

## بررسی کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون در حذف یون های سولفات و سولفیت از محیط های آبی

### چکیده

**زمینه:** سولفات یکی از یون های اصلی موجود در آب های طبیعی و فاضلاب ها است. حضور سولفیت نیز از این نظر که به سولفید و سولفات تبدیل می شود با اهمیت است. به علت حلالیت و پایداری بالا و در نتیجه مشکلات بهداشتی آنها حذف این یون ها از محیط های آبی مسئله پیچیده ای است. این پژوهش با هدف بررسی کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون در حذف غلظت های بالای یون های سولفات و سولفیت از محیط های آبی انجام شد.

**روش ها:** این مطالعه تجربی، در مقیاس آزمایشگاهی، با استفاده از یک مخزن شیشه ای با حجم ۵۰۰ ml و الکترودهای آلومینیومی انجام شد. نمونه های سنتزی حاوی غلظت ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات و سولفیت به مخزن انتقال و میزان حذف در زمان ماند های ۳۰، ۶۰، ۹۰ دقیقه و ولتاژهای ۱۰، ۲۰، ۳۰ ولت مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته ها:** بیشترین میزان حذف سولفیت ۸۰٪ و در ولتاژ ۳۰ و زمان ماند ۹۰ دقیقه و غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر بوده و بیشترین میزان حذف سولفات ۷۲٪ بوده که در ولتاژ ۱۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر صورت گرفت.

**نتیجه گیری:** نتایج نشان داد که تکنولوژی الکتروکواگولاسیون می تواند در غلظت های بالا با برقراری ارتباط مناسب بین ولتاژ و زمان ماند واکنش و غلظت اولیه مورد استفاده قرار بگیرد.

**کلید واژه ها:** الکتروکواگولاسیون، سولفات، سولفیت، حذف، محیط های آبی

محمد سلطانیان<sup>۱</sup>، حسنا جانجانی<sup>۱\*</sup>،  
سپیده سلطانیان<sup>۲</sup>، مصطفی جانجانی<sup>۱،۳</sup>

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۲. کارشناس ارشد شیمی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

۱،۳. دانشجوی مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

\* عهده دار مکاتبات: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، ایران

Email: hjanjani@kums.ac.ir

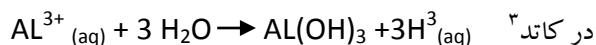
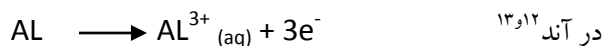
### مقدمه:

در اواخر قرن گذشته تخمین زده شد برای ۱.۱ میلیارد نفر از مردم (۱/۳ جمعیت دنیا) مخزن بهبود یافته آب وجود نداشته و این در حالی است که در آینده تقاضا برای آب همراه با رشد جمعیت و صنعتی شدن افزایش می یابد<sup>۱</sup>. یکی از مشکلات اصلی بشر تامین آب با کیفیت مطلوب است. سولفات یکی از یون های اصلی موجود در آب های طبیعی و فاضلاب ها است. سولفات ها ترکیبی از سولفور و اکسیژن بوده و به عنوان بخشی از مواد

معدنی طبیعی، منبع عمده سولفات در آب های سطحی و زیرزمینی، فرایند هوازدگی شیمیایی و تجزیه کانی های حاوی سولفات مثل پیریت، اکسیداسیون سولفیدها، سولفور عنصری

و تجزیه بقایای گیاهی و حیوانی می باشد. فاضلاب های صنعتی از جمله صنایع کاغذ سازی، نساجی، کود سازی، دباغی و پلاستیک مسبب بیشترین انتشارات مصنوعی سولفات هستند و این فاضلاب ها ممکن است حاوی میزان زیادی سولفات باشند<sup>۲-۳</sup>. مشکلات زیست محیطی ناشی از دفع غیراصولی پساب ها، تصفیه این قبیل پسابها را قبل از تخلیه به محیط زیست و یا ورود به شبکه جمع آوری فاضلاب ضروری می سازد<sup>۴</sup>. سولفات همانند سایر مواد معدنی دیگر می تواند باعث بروز لایه های فلس مانند در لوله های آب شده و ممکن است موجب طعم نامطلوب در آب و نهایتاً بروز اسهال شود. سولفات همچنین می تواند مشکلاتی را در شستشوی لباس ها پدید آورد<sup>۵-۶</sup>.

آلومینیم است:



عدم نیاز به مواد شیمیایی، تولید لجن کم، قابلیت خوب ته-نشینی لجن، زمان ماند کم، قابلیت آبنگیری مناسب لجن و سازگاری زیست محیطی از جمله مزایای روش الکتروکواگولاسیون است<sup>۱۴</sup>. و در مطالعات مختلف از این روش برای حذف فلزات سنگین، رنگ، ذرات معلق و نترات استفاده شده است<sup>۱۴-۵</sup>. این تحقیق نیز با هدف تعیین کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون در حذف غلظت های بالای سولفات و سولفیت از محیط‌های آبی صورت گرفته است.

### مواد و روش‌ها:

در این تحقیق از یک راکتور با مخزن شیشه‌ای به حجم مفید ۵۰۰ میلی لیتر استفاده شد. محلول‌های مورد استفاده به صورت ستتیک بوده و محلول‌های حاوی سولفات و سولفیت به ترتیب با استفاده از آب شهری و سولفات سدیم و سولفیت سدیم تهیه شد. نحوه تهیه محلول‌های حاوی سولفات به این صورت بود که ابتدا غلظت سولفات آب شهری اندازه گیری شده و سپس با اضافه نمودن سولفات سدیم در مجموع (مجموع سولفات آب شهری و سولفات اضافه شده) غلظت های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ mg/l سولفات در آب شهری به دست آمد. محلول‌های حاوی سولفیت نیز به همین روش با اضافه نمودن سولفیت سدیم به آب شهری با غلظت های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ mg/l تهیه شد. در این مطالعه الکترودهایی از جنس آلومینیوم مورد استفاده قرار گرفت. ابعاد الکترودهای استفاده شده ۱۵×۵ سانتی متر و نحوه قرار گیری الکترودها به صورت موازی بود. فاصله تیغه‌ها در همه آزمایش‌ها ثابت و برابر ۲ سانتی متر تنظیم شد. برای

اختلاط مناسب محلول در راکتور در حین انجام آزمایش از همزن مغناطیسی و برای تامین انرژی از یک منبع تغذیه جریان برق مستقیم با آمپراژ پایین استفاده گردید. ولتاژهای مورد استفاده ۱۰، ۲۰ و ۳۰ ولت و زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه بود.

سولفات با تشکیل اسید سولفوریک موجب خوردگی لوله‌های فاضلاب رو می شود و باعث ایجاد مشکلات جدی در فرایندهای تصفیه بی‌هوازی فاضلاب از جمله احیای سولفات به سولفید می شود<sup>۷</sup>. حضور سولفیت نیز از این نظر که به سولفید و سولفات تبدیل می شود با اهمیت است. هرچند که اثرات این یون‌ها نسبتاً کوتاه مدت است ولی این اثرات حاد بوده و لازم است تا غلظت توصیه شده در آب آشامیدنی کاهش یابد<sup>۳</sup>. حداکثر میزان مجاز سولفات در آب ۴۰۰ میلی گرم در لیتر است و در صورتی که میزان منیزیم از ۳۰ میلی گرم در لیتر تجاوز کند حداکثر میزان مجاز سولفات ۲۵۰ میلی گرم در لیتر است<sup>۸-۹</sup>. به علت حلالیت و پایداری بالا حذف این یون‌ها از محیط‌های آبی مسئله پیچیده‌ای است<sup>۵</sup>. روش‌های مختلفی برای حذف این یون‌ها از آب مثلاً انعقاد شیمیایی، اسمز معکوس، تقطیر و تبادل یونی وجود دارد و هر یک از روش‌های ذکر شده علی‌رغم مزایا معایبی نیز دارند که از جمله آنها هزینه بالا، لجن باقی مانده و افزایش املاح است<sup>۳</sup>. در عین حال تکنیک‌های بر مبنای فناوری الکتروشیمیایی از جمله الکتروکواگولاسیون در تصفیه فاضلاب‌ها توجه زیادی را به خودش جلب کرده است و به نظر می رسد که در تصفیه موثر است<sup>۱۱</sup>. کاربرد الکتروکواگولاسیون در حذف گسترده آلاینده‌ها در تکنولوژی تصفیه آب سابقه طولانی دارد<sup>۱</sup>. در سال‌های اخیر تصفیه الکترو شیمیایی با مزایایی از جمله اقتصادی بودن و کارایی تصفیه بالا روشی قابل قبول است<sup>۱۱</sup>. الکتروکواگولاسیون یک روش الکترو شیمیایی برای تصفیه آب‌های آلوده است که در این روش از طریق اکسیداسیون الکترولیتی الکترودی که قربانی می شود (آند) منعقد کننده تولید می‌گردد<sup>۱</sup>. یون‌های فلزی تولید شده در الکترو آند با یون‌های هیدروکسید تشکیل شده در الکترو کاتد واکنش داده و هیدروکسیدهای فلزی ایجاد می کنند و این هیدروکسید فلزی نامحلول با گونه‌های یونی باردار، کلویدها، جامدات معلق و... واکنش داده و رسوب می کنند. مکانیسم حذف در این فرایند شامل انعقاد، جذب سطحی، ترسیب و شناور سازی است<sup>۳</sup>. فرایند الکترو-کواگولاسیون به صورت زیر نشان داده می شود.

معادلات زیر نشان دهنده این فرایند در ارتباط با الکترو-

موثر است و این می‌تواند راندمان تصفیه توسط فرایند الکتروکواگولاسیون را تحت تاثیر قرار دهد<sup>۱۶-۱۷</sup>. بر طبق نتایج می‌توان بیان داشت که با افزایش ولتاژ در زمان ماند و غلظت یکسان میزان حذف یون‌های سولفات و سولفیت افزایش یافته است که این امر با نتایج بدست آمده توسط محوی و همکارانش در بررسی کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون در حذف سولفات از محیط‌های آبی و اسدی و همکارانش در بهینه‌سازی فرایند انعقاد الکتریکی برای حذف کروم VI با روش تاگوچی همخوانی دارد<sup>۳-۱۸</sup>. در توجیه این امر می‌توان گفت که در ولتاژ بالا، مقدار آلومینیوم اکسید شده افزایش می‌یابد و باعث تولید بیشتر رسوبات و لخته‌های هیدروکسید که میزان جذب بالایی دارند می‌شود و در پی آن راندمان حذف افزایش می‌یابد<sup>۱۹-۲۰</sup>.<sup>۱۴-۱۶</sup> همچنین با افزایش زمان ماند راندمان حذف سولفات نیز افزایش می‌یابد که این موضوع نیز در مطالعات انجام شده توسط محوی و همکارانش در بررسی کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون در حذف سولفات از محیط‌های آبی و اسدی و همکارانش در بهینه‌سازی فرایند انعقاد الکتریکی برای حذف کروم VI با روش تاگوچی مشهود است<sup>۳-۱۸</sup>. اما در بررسی اثر افزایش هم‌زمان کلیه پارامترها (بالاترین ولتاژ و زمان ماند و غلظت اولیه) می‌توان گفت که روند مساعدی در حذف یون‌ها نداریم. به عنوان مثال با افزایش هم‌زمان ولتاژ و زمان ماند به ویژه در غلظت‌های بالا دمای آب افزایش می‌یابد و تبخیر داریم که با افزایش بیشتر زمان ماند میزان تبخیر نیز بیشتر می‌شود و با تبخیر شدن، غلظت یون‌های موجود افزایش می‌یابد، لذا میزان حذف در همه‌ی موارد چشمگیر نیست. در مطالعه کاشی و همکارانش نیز حذف سولفات از آب آشامیدنی به روش الکتروشیمیایی مورد مطالعه قرار گرفت که بهترین راندمان را در زمان ماند ۴۰ دقیقه و ولتاژ ۳۰ ولت به دست آوردند و بهترین راندمان در بالاترین زمان ماند و ولتاژ بدست نیامده است<sup>۲۱</sup>. در بعضی موارد نیز افزایش زمان ماند به بالاترین میزان در این آزمایش هر چند که باعث افزایش میزان حذف شده اما این میزان حذف چشمگیر نمی‌باشد.

تعداد ۲۷ آزمایش برای هر یون و در مجموع ۵۴ آزمایش انجام شد. نمونه‌های حاوی سولفات به روش کدورت سنجی و نمونه‌های حاوی سولفیت به روش یدومتری طبق کتاب استاندارد متد<sup>۱۵</sup> و با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل shimadzu UV-120-02 اندازه‌گیری شدند. و در نهایت میزان حذف سولفات و سولفیت موجود در محلول‌های آبی توسط فرایند الکتروکواگولاسیون مشخص شد.

#### یافته‌ها:

اطلاعات به دست آمده از حذف یون سولفات در جدول شماره ۱ آمده است. با توجه به نتایج به دست آمده، بیشترین میزان حذف سولفات ۷۲٪ بود که در غلظت ۱۵۰۰ و زمان ماند ۹۰ دقیقه و ولتاژ ۱۰ صورت گرفت. نتایج اطلاعات بدست آمده از حذف یون سولفیت در جدول شماره ۲ آمده است. با توجه به جدول شماره ۲ بیشترین میزان حذف سولفیت ۸۰٪ بود که در ولتاژ ۳۰ و زمان ماند ۹۰ و غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر صورت گرفت.

#### بحث:

با توجه به اهمیت حذف سولفات و سولفیت از محیط‌های آبی و کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون در حذف یون‌ها و با توجه به کاربرد آسان و سایر مزایای ذکر شده در حذف غلظت‌های پایین سولفات و سولفیت، در این مطالعه نیز کارایی این فرایند در حذف غلظت‌های بالای این یون‌ها و با استفاده از الکترودهای آلومینیومی و ولتاژهای ۲۰، ۳۰ و ۴۰ ولت و زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه بررسی شد و نتایج نشان داد که در بررسی اثر غلظت اولیه یون‌ها می‌توان گفت که با وجود اینکه در غلظت‌های بالا نیز حذف یون‌های سولفیت و سولفات را داریم، اما این فرایند می‌تواند تحت تاثیر غلظت اولیه قرار بگیرد و در غلظت‌های بالا راندمان کمتری داشته باشد. بررسی اثر ولتاژ نشان داد که یکی از مهم‌ترین پارامترهای کنترلی سرعت واکنش در فرایند الکتروکواگولاسیون ولتاژ می‌باشد زیرا نه تنها تعیین کننده دوز اژکواگولانت تزریقی به محلول است بلکه بر روی میزان تولید جاب‌ها، اندازه و رشد لخته‌های تولیدی نیز

جدول ۱: درصد حذف یون سولفات در زمان ماند، غلظت و ولتاژهای مختلف

ردیف	غلظت اولیه (میلی گرم در لیتر)	ولتاژ	زمان ماند (دقیقه)	غلظت ثانویه	میزان حذف بر حسب درصد	ردیف	غلظت اولیه (میلی گرم در لیتر)	ولتاژ	زمان ماند (دقیقه)	غلظت ثانویه	میزان حذف بر حسب درصد
۱	۵۰۰	۱۰	۳۰	۴۹۰	۲	۱۵	۱۰۰۰	۲۰	۹۰	۶۱۲/۷۰	۳۸/۷۳
۲	۵۰۰	۱۰	۶۰	۴۵۷/۷۴	۸/۴۵	۱۶	۱۰۰۰	۳۰	۳۰	۴۷۰	۵۳
۳	۵۰۰	۱۰	۹۰	۳۵۶/۳۳	۲۸/۷۳	۱۷	۱۰۰۰	۳۰	۶۰	۸۸۸	۱۱/۲
۴	۵۰۰	۲۰	۳۰	۲۸۵	۴۳	۱۸	۱۰۰۰	۳۰	۹۰	۸۶۳/۶۹	۱۳/۶۳
۵	۵۰۰	۲۰	۶۰	۲۱۶	۵۶/۸	۱۹	۱۵۰۰	۱۰	۳۰	۱۴۴۸	۳/۴۶
۶	۵۰۰	۲۰	۹۰	۳۱۶	۳۶/۸	۲۰	۱۵۰۰	۱۰	۶۰	۹۹۰	۳۴
۷	۵۰۰	۳۰	۳۰	۲۸۰	۴۴	۲۱	۱۵۰۰	۱۰	۹۰	۴۲۰	۷۲
۸	۵۰۰	۳۰	۶۰	۲۴۰	۵۲	۲۲	۱۵۰۰	۲۰	۳۰	۱۲۴۰	۱۷/۳۳
۹	۵۰۰	۳۰	۹۰	۲۴۲	۵۱/۶	۲۳	۱۵۰۰	۲۰	۶۰	۱۱۲۴	۲۵/۰۶
۱۰	۱۰۰۰	۱۰	۳۰	۷۸۲/۹۲	۲۱/۷	۲۴	۱۵۰۰	۲۰	۹۰	۱۴۷۷/۷۵	۱/۴۸
۱۱	۱۰۰۰	۱۰	۶۰	۵۵۵/۲۴	۴۴/۴۷	۲۵	۱۵۰۰	۳۰	۳۰	۱۳۹۰	۷/۳
۱۲	۱۰۰۰	۱۰	۹۰	۹۳۴/۹۵	۶/۵	۲۶	۱۵۰۰	۳۰	۶۰	۸۰۶/۶۶	۴۶/۲۲
۱۳	۱۰۰۰	۲۰	۳۰	۷۰۶/۴۴	۲۹/۳۵	۲۷	۱۵۰۰	۳۰	۹۰	۱۴۰۰/۷	۶/۶۲
۱۴	۱۰۰۰	۲۰	۶۰	۵۹۶	۴۰/۴						

جدول ۲: درصد حذف یون سولفیت در زمان ماند، غلظت و ولتاژهای مختلف

ردیف	غلظت اولیه (میلی گرم در لیتر)	ولتاژ	زمان ماند (دقیقه)	غلظت ثانویه	میزان حذف بر حسب درصد	ردیف	غلظت اولیه (میلی گرم در لیتر)	ولتاژ	زمان ماند (دقیقه)	غلظت ثانویه	میزان حذف بر حسب درصد
۱	۵۰۰	۱۰	۳۰	۳۴۹/۹۴	۳۰/۰۱	۱۵	۱۰۰۰	۲۰	۹۰	۳۴۹/۹۴	۶۵
۲	۵۰۰	۱۰	۶۰	۳۴۹/۹۴	۳۰/۰۱	۱۶	۱۰۰۰	۳۰	۳۰	۴۹۹/۹۲	۵۰
۳	۵۰۰	۱۰	۹۰	۲۴۹/۹۶	۵۰	۱۷	۱۰۰۰	۳۰	۶۰	۳۴۹/۹۴	۶۵
۴	۵۰۰	۲۰	۳۰	۱۹۹/۹۶	۶۰	۱۸	۱۰۰۰	۳۰	۹۰	۱۹۹/۹۷	۸۰
۵	۵۰۰	۲۰	۶۰	۱۴۹/۹۷	۷۰/۰۶	۱۹	۱۵۰۰	۱۰	۳۰	۶۹۹/۸۷	۵۳/۳۴
۶	۵۰۰	۲۰	۹۰	۲۹۹/۹۵	۴۰/۰۱	۲۰	۱۵۰۰	۱۰	۶۰	۷۹۹/۸۷	۴۶/۶۷
۷	۵۰۰	۳۰	۳۰	۲۴۹/۹۶	۵۰	۲۱	۱۵۰۰	۱۰	۹۰	۷۹۹/۸۷	۴۶/۶۷
۸	۵۰۰	۳۰	۶۰	۱۲۴/۹۸	۷۵	۲۲	۱۵۰۰	۲۰	۳۰	۶۷۴/۸۸۹	۵۵
۹	۵۰۰	۳۰	۹۰	۱۴۹/۹۷	۷۰	۲۳	۱۵۰۰	۲۰	۶۰	۷۴۹/۸۸	۵۰
۱۰	۱۰۰۰	۱۰	۳۰	۵۹۹/۹	۴۰/۰۱	۲۴	۱۵۰۰	۲۰	۹۰	۴۴۹/۹۲	۶۶/۶۷
۱۱	۱۰۰۰	۱۰	۶۰	۴۹۹/۹۲	۵۰	۲۵	۱۵۰۰	۳۰	۳۰	۶۴۹/۸۹	۵۶/۶۷
۱۲	۱۰۰۰	۱۰	۹۰	۴۹۹/۹۲	۵۰	۲۶	۱۵۰۰	۳۰	۶۰	۷۴۹/۸۸	۵۰
۱۳	۱۰۰۰	۲۰	۳۰	۵۴۹/۹۱	۴۵	۲۷	۱۵۰۰	۳۰	۹۰	۴۴۹/۹۲	۷۰
۱۴	۱۰۰۰	۲۰	۶۰	۳۹۹/۹۳	۶۰						

یون‌های سولفات و سولفیت نیز مورد استفاده قرار گیرد. اما کارایی مناسب علاوه بر نیاز به بررسی‌های اقتصادی، مشروط به برقراری ارتباط مناسب بین ولتاژ و زمان ماند واکنش و غلظت اولیه می باشد. لذا انجام مطالعاتی جهت انتخاب شرایط بهینه برای حذف غلظت بالای یون‌ها و همچنین بررسی کارایی این روش در حذف غلظت بالای سایر یون‌ها پیشنهاد می‌گردد.

#### تشریح و قدردانی:

میزان حذف چشمگیر نمی‌باشد و از دیدگاه اقتصادی مسئله‌ساز است. مثلاً زمان ماند ۹۰ دقیقه تنها برای افزایش راندمان حذف به میزان ۵٪ اقتصادی نیست و این موضوع باید در کاربرد این روش مورد توجه قرار گیرد.

#### نتیجه‌گیری:

الکتروکواگولاسیون می‌تواند در حذف غلظت‌های بالای

دانشکده که امکان انجام این پژوهش را فراهم کردند تشکر و قدردانی می‌گردد.

## References

1. Holt P K, Barton G W, Mitchel CA. The future for electro coagulation as a localized water treatment technology. *J Chemosphere* 2005; 59:355-367.

2. M.Yousuf A, Schennach R, R Parga J, L Cocke D. Electrocoagulation (EC)-Science and Applications. *J Hazardous Materials B* 2001; 84:29-41.

3. Mahvi AH, Jafari Mansorian H, Rajabizade A. Study of electro coagulation process for removing sulfate from aqueous. *Qom Univ Med Sci J* 2010; 4(3):21-28. [Persian]

4. Akhondi A, Khodadadi A, Ganjidost H. The Effectiveness of Electrocoagulation Process for the Removal of Cadmium from Water. *J Water and Waste water* 2012; 23(2):86-93. [Persian]

5. Namasivayam C, Sangeetha D. Application of Coconut Coir Pith for the Removal of Sulfate and other Anions from Water. *J Desalination* 2008; 219: 1-13

6. Drinking Water Contaminant - Sulfur, hydrogen sulfide. Available from:

<http://articles.extension.org/pages/31564/drinking-water-contaminant-sulfur-hydrogen-sulfide>. 18 Dec 2015.

7. KHadem Modaresi Z, Bazargan Lari R, Bakhtiyari F. Study of microbial corrosion of concrete sewer of Marvdashat city according to hydrogen sulfide concentration. *J New Materials* 2012; 2(4):97-104. [Persian]

8. WHO. Guidelines for drinking water quality. 2<sup>ed</sup>, WHO Geneva 1993, 1 recommendations; 129,174-181.

9. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. ISIRI 1053 5th.revision.ICS:13.060.020. [Persian]

10. Feng J W, Sun Y B, Zheng Z, Zhang J B, Li S, Tina Y. treatment of tannery waste water by electro coagulation. *J environmental sciences* 2007; 19(12):1409-1415.

11. Ilhan F, Kurt U, Apaydin O, Gonullu M T. treatment of leachate by electro coagulation using aluminum and Iron electrodes. *J hazardous materials* 2008; 154:381-389.

این مقاله برگرفته از پایان نامه دانشجویی در مقطع کارشناسی رشته بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه می‌باشد. در پایان از مسئولین محترم این

12. Ali E, Yaakob Z. Electrocoagulation for Treatment of Industrial Effluents and Hydrogen Production. Department of Chemical and Process Engineering. University Kebangsaan Malaysia. <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0.227-242>.

13. Vepsäläinen M. Electrocoagulation in the treatment of industrial waters and wastewaters. Thesis for the degree of Doctor of Science (Technology.) Julkaisija - Utgivare - Publisher 2012.

14. Can OT, Kobya M, Demirbas E, Bayramoglu M. Treatment of the Textile Wastewater by Combined Electrocoagulation. *J Chemosphere* 2006; 62:181-187.

15. APHA/AWWA/WEF, Standard Method for Examination of Water and Wastewater. Washington DC: American Public Health Association Publication 1995; 499-507

16. Bazrafshan E, Mahvi AH. Removal of Cadmium from Aqueous Environments by Electrocoagulation Process Using Aluminum Electrodes. *ZJRMS* 2007; 9: 61-70. [Persian]

17. Emamjomeh MM, Sivakumar M. Fluoride Removal by a Continuous Flow Electrocoagulation Reactor. *J Environmental Management* 2009; 90:1204-1212.

18. Asadi H, Alavimoghadam SR, Arami M, Hashemi SH. Friend Feed optimization of electric coagulation for the removal of chromium (VI) with the Taguchi method. *J Water and Waste Water* 2011; 22(4):2-8. [Persian]

19. Bazrafshan E, Mahvi A H, Nasser S, Shaighi M. Performance Evaluation of Electrocoagulation Process for Diazinon Removal from Aqueous Environments by Using Iron Electrodes. *J Environ Health Sci Eng* 2007; 4:127-132.

20. Ratna Kumar P, Chaudhari S, Khilar KC, Mahajan SP. Removal of Arsenic from Water by Electrocoagulation. *J Chemosphere* 2004; 55:1245-1252.

21. Kashi G, Sulfate removal from drinking water study electro-chemical method. National Conference on Clean Water, Tehran, University of Power and Water Industry 2010.

[http://www.civilica.com/Paper-ICW01-ICW01\\_084.html](http://www.civilica.com/Paper-ICW01-ICW01_084.html). [Persian]

## Evaluation of electro coagulation process for the removal of sulfate and sulfite Ions from aqueous

Mohammad Soltanian<sup>1</sup>,  
Hosna Janjani<sup>1</sup>, Sepideh  
Soltanian<sup>2</sup>, Mostafa  
Janjani<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Iran

<sup>2</sup>Msc of chemistry, School of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Iran

<sup>3</sup> Students of Biosystems Mechanical Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran

*\*Corresponding Author*

**Email:** hjanjani@kums.ac.ir

### Abstract

**Background:** Sulfate is one of the major ions in natural waters and wastewaters. The presence of sulfite is important in terms of that is converted into sulfate and sulfide in environment. Because of the high solubility and stability of these ions and consequently their health problems, removal of them from aqueous solutions is a sophisticated issue. This study was conducted aiming to evaluating the impact of electro coagulation process in the removal of highly concentrated sulfate and sulfite ions from aqueous.

**Methods:** This experimental study was carried out on laboratory scale using a glass tank with the volume of 500 ml and 2 aluminum electrodes. Then, the synthesized samples containing concentrations of 500 and 1,000 and 1,500 ppm sulfate and sulfite were transferred to a reservoir and the removal of ions in the retention time intervals of 30, 60 and 90 min and voltages of 10, 20 and 30 volts were examined.

**Results:** The most sulfite removal rate was 80 percent and voltage 30 and retention time of 90 minutes with concentration of 1000 mg/l. And the most sulfate removal rate was 72 percent and voltage 10 and retention time of 90 min with concentration of 1500 mg/l.

**Conclusions:** The results show that the electrocoagulation technology can also be used in high concentrations by adjusting the suitable retention time, initial concentration and voltage.

**Key words:** Electro coagulation, sulfate, sulfite, removal, aqueous

### How to cite this article

Soltanian M, Janjani H, Darabi F, Soltanian S, Janjani M. Evaluation of electro coagulation process for the removal of sulfate and sulfite Ions from aqueous. J Clin Res Paramed Sci 2016; 4(4):324-330.