

امکان سنجی حذف کادمیوم با استفاده از بتن اختلاط سبز اصلاح شده با بنتونیت

الهام اسراری^۱، محمدمبین نجابت^۲

دانشیار دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه پیام نور
کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه پیام نور

(دریافت: ۹۸/۴/۲۳، پذیرش: ۹۹/۷/۲۹، نشر آنلاین: ۹۹/۷/۲۹)

چکیده

کادمیوم (Cadmium) فلزی سنگین با اثرات مخرب زیست محیطی زیاد است که در صنایع مختلف در دسترس می باشد. با توجه به استفاده بتن به عنوان پر مصرف ترین مصالح عمرانی، در این تحقیق به بررسی حذف فلز سنگین کادمیوم توسط بتن اختلاط سبز اصلاح شده با بنتونیت (Bentonite)، پرداخته شد. بنتونیت به عنوان جاذب از خانواده رس دارای مونت موریلونیت (Mount Morillonite) است. بنتونیت خاصیت خوب جذب و همچنین اختلاط خوب با مصالح بتن را داراست. در این پژوهش تمامی پارامترهای مهم نظیر (pH، غلظت زمان و جاذب) لحاظ گردید. لازم به ذکر است زمانها در بازه (۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۶۰، ۴۸۰، ۷۲۰، ۱۴۴۰) دقیقه و pH در بازه (۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰) و غلظت ها در بازه (۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰) میلی گرم در لیتر و جاذب ۰ تا ۱۵ (۰، ۲، ۴، ۸، ۱۰، ۱۵) درصد حجم مصالح مصرفی در محیط آزمایشگاهی با دمای ۲۵ درجه انجام شد. شرایط بهینه در این پژوهش برای حذف فلز سنگین کادمیوم به صورت pH برابر ۶ و زمان تماس برابر ۳۶۰ دقیقه و غلظت برابر ۵۰ میلی گرم در لیتر و جاذب ۸ درصد به دست آمد. در پایان نتایج برای حذف فلز کادمیوم، جذب ۹۷/۶۷ درصد با محلول ساختگی و جذب در شرایط فاضلاب واقعی ۹۹/۸۸ درصد حاصل شد. همچنین مقدار مقاومت ۷ روزه بتن بهینه ساخته شده برابر ۸۸ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و ۲۸ روزه برابر ۱۱۴ کیلوگرم بر سانتی متر مربع بود. این مقاومت پس از تماس با محلول حاوی کادمیوم با پارامترهای بهینه آزمایشگاهی ۹۹/۳۸ و پس از تماس با نمونه واقعی فاضلاب حاوی کادمیوم ۱۲۴/۳۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع به دست آمد. این پژوهش از سنتیک (Senetic) جذب شبه درجه دوم و مدل ایزوترم (Isoterm) جذب فروندلیچ (Ferdondlich) پیروی کرده است.

کلید واژه ها: کادمیوم، بتن اختلاط سبز، بنتونیت، فاضلاب صنعتی، بتن.

۱- مقدمه

و معدنی به وجود آیند. وجود این فلزات سنگین در فاضلابها می تواند باعث ایجاد مسمومیت باکتری ها و میکروارگانیسم های تصفیه کننده فاضلاب شود (اسراری، ۱۳۹۳). یکی از این فلزات سنگین، کادمیوم با عدد اتمیک ۴۸ است. کاربرد بیشتر این فلز حدود ۳/۴ در صنایع ساخت باتری ها کاربرد دارد و ۱/۳ باقی مانده عمدتاً جهت پوشش کاری ها، رنگ ها، صنایع آبکاری، صنایع پلاستیک سازی، ساخت آلیاژهای زود ذوب، لپیم کاری ها، ساخت لامپ های تصویری تلویزیون ها و ... استفاده می شود. کادمیوم به علت ضریب اصطکاک پائین و مقاومت بسیار خوب در برابر خستگی در ساخت آلیاژهای بلبرینگ کاربرد فراوانی دارد. این فلز نمک های مختلفی را به وجود می آورد که معمولی ترین آن سولفات کادمیوم است که غالباً به صورت رنگ دانه زرد مورد استفاده قرار می گیرد که در صنایع تولید شیشه و نیمه رسان ها و عکاسی کاربرد دارد. کادمیوم فلز ۲ ظرفیتی نرم و

منظور از آلودگی آب، تباهی و فرو افت کیفیت آن است. آلاینده از نظر سلامت عمومی و بوم شناختی عبارت از هر ماده فیزیکی، شیمیایی و زیست شناختی است که مقدار اضافه آن برای موجودات زنده زیان آور و نامطلوب باشد. با توجه به موارد استفاده کنونی از آب شامل (کشاورزی، فرایندهای صنعتی و عرضه خانگی آن) می باید از مواد زیان آور به سلامت انسانی از جمله آفت زدها، علف کش ها، تراکم فلزات سنگین، موجودات بیماری زا و ... خالص شود. فلزات سنگین هم می توانند با وارد شدن به گیاهان از طریق آب و سپس به جانوران انتقال یابند که باعث ایجاد مشکلات و مسمومیت های جدی می گردد. خوشبختانه این مواد به مقدار کمی در سیستم های طبیعی آب وجود دارند اما می توانند در قالب غلظت های مختلف آبی در اثر تخلیه پساب های صنعتی، کشاورزی

* نویسنده مسئول؛ شماره تماس: ۰۹۱۲۲۰۶۶۷۲۴

مصالح انجام داده‌اند. مصالح سبز با خاصیت حذف آلاینده‌ها از بهترین آن‌ها است. در سال‌های اخیر استفاده از ضایعات مختلف از جمله شیشه و آجر در بتن اقبال زیادی یافته است. بنابراین لزوم بررسی اثرات این ضایعات بر خصوصیات رفتاری و مکانیکی بتن جهت کاهش آلاینده‌گی محیط‌زیست و توسعه پایدار ضروری است. در این پژوهش ساخت و بررسی بتن اختلاط سبز (بتن در راستای برنامه استفاده از مواد بازیافتی و کاهش خسارات محیط زیستی) با استفاده از مصالح بازیافتی شیشه و آجر بررسی شده است. این بتن دارای خصوصیات بتن استاندارد غیرسازه‌ای اصلاح شده با بنتونیت حاوی ۸۵ درصد مونت موریلونیت است. بتن اختلاط سبز دارای خاصیت حذف کادمیوم یکی از مواد و فلزات سنگین خطرناک است. این بتن برای استفاده از بتن رویه با کاربری‌های مختلف عمرانی و مخصوصاً حوضچه‌های آرامش فاضلاب‌های صنعتی می‌باشد.

در تحقیق انجام شده در سال ۱۳۹۶ در بررسی حذف فلز سنگین کادمیوم با استفاده از روش جذب سطحی با بتن اصلاح شده حاوی خاک رس کائولین^۱، نتایج نشان دادند که فلز سنگین کادمیوم به میزان ۹۵/۹ درصد حذف شده بود (بذرافکن، ۱۳۹۶). در تحقیقات انجام شده جهت بررسی استفاده از ضایعات آجری در بتن با آجرهای سفالی بازمانده از ساختمان‌ها، نمونه‌هایی با درصد‌های جایگزینی ۰ تا ۱۰۰ درصد از آجر ضایعاتی به‌عنوان ماسه، ساخته شد و با پارامترهای مکانیکی بتن از جمله مقاومت فشاری، جذب آب و وزن مخصوص بتن جدید مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با توجه به برخی اثرات مثبت این ماده از جمله کاهش وزن مخصوص بتن و مصرف ضایعات بدون استفاده در بتن و همچنین کاهش حداقلی مقاومت فشاری و عدم تغییر محسوس در جذب آب، ضایعات آجر می‌تواند گزینه مناسبی جهت استفاده در بتن باشد. به‌خصوص در مناطق نزدیک به کوره‌های پخت آجر و مناطق با مصرف آجر سفالی بالا، ساخت این بتن توجیه دارد. به‌طور کلی استفاده از آجرهای ضایعاتی می‌تواند اقدامی در جهت توسعه پایدار باشد (توکلی و همکاران، ۱۳۹۱).

در سال ۱۳۹۴ تحقیقی بر روی حذف فلز سنگین کادمیوم با استفاده از جاذب نانو ذره آهن و خاکستر سبوس برنج در بتن انجام شد. حداکثر جذب ۹۷/۵ درصد، زمان تماس بهینه ۶ ساعت، دوز جاذب ۴۰ میلی گرم بر لیتر، pH بهینه برابر ۳ و غلظت فاضلاب ۱۰ ppm در دمای آزمایشگاهی به دست آمد. همچنین مدل فروندلیچ در مقایسه با مدل لانگمویر با داده‌ها هم‌خوانی بیشتری داشت (امامی، ۱۳۹۴).

انعطاف‌پذیری است که به رنگ سفید است که شباهت زیاد به روی دارد که معمولی‌ترین حالت اکسیداسیون کادمیوم $+2$ می‌باشد (وهاب‌زاده، ۱۳۸۲).

با روش‌هایی مانند ته‌نشینی و تعویض یونی و ... می‌توان فلزات سنگین را از پساب‌های غیر آلی حذف کرد اما این روش‌ها به‌خاطر عدم حذف کامل و نیاز به انرژی بالا و همچنین تولید لجن سمی تقریباً ناکارآمد هستند. اخیراً روش‌های جدیدی در راستای فناوری‌های ارزان‌تر و مؤثرتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. به‌طور مثال جداسازی توسط غشاها برای تصفیه فاضلاب‌های غیر آلی در حال افزایش است. چندین نوع مختلف از فیلترهای غشائی مانند اولترا فیلتراسیون (UF)^۱، نانو فیلتراسیون (NF)^۲ و اسمز معکوس (RO)^۳ برای این مهم استفاده می‌شوند (Barakat, ۲۰۱۱).

امروزه جذب سطحی روشی خوب و کارآمد در تصفیه فاضلاب‌های حاوی فلزات سنگین به حساب می‌آید. این روش با توجه به در دسترس بودن جاذب ارزان و کارآمد که ظرفیت اتصال به فلزات را داراست به‌شدت مورد توجه فعالان این حوزه قرار دارد. در اینجا به دلیل این که بنتونیت از خانواده رس می‌باشد به شناخت رس‌ها پرداخته شده است. رس طبق تعریف انجمن مواد و آزمون آمریکا به کانی‌های طبیعی آگومره^۴ شده شامل فیلسیلیکات آلومینیوم آبدار گفته می‌شود که با افزودن رطوبت کافی ویژگی‌های خاص و پلاستیک پیدا می‌کنند و با خشک شدن صلب می‌شوند. رس‌ها در طبقه ریزدانه خاک‌ها قرار می‌گیرند. ذرات رس معمولاً با اندازه کوچک‌تر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر تعریف می‌شوند (ASTM Standard).

ایزوترم جذب سطحی یک رابطه تعادلی بین ماده جذب شده و غلظت ماده درون فاز سیال توده در دمای ثابت است. در واقع این ایزوترم‌ها به‌منظور توضیح چگونگی جذب و برهم‌کنش ماده بروی جاذب و محاسبه ظرفیت جذب مورد استفاده قرار می‌گیرند. از رایج‌ترین ایزوترم‌های جذب می‌توان به ایزوترم فروندلیچ و لانگمویر^۵ اشاره کرد (Gupta, ۲۰۰۹).

در بررسی سنتیک جذب برای تعیین زمان تعادل و جذب فیزیکی یا شیمیایی از مدل‌های شبه درجه اول و دوم در این پژوهش به استفاده شده است. بتن به عنوان مصالح برگزیده قرن حاضر در صنعت مهندسی عمران دارای جایگاه ویژه‌ای است. این ماده که پس از آب پرمصرف‌ترین مصالح ساختمانی به حساب می‌آید، در زمان تولید از حیث محیط‌زیست اثرات متعددی دارد. این اثرات می‌تواند مشکلات زیادی را ایجاد کرده که نیاز به ساخت مصالح سبز و سازگار با محیط‌زیست را توجیه می‌کند. کشورهای بزرگ صنعتی هزینه‌های زیادی برای تحقیق و ساخت این‌گونه

5. Langmuir

6. Kayolin

1. Ultra filtration

2. Nano filtration

3. Reverse osmosis

4. Algomre

۲- روش تحقیق

در این تحقیق به ساخت بتن با مواد تجدیدپذیر ساختمانی به صورت ضایعات (بتن اختلاط سبز) جهت حذف فلز سنگین کادمیوم اقدام شد. مواد مورد استفاده در این بتن شیشه آجر و سیمان و آب است و بنتونیت به عنوان جاذب در این بتن به کار گرفته شده است.

۲-۱- مواد مورد استفاده

مواد مورد استفاده در این تحقیق شامل سیمان پرتلند نوع ۲، شیشه ساختمانی ضایعاتی، آجر به صورت خورده و ضایعات، بنتونیت، آب آشامیدنی، نمک نترات کادمیوم با جرم مولی ۳۰۸/۴۷ گرم بر مول محصول شرکت مرک^۷ آلمان، فاضلاب واقعی صنعتی متعلق به شرکت شهرک‌های صنعتی شیراز، آب مقطر، اسید کلریدریک^۸ و سود سوزآور بوده است.

بنتونیت نوعی رس ریزدانه می‌باشد که حداقل ۸۵ تا ۹۰٪ رس مونت موریلونیت را دارا است. بنتونیت یک ماده از دسته رس-ها و از کانی‌های متورم شونده تشکیل شده که اکثر این ماده بر اثر هوازگی و دگرسانی خاکسترهای آتش‌فشانی و اغلب در حوضچه آب تشکیل می‌شوند. سنگ منشأ آن‌ها غالباً بازیک^۹ است. بنتونیت‌ها دارای ساختمان آلومینوسیلیکاتی^{۱۰} است و در دسته سیلیکات‌های سه لایه قرار می‌گیرد. بنتونیت دارای دو لایه چهاروجهی و یک لایه هشت‌وجهی می‌باشد (کیانوش، ۱۳۹۱). آجر فراورده‌های ساختمانی است که در گونه‌های رسی، ماسه آهکی، بتنی و ... و شکل‌های گوناگون تولید می‌شود و عمدتاً در دیوار چینی، نماسازی و کرسی چینی، کف‌سازی و کف‌پوشی به کار می‌رود (مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان ایران ۱۳۹۲). در این پژوهش از آجر مخلوط ساختمانی با درصد بیشتر حجمی آجر فشاری استفاده شده است.

شیشه از مواد مصنوعی غیرفلزی و غیرآلی است. این فراورده از نظر فیزیکی و شیمیایی، ماده تکنیکی مذابی است که به صورت آمورف^{۱۱} و بدون کریستالیزاسیون^{۱۲} به حالت صلب سرد شده است. شیشه دارای ساختار آمورف و جسمی سخت، ترد، شفاف، نورگذر، دارای سختی ۶-۷ موس و وزن مخصوص ۲/۲۰-۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. (مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان ایران ۱۳۹۲). در این تحقیق روی انواع مختلف شیشه اعم از ساختمانی، سکوریت و شیشه پودری بررسی انجام شد. در نهایت پس از بررسی تأثیر شیشه‌ها در مقاومت نهایی بتن شیشه سکوریت به عنوان شیشه انتخابی طرح، انتخاب شد.

جدول ۱- مقایسه مقاومت فشاری بتن با استفاده از شیشه‌های

مختلف			
نوع شیشه	شیشه ساختمانی	بطری‌های شیشه‌ای	سکوریت
مقاومت بتن نمونه (kg/cm ²)	۹۱	۷۶	۱۱۸

بتن ماده سنگی و دست‌ساز است که از مقاومت فشاری قابل قبول و مقاومت کششی تقریباً پایین برخوردار است که برای رفع این ضعف از میلگرد در بتن استفاده می‌گردد، بتن جسمی سخت از ترکیب مصالح اولیه (آب، سیمان، سنگ‌دانه)، ترکیب و اندازه مشخص است که در واقع این اندازه‌گیری مشخص را طرح اختلاط بتن می‌گویند (مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران ۱۳۹۲).

۲-۲- طرح اختلاط

جهت رسیدن به دوام کافی، مقاومت موردنظر و اسلامپ یا روانی مورد قبول می‌بایست اجزاء و ترکیبات تشکیل‌دهنده بتن به نسبت‌های مشخص با هم ترکیب گردد که به این نسبت‌ها طرح اختلاط می‌گوییم. در این پژوهش جهت ساخت بتن اختلاط سبز جایگزین مصالح سنگی، شیشه و آجر است. به دست آوردن طرح اختلاط در این پژوهش به صورت آزمون و خطا از ده‌ها طرح و سنجش مقاومت‌های مختلف با اسلامپ‌های مختلف و البته درصد مواد افزودنی جاذب (بنتونیت) به دست آمده است (جدول ۲). اصول کلی این طرح همانند بتن‌های معمول است که صرفاً تغییراتی در مصالح داشته است. این طرح‌ها در دوره‌های ۷ روز و ۲۸ روزه سنجیده و مقاومت‌گذاری شده که در نهایت یک طرح بهینه به صورتی که در آن مقاومت، اسلامپ، درصد جاذب و استفاده در آن دیده شده باشد به دست آمده است. در این بتن اختلاط سبز مقاومت ۷ روزه نمونه بهینه ۸۷ و ۲۸ روزه ۱۱۴ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بوده است. آزمایش‌های تعیین مقاومت بر اساس نمونه مکعبی به ابعاد ۱۵×۱۵×۱۵ انجام گرفته است برای رسیدن به دانه‌بندی بهینه از آجر و شیشه در این پژوهش هر دو مصالح به صورت‌های ریزدانه و درشت‌دانه در طرح‌های مختلف اختلاط مورد استفاده و آزمایش قرار گرفت. در نهایت در طرح بهینه، شیشه با دانه‌بندی حداکثر ۱۵ میلی‌متر به عنوان مصالح در قسمت درشت‌دانه و آجر با دانه‌بندی بین صفر تا ۵ میلی‌متر به-عنوان مصالح ریزدانه آورده شده است (جدول ۱). بعد از مشخص شدن طرح اختلاط بهینه طبق همان بتن مواد تهیه و ساخته شد. سپس در قالب‌های پلاستیکی به ابعاد قطر ۹ سانتی‌متر و ابعاد ۴

10. Aluminosilicate

11. Amorphous

12. Crystallization

7. Merck

8. Hydrochloric acid

9. Basic

اشباع عمل آوری شد. بعد از عمل آوری نمونه‌ها از آب خارج شد تا به شرایط معمول و خشک جهت استفاده برای در معرض قرار گرفتن محلول آلوده رسید.

سانتی متر ریخته و قالب‌گیری شد. بعد از ساخت بتن کل براساس طرح اختلاط به دست آمده قالب‌گیری با قالب‌های پلاستیکی تهیه شد. سپس آن‌ها را در محیطی با دمای آزمایشگاهی نگهداری کرده و گیرش اولیه انجام شد. سپس در زمان ۷۲ ساعت در شرایط

جدول ۲- طرح‌های اختلاط

شماره طرح	شیشه kg	آجر kg	سیمان kg	آب kg	بنتونیت kg	مقاومت ۷ روزه kg/cm ²	مقاومت ۲۸ روزه kg/cm ²	روانی (اسلامپ)	وزن کل kg/m ³
۱	۱۲۰۰	۵۰۰	۳۵۰	۴۰۰	-	۸۴	۱۰۹	۲	۲۴۵۰
۲	۱۱۸۰	۴۶۵	۳۵۰	۳۷۸	۷۰	۶۳	۹۷	۱	۲۳۴۳
۳	۱۱۳۰	۷۰۰	۳۵۰	۳۴۰	-	۴۴	۵۴	۵	۲۵۲۰
۴	۱۱۰۰	۶۰۰	۳۵۰	۴۰۰	-	۶۴	۷۵	۱۸	۲۴۵۰
۵	۱۰۷۰	۵۳۵	۲۵۰	۴۲۵	۱۲۰	۴۷	۶۱	۳	۲۴۰۰
۶	۱۰۷۰	۵۵۰	۳۵۰	۴۰۰	۷۰	۸۰	۱۰۴	۴	۲۴۴۰
۷	۹۵۵	۵۲۵	۳۵۰	۵۱۰	۹۰	۶۴	۹۴	۳/۵	۲۴۳۰
۸	۸۸۰	۴۶۵	۳۵۰	۵۰۵	۱۸۰	۵۳	۷۵	۷	۲۳۸۰
۹	۸۶۰	۶۵۰	۳۵۰	۴۷۰	۹۰	۷۷	۱۰۰	۲	۲۴۲۰
۱۰	۸۳۸	۵۰۳	۳۵۰	۵۰۲	۱۹۴	۸۷	۱۱۴	۵	۲۳۸۷
۱۱	۷۶۶	۷۶۶	۲۵۰	۴۵۰	۱۶۸	۲۴	۳۱	۱۶	۲۴۰۰
۱۲	-	۱۹۰۰	۱۵۰	۳۰۰	-	۱۲۰	۱۵۸	۲	۲۳۵۰
۱۳	-	۱۸۰۰	۲۵۰	۳۵۰	-	۱۰۹	۱۴۰	۳	۲۴۰۰
۱۴	۱۹۰۰	-	۲۵۰	۲۰۰	-	۹۰	۱۱۲	۹	۲۲۵۰
۱۵	-	۱۷۰۰	۳۵۰	۳۵۰	-	۱۳۱	۱۶۶	۳	۲۴۰۰
۱۶	۱۲۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۳۵۰	-	۷۵	۱۰۳	۴	۲۲۵۰
۱۷	۶۰۰	۱۲۰۰	۳۰۰	۴۵۰	۵۰	۶۹	۹۲	۵	۲۶۵۰
۱۸	۷۵۰	۱۰۰۰	۳۵۰	۴۵۰	۷۵	۷۱	۹۳	۵	۲۶۲۵
۱۹	۵۰۰	۱۲۰۰	۳۵۰	۵۰۰	۱۰۰	۵۷	۷۷	۳	۲۶۵۰
۲۰	۱۳۰۰	۵۵۰	۳۵۰	۳۰۰	۱۵۰	۴۰	۵۱	۳	۲۶۵۰
۲۱	۱۰۰۰	۵۷۵	۳۵۰	۵۰۰	۲۰۰	۷۱	۹۳	۲	۲۴۵۰

شد و درصد‌های جذب و مقادیر بهینه تحلیل گردید. تمامی مراحل فوق برای هر پارامتر جدا انجام و محاسبه گردید. در نهایت از هر پارامتر عدد بهینه به دست آمد و اندازه‌گیری درصد حذف نهایی مشخص گردید. این مراحل همگی در شرایط آزمایشگاهی با دقت بالا و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام گردید.

۳- نتایج و بحث

در این پژوهش جهت بررسی و تعیین شرایط بهینه جذب کادمیوم با بتن اختلاط سبز اصلاح‌شده با بنتونیت پارامترهای مهم (دوز جذب، pH، زمان تماس، غلظت اولیه فلز کادمیوم) به دست آمد. بدین صورت که در هر مرحله یک پارامتر به صورت متغیر و دیگر پارامترها به صورت ثابت نگاه‌داشته می‌شدند. با تکرار آزمایشات و مقایسه اعداد بهینه هر پارامتر به دست آمده است. این مراحل برای تمامی پارامترهای فوق انجام شد و در

۳-۲- روش انجام آزمایش

پس از ساخت و عمل آوری نمونه‌های بتن و قرار گرفتن در شرایط آزمایشگاهی نمونه‌ها در قالب‌های بزرگ‌تری قرار گرفت که بتواند در مجاورت محلول آلوده قرار بگیرد. به صورتی که روی نمونه‌ها را پوشانده (۲۵۰ cc) و تقریباً در مجاورت محلول آلوده قرار گرفت (جدول (۳)). نمونه‌ها در مجاورت غلظت‌های مختلف (۱۰ تا ۱۰۰ ppm) و همچنین زمان تماس‌های متفاوت (۳۰ دقیقه تا ۱۴۴۰ دقیقه) و pH های مختلف (۲ تا ۱۰) و البته با دوز جذب-های مقاومت (۰ تا ۱۵٪) قرار گرفت. لازم به ذکر است که از هر مرتبه کار یک نمونه به عنوان شاهد گرفته شد pH های محلول نیز به وسیله اسید کلریدریک ۰/۱ مولار و سود ۰/۱ مولار تهیه‌شده در بازه‌های مختلف تهیه گردید.

در نهایت با محلول‌های استاندارد (۱، ۳، ۵ و ۱۰) میزان جذب فاضلاب اولیه و نهائی توسط دستگاه جذب اتمی شعله اندازه‌گیری

برای به دست آوردن غلظت اولیه، ابتدا محلول های ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم در زمان تماس ۶ ساعت و pH برابر ۶ و دوز جاذب ۸٪ طرح اختلاط قرار گرفت (جدول ۵)). نمونه ها با استفاده از اعداد جذب دستگاه اتم مورد آنالیز قرار گرفت. نتیجه بیشترین میزان جذب در غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر و با جذب ۸۶/۲۰٪ مشاهده گردید. جهت بررسی این مقدار از نمودار کالیبراسیون با محلول استاندارد استفاده گردید.

جدول ۵- تعیین مقدار غلظت اولیه

نمونه	غلظت اولیه (ppm)	درصد جذب
نمونه ۱	۱۰	۴۱/۷۴
نمونه ۲	۲۵	۵۱/۶۹
نمونه ۳	۵۰	۸۶/۲۰
نمونه ۴	۷۵	۸۵/۸۵
نمونه ۵	۱۰۰	۸۵/۶۴

جهت پیدا کردن درصد بهینه جاذب بنتونیت، از بتن های ساخته شده در طرح اختلاط های اولیه استفاده گردید. با توجه به پارامترهای مهم بتن از جمله (مقاومت، اسلامپ یا روانی بتن، کارایی بتن مورد نیاز) درصدهای (۲، ۵، ۸، ۱۰ و ۱۵) مورد آزمایش قرار گرفت. سپس درصد جذب بهینه با شرایط بتن واقعی ۸٪ ارزیابی گردید.

جدول ۶- تعیین درصد بهینه جاذب مصرفی

نمونه	درصد جذب	مقاومت ۷ روزه Kg/cm ²	مقاومت ۲۸ روزه Kg/cm ²
بدون جاذب	۵۸/۷۸	۱۰۵	۱۳۷
۲ درصد جاذب	۷۷/۷۲	۹۵	۱۲۷
۵ درصد جاذب	۸۱/۲۲	۹۱	۱۱۸
۸ درصد جاذب	۹۷/۵۶	۸۷	۱۱۴
۱۰ درصد جاذب	۹۷/۷۷	۷۶	۱۰۰
۱۵ درصد جاذب	۹۸/۱۴	۵۱	۶۷

با توجه به نتایج به دست آمده مقدار جذب برای بنتونیت ۱۵٪ با درصد جذب ۹۸/۱۴٪ مشاهده گردید. دلیل استفاده و بهینه قرار دادن جاذب ۸٪ برای کار به خاطر تأثیرات میزان جاذب در بتن بهینه شده می باشد که اثرات قابل قبولی بر پارامترهای اصلی بتن گذاشته است (جدول ۶)). لذا جهت انجام آزمایش با فاضلاب واقعی دوز جاذب بنتونیت ۸٪ اعمال گردید.

برای رسم نمودارهای سنتیک جذب شبه درجه اول و درجه دوم برای فلز کادمیوم با شرایط pH=6 غلظت اولیه آلاینده ۵۰ میلی گرم در لیتر و در بازه های زمانی ۳۰ دقیقه ای استفاده گردید. براساس نتایج مشاهده شد که سنتیک جذب با داشتن هم بستگی بالاتر (R²=0.9693) از مدل شبه درجه دوم پیروی کرد (شکل ۱)).

نهایت با در دست داشتن اعداد بهینه هر پارامتر به میزان درست حذف کادمیوم پی برده شد.

در بررسی اثر pH در فرایند جذب کادمیوم جهت تعیین pH محلول با فرض گرفتن عددی ثابت از غلظت اولیه (۵۰) و همچنین زمان تماس (۱ ساعت) و جاذب به دست آمده از طرح اختلاط (۸٪) در بتن نمونه، در محلول (۲۵۰ ml) اثرات غلظت pH بررسی شد. بازه تغییرات pH (۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰) بود که در شرایط آزمایشگاهی و دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انجام گردید. نتیجه بیشترین میزان جذب در pH برابر ۶ و به میزان ۷۷/۷۹ درصد مشاهده شد (جدول ۴)).

جدول ۳- میزان جذب فلز کادمیوم در pH های مختلف با

غلظت اولیه ۵۰ میلی گرم بر لیتر	
pH	درصد جذب R
۲	۶۹/۴۵
۴	۷۲/۹۸
۶	۷۷/۷۹
۸	۷۷/۰۷
۱۰	۶۷/۱۸

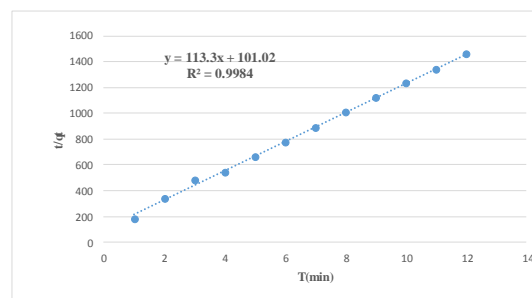
جهت بررسی اثر زمان در فرایند جذب کادمیوم، پس از به دست آمدن pH برابر ۶ در مراحل آزمایشات قبل و همچنین داشتن دوز جاذب بنتونیت ۸٪ بتن نمونه از طرح اختلاط و ثابت نگه داشتن غلظت اولیه (۵۰)، جهت بررسی اثر زمان تماس محلول در بازه زمانی (۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۶۰، ۴۸۰، ۷۲۰ و ۱۴۴۰) دقیقه قرار گرفت. پس از ساخت محلول استاندارد نمودار کالیبراسیون کادمیوم و انجام آزمایش جذب اتمی حداکثر میزان جذب در زمان ۱۴۴۰ دقیقه و به میزان ۹۷/۶۲ درصد مشاهده گردید. لازم به ذکر است زمان ۶ ساعت تا ۲۴ ساعت افزایش قابل ملاحظه ای در درصد جذب رخ نداد. با توجه به این که در حوضچه های آرامش تصفیه خانه ها ماندگاری فاضلاب ها ۴ تا ۶ ساعت می باشد پس میزان جذب بهینه زمانی ۶ ساعت با درصد جذب ۹۷/۴۰ لحاظ گردید.

جدول ۴- تعیین زمان بهینه جذب کادمیوم با غلظت اولیه ۵۰

میلی گرم بر لیتر	
زمان (دقیقه)	درصد جذب
۳۰	۶۴/۳۶
۶۰	۷۰/۰۰
۱۲۰	۸۷/۰۲
۲۴۰	۹۳/۸۱
۳۶۰	۹۷/۴۰
۴۸۰	۹۷/۴۶
۷۲۰	۹۷/۵۷
۱۴۴۰	۹۷/۶۲

جدول ۷- درصد جذب در غلظت‌های مختلف محلول نمونه

واقعی فاضلاب		
شماره نمونه	غلظت اولیه (ppm)	درصد جذب
۱	۱۰	۹۶/۶۰
۲	۲۵	۹۹/۰۴
۳	۵۰	۹۹/۸۸
۴	۷۵	۹۹/۸۴
۵	۱۰۰	۹۹/۷۶



شکل ۱- سنتیک شبه درجه دوم فلز کادمیوم

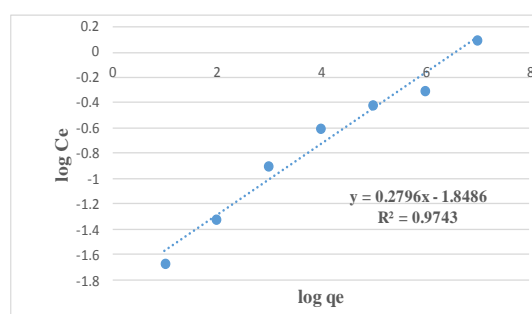
۴- نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش ساخت بتنی با قابلیت حذف فلزات سنگین در شرایط محیطی صنعتی و محلول‌های آلوده بوده است. استفاده از این بتن باعث صرفه بیشتر اقتصادی و کارایی بالاتر در تصفیه فاضلاب‌های صنعتی و البته در شرایط بهینه است. همچنین با تست این بتن در شرایط واقعی فاضلاب صنعتی شیراز نتایج خوبی به دست آمد که این مهم با دیگر پژوهش‌ها و شرایط مقایسه شد.

در بررسی اثر نوع شیشه بر مقاومت بتن طرح، در این پژوهش از ۳ نوع شیشه (مخلوط ساختمانی، بطری شیشه‌ای و سکوریت) به صورت ضایعاتی استفاده شد. در ساخت بتن اختلاط سبز شیشه مخلوط ساختمانی به علت ضخامت کم و استقامت پایین و همچنین بطری شیشه‌ای به دلیل نوع شکل و یک دست نبودن آن، مقاومت بتن را کاهش دادند. شیشه سکوریت با ضخامت مناسب و البته دانه‌بندی بهتر مقاومت بالاتری (۱۱۸ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) داشت. بعد از نتایج مقاومت بتن نمونه، شیشه سکوریت به‌عنوان شیشه مصرفی در طرح اختلاط مورد استفاده قرار گرفت. در تحقیقاتی که در سال ۲۰۰۴ بر روی شیشه انجام داده شد، نتایج نشان داد ساختار و ضخامت شیشه‌ها نقش مهمی در تعیین مقاومت و سختی دارد (Wolfram hei ze, ۲۰۰۴).

نوع آجر مصرفی نقش مهمی در مقاومت بتن دارد. در این تحقیق از مخلوط آجر ساختمانی به صورت ضایعاتی و به‌عنوان مصالح ریزدانه استفاده شد. آجر با مقاومت کم‌تر نسبت به مصالح سنگی و از خانواده رس است. همچنین آجر چسبندگی خوبی با دیگر مصالح مصرفی بتن و با توجه به روانی خوب بتن در طرح بهینه داشت. آجر با داشتن مقاومت خوب فشاری خواص بتن را حفظ کرد و همچنین با داشتن قدرت جذب مناسب، فرایند جذب را بهتر انجام داد. هرچند وجود آجر نسبت به مصالح سنگی در بتن مقاومت فشاری نهایی کم‌تری را به‌وجود آورد. در پژوهش انجام‌شده در سال ۲۰۰۴ بر روی فرآیند تولید و خواص آجر، مشاهده گردید که آجر مقاومت فشاری نسبتاً خوب (۱۵ نیوتن بر میلی‌متر مربع) یا (۱۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) و همچنین جذب خوب آب (حدود حداقل ۸ و حداکثر ۲۰ درصد وزنی خود آجر) را داشت (Wolfram hei ze, ۲۰۰۴).

در طراحی سیستم‌های جذب یکی از پارامترهای مهم، ایزوترم جذب است که نتایج آن چگونگی فعل‌وانفعالات بین جذب و جسم را تفسیر می‌کند. به‌صورت رایج برای به‌دست آوردن این مهم از دو معامله فروندلیچ و لانگمویر استفاده می‌شود. بر مبنای نتایج حاصله مشاهده گردید که ایزوترم جذب با داشتن ضریب همبستگی بالاتر ($R^2=0.9741$) از مدل فروندلیچ پیروی کرد (شکل (۲)).



شکل ۲- پارامترهای ایزوترم فروندلیچ

در بررسی میزان جذب نمونه با فاضلاب واقعی با داشتن تمامی پارامترهای اصلی میزان جذب (pH، زمان تماس، غلظت محلول و دوز جاذب) نمونه را تحت اثر نمونه واقعی، فاضلاب صنعتی که از تصفیه‌خانه فاضلاب شرکت شهرک‌های صنعتی شیراز تهیه شد، قرار داده شد. لازم به ذکر است با توجه به آزمایش انجام‌شده بر روی فاضلاب واقعی مشخص شد که فاضلاب حاوی ۵ میلی‌گرم بر لیتر فلز سنگین کادمیوم است. با توجه به کم بودن غلظت فلز سنگین کادمیوم در آزمایشگاه این میزان آلودگی را به ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر رساند شد و در تماس با نمونه با شرایط آزمایشگاهی و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و اعداد و مقادیر بهینه پارامترهای جذب قرار داده شد. پس از ساخت محلول استاندارد و استفاده از نمودار کالیبراسیون کادمیوم، اعداد خوانده شد و توسط دستگاه جذب اتمی جذب نمونه واقعی ۹۹/۸۸ درصد مشاهده گردید.

در بررسی اثر دوز جاذب بنتونیت و با توجه به طرح اختلاط، این بتن با بنتونیت ۸ درصد جهت حذف کادمیوم به صورت پیش-فرض در نظر گرفته شد. جاذب در بازه آزمایشی ۰ تا ۱۵ درصد جاذب استفاده شد که بیشترین درصد جذب ۱۵ مشاهده شد. اما با توجه به نزدیک بودن راندمان حذف و در واقع پارامترهای مهم و مؤثر بر کارایی بتن در نهایت درصد بهینه جاذب همان ۸ درصد لحاظ گردید. در واقع هرچه میزان مصرف جاذب بیشتر می‌شد راندمان جذب بالا می‌رفت اما تأثیر مستقیم بر کارایی و مقاومت بتن داشت. با افزایش جاذب بیشتر از درصد بهینه مقاومت بتن کاهش یافت. پژوهشی با عنوان حذف فلز سنگین کادمیوم از لجن فاضلاب در سال ۲۰۰۴ صورت گرفت که نتایج نشان داد با افزایش دوز جاذب به دلیل این که سایت‌های فعال سطح و گروه‌های عملکرد افزایش پیدا می‌کند، میزان جذب بیشتر شده است (Zhai, 2004).

در این پژوهش در بررسی اثر میزان غلظت اولیه در حذف کادمیوم، بازه میزان غلظت اولیه بین ۱۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر انجام شد که با توجه به جاذب بنتونیت بیشترین جذب در غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. هر چه میزان غلظت بالاتر و یا پایین‌تر می‌رفت فرایند جذب تا حدودی دچار افت می‌شد. هرچند در غلظت‌های پایین به دلیل کم بودن میزان آلودگی فرایند جذب بهتر انجام می‌شد اما به نظر رسید این غلظت کم هم دارای محدودیت است که با توجه به نتایج این پژوهش این عدد حوالی ۵۰ میلی‌گرم بود. ظرفیت جذب و میزان غلظت محلول کادمیوم نقش مهمی در میزان جذب نهایی دارند.

در پژوهشی که در سال ۱۳۸۱ انجام شد مشخص شد که تفاله چای و پوست گردو و کاه گندم و برنج برای حذف کادمیوم در غلظت‌های پایین مؤثرتر بوده است (بینا و همکاران، ۱۳۸۱).

۵- مراجع

اسراری، م. ا. "مهندسی محیط زیست"، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۳.

امامی، م. "حذف کادمیوم از فاضلاب با استفاده از بتن اصلاح شده با نانو ذره اکسید آهن و سبوس برنج"، مجموعه مقالات سومین کنفرانس بین‌المللی عمران معماری و توسعه شهری، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ۱۳۹۴.

بذرافکن، م. اسراری، ا. "بررسی حذف فلز سنگین کروم (VI) از فاضلاب با استفاده از بتن اصلاح شده با جاذب کایولین، کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و شهرسازی ایران معاصر، تهران، دانشگاه اسوه، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۶.

در این پژوهش اثر محلول بر مقاومت نمونه‌ها بررسی شد. با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایش مقاومت فشاری بتن، قبل و بعد از تماس با محلول حاوی فلز کادمیوم مشخص شد مقاومت بتن بعد از تماس با محلول آزمایشگاهی حاوی کادمیوم به میزان حدودی ۱۳ درصد کاهش یافت. همچنین مقاومت بتن نمونه در مجاورت محلول فاضلاب واقعی به میزان حدودی ۹ درصد افزایش داشت. ممکن است دلیل کاهش مقاومت بتن در مواجهه با محلول آزمایشگاهی حاوی کادمیوم تأثیرات متمرکز وجود فلز کادمیوم و اثرات ماده شیمیایی فلز بر روی بتن باشد. افزایش مقاومت بتن در محلول فاضلاب صنعتی واقعی می‌تواند به دلیل چسبندگی لجن فاضلاب بوده، که باعث چسبیدن و نزدیک شدن مولکول‌ها شده است. در تحقیقات انجام شده، مشخص شد در حضور آلودگی فلزات سنگین مقاومت فشاری بتن کاهش یافت. دلیل اصلی این اتفاق کندگی شدن سیمان در حضور اکسیدهای فلزات سنگین بود. (رجب‌پور اشکیکی و همکاران، ۱۳۸۵)

زمان از اصلی‌ترین پارامترهای مهم در نتیجه یک آزمایش است، که انتخاب درست آن در نوع روش تصفیه و همچنین اقتصادی بودن پروژه و میزان جذب تأثیرگذار است. در استفاده بعضی مواد جاذب یا روش‌های جذب این زمان می‌تواند متغیر باشد. نتایج نشان از درصد جذب بالاتر در مدت زمان بیشتر بود. در این پژوهش در زمان‌های نیم ساعت تا ۲۴ ساعت به بتن اجازه حذف فلز سنگین داده شد که البته زمان بهینه ۲۴ ساعت بود. اما با توجه به کاربرد در حوضچه‌های آرامش که حدوداً بین ۴ تا ۶ ساعت اجازه ماندن به فاضلاب را می‌دهند و همچنین زیاد نبودن اختلاف جذب از ۶ ساعت تا ۲۴ ساعت زمان بهینه ۶ ساعت در نظر گرفته شد. هر چه زمان بیشتر شد درصد حذف هرچند به مقدار اندک اما بیشتر شد. دلیل بیشتر شدن فرایند جذب فرصت بیشتر جاذب بنتونیت برای جذب فلزات سنگین بود.

همان‌طور که می‌دانیم pH از مهم‌ترین عوامل حذف فلزات در محلول‌ها می‌باشد. در واقع در محلول‌های آبی میزان یونیزه بودن گروه‌های جاذب، توسط pH محلول کنترل می‌گردد (Gupta, 2016).

در پژوهشی که بر روی حذف فلزات سنگین کادمیوم توسط کانی‌های رسی انجام شد تحقیقات نشان می‌داد که استفاده از خاک رس سیپولیت^{۱۳} در pH ۵ بیشتر از ۴ بوده و در واقع راندمان جذب بالاتری داشته است (سمیعی‌فرد، ۱۳۹۴). در این پژوهش با بررسی اثرات pH در بازه (۲ تا ۱۰) بهینه حذف عدد ۶ بود اما با توجه به نتایج مشخص شده که محیط هر چه به سمت اسیدی یا بازی بودن حرکت می‌کند نسبت به محیط خنثی درصد راندمان حذف کاهش می‌یابد.

بیناب محوی، سعیدی ع، "بررسی کارایی الیاف طبیعی در حذف کادمیوم از پساب‌های صنعتی"، مجله آب و فاضلاب، ۱۳۸۱، ۴۳، ۲-۶.

توکلی د و، حیدری ع و، منصوری ز و، کریمی م، "بررسی استفاده از ضایعات آجرهای سفالی در بتن"، چهارمین کنفرانس ملی بتن ایران، ۱۳۹۱.

سمیعی فردر، لندی، حجتی س، پوررضان، "تأثیر پیش تیمارهای حرارتی بر حذف کادمیوم، کبالت و روی از محلول‌های چند یونی با استفاده از کانی سپیولیت"، فصل‌نامه علوم تکنولوژی محیط زیست، ۱۳۹۴، ۱۹ (۴)، ۱۷۹-۱۹۳.

رجب پور اشکیکی ع، گنجی دوست ح، "جامدسازی و تثبیت خاک آلوده به فلزات سنگین با هدف کاهش آب شویی آلاینده‌ها به منابع آب"، کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دوره دوم، ۱۳۸۵.

کیانوش ش، "بنتونیت خاک با هزار نوع مصرف"، انتشارات گنج هنر، تهران، ۱۳۹۱.

مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان، مصالح ساختمانی، ویرایش چهارم، ۱۳۹۲.

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، طرح و اجرای ساختمان بتن آرمه، ویرایش چهارم، ۱۳۹۲.

وهاب‌زاده ع، "شناخت محیط زیست زمین سیاره زنده"، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۸۲.

هیبه‌زه و، "شناخت مصالح ساختمان" ترجمه: پرویز پارسی راد ۱۳۸۶ تهران، انتشارات سیمای دانش، ۲۰۰۴.

ASTM standard (American society for testing and materials)

Barakat MA, "New trends in removing heavy metals from industrial wastewater", Arabian Journal of Chemistry, 2011, 4, 361-377.

Gupta V, Suhas K, "Application of low-cost adsorbents for dye removal a review", Journal of Environmental Management, 2009, 90, 2313-2342.

zhai Y, Wei X, Zeng G, Chu K, "Study of adsorbent derived from sewage sludge for the removal of Cd²⁺, Ni²⁺, in aqueous solution", Separation and Purification Technology, 2004, 38 (2), 191-196.

EXTENDED ABSTRACTS

Cadmium Elimination Feasibility Study Using Bentonite Modified Green Concrete

Elham Asrari*, Mohammad Amin Nejabat

Faculty of Civil Engineering, University Payam Noor of Shiraz, Iran

Reserved: 15 July 2019; Accepted: 21 October 2020

Keywords:

Cadmium, Concrete mixing green, Bentonite, Industrial sewage, Concrete.

1. Introduction

Cadmium is a heavy metal with many environmental degradation effects that is available in various industries. Considering the use of concrete as the most expensive construction materials, this study investigates the removal of heavy cadmium metal by concrete modified with bentonite. Bentonite, as a clay absorber from the clay family, has a Monte Morillonite. Bentonite has good absorption properties as well as good mixing with concrete materials. In recent years, the use of various wastes, including glass and bricks in concrete, has been greatly appreciated. In this study, the construction and testing of green mixing concrete (concrete in accordance with the plan for the use of recycled materials and reducing environmental damage) using recyclable glass and brick materials. This concrete has non-structural standard concrete properties with bentonite. Green mixing concrete has the property of removing cadmium, one of the most hazardous materials and heavy metals. It is a concrete for use with various constructional concrete, and especially industrial sewage ponds.

2. Methodology

In this research, the construction of concrete with renewable building materials was used as a waste (green mixing concrete) to remove heavy metal cadmium. The materials used in this concrete are glass and bricks (100% instead of stone materials), and cement, water, and bentonite are used as a sorbent (for the adsorption of heavy metal cadmium) in this concrete. In order to achieve the aggregation of the above materials, different mixing designs were used and tested. Finally, in optimal design, a glass (of security type) with a maximum gravity of 15 mm as aggregate and bricks with a grain size of 0 to 5 mm were selected as fine aggregates. After determining the optimal mixing plan, the materials were prepared according to the same concrete design. After making and treating the concrete samples and placing them in the laboratory conditions, the samples were adjacent to different concentrations (10 to 100ppm), as well as different contact times (30 min to 1440 min) and different pH (2 to 10) and Of course, with a dose of resistance absorbents (0 to 15%). It should be noted that every time a sample was taken as a controlled pH. The solution was also prepared by 0.1 molar chloride acid and 0.1 molar yield and used in different intervals. Finally, with standard solutions (1, 3, 5 and 10), the initial and final sewage absorption was measured by atomic absorption spectrometry and the percentages of adsorption and optimal amounts were analyzed. All of these steps were carried out in high-precision laboratory conditions at 25°C.

* Corresponding Author

Email addresses: elasrari@yahoo.com (Elham Asrari), nejabat1984@gmail.com (Mohammad Amin Nejabat).

3. Results and discussion

In this study, the important parameters (adsorbent dose, pH, contact time, initial concentration of cadmium metal) were determined to determine the optimum conditions for cadmium adsorption with modified concrete with bentonite. Thus, in each step, a parameter was kept as a variable, and other parameters were kept constant. By repeating tests and comparing numbers, each parameter was optimized. Investigating the effect of pH in the cadmium adsorption process to determine the pH of the solution by assuming a fixed number of initial concentrations (50) as well as contact time (1 hour) and adsorbent obtained from the mixing plot (8%) in the sample concrete in solution (250 ml). The effects of pH concentration in different intervals (2, 4, 6, 8 and 10) were investigated under laboratory conditions and temperature of 25°C. As a result, the highest adsorption rate was observed at pH 6 and was 77.79%.

In order to study the effect of time in the cadmium uptake process, after obtaining a pH of 6 in the previous test steps, and also having a dose of 8% concrete, mixing the sample and maintaining the initial concentration (50), to investigate the effect of the contact time of the solution in the interval (30, 60, 120, 240, 360, 480, 720 and 1440 minutes). After making the standard solution of the cadmium calibration chart and carrying out an atomic absorption test, the maximum absorption was observed at 1440 min and 97.62%. It should be noted that the time from 6 hours to 24 hours did not significantly increase in the adsorption rate. Considering that in the pools of calmness of the refineries, the storage life of the wastewater is 4 to 6 hours. Thus, the optimum absorption time is 6 hours, with an absorption percentage of 40/97.

In order to obtain the initial concentration, the solutions of 10, 25, 50, 75, and 100mg / l of cadmium were first applied at the contact time of 6 hours, and the pH was equal to 6, and the adsorbent dose was 8%. Samples were analyzed using atomic absorption numbers. As a result, the highest adsorption was observed at a concentration of 50mg / L and absorption of 86.20%. In order to find the optimum percentage of adsorbent concrete, concrete made in the initial mixing scheme was used. According to the important parameters of concrete such as (strength, slump, or concrete stress, the required concrete performance), the percentages (2, 5, 8, 10 and 15) were tested. Then, the optimal absorption percentage was evaluated with actual concrete conditions of 8%. According to the results, the amount of solvent for bentonite was 15%, with an absorption percentage of 98/14%. The reason for using and optimizing adsorbent 8% for work is due to the effect of adsorbent in optimized concrete, which has an acceptable effect on the main parameters of the concrete. Therefore, for the experiment with actual wastewater, the dose of bentonite adsorbent was applied at 8%. To formulate the traditional first-order and second-order adsorption charts for cadmium metal with pH = 6, the initial concentrations of the pollutant were 50mg / L and at 30 minute intervals. Based on the results, it was observed that the adsorption trait followed the higher pseudo-second-order equation ($R^2 = 0.9693$). In the design of absorption systems, one of the important parameters is absorption isotherm, which results in interpreting the interactions between absorption and the object. Freundlich and Langmuir are commonly used to obtain this. Based on the results, it was observed that the adsorption isotherm had a higher permeability coefficient ($R^2 = 0.9741$) from the Freundlich model.

In order to examine the sample absorption rate with actual wastewater, having all the main parameters of the absorbance (pH, contact time, solution concentration and adsorbent dose), and the sample was subjected to the actual sample, industrial wastewater generated from the wastewater treatment plant of Shiraz Industrial Township Company. It should be noted that, according to a test on real sewage, it was found that sewage contains 5mg / l heavy metal cadmium. Due to the low concentration of heavy metal cadmium in the laboratory, this level of contamination was 50mg / L and in contact with the specimen under laboratory conditions and temperature of 25°C, numbers and optimal values of absorption parameters were introduced. After making the standard solution and using the cadmium calibration graph, the numbers were read and observed by atomic absorption of the actual sample of 99.88%.

4. Conclusions

The purpose of this study was to construct concrete with the ability to remove heavy metals in industrial and environmental conditions. The use of this concrete makes it more economical and efficient at industrial wastewater treatment and, of course, in optimal conditions. In the study of the effect of glass type on the strength of the concrete, in this study, three types of glass (construction mix, glass bottle and securite) were used as waste. Stainless steel glass with a good thickness and, of course, good grain size, has higher resistance (118kg / cm²) and was used as a glass for mixing. In research conducted in 2004 on glass, the results showed that the structure and thickness of the glass play an important role in determining the resistance and hardness ... (Wolfram Hyezeh, 2004). The type of brick used plays an important role in the strength of concrete. In this research, a mixture of building bricks were used as waste and as fine-grain materials. Also, the bricks were very

good adhesion to other concrete materials and with good mental health of the concrete in the optimal design. With good compressive strength, the bricks retained concrete properties, and, with proper absorption, improved the absorption process. Although bricks have less compressive strength than concrete in concrete. In this study, the effect of solvent on the resistance of the samples was investigated. According to the results obtained from the compressive strength test of concrete, before and after contact with a solution containing cadmium metal, the strength of the concrete after contact with the laboratory solution containing cadmium was reduced by about 13%. Also, the resistance of the concrete in adjacent to the actual wastewater solution increased by about 9%. The reason for reducing the strength of concrete in the presence of a laboratory solution containing cadmium is the concentrated effects of the presence of cadmium metal and the effects of metal chemicals on concrete. Increasing the strength of concrete in a real industrial wastewater solution can be due to the sewage sludge adhesion, which causes the molecules to stick and approach. In the research, it was found that in the presence of heavy metal contamination, the compressive strength of the concrete decreased. The main reason for this was the cement loading in the presence of heavy metal oxides. (Rajab Pour Ashkiki et al., 2006). Time is one of the most important parameters as a result of a test, which is a good choice in the type of treatment method, as well as the economics of the project and the amount of absorption. The results showed higher adsorption rates over time. In this study, it was allowed to remove the heavy metal in concrete for half an hour, but the optimal time was 24 hours. However, considering the use in relaxation ponds, which allowed for about 4 to 6 hours to be allowed to leave the sewage system, as well as the lack of absorption differences between 6 hours and 24 hours, the optimal time of 6 hours was considered. The reason for the increased absorption process was the greater absorption of bentonite to absorb heavy metals. As we know, pH is one of the most important factors in the removal of metals in solutions. Indeed, in aqueous solutions, the ionization of adsorbent groups is controlled by the pH of the solution. (Gupta, 2016). In a study on the removal of heavy metals from cadmium by clay minerals, research has shown that the use of coprolite clay at pH 5 was greater than 4 and had a higher absorption efficiency. (Simaeifard, 1394). In this study, the effects of pH in the interval (2 to 10) were optimally eliminated by the number 6, but according to the results, it was determined that the environment moves as much as acidity or gaming relative to the neutral environment. The removal efficiency is reduced. In the study of the effect of adsorbent dose of bentonite, the adsorbent was used in the experimental range of 0 to 15% adsorbent, with the highest absorption percentage of 15. However, due to the closeness of the removal efficiency, and indeed the important parameters affecting the performance of the concrete, the optimum adsorbent percentage was assumed to be the same as the 8% assumption. In fact, the higher the absorbance was, the higher the absorption efficiency. With increasing adsorbent, the percentage of concrete strength decreased. In this study, in the study of the effect of initial concentration on cadmium elimination, the initial concentration range was between 10 and 100mg / L, which according to bentonite adsorbent had the highest absorbance at 50mg / L concentration. The higher the concentration or the lower the concentration, the absorption process somewhat fell. Although in low concentrations, due to the low levels of contamination, the absorption process was better, it appeared that this concentration was low, which according to the results of this study, this number was about 50 milligrams. The capacity of absorption and concentration of cadmium solution play an important role in the final absorption rate.

5. References

- Rajab Pour Ashkiki A, Ganji-Dost H, "Solidification and stabilization of heavy metal contaminated soil with the aim of reducing water pollution of pollutants to water resources", Iran Water Resources Management Conference, Second part, 1385.
- Samiei fard R, Llandy A, Hojjat S, Pourreza N, "Effects of heating pretreatments and ph on removal efficiency of cadmium, cobalt and zinc from multi-ionic solutions using sepiolite mineral", Journal of Environmental Technology, January 2017, 19 (4), 179-193.
- Honey V, "Understanding Building Materials", 2004, Translated by Parviz Parsi Rad, 2007, Tehran: Simaye Danesh Publication.
- Gupta A, Balomajumder C, "Simultaneous Adsorption of Cr and phenol from binary mixture using iron ineoporated rice husk", International Journal of Chemical Engineering, 2016, 1-12.