مقاله اصلی
(Original Article)

مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها
دوره ۲. شماره ۱. بهار ۱۳۹۳، صفحات ۹ تا ۱۴

بررسی کارایی فرآیند انعقاد الکتریکی در حذف باکتری‌های بیماری‌زا از فاضلاب بیمارستانی پیش از تخلیه به آب‌های پذیرنده

محمدرضا مسعودی نژاد[۱]، مریم خشیج[۲*]، محمد سلطانیان[۳]

۱ . مرکز تحقیقات ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲ . رشته مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳ . دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

چکیده:

سابقه و هدف: با توجه به رشد فزاینده جمعیت و گسترش صنعت کشاورزی درسال‌های اخیر، تصفیه فاضلاب‌ها کاری اجتناب ناپذیر می‌باشد. در این راستا با استفاده از فرآیند انعقاد الکتریکی و الکترودهای آلومینیوم اقدام به حذف باکتری‌های موجود در فاضلاب بیمارستانی گردید.

روش بررسی: مطالعه حاضر مطالعه مقطعی در مقیاس آزمایشگاهی و در سیستم ناپیوسته می‌باشد که برای بررسی درصد حذف توده باکتری‌ها در فاضلاب بیمارستانی به وسیله جریان مستقیم الکتریکی روی فاضلاب بیمارستانی انجام گرفت. در این تحقیق تأثیر متغیرهای ولتاژ (۱۰، ۲۰، ۳۰ ولت)، و زمان (۱۰، ۲۰، ۳۰ دقیقه) و نوع الکترود (آلومینیوم) بر کارایی حذف باکتری‌ها ارزیابی گردید.

یافته‌ها: نتایج برآمده از آزمایش‌ها نشان داد که با افزایش زمان تماس و ولتاژ، کارایی حذف به سبب تولید سریع محصولات ناشی از هیدرولیز افزایش می‌یابد. همچنین تغییرات زمان و ولتاژ می‌تواند آثار متفاوتی بر کارایی حذف توده باکتری‌ها داشته باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که انعقاد الکتریکی روش سریع برای حذف باکتری‌ها از فاضلاب بیمارستانی می‌باشد.

کلمات کلیدی: الکترود آلومینیوم، انعقاد الکتریکی، تصفیه فاضلاب، فاضلاب بیمارستانی

مقدمه

با توجه به رشد فزاینده جمعیت و گسترش صنعت کشاورزی درسال‌های اخیر، تصفیه فاضلاب‌ها کاری اجتناب ناپذیر گردیده است. فاضلاب را می‌توان ترکیبی از مایع یا فضولاتی دانست که توسط آب از منازل مسکونی، اداری و تأسیسات تجاری و صنعتی حمل می‌شود. بخش مایع فضولات، دراصل همان آب مصرفی جوامع است که در نتیجه کاربردهای مختلف آلوده می‌گردد (۱). فاضلاب شامل مواد مغذی است که به تحریک رشد گیاهان آبزی انجامیده و ممکن است دارای مواد سمی باشد که موجب اختلال در رشد می‌گردند. تجزیه مواد آلی فاضلاب منجر به تولید گازهای بدبو شده، علاوه بر آن، فاضلاب تصفیه نشده دارای میکرواورگانیزم‌های بیماری‌زای فراوانی ازجمله باکتری‌ها، ویروس‌ها، کیست‌های آمیبی و... می‌باشد که در دستگاه گوارش انسان و بعضی از فضولات وجود دارند

* نویسنده مسئول مکاتبات:. khashij@yahoo.com m

(۱). اگرچه روش‌های فیزیکی مختلفی برای حذف باکتری بیماری‌زا از فاضلاب مانند گرما و تابش (فرابنفش و...) وجود دارند، اما این روش‌ها برای حجم زیاد فاضلاب نامناسب اند (۲). به علاوه هزینه زیاد و تولید ترکیبات جانبی زیان‌بار چون آلدئید، کتون، کربوکسیلیک اسید و بروماتها، عیب‌های فرآیندهای شیمیایی مانند ازن زنی شمرده می‌شوند (۲, ۳). این در حالی است که کاربرد فرآیند انعقاد شیمیایی به افزایش جامدات محلول کل (TDS) و هدایت الکتریکی می انجامد (۱, ۴). فرآیندهای بیولوژیکی برای حذف باکتری‌ها از قبیل لجن فعال، صافی چکنده از کارایی نسبی زیاد برخوردار می‌باشند ولی هزینه زیاد و نیاز به افراد متخصص در عملیات راهبری و نگهداری ازجمله عیب‌های آنان محسوب می‌شوند. بنابراین برای پیشگیری از گسترش بیماری ناشی از فاضلاب، کاربرد روش‌های تلفیقی چندگانه تصفیه میکروارگانیسم های بیماری‌زا از فاضلاب سفارش می‌شود (۵). مطالعات انجام شده حکایت دارد که روش گندزدایی الکتروشیمیایی به وسیله الکترود های مختلف بدون افزودن مواد شیمیایی می‌تواند برای پالایش انواع فاضلاب صنایع غذایی، رنگرزی، بیمارستانی، کارخانجات روغن، شیرابه مکان دفن، پساب دارای دترجنت های سنتتیک و فلزات سنگین مناسب باشد (۴, ۶). فرآیند انعقاد الکتریکی یک فرآیند الکتروشیمیایی است که به کمک جریان مستقیم الکتریسیته برای حذف باکتری‌ها از فاضلاب بکار گرفته می‌شود. این فرآیند شامل رآکتور دارای فاضلاب، الکترودهای آند و کاتد و مولد جریان مستقیم برق می‌باشد. جریان برق با حرکت الکترون‌ها از آند (الکترود مثبت) به کاتد (الکترود منفی) برقرار می‌شود. الکترود آلومینیومی (آند قربانی) بر اثر حرکت الکترون‌ها اکسید شده و به صورت کاتیون‌های آلومینیوم در فاضلاب در می‌آید و فلاک های هیدروکسید آلومینیوم را تشکیل می‌دهند. یون‌های آزاد شده بار الکتریکی باکتری‌ها را خنثی نموده و به این ترتیب فرآیند انعقاد الکتریکی شکل می‌گیرد. گاز هیدروژن آزاد شده در کاتد و اکسیژن آزاد شده در آند سبب ایجاد یک جریان رو به بالا شده که در پایان حرکت ذرات به روی سطح محلول را به دنبال خواهد داشت (۷). با توجه به اهمیت پالایش فاضلاب و حذف عوامل بیماری زا به خصوص باکتری‌های مولد انواع بیماری‌ها در سال‌های اخیر تحقیق روی جریان الکتریسیته و کاربرد مستقیم آن در پالایش آب و فاضلاب به دلیل سازگاری با محیط و امکان تصفیه مایعات، جامدات و گازها گسترش یافته است (۴) بنابراین مطالعه با هدف تعیین کارایی حذف باکتری‌ها از فاضلاب به وسیله فرآیند انعقاد الکتریکی با الکترودهای آلومینیومی انجام گردیده است.

روش بررسی

مطالعه حاضر یک مطالعه در مقیاس آزمایشگاهی است که برای بررسی حذف توده باکتری‌ها در فاضلاب بیمارستانی به وسیله جریان الکتریکی بر روی نمونه فاضلاب بیمارستان که مشخصات آن در جدول ۱ آورده شده ، به انجام رسیده است. در این تحقیق تأثیر متغیرهایی از قبیل ولتاژ، زمان ماند و نوع الکترود روی کارایی حذف توده باکتری‌ها بررسی گردید. نمونه های فاضلاب به صورت نمونه برداری لحظه‌ای از یکی از بیمارستان‌های استان کرمانشاه جمع آوری شد و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، آزمایش تعیین تعداد باکتری‌ها روی نمونه های اولیه برابر با روش‌های ارائه شده در کتاب استاندارد متد انجام گرفت و نتایج تعداد کلنی‌های باکتری بر حسب cfu/ml مشخص گردید (۸). تعداد کلنی‌های موجود در نمونه‌ها پیش و پس از آزمایش از رابطه (۱) به دست آمد:

$$\frac{cfu}{ml} = \frac{N \times 100}{ml} \quad (۱)$$

که CFU واحد شمارش کلنی‌ها، N تعداد کلنی‌های شمارش شده در پلیت ها و ۱۰۰ ضریب ثابت است. برای انجام آزمایش میزان حجم نمونه در هر یک از بشرها، ۵۰۰ میلی لیتر انتخاب شد. الکترودهای آلومینیوم به ابعاد ($۵\times۱۵\ cm^{-۲}$) به طور عمودی، با فاصله ۲ cm از یک دیگر قرار گرفتند و انتهای هر یک از آن‌ها به منبع تغذیه برق مستقیم (DC) وصل شد. همزن مغناطیسی با شدت ۱۰۰ دور در دقیقه برای مخلوط کردن فاضلاب برای جلوگیری از ته نشینی لخته‌ها استفاده گردید. از اسیدکلریدریک با درصد وزنی ۱۵ برای تمیز کردن الکترودها پیش از شروع آزمایش‌ها استفاده شد. آزمایش‌ها در گستره ولتاژ ۱۰، ۲۰، ۳۰ ولت و زمان واکنش ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه انجام پذیرفتند. ۱ میلی لیتر از مایع داخل رآکتور پیش و پس از آزمایش در هر سری از آزمایش‌ها در زمان‌های مشخص شده نمونه‌برداری گردید.

نمونه‌هـا بـرای انجام آزمایـش آماده و با آزمایش شـمارش بشـقابی هتروتروفـی (HPC) توده باکتری‌هـا تعیین مقدار گردید. برای کشـت باکتری‌ها از محیط کشت نوترینت آگار (Nutrient agar) مارک MERCK کشور آلمان استفاده شد. نمونه به همراه محیط کشـت در دمـای ۳۵ c° به مدت ۴۸ سـاعت انکوبه شدند. پس از این مدت زمان شمارش کلنی‌ها به وسیله دستگاه کلنی‌کانتر (شمارش کلنی‌ها) انجام شده و همـه آزمایش‌ها با ۳ بار تکـرار و اندازه‌گیری، با مجموع ۲۷ مورد به انجام رسید. متغیرهای مورد ارزیابی و محدوده آن‌ها در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

جـدول ۱: میانگین ویژگی‌های فیزیکی، شـیمیایی و میکروبی فاضلاب بیمارستانی

ویژگی	مقدار	واحد
مواد جامد معلق	۲۲۵	میلی گرم بر لیتر
BOD_5	۶۰۰	میلی گرم بر لیتر
COD	۸۵۵	میلی گرم بر لیتر
متوسط توده باکتری	۵۵۰۰۰۰۰	CFU
کدورت	۵۸۰	NTU

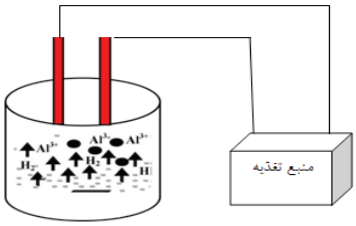
جدول ۲: پارامترهای مورد ارزیابی و محدوده آن‌ها در رآکتور ناپیوسته انعقاد الکتریکی

پارامتر	محدوده	واحد
زمان ماند	۳۰، ۶۰، ۹۰	دقیقه
ولتاژ	۱۰، ۲۰، ۳۰	ولت
جنس الکترود	آلومینیم	---

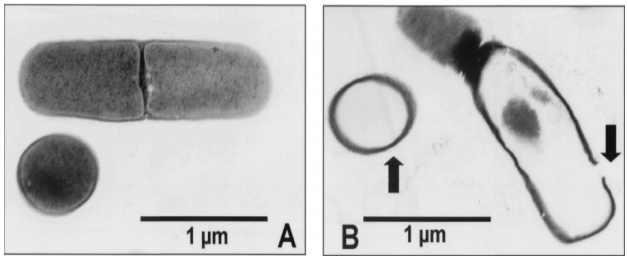
نمـای راکتور ناپیوسـته بـه کار گرفته شـده در فرآیند انعقاد الکتریکی و تخریب باکتری به ترتیب در شکل ۱ و ۲ آورده شده اسـت. بعد از شـمارش کلنی‌ها، کارایی حذف باکتری‌ها وسیله فرایند انعقـاد الکتریکی انجام گرفتـه روی نمونه‌ها برابر فرمول زیر حساب شد:

$$\%E = (C_{in} - C_{out} / C_{in}) \times 100$$

کـه E%، درصد حذف باکتـری، C_{in} تعداد کلنی‌های ورودی و C_{out} تعـداد کلنی‌های خروجی پس از فراینـد انعقاد الکتریکی است.



شکل شماره ۱: راکتور انعقاد الکتریکی ناپیوسته



شکل شماره ۲: تصویر باکتری پیش (A) و پس(B) از فرایند انعقاد الکتریکی

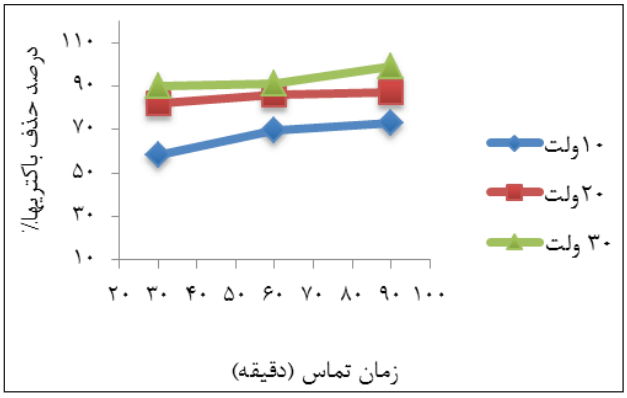
یافته‌ها

نتایج حاصل از آزمایش‌های صورت گرفته در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. نتایج بدست آمده از این بررسی مشخص می‌نماید که با افزایش زمان تماس و همچنین ولتاژ اولیه، کارایی حذف توده باکتری‌ها افزایش می‌یابد.

جـدول ۱: ولتـاژ، زمان تمـاس و درصد حذف با کتـری در فرایند انعقاد الکتریکی

آلاینده	ولتاژ (ولت)	زمان تماس (دقیقه)	درصد حذف ٪
باکتری (CFU)	۱۰	۳۰	۵۳/۸
		۶۰	۶۹/۵
		۹۰	۷۳/۱
	۲۰	۳۰	۸۲
		۶۰	۸۶/۱
		۹۰	۸۷/۵
	۳۰	۳۰	۹۰/۱
		۶۰	۹۱/۵
		۹۰	۹۹

همچنین نتایج این مطالعه همان‌گونه که در نمودار شماره ۱ آورده شده است نشان دهنده این است که درصد کاهش توده باکتری‌ها در ولتـاژ ۳۰ و زمان مانـد ۹۰ دقیقه به عنوان ولتاژ و زمان تماس بیشینه فرایند انعقاد الکتریکی معادل با ۹۹٪ می‌باشد.



نمودار ۱: درصد حذف باکتری‌ها با تغییرات زمان ماند

علاوه بر این کمترین مقدار درصد حذف توده باکتری‌ها در ولتاژ ۱۰ و زمان ماند ۳۰ به ترتیب به عنوان ولتاژ و زمان تماس کمینه در این فرایند برابر با ۵۳/۸٪ محاسبه شد.

بحث

نتایج تحقیق نشان دادند که کاربرد الکترود آلومینیم به دلیل ظرفیت جذب بالای هیدروکسیدهای آلومینیم به طور موفقیت آمیزی نسبت به دیگر الکترودها بیشتر تاکید می‌گردد (۵). در طی فرآیند الکتروکواگولاسیون در الکترود مثبت واکنش آندی و در الکترود منفی واکنش کاتدی اتفاق می‌افتد. کاتیون‌های آزاد شده به نابارور شدن بار الکتریکی منفی دیواره سلولی باکتری‌ها می‌انجامد. کارایی حذف، به‌طورمستقیم به غلظت یون‌های تولیدی در الکترودهای آند و کاتد بستگی دارد. خلاصه واکنش‌های انجام گرفته در قطب آند وکاتد در فرآیند انعقاد الکتریکی با الکترود آلومینیوم به صورت زیر می‌باشند:

$$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^{-} \text{ (آند)} \quad (۱)$$

$$2H_2O + 2e^{-} \rightarrow H_2 + 2OH^{-} \text{ (کاتد)} \quad (۲)$$

بر اساس مطالعات انجام شده (۹, ۱۰)، با بالا رفتن ولتاژ در آند اکسیژن آزاد می‌گردد (۱۱) که در واکنش (۳) نشان داده شده است:

$$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^{+} + 4e^{-} \quad (۳)$$

همچنین کاتیون Al^{3+} ایجاد شده در واکنش (۱) به سرعت دستخوش تغییر شده و محصولات زیر را در محلول تولید می‌نماید:

$$Al^{3+} + H_2O \rightarrow Al(OH)^{2+} + H^{+} \quad (۴)$$

$$Al(OH)^{2+} + H_2O \rightarrow Al(OH)_2^{+} + H^{+} \quad (۵)$$

$$Al(OH)_2^{+} + H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + H^{+} \quad (۶)$$

طی فرآیند انعقاد الکتریکی در الکترود مثبت واکنش آندی و در الکترود منفی واکنش کاتدی اتفاق افتاده و یون‌های آزاد شده بار الکتریکی باکتری‌ها را خنثی و در نتیجه فرآیند انعقاد اتفاق می‌افتد. با افزایش زمان ماند غلظت یون‌های تولیدی افزایش یافته و در نتیجه لخته های هیدروکسید نیز افزایش می‌یابد. نتایج این تحقیق با نتایج بدست آمده وسیله ملکوتیان و همکاران در زمینه حذف سختی از آب با الکترود آهن و ولتاژ ۶-۱۲ و ۲۴ولت مطابقت دارند (۵, ۱۲). کارایی حذف باکتری‌ها با افزایش ولتاژ و زمان ماند رابطه مستقیم را نشان داد. این نتایج با نتایج مطالعه گاسمائو و همکاران با شدت جریان ۲۵-۵۰ و ۷۵ میلی آمپر در حذف اشرشیاکلی (CCT-۱۴۵۷) نیز مطابقت دارند (۱۳). اما با نتایج مطالعه ملکوتیان و همکاران در باره استفاده از این فرآیند برای حذف سختی از آب مطابقت ندارند. این پدیده را می‌توان به افزایش کارایی حذف تا مقدار ولتاژ معین و بهینه نسبت داد (۱۴). در این مطالعه کارایی حذف باکتری‌ها در زمان‌های واکنش ۳۰-۶۰ و ۹۰ دقیقه بررسی گردید که نتایج حکایت از آن داشت که تغییرات زمان ماند می‌تواند آثار متفاوتی بر روی کارایی حذف داشته باشد. به گونه ای که افزایش زمان ماند و افزایش ولتاژ کارایی حذف باکتری را به علت تولید سریع محصولات برآمده از هیدرولیز افزایش می‌دهد (۱۵). علت کاهش باکتری‌ها با افزایش ولتاژ از ۱۰ به ۳۰ ولت می‌تواند از یک سو به افزایش کارایی ناشی از افزایش تعداد و سرعت حباب‌های ایجاد شده بیانجامد و از سوی دیگر به افزایش حذف بار میکروبی ناشی از کاهش اندازه حباب‌ها و تشدید جریان ر و به بالا داخل فرآیند بیانجامد. افزایش زمان واکنش به افزایش میرایی کلنی باکتری‌ها ناشی از افزایش انحلال آند می‌انجامد. همچنین افزایش زمان واکنش به افزایش تولید لجن شناورسازی روی سطح مایع می‌انجامد (۱۶-۱۸). نتایج بدست آمده از مطالعه زهو در حذف میکروارگانیسم ها از فاضلاب با الکترودهای آهن و فولادی با جریان الکتریکی در محدوده ۰/۰۵ تا ۰/۲۵ آمپر با حجم نمونه ۳۰۰ میلی لیتر و رسیدن به کارایی ۹۹/ ۹۹ در یک سیستم بسته با نتایج بدست آمده از این مطالعه که درصد حذف باکتری‌ها در ولتاژ ۳۰ و زمان ماند ۹۰ دقیقه را ۹۹٪ بدست آمد،شبیه است (۱۹). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت

افزایش ولتاژ به افزایش ظرفیت شدت انجام واکنش و سرعت واکنش‌ها می‌انجامد. با تأمین نیروی کافی، باکتری‌ها به وسیله رسوب $Al(oH)_3$ گرفته شده و با مکانیسم شناورسازی وسیله گاز هیدروژن در کاتد جداسازی و حذف می‌گردند (۲۰). مایلز وهرنلم نیز در مطالعات جداگانه‌ای روی کارایی حذف اشرشیاکلی در محیط‌های مختلف با الکترود آلومینیوم به‌این نتیجه دست یافتند که افزایش متغیرهای زمان ماند از ۲۰ به ۱۶۰ دقیقه و ولتاژ ورودی از ۰/۱ به ۱ آمپر، سبب کاهش این باکتری از 10^6 به ۷/۸ کلنی بر میلی لیتر می‌گردد (۲۱, ۲۲). در پایان یافته های بدست آمده از این مطالعه و مطالعه درویچی و همکاران نشان می‌دهد که فرآیند انعقاد الکتریکی در قیاس با سایر فن‌آوری‌ها از فوایدی مانند حجم لجن کمتر، زمان ماند کمتر، تجهیزات ساده، راهبری آسان و نیاز نداشتن به افزودن مواد شیمیایی برخوردار می‌باشد (۲۳). با توجه به تأثیری که این فرآیند در حذف توده باکتری‌ها دارد بنابراین به نظر می‌رسد که استفاده از این روش در فرآیند تکمیلی پالایش فاضلاب بیمارستانی قابل استفاده باشد.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله از زحمات کارکنان دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه بسیارسپاسگزاری می‌نماییم.

REFERENCES

1. Metcalf L, Eddy HP, Tchobanoglous G. Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse: McGraw-Hill Companies; 2003.
2. Mann A, Kiefer M, Leuenberger H. Thermal sterilization of heat sensitive products using high temperature short time sterilization. Journal of pharmaceutical sciences. 2001;90(3):275-87.
3. Smith R, Kehoe S, McGuigan K, Barer M. Effects of simulated solar disinfection of water on infectivity of Salmonella typhimurium. Letters in Applied Microbiology. 2000;31(4):284-8.
4. Park J-C, Lee MS, Lee DH, Park BJ, Han D-W, Uzawa M, et al. Inactivation of bacteria in seawater by low-amperage electric current. Applied and environmental microbiology. 2003;69(4):2405-8.
5. Emamjomeh MM, Sivakumar M. Review of pollutants removed by electrocoagulation and electrocoagulation/flotation processes. Journal of Environmental Management. 2009;90(5):1663-79.
6. Mollah MYA, Schennach R, Parga JR, Cocke DL. Electrocoagulation (EC)—science and applications. Journal of hazardous materials. 2001;84(1):29-41.
7. Chen G. Electrochemical technologies in wastewater treatment. Separation and purification Technology. 2004;38(1):11-41.
8. Association APH, Association AWW. Standard methods for the examination of water and wastewater. 1976.
9. Kobya M, Hiz H, Senturk E, Aydiner C, Demirbas E. Treatment of potato chips manufacturing wastewater by electrocoagulation. Desalination. 2006;190(1):201-11.
10. Mollah MY, Morkovsky P, Gomes JA, Kesmez M, Parga J, Cocke DL. Fundamentals, present and future perspectives of electrocoagulation. Journal of hazardous materials. 2004;114(1):199-210.
11. Mouedhen G, Feki M, Wery M, Ayedi H. Behavior of aluminum electrodes in electrocoagulation process. Journal of hazardous materials. 2008;150(1):124-35.
12. Malakootian M, Yousefi N. The Efficiency Of Electrocoagulation Process Using Aluminum Electrodes In Removal Of Hardness From Water. Iranian journal Environmental Health Engineering. 2009;6(2):131-6.
13. Gusmão I, Moraes P, Bidoia E. studies on the electrochemical disinfection of water containing Escherichia coli using a Dimensionally Stable Anode Brazilian archives of biology and technology. 1010;53(5):1234-44.
14. Malakootian M, Mansoorian H, Moosazadeh M. Performance evaluation of electrocoagulation process using iron-rod electrodes for removing hardness from drinking water. Desalination. 2010;255(1):67-71.

15. Chen X, Chen G, Yue PL. Separation of pollutants from restaurant wastewater by electrocoagulation. Separation and purification Technology. 2000;19(1):65-76.

16. Kobya M, Can OT, Bayramoglu M. Treatment of textile wastewaters by electrocoagulation using iron and aluminum electrodes. Journal of hazardous materials. 2003;100(1):163-78.

17. Kalyani K, Balasubramanian N, Srinivasakannan C. Decolorization and COD reduction of paper industrial effluent using electro-coagulation. Chemical Engineering Journal. 2009;151(1):97-104.

18. Hematabadi H, Behrooz B. Investigation of Electro coagulationProcess on TSS and COD Removal from Effluent of the Paper Recycling Mill Using Al Electrodes. Iranian Journal of Wood and Paper Industries. 2013;3(2):53-64.

19. Zhu B, Clifford DA, Chellam S. Comparison of electrocoagulation and chemical coagulation pretreatment for enhanced virus removal using microfiltration membranes. Water research. 2005;39(13):3098-108.

20. Linares-Hernández I, Barrera-Díaz C, Bilyeu B, Juárez-GarcíaRojas P, Campos-Medina E. A combined electrocoagulation–electrooxidation treatment for industrial wastewater. Journal of hazardous materials. 2010;175(1):688-94.

21. Mills D. A New Process for Electrocoagulation (PDF). Journal-American Water Works Association. 2000;92(6):34-43.

22. Hernlem B, Tsai LS. Chlorine generation and disinfection by electroflotation. Journal of food science. 2000;65(5):834-7.

23. Drouiche N, Ghaffour N, Lounici H, Mameri N, Maallemi A, Mahmoudi H. Electrochemical treatment of chemical mechanical polishing wastewater: removal of fluoride—sludge characteristics—operating cost. Desalination. 2008;223(1):134-42.

Survey of Electrocoagulation Process in the Removal of Pathogen Bacteria from Wastewater before Discharge in the Acceptor Water

Massoudinejad M.R.[1], khashij M[2*], Soltanian M[3]

Abstract

Backgrounds and Objective: Due to population growth and expansion of agricultural industry in recent years, wastewater treatment is unavoidable. Therefore, using the Electrocoagulation process with aluminum electrodes to eliminate bacteria in hospital wastewater.

Materials and Methods: This study is a pilot-scale batch that to verify removal rate of bacteria in hospital wastewater by using direct current electric. In this study, the effects of variables such as time (30, 60, 90 min), voltage (10, 20, 30 v) and type of electrode (Al) on the efficiency of bacterial removal were studied.

Results: The results shows that with increasing contact time and voltage, removal efficiency increases. The results indicate that the retention time and voltage changes can have different effects on bacterial removal efficiency. The rising voltage and time are causing increase bacterial removal efficiency due to the rapid production of hydrolysis products.

Conclusion: The research results indicate that electric voltage treatment is effective for rapid removal of microorganisms in hospital wastewaters.

Keywords: Aluminum Electrode, Electrocoagulation, Wastewater Treatment, Hospital Wastewater.

1. Safety Promotion and Injury Prevention Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.

2. Department of Environmental Health, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.

3. Department of Environmental Health, Kermanshah university of Medical Science, Kermanshah, Iran.

*** Corresponding Author:** m.khashij@yahoo.com