

بررسی کارایی پوست حلزون به عنوان کمک منعقد کننده در حذف کدورت از محیط های آبی با استفاده از فرایند الکتروکواگولاسیون با الکترو آلومینیوم

قربان عسگری^۱، عادل احمدزاده^۲، جمال مهرعلی پور^{۳*}

۱. استادیار، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۲. کارشناس ارشد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۴/۱۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۹/۱۸

چکیده

مقدمه: از آنجاییکه کدورت های فصلی به عنوان یکی از چالش های مهم در تامین آب آشامیدنی محسوب می شود بنابراین اتخاذ روشی مناسب جهت رساندن کدورت به حد استاندارد تعیین شده، امری ضروریست. این مطالعه با هدف تعیین تاثیر پوست حلزون (Snail Shell) بعنوان کمک منعقد کننده در حذف کدورت از محیط های آبی با استفاده از فرایند الکتروکواگولاسیون با الکترو آلومینیوم انجام گرفت.

روش کار: این مطالعه تجربی، در مقیاس آزمایشگاهی انجام گرفت. پالوت مورد استفاده یک محفظه واکنش به حجم ۱ لیتر حاوی ۴ الکترو آلومینیومی به فاصله ۲ سانتی متر از هم بودند که به صورت یک در میان بعنوان کاتد و آند به منبع تامین کننده جریان برق مستقیم متصل بودند. در این مطالعه تاثیر پارامترهای (۶-۹) pH، غلظت اولیه کدورت ("Nephelometry Turbidity Unit" ۸۰۰-۲۰۰)، زمان واکنش (۳۰-۱۰ دقیقه)، غلظت SS (۴/۵-۰/۵ میلی گرم در لیتر) و اختلاف پتانسیل (۴۰-۱۰ ولت) مورد مطالعه قرار گرفت.

یافته ها: یافته ها نشان داد که بهترین کارایی حذف کدورت در شرایط pH برابر ۸، زمان واکنش ۳۰ دقیقه، اختلاف پتانسیل ۴۰ ولت، دوز کمک منعقد کننده SS ۲ میلی گرم بر لیتر و غلظت کدورت ۲۰۰ NTU بدست آمد.

نتیجه گیری: نتایج حاکی از آنست که فرایند الکتروکواگولاسیون با الکترو آلومینیوم کارایی مناسبی در حذف کدورت در غلظت های بالا دارا می باشد. و همچنین می توان از کمک منعقد کننده پوست حلزون به عنوان یک گزینه پیش رو در جهت بهبود عملکرد فرایند الکتروکواگولاسیون در حذف کدورت مورد استفاده قرار داد.

واژه های کلیدی: الکتروکواگولاسیون، پوست حلزون، کدورت، کمک منعقد کننده، محیط های آبی

مقدمه

یکی از گزینه های اصلی تامین آب مصرفی در جوامع مختلف مطرح می باشد. حضور مواد معلق نظیر ذرات شن و ماسه، باکتری ها و جلبک ها، مواد آلی و غیره در این منابع محتمل بوده و مشکلاتی از قبیل بالا رفتن کدورت و افزایش رنگ را به همراه دارد (۲). به منظور استفاده از این منابع آبی جهت مصارف گوناگون از جمله شرب، لزوم انجام فرایند متداول تصفیه آب با افزودن عوامل ناپایدار کننده عوامل ایجاد کننده کدورت (مواد منعقد کننده) به منظور حذف

حفاظت از محیط زیست برای نسل های کنونی و آینده امری ضروری و اجتناب ناپذیر است و بحران آلودگی های محیط زیستی به چالش و موضوع جهانی تبدیل شده است حفظ منابع موجود و استفاده بهینه از این منابع یکی از اهداف مهم تلقی می شود (۱). از منابع مختلف تامین آب، منابع سطحی به عنوان

* نویسنده مسئول: جمال مهر علی پور، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

ایمیل: Jamalmehralipour@yahoo

تلفن: ۰۹۱۸۹۱۲۳۲۲

در این میان استفاده از ترکیبات با منشاء معدنی بیشترین موارد استفاده را داشته اند. در بین ترکیبات معدنی موارد استفاده از پوست حلزون (SS) به عنوان کمک منعقد کننده در فرایند تصفیه به عنوان کمک منعقد کننده مشاهده نشده است. انتخاب این ماده از جنبه های گوناگون دارای اهمیت است. نخست باید اشاره کرد که برخی از گونه های حلزون مانند خانواده لمینه ایده بعنوان میزبان حدواسط مراحل نوزادی تروماتودهای دی ژنه آ مطرح است و با حذف حلزون ها از محیط می توان تا حدودی باعث نابودی سیکل رشد تروماتودها گردید. همچنین در برخی از کشورها مانند کشورهای شرقی آسیا از حلزون در رژیم غذایی خود استفاده می کنند بنابراین می توان از پوسته حلزون بعنوان زایدات نام برد که به آسانی و با هزینه ی کم بدست می آید. طبق مطالعات صورت گرفته بخش عمده ای ساختار پوسته حلزون از کلسیم تشکیل شده است بنابراین انتظار می رود بتوان از این ترکیب به عنوان کمک منعقد کننده استفاده نمود.

هدف از این مطالعه تعیین تاثیر SS بعنوان کمک منعقد کننده در حذف کدورت از محیط های آبی با استفاده از فرایند الکتروکواگولاسیون با الکتروکود

روش کار

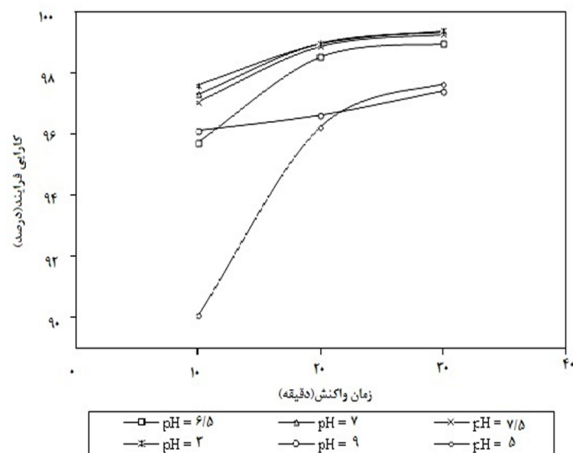
مطالعه مورد نظر یک مطالعه تجربی است که با هدف بررسی کارایی تاثیر SS به عنوان کمک منعقد کننده در فرایند الکتروکواگولاسیون در حذف کدورت از محیط های آبی در آزمایشگاه شیمی گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان در سال ۱۳۹۲ انجام گرفت. در این مطالعه تاثیر پارامترهای مختلف از جمله pH، مدت زمان واکنش، مقدار ولتاژ جریان ورودی، دوز کمک منعقدکننده، غلظت اولیه کدورت مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت.

به منظور انجام این پژوهش از یک راکتور در مقیاس پیلوت استفاده شد. پیلوت مورد نظر از جنس پلاستیکی گلاس با حجم ۱ لیتر بود. تعداد ۴ الکتروکود از جنس آلومینیوم به ابعاد 15×2 سانتی متر و به ضخامت ۲ میلی متر که به فاصله ۲ سانتی متر از هم در داخل محفظه تعبیه شد. تعداد ۲ الکتروکود به عنوان کاتد و تعداد ۲ الکتروکود به عنوان آنود بصورت یک در میان به دستگاه تامین کننده جریان مستقیم الکتریسته متصل بودند. دستگاه مورد استفاده قابلیت تولید جریان الکتریسته در محدوده ۱۰-۴۰ ولت را دارد. ابتدا محلول های مورد استفاده در مطالعه ساخته شد. بدین منظور ابتدا برای ساخت کدورت مادر مقدار مشخصی از خاک رس را با استفاده از الک مش ۶۰ دانه بندی کرده و به درون ظرفی به حجم ۵ لیتر انتقال داده شد و با آب شهری به حجم رسانده

آنها در آب ضروریست. مقادیر کدورت در آب های سطحی دارای مقداری مختلف بوده و در هنگام بارندگی و طغیان رودخانه باعث می شود مقادیر کدورت در منابع آب های سطحی مانند مخازن تامین آب و سدها به بیش از ۱۵۰۰ NTU (واحد کدورت نفلومتری) نیز برسد (۳). این در حالیست که اغلب تصفیه خانه های آب برای حذف کدورت های پایین در آب ورودی طراحی شده اند و در صورت مواجهه با کدورت بالای آب ورودی به تصفیه خانه، کارایی واحدهای متداول به شدت کاهش می یابد و مقدار کدورت در آب خروجی این واحدها بالاتر از حد استاندارد تعیین شده خواهد بود (۴). لذا در این شرایط لزوم انجام فرایندهای تصفیه خاص از جمله استفاده از حوضچه های ته نشینی اولیه و صافی های شنی درشت دانه و همچنین استفاده از روش های جدید در حذف کدورت بالا، ضروری است. یکی از روش های در دسترس و با هزینه نسبتاً پایین برای حذف کدورت از محیط های آبی فرایند الکتروکواگولاسیون می باشد. این روش یک روش موفق در حذف رنگ، آلاینده های آلی، فلزات سنگین، COD (اکسیژن مورد نیاز شیمیایی)، نیترات و غیره از محیط های آبی و فاضلاب می باشد (۵).

این فرایند برای ناپایدار کردن ذرات سوسپانسیون، معلق و آلاینده های محلول می باشد. در این فرایند از جریان الکتریسته برای پیش برد تصفیه استفاده می شود. الکتروکواگولاسیون از صفحات جفت شده فلزی تشکیل شده است که طبق اصول الکتروشیمی آنود بعنوان اکسید کننده و کاتد بعنوان احیا کننده عمل می کنند. صفحات رسانای فلزی بعنوان الکتروکود قربانی بکار می روند و ممکن است کاتد و آنود از یک جنس یا از جنس های مختلف باشند. در الکتروکواگولاسیون توسط فرایند الکتروشیمیایی عواملی مانند یون های آهن و آلومینیوم تولید می شود که باعث خنثی شدن بار الکتریکی آلاینده ها و ذرات کلوییدی و حذف آنها می شود. از مزایای این فرایند می توان به حجم کم لجن تولیدی، عدم نیاز به مواد شیمیایی، نیاز به فضای کوچک، هزینه سرمایه گذاری اندک و کاربرد راحت آن اشاره نمود. فرایند الکتروکواگولاسیون شامل انعقاد، لخته سازی و ته نشینی می باشد. مکانیسم ناپایدارسازی در این فرایند شامل فشردگی لایه دوپل الکتریکی، جذب، خنثی کردن شارژ، به دام انداختن در رسوبات و پل زنی بین ذرات می باشد (۶-۹). استفاده از فناوری فوق بدلیل عدم استفاده از مواد شیمیایی، بالا بودن عمر واحدهای مورد استفاده، راهبری و نگهداری آسان، تولید لجن کمتر و کاهش هزینه ها در مقایسه با فرایندهای متداول تصفیه آب بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (۱۰). از طرفی استفاده از مواد کمک منعقد کننده نظیر ترکیباتی مثل کیتوزان، پلی الکترولیت ها و آهک به منظور تسریع در فرایند انعقاد همواره مورد توجه قرار گرفته است (۱۱، ۱۲).

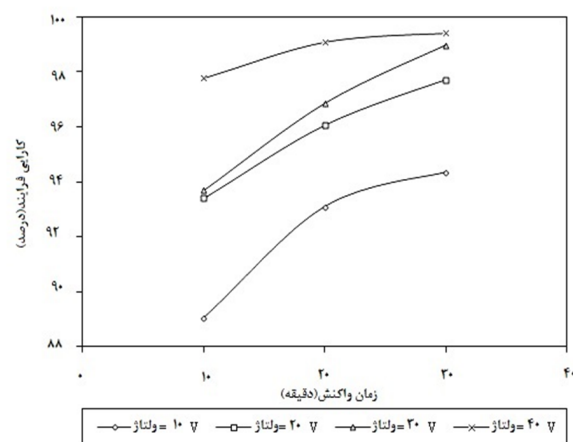
می شود pH بهینه در حذف کدورت توسط فرایند الکتروکواگولاسیون همراه با کمک منعقد کننده SS برابر با ۸ بدست آمد که در این pH راندمان حذف



نمودار ۱: تاثیر تغییرات pH بر حذف کدورت با استفاده از فرایند الکتروکواگولاسیون با کمک منعقد کننده SS (غلظت کدورت ورودی NTU ۲۰۰، ولتاژ ۴۰ ولت و دوز کمک منعقد کننده ۲ میلی گرم در لیتر)

تعیین تاثیر تغییرات ولتاژ بر کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون

پس از تعیین pH بهینه در مرحله نخست، تاثیر تغییرات ولتاژ ورودی بر کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون در محدوده ی (۱۰-۴۰ ولت) مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله میزان کدورت انتخابی نمونه NTU ۲۰۰، دوز کمک منعقد کننده برابر ۲ میلی گرم در لیتر و pH محیط بهینه (۸) در نظر گرفته شد. در ادامه در فواصل زمانی تعیین شده از داخل محفظه واکنش نمونه برداری صورت گرفت و غلظت باقیمانده کدورت تعیین گردید و در نهایت تاثیر تغییرات ولتاژ مشخص گردید. در این مرحله ولتاژ بهینه ۴۰ ولت تعیین شد و در مراحل بعد مطالعه از این ولتاژ استفاده شد. همانگونه که نمودار ۲ نشان می دهد راندمان حذف کدورت در ولتاژ ۴۰، مدت زمان ۳۰ دقیقه ۹۹ درصد



نمودار ۲: تاثیر تغییرات ولتاژ بر حذف کدورت با استفاده از فرایند الکتروکواگولاسیون با کمک منعقد کننده SS (pH=۸، کدورت NTU ۲۰۰، دوز کمک منعقد کننده ۲ میلی گرم در لیتر)

شد و بطور کامل عمل همزنی تا حل شدن تمامی خاک رس انجام گرفت. پس از اختصاص ۳۰ دقیقه برای ته نشینی محلول، از مایع رویی ظرف نمونه برداری شد و مقدار کدورت بر حسب NTU توسط دستگاه توربیدومتر مدل A ۲۱۰۰ ساخت شرکت HACH آلمان و بر اساس استانداردهای موجود جهت تعیین میزان کدورت، تعیین گردید و این کدورت بعنوان کدورت مادر در نظر گرفته شد. همچنین برای تعیین کدورت در تمامی مراحل مطالعه از این روش استفاده شد. سپس کدورت های مورد نیاز در این مطالعه تهیه شد.

پوسته حلزون بکار برده شده در این تحقیق بعنوان کمک منعقد کننده از منطقه آواجیق واقع در استان آذربایجان غربی جمع-آوری شد. پوسته های مورد نظر ابتدا با آب شهری و سپس با آب مقطر شستشو داده شدند. سپس به داخل آون منتقل شدند تا بطور کامل خشک گردند. و در نهایت پوسته های تمیز و خشک شده در داخل هاون چینی خرد شد و توسط الکهای مش ۷۰-۸۰ دانه بندی شدند و به عنوان کمک منعقد کننده، مورد استفاده قرار گرفت. همچنین مشخصات ساختار ظاهری با میکروسکوپ الکترونی روبشی مجهز به EDX شرکت فیلیپس تعیین شد که در بخش نتایج ارایه شده است.

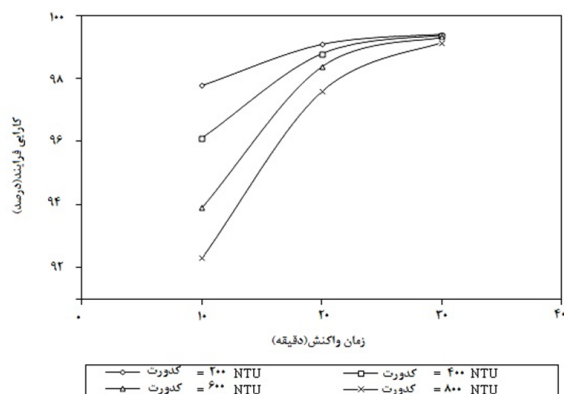
یافته ها

تعیین ساختار پوست حلزون

تعیین ساختار کمک منعقد کننده مورد استفاده، از مهمترین مسائلی است که بایستی مورد توجه قرار گیرد. نتایج حاصل از EDAX شامل شناسایی اجزای کلسیم به مقدار ۹۷/۰۲، سیلیس به مقدار ۱/۳۸، منیزیم به مقدار ۰/۴۱ و سایر ترکیبات به مقدار ۱/۱۹ درصد بود. همانطوری که مشخص است بررسی ساختار این ماده بیانگر این موضوع است قسمت عمده این ماده را کلسیم تشکیل شده است.

تعیین تاثیر pH بر حذف کدورت در فرایند الکتروکواگولاسیون

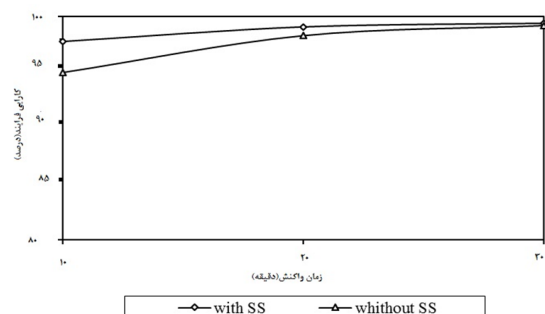
در این مرحله جهت تعیین تاثیر pH محیط بر کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون نمونه های مورد نظر در شرایط ثابت در نظر گرفته شد و pH محیط در محدوده ی (۶-۹) مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله میزان کدورت نمونه NTU ۲۰۰، ولتاژ ۴۰ ولت و دوز کمک منعقد کننده برابر ۲ میلی گرم در لیتر در نظر گرفته شد. در ادامه در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه تا ثابت شدن راندمان حذف کدورت، از داخل راکتور نمونه برداری صورت گرفت و در نهایت غلظت باقیمانده کدورت تعیین شد. نمودار ۱ بیانگر نتایج حاصل از تاثیر pH بر کارایی فرایند مذکور در حذف کدورت می باشد. همانطور که مشاهده



نمودار ۳: تاثیر تغییرات دوز SS بر حذف کدورت با استفاده از فرایند الکتروکواگولاسیون با کمک منعقد کننده SS (pH=۸، ولتاژ برابر ۴۰ ولت، کدورت اولیه ۲۰۰ NTU)

۹۷/۷۸٪ به ۹۲/۳٪ کاهش یافت.

تعیین تاثیر حضور و عدم حضور کمک منعقد کننده SS بر کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون
در این مرحله پس از بدست آمدن شرایط بهینه حذف کدورت توسط فرایند الکتروکواگولاسیون همراه با کمک منعقد کننده SS، آزمایشات حذف کدورت توسط فرایند الکتروکواگولاسیون بدون کمک منعقد کننده SS انجام گرفت که نتایج حاصل از این آزمایشات در نمودار ۵ نمایش داده شده است.



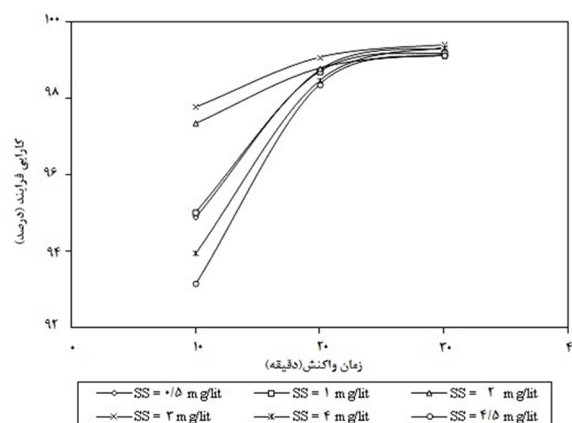
نمودار ۵: حذف کدورت توسط فرایند الکتروکواگولاسیون در شرایط بهینه با و بدون کمک منعقد کننده SS (کدورت ۲۰۰ NTU، pH ۸، دوز کمک منعقد کننده ۲ میلی گرم در لیتر و ولتاژ ۴۰ ولت)

بحث

pH محیط یکی از فاکتورهای اصلی و تاثیر گذار بر فرایندهای مختلف از جمله فرایند های الکتروشیمیایی است. در این مطالعه نیز تاثیر تغییر pH محیط بر کارایی فرایند مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن در نمودار ۱ نشان داده شد. نتایج بیانگر این موضوع است که کارایی حذف کدورت توسط فرایند الکتروکواگولاسیون همراه با کمک منعقد کننده SS تحت تاثیر pH محیط است و با تغییر pH محیط این کارایی دستخوش تغییرات قرار می گیرد. در این

تعیین تاثیر تغییرات دوز کمک منعقد کننده بر کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون

در این مرحله پس از تعیین pH بهینه محیط و ولتاژ بهینه، تاثیر تغییرات دوز کمک منعقد کننده SS مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله میزان کدورت اولیه ۲۰۰ NTU، pH برابر ۸، ولتاژ برابر ۴۰ و دوز کمک منعقد کننده در محدوده ی (۰/۵-۴/۵) میلی گرم در لیتر) در نظر گرفته شد. نتایج بدست آمده در این مرحله در نمودار ۳ نشان داده شده است. همانطور که در شکل مورد نظر قابل مشاهده است راندمان حذف کدورت با تغییر دوز کمک منعقد کننده تغییر یافته است و در نهایت دوز ۲ میلی گرم بر لیتر بعنوان حد بهینه استفاده از کمک منعقد کننده SS تعیین شد. در این حالت راندمان فرایند مذکور ۹۹ درصد است.



نمودار ۳: تاثیر تغییرات دوز SS بر حذف کدورت با استفاده از فرایند الکتروکواگولاسیون با کمک منعقد کننده SS (pH=۸، ولتاژ برابر ۴۰ ولت، کدورت اولیه ۲۰۰ NTU)

تعیین تاثیر غلظت اولیه کدورت بر کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون

در این مرحله، پس از تعیین تاثیر pH، ولتاژ و دوز کمک منعقد کننده و تعیین حالت بهینه آنها، تاثیر غلظت های مختلف کدورت ورودی به محفظه واکنش مورد بررسی شد. محدوده ی کدورت انتخابی ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ NTU بود. در این بخش از مطالعه pH محیط برابر ۸، ولتاژ برابر ۴۰ ولت و دوز کمک منعقد کننده برابر ۲ میلی گرم در لیتر در نظر گرفته شد. نمودار ۴ نتایج حاصل از تاثیر کدورت اولیه بر فرایند مذکور را نشان می دهد. همانطوری که در شکل مشاهده می گردد با افزایش مقدار کدورت راندمان حذف کدورت کاهش یافته است. بطوریکه با افزایش مقدار کدورت از ۲۰۰ NTU به ۸۰۰ NTU راندمان حذف کدورت در زمان ۱۰ دقیقه به ترتیب از

مطالعه بهترین راندمان حذف کدورت در pH برابر ۸ حاصل شده است که حدود ۹۹ درصد بود. در pH پایین تر از ۴ گونه های غالب کاتیونی بصورت Al^{3+} و $Al(OH)_2^+$ می باشند. در محدوده pH بین ۴ تا ۹ یونهای Al^{3+} و OH^- در اثر واکنش الکترودها تولید می گردد و این یون ها به شکل گونه های منومریک همچون $Al(OH)_2^+$ و $AlOH^{2+}$ و همچنین به شکل گونه های پلیمریک از قبیل $Al_7(OH)_{17}^{4+}$ ، $Al_6(OH)_{15}^{3+}$ ، $Al_{13}(OH)_{34}^{5+}$ بوده و در نهایت از طریق سینتیک های پلیمریزاسیون/ترسیب تبدیل به ترکیب غیرقابل حل $Al(OH)_3(s)$ می گردند. هنگامی که pH بیشتر از ۱۰ باشد غلظت آنیون $Al(OH)_4^-$ در مقایسه با $Al(OH)_3(s)$ افزایش می یابد. بطور کلی دو مکانیسمی که می توان متصور بود شامل ترسیب و جذب سطحی است که ترسیب در pH کمتر از ۴ و جذب سطحی در pH های بالاتر اتفاق می افتد. و جذب سطحی در pH های بالاتر اتفاق می افتد. جذب ممکن است بر روی $Al(OH)_3$ و $Al(OH)_4^-$ صورت بگیرد که وابسته به ساختار شیمیایی آلایندة دارد (۱۳). تشکیل $Al(OH)_3(s)$ در محدوده pH بین ۹-۴ صورت می گیرد که pH بدست آمده در مطالعه حاضر نیز در این محدوده قرار دارد. در مطالعه ای که Merzouk و همکاران در سال ۲۰۰۹ بر روی حذف کدورت توسط فرایند الکتروکواگولاسیون انجام دادند. به این نتیجه رسیدند که با افزایش pH راندمان حذف کدورت افزایش یافته و بعد از pH برابر با ۸ راندمان سیر نزولی را نشان داد. آنها در مطالعه خود pH را در مقادیر ۱۰-۴ مورد بررسی قرار داده بودند و در pH برابر با ۸ به بهترین راندمان دست یافته بودند (۱۳). نمودار ۲ تاثیر تغییرات ولتاژ بر روی راندمان حذف کدورت توسط فرایند الکتروکواگولاسیون همراه با کمک منعقدکننده SS را نشان می دهد. با توجه به این شکل راندمان حذف با تغییرات ولتاژ نسبت مستقیم دارد و با افزایش ولتاژ راندمان هم افزایش یافته است. در مطالعه حاضر ولتاژ معادل ۴۰ ولت در مدت زمان ۳۰ دقیقه، بالاترین میزان حذف کدورت را نشان داد. با افزایش ولتاژ جریان اعمال شده در فرایند الکتروکواگولاسیون، راندمان حذف کدورت افزایش یافته است که دلیل افزایش راندمان را می توان تحت تأثیر واکنش هایی که ضمن انجام فرایند در کاتد و آنود به وقوع می پیوندد تفسیر نمود. بدین صورت در حالت احیاء آب یون های هیدروکسید تولید شده در کاتد در واکنش با یون های آلومینیوم تولیدی در آنود، تولید سوسپانسیون هیدروکسید آلومینیوم نموده که می تواند از طریق مکانیسم های جذب سطحی یا ضمن ته نشینی لخته ها، کدورت توسط مکانیسم فیزیکی جاروب کردن حذف می شود و همچنین سطح لخته های هیدروکسید های تولیدی با جذب ترکیبات محلول و کلوییدی سبب به دام انداختن این ترکیبات و حذف آن ها از محیط های آبی به طریق رسوبدهی می شود (۱۴).

Gülsün Kılıç و همکاران در سال ۲۰۰۹، عملکرد

کواگولاسیون و الکتروکواگولاسیون را در حذف کدورت مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه این محققین به این صورت بود که با افزایش ولتاژ کارایی حذف کدورت نیز افزایش یافته است که با نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر همخوانی دارد (۱۵). تأثیر کمک منعقد کننده SS بر کارایی حذف کدورت در نمودار ۳ نشان داده شده است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که با افزودن SS بعنوان کمک منعقدکننده کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون در حذف کدورت تا حدودی تغییر نموده است. بطوریکه با افزایش دوز کمک منعقدکننده از ۰/۵ تا ۴/۵ میلی گرم بر لیتر بعد از مدت زمان ۳۰ دقیقه واکنش کارایی فرایند در حذف کدورت به ترتیب از ۹۹/۳٪ به ۹۹/۱۲٪ رسیده است. با توجه به نزدیکی مقادیر راندمان بدست آمده و همچنین مسائل اقتصادی دوز کمک منعقد کننده ۲ میلی گرم بر لیتر بعنوان دوز بهینه انتخاب مورد استفاده قرار گرفت. علت افزایش کارایی فرایند را می توان بدین صورت تفسیر نمود، که سطح ویژه بالا، اندازه ذرات و همچنین جذب بخشی از کدورت بر سطح پوسته حلزون تحت واکنش جذب باعث افزایش راندمان فرایند شده است از سوی دیگر با افزایش زمان ماند واکنش فرصت کافی جهت جذب کدورت بر روی سطح پوسته حلزون فراهم می شود و در نتیجه سبب حذف بیشتر کدورت از محیط آبی می شود. Oladoja و همکاران در سال ۲۰۰۹، از Snail Shell بعنوان یک کمک منعقدکننده در حذف رنگ بازی مالاشیت سبز با استفاده از روش ترسیب با آلوم استفاده کردند. این محققین غلظت های مختلف کمک منعقدکننده (۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) را در یک غلظت ثابت آلوم مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت کمک منعقدکننده راندمان حذف مالاشیت سبز افزایش می یابد (۱۶). از دیگر پارامترهای مورد مطالعه در این پژوهش غلظت اولیه کدورت ورودی به محفظه واکنش است. نتایج بدست آمده نشان داد که غلظت اولیه کدورت می تواند کارایی فرایند را تحت تأثیر قرار دهد. همانطور که در نمودار ۴ قابل مشاهده است، راندمان حذف در ولتاژ ۴۰ ولت، زمان تماس ۱۰ دقیقه، دوز کمک منعقدکننده ۲ میلی گرم بر لیتر و مقدار اولیه کدورت برابر با ۲۰۰ NTU در حدود ۹۷/۷۸٪ بوده، در حالی که راندمان حذف در همین شرایط برای مقدار اولیه کدورت برابر با ۸۰۰ NTU در حدود ۹۲/۳٪ بدست آمد. در حالت کلی راندمان حذف کدورت با افزایش غلظت اولیه کدورت رابطه عکس دارد و در غلظت های بالا کارایی فرایند کاهش می یابد. نتایج بدست آمده مبین این مطلب است که در غلظت های بالای آلایندة به ولتاژ بالا و زمان طولانی جهت دستیابی به راندمان های بالاتر نیاز هست. همانگونه که اشاره شد اکسیداسیون الکترودهای آلومینیوم باعث آزاد شدن یون های سه ظرفیتی آلومینیوم (Al^{3+}) شده و در اثر هیدرولیز

کارایی فرایند در حذف COD و رنگ در حالتی که از منعقدکننده های پلیمری استفاده می شود بالاتر از حالتی است که از منعقدکننده های پلیمری یا فرایند الکتروکواگولاسیون به تنهایی استفاده می شود است و به ترتیب ۶۸ و ۸۶ درصد است (۲۰).

در این تحقیق کمک منعقدکننده SS پس از آماده سازی همراه با روش الکتروکواگولاسیون با الکترودهای آلومینیوم جهت حذف کدورت از محلول های آبی بکار برده شد. نتایج بدست آمده نشان داد که این کمک منعقد کننده در حذف کدورت -تاثیر گذار است که در کدورت های پایین این تاثیرگذاری به نسبت ناچیز است.

نتیجه گیری

با بررسی نتایج حاصل از بررسی حذف کدورت توسط فرایند الکتروکواگولاسیون همراه با کمک منعقد کننده SS نکات زیر قابل استنتاج است:

- در بررسی متغیر pH بهترین کارایی حذف کدورت در شرایط کمی قلیایی و در pH برابر با ۸ حاصل شد.

- با افزایش ولتاژ، راندمان حذف کدورت افزایش می یابد و بهترین راندمان در ولتاژ ۴۰ ولت بدست آمد.

- راندمان حذف کدورت با غلظت کمک منعقد کننده رابطه مستقیم دارد.

- کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون همراه با کمک منعقد کننده SS در حذف کدورت با افزایش غلظت کدورت نسبت معکوس دارد.

نتایج بدست آمده همچنین نشان داد که فرایند الکتروکواگولاسیون با الکترودهای آلومینیوم کارایی خوبی در جهت حذف کدورت در غلظت های مختلف را دارا می باشد.

تشکر و قدردانی

به این وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی همدان به لحاظ حمایت مالی از این مطالعه که منتج از طرح تحقیقات دانشجویی (طرح شماره ۹۰۱۰۱۵۳۸۷۳ می باشد، سپاسگزاری می گردد.

یون های آلومینیوم باعث تولید هیدروکسید های $Al(H_2O)_6^{3+}$, $Al(OH)(H_2O)_5^{2+}$, $Al(OH)_2^{+}$ و حتی پلیمرهای هیدروکسلی مانند $(Al_{13}(OH)_{32})^{7+}$ می شود. تمامی هیدروکسید و پلیمرهای هیدروکسلی تولیدی توانایی بالایی در حذف آلاینده هایی مانند کدورت دارند و آن را به لخته تبدیل می کنند (۱۷). در غلظت های پایین کدورت هیدروکسید های تولیدی به راحتی قادرند درصد بالایی از آلاینده موجود در محفظه واکنش را به لخته تبدیل کنند و در نهایت با ته نشینی از محیط های آبی جدا می شوند. با افزایش میزان غلظت آلاینده در محیط، از آنجاییکه سایر پارامترها مانند ولتاژ جریان که عامل اصلی تولید کننده هیدروکسید های فلزی در فرایند های الکتروکواگولاسیون می باشد، ثابت هستند بنابراین بدیهی است که ظرفیت حذف کدورت با افزایش غلظت اولیه کدورت کاهش یابد. سمرقندی و همکارانش در سال ۲۰۱۴ کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون را در حذف سانید در حضور کمک منعقد کننده منیزیم اکسید مورد مطالعه قرار دادند و نتایج آن مطالعه نشان می دهد که کارایی فرایند تحت تاثیر حضور منیزیم اکسید قرار دارد و باعث افزایش کارایی الکتروکواگولاسیون در حذف سیانید شده است. کارایی فرایند در غیاب منیزیم اکسید ۸۰ درصد است که با کاربرد منیزیم اکسید، کارایی فرایند به ۹۰ درصد افزایش یافته است (۱۸). Nurudeen, A.Oladoja و همکارانش در سال ۲۰۰۹ از (SS) بعنوان کمک منعقد کننده در حذف رنگ مالاویت سبز استفاده کردند. نتایج نشان می دهد که آلوم به تنهایی توانایی رسوب رنگ را ندارد ولی SS هنگامیکه بعنوان کمک منعقد کننده مورد استفاده قرار می گیرد باعث بالا رفتن راندمان حذف رنگ می شود. پارامترهای این مطالعه شامل میزان ماده منعقد کننده و کمک منعقد کننده، pH، زمان تماس و غلظت اولیه رنگ بود که میزان بهینه آنها تعیین شد (۱۹). Wen-Jang Chen و همکاران طی مطالعاتی در سال ۲۰۱۲ فاضلاب حاوی مونوسدیم گلوامات را با استفاده از فرایند الکتروکواگولاسیون در راکتور پیوسته به همراه منعقدکننده های پلیمری مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه بیانگر این است که

References

1. Lopes Silva DA, Delai I, Soares de Castro MA, Ometto AR. Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology. Journal of Cleaner Production. 2013;47:174-87.
2. Lee PC, Gau SH, Song CC. Particle Removal of High-Turbidity Reservoir Water by Electro-aggration. Environmental Engineering and Management. 2007;17(5):371-5.

3. Kawwamura.S, editor. Water Treatment Facilities: John Willy& Sons; 2000.
4. Gasim SR, Motley ME, Zhu G. Water Works Engineering: Prentice Hall Inc; 2000.
5. Kabdaşlı I, Arslan-Alaton I, Ölmez-Hancı T, Tünay O. Electrocoagulation applications for industrial wastewaters: a critical review. Environmental Technology Reviews. 2012;1(1):2-45.

6. Tanneru CT, Chellam S. Mechanisms of virus control during iron electrocoagulation–Microfiltration of surface water. *Water research*. 2012;46(7):2111-20.
7. Harif T, Khai M, Adin A. Electrocoagulation versus chemical coagulation: coagulation/flocculation mechanisms and resulting floc characteristics. *water research*. 2012;46(10):3177-88.
8. Emamjomeh MM, Sivakumar M. Review of pollutants removed by electrocoagulation and electrocoagulation/flotation processes. *Journal of Environmental Management*. 2009;90(5):1663-79.
9. 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.
10. 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.
11. Ifill RO, Etsell TH. Effect of agitation on the settling behaviour of electrocoagulated silica. *International Journal of Mineral Processing*. 2011;99(1):61-9.
12. Oladoja NA, Aliu YD. Snail shell as coagulant aid in the alum precipitation of malachite green from aqua system. *Journal of Hazardous Materials*. 2009;164(2-3):1496-502.
13. Merzouk B, Gourich B, Sekki A, Madani K, Chibane M. Removal turbidity and separation of heavy metals using electrocoagulation-electroflotation technique: A case study. *J Hazard Mater*. 2009;164(1):215-22.
14. Kobya M, Demirbas E, Dedeli A, Sensoy M. Treatment of rinse water from zinc phosphate coating by batch

Investigation of performance of Snail Shell as a coagulant aid in turbidity removal in aqueous solutions using electrocoagulation process by aluminum electrodes

Ghorban Asgari¹, Adel Ahmadzadeh², Jamal Mehralipour^{*3}

1. Assistant Professor, Social Determinants of Health Research Center (SDHRC), Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

2. MSc, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

3. MSc, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Received: 9 Dec. 2013

Accepted: 9 Aug. 2014

Abstract

Introduction: As seasonal turbidity is one of the major challenges in drinking water supply; consequently, take an appropriate method to provide standards range is necessary. This study aimed to determine the effect of Snail shell as a coagulant aid in the removal of turbidity in aqueous environments using electrocoagulation process through aluminum electrodes.

Methods: This experimental study was investigated at the laboratory scale. The used reactor had a volume of 1 liter with four aluminum electrodes as a cathode and anode in the form of a direct current power supply. Effects of pH (9-6), initial concentration of turbidity (200 Nephelometry Turbidity Unit to 800 Nephelometry Turbidity Unit), reaction time (30 -10 min), the concentration of Snail Shell (0.5-4.5 mg/L) and the potential difference (10-40 V) were examined.

Results: The findings indicated that the best performance for turbidity removal obtained at pH 8, reaction time 30 min, potential difference of 40 V, SS 2 mg/L dose of coagulant aid concentration and turbidity 200 Nephelometry Turbidity Unit.

Conclusion: The results suggest that Electrocoagulation process using aluminum electrodes have good performance for removal of high concentration of turbidity and snail shell coagulant aid is a good option to improve the performance of the electrocoagulation process.

Keywords: Electrocoagulation, Turbidity, Coagulant aid, Snail shell

* **Corresponding Author:** Jamal Mehralipour, MSc of Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
Email: Jamalmehralipour@yahoo.com Tel: 09189121322

Please cite this article as: Asgari G, Ahmadzadeh A, Mehralipour A. [Investigation of performance of Snail Shell as a coagulant aid in turbidity removal in aqueous solutions using electrocoagulation process by aluminum electrodes]. *Pajouhan Scientific Journal*. 2014;12(4):35-42