



بررسی کارایی فرآیند انعقاد الکتریکی در حذف باکتری‌های کلی فرم از فاضلاب بیمارستانی

زینب غلامی (BSc)^۱، عبدالایمان عمویی (PhD)^{۲،۳،۴*}، هاجر طبری نیا (MSc)^۴، فاطمه اصغر زاده (MSc)^۴

پذیرش: ۹۷/۰۹/۰۷

اصلاح: ۹۷/۰۹/۰۱

دریافت: ۹۷/۰۵/۲۷

چکیده

سابقه و هدف: بیمارستان‌ها، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین سازمان‌های اجتماعی، نقش عمده‌ای در تأمین، حفظ و ارتقای سلامت افراد جامعه دارا می‌باشند. فاضلاب‌های بیمارستانی دارای انواعی از آلاینده‌ها شامل ترکیبات شیمیایی خطرناک و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا هستند. هدف از این پژوهش، بررسی کارایی فرآیند انعقاد الکتریکی در حذف باکتری‌های کلی فرم از فاضلاب بیمارستانی می‌باشد.

روش کار: نمونه‌های فاضلاب به‌صورت نمونه‌برداری لحظه‌ای، قبل از واحد کلرزی از تصفیه‌خانه یکی از بیمارستان‌های شهر بابل دریافت شد. بررسی فرآیند انعقاد الکتریکی در شرایط مختلف، شامل اختلاف پتانسیل الکتریکی (۱۰، ۲۰ و ۳۰ ولت)، زمان تماس (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه) و نوع الکترود (آهن گالوانیزه و آلومینیوم) انجام شد. قبل و بعد از انجام فرآیند و بعد از ته‌نشین شدن لخته‌ها، از میانه راکتور نمونه‌ها برداشت و سپس آزمایش‌های تخمیر ۱۵ لوله‌ای جهت شناسایی باکتری‌های کلی فرم انجام گردید.

یافته‌ها: حداکثر درصد حذف باکتری‌های کلی فرم توسط الکترودهای آهن گالوانیزه و آلومینیوم به ترتیب ۹۹/۷٪ و ۹۵/۸٪ بوده است. با افزایش اختلاف پتانسیل الکتریکی و زمان تماس، درصد حذف باکتری‌های کلی فرم در فاضلاب، توسط الکترود آهن گالوانیزه افزایش یافت. به‌طور کلی، الکترود آهن گالوانیزه در حذف باکتری‌های کلی فرم در فاضلاب، عملکرد بهتری نسبت به الکترود آلومینیوم در زمان تماس بیشتر از ۶۰ دقیقه داشته است.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش مبین آن است که فرآیند انعقاد الکتریکی، یک روش مؤثر در حذف کلی فرم‌ها از فاضلاب بیمارستانی بوده و می‌تواند به‌عنوان یک روش گندزدایی تکمیلی مطرح باشد.

واژه‌های کلیدی: انعقاد الکتریکی، کلی فرم، فاضلاب بیمارستانی

مقدمه

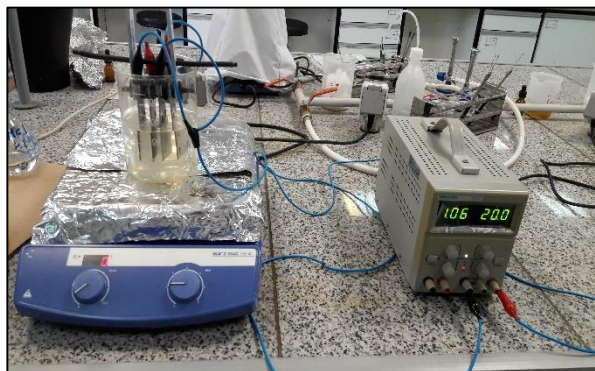
گسترش شهرها و افزایش جمعیت، سرعت روند ایجاد مؤسسات و مراکز درمانی از جمله بیمارستان‌های عمومی و تخصصی، مراکز بهداشتی و درمانی، داروخانه‌ها، آزمایشگاه‌های تشخیص طبی و کنترل کیفیت دارویی و غذایی، رادیولوژی و غیره را به‌سرعت افزایش داده است. همچنین افزایش جمعیت و به طبع آن تعداد بیماران، پیشرفت علم پزشکی و دارویی و مصرف سرانه بالای دارو و مصرف داروهای جدید و پیچیده‌تر باعث تغییر در کیفیت و ویژگی‌های فاضلاب بیمارستانی گردیده است (۱، ۲).

با توجه به نوع مصارف آب در بیمارستان میزان آلودگی و عوامل خطرناک بیشتری نسبت به مصارف خانگی در فاضلاب تولید می‌شود. مهم‌ترین آلاینده‌های فاضلاب بیمارستانی شامل ویروس‌ها و باکتری‌های بیماری‌زا، مولکول‌های ناشی از مواد دارویی متابولیزه نشده و استفاده‌نشده، انواع گندزداها، شوینده‌ها، داروهای

بی‌هوش‌کننده، عناصر رادیواکتیو، مواد حاجب اشعه ایکس و دیگر ترکیبات شیمیایی مقاوم و خطرناک هستند (۴، ۳). تخلیه و راه‌یابی این مواد به محیط زیست انسانی به‌خصوص آب‌های سطحی و زیرزمینی، مخاطرات و معضلات عمده‌ای را برای انسان ایجاد می‌نماید (۵). ارزیابی جامع کیفیت میکروبی آب، مستلزم بررسی تمام پاتوژن‌هایی است که پتانسیل عفونت انسان را دارند. باین‌حال مشکلات و هزینه‌های مرتبط با آزمون تک‌تک پاتوژن‌ها عموماً منجر به استفاده از تعداد میکروارگانیسم‌ها یا منشأ روده‌ای به‌عنوان اندیکاتور جهت برآورد و تعیین سرنوشت پاتوژن‌های روده‌ای در محیط شده است (۶، ۷). کلی فرم‌ها مهم‌ترین باکتری‌های شاخص‌مورد استفاده در آزمایش‌های باکتریولوژیکی آب هستند.

گندزدایی پساب نهایی تصفیه‌خانه فاضلاب، یکی از مهم‌ترین مراحل تصفیه فاضلاب بوده که جهت حفاظت از منابع آب یا استفاده مجدد از آن انجام می‌پذیرد (۸). گندزدایی با انواعی از روش‌های فیزیکی و شیمیایی انجام می‌شود. در بیشتر

ظرف، راکتور بر روی گرماساز- شیکردار قرار داده شد.



شکل ۱- سیستم پایلوت آزمایشگاهی فرایند انعقاد الکتریکی

نمونه‌ها در راکتور برای جلوگیری از ته‌نشین شدن لخته‌ها با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه مخلوط شدند. جهت تأمین الکتریسیته مورد نیاز از یک دستگاه مبدل الکتریکی جریان متناوب (AC) به جریان مستقیم (DC) استفاده گردید. در این پژوهش ولتاژهای مورد استفاده ۱۰، ۲۰ و ۳۰ ولت بود. پس از گذشت زمان‌های انجام فرایند (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه)، مبدل الکتریکی و شیکر را خاموش نموده و الکترودها را از راکتور خارج کرده و به نمونه‌های درون راکتور ۳۰ دقیقه زمان استراحت داده شد تا لخته‌های تشکیل شده، ته‌نشین یا شناور شوند. جهت تعیین میزان حذف باکتری‌های کلی فرم در نمونه‌ها، قبل و بعد از انجام فرایند انعقاد الکتریکی، نمونه‌های فاضلاب خام و نمونه برداشت شده از میانه راکتور به روش تخمیر چند لوله‌ای (۱۵ لوله‌ای همراه با رقیق‌سازی تا رقت ۰/۰۰۰۰۱) کشت داده شد. در پایان، با استفاده از جدول آزمایش تخمیر ۱۵ لوله‌ای، تعداد کلی فرم‌های فاضلاب در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه به دست آمده و از فرمول زیر، درصد حذف باکتری-های کلی فرم محاسبه گردید (۱۶، ۱۳).

$$RP = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100$$

RP = درصد حذف باکتری‌های کلی فرم

C_0 = تعداد باکتری‌های کلی فرم در فاضلاب خام در ۱۰۰ میلی‌لیتر (قبل از انجام فرایند)

C = تعداد باکتری‌های کلی فرم در نمونه فاضلاب بعد از انجام فرایند در ۱۰۰ میلی‌لیتر

یافته‌ها

در جدول ۱، مشخصات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی فاضلاب خام بیمارستان مورد مطالعه ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی فاضلاب خام بیمارستان یحیی نژاد بابل

پارامتر	واحد	میزان اندازه‌گیری شده
NO_2^-	mg/l(NO_2^-)	۸/۹۷
F^-	mg/l	۰/۳۹
COD	mg/l(O_2)	۱۲۰-۱۲۳
BOD	mg/l(O_2)	۷۲
Cl^-	mg/l(Cl^-)	۱۱۰/۵

نقاط دنیا، کلر به عنوان گزینه برتر برای گندزدایی پساب خروجی استفاده می‌شود، اما نگرانی‌هایی در خصوص ایمنی و سلامت کارگران و عموم افراد جامعه، پتانسیل سمیت پساب کلرزی شده برای گیاهان و آبزیان، تشکیل محصولات جانبی گندزدایی سرطان‌زا و نیاز به افزایش غلظت زیاد کلر جهت حذف مواد آلی پساب در فصول سرد، سبب ایجاد چالش‌های زیاد در استفاده از کلر در گندزدایی پساب شده است (۹، ۱۰)؛ بنابراین متخصصان تصفیه فاضلاب باید در خصوص جایگزینی فرایندهای جدید به طور آگاهانه عمل نموده و قبل از تغییر در فرایندهای تصفیه، ارزیابی‌هایی در مقیاس آزمایشگاه به عمل آورند.

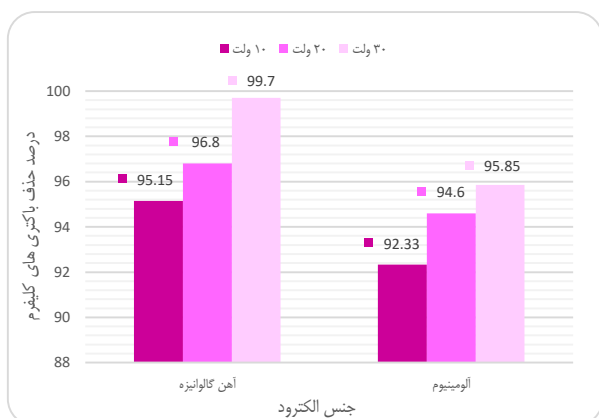
فرایند انعقاد الکتریکی، یک روش مؤثر و سریع در تصفیه فاضلاب است. عامل منعقد کننده با مکانیسم تعویض یونی به وسیله صفحه آند صورت می‌گیرد و هیچ گونه ماده شیمیایی منعقد کننده به آب افزوده نمی‌شود. فرایند الکتروکواگولاسیون از چهار مرحله اصلی شامل واکنش‌های الکترولیتی در سطح الکتروده، تشکیل عامل منعقد کننده در فاز آبی، جذب آلاینده‌های کلوئیدی و محلول بر روی منعقد کننده و ته‌نشینی یا شناوری توده‌های تشکیل شده است (۱۱، ۱۲). از جمله ویژگی‌های این روش می‌توان به کاربرد آسان، تجهیزات ساده، زمان ماند کوتاه، کاهش یا حذف تجهیزات تزریق مواد شیمیایی و کاهش حجم لجن و تولید لجن با غلظت زیاد و کیفیت مناسب اشاره کرد (۱۳، ۱۴، ۱۵). هدف از انجام این پژوهش، بررسی کارایی روش انعقاد الکتریکی در حذف باکتری‌های کلی فرم از فاضلاب بیمارستانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه توصیفی- مقطعی در مقیاس آزمایشگاهی و در آزمایشگاه میکروبیولوژی و شیمی آب و فاضلاب دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی بابل به انجام رسید. در این پژوهش، تأثیر متغیرهایی نظیر اختلاف پتانسیل الکتریکی، زمان انجام واکنش و جنس الکتروده بر کارایی حذف باکتری‌های کلی فرم به روش انعقاد الکتریکی مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های فاضلاب به صورت نمونه برداری لحظه‌ای، قبل از واحد کلرزی تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان یحیی نژاد دانشگاه علوم پزشکی بابل جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های فاضلاب به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر به داخل بشرهای دارای حجم ۸۰۰ میلی‌لیتر منتقل گردید. الکتروده‌هایی از جنس آلومینیوم و آهن گالوانیزه به ابعاد ۱۰×۴ سانتی‌متر و دارای ۶ سوراخ به قطر ۰/۶ سانتی‌متر جهت عبور فاضلاب در راکتور استفاده شد. نحوه آرایش این الکترودها به صورت تک قطبی و به صورت موازی بوده که ۵ سانتی‌متر از آن در نمونه فاضلاب غوطه‌ور شد (شکل ۱). پس از آماده‌سازی راکتور و استقرار آهن‌ربا در درون

پارامتر	واحد	میزان اندازه‌گیری شده
کلی فرم کل	در ۱۰۰ ml نمونه	۱۲۰۰۰۰۰
TDS	mg/l	۳۰۷
pH	-	۷/۹۵
Turbidity	NTU	۱۳۷
Ec	$\mu g/cm$	۱۱۴۳/۳۴
NO_3^-	mg/l(NO_3^-)	۴۰/۴۸

*در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد



نمودار ۲- مقایسه حذف باکتری‌های کلی فرم در ولتاژ مختلف توسط الکترودهای آهن گالوانیزه و آلومینیوم (زمان تماس ۶۰ دقیقه)

بحث و نتیجه گیری

الف- بررسی اثر تغییرات ولتاژ بر حذف باکتری‌های کلی فرم به روش انعقاد الکتریکی

در فرایندهای انعقاد شیمیایی، یکی از عوامل بسیار مهم در حذف آلاینده‌ها، اثر تغییرات ولتاژ جریان است (۱۸، ۱۷). در این مطالعه، کارایی حذف باکتری‌های کلی فرم توسط الکترودهای آهن گالوانیزه و آلومینیوم، با افزایش ولتاژ رابطه مستقیم داشته است. میزان حداکثر درصد حذف باکتری‌های کلی فرم در اختلاف پتانسیل الکتریکی ۳۰ ولت به ترتیب در الکترود آهن گالوانیزه ۹۹/۷ درصد و در الکترود آلومینیوم ۹۵/۸ درصد به دست آمد. در مطالعه معین و همکاران، در مورد بررسی کارایی فرایند انعقاد الکتریکی با استفاده از الکترود صفحه‌ای آهنی در تصفیه پساب شیر شهر زاهدان، حداکثر راندمان ۱۰۰ درصد برای باکتری‌های کلی فرم مدفوعی در ۶۰ ولت گزارش شد (۱۹). از جمله دلایل بالاتر بودن میزان درصد حذف این مطالعه با نتایج پژوهش حاضر را می‌توان به تفاوت در محیط عمل (فاضلاب بیمارستانی در برابر پساب کارخانه شیر) و نیز استفاده از اختلاف پتانسیل الکتریکی بالا (۶۰ ولت در مقابل ۳۰ ولت در مطالعه حاضر) مرتبط نمود.

ب- بررسی اثر تغییرات زمان واکنش بر حذف باکتری‌های کلی فرم در فرایند انعقاد الکتریکی

کارایی حذف باکتری‌های کلی فرم در الکترودهای آهن گالوانیزه و آلومینیوم با افزایش زمان انجام فرایند افزایش می‌یابد. طبق قانون فارادی، زمان واکنش اثر مستقیم در حل شدن فلز آند دارد. با افزایش زمان واکنش مقدار یون‌های فلزی در اثر انحلال آند افزایش یافته و ماده منعقد کننده بیشتری وارد محلول می‌شود. در نتیجه راندمان حذف افزایش می‌یابد (۲۱، ۲۰).

$$C = \frac{I \times t \times M}{n \times F \times V}$$

در رابطه فوق C، غلظت ورودی برحسب میلی گرم بر لیتر و V، حجم پساب برحسب لیتر است. سایر پارامترها عبارت‌اند از I: شدت جریان عبوری از مدار الکتریکی برحسب میلی آمپر، t: مدت زمان الکترولیز برحسب دقیقه، M: جرم مولی فلز مورد استفاده برحسب گرم بر مول، n: تعداد الکترون‌های مبادله شده در آند و کاتد و F: ثابت فارادی است (۲۲). در مطالعه درایت و همکاران در خصوص بررسی

در جدول ۲ و ۳، نتایج حاصل از انجام فرایند انعقاد الکتریکی در زمان‌های متفاوت و ولتاژهای مختلف توسط آهن گالوانیزه و آلومینیوم آمده است. مطابق جدول ۲، بالاترین درصد حذف باکتری‌های کلی فرم (۹۹/۹ درصد)، در ولتاژ ۳۰ و زمان واکنش ۹۰ دقیقه به دست آمد.

جدول ۲- درصد حذف باکتری کلی فرم در ولتاژها و زمان‌های متفاوت توسط آهن گالوانیزه

ولتاژ	زمان فرایند	۳۰ دقیقه	۶۰ دقیقه	۹۰ دقیقه
۱۰ ولت		۸۴/۳٪	۹۲/۵٪	۹۶/۳٪
۲۰ ولت		۹۵/۹٪	۹۷/۳٪	۹۷/۹٪
۳۰ ولت		۹۹/۴٪	۹۹/۸٪	۹۹/۹٪

مطابق جدول ۳، بالاترین درصد حذف باکتری‌های کلی فرم در اختلاف پتانسیل الکتریکی ۳۰ ولت و زمان تماس ۶۰ دقیقه به دست آمد. تجزیه و تحلیل آماری با نرم افزار SPSS، هیچ تفاوت آماری میان میانگین درصد حذف در زمان تماس ۹۰ دقیقه در ولتاژهای مختلف را نشان نمی‌دهد، اما این تفاوت در زمان تماس ۳۰ و ۶۰ دقیقه از لحاظ آماری معنی دار بوده است ($p = 0.01$).

جدول ۳- درصد حذف باکتری‌های کلی فرم در ولتاژها و زمان‌های متفاوت توسط آلومینیوم

ولتاژ	زمان فرایند	۳۰ دقیقه	۶۰ دقیقه	۹۰ دقیقه
۱۰ ولت		۷۸/۸٪	۸۹/۷٪	۹۵/۵٪
۲۰ ولت		۸۹/۵٪	۹۳/۴٪	۹۵/۹٪
۳۰ ولت		۹۳/۵٪	۹۵٪	۹۶/۶٪

در نمودارهای ۱ و ۲، اثر الکترودهای آهن گالوانیزه و آلومینیوم بر میزان حذف باکتری‌های کلی فرم موجود در فاضلاب بیمارستانی به روش انعقاد الکتریکی در ولتاژ و زمان تماس مختلف با یکدیگر مقایسه شده است. مطابق این نمودارها، کارایی درصد حذف باکتری‌های کلی فرم در فاضلاب، در مقادیر متفاوت اختلاف پتانسیل الکتریکی و زمان تماس مختلف، توسط الکترود آهن گالوانیزه بیشتر از الکترود آلومینیوم بوده است.



نمودار ۱- مقایسه حذف باکتری‌های کلی فرم توسط الکترودهای آهن گالوانیزه و آلومینیوم در زمان‌های متفاوت (اختلاف پتانسیل ۲۰ ولت)

فولاد زنگ زن، نشان داده شد که الکتروآلومینیوم، بیشترین کارایی را در تخریب سلول‌های اشیریشیا کلی در مقایسه با الکترودهای فولاد ضدزنگ و فولاد معمولی در ۳۰ دقیقه انعقاد الکتریکی دارا بوده است (۲).

در این مطالعه نتایج حاصل نشان داد که فرایند انعقاد الکتریکی با استفاده از الکتروآهن گالوانیزه و آلومینیوم می‌تواند باکتری‌های کلی فرم را به ترتیب ۹۹/۷٪ و ۹۵/۸٪ حذف نماید. با افزایش ولتاژ و زمان تماس، میزان حذف باکتری‌های کلی فرم در هر دو نوع الکتروآهن افزایش یافته است. نتایج پژوهش حاضر در مورد نوع الکتروآهن نیز نشان داد که الکتروآهن گالوانیزه عملکرد بهتری را نسبت به آلومینیوم دارا می‌باشد. به‌طورکلی، این پژوهش نشان داد که روش انعقاد الکتریکی با الکترودهای آهن گالوانیزه و آلومینیوم در مقیاس آزمایشگاهی، روش مؤثری برای حذف باکتری‌های کلی فرم از فاضلاب بیمارستانی بوده و می‌تواند به‌عنوان یک روش گندزدایی تکمیلی قابل کاربرد مطرح باشد؛ اما نمی‌توان آن را به‌عنوان یک روش کامل و اصلی در گندزدایی پساب بیمارستان استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کمیته تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی بابل که حمایت مالی این پروژه (۹۶۰۳۹۲۲) را عهده‌دار بوده است، تقدیر و تشکر می‌شود.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافی از سوی نویسندگان مطرح نیست.

کارایی فرایند انعقاد الکتریکی در تصفیه آب‌های سطحی با استفاده از الکتروآلومینیوم، نشان داده شد که با افزایش ولتاژ از ۵ تا ۲۵ ولت، میزان حذف باکتری‌های کلی فرم و باکتری هتروتروف افزایش می‌یابد (۲۳). ازجمله معایب فرایند انعقاد الکتریکی، تشکیل یک‌لایه ممانعت‌کننده بر سطح الکتروآهن، با افزایش زمان واکنش است که از انحلال فلز و انتقال الکترون جلوگیری کرده و موجب کاهش راندمان حذف باکتری‌های کلی فرم می‌شود (۸). در الکتروآلومینیوم باگذشت زمان از ۳۰ به ۶۰ دقیقه، درصد حذف باکتری‌های کلی فرم افزایش می‌یابد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که زمان بهینه واکنش برای آلومینیوم ۶۰ دقیقه است. بعد از گذشت این زمان یک‌لایه ممانعت‌کننده بر سطح الکتروآهن تشکیل یافته و میزان درصد حذف کلی فرم‌ها به‌تدریج کاهش می‌یابد. این نتیجه، با مطالعه مسعودی نژاد و همکاران، در مورد کارایی فرایند انعقاد الکتریکی در حذف باکتری‌های بیماری‌زا از فاضلاب بیمارستانی با استفاده از الکتروآلومینیوم مطابقت دارد (۱۸).

ج- بررسی اثر جنس الکتروآهن بر حذف باکتری‌های کلی فرم به

روش انعقاد الکتریکی

جنس آند و کاتد یک عامل بسیار مؤثر در میزان کارایی فرایند انعقاد الکتریکی است، به‌طوری‌که می‌توان گفت، قسمت اصلی سیستم انعقاد الکتریکی، جنس الکترودها می‌باشد (۲۴، ۲). نتایج درصد حذف باکتری‌های کلی فرم در ولتاژهای متفاوت در این مطالعه، نشان داد که الکتروآهن گالوانیزه دارای عملکرد بهتری نسبت به آلومینیوم در حذف باکتری‌های کلی فرم در فاضلاب بیمارستانی است. در مطالعه "Gharnaout" و همکاران در زمینه کارایی فرایند انعقاد الکتریکی در حذف باکتری‌های اشیریشیاکلی در دو نوع آب سطحی با استفاده از سه نوع الکتروآلومینیوم، فولاد معمولی و

References

1. Dehghani M, Sheibani Seresht S, Hashemi H. Treatment of hospital wastewater by electrocoagulation using aluminium and iron electrodes. *Int. Env. Health Eng.* 2013; 2(5): 32-37.
2. Ghernaout D, Badis A, Kellil A, Ghernaout B. Application of electrocoagulation in *Eschericia coli* culture and two surface water. *Desalination.* 2008; 219: 118-125.
3. Delaet Y, Daneels A, Declerck P, Behets J, Ryckeboer J, Peters E, Ollevier F. The impact of electrochemical disinfection on *Escherichia coli* and *legionella pneumophila* in tap water. *Microbial Research.* 2008; 163: 192- 199.
4. Gao Sh, Du M, Tian J, Yang J, Yang J, Ma F, Nan J. Effects of chloride ions on electrocoagulation- flotation process with aluminium electrode for algal removal. *Journal of Hazardous Materials.* 2010; 182: 827- 834.
5. Chafi M, Gourich B, Essadki AH, Vial C, Fabregat A. Comparison of electrocoagulation using iron and aluminium electrodes with chemical coagulation for the removal of a highly soluble acid dye. *Desalination.* 2011; 281: 285- 292.
6. Ricordel C, Miramon C, Hadjiev D, Darchen A. Investigation of the mechanism and efficiency of bacteria abatment during electrocoagulation using aluminium electrode. *Desalination and Water Treatment.* 2014; 52: 5380- 5389.
7. Gao Sh, Yang J, Tian J, Ma F, Tu G, Du M. Electrocoagulation- flotation process for algae removal. *Journal of Hazardous Materials.* 2010; 177: 336- 343.
8. Wei V, Electedowicz M, Oleszkiewicz JA. Influence of electric current on bacterial viability in wastewater treatment. *Water Research.* 45: 5058- 5062.
9. Jafari Salim B, Baghvand A, Karkoti A, Esmaili Beidhandi M. Hospital wastewater treatment; solutions, problems and its impact on the environment. Third international conference on environmental engineering, 2009.
10. Sadat Taghavirad S, Takdastan A, Mohammadi M.J, Montazeri Zadeh, S. Evaluation of wastewater treatment plant specialty and subspecialty hospital Mehr Ahvaz, Iran. *Journal of Torbat Heydarieh University of Medical Sciences.* 2014; 2(1):47-54.
11. Sharafi K, Karami A, Navazeh KF, Moradi M. More significant hospital waste management than domestic sewage: Case study of hospital in Kermanshah province. *Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences.* 2013; 22, 9-17.
12. Mokhtari S.A, Fazlzadeh Davil, Dorraji B. Survey of bacteriological quality of drinking water in rural areas of Ardabil city. *Ardabil Health Journal.* 2011; 2(1):66-73.
13. Hashemi Karouei S.M, Eslamifar M, Zazouli M.A. Determination of *fecal coliform* contamination of water supplies in some rural areas of Sari, Iran with most probable number test. *Journal Mazandaran University Medical Sciences.* 2013; 23(104):89-95.
14. Sadat S.A, Amin M.M, Jamshidi A, Hasani A. Comparison the effect if disinfection of Yasuj sewage effluent with UV/NaOCl combined treatment: A pilot plant study. *Journal Armaghan Danesh.* 2008;13 (3,4):93-100.
15. Amin M.M, Hashemi H, Ebrahimi A, Movahhedian M.R. Using combine processes of filtration and ultraviolet irradiation for effluent disinfection of Isfahan north wastewater treatment plant in pilot scale. *Journal of Water and Sewage.* 2011; (2):71-77.
16. Zazouli M.A, Yazdani Chrati J, Alavinia S.M, Esfandiyari Y. Efficient of electrocoagulation process using aluminum electrode in hospital laundry wastewater pretreatment. *Journal Mazandaran University Medical Sciences.* 2016; 26(134):251-260.
17. Asgari G, Seied Mohammadi A, Roshanaie G.A, Sharifi Z. Electrocoagulation(EC) and electrocoagulation /flotation (ECF) processes for removing high turbidity from surface water using Al and Fe electrodes. *Journal of Water and Sewage.* 2013; 2: 62-69.
18. Massoudinejad M.R, Khashij M, Soltanian M. Survey of electrocoagulation process in the removal of pathogen bacteria from wastewater before discharge in

- the acceptor Water. Journal of Saftey Promotion and Injury Prevention. 2014; 1(2):9-14.
19. Moein H, Kazemi K, Bazrafshan A, Nakhai Sh. Evaluating the efficiency of electrical coagulation process by using ferro fluid plate electrode in wastewater treatment plant in Zahedan city. 15th National Conference on Environmental Health of Iran.
 20. Derayat J, Jafari Motlagh Z, Pirsahab M, Bazrafshan A. Efficiency of coagulation process in surface water treatment using aluminum electrode. 2015;6:50-59.
 21. Razavi M, Saeedi M, Komasi M. Assessment of electrocoagulation method for simultaneous removal of phosphate, nitrate and COD by Fe electrodes from laundry wastewater. Journal of Environmental Health Engineering. 2013;1:56-66.
 22. Hashemi S.H, Bagheri A. Treatment of old leachate by electrocoagulation: A case study for leachate of Kahrizak landfill in Tehran. Journal of Water and Sewage. 2013; 3:112-121.
 23. Derayat J, Jafari Motlagh Z, Pirsahab M, Zinatizadeh A.A. Performance of electrocoagulation process in the removal of *total coliforms* and *heterotrophic bacteria* from surface water. Journal of Water and Sewage. 2014;1:37-45.
 24. Isanloo H, Mohseni M, Nazari Sh, Sarkosh M, Alizadeh Matboo S. Health Journal. 2014;1:67-74.



Study of Electrocoagulation Process Efficiency on Removal of Coliforms from Hospital Wastewater

Zeinab Gholami¹, Abdoliman Amouei^{2,3,4*}, Hajar Tabarinia⁴, Fatemeh Asgharzadeh⁴

Received: 18 Aug 2018

Revised: 22 Nov 2018

Accepted: 28 Nov 2018

Abstract

Background and Objective: Hospitals, as one of the most important social places, play a basic role in providing, conserving and improving of the individual and community health. Hospital wastewater contain different pathogenic microorganisms, hazardous chemicals, radioactive substances, and organic and inorganic materials. In this research, removal of coliform bacteria from hospital wastewater by electrocoagulation technology has been evaluated.

Methods: Wastewater samples were collected from Yahianejad hospital wastewater treatment plant belong to Babol University of Medical Sciences as a grab sampling before the chlorination unit. Electrocoagulation experiments were carried out in the electrical voltage (10,20,30V), contact time (30,60,90 minutes), and using two types of galvanized iron and aluminum electrodes. Before and after electrocoagulation starting, the samples were taken middle of the reactor and the experiments were conducted multi-tube fermentation method (15 tubes with dilution).

Results: The results showed that the maximum removal of coliforms in galvanized iron and aluminum is 99.7% and 95.8% respectively. As well as, with increasing the voltage and contact time, the removal rate of coliforms in the galvanized iron electrode increases. Totally, the galvanized iron electrode has better removal efficiency of coliforms than aluminum electrode in contact time more than 60 min.

Conclusion: The results of this study showed that the electrocoagulation process is an effective method for the removal of coliforms from hospital wastewater at pilot scale and can be used as complementary disinfection method.

- 1- Student Research Committee, Babol University of Medical Sciences, Babol, I.R. Iran
- 2- Environmental Health Research Center (EHRC), Health Research Institute, Babol University of Medical Sciences, Babol, I.R. Iran
- 3- Social Determinants of Health Research Center (SDHRC), Health Research Institute, Babol University of Medical Sciences, Babol, I.R. Iran
- 4- Department of Environmental Health, Babol University of Medical Sciences, Babol, I.R. Iran

* Corresponding Author:

Abdoliman Amouei

Address: Department of Environmental Health, Babol University of Medical Sciences, Babol, I.R. Iran

Tel: +98 11 22334366

Email: iamouei1966@gmail.com

Keywords: Electrocoagulation, Coliforms, Hospital wastewater

Please cite this article as: Gholami Z, Amouei A, Tabarinia A, Asgharzadeh F. Study of Electrocoagulation Process Efficiency on Removal of Coliforms from Hospital Wastewater. Novin Health J. 2019; 3(2):25-31.