مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی
پاییز ۱۳۹۳؛۶(۳): ۵۸۱-۵۸۹

Journal of North Khorasan University of Medical Sciences
Autumn2014;6(3): 581-589

مقاله پژوهشی

بررسی میزان کارایی پلی آلومینیوم کلراید در حذف COD، TSS، رنگ و کدورت شیرابه محل دفن پسماندهای شهر قزوین در سال ۱۳۹۰

حمزه علی جمالی[۱]، اسمعیل قهرمانی[۲]، احسان ابویی[۳]، شهرام صادقی[۴]*

[۱]استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین، ایران
[۲]مربی و عضو هیات علمی و مرکز تحقیقات بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کردستان، ایران
[۳] عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران، دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی ایران
[۴]دانشجوی کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، عضو کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، ایران
[*]**نویسنده مسئول:** عضو کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، ایران
پست الکترونیک: shahram.snna@yahoo.com

وصول: ۹۲/۷/۶ اصلاح: ۹۳/۲/۲۱ پذیرش:۹۳/۳/۵

چکیده

زمینه و هدف: *دفن پسماندها در محل های دفن شهری مرسوم ترین روش دفع نهایی در اغلب کشورهای مختلف دنیاست. شیرابه محل دفن بسیار آلوده بوده و می تواند خطراتی جبران ناپذیری به محیط زیست به خصوص آب زیر زمینی وارد نماید. امروزه استفاده از منعقد کننده ها در تصفیه آب و فاضلاب بسیار رایج شده و استفاده از این مواد رو به افزایش می باشد. لذا مطالعه حاضر با هدف تعیین کارایی پلی آلومینیوم کلراید درحذف COD، TSS، رنگ وکدورت تصفیه شیرابه محل دفن پسماندهای شهر قزوین می باشد.*

مواد و روش کار: *در این مطالعه شیرابه از محل دفن زباله های شهر قزوین برداشت شد. نمونه ها در طی شش ماه از محل برداشت شده و تواتر نمونه برداری هر دو هفته یکبار بود. نمونه پس از حمل به آزمایشگاه در یخچال و در دمای ۴ درجه سانتی گراد تا زمان مصرف نگه داری می شد. آزمایشات بر اساس کتاب روش های استاندارد برای آزمایش های آب و فاضلاب انجام شد.*

یافته ها: *نتایج آزمایش انعقاد و لخته سازی نشان داد که pH بهینه برای PAC برابر ۷/۵ بود. همچنین مقدار بهینه PAC برابر با gr/L ۲/۵ بود. راندمان PAC در حذف TSS،COD، کدورت و رنگ در شرایط بهینه برابر با ۴۸/۵٪ ،۸۲/۵٪ ، ۷۳/۵٪ و ۷۰/۵٪ بود.*

نتیجه گیری: *با توجه به میزان تولید شیرابه در محل دفن شهر قزوین و کارایی پلی آلومینیوم کلراید در حذف این آلاینده ها و از طرفی عدم نیاز به تکنولوژی پیشرفته و ارزانی قیمت، این روش یک روش بسیار مناسب برای تصفیه شیرابه تولیدی در محل دفن شهر قزوین می‌باشد.*

واژه های کلیدی: *پلی آلومینیوم کلراید، شیرابه، پسماند*

مقدمه

حفاظت از محیط زیست یک نگرانی مشترک جهانی در بین دولت ها و ملت ها است و در طی دهه های اخیر افزایش یافته است. در طی چندین دهه گذشته در اثر افزایش جمعیت و شهر نشینی، تغییرات در عادات تولید و مصرف مواد، رشد مصرف گرایی و استفاده بی رویه ازمنابع و توسعه صنعت و تکنولوژی از عوامل موثر در تولید پسماند شهری و صنعتی محسوب می گردند. این افزایش یک معضل بزرگ جهانی محسوب می گردد [۲،۱]. در سال۱۹۹۴ کل پسماند تولیدی در جهان برابر با ۱/۳ میلیارد تن در روز بوده که سرانه تولید آن برابر با $\frac{2}{3}$ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز بوده که این مقدار در سال

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-05-21]

۲۰۰۸ با رشد ۳۱/۱٪ به میزان به ۱/۷ میلیارد تن در روز رسیده است [۳]. یکی از عمومی ترین روش های دفع پسماند در کشور های توسعه یافته و در حال توسعه دفن بهداشتی است. به دلیل سادگی، هزینه سرمایه گذاری و بهره برداری پائین، این روش هم اکنون برای دفع بیش از ۹۵٪ از پسماندهای شهری جمع آوری شده بکار می رود [۴]. بطور طبیعی، محل دفن بهداشتی یک سیستم پیچیده و ناهمگن فیزیکی، شیمیائی و زیستی است که در این سیستم مواد تحت تاثیر فشردگی، ترکیب مواد دفعی، رطوبت، درجه حرارت و تغییرات فصلی قرار دارد. در این شرایط تجزیه ای مایعی قهوه ای مایل به سیاه و بد بو و دارای خصوصیات کمی و کیفی متغیرتولید و به بیرون تراوش می کند که شیرابه نام دارد. این مایع حاوی گروههای مختلفی از مواد آلی و معدنی، آمونیاک و مواد سمی است که تهدید کننده منابع آبهای سطحی و زیر زمینی و خاک می باشد [۶،۵]. شیرابه مکان دفن زباله شهری فاضلاب صنعتی با میزان آلودگی بالا تلقی می گردد، بطوریکه نگرانی ناشی از این بار آلودگی بالا باعث شده تا این روش که پر کاربرد ترین روش دفع پسماند است را با چالش مواجه نماید [۷]. روشهای تصفیه زیستی بطور گسترده ای برای شیرابه های تازه بکار می رود. اما برای شیرابه های مسن (بیش از ده سال سن) و شیرابه هایی که قبلاً مورد تصفیه بیولوژیکی قرار گرفته اند معمولاً روش های فیزیکو شیمیایی مناسب است [۸]. انعقاد و لخته سازی یک روش فیزیکو شیمیایی نسبتاً ساده برای تصفیه آب و فاضلاب است. مکانیسم حذف این فرایند شامل خنثی سازی بار منفی ذرات کلوئید با استفاده از نمک های کاتیونی و هیدرولیز آنها در محیط آبی و سپس تجمع و ترسیب آنها به کمک لخته سازی است. از این فرایند برای تصفیه شیرابه مسن نیز بطور موفقیت آمیزی استفاده شده است [۹]. این روش بعنوان پیش تصفیه برای تصفیه شیرابه تازه و یا بعنوان تصفیه تکمیلی برای شیرابه مسن با قابلیت تصفیه پذیری بیولوژیکی کم بکار می رود [۱۰]. در سالهای اخیر استفاده از شکل پلیمری آلومینیم مثل پلی آلومینیم کلراید (PAC) جهت انعقاد و لخته سازی در صنعت آب و فاضلاب در کشور های اروپایی، ژاپن و آمریکای شمالی بدلیل در دسترس بودن و قیمت پایین تر مورد مورد توجه قرار گرفته است. محققین ادعا نموده اند که این محصولات نسبت به منعقد کننده های متداول دارای مزایای زیادی از جمله راندمان حذف جامدات معلق و مواد آلی، مصرف کمتر قلیاییت محیط به دلیل خنثی بودن ترکیب و تولید لجن کمتر است [۱۲،۱۱]. آموکراین[1] و همکاران در تحقیقات خود اعلام نمودند که منعقد کننده های متداول حدود ۲۵٪-۱۰ ٪ از COD شیرابه کهنه یا شیرابه ای که قبلاً مورد تصفیه بیولوژیکی قرار گرفته است و ۶۵٪-۵۰٪ از COD شیرابه تازه را حذف می نماید اما در مورد نتایج تصفیه منعقد کننده های فلزی پلیمره نتایجی اعلام نشده است. میزان دقت این روش بستگی به این دارد که چه میزان pH و مقدار مصرف منعقد کننده دقیق انتخاب شده است. در روش معمول به روش سعی و خطا مقدار بهینه pH و مقدار تعیین می شود. در این روش سنتی از روش هر بار یک عامل استفاده می شود. بدین شکل یک متغییر تغییر داده می شود در حالی که سایر متغیرها در طول آزمایشات ثابت نگه داشته می شوند. به همین تر تیب در مورد سایر متغییر ها نیز اقدام می گردد[۹].

روش کار

در این تحقیق شیرابه از محل دفن زباله های شهر قزوین برداشت شد. نمونه ها در طی شش ماه از محل برداشت شده و تواتر نمونه برداری هر دو هفته یکبار بود. این مکان دفن از ۳۰ سال پیش به عنوان مکان دفن زباله های شهر قزوین و شهر های اطراف اختصاص یافته است. شیرابه تولیدی در یک برکه ذخیره شده و تحت تاثیر عوامل طبیعی مورد تصفیه قرار می گیرد . نمونه های مورد استفاده در این تحقیق از این نقطه برداشت شده است. خصوصیات کیفی این شیرابه در جدول زیر ارائه شده است. نمونه پس از حمل به آزمایشگاه در یخچال و در دمای ۴°C تا زمان مصرف نگه داری می شدند. آزمایشات بر اساس کتاب روش های استاندارد برای آزمایش های آب و فاضلاب انجام می شد [۱۳]. در این تحقیق از منعقد کننده پلی آلومینیم کلراید (PAC) به عنوان نمک هیدرولیز شده آلومینیم استفاده شده است. این ترکیب از

1- Amokrane

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-05-21]

محصولات MERCK بودند. فرایند انعقاد و لخته سازی با استفاده از یک دستگاه جارتست شش خانه ای ساخت ایران که دارای تیغه های همزن مستطیلی با ابعادcm ۲/۵ cm*۷/۵ انجام شد. زمانهای اختلاط سریع و کند بطور اتوماتیک تنظیم شده و انجام می شد. سرعت چرخش تیغه ها در دور سریع و کند بترتیب ۸۰rpm و ۳۰rpmبوده و زمان ماند هر کدام از این دو مرحله به ترتیب ۱ و ۱۵ دقیقه بود. زمان ته نشینی نیز ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه این تحقیق برای بهینه سازی مقدار (دوز) و pH بهینه برای این منعقد کننده بود از روش هر بار یک عامل برای بهینه ساری این پارامترها استفاده شد. برای تعیین محدوده باریک تری از دوز و pH مطالعات مقدماتی انجام شد. در این آزمایشات مقدار دوز از gr/L ۰/۱ شروع شده و بتدریج مقدار آن افزایش یافته تا به نتایج مناسب در پاسخ (کدورت، رنگ، TSS و COD) برسیم. به همین ترتیب برای pH نیز یک محدوده وسیع ۱۲-۲ انتخاب شد. بدین ترتیب محدوده دوز انتخابی برابر باgr/L ۳/۵-۱/۵ و محدوده pH انتخابی برابر با ۸/۵- ۶/۵ برای PAC بود. بعد از اضافه نمودن میزان مشخصی از منعقد کننده و کنترل pH میزان غلظت TSS، COD، کدورت و رنگ مطابق روش استاندارد متد محاسبه گردید.

یافته ها

از مقادیرارائه شده در جدول فوق، نسبت BOD_5/COD حدود ۰/۱۲ و مقدار NH_4-N برابر ۱۶۲۰ است که نشان دهنده ی تصفیه پذیری بیولوژیکی ضعیف آن است. بنابراین اینگونه شیرا به ها مسن بوده و تقریباً قابلیت تصفیه بیولوژیکی ندارند. بنابر این بهترین روش استفاده از فرایند های فیزیکوشیمیایی و شیمیایی است.

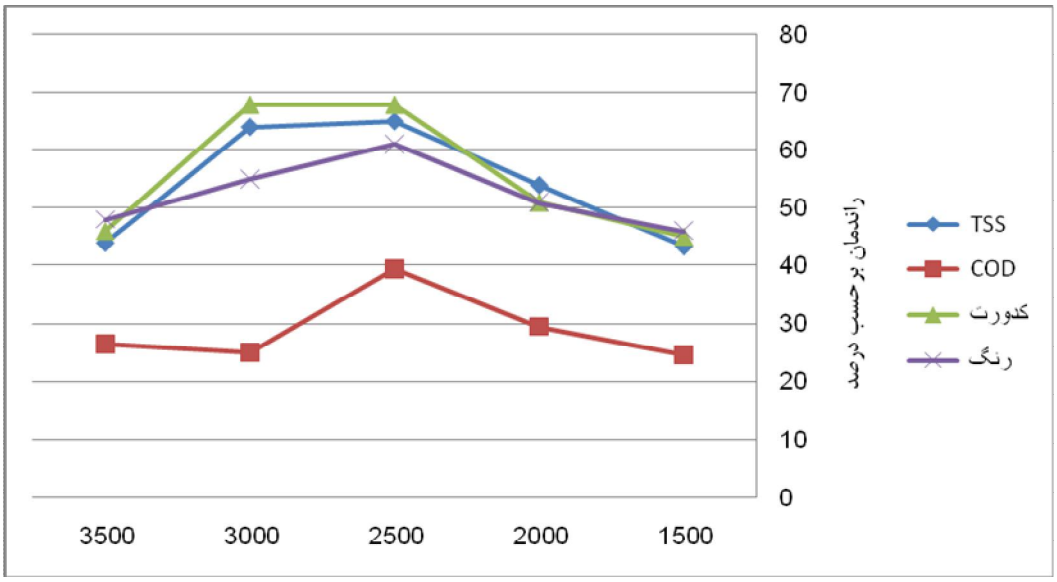
باتوجه به شکل های زیر، پلی آلومینیوم کلراید در pH برابر ۷/۵ نسبت به pH های دیگر راندمان بهتری در حذف COD دارد. همچنین بیشترین راندمان را در pH برابر ۷/۵ و غلظت ۲/۵ گرم در لیتر دارا می باشد. کارایی حذف TSS هم در pH برابر ۷/۵ و غلظت ۲/۵ گرم در لیتر بیشترین مقدار بوده است. (کارایی حذف ۸۸ درصد است). در مورد کدورت و رنگ هم در همین pH نسبت به pH های دیگر راندمان بهتری داشته است.

نتایج آزمایش انعقاد و لخته سازی نشان داد که pH بهینه برای PAC برابر ۷/۵ بود. همچنین مقدار بهینه PAC برابر با gr/L ۲/۵ بود. راندمان PAC در حذف COD، TSS، رنگ و کدورت در شرایط بهینه برابر با ۴۸/۵٪، ۸۲/۵٪، ۷۳/۵٪ و ۷۰/۵٪ بود.

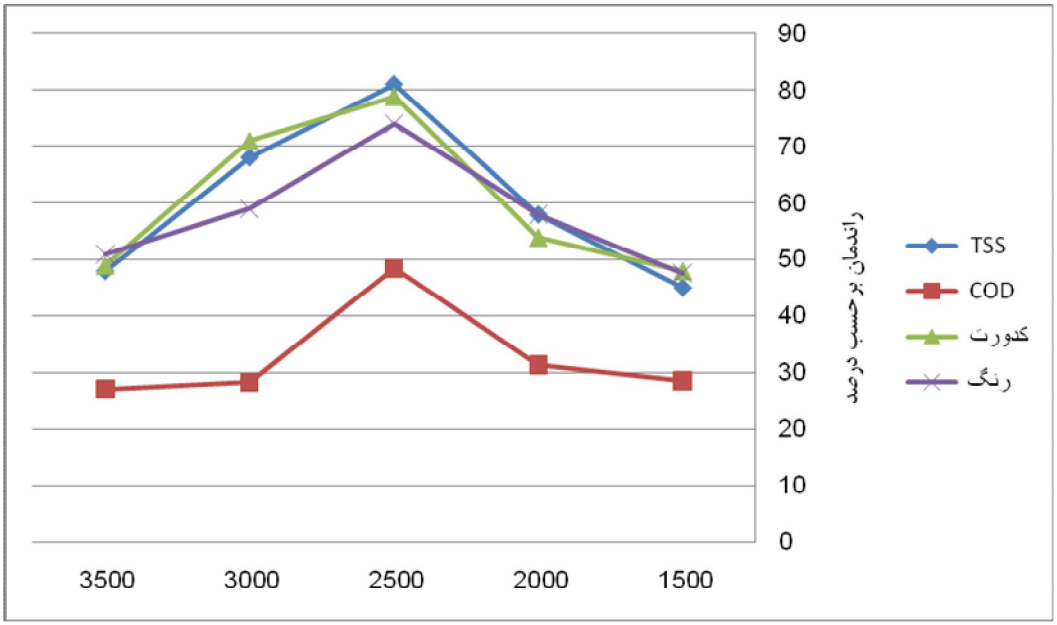
خصوصیات کیفی شیرابه خام محل دفن پسماند شهر قزوین

COD برحسب میلی گرم بر لیتر	۶۵۰۰-۸۰۰۰
TSS برحسب میلی گرم بر لیتر	۱۲۰۰-۲۵۰۰
رنگ بر حسب PT - CO	۵۱۰۰-۷۱۰۰
کدورت بر حسب NTU	۳۰۰۰-۴۵۰۰
BOD برحسب میلی گرم بر لیتر	۸۰۰-۹۵۰
$NH_4 - N$ برحسب میلی گرم بر لیتر	۱۶۲۰
PH	۶/۵-۸/۵

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-05-21]

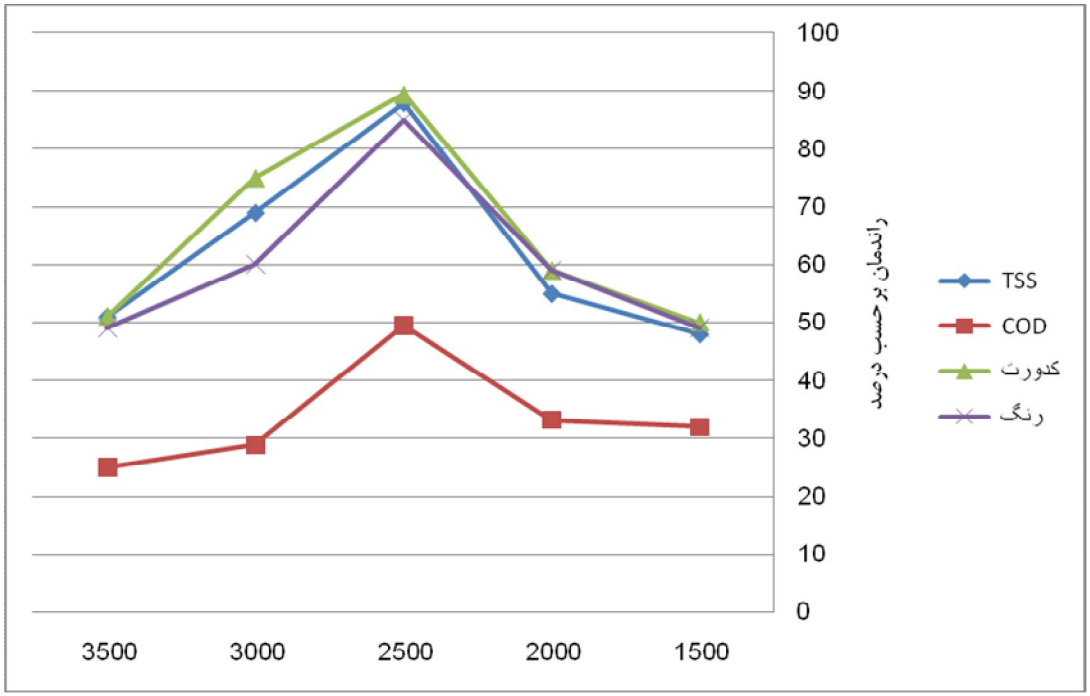


شکل ۱: تاثیر تغییر غلظت در راندمان حذف آلاینده ها در pH= ۶/۵

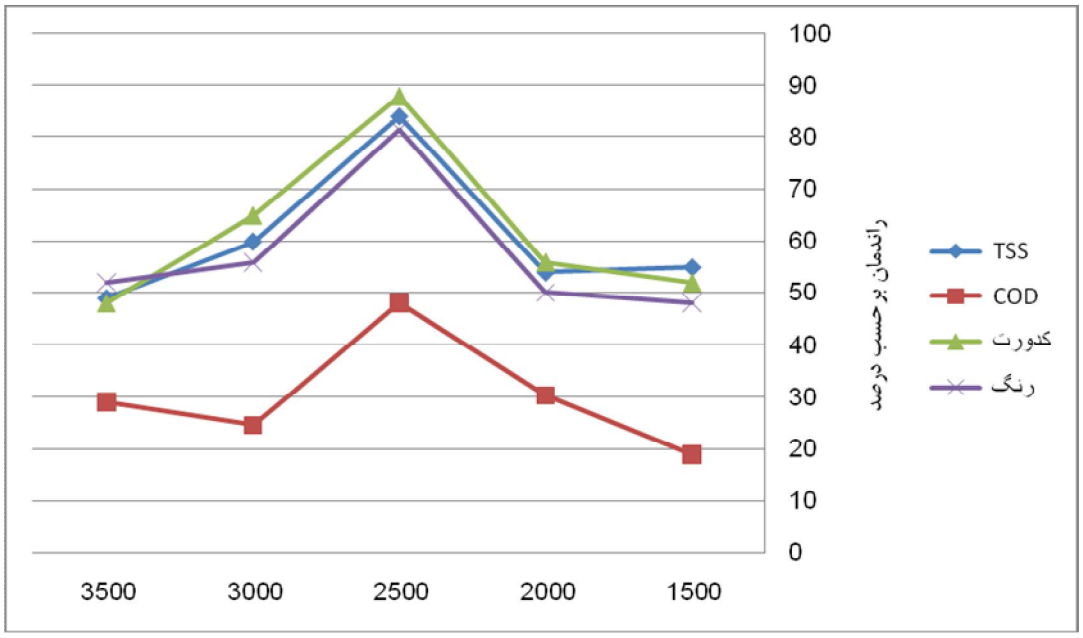


شکل ۲: تاثیر تغییر غلظت در راندمان حذف آلاینده ها در pH= ۷

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-05-21]

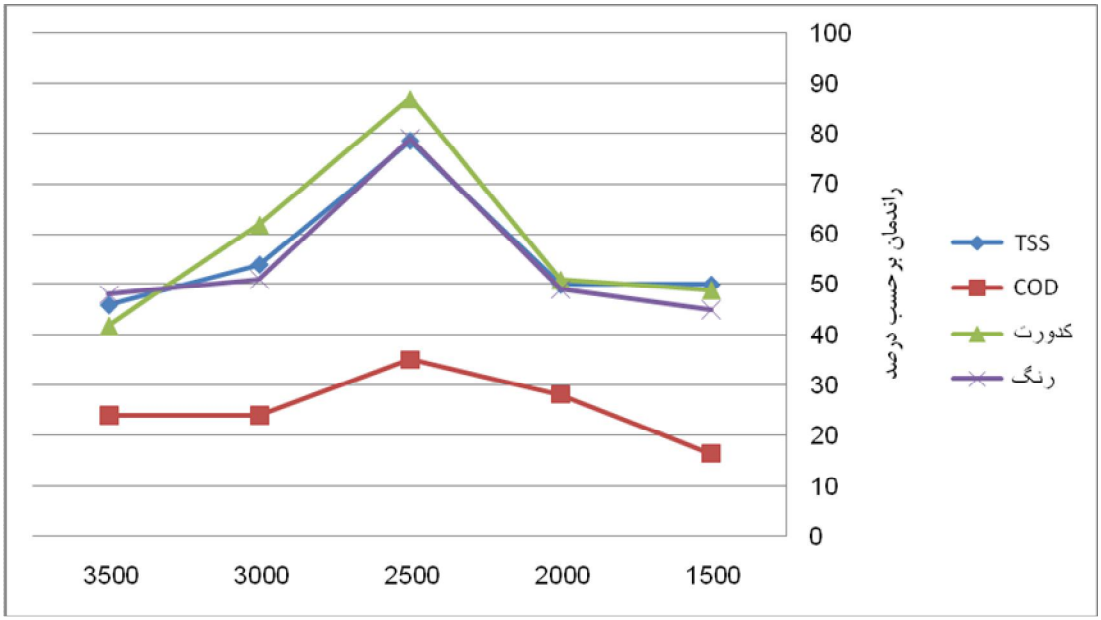


شکل ۳: تاثیر تغییر غلظت در راندمان حذف آلاینده ها در pH= ۷/۵



شکل ۴: تاثیر تغییر غلظت در راندمان حذف آلاینده ها در pH= ۸

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-05-21]



شکل ۵: تاثیر تغییر غلظت در راندمان حذف آلاینده ها در pH=۸/۵

بحث

با توجه به خصوصیات کیفی شیرابه خام محل دفن شهر قزوین و اندازه گیری نسبت BOD_5/COD حدود ۰/۱۲ می باشد که با توجه به حداقل میزان نسبت BOD_5/COD جهت بکاربردن روشهای بیولوژیکی (۰/۲۵ = BOD_5/COD) این نسبت پایین است لذا بکار بردن روشهای فیزیکوشیمیایی و شیمیایی از جمله روش انعقاد بسیار منطقی است [۱۳]. همانطور که در نتایج مشاهده می‌شود بیشترین راندمان حذف پارامترهای مورد بررسی در pH= ۷/۵ بود. همچنین غلظت بهینه مورد استفاده برای حذف پارامترهای مورد بررسی غلظت ۲/۵ گرم بر لیتر (۲۵۰۰میلی گرم در لیتر) بود که با غلظت بهینه مطالعات صورت گرفته بر روی شیرابه با استفاده از PAC انجام شده بود مطابقت داشت [۱۵،۱۴]. البته در مطالعه آقای ساقی بیشترین میزان حذف مواد جامد معلق (TSS) برابر با ۴۳٪ بود که در مقایسه با راندمان حذف TSS در مطالعه حاضر بسیار کمتر بود (۸۸٪) که این تفاوت راندمان را می‌توان با میزان TSS در شیرابه خام مرتبط دانست زیرا این میزان در شیرابه خام شهر همدان در مقایسه با شهر قزوین حدود ۱۲ برابر بیشتر بود [۱۴]. اگر بخواهیم راندمان PAC را در حذف کدورت، رنگ، TSS و COD با راندمان دیگر منعقدکننده ها بسنجیم می توان به مقایسه این مطالعه با مطالعه آقای Hamid abdul aziz که در سال ۲۰۰۷ بر روی راندمان منعقدکننده های آلوم ، کلرید فریک و سولفات فروس بر حذف رنگ، COD و TSS انجام دادند اشاره کرد. در مطالعه آقای عبدالعزیز و همکارانش در pH= ۶ راندمان هریک از منعقد کننده های آلوم، کلرید فریک و سولفات فروس در حذف TSS به ترتیب ۷۰/۴، ۹۹ و ۴۲/۴ درصد، در حذف رنگ ۵۴/۹، ۹۶/۵ و ۱۵ درصد و در حذف COD ۲۶/۹، ۴۴/۷ و ۲۱ درصد گزارش شد [۱۵]. حال مقایسات با مطالعه حاضر نشان می‌دهد در pH مشابه؛ میزان حذف TSS (۶۵٪) توسط PAC از آلوم بیشتر و از کلرید فریک و سولفات فروس کمتر می‌باشد و میزان حذف COD توسط PAC

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-05-21]

(۴۰٪) از آلوم و سولفات فروس بیشتر و از کلرید فریک کمتر است. و در نهایت میزان حذف رنگ توسط PAC (۶۲٪) از آلوم و سولفات فروس بیشتر و از کلرید فریک کمتر است [۱۵]. یکی از تفاوتهای عمده مطالعه حاضر با مطالعات دیگر بکار بردن دامنه های از pH خنثی می‌باشد چراکه در این مطالعه pH های خنثی با اختلاف ۰/۵ مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت۷/۵ =pH راندمان حداکثر بود. البته بهتر است اشاره شود که هر چند کارایی PAC نسبت به کلرید فریک کمتر است اما با درنظر گرفتن وضعیت حمل و نقل و خورنده بودن کلرید فریک و هزینه های کلی، استفاده از PAC به عنوان عامل شیمیایی تصفیه شیرابه می‌تواند مورد توجه باشد.

نتیجه گیری

با توجه به میزان تولید شیرابه در محل دفن شهر قزوین و پتانسیل این ماده در آسیب به محیط زیست [۷] تصفیه آن امری ضروری به نظر می رسد. با جمع‌بندی مطالعه حاضر و مقایسه آن با مطالعه دیگران با توجه به بالا بودن راندمان حذف و ارزانی قیمت و عدم نیاز به تکنولوژی پیشرفته این روش به عنوان راه حلی مناسب جهت تصفیه شیرابه تولیدی در محل دفن شهر قزوین پیشنهاد می-گردد.

تشکر و قدردانی

از حمایت های ریاست محترم دانشکده بهداشت که با در اختیار گذاشتن آزمایشگاه امکان به انجام رساندن این پژوهش را برای ما فراهم ساخته و همچنین ازکارشناسان آزمایشگاه نیز که با راهنمایی های ارزشمندشان ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.لازم به ذکر است که این مطالعه حاصل یک طرح تحقیقاتی نبوده است.

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-05-21]

References

1. Renou S, Givaudan J.G, Poulain S , Dirassouyan F , Moulin P , Landfill leachate treatment: review and opportunity, J. Hazard. Mater. 2008 ,150: 468–493.

2. Bendtez S.O , Lozano J.L.B , The municipal solid waste cycle in Mexico: final disposal, Resour. Conserv. Recycl. 2003, 39: 239–250.

3. Foo K.Y , Hameed B.H, An overview of landfill leachate treatment via activated carbon dsorption Process, Journal of Hazardous Materials , 2009,171: 54–60.

4. Kurniawan T.A , Lo W.H , Chan G.Y.S , Physico-chemical treatments for removalof recalcitrant contaminants from landfill leachate, J. Hazard. Mater. 2006 , 129 (1–3): 80–100.

5. Nooten T.V, Diels L, Bastiaens L , Design of amultifunctional permeable reactive barrier for the treatment of landfill leachate contamination: laboratory column evaluation, Environ. Sci. Technol, 2008, 42: 8890–8895.

6. Aktas O ,, Cecen F , Addition of activated carbon to batch activated sludge reactors in the treatment of landfill leachate and domestic wastewater, J. Chem.Technol. Biotechnol, 2001, 76: 793–802.

7. Ghafari S, Aziz H.A, Isa M.H , Coagulation process for semi-aerobic leachate treatment using poly-aluminum chloride, in: The AEESEAP International Conference“Engineering a Better Environment for Mankind”, Kuala Lumpur,Malaysia, June 7–9, 2005.

8. Forgie D.J.L, Selection of the most appropriate leachate treatment methods. Part 2. A review of recirculation, irrigation and potential physical–chemical treatment methods, Water Pollut. Res. J. Canada1988, 23: 329–340.

9. Amokrane A, Comel C , Veron J , Landfill leachates pretreatment by coagulationflocculation,Water Res. 1997, 31: 2775–2781.

10. Tatsi A.A , Zouboulis A.I , Matis K.A, Samaras P, Coagulation–flocculation pretreatment of sanitary landfill leachates, Chemosphere2003,53 : 737– 744.

11. Mason R.L , Gunst R.F , Hess J.L , Statistical Design and Analysis of Experiments, Eighth Applications to Engineering and Science, second ed., Wiley, New York, 2003

12 .APHA, WPCF, AWWA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed., American Public Health Association (APHA),Washington, DC, 2005.

13. G.Tchobanglous, F.burton,H.David Stensel,waste water Engineering- Fourth Edition-(2003)

14. Samadi M.T, Saghi M. H, Shirzad M, Rahimi S, Hasanvand J, Comparison of Diffrent Coagulants Efficiency for Treatment of Hamedan Landfills Leachate Site. Iran. J. Health & Environ., 2010, Vol. 3, N0. 1-page 75 – 82[Persian]

15. AbdulAziz H,Alias S,Assari F, NordinAdlanM, The use of alum, ferric chloride and ferrous sulphate as coagulants in removing suspended solids, colour and cod from semi-aerobic landfill leachate at controlled pH.Waste Manage Res. 2007;25:556-65[Persian].

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-05-21]

Original Article

Evaluation of Poly Aluminium Chloride efficiency in removal COD, TSS, color and turbidity of wastes landfill leachate in Qazvin city in 2011

*Jamali HA[1] ,Ghahramani E[2], Abouee E[3], Sadeghi Sh[4]**

[1]Associate Professor, Qazvin university of medical sciences, Iran
[2] M.Sc of Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health Engineering, Kurdistan University of Medical Sciences, Kurdistan, Iran
[3] Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, North Khorasan University of Medical Sciences Bojnurd ,Iran, PhD Student, Environment research center, Iran University of medical sciences
[4]M.Sc Student of Environmental Health Engineering ,Student Research Committee ,Kurdistan University of Medical Sciences, Kurdistan, Iran

***Corresponding Author:** Student Research Committee ,Kurdistan University of Medical Sciences, Kurdistan, Iran
Email:
shahram.snna@yahoo.com

Abstract

Background & Objectives: *The most common disposal method in the most countries of the world is in municipal landfills. Contamination from landfill leachate can pose irreparable risks to the environment, particularly to the groundwater. Today, the use of coagulants in water and wastewater treatment is common and use of this material is increasing. The aim of this study was to determine poly aluminium chloride efficiency in removal of COD, TSS, color and turbidity of wastes landfill leachate of Qazvin city.*

Materials and Methods: *in this study leachate were taken from landfill of Qazvin. Samples were taken during 6 months and the sampling interval was every 2 weeks. The Samples were transported to the laboratory and stored at 4 °C until testing. Experiments were performed according to standard methods for water and wastewater testes.*

Results: *The results showed that the optimum pH and poly aluminium Chloride amount was 7.5 and 2.5 gr / L, respectively. The removal efficiency in the optimum conditions for COD, TSS, turbidity and color was 48.5%, 82.5%, 73.5% and 70.5%, respectively.*

Conclusions: *Qazvin has a high production rate of landfill leachate. Besides, cost effectiveness and high removal efficacy of poly aluminium chloride makes this method a convenient, no high tech technique for treatment of landfill leachate.*

Keywords: *Poly Aluminium Chloride, leachate, waste*

Submitted:29 Sep 2013
Revised:11 May 2014
Accepted: 26 May 2014

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-05-21]