مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره چهارم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۰، صفحات ۲۶۷ تا ۲۷۶

بررسی کارایی اثر لجن برگشتی زلال ساز تصفیه خانه آب اهواز به حوضچه اختلاط سریع در حذف کدورت، باکتری های کلیفرم، باکتری های هتروترفیک و COD از آب رودخانه کارون

آزاده میرزایی[۱]، افشین تکدستان[۲]، سید نادعلی علوی بختیاروند[۳]
نویسنده مسئول: خوزستان، اهواز، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور ، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت محیط *afshin_ir@yahoo.com*
دریافت: ۹۰/۰۲/۰۴ پذیرش: ۹۰/۰۵/۰۲

چکیده

زمینه و هدف: *در تصفیه خانه های آب علاوه بر تعیین ماده منعقدکننده مناسب برای حذف کدورت، یافتن روش هایی که در عین کارایی موثر منجر به کاهش مقدار مصرف ماده منعقدکننده وهزینه شود از اهمیت به سزایی برخوردار است. مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر لجن برگشتی در بهبود عملکرد منعقدکننده پلی آلومینیوم کلراید در حذف کدورت، باکتری های کلیفرم، باکتری های هتروترفیک در مرحله اختلاط سریع از آب آشامیدنی صورت پذیرفت.*

روش بررسی: *به منظور تعیین حجم بهینه لجن برگشتی تزریقی به مرحله اختلاط سریع به همراه پلی آلومینیوم کلراید در حذف کدورت، کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و باکتری های هتروتروف، آزمایشات بر مبنای متغیرهایی چون حجم لجن تزریقی (۰ تا ۱۲۵ میلی لیتر) و کدورت های مختلف بین NTU58-112 صورت پذیرفت. درپایان هرآزمایش جار، کدورت باقی مانده وپارامترهای میکروبی نمونه ها اندازه گیری شده و کارایی ماده منعقدکننده در حذف کدورت وپارامترهای میکروبی با استفاده از آنالیز کوواریانس ودانکن تعیین ونمودارهای مربوط با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شد واز نظر آماری ($P <۰/۰۵$) معنی دار تلقی گردید.*

یافته ها: *حجم لجن برگشتی بهینه به همراه پلی آلومینیوم کلراید در حذف کدورت با حداکثر کارایی حذف کدورت برابر۹۸/۳۱٪ در دوز ppm ۱۰ در حجم لجن تزریقی برابر۱۰میلی لیترمشاهده شد. همچنین حداکثر کارایی حذف کدورت برابر۹۸/۹۲ ٪ در دوز ppm ۳۰ در حجم لجن تزریقی برابر۴ میلی لیترمشاهده شده است.*

نتیجه گیری: *این مطالعه نشان داد که با افزایش لجن به مرحله اختلاط سریع کدورت نمونه کاهش پیدا می کند.*

واژگان کلیدی: انعقاد، برگشت لجن، پلی آلومینیوم کلراید، کدورت، کلیفرم

۱- کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
۲- دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت و عضو مرکز تحقیقات فناوری های زیست محیطی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
۳- دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-21]

مقدمه

طـی فرایند انعقاد از مواد منعقدکننـده و کمک منعقدکننده مختلفی استفاده می شود. مواد منعقدکننده شامل موادی هستند که جهت ناپایدارسازی ذرات و چسباندن آنها به یکدیگراستفاده می شـوند. در حالی که هدف از اضافه کردن مواد منعقدکننده افزایـش دانسـیته ذرات به هم چسـبیده وکمک به ته نشـینی سـریعتر آنها اسـت (۱). به طور معمول نمک های فلزی نظیر سولفات آلومینیوم (آلوم)، سولفات فریک، سولفات فرو، کلرید فریـک وپلی آلومینیوم کلراید به عنـوان منعقدکننده وترکیباتی نظیر آلومینات سدیم، بنتونیت، سیلیکات سدیم(سیلیس فعال) و انواع پلی الکترولیت های کاتیونی، آنیونی وغیریونی به عنوان کمـک منعقدکننده در تصفیـه آب جهت حذف کدورت مورد استفاده قرار می گیرند(۱و۲).

پلـی آلومینیوم کلراید (PACl) در غلظت های پایین در محیط آبی تشکیل کمپلکس چند هسته ای داده و همین خاصیت باعث توانایی منحصربه فرد این منعقدکننده در فرایند انعقاد می گردد. ایـن ماده دارای سـاختار پلیمری به فرمول عمومی می باشـد $(Al_3(OH)_{b-X}Cl_x.YH_2O)_Z$ کـه طـی واکنـش هیدروکسـید آلومینیوم با اسید کلریدریک مطابق واکنش۱ تولید می شود.

$$2Al(OH)_3 + nHCL \rightarrow Al_2(OH)_nCl_{6-n} + H_2O \qquad (۱)$$

مقدار Z بین ۱۲ تا ۱۸ متغیر است .ولی برای فرمولاسیون مفید در ۹۵ درصد ترکیبات Z برابر با ۱۵ می باشد (۳) .

در مولکول هـای پلی آلومینیوم کلرایـد، آلومینیوم به صورت پلیمری شـامل عوامل هیدروکسید و کلراید و در بعضی انواع آن سـولفات و نمک های معدنی مانند سدیم، پتاسیم، کلسیم، کلرایـد وغیره اسـت برخلاف سـولفات آلومینیـوم که بخش کوچکـی از آن بـه صورت منومر ظاهر می شـود در مولکول پلی آلومینیوم کلراید بخش عمده آلومینیوم به شـکل پلیمرهای بـزرگ آلیگومر از کاتیون های Al_{13} با یون های ۷+ به صورت $[Al_{13}(OH)_{24}O_4(H_2O)]^{17}$ ظاهر می شود (۶- ۴).

محدوده عمل وسیع pH ،حساسـیت کمتر نسبت به حرارت، باقی گذاردن باقی مانده کمتر نسـبت به منعقدکننده های فلزی دیگـر، کاهش لجن تولیدی و سـهولت آبگیری لجن از جمله مزایای پلی آلومینیوم کلراید است که افزایش مصرف آن را در تصفیه آب به دنبال داشته است(۵).

هدف از این تحقیق اسـتفاده ازلجن دورریز زلال‌سـاز تصفیه خانـه آب اهواز به عنوان یک کمـک منعقدکننده جهت بهبود عمل انعقاد در حذف آلاینده ها و کاهش دوز منعقدکننده اصلی پلـی آلومینیوم کلراید در نتیجـه کاهش هزینه های اقتصادی و اثرات بهداشـتی ناشـی از آلومینیوم احتمالی آزاد شده در آب است.

مواد و روش ها

این مطالعه درمقیاس آزمایشـگاهی و با اسـتفاده از دستگاه جارتسـت مدل JLT6 ساخت کشور آلمان و دستگاه کدورت سـنج با نام تجاری HACH مدل N2100 در سـال ۱۳۸۸در آزمایشـگاه تصفیه خانه آب شـماره ۲ اهواز انجـام پذیرفت. منبع آب این تصفیه خانه، رودخانه کارون اسـت و این تصفیه خانه آب شـرق و غرب شـهر اهواز را تامیـن می کند تصفیه خانه کیان آباد (شـماره ۲) ظرفیت تولید ۴۰۰۰۰۰ تا ۳۹۰۰۰۰ مترمکعب در روز آب شرب را دارد. نمونه آب خام از ورودی تصفیه خانه برداشـت شـد و بروی هریک از نمونه ها بعد از انتقال به آزمایشگاه، آزمایش های اولیه انجام گردید. در مرحله مقدماتـی تحقیق pH بهینه معـادل۸ ، دوز بهینه پلی آلومینیوم کلرایـد (PACl) معادل ۱۰ و۳۰ میلی گرم در لیتر و سـرعت اختلاط سـریع بهینه برابرrpm ۱۲۰ تعیین شـدند. تنظیم pH نمونه ها بااسـتفاده از هیدروکسـید سدیم ۰/۰۱ نرمال صورت پذیرفت. در مرحله بعد برای تعیین حجم بهینه لجن برگشـتی از حجم های مختلف لجن اسـتفاده شد که نهایتا بازه ۰ تا ۱۲۵ میلـی گرم در لیتر لجـن انتخاب گردید و بـه نمونه های آب اضافه شد. بعد از تعیین حجم بهینه لجن برگشتی میزان حذف کدورت، کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی، HPC (شـمارش بشقابی باکتری هـای هتروتروفیک) وهمچنین قلیاییت، pH، حجم لجن ته نشین شده به همراه حجم بهینه لجن برگشتی تعیین گردید. لازم به ذکر است که روش های اندازه گیری پارامترهای کیفی

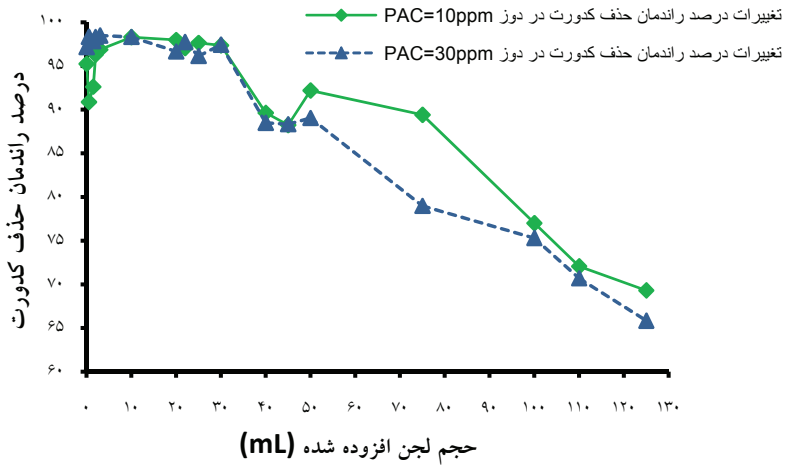
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-21]

بر اســاس روش های اســتاندارد انجام شــد(۷). عمل اختلاط ســریع با ســرعت ۱۲۰ دور در دقیقه به مدت ۱ دقیقه، که در ایــن مرحله حجم هــای مختلف لجن به نمونه ها اضافه شــد واختلاط کند با ســرعت ۳۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه، ۲۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه و ۱۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه صورت گرفت. پــس از پایــان عمل اختلاط آرام، نمونه بــرای مدت ۳۰ دقیقه جهت ته‌نشــینی در شرایط سکون نگه داشــته شد سپس از ۵ سانتی متری زیر سطح آب درون بشرهای جارتست با استفاده از پیپت اقدام به نمونه گیری جهت آزمایش ها شــد. در پایان هر مرحله تاثیر هر پارامتر در حذف کدورت با استفاده از آنالیز کوواریانــس و دانکن تعیین ونمودارهای مربوط با اســتفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

یافته ها

۱- تعییــن راندمــان حــذف کدورت در شــرایط بهینه عملکرد PACl به همراه برگشت لجن

راندمان حذف کدورت توســط لجن زلال ســاز به عنوان ماده کمک منعقدکننده طبیعی در شــکل ۱ نشــان داده شــده است. میانگیــن کدورت ورودی در این مرحلــه از نمونه برداری در گســتره ۵۸تا NTU ۹۵/۰۵ قرار داشــت در حالی که میانگین کدورت خروجی در دوز PACl برابرppm ۱۰ به همراه حجم لجــن تزریقی بین ۰ تا ۱۲۵میلی لیتر، در گســتره ای بین ۱/۳۹ تا NTU ۱۸/۷۰ قرار داشــته است. میانگین کدورت خروجی در دوز PACl برابــرppm ۳۰ همــراه با حجــم لجن تزریقی بیــن ۰ تا ۱۲۵ میلی لیتر، در گســتره ای بیــن ۱/۰۹ تا NTU ۲۰/۱۰ قرار داشــته اســت. بــا توجه به آزمــون ANOVA با (P<۰/۰۵) تفــاوت معناداری بین حجم لجن تزریقی و درصد حذف کدورت وجود دارد. براساس آزمون دانکن درصد راندمان حذف کدورت درحجم های مختلف لجن تزریقی به ۶ دســته طبقه بندی شــد که حجم لجن افزوده شــده برابر ۱۰ میلی لیتر دارای بیشترین درصد راندمان حذف بوده است. میزان راندمان حذف کدورت در این دوره برای دوز PACl برابر ppm ۱۰ به همراه حجم لجن تزریقــی بین ۰ تا ۱۲۵میلی لیتر، بین حداقل ۶۹/۳۱ درصد تــا ۹۸/۳۰ درصد بوده اســت. حداکثر راندمان حذف کدورت در دوز ppm ۱۰ در حجم لجن تزریقی cc ۱۰ مشاهده شده است. میزان راندمان حذف کدورت در این دوره برای دوز PACl برابــر ppm ۳۰ به همراه حجم لجن تزریقی بین ۰ تــا ۱۲۵میلی لیتر، بین حداقــل ۶۵/۸۶ درصد تا ۹۸/۵۰ درصــد بوده اســت. حداکثر راندمان حذف کــدورت در دوز ppm ۳۰ در حجم لجن تزریقی cc ۳ مشــاهده شــده است اما به دلیل اختلاف ناچیز راندمان حذف کدورت در حجم پایین تر از cc ۱۰ لجن تزریقی و عملکرد تقریبا یکســان بنابراین حجم



شکل ۱: روند تغییرات درصدحذف کدورت نسبت به تغییرات حجم لجن افزوده شده در مرحله اختلاط سریع

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-21]

cc ۴ و۸ به عنوان حجم لجن برگشتی بهینه انتخاب شدند. نتایج نشـان داد که با افزایش حجـم لجن تزریقی، فلوک های تشکیل شـده کوچکتر، سـبک تر، اسـتحکام کمتر و سرعت ته‌نشینی پایین تری داشتند.

۲: تعییـن راندمـان حذف کـدورت، کلیفـرم کل، کلیفرم مدفوعـی، باکتری های هتروتروفیک وحجم لجن ته نشـین شـده در شـرایط بهینه عملکرد منعقدکننده پلـی آلومینیوم کلراید به همراه حجم بهینه لجن برگشتی

الف. تعیین راندمان حذف کدورت در شرایط بهینه عملکرد منعقدکننده پلی آلومینیوم کلراید به همراه حجم بهینه لجن برگشتی

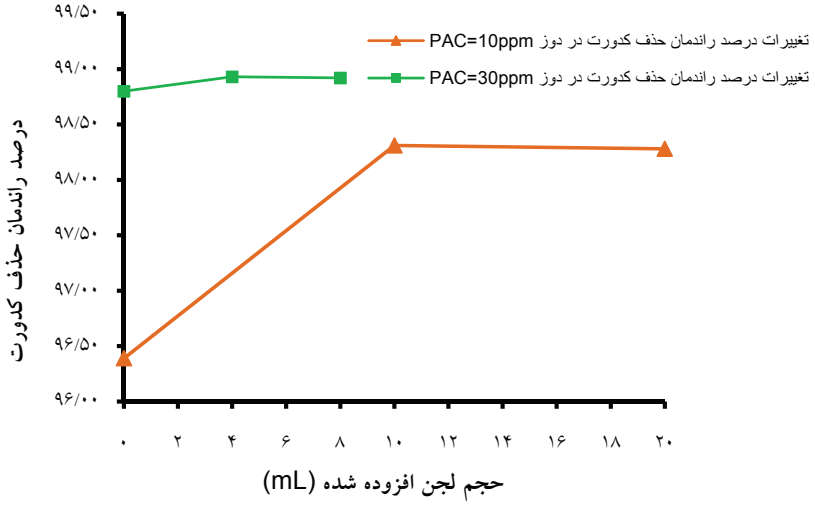
در این مرحله میانگین کدورت ورودی NTU ۱۳۵ بود ومیانگین کـدورت خروجی برای دوز ppm ۱۰ پلی آلومینیوم کلراید به همـراه لجن تزریقی بین ۰ تا ۲۰میلی لیتر معادل NTU ۲/۱۸۵ و ۴/۶۹۵ قرار داشته است. همچنین میانگین کدورت خروجی بـرای دوز ppm ۳۰ با حجم لجن تزریقی بین ۰ تا ۸ میلی لیتر برابر NTU ۱/۳۷ و ۱/۵۱ قرار داشـته اسـت. میـزان راندمان حـذف کدورت در این دوره برای دوز ppm ۱۰ با حجم لجن تزریقـی بین ۰ تا ۲۰میلـی لیتر بین ۹۶/۳۹ درصـد تا ۹۸/۳۱ درصد بوده اسـت . همچنین میزان راندمان حذف کدورت در این دوره برای دوزهای ppm ۳۰ با حجم لجن تزریقی بین ۰ تا ۸ میلی لیتر بین ۹۸/۸۰ درصد تا ۹۸/۹۲ درصد بوده اسـت. شکل ۲ راندمان حذف کدورت را در حجم بهینه لجن برگشتی در مرحله اختلاط سریع را نمایش می دهد.

ب. تعیین راندمان حذف کلیفرم کل در شرایط بهینه عملکرد منعقدکننده پلی آلومینیوم کلراید وحجم بهینه لجن برگشتی

میانگین کلیفرم کل ورودی در طول این مرحله از نمونه برداری ۱۰۰ MPN/cc ۴۳۰۰ بوده است. در این مدت میانگین کلیفرم کل خروجی برای دوز ppm۱۰ با حجم لجن تزریقی بین ۰ تا ۲۰میلی لیتر در گستره برابر ۱۰۰ MPN/cc ۱۸۵ تا ۱۰۱۵ قرار داشـته اسـت. همچنین میانگین کلیفرم کل خروجی برای دوز ppm ۳۰ با حجم لجن تزریقی بین ۰ تا ۸ میلی لیتر در گستره برابر ۱۰۰ MPN/cc ۱۹۵ تا ۴۸۰ قرار داشته است. میزان راندمان حذف کلیفرم کل مطابق شکل ۳ برای دوز ppm۱۰ با حجم لجن تزریقی بین ۰ تا ۲۰ میلی لیتر در گسـتره برابر ۷۵/۴۲ درصد تا ۹۵/۶۸ درصد بوده است در حالی که میزان راندمان حذف کلیفرم کل بـرای دوز ppm۳۰ با حجم لجن تزریقی بین ۰ تا ۸ میلی لیتر در گسـتره برابر ۸۸/۳۴ درصد تا ۹۵/۴۸ درصد بوده است.

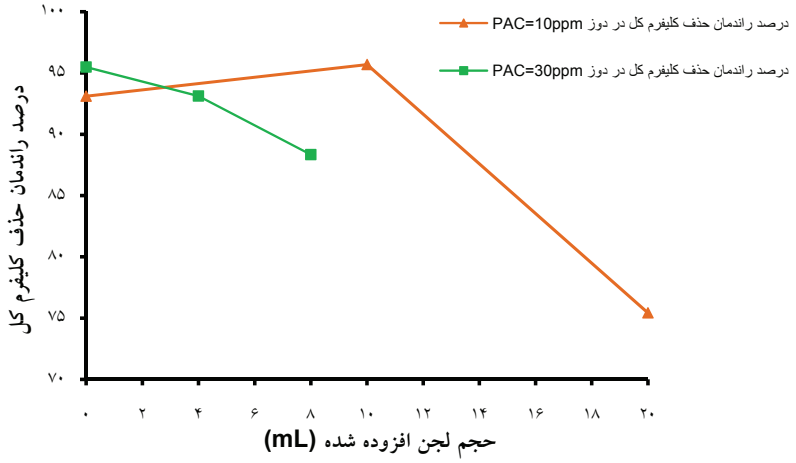
ج. تعیین راندمان حذف کلیفرم مدفوعی در شرایط بهینه عملکرد منعقدکننده پلی آلومینیوم کلراید وحجم بهینه لجن برگشتی

میانگیـن کلیفـرم مدفوعـی ورودی در طـول ایـن مرحله از



شکل۲: روند تغییرات درصد حذف کدورت نسبت به حجم بهینه لجن برگشتی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-21]



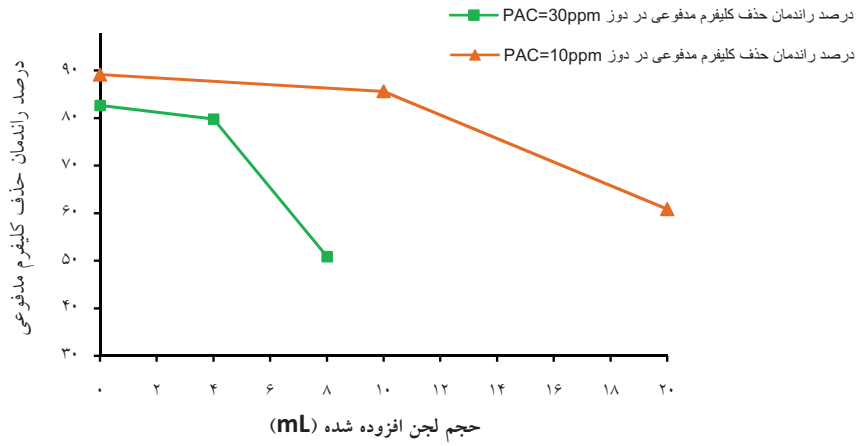
شکل۳: روند تغییرات درصدحذف کلیفرم کل نسبت به حجم بهینه لجن برگشتی

نمونه بـرداری ۱۰۰ MPN/cc ۸۴۰ بوده اسـت. در این مدت میانگیـن کلیفـرم مدفوعی خروجـی بـرای دوز ppm ۱۰ با حجـم لجن تزریقـی بین ۰ تا ۲۰میلـی لیتر در گسـتره برابر ۱۰۰ MPN/cc ۹۱ تا ۳۵۰ قرار داشـته اسـت. میانگین کلیفرم مدفوعی خروجی برای دوز ppm ۳۰ با حجم لجن تزریقی بین ۰ تا ۸ میلی لیتر در گسـتره برابر ۱۰۰ MPN/cc ۱۵۳ تا ۴۱۰ قرار داشته است. میزان راندمان حذف کلیفرم مدفوعی برای دوز ppm ۱۰ با حجم لجن تزریقی بین ۰ تا ۲۰ میلی لیتر در گستره برابر۶۰/۸۲ درصد تا ۸۹/۱۱ درصد بوده است . در صورتی که میـزان راندمان حذف کلیفرم مدفوعـی در این دوره خروجی بـرای دوز ppm ۳۰ بـا حجم لجن تزریقی بیـن ۰ تا ۸ میلی لیتر در گسـتره برابر۵۰/۸۸ درصد تا ۸۲/۶۴ درصد بوده است.

شـکل ۴ بازده حذف کلیفرم مدفوعـی را در حجم بهینه لجن برگشـتی در مرحله اختلاط سریع را نمایش می دهد که مطابق ابن شکل با افزایش لجن، کلیفرم مدفوعی نیز افزایش می یابد.

د. تعیین راندمان حذف باکتری های هتروتروفیک در شرایط بهینه عملکرد منعقدکننده پلی آلومینیوم کلراید وحجم بهینه لجن برگشتی

میانگین باکتری های هتروتروفیک ورودی در طول این مرحله از نمونـه بـرداری ۷۲۰۰ CFU/ml بوده اسـت. در این مدت میانگیـن باکتری های هتروتروفیـک خروجی برای دوز ppm ۱۰ با حجم لجن تزریقی بین ۰ تا ۲۰میلی لیتر در گسـتره برابر ۸۸ CFU/ml تا ۱۵۹ قرار داشـته اسـت. میانگین باکتری های هتروتروفیک خروجی برای دوز ppm ۳۰ با حجم لجن تزریقی

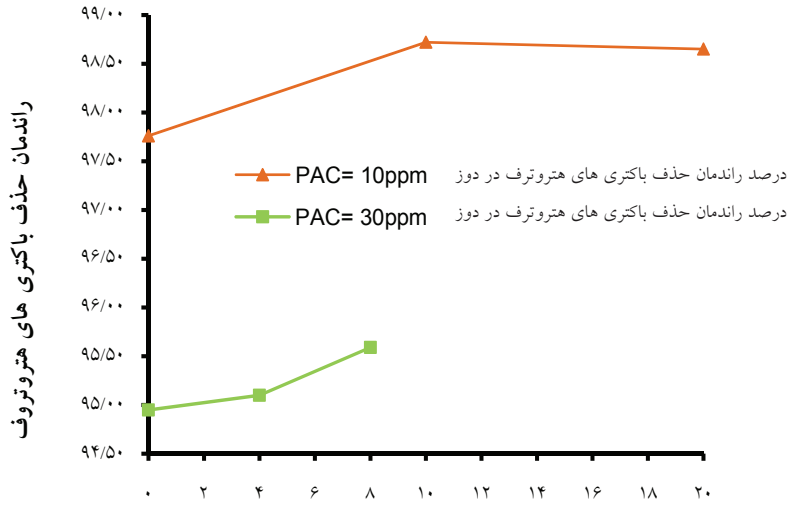


شکل۴: روند تغییرات درصدحذف کلیفرم مدفوعی نسبت به حجم بهینه لجن برگشتی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-21]

بین ۰ تا ۸ میلی لیتر در گستره برابر CFU/ml ۳۴۸ تا ۴۰۰ قرار داشته است. میزان راندمان حذف باکتری های هتروتروفیک در ایـن دوره خروجی بـرای دوز ppm ۱۰ با حجم لجن تزریقی بیـن ۰ تا ۲۰میلی لیتر در گسـتره برابر۹۷/۷۶ درصد تا ۹۸/۷۲ درصد بوده است. در حالی که میزان راندمان حذف باکتری های هتروتروفیک در این دوره خروجی برای دوز ppm ۳۰ با حجم لجن تزریقی بین ۰ تا ۸ میلی لیتر در گستره برابر۹۴/۹۵ درصد تا ۹۵/۵۹ درصد بوده است. شکل ۵ راندمان حذف باکتری های هتروتروفیک را در حجم بهینه لجن برگشتی در مرحله اختلاط سریع را نمایش می دهد.

COD در این دوره خروجی برای دوز ppm ۱۰ با حجم لجن تزریقی بیـن ۰ تا ۲۰ میلی لیتر در گسـتره برابر۲۱/۴۱ درصد تا ۴۶/۲۲ درصد بوده اسـت. همچنین میـزان راندمان حذف COD در این دوره خروجی برای دوز ppm ۳۰ با حجم لجن تزریقـی بین ۰ تا ۸ میلی لیتر در گسـتره برابر۲۳/۱۱ درصد تا ۳۴/۳۷ درصد بوده اسـت. شکل ۶ راندمان حذف COD را در حجم بهینه لجن برگشـتی در مرحله اختلاط سـریع را نمایش می دهـد. با افزایـش لجـن در دوز ppm ۳۰ راندمان حذف COD کاهـش می یابـد در حالی کـه در دوز ppm ۱۰ در با افزایش لجن راندمان حذف COD افزایش می یابد.



شکل۵: روند تغییرات درصدحذف باکتری های هتروتروفیک نسبت به حجم بهینه لجن برگشتی

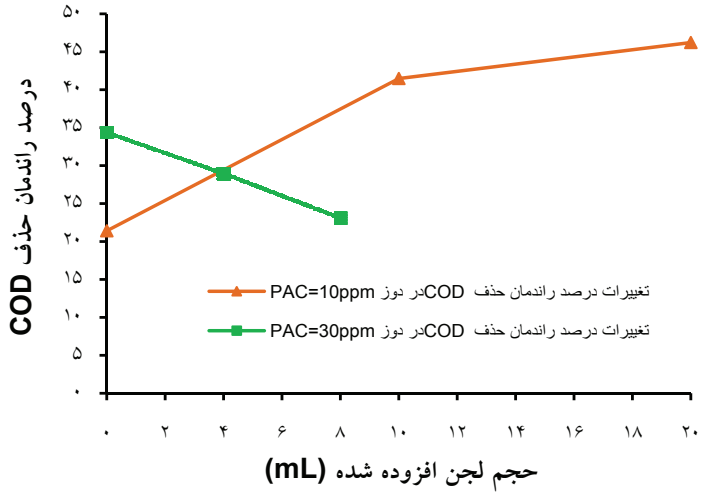
هـــ. تعیین راندمان حذف COD در شـرایط بهینه عملکرد منعقدکننده پلی آلومینیوم کلراید وحجم بهینه لجن برگشتی

میانگین باکتـری های COD ورودی در طـول این مرحله از نمونه برداری mg/Lit ۸/۲۱۶ بوده است. در این مدت میانگین COD خروجـی برای دوز ppm ۱۰ با حجم لجن تزریقی بین ۰ تا ۲۰ میلی لیتر در گسـتره برابـر mg/Lit ۴/۴۲۴ تا ۶/۴۷۸ قرار داشـته اسـت. میانگین COD خروجی بـرای دوز ppm ۳۰ با حجم لجن تزریقی بین ۰ تا ۸ میلی لیتر در گسـتره برابر mg/Lit ۵/۳۷۲ تا ۶/۳۲ قرار داشته است. میزان راندمان حذف

بحث

در این تحقیق از لجن حوضچه زلال‌سـاز به عنوان کمک منعقدکننـده بخصوص در مواقعی از سـال کـه کدورت آب ورودی به تصفیه خانه پایین است، استفاده شد. در این شرایط مکانیسـم غالب از نوع جذب سطحی یا جارویی یا ترکیبی از دو مکانیسم است. شکل ۱ اثر حجم لجن افزوده شده در مرحله اختلاط سریع برروی راندمان حذف کدورت را نشان می دهد. همان طور که از این شکل استنباط می شود با افزایش لجن در این مرحله مقدار کدورت نمونه ها کاهش می یابد ولی در یک

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-21]



شکل۶: روند تغییرات درصدحذف COD نسبت به حجم بهینه لجن برگشتی

محدوده مشخص شروع به کاهش می کند که در دوز PACl برابر ppm ۱۰ نسبت به دوز PACl برابر ppm ۳۰ این کاهش بیشتر است. زمانی که PACl= ppm ۱۰ به تنهایی به نمونه آب تزریق می شود فلوک های درشت تر و مستحکم تری نسبت به زمانی که PACl= ppm ۳۰ به تنهایی به نمونه آب تزریق می شود را تشکیل می دهد. کدورت نهایی نمونه در دوز PACl برابر ppm ۱۰ درحالت هایی که حجم لجن تزریقی در گستره ۳۰-۲ میلی لیتر از نمونه شاهد حتی کمتر بود. در حجم های بالاترلجن تزریقی کدورت نهایی بیشتر از نمونه شاهد بود ولی نسبت به کدورت ورودی کمتر بود. اما کدورت نهایی نمونه در دوز PACl برابر ppm ۳۰ درحالت هایی که حجم لجن تزریقی در گستره ۱۰-۰/۵ میلی لیتر از نمونه شاهد حتی کمتر بود در حجم های بالاترلجن تزریقی کدورت نهایی بیشتر از نمونه شاهد بود ولی نسبت به کدورت ورودی کمتر بود. نوع رابطه بین حجم لجن افزوده شده و کدورت خروجی در دوزهای ppm ۱۰ و۳۰ از نوع خطی وضریب ارتباط r^2 بین این دو متغیربه ترتیب برابر۰/۸۰۶۹ و ۰/۹۳۲۹ است. در سال۲۰۰۳، McLane جهت بهبود کیفیت آب با برگشت لجن ته نشین شده در تصفیه خانهFort Madison تحقیقی انجام دادند. در ابتدا جهت افزایش کدورت در زمان کاهش کدورت آب ورودی به تصفیه خانه، بنتونیت به آب ورودی اضافه کردند ولی به نتایج مطلوبی دست نیافتند. کدورت پساب ناشی از ته نشینی قبل از انجام این کاردر رنج NTU ۵۰-۳۰ بوده ولی هم اکنون (NTU ±۰/۴) NTU ۳ است و پساب فیلترها حاوی NTU ۰/۵ -۰/۳ هستند. بعد از برگشت لجن پساب زلالی از فیلتر خارج می شد که HPC به شدت پایین (CFU/mL۱۰>) را داشت. قبل از برگشت لجن نتایج HPC (CFU/mL ۱۰۰۰۰۰) بودند (۸).

آوید بنی هاشمی در سال ۱۳۸۶ به بررسی مقایسه ماده منعقدکننده PACl با کلرید فریک، بهینه سازی شرایط کاربرد و بررسی استفاده توام آن با بنتونیت برای حذف کدورت از آب خام تهران پرداخت وافت pH کمتری با کاربرد پلی آلومینیوم کلراید نسبت به کلرید فریک مشاهده شد. با اضافه کردن بنتونیت به عنوان کمک منعقدکننده عملیات حذف کدورت به طور چشمگیری بهبود یافت. به گونه ای که علاوه برکاهش قابل توجه مقادیر غلظت های بهینه، درصدحذف کدورت نیز در این غلظت ها، با کلرید فریک و به خصوص با پلی آلومینیوم کلراید، بهبود یافت.

در بررسی راندمان حذف کدورت در شرایط بهینه عملکرد منعقدکننده پلی آلومینیوم کلراید به همراه حجم بهینه لجن برگشتی مطابق شکل ۲ حداکثر راندمان حذف کدورت برابر ۹۸/۳۱٪ در دوز ppm ۱۰ در حجم لجن تزریقی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-21]

برابر ۱۰میلی لیترمشـاهده شده همچنین حداکثر راندمان حذف کدورت برابر ۹۸/۹۲٪ در دوز ppm ۳۰ در حجم لجن تزریقی برابر۴ میلی لیترمشاهده شده است.

راندمان حذف کلیفرم کل در شرایط بهینه عملکرد منعقدکننده پلی آلومینیوم کلراید وحجم بهینه لجن برگشتی مطابق شکل ۳ حداکثـر راندمان حذف کلیفرم کل برای دوز ppm ۱۰درحجم لجن تزریقی cc ۱۰برابر۹۵/۶۸٪ است. حداکثر راندمان حذف کلیفرم کل برای دوز ppm ۳۰ در نمونه شـاهد مشـاهده شده اسـت که درحجم لجن تزریقـی cc ۴ راندمان حذف کلیفرم کل برابر۹۳/۱۲٪ بوده است. در حالی که راندمان حذف کلیفرم مدفوعی در شـرایط بهینه عملکرد منعقدکننـده پلی آلومینیوم کلراید وحجم بهینه لجن برگشـتی بر اساس شکل ۴ با افزایش لجـن، مقدار کلیفرم مدفوعی نسـبت به نمونه شـاهد افزایش می یابد ولی نسـبت بـه کلیفرم مدفوعی ورودی کمتر اسـت. حداکثر راندمان حذف کلیفرم مدفوعی برای نمونه شاهد برای دوز ppm ۱۰ معادل ۸۹/۱۱ ٪ مشـاهده شـد. حداکثر راندمان حـذف کلیفـرم مدفوعی برای دوز ppm ۳۰ در نمونه شـاهد معادل ۸۲/۶۴ ٪ مشاهده شد.

راندمان حـذف باکتری هـای هتروتروفیک در شـرایط بهینه عملکـرد منعقدکننده پلی آلومینیوم کلرایـد وحجم بهینه لجن برگشـتی مطابق شـکل ۵ حداکثر راندمان حذف باکتری های هتروتروفیک برای دوز ppm ۱۰ درحجم cc ۱۰ معادل ۹۸/۷۲ درصد مشـاهده شـد و حداکثر راندمان حـذف باکتری های هتروتروفیـک برای دوز ppm ۳۰ درحجم cc ۸ معادل ۹۵/۵۹ درصد مشاهده شده اسـت. همان طور که از نمودار نیز معلوم است راندمان حذف باکتری های هتروتروف برای دوز ppm ۱۰ بالاتر است.

راندمان حذف COD در شرایط بهینه عملکرد منعقدکننده پلی آلومینیوم کلراید وحجم بهینه لجن برگشـتی مطابق شکل ۶ با افزایـش لجـن در دوز ppm ۳۰ راندمان حذف COD کاهش مـی یابد در حالی که در دوز ppm ۱۰ با افزایش لجن راندمان حذف COD افزایش می یابد که این مورد به دلیل تفاوت دوز مصرفی پلی آلومینیوم کلراید است. حداکثر و حداقل راندمان حـذف COD برای دوز ppm ۱۰ معادل ۲۱/۴۱٪ و ۴۶/۲۲ ٪ به ترتیب در حجم لجن cc ۲۰ ونمونه شاهد مشاهده شده است. حداکثـر و حداقل راندمان حـذف COD برای دوز ppm ۳۰ معادل برابر ۲۳/۱۱ درصـد و۳۴/۳۷ درصد به ترتیب در حجم لجن cc ۰ (نمونه شاهد) و ۸ میلی لیتر مشاهده شده است.

تکدسـتان و همکارانش در سـال ۱۳۸۵ تحقیقـی را در زمینه استفاده از نشاسـته به عنوان کمک منعقدکننده طبیعی بر روی تصفیـه خانه آب اهواز انجام دادند نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نشاسته در حذف کدورت آب و میکروارگانیسم ها از کارایی بالایی برخوردار است (۹).

Lee و همکارانش در سال ۲۰۰۵ از لجن تصفیه خانه تصفیه خانه آب برای حذف مس از سیستم آبی بدون پیش تصفیه اولیه در راکتور بسـتر سیال (FBR) اسـتفاده کردند. اکسیدهای آهن و آلومینیوم بیش از ۸۴٪ ترکیب لجن را تشـکیل می دادند. نتایج حاصل این تحقیق نشـان داد کـه pH در عین حال که به‌روی راندمـان حذف مس تاثیر می گذارد بر روی خصوصیات لجن نیـز تاثیـر دارد. در FBR راندمـان حذف مـس زمانی که pH=۴، غلظـت اولیه مـس معادل ۲۰ میلی گـرم در لیتر و زمان بهـره برداری ۳۰ دقیقـه بود راندمان حذف مـس معادل ۹۰٪ حاصـل شـد. در pH = ۷ ، غلظت اولیه مـس معادل ۲۰ میلی گـرم در لیتر و زمان بهره بـرداری ۳۰ دقیقه راندمان حذف به ۹۵٪ رسـید که یون مس به صورت $Cu(OH)_2$ به‌روی سطح لجن زلال‌ساز رسوب کرد. از جمله دیگر نتایج این تحقیق این اسـت که لجن زلال‌ساز شبیه رس اسـت و می تواند به عنوان یک جاذب موثر و اقتصادی برای حذف مس به کار رود (۱۱).

نتیجه گیری

با افزایش لجن زلال‌ساز به عنوان کمک منعقدکننده عملیات حـذف کدورت بهبود یافت. حجم لجن برگشـتی بهینه همراه پلی آلومینیوم کلراید در حذف کدورت با حداکثر کارایی حذف برابر ۹۸/۳۱٪ در دوز ppm ۱۰در حجم لجن تزریقی برابر ۱۰

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-21]

میلی‌متـر ... حداکثر کارایی حذف کـدورت برابر ۹۸/۹۲٪ در دوز ppm ۳۰ در حجم لجن تزریقی برابر ۴ میلی‌لیتر مشاهده شـده است. این مطالعه نشان داد که نشاسته در حذف کدورت آب و میکروارگانیسـم هـا از کارایی بالایی برخوردار اسـت.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری صمیمانه مسئولین و کارکنان آزمایشگاه تصفیه خانه آب کیان آباد اهواز سپاس گزاری می شود.

منابع

1. Alipoor V, Bazrafshan E. Water treatment. Isfahan: Daneshnama Publication; 2002 (in Persian).
2. Kent DK. Water Treatment Plant Operation. California: California State University; 1992.
3. Samadi MT, Saghi MH, Shirzad M, Rahimi S, Hasanvand J. Comparison of diffrent coagulants efficiency for treatment of Hamedan landfills leachate site. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;3(1):75-82 (in Persian).
4. Shanawaz S, Yeomin Y, Amy G, Yoon J. Determining Effectiveness of Conventional and Coagulants through Effective Characterization Schemes. Chemosphere. 2004;57(6):1115-22.
5. Mccurdy K, Carlson K, Gregory D. Floc morphology and cyclic shearing recovery comparison of alum and poly aluminum chloride coagulants. Water Res. 2004;38:486-94.
6. Kan Ch, Huang Ch. Coagulation monitoring in surface water treatment facilities. Water Sci Tech. 1998;38(3):237-44.
7. Mc Lane J. Water quality improves by recycling settled sludge. USA: AWWA; 2003.
8. Takdastan A, Pazoki M, Azizpour L. Application of starch as a coagulant aid in removing turbidity and coliform in Karun River. Proceeding of 10th National Congress on Environmental Health; 2006; Isfahan; Iran.
9. Banihashemi A, Alavi Moghaddam MR, Maknoun R, Nikazar M. Lab-scale study of water turbidity removal using aluminum inorganic polymer. Watre and Wastewater Journal. 2008;66:82-86 (in Persian).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-21]

Survey of PAC Performance for Removal of Turbidity, COD, Coliform Bacteria, Heterotrophic Bacteria from Water of Karoon River

Mirzaei A., *Takdastan A., Alavi Bakhtiarvand N.
Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Jondishapour University of Medical Sciences, Khouzestan, Iran

Received; 24 April 20011 Accepted; 24 July 2011

ABSTRACT

Backgrounds and Objectives: Selection of proper coagulants for turbidity removal and determination of effective methods to reduce coagulants dose and related costs in water treatment plants is of critical importance. The present study investigates the effect of returned sludge on improving the performance of poly-aluminum chloride (PAC) in turbidity, coliform bacteria, heterotrophic bacteria removal from drinking water during rapid mixing phase.

Materials and Methods: In order to determine the optimal returned sludge volume injected during rapid mixing with PAC for turbidity, total coliform and hetrophic bacteria, experiments were conducted based on variables such as injected silt volume (from 0 - 125 ml), and varying turbidities from 58 - 112 NTU. At the end of each JAR experiments, remaining turbidity , microbial parameters of samples were measured . Coagulant efficiency in turbidity removal and microbial parameters were determined by Covariance, Duncan analyses and graphs were drawn by MS Excel . The results statistically showed significant among variables ($P<0.05$).

Results: The results showed that the maximum turbidity removal efficiency of 98.92 at 30 ppm was 10 ml while the maximum turbidity removal efficiency of 98.31 at 10 ppm was 4 ml. The maximum total coliform removal efficiency of 95.68 obtained for 10 ppm in 10 cc injected sludge volume.

Conclusion: This study shows that addition of returned sludge to flash mixing can reduce the turbidity of samples.

Key words: Coagulation, return sludge, Poly Aluminum Chloride, Turbidity, Coliform

***Corresponding Author:** *afshin_ir@yahoo.com*
***Tel:** 0912 3470776 **Fax:** + 98 611 3738282*

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-21]