مقاله پژوهشی

مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هشتم، شماره اول، بهار ۱۳۹۴، صفحات ۲۳ تا ۳۰

بررسی تغییرات بوجود آمده در میزان پلیمرهای خارج سلولی لجن فعال در طول آبگیری با راکتور متوالی اولتراسونیک - الکتروکواگولاسیون

آرزو حیدری[۱]، رامین نبی زاده[۲]، محمود علی محمدی[۳]، میترا غلامی[۴]، امیرحسین محوی[۵*]

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۴/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۷/۱۶

چکیده

زمینه و هدف: *کاهش پلیمرهای خارج سلولی آزاد شده ناشی از تجزیه لجن یکی از چالش‌های اساسی در فرایند تصفیه لجن است. هدف این مطالعه بررسی میزان تغییرات پلیمرهای خارج سلولی طی آبگیری لجن توسط راکتور متوالی اولتراسونیک – الکتروکواگولاسیون تحت شرایط مختلف و تعیین موثرترین حالت برای کاهش این مواد است.*

روش بررسی: *در این مطالعه میزان تغییرات پلیمرهای خارج سلولی در مایع رویی لجن پس از انجام شرایط متفاوت فرایندهای اولتراسونیک (فرکانس‌های ۳۵ kHz و ۱۳۰ و زمان ماندهای ۳ min، ۵، ۱۰و ۳۰) و الکتروکواگولاسیون (ولتاژهای ۲۰ V ، ۳۰ و ۴۰ و زمان ماندهای ۱۰ min ، ۲۰ و ۳۰) مقایسه گردید.*

یافته‌ها: *نتایج مطالعه نشان داد که بیشترین کاهش در فرکانس ۳۵ kHz و زمان ۵ min اولتراسونیک با ۳۰ min الکتروکواگولاسیون تحت ولتاژ۴۰V بدست آمده است. بطوری‌که در این شرایط مجموع پلیمرهای خارج سلولی در سوپرناتانت لجن به میزان ٪ ۶۹ کاهش یافت.*

نتیجه‌گیری: *براساس نتایج این مطالعه، با بکارگیری راکتور اولتراسونیک – الکتروکواگولاسیون علاوه بر آبگیری لجن می‌توان به میزان قابل توجهی پلیمرهای خارج سلولی رها شده در سوپرناتانت را کاهش داد.*

واژگان کلیدی: اولتراسونیک، الکتروکواگولاسیون، لجن، پلیمرهای خارج سلولی

۱-مرکز تحقیقات کیفیت آب، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران؛ کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲- دکتری تخصصی مهندسی بهداشت محیط، استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران؛ مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳- دکتری تخصصی مهندسی بهداشت محیط، دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۴- دکتری تخصصی مهندسی بهداشت محیط، استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۵- (نویسنده مسئول): مرکز تحقیقات مواد زائد جامد، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران؛ دکتری تخصصی مهندسی بهداشت محیط، استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران ahmahvi@yahoo.com

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-29]

مقدمه

رشد سریع شهرها و صنایع در قرن ۲۱ سبب تولید مقادیر بالای فاضلاب و متعاقب آن مقادیر زیادی لجن از فرایند تصفیه بیولوژیکی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شده است(۱). در طول فرایند تصفیه، ناخالصی‌های آب به لجن فرستاده شده و در واقع تولید لجن به عنوان یک قسمت اجتناب ناپذیر در فرایند تصفیه فاضلاب محسوب می‌گردد. بطوری‌که بیش از ۴۰ % از هزینه‌های تصفیه فاضلاب، صرف فرایند تصفیه و دفع لجن می‌گردد(۲). به همین دلیل از لحاظ اقتصادی و عملکردی، مدیریت لجن بویژه جداسازی و حذف آب اضافی تولید شده طی فرایند تصفیه یکی از مهمترین مراحل در تصفیه فاضلاب است(۱، ۲).

از جمله راهکارهایی که جهت آبگیری و کاهش حجم لجن در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب دنیا مورد مطالعه قرار گرفته‌اند شامل استفاده از روش‌های مکانیکی، پیش تصفیه با فنتون(۳)، پیش تصفیه با ازن، اسیدها و سورفاکتانت‌ها(۴)، الکترولیز، استفاده از انواع فیلترها، امواج اولتراسونیک(۵) و ... است. هر کدام از این روش‌ها مزایا و معایب خاص خود را دارد. اما در این بین روش اولتراسونیک نشان داده که نه تنها باعث افزایش آبگیری لجن می‌شود، بلکه در مقایسه با سایر روش‌ها، اثرات جانبی کمتری نیز بر محیط زیست برجا می‌گذارد(۶). ترکیب اصلی لجن میکروارگانیسم‌ها بوده که در ساختمانشان دارای غشا و آب درون سلولی هستند. امواج اولتراسونیک با تولید حرارت و فشار بالا سبب ایجاد گسیختگی در لجن می‌شوند. این ویژگی امواج اولتراسونیک می‌تواند سبب تغییر خاصیت آبگیری لجن و در نتیجه افزایش سرعت تجزیه آلاینده‌های آلی گردد(۵) که این مساله منجر به افزایش مواد پلیمری خارج سلولی(EPS) (extracellular polymeric substance) و نیز ذرات کلوئیدی و در نتیجه کاهش آبگیری لجن می‌گردد(۷). پلی ساکاریدها و پروتئین‌ها (که ٪۷۰-۸۰ از کل EPS را تشکیل می‌دهند)(۸) عمدتا آبدار هستند و بار سطحی منفی بالایی دارند و این مساله سبب افزایش ویسکوزیته و آب به دام افتاده در فلوک‌ها می‌شود(۹). به این ترتیب غلظت‌های کم مواد پلیمری خارج سلولی می‌تواند آبگیری را بهبود بخشد اما رهاسازی بیش از حد این مواد سبب اختلال در آبگیری از طریق افزایش ویسکوزیته لجن و آب آن می‌شود(۶، ۹). اما این پلیمرهای خارج سلولی تمایل زیادی به کاتیون‌های سه ظرفیتی (Fe^{3+} و Al^{3+}) دارند. بعلاوه فلوکولانت‌ها سبب تولید فلوک‌های بزرگتر و کاهش بار سطحی منفی و در نتیجه سبب کاهش آب محبوس شده در لجن می‌شوند(۷).

فرایند الکتروکواگولاسیون شامل تعدادی از مکانیسم‌های فیزیکی و شیمیایی است که سبب انعقاد ذرات معلق و جذب آلاینده‌های محلول می‌شوند(۱۰).

به همین جهت در این مطالعه تغییرات میزان پروتئین‌ها و پلی ساکاریدهای لجن در طول آبگیری با روش متوالی اولتراسونیک – الکتروکواگولاسیون تحت فرکانس‌های ۳۵ kHz و ۱۳۰ اولتراسونیک با زمان‌های ماند ۳ min ، ۵ ، ۱۰و ۳۰ و پس از آن تحت فرایند الکتروکواگولاسیون با شرایط مختلفی از ولتاژ (۲۰V ، ۳۰ و ۴۰) و زمان ماند (۱۰min، ۲۰ و ۳۰)، مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های لجن از تانک ته‌نشینی ثانویه تصفیه‌خانه فاضلاب شهری فورا به آزمایشگاه منتقل شده و در ظرف‌های پلاستیکی در دمای ۴°C نگهداری شدند. لجن مورد استفاده بدون بو، دارای رنگ قهوه‌ای، با pH برابر ۷/۶ بود. کل جامدات و میزان آب لجن به ترتیب حدود ٪ ۱/۵ و ٪ ۹۹-۹۸ بود. حداکثر مدت ذخیره نمونه‌ها ۴۸ h است. pH نمونه‌ها در سایر مراحل آزمایش کنترل نمی‌شد(۷). قبل از ورود نمونه ها به دستگاه اولتراسونیک، مقادیر پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها به صورت جداگانه در نمونه‌های لجن تصفیه نشده اندازه‌گیری شدند.

بر اساس مطالعات قبلی، جهت تعیین پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها مایع رویی لجن آنالیز گردید(۷). غلظت پروتئین‌ها به روش بریلینت بلو کوماسی G-250 و با استفاده از سرم آلبومین به عنوان استاندارد اندازه گیری شد. در این روش ماده‌ای به نام کوماسی بلو با پروتئین‌ها ترکیب شده، تشکیل کمپلکس آبی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-29]

رنـگ را داده و در نهایت میـزان پروتئین‌ها با قرائت جذب آنها در طول موج ۵۹۵ nm تعیین شد. این روش بسیار دقیق بوده و قادر به سنجش پروتئین‌ها تا غلظت ۲ mg/L است. در صورت نیاز به نگهداری نمونه‌ها قبل از انجام آزمایش به مدت چند روز، باید آنها را در دمای انجماد نگه داشت(۱۰).

غلظت پلی سـاکاریدها نیز بـا رنگ آمیزی آنها با اسـتفاده از آنتـرون و کاربرد گلوکز به عنوان اسـتاندارد تعیین شـد. برای این منظور ماده آنترون با سـوپرناتانت لجن ترکیب شده و پس از آن افزودن اسـید سولفوریک غلیظ سبب هیدرولیز اتصالات گلیکوئیدی و در نهایت ایجاد فورفورال شـد. سپس فورفورال تولید شده با آنترون ترکیب شده و تشکیل کمپلکس سبز رنگ را داد. در نهایت جذب آنها در طول موج ۶۲۰ nm با اسـتفاده از اسپکتروفتومتر قرائت شد(۱۱).

نمونه‌های لجن به حجم ۳۰۰ mL در بشـرهای شیشه‌ای آماده شـده و قبل از مصرف بـه خوبی مخلوط شـدند. تابش امواج اولتراسـونیک تحت فرکانس‌های ۳۵ kHz و ۱۳۰ و زمان‌های ۳، ۵، ۱۰ و ۳۰ min بر روی نمونه‌های لجن صورت گرفت. پس از این مرحله نیز، هر نمونه به طور جداگانه از نظر پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها به روش گفته شده تعیین مقدار شد.

پـس از انجـام فراینـد اولتراسـونیک، الکتروکواگولاسـیون با الکترودهای آهن و آلومینیوم جهت مهیاسـازی کاتیون‌های سه ظرفیتی(Al^{3+} و Fe^{3+}) مورد اسـتفاده قرار گرفت. در هر مرحله آزمایش، دو الکترود آهن و دو الکترود آلومینیوم مورد استفاده قرار می‌گرفت. به این منظور الکترودهایی با ابعاد ۱۰ cm × ۱۰ cm بـه ضخامت ۰/۵ mm تهیه شـده و با فاصلـه ۱ cm از هم به صورت یک در میان قرار داده شـدند. هر نمونه لجن پس از هر خروج از دستگاه اولتراسونیک، به حجم ۳۰۰ mm در بشرهای شیشـه‌ای آماده و وارد مرحله الکتروکواگولاسیون شده و تحت ولتاژهـای ۲۰ V، ۳۰ و ۴۰ و در زمان‌های ۱۰ min، ۲۰ و ۳۰ در تماس با الکترودها قرار گرفتند(۱۲).

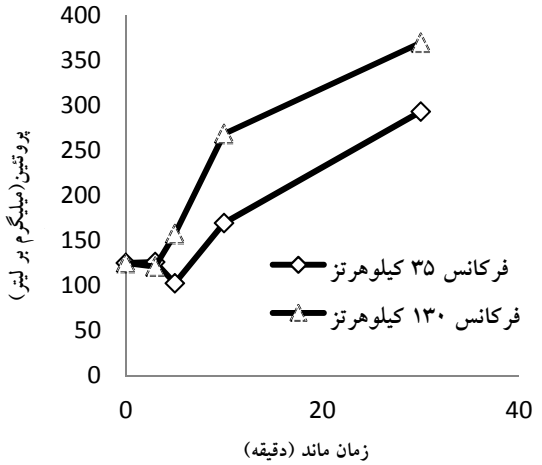
پس از انجام فرایند الکتروکواگولاسیون نیز در هر نمونه مقادیر پروتئین‌هـا و پلی سـاکاریدها، اندازه‌گیری شـد. در نهایت با مقایسـه این مقادیر در ابتدا و انتهای آزمایشات، میزان تغییرات پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها تعیین شد.

یافته‌ها

تاثیر فرکانس و زمان ماند اولتراسونیک بر تغییرات EPS:

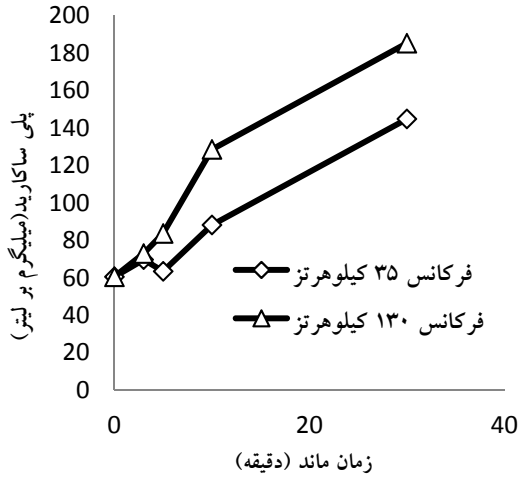
نمودارهـای ۱ و ۲ بـه ترتیـب تغییـرات پروتئین‌هـا و پلی سـاکاریدهای لجن را نسـبت به زمان ماند اولتراسـونیک در فرکانس‌های ثابت نشان می‌دهند.

بر اسـاس نمودارها با افزایش فرکانس از ۳۵ kHz به ۱۳۰ در زمـان ۵ min، مقادیر پروتئین‌ها و پلی سـاکاریدها به ترتیب از ۱۰۲ بـه ۱۵۷ و از ۶۳ بـه ۸۴ mg/L رسـیده‌اند. همچنین همانطور که در نمودارها مشخص است، در فرکانس ۳۵ kHz مقادیـر پروتئین‌ها و پلی سـاکاریدها با افزایـش زمان از ۳ به ۳۰ min بـه ترتیب از ۱۲۶ به ۲۹۳ mg/L و از ۷۰ به ۱۴۵ mg/L رسـیده اند که بـا توجه به نمودار ایـن افزایش در میزان EPS نسـبت به نمونه تصفیه نشـده، در فرکانس ۱۳۰ kHz در مقایسـه با فرکانس ۳۵ kHz تغییرات قابل توجه‌تری داشته است. بطوریکه مجموع کل پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها که در لجن تصفیه نشـده ۱۸۵/۵ mg/L بوده است، پس از ۳۰ min سونیکیشـن در فرکانس ۳۵ kHz به ۴۳۷ mg/L رسـیده، در حالی‌که پس از گذشـت همین زمان در فرکانس ۱۳۰ kHz به ۵۵۴ mg/L افزایش یافته است.

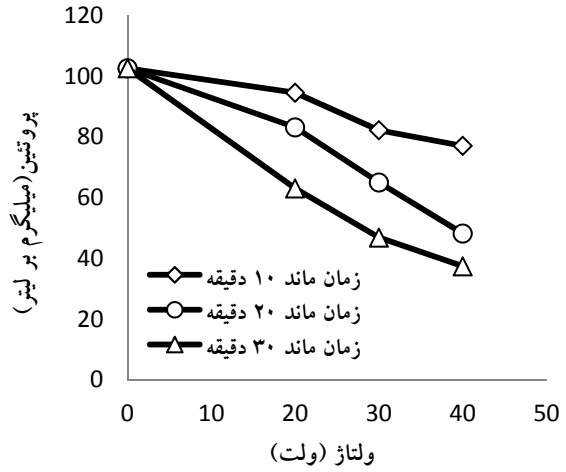


نمودار ۱- تغییرات پروتئین نسبت به زمان ماند اولتراسونیک در فرکانس‌های ثابت بدون در نظر گرفتن الکتروکواگولاسیون

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-29]



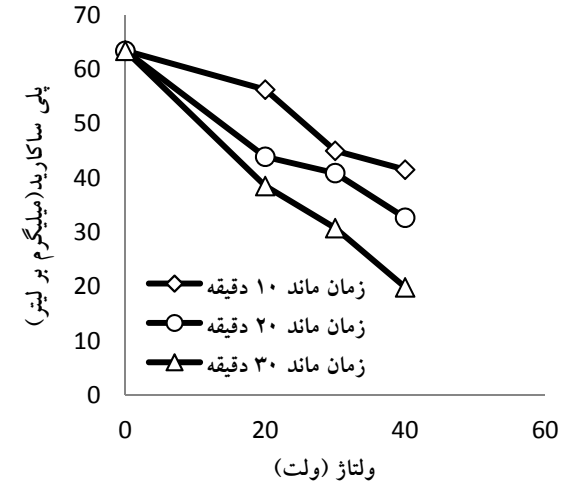
نمودار ۲- تغییرات پلی ساکارید نسبت به زمان ماند اولتراسونیک در فرکانس‌های ثابت بدون در نظر گرفتن الکتروکواگولاسیون



نمودار ۳- تغییرات پروتئین‌ها نسبت به ولتاژ الکتروکواگولاسیون در زمان ماندهای ثابت در شرایط بهینه اولتراسونیک

تاثیر ولتاژ و زمان ماند الکتروکواگولاسیون بر تغییرات EPS:

در این مطالعه، پس از فرایند اولتراسونیک، الکتروکواگولاسیون با کاتیون‌های سه ظرفیتی آهن و آلومینیوم به منظور کاهش پروتئین‌ها و پلی ساکاریدهای لجن مورد استفاده قرار گرفت. در نمودارهای ۳ و ۴ تغییرات EPS در سوپرناتانت لجن پس از مرحله الکتروکواگولاسیون نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، میزان پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها در سوپرناتانت لجن (نمونه‌ای که به مدت ۵ min تحت فرکانس ۳۵ kHz اولتراسونیک قرار گرفته بود)، پس از ۱۰ min الکتروکواگولاسیون در ولتاژ ۲۰ V به ترتیب به ۹۴/۵ و ۵۶ mg/L و پس از ۳۰ min در همین ولتاژ به ۶۳ و ۳۸/۵ mg/L رسیده‌اند. همچنین با توجه به نمودارها کاهش پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها در ولتاژ ۴۰ V در مقایسه با ولتاژهای ۲۰ V و ۳۰، به میزان بیشتری بوده است. بطوری‌که میزان پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها در سوپرناتانت لجن از ۱۰۲/۵ و ۶۳ mg/L (پس از ۵ min سونیکیشن در فرکانس ۳۵ kHz) در ولتاژ ۴۰ V پس از ۱۰ min به ترتیب به ۷۷ و ۴۱/۵ mg/L و پس از ۳۰ min به ۳۷ و ۲۰ mg/L کاهش یافته‌اند.



نمودار ۴- تغییرات پلی ساکاریدها نسبت به ولتاژ الکتروکواگولاسیون در زمان ماندهای ثابت در شرایط بهینه اولتراسونیک

بحث

لجن فعال شامل EPS، باکتری‌های پراکنده و مقادیر زیادی آب است. EPS موجود (که ٪ ۸۰-۷۰ آن را پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها تشکیل می‌دهند) سبب افزایش استحکام لجن فعال

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-29]

می‌شـود(۱۳). آبگیری لجن طی فرایند اولتراسـونیک، مستلزم تجزیه لجن اسـت که این امر سبب شکسـته شدن فلوک‌های لجـن به ذرات ریزتـر و همچنین آزادسـازی بخش زیادی از پلیمرهای خارج سلولی در سوپرناتانت لجن می‌گردد(۵، ۱۲). هـدف اصلـی مطالعه حاضـر، بررسـی تاثیر راکتـور متوالی اولتراسـونیک – الکتروکواگولاسـیون در تغییرات بوجود آمده در میـزان پروتئین‌ها و پلی سـاکاریدهای لجن بیولوژیکی در طول فرایند آبگیری، و تعیین بهترین شـرایط جهت کاهش این مواد بوده است.

بطور کلی کاربـرد امواج اولتراسـونیک در فرکانس‌ها و زمان ماندهای بالا سـبب افزایش در میزان تجزیه لجن و آزاد شدن مقادیر زیـادی از آب میان بافتی لجن می‌گردد(۱۴). بطوری‌که درجـه تجزیـه لجـن کـه بـا شـاخص SCOD(soluble chemical oxygen demand) مشـخص می‌گـردد پس از ۳ min در فرکانـس ۳۵ kHz و ۱۳۰ بـه ترتیـب به ٪ ۳/۹ و ٪ ۴/۵ رسـیده اسـت در حالی‌که پس از گذشت زمان ماند ۳۰ min در همـان فرکانس‌هـا به ترتیب بـه ٪ ۶/۵ و ٪ ۹/۱ افزایش یافته اسـت. شکسته شدن بیش از حد فلوک‌های لجن به ذرات ریزتر سـبب آزادسـازی مقادیر زیـادی از پلیمرهای خارج سـلولی در سوپرناتانت لجن می‌گردد(۱۴). ولی با ورود نمونه‌هـای لجن به فرایند الکتروکواگولاسـیون بتدریج مقادیر SCOD کاهـش پیدا کرده و به این ترتیب میزان پروتئین‌ها و پلی ساکاریدهای لجن نیز کمتر شدند.

با توجه به نتایج بدست آمده در این مطالعه با افزایش فرکانس اولتراسـونیک، پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها که بار منفی بالایی دارند به میزان زیادی در سـوپرناتانت لجن آزاد می‌شوند(۱۳, ۱۵). بطوری‌کـه رهاسـازی پروتئین‌ها و پلی سـاکاریدها در فرکانـس ۱۳۰ kHz نسـبت بـه فرکانـس ۳۵ kHz به میزان بیشـتری بوده اسـت. Feng و همکاران نیز در سال ۲۰۱۱ در مطالعـه‌ای که بـر روی لجن انجام داد به این نتیجه رسـید که با افزایش فرکانس اولتراسـونیک، میزان EPS در سوپرناتانت لجن بالا می‌رود(۱۴). همچنین بر اسـاس نتایج بدسـت آمده، با افزایـش زمان تابش امواج اولتراسـونیک در فرکانس ثابت، میزان پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها در سوپرناتانت لجن افزایش می‌یابد. در واقع سونیکیشـن سـبب افزایش تجزیه لجن و در نتیجه افزایش سـطح ویـژه ذرات می‌گردد(۱۶). با تجزیه بیش از حـد لجن، فلوک‌های لجن به میزان زیادی تخریب شـده و ذرات بسـیار ریز با بار سطحی منفی بالا تولید می‌شود. این امر منجر به افزایش ویسکوزیته و در نتیجه رها سازی میزان بالایی از پلیمرهای خارج سـلولی در سوپرناتانت لجن می‌گردد(۱۴، ۱۶). Yuan و همکاران نیز در سـال ۲۰۱۱ آبگیری لجن را به روش الکترولیز مورد بررسـی قرار داد و به این نتیجه رسید که در ولتـاژ کمتر از ۲۰ V و زمان ماند کمتر از ۲۰ min بهترین نتایج آبگیری با کمترین میزان تولید EPS بدسـت می‌آید و به تدریج با افزایش زمان ماند و ولتاژ الکترولیز، پلیمرهای خارج سلولی به میزان بیشتری در سوپرناتانت لجن آزاد می‌گردد(۱۷). در مطالعه‌ای که توسـط Wang و همکاران در سال ۲۰۰۶ بر روی تغییرات پلیمرهای خارج سـلولی در لجن پس از فرایند اولتراسونیک انجام گرفت نیز نشان داده شد که با افزایش توان مورد اسـتفاده در اولتراسونیک و نیز افزایش زمان ماند لجن در دسـتگاه، میزان پروتئین، پلی سـاکارید و DNA رها شده در سوپرناتانت لجن بالا می‌رود(۱۳).

همچنیـن بر اسـاس نتایـج ایـن مطالعه، بـا افزایـش ولتاژ الکتروکواگولاسـیون و نیـز زمـان مانـد لجـن در تمـاس با الکترودها، میزان پروتئین‌ها و پلی سـاکاریدها کاهش می‌یابد. بطوری‌که بیشـترین کاهش در میزان این مواد، در ولتاژ ۴۰ V و زمان ماند ۳۰ min بوده اسـت. Tuan نیز در سـال ۲۰۱۱ به این نتیجه رسـید که آبگیری لجن بـه روش‌های الکتریکی می‌تواند علاوه بر تجزیه لجن، سـبب کاهش EPS رها شـده در سـوپرناتانت لجن شـود و این کاهش در میـزان EPS با افزایش زمان ماند و ولتـاژ افزایش می‌یابد(۱۸). به این ترتیب بـا آزادسـازی کاتیون‌های سـه ظرفیتی در لجن طـی فرایند الکتروکواگولاسـیون، در واقع شـرایطی فراهـم می‌آید تا این کاتیون‌های سـه ظرفیتی که بار مثبت دارند با پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها که بار سطحی منفی دارند وارد یک تعادل شیمیایی شـده و در نتیجه سبب جمع‌آوری پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-29]

و کاهش EPS شوند(۷).
به این ترتیب با کاربرد روش اولتراسونیک و الکتروکواگولاسیون به صورت متوالی علاوه بر اینکه می‌توان لجن را به میزان بیشتری در مقایسه با روش اولتراسونیک تنها تجزیه نمود، این امکان نیز وجود دارد که توسط کاتیون‌های سه ظرفیتی آهن و آلومینیوم، فلوک‌های ریز حاصل از تجزیه لجن را دوباره متراکم کرده و در نتیجه علاوه بر تجزیه بیشتر لجن و رهاسازی آب میان بافتی، میزان EPS در سوپرناتانت لجن را کاهش داده و از اثرات منفی افزایش بار سطحی جلوگیری نمود(۱۵).
در مطالعه‌ای که توسط Gharibi و همکاران در سال ۲۰۱۳ انجام گرفت نیز نشان داده شد که با کاربرد همزمان الکترولیز و الکتروکواگولاسیون، علاوه بر تجزیه بیشتر لجن می توان مجموع EPS در سوپرناتانت لجن را به میزان بیشتری نسبت به روش الکترولیز کاهش داد(۷).
همانطور که در نمودارها نشان داده شد، بیشترین تاثیر این راکتور در فرکانس ۳۵ kHz اولتراسونیک با زمان ماند ۵ min و در ادامه آن کاربرد ولتاژ ۴۰V الکتروکواگولاسیون به مدت ۳۰ min بوده است که در این شرایط نه تنها تجزیه و آبگیری لجن به میزان مناسبی بوده است، بلکه پلیمرهای خارج سلولی که در اثر تجزیه لجن در سوپرناتانت رها شده‌اند نیز کاهش یافته‌اند. به طوری که روش حاضر در این شرایط توانست مقدار پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها را به ترتیب ٪۷۰ و ٪ ۶۷ کاهش دهد. همچنین مقدار مجموع EPS از ۱۸۵/۵ mg/L در نمونه لجن تصفیه نشده به ۵۷ mg/L کاهش یافت.

نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که با کاربرد راکتور متوالی اولتراسونیک – الکتروکواگولاسیون این امکان وجود دارد که تا حدود زیادی از تاثیرات منفی پلیمرهای خارج سلولی در سوپرناتانت لجن که در اثر تجزیه بیش از حد لجن در طول فرایند آبگیری بوجود آمده‌اند جلوگیری نموده و به این ترتیب به آبگیری بیشتر با نتایج بهتری دست یافت.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل از پایان‌نامه تحت عنوان "بررسی کارایی راکتور متوالی اولتراسونیک – الکتروکواگولاسیون در افزایش آبگیری لجن بیولوژیکی تصفیه‌خانه فاضلاب" در مقطع کارشناسی ارشد است که با حمایت مرکز تحقیقات آب پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران و در قالب طرح پژوهشی به شماره ۲۲۷۵۴ اجرا شده است. نویسندگان مقاله برخود لازم می‌دانند از حمایت‌های مالی صورت گرفته توسط پژوهشکده کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-29]

منابع

1- Pilli S, Bhunia P, Yan S, LeBlanc R, Tyagi R, Surampalli R. Ultrasonic pretreatment of sludge: a review. Ultrasonics Sonochemistry. 2011;18(1):1-18.

2- Ruiz-Hernando M, Labanda J, Llorens J. Effect of ultrasonic waves on the rheological features of secondary sludge. Biochemical Engineering Journal. 2010;52(2):131-36.

3- Lu M-C, Lin C-J, Liao C-H, Huang R-Y, Ting W-P. Dewatering of activated sludge by Fenton›s reagent. Advances in Environmental Research. 2003;7(3):667-70.

4- Zhang X, Lei H, Chen K, Liu Z, Wu H, Liang H. Effect of potassium ferrate (K2FeO4) on sludge dewaterability under different pH conditions. Chemical Engineering Journal. 2012;210(1):467-74.

5- Ruiz-Hernando M, Martinez-Elorza G, Labanda J, Llorens J. Dewaterability of sewage sludge by ultrasonic, thermal and chemical treatments. Chemical Engineering Journal. 2013;230:102-10.

6- Yin X, Han P, Lu X, Wang Y. A review on the dewaterability of bio-sludge and ultrasound pretreatment. Ultrasonics Sonochemistry. 2004;11(6):337-48.

7- Gharibi H, Sowlat MH, Mahvi AH, Keshavarz M, Safari MH, Lotfi S, et al. Performance evaluation of a bipolar electrolysis/electrocoagulation (EL/EC) reactor to enhance the sludge dewaterability. Chemosphere. 2013;90(4):1487-94.

8- Tony MA, Zhao Y, Fu J, Tayeb AM. Conditioning of aluminium-based water treatment sludge with Fenton's reagent: Effectiveness and optimising study to improve dewaterability. Chemosphere. 2008;72(4):673-77.

9- Yuan H, Zhu N, Song L. Conditioning of sewage sludge with electrolysis: effectiveness and optimizing study to improve dewaterability. Bioresource Technology. 2010;101(12):4285-90.

10- Heidmann I, Calmano W. Removal of Zn (II), Cu (II), Ni (II), Ag (I) and Cr (VI) present in aqueous solutions by aluminium electrocoagulation. Journal of Hazardous Materials. 2008;152(3):934-41.

11- Brooks JR, Griffin VK, Kattan MW. A modified method for total carbohydrate analysis of glucose syrups, maltodextrins, and other starch hydrolysis products. Cereal Chemistry. 1986;63(5):465-66.

12- Zhang P, Zhang G, Wang W. Ultrasonic treatment of biological sludge: floc disintegration, cell lysis and inactivation. Bioresource Technology. 2007;98(1):207-10.

13- Wang F, Lu S, Ji M. Components of released liquid from ultrasonic waste activated sludge disintegration. Ultrasonics Sonochemistry. 2006;13(4):334-38.

14- Feng X, Deng J, Lei H, Bai T, Fan Q, Li Z. Dewaterability of waste activated sludge with ultrasound conditioning. Bioresource Technology. 2009;100(3):1074-81.

15- Yu G-H, He P-J, Shao L-M, Zhu Y-S. Extracellular proteins, polysaccharides and enzymes impact on sludge aerobic digestion after ultrasonic pretreatment. Water Research. 2008;42(8):1925-34.

16- Gallipoli A, Braguglia C. High-frequency ultrasound treatment of sludge: Combined effect of surfactants removal and floc disintegration. Ultrasonics Sonochemistry. 2012;19(4):864-71.

17- Yuan H-P, Yan X-F, Yang C-F, Zhu N-W. Enhancement of waste activated sludge dewaterability by electro-chemical pretreatment. Journal of Hazardous Materials. 2011;187(1):82-88.

18- Tuấn PA. Sewage Sludge Electro-Dewatering [dissertation]. Mikkeli, Finland: Acta Universitatis Lappeenrantaensis; 2011.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-29]

Evaluation of changes in extracellular polymeric substances quantity within sludge dewatering using continues ultrasonic–electrocoagulation reactor

A. Heidari[1], R. Nabizadeh[2], M. Alimohammadi[3], M. Gholami[4], A.H. Mahvi[5*]

[1]Center for Water Quality Research, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences; MSc of Environmental Health Engineering, School of public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[2]Department of Environmental Health Engineering, School of public Health, Tehran University of Medical Sciences; Center of Air Pollution Research, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[3]Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[4]Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[5]Center for Solid Waste Research, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences; Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 12 July 2014; Accepted: 8 October 2014

ABSTRACT

Background and Objectives: Reduction of released extracellular polymeric substances (EPS) during sludge dewatering is one of the main challenges in sludge treatment process. The aim of this study was to investigate the EPS quantity changes within sludge dewatering by continues ultrasonic – electrocoagulation (US – EC) reactor under different conditions and to determine the most efficient case for reducing these substances.

Materials and Methods: In this study, the EPS quantity changes in supernatant were compared after undergoing different conditions of ultrasonic (frequency of 35 and 130 KHz, detention time of 3,5,10, and 30 min) and electrocoagulation (voltage of 20, 30, and 40 V, detention time of 10, 20, and 30 min) processes were compared.

Results: The research found that the maximum efficiency of the US-EC reactor was achieved at a frequency of 35 KHz and detention time of 5 min for ultrasonic with voltage of 40 V and at detention time of 30 min for electrocoagulation process as under these conditions total EPS concentration reduced by 69%.

Conclusion: According to the results achieved, US – EC reactor significantly reduced the released EPS in supernatant in addition to dewatering sludge.

Keywords: Ultrasonic, Electrocoagulation, sludge, extracellular polymeric substances.

***Corresponding Author:** *ahmahvi@yahoo.com*
***Tel:** +98 21 88954914*

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-29]