مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره پانزدهم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۱، صفحات ۵۳۹ تا ۵۵۸

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

بررسی کارایی لجن بازیابی شده از تصفیه خانه آب شهر کرمانشاه به عنوان منعقد کننده کم هزینه و اثر بخش در تصفیه فاضلاب

آرزو محمودی[۲،۱]، سید علیرضا موسوی[*،۱]، دانیال نیری [۲،۱]، پرستو درویشی[۱]

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۲- کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۰
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۹/۲۹

واژگان کلیدی: بازیابی لجن، انعقاد و لخته سازی، تصفیه فاضلاب، هضم اسیدی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
seyyedarm@yahoo.com
sar.mousavi@kums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: پیامد بکارگیری مواد منعقدکننده‌ای نظیر آلومینیوم سولفات و کلروفریک در واحد انعقاد تصفیه خانه‌های متداول آب تولید لجنی است که حاوی مقادیر زیادی منعقدکننده است که علاوه بر ریسک‌های محیط زیستی، هزینه‌های دفع را نیز به همراه خواهد داشت. امروزه محققین با هدف حفظ محیط زیست و همچنین کاهش هزینه‌های تصفیه بر بازیابی و استفاده مجدد منعقدکننده‌های موجود در لجن تاکید دارند. در این راستا مطالعه حاضر با هدف بازیابی و استفاده مجدد از لجن تصفیه خانه آب به عنوان ماده منعقدکننده کم هزینه در تصفیه فاضلاب پیشنهاد و اجرا گردید.

روش بررسی: این پژوهش، مطالعه‌ای تجربی- آزمایشگاهی است. به منظور بازیابی مواد منعقدکننده از لجن جمع آوری شده از روش هیدرولیز اسیدی استفاده گردید. مشخصات فیزیکوشیمیایی لجن بازیابی شده نیز با استفاده از طیف‌سنجی FTIR، FE-SEM و BET تعیین گردید. کارایی لجن بازیابی شده در دوزهای مختلف (۵۰ تا ۳۰۰ mg/L) در مقایسه با مواد منعقدکننده سولفات آلومینیوم و کلرید فریک بر تصفیه پذیری فاضلاب از نظر شاخص‌های مختلف COD، TSS، VSS، کدورت، فسفر و کلیفرم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه در نرم افزار اکسل ۲۰۱۶ تحلیل و نمایش تصویری ارائه گردید.

یافته‌ها: نتایج به دست آمده از این مطالعه بیانگر آن است که لجن بازیابی شده دارای ساختاری غیر کریستالی و نامنظم است. علاوه بر این، مواد منعقدکننده بازیابی شده از لجن تصفیه خانه آب کارایی بالایی در تصفیه فاضلاب از خود نشان داد به طوری‌که ۶۶/۶ درصد، ۸۲/۴۹ درصد، ۷۹/۶۶ درصد، ۸۰ درصد، ۶۵ درصد و ۹۹/۱۸ درصد از COD، کدورت، TSS، VSS، فسفر، کلیفرم کل به ترتیب در بیشترین دوز (۳۰۰ mg/L) حذف شدند. علاوه بر این، نتایج نشان داد که دوز ماده منعقدکننده بازیابی شده تاثیر بسیار زیادی در افزایش کارایی فرایند انعقاد و لخته سازی در تصفیه فاضلاب دارد.

نتیجه‌گیری: نتایج به خوبی نشان داد که مواد منعقدکننده بازیابی شده از لجن تصفیه خانه آب می‌تواند گزینه‌ای قابل قبول با اثر بخشی مناسب جهت استفاده در فرایندهای تصفیه فاضلاب در نظر گرفته شود.

Please cite this article as: Mahmoudi A, Mousavi SA, Nayeri D, Darvishi P. Effectiveness of recovered sludge from Kermanshah water treatment plant as a low-cost and effective coagulant in wastewater treatment. Iranian Journal of Health and Environment. 2022;15(3):539-58.

Copyright © 2022 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

مقدمه

در آب‌های سطحی انواع مختلفی از ناخالصی‌ها مانند مواد معلق و کلوئیدی وجود دارد که جهت حذف آنها در تصفیه خانه‌های آب باید از مواد منعقدکننده استفاده گردد. این مواد باید به روش مناسب حذف شوند تا آب با کیفیت مناسب و مطابق با استانداردها تحویل مصرف کننده گردد (۱). در تصفیه خانه‌های آب، انعقاد و لخته سازی به عنوان یکی از شناخته شده‌ترین واحدهای متداول به منظور حذف ذرات و مواد آلی با افزودن مواد منعقدکننده مختلف است که در آن ذرات کلوئیدی ناپایدار، سپس لخته‌های درشتی در مرحله لخته سازی تشکیل و درنهایت طی عملیات ته نشینی حذف می‌شوند (۲). امروزه استفاده از منعقدکننده در تصفیه آب و فاضلاب رایج شده و استفاده از این مواد رو به افزایش است که دلیل این امر می‌تواند کارایی بالای این مواد در حذف مواد معلق و کدورت از محلول‌های آبی بوده و آب یا فاضلاب را جهت تصفیه در مراحل بعدی به خوبی پردازش می‌نماید. از طرفی این مواد بسیار ارزان بوده و به راحتی قابل دسترس است (۳). علیرغم اینکه فرایند انعقاد و لخته سازی باعث تولید آب آشامیدنی با خلوص بالا می‌شود، در پایان این فرایند شیمیایی مقدار زیادی لجن در اثر افزودن مواد منعقدکننده (معمولا نمک‌های آهن و آلومینیوم) تولید می‌گردد که از آنها به عنوان باقیمانده‌های حاصل از تصفیه آب آشامیدنی یا آب‌های سطحی یاد شده است (۴). به طور مثال لجن تولیدی ناشی از مصرف منعقدکننده آلوم در تصفیه خانه‌های آب کشور آمریکا در حدود ۷۳۰ میلیون تن گزارش شده است (۵). اما به طور کلی یک تصفیه آب معمولی حدود ۱۰۰۰۰۰ تن در سال لجن تولید می‌کند (۶، ۷). بنابراین امروزه با توسعه تصفیه خانه‌های آب و بالابردن استانداردهای مهم محیط زیستی برای دفع و مدیریت اصولی لجن، بقایای تولیدی ناشی از فرایندهای تصفیه خانه‌های آب به عنوان یک مسئله مهم جهانی تلقی می‌شود که می‌تواند هزینه‌های زیادی را به جامعه تحمیل کند (۵). از طرفی به دلیل ارزش غذایی یا گرمایی بسیار کم لجن تصفیه خانه آب در مقایسه با لجن تصفیه خانه فاضلاب، هضم بیولوژیکی یا سوزاندن این لجن عملیاتی نیست (۸). همچنین بالا بودن غلظت فلزات موجود در این لجن، کاربرد آن را در زمین محدود می‌سازد و محتوای زیاد آب در ساختار لجن باعث به کارگیری فرایند تصفیه بیشتر به منظور عملیات آبگیری و انتقال می‌گردد (۷). علاوه بر این تخلیه لجن به آب‌های پذیرنده منجر به تغییر رنگ آن خواهد شد و افزایش کدورت، pH و سختی را به همراه خواهد داشت (۹). از دیگر اثرات زیست محیطی تخلیه لجن حاوی آلوم و آلومینیوم به محیط زیست می‌توان به ایجاد آسیب برای حیات ارگانیزم‌های آبزی اشاره کرد و با توجه به اینکه تصفیه خانه‌های آب این لجن را به مدت چند ماه در تانک‌های ذخیره نگهداری و سپس بصورت دوره‌ای به محیط تخلیه می‌کنند، حجم اثرات محیط زیستی به طور بالقوه افزایش می‌یابد (۱۰). لذا براساس موارد ذکر شده، تحقیقات گسترده‌تری درخصوص مدیریت صحیح لجن تصفیه خانه‌های آب مورد نیاز است.

در سال‌های اخیر مطالعات مختلفی جهت استفاده از لجن تصفیه خانه آب در کاربردهای سودمندی نظیر مصالح ساختمانی (۱۱)، تصفیه فاضلاب (۶) و اصلاح خاك (۱۲) انجام شده است. در بسیاری از مطالعات نیز از لجن تصفیه خانه آب به منظور حذف آلاینده‌های محیطی مختلفی مانند فسفر (۱۳)، فلزات سنگین (۱۴) و ذرات معلق (۱۵) استفاده شده است. با این حال بازیابی منعقدکننده‌های موجود در این لجن یکی دیگر از گزینه‌های جذابی است که در مطالعات پیشین به آن اشاره شده است (۱۶). لجن حاصل از تصفیه آب حاوی ذرات جامد، کلوئیدها و برخی از مواد منعقدکننده مانند آهن (Fe) و یا آلومینیوم (AL) است. بنابراین، میزان Fe/AL در لجن حاصل از تصفیه آب نسبتا بالا است به این ترتیب، استفاده مجدد از این لجن به عنوان ماده منعقدکننده سودمند به نظر می‌رسد (۱۷)، به طوری‌که بازیابی منعقدکننده‌ها

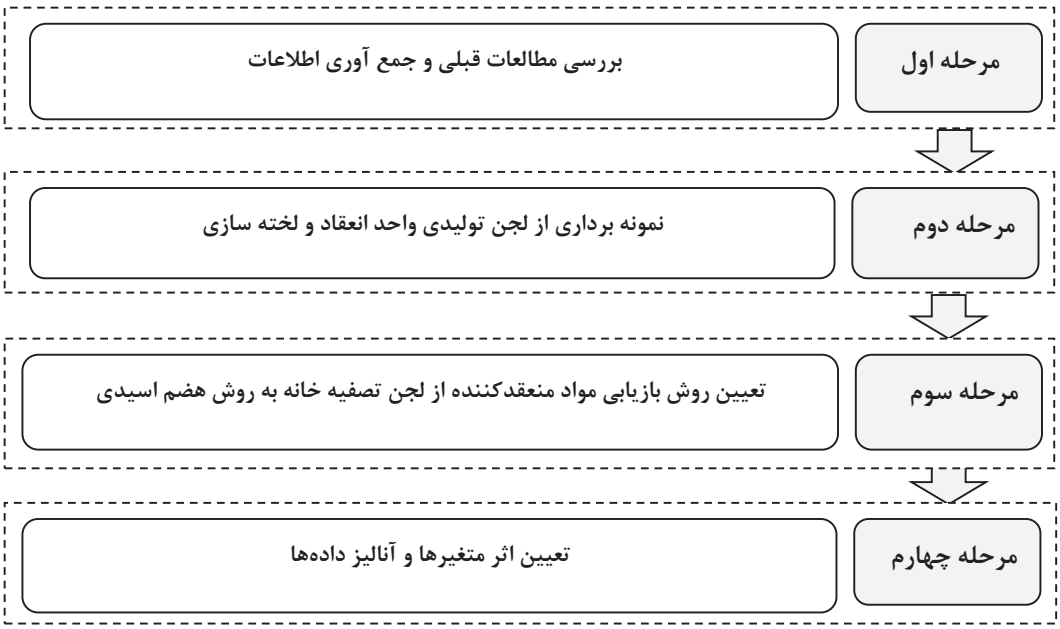
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

به طور بالقوه می‌تواند هزینه‌های مربوط به خرید، مصرف مواد شیمیایی و مدیریت لجن حاصل از آن را با استفاده مجدد منعقدکننده‌های فلزی کاهش دهد (۱۸، ۱۹). براساس موارد ذکر شده می‌توان نتیجه گیری کرد که اخیرا استفاده از منعقد کننده‌های بازیابی شده از لجن تصفیه خانه‌های آب توجه بخصوصی را در زمینه محیط زیست به خود جلب کرده‌اند. بنابراین با توجه به اهمیت بازیابی مواد منعقد کننده این مطالعه با هدف بررسی کارایی مواد منعقدکننده بازیابی شده از لجن تولیدی واحد انعقاد و لخته سازی تصفیه خانه آب شهر کرمانشاه با استفاده از روش هضم اسیدی در تصفیه فاضلاب پیشنهاد و اجرا گردید. در این مطالعه میزان کاهش شاخص‌های مختلف آلودگی از جمله TSS، VSS، فسفر، کلیفرم و کدورت در دوزهای متفاوت از لجن بازیابی شده (۵۰ الی ۳۰۰ mg/L) نیز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ـ مراحل انجام مطالعه

در مرحله اول به منظور تدوین اهداف پژوهش محور، مروری جامع از مطالعات قبلی بعمل آمد که ضمن انتخاب نوع محلول آبی و فاضلاب، متغیرها و محدوده آنها براساس این مرور جامع تعیین گردید. در مرحله دوم از واحد انعقاد و لخته سازی در یکی از تصفیه خانه های آب واقع در شهر کرمانشاه نمونه برداری و نمونه‌های مربوطه جهت بررسی‌های بعدی به آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده بهداشت انتقال و ذخیره گردید. مرحله سوم مطالعه با توجه به نتایج به‌دست آمده از مرور مطالعات قبلی، بازیابی مواد منعقد کننده از لجن تصفیه خانه به روش هضم اسیدی اجرا گردید. در مرحله چهارم اثر متغیرهای اصلی بر کارایی عامل لجن بازیابی شده در کاهش شاخص‌های آلایندگی فاضلاب مورد مطالعه قرار گرفت. فلوچارت مراحل انجام مطالعه در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- فلوچارت مراحل انجام مطالعه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

_ *مشخصات لجن تصفیه خانه آب و فاضلاب خام*

برای انجام این پژوهش، یکی از تصفیه خانه‌های آب آشامیدنی واقع در شهر کرمانشاه به منظور نمونه برداری انتخاب گردید. در این مرحله L ۱۰ لجن تصفیه آب آشامیدنی از واحد انعقاد-لخته سازی جمع آوری شد. در این تصفیه خانه از نمک‌های آلومینیوم به عنوان مواد منعقدکننده استفاده می‌شود. لجن جمع آوری شده بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد و پس از آماده سازی اولیه در شرایط مناسب در دمای C˚ ۴ نگهداری گردید. همچنین به منظور بررسی کارایی لجن بازیابی شده در تصفیه فاضلاب، تصفیه خانه فاضلاب شهری واقع در شهرستان اسلام آباد فاضلاب به منظور نمونه برداری انتخاب گردید. نمونه‌ها از پساب خروجی جمع آوری و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و سپس در یخچال در دمای C˚ ۴ نگهداری گردید. فرایند اصلی تصفیه فاضلاب در این تصفیه خانه، استفاده از برکه تثبیت هوازی و بی هوازی و درنهایت گندزدایی پساب بود. مشخصات فاضلاب خام شامل pH، جامدات معلق، جامدات معلق فرار، کدورت، فسفر، آمونیوم، اکسیژن خواهی شیمیایی (COD)، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی (BOD) و کل کلیفرم مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فاضلاب خام مورد مطالعه در این تحقیق

پارامترها	واحد	میانگین
pH	–	۸/۸۳
هدایت الکتریکی (EC)	µS/cm	۸۸۲
کل جامدات محلول (TDS)	mg/L	٥٦٤/٤٨
کدورت	NTU	٤٩/٧
کل جامدات معلق (TSS)	mg/L	٥٩
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)	mg/L	١٤٤
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (BOD 5%)	mg/L	٥٩
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (BOD 3%)	mg/L	٦٣/٣٣
دما	°C	٢٣
قلیاییت	mg/L as $CaCO_3$	٣٧٢
کل جامدات معلق فرار (VSS)	mg/L	٢٥
نیتروژن	mg/L	٢/٣٠
فسفر	mg/L	٢/٥٥
کل کلیفرم	CFU/100 mL	٤٣٨٣٩/٧٢

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

ـ بازیابی مواد منعقدکننده لجن

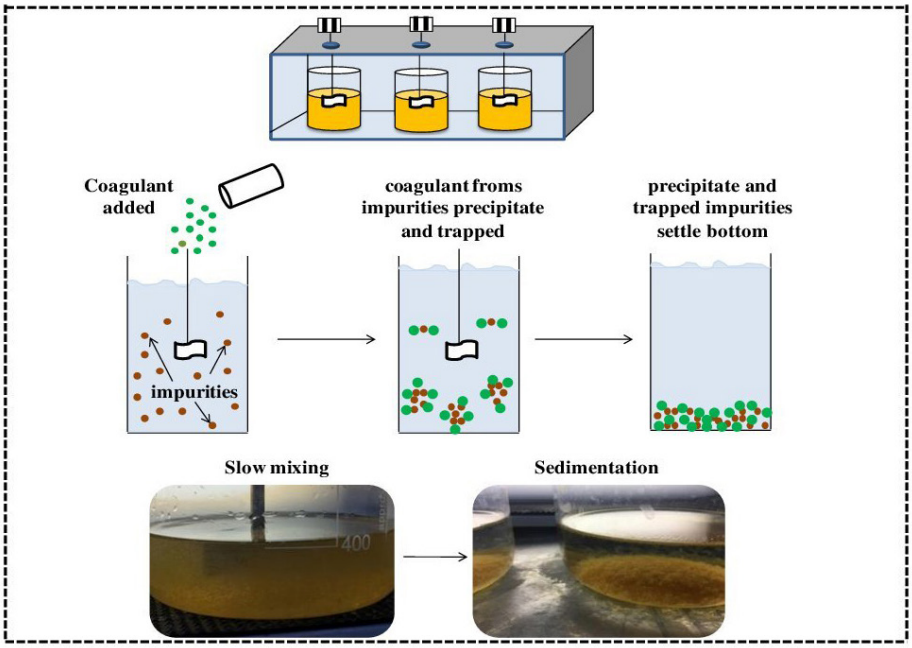
در این مطالعه به منظور انجام فرایند بازیابی مواد منعقدکننده از لجن جمع آوری شده، ابتدا حجم مشخصی از لجن در دمای اتاق (۲۸±۲ ˚C) به مدت ۳ هفته خشک شد. سپس لجن خشک شده به وسیله الک با مش استاندارد همگن شد. در مرحله بعد ۱۰ g لجن خشک شده در کوره با دمای ۵۰۰ ˚C به مدت ۴ h کلسینه گردید. در ادامه به منظور بازیابی مواد منعقدکننده، ۵ g از لجن کلسینه شده ۱۰۰ mL اسید سولفوریک ۲ M به عنوان یک اصلاح کننده در یک بالن ۲۰۰ mL ریخته و محتویات بالن به مدت ۳۰ min در دستگاه اولتراسونیک قرار گرفت. بعد از فرایند هضم اسیدی، سوسپانسیون به دست آمده به مدت ۳۰ min با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. کیک بدست آمده از مرحله قبل را برای مدت ۲۴ h در دمای ۱۰۵ ˚C در آون خشک و سپس در دمای محیط خنک شد. مواد بدست آمده در این مرحله همان منعقدکننده بازیابی شده با روش هضم اسیدی است.

ـ مراحل تصفیه فاضلاب

فرایند انعقاد و لخته سازی با استفاده از مواد منعقدکننده بازیابی شده از لجن به منظور تصفیه فاضلاب با استفاده از دستگاه جارتست مجهز به پره‌های با تیغه مستطیلی با اندازه ۷/۵ cm × ۲ cm مطابق شکل ۲ انجام شد. فرایندهای انعقاد و لخته سازی در سه مرحله انجام گردید. در مرحله اول اختلاط سریع با ۱۲۰ دور در دقیقه به مدت ۱ min، مرحله دوم اختلاط آهسته با ۳۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ min و درنهایت زمان ته نشینی به مدت ۵۰ min با افزودن دوزهای مختلف (۵۰ تا ۳۰۰ mg/L) لجن بازیابی شده در دمای محیط (۲۵±۲ ˚C) انجام شد. در پایان فرایند، حدود ۱۰ mL از مایع رویی برداشته و برای اندازه‌گیری آنالیزهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. میزان حذف کدورت و کارایی فرایند با استفاده از معادله ۱ تعیین شد.

$$\text{درصد حذف کدورت} = \frac{C_A - C_B}{C_A} \times 100 \qquad (۱)$$

جایی که CA کدورت اولیه و CB کدورت نهایی بر حسب NTU است.



شکل ۲- شماتیک فرایند انعقاد شیمیایی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

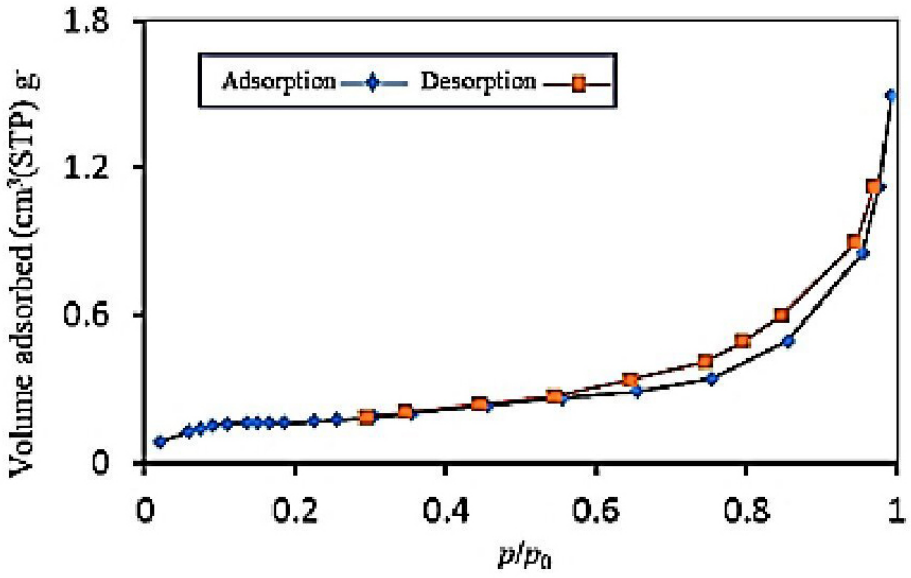
ـ روش‌های شناسایی لجن و خصوصیات فاضلاب

تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لجن بازیابی شده در شرایط بهینه با استفاده از آنالیزهای میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی (FE-SEM)، ایزوترم جذب و واجذب (BET) و اسپکتروسکوپی مادون قرمز انتقال فوریه (FT-IR) مورد بررسی قرار گرفت. خواص فیزیکوشیمیایی لجن بازیابی شده توسط آنالیز FTIR در طول موج‌های بین ۴۰۰ تا ۴۰۰۰ cm^{-1} تعیین شد. همچنین به منظور اندازه گیری سایر پارامترهای فاضلاب مانند COD، فسفر، TSS، VSS و کلیفرم کل از روش‌های ارائه شده در کتاب استاندارد متد جهت انجام آزمایشات آب و فاضلاب استفاده شد (۲۰). پس از گردآوری اطلاعات تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزار Excel استفاده شد.

یافته‌ها

ـ مشخصات لجن بازیابی شده

آنالیز سطح ویژه (BET): مساحت سطح لجن بازیابی شده و اندازه و حجم حفره‌ها از آنالیز سطح ویژه به‌دست آمد. اصول کار با این دستگاه براساس اندازه گیری میزان جذب گاز خنثی مانند نیتروژن در دمای ثابت است. ایزوترم جذب نیتروژن در ۷۷ °K انجام می‌گیرد. نتایج آنالیز BET نشان داد که مساحت سطح لجن بازیابی شده حدود ۰/۶ m^2/g حجم کل منافذ حدود ۰/۰۰۲ cm^3/g و میانگین قطر منافذ برابر با ۱۴/۵۱۹ nm است (نمودار ۱).

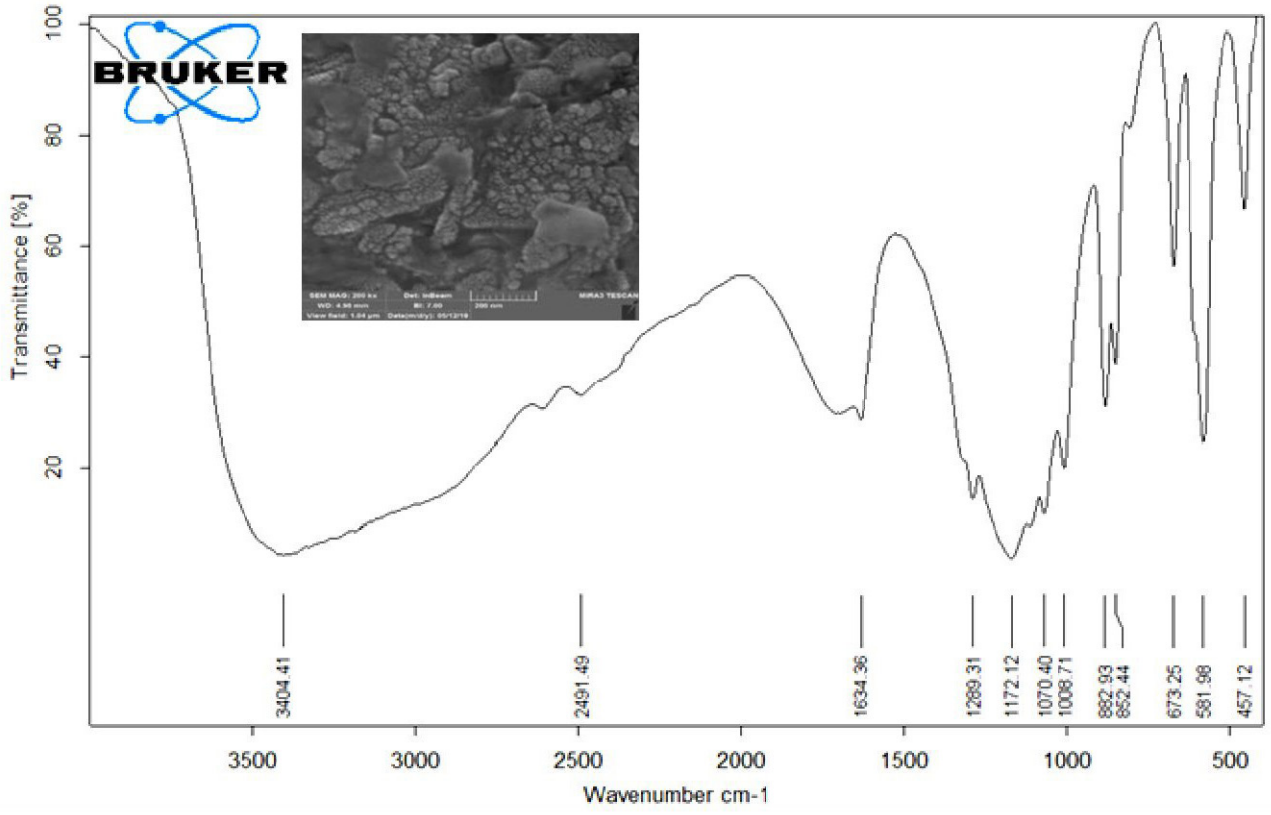


نمودار ۱- نتایج آنالیز BET برای لجن بازیابی شده در مرحله هضم اسیدی

آنالیز FTIR: اسپکتروسکوپی مادون قرمز انتقال فوریه (FT-IR) اطلاعات مفیدی را درباره پیوندهای شیمیایی، ساختار مولکولی و امتزاج پذیری ترکیبات در سیستم‌های چندجزئی فراهم می‌آورد. طیف FTIR به گستره‌ای از طول موج پس از امواج مرئی تا امواج رادیویی یعنی ۷۵۰ nm تا ۱ mm گفته می‌شود که در این ناحیه ارتعاشات مولکولی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

جذب دارند. در طیف بینی فروسرخ از طیف‌های این ناحیه اطلاعات کیفی و کمی استخراج می‌شود که در شناسایی گروه عاملی مواد تعیین کننده است. بنابراین در این مطالعه به منظور تعیین گروه‌های عاملی و ساختار شیمیایی لجن بازیابی شده، طیف FTIR لجن بازیابی شده مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل ۳). نتایج حاصل از طیف نشان می‌دهد که سطح لجن بازیابی شده دارای گروه‌های عاملی متفاوتی است. با توجه به نتایج این تجزیه و تحلیل در لجن بازیابی شده، پیک‌های ۳۴۰۴، ۱۶۳۴، ۱۲۸۹، ۱۱۷۲، ۱۰۷۰ و ۱۰۰۸ cm^{-1} قابل مشاهده است. براساس شکل ۳، حالت ارتعاش کششی OH^- از گروه‌های عاملی هیدروکسیل در موقعیت و باند ۳۴۰۴ و ۱۶۳۴ cm^{-1} قرار گرفته است. از طرفی پیک‌های ۱۶۷۵، ۱۳۸۰ تا ۱۷۰۰ و ۲۳۲۰ cm^{-1} به ترتیب مربوط به ارتعاش کششی گروه‌های O-C، O=C و C≡C است. همچنین پیک مربوط به ارتعاش کشش حلقه Si-O-Si در لجن اسیدی شده نیز در ۸۸۲، ۸۵۲ و ۶۷۳ cm^{-1} مشاهده گردید (۱۰، ۲۱، ۲۲). آزمایش دیگری به منظور تعیین مورفولوژی لجن بازیابی شده (لجن-آلومینیوم) انجام گرفته است. همان طور که در تصویر FE-SEM (شکل ۳) مشخص است لجن بازیابی شده دارای ساختار نامنظم است و هیچ ساختار کریستالی و منظمی در لجن وجود ندارد. بنابراین، سطح این لجن مورفولوژی با ماهیت آمورف است.

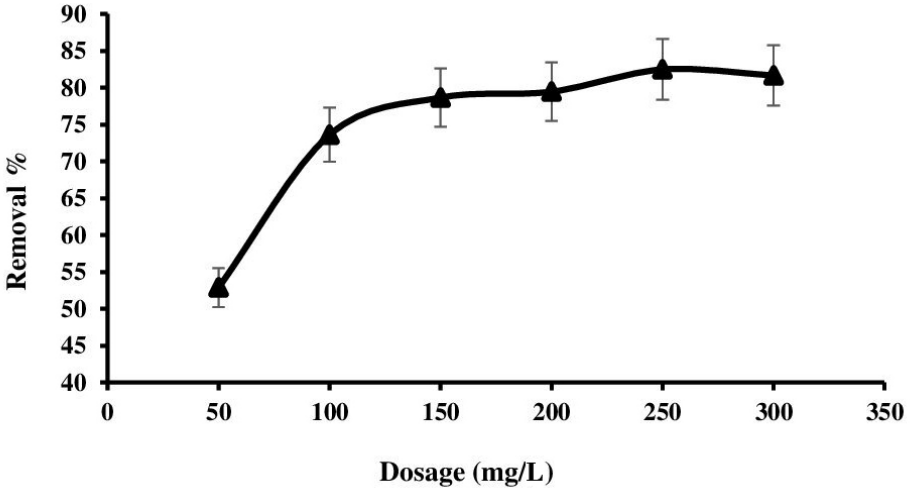


شکل ۳- تصاویر FE-SEM و FTIR طیف لجن بازیابی شده

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

_ کارایی حذف کدورت فاضلاب

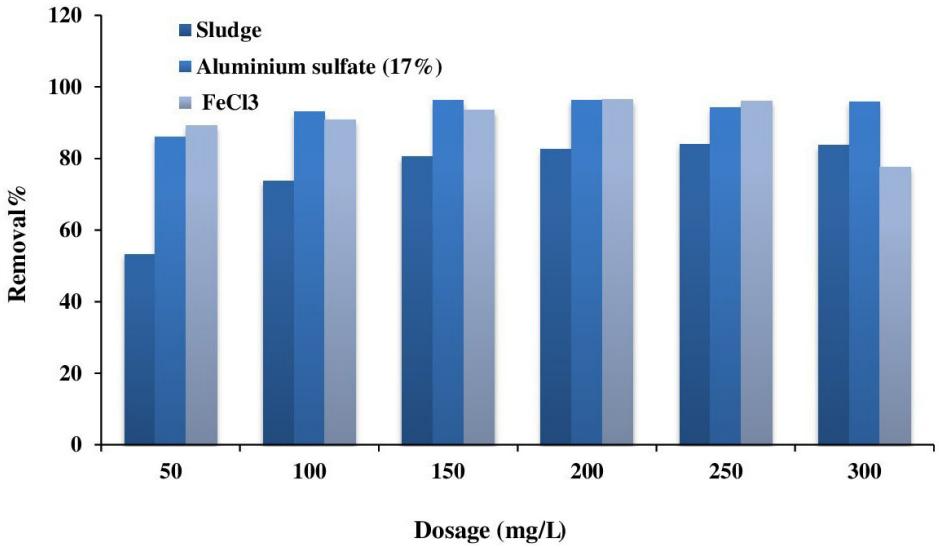
براساس اهداف ذکر شده، در این قسمت کارایی حذف کدورت با استفاده از مواد منعقدکننده بازیابی شده از لجن با سایر منعقدکننده‌های تجاری موجود (سولفات آلومینیوم، کلراید آهن) در دوزهای ۵۰ تا ۳۰۰ mg/L مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. براساس نتایج به دست آمده، مشخص گردید که با افزایش دوز ماده منعقدکننده از ۵۰ به ۳۰۰ mg/L میزان کدورت باقیمانده کاهش یافت یا عبارتی دیگر با افزایش دوز ماده منعقدکننده راندمان حذف کدورت افزایش یافته است. در این مطالعه، حداکثر کارایی فرایند انعقاد و لخته سازی به منظور حذف کدورت با استفاده از عامل لجن اسیدی شده برابر با ۸۲/۴۹ درصد در دوز ۳۰۰ mg/L بود (نمودار ۲). البته لازم به ذکر است که در دوزهای بالاتر به دلیل تثبیت مجدد ذرات کلوئیدی کارایی فرایند کاهش می‌یابد (۲۳).



نمودار ۲- کارایی فرایند انعقاد-لخته سازی با استفاده از لجن بازیابی شده در حذف کدورت

همچنین نتایج حاصل از کارایی لجن بازیابی شده در حذف کدورت با سولفات آلومینیوم تجاری ۱۷ درصد و کلرید آهن در دوزهای مختلف (۵۰ تا ۳۰۰ mg/L) نیز مقایسه و نتایج آن در نمودار ۳ نشان داده شده است. نتایج مقایسه کارایی پودر لجن بازیابی شده به عنوان ماده منعقدکننده با سولفات آلومینیوم تجاری ۱۷ درصد و کلرید فریک نشان داد که کارایی حذف کدورت با افزایش غلظت ماده منعقدکننده افزایش می‌یابد ولی این افزایش چندان چشمگیر نیست. از طرفی با توجه به پایین بودن کدورت عملا افزایش غلظت ماده منعقدکننده خود به عنوان هسته اولیه انعقاد عمل می‌نماید. با توجه به نتایج با افزایش دوز منعقدکننده‌ها از ۲۰۰ تا ۳۰۰ mg/L کارایی سیستم ثابت است و یا حتی راندمان فرایند در حذف کدورت کاهش می‌یابد که نتیجه افزایش کدورت به دلیل افزایش دوز ماده منعقدکننده است. همچنین براساس نتایج به دست آمده کارایی فرایند انعقاد-لخته سازی با استفاده از لجن بازیابی شده در حذف کدورت تقریبا ۱۰ درصد کمتر از سولفات آلومینیوم تجاری و کلرید آهن است.

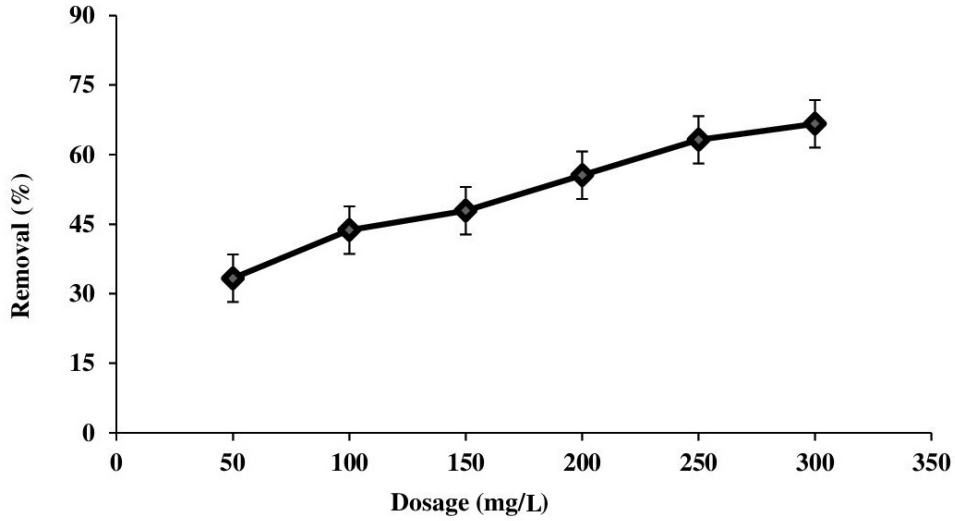
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]



نمودار ۳- مقایسه کارایی فرایند انعقاد-لخته سازی با استفاده از لجن بازیابی شده، سولفات آلومینیوم و کلرید آهن در حذف کدورت

_کارایی حذف COD از فاضلاب

نتایج راندمان حذف COD با استفاده از دوزهای مختلف لجن بازیابی شده در نمودار ۴ نشان داده شده است. براساس نمودار ۴، دوز لجن بازیابی شده تاثیر قابل توجهی بر حذف COD فاضلاب دارد. براساس نتایج با افزایش دوز منعقدکننده از ۵۰ به mg/L ۳۰۰ کارایی سیستم از ۳۳ درصد به ۶۶/۶ درصد افزایش می‌یابد.

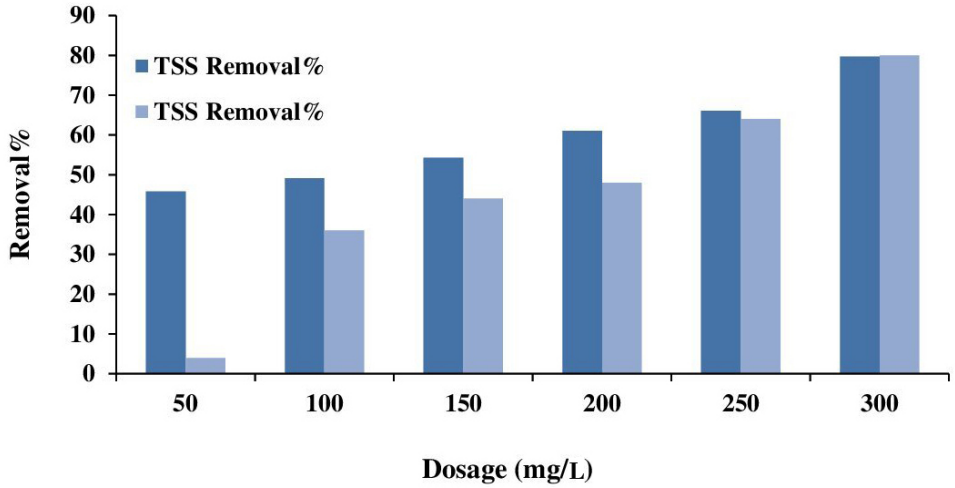


نمودار ۴- کارایی فرایند انعقاد-لخته سازی با استفاده از لجن بازیابی شده در حذف COD

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

_ *کارایی حذف TSS و VSS از فاضلاب*

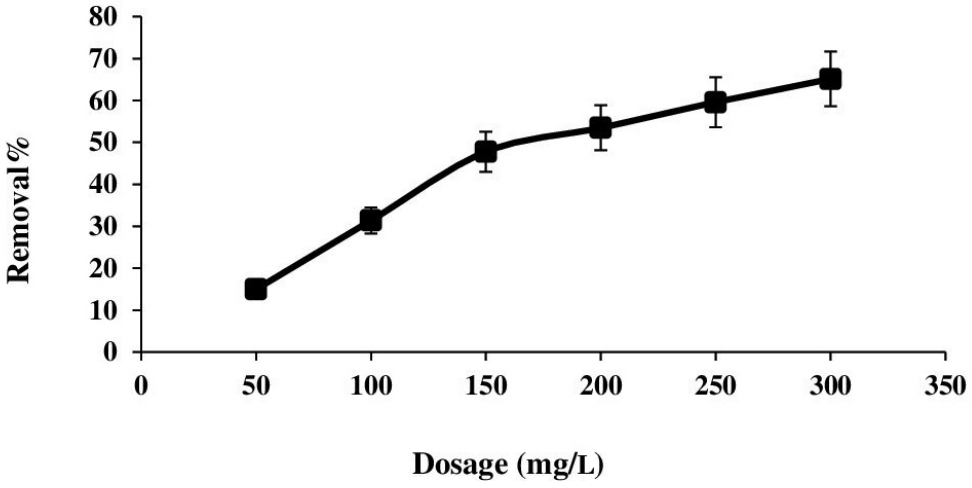
در این مطالعه کارایی فرایند انعقاد-لخته سازی با استفاده از لجن بازیابی شده در حذف TSS و VSS از فاضلاب جمع آوری شده در دوزهای مختلف منعقدکننده مورد بررسی قرار گرفت (نمودار ۵). براساس نتایج با افزایش دوز لجن بازیابی شده، کارایی فرایند انعقاد-لخته‌سازی در حذف TSS و VSS افزایش می‌یابد. به طوری‌که در دوز ۳۰۰ mg/L لجن بازیابی شده مقدار TSS و VSS به ترتیب از ۵۹ و ۲۵ mg/L به ۱۲ و ۵ mg/L کاهش می‌یابد.



نمودار ۵- کارایی فرایند انعقاد-لخته سازی با استفاده از لجن بازیابی شده در حذف TSS و VSS

_ *کارایی حذف فسفر از فاضلاب*

براساس نتایج به دست آمده از تاثیر تغییرات دوز مواد منعقد بازیابی شده از لجن بر حذف فسفر از فاضلاب که در نمودار ۶ نشان داده شده است می‌توان دریافت که با افزایش دوز لجن بازیابی شده از ۵۰ به ۳۰۰ mg/L کارایی سیستم در حذف فسفر افزایش می‌یابد. به طوری‌که در بالاترین میزان دوز لجن بازیابی شده (۳۰۰ mg/L) بیش از ۶۵ درصد فسفر در فاضلاب کاهش یافت.

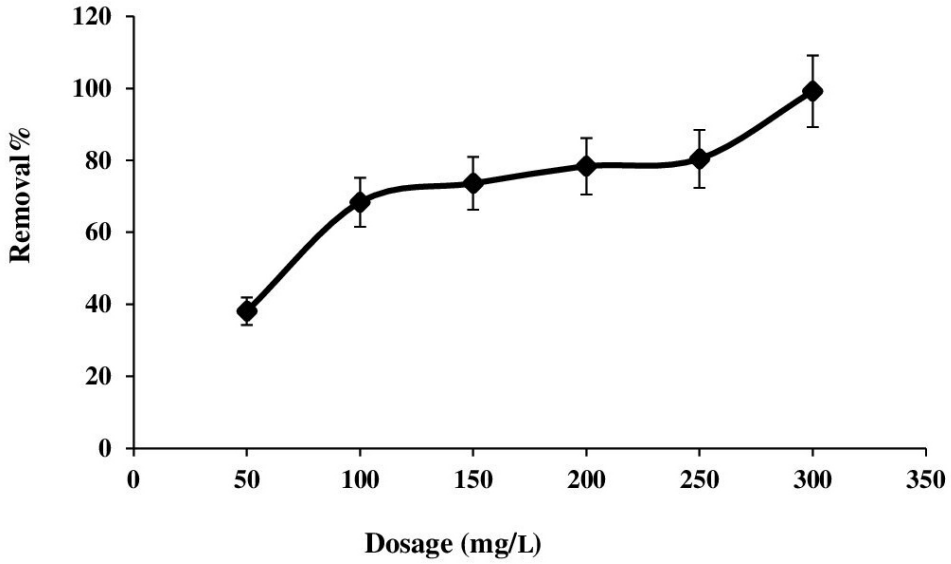


نمودار ۶- کارایی فرایند انعقاد-لخته سازی با استفاده از لجن بازیابی شده در حذف فسفر

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

_ کارایی حذف کلیفرم کل از فاضلاب

در این بخش، کارایی فرایند انعقاد-لخته سازی با استفاده از منعقدکننده بازیابی شده در حذف کلیفرم کل به عنوان یکی از شاخص‌های مطرح فاضلاب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد با افزایش دوز لجن بازیابی شده از ۵۰ به mg/L ۳۰۰ میزان کلیفرم کل فاضلاب از CFU/100 ۴۳۸۳۹/۷۲ به CFU/100 ۳۵۹ کاهش می‌یابد. در حالی‌که در دوز mg/L ۵۰ لجن بازیابی شده کارایی سیستم ۳۸ درصد است. بنابراین با افزایش دوز لجن بازیابی شده سیستم قادر به حذف تقریبا ۹۹/۱۸ درصد کلیفرم کل فاضلاب است (نمودار ۷).



نمودار ۷- تاثیر فرایند انعقاد-لخته سازی با استفاده از لجن بازیابی شده در حذف کلیفرم کل از فاضلاب

بحث

فرایند انعقاد و لخته سازی یکی از متداول‌ترین فرایندهای شیمیایی موجود در تصفیه خانه‌های آب است که دارای عملکردی مناسب جهت حذف ذرات و مواد آلی در منابع آبی شناخته شده است (۲۴). مکانیسم اصلی در این فرایند عبارت است از ناپایدارسازی ذرات معلق و کلوئیدی با اضافه کردن مواد منعقدکننده با بار مثبت و سپس تشکیل فلاک‌هایی سنگین که در مرحله بعدی توسط ته نشینی و نیروی ثقل به راحتی جداسازی می‌شوند. درنهایت لجن‌های جمع آوری شده به طور مستقیم و یا پس از آبگیری به محیط تخلیه می‌شود. علی‌رغم اینکه این روش در مقایسه با سایر روش‌های مدیریت لجن ساده‌تر و ارزان‌تر است، اما به علت احتمال ایجاد آلودگی‌های ثانویه در محیط زیست، نمی‌تواند به عنوان یک راه حل مدیریتی در نظر گرفته شود. بنابراین، توسعه استراتژی‌های مدیریت پایدار لجن یک وظیفه چالش برانگیز برای محققین حوزه محیط زیست است که سبب تلاش‌های بیشتر به منظور بررسی گزینه‌های استفاده مجدد برای این پسماندها شده است (۲۵). در سال‌های اخیر مطالعات مختلفی جهت مدیریت و استفاده از لجن تصفیه خانه آب به منظور استفاده در کاربردهای

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

سودمند انجام شده است. بازیابی منعقدکننده‌های موجود در لجن یکی از گزینه‌های جذابی است که در سال‌های اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته است (۲۶، ۲۷). به منظور انجام فرایند بازیابی مواد منعقدکننده از لجن به دست آمده از تصفیه آب ۵ روش مختلف وجود دارد که دربرگیرنده هضم اسیدی، قلیایی شدن لجن، تبادل یون، استفاده از غشاها و جذب است که در جدول ۲ معایب و مزایای آنها ذکر شده است (۲۵). در بین فرایندهای مذکور هضم اسیدی و رساندن pH لجن به ۲، به دلایلی چون کارایی بالا، مقرون به صرفه بودن و امکان بهره برداری آسان در مقیاس آزمایشگاهی می‌تواند در بازیابی منعقدکننده‌ها مورد استفاده قرار گیرد. بازیابی منعقدکننده از طریق هضم اسیدی بدین معنی است که با افزودن اسید به لجن، مطابق معادله ۲ هیدروکسیدهای آلومینیوم نامحلول به صورت محلول در می‌آیند (۲۸).

$$2Al(OH)_3.3H_2O + 3H_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow Al_2(SO_4)_3.14H_2O \quad (۲)$$

بنابراین هضم اسیدی قادر است رسوبات فلزی مواد منعقدکننده را در لجن حل کند. همچنین از آنجائی‌که هضم اسیدی لجن، انحلال مقادیر زیادی از جامدات معلق را به دنبال دارد، نتیجه به کارگیری از آن منجر به کاهش حجم و نیز کاهش هزینه‌های مدیریت لجن می‌شود. علاوه بر این، محققان ثابت کرده‌اند که pH پایین در میزان آب‌گیری لجن، سرعت ته‌نشینی لجن، بار سطحی و کاهش میزان ارگانیسم‌های موجود در لجن بسیار موثر است (۴، ۲۹). با این حال اگرچه هیدروکسید آلومینیوم خالص ساختار کریستالی منظمی دارد، اما مطالعات نشان می‌دهد که لجن بازیابی شده به روش هضم اسیدی دارای ساختاری نامنظم است (۱۰، ۳۰) که نتایج این مطالعه با مطالعات Tarique و همکاران (۲۰۰۹) و Yang و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد (۱۰، ۳۱).

جدول ۲- مزایا و معایب روش هضم اسیدی در بازیابی منعقدکننده از لجن تصفیه خانه آب (۳۲)

ردیف	روش	مزایا	معایب
۱	هضم اسیدی یا قلیایی	۱) هزینه اولیه کم نسبت به سایر روش‌ها ۲) راندمان بالا	۱) غیرانتخابی بودن ۲) وجود فلزات سنگین، منگنز و ترکیبات آلی در منعقدکننده بازیابی شده ۳) احتمال تشکیل تری هالومتان ناشی از مصرف منعقدکننده بازیابی شده ٤) ملاحظات ایمنی و سلامتی نگهداری حجم بالای اسید
۲	هضم اسیدی+اولتراسونیک	۱) مصرف کمتر اسید ۲) راندمان بالاتر نسبت به روش هضم اسیدی	۱)مصرف زیاد انرژی ۲) شکستن شدیدتر لخته‌های لجن با افزایش زمان اولتراسونیک ۳) هزینه زیاد
۳	رزین تبادل یونی	۱) حذف انتخابی ۲) ناخالصی کمتر نسبت به روش‌های سنتی	۱) مصرف زیاد مواد شیمیایی ۲) سنتیک انتشار آهسته برای استخراج ۳) هزینه بالاتر نسبت به روش‌های سنتی
٤	فرایند غشایی (اولترا و نانو فیلتراسیون)	۱) درصد خلوص بیشتر نسبت به روش‌های سنتی ۲) سادگی نسبت به تکنولوژی‌های نوین	۱) حذف غیر انتخابی ۲) گرفتگی غشا ۳) انرژی بر بودن فرایند ٤) هزینه اولیه و بهره برداری زیاد
۵	هضم اسیدی + فرایند غشایی دونان (غشای تبادل یونی)	۱) حذف انتخابی ۲) گرفتگی کم غشا ۳) مصرف کم انرژی	۱) زیاد بودن زمان تماس ۲) انحصاری بودن تکنولوژی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

از طرفی رایج‌ترین روش برای برگرداندن فلزات منعقدکننده به فاز آبی، هضم اسیدی با استفاده از سولفوریک اسید است؛ چراکه ارزان‌ترین اسید در دسترس است. با این حال در این روش، انحلال سایر ترکیبات لجن همچون مواد طبیعی آلی موجب افزایش اسید مصرفی شده می‌گردد. از منظر اقتصادی و کیفی، انحلال همزمان این ترکیبات یک مولفه کلیدی در بازیابی منعقدکننده برای استفاده مجدد در تصفیه آب مدرن است و به عنوان بحرانی‌ترین مانع در بازیابی منعقدکننده برای استفاده مجدد در مصارف شرب خواهد بود. در نتیجه چنانچه هدف، بازیابی منعقدکننده با کیفیت مشابه منعقدکننده‌های تجاری و تازه باشد، هضم اسیدی به تنهایی کافی نیست و ممکن است منجر به افزایش سطح فراورده‌های جانبی گندزدایی و تحت تاثیر قرار دادن سلامت عمومی شود. در سال‌های اخیر استفاده از لجن بازیابی شده به عنوان منعقدکننده در تصفیه فاضلاب توجه محققان را به خود جلب کرده است. ارزیابی مطالعات مختلف نشان می‌دهد عوامل متعددی نظیر دوز لجن بازیابی شده به عنوان ماده منعقدکننده، pH، کدورت، زمان اختلاط و ... بر کارایی فرایند انعقاد-لخته سازی در تصفیه فاضلاب تاثیر می‌گذارد. به طور مثال ارزیابی نتایج نشان می‌دهد که با افزایش کدورت کارایی فرایند انعقاد-لخته سازی افزایش می‌یابد زیرا در کدورت بالا، تعداد بیشتری از ذرات کلوئیدی موجود خواهد بود و این باعث برهم کنش بیشتر بین ذرات کلوئیدی می‌شود اما در غلظت پایین‌تر، تعداد کمتر ذرات کلوئیدی موجود خواهد بود و در نتیجه تعاملات بین ذرات به همان اندازه در مقایسه با میزان غلظت کدورت بالاتر نیست. همچنین براساس نتایج دوز منعقدکننده تاثیر قابل توجهی بر کارایی فرایند انعقاد-لخته سازی دارد به طوری‌که براساس نتایج به دست آمده مشخص شده است که با افزایش دوز منعقدکننده کارایی سیستم در حذف کدورت اولیه از فاضلاب افزایش می‌یابد. دوز منعقدکننده را می‌توان به عنوان یکی از مهمترین پارامترهای تاثیرگذار در فرایند انعقاد در نظر گرفت به طوری‌که افزایش و کاهش دوز منعقدکننده می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر عملکرد فرایند بگذارد. بنابراین دستیابی به دوز بهینه برای به حداقل رساندن هزینه و دستیابی به عملکرد بهینه فرایند بسیار حائز اهمیت است. در واقع دوز بهینه منعقدکننده به عنوان مقداری تعریف می‌شود که با افزودن مواد منعقدکننده بیشتر، افزایش قابل توجهی در راندمان حذف ایجاد نمی‌شود (۳۳). با این حال طبق گزارش Tawakkoly و همکاران (۲۰۱۹) افزایش بیش از حد دوز ماده منعقدکننده (بیشتر از دوز بهینه)، تاثیر قابل توجهی در بهبود کارایی فرایند ندارد. بنابراین، با افزایش دوز از ۴۰ g/L به ۵۶ g/L در pH برابر با ۷ و زمان تماس ۴۵ min، حذف کدورت از ۶۲/۰۸ درصد به ۴۲/۵۳ درصد کاهش یافت (۳۴). علاوه بر این نتایج مقایسه کارایی پودر لجن بازیابی شده به عنوان ماده منعقدکننده با سولفات آلومینیوم تجاری ۱۷ درصد و کلرید فریک نشان داد که کارایی حذف کدورت با افزایش غلظت ماده منعقدکننده افزایش می‌یابد ولی این افزایش چندان چشمگیر نیست از طرفی با توجه به پایین بودن کدورت عملا افزایش غلظت ماده منعقدکننده خود بعنوان هسته اولیه انعقاد عمل می‌نماید. البته نتایج نشان می‌دهد با افزایش دوز بیش از ۲۰۰ mg/L کارایی سیستم ثابت و یا به سمت کاهش حذف کدورت پیش رفته است که به دلیل افزایش کدورت در اثر افزایش دوز ماده منعقدکننده است. کارایی لجن در فرایند حذف کدورت تقریبا ۱۰ درصد کمتر از آلوم تجاری مورد مصرف در تصفیه خانه و همچنین کلرید آهن آزمایشگاهی است. با این حال باید در نظر داشت که علیرغم عملکرد مناسب و مقرون به صرفه بودن نمک‌های آلومینیوم و آهن، این ترکیبات یک لجن یا سوسپانسیون شیمیایی با مقدار رطوبت زیاد ایجاد می‌کنند و باقیمانده آنها در آب تصفیه شده (مثلا آلومینیوم) با بیماری‌های عصبی مانند آلزایمر و همچنین اثرات عصبی و سرطان‌زا مرتبط است (۳۵).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

مطالعات مختلفی درخصوص حذف COD با استفاده از فرایند انعقاد و لخته سازی توسط مواد منعقدکننده و لخته کننده‌های گوناگونی انجام شده است. همانطوری‌که ذکر گردید، نتایج این مطالعه نشان داد که لجن بازیابی شده کارایی قابل توجهی در حذف COD فاضلاب دارد. در مطالعه Nair و همکاران (۲۰۱۵) از لجن بازیابی شده تصفیه خانه آب بعنوان ماده منعقدکننده در تصفیه نهایی پساب نهایی واحد بی هوازی (UASB) استفاده شد. نتایج نشان داد که با استفاده از لجن بازیابی شده در غلظت ۱۵ g/L مقدار COD، ۳۸ درصد کاهش داشت و افزایش غلظت لجن بازیابی شده به مقدار ۲۵ g/L کاهش چشمگیر کارایی فرایند انعقاد را به همراه داشت (۳۶).

در مطالعه‌ای دیگر که توسط Daud و همکاران در سال ۲۰۱۵ به منظور حذف جامدات معلق (SS)، رنگ، COD فاضلاب را مورد بررسی قرار گرفت، از منعقد کننده‌های مختلفی همچون سولفات آلومینیوم، کلرید آهن و سولفات آهن در دوزهای مختلف ۵۰-۶۰۰ mg/L استفاده شد. براساس نتایج به دست آمده از این مطالعه، با افزایش دوز مواد منعقدکننده، راندمان حذف COD افزایش یافت و به طور کلی نشان داد که افزایش دوز ماده منعقدکننده تاثیر به سزایی در حذف COD دارد (۲۳). همچنین نتایج مطالعه Zhou و همکاران (۲۰۰۸) که در زمینه حذف کدورت و COD از فاضلاب با استفاده از سولفات آلومینیوم انجام شده است که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد (۳۷).

همچنین کارایی لجن بازیابی شده در حذف TSS و VSS از فاضلاب خام مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که لجن بازیابی شده در حذف TSS و VSS از فاضلاب خام موثر است. نتایج مطالعه Nair و همکاران (۲۰۱۴) نشان می‌دهد که لجن بازیابی شده از لجن تصفیه خانه آب با دوز ۲۵ mg/L در تصفیه نهایی فاضلاب موثر بوده و می‌تواند ۷۷ درصد مواد معلق را حذف کند (۶). در مطالعه‌ای دیگر Jangkorn و همکاران (۲۰۱۱) از لجن بازیابی شده حاوی آلوم به عنوان منعقدکننده برای تصفیه فاضلاب حاوی سورفاکتانت‌های آنیونی استفاده کردند که نتایج نشان داد در دوز منعقدکننده ۴۰۰ mg/L و pH بهینه ۱۰، کارایی سیستم در حذف TSS، ۷۱/۵ درصد است (۲۶).

براساس مطالعات پیشین، فرایند انعقاد و لخته سازی روشی موثر در حذف فسفر است به طوری‌که نتایج نشان می‌دهد افزایش غلظت عامل لجن همراه با افزایش حذف فسفر از نمونه‌های فاضلاب بوده است. در این مطالعه، در بالاترین غلظت عامل لجن (۳۰۰ mg/L) بیش از ۶۵ درصد از فسفر اولیه فاضلاب حذف شده است که این نتایج با مطالعات پیشین همخوانی دارد. در مطالعه‌ای مشابه Babatunde و همکاران (۲۰۰۸) از لجن بازیابی شده تصفیه خانه آب برای حذف فسفر استفاده کردند. نتایج نشان داد که با افزایش دوز لجن، راندمان حذف فسفر از ۳۰ درصد به ۹۰ درصد افزایش یافت (۳۸). از طرفی ظرفیت لجن در حذف فسفر به عواملی مانند ساختار اولیه لجن بازیابی شده، دوز ماده منعقدکننده و خصوصیات نمونه آب خام یا فاضلاب بستگی دارد (۳۹) که می‌توان نتیجه گیری کرد که دوز بهینه شده ماده منعقدکننده از بین عوامل مختلف تاثیر بیشتری را به خود اختصاص داده است.

علاوه بر این در این مطالعه بررسی کارایی فرایند انعقاد در حذف کلیفرم کل فاضلاب بعنوان یکی از شاخص‌های فاضلاب با استفاده از عامل لجن طراحی و اجرا گردید. نتایج نشان داد با افزایش دوز لجن بازیابی شده کارایی فرایند انعقاد افزایش می‌یابد. بطوری‌که در غلظت ۳۰۰ mg/L لجن فراوری شده ۹۹/۱۸ درصد از کل کلیفرم اولیه فاضلاب کاهش یافت. براساس مطالعات مختلف لجن بازیابی شده (دارای آلومینیوم در ساختار خود) و منعقدکننده‌های آلوم و آهن به طور طبیعی با مصرف قلیاییت، pH آب را تا حد ممکن کاهش می‌دهند. بنابراین کاهش pH می‌تواند دلیلی برای غیر فعال شدن میکروارگانیسم‌ها باشد (۴۰).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

در این مطالعه شواهد به دست آمده نیز نشان داد که با افزایش دوز لجن به میزان ۳۰۰ mg/L، pH اولیه فاضلاب از ۸/۸۳ به ۶/۹۰ کاهش یافت که می‌تواند مطلب فوق را تایید کند. بنابراین براساس نتایج این مطالعه انتظار می‌رود بازیابی و استفاده مجدد از منعقدکننده‌های لجن تصفیه خانه آب، حجم لجن و در نتیجه هزینه‌های دفع را کاهش دهد. همچنین به دلیل کاهش نگرانی‌های ناشی از تجمع فلزات سنگین و عوارض نشت، لجن را برای دفع در لندفیل مناسب‌تر گرداند و خصوصیات آبگیری لجن را بهبود بخشیده، عمر تجهیزات دفع لجن را افزایش دهد. به همین دلیل پیشنهاد می‌شود منعقدکننده بازیابی شده به این روش، در تصفیه خانه‌های فاضلاب مورد استفاده قرار گیرد؛ چراکه برخلاف تصفیه خانه‌های آب، از نظر کیفیت مواد شیمیایی و جریان خروجی، فاقد قوانین سختگیرانه‌اند. در صورت لزوم دستیابی به کیفیتی مشابه با نمونه‌های تجاری، استفاده از تکنولوژی‌های نوین پیشنهاد می‌گردد که انجام آنها نیازمند بررسی‌های دقیق اقتصادی است.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه اثربخشی مواد منعقدکننده بازیابی شده از لجن تصفیه خانه آب شهر کرمانشاه به عنوان ماده منعقدکننده در تصفیه فاضلاب مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج به دست آمده، لجن بازیابی شده حاوی آلومینیوم در دوز ۳۰۰ mg/L قادر به حذف ۹۹/۱۸ درصد کلیفرم کل، ۶۶ درصد COD، ۸۰ درصد TSS و VSS، ۶۵ درصد فسفر و ۸۲/۴۹ درصد از کدورت فاضلاب اولیه است. همچنین در این مطالعه، لجن بازیابی شده با سولفات آلومینیوم تجاری ۱۷ درصد و کلرید آهن در دوزهای مختلف ۵۰ تا ۳۰۰ mg/L مقایسه گردید. با توجه به نتایج، نمونه‌های تجاری کارآمدتر از لجن بازیابی شده هستند، اما با توجه به اینکه منعقدکننده‌های تجاری حجم لجن بالایی بعد از فرایند انعقاد و لخته سازی تولید می‌کنند، لذا به کارگیری مواد منعقدکننده بازیابی شده از لجن تصفیه خانه‌های آب می‌تواند رویکردی جدید در بحث مدیریت صحیح لجن باشد. از طرفی این مطالعه نشان داد که این مواد بازیابی شده کارایی بالایی در فرایندهای تصفیه آب و فاضلاب از خود نشان داده‌اند.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از شرکت آب و فاضلاب استان کرمانشاه و دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه به دلیل تامین اعتبار طرح و فراهم کردن تسهیلات تقدیر و تشکر به عمل آورند. این کار توسط شرکت آب و فاضلاب استان کرمانشاه از طریق پروژه تحقیقاتی به شماره ۲۱۸۶۸/۹۵/۱۲۹ حمایت مالی شد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

References

1. Ang W, Mohammad A, Benamor A, Hilal N. Chitosan as natural coagulant in hybrid coagulation-nanofiltration membrane process for water treatment. Journal of Environmental Chemical Engineering. 2016;4(4):4857-62.
2. Keeley J, Jarvis P, Smith AD, Judd SJ. Coagulant recovery and reuse for drinking water treatment. Water Research. 2016;88:502-9.
3. Samadi M, Saghi M, Shirzad M, Hasanvand J, Rahimi S. 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. Jung K-W, Hwang M-J, Park D-S, Ahn K-H. Comprehensive reuse of drinking water treatment residuals in coagulation and adsorption processes. Journal of Environmental Management. 2016;181:425-34.
5. Prakash P, Hoskins D, SenGupta AK. Application of homogeneous and heterogeneous cation-exchange membranes in coagulant recovery from water treatment plant residuals using Donnan membrane process. Journal of Membrane Science. 2004;237(1-2):131-44.
6. Nair AT, Ahammed MM. Coagulant recovery from water treatment plant sludge and reuse in post-treatment of UASB reactor effluent treating municipal wastewater. Environmental Science and Pollution Research. 2014;21(17):10407-18.
7. Babatunde A, Zhao Y. Constructive approaches toward water treatment works sludge management: an international review of beneficial reuses. Critical Reviews in Environmental Science and Technology. 2007;37(2):129-64.
8. Ulmert H , Sarner E. The ReAl Process-a combined membrane and precipitation process for recovery of aluminium from waterwork sludge. Vatten. 2005; 61(4): 273-281.
9. Crittenden JC, and Watson HM. Adsorption. MWH's water treatment principles and design, 3rd edition. John Wiley & Sons. 2012; 1136-1150.
10. Ahmad T, Ahmad K, Ahad A, Alam M. Characterization of water treatment sludge and its reuse as coagulant. Journal of Environmental Management. 2016;182:606-11.
11. Huang C, Pan J, Sun K-D, Liaw C-T. Reuse of water treatment plant sludge and dam sediment in brick-making. Water Science and Technology. 2001;44(10):273-7.
12. Titshall L, Hughes J. Characterisation of some South African water treatment residues and implications for land application. Water SA. 2005;31(3):299-308.
13. Babatunde A, Zhao Y, Burke A, Morris M, Hanrahan J. Characterization of aluminium-based water treatment residual for potential phosphorus removal in engineered wetlands. Environmental

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

Pollution. 2009;157(10):2830-6.

14. Castaldi P, Silvetti M, Garau G, Demurtas D, Deiana S. Copper (II) and lead (II) removal from aqueous solution by water treatment residues. Journal of Hazardous Materials. 2015;283:140-7.

15. Zhou Z, Yang Y, Li X, Gao W, Liang H, Li G. Coagulation efficiency and flocs characteristics of recycling sludge during treatment of low temperature and micro-polluted water. Journal of Environmental Sciences. 2012;24(6):1014-20.

16. Keeley J, Smith AD, Judd SJ, Jarvis P. Reuse of recovered coagulants in water treatment: an investigation on the effect coagulant purity has on treatment performance. Separation and Purification Technology. 2014;131:69-78.

17. Yang L, Wei J, Zhang Y, Wang J, Wang D. Reuse of acid coagulant-recovered drinking waterworks sludge residual to remove phosphorus from wastewater. Applied Surface Science. 2014;305:337-46.

18. Parsons S, Daniels S. The use of recovered coagulants in wastewater treatment. Environmental Technology. 1999;20(9):979-86.

19. Chen BH, King PH, Randall CW. Alum recovery from representative water-treatment-plant sludges. Journal of American Water Works Association. 1976; 68 (4): 204-208.

20. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 1976; 14th Edition, 1193.

21. Baltakys K, Jauberthie R, Siauciunas R, Kaminskas R. Influence of modification of SiO2 on the formation of calcium silicate hydrate. Materials Science-Poland. 2007;25(3):663-70.

22. Parveen MF, Umapathy S, Dhanalakshmi V, Anbarasan R. Synthesis and characterizations of nano sized Al (OH)3 in the presence of aniline as a dispersing agent. Indian Journal of Science. 2013;3(8):97-101.

23. Daud Z, Awang H, Nasir N, Ridzuan MB, Ahmad Z. Suspended solid, color, COD and oil and grease removal from biodiesel wastewater by coagulation and flocculation processes. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2015;195:2407-11.

24. Zhao S, Gao B, Li X, Dong M. Influence of using Enteromorpha extract as a coagulant aid on coagulation behavior and floc characteristics of traditional coagulant in Yellow River water treatment. Chemical Engineering Journal. 2012;200:569-76.

25. Ahmad T, Ahmad K, Alam M. Characterization of water treatment plant's sludge and its safe disposal options. Procedia Environmental Sciences. 2016;35:950-5.

26. Jangkorn S, Kuhakaew S, Theantanoo S, Klinla-Or H, Sriwiriyarat T. Evaluation of reusing alum sludge for the coagulation of industrial wastewater containing mixed anionic surfactants. Journal of Environmental Sciences.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

2011;23(4):587-94.

27. Guan X-H, Chen G-H, Shang C. Re-use of water treatment works sludge to enhance particulate pollutant removal from sewage. Water Research. 2005;39(15):3433-40.

28. Nayeri D, Mousavi SA. A comprehensive review on the coagulant recovery and reuse from drinking water treatment sludge. Journal of Environmental Management. 2022;319:115649.

29. Li C-W, Lin J-L, Kang S-F, Liang C-L. Acidification and alkalization of textile chemical sludge: volume/solid reduction, dewaterability, and Al (III) recovery. Separation and Purification Technology. 2005;42(1):31-7.

30. Yang Y, Tomlinson D, Kennedy S, Zhao Y. Dewatered alum sludge: a potential adsorbent for phosphorus removal. Water Science and Technology. 2006;54(5):207-13.

31. Yang Y, Zhao Y, Babatunde A, Wang L, Ren Y, Han Y. Characteristics and mechanisms of phosphate adsorption on dewatered alum sludge. Separation and Purification Technology. 2006;51(2):193-200.

32. Mahdavian S, Ostovar F, Mirbolooki H. Coagulants recovery from water treatment plant's sludge: a review. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(3):403-18. (in Persian)

33. Zainol NA, Aziz HA, Yusoff MS, Umar M. The use of polyaluminum chloride for the treatment of landfill leachate via coagulation and flocculation processes. Research Journal of Chemical Sciences. 2011;1(3):34-9.

34. Tawakkoly B, Alizadehdakhel A, Dorosti F. Evaluation of COD and turbidity removal from compost leachate wastewater using Salvia hispanica as a natural coagulant. Industrial Crops and Products. 2019;137:323-31.

35. Camacho FP, Sousa VS, Bergamasco R, Teixeira MR. The use of Moringa oleifera as a natural coagulant in surface water treatment. Chemical Engineering Journal. 2017;313:226-37.

36. Nair AT, Ahammed MM. The reuse of water treatment sludge as a coagulant for post-treatment of UASB reactor treating urban wastewater. Journal of Cleaner Production. 2015;96:272-81.

37. Zhou Y, Liang Z, Wang Y. Decolorization and COD removal of secondary yeast wastewater effluents by coagulation using aluminum sulfate. Desalination. 2008;225(1-3):301-11.

38. Babatunde A, Zhao Y, Yang Y, Kearney P. Reuse of dewatered aluminium-coagulated water treatment residual to immobilize phosphorus: Batch and column trials using a condensed phosphate. Chemical Engineering Journal. 2008;136(2-3):108-15.

39. Hou Q, Meng P, Pei H, Hu W, Chen Y. Phosphorus adsorption characteristics of alum sludge: Adsorption capacity and the forms of phosphorus retained in alum sludge. Materials Letters. 2018;229:31-5.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

40. Ndabigengesere A, Narasiah KS. Use of Moringa oleifera seeds as a primary coagulant in wastewater treatment. Environmental Technology. 1998;19(8):789-800.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Effectiveness of recovered sludge from Kermanshah water treatment plant as a low-cost and effective coagulant in wastewater treatment

Arezoo Mahmoudi[1,2], Seyyed Alireza Mousavi[1,*], Danial Nayeri[1,2], Parastoo Darvishi[1]

1- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
2- Student Research Committee, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 11 September 2022
Revised: 29 November 2022
Accepted: 04 December 2022
Published: 20 December 2022

Keywords: Sludge recovery, Co-agulation and flocculation, Waste-water treatment, Acid digestion

***Corresponding Author:**
seyyedarm@yahoo.com
sar.mousavi@kums.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: The consequence of using coagulant materials such as aluminum sulfate and ferric chloride in the coagulation unit of conventional water treatment plants can generate plenty of sludge that contains large amounts of coagulant, which in addition to environmental risks, will also possess disposal costs. Today, intending to preserve the environment and reduce treatment costs, researchers emphasize the recovery and reuse of coagulants from sludge. In this regard, the present study was proposed and implemented to recover and reuse water treatment plant sludge as a low-cost coagulant in wastewater treatment.

Materials and Methods: This research is an experimental-laboratory study. In order to recover the coagulant from the collected sludge, acid hydrolysis method was used. The physicochemical characteristics of the recovered sludge were also determined using FTIR, FE-SEM, and BET analysis. Moreover, the efficiency of recovered sludge in different doses (50 to 300 mg/L) on wastewater treatability in terms of COD, TSS, VSS, turbidity, phosphorus, and coliform indices was compared with aluminum sulfate, ferric chloride coagulants, also the results of the study were analyzed and presented using Excel software (version, 2016).

Results: According to the results, the prepared sludge had no crystalline structure with amorphous morphology. In addition, recovered coagulant from water treatment sludge has demonstrated high efficiency for wastewater treatment, so 66.6%, 82.49%, 79.66%, 80%, 65 %, 99.18% of COD, turbidity, TSS, VSS, phosphorus, total coliform were removed at the highest dosage of recovered coagulant (300 mg/L), respectively. Furthermore, the recovered coagulant dosage had a significant effect on the performance of the coagulation and flocculation process in wastewater treatment.

Conclusion: The results showed that recovered coagulant from the sludge of the water treatment plant can be considered an acceptable option with appropriate effectiveness in the wastewater treatment processes.

Please cite this article as: Mahmoudi A, Mousavi SA, Nayeri D, Darvishi P. Effectiveness of recovered sludge from Kermanshah water treatment plant as a low-cost and effective coagulant in wastewater treatment. Iranian Journal of Health and Environment. 2022;15(3):539-58.

Copyright © 2022 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.3.10.3]