Archive of SID

کاربرد پلي آلومينيوم کلراید در تصفيه آب آشاميدني آبادان

اميرحسين محوي: انستيتو تحقيقات بهداشتي، مرکز تحقيقات محيط زيست، دانشگاه علوم پزشکي تهران
راضيه شيخي - انستيتو تحقيقات بهداشتی، مرکز تحقيقات محيط زيست، دانشگاه علوم پزشکی تهران

تاريخ دريافت: ۸۵/۹/۱
تاريخ پذيرش:۸۵/۱۲/۱۲

واژه هاي کليدي: پلي آلومينيوم کلراید ، آزمايش جار ، تصفيه آب آبادان

چکيده

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.

يافته هاي 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.

نتيجه گيري نهايي: 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.

www.SID.ir

Archive of SID

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 PACl 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.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش ها

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

- آزمایشات در فصل تابستان انجام شد، محل نمونه برداري رودخانه هاي اروند و بهمنشیر بود. نمونه ها جمع آوري و به آزمایشگاه شیمي آب و فاضلاب دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکي تهران ارسال گردید. براي نمونه هاي ارسالي آزمایشات معمول کیفیت آب خام و COD انجام گرفت.

- کدورت نمونه هاي ارسالي سنجیده شد و هر نمونه در یک محدوده کدورت قرار گرفت.

- آزمایش جار (انعقاد، لخته سازي و ته نشیني) با توجه به غلظت هاي مختلف مواد معلق و تزریق مقادیر مختلف ماده منعقدکننده PACl در هر یک از محدوده هاي کدورت انجام گردید.

- با بررسي کدورت ها و مشاهده فلوک ها، دوز بهینه ماده منعقدکننده مشخص گردید.

- نمونه اي که مقدار مصرف ماده منعقدکننده آن بهینه بود، انتخاب و بر روي آن آزمایش هاي Al, COD و حجم لجن انجام شد.

- بعد از تعیین مقدار بهینه، باید بهترین محدوده pH هم مورد بررسي قرار گیرد. pH نمونه ها را بین ۴-۹ 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 بررسي قرار گرفت.

- در مرحله بعد نمونه هاي هر رودخانه بطور جداگانه توسط همزن مخلوط و یک کدورت همگن حاصل و آزمایش جار بر روي آن انجام گردید.

- بدلیل اینکه در روزهاي باراني کدورت آب خام در این رودخانه ها مي تواند تا حدود ۸۰۰ الي ۹۰۰ واحد نفلومتري افزایش یابد، به نمونه ها بصورت دستي کدورت افزوده شد تا مقدار دوز بهینه ماده منعقدکننده

بررسي گردد. براي افزایش کدورت از خاک رسي که از الک شماره μ ۱۲۰ عبور کرده بود استفاده شد و بعد نمونه ها توسط همزن مخلوط گردیده و در کدورت هاي ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ واحد نظری، آزمایش جار بر روي آنها انجام شد. سپس اندازه گیري حجم لجن و آزمایشات Al و COD انجام شد. از آنجا که آزادسازي و یا مازاد آلومینیوم پس از فرایند انعقاد با PACl محتمل به نظر مي رسید، توجه به غلظت آلومینیوم در آب خام و آب تصفیه شده در مراحل مختلف کاملاً ضروري بود.

نتایج

محدوده هاي کدورت براي رودخانه اروند (۲۰،۳۰ و ۴۰ واحد کدورت) و براي رودخانه بهمنشیر (۴۰،۶۰،۱۰۰و۱۵۰ واحد کدورت) تعیین گردید. راندمان حذف کدورت در آزمایش جار این نمونه ها در حدود ۹۸-۹۰% حاصل شد. جداول ۱ و ۲ نتایج آزمایش جار برروي نمونه مخلوط شده رودخانه هاي مذکور را نشان مي دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

در مرحله بعد كدورت بطور دستي افزوده شد و قدرت عمل PACl بررسي گرديد. جداول ۳ و ۴ اين مطلب را نشان مي دهد. در نمودار ۱ آلومينيوم باقيمانده پس از آزمايش جار در نمونه هاي رودخانه اروند را نشان داده شده است.

جدول ۱- آزمايش جار رودخانه بهمنشير (نمونه مخلوط)

Dose PACl mg/l		۵	*۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
كدورت بعد از آزماييش 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 آزمايش 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
قليائيت $CaCo_3$(mg/l)		۱۳۰	۱۳۶	۱۴۵	۱۳۱	۱۲۶
هدايت الكتريكي (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 بهينه PACl ، ۱۰ mg/l است.

Turbidity= ۱۵۰ NTU

pH= ۷/۸

EC= ۱۶۵۴ µs/cm

Cl^-= ۳۳۰ mg/l

www.SID.ir

Archive of SID

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

www.SID.ir

Archive of SID

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

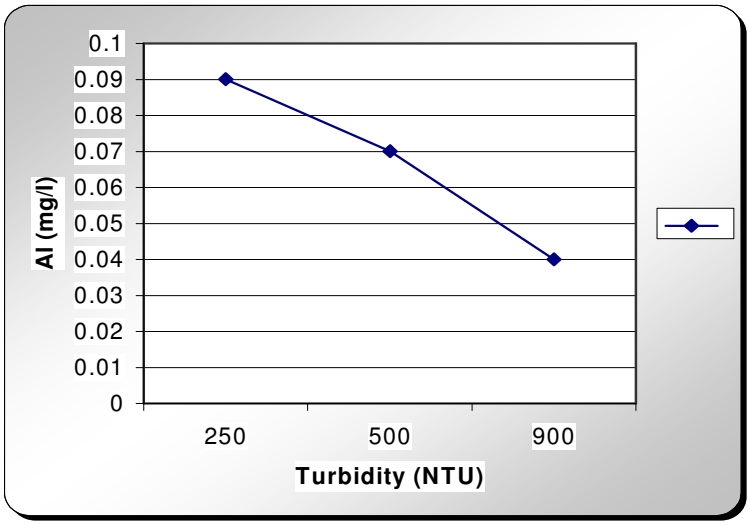
حجم لجن پس از ۳۰ دقیقه زمان ته نشینی (ml/l)	حجم لجن پس از ۱۵ دقیقه زمان ته نشيني (ml/l)	Al باقیمانده (mg/l)	pH بعد از آزمایش جار	حذف کدورت در دوز بهینه (%)	دوز بهینه (mg/l)	کدورت نمونه (NTU)
۱/۹	۱	۰/۰۹	۷/۷	۹۹	۱۰	۲۵۰
۳/۵	۲/۸	۰/۰۷	۷/۷	۹۹	۱۰	۵۰۰
۴/۵	۴	۰/۰۴	۷/۵	۹۹/۴	۱۴	۹۰۰

جدول ۴- نتایج آزمایش جار مربوط به نمونه آب رودخانه بهمنشیر (با خاک رس براي بالا بردن کدورت)

حجم لجن پس از زمان ته نشيني ۳۰ دقیقه (ml/l)	حجم لجن پس از ۱۵ دقیقه زمان ته نشيني (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

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱- آلومينيوم باقيمانده پس از آزمايش جار در نمونه هاي آب رودخانه بهمنشير با افزايش كدورت

بحث و نتيجه گيري

آزمايشات انجام شده بر روي پلي آلومينيوم كلراید نشان مي دهد كه چون اكسيژن مورد نياز شيميايي (COD) آن صفر مي باشد، مصرف اين ماده بعنوان منعقدكننده در فرايند تصفيه آب نمي تواند هيچ مقدار ماده آلي به آب اضافه كند.

درخصوص مقايسه پارامترهاي آب رودخانه هاي بهمنشير و اروندرود، مقادير كدورت و مواد معلق در رودخانه اروندرود پايين تر از رودخانه بهمنشير مي باشد و چنانچه بتوان آب بيشتري از رودخانه اروندرود جهت انتقال به تصفيه خانه آب برداشت نمود، مناسبتر مي باشد.

به لحاظ پارامترهاي هدايت الكتريكي و باقيمانده خشک، تفاوت خاصي بين اين دو رودخانه وجود ندارد. مقدار سختي كل در اين دو رودخانه تقريباً يكسان و در محدوده آبهاي سخت مي باشد. به دليل ورود پسابهاي صنعتي، كشاورزي و غيركشاورزي (ناشي از اجراي طرحهاي توسعه كشاورزي و پرورش ماهي و ميگو) و فاضلاب شهري به رودخانه كارون، كاهش نزولات جوي و افزايش مصرف آب در سالهاي اخير، مشكل عمده آب اين رودخانه ها افزايش كلرور و شوري مي باشد (۶ و ۷).

با توجه به ساير پارامترهاي كيفي آب خام در اين دو رودخانه، فرايندهاي تصفيه متداول شامل: آشغالگير، ته نشيني اوليه، انعقاد، لخته سازي، ته نشيني ثانويه، صاف سازي و كلرزني براي تصفيه آب و رسيدن به استانداردهاي آب شرب، مناسب است. اما با توجه به بالا بودن كدورت و مواد معلق، لازم است فرايند انعقاد و لخته سازي بطور كامل و دقيق اجرا گردد.

آزمايشات جار آب خام رودخانه هاي بهمنشير و اروندرود نشان مي دهد كه راندمان حذف كدورت خوب بوده (۹۸-۹۰%) و غلظت ماده منعقدكننده كم است كه از لحاظ اقتصادي مقرون به صرفه است اما مقدار آلومينيوم باقيمانده(۰/۴۳-۰/۳۹ mg/l) بالاتر از حد استاندارد Al (۰/۲mg/l) در آب می باشد. به دليل

www.SID.ir

Archive of SID

اینکه آب خام این دو رودخانه فاقد آلومینیوم است بنابراین وجود آلومینیوم پس از فرایند تصفیه ناشي 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 مي توانند فرایند ته نشیني را بهبود بخشند. غلظت آلومینیوم باقیمانده پس از جارتست از مقدار استاندارد بسیار پایین تر مي 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 پلي آلومینیوم کلراید در این مطالعه نه تنها مقدار COD را افزایش نداده بلکه مقدار آن را کاهش داده است.

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

در نهایت با توجه به اینکه غلظت هاي کمتري از پلي آلومینیوم کلراید نسبت به سایر مواد منعقدکننده استفاده مي شود، به نظر مي رسد که هزینه مواد منعقدکننده مصرفي به ازاي هر متر مکعب آب تصفیه شده کاهش یابد(۸).

سپاسگزاري

از معاونت مهندسي خدمات فني پالایشگاه نفت آبادان و انستیتو تحقیقات بهداشتي دانشگاه علوم پزشکي تهران به دلیل تامین اعتبار طرح و فراهم نمودن تسهیلات قدراني و تشکر مي شود.

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.

www.SID.ir

Archive of SID

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.

www.SID.ir

Archive of SID

PACl Application for Water Treatment in Abadan City

Mahvi.a.h:Center for Environmental Research, Institute of Public Health Research
Tehran University of Medical Sciences

Shaikhir:Center for Environmental Research, Institute of Public Health Research
Tehran University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: There are many colloidal and suspended solids in surface water for which coagulants should be used in process of water treatment. Plyaluminum chloride (PACl) is one of the newest coagulants . In this research, PACl has been used to coagulate water samples token from Arvandrood and Bahmanshir rivers as the main water suppliers of Abadan City.

Materials and Methods: A necessary number of water samples were taken during normal conditions from water sources of Abadan. The turbidity of a few samples was intentionally increased by addiny clayey soil because the turbidity of Abadan Rivers increases considerably in rainy seasons. The optimum coagulant doses and coagulation condition were then determined by standard Jar tests. Besides, residual Al and COD concentrations in finished water samples have been determined along with routine analyses of water.

Results: The results show that turbidity removal rate from sample waters in Jar tests were 90 to 98 % and Al residual concentrations were about 0.41 mg/L. For samples with high turbidity, the removal rates were 98 to 99 %, but the Al residuals were about 0.06 mg/L.

www.SID.ir

Archive of SID

Conclution: Since the concentration of all pollutants decreased to less than their MCL values after the treatment of water with PACl , it can be concluded that using this new chemical dose not produce any adverse health effect. Considering the various advantages vis a vis conventional coagulation, PACl can be recommended to be used in trwating water in the Abadan plant.

***

Key Words: Polyaluminum chloride, Jar test, Abadan water treatment

www.SID.ir