Archive of SID

NOVIN Health Journal

مجله نوین سلامت

دوره سوم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۷، صفحه ۳۱-۲۵

Downloaded from crms.mubabol.ac.ir at 10:34 +0330 on Saturday January 11th 2020

اصیل

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

زینب غلامی (BSc)[۱]، عبدالایمان عموئی (PhD)[۲،۳،۴*]، هاجر طبری نیا (MSc)[۴]، فاطمه اصغر زاده (MSc)[۴]

دریافت: ۹۷/۰۵/۲۷ اصلاح: ۹۷/۰۹/۰۱ پذیرش: ۹۷/۰۹/۰۷

## 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 کلرزنی از تصفیه‌خانه یکی از بیمارستان‌های شهر بابل دریافت شد. بررسی فرایند انعقاد الکتریکی در شرایط مختلف، شامل اختلاف‌پتانسیل 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 فرایند و بعد از ته‌نشین شدن لخته‌ها، از میانه راکتور نمونه‌ها برداشت و سپس آزمایش‌های تخمیر ۱۵ لوله‌ای جهت شناسایی باکتری‌های کلی فرم انجام گردید.

**یافته ها:** حداکثر درصد حذف باکتری‌های کلی فرم توسط الکترودهای آهن گالوانیزه و آلومینیوم به ترتیب ۹۹/۷٪ و ۹۵/۸٪ بوده است. با افزایش اختلاف‌پتانسیل الکتریکی و زمان تماس، درصد حذف باکتری‌های کلی فرم در فاضلاب، توسط الکترود آهن گالوانیزه افزایش یافت. به‌طورکلی، 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.

**نتیجه گیری:** نتایج این پژوهش مبین آن است که فرایند 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

۱- کمیته تحقیقات دانشجوئی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
۲- مرکز تحقیقات سلامت محیط، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
۳- مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
۴- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

* **نویسنده مسئول:** عبدالایمان عموئی
**آدرس:** بابل، خیابان گنج افروز، دانشگاه علوم پزشکی بابل، دانشکده پیراپزشکی، گروه مهندسی بهداشت محیط
**تلفن:** ۲۲۳۴۳۶۶ ۱۱ ۹۸+
**پست الکترونی:** iamouei1966@gmail.com

## مقدمه

گسترش شهرها و افزایش جمعیت، سرعت روند ایجاد مؤسسات و مراکز درمانی ازجمله 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 (۲، ۱).

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 بی‌هوش کننده، عناصر رادیواکتیو، مواد حاجب اشعه ایکس و دیگر ترکیبات شیمیایی مقاوم و خطرناک هستند (۴،۳). تخلیه و راه‌یابی این مواد به محیط‌زیست 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 رادارند. بااین‌حال مشکلات و هزینه‌های مرتبط با آزمون تک‌تک پاتوژن‌ها عموماً منجر به استفاده از تعداد میکروارگانیسم‌هابا منشأ روده‌ای به‌عنوان اندیکاتور جهت برآورد و تعیین سرنوشت پاتوژن‌های روده‌ای در محیط شده است (۷، ۶). کلی فرم‌ها مهم‌ترین باکتری‌های شاخص‌مورداستفاده 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



www.SID.ir

Archive of SID



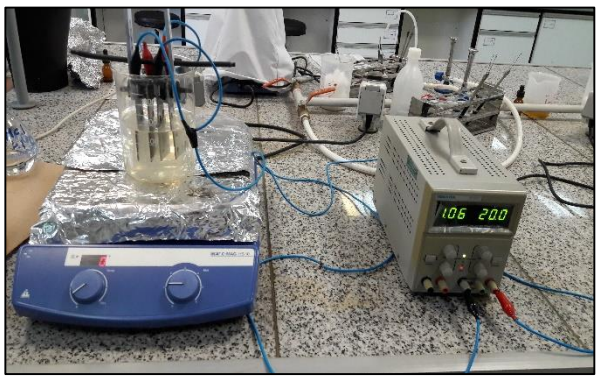
Downloaded from crms.mubabol.ac.ir at 10:34 +0330 on Saturday January 11th 2020

نقاط دنیا، کلر به‌عنوان گزینه برتر برای گندزدایی پساب خروجی استفاده می‌شود، اما نگرانی‌هایی در خصوص ایمنی و سلامت کارگران و عموم افراد جامعه، پتانسیل سمیّت پساب کلرزنی 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 (۱۰، ۹)؛ بنابراین متخصصان تصفیه فاضلاب باید در خصوص جایگزینی فرایندهای جدید به‌طور آگاهانه عمل نموده و قبل از تغییر در فرایندهای تصفیه، ارزیابی‌هایی در مقیاس آزمونه به عمل‌آورند.

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

## مواد و روش ها

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 اختلاف‌پتانسیل الکتریکی، زمان انجام واکنش و جنس الکترود بر کارایی حذف باکتری‌های کلی فرم به روش انعقاد الکتریکی موردبررسی قرار گرفت. نمونه‌های فاضلاب به‌صورت نمونه‌برداری لحظه‌ای، قبل از واحد کلرزنی 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. الکترود-هایی از جنس آلومینیوم و آهن گالوانیزه به ابعاد ۴ × ۱۰ سانتی‌متر و دارای ۶ سوراخ به قطر ۰/۶ سانتی‌متر جهت عبور فاضلاب در رآکتور استفاده شد. نحوه آرایش این الکترودها به‌صورت تک‌قطبی و به‌صورت موازی بوده که ۵ سانتی‌متر از آن در نمونه فاضلاب غوطه‌ور شد (شکل ۱). پس از آماده‌سازی رآکتور و استقرار آهن‌ربا در درون ظرف، رآکتور بر روی گرماساز- شیکردار قرار داده شد.



**شکل ۱- سیستم پایلوت آزمایشگاهی فرایند انعقاد الکتریکی**

نمونه‌ها در رآکتور برای جلوگیری از ته‌نشین شدن لخته‌ها با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه مخلوط شدند. جهت تأمین الکتریسیته موردنیاز از یک دستگاه مبدل الکتریکی جریان متناوب (AC) به جریان مستقیم (DC) استفاده گردید. در این پژوهش ولتاژهای مورداستفاده 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 رآکتور خارج کرده و به نمونه‌های درون رآکتور ۳۰ دقیقه زمان استراحت داده شد تا لخته‌های تشکیل‌شده، 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 برداشت‌شده از میانه رآکتور 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 به‌دست‌آمده 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 موردمطالعه ارائه‌شده است.

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

| پارامتر | واحد | میزان اندازه‌گیری شده |
|---|---|---|
| کلی فرم کل | در ۱۰۰ml نمونه | ۱۲۰۰۰۰۰۰ |
| TDS | mg/l | ۳۰۷ |
| pH | - | ۷/۹۵ |
| Turbidity | NTU | ۱۳۷ |
| Ec | $\mu g/cm$ | *۱۱۴۳/۳۴ |
| $NO_3^-$ | mg/l($NO_3^-$) | ۴۰/۴۸ |

| 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 |

*در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد



www.SID.ir

Archive of SID


Downloaded from crms.mubabol.ac.ir at 10:34 +0330 on Saturday January 11th 2020

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**

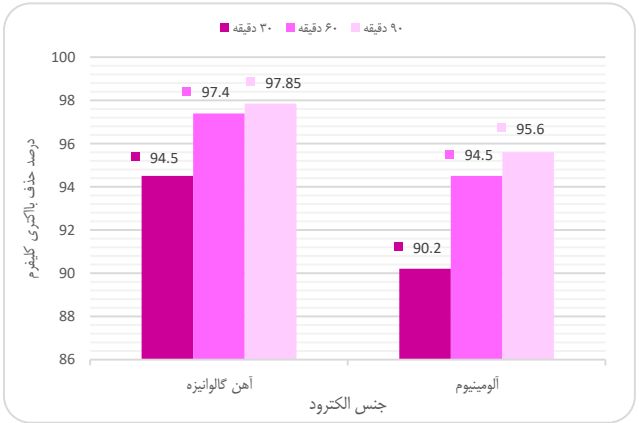
| زمان فرایند / ولتاژ | ۳۰ دقیقه | ۶۰ دقیقه | ۹۰ دقیقه |
|---|---|---|---|
| ۱۰ ولت | ٪۸۴/۳ | ٪۹۲/۵ | ٪۹۶/۳ |
| ۲۰ ولت | ٪۹۵/۹ | ٪۹۷/۳ | ٪۹۷/۹ |
| ۳۰ ولت | ٪۹۹/۴ | ٪۹۹/۸ | ٪۹۹/۹ |

مطابق جدول ۳، بالاترین درصد حذف باکتری‌های کلی فرم در اختلاف‌پتانسیل الکتریکی ۳۰ ولت و زمان تماس ۶۰ دقیقه به دست آمد. تجزیه‌وتحلیل آماری با نرم‌افزار 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 ازلحاظ آماری معنی‌دار بوده است ($p= 0.01$).

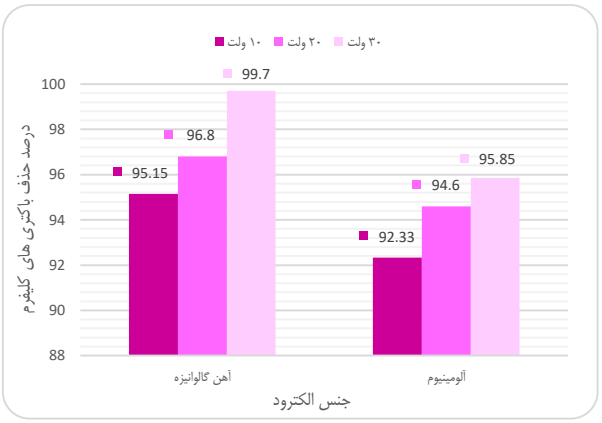
**جدول ۳- درصد حذف باکتری‌های کلی فرم در ولتاژها و زمان‌های متفاوت توسط آلومینیوم**

| زمان فرایند / ولتاژ | 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، کارآیی درصد حذف باکتری‌های کلی فرم در فاضلاب، در مقادیر متفاوت اختلاف‌پتانسیل 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 (اختلاف‌پتانسیل ۲۰ ولت)**




**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 اختلاف‌پتانسیل 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 موردبررسی 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). ازجمله 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 اختلاف‌پتانسیل 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 فرآیند 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 افزایش‌یافته و ماده منعقد کننده بیشتری وارد محلول می‌شود. درنتیجه 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 میلی‌گرم بر لیتر و V، حجم پساب برحسب لیتر است. سایر پارامترها عبارت‌اند از I: شدت‌جریان عبوری از مدار الکتریکی برحسب میلی‌آمپر، t: مدت‌زمان الکترولیز برحسب دقیقه، M: جرم مولی فلز مورداستفاده 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



www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from crms.mubabol.ac.ir at 10:34 +0330 on Saturday January 11th 2020

کارایی فرایند انعقاد الکتریکی در تصفیه آب‌های سطحی با استفاده از الکترود آلومینیوم، 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 ممانعت کننده بر سطح الکترود، 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 الکترود آلومینیوم 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 ممانعت کننده بر سطح الکترود تشکیل یافته و میزان درصد حذف کلی فرم‌ها به‌تدریج کاهش می‌یابد. این نتیجه، بامطالعه مسعودی نژاد و همکاران، در مورد کارایی فرایند انعقاد الکتریکی در حذف باکتری‌های بیماری‌زا از فاضلاب بیمارستانی با استفاده از الکترود آلومینیوم مطابقت دارد (۱۸).

### ج- بررسی اثر جنس الکترود 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 الکترود آهن گالوانیزه دارای عملکرد بهتری نسبت به آلومینیوم در حذف باکتری‌های کلی فرم در فاضلاب بیمارستانی است. در مطالعه "Gharnaout" و همکاران درزمینه کارایی فرآیند انعقاد الکتریکی در حذف باکتری‌های اشریشیاکلی در دو نوع آب سطحی با استفاده از سه نوع الکترود آلومینیوم، فولاد معمولی و فولاد زنگ نزن، نشان داده شد که الکترود آلومینیوم، بیشترین کارایی را در تخریب سلول‌های اشریشیا 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 الکترود آهن 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 الکترود افزایش‌یافته است. نتایج پژوهش حاضر در مورد نوع الکترود نیز نشان داد که الکترود آهن گالوانیزه عملکرد بهتری را نسبت به آلومینیوم دارا می باشد. 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 منافعی از سوی نویسندگان مطرح نیست.



www.SID.ir

Archive of SID


Downloaded from crms.mubabol.ac.ir at 10:34 +0330 on Saturday January 11th 2020

## 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. Delaedt 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 abatement 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, Electorowicz 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, Esfandyari 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




www.SID.ir

Archive of SID



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, Pirsaheb 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, Pirsaheb 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.

Downloaded from crms.mubabol.ac.ir at 10:34 +0330 on Saturday January 11th 2020



www.SID.ir

Archive of SID



NOVIN Health Journal

Downloaded from crms.mubabol.ac.ir at 10:34 +0330 on Saturday January 11th 2020

Original

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

**Zeinab Gholami[1], Abdoliman Amouei[2,3,4*], Hajar Tabarinia[4], Fatemeh Asgharzadeh[4]**

**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 Universty 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 colifirms 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.



www.SID.ir