

بررسی کارایی سولفات آلومینیوم (آلوم) به عنوان کواگلانت در حذف جامدات

معلق، COD، کدورت و رنگ از شیرابه محل دفن پسماندهای شهر سنندج

شهرام صادقی^۱، فردین غریبی^۳

۱. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.
۲. مرکز تحقیقات بهداشت محیط، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.
۳. کارشناسی ارشد مدیریت خدمات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.

shahram.snna@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش نهایی: ۹۶/۱۱/۱۷)

زمینه و هدف: یکی از مهمترین مشکلات زیست محیطی شهرها مدیریت پسماندهای شهری و کنترل شیرابه های حاصل از آن است. برای جلوگیری از سرازیر شدن آلاینده های بیوشیمیایی به محیط، حذف این آلاینده ها ضروری است. هدف از این مطالعه تعیین میزان راندمان سولفات آلومینیوم (آلوم) در حذف جامدات معلق، COD، کدورت و رنگ شیرابه محل دفن پسماندهای شهر سنندج است.

مواد و روش ها: در این مطالعه شیرابه تولیدی از محل دفن زباله های شهر سنندج در یک برکه ذخیره و تحت تاثیر عوامل طبیعی مورد تصفیه قرار گرفت. از این برکه، به فاصله هر دو هفته یکبار و به مدت شش ماه نمونه برداری بعمل آمد. نمونه ها پس از حمل به آزمایشگاه در یخچال و در دمای ۴°C تا زمان مصرف نگه داری شدند.

یافته ها: نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که آلوم در pH برابر ۸/۵ و غلظت ۹۰۰۰ میلی گرم در لیتر راندمان بهتری در حذف COD دارد. همچنین کارایی حذف TSS در pH برابر ۷ و غلظت ۹۵۰۰ میلی گرم در لیتر و کدورت و رنگ هم در pH برابر ۸/۵ و غلظت ۸۵۰۰ میلی گرم در لیتر بیشترین مقدار بوده است.

نتیجه گیری: با توجه به زمانبر نبودن، میزان پایین مواد مصرفی و عدم نیاز به نیروی انسانی متخصص برای راهبری سیستم، استفاده از آلوم به عنوان پیش تصفیه برای حذف آلاینده های بیوشیمیایی از شیرابه های محل دفن زباله توصیه می شود.

کلید واژه ها: سولفات آلومینیوم، شیرابه، سنندج، پسماند

مقدمه

اجرا و بهره برداری یک مدفن بهداشتی- مهندسی زباله باید مورد توجه قرار گیرد تجزیه مواد زاید و تولید گاز در محل های دفن می باشد (۲). تولید شیرابه یکی از پیامدهای عملیات دفن پسماند در لندفیل می باشد (۳). شیرابه زباله یکی از مایعات بسیار آلوده و سمی است که حاوی انواع گوناگونی از ترکیبات آلی و غیر آلی می باشد که می تواند محلول یا معلق باشد (۴). این ترکیبات خطرات جدی را متوجه منابع آب سطحی و زیرزمینی منطقه می سازند (۶-۵). به طور کلی مشخصات شیرابه به ترکیب مواد زاید جامد، روش دفن و درجه فشردگی آن، سن محل دفن، درصد رطوبت و ظرفیت جذب مواد زاید، میزان بارندگی و میزان تبخیر، توپوگرافی مکان دفن، سیستم لایه بندی،

با رشد صنایع، توسعه تکنولوژی و زندگی شهرنشینی در چند دهه گذشته منجر به افزایش تولید مواد زاید جامد و آلاینده شده است و در نتیجه تولید شیرابه افزایش یافته است (۱). مواد زاید جامد شهری (MSW) یکی از مهم ترین مواد آلاینده محیط زیست است که هر روزه میلیون ها تن از آن در سراسر جهان تولید می گردد. با توجه به محدودیت های اقتصادی و تکنولوژیکی امکان بازیافت همه زباله ها میسر نیست و دفن زباله بعنوان یک راه حل عمومی هم چنان متداولترین روش دفع زباله های شهری در جهان است. یکی از مهم ترین مسائلی که در طراحی،

¹ Municipal solid Waste

تغییرات در کیفیت شیرابه وابسته می باشد (۱۴). امروزه استفاده از منعقدکننده ها در تصفیه آب و فاضلاب بسیار رایج بوده و استفاده از این مواد در حال افزایش است که این به دلیل راندمان بالای این مواد در حذف مواد معلق و کدورت از محلول های آبی و آماده سازی و پردازش جهت تصفیه در مراحل بعدی می باشد (۱۷-۱۵). هدف از این پژوهش تعیین میزان کارایی سولفات آلومینیوم به عنوان کواگولانت در حذف جامدات معلق، COD، کدورت و رنگ از شیرابه محل دفن پسماندهای شهر سنندج می باشد.

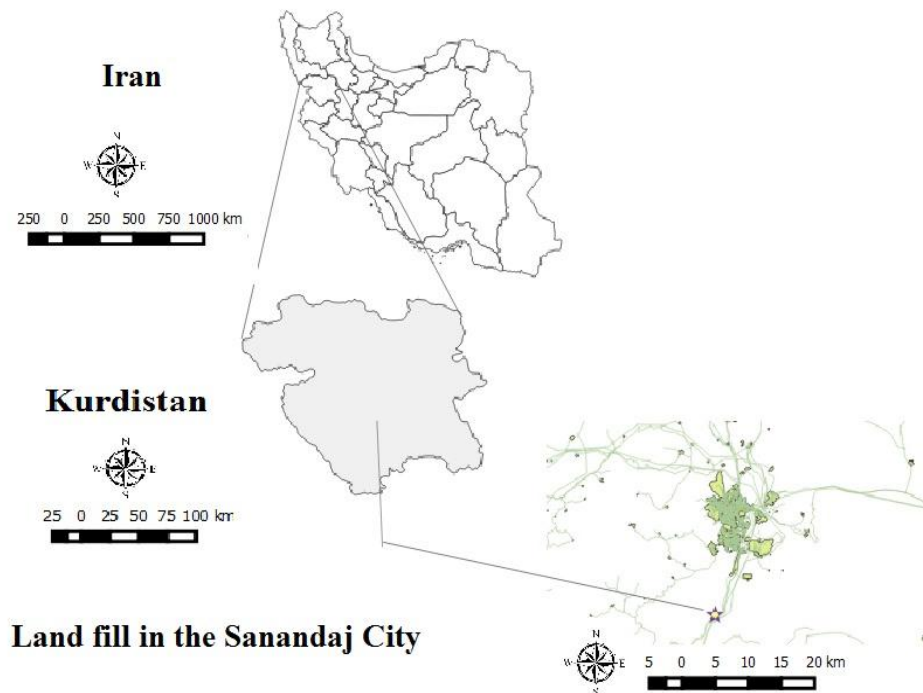
برداری اشغال شده است. شمای کلی از محل قرارگیری سایت دفن زباله و موقعیت آن نسبت به شهر سنندج در شکل ۱ آمده است.

هیدروژنولوژی، پوشش گیاهی و فرآیندهای بیولوژیکی و شیمیایی که در محل دفن رخ می دهد وابسته است و غلظت مواد در شیرابه در نتیجه پیشرفت تجزیه زباله کاهش می یابد (۸-۳). روش های متعددی از جمله فیزیکوشیمیایی، تبخیر پیشرفته، فناوری غشایی و راکتورهای بیولوژیکی برای تصفیه شیرابه در محل دفن در کشورهای مختلف دنیا استفاده شده است (۹-۱۳). بنابراین قابلیت استفاده از یک روش برای تصفیه شیرابه به طور گسترده به مشخصات شیرابه و نوسانات روش در مقابل

مواد و روش ها

۱) مکان مطالعه

محل دفن بهداشتی (لندفیل) شهر سنندج با وسعت حدود ۳۵ هکتار با قدمتی ۲۰ ساله واقع در ۱۲ کیلومتری جاده سنندج کامیاران در محلی به نام کیلک واقع شده و در حال حاضر حدود ۲۲ هکتار آن طی سال ها بهره



شکل ۱: موقعیت محل دفن زباله (۲)

بندی خاک، در منطقه مورد مطالعه خاکها اکثرا شیث و رسی بوده و خاصیت تورم قوی دارد و لایه زیر خاک غیر قابل نفوذ می باشد. سطح آبهای زیرزمینی منطقه حدود ۱۵ متر می باشد و شرایط طبیعی منطقه اجازه تشکیل آبخوان سنگی و یا آبرفتی را نداده است. به همین دلیل

بر اساس اطلاعات جمع آوری شده، متوسط بارندگی سالیانه در شهر سنندج ۲۸۲ میلی متر می باشد. همچنین این منطقه دارای رطوبت سالیانه ۵۰ درصد و در پایین دست محل دفن اراضی کشاورزی قرار دارد که عمدتاً با آب چاه آبیاری می شوند. از نظر زمین شناسی و دانه

فرایند انعقاد و لخته سازی با استفاده از یک دستگاه جارتست شش خانه ای ساخت ایران که دارای تیغه های همزن مستطیلی با ابعاد $7/5\text{cm} \times 2/5\text{cm}$ انجام شد. زمان های اختلاط سریع و کند بطور اتوماتیک تنظیم شده و انجام شد. سرعت چرخش تیغه ها در دور سریع و کند بترتیب 80rpm و 30rpm بوده 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. بدین ترتیب محدوده دوز انتخابی برابر با 8500mg/L - 10500mg/L و محدوده pH انتخابی برابر با $8/5$ - $6/5$ می باشد. 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. کارایی هر یک از منعقد کننده ها در حذف و کاهش (COD، TSS، کدورت و رنگ) شیرابه از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$RE = [(C_0 - C)/C_0] \times 100$$

RE: کارایی هر یک از منعقد کننده ها

C_0 : میزان غلظت آلاینده ها قبل از تصفیه

C: میزان غلظت آلاینده ها بعد از تصفیه

میلی گرم در لیتر بیشترین مقدار بوده است. (کارایی حذف ۸۲ درصد است). درمورد کدورت و رنگ هم در pH برابر $8/5$ و غلظت 8500 میلی گرم در لیتر نسبت به pH های دیگر راندمان بهتری داشته است (کارایی حذف به ترتیب ۹۳ و ۸۴ درصد می باشد).

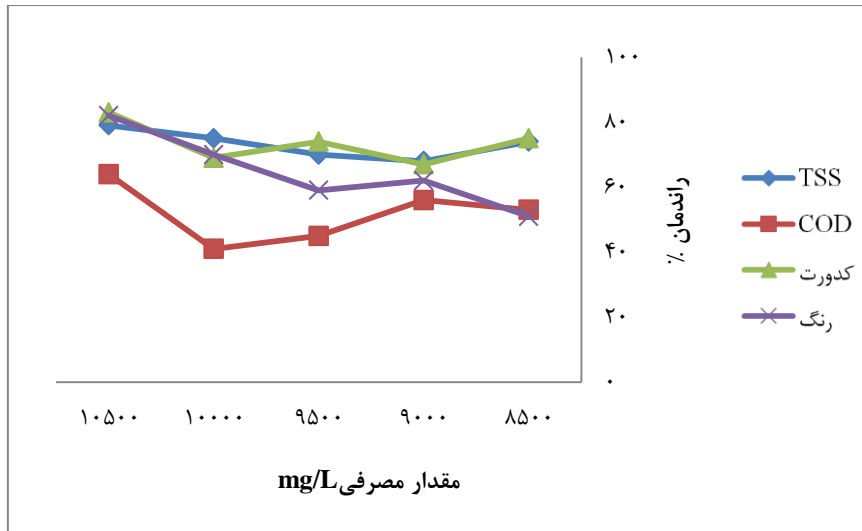
هیچ منبع آبی به خصوص چشمه در حوضه قابل مشاهده نیست. همچنین حدود 1500 متر جاده دسترسی به عرض 12 متر در داخل مرکز دفن ایجاد شده است. اندیس الکنو بر اساس شرایط میدانی برای این محل دفن نیز 28 بدست آمده است که چون بین 24 تا 42 قرار دارد پس محل انتخابی مناسب است.

۲) روش آزمایش

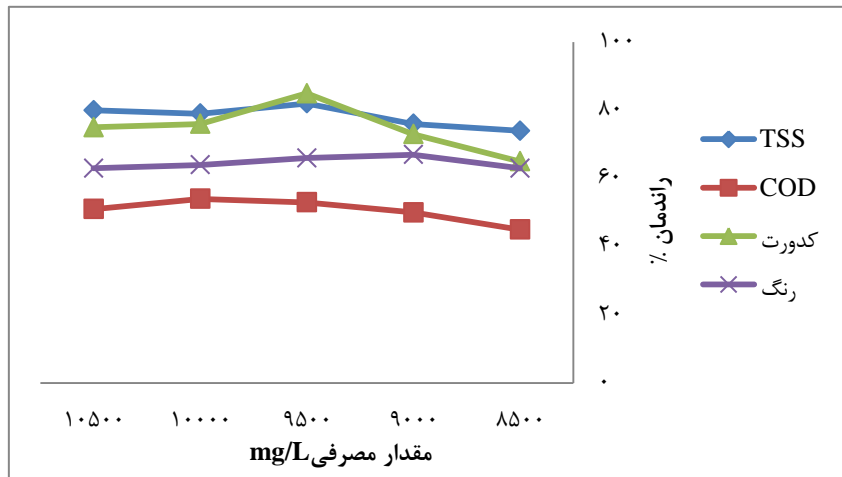
در این تحقیق شیرابه از محل دفن زباله های شهر سنندج برداشت شد. نمونه ها در طی شش ماه از محل برداشت شده و تواتر نمونه برداری هر دو هفته یکبار بود. شیرابه تولیدی در یک برکه ذخیره شده و تحت تاثیر عوامل طبیعی مورد تصفیه قرار گرفت. نمونه های مورد استفاده در این تحقیق از این نقطه برداشت شده است. نمونه ها پس از حمل به آزمایشگاه در یخچال و در دمای 4°C تا زمان مصرف نگه داری می شدند. آزمایشات بر اساس کتاب روش های استاندارد برای آزمایش های آب و فاضلاب انجام شد (۲۰). در این تحقیق از منعقد کننده سولفات آلومینیوم (آلوم) به عنوان نمک هیدرولیز شده آلومینیم استفاده شد. این ترکیب از محصولات مرک بود.

یافته ها

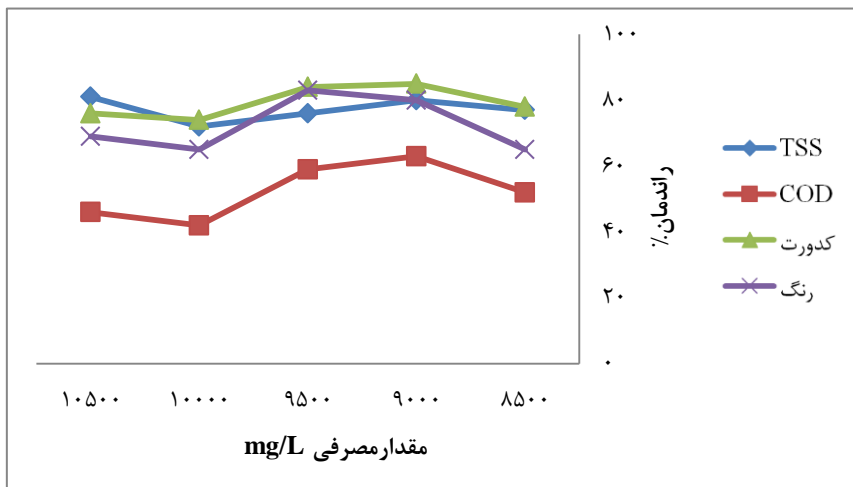
نتایج نشان داد که آلوم در pH برابر $8/5$ نسبت به pH های دیگر راندمان بهتری در حذف COD دارد. بیشترین راندمان را در pH برابر $8/5$ و غلظت 9000 میلی گرم در لیتر دارا می باشد (کارایی حذف ۶۴ درصد می باشد). کارایی حذف TSS هم در pH برابر ۷ و غلظت 9500



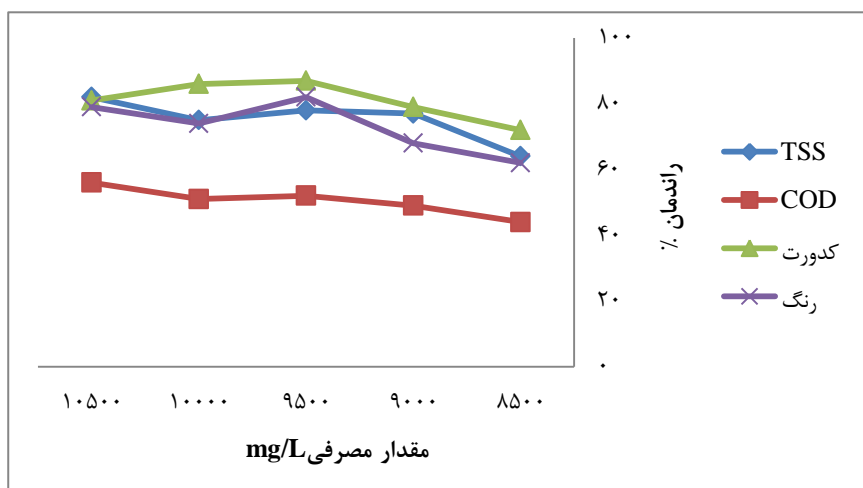
الف) تاثیر تغییر غلظت در راندمان حذف آلاینده‌ها در pH=6/5



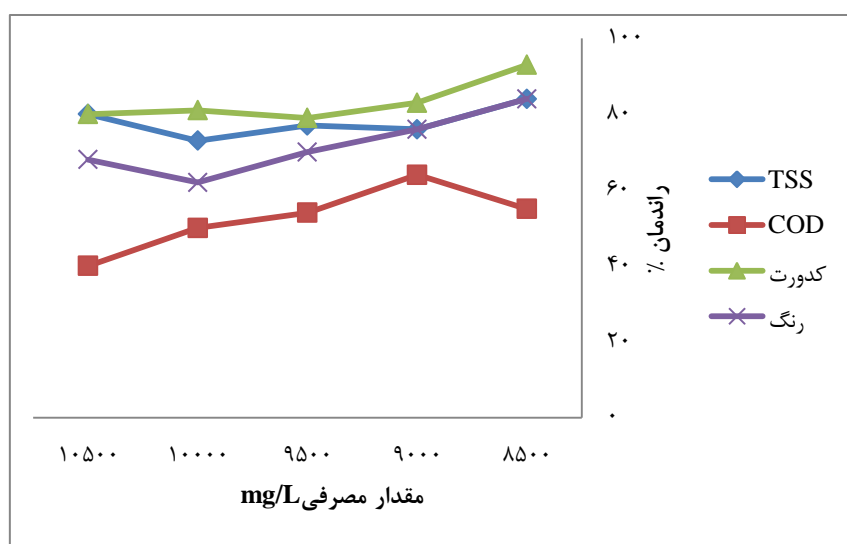
ب) تاثیر تغییر غلظت در راندمان حذف آلاینده‌ها در pH=7



ج) تاثیر تغییر غلظت در راندمان حذف آلاینده‌ها در pH=7/5



(د) تاثیر تغییر غلظت در راندمان حذف آلاینده ها در pH=8



(ه) تاثیر تغییر غلظت در راندمان حذف آلاینده ها در pH=8/5

همکاران نشان داد که بیشترین راندمان حذف COD برای آلوم در pH برابر 7 می باشد (22). در مطالعه حاضر کارایی حذف TSS در pH برابر 7 و غلظت 9500 میلی گرم در لیتر بیشترین مقدار بوده است (کارایی حذف 82 درصد است). البته در مطالعه ساقی بیشترین میزان حذف TSS برای آلوم در pH=2 و غلظت 1500 میلی گرم در لیتر برابر با 58/37٪ بود که در مقایسه با راندمان حذف TSS در مطالعه حاضر بسیار کمتر می باشد که این تفاوت راندمان را می توان با میزان TSS در شیرابه خام مرتبط دانست زیرا این میزان در شیرابه خام شهر همدان در مقایسه با این مطالعه بسیار بیشتر بود (21). همچنین نتایج مطالعه عبدالعزیز و همکاران نشان داد که بیشترین

نتیجه گیری

همانطور که در نتایج مشاهده می شود آلوم در pH برابر 8/5 نسبت به pH های دیگر راندمان بهتری در حذف COD دارد. در pH برابر 8/5 و غلظت 9000 میلی گرم در لیتر راندمان حذف 64 درصد می باشد. که با مطالعات صورت گرفته بر روی شیرابه، که با استفاده از آلوم انجام شده بود مطابقت داشت (21 و 18). در صورتی که در مطالعه ززولی و همکاران کارایی حذف COD با استفاده از آلوم در pH خنثی بیشتر از اسیدی بوده است که علت آن تشکیل فلوک های آلوم در pH خنثی به صورت حداقل محلول است (19). همچنین نتایج مطالعه غفاری و

شیرابه، سهولت اجرا و دسترسی آسان و عدم نیاز به تکنولوژی پیشرفته می توان روش انعقاد و لخته سازی را راه حلی مناسب و ارزان قیمت جهت تصفیه شیرابه تولیدی در محل دفن پیشنهاد نمود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب کمیته تحقیقات دانشجویی با کد ۹۳/۱۳۴ دانشگاه علوم پزشکی کردستان می باشد و نویسندگان این مقاله بدینوسیله تشکر و سپاس خود را از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کردستان بخاطر حمایت های مالی و از کلیه عزیزانی که به هر نحوی در این پژوهش اینجانبان را مساعدت کرده اند اعلام می دارند.

تعارض منافع

تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

میزان حذف TSS برای منعقد کننده آلوم در $\text{pH}=6$ برابر $70/4$ درصد گزارش شد (۱۸). نتایج مطالعه محوی و همکاران که به بررسی اثر منعقد کننده ها در حذف COD و TSS شیرابه زباله کارخانه کمپوست اصفهان انجام دادند نشان داد که آلوم در pH اسیدی و خنثی راندمان بهتری نسبت به قلیایی دارد (۲۳). در این مطالعه میزان کدورت و رنگ هم در pH برابر $8/5$ و غلظت 8500 میلی گرم در لیتر نسبت به pH های دیگر راندمان بهتری داشت. بنابراین اگر بخواهیم راندمان آلوم را در حذف رنگ بسنجیم می توان به مقایسه این مطالعه با مطالعه عبدالعزیز و همکاران اشاره کرد. در این مطالعه بیشترین میزان حذف رنگ در pH برابر ۶ برای منعقد کننده آلوم برابر $54/9$ درصد بود (۱۸). بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه و نتایج مطالعات انجام شده می توان اظهار نمود که با توجه به بالا بودن راندمان حذف، حضور ترکیبات زیست تخریب پذیر شیرابه، عدم امکان تصفیه بیولوژیکی مستقیم

References

- Sheng HL, Chih CC. Treatment of landfill leachate by combined electro-Fenton oxidation and sequencing batch reactor method. *Water Res* 2000; 34(17): 4243-4249.
- Sadeghi Sh, Shahmoradi B, Maleki A. Estimating Methane Gas Generation Rate from Sanandaj City Landfill Using LANDGEM Software, *Research Journal of Environmental Sciences* 2015; 9(6): 280-288.
- Zgajnar Gotvajn, A., Tisler, T., and Zagorc-Koncan, J. Comparison of different treatment strategies for industrial landfill leachate. *J Hazard Mater* 2009; 162: 1446-1456.
- Zahra Esfahani, Samadi Mohammad T, Naddafi K, Afkhami A., Rahmani A. *Kashitarash et al. Iranian Journal of Environmental Health Sciences & Engineering* 2012; 9:36.
- Zulquer N., M. and Jawed, M., Impact of sudden change in feed substrate types on steady response of suspended growth anaerobic reactors, *Int. J. Environ. Res* 2010; 4(2): 247-254.
- Ozturk I, Altinbas M, Koyuncu I, Et al. Advanced physico-chemical treatment experiences on young municipal landfill leachates. *Waste Manag* 2003; 23(5):441-446.
- Christian, V. Kimberly B, Eva I, Debbie V& et al Impact of enhanced and optimized coagulation on removal of organic matter and biodegradable fraction in drinking water. *Water Res* 2000; 34(12): 3247-3257.
- Li, R. Management of landfill leachate. Final Thesis, TAMK University of Applied Sciences Degree Programme of Environmental Engineering, Thesis supervisor Senior Lecturer: EevaLiisa Viskari, Commissioned by TAMK University of Applied Sciences.2009.
- Forgie DJL. Selection of the most appropriate leachate treatment methods. Part 2. A review of recirculation, irrigation and potential physical-chemical treatment methods. *Water Poll Res J Canada* 1988; 20: 329-340.
- Rivas FJ, Beltrán F, Carvalho F, Acedo B, Gimeno O. Stabilized leachates: sequential coagulation-flocculation+chemical oxidation process. *J Hazard Mater* 2004; 116: 95-102.

11. Diamadopoulos E. Characterization and treatment of recirculation-stabilized leachate. *Water Res* 1994; 28(12): 2439-2445.
12. Givaudan, J.G., Poulain, S., Dirassouyan, F., and Moulin, P. Landfill leachate treatment: Review and opportunity. *J Hazard Mater* 2008; 150: 468-493.
13. Debra, R. Long-term treatment and disposal of landfill leachate, Final Report, University of Central Florida Department of Civil and Environmental Engineering College of Engineering, Florida. 2007.
14. Monje Ramirez I, Orta de Velasquez MT. Removal and transformation of recalcitrant organic matter from stabilized saline landfill leachates by coagulation-ozonation coupling processes. *Water Res* 2004; 38: 2359-2367.
15. Amokrane A, Comel C. Landfill leachates pretreatment by coagulation flocculation. *Water Res* 1997; 31: 2775-2782.
16. 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.
17. Wang ZP, Zhang Z, Lin YJ, et al. Landfill leachate treatment by a coagulation- pH otooxidation process. *J Hazard Mater* 2002; 95: 153-159.
18. AbdulAziz H, Alias S, Assari F, NordinAdlan M. 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: 556-565.
19. Zazoli MA, Parvaresh A, Movahedian H. Survey of heavy metals in Isfahan landfill leachate and methods of decrease its. *Proceeding of the 3rd National Congress on Environmental Health*; 2000 Nov 16-18; Kerman, Iran; 2000 [Persian].
20. APHA, WPCF, AWWA, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19th ed., American Public Health Association (APHA), Washington, DC, 2005.
21. Samadi M.T, Saghi M. H, Shirzad M, Rahimi S, Hasanvand J, Comparison of Different Coagulants Efficiency for Treatment of Hamedan Landfills Leachate Site. *Iran. J. Health & Environ* 2010; 3(1): 75 - 82 [Persian].
22. Ghafari Sh, Hamidi A. A, Mohammed J.K. The use of poly-aluminum chloride and alum for the treatment of partially stabilized leachate: A comparative study. *Desalination* 2010; 257:110-116.
23. Kiani G, Mahvi A, Dehghani M, Nabizadeh R. Investigating the Coagulants' Effect on the COD and TSS Removal from Isfahan Composting leachate. *TB* 2014; 12(4): 61-73 [Persian].



Efficiency of Aluminum Sulfate(Alum) in COD, TSS, Turbidity and Color removal of wastes landfill leachate in Sanandaj

Shahram Sadeghi^{1,2}, Fardin Gharibi³*

- 1- Student Research Committee, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
- 2- Environmental Health Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
- 3- MSc of MSPH, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

Corresponding Author: Shahram Sadeghi, Student Research Committee, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran (E-mail: shahram.sna@yahoo.com)

(Received: January 4, 2018 Accepted: February 06, 2018)

Background and Aims: One of the main issue facing cities nowadays is the management and control of landfill leachate. In order to reduce the releasing of contaminants from landfills into environments, the removal of contaminants is necessary. The aim of this study was to determine the efficiency of Aluminum Sulfate(alum) in the removal of COD, TSS, turbidity and color from leachate produced from Sanandaj's landfill.

Materials and Methods: In this study, the leachate were guided into a pond. Samples were obtained from this pond in two-week intervals for six. Experimental samples were transported to the laboratory and stored at 4 °C until testing.

Results: The results showed that the highest efficiency of alum for removing COD(64% removal) was achieved at pH=8.5 and 9000(mg/l) concentration. Also results showed that the highest efficiency of alum for removing TSS was achieved at pH=7 and 9500(mg/l) concentration and Turbidity and Color was achieved at pH=8.5 and 8500(mg/l) concentration.

Conclusion: With regards to the short time, low materials, and less skill for adaptation, the use of alum system is recommended to treat the landfill leachate.

Keywords: aluminum sulfate, leachate, Sanandaj, waste