۲۰ واحد بیشتر است. همچنین اندازه گیری BOD (Biological Oxygen Demand) فاضلاب نشان داد که در ورودی مقدار پارامتر مذکور ۲۰۵ میلی گرم بر لیتر و در

باتوجه به نتایج آزمایشات پساب کارخانه سیمان نی ریز COD (Chemical Oxygen Demand) ورودی به تصفیه خانه ۴۲۴ میلی گرم بر لیتر است که در خروجی فیلتر به ۲۱۹/۴ میلی

- [6] مهرداد، ناصر. اکبریان، افروز. حق‌اللهی، علی. ۱۳۸۸، استفاده از پساب تصفیه شهری در تهیه و نگهداری بتن، مجله محیط شناسی، سال سی و پنجم، شماره ۵۰، صفحه ۱۲۹-۱۳۶.
- [7] موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۳، سیمان، تعیین مقاومت فشاری و خمشی روش آزمون، شماره استاندارد ملی ایران، ۳۹۳، تجدید نظر دوم.
- [8] Terro, M.J., Al-Ghusain, I., 2003. Mechanical properties of concrete made with treated wastewater at ambient and elevated temperature. *Kuwait Journal of Sci.Eng.* 30(1).
- [9] میسمی، حسین. دلاوری، ایمان. ۸۸، استفاده از پساب تصفیه شهری در تهیه و نگهداری بتن، مجله محیط شناسی، سال سی و پنجم، شماره ۵۰، صفحه ۱۱۹-۱۱۲.
- [۱۰] کاظمیان، ابراهیم، ۱۳۹۲. ساخت سیمان از پساب صنعتی در جهت بازیافت، ماهنامه علمی، فنی، اقتصادی. سال ۲۰، شماره ۱۹۰، صفحه ۲۶-۲۱.
- خروجی فیلتر به ۱۰۵ میلی گرم بر لیتر می‌رسد که از حد استاندارد ۵ واحد بیشتر است. همان طور که دیده شد، ناخالصی‌های موجود در آب اختلاط تأثیر متفاوتی روی گیرش سیمان می‌گذارند. این واکنش‌ها زمان گیرش و مقاومت بتن را تحت تأثیر قرار داده و باعث لکه‌دار شدن سطح بتن می‌شود. البته همه ناخالصی‌ها اثر معکوسی روی بتن نمی‌گذارند. بعضی واکنش‌ها به گونه‌ای هستند که می‌توانند بی‌زیان باشند یا حتی باعث بهتر شدن خصوصیات بتن شوند. در اکثر مواقع محدودیت‌های مجازی برای مقدار ناخالصی‌های موجود در آب اختلاط بتن وجود دارد، در آن محدوده ناخالصی‌ها می‌توانند بی‌زیان باشند. از بررسی مقاومت قالب‌های شاهد با نمونه‌های تهیه شده از پساب تصفیه شده، مشخص گردید مقاومت خمشی و فشاری ۳ روزه در نمونه‌ها نسبت به شاهد نه تنها کاهش نداشته بلکه افزایش هم نشان می‌دهد. مقاومت فشاری ۷ روزه و خمشی ۲۸ روزه نیز در نمونه‌ها نسبت به شاهد افزایش نشان می‌داد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان استفاده از پساب تصفیه شده را به عنوان آب اختلاط در تهیه سیمان سفید را پیشنهاد داد.

۶- مراجع

- [۱] خانی، محمدرضا. یغمائیان، کامیار. حجتی، مهرا. ۱۳۹۰، مهندسی فاضلاب و تصفیه مجدد. انتشارات خانیران. صفحه ۱۸۹-۱۸۰.
- [2] Met calf, E., INC., 2004. Wastewater engineering: Treatment, disposal and Reused. Sixth Edition, McGraw-Hill.
- [3] B. Chatveera a, P. Lertwattanak, 2009. Use of ready-mixed concrete plant sludge water in concrete containing an additive or admixture. *Journal of Environmental management.* 90(5), 1901-1908.
- [4] G.Reddy Babu, N venkata Ramana, 2013. Feasibility of Tread Domestic waste water for cement Mortar, *Indian journal of research.* 3(4), 117-121.
- [5] N. Makul., P. Lertwattanak., B. Chatveera., 2006. Effect of sludge water from ready-mixed concrete plant on properties and durability of concrete. *Cement and Concrete Composites,* 28(5):441-450.

**Study of White Cement Quality Produced by Sanitary Wastewater from
Wastewater Treatment
(Case study: White Cement Factory of Neyriz)**

Elham Asrari *

Department of Civil Engineering, Payame Noor University, P.O. Box. 19395-3697, Tehran, I.R of Iran
Firooz Shoja Pour

Department of Environmental Engineering, Estahban Branch, Islamic Azad University, Estahban, I.R of Iran

Abstract

Disposal of effluent from wastewater treatment and reuse it is, one of the important issues in the collection and wastewater treatment industry. In this study, white cement has been produced by wastewater after treatment. For this purpose, wastewater has been gathered from first settling; second settling tank, sandy filter and final wastewater effluent. Actually, 116*40*40 mm rhomb models have been made. The wastewater has been used as mixing water. Bending strength compression 3, 7 and 28 days has been measured. In all experiments except quality of mixing water, other conditions were constant and the same. Therefore using wastewater on bending strength of 3 day has not effect. Actually, effect of impurities in the waste water and resistance to bending and compression 7 and 28 days were more tangible than 3 days bend in resistance. Actually, using industrial treatment wastewater to prepare white cement can be recommended.

Keywords: concrete, municipal wastewater, white cement, compressive strength, bending resistance.

* Corresponding Author: e_asrari @pnu.ac.ir