



بررسی کارایی فرآیند انعقاد الکتریکی در حذف کدورت و جامدات معلق حاصل از پساب شستشوی صافی شنی تند

نویسندگان: احمد رضا یاری^۱، حسین جعفری منصوریان^۲، صمد غلامی ینگجه^۲، غریب مجیدی^۳

۱. استادیار مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی، دانشگاه علوم پزشکی قم

۲. مربی مرکز تحقیقات ارتقاء سلامت دانشگاه علوم پزشکی زاهدان و باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان

۳. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی قم

۴. نویسنده مسئول: کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی قم

تلفن تماس: ۰۹۱۱۹۴۷۰۱۴۷ Email: gharibmajidi@gmail.com

چکیده

مقدمه: با روش‌های مناسب می‌توان بیش از ۹۵ درصد پساب شستشوی معکوس فیلتر را بازیافت نمود. هدف از انجام این مطالعه بررسی کارایی فرآیند انعقاد الکتریکی در حذف کدورت و جامدات معلق از پساب شستشوی صافی شنی تند تصفیه خانه آب شماره یک کرج می‌باشد.

روش بررسی: این مطالعه به صورت تجربی در مقیاس آزمایشگاهی و به صورت پیلوت در سیستم ناپوسته انجام شد. مخزنی با جنس پلاکسی گلاس با حجم ۴ لیتر، حاوی ۴ عدد الکتروده صفحه‌ای از جنس آلومینیوم و آهن به یک منبع تغذیه جریان مستقیم متصل شد. نمونه‌ها هر ۱۵ دقیقه از میانه راکتور جهت اندازه‌گیری کدورت و جامدات معلق جمع‌آوری و مورد آزمایش قرار گرفتند. تأثیر پارامترهای مختلفی از قبیل دانسیته جریان، زمان واکنش و پتانسیل الکتریکی مورد مطالعه قرار گرفت. تعداد کل نمونه‌های مورد آزمایش ۴۸ نمونه بود. کدورت به روش نفلومتری و کل مواد جامد معلق به روش وزن سنجی سنجش شد.

یافته‌ها: بیشترین میزان حذف کدورت و جامدات معلق در زمان واکنش ۶۰ دقیقه، دانسیته جریان 10 mA/cm^2 و اختلاف پتانسیل ۴۵ ولت مشاهده شد. بیشترین راندمان حذف کدورت در الکتروده آلومینیومی و آهنی به ترتیب برابر با $96/83$ درصد و $83/77$ درصد بود. همچنین بیشترین میزان حذف جامدات معلق در الکتروده آلومینیومی و آهنی به ترتیب برابر با $96/73$ درصد و $86/22$ درصد بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که فرآیند انعقاد الکتریکی می‌تواند گزینه مناسبی برای حذف کدورت و جامدات معلق از پساب شستشوی صافی شنی تند باشد. کارایی الکتروده آلومینیومی در حذف کدورت و جامدات معلق بیشتر از الکتروده آهنی بود.

واژه‌های کلیدی: انعقاد الکتریکی، صافی شنی تند، شستشوی معکوس، کدورت، جامدات معلق

طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال پانزدهم

شماره: دوم

خرداد و تیر ۱۳۹۵

شماره مسلسل: ۵۶

تاریخ وصول: ۱۳۹۴/۴/۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۵/۱۷



مقدمه

افزایش تقاضا برای مصرف آب و محدود بودن منابع آب، اهمیت استفاده مجدد از پساب را بیش از پیش آشکار می‌سازد (۱). پساب‌هایی که به درستی تصفیه شده‌اند را می‌توان منبع جدید آب به شمار آورد که دلیل عمده آن سهولت دسترسی، عدم نوسان در میزان تولید آن در طول سال و عدم ارتباط با میزان بارندگی سالانه است (۲).

صافی‌های تند شنی به عنوان مرحله نهایی در تصفیه آب آشامیدنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. فرآیند حذف ذرات توسط صافی پیچیده بوده و به پارامترهای متعددی بستگی دارد. بهره‌برداری مناسب از صافی‌ها، نیازمند عملیات شست‌وشوی معکوس است، که به طور متوسط و با توجه به کیفیت آب ورودی هر ۱۵ تا ۳۶ ساعت انجام می‌شود (۳). حجم آب مورد نیاز در شستشوی صافی‌ها ۳ تا ۶ درصد از حجم آب ورودی به تصفیه‌خانه برآورد می‌شود که پساب حاصله عملاً از مدار تصفیه خارج می‌شود (۴). پساب حاصل از شستشوی صافی‌ها جزء زائدات تصفیه‌خانه آب از نوع قابل بازیابی بوده و گرچه به طور مرسوم در تصفیه‌خانه‌های آب، پساب شستشوی صافی‌ها را بعد از یک‌ته نشینی به ابتدای تصفیه‌خانه برگشت می‌دهند ولی در بسیاری موارد این کار بطور منظم انجام نمی‌گیرد و یا بدون هیچگونه استفاده مفیدی از آن به دور ریخته می‌شود. بر اساس مطالعات صورت گرفته می‌توان با روش‌های مناسب بیش از ۹۵ درصد آب شستشوی معکوس فیلتر را بازیافت نمود (۱،۳).

کدورت در آب عموماً توسط مواد معلق مثل خاک و گل و لای، مواد آلی و معدنی ریز، ترکیبات آلی رنگی محلول و

پلانکتون‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها ایجاد می‌شود (۵). کدورت می‌تواند سبب حفاظت از میکروارگانیسم‌ها در برابر مواد گندزدا شود و مقدار مصرف ماده گندزدا را افزایش دهد (۶). اهمیت و جنبه‌های بهداشتی مربوط به کدورت شامل چسبیدن میکروارگانیسم‌ها به ذرات و تداخل در فرآیند گندزدایی می‌باشد (۷). ذرات کوچک، به ویژه ذراتی با چگالی نزدیک به آب مانند باکتری‌ها و ذرات کلوییدی ممکن است هرگز ته نشین نشوند و همچنان در آب پایدار بمانند، بنابراین تراکم ذرات و به هم پیوستن آنها گام ضروری برای حذف آنها توسط رسوب دهی است (۸).

منعقدکننده‌های سولفات آلومینیوم (آلوم) و کلرید فریک بیشترین کاربرد را در حذف کدورت و جامدات معلق از آب و پساب دارند. محدودیت‌های استفاده از نمک آلوم، آلومینیوم باقیمانده و مشکوک بودن ارتباط بیماری آلزایمر با آن است. همچنین استفاده از کلرید فریک در حذف کدورت با ایجاد رنگ در آب همراه است که بر روی اجسام لکه زرد متمایل به قرمز قهوه‌ای ایجاد می‌کند و اگر مقدار آن در آب بیشتر از یک میلی‌گرم در لیتر باشد موجب کدورت شده و مزه دارویی به آب می‌دهد (۹).

در سالهای اخیر مطالعات بسیاری بر روی کاربرد مستقیم الکتریسته در تصفیه آب و فاضلاب به دلیل سازگاری با محیط و امکان تصفیه جامدات، مایعات و گازها انجام شده است (۱۰). انعقاد الکتریکی یک فرآیند الکتروشیمیایی است که به کمک جریان الکتریکی آلاینده‌های معلق و محلول در محیط آبی ناپایدار می‌شوند (۱۱،۱۲). این روش بدلیل مزایایی چون اقتصادی بودن، راندمان بالا، تجهیزات ساده، ایمن بودن،



فرایند الکتروکواگولاسیون به طور موفقیت آمیزی به منظور تصفیه فاضلاب‌هایی از جمله کاغذسازی، روغن زیتون و دباغی، فاضلاب شهری، فاضلاب حاوی فلزات سنگین، رختشوی‌خانه، صنایع غذایی و پروتینی، فاضلاب حاوی نیترات، فاضلاب روغنی، فاضلاب رستوران، کارخانه تولید چپس، شیرابه‌ی محل دفن، حذف سختی از آب و رنگ‌زدایی از فاضلاب نساجی استفاده شده است (۱۴، ۱۶، ۱۰). الکتروکواگولاسیون، علاوه بر اینکه به تجهیزات ساده نیاز دارد، مزایایی از جمله کارایی حذف بالا، زمان ماند کم، تأسیسات تصفیه فشرده شده، هزینه نسبتاً پایین و بهره برداری ساده دارا می‌باشد. این ویژگی‌ها به کاهش هزینه‌های بهره برداری برای کاربردهای صنعتی نسبت داده می‌شود (۲۰، ۲۱). این مطالعه با هدف بررسی کارایی فرایند انعقاد الکتریکی در حذف کدورت و جامدات معلق از پساب شستشوی صافی شنی تند تصفیه خانه آب شماره یک کرج صورت گرفت.

روش بررسی

نمونه‌های مورد استفاده در این مطالعه از خروجی پساب شستشوی صافی شنی تند تصفیه خانه آب شماره یک کرج برداشت گردید. نمونه‌ها توسط محفظه‌های پلی اتیلنی با حجم ۵۰ لیتر به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها تا زمان آزمایش در یخچال نگهداری شد. جهت جلوگیری از هرگونه تغییر در خصوصیات کیفی قبل از شروع آزمایشات نمونه‌ها مجدداً بهم زده شد. برای هر بار راه اندازی راکتور به میزان ۴ لیتر نمونه برداشت شد. تعداد کل نمونه‌های مورد آزمایش ۴۸ نمونه بود.

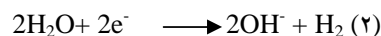
آزمایشات در یک راکتور ناپیوسته (۱۶ × ۱۶ × ۱۶) سانتی‌متر با حجم ۴ لیتر از جنس پلاکسی گلاس و مقاوم در برابر

بهره‌برداری آسان، لجن دفعی اندک، قابلیت ته نشینی خوب لجن، قابلیت آبنگیری مناسب لجن، زمان ماند کوتاه، وسعت عمل برای حذف انواع آلاینده‌ها و عدم نیاز به مصرف مواد شیمیایی خاص برای تصفیه انواع فاضلاب‌ها مناسب می‌باشد (۱۴، ۱۳).

انعقاد الکتریکی اساساً یک روش الکترولیز است که انجام واکنش‌های الکتروشیمیایی در آن مستلزم اعمال پتانسیل الکتریکی مناسب بین دو یا چند الکتروود جهت انجام واکنش در سطح مشترک الکتروود و محلول از طریق یک منبع الکتریکی خارجی است. یک راکتور انعقاد یک سلول الکتریکی است که حاوی آند و کاتد می‌باشد و بطور معمول جنس آند یک فلز هادی مانند آلومینیوم و آهن است که با ایجاد شارژ الکتریکی باعث خنثی‌سازی و حذف آلاینده‌ها می‌گردد. در فرایند انعقاد الکتریکی، هیدروکسیدهای فلزی تولید می‌شود.

هیدروکسیدهای فلزی با اعمال جریان الکتریکی طی واکنش‌های اکسایش- کاهش به صورت زیر تولید می‌شود:

(۱۵، ۱۶)



هیدروکسیدهای فلزی با آلاینده‌ها ترکیب می‌شوند و باعث ایجاد لخته‌های بزرگتر می‌گردند. همچنین با بالا آمدن حباب‌های هوا در سطح راکتور، ذرات سبک شناور می‌شوند (۱۲). بنابراین سه مکانیسم اصلی در انعقاد الکتریکی شامل تشکیل ماده منعقد کننده در اثر اکسیداسیون الکتروود، ناپایداری آلاینده‌ها و اتصال ذرات ناپایدار شده برای تشکیل لخته می‌باشد (۱۷، ۱۸).



تحت دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد خشک شد. پس از این مدت صافی وزن گردید و از طریق رابطه (۱) مقدار TSS بر حسب میلی گرم در لیتر به دست آمد.
رابطه (۱):

$$TSS = (W - W_0) \times 1000 / V(\text{ml})$$

کدورت به روش نفلومتری توسط دستگاه تور بیدمتر 2100N HACH سنجش شد. با استفاده از استانداردهای آماده که بطور تجاری موجود است و متناسب با تخمین دامنه کدورت نمونه‌ها، رنج مورد نظر انتخاب و استاندارد مربوطه در محفظه کدورت سنج قرار داده شد و میزان آن قرائت گردید. سپس نمونه‌ها داخل سل کدورت سنج ریخته شد و در داخل محفظه قرار داده شد و میزان کدورت قرائت گردید. تمامی آزمایش‌ها مطابق با روش‌های ذکر شده در کتاب آزمایش‌های استاندارد آب و فاضلاب انجام شد (۱۹).

یافته‌ها

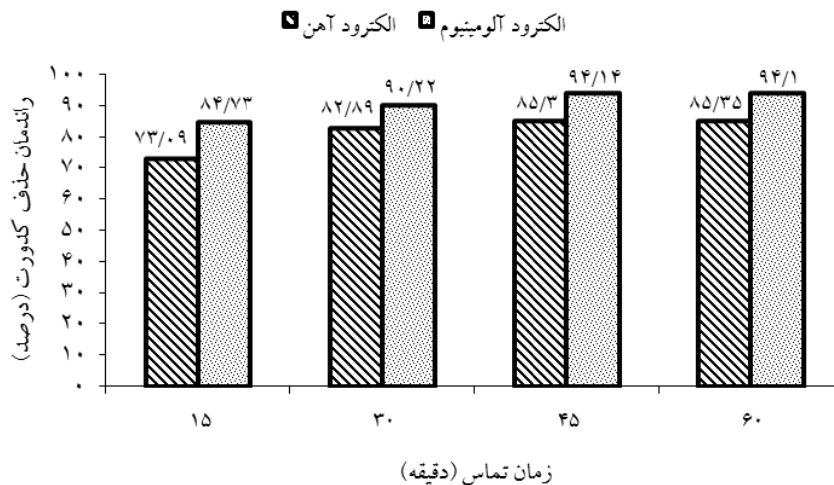
در مطالعه حاضر کارایی فرآیند انعقاد الکتریکی در حذف کدورت و جامدات معلق از پساب شستشوی صافی شنی تند تصفیه خانه آب یک کرج بررسی شد. تعداد نمونه‌های مورد آزمایش برای جامدات معلق و کدورت ۴۸ آزمایش بود. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین در نمونه‌های مورد آزمایش برای جامدات معلق به ترتیب برابر ۳۲۲، ۳۹۸ و ۳۷۳/۶ میلی گرم در لیتر بود. همچنین مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین در نمونه‌های مورد آزمایش برای کدورت به ترتیب برابر ۳۲۷ NTU، ۳۷۰ NTU و ۳۴۹/۷۵ NTU بود. راندمان حذف کدورت توسط فرآیند انعقاد الکتریکی در نمودارهای ۱، ۲ و ۳ آمده است. بیشترین میزان حذف کدورت توسط فرآیند انعقاد

خوردگی اسید انجام شد. ۴ عدد الکتروود صفحه‌ای از جنس آلومینیوم با اندازه ۱۴×۱۴ سانتی‌متر و ضخامت ۰/۲ سانتی‌متر تک قطبی در راکتور نصب گردید. اتصال الکتروودها به یکدیگر به صورت موازی و به منبع تغذیه به صورت تک قطبی (اتصال تمام الکتروودها به قطب‌های مثبت و منفی) بود. در این آزمایش از یک مبدل الکتریکی دیجیتال (MPS-3005I) Matrix Ltd استفاده گردید که توانایی تبدیل جریان برق شهری به جریان مستقیم را داشت. ورودی مبدل الکتریکی برق متناوب شهری و خروجی برق مستقیم بود. از مولتی‌متر Rogle برای اندازه‌گیری شدت جریان و اختلاف پتانسیل استفاده شد. همزدن محتویات سلول توسط همزن Heidolph MR 3001 با دور ۲۰۰ rpm انجام شد. متغیرهای انتخاب شده شامل زمان واکنش (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه)، دانسیته جریان (۳، ۷ و ۱۰ mA/cm²) و پتانسیل الکتریکی (۱۵، ۳۰ و ۴۵ ولت) بود. نمونه‌های ۵۰ میلی‌لیتری از میانه راکتور و در فواصل زمانی انتخاب شده برداشت گردید. هر آزمایش دو بار تکرار گردید. پس از پایان هر دوره آزمایش، الکتروودها به طور کامل توسط آب شسته شدند تا لخته‌ها جدا شوند. سپس در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه کاملاً خشک شدند و با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین شدند.

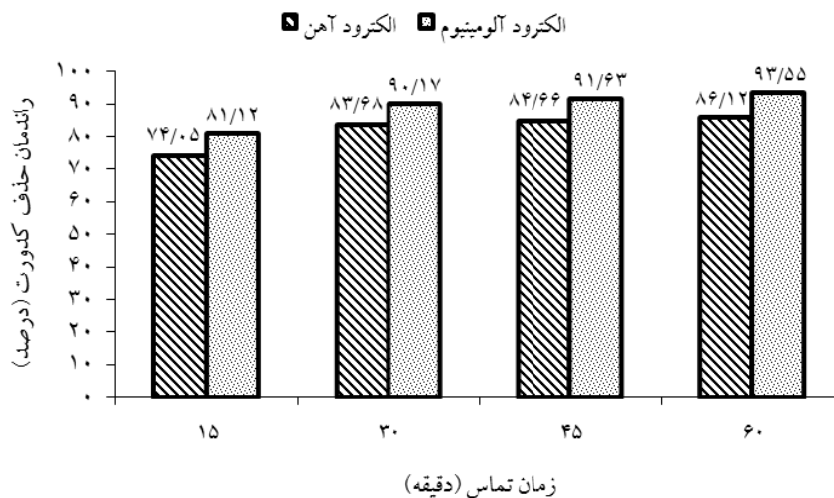
برای اندازه‌گیری کل مواد جامد معلق (TSS) از روش وزن سنجی استفاده شد. صافی با آب مقطر شسته و با استفاده از فور در دمای ۱۰۵-۱۰۳ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت خشک شد. پس از این مدت صافی وزن گردید و سپس به پمپ وصل شد و حجم خاصی از نمونه از صافی عبور داده شد. سپس صافی در داخل یک پلیت گذاشته شد و در فور به مدت ۲ ساعت



الکتروکتریکی در زمان واکنش ۶۰ دقیقه، دانسیته جریان 10 mA/cm^2 و اختلاف پتانسیل ۴۵ ولت مشاهده شد که برای الکتروکتریکی در زمان واکنش ۶۰ دقیقه، دانسیته جریان $96/83$ درصد و اختلاف پتانسیل ۸۳/۷۷ درصد بود.



نمودار ۱. راندمان حذف کدورت در زمان‌های مختلف، دانسیته جریان 3 mA/cm^2 و اختلاف پتانسیل ۱۵ ولت



نمودار ۲. راندمان حذف کدورت در زمان‌های مختلف، دانسیته جریان 3 mA/cm^2 و اختلاف پتانسیل ۳۰ ولت

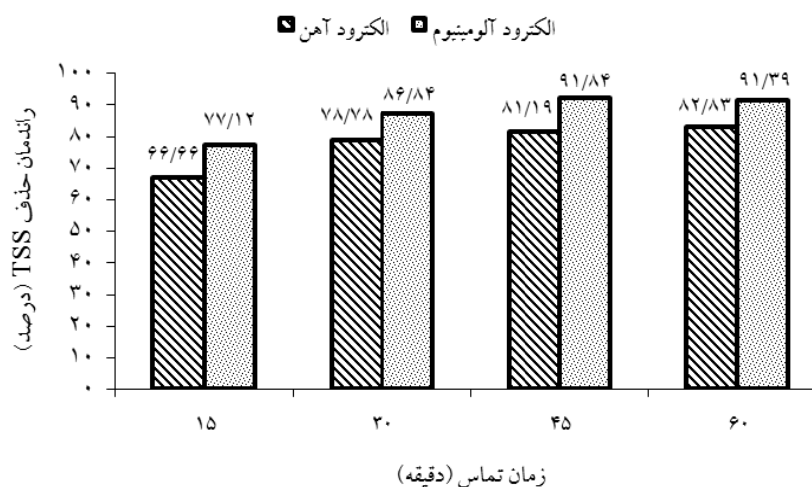


در نمودار ۴، ۵ و ۶ راندمان حذف جامدات معلق توسط فرآیند انعقاد الکتریکی مشاهده می‌شود. بالاترین میزان حذف جامدات معلق در زمان واکنش ۶۰ دقیقه، دانسیته جریان 10 mA/cm^2 و

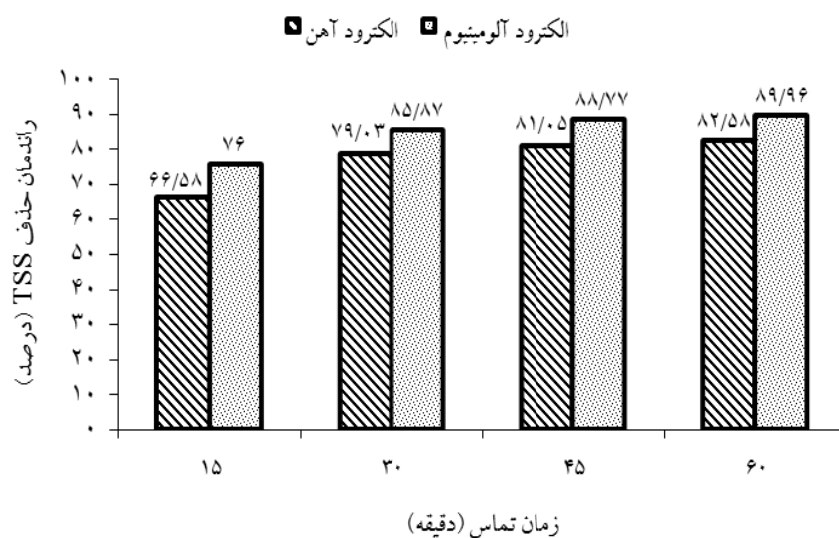
اختلاف پتانسیل ۴۵ ولت مشاهده شد که برای الکتروکاتولیز آلومینیومی و آهنی به ترتیب برابر با $96/73\%$ درصد و $86/22\%$ درصد بود.



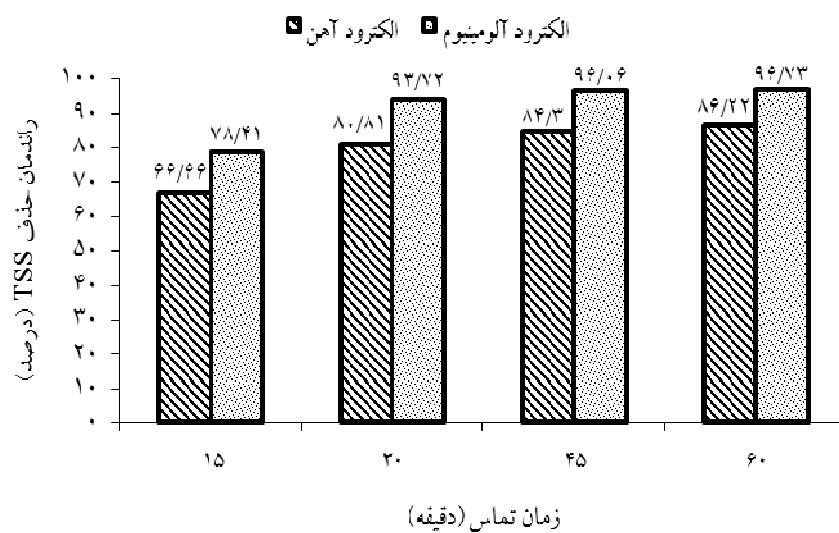
نمودار ۳. راندمان حذف کدورت در زمان‌های مختلف، دانسیته جریان 10 mA/cm^2 و اختلاف پتانسیل ۴۵ ولت



نمودار ۴. راندمان حذف جامدات معلق در زمان‌های مختلف، دانسیته جریان 3 mA/cm^2 و اختلاف پتانسیل ۱۵ ولت



نمودار ۵. راندمان حذف جامدات معلق در زمان‌های مختلف، دانسیته جریان 7mA/cm^2 و اختلاف پتانسیل ۳۰ ولت



نمودار ۶. راندمان حذف جامدات معلق در زمان‌های مختلف، دانسیته جریان 10mA/cm^2 و اختلاف پتانسیل ۴۵ ولت



بحث و نتیجه گیری

جنس آند و کاتد یک عامل بسیار موثر در بحث فرآیند انعقاد الکتریکی است، به طوری که می توان گفت قسمت اصلی سیستم انعقاد الکتریکی جنس الکترودها می باشد. معمولی ترین جنس الکترود برای الکتروکواگولاسیون آهن و آلومینیوم است. آنها ارزان بوده، به آسانی قابل دسترس و مسلماً موثر هستند. بنابراین در این مطالعه هر دو الکترود در شرایط آزمایشگاهی یکسان آزمایش شدند. همان طور که در نمودارهای ۱ الی ۶ نیز نشان داده شد، میزان حذف کدورت از محلول در الکترود آهن بین ۷۰ تا ۸۸ درصد و در الکترود آلومینیوم بین ۸۱ تا ۹۶ درصد به دست آمد. همچنین میزان حذف جامدات معلق از محلول در الکترود آهن بین ۶۶ تا ۸۶ درصد و در الکترود آلومینیوم بین ۷۶ تا ۹۶ درصد به دست آمد. دلیل این امر می تواند به خاطر تفاوت ساختار فلزی جنس آلومینیوم و آهن؛ و همچنین تفاوت ساختار و ماهیت لخته های شکل گرفته و ماهیت آلاینده های موجود باشد. در نتیجه با تغییر حالت جنس آند و کاتد، راندمان فرآیند می تواند متفاوت باشد. ال نای و همکاران در مطالعه ای از ۳ جنس آهن، آلومینیوم و استیل به عنوان الکترود استفاده کردند. نتایج این تحقیق نشان داد زمانی که آلومینیوم به عنوان الکترود مورد استفاده قرار گرفت، راندمان تصفیه ۲/۵ برابر بیشتر از حالت های دیگر بود (۲۰). همچنین زاید و همکاران در تحقیق خود از ۲ جنس آهن و آلومینیوم به عنوان الکترود استفاده کردند. آنها در این تحقیق نشان دادند که هر دو جنس الکترود برای کاهش COD و پلی فنل ها کارایی یکسانی دارند، اما با افزایش زمان واکنش، سرعت حذف COD و پلی فنل ها با الکترود Al مقدار اندکی بالاتر از الکترود Fe می باشد (۲۱).

بر اساس نتایج مطالعه حاضر الکترود آلومینیومی کارایی بالاتری در حذف کدورت و جامدات معلق داشت. نتایج این مطالعه با مطالعات ال نای و همکاران و زاید و همکاران مطابقت دارد. از مهمترین عواملی که بر روی فرآیند انعقاد الکتریکی تأثیر می گذارد دانسته جریان الکتریکی است که ارتباط مستقیم با میزان ماده منعقد کننده در محیط دارد (۲۲). دانسته جریان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی اعمالی در واحد سطح الکترود است (۲۳). با افزایش دانسته جریان راندمان حذف، سرعت واکنش، مصرف الکترود، مقدار لجن تولیدی، مصرف انرژی و هزینه راهبری افزایش می یابد (۲۴). علت افزایش راندمان تولید فلاک های بزرگ تر و سنگین تر است. همچنین با افزایش دانسته جریان تعداد جاب ها کاهش می یابد ولی دانسته آنها افزایش می یابد زیرا سطح موثر و زمان ماند جاب های بزرگ تر، کمتر از جاب های کوچکتر است بنابراین عملیات شناورسازی بهتر انجام می گیرد و ذرات سبک با کمک این جاب ها از محیط حذف می شوند (۲۴، ۱۲). در نمودارهای ۱ الی ۶، اثر دانسته جریان بر راندمان فرآیند انعقاد الکتریکی نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود با افزایش دانسته جریان الکتریکی راندمان حذف کدورت و جامدات معلق افزایش اندکی داشته است. در تحقیقی که توسط عزیززاده گلستانی و همکاران انجام شد، نشان داده شد که کاهش کدورت و TSS پساب پالایشگاه با افزایش جریان الکتریکی رخ داده است (۲۵). در تحقیقی که ال ناس و همکاران انجام دادند، در تمام حالت های الکترود، افزایش دانسته جریان سبب افزایش راندمان حذف سولفات از فاضلاب گردید (۲۰). در مطالعه ای که توسط محوی و همکاران انجام شد با افزایش دانسته جریان



در تحقیقی که توسط تیر و همکاران انجام شد، در ۶ دقیقه اول، راندمان حذف ۸۹ درصد به دست آمد. با افزایش زمان به ۲۰ دقیقه، راندمان حذف کدورت به ۹۹ درصد رسید (۲۸). در مطالعه‌ای که توسط آخوندی و همکاران (۱۳۹۱) انجام شد کارایی فرایند انعقاد الکتریکی در حذف کادمیوم در محلول‌های آبی بررسی شد. با افزایش زمان واکنش راندمان حذف کادمیوم افزایش یافت (۲۹). آشتوخی و همکاران به بررسی حذف مس (Cu^{2+}) توسط فرایند انعقاد الکتریکی پرداختند که با افزایش زمان واکنش، راندمان حذف مس افزایش یافت (۳۰).

همچنین نتایج حاصل شده در مطالعه انجام شده توسط منصوریان و همکاران (۱۳۹۲) در مورد کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون با جریان متناوب و مستقیم در حذف سرب از فاضلاب باتری سازی نشان داد که با افزایش زمان واکنش، کارایی حذف افزایش می‌یابد. این امر، ناشی از این واقعیت است، که کارایی فرایند به طور مستقیم به غلظت هیدروکسید و یون‌های فلزی تولیدی توسط الکترودها بستگی داشته و با افزایش زمان، غلظت یون‌ها و لخته‌های هیدروکسید افزایش می‌یابد (۳۱).

در این مطالعه کارایی فرایند انعقاد الکتریکی در حذف کدورت و جامدات معلق از پساب شستشوی صافی شنی تند مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین میزان حذف کدورت توسط فرآیند انعقاد الکتریکی در زمان واکنش ۶۰ دقیقه، دانسیته جریان 10 mA/cm^2 و اختلاف پتانسیل ۴۵ ولت مشاهده شد که برای الکتروکواگولاسیون و آهنی به ترتیب برابر با $96/83$ درصد و $83/77$ درصد بود. بالاترین میزان حذف جامدات معلق در زمان

الکتریکی از 50 mA/cm^2 به 110 راندمان حذف کبالت، روی و مس ۲۰ درصد افزایش یافت (۲۶). فریال و همکاران کارایی فرایند انعقاد الکتریکی را در حذف مس، کروم و نیکل از فاضلاب فلزکاری (metal plating) بررسی نمودند.

با افزایش دانسیته جریان از $2/5$ به 10 mA/cm^2 ، راندمان‌های حذف مس، کروم و نیکل به ترتیب از $45/4$ به $97/5$ ، $66/3$ به $93/2$ و $30/2$ به $74/1$ افزایش یافت (۲۷). نتایج مطالعه حاضر با مطالعات بالا مطابقت دارد.

زمان واکنش میزان تولید یون‌های Al^{3+} و Fe^{3+} ناشی از الکترودهای آهن و آلومینیوم را تعیین می‌کند. کارایی حذف آلاینده مستقیماً به غلظت هیدروکسید و یون‌های فلزی تولیدی از الکترودها بستگی دارد.

افزایش زمان الکترولیز باعث افزایش مقدار یون‌های فلزی و هیدروکسید تولید شده در آند و کاتد می‌شود، در نتیجه غلظت هیدروکسید فلزی افزایش یافته و سبب افزایش راندمان حذف می‌شود ولی افزایش راندمان تصفیه در اثر افزایش زمان مانند نسبت خطی نداشته و این میزان پس از طی زمان مشخصی دیگر منجر به افزایش قابل توجهی در راندمان تصفیه نمی‌گردد (۲۴، ۱۳).

واکنش، راندمان حذف کدورت و جامدات معلق افزایش محسوسی نمی‌یابد. متوسط کارایی حذف در ۳۰ دقیقه اول رخ داده است پس می‌توان نتیجه گرفت که قسمت عمده حذف کدورت و جامدات معلق در ۳۰ دقیقه اول رخ داده و افزایش زمان مانند تأثیر به سزایی در حذف کدورت و جامدات معلق نخواهد داشت.



مناسبی برای حذف کدورت و جامدات معلق از پساب شستشوی صافی شنی تند باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این پژوهش بر خود لازم می‌دارد از دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قم جهت حمایت‌های مالی و معنوی تشکر و قدردانی نمایند.

واکنش ۶۰ دقیقه، دانسیته جریان 10 mA/cm^2 و اختلاف پتانسیل ۴۵ ولت مشاهده شد که برای الکتروکودالومینیومی و آهنی به ترتیب برابر با $96/73$ درصد و $86/22$ درصد بود. با افزایش زمان واکنش، دانسیته جریان و پتانسیل الکتریکی راندمان حذف کدورت و جامدات افزایش یافت. نتایج این مطالعه نشان داد که فرآیند انعقاد الکتریکی می‌تواند گزینه

References

- 1- Torabian A, Motalebi M. Management Plan of Treated Effluent Reuse (Case Study: Ekbatan Town). Journal of Environmental Studies. 2003(32):57-62. [Persian]
- 2- Ehteshami M, Takdastan A, Alavi N, Jafarzadeh Haghighifard N, Ahmadi Moghdam M, Khazayi M, et al. Efficacy of HRF in COD Removal from Secondary Effluent of Yasuj Municipal Wastewater. Journal of Armaghane-danesh. 2011(4):391-9. [Persian]
- 3- Kawamura S. Integrated design and operation of water treatment facilities. John Willey and Sons. Inc. 2000: 20-45.
- 4- Huben H. Water treatment, 2nd Ed. American Water Works Association. 1995:65-76.
- 5- Bustamante J, Pacios F, Díaz-Delgado R, Aragonés D. Predictive models of turbidity and water depth in the Doñana marshes using Landsat TM and ETM+ images. Journal of Environmental Management. 2009; 90(7): 2219-2225.
- 6- Peavy H, Rowe D, Tchobanoglous G. Environmental engineering. International ed. Singapore: McGraw-Hill; 1985.
- 7- Qasim SR, Motely EM, Zhu G. Water Works Engineering: Planning, Design And Operation. 2000:168-190.
- 8- Annadurai G, Sung S, Lee D. Floc characteristics and removal of turbidity and humic acid from high-turbidity storm water. Journal of Environmental Engineering. 2003; 129(6): 571-575.
- 9- Sadeddin K, Naser A, Firas A. Removal of turbidity and suspended solids by electro-coagulation to improve feed water quality of reverse osmosis plant. Desalination. 2011; 268(1): 204-207.



- 10- Kashefialasl M, Khosravi M, Marandi R and Seyyedi K. Treatment of dye solution containing colored index acid yellow 36 by electrocoagulation using iron electrodes. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2006; 2(4): 365-71.
- 11- Ge J, Qu J, Lei P, Liu H. New bipolar electrocoagulation–electroflotation process for the treatment of laundry wastewater. *Separation and Purification Technology*. 2004 Apr; 36(1): 33-9.
- 12- Emamjomeh M and Muttucumaru S. Review of pollutants removed by electrocoagulation and electrocoagulation/flotation process. *Journal of Environmental Management*. 2009 Apr; 90(5): 1663-79.
- 13- Daneshvar A, Oladegaragoze N and Djafarzadeh N. Decolorization of basic dye solutions by electrocoagulation: Investigation of the effect of operational parameters. *Journal of Hazardous Materials*. 2006 Feb; 129(1-3): 116-122.
- 14- Malakootian M, Ahmadian M, Loloie M. Influence of fenton process on treatability of Kerman city solid waste leachate. *Iran. Iranian Journal of Health and Environment*. 2010; 3(2): 123-134. [Persian]
- 15- Mollah Y, Schennaach R, Parga J, Cocke D. Electrocoagulation (EC) - science and application. *Journal of Hazardous Materials*. 2001; 84: 29-41.
- 16- Ilhan F, Kurt U, Apaydin O, Gonullu M. Treatment of leachate by electrocoagulation using aluminum and iron electrodes. *Journal of Hazardous Materials*. 2008 Jun; 154(1-3): 381-389.
- 17- Malakootian M, Yousefi N. The efficiency of Electrocoagulation process using aluminum electrodes in removal of hardness from water. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 2009; 6(2): 131-136.
- 18- Aleboyeh A, Daneshvar N, Kasiri M. Optimization of CI Acid Red 14 azo dye removal by electrocoagulation batch process with response surface methodology. *Chemical Engineering and Processing*. 2008 May; 47(5): 827-832.
- 19- American Water Work Association, APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th ed. American Water Work Association; 2005.
- 20- El-Naas MH, Al-Zuhair S, Al-Lobaney A, Makhlof S. Assessment of electrocoagulation for the treatment of petroleum refinery wastewater. *Journal of Environmental Management*. 2009; 91(1):180-185.
- 21- Zaied M, Bellakhal N. Electrocoagulation treatment of black liquor from paper industry. *Journal of Hazardous Materials*. 2009; 163(2): 995-1000.



- 22- Holt P, Barton G , Wark M, Cynthia A, Mitchell C. A quantitative comparison between chemical dosing and electrocoagulation. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2002 Dec; 211(2-3): 233-248.
- 23- Chen G. Electrochemical technologies in wastewater treatment. *Separation and Purification Technology*. 2004 Jul; 38(1): 11-41.
- 24- Malakootian M, Mansoorian H, Moosazadeh M. Performance evaluation of electrocoagulation process using iron-rod electrodes for removing hardness from drinking water. *Desalination*. 2010 May; 255(1-3): 67-71.
- 25- Alizadeh-Golestani H, Layeghizadeh H. To decrease of turbidity, TSS of waste water of Shahid Hasheminezhad Gas Refinery of Sarakhs in the form of Electrocoagulation. *The First international Conference of Oil, Gas, Petrochemical and Power Plant*: 2012 July. 367: Tehran, Iran.
- 26- Mahvi A, Mosreghani M, Karimi K, Shirejian M. Performance of Electro-Coagulation Process For the Removal of Heavy Metals (Copper, Zinc and Cobalt) From Landfill Leachate in Tehran. *Journal of Ilam University of Medical Sciences*. 2013; 21(6): 71-79. [Persian]
- 27- Feryal A, Selva C. Copper, chromium and nickel removal from metal plating wastewater by electrocoagulation. *Desalination*. 2011 March; 269(1-3): 214–222.
- 28- Tir M, Moulai-Mostefa N. Optimization of oil removal from oily wastewater by electrocoagulation using response surface method. *Journal of Hazardous Materials*. 2008; 158(1):107-115.
- 29- Akhondi A, Darban AK, Ganjidoust H. The Effectiveness of Electro Coagulation Process for the Removal of Cadmium from Water. *Journal of Water Wastewater*. 2012; 23(2): 85-92. (In Persian)
- 30- El-Ashtoukhy E-SZ, Zewail TM, Amin NK. Removal of heavy metal ions from aqueous solution by electrocoagulation using a horizontal expanded Al anode. *Desalination and Water Treatment*. 2010 Aug; 20(1-3): 72–79.
31. Jafari Mansoorian H, Mahvi AH, Bazrafshan E , Jonidi Jafari A. Efficiency of the Electrocoagulation Process with Alternating and Direct Current for Eliminating Lead from Battery Industry Wastewater by Using Metal Iron and Stainless Steel Electrodes. *Journal of Toloo-e-Bedasht*. 2013. 13(1):124-144.



Removal of turbidity and suspended solids backwash water from rapid sand filter by using electrocoagulation

Yari A (Ph.D)¹, Jafari Mansoorian H (M.Sc)², Gholami Yengeje S (M.Sc)³, Nazari Sh (Ph.D. Student)⁴,
Majidi Gh (M.Sc)⁵

1. Assistant professor, Department of Environmental Health Engineering, Research Center for Environmental Pollutants, School of Public Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.
2. Health Promotion Research Center, Zahedan University of Medical Sciences, and Young Researchers and Elite Club, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.
3. M.Sc in Environmental Health Engineering, School of Public Health, Qom University of Medical Sciences,
4. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Member of Student Research Committee, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
5. Corresponding Author: M.Sc in Environmental Health Engineering, School of Public Health, Qom University of Medical Sciences.

Abstract

Introduction: By appropriate method can be recycled more than 95 percent effluent backwashing the filter. This study aimed to examine the efficiency of the electrocoagulation process on turbidity and suspended solids removal from backwash effluent of rapid sand filter of water treatment plants No 1 in Karaj.

Methods: This bench-scale experimental study was carried out on the samples of backwash effluent in a batch system. The Plexiglas tank with a volume of 4 liters, containing of 4 plate electrodes made of aluminum and iron was connected to a direct current power supply. Samples every 15 minutes to measure turbidity and suspended solids collected in the middle of the reactor and examined. Effect of several parameters such as current density, reaction time and voltage were studied. The total number of samples tested were 48. Turbidity and total suspended solids was measured by nephelometry and gravimetric method, respectively.

Results: The highest removal efficiency of turbidity and suspended solids in reaction time of 60 minutes, current density of 2 mA and a voltage of 45 mV was observed. The highest removal efficiency of turbidity in aluminum and iron electrodes were 96.83 and 83.77 %, respectively. Also The highest removal efficiency of suspended solids were 96.73 and 86.22 %, respectively.

Conclusion: The results showed that electro- coagulation process can be a good choice to remove turbidity and suspended from backwash of rapid sand filter. Aluminum electrode efficiency in the removal of turbidity and suspended solids was greater than the iron electrode.

Keywords: Electrocoagulation, Rapid sand filters, Backwash, Turbidity, Suspended solids