تصفیه شیرابه کارخانه کمپوست اصفهان با استفاده از فرآیند انعقاد-لخته سازی

قاسم کیانی فیض آبادی[۱]، امیرحسین محوی*[۲]، محمدهادی دهقانی[۲]

۱) گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سمنان، سمنان، ایران

۲) گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱۲ **تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۹**

چکیده

مقدمه: مهم ترین نگرانی در کارخانه کمپوست سازی، تولید شیرابه می باشد که به عنوان فاضلاب بسیار آلوده شناخته شده است. دفع شیرابه های تصفیه نشده، منبع بالقوه آلاینده های خطرناک برای خاک، آب های زیرزمینی و سطحی می باشد. هدف از این مطالعه بررسی کارایی حذف فلزات سنگین شیرابه حاصل از کارخانه کمپوست اصفهان با استفاده از منعقدکننده های سولفات آهن، کلرور آهن، پلی فریک سولفات، آلوم و پلی آلومینیوم کلراید می باشد.

مواد و روش ها: این مطالعه از نوع تجربی-آزمایشگاهی می باشد. نمونه شیرابه از حوضچه جمع آوری شیرابه کارخانه کمپوست اصفهان برداشت شد. ابتدا خصوصیات شیرابه شامل COD، BOD، TSS، pH و فلزات سنگین شامل Zn، Cu، Ni، Cr و Cd بر اساس روش های استاندارد اندازه گیری گردید. سپس با روش آزمایش جار اثر تغییرات دوز منعقدکننده ها(۰/۵ g/l، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳) و pH (۱۲-۴) در حذف فلزات بررسی و دوز و pH بهینه اندازه گیری گردیدند و بهترین منعقدکننده تعیین گردید.

یافته های پژوهش: در بررسی میانگین غلظت فلزات، فلز روی بیشترین غلظت(۶/۲ mg/l) را در شیرابه داشت. pH بهینه برای ته نشینی شیمیایی فلزات سنگین توسط آلوم، پلی آلومینیوم کلراید، کلرورفریک، سولفات فرو و پلی فریک سولفات به ترتیب برابر ۶/۵، ۷، ۱۰، ۱۰ و ۱۱ به دست آمد. غلظت بهینه هر یک از منعقدکننده ها به ترتیب ۲، ۱/۵، ۱/۵، ۲، و ۲ گرم در لیتر محاسبه شد. پلی فریک سولفات با حذف۷۰ تا ۸۷ درصد فلزات سنگین و حذف ۵۰ درصد COD شیرابه بیشترین راندمان را داشت. پس از آن به ترتیب پلی آلومینیوم کلراید با ۶۵ تا ۸۵ درصد، کلرور فریک ۷۵ تا۸۰ درصد، سولفات فرو با ۷۰ تا ۸۰ درصد و در نهایت آلوم با ۷۰ تا ۷۵ درصد حذف فلزات سنگین در اولویت بعدی قرار دارند.

بحث و نتیجه گیری: پلی‌فریک سولفات موثرترین ماده منعقدکننده جهت کاهش فلزات سنگین شیرابه می باشد و مقایسه نتایج با رهنمود تخلیه پساب ایران نشان می دهد که غلظت فلزات سنگین شیرابه فراتر از میزان حداکثر مجاز نمی باشد.

واژه های کلیدی: شیرابه، کمپوست، انعقاد-لخته سازی، تصفیه

* نویسنده مسئول: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

Email: ahmahvi@yahoo.com

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

مقدمه

به دلیل بالابودن درصد رطوبت زباله های شهری، مقدار زیادی شیرابه در فرآیند تبدیل زباله به کمپوست تولید می شود که اگر به شیوه ای مناسب و صحیح جمع آوری نشود می تواند مشکلات بهداشتی و زیست محیطی ایجاد نماید(۱). شیرابه تولید شده از لندفیل های شهری و سایت های کمپوست، پساب پیچیده ای است که اغلب حاوی آلاینده های آلی، آمونیاک، کلراید، جامدات معلق، نمک های معدنی، فلزات سنگین و البته باکتری ها می باشد(۲،۳). عدم تصفیه، جمع آوری و دفع صحیح این پساب موجب آلودگی شدید آب های زیرزمینی، سطحی و خاک شده و موجبات تهدید زندگی انسان و جانداران آبزی را به همراه دارد(۴،۵). یکی از مشکلات عمده شیرابه مواد سمی و فلزات سنگین موجود در شیرابه می باشد که باید قبل از دفع شیرابه به آن توجه نمود. فلزات سنگین به دلیل پایداری، در محیط زیست مشکلات ویژه ای را ایجاد می کنند(۶). این فلزات نمی توانند مانند آلاینده های آلی از طریق فرآیندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه شوند. یکی از پیامدهای مهم پایداری آن ها، تغلیظ بیولوژیکی در زنجیره غذایی است که در نتیجه این فرآیند مقدار فلزات در طبقه های بالاتر زنجیره غذایی تا چندین برابر مقادیر موجود در آب یا هوا یافت می شوند. این امر موجب آسیب گیاهان و در نهایت سبب به خطر انداختن سلامت جانوران و انسان می گردد(۷).

ترکیب خاص هر شیرابه، تصفیه پذیری نسبی آن را تعیین می کند. فرآیندهای تصفیه مورد استفاده برای شیرابه اغلب شامل تلفیق و ترکیبی از تکنولوژی های مناسب می باشد. این تکنولوژی ها به صورت واحدهای چند مرحله ای و با قابلیت انعطاف با تغییرات مشخصات شیرابه در طول سال ها طراحی گردیده اند. چندین روش نشئت گرفته از تکنولوژی تصفیه آب و فاضلاب از قبیل تجزیه بیولوژیکی هوازی یا بی هوازی، اکسیداسیون شیمیایی، انعقاد–لخته‌سازی، جذب با کربن فعال، فتواکسیداسیون و روش های غشایی برای تصفیه شیرابه به کار گرفته شده اند(۱۱–۸).

فلزات سنگین شیرابه را می‌توان به روش های مختلف حذف نمود ولی در بین این روش ها، روش ترسیب هیدروکسیدی و یا ترسیب شیمیایی به طور گسترده تری استفاده شده اند(۱۲،۱۳). اغلب فلزات در pH های بالارسوب می نمایند ولی باید توجه داشت که در pH های بالا، به علت انحلال مجدد رسوب هیدروکسیدی، در راهبری فرآیند به ویژه کنترل pH باید بسیار دقت نمود(۱۴). امروزه استفاده از منعقدکننده ها در تصفیه آب و فاضلاب به دلیل کارایی بالای این مواد در حذف مواد معلق،کدورت و فلزات از محلول های آبی و آماده سازی و پردازش جهت تصفیه در مراحل بعدی، بسیار رایج بوده و استفاده از این مواد رو به افزایش است(۱،۱۵،۱۶). در تحقیقی زرولی و همکاران برای حذف فلزات سنگین شیرابه از آهک، آلوم و کلریدفریک به عنوان منعقدکننده استفاده کردند(۱۷). کوکا سوی نیز در سال ۲۰۱۰ از روش انعقاد و کواگولاسیون جهت حذف فلزات Cd، Co، Cr، Cu، Fe، Mg، Mn، Ni و Zn استفاده کرد که نتایج قابل قبولی به دست آورد(۱۸). در تحقیق مشابه، جونز برای تصفیه شیرابه از سولفات آلومینیوم و کلرید فریک استفاده نمود و بیشترین راندمان را در pH=۹/۵ برای کلریدفریک برابر ۴۰ درصد گزارش نمود(۱۹). لی واو و همکاران نیز در سال۲۰۱۰ از روش انعقاد و کواگولاسیون جهت حذف فلزات Cd, Co, Cr, Cu Fe, Mg, Ni, Mn و Zn استفاده کردند که نتایج قابل قبولی به دست آوردند(۲۰). ملکی و همکاران 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(۲۱).

تصفیه شیرابه با استفاده از منعقدکننده های رایج جهت کاهش میزان فلزات سنگین تکنیکی کارا و ارزان می باشد. هدف از این تحقیق مقایسه میزان کارایی مواد منعقدکننده آلوم، پلی آلومینیوم کلراید، پلی فریک سولفات، سولفات فرو و کلریدفریک در حذف فلزات سنگین از شیرابه کارخانه کمپوست اصفهان و به طور خاص تعیین مناسب ترین ماده منعقدکننده، غلظت

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

بهینه، تعیین اثر pH بر میزان حذف و شرایط بهینه آزمایش جهت کارایی عمل این فرآیند می باشد.

مواد و روش ها

در این تحقیق نمونه شیرابه مورد آزمایش از حوضچه های ذخیره شیرابه کارخانه کمپوست اصفهان برداشت شد. این کارخانه روزانه ۱۲۰۰ تن زباله دریافت نموده و میزان دبی شیرابه تولیدی ۰/۴ لیتر بر ثانیه می باشد که وارد لاگون های تبخیر سطحی می گردد. نمونه ها در گالن ۲۰ لیتری جمع آوری شده و به آزمایشگاه کارخانه کمپوست انتقال داده شد. در ابتدا کیفیت شیمیایی آن ها از نظر pH، COD، BOD، TSS و فلزات سنگین شامل Cd، Cr، Zn، Cu و Ni مطابق با روش های مندرج در کتاب استاندارد متد(۲۲) سنجش گردید. آزمایشات انعقاد–لخته سازی و ته نشینی با استفاده از دستگاه جارتست(مدل JLT6 ساخت شرکت Velp ایتالیا) که دارای شش بشر یک لیتری بود انجام شد. نمونه ها 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 ته نشین شده کاملاً تکان داده شدند و مقدار مناسب از نمونه به ظروف جارتست مشابه وارد شد. ابتدا جهت تعیین pH بهینه مواد منعقدکننده، بر اساس مطالعات پیشین(۱،۲۱،۲۳) در pH های مختلف(۱۲–۴) برای ترکیبات بر پایه آهن میزان ۱/۵ g/l و برای ترکیبات بر پایه آلومینیوم ۱/۲ g/l استفاده گردید. مقدار pH نمونه ها با اضافه کردن میزان مناسب از محلول NaOH و HCl تنظیم گردید. در ادامه جهت تعیین دوز بهینه، میزان منعقدکننده برای هر کدام از منعقدکننده ها ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳ گرم بر لیتر بر اساس تحقیقات مشابه(۱۷،۲۰،۲۱،۲۴) در نظر گرفته شد. دوز بهینه هر یک از منعقدکننده ها با دوز بار تکرار آزمایش تعیین گردیدند. آزمایش با استفاده از دستگاه جارتست شامل سه مرحله پی در پی بود که مرحله اختلاط سریع اولیه در ۱ دقیقه و ۲۰۰ دور در دقیقه، در ادامه مرحله اختلاط آهسته به مدت ۲۰ دقیقه در ۷۰ دور در دقیقه و در نهایت مرحله ته نشینی ۱ ساعت انجام شد(۲۱،۲۳،۲۴). بعد از مرحله ته نشینی مایع رویی توسط سرنگ پلاستیکی از عمق ۲ سانتی متری بالای مایع از ظروف جارتست جهت آنالیز شیمیایی استخراج گردید. سنجش فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی مدل Perkin Elmer 3030 انجام شد. در نهایت pH و دوز بهینه هر منعقدکننده تعیین گردید.

یافته های پژوهش

نتایج آنالیز اولیه شیرابه، COD بالا، میانگین BOD/COD برابر ۰/۲۹ و pH از ۵/۴ تا ۶/۶ و میانگین ۶/۱ را نشان می دهد. در بررسی میانگین غلظت فلزات، فلز روی بیشترین غلظت(۶/۲ mg/l) و پس از آن نیکل، سرب، مس، کروم وکادمیوم به ترتیب ۲/۱۵، ۱/۵۲، ۰/۶۲و ۰/۲۱ mg/l بیشترین غلظت را در شیرابه داشتند(جدول شماره ۱). نتایج بررسی pH بهینه در شکل های شماره ۱ تا ۵ نمایش داده شده است. آزمایش جارتست برای آلوم با دوز ثابت و در pH های ۹–۴ انجام شد که pH معادل ۶/۵ به عنوان pH بهینه به دست آمد(شکل شماره ۱). نتایج بررسی pH در مورد پلی آلومینیوم کلراید در دامنه اثر آن نشان داد که مناسب ترین pH به دست آمده برابر ۷ می باشد(شکل شماره ۲). کلرور فریک در pH های قلیایی نسبت به اسیدی موثرتر بوده و بنا بر این با انجام عمل جار برای هر نمونه در این pH ها، pH بهینه معادل ۱۰ به دست آمد(شکل شماره ۳). در مورد سولفات فرو و پلی فریک سولفات بر اساس شکل های شماره ۴ و ۵، pH بهینه به ترتیب برابر ۱۰ و ۱۱ تعیین گردید.

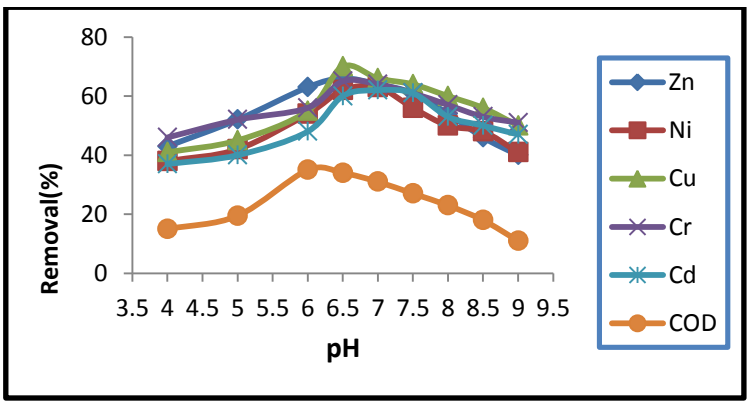
برای بررسی اثر دوزهای متفاوت مواد منعقدکننده در حذف فلزات سنگین شیرابه و تعیین دوز بهینه، در pH های بهینه به دست آمده در مرحله اول برای هر منعقدکننده، آزمایش جار در دوز های ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳ گرم بر لیتر انجام شد. آلوم در غلظت مصرفی ۲g/l و به علت تشکیل فلوک از نوع خوب، بالاترین کارایی را در حذف فلزات سنگین و هم چنین COD داشته که میزان حذف کادمیوم، کروم، نیکل، مس و روی به ترتیب برابر ۶۵، ۶۷، ۶۶، ۷۰ و ۷۰ درصد و برای COD برابر ۳۹ درصد بود و می توان این دوز را به عنوان دوز بهینه آلوم پیشنهاد نمود(شکل شماره ۶). پلی آلومینیوم کلراید در دوز مصرفی ۱/۵ g/l کارایی خوبی در حذف آلاینده های شیرابه داشت و میزان

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

حذف کادمیوم، کروم، نیکل، مس و روی به ترتیب برابر ۶۴، ۶۷، ۶۰، ۷۸ و ۷۷ درصد و میزان حذف COD برابر ۴۴ درصد بود(شکل شماره ۷). با توجه به شکل شماره ۸، دوز بهینه سولفات فرو ۲ g/l می باشد که در این دوز بیشترین کارایی حذف فلزات سنگین را داشته که برای کادمیوم، کروم، نیکل، مس و روی به ترتیب برابر ۷۷، ۷۸، ۶۱، ۶۳ و ۶۴ درصد و میزان حذف COD برابر ۴۴ درصد بود. همین طور در مورد کلرورفریک بر اساس شکل شماره ۹، نتایج اثر دوزهای مختلف بیانگر آن است که میزان حذف اغلب پارامترهای مورد مطالعه در دوزهای مصرفی بیشتر از ۱/۵ g/l روند نزولی داشته و در دوز مصرفی ۱/۵ g/l بهترین کارایی را دارد. در این دوز کارایی حذف کادمیوم، کروم، نیکل، مس و روی به ترتیب برابر ۷۷، ۷۰، ۶۶، ۶۸ و ۷۲ درصد و میزان حذف COD برابر ۳۶ درصد بود. در نهایت نتایج اثر دوزهای متفاوت پلی فریک سولفات(شکل شماره ۱۰) 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 کادمیوم، کروم، نیکل، مس و روی به ترتیب برابر ۸۰، ۷۷، ۶۶، ۷۹ و ۵۸ درصد و میزان حذف COD برابر ۴۹ درصد بود. نتایج مقایسه میزان حذف فلزات سنگین و COD در pH و دوز بهینه در شکل شماره ۱۱ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود پلی فریک سولفات با راندمان حذف ۷۵ تا ۸۷ درصد فلزات سنگین و۵۰ درصد حذف COD دارای بالاترین راندمان می باشد.

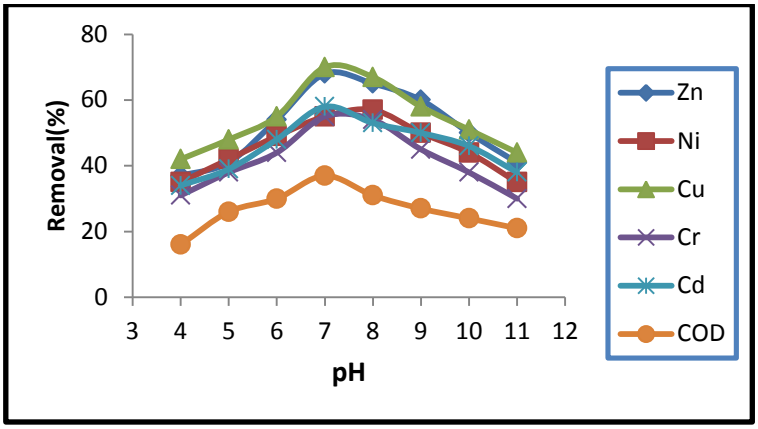
جدول شماره ۱. خصوصیات شیمیایی شیرابه کارخانه کمپوست اصفهان

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

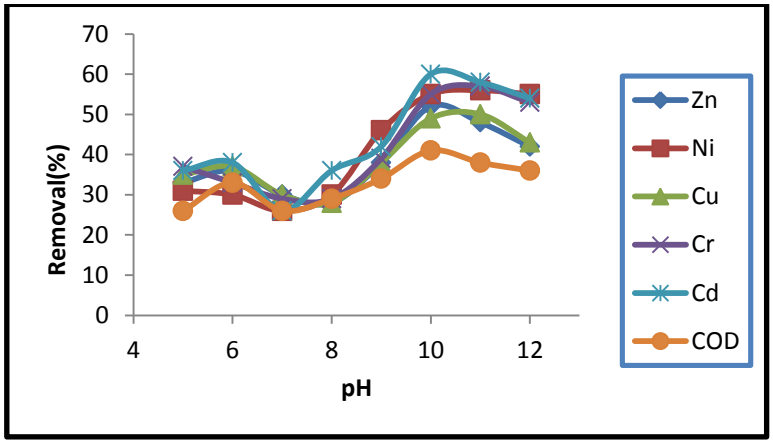


شکل شماره ۱. درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوز ثابت ۱/۲g/l آلوم در pH های مختلف

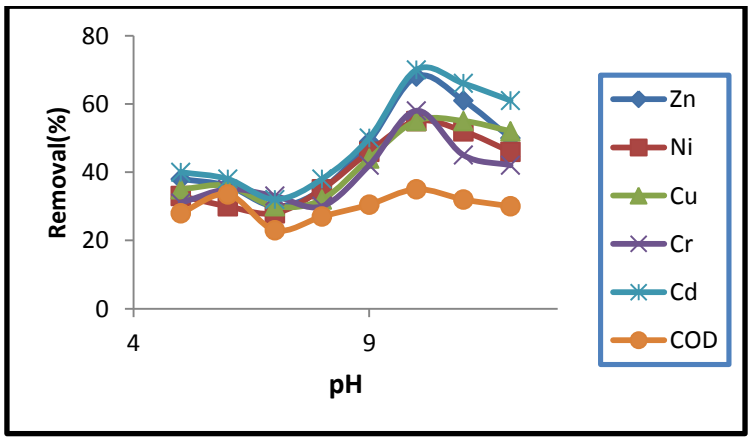
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]



شکل شماره ۲. درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوز ثابت ۱/۲g/l پلی آلومینیوم کلراید در pH های مختلف

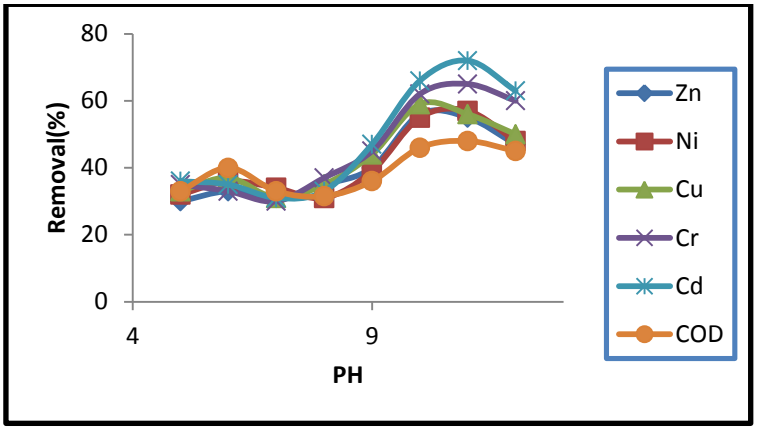


شکل شماره ۳. درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوز ثابت ۱/۵g/l سولفات فرو در pH های مختلف

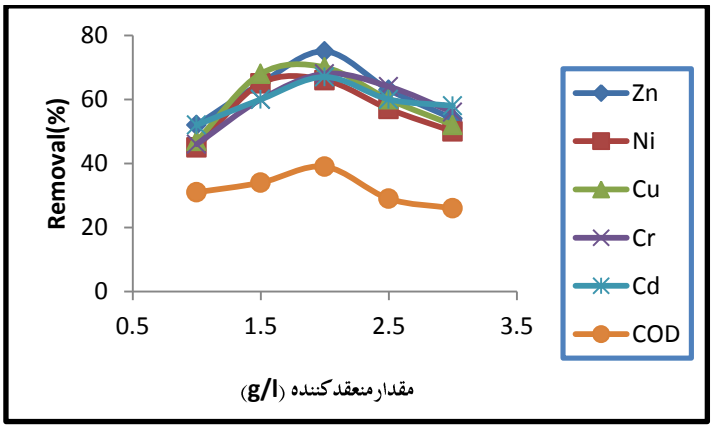


شکل شماره ۴. درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوز ثابت ۱/۵g/l کلرور فریک در pH های مختلف

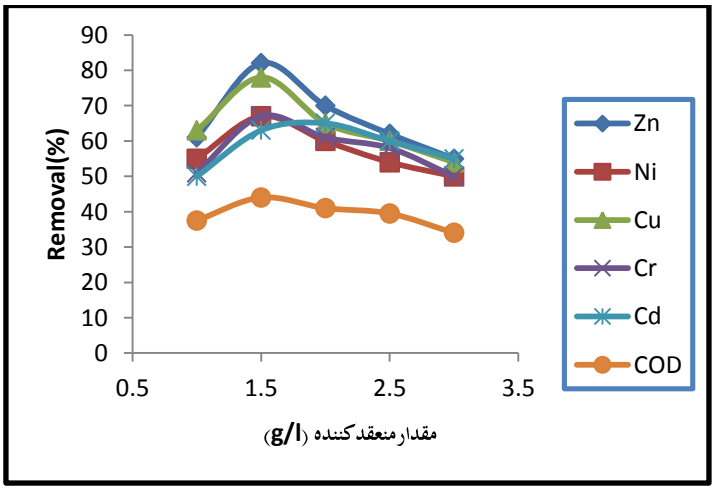
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]



شکل شماره ۵. درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوز ثابت ۱/۵g/l پلی فریک سولفات در pH های مختلف

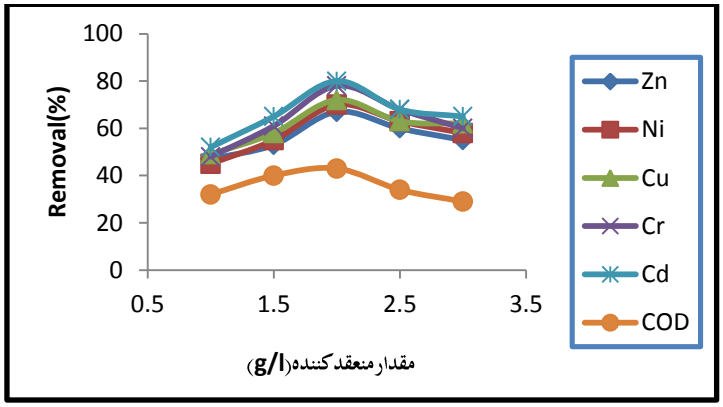


شکل شماره ۶. درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوزهای مختلف آلوم در pH=۶/۵

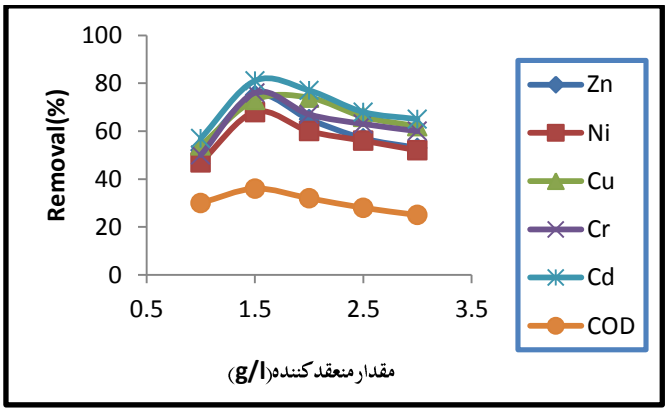


شکل شماره ۷. درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوزهای مختلف پلی آلومینیوم کلراید در pH=۷

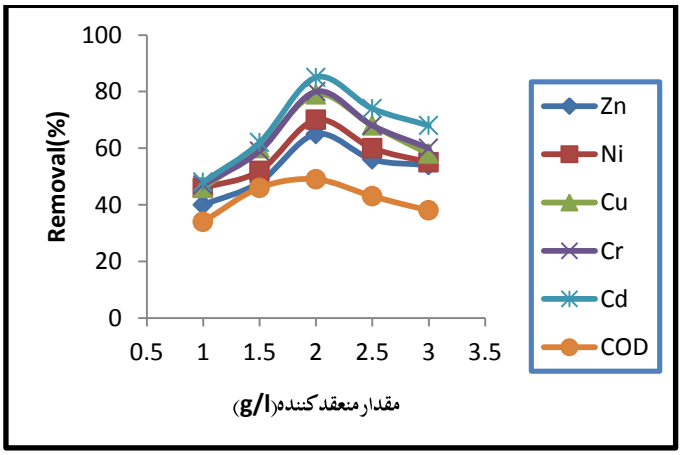
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]



شکل شماره ۸. درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوزهای مختلف سولفات فرو در pH=۱۰

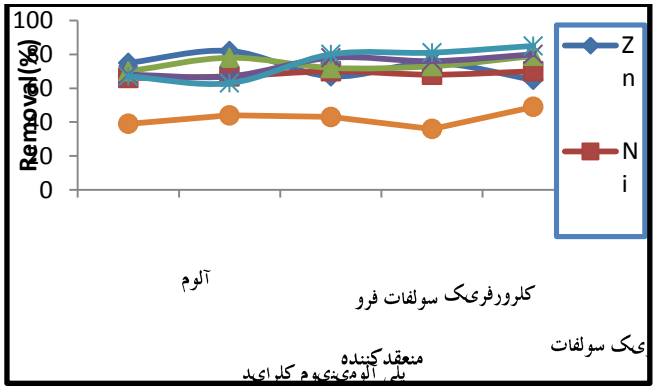


شکل شماره ۹. درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوزهای مختلف کلرور فریک در pH=۱۰



شکل شماره ۱۰. درصد حذف فلزات سنگین و COD توسط دوزهای مختلف پلی فریک سولفات در pH=۱۱

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]



شکل شماره ۱۱. مقایسه میزان حذف فلزات سنگین و COD توسط منعقدکننده های مختلف در pH و دوز بهینه تعیین شده برای هر منعقدکننده

بحث و نتیجه گیری

در بررسی میانگین غلظت فلزات، Zn دارای بیشترین غلظت(۶/۲ mg/l) بوده که به سبب وجود مقادیر بیشتر منابع حاوی این فلز در زباله می باشد. پس از آن نیکل، سرب، مس، کروم و کادمیوم به ترتیب، بیشترین غلظت را در شیرابه داشتند. میانگین BOD/COD در شیرابه مورد مطالعه برابر ۰/۲۹ تعیین گردید. بر اساس تقسیم بندی مقادیر BOD/COD به سه طبقه <۰/۱ ، ۰/۱ -۰/۵ و >۰/۵ که به ترتیب تثبیت شده، متوسط و تازه می باشند(۱۲)، این شیرابه در دسته متوسط قرار داشته و مقداری از مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی شیرابه تا زمان ورود به مخزن ذخیره تجزیه شده و pH اسیدی گردیده است. در مقایسه میانگین غلظت عناصر، COD و TSS شیرابه با استانداردهای خروجی فاضلاب سازمان حفاظت محیط زیست ایران(۲۵) نشان می دهد که غلظت آن ها چندین برابر حد مجاز می باشد. بنا بر این، شیرابه قبل از دفع یا مصرف باید به طریق مناسب تصفیه گردد و از دفع شیرابه خام در چاه های جاذب یا دفع در رودخانه به علت اثرات بهداشتی و زیست محیطی خودداری گردد. علت حذف فلزات در اثر کاربرد مواد منعقدکننده، جذب سطحی، ته نشینی و ته نشینی همزمان است(۱۴). با توجه به نتایج، فلوک های تشکیل شده توسط مواد منعقدکننده آلوم و پلی آلومینیوم کلراید در pH معادل ۶ تا ۷ دارای حداقل حلالیت است و فلوک ایجاد شده از نوع خوب است و بهتر رسوب می کنند، ولی در pH اسیدی و قلیایی به علت تشکیل فلوک های ریز ته نشینی کمتر و راندمان نیز کمتر می باشد. فلوک های تشکیل شده ناشی از کاربرد مواد منعقدکننده بر پایه آهن در pH قلیایی درشت تراز فلوک در pH اسیدی است و راحت تر ته نشین می شوند و کارایی حذف در pH قلیایی بیشتر است. اما در pH های بالاتر به دلیل تولید فلوک ریز و عدم ته نشینی مناسب کارایی کمتری دارند(۲۳). نتایج تحقیق ملکی و همکاران راندمان حذف ۹۰ درصدی فلزات سنگین در pH=۶/۵ توسط آلوم و راندمان ۸۶ درصد در pH=۱۰ توسط کلرورفریک را نشان داده که pH بهینه اعلام شده با نتایج تحقیق حاضر مشابه می باشد(۲۱). نتایج به دست آمده از کاربرد کلرورفریک و آلوم در تحقیق زولی و همکاران نیز با نتایج تحقیق حاضر مشابه می باشد. در آن تحقیق محققان گزارش کردند که آلوم در pH معادل ۶/۵ دارای بیشترین راندمان و کلرورفریک در pH معادل ۱۰ دارای بیشترین راندمان می باشد(۱۷). در بررسی دوز مصرفی مواد منعقدکننده، مصرف آلوم در دوزهای پایین(کمتر از ۲ g/l) سبب ایجاد فلوک های ریز می شود و مصرف دوزهای بالاتر سبب ایجاد فلوک های ریز و پایداری مجدد محلول می گردد و درصد حذف کمتر از دوز بهینه می گردد. این شرایط در مورد پلی آلومینیوم کلراید نیز در دوزبالاتر از ۱/۵ g/l اتفاق افتاد. در دوز بهینه ۲ g/l آلوم میزان حذف COD، ۳۹ درصد و

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

میزان حذف فلزات ۷۰ تا ۷۵ درصد به دست آمد و توسط پلی آلومینیوم کلراید در دوز بهینه g/l ۱/۵ COD تا ۴۴ درصد و فلزات ۶۵ تا ۸۵ درصد کاهش یافتند. در مطالعه مشابه بر روی شیرابه زباله توانستند غلظت فلزات سنگین را تا۹۰ درصد و COD را تا ۴۰ درصد کاهش دهند(۲۳). لازم به ذکر است که شدت آلودگی شیرابه مورد آزمایش آنان در مقایسه با شیرابه تحقیق حاضر کمتر بوده است ولی نتایج حاصله نزدیک هم می باشند. زاینول در مطالعه خود در تصفیه شیرابه تثبیت شده با استفاده از پلی آلومینیوم کلراید دوزهای مختلف را به کار برد و در نهایت دوز بهینه g/l۱را گزارش نمود(۲۶). در تحقیق حاضر با استفاده از پلی آلومینیوم کلراید در دوز بهینه g/l۱/۵، COD تا ۴۴ درصد و فلزات ۶۵ تا ۸۵ درصد کاهش یافتند. استفاده از کلرورفریک در دوز g/l ۱/۵ سبب تشکیل فلوک درشت تر و ته نشینی مناسب تر و در نتیجه کارایی بهتر(حذف ۷۵ تا۸۰ درصد فلزات و ۳۶ درصدCOD) می شود و در دوز کمتر و بیشتر از این میزان به علت ایجاد فلوک های ریزتر و پایداری مجدد محلول، درصد حذف فلزات کمتر از دوز بهینه می شود. از نتایج به دست آمده و شکل های موجود نتیجه می شود که در pH های بالا استفاده از نمک های فریک انتخاب بهینه می باشد. نتایج حاصله این تحقیق با نتایج تحقیق جونز که برای تصفیه شیرابه از کلریدفریک استفاده نمود و بیشترین راندمان را در pH=۹/۵ برای کلریدفریک گزارش نمود هم خوانی دارد(۱۹). در مورد سولفات فرو و پلی فریک سولفات بیشترین راندمان حذف در دوز g/l ۲ به دست آمده و راندمان حذف فلزات به ترتیب ۷۰ تا ۸۰ درصد و ۷۰ تا ۸۷ درصد می باشد و در دوز بیشتر به دلیل پایداری مجدد و عدم ته نشینی مناسب فلوک ها، راندمان حذف کمتر می باشد. با مقایسه نتایج به دست آمده از شکل شماره ۱۱، پلی فریک سولفات با راندمان حذف ۷۵ تا ۸۷ درصد فلزات سنگین و ۵۰ درصد حذف COD دارای بالاترین راندمان می باشد. در تحقیق مشابه توسط لی و همکاران با استفاده از فرآیند انعقاد– لخته‌سازی راندمان حذف حدود ۷۰ درصدی گزارش گردیده است(۲۷). بر اساس یافته های این تحقیق، پلی فریک سولفات با راندمان حذف ۷۵ تا ۸۷ درصد فلزات سنگین و۵۰ درصد حذف COD دارای بالاترین راندمان می باشد. نتایج تحقیق زین و همکاران در استفاده از مواد منعقدکننده بر پایه آهن نیز دوز بهینه را g/l ۲ و راندمان حذف را ۵۸ درصد نشان داد(۲۸). هم چنان که در مطالعات قبلی بیان شده است، کاربرد مواد منعقدکننده به علت ایجاد یک سری یون های فلزی چند ظرفیتی محلول در آب، گیرنده موثر فلزات سنگین هستند و بدین طریق سبب حذف فلزات سنگین می گردند و در این روش مقدار زیادی لجن تولید می شود که باید به طریق مناسب دفع شوند(۱).

نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت باقی مانده عناصر سنگین در اثر کاربرد هر پنج ماده منعقدکننده مورد استفاده به کمتر از میزان استاندارد خروجی فاضلاب ایران می رسد و پلی فریک سولفات به عنوان بهترین منعقدکننده، در pH قلیایی کارایی بیشتری در کاهش فلزات سنگین و COD شیرابه دارد. نتایج این تحقیق هم چنان نشان که اساساً روش فیزیک و شیمیایی با توجه به سادگی، سهولت در اجرا و کاربرد و هم چنین کارایی بالا می تواند به عنوان یک روش پیش تصفیه یا پس تصفیه شیرابه در ترکیب فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

از سازمان مدیریت پسماند شهر اصفهان و آزمایشگاه مرکزی کارخانه کمپوست شهر اصفهان که در انجام آزمایش های مربوط به این پژوهش، همکاری نمودند، سپاسگزاری می گردد.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

References

1.Renou S, Givaudan JG, Poulain S, Dirassouyan F, Moulin P. Landfill leachate treatment: Review and opportunity. J Hazard Mater 2008;150: 468-93.

2. Bashir MJ K. Landfill leachate treatment by electrochemical oxidation. Waste Manage 2009; 29: 2534-41

3. Bouhezila F, Hariti M, Lounici H, Mameri N. Treatment of the OUED SMAR town landfill leachate by an electrochemical reactor. Desalination 2011; 280: 347–53

4. Ozturk I, Altinbas M, Koyuncu I, Arikan O, Gomecyangin C. Advanced physico chemical treatment experiences on young municipal landfill leachates.Waste Manage 2003; 23:441-6.

5. 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; 137:443-55.

6. Kurniawan TA, Lo W, Chan G. Physico-chemical treatments for removal of recalcitrant contaminants from landfill leachate. J Hazard Mater 2006;129:80-100.

7. Yangin C1, Yilmaz S, Altinbas M, Ozturk I. A new process for the combined treatment of municipal wastewaters and landfill leachates in coastal areas. Water Sci Technol 2002;46:111-8.

8. Trebouet D, Schlumpf JP, Jaouen P, Quemeneur F. Stabilized landfill leachate treatment by combined physicochemical nanofiltration processes. Water Res 2001; 35:2935-42.

9. Calli B, Mertoglu B, Inanc B. Landfill leachate management in Istanbul: applications and alternatives. Chemosphere 2005; 59: 819-29.

10. 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;10:1-7.

11. Zazouli MA, Yousefi Z, Eslami A, Ardebilian MB. [Municipal solid waste landfill leachate treatment by fenton, photofenton and fenton like processes effect of some variables]. Iranian J Environ Health Sci Eng 2012; 9:22-8.

12.Amokrane A, Comel C. Landfill leachate pretreatment by coagulation flocculation. Water Res 1997; 31: 2775-82.

13. Altinbaş M1, Yangin C, Ozturk I. Struvite precipitation from anaerobically treated municipal and landfill wastewaters. Water Sci Technol2002;46:271-8.

14. Kabdaşli I1, Safak A, Tünay O. Bench scale evaluation of treatment schemes incorporating struvite precipitation for young landfill leachate. Waste Manag. 2008;28:2386-92.

15.Silva AC, M. Dezotti and GL. Sant anna Jr. Treatment and detoxification of a sanitary landfill leachate. Chemosphere 2004;55: 207-14.

16. 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.

17. Zazoli MA, Parvaresh A, Movahedian H. [Survey of heavy metals in Isfahan landfill leacheat and methods of decrease its]. Kerman Med Sci Uni J 2009;2:23-8. (Persian)

18. Kocasoy G, Determination of treatment method of leachate by using eluate. J Environ Sci Health Eng 2010; 45:161–7.

19. Guneş E. Seasonal characterization of landfill leachate and effect of seasonal variations on treatment processes of coagulation flocculation and adsorptio. Pol J Environ Stud 2014; 23:11-8.

20. 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: 56–62.

21. Maleki A, Zazouli M A, Izanloo H , Rezaee R.[Composting plant leachate treatment by coagulation flocculation process]. American Eurasian J Agric Environ Sci 2009; 5:638-43.

22. Palma L, Ferrantelli P, Merli C, Petrucci E. Treatment of industrial landfill leachate by means of evaporation and reverse osmosis. Waste Manage2002; 22:951–5.

23. Tatsi AA, Zouboulis AI, Matis KA, Samaras P. Coagulation flocculation pretreatment of sanitary landfill leachates. Chemosphere 2003; 53: 737–44.

24. Duan J, Gregory J. Coagulation by hydrolyzing metal salts. Adv Colloid Inretfac 2003; 100-102: 475-502.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

25.Environmental Protection Agency of Iran, Environmental standards and regulations, 1thed. Tehran;1998; 26-47
26. Zainol NA, HA Aziz, Ibrahim N. Treatment of kulim and kuala sepetang landfills leachate in malaysia using poly-aluminium chloride. Res J Che Sci 2013;6: 60-6.
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: 56–62.
28. Zin NS, Aziz M, Adlan HA, Ariffin MN, Yusoff A, Dahlan I. Application of a pre-hydrolyzed iron coagulant on partially stabilized leachate. Desalination 2014;11: 1-8.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

Leachate Treatment of Isfahan Composting Plant by Coagulation-Flocculation Process

Kiani Gh[1], Mahvi A[2], Dehghani M[2]*

(Received: March 3, 2014 Accepted: January 19, 2015)

Abstract

Introduction: The main concern in composting plant is leachate generation that is known to be highly polluted wastewater. Migrations of untreated leachates are potential sources of hazardous contaminants in soil ,groundwater and surface water. This study was aimed to investigate the heavy metals removal efficiency from Isfahan composting leachate using the following coagulantsferrous sulfate, ferric chloride, poly ferric sulfate, alum and poly aluminum chloride.

Materials & methods: This is an experimental study. Leachate samples were collected from the Isfahan composting leachate´s collection ponds. At first, leachate characteristics including COD, BOD, TSS and pH as well as the following heavy metals Zn,Cu,Ni ,Cr, Cd 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 (4-12) on heavy metal removal. As a result, the effective dosage, optimum pH and the most convenient coagulant were identified.

Findings: investigating the average of mentioned heavy metals' concentration, Zn had the highest concentration in leachate (6.2mg/l). The optimum pH for precipitation of the metals using alum, polyaluminiumchloride, ferricchloride, ferrous sulfate and poly ferric sulfate was 6.5,7,10,10 and 11 respectively. Optimum concentration of the mentioned coagulants was obtained 2, 1.5, 1.5, 2 and 2g/l respectively. Poly ferric sulfate with70% to 87% of heavy metals removal and 50% of COD removal had the highest efficiency. Poly aluminiumchloride with 65% to 85% , Ferric chloride with 75% to 80% ,ferrous sulfate with70% to 80% and finally alum with 70% to75% were the following priorities at heavy metals removal.

Discussion & Conclusion: Poly ferric sulfate is the most effective coagulant to remove heavy metals from the leachate and comparing the results with the Iranian guidelinefor effluent discharge shows that the concentration of heavy metals in leachate did not exceed the maximum allowed values.

Keywords: Leachate ,Compost, Coagulationflocculation, Treatment

1.Dept of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan , Iran
2.Dep.t of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences,Tehran, Iran
** Corresponding author Email:ahmahvi@yahoo.com*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]