

بررسی کارایی مواد منعقدکننده در حذف فلزات سنگین از شیرابه‌ی کارخانه‌ی کمپوست

قاسم کیانی فیض‌آبادی^۱، امیرحسین محوی^۲، محمدهادی دهقانی^۳، رامین نبی زاده^۴، مرتضی بارانی^۵

^۱ کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران
^۲ دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
^۳ دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
^۴ دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
^۵ کارشناس ارشد شیمی، سازمان مدیریت پسماند، شهرداری اصفهان، اصفهان، ایران

نشانی نویسنده مسئول: تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، امیر حسین محوی

E-mail: ahmahvi@yahoo.com

وصول: ۹۳/۴/۱۷، اصلاح: ۹۳/۶/۲۸، پذیرش: ۹۳/۷/۸

چکیده

زمینه و هدف: تصفیه‌ی شیرابه و حذف فلزات سنگین آن، جهت جلوگیری از آلودگی محیط امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. هدف از این مطالعه، بررسی کارایی حذف فلزات سنگین شیرابه‌ی حاصل از کارخانه‌ی کمپوست اصفهان با استفاده از منعقدکننده‌های: کلروآهن، پلی‌فریک سولفات و پلی‌آلومینیوم کلراید می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه که از نوع تجربی - آزمایشگاهی می‌باشد، نمونه‌ی شیرابه از حوضچه‌ی جمع‌آوری و ذخیره‌ی شیرابه‌ی کارخانه‌ی کمپوست اصفهان برداشت شد. در ابتدا، خصوصیات شیرابه شامل PH، COD، BOD و TSS و همچنین فلزات سنگین شامل: Cu، Zn، Ni، Cr و Cd براساس روش‌های استاندارد اندازه‌گیری گردید. در مراحل بعد با استفاده از روش آزمایش جار اثر تغییرات دوز مواد منعقدکننده (۰،۱/۵، ۰،۲/۵، ۰،۳/۵ و ۰،۴/۵ گرم برلیتر) و pH (۷،۸،۹،۱۰،۱۱، ۱۲) برای حذف فلزات بررسی گردیدند و دوز موثر و pH بهینه، اندازه‌گیری و بهترین منعقدکننده تعیین شد.

یافته‌ها: در بررسی میانگین غلظت فلزات، Zn بیشترین غلظت (۶۲mg/l) و پس از آن Cu، Ni، Cr و Cd به ترتیب ۲/۱۵، ۴۸/۶۲، ۰/۰۲۱ و ۰/۰۰۴ میلی‌گرم برلیتر، بیشترین غلظت را در شیرابه داشتند. pH بهینه، برای ته‌نشینی شیمیایی این فلزات توسط پلی‌آلومینیوم کلراید، کلروفریک و پلی‌فریک سولفات به ترتیب برابر ۱۰، ۷ و ۱۱ به دست آمد. غلظت بهینه هر یک از سه ماده‌ی منعقدکننده‌ی مذکور به ترتیب ۱/۵، ۱/۵ و ۲ گرم در لیتر محاسبه شد. پلی‌فریک سولفات با حذف ۷۰ تا ۸۷ درصد فلزات سنگین و حذف ۵۰ درصد COD شیرابه، بالاترین راندمان را داشته و پس از آن به ترتیب پلی‌آلومینیوم کلراید با ۶۵ تا ۸۵ درصد و کلروفریک با ۷۵ تا ۸۰ درصد در حذف فلزات سنگین قرار دارند.

نتیجه‌گیری: در بین سه منعقدکننده‌ی مورد مطالعه، پلی‌فریک سولفات موثرترین منعقدکننده می‌باشد و پس از آن پلی‌آلومینیوم کلراید و کلروفریک قرار دارند. با توجه به این که ترکیبات پلی‌فریک سولفات و پلی‌آلومینیوم کلراید، گرانتر از دیگر مواد می‌باشند، لذا جهت انتخاب مناسب‌ترین منعقدکننده، بایستی برآورد اقتصادی براساس میزان راندمان آنها صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، شیرابه، کمپوست، منعقدکننده.

مقدمه

شیرابه‌ی زباله، یکی از مایعات بسیار آلوده و سمّی است که موجب اثرات نامطلوبی بر محیط‌زیست و سلامت می‌شود (۱). در کنترل، جمع‌آوری، تصفیه و دفع این آلاینده، بایستی دقت ویژه‌ای شود. زیرا عدم جمع‌آوری، تصفیه و دفع صحیح آن، موجب آلودگی شدید آب‌های زیرزمینی و سطحی و خاک به ترکیبات آلی سمّی و مقاوم در برابر تجزیه‌ی بیولوژیکی، ترکیبات ازته و ترکیبات آروماتیک و فنلی شده و تهدید زندگی انسان و جانداران آبی را در پی دارد (۲،۱). در نتیجه، نفوذ آب از طریق بارش در محل دفن زباله‌ها و یا از طریق انجام فرایندهایی نظیر کاهش اندازه‌ی زائادات و خردکردن زباله‌ها و نیز در مرحله‌ی تجزیه‌ی بیولوژیکی در تولید کود کمپوست ترکیبات موجود در زباله از جمله فلزات سنگین در مایع اسیدی عبوری حل می‌گردد (۳).

یکی از پارامترهایی که باید قبل از دفع شیرابه به آن توجه نمود، فلزات سنگین می‌باشند که به دلیل پایداری، در محیط‌زیست مشکلات ویژه‌ای را ایجاد می‌کنند. این فلزات نمی‌توانند مانند آلاینده‌های آلی از طریق فرایندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه شوند. یکی از پیامدهای مهم پایداری آنها، تغلیظ بیولوژیکی در زنجیره‌ی غذایی است که در نتیجه این فرایند مقدار فلزات در طبقه‌های بالاتر زنجیره‌ی غذایی تا چندین برابر مقادیر موجود در آب یا هوا یافته می‌شوند. این امر، موجب آسیب گیاهان و در نهایت سبب به‌خطر انداختن سلامت جانوران و انسان می‌گردد (۴).

شیرابه، حاوی مقادیر زیادی از مواد آلی (قابل تجزیه و غیر قابل تجزیه‌ی بیولوژیکی)، نیتروژن آمونیاکی، فلزات سنگین، مواد آلی کلرینه و نمک‌های غیر آلی می‌باشد و تخلیه‌ی آن، می‌تواند منجر به مشکلات جدی در محیط‌زیست گردد (۵،۶). مقداری از این آلاینده‌ها، می‌توانند توسط میکروارگانیسم‌ها تجزیه شوند، ولی با توجه به محدودیت‌هایی که فرایندهای بیولوژیکی متداول دارند،

رسیدن به استانداردهای دفع لازم را دشوار می‌نماید (۶). بنابراین، روش‌های مختلف براساس مراحل فیزیکوشیمیایی مورد نیاز می‌باشد. ترکیب خاص هر شیرابه، تصفیه‌پذیری نسبی آن را تعیین می‌کند. فرایندهای تصفیه‌ی مورد استفاده برای شیرابه، اغلب شامل تلفیق و ترکیبی از تکنولوژی‌های مناسب می‌باشد. این تکنولوژی‌ها، به صورت واحدهای چندمرحله‌ای و با قابلیت انعطاف با تغییرات مشخصات شیرابه در طول سال‌ها طراحی گردیده‌اند. چندین روش نشأت گرفته از تکنولوژی تصفیه‌ی آب و فاضلاب از قبیل تجزیه‌ی بیولوژیکی هوازی یا بی‌هوازی، اکسیداسیون شیمیایی، انعقاد - ته‌نشینی، جذب با کربن فعال، فتواکسیداسیون و روش‌های غشایی برای تصفیه‌ی شیرابه به کار گرفته شده‌اند (۷-۱۰).

فلزات سنگین شیرابه را می‌توان به روش‌های مختلف حذف نمود، ولی در بین این روش‌ها، روش ترسیب هیدروکسیدی و یا ترسیب شیمیایی به‌طور گسترده‌تر و بیشتر استفاده شده‌اند (۱۱). اغلب فلزات در pHهای بالا رسوب می‌نمایند، ولی باید توجه داشت که در pHهای بالا، به علت انحلال مجدد رسوب هیدروکسیدی، در راهبری فرایند به‌ویژه کنترل pH باید بسیار دقت نمود (۱۲،۱۳). امروزه استفاده از منعقدکننده‌ها در تصفیه‌ی آب و فاضلاب بسیار رایج بوده و استفاده از این مواد رو به افزایش است که دلیل این امر، کارایی بالای این مواد در حذف مواد معلق، کدورت و فلزات از محلول‌های آبی و آماده‌سازی و پردازش جهت تصفیه در مراحل بعدی می‌باشد. از طرفی این مواد بسیار ارزان بوده و به راحتی قابل دسترس می‌باشند (۱۴،۱۵،۱۱). تاتسی و همکاران (۵) در تحقیق خود در تصفیه‌ی شیرابه با استفاده از مواد منعقدکننده به این نتیجه رسیدند که نمک‌های آهن با راندمان حذف بالای ۵۶ درصد راندمان بالاتری نسبت به نمک‌هایی بر پایه‌ی آلومینیوم دارند. در تحقیقی که سیلوا (۱۶) با استفاده از سولفات آلومینیوم در تصفیه‌ی شیرابه انجام داد، میزان راندمان برابر ۲۷ درصد به دست آورد. در تحقیق

شیمیایی آنها از نظر pH, COD, BOD, TSS و فلزات سنگین شامل: Cu, Zn, Cr, Cd, Ni مطابق با روش‌های مندرج در کتاب استاندارد متد (۲۱) سنجش گردید. آزمایش‌های انعقاد - لخته‌سازی و ته‌نشینی با استفاده از دستگاه جارتست رایج که دارای شش بشر یک‌لیتری بود، انجام شد. نمونه‌ها بعد از خارج کردن از یخچال به مدت ۲ ساعت در دمای محیط قرار داده شده و بعد از ۲ ساعت دمای آن به ۲۱ درجه سلسیوس رسید. سپس ظروف حاوی نمونه، جهت معلق شدن جامدات ته‌نشین شده کاملاً تکان داده شدند و مقدار مناسب از نمونه به ظروف جارتست مشابه وارد شد. ابتدا جهت تعیین pH بهینه‌ی مواد منعقدکننده، براساس مطالعات پیشین (۵، ۱۴، ۲۰) در pH های مختلف از ترکیبات برپایه‌ی آهن، میزان ۱/۵g/l و از ترکیبات برپایه‌ی آلومینیوم، ۱/۲ g/l استفاده - گردید. مقدار pH نمونه‌ها با اضافه کردن میزان مناسب از محلول NaOH و HCl تنظیم شد. در ادامه جهت تعیین دوز بهینه، میزان منعقدکننده برای هر کدام از منعقدکننده‌ها ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳ گرم برلیتر براساس تحقیقات مشابه (۱۷، ۲۱، ۲۲) در نظر گرفته شد. آزمایش با استفاده از دستگاه جارتست، در سه مرحله‌ی پی‌درپی: مرحله‌ی اختلاط سریع اولیه‌ی ۱ دقیقه و ۲۰۰ دور در دقیقه، مرحله‌ی اختلاط آهسته به مدت ۲۰ دقیقه در ۷۰ دور در دقیقه و در نهایت مرحله‌ی ته‌نشینی ۱ ساعت انجام شد. بعد از مرحله‌ی ته‌نشینی، مایع رویی توسط سرنگ پلاستیکی از عمق ۲ سانتی‌متری بالای مایع از ظروف جارتست جهت آنالیز شیمیایی استخراج گردید. سنجش فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی مدل Perkin Elmer 3030 صورت گرفت. در نهایت، pH و دوز بهینه‌ی هر منعقدکننده تعیین گردید.

یافته‌ها

نتایج حاصل از آنالیز اولیه‌ی شیرابه‌ی COD بالا و pH از ۵/۴ تا ۶/۶ متغیر و میانگین آن ۶/۱ محاسبه شد. در

دیگری که ززولی و همکاران (۱۷) بر روی حذف فلزات سنگین با استفاده از آهنک، آلوم و کلریدفریک انجام دادند، نتایج نشان داد که آلوم در pH=۶/۵ دارای بیشترین راندمان حذف (۷۵-۹۰٪) و میزان حذف COD برابر ۲۱ درصد بود. در تحقیق مشابه جونز (۱۸) برای تصفیه‌ی شیرابه از سولفات آلومینیوم و کلرید فریک استفاده نمود و بیشترین راندمان را در pH=۹/۵ برای کلریدفریک ۴۰ درصد گزارش نمود. اوجی و همکاران (۱۹) نیز در سال ۲۰۱۰ از روش انعقاد و کواگولاسیون جهت حذف فلزات: Ni, Mg, Fe, Cu, Cr, Co, Cd, Ca, Mn و Zn استفاده کردند که نتایج قابل قبولی به دست آوردند. ملکی و همکاران (۲۰) در تحقیق خود از آلوم و کلرورفریک جهت حذف فلزات سنگین استفاده کردند که آلوم در pH= ۶/۵ با راندمان حذف ۱۸ درصد COD و ۹۰ درصد فلزات سنگین بالاترین راندمان را نشان داد.

تصفیه‌ی شیرابه با استفاده از منعقدکننده‌های رایج جهت کاهش میزان فلزات سنگین تکنیکی کارا و ارزان می‌باشد. هدف از این تحقیق، بررسی کارایی حذف فلزات سنگین ناشی از شیرابه‌ی کارخانه‌ی کمپوست اصفهان با استفاده از منعقدکننده‌های رایج: پلی‌آلومینیوم کلراید، پلی-فریک سولفات و کلریدفریک و به‌طور خاص تعیین مناسب‌ترین ماده منعقدکننده، غلظت بهینه، تعیین اثر pH بر ظرفیت حذف و شرایط بهینه‌ی آزمایش جهت کارایی عمل این فرایند می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، نمونه‌ی شیرابه‌ی مورد آزمایش از حوضچه‌های ذخیره‌ی شیرابه‌ی کارخانه‌ی کمپوست اصفهان برداشت شد. این کارخانه روزانه ۱۲۰۰ تن زباله دریافت نموده و میزان دبی شیرابه‌ی تولیدی ۰/۴ لیتر بر ثانیه می‌باشد که وارد لاگون‌های تبخیر سطحی می‌گردد. نمونه‌ها در گالن ۲۰ لیتری، جمع‌آوری و به آزمایشگاه کارخانه‌ی کمپوست انتقال داده شد. در ابتدا، کیفیت

جدول ۱: میانگین غلظت ترکیبات شیمیایی شیرابه کارخانه
کمیوست اصفهان

میانگین	واحد	موارد پارامتر
۷۵۷۰۰	mg/l	TDS
۱۱۴۵۰۰	mg/l	COD
۲۷۶۰۰	mg/l	BOD
۱۸۴۵۰	mg/l	TSS
۲۱	°C	T
۶/۱	--	pH
۳۴/۶	dS/m	EC
۲۴۵۰	mg/l	Na
۴۱۰۰	mg/l	K
۲۸۵۰	mg/l	Ca
۳۵۰	mg/l	Mg
۵۷	mg/l	P
۴۶/۵	mg/l	Fe
۶/۲	mg/l	Zn
۰/۶۲	mg/l	Cu
۱/۵۲	mg/l	Pb
۲/۱۵	mg/l	Ni
۰/۴۸	mg/l	Cr
۰/۲۱	mg/l	Cd

۳ گرم برلیتر آزمایش جار انجام شد. پلی آلومینیوم کلراید در دوز مصرفی ۱/۵g/l کارایی خوبی در حذف آلاینده-های شیرابه داشت و میزان حذف کادمیوم، کروم، نیکل، مس و روی به ترتیب برابر ۶۷، ۶۰، ۷۸، ۷۷ درصد و میزان حذف COD برابر ۴۴ درصد بود (نمودار ۴). در مورد کلروفریک نتایج اثر دوزهای متفاوت بیانگر آن است که میزان حذف اغلب پارامترهای مورد مطالعه در دوزهای مصرفی بیشتر از ۱/۵g/l روند نزولی داشته و در دوز مصرفی ۱/۵g/l بهترین کارایی را دارد. در این دوز کارایی حذف Cu، Ni، Cr، Cd و Zn به ترتیب برابر ۷۰، ۷۷، ۶۶، ۶۸ و ۷۲ درصد و میزان حذف COD برابر ۳۶ درصد بود (نمودار ۵). نتایج اثر دوزهای متفاوت پلی فریک سولفات (نمودار ۶)، نشانگر آن است که میزان حذف پارامترهای مورد مطالعه در دوز مصرفی ۲g/l بیشتر است و در دوزهای بیشتر روند حذف نزولی است. در دوز بهینه، میزان حذف Cu، Ni، Cr، Cd و Zn به ترتیب برابر ۸۷، ۷۷، ۶۶، ۷۹ و ۵۸ درصد و میزان حذف COD برابر ۴۹ درصد بود. نتایج مقایسه‌ی میزان حذف فلزات سنگین و

COD در pH و دوز بهینه نشان می‌دهد که پلی فریک سولفات با راندمان حذف ۷۵ تا ۸۷ درصد فلزات سنگین و ۵۰ درصد حذف COD دارای بالاترین راندمان می‌باشد.

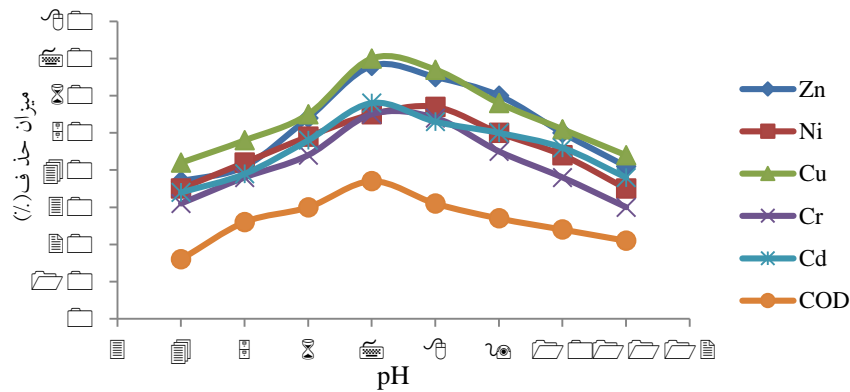
بحث

در بررسی میانگین غلظت فلزات، Zn بیشترین غلظت (۶/۲mg/l) را به علت وجود مقادیر بیشتر منابع Zn در زباله داشته و پس از آن نیکل، سرب، مس، کروم و کادمیوم به ترتیب بیشترین غلظت را در شیرابه داشتند. مقایسه‌ی میانگین غلظت عناصر، COD و TSS شیرابه با استانداردهای خروجی فاضلاب (سازمان حفاظت محیط-زیست ایران) و استاندارد آب آبیاری EPA نشان می‌دهد که غلظت آنها چندین برابر حد مجاز می‌باشد. بنابراین، شیرابه قبل از دفع یا استفاده، باید به روش مناسب تصفیه-گردد و از دفع شیرابه‌ی خام در چاه‌های جاذب یا دفع در

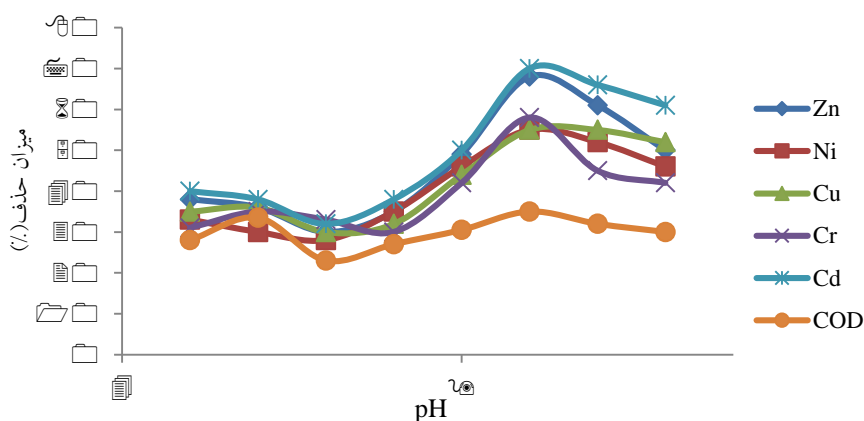
بررسی میانگین غلظت فلزات، Zn بیشترین غلظت (۶/۲mg/l) و پس از آن نیکل، سرب، مس، کروم و کادمیوم به ترتیب ۲/۱۵، ۱/۵۲، ۰/۴۸/۶۲، ۰/۰ و ۰/۲۱ mg/l بیشترین غلظت را در شیرابه داشتند (جدول شماره ۱).

نتایج بررسی pH بهینه در مورد منعقدکننده‌های مورد استفاده در نمودارهای ۱ تا ۳ آمده است. نتایج بررسی pH در مورد پلی آلومینیوم کلراید در دامنه‌ی اثر آن نشان داد که مناسبترین pH به دست آمده، برابر ۷ می-باشد (نمودار ۱). کلروفریک در pHهای قلیایی (pH > ۸/۵) و اسیدی، موثر بوده و بنابراین با انجام عمل جار برای هر نمونه در این pHها، pH بهینه، معادل ۱۰ به دست آمد (نمودار ۲). در مورد پلی فریک سولفات براساس نمودار ۳، pH بهینه، برابر ۱۱ تعیین گردید.

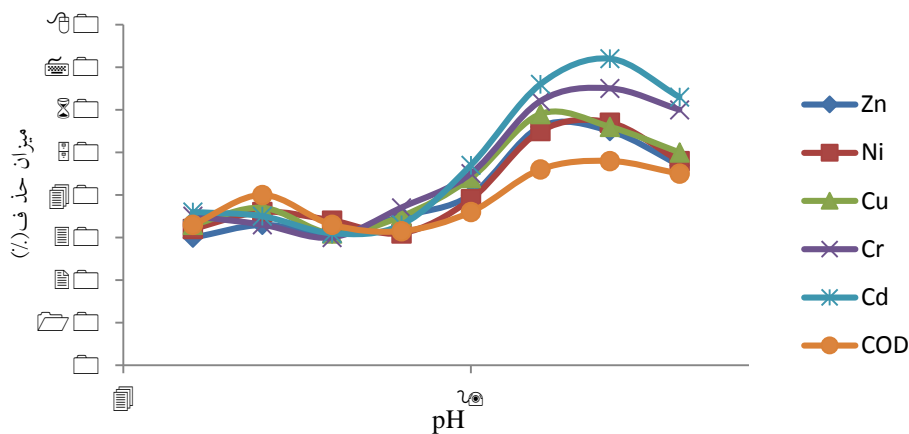
برای بررسی اثر دوزهای متفاوت در حذف فلزات سنگین شیرابه در pH ثابت و در دوزهای ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵



نمودار ۱: درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوز ثابت ۱۲۰۰ mg/l پلی آلومینیوم کلراید در pHهای مختلف



نمودار ۲: درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوز ثابت ۱۰۰۰ mg/l پلی کلرور فریک در pHهای مختلف



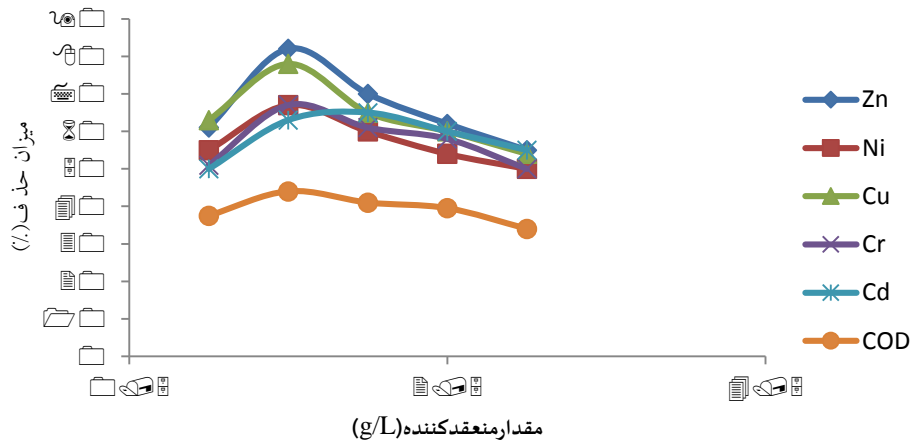
نمودار ۳: درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوز ثابت ۱۰۰۰ mg/l پلی فریک سولفات در pHهای مختلف

اثر کاربرد هر سه ماده‌ی منعقدکننده به کمتر از میزان استاندارد خروجی فاضلاب ایران می‌رسد (۲۳). علت حذف فلزات در اثر کاربرد مواد منعقدکننده، جذب-سطحی، ته‌نشینی (ترسیب) و ته‌نشینی همزمان (Cocprecipitation) است که محققان دیگر نیز در گذشته

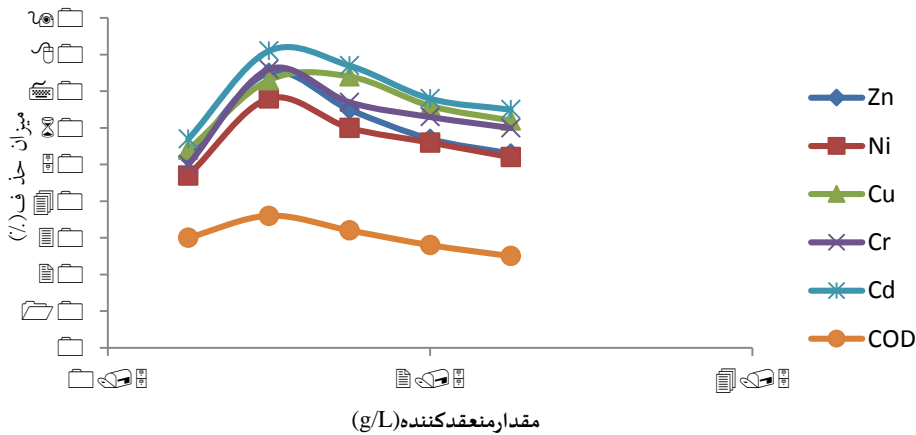
رودخانه‌ها به‌خاطر اثرات بهداشتی و زیست‌محیطی خودداری گردد. براساس نتایج مقایسه‌ی میزان حذف فلزات سنگین و COD در pH و دوز بهینه، پلی‌فریک سولفات، بالاترین درصد حذف فلزات سنگین را دارد. باتوجه به این نتایج، غلظت باقی‌مانده‌ی عناصر سنگین در

آلودگی شیرابه‌ی مورد آزمایش در تحقیقات سابق در مقایسه با شیرابه‌ی تحقیق حاضر، کمتر بوده‌است که این امر، نشان از نزدیک‌بودن با نتایج حاصل شده می‌باشد. استفاده از کلروفریک در دوز 1/5 g/l، سبب تشکیل فلوک درشت‌تر و ته‌نشینی مناسب‌تر و در نتیجه، کارایی بهتر (حذف ۷۵ تا ۸۰ درصد فلزات و ۳۶ درصد COD)

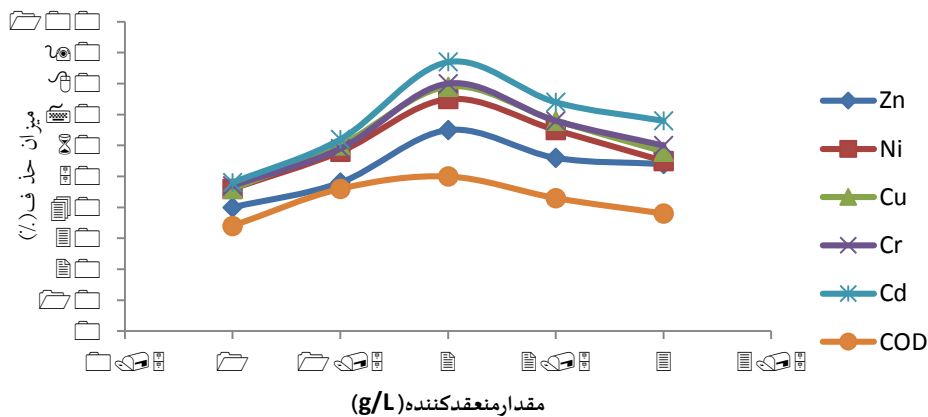
به این نتیجه رسیده‌اند (۱۲،۲۲). با توجه به نتایج حاصل‌شده، فلوک‌های تشکیل‌شده توسط منعقدکننده‌ی پلی-آلومینیوم کلراید، در pH معادل ۶ تا ۷ دارای حداقل حلالیت بوده و فلوک ایجادشده از نوع خوب می‌باشد و بهتر رسوب می‌کند، ولی در pH اسیدی و قلیایی به علت تشکیل فلوک‌های ریز، ته‌نشینی کمتر بوده و راندمان نیز،



نمودار ۴: درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوزهای مختلف پلی آلومینیوم کلراید در pH = 7



نمودار ۵: درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوزهای مختلف کلروفریک در pH = 10



نمودار ۶: درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوزهای مختلف پلی فوسفات در pH = 11

انتخاب برآورد اقتصادی نیز صورت پذیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله، مراتب تشکر و قدردانی خود را از مدیر محترم سازمان مدیریت پسماند شهر اصفهان و پرسنل ارجمند آزمایشگاه مرکزی کارخانهی کمپوست شهر اصفهان که در انجام آزمایش‌های مربوط به این پژوهش، همکاری نمودند، اعلام می‌کنند.

کاربرد مواد منعقدکننده به‌علت ایجاد یک سری یون‌های فلزی چند ظرفیتی محلول در آب، گیرنده‌ی موثر فلزات سنگین هستند و بدین طریق، سبب حذف فلزات سنگین می‌گردند و در این روش، مقدار زیادی لجن تولید می‌شود که باید به‌طریق مناسب دفع شوند. همچنین نتایج این تحقیق، نشان‌داد که پلی‌فریک سولفات کارایی بیشتری در کاهش فلزات سنگین شیرابه دارد و پلی‌آلومینیوم کلراید در رده‌ی بعدی قرار دارد. البته به‌خاطر گرانتربودن این ترکیبات نسبت به منعقدکننده‌ی دیگر، بایستی در زمان

References

- Ozturk I, Altinbas M, Koyuncu I, Arikan O, Gomec- Yangin C. Advanced physico-chemical treatment experiences on young municipal landfill leachates. *Waste Manag.* 2003; 23(5):441-6.
- Kurniawan TA, Lo WH, Chan G. Degradation of recalcitrant compounds from stabilized landfill leachate using a combination of ozone-GAC adsorption treatment. *J Hazard Mater.* 2006; 137(1):443-55.
- Kurniawan TA, Lo WH, Chan G. Physico-chemical treatments for removal of recalcitrant contaminants from landfill leachate. *J Hazard Mater.* 2006;129(1-3):80-100.
- Nicolas PC. *Environmental engineering in process plant.* 3rd Ed. New Yourk, Mc Graw- Hill Co. 1992:143-68.
- Tatsi AA, Zouboulis AI, Matis KA, Samaras P. Coagulation-flocculation pretreatment of sanitary landfill leachates. *Chemosphere*, 2003; 53(7): 737-44.
- Uygur A, Kargi F. Biological nutrient removal from pre-treated landfill leachate in a sequencing batch reactor. *J Environ Manage.* 2004; 71(1): 9-14.
- Trebouet D, Schlumpf JP, Jaouen P, Quemeneur F. Stabilized landfill leachate treatment by combined physicochemical-nanofiltration processes. *Water Res.* 2001; 35(12):2935-42.
- Calli B, Mertoglu B, Inanc B. Landfill leachate management in Istanbul: applications and alternatives. *Chemosphere.* 2005; 59(60): 819-29.
- Gandhimathi R, Durai NJ, Nidheesh PV, Ramesh ST, Kanmani S. Use of combined coagulation-adsorption process as pretreatment of landfill leachate. *Iranian J Environ Health Sci Eng.* 2013; 10 (1):24.
- Zazouli MA, Yousefi Z, Eslami A, Ardebilian MB. Municipal solid waste landfill leachate treatment by Fenton, photo-Fenton and Fenton-like processes: Effect of some variables. *Iranian J Environ Health Sci Eng.* 2012; 9(3).
- Amokrane A, Comel C, Veron J. Landfill leachate pretreatment by coagulation flocculation. *Water Res.* 1997; 51(11); 2775 - 82.
- Eckenfelder WW. *Industrial water pollution control.* New Yourk, Mc Graw- Hill Co.1989; 84 – 111.
- Ghafari S, Aziz HA, Bashir MJ. The use of poly-aluminum chloride and alum for the treatment of partially stabilized leachate: A comparative study. *Desalination.* 2010; 257(1), 110-6.
- Renoua S, Givaudan JG, Poulain S, Dirassouyan F, Moulin P. Landfill leachate treatment: Review and opportunity. *J Hazard Mater.* 2008; 116:95-102.
- Wang ZP, Zhang Z, Lin YJ, Deng NS, Tao T, ZhuoK. Landfill leachate treatment by a coagulation-photooxidation process. *J Hazard Mater.* 2002; 95:153-9.
- Silva AC, Dezotti M, Sant GL Jr. Treatment and detoxification of a sanitary landfill leachate. *Chemosphere.* 2004; 55: 207-14.
- Zazoli MA, Parvareh 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.* Kerman university of Medical Sciences, Kerman. 2000. [Persian]
- Güneş E. Seasonal Characterization of Landfill Leachate and Effect of Seasonal Variations on Treatment Processes of Coagulation/Flocculation and Adsorption. *Pol J Environ Stud.* 2014; 23(4): 1155-63.
- Kocasoy G. Determination of treatment method of leachate by using eluate. *J Environ Sci Health A Toxic Hazard Subst Environ Eng.* 2010; 45(2): 161-7.

20. Maleki A, Zazouli M A, Izanloo H , Rezaee R. Composting Plant Leachate Treatment By Coagulation-Flocculation Process. *American-Eurasian J Agric Environ Sci*. 2009; 5 (5): 638-43.
21. APHA, AWWA, WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th ed. Washington DC: APHA; 1998.
22. Duan J, Gregory J. Coagulation by hydrolysing metal salts. *Adv Colloid Interfac*. 2003;100-102: 475-502.
23. Environmental Protection Agency of Iran, *Environmental standards and regulations*, v1, Tehran. 26-47.
24. Zainol NA, HA Aziz, Ibrahim N. Treatment of Kulim and Kuala Sepetang Landfills Leachates in Malaysia using Poly-Aluminium Chloride (PACl). *Res J Chem Sci*. 2013: 606X.
25. Wu JJ , Wu CC , Ma HW , Chang CC: Treatment of landfill leachate by ozone-based advanced oxidation processes. *Chemosphere*. 2004; 54(7): 997 -1003.
26. Zin NS, Aziz M, Adlan HA, Ariffin MN, Yusoff A, Dahlan I. Application of a pre-hydrolyzed iron coagulant on partially stabilized leachate. *Desalination and Water Treatment*. 2014; 1-8.
27. Li W, Hua T, Zhou QX, Zhang SG, Li FX, Treatment of stabilized landfill leachate by the combined process of coagulation/flocculation and powder activated carbon adsorption, *Desalination* . 2010; 264(1-2): 56-62.

Investigating efficiency of coagulants in removing heavy metals from composting plant leachate

Ghasem Kiani Feizabadi.,

MSc. Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health Engineering, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran.

Amir Hossein Mahvi.,

Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Tehran University of Medical Medical Sciences, Tehran, Iran.

Mohammad Hadi Dehghani.,

Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Ramin Nabizadeh.,

Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Morteza Barani.,

MSc of chemistry, Waste Management Organization of the Municipality, Isfahan, Iran

Received:08/07/2014, Revised:19/09/2014, Accepted:30/09/2014

Corresponding Author:

Amir Hossein Mahvi,
Department of Environmental
Health Engineering, Tehran
University of Medical Medical
Sciences, Tehran, Iran.
E-mail: ahmahvi@yahoo.com

Abstract

Background: Leachate, including various pollutants such as heavy metals, is generated during collection, transportation and disposal of solid waste as well as composting process. Lack of control, disregarding the leachate treatment and heavy metals removal cause environmental pollution. This study was aimed to investigate the efficiency of heavy metals removal from Isfahan composting leachate, using the following coagulants ferric chloride, poly ferric sulfate and poly aluminium chloride.

Materials and Method: In this experimental study, leachate samples were collected from the Isfahan composting leachate's collection ponds. At first, leachate characteristics including TSS, BOD, COD and pH as well as the following heavy metals: Cd, Cr, Zn, Cu and Ni were measured according to the standard methods. Jar-test experiments were carried out to examine the effects of changing coagulants' dosage (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 and 3 g/L) and pH values (4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 and 12) on the removal of heavy metals. As a result, the effective dosage, optimum pH and the most convenient coagulant were identified.

Results: Investigating the average concentration of mentioned heavy metals, Zn had the highest concentration in leachate (6.2 mg/L) followed by Ni, Cu, Cr and Cd with the concentrations of 2.15, 0.62, 0.48 and 0.21 mg/L, respectively. The optimum pH for precipitation of the metals using poly aluminium chloride, Ferric chloride and poly ferric sulfate was 7, 10 and 11, respectively. Optimum concentration of the three mentioned coagulants was 1.5, 1.5 and 2 g/L, respectively. Poly ferric sulfate with 70% to 87% of heavy metals and 50% of COD removal has the highest efficiency, followed by poly aluminium chloride with 65% to 85% and Ferric chloride with 75% to 80% of heavy metals removal.

Conclusion: Among the three mentioned coagulants, poly ferric sulfate is the most effective followed by poly aluminium chloride and ferric chloride, respectively. Since poly ferric sulfate and poly aluminium chloride are more expensive compared to other coagulants, economic estimations need to be done according to their efficiency to choose the best coagulant.

Keywords: Heavy metals, Leachate, Compost, Coagulants