مقایسه کارایی فرایند انعقاد با پلی آلومینیوم کلراید سیلیکاته شده و فرایند الکتروکواگولاسیون در حذف مواد آلی طبیعی و کدورت آب سطحی

محمد ملکوتیان*[۱]، امیر حسین محوی[۲]، محمدرضا حیدری[۳]، علی مصطفوی[۴]

۱) گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

۲) گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۳) گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه باهنر کرمان

تاریخ دریافت: ۸۹/٤/۲٦ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۱۱

چکیده

مقدمه: حذف مواد آلی طبیعی به علت پیش ساز بودن ترکیبات خطرناک ارگونوهالوژنه در آب برای حفظ کیفیت آب شرب حائز اهمیت است. روش های معمول تصفیه آب نمی توانند کیفیت آب را از نقطه نظر تقلیل مواد آلی محلول و نامحلول تا حدود مجاز تضمین نمایند. در تصفیه خانه آب، فرایند انعقاد جایگاه ویژه ای دارد. تلاش بر این است که با صرف هزینه کم بر راندمان انعقاد افزوده شود. هدف از این مطالعه مقایسه عملکرد ماده منعقد کننده پلی آلومینیوم کلراید سیلیکاته شده(PASIC) و الکتروکواگولاسیون با صفحه های آلومینیومی در حذف مواد آلی طبیعی از آب خام سطحی است.

مواد و روش ها: این بررسی یک مطالعه تجربی در مقیاس آزمایشگـــاهی است که به صورت پایلوت در تصفیه خانه آب شهر قوچان اجرا گردید. نمونه برداری از آب سطحی در فصول زمستان و بهار سال۸۹- ۱۳۸۸ انجام گرفت. آزمایشات کدورت، کل کربن آلی(TOC)، جذب ماده آلی در طول موج ۲۵۴ نانومتر(UV254nm)، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD) و آلومینیوم باقی مانده به وسیله منعقد کننده های پلی آلومینیوم کلراید سیلیکاته شده(PASIC) و الکتروکواگولاسیون(EC) مورد بررسی قرار گرفت.

یافته های پژوهش: نتایج به دست آمده نشان داد که منعقد کنندهPASIC قادر به حذف ۹۳/۷۷ درصد TOC، ۹۳/۵ درصد COD، ۶۳ درصد UV254، ۹۵ درصد کدورت آب خام ورودی در دوزهای بهینـــه ml/L ۵-۱ می باشد. فرایند الکتروکواگولاسیون نیز ۸۹ درصد TOC و ۹۹/۷۵ درصدCOD، ۳۷ درصد UV254، ۵۰ درصد کدورت را حذف می کند.

بحث و نتیجه گیری: منعقد کننده پلی آلومینیوم کلراید سیلیکاته در حذف مواد آلی طبیعی(NOM) و کدورت کارایی بهتری نسبت به فرایند الکتروکواگولاسیون دارد. میزان یون آلومینیوم باقی مانده در هر دو روش کمتـــر از رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت و استاندارد آب شرب در ایران است، به لحاظ هزینه و کارای مناسب، برای جایگزینی در تصفیه خانه های آب شرب قابل طرح است.

واژه های کلیدی: پلی آلومینیوم کلراید سیلیکاته، الکتروکواگولاسیون، مواد آلی طبیعی، انعقاد، شناورسازی

* **نویسنده مسئول:** گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

Email: m.malakootian@yahoo.com

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

مقدمه

یکی از مشکلات اصلی استفاده از منابع آب سطحی، غلظت بالای مواد آلی طبیعی آن است. حضور مواد آلی طبیعی می تواند باعث ایجاد بو و مزه در آب تصفیه شده و منتج به هزینه های اضافی در امر تصفیه آب گردد،(۱). مواد آلی طبیعی شامل: ۶۰-۴۰ درصد وزنی کربن و ۵-۱ درصد وزنی نیتروژن می باشد،(۲). غلظت NOM در آب های سطحی در حدود ۲/۴۷ میلی گرم بر لیتر می باشد،(۳). در طول تصفیه آب ترکیبات نیتروژنی مواد آلی طبیعی می تواند در واکنش با گندزداها تشکیل ترکیبات سرطان زا، تری هالومتان ها و هالواستیک اسیدها ایجاد کنند،(۲،۴،۵). سازمان جهانی بهداشت(WHO) حد مجاز غلظت برای NOM در آب آشامیدنی را زیر ۰/۳mg/L تعیین نموده است،(۲). روش های معمول برای حذف کربن آلی محلول مشتمل بر فیلتر غشایی(۹۰-۸۰ درصد)، فیلتراسیون با کربن فعال(۹۵-۵۳ درصد)، تعویض یون/جذب(۸۰-۶۰ درصد)، ازن زنی(۷۵-۲۵ درصد) و انعقاد با کاتیون افزوده(۶۰-۱۰ درصد) می باشد،(۶،۷). NOM را می توان به وسیله فرایندهای متعارف تصفیه آب شامل انعقاد، ته نشینی و فیلتراسیون حذف کرد،(۷). در طول فرایند انعقاد، مواد آلی طبیعی با خنثی سازی بار، به دام انداختن ذرات و جداسازی سطحی لخته از آب حذف می گردند. در دهه اخیر ترکیبات بر پایه آهن و آلومینیوم از قبیل کلرید فریک یا آلوم و آلومینیوم کلراید و پلی آلومینیوم کلراید به صورت گسترده ای برای حذف مواد آلی نامحلول کاربرد یافته است،(۸). اما تحقیقات نشان داده است که نمک های آلومینیوم و آهن قادر به حذف مطلوب مواد آلی طبیعی نمی باشند،(۹). بنا بر این نیاز به یک منعقدکننده جدید در بهبود عملکرد NOM از آب به شدت احساس می شود. برای بهبود اثر انعقاد، با پلمیریزه کردن آلومینیوم سه ظرفیتی تحت شرایط خاصی پلی آلومینیوم کلراید(PAC) و سیلیکای فعال با یکدیگر ترکیب شده و تولید ماده منعقد کننده جدیدی به نام پلی آلومینیوم کلراید سیلیکاته می نمایند،(۱۰). پلی آلومینیوم کلراید سلیکاته در زمره نسل نوینی از منعقدکننده های غیر آلی می باشد،(۱۰،۱۱). و نسبت به PAC توانایی بیشتری در حذف کدورت، رنگ و تشکیل ذرات با اندازه بزرگتری دارد. گائو و همکاران در سال ۲۰۰۷ در چین توانستند به وسیله پلی آلومینیوم کلراید سیلیکاته شده(PASIC) در شرایط آزمایشگاهی به حذف قابل توجهی از جلبک، روغن و COD و TP دست یابند.(۱۲)

الکتروکواگولاسیون یک روش موثر و سریع در تصفیه املاح محلول در آب است که عامل منعقدکننده با مکانیسم تعویض یونی به وسیله صفحه آند صورت می گیرد،(۱۳،۱۴). در این فرایند هیچ گونه ماده شیمیایی منعقدکننده به آب افزوده نمی شود. حجم لجن تولیدی نسبت به اکثر روش های متداول تصفیه آب کمتر است. لجن تشکیل شده از این روش به راحتی قابل حذف به وسیله تخلیه می باشد،(۱۲،۱۵). در فرایند مذکور از صفحه های آلومینیومی و آهنی استفاده می شود،(۱۶). علاقه به استفاده از این فرایند در امر تصفیه آب و فاضلاب رو به افزایش بوده و تحقیقات گسترده ای در زمینه حذف فلزات سنگین، مواد شیمیایی صنعتی، میکروارگانیزم ها، سختی، کدورت و آلاینده های محیطی دیگر صورت گرفته است.(۳،۷،۸)

در تحقیقی وی- لانگ چو و همکاران در تایوان در سال ۲۰۱۰ به وسیله فرایند الکتروکواگولاسیون با استفاده از الکترودهای آهنی توانستند به مقادیر قابل ملاحظه ای از حذف کل کربن آلی(TOC) و پلی ونیل الکل(PVA) در محلول آبی برسند،(۱۸). در مطالعه دیگری که برروی حذف مواد آلی طبیعی در آب آشامیدنی به وسیله انعقاد میکروفیلتراسیون با غشای فلزی توسط لینکس تی و همکاران در سال ۲۰۰۴ صورت گرفت، بیش از ۹۵ درصد حذف رنگ و ۸۵ درصد حذف UV، ۷۵-۶۵ درصد حذف TOC و کدورت زیر ۰/۲ NTU و فاقد ذرات معلق مشاهده گردید،(۱۹). هم چنین زرولی و همکاران در ایران تحقیقی با استفاده از فرایند نانوفیلتراسیون میانگین حذف اسید هیومیک و نمک به ترتیب در حدود ۹۱/۲ تا ۹۵/۲۵ درصد و ۶۳/۶-۸۰ درصد رسیدند.(۲۰)

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه عملکرد ماده منعقدکننده پلی آلومینیوم کلراید سیلیکاته و فرایند الکتروکواگولاسیون در حذف مواد آلی طبیعی از آب سطحی می باشد.

مواد و روش ها

تهیه ماده منعقد کننده:

ماده منعقد کننده PASIC به روش زیر ساخته شد(۲۱):

در ابتدا ۱۰/۷۵ میلی لیتر از محلول غلیظ Waterglass (SiO2، ۳ مولار) را به آهستگی تحت شرایط اختلاط به داخل ۱۰ میلی لیتر محلول اسید هیدروکلریدریک ریخته تا محلولی به نام PSI با مشخصه SiO2 ۱/۵ مولار و PH ۲-۲/۵ به دست آمد. در مرحله بعد محلول ALCL3 ۲/۵ مولار را به محلول PSI تازه افزوده تا نسبت مولی Al/Si = ۱۰ حاصل شد. سپس محلول Na2Co3 غلیظ را به آهستگی تحت شرایط اختلاط افزوده تا نسبت مولی OH/AL = ۲ به دست آمد. محلول فوق دارای دانسیته ۱-۱/۵ و pH = ۱/۵-۳/۵ و Al/Si=10، OH/AL = 2 می باشد.

واحد الکتروکواگولاسیون

از یک راکتور ۲۰۰ لیتری به عنوان سل الکتروکواگولاسیون استفاده شد. از هشت صفحه آلومینیومی با خلوص ۱۰۰ درصد استفاده شد که هر الکترود سطح مستغرق(فعال) ۸۰cm2 (۱۰cm×۸cm) و فاصله ما بین صفحات ۱ سانتی متری ثابت بود. الکترودها به صورت دی پولار به یک منبع تغذیه متغیر با جریان ولتاژ ۳۰-۱۰ ولت و ۱۵-۰ آمپر متصل بودند.

قبل از هر آزمایش الکتروکواگولاسیون برای ممانعت از مداخله گرها ابتدا الکترودها به وسیله آب مقطر دوبار تقطیر شسته شده و سپس با محلول اسید هیدروکلریدریک(۱+۱) تمیز شده و دوباره با آب مقطر دوبار تقطیر شست شو داده می شد.

روش اندازه گیری

نمونه برداری به مدت یک سال از آب خام ورودی به تصفیه خانه آب قوچان مطابق با خصوصیات اولیه جدول ۱ انجام گرفت. آزمایش جار با استفاده از آب خام ورودی به تصفیه خانه آب قوچان در زمان های اختلاط سریع به مدت ۲ دقیقه با تعداد دور ۱۲۰rpm و اختلاط کند در مدت ۱۰ دقیقه با تعداد دور ۴۵ rpm انجام گرفت. ۱۵ دقیقه زمان داده شد تا ته نشین فلوک ها صورت بگیرد. سپس از ارتفاع ۲ سانتی متری زیر سطح آب برای انجام آزمایشات نمونه برداری صورت گرفت.(۱۰،۲۲)

کدورت به وسیله دستگاه کدورت سنج Eutech، آزمایش PH با استفاده از دستگاه PH متر Eutech، آزمایش کل کربن آلی(TOC) با استفاده از روش SM اکسیداسیون فرابنفش پرسولفات با دستگاه اسپکتوفتومتر DR/4000، جذب ماده آلی در طول موج ۲۵۴ نانومتر(UV254nm) با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر UV/VIS (Shimadzu, Japan) با سل کوارتز ۱ سانتی متری و آزمایش اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD) به روش رفلکس برگشتی، آزمایش آلومینیوم باقی مانده بر طبق روش Eriochrome cyanine R در طول موج ۵۲۵nm انجام شد. تمامی آزمایشات بر طبق کتاب روش های آزمایشات آب و فاضلاب انجام شد، در همه آزمایشات برای سنجش تاثیر PH بر کارایی حذف NOM از محلول ۰/۱ مولار HCl و محلول ۰/۱ مولار NaOH استفاده گردید،(۲۳،۲۴). تمامی مواد شیمیایی مصرفی از شرکت مرک(Merck) آلمان می باشد.

راندمان حذف به شکل زیر محاسبه می گردد (۷) :

$$R = \frac{c_ce}{c} \times 100$$

C : آب خام ورودی

Ce : آب خروجی از فرایند

در پایان کارایی هر یک از منعقدکننده های ذکر شده در حذف کدورت با استفاده از آنالیز کواریانس و رگرسیون تعیین و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شده و P < ۰/۰۵ معنی دار تلقی گردید.

یافته های پژوهش

عملکرد منعقدکننده PASIC :

میزان درصد حذف کل کربن آلی(TOC) و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD) و جذب ماده آلی در طول موج ۲۵۴ نانومتر(UV254nm)، کدورت، یون

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

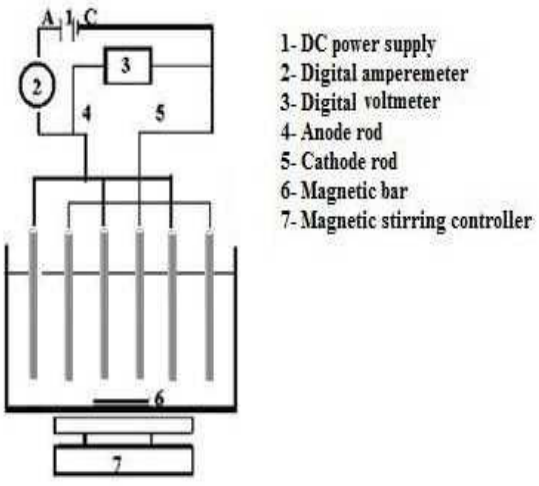
آلومینیوم باقی مانده در غلظت های مختلف مصرفی برروی آب ورودی به تصفیه خانه آب شهر قوچان به ترتیب در نمودار های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ نشان داده شده است. هم چنین میزان ارتفاع لجن تشکیل شده در نمودار ۷ رسم گردیده است. همان طور که از نمودارهای ۱، ۲ و ۳ استنباط می گردد در غلظت ۱ml/L منعقدکننده PASIC بهترین راندمان حذف TOC، COD، جذب ماده آلی در طول موج ۲۵۴ نانومتر(UV254nm) در غلظت ۱ml/L به ترتیب با ۹۳/۷۷، ۹۳/۵ و ۶۳ درصد با pH= ۷ به دست می آید. نتایج آزمون آماری نشان داد که میانگین غلظت در تمامی متغیرها در آب خام ورودی و بعد از انجام فرایند، اختلاف معنی داری وجود دارد،($P <$ ۰/۰۵). با افزایش میزان غلظت PASIC تا ml/L ۱ راندمان حذف افزایش می یابد ولی در ادامه افزایش غلظت با کاهش راندمان همراه است که از غلظت ۵ml/L به بعد میزان حذف در دامنه ثابتی حفظ می گردد. با توجه به نمودار ۶ مشاهده می گردد که درصد حذف کدورت با افزایش میزان غلظت PASIC تا ml/L ۱ افزایش می یابد و به ۹۱ درصد می رسد و این راندمان با افزایش غلظت با هیچ گونه تغییر قابل توجهی همراه نمی باشد، به طوری که همواره در دامنه حذف ۹۵-۹۱ درصد باقی می ماند. نتایج آزمون آماری نشان داد که میانگین کدورت در آب خام ورودی و بعد از انجام فرایند، اختلاف معنی داری وجود دارد،($P<$۰/۰۵). کدورت باقی مانده همواره کمتر از ۰/۲NTU می باشد. با افزایش کدورت تا NTU ۱۰۰ نیز میزان راندمان حذف کدورت افزایش یافته به گونه ای که کدورت باقی مانده همواره کمتر از NTU ۰/۲ می باشد. در نمودار ۶ میزان یون آلومینیوم باقی مانده نمایش داده شده است که هر چه میزان دوز مصرفی افزایش می یابد، آلومینیوم باقی مانده در آب نیز بیشتر می گردد. در نمودار ۱ میزان لجن ته نشین شده در غلظت های مختلف و PH طبیعی آب نشان داده شده است. مشاهده می شود که منعقدکننده PASIC نه تنها بر حذف NOM موثر می باشد، بلکه میزان حذف کدورت و ارتفاع لجن نیز افزایش می یابد. بهترین زمان ته نشینی در ۱۵ دقیقه است. تولید لجن مناسب باعث کاهش مشکلات ته نشینی و هزینه های اضافی می گردد.

عملکرد فرایند الکتروکوگولاسیون:(شکل ۱)

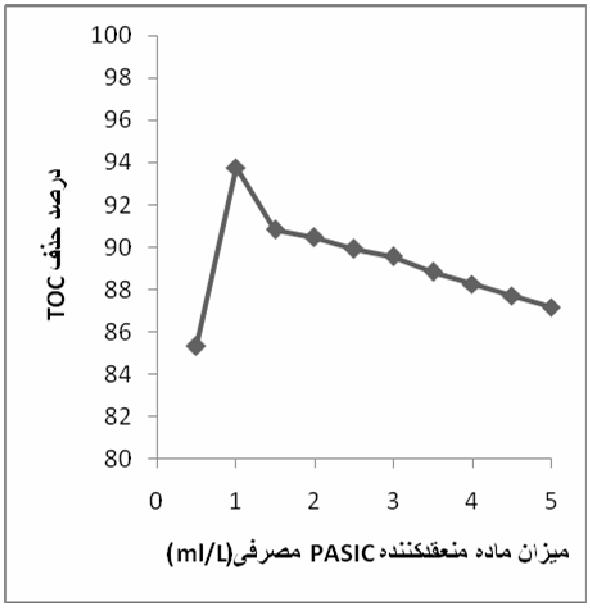
میزان درصد حذف کل کربن آلی(TOC) و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD) و جذب ماده آلی در طول موج ۲۵۴ نانومتر(UV254nm)، کدورت، یون آلومینیوم باقی مانده در ولتاژ های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ و با زمان ماندهای متغیر ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ دقیقه و PH متفاوت به ترتیب در نمودارهای ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ نشان داده شده است. همان طور که در نمودارهای ۸، ۹ و ۱۰ نشان داده شده است میزان حذف TOC، COD و جذب ماده آلی در طول موج ۲۵۴ نانومتر(UV254nm) با افزایش ولتاژ و زمان ماند افزایش می یابد. با ولتاژ۱۰، راندمان حذف مورد قبول برای حد استاندارد NOM در آب به دست خواهد آمد. بین ولتاژ ۱۰ و ۲۰ ولت تفاوت چندانی دیده نمی شود. در طول آزمایشات همواره ولتاژ ۳۰ ولت بهترین نتایج را نشان داد. طبق نتایج به دست آمده، با افزایش زمان ماند در تمامی ولتاژها تا زمان ماند ۳۰ دقیقه، راندمان حذف به صورت چشمگیری افزایش می یابد. از زمان ماند ۳۰ تا ۶۰ دقیقه با افزایش درصد حذف به میزان ۱۰ درصد همراه هستیم. به گونه ای که بیشترین درصد حذف کل کربن آلی(TOC) ۸۹ درصد و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD) ۹۹/۷۵ درصد، جذب ماده آلی در طول موج ۲۵۴ نانومتر(UV254nm)، در ولتاژ ۳۰ ولت و زمان ماند۶۰ دقیقه و pH= ۶/۵ مشاهده می گردد. نتایج آزمون آماری نشان داد که میانگین غلظت در تمامی متغیرها در آب خام ورودی و بعد از انجام فرایند اختلاف معنی داری وجود دارد،($P <$ ۰/۰۵). نمودار ۱۰ درصد حذف کدورت در ولتاژهای متغیر و زمان ماند متفاوت و PH طبیعی آب نشان داده شده است که بیشترین درصد حذف در ولتاژ ۳۰ ولت و زمان ماند۳۰ دقیقه و pH= ۶/۵ ۵۰ درصد است. نتایج آزمون آماری نشان داد که بین میانگین کدورت در آب خام ورودی و بعد از انجام فرایند اختلاف معنی داری وجود دارد،($P <$ ۰/۰۵). بیشترین درصد حذف کدورت در ۳۰

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

دقیقه اول به دست آمد و با افزایش زمان ماند میزان حذف کدورت همواره ثابت است. با توجه به نمودار ۱۱، همواره میزان آلومینیوم باقی مانده کمتر از حد تعیین شده بود.(۰/۳ mg/L)

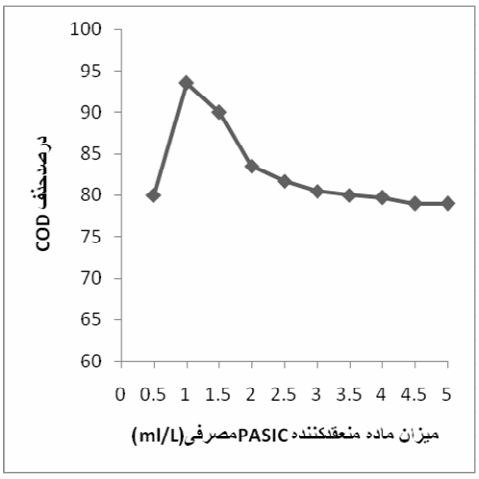


شکل ۱. پایلوت فرایند الکتروکواگولاسیون مورد استفاده در آزمایش

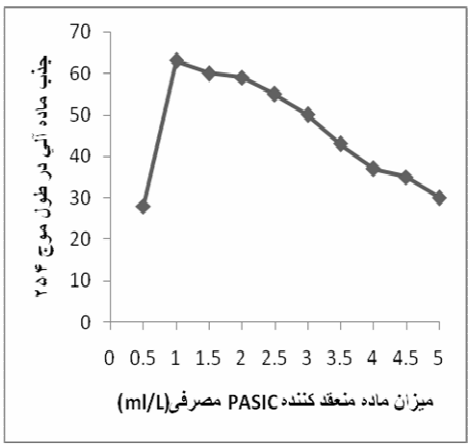


نمودار ۱. راندمان کننده PASIC در حذف کل کربن آلی(TOC)

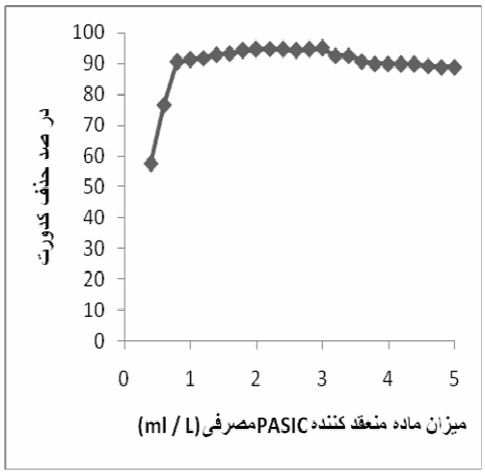
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]



نمودار ۲. راندمان منعقدکننده PASIC در حذف اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD)

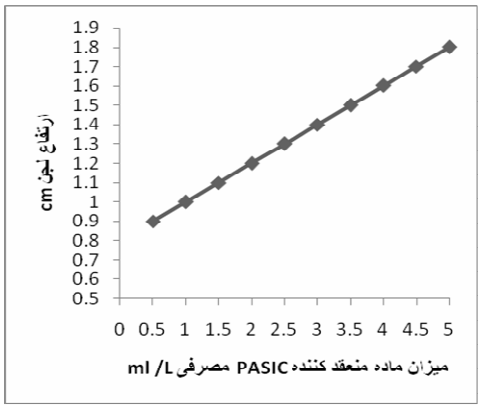


نمودار ۳. راندمان منعقدکننده PASIC در جذب ماده آلی در طول موج ۲۵٤ nm

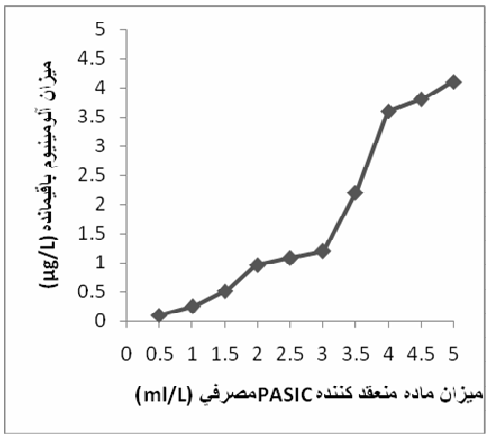


نمودار ٤. راندمان منعقدکننده PASIC در حذف کدورت

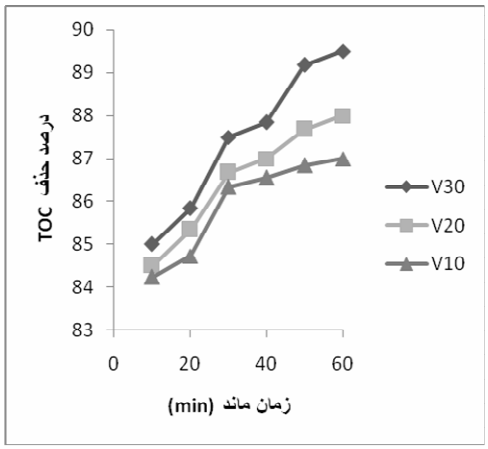
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]



نمودار ۵. آلومینیوم باقی مانده پس از عملکرد منعقدکننده PASIC

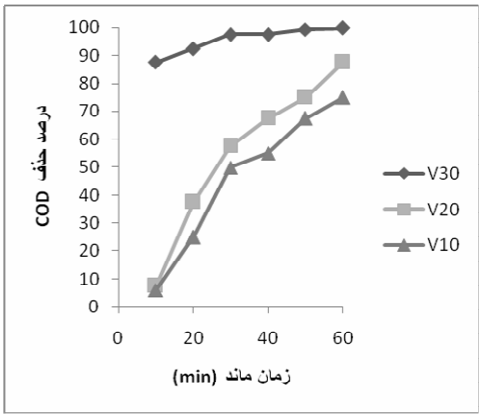


نمودار ٦. میزان ابر تشکیل شده از منعقدکننده PASIC

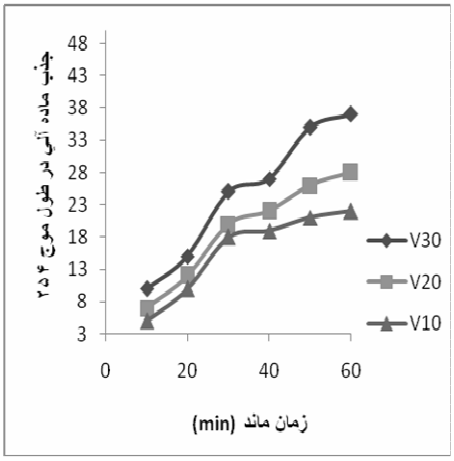


نمودار ۷ . میزان حذف کل کربن آلی(TOC) به وسیله فرایند الکتروکواگولاسیون

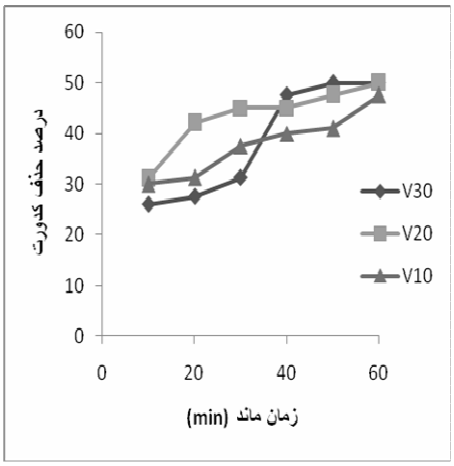
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]



نمودار ۸. میزان حذف اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD) به وسیله فرایند الکتروکواگولاسیون

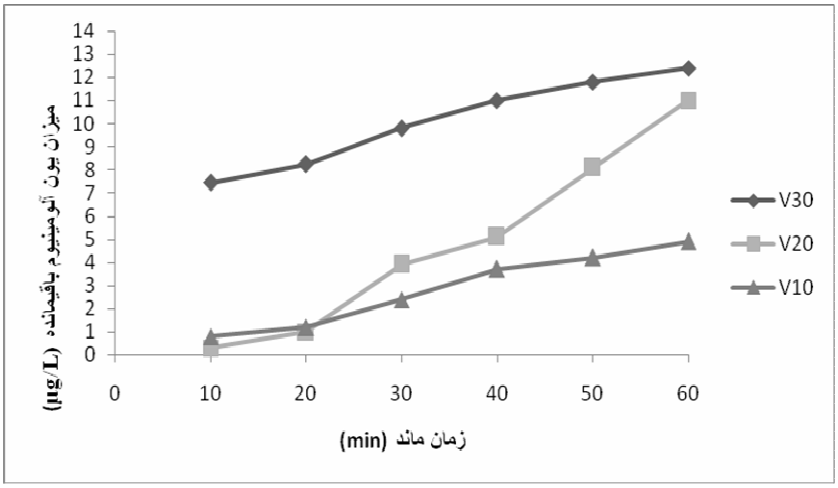


نمودار ۹. راندمان فرایند الکتروکواگولاسیون در جذب ماده آلی در طول موج nm ۲۵٤



نمودار ۱۰. راندمان فرایند الکتروکواگولاسیون در حذف کدورت

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]



نمودار ۱۱. میزان یون آلومینیوم باقی مانده پس از عملکرد فرایند الکتروکواگولاسیون

جدول ۱. پارامترهای کیفی آب خام ورودی به تصفیه خانه قوچان

پارامتر	مقدار (برحسب متوسط سالیانه)
کل کربن آلی (TOC mg/L)	۱۲
جذب ماده آلی در طول موج ۲۵۴ نانومتر (1/Cm)	۰/۱
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD mg/L)	۶۰
میزان یون آلومینیوم(mg/L)	۰/۰۱
کدورت	۲۵
دما (برحسب سانتیگراد)	۱۸
PH	۷/۷۵

بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان داد منعقد کننده PASIC در غلظت پایین قادر به حذف بالای از NOM و کدورت می باشد. که این نتایج با مطالعه ای که توسط گائو و همکاران در چین بر روی خصوصیات PASIC در تصفیه آب صورت گرفت، مطابقت دارد،(۱۰). با توجه به راندمان بسیار بالای این منعقدکننده و میزان هزینه پائین آن نسبت به سایر منعقدکننده های متداول، استفاده از این منعقدکننده می تواند جایگزین مناسبی در تصفیه آب باشد. نتایج حاصله از پژوهش فرایند EC نشان داد که این فرایند قادر به حذف NOM و کدورت آب تا حد استاندارد تعیین شده W.H.O در زمان ماند ۳۰ دقیقه و ولتاژ ۱۰ ولت و PH= ۶/۵ می باشد. با افزایش زمان ماند ولتاژ، میزان حذف نیز افزایش می یابد. با توجه به کسب راندمان مورد نظر آب شرب و هزینه بیشتر افزایش ولتاژ، ولتاژ ۱۰ ولت و زمان ماند ۳۰ دقیقه کاملاً مقرون به صرفه و مناسب می باشد. بنا بر این افزایش ولتاژ و زمان ماند تفاوت چندانی در راندمان حذف نداشته است. نتایج به دست آمده با مطالعه ای که توسط اوندر و همکاران در ترکیه بر روی فرایند الکتروکواگولاسیون انجام دادند و توانستند به ترتیب COD و کدورت را ۶۰ و ۷۶ درصد حذف کنند، هم خوانی دارد،(۱). هم چنین نتایج با تحقیقی که باگا و همکاران در چین بر روی مقایسه EC و منعقدکننده های شیمیایی متداول بر پایه آهن انجام داده بودند، مطابقت دارد،(۹). ژو.بی و همکاران در تایلند پیشنهاد کردند که به جای مواد منعقدکننده متداول از EC در حذف NOM در طول غشاء پیش تصفیه استفاده گردد،(۱۳). عملکرد منعقدکننده های

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

متداول نسبت به PASIC در حذف کدورت به شکل زیر است:PASIC>AlCl3>PAC>Al2(SO4)3 که به ترتیب PASIC ۹۵ درصد، AlCl3 ۹۴ درصد، PAC۹۱/۵ درصد و Al2(SO4)3 ۹۰/۵ درصد حذف می رسد،(۸). آلومینیوم باقی مانده از منعقدکننده PASIC کمتر از ۴/۱ µg/L و در EC کمتر از ۱۵ µg/L می باشد. میزان یون آلومینیوم باقی مانده در اثر منعقدکننده آلوم به۵۰ µg/L می رسد،(۴). در رابطه با ارتباط آلومینیوم محلول در آب و بیماری آلزایمر هشدارهای بسیاری داده شده است،(۸). نسبت آلومینیوم باقی مانده در سه ماده منعقدکننده متداول به صورت Al2(SO4)3>AlCl3>PAC می باشد،(۸). این تحقیق مشخص می کند که میزان یون آلومینیوم باقی مانده در PASIC وEC، همواره کمتر از حد مجاز استانداردهای جهانی و استاندارد آب ایران می باشد و مشکلی برای سلامتی ایجاد نخواهد کرد. در پایان میزان حذف TOC، COD، جذب ماده آلی در طول موج ۲۵۴ نانومتر(UV254nm) و کدورت به وسیله PASIC بهتر از فرایند الکتروکواگولاسیون بود و با توجه به هزینه ها و راندمان کارایی منعقدکننده PASIC در حذف NOM مناسب تر از فرایند EC می باشد. هم چنین نتایج آزمون آماری t مستقل، این اختلاف را معنی دار نشان می دهد($P < ۰/۰۰۱$) و کارایی بیشتر PASIC در حذف تمامی متغیرها نسبت الکتروکواگولاسیون را تائید می کند، ولی در مجموع هر دو روش مورد ذکر برای حذف مواد آلی طبیعی از آب مناسب و قابل طرح می باشند.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می دانند از کمیته تحقیقات بهداشت محیط و شرکت آب و فاضلاب استان خراسان رضوی و هم چنین خانم مهندس قوچانی و خانم مهندس نویدی که در اجرای این تحقیق همکاری نمودند، تشکر و قدردانی نمایند.

References

1-Qin J, Htun Oo M, Kiran A Kekre, Knops F, Miller P. Impact of coagulation pH on enhanced removal of natural organic matter in treatment of reservoir water. J Separation & Purification Technology 2006;49;295-8.

2-Leea W, Westerhoff P. Dissolved organic nitrogen removal during water treatment by aluminum sulfate and cationic polymer coagulation. J Water Research 2006;40: 3767-74.

3-Zazouli MA, Nasseri S, Mahvi AH, Mesdaghinia AR, Younecian M, Gholami M. Determination of hydrophobic and hydrophilic fractions of natural organic matter in raw water of Jalalieh and Tehran Ppars water treatment plants(Tehran). J Applied Sciences 2007;7(18):2651-5.

4-Selcuka H, Rizzob L, Anastasia N, Nikolaouc, Mericb S, Belgiornob V, et al. DBPs formation and toxicity monitoring in different origin water treated by ozone and alum/PAC coagulation. J Desalination 2007;210:31-43.

5-Duan J, Wangb J, Grahanf N, Wilsonb F, Wark I. Coagulation of humic acid by aluminium sulphate in saline water conditions. J Desalination 2002;150:1-14.

6-Emma L Sharp, Simon A Parsons, Jefferson B. Seasonal variations in natural organic matter and its impact on coagulation in water treatment. J Science of The Total Environment 2006;363:183-94.

7-Matilainen A, Vieno N, Tuhkanen T. Efficiency of the activated carbon filtration in the natural organic matter removal. J Environment International 2006;32:324-31.

8-Yang ZL, Gao BY, Yue QY, Wang Y. Effect of pH on the coagulation performance of Al-based coagulants and residual aluminum speciation during the treatment of humic acid–kaolin synthetic water. Hazardous Materials 2010;178:596-603.

9-Bagga A, Chellam S, Dennis A Clifford. Evaluation of iron chemical coagulation and electrocoagulation pretreatment for surface water microfiltration. J Membrane Science 2008;309:82-93.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

10-Gao BY, Yue QY, Wang BJ, Chu YB. Poly-aluminum-silicate-chloride(PASiC)-a new type of composite inorganic polymer coagulant. J Colloids And Surfaces A: Physicochem Eng Aspects 2003;229:121-7.
11-Gao BY, Hahn HH, Hoffmann E. Evalution of aluminum-silicate polymer composite as a coagulant for water treatment.Water Reserch 2002;36:3573-81.
12-Gao BY, Yue QY, Wang Y. Coagulation performance of polyaluminum silicate chloride(PASiC) for water and wastewater treatment. J Separation And Purification Technology 2007;56:225-30.
13-Zhu B, Clifford DA, Chellam S. Comparison of electro coagulation and chemical coagulation pre treatment for enhanced virus removal using microfiltration membranes. Water Research 2005;39:3098-108 .
14-Yilmaz E, Boncukcuoglu R, Kocakerim M. A quantitative comparison between electrocoagulation and chemical coagulation for boron removal from boron-containing solution. J Hazardous Materials 2007;149:475-81.
15-Onder E, Savas A¸ Koparal, Ogutveren U. An alternative method for the removal of surfactants from water: electrochemical coagulation. J Separation and Purification Technology 2007;52:527-32.
16-Nabil S Abuzaid, Alaadin A Bukhari, Zakariya M Hamouz. Ground water coagulation using soluble stainless steel electrodes. J Advances in Environmental Research 2002;6:325-33.
17-Vepsäläinen M, Ghiasvand M, Selin J, Pienimaa J, Repo E, Pulliainen M, et al. Investigations of the effects of temperature and initial sample pH on natural organic matter(NOM) removal with electrocoagulation using response surface method(RSM). J Separation and Purification Technology 2009;69:255-6.
18-Chou w, Wang C, Hsu C, Huang K, Liu T. Removal of total organic carbon from aqueous solution containing polyvinyl alcohol by electrocoagulation technology. J Desalination 2010;259:103-10.
19-Leiknes T, degaard H, Myklebust H. Removal of natural organic matter(NOM) in drinking water treatment by coagulation-microfiltration using metal membranes. J Membrane Science 2004;242:47-55.
20-Zazouli MA, Nasseri S, Mahvi AH, Gholami M, Mesdaghinia AR, Younesian M. Retention of humic acid from water by nanofiltration membrane and influence of solution chemistry on membrane performance. Iranian J of Environmental Health Science and Engineering 2008; 5(1): 11-18.
21-BY Gao, QY Yue, BJ Wang. The chemical species distribution and transformation of polyaluminum silicate chloride coagulant. Chemosphere 2002; 46(6):809-13.
22-Abdolahzadeh M, Torabian A, Hassani A.H. [Comparison of the performance of poly aluminum chloride(PACl), ferric(FeCl3), in turbidity and organic matter removal; from Water chloride source, case-study: Karaj river, in Tehran water treatment plant]. Ab-o-Fazelab Publication 2009;2:23-31.(Persian)
23-APHA/AWWA/WEF,(1999). "Standard method for examination of water and wastewater". 20th ed, Washington DC. American Public Health Association Publ.p.2340.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

Comparison of Polyaluminum Silicate Chloride And Electrocoagulation Process in Natural Organic Matter Removal from Surface Water

Malakutian M[1], Mahvi M.H[2], Heidari M.H[1], Mostafavi A[3]*

(Received: 17 Jul. 2010 Accepted: 1 Jan. 2011)

Abstract

Introduction: Removal of natural organic matter is of the most important objectives of water treatment plants, but reducing these pollutants is not so efficient as it is required in convention treatment. Coagulation is one of the important processes in water treatment plants. The experts attempt to find out both low costs and high efficient coagulation in water treatment plants. The purpose of this study was to compare the performance of composite polyaluminum silicate chloride (PASiC) and aluminum electrocoagulation in Natural Organic Matter (NOM) removal of raw surface water.

Materials & Methods: In this study , the jar test was used to investigate the effects of the turbidity, total organic matter (TOC), absorption at a wavelength of 254nm (UV254nm), (COD), alkalinity, residual aluminum on electrocoagulation (EC) and polyaluminum silicate chloride (PASIC) coagulant in winter and spring 2010.

Findings: The results demonstrated that PASIC coagulation was capable of removing TOC 93.77%, COD 93.5%, U.V 63%, turbidity 95% at optimum concentration of 1-5 (ml/L) in raw water. EC, in contrast, removed TOC89%, COD 99.75%, U.V 37% and turbidity 50%.

Discussion & Conclusion: These pilot-scale results, demonstrate the significant advantage of PASIC compared with EC for NOM and turbidity removal. Residual aluminum in treated water are below the recommended rate by WHO legislation (0.3 mg/L). Finally, it can be concluded that PASIC and EC process (using AL electrodes) is a reliable, efficient and cost-effective method for removal of NOM from surface water.

Keywords: polyaluminum silicate chloride, electrocoagulation, natural organic matter, coagulation and flocculation

1.Dept of Environmental Health, Health School, Kerman University of Medical Science, Kerman, Iran
2.Dept of Environmental Health, Health School, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran
3.Dept of Chemistry, Faculty of Sciences, Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
**(corresponding author)*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]