کاربرد پلی آلومینیوم کلراید در تصفیه آب آشامیدنی آبادان

امیرحسین محوی*[1]، راضیه شیخی[1]

تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

چکیده

مقدمه: در آبهای سطحی انواع مختلفی از مواد معلق و کلوئیدی وجود دارد که جهت حذف آنها در تصفیه خانه های آب باید از مواد منعقدکننده استفاده گردد. یکی از جدیدترین مواد منعقدکننده پلی آلومینیوم کلراید با علامت اختصاری PAC1 می باشد.

در این مطالعه برای حذف کدورت از آب رودخانه های اروند و بهمنشیر که منابع تامین آب آبادان به حساب می آیند، از PAC1 استفاده گردید.

مواد و روشها: جهت انتخاب دوز بهینه و شرایط عملکردPAC1 در تصفیه آب آبادان، نمونه به تعداد کافی از منابع تامین آب این شهر تهیه گردید. با توجه به افزایش کدورت آب در فصول بارانی، کدورت تعدادی از این نمونه ها با افزودن خاک رس افزایش داده شد و دوز بهینه منعقدکننده از طریق آزمایش جار تعیین گردید. همچنین به دلیل اهمیت باقی ماندن آلومینیوم و مواد آلی در آب تصفیه شده، علاوه بر آزمایشات معمول آب شناسی، آزمایشات تعیین آلومینیوم و COD نیز انجام شد.

یافته های پژوهش: نتایج نشان می دهد درصد حذف کدورت در آزمایش جار نمونه های آب خام رودخانه های اروند و بهمنشیر ۹۸-۹۰٪ بوده و مقدار آلومینیوم باقی مانده ۰/۴۱mg/l می باشد. اما در شرایطی که کدورت افزوده شده است، درصد حذف کدورت ۹۹-۹۸٪ و مقدار آلومینیوم باقیمانده بطور متوسط ۰/۰۶mg/l می باشد.

نتیجه گیری نهایی: نتایج بطور کامل بیانگر عدم وجود مخاطرات بهداشتی در کاربرد این ماده منعقدکننده در تصفیه آب می باشد، زیرا که غلظت تمامی آلاینده های باقی مانده در آب بعد از تصفیه با PAC1 به کمتر از حدود مجاز از لحاظ ترسیب رسیده است و بدین ترتیب و با توجه به مزایای PAC1 نسبت به سایر منعقدکننده ها پیشنهاد می گردد در تصفیه آب آبادان مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی: پلی آلومینیوم کلراید ، آزمایش جار ، تصفیه آب آبادان

۱- انستیتو تحقیقات بهداشتی، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-03-28]

مقدمه

آبهای سطحی عموماً محتوای انواع مختلفی از ناخالصی های کالوئیدی هستند که باعث کدورت و تا حدودی رنگ می شوند. برای حذف کلوئیدها باید ذرات مجرای کلوئید با هم مجتمع و از نظر اندازه بزرگ شوند. برای این کار می توان از مواد شیمیایی استفاده کرد. این مواد نیروهایی را که موجب پایداری ذرات کلوئیدی می شوند خنثی می کنند. به فرآیند ناپایدارسازی ذرات کلوئیدی انعقاد شیمیایی می گویند . سپس به ذرات ناپایدار شده در حالی که به آرامی به هم زده می شود زمان داده می شود تا لخته ها ایجاد شوند که به این عمل فلوکولاسیون می گویند. سرانجام آب از حوضچه ته نشینی رد می شود و در آنجا مواد جامد لخته شده بوسیله ته نشینی حذف می شوند (۱).

مهمترین عوامل موثر در کارایی فرآیند انعقاد عبارتند از: pH، یونهای موجود در محلول آبی (قدرت یونی آب)، غلظت مواد هیومیک، دمای آب و نوع منعقدکننده (۲).

یکی از جدیدترین مواد منعقدکننده پلی آلومینیوم کلراید با علامت اختصاری PACI می باشد.

پلی آلومینیوم کلراید با فرمول $[Al_2(OH)_{6-x}Cl_xYH2O]_Z$ به نوعی از منعقد کننده ها گفته می شود که قدرت و سرعت بالایی در جداسازی و استخراج ناخالصی های آب دارند، که در اثر خنثی شدن کلراید آلومینیوم با برخی از محلولهای بازی در دو نوع با سولفات و بدون سولفات تهیه می شود. تفاوت آن با سولفات آلومینیوم به دلیل نوع ساختار آلومینیوم در هر کدام از این نمک هاست. در سولفات آلومینیوم یونهای Al^{3+} موجود می باشند. مشخصه PACl این است که در کنار کلراید و سولفات، بخشی از آن نیز شامل یون های هیدروکسید می باشد. این یون های هیدروکسید باعث ایجاد مجموعه های کوچک پولیمر از Al در PACl می شوند.

بخش اصلی در PACl را در مجموعه Al_{13}^{7+} تشکیل می دهد. به دلیل تناسب مناسب تر بار الکتریکی به شعاع، این گونه ساختارهای پلیمری تاثیر بهتری بر بی ثباتی کلوئیدها دارند تا مولکولهای منفرد Al^{3+}(۳ و ۴).

در خصوص مزایای PACl بعنوان منعقدکننده، موارد متعددی ذکر شده است که می توان گفت مهمترین این امیتازها قابلیت استفاده از دامنه های بسیار وسیعتری از کدورت و دمای آب می باشد.

امروزه PACl در تصفیه خانه های کشورهای پیشرفته جهان همانند ژاپن، آمریکا، کانادا، چین، فرانسه، انگلستان، آلمان و ایتالیا بدلیل عملکرد بهتر و بهداشتی بودن جایگزین سولفات آلومینیوم و کلرور آهن شده است (۴).

در این مطالعه نیز برای بهبود کیفیت آب رودخانه های بهمنشیر و اروند که دو منبع اصلی تامین آب در آبادان می باشند از ماده منعقدکننده PACl استفاده شده است.

مواد و روش ها

در این تحقیق کاربرد پلی آلومینیوم کلراید در تصفیه آب آبادان از نظر انتخاب دوز بهینه و شرایط بهینه عملکرد آن، مورد بررسی قرار گرفت. مراحل اساسی این تحقیق در بخش های مختلف به شرح ذیل انجام شده است:

– آزمایشات در فصل تابستان انجام شد، محل نمونه برداری رودخانه های اروند و بهمنشیر بود. نمونه ها جمع آوری و به آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران ارسال گردید. برای نمونه های ارسالی آزمایشات معمول کیفیت آب خام و COD انجام گرفت.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-03-28]

– کدورت نمونه های ارسالی سنجیده شد و هر نمونه در یک محدوده کدورت قرار گرفت.

– آزمایش جار (انعقاد، لخته سازی و ته نشینی) با توجه به غلظت های مختلف مواد معلق و تزریق مقادیر مختلف ماده منعقدکننده PACl در هر یک از محدوده های کدورت انجام گردید.

– با بررسی کدورت ها و مشاهده فلوک ها، دوز بهینه ماده منعقدکننده مشخص گردید.

– نمونه ای که مقدار مصرف ماده منعقدکننده آن بهینه بود، انتخاب و بر روی آن آزمایش های Al, COD و حجم لجن انجام شد.

– بعد از تعیین مقدار بهینه، باید بهترین محدوده pH هم مورد بررسی قرار گیرد. pH نمونه ها را بین ۹-۴ تنظیم کرده و آزمایش جار با تزریق مقدار بهینه مجدداً انجام شد و بهترین محدوده pH تعیین گردید .سپس نمونه بهینه از نظر آزمایش Al و COD و حجم لجن مورد بررسی قرار گرفت.

– در مرحله بعد نمونه های هر رودخانه بطور جداگانه توسط همزن مخلوط و یک کدورت همگن حاصل و آزمایش جار بر روی آن انجام گردید.

– بدلیل اینکه در روزهای بارانی کدورت آب خام در این رودخانه ها می تواند تا حدود ۸۰۰ الی ۹۰۰ واحد نفلومتری افزایش یابد، به نمونه ها بصورت دستی کدورت افزوده شد تا مقدار دوز بهینه ماده منعقدکننده بررسی گردد. برای افزایش کدورت از خاک رسی که از الک شماره ۱۲۰ µ عبور کرده بود استفاده شد و بعد نمونه ها توسط همزن مخلوط گردیده و در کدورت های ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ واحد نظری، آزمایش جار بر روی آنها انجام شد. سپس اندازه گیری حجم لجن و آزمایشات Al و COD انجام شد. از آنجا که آزادسازی و یا مازاد آلومینیوم پس از فرایند انعقاد با PACl محتمل به نظر می رسید، توجه به غلظت آلومینیوم در آب خام و آب تصفیه شده در مراحل مختلف کاملاً ضروری بود.

نتایج

محدوده های کدورت برای رودخانه اروند (۳۰،۲۰ و ۴۰ واحد کدورت) و برای رودخانه بهمنشیر (۱۵۰و۱۰۰،۶۰،۴۰ واحد کدورت) تعیین گردید. راندمان حذف کدورت در آزمایش جار این نمونه ها در حدود ۹۰٪-۹۸ حاصل شد. جداول ۱ و ۲ نتایج آزمایش جار برروی نمونه مخلوط شده رودخانه های مذکور را نشان می دهد.

در مرحله بعد کدورت بطور دستی افزوده شد و قدرت عمل PACl بررسی گردید. جداول ۳ و ۴ این مطلب را نشان می دهد. در نمودار ۱ آلومینیوم باقیمانده پس از آزمایش جار در نمونه های رودخانه اروند را نشان داده شده است.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-03-28]

جدول ۱- آزمایش جار رودخانه بهمنشیر (نمونه مخلوط)

Dose PACl mg/l		۵	*۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
کدورت بعد از آزمایش جار(NTU)		۸/۳۲	۳/۶۶	۲/۱۸	۲/۲۸	۲/۷۲
راندمان حذف ٪		۹۶/۶	۹۷/۵	۹۸/۵	۹۸/۴	۹۸/۱
pH بعد از آزمایش جار		۷/۸	۷/۷	۷/۶	۷/۵	۷/۴
COD (mg/l)		۱۲	۱۲	۱۰	۱۲	۱۲
Al (mg/l)		۰/۴	۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۳۹	۰/۴۱
قلیائیت $CaCo_3$(mg/l)		۱۳۰	۱۳۶	۱۴۵	۱۳۱	۱۲۶
هدایت الکتریکی (µs/cm)		۱۶۴۵	۱۶۴۳	۱۶۴۲	۱۶۲۴	۱۶۵۲
حجم لجن (ml/l)	۱۵ min	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۷	۰/۷
	۳۰ min	۱/۳۱	۱/۶	۱/۷	۱/۷	۱/۸

* مقدار بهینه PACl ، ۱۰ mg/l است.

Turbidity= ۱۵۰ NTU

pH= ۷/۸

EC= ۱۶۵۴ µs/cm

Cl^-= ۳۳۰ mg/l

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-03-28]

جدول ۲- آزمایش جار رودخانه اروند(نمونه مخلوط)

Dose PACl mg/l		۵	*۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
کدورت بعد از آزمایش جار (NTU)		۳/۴۵	۱/۵۷	۱/۴۱	۰/۹۱	۰/۸۸
راندمان حذف ٪		۹۳/۷	۹۷	۹۷	۹۸/۳	۹۸/۴
pH بعد از آزمایش جار		۸	۷/۹	۷/۸	۷/۷	۷/۶
COD (mg/l)		۲	۲	۲	۲	۲
Al (mg/l)		۰/۳۹	۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۴	۰/۴۳
قلیائیت $CaCo_3$(mg/l)		۱۴۱	۱۳۴	۱۳۲	۱۴۰	۱۲۷
هدایت الکتریکی (µs/cm)		۱۶۴۸	۱۶۶۷	۱۶۵۲	۱۶۵۳	۱۶۶۶
حجم لجن (ml/l)	۱۵ min	۰/۴	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۰/۷
	۳۰ min	۱/۲	۱/۶	۱/۶	۱/۷	۱/۷

* مقدار بهینه PACl ، ۱۰ mg/l است.

Turbidity= ۵۶ NTU

pH= ۸

EC= ۱۶۸۰ µs/cm

Cl^-= ۳۷۰ mg/l

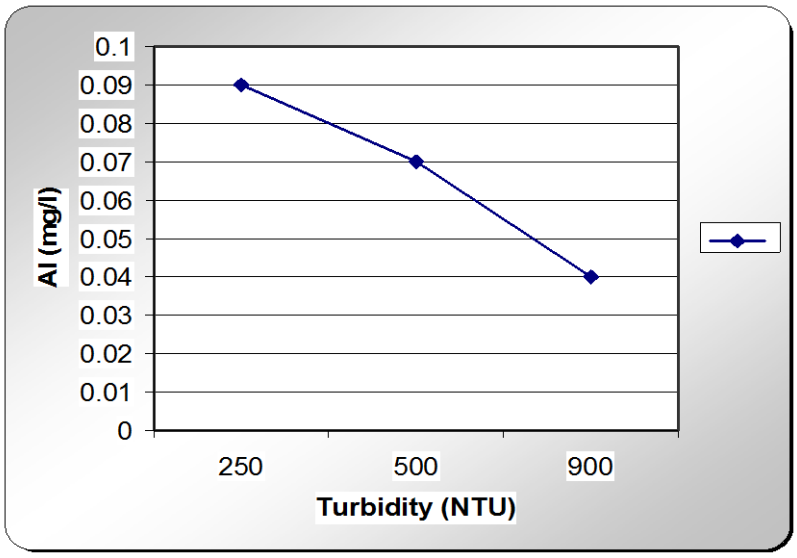
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-03-28]

جدول ۳- نتایج آزمایش جار مربوط به نمونه آب رودخانه اروند (با خاک رس برای بالا بردن کدورت)

حجم لجن پس از ۳۰ دقیقه زمان ته نشینی (ml/l)	حجم لجن پس از ۱۵ دقیقه (ml/l) زمان ته نشینی	Al باقیمانده (mg/l)	pH بعد از آزمایش جار	حذف کدورت در دوز بهینه (٪)	دوز بهینه (mg/l)	کدورت نمونه (NTU)
۱/۹	۱	۰/۰۹	۷/۷	۹۹	۱۰	۲۵۰
۳/۵	۲/۸	۰/۰۷	۷/۷	۹۹	۱۰	۵۰۰
۴/۵	۴	۰/۰۴	۷/۵	۹۹/۴	۱۴	۹۰۰

جدول ٤- نتایج آزمایش جار مربوط به نمونه آب رودخانه بهمنشیر (با خاک رس برای بالا بردن کدورت)

حجم لجن پس از زمان ته نشینی ۳۰ دقیقه (ml/l)	حجم لجن پس از ۱۵ دقیقه زمان ته نشینی (ml/l)	Al باقیمانده (mg/l)	pH بعد از آزمایش جار	حذف کدورت در دوز بهینه (٪)	دوز بهینه (mg/l)	کدورت نمونه (NTU)
۲	۱/۸	۰/۰۴	۷/۷	۹۸/۶	۱۰	۲۲۵
۳/۴	۲/۸	۰/۰۲	۷/۷	۹۹/۴	۱۰	۵۰۰
۴/۷	۴/۲	۰/۰۸	۷/۸	۹۹	۷	۷۰۰



نمودار ۱- آلومینیوم باقیمانده پس از آزمایش جار در نمونه های آب رودخانه بهمنشیر با افزایش کدورت

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-03-28]

بحث و نتیجه گیری

آزمایشات انجام شده بر روی پلی آلومینیوم کلراید نشان می دهد که چون اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) آن صفر می باشد، مصرف این ماده بعنوان منعقدکننده در فرایند تصفیه آب نمی تواند هیچ مقدار ماده آلی به آب اضافه کند.

درخصوص مقایسه پارامترهای آب رودخانه های بهمنشیر و اروندرود، مقادیر کدورت و مواد معلق در رودخانه اروندرود پایین تر از رودخانه بهمنشیر می باشد و چنانچه بتوان آب بیشتری از رودخانه اروندرود جهت انتقال به تصفیه خانه آب برداشت نمود، مناسبتر می باشد.

به لحاظ پارامترهای هدایت الکتریکی و باقیمانده خشک، تفاوت خاصی بین این دو رودخانه وجود ندارد. مقدار سختی کل در این دو رودخانه تقریباً یکسان و در محدوده آبهای سخت می باشد. به دلیل ورود پسابهای صنعتی، کشاورزی و غیرکشاورزی (ناشی از اجرای طرحهای توسعه کشاورزی و پرورش ماهی و میگو) و فاضلاب شهری به رودخانه کارون، کاهش نزولات جوی و افزایش مصرف آب در سالهای اخیر، مشکل عمده آب این رودخانه ها افزایش کلرور و شوری می باشد (۶ و ۷).

با توجه به سایر پارامترهای کیفی آب خام در این دو رودخانه، فرایندهای تصفیه متداول شامل: آشغالگیر، ته نشینی اولیه، انعقاد، لخته سازی، ته نشینی ثانویه، صاف سازی و کلرزنی برای تصفیه آب و رسیدن به استانداردهای آب شرب، مناسب است. اما با توجه به بالا بودن کدورت و مواد معلق، لازم است فرایند انعقاد و لخته سازی بطور کامل و دقیق اجرا گردد.

آزمایشات جار آب خام رودخانه های بهمنشیر و اروندرود نشان می دهد که راندمان حذف کدورت خوب بوده (۹۸-۹۰٪) و غلظت ماده منعقدکننده کم است که از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است اما مقدار آلومینیوم باقیمانده(۳۹/۴۳ mg/l-۰/۰) بالاتر از حد استاندارد Al (۰/۲mg/l) در آب می باشد. به دلیل اینکه آب خام این دو رودخانه فاقد آلومینیوم است بنابراین وجود آلومینیوم پس از فرایند تصفیه ناشی از کاربرد PACl است.

با توجه به جداول ۳ و ۴ بالاتر بودن راندمان حذف کدورت در این آزمایشات به علت اضافه کردن خاک رس و افزایش مواد معلق بوده است. مواد معلق می توانند فرایند ته نشینی را بهبود بخشند. غلظت آلومینیوم باقیمانده پس از جارتست از مقدار استاندارد بسیار پایین تر می باشد. علت آن، اضافه کردن خاک رس به آب بوده است که بعنوان کمک به منعقدکننده عمل کرده و جاذب آلومینیوم از آب است (نمودار ۱). استفاده از پلی آلومینیوم کلراید در این مطالعه نه تنها مقدار COD را افزایش نداده بلکه مقدار آن را کاهش داده است.

با توجه به اینکه غلظت پلی آلومینیوم کلراید مصرفی نسبت به سایر منعقدکننده ها به ازای هر مترمکعب آب با کدورت یکسان، بسیار کمتر می باشد، حجم لجن تولید شده به مراتب کمتر خواهد بود. در ضمن زمان ته نشینی لخته های تولید شده با ماده PACl نسبت به سایر مواد منعقدکننده کمتر می باشد و این خود می تواند در کاهش حجم و هزینه تاسیسات اثر مثبت داشته باشد(۸).

در نهایت با توجه به اینکه غلظت های کمتری از پلی آلومینیوم کلراید نسبت به سایر مواد منعقدکننده استفاده می شود، به نظر می رسد که هزینه مواد منعقدکننده مصرفی به ازای هر متر مکعب آب تصفیه شده کاهش یابد(۸).

سپاسگزاری

از معاونت مهندسی خدمات فنی پالایشگاه نفت آبادان و انستیتو تحقیقات بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی تهران به دلیل تامین اعتبار طرح و فراهم نمودن تسهیلات قدرانی و تشکر می شود.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-03-28]

Referenses

1- Graham NJD. Ortho kinetic flocculation in rapid filtration, Water Research 1986; 54: 715- 724.

2- UNESCO, WHO and UNEP"Water Quality Assessments". 25Ed, Chapman & Hall. Ltd, Landon.

3- Todd I A, Verdoes D, Sijstermans L, et al."The Removal of Strontium and Cadmium from Aqua streams.

4-WHO."Guideline for Drinking Water Quality",(1997)Second Edition. Vol.3.

5-APHA/AWWA/WPCF., "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", (1995) 20th Edition, APHA, N. W, Washington D. C.

6-Technical Office, Management of Water Resources Basic Studies, Surface Water Affairs," Survey in the Saltiness Trend of Bahmanshir Water in summer and fall", Oct.2000.

7-Kashkooli A, Hossein Zare N,"The Long Term Effect of New Irrigation Projects on Caroon Water Quality", Center for Water Resources Research 2001; 36: 522- 29.

8- Mahvi AH, Ahmadi Moghaddam M, "Technical, Economical and Healthy Evaluation of PACL Application in water Treatment "Iranian Journal Public Health 2003; 32: 6-8.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-03-28]